การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าถ่านอัดแท่งจากร้านหมูกระทะมาใช้เป็นวัสดุในการเสริมสร้างแรงอิฐ

POSSIBILITY OF USING BRIQUETTE ASH AS REINFOREMENT MATERIAL FOR BRICKS

นำโชค แก้วชาติ
เนตรนภา นิลคูหา
พัชรมน สุนทะโก

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าถ่านอัดแท่งจากร้านหมูกระทะมาใช้เป็นวัสดุในการเสริมสร้างแรงอิฐ

POSSIBILITY OF USING BRIQUETTE ASH AS REINFOREMENT MATERIAL FOR BRICKS

นำโชค แก้วชาติ
เนตรนภา นิลคูหา
พัชรมน สุนทะโก

b.00264861
i.

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POSSIBILITY OF USING BRIQUETTE ASH AS REINFOREMENT MATERIAL FOR BRICKS

NAMCHOK KAEWCHAT

NETNAPA NILKUHA

PATCHARAMON SUNTHAKO

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR

THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

(ENVIRONMENTAL CHEMISTRY)

DEPARTMENT OF CHEMISTRY, FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าถ่านอัดแท่งจากร้านหมูกระทะมาใช้เป็นวัสดุในการเสริมสร้างแรงอิฐ Possibility of using briquette ash reinforcement material for brick.
ชื่อนักศึกษา	นายนำโชค แก้วชาติ รหัสนักศึกษา 56050711 นางสาวเนตรนภา นิลคูหา รหัสนักศึกษา 56050714 นางสาวพัชรมน สุนทะโก รหัสนักศึกษา 56050727
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชา	เคมี
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ชมพูนุท ไชยรักษ์ ประธานกรรมการ	
ดร.อำนาจ เพิ่มทรัพย์สกุล กรรมการ	
ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าถ่านอัดแท่งจากร้านหมูกระทะมาใช้เป็นวัสดุในการเสริมสร้างแรงอิฐ

ชื่อนักศึกษา นายนำโชค แก้วชาติ รหัสนักศึกษา 56050711
นางสาวเนตรนภา นิลคูหา รหัสนักศึกษา 56050714
นางสาวพัชรมน สุนทะโก รหัสนักศึกษา 56050727

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

ภาควิชา เคมี

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของเถ้าถ่านอัดแท่งที่เหมาะสมในการผลิตอิฐมอญและทำให้อิฐมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.77-2545) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.601/2547) ซึ่งการนำเถ้าถ่านอัดแท่งมาเป็นส่วนผสมในครั้งนี้ถือเป็นการนำเอาวัสดุเหลือทิ้งจากการใช้งานมาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยทำการทดลองผสมเถ้าถ่านอัดแท่งในอัตราส่วนร้อยละ 1, 3, 5, 7 และ 9 กับดินเหนียว จากนั้นนวดผสมให้เข้ากัน ตากแดดจนแห้งสนิท แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 800-1000 องศาเซลเซียส และทำการทดสอบมาตรฐานอิฐมอญ โดยจะทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คือ น้ำหนัก ขนาด ความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำ คุณสมบัติทางกล คือ กำลังรับแรงอัด จากการทำการวิจัยพบว่า อิฐมอญที่ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1 เป็นส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตอิฐมอญ เนื่องจากมีผลการทดสอบที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.77-2545) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.601/2547)

คำสำคัญ : อิฐมอญ, เถ้าถ่านอัดแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title Possibility of using briquette ash reinforcement material for brick.
Student Mr. Namchok Kaewchat Student ID 56050711
Miss Netnapa Nilkuha Student ID 56050714
Miss Patcharamon Sunthako Student ID 56050727
Degree Bachelor of Science (Environmental Chemistry)
Department Chemistry .
Faculty Science
University King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year 2016
Advisor Dr. Glinsukol Suwannarat

Abstract

This special project aims to study by the ratio of briquettes ash suitable for the production of bricks and bricks qualified according to industry standard 77-2002 and community product standard 601/2004. Which of briquette ashes are waste materials from using to make the maximum benefit. The experiment of mixing as briquettes ash ratio of 1, 3, 5, 7 and 9 with clay. Then mix together, bask in the sunshine until dry and burned at a temperature of 800-1000° c. Then testing of brick by testing the physical properties are measurement of size, Density, Moisture Content and Absorption. Mechanical Properties is compressive strength. The research found that the brick mixes briquettes ash ratio of 1 is mixture of the best. Because the test results according to industry standard 77-2002 and community product standard 601/2004

Keyword: brick, briquettes ash

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดีด้วยความกรุณาชี้แนะแนวทางให้คำปรึกษาในการทำโครงงานพิเศษจาก ดร. กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ นอกจากนี้ยังให้กำลังใจ พร้อมทั้งให้คำแนะนำและเสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ ทำให้โครงงานพิเศษสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง ที่ให้ความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการให้ดินเหนียวและการเผาอิฐ สำหรับการทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ที่ให้ความอนุเคราะห์เถ้าแกลบ สำหรับการทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณร้านอาหารบูริน ปิ้งย่าง ที่ให้ความอนุเคราะห์เถ้าถ่านอัดแท่ง สำหรับการทำโครงงานพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาในระดับบัณฑิตศึกษา

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ พี่นักวิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ธุรการตลอดจนแม่บ้าน ที่ให้ความช่วยเหลือและความอำนวยสะดวกแก่คณะผู้จัดทำในทุกๆด้าน

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดา มารดาของเราทั้งสามคน ตลอดจนครอบครัวที่เป็นแรงผลักดัน แรงบันดาลใจ ให้กำลังใจและคอยสนับสนุนทางด้านการศึกษาตลอดมา และคอยสอนให้มีความมุ่งมานะ พยายามต่ออุปสรรคต่างๆ จนทำให้โครงงานพิเศษเล่มนี้ประสบความสำเร็จ

นำโชค แก้วชาติ
เนตรนภา นิลคูหา
พัชรมน สุนทะโก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
คำย่อ/สัญลักษณ์ ..... ฌ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอิฐ 3
2.1.1 อิฐ 3
2.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตอิฐมอญ 7
2.2.1 ดินเหนียว 7
2.2.2 แกลบ 9
2.3 คุณสมบัติของอิฐที่มีคุณภาพดี 13
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 17
3.1 การวิเคราะห์สมบัติของวัตถุดิบ 17
3.2 การวิเคราะห์ทางเทคนิคการนำวัตถุดิบมาทำอิฐมอญ 19
3.3 การทดสอบคุณสมบัติอิฐมอญ 24
3.3.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ 24
3.3.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกล 26
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปลายผล 28
4.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพและการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของอิฐมอญ 28
4.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ 31
4.3 การทดสอบคุณสมบัติทางกล 37
4.4 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยอื่น 37
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 40
5.1 สรุปผลการวิจัย 40
5.2 ข้อเสนอแนะ 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง 41
ภาคผนวก ก 44
ภาคผนวก ข 103
ภาคผนวก ค 111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 คุณสมบัติของดินเมื่อถูกเผาจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นระยะๆ 9
2.2 ส่วนประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของเถ้าแกลบจากงานวิจัยที่ผ่านมา 11
3.1 อัตราร้อยละการใช้เถ้าแกลบต่อดินเหนียวโดยปริมาตร 20
3.2 จำนวนตัวอย่างอิฐที่นำมาทดสอบ 24
4.1 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ 30
4.4 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยอื่น 38
ก-1 น้ำหนักของอิฐมอญ 44
ก-2 ขนาดของอิฐมอญ 49
ก-3 ความหนาแน่นของอิฐมอญ 74
ก-4 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญ 78
ก-5 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญ 82
ก-6 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญ 87
ข-2.1 ขนาดของอิฐก่อสร้างสามัญ 104
ข-2.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมิติ 105
ข-2.3 ความต้านแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 การทำอิฐมอญด้วยมือ 3
2.2 การหมักดิน 4
2.3 ตักดินใส่เครื่องทำอิฐจนเต็ม 4
2.4 การรีดอิฐมอญ 4
2.5 นำอิฐที่รีดออกมาเรียงไว้ที่รองอิฐ 5
2.6 นำอิฐไปตากแดด 5
2.7 นำอิฐไปเรียงเพื่อรอการเผา 5
2.8 อิฐขาว 6
2.9 อิฐประดับ 6
2.10 อิฐบล็อกและคอนกรีตบล็อก 6
2.11 แกลบ 10
2.12 ขี้เถ้าแกลบเทา 10
2.13 ขี้เถ้าแกลบดำ 11
3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี 17
3.2 เครื่องวัดหาปริมาณธาตุโดยใช้เทคนิครังสีเอ็กซ์ 17
3.3 เครื่องตรวจดูลักษณะพื้นผิวของวัตถุ 18
3.4 เครื่องกำลังรับแรงอัด 18
3.5 ตะแกรงร่อนคัดขนาด ขนาด 10 mesh 19
3.6 กระบะผสมปูน (LD Plastic, 2017) 19
3.7 แบบพิมพ์ขนาด ยาว 140 มิลลิเมตร 19
3.8 ถุงมือพลาสติกใช้ผสมวัตถุดิบ 20
3.9 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น ML204/01 ยี่ห้อ Mettler Toledo 20
3.10 ขั้นตอนการผสมดินเหนียวกับเถ้าแกลบและเถ้าถ่านอัดแท่งแล้วนวดให้เข้ากัน 21
3.11 ขั้นตอนปั้นอิฐและอัดลงในแบบพิมพ์ 21
3.12 อิฐที่ออกจากพิมพ์นำไปตากแดดจนแห้งสนิท 22
3.13 ตากแดดอิฐจนแห้งสนิทก่อนนำไปเผา 22
3.14 อิฐวางเรียงเพื่อเตรียมเผาในโรงเผาอิฐ 22
3.15 อิฐที่เผาเรียบร้อยแล้วทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำมาทดสอบ 23
3.16 แผนภาพการผลิตอิฐมอญ 23
3.17 Vernier caliper 24
3.18 นำตัวอย่างทดสอบใส่กระบะและนำไปเข้าตู้อบลมร้อน 25
3.19 นำตัวอย่างที่อบแห้งมาทำการแช่น้ำในบ่อบ่ม 26
3.20 อิฐที่ทดสอบแรงอัดจนเกิดการวิบัติ 27
4.1 ลักษณะพื้นผิวของอิฐมอญ 30

