

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา

**DEVELOPMENT OF LOCAL CLAY BODY FOR INDUSTRIAL CERAMIC TILE**



T117049



อพ.  
พ231ก  
2553

สาขาหมู่.....  
เลขทะเบียน **117049**  
วัน,เดือน,ปี **23 ส.ย. 2554**

b. **1233230b**  
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2553

**KMITL-2010-ED-M-222-117**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# DEVELOPMENT OF LOCAL CLAY BODY FOR INDUSTRIAL CERAMIC TILE



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

KMITL-2010-ED-M-222-117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2010






FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

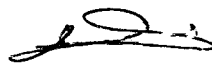
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา  
Development of Local Clay Body for Industrial Ceramics Tile  
นักศึกษา นายพรชัย ปานทุ่ง  
รหัสประจำตัว 49063604  
ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ |                 | ลายมือชื่อ   |
|--------------------------|-----------------|--|
| รศ.สถาพร                 | ดิบุญมี ณ ชุมแพ |    |
| ดร.จตุรงค์               | เลาหะเพ็ญแสง    |   |
| รศ.อุดมศักดิ์            | สาริบุตร        |   |
| ดร.อภิศักดิ์             | สินธุภัก        |  |
| ดร.รัฐไท                 | พรเจริญ         |  |

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 25 กันยายน 2553 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง ค 407 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่.....28.....เดือน.....ตุลาคม.....พ.ศ. 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์               | การพัฒนาเนื้อดินบ้นท้องถื่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม<br>กระเบื้องดินเผา |
| ชื่อนักศึกษา                    | นายพรชัย ปานทุ่ง  |
| รหัสประจำตัว                    | 49063604  |
| ปริญญา                          | ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  |
| สาขา                            | เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  |
| พ.ศ.                            | 2553  |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์     | อาจารย์ ดร.จตุรงค์ เถาหะเพ็ญแสง                                     |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม | รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร                                   |

### บทคัดย่อ

การพัฒนาเนื้อดินบ้นท้องถื่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราส่วนผสมที่มีความเหมาะสมทางคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานกระเบื้องดินเผา (มอก.) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แก่ อัตราส่วนผสมของเนื้อดินจากตารางสามเหลี่ยมแทนค่าโดยการคำนวณหาส่วนผสมวัตถุดิบ 3 ชนิด คือ เนื้อดินบ้านดงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ดินคำสุราษฎร์ โปแทสซีมเฟลด์สปาร์ ตัวแปรต้นได้แก่ อัตราส่วนผสมของเนื้อดิน ตัวแปรตามได้แก่ ความเหนียว การหดตัวก่อนเผาและหลังเผา ดูดซึมน้ำ ความแข็งแรง สีหลังเผา ความทนไฟ และรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภท มุงหลังคา ปูพื้น บุษนัง นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน แล้วนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งหมดโดยใช้ One Way MANOVA

ผลการวิจัยพบว่า ส่วนผสมที่มีคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาที่กำหนดของผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามุงหลังคามีค่าดูดซึมน้ำอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 1.91 – 11.21 ความแข็งแรงอยู่ในช่วงระหว่าง 70.21 – 92.29 Kg/cm<sup>2</sup> กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำต่ำ - ปานกลางค่อนข้างต่ำมีการดูดซึมน้ำอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 1.91 – 4.50 ความต้านแรงอัดอยู่ในช่วงระหว่าง 26.35 – 33.23 เมกาปาสกาล กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำปานกลาง – สูง มีค่าการดูดซึมน้ำอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 10.36 – 12.60 ความต้านแรงอัดอยู่ในช่วงระหว่าง 18.74 – 24.95 เมกาปาสกาล กระเบื้องดินเผาบุผนังมีค่าดูดซึมน้ำอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 1.91 – 12.60 ความเหมาะสมด้านความเหนียว โดยมีเนื้อดินบ้านดงดินทองอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 10 – 80 ดินคำสุราษฎร์อยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 10 – 80 โปแทสซีมเฟลด์สปาร์อยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 10 – 40 หดตัวก่อนเผาอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 4.04 – 7.38 หดตัวหลังเผาอยู่ในช่วงระหว่าง

ร้อยละ 6.80 – 17.40 สีหลังเผามีลักษณะน้ำตาลเข้มออกดำ น้ำตาล น้ำตาลออกขาวนวล ทุกสูตรมีความทนไฟสูงกว่า 1,100 องศาเซลเซียส สามารถขึ้นรูปได้ด้วยมือและเครื่องจักร

ผลการประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์จากกลุ่มผู้บริโภค โดยภาพรวมผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภทมุงหลังคามีความเหมาะสมที่สุดค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.29$ ) อยู่ในระดับดี ความสวยงามค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.14$ ) อยู่ในระดับดี ความแข็งแรงค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.07$ ) อยู่ในระดับอยู่ในระดับดี หน้าที่ใช้สอยค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.89$ ) อยู่ในระดับดี ความสะดวกสบายในการใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.77$ ) อยู่ในระดับดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Thesis Title</b>      | Development of Local Clay Body for Industrial Ceramics Tile |
| <b>Student</b>           | Mr.Pornchai Pantung   |
| <b>Student ID.</b>       | 49063604  |
| <b>Degree</b>            | Master of Industrial Science Industrial Education           |
| <b>Program</b>           | Industrial Design Technology                                |
| <b>Year</b>              | 2010  |
| <b>Thesis Advisor</b>    | Dr. Chaturong Louhapensang                                  |
| <b>Thesis Co-Advisor</b> | Associate Professor Udomsak Saribut                         |

## ABSTRACT

The Purpose of this study was to Find the suitable component rate in physical properties of the earthenware standardize. The sample of this study are the component rate of the soil from the triangle table represented by calculating the component of three raw materials which are the soil of Baan Dong Din Thong, Wang Thong district, Pitsanulok, Black Soil of Surat, and Potassium Feldspar. The first variable is the ratio of soil component. The second variables are toughness, shrinkage both before and after burning, water absorbtion, strength, color after burning, fireproof rate, and the design of earthenware roof, floor and wall. These data will be analyzed to find the average of variability and then compare with overall differences by using “One Way MANOVA”.

The conclusion was that the component with physical properties of the earthenware standardize using to making roof has the water absorbtion rate between 1.91-11.21 percent. The strength rate is between 70.21 - 92.29 Kg/cm<sup>3</sup>. Flooring earthenware in medium to high water absorbtion has the rate between 10.36 – 12.60 percent. The pressure resistance rate is between 26.35 – 33.23 megapascal. Flooring earthenware in low to medium water absorbtion has the rate between 1.91 - 4.50 percent. The pressure resistance rate is between 18.74 –24.95 megapascal. Walling earthenware has water absorbtion rate between 1.91 – 12.60 percent. The suitability in toughness with the soil of Baan Dong Din Thong is between 10-80 percent which is similar to Black Soil of Surat, and 10 – 40 percent with Potassium Feldspar. The contraction before burning is between 4.04 – 7.38 percent, and after burning is between 6.80-17.40 percent. The color after burning is dark brown to black or brown to off-white. Every formula has the fireproof rate more than 1,100 degree Celcius, and can be created by hand and machine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา III และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The evaluate of production design from experts and consumers in overall image, Rooftile earthenware has the most suitable. The usability, strength, fineness and convenient in using are high.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำจากคณะกรรมการหลายท่าน ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และข้อคิดเห็นเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านคอยให้กำลังใจ ที่ดีมาตลอด

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาทร ชลชาติภิญโญ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวัสดุและการออกแบบผลิตภัณฑ์ ท่านอาจารย์เพ็ชรพิณ ก่อวุฒิพงษ์ ท่านอาจารย์สมทรง ชีมาภรณ์ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์

ขอขอบพระคุณคุณสุรพร สรณารักษ์ ผู้จัดการ โรงงาน บริษัท อ.ป.ก. ดาวคู่ (1988) จำกัด คุณนพพร บุญประดับ คุณจำลอง สุขแดง ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิต และยังอนุเคราะห์สถานที่ปฏิบัติงานเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัตร พัฒนะ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เสกพร ดันศรีประภาศิริ รองคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวัสดุและคำแนะนำในการศึกษาในระดับมหาบัณฑิตศึกษา

ขอขอบคุณท่านคณาจารย์ท่านอาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อบรมสั่งสอนมาเป็นอย่างดี ท่านคณาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ท่านอาจารย์หลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ท่านเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอขอบคุณ บริษัท อ.ป.ก. ดาวคู่ (1988) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สละช่วงเวลาในการทำงานปกติให้ศึกษาต่อเป็นอย่างยิ่ง

กราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่มอบทุนการศึกษาจนจบการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง ขอขอบคุณญาติพี่น้อง และเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจมาด้วยดีตลอดเวลาเสมอมา

พรชัย ปานทุ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

|   | หน้า      |
|---|-----------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....  | I         |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....   | III       |
| กิตติกรรมประกาศ.....  | V         |
| สารบัญ.....   | VI        |
| สารบัญตาราง.....  | VIII      |
| สารบัญภาพ.....  | XI        |
| <b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....                               | 1         |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....                                      | 2         |
| 1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....                                   | 2         |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....  | 4         |
| 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....                              | 6         |
| <b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>                    | <b>9</b>  |
| 2.1 วิวัฒนาการของเครื่องปั้นดินเผาในประเทศไทย.....                    | 9         |
| 2.2 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....                                      | 16        |
| 2.3 การหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend)..... | 39        |
| 2.4 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน.....                        | 41        |
| 2.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา.....                    | 48        |
| 2.6 แนวคิดในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา.....               | 71        |
| 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....  | 79        |
| <b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....</b>                             | <b>91</b> |
| 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....                                      | 91        |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....                                   | 93        |
| 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....  | 107       |
| 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย.....                   | 110       |

## (ต่อ)

|                             |   |            |
|-----------------------------|---|------------|
| <b>บทที่ 4</b>              | <b>ผลวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>   | <b>113</b> |
| 4.1                         | วิเคราะห์ผลการศึกษายาอัตรส่วนผสมวัตถุบิที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา..... | 113        |
| 4.2                         | วิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.).....        | 122        |
| 4.3                         | วิเคราะห์ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา และประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค.....    | 130        |
| <b>บทที่ 5</b>              | <b>สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....</b>                                     | <b>147</b> |
| 5.1                         | สรุปผลการวิจัย.....   | 149        |
| 5.2                         | อภิปรายผลการวิจัย.....  | 161        |
| 5.3                         | ข้อเสนอแนะ.....   | 174        |
| <b>บรรณานุกรม.....</b>      |   | <b>175</b> |
| <b>ภาคผนวก.....</b>         |   | <b>178</b> |
| ภาคผนวก ก.....              |   | 178        |
| ภาคผนวก ข.....              |   | 196        |
| ภาคผนวก ค.....              |   | 211        |
| ภาคผนวก ง.....              |   | 221        |
| ภาคผนวก จ.....              |   | 235        |
| ภาคผนวก ฉ.....              |   | 240        |
| <b>ประวัติผู้เขียน.....</b> |   | <b>250</b> |

# สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า   |
|----------|--|
| 2.1      | แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเนื้อดินบ้านคงดินทอง..... 21   |
| 2.2      | แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ดินดำโคกคราม..... 24  |
| 2.3      | แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีโปแทสเซียม..... 25  |
| 2.4      | แสดงค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินชนิดต่างๆ..... 45  |
| 2.5      | แสดงความแกร่งของเนื้อดินชนิดต่างๆ ก่อนเผา (MOR)..... 46  |
| 2.6      | แสดงความแกร่งของเนื้อดินชนิดต่างๆ หลังเผา (MOR)..... 46  |
| 2.7      | แสดงการซักตัวอย่าง (ข้อที่ 7.1)..... 55  |
| 2.8      | แสดงเกณฑ์ตัดสิน (ข้อที่ 7.2)..... 56   |
| 2.9      | แสดงขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน..... 60  |
| 2.10     | แสดงพื้นที่ของรอยบิ่นต่อ 1 จุด (ข้อที่ 5.1.2.3)..... 61  |
| 2.11     | แสดงเกณฑ์ของความบิดเบี้ยว (ข้อที่ 5.2)..... 61   |
| 2.12     | แสดงแผนการซักตัวอย่างสำหรับการทดลองขนาดและคุณลักษณะที่ต้องการ (ข้อที่ 8.2.1)..... 63   |
| 2.13     | แสดงรายการทดสอบ (ข้อที่ 8.2.1)..... 64   |
| 2.14     | มิติระบุของกระเบื้องเผาผนัง (ข้อที่ 4.1)..... 65   |
| 2.15     | แสดงจำนวนชั้นตัวอย่างที่ซักเพื่อทดสอบ (ข้อที่ 7.1)..... 67   |
| 2.16     | ข้อมูลการใช้กระเบื้องดินเผาungหลังคา..... 78   |
| 2.17     | แสดงอัตราส่วนร้อยละของวัตถุดิบเคลือบเซลาดอน..... 83  |
| 2.18     | แสดงการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน..... 84  |
| 2.19     | แสดงผลการพัฒนาใหม่จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน..... 85   |
| 2.20     | แสดงปริมาณและการกระจายตัวของทรายในเนื้อดินราชบุรี ดินราชบุรีย่อย ดินราชบุรีบด ทรายแม่น้ำ..... 89   |
| 2.21     | แสดงส่วนผสมของเนื้อดินทดลอง..... 89  |
| 2.22     | แสดงค่าความแข็งแรงและการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้น โรงงานและเนื้อดินทดลอง.... 90   |
| 3.1      | แสดงอัตราส่วนวัตถุดิบจากการผสมวัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend).... 95   |
| 3.2      | แสดงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาชนิดไม่เคลือบประเภท กระเบื้องดินเผาungหลังคา กระเบื้องดินเผาปูพื้น กระเบื้องดินเผาผนัง..... 105 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อVIIIและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า   |
|----------|--|
| 4.1      | วิเคราะห์อัตราส่วนวัตถุดิบจากการสุมวัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend)..... 114  |
| 4.2      | วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิต กระเบื้องดินเผาอ่อนเผา ในด้านการทดสอบความเหนียว การหดตัวก่อนเผา..... 116                  |
| 4.3      | วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิต กระเบื้องดินเผาหลังเผา ในด้านทดสอบการหดตัวหลังเผา สีหลังเผา ความทนไฟ.... 118              |
| 4.4      | วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิต กระเบื้องดินเผาในด้านการขึ้นรูป..... 120  |
| 4.5      | แสดงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาชนิดมีเคลือบ และ ไม่มีเคลือบ ประเภทกระเบื้องดินเผาผนังหลังคา กระเบื้องดินเผาปูพื้น กระเบื้องดินเผาบุผนัง..... 122 |
| 4.6      | ผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาผนังหลังคา..... 123   |
| 4.7      | ผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชี่มน้ำต่ำ..... 124   |
| 4.8      | ผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชี่มน้ำปานกลางก่อนข้างต่ำ..... 125                              |
| 4.9      | ผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชี่มน้ำปานกลาง..... 125   |
| 4.10     | ผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชี่มน้ำสูง..... 126   |
| 4.11     | ผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาบุผนัง..... 127   |
| 4.12     | แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านทดสอบการคูชี่มน้ำ และความแข็งแรง..... 128  |
| 4.13     | จำนวนและร้อยละของผู้บริโภคในด้านสถานภาพทั่วไปของผู้ให้ข้อมูล จากบริษัท อ.ป.ก ดาว กู้ 1988 จำกัด ..... 130  |

(ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า  |
|----------|---|
| 4.14     | แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านหน้าที่ใช้สอย..... 132                         |
| 4.15     | แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านความแข็งแรงทนทาน..... 133                     |
| 4.16     | แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านความสะดวกสบายในการใช้..... 134                |
| 4.17     | แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านความสวยงาม..... 134                           |
| 4.18     | แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ด้านวัสดุศาสตร์..... 135  |
| 4.19     | แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์..... 137  |
| 4.20     | แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ด้านผู้ผลิต..... 139  |
| 4.21     | แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ ในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาชนิดมีเคลือบและ ไม่เคลือบประเภทกระเบื้องดินเผาungหลังคา..... 142 |
| 4.22     | แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ ในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาชนิดมีเคลือบและ ไม่เคลือบประเภทกระเบื้องดินเผาปูพื้น..... 143    |
| 4.23     | แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ ในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาชนิดมีเคลือบและ ไม่เคลือบประเภทกระเบื้องดินเผาผนัง..... 144      |
| 5.1      | สรุปผลอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการผลิต ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภทกระเบื้องดินเผาungหลังคา..... 151                           |
| 5.2      | สรุปผลอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชี่มน้ำดำ..... 152                                   |
| 5.3      | สรุปผลอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชี่มน้ำปานกลางค่อนข้างดำ..... 153                    |
| 5.4      | สรุปผลอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชี่มน้ำปานกลาง..... 153                              |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า  |
|----------|---|
| 5.5      | สรุปลัทธิไตรส่วนผสมวัตถุคิบัติที่มีความเหมาะสมในการผลิตตามมาตรฐานกระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูคชี่มน้ำสูง..... 154          |
| 5.6      | สรุปลัทธิไตรส่วนผสมวัตถุคิบัติที่มีความเหมาะสมในการผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภทกระเบื้องดินเผาผนัง..... 155 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า   |
|--------|--|
| 2.1    | ลักษณะของเนื้อดินบ้านดงดินทอง..... 22                                |
| 2.2    | เนื้อดินบ้านดงดินทองที่ร่อนผ่านตะแกรง 80 เมช..... 22                 |
| 2.3    | แสดงการสุมวัสดุคืบจากตารางสามเหลี่ยม..... 40                         |
| 2.4    | การทดสอบความเหนียวของเนื้อดินบ้านดงดินทอง..... 42                    |
| 2.5    | เครื่องมือวัดค่าความแข็งแรง (MOR)..... 47                            |
| 2.6    | แสดงขนาดของผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภทกระเบื้องมุงหลังคา..... 50  |
| 2.7    | แสดงเครื่องทดสอบความแข็งแรงกระเบื้องดินเผา..... 58                   |
| 2.8    | เครื่องมือวัดค่าการบิดเบี้ยว..... 69                                 |
| 2.9    | วิธีวัดความได้ฉากของกระเบื้องดินเผาปูผนัง..... 69                    |
| 2.10   | แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูผนัง..... 77                     |
| 2.11   | แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มุงหลังคา..... 77                 |
| 2.12   | แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้น..... 78                     |
| 2.13   | แผนภูมิขั้นตอนการเตรียมเนื้อดินปั้นราชบุรี..... 87                   |
| 3.1    | แสดงการหาอัตราส่วนผสม โดยใช้วิธี Triaxial Bland..... 95              |
| 3.2    | แสดงลักษณะของแท่งทดสอบขนาด 14 x 2 x 1 เซนติเมตร..... 97              |
| 3.3    | แสดงลักษณะแท่งทดสอบความเหนียว..... 98                                |
| 3.4    | แสดงลักษณะของแท่งทดสอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 4 x 4 x 1 เซนติเมตร 100 |
| 3.5    | แสดงลักษณะการวางแท่งทดสอบ เพื่อทดสอบความโค้งตัว..... 101             |
| 3.6    | ขั้นตอนดำเนินการวิจัย..... 112                                       |
| 4.1    | แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบ..... 146                       |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมเซรามิกส์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศ เนื่องจากสภาพการณ์ปัจจุบันด้วยปัจจัยหลายๆ อย่าง ส่งผลทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น ต้นทุนค่าเชื้อเพลิง(แก๊ส) ต้นทุนค่าขนส่ง ค่าแรง นอกจากนี้ยังประสบปัญหาทางการตลาดกับประเทศเพื่อนบ้านเช่น เวียดนาม จีน ซึ่งมีข้อได้เปรียบมากกว่า ทั้งทางด้านต้นทุนแรงงานต่ำ และแหล่งวัตถุดิบคุณภาพดี (ชะโรทอน ใจดี. 2548 : 53) อุตสาหกรรมเซรามิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ และใช้แรงงานไทยเป็นจำนวนมาก โดยมีอัตราส่วนขยายตัวในอัตราร้อยละ 12 ต่อปี โดยประมาณมูลค่าการนำเข้าจำนวนน้อยลง และประเทศไทยยังมีสัดส่วนการส่งออกทางการค้าอุตสาหกรรมเซรามิกส์ของโลกในอัตราร้อยละ 2.2 ถือว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีการแข่งขันสูงที่ทางด้านการตลาด การผลิตทั้งยังประสบปัญหาและอุปสรรคของพัฒนาในด้านเช่น วัตถุดิบมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ด้านการผลิต ขาดแคลนบุคลากรด้านเทคโนโลยี ขาดความชำนาญในการออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่มีการพัฒนารูปแบบเท่าที่ควร รวมไปถึงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ (วารสารเซรามิกส์. 2544 : 36)

ในการก่อสร้างอาคารหลังหนึ่งๆ ไม่ว่าจะเป็นที่พักอาศัยหรืออาคารที่ทำการต่างๆ จะต้องใช้วัสดุก่อสร้างมากมายหลายชนิดหลายขนาดมาประกอบกัน วัสดุก่อสร้างบางชนิดเป็นวัสดุที่มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ นำมาใช้ได้เลยโดยไม่ต้องปรุงแต่ง เช่น หิน ทราย ไม้ แต่บางชนิดเป็นสิ่งที่มนุษย์นำวัตถุดิบธรรมชาติมาปรุงแต่ง คัดแปลงให้เหมาะสมกับสภาพการก่อสร้างที่จะใช้ เช่น ซีเมนต์ คอนกรีต เหล็กเสริมคอนกรีต พลาสติก ฯลฯ วัสดุดังกล่าวมีคุณสมบัติต่างกัน มีวิธีเก็บรักษาและวิธีใช้แตกต่างกันออกไป ซึ่งจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติและชนิดของวัสดุเหล่านั้น เพื่อให้ได้ประโยชน์ ตามความปลอดภัย และความสวยงาม ในประเทศที่พัฒนาแล้ว มีการใช้วัสดุก่อสร้างต่างๆ มากมาย ฉะนั้นเพื่อคุ้มครองผู้บริโภคให้ได้ใช้วัสดุที่มีคุณภาพ ทนทาน และปลอดภัย ประเทศต่างๆ จึงมีหน่วยงานซึ่งควบคุม ทดสอบ และกำหนดคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้าง (พงศ์พันธ์ วรสุนทร โรสดี และวรวงศ์ วรสุนทร โรสดี. 2549 : บทนำ) การผลิตเซรามิกส์ที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างทั้ง กระเบื้องปูพื้น ผนัง และเครื่องสุขภัณฑ์ ได้รับผลกระทบจากปัญหาภาวะซบเซาของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ในประเทศ และปัญหาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น จนผู้ผลิตหลายรายหันมานำเข้าสินค้าที่มีราคาถูกจากจีนแทนการผลิตในประเทศไทย ทำให้การ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตเซรามิกสตัลคอง โดยในปี 2550 การผลิตกระเบื้องปูพื้น บุผนังมีประมาณ 139.68 ล้านตารางเมตรและ เครื่องสุขภัณฑ์มีประมาณ 8.36 ล้านชิ้น ลดลงจากปี 2549 ในอัตราร้อยละ 3.39 และ 0.49 ตามลำดับ (ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม . 2008: <http://www.ryt9.com> วันที่ 15/8/2551 เวลา 18.30 น.)

จากประเด็นดังกล่าว ผู้วิจัยพบว่าโรงงานอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา (โรงงานขนาดกลาง และขนาดเล็ก) มีการใช้เนื้อดินท้องถิ่นหรือเนื้อดินท้องถิ่นที่อื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียง นำมาผลิตกระเบื้องดินเผาประเภท กระเบื้องมุงหลังคา กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องบุผนัง จากการใช้เนื้อดินท้องถิ่นเป็นวัตถุดิบหลัก มักพบปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระเบื้องดินเผา ทำให้เกิดความเสียหายจากกระบวนการการผลิต ดังนั้นต้นทุนการผลิตสินค้ากระเบื้องดินเผาจึงสูง ทำให้มีราคาสูงขึ้นตามมา ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาเนื้อดินปั้นท้องถิ่นบ้านดงคันทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก นำมาวิจัยและพัฒนาโดยผสมเนื้อดินคำสุราษฎร์ และหินฟันม้าชนิดโปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ เพื่อให้ได้คุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ที่กำหนดไว้ในด้านการดูดซึมน้ำ ความแข็งแรง นอกจากนี้ยังเป็นทางเลือกแหล่งวัตถุดิบใหม่ให้กับโรงงานอุตสาหกรรมผลิตกระเบื้องดินเผา โรงงานอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาสินค้าประเภทอื่นๆ อีกด้วย และยังเป็น การส่งเสริมรายได้ให้กับท้องถิ่นบ้านดงคันทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เพราะคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้น (จากการมองเห็น) ที่มีความแตกต่างกับเนื้อดินที่อื่น คือ มีสีแดงเข้ม จึงถือได้ว่าเนื้อดินดังกล่าวเป็นเอกลักษณ์เฉพาะท้องถิ่นของบ้านดงคันทอง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

## 1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา ผู้วิจัยได้ศึกษาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) พัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา

ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดของคมสัน เรืองโกศล (2547 : 57 อ้างอิงจาก Milky Way ceramics. 2003) ในด้านการหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินจากตารางสามเหลี่ยม Triaxial Blend แทนค่าโดยการคำนวณหาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ 3 ชนิด เพื่อต้องการให้ได้ข้อมูลวัสดุที่ครอบคลุม เพื่อสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองและเลือกใช้ในอัตราส่วนวัตถุดิบที่เหมาะสมในการผลิตกระเบื้องดินเผา นอกจากนี้ ไพจิตร อังศิริวัฒน์ (2541 : 243) ยังกล่าวถึง หลักในการทดสอบวัตถุดิบและเนื้อดิน คือ

1. ศึกษาคุณสมบัติของดินจากแหล่งที่ขุดพบใหม่
2. ตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบทุกชนิดเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน
3. ปรับปรุงคุณภาพเนื้อดิน หรือพัฒนาเนื้อดินสูตรใหม่
4. ควบคุมการเตรียมเนื้อดินให้มีคุณภาพสม่ำเสมอเพื่อใช้ในการผลิต

### 1.3.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้นำเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา มาเป็นกรอบแนวคิดเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบคุณลักษณะที่ต้องการในด้านคุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสม คือ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตามประกาศฉบับที่ 187 (พ.ศ. 2518) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาungหลังคาอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาungหลังคา มาตรฐานเลขที่ มอก. 158 - 2518

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตามประกาศฉบับที่ 1032 (พ.ศ. 2529) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น มาตรฐานเลขที่ มอก. 37 - 2529

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตามประกาศฉบับที่ 1034 (พ.ศ. 2529) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาผนัง อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศ กำหนด

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาผนัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 36 - 2516 ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา และประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

การพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดของ อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549:10 - 12) ในด้าน

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)
2. ความแข็งแรง ทนทาน (Durability)
3. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ease of Use)
4. ความสวยงาม (Aesthetic)

### 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

#### 1.4.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา

แหล่งข้อมูล ได้แก่ วัตถุดิบในการวิจัย คือ

1. เนื้อดินบ้านดงดินทอง
2. เนื้อดินคำสุราษฎร์
3. หินฟืนม้า ชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากการสุ่มตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend)

โดยมี

- |                                      |                  |         |
|--------------------------------------|------------------|---------|
| 1. เนื้อดินบ้านดงดินทอง              | อยู่ในช่วงร้อยละ | 10 - 80 |
| 2. เนื้อดินคำสุราษฎร์                | อยู่ในช่วงร้อยละ | 10 - 80 |
| 3. หินฟืนม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ | อยู่ในช่วงร้อยละ | 10 - 80 |

#### 1.4.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

แหล่งข้อมูล ได้แก่ มาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คือ

1. กระเบื้องดินเผาungหลังคามมาตรฐานเลขที่ มอก. 158 - 2518
2. กระเบื้องดินเผาปูพื้น มาตรฐานเลขที่ มอก. 37 - 2529
3. กระเบื้องดินเผาผนัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 36 - 2516

เอกสารนี้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากการสุ่มตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) การคำนวณค่า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 (ข้อ 1.4.1) และวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 (ข้อ 1.4.2) ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

**ตัวแปรต้น** ได้แก่

1. อัตราส่วนผสมวัตถุดิบ โดยใช้วิธี Triaxial Blend คำนวณหาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ 3 ชนิด คือ

- 1.1 เนื้อดินบ้านคงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก
- 1.2 เนื้อดินคำสุราษฎร์
- 1.3 หินฟืนม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์

2. อุณหภูมิในการเผาที่ 1,100 องศาเซลเซียส

3. บรรยากาศในการเผาแบบออกซิเดชัน

**ตัวแปรตาม** ได้แก่ การทดสอบอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ

1. การทดสอบทางกายภาพก่อนเผา

- 1.1 ทดสอบความเหนียว
- 1.2 ทดสอบการหดตัวก่อนของเผา

2. การทดสอบทางกายภาพหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน

- 2.1 ทดสอบการหดตัวหลังเผา
- 2.2 ทดสอบสีหลังเผา
- 2.3 ทดสอบความทนไฟ

3. การทดสอบอัตราส่วนผสมวัตถุดิบโดยการขึ้นรูป

- 3.1 ทดสอบขึ้นรูปด้วยมือ
- 3.2 ทดสอบขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร

4. การทดสอบทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

- 4.1 ทดสอบการดูดซึมน้ำ
- 4.2 ทดสอบความแข็งแรง

**1.4.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค**

**ประชากร** ได้แก่ กลุ่มผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ 1988 จำกัด และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้านผู้ผลิตกระเบื้องดินเผา

**กลุ่มตัวอย่าง** ได้แก่

1. ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ 1988 จำกัด จำนวน 30 คน

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เขาเหล่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านผู้ผลิตกระเบื้องดินเผา จำนวน 3 ท่าน

### ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา

1. กระเบื้องดินเผาungหลังคาชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบ
2. กระเบื้องดินเผาปูพื้นชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบ
3. กระเบื้องดินเผาผนังชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความพึงพอใจของผู้บริโภคในรูปแบบผลิตภัณฑ์และคุณสมบัติกระเบื้องดินเผาที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ในด้าน

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)
2. ความแข็งแรง ทนทาน (Durability)
3. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ease of Use)
4. ความสวยงาม (Aesthetic)

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น หมายถึง การปรับปรุงเนื้อดินปั้นที่ใช้ในการผลิตกระเบื้องดินเผา ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติปรากฏทั่วไปในท้องถิ่นบ้านคงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก

1.5.2 กระเบื้องดินเผา หมายถึง วัสดุก่อสร้างทำจากดินเผาประเภท กระเบื้องดินเผาปูพื้น กระเบื้องดินเผาungหลังคา กระเบื้องดินเผาผนัง

1.5.3 กระเบื้องดินเผาungหลังคา หมายถึง วัสดุซึ่งทำจากดิน ผสมกับวัสดุอื่น นำไปอัดเป็นรูปกระเบื้องขนาดต่างๆ แล้วนำไปเผาชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องungหลังคา มาตรฐานเลขที่ มอก. 158 – 2518)

1.5.4 กระเบื้องดินเผาปูพื้น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอัดดินและส่วนผสมอื่นๆ เช่น หินทราย สี เป็นต้น แล้วเผาที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 1,000 องศาเซลเซียสชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบ มีลักษณะเป็นแผ่นใช้ในการปูพื้น (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น มาตรฐานเลขที่ มอก. 37 – 2529)

1.5.5 กระเบื้องดินเผาผนัง หมายถึง วัสดุคืบซึ่งทำมาจากส่วนผสมดินเหนียว (Plastic Clay or Ball Clay) ดินขาว (White Clay or Kaolin) ทรายหรือหินบางชนิด และวัสดุผสมอื่นๆ วัสดุคืบเหล่านี้เตรียมขึ้นแล้วอัดผ่านแม่พิมพ์ (Die) ด้วยแรงอัดความสูง และเผาที่อุณหภูมิสูงกว่า 800 องศาเซลเซียส กระเบื้องดินเผาผนังดังกล่าวนี้เป็นกระเบื้องบาง เนื้อดินมีความพรุนตัว มีสีขาวหรือสีอื่น เป็นมันหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้าน หรืออาจมีลวดลายต่างๆ เผาครั้งหรือสองครั้ง กระเบื้องส่วนใหญ่มีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาผนัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 36-2516)

1.5.6 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ หมายถึง การปรับปรุงผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้สนใจให้ได้ดียิ่งขึ้น

1.5.7 ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า หมายถึง แผนผังตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าที่ใช้สำหรับคำนวณหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ โดยวัตถุดิบ 3 ชนิดมาผสม เพื่อพัฒนาคุณสมบัติของเนื้อดินในการผลิตกระเบื้องดินเผา

1.5.8 กรรมวิธีการผลิต หมายถึง การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาที่เหมาะสมกับการออกแบบมากที่สุดซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกรวดเร็ว เช่น ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องจักร ด้วยวิธีการอัด การขึ้นรูปด้วยมือโดยวิธีการอัดในแบบพิมพ์

1.5.9 คุณสมบัติทางกายภาพ หมายถึง การทดสอบสมบัติที่สามารถจับต้องได้ วัดได้ ใช้สายตาในการตรวจสอบ สัมผัสหรือการใช้เครื่องมือในการทดสอบ

1.5.10 ความเหนียวของเนื้อดิน หมายถึง การนำเนื้อดินคลึงเป็นเส้นกลมขนาดเท่าดินสอแล้วงอดูเหมือนรูปวงแหวน สังเกตว่าดินทิ้งอแล้วจะแตกร้าวหรือไม่

1.5.11 การหดตัวก่อนเผาและหลังเผา หมายถึง ค่าหดตัวของชิ้นทดลองโดยการวัดความยาวหลังอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส และหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศที่สมบูรณ์ (Oxidation)

1.5.12 สีหลังเผา หมายถึง ลักษณะสีที่ปรากฏของชิ้นทดลองหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศที่สมบูรณ์ (Oxidation)

1.5.13 คุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา หมายถึง

1.5.13.1 การดูดซึมน้ำ หมายถึง ค่าการดูดซึมน้ำผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาแห้งหลังคาไม่เกินร้อยละ 13.5 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำต่ำไม่เกินร้อยละ 3 กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำปานกลางค่อนข้างต่ำไม่เกินร้อยละ 6 กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำปานกลางไม่เกินร้อยละ 10 กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำสูงไม่เกินร้อยละ 16 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาผนังไม่เกินร้อยละ 18

1.5.13.2 ความแข็งแรง หมายถึง ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาแห้งหลังคา มีค่าความแข็งแรงไม่น้อยกว่า  $70 \text{ Kg/cm}^2$  หรือ 7 นิวตัน ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำต่ำและประเภทดูดซึมน้ำปานกลางค่อนข้างต่ำมีค่าความแข็งแรงไม่น้อยกว่า 25 เมกะปาสกาล กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำปานกลางและประเภทดูดซึมน้ำสูงมีค่าความแข็งแรงไม่น้อยกว่า 17 เมกะปาสกาล และผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาผนังไม่กำหนดค่าความแข็งแรง

1.5.14 ความทนไฟ หมายถึง เนื้อดินที่สามารถทนความร้อนจากการเผาในอุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศที่สมบูรณ์ (Oxidation)

ไมวากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.15 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความชำนาญหรือเกี่ยวข้องกับด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้านวัสดุศาสตร์ และด้านผู้ผลิตกระเบื้องดินเผา ซึ่งแต่ละด้านมีความชำนาญนานไม่น้อยกว่า 5 ปี

1.5.16 ความพึงพอใจ หมายถึง การตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาในด้านหน้าที่ใช้สอย ความแข็งแรงทนทาน ความสะดวกสบายในการใช้ และความสวยงาม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา ผู้วิจัยได้ศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) พัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 วิวัฒนาการการผลิตเครื่องปั้นดินเผาในประเทศไทย
- 2.2 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต
  - 2.2.1 วัสดุและแหล่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระเบื้องดินเผา
  - 2.2.2 กรรมวิธีการผลิตกระเบื้องดินเผา
- 2.3 การหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend)
- 2.4 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้น
- 2.5 หลักเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา (มอก.)
- 2.6 แนวคิดในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 วิวัฒนาการการผลิตเครื่องปั้นดินเผาในประเทศไทย

เครื่องปั้นดินเผานับได้ว่าเป็นภูมิปัญญาของชุมชนแต่ละยุคแต่ละสมัยที่ใช้เป็นเครื่องปกป้องสภาพอากาศ เช่น ฝن แสงแดด ลม และยังสามารถบ่งบอกถึงฐานะความเป็นอยู่ของคนในสมัยนั้นได้อย่างชัดเจน ชุมชนสมัยก่อนใช้วัสดุธรรมชาติมุงหลังคาเช่น ใบไม้ หญ้า วัสดุปูพื้น เช่น ดินเผา

สมัยก่อนสุวรรณภูมิ (ประมาณก่อน พ.ศ.50 ปี - พ.ศ. 300) ดินแดนบางส่วนของประเทศไทยคือจังหวัดนครปฐมในปัจจุบันเคยมีชื่อเรียกว่า สุวรรณภูมิ ก่อนที่จะมีชื่อเรียกว่าสุวรรณภูมิ ดินแดนส่วนนี้เคยมีพวกอินเดีย มอญ ขะแมร์ อาศัยอยู่ทั่วไปถ้าเป็นเครื่องปั้นดินเผาที่ทำโดยมนุษย์ที่สืบเชื้อสายมาจากมนุษย์พันธุ์ไทย เช่นหม้อทะนน ที่ขุดพบที่จังหวัดนครปฐม จะมีส่วนตกแต่งและการผสมเนื้อดินที่พัฒนามาจากหม้อทะนนที่ขุดพบที่จังหวัดเพชรบุรี แต่เครื่องปั้นดินเผาของพวกมอญ ขะแมร์มีลักษณะมากกว่าของช่างไทย นิยมทำเส้น ลวดลายและส่วนโค้งซับซ้อนกว่าของไทย

สมัยสุวรรณภูมิ (อายุราว ประมาณ พ.ศ.300 - พ.ศ.800) เนื่องจากการเผยแพร่พระพุทธศาสนา พวกอินเดีย มอญ ขะแมร์ จึงได้รับอิทธิพลทางวัฒนธรรมจากอินเดีย การทำเครื่องปั้นดินเผาได้เจริญขึ้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และมีรูปทรงต่างๆ ซับซ้อนกว่าเดิม แตกต่างกับช่างไทย ซึ่งยังคงพัฒนาการมาจากหม้อทะนน และเป็นแบบของอาณาจักรอัยลาว

สมัยทวารวดี (น่านเจ้า ประมาณ พ.ศ.800 - พ.ศ.1400) ไทยสมัยทวารวดีเดิมเข้าใจว่าเป็นพวกมอญในอาณาจักรสุวรรณภูมิแต่จากการค้นพบศิลปวัตถุและทางวัฒนธรรมเครื่องปั้นดินเผา ทำให้เชื่อว่าไทยมีเมืองของตนเอง และการปกครองเป็นปึกแผ่น เครื่องปั้นดินเผาที่ค้นพบมีรูปร่างโค้งสองโค้งกลับกัน ปากผายเป็นแตร มีลักษณะเช่นเดียวกับช่างของอัยลาวซึ่งเป็นเมืองเชียงแสนและพบมากในกลุ่มน้ำยม สวรรคโลก ราชบุรี นครปฐม เพชรบุรี

สมัยสุโขทัยหรือสมัยเชลียงหรือสมัยขอมมีอำนาจ (ประมาณ พ.ศ.1100 - พ.ศ.1600) ขอมมีอำนาจและคืออาณาจักรมอญได้ราว พ.ศ.1600 เครื่องปั้นดินเผาที่พบในสมัยนี้มีเทคนิคในการปั้นและมีความงดงาม แบ่งได้ 3 พวกคือ

1. ทำโดยช่างไทย รูปทรงและความงามส่วนใหญ่วิวัฒนาการมาจากแบบไทยและอาณาจักรอัยลาวกับน่านเจ้าตอนต้น ใช้เคลือบขี้เถ้าผสมกับดินแดงสุกแล้วมีสีน้ำตาล แต่บางทีค่อนข้างดำ และยังมีเคลือบขาวหม่น ซึ่งเรียกว่า เคลือบขุ่นใช้ขี้เถ้ากับน้ำเป็นเคลือบ ใช้ความร้อนเผาประมาณ 1,200 – 1,300 องศาเซลเซียส ในสมัยนี้ทางไทยส่งไปขายทางหมู่เกาะอินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และหมู่เกาะใกล้เคียง

2. ทำโดยช่างขอม ขอมได้รับอิทธิพลการปั้นรูปและวิธีเคลือบจากไทย แต่ขอมใช้ดินแดงเพียงอย่างเดียว รูปทรงภายนอกมีส่วนโค้งมาก เพิ่มการตกแต่งบนเป็นหมุน

3. ทำโดยช่างมอญ มีการพัฒนาทางรูปทรงและการประดิษฐ์มากขึ้น ที่แพร่หลายก็คือเครื่องปั้นดินเผา แต่ไม่ปรากฏว่าเครื่องปั้นดินเผาชนิดเคลือบในสมัยนี้ มีการขัดมันด้วยน้ำดินชั้นซึ่งมอญทำได้ดียิ่ง มีความทนทานอยู่ได้เป็นพันๆ ปี

### เครื่องปั้นดินเผาในแต่ละราชกาล

**สมัยรัชกาลที่ 1** เริ่มฟื้นฟูเครื่องปั้นดินเผาแต่มีการสั่งทำจากเมืองจีน โดยให้ช่างหลวงเขียนลวดลายไทยและส่งช่างไทยไปควบคุมการเขียนลวดลายให้เหมือนด้วย เครื่องปั้นดินเผาที่สั่งทำส่วนใหญ่เป็นพวกจาน ชาม โถ กระโถนและถ้วย ลายที่เขียนเป็นลายไทยและเขียนสีบนพื้นเคลือบขาวบ้างเขียนสีเบญจรงค์บ้าง ตัวอย่าง ชามลายกันขุด เขียนสีบนพื้นถ้วยเช่นเขียนรูปครุฑ ราชสีห์ และเทพนม ปรากฏว่าฝีมือดีกว่าสมัยกรุงศรีอยุธยา

**สมัยรัชกาลที่ 2** ฝีมือช่างเขียนไทยเจริญมากขึ้น เครื่องถ้วยชามที่สั่งทำจากประเทศจีน ก็คิดแก้ไขรูปทรงและลวดลาย มีลายประดิษฐ์ใหม่ เช่น ลายดอกกุหลาบส่วนลายแบบจีนเช่น ลายดอกไม้จีน ลายสิงโต ก็นำมาปรับเขียนใหม่ให้เข้าความนิยมของคนไทยโดยใช้สีทองเขียนประกอบ เครื่องถ้วยของไทยที่นิยมกันมากในปัจจุบันคือ เครื่องถ้วยที่สั่งทำในสมัยรัชกาลที่ 2 ที่เรียกว่า ของสมเด็จพระศรีสุริเยนทร์ (สมเด็จพระบรมราชินีนาถในรัชกาลที่ 2) ทั้งนี้เพราะทรงเป็นพระธูระในการสั่งทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สมัยรัชกาลที่ 3** มีการสั่งของจากต่างประเทศเท่าที่จำเป็น แต่พระองค์ทรงทำนุบำรุงฟื้นฟูเครื่องปั้นดินเผาในประเทศกล่าวคือ ทรงทำนุบำรุงการทำกระเบื้องมุงหลังคา กระเบื้องเคลือบสีเป็นเครื่องประดับ โดยใช้เตาเผาทุเรียงซึ่งสร้างขึ้นที่วัดสระเกศ

**สมัยรัชกาลที่ 4** เนื่องจากราชทูตไทยไปประเทศจีนเมื่อ พ.ศ.2395 ถูกผู้ร้ายปล้นจึงไม่มีการส่งราชทูตไปประเทศจีนอีก รวมทั้งไม่มีการส่งช่างไทยตรวจราชการทำเครื่องปั้นดินเผาด้วย การสั่งทำจากประเทศจีนเป็นเรื่องของพ่อค้าในกรุงเทพฯ เป็นผู้สั่งลายคราม เครื่องถ้วยชามที่สั่งจากจีนเป็นส่วนใหญ่ ลายน้ำทองมีสั่งบ้างโดยให้แบบลายไทยไปทำ แต่ฝีมือสู้สมัยรัชกาลที่ 2 ไม่ได้

**สมัยรัชกาลที่ 5** เป็นระยะที่เจริญรุ่งเรืองมาก การศึกษาวิชาการก็ขยายตัวแพร่หลาย เครื่องถ้วยชามที่สั่งเข้ามาค้าขายในเมืองไทยก็มีทั้งของจีน ญี่ปุ่น และฝรั่ง ในสมัยนั้นนิยมใช้ของฝรั่งลวดลายฝรั่งกันมาก แต่ที่สั่งทำเป็นรูปทรงแบบไทยก็มีมาก ของญี่ปุ่น โดยมากเป็นถ้วยชามและเครื่องแต่งเรือน ทั้งนี้เป็นเพราะญี่ปุ่นเริ่มทำเลียนแบบจีนได้ดี ในสมัยนั้นเมืองไทยมีการทำกันเฉพาะการเขียนลวดลายบนเครื่องปั้นดินเผาเท่านั้น

**สมัยรัชกาลที่ 6** ประเทศไทยเริ่มมีโรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อหยาบ เช่น กระจ่าง โอ่ง อ่าง และไห ซึ่งมีทั้งชนิดเคลือบและไม่เคลือบ

**สมัยรัชกาลที่ 7** ปี พ.ศ.2475 หลังมีการเปลี่ยนแปลงการปกครอง รัฐบาลพยายามจะฟื้นฟูเศรษฐกิจของชาติ โดยการส่งเสริมให้มีผู้ประกอบการอุตสาหกรรมมากขึ้นเครื่องปั้นดินเผาเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ได้รับการส่งเสริม และมีผู้สนใจทำเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว ในภาคเหนือภาคอีสาน และภาคกลาง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ขณะนั้นคือ โอ่ง อ่าง และไห ผลิตภัณฑ์เนื้อดีที่ผลิตได้บ้างก็ใช้วัตถุดิบจากต่างประเทศ

**สมัยรัชกาลที่ 8 และสมัยรัชกาลที่ 9** (สมัยปัจจุบัน) การประกอบการอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาหรืออุตสาหกรรมเซรามิกส์ ถ้าจะให้ได้ผลจะต้องอาศัยหลักวิชาการและเทคโนโลยีเข้าร่วมประกอบกับคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ การพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ด้านวิชาการและเทคโนโลยีในประเทศไทย กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและพลังงาน มีส่วนช่วยเป็นอันมากในปี พ.ศ.2479 ได้เริ่มมีการพัฒนาบุคลากรเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผา โดยการส่งเจ้าหน้าที่ไปรับการฝึกอบรมเพิ่มเติมในต่างประเทศแล้วกลับมาพัฒนาบุคลากรของกรมวิชาการและเทคโนโลยี และได้ทำการศึกษาวิจัยวัตถุดิบ โดยการสำรวจ วิเคราะห์ และทดสอบ วัตถุดิบภายในประเทศ เช่น ดินและหินชนิดต่างๆ ที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ผลจากการสำรวจและการวิเคราะห์วิจัย พบว่าประเทศไทยมีวัตถุดิบชนิดดีปริมาณมาก สามารถใช้ทำเครื่องปั้นดินเผาชนิดดีได้ เป็นผลให้มีการลงทุนสร้างโรงงานเครื่องปั้นดินเผาขึ้นอีกมากในปี พ.ศ.2503 คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ได้ประกาศให้การสนับสนุนและการลงทุนในกิจการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ดังนั้นในปี พ.ศ.2503 - พ.ศ.2508 จึงมีโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกส์เกิดขึ้น 8 แห่ง ที่ได้รับบัตรส่งเสริมการลงทุน ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่วนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอก การคัดลอกหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

สภาพพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี ได้สนับสนุนโดยให้โครงการพัฒนาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา อยู่ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตั้งแต่ปลายแผนที่ 1 จนถึงแผนที่ 4 ปัจจุบันอุตสาหกรรมเซรามิกส์ได้เจริญก้าวหน้าและพัฒนาไปอย่างมาก มีโรงงานเซรามิกส์ขนาดใหญ่ประมาณ 10 โรงงาน ตั้งอยู่ในกรุงเทพฯ และจังหวัดใกล้เคียง โรงงานขนาดเล็กอีกหลายร้อยโรงงานกระจัดกระจายอยู่ทั่วประเทศ โดยเฉพาะในจังหวัดลำปาง มีอยู่ประมาณ 50 โรงงาน โรงงานเหล่านี้ผลิตถ้วย ชาม เครื่องสุขภัณฑ์ เครื่องโลหะ โมเสก กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องประดับผนัง เครื่องฉนวนไฟฟ้าและอิฐก่อสร้าง ปริมาณการผลิตพอเพียงต่อการใช้ประเทศและยังส่งขายยังต่างประเทศในปี พ.ศ.2528 ประมาณ 500 ล้านบาท

ในสมัยพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช รัชกาลปัจจุบัน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน มีหน่วยงานในสังกัด 2 หน่วยงาน ซึ่งทำการวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ คือ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา กรมวิทยาศาสตร์บริการ (วพป. วศ.) และสาขาวิจัยอุตสาหกรรมโลหะและเซรามิกส์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สวท. ท.) (ที่มา : <http://www.banpaten.com>. วันที่ 20 /10/2551 เวลา 18.30 น. )

เครื่องปั้นดินเผาหรือเซรามิกส์ (Ceramics) เป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก คือ KERAMOS หมายถึง ไฟหรือความร้อน ดังนั้นเซรามิกส์จึงเป็นศาสตร์ที่ว่าด้วยกระบวนการนำเอาดินและแร่ธาตุต่างๆ มาผสมกันแล้วขึ้นรูป (Forming) และทำให้แข็ง คงรูปโดยผ่านกระบวนการทางความร้อนที่อุณหภูมิ (ภาวดี อังค์วัฒนะ. ม.ม.ป : 18)

ในสมัยโบราณมนุษย์รู้จักนำดินมาปั้นผลิตภัณฑ์แล้วนำไปเผาให้เกิดความแข็งแกร่ง (Burn to Stuff) ฉะนั้นในระยะแรกๆ เซรามิกส์ จึงหมายถึงภาชนะเครื่องปั้นดิน (Pottery) ซึ่งได้แก่ผลิตภัณฑ์ประเภทกระเบื้อง (Tile) อิฐ (Brick) ท่อดินเผา (Sewer Pipe) อิฐทนไฟ (Refractory) เครื่องสุขภัณฑ์ (Sanitary Ware) ถ้วยชาม (Table Ware) เป็นต้น

ต่อมาในปี ค.ศ. 1822 อิฐทนไฟซิลิกา (Silica Refractory) ได้ถูกผลิตขึ้น ซึ่งไม่ใช่ดินเป็นส่วนผสมหลัก แต่มีกรรมวิธีการผลิตเหมือนเซรามิกส์ คือการขึ้นรูปจากส่วนผสมที่มีน้ำปนอยู่ด้วยอบให้แห้งแล้วนำไปเผา ดังนั้นคำว่า เซรามิกส์ ซึ่งแต่แรกหมายถึงเฉพาะสิ่งที่ทำขึ้นจากดินเพียงอย่างเดียว ก็รวมถึงผลิตภัณฑ์ซึ่งมีกรรมวิธีการผลิตเหมือนกับเซรามิกส์ แม้ว่าจะไม่มีส่วนผสมของดินอยู่ก็ตาม ฉะนั้นคำว่าเซรามิกส์ จึงมีความหมายกว้างขึ้นและครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่เราไม่เคยทราบมาก่อน เช่น พวกชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู และวัสดุทนความร้อนสูง เป็นต้น

ในสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1920 โดยสมาคมเซรามิกส์อเมริกัน ได้เสนอว่า เนื่องจากดินเป็นส่วนประกอบทางเคมีเป็นพวกซิลิเกต (Silicate) เซรามิกส์จึงต้องรวมถึงผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ทำจากพวกวัตถุซิลิเกตด้วย ฉะนั้นจึงทำให้แก้ว (Glass) โลหะเคลือบ (Enamel) และ ซีเมนต์ (Cement) เป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มเซรามิกส์เช่นเดียวกัน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสรุป ถ้าจะอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย คำว่าเซรามิกส์จึงหมายถึง การนำเอาอนินทรีย์สารที่เป็นจำพวกอโลหะ ได้แก่ แร่ หิน หรือดินที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมาเป็นวัตถุดิบหลัก ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ต้องใช้ความร้อนสูง จนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแกร่งหรืออาจนำไปใช้ในอุณหภูมิสูง โดยไม่ต้องผ่านการเผาในอุณหภูมิสูงก็ได้ (อนันต์ภักดิ์ โชติมงคล. 2538 : 52)

### ชนิดของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ และประโยชน์ใช้สอย

เซรามิกส์ จัดเป็นวัสดุกลุ่มใหญ่ 1 ใน 4 ของวัสดุที่มีอยู่ในโลกอันได้แก่ โลหะ (Metal) โพลีเมอร์ (Polymer) วัสดุประสาน (Composite Materials) และเซรามิกส์ (Ceramics) ฉะนั้นจึงมักพบอยู่ทั่วไปและมีประโยชน์อย่างกว้างขวาง โดยมีสมบัติพิเศษคือ ไม่เป็นสนิม แข็งแกร่ง เป็นทั้งฉนวนไฟฟ้าและกึ่งตัวนำไฟฟ้า (Semiconductor) นอกจากนี้ยังสามารถทนความร้อนสูง ทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมีและทนต่อแรงขีดข่วน เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์อาจแบ่งออกได้ดังนี้คือ

#### 1. เครื่องปั้นดินเผา (Pottery) ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้จะมีเนื้อผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย

ส่วนผสมแบบ Triaxial Composition คือมีดิน (Clay) ทราช (Silica) และแร่หินฟันม้า (Feldspar) เป็นองค์ประกอบหลัก ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้คือ

1.1 เครื่องสุขภัณฑ์ (Sanitary Ware) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในห้องน้ำหรือครัว เช่น โถส้วม โถปัสสาวะ อ่างล้างหน้า และอ่างน้ำในครัว เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อดินจะมีการดูดซึมน้ำต่ำและมีความแข็งแกร่งสูง

1.2 เครื่องถ้วยชาม (Table Ware) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแกร่งสูง เป็นเนื้อพอร์ซเลน (Porcelain) หรือเนื้อสโตนแวร์ (Stone Ware) กัยที่มีความแข็งแกร่งน้อย การดูดซึมน้ำสูงเป็นเนื้อเอิร์ทเทินแวร์ (Earthen Ware) ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะใช้ในเครื่องถ้วยชามในบ้าน กัตาคาร โรงแรม โดยเฉพาะในภัตตาคารและ โรงแรมจะมีความแข็งแกร่งมาก เพื่อป้องกันการแตกเสียหายในระหว่างล้างและทำความสะอาด

1.3 กระเบื้อง (Tile) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างเพื่อเป็นวัสดุตกแต่งให้เกิดความสวยงามแก่บ้านเรือน ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ ได้แก่ กระเบื้องปูผนัง กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องโมเสก กระเบื้องมุงหลังคา

1.4 อิฐก่อสร้าง (Brick) ใช้เป็นวัสดุก่อผนังและกำแพงในงานก่อสร้าง

1.5 ท่อดินเผา (Sewer Pipe) ใช้เป็นท่อระบายน้ำ ท่อร้อยสายไฟและสายโทรศัพท์

1.6 เครื่องประดับ (Novelty) ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องปั้นดินเผาเช่น แจกัน ตุ๊กตา และเครื่องประดับ เป็นต้น

2. ผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟ (Refractory) ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีสมบัติพิเศษ คือสามารถทนความร้อนได้สูง (สูงกว่า 1,580 องศาเซลเซียส ขึ้นไป) มีความแข็งแกร่งเป็นฉนวนและด้านความร้อนสูง รวมทั้งทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี ส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่สำคัญในการทำเตาเผา ทำเตาหลอมเหล็ก หรือใช้ท่อหมุนยานอวกาศที่ต้องแรงเสียดสรุนแรง ทำให้เกิดความร้อนได้สูง ผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟนี้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นส่วนใหญ่ใช้ใน อุตสาหกรรมเคมีถึง 75 % ส่วนอีก 25 % ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ อุตสาหกรรมซีเมนต์ และอุตสาหกรรมอื่นๆ

2.1 ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นกรด วัตถุดิบไฟประเภทนี้ ได้แก่ อิฐทนไฟ ที่มีเปอร์เซ็นต์ของซิลิกาสูงเช่น Silica Brick หรืออิฐทนไฟที่ได้จากดินทนไฟธรรมดา

2.2 ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง วัตถุดิบไฟประเภทนี้ ได้แก่ อิฐทนไฟที่ทำมาจากแร่บอกไซต์ หรือพวกที่มีเปอร์เซ็นต์ของอลูมินาสูง ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) โครม (Chrom) และอลูมินา (Alumina) เป็นต้น

2.3 ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเป็นกรด ได้แก่ Magnesite Brick, Dolomite Brick, Calcite Brick, Chrom Magnesite Brick และอื่นๆ เป็นต้น

3. แก้ว (Glass) แก้วจัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภท เซรามิกส์ ตรงที่นำเอาสารอนินทรีย์ชนิด อโลหะ ซึ่งได้แก่ ทราช มาเป็นวัตถุดิบหลักและผ่านขบวนการผลิตที่ต้องการใช้ความร้อนสูง ทำให้เกิดการหลอมละลาย แล้วปล่อยให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว เกิดเป็นเป็นแก้วขึ้น แก้วมีอยู่ด้วยกันหลาย ชนิดโดยอาจจะจำแนกได้แก่ตามวัตถุดิบและประโยชน์ที่ใช้เช่น เครื่องแก้วที่ใช้ในครัวเรือน ขวด กระบอกเลนส์ แก้วทนความร้อน เป็นต้น หรืออาจจำแนกตามกรรมวิธีการผลิต เช่น แก้วที่ผลิตโดยวิธีการเป่า หรือรีดออกมาเป็นกระบอก

4. ซีเมนต์ (Cement) ซีเมนต์เป็นวัสดุที่ใช้มากในการก่อสร้างเพราะสามารถใช้หล่อหรือ ฉาบได้ง่ายและมีความแข็งแรง หลังจากการแข็งตัว ส่วนประกอบของซีเมนต์ที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็น ชนิดพอร์ตแลนด์ซีเมนต์ คือมีส่วนผสมของหินปูนหรือดินมาร์ล ดิน คิวอิตซ์ และหิน นำมาบดผสมกัน แล้วเผาด้วยเตาชนิดที่หมุนได้ ที่อุณหภูมิประมาณ 1,500 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นก็นำมาทำให้เย็น กลายเป็นเม็ดปูน แล้วนำไปบดเป็นผงอีกครั้งหนึ่ง ซีเมนต์ที่ใช้อู้อมีหลายชนิดด้วยกันแล้วแต่ ส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญของชนิดนั้นๆ

5. โลหะเคลือบ (Enamel) เซรามิกส์ชนิดนี้คือ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เคลือบทางเซรามิกส์เคลือบผิว โลหะแล้วนำไปเผาทำให้มีความสวยงาม และคงทนในการใช้งาน ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เริ่มมีการผลิตมา ตั้งแต่ก่อนคริสต์ศตวรรษ โดยการเคลือบลงผิวของทอง เงิน และบรอนซ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องประดับแต่ ต่อมา ได้นำเอาสารเคลือบผิวเคลือบเหล่านี้มาใช้กับโลหะต่างๆ เช่น เหล็ก หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาทำ เป็นอุตสาหกรรมขึ้น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชนิดนี้คือ เครื่องสุขภัณฑ์ โลหะเคลือบ เครื่องใช้ในครัวเรือน เช่น จานโลหะเคลือบ หรือที่เรียกกันติดปากว่า จานสังกะสี ป้ายจราจร ตู้เย็น และอื่นๆ เป็นต้น

6. ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ขัดหรือตัด (Abrasive) ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีความสำคัญในโรงงาน อุตสาหกรรมมาก เพราะใช้ในการขัดผิวหรือตัด กลึง ชิ้นงาน โลหะ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ทำมาจากวัตถุดิบ ที่มีความแข็งมาก ซึ่งบางครั้งวัตถุดิบเหล่านี้มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ทราช เพชร เป็นต้น หรือวัตถุดิบที่ สังเคราะห์ขึ้นมา เช่น Silica, Alumina, Tungsten, Carbide, Silicon, Nitride เป็นต้น ตัวอย่างของ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ประเภทเหล่านี้จักกันแพร่หลายทั่วไป คือ กระจกทราย หินขัด แผ่นตัด อีฐ ไบมิคกิ้งและ ไสโลหะ เป็นต้น

**7. ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานไฟฟ้า (Electrical Ceramic)** ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ประเภทนี้ คือ ฉนวนไฟฟ้าชนิดต่างๆ ที่รวมถึงชนิดที่ใช้กับไฟฟ้าแรงต่ำ เช่น ลูกถ้วยไฟฟ้า Soker Knob หัวเทียนเครื่องยนต์ และที่ใช้กับไฟฟ้าแรงสูงเช่น Bushing เป็นต้น

**8. ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ceramics)** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นชิ้นส่วนในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องวิทยุ โทรทัศน์ เครื่องคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ได้แก่ I.C. Substate, Capacitor, Resistor, Ferrite, Piezoelectrics (ใช้ทำเครื่อง Ultra Sound)

**9. ผลิตภัณฑ์ Fine Ceramics** ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดอยู่ในกลุ่ม Hi-Tech เพราะต้องใช้เทคโนโลยีสูงและเพิ่งได้รับการพัฒนาในช่วง 2 ทศวรรษ ที่ผ่านมา Fine Ceramics ส่วนใหญ่จะนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนทางวิศวกรรม (Engineering Ceramics) เช่น Rotor ใน Gas ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้เป็นชิ้นส่วนของมนุษย์ (Bio Ceramics) เช่นกระดูกเทียม ฟันปลอม ผลิตภัณฑ์ Fine Ceramics นับวันยังมีบทบาทมากขึ้นในอนาคตและทดแทนการใช้โลหะมากขึ้น (เสกพร ต้นศรีประภาศิริ, 2544 : 2-4)

#### ภาวะอุตสาหกรรมเซรามิกส์และแนวโน้ม

การผลิต การผลิตเซรามิกส์ที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้างทั้ง กระเบื้องปูพื้น บุผนัง และเครื่องสุขภัณฑ์ ได้รับผลกระทบจากปัญหาภาวะซบเซาของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ในประเทศ และปัญหาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น จนผู้ผลิตหลายรายหันมานำเข้าสินค้าที่มีราคาถูกจากจีน แทนการผลิตในประเทศไทย ทำให้การผลิตเซรามิกส์ลดลง โดยในปี 2550 การผลิตกระเบื้องปูพื้น บุษนังมีประมาณ 139.68 ล้านตารางเมตรและเครื่องสุขภัณฑ์มีประมาณ 8.36 ล้านชิ้น ลดลงจากปี 2549 ในอัตราร้อยละ 3.39 และ 0.49 ตามลำดับ

การตลาด ตลาดในประเทศการจำหน่ายเซรามิกส์ที่ใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง ได้รับผลกระทบจากปัญหาซบเซาของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานเกือบ 2 ปี ทำให้มีการแข่งขันกันอย่างรุนแรง ทั้งจากสินค้าที่ผลิตในประเทศ และสินค้านำเข้าที่มีราคาถูกจากจีน นอกจากนี้ ปัญหาราคาน้ำที่ปรับตัวสูงขึ้นมาตลอด ทำให้สินค้าต่างๆ ต้องปรับราคาตาม ส่งผลให้อำนาจในการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคลดลงทำให้การจำหน่ายเซรามิกส์ในประเทศลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยในปี 2550 การจำหน่ายกระเบื้องปูพื้น บุษนัง มีประมาณ 150.27 ล้านตารางเมตร และเครื่องสุขภัณฑ์ มีการจำหน่ายประมาณ 4.52 ล้านชิ้น ลดลงจากปี 2549 ในอัตราร้อยละ 4.79 และ 6.21 ตามลำดับ การส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ส่วนใหญ่จะส่งไปยังประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร ออสเตรเลีย เยอรมนี เกาหลีใต้ และประเทศในกลุ่มอาเซียน โดยในปี 2550 การส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกส์มีมูลค่ารวมประมาณ 879.9 ล้านเหรียญสหรัฐฯ เพิ่มขึ้นจากปี 2549 ในอัตราร้อยละ 31.37 ซึ่งผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ทั้งเครื่องสุขภัณฑ์ และเอกสารเป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาศึกษาเท่านั้นไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร มีการส่งออกเพิ่มขึ้นในตลาดญี่ปุ่นเป็นสำคัญ ในขณะที่การส่งออกไมวากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเบื้องปูพื้น บุผนัง เพิ่มขึ้นในตลาดอาเซียน แต่กลับลดลงในตลาดสหรัฐอเมริกา เนื่องจากผลกระทบ ปัญหาสินเชื่อสังหาริมทรัพย์คุณภาพต่ำ (Sub Prime Loans)

**การนำเข้า** ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ในปี 2550 มีมูลค่ารวม 192.6 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ เพิ่มขึ้นจากปี 2549 ในอัตราร้อยละ 16.66 โดยการนำเข้าผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ส่วนใหญ่จะนำเข้า จากประเทศจีน ญี่ปุ่น มาเลเซีย อินโดนีเซียและเยอรมนี และนำเข้ากระเบื้องปูพื้น บุผนังที่มีราคาถูกจากจีน และเวียดนาม

**การส่งออก** ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์อาจมีแนวโน้มลดลงจากปัจจัยต่างๆ ทั้งการแข่งขันที่รุนแรง จากภาวะต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ปัญหาค่าเงินบาทที่ยังแข็งค่า และปัญหาเศรษฐกิจของสหรัฐอเมริกาที่ อาจลุกลามไปยังประเทศอื่นๆ (ที่มา : <http://www.ryt9.com>. 2008 : อ้างจากศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม)

## 2.2 วัสดุและกรรมวิธีการผลิต

การผลิตกระเบื้องปูพื้นเป็นการผลิตในระบบ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลาง นิยมผลิตกันมากในภาคกลาง วัสดุที่ใช้ คือ ดินขาว (Kaolin) ดินเหนียว (Ball Clay) และยังมีหิน ควอตซ์ (Quartz) และหินฟันม้า (Feldspar) ส่วนผสมวัสดุขึ้นอยู่กับชนิดและความเหมาะสมในการใช้ งาน ผลิตโดยวิธีการอัดแรง (Press) สำหรับการเผาดินนิยมเผาด้วยเตาถาวร โดยใช้ฟืนหรือแก๊สเป็น เชื้อเพลิง อุณหภูมิที่ใช้ในการเผา (Biscuit Firing) ระหว่าง 1,000 – 1,200 องศาเซลเซียส โรงงานที่ ผลิตกระเบื้องปูพื้นมักจะผลิตเครื่องปั้นดินเผาชนิดอื่นๆ ด้วย เช่น กระเบื้องมุงหลังคา ท่อน้ำ เป็นต้น เพราะวัสดุที่ใช้สามารถใช้ร่วมกันได้ และเครื่องมือ เครื่องจักร ก็สามารถดัดแปลงใช้ร่วมกันได้ ด้วย กระเบื้องปูพื้นไม่นิยมเผาเคลือบเพราะต้องการ ไข่วัดลวดลาย ลังก่อสร้างบางแห่งนำไปก่อประดับ แทนกระเบื้องโมเสก แล้วทาสีมันเคลือบผิวทำให้สวยงามอีกแบบหนึ่ง หรือบางแห่งปั้นเป็นภาพปูน ต่ำติดตามผนังอาคาร เป็นต้น (อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543 : 5)

กระเบื้องมุงหลังคาดินเผาเป็นการผลิตในระบบ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดปาน กลาง นิยมผลิตกันมากในภาคกลางและภาคเหนือ เพราะใกล้แหล่งวัตถุดิบและใกล้ท่าเลการค้า วัสดุที่ใช้ คือ ดินขาว (Kaolin) ดินเหนียว (Ball Clay) ควอตซ์ (Quartz) หินฟันม้า (Feldspar) ทัลก์ (Talc) และ หินปูน (Lime Stone) แต่เดิมการผลิตกระเบื้องมุงหลังคาจะผลิตด้วยมือ (Hand Forming) โดยใช้ไม้แบบ หรือสังกะสีเป็นต้นแบบ (Phototype) แต่ปัจจุบันจะผลิตโดยใช้เครื่องอัดแรง (Press) สำหรับการเคลือบ นิยมเคลือบด้วยฟrit (Frit) กระเบื้องเคลือบต้องเผา 2 ครั้ง (Two Firing) ด้วยเตาเผาแบบจีน (Chinese Kiln) หรือเตาเผากลมทางลมร้อนลง (Down Drafe Kiln) โดยใช้ฟืนหรือแก๊สเป็นเชื้อเพลิงอุณหภูมิที่ใช้ใน การเผาดินระหว่าง 1,000 – 1,200 องศาเซลเซียส เป็นการเผาครั้งแรกแล้วจึงนำไปเผาเคลือบด้วยน้ำเคลือบ ผสมฟrit การเผาเคลือบ จะใช้อุณหภูมิระหว่าง 700 – 900 องศาเซลเซียส เป็นการเผาครั้งที่สอง กระเบื้อง มุงหลังคาดินเผาชนิดไม่เคลือบปัจจุบันนิยมใช้กันน้อย ส่วนกระเบื้องมุงหลังคาชนิดเคลือบนิยมกันมาก ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นเพราะมีสีสวยงามและคงทน แต่มีราคาที่สูงกว่ากระเบื้องซีเมนต์ ทำให้มีการตื่นตัวซื้อ ส่วนมากนิยมใช้  
 มุงหลังคาโบสถ์ วิหาร กันมาก (อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543 : 8)

กระเบื้องบุผนังนิยมเผาในอุณหภูมิต่ำลงที่ 1,100 องศาเซลเซียส ทั้งนี้แล้วแต่สูตรเนื้อดินและ  
 น้ำเคลือบของแต่ละโรงงาน จะแตกต่างกันไปบ้างเล็กน้อย ในปัจจุบันกระเบื้องที่ผลิตด้วยเครื่องจักร  
 สามารถทำได้แผ่นใหญ่ขึ้นและแผ่นบางลงมากทำให้สิ้นเปลืองวัตถุดิบน้อยลง และลดค่าใช้จ่ายในการ  
 เผาทำให้กระเบื้องมีราคาถูกลง เป็นที่นิยมของผู้ใช้มากขึ้นเพราะกระเบื้องแผ่นใหญ่ทำความสะอาดได้  
 ง่ายดูสวยงามไม่ล้าสมัย (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2541 : 203)

ดินเหนียวที่ใช้ขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผาเป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างจาก  
 ดินเหนียวทั่วไป ซึ่งมักมีองค์ประกอบที่ไม่แน่นอนของ หิน ทราย และสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้ว  
 ทับถมกันเป็นผิวหน้าดินที่มีความลึกตั้งแต่ 10-200 เซนติเมตร จนกระทั่งหลายเมตร ในตาม  
 ธรรมชาติระหว่างชั้นหน้าดินและชั้นหินภายในเปลือกโลกจะมีดินเหนียวสะสมอยู่ แต่ก็ยังมีบางแห่ง  
 ที่ผิวหน้าดินถูกทำลายด้วยแรงกระทำของธรรมชาติเช่น กระแสน้ำ และกระแสนลม ซึ่งเกิดขึ้นตาม  
 ภูเขา มักมีสาเหตุมาจากที่ต้นไม้อุดหรือพืชที่ปกคลุมผิวดินบนภูเขาถูกตัดทำลาย จึงไม่มีรากของ  
 ต้นไม้ช่วยยึดเหนี่ยวผิวดินจนเกิดการพังทลายของหน้าดินในที่สุด นอกจากนี้พื้นที่แถบ  
 ทะเลทรายก็ปราศจากหน้าดินเช่นกัน เนื่องจากถูกแรงของน้ำและลมกระทำเสมอ ดังนั้นเพื่อเป็น  
 การทราบลักษณะและคุณสมบัติของดินเหนียวแต่ละชนิดจึงควรศึกษาความรู้เรื่องเนื้อดินสำหรับ  
 การใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาด้วย (ปณณรัตน์ พิชญ์ไพบุสย์. 2538 : 1)

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ได้แก่ สารประกอบจำพวกหิน และดินที่เกิดขึ้น  
 ตามธรรมชาติ ซึ่งปรากฏทั่วไปในท้องถิ่นต่างๆ ของประเทศ การนำวัตถุดิบประเภทต่างๆ จากแหล่ง  
 หนึ่งมาใช้เพื่อผลิตเครื่องปั้นดินเผานั้น ผู้ผลิตย่อมต้องมีความเข้าใจในคุณสมบัติของวัตถุดิบที่  
 นำมาใช้เป็นอย่างดีเพื่อให้สามารถผลิตได้อย่างคุ้มทุน ไม่ต้องเสียเวลาในการทดสอบที่ยาวนาน  
 (ทวี พรหมพฤษย์. 2523 : 56)

ดินชนิดต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและจัดเป็นสารประกอบอลูมิโนซิลิเกตซึ่ง  
 ประกอบด้วยแร่อลูมินา (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) และซิลิกา (SiO<sub>2</sub>) ดินเหล่านี้บางครั้งจะเรียกว่า ดินกาโอลิน (Kaolinite)  
 ซึ่งมาจากแร่ดิน ซึ่งมีสูตรทางเคมี (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O) นั่นเอง

ดินจะให้ความเหนียวและสามารถขึ้นรูปได้ง่ายเมื่อผสมกับน้ำ หลังจากทำให้แห้ง  
 และนำไปเผาที่อุณหภูมิสูง จะทำให้แข็งมากขึ้น ดินเกิดจากการแปรสภาพของหินชนิดต่างๆ เช่น  
 หินฟันม้า หินแกรนิต ที่ผุสีก่อนโดยมีสภาวะแวดล้อมเช่น น้ำ ลม เป็นตัวช่วยให้เกิดปฏิกิริยา ดัง  
 สมการต่อไปนี้ (ลาวดี อังควัฒนะ. ม.ป.ป : 22)



(Feldspar) (Kaolin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินที่นำมาใช้ในงานเซรามิกส์ มีข้อแตกต่างกันอันเนื่องมาจากองค์ประกอบเดิมและแหล่งที่กำเนิดซึ่งมีผลต่อสมบัติต่างๆ หลายประการ เช่น สีของดิน ความทนไฟ การหดตัว และความเหนียวของดิน การแบ่งกลุ่มของดินจากแหล่งกำเนิด แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

**ก. ดินที่เกิดในแหล่งปฐมภูมิ (Primary Clay or Residual Clay)** ได้แก่ ดินขาว เป็นดินที่สลายตัวและอยู่ในแหล่งเดิม (Parent Rock) เนื้อดินหยาบให้สีขาวหรือขาวหม่น ความทนไฟสูง ความเหนียวต่ำ ดินที่เกิดขึ้นครั้งแรกที่พบตามใต้ผิวดินลึกๆ ซึ่งเป็นที่ดินเหล่านี้เกิดขึ้น โดยการเกิดการเปลี่ยนแปลงจากหินจนกลายเป็นดินชนิดนี้เกิดจากน้ำมีฤทธิ์เป็นกรด (Acidic Water) ได้รับความร้อนสูงอย่างยิ่งวด (Super Heated) ได้รับความกดดันใต้พื้นโลก ทำปฏิกิริยากับหินแกรนิต (Granite) จนกระทั่งทำให้หินเหล่านั้นกลายเป็นดิน แหล่งดินลักษณะนี้สังเกตได้คือ

1. มีความหนามาก บางที่อาจหนาเป็นร้อยๆ เมตร เช่น แหล่งดินคอร์น วอลล์ (Corn Wall) ในประเทศอังกฤษ เป็นต้น

2. ดินลักษณะนี้ประกอบด้วยแร่บางอย่างมีเม็ดโตๆ ได้แก่ หินเขี้ยวหนาน (Quartz) ไมกา (Mica) และหินฟันม้า (Feldspar) เจือปนอยู่ เป็นต้น

ลักษณะอีกอย่างหนึ่งซึ่งจะพบดินที่เกิดครั้งแรก คือ ดินซึ่งเกิดจากเปลี่ยนแปลงของหิน Feldspar ตามภูเขาการเปลี่ยนแปลงนี้เกิด โดยกระบวนการเปลี่ยนแปลงกาลอากาศ (Weathering) เมื่อเกิดแล้วไม่ถูกพัดพาไปตามตัวกลางต่างๆ เช่น ตามกระแส น้ำ กระแสลม ธารน้ำแข็ง คงอยู่กับหินแม่ (Primary Rock) ซึ่งเป็นลักษณะของ Residual Clay แบบนี้จะมีลักษณะที่สำคัญคือ

**ข. ดินที่เกิดในแหล่งทุติยภูมิ (Secondary Clay or Sedimentary Clay)** อาจจะเป็นดินจากแหล่งปฐมภูมิเคลื่อนตัวมารวมกันในที่ราบลุ่ม ได้แก่ ดินบอลเคลย์ (Ball Clay) เนื้อดินมีความละเอียด มีความเหนียวสูง พบในธรรมชาติมากเป็นสีเทา หรือเทาดำ เมื่อผ่านการเผาแล้วให้สีขาว

### 2.2.1 วัสดุ และแหล่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระเบื้องดินเผา

1. เนื้อดินท้องถิ่นบ้านดงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก สภาพทั่วไปของจังหวัดพิษณุโลก ตั้งอยู่ในภาคเหนือตอนล่างมีพื้นที่ประมาณ 10,815,854 ตารางกิโลเมตร ห่างจากกรุงเทพฯ โดยทางรถยนต์ประมาณ 450 กิโลเมตร และโดยทางรถไฟประมาณ 389 กิโลเมตรจังหวัดพิษณุโลกมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงดังนี้ ทิศเหนือติดต่อกับจังหวัดอุตรดิตถ์ และสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ทิศใต้ติดต่อกับจังหวัดพิจิตร ทิศตะวันออกติดต่อกับจังหวัดเพชรบูรณ์ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือติดต่อกับจังหวัดเลยและสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ทิศตะวันตกติดต่อกับจังหวัดสุโขทัย และจังหวัดกำแพงเพชร

**ลักษณะภูมิประเทศ** แบ่งออกเป็น 3 เขตใหญ่ ๆ คือ

เขตภูเขาสูง ได้แก่พื้นที่ทางด้านตะวันออกของจังหวัดพิษณุโลก มีลักษณะเป็นที่ภูเขาสูง

ติดต่อกับเป็น แนวกันเขตแดนไทย-ลาว และเป็นรอยต่อของจังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ และเลย

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขตที่ราบลุ่มแม่น้ำ ได้แก่ พื้นที่ในบริเวณด้านทิศเหนือและด้านทิศตะวันออก มีแม่น้ำสายสำคัญไหลผ่าน คือ แม่น้ำน่าน แม่น้ำแควน้อย แม่น้ำเจ็ทหรือแม่น้ำวังทอง

เขตที่ราบเชิงเขา ได้แก่ พื้นที่บริเวณตอนกลางของจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเกิดจากแนวเขาที่ไม่สูงนัก เชิงเขาสมอแครง เขาฟ้า เขาช่องลม และเขาผาทำพล

**ประชากร** จังหวัดพิษณุโลก มีประชากรทั้งสิ้น 865,995 คน เป็นชาย 429,885 คน เป็นหญิง 436,110 คน (ข้อมูล ณ เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2543) ประชากรมีรายได้เฉลี่ยต่อคนต่อปี 40,345 บาท (ข้อมูลปี 2530)

**เขตการปกครอง** จังหวัดพิษณุโลก แบ่งการปกครองออกเป็น 9 อำเภอ 93 ตำบล 981 หมู่บ้าน 235, 854 หลังคาเรือน เทศบาล 13 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบล 90 แห่ง (ข้อมูลปี 2544) อำเภอต่างๆ ได้แก่ อำเภอ เมือง อำเภอนครไทย อำเภอเนินมะปราง อำเภอบางกระทุ่ม อำเภอชาติตระการ อำเภอบางระกำ อำเภอ พรหมพิราม อำเภอวังทอง และอำเภอวัดโบสถ์

**สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม** จังหวัดพิษณุโลกเป็นเมืองหลัก เป็นศูนย์กลางการคมนาคมและอุตสาหกรรมของจังหวัดในเขตภาคเหนือตอนล่าง ตัวเมืองและสภาพเศรษฐกิจกำลังขยายตัว ประชาชนสนใจการศึกษามากขึ้น ปัจจุบัน ประชาชนได้รับการถ่ายทอด และฟื้นฟูขนบธรรมเนียมประเพณีและวัฒนธรรมดั้งเดิมของชุมชนอยู่ในระดับที่ น่าพอใจ

**สภาพทั่วไปภูมิศาสตร์อำเภอวังทอง** อำเภอวังทอง ตั้งเมื่อ พ.ศ.2438 เดิมมีชื่อว่าอำเภอนครป่าหมาก ตั้งอยู่ที่บ้านสามเรือน(ปัจจุบันเป็นตำบลนครป่าหมากอำเภอบางกระทุ่ม) คำว่า " ป่าหมาก" หมายถึง ป่ามากเพราะมีสภาพเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์ สภาพเดิมของบ้านสามเรือนเป็นชุมชนใหญ่ มีบ้านเรือนหนาแน่น ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำวังทอง และลำคลองที่เป็นสาขาของแม่น้ำวังทอง เป็นที่ราบลุ่มมีผลไม้หลายชนิด ชาวบ้านอาศัยเป็นอาหารและล่าสัตว์ แต่เนื่องจากน้ำท่วมและการคมนาคมไม่สะดวกจึงได้ย้ายอำเภอจากบ้านสามเรือนมาตั้งอยู่ที่ตำบลตลาดชุม อยู่ริมแม่น้ำวังทองฝั่งตะวันออกยังคงใช้ชื่ออำเภอนครป่าหมาก (ปัจจุบันเป็นที่ตั้งตลาดเทศบาลตำบลวังทอง ) พ.ศ.2471 ได้มีพระราชกฤษฎีกา ประกาศจัดตั้งอำเภอบางกระทุ่มขึ้น และได้โอนตำบลเนินกุ่ม ตำบลไผ่ล้อม และตำบลนครป่าหมาก ไปขึ้นการปกครองกับอำเภอบางกระทุ่ม และได้รับโอนตำบลบ้านกลาง ตำบลแก่งโสภา จากอำเภอนครไทย มาขึ้นเขตการปกครองกับอำเภอนครป่าหมาก ต่อมาบริเวณที่ว่าการอำเภอนครป่าหมาก ได้ถูกน้ำเซาะตลิ่งพัง จึงย้ายที่ว่าการอำเภอมาตั้งอยู่ ณ ที่ว่าการอำเภอวังทองปัจจุบัน ยังคงใช้ชื่อว่าอำเภอนครป่าหมาก ในปี พ.ศ.2474 ได้เปลี่ยนชื่ออำเภอโดยตัดคำว่า " นคร" ออกเป็นอำเภอป่าหมาก จนกระทั่งถึงปี พ.ศ.2484 จึงได้เปลี่ยนชื่อเป็น " อำเภอวังทอง" มาจนถึงปัจจุบันวังทอง สันนิษฐานว่า คำว่า " วัง " หมายถึง วังน้ำ คำว่า "ทอง " เนื่องจากเคยมีผู้พบทองในบริเวณวังน้ำนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไป** มี 3 ฤดูกาล คือฤดูร้อนจะเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ – เดือนเมษายน ฤดูฝนจะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – เดือนตุลาคม ฤดูหนาวจะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน – เดือนมกราคม

อาชีพหลัก ได้แก่ ด้านการเกษตร พืชเศรษฐกิจของอำเภอวังทอง พืชหลักได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวโพดมันสำปะหลัง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และละหุ่ง มีการปลูกพืชสวน ผลไม้ประเภทต่าง ๆ ขณะนี้ สามารถปลูกได้ทุกอย่าง ที่มีชื่อเสียงมากขณะนี้ คือ เงาะ ลำไย ลิ้นจี่ น้อยหน่า มะขามหวาน ทูเรียน ส้ม องุ่น

มีเนื้อที่/พื้นที่ 1,687.05 ตารางกิโลเมตร

**ด้านทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญของอำเภอ**

1. ป่าสงวนแห่งชาติป่าลุ่มน้ำวังทองฝั่งซ้าย เนื้อที่ 479,375 ไร่ ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 167/2509 ท้องที่ตำบลชัชชานาม ตำบลวังนกแอ่น ตำบลวังทอง และตำบลท่าหมื่นราม
2. ป่าสงวนแห่งชาติป่าลุ่มน้ำวังทองฝั่งขวา เนื้อที่ 343,000 ไร่ ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 84/2508 ท้องที่ตำบลชัชชานาม ตำบลวังนกแอ่น และตำบลแก่งโสภา
3. ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขากระยาง เนื้อที่ 332,000 ไร่ ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 977/2525 ท้องที่ตำบลบ้านกลาง และตำบลแก่งโสภา
4. ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาน้ำเข็ก เนื้อที่ 17,450 ไร่ ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 1036/2527 ท้องที่ตำบลแก่งโสภา
5. วนอุทยานแห่งชาติเขาค้อวนทอง ตำบลพันชาติ อ.วังทอง เนื้อที่ 12,500 ไร่
6. วนอุทยานแห่งชาติภูแดงร้อน ตำบลแก่งโสภา อ.วังทอง เนื้อที่ 6,141 ไร่
7. สวนรุกขชาติ สกุโรทยาน ตำบลวังแอ่น เนื้อที่ 1,000 ไร่
8. อุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง เนื้อที่ทั้งหมด 1,168,500 ไร่ อยู่ในพื้นที่ตำบลวังแอ่น อ.วังทอง จ.พิษณุโลก บางส่วน อำเภอวังทอง มีพื้นที่ป่าไม้คิดเป็นร้อยละ 22.45 ของอำเภอ (พื้นที่อำเภอ 984,151.87 ไร่) มีจำนวนป่าสมบูรณ์ 220,942.09 ไร่ ป่าสงวนทั้ง 4 แห่ง ประกอบด้วยป่าไม้เบญจพรรณ ป่าแดง เป็นส่วนใหญ่ ไม้ที่มีค่า ไม้สัก ไม้ตะเคียนทอง ไม้แดง พะยอม ไม้สาธร ไม้ยาง ไม้ชิงชัน ไม้เต็งรัง และอื่น ๆ

สภาพโดยทั่วไปทางด้านทิศตะวันออกในพื้นที่ภูเขา มีทรัพยากรที่ราษฎรนำออกมาใช้ประโยชน์ได้แก่ ดินลูกรัง หิน กรวด ทราย เป็นต้น ทรัพยากรจำพวกแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ยังไม่เคยมีการอนุญาตให้นำออก (ที่มา : <http://www.amphoe.com> วันที่ 29/7/2551 เวลา 17.50 น.)

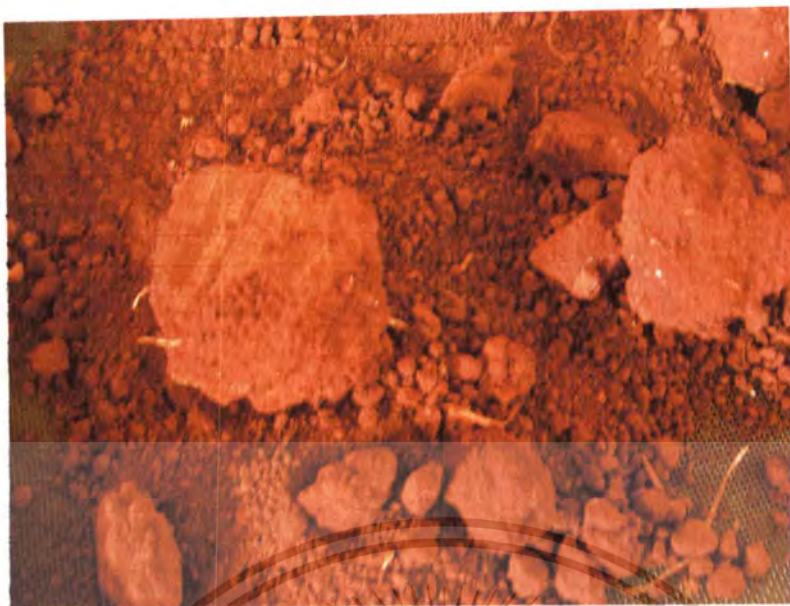
จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเนื้อดินบ้านดงดินทอง ตำบลวังทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก (ผศ. ดร.นิวัตร พัฒนะ และคณะ. 2543 : 2) มีผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงผลวิเคราะห์กลุ่มสมบัติทางเคมีของเนื้อดินบ้านดงดินทอง

| สารประกอบ                      | Wt (%) | Std. Err |
|--------------------------------|--------|----------|
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 27.000 | 0.200    |
| SiO <sub>2</sub>               | 39.000 | 0.200    |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.130  | 0.010    |
| Cl                             | 0.019  | 0.004    |
| K <sub>2</sub> O               | 0.116  | 0.009    |
| CaO                            | 0.058  | 0.005    |
| TiO <sub>2</sub>               | 2.860  | 0.080    |
| V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>  | 0.061  | 0.005    |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.043  | 0.004    |
| MnO                            | 0.093  | 0.007    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 18.600 | 0.200    |
| Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub> | 0.007  | 0.003    |
| NiO                            | 0.027  | 0.002    |
| CuO                            | 0.070  | 0.006    |
| ZnO                            | 0.013  | 0.002    |
| Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.005  | 0.002    |
| Br                             | 0.003  | 0.001    |
| ZrO <sub>2</sub>               | 0.036  | 0.003    |
| MoO <sub>3</sub>               | 0.011  | 0.005    |
| PtO <sub>2</sub>               | 0.022  | 0.004    |
| Au                             | 0.007  | 0.003    |
| CeO <sub>3</sub>               | 0.020  | 0.007    |
| F                              | 0.310  | 0.020    |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 ลักษณะของเนื้อดินบ้านคงดินทอง  
(ที่มา : พรชัย ปานทุ่ง. 2551)



ภาพที่ 2.2 เนื้อดินบ้านคงดินทองที่ร่อนผ่านตะแกรง 80 เมช  
(ที่มา : พรชัย ปานทุ่ง. 2551)

2. ดินคำสุราษฎร์ ดินคำนี้มีสีดำ แต่เมื่อเผาแล้วจะมีสีขาว ดินชนิดนี้มีความเหนียวมากกว่า และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผามีความแข็งแรงมากกว่าดินขาว ดินคำอาจทำให้คำจำกัดความได้ว่า หมายถึงดินที่มีสีขาว ขาวคล้ำจนถึงดำสนิท มีแหล่งสะสมในที่ลุ่ม มีเม็ดละเอียด อินทรีย์สารเจือปน การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปน มีความเหนียวดี ให้ความแข็งแรงต่อผลิตภัณฑ์เมื่อยังไม่เผามากกว่าดินขาว เมื่อเผามีสีขาวยellow  
จางๆ

สาเหตุที่เราต้องนำดินมาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์

1. ช่วยเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปของเนื้อดินปั้นให้ดีขึ้น
2. พัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อนเผาให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้การสูญเสียเนื่องจากการแตกหักของผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผาในขณะที่มีการเคลื่อนย้ายลดลง
3. ช่วยทำให้น้ำดินในการเทแบบมีการไหลตัวดีขึ้น
4. ดินดำบางชนิดมีความสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างมวลสาร ในเนื้อดินปั้นขณะทำการเผา เป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่นเป็นเนื้อเดียวกันตลอด

**บอลเคลย์ (Ball Clay)** คือ ดินที่มีแร่เคโอลินไนต์ (Kaolinite) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ โดยเฉพาะพวกที่มีโครงสร้างจัดอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ (Disordered Kaolinite) มีขนาดเม็ดละเอียดมาก และมักมี อิลไลต์ (Illite) มอลต์โมริลโลไนต์ (Montmorillonite) และสารอินทรีย์ (Carbonaceous) ปนอยู่ด้วยเสมอ

สีของบอลเคลย์ จะมีสีเทาอ่อน น้ำตาลอ่อน ไปจนถึงกระทั่งเกือบดำ มีความเหนียวสูง (High Plasticity) เมื่อนำมาเผาสุกตัวแล้วจะให้สีขาวหรือสีครีมอ่อนๆ และโดยปกติจะมีช่วงของการยวบตัวเป็นระยะเวลานาน (Long Vitrification) จึงมักนำมาใช้ผสมกับดินขาวในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความแข็งแกร่งดี หลังจากผ่านการอบแห้งทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แตกหักก่อนนำเข้าเตาเผา

บอลเคลย์บางประเภท จะมีคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัว เช่น มีความทนไฟสูง และมีความสม่ำเสมอของ คุณภาพดี จึงมีการนำไปใช้เป็นส่วนผสมหลักในอุตสาหกรรมอิฐทนไฟ และวัสดุฉนวนกันความร้อนต่างๆ ได้ดี

**คุณสมบัติทางกายภาพของดินดำ (Physical Properties of Raw Ball Clays)**

1. ขนาดดินดำมีขนาดละเอียดกว่าดินขาว ขนาดดินดำจะมีความละเอียดแคบ และมากน้อยเพียงใดจะเปลี่ยนแปลงไปตามแหล่งที่พบ คือแหล่งดินที่ถูกพัดพาไปไกลจากแหล่งเดิมมากจะมีการเสียดสี และการบดกันตามธรรมชาติมาก ขนาดของเม็ดดินจะละเอียดมากขึ้นตามลำดับ

2. ความเหนียว (Plasticity) กล่าวโดยทั่วไปแล้ว ดินเหนียวมีความเหนียวดีกว่าดินขาว การผสมดินเหนียวลงไปเนื้อดินปั้นจะช่วยทำให้การขึ้นรูปได้ดีขึ้น

3. การหดตัวเมื่อแห้ง (Drying Shrinkage) ดินดำมีการหดตัวมากน้อยแตกต่างกันไปตามแหล่งหรือชนิดของดินดำนั้น เช่น ดินดำที่มี  $\text{SiO}_2$  สูงแทบไม่มีการหดตัวเลย แต่ดินดำที่มีอินทรีย์สารสูงจะมีการหดตัวมากประมาณ 15 % แต่อย่างไรก็ตามเราไม่ใช้ดินดำอย่างเดียวในการผสมเนื้อดินปั้น เราสามารถที่จะทดลองผสมเนื้อดินปั้นขึ้นมาหาส่วนผสมเนื้อดินปั้นที่มีการหดตัวที่เหมาะสมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความแข็งแรงก่อนเผา (Green Strength) ปกติดินเหนียวจะมีความแข็งแรงกว่าดินขาว ดินดำที่มีความแข็งแรงสูงเมื่อผสมในเนื้อดินปั้นจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงสูงตามด้วย

5. คุณสมบัติหลังเผา (Firing Properties) ถ้าเป็นดินเหนียวล้วนๆ คุณสมบัติหลังการเผา เป็นต้นว่ามีสีเป็นอย่างไร เนื้อดินดีหรือไม่ดีอย่างไร ไม่ค่อยสำคัญนัก แต่คุณสมบัติเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อกระเบื้องเมื่อผสมดินดำเข้าไปในเนื้อดินปั้น ดินดำบางอย่างมี Mica ประกอบอยู่เมื่อผสมในเนื้อดินปั้นเมื่อเผา จะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาในเนื้อดินปั้น ทำให้เนื้อดินปั้นมีคุณสมบัติคล้ายแก้วมากขึ้น

ตารางที่ 2.2 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเนื้อดินดำสุรราษฎร์

| Parameters                     | ปริมาณที่พบ (%w/w) |
|--------------------------------|--------------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 51.5               |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 23.0               |
| CaO                            | 0.97               |
| MgO                            | 0.12               |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.63               |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.42               |
| Na <sub>2</sub> O              | 0.22               |
| K <sub>2</sub> O               | 0.92               |
| Loss on Ignition               | 19.6               |

(บริษัทสมิทธิ์ ซัพพลาย คอร์ปอเรชั่น จำกัด)

3. วัตถุดิบที่ใช้ในการลดจุดสุกตัวของเนื้อดินปั้น วัตถุดิบกลุ่มนี้ เมื่อโดนน้ำแล้วไม่สามารถนำไปขึ้นรูปด้วยตนเองได้ แต่มีความสำคัญและจำเป็นต่ออุตสาหกรรมเซรามิกส์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะบทบาทและหน้าที่อันเนื่องมาจากสมบัติเฉพาะตัว วัตถุดิบกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นสินแร่ในรูปของหิน ทราช ฯลฯ ตัวอย่างวัตถุดิบในกลุ่มนี้ได้แก่

**หินฟันม้า (Feldspar)** หินฟันม้าเป็นวัตถุดิบที่สำคัญ ใช้ทำหน้าที่เป็นตัวหลอมละลายหรือตัวช่วยลดอุณหภูมิ (Flux) นำมาใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและเคลือบ เพื่อเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิของวัตถุดิบอื่นๆ ให้อุณหภูมิในการเผาต่ำลง หินฟันม้าเป็นวัตถุดิบหลักชนิดหนึ่งที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ หินฟันม้าเป็นสารประกอบของแอลคาไล อะลูมิเนียม ซิลิเกต (Alkaline Aluminum Silicate) หินฟันม้าจะเป็นสารประกอบที่ใช้สะดวกที่สุดเมื่อต้องการเติมสารจำพวก แอลคาไล (Alkalies) ที่เป็นสารประกอบในหินฟันม้า ได้แก่ โพแทสเซียมออกไซด์ (K<sub>2</sub>O) โซเดียมออกไซด์ (Na<sub>2</sub>O) และสารจำพวกแอลคาไลน์เอิร์ท (Alkaline Earths) ที่เป็นสารประกอบในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หินฟืนม้าเช่นกัน ได้แก่ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แบเรียมออกไซด์ (BaO) ซึ่งไม่ละลายน้ำ เนื่องจากอัลคาไลในหินฟืนม้าจะมีก้อนโต แต่ถ้าเป็นผงละเอียดแล้วอาจละลายน้ำได้บ้าง ปริมาณในแอลคาไลในหินฟืนม้าจะต่ำลงได้ถ้าบดหินฟืนม้าเหล่านั้นโดยวิธีเปียก แอลคาไลบางส่วนจะละลายไปกับน้ำ แอลคาไลที่มีอยู่ในหินฟืนม้าจะลุดจุกหลอมตัวของหินฟืนม้าเหล่านั้นให้ต่ำลง ดังนั้นเมื่อมีหินฟืนม้าอยู่ในส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบจะทำให้เนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบนั้นมีอุณหภูมิในการเผาต่ำลงเนื่องจากหินฟืนม้าหลอมตัวได้ง่าย เมื่อหลอมตัวแล้วมีลักษณะเป็นแก้ว เมื่อเผาเป็นของเหลว อุณหภูมิซึ่งหินฟืนม้าอ่อนตัวและหลอมเหลวนั้น ขึ้นอยู่กับสมบัติ ชนิด และปริมาณของสารจำพวกแอลคาไล ได้แก่ โพแทสเซียมออกไซด์ ( $K_2O$ ) โซเดียมออกไซด์ ( $Na_2O$ ) และสารจำพวกแอลคาไลน์เอิร์ท (Alkaline Earths) ได้แก่ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แบเรียมออกไซด์ (BaO) รวมทั้งสิ่งเจือปนต่างๆ และขนาดของอนุภาคหินฟืนม้านั้นด้วย

สมบัติทั่วไปของหินฟืนม้า คือ เมื่อหลอมตัวแล้วมีลักษณะมันคล้ายไข่มุก อาจโปร่งใสหรือมีลักษณะขุ่นๆ ก็ได้ รอยแตกของมันจะมีลักษณะคล้ายแก้วทั่วๆ ไป และเป็นตัวหลอมละลายที่อุณหภูมิสูง หินฟืนม้าที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ได้แก่

1. Potassium Feldspar ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ) ชื่อสามัญ Orthoclase หรือ Microcline มีจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส ใช้ผสมในเนื้อดินปั้นและเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์เพราะมีช่วงเย็นตัวยาวกว่า โซดาเฟลด์สปาร์

2. Soda Feldspar ( $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ) ชื่อสามัญ Albite มีจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิประมาณ 1,170 องศาเซลเซียส ใช้ในการผสมเนื้อดินปั้นหรือน้ำเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์และใช้เป็นวัตถุดับหลักในส่วนผสมของการผลิตแก้วชนิดต่างๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันเนื่องจาก Soda Feldspar เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิที่ต่ำกว่า Potassium Feldspar (สมศักดิ์ ชาวตาวันย์, 2549 : 48 - 49)

### ตารางที่ 2.3 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์

| Parameters                     | ปริมาณที่พบ (%w/w) |
|--------------------------------|--------------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 66.70              |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 18.26              |
| MnO                            | 0.01 max           |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.01 max           |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.10 (1 - 0.05%)   |
| Na <sub>2</sub> O              | 2.47               |
| K <sub>2</sub> O               | 11.98 (± 0.05%)    |
| Loss on Ignition               | 0.28               |

(บริษัทสมิทธิ์ ซัพพลาย คอร์ปอเรชั่น จำกัด) งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.2 กรรมวิธีการผลิตกระเบื้องดินเผา

### 1. การเตรียมวัตถุดิบในการผลิต

วัตถุดิบเซรามิกส่วนใหญ่เตรียมจากแร่ธาตุ และหินแข็ง ซึ่งการบดย่อยได้ยาก ในการบดย่อยต้องระวังไม่ให้มีผงเหล็กปนเปื้อนในวัตถุดิบ เพื่อรักษาความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบให้คงสภาพไว้ วัตถุดิบที่แข็ง เช่น หินผุ หินพื้นม้า โดยเฉพาะควอตซ์ มีความแข็งมาก บดย่อยได้ยาก โรงงานที่ล้างดินขาวหรือดินดำจะใช้ทรายจากภาคดินบดให้ละเอียดเพื่อจำหน่ายเป็นผลพลอยได้จากการล้างดิน

**เครื่องจักรในการบดย่อยและการลดขนาดของวัตถุดิบ** เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมดินประกอบด้วย เครื่องบด เครื่องย่อย เครื่องล้างกวน ตะแกรงร่อน เครื่องอัดบีบน้ำดิน เครื่องแยกแร่เหล็ก และเครื่องรีด หรือเครื่องนวด แต่จะเลือกใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ชนิดใดขึ้นอยู่กับความจำเป็น และความเหมาะสมของการเตรียมเนื้อดินตามชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผลิต

การลดขนาดของวัตถุดิบในขั้นต้น เพื่อให้แยกแร่ออกเสียวัสดุที่มีมลทิน การบดย่อยเพื่อขนาดวัตถุดิบนิยมแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การลดขนาดขั้นต้นบดหยาบ (Primary Crushing) ใช้เครื่องย่อยแบบอัดกระแทก (Jaw Crusher) หรือเครื่องค้อนเหวี่ยง (Hammer Mill) เพื่อขนาดของวัตถุดิบจากขนาดเท่ากำปั้นเหลือขนาดประมาณ 3 - 4 เซนติเมตร ในปัจจุบันจะใช้เครื่องเข็นหรือเครื่องหันสำหรับดินที่มีความชื้นสูง

2. การลดขนาดขั้นตอนที่สองบดปานกลาง (Secondary Crushing) ใช้เครื่องบดย่อยแบบลูกกลิ้งรางคู่ (Roll Crusher) เครื่องบดลาดและล้อบด (Edge Runner) หรือเครื่องบดแบบค้อนเหวี่ยง (Hammer Mill) เพื่อลดขนาดของวัตถุดิบให้เป็นฝุ่นหยาบ 1 - 3 มิลลิเมตร

3. การลดขนาดครั้งสุดท้ายบดละเอียด (Fine Grinding) เพื่อให้วัตถุดิบมีความละเอียดเหมาะสมสำหรับนำไปผสมในเนื้อดินปั้น หรือใช้งานในขั้นตอนผลิตต่อไป เครื่องบดละเอียดมักใช้เครื่องบดบอลมิล (Ball Mill) หรือบดแบบโบราณโดยใช้คานถ่วงกระแทกชั้นลง โดยแรงคนหรือสัตว์ ที่เรียกว่าครกกระเดื่อง (Stamp Mill) วัตถุดิบที่ผ่านขั้นตอนที่ผ่านขั้นตอนนี้จะมีขนาดละเอียดมาก สามารถร่อนผ่านตะแกรง 100 เมช ได้

**เครื่องบดแบบอัดกระแทก (Jaw Crusher)** ระบบการทำงานของเครื่องประกอบด้วยแผ่นเหล็กหนา 2 แผ่น ซึ่งแผ่นหนึ่งยึดติดอยู่กับที่อีกแผ่นหนึ่งสามารถเคลื่อนไหวได้ โดยต่อเข้ากับลูกเบี้ยวและตัวดันกำลังขับเคลื่อน วิธีการทำงานของเครื่องก็คล้ายๆ กับเครื่องกะเทาะเปลือกถั่ว มีช่องใส่วัตถุดิบอยู่ทางบนระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองข้างวัตถุดิบที่ใส่ลงไปจะถูกอัดกระแทกด้วยแผ่นเหล็กทั้งสองจนแตก วัตถุดิบที่มีขนาดใหญ่จะค้างอยู่บนและถูกอัดจนแตกตลอดลงไปสู่ช่องด้านล่างในที่สุด เครื่องมือชนิดนี้ใช้ลดขนาดของหินหรือดินแข็งๆ ที่มีขนาดใหญ่ให้เหลือขนาดเล็กลงประมาณ 1 - 3 นิ้ว ระหว่างทำงานเครื่องจักรนี้จะสร้างเสียงและฝุ่นฟุ้งกระจาย

**เครื่องบดแบบลูกกลิ้งคู่ (Roll Crusher)** เครื่องย่อยแบบนี้ประกอบด้วยลูกกลิ้งที่มีความแข็งแรง  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
หากต้องการเสียดสี ได้ดี ทำงานโดยระบบลูกกลิ้งทรงกระบอกตามแนวนอน 2 แท่ง หมุนเข้าหากันใช้กำลัง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขับเฟืองที่มีรอบเร็ว บางครั้งมี 2 คู่ 2 ระดับ ด้านบนและด้านล่าง วัตถุประสงค์ที่มีอยู่ระหว่างลูกบดทั้ง 2 ลูกจะ ถูกบดโดยแรงเสียดสีกำลังสูง วัตถุประสงค์ที่อยู่ระหว่างบดทั้ง 2 แท่งได้ เมื่อต้องการให้วัตถุประสงค์หยาบหรือ ละเอียด ใช้บดวัตถุประสงค์ที่ค่อนข้างแข็งได้ เช่น ดินแห้ง ดินเชื้อ (Grog) และหิน การทำงานของเครื่อง บดได้ช้ากว่าเครื่องบดชนิดอื่น แต่ไม่สร้างฝุ่นละเอียดในระหว่างการทำงาน ไม่เหมาะสำหรับดินที่มี ความชื้นสูง

**เครื่องบดแบบค้อนเหวี่ยงกระทบ (Hammer Mill)** เครื่องย่อยระบบค้อนเหวี่ยงเป็นที่นิยมกัน แพร่หลาย สามารถใช้ย่อยวัตถุประสงค์ที่ไม่แข็งมากได้ดี เช่น การ โม่ น้ำแข็ง การ โม่ วัตถุประสงค์ ดิน หินปูน ทลคัม ละแบริปซัม ถ้านำมาบดหินแข็ง เช่น ควอทซ์ค้อนเหวี่ยงจะสึกกร่อนเร็ว ละตะแกรงร่อนวัตถุประสงค์ จะทะลุเมื่อ โคนขัดสีด้วยหินแข็งตลอดเวลา ระหว่างการทำงานก้อนจะหมุนด้วยความเร็วรอบมากกว่า 2,000 รอบ/นาที ทำให้เกิดเสียงดัง และสร้างฝุ่นมากเป็นพิเศษ ต้องหาถุงครอบไว้ที่ปากทางออกของ วัตถุประสงค์ โรงโม่แร่และโรงบดแร่ ต้องติดตั้งเครื่องดักฝุ่นในโรงงาน

**เครื่องบดแบบเข็ม (Pin Mill)** เครื่องบดแบบเข็มทำงานโดยมีวงเหล็กกลุ่พื้นเป็นซี่ๆ ซ้อนกัน หลายวงในงานเหล็ก ซึ่งติดตั้งตายตัว อีกด้านหนึ่งจะประกอบด้วยแท่งเหล็กเป็นเหลี่ยมยื่นขึ้นมาเท่ากับ ความลึกของซี่เหล็กแท่งเหล็กจำนวนมากติดอยู่กับแกนที่เป็นแม่แรงขับเคลื่อน เครื่องบดชนิดนี้สามารถใช้ บดที่มีความชื้นเล็กน้อยได้ดี ไม่สร้างฝุ่นและเสียงไม่ดังมาก

**เครื่องบดแบบลาดและล้อบด (Pan Grinding, Edge Runner)** เป็นเครื่องบดที่ล้อบด ขนาดใหญ่มาก 2 ล้อ ตัวล้อทำด้วยหินแกรนิตหรือเหล็กตัน การทำงานของเครื่อง ล้อบดทั้งสองจะ ถูกกดให้รอบไปรอบๆ ในถาดที่รองรับไว้ แล้วมีแขนกวาดเกลี่ยวัตถุประสงค์ตลอดเวลาเพื่อการบด ได้ สม่ำเสมอ เครื่องบดชนิดนี้สามารถใช้บดหินแข็ง หรือดินเชื้อที่เผาแกร่งแล้วได้ดี สามารถใช้เตรียม ส่วนผสมของเนื้อดินที่มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ ได้ เหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ชนิดที่ที่ต้องการความขาวในเนื้อดิน เนื่องจากลูกบดเป็นเหล็กเมื่อบดวัตถุประสงค์แล้วจะสึกกร่อนของ เหล็กเจือปนอยู่ในวัตถุประสงค์ด้วย ควรเปลี่ยนล้อบดเป็นหินแกรนิต ขณะทำงานเครื่องมีเสียงดัง และฝุ่น ฟูิงกระจาย ควรทำฝาครอบถาดรอง และล้อบดเครื่องนี้สามารถใช้เครื่องผสมวัตถุประสงค์ด้วย (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2541 : 21 – 25)

## 2. กระบวนการขึ้นรูป

ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ใช้ในงานก่อสร้างมีหลายประเภท เช่นกระเบื้องปูพื้น กระเบื้องบุผนัง กระเบื้องมุงหลังคา ผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับท่อระบายน้ำและการกำจัดของเสียเป็นต้น อุตสาหกรรมที่ผลิต มากที่สุดได้แก่ การทำกระเบื้องปูพื้นและกระเบื้องบุผนัง ซึ่งใช้กันในอาคารและบ้าน โดยเฉพาะ ห้องน้ำ ห้องครัว สระว่ายน้ำ โรงอาหาร โรงพยาบาล และห้องปฏิบัติการเคมี ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ต้องการความสวยงามทนทาน และสามารถทำความสะอาดได้ง่าย ไม่สิ้นเปลืองการบำรุงรักษาเพื่อ ซ่อมแซมทาสีใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การขึ้นรูปด้วยวิธีอัดดินเหนียว (Plastic Pressing)** การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา โดยใช้ดินเหนียวอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก ซึ่งมีแรงอัดสูง เรียกว่าการขึ้นรูปด้วยวิธีแรม โพรเซส (Ram Process) บางครั้งก็เรียกว่าแรมเพรส (Ram Press) เป็นวิธีการขึ้นรูปที่ถูกพัฒนาขึ้นรูป ในสหรัฐอเมริกาโดยบริษัทแรม (Ram) ระบบการทำงานของเครื่องอัด ใช้แบบพิมพ์ 2 ชั้น ยึดติดกับแท่นที่ส่วนบนและส่วนล่าง ซึ่งเป็นพิมพ์ด้านในและด้านนอกของจานตามที่ออกแบบไว้ กำลังแรงอัดของเครื่องสูงกว่าเครื่องโรลเลอร์เสดต่ำกว่าเครื่องอัดกระเบื้องที่อัดด้วยดินร่วนผง ดังนั้นแบบพิมพ์ที่จะใช้ ต้องมีความแข็งแรงทนทานต่อแรงอัดของเครื่องได้ดี แต่ต้องมีคุณสมบัติดูดซึมน้ำจากเนื้อดินได้ดีด้วย แบบพิมพ์ปูนพลาสติกทั้ง 2 ชั้น ถูกยึดขอบโลหะให้ติดแน่นกับเครื่องอัด ซึ่งมีช่องว่างกักดินที่ล้นออกมาโดยรอบ จากการอัดทุกครั้ง การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้ทำได้ค่อนข้างเร็วและประหยัดแบบพิมพ์ ในระหว่างที่เครื่องอัดทำงานน้ำในเนื้อดินบางส่วนจะถูกดูดผ่านท่อเล็กๆ จำนวนมากที่ฝังอยู่ในพิมพ์ทั้ง 2 ชั้น เนื้อดินที่ถูกอัดตามแบบพิมพ์เป็นชิ้นงานแล้ว จะถูกปล่อยออกจากแรงดูด ให้หลุดลงมาบนที่รองรับ

การผลิตโดยวิธีนี้สามารถผลิตกระเบื้องขนาดใหญ่ได้เร็วและไม่เปลืองแบบพิมพ์ อัดได้นาทีละ 2 – 3 ชิ้น อย่างต่อเนื่องจากแม่พิมพ์เพียงชุดเดียว ข้อเสียของวิธีนี้ก็คือ อายุการใช้งานของแบบพิมพ์จะสั้นเนื่องจากใช้งานอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันได้มีการทดลองใช้วัสดุลูมินาเผาไฟดำ ผิวยังสามารดูดน้ำได้ดีทำแบบพิมพ์ ใช้งานได้ถึง 75,000 ครั้ง ก่อนผิวพิมพ์จะหลุด แต่แบบพิมพ์ปูนพลาสติกสามารถผลิตได้ง่ายไม่ต้องนำแบบพิมพ์ไปเผา จึงเป็นที่นิยมนมากกว่าแบบพิมพ์ที่หล่อจากรซินเสริมในเนื้อปูนพลาสติกให้มีความแข็งแรง สามารถยืดอายุการใช้งานได้นานขึ้น แต่ก็มีราคาแพง การใช้งานของแบบพิมพ์ 1 ชุด ต่อการอัดประมาณ 1,000 ครั้ง ผิวพิมพ์จะเริ่มสึก จำเป็นจะต้องเปลี่ยนพิมพ์ชุดใหม่ ถ้าคำนวณจากการอัดได้นาทีละ 3 ชิ้น การทำงานของเครื่องต่อวันจะใช้พิมพ์มากและชิ้นล่างถ้าไม่ประกบไม่ตรงกัน ทำให้แบบพิมพ์ใหม่แตกก่อนการใช้งาน

การทำงานของเครื่องอัดแรมเพรส มีเคลื่อนที่อยู่ที่ท่อเล็กๆ จำนวนมากที่ฝังในแบบพิมพ์ทั้ง 2 ชั้น ในขณะที่เครื่องอัดทำงานจะพ่นละอองน้ำออกมาเคลือบบนผิวหน้าของแบบพิมพ์ ในการเปลี่ยนพิมพ์ชุดใหม่ แทนพิมพ์ชุดเก่าควรชุบน้ำให้พิมพ์เปียกก่อนใช้ทุกครั้ง เพราะเมื่อเครื่องอัดทำงานจะดูดน้ำบางส่วนออกจาก เนื้อดินและแบบพิมพ์ ทำให้ชิ้นงานแข็งตัว เมื่อชิ้นงานแข็งตัวแล้วสามารถปล่อยออกจากแรงดูดให้ชิ้นงานหลุดออกจากแบบพิมพ์ โดยไม่เสียรูปทรง ซึ่งเมื่อแบบพิมพ์ใช้งานไปเพียง 2 – 3 ครั้ง แบบพิมพ์ก็จะชุ่มน้ำไม่ดูดซับน้ำ แต่น้ำในแบบพิมพ์จะถูกทำให้โดย ใช้แรงดูดน้ำผ่านออกไปทางท่อเล็กๆ ทำให้ผิวแบบพิมพ์แห้งตัวพร้อมที่จะอัดชิ้นงานครั้งต่อไปได้

**การขึ้นรูปด้วยวิธีรีดดินเหนียวจากแบบโลหะ (Extruding)** การขึ้นรูปด้วยวิธีอัดรีดด้วยดินเหนียวมีมาก่อนที่จะต้องใช้เครื่องอัดดินผงร่วนด้วยแรงอัดสูง และเป็นเครื่องจักรที่ผลิตได้ง่าย ราคาไม่แพง เหมาะสำหรับการผลิตในเขตท้องถิ่น นิยมใช้ในการขึ้นรูปอิฐดินเผา ท่อน้ำดินเผา กระเบื้องปูเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้น ขาดังในเตาเผา หรือผลิตชิ้นส่วนพวกหูแก้วและมือจับ ที่ใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์ เครื่องรีดดินมี 3 แบบ ให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสมกับการผลิตคือ

**1. เครื่องรีดดินชนิดกดด้วยมือ** นิยมใช้ในการขึ้นรูปหูแก้ว หรือมือจับของภาชนะที่มีหน้าตัดแตกต่างกันออกไปตามรูปทรงของชิ้นงาน การผลิตวิธีนี้เหมาะสำหรับชิ้นงานที่ผลิตด้วยเป็นหมุนในระบบกึ่งอุตสาหกรรมที่การทำวิธีเก่าใช้มือรีดเป็นหูด่วนความชำนาญแต่ก็เสียเวลามาก ในปัจจุบันมีการพัฒนาวิธีการผลิตหูด้วยหรือภาชนะให้ได้ขนาดสม่ำเสมอเท่ากันทุกชิ้นด้วยวิธีการกดหูแก้วผ่านแม่พิมพ์โลหะดูตามรูปหน้าตัดของหูสามารถผลิตได้รวดเร็วกว่าและมีรูปแบบสม่ำเสมอว่า

การทำงานของเครื่องจักรเป็นเครื่องขนาดเล็ก ใส่ดินได้ครั้งละประมาณ 1 – 2 กิโลกรัม ใช้ดินเหนียว มีวิธีการทำงานคล้ายเครื่องกดลวดของกวดดินตามแนวตั้งของทรงกระบอก ดินที่กดได้จะไหลออกมาทาง ด้านล่างของเครื่อง ต้องหาผ่านกระดาษรองรับไว้ กดจนได้จำนวนมากพอ แล้วทิ้งดินให้แห้งพอสมควร จึงนำมาตัดเป็นท่อนๆ ตามความยาวที่ต้องการ นำชิ้นส่วนของหมากกดติดกับถ้วยกาแฟ ภาชนะหม้อหรือโถฝาปิดตามที่ออกแบบไว้ การผลิตหูด้วยวิธีนี้ทำได้รวดเร็วและไม่เปลืองแม่พิมพ์ ดินที่นำมาใช้ควรเป็นเนื้อดินชนิดเดียวกันกับที่ใช้ปั้นถ้วยกาแฟหรือภาชนะที่ติดหู

**2. เครื่องรีดดินชนิดขึ้นรูปด้วยดินอ่อน** นิยมใช้ในการผลิตอิฐดินเผาซึ่งเป็นอิฐก้อนเล็กหรืออิฐก่อสร้าง ที่มีทั้งอิฐต้นและอิฐกลวงการผลิตด้วยวิธีรีดดินด้วยดินอ่อนข้างเหลว เครื่องอัดมีราคาถูก ลงทุนน้อย แต่ต้องใช้เนื้อที่ในการผึ่งแห้งอิฐมาก ซึ่งต้องทำชั้นวางและแผ่นไม้กระดานยาวสำหรับรองอิฐจำนวนมาก การผลิตอิฐ โดยผ่านเครื่องรีดสามารถทำได้รวดเร็วและประหยัดกว่าการผลิตด้วยมือ เหมาะสำหรับการผลิตอิฐก้อนขนาดเล็ก ไม่ใหญ่และไม่หนามาก หรืออิฐที่มีรูปทรง

การทำงานของเครื่องรีดดินจะเป็นเครื่องอัดและนวดดินชนิดธรรมดาไม่มีระบบสุญญากาศ เครื่องนี้จะทำหน้าที่นวดดินและรีดดินด้วยแรงอัดไปในตัว ลักษณะการทำงานของเครื่องเป็นเครื่องที่อัดตามแนวนอน มีช่องใส่ดินด้านบน ส่วนด้านหน้าจะติดหัวรีดเป็นรูปหน้าตัดของอิฐ อิฐที่อัดด้วยดินเหลวจะไหลไปตามสายพานที่รองรับ และถูกตัดเป็นก้อนๆ โดยเครื่องตัดอัตโนมัติที่ใช้เส้นลวดตัด

**3. เครื่องรีดดินที่ใช้กับเนื้อดินค่อนข้างแข็ง** เครื่องรีดที่ใช้กับเนื้อดินค่อนข้างแข็ง ต้องเป็นเครื่องที่มีกำลังอัดสูงซึ่งมีราคาแพง แต่ก็คุ้มค่ากับการลงทุน เพราะขึ้นรูปอิฐที่มีก้อนหนาขนาดใหญ่ได้ และผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาจากเครื่องรีดมีความแข็งแรงพอที่หีบยกได้ได้ทันทีที่ไม่เสียทรง การผึ่งแห้งใช้เวลาน้อยกว่า ทำให้เร่งการผลิตได้รวดเร็วยิ่งขึ้น เหมาะสำหรับการผลิตอิฐบล็อกขนาดใหญ่

**การขึ้นรูปด้วยวิธีอัดดินฝุ่น (Semi-Dry Forming)** การขึ้นรูปด้วยดินฝุ่นสามารถตัดปัญหาเรื่อง เนื้อดินติดแบบพิมพ์ ผลิตภัณฑ์หดตัวมากขณะผึ่งแห้งและหลังเผา การขึ้นรูปด้วยดินฝุ่นนิยมใช้ทำกระเบื้องผนังหลังคา ชิ้นส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้า อิฐทนไฟ แผ่นรองเตาเผา และหีบดินทนไฟเป็นดินฝุ่นที่มีความชื้น 2 – 7 % ต้องใช้เครื่องที่มีกำลังแรงอัดสูง แต่เครื่องอัดที่มีประสิทธิภาพสูงมีราคา

แพงจึงไม่เหมาะสมกับ การลงทุนใน โรงงานขนาดเล็ก รวมทั้งเครื่องเตรียมดินฝุ่น (Spray Drier) สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตโดยใช้ดินฝุ่นแตกต่างจากการผลิตโดยใช้ดินเหนียวสีนแข็ง ต้องแยกโรงผลิตเครื่องจักรและกระบวนการเตรียมดินทั้งหมดออกจากกัน เครื่องอัดที่มีกำลังแรงอัดสูงต้องใช้แม่พิมพ์ที่เป็นโลหะ แม่พิมพ์ที่หล่อด้วยโลหะเนื้ออ่อน มีอายุการใช้งานประมาณ 1-2 เอน ต่อการพิมพ์ที่ใช้งานทุกวันแต่ถ้าแม่พิมพ์ทำด้วยโลหะเนื้อแข็ง มีราคาแพงอายุการใช้งานคุ้มค่าสมการลงทุน และสามารถใช้กับกระเบื้องที่มีขอบโค้ง ขอบหยักหรือลักษณะการออกแบบค่อนข้างยากได้

แม่พิมพ์ของเครื่องอัดกระเบื้อง ลักษณะของแม่พิมพ์ที่ใช้อัดกระเบื้องแต่ละชุด จะมีแบบพิมพ์ประกอบกันอยู่ 3 ชิ้น คือ

1. แบบพิมพ์ชั้นบนเป็นตัวกด
2. แบบพิมพ์ชั้นล่างเป็นแท่นรับซึ่งฝังอยู่ในกรอบโลหะ
3. กรอบโลหะที่มีรูปทรงตามเส้นรอบนอกของกระเบื้อง กรอบโลหะนี้มีความหนา

พอสมควร สามารถปรับตั้งความลึกของพิมพ์ชั้นบนและพิมพ์ชั้นล่างให้สัมพันธ์กันในขณะกดอัดชิ้นงาน โดยการทดสอบก่อนการอัดทุกครั้ง กรอบโลหะนี้จะเกิดการสึกกร่อนหลังจากการใช้งานในระยะยาว การทำงานของพิมพ์ส่วนล่าง ถูกออกแบบให้เลื่อนขึ้นลงได้โดยใช้กลไกขับเคลื่อน ขณะที่เครื่องอัดกระเบื้องทำงาน พิมพ์ส่วนล่างจะมีแท่งโลหะรองรับอยู่ข้างใต้ไม่ให้เลื่อนลงด้านล่าง เมื่ออัดชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว พิมพ์ส่วนล่างจะทำหน้าดันชิ้นงานขึ้นมาให้พ้นกรอบแบบพิมพ์โลหะ

การติดตั้งแม่พิมพ์และการทดสอบแม่พิมพ์ก่อนใช้งาน จะต้องแน่ใจว่าแม่พิมพ์ส่วนบนและส่วนล่างได้ฉากกัน ห้ามอัดแม่พิมพ์กระทบกัน โดยไม่มีดินรองรับเพราะจะให้ผิวหน้าพิมพ์บิ่นเป็นตำหนิเสียหายได้

แรงอัดที่ใช้ผลิตกระเบื้อง ควรคำนวณกำลังอัดของเครื่องก่อนจะลงทุนซื้อมาเพื่อใช้ในการผลิต กระเบื้องที่มีขนาดใหญ่ต้องใช้แรงอัดสูงกว่ากระเบื้องขนาดเล็ก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของเนื้อดินที่ใช้ในการอัดด้วย ดินชื้นมากใช้แรงอัดน้อยกว่าดินที่แห้งเป็นฝุ่น

|                 |          |         |  |
|-----------------|----------|---------|--|
| ดินฝุ่นแห้ง     | ความชื้น | 2-7 %   | ใช้แรงอัด 300-500 ก.ก./ ซม. <sup>2</sup> |
| ดินฝุ่นกึ่งแห้ง | ความชื้น | 9-12 %  | ใช้แรงอัด 100-250 ก.ก./ ซม. <sup>2</sup> |
| ดินเหนียว       | ความชื้น | 15-20 % | ใช้แรงอัด 100-150 ก.ก./ ซม. <sup>2</sup> |

อัตราส่วนของน้ำในเนื้อดินที่ใช้ขึ้นรูปต้องมีความชื้นเท่ากันทุกครั้งเป็นมาตรฐานของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท เพื่อควบคุมอัตราส่วนการหดตัวของเนื้อดินให้มีคุณภาพสม่ำเสมอ

เครื่องอัดกระเบื้องขนาดธรรมดาที่นิยมใช้กัน จะมีแรงอัดประมาณ 40-80 ตัน การคิดจากตันให้เป็นกิโลกรัม 80 ตัน จะได้น้ำหนัก 80,000 กิโลกรัม แรงอัดโดยเฉลี่ยตามความกว้างของพื้นที่กระเบื้องคิดเป็นตารางเซนติเมตร หรือแรงอัด 1 กิโลกรัม ต่อพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร ถ้าผลิตกระเบื้องขนาดใหญ่แรงอัดต่อพื้นที่จะลดน้อยลง

แรงอัดสูงทำให้กดกระเบื้องได้แน่นขึ้น มุมกระเบื้องไม่บิ่นหักก่อนเผา มีความแข็งแรงทนทานมากขึ้น ดังนั้นกระเบื้องที่มีขนาดเล็กแต่กดด้วยเครื่องอัดขนาดใหญ่ 80 ตัน สามารถอัดได้ครั้งไม่จำกัดใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละ 4-6 แผ่น พร้อมกัน โดยการคำนวณน้ำหนักแรงอัดโดยเฉลี่ย และเครื่องที่มีกำลังแรงอัดสูงสามารถใช้ในการอัดอิฐทนไฟ หีบทนไฟ และแผ่นรองเตาเผาซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่

**เครื่องอัดกระเบื้องฟริกชันเพรส (Friction Press)** เป็นเครื่องอัดชนิดหมุนเกลียวส่วนในการอัดตามแนวตั้ง ได้พัฒนาจากการใช้มือหมุนเป็นระบบไฟฟ้า โดยติดตั้งระบบเพลลาและสายพานในการทกรอบหมุนเกลียวให้ขึ้นลงได้รวดเร็ว เครื่องอัดที่ใช้เพลลาขับเคลื่อนด้วยกำลังไฟฟ้านี้มีกำลังอัดสูงมาก ในขณะที่ทำการอัดเครื่องอัดทำงานเสียดังและบริเวณพื้นห้องสันสะเทือนจากแรงอัด โดยปกติจะใช้กำลังการอัด 2 ครั้งติดต่อกัน การอัดในครั้งแรกทำอย่างช้าๆ เพื่อไล่ฟองอากาศออกไปจากเนื้อดินฝุ่น การอัดครั้งที่สองอย่างรวดเร็วเพื่ออัดดินให้แน่นมากขึ้น การทำงานของเครื่องสามารถผลิตกระเบื้องได้รวดเร็วโดยเฉลี่ยวันละ 2,000 ชิ้น ต่อเครื่องอัดหนึ่งเครื่อง โดยช่างชำนาญงาน

**เครื่องอัดกระเบื้องไฮดรอลิกเพรส (Hydraulic Press)** เครื่องอัดชนิดนี้ที่มีประสิทธิภาพสูง มีกำลังแรงอัดมาก ทำงานโดยระบบกระบอกลูกสูบที่ใช้ น้ำมันหล่อลื่น ในการขับเคลื่อนแทนอัดขึ้นลง เป็นเครื่องจักรที่มีราคาแพง มีอัตราการผลิตเร็วกว่าการอัดแบบฟริกชัน โรงงานที่ผลิตกระเบื้องเพื่อการส่งออกขนาดใหญ่ ติดตั้งด้วยเครื่องไฮดรอลิก ประกอบกับการทำงานในระบบสายพานที่เป็นกระบวนการอัด โนมัตทั้งหมด สามารถผลิตได้เร็วกว่าการผลิตแบบฟริกชันที่ใช้คนอัดหลายเท่า การทำงานของเครื่องเงียบไม่มีเสียงรบกวนมาก นิยมใช้ทำกระเบื้องทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ อิฐทนไฟ แผ่นรองเตาเผาและหีบทนไฟ (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2541 : 117 – 127)

**3. การตกแต่งผลิตภัณฑ์** การตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาเป็นกรรมวิธีทำให้ผลิตภัณฑ์สำเร็จสามารถใช้งานได้ ลักษณะรูปร่างของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีวิธีในการตกแต่งกันออกไปและเหมาะสมในรูปแบบของมีนเอง การตกแต่งมีด้วยกันหลายวิธีนับตั้งแต่การนวดดินเหนียวมาปั้นตกแต่งเป็นประติมากรรมสูงหรือคุณค่าที่ภาชนะ หรือการใช้น้ำดินที่มีสีต่างๆ มาระบายตลอดจนการใช้น้ำเคลือบเคลือบลงบนตัวผลิตภัณฑ์ การตกแต่งและการเคลือบจึงเป็นการส่งเสริมให้เครื่องปั้นดินเผามีคุณค่าใช้สอยและความงามพร้อมกันไป

**การตกแต่งด้วยเนื้อดินเหนียว** การตกแต่งด้วยเนื้อดินเหนียวเป็นการตกแต่งในขณะที่เนื้อดินยังหมาดอยู่ ภาชนะที่กำลังขึ้นรูปอยู่บนแป้นหมุนก็สามารถตกแต่งลวดลายที่ดัดการได้ เช่น การใช้ดินปั้นเป็นขอบ โคนรอบตัว ภาชนะ และเมื่อนำภาชนะลงจากหัวแป้นหมุน การตกแต่งก็สามารถทำได้ อีก เช่นการเพิ่มลวดลายในขณะที่ดินยังหมาดอยู่ แต่การตกแต่งด้วยเนื้อดินนี้จำเป็นต้องระวังอย่ากดเนื้อดินแรงเกินไป เพราะจะทำให้ภาชนะเสียรูปทรงได้ สำหรับภาชนะที่ขึ้นรูปด้วยมือก็สามารถใช้เนื้อดินตกแต่งได้ดีด้วยกรรมวิธีขีดหรือแผ่นซึ่งจะเป็นการเพิ่มความงามประ โยชน์ที่ใช้สอยแก่ตัวภาชนะ

**1. การประสานเนื้อดินสี (Neriage)** เป็นกรรมวิธีที่ใช้ดินที่มีสีตั้งแต่ 2 สีขึ้นไปติดเข้าด้วยกันในแบบพิมพ์ ขึ้นเดียวสีอาจจะเป็นลักษณะชั้นสีเหลี่ยมลูกบาศก์ เป็นเส้นยาวหรือเป็นแผ่นก็ได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ซึ่งการต่อเนื้อดินจะต้องใช้ความประณีตในการประสานเนื้อดินและควรปล่อยให้แห้งอย่างช้าๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2. การป้ายสี (Egyptian Paste)** เป็นกรรมวิธีที่นำมาตกแต่งภาชนะดินเหนียวที่ขึ้นรูปแล้วแต่ยังคงความชื้นอยู่ นิยมนำมาตกแต่งโองลายมังกร โดยการผสมสารที่ให้สีประเภทออกไซด์ โลหะลงในเนื้อดินเหนียวแล้วจึงนำมาปะหรือป้ายพอกเข้ากับตัวภาชนะอีกทีหนึ่ง

**การตกแต่งเมื่อดินเริ่มแข็งตัว** การตกแต่งเมื่อดินเริ่มแข็งตัวเป็นการตกแต่งในขณะที่เนื้อดินมีความแข็งตัวพอจะสามารถจับถือได้โดยไม่มีส่วนใดของภาชนะบิดเบี้ยวหรือเสียรูปทรงไป และเนื้อดินก็ยังคงมีความชื้นเพียงพอจะเชื่อมต่อกับส่วนประกอบอื่นๆ เข้าไปได้อีก การตกแต่งขณะที่ดินมีความแข็งในช่วงนี้นับเป็นความสะดวกอย่างหนึ่งเนื่องจากเนื้อดินล่อนตัวออกโดยง่ายจะไม่เกาะเปราะมือและเครื่องมือ นอกจากนี้เนื้อดินยังมีความแข็งพอเหมาะในการใช้เครื่องมือคมๆ ตัดหรือแกะได้เช่นกับการแกะสลักไม้เนื้ออ่อนหรือปูนปลาสเตอร์

**1. การแกะสลัก** เป็นเทคนิคของการแกะสลักเนื้อดินโดยมีการวาดลวดลายลงในผนังภาชนะหรือประติมากรรมเสียก่อนแล้วจึงใช้เครื่องซึ่งอาจจะมีขนาดเล็กๆ หรือเครื่องมือแกะไม้ก็ได้ แกะลงบนเนื้อดิน การแกะอาจจะแกะบางส่วนของผิวหน้าของเนื้อดิน หรืออาจจะฉลุให้ทะลุก็ได้ ดังนั้นผลที่ได้จะเป็นภาพประติมากรรมนูนต่ำ

**2. การใช้พิมพ์ประทับ** เป็นกรรมวิธีตกแต่งที่นับว่าเก่าแก่สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา แม่พิมพ์ที่ห่างจากธรรมชาติได้แก่เปลือกหอย ใบไม้ เช่นน้ำใบไม้วางลงบนเนื้อดินและใช้ลูกกลิ้งนวดแป่งกลิ้งทับบนวัสดุนั้นก็จะได้ลายของใบไม้ปรากฏอยู่บนผิวหน้าดินอย่างงดงาม ในการใช้แม่พิมพ์ลงบนภาชนะจำเป็นต้องทำความสะอาดความระมัดระวังเพราะอาจทำให้ภาชนะเสียรูปร่างได้

**3. การตกแต่งด้วยน้ำดิน** น้ำดินสามารถนำมาใช้ในการตกแต่งบนเนื้อดินที่ยังหมาดอยู่ได้หลายวิธี ในการนำน้ำดินมาใช้ในการตกแต่งข้างป็นจะเดิมออกไซด์ที่ให้สีลงในน้ำดินแล้วจึงนำน้ำสีไปทาลงภาชนะด้วยแปรงตลอดทั้งภาชนะ หรืออาจจะเป็นบางส่วน หรืออาจจะราดลงบนภาชนะก็ได้ เมื่อน้ำดินเริ่มแข็งตัวจะใช้เครื่องมือขูดบางส่วนของน้ำดินออกทำให้เกิดเป็นลายเส้น

**4. การใช้เนื้อดินแปะ** เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ตกแต่งภาชนะเพื่อให้แลดูนูนออกมาเป็นลวดลายที่สวยงาม ซึ่งทำได้โดยการใช้เนื้อดินชนิดเดียวกับที่ทำภาชนะกดลงในพิมพ์กดปลาสเตอร์แล้วจึงนำดินที่กดเป็นรูปที่ต้องการนั้นมาติดเข้ากับตัวภาชนะอีกที

**5. การพ่นน้ำดินสี** ใช้ลูกยางพ่นน้ำดินให้เป็นเส้นตามตัวภาชนะ เทคนิคนี้สามารถตกแต่งได้อย่างอิสระ และหากใช้เทคนิคนี้กับน้ำดินหลายๆ สี ก็จะทำให้เกิดความสวยงามอีกรูปแบบหนึ่งหรือการพ่นน้ำดินลงในพิมพ์ปลาสเตอร์แล้วกดเนื้อดินลงในพิมพ์ก็จะได้พื้นผิวที่มีสีต่างๆ ได้เทคนิคนี้มักจะใช้กับการตกแต่งลงภาชนะที่เป็นแผ่นแบน เช่น จาน หรือกระเบื้อง

**การตกแต่งบนเนื้อดินที่แห้งแล้ว** และการตกแต่งภายหลังการเผาดิบ เมื่อเนื้อดินแห้งดีแล้วจะมีความแข็งแรงพอจะหยิบจับและทรงตัวได้ดีขึ้น การตกแต่งเนื้อดินในระยะนี้ค่อนข้างจะจำกัดเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีความเสี่ยงต่อการเสียหาย โดยเฉพาะเมื่อมีการเคลื่อนย้ายจับถือบ่อยๆ การตกแต่งบนสีผิวผลิตภัณฑ์ในระยะนี้จึงนิยมทำกันอยู่ไม่กี่วิธี คือเอน โอบ เป็นน้ำดินสีได้เคลือบชนิดเมวกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเทคนิคเปลี่ยนเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งสำหรับตาลงบนผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาที่ยังหมาดหรือแห้งตัวแล้ว การเตรียมเอน โภบอย่างง่าย ๆ ทำได้โดยการผสม หินฟันม้า ฟลักซ์ ควอทซ์ เข้าด้วยกันจากนั้นนำสารทั้งสามชนิดมาผสมในอัตราส่วน 1 ส่วน ต่อ เนื้อดินเหนียวที่ใช้ขึ้นรูป 2 ส่วน ผสมให้เข้ากันดีแล้วจึงเติม ดินเบน โตไนต์ เพียงเล็กน้อยพอจะให้เอน โภบมีความเหนียว การเติมออกไซด์โลหะหรือสีสแตลง ในเอน โภบจะทำให้เอน โภบสีต่างๆ ตามต้องการ เนื้อเอน โภบที่ทำขึ้นมักจะทำให้ขึ้นเพื่อสะดวกในการใช้แปรงทาบนผิวผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่เผาแล้วสามารถตกแต่งด้วยกรรมวิธีเอน โภบได้เช่นกันกับการตกแต่งบนผลิตภัณฑ์ที่ยังมิได้เผาดี สีเอน โภบจะต้องมีส่วนผสมของสารประกอบที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาให้เนื้อแก้วเพื่อที่จะทำหน้าที่เป็นตัวประสานออกไซด์ให้เป็นเนื้อเดียวกัน (บุญรัตน์ พิชญไพบูลย์. 2538: 106)

**4. เตาและการเผาผลิตภัณฑ์** ในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกส์หรือเครื่องปั้นดินเผานั้น ขั้นตอนสุดท้ายที่สำคัญ คือ จะต้องนำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาผ่านกระบวนการความร้อนเพื่อให้เนื้อดินปั้นและเคลือบเปลี่ยน โครงสร้างทางเคมีและฟิสิกส์ อันจะทำให้ผลิตภัณฑ์ของเครื่องปั้นดินเผามีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น สามารถทนกรดและด่างได้

ดังนั้นเตาและการเผานับเป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดในกระบวนการผลิต เพราะถือว่าเป็นการตกแต่งผลงานขั้นตอนสุดท้าย ดังนั้นการเผาจะเป็นตัวกำหนดว่าผลิตภัณฑ์ได้ออกมาดีหรือไม่ การผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์การใช้สอยหรือเพื่อความงาม การจะผลิตผลิตภัณฑ์ให้ได้ดีนั้นจะต้องประกอบด้วยองค์ 4 อย่าง คือ เตาดี ดินเหนียวดี น้ำยาเคลือบดี (อาจยกเว้นข้อนี้ ถ้าทำผลิตภัณฑ์ชนิดไม่เคลือบ) และ การออกแบบดี

ทั้ง 4 อย่างนี้จะขาดข้อหนึ่งข้อใดเสียไม่ได้เลย ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเตาและการเผาก็นับเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งอันหนึ่งในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

ในอดีตการเผาเครื่องปั้นดินเผาจะทำการเผาใน โถงแจ้ง โดยใช้เศษไม้ใบหญ้า ฟาง และ แกลบทำเป็นเชื้อเพลิงโดยการสูดภาชนะที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้แก่พวกหม้อไห เป็นต้น

ต่อมาได้มีการพัฒนาการ โดยการขุดหลุมใช้เชื้อเพลิง เช่น กิ่งไม้ ฟาง แกลบ หลุมแห้งรองกันหลุม วางผลิตภัณฑ์และใช้เชื้อเพลิงคลุมผลิตภัณฑ์อีกชั้นหนึ่ง และเริ่มมีการทำเตาเผาโดยวิธีการขุดหลุมเป็น โพรงตามธรรมชาติ เช่น บริเวณที่เป็น โลกเนินและจอมปลวกต่างๆ ซึ่งเตาแบบนี้เรียกว่า เตาจอมปลวกหรือเตาขุด ภายหลังต่อมาได้มีการพัฒนาการขึ้นสามารถรู้จักการควบคุมความร้อน การให้ความร้อนตลอดจนเทคนิคต่างๆ จึงได้มีการสร้างเตาเผาริมฝั่งแม่น้ำหรือริมตลิ่งที่เรียกว่า Bank Kiln โดยการวิธีการขุดดินเข้าไปให้เป็นอุโมงค์ โดยมีพื้นที่ด้านหน้าสำหรับใส่พื้นที่เป็นเชื้อเพลิง ส่วนด้านในจะมีพื้นที่สำหรับวางภาชนะเผาด้านหลังสุดจะมีการเจาะช่องให้ทะลุผิวดินทำเป็นปล่องระบายควันและความร้อน เตาในลักษณะนี้นับเป็นเตาระยะแรกในสมัยสุโขทัย และพัฒนาการมาสู่การก่อเตาบนดิน โดยการใช้อิฐก่อเตาที่เรียกว่า เตาทุเรียง ในสมัยสุโขทัย ซึ่งเป็นเตาเผาที่ให้ความร้อนได้สูงมาก เพราะพบหลักฐานที่เป็นภาชนะถูกเผาดีเบียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการลำดับวิวัฒนาการของเตาจะเห็นได้ว่ามีวิวัฒนาการด้านโครงสร้าง รูปแบบอุปกรณ์ เทคนิคการเผา ตลอดจนคุณภาพของเตาที่สามารถได้อุณหภูมิสูงขึ้นไปที่มีหลักฐานปรากฏอยู่ ได้แก่ เตาเผาศรีสังขนาลัย จากการขุดค้นและศึกษาค้นคว้าของนักโบราณคดีไทยร่วมกับนักโบราณคดี ออสเตรเลีย

นอกจากนี้ ยังมีแหล่งเตาเผาในภาคเหนือที่สร้างขึ้น โดยมีรูปแบบเช่นเดียวกันกับเตาเผาที่ศรีสังขนาลัย ได้แก่ เตาสันกำแพง ที่อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ และเตาเวียงกาหลง ที่อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย เป็นต้น

เตาเผาเครื่องปั้นดินเผาจากอดีตถึงปัจจุบันมีอยู่หลายประเภท พอจะแยกประเภทตามการใช้งาน คือ การพิจารณาถึงเวลาของการใช้เตาในการเผาผลิตภัณฑ์ โดยสามารถแบ่งออกได้ 3 ลักษณะ

**1. เตาเผาที่ใช้แบบไม่ต่อเนื่อง** หมายถึง เตาที่เผาเป็นครั้งคราว โดยเผาไม่ติดต่อกัน อาจจะมีการทิ้งระยะเวลารองจนกว่าจะมีผลิตภัณฑ์บรรจุจนเต็มเตาถึงจะได้ทำการเผา เมื่อเผาผลิตภัณฑ์เสร็จแล้วรอให้เย็น แล้วนำผลิตภัณฑ์ออกจากเตา จึงจะมีการบรรจุผลิตภัณฑ์เข้าเตาใหม่ ขนาดของเตาที่นำมาใช้ในลักษณะแบบนี้จะมีขนาดไม่ใหญ่นัก จะเป็นเตาไฟฟ้า เตาแก๊ส เตา น้ำมัน หรือเตาฟืนก็ได้ มักจะเป็นเตาที่ใช้ในสถานประกอบการหรือเป็นเตาที่ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

**2. เตาเผาที่ใช้แบบกึ่งต่อเนื่อง** หมายถึง เตาเผาที่ใช้เวลาการทำงานเกือบจะต่อเนื่องกันไป เพราะเป็นการประหยัดเชื้อเพลิง เตาเผาประเภทนี้จะมีรถเคลื่อน (Kiln Car) ที่บรรจุผลิตภัณฑ์สำหรับเลื่อนเข้าเตาเผา 2 คัน เมื่อรถเคลื่อนคันหนึ่งขณะเผาอยู่ในเตาเผา รถเคลื่อนคันที่อยู่นอกเตาเผาจะต้องทำการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้เสร็จเรียบร้อย หลังจากการเผาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ในรถเคลื่อนคันแรกเสร็จ และเตาเย็นพอประมาณที่จะไม่มีผลต่อการแตกร้าวของผลิตภัณฑ์ออกจากเตาเมื่อปะทะกับอากาศภายนอกเตา ก็ทำการเข็นรถเคลื่อนคันที่บรรจุผลิตภัณฑ์รอเข้าเตาแล้วทำการเผาต่อเนื่องกันไปเลย เตาเผาประเภทนี้จะมีขนาดกลางและขนาดใหญ่เหมาะสำหรับการใช้กับอุตสาหกรรมขนาดกลางถึงอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จะเป็นเตาไฟฟ้า และส่วนมากที่นิยมใช้จะเป็นเตาแก๊ส

**3. เตาเผาที่ใช้แบบต่อเนื่อง** หมายถึง เตาเผาที่ใช้เผาตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเตาเผาที่ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่ผลิตภัณฑ์เครื่องสุขภัณฑ์ กระเบื้องบุผนัง กระเบื้องปูพื้น เป็นต้น เตาที่ใช้เผา คือ เตาอุโมงค์หรือเตาแบบวงแหวน ที่เดินเครื่องตลอดเวลา ผลิตภัณฑ์จะบรรจุอยู่บนรางเลื่อนที่จะพาผลิตภัณฑ์เข้าสู่จุดเผา เมื่อเผาเสร็จก็จะเลื่อนออกมา และส่วนที่ยังไม่ได้เผาก็จะเลื่อนเข้าสู่จุดเผาแทนที่ตลอดเวลา เตาประเภทนี้จะมีระบบการควบคุมอย่างดี เพราะใช้เทคโนโลยีขั้นสูง จึงทำให้การใช้ความร้อนจากเตาเผาได้อย่างคุ้มค่า (สมศักดิ์ ชาวลาวัณย์, 2549 : 167-170)

## 1. เตาเผา (Kiln) ที่ใช้ในการผลิตกระเบื้องดินเผา

**1.1 เตาฟืน (Wood Kiln)** เตาฟืนจัดเป็นเตาโบราณที่ได้รับการยอมรับในการวิวัฒนาการของการเผาแต่อดีต จากหลักฐานภาชนะและซากเตาที่ค้นพบทั้งในประเทศไทย และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้วยการค้าต่างประเทศ บงชี้ให้เห็นถึงลำดับของวิทยาการ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสร้างเตา และไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเผาผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน และจากบทบาทของเตาฟืนจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ถึงแม้จะสามารถแปรเปลี่ยนเชื้อเพลิงหรือโครงสร้างของเตาเผาไปหลากหลายแล้วก็ตาม แต่เตาฟืนก็ยังคงอยู่ โดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น เส้นผ่าศูนย์กลางที่ผ่านการเผาจากเตาฟืนจะได้รับการยอมรับสูงมาก เพราะปฏิกิริยาภายในเตา ขณะทำการเผาลอดจนขบวนการในการเผา ล้วนแล้วแต่น่าสนใจศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

เตาในอดีตของไทยที่ประสบความสำเร็จในการเผาผลิตภัณฑ์จนมีชื่อเสียง เช่น เตาทุเรียง เตาแม่น้ำโจน ในยุคสุโขทัย เตาบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ เตาแม่น้ำน้อย จังหวัดสิงห์บุรี เตาเผาเหล่านี้ ล้วนเป็นเตาเผาที่ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงทั้งสิ้น ในปัจจุบันเป็นน้ำที่เสียขายที่เทคโนโลยีเตาฟืนถูกมองข้ามไปเนื่องจากปัญหาเชื้อเพลิง และทิศทางของนโยบายการผลิตในระบบอุตสาหกรรม เตาฟืนจึงลดน้อยลงยังคงมีเตาฟืนที่สามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์เพียงไม่กี่แห่งเช่นที่จังหวัดราชบุรี เป็นเตาฟืนที่มีรูปทรงยาว สามารถเผาได้อุณหภูมิสูงเรียกว่ากันทั่วไปว่าเตามังกร

รูปทรงและขนาดของเตาฟืนมีมากมายหลายลักษณะ แล้วแต่จุดประสงค์การใช้งาน ซึ่งความแตกต่างกันเหล่านี้มีผลต่อระดับอุณหภูมิที่ได้จากการเผาเช่นกัน เตาฟืนบางชนิดอาจจะใช้เผาผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทินแวร์ เช่น กระเบื้องมุงหลังคา น้ำดิน หรือกระถาง ฯลฯ เตาเผาผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ก็ไม่จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิสูงมากนัก แต่ถ้าเป็นเตาที่ใช้เผาผลิตภัณฑ์ประเภท สโตนแวร์ หรือพอร์-สเลนด์ ก็จะต้องเป็นประสิทธิภาพสูง สามารถเผาให้ได้อุณหภูมิสูงตามต้องการและเป็นที่น่าสังเกตเกี่ยวกับทิศทางของความร้อน คือเตาที่มีทิศทางลมร้อนขึ้นจะเผาได้อุณหภูมิต่ำกว่า เตาที่ทางเดินลมร้อนขนานหรือทางเดินลมร้อนลง

**1.2 เตาแก๊ส (Gas Kiln)** ปัจจุบันเตาแก๊สเป็นเตาที่ได้รับความนิยมในหมู่ผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา เป็นเตาที่ค่อนข้างสะอาดสามารถเผาได้อุณหภูมิ สะดวกต่อการใช้งานประหยัดเชื้อเพลิง เป็นเตาที่สามารถเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ได้ (Reduction Firing) การสร้างเตาแก๊ส โครงสร้างภายในนิยมใช้อลูมินา ชนิดทนไฟสูงเพื่อสามารถเผาในอุณหภูมิสูง และประหยัดเชื้อเพลิง ในปัจจุบันยังนิยมใช้เซรามิกส์ไฟเบอร์ประสิทธิภาพสูงประหยัดเชื้อเพลิงมากกว่า แต่ควรระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัยด้วยเพราะเซรามิกส์ไฟเบอร์ เมื่อใช้งานไประยะหนึ่งจะกรอบตัวและฟุ้งกระจายได้ง่าย เป็นอันตรายมากถ้าสูดหายใจเข้าสู่ร่างกาย (เสกพร ดันศรีประภาศิริ. 2544 : 63-64)

**2. การเผาผลิตภัณฑ์ (Firing)** ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ทุกชนิดจะต้องผ่านการเผาอย่างน้อยหนึ่งครั้งขึ้นไป เพื่อให้เกิดความแข็งแรง คงทนต่อสภาพการใช้งานที่ทำการเผาต้องการมีความรู้เรื่องต่างๆ เกี่ยวกับเชื้อเพลิงที่เผา การวัดอุณหภูมิในการเผา และส่วนประกอบต่างๆ ในเนื้อดินที่ใช้ปั้นภาชนะด้วย การเผาในระยะแรกไม่ควรเร่งไฟให้ร้อนเร็วเกินไป เพราะจะทำให้ภาชนะเกิดระเบิดแตกเสียหายได้เนื่องจากการที่น้ำอยู่ในเนื้อดินปั้นเดือดกลายเป็นไอ ควรค่อยๆ เร่งความร้อนให้อุณหภูมิสูงขึ้นแต่ไม่ควรให้อุณหภูมิขึ้นสูงมากเกินไป 150 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เมื่อเร่งไฟให้อุณหภูมิสูงขึ้นเมื่อภาชนะดินปั้นก็จะรวมตัวแข็งเป็นเนื้อเดียวกัน และเมื่อเผาจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการแล้วปล่อยให้ไมวากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตาเย็นลงทีละน้อยจนกระทั่งอุณหภูมิไม่เกิน 150 องศาเซลเซียส จึงนำภาชนะออกจากเตาได้ (มนูญ ประพันธ์ คดี. ม.ป.ป : 47)

ผลิตภัณฑ์ตั้งโต๊ะประเภทเทอร์สเลนซ์ชนิดนี้จะผ่านการเผาไม่น้อยกว่าสองครั้ง โดยครั้งแรกจะเผาติดก่อน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นรูปไว้มีความแข็งแรงพอที่จะจับถือได้โดยไม่แตกหักเสียหาย และมีความพรุนตัวเหมาะสมจะทำการเคลือบต่อไป แล้วจึงนำไปทำการเผาครั้งที่สอง เรียกว่า เผาสุก ซึ่งมีจุดประสงค์ในการเผาเคลือบบนผลิตภัณฑ์นั่นเอง ซึ่งอุณหภูมิที่จะใช้เผาสูงกว่าการเผาติด ในกรณีที่ต้องการประหยัดเชื้อเพลิง แรงงาน ขั้นตอนและเวลาในการเผา การเผาติดอาจถูกตัดออกไปก็ได้ทำให้เหลือแต่การเผาสุกเท่านั้น วิธีการเช่นนี้เรียกว่า การเผาครั้งเดียว (One Firing) ซึ่งมักนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทอิฐเทินแวร์ สโตนแวร์ สุขภัณฑ์ และลูกถ้วยไฟฟ้า แต่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาติดมาก่อนจะมีคุณภาพดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาสีบนเคลือบจะต้องต่ำกว่าการเผาสุกมาแล้วเสมอ เช่น การรูปลอก หรือขอบเงินขอบทอง เป็นต้น (อำพล วัฒนรังสรรค์. 2531 : 1)

นอกจากนี้ เสริมศักดิ์ นาคบัว (2536: 191) กล่าวว่า iva การเผาควรรู้ทั้ง Pyrometric Cone และ Pyrometer จะช่วยควบคุมอัตราเพิ่มของอุณหภูมิแต่ละชั่วโมง ให้เป็นไปตามกำหนดและจะเป็นเครื่องบอกให้ทราบเมื่อถึงอุณหภูมิที่จะเริ่มปรับบรรยากาศในเตาจาก Oxidation ให้เป็น Reduction กับจะช่วยในการควบคุมอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิให้คงที่ในช่วงของ Soaking ก่อนจะปิดเตาเผา Pyrometric Cone เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยบอกอุณหภูมิในเตาเผาที่แน่นอนที่สุดเพราะ Cone Patch จะวางอยู่ภายในเตา เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ที่มีการเผา ถ้ามี Oxygen Probe อุปกรณ์สำหรับช่วยควบคุมปริมาณออกซิเจนในเตาด้วย จะช่วยให้เผาได้ผลแน่นอนมากยิ่งขึ้นเผาโดยการเริ่ม Reduction อ่อนๆ ที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส และ Reduction แรงขึ้น (แปลไฟแลบพื้น Peep Hole ประมาณ 4 นิ้วฟุต) เมื่ออุณหภูมิประมาณ 800 องศาเซลเซียส ต่อเนื่องไปจน Cone 9 อ่อนตัวปลายชี้ที่ 6 นาฬิกา (120 องศาเซลเซียส) เริ่ม Soaking ให้อุณหภูมิตั้งอยู่ประมาณ 15 - 20 นาที จึงปิดเตาเผา

**2.1 การเผาติด (Biscuit Firing)** คุณสมบัติของดินเปลี่ยนแปลงไป เมื่อความชื้นภายในเนื้อดินถูกขับออกจากเนื้อดิน กล่าว คือ เปลี่ยนแปลงรูปร่างได้อีก นอกจากนี้ยังทำให้ขนาดของผลิตภัณฑ์เล็กลงจากเดิมอีกด้วย เนื่องจากอนุภาคของเนื้อดินอยู่ชิดกันมากขึ้น ภายหลังจากน้ำระเหยออกไปแล้ว ระยะเวลาที่น้ำระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความชื้นในอากาศ และอุณหภูมิห้อง ภาชนะที่ฝังไว้กลางแสงแดดจะแห้งเร็วกว่าผลิตภัณฑ์ที่ฝังในร่ม การทำให้ภาชนะแห้งสนิทแล้วให้กลับขึ้นใหม่เป็นการเสี่ยงต่อการแตกร้าวในตัวผลิตภัณฑ์อย่างยิ่ง โดยทั่วไปการเพิ่มความชื้นแก่ผลิตภัณฑ์มักเริ่มด้วยการพ่นละอองน้ำเป็นฝอยลงบนภาชนะ แล้วจึงอบภาชนะไว้ในถุงพลาสติก ซึ่งภายในบรรจุฟองน้ำเปียกเอาไว้ นอกจากนี้การระเหยของน้ำภายในผลิตภัณฑ์ที่เร็วเกินไปก็เป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวหรือเกิดการบิดเบี้ยวขึ้นได้เช่นกัน จึงควรใช้วิธีปล่อยภาชนะให้แห้งภายในที่ร่มจะเหมาะสมที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ปล่อยให้แห้งสนิทแล้วเรียกว่าผลิตภัณฑ์กรีนแวร์ ซึ่งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า พร้อมจะนำไปบรรจุเข้าเตาเพื่อทำการเผาติดต่อไป

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเผาเริ่มต้นด้วยการอุ่นเตาเผาที่บรรจุภาชนะแล้วเป็นเวลาอย่างน้อย 2 - 3 ชั่วโมง จนถึง 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนภาชนะและขนาดของเตาเผา ในระยะแรกควรเปิดฝาเตาแง้มไว้บ้าง เพื่อให้ความชื้นที่ถูกขับออกจากผลิตภัณฑ์ออกจากเตาได้สะดวก ซึ่งถ้าภาชนะออกไปอยู่ที่ฝาเตาก็จะพบว่าเมื่อไอน้ำปรากฏขึ้นบนผิวกระจก ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่หรือหนาควรเพิ่มปริมาณความร้อนอย่างช้าๆ จะทำให้ลดความเสี่ยงต่อการแตกร้าวได้ การเผาผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาเร็วเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์ระเบิด เนื่องจากไอน้ำภายในเนื้อดินระเหยออกมาไม่ทันทำให้เนื้อดินประทุและระเบิดออกมาในที่สุด อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเผาคือ ระหว่าง 840 - 999 องศาเซลเซียส (โคน 010 - 06) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อดิน เนื้อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาแล้วจะไม่ละลายน้ำอีกต่อไป และมีความแข็งแรงจะจับหัวได้อย่างมั่นคงไม่เปราะหักง่าย อย่างไรก็ตามการเผาจะต้องเผาที่อุณหภูมิไม่สูงเกินไป จนทำให้เนื้อดินเสียความพรุน ผลิตภัณฑ์เผาที่อุณหภูมิต่ำกว่า โคน 012 อาจเสียหายในระหว่างการเผาเคลือบได้ เนื่องจากปริมาณของสารละลายฟลักซ์ถูกดูดซึมเข้าสู่เนื้อดินที่มีความพรุนมากเกินไป การเผาผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อดินและเนื้อเคลือบที่แตกต่างกัน ควรแยกการเผาออกทีละครั้ง ผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น การเผาเคลือบเคลือบ สามารถเผาครั้งเดียวเสร็จ ผลิตภัณฑ์บางชนิดต้องมีการเผาเคลือบเสียก่อนแล้วจึงค่อยนำมาเคลือบและเผาเคลือบจึงแล้วเสร็จ การรักษาและควบคุมอุณหภูมิเป็นสิ่งสำคัญที่จะนำไปสู่ผลสำเร็จของการเผา เพราะการเผาอุณหภูมิที่เที่ยงตรงต่อจุดสุดท้ายจะทำให้เนื้อดินและเนื้อเคลือบมีความแข็งแรงและงดงาม (บุญฉวีรัตน์ พิษณุ ไพบูลย์. 2538: 196-198)

**2.2 การเผาเคลือบ (Glost Firing)** การเผาเคลือบ เป็นการเผาเพื่อให้เนื้อเคลือบที่ติดอยู่บนพื้นผิวผลิตภัณฑ์เกิดการหลอมละลายกลายเป็นเนื้อแก้วอยู่บนพื้นผิวผลิตภัณฑ์ โดยติดเป็นเนื้อเดียวกัน จะมันแวววาวหรือด้านก็ได้ เคลือบและเนื้อผลิตภัณฑ์จะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นได้ โดยเนื้อดินจะสุกตัวเพิ่มขึ้นเช่นกัน สามารถทนกรดและด่างได้ ของเหลวหรือน้ำไม่สามารถซึมผ่านได้หรือซึมผ่านได้น้อย อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาเคลือบจะขึ้นอยู่กับชนิดของเคลือบ เช่น เคลือบไฟต่ำหรือเคลือบไฟสูง โดยมีสูตรส่วนผสมและวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบแตกต่างกัน ดังนั้น การเลือกใช้เคลือบผลิตภัณฑ์จะต้องเลือกใช้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปใช้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ เช่น เพื่อประโยชน์ใช้สอยหรือเพื่อความงาม เป็นต้น

ตัวอย่างเช่น การใช้เคลือบไฟต่ำที่มีสูตรผสมของตะกั่วหรือบอแรกซ์ นำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ที่นำไปใช้ประดับตกแต่ง เช่น กระเบื้องผนังหลังคาวัด แต่ตะกั่วหรือบอแรกซ์ไม่ได้ใช้รูปของฟrit เมื่อนำกระเบื้องประเภทนี้ไปใช้เมื่อถูกน้ำฝนตะกั่วและบอแรกซ์บางส่วนที่อยู่ในกระเบื้องเคลือบยังสามารถละลายน้ำได้อยู่ ดังนั้นการโปรยน้ำฝนจากหลังคาวัดมารับประทานจะเป็นอันตรายได้เช่นกัน การเคลือบไฟต่ำที่เป็นเคลือบตะกั่วหรือบอแรกซ์ จะมีการหลอมตัวที่สั้น ดังนั้นการเผาเคลือบชนิดนี้ที่อุณหภูมิ 700 - 800 องศาเซลเซียส จะต้องระมัดระวังเมื่อเผาถึงจุดที่อุณหภูมิกำหนดไว้จะต้องหยุดไฟทันที มิฉะนั้นน้ำเคลือบจะไหลติดชั้นวางหรือหีบดินที่ใช้ จะทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายได้ ถึงแม้การเว้นไม่เคลือบตรงฐานผลิตภัณฑ์ไว้มากก็ตาม ส่วนการเคลือบไฟสูงที่ใช้อุณหภูมิตั้งแต่ไมวากรณ์ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1,250 องศาเซลเซียสขึ้นไป โดยมีสูตรส่วนผสมของสารที่ช่วยลดอุณหภูมิ (Flux) น้อย การเผาเคลือบชนิดนี้เมื่อเผาถึงอุณหภูมิตามที่กำหนดแล้ว คือ เคลือบถึงจุดสุกตัวควรแช่ไฟหรือทำอุณหภูมิความร้อนให้คงที่ไว้ชั่วคราว เพื่อให้เคลือบหลอมตัวอย่างดี มีผิวเรียบสม่ำเสมอแล้วทำการปิดไฟและจะต้องปิดช่องต่างๆ เช่น ช่องคูไฟที่มีอยู่ ถ้าเป็นเตาแก๊สหรือเตาน้ำมันก็ต้องปิดช่องระบายความร้อน (Damper) ด้วย เพื่อให้ความร้อนภายในเตาเย็นตัวอย่างช้าๆ ก่อนจะนำผลิตภัณฑ์ออกจากเตาจะต้องรอให้เตาเย็นลงถึงอุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการเผาดิบจึงทำการเปิดเตาแล้วนำผลิตภัณฑ์ออก ถ้าเปิดเตาในขณะที่เตายังอุณหภูมิสูงอยู่ จะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการแตกร้าวได้ เช่นเดียวกับการเผาดิบแล้วยังทำให้อิฐภายในเตาเผาเกิดการแตกร้าวได้เช่นกัน เพราะปฏิกิริยาความร้อนกระทบความเย็น การเร่งไฟหรือเพิ่มอุณหภูมิความร้อนในเตาจะต้องเป็นไปอย่างเหมาะสมในอัตราโดยเฉลี่ยประมาณ 50 - 100 องศาเซลเซียส (สมศักดิ์ ขวาลวัฒน์. 2549: 192-194)

**3. บรรยากาศในการเผา (Firing Atmosphere)** ในการเผาไหม้โดยทั่วไปจะมีพวกก๊าซที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ได้แก่ ออกซิเจน (Oxygen) ไนโตรเจน (Nitrogen) คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide) ไอน้ำ (Water Vapor) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur Dioxide) และอื่นๆ ปริมาณและสัดส่วนของก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมเพื่อให้ได้บรรยากาศที่เรียกว่า ออกซิเดชัน (Oxidation) ซึ่งหมายถึง การเผาไหม้ที่ใช้ปริมาณออกซิเจนในอากาศมากเกินพอ ที่จะทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ โดยปกติก๊าซออกซิเจนและก๊าซไนโตรเจน จะมีอยู่ทั่วไปในบรรยากาศ ส่วนไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นผลเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงประเภท ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon Fuel) ในกรณีออกซิเจนไม่เพียงพอสำหรับการเผาไหม้ จะทำให้เกิดก๊าซ คาร์บอนมอนอกไซด์ขึ้น การเผาแบบนี้เรียกว่า การเผาแบบรีดักชัน (Reduction Firing) บางช่วงจำเป็นต้องใช้บรรยากาศแบบรีดักชัน (Reduction Atmosphere) เพราะจะช่วยให้เกิดการฟอกสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ให้ขาวขึ้น เนื่องจากเหล็กในเนื้อดินที่ผ่านการเผาวิธีนี้ จะอยู่ในสภาพเฟอร์รัสออกไซด์ (FeO) ที่มีออกซิเจนต่ำสุดเพียงแค่ครึ่งตัว จะให้สีค่อนข้างเขียวอมฟ้า แทนที่จะมีสีขาวอมเหลือง ทำให้มีความรู้สึกว่าผลิตภัณฑ์ที่เผาแบบรีดักชันมีความขาวขึ้น

**3.1 การเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxygen Firing : OF)** จะต้องทำให้บรรยากาศในเตาเผาเมื่อออกซิเจนมากเกินพอ ซึ่งทำได้โดยให้อากาศผ่านเข้าเตาอย่างเต็มที่ โดยการปรับหัวพ่นไฟและปริมาณเพียงพอที่จะไล่ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ ให้พ้นออกไปจากเตาได้เร็วที่สุด ซึ่งควรจะต้องเปิดแดมเปอร์ (Damper) หรือตัวควบคุมความร้อนออก สำหรับเตาที่ใช้แดมเปอร์ชนิดเสียบ แต่ถ้าเป็นเตาที่ใช้แดมเปอร์ชนิดเป็นรูหลังปล่อง ต้องปิดรูแดมเปอร์ให้หมด ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเริ่มตั้งแต่ 400 องศาเซลเซียสขึ้นไป หลังการไล่ไอน้ำอิสระ (Free Water) ออกไป จนถึงอุณหภูมิ 900 - 950 องศาเซลเซียส จะแช่หรือคงที่อุณหภูมิการเผาไว้ จนมั่นใจว่าการไล่คาร์บอนออกจากเนื้อดินผลิตภัณฑ์ที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เผาได้หมด จากนั้นจะดำเนินการเผาไปเรื่อยๆ จนถึงอุณหภูมิสุดท้ายของการเผาตามต้องการ เรียกว่า จุดสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ แล้วเย็นไฟเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สุกทั่วกัน ก่อนจะปิดเตา ทิ้งให้เตาเย็นลง

**3.2 การเผาในบรรยากาศรีดักชัน (Reduction Firing : RF)** การเผาแบบรีดักชัน (Reduction Firing) นี้ ช่วงแรกต้องเผาแบบออกซิเดชันไปจนถึงอุณหภูมิ 950 - 1000 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในช่วงนี้จะคงค่าอุณหภูมิการเผาไว้ จนแน่ใจว่าไล่คาร์บอนไดออกไซด์จากเนื้อผลิตภัณฑ์ที่เผาหมดแล้ว จึงทำการปรับเปลี่ยนบรรยากาศการเผาเป็นบรรยากาศรีดักชัน โดยเปิดตัวควบคุมความร้อน (Damper) ของเตาประมาณ 50 % สำหรับเตาที่แคมเปอร์แบบเสียบ ถ้าเป็นเตาที่ใช้แคมเปอร์แบบรูหลังปล่อง ต้องเปิดรูแคมเปอร์สังเกตเปลวไฟที่แลบออกมาจากด้านหน้าและด้านหลังของเตาเผา เผาไปเรื่อยๆ จนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ และคงค่าอุณหภูมิเผาไว้จะใช้เวลาเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับขนาดของเตาเผา ผลิตภัณฑ์ที่เรียงเข้าเตาและเคลื่อนในช่วงที่เย็นไฟนี้ มักจะเปลี่ยนบรรยากาศการเผาให้เป็นบรรยากาศที่เป็นกลางจนปิดเตาทิ้งให้เย็นลง (ไพจิตร อังศิริวัฒน์. 2541: 295-296)

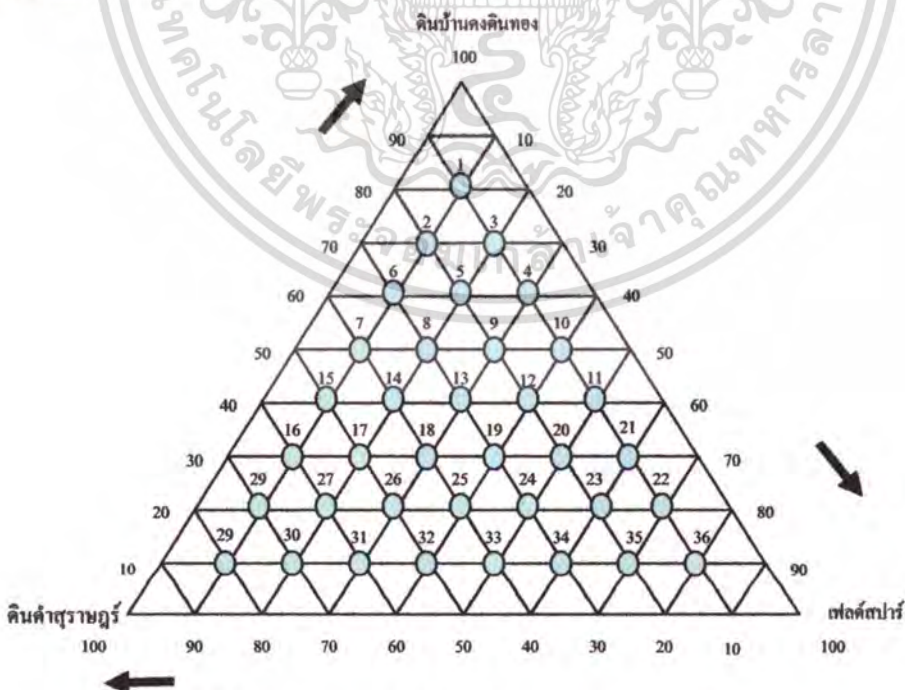
### 2.3 การหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend)

แผนภาพไตรคูลยภาค (Triaxial Diagram) คือแผนผังตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าที่ใช้สำหรับคำนวณหาอัตราส่วนการผสมของวัตถุดิบที่ใช้ทำเนื้อดินปั้น โดยใช้วัตถุดิบ 3 ชนิดมาผสมกัน Multiaxial เป็นการกำหนดความต้องการของการประพติโครงสร้าง เช่นกระทำซ้ำๆ กำหนดพฤติกรรมให้เป็นไปตามแนวทางที่กำหนดหรือธาตุที่นำมาผสมในพื้นที่ที่จำกัด เป็นแนวทางของการฝึกหัด

สำหรับการปฏิบัติการออกแบบที่มีผลกระทบ เราจะศึกษาแผนภาพไตรคูลยภาคได้อย่างไร ซึ่งโดยปกติแล้วแนวทางจะใช้พิจารณาที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของส่วนผสมของวัสดุและเป็นการใช้แนวทางตามแผนภาพไตรคูลยภาค ก็เป็นปัจจัยที่นิยมในการทดสอบทั่วโลก เพื่อได้รับแนวทางการคัดเลือกให้ได้ซึ่งเป็นหนึ่งเดียว ของการทดสอบส่วนผสมของวัสดุ ที่เป็นส่วนผสมในลักษณะสามทางตามแนวกริชที่ทดสอบหาความแข็งแรงของวัตถุดิบที่มีส่วนผสมที่แตกต่างกัน การทดสอบส่วนผสมของวัสดุประเภทเคลือบของเซรามิกส์ ที่เป็นส่วนผสมในลักษณะสามทาง ตามแนวกริชที่ทดสอบหาความแตกต่างของส่วนผสมที่ต้องการสีสันที่ออกมาในลักษณะที่แตกต่างกัน ตลอดถึงรายละเอียดของสิ่งที่จะนำมาผสมที่มีความแตกต่างกันที่มีความละเอียด (Microstructure) ความหนาแน่น และที่ต้องการความแข็งแรงสูง สิ่งที่ส่งผลในการทดสอบให้เห็นความเปราะ (Stress Strain) ซึ่งเป็นข้อบังคับที่ใช้สำหรับการควบคุมพฤติกรรม ความหนาแน่น ความแข็งแรง ซึ่งปกติแล้วอาจจะมาสามารถตรวจสอบได้ แนวทางการทดสอบในลักษณะไตรคูลยภาคมีลักษณะเกี่ยวข้องกับ 100 รูปแบบ แนวทางสำหรับการทดสอบความแน่นอนภายใต้เงื่อนไขต่างๆ Compressive การแสดงให้เห็นถึงแนวทางที่ถูกกระทำเพื่อใช้ปัจจัยเหล่านี้ เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องการความแข็งแรง ความเป็นปกติ หรือเพื่อขยายและปรับปรุงแก้ไข

แผนปฏิบัติการของสิ่งที่ต้องการทดสอบทั้งหมด เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อหาความแน่นอน ที่เกี่ยวกับความแข็งแรง ตัวเลขที่เพิ่มจำนวนสำหรับการทดสอบตั้งแต่ 21 จุด จนถึง 66 จุด การคำนวณในลักษณะ 3 มิติ ของโครงสร้างเชิงซ้อน คือสถานะที่เกี่ยวข้องกับความ เป็นศิลปะ เพราะฉะนั้นด้านข้างและแนวที่เห็นจะเป็นการกำหนดวัสดุทางที่ตายตัว Longitudinal ของ ความเที่ยงตรงภายใต้ Triaxial ความมุ่งมั่นคือ การวัดคุณภาพในด้านต่างๆ ระหว่างการทดสอบ ความสัมพันธ์ระหว่างความคลึงเครียด ความเครียดสำหรับความแน่นอนภายใต้ Triaxial ที่เป็นการแสดง ความชัดเจน คือ Formulated เป็น Constitutive เป็นกฎข้อบังคับซึ่งสามารถถูกเพิ่มเข้าไปจนถึง ความสามารถขีดสุดในส่วนผสม โพรแกรมหาตุภายในโครงสร้างของงานวิจัย การควบคุมพฤติกรรม ของมวลวัสดุที่มีความแข็งแรงสูงภายใต้ Longitudinal และ Rotationally การจัดการที่นำเข้ามาสู่เงื่อนไข ของสัดส่วนที่ถูกตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง การใช้ Triaxial เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของภาชนะ การแสดง ให้เห็นถึงความเครียดที่ถูกตรวจสอบ คือตัวแทน โดยเฉพาะสำหรับข้อทดสอบของตัววัสดุ ภายใต้ เงื่อนไขที่จำกัด Deformation เช่น การแสดงสัดส่วนของการผสมของมวลวัสดุต่างๆ ความเชื่อมั่นที่ แน่ใจหรือเป็นแนวทาง โครงการที่เกี่ยวข้องกับสัดส่วนในการผสมดำเนินต่อไปที่ละชั้น ที่ Technische Universit WM Tenchen ในสนามของ Multiaxial การทดสอบของความหนักแน่นระหว่างทศวรรษ สดท้าย (1 ถึง 5) เปรียบเทียบให้เห็นความคล้ายกันของการทดสอบ Triaxial มาตรฐานที่ผ่านมา เทคนิค การทดสอบสามารถถูกปรับปรุงโดย Modernized การทดสอบที่ควบคุมซึ่งทำให้สิ่งที่ต้องการต่างๆ ใช้ ได้ผล หรือควบคุมสัดส่วนในการผสมซึ่งนำมาผสมกัน ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่นิยมสูง ที่นำไปสู่ความมั่นใจ ภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่าง คือ การสามารถตรวจสอบได้โดยเงื่อนไข



ภาพที่ 2.3 แสดงการสุ่มวัสดุคิบจากตารางสามเหลี่ยม

(ที่มา : พรชัย ปาทุง, 2551)  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการอ่านค่าส่วนผสมตามตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) แทนค่าวัตถุคิบ 3 ชนิด ดังนี้

|   |     |                 |
|---|-----|-----------------|
| A | แทน | ดินบ้านคงดินทอง |
| B | แทน | เฟลด์สปาร์      |
| C | แทน | ดินคำสุราษฎร์   |

วิธีการอ่านค่าในตาราง ให้ลากเส้นจากจุดที่ต้องการอ่าน โดยเมื่อต้องการอ่านค่าของวัตถุคิบให้ลากเส้นจากจุดนั้นให้ขนานกับมุมของวัตถุคิบนั้นไปตัดกับด้านที่บอกค่าของวัตถุคิบนั้น ยกตัวอย่างจุดที่ 13 ประกอบไปด้วยวัตถุคิบดังนี้