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 น้ำหนักเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน 31
4.3 ขนาดเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วนก่อนเผา 32
4.4 ขนาดเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วนหลังเผา 32
4.5 พื้นที่เฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน 33
4.6 ปริมาตรเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน 34
4.7 ความหนาแน่นเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน 35
4.8 เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน 35
4.9 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน 36
4.10 แรงอัดเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน 37
ค-1 หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด 111
ค-2 หลักการทำงานของเครื่อง X-ray Fluorescence Spectroscopy,XRF 112

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
มผช.	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
มอก.	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
°C	องศาเซลเซียส
g/cm^2	กรัมต่อตารางเซนติเมตร
g/mm^3	กรัมต่อลูกบาศก์เมตร
Kcal/Kg	กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม
Kg/cm^2	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
kg/m^2	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
MPa	เมกะปาสคาล
N/mm^2	นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร
RHA	เถ้าแกลบ
SBA	เถ้าชานอ้อย
μm	ไมโครเมตร
ksc	กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
A	อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง
B	ชุดควบคุม (ดินเหนียว)
C1	เถ้าแกลบ ร้อยละ 1
C3	เถ้าแกลบ ร้อยละ 3
C5	เถ้าแกลบ ร้อยละ 5
C7	เถ้าแกลบ ร้อยละ 7
C9	เถ้าแกลบ ร้อยละ 9
D1	เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1
D3	เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3
D5	เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5
D7	เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7
D9	เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อิฐมอญ เป็นวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือน และโครงสร้างต่างๆ เพื่อเป็นที่อยู่อาศัย วัดวาอาราม ปราสาท ราชวัง มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งอิฐมอญทำจากวัสดุที่หาได้ตามธรรมชาติ ได้แก่ ดินเหนียว น้ำ และวัสดุที่ไม่มีความเหนียว อาทิ ทราย แกลบหรือเถ้าแกลบ ผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ใส่แบบพิมพ์อัดเป็นก้อนสี่เหลี่ยมตามขนาดที่ต้องการ ทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นจึงนำไปเผาจนสุกที่อุณหภูมิประมาณ 950-1100 °C อิฐจะมีสีส้มสด ความพรุนของอิฐจะลดลง ความแข็งแรงของอิฐจะเพิ่มขึ้น (สิริพรรณ, 2547)

เถ้าชีวมวลเป็นเถ้าที่เกิดจากการเผาวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตร เช่น แกลบ ชานอ้อย เศษไม้ ฟางข้าว เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งภายหลังจากการเผาและนำความร้อนไปใช้แล้วส่วนที่เหลือจากการเผา คือ เถ้า (Ash) ซึ่งในชีวิตประจำวันเถ้าที่เราพบได้บ่อยและใกล้ตัวเรามากที่สุด คือ เถ้าจากถ่านอัดแท่ง (Charcoal briquette) ถือเป็นเถ้าชีวมวลอย่างหนึ่งที่ได้จากการนำไม้มาทำเป็นถ่าน โดยการเผาเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงที่ใช้กันอย่างแพร่หลายตามบ้านเรือนหรือร้านอาหารต่างๆ เช่น ร้านปิ้งย่าง ร้านหมูกระทะ นับวันเถ้าเหล่านี้ก็สะสมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เถ้าถ่านอัดแท่งเป็นของเสีย มีสีเทาเทาดำหรือสีดำ เป็นฝุ่นฟุ้งกระจายได้ง่าย เป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์เมื่อสัมผัสหรือสูดดมในปริมาณมากและระยะเวลานานทำให้เสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ โรคผิวหนัง เป็นต้น ดังนั้นเถ้าจากชีวมวลจึงเป็นสิ่งที่ทุกคนคิดว่าเป็นของเสียและพยายามที่จะกำจัดทิ้ง แต่เถ้าชีวมวลบางชนิดมีศักยภาพในการเสริมสร้างความแข็งแรง เนื่องจากมีส่วนประกอบของออกไซด์ของ ซิลิกาหรือซิลิกา และอลูมินาออกไซด์ ซึ่งชีวมวลที่เข้าข่ายลักษณะข้างต้น ได้แก่ เถ้าจากการเผากากปาล์มน้ำมัน (Palm oil fuel ash) เถ้าจากการเผาแกลบ (Rice husk ash) เถ้าจากการเผาชานอ้อย (Bagasse ash) และเถ้าจากเปลือกไม้ (Bark ash) (ชัย, 2555)

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นทางคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเถ้าถ่านอัดแท่งมาเป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐมอญแทนการใช้แกลบหรือเถ้าแกลบ เพื่อเป็นการนำของเสียที่ไม่ใช้แล้วมาทำให้เกิดประโยชน์และเพื่อลดต้นทุนในการผลิต โดยจะทำการศึกษาองค์ประกอบและธาตุจากดินเหนียวและเถ้าถ่านอัดแท่ง อัตราส่วนที่เหมาะสมของเถ้าถ่านอัดแท่งที่ใช้ในการผลิตอิฐมอญ จากนั้นทำการทดสอบอิฐมอญที่ได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.77-2545) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 601/2547) และสุดท้ายนำอิฐมอญที่มีส่วนผสมของเถ้าถ่านอัดแท่งกับอิฐมอญที่มีส่วนผสมของแกลบหรือเถ้าแกลบมาเปรียบเทียบคุณภาพและประสิทธิภาพว่าใกล้เคียงกันหรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์อิฐมอญจากเถ้าแกลบและเถ้าถ่านอัดแท่ง
2) เพื่อศึกษาอัตราส่วนของเถ้าถ่านอัดแท่งที่เหมาะสมในการผลิตอิฐมอญ
3) เพื่อลดปริมาณของเสียและลดปัญหามลภาวะทางอากาศที่อาจจะเกิดจากเถ้าหลังการเผาไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1) ศึกษาองค์ประกอบของและใช้วัตถุดิบในการทดลอง ดังนี้
   1.1) ดินเหนียวจากอำเภอป่าโมก จังหวัดอ่างทอง
   1.2) เถ้าแกลบจากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
   1.3) เถ้าถ่านอัดแท่งจากร้านอาหารบูริน ปิ้งย่าง
2) ศึกษาอัตราส่วนของเถ้าแกลบและเถ้าถ่านอัดแท่งต่อดินเหนียว ร้อยละ 1, 3, 5, 7 และ 9
3) ศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 77-2545) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอย่างและทดสอบอิฐกลวงและทดสอบอิฐและอิฐกลวง (มอก. 243- 2520) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 601/2547)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เถ้าถ่านอัดแท่งสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตอิฐมอญได้
2) สามารถนำของเสียมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้
3) สามารถนำอิฐมอญที่ได้มาใช้ประโยชน์ได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ กระบวนการผลิตอิฐมอญจำเป็นต้องใช้ดินเหนียวและวัสดุผสมที่ช่วยในการเสริมสร้างแรงอิฐในสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อทำให้อิฐดินเผาที่ได้มีประสิทธิภาพทางด้านวิศวกรรมมีการศึกษาและทดสอบคุณสมบัติต่างๆของอิฐดินเผาที่ได้เสริมสร้างแรงอิฐด้วยเถ้าแกลบและเถ้าถ่านอัดแท่ง

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับอิฐ (บุญธรรม, 2553)

2.1.1 อิฐ (Brick) เป็นวัสดุก่อสร้างที่ทำจากทรายและดินเหนียว หรือทรายและหินแข็ง คุณสมบัติทางฟิสิกส์ขึ้นอยู่กับสัดส่วนและชนิดของวัสดุต่างๆ วิธีที่ใช้ในการผลิต เวลาและอุณหภูมิในการเผาเมื่ออุณหภูมิในการเผาเพิ่มขึ้น อิฐจะมีสีคล้ำ ความพรุนจะลดลง และความแข็งแรงของอิฐจะเพิ่มขึ้น อิฐที่ใช้ในงานก่อสร้างมีหลายชนิดได้แก่

1. อิฐมอญหรืออิฐดินเผา คือ อิฐที่ทำจากดินเหนียวผสมกับแกลบหรือวัสดุอื่นผสมน้ำนวดเคล้าให้เข้าเนื้อเดียวกันแล้วใส่เข้าแม่พิมพ์ โดยโรยเถ้าแกลบบนลานดินภายในแม่พิมพ์ก่อนเพื่อป้องกันไม่ให้ดินผสมติดกับแม่พิมพ์ ปาดให้เรียบ ตัดทำเป็นแผ่น ผึ่งให้แห้งหรือพอหมาดแล้วเอาเข้าเตาเผาจนสุก ซึ่งสามารถจำแนกอิฐตามกระบวนการผลิตออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1.1 อิฐประเภทที่หนึ่ง วัสดุที่ใช้ในการผลิตอิฐ ได้แก่ ดินเหนียวหรือดินโคลนวัสดุอื่น เช่น แกลบ ทราย ขี้เลื่อย อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันแล้วแต่ความเหมาะสมได้แก่ การทำด้วยมือใช้ดินเหนียวผสมกับทรายหรือแกลบหรือใช้ดินโคลนผสมกับแกลบย่ำผสมน้ำอัดลงในแบบพิมพ์ไม้ซึ่งวางอยู่บนลานดินที่เรียบโดยโรยเถ้าแกลบบนลานดิน และภายในแบบพิมพ์เพื่อกันไม่ให้ดินผสมติดแบบพิมพ์ ปาดให้เรียบ ยกแบบพิมพ์ไม้ออกผึ่งไว้กลางลานดินให้แห้งแล้วจึงนำเข้าเตาเผา

รูปที่ 2.1การทำอิฐมอญด้วยมือ
(โรงงานอิฐมอญพงษ์เจษฎา, 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การทำด้วยเครื่องจักรใช้ดินเหนียวผสมกับทรายหรือแกลบนำเข้าเครื่องพ่นน้ำ นวดอัดรีดออกมาเป็นแท่งยาวตัดด้วยลวดเป็นแผ่นอิฐผึ่งให้แห้งแล้วจึงนำเข้าเตาเผา มีวิธีการทำดังนี้

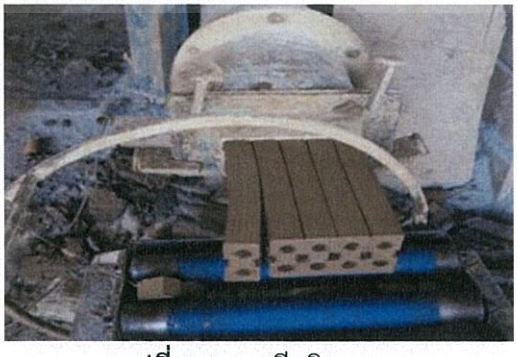
1) นำดินมาหมักในบ่อดินที่เตรียมไว้ การหมักดินจะใช้น้ำเทลงไปที่ดินจนดินที่เตรียมไว้ชุ่มน้ำแล้วนำขี้เถ้าแกลบมาโรยบนดินที่เตรียมไว้ให้ทั่ว การโรยขี้เถ้าจะโรยหนาประมาณ 1-2 ซม. แล้วหมักดินทิ้งไว้