ค่าวัตถุคิบ A คือ เส้นที่ลากจากจุด 13 ขนานกับมุม A ไปตัดด้าน A-B จะได้ค่า  $A = 30$

ค่าวัตถุคิบ B คือ เส้นที่ลากจากจุด 13 ขนานกับมุม B ไปตัดด้าน B-C จะได้ค่า  $B = 30$

ค่าวัตถุคิบ C คือ เส้นที่ลากจากจุด 13 ขนานกับมุม C ไปตัดด้าน C-A จะได้ค่า  $C = 40$

ค่าที่อ่านได้จากตารางสามเหลี่ยม เมื่ออ่านแล้วจะต้องรวมกันได้ 100 พอดี และถ้ารวมตัวเลขได้มากกว่า 100 หรือน้อยกว่า 100 ก็แสดงว่า ค่าที่อ่านได้นั้นเป็นค่าที่ผิด

## 2.4 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้น

การทดสอบเนื้อดินจากแหล่งธรรมชาติสามารถทำได้การนำตัวอย่างจำนวน 2-3 กิโลกรัม จากตำบลต่างๆ มาทดสอบ เริ่มจากการนำดินมาตากแดดให้แห้งแล้วบดให้ละเอียด นำมากรองด้วยตะแกรงขนาด 30 เมช เพื่อแยกเศษหินหรือทรายที่หยาบออก แล้วจึงนำมาแช่น้ำและคนให้เข้ากันเป็นน้ำดิน นำน้ำดินมาผ่านการกรองอีกครั้งด้วยตะแกรงอันเดียวกัน หากมีการตกตะกอนของทรายในเนื้อดินให้ขจัดออกเสีย นำน้ำดินที่ได้มาทำให้หมดด้วยการเทลงบนแผ่นปูนพลาสติก แล้วทำการนวดเพื่อทดสอบหาค่าความพรุนตัว ความหดตัว และความเหนียวของเนื้อดินต่อไป

ผิวหน้าดินเกือบทุกแห่งจะเป็นดินเอร์ทเทินแวร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้เนื้อดินสำหรับการตกแต่งได้คืออีกด้วย แต่อาจเติมสารฟลักซ์ลงในเนื้อดินเพื่อทำให้น้ำดินมีการเกาะตัวเมื่อนำไปเผาในบางท้องถิ่น เช่น ตลิ่งชายน้ำ อาจจะพบเนื้อดินสโตนแวร์หรือดินทนไฟ (ปทุมรัตน์ พิชญ์ไพฑูรย์. 2538 : 25)

สมบัติของดินสามารถแยกได้ 2 ประเภท คือ คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Property) และคุณสมบัติทางเคมี (Chemical Property) ซึ่งสมบัติทั้ง 2 ชนิด เป็นส่วนสำคัญของดินที่จะนำมาเป็นวัตถุคิบในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาอย่างยิ่ง (อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543 : 19)

1. ความเหนียวของเนื้อดิน (Plasticity) คือคุณสมบัติวัตถุคิบสามารถเปลี่ยนแปลงสภาพรูปทรงได้ โดยไม่เกิดการแตกหักเมื่อใช้แรงกดหรือบีบ และวัตถุคิบนั้นสามารถคงรูปทรงอยู่ได้ เมื่อปล่อยแรงที่กดหรือบีบออกแล้ว ปัจจัยต่างๆ ที่สามารถทำให้ดินมีความเหนียวเพิ่มขึ้นได้แก่ ความละเอียด และความชื้น ดินที่มีความละเอียดมากจะมีความเหนียวมากกว่าดินที่มีความละเอียดน้อย ดินที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านการหมักหรืออบแบบสูญญากาศ แล้วมีความชื้นสม่ำเสมอก็就会有ความเหนียวเพิ่มขึ้น และดินที่มีความชื้นมากก็就会有ความเหนียวมากกว่าดินที่ความชื้นน้อยเป็นต้น

การหาค่าความเหนียวของดินแบบง่ายๆ ในภาคสนามหรือขณะที่ขุดดินขึ้นจากแหล่งสำรวจ สามารถทำได้โดยการนำดินมาขยำกับน้ำให้มีความชื้นที่พอเหมาะ คลึงดินเป็นแท่งกลมขนาดเท่าแท่งดินสอ มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1 เซนติเมตร แล้วนำมาขรอบนิ้วมือ ถ้าแท่งดินไม่ขาดหรือแตกร้าวแสดงว่ามีความเหนียวดี แต่ถ้ามีรอยแตกของดินมากแต่ยังไม่ขาดแสดงว่าดินไม่ค่อยมีความเหนียว การทดสอบดังกล่าวข้างต้นอาจจะหาค่าความเหนียวเป็นเกณฑ์ได้ยาก ถึงแม้จะมีหลักการยังคงดินเป็นเส้นเล็กเท่าไร ม้วนแล้วไม่แตก แสดงว่ายังมีความเหนียวมากก็ตาม เพราะไม่มีเกณฑ์ในการใช้ปริมาณน้ำในเนื้อดินที่แน่นอน



ภาพที่ 2.4 การทดสอบความเหนียวของเนื้อดินบ้านลุงดินทอง

(ที่มา : พรชัย ปานทุ่ง. 2551)

2. การหดตัวของดิน (Shrinkage Test) คือ การทดสอบหาค่าความหดตัวของเนื้อดินสามารถวัดได้ 2 ขั้นตอนได้แก่ การหดตัวเมื่อก่อนเผาและการหดตัวภายหลังการเผา การหดตัวเมื่อแห้งขึ้นอยู่กับความเหนียวและความละเอียดของดิน ส่วนการหดตัวหลังเผาบอกถึงความทนไฟของเนื้อดินหรือความสุกตัวของเนื้อดิน การทดสอบความหดตัวของเนื้อดิน ทำให้สามารถคำนวณขนาดของผลิตภัณฑ์ภายหลังการเผาได้ถูกต้อง การทดสอบความหดตัวของเนื้อดินนิยมทำเป็นแท่ง หรือหดตัวตามความยาว (Linear Shrinkage) สามารถทำได้โดยง่าย ส่วนการทดสอบการหดตัวโดยรวมของมวล (Volume Shrinkage) ทำได้ยากต้องมีเครื่องพิเศษ โดยทำก้อนตัวอย่างเป็นรูปไข่ ชั่งน้ำหนักในปรอท คำนวณค่าน้ำหนักและขนาดก่อนเผา คำนวณค่าน้ำหนักและขนาดภายหลังการเผา หาค่าความหดตัวรวมโดยมวลออกมาเป็นอัตราส่วนร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบความหดรัดนี้สามารถทำการทดสอบดินตัวอย่างที่ขุดพบ หรือทดสอบกับเนื้อดินทุกชนิดที่เตรียมขึ้นในโรงงาน เพื่อเปรียบเทียบกับค่าความหดรัดของมาตรฐานเดิมในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์

### ขั้นตอนในการทดสอบ

1. เตรียมตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม ผึ่งให้แห้ง บดให้เป็นผง นำดินตัวอย่างไปผสมกับน้ำ 1 : 2 ให้กลายเป็นดินเหลว กรองผ่านตะแกรง 120 เมช ถ้าเป็นดินขาว แต่ถ้าเป็นดินเหนียวกรองผ่านตะแกรง 80 เมช

2. นำน้ำดินไปกระอะให้แห้งในแบบพิมพ์ปูนพลาสติก เมื่อดินแห้งหมาดๆ นำมานวดด้วยมือให้เป็นเนื้อดินเดียวกัน ไล่ฟองอากาศให้หมดไป ใช้ลวดตัดดินตรวจดูไม่ให้มีฟองอากาศในเนื้อดิน ถ้ามีฟองอากาศในเนื้อดิน เมื่อนำไปกดแผ่นทดสอบจะแตกภายหลังการเผา

3. ทำแผ่นทดสอบ 1 ชิ้น ขนาดกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 13 เซนติเมตรหนา 1 เซนติเมตร ชีดเส้นกลางยาว 10 เซนติเมตร และวัดตัดหัวท้ายของความยาว 10 เซนติเมตร (ความยาวของเส้นที่ชีดเส้นจะต้องเที่ยงตรง 10 เซนติเมตรพอดี) เพื่อใช้กดแท่งทดสอบดิน ให้มีขนาดเท่ากันทุกแท่ง

4. ตัวอย่างดินแต่ละชนิดกดแผ่นทดสอบในแบบพิมพ์ปูนพลาสติกตัวอย่างละ 10 แผ่น แผ่นทดสอบสามารถทำเป็นแท่งกลมชนิดใช้วิธีกดอัดดินออกหัวแบบตามตั้ง ให้ไหลลงมาแล้วตัดเป็นท่อนให้ได้ความยาวตามต้องการ ทำารงรูปตัววีรองรับแท่งดินไม่ให้แท่งดินบิดเบี้ยวจากการหดรัด เขียนเส้น 10 เซนติเมตร และเส้นตัดหัวท้ายบนแท่งทดสอบ

5. ทิ้งแผ่นทดสอบให้แห้งตัว 24 ชั่วโมง จากนั้นนำแผ่นทดสอบไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

6. เมื่อแผ่นทดสอบแห้งดีแล้ว นำแผ่นทดสอบจำนวน 5 แผ่น มาวัดค่าความหดรัด หาค่าเฉลี่ยของการหดรัดโดยเอา 5 หาร เมื่อได้ค่าหดรัดเมื่อแห้งแล้วนำมาเข้าสู่สูตร หาค่าความหดรัดเป็นอัตราส่วนร้อยละตามสูตรดังนี้

ความยาวเปียก — ความยาวแห้ง

X 100

ความยาวเปียก

7. นำแผ่นทดสอบทั้ง 5 แผ่น ไปเผาในเตาเผาผลิตภัณฑ์ ถ้าทดสอบเนื้อดินเพื่อใช้ในการผลิตของโรงงาน หรือเผาในอุณหภูมิและบรรยากาศที่ต้องการทดสอบ แผ่นทดสอบที่เผาแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยความหดรัดหลังการเผาและคำนวณตามสูตรดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำแผ่นทดสอบไปชั่งน้ำหนักที่ดูดซึมน้ำจวบจนตึงไว้ นำมาคำนวณตามสูตร ทั้ง 5 ตัวอย่าง ดังสูตรดังนี้

### น้ำหนักเปียก – น้ำหนักแห้ง

X 100

### น้ำหนักแห้ง

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินชนิดต่างๆ

| เนื้อดิน            | เปอร์เซ็นต์ |
|---------------------|-------------|
| อิฐก่อสร้าง         | 20-40       |
| ดินเอิร์ทเทินแวร์   | 5-20        |
| ดินสโตนแวร์         | 1-5         |
| กระเบื้องบุผนัง     | 15-20       |
| กระเบื้องปูพื้น     | 3-5         |
| อุปกรณ์ทนไฟในเตาเผา | 18-25       |

5. ค่าความแข็งแรง (Bending Strength, Modulus of Rupture: MOR) คือ การทดสอบความแข็งแรงของเนื้อดิน คือ การทดสอบความแข็งแรงก่อนเผา (Green Strength) และการทดสอบความแข็งแรงหลังเผา (Fired Strength)

การทดสอบความแข็งแรงก่อนเผา (Green Strength) การทดสอบความแข็งแรงก่อนเผาเป็นการหาค่าความเหนียวและความละเอียดของเนื้อดินในทางอ้อม เนื้อดินมีความละเอียดมากจะมีความแข็งแรงสูงดินที่ขุดพบในแหล่งใหม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานเดิม ถ้ามีผลใกล้เคียงกันก็สามารถนำมาใช้แทนกันได้อย่างปลอดภัย

การเตรียมตัวอย่างเพื่อการทดสอบจะต้องทำตามกรรมวิธีการผลิตด้วย ตัวอย่างเช่น ดินที่ปั้นด้วยมือ ควรอัดแท่งทดสอบด้วยมือ ดินเครื่องสุกัณฑ์ที่เป็นน้ำดินหล่อ ควรเทแท่งทดสอบด้วยวิธีการหล่อน้ำดิน และเนื้อดินสำหรับอัดกระเบื้อง แท่งทดสอบก็ควรใช้วิธีอัดด้วยแรงดันสูงใกล้เคียงกันเพื่อผลการทดสอบที่ได้มาตรฐาน การทดสอบความแข็งแรงของเนื้อดินก่อนเผา มีประโยชน์เพื่อใช้วัดค่าความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ก่อนเผา สามารถตกแต่งและหีบขยภผลิตภัณฑ์เข้าเตาได้อย่างปลอดภัย เป็นการควบคุมการสูญเสียเบื้องดินหลังการขึ้นรูป ก่อนที่จะนำผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผา สารกันตกตะกอนที่ช่วยให้ดินกระจายตัวได้สม่ำเสมอมีผลช่วยให้เนื้อดินเกาะตัวกันแน่นดังนั้นดินหล่อจึงมีค่าความแข็งแรงมากกว่าดินเหนียวที่ใช้ขึ้นรูปแบบจิกเกอร์ จากเนื้อดินสูตรเดียวกันไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแผ่นทดสอบและแท่งทดสอบดินขาวร้อนผ่านตะแกรง 120 เมช ดินเหนียวร้อนผ่านตะแกรง 80 เมช ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อนำแท่งทดสอบออกจากเตาอบแล้ว นำไปเก็บไว้ในกรอบแก้วที่ไม่มีความชื้น นำแท่งทดสอบแท่งแรกไปทำการทดสอบในทันที และแท่งต่อไปตามลำดับ ค่าความชื้นที่เปลี่ยนแปลง มีผลต่อค่าการทดสอบความแกร่งมาก ดังนั้นควรทดสอบทันทีหลังการอบแห้งสนิทที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ไม่ควรวางแท่งทดสอบทิ้งไว้นานเกินไป การทดสอบความแกร่งของดินก่อนเผา ในห้องปฏิบัติการบางแห่ง ใช้วิธีอบแผ่นทดสอบให้แห้งที่ 100 องศาเซลเซียส แล้วทิ้งไว้ที่ควบคุมความชื้นอีก 24 ชั่วโมง ซึ่งพยายามให้แท่งทดสอบมีสภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมากที่สุด คือ มีความชื้นอยู่เล็กน้อย ตัวอย่างเช่น ถ้ามีความชื้นสูงถึง 80 % ความแกร่งจะลดลง ไปเกือบครึ่งของตัวอย่างที่อบแห้ง 100 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2.5 แสดงความแกร่งของเนื้อดินชนิดต่างๆ ก่อนเผา (MOR)

| เนื้อดิน             | ปอนด์/ตร.นิ้ว | กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร |
|----------------------|---------------|---------------------------|
| เอิร์ทเทินแวร์       | 450-650       | 32-46                     |
| วิทเทรียส ไฮเต็ลแวร์ | 500-700       | 35-49                     |
| สโตนแวร์             | 800           | 56                        |
| บอนไซน่า             | 350-450       | 25                        |
| กระเบื้องบุผนัง      | 300           | 21                        |
| วิทเทรียส (สุขภัณฑ์) | 400-500       | 28-35                     |

(ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2541: 265 อ้างมาจาก Ryan, W. & Radford, C. 1987 Whiteware. p.201)

การทดสอบความแกร่งหลังเผา (Fired Strength) แผ่นทดสอบและแท่งทดสอบที่ขึ้นรูปด้วยวิธีต่างๆ เมื่อนำไปเผาพร้อมผลิตภัณฑ์จากตารางการเผาจริงเสร็จแล้วให้นำมาทดสอบความแกร่งหลังการเผาได้ ความแข็งแกร่งของเนื้อดินภายหลังการเผาอาจมีน้ำเคลือบ หรือ ไม่มีน้ำเคลือบก็ได้ แต่ต้องทำตามขั้นตอนตามมาตรฐานเดิม เพื่อการเปรียบเทียบกับผลการทดลองในครั้งก่อนๆ

ตารางที่ 2.6 แสดงความแกร่งของเนื้อดินชนิดต่างๆ หลังเผา (MOR)

| เนื้อดิน             | กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร |
|----------------------|---------------------------|
| เอิร์ทเทินแวร์       | 490-630                   |
| วิทเทรียส ไฮเต็ลแวร์ | 700-840                   |
| สโตนแวร์             | 985                       |
| บอนไซน่า             | 985-1400                  |
| กระเบื้องบุผนัง      | 160                       |
| วิทเทรียส (สุขภัณฑ์) | 840                       |

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องทดสอบความแกร่งในปัจจุบันเป็นระบบไฟฟ้า สามารถควบคุมความเร็วของลิ้มที่ตกลงมาได้สม่ำเสมอทุกครั้ง เครื่องแบบเก่าหมุนด้วยมือ ควรใช้ตรวจสอบคนเดิมทุกครั้ง เพราะบางคนหมุนเร็ว บางครั้งหมุนช้าไม่เท่ากัน ทุกชั้นตอนจะต้องทดสอบตามกระบวนการเดิม จึงเปรียบเทียบได้มาตรฐาน

สูตร คำนวณหาค่าความแข็งแกร่งของแท่งทดสอบสี่เหลี่ยม

$$\text{MOR} = \frac{3LD}{2bd^2}$$

D = ระยะห่างของลิ้มที่รองรับแผ่นทดสอบ

L = ค่าน้ำหนักแรงกดที่หัก

D = ระยะห่างของลิ้มที่รองรับแผ่นทดสอบ

b = ความกว้างของแผ่นทดสอบ

d = ความหนาของแผ่นทดสอบ



ภาพที่ 2.5 เครื่องวัดค่าความแข็งแกร่ง (MOR)

(ที่มา : พรชัย ปานทุ่ง, 2551. ห้อง LAB มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ความทนไฟ (Softening Point) คือ ดินแต่ละชนิดจะมีจุดสุกตัวไม่เท่ากัน ระยะเวลาในการเผาต่างกัน ดินบางชนิดสามารถทนต่อช่วงระยะเวลาเผาได้ยาว ดินบางชนิดมีช่วงระยะเวลาในการเผาสั้น เช่น ดินโบนาไชน่า เมื่อเผาที่อุณหภูมิสูงดินจะเกิดการหลอมละลายและอ่อนตัว เนื่องจากในเนื้อดินมีวัตถุติดหลอมละลาย เช่น เฟลด์สปาร์ หินปูนและเหล็ก วัตถุติดเหล่านี้เป็นตัวช่วยให้ดินสุกตัวในอุณหภูมิที่ต้องการ แต่ถ้าเผาเกินอุณหภูมิดินก็จะอ่อนตัวลงอย่างรวดเร็ว การทดสอบหาค่าการยุบตัวของเนื้อดินนี้ สามารถเปรียบเทียบค่าทนไฟของดินชนิดต่างๆ ได้

#### ขั้นตอนการทดสอบ

1. นำแผ่นทดสอบจำนวน 2 แผ่น ที่กดจากแบบพิมพ์ปูนพลาสติกอร์และเผาดิบเสร็จเรียบร้อยแล้ว หรือยังไม่เผาดิบก็ได้ แผ่นทดสอบจะต้องมีเส้นขีดหัวท้าย 10 เซนติเมตร ตามขวางของแผ่นทั้ง 2 ข้าง

2. นำแผ่นทดสอบเข้าเตาเผา โดยวางอยู่บนแผ่นทดสอบที่มาใช้แล้ว 2 แผ่น ซ้อนกัน ทั้ง 2 ด้าน การวางแผ่นทดสอบต้องให้หัวท้ายห่างกัน 10 เซนติเมตร พอดีกับเส้นขวางที่ขีดไว้ และควรใส่โคนตามอุณหภูมิการทดสอบไว้คู่กันด้วย เมื่อถึงอุณหภูมิตามต้องการเปิดเตาเผาตรวจสอบดูการทรุดตัวของแผ่นทดสอบ และตรวจสอบการล้มตัวของโคน เปรียบเทียบกับ โคนมาตรฐาน (Pyrometric Cone Equivalent)

3. ขณะที่เผาในอุณหภูมิสูงเนื้อดินมีแนวโน้มที่จะอ่อนตัวลงทำให้แผ่นทดสอบโค้งงอ การโค้งงอหรือการทรุดตัวของแผ่นทดสอบนี้เป็นการวัดค่าหยาบๆ ดินที่มีแนวโน้มที่จะทรุดตัวรับน้ำหนักของตัวเองไว้ไม่ได้ ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่จะมีปัญหาในการเผามากยิ่งขึ้น

4. เมื่อแผ่นทดสอบการโค้งงอออกจากเตาเผาแล้ว ให้ถือว่าแผ่นทดสอบบนแผ่นกระงกให้ไม้บรรทัดทาบที่เส้นระยะห่าง 10 เซนติเมตร จากจุดกึ่งกลางของ 10 เซนติเมตร ทั้ง 2 จุด วัดค่าความโค้งงอตรงส่วนโค้งมากที่สุดเป็นหน่วยมิลลิเมตร เนื้อดินที่มีช่วงการเผายาวเมื่อสุกตัวแล้วค่าความโค้งงอจะมีน้อย ไม่บิดเบี้ยวเสียรูปทรงในระหว่างการเผา (ไพจิตร อังศิริวัฒน์. 2541 : 243 - 267)

## 2.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา (มอก.)

### 2.5.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาungหลังคา

ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 187 (พ.ศ.2518) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาungหลังคา อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาungหลังคา มาตรฐานเลขที่ มอก. 158 - 2518 ไว้ ดังรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชั้นคุณภาพ แบบ มิติ ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ ส่วนผสมและการทำ คุณลักษณะที่ต้องการ การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน กระเบื้องดินเผาungหลังคา

## 2. บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 กระเบื้องดินเผาungหลังคา หมายถึง วัตถุซึ่งทำจากดิน ผสมกับวัสดุอื่น นำไปอัดเป็นรูปกระเบื้อง ขนาดต่างๆ แล้วนำไปเผา มีทั้งชนิดไม่เคลือบและชนิดเคลือบ

## 3. ชั้นคุณภาพ แบบ มิติ และความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

3.1 ชั้นคุณภาพ กระเบื้องดินเผาungหลังคา แบ่งออกเป็นสองชั้นคุณภาพ คือ

3.1.1 ชั้นคุณภาพที่ 1 กระเบื้องทำด้วยเครื่องจักร มีวิธีการทำตามกำหนดในข้อ 4.2.1

3.1.2 ชั้นคุณภาพที่ 2 กระเบื้องทำด้วยมือ มีวิธีการทำตามที่กำหนดในข้อ 4.2.2

3.2 แบบและมิติ มีแบบต่างๆ ดังนี้

3.2.1 แบบชั้นเดียวชนิดไม่เคลือบและชนิดเคลือบ มีรูปร่างและมิติที่ระบุไว้ในรูปที่ 1

3.2.2 แบบสองชั้นชนิดเคลือบ มีรูปร่างและมิติที่ระบุไว้

3.2.3 แบบลอน มีรูปร่างและมิติที่ระบุไว้ใน

3.2.4 แบบพิเศษ หมายถึง กระเบื้องดินเผาungหลังคาซึ่งมีรูปร่างและมิติแตกต่างออกไปจากที่กำหนดในข้อ 3.2.1 ข้อ 3.2.2 และข้อ 3.2.3

3.3 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

3.3.1 ชั้นคุณภาพที่ 1

3.3.1.1 ความกว้างยอมให้คลาดเคลื่อนจากขนาดที่ระบุได้ไม่เกิน  $\pm 3$  มิลลิเมตร

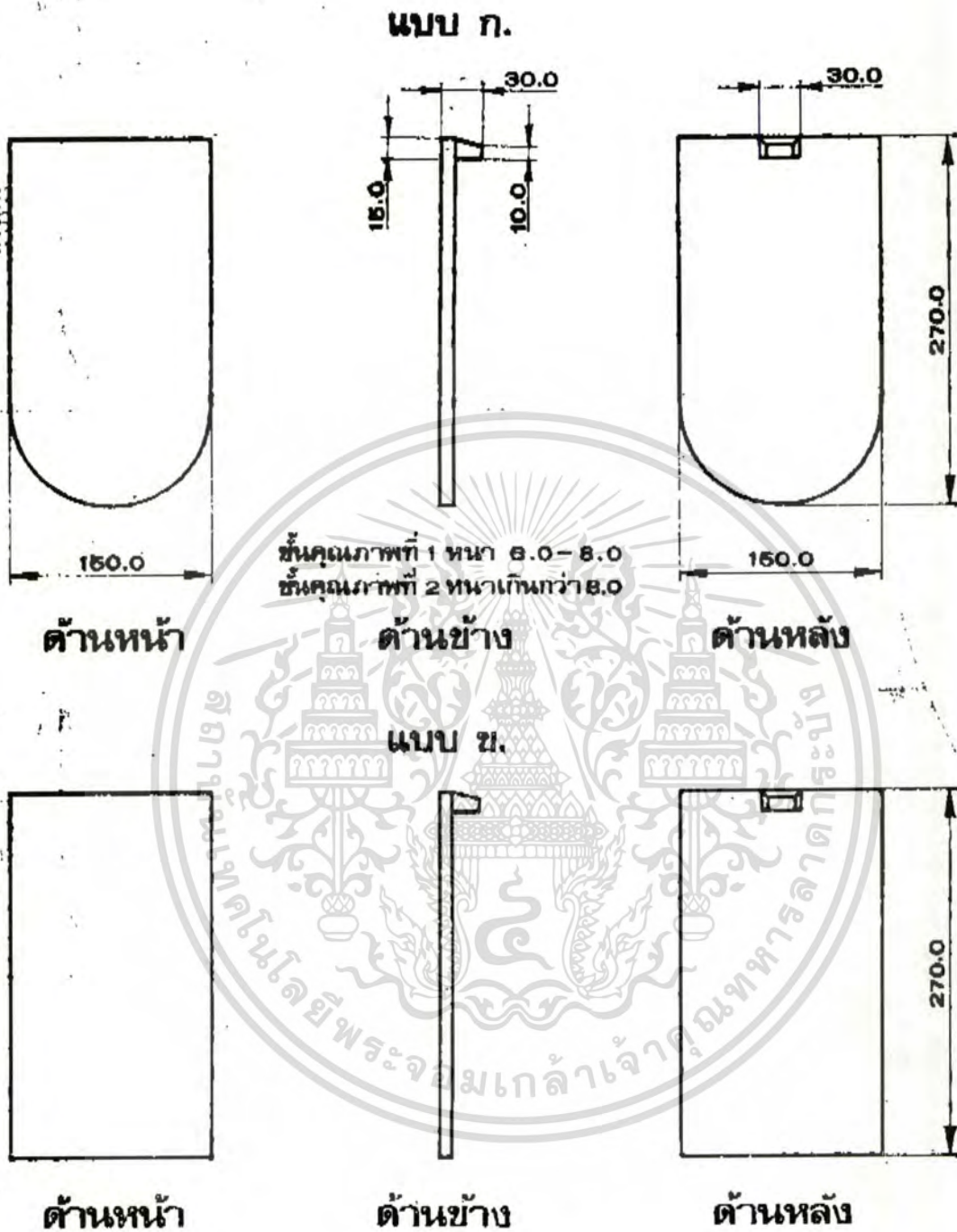
3.3.1.2 ความยาวยอมให้คลาดเคลื่อนจากขนาดที่ระบุได้ไม่เกิน  $\pm 6$  มิลลิเมตร

3.3.1.3 ความหนายอมให้คลาดเคลื่อนจากขนาดที่ระบุได้ตามรูป

3.3.2 ชั้นคุณภาพที่ 2

3.3.2.1 ความกว้างยอมให้คลาดเคลื่อนจากขนาดที่ระบุได้ไม่เกิน  $\pm 5$  มิลลิเมตร

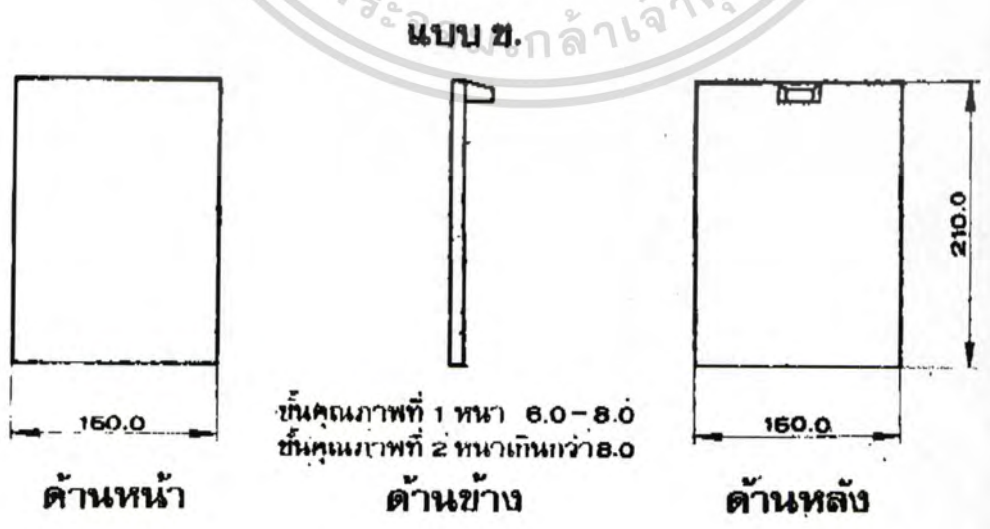
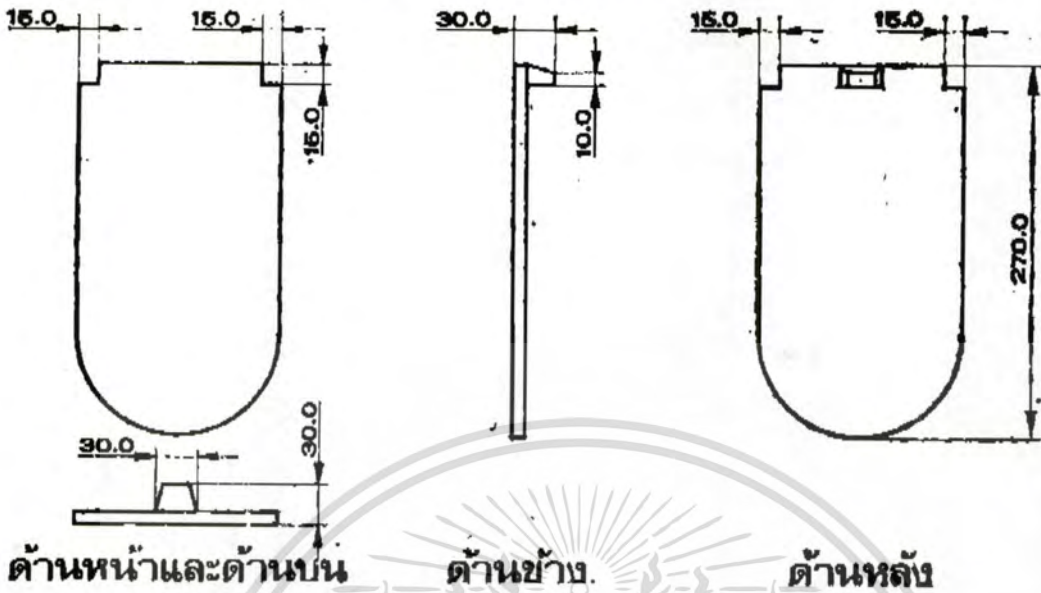
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 แสดงขนาดของผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภทกระเบื้องมุงหลังคา

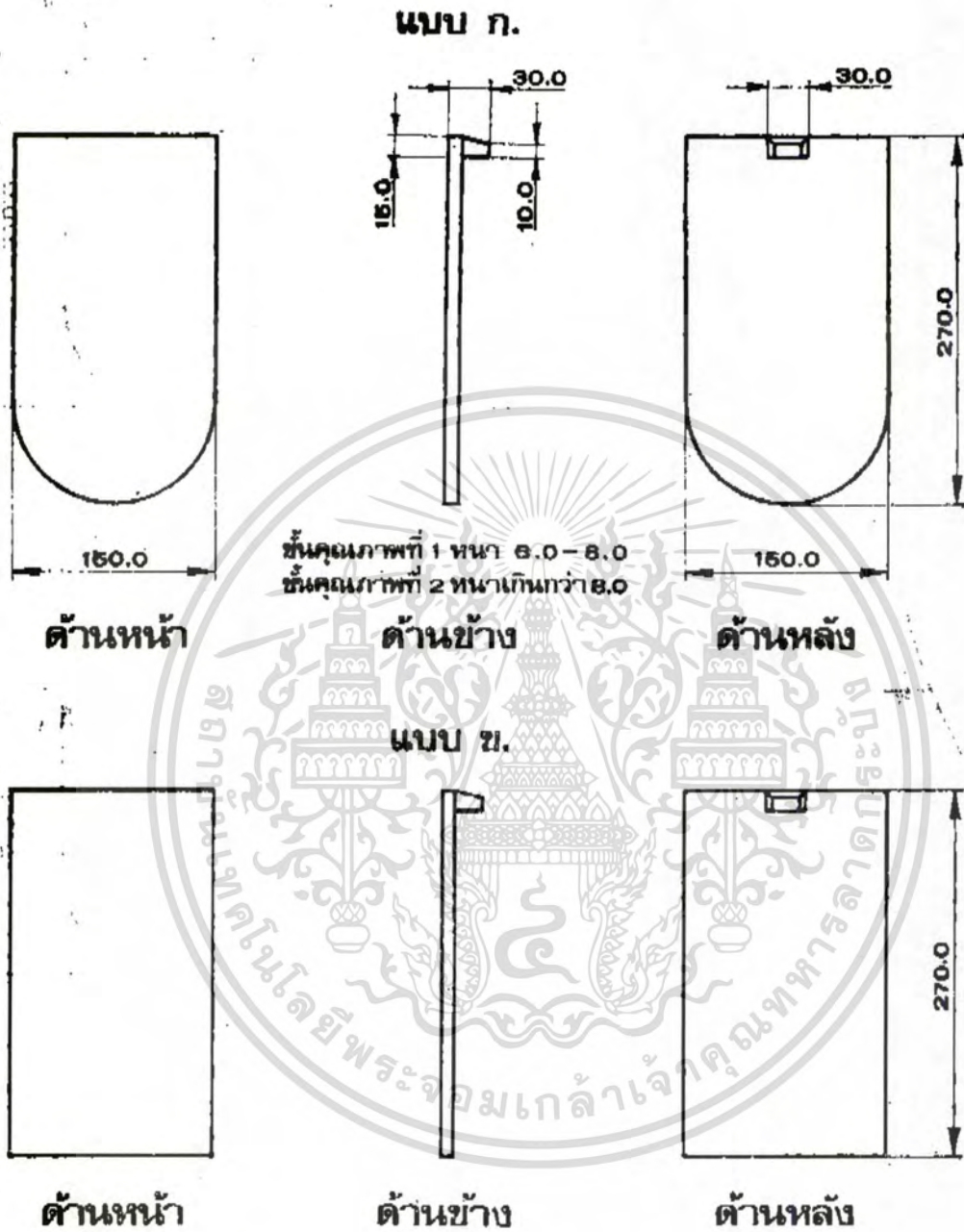
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบ ก. ชนิดตัวเมีย**



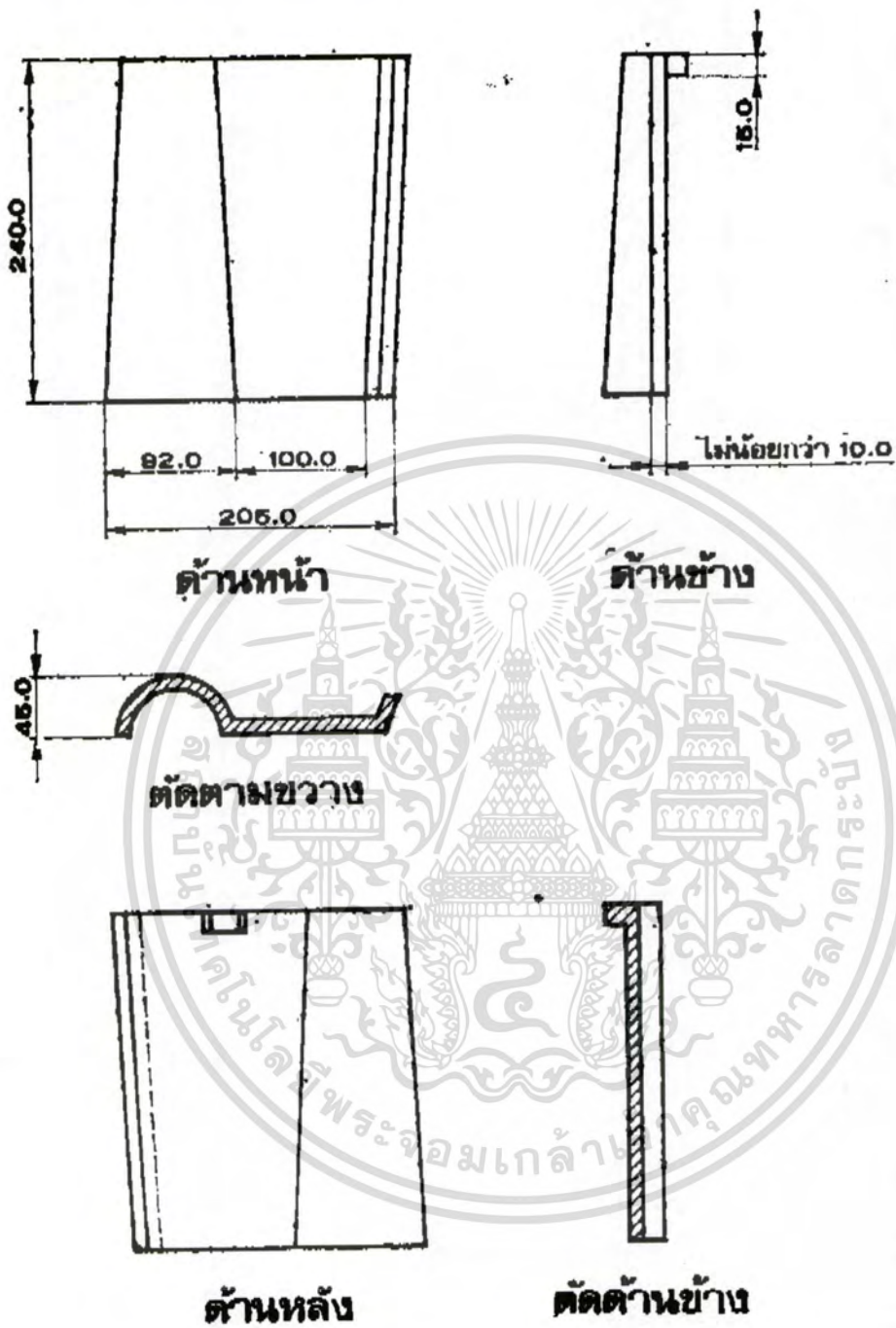
ชั้นคุณภาพที่ 1 ทน 6.0-8.0  
ชั้นคุณภาพที่ 2 ทนเกินกว่า 8.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ภาพที่ 2.6 (ต่อ)  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 (ต่อ)

3.3.2.2 ความยาวยอมให้คลาดเคลื่อนจากขนาดที่ระบุได้ไม่เกิน  $\pm 10$  มิลลิเมตร

3.3.2.3 ความหนายอมให้คลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. ส่วนผสมและการทำ

##### 4.1 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมในการทำดังนี้

4.1.1 ดินเหนียวหรือดินเหนียวขาว (Red Burning Clay or Plastic Clay or Ball Clay)

4.1.2 ดินขาว (White Clay or Kaolin) ทราช เศษกระเบื้องที่เผาดิบแล้วนำมาบดละเอียด (Grog)

อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน

##### 4.2 การทำ

4.2.1 การทำด้วยเครื่องจักร ใช้ดินเหนียวผสมกับทราช (สำหรับเนื้อดินสีแดง) หรือดินเหนียวผสมกับดินขาวและทราช (สำหรับกระเบื้องเนื้อสีขาว) เติมน้ำเล็กน้อยให้เข้ากัน แล้วนำไปอัดด้วยเครื่องเป็นรูปแผ่นกระเบื้อง นำไปผึ่งต่อไปจนแห้งสนิท นำเข้าเตาเผา เผาเนื้อกระเบื้อง ถ้าเป็นชนิดเคลือบ จึงนำมาเคลือบ เผาเคลือบอีกครั้งหนึ่ง

4.2.2 การทำด้วยมือ ใช้ดินเหนียวผสมกับทราช (สำหรับเนื้อดินสีแดง) หรือดินเหนียวผสมกับดินขาวและทราช (สำหรับกระเบื้องเนื้อสีขาว) เติมน้ำ นวด ผสมให้เข้ากัน แล้วอัดลงในแบบพิมพ์ ปาดให้เรียบ ถอดกระเบื้องออกจากแม่พิมพ์นำไปผึ่งต่อไปจนแห้งสนิท นำเข้าเตาเผา เผาเนื้อกระเบื้อง ถ้าเป็นชนิดเคลือบ จึงนำมาเคลือบ เผาเคลือบอีกครั้งหนึ่ง

#### 5. คุณลักษณะที่ต้องการ

##### 5.1 ลักษณะทั่วไป

5.1.1 เผาสุกจนเนื้อกระเบื้องมีความแกร่งตัวสม่ำเสมอตลอดแผ่น

5.1.2 เคลือบกระเบื้องจะต้องมีความมันสม่ำเสมอทั่วกัน

5.1.3 รูปร่างเรียบร้อยไม่มีรอยแตก ร้าว รอยบิ่น

##### 5.2 คุณสมบัติทางกายภาพ

5.2.1 การดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ต้องมีการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 13.5 เมื่อทดสอบตามวิธีในผนวก ข.

5.2.2 การต้านแรงอัดตามขวาง (Transverse Strength) ต้องมีค่าแรงทางขวางเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 7 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร (70 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อทดสอบตามวิธีในผนวก ค

#### 6. การทำเครื่องหมาย

6.1 อย่างน้อยต้องแสดงชื่อโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนแล้ว หรือผู้จัดจำหน่าย ให้ชัดเจนที่ผิวบนกระเบื้องที่ซอมนกันหรือผิวล่างของกระเบื้องทุกแผ่น ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้

6.2 การทำเครื่องหมายบนหีบห่ออย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายที่แสดงถึงข้อความต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายและชัดเจนที่หีบห่อ

##### (1) รูปร่าง

เอกสารนี้ไม่ใช่เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
(2) มิติ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (3) ชั้นคุณภาพ
- (4) สี
- (5) จำนวน
- (6) ชื่อหรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนแล้วของผู้ทำ
- (7) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้

6.3 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์นั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

## 7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

### 7.1 การชักตัวอย่าง

7.1.1 การชักตัวอย่างกระเบื้องดินเผาungหลังคา แต่ละชั้นคุณภาพ สี และมิติ เพื่อการทดสอบ ให้ชักจากกระเบื้องที่ยังไม่เคลือบ โดยวิธีการสุ่มจำนวนที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แสดงการชักตัวอย่าง (ข้อที่ 7.1)

| ขนาดรุ่นแผ่น    | ขนาดตัวอย่างแผ่น |
|-----------------|------------------|
| ไม่เกิน 250 0   | 35               |
| 2501 ถึง 4000   | 45               |
| 4001 ถึง 6500   | 60               |
| 6501 ถึง 16000  | 85               |
| 16001 ถึง 40000 | 120              |
| 40001 ถึง 50000 | 160              |

7.1.2 ตัวอย่างกระเบื้องที่ได้ทำการชักตัวอย่างมาแล้วให้เก็บไว้ในที่แห้ง ไม่วางติดกับพื้นดินจนกว่าจะได้ทดสอบแล้ว

### 7.2 เกณฑ์ตัดสิน

7.2.1 เลขจำนวนที่ยอมรับ หมายถึง จำนวนชิ้นตัวอย่างกระเบื้องดินเผาungหลังคาที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานนี้ ยอมรับให้มีได้ตามตารางที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 แสดงเกณฑ์ตัดสิน (ข้อที่ 7.2)

| รายการที่ทดสอบ    | ขนาดตัวอย่างแผ่น | เลขที่ยอมรับแผ่น |
|-------------------|------------------|------------------|
| ลักษณะทั่วไป      | 20               | 2                |
| ขนาด              | 10               | 0                |
| การดูดซึมน้ำ      | 6                | 0                |
| การต้านแรงทางขวาง | 6                | 0                |

#### ผนวก ก. การทดสอบขนาด

ก. 1 ระบบที่ใช้ในการวัด ให้ใช้ระบบเมตริกหน่วยมิลลิเมตร ทศนิยมของมิลลิเมตร ปิดเศษสองตำแหน่ง

#### ก. 2 วิธีวัดและคำนวณ

ก. 2.1 การวัดความยาวและความกว้าง ให้ใช้กระเบื้องจำนวน 10 แผ่น วัดทีละแผ่น

ก. 2.2 การวัดความหนา ให้ใช้กระเบื้องจำนวน 10 แผ่น แต่ละแผ่นวัด 2 ครั้ง ในแนวตั้งฉากซึ่งกันละกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละแผ่น

ก. 3 ผลการทดสอบทุกครั้ง จะต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในข้อ 3.2

#### ผนวก ข. การดูดซึมน้ำ

ข. 1 ออบกระเบื้องตัวอย่าง จำนวนหกแผ่น ให้แห้ง จนน้ำหนักคงที่ที่อุณหภูมิระหว่าง  $110 \pm 5$  องศาเซลเซียส แล้วปล่อยให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง จากนั้นรับนำมาแยกชั่งทีละแผ่น จะได้น้ำหนักกระเบื้องที่แห้ง ( $W_d$ ) เป็นกรัม แช่กระเบื้องนี้ลงในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เอาชิ้นซึมน้ำที่เกาะติดอยู่ด้วยผ้าหมาดๆ ที่สะอาด แล้วรับนำไปชั่งทันที จะได้น้ำหนักหลังจากแช่น้ำแล้ว ( $W_w$ ) เป็นกรัม

ข. 2 การชั่งให้อ่านละเอียดถึงร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักของกระเบื้องตัวอย่างแต่ละแผ่นจะต้องชั่งให้เสร็จภายใน 3 นาที หลังจากยกออกมา

#### ข. 3 การคำนวณ

$$\text{ค่าการดูดซึมน้ำ ร้อยละ} = \frac{(W_w - W_d)}{W_d} \times 100$$

เมื่อ  $W_d$  คือ น้ำหนักกระเบื้องที่แห้ง เป็นกรัม

$W_w$  คือ น้ำหนักกระเบื้องหลังจากแช่น้ำ 24 ชั่วโมง เป็นกรัม

และหาค่าเฉลี่ยของกระเบื้องทั้งหกแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หมวด ก. การทดสอบการต้านแรงทางขวาง

ก. 1 ใช้กระเบื้องทดสอบจำนวนหกแผ่น แชน้ำที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมงแล้วนำขึ้นมาทดสอบทันที

ก. 2 วางกระเบื้องทดสอบเครื่องทดสอบตามรูปที่ ก.1 ประกอบด้วยแท่งรองรับเหล็กรูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร สองแท่ง วางห่างกัน 180 มิลลิเมตร และมีแท่งค้ำรูปราง และขนาดเดี่ยวกันอยู่กึ่งกลาง ขนาดกับแท่งรองรับทั้งสอง สำหรับกดลงบนกระเบื้องที่จะทดสอบ ความยาวของเหล็กทั้งสามต้องยาวไม่น้อยกว่าความกว้างกระเบื้อง อัตราเพิ่มแรงจะต้องเป็นไปโดยสม่ำเสมอระหว่าง 445 นิวตัน ถึง 667 นิวตันต่อนาที

ก. 3 การวัด ให้ใช้วิธีการวัดตาม หมวด ก.

ก. 4 การคำนวณ หาได้จากสูตรต่อไปนี้

$$S = \frac{1.5 PL}{bd^2}$$

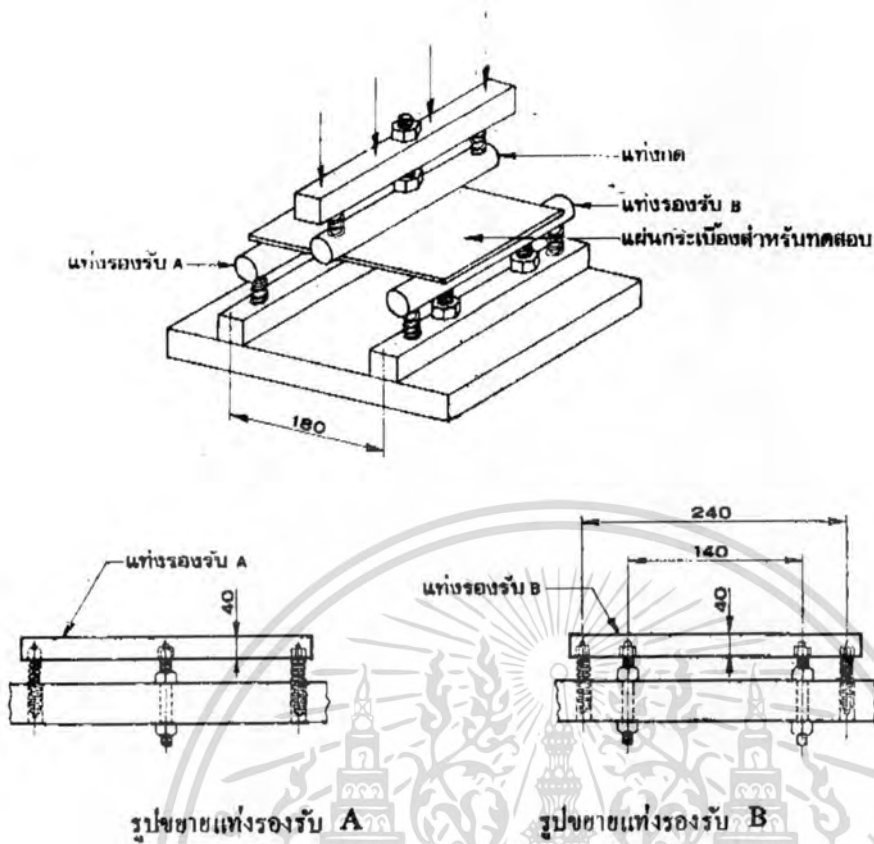
เมื่อ S คือ การต้านแรงทางขวาง เป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

P คือ น้ำหนักกด เป็นนิวตัน

L คือ ระยะห่างของจุดรองรับ 180 มิลลิเมตร

b คือ ความกว้างของแผ่นกระเบื้อง เป็นมิลลิเมตร

d คือ ความหนาของแผ่นกระเบื้อง เป็นมิลลิเมตร



ภาพที่ 2.7 แสดงเครื่องทดสอบความแข็งแรงกระเบื้องดินเผา

### 5.2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น

ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 41 (พ.ศ.2516) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น ลงวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ.2516 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น มาตรฐานเลขที่ มอก. 37 - 2529 ขึ้นใหม่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้ประกาศนี้

#### 1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภท ชนิด และชั้นคุณภาพขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุเครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบกระเบื้องดินเผาปูพื้น และกระเบื้องเสริมประกอบ (Fitting)

#### 2. บทนิยาม ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 กระเบื้องดินเผาปูพื้น ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า กระเบื้อง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอัด (Pressing) ดินและส่วนผสมอื่นๆ เช่น หิน ทราช สี เป็นต้น แล้วเผาที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 1,000 องศาเซลเซียส มีลักษณะเป็นแผ่น แต่ละแผ่นมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 90 ตารางเซนติเมตร มีสีและรูปร่างใดๆ ก็ได้ มีทั้งชนิดเคลือบและไม่เคลือบ ทั้งนี้รวมถึงกระเบื้องเสริมประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.2 การลอกผิว (Peeling) หมายถึง การแยกตัวระหว่างเคลือบกับเนื้อกระเบื้องไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.3 การราน (Crazing) หมายถึง การเกิดรอยร้าวบนผิวเคลือบ
- 2.4 รอยร้าว (Crack) หมายถึง รอยแตกที่ลึกถึงเนื้อกระเบื้อง
- 2.5 รูเข็ม (Pinhole) หมายถึง รูเล็กๆ ที่ปรากฏบนผิวเคลือบ
- 2.6 รอยพอง (Blister) หมายถึง รอยนูนที่ผิวกระเบื้องซึ่งเกิดจากการขยายตัวของก๊าซหรือฟองอากาศที่อยู่ภายใน เมื่อกะเทาะแตกจะเกิดเป็นโพรงขึ้นที่ผิวของกระเบื้องนั้น
- 2.7 หลุม (Pitting) หมายถึง การเกิดหลุมเล็กๆ ที่ผิวหน้ากระเบื้องซึ่งมีความลึกเท่ากับหรือน้อยกว่าความกว้าง
- 2.8 รอยบิ่น (Chip) หมายถึง รอยตามแนวขอบหรือตามมุมของกระเบื้องซึ่งเกิดจากเนื้อกระเบื้องแตกหลุดออกไป
- 2.9 การหดตัวของเคลือบ (Glaze Crawling) หมายถึง การที่เคลือบหดตัวจนเนื้อของกระเบื้องบางส่วนไม่มีเคลือบฉาบอยู่
- 2.10 ความบิดเบี้ยว (Warpage) หมายถึง ความบิดเบี้ยวจากรูปร่างของกระเบื้องที่กำหนดเนื่องจากกรรมวิธีผลิต
- 2.11 โค้งงอ หมายถึง ความบิดเบี้ยวในลักษณะที่ส่วนกลางของขอบกระเบื้องโค้งออก
- 2.12 เว้าเข้า หมายถึง ความบิดเบี้ยวในลักษณะที่ส่วนกลางของขอบกระเบื้องเว้าเข้า
- 2.13 นูนขึ้น (Convex) หมายถึง ความบิดเบี้ยวไปจากแนวระนาบของผิวหน้ากระเบื้อง เนื่องจากส่วนกลางตามแนวเส้นทแยงมุม หรือส่วนกลางตามแนวขอบของกระเบื้องสูงขึ้น
- 2.14 แอ่นลง (Concave) หมายถึง ความบิดเบี้ยวไปจากแนวระนาบของผิวหน้ากระเบื้อง เนื่องจากส่วนกลางตามแนวเส้นทแยงมุม หรือส่วนกลางตามแนวของกระเบื้องต่ำลง

### 3. ประเภท ชนิดและชั้นคุณภาพ

- 3.1 กระเบื้อง แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ
- 3.1.1 ประเภทดูดซึมน้ำต่ำ (Low Water Absorption, ใช้สัญลักษณ์ LF) เหมาะสำหรับใช้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร
- 3.1.2 ประเภทดูดซึมน้ำปานกลาง (Medium Water Absorption, ใช้สัญลักษณ์ MF) เหมาะสำหรับใช้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร
- 3.1.3 ประเภทดูดซึมน้ำสูง (High Water Absorption, ใช้สัญลักษณ์ HF) เหมาะสำหรับใช้ทั้งภายใน
- 3.2 กระเบื้อง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ
- 3.2.1 ชนิดเคลือบ
- 3.2.2 ชนิดไม่เคลือบ
- 3.3 กระเบื้อง แบ่งออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ

#### 3.3.1 ชั้นคุณภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 แสดงพื้นที่ของรอยบินต่อ 1 จุด (ข้อ 5.1.2.3)

| มิติ<br>มิลลิเมตร | บินที่มุมหรือขอบ<br>ตารางมิลลิเมตร ไม่เกิน |
|-------------------|--|
| ไม่เกิน 100       | 2  |
| เกิน 100 ถึง 200  | 3  |
| เกิน 200 ถึง 300  | 4  |
| เกิน 300          | 5  |

หมายเหตุ ในกรณีที่บินตรงมุมพอดี ให้ถือมิติด้านที่สั้นกว่าเป็นเกณฑ์

5.2 ความบิดเบี้ยว ไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 2.11

การวัดให้ปฏิบัติตาม มอก. 614

ตารางที่ 2.11 แสดงเกณฑ์ของความบิดเบี้ยว (ข้อ 5.2)

| มิติ<br>มิลลิเมตร   | ความบิดเบี้ยวตามแนวขอบ |                  |                |                | ความบิดเบี้ยวตามเส้น<br>ทแยงมุม |                  | ความ<br>เบี่ยงเบน<br>จากความ<br>ได้ฉาก      |
|---------------------|------------------------|------------------|----------------|----------------|---------------------------------|------------------|---|
|                     | โค้งงอ                 | เว้าเข้า         | นูนขึ้น        | แอ่นลง         | นูนขึ้น                         | แอ่นลง           |   |
| ไม่เกิน<br>200      | ร้อยละ<br>0.75         | ร้อยละ<br>0.75   | ร้อยละ<br>1.5  | ร้อยละ<br>1.5  | ร้อยละ<br>0.75                  | ร้อยละ<br>0.75   | ร้อยละ<br>0.5 ของ<br>ความยาว<br>ด้านที่โค้ง |
| เกิน 200<br>ถึง 300 | 1.5<br>มิลลิเมตร       | 1.5<br>มิลลิเมตร | 3<br>มิลลิเมตร | 3<br>มิลลิเมตร | 1.5<br>มิลลิเมตร                | 1.5<br>มิลลิเมตร |   |
| เกิน 300<br>ถึง 500 | ร้อยละ<br>0.5          | ร้อยละ<br>0.5    |                |                |                                 |                  |   |
| เกิน 500            | 2.5<br>มิลลิเมตร       | 2.5<br>มิลลิเมตร |                |                |                                 |                  |   |

หมายเหตุ 1. ความบิดเบี้ยวในลักษณะ โค้งออกและเว้าเข้า กำหนดเฉพาะกระเบื้องที่มีขอบตรง

2. ความบิดเบี้ยวในลักษณะนูนขึ้นและแอ่นลง กำหนดเฉพาะกระเบื้องที่เป็นแผ่นเรียบ

3. ความเบี่ยงเบนความได้ฉาก กำหนดเฉพาะกระเบื้องที่เป็นมุมฉาก

5.3 การดูดซึมน้ำ

5.3.1 กระเบื้องประเภทดูดซึมน้ำต่ำ (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) การดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 กระเบื้องประเภทดูดซึมน้ำปานกลางค่อนข้างต่ำ (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) การดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 6

5.3.3 กระเบื้องประเภทดูดซึมน้ำปานกลาง (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) การดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 10

5.3.4 กระเบื้องประเภทดูดซึมน้ำสูง (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) การดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 16

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 613

5.4 ความทนสารเคมี เมื่อทดสอบตาม มอก. 613 แล้ว กระเบื้องต้องไม่ปรากฏการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสารเคมี

5.5 ความทนการราน เมื่อทดสอบตาม มอก. 613 แล้ว ผิวเคลือบของกระเบื้องต้องไม่ราน

5.6 ความต้านแรงอัด

5.6.1 กระเบื้องประเภทดูดซึมน้ำต่ำและประเภทดูดซึมน้ำปานกลางค่อนข้างต่ำ ต้องมีความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 25.0 เมกะปาสกาล

5.6.2 กระเบื้องประเภทดูดซึมน้ำปานกลางและประเภทดูดซึมน้ำสูง ต้องมีความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 17.5 เมกะปาสกาล

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก. 614

5.7 ความทนการขีดสี เมื่อทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระเบื้องดินเผาโสมสกมาตรฐานเลขที่ มอก. 38 น้ำหนักของกระเบื้องที่หายไปต้องไม่เกิน 0.1 กรัม

## 6. การบรรจุ

6.1 ให้บรรจุกระเบื้องในกล่อง หรือภาชนะบรรจุอื่นให้เรียบร้อย และแข็งแรง

## 7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่กระเบื้องทุกแผ่น อย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้เห็นได้ง่าย ชัดเจนและถาวร

7.1.1 ประเภท หรือสัญลักษณ์ของประเภท

7.1.2 ชั้นคุณภาพ (โดยใช้สีดำขีดเป็นเส้นด้านหลังกระเบื้องสำหรับชั้นคุณภาพที่ 2)

7.1.3 ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า หรือผู้จัดจำหน่าย

7.2 ที่กล่องหรือภาชนะบรรจุกระเบื้องทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

7.2.1 คำว่า กระเบื้องดินเผาปูพื้น

7.2.2 ประเภท หรือสัญลักษณ์ของประเภท

7.2.3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

7.2.4 ชั้นคุณภาพ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.5 สีหรือลวดลาย

7.2.6 รูปร่าง

7.2.7 ขนาดเป็นมิลลิเมตร และจำนวนแผ่น

7.2.8 วัน เดือน ปีที่ทำ

7.2.9 ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า หรือผู้จัดจำหน่ายพร้อมสถานที่ตั้ง

7.2.10 ประเทศที่ทำ

หมายเหตุ ข้อที่ 7.2.3 , 7.2.5 และ 7.2.6 ให้ระบุผลตกในกล่องหรือภาชนะบรรจุที่มีฉลาก

7.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7.4 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

## 8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง กระเบื้องประเภท ชนิด ชั้นคุณภาพ ขนาด รูปร่างและสีเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

8.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด และคุณลักษณะที่ต้องการ

8.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างกระเบื้องโดยการสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 2.12 แต่ละชุดตัวอย่าง ให้นำไปทดสอบตามรายการในตารางที่ 2.13 รายการที่ 1 ถึง 4 แล้วดึงใช้ตัวอย่างในชุดเดียวกันนี้ไปทดสอบตามรายการที่ 5 ถึง 8

ตารางที่ 2.12 แสดงแผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดลองขนาดและคุณลักษณะที่ต้องการ (ข้อ 8.2.1)

| ขนาดรุ่น (แผ่น)   | ขนาดตัวอย่าง (แผ่น) |
|-------------------|---------------------|
| ไม่เกิน 10 000    | 25                  |
| 10 001 ถึง 35 000 | 50                  |
| เกิน 35 000       | 75                  |

หมายเหตุ กระเบื้องจำนวน 25 แผ่น ให้ถือเป็น 1 ชุดตัวอย่าง

8.2.1.2 จำนวนตัวอย่างกระเบื้องที่ไม่เป็นไปตามข้อ 4 และข้อ 5 รายการใดรายการหนึ่งในแต่ละชุดตัวอย่าง ต้องไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับในตารางที่ 2.13 จึงถือว่ากระเบื้องรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.13 แสดงรายการทดสอบ (ข้อ 8.2.1)

| รายการทดสอบ       | ทดสอบตาม | ขนาดตัวอย่าง (แผ่น) | เลขที่ยอมรับ (แผ่น) |
|-------------------|----------|---------------------|---------------------|
| 1. ลักษณะทั่วไป   | มอก. 613 | 25                  | 2                   |
| 2. ขนาด           | มอก. 614 | 10                  | 0                   |
| 3. ความบิดเบี้ยว  | มอก. 614 | 10                  | 0                   |
| 4. การดูดซึมน้ำ   | มอก. 613 | 3                   | 0                   |
| 5. ความทนสารเคมี  | มอก. 613 | 6                   | 0                   |
| 6. ความทนการราน   | มอก. 614 | 3                   | 0                   |
| 7. ความต้านแรงค้ำ | มอก. 614 | 10                  | 0                   |
| 8. ความทนการขัดสี | มอก. 38  | 3                   | 0                   |

8.3 เกณฑ์ตัดสิน ตัวอย่างกระเบื้องต้องเป็นไปตามข้อ 8.2.1.2 จึงถือว่ากระเบื้องรูนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

### 5.2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาบุผนัง

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม ออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาบุผนัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 36-2516 ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

#### 1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขนาด คุณลักษณะที่ต้องการ และวิธีทดสอบ ใช้บุผนังภายในอาคารส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำ และการเก็บรักษาความสะอาดเพื่อให้ถูกสุขลักษณะ เช่น ห้องน้ำ ห้องครัว โรงพยาบาล

1.2 กระเบื้องดินเผาชนิดพิเศษใช้บุผนังภายในอาคารที่มีอุณหภูมิสูงหรือต่ำมาก หรือบุผนังภายนอกอาคารที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหัน ไม่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานนี้

#### 2. บทนิยาม ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

2.1 กระเบื้องดินเผาบุผนัง หมายความว่า วัตถุคิบซึ่งทำมาจากส่วนผสมดินเหนียว (Plastic Clay or Ball Clay) ดินขาว (White Clay or Kaolin) ทราชหรือหินบางชนิด และวัตถุผสมอื่นๆ วัตถุดิบเหล่านี้เตรียมขึ้นแล้วอัดผ่านแม่พิมพ์ (Die) ด้วยแรงอัดความสูง และเผาที่อุณหภูมิสูงกว่า 800 องศาเซลเซียส กระเบื้องดินเผาบุผนังดังกล่าวนี้เป็นกระเบื้องบาง เนื้อดินมีความพรุนตัว มีสีขาวหรือสีอื่น เป็นมันหรือด้าน หรืออาจมีลวดลายต่างๆ เผาครั้งหรือสองครั้ง กระเบื้องส่วนใหญ่มีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่อาจมีรูปร่างอื่นได้นอกจากนี้มีกระเบื้องประกอบ (Fittings) ด้วย

#### 3. ชั้นคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

3.1 กระเบื้องดินเผาบุผนัง แบ่งออกเป็นสองชั้นคุณภาพ คือ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ชั้นคุณภาพที่ 1 ให้มีคุณลักษณะที่ต้องการตามข้อ 5 ทุกประการ

3.1.2 ชั้นคุณภาพที่ 2

3.1.2.1 ลักษณะทั่วไป ตามข้อ 5.1 อนุ โลมให้มีกระเบื้องดินเผาผนังชั้นคุณภาพที่ 2 ปนได้ไม่เกินร้อยละ 5

(1) มีจุดต่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ได้สูงสุดสามจุด

(2) มีความบกพร่องของผิวเคลือบต่างๆ รวมกันได้ไม่เกิน 5 ตารางมิลลิเมตร

3.1.2.2 คุณลักษณะที่ต้องการตามข้อ 5.2 ถึง 5.7 ต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ทุกประการ

3.2 สำหรับกระเบื้องดินเผาผนัง ชั้นคุณภาพที่ 1 อนุ โลมให้มีกระเบื้องดินเผาผนังชั้นคุณภาพที่ 2 ปนได้ไม่เกินร้อยละ 5

#### 4. มิติและเกณฑ์คลาดเคลื่อน

4.1 มิติระบุ ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 มิติระบุของกระเบื้องดินเผาผนัง (ข้อที่ 4.1)

| ขนาดระบุ (ความกว้าง X ความยาว)<br>มิลลิเมตร | ความหนาระบุ<br>มิลลิเมตร |
|---|--------------------------|
| 100 X 100                                   | 4 ถึง 8                  |
| 108 X 108                                   | 4 ถึง 8                  |
| 150 X 150                                   | 5 ถึง 8                  |

หมายเหตุ ขนาด 108 X 108 มิลลิเมตร ต่อไปจะไม่กำหนดในมาตรฐาน

#### 4.2 เกณฑ์คลาดเคลื่อน

4.2.1 ขนาด ขนาดของความกว้างหรือความยาวแต่ละด้านเฉลี่ยให้คลาดเคลื่อนจากขนาดระบุ (ตารางที่ 2.14) ได้ไม่เกินร้อยละ  $\pm 0.6$  การวัดให้อ่านละเอียด 0.05 มิลลิเมตร

4.2.2 ความหนา ความหนาเฉลี่ยให้คลาดเคลื่อนจากความหนาระบุได้ไม่เกินร้อยละ  $\pm 10$  การวัดให้อ่านละเอียด 0.05 มิลลิเมตร

#### 5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 ลักษณะทั่วไป ผิวหน้าของกระเบื้องจะต้องเคลือบโดยตลอด เมื่อตรวจสอบความบกพร่องต่างๆ ด้วยตาเปล่าระยะหนึ่งเมตร ต้องไม่มีโพรงอากาศ รอยแตกด้านหนา รอยราน จุดดำง รุเข็ม และ ดำหิน อื่นๆ

5.2 การบิดเบี้ยว (Wapage) กระเบื้องต้องมีค่าการบิดเบี้ยวเฉลี่ยไม่เกินอัตราดังต่อไปนี้ เมื่อวัดตามวิธี

ในพวก ก. ตามแนวขอบ (Along the Edges) และตามแนวเส้นทแยงมุม (Diagonals)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การบิดเบี้ยวตามแนวขอบ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านนูน (Convex) ไม่เกินร้อยละ 0.4

ด้านเว้า (Concave) ไม่เกินร้อยละ 0.3

การบิดเบี้ยวตามแนวเส้นทางทแยงมุม

ด้านนูน (Convex) ไม่เกินร้อยละ 0.3

ด้านเว้า (Concave) ไม่เกินร้อยละ 0.2

5.3 ความได้ฉาก (Squareness) กระเบื้องเมื่อวัดความได้ฉากตามวิธีในผนวก ข. ค่าเบี่ยงเบนไปจากมุม 90 องศา ต้องไม่เกินร้อยละ 0.5 ของความยาวระนาบการวัดให้อ่านละเอียด 0.05 มิลลิเมตร

5.4 เวดจิง (Wedging) กระเบื้องต้องมีค่า เวดจิง ไม่เกินร้อยละ 0.5 เมื่อวัดตามวิธีในผนวก ค. การให้อ่านละเอียด 0.05 มิลลิเมตร

5.5 การดูดซึมน้ำ (Water Absorption) กระเบื้องต้องมีค่าการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 18 เมื่อทดสอบตามวิธีในผนวก ฉ

5.6 ความทนต่อการราน (Crazing Resistance) เคลือบของกระเบื้องต้องไม่ปรากฏ การรานเมื่อทดสอบตามวิธีในผนวก ง

5.7 ความทนทานต่อสารเคมี (Chemical Resistance) กระเบื้องต้องไม่ปรากฏรอยเสียหาย เมื่อทดสอบตามวิธีในผนวก จ

## 6. การทำเครื่องหมาย

6.1 การทำเครื่องหมายบนผลิตภัณฑ์ จะต้องใส่ชื่อหรือตราเครื่องหมายของผู้ทำให้ชัดเจนบนด้านหลังผลิตภัณฑ์

6.2 การทำเครื่องหมายบนหีบห่อ ให้ระบุดังต่อไปนี้

(1) รูปร่าง

(2) มิติ

(3) ชั้นคุณภาพ

(4) สี

(5) จำนวน

(6) ชื่อหรือตราเครื่องหมายผู้ทำ

(7) ประเทศผู้ทำ

6.3 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ เมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

## 7. การชักตัวอย่าง

7.1 การชักตัวอย่างกระเบื้องดินเผาผนังแต่ละชั้นคุณภาพ สี และมิติเพื่อการทดสอบ ให้ชักมาโดยวิธีสุ่มตามจำนวนที่กำหนดไว้ในตารางที่  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 จำนวนที่ยอมรับ หมายความว่า จำนวนชิ้นตัวอย่างกระเบื้องดินเผาผืนงี้ที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานนี้ ที่ยอมให้มีได้

ตารางที่ 2.15 แสดงจำนวนชิ้นตัวอย่างที่ชักเพื่อทดสอบ (ข้อ 7.1)

| รายการที่ทดสอบ                                      | จำนวนชิ้นตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ | จำนวนที่ยอมรับ |
|---|------------------------------|----------------|
| ลักษณะทั่วไป  | 25                           | 2              |
| ขนาด  | 10                           | 0              |
| ความหนา   | 10                           | 0              |
| การบิดเบี้ยว  | 10                           | 0              |
| ความได้นาก  | 10                           | 0              |
| เวคิจ   | 10                           | 0              |
| การดูดซึมน้ำ  | 3                            | 0              |
| ความทนทานต่อการรานโดย<br>เครื่องนึ่งจัด (Autoclave) | 3                            | 0              |
| ความทนทานต่อสารเคมี                                 | 3                            | 0              |

#### ผนวก ก. วิธีวัดการบิดเบี้ยว (ข้อ 5.2)

ก. 1 ทั่วไป การบิดเบี้ยวหาได้จากการวัดพื้นผิวหน้าของกระเบื้องตัวอย่าง โดยใช้เครื่องมือที่สามารถวัดทั้งด้านนูนและด้านเว้า ได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

#### ก. 2 เครื่องมือ

ก.2.1 แผ่นโลหะเรียบขนาดเท่ากระเบื้องที่ใช้วัด

ก.2.2 แผ่นบังคับข้าง สองด้าน ติดแน่นที่ขอบของแผ่นโลหะเรียบ (ข้อ ก.2.1) เพื่อบังคับให้กระเบื้องอยู่ในแนวอนขณะทำการวัด

ก.2.3 หมุดมาตรฐาน (Reference Pin) ขนาดเดียวกันสามตัวติดแน่นที่มุมทั้งสามของโลหะแผ่นเรียบ 6.35 มิลลิเมตร

ก.2.4 แผ่นระดับมาตรฐาน (True Plane Reference) ต้องผิวเรียบได้มาตรฐาน อาจทำด้วยเหล็กกล้าหรือกระจกที่ขัดผิวให้เรียบและมีขนาดเท่ากับกระเบื้องที่ใช้วัด

ก.2.5 มาตรวัด (Dial Indicator) อ่านละเอียด 0.01 มิลลิเมตรติดได้แผ่นโลหะเรียบ (ข้อ ก.2.1) ให้ตัวหนึ่งติดอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของเส้นทแยงมุมระหว่างมาตรฐาน ทั้งสองสำหรับวัดการบิดเบี้ยวตามเส้นทแยงมุม อีกตัวหนึ่งติดตรงจุดกึ่งกลางระหว่างหมุด มาตรฐานทั้งสองในแนวขอบ สำหรับการบิดเบี้ยวตามแนวขอบ มาตรวัดทั้งสองจะต้องปรับให้อ่านค่าศูนย์ เมื่อแผ่นระดับมาตรฐาน (ข้อ ก.2.4) วางลงบนหมุดมาตรฐานทั้งสาม (ข้อ ก.2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ก.3 วิธีทดสอบ

ก.3.1 วางแผ่นระดับมาตรฐาน (ข้อ ก.2.4) ลงบนหมุดมาตรฐาน (ข้อ ก.2.3) ปรับมาตรวัดให้อ่านค่าศูนย์แล้วอ่านแผ่นระดับมาตรฐานออก วางแผ่นกระเบื้องตัวอย่างที่ต้องการวัดลงบนหมุดมาตรฐานทั้งสาม โดยให้ขอบของกระเบื้องสัมผัสกับแผ่นบังคับข้าง (ข้อ ก.2.2) ทั้งสองด้านและให้ผิวเคลือบสัมผัสกับหมุดทั้งสาม อ่านค่าการบิดเบี้ยวจากมาตรวัดทั้งสอง

ก.3.2 ให้วัดด้านทั้งสี่และเส้นทแยงมุมทั้งสองของกระเบื้องแต่ละแผ่นตามวิธีดังกล่าวจนครบ ในการวัดทุกครั้งจะต้องปรับมาตรวัดให้อ่านค่าศูนย์เสมอ โดยเทียบกับแผ่นระดับมาตรฐาน

### ก.4 การคำนวณ

ก.4.1 คำนวณการบิดเบี้ยว โดยคิดเป็นค่าร้อยละ

$$\text{การบิดเบี้ยว ร้อยละ} = \frac{A}{B} \times 100$$

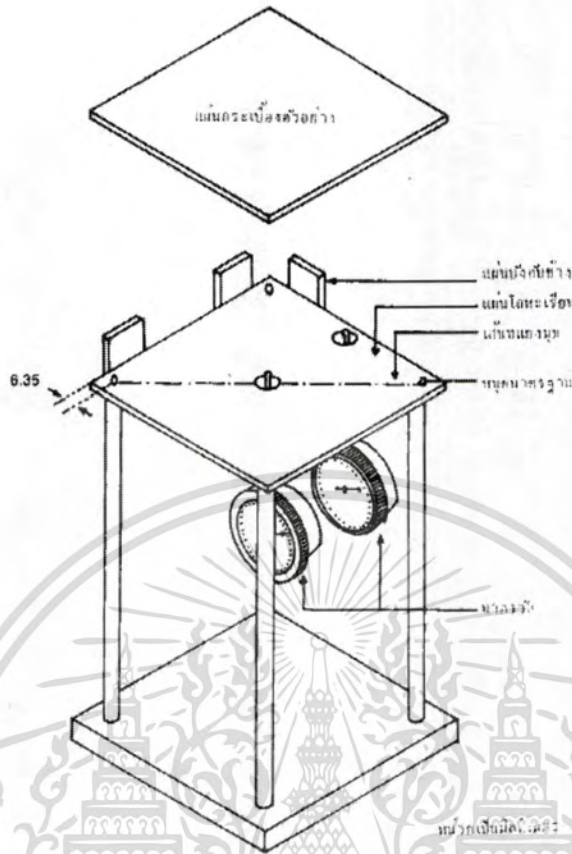
เมื่อ A คือ ค่าบิดเบี้ยว เป็น มิลลิเมตร การวัดให้อ่านละเอียด 0.01 มิลลิเมตร

B คือ ความยาวของขอบ หรือเส้นทแยงมุมของกระเบื้องเป็นมิลลิเมตร การวัดให้อ่านละเอียด 0.05 มิลลิเมตร

### ก.5 การรายงาน

ก.5.1 ให้รายงานการบิดเบี้ยวเป็นค่าร้อยละ ทั้งด้านนูนและด้านเว้าตามแนวขอบแต่ละขอบของกระเบื้องตัวอย่างแต่ละแผ่นที่ใช้วัดและค่าเฉลี่ย

ก.5.2 ให้รายงานค่าบิดเบี้ยวเป็นค่าร้อยละทั้งด้านนูนและด้านเว้าตามแนวเส้นทแยงมุม แต่ละเส้นของกระเบื้องตัวอย่างแต่ละแผ่นที่ใช้วัดและค่าเฉลี่ย

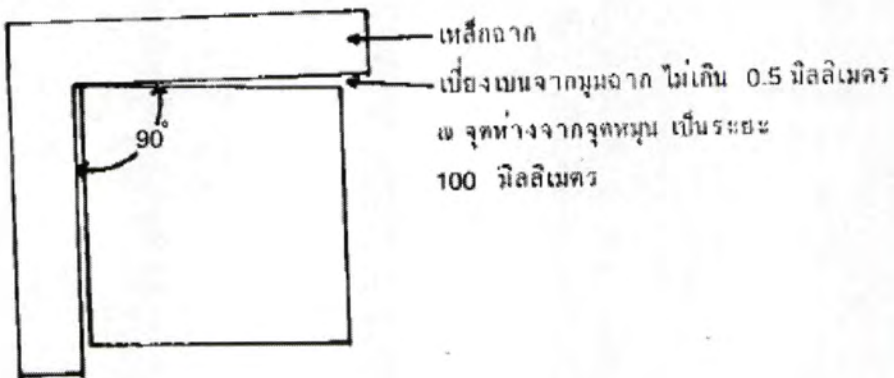


ภาพที่ 2.8 เครื่องวัดค่าการบิดเบี้ยว

ผนวก ข. วิธีวัดความได้ฉาก (ข้อ 5.3)

ข.1 หาได้โดยใช้เหล็กฉากวัดมุมของกระเบื้อง

ขอบบนของกระเบื้องที่เฉียงเบนไปจากเส้นตรงที่ทำมุมฉากกับด้านประชิด ณ จุดห่างจากจุดมุม เป็นระยะ 100 มิลลิเมตร ต้องไม่เกิน 0.5 มิลลิเมตร



ภาพที่ 2.9 วิธีวัดความได้ฉากของกระเบื้องดินเผาบุผนัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผนวก ก. วิธีหาเวดจิง (ข้อ 5.4)

### ก.3 การหาเวดจิง

ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมวัดความยาวของด้านทั้งสองที่อยู่ตรงข้ามกัน

การวัดให้อ่านละเอียด 0.05 มิลลิเมตร

## ผนวก ข. วิธีทดสอบการดูดซึมน้ำ (ข้อ 5.5)

ข.1 ออบกระเบื้องตัวอย่างให้แห้ง จนน้ำหนักคงที่ ที่อุณหภูมิ  $105 \pm 5$  องศาเซลเซียส และนำมาใส่ในเดสิคเคเตอร์ (Desiccator) ปล่อยให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้องจากนั้นรีบนำมาแยกชั่งที่ละแผ่น การชั่งให้อ่านค่าละเอียดถึง 0.1 กรัม น้ำหนักกระเบื้องตอนนี้ให้ถือเป็นน้ำหนักกระเบื้องที่แห้ง (Wd) แะกระเบื้องนี้ลงในน้ำกลั่นจนท่วมคัมให้เดือดอย่างน้อย 2 ชั่วโมงแล้วทิ้งไว้ให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เอาชิ้นเซ็ดน้ำที่เกาะติดอยู่ด้วยผ้าหมาด ๆ ที่สะอาด แล้วรับชั่งโดยแยกชั่งที่ละแผ่น น้ำหนักของแผ่นกระเบื้อง ตอนนี้ให้ถือเป็นน้ำหนักหลังจากการแช่น้ำ 24 ชั่วโมงแล้ว (Ww)

### ข.2 การคำนวณ

$$\text{ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ย ร้อยละ} = \frac{Ww - Wd}{Wd} \times 100$$

เมื่อ Ww คือ น้ำหนักกระเบื้องหลังจากแช่น้ำ 24 ชั่วโมงแล้ว เป็นกรัม

Wd คือ น้ำหนักของกระเบื้องที่แห้งเป็นกรัม

## ผนวก ง. วิธีทดสอบความทนทานต่อการราน (ข้อ 5.6)

ง.1 วางกระเบื้องตัวอย่างลงในเครื่องนึ่งจัด (Autoclave) ซึ่งเป็นหม้ออบความร้อนชนิดตั้งความดันไอน้ำได้ ณ. อุณหภูมิห้อง จัดเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบให้พร้อม รักษาระดับความดันไอน้ำในเครื่องนึ่งจัดให้คงที่ โดยเปิดลิ้นท่อน้ำออกจนกระทั่งน้ำเดือด ให้น้ำไอน้ำไล่อากาศภายใน เครื่องนึ่งจัดออกหมดแล้วจึงปิดปล่อยให้ น้ำเดือดต่อไป ความดันไอน้ำจะเพิ่มขึ้น ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอจนมีความดันประมาณ 70 กิโลปาสกาล (7 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ปรับความร้อนให้พอเพียงเพื่อรักษาความดันไอน้ำให้คงที่  $70 \pm 2$  กิโลปาสกาล ( $7.0 \pm 0.2$  กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง แล้วดับไฟ ความดันไอน้ำจะค่อย ๆ ลดลงภายในเวลาไม่น้อยกว่า 30 นาที โดยเปิดลิ้นท่อน้ำออกปล่อยให้กระเบื้องเย็นลงถึงอุณหภูมิห้องภายในเครื่องนึ่งจัด เอากระเบื้องขึ้นเซ็ดด้วยสารละลายเมทิลีนบลู (Methylene Blue Solution) เข้มข้นร้อยละ 1 บนผิวเคลือบ แล้วเซ็ดออก บันทึกและตรวจรายละเอียดของการราน ที่ปรากฏบนผิวเคลือบ

## ผนวก จ. วิธีทดสอบความทนทานต่อสารเคมี (ข้อ 5.7)

### จ.1 สารละลายที่ใช้และวิธีเตรียม

จ.1.1 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เข้มข้นร้อยละ 3 เตรียมจากกรดไฮโดรคลอริกชนิดเข้มข้น (ถ.พ.1.18) จำนวน 30 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ.1.2 สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เข้มข้นร้อยละ 3 เตรียมโดยละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 30 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

## จ.2 วิธีทดสอบ

จ.2.1 เช็ดผิวเคลือบของกระเบื้องตัวอย่างให้สะอาดดี แล้วจุ่มบางส่วนของกระเบื้องแต่ละแผ่นลงไป ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เป็นเวลา 7 วัน ขกออกแล้วตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงที่ผิวเคลือบด้วยตาเปล่า โดยเปรียบเทียบกับผิวเคลือบของกระเบื้องส่วนที่เหลือ

จ.2.2 เอากระเบื้องตัวอย่างใหม่ มาทดสอบโดยวิธีเดียวกับข้อ จ.2.1 แต่ให้จุ่มลงในสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ ตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงที่ผิวเคลือบ เช่นเดียวกับข้อ จ.2.1

## 2.6 แนวคิดในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา

การออกแบบต่างๆ ไป โดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบต้องพิจารณาด้านต่างๆ ซึ่ง อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2549:10-12) กล่าวไว้ ดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย (Function) การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน เช่น โทรศัพท์มือถือ เพจคิดตัวจะต้องสะดวกพกและนำพาดลอดเวลาจนฟังเสียงชัดเจน เพราะหน้าที่ของโทรศัพท์ก็คือติดต่อสื่อสารทางเสียง

2. ความปลอดภัย (Safety) ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วย ความปลอดภัยทั้งการใช้งานและหลักการใช้งาน ไม่สร้างมลพิษให้กับสังคมโลก นักออกแบบต้องคำนึงถึงการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดความเสียหายโดยรวม เพราะทุกวันนี้ นักออกแบบบางครั้งเกิดความรู้ไม่ทันกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เพราะเกิดการแข่งขันสูง มองผลประโยชน์มากกว่าความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม

3. ความแข็งแรง ทนทาน (Durability) ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ คือ สิ่งที่สร้างต้องแข็งแรง ทนทาน ระบบกลไก ระบบไฟฟ้า วัสดุและอุปกรณ์ที่เลือกใช้ที่ดี

4. ความปลอดภัย (Economic) สามารถที่จะผลิตได้ในระบบการเศรษฐศาสตร์หมายความว่า จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงาน โดยที่ราคาไม่แพง มันจะเป็นการสูญเปล่าที่จะนำสิ่งของให้มีความทนทานมากกว่าหน้าที่ของมัน ความต้องการของงานทางด้านการประหยัดนั้นต้องการวัสดุที่หาได้ง่าย ผลิตได้ง่ายและสามารถถอดประกอบเข้ากันได้

5. วัสดุ (Material) ต้องเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับงานมีความทนทานและประหยัด โลหะแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างกัน มีความสวยงามในตัวมันเอง เช่น ทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทองเหลือง สแตนเลส และอลูมิเนียม ต่างก็มีพื้นผิวงามตามธรรมชาติ ก่อนนำโลหะมาใช้ ท่านต้องแน่ใจว่าวิธีการที่ยุ่ยาก วิศวกรนำไปใช้ การขึ้นรูปทำให้โค้ง ทำรูปร่างและเชื่อม

6. โครงสร้าง (Construction) วิธีการทำโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์แต่ละชนิดควรเหมาะสมกับงาน มีความทนทาน ประหยัดและใช้วัสดุที่เหมาะสม และการออกแบบนี้เป็นอมตะที่เรารู้จักเลือกใช้วิธีง่ายๆ ในการทำจะทำให้มีความเหมาะสมกว่าวิธีการยู่ยาก และควรจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมแก่วัสดุที่ใช้ด้วย

7. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ease of Use) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งาน ขนาดความสูง และการออกแบบนี้เป็นอมตะ

8. ความสวยงาม (Aesthetic) เมื่อมันมีรูปร่างและขนาดเหมาะสมกับการใช้งานขนาดความสูงกว้าง ยาว และขีดจำกัดของประกอบการออกแบบ เช่น การหยิบใช้คล่อง

9. มีลักษณะเฉพาะ (Personality) อาจจะได้คะแนนสูงในเรื่องของคุณภาพ แต่จริงๆ แล้วยังขาดในเรื่องลักษณะเฉพาะของมัน การมีลักษณะเฉพาะจะมีความรู้สึกกับนักออกแบบที่เขาได้ทำการออกแบบขึ้นมาด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นอิสระเพื่อจะได้แสดงว่า นักออกแบบได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของงาน ถ้าขาดคุณสมบัตินี้แล้ว

10. กรรมวิธีการผลิต (Production) เมื่อทำการออกแบบแล้ว สามารถจะทำการผลิตได้ง่าย การผลิตโครงการที่ท่านทำในโรงงานปฏิบัติงาน โลหะแต่ละชิ้นส่วนควรรวมเข้าด้วยกันได้เป็นอย่างดี

11. การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of Maintenance) เมื่อนำไปใช้งานได้รับความเสียหาย ความสามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหายก็ทำบำรุงรักษาและการสึกหรอต่ำ

12. การขนส่ง (Transporttion) นักออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ถ้าขนส่ง จะต้องส่งสะดวก หรือ ไม่ไกลไกล ขนส่งทางบกทางน้ำหรือทางอากาศ ต้องบรรจุหีบห่ออย่างไรที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายขนาดของรถตู้บรรทุกสินค้ากว้าง ยาว สูงเท่าไรเป็นต้น

โดยทั่วไปงานออกแบบจะประกอบขึ้นจากปัจจัยต่างๆ มากมายเช่น รูปทรง ประโยชน์ใช้สอย วัสดุและกรรมวิธีการผลิต เป็นต้น นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยเงื่อนไขอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อ งาน มักเกี่ยวกับความต้องการของตลาด ดังนั้นในการกำหนดหลักเกณฑ์ในการทำงานจึงเป็นการกำหนดเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผล และมักมาจากหัวข้อหลัก โดยมีรายละเอียดที่เน้นเป็นการแตกต่างกันไปตามลักษณะของงานออกแบบแต่ละประเภท สำหรับแนวทางการพิจารณาแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา มีดังต่อไปนี้

**วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Material and Processes)** ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ผลิตด้วยวัสดุสังเคราะห์ อาจมีการเลือกกรรมวิธีการเลือกใช้วัสดุและวิธีผลิตได้หลายแบบ แต่แบบหรือวิธีใดจึงจะเหมาะสมที่สุด ที่จะไม่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ประมาณ ฉะนั้นนักออกแบบคงต้องศึกษา

เรื่องวัสดุและวิธีผลิตให้ลึกซึ้ง โดยเฉพาะวัสดุจำพวกพลาสติกในแต่ละชนิด จะมีคุณสมบัติทางไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กายภาพที่แตกต่างกันออกไปเช่น มีความใส ทนความร้อน ผิวมันวาว ทนกรดต่างได้ดี ไม่ลื่น เป็นต้น ก็ต้องเลือกให้คุณสมบัติดังกล่าวให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่พึงมีอยู่ในสมัยนี้ มีการรณรงค์ช่วยกันพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการใช้วัสดุที่นำกลับมาหมุนเวียนมาใช้ใหม่ ก็ยิ่งทำให้นักออกแบบย่อมมีบทบาทเพิ่มขึ้นอีกด้วย เป็นผู้ช่วยพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการเลือกใช้วัสดุที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ ที่เรียกว่า รีไซเคิล