รูปที่ 2.2 การหมักดิน

2) เมื่อเราหมักดินไว้หนึ่งคืนแล้วจะทำการรีดอิฐ โดยตักดินใส่เครื่องทำอิฐจนเต็มและต้องคอยเติมดินให้เต็มอยู่เสมอ เครื่องทำอิฐจะทำการปั่นดินผสมดินให้เข้ากันจนดินละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน

รูปที่ 2.3 ตักดินใส่เครื่องทำอิฐจนเต็ม

3) ดินจะไหลออกมาตามท่อเข้าสู่หัวพิมพ์อิฐออกมาเป็นตัวอิฐ ตัดดินที่ไหลออกมาจากแท่นพิมพ์อิฐตามขนาดที่เราต้องการ



รูปที่ 2.4 การรีดอิฐมอญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 นำอิฐที่รีดออกมาเรียงไว้ที่รองอิฐ

4) เมื่อตัดเสร็จต้องคอยหยิบอิฐที่ไหลออกมาไปวางไว้ที่รองอิฐ ซ้อนไปเรื่อยๆ 8-9 ชั้น

รูปที่ 2.6 นำอิฐไปตากแดด

5) ขนย้ายอิฐไปตากแดด ตากอิฐให้แห้งก่อนเข้าเตาเผา อิฐที่รีดออกมาแล้วจะต้องตากแดดให้แห้ง กลับอิฐตากแดดให้ครบทุกด้าน ใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน

6) นำอิฐที่ตากแดดแล้ว ขนย้ายไปเตรียมเข้าเตาเผาในโรงเผาอิฐ

รูปที่ 2.7 นำอิฐไปเรียงเพื่อรอการเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อิฐขาว ทำจากปูนขาวและทรายผสมกัน อัดด้วยเครื่องจักรที่มีความกดดันสูง 500 ตัน แล้วอบด้วยความร้อนสูง อิฐขาวเป็นอิฐที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ พัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนอิฐมอญและอิฐบล็อก เหมาะสำหรับงานก่อสร้างทุกชนิด เป็นอิฐที่แพร่หลายมานานกว่า 100 ปี ในยุโรปและอเมริกา อิฐขาวเป็นอิฐที่มีความแข็งแรงคงทนถาวรกว่าอิฐมอญหรืออิฐบล็อกโดยทั่วไป ไม่ต้องฉาบปูน เนื้ออิฐมีความหนาแน่นมาก น้ำจึงไม่สามารถซึมผ่านไม่อมความชื้น ป้องกันความร้อนได้ดี มีน้ำหนักเบา ประหยัดโครงสร้าง ผนังอิฐขาวสามารถกันไฟไม่ให้ลุกลามต่อไปได้ มีความสวยงามตามธรรมชาติโดยไม่ต้องทาสีทับ

รูปที่ 2.8 อิฐขาว
(บริษัท วันสต๊อกโฮม จำกัด, 2017)

3. อิฐประดับ เป็นการผลิตด้วยหินเกร็ด กรวด ทราย ซิลิกาสีต่างๆ ซีเมนต์และสารเคมีหลายชนิดผสมกันแล้วอัดด้วยเครื่องอัดแรง มีคุณสมบัติแข็งแกร่ง ไม่แตกง่าย เป็นฉนวนกันความร้อนและเก็บเสียงได้ดี

รูปที่ 2.9 อิฐประดับ
(ดาวคู่ อิฐอ่างทอง, 2007)

4. อิฐบล็อกและคอนกรีตบล็อก อิฐบล็อกทำจากส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์กับ เนื่องจากมีราคาถูกและก่อสร้างได้รวดเร็ว ข้อเสียคือไม่ค่อยแข็งแรง ส่วนคอนกรีตบล็อกทำจากส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์กับหินและทรายสามารถรับแรงอัดได้สูงประมาณ 300 Kg/cm^2 จึงเป็นที่นิยมใช้ในงานปูพื้นและทางเข้า การปูพื้นทำได้ง่าย สะดวก และรวดเร็ว

รูปที่ 2.10 อิฐบล็อกและคอนกรีตบล็อก
(ทองสุพรรณ วัสดุก่อสร้าง จำกัด, 2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตอิฐมอญ

2.2.1 ดินเหนียว (Clay)

ในบรรดาวัตถุดิบทั้งหลายที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยเฉพาะหัตถกรรมพื้นบ้าน อาทิ หม้อ ไห กระถาง อิฐ เป็นต้น ดินเหนียวเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เป็นดินที่เกิดจากตะกอนที่พัดพามาทับถมกัน ธรรมชาติของดินเหนียวจะประกอบด้วยแร่เคโอลิไนต์ (kaolinite) เป็นส่วนใหญ่ โดยแร่เคโอลิไนต์ที่พบในดินเหนียว มักมีผลึกที่ไม่สมบูรณ์และมีขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังพบแร่ดินชนิดอื่นๆ อาทิ มอนมอริลโลไนต์ (monmorillonite) อิลไลต์ (illite) ควอร์ทซ์ (quartz) แร่ไมกา (mica) แร่เหล็กออกไซด์ (iron oxide) รวมทั้งมักมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่เสมอ ดินเหนียวมีสีต่างๆเกิดจากการมีแร่ธาตุชนิดต่างๆในปริมาณที่แตกต่างกัน อาทิ สีดำ เทา ครีม และน้ำตาล ดินเหนียวที่มีสีเทาหรือดำจะมีอินทรียวัตถุปนมาก ส่วนดินเหนียวสีครีมหรือน้ำตาลมาจากแร่เหล็กที่ปะปนอยู่

ดินเหนียวมีสมบัติเด่นในการนำมาขึ้นรูป คือ มีความเหนียว และเมื่อแห้งมีความแข็งแรงสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์หลังแห้งมีความแข็งแรง แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อแห้ง ดินเหนียวมักมีการหดตัวสูง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการแตกร้าว ดังนั้นจึงไม่นิยมใช้เนื้อดินเหนียวล้วนๆในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ แต่ต้องมีการผสมวัสดุที่ไม่มีความเหนียว อาทิ ดินเชื้อ หรือทราย เพื่อลดการดึงตัวและหดตัว ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการแตกร้าว เนื่องจากการหดตัวของดินได้ ดินเหนียวหลายชนิดมีช่วงอุณหภูมิที่จะเปลี่ยนไปเป็นเนื้อแก้วกว้าง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ คือ ช่วยปรับปรุงเนื้อผลิตภัณฑ์หลังการเผาให้ดีขึ้นในการใช้ประโยชน์จากดินเหนียวนั้น นอกจากใช้เป็นเนื้อดินปั้นสำหรับหัตถกรรมพื้นบ้านแล้วยังนิยมนำมาใช้ผสมกับดินขาวเพื่อเพิ่มความเหนียวหรือช่วยให้น้ำดินมีการไหลตัวดีขึ้น

ในปัจจุบันประเทศไทยมีแหล่งดินเหนียวอยู่หลายแหล่ง ที่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเซรามิก อาทิ ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปราจีนบุรี ลำปาง เชียงใหม่ นอกเหนือจากนี้ดินเหนียวที่มีอยู่ในแหล่งพื้นบ้านทั่วไป อย่างไรก็ตาม แม้ว่าดินเหนียวจะมีอยู่ในหลายพื้นที่ก็ตาม การนำดินเหนียวจากแหล่งต่างๆมาใช้ก็ควรใช้อย่างมีคุณค่าและใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพราะเมื่อดินเหนียวหมดไปแล้วก็จะต้องใช้เวลานานเป็นร้อยล้านปีกว่าที่จะมีการทับถมเพื่อให้เกิดทดแทนใหม่ได้ (ปรีดา, 2532)

2.2.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพของดิน

คุณสมบัติทางกายภาพของดินเป็นวิธีช่วยให้สามารถเลือกดินที่เหมาะสมไปใช้ มีดังนี้

1. รูปร่างของอนุภาค (Particle Shape) อนุภาคของดินเคโอลินมักมีรูปร่างเป็นผลึกหกเหลี่ยมมีขนาดจาก 0.05 ถึง 10 μm โดยเฉลี่ยขนาดอยู่ระหว่าง 0.5 μm
2. ขนาดของเม็ดดิน มีความสำคัญต่อความเหนียวและการหดตัวเมื่อแห้งดินที่มีขนาดเล็กจะมีความเหนียวมากและมีร้อยละของการหดตัวเมื่อแห้งสูง
3. การหดตัวเมื่อแห้ง (Drying Shrinkage) ค่าร้อยละการหดตัวเมื่อแห้งไม่เป็นที่น่าสนใจ เพราะการหดตัวเมื่อแห้งของดินเหนียวจะเป็นไปค่อนข้างสม่ำเสมอและไม่มีผลกระทบต่อการนำอิฐไปใช้งาน อนุภาคเม็ดดินเล็กจะหดตัวมากกว่าดินที่มีอนุภาคใหญ่กว่า เนื่องจากพื้นที่สัมผัสของอนุภาคเม็ดดิน
4. ความแข็งแกร่ง (Strength) เมื่อดินแห้งเป็นสมบัติที่แสดงถึงความทนทานของดินต่อแรงที่มากระทำ ดินที่มีความแข็งแกร่งดีเมื่อนำผลผลิตอิฐจะสามารถเคลื่อนย้ายได้ดีไม่แตกหัก สามารถรับน้ำหนักได้ดีขึ้นเพิ่มความทนทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สีของดินที่ยังไม่ได้เผามักเกิดจากเหล็กและอินทรีย์สาร (Carbonaceous Matter) ในดิน นอกจากนี้บางครั้งอาจมีแร่แมงกานีสหรือแร่ไทเทเนียม ดินใดที่ไม่มีสิ่งดังกล่าวปนอยู่จะมีสีขาวเสมอ

- ไลมอไนต์ (Leimonite) ทำให้ดินมีสีครีมเหลืองและน้ำตาล
- ไพไรต์ (Pyrite) จะเป็นสีทองในบางส่วนของดิน
- ฮีมาไทต์ (Hematite) จะให้ดินมีสีแดง
- ซิลิเคตของเหล็ก (Iron Silicate) ทำให้ดินเป็นสีเขียว
- แมกนีเซียมและไทเทเนียม (Manganese & Titanium) ทำให้ดินเป็นสีน้ำตาล
- อินทรีย์สาร (Carbonaceous Matter) ทำให้ดินเป็นสีน้ำเงิน เทา ดำ