เนื่องจากงานออกแบบคือผลผลิตที่นอกจากจะได้จากการคิดค้นสร้างสรรค์อยู่ภายในใจแล้วยังต้องเป็นผลงานที่สามารถขึ้นรูปธรรมได้จริง มิใช่เป็นเพียงจินตนาการหรือการเพ้อฝันไปเท่านั้นดังนั้นผู้ที่จะสามารถออกแบบได้จึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต เพื่อให้การคิดสร้างสรรค์งานออกแบบมีความเป็นไปได้ในการผลิต โดยเฉพาะถ้างานเป็นงานออกแบบที่มุ่งหวังการจำหน่ายในตลาด เพราะวัสดุและกรรมวิธีการผลิตจะเป็นต้นทุนที่สำคัญ นอกจากนี้หากนักออกแบบขาดความรอบรอบในการพิจารณา ก็อาจทำให้เกิดความเสียหายอย่างร้ายแรงได้ ดังเช่น อันตรายต่างๆ ที่ผู้ใช้อาจจะได้รับจากความบกพร่องของการเลือกใช้วัสดุและการใช้กรรมวิธีที่เหมาะสม การรู้จักศึกษาและเลือกใช้วัสดุนั้นมีมาตั้งแต่เมื่อนุษย์กำเนิดขึ้นมาในโลกจากการสังเกตและจดจำคุณลักษณะของวัสดุต่างๆ รอบตัว บวกกับการรู้จักทดลองใช้กรรมวิธีต่างๆ ในการเปลี่ยนแปลงรูปทรงเดิมของวัสดุเพื่อให้เกิดเป็นผลผลิตที่มีลักษณะรูปทรงใหม่ ภายหลังการสะสมความรู้และประสบการณ์มาเป็นเวลานานช่วยให้มนุษย์รู้จักใช้วัสดุและกรรมวิธีเพิ่มขึ้นและมีความซับซ้อนยิ่งขึ้นตามลำดับ จุดเปลี่ยนแปลงที่สำคัญทางการผลิตเกิดขึ้นภายหลังการปฏิวัติทางอุตสาหกรรมมีการนำเครื่องจักรสำหรับผลิตสินค้าเป็นปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว ช่วยทำให้ราคาค่าต้นทุนการผลิตลดลง และตามด้วยการพยายามค้นคว้าหาวัสดุชนิดใหม่เพื่อใช้ทดแทนวัสดุเดิมที่มีคุณสมบัติไม่เหมาะสม หายาก มีราคาสูงและยุ่งยากทางการผลิต ทั้งวัสดุและกรรมวิธีการผลิตเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่มีความสำคัญสำหรับการออกแบบ นักออกแบบจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจและความเข้าใจข้อมูลพื้นฐานทางวัสดุและกรรมวิธีการผลิตในขอบเขตเนื้อหา

**ประโยชน์ใช้สอย (Function)** แนวคิดเกี่ยวกับประโยชน์ใช้สอย ได้กลายเป็นเรื่องสำคัญสำหรับงานออกแบบและเป็นเสมือนลัทธิหนึ่ง (Functionallism) ที่ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายมาตั้งแต่เมื่อเกิดความเคลื่อนไหวในการออกแบบสมัยใหม่ตอนต้นศตวรรษที่ 20 แต่เดิมงานออกแบบของยุคก่อนปฏิวัติอุตสาหกรรมแม้จะมีการคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยอยู่แล้วก็ตาม แต่เนื่องจากการใช้หลายระดับอย่างมากเพื่อปกปิดส่วนที่ทำหน้าที่หรือกลไก โครงสร้างต่างๆ จึงเหมือนลละเลยความสำคัญในเรื่องนี้ไป จนถึงปลายศตวรรษที่ 20 ที่มีการยอมรับหลักการและแนวคิดเกี่ยวกับประโยชน์ใช้สอยในงานออกแบบจากความพยายามกระตุ้นและการเสนอแนะของ Horatio Greenough และ Louis Sullivan ผู้มีบทบาทในระยะเริ่มแรกติดตามด้วยกลุ่มสถาปนิกผู้บุกเบิกของยุคสมัยใหม่ และสถาบันการศึกษา Bauhaus ที่พยายามปลูกฝังแนวคิดในการออกแบบซึ่งแสดงถึงประโยชน์ใช้สอยด้วยการ กำจัดสิ่งประดับตกแต่ง จนเหลือเฉพาะรูปทรงอันบริสุทธิ์ที่สามารถไม่วากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอบสนองประโยชน์ใช้สอยหรือ Function เป็นคำศัพท์เฉพาะที่นิยมใช้ในหมู่นักออกแบบ แม้จะมีคำอื่นที่มีความหมายเดียวกันเช่นการใช้งาน ประโยชน์ ความมุ่งหมายหรือจุดประสงค์ ความหมายโดยรวมของประโยชน์ใช้สอย คือ หน้าที่ที่ได้รับมอบหมายซึ่งผู้ใช้มีความคาดหวังไว้ โดยปกติในงานออกแบบแต่ละชนิดนั้นผู้ออกแบบและสร้างขึ้นมีความประสงค์อย่างชัดเจนที่จะนำมาใช้ประโยชน์ บางประการอันเป็นจุดเริ่มต้นของความพยายามเพื่อทำงานออกแบบ แม้แต่การตั้งชื่อสิ่งของเครื่องใช้ก็เป็นเครื่องยืนยันความมุ่งหมายทางการใช้งานอยู่โดยตรง เช่น จักรเย็บผ้า เครื่องบิน กบเหลาดินสอ เป็นต้น เมื่อสร้างขึ้นมาแล้วผู้ใช้ก็คาดหวังให้มันสามารถใช้งานได้ เช่น ที่เปิดขวดก็สามารถใช้เปิดขวดได้ จักรก็สามารถเย็บผ้าได้ ความล้มเหลวในการทำหน้าที่ พื้นฐานของงานออกแบบ จึงมักไม่เกิดขึ้นหรือถ้าเกิดขึ้นได้บางครั้งก็เป็นผลมาจากความผิดพลาดใน การปรับปรุงพัฒนางานออกแบบมากกว่าจะเกิดจากความตั้งใจตั้งแต่เริ่มต้น (นวลน้อย บุญวงศ์. 2542 : 88-95)

หน้าที่ใช้สอยนับว่าเป็นสิ่งที่ละเอียดอ่อนซับซ้อนมาก ผลิตภัณฑ์บางอย่างมีประโยชน์ใช้สอยที่ผู้คนทั่วไปทราบเบื้องต้นว่า มีหน้าที่ใช้สอยแบบนี้แต่ความละเอียดอ่อนที่นักออกแบบได้คิดออกมานั้นได้ตอบสนองสะดวกสบายอย่างเต็มที่ เช่น มิดในครัวมีหน้าที่หลักคือใช้ความคมช่วยในการหั่น สับ แต่จะเห็นได้ว่าการออกแบบมิดที่ใช้ในครัวอยู่มากมายหลายแบบหลายชนิดตามความละเอียดในการใช้ประโยชน์เป็นการเฉพาะที่แตกต่างเช่น มิดสำหรับปอกผลไม้ มิดแล่เนื้อสัตว์ มิดสับกระดูก มิดบะช่อ มิดหั่นผัก เป็นต้น ซึ่งได้มีการออกแบบลักษณะแตกต่างกันออกไปตามการใช้งาน ถ้าหากมีการใช้มีดอยู่ชนิดเดียวแล้วใช้กันทุกอย่างตั้งแต่แล่เนื้อ สับบะช่อ สับกระดูก หั่นผัก ก็อาจจะใช้ได้ แต่จะไม่ได้ความสะดวกเท่าที่ควรหรืออาจได้รับอุบัติเหตุขณะที่ใช้ได้ เพราะไม่ใช้ประโยชน์ใช้สอยที่ได้รับการออกแบบมาให้ใช้เป็นการเฉพาะอย่าง

เมื่อพิจารณาถึงเรื่องประโยชน์ใช้สอยอย่างแท้จริงของงานออกแบบ จะพบว่าหลังจากมีจุดเริ่มต้นจากชื่อซึ่งทำหน้าที่กำหนดประโยชน์ใช้สอยของงานออกแบบแล้ว ก็จะมีรายละเอียดอื่นๆ ติดตามมาอีกมากมายเพื่อให้รู้ขอบเขตการใช้งาน เช่น จักรเย็บผ้าก็จะมีรายละเอียดเพิ่มอีกว่าจะใช้สำหรับการผลิตในโรงงานหรือใช้ในบ้าน มันจะต้องสามารถเคลื่อนย้ายได้หรือไม่ ควรใช้พลังงานไฟฟ้าหรือใช้แรงทำมือเหมาะสม สำหรับกลุ่มผู้ใช้งานเฉพาะหรือจุดประสงค์เฉพาะ ดังนั้นงานออกแบบเหล่านี้เมื่อสร้างขึ้นมาแล้ว ผู้ใช้จึงไม่สามารถดัดแปลงให้ทำหน้าที่อื่นๆ ได้อีก เช่น กล้องถ่ายรูปก็มาสามารถนำไปใช้งานอย่างอื่นนอกเหนือจากการถ่ายรูปได้ นอกจากงานออกแบบที่มีลักษณะทางการใช้งานเฉพาะเจาะจงแล้ว ในขณะเดียวกันก็ยังมีงานออกแบบอีกประเภทที่มีประโยชน์ใช้สอยอย่างกว้างๆ ไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เช่น มิดทำหน้าที่ตัดเฉือน สับ ฉะ ไปจนถึงงัด ง้างหรือฉอนใช้สำหรับทุบ ตอกไม่ว่าจะใช้ในสถานที่ โอภาสหรือใช้โดยบุคคลใดก็ตาม แต่ทั้งนี้ก็ไม่ได้หมายความว่ามันจะสามารถนำไปใช้ทดแทนในงานเฉพาะอย่างได้ เช่น มิดพกแม้จะใช้ตัด เฉือน ได้กว้างขวางก็ไม่สามารถใช้งานแทนมีดผ่าตัด ซึ่งเป็นขอบเขตการใช้งานที่ชัดเจนแต่บางครั้งในทางกลับกันงานออกแบบก็อาจเกิดขึ้นด้วยจุดเริ่มต้นที่ยังไม่แน่ชัดได้ การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นกัน ดังตัวอย่างการประดิษฐ์เครื่องดนตรี เช่น ไวโอลิน ผู้สร้างขึ้นเป็นครั้งแรกเพียงพยายามทดลองทำอุปกรณ์ที่สร้างให้เกิดเสียงเท่านั้น การพัฒนาให้สามารถใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางเพิ่มมากขึ้นเกิดต่อมาในภายหลังโดยบรรดาศักดิ์และนักดนตรีช่วยกันคิดค้นเทคนิคการใช้เครื่องดนตรีเพื่อให้เกิดลูกเล่นต่างๆ มากขึ้นจนทำให้ไวโอลินในปัจจุบันสามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ (นวลน้อย บุญวงศ์. 2542 : 96)

**รูปทรง (Form)** เป็นปัจจัยที่สำคัญในงานออกแบบ รูปทรงเกิดขึ้นเป็นครั้งแรกในความคิดหรือในใจของนักออกแบบ มีลักษณะเป็นธรรมชาติโดยการคาดเดาเหตุการณ์สำหรับนำไปใช้ในอนาคตจนเมื่อความคิดนี้ถูกจัดทำขึ้นโดยวิธีการจัดเรียง สับเปลี่ยนและโยกย้ายวัสดุต่างๆ จึงเกิดเป็นตัวตนมีรูปทรงที่เป็นรูปธรรมขึ้นแหล่งที่มาของความคิดเกี่ยวกับรูปทรงนี้มีพัฒนาการการมาได้จากหลายแหล่ง ตั้งแต่การเกิดพลุ่งขึ้นเองในจินตนาการความคิดของนักออกแบบอันเป็นผลจากการได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์โดยตรงสะสมอยู่ในส่วนลึกของจิตใต้สำนึกมาเป็นเวลานาน โอกาสอันเหมาะสมที่จะเปิดเผยขึ้นมา นอกจากนี้รูปทรงที่เกิดขึ้นในความคิดยังอาจมีที่มาจากความเชื่อขนบธรรมเนียมประเพณีที่ถูกปลูกฝังมาตั้งแต่รุ่นบรรพบุรุษ ความเชื่อเหล่านี้ทำหน้าที่ให้ขอบเขตทางความคิดเกี่ยวกับรูปทรง ทำให้นักออกแบบเลือกใช้ลักษณะรูปทรงที่มีความสอดคล้องกับสิ่งที่ได้รับการสั่งสอนมา เช่น ช่างทอผ้าชาวอีสานจะทอธงเพื่อถวายวัดในงานบุญพลวศด้วยการทอขีดเป็นลวดลายที่มีรูปทรงตามเรื่องราวในพระเวสสันดรชาดก แต่อย่างไรก็ดีแหล่งที่มาที่สำคัญของรูปทรงสำหรับนักออกแบบยังคงเป็นธรรมชาตินั่นเอง ธรรมชาติเป็นแหล่งรวบรวมลักษณะรูปทรงที่ยิ่งใหญ่เนื่องจากรูปทรงในธรรมชาติมีความหลากหลาย แต่ละชนิดได้ผ่านการปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์ด้วยกระบวนการคัดเลือกและวิวัฒนาการ (Selection and Revolution) มนุษย์เรายังนำธรรมชาติมาใช้ทั้งเป็นแรงบันดาลใจ และเป็นต้นแบบสำหรับการจำลองจนถึงการประยุกต์ใช้ได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด การคิดค้นสร้างสรรค์รูปทรงนอกจากจะมีแหล่งที่มาดังกล่าวแล้ว บางครั้งรูปทรงที่ศิลปินและนักออกแบบคิดขึ้นอาจถูกจำกัดหรือกำหนดจากลักษณะรูปทรงของวัสดุที่เลือกนำมาใช้งาน วัสดุทำหน้าที่เป็นตัวกลางเพื่อสื่อหรือถ่ายทอดความคิดออกมาให้ปรากฏเป็นตัวตน จึงมีอิทธิพลต่อรูปทรงที่สร้างขึ้นอย่างมาก ช่างแกะสลักจำเป็นต้องออกแบบรูปทรงของประติมากรรมให้สอดคล้องกับรูปทรงของหินอ่อนที่หามาได้ หรือช่างไม้จำเป็นต้องเลือกรูปทรงของเครื่องเรือนตามลักษณะและขนาดของไม้ที่มีอยู่ อย่างไรก็ตามแหล่งที่มาและเงื่อนไขข้อกำหนดในการเกิดของรูปทรงต่างๆ เหล่านี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นของความคิดในการออกแบบทางเฉพาะที่มีเอกลักษณ์ของตนเองเพื่อให้ได้ผลงานในขั้นตอนสุดท้ายซึ่งมีลักษณะสร้างสรรค์ ก่อให้เกิดความพึงพอใจในการพบเห็น และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

จากแหล่งที่มาของความคิดในการสร้างรูปทรง ก็มาถึงประเด็นเกี่ยวกับวิธีการออกแบบรูปทรง ถ้าเรานำงานออกแบบมาพิจารณาแยกส่วนประกอบเป็นส่วนย่อยแล้ว จะพบว่ามันเกิดขึ้นจากองค์ประกอบจำนวนมาก องค์ประกอบในงานออกแบบ (Elements of Design) ได้แก่ เส้น ระบาย  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นผิวและสี เป็นต้น เปรียบเสมือนตัวอักษรซึ่งเมื่อนำมารวมกันแล้วจึงทำให้เกิดเป็นภาษา ศิลปินและนักออกแบบเป็นผู้นำองค์ประกอบเหล่านี้มาจัดรวมกันเข้าเพื่อสร้างสรรค์ให้เกิดรูปทรงโดยใช้หลักการออกแบบ (Principion of Design) นักออกแบบจะเลือกใช้ระดับความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบซึ่งจำแนกได้เป็น 3 ระดับ ตั้งแต่ระดับที่สร้างให้มีความเหมือนกัน (Identical) โดยใช้หลักการออกแบบชนิดการทำซ้ำ (Repetition) หรือความสมดุล (Balance) ต่อมาเป็นระดับที่ก่อให้เกิดความคล้ายคลึงกัน (Similar) โดยใช้หลักการออกแบบที่สร้างขึ้นให้เกิดความกลมกลืน (Harmony) หรือการทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงไปทีละขั้น (Gradation) จนถึงระดับสุดท้ายคือการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบให้เกิดความแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง (Totally Different) โดยใช้หลักการสร้างความขัดแย้ง (Contrast Discord) นักออกแบบจะเป็นผู้พิจารณาเลือกใช้ความสัมพันธ์แต่ละระดับให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน เช่น งานที่ต้องการสร้างความสะอาดตาเพื่อดึงดูดความสนใจอย่างรุนแรง ก็มักจะเลือกใช้ระดับความสัมพันธ์ที่แสดงความตรงข้ามกันขององค์ประกอบต่างๆ ในงานออกแบบ

ลักษณะรูปทรงต่างๆ ที่มีปรากฏอยู่ทั่วไปสามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

**1. รูปทรงเรขาคณิต (Geometric Form)** เป็นรูปทรงที่เกิดขึ้นตามกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ มีลักษณะง่ายต่อการจดจำ มักปรากฏให้เห็นตามสิ่งของที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น อาคาร เครื่องเรือน เครื่องจักร ของใช้ในบ้านชนิด รูปทรงเรขาคณิตไม่เพียงแต่จะเป็นผลงานประดิษฐ์ของมนุษย์เท่านั้น ในธรรมชาติก็จะได้พบเห็นได้เช่นกัน ผลึกหกเหลี่ยมของแร่ต่างๆ ใบไม้รูปสามเหลี่ยม เปลือกหอยรูปกลมหรือกรวยแหลม และรังผึ้งรูปหกเหลี่ยม เป็นต้น ในงานออกแบบอุตสาหกรรมมักใช้รูปแบบเรขาคณิตอย่างมากเนื่องจากเป็นรูปทรงที่มีลักษณะสมดุลสม่ำเสมอและแม่นยำ ช่วยให้สะดวกต่อการทำงานขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร และเป็นรูปทรงที่มีประโยชน์ใช้สอยดี เช่น แผ่นเสียงมีลักษณะเป็นวงกลม เพราะเหมาะกับการหมุนรอบตัว แต่ช่องใส่เป็นสี่เหลี่ยมเพราะสะดวกต่อการเก็บรวบรวมให้เป็นระเบียบ ท่อเป็นรูปทรงกระบอกเพราะมันช่วยให้การไหลตัวดีขึ้นเมื่อใช้เป็นภาชนะบรรจุ ก็เป็นทรงแข็งแรงคงรูปและง่ายต่อการทำความสะอาด หากพิจารณางานออกแบบแบบสมัยใหม่ตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 20 จะพบว่ารูปทรงเรขาคณิตเป็นรูปทรงที่นิยมนำมาใช้ในงานออกแบบแทบทั้งหมด

**2. รูปทรงธรรมชาติ (Natural Form)** คือรูปทรงที่เลียนแบบสิ่งที่เกิดขึ้นเองในธรรมชาติ ซึ่งมีทั้งสิ่งมีชีวิตได้แก่ มนุษย์ สัตว์และพืชตลอดจนสิ่งไม่มีชีวิต ได้แก่องค์ประกอบและปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์ เช่น ภูเขา แม่น้ำ พระอาทิตย์ขึ้น และฝนตก เป็นต้น ดังนั้นรูปทรงธรรมชาติจึงมีได้กว้างขวางหลากหลาย ลักษณะรูปทรงธรรมชาติสร้างความรู้สึกกลมกลืนใกล้ชิดกับมนุษย์ได้ดีกว่ารูปทรงชนิดอื่นๆ แต่จะพบบางงานออกแบบที่ใช้รูปทรงธรรมชาติได้น้อยกว่า เนื่องจากมีความยุ่งยากต่อการผลิตด้วยเครื่องจักร เครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รูปทรงนามธรรม (Abstract Form) ลักษณะรูปทรงนามธรรมจะเกิดขึ้นจากการนำรูปทรงธรรมชาติมากระทำการบิดเบือนหรือเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่เป็นการลดรูปให้เหลือเฉพาะส่วนสำคัญ และมีความจำเป็นซึ่งช่วยให้ยังคงสามารถจดจำรูปแบบทรงต้นแบบได้ ตัวอย่างที่ชัดเจนจะเห็นได้ทั้งโดยการใช้รูปทรงเรขาคณิต รูปทรงนามธรรมซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบ ยังคงสะท้อนถึงลักษณะเด่นเฉพาะของงานต้นแบบ (นวลน้อย บุญวงศ์. 2542: 100-104)

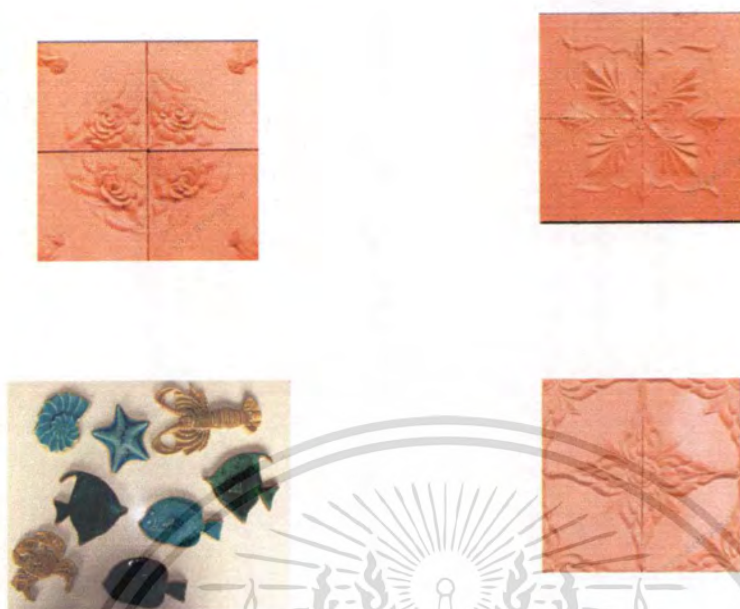
แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาเป็นการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและรูปแบบการใช้งาน ซึ่งลักษณะทั่วไปของรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภทมุงหลังคา ปูพื้น และบุผนังที่พบเห็นดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2.10 แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาหลังคา

ภาพที่ 2.11 แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.12 แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาผนัง

ตารางที่ 2.16 ข้อมูลการใช้กระเบื้องดินเผาผนังต่างค่า

| สินค้า<br>Code | รายการ<br>Description | ขนาด<br>Dimension<br>(cm.) | จำนวน<br>Piece<br>: sqm. | น้ำหนัก/<br>แผ่น<br>Weight(kg) | องศา<br>มุง<br>Slope | ระยะ<br>ระแนง<br>Lath<br>(cm.) |
|----------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| KL-001/14      | กระเบื้องดินเผาหางมน  |                            |                          |                                |                      |                                |
|                | - สั้น                | 14×19×1.5                  | 55                       | 0.60                           |                      |                                |
|                | - ยาว                 | 14×25×1.5                  | 55                       | 0.80                           | 30                   | 13                             |
|                | - ชาย                 | 14×19×1.5                  | 7                        | 0.60                           |                      |                                |
| KL-001         | กระเบื้องดินเผาหางมน  |                            |                          |                                |                      |                                |
|                | - สั้น                | 15×20.5×1.5                | 50                       | 0.80                           |                      |                                |
|                | - ยาว                 | 15×27×1.5                  | 50                       | 1.00                           | 30                   | 13-14                          |
|                | - ชาย                 | 15×20×1.5                  | 6.5                      | 0.60                           |                      |                                |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.16 (ต่อ)

| สินค้า<br>Code | รายการ<br>Description          | ขนาด<br>Dimension<br>(cm.) | จำนวน<br>Piece<br>: sqm. | น้ำหนัก/<br>แผ่น<br>Weight(kg) | องศา<br>มุง<br>Slope | ระยะ<br>ระแนง<br>Lath<br>(cm.) |      |
|----------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|------|
| KL-002         | -                              | 16.5×27.5×1.5              | 65                       | 1.00                           | 30                   | 9-10                           |      |
|                | - ชาย                          | 16.5×19.5×1.5              | 6                        | 0.80                           |                      |                                |      |
| KL-002/19      | -                              | 19×31×1.6                  | 45                       | 1.10                           | 30                   | 12.50                          |      |
|                | - ชาย                          |                            | 5.5                      |                                |                      |                                |      |
| KL-003/13      | กระเบื้องดินเผาหม่อม           | 13×23×1.2                  | 96                       | 0.70                           |                      | 9                              |      |
| KL-003         |                                | 16×28×1.2                  | 65                       | 1.10                           | 30                   | 10                             |      |
| KL-003/10      |                                | 10×20×1                    | 120                      | 0.50                           |                      | 7                              |      |
| KL-004         | กระเบื้องดินเผาลอน<br>กาบกล้วย | 22×29×1.2                  | 30                       | 1.60                           | 30                   | 18                             |      |
| KL-006         | กระเบื้องจีน คว่ำ<br>หงาย      | 6"                         | 45 ชุด                   | 1.00                           | 30                   | -                              |      |
|                |                                | 8"                         | 25 ชุด                   | 1.80                           |                      |                                |      |
|                |                                | 10"                        | 16 ชุด                   | 2.20                           |                      |                                |      |
| KL-008         | กระเบื้องดินเผาปลาย<br>แหลม    |                            |                          |                                | 30                   | 13                             |      |
|                |                                | - สั้น                     | 14×19.5×1.2              | 55                             |                      |                                | 0.60 |
|                |                                | - ยาว                      | 14×26×1.2                | 55                             |                      |                                | 0.80 |
|                |                                | - ชาย                      | 14×19.5×1.2              | 7                              |                      |                                | 0.60 |
| KL-009         | กระเบื้องว่าวดินเผา            | 9"                         | 24                       | 1.50                           | 35                   | 16                             |      |

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คชินท์ สายอินทวงศ์ (2547 : 33-35) มองเส้นทางข้างหน้าของกระเบื้องดินเผาลำปาง: กระเบื้องดินเผาสี่สาคี่ ไหววาว มีเจดสีหลากหลาย มีพื้นผิวที่แปลกตาและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว เมื่อปูพื้นหรือผนังแล้วทำให้เกิดความรู้สึกสบายตา สบายใจ เป็นความสวยงามที่ดูได้ไม่เบื่อ มีกลิ่นอายของบรรยากาศแห่งดินเผาแดนตะวันออก

กระเบื้องดินเผาชนิดนี้ ถูกเรียกกัน ในนาม กระเบื้องลำปาง ตามแหล่งที่มาไปโดยปริยาย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เหมือนดังว่า กระเบื้องลำปาง เป็นตัวแทนที่ใช้เรียกกระเบื้องประเภทหนึ่งที่ตั้งาปนิก มณฑลนาคร นักไมวากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซรามิกส์ หรือผู้ต้องการใช้งาน รู้จักและเข้าใจได้ว่า หมายถึง ดินเผาที่มีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำปานกลาง ผิวเคลือบเป็นมันวาวมีสีสันสดใส มีเจดสีหลากหลายแตกต่างกันออกไปในแต่ละแผ่น พื้นผิวแสดงความเป็นธรรมชาติของเนื้อดิน จนดูเหมือนเป็นกระเบื้องที่บรรจงทำขึ้นด้วยความตั้งใจที่จะให้มีความแตกต่างที่จะให้มีความแตกต่างกันในแต่ละแผ่น

กระเบื้องดินเผาลำปางเริ่มมีการผลิตมาตั้งแต่กว่าสามสิบปีที่ผ่านมา โดยเริ่มจาก คุณสุเทพ วนาวังษ์ ที่สังเกตเห็นว่า ดินแร่ที่มีอยู่มากมายในจังหวัดลำปางนี้ สามารถนำมาใช้ผลิตเซรามิกส์ได้เป็นอย่างดี จึงได้ตั้ง ห้างหุ้นส่วนจำกัด สุเทพการธรณีลำปางขึ้น และได้เริ่มผลิตกระเบื้องดินเผาที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวขึ้น จนมาถึงทุกวันนี้เปลี่ยนชื่อเป็นบริษัทกระเบื้องดินเผาลำปาง

นอกเหนือจากกระเบื้องดินเผาของคุณสุเทพแล้ว ยังมีผู้ผลิตอีกหลายรายในจังหวัดลำปางที่ได้ทำการผลิตกระเบื้องดินเผาในรูปแบบใกล้เคียงกัน จะแตกต่างกันบ้างในบางรายละเอียด สีสันพื้นผิว หรือลวดลาย ผู้ผลิตเหล่านี้ได้แก่ บริษัทกระเบื้องเขलगค์จำกัด บริษัทซี-ไทยเซอรา จำกัด หจก. กระเบื้องเขलगค์ (2003) บริษัทเอส พี พี เซรามิก จำกัด โรงงานประสพสุข เซรามิก บริษัทสมาอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด และ หจก. รามาเซรามิก บาง โรงงานพยายามผลิตกระเบื้องดินเผาให้มีลักษณะใกล้เคียงกับกระเบื้องแกรนิต แต่ก็เป็นเพียงเรื่องของสีสันภายในเนื้อกระเบื้องเท่านั้น เพราะคุณสมบัติสำคัญที่สามารถจัดชั้นให้เข้าสู่กระเบื้องแกรนิต (Porcelain Tile) ได้ นั้น การดูดซึมน้ำจะต้องมีค่าใกล้เคียงศูนย์ และความแข็งแรงหลังเผาต้องมีค่ามาก (มากกว่า  $400 \text{ Kg/cm}^2$ ) ซึ่งกระบวนการผลิตและเนื้อดินของกระเบื้องลำปางนั้นยังไม่อาจจัดเข้าอยู่ในกระเบื้องประเภทนี้ได้เลยทีเดียว

#### กระบวนการผลิต

เริ่มจากนำดินขาวลำปางที่มีอยู่มากมายในพื้นที่ หินผูลำปาง (Pottery Stone) และหินฟันม้า นำมาบดแห้งโดยใช้เครื่องบดย่อยวัตถุดิบทั้ง Hammer Mill, Edge Runner Mill, Pan Mill (Mixer) เพื่อให้วัตถุดิบแต่ละตัวมีความละเอียด จากนั้นนำมาผสมผสานกันตามสัดส่วนที่ได้การทดลองไว้ ซึ่งเป็นการการผสมแบบแห้ง ในกรณีที่ต้องการใส่สีหรือ Effect แปลกๆ ลงไปในเนื้อดินก็สามารถใส่ได้ในขั้นตอนนี้ จากนั้นร่อนผ่านตะแกรงสั้น เพื่อแยกเม็ดดินที่มีขนาดใหญ่ออกไป แล้วจึงนำไปเก็บไว้ในไซโลหรือบางที่อาจใช้กระสอบขนาดใหญ่

ในขั้นตอนนี้จะมีการเก็บไว้อย่างน้อย 1 วัน เพื่อให้ความชื้นในเนื้อดินมีความสม่ำเสมอ หลังจากนั้นจึงนำไปขึ้นรูปโดยการอัด (Pressing) ด้วยความอัดสูง เครื่อง Press นั้นมีทั้งแบบที่เป็น Hydraulic Press และ Friction Press เมื่อขึ้นรูปแล้วอาจนำไปเผาบิสกิตก่อนหนึ่งครั้งแล้วจึงนำมาชุบเคลือบแล้วทำการเผาอีกครั้ง เรียกว่า Double Firing Process หรือจากกระเบื้องดิบแล้วนำไปชุบเคลือบและเผาพร้อมกันครั้งเดียวก็ได้เรียกว่า Single Firing Process

สำหรับเคลือบนั้นเป็นสูตรเคลือบที่ใช้วัตถุดิบสำหรับการเผาที่อุณหภูมิสูง โดยมีการเติมเศษแก้ว เศษขวด หรือฟrit ลงไป เพื่อลดจุดหลอมตัวของเคลือบและทำให้เคลือบเกิดการร้าว (Crazing) ที่ผิวซึ่งเป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งของกระเบื้องลำปาง ส่วนสีสันที่สดใสนั้นได้เติมสี

ไมวารณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไซด์เช่น  $\text{CoO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{MnO}_2$  และซีเซรามิกส์ลงไปใต้น้ำเคลือบ เนื่องจากสีออกไซด์นั้นค่อนข้างเปลี่ยนแปลงเจดสีได้ง่าย เมื่ออุณหภูมิหรือบรรยากาศในเตาแตกต่างกัน รวมทั้งความหนาบางของชั้นเคลือบที่ไม่เท่ากันทำให้กระเบื้องเคลือบที่ใช้สีออกไซด์มีเจดสีที่หลากหลายได้ ผู้ผลิตส่วนใหญ่ยังใช้วิธีชุบเคลือบ เพราะเชื่อว่าจะสามารถทำให้ความหนาของชั้นเคลือบมีความแตกต่างกันในแต่ละแผ่น หรือแม้แต่ในแผ่นเดียวกัน แม้วิธีนี้จะทำให้ประสิทธิภาพในการเคลือบต่ำ และต้องใช้แรงงานคนรวมทั้งต้องพึ่งพาความชำนาญของพนักงานชุบเคลือบด้วย

เตาที่ใช้เผาที่เผาเป็นแบบครั้งคราว (Shuttle Kiln) เตาอุโมงค์ (Tunnel Kiln) และ Roller Kiln ซึ่ง Shuttle Kiln นั้นจะเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ และความแตกต่างของบรรยากาศภายในเตาในแต่ละตำแหน่งของเตาทำให้กระเบื้องที่ใช้เคลือบสูตรวัตถุดิบและสีออกไซด์มีเจดสีแตกต่างกันตามตำแหน่งที่วางอยู่ภายในเตา แต่เมื่อนำมาป้อนรวมกันในพื้นที่เดียวกัน โดยอาศัยเทคนิคของการเคลือบสีในการปูแล้วกลับก่อให้เกิดความสวยงามที่ดูได้เมื่อรู้เมื่อ อันเป็นเสน่ห์ของกระเบื้องประเภทนี้

แต่ข้อเสียของการเผาด้วย Shuttle Kiln และ Tunnel Kiln มีอยู่หลายประการ คือ ผลผลิตที่ได้ต่อวันต่ำ อัตราการใช้แก๊สต่อปริมาณการผลิตที่ได้สูง (เมื่อเปรียบเทียบกับ Roller Kiln) ใช้พนักงานในการเรียงกระเบื้องมาก (เมื่อเทียบกับขยอกระเบื้องที่ได้) และควบคุมคุณภาพของกระเบื้องได้ยาก (คุณภาพในแง่ของการใช้งาน เช่น การดูดซึมน้ำ ขนาดในแต่ละแผ่น ความโค้งแอ่นของกระเบื้อง) นอกจากนี้ยังต้องใช้เชื้อเพลิงเป็นแก๊สธรรมชาติแบบเหลว (Liquid Petroleum Gas) ซึ่งมีราคาสูงกว่าแก๊สธรรมชาติปกติ เนื่องจากที่ลำปางยังไม่มีท่อแก๊สธรรมชาติต่อไปถึง

ในด้านการควบคุมคุณภาพนั้น เนื่องจากผู้ผลิตยังมองว่า กระเบื้องลำปางเป็นงานฝีมือ และลูกค้าที่ซื้อไปก็เพราะชอบในรูปลักษณ์และความมีเอกลักษณ์ ดังนั้นคุณสมบัติสำคัญๆ ที่ใช้ควบคุมคุณภาพของกระเบื้อง จึงยังไม่ได้ให้ความสำคัญเท่าที่ควร เมื่อเทียบกับกับการผลิตกระเบื้องเซรามิกส์ของผู้ผลิตรายใหญ่ๆ ของประเทศ

### วิเคราะห์คุณสมบัติสำคัญ

1. การดูดซึมน้ำของกระเบื้องมีค่าปานกลางค่อนข้างไปทางสูง เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิตกระเบื้องลำปางมีความทนไฟสูงและในกระบวนการผลิตมีการเติมสารที่ช่วยในการหลอมตัว เช่น หินฟืนม้า ในปริมาณที่ไม่สูงมากนัก ประกอบกับการเตรียมเนื้อดินยังใช้การบดแบบแห้ง ซึ่งทำให้ความละเอียดของอนุภาคของหินฟูลำปาง หินฟืนม้า และดินขาวที่ใช้มีความละเอียดไม่มากพอที่จะทำให้เนื้อดินมีการหลอมตัว (Sintering) ที่ดี แม้จะทำให้การเผาที่อุณหภูมิสูงก็ตาม ดังนั้นดินจึงยังมีการดูดซึมน้ำที่สูงอยู่เมื่อเปรียบเทียบกับกระเบื้องเนื้อ Stone Ware ที่ใช้การเตรียมเนื้อดินแบบเปียก

2. ความทนทานต่อการขีดขีดผิวเคลือบต่ำเนื่องจากผิวเคลือบผลิตจากวัตถุดิบที่เป็น Flux เช่น โซเดียมเฟลด์สปาร์ และเศษแก้วในปริมาณสูง

3. ความแข็งแรงหลังเผามีค่าปานกลาง เนื่องจากเนื้อดินยังมีความเป็นแก้ว (Glassy Phase) ค่อนข้างต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สีสันที่มีความสโตไสเนื่องจากการใช้วัตถุดิบที่มีความเป็น Flux สูง และใช้สีออกไซด์ช่วยเติมลงไป รวมทั้งการเผาที่อุณหภูมิสูงทำให้ผิวเคลือบมีความเป็นแก้วสูง และพื้นผิวเคลือบอาจมีรอยแตกราน (Crazing) ได้ซึ่งเป็นเอกลักษณ์อย่างหนึ่งของกระเบื้องลำปาง

5. เจดสีในแต่ละแผ่นหรือแม้ในแผ่นเดียวกันมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งเมื่อได้ช่างปูกระเบื้องที่เข้าใจในเรื่องเจดสีและทำการปูผสมอย่างกลมกลืน ก็ได้พื้นที่ที่มีความสวยงาม มีมิติของสี และมีความงามได้ในหลายมุม

6. ขนาดของกระเบื้องมีค่าความแตกต่างกันค่อนข้างสูง ทำให้เวลาปูต้องเว้นแนวร่อง หรือช่องขาแนวค่อนข้างกว้างเมื่อเทียบกับกระเบื้องปูพื้น สาเหตุที่ขนาดของกระเบื้องมีความแตกต่างกันมากในแต่ละแผ่นนั้นสืบเนื่องมาจาก

6.1 กระบวนการในการเตรียมเนื้อดินแบบแห้ง ทำให้การผสมกันของวัตถุดิบไม่ดีพอทำให้การหดตัวของกระเบื้องมีความแตกต่างกันได้

6.2 การเติมผงดินลงไป ใน Cavity Mould ยังมีความผันแปรสูง การควบคุมน้ำหนักของดินในแต่ละครั้งของการขึ้นรูปนั้นเป็นเรื่องสำคัญมาก รวมทั้งการ Charge ผงดินลงไป ใน Cavity Mould ด้วย

6.3 การควบคุมค่าความดันของการขึ้นรูป (Pressing Pressure) ของเครื่องเพรสยังไม่สามารถควบคุมได้ดีพอและให้มีความแปรผันมาก

6.4 อุณหภูมิในการเผาของเตาแบบ Shuttle และ Tunnel มีความแตกต่างของอุณหภูมิค่อนข้างสูงจึงทำให้ขนาดที่ได้ในแต่ละตำแหน่งของเตามีความแตกต่างกัน

### แนวโน้มในอนาคต

ในปัจจุบันกระเบื้องลำปางได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นมาก จากความที่มีลักษณะโดดเด่นทั้งในเรื่องของสีสัน พื้นผิว เจดสี และเอกลักษณ์ต่างๆ เช่น การรานตัวของผิวเคลือบ จุดสี สนิมเหล็กที่มาจากวัตถุดิบซึ่งทำให้ผิวเคลือบดูเป็นธรรมชาติ ผู้ใช้มักนำกระเบื้องนี้ไปปูพื้นที่พักผ่อน มุมสงบ หรือที่บ้านพักตากอากาศหลังที่สอง เพื่อให้มีบรรยากาศของการผ่อนคลาย รื่นรมย์ รวมทั้ง สปาต่างๆ ที่นิยมใช้กระเบื้องลำปางกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถสร้างบรรยากาศของดินแดนตะวันออกได้เป็นอย่างดี

มีผู้ผลิตหลายรายได้เริ่มหันมาผลิตกระเบื้องดังกล่าวเนื่องจากความต้องการในตลาดยังมีอยู่อีกมาก แต่เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการใช้กระเบื้องทั่วประเทศแล้ว ตลาดของกระเบื้องลำปางยังถือว่ามีส่วนที่น้อย ซึ่งก็นับว่าเป็นความโชคดีของผู้ผลิตในจังหวัดลำปาง ที่บริษัทผลิตกระเบื้องรายใหญ่ ยังได้มองดูชิ้นเค้กก้อนนี้เท่านั้น เพราะด้วยศักยภาพของบริษัทเหล่านั้น สามารถผลิตกระเบื้องลำปางได้โดยมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าโรงงานในลำปางอย่างมาก

ดังนั้นเพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งรายใหญ่ได้ ผู้ผลิตในจังหวัดลำปางต้องคำนึงถึงการลดต้นทุนอย่างยั่งยืน ทั้งต้นทุนของเนื้อดิน ปริมาณการใช้เนื้อดินต่อตารางเมตร ต้นทุนของสี ไม่ว่าจะเป็นดินใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อน รวมทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต เพื่อให้มีปริมาณการผลิตที่สูงขึ้น โดยที่ไม่จำเป็นต้องลงทุนเพิ่มเครื่องจักร (โรงงานลำปางที่ใหญ่ที่สุด สามารถผลิตกระบือได้ประมาณ 2,000 - 3,000 ตารางเมตรต่อวัน โดยมีพนักงานกว่า 200 คน ในขณะที่โรงงานผลิตกระบือขนาดใหญ่สามารถผลิตกระบือจำนวนนี้ได้ใช้เวลาเพียงหนึ่งกะทำงาน โดยใช้เพียงหนึ่งสายเคลื่อนเท่านั้น และใช้คนงานเพียงไม่เกิน 6 คน)

ศาสตราจารย์ ดร. ชลชาติภิญโญ (2548: 7-15) การวิจัยเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้าน (อิฐมอญ) จังหวัดนครศรีธรรมราช : การศึกษาการทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยใช้เนื้อดินจากอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. วัตถุดิบ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้

#### วัตถุดิบ

1. ดินเหนียวจาก อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. ดินสโตนแวร์ (W90) จากบริษัทอินคัสเทรียล มินิเออร์ลดีเวลลอปเมนต์ จำกัด
3. เคลือบเซลาดอน วัตถุดิบชนิดที่ใช้ในทางการค้าทั่วไป

ตารางที่ 2.17 แสดงอัตราส่วนร้อยละวัตถุดิบเคลือบเซลาดอน

| วัตถุดิบ         | ร้อยละ |
|------------------|--------|
| โซดาเฟลด์สปาร์   | 50     |
| หินเขียวหนุมาน   | 20     |
| หินปูน           | 13     |
| แบเรียมคาร์บอเนต | 4      |
| ทังคัม           | 4      |
| ถ้ำกระดูก        | 1      |
| ดินขาว           | 5      |
| เหล็กออกไซด์     | 2      |
| ซีเถ้าไม้        | 5      |

**เครื่องมือและอุปกรณ์** เตาเผาไฟฟ้าและแก๊ส เตาฟืนอุณหภูมิสูง จังหวัดราชบุรี ตะแกรงขนาด 35 เมช , 100 เมช เป็นหมุน พิมพ์คอปูนพลาสติกเทอร์มออบด

### 2. การทดสอบทางกายภาพของเนื้อดิน

นำดินตัวอย่างเติมน้ำให้สลายตัว แล้วกรองด้วยตะแกรงขนาด 35 เมช เพื่อแยกกรวดทราย และสิ่งเจือปนออกจากเนื้อดิน จากนั้นกรองน้ำดินให้อยู่ในรูปแบบดินเหนียว เพื่อทดสอบความเหนียวและความเหมาะสมในการขึ้นรูป และทำขึ้นทดลองเพื่อนำไปทดสอบ โดยการเผาในระดับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิที่ต่างกัน ตั้งแต่ 800 องศาเซลเซียส ถึง 1,200 องศาเซลเซียส ระยะต่างอุณหภูมิทดสอบจุดละ 50 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 2.18 แสดงการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน

| อุณหภูมิ<br>(องศาเซลเซียส) | สีหลังเผา | การหดตัว<br>(ร้อยละ) | การดูดซึมน้ำ<br>(ร้อยละ) | LOI<br>(ร้อยละ) | การหลอมตัว |
|----------------------------|-----------|----------------------|--------------------------|-----------------|------------|
| 800                        | ส้มแดง    | 8.57                 | 17.66                    | 7.32            | -          |
| 850                        | ส้มแดง    | 8.57                 | 17.32                    | 7.68            | -          |
| 900                        | ส้ม       | 8.57                 | 17.25                    | 7.74            | -          |
| 950                        | ส้ม       | 8.57                 | 16.92                    | 7.88            | -          |
| 1,000                      | ส้มขาว    | 8.57                 | 16.05                    | 8.20            | -          |
| 1,050                      | ส้มขาว    | 9.99                 | 12.09                    | 8.52            | -          |
| 1,100                      | ส้ม       | 14.28                | 7.01                     | 8.60            | -          |
| 1,150                      | ส้มแดง    | 14.28                | 4.89                     | 8.78            | -          |
| 1,200                      | สีน้ำตาล  | 14.28                | 4.27                     | 8.78            | -          |

จากการทดสอบทางกายภาพของเนื้อดิน จากอำเภอชะอวด และการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปรากฏผลดังนี้

#### ผลการทดสอบก่อนเผา

เนื้อดินตัวอย่างมีความเหนียวสูงมากเหมาะกับการขึ้นรูปด้วยมือ การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน การขึ้นรูปด้วยใบมีด การขึ้นรูปด้วยพิมพ์กด และการขึ้นรูปด้วยการรีด

#### ผลการทดสอบหลังเผา

จากการทดสอบหลังเผาในแต่ละระดับอุณหภูมิ จากตารางที่ 2.17 แสดงว่า

1. สีของเนื้อดินหลังเผาให้สีส้มแดง-ส้ม และมีสีเข้มขึ้น ในระดับอุณหภูมิ 1,150 - 1,200 องศาเซลเซียส อันเกิดจากเหล็กออกไซด์ที่มีอยู่ในเนื้อดินค่อนข้างสูง

2. การหดตัว ในระดับอุณหภูมิ 800 – 1,000 องศาเซลเซียส มีการหดตัวต่ำในเกณฑ์เดียวกัน

3. การดูดซึมน้ำ อัตราการดูดซึมน้ำค่อนข้างสูงในระดับอุณหภูมิการเผาที่ 800 – 1,100 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เกิดการดูดซึมหรือซึมผ่านในระดับอุณหภูมิ 1,150 – 1,200 องศาเซลเซียส อัตราดูดซึมน้ำต่ำ สามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ประเภท ภาชนะอาหาร หรือผลิตภัณฑ์ตกแต่งที่ต้องการความแข็งแรงถาวรได้เป็นอย่างดี

#### 4. ส่วนที่หายไปจากการเผา (LOI) อยู่ในระดับปกติของเนื้อดินปั้น จากแหล่งธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่แจ้งเรื่องหรือแจ้งข้อเท็จจริงเพื่อประกอบการพิจารณาเท่านั้น ไม่ใช่อุปกรณ์ทางการแพทย์  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การหลอมตัวในระดับอุณหภูมิ 800 – 1,200 องศาเซลเซียส ทุกตัวไม่มีการหลอมตัว  
ผลการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์

จากข้อมูลเบื้องต้น และการทดสอบทางกายภาพของเนื้อดินตัวอย่าง สามารถออกแบบเป็น  
ผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้นได้ 10 อย่าง ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.18

ตารางที่ 2.19 แสดงผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน

| ประเภทของผลิตภัณฑ์                | วิธีการขึ้นรูป      | อุณหภูมิการเผา<br>(องศาเซลเซียส) | เทคนิคตกแต่ง   |
|-----------------------------------|---------------------|----------------------------------|--|
| 1. ตุ๊กตารูปสัตว์                 | ขึ้นรูปด้วยมือ      | 750                              | -  |
| 2. อุปกรณ์เติมน้ำต้นไม้<br>กระถาง | ขึ้นรูปด้วยมือ      | 750                              | -  |
| 3. ตัวติดบันทึกประกอบ<br>แม่เหล็ก | พิมพ์กด             | 750                              | เผาสุม   |
| 4. เครื่องประดับ                  | พิมพ์กด             | 750                              | สุม  |
| 5. กระถางต้นไม้                   | ขึ้นรูปด้วยมือ      | 750                              | -  |
| 6. กระเบื้องลายต่อเนื่อง          | พิมพ์กด             | 750                              | -  |
| 7. แก้วน้ำ                        | ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน | 1180                             | เผาเตาฟืน  |
| 8. ชาม                            | ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน | 1200                             | เอน โภภินขาว   |
| 9. ถ้วยกาแฟ                       | ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน | 1200                             | เผาเตาฟืนและเตาแก๊ส  |
| 10. กระเบื้องผนังลายต่อเนื่อง     | พิมพ์กด             | 1200                             | เคลือบเซลาดอน<br>1.เคลือบเซลาดอน<br>2. ประเภทไม้เคลือบ<br>ต้องการแสดงสีของเนื้อ<br>ดิน |

### การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์

1. ตุ๊กตารูปสัตว์ เป็นผลผลิตขึ้นรูปด้วยมือ เหมาะกับการผลิตเพื่อเป็นของที่ระลึก หรือเพื่อ  
ตกแต่ง ชนิดของสัตว์สามารถแปรเปลี่ยนไปตามถนัดของผู้ผลิต แต่คววนเน้นจุดเด่นในตัวสัตว์ให้ง่าย  
ต่อการรับรู้ และเพิ่มความน่าเอ็นดูด้วยท่าทางที่แตกต่าง ขนาดตุ๊กตา ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถใช้เป็น  
อุปกรณ์ตกแต่งบ้านหรือสวนได้

2. อุปกรณ์เติมน้ำต้นไม้กระถาง ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ที่นิยมกันในกลุ่มผู้ชอบตกแต่งภายใน  
อาคารด้วยไม้กระถาง เพราะช่วยเพิ่มขึ้นให้กับต้นไม้ และช่วยยืดเวลาการให้น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตัวติดบันทึกประกอบแม่เหล็ก เป็นของใช้ในสำนักงาน หรือบ้านพัก ใช้สำหรับติดบันทึกบนตู้เอกสาร หรือตู้เย็น สามารถผลิตได้ง่ายและใช้เวลาน้อย เพราะเป็นการขึ้นรูปด้วยพิมพ์กดประทับ (Stamp) สามารถผลิตเป็นของที่ระลึกได้ดี

4. เครื่องประดับ มีวิธีการผลิตเหมือนตัวติดบันทึก แต่เจาะรูเพื่อร้อยประกอบเป็นเครื่องประดับ เหมาะสำหรับตอบสนองกระแสนิยมของวัยรุ่น

5. กระจกตันไม้ โดยทั่วไปกระจกตันไม้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีราคาต่ำ แต่การเปลี่ยนรูปทรงเพื่อให้เหมาะสมกับต้นไม้แต่ละประเภท และความแปลกใหม่ในรูปทรงจะทำให้สามารถเพิ่มมูลค่าทางการตลาดได้ดี

6. กระจเบื้องผนังลายต่อเนื่องเป็นกระจเบื้องผนังที่เผาด้วยอุณหภูมิต่ำ เพื่อให้ผู้ประกอบการสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิต เหมาะสำหรับเป็นวัสดุตกแต่งผนังภายในและถ้าปรับเปลี่ยนลายหรือลักษณะผิว แล้วนำไปใช้งาน สามารถใช้เป็นผนังน้ำซึมที่ก้ำกึ่งได้รับความนิยมในการจัดสวนในปัจจุบัน เพราะเนื้อกระเบื้องชนิดนี้มีการดูดซึมความชื้น เมื่ออยู่ภายนอกอาคาร และมีความชื้นหล่อเลี้ยง จะทำให้เกิดตะไคร่ หรือพืชขนาดเล็กขึ้นปกคลุม ซึ่งเป็นที่นิยมของการตกแต่งสวนในแนวธรรมชาติ

7. แก้วน้ำ เป็นชิ้นงานที่เผาในเตาฟืน จังหวัดราชบุรี โดยไม่เคลือบ สีผิวจะมีสีขาวจากฟืนปลิวมากระทบแล้วหลอม เนื่องจากอุณหภูมิการเผาที่สูง ทำให้ผิวภาชนะมีสีอ่อนเข้ม ไม่เท่ากันเนื่องจากทิศทางของเปลวไฟ และการจัดวาง ลักษณะผิวเช่นนี้ จัดเป็นความงามจากการเผานำไปผลิตเพื่อจำหน่ายสามารถตอบสนองลูกค้าที่ขายเครื่องดื่ม ประเภทที่ขายเครื่องดื่มพร้อมภาชนะ

8. ชาม เป็นภาชนะใส่อาหารที่เผาในเตาฟืนเหมือนแก้วน้ำแต่นำมาเผาซ้ำด้วย เตาแก๊สเพื่อให้สีผิวที่เข้มขึ้น เป็นชิ้นงานที่ไม่เคลือบ ความมันวาวผิวเกิดจากขี้เถ้าหลอมละลาย ทำปฏิกิริยากับซิลิกาในดิน

9. ถ้วยกาแฟ เป็นการออกแบบพัฒนาโดยใช้การเคลือบเซลาดอน แล้วเผาด้วยแก๊ส เนื้อดินและเคลือบสามารถใช้ร่วมกันได้ดี แสดงถึงลักษณะของดิน ว่าสามารถนำไปพัฒนาไปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นได้อีกมากมาย

10. กระจเบื้องผนังลายต่อเนื่อง เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ทั้งประเภท มีเคลือบและไม่เคลือบ มีลักษณะที่สวยงามสามารถใช้เป็นวัสดุตกแต่งได้ดี และสีของเนื้อดินมีความเข้มการขึ้นรูปต้นทุนต่ำ และถ้าต้องการผลิตจำนวนมาก ก็สามารถปรับกระบวนการผลิตด้วยการใช้เครื่องจักร

### สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาทดลองใช้เนื้อดิน จากอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช มาออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ สามารถสร้างสรรค์ผลงานที่ต่างไปจากเดิมได้หลายประเภทตามวัตถุประสงค์ คือสามารถผลิตในรูปแบบของวัสดุตกแต่ง และวัสดุก่อสร้างตลอดจนของใช้อื่นๆ ได้หลากหลาย สีของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

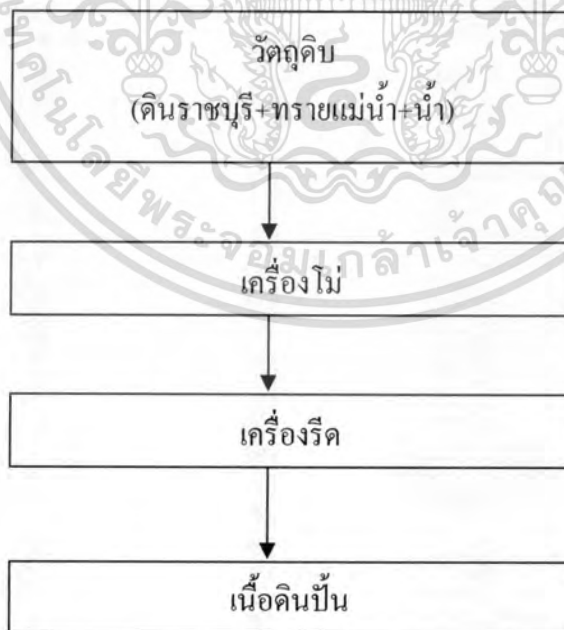
เนื้อดินมีความสวยงาม ในทุกระดับอนุภูมิภาค และเมื่อนำมาผลิตภัณฑ์ไปตกแต่งด้วยเคลือบเซลาดอน ก็สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อีกระดับหนึ่งอย่างน่าสนใจ

พิมพ์วัลค์ วัณโนภาส และ สุมาลี ลิขิตวนิชกุล (2544: 1-11) การวิจัยและพัฒนาการเตรียมเนื้อดินปั้นราชบุรี: เนื้อดินปั้นราชบุรีโดยส่วนใหญ่จะเตรียมขึ้นสำหรับใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ เช่น โอ่ง หรือกระถาง ดังนั้นวิธีการเตรียมเนื้อดินที่ผ่านมาจึงเป็นการเตรียมด้วยวิธีที่ไม่ซับซ้อน กล่าวคือนำดินจากแหล่งมาใส่บ่อหมักสลับกับทรายแม่น้ำ ผสมน้ำ หมักทิ้งไว้ โม่ผสม และรีดเป็นเนื้อดินเพื่อใช้ปั้น การเตรียมเนื้อดินด้วยวิธีดังกล่าว ทำให้การผลิตเครื่องปั้นดินเผาราชบุรีในปัจจุบันประสบปัญหาเนื้อดินปั้นที่ไม่มีความสม่ำเสมอ เนื้อดินหยาบ หลังผ่านการเผากระทบตำหนิจุดขาว ตุ่มสีน้ำตาลเข้มบนผิวผลิตภัณฑ์ และบางครั้งผลิตภัณฑ์มีรอยด่าง แดกร้าว และร่วนซิม ปัญหาเหล่านี้ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้อยลง ไม่มีมาตรฐาน และมีการสูญเสียสูง

ศูนย์วิจัยฯ ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาการเตรียมเนื้อดินปั้นให้ได้เนื้อดินที่มีความสม่ำเสมอ มีความละเอียดมากขึ้น และลดปัญหาตำหนิต่างๆ ลง โดยการศึกษาสาเหตุตำหนิบนผิวผลิตภัณฑ์และพัฒนาวิธีการเตรียมวัตถุดิบและเนื้อดินปั้น

#### การศึกษาขั้นตอนการเตรียมเนื้อดินปั้น

จากการสำรวจ และรวบรวมข้อมูลกระบวนการเตรียมเนื้อดินปั้นราชบุรี พบว่ามีขั้นตอนการเตรียมเนื้อดินปั้นดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.13 แผนภูมิขั้นตอนการเตรียมเนื้อดินปั้นราชบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อน ไม่มีการเตรียมวัตถุดิบหรือคัดขนาดวัตถุดิบ นอกจากนั้นยังใช้น้ำในการหมักค่อนข้างมากและหมักเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกลือที่ละลายน้ำได้ในดินละลายออกมา

### การศึกษาเนื้อดินปั้นและผลิตภัณฑ์

เนื้อดินปั้นที่เตรียมยังคงมีเม็ดหิน กรวด หินปูน ขนาดต่างๆ จากตัวอย่างฝาไหที่นำมาลองชูดกแต่งพบว่าเม็ดหินเหล่านี้ขนาดตั้งแต่ 3 - 10 มิลลิเมตร บนผิวผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาแล้ว จะพบรอยแตกและตำหนิในลักษณะเม็ดหินจุดสีน้ำตาลหรือคล้ำ จุดขาวหรือเม็ดสีขาวที่แตกออก

จากการศึกษานี้ สามารถอนุมานได้ว่าตำหนิต่างๆ ที่เห็นเกิดจากเนื้อดินปั้นที่ไม่มีความสม่ำเสมอ มีเม็ดหยาบปนมาก ทำให้เกิดความแตกต่างของกรวดตัวในบริเวณที่เป็นเม็ดหิน กรวด ฯลฯ และบริเวณที่เป็นเนื้อดินขณะเนื้อดินแห้ง จึงทำให้เกิดรอยแตกขึ้น และเมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิ การแตกร้าวจะเห็นชัดเจนและรุนแรงยิ่งขึ้น นอกจากรอยแตกร้าวแล้วเม็ดหินและกรวดเหล่านี้ยังทำให้เกิดตำหนิขนาดใหญ่บนผิวผลิตภัณฑ์

ในส่วนของรอยค่างที่มักจะเห็นได้ชัดบนผิวผลิตภัณฑ์ที่เผาต่ำประมาณ 800 องศาเซลเซียส นั้นเกิดจากการใช้น้ำปริมาณมากในการหมัก ทำให้เกลือที่ละลายน้ำได้ในเนื้อดิน เช่น พวกซัลเฟต ละลายออกมาสะสมที่ผิวผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาในส่วนนี้ชี้ให้เห็นว่าการเตรียมเนื้อดินปั้น โดยดั้งเดิมนี้ยังขาดกระบวนการที่จะทำให้เนื้อดินที่มีคุณภาพดี จึงควรปรับปรุงการเตรียมวัตถุดิบและพัฒนาการเตรียมเนื้อดินปั้น เพื่อให้ได้เนื้อดินที่มีความสม่ำเสมอของสมบัติต่างๆ ขึ้น

### การศึกษาหาปริมาณและการกระจายตัวของทรายในวัตถุดิบ

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าการปรับปรุงการเตรียมวัตถุดิบ เช่นการบดย่อย จะเป็นขั้นตอนสำคัญขั้นตอนแรกที่จะทำให้ได้เนื้อดินที่มีความสม่ำเสมอขึ้น ในการบดย่อยดินนั้นสามารถใช้เครื่องชนิดต่างๆ ตามแต่ลักษณะของวัตถุดิบ เช่น สำหรับก้อนใหญ่สามารถใช้เครื่องแบบ Jaw Crusher, Screening and Mixing Crusher หรือ Roller Crusher สำหรับดินก้อนเล็ก สามารถย่อยให้เป็นฝุ่นโดยใช้เครื่องย่อยแบบ Pulverizer หรือ Edge Runner

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยดินราชบุรี และทรายแม่น้ำ โดยนำวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดมาบดแยกก่อน สำหรับดินราชบุรีนั้นเตรียมเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ดินราชบุรีย่อย โดยนำดินมาบดด้วยเครื่อง Pulverizer และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 10 เมช
2. ดินราชบุรี โดยนำดินมาบดด้วยเครื่อง Edge Runner และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 10 เมช

ทำการศึกษาหาปริมาณและการกระจายตัวของทรายในดินราชบุรี ดินราชบุรีย่อย ดินราชบุรีบด และทรายแม่น้ำ โดยนำวัตถุดิบแต่ละชนิดจำนวน 100 กรัม มาร่อนผ่านตะแกรง 20, 40, 60, 80 และ 100 เมช แล้วชั่งน้ำหนักของทรายที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาด ได้แสดงในตารางที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.20 แสดงปริมาณและการกระจายตัวของทรายในเนื้อดินราชบุรี ดินราชบุรีย่อย  
ดินราชบุรีบด ทรายแม่น้ำ

| ขนาด(เมช) | ปริมาณ (ร้อยละ) |                |              |            |
|-----------|-----------------|----------------|--------------|------------|
|           | ดินราชบุรี      | ดินราชบุรีย่อย | ดินราชบุรีบด | ทรายแม่น้ำ |
| (+20)     | 1.54            | 1.04           | 0.98         | 2.99       |
| (-20+40)  | 3.03            | 2.14           | 1.61         | 31.22      |
| (-40+60)  | 7.07            | 5.79           | 4.40         | 45.02      |
| (-60+80)  | 7.13            | 7.61           | 4.90         | 12.43      |
| (-80+100) | 5.91            | 4.84           | 3.81         | 3.13       |

จากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าขั้นตอนการเตรียมวัสดุดิบ เช่น การบดย่อย หรือการคัดเลือกขนาดวัสดุดิบโดยการร่อนผ่านตะแกรง จะทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของวัสดุดิบตั้งต้นได้ และจะส่งผลให้สามารถควบคุมคุณภาพของเนื้อดินผสมที่เตรียมในขั้นตอนต่อไป ได้ดียิ่งขึ้น

#### ขั้นตอนการเตรียมเนื้อดิน

การศึกษานี้พบว่ามีปริมาณทรายแม่น้ำประมาณ 10% จึงได้ทำการทดลองเตรียมเนื้อดินเพื่อเปรียบเทียบกับเนื้อดินเพื่อเปรียบเทียบกับเนื้อดินปั้นราชบุรี (RP) โดยใช้ดินราชบุรีย่อย ดินราชบุรีบด ทรายแม่น้ำไม่ร่อน และร่อนผ่านตะแกรง 40 และ 60 เมช โดยแปรปริมาณทราย 5, 10, และ 15% ดังนี้

ตารางที่ 2.21 แสดงส่วนผสมของเนื้อดินทดลอง

| ตัวอย่าง | ดินราชบุรี(กรัม) |      |     | ทรายแม่น้ำ(กรัม) |         |         |
|----------|------------------|------|-----|------------------|---------|---------|
|          | จากแหล่ง         | ย่อย | บด  | จากแหล่ง         | -40 เมช | -60 เมช |
| RP       | 100              |      |     | 10               |         |         |
| RP1      |                  | 100  |     | 5                |         |         |
| RP2      |                  | 100  |     | 10               |         |         |
| RP3      |                  | 100  |     | 15               |         |         |
| RP4      |                  |      | 100 | 5                |         |         |
| RP5      |                  |      | 100 | 10               |         |         |
| RP6      |                  |      | 100 | 15               |         |         |
| RP7      |                  |      | 100 |                  | 10      |         |
| RP8      |                  |      | 100 |                  |         | 10      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมดินและทรายแบบแห้ง แล้วจึงนำมาแต่ละส่วนผสมคลุกผสมน้ำ 28 - 30% หมัก 1 คืน นำเข้าเครื่องรีดสูญากาศ 3 รอบ

นำเนื้อดินทดลองมาทำแท่งทดสอบ เพื่อใช้หาความแข็งแรงก่อนเผา และหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,180 องศาเซลเซียส และเพื่อใช้หาค่าการดูดซึมน้ำ ผลการทดสอบแสดงในตารางดังนี้

ตารางที่ 2.22 แสดงค่าความแข็งแรง และการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้น โรงงานและเนื้อดินทดลอง

| ตัวอย่างทดลอง | ความแข็งแรง (เมกะพาสคาล) | การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ) |
|---------------|--------------------------|-----------------------|
| RP            | 21.7                     | 6.0                   |
| RP1           | 19.5                     | 5.2                   |
| RP2           | 23.1                     | 6.5                   |
| RP3           | 18.1                     | 7.1                   |
| RP4           | 26.2                     | 3.6                   |
| RP5           | 20.3                     | 5.4                   |
| RP6           | 19.0                     | 6.5                   |
| RP7           | 21.3                     | 5.4                   |
| RP8           | 22.2                     | 5.6                   |

สรุปได้ว่าการบดย่อยดิน การคัดขนาดทราย การลดปริมาณน้ำและเวลาในการหมัก และการผสมด้วยเครื่องรีด ช่วยให้เนื้อดินปั้นที่มีความสม่ำเสมอในส่วนผสม มีความแน่นของเนื้อดิน เนื้อดินมีความละเอียดขึ้น ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรงมากขึ้น มีค่าของการดูดซึมน้ำต่ำลงลดปัญหาของตำหนิ และมีสีที่สวยงามมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา ผู้วิจัยได้ศึกษาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) พัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา

แหล่งข้อมูล ได้แก่ วัตถุดิบในการวิจัย คือ

1. เนื้อดินบ้านคงคันทอง
2. เนื้อดินคำสุราษฎร์
3. หินฟันม้า ชนิดโปแตสเซียมเฟลด์สปาร์

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากการสุ่มตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) โดยมีวัตถุดิบดังนี้

- |                                      |                  |         |
|--------------------------------------|------------------|---------|
| 1. เนื้อดินบ้านคงคันทอง              | อยู่ในช่วงร้อยละ | 10 - 80 |
| 2. เนื้อดินคำสุราษฎร์                | อยู่ในช่วงร้อยละ | 10 - 80 |
| 3. หินฟันม้าชนิดโปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ | อยู่ในช่วงร้อยละ | 10 - 80 |

3.1.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

แหล่งข้อมูล ได้แก่ มาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คือ

1. กระเบื้องดินเผาungหลังคามาตรฐานเลขที่ มอก. 158 - 2518

2. กระเบื้องดินเผาปูพื้นมาตรฐานเลขที่ มอก. 37 - 2529

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีใช้เฉพาะที่อาคารศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กระเบื้องดินเผาบุผนัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 36 – 2516

**กลุ่มตัวอย่าง** ได้แก่ อัตราส่วนผสมวัสดุดิบจากการสุ่มตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend)

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 (ข้อ 3.1.1) และวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 (ข้อ 3.1.2) ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

**ตัวแปรต้น** ได้แก่

1. อัตราส่วนผสมวัสดุดิบ โดยใช้วิธี Triaxial Blend คำนวณหาอัตราส่วนผสมของวัสดุดิบ 3 ชนิด คือ

1.1 เนื้อดินบ้านคงคินทอง

1.2 เนื้อดินคำสุราษฎร์

1.3 หินฟืนม้าชนิด โปแทสเซียมเฟลด์สปาร์

2. อุณหภูมิในการเผาที่ 1,100 องศาเซลเซียส

3. บรรยากาศในการเผาแบบออกซิเดชัน

**ตัวแปรตาม** ได้แก่ การทดสอบอัตราส่วนผสมวัสดุดิบ

1. การทดสอบทางกายภาพก่อนเผา

1.1 ทดสอบความเหนียว

1.2 ทดสอบการหดตัวก่อนของเผา

2. การทดสอบทางกายภาพหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส บรรยากาศ

ออกซิเดชัน

2.1 ทดสอบการหดตัวหลังเผา

2.2 ทดสอบสีหลังเผา

2.3 ทดสอบความทนไฟ

3. การทดสอบอัตราส่วนผสมวัสดุดิบ โดยการขึ้นรูป

3.1 ทดสอบขึ้นรูปด้วยมือ

3.2 ทดสอบขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร

4. การทดสอบทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

4.1 ทดสอบการดูดซึมน้ำ

4.2 ทดสอบความแข็งแรง

**3.1.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3.** เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

**ประชากร** ได้แก่ กลุ่มผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ 1988 จำกัด เอกสารที่เป็นเอกสารที่ส่งมายังหน่วยงานวิชาการเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่นับรวมผู้ที่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้านผู้ผลิตกระเบื้องดินเผาไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คำปรึกษาแนะนำ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

1. ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ 1988 จำกัด จำนวน 30 คน
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตกระเบื้องดินเผา จำนวน 3 ท่าน

### ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

#### ตัวแปรต้น ได้แก่ ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา

1. กระเบื้องดินเผาบุผนังหลังคาชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบ
2. กระเบื้องดินเผาปูพื้นชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบ
3. กระเบื้องดินเผาบุผนังชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบ

#### ตัวแปรตาม ได้แก่ ความพึงพอใจของผู้บริโภคในรูปแบบผลิตภัณฑ์และคุณสมบัติ

กระเบื้องดินเผาที่ได้รับการพัฒนาแล้ว ในด้าน

1. หน้าที่ใช้สอย (Function)
2. ความแข็งแรง ทนทาน (Durability)
3. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ease of Use)
4. ความสวยงาม (Aesthetic)

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัย โดยสร้างขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องในการพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา ผู้วิจัยได้ศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) พัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ และข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยผู้เชี่ยวชาญดังนี้

#### ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาทร ชลชาติภิญโญ ตำแหน่งอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัตร พัฒนะ ตำแหน่งรองอธิการบดีฝ่ายกรรมกิจการพิเศษ อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อาจารย์เสกพร ต้นศรีประภาศิริ ตำแหน่งรองคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

#### ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาทร ชลชาติภิญโญ ตำแหน่งอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2. อาจารย์เพียรพิณ ก่ออุฒิพงษ์ ตำแหน่งคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

3. อาจารย์สมทรง ชิมภรณ์ ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขานฤมิตรศิลป์ คณะศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทร ปรเสานมิตร

#### ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตกระเบื้องดินเผา

1. คุณสุพร สรณารักษ์ ตำแหน่งผู้จัดการ โรงงาน บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ (1988) จำกัด

2. คุณนพพร บุญประดับ ตำแหน่งวิศวกร ควบคุมเครื่องจักรในกระบวนการผลิตกระเบื้อง บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ (1988) จำกัด

3. คุณจำลอง สุขแดง ตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ (1988) จำกัด

#### การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ดังนี้ คือ

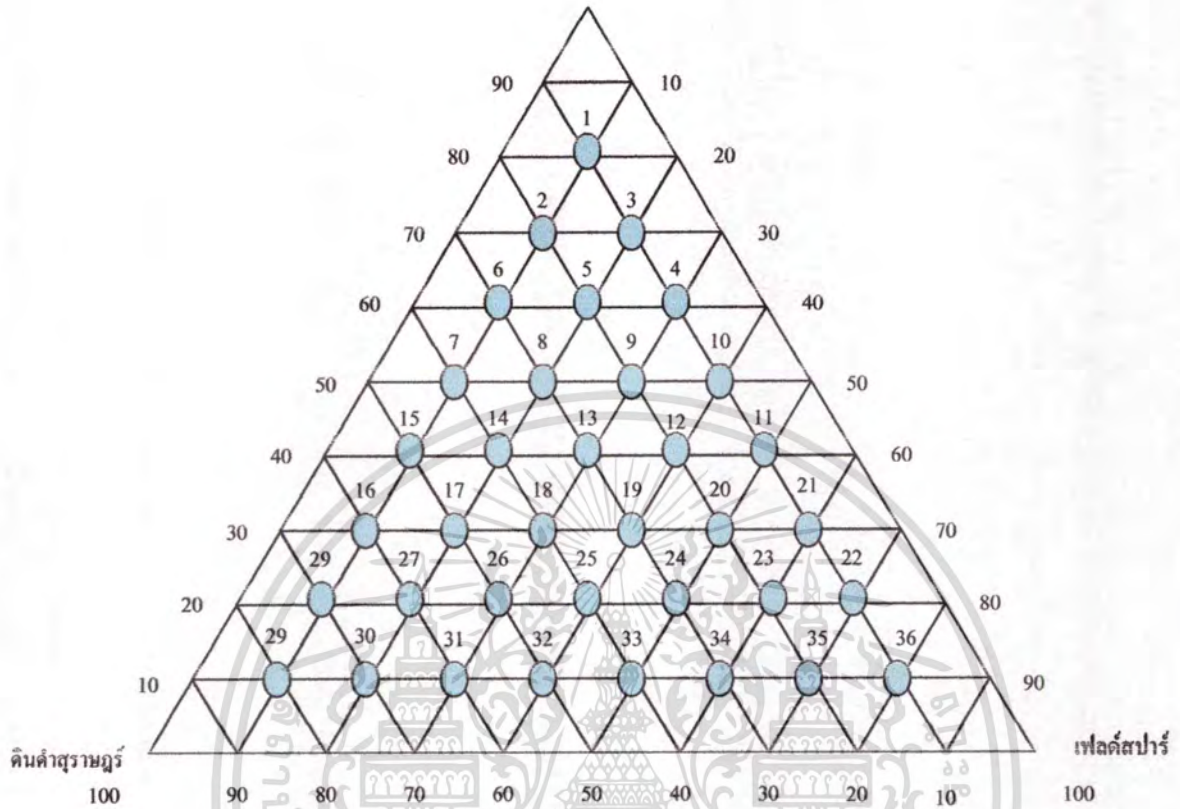
### 3.2.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา

เครื่องมือที่ใช้ในการหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ โดยใช้วิธีการสุ่มวัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) โดยนำเนื้อดินบ้านคงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ดินคำสุราษฎร์ และหินฟันม้าชนิดโปเทสเซียมเฟลด์สปาร์ เพื่อหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบเป็นร้อยละ ดังภาพที่

3.1

ดินบ้านคงดินทอง

100



ภาพที่ 3.1 แสดงการหาอัตราส่วนผสมโดยใช้วิธี Triaxial Blend

(ที่มา : พรชัย ปาหุง. 2551)

ตารางที่ 3.1 แสดงอัตราส่วนผสมวัสดุขุดจากการสุ่มวัสดุขุดจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend)

| สูตรที่ | ดินบ้านคงดินทอง | ดินดำสุราษฎร์ | เฟลด์สปาร์ | TOTAL |
|---------|-----------------|---------------|------------|-------|
| 1       | 80              | 10            | 10         | 100   |
| 2       | 70              | 10            | 20         | 100   |
| 3       | 70              | 20            | 10         | 100   |
| 4       | 60              | 30            | 10         | 100   |
| 5       | 60              | 20            | 20         | 100   |
| 6       | 60              | 10            | 30         | 100   |
| 7       | 50              | 10            | 40         | 100   |
| 8       | 50              | 20            | 30         | 100   |
| 9       | 50              | 30            | 20         | 100   |
| 10      | 50              | 40            | 10         | 100   |
| 11      | 40              | 50            | 10         | 100   |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

| สูตรที่ | ดินบ้านดงดินทอง | ดินคำสุราษฎร์ | เฟลด์สปาร์ | TOTAL |
|---------|-----------------|---------------|------------|-------|
| 12      | 40              | 40            | 20         | 100   |
| 13      | 40              | 30            | 30         | 100   |
| 14      | 40              | 20            | 40         | 100   |
| 15      | 40              | 10            | 50         | 100   |
| 16      | 30              | 10            | 60         | 100   |
| 17      | 30              | 20            | 50         | 100   |
| 18      | 30              | 30            | 40         | 100   |
| 19      | 30              | 40            | 30         | 100   |
| 20      | 30              | 50            | 20         | 100   |
| 21      | 30              | 60            | 10         | 100   |
| 22      | 20              | 70            | 10         | 100   |
| 23      | 20              | 60            | 20         | 100   |
| 24      | 20              | 50            | 30         | 100   |
| 25      | 20              | 40            | 40         | 100   |
| 26      | 20              | 30            | 50         | 100   |
| 27      | 20              | 20            | 60         | 100   |
| 28      | 20              | 10            | 70         | 100   |
| 29      | 10              | 10            | 80         | 100   |
| 30      | 10              | 20            | 70         | 100   |
| 31      | 10              | 30            | 60         | 100   |
| 32      | 10              | 40            | 50         | 100   |
| 33      | 10              | 50            | 40         | 100   |
| 34      | 10              | 60            | 30         | 100   |
| 35      | 10              | 70            | 20         | 100   |
| 36      | 10              | 80            | 10         | 100   |

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัสดุดิบ เพื่อหาความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ผู้วิจัยได้เตรียมเนื้อดินเพื่อใช้ในการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

1. เตรียมเนื้อดินบ้านดงดินทอง และ ดินคำสุราษฎร์ มาอบให้แห้งสนิทแล้วจึงมาบดให้ละเอียด เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

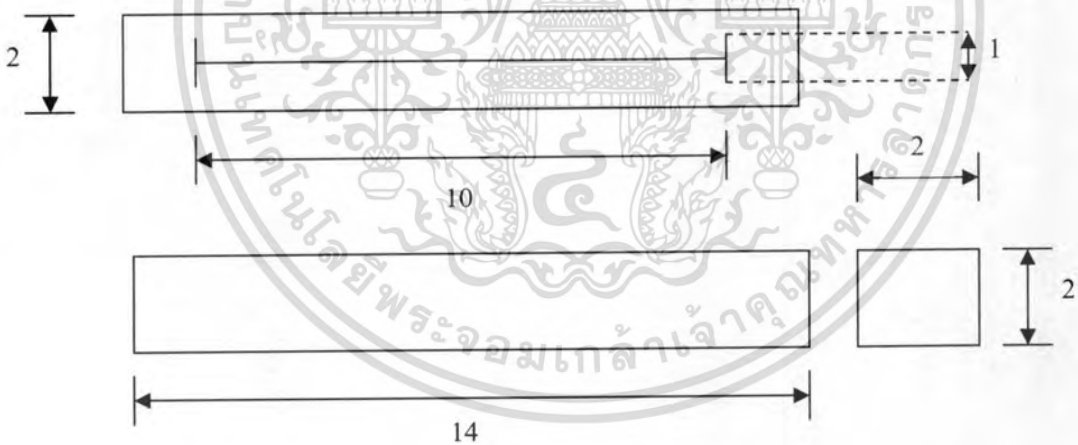
2. นำเนื้อดินบ้านคงดินทอง ดินคำสุราษฎร์ และ โปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ มาชั่งตามอัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากการสุ่มจากตารางสามเหลี่ยม จำนวน 1 กิโลกรัมต่อ 1 อัตราส่วนผสมวัตถุดิบ

3. ผสมอัตราส่วนผสมวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดให้เข้ากัน โดยร่อนผ่านตะแกรงแล้วเทใส่ลงในถังแล้วเติมน้ำลงไปให้เต็ม รอจนกว่าอัตราส่วนผสมสลายตัว และตกตะกอน

4. ใช้ไม้คนให้อัตราส่วนผสมและน้ำให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำดินมากรองะ ลงบนแผ่นปูนพลาสติก เพื่อให้ปูนพลาสติกดูดน้ำออกจากเนื้อดิน

5. รอให้เนื้อดินที่กรองะบนปูนพลาสติกหมาดตัว หรือสามารถปั้นเป็นก้อนได้ จากนั้นนำเนื้อดินที่ได้มานวดด้วยมือเพื่อไล่ฟองอากาศที่อยู่เนื้อดินออกให้หมด นวดจนกว่าเนื้อดินจะมีความชื้นพอเหมาะแก่การขึ้นรูปแท่งทดสอบ

6. ทำแบบพิมพ์เพื่ออัดแท่งทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ ขึ้นรูปแท่งทดสอบ ให้มีขนาดยาว 14 เซนติเมตร กว้าง 2 เซนติเมตร หนา 2 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น โดยขีดเครื่องหมายความยาวและเขียนรหัสบน แท่งทดสอบ เพื่อใช้หาค่าร้อยละการหดตัวก่อนเผา และหลังเผา การดูดซึมน้ำ ความแข็งแรง ความทนไฟ ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แสดงลักษณะของแท่งทดสอบ ขนาด  $14 \times 2 \times 2$  เซนติเมตร

(ที่มา : พรชัย ปาทุง. 2551)

หลังจากเตรียมอัตราส่วนวัตถุดิบและอัดแท่งทดสอบตามที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ด้าน เพื่อใช้ในการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ด้านที่ 1 การทดสอบทางกายภาพก่อนเผา

### การทดสอบความเหนียวของเนื้อดิน

ทดสอบความเหนียวของเนื้อดิน โดยอาศัยความสามารถในการรักษารูปร่างของวัตถุเป็นสำคัญ ซึ่งการทดสอบนี้สามารถทำได้โดยปั้นดินจำนวน 5 ชิ้น ให้เป็นแท่งยาวประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วบิดโค้งงอ เพื่อทำเป็นขาตั้ง 2 ขา และตั้งได้โดยไม่ล้ม และสังเกตดูว่าถ้าไม่มีรอยแยกใดๆ แสดงว่าเนื้อดินมีความเหนียวตัวดี แต่ถ้ามีรอยแยกเล็กน้อย แสดงว่าเนื้อดินมีความเหนียวปานกลาง และถ้าเนื้อดินมีรอยแยกมากแสดงว่าความเหนียวของดินต่ำดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงลักษณะของแท่งทดสอบความเหนียว

(ที่มา : พรชัย ปานทุ่ง. 2551)

### ทดสอบการหดตัวก่อนเผา

ทดสอบการหดตัวก่อนเผา การทดสอบนี้เป็นวิธีที่ทำให้ทราบว่าคุณสมบัติเกี่ยวกับการหดตัวก่อนเผาของเนื้อดินปั้นมีความสำคัญ เพราะในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ๆ ถ้าเนื้อดินปั้นมีการหดตัวมากก็จำเป็นที่จะต้องให้เนื้อดินปั้นนั้นแห้งอย่างช้าๆ และแห้งอย่างสม่ำเสมอทั่วเนื้อผลิตภัณฑ์ สาเหตุที่หดตัวก็เนื่องมาจากน้ำที่อยู่รอบๆ เนื้อดินปั้นระเหยออกไป ทำให้เนื้อดินปั้นเข้ามาติดกันจึงเกิดการหดตัว โดยเนื้อดินปั้นมีความละเอียดและเหนียวย่อมมีการหดตัวมากกว่าเนื้อดินปั้นหยาบ นอกจากนี้แล้วการทดสอบหาร้อยละของการหดตัวหลังอบยังเป็นประโยชน์ต่อการขยายแบบเพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดตามที่ต้องการ ได้อีกด้วย ซึ่งการทดสอบสามารถทำได้โดยขึ้นรูปแท่งทดสอบ แล้ววัดระยะของแท่งทดสอบทุกชิ้น ให้มีความยาว 5 เซนติเมตร และนำไปอบในระดับอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาอบ 24 ชั่วโมง จากนั้นวัดระยะของแท่งทดสอบหลังอบ และบันทึกผลการทดลองแล้วจึงคำนวณหาร้อยละของการหดตัวก่อนเผา โดยใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ติดต่อ ไปนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ค่าการหดตัวก่อนเผา (ร้อยละ)} = \frac{\text{ความยาวเปียก} - \text{ความยาวแห้ง}}{\text{ความเปียก}} \times 100$$

นำผลที่ได้จากการคำนวณมาหาค่าเฉลี่ยของค่าร้อยละการหดตัวหลังอบ และคำนวณ หาค่า ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป

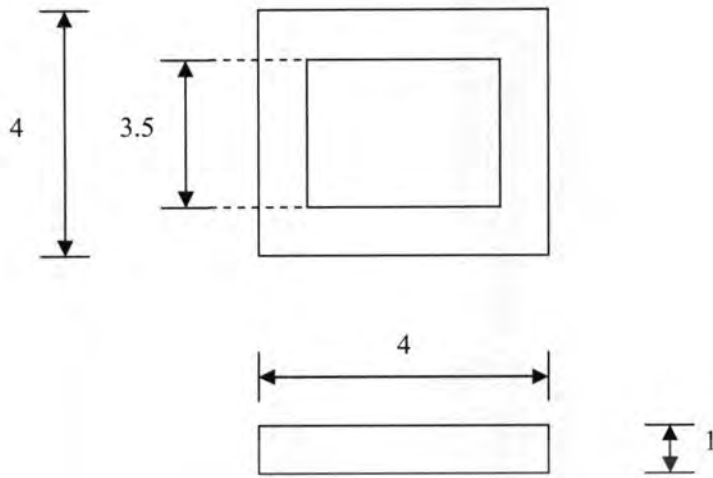
## **ด้านที่ 2 การทดสอบทางกายภาพหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส บรรยากาศ ออกซิเดชัน**

### **การทดสอบสีหลังเผา**

เมื่อขึ้นรูปแท่งทดสอบทั้ง 2 ขนาดเสร็จแล้ว จากนั้นจึงขึ้นรูปแท่งทดสอบสีเคลือบจตุรัส ด้วยแม่พิมพ์อัด ให้มีความยาว 4 เซนติเมตร กว้าง 4 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น (ดังภาพที่ 3.4) โดยเขียนรหัสด้านข้างและด้านหลังของแท่งทดสอบ เพื่อทดสอบสีของเนื้อดินหลังเผา ซึ่งแท่งทดสอบทุกขนาดจะต้องผึ่งให้แห้งสนิท ในอุณหภูมิห้องประมาณ 25 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 - 3 สัปดาห์

ทดสอบสีของเนื้อดินหลังเผา การทดสอบนี้เป็นวิธีที่ทำให้ทราบว่าเนื้อดินปั้นมีสีหลังเผาอย่างไร ซึ่งสีของเนื้อดินปั้นมีความสำคัญต่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผา เนื่องจากเนื้อดินปั้นแต่ละแหล่งจะมีอินทรีย์สาร และสิ่งเจือปนต่างๆ ปะปนอยู่ในเนื้อดินปั้นอยู่มาก โดยปกติสีของเนื้อดินปั้นจะถูกเปลี่ยนแปลงหลังเผา เช่น ดินเหนียว ก่อนเผาจะมีสีดำคล้ำ หรือสีเทา แต่เมื่อเผาแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีขาวหรือเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้ม เป็นต้น ซึ่งการทดสอบสามารถทำได้โดยขึ้นรูปแท่งทดสอบสีเคลือบจตุรัสจากแม่พิมพ์อัด แล้วนำไปผึ่งและอบให้แห้งสนิท จากนั้นจึงนำไปเผาแบบครั้งเดียวในระดับอุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบออกซิเดชันด้วยเตาไฟฟ้า เพื่อทดสอบสีของเนื้อดินหลังเผา แล้วบันทึกผลการทดลอง

นำแท่งทดสอบไปเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ไปเปรียบเทียบกับลักษณะสีหลังเผาของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากการทดสอบซึ่งวัดด้วยสายตา



ภาพที่ 3.4 แสดงลักษณะของแท่งทดสอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด  $4 \times 4 \times 1$  เซนติเมตร  
(ที่มา : พรชัย ปาทุง. 2551)

### ทดสอบการหดตัวหลังเผา

ทดสอบการหดตัวหลังเผา การทดสอบนี้เป็นวิธีที่ทำให้ทราบว่าเนื้อดินปั้นที่มีการหดตัวมาก ย่อมเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดการแตก การร่อน และการบิดเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการทดสอบสามารถทำได้โดยนำแท่งทดสอบหลังผ่านการอบมาเผาแบบครั้งเดียว ในระดับอุณหภูมิ 1100 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบออกซิเดชัน จากนั้นวัดระยะแท่งทดสอบหลังเผาทุกชิ้น และบันทึกผลการทดลอง แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าร้อยละของการหดตัวหลังเผา โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าการหดตัวหลังเผา(ร้อยละ)} = \frac{\text{ความยาวเปียก} - \text{ความยาวหลังเผา}}{\text{ความยาวเปียก}} \times 100$$

นำผลที่ได้จากการคำนวณมาหาค่าเฉลี่ยของค่าร้อยละของการหดตัวหลังเผา และคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป

### การทดสอบความทนไฟ

1. นำแผ่นทดสอบเข้าเตาเผา โดยวางอยู่บนแผ่นทดสอบที่มาใช้แล้ว 2 แผ่น ซ้อนกัน ทั้ง 2 ด้าน การวางแผ่นทดสอบต้องให้หัวท้ายห่างกัน 10 เซนติเมตร พอดีกับเส้นขวางที่ขีดไว้ และควรใส่โคนตามอุณหภูมิการทดสอบไว้คู่กันด้วย เมื่อถึงอุณหภูมิตามต้องการปิดเตาเผาตรวจสอบการทรุดตัวของแผ่นทดสอบ และตรวจสอบการล้มตัวของโคน เปรียบเทียบกับ โคนมาตรฐาน (Pyrometric Cone Equivalent)

2. ขณะที่เผาในอุณหภูมิสูงเนื้อดินมีแนวโน้มที่จะอ่อนตัวลงทำให้แผ่นทดสอบ โค้งงอ การโค้งงอหรือการทรุดตัวของแผ่นทดสอบนี้เป็นการวัดค่าหายบายๆ ดินที่มีแนวโน้มที่จะทรุดตัวรับน้ำหนักของตัวเองไว้ไม่ได้ ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่จะมีปัญหาในการเผามากยิ่งขึ้น  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อแผ่นทดสอบการโค้งงอ ออกจากเตาเผาแล้ว ให้คว่ำแผ่นทดสอบบนแผ่นกระจก ใช้ไม้บรรทัดทาบที่เส้นระยะห่าง 10 เซนติเมตร จากจุดกึ่งกลางของ 10 เซนติเมตร ทั้ง 2 จุด เนื้อดินที่มีช่วงการเผาขาวเมื่อสุกตัวแล้วค่าความโค้งงอจะมีน้อย ไม่บิดเบี้ยวเสีรูปร่างในระหว่างการเผา

ขณะที่เผาในระดับอุณหภูมิสูง เนื้อดินปั้นจะมีแนวโน้มที่อ่อนตัวลงทำให้แท่งทดสอบเกิดความโก่งตัว หรือการโค้งงอ หรือการทรุดตัวนี้ถือเป็นการวัดค่าอย่างหยาบว่าเนื้อดินปั้นมีแนวโน้มที่จะทรุดตัวรับน้ำหนักของตัวเองไว้ไม่ได้ ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่จะพบปัญหาในการเผามากยิ่งขึ้น เมื่อแท่งทดสอบ เย็นตัวลง จึงนำออกจากเตาเผา ซึ่งโดยทั่วไปเนื้อดินปั้นที่มีช่วงการเผาขาว เมื่อสุกตัวแล้วค่าความโค้งงอจะมีน้อย ไม่บิดเบี้ยว เสีรูปร่างได้ง่ายในระหว่างการเผา นำผลที่ได้มาใช้วิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป



ภาพที่ 3.5 แสดงลักษณะการวางแท่งทดสอบ เพื่อทดสอบความโค้งตัว

(ที่มา : พรชัย ปานทุ่ง. 2551)

### ด้านที่ 3 การทดสอบอัตราส่วนผสมวัตถุดิบโดยการขึ้นรูป ด้วยวิธีดังนี้

1. ขึ้นรูปด้วยมือโดยวิธีอัด การทำด้วยเครื่องจักร นำอัตราส่วนผสม เติมน้ำ นวด ผสมให้เข้ากัน แล้วอัดลงในแบบพิมพ์ปาดให้เรียบ ถอดกระเบื้องออกจากแม่พิมพ์นำไปผึ่งต่อไปจนแห้งสนิท นำเข้าเตาเผา เผาเนื้อกระเบื้อง

2. ขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร โดยวิธีอัด การทำด้วยเครื่องจักร นำอัตราส่วนผสม เติมน้ำเล็กน้อยให้เข้ากัน แล้วนำไปอัดด้วยเครื่องเป็นรูปแผ่นกระเบื้อง นำไปผึ่งต่อไปจนแห้งสนิท นำเข้าเตาเผา เผาเนื้อกระเบื้อง

การทดสอบอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ โดยการขึ้นรูป เพื่อวิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาผนังหลังคา มาตรฐานเลขที่ มอก. 158 – 2518 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น มาตรฐานเลขที่ มอก. 37 – 2529 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาผนัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 36 – 2516 ที่กำหนดไว้ดังนี้

#### ด้านการดูดซึมน้ำ

การทดสอบนี้เป็นวิธีที่ทำให้ทราบถึงความสามารถที่น้ำจะแทรกเข้าไปในเนื้อดินปั้น ซึ่งถ้าตัวเลขนี้มีค่ามาก แสดงว่า เนื้อดินปั้นหลังเผายังมีความพรุนตัวอยู่มาก แต่ถ้ามีค่าน้อยจนเป็นศูนย์ แสดงว่า เนื้อดินปั้นสุกตัวแล้ว การทดสอบการดูดซึมน้ำดังนี้

1. นำแผ่นทดสอบอย่างต่ำ 5 แห่ง ไปอบให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส หรือ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อแห้งทดสอบเย็นลง นำไปชั่งหาค่าน้ำหนักก่อนดูดซึมน้ำ จดบันทึกค่าน้ำหนักแห้งไว้

2. นำแผ่นทดสอบไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นลง และแช่ไว้ในน้ำนั้นอีก 24 ชั่วโมง การต้มจะต้องหาเศษวัสดุรองไม่ให้แผ่นทดสอบติดกับภาชนะ แต่ละชิ้นวางห่างจากกัน

3. นำแผ่นทดสอบขึ้นมาจากน้ำ จากนั้นใช้ผ้าชุบน้ำหมาดๆ ซับผิวแผ่นทดสอบให้ทั่ว

4. นำแผ่นทดสอบไปชั่งหาน้ำหนักที่ดูดซึมน้ำจบบันทึกไว้ แล้วจึงคำนวณหาค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำ

นำผลที่ได้จากการคำนวณมาหาค่าเฉลี่ยของค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำ และคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป

#### การทดสอบค่าความแข็งแรง

การทดสอบความแข็งแรง โดยนำแท่งทดสอบนำไปเผาที่ 1,100 องศาเซลเซียส และทดลองกับเครื่องทดสอบความแข็งแรงในระบบไฟฟ้า เพราะสามารถควบคุมความเร็วของลิ้มที่ตกลงมาได้สม่ำเสมอทุกครั้ง ทุกขั้นตอนจะต้องทดสอบตามกระบวนการเดิม จึงเปรียบเทียบได้มาตรฐาน โดยใช้สูตร คำนวณหาค่าความแข็งแรงของแท่งทดสอบสี่เหลี่ยม เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาผนังหลังคา มาตรฐานเลขที่ มอก. 158 – 2518 คุณลักษณะที่ต้องการ (ข้อ 5.)