6. ความเหนียวและความสามารถในการขึ้นรูปย่อมมีความจำเป็นต้องใช้วัสดุที่มีความเหนียว ทั้งนี้เพราะความเหนียวช่วยให้การขึ้นรูปทำได้ดี ความเหนียวยังเอื้ออำนวยในการแข็งตัวเมื่อแห้งได้ดีสำหรับการผลิตอิฐน้ำที่ใช้ผสมกับดินนั้นมีค่าประมาณร้อยละ 7 จะได้ดินที่มีความเหนียวพอเหมาะกับการอัดอิฐ

7. การหดตัวหลังการเผา (Firing Shrinkage) ดินที่มีการหดตัวหลังการเผาแตกต่างกันแล้วแต่สิ่งเจือปนที่อยู่ในดิน บางที่อาจหดตัวร้อยละ 6 ถึงร้อยละ 7 และถ้าเผาถึงจุดสุกตัวอาจหดประมาณร้อยละ 20 เมื่อเผาดินจะเกิดปรากฏการณ์ที่อธิบายได้ดังนี้

7.1 ระยะสูญเสียน้ำ (Dehydration Period) แบ่งออกเป็น 2 ระยะ

ก) ระยะสูญเสียน้ำเชิงกล (Mechanical Dehydration) เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิระหว่าง 20-150 °C ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น คือ น้ำที่ผสมในดินจะเริ่มระเหยออกมาเป็นควันลอยขึ้นจนกว่าดินจะแห้งสนิทและไม่มีน้ำดังกล่าวเหลืออีก ดินจะมีสภาพแข็งแรงกว่าเดิม ถ้าหยุดให้ความร้อนและนำดินนั้นมาผสมกับน้ำอีกครั้งหนึ่ง ดินจะอ่อนและมีความเหนียวเหมือนเดิม

ข) ระยะสูญเสียน้ำทางเคมี (Chemical Dehydration) เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิระหว่าง 150-600 °C ถ้าให้ความร้อนแก่ดินต่อจากระยะแรกโมเลกุลของดินจะแตกและส่วนที่เป็นน้ำของโมเลกุลจะระเหยออกไป เช่น ดินเคโอลิน ($Al_2O_3.2SiO_3.2H_2O$) เผาแล้วจะเหลือดินในรูปของเมตาโคโอลิน ($Al_2O_3.2SiO_2$) ถ้าหยุดเผาแล้วดินไปผสมน้ำอีกครั้ง ดินจะยังคงแข็งแต่ไม่มีความเหนียวอีกต่อไป

7.2 ระยะเปลี่ยนแปลงของกลุ่มธาตุ (Oxidation Period) เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิระหว่าง 350–900 °C สิ่งต่างๆที่ปะปนมากับดิน เช่น เศษไม้ ใบหญ้า จะถูกเผาไหม้ให้หมดไป นอกจากนี้เศษแร่ต่างๆ เช่น พวกคาร์บอเรนซัลไฟต์และซัลเฟตจะแตกตัวออกด้วยในระยะนี้ สมบัติทางฟิสิกส์ของดินจะเปลี่ยนเกี่ยวกับน้ำหนัก ขนาดสี และความพรุน

7.3 ระยะเปลี่ยนเป็นคล้ายแก้ว (Vitrification Period) เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิ 900 °C ขึ้นไป การกลายเป็นแก้ว คือระยะหนึ่งของการเผาซึ่งประกอบด้วย

1) ส่วนผสมในเนื้อดินบางชนิดเริ่มละลาย

2) ส่วนที่หลอมละลายจะพยายามละลายส่วนที่ไม่หลอมให้เป็นเนื้อเดียวกัน

3) ส่วนที่หลอมละลายจะไหลไปตามช่องว่างทำให้เนื้อดินแน่นขึ้น

4) ถ้าหากมีส่วนผสมและอุณหภูมิที่พอเหมาะอาจเกิดการตกผลึกใหม่ในเนื้อดินได้ ทั้งนี้เป็นเพราะอะลูมินาและซิลิกาในเนื้อดินจะรวมตัวกันเป็นมูลไลต์ ($3Al_2O_3.2SiO_2$) มีลักษณะเป็นผลึกรูปตาข่ายทำให้ดินมีความแข็งแกร่งเพิ่มขึ้น ถ้าเนื้อดินมีส่วนที่หลอมละลายมากเกินไปจะทำให้ดินยุบตัวลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของดินเมื่อถูกเผาจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นระยะๆ

คุณสมบัติที่เปลี่ยนไป	ระยะสูญเสียน้ำ (Dehydration) 20°C - 950°C	ระยะเปลี่ยนแปลงของกลุ่มธาตุ (Oxidation) 350°C – 950 °C	ระยะเปลี่ยนเป็นคล้ายแก้ว 900°C ขึ้นไป
สี	สีอ่อนลง	1. ดินที่มีเหล็กจะมีสีเข้มขึ้น 2. ดินที่มีสารอินทรีย์จะมีสีอ่อนลง	สีเข้มขึ้น
ความพรุน	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ลดลง
การหดตัว	เพิ่มขึ้น	ขยายตัวเล็กน้อย	เพิ่มขึ้น
น้ำหนัก	ลดลง	ลดลง	เกือบคงที่
ความแข็งแกร่ง	เพิ่ม	ลดลงเล็กน้อย	เพิ่ม

ที่มา: วีระ (2542)

2.2.2 แกลบ (Rice Husk)

แกลบถือเป็นวัสดุเหลือทิ้งที่ได้จากกระบวนการสีข้าวเปลือกซึ่งทำให้เกิดเศษของเปลือกข้าวออกมามีลักษณะสีเหลืองทอง สีเหลืองอ่อน สีน้ำตาลแดง ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ข้าวแกลบประกอบด้วยสารอินทรีย์และซิลิกา ปริมาณสารอินทรีย์จะประกอบด้วยธาตุคาร์บอนประมาณร้อยละ 51 ออกซิเจนร้อยละ 42 ส่วนที่เหลือจะเป็นไฮโดรเจน และไนโตรเจน ส่วนซิลิกาจะพบมากบริเวณผิวนอกของแกลบจึงทำให้แกลบมีความแข็งสูงสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุขัดผิวได้ แกลบที่ได้จากการสีข้าวเปลือกจะมีประมาณร้อยละ 22-25 โดยน้ำหนักจากเมล็ดข้าวเปลือก ทำให้การสีข้าวเปลือกแต่ละครั้งจะเกิดแกลบจำนวนมาก ซึ่งปัจจุบันมีการนำแกลบมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในหลายด้านด้วยกัน ได้แก่ เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในภาคครัวเรือน เช่น เชื้อเพลิงในเตาประหยัดพลังงานเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยแกลบ 1 กิโลกรัม สามารถให้พลังงานจากการเผาไหม้ได้สูงถึง 3800 Kcal ซึ่งใกล้เคียงกับไม้และถ่านไม้ที่ 4000-5000 Kcal/Kg จึงสามารถนำมาทดแทนเชื้อเพลิงจากไม้ได้เป็นอย่างดี

- เป็นเชื้อเพลิงในภาคอุตสาหกรรม เช่น โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าชีวมวล เชื้อเพลิงสำหรับเครื่องจักรไอน้ำของโรงสีข้าว เชื้อเพลิงโรงงานเครื่องปั้นดินเผา โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ เป็นต้น
- ใช้เป็นวัสดุขัดผิวทั้งในภาคครัวเรือน และอุตสาหกรรม
- ใช้ในการเผาถ่านเพื่อลด และควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมสำหรับการเผาถ่าน ป้องการลุกไหม้เป็นเปลวไฟ
- เป็นส่วนผสมของวัสดุก่อสร้าง เช่น อิฐบล็อก อิฐมอญ รวมถึงผสมดินเหนียวสำหรับงานก่อต่างๆ
- ใช้ในการปรับปรุงดินในหลายด้าน อาทิ การปรับปรุงดินเค็ม การเพิ่มความร่วนซุยของดิน การเพิ่มอินทรียวัตถุ และแร่ธาตุอาหารในดิน เป็นต้น
- การใช้ประโยชน์ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เช่น ใช้รองพื้นสำหรับฟาร์มไก่หรือสุกร
- ใช้ทำชนวนเทคลุมก้อนน้ำแข็งป้องกันน้ำแข็งละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 แกลบ
(ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ, 2017)

2.2.2.1 ขี้เถ้าแกลบ

ถ้าแกลบถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเผาไหม้ของแกลบมีลักษณะหลายสีขึ้นอยู่กับกระบวนการเผา ซึ่งแบ่งได้ 3 ชนิด คือ

1. ขี้เถ้าแกลบเทา เป็นขี้เถ้าแกลบที่มีลักษณะสีเทา เนื้อขี้เถ้าแกลบแข็ง และคงรูปมากกว่าแกลบชนิดอื่น แต่จะแตกละเอียดหากได้รับแรงกดบีบ เป็นแกลบที่ได้จากการเผาที่อุณหภูมิไม่เกิน 600 °C ในสภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ขณะเผาไหม้จะไม่เกิดเปลวไฟนิยมนำมาเป็นวัสดุปรับปรุงดินและผสมดินเป็นวัสดุปลูกสำหรับการปลูกพืชในกระถาง

รูปที่ 2.12 ขี้เถ้าแกลบเทา
(พืชเกษตร, 2560)

2. ขี้เถ้าแกลบดำ เป็นขี้เถ้าแกลบที่มีลักษณะสีดำ เนื้อขี้เถ้ามีการคงรูปของแกลบบางส่วน เนื้อแกลบแข็งและเปราะง่ายกว่าแกลบสีเทา แต่จะแตกละเอียดหากได้รับแรงกดบีบ เป็นแกลบที่ได้จากการเผาอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิไม่เกิน 1200 °C ในสภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ โดยไม่เกิดเปลวไฟขณะเผาไหม้นำมาเป็นวัสดุปรับปรุงดินเพื่อช่วยเพิ่มความร่วนซุย เพิ่มแร่ธาตุ ดินอุ้มน้ำได้ดี รวมถึงนิยมนำมาเป็นวัสดุปลูกผสมกับดินสำหรับการปลูกพืชในกระถางใช้เป็นตัวดูดซับในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย บำบัดก๊าซพิษ หรือที่เรียกว่าถ่านกัมมันต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.13 ขี้เถ้าแกลบดำ
(พืชเกษตร, 2560)