#### คุณสมบัติทางกายภาพ (ข้อ 5.2)

1.1 การดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ต้องมีการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 13.5 เมื่อทดสอบเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าตามวิธีในผนวก ข. ตามคุณลักษณะที่ต้องการ ดังสูตรนี้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{ค่าการดูดซึมน้ำ(ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

1.2 การต้านแรงอัดตามขวาง (Transverse Strength) ต้องมีค่าแรงทางขวางเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 7 นิวตัน ต่อ ตารางมิลลิเมตร (70 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อทดสอบตามวิธีในผนวก ก.

$$\text{ค่าความแข็งแรงของแท่งทดสอบสี่เหลี่ยม (MOR)} = \frac{3LD}{2bd^2}$$

L = ค่าน้ำหนักแรงกดที่หัก

D = ระยะห่างของลิ่มที่รองรับแผ่นทดสอบ

b = ความกว้างของแผ่นทดสอบ

d = ความหนาของแผ่นทดสอบ

2. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น มาตรฐานเลขที่ มอก. 37 – 2529  
คุณลักษณะที่ต้องการ (ข้อ 5.)

### 2.1 การดูดซึมน้ำ (ข้อ 5.3)

2.1.1 กระเบื้องประเภทดูดซึมน้ำต่ำ (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) การดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 3

2.1.2 กระเบื้องประเภทดูดซึมน้ำปานกลางค่อนข้างต่ำ (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) การดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 6

2.1.3 กระเบื้องประเภทดูดซึมน้ำปานกลาง (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) การดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 10

2.1.4 กระเบื้องประเภทดูดซึมน้ำสูง (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) การดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 16

การทดสอบการดูดซึมน้ำตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น มาตรฐานเลขที่ มอก. 37 – 2529 ตามคุณลักษณะที่ต้องการ ดังสูตรนี้

$$\text{ค่าการดูดซึมน้ำ(ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ความต้านแรงอัด (ข้อ 5.6)

2.2.1 กระจกประเภทดูดซึมน้ำต่ำและประเภทดูดซึมน้ำปานกลางค่อนข้างต่ำ ต้องมีความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 25.0 เมกาปาสกาล

2.2.2 กระจกประเภทดูดซึมน้ำปานกลางและประเภทดูดซึมน้ำสูง ต้องมีความต้านแรงอัดไม่น้อยกว่า 17.5 เมกาปาสกาล

ค่าความแข็งแรงต้านแรงอัดจากสูตรดังนี้

$$S = \frac{1.5 PL}{bd^2}$$

เมื่อ S คือ การต้านแรงทางขวาง เป็นนิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

P คือ น้ำหนักกด เป็นนิวตัน

L คือ ระยะห่างของจุดรองรับ 180 มิลลิเมตร

b คือ ความกว้างของแผ่นกระจก เป็นมิลลิเมตร

d คือ ความหนาของแผ่นกระจก เป็นมิลลิเมตร

## 3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกเบื้องดินเผาบุผนัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 36 – 2516

### คุณลักษณะที่ต้องการ (ข้อ 5.)

3.1 การดูดซึมน้ำ (Water Absorption) กระจกต้องมีค่าการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 18 เมื่อทดสอบตามวิธีในผนวก ข.

การทดสอบการดูดซึมน้ำตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกเบื้องดินเผาบุผนัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 37 – 2529 ตาม คุณลักษณะที่ต้องการ ดังสูตรนี้

$$\text{ค่าการดูดซึมน้ำ(ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักแห้ง}} \times 100$$

ตารางที่ 3.2 แสดงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาชนิดไม่เคลือบ  
ประเภท กระเบื้องดินเผาผนังหลังคา กระเบื้องดินเผาปูพื้น กระเบื้องดินเผาผนัง

| ชนิดกระเบื้องดินเผา   |  | ค่าการดูดซึมน้ำ | ค่าความแข็งแรง                            |
|-----------------------|--|-----------------|---|
| กระเบื้องดินเผาหลังคา |  | 13.5            | 70 Kg/cm <sup>2</sup> หรือ<br>7 นิวตัน(N) |
| กระเบื้องดินเผาปูพื้น | ประเภทดูดซึมน้ำต่ำ                       | 3               | 25 เมกาปาสกาล                             |
|                       | ประเภทดูดซึมน้ำต่ำ<br>ปานกลางค่อนข้างต่ำ | 6               |   |
|                       | ประเภทดูดซึมน้ำปาน<br>กลาง               | 10              | 17 เมกาปาสกาล                             |
|                       | ประเภทดูดซึมน้ำสูง                       | 16              |   |
| กระเบื้องดินเผาผนัง   |  | 18              | -   |

#### อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องชั่งดิจิทัล รุ่น Sartorius cp4202s
2. ไม้บรรทัด
3. เต้าอบ
4. หม้อต้มแผ่นทดลอง
5. เต้าเผา
6. กล้องถ่ายภาพ
7. สมุดจดบันทึก
8. เครื่องทดสอบความแข็งแรง
9. แบบพิมพ์ขึ้นรูปด้วยวิธีอัด

#### สถานที่ปฏิบัติการทดลองและทดสอบสมบัติทางกายภาพ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถานที่ในการปฏิบัติการทดลองและทดสอบสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัสดุดิบ จากห้องปฏิบัติการทดสอบเซรามิกส์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ และห้องปฏิบัติการทดสอบเซรามิกส์มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสร้างต้นแบบและแบบสอบถามเพื่อสื่อสารแนวคิดในการออกแบบให้ผู้บริโภคได้รับรู้เข้าใจในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภท กระเบื้องดินเผาบุหลังคา กระเบื้องดินเผาปูพื้น และกระเบื้องดินเผาบุผนัง ที่พัฒนาแล้วส่งผลให้สามารถแสดงความคิดเห็นตอบกลับ และได้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางรูปแบบที่สามารถนำมาผลิตได้จริง และสามารถแสดงความคิดเห็นตอบกลับข้อมูลด้านความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา

#### วิธีการสร้างเครื่องมือ (แบบสอบถาม)

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา
2. กำหนดประเด็นและจำนวนข้อของแบบประเมิน
3. ดำเนินการสร้างแบบประเมิน เกี่ยวกับการศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา
4. นำแบบประเมินขึ้นเสนอต่ออาจารย์ผู้ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบประเมินที่แก้ไขเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หรือความเหมาะสมสอดคล้องระหว่างข้อความในแบบประเมินกับคำนิยามศัพท์เฉพาะที่กำหนดไว้โดยใช้วิธีหาค่า (Index of Congruent: IOC) และความถูกต้องของภาษาและเนื้อหาการวิจัย โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิ คือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัตร พัฒนะ ตำแหน่งรองอธิการบดีฝ่ายกิจการพิเศษ อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
2. อาจารย์เพ็ชรพิณ ก่อวุฒิพงษ์ ตำแหน่งคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ตำแหน่งอาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบประเมิน โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ตรวจแบบประเมินพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถาม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- |    |       |  |
|----|-------|--|
| +1 | คะแนน | สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับเนื้อหา            |
| 0  | คะแนน | สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับเนื้อหา |
| -1 | คะแนน | สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา         |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับวงจำกัดการตีพิมพ์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยข้อคำถามที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อคำถามนั้นมีความตรงเชิงเนื้อหาสามารถนำไปใช้ได้

6. ปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และนำไปใช้เก็บต่อไป

7. การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล คือ การสนทนาโดยการกำหนดประเด็น การสัมภาษณ์เกี่ยวกับคุณสมบัติของกระเบื้องดินเผา กรรมวิธีการผลิตแบบพิมพ์ชนิดต่างๆ ในโรงงาน จดบันทึก และบันทึกเสียงการสัมภาษณ์ไว้เพื่อใช้เป็นข้อมูล

8. กล้องถ่ายภาพ เป็นการบันทึก วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ รูปแบบกรรมวิธีผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ผู้วิจัยได้แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยให้ไปตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

**3.3.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา**

การหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบโดยใช้วิธี Triaxial Blend โดยนำเนื้อดินบ้านคงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ดินดำสุราษฎร์ และหินพื้นม้าชนิดโปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ มาแทนค่าเป็นตัวเลข หาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบเป็นเปอร์เซ็นต์ร้อยละ ด้วยตัวของผู้วิจัยเอง

**ด้านที่ 1 การทดสอบทางกายภาพก่อนเผา**

1. ทดสอบความเหนียวของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ โดยคลึงดินเป็นแท่งกลมขนาดเท่าแท่งดินสอ มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1 เซนติเมตร แล้วนำมาขดรอบนิ้วมือ ถ้าแท่งดินไม่ขาดหรือแตกร้าวแสดงว่ามีความเหนียวดี แต่ถ้ามีรอยแตกของดินมากแต่ยังไม่ขาดแสดงว่าดินไม่ค่อยมีความเหนียว ทดสอบด้วยตัวของผู้วิจัยเอง

2. ทดสอบการหดตัวก่อนของเผาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ การทดสอบความหดตัวของเนื้อดินโดยอัดเป็นแท่ง แล้วหาค่าการหดตัวตามความยาว (Linear Shrinkage) ด้วยตัวของผู้วิจัยเอง ตามสูตรการหดตัวก่อนเผา

**ด้านที่ 2 การทดสอบทางกายภาพหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน**

1. การทดสอบการหดตัวหลังเผาของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ หลังจากอัดเป็นแท่ง นำมาอบ แล้วเผาอุณหภูมิที่กำหนด วัดค่าความยาวแท่งทดสอบหลังเผาตามความยาวด้วยตัวของผู้วิจัยเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตามสูตรการหดตัวหลังเผา

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดสอบสีหลังเผาของอิตร้าส่วนผสมวัตดูดิบ เปรียบเทียบความแตกต่างสีหลังเผาของอิตร้าส่วนผสมด้วยตัวของผู้วิจัยเอง

3. การทดสอบความทนไฟของอิตร้าส่วนผสมวัตดูดิบ เผาแห้งทดสอบตามอุณหภูมิที่กำหนด คู่มือการโค้งงอของแห้งทดสอบ ด้วยตัวของผู้วิจัยเอง

ด้านที่ 3 การทดสอบอิตร้าส่วนผสมวัตดูดิบ โดยการขึ้นรูป ด้วยวิธี

1. ขึ้นรูปด้วยมือโดยวิธีอัด อัดโดยเนื้อดินมีความเหนียวอัดในแบบพิมพ์ปูนพลาสติก ขนาด 2 x 2 เซนติเมตร ด้วยตัวของผู้วิจัยเอง

2. ขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร โดยวิธีอัด อัดโดยเนื้อดินมีความเหนียวด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก ขนาด 2 x 2 เซนติเมตร ด้วยตัวของผู้วิจัยเอง

**3.3.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)**

หาค่าคุณสมบัติทางกายภาพ เพื่อใช้เปรียบเทียบกับตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระเบื้องดินเผา (มอก.) ดังนี้

ด้านที่ 1 การดูดซึมน้ำ นำแห้งทดสอบชั่งน้ำหนักหลังอบ และหลังการต้ม หาค่าการดูดซึมน้ำตามสูตร ด้วยตัวของผู้วิจัยเอง

ด้านที่ 2 ความแข็งแรง นำแห้งทดสอบหาค่าความแข็งแรงด้วยเครื่องวัดค่าความแข็งแรง (MOR) มีหน่วยการวัดเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และนิเวศน์ตามมาตรฐานที่กำหนด ด้วยตัวของผู้วิจัยเอง

**3.3.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา และประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค**

1. ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบด้วยตัวผู้วิจัยเอง เพื่อให้สอดคล้องกับกรอบแนวคิดในการทำวิจัย

2. จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้  
**ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์**

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาทร ชลชาติภิญโญ ตำแหน่งอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยี เชมรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัตร พัฒนะ ตำแหน่งรองอธิการบดีฝ่ายกิจกรรมพิเศษ อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยี เชมรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ พิบูลสงคราม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อาจารย์เสกพร ต้นศรีประภาศิริ ตำแหน่งรองคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

#### ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาทร ชลชาติภิญโญ ตำแหน่งอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2. อาจารย์เพียรพิน ก่ออุฒิพงษ์ ตำแหน่งคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

3. อาจารย์สมทรง ชิมภรณ์ ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาอนุเมตริศิลป์ คณะศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทร ประสานมิตร

#### ผู้เชี่ยวชาญด้านผู้ผลิตกระเบื้องดินเผา

1. คุณสุพร สรณารักษ์ ตำแหน่งผู้จัดการ โรงงาน บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ (1988) จำกัด

2. คุณนพพร บุญประดับ ตำแหน่งวิศวกร บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ (1988) จำกัด

3. คุณจำลอง สุขแดง ตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ (1988) จำกัด

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังเก็บรวบรวมข้อมูลโดย

1. ทำการเก็บข้อมูลในการสังเกตการณ์และการทดสอบคุณสมบัติลงในสมุดบันทึกกับการถ่ายภาพ ช่วยในการบันทึกข้อมูลมาสรุปและจัดหมวดหมู่

2. ใช้แบบสอบถามประกอบกับภาพต้นแบบจำลอง สอบถามในประเด็นการพัฒนางานออกแบบในการผลิต กรรมวิธีในการผลิต

3. ใช้แบบสอบถามประกอบกับต้นแบบ สอบถามในประเด็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในงานออกแบบ กรรมวิธีการผลิต และ วัสดุ

#### แหล่งที่มาของข้อมูล

- ผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาบริษัท อ.ป.ก ดาวคู่(1988) จำกัด

- ผู้เชี่ยวชาญด้านผู้ประกอบการผลิตกระเบื้องดินเผา ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้านวัสดุศาสตร์

- หอสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- หอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัยที่ได้จากการวิจัยผลของการพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา ผู้วิจัยได้ศึกษาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) พัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค วิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ดังนี้

#### 3.4.1 วัตถุประสงค์ข้อที่ 1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา

วิเคราะห์หาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา จากการทดลองหาอัตราส่วนวัตถุดิบ เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัตถุดิบที่มีอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่ต่างกัน คือแผนภาพไตรอักษภาพ (Triaxial Blend) คือแผนผังตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าที่ใช้สำหรับคำนวณหาอัตราส่วนการผสมของวัตถุดิบที่ใช้ทำเนื้อดินปั้น โดยใช้วัตถุดิบ 3 ชนิดมาผสมกัน Multiaxial เป็นการกำหนดความต้องการของการประพจน์โครงสร้าง เช่นกระทำซ้ำๆ กำหนดพฤติกรรมให้เป็นไปตามแนวทางที่กำหนดหรือธาตุที่นำมาผสมในพื้นที่ที่จำกัด เป็นแนวทางเพื่อให้เห็นถึงข้อแตกต่างที่เกิดขึ้นทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบดังนี้

##### ด้านที่ 1 วิเคราะห์ผล การทดสอบทางกายภาพก่อนเผา

1. ทดสอบความเหนียวของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ
2. ทดสอบการหดตัวก่อนของเผาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ

##### ด้านที่ 2 วิเคราะห์ผลการทดสอบทางกายภาพหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

บรรยากาศออกซิเดชัน

1. การทดสอบการหดตัวหลังเผาของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ
2. การทดสอบสีหลังเผาของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ
3. การทดสอบความทนไฟของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ

##### ด้านที่ 3 วิเคราะห์ผลการทดสอบอัตราส่วนผสมวัตถุดิบโดยการขึ้นรูป ด้วยวิธี

1. ขึ้นรูปด้วยมือโดยวิธีอัด
2. ขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร โดยวิธีอัด

### 3.4.2 วัตถุประสงค์ข้อที่ 2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

วิเคราะห์จากอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ โดยนำผลการทดสอบตามคุณลักษณะที่ต้องการทางกายภาพ เพื่อใช้เปรียบเทียบกับตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา (มอก.) ในด้านการดูดซึมน้ำ ค่าความแข็งแรง

คุณลักษณะที่ต้องการทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา (มอก.) ดังนี้

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาungหลังคา มาตรฐานเลขที่ มอก. 158 – 2518 ข้อ (5.) คุณลักษณะที่ต้องการตามคุณสมบัติทางกายภาพ (ข้อ5.2)
  - 1.1 (ข้อ 5.2.1) การดูดซึมน้ำ (Water Absorption)
  - 1.2 (ข้อ 5.2.2) การต้านแรงอัดตามขวาง (Transverse Strength)
2. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น มาตรฐานเลขที่ มอก. 37 – 2529 ข้อ (5.) คุณลักษณะที่ต้องการ
  - 2.1 การดูดซึมน้ำ (ข้อ5.3)
  - 2.2 ความต้านแรงอัด (ข้อ 5.6)
3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูผนัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 36 – 2516 ข้อ (5.) คุณลักษณะที่ต้องการ ข้อ (5.5) การดูดซึมน้ำ (Water Absorption)

### 3.4.3 วัตถุประสงค์ข้อที่ 3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา และประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

3.4.3.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วสรุปหาแนวทางประยุกต์และออกแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาตามคุณสมบัติที่ได้ในขั้นตอนต่อไป โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยต่างๆ ดังนี้

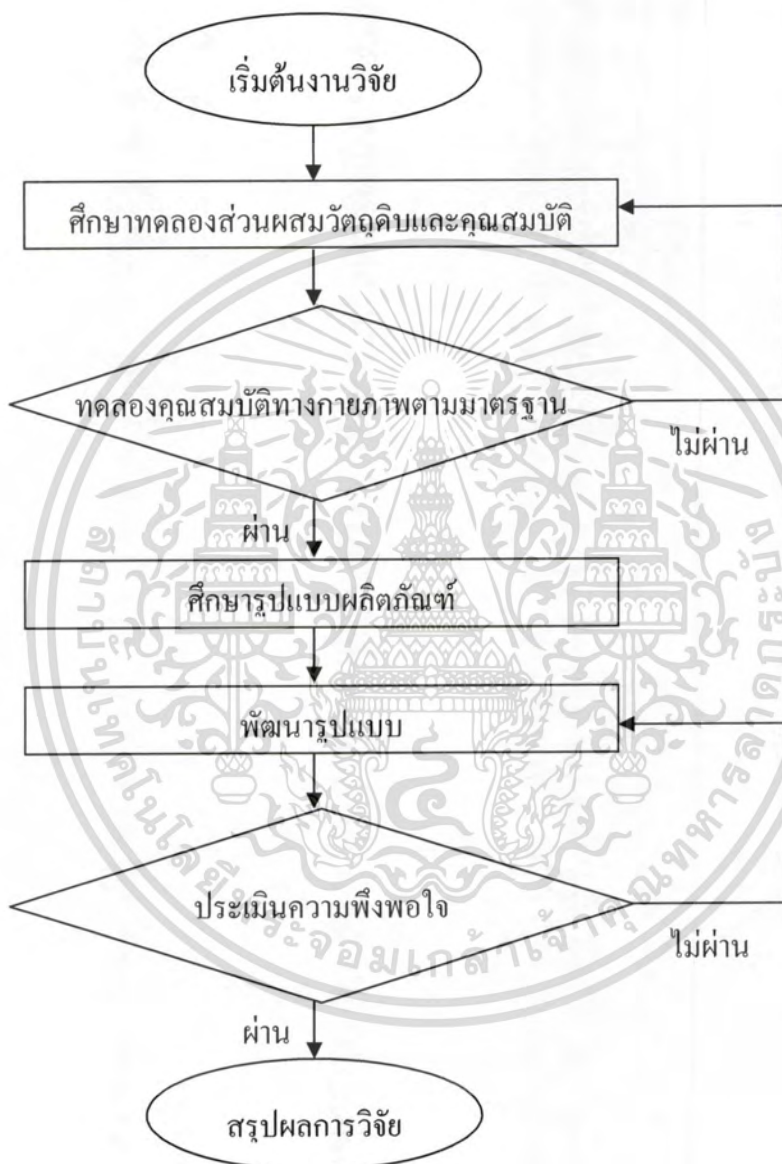
| คะแนนเฉลี่ยระหว่าง | แปลความ    |
|--------------------|------------|
| 4.50 – 5.00        | ดีมาก      |
| 3.50 – 4.49        | ดี         |
| 2.50 – 3.49        | ปานกลาง    |
| 1.50 – 2.49        | น้อย       |
| 1.00 – 1.49        | น้อยที่สุด |

3.4.3.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามกระบวนการผลิตมาวิเคราะห์ แล้วสรุปหาแนวทางความคิดเห็น ความเป็นไปได้ในการผลิตแล้วนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ไม่ว่าการณ์ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.3.3 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราส่วนผสมและคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์

สถิติที่ใช้ในการวิจัยในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา ผู้วิจัยได้ศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ( มอก. ) พัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค มาวิเคราะห์เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

#### 4.1 วิเคราะห์ผลการศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา

การศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา จากผลการทดลองนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัตถุดิบที่มีอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่แตกต่างกัน คือแผนภาพไตรศลยภาค (Triaxial Blend) คือแผนผังตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าที่ใช้สำหรับคำนวณหาอัตราส่วนการผสมของวัตถุดิบที่ใช้ทำเนื้อดินปั้น โดยใช้วัตถุดิบ 3 ชนิด คือ เนื้อดินบ้านดงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เนื้อดินคำสุราษฎร์ หินพื้นม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ มาผสมกัน Multiaxial เป็นการกำหนดความต้องการของการประพดีโครงสร้าง เช่นกระทำซ้ำๆ กำหนดพฤติกรรมให้เป็นไปตามแนวทางที่กำหนดหรือธาตุที่นำมาผสมในพื้นที่ที่จำกัด เป็นแนวทางเพื่อให้เห็นถึงข้อแตกต่างที่เกิดขึ้นทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบดังนี้

ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ก่อนเผา ได้แก่ ความเหนียว การหดตัวก่อนเผา คุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผาหลังเผา ได้แก่ การหดตัวหลังเผา สีหลังเผา ความทนไฟ และคุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผาในด้านการขึ้นรูป สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 วิเคราะห์อัตราส่วนผสมวัสดุบดจากการผสมวัสดุบดจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend)

| สูตรที่ | ดินบ้านดงดินทอง | ดินดำสุราษฎร์ | เฟลด์สปาร์ | รวม |
|---------|-----------------|---------------|------------|-----|
| 1       | 80              | 10            | 10         | 100 |
| 2       | 70              | 10            | 20         | 100 |
| 3       | 70              | 20            | 10         | 100 |
| 4       | 60              | 30            | 10         | 100 |
| 5       | 60              | 20            | 20         | 100 |
| 6       | 60              | 10            | 30         | 100 |
| 7       | 50              | 10            | 40         | 100 |
| 8       | 50              | 20            | 30         | 100 |
| 9       | 50              | 30            | 20         | 100 |
| 10      | 50              | 40            | 10         | 100 |
| 11      | 40              | 50            | 10         | 100 |
| 12      | 40              | 40            | 20         | 100 |
| 13      | 40              | 30            | 30         | 100 |
| 14      | 40              | 20            | 40         | 100 |
| 15      | 40              | 10            | 50         | 100 |
| 16      | 30              | 10            | 60         | 100 |
| 17      | 30              | 20            | 50         | 100 |
| 18      | 30              | 30            | 40         | 100 |
| 19      | 30              | 40            | 30         | 100 |
| 20      | 30              | 50            | 20         | 100 |
| 21      | 30              | 60            | 10         | 100 |
| 22      | 20              | 70            | 10         | 100 |
| 23      | 20              | 60            | 20         | 100 |
| 24      | 20              | 50            | 30         | 100 |
| 25      | 20              | 40            | 40         | 100 |
| 26      | 20              | 30            | 50         | 100 |
| 27      | 20              | 20            | 60         | 100 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| สูตรที่ | ดินบ้านดงดินทอง | ดินคำสุราษฎร์ | เฟลด์สปาร์ | รวม |
|---------|-----------------|---------------|------------|-----|
| 28      | 20              | 10            | 70         | 100 |
| 29      | 10              | 10            | 80         | 100 |
| 30      | 10              | 20            | 70         | 100 |
| 31      | 10              | 30            | 60         | 100 |
| 32      | 10              | 40            | 50         | 100 |
| 33      | 10              | 50            | 40         | 100 |
| 34      | 10              | 60            | 30         | 100 |
| 35      | 10              | 70            | 20         | 100 |
| 36      | 10              | 80            | 10         | 100 |

#### 4.1.1 ผลวิเคราะห์การศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ก่อนเผา ในด้านการทดสอบความเหนียว

จากการทดสอบความเหนียวของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากการสุ่มตารางสามเหลี่ยม โดย คลึงเส้นแล้ว โกงงอ สังเกตดูรอยแยกของผิวแห้งทดสอบ พบว่าสูตรส่วนผสมที่มีเนื้อดินบ้านดงดินทองร้อยละ 10 – 40 ดินคำสุราษฎร์ร้อยละ 40 – 80 หินพื้นม้าชนิด โปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ร้อยละ 10 - 40 มีความเหนียวมาก (สูตรที่ 11 – 14 , 19 – 24 และสูตรที่ 33 - 36) สูตรส่วนผสมที่มีเนื้อดินบ้านดงดินทองร้อยละ 50 – 80 ดินคำสุราษฎร์ร้อยละ 10 – 40 หินพื้นม้าชนิด โปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ร้อยละ 10 - 40 มีความเหนียวน้อย (สูตรที่ 1 – 10) สูตรส่วนผสมที่มีเนื้อดินบ้านดงดินทองร้อยละ 10 – 40 ดินคำสุราษฎร์ร้อยละ 10 – 40 หินพื้นม้าชนิด โปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ร้อยละ 40 - 80 ไม่มีความเหนียว (สูตรที่ 15 – 18 และ สูตรที่ 25 – 32) ดังตารางที่ 4.2

#### 4.1.2 ผลวิเคราะห์การศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ก่อนเผา ในด้านทดสอบการหดตัวก่อนเผา

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นก่อนเผาในด้านการหดตัวก่อนเผา โดยนำอัตราส่วนผสมวัตถุดิบมาอัดเป็นแท่งตัวอย่างขนาด 2 x 2 x 14 เซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น วัดขนาดความยาวแห้งทดสอบก่อนอบ แล้วนำแท่งทดสอบไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส พบว่าการหดตัวก่อนเผาของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบมากที่สุดได้แก่สูตรที่ 34 ( $\bar{X} = 7.54$  , S.D = .04) หดตัวก่อนเผาของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบน้อยที่สุดได้แก่สูตรที่ 1 ( $\bar{X} = 4.40$  , S.D = .02) ดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผาก่อนเผา (n = 5)

| สูตรที่ | ความเหนียว | การหัดตัวก่อนเผา |      |
|---------|------------|------------------|------|
|         |            | $\bar{X}$        | S.D. |
| 1       | เหนียวน้อย | 4.40             | .02  |
| 2       | เหนียวน้อย | 5.24             | .01  |
| 3       | เหนียวน้อย | 5.06             | .01  |
| 4       | เหนียวน้อย | 5.32             | .09  |
| 5       | เหนียวน้อย | 5.82             | .03  |
| 6       | เหนียวน้อย | 6.06             | .01  |
| 7       | เหนียวน้อย | 5.86             | .02  |
| 8       | เหนียวน้อย | 5.86             | .05  |
| 9       | เหนียวน้อย | 6.50             | .02  |
| 10      | เหนียวน้อย | 5.58             | .02  |
| 11      | เหนียวมาก  | 5.76             | .02  |
| 12      | เหนียวมาก  | 5.46             | .02  |
| 13      | เหนียวมาก  | 6.80             | .10  |
| 14      | เหนียวมาก  | 6.82             | .05  |
| 15      | ไม่เหนียว  | 6.50             | .03  |
| 16      | ไม่เหนียว  | 5.78             | .03  |
| 17      | ไม่เหนียว  | 6.42             | .03  |
| 18      | ไม่เหนียว  | 6.54             | .01  |
| 19      | เหนียวมาก  | 6.02             | .01  |
| 20      | เหนียวมาก  | 5.74             | .07  |
| 21      | เหนียวมาก  | 5.64             | .04  |
| 22      | เหนียวมาก  | 6.00             | .03  |
| 23      | เหนียวมาก  | 7.38             | .04  |
| 24      | เหนียวมาก  | 6.42             | .03  |
| 25      | ไม่เหนียว  | 6.26             | .12  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| สูตรที่ | ความเห็นี้ยว | การหัดตัวก่อนเผา |      |
|---------|--------------|------------------|------|
|         |              | $\bar{X}$        | S.D. |
| 26      | ไม่เหนียว    | 6.26             | .12  |
| 27      | ไม่เหนียว    | 6.04             | .04  |
| 28      | ไม่เหนียว    | 4.68             | .04  |
| 29      | ไม่เหนียว    | 4.08             | .04  |
| 30      | ไม่เหนียว    | 4.94             | .05  |
| 31      | ไม่เหนียว    | 5.07             | .02  |
| 32      | ไม่เหนียว    | 7.16             | .04  |
| 33      | เหนียวมาก    | 5.94             | .03  |
| 34      | เหนียวมาก    | 7.54             | .04  |
| 35      | เหนียวมาก    | 7.04             | .03  |
| 36      | เหนียวมาก    | 7.14             | .05  |

#### 4.1.3 ผลวิเคราะห์การศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผาหลังเผา ในด้านทดสอบการหัดตัวหลังเผา

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นก่อนเผาในด้านการหัดตัวหลังเผา นำแท่งทดสอบจากการหาค่าการหัดตัวก่อนเผา ไปเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส พบว่าการหัดตัวหลังเผาของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบมากที่สุดได้แก่สูตรที่ 4 ( $\bar{X} = 17.40$ , S.D = .03) การหัดตัวหลังเผาของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบน้อยที่สุดได้แก่สูตรที่ 30 ( $\bar{X} = 6.80$ , S.D = .03) ดังตารางที่ 4.2

#### 4.1.4 ผลวิเคราะห์การศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผาหลังเผา ในด้านทดสอบสีหลังเผา

จากการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นก่อนเผาในด้านสีหลังเผา พบว่าอัตราส่วนผสมวัตถุดิบมีสีที่แตกต่างกันหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ได้แก่ สีน้ำตาลสูตรที่ 17, 18, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30 และสูตรที่ 31 ตามลำดับ สีน้ำตาลอ่อน สูตรที่ 32 และ 33 ตามลำดับ สีน้ำตาลเข้ม สูตรที่ 11, 16 และสูตรที่ 22 ตามลำดับ สีน้ำตาลครีม สูตรที่ 34, 35 และสูตรที่ 36 ตามลำดับ สีน้ำตาลดำ สูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 19 และสูตรที่ 25 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.5 ผลวิเคราะห์การศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผาหลังเผา ในด้านทดสอบความทนไฟ

นำแท่งทดสอบไปเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน พบว่าแท่งทดสอบทุกสูตรส่วนผสมมีความทนไฟ คือ ไม่หลอมตัว ที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผาหลังเผา (n = 5)

| สูตรที่ | สีหลังเผา  | ความทนไฟ | การหดตัวหลังเผา |      |
|---------|------------|----------|-----------------|------|
|         |            |          | $\bar{X}$       | S.D. |
| 1       | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 13.60           | .02  |
| 2       | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 14.30           | .02  |
| 3       | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 10.70           | .03  |
| 4       | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 17.40           | .03  |
| 5       | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 16.50           | .03  |
| 6       | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 16.20           | .02  |
| 7       | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 15.40           | .10  |
| 8       | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 16.40           | .02  |
| 9       | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 16.10           | .02  |
| 10      | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 16.20           | .04  |
| 11      | น้ำตาลเข้ม | ทนไฟ     | 12.30           | .16  |
| 12      | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 14.90           | .07  |
| 13      | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 15.30           | .03  |
| 14      | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 13.70           | .03  |
| 15      | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 10.10           | .19  |
| 16      | น้ำตาลเข้ม | ทนไฟ     | 9.50            | .09  |
| 17      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 10.00           | .26  |
| 18      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 13.60           | .01  |
| 19      | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 13.10           | .04  |
| 20      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 14.40           | .02  |
| 21      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 12.60           | .04  |
| 22      | น้ำตาลเข้ม | ทนไฟ     | 12.80           | .05  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

| สูตรที่ | สีหลังเผา  | ความทนไฟ | การหดตัวหลังเผา |      |
|---------|------------|----------|-----------------|------|
|         |            |          | $\bar{X}$       | S.D. |
| 23      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 13.30           | .03  |
| 24      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 11.60           | .03  |
| 25      | น้ำตาลดำ   | ทนไฟ     | 13.80           | .02  |
| 26      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 13.30           | .02  |
| 27      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 10.00           | .04  |
| 28      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 10.40           | .07  |
| 29      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 7.40            | .02  |
| 30      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 6.80            | .03  |
| 31      | น้ำตาล     | ทนไฟ     | 9.10            | .12  |
| 32      | น้ำตาลอ่อน | ทนไฟ     | 9.90            | .09  |
| 33      | น้ำตาลอ่อน | ทนไฟ     | 11.40           | .05  |
| 34      | น้ำตาลครีม | ทนไฟ     | 9.70            | .09  |
| 35      | น้ำตาลครีม | ทนไฟ     | 11.30           | .08  |
| 36      | น้ำตาลครีม | ทนไฟ     | 10.20           | .11  |

#### 4.1.6 ผลวิเคราะห์การศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผาหลังเผา ในด้านทดสอบการขึ้นรูป

จากการทดสอบด้านการขึ้นรูป โดยทดสอบการขึ้นรูปด้วยมือ พบว่าสูตรส่วนผสมที่มีเนื้อดินบ้านคงดินทองร้อยละ 10 – 40 ดินดำสุราษฎร์ร้อยละ 40 – 80 หินฟันม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ร้อยละ 10 - 40 มีความเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่สูตรที่ 11 – 14 , 19 – 24 และสูตรที่ 33 - 36 สูตรส่วนผสมที่มีเนื้อดินบ้านคงดินทองร้อยละ 50 – 80 ดินดำสุราษฎร์ร้อยละ 10 – 40 หินฟันม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ร้อยละ 10 - 40 มีความเหนียวน้อย ได้แก่สูตรที่ 1 – 10 สูตรส่วนผสมที่มีเนื้อดินบ้านคงดินทองร้อยละ 10 – 40 ดินดำสุราษฎร์ร้อยละ 10 – 40 หินฟันม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ร้อยละ 40 - 80 ไม่เหมาะสม ได้แก่ สูตรที่ 15 – 18 และ สูตรที่ 25 – 32

การขึ้นรูปด้วยมือ เนื้อดินที่มีความเหนียวมีผลต่อชิ้นงานในด้านการทรงตัวของชิ้นงาน ความแข็งแรง ความหนาแน่นและการแตกร้าว ดังนั้นอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่ความเหนียวจึงมีความเหมาะสมมากที่สุด ดังตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบด้านการขึ้นรูป โดยทดสอบการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร พบว่าสูตรส่วนผสมที่มีเนื้อดินบ้านคงดินทองร้อยละ 10 – 80 ดินคำสุราษฎร์ร้อยละ 10 – 80 หินพื้นม้าชนิด โปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ร้อยละ 10 - 40 มีความเหมาะสมมากที่สุด ได้แก่สูตรที่ 1 – 14, 19 – 24 และสูตรที่ 33 - 36 สูตรส่วนผสมที่มีเนื้อดินบ้านคงดินทองร้อยละ 10 – 40 ดินคำสุราษฎร์ร้อยละ 10 – 40 หินพื้นม้าชนิด โปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ร้อยละ 40 - 80 ไม่เหมาะสม ได้แก่ สูตรที่ 15 – 18 และ สูตรที่ 25 – 32

การขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรโดยวิธีการอัดเป็นชิ้นงานสามารถขึ้นรูป ส่วนผสมที่มีเนื้อดินมีความเหนียวน้อยถึงเหนียวมาก เนื่องจากมีความเหมาะสมกับการเคลื่อนย้ายออกจากแบบพิมพ์ได้ดีกว่าส่วนผสมที่ไม่มีความเหนียว ดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา

| สูตรที่ | ขึ้นรูปด้วยมือ | ขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร |
|---------|----------------|------------------------|
| 1       | เหมาะสมน้อย    | เหมาะสมมาก             |
| 2       | เหมาะสมน้อย    | เหมาะสมมาก             |
| 3       | เหมาะสมน้อย    | เหมาะสมมาก             |
| 4       | เหมาะสมน้อย    | เหมาะสมมาก             |
| 5       | เหมาะสมน้อย    | เหมาะสมมาก             |
| 6       | เหมาะสมน้อย    | เหมาะสมมาก             |
| 7       | เหมาะสมน้อย    | เหมาะสมมาก             |
| 8       | เหมาะสมน้อย    | เหมาะสมมาก             |
| 9       | เหมาะสมน้อย    | เหมาะสมมาก             |
| 10      | เหมาะสมน้อย    | เหมาะสมมาก             |
| 11      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 12      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 13      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 14      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 15      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 16      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 17      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 18      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 19      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

| สูตรที่ | ขึ้นรูปด้วยมือ | ขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร |
|---------|----------------|------------------------|
| 20      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 21      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 22      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 23      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 24      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 25      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 26      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 27      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 28      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 29      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 30      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 31      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 32      | ไม่เหมาะสม     | ไม่เหมาะสม             |
| 33      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 34      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 35      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |
| 36      | เหมาะสมมาก     | เหมาะสมมาก             |

จากตารางที่ 4.4 พบว่าอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผาจากการสุม่วัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) อัตราส่วนผสมที่มีความเหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยมือโดยวิธีคมากที่สุดได้แก่สูตรที่ 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 33, 34, 35 และสูตรที่ 36 ตามลำดับ เหมาะสมน้อยได้แก่สูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และสูตรที่ 10 ตามลำดับ

อัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผาจากการสุม่วัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) อัตราส่วนผสมที่ไม่เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยมือได้แก่สูตรที่ 16, 17, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 และสูตรที่ 32 ตามลำดับ

อัตราส่วนผสม 1- 36 มีความเหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรโดยวิธีอัดได้แก่สูตรที่

## 4.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

นำแท่งทดสอบเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพในการดูดซึมน้ำ ค่าความแข็งแรง เป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาungหลังคา ฉบับที่ 187 (พ.ศ.2518) มาตรฐานเลขที่ มอก. 158 – 2518 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น ฉบับที่ 41 (พ.ศ.2516) มาตรฐานเลขที่ มอก. 37 – 25 และคุณสมบัติทางกายภาพในการดูดซึมน้ำ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูผนัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 36 - 2516 (ดังตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 แสดงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาชนิดมีเคลือบและไม่มีการเคลือบ ประเภทกระเบื้องดินเผาungหลังคา กระเบื้องดินเผาปูพื้น กระเบื้องดินเผาปูผนัง

| ชนิดกระเบื้องดินเผา   | ค่าการดูดซึมน้ำ                   | ค่าความแข็งแรง                            |
|-----------------------|-----------------------------------|---|
| กระเบื้องดินungหลังคา | 13.5                              | 70 Kg/cm <sup>2</sup> หรือ<br>7 นิวตัน(N) |
| กระเบื้องดินเผาปูพื้น | ประเภทดูดซึมน้ำต่ำ                | 25 เมกะปาสกาล                             |
|                       | ประเภทดูดซึมน้ำปานกลางค่อนข้างต่ำ |   |
|                       | ประเภทดูดซึมน้ำปานกลาง            | 17 เมกะปาสกาล                             |
|                       | ประเภทดูดซึมน้ำสูง                |   |
| กระเบื้องดินเผาปูผนัง | 18                                | -   |

### การทดสอบการดูดซึมน้ำ

นำแท่งทดสอบไปอบให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อแท่งทดสอบเย็นลงไปชั่งหาค่าน้ำหนักก่อนดูดซึมน้ำ นำแท่งทดสอบไปดมในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นลง และแช่ไว้ในน้ำนั้นอีก 24 ชั่วโมง แล้วนำแท่งทดสอบขึ้นมาจากน้ำใช้ผ้าชุบน้ำหมาดๆ ซับผิวแผ่นทดสอบให้ทั่วไปชั่งหาน้ำหนักที่ดูดซึมน้ำ และนำผลการทดสอบการดูดซึมน้ำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ดังตารางที่ 4.5)

### การทดสอบความแข็งแรง

การทดสอบความแข็งแรง โดยนำแท่งทดสอบนำไปเผาที่ 1,100 องศาเซลเซียส และทดสอบกับเครื่องทดสอบความแข็งแรงในระบบไฟฟ้า เพราะสามารถควบคุมความเร็วของลิ้มที่ตกลงมาได้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สม่ำเสมอทุกครั้ง ทุกขั้นตอนจะต้องทดสอบตามกระบวนการเดิม นำค่าการทดสอบมาเปรียบเทียบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (ดังตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.6 แสดงผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาungหลังคา (n=5)

| สูตรที่<br>(ตามเกณฑ์) | การดูดซึมน้ำ |      | ความแข็งแรง |      |
|-----------------------|--------------|------|-------------|------|
|                       | $\bar{X}$    | S.D. | $\bar{X}$   | S.D. |
| 1                     | 4.50         | .22  | 72.78       | .32  |
| 2                     | 3.61         | .14  | 87.95       | .34  |
| 10                    | 1.91         | .01  | 85.55       | 1.68 |
| 11                    | 7.19         | .02  | 76.21       | .32  |
| 12                    | 3.94         | .01  | 70.74       | .90  |
| 13                    | 9.65         | .03  | 71.10       | 1.13 |
| 14                    | 4.43         | .11  | 72.30       | 1.40 |
| 17                    | 2.68         | .03  | 72.64       | 1.20 |
| 21                    | 9.12         | .11  | 72.71       | 1.39 |
| 22                    | 7.63         | .04  | 92.29       | .33  |
| 25                    | 2.92         | .05  | 75.05       | 1.24 |
| 26                    | 2.67         | .08  | 70.21       | .42  |
| 30                    | 5.13         | .02  | 74.69       | .52  |
| 31                    | 10.41        | .42  | 77.85       | .51  |
| 33                    | 9.42         | .11  | 70.10       | 1.81 |

จากตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาungหลังคา (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) มีค่าการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 13.5 พบว่าทุกสูตรส่วนผสม มีค่าการดูดซึมน้ำเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้แก่สูตรที่ 1 ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D = .22), 2 ( $\bar{X} = 3.61$ , S.D = .14), 10 ( $\bar{X} = 1.91$ , S.D = .01), 11 ( $\bar{X} = 7.19$ , S.D = .02), 12 ( $\bar{X} = 3.94$ , S.D = .01), 13 ( $\bar{X} = 9.65$ , S.D = .03), 14 ( $\bar{X} = 4.43$ , S.D = .11), 17 ( $\bar{X} = 2.68$ , S.D = .03), 21 ( $\bar{X} = 9.12$ , S.D = .11), 22 ( $\bar{X} = 7.63$ , S.D = .04), 25 ( $\bar{X} = 2.92$ , S.D = .05), 26 ( $\bar{X} = 2.67$ , S.D = .08), 30 ( $\bar{X} = 5.13$ , S.D = .02), 31 ( $\bar{X} = 10.41$ , S.D = .42) และสูตรที่ 33 ( $\bar{X} = 9.42$ , S.D = .11) ตามลำดับ ความแข็งแรงที่กำหนดไว้ 70 Kg/cm<sup>2</sup> หรือ 7 นิวตัน พบว่าสูตรที่มีความแข็งแรงเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ได้แก่สูตรที่ 1 ( $\bar{X} = 72.78$ , S.D = .32), 2 ( $\bar{X} = 87.95$ , S.D = .34), 10 ( $\bar{X} = 85.55$ , S.D = 1.68), 11 ( $\bar{X} = 76.21$ , S.D = .32) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.32), 12 ( $\bar{X} = 70.74$ , S.D = .90), 13 ( $\bar{X} = 71.10$ , S.D = 1.13), 14 ( $\bar{X} = 72.30$ , S.D = 1.40), 17 ( $\bar{X} = 72.64$ , S.D = 1.20), 21 ( $\bar{X} = 72.71$ , S.D = 1.39), 22 ( $\bar{X} = 92.29$ , S.D = .33), 25 ( $\bar{X} = 75.05$ , S.D = 1.24), 26 ( $\bar{X} = 70.21$ , S.D = .42), 30 ( $\bar{X} = 74.69$ , S.D = .52), 31 ( $\bar{X} = 77.85$ , S.D = .51) และสูตรที่ 33 ( $\bar{X} = 70.10$ , S.D = .181) ตามลำดับ

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มุงหลังคาที่กำหนดไว้ ได้แก่สูตรที่ 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 27, 28, 29, 32, 34, 35 และสูตรที่ 36 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.7** ผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทลูดยิมน้ำต่ำ (n=5)

| สูตรที่ | การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ 3) |      | ความแข็งแรง (25 เมกาปาสกาล) |      |
|---------|-------------------------|------|-----------------------------|------|
|         | $\bar{X}$               | S.D. | $\bar{X}$                   | S.D. |
| 4       | 2.23                    | .22  | 16.77                       | .74  |
| 8       | 2.79                    | .15  | 17.82                       | .10  |
| 10      | 1.91                    | .01  | 27.48                       | 1.90 |
| 17      | 2.68                    | .03  | 21.72                       | .58  |
| 19      | 2.82                    | .08  | 15.95                       | .34  |
| 25      | 2.92                    | .05  | 20.49                       | 1.01 |
| 26      | 2.67                    | .08  | 18.65                       | .01  |

จากตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทลูดยิมน้ำต่ำ (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) พบว่าสูตรที่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ด้านดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 3 ค่าความแข็งแรงอยู่ที่ 25 เมกาปาสกาล ได้แก่ สูตรที่ 17 มีค่าดูดซึมน้ำ ( $\bar{X} = 2.68$ , S.D. = .03) ความแข็งแรง ( $\bar{X} = 21.72$ , S.D. = .58)

ตารางที่ 4.8 ผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชี่มน้ำปานกลางก่อนข้างต่ำ (n = 5)

| สูตรที่ | การคูชี่มน้ำ (ร้อยละ 6) |      | ความแข็งแรง (25 เมกาปาสกาล) |      |
|---------|-------------------------|------|-----------------------------|------|
|         | $\bar{X}$               | S.D. | $\bar{X}$                   | S.D. |
| 1       | 4.50                    | .22  | 26.95                       | .46  |
| 2       | 3.61                    | .14  | 33.23                       | .77  |
| 12      | 3.94                    | .01  | 26.35                       | .38  |
| 23      | 5.84                    | .05  | 36.73                       | .86  |

จากตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชี่มน้ำปานกลางก่อนข้างต่ำ (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) ในด้านความแข็งแรงที่กำหนดไว้ที่ 25 เมกาปาสกาล พบว่าสูตรที่มีความแข็งแรงเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ได้แก่สูตรที่ 1 ( $\bar{X} = 26.95$ , S.D = .46), 2 ( $\bar{X} = 33.23$ , S.D = .77), 12 ( $\bar{X} = 26.35$ , S.D = .38) และสูตรที่ 23 ( $\bar{X} = 36.73$ , S.D = .86)

ค่าคูชี่มน้ำได้แก่สูตรที่ 1 ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D = .22), 2 ( $\bar{X} = 3.61$ , S.D = .145), 12 ( $\bar{X} = 3.94$ , S.D = .01) และสูตรที่ 23 ( $\bar{X} = 5.84$ , S.D = .05)

ตารางที่ 4.9 ผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชี่มน้ำปานกลาง (n=5)

| สูตรที่ | การคูชี่มน้ำ (ร้อยละ 10) |      | ความแข็งแรง (17 เมกาปาสกาล) |      |
|---------|--------------------------|------|-----------------------------|------|
|         | $\bar{X}$                | S.D. | $\bar{X}$                   | S.D. |
| 11      | 7.19                     | .02  | 29.28                       | .20  |
| 13      | 9.65                     | .03  | 20.87                       | .42  |
| 21      | 9.12                     | .11  | 25.20                       | .31  |
| 22      | 7.63                     | .04  | 36.73                       | .86  |
| 33      | 9.42                     | .11  | 21.98                       | .23  |
| 35      | 7.83                     | .07  | 17.01                       | .34  |

จากตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชี่มน้ำปานกลาง (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) ในด้านความแข็งแรงที่กำหนดไว้ที่ 17 เมกาปาสกาล พบว่าสูตรที่มีความแข็งแรงเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ได้แก่สูตรที่ 11 ( $\bar{X} = 29.28$ , S.D = .02), 13 ( $\bar{X} = 20.87$ , S.D = .42), 21 ( $\bar{X} = 25.20$ , S.D = .31), 22 ( $\bar{X} = 36.73$ , S.D = .86), 33 ( $\bar{X} = 21.98$ , S.D = .23) และสูตรที่ 35 ( $\bar{X} = 17.01$ , S.D = .34) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่วารณิใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูดซึมน้ำได้แก่สูตร 11 ( $\bar{X} = 7.19, S.D = .02$ ), 13 ( $\bar{X} = 9.65, S.D = .42$ ), 21 ( $\bar{X} = 9.12, S.D = .11$ ), 22 ( $\bar{X} = 7.63, S.D = .04$ ), 33 ( $\bar{X} = 9.42, S.D = .11$ ) และสูตรที่ 35 ( $\bar{X} = 7.83, S.D = .07$ ) ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.10** ผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำสูง (n = 5)

| สูตรที่ | การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ 16) |      | ความแข็งแรง (17 เมกาปาสกาล) |      |
|---------|--------------------------|------|-----------------------------|------|
|         | $\bar{X}$                | S.D. | $\bar{X}$                   | S.D. |
| 15      | 11.38                    | .10  | 21.18                       | .39  |
| 24      | 10.36                    | .16  | 21.00                       | .72  |
| 31      | 10.41                    | .42  | 24.95                       | 1.02 |
| 32      | 11.21                    | .27  | 18.74                       | 1.05 |
| 34      | 10.93                    | .03  | 20.82                       | .27  |
| 36      | 12.60                    | .05  | 20.27                       | .73  |

จากตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำสูง (ทั้งเคลือบและไม่เคลือบ) ในด้านความแข็งแรงที่กำหนดไว้ที่ 17 เมกาปาสกาล พบว่าสูตรที่มีความแข็งแรงเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ได้แก่สูตรที่ 15 ( $\bar{X} = 21.18, S.D = .39$ ), 24 ( $\bar{X} = 21.00, S.D = .72$ ), 31 ( $\bar{X} = 24.95, S.D = 1.02$ ), 32 ( $\bar{X} = 18.74, S.D = 1.05$ ), 34 ( $\bar{X} = 20.82, S.D = .27$ ) และสูตรที่ 36 ( $\bar{X} = 20.27, S.D = .73$ ) ตามลำดับ

ดูดซึมน้ำได้แก่สูตรที่ 15 ( $\bar{X} = 11.38, S.D = .10$ ), 16 ( $\bar{X} = 10.37, S.D = .01$ ), 24 ( $\bar{X} = 10.36, S.D = .16$ ), 31 ( $\bar{X} = 10.41, S.D = .42$ ), 32 ( $\bar{X} = 11.21, S.D = .27$ ), 34 ( $\bar{X} = 10.93, S.D = .03$ ), และ สูตรที่ 36 ( $\bar{X} = 12.60, S.D = .05$ ) ตามลำดับ

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพกระเบื้องดินเผาปูพื้น มีสูตรที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ได้แก่สูตรที่ 3, 5, 6, 7, 9, 14, 18, 20, 27, 28, 29 และสูตรที่ 30 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 ผลวิเคราะห์การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
(มอก.) กระเบื้องดินเผาผนัง (n = 5)

| สูตรที่ | การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ 18) |      | ความแข็งแรง |      |
|---------|--------------------------|------|-------------|------|
|         | $\bar{X}$                | S.D. | $\bar{X}$   | S.D. |
| 1       | 4.50                     | .22  | 72.78       | .32  |
| 2       | 3.61                     | .14  | 87.95       | .34  |
| 3       | 5.85                     | .17  | 55.83       | .82  |
| 4       | 2.23                     | .22  | 66.55       | 1.77 |
| 5       | 4.97                     | .15  | 69.82       | .51  |
| 6       | 4.75                     | .24  | 65.50       | 2.34 |
| 7       | 3.45                     | .33  | 65.38       | 1.32 |
| 8       | 2.79                     | .15  | 67.74       | .51  |
| 9       | 4.69                     | .03  | 68.20       | 1.95 |
| 10      | 1.91                     | .01  | 85.55       | 1.68 |
| 11      | 7.19                     | .02  | 76.21       | .32  |
| 12      | 3.94                     | .01  | 70.74       | .90  |
| 13      | 9.65                     | .03  | 71.10       | 1.13 |
| 14      | 4.43                     | .11  | 72.30       | 1.40 |
| 15      | 11.38                    | .10  | 67.68       | .42  |
| 16      | 10.37                    | .01  | 54.15       | 1.29 |
| 17      | 2.68                     | .03  | 72.64       | 1.20 |
| 18      | 9.29                     | .19  | 61.28       | 1.30 |
| 19      | 2.82                     | .08  | 64.75       | .98  |
| 20      | 5.32                     | .10  | 61.93       | 1.61 |
| 21      | 9.12                     | .11  | 72.71       | 1.39 |
| 22      | 7.63                     | .04  | 92.29       | .33  |
| 23      | 5.84                     | .05  | 65.67       | .76  |
| 24      | 10.36                    | .16  | 68.46       | 1.35 |
| 25      | 2.92                     | .05  | 75.05       | 1.24 |
| 26      | 2.67                     | .08  | 70.21       | .42  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

| สูตรที่ | การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ 18) |      | ความแข็งแรง |      |
|---------|--------------------------|------|-------------|------|
|         | $\bar{X}$                | S.D. | $\bar{X}$   | S.D. |
| 27      | 5.14                     | .08  | 53.51       | .58  |
| 28      | 4.16                     | .30  | 60.79       | .67  |
| 29      | 7.61                     | .28  | 54.23       | .94  |
| 30      | 5.13                     | .02  | 74.69       | .52  |
| 31      | 10.41                    | .42  | 77.85       | .51  |
| 32      | 11.21                    | .27  | 67.10       | 1.86 |
| 33      | 9.42                     | .11  | 70.10       | 1.81 |
| 34      | 10.93                    | .03  | 71.59       | 1.78 |
| 35      | 7.83                     | .07  | 62.79       | 1.92 |
| 36      | 12.60                    | .05  | 69.00       | 1.37 |

จากตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาผนังในด้านการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 18 พบว่าทุกสูตรส่วนผสม มีค่าการดูดซึมน้ำเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ สูตรที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรที่ 10 ( $\bar{X} = 1.91$ , S.D. = .01) สูตรที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรที่ 36 ( $\bar{X} = 12.60$ , S.D. = .05) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านทดสอบการดูดซึมน้ำ และ ความแข็งแรง ( $n = 5$ )

| สูตรที่ | การดูดซึมน้ำ |      | ความแข็งแรง        |      |            |      |
|---------|--------------|------|--------------------|------|------------|------|
|         | $\bar{X}$    | S.D. | Kg/cm <sup>2</sup> |      | เมกะปาสกาล |      |
|         |              |      | $\bar{X}$          | S.D. | $\bar{X}$  | S.D. |
| 1       | 4.50         | .22  | 72.78              | .32  | 26.95      | .46  |
| 2       | 3.61         | .14  | 87.95              | .34  | 33.23      | .77  |
| 3       | 5.85         | .17  | 55.83              | .82  | 14.15      | .50  |
| 4       | 2.23         | .22  | 66.55              | 1.77 | 16.77      | .74  |
| 5       | 4.97         | .15  | 69.82              | .51  | 17.02      | .78  |
| 6       | 4.75         | .24  | 65.50              | 2.34 | 16.09      | .20  |
| 7       | 3.45         | .33  | 65.38              | 1.32 | 16.54      | .83  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

| สูตรที่ | การดูดซึมน้ำ |      | ความแข็งแรงแรง     |      |            |      |
|---------|--------------|------|--------------------|------|------------|------|
|         | $\bar{X}$    | S.D. | Kg/cm <sup>2</sup> |      | เมกะปาสกาล |      |
|         |              |      | $\bar{X}$          | S.D. | $\bar{X}$  | S.D. |
| 8       | 2.79         | .15  | 67.74              | .51  | 17.82      | .10  |
| 9       | 4.69         | .03  | 68.20              | 1.95 | 18.74      | .75  |
| 10      | 1.91         | .01  | 85.55              | 1.68 | 27.48      | 1.90 |
| 11      | 7.19         | .02  | 76.21              | .32  | 29.28      | .20  |
| 12      | 3.94         | .01  | 70.74              | .90  | 26.35      | .38  |
| 13      | 9.65         | .03  | 71.10              | 1.13 | 20.87      | .42  |
| 14      | 4.43         | .11  | 72.30              | 1.40 | 21.67      | .91  |
| 15      | 11.38        | .10  | 67.68              | .42  | 21.18      | .39  |
| 16      | 10.37        | .01  | 54.15              | 1.29 | 12.10      | .38  |
| 17      | 2.68         | .03  | 72.64              | 1.20 | 21.72      | .58  |
| 18      | 9.29         | .19  | 61.28              | 1.30 | 13.44      | .84  |
| 19      | 2.82         | .08  | 64.75              | .98  | 15.95      | .34  |
| 20      | 5.32         | .10  | 61.93              | 1.61 | 16.39      | .32  |
| 21      | 9.12         | .11  | 72.71              | 1.39 | 25.20      | .31  |
| 22      | 7.63         | .04  | 92.29              | .33  | 36.73      | .86  |
| 23      | 5.84         | .05  | 65.67              | .76  | 24.44      | .99  |
| 24      | 10.36        | .16  | 68.46              | 1.35 | 21.00      | .72  |
| 25      | 2.92         | .05  | 75.05              | 1.24 | 20.49      | 1.01 |
| 26      | 2.67         | .08  | 70.21              | .42  | 18.65      | .01  |
| 27      | 5.14         | .08  | 53.51              | .58  | 12.89      | 1.12 |
| 28      | 4.16         | .30  | 60.79              | .67  | 15.78      | .15  |
| 29      | 7.61         | .28  | 54.23              | .94  | 13.36      | 0.00 |
| 30      | 5.13         | .02  | 74.69              | .52  | 18.02      | 0.10 |
| 31      | 10.41        | .42  | 77.85              | .51  | 24.95      | 1.02 |
| 32      | 11.21        | .27  | 67.10              | 1.86 | 18.74      | 1.05 |
| 33      | 9.42         | .11  | 70.10              | 1.81 | 21.98      | .23  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

| สูตรที่ | การดูดซึมน้ำ |      | ความแข็งแรง        |      |            |      |
|---------|--------------|------|--------------------|------|------------|------|
|         | $\bar{X}$    | S.D. | Kg/cm <sup>2</sup> |      | เมกะปาสกาล |      |
|         |              |      | $\bar{X}$          | S.D. | $\bar{X}$  | S.D. |
| 34      | 10.93        | .03  | 71.59              | 1.78 | 20.82      | .27  |
| 35      | 7.83         | .07  | 62.79              | 1.92 | 17.01      | .34  |
| 36      | 12.60        | .05  | 69.00              | 1.37 | 20.27      | .73  |

### 4.3 วิเคราะห์ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา และประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามที่ได้จากผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา บริษัท อ.ป.ก ดาวคู 1988 จำกัด จำนวน 30 คน กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน ด้านผู้ผลิตกระเบื้องดินเผา จำนวน 3 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วสรุปหาแนวทางประยุกต์และออกแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาตามคุณสมบัติที่ได้ในขั้นตอนต่อไป โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 4.13 จำนวนและร้อยละของผู้บริโภคในด้านสถานภาพทั่วไปของผู้ให้ข้อมูล จากบริษัท อ.ป.ก ดาวคู 1988 จำกัด (n = 30)

| ลำดับ |      | รายการ                   | จำนวน | ร้อยละ |
|-------|------|--------------------------|-------|--------|
| 1     | เพศ  | ชาย                      | 19    | 63.33  |
|       |      | หญิง                     | 11    | 36.67  |
| 2     | อายุ | อายุต่ำกว่า 25 ปี        | 6     | 20     |
|       |      | อายุ 26 – 30 ปี          | 2     | 6.67   |
|       |      | อายุ 31 – 35 ปี          | 2     | 6.67   |
|       |      | อายุ 36 – 40 ปี          | 1     | 3.33   |
|       |      | อายุ 41 – 45 ปี          | 6     | 20     |
|       |      | อายุมากกว่า 45 ปี ขึ้นไป | 13    | 43.33  |
|       |      | 20,001 – 25,000 บาท      | 2     | 6.67   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

| ลำดับ                   | รายการ         |                       | จำนวน                       | ร้อยละ                   |
|-------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 3                       | ระดับการศึกษา  | มัธยมศึกษา 3          | 7                           | 23.33                    |
|                         |                | มัธยมศึกษา 6          | 5                           | 16.67                    |
|                         |                | ปวช .                 | 1                           | 3.33                     |
|                         |                | ปวส .                 | 8                           | 26.67                    |
|                         |                | ปริญญาตรี             | 9                           | 30                       |
|                         |                | ปริญญาโท              | 0                           | 0                        |
|                         |                | ปริญญาเอก             | 0                           | 0                        |
| 4                       | ประกอบอาชีพ    | สถาปนิก               | 0                           | 0                        |
|                         |                | เกษตรกร               | 11                          | 36.67                    |
|                         |                | ก่อสร้าง              | 1                           | 3.33                     |
|                         |                | บริษัทเอกชน           | 3                           | 10                       |
|                         |                | รัฐวิสาหกิจ           | 0                           | 0                        |
|                         |                | รับราชการ             | 5                           | 16.67                    |
|                         |                | อื่น..(โปรดระบุ)..... | 10                          | 33.33                    |
| 5                       | รายได้ต่อเดือน | ต่ำกว่า 7,000 บาท     | 9                           | 30                       |
|                         |                | 7,001 – 10,000 บาท    | 10                          | 33.33                    |
|                         |                | 10,001 – 15,000 บาท   | 5                           | 16.67                    |
|                         |                | 15,001 – 20,000 บาท   | 1                           | 3.33                     |
|                         |                | 20,001 – 25,000 บาท   | 2                           | 6.67                     |
|                         |                | 25,001 – 30,000 บาท   | 0                           | 0                        |
|                         |                | มากกว่า 30,001 บาท    | 3                           | 10                       |
|                         |                | 6                     | ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประเภท | กระเบื้องดินเผาungหลังคา |
| กระเบื้องดินเผาปูพื้น   | 14             |                       |                             | 46.67                    |
| กระเบื้องดินบุผนัง      | 7              |                       |                             | 23.33                    |
| อื่นๆ ..(โปรดระบุ)..... | 1              |                       |                             | 3.33                     |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.13 พบว่าสถานภาพทั่วไปของผู้บริโภคที่ให้ข้อมูลจากบริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ 1988 จำกัด เพศชายจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.33 เพศหญิงจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.67

อายุต่ำกว่า 25 ปี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20 อายุระหว่าง 26 – 30 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 อายุระหว่าง 31 – 35 ปี จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 อายุระหว่าง 36 – 40 ปี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33 อายุระหว่าง 41 – 45 ปี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20 อายุที่มากกว่า 45 ปี ขึ้นไป จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 43.33 ระดับการศึกษา ระดับมัธยมศึกษา 3 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33 ระดับมัธยมศึกษา 6 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 ระดับ ปวช. จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33 ระดับ ปวส. จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 ระดับปริญญาตรี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 30 ประกอบอาชีพ เกษตรกรรมจำนวน 11 คนคิดเป็นร้อยละ 36.67 ก่อสร้างจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33 บริษัทเอกชนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10 รับราชการจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 และอาชีพอื่นๆ ได้แก่ รปภ, ส่วนตัว, นศ. จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 รายได้ต่อเดือนต่ำกว่า 7,000 บาทจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 30 รายได้ต่อเดือนระหว่าง 7,001 – 10,000 บาท จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 รายได้ต่อเดือนระหว่าง 10,001 – 15,000 บาท จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 16.67 รายได้ต่อเดือนระหว่าง 15,001 – 20,000 บาท จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33 รายได้ต่อเดือนระหว่าง 20,001 – 25,000 บาทจำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 รายได้ต่อเดือนมากกว่า 30,001 บาท ขึ้นไป จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ลักษณะผลิตภัณฑ์ประเภทกระเบื้องดินเผาungหลังคาจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 กระเบื้องดินเผาปูพื้นจำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 46.67 กระเบื้องดินบุผนังจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33 และอื่นๆ ประเภทอิฐ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.33

ตารางที่ 4.14 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านหน้าที่ใช้สอย (n = 30)

| ความพึงพอใจ   | $\bar{X}$ | S.D | เกณฑ์ประเมิน |
|---|-----------|-----|--------------|
| 1. ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีประสิทธิภาพในด้านใช้สอยเป็นอย่างดี  | 3.8       | .48 | ดี           |
| 2. ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความเหมาะสมกับการใช้งานในด้านปูพื้น ผนัง มุงหลังคา และย้งกันความร้อนเป็นอย่างดี | 3.97      | .67 | ดี           |
| 3. ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความสะดวกต่อการทำความสะอาดได้ง่าย   | 3.9       | .76 | ดี           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.14 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านหน้าที่ใช้สอยมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.89$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีประสิทธิภาพในด้านใช้สอยเป็นอย่างดีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.8, S.D = .48$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความเหมาะสมกับการใช้งานในด้านปูพื้น นุผนัง มุงหลังคา และย้งกันความร้อนเป็นอย่างดีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.97, S.D = 0.67$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความสะดวกต่อการทำความสะอาดได้ง่ายค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.9, S.D = 0.76$ ) อยู่ในระดับดี

ตารางที่ 4.15 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านความแข็งแรงทนทาน (n = 30)

| ความพึงพอใจ   | $\bar{X}$ | S.D | เกณฑ์ประเมิน |
|---|-----------|-----|--------------|
| 1. ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและคงทนต่อแรงกระแทก แรงกด          | 3.63      | .72 | ดี           |
| 2. ผลิตภัณฑ์ไม่แตกร้าวเมื่อได้รับความร้อน ความชื้น          | 3.83      | .79 | ดี           |
| 3. ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คงสภาพเดิมเมื่อใช้เป็นเวลานาน   | 3.73      | .74 | ดี           |
| 4. พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนต่อการขีดถู และการชะล้าง | 3.87      | .78 | ดี           |

จากตารางที่ 4.15 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านความแข็งแรงทนทานมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.77$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและคงทนต่อแรงกระแทก แรงกดค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.63, S.D = .72$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์ไม่แตกร้าวเมื่อได้รับความร้อน ความชื้นค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.83, S.D = .79$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คงสภาพเดิมเมื่อใช้เป็นนานค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.73, S.D = .74$ ) อยู่ในระดับดี พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนต่อการขีดถู และการชะล้างค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.87, S.D = .78$ ) อยู่ในระดับดี

**ตารางที่ 4.16** แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านความสะดวกสบายในการใช้ ( $n = 30$ )

| ความพึงพอใจ  | $\bar{X}$ | S.D | เกณฑ์ประเมิน |
|--|-----------|-----|--------------|
| 1. ผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่าง ที่เหมาะสม                                    | 4.17      | .65 | ดี           |
| 2. ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการปู การหยิบจับ และการติดตั้ง                  | 4.13      | .73 | ดี           |
| 3. ผลิตภัณฑ์ มีความสะดวกกับการเกาะยึด เกี่ยว ติดตั้ง                     | 3.97      | .56 | ดี           |
| 4. ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความปลอดภัยต่อการสัมผัส เช่น เดิน นั่ง ผิง | 4.00      | .59 | ดี           |

จากตารางที่ 4.16 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านความสะดวกสบายในการใช้ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.07$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่างที่เหมาะสม ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.17, S.D = .65$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการปู การหยิบจับ และการติดตั้ง ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.13, S.D = .73$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกกับการเกาะยึด เกี่ยว ติดตั้งค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.97, S.D = .56$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความปลอดภัยต่อการสัมผัส เช่น เดิน นั่ง ผิง ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00, S.D = .59$ ) อยู่ใน ระดับดี

**ตารางที่ 4.17** แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านความสวยงาม ( $n = 30$ )

| ความพึงพอใจ  | $\bar{X}$ | S.D | เกณฑ์ประเมิน |
|--|-----------|-----|--------------|
| 1. ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบสวยงามน่าใช้                                       | 4.17      | .65 | ดี           |
| 2. พื้นผิวจากเนื้อดินมีสีสันสวยงามเหมาะสมกับการมุงหลังคา ปูพื้น บุผนัง | 4.03      | .61 | ดี           |
| 3. ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีรูปแบบที่เหมาะสม                         | 4.17      | .59 | ดี           |
| 4. ผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวในด้านสี สัน รูปทรง                     | 4.20      | .61 | ดี           |

จากตารางที่ 4.17 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ด้านความสวยงามมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.14$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบสวยงามน่าใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.17, S.D = .65$ ) อยู่ในระดับดี พื้นผิวจากเนื้อดินมีสีสันสวยงามเหมาะสมกับการมุงหลังคา ปูพื้น บุผนัง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผนัง ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.03, S.D = .61$ ) อยู่ในระดับดี ผลึกภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีรูปแบบที่เหมาะสม  
 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.17, S.D = .59$ ) อยู่ในระดับดี ผลึกภัณฑ์มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวในด้านสีสัน รูปทรง  
 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.20, S.D = .61$ ) อยู่ในระดับดี

เกณฑ์ประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ด้านออกแบบ  
 ผลึกภัณฑ์จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตกระเบื้องดินเผา จำนวน 3 ท่าน ในรูปแบบผลึกภัณฑ์  
 ประเภทกระเบื้องดินเผาบุผนังหลังคาชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบ กระเบื้องดินเผาปูพื้นชนิดมีเคลือบและ  
 ไม่เคลือบ กระเบื้องดินเผาบุผนังชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบ ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 4.18** แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ  
 ด้านวัสดุศาสตร์ (n = 3)

| ความพึงพอใจ   | $\bar{X}$ | S.D | เกณฑ์ประเมิน |
|---|-----------|-----|--------------|
| <b>1. ด้านวัสดุ</b>   |           |     |              |
| 1.1 เนื้อดินมีความเหมาะสม ในการผลิตภัณฑ์<br>กระเบื้องดินเผาประเภทบุผนัง บูผนัง  | 4.33      | .58 | ดี           |
| 1.2 ส่วนผสมวัตถุดิบที่นำมาใช้ได้แก่หินปูนมา<br>ชนิดโปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ และดินคำสุราษฎร์ที่<br>ใช้ มีความเหมาะสมในการพัฒนาเนื้อดินท้องถิ่น เพื่อใช้<br>ในการผลิตกระเบื้องดินเผา | 3.7       | .58 | ดี           |
| 1.3 เนื้อดินหลังเผา 1,100 องศาเซลเซียส มีสีที่<br>เป็นเอกลักษณ์เหมาะสมกับกระเบื้องดินเผาชนิดไม่<br>เคลือบและมีเคลือบแตกต่างกับเนื้อดินท้องถิ่นอื่นๆ<br>ในด้านสีของเนื้อดิน      | 3.67      | .58 | ดี           |
| <b>2. ด้านการทดสอบ</b>  |           |     |              |
| 2.1 การทดสอบสีหลังเผาของเนื้อดิน โดย<br>พิจารณาจากการมองเห็น(ด้วยตาเปล่า) มีความ<br>เหมาะสม   | 3.67      | .58 | ดี           |
| 2.2 การทดสอบความเหนียวของเนื้อดินโดยการ<br>โค้งงอ มีความเหมาะสม   | 4.00      | .00 | ดี           |
| 2.3 การทดสอบการหดตัวก่อนเผา และหลังเผา<br>โดยการวัดความยาวแท่งทดสอบ มีความเหมาะสม   | 4.67      | .58 | ดีมาก        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

| ความพึงพอใจ  | $\bar{X}$ | S.D | เกณฑ์-<br>ประเมิน |
|--|-----------|-----|-------------------|
| 2.4 การทดสอบความทนไฟโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสม   | 4.00      | .00 | ดี                |
| <b>3. ด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)</b>  |           |     |                   |
| 3.1 ส่วนผสมวัตถุดิบจากเนื้อดินบ้านคงคินทอง ดินคำสุราษฎร์ และหินฟืนม้าชนิดโปแทสเซียม เฟลด์สปาร์ ทั้ง 3 ชนิดที่ใช้เป็นไปตามเกณฑ์ข้อกำหนด | 4.33      | .58 | ดี                |
| 3.2 การผลิตหรือการทำด้วยเครื่องจักรและมือ สอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนด   | 4.67      | .58 | ดีมาก             |
| 3.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำ โดยการต้มแห้ง ทดสอบ และแช่น้ำไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง มีความเหมาะสม   | 4.00      | .00 | ดี                |
| 3.4 การทดสอบความแข็งแรง โดยเครื่องหาค่า MOR ด้วยระบบไฟฟ้า มีความเหมาะสม  | 4.33      | .58 | ดี                |

จากตารางที่ 4.18 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ ในด้านวัสดุ วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมกับการผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี ส่วนผสมวัตถุดิบที่นำมาใช้ได้แก่หินฟืนม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ และดินคำสุราษฎร์ที่ใช้มีความเหมาะสมในการพัฒนาเนื้อดินท้องถิ่น เพื่อใช้ในการผลิตกระเบื้องดินเผาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.7$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี เนื้อดินหลังเผา 1,100 องศาเซลเซียส มีสีที่เป็นเอกลักษณ์เหมาะสมกับกระเบื้องดินเผาชนิดไม่เคลือบและมีเคลือบแตกต่างกับเนื้อดินท้องถิ่นอื่นๆ ในด้านสีของเนื้อดินค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.67$ , S.D = .58 ) อยู่ในระดับดี

ในด้านการทดสอบสีหลังเผาของเนื้อดิน โดยพิจารณาจากการมองเห็น(ด้วยตาเปล่า) มีความเหมาะสมค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี การทดสอบความเหนียวของเนื้อดินโดยการโค้งงอ มีความเหมาะสมค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดี การทดสอบการหดตัวก่อนเผา และหลังเผาโดยการวัดความยาวแห้งทดสอบ มีความเหมาะสมค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.67$ , S.D =.58) อยู่ในระดับดีมาก การทดสอบความทนไฟโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ส่วนผสมวัตถุดิบจากเนื้อดินบ้านดงดินทอง ดินคำสุราษฎร์ และหินฟันม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ ทั้ง 3 ชนิดที่ใช้เป็นไปตามเกณฑ์ข้อกำหนด ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับดี การผลิตหรือการทำด้วยเครื่องจักรและมือสอดคล้องกับ มาตรฐานที่กำหนดค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.67, S.D = 4.67$ ) อยู่ในระดับดีมาก การทดสอบการดูดซึมน้ำ โดยการต้มแห้งทดสอบ และแช่น้ำไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง มีความเหมาะสมค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00, S.D = .00$ ) อยู่ในระดับดี การทดสอบความแข็งแรง โดยเครื่องหาค่า MOR ด้วยระบบไฟฟ้า มีความเหมาะสม ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับดี

**ตารางที่ 4.19** แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ( $n = 3$ )

| ความพึงพอใจ  | $\bar{X}$ | S.D | เกณฑ์ประเมิน |
|--|-----------|-----|--------------|
| <b>1.ด้านหน้าที่ใช้สอย</b>   |           |     |              |
| 1.1 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีประสิทธิภาพ<br>ในด้านใช้สอยเป็นอย่างดี   | 4.33      | .58 | ดี           |
| 1.2 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความ<br>เหมาะสมกับการใช้งานในด้านปูพื้น บุษ้าง มุง<br>หลังคา และย้งกันความร้อนเป็นอย่างดี | 4.33      | .58 | ดี           |
| 1.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความสะดวก<br>ต่อการทำความสะอาดได้ง่าย   | 3.33      | .58 | ปานกลาง      |
| <b>2. ด้านความแข็งแรงทนทาน</b>   |           |     |              |
| 2.1 ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและทนต่อ<br>แรงกระแทก แรงกด  | 4.33      | .58 | ดี           |
| 2.2 ผลิตภัณฑ์ไม่แตกร้าวเมื่อได้รับความร้อน<br>ความชื้น   | 3.33      | .58 | ปานกลาง      |
| 2.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คงสภาพเดิมเมื่อ<br>ใช้เป็นเวลานาน   | 4.33      | .58 | ดี           |
| 2.4 พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนต่อ<br>การขีดถู และการชะล้าง   | 5.00      | .00 | ดีมาก        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

| ความพึงพอใจ   | $\bar{X}$ | S.D | เกณฑ์ประเมิน |
|---|-----------|-----|--------------|
| <b>3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้</b>                                       |           |     |              |
| 3.1 ผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่าง ที่เหมาะสม                                    | 4.00      | .00 | ดี           |
| 3.2 ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการปู การหยิบจับ และการติดตั้ง                  | 3.67      | .58 | ดี           |
| 3.3 ผลิตภัณฑ์ มีความสะดวกกับการเกาะยึด เกี่ยว ติดตั้ง                     | 5.00      | .00 | ดีมาก        |
| 3.4 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความปลอดภัยต่อการสัมผัส เช่น เดิน นั่ง ผิง | 5.00      | .00 | ดีมาก        |
| <b>4. ด้านความสวยงาม</b>  |           |     |              |
| 4.1 ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบสวยงามน่าใช้   | 4.33      | .00 | ดี           |
| 4.2 พื้นผิวจากเนื้อดินมีสี สันสวยงามเหมาะสมกับการมุงหลังคา ปูพื้น บุผนัง  | 5.00      | .58 | ดีมาก        |
| 4.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีรูปแบบที่เหมาะสม                           | 4.00      | .00 | ดี           |
| 4.4 ผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวในด้านสี สัน รูปทรง                       | 5.00      | .00 | ดีมาก        |

จากตารางที่ 4.19พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ในด้านหน้าที่ใช้สอยผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีประสิทธิภาพในด้านใช้สอยเป็นอย่างดีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความเหมาะสมกับการใช้งานในด้านปูพื้น บุผนัง มุงหลังคา และยังกันความร้อนเป็นอย่างดีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความสะดวกต่อการทำความสะอาดได้ง่ายค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.33, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับปานกลาง

ด้านความแข็งแรงทนทานผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและคงทนต่อแรงกระแทก แรงกด ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับปานกลาง ผลิตภัณฑ์ไม่แตกร้าวเมื่อได้รับความร้อน ความชื้นค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.33, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คงสภาพเดิมเมื่อใช้เป็นเวลานานค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับดี พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนต่อการขีดถู และการชะล้างค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 5.00, S.D = .00$ ) อยู่ในระดับดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความสะดวกสบายในการใช้ผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่าง ที่เหมาะสมค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์ที่มีความสะดวกในการปู การหยิบจับ และการติดตั้งค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์ที่มีความสะดวกกับการเกาะยึด เกี่ยว ติดตั้งค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 5.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดีมาก ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาที่มีความปลอดภัยต่อการสัมผัส เช่น เเดิน นั่ง ผิงค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 5.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดีมาก

ด้านความสวยงามผลิตภัณฑ์มีรูปแบบสวยงามน่าใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี พื้นผิวจากเนื้อดินมีสีสันทสวยงามเหมาะกับการมุงหลังคา ปูพื้น บุผนังค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 5.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดีมาก ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีรูปแบบที่เหมาะสมค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวในด้านสีสันท รูปทรงค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 5.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดีมาก

**ตารางที่ 4.20** แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ

ด้านผู้ผลิตกระเบื้องดินเผา (n = 3)

| ความพึงพอใจ  | $\bar{X}$ | S.D | เกณฑ์ประเมิน |
|--|-----------|-----|--------------|
| <b>1. ด้านวัสดุ</b>  |           |     |              |
| 1.1 เนื้อดินที่องถึ้นบ้านคงดินทองมีความเหมาะสมในการผลิตกระเบื้องดินเผา   | 3.67      | .58 | ดี           |
| 1.2 การหาส่วนผสมวัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยมมีความเหมาะสมในการเลือกหาคุณสมบัติทางกายภาพที่หลากหลาย จึงให้สามารถเลือกส่วนผสมที่เหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา | 3.67      | .58 | ดี           |
| 1.3 การเลือกใช้วัตถุดิบที่ให้ความเหนียวได้แก่ ดินดำสุราษฎร์ มีเหมาะสม  | 3.33      | .58 | ปานกลาง      |
| 1.4 การเลือกใช้วัตถุดิบที่ช่วยลดจุดสุกตัว โดยใช้หินฟืนม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ มีความเหมาะสม  | 4.33      | .58 | ดี           |
| 1.5 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งแรง โดยการหาจากเครื่องวัดค่าด้วยระบบไฟฟ้า MOR มีความเหมาะสม  | 5.00      | .00 | ดีมาก        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

| ความพึงพอใจ  | $\bar{X}$ | S.D  | เกณฑ์ประเมิน |
|--|-----------|------|--------------|
| 1.6 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านคูชัมมน้ำโดยการนำไปต้มในน้ำเดือดและแช่ทิ้งไว้อีก 24 ชั่วโมง มีความเหมาะสม                  | 3.67      | .58  | ดี           |
| <b>2. ด้านกระบวนการผลิต</b>  |           |      |              |
| 2.1 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยเครื่องจักร ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นของชิ้นงานสม่ำเสมอ และเพิ่มความแข็งแรงหลังเผาของชิ้นงาน | 4.67      | .58  | ดีมาก        |
| 2.2 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยเครื่องจักร สามารถควบคุมคุณภาพได้ง่าย และการผลิตปริมาณมาก                                      | 4.00      | 1.00 | ดี           |
| 2.3 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยมือ มีวิธีการผลิตที่สะดวก ชิ้นงานที่ยากต่อการใช้เครื่องจักร ที่มีความซับซ้อน                   | 4.33      | .58  | ดี           |
| 2.4 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยมือ ต้องอาศัยความชำนาญของผู้ผลิต และการผลิตปริมาณน้อย  | 4.00      | .00  | ดี           |
| <b>3. ด้านรูปร่าง</b>  |           |      |              |
| 3.1 รูปร่างมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ  | 4.33      | .58  | ดี           |
| 3.2 รูปร่างมีความสะดวกต่อการผลิต   | 4.00      | .00  | ดี           |
| 3.3 รูปร่างผลิตภัณฑ์ มีขนาด ความกว้าง ความยาว ที่เหมาะสมกับการติดตั้ง  | 4.00      | 1.00 | ดี           |
| 3.4 ผลิตภัณฑ์มีความสวยงาม  | 4.33      | .58  | ดี           |




จากตารางที่ 4.20 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านผู้ผลิตกระเบื้องดินเผา ในด้านวัสดุเนื้อดินที่ท้องถิ่นบ้านคงคินทองมีความเหมาะสมในการผลิตกระเบื้องดินเผา ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี การหาส่วนผสมวัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยมมีความเหมาะสมในการเลือกหาคุณสมบัติทางกายภาพที่หลากหลาย จึงให้สามารถเลือกส่วนผสมที่เหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี การเลือกใช้วัตถุดิบที่ให้ความเหนียวได้แก่ดินคำสุราษฎร์ มีเหมาะสม ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับปานกลาง การเลือกใช้วัตถุดิบที่ช่วยลดจุดสุกตัว โดยใช้หินฟินม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ มีความเหมาะสมค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.58) อยู่ในระดับดี การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งแรง โดยการหาจากเครื่องวัดค่าด้วยระบบไฟฟ้า MOR มีความเหมาะสมค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 5.00, S.D = .00$ ) อยู่ในระดับดีมาก การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านดูดซึมน้ำโดยการนำไปต้มในน้ำเดือดและแช่ทิ้งไว้อีก 24 ชั่วโมง มีความเหมาะสมค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.67, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับดี

ด้านกระบวนการผลิตการผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยเครื่องจักร ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นของชิ้นงานสม่ำเสมอ และเพิ่มความแข็งแรงหลังเผาของชิ้นงาน ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.67, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับดีมาก การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยเครื่องจักรสามารถควบคุมคุณภาพได้ง่าย และการผลิตปริมาณมาก ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00, S.D = 1.00$ ) อยู่ในระดับดี การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยมือ มีวิธีการผลิตที่สะดวก ชิ้นงานที่ยากต่อการใช้เครื่องจักร ที่มีความซับซ้อน ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับดีมาก การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยมือ ต้องอาศัยความชำนาญของผู้ผลิต และการผลิตปริมาณน้อย ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00, S.D = .00$ ) อยู่ในระดับดี

ด้านรูปร่างรูปทรงมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับดี รูปร่างมีความสะดวกต่อการผลิต ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00, S.D = .00$ ) อยู่ในระดับดี รูปร่างผลิตภัณฑ์ มีขนาด ความกว้าง ความยาว ที่เหมาะสมกับการติดตั้ง ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00, S.D = 1.00$ ) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33, S.D = .58$ ) อยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 4.21 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ ในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบประเภทกระเบื้องดินเผาungหลังคา

| รูปแบบผลิตภัณฑ์<br>กระเบื้องดินเผาungหลังคา |              | <br>รูปแบบที่ 1 | <br>รูปแบบที่ 2 | <br>รูปแบบที่ 3 |
|---|--------------|--|---|--|
| ผู้วิจัยทางด้านวัสดุ<br>(N = 3)             | $\bar{X}$    | 4.00   | 4.67  | 5.00   |
|   | S.D          | .00  | .58   | .00  |
|   | เกณฑ์ประเมิน | ดี   | ดีมาก   | ดีมาก  |
| ผู้วิจัยด้านออกแบบ<br>ผลิตภัณฑ์<br>(N = 3)  | $\bar{X}$    | 3.67   | 4.00  | 4.33   |
|   | S.D          | .58  | .58   | .58  |
|   | เกณฑ์ประเมิน | ดี   | ดี  | ดี   |
| ผู้เชี่ยวชาญ<br>ด้านการผลิต<br>(N = 3)      | $\bar{X}$    | 5.00   | 4.33  | 3.67   |
|   | S.D          | .00  | .58   | .58  |
|   | เกณฑ์ประเมิน | ดีมาก  | ดี  | ดี   |
| ผู้บริหาร<br>(N = 30)                       | $\bar{X}$    | 4.30   | 4.17  | 4.23   |
|   | S.D          | .70  | .70   | .68  |
|   | เกณฑ์ประเมิน | ดี   | ดี  | ดี   |

ตารางที่ 4.22 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ ในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาชนิดมีลวดลายและไม้เคลือบประเภทกระเบื้องดินเผาพื้น

| รูปแบบผลิตภัณฑ์<br>กระเบื้องดินเผาพื้น         | รูปแบบผลิตภัณฑ์ 1 | รูปแบบผลิตภัณฑ์ 2 | รูปแบบผลิตภัณฑ์ 3 | รูปแบบผลิตภัณฑ์ 3 |     |              |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----|--------------|
|  |                   |                   |                   | $\bar{X}$         | S.D | เกณฑ์ประเมิน |
| ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุ<br>(N = 3)               | $\bar{X}$         | 4.00              | 3.33              | 4.67              |     |              |
|  | S.D               | .00               | .58               | 1.15              |     |              |
|  | เกณฑ์ประเมิน      | ดี                | ดี                | ดีมาก             |     |              |
| ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบ<br>ผลิตภัณฑ์<br>(N = 3) | $\bar{X}$         | 4.00              | 3.67              | 4.00              |     |              |
|  | S.D               | 1.00              | .58               | .00               |     |              |
|  | เกณฑ์ประเมิน      | ดี                | ดี                | ดี                |     |              |
| ผู้เชี่ยวชาญ<br>ด้านการผลิต<br>(N = 3)         | $\bar{X}$         | 4.00              | 4.00              | 4.33              |     |              |
|  | S.D               | 1.00              | .00               | .58               |     |              |
|  | เกณฑ์ประเมิน      | ดี                | ดี                | ดี                |     |              |
| ผู้บริโภค<br>(N = 30)                          | $\bar{X}$         | 4.40              | 3.97              | 4.23              |     |              |
|  | S.D               | .72               | .67               | .68               |     |              |
|  | เกณฑ์ประเมิน      | ดี                | ดี                | ดี                |     |              |



จากตารางที่ 4.21, 4.22 และ 4.23 พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุ ในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาungหลังคา เห็นว่ารูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.67$ , S.D = .58) อยู่ในดีมาก รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 5.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดีมาก ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้น เห็นว่ารูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = .00) อยู่ใน ระดับดี รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดีมาก ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาungผนัง เห็นว่ารูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดีมาก รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี





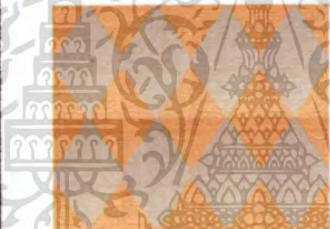




ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ กระเบื้องดินเผาungหลังคา เห็นว่ารูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้น เห็นว่ารูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = 1.00) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาungผนัง เห็นว่ารูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดีมาก รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี

ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านผู้ผลิตกระเบื้องดินเผา ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ กระเบื้องดินเผาungหลังคา เห็นว่ารูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 5.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดีมาก ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้น เห็นว่ารูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = 1.00) อยู่ใน ระดับดี รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D = .00) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาungผนัง เห็นว่า รูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดีมาก รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.67$ , S.D = .58) อยู่ในระดับดีมาก

ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภค ในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาungหลังคา เห็นว่ารูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.30$ , S.D = .70) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.17$ , S.D = .70) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.23$ , S.D = .68) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้น รูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D = .72) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.97$ , S.D = .67) อยู่ในระดับดี รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.23$ , S.D = .68) อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาungผนัง เห็นว่ารูปแบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.23$ , S.D = .57) อยู่ในระดับดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 2 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 4.33$ , S.D = .71) อยู่ในระดับดีมาก รูปแบบที่ 3 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.70$ , S.D = .65) อยู่ในระดับดี

| รูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภทมุงหลังคา  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|      |  |    |  |
| รูปแบบที่ 1  |  | รูปแบบที่ 2   |  |
|    |  |   |  |
| รูปแบบที่ 3  |  |   |  |
| รูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภทปูพื้น   |  |   |  |
|    |  |   |  |
| รูปแบบที่ 1  |  | รูปแบบที่ 2   |  |
|   |  |   |  |
| รูปแบบที่ 3  |  |   |  |
| รูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภทบุผนัง   |  |   |  |
|   |  |  |  |
| รูปแบบที่ 1  |  | รูปแบบที่ 2   |  |
|  |  |   |  |
| รูปแบบที่ 3  |  |   |  |

รูปที่ 4.1 แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้ ตามแนวทางในการพัฒนาเนื้อดินท้องถิ่น เพื่อให้สามารถผลิตในเชิงอุตสาหกรรมได้จริง

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากร** ได้แก่ เนื้อดินบ้านดงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เนื้อดินคำสุราษฎร์ หินพื้นม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ และผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ 1988 จำกัด กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้านผู้ผลิตกระเบื้องดินเผา

**กลุ่มตัวอย่าง** ได้แก่ อัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากการสุ่มตารางสามเหลี่ยมจำนวน 36 สูตรส่วนผสม และผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ 1988 จำกัด จำนวน 30 คน กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตกระเบื้องดินเผา จำนวน 3 ท่าน

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

หาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ 3 ชนิด จากการสุ่มจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) ได้แก่เนื้อดินบ้านดงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ดินคำสุราษฎร์และหินพื้นม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ โดยใช้วิธีการสุ่มโดยหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบเป็นร้อยละ

ความเห็นियของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ โดยคลึงดินเป็นแท่งกลมขนาดเท่าแท่งดินสอ มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1 เซนติเมตร แล้วนำมาโค้งงอ คลัดขณะแท่งดิน ไม่ขาดหรือแตกร้าว

นำอัตราส่วนผสม เติมน้ำ นวด ผสมให้เข้ากัน แล้วอัดลงในแบบพิมพ์ทดสอบการขึ้นรูป

ด้วยมือและเครื่องจักร นำไปฝังต่อไปจนแห้งสนิท และเผาในอุณหภูมิที่ 1,100 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่warantันใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัดแท่งอัตราส่วนผสมวัสดุขี้เถ้าขนาดยาว 14 เซนติเมตร กว้าง 2 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร ตัวอย่างสูตรละ 5 ชิ้น โดยนำแท่งทดสอบมาอบอุณหภูมิที่ 110 องศาเซลเซียส แล้วหาค่าเฉลี่ยของร้อยละการหดตัวก่อนเผา และนำแท่งทดสอบมาเผาในอุณหภูมิที่ 1,100 องศาเซลเซียส แล้วหาค่าเฉลี่ยของร้อยละการหดตัวหลังเผา

คุณลักษณะสีหลังเผา ความทนไฟของแท่งทดสอบ และนำแท่งทดสอบมาหาคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาที่กำหนดไว้ในด้านคุณสมบัติและความแข็งแรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาที่กำหนดไว้

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ เครื่องชั่งดิจิตอล รุ่น Sartorius cp4202s ไม้บรรทัด เตาอบ หม้อต้มแผ่นทดลอง เตาเผาไฟฟ้า เตาเผาโดยใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง กล้องถ่ายภาพ สมุดจด บันทึกเครื่องทดสอบความแข็งแรง เครื่องจักรในการขึ้นรูปและแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์

สร้างต้นแบบและแบบสอบถามเพื่อสื่อสารแนวคิดในการออกแบบให้ผู้บริโภคได้รับรู้ เข้าใจ ในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภท กระเบื้องดินเผาผนังหลังคา กระเบื้องดินเผาปูพื้น และ กระเบื้องดินเผาบุผนัง ที่พัฒนาแล้ว เพื่อสื่อสารความคิดเห็นตอบกลับ และได้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทาง รูปแบบที่สามารถนำมาผลิตได้จริง และสามารถแสดงความคิดเห็นตอบกลับข้อมูลด้านความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา

#### การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา มีการวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิจัย จากอัตราส่วนผสมวัสดุขี้เถ้าจากการสุ่มตารางสามเหลี่ยม ดังนี้

##### 1. วิเคราะห์ทางกายภาพก่อนเผา

- 1.1 ความเหนียวของอัตราส่วนผสมวัสดุขี้เถ้าจากการสังเกตรอยแตกของผิวเนื้อดิน
- 1.2 การหดตัวก่อนเผาของอัตราส่วนผสมวัสดุขี้เถ้า โดยการหาค่าเฉลี่ยของแต่ละสูตร

##### ส่วนผสม

##### 2. วิเคราะห์ทางกายภาพหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน

- 2.1 การหดตัวหลังเผาของอัตราส่วนผสมวัสดุขี้เถ้า โดยการหาค่าเฉลี่ยของแต่ละสูตร
- 2.2 เปรียบเทียบสีหลังเผาของอัตราส่วนผสมวัสดุขี้เถ้า (จากการสังเกต)
- 2.3 เปรียบเทียบความทนไฟของอัตราส่วนผสมวัสดุขี้เถ้า โดยลักษณะของแท่งทดสอบ

ไม่โค้งงอ ไม่บิดเบี้ยว เสียรูปทรงในระหว่างการเผา

##### 3. วิเคราะห์อัตราส่วนผสมวัสดุขี้เถ้าโดยการขึ้นรูป

- 3.1 เปรียบเทียบการขึ้นรูปด้วยมือโดยการอัดในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์
- 3.2 เปรียบเทียบการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

4.1 เปรียบเทียบค่าดูดซึมน้ำตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภท กระเบื้องดินเผาผนังหลังคา กระเบื้องดินเผาปูพื้น กระเบื้องดินเผาบุผนัง (ตามตารางที่ 4.5) โดยการ หาค่าเฉลี่ยของแต่ละสูตรส่วนผสม

4.2 เปรียบเทียบความแข็งแรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภท กระเบื้องดินเผาผนังหลังคา กระเบื้องดินเผาปูพื้น กระเบื้องดินเผาบุผนัง (ตามตารางที่ 4.5) โดยการ หาค่าเฉลี่ยของแต่ละสูตรส่วนผสม

#### 5. วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์และประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

5.1 สร้างแบบสอบถามแล้วนำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบน มาตรฐาน เพื่อสรุปหาแนวทางประยุกต์และออกแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาตามคุณสมบัติที่ได้ ในขั้นตอนต่อไป โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยต่างๆ ดังนี้

##### คะแนนเฉลี่ยระหว่าง

4.50 – 5.00

3.50 – 4.49

2.50 – 3.49

1.50 – 2.49

1.00 – 1.49

##### แปลความ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

น้อย

น้อยที่สุด

5.2 นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบตามกระบวนการผลิตมาวิเคราะห์ แล้วสรุปหา แนวทางความคิดเห็น ในการผลิตกระเบื้องดินเผา

5.3 เปรียบเทียบอัตราส่วนผสมตามคุณสมบัติทางกายภาพที่มีผลต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

**วัตถุประสงค์ข้อที่ 1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิต กระเบื้องดินเผา**

ผลจากการศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

#### ผลการทดสอบทางกายภาพก่อนเผา

**1. ความเหนียว** อัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากการสังเกตรอยแตกของผิวเนื้อดินอัตรา ส่วนผสมเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวจะมีอัตราส่วนระหว่างดินบ้านคังดินทอง (10-60) : ดินคำสุ ราชบุรี (10-80) : เฟลด์สปาร์ (10-50) อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวน้อยจะมี อัตราส่วนระหว่างดินบ้านคังดินทอง (60-80) : ดินคำสุราชบุรี (10-30) : เฟลด์สปาร์ (10-20) อัตรา

เอ็กสไลต์เป็นเอ็กสไลต์สังเคราะห์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้จริงควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ไม่มีความเหนียวจะมีอัตราส่วนระหว่างดินปั้นกับดินทอง (10-40) : ดินดำสุราษฎร์ (10-40) : เฟลด์สปาร์ (50-80)

**2. การหัดตัวก่อนเผา** น้ำที่อุบร้อนๆ เนื้อดินปั้นระเหยออกไป ทำให้เนื้อดินปั้นเข้ามาติดกันจึงเกิดการหัดตัว ซึ่งการทดสอบสามารถทำได้โดยขึ้นรูปแท่งทดสอบ แล้ววัดระยะของแท่งทดสอบ และนำไปอบในระดับอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาอบ 24 ชั่วโมง จากนั้นวัดระยะของแท่งทดสอบหลังอบ พบว่าการหัดตัวของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบก่อนเผาอยู่ในช่วงร้อยละ 4.08 – 7.54

### ผลการทดสอบทางกายภาพหลังเผา

**1. การหัดตัวหลังเผา** นำแท่งทดสอบหลังผ่านการอบมาเผา ในระดับอุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบออกซิเดชัน จากนั้นวัดระยะแท่งทดสอบหลังเผาทุกชิ้น ซึ่งอัตราส่วนผสมวัตถุดิบมีการหัดตัวหลังเผาอยู่ในช่วงร้อยละ 6.80 – 17.40

**2. สีหลังเผา** สีของเนื้อดินปั้นมีความสำคัญต่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผา เนื่องจากเนื้อดินปั้นแต่ละแหล่งจะมีอินทรีย์สาร และสิ่งเจือปนต่างๆ ปะปนอยู่ในเนื้อดินปั้นอยู่มาก โดยปกติสีของเนื้อดินปั้นจะถูกเปลี่ยนแปลงหลังเผา อัตราส่วนผสมวัตถุดิบ (จากการสังเกต) พบว่าเนื้อดินปั้นมีสีน้ำตาล สีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลเข้ม สีน้ำตาลครีม สีน้ำตาลดำ

**3. ความทนไฟ** ขณะที่เผาในระดับอุณหภูมิสูง เนื้อดินปั้นจะมีแนวโน้มที่อ่อนตัวลงทำให้แท่งทดสอบเกิดความโก่งตัว หรือการโค้งงอ หรือการทรุดตัว เสียรูปทรงในระหว่างการเผา ในการทดสอบทุกสูตรส่วนผสมมีความทนไฟสูงกว่าระดับอุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

### 3. ผลการทดสอบอัตราส่วนผสมวัตถุดิบโดยการขึ้นรูป

**3.1 การขึ้นรูปด้วยมือ** โดยการอัดในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ อัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตพบว่าเนื้อดินปั้นต้องมีความเหนียวเพื่อช่วยในการขึ้นรูปด้วยมือโดยมีอัตราส่วนผสมระหว่างดินปั้นกับดินทอง (10-60) : ดินดำสุราษฎร์ (10-80) : เฟลด์สปาร์ (10-50)

**3.2 การขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร** พบว่าทุกสูตรส่วนผสมสามารถขึ้นรูปด้วยเครื่องจักรได้

**วัตถุประสงค์ข้อที่ 2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)**

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเปรียบเทียบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา (มอก.) ของกระเบื้องดินเผาชนิดมีเคลือบและไม่เคลือบที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา(มอก.) ที่กำหนดไว้ (ดังตารางที่ 4.4 หน้า 122)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1. สรุปผลอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการผลิต ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์  
กระเบื้องดินเผาประเภทกระเบื้องดินเผาungหลังคา

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(70<br>Kg/cm <sup>2</sup> ) | การ<br>ดูด<br>ซึ่ม<br>(ร้อยละ<br>13.5) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ)     |                          | สีหลัง<br>เผา  | ความ<br>ทน<br>ไฟ | การขึ้นรูป      |                     |
|-------------|--|--|----------------|--------------------------|--------------------------|----------------|------------------|-----------------|---------------------|
|             |  |  |                | หด<br>ตัว<br>ก่อน<br>เผา | หด<br>ตัว<br>หลัง<br>เผา |                |                  | ด้วยมือ         | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 1           | 72.78  | 4.50                                   | เหนียว<br>น้อย | 4.40                     | 13.60                    | น้ำตาล<br>ปนดำ | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 2           | 87.95  | 3.61                                   | เหนียว<br>น้อย | 5.24                     | 14.30                    | น้ำตาล<br>ปนดำ | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 10          | 85.55  | 1.91                                   | เหนียว<br>น้อย | 5.58                     | 16.20                    | น้ำตาล<br>ปนดำ | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 11          | 76.21  | 7.19                                   | เหนียว         | 5.76                     | 12.30                    | น้ำตาล<br>เข้ม | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 12          | 70.74  | 3.94                                   | เหนียว         | 5.46                     | 14.90                    | น้ำตาล<br>ปนดำ | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 13          | 71.10  | 9.65                                   | เหนียว         | 6.80                     | 15.30                    | น้ำตาล<br>ปนดำ | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 14          | 72.30  | 4.43                                   | เหนียว         | 6.82                     | 13.70                    | น้ำตาล<br>ปนดำ | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 17          | 72.64  | 2.68                                   | ไม่<br>เหนียว  | 6.42                     | 9.50                     | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 21          | 72.71  | 9.12                                   | เหนียว         | 5.64                     | 12.60                    | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 22          | 92.29  | 7.63                                   | เหนียว         | 6.00                     | 12.80                    | น้ำตาล<br>เข้ม | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 25          | 75.05  | 2.92                                   | ไม่<br>เหนียว  | 6.26                     | 13.80                    | น้ำตาล<br>ปนดำ | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม  | เหมาะสม<br>มาก      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(70<br>Kg/cm <sup>2</sup> ) | การ<br>ดูด<br>ซึ่ม<br>(ร้อยละ<br>13.5) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ)     |                      | สีหลัง<br>เผา       | ความ<br>ทนไฟ | การขึ้นรูป     |                     |
|-------------|--|--|----------------|--------------------------|----------------------|---------------------|--------------|----------------|---------------------|
|             |  |  |                | หด<br>ตัว<br>ก่อน<br>เผา | หดตัว<br>หลัง<br>เผา |                     |              | ด้วยมือ        | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 26          | 70.21  | 2.67                                   | ไม่<br>เหนียว  | 6.26                     | 13.30                | น้ำตาล              | ทน<br>ไฟ     | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 30          | 74.69  | 5.13                                   | ไม่<br>เหนียว  | 4.94                     | 6.80                 | น้ำตาล              | ทน<br>ไฟ     | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 31          | 77.85  | 10.41                                  | ไม่<br>เหนียว  | 5.07                     | 9.10                 | น้ำตาล              | ทน<br>ไฟ     | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 33          | 70.10  | 9.42                                   | เหนียว         | 5.94                     | 11.40                | น้ำตาล<br>ปน<br>ขาว | ทน<br>ไฟ     | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |

ตารางที่ 5.2 สรุปผลอัตราส่วนผสมวัสดุขี้เถ้าที่มีความเหมาะสมในการผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์  
กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำต่ำ

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(25 เมกา<br>ปาสกาล) | การ<br>ดูด<br>ซึ่ม<br>(ร้อยละ 3) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ) |                      | สีหลัง<br>เผา  | ความ<br>ทนไฟ | การขึ้นรูป      |                     |
|-------------|--|----------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------|--------------|-----------------|---------------------|
|             |  |                                  |                | หดตัว<br>ก่อน<br>เผา | หดตัว<br>หลัง<br>เผา |                |              | ด้วยมือ         | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 10          | 27.48                                  | 1.91                             | เหนียว<br>น้อย | 5.58                 | 16.20                | น้ำตาล<br>ปนดำ | ทนไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 สรุปผลอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์  
กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชิมน้ำปานกลางค่อนข้างต่ำ

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(25 เม<br>กาปาส<br>กาล) | การ<br>ดูด<br>ซึม<br>(ร้อยละ<br>6) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ)     |                          | สีหลัง<br>เผา  | ความ<br>ทน<br>ไฟ | การขึ้นรูป      |                     |
|-------------|--|------------------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|----------------|------------------|-----------------|---------------------|
|             |  |                                    |                | หด<br>ตัว<br>ก่อน<br>เผา | หด<br>ตัว<br>หลัง<br>เผา |                |                  | ด้วยมือ         | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 1           | 26.95                                      | 4.50                               | เหนียว<br>น้อย | 4.40                     | 13.60                    | น้ำตาล<br>ปนดำ | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 2           | 33.23                                      | 3.61                               | เหนียว<br>น้อย | 5.24                     | 14.30                    | น้ำตาล<br>ปนดำ | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 12          | 26.35                                      | 3.94                               | เหนียว         | 5.46                     | 14.90                    | น้ำตาล<br>ปนดำ | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 23          | 36.73                                      | 5.84                               | เหนียว         | 7.38                     | 12.80                    | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |

ตารางที่ 5.4 สรุปผลอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์  
กระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทคูชิมน้ำปานกลาง

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(17 เมกา<br>ปาสกาล) | การ<br>ดูด<br>ซึม<br>(ร้อยละ<br>10) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ)     |                      | สีหลัง<br>เผา  | ความ<br>ทนไฟ | การขึ้นรูป      |                     |
|-------------|--|-------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|----------------|--------------|-----------------|---------------------|
|             |  |                                     |                | หด<br>ตัว<br>ก่อน<br>เผา | หดตัว<br>หลัง<br>เผา |                |              | ด้วยมือ         | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 11          | 29.28                                  | 7.19                                | เหนียว         | 5.76                     | 12.30                | น้ำตาล<br>เข้ม | ทน<br>ไฟ     | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 13          | 20.87                                  | 9.65                                | เหนียว         | 6.80                     | 15.30                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ     | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(17 เมกา<br>ปาสกาล) | การ<br>ดูด<br>ซึ่ม<br>(ร้อยละ<br>10) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ)     |                      | สีหลัง<br>เผา  | ความ<br>ทนไฟ | การขึ้นรูป     |                     |
|-------------|--|--------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|----------------|--------------|----------------|---------------------|
|             |  |                                      |                | หด<br>ตัว<br>ก่อน<br>เผา | หดตัว<br>หลัง<br>เผา |                |              | ด้วยมือ        | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 21          | 25.20                                  | 9.12                                 | เหนียว         | 5.64                     | 12.60                | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ     | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 22          | 36.73                                  | 7.63                                 | เหนียว         | 6.00                     | 12.80                | น้ำตาล<br>เข้ม | ทน<br>ไฟ     | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 33          | 21.98                                  | 9.42                                 | เหนียว         | 5.94                     | 11.40                | น้ำตาล<br>อ่อน | ทน<br>ไฟ     | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 35          | 17.01                                  | 7.83                                 | เหนียว         | 7.04                     | 11.30                | น้ำตาล<br>ครีม | ทน<br>ไฟ     | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |

ตารางที่ 5.5 สรุปผลอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมในการผลิตตามมาตรฐานกระเบื้องดินเผาปูพื้นประเภทดูดซึมน้ำสูง

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(17 เมกา<br>ปาสกาล) | การ<br>ดูด<br>ซึ่ม<br>(ร้อยละ<br>16) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ)     |                      | สีหลัง<br>เผา | ความ<br>ทนไฟ | การขึ้นรูป     |                     |
|-------------|--|--------------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|---------------|--------------|----------------|---------------------|
|             |  |                                      |                | หด<br>ตัว<br>ก่อน<br>เผา | หดตัว<br>หลัง<br>เผา |               |              | ด้วยมือ        | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 15          | 21.18                                  | 11.38                                | ไม่<br>เหนียว  | 6.50                     | 10.10                | น้ำตาล<br>ดำ  | ทน<br>ไฟ     | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 24          | 21.00                                  | 10.36                                | เหนียว         | 6.42                     | 11.60                | น้ำตาล        | ทน<br>ไฟ     | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 31          | 24.95                                  | 10.41                                | ไม่<br>เหนียว  | 5.07                     | 9.10                 | น้ำตาล        | ทน<br>ไฟ     | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทเอกชนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่มีการตีพิมพ์ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(17 เมกา<br>ปาสกาล) | การ<br>ดูด<br>ซึม<br>(ร้อยละ 16) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ)     |                      | สีหลัง<br>เผา  | ความ<br>ทนไฟ | การขึ้นรูป     |                     |
|-------------|--|----------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|----------------|--------------|----------------|---------------------|
|             |  |                                  |                | หด<br>ตัว<br>ก่อน<br>เผา | หดตัว<br>หลัง<br>เผา |                |              | ด้วยมือ        | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 32          | 18.74                                  | 11.21                            | ไม่<br>เหนียว  | 7.16                     | 9.90                 | น้ำตาล<br>อ่อน | ทน<br>ไฟ     | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 34          | 20.82                                  | 10.93                            | เหนียว         | 7.54                     | 9.70                 | น้ำตาล<br>ครีม | ทน<br>ไฟ     | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 36          | 20.27                                  | 12.60                            | เหนียว         | 7.14                     | 10.20                | น้ำตาล<br>ครีม | ทน<br>ไฟ     | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |

ตารางที่ 5.6 สรุปผลอัตราส่วนผสมวัสดุคืบที่มีความเหมาะสมในการผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์  
กระเบื้องดินเผาประเภทกระเบื้องดินเผาปูผนัง

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | การ<br>ดูด<br>ซึม<br>(ร้อยละ) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ)     |                      | สีหลัง<br>เผา | ความ<br>ทน<br>ไฟ | การขึ้นรูป      |                     |
|-------------|--|-------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|---------------|------------------|-----------------|---------------------|
|             |  |                               |                | หด<br>ตัว<br>ก่อน<br>เผา | หดตัว<br>หลัง<br>เผา |               |                  | ด้วยมือ         | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 1           | 72.78                                    | 4.50                          | เหนียว<br>น้อย | 4.40                     | 13.60                | น้ำตาล<br>ดำ  | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 2           | 87.95                                    | 3.61                          | เหนียว<br>น้อย | 5.24                     | 14.30                | น้ำตาล<br>ดำ  | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 3           | 55.83                                    | 5.85                          | เหนียว<br>น้อย | 5.06                     | 10.70                | น้ำตาล<br>ดำ  | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 4           | 66.55                                    | 2.23                          | เหนียว<br>น้อย | 5.32                     | 17.40                | น้ำตาล<br>ดำ  | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทวิศวกรรมเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 (ต่อ)

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | การ<br>ดูด<br>ซึม<br>(ร้อยละ) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ)     |                      | สีหลัง<br>เผา  | ความ<br>ทน<br>ไฟ | การขึ้นรูป      |                     |
|-------------|--|-------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|----------------|------------------|-----------------|---------------------|
|             |  |                               |                | หด<br>ตัว<br>ก่อน<br>เผา | หดตัว<br>หลัง<br>เผา |                |                  | ด้วยมือ         | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 5           | 69.82                                    | 4.97                          | เหนียว<br>น้อย | 5.82                     | 16.50                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 6           | 65.50                                    | 4.75                          | เหนียว<br>น้อย | 6.06                     | 16.20                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 7           | 65.38                                    | 3.45                          | เหนียว<br>น้อย | 5.86                     | 15.40                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 8           | 67.74                                    | 2.79                          | เหนียว<br>น้อย | 5.86                     | 16.40                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 9           | 68.20                                    | 4.69                          | เหนียว<br>น้อย | 6.50                     | 16.10                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 10          | 85.55                                    | 1.91                          | เหนียว<br>น้อย | 5.58                     | 16.20                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>น้อย | เหมาะสม<br>มาก      |
| 11          | 76.21                                    | 7.19                          | เหนียว         | 5.76                     | 12.30                | น้ำตาล<br>เข้ม | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 12          | 70.74                                    | 3.94                          | เหนียว         | 5.46                     | 14.90                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 13          | 71.10                                    | 9.65                          | เหนียว         | 6.80                     | 15.30                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 14          | 72.30                                    | 4.43                          | เหนียว         | 6.82                     | 13.70                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก  | เหมาะสม<br>มาก      |
| 15          | 67.68                                    | 11.38                         | ไม่<br>เหนียว  | 6.50                     | 10.10                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม  | เหมาะสม<br>มาก      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 (ต่อ)

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | การ<br>ดูด<br>ซึ่ม<br>(ร้อยละ) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ)     |                      | สีหลัง<br>เผา  | ความ<br>ทน<br>ไฟ | การขึ้นรูป     |                     |
|-------------|--|--------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|----------------|------------------|----------------|---------------------|
|             |  |                                |                | หด<br>ตัว<br>ก่อน<br>เผา | หดตัว<br>หลัง<br>เผา |                |                  | ด้วยมือ        | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 16          | 50.65                                    | 10.37                          | ไม่<br>เหนียว  | 5.78                     | 9.50                 | น้ำตาล<br>เข้ม | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 17          | 72.64                                    | 2.68                           | ไม่<br>เหนียว  | 6.42                     | 10.00                | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 18          | 61.28                                    | 9.29                           | ไม่<br>เหนียว  | 6.54                     | 13.60                | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 19          | 64.75                                    | 2.82                           | ไม่<br>เหนียว  | 6.02                     | 13.10                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 20          | 61.93                                    | 5.32                           | ไม่<br>เหนียว  | 5.74                     | 14.40                | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 21          | 72.71                                    | 9.12                           | ไม่<br>เหนียว  | 5.64                     | 12.60                | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 22          | 92.29                                    | 7.63                           | ไม่<br>เหนียว  | 6.00                     | 12.80                | น้ำตาล<br>เข้ม | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 23          | 65.67                                    | 5.84                           | ไม่<br>เหนียว  | 7.38                     | 13.30                | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 24          | 68.46                                    | 10.36                          | ไม่<br>เหนียว  | 6.42                     | 11.60                | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 25          | 75.05                                    | 2.92                           | ไม่<br>เหนียว  | 6.26                     | 13.80                | น้ำตาล<br>ดำ   | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 26          | 70.21                                    | 2.67                           | ไม่<br>เหนียว  | 6.26                     | 13.30                | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 (ต่อ)

| สูตร<br>ที่ | ความ<br>แข็งแรง<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | การ<br>ดูด<br>ซึ่ม<br>(ร้อยละ) | ความ<br>เหนียว | การหดตัว<br>(ร้อยละ)     |                      | สีหลัง<br>เผา  | ความ<br>ทน<br>ไฟ | การขึ้นรูป     |                     |
|-------------|--|--------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------|----------------|------------------|----------------|---------------------|
|             |  |                                |                | หด<br>ตัว<br>ก่อน<br>เผา | หดตัว<br>หลัง<br>เผา |                |                  | ด้วยมือ        | ด้วย<br>เครื่องจักร |
| 27          | 53.51                                    | 5.14                           | ไม่<br>เหนียว  | 6.04                     | 10.00                | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 28          | 60.79                                    | 4.16                           | ไม่<br>เหนียว  | 4.68                     | 10.40                | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 29          | 51.13                                    | 7.61                           | ไม่<br>เหนียว  | 4.08                     | 7.40                 | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 30          | 74.69                                    | 5.13                           | ไม่<br>เหนียว  | 4.94                     | 6.80                 | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 31          | 77.85                                    | 10.41                          | ไม่<br>เหนียว  | 5.07                     | 9.10                 | น้ำตาล         | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 32          | 66.43                                    | 11.21                          | ไม่<br>เหนียว  | 7.16                     | 9.90                 | น้ำตาล<br>อ่อน | ทน<br>ไฟ         | ไม่<br>เหมาะสม | เหมาะสม<br>มาก      |
| 33          | 70.10                                    | 9.42                           | เหนียว         | 5.94                     | 11.40                | น้ำตาล<br>อ่อน | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 34          | 68.29                                    | 10.93                          | เหนียว         | 7.54                     | 9.70                 | น้ำตาล<br>ครีม | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 35          | 62.79                                    | 7.83                           | เหนียว         | 7.04                     | 11.30                | น้ำตาล<br>ครีม | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |
| 36          | 68.31                                    | 12.60                          | เหนียว         | 7.14                     | 10.20                | น้ำตาล<br>ครีม | ทน<br>ไฟ         | เหมาะสม<br>มาก | เหมาะสม<br>มาก      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### วัตถุประสงค์ข้อที่ 3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

สรุปผลจากแบบสอบถามที่ได้จากผู้บริโภคผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา บริษัท อ.ป.ก ดาวคู่ 1988 จำกัด จำนวน 30 คน ที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภทมุงหลังคา ปูพื้น บุผนัง ดังนี้

ด้านหน้าที่ใช้สอยมีความคิดว่าผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีประสิทธิภาพในด้านใช้สอยเป็นอย่างดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีความเหมาะสมกับการใช้งานในด้านปูพื้น บุผนัง มุงหลังคา และยักร้อนเป็นอย่างดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีความสะดวกต่อการทำความสะอาดได้ง่ายอยู่ในระดับดี

ด้านความแข็งแรงทนทานมีความคิดว่าผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและคงทนต่อแรงกระแทก แรงกด ผลิตภัณฑ์ไม่แตกร้าวเมื่อได้รับความร้อน ความชื้น ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาสภาพเดิมเมื่อใช้เป็นนาน พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนต่อการขีดถู และการชะล้าง อยู่ในระดับดี

ด้านความสะดวกสบายในการใช้มีความคิดว่าผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่าง ที่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในกาปู การหีบจับ และการติดตั้ง ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกกับการเกาะยึด เกยว ติดตั้ง ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีความปลอดภัยต่อการสัมผัส เช่น เดิน นั่ง ฝิง อยู่ในระดับดี

ด้านความสวยงามมีความคิดเห็นว่า ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบสวยงามน่าใช้ พื้นผิวจากเนื้อดินมีสีส้มสวยงามเหมาะกับการมุงหลังคา ปูพื้น บุผนัง ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีรูปแบบที่เหมาะสม ผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวในด้านสีส้ม รูปทรงอยู่ในระดับดี

รูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามุงหลังคามีความคิดเห็นว่าทั้ง 3 รูปแบบอยู่ในระดับดี

รูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นมีความคิดเห็นว่าทั้ง 3 รูปแบบอยู่ในระดับดี

รูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาบุผนังมีความคิดเห็นว่ารูปแบบที่ 2 อยู่ในระดับดีมาก รูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 อยู่ในระดับดี

สรุปผลจากแบบสอบถามที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้านผู้การผลิตกระเบื้องดินเผา ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ ในด้านวัสดุมีความคิดเห็นว่าวัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมกับการผลิตผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ส่วนผสมวัตถุดิบที่นำมาใช้ได้แก่หินปูนม้าชนิดโปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ และดินดำ สุราษฏร์ที่ใช้ มีความเหมาะสมในการพัฒนาเนื้อดินท้องถิ่น เพื่อใช้ในการผลิตกระเบื้องดินเผาเนื้อดินหลังเผา 1,100 องศาเซลเซียส มีสีที่เป็นเอกลักษณ์เหมาะสมกับกระเบื้องดินเผาสีดินเผาไม่เคลือบ และมีเคลือบแตกต่างกับเนื้อดินท้องถิ่นอื่นๆ ในด้านสีของเนื้อดิน อยู่ในระดับดี

ด้านการทดสอบมีความคิดเห็นว่าทดสอบการหดตัวก่อนเผา และหลังเผาโดยการวัดความยาวแห้งทดสอบ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก สีหลังเผาของเนื้อดิน โดยพิจารณาจากค่าไม่แปรผันใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มองเห็น (ด้วยตาเปล่า) มีความเหมาะสม การทดสอบความทนไฟโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

ด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) มีความคิดเห็นว่าการผลิตหรือการทำด้วยเครื่องจักรและมือสอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนดอยู่ในระดับดีมาก และส่วนผสมวัตถุดิบจากเนื้อดินบ้านคงดินทอง ดินคำสุราษฎร์ และหินฟ้าน้ำชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ ทั้ง 3 ชนิดที่ใช้เป็นไปตามเกณฑ์ข้อกำหนด การทดสอบการดูดซึมน้ำ โดยการดัมแท่งทดสอบ และแช่น้ำไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง มีความเหมาะสม การทดสอบความแข็งแรง โดยเครื่องหาค่า MOR ด้วยระบบไฟฟ้า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี

ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ในด้านหน้าที่ใช้สอยมีความคิดเห็นว่าผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีประสิทธิภาพในด้านใช้สอยเป็นอย่างดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความเหมาะสมกับการใช้งานในด้านปูพื้น บุนนัง มุงหลังคา และยั้งกันความร้อนเป็นอย่างดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความสะดวกต่อการทำความสะอาดได้ง่ายอยู่ในระดับปานกลาง

ด้านความแข็งแรงทนทานมีความคิดเห็นว่าพื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนต่อการขีดถู และการชะล้างอยู่ในระดับดีมาก ผลิตภัณฑ์ไม้แตกร้าวเมื่อได้รับความร้อน ความชื้น และผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คงสภาพเดิมเมื่อใช้เป็นเวลานานค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและคงทนต่อแรงกระแทก แรงกดอยู่ในระดับปานกลาง

ด้านความสะดวกสบายในการใช้มีความคิดเห็นว่าผลิตภัณฑ์มีความสะดวกกับการเกาะยึด เกี่ยว ติดตั้งอยู่ในระดับดีมาก ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความปลอดภัยต่อการสัมผัส เช่น เดิน นั่ง ฝิงอยู่ในระดับดีมากผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่าง ที่เหมาะสมและผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการปู การหยิบจับ และการติดตั้งอยู่ในระดับดี

ด้านความสวยงามมีความคิดเห็นว่า พื้นผิวจากเนื้อดินมีสีสันสวยงามเหมาะกับการมุงหลังคา ปูพื้น บุนนัง และผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวในด้านสี สัน รูปทรง อยู่ในระดับดีมาก ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีรูปแบบที่เหมาะสมอยู่ใน ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบสวยงามน่าใช้อยู่ในระดับดี

รูปแบบผลิตภัณฑ์มีความคิดเห็นว่าผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มุงหลังคา และผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นทั้ง 3 รูปแบบอยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา บุนนัง เห็นว่ารูปแบบที่รูปแบบที่ 2 อยู่ในระดับดีมาก รูปแบบ 1 และ รูปแบบที่ 3 อยู่ในระดับดี

ผู้เชี่ยวชาญด้านผู้ผลิตกระเบื้องดินเผา ในด้านวัสดุมีความคิดเห็นว่าการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งแรง โดยการหาจากเครื่องวัดค่าด้วยระบบไฟฟ้า MOR มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก เนื้อดิน ท้องถื่นบ้านคงดินทองมีความเหมาะสมในการผลิตกระเบื้องดินเผา การหาส่วนผสมวัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยมมีความเหมาะสมในการเลือกหาคุณสมบัติทางกายภาพที่หลากหลาย จึงให้สามารถเลือกส่วนผสมที่เหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา การเลือกใช้วัตถุดิบที่ช่วยลดจุดตกตัว โดยใช้หินฟ้าน้ำชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ มีความเหมาะสม การทดสอบ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกายภาพด้านคุณสมบัติเหนียวโดยการนำไปต้มในน้ำเดือดและแช่ทิ้งไว้อีก 24 ชั่วโมง มีความเหมาะสมและ การเลือกใช้วัตถุดิบที่ให้ความเหนียวได้แก่ดินคำสุราษฎร์ อยู่ในระดับปานกลาง

ด้านกระบวนการผลิตมีความคิดเห็นว่าการผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยเครื่องจักร ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นของชิ้นงานสม่ำเสมอ และเพิ่มความแข็งแรงหลังเผาของชิ้นงาน การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยมือ มีวิธีการผลิตที่สะดวก ชิ้นงานที่ยากต่อการใช้เครื่องจักร ที่มีความซับซ้อนอยู่ในระดับดีมาก การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยเครื่องจักรสามารถควบคุมคุณภาพได้ง่าย และการผลิตปริมาณมาก การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยมือ ต้องอาศัยความชำนาญของผู้ผลิต และการผลิตปริมาณน้อยอยู่ในระดับดี

ด้านรูปร่างมีความคิดเห็นว่างผลิตภัณฑ์มีความสวยงามอยู่ในระดับดีมาก รูปร่างมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ รูปร่างมีความสะดวกต่อการผลิต และรูปร่างผลิตภัณฑ์ มีขนาด ความกว้าง ความยาว ที่เหมาะสมกับการติดตั้งอยู่ในระดับ

รูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาungหลังคา มีความคิดเห็นว่างรูปแบบที่ 3 อยู่ในระดับดีมาก รูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูพื้นที่ 3 รูปแบบ อยู่ในระดับดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาปูผนัง มีความคิดเห็นว่างรูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 อยู่ในระดับดีมาก รูปแบบที่ 1 อยู่ในระดับดี

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลวิเคราะห์การพัฒนาเนื้อดินท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา สามารถอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

### 5.2.1 เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา

การพัฒนาเนื้อดินท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา เป็นการพัฒนาเนื้อดินท้องถิ่น ที่มีอยู่มาใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา ซึ่งใช้บ้านดงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เป็นวัตถุดิบหลักในการศึกษาครั้งนี้ และเติมวัตถุดิบที่มีความเหนียว และวัตถุดิบที่ช่วยลดจุดหลอมตัวของเนื้อดิน คือ ดินคำสุราษฎร์ และเฟลด์สปาร์ (ชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์) โดยการผสมอัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) โดยใช้วัตถุดิบ 3 ชนิดมาผสมกัน Multiaxial เป็นการกำหนดความต้องการของการประพจน์โครงสร้าง เช่นกระทำซ้ำๆ กำหนดพฤติกรรมให้เป็นไปตามแนวทางที่กำหนดหรือธาตุที่นำมาผสมในพื้นที่ที่จำกัด เป็นแนวทางของการทำวิจัยครั้งนี้ (คมสัน เรื่อง โกล. 2547 อ้างอิงจาก Milky Way Ceramics. 2003) วัสดุที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา ดินเป็นวัสดุสำคัญในการขึ้นรูป ดินทุกชนิดมีการตอบสนองต่อการออกแบบที่แตกต่างกันการเลือกเนื้อดินเป็นสิ่งที่สำคัญ ที่จะกำหนดการใช้สอยตามความแตกต่างระหว่างการใช้เนื้อ ดินหยาบและเนื้อดินละเอียดดินทนไฟสูงและดินทนไฟต่ำ มีผลทำให้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ในการออกแบบเปลี่ยนแปลงไป จึงควรพิจารณาอย่างรอบครอบ เพื่อให้การเลือกใช้ดินเป็นไปอย่างถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่สุด นอกจากนี้ ไพจิตร อังศิริวัฒน์. (2541 : 48) กล่าวว่า ดินเหนียวมีแร่เจือปนอยู่ตามธรรมชาติค่อนข้างสูง ไม่บริสุทธิ์เหมือน ดินขาว เมื่ออุคพบมีสีต่างๆ สีเหลือง สีเทา สีดำ หรือสีส้มแดง หลังการเผาดินก็จะมีสีต่างๆ กันไป เช่น สีเทา สีน้ำตาล สีแดง หรือสีเหลืองอมเทา ดังนั้นดินเหนียวก็คือดินที่มีความเหนียวเนื้อละเอียดที่เป็นสีต่างๆ ภายหลังกการเผา ซึ่งสอดคล้องกับ สุขุมาล เล็กสวัสดิ์ (2548 : 18) กล่าวว่า การปรับปรุงเนื้อดินปั้นที่มีอยู่นั้นบางครั้งไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานตามออกแบบที่ต้องการ จึงต้องปรับปรุงโดยการเพิ่มวัสดุบางชนิดลงไป เพื่อให้ใช้งานได้ง่าย และมีความทนทานมากขึ้นนอกจากนั้น ทำให้ดินมีสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น มีความหยาบมากขึ้น เหนียวขึ้นหรือไ้คงงอได้มากขึ้น เนื้อดินจะทำงานได้ง่ายขึ้นก่อนการเผาและทนทานขึ้นหลังการเผา การปรับปรุงเนื้อดินให้มีสมบัติที่ดีขึ้นทำได้ดังนี้

1. หากดินมีความทนไฟสูงเกินไปและต้องการลดจุดสุกตัวให้ต่ำลงมา ควรเพิ่มฟลักซ์ในเนื้อดินเพื่อให้เนื้อดินหลอมเร็วขึ้น เช่น เหล็กออกไซด์ (Iron Oxide) ทัลคัม (Talcum Powder) ฟริต (Frit) เป็นต้น

2. หากดินหลอมตัวเร็วเกินไป และมีความหนาแน่นสูงไป ในอุณหภูมิที่ต้องการเผา ควรเพิ่มวัสดุทนไฟลงไปในส่วนผสม เช่น เกล็ดิน บอลล์เคลย์ ดินสโตนแวร์ ฟลินต์ ดินเชื้อละเอียดหรือดินทนไฟ เป็นต้น

3. หากดินมีความเหนียวเกินไปและหดตัวมากเกินไป ต้องเติมสารที่มีความเหนียวน้อยลงไป เช่น เกล็ดิน ฟลินต์ ดินเชื้อละเอียด ดินทนไฟ เป็นต้น

4. หากดินมีความเหนียวน้อย ควรเติมสารที่เพิ่มความเหนียว เช่น บอลล์เคลย์ เบนโทไนต์

5. หากต้องการเปลี่ยนสีดิน อาจใส่เหล็กออกไซด์ หรือออกไซด์สีอื่นๆ ลงไป วัสดุที่เติมลงไปเนื้อดินปั้นสามารถใส่ขนาดดินหรือระหว่างการผสมก็ได้

จากผลวิเคราะห์อัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา ที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation) สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ความเหนียว อัตราส่วนผสมเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวจะมีอัตราส่วนระหว่างดินบ้านดงดินทอง (10-60) : ดินคำสุราษฎร์ (10-80) : เฟลด์สปาร์ (10-50) อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวน้อยจะมีอัตราส่วนระหว่างดินบ้านดงดินทอง (60-80) : ดินคำสุราษฎร์ (10-30) : เฟลด์สปาร์ (10-20) อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ไม่มีความเหนียวจะมีอัตราส่วนระหว่างดินบ้านดงดินทอง (10-40) : ดินคำสุราษฎร์ (10-40) : เฟลด์สปาร์ (50-80) ความเหนียวของดินเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขึ้นรูปผลงาน โดยเฉพาะการปั้นที่ใช้วิธีขึ้นรูปด้วยมือ หากดินมีความเหนียวไม่เพียงพอที่จะปั้นยาก ผิวแตกง่าย ไม่สามารถปั้นให้ได้รูปทรงตามที่ต้องการ ดินต่างชนิดกันมีความเหนียวที่แตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคของดินที่ประกอบกันด้วย ดินที่มีความละเอียดสูงมักมีความความเหนียวดี เช่นดินเหนียว (Ball Clay) แต่ถ้าวัตถุดิบที่มีความละเอียดน้อย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น หินฟันม้า (Feldspar) หรือควอตซ์ (Quartz) จะไม่มีความเหนียว การผสมบดเคลย์มากกว่า 50% จะมีปัญหาเรื่องการหดตัวมากเกินไป ในการเลือกดินเพื่อปั้นผลิตภัณฑ์นั้น ควรเลือกใช้ดินที่มีความเหนียวสูงเพื่อในการ โค้งงอได้ง่าย แต่ถ้าต้องการการปั้นรูปทรงเรขาคณิตหรือทรงตรงจากดินแผ่นควรใช้แผ่นดินที่มีความเหนียวน้อย เพราะยังดินเหนียวมากเท่าไรการหดตัวยิ่งมีมากขึ้นเท่านั้น (สุขุมาล เล็กสวัสดิ์. 2548 : 67)

**2. การหดตัวก่อนเผาและหลังเผา** การหดตัวของอัตราส่วนผสมวัตถุดิบก่อนเผาอยู่ในช่วงร้อยละ 4.08 – 7.54 มีการหดตัวหลังเผาอยู่ในช่วงร้อยละ 6.80 – 17.40 ซึ่งสอดคล้องกับ อายุวัฒน์ สว่างผล (2543 : 19) ได้กล่าวไว้ว่า การหดตัวของดินมีความสำคัญต่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผาอย่างยิ่ง เพราะถ้าดินหดตัวมาก จะทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวได้ง่าย หรือทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีขนาดไม่ตรงตามความต้องการ สาเหตุที่สำคัญของการหดตัว เนื่องจากน้ำที่ผสมในเนื้อดินระเหยออกไป เนื้อดินจึงหดตัวแทนที่ ถ้าการระเหยของน้ำเร็ว การหดตัวของเนื้อดินย่อมมากด้วย การหดตัวของเนื้อดินที่จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ได้คือ ดินที่ตากแห้งแล้วจะหดตัวอยู่ระหว่าง 4 – 15 เปอร์เซ็นต์ ดินที่เผาแล้วจะหดตัวอยู่ระหว่าง 12 – 15 เปอร์เซ็นต์ ดินที่เผาเคลือบแล้วจะหดตัวอยู่ระหว่าง 15 – 25 เปอร์เซ็นต์

การหดตัวก่อนเผา ดินเมื่อแห้งจะหดตัวเนื่องจากน้ำในเนื้อดิน (Mechanical Water) ระเหยออกไปเนื้อดินจึงหดตัวแทนที่ ผลของการหดตัวทำให้เกิดผล 2 ประการคือ

1. ทำให้ขนาดของผลิตภัณฑ์ผิดพลาดไปจากความต้องการ
2. ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวเมื่อแห้ง

วิธีแก้การหดตัวของเนื้อดิน โดยนำดินผสมกับดินอื่นที่หดตัวน้อย หรือผสมกับดินเชื้อ (Grog) หรือทรายละเอียดที่มีขนาดตั้งแต่เล็กกว่า 80 Mesh สำหรับเนื้อดินที่ใช้ (Bodies) กับการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและขนาดตั้งแต่ 40 – 20 Mesh สำหรับเนื้อดินที่ใช้กับการขึ้นรูปแบบอิสระ (Free Hand) แบบขด (Coil) แบบแผ่น (Slab) แบบรูปปั้น (Sculpture) ทั่วไปนิยมใช้ดินเชื้อหรือทรายผสมในเนื้อดินปั้น (Clay Bodies) ประมาณ 20 – 30 เปอร์เซ็นต์

การหดตัวหลังเผา ดินที่หดตัวเมื่อต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของเม็ดดินและสิ่งเจือปนที่อยู่ในเนื้อดิน ดินบางแหล่งอาจหดตัวเมื่อแห้ง 6-7 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเผาถึงจนสุกตัวอาจหดตัวได้ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ แต่ดินบางแหล่งอาจหดตัวเมื่อเผาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

นอกจากจากนี้ สมศักดิ์ ชาวลาวัณย์ (2549: 78 – 79) ยังกล่าวว่า การหดตัวของดินจากที่มีสภาพความเหนียวมาสู่สภาพเมื่อแห้งสนิท (Drying Shrinkage) เนื้อดินปั้นที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกนั้นจะต้องใช้น้ำผสมเพื่อให้เกิดความเหนียวขึ้น โดยที่น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ สาเหตุที่ดินหดตัวลงหลังจากการผึ่งให้แห้ง สาเหตุที่ดินหดตัวก็เนื่องมาจากน้ำที่ผสมเข้าไปเพื่อให้เกิดความเหนียวนั้นระเหยออกไป ทำให้อนุภาคของเม็ดดินดึงตัวเข้ามารัดกันเกิดการหดตัว

โดยปกติดินที่มีอนุภาคของเม็ดดินละเอียดจะเหนียวยอมมีการหดตัวมากกว่าดินหยาบ การหดตัว

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของดินมีความสำคัญ เพราะในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ ถ้าดินมีการหดตัวมากก็จะต้องให้ดินนั้นแห้งอย่างช้าๆ และแห้งอย่างสม่ำเสมอทั่วเนื้อผลิตภัณฑ์ ถ้าการควบคุมการผึ่งให้แห้งไม่ดีจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการแตกร้าวได้เช่นกัน เพราะการดึงตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์ระหว่างดินแห้งกับดินเปียกจะแตกต่างกัน

การหดตัวของดินจากการแปรสภาพที่แห้งสนิทมาสู่สภาพที่เผาแล้ว (Firing Shrinkage) เป็นการหดตัวของดินในระยะที่ 2 ต่อเนื่องมาจากกระบวนการหดตัว เมื่อผลิตภัณฑ์แห้งสนิทแล้ว การหดตัวหลังจากการเผามีความสำคัญในการเผาผลิตภัณฑ์มาก เพราะถ้าดินมีเปอร์เซ็นต์การหดตัวสูง และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ และเผาจนเนื้อดินทุกจุดสุกตัวจำเป็นจะต้องมีการควบคุมการเผาผลิตภัณฑ์ให้อุณหภูมิขึ้นอย่างช้าๆ และปล่อยให้เย็นตัวลงช้าๆ เช่นกัน มิฉะนั้นผลิตภัณฑ์จะเกิดการบิดเบี้ยวหรือแตกเสียหายได้ หรือทำให้ขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ผิดไปจากที่ต้องการ ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการทดสอบการหดตัวของเนื้อดินนั้น 2 ระยะดังกล่าวข้างต้น เพื่อจะได้ทำการปรับปรุงการหดตัวของดินให้เป็นไปอย่างเหมาะสม ยังประโยชน์ต่อการคิดคำนวณขยายแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์มีขนาดตามที่ต้องการ ได้อีกด้วย

**3. สีหลังเผา** อัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีเนื้อดินปั้นบ้านคงดินทอง เป็นองค์ประกอบ สีหลังเผาที่ได้มี สีน้ำตาล สีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลเข้ม สีน้ำตาลครีม สีน้ำตาลดำ ซึ่งทัศนีย์ ทอง ก้านเหลือง (2547 : 78) กล่าวว่า ดินพื้นบ้านทั่วไปมีหลายสี ดินที่มีความเหนียวสามารถนำมาปั้นขึ้นรูปได้ ภายหลังการเผาจะปรากฏสีที่แตกต่างกันไป เนื้อดินหลังเผามีความแตกต่างกันไป ผลิตภัณฑ์ใช้สีขาวเวลานั้น เนื่องจากปริมาณของสนิมเหล็ก ( $Fe_2O_3$ ) ที่มีอยู่ในวัตถุดิบ (ดินพื้นบ้าน) น้อยกว่า 1% ผลิตภัณฑ์ที่หลังเผาให้สีส้ม - แดง เนื่องจากปริมาณของสนิมของเหล็ก ( $Fe_2O_3$ ) ปริมาณมากกว่า 6% และเผาในบรรยากาศออกซิเดชันที่อุณหภูมิประมาณ 900 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าผลิตภัณฑ์จะมีสีคล้ำขึ้นกลายเป็นสีน้ำตาล-ดำ การใช้ดินพื้นบ้านที่มีปริมาณเหล็กออกไซด์สูงเป็นการใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ โดยไม่ต้องใช้เหล็กออกไซด์บริสุทธิ์มีข้อได้เปรียบด้านราคา เนื่องจากเหล็กออกไซด์บริสุทธิ์ราคาแพงกว่าดินพื้นบ้าน ซึ่งสอดคล้องกับ สุภกา ปลายเปรม (2551 : 150) กล่าวว่า เหล็กออกไซด์ (Iron Oxide) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เฮมาไทท์ (Hematite) เป็นออกไซด์โลหะที่ใช้เป็นตัวให้สีที่สำคัญทั้งในเนื้อดินและเคลือบ โดยธรรมชาติเหล็กออกไซด์ มักจะเป็นสิ่งเจือปนอยู่ในวัตถุดิบต่างๆ ที่ใช้งานในเครื่องเคลือบดินเผา เช่น ปนอยู่ในดิน ปนอยู่ในหินฟันม้า (Feldspar) และทนอยู่ในไทเทเนียม (Titanium Oxide) เป็นต้น และบางกรณีจะถือว่าเหล็กออกไซด์ที่ปนอยู่ในวัตถุดิบต่างๆ เหล่านั้นเป็นมลทินที่ต้องกำจัดออกไป เหล็กออกไซด์ที่เจือปนอยู่ในธรรมชาติสามารถสังเกตเห็นได้จาก สีของดินก่อนเผาจะมีสีเหลือง สีน้ำตาลแดง สีเทา และสีดำ

**4. ความทนไฟ** อัตราส่วนผสมวัตถุดิบจากการสุ่มจากตารางสามเหลี่ยม จำนวน 36 สูตร ส่วนผสม ภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ทุกส่วนผสมมีความทนไฟสูงกว่าอุณหภูมิที่ไม่ทราบค่า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดซึ่งสอดคล้องกับ ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. (2541:76) กล่าวว่า วัตถุประสงค์ในการเตรียมเนื้อดิน นอกจากจะมีดินและค้างหรือวัตถุดิบที่เป็นตัวหลอมละลายแล้วยังต้องมีวัตถุดิบกลุ่มที่ 3 ที่ไม่ใช่ค้างทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟในเนื้อดิน มีคุณสมบัติช่วยเปิดเนื้อดินให้มีความพรุนตัว ช่วยลดการหดตัวของเนื้อดินผิวด้านข้างและลดความเหนียวของเนื้อดินลงด้วย นอกจากนี้ตัวทนไฟยังทำหน้าที่เป็นโครงสร้างของเนื้อดินของเนื้อผลิตภัณฑ์ ให้คงอยู่ในสภาพดีไม่บิดเบี้ยวแตกร้าวหลังการเผา ทำให้อเนื้อดินมีลักษณะพื้นผิวหยาบหรือละเอียดตามต้องการและเพิ่มความแข็งแรงให้เนื้อดินหลังการเผา หินเขียวหุนมาน ซิลิกา ควอตซ์ (Quartz) หินแก้วหรือหินเหล็กไฟ (Flint) โดยปกติในดินทุกชนิดและในเฟลด์สปาร์จะมีซิลิกาเป็นองค์ประกอบในสูตรเคมีอยู่แล้วซิลิกาเมื่อโดนเผาความร้อนจะเปลี่ยนโครงสร้างของรูปผลึกอยู่หลายช่วงอุณหภูมิของการเผา อลูมินาเป็นวัตถุดิบที่มีความทนไฟสูง มีความทนต่อการกัดกร่อนจากสารเคมีมีความแข็งแรงและมีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า

**5. การขึ้นรูป** อัตราส่วนผสมที่มีความเหมาะสมในการผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยการขึ้นรูปด้วยมือและเครื่องจักร ต้องอาศัยความเหนียวของส่วนผสมเป็นหลัก เพื่อความสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์ก่อนเผาซึ่งมีส่วนผสมเนื้อดินบ้านดงดินทองร้อยละ 10 – 40 ดินคำสุราษฎร์ร้อยละ 40 - 80 หินฟันม้าชนิดโปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ร้อยละ 10 - 40 มีความเหนียวมาก (สูตรที่ 11 – 14 , 19 – 24 และสูตรที่ 33 - 36) สูตรส่วนผสมที่มีเนื้อดินบ้านดงดินทองร้อยละ 50 – 80 ดินคำสุราษฎร์ร้อยละ 10 – 40 หินฟันม้าชนิด โปแทสเซียมเฟลด์สปาร์ร้อยละ 10 - 40 มีความเหนียวน้อย (สูตรที่ 1 – 10) ซึ่ง สมศักดิ์ ขวาลักษณ์ (2549: 125 – 129) ได้กล่าวไว้ว่า การขึ้นรูปด้วยมือ (Hand forming Method) คือ การนำเนื้อดินปั้น (Clay Bodies) มาขึ้นรูปด้วยมือ หรือที่เรียกว่าวิธีการขึ้นรูปแบบบิสระ ซึ่งเป็นวิธีหลักการผลิตในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่เปิดโอกาสให้ผู้ปั้นได้แสดงความสามารถทางด้านทักษะและความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี การขึ้นรูปด้วยมือสิ่งสำคัญ คือคุณสมบัติของดินที่จะใช้ขึ้นรูปด้วยวิธีนี้ คือเนื้อดินปั้นจะต้องมีความเหนียว ดังนั้นสูตรส่วนผสมของเนื้อดินนี้จำเป็นจะต้องใช้วัตถุดิบที่ก่อให้เกิดความเหนียวสูง เช่น ดินบอลล์เคลย์ ซึ่งในสูตรส่วนผสมการใช้แต่ดินที่มีความเหนียวสูงอย่างเดียวนั้น ไม่ได้ ดังนั้น เพราะคุณสมบัติทางกายภาพของดินพวกนี้จะมีเปอร์เซ็นต์การหดตัวสูงและมีการแตกร้าวได้ ดังนั้นจึงต้องมีการผสมวัตถุดิบอื่นลงในสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้น เพื่อช่วยลดการหดตัว การแตกร้าวและเป็นโครงสร้างได้แก่ ดินขาว ดินเชื้อและทราย

การขึ้นรูปด้วยเครื่อง (Machine Forming Method) คือ การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวกับเครื่องจักร ช่วยทำให้การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ง่ายและสะดวกสบายขึ้น ซึ่งเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆนี้อาจทำมาจากวัสดุและวิธีการพื้นบ้านหรือเป็นเครื่องจักรที่ทันสมัยมีประสิทธิภาพการใช้งานสูง สามารถผลิตงานได้ปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว มีขนาด รูปทรง และคุณภาพที่ได้มาตรฐานเท่าเทียมกัน ดังนั้นในปัจจุบันการผลิตผลิตภัณฑ์ในระบบอุตสาหกรรมจึงนิยมใช้เครื่องจักรในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.2.2 เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ไพจิตร อังศิริวัฒน์ (2554: 309) กล่าวว่า การทดสอบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์หลังเผา เป็นการประเมินผลผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามมาตรฐานตามที่ระบุไว้ในการผลิต โดยความจริงแล้วการควบคุมการผลิต จะต้องควบคุมตั้งแต่วัตถุดิบทุกชนิดที่ใช้เตรียมเนื้อดิน ความชื้น การบด การผสม การทดสอบ ความละเอียด ความหนาแน่น การหดตัว การขึ้นรูป การอบแห้ง การเผาดิบ การชุบเคลือบ การเผาเคลือบ ความแข็งแรง เห็นได้ว่าการที่จะผลิตให้ได้มาตรฐานทุกขั้นตอน ต้องมีการตรวจสอบตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงสิ้นสุด การทดสอบเป็นการสุ่มเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่ามาตรฐานคงเดิม หรือควบคุมคุณภาพในการผลิต ซึ่งสอดคล้องกับจุมพล คีนตักและคณะ(2521 : 80 - 87) ที่กล่าวว่า การดูดซึมน้ำ จะทำให้ทราบถึงความแตกต่างของดิน ดินที่มีความดูดซึมน้ำมากจะมีจุดหลอมละลายสูง ทำให้เราสามารถเลือกดินที่มีความเหมาะสมต่อการทำผลิตภัณฑ์

ความแข็งแรงของเนื้อดินเกิดจากการรวมตัวของผลึกดิน ถ้าอะตอมของวัตถุดิบและแร่ธาตุสามารถยึดเกาะกันได้แน่น เนื้อดินก็จะมี ความแข็งแรงมาก ความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายอย่างเช่น ปริมาณการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน รูปทรงของผลิตภัณฑ์ การขึ้นรูปและน้ำเคลือบเป็นต้น การทดสอบความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีมาตรฐานไม่เท่ากันเช่นในกรณีทดสอบเครื่องสุขภัณฑ์โดยการทิ้งของหนักลงในโถส้วม หรือฝากระแทกฝาครอบลงบน โถส้วมแรงๆ จะต้องไม่แตกร้าว ได้ง่าย ส่วนผลิตภัณฑ์กระเบื้องต้องทนต่อแรงกระแทกเมื่อมีอะไรมาชน โดยปกติผลิตภัณฑ์ต่างๆ เหล่านี้สามารถทนต่อแรงกดและแรงกระแทกได้ในระยะสั้นๆ แต่ถ้าเป็นแรงกดในระยะยาวและรุนแรงผลิตภัณฑ์จะแตกได้

### 5.2.3 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

การออกแบบผลิตภัณฑ์ประเภทกระเบื้องดินเผาungหลังคา กระเบื้องดินเผาปูพื้น กระเบื้องดินเผาผนังซึ่งประกอบไปด้วยหลักการในด้านหน้าที่ใช้สอย ความแข็งแรงทนทาน ความสะดวกสบายในการใช้ ความสวยงามซึ่ง อุดมศักดิ์ สารินุต (2549 : 32) กล่าวไว้ว่า การออกแบบเป็นแนวทางที่นักออกแบบจะกำหนดขึ้นเพื่อให้เป็นกรอบในการทำงานออกแบบ โดยอาศัยข้อมูลที่เป็นฐานของแนวคิดทำให้การทำงานสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตรงตามเป้าหมาย ลักษณะแนวคิดของนักออกแบบจะมีระดับต่างกัน ซึ่งอาจจะเป็นลักษณะนามธรรม เช่น แนวความคิดในการออกแบบของเล่นสำหรับเด็กที่กำหนดให้มีความอิสระ ซึ่งแนวคิดลักษณะนามธรรมจะสามารถพัฒนาสู่แนวความคิดเป็นรูปธรรมได้ เช่น เรื่องของเล่นที่ให้ ความอิสระ จะกำหนดแนวความคิดที่ชัดเจนเป็นของเล่นที่ยืดหยุ่น ปรับรูปร่าง ขนาด และวิธีการเล่นได้ซึ่งกรอบแนวคิดเพื่อการออกแบบต่อไป ดังนั้นแนวความคิดการออกแบบของนักออกแบบ จึงสามารถกำหนดกว้างๆ เป็นนามธรรมและพัฒนาสู่แนวความคิดที่ชัดเจนเป็นรูปธรรม หรือกำหนดกรอบแนวคิดเป็นรูปธรรมในขั้นต้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1. ด้านหน้าที่ใช้สอย** ในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา โดยมีหลักการพิจารณาในด้านผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีประสิทธิภาพในด้านใช้สอยเป็นอย่างดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความเหมาะสมกับการใช้งานในด้านปูพื้น บุนนัง มุงหลังคา และยักกันความร้อนเป็นอย่างดี ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีความสะดวกต่อการทำความสะอาดได้ง่าย ซึ่งสอดคล้อง นวลน้อย บุญวงศ์ (2542 : 96) กล่าวว่า หน้าที่ใช้สอยถือเป็นหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกที่ต้องคำนึงผลิตภัณฑ์ทุกชนิดต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกสบาย ผลิตภัณฑ์นั้นถือว่าเป็นประโยชน์ใช้สอยดี (High Function) แต่ถ้าหากผลิตภัณฑ์ใดไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์นั้นก็ถือว่าเป็นประโยชน์ใช้สอยไม่ดีเท่าที่ควร (Low Function)

**2. ด้านความแข็งแรงทนทาน** ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาให้มีความแข็งแรงทนทานและคงทนต่อแรงกระแทก ผลิตภัณฑ์ไม่แตกร้าวเมื่อได้รับความร้อน ความชื้น ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คงสภาพเดิมเมื่อใช้เป็นนาน พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนต่อการขีดถู และการชะล้างผลิตภัณฑ์จะต้องมีความแข็งแรงในตัวของผลิตภัณฑ์หรือ โครงสร้างเป็นความเหมาะสมในการที่นักออกแบบรู้จักใช้คุณสมบัติของวัสดุและจำนวน หรือปริมาณของโครงสร้าง ในกรณีที่เป็นผลิตภัณฑ์ที่จะต้องมีการรับน้ำหนัก เช่น โถ๊ะ เก้าอี้ ต้องเข้าใจหลัก โครงสร้างและการรับน้ำหนัก อีกทั้งต้องไม่ทิ้งเรื่องของความสวยงามทางศิลปะ เพราะมีปัญหาว่า ถ้าใช้โครงสร้างให้มากเพื่อความแข็งแรง จะเกิดสวนทางกับความงาม นักออกแบบจะต้องเป็นผู้ดึงเอาสิ่งสองสิ่งนี้เข้ามาอยู่ในความพอดีให้ได้ ส่วนความแข็งแรงของตัวผลิตภัณฑ์เองนั้นก็ขึ้นอยู่กับที่การออกแบบรูปร่างและการเลือกใช้วัสดุ และประกอบกับการศึกษาข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์ว่า ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวต้องรับน้ำหนักหรือ กระแทกกระแทกอะไรหรือไม่ในขณะที่ใช้งานก็จะต้องทดสอบประกอบการออกแบบไปด้วย แต่อย่างไรก็ตาม ความแข็งแรงของโครงสร้างหรือตัวผลิตภัณฑ์ นอกจากเลือกใช้ประเภทของวัสดุ โครงสร้างที่เหมาะสมแล้วยังต้องคำนึงถึงความประหยัดควบคู่กันไปด้วย

**3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้** ผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่าง ที่เหมาะสมผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในกาปู การหยิบจับ และการติดตั้ง ผลิตภัณฑ์ มีความสะดวกกับการเกาะยึดเกี่ยว ติดตั้ง ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีความปลอดภัยต่อการสัมผัส เช่น เติ้น นั่ง ผิงน็อกออกแบบต้องศึกษาวิชากายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับสัดส่วน ขนาด และขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะส่วนต่างๆ ในร่างกายของมนุษย์ทุกเพศ ทุกวัย ซึ่งจะประกอบด้วยความรู้ทางด้านขนาดสัดส่วนมนุษย์ (Anthropometry) ด้านสรีรศาสตร์ (Physiology) จะทำให้ทราบ ขีดจำกัด ความสามารถของอวัยวะส่วนต่างๆ ในร่างกายมนุษย์ เพื่อใช้ประกอบการออกแบบ หรือศึกษาด้านจิตวิทยา (Psychology) ซึ่งความรู้ในด้านต่างๆ ที่กล่าวมานี้ จะทำให้นักออกแบบ ออกแบบและกำหนดขนาด (Dimension) ส่วนโค้ง ส่วนเว้า ส่วนตรง ส่วนแคบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างพอเหมาะกับการร่างกายหรืออวัยวะของมนุษย์ที่ใช้ ก็จะเกิดความสะดวกสบายในการใช้การ ไม่เมื่อยมือหรือเกิดการล้าในขณะที่ใช้ไป

ไม่วารณใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นานๆ ผลึกภัณฑ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาวิชาดังกล่าว ก็จะเป็นผลึกภัณฑ์ที่ผู้ใช้ต้องใช้ช่วยระ  
 ร่างกายไปสัมผัสเป็นเวลานาน เช่น แก้ว อี ค้ำม เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ การออกแบบภายในห้อง  
 โดยสารรถยนต์ ที่มีอับรฉกรยาน ปุ่มสัมผัสต่างๆ เป็นต้น ผลึกภัณฑ์ที่ยกตัวอย่างมานี้ถ้าผู้ใช้ผู้ใด  
 ได้เคยใช้มาแล้วเกิดความไม่สบายร่างกายขึ้น ก็แสดงว่าศึกษากายวิภาคเชิงกลไม่ดีพอแต่ทั้งนี้ก็ต้อง  
 ศึกษาผลึกภัณฑ์ดังกล่าวให้ดีกว่าก่อน จะไปเหมาว่าผลึกภัณฑ์นั้นไม่ดี เพราะผลึกภัณฑ์บางชนิดผลิตมา  
 จากประเทศตะวันตก ซึ่งออกแบบโดยใช้มาตรฐานผู้ใช้ของชาวตะวันตก ที่มีรูปร่างใหญ่โตกว่าชาว  
 เอเชีย เมื่อชาวเอเชียนำมาใช้อาจจะไม่พอดีหรือหลวม ไม่สะดวกในการใช้งาน นักออกแบบจึง  
 จำเป็นต้องศึกษาสัดส่วนร่างกายของชนชาติหรือเผ่าพันธุ์ที่ใช้ผลึกภัณฑ์เป็นเกณฑ์

**4. ด้านความสวยงาม** ผลึกภัณฑ์มีรูปแบบสวยงามน่าใช้ พื้นผิวจากเนื้อดินมีสีสันสวยงาม  
 เหมาะกับการมุงหลังคา ปูพื้น บูผนัง ผลึกภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีรูปแบบที่เหมาะสม ผลึกภัณฑ์มี  
 เอกลักษณ์เฉพาะตัวในด้านสี สัน รูปทรง โดยสากลทั่วไปแล้วเครื่องปั้นดินเผาจัดเป็นศิลปะแขนง  
 หนึ่งที่ผูกพันกับอารยธรรมมนุษย์มาช้านาน เหมือนศิลปะแขนงอื่นๆ เช่น ภาพเขียน  
 ประติมากรรม ละคร ภาพยนตร์ และดนตรี ฯลฯ ซึ่งแต่ละแขนงก็มีเกณฑ์มาตรฐานในการจำแนก  
 หรือจัดระดับคุณค่าของผลงานในแต่ละด้าน แตกต่างกันไปตามจะกำหนด ส่วนคุณค่าความงามของ  
 เครื่องปั้นดินเผา ก็มีเกณฑ์สากลเหมือนศิลปะแขนงอื่นๆ มีการแบ่งประเภทของผลงานเป็น  
 หมวดย่อย เช่น ผลงานที่แสดงความรู้สึกหรือประทับใจ ผลงานเพื่อการใช้สอย หรือผลงานเพื่อ  
 แสดงถึงประเพณีนิยม แต่ละแขนงก็แตกต่างกันไปตามที่ รากฐานทั้งปวงย่อมหนีไม่พ้นที่จะเกี่ยวข้องกับ  
 ความงาม อันเป็นที่ยอมรับกันเป็นสากลตามประเด็นที่ สารท ชลชาติภิญโญ (2547:149) กล่าวไว้  
 ดังต่อไปนี้

**1. ความงามจากดิน (Clay)** เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าเครื่องปั้นดินเผาทั่วไปนั้น ต้องมีเนื้อ  
 ดินเป็นหลักในตัวผลงาน เมื่อทำการปั้นหรือขึ้นรูป ผนวกกับการตกแต่ง การเคลือบและการเผา  
 แล้ว คุณค่าความงามอันเป็นเนื้อแท้แห่งวัสดุที่หลอมรวมกับความคิดสร้างสรรค์จึงบังเกิด ดินจาก  
 แต่ละแหล่งมีความแตกต่างกัน ทั้งโครงสร้างและองค์ประกอบ เมื่อผ่านการเผาแล้วจะเกิดความ  
 แตกต่างกันอย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นความหยาบละเอียดตลอดจนถึงของเนื้อดิน สิ่งเหล่านี้  
 เปรียบเสมือนผิวพรรณของแต่ละบุคคลที่สามารถแยกย่อยออกได้อย่างเหลือคณานับ ใครจะชื่น  
 ชอบสีผิวลักษณะไหนก็เป็นเรื่องเฉพาะบุคคล

กล่าวคือ บางคนอาจจะชมชอบเนื้อดินที่ขาวเนียน คุณแล้วรู้สึกสะอาด เบา น่านอม แต่  
 บางคนอาจจะชอบสีที่เข้ม เนื้อหยาบ สัมผัสแล้วได้ความรู้สึกหนักแน่นและบึกบึน ซึ่งตรงนี้ไม่ยุติว่า  
 อะไรดีกว่ากัน แต่จะขอแนะนำเพียงว่าการพิจารณาเนื้อดินนั้น สามารถดูได้จากส่วนที่พ้นจาก  
 การปิดบังของเคลือบหรือส่วนฐานของชิ้นงาน การที่ได้สังเกตเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเนื้อดิน  
 แต่ละชนิดบ่อยครั้งจะทำให้สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง จึงกลายเป็นความเข้าใจและ  
 ความซาบซึ้งในความงามจากดินที่ชอบได้ มีข้อพึงสังเกตว่าผลงานที่ดีนั้น ต้องแสดงความเป็น

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธรรมชาติของดินได้อย่างเด่นชัด ไม่ว่าจะเป็นรูปทรง สีผิว เพราะดินสามารถเก็บซักร่องรอยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการขึ้นรูป การตกแต่งตลอดจนการเผา ไว้บนพื้นผิวได้อย่างชัดเจน ยกที่วัสดุอื่นๆ จะสามารถสะท้อนออกมาได้เหมือนนอกจากที่กล่าวมาแล้ว ศิลปินบางท่านนิยมที่จะใช้ดินจากแหล่งธรรมชาติ มาสร้างสรรค์ผลงานโดยไม่ผสมกับดินแหล่งอื่น นับว่าเพื่อรักษาหรือแสดงเอกลักษณ์ของดินจากแหล่งที่นำมาใช้ให้โดดเด่นซึ่งในบ้านเรายังไม่ให้ความสำคัญในจุดนี้มากนัก

**2. ความงามจากเคลือบและการตกแต่ง (Glaze & Decoration)** ถ้าเนื้อดินเปรียบเสมือนผิวพรรณ เคลือบก็เปรียบเสมือนอาภรณ์ที่ห่อหุ้ม ความบรรเจิดเฟริดพรายในสีและลักษณะผิวที่หลายหลายของเคลือบ เมื่อผนวกกับการตกแต่งตลอดจนการขบเน้นจากสีของดิน ถ้าเป็นไปอย่างเหมาะสมลงตัว ความงามจากเคลือบก็ยิ่งโดดเด่น การรับรู้ความงามจากเคลือบและการตกแต่งนั้น เป็นสิ่งที่ท้าทาย และดึงดูดความสนใจเพราะบางครั้งจากผลงานที่งดงามภายหลัง การเผาที่ชวนให้ติดตามว่าผลงานนั้นตกแต่งด้วยเทคนิคใด เหมาะสมและตรงกับจุดมุ่งหมายหรือไม่ พื้นผิวที่มันวาวเกิดจากเคลือบ โดยเจตนาหรือเกิดจากปฏิกิริยาการเผาตามธรรมชาติ

**3. ความงามจากการเผา (Firing)** กระบวนการของเครื่องปั้นดินเผานั้น ต้องอาศัยความร้อนหรือการเผาเพื่อแปรเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบให้สำเร็จเป็นผลงาน องค์ประกอบการเผานั้นต้องสอดคล้องกับธรรมชาติของดินและเคลือบ โดยครอบคลุมถึงระดับของอุณหภูมิ บรรยากาศในการเผา รวมถึงตำแหน่งการวางชิ้นงานภายในเตาเผา และการทิ้งร่องรอยจากการเผา อันเป็นการจัดที่ต้องอาศัยประสบการณ์ร่วมกับธรรมชาติของความร้อนอย่างเหมาะสม จึงจะบรรลุถึงเป้าหมายแห่งความงามได้อย่างสมบูรณ์แบบ ช่วงระยะเวลาสั้นๆ ณ ระดับแห่งอุณหภูมิที่ส่งผลให้เคลือบสุกตัว จะส่งผลให้เคลือบคงตามเจตนา ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าจุดที่ต้องการเคลือบก็ไม่สมบูรณ์ความงามก็ไม่บังเกิดแต่กลับกัน ถ้าอุณหภูมิสูงเกินจุดที่ต้องการ การยุบตัวของดิน การไหลของเคลือบที่เกินความต้องการก็เป็นความล้มเหลวเช่นกัน

**4. ความงามจากรูปทรง (Form)** โดยทั่วไปเป็นที่ยอมรับและเข้าใจกันมานานแล้วว่า รูปทรงเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบของมนุษย์ในหลายๆ ด้าน อาทิเช่น ผลงานในด้านสถาปัตยกรรม ประติมากรรมและผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยทุกประเภทรวมถึงเครื่องปั้นดินเผาที่กำลังกล่าวถึง เพราะรูปทรงนั้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับวัตถุทั้ง 3 มิติ หมายรวมทั้งเรื่องของขนาด ปริมาตร สัดส่วน ส่วนโค้ง-เว้า หรือเส้นรอบ ตลอดจนพื้นราบ และบริเวณว่างที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันไปทั้งหมดอย่างแนบแน่น และส่งผลต่อคุณค่าของผลงาน ได้อย่างกว้างขวางไม่เว้นแม้กระทั่งเรือนร่างมนุษย์ ก็ยังยกเอาเรื่องรูปทรงขึ้นมาเป็นเกณฑ์สำคัญเพื่อการวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างไม่รู้จัก

ตามทฤษฎีมีการแบ่งแยกลักษณะของรูปทรงออกเป็นหลายประเภทเพื่อให้สอดคล้องความเข้าใจ เช่น รูปทรงเรขาคณิต รูปทรงจากธรรมชาติ รูปทรงอิสระ ฯลฯ รูปทรงแต่ละประเภทจะเป็น

นักสารบัญชานี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ระดับศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ที่มาของนำไปใช้ในการสร้างสรรค์ผลงาน แต่ทั้งนี้ก็เป็นกรยกที่จะกำหนดลงไปว่าผลงานที่ดีหรือ  
 ไม่วารณมีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสมควรจะเป็นรูปทรงในลักษณะใด เพราะพื้นฐานความเชื่อ ความประทับใจ ประกอบกับความคิดสร้างสรรค์และทักษะฝีมือของผู้สร้างผลงานจะเป็นตัวผลักดันให้ผลงานเกิดความสมบูรณ์งดงามหรือโดดเด่นได้อย่างไรขอบเขต

รูปทรงในงานเครื่องปั้นดินเผา สามารถที่จะกำหนดหน้าที่หรือประโยชน์ใช้สอยแล้ว ยังก่อให้เกิดผลต่อความรู้สึกในด้านสุนทรียะ เมื่อได้ชื่นชมหรือสัมผัสและในทำนองเดียวกัน รูปทรงของภาชนะยังสามารถบ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ในแต่ละชาติหรือสังคมได้อย่างชัดเจน รูปทรงที่ดี นอกจากจะมีคุณค่าด้านศิลปการดังกล่าวแล้ว ผลงานที่มีรูปทรงโครงสร้างที่ดี ยังเอื้อประโยชน์ต่อการนำสู่การตกแต่งได้อย่างเปิดกว้างคล้ายๆ กับคำกล่าวในวงการแฟชั่นที่ว่า “หุ่นดีใส่อะไรก็สวย” รูปทรงจึงเป็นพื้นฐานเบื้องต้นที่จัดได้ว่าไม่ธรรมดา ทั้งสำหรับนักออกแบบ ผู้ผลิต รวมถึงผู้บริโภคที่จะต้องตัดสินใจเลือกสรร ยามซื้อหาเพื่อให้ได้มาทั้งประโยชน์หรือความพึงพอใจ

**5. ความงามจากลักษณะผิว (Texture)** ลักษณะผิวหมายถึงลักษณะภายนอกของวัตถุที่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้ เครื่องปั้นดินเผาทุกประเภทไม่ว่าจะอยู่รูปแบบของงานศิลปะ หรือภาชนะเครื่องใช้ต่างๆ ล้วนมีพื้นผิวของผลงานที่ต่างกันออกไป ความแตกต่างของลักษณะผิวอาจจะเกิดขึ้นจากเนื้อดิน หรือจากลักษณะของเคลือบ ตลอดจนร่องรอยจากการขึ้นรูป ที่น่าสนใจคือลักษณะผิวบางประเภทเกิดจากความตั้งใจสร้างขึ้นด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น การขูดขีด บีบ กด หรือตีด้วยวัสดุต่างผิวให้เกิดร่องขึ้นบนพื้นผิว เพราะดินเป็นวัสดุที่มีธรรมชาติในการเก็บซบร่องรอยหรือรายละเอียดได้อย่างเด่นชัดในหลายสภาวะ อาทิเช่น ในสภาวะดินเหนียว สภาวะหมาดตัว หรือขณะแห้งแล้ว ในสภาวะต่างๆ เหล่านี้ สำหรับผู้มีประสบการณ์ย่อมสามารถที่จะสร้างลักษณะผิวให้เกิดขึ้นได้ในลักษณะต่างๆ กัน เช่น ลักษณะผิวหยาบ-ละเอียด เรียบเนียน หรือขรุขระ ก่อให้เกิดการเน้นจากความแตกต่างกันของพื้นผิว ได้อย่างชัดเจน หรือกลับกันบางกรณีลักษณะผิวยังสามารถย้าเข้าไปให้เกิดการผสมกลมกลืนของพื้นผิวแต่ละส่วนได้อย่างแนบเนียน

จากอดีตการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาอาจจะมองกันว่าลักษณะผิวจะมีคุณค่าต่ออารมณ์หรือความรู้สึกเป็นประเด็นหลัก แต่ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าลักษณะผิวยังมีผลต่อหน้าที่ใช้สอยอย่างกว้างขวาง อาทิเช่น การทำผิวกระเบื้องพื้นให้มีความหยาบในระดับหนึ่งเพื่อป้องกันการลื่น หรือการทำผิวของสุขภัณฑ์ให้เรียบมัน เพื่อง่ายต่อการทำความสะอาด ซึ่งแต่ละระดับของความแตกต่างของผิว จะส่งผลต่อหน้าที่ได้อย่างหลากหลายตามวัตถุประสงค์ และดังที่กล่าวแล้วในเบื้องต้นว่าลักษณะผิวนั้นสามารถรับรู้ได้ทั้งการมองเห็นและสัมผัส ฉะนั้นการเลือกใช้หรือชื่นชมผลงานเครื่องปั้นดินเผาจึงต้องคำนึงถึงลักษณะผิวอยู่เสมอ เพราะสัมผัสใดๆ ถ้าเป็นได้ดังใจหวังหรือตรงกับพื้นฐานที่ชื่นชอบ หรือเป็นสุขได้ทุกครั้งเมื่อยามจับต้องหรือใช้งาน

**6. ความงามในลักษณะเอกลักษณ์ (Tradition)** สังคมผู้คนแต่ละเชื้อชาติ ล้วนมีวัฒนธรรมหรือประเพณีที่ยึดถือสืบทอดกันมาก่อให้เกิด รูปลักษณ์ เอกลักษณ์ หรือค่านิยมของแต่ละชาติได้อย่างเด่นชัด ความเหมือนหรือความแตกต่างเหล่านี้ สามารถบ่งบอกย้อนกลับไปถึงที่มา หรือ

ไม่วารณใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นแบบได้ว่าเป็นรูปลักษณะของชนเผ่าใดหรือชนชาติใด ก่อให้เกิดเอกลักษณ์และกลายมาเป็นความภาคภูมิใจร่วมกันของสมาชิกภายในสังคมได้ ค่านิยมเหล่านี้สามารถแสดงออกได้ทั้งด้านศิลปวัตถุ สถาปัตยกรรม การแสดงหรือพฤติกรรมในวิถีของการดำรงชีพหนึ่งในจำนวนนั้นรวมถึงเครื่องปั้นดินเผา ที่ถือกันว่าเป็นมรดกทางปัญญาของแต่ละชนชาติ ที่สะท้อนให้เห็นถึงภูมิปัญญา ความสามารถ และระดับความเป็นอยู่ของผู้คนในแต่ละยุคแต่ละสมัย ได้อย่างชัดเจน ซึ่งความแตกต่างกันทั้งด้านภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และอารยธรรม ส่งผลให้เกิดความหลากหลายในค่านิยม หรือประเพณีนิยม ที่ถ่ายทอดออกมาในผลงานเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งผู้ที่ศึกษาสังเกต จะสามารถแยกแยะ หรือจำแนกได้อย่างชัดเจนว่าภาชนะแต่ละชิ้นมีกำเนิดที่มาจากแหล่งใดหรือชาติใด อาทิเช่น เมื่อเอ่ยถึงภาชนะพอร์ซเลนหรือเครื่องลายครามสังคมทั่วไปก็ต้องยอมรับกันว่าชาวจีนเป็นผู้ค้นพบ และสร้างสรรค์ขึ้นจนเป็นที่แพร่หลายไปทั่วโลกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และในสิ่งที่ยอมรับกันว่าดีว่าเลิศนั้นแต่ละสังคมก็ยอมรับไปเป็นต้นแบบเพื่อศึกษาหรือทำตามตลอดจนมีการดัดแปลงใน รายละเอียด เพื่อให้เหมาะสมสอดคล้องกับวิถีชีวิตของแต่ละชาติ แต่ละสังคมให้เหมาะสมกลมกลืนยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น ภาชนะตกแต่งด้วยสีน้ำเงิน-ขาว (Blue & White) ที่ผลิตกันในภาคพื้นยุโรปในรูปทรงภาชนะแบบยุโรปรวมถึงลวดลายก็ล้วนเกิดจากต้นแบบของผลงานที่เราเรียกกันว่างานลายครามจากจีนเป็นต้น อิทธิพลที่มีต่อชาติอื่นๆ ที่มีการยอมรับนำไปใช้โดยตรงหรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับประเพณีนิยมของตน สิ่งเหล่านี้ถือเป็นความภาคภูมิใจให้กับชาติเจ้าของผลงาน เทคนิคและความคิด เป็น เกียรติยศทางภูมิปัญญาอย่างเอกอุ