3. ขี้เถ้าแกลบขาว เป็นขี้เถ้าแกลบสีขาว เนื้อขี้เถ้าเป็นผงขนาดเล็กที่ได้จากการเผาอย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิสูงภายใต้สภาวะออกซิเจน ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ โดยส่วนมากมักจะเกิดเปลวไฟขณะเผาไหม้หากเผาในที่โล่งที่มีอากาศกระจายสู่พื้นผิวขณะเผาไหม้ที่เพียงพอ นอกจากนี้ยังสามารถเผาได้จากแกลบดำที่อุณหภูมิต่ำอย่างต่อเนื่องได้อีกวิธี แกลบชนิดนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์มากในอุตสาหกรรมเนื่องจากองค์ประกอบส่วนมากจะเป็นซิลิกา ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตซิลิกา นิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแก้ว ใช้เป็นส่วนผสมของอิฐก่อสร้าง เนื่องจากสามารถทนความร้อนได้ดีมากกว่า 1000 °C ใช้เป็นส่วนผสมของการผลิตปูนซีเมนต์และวัสดุปรับปรุงดิน (พืชเกษตร, 2560)

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของเถ้าแกลบจากงานวิจัยที่ผ่านมา

ส่วนประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพ	RHA			
	1	2	3	4
ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ร้อยละ	89.29	87.20	92.05	89.62
อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ร้อยละ	0.54	0.15	0.94	0.07
ไอออนออกไซด์ (Fe_2O_3) ร้อยละ	2.45	0.16	0.81	1.88
แคลเซียมออกไซด์ (CaO) ร้อยละ	1.09	0.55	0.27	0.86
แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ร้อยละ	0.18	0.35	0.27	0.03
โพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O) ร้อยละ	2.43	3.68	1.72	1.36
โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) ร้อยละ	0.03	1.12	0.06	0.59
ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) ร้อยละ	0.18	0.24	0.13	-
ฟอสฟอรัสออกไซด์ (P_2O_5) ร้อยละ	-	0.50	-	-
ไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2) ร้อยละ	-	0.01	-	-
ความถ่วงเฉพาะ	2.08	2.06	2.08	2.12
พื้นที่ผิวจำเพาะ ตารางเซนติเมตรต่อกรัม	7,684	-	14,300	-
ความละเอียด (ผ่านตะแกรงเบอร์ 325) ร้อยละ	99.64	99.00	-	-
ปริมาณความชื้น ร้อยละ	0.67	-	-	1.57

ที่มา: ชัยวัฒน์ (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 เถ้าไม้

ขี้เถ้า หรือ เถ้า หมายถึงส่วนที่เป็นผงละเอียดของเชื้อเพลิงที่เหลือจากไฟเผามอดแล้ว ครัวเรือนภาคใต้สมัยก่อนก็เหมือนๆกับในภูมิภาคอื่นทั่วไป คือ นิยมใช้ฟืนหรือถ่านในการหุงต้มอาหาร และให้ความร้อนเพื่อประโยชน์อย่างอื่นทั้งในสังคมชนบทและสังคมเมือง แม้ในปัจจุบันนี้บ้านเมืองจะมีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมากขึ้น มีเครื่องหุงต้มและอุปกรณ์ให้ความร้อนในลักษณะต่างๆ ที่ไม่ต้องใช้ฟืนและถ่านมากขึ้น เช่น การใช้แก๊ส และเครื่องไฟฟ้า เป็นต้น แต่ชาวภาคใต้จำนวนไม่น้อยยังคงใช้ฟืนและถ่านกันอยู่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมชนบททั่วไป ขี้เถ้าจึงเป็นสิ่งที่ชาวบ้านรู้จักกันดี และโดยเฉพาะในสมัยก่อนชาวใต้รู้จักนำเอาขี้เถ้ามาปรับใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหลากหลายลักษณะจนเป็นวัฒนธรรมที่ได้รับการสั่งสมและสืบต่อกันเรื่อยมา แม้ปัจจุบันนี้บ้านเมืองจะเจริญขึ้นมาก แต่วัฒนธรรมการขี้เถ้าหลายลักษณะยังคงดำรงอยู่ในสังคมชาวภาคใต้ ลักษณะการใช้ประโยชน์จากขี้เถ้าของชาวภาคใต้ที่นิยมกันทั่วไป คือ

1. ใช้ในการขัดถู ซึ่งชาวภาคใต้นิยมเรียกกันว่า "ขัดขี้เถ้า" หรือ "ถูขี้เถ้า" หมายถึง การใช้ขี้เถ้าล้วนๆ หรือขี้เถ้าผสมสิ่งอื่นขัดถูสิ่งต่างๆพอจะแบ่งออกตามสิ่งที่นิยมขัดถูได้ดังนี้

(ก) ใช้ขัดถูสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ นิยมกันมากในการใช้ขัดถูเครื่องใช้ในครัวเรือนที่ทำด้วยโลหะ กระเบื้องและแก้ว เช่น หม้อ กระทะ ถ้วยชาม แก้วน้ำ เป็นต้น

(ข) ใช้ขัดถูฟัน ในสมัยก่อนที่จะมียาสีฟันหรือยาสีฟันจะแพร่หลาย ชาวบ้านใช้สิ่งต่างๆขัดฟัน เช่น เปลือกหมาก ผงถ่านไฟ ขี้เถ้า จะทำให้ฟันขาวสะอาดและช่วยดับกลิ่นได้

(ค) ใช้ขัดถูเพื่อชักเงาเขาสัตว์ เขาสัตว์ต่างๆ เช่น เขาวัว เขาควาย เขากวาง ฯ

2. ใช้เป็นน้ำกระสายยาหรือน้ำยาเพื่อรักษาโรคต่างๆ เช่น แก้นิ่ว กัดเถาดานในท้อง ดับพิษไข้พิษสัตว์ เป็นต้น

3. ใช้ทำน้ำด่างซักเสื้อผ้าหรือเพื่อประโยชน์อย่างอื่น เช่น ใช้แทนสบู่หรือผงซักฟอก โดยการเอาขี้เถ้ามาละลายน้ำแล้ววางไว้ให้ตกตะกอน

4. ใช้ผสมดินเหนียวเพื่อนำดินไปใช้ประโยชน์ต่างๆขี้เถ้า ที่ชาวบ้านนำมาใช้ประโยชน์ด้านนี้ใช้ได้กับขี้เถ้าทั่วไป แต่ที่นิยมกันมากมักเป็นขี้เถ้าจากแกลบโดยการเอาขี้เถ้ามาผสมและคลุกเคล้าให้เข้ากันดีกับดินเหนียวจนดูเป็นเนื้อเดียวก้น ขี้เถ้าจะทำให้ดินเหนียวมีความเหนียวตัวมากยิ่งขึ้น สามารถเกาะยึดตัวกันได้ดี แม้ถูกความร้อนก็ไม่แตกร้าวได้ง่าย จึงเหมาะที่จะนำดินนั้นไปปั้นเป็นภาชนะต่างๆ หรือใช้ประโยชน์อย่างอื่น ในปัจจุบันนี้การใช้ประโยชน์จากขี้เถ้าในลักษณะนี้ก็ยังปรากฏให้เห็นอยู่มาก

5. ใช้กำจัดศัตรูบางชนิดของพืชและสัตว์เลี้ยง ขี้เถ้าที่ใช้ประโยชน์ด้านนี้เป็นขี้เถ้าจากเชื้อเพลิงทั่วไปที่ชาวบ้านภาคใต้นิยมปฏิบัติกัน คือ

(ก) ใช้กำจัดเพลี้ยบางชนิดที่กัดกินใบ ผล หรือยอดอ่อนของพืชที่ปลูก เช่น แตงกวาแตงโม ถั่วฝักยาว ข้าวโพด มะเขือยาว ฯลฯ

(ข) ใช้กำจัดสัตว์จำพวกเห็บ หมัด เหา ฯลฯ ที่มีบนตัวสัตว์เลี้ยง

(ค) ใช้คลุกตัวสัตว์เพื่อช่วยในการถอนขนสัตว์มักใช้ในกรณีที่เป็นการถอนขนสัตว์ที่มีขนอ่อนและสั้น เช่น การถอนขน กระรอก กระจง เป็นต้น

6. ใช้รูดไหลก่อนที่จะนำปลาไหลไปประกอบอาหารจะต้องกำจัดเมือกที่ตัวปลาไหลเสียก่อน ซึ่งอาจใช้หลายวิธี วิธีหนึ่งที่ชาวภาคใต้นิยมใช้กันมาก คือ การใช้สิ่งต่างๆที่มีความระคายเคืองมารูดที่ตัวปลาไหลซึ่งเรียกว่า "รูดไหล" (ธนะรัตน์, 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 คุณสมบัติของอิฐที่มีคุณภาพดี (พงศ์พัน, 2538)

คุณสมบัติของอิฐที่ดีจะประกอบด้วย

1. ทำด้วยเครื่องจักรหรือทำด้วยมืออย่างประณีต
2. มีความเหนียวไม่แตกง่าย
3. มีความแข็งแรงทนทานรับน้ำหนักได้มาก
4. มีรูปร่างเรียบร้อยดีไม่แอ่นบิดหรือไม่มีขอบขรุขระมาก
5. ทุกๆเหลี่ยมของอิฐจะต้องได้ฉากตลอด
6. ขนาดเท่ากันทุกก้อน (โดยเฉลี่ย)
7. เมื่ออิฐหักออกจะเห็นเนื้อภายในคล้อยหินและแน่นมากไม่มีรูพรุนไม่มีรอยแตกร้าว
8. น้ำหนักและขนาดควรเท่ากันทุกก้อน (โดยเฉลี่ย)
9. มีสีสม่ำเสมอเท่ากันตลอดทุกแผ่น
10. ไม่ดูดน้ำเกินร้อยละ 10 ของน้ำหนักอิฐเมื่อแช่น้ำไว้ 24 ชั่วโมง
11. เคาะฟังเสียงดูมีเสียงแกร่งคล้ายโลหะ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 เกษม (2549) งานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติของเถ้าแกลบจากโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก 3 แห่ง ที่มีเทคโนโลยีการเผาไหม้ที่แตกต่างกันและประเมินความเป็นไปได้ทางเทคนิคและทางเศรษฐศาสตร์ในการนำเถ้าแกลบจากโรงไฟฟ้าชีวมวลไปใช้ประโยชน์ใน 3 ทางเลือก คือ การทำอิฐมอญ วัสดุปลูกไม้ดอกไม้ประดับ และการส่งไปขายต่างประเทศ จากผลการประเมินทางเทคนิคพบว่าเถ้าลอยของโรงไฟฟ้าไบโอแมสเพาเวอร์ที่ใช้เทคโนโลยีการเผาไหม้แบบฟลูอิดไดซ์เบดมีปริมาณซิลิกอนไดออกไซด์สูงที่สุดร้อยละ 90.01 โดยน้ำหนักมีความเหมาะสมมากที่สุดในการทำอิฐมอญ อิฐที่ผสมเถ้าลอยชนิดนี้ร้อยละ 3 โดยน้ำหนักให้กำลังรับแรงอัดสูงสุด 101.86 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานของอิฐก่อสร้างสามัญ (มอก.77-2545) เถ้าหนักของโรงไฟฟ้าบัวสมหมายมีความเหมาะสมมากที่สุดในการทำวัสดุปลูกไม้ดอกไม้ประดับ เนื่องจากมีค่าความเค็มและการอัดตัวเมื่อเปียกน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และเถ้าแกลบจากโรงไฟฟ้าพีอาร์จีมีความเหมาะสมในการส่งไปขายต่างประเทศตามข้อกำหนดของการนำไปใช้ทำวัสดุทนไฟเนื่องจากมีคุณลักษณะตามข้อกำหนดทั้ง 3 ประการ คือ ปริมาณคาร์บอนไม่เกินร้อยละ 5 ปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 1 และความหนาแน่นไม่เกิน 250 kg/m^2 และจากผลการประเมินทางเศรษฐศาสตร์พบว่าการส่งเถ้าแกลบไปขายต่างประเทศใช้ระยะเวลาคืนทุนคิดลดสั้นที่สุด 1.36 ปี รองลงมาเป็นการทำอิฐมอญ 1.60 ปี และการทำวัสดุปลูกไม้ดอกไม้ประดับ 2.18 ปี

2.4.2 ชัยวัฒน์ (2548) วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้เพื่อพัฒนาอิฐดินเผาที่ผลิตจากดินเหนียวอำเภอปักธงชัยจังหวัดนครราชสีมา โดยได้ทำการศึกษาอิทธิพลของเถ้าแกลบที่มีต่อคุณสมบัติต่างๆของอิฐดินเผา ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงขนาดและน้ำหนัก ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ โมดูลัสแตกร้าวและกำลังรับแรงอัด ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ (1) ความละเอียดของเถ้าแกลบ (2) ปริมาณเถ้าแกลบ (3) อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาอิฐ เถ้าแกลบที่ใช้มี 2 ขนาด คือ เถ้าแกลบชนิดที่ไม่บดละเอียดกับชนิดที่เถ้าแกลบบดละเอียด สัดส่วนในการใช้เถ้าแกลบแทนที่ดินเหนียว คือ ที่ปริมาตรร้อยละ 10 20 30 และ 40 จากการศึกษา พบว่า อิฐดินเผาที่ผลิตจากดินเหนียวอำเภอปักธงชัยจังหวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นครราชสีมาสามารถที่จะพัฒนาให้ดีขึ้นโดยการแทนที่ดินเหนียวด้วยเถ้าแกลบที่บดละเอียดในปริมาณร้อยละ 20 โดยปริมาตรและเผาที่อุณหภูมิระหว่าง 750-850 °C ส่งผลให้อิฐดินเผาที่ได้มีประสิทธิภาพสูงกว่าอิฐดินเผาอำเภอปักธงชัยจังหวัดนครราชสีมาที่ผลิตอยู่ในปัจจุบัน

2.4.3 ภราดรและสุพรรณ (2552) อิฐมอญเป็นวัสดุที่ทำขึ้นจากการทำดินเหนียวให้เป็นก้อนสี่เหลี่ยมนำไปตากให้แห้งแล้วจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิสูง อิฐมอญเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีราคาถูกและนิยมใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆ เช่น วัด ปราสาท ราชวัง เจดีย์ และสถูป มีการใช้อิฐมอญก่อสร้างอาคารมาตั้งแต่ยุคโบราณดังจะเห็นว่ามีโครงสร้างในยุคโบราณในหลายประเทศทำด้วยอิฐมอญส่วนในประเทศไทยก็มีวัดเจดีย์ต่างๆในเมืองโบราณ เช่น ที่กรุงสุโขทัยและกรุงศรีอยุธยา เป็นต้น อิฐมอญเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีคุณสมบัติดี มีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศในประเทศไทยและสามารถผลิตได้ในทุกภาคของประเทศ แหล่งผลิตอิฐมอญที่เป็นที่รู้จักในภาคกลางอยู่ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและจังหวัดอ่างทอง และมีผลิตบ้างในจังหวัดใกล้เคียงในภาคตะวันออกมีการผลิตอิฐมอญที่อำเภอพานทองและอำเภอพนัสนิคมจังหวัดชลบุรี ทั้งนี้เพราะพื้นที่ทั้งสองอำเภอดังกล่าวเป็นแหล่งที่มีวัตถุดิบดินเหนียวที่เหมาะสำหรับการใช้ผลิตอิฐมอญ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกจะเป็นพื้นที่มีดินเป็นลักษณะดินปนทรายโครงงานนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรีซึ่งผลิตที่อำเภอพานทองและอำเภอพนัสนิคม ในการศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรีประกอบด้วยการทดสอบคุณสมบัติความหนาแน่นของอิฐมอญ คุณสมบัติความชื้นของอิฐมอญ การทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ การทดสอบกำลังอัดของอิฐมอญ และการทดสอบแรงดัด ผลการศึกษาพบว่า อิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรีมีคุณสมบัติดีสามารถใช้แทนอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและจังหวัดอ่างทองได้

2.4.4 สิทธิชัย (2542) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อที่จะศึกษาถึงคุณสมบัติและพฤติกรรมเชิงกลของอิฐดินซีเมนต์ และเพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบผลที่ได้ กับคุณสมบัติทางกลเฉลี่ยของอิฐมอญและอิฐมอญมาตรฐาน อิฐดินซีเมนต์ที่ใช้ในการศึกษานี้ถูกผลิตขึ้นมาภายใต้การดูแลของมูลนิธิจักรราชพัฒนา จ.นครราชสีมา การทดสอบได้กระทำตามมาตรฐาน ASTM C67 และ ASTM E447 และพบว่า ค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติเชิงกลของอิฐดินซีเมนต์ ซึ่งประกอบด้วยกำลังแรงกดอัด การดูดซึมน้ำ และโมดูลัสแตกร้าว มีค่าที่ใกล้เคียงกับอิฐมอญ แต่มีค่าน้อยกว่าอิฐมอญมาตรฐาน นอกจากนั้นแล้วยังพบว่า คุณสมบัติเชิงกลของอิฐดินซีเมนต์ที่ค่าที่ไม่แน่นอนซึ่งแสดงว่า กระบวนการผลิตอิฐดินซีเมนต์ดังกล่าวควรที่จะได้รับการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะที่ได้เสนอไว้

2.4.5 สุทัศน์ (2555) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาการผลิตอิฐดินเผาในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา อ่างทอง ซึ่งพบว่ากระบวนการผลิตนั้นยังมีความไม่แน่นอนในเรื่องของส่วนผสมวัตถุดิบและขนาดที่ยังไม่ได้มาตรฐาน การศึกษาเบื้องต้นโดยการนำผลิตภัณฑ์อิฐและวัตถุดิบจากผู้ผลิตมาวิเคราะห์ พบว่า วัตถุดิบที่ใช้ผลิตคือ ดินเหนียวจากท้องนามีส่วนประกอบของหลักที่เหมือนกัน คือ ซิลิคอนไดออกไซด์ อะลูมิเนียมออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ความสามารถในการรับแรงอัดและร้อยละของการดูดซึมน้ำยังไม่เป็นไปตามมาตรฐาน การปรับปรุงส่วนผสมวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตโดยผสมแกลบและเถ้าแกลบในอัตราส่วนที่แตกต่างกันตั้งแต่ร้อยละ 0 - 10 โดยน้ำหนักจากผลการวิจัยพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของแกลบจะทำให้ชิ้นงานอิฐดินเผามีความสามารถในการรับแรงอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และความหนาแน่นลดลง โดยชิ้นงานอิฐดินเผาจะมีสมบัติดีที่สุดเมื่อเติมเถ้าแกลบลงไปร้อยละ 2 โดยน้ำหนักโดยมีความสามารถในการรับแรงอัด 6.20 MPa มีความหนาแน่น 1.68 g/cm^2 และร้อยละของการดูดซึมน้ำเท่ากับ 15.20

2.4.6 Chiara Coletti และคณะ (2016) บริษัทผลิตอิฐส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นการวิจัยในการรีไซเคิลของเสียเพื่อจะทำตลาดรูปแบบใหม่ของอิฐ ในงานนี้เราสำรวจความเป็นไปได้ในการนำกากตะกอนเซรามิกมาผลิตอิฐ วัตถุประสงค์เพื่อหาสารเติมแต่งในการผลิตอิฐที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่โดดเด่นด้วยคุณสมบัติทางกล ความสวยงาม และความทนทาน ซึ่งผลิตโดยโรงงาน Sanmarco-Terreal ที่อิตาลี เปรียบเทียบกับอิฐที่ออกแบบใหม่ที่ได้รับจากดินเริ่มต้นเดียวกันด้วย นอกเหนือจากตะกอนเซรามิกยังใช้ทรายอีกด้วย วัตถุดิบที่ใช้จะมีการนำมาวิเคราะห์ธาตุและองค์ประกอบทางเคมี อิฐที่เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายจะนำไปตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางกล ผลปรากฏว่าอิฐที่ผลิตด้วยกากตะกอนเซรามิกสามารถใช้แทนอิฐแบบดั้งเดิมได้ มีคุณสมบัติในด้านความสวยงามและคุณสมบัติเชิงกลที่เพียงพอ แต่ข้อเสียคือ ไม่สามารถทนกับการแช่แข็งละลายได้มากนัก ซึ่งจะเกิดปัญหาในฤดูหนาว