ปัจจุบันเป็นยุคแห่งการสื่อสาร ความก้าวหน้าของการสืบค้น และการเผยแพร่องค์ความรู้ เป็นเสมือนตัวเร่งให้เกิดการเรียนรู้และยอมรับกันไปทั่วเป็นสากล ฉะนั้นจึงมิใช่เรื่องแปลกที่มีการยอมรับความงามในความล้ำไสในการเคลือบเซลาดอนของไทย หรือการยอมรับในความขาวนุ่มของเคลือบชิโนจากญี่ปุ่น ตลอดจนความลึกลับชวนพิศวงบนพื้นผิวของรากู ตัวอย่างเหล่านี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของความงามในเชิงเอกลักษณ์ ซึ่งโดยสภาพข้อเท็จจริงแล้วการถ่ายโยงหรือสืบทอดความงามในลักษณะนี้ยังมีผลต่อกลุ่มความคิดที่เราเรียกกันว่า สไตล์ (Style) ที่มีการยอมรับกันในวงกว้าง เพราะถ้าวิเคราะห์ให้ดีแล้วแต่ละสไตล์ก็จะมีแนวคิดที่มาจากการผสมผสานแนวคิด หรือวิธีการเดิมให้เข้ากับสิ่งใหม่ๆ ให้ลงตัวนั่นเอง

ความงามในลักษณะเอกลักษณ์ สามารถแสดงออกให้รับรู้ได้ตั้งแต่ธรรมชาติของดิน เคลือบการตกแต่งรูปทรง ลวดลาย เทคนิคต่างๆ ตลอดจนการเผา และรายละเอียดปลีกย่อย แม้กระทั่งตามประทับหรือ ลายเซ็น การยอมรับ การเรียนรู้ หรือพัฒนาและการผลิต จึงต้องศึกษาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ จึงจะสามารถนำเสนอ หรือสร้างสรรค์ผลงานให้เกิดเอกลักษณ์ขึ้น ได้ตามสภาพแห่งความเป็นจริง

ในการทำงานกลับกัน บ่อยครั้งที่เรามักจะพบว่าการที่กัก ขีดถือ เอาลักษณะใดลักษณะหนึ่งของผลงานว่าเป็นของตนก็เป็นเรื่องที่พึงระมัดระวังเพราะภาวการณ์เช่นนั้นถึงแม้จะเกิดขึ้นโดยไม่อาจคาดหมายได้ก็ตามแต่ก็มิใช่เป็นการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บังเอิญ หรือเข้าใจเอาเองก็อาจจะก่อให้เกิดความหลงผิดได้โดยง่าย เพราะเมื่อความจริงแท้ หรือ หลักฐานวัตถุที่พบภายหลังได้เกิดการยอมรับพิสูจน์ได้แล้วก็จะเกิดความเสียหายกับผู้หลงผิดได้ จึง ควรที่ผู้ศึกษาหรือผู้ผลิตผลงานจะต้องระมัดระวังเช่นกัน

**7. ความงามจากการสัมผัส (Tactile Quality)** เครื่องปั้นดินเผาจัดเป็นศิลปะแขนงหนึ่ง โดยทั่วไปเมื่อเรากล่าวถึงผลงานทางศิลปะที่อยู่ในรูปวัตถุ ส่วนใหญ่จะคิดถึงการรับรู้ถึงคุณค่าของ ผลงานในแง่มุมมองการมองเห็น หรือทัศนศิลป์ (Visual Arts) ความเข้าใจหรือความรู้สึกเช่นนี้ ก็ รวมไปถึงผลงานเครื่องปั้นดินเผาเข้าไปด้วยโดยปริยาย โดยลึมนึกถึงการสัมผัส อันเป็นช่องทางการ รับรู้จากการสัมผัสทางผิวกาย ไม่ว่าจะจากมือ เท้า ริมฝีปาก หรือองคาพยพทั้งหลายทางประสาทสัมผัส และการรับรู้จากการสัมผัสสามารถสื่อได้ถึงความนุ่มนวล ความแข็ง ความละเอียด-หยาบ ความชื้น และ ความแห้ง ฯลฯ

การเรียนรู้จากการสัมผัสเหล่านี้ ก่อให้เกิดความรู้สึกในแต่ละสถานะ ได้อย่างหลากหลาย และจากนั้นประสบการณ์ ความเคยชิน หรือรสนิยมของแต่ละบุคคลจะบ่งบอกกับตัวเราเองว่า ดี หรือไม่ดี ชอบหรือไม่ชอบ ถ้ารู้สึกว่ามีดี หรือชอบก็จะเป็นสุข เมื่อสัมผัสโดยปริยาย ความรู้สึก จากการสัมผัสนั้นเกิดขึ้นได้ทั้งหมด ไม่ว่าจะจากธรรมชาติรอบตัว หรือสิ่งที่สร้างสรรค์ขึ้นโดยน้ำมือ มนุษย์ และโดยสากลก็เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า ความรู้สึกจากการสัมผัสนั้น เป็นความงามอีก ประเด็นหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกันไปกับการรับรู้ทางอื่น ไม่ว่าจะเป็นการมองเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น และการลิ้มรส ได้อย่างแนบเนียน

ฉะนั้น ถ้ามีโอกาสได้สัมผัสกับเครื่องปั้นดินเผาแต่ละประเภท โดยการจับต้องด้วยมือ หรือการจรรดริมฝีปากกับขอบภาชนะ ไปจนแม้กระทั่งฝ่าเท้าที่สัมผัสพื้นผิวจากผลิตภัณฑ์ประเภท กระเบื้องพื้น ก็ดี ถ้าพื้นผิวของสิ่งที่สัมผัส ตอบสนองความรู้สึกของท่าน ได้อย่างเหมาะสมลงตัว ก็ จะเกิดความพึง พอใจหรือเป็นสุข นั่นหมายความว่าผลงานนั้นมีคุณค่าต่อการสัมผัสของท่าน และ ตัวท่านเองก็จะเป็นอีกผู้หนึ่งที่รู้ซึ่งในความงาม ณ จุดนี้

**8. ความงาม ณ พื้นที่รอบฐาน (The Beauty of Area Around the Base)** เครื่องปั้นดินเผา มิได้มีขอบเขตอยู่เพียงภาชนะใช้สอยหรือวัสดุก่อสร้าง ศิลปินหลายท่านมีความรู้ความเข้าใจในวัสดุ และกระบวนการผลิตอย่างลึกซึ้ง นิยมที่จะใช้ดินเป็นสื่อในการสร้างสรรค์ผลงานประเภท ประติมากรรมและเมื่อขอบข่ายของผลงานครอบคลุมไปถึงประติมากรรมความงามจากบริเวณว่าง รอบฐานของผลงาน จึงเป็นอีกหนึ่งประเด็นที่ต้องคำนึงถึงเพราะพื้นที่ว่างเหล่านี้สามารถสร้าง ความรู้สึกจากความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับบริเวณว่างโดยรอบได้ตามจินตนาการของแต่ละบุคคลที่ มีโอกาสได้ชื่นชม

**9. ความงามจากร่องรอยแห่งทักษะ (Skill)** มีผลงานบางชิ้นที่ผู้สร้างเจตนาทิ้งร่องรอยไว้ อย่างจงใจ อาทิเช่น รอยมือจากการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน รอยตัดผลงานด้วยเชือกที่บาดลึกไปในฐาน ชิ้นงานหรือรอยย่นบนผิวดินที่เกิดจากแรงกำขึ้นรูป ฯลฯ เหล่านี้เป็นร่องรอยแห่งทักษะในการขึ้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปและสร้างสรรค์ บางกรณีอาจเป็นร่องรอยที่ต้องอาศัยธรรมชาติร่วมสร้างสรรค์ด้วย เช่น รอยเปลวไฟและเงาธรรมชาติที่ตามเลียติดอยู่บนพื้นผิว ผสมกับการปิดบังในบางตำแหน่งเพื่อขบเน้นให้เห็นชัด ร่องรอยที่ปรากฏลงบนผลงานเหล่านี้ ถ้าผู้ชมไม่พิจารณาให้ละเอียดก็จะคิดว่าเกิดขึ้นโดยบังเอิญหรือไม่ได้เจตนา แต่ถ้าพิจารณาให้ลึกซึ้งแล้ว จะพบว่าศิลปินหลายท่านเจตนาทิ้งร่องรอยเหล่านี้ไว้ เพราะจะแสดงให้เห็นถึงทักษะที่สูงส่งแล้ว ยังหมายถึงความคิดสร้างสรรค์ที่ยอดเยี่ยม และการแสดงออกถึงความเป็นตัวตน หรือลักษณะเฉพาะคน ได้อีกด้วย เพราะผลงานบางชิ้นถึงแม้จะไม่มีร่องรอยประทับหรือลายเซ็นเราก็สามารถแยกแยะได้ว่าเป็นของใคร โดยอาศัยร่องรอยแห่งทักษะเหล่านั้นนั่นเอง

**10. ความงามจากสมดุล (Balance)** ปกติเมื่อกล่าวถึงความสมดุลบุคคลทั่วไปก็มักจะคิดถึงหลักการจัดองค์ประกอบศิลป์ ในแง่ของภาพหรือน้ำหนักตามที่เราเห็น แต่สมดุลในประเด็นที่เราถกกล่าวถึงในงานเครื่องปั้นดินเผาชิ้นนั้นมีรายละเอียดที่ซับซ้อนและลุ่มลึกลงไปอีกมากมาย เพราะเมื่อเราเริ่มต้นพิจารณาเครื่องปั้นดินเผาใดๆ ก็ตาม แม้ชิ้นงานภายนอกจะดูว่ามีสัดส่วนที่เหมาะสมกลมกลืนหรือมีสีผิว สดสวยที่เราความสนใจเป็นอย่างยิ่งก็ตาม เรายังคงสรุปหรือตัดสินใจไปในทันทีไม่ได้ เพราะเราจะต้องพิจารณาอย่างตั้งใจหรืออยู่ในสมาธิ เพื่อให้เกิดการรับรู้ถึงสมดุลในผลงาน นอกจากสัดส่วนแล้วยังต้องพิจารณาให้ชัดเจนถึงความหนา-บาง ส่วน โคนหรือรูปทรงไปตลอดจนสีผิวทุกพื้นที่ที่ปรากฏให้เห็น รวมไปถึงกระทั่งถึงผิวสัมผัสที่จะสามารถตอบสนองให้รู้ได้ถึง ความประสานกลมกลืนตั้งแต่ส่วนล่างสุด ด้านข้าง ขอบปาก และส่วนที่เป็นลักษณะเด่นอื่นๆ จากนั้นจะต้องจับความรู้สึกที่มีต่อเนื้อดิน ร่องรอยการขึ้นรูปและการตกแต่ง เคลือบ ตลอดจนการเผาอันเป็นจุดแปรผันว่าทุกสิ่งทุกอย่างลงตัวอย่างสมบูรณ์แบบหรือไม่ สิ่งเหล่านี้ถ้าขาดหรือเกินล้วนแล้วแต่จะทำให้ความสมดุลบกพร่องไปทันที

เรื่องความงามของเครื่องปั้นดินเผา ได้กล่าวมาแล้วทั้งสิ้น 10 ประเด็น แต่ละประเด็นเป็นพื้นฐานเบื้องต้นที่สำคัญในการตัดสินใจ ผลงานที่ว่างามหรือมีคุณค่านั้นเกิดจากสิ่งใด ถ้าไม่ใช้ความรู้สึกเฉพาะตัวหรือความเคยชินจากประสบการณ์เดิมมาตัดสินแล้ว เชื่อว่าประเด็นความงามที่กล่าวมาแล้วคงจะเป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์ไม่ว่าจะเป็นไปเพื่อการศึกษา การค้า หรือเพื่อการสรรหาสำหรับตนเอง ผลงานที่ได้รับการยอมรับว่างามนั้น แต่ละชิ้นก็มีคุณค่าแห่งความงามต่างๆ กันไป บางชิ้นอาจจะมี ความงามในหลายลักษณะ เช่น มีรูปทรงที่ดี เนื้อดินสวย ตกแต่งด้วยเทคนิคที่ดี และมีการเผาที่สมบูรณ์แบบเรียกว่าสมดุล แต่ผลงานบางชิ้นอาจจะมีข้อโดดเด่นทางความงามน้อยประเด็นกว่า แต่สามารถแสดงออกได้บรรลุถึงเป้าหมายในด้านในด้านหนึ่งอย่างเด่นชัดก็ทำให้เกิดการยอมรับกันเป็นสากลได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่นจากแหล่งบ้านดงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก สามารถนำไปผสมกับเนื้อดินปั้นท้องถิ่นจากแหล่งอื่นๆ เพื่อให้คุณสมบัติตามที่ต้องการ โดยการผสมผสานกับวัสดุธรรมชาติ เช่น ทรายละเอียด และวัสดุที่เสียหลังการเผาจากกระบวนการผลิตที่เรียกว่า Grog เพื่อลดต้นทุนการใช้วัตถุดิบ เป็นต้น

5.3.1.2 นำผลการวิจัย ไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของส่วนผสมที่เหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผามีส่วนประกอบทางเคมี เพื่อเป็นแนวทางการควบคุมคุณภาพของเนื้อดินปั้น

5.3.1.3 ผู้ประกอบการสามารถนำข้อมูลจากการค้นคว้าผลการวิจัยนี้ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาเนื้อดินปั้นจากแหล่งอื่นๆ รูปแบบผลิตภัณฑ์ และข้อมูลในการทำวิจัยนี้ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดให้แก่ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์กระเบื้องดิน

5.3.1.4 ข้อมูลในวิจัยนี้ยังสามารถใช้ในเชิงวิชาการ ในด้านการทดสอบคุณสมบัติกายภาพของเนื้อดินปั้น การวิเคราะห์ข้อมูลของวัตถุดิบ และกระบวนการผลิตกระเบื้องดินเผา แนวคิดและรูปแบบผลิตภัณฑ์

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยต่อไป

การวิจัยต่อไปควรศึกษาเนื้อดินปั้นท้องถิ่นจากแหล่งอื่นๆ ควบคู่ไปด้วย เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้น และเป็นแนวทางการพัฒนา ควบคุมคุณภาพวัตถุดิบมีความเหมาะสมกับการผลิตผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา นอกจากนี้ควรใช้วัสดุที่หาง่าย เพื่อใช้ทดแทนวัสดุที่มีราคาแพงเช่น ทรายละเอียดใช้แทนหินฟันม้า(Quartz) ที่จะต้องสั่งซื้อซึ่งมีราคาแพง และวัสดุที่เสียหายที่เกิดจากกระบวนการผลิตนำกลับมาใช้ใหม่เช่นดินเชื้อ (Grog) เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต และเป็นแนวทางการในการรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมของสถานที่ประกอบการการผลิต

## บรรณานุกรม

- คมสัน เรืองโกศล. 2547. การศึกษาและพัฒนามาตรฐานและรูปแบบอิฐก่อดินสอพอง เพื่อใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง. สารนิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิตสาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารกระบัง  
คชินต์ สายอินทวงศ์. 2547. มองเส้นทางข้างหน้าของกระเบื้องดินเผาลำปาง. ที่ 8 ฉบับที่ 19 :  
วารสารเชรามิกส์
- จุมพล คีนตักและคณะ. 2521. ดิน. กรุงเทพฯ : กรมเศรษฐกิจวิทยา กรมทรัพยากรธรณี
- ชะโรthon ใจดี. 2548. การใช้ประโยชน์จากกากคั่วขี้เถ้าในการผลิตเชรามิกส์ : ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา จังหวัดลำปาง
- ทวี พรหมพฤกษ์. 2523. วิชาเครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์
- ทัศนีย์ ทองก้านเหลือง. 2547. เคลือบเมทัลลิกด้วยดินพื้นบ้านเมืองสุราษฎร์. ที่ 8 ฉบับที่ 19 :  
วารสารเชรามิกส์
- นวนน้อย บุญวงศ์. 2542. หลักการออกแบบ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- บริษัทเซอมาส จำกัด. 2551. บอลเคลย์. [Online]. Available : <http://www.cemas.com/ballclay.html>
- ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2537. ผลวิเคราะห์แร่ดินสุราษฎร์ธานี. บริษัท  
สมิทซ์ ซัพพลาย คอร์ปอเรชั่น จำกัด
- ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. ม.ป.ป. Feldspar Potash Chemical  
Analysis. บริษัทสมิทซ์ ซัพพลาย คอร์ปอเรชั่น จำกัด
- ปุลณรัตน์ พิษณุไพบูลย์. 2538. เครื่องเคลือบดินเผาเทคนิคแลวิีการสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ :  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พงศ์พันธ์ วรสุนทรโรสด และ วรพงศ์ วรสุนทรโรสด. 2549. วัสดุก่อสร้าง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น
- พิมพ์วัลย์ วัฒนภาส และสุมาลี ลิขิตวนิชกุล. 2544. การวิจัยและพัฒนาการเตรียมเนื้อดินปั้น  
ราชบุรี. การสัมมนาโครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาราชบุรี : กรม  
วิทยาศาสตร์บริการ
- ไพจิตร อังศิริวัฒน์. 2541. เนื้อดินเชรามิก. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์
- ภาวดี อังควัฒนะ. ม.ป.ป. เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับเชรามิกส์. ความรู้เบื้องต้นด้านวัสดุศาสตร์. กรุงเทพฯ  
: ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
- มนูญ ประชันคดี. ม.ป.ป. อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์ กระทรวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## (ต่อ)

ราชกิจจานุเบกษา. 2551. พระราชบัญญัติการมาตรฐานแห่งชาติ. [Online] : Available :  
<http://www.ratchakitcha.soc.go.th>

ราชกิจจานุเบกษา. 2529. กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาungหลังคา.  
 เล่มที่ 93 ตอนที่ 28 ฉบับที่ 187. [Online] : Available : <http://www.ratchakitcha.soc.go.th>

ราชกิจจานุเบกษา. 2529. กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น. เล่มที่  
 103 ตอนที่ 103 ฉบับที่ 1032. [Online] : Available : <http://www.ratchakitcha.soc.go.th>

ราชกิจจานุเบกษา. 2529. กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาผนัง. เล่มที่  
 103 ตอนที่ 110 ฉบับที่ 1034. [Online] : Available : <http://www.ratchakitcha.soc.go.th>

ศุภกา ปาลเปรม. 2551. เหล็กออกไซด์ : ความหลากหลายในเนื้อดินและเคลือบ. การแสดงศิลปะ  
 เครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ ครั้งที่ 14 ประจำปี 2551-2552 : ม.ป.ท

ศูนย์บริการข้อมูลอำเภอ กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. 2551. อำเภอวังทอง. [Online].  
 Available : <http://www.amphoe.com>

ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่อง กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2544. ความรู้ทั่วไป  
 เกี่ยวกับเซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 2 : ม.ป.ท

ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2008. ภาวะอุตสาหกรรม  
 เซรามิกส์และแนวโน้ม. [Online]. Available : <http://www.ryt9.com>

เสกพร ต้นศรีประภาศิริ. 2544. เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษเซรามิกส์ : มหาวิทยาลัย-  
 สงขลานครินทร์

สมศักดิ์ ขวลาวัณย์. 2549. เซรามิกส์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

สาทร ชลชาติภิญโญ. 2548. การวิจัยเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้าน (อิฐมอญ) จังหวัดนครศรีธรรมราช  
 : คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สาทร ชลชาติภิญโญ. 2547. ที่ว่างงามนันทันประการใจ. การแสดงศิลปะเครื่องปั้นดินเผา  
 แห่งชาติ. ครั้งที่ 12 กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง

สุพุมาด เล็กสวัสดิ์. 2548. เครื่องปั้นดินเผาพื้นฐานการออกแบบปฏิบัติงาน. กรุงเทพฯ : จุฬาลง-  
 กรณ์มหาวิทยาลัย

เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2536. เคลือบขี้เถ้าพืช. กรุงเทพฯ : เจ.พีเอ็ม โปรเซส

อนันต์ศักดิ์ โชติมงคล. 2538. คู่มือจักเซรามิกส์ศึกษาไหน. วารสารเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท

อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543. วัตถุประสงค์ที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

อุดมศักดิ์ สารบุตร. 2549. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไปสู่มหาวิทยาลัยต่อไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ต่อ)

อำพล วัฒนรังสรรค์. 2537. การเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์. เอกสารประกอบสัมมนาเทคโนโลยี  
เซรามิกส์ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

Exteen blog. 2007. **Product-Design**. [Online]. Available : <http://www.product.exteen.com/2007>



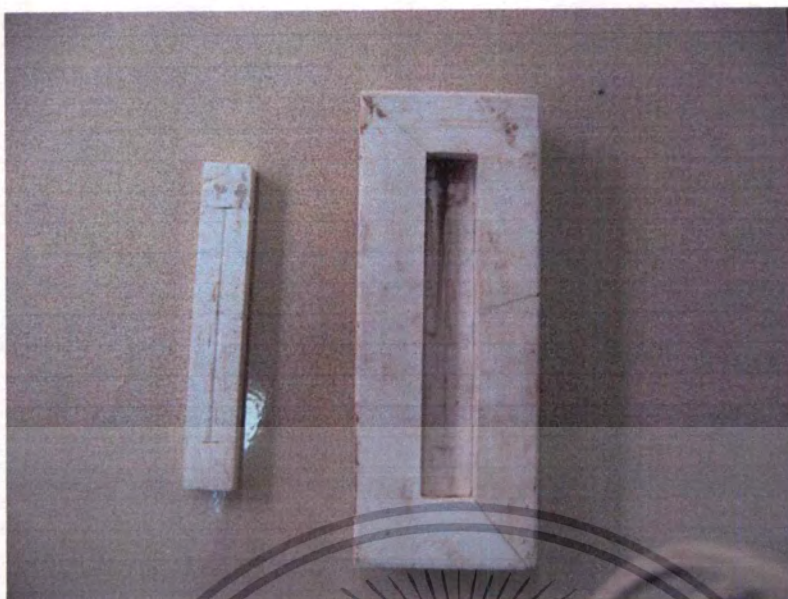
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

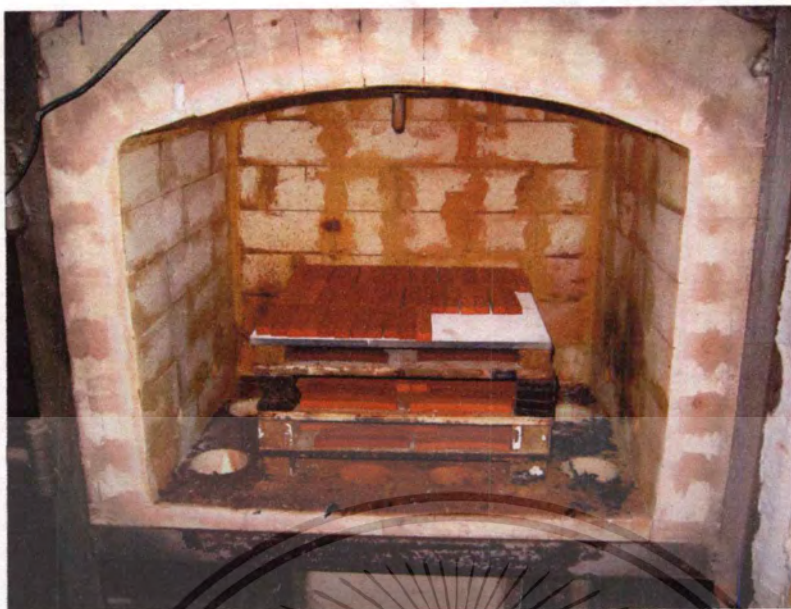


ภาพที่ ก.1 แสดงแบบพิมพ์อัดแท่งทดสอบ



ภาพที่ ก.2 แสดงเครื่องชั่งดิจิตอลที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก.3 แสดงเตาและการเผาชิ้นงานทดลอง



ภาพที่ ก.4 แสดงเครื่องวัดความแข็งแรงด้วยระบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

### เรื่อง

การพัฒนาเนื้อดินบ้นท้องถื่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา  
สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
บัณฑิตศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้ จัดทำขึ้นตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

ลักษณะของแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้แบ่งแบบสอบถามนี้ออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

**ตอนที่ 2** ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- |   |         |            |
|---|---------|------------|
| 5 | หมายถึง | มากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มาก        |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | น้อย       |
| 1 | หมายถึง | น้อยที่สุด |

**ตอนที่ 3** ข้อเสนอแนะของผู้ตอบแบบสอบถาม

ขอความกรุณาท่านได้พิจารณาตอบแบบสอบถามตามภาพความเป็นจริง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่ท่านตอบแบบสอบถามไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในโอกาสต่อไป และจะถือเป็นความลับในทุกๆ กรณี สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

นายพรชัย ปานทุ่ง

นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การนำ  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภค**  
**เรื่อง การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา**

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้ จัดทำขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้บริโภคเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย โดยข้อมูลที่จัดทำขึ้นจะนำไปวิเคราะห์ สรุป ในการทำวิจัยเท่านั้น

ให้ท่านทำเครื่องหมาย ( / ) ในวงเล็บและเขียนข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ

( ) อายุต่ำกว่า 25 ปี ( ) อายุ 26 - 30 ปี ( ) อายุ 31 - 35 ปี  
 ( ) อายุ 36 - 40 ปี ( ) อายุ 41 - 45 ปี ( ) อายุมากกว่า 45 ปีขึ้นไป

3. วุฒิการศึกษา

( ) มัธยมศึกษา 3 ( ) มัธยมศึกษา 6 ( ) ปวช.  
 ( ) ปวส. ( ) ปริญญาตรี ( ) ปริญญาโท  
 ( ) ปริญญาเอก

4. ประกอบอาชีพ

( ) รับราชการ ( ) บริษัทเอกชน ( ) รัฐวิสาหกิจ  
 ( ) สถาปนิก ( ) ก่อสร้าง ( ) เกษตรกรรม  
 ( ) อื่นๆ..(โปรดระบุ).....

5. รายได้ต่อเดือน

( ) ต่ำกว่า 7,000 บาท ( ) 7,001 – 10,000 บาท ( ) 10,001 – 15,000 บาท  
 ( ) 15,001 – 20,000 บาท ( ) 20,001 – 25,000 บาท ( ) 25,001 – 30,000 บาท  
 ( ) มากกว่า 30,001 บาทขึ้นไป

6. ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ใช้

( ) กระเบื้องดินเผาungหลังคา  
 ( ) กระเบื้องดินเผาปูพื้น  
 ( ) กระเบื้องดินเผาบุผนัง  
 ( ) อื่นๆ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตอนที่ 2. ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา**

คำชี้แจง : ให้ท่านทำเครื่องหมาย ( / ) ในวงเล็บ

| ความพึงพอใจ  | ระดับเกณฑ์ประเมิน |          |              |           |                 |
|--|-------------------|----------|--------------|-----------|-----------------|
|  | 5<br>มากที่สุด    | 4<br>มาก | 3<br>ปานกลาง | 2<br>น้อย | 1<br>น้อยที่สุด |
| <b>1. ด้านหน้าที่ใช้สอย</b>  |                   |          |              |           |                 |
| 1.1 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีประสิทธิภาพในด้านใช้สอยเป็นอย่างดี  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 1.2 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความเหมาะสมกับการใช้งานในด้านปูพื้น บุนนัง มุงหลังคา และยังกันความร้อนเป็นอย่างดี | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 1.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความสะดวกต่อการทำความสะอาดได้ง่าย   | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 1.4 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีน้ำหนักค่อนข้างมาก จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนทานและใช้ได้นานหลังการติดตั้ง | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| <b>2. ด้านความแข็งแรงทนทาน</b>   |                   |          |              |           |                 |
| 2.1 ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและคงทนต่อแรงกระแทก แรงกด  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.2 ผลิตภัณฑ์ไม่แตกร้าวเมื่อได้รับความร้อน ความชื้น  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คงสภาพเดิมเมื่อใช้เป็นเวลานาน   | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.4 พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนต่อการขีดถู และการชะล้าง   | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตอนที่ 2 (ต่อ)

| ความพึงพอใจ   | ระดับเกณฑ์ประเมิน  |          |                  |           |                     |
|---|--------------------|----------|------------------|-----------|---------------------|
|   | 5<br>มาก<br>ที่สุด | 4<br>มาก | 3<br>ปาน<br>กลาง | 2<br>น้อย | 1<br>น้อย<br>ที่สุด |
| <b>3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้</b>   |                    |          |                  |           |                     |
| 3.1 ผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่าง ที่เหมาะสม  | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 3.2 ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการปู การหยิบ<br>จับ และการติดตั้ง                  | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 3.3 รูปแบบผลิตภัณฑ์ มีความสะดวกกับ<br>การเกาะยึด เกี่ยว ติดตั้ง               | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 3.4 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีความปลอดภัย<br>ต่อการสัมผัส เช่น เดิน นั่ง ผิง  | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| <b>4. ด้านความสวยงาม</b>  |                    |          |                  |           |                     |
| 4.1 ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบสวยงามน่าใช้   | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 4.2 พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีสี สันสวยงามเหมาะสมกับ<br>การมุงหลังคา ปูพื้น และบุผนัง | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 4.3 รูปแบบกระเบื้องมีความสวยงาม เหมาะกับ<br>การปูพื้น บุผนัง มุงหลังคา        | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 4.4 รูปทรงผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง และมีเอก-<br>ลักษณะเฉพาะตัว                  | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |

## ตอนที่ 3. ข้อเสนอแนะของผู้ตอบแบบสอบถาม

## 1. ด้านหน้าที่ใช้สอย

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ด้านความแข็งแรงทนทาน

.....

.....

.....

## 3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้

.....

.....

.....

## 4. ด้านความสวยงาม

.....

.....

.....



ขอขอบพระคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

### เรื่อง

การพัฒนาเนื้อดินปนท้องถื่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระบือดินเผา

สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
บัณฑิตศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้ จัดทำขึ้นตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระบือดินเผา
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระบือดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

ลักษณะของแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้แบ่งแบบสอบถามนี้ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ

ดังนี้

- |   |         |            |
|---|---------|------------|
| 5 | หมายถึง | มากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มาก        |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | น้อย       |
| 1 | หมายถึง | น้อยที่สุด |

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์

ขอความกรุณาท่านได้พิจารณาตอบแบบสอบถามตามภาพความเป็นจริง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่ท่านตอบแบบสอบถามไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในโอกาสต่อไป และจะถือเป็นความลับในทุกๆ กรณี สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

นายพรชัย ปานทุ่ง

นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1. ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์

คำชี้แจง : ให้ท่านทำเครื่องหมาย (/) ในวงเล็บ

| ความพึงพอใจ  | ระดับเกณฑ์ประเมิน |          |              |           |                 |
|--|-------------------|----------|--------------|-----------|-----------------|
|  | 5<br>มากที่สุด    | 4<br>มาก | 3<br>ปานกลาง | 2<br>น้อย | 1<br>น้อยที่สุด |
| <b>1. ด้านวัสดุ</b>  |                   |          |              |           |                 |
| 1.1 เนื้อดินมีความเหมาะสม ในการผลิตภัณฑ์ กระเบื้องดินเผาประเภทมุงหลังคาปูพื้น บุผนัง   | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 1.2 ส่วนผสมวัตถุดิบที่นำมาผสมได้แก่หินปูนม้า ชนิดโปรแทสเซียมเฟลด์สปาร์ และดินคำสุราษฎร์ ที่ใช้มีความเหมาะสมในการพัฒนาเนื้อดินท้องถิ่น เพื่อใช้ในการผลิตกระเบื้องดินเผา   | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 1.3 เนื้อดินหลังเผา 1,100 องศาเซลเซียส มีสีที่เป็นเอกลักษณ์ เหมาะสมกับกระเบื้องดินเผา ชนิดไม่มีเคลือบและมีเคลือบความแตกต่างกับเนื้อดินท้องถิ่น อื่นๆ ในด้านสีของเนื้อดิน | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| <b>2. ด้านการทดสอบ</b>   |                   |          |              |           |                 |
| 2.1 การทดสอบสีหลังเผาของเนื้อดิน โดยพิจารณาจากการมองเห็น(ด้วยตาเปล่า) มีความเหมาะสม  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.2 การทดสอบความเหนียวของเนื้อดิน โดยการโค้งงอ มีความเหมาะสม   | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.3 การทดสอบการหดตัวก่อนเผา และหลังเผาโดยการวัดความยาวแห้งทดสอบ มีความเหมาะสม  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.4 การทดสอบความทนไฟ โดยเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสม  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตอนที่ 1. (ต่อ)

| ความพึงพอใจ  | ระดับเกณฑ์ประเมิน  |          |                  |           |                     |
|--|--------------------|----------|------------------|-----------|---------------------|
|  | 5<br>มาก<br>ที่สุด | 4<br>มาก | 3<br>ปาน<br>กลาง | 2<br>น้อย | 1<br>น้อย<br>ที่สุด |
| <b>3. ด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)</b>  |                    |          |                  |           |                     |
| 3.1 ส่วนผสมวัตถุดิบจากเนื้อดินบ้านคงคินทอง ดิน<br>คำสุราษฎร์ และหินฟันม้าชนิด โพรแทสเซียม<br>เฟลด์สปาร์ ทั้ง 3 ชนิด ที่ใช้เป็นไปตามเกณฑ์<br>ข้อกำหนด | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 3.2 การผลิตหรือการทำด้วยเครื่องจักร และทำด้วย<br>มือสอดคล้องกับมาตรฐานกำหนด  | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 3.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำ โดยวิธีการต้มแห้ง<br>ทดสอบ และแช่น้ำไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง มีความ<br>เหมาะสม  | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 3.4 การทดสอบความแข็งแรง โดยเครื่องหาค่า<br>MOR ด้วยระบบไฟฟ้า มีความเหมาะสม   | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |

## ตอนที่ 2. ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

## 1. ด้านวัสดุ

.....

.....

.....

## 2. ด้านการทดสอบ

.....

.....

.....

## 3. ด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอขอบพระคุณ

## แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

### เรื่อง

การพัฒนาเนื้อดินป่นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา

สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
บัณฑิตศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้ จัดทำขึ้นตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

ลักษณะของแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้แบ่งแบบสอบถามนี้ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- |   |         |            |
|---|---------|------------|
| 5 | หมายถึง | มากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มาก        |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | น้อย       |
| 1 | หมายถึง | น้อยที่สุด |

**ตอนที่ 2** ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์

ขอความกรุณาท่านได้พิจารณาตอบแบบสอบถามตามภาพความเป็นจริง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่ท่านตอบแบบสอบถามไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในโอกาสต่อไป และจะถือเป็นความลับในทุกๆ กรณี สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

นายพรชัย ปานทุ่ง

นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตอนที่ 1. ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์**

คำชี้แจง : ให้ท่านทำเครื่องหมาย (/) ในวงเล็บ

| ความพึงพอใจ  | ระดับเกณฑ์ประเมิน |          |              |           |                 |
|--|-------------------|----------|--------------|-----------|-----------------|
|  | 5<br>มากที่สุด    | 4<br>มาก | 3<br>ปานกลาง | 2<br>น้อย | 1<br>น้อยที่สุด |
| <b>1. ด้านหน้าที่ใช้สอย</b>  |                   |          |              |           |                 |
| 1.1 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีประสิทธิภาพในด้านใช้สอยเป็นอย่างดี  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 1.2 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความเหมาะสมกับการใช้งานในด้านปูพื้น บุนนัง มุงหลังคา และยังกันความร้อนเป็นอย่างดี | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 1.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความสะดวกต่อการทำความสะอาดได้ง่าย   | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 1.4 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีน้ำหนักค่อนข้างมาก จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนทานและใช้ได้นานหลังการติดตั้ง  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| <b>2. ด้านความแข็งแรงทนทาน</b>   |                   |          |              |           |                 |
| 2.1 ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและคงทนต่อแรงกระแทก แรงกด  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.2 ผลิตภัณฑ์ไม่แตกร้าวเมื่อได้รับความร้อน ความชื้น  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คงสภาพเดิมเมื่อใช้เป็นเวลานาน   | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.4 พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนต่อการขัดถู และการชะล้าง   | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตอนที่ 1. (ต่อ)

| ความพึงพอใจ  | ระดับเกณฑ์ประเมิน  |          |                  |           |                     |
|--|--------------------|----------|------------------|-----------|---------------------|
|  | 5<br>มาก<br>ที่สุด | 4<br>มาก | 3<br>ปาน<br>กลาง | 2<br>น้อย | 1<br>น้อย<br>ที่สุด |
| <b>3. ด้านความสะอาดสบายในการใช้</b>  |                    |          |                  |           |                     |
| 3.1 ผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่าง ที่เหมาะสม                                       | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 3.2 ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการปู การหยิบ<br>จับ และ การติดตั้ง                | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 3.3 รูปแบบผลิตภัณฑ์ มีความสะดวกกับ<br>การเกาะยึด เกี่ยว ติดตั้ง              | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 3.4 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีความปลอดภัย<br>ต่อการสัมผัส เช่น เดิน นั่ง ผิง | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| <b>4. ด้านความสวยงาม</b>   |                    |          |                  |           |                     |
| 4.1 ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบสวยงามน่าใช้  | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 4.2 พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีสีสันสวยงามเหมาะสมกับ<br>การมุงหลังคา ปูพื้น และบุผนัง | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 4.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีรูปแบบที่<br>เหมาะสม                          | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 4.4 รูปทรงผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง และมีเอก-<br>ลักษณะเฉพาะตัว                 | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |

## ตอนที่ 2. ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

## 1. ด้านหน้าที่ใช้สอย

.....

.....

.....

## 2. ด้านความแข็งแรงทนทาน

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้

.....

.....

.....

### 4. ด้านความสวยงาม

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

### เรื่อง

การพัฒนาเนื้อดินปนท้องถื่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา

สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
บัณฑิตศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้ จัดทำขึ้นตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา
2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาและประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค

ลักษณะของแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้แบ่งแบบสอบถามนี้ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตกระเบื้องดินเผา โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

|   |         |            |
|---|---------|------------|
| 5 | หมายถึง | มากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มาก        |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | น้อย       |
| 1 | หมายถึง | น้อยที่สุด |

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตกระเบื้องดินเผา

ขอความกรุณาท่านได้พิจารณาตอบแบบสอบถามตามภาพความเป็นจริง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่ท่านตอบแบบสอบถามไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในโอกาสต่อไป และจะถือเป็นความลับในทุกๆ กรณี สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

นายพรชัย ปานทุ่ง

นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1. ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ ด้านการผลิตกระเบื้องดินเผา  
คำชี้แจง : ให้ท่านทำเครื่องหมาย ( / ) ในวงเล็บ

| ความพึงพอใจ  | ระดับเกณฑ์ประเมิน |          |              |           |                 |
|--|-------------------|----------|--------------|-----------|-----------------|
|  | 5<br>มากที่สุด    | 4<br>มาก | 3<br>ปานกลาง | 2<br>น้อย | 1<br>น้อยที่สุด |
| <b>1. ด้านวัสดุ</b>  |                   |          |              |           |                 |
| 1.1 เนื้อดินมีความเหมาะสม ในการผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 1.2 ส่วนผสมวัตถุดิบ (Potassium Feldspare : ดินคำสุราษฎร์) ที่ใช้มีความเหมาะสมกับการผสมเนื้อดินท้องถิ่น เพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 1.3 การปรับปรุงคุณภาพของเนื้อดินมีเหมาะสมกับการผลิตผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาในด้านความแข็งแรง การดูดซึมน้ำ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์)                     | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 1.4 เนื้อดินมีความแตกต่างกับเนื้อดินท้องถิ่นอื่นๆ ในด้านสีของเนื้อดิน  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| <b>2. ด้านกระบวนการผลิต</b>  |                   |          |              |           |                 |
| 2.1 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยเครื่องจักร ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่น และแข็งแรง   | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.2 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยเครื่องจักร สามารถควบคุมคุณภาพ ขนาด และการผลิตเป็นจำนวนมาก   | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.3 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยมือ มีวิธีการผลิตที่สะดวก ง่ายต่อชิ้นงานที่ไม่มีความซับซ้อน  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |
| 2.4 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยมือ ต้องอาศัยความชำนาญของผู้ผลิต และการผลิตที่มีจำนวนไม่มาก  | .....             | .....    | .....        | .....     | .....           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตอนที่ 1. (ต่อ)

| ความพึงพอใจ   | ระดับเกณฑ์ประเมิน  |          |                  |           |                     |
|---|--------------------|----------|------------------|-----------|---------------------|
|   | 5<br>มาก<br>ที่สุด | 4<br>มาก | 3<br>ปาน<br>กลาง | 2<br>น้อย | 1<br>น้อย<br>ที่สุด |
| <b>3. ด้านรูปทรง</b>  |                    |          |                  |           |                     |
| 3.1 รูปทรงมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ  | .....              | .....    | .....            | .....     | .....               |
| 3.2 รูปทรงมีความสะดวกต่อการผลิต   |                    |          |                  |           |                     |
| 3.3 รูปทรงผลิตภัณฑ์ มีรูปแบบที่เหมาะสมกับการติดตั้ง (ปูพื้น มุงหลังคา บุผนัง) |                    |          |                  |           |                     |
| 3.4 รูปทรงผลิตภัณฑ์มีความสะดวกกับการทำแบบพิมพ์ในการขึ้นรูป                    |                    |          |                  |           |                     |

## ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

## 1. ด้านวัสดุ

.....

.....

.....

## 2. ด้านกระบวนการผลิต

.....

.....

.....

## 3. ด้านรูปทรง

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

## การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ (IOC)  
การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา  
สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2553

จัดทำโดย : นายพรชัย ปานทุ่ง รุ่นที่ 9 รหัสประจำตัว 49063604

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ดร.จตุรงค์ เกาหะเพ็ญแสง

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ : รศ.อุดมศักดิ์ สารินุตร

นำเสนอ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัตร พัฒนะ

อาจารย์ เพ็ชรพิณ ก่อวุฒิพงษ์

นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น หมายถึง การปรับปรุงเนื้อดินปั้นที่ใช้ในการผลิตกระเบื้องดินเผา ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติปรากฏทั่วไปในท้องถิ่นบ้านคงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก

กระเบื้องดินเผา หมายถึง วัสดุก่อสร้างทำจากดินเผาประเภท กระเบื้องดินเผาปูพื้น กระเบื้องดินเผามุงหลังคา กระเบื้องดินเผาบุผนัง

กระเบื้องดินเผามุงหลังคา หมายถึง วัสดุซึ่งทำจากดิน ผสมกับวัสดุอื่น นำไปอัดเป็นรูปกระเบื้องขนาดต่างๆ แล้วนำไปเผาชนิดไม่เคลือบ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องมุงหลังคา มาตรฐานเลขที่ มอก. 158 – 2518)

กระเบื้องดินเผาปูพื้น หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอัด (Pressing) ดินและส่วนผสมอื่นๆ เช่น หิน ทราช ทราย สี เป็นต้น แล้วเผาที่อุณหภูมิไม่น้อยกว่า 1,000 องศาเซลเซียสชนิดไม่เคลือบ มีลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแผ่นใช้ในการปูพื้น (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาปูพื้น มาตรฐานเลขที่ มอก. 37 – 2529)

กระเบื้องดินเผาบุผนัง หมายถึง วัตถุดิบซึ่งทำมาจากส่วนผสมดินเหนียว (Plastic clay or ball clay) ดินขาว (White clay or kaolin) ททรายหรือหินบางชนิด และวัตถุดิบอื่นๆ วัตถุดิบเหล่านี้เตรียมขึ้น แล้วอัดผ่านแม่พิมพ์ (Die) ด้วยแรงอัดความสูง และเผาที่อุณหภูมิสูงกว่า 800 องศาเซลเซียส กระเบื้องดินเผาบุผนังดังกล่าวนี้เป็นกระเบื้องบาง เนื้อดินมีความพรุนตัว มีสีขาวหรือสีอื่น เป็นมันหรือด้าน หรืออาจมีลวดลายต่างๆ เผาครั้งหรือสองครั้ง กระเบื้องส่วนใหญ่มีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่อาจมีรูปร่างอื่นได้นอกจากนี้มีกระเบื้องประกอบ (Fittings) ด้วย (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผาบุผนัง มาตรฐานเลขที่ มอก. 36 – 2516)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ หมายถึง การปรับปรุงผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้สนใจให้ ได้ดียิ่งขึ้น

ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า หมายถึง แผนผังตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าที่ใช้สำหรับคำนวณหาอัตราส่วนผสมวัตถุดิบ โดยใช้วัตถุดิบ 3 ชนิดมาผสม เพื่อพัฒนาคุณสมบัติของเนื้อดินในการผลิตกระเบื้องดินเผา

กรรมวิธีการผลิต หมายถึง การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาที่เหมาะสมกับการออกแบบมากที่สุดซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกรวดเร็ว เช่น ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องจักร ด้วยวิธีการอัด

คุณสมบัติทางกายภาพ หมายถึง การทดสอบสมบัติที่สามารถจับต้องได้ วัดได้ ใช้สายตาในการตรวจสอบ สัมผัสหรือการใช้เครื่องมือในการทดสอบ

ความเหนียวของเนื้อดิน หมายถึง การนำเนื้อดินคลึงเป็นเส้นกลมขนาดเท่าดินสอด่แล้วงอเหมือนรูปวงแหวน สังเกตว่าดินทิ้งอแล้วจะแตกร้าวหรือไม่

การหดตัวก่อนเผาและหลังเผา หมายถึง กำหนดตัวของชั้นทดลองโดยการวัดความยาวหลังอบ และเผาที่อุณหภูมิกำหนด ในบรรยากาศที่สมบูรณ์ (Oxidation)

สีหลังเผา หมายถึง ลักษณะสีที่ปรากฏของชั้นทดลองหลังเผาที่อุณหภูมิกำหนดการเผาในบรรยากาศที่สมบูรณ์ (Oxidation)

การดูดซึมน้ำ หมายถึง ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินหาได้จากชั้นทดลองที่ผ่านการเผาแล้ว

ความแข็งแรง หมายถึง การทดสอบค่ารับแรงกดโดยนำเนื้อดินมาขึ้นรูปชั้นทดลองเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาด 12 เซนติเมตร กว้าง 3 เซนติเมตร หนา 1.5 เซนติเมตร เผาที่อุณหภูมิกำหนด ในบรรยากาศที่สมบูรณ์ (Oxidation)

ความทนไฟ หมายถึง เนื้อดินที่สามารถทนความร้อนจากการเผาในอุณหภูมิ 1,100

องศาเซลเซียส ในบรรยากาศที่สมบูรณ์ (Oxidation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความชำนาญหรือเกี่ยวข้องด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้าน วัสดุศาสตร์ และด้านผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เเผาในด้านหน้าที่ใช้สอย ความแข็งแรงทนทาน ความสะดวกสบายในการใช้ และความสวยงาม

### 1. แบบประเมินผู้เชี่ยวชาญ ด้านวัสดุศาสตร์

**คำชี้แจง :** โปรดพิจารณาข้อคำถามในแต่ละข้อที่แนบมาตรงกับนิยามศัพท์เฉพาะหรือไม่โดยให้กา เครื่องหมาย (/) ลงในช่อง + 1 ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย  
0 ข้อคำถามไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย  
- 1 ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

#### ตัวอย่าง

| รายการ  | ผลการพิจารณา |       |         |       |            |
|---|--------------|-------|---------|-------|------------|
|   | มากที่สุด    | มาก   | ปานกลาง | น้อย  | น้อยที่สุด |
| 1. วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมกับการผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา | ...../.....  | ..... | .....   | ..... | .....      |

#### ความหมาย

1. ด้านวัสดุ หมายถึง เนื้อดินบ้านดงดินทอง ซึ่งเป็นดินทองถิ่นจากแหล่งบ้านดงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก ผสมกับเนื้อดินคำสุราษฎร์ และหินฟืนม้าชนิดโปรแทสเซียม เฟลด์สปาร์ เพื่อพัฒนาให้เนื้อดินมีความเหมาะสมในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทมุงหลังคา ปูพื้น บุผนัง ซึ่งเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ทำให้เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวในด้านสีหลังเผาของ ผลิตภัณฑ์ไม่เคลือบและชนิดเคลือบ

2. ด้านการทดสอบ หมายถึง การหาค่าคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินก่อนเผาและ หลังเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส ในด้านสีหลังเผาโดยการสังเกตด้วยตาเปล่า ด้านความเหนียว ด้วยการโค้งงอ ด้านการหดตัวก่อนเผา โดยวัดความยาวแท่งทดสอบขนาด 14 x 2 x 1 เซนติเมตรก่อนเผาและหลังอบ และด้านการหดตัวหลังเผาโดยการวัดความยาวแท่งทดสอบก่อนอบ และหลังการเผา และด้านความทนไฟโดยเผาในที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

3. ด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา หมายถึง เกณฑ์ที่กำหนด ด้านส่วนผสมที่ระบุไว้โดยมีวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายชนิดมาผสมกัน การทำด้วยเครื่องจักร ทำด้วยมือเผาที่ อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส นำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามคุณลักษณะที่ต้องการของ เครื่องปั้นดินเผาประเภทมุงหลังคา เครื่องปั้นดินเผาปูพื้น เครื่องปั้นดินเผาบุผนัง ประเภทเคลือบและไม่เคลือบ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในด้านการดูดซึมน้ำ โดยนำไปต้มน้ำให้เดือดและแช่ไว้ 24 ชั่วโมง ด้านความแข็งแรงโดยการทดสอบจากเครื่องวัดค่า MOR ด้วยระบบไฟฟ้า

ตารางที่ ข. 1 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินวัสดุศาสตร์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุศาสตร์

| รายการ   | ระดับการประเมิน |   |    | ความคิดเห็น/<br>ข้อเสนอแนะ |
|--|-----------------|---|----|----------------------------|
|  | -1              | 0 | +1 |                            |
| <b>1. ด้านวัสดุ</b>  |                 |   |    |                            |
| 1.1 เนื้อดินมีความเหมาะสม ในการผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาประเภทมุงหลังคา ปูพื้น ผนัง   |                 |   |    |                            |
| 1.2 ส่วนผสมวัตถุดิบที่นำมาผสมได้แก่หินปูนม้าชนิดโปรแทสเซียมเฟลด์สปาร์ และดินคำสุราษฎร์ที่ใช้มีความเหมาะสมในการพัฒนาเนื้อดินท้องถิ่น เพื่อใช้ในการผลิตกระเบื้องดินเผา     |                 |   |    |                            |
| 1.3 เนื้อดินหลังเผา 1,100 องศาเซลเซียส มีสีที่เป็นเอกลักษณ์ เหมาะสมกับกระเบื้องดินเผา ชนิดไม่มีเคลือบ และมีเคลือบความแตกต่างกับเนื้อดินท้องถิ่นอื่นๆ ในด้านสีของเนื้อดิน |                 |   |    |                            |
| <b>2. ด้านการทดสอบ</b>   |                 |   |    |                            |
| 2.1 การทดสอบสีหลังเผาของเนื้อดิน โดยพิจารณาจากการมองเห็น(ด้วยตาเปล่า) มีความเหมาะสม  |                 |   |    |                            |
| 2.2 การทดสอบความเหนียวของเนื้อดินโดยการ โคงงอ มีความเหมาะสม  |                 |   |    |                            |
| 2.3 การทดสอบการหดตัวก่อนเผา และหลังเผาโดยการวัดความยาวแห้งทดสอบ มีความเหมาะสม  |                 |   |    |                            |
| 2.4 การทดสอบความทนไฟ โดยเผาที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสม  |                 |   |    |                            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ข. 1 (ต่อ)

| รายการ   | ระดับการประเมิน |   |    | ความคิดเห็น/<br>ข้อเสนอแนะ |
|--|-----------------|---|----|----------------------------|
|  | -1              | 0 | +1 |                            |
| <b>3. ด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)</b>  |                 |   |    |                            |
| 3.1 ส่วนผสมวัตถุดิบจากเนื้อดินบ้านคงดินทอง ดินดำ สุราษฎร์ และหินฟันม้าชนิดโปรแทสเซียมเฟลด์สปาร์ ทั้ง 3 ชนิด ที่ใช้เป็นไปตามเกณฑ์ข้อกำหนด |                 |   |    |                            |
| 3.2 การผลิตหรือการทำด้วยเครื่องจักร และทำด้วยมือ สอดคล้องกับมาตรฐานกำหนด   |                 |   |    |                            |
| 3.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำ โดยวิธีการต้มแห้งทดสอบ และแช่น้ำไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง มีความเหมาะสม  |                 |   |    |                            |
| 3.4 การทดสอบความแข็งแรง โดยเครื่องหาค่า MOR ด้วยระบบไฟฟ้า มีความเหมาะสม  |                 |   |    |                            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. แบบประเมินผู้เชี่ยวชาญ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์

**คำชี้แจง :** โปรดพิจารณาข้อคำถามในแต่ละข้อที่แนบมาตรงกับนิยามศัพท์เฉพาะหรือไม่ โดยให้กาเครื่องหมาย (/) ลงในช่อง + 1 ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

0 ข้อคำถามไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

- 1 ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

### ตัวอย่าง

| รายการ  | ผลการพิจารณา |       |         |       |            |
|---|--------------|-------|---------|-------|------------|
|   | มากที่สุด    | มาก   | ปานกลาง | น้อย  | น้อยที่สุด |
| 1. วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตมีความเหมาะสมในการผลิตกระเบื้องดินเผา | ...../.....  | ..... | .....   | ..... | .....      |

### ความหมาย

1. ด้านหน้าที่ใช้สอย หมายถึง การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์ เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน
2. ด้านความแข็งแรงทนทาน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และยังคงตอบสนองต่อหน้าที่เป็นเวลานานตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ
3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้ หมายถึง รูปร่างสัดส่วนที่เหมาะสม มีความปลอดภัยและง่ายต่อการใช้งาน
4. ด้านความสวยงาม หมายถึง ผลิตภัณฑ์มีรูปร่าง ขนาด สี สัน สวยงามน่าใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข. 2 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ สำหรับ  
ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์

| รายการ  | ระดับการประเมิน |   |    | ความคิดเห็น/<br>ข้อเสนอแนะ |
|---|-----------------|---|----|----------------------------|
|   | -1              | 0 | +1 |                            |
| <b>1. ด้านหน้าที่ใช้สอย</b>   |                 |   |    |                            |
| 1.1 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีประสิทธิภาพใน<br>ด้านใช้สอยเป็นอย่างดี   |                 |   |    |                            |
| 1.2 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความเหมาะสมกับ<br>การใช้งานในด้านปูพื้น บุผนัง มุงหลังคา และยั้งกัน<br>ความร้อนเป็นอย่างดี |                 |   |    |                            |
| 1.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความสะดวกต่อการ<br>ทำความสะอาดได้ง่าย  |                 |   |    |                            |
| 1.4 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีน้ำหนักค่อนข้าง<br>มาก จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนทานและ<br>ใช้ได้นานหลังการติดตั้ง  |                 |   |    |                            |
| <b>2. ด้านความแข็งแรงทนทาน</b>  |                 |   |    |                            |
| 2.1 ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและทนต่อแรง<br>กระแทก แรงกด   |                 |   |    |                            |
| 2.2 ผลิตภัณฑ์ไม่แตกร้าวเมื่อได้รับความร้อน<br>ความชื้น  |                 |   |    |                            |
| 2.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คงสภาพเดิมเมื่อใช้<br>เป็นเวลานาน  |                 |   |    |                            |
| 2.4 พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนต่อการขีด<br>ถู และการชะล้าง  |                 |   |    |                            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ข. 2 (ต่อ)

| รายการ  | ระดับการประเมิน |   |    | ความคิดเห็น/<br>ข้อเสนอแนะ |
|---|-----------------|---|----|----------------------------|
|   | -1              | 0 | +1 |                            |
| <b>3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้</b>                                       |                 |   |    |                            |
| 3.1 ผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่าง ที่เหมาะสม                                    |                 |   |    |                            |
| 3.2 ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการปู การหยิบจับ และ การติดตั้ง                 |                 |   |    |                            |
| 3.3 รูปแบบผลิตภัณฑ์ มีความสะดวกกับการเกาะยึด เกี่ยว ติดตั้ง               |                 |   |    |                            |
| 3.4 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความปลอดภัยต่อการสัมผัส เช่น เดิน นั่ง ผิง |                 |   |    |                            |
| <b>4. ด้านความสวยงาม</b>  |                 |   |    |                            |
| 4.1 ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบสวยงามน่าใช้   |                 |   |    |                            |
| 4.2 พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีสี สันสวยงาม เหมาะกับการมุงหลังคา ปูพื้น และบุผนัง  |                 |   |    |                            |
| 4.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีรูปแบบที่เหมาะสม                           |                 |   |    |                            |
| 4.4 รูปทรงผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง และมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว                   |                 |   |    |                            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. แบบประเมินผู้เชี่ยวชาญ ด้านการผลิตกระเบื้องดินเผา

คำชี้แจง : โปรดพิจารณาข้อคำถามในแต่ละข้อที่แนบมาตรงกับนิยามศัพท์เฉพาะหรือไม่โดยให้กาเครื่องหมาย (/) ลงในช่อง + 1 ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

0 ข้อคำถามไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

- 1 ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

#### ตัวอย่าง

| รายการ  | ผลการพิจารณา |       |         |       |            |
|---|--------------|-------|---------|-------|------------|
|   | มากที่สุด    | มาก   | ปานกลาง | น้อย  | น้อยที่สุด |
| 1. วัสดุที่ใช้มีความเหมาะสมกับการผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา | ...../.....  | ..... | .....   | ..... | .....      |

#### ความหมาย

1. ด้านวัสดุ หมายถึง วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตกระเบื้องดินเผา ได้แก่ เนื้อดินจากแหล่งบ้านดงดินทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เนื้อดินคำสุราษฎร์ และหินพื้นม้าชนิดโปแตสเซียมเฟลด์สปาร์

2. ด้านกระบวนการผลิต หมายถึง การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับการผลิตกระเบื้องดินเผา

3. ด้านรูปทรงผลิตภัณฑ์ หมายถึง รูปร่าง ขนาด ความกว้าง ยาว มีความสวยงาม เหมาะกับการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข. 3 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินด้านการผลิตกระเบื้องดินเผา สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านผู้ประกอบการผลิตกระเบื้องดินเผา

| รายการ   | ระดับการประเมิน |   |    | ความคิดเห็น/<br>ข้อเสนอแนะ |
|--|-----------------|---|----|----------------------------|
|  | -1              | 0 | +1 |                            |
| <b>1. ด้านวัสดุ</b>  |                 |   |    |                            |
| 1.1 เนื้อดินมีความเหมาะสม ในการผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา  |                 |   |    |                            |
| 1.2 ส่วนผสมวัตถุดิบ (Potassium Feldspare : ดินคำสุราษฎร์) ที่ใช้มีความเหมาะสมกับการผสมเนื้อดินท้องถิ่น เพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา |                 |   |    |                            |
| 1.3 การปรับปรุงคุณภาพของเนื้อดินมีเหมาะสมกับการผลิตผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผาในด้านความแข็งแรง การดูดซึมน้ำ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์)                     |                 |   |    |                            |
| 1.4 เนื้อดินมีความแตกต่างกับเนื้อดินท้องถิ่นอื่นๆ ในด้านสีของเนื้อดิน  |                 |   |    |                            |
| <b>2. ด้านกระบวนการผลิต</b>  |                 |   |    |                            |
| 2.1 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยเครื่องจักร ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่น และแข็งแรง   |                 |   |    |                            |
| 2.2 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยเครื่องจักรสามารถควบคุมคุณภาพ ขนาด และการผลิตเป็นจำนวนมาก  |                 |   |    |                            |
| 2.3 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยมือ มีวิธีการผลิตที่สะดวก ง่ายต่อชิ้นงานที่ไม่มีความซับซ้อน  |                 |   |    |                            |
| 2.4 การผลิตกระเบื้องดินเผาด้วยมือ ต้องอาศัยความชำนาญของผู้ผลิต และการผลิตที่มีจำนวนไม่มาก  |                 |   |    |                            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ข. 3 (ต่อ)

| รายการ  | ระดับการประเมิน |   |    | ความคิดเห็น/<br>ข้อเสนอแนะ |
|---|-----------------|---|----|----------------------------|
|   | -1              | 0 | +1 |                            |
| <b>3. ด้านรูปทรง</b>  |                 |   |    |                            |
| 3.1 รูปทรงมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ  |                 |   |    |                            |
| 3.2 รูปทรงมีความสะดวกต่อการผลิต   |                 |   |    |                            |
| 3.3 รูปทรงผลิตภัณฑ์ มีรูปแบบที่เหมาะสมกับการติดตั้ง (ปูพื้น มุงหลังคา บุผนัง) |                 |   |    |                            |
| 3.4 รูปทรงผลิตภัณฑ์มีความสะดวกกับการทำแบบพิมพ์ในการขึ้นรูป                    |                 |   |    |                            |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. แบบประเมินด้านความพึงพอใจของผู้บริโภคในรูปแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา

คำชี้แจง : โปรดพิจารณาข้อคำถามในแต่ละข้อที่แนบมาตรงกับนิยามศัพท์เฉพาะหรือไม่ โดยให้กาเครื่องหมาย (/) ลงในช่อง + 1 ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

0 ข้อคำถามไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

- 1 ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

#### ตัวอย่าง

| รายการ  | ผลการพิจารณา |       |         |       |            |
|---|--------------|-------|---------|-------|------------|
|   | มากที่สุด    | มาก   | ปานกลาง | น้อย  | น้อยที่สุด |
| 1. วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตมีความเหมาะสมในการผลิตกระเบื้องดินเผา | ...../.....  | ..... | .....   | ..... | .....      |

#### ความหมาย

1. ด้านหน้าที่ใช้สอย หมายถึง การออกแบบเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์ เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยและการใช้งาน
2. ด้านความแข็งแรงทนทาน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และยังคงตอบสนองต่อหน้าที่เป็นเวลานานตามคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้นๆ
3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้ หมายถึง รูปร่างสัดส่วนที่เหมาะสม มีความปลอดภัยและง่ายต่อการใช้งาน
4. ด้านความสวยงาม หมายถึง ผลิตภัณฑ์มีรูปร่าง ขนาด สี สัน สวยงามน่าใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข. 4 แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ สำหรับ  
ผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์

| รายการ   | ระดับการประเมิน |   |    | ความคิดเห็น/<br>ข้อเสนอแนะ |
|--|-----------------|---|----|----------------------------|
|  | -1              | 0 | +1 |                            |
| <b>1. ด้านหน้าที่ใช้สอย</b>  |                 |   |    |                            |
| 1.1 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีประสิทธิภาพใน<br>ด้านใช้สอยเป็นอย่างดี  |                 |   |    |                            |
| 1.2 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความเหมาะสมกับ<br>การใช้งานในด้านปูพื้น บุนนัง มุงหลังคา และยั้งกัน<br>ความร้อนเป็นอย่างดี    |                 |   |    |                            |
| 1.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีความสะดวกต่อการ<br>ทำความสะอาดได้ง่าย   |                 |   |    |                            |
| 1.4 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา มีน้ำหนักค่อนข้าง-<br>มาก จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนทานและ<br>ใช้ได้ยาวนานหลังการติดตั้ง |                 |   |    |                            |
| <b>2. ด้านความแข็งแรงทนทาน</b>   |                 |   |    |                            |
| 2.1 ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและทนต่อแรง<br>กระแทก แรงกด  |                 |   |    |                            |
| 2.2 ผลิตภัณฑ์ไม่แตกร้าวเมื่อได้รับความร้อน<br>ความชื้น   |                 |   |    |                            |
| 2.3 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผา คงสภาพเดิมเมื่อใช้<br>เป็นเวลานาน   |                 |   |    |                            |
| 2.4 พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนต่อการขีด<br>ถู และการชะล้าง   |                 |   |    |                            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ ข. 4 (ต่อ)

| รายการ   | ระดับการประเมิน |   |    | ความคิดเห็น/<br>ข้อเสนอแนะ |
|--|-----------------|---|----|----------------------------|
|  | -1              | 0 | +1 |                            |
| <b>3. ด้านความสะดวกสบายในการใช้</b>                                      |                 |   |    |                            |
| 3.1 ผลิตภัณฑ์มีขนาด รูปร่าง ที่เหมาะสม                                   |                 |   |    |                            |
| 3.2 ผลิตภัณฑ์มีความสะดวกในการปู การหยิบจับ และ การติดตั้ง                |                 |   |    |                            |
| 3.3 รูปแบบผลิตภัณฑ์ มีความสะดวกกับการเกาะยึด เกี่ยว ติดตั้ง              |                 |   |    |                            |
| 3.4 ผลิตภัณฑ์กระเบื้องดินเผามีความปลอดภัยต่อการสัมผัส เช่น เดิน นั่ง พิง |                 |   |    |                            |
| <b>4. ด้านความสวยงาม</b>   |                 |   |    |                            |
| 4.1 ผลิตภัณฑ์มีรูปแบบสวยงามน่าใช้  |                 |   |    |                            |
| 4.2 พื้นผิวผลิตภัณฑ์มีสี สันสวยงามเหมาะกับการมุงหลังคา ปูพื้น และบุผนัง  |                 |   |    |                            |
| 4.3 รูปแบบกระเบื้องมีความสวยงามเหมาะกับการปูพื้น บุษนัง มุงหลังคา        |                 |   |    |                            |
| 4.4 รูปทรงผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง และมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว                  |                 |   |    |                            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค.

## การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอัตรารุ่นผสมวัดดูดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 แสดงค่าทางคุณสมบัติทางกายภาพอัตราส่วนสมบัติในด้านการหดตัวก่อนเผา การหดตัวหลังเผา การดูดซึมน้ำ

| ดินบ้านดงทอง | ดินดำสุราษฎร์ | โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ | ค่าการหดตัวก่อนเผา |                   |                   | ค่าการหดตัวหลังเผา |                   |                   | ค่าการดูดซึมน้ำ     |                     |                    |      |
|--------------|---------------|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------|
|              |               |                      | ความยาวเปียก / ซม. | ความยาวแห้ง / ซม. | การหดตัว (ร้อยละ) | ความยาวเปียก / ซม. | ความยาวแห้ง / ซม. | การหดตัว (ร้อยละ) | น.น. ก่อนต้ม (กรัม) | น.น. หลังต้ม (กรัม) | ดูดซึมน้ำ (ร้อยละ) |      |
| 1            | 10            | 10                   | 10                 | 9.56              | 4.40              | 10                 | 10                | 8.64              | 13.60               | 38.24               | 40.04              | 4.50 |
| 2            | 10            | 20                   | 10                 | 9.48              | 5.24              | 10                 | 10                | 8.57              | 14.30               | 39.73               | 41.22              | 3.61 |
| 3            | 20            | 10                   | 10                 | 9.49              | 5.06              | 10                 | 10                | 8.93              | 10.70               | 47.29               | 50.23              | 5.85 |
| 4            | 30            | 10                   | 10                 | 9.47              | 5.32              | 10                 | 10                | 8.26              | 17.40               | 36.87               | 37.71              | 2.23 |
| 5            | 20            | 20                   | 10                 | 9.42              | 5.82              | 10                 | 10                | 8.35              | 16.50               | 45.49               | 47.87              | 4.97 |
| 6            | 10            | 30                   | 10                 | 9.39              | 6.06              | 10                 | 10                | 8.38              | 16.20               | 45.96               | 48.25              | 4.75 |
| 7            | 10            | 40                   | 10                 | 9.41              | 5.86              | 10                 | 10                | 8.46              | 15.40               | 47.91               | 49.62              | 3.45 |
| 8            | 20            | 30                   | 10                 | 9.41              | 5.86              | 10                 | 10                | 8.36              | 16.40               | 46.30               | 47.63              | 2.79 |
| 9            | 50            | 20                   | 10                 | 9.35              | 6.50              | 10                 | 10                | 8.39              | 16.10               | 42.69               | 44.79              | 4.69 |
| 10           | 50            | 10                   | 10                 | 9.44              | 5.58              | 10                 | 10                | 8.38              | 16.20               | 36.39               | 37.1               | 1.91 |
| 11           | 40            | 10                   | 10                 | 9.42              | 5.76              | 10                 | 10                | 8.77              | 12.30               | 38.74               | 41.74              | 7.19 |
| 12           | 40            | 20                   | 10                 | 9.45              | 5.46              | 10                 | 10                | 8.51              | 14.90               | 39.98               | 41.62              | 3.94 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในสถานศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 วิชาการใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

| ดินบ้านดงทอง | ดินคำสุราษฎร์ | โปแตสเซียม<br>เฟลด์สปาร์ | ค่าการหัตว์ก่อนเผา           |                             |                      | ค่าการหัตว์หลังเผา           |                            |                          | ค่าการดูดซึมน้ำ              |                          |                       |
|--------------|---------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------------|
|              |               |                          | ความ<br>ยาว<br>เปียก/<br>ซม. | ความ<br>ยาว<br>แห้ง/<br>ซม. | การหดตัว<br>(ร้อยละ) | ความ<br>ยาว<br>เปียก/<br>ซม. | ความ<br>ยาวหลัง<br>เผา/ซม. | การหด<br>ตัว<br>(ร้อยละ) | นน.<br>ก่อน<br>ต้ม<br>(กรัม) | นน.<br>หลังต้ม<br>(กรัม) | ดูดซึมน้ำ<br>(ร้อยละ) |
| 40           | 30            | 30                       | 10                           | 9.32                        | 6.80                 | 10                           | 8.47                       | 15.30                    | 42.43                        | 46.96                    | 9.65                  |
| 40           | 20            | 40                       | 10                           | 9.32                        | 6.82                 | 10                           | 8.63                       | 13.70                    | 45.48                        | 47.59                    | 4.43                  |
| 40           | 10            | 50                       | 10                           | 9.35                        | 6.50                 | 10                           | 8.99                       | 10.10                    | 45.56                        | 51.41                    | 11.38                 |
| 30           | 10            | 60                       | 10                           | 9.42                        | 5.78                 | 10                           | 9.05                       | 9.50                     | 50.29                        | 56.11                    | 10.37                 |
| 30           | 20            | 50                       | 10                           | 9.36                        | 6.42                 | 10                           | 9.00                       | 10.00                    | 46.51                        | 47.79                    | 2.68                  |
| 30           | 30            | 40                       | 10                           | 9.35                        | 6.54                 | 10                           | 8.64                       | 13.60                    | 45.48                        | 50.14                    | 9.29                  |
| 30           | 40            | 30                       | 10                           | 9.40                        | 6.02                 | 10                           | 8.69                       | 13.10                    | 45.22                        | 46.53                    | 2.82                  |
| 30           | 50            | 20                       | 10                           | 9.43                        | 5.74                 | 10                           | 8.56                       | 14.40                    | 36.47                        | 38.52                    | 5.32                  |
| 30           | 60            | 10                       | 10                           | 9.44                        | 5.64                 | 10                           | 8.74                       | 12.60                    | 38.08                        | 41.9                     | 9.12                  |
| 20           | 70            | 10                       | 10                           | 9.40                        | 6.00                 | 10                           | 8.72                       | 12.80                    | 38.13                        | 41.28                    | 7.63                  |
| 20           | 60            | 20                       | 10                           | 9.26                        | 7.38                 | 10                           | 8.67                       | 13.30                    | 38.56                        | 40.95                    | 5.84                  |
| 20           | 50            | 30                       | 10                           | 9.36                        | 6.42                 | 10                           | 8.84                       | 11.60                    | 41.43                        | 46.22                    | 10.36                 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่สู่ภายนอก  
 หากกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

| ลำดับที่ | พื้นที่ดินบ้านดงทอง | ดินดำสุราษฎร์ | โปแตสเซียมเฟลด์สปาร์ | ค่าการหัตตัวก่อนเผา |                 |                    | ค่าการหัตตัวหลังเผา |                 |                    | ค่าการดูดซึมน้ำ   |                   |                       |
|----------|---------------------|---------------|----------------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
|          |                     |               |                      | ความยาวเบียด/ซม.    | ความยาวแห้ง/ซม. | การหัตตัว (ร้อยละ) | ความยาวเบียด/ซม.    | ความยาวแห้ง/ซม. | การหัตตัว (ร้อยละ) | นน.ก่อนต้ม (กรัม) | นน.หลังต้ม (กรัม) | นน.ดูดซึมน้ำ (ร้อยละ) |
| 25       | 20                  | 40            | 40                   | 10                  | 9.37            | 6.26               | 10                  | 8.62            | 13.80              | 43.91             | 45.23             | 2.92                  |
| 26       | 20                  | 30            | 50                   | 10                  | 9.37            | 6.26               | 10                  | 8.67            | 13.30              | 44.49             | 45.71             | 2.67                  |
| 27       | 20                  | 20            | 60                   | 10                  | 9.40            | 6.04               | 10                  | 9.00            | 10.00              | 48.18             | 50.79             | 5.14                  |
| 28       | 20                  | 10            | 70                   | 10                  | 9.53            | 4.68               | 10                  | 8.96            | 10.40              | 49.58             | 51.73             | 4.16                  |
| 29       | 10                  | 10            | 80                   | 10                  | 9.59            | 4.08               | 10                  | 9.26            | 7.40               | 45.31             | 49.04             | 7.61                  |
| 30       | 10                  | 20            | 70                   | 10                  | 9.51            | 4.94               | 10                  | 9.32            | 6.80               | 48.11             | 50.71             | 5.13                  |
| 31       | 10                  | 30            | 60                   | 10                  | 9.49            | 5.07               | 10                  | 9.09            | 9.10               | 45.45             | 50.73             | 10.41                 |
| 32       | 10                  | 40            | 50                   | 10                  | 9.28            | 7.16               | 10                  | 9.01            | 9.90               | 43.03             | 48.46             | 11.21                 |
| 33       | 10                  | 50            | 40                   | 10                  | 9.41            | 5.94               | 10                  | 8.86            | 11.40              | 44.64             | 49.28             | 9.42                  |
| 34       | 10                  | 60            | 30                   | 10                  | 9.25            | 7.54               | 10                  | 9.03            | 9.70               | 41.72             | 46.84             | 10.93                 |
| 35       | 10                  | 70            | 20                   | 10                  | 9.30            | 7.04               | 10                  | 8.87            | 11.30              | 38.04             | 41.27             | 7.83                  |
| 36       | 10                  | 80            | 10                   | 10                  | 9.29            | 7.14               | 10                  | 8.98            | 10.20              | 40.52             | 46.36             | 12.60                 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่องค์กรศึกษาและวิจัยเท่านั้น不得用于商业用途  
 องค์กรใด ๆ ที่สนใจอื่น ๆ ให้ติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติม และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเบรียงดินแอมงหลังคา ในด้านความแข็งแรง

| สูตรที่ | ดินบ้านคตของ | ดินดำสุราษฎร์ | โปเทสซีม<br>เฟลด์สปาร์ | ค่าความแข็งแรง(MOR)              |   |   |   |  |
|---------|--------------|---------------|------------------------|----------------------------------|---|---|---|--|
|         |              |               |                        | น้ำหนักแรงกด<br>ที่หัก/Kg<br>(L) | ระยะห่างของ<br>ดิมที่รองรับ<br>แผ่นทดสอบ /<br>ซม. (D) | ความกว้างของ<br>แผ่นทดสอบ /<br>ซม.<br>(b) | ความหนาของ<br>แผ่นทดสอบ /<br>ซม.<br>(d) | ค่าความ<br>แข็งแรง/<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 1       | 80           | 10            | 10                     | 18.60                            | 8.00  | 1.76                                      | 1.32                                    | 72.78  |
| 2       | 70           | 10            | 20                     | 21.10                            | 8.00  | 1.73                                      | 1.29                                    | 87.95  |
| 3       | 70           | 20            | 10                     | 18.70                            | 8.00  | 1.86                                      | 1.47                                    | 55.83  |
| 4       | 60           | 30            | 10                     | 20.70                            | 8.00  | 1.80                                      | 1.44                                    | 66.55  |
| 5       | 60           | 20            | 20                     | 22.20                            | 8.00  | 1.84                                      | 1.44                                    | 69.82  |
| 6       | 60           | 10            | 30                     | 21.00                            | 8.00  | 1.83                                      | 1.45                                    | 65.50  |
| 7       | 50           | 10            | 40                     | 20.90                            | 8.00  | 1.85                                      | 1.44                                    | 65.38  |
| 8       | 50           | 20            | 30                     | 21.40                            | 8.00  | 1.88                                      | 1.42                                    | 67.74  |
| 9       | 50           | 30            | 20                     | 20.00                            | 8.00  | 1.77                                      | 1.41                                    | 68.20  |
| 10      | 50           | 40            | 10                     | 22.70                            | 8.00  | 1.80                                      | 1.33                                    | 85.55  |
| 11      | 40           | 50            | 10                     | 20.50                            | 8.00  | 1.91                                      | 1.30                                    | 76.21  |
| 12      | 40           | 40            | 20                     | 18.90                            | 8.00  | 1.84                                      | 1.32                                    | 70.74  |

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

| สูตรที่ | ดินบ้านดงทอง | ดินตำราษฏร์ | โปแตสเซียม<br>เฟลด์สปาร์ | ค่าความแข็งแรง(MOR)              |   |  |                                      |  |
|---------|--------------|-------------|--------------------------|----------------------------------|---|--|--------------------------------------|--|
|         |              |             |                          | น้ำหนักแรงกด<br>ที่หัก/Kg<br>(L) | ระยะห่างของ<br>ดิมที่รองรับ<br>แผ่นทดสอบ /<br>ซม. (D) | ความกว้างของ<br>แผ่นทดสอบ /<br>ซม. (b) | ความหนาของ<br>แผ่นทดสอบ /<br>ซม. (d) | ค่าความ<br>แข็งเกร่ง/<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 13      | 40           | 30          | 30                       | 21.10                            | 8.00  | 1.87                                   | 1.38                                 | 71.10  |
| 14      | 40           | 20          | 40                       | 21.60                            | 8.00  | 1.91                                   | 1.37                                 | 72.30  |
| 15      | 40           | 10          | 50                       | 19.90                            | 8.00  | 1.88                                   | 1.37                                 | 67.68  |
| 16      | 30           | 10          | 60                       | 19.60                            | 8.00  | 2.01                                   | 1.52                                 | 50.65  |
| 17      | 30           | 20          | 50                       | 21.70                            | 8.00  | 1.91                                   | 1.37                                 | 72.64  |
| 18      | 30           | 30          | 40                       | 21.60                            | 8.00  | 1.88                                   | 1.50                                 | 61.28  |
| 19      | 30           | 40          | 30                       | 21.10                            | 8.00  | 1.86                                   | 1.45                                 | 64.75  |
| 20      | 30           | 50          | 20                       | 21.00                            | 8.00  | 1.99                                   | 1.43                                 | 61.93  |
| 21      | 30           | 60          | 10                       | 20.90                            | 8.00  | 1.95                                   | 1.33                                 | 72.71  |
| 22      | 20           | 70          | 10                       | 22.70                            | 8.00  | 1.83                                   | 1.27                                 | 92.29  |
| 23      | 20           | 60          | 20                       | 18.20                            | 8.00  | 1.88                                   | 1.33                                 | 65.67  |
| 24      | 20           | 50          | 30                       | 21.20                            | 8.00  | 1.98                                   | 1.37                                 | 68.46  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 วิศวกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

| สูตรที่ | ดินบ้านดงทอง | ดินดำสุราษฎร์ | โปทสเซียม<br>เฟลด์สปาร์ | ค่าความแข็งแรง(MOR)              |   |  |  |  | ค่าความ<br>แข็งเกร็ง/<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---------|--------------|---------------|-------------------------|----------------------------------|---|--|--|--|--|
|         |              |               |                         | น้ำหนักแรงกด<br>ที่หัก/Kg<br>(L) | ระยะห่างของ<br>ดรัมที่รองรับ<br>แผ่นทดสอบ/<br>ซม. (D) | ความกว้างของ<br>แผ่นทดสอบ/<br>ซม.<br>(b) | ความหนาของ<br>แผ่นทดสอบ/<br>ซม.<br>(d) | ค่าความ<br>แข็งเกร็ง/<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |  |
| 25      | 20           | 40            | 40                      | 23.20                            | 8.00  | 1.92                                     | 1.39                                   | 75.05  |  |
| 26      | 20           | 30            | 50                      | 22.10                            | 8.00  | 1.90                                     | 1.41                                   | 70.21  |  |
| 27      | 20           | 20            | 60                      | 19.70                            | 8.00  | 1.99                                     | 1.49                                   | 53.51  |  |
| 28      | 20           | 10            | 70                      | 20.80                            | 8.00  | 1.98                                     | 1.44                                   | 60.79  |  |
| 29      | 10           | 10            | 80                      | 19.60                            | 8.00  | 2.10                                     | 1.48                                   | 51.13  |  |
| 30      | 10           | 20            | 70                      | 23.80                            | 8.00  | 1.87                                     | 1.43                                   | 74.69  |  |
| 31      | 10           | 30            | 60                      | 22.60                            | 8.00  | 1.94                                     | 1.34                                   | 77.85  |  |
| 32      | 10           | 40            | 50                      | 21.70                            | 8.00  | 2.00                                     | 1.40                                   | 66.43  |  |
| 33      | 10           | 50            | 40                      | 21.50                            | 8.00  | 1.99                                     | 1.36                                   | 70.10  |  |
| 34      | 10           | 60            | 30                      | 20.70                            | 8.00  | 1.91                                     | 1.38                                   | 68.29  |  |
| 35      | 10           | 70            | 20                      | 21.10                            | 8.00  | 2.00                                     | 1.42                                   | 62.79  |  |
| 36      | 10           | 80            | 10                      | 21.90                            | 8.00  | 2.02                                     | 1.38                                   | 68.31  |  |

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพกระเบื้องดินเผาปูพื้น ในด้านความแข็งแรง

| คู่อีที่ | ดินบ้านดงทอง | ดินดำสุราษฎร์ | โบแทสเซียม<br>เฟลด์สปาร์ | ค่าความแข็งแรง(เมก้าปาสกาล)             |   |  |  |  | ค่าความ<br>แข็งแกร่ง/<br>(เมก้าปาสกาล) |
|----------|--------------|---------------|--------------------------|---|---|--|--|--|--|
|          |              |               |                          | น้ำหนักแรงกด<br>ที่หัก/นิวตัน(N)<br>(L) | ระยะห่างของ<br>ลิ่มที่รองรับ<br>แผ่นทดสอบ/<br>มม. (D) | ความกว้างของ<br>แผ่นทดสอบ/<br>มม.<br>(b) | ความหนาของ<br>แผ่นทดสอบ/<br>มม.<br>(d) | ค่าความ<br>แข็งแกร่ง/<br>(เมก้าปาสกาล) |  |
| 1        | 80           | 10            | 10                       | 204.60                                  | 180   | 17.60                                    | 13.20                                  | 18.01                                  |  |
| 2        | 70           | 10            | 20                       | 232.10                                  | 180   | 17.30                                    | 12.90                                  | 21.77                                  |  |
| 3        | 70           | 20            | 10                       | 205.70                                  | 180   | 18.60                                    | 14.70                                  | 13.82                                  |  |
| 4        | 60           | 30            | 10                       | 227.70                                  | 180   | 18.00                                    | 14.40                                  | 16.47                                  |  |
| 5        | 60           | 20            | 20                       | 244.20                                  | 180   | 18.40                                    | 14.40                                  | 17.28                                  |  |
| 6        | 60           | 10            | 30                       | 231.00                                  | 180   | 18.30                                    | 14.50                                  | 16.21                                  |  |
| 7        | 50           | 10            | 40                       | 229.90                                  | 180   | 18.50                                    | 14.40                                  | 16.18                                  |  |
| 8        | 50           | 20            | 30                       | 235.40                                  | 180   | 18.80                                    | 14.20                                  | 16.77                                  |  |
| 9        | 50           | 30            | 20                       | 220.00                                  | 180   | 17.70                                    | 14.10                                  | 16.88                                  |  |
| 10       | 50           | 40            | 10                       | 249.70                                  | 180   | 18.00                                    | 13.30                                  | 21.17                                  |  |
| 11       | 40           | 50            | 10                       | 225.50                                  | 180   | 19.10                                    | 13.00                                  | 18.86                                  |  |
| 12       | 40           | 40            | 20                       | 207.90                                  | 180   | 18.40                                    | 13.20                                  | 17.51                                  |  |

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

| คู่มือ | ดินบ้านดงทอง | ดินคำสุราษฎร์ | โปสเทียม<br>เฟลด์สปาร์ | น้ำหนักแรงกด<br>ที่หกนิวตัน(N)<br>(L) | ค่าความแข็งแรง(เมก้าปาสกาล)                            |  |                                      |  | ค่าความ<br>แข็งเกร็ง/<br>(เมก้าปาสกาล) |
|--------|--------------|---------------|------------------------|---------------------------------------|--|--|--------------------------------------|--|--|
|        |              |               |                        |                                       | ระยะห่างของ<br>ลิ่มที่รองรับ<br>แผ่นทดสอบ /<br>มม. (D) | ความกว้างของ<br>แผ่นทดสอบ /<br>มม. (b) | ความหนาของ<br>แผ่นทดสอบ /<br>มม. (d) | ค่าความ<br>แข็งเกร็ง/<br>(เมก้าปาสกาล) |  |
| 13     | 40           | 30            | 30                     | 232.10                                | 180  | 18.70                                  | 13.80                                | 17.60                                  |  |
| 14     | 40           | 20            | 40                     | 237.60                                | 180  | 19.10                                  | 13.70                                | 17.90                                  |  |
| 15     | 40           | 10            | 50                     | 218.90                                | 180  | 18.80                                  | 13.70                                | 16.75                                  |  |
| 16     | 30           | 10            | 60                     | 215.60                                | 180  | 20.10                                  | 15.20                                | 12.54                                  |  |
| 17     | 30           | 20            | 50                     | 238.70                                | 180  | 19.10                                  | 13.70                                | 17.98                                  |  |
| 18     | 30           | 30            | 40                     | 237.60                                | 180  | 18.80                                  | 15.00                                | 15.17                                  |  |
| 19     | 30           | 40            | 30                     | 232.10                                | 180  | 18.60                                  | 14.50                                | 16.02                                  |  |
| 20     | 30           | 50            | 20                     | 231.00                                | 180  | 19.90                                  | 14.30                                | 15.33                                  |  |
| 21     | 30           | 60            | 10                     | 229.90                                | 180  | 19.50                                  | 13.30                                | 18.00                                  |  |
| 22     | 20           | 70            | 10                     | 249.70                                | 180  | 18.30                                  | 12.70                                | 22.84                                  |  |
| 23     | 20           | 60            | 20                     | 200.20                                | 180  | 18.80                                  | 13.30                                | 16.25                                  |  |
| 24     | 20           | 50            | 30                     | 233.20                                | 180  | 19.80                                  | 13.70                                | 16.94                                  |  |

ตารางที่ ค.3(ต่อ)

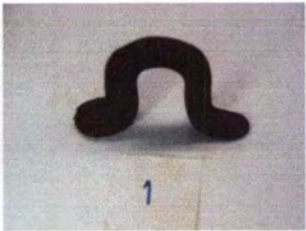

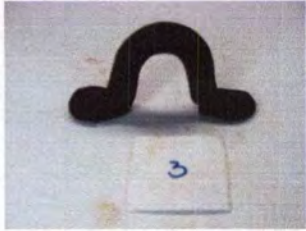
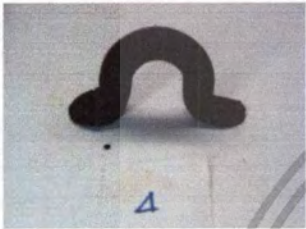