2.4.7 D. Eliche-Quesada (2017) การศึกษาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการใช้ขยะเถ้าเผาไหม้ชีวมวล (ข้าวแกลบหรือไม้) เป็นวัตถุดิบรองในการผลิตอิฐมอญ การศึกษาลักษณะเฉพาะของเถ้าทำได้โดยการวิเคราะห์การกระจายขนาดอนุภาค การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยการเอ็กซ์เรย์เลนส์ (XRD) และ X-ray fluorescence (XRF) การวิเคราะห์ความร้อน, การวิเคราะห์ธาตุและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) ทั้งขี้เถ้าแกลบและเถ้าไม้ถูกนำมาใช้แทนในจำนวนที่แตกต่างกัน (10-30 WT%) ของดินในการผลิตอิฐมอญ ตัวอย่างอิฐมอญที่ถูกสร้างขึ้นมีการบีบอัดที่ 54.5 MPa และเผาที่อุณหภูมิ 900 หรือ 1000 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในอัตราความร้อนของ 3 °C/นาที จากนั้นนำอิฐมอญที่ทำขึ้นจากการผสมเถ้ามาเปรียบเทียบคุณสมบัติกับอิฐมอญที่ทำขึ้นประกอบด้วยดินเหนียวชนิดเดียวซึ่งคุณสมบัติอิฐมอญขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของเถ้าที่ใช้ และอุณหภูมิในการเผา ผลการศึกษาพบว่า ขนาดของอิฐส่งผลต่ออุณหภูมิที่ใช้ในการเผาที่อุณหภูมิ 1000° C อิฐจะมีความหนาแน่นมากส่งผลให้การดูดซึมน้ำลดลง และการใช้แรงในการอัดที่มากที่อุณหภูมิ 900 ° C ทำให้อิฐมีรูพรุนมากสามารถการลดแรงอัดได้ การใช้อุณหภูมิ 1000 ° C ถือเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเผา และการใช้ 10% โดยน้ำหนักขี้เถ้าแกลบ และ 20% โดยน้ำหนักเถ้าไม้ เป็นส่วนผสมที่เหมาะสมในการทำอิฐ นอกจากนี้อิฐมอญที่ผสมเถ้าไม้ พบว่า มีคุณสมบัติคล้ายกับอิฐที่ใช้เพียงดินเหนียวเป็นองค์ประกอบชนิดเดียว และอิฐมอญที่ผสมเถ้าขี้แกลบ 10% และเถ้าไม้ 30% โดยน้ำหนักเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับดินเหนียวที่ใช้ในการทำอิฐ

2.4.8 Kazmi และคณะ (2011) อิฐที่ได้จากการเผาถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งในการก่อสร้างอาคารและใช้กันอย่างแพร่หลายในการก่อผนังทั่วโลก โดยอิฐที่ใช้มีส่วนผสมของวัสดุเหลือใช้และเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพของอิฐให้มีต้นทุนในการผลิตลดลง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลจากการเติมส่วนผสมที่เป็นเศษวัสดุเหลือใช้จากผลผลิตของพืช เช่น ข้าวและอ้อย ในการศึกษานี้จะใช้เถ้าชานอ้อยและเถ้าแกลบที่ได้จากโรงผลิตน้ำตาลและเตาเผา ตามลำดับ อิฐผลิตขึ้นจะใช้อัตราส่วน คือ 5% 10% และ 15% ของเถ้าชานอ้อยและเถ้าแกลบจากการทดสอบคุณสมบัติของอิฐเหล่านี้ พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิฐที่ไม่ได้ผสมเถ้าชานอ้อยและเถ้าแกลบลงไปจะมีความสามารถในการรับแรงอัดได้น้อยกว่าอิฐที่ได้รับการผสมเถ้าชานอ้อยและเถ้าแกลบ และ 5% ของเถ้าชานอ้อยและเถ้าแกลบได้รับการยอมรับและเป็นที่ต้องการในการสร้างอาคารของประเทศปากีสถาน เพราะสามารถรับแรงอัดได้มากกว่า 5 MPa การวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) เพื่อหาอนุภาคความพรุนของตัวอย่างอิฐ ซึ่งความพรุนของอิฐจะส่งผลต่อน้ำหนักของอิฐด้วย จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า การผสมส่วนผสมลงไปน้อยกว่า 5% จะทำให้อิฐที่ได้มีคุณภาพที่ต่ำและส่งผลต่อโครงสร้างอาคารเมื่อนำใช้

2.4.9 Kung-Yuh Chianga และคณะ (2009) อิฐมวลเบาแบบใหม่ผลิตจากการผสมกากตะกอนบำบัดน้ำเสียและเถ้าแกลบในตัวอย่างมีถึง 20 % แกลบจะเพิ่มรูพรุนของตัวอย่างจะช่วยเพิ่มอุณหภูมิในการเผาและช่วยสร้างความแข็งแรง ตัวอย่างที่มีแกลบ 15 % ถูกเผาที่อุณหภูมิ 1100 °C ความหนาแน่นจะต่ำแต่จะมีความแข็งแรงค่อนข้างสูงซึ่งมีความสอดคล้องกับมาตรฐานไต้หวันที่เกี่ยวข้องสำหรับการใช้อิฐเป็นที่มีน้ำหนักเบา

2.4.10 Syed Minhaj Saleem Kazmi และคณะ (2016) อิฐดินเผาเป็นวัสดุก่อสร้างที่นิยมใช้ทั่วโลก แต่ในประเทศส่วนใหญ่รวมไปถึงปากีสถานการผลิตอิฐไม่มีการปรับปรุงหรือไม่มีนวัตกรรมที่ทันสมัย การใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ในการผลิตอิฐดินเหนียวไม่ได้มีประโยชน์เพียงกำจัดของเสียได้อย่างปลอดภัย แต่มีประโยชน์ในการเผาไหม้อีกด้วย ในงานวิจัยนี้ใช้วัสดุเหลือใช้ (ขี้เถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อย) ในการผลิตอิฐ โดยเตรียมเถ้าแกลบ (RHA) และเถ้าชานอ้อย (SBA) ร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางกลและความทนทาน พบว่าแรงอัดและโมดูลัสการแตกร้าวลดลงเมื่อ RHA รวมกับ SBA อย่างไรก็ตามแรงอัดและโมดูลัสการแตกร้าวจะเป็นไปตามหลักเกณฑ์การก่อสร้างของปากีสถานและแนวทางมาตรฐาน ASTM นอกจากนี้อิฐดินเหนียว เถ้าแกลบ และเถ้าชานอ้อย สามารถนำมาใช้ผลิตอิฐที่มีมวลเบา น้ำหนักที่เบาของอิฐจะส่งผลให้โครงสร้างของอิฐลดลงและมีประโยชน์เชิงเศรษฐกิจ ผลการทดสอบได้รับการยืนยันการใช้อิฐผสมเถ้าแกลบและเถ้าชานอ้อย ทนสภาพอากาศได้ปานกลาง ยิ่งไปกว่านั้นยังป้องกันการเปลี่ยนเป็นผลึกหรือเป็นผงเมื่อสูญเสียน้ำ หลังจากการผสม RHA และ SBA โครงสร้างขนาดเล็กได้รับการตรวจสอบโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) และ พบว่า อิฐที่เผาไหม้แล้ว แกลบและเถ้าชานอ้อย เป็นรูพรุนกว่าอิฐดินเหนียว จากงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่า การใช้ RHA และ SBA มีประโยชน์ในการควบคุมมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ยังส่งผลให้เกิดเป็นงานก่อสร้างที่ยั่งยืนมากขึ้นและประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การวิเคราะห์สมบัติของวัตถุดิบ

3.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. ดินเหนียวปนทราย จากอำเภอป่าโมก จังหวัดอ่างทอง ได้รับความอนุเคราะห์จากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง
2. เถ้าแกลบ ได้รับความอนุเคราะห์จากโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา
3. ตัวอย่างเถ้าแกลบจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง
4. เถ้าถ่านอัดแท่ง ได้รับความอนุเคราะห์จากร้านอาหารบูริน ปิ้งย่าง

รูปที่ 3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

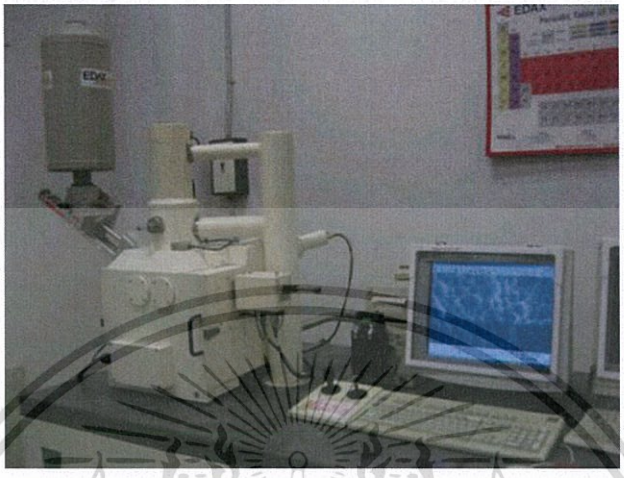
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ X-ray fluorescence (XRF) ทำการวิเคราะห์โดย ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รูปที่ 3.2 เครื่องวัดหาปริมาณธาตุโดยใช้เทคนิครังสีเอ็กซ์ (ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ

- เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ Scanning Electron Microscopy (SEM) ทำการวิเคราะห์โดยศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูปที่ 3.3 เครื่องตรวจดูลักษณะพื้นผิวของวัตถุ (ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2017)

3.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกล

- เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ เครื่องกำลังรับแรงอัด (Compressive strength) ทำการวิเคราะห์โดยศูนย์เครื่องมือวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รูปที่ 3.4 เครื่องกำลังรับแรงอัด (ศูนย์เครื่องมือวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

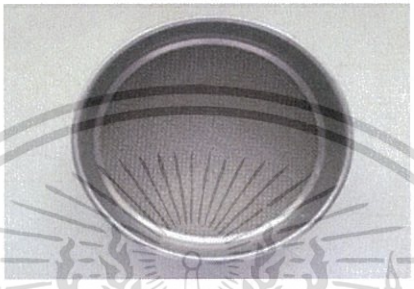
3.2 การวิเคราะห์ทางเทคนิคการนำวัตถุดิบมาทำอิฐมอญ

3.2.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำอิฐมอญ

1. ดินเหนียวปนทราย
2. เถ้าแกลบร้อยละ 1, 3, 5, 7 และ 9
3. เถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 1, 3, 5, 7 และ 9
4. น้ำประปา

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำอิฐมอญ

1. ตะแกรงร่อนคัดขนาด



รูปที่ 3.5 ตะแกรงร่อนคัดขนาด ขนาด 10 mesh

2. กระบะผสมปูน

รูปที่ 3.6 กระบะผสมปูน (LD Plastic, 2017)

3. แบบพิมพ์

รูปที่ 3.7 แบบพิมพ์ขนาด ยาว 140 มิลลิเมตร
กว้าง 60 มิลลิเมตร หนา 30 มิลลิเมตร
ตามมอก.77 ชั้นคุณภาพ ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ถุงมือพลาสติก

รูปที่ 3.8 ถุงมือพลาสติกใช้ผสมวัตถุดิบ
(3M Automotive and Industrial Products, 2017)

5. เครื่องชั่งทศนิยม 1 ตำแหน่ง รุ่น TR-6101 ยี่ห้อ Denver และเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น ML204/01 ยี่ห้อ Mettler Toledo

รูปที่ 3.9 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น ML204/01 ยี่ห้อ Mettler Toledo