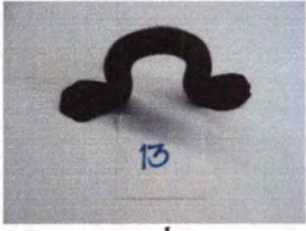
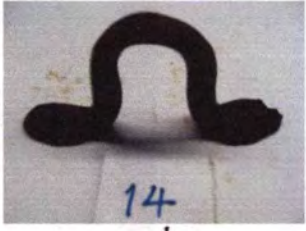
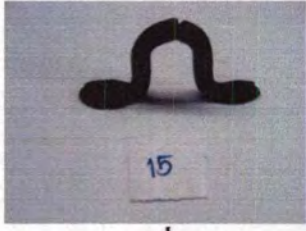
| สูตรที่ | ดินบ้านดงทอง | ดินตำสุราษฎร์ | โปแตสเซียม<br>เฟลด์สปาร์ | ค่าความแข็งแรง(เมกกาปาสกาล)             |  |  |                                      |                                      |
|---------|--------------|---------------|--------------------------|---|--|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
|         |              |               |                          | น้ำหนักแรงกด<br>ที่หัก/นิวตัน(N)<br>(L) | ระยะห่างของ<br>ลิ่มที่รองรับ<br>แผ่นทดสอบ /<br>มม. (D) | ความกว้างของ<br>แผ่นทดสอบ /<br>มม. (b) | ความหนาของ<br>แผ่นทดสอบ /<br>มม. (d) | ค่าความ<br>แข็งแรง/<br>(เมกกาปาสกาล) |
| 25      | 20           | 40            | 40                       | 255.20                                  | 180  | 19.20                                  | 13.90                                | 18.57                                |
| 26      | 20           | 30            | 50                       | 243.10                                  | 180  | 19.00                                  | 14.10                                | 17.38                                |
| 27      | 20           | 20            | 60                       | 216.70                                  | 180  | 19.90                                  | 14.90                                | 13.24                                |
| 28      | 20           | 10            | 70                       | 228.80                                  | 180  | 19.80                                  | 14.40                                | 15.05                                |
| 29      | 10           | 10            | 80                       | 215.60                                  | 180  | 21.00                                  | 14.80                                | 12.66                                |
| 30      | 10           | 20            | 70                       | 261.80                                  | 180  | 18.70                                  | 14.30                                | 18.49                                |
| 31      | 10           | 30            | 60                       | 248.60                                  | 180  | 19.40                                  | 13.40                                | 19.27                                |
| 32      | 10           | 40            | 50                       | 238.70                                  | 180  | 20.00                                  | 14.00                                | 16.44                                |
| 33      | 10           | 50            | 40                       | 236.50                                  | 180  | 19.90                                  | 13.60                                | 17.35                                |
| 34      | 10           | 60            | 30                       | 238.70                                  | 180  | 19.10                                  | 13.80                                | 17.72                                |
| 35      | 10           | 70            | 20                       | 232.10                                  | 180  | 20.00                                  | 14.20                                | 15.54                                |
| 36      | 10           | 80            | 10                       | 240.90                                  | 180  | 20.20                                  | 13.80                                | 16.91                                |



## ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในด้านการทดสอบ

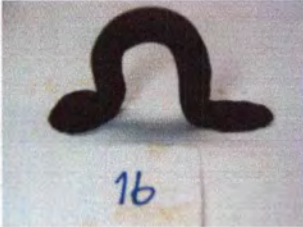








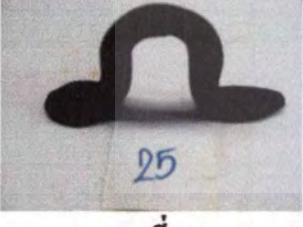




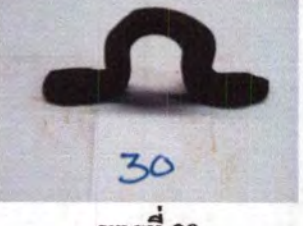
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 แสดงภาพการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพในด้านความเหนียว

|  |   |  |
|--|---|--|
|  <p>1</p> <p>สูตรที่ 1</p>     |  <p>2</p> <p>สูตรที่ 2</p>     |  <p>3</p> <p>สูตรที่ 3</p>     |
|  <p>4</p> <p>สูตรที่ 4</p>     |  <p>5</p> <p>สูตรที่ 5</p>     |  <p>6</p> <p>สูตรที่ 6</p>     |
|  <p>7</p> <p>สูตรที่ 7</p>    |  <p>8</p> <p>สูตรที่ 8</p>    |  <p>9</p> <p>สูตรที่ 9</p>    |
|  <p>10</p> <p>สูตรที่ 10</p> |  <p>11</p> <p>สูตรที่ 11</p> |  <p>12</p> <p>สูตรที่ 12</p> |
|  <p>13</p> <p>สูตรที่ 13</p> |  <p>14</p> <p>สูตรที่ 14</p> |  <p>15</p> <p>สูตรที่ 15</p> |

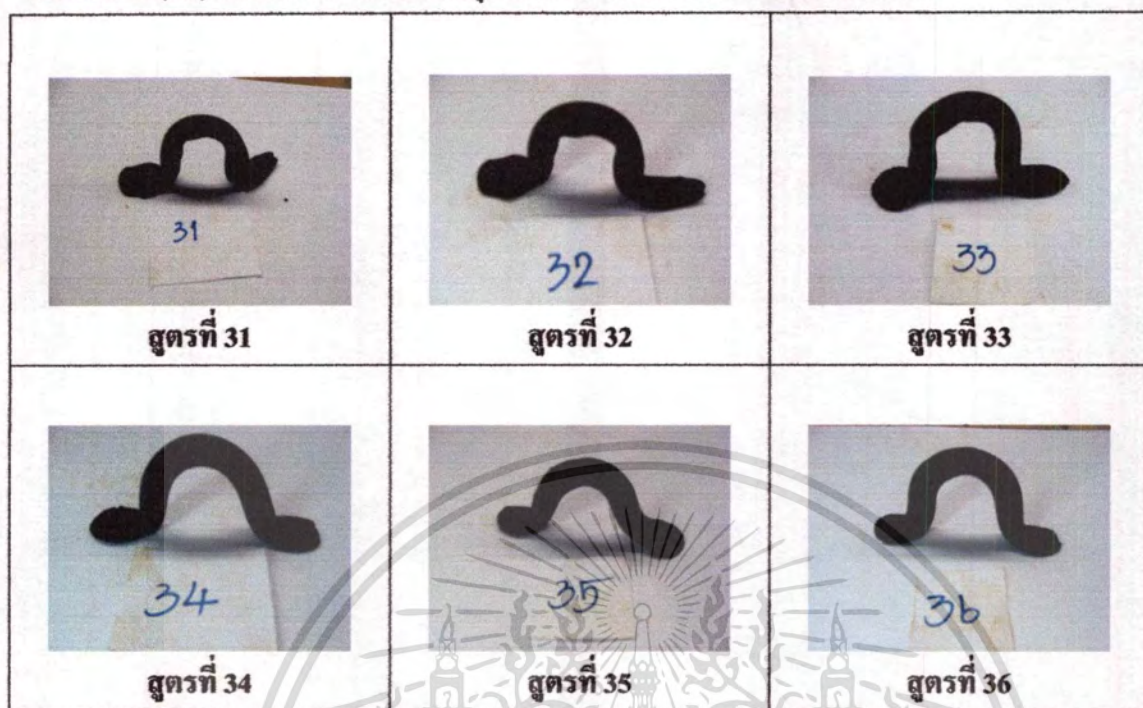
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1 (ต่อ) แสดงภาพการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพในด้านความเหนียว

|  |   |  |
|--|---|--|
|  <p>16</p> <p>สูตรที่ 16</p>   |  <p>17</p> <p>สูตรที่ 17</p>   |  <p>18</p> <p>สูตรที่ 18</p>   |
|  <p>19</p> <p>สูตรที่ 19</p>   |  <p>20</p> <p>สูตรที่ 20</p>   |  <p>21</p> <p>สูตรที่ 21</p>   |
|  <p>22</p> <p>สูตรที่ 22</p> |  <p>23</p> <p>สูตรที่ 23</p> |  <p>24</p> <p>สูตรที่ 24</p> |
|  <p>25</p> <p>สูตรที่ 25</p> |  <p>26</p> <p>สูตรที่ 26</p> |  <p>27</p> <p>สูตรที่ 27</p> |
|  <p>28</p> <p>สูตรที่ 28</p> |  <p>29</p> <p>สูตรที่ 29</p> |  <p>30</p> <p>สูตรที่ 30</p> |



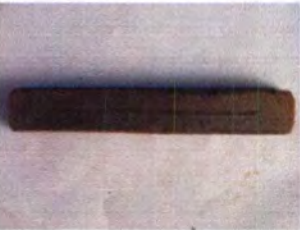


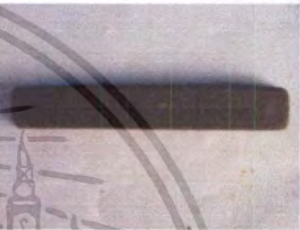








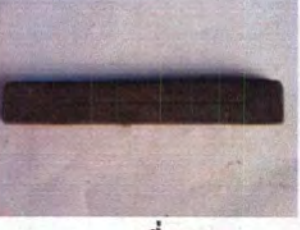
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.1(ต่อ) แสดงภาพการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพในด้านความเหนียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



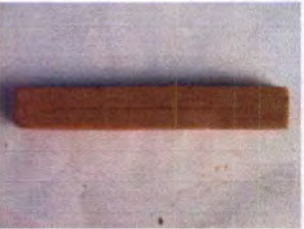
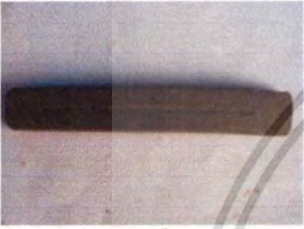
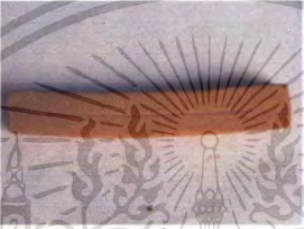










ตารางที่ ๖.2 แสดงภาพแท่งทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพในด้านการหดตัวก่อน และหลังเผา ด้านสี หลังเผา ด้านความทนไฟ ด้านความแข็งแรง ด้านการดูดซึมน้ำ

|  |   |  |
|--|---|--|
|    |    |    |
| สูตรที่ 1  | สูตรที่ 2   | สูตรที่ 3  |
|    |    |    |
| สูตรที่ 4  | สูตรที่ 5   | สูตรที่ 6  |
|  |  |  |
| สูตรที่ 7  | สูตรที่ 8   | สูตรที่ 9  |
|  |  |  |
| สูตรที่ 10   | สูตรที่ 11  | สูตรที่ 12   |
|  |  |  |
| สูตรที่ 13   | สูตรที่ 14  | สูตรที่ 15   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการนำออกนอกอาคาร

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

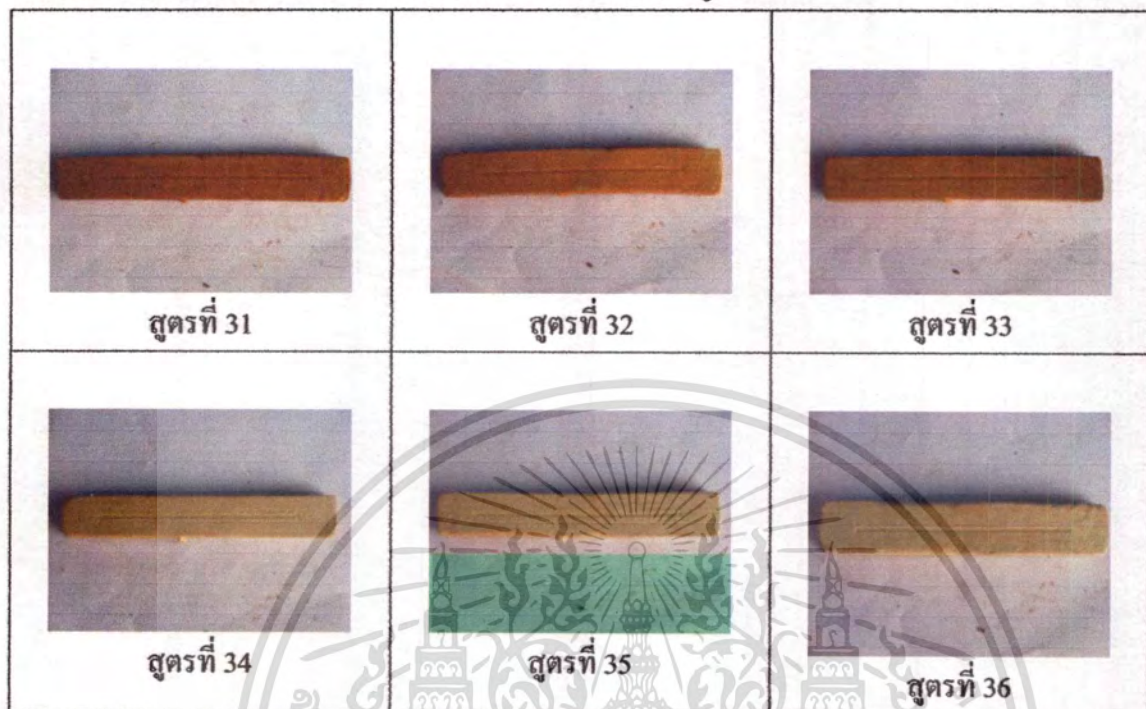
ตารางที่ ง.2(ต่อ) แสดงภาพแท่งทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพในด้านการหดตัวก่อน และหลังเผา  
ด้านสีหลังเผา ด้านความทนไฟ ด้านความแข็งแรง ด้านการดูดซึมน้ำ

|  |   |  |
|--|---|--|
|    |    |    |
| สูตรที่ 16   | สูตรที่ 17  | สูตรที่ 18   |
|    |    |    |
| สูตรที่ 19   | สูตรที่ 20  | สูตรที่ 21   |
|  |  |  |
| สูตรที่ 22   | สูตรที่ 23  | สูตรที่ 24   |
|  |  |  |
| สูตรที่ 25   | สูตรที่ 26  | สูตรที่ 27   |
|  |  |  |
| สูตรที่ 28   | สูตรที่ 29  | สูตรที่ 30   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

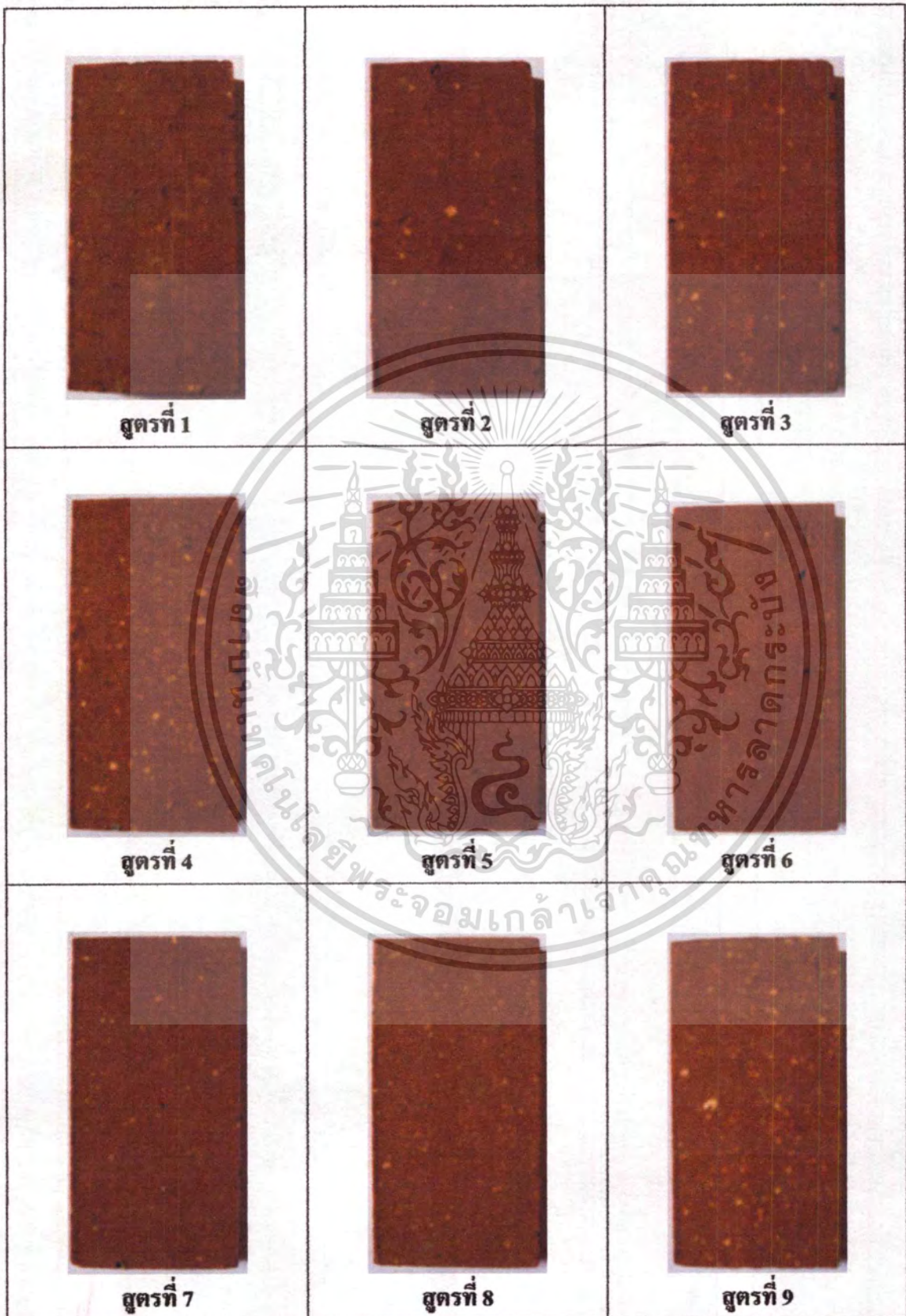
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.2(ต่อ) แสดงภาพแท่งทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพในด้านการหดตัวก่อน และหลังเผา ด้านสีหลังเผา ด้านความทนไฟ ด้านความแข็งแรง ด้านการดูดซึมน้ำ



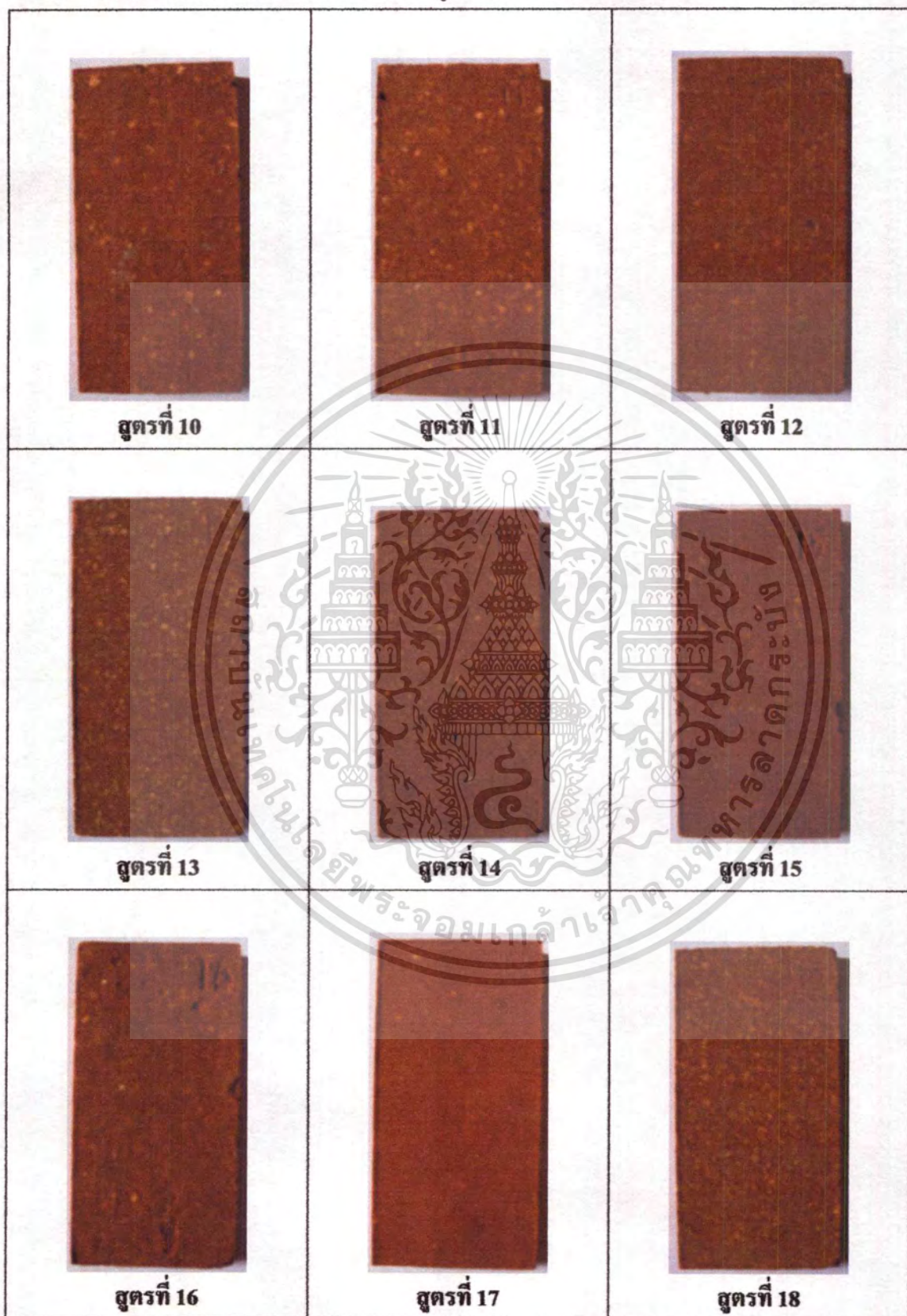
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.3 แสดงภาพการทดสอบการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร



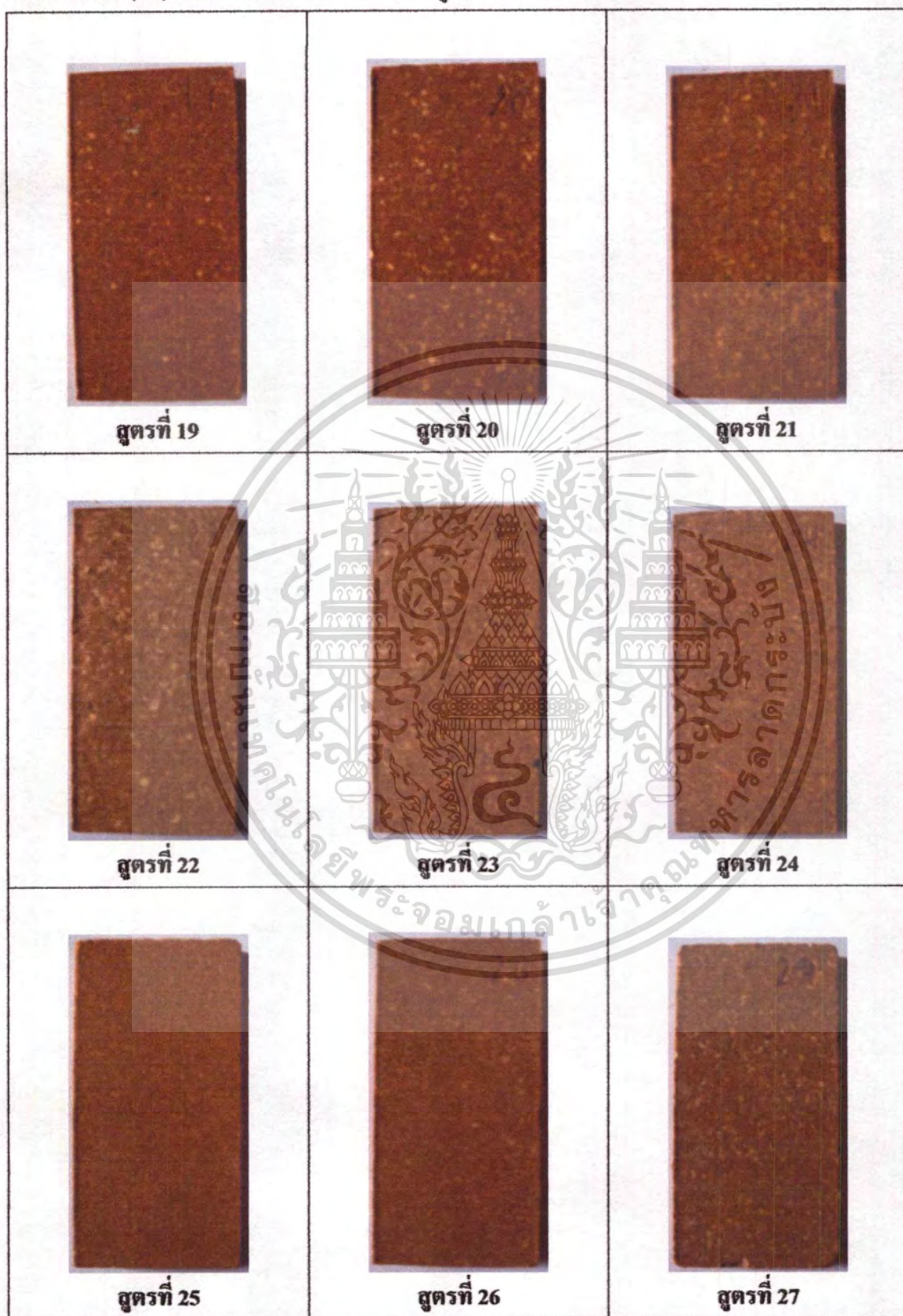
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3(ต่อ) แสดงภาพการทดสอบการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร



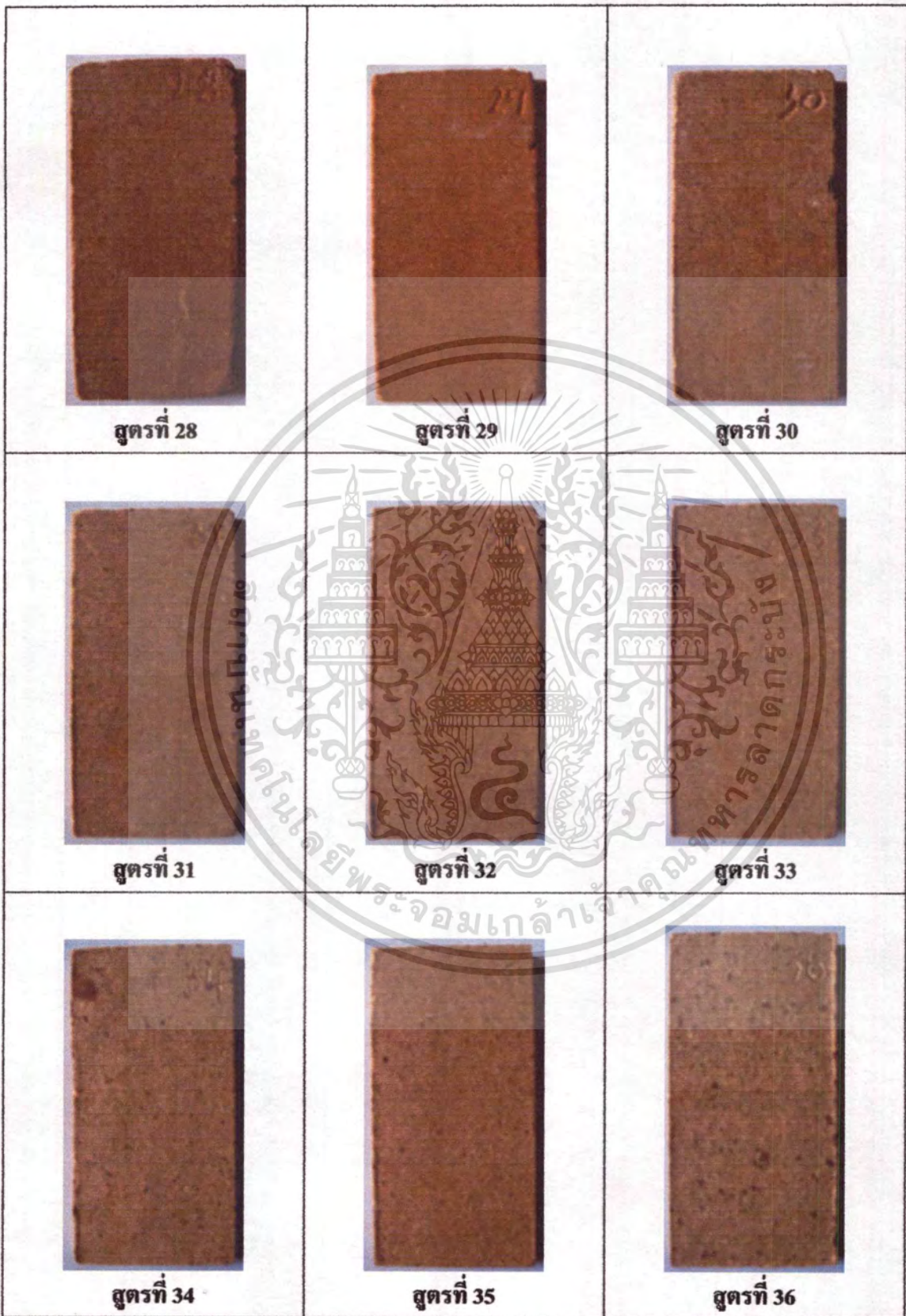
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 (ต่อ) แสดงภาพการทดสอบการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร



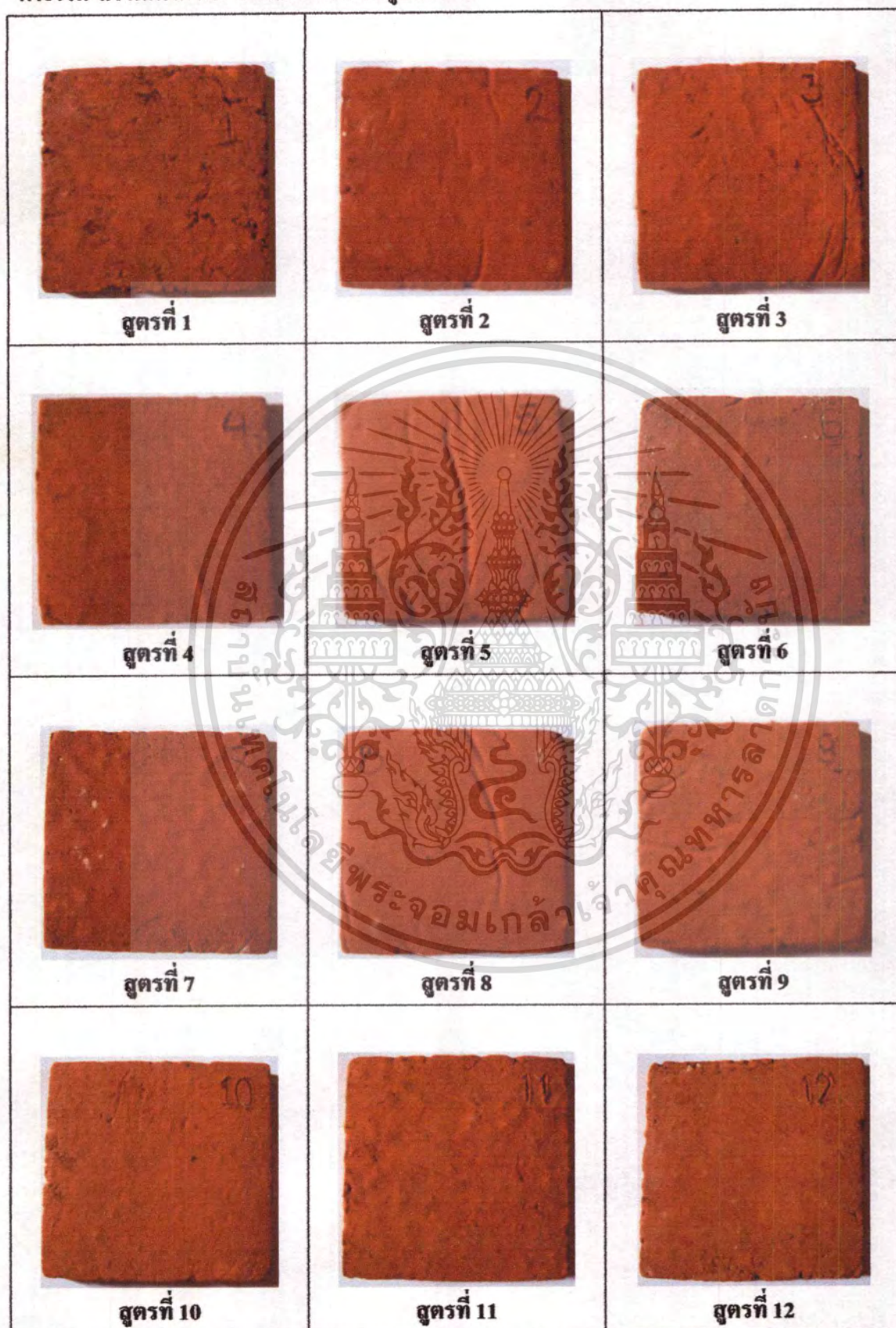
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 (ต่อ) แสดงภาพการทดสอบการขึ้นรูปด้วยเครื่องจักร



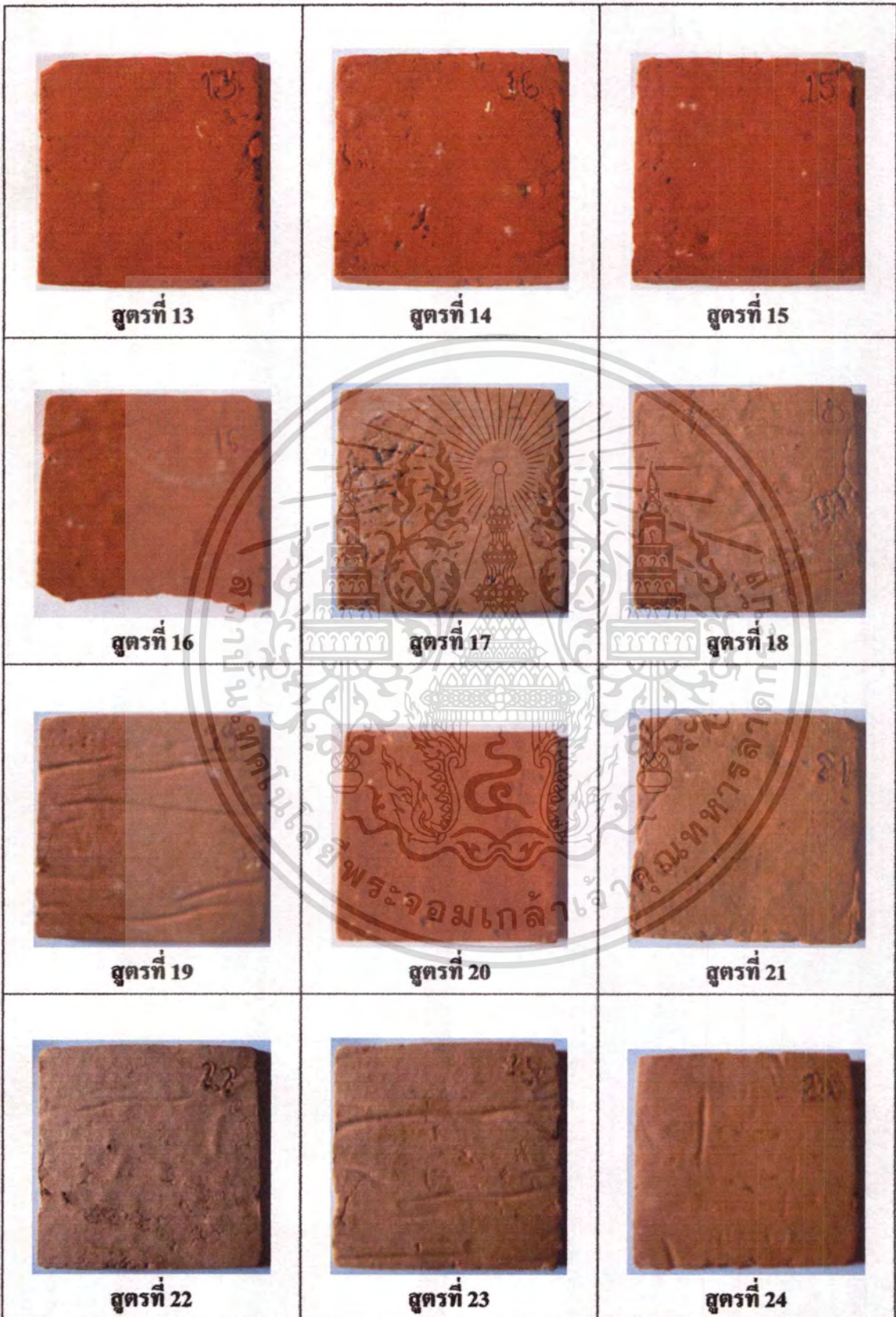
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๔.๔ แสดงภาพการทดสอบการขึ้นรูปด้วยมือ















เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.4 (ต่อ) แสดงภาพการทดสอบการขึ้นรูปด้วยมือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.4 (ต่อ) แสดงภาพการทดสอบการขึ้นรูปด้วยมือ

|  |   |  |
|--|---|--|
|  <p>สูตรที่ 25</p>   |  <p>สูตรที่ 26</p>   |  <p>สูตรที่ 27</p>   |
|  <p>สูตรที่ 28</p>  |  <p>สูตรที่ 29</p>  |  <p>สูตรที่ 30</p>  |
|  <p>สูตรที่ 31</p> |  <p>สูตรที่ 32</p> |  <p>สูตรที่ 33</p> |
|  <p>สูตรที่ 34</p> |  <p>สูตรที่ 35</p> |  <p>สูตรที่ 36</p> |

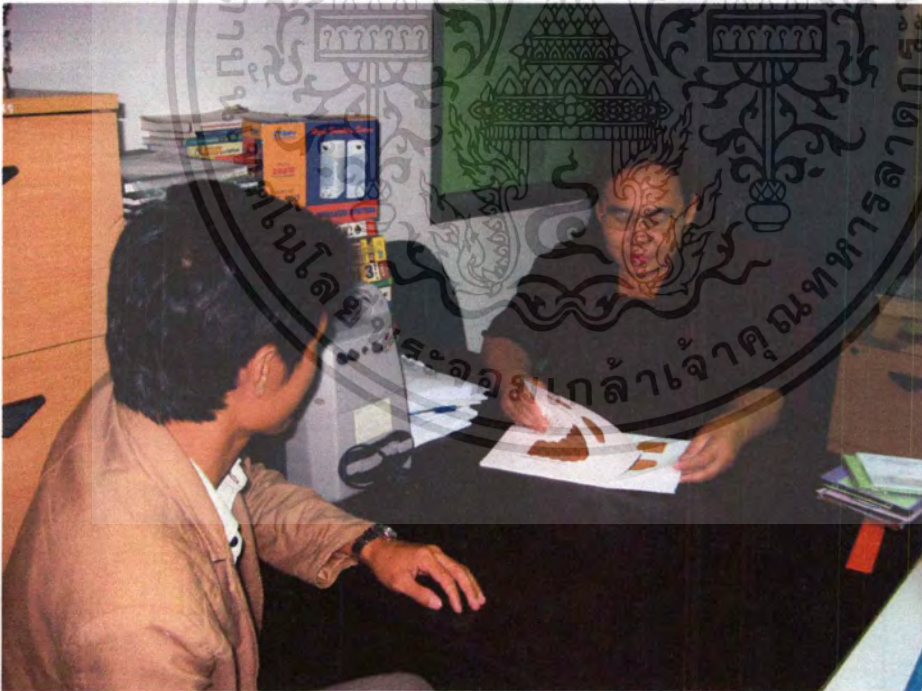
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ.

ภาพการแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



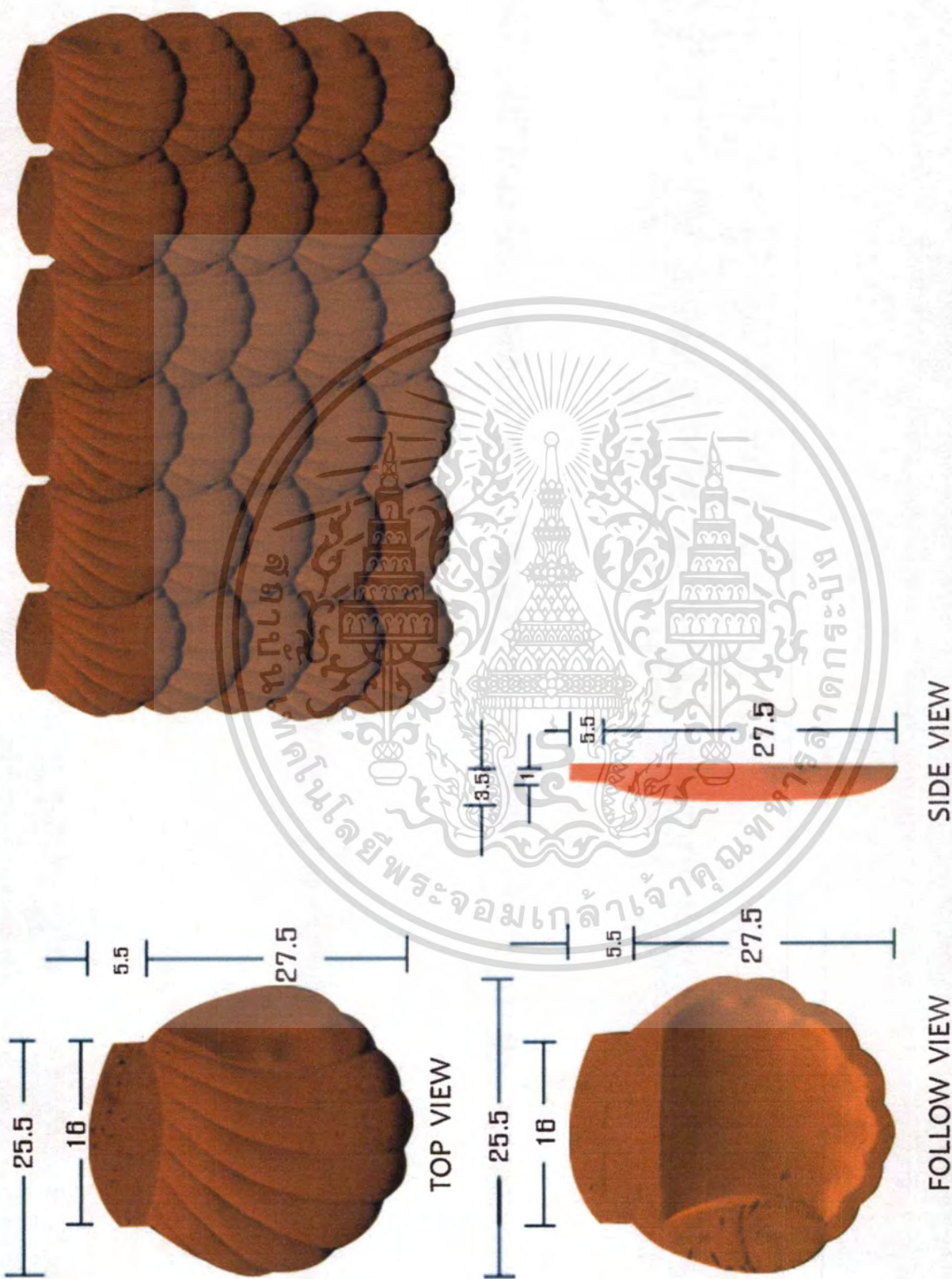
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



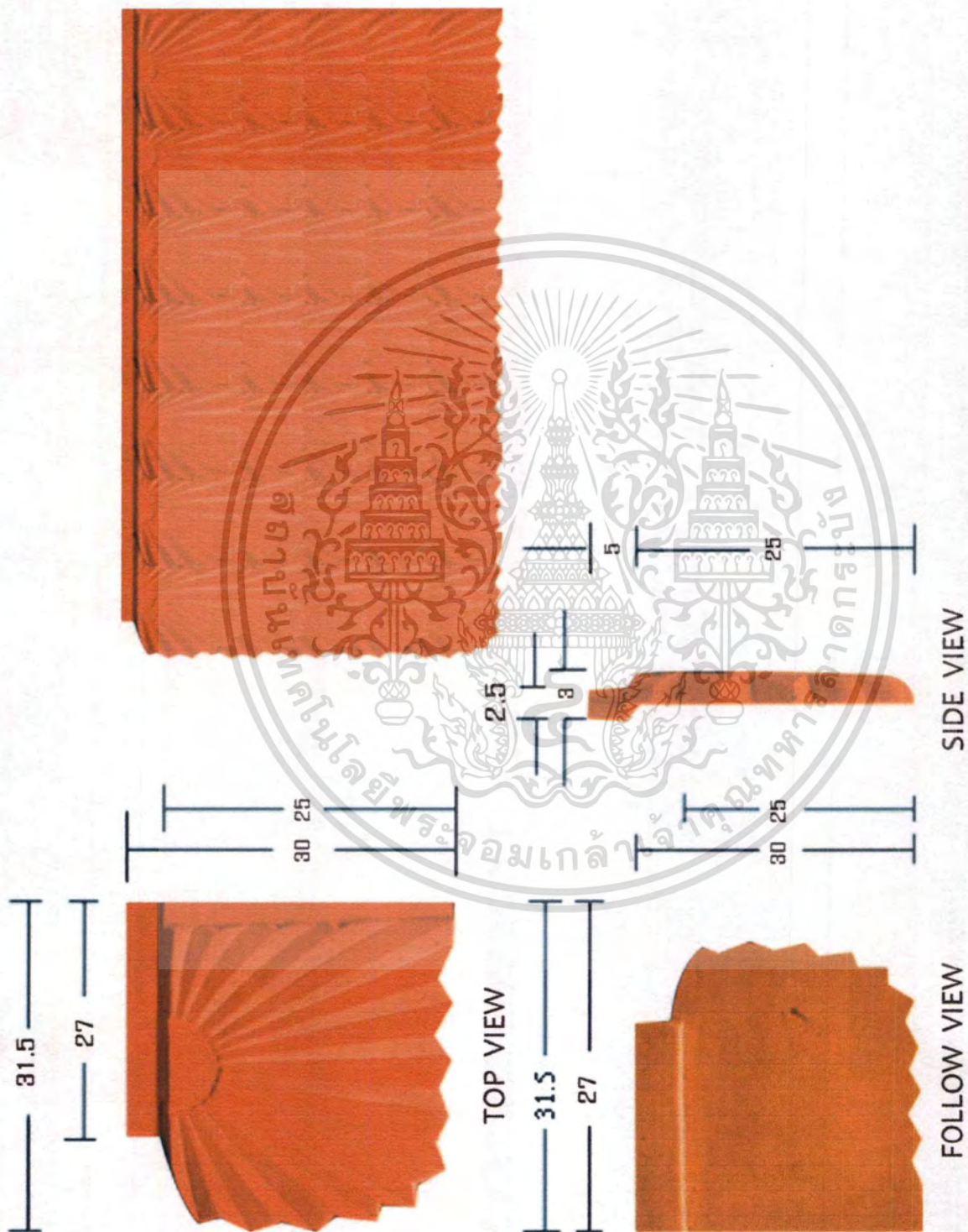
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



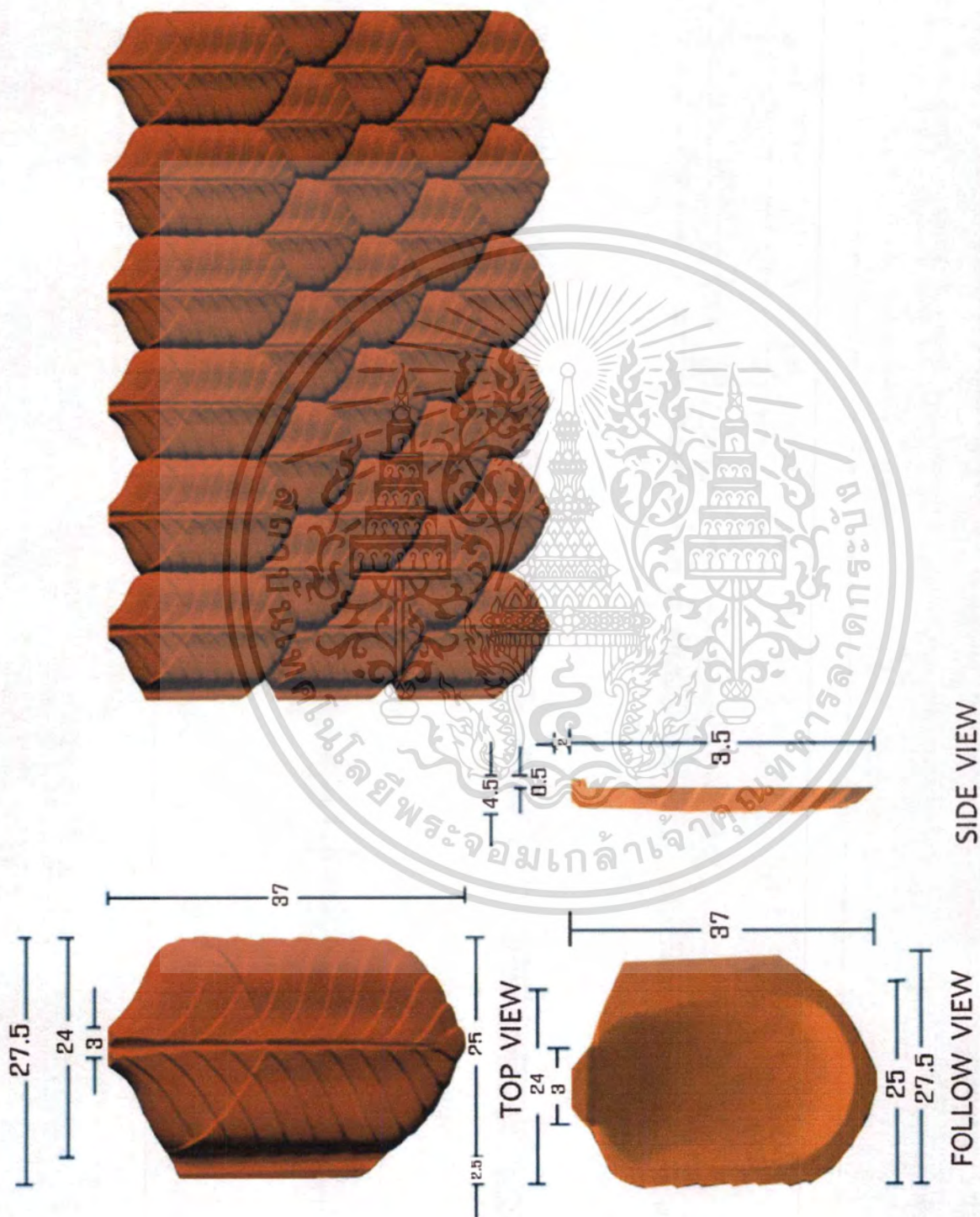
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



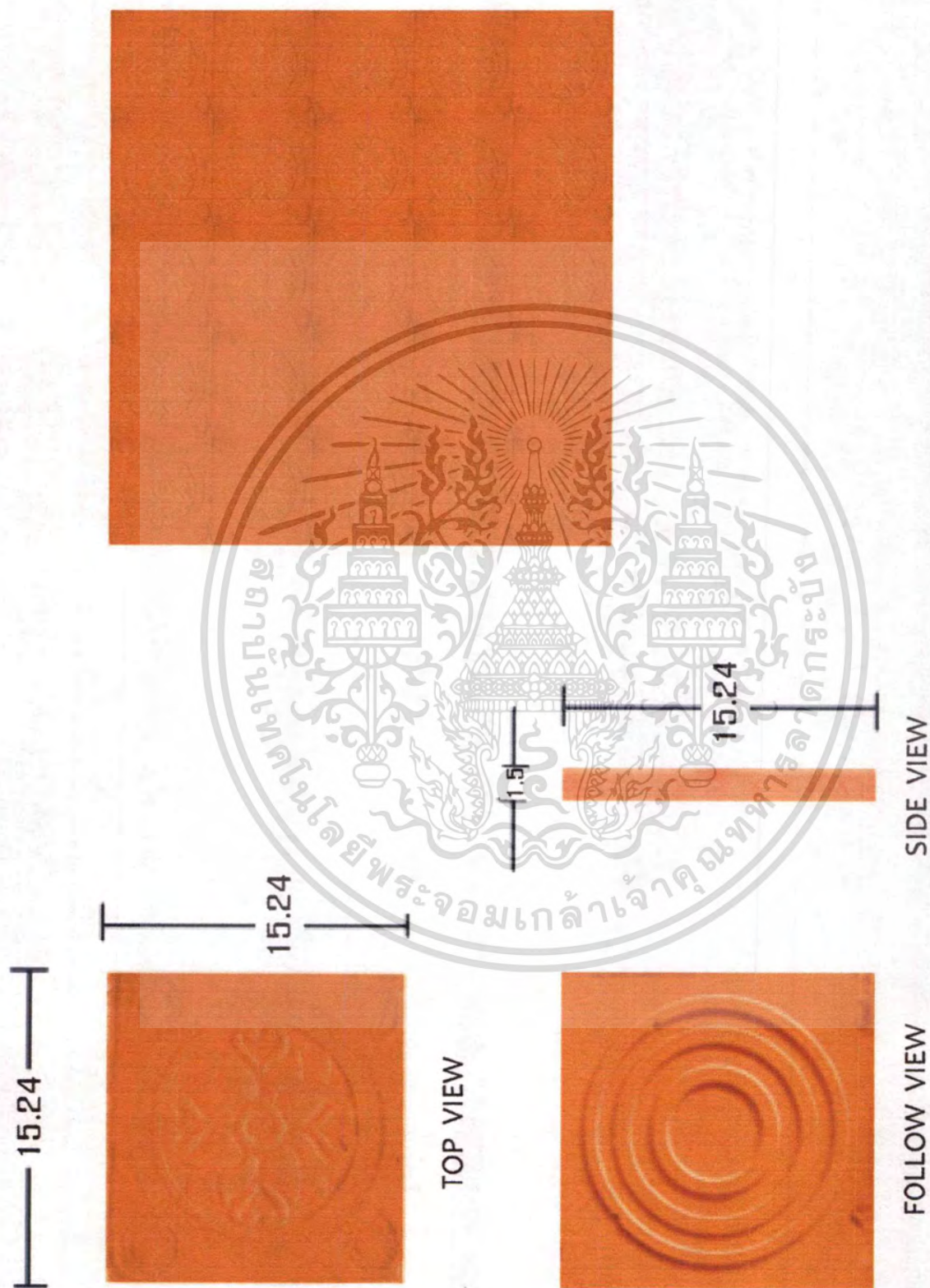
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



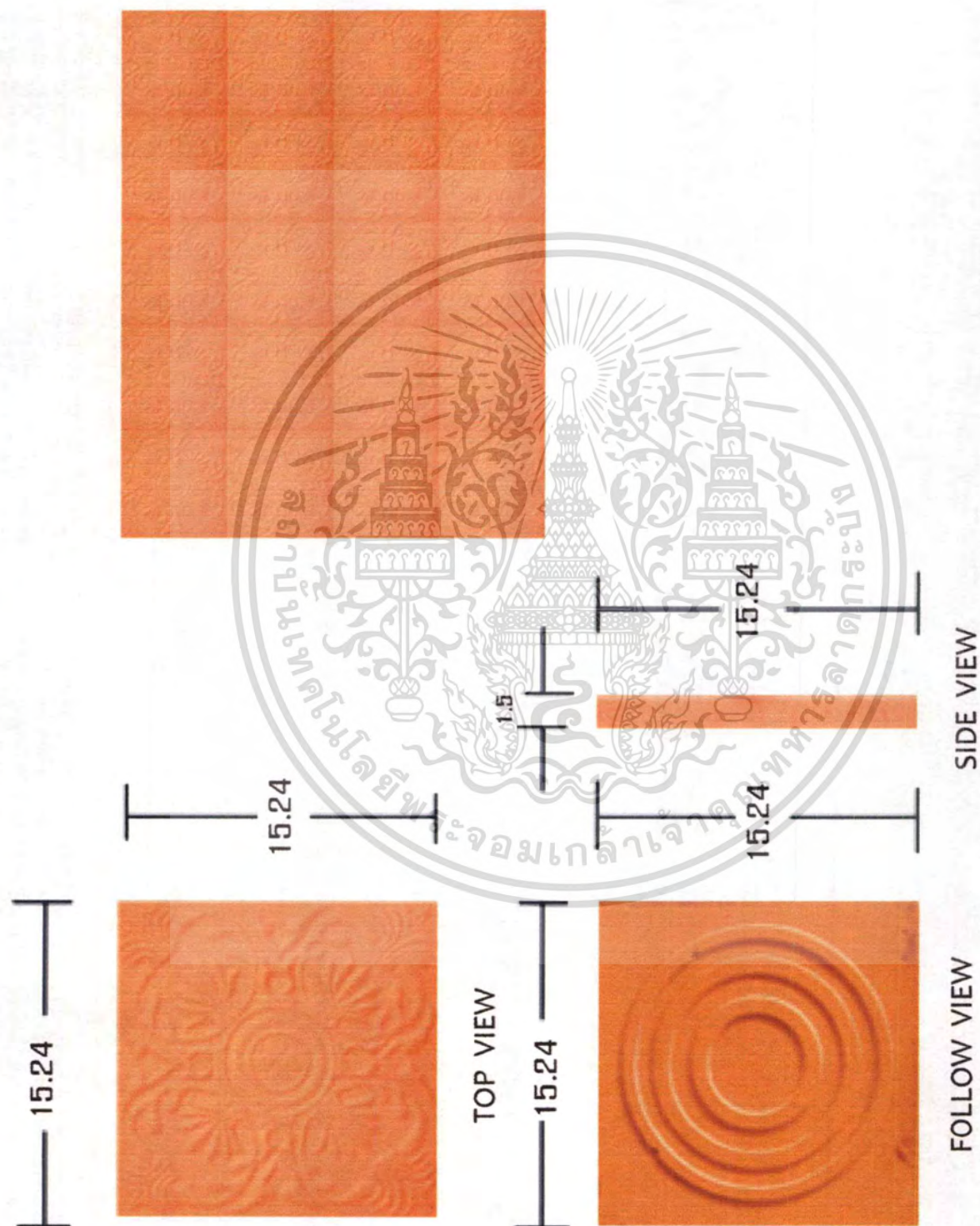
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



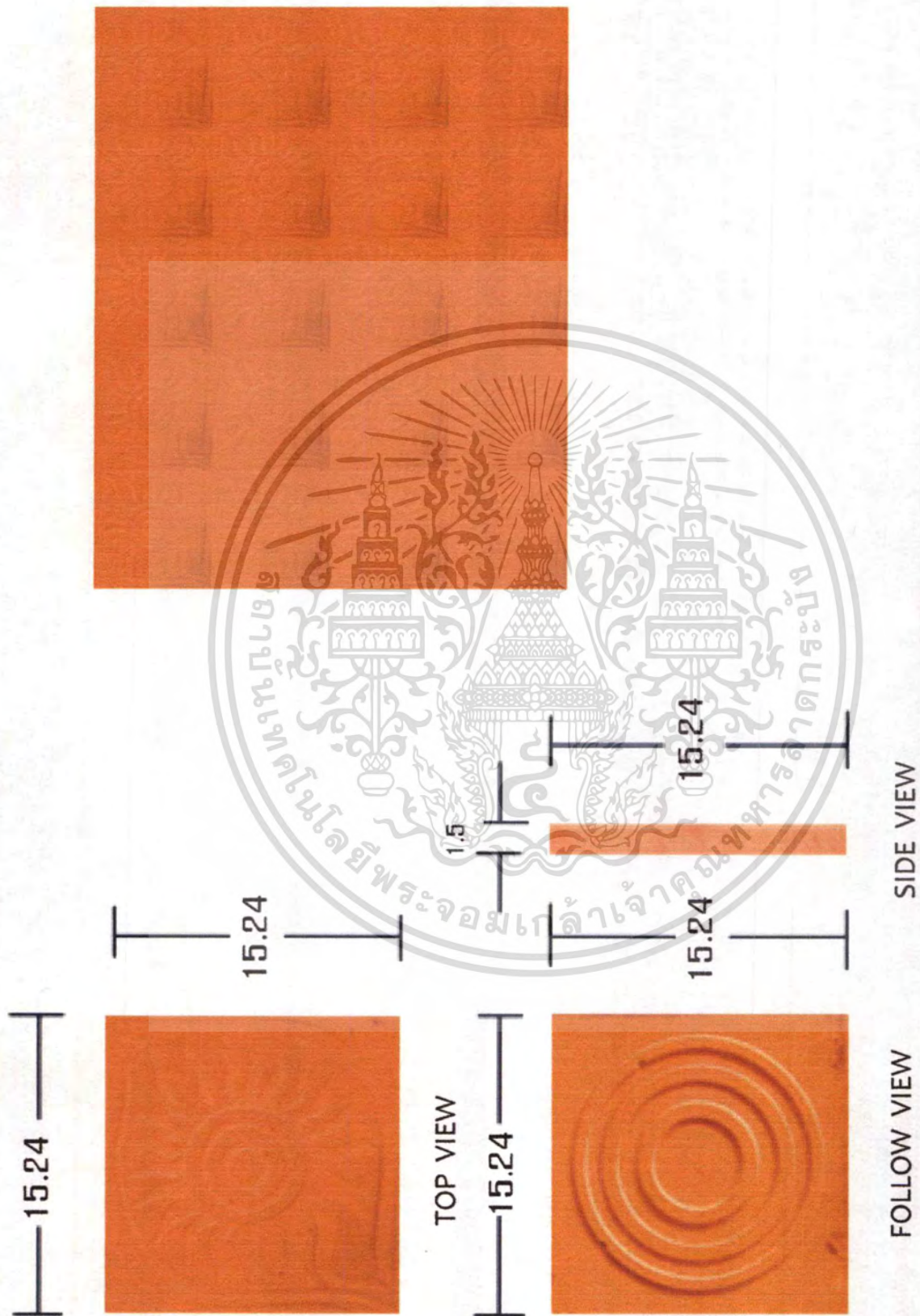
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



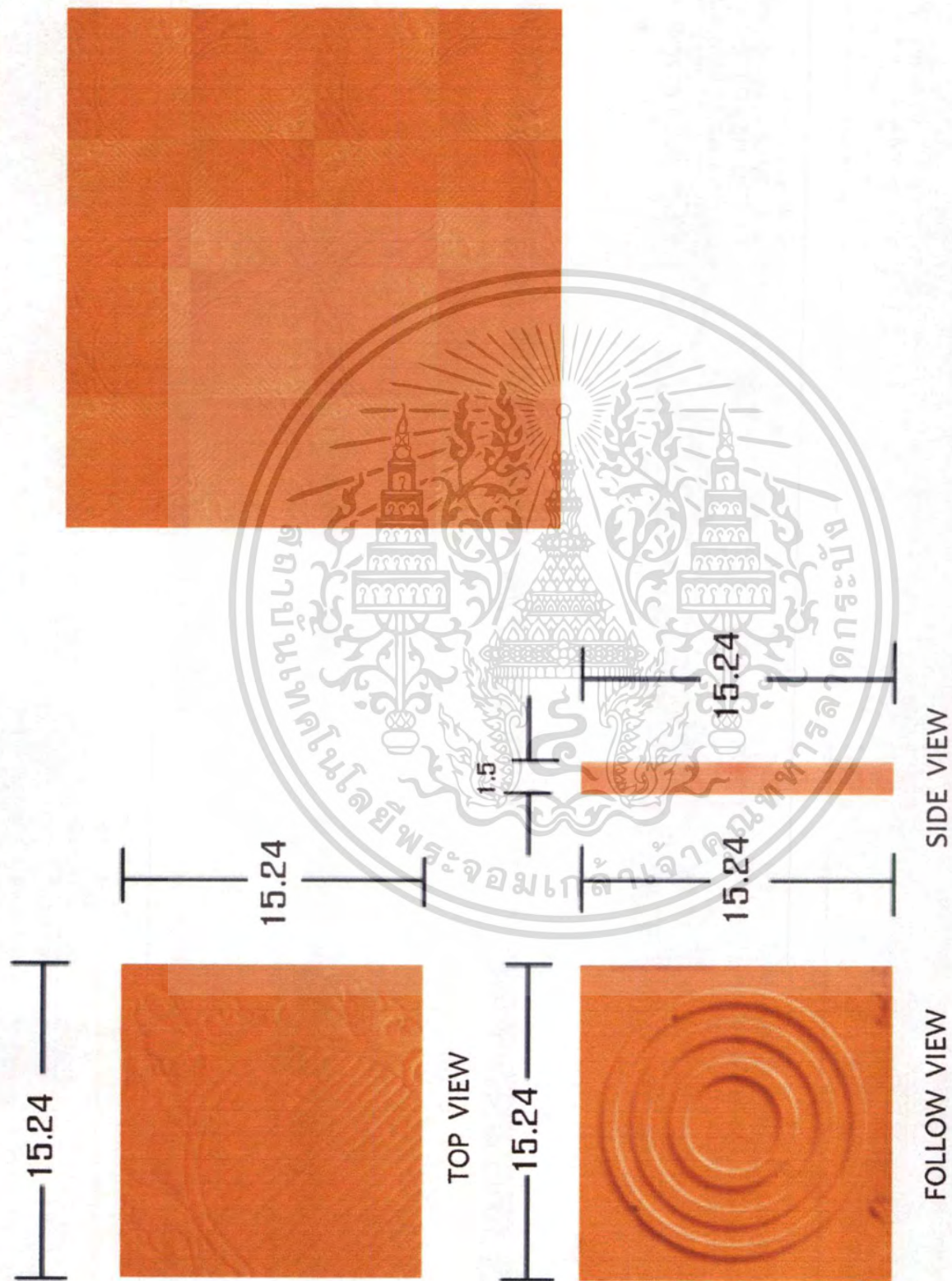
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



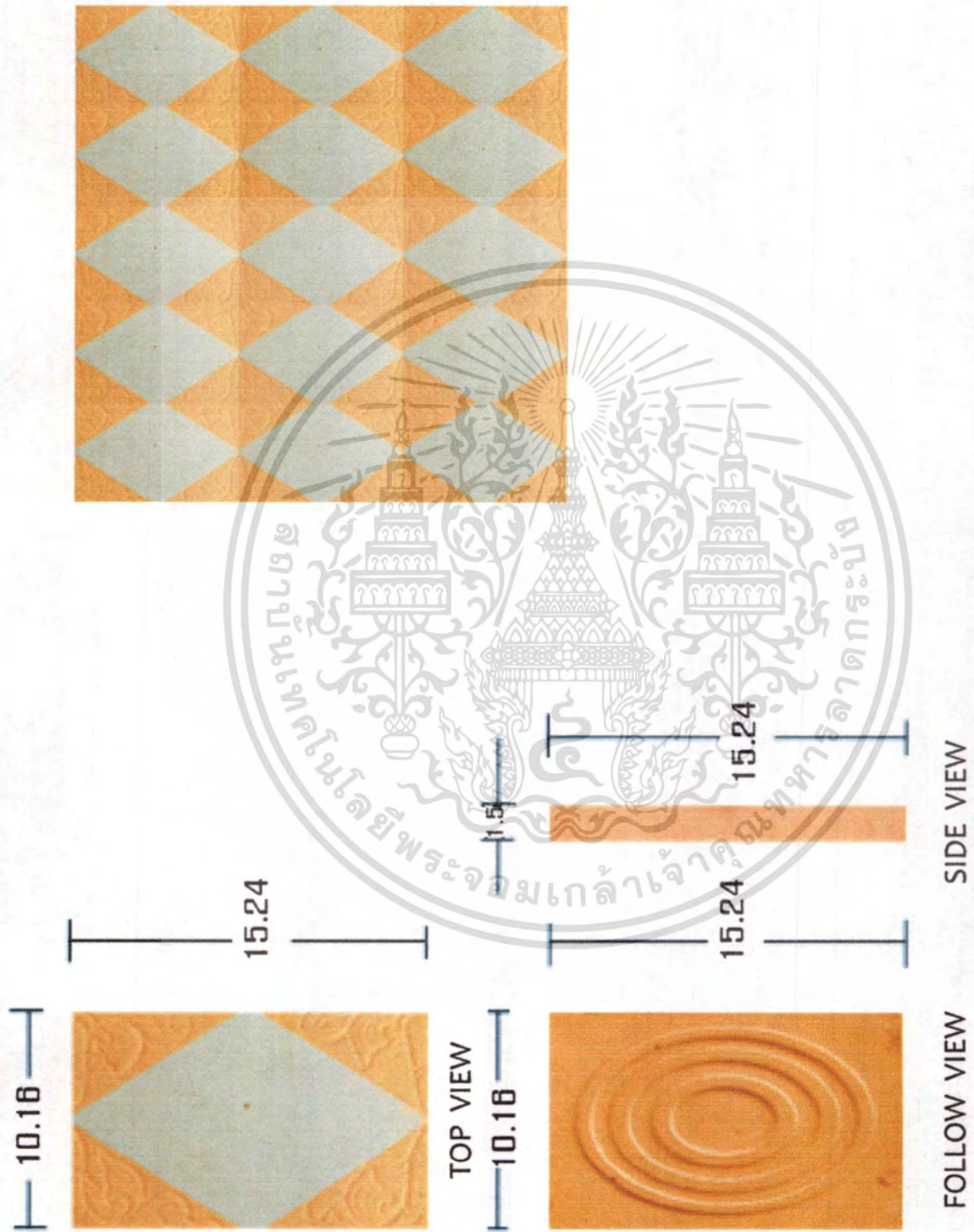
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



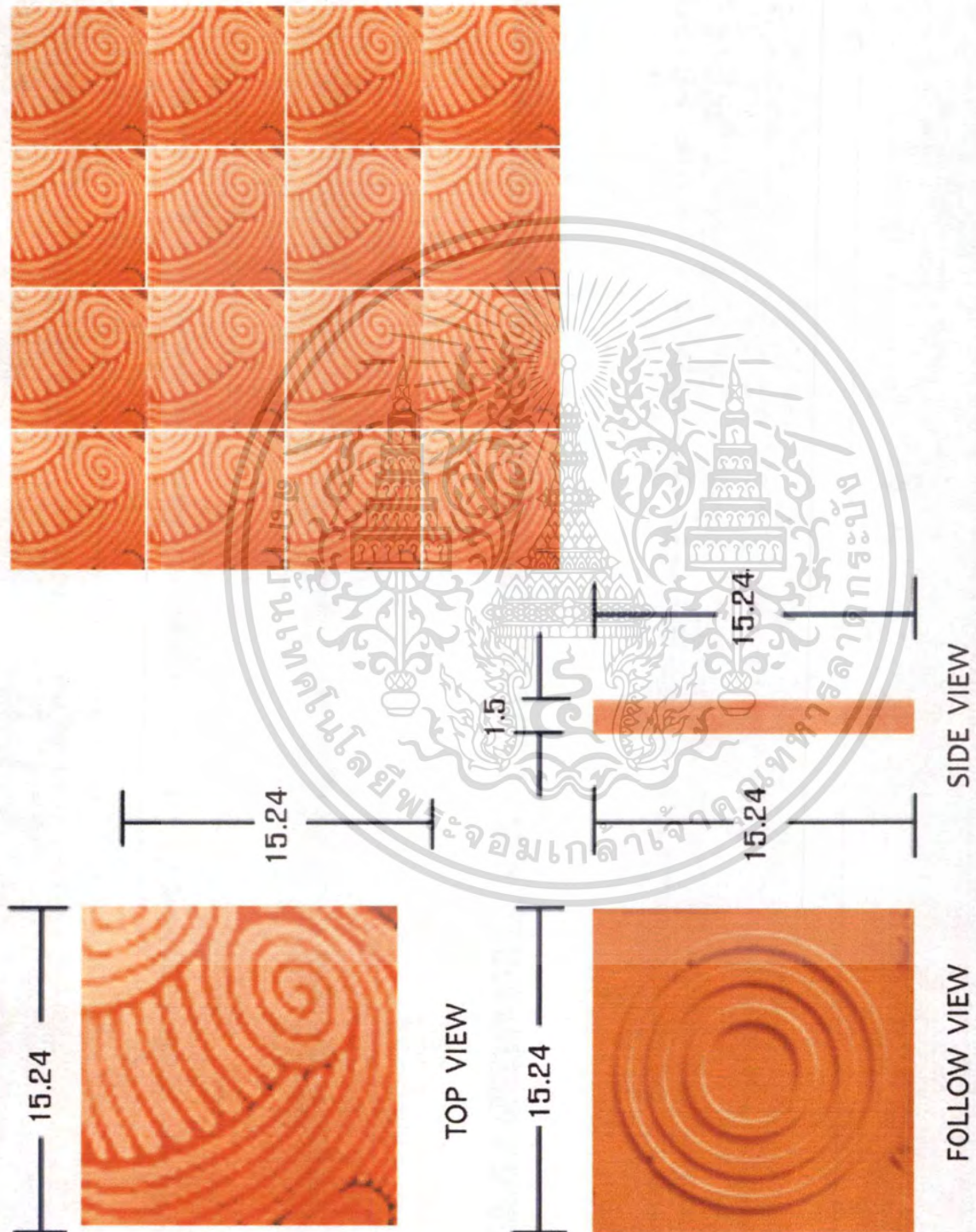
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



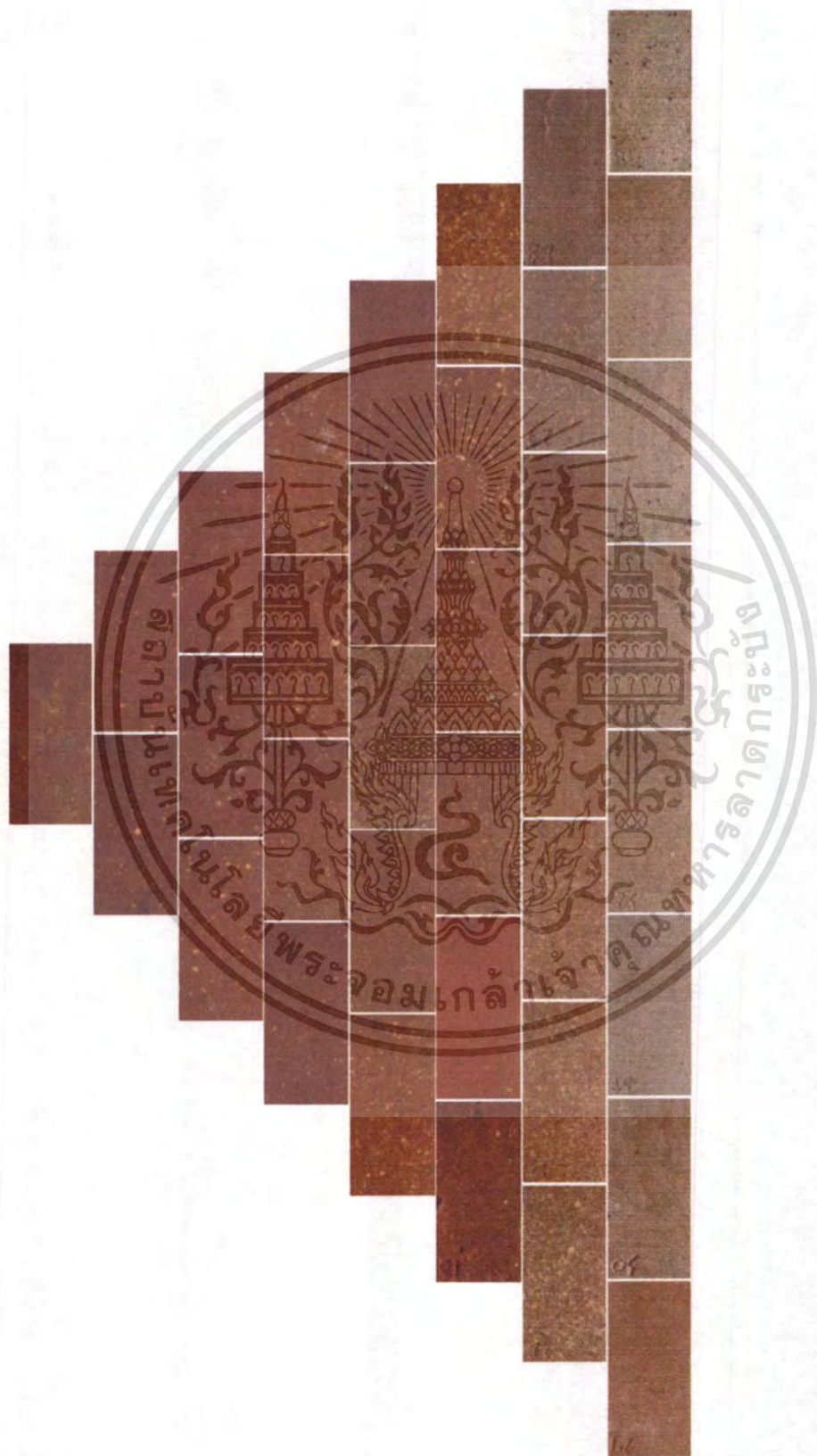
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



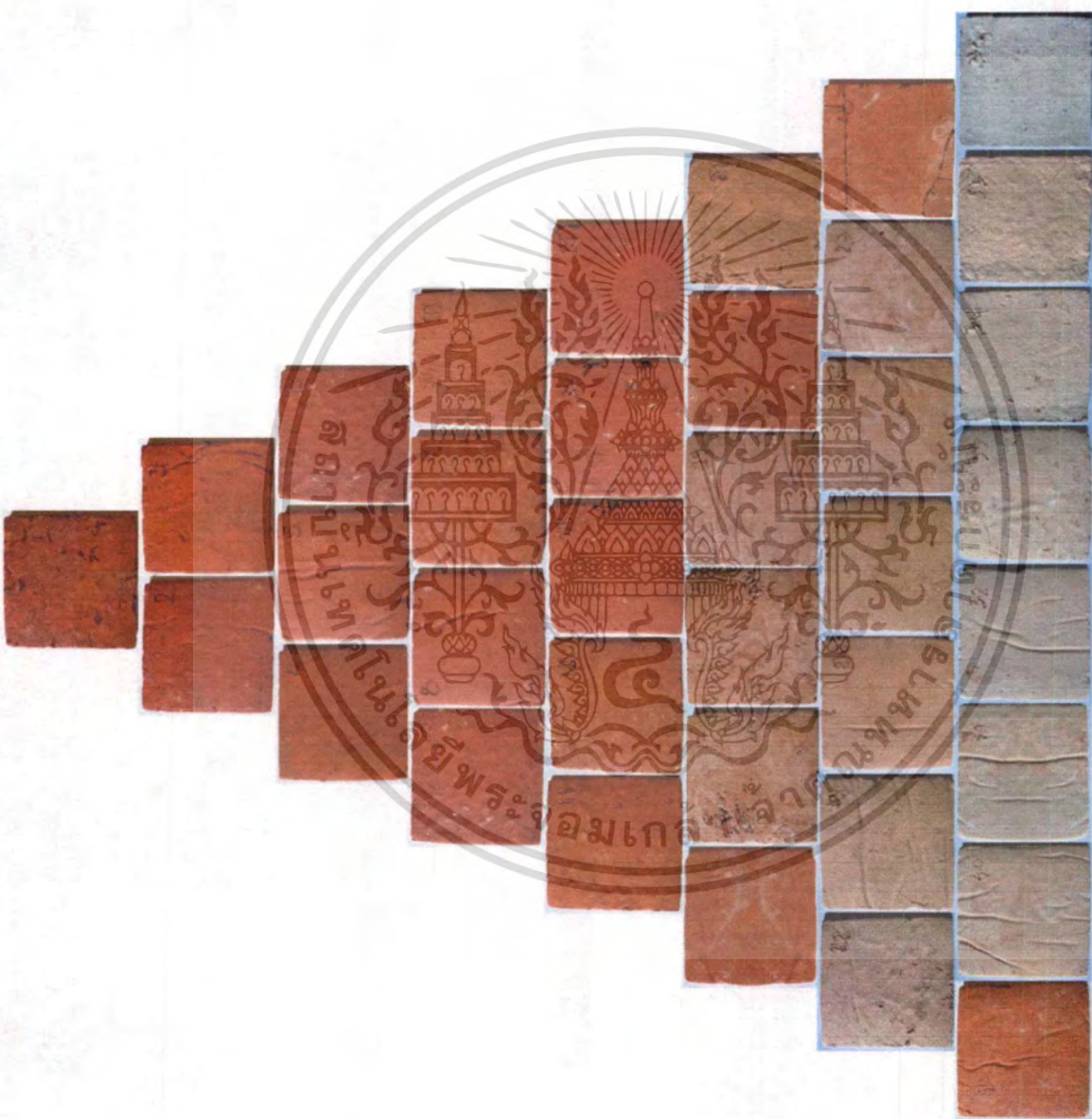
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 1165

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๓๐ เมษายน 2552

เรื่อง ขอเจริญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.นิวัตร พัฒนะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา” โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามตามที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายพรชัย ปานทุ่ง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรสาร.62-326-4325



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 1165 วันที่ ๓๐ เมษายน 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรม  
กระเบื้องดินเผา” โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์  
สารินุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่า  
ท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจ  
แบบสอบถาม ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจ  
ของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายพรชัย ปานทุ่ง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบสอบถาม  
เพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะ ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น  
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ตริเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 1165

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

30 เมษายน 2552

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์เพชรพิณ ก่อวุฒิพงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา” โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายพรชัย ปานทุ่ง มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรูญเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร 02-326-4325



ที่ ศธ 0524.04/ 1165

คณะกรรมการอำนวยการ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

30 เมษายน 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุศาสตร์เพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.นิวัตร พัทนะ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านวัสดุศาสตร์เพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นทองถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา” โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอำนวยการ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุศาสตร์เพื่อการวิจัยของ นายพรชัย ปานทุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 1165

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง, เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

30 เมษายน 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุศาสตร์เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์เสกพร ตันศรีประภาศิริ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านวัสดุศาสตร์เพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นทองดิน เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา” โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สารินูตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุศาสตร์เพื่อการวิจัยของ นายพรชัย ปานทุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตริเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692 ในวันจันทร์-ศุกร์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร 02-326-4325 อื่นๆ อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 1165

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง, เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๖ เมษายน 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุศาสตร์และด้านออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.สาธร ชลชาติภิญโญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านวัสดุศาสตร์และด้านออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นทองถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา” โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุศาสตร์และด้านออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการวิจัยของ นายพรชัย ปานทุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร: 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร: 02-326-4325



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

30 เมษายน 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุศาสตร์และด้านออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์เพชรพิน ก่อวุฒิพงษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านวัสดุศาสตร์และด้านออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อคืบปั้นทองถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา” โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเทัญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุคมศักดิ์ สารวิบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุศาสตร์และด้านออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการวิจัยของ นายพรชัย ปานทุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
โทรสาร. 02-326-4325  
แม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 1165

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

30 เมษายน 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมทรง ชิมากรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นทองถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา” โดยมี ดร.จตุรงค์ เตหาพะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สารีบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการวิจัยของ นายพรชัย ปานทุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3600 ต่อ 3692

โทรสาร 02-326-4325 สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 1165

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

30 เมษายน 2552

เรื่อง ขอบขออนุญาตเป็นผู้เชี่ยวชาญทางการผลิตกระเบื้องดินเผาเพื่อการวิจัย

เรียน คุณสุพร สรณารักษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบขอขออนุญาตด้านการผลิตกระเบื้องดินเผาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นทองถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา” โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างค้ จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางการผลิตกระเบื้องดินเผาเพื่อการวิจัยของ นายพรชัย ปานทุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692  
โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศช 0524.04/ 1185

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๖ เมษายน 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางการผลิตกระเบื้องดินเผาเพื่อการวิจัย

เรียน คุณนพพร บุญประดับ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านการผลิตกระเบื้องดินเผาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา” โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าคุณเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางการผลิตกระเบื้องดินเผาเพื่อการวิจัยของ นายพรชัย ปานทุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อที่ 3692 ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร 02-326-4325 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 1165

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

30 เมษายน 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางการผลิตกระเบื้องดินเผาเพื่อการวิจัย

เรียน คุณจำลอง สุขแดง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามด้านการผลิตกระเบื้องดินเผาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา” โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สารีบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าว เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญทางการผลิตกระเบื้องดินเผาเพื่อการวิจัยของ นายพรชัย ปานทุ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทรศ. 02-737-3000 ต่อ 3692 สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทรสาร 02-326-4325 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ สช 0524.04/ 1207

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

4 พฤษภาคม 2552

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน ประธานหลักสูตรเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

ด้วย นายพรชัย ปานทุ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอใช้อุปกรณ์ในการทดสอบและขออนุญาตใช้ห้อง LAB ในการวิจัย เพื่อประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ติดต่อนักศึกษา โทร.089-437-4430

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศคณะกรรมการอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

.....

คณะกรรมการอุตสาหกรรม โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม 2551 ให้ดำเนินการดังนี้

นายพรชัย ปานทุ่ง รหัสประจำตัว 49063604 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา (Development of Local Body Soil for Industrial Ceramic Tile)” โดยมี ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประกาศ ณ วันที่ มกราคม พ.ศ. 2552

(รองศาสตราจารย์ พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ ๐๕๕๔/ ๑๒๒๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
อ.เมือง จ.นครปฐม ๗๓๐๐๐

๒๑ พฤษภาคม ๒๕๕๓

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความในวารสารวิชาการราชภัฏตะวันตก

เรียน คุณพรชัย ปานทุ่ง

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเรื่อง “การพัฒนาเนื้อดินปั้นท้องถิ่น เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระเบื้องดินเผา” ฉบับแก้ไขใหม่ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น กองบรรณาธิการขอเรียนให้ทราบว่า บทความของท่านจะได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการราชภัฏตะวันตกปีที่ ๔ ฉบับที่ ๒ (มกราคม – มิถุนายน ๒๕๕๓)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษินี ประทุมสุวรรณ)

รองอธิการบดี ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

งานประชาสัมพันธ์ กองกลาง สำนักงานอธิการบดี

โทรศัพท์ ๐ ๓๔๒๖ ๑๐๒๑-๓๖

โทรสาร ๐ ๓๔๒๖ ๑๐๗๑

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ pr@npru.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## มติคณะกรรมการสภาวิชาการ

ครั้งที่ ๗/๒๕๕๓

เรื่อง ขอความเห็นชอบรายชื่อวารสารและการประชุมวิชาการ สำหรับตีพิมพ์บทความ  
เพื่อขอสำเร็จการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มีความประสงค์ขอความเห็นชอบรายชื่อวารสารและการประชุมวิชาการ  
สำหรับตีพิมพ์บทความเพื่อขอสำเร็จการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา โดยผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการ  
ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ ๗/๒๕๕๓ วันที่ ๗ กรกฎาคม ๒๕๕๓ จำนวน ๒ รายชื่อ

มติที่ประชุม ให้ความเห็นชอบรายชื่อวารสารและการประชุมวิชาการสำหรับตีพิมพ์บทความเพื่อ  
ขอสำเร็จการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จำนวน ๒ รายชื่อ ดังนี้

| ที่ | ชื่อเรื่อง  | วารสาร        |          |               | การประชุม     |          | ปรับสภาพ |     | สำเร็จการศึกษา |       | ฐาน<br>ข้อมูล<br>ISI | Impact<br>Factor |      |
|-----|---|---------------|----------|---------------|---------------|----------|----------|-----|----------------|-------|----------------------|------------------|------|
|     |   | ระดับ<br>ชาติ | นานาชาติ | ความถี่<br>ปี | ระดับ<br>ชาติ | นานาชาติ | โท       | เอก | โท             | เอก   |                      |                  |      |
|     |   |               |          |               |               |          |          |     |                | Short |                      |                  | Full |
| ๑   | ที่ประชุมทางวิชาการระดับชาติ<br>ด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม                 |               |          |               | ✓             |          |          |     | ✓              |       |                      |                  |      |
| ๒   | วารสารราชภัฏตะวันออก<br>(ม.ร.ภ.เพชรบุรี บ้านโป่ง<br>นครปฐมและกาญจนบุรี) |               |          |               | ✓             |          |          |     | ✓              |       |                      |                  |      |

ที่ประชุมคณะกรรมการสภาวิชาการ

เมื่อวันที่ ๒๐ กรกฎาคม ๒๕๕๓



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชัย ทิพย์จักรรัตน์)

รักษาการแทนผู้อำนวยการสำนักบริหารวิชาการ

เดชาอนุการกรรมการสภาวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**Office of Academic Administration  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang**

English for Graduate Studies Training Course Test Score Result

**Mr.Pornchai Pantung**

**Date of Training : May 5, 2009 – May 30, 2009**

**Date of Test : May 30 , 2009**

|   | Result |   |
|---|--------|---|
| U |        | S |
| - |        | ✓ |

Office of Academic Administration  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Date of issue : June 2, 2009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG



This is to certify that

*Mr. Pornchai Pantung*

attended the forty - five hour certificate course on

**English for Graduate Studies**

*R. Shinatrakool*

(Assoc. Prof. Dr. Ravewan Shinatrakool)  
Director

Office of Academic Administration

Dated this 30<sup>th</sup> day May 2009

## ประวัติผู้เขียน

|                     |  |
|---------------------|--|
| ชื่อ – สกุล         | นายพรชัย ปานทุ่ง   |
| วัน/เดือน/ปีเกิด    | 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2523   |
| สถานที่เกิด         | อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย  |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน | 24 หมู่ที่ 5 ตำบลวังทองแดง อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย 64210   |
| ประวัติการศึกษา     | ปี พ.ศ. 2545 สำเร็จการศึกษาวិทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)<br>สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก                       |
|                     | ปี พ.ศ. 2553 สำเร็จการศึกษาศรศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต<br>(คอ.ม.) สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| ประสบการณ์การทำงาน  | ปี พ.ศ. 2546 - 2547<br>บริษัท อ.ป. ก. ดาวคู่(1988)จำกัด อำเภอป่าโมก<br>จังหวัดอ่างทอง ตำแหน่งหัวหน้าหน่วยฝ่ายผลิต  |
|                     | ปี พ.ศ. 2548<br>อาจารย์หลักสูตรวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์<br>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลย-<br>อลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์                     |
|                     | ปี พ.ศ. 2549 - 2552<br>บริษัท อ.ป. ก. ดาวคู่(1988)จำกัด อำเภอป่าโมก<br>จังหวัดอ่างทอง ตำแหน่งหัวหน้าหน่วยฝ่ายผลิต  |
|                     | ปี พ.ศ. 2552 -ปัจจุบัน<br>อาจารย์หลักสูตรวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม<br>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล-<br>สงครามจังหวัดพิษณุโลก        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้