3.2.3 ส่วนผสมของอิฐมอญ

ส่วนผสมของอิฐดินมอญประกอบด้วยดินเหนียว เถ้า และน้ำ ซึ่งเถ้าจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เถ้าแกลบและเถ้าถ่านอัดแท่ง ในอัตราร้อยละตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อัตราร้อยละการใช้เถ้าแกลบต่อดินเหนียวโดยน้ำหนัก

ตัวอย่าง	เถ้าแกลบ (Kg)	เถ้าถ่านอัดแท่ง (Kg)	ดินเหนียว (Kg)	ร้อยละของเถ้าโดยน้ำหนัก
B	0	0	10	0
C1	0.1	-	9.9	1
C2	0.3	-	9.7	3
C3	0.5	-	9.5	5
C4	0.7	-	9.3	7
C5	0.9	-	9.1	9
D1	-	0.1	9.9	1
D2	-	0.3	9.7	3
D3	-	0.5	9.5	5
D4	-	0.7	9.3	7
D5	-	0.9	9.1	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย ตัวอย่าง A คือ อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง
ตัวอย่าง B คือ ชุดควบคุม (ดินเหนียว)
ตัวอย่าง C1 คือ ผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 1
ตัวอย่าง C2 คือ ผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 3
ตัวอย่าง C3 คือ ผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 5
ตัวอย่าง C4 คือ ผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 7
ตัวอย่าง C5 คือ ผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 9
ตัวอย่าง D1 คือ ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1
ตัวอย่าง D2 คือ ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3
ตัวอย่าง D3 คือ ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5
ตัวอย่าง D4 คือ ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7
ตัวอย่าง D5 คือ ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9

3.2.4 ขั้นตอนการทำตัวอย่างอิฐมอญ

1. ชั่งดินเหนียวสัดส่วนละ 10 Kg ผสมน้ำ 3.5 L ลงในกระบะผสมปูน แล้วแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
2. นวดดินเหนียวให้เป็นเนื้อเดียวกันสำหรับชุดการทดลองที่ 1 เติมเถ้าแกลบและเถ้า ถ่านอัดแท่งตามอัตราส่วนที่กำหนดของชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

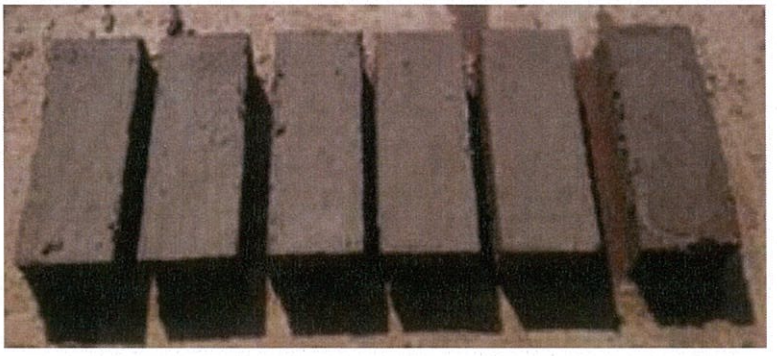
รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการผสมดินเหนียวกับเถ้าแกลบและเถ้าถ่านอัดแท่งแล้วนวดให้เข้ากัน

3. จากนั้นปั้นอิฐและอัดลงในแบบพิมพ์ ทิ้งไว้พอหมาดๆ

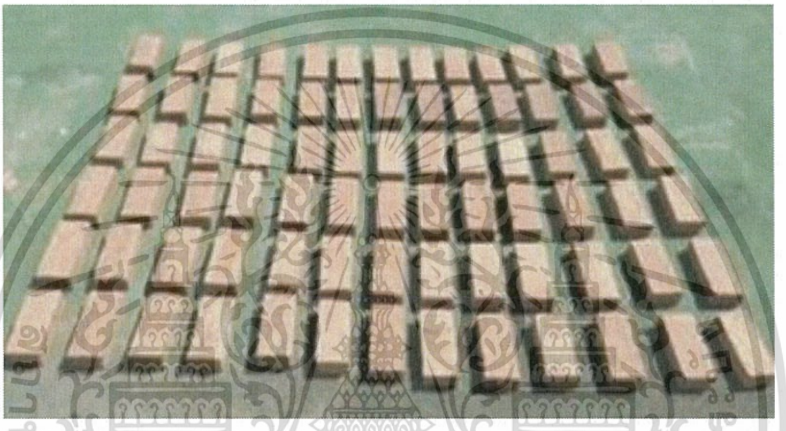
รูปที่ 3.11 ขั้นตอนปั้นอิฐและอัดลงในแบบพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แกะอิฐออกจากพิมพ์นำไปตากแดดจนแห้งสนิท

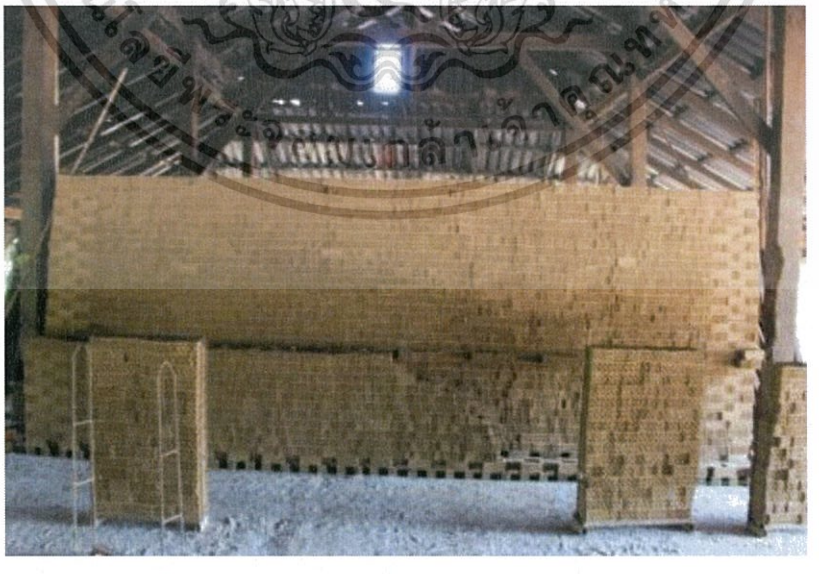


รูปที่ 3.12 อิฐที่ออกจากพิมพ์นำไปตากแดดจนแห้งสนิท



รูปที่ 3.13 ตากแดดอิฐจนแห้งสนิทก่อนนำไปเผา

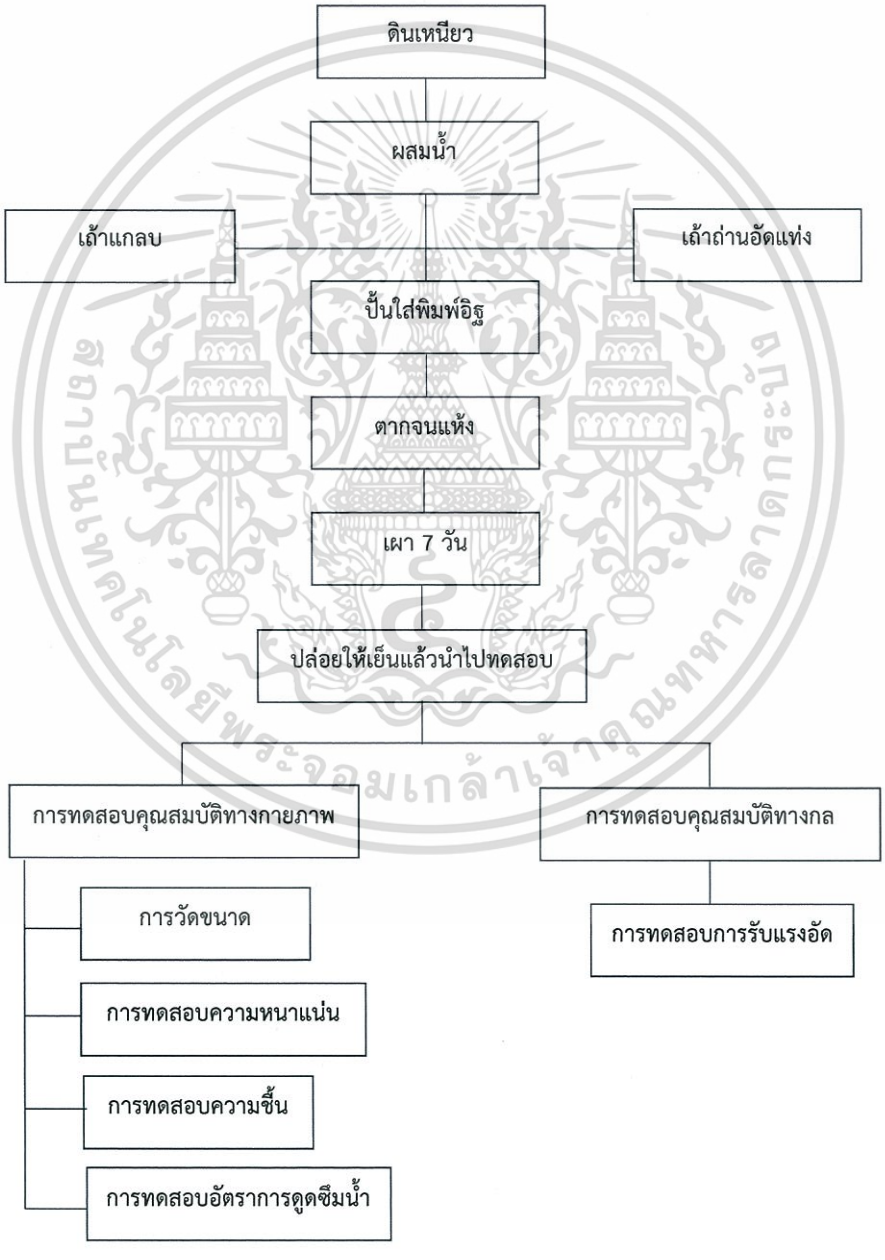
5. นำอิฐไปเผาที่อุณหภูมิประมาณ 800-1000 °C ที่โรงอิฐทรัพย์บุญส่ง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา



รูปที่ 3.14 อิฐวางเรียงเพื่อเตรียมเผาในโรงเผาอิฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.15 อิฐที่เผาเรียบร้อยแล้วทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำมาทดสอบ



รูปที่ 3.16 แผนภาพการผลิตอิฐมอญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ 3.2 จำนวนตัวอย่างอิฐที่นำมาทดสอบ

NO.	รายการทดสอบ	จำนวนตัวอย่างทดสอบ									
		ดินเหนียว	ร้อยละของแกลบ					ร้อยละของเถ้าถ่านอัดแท่ง			
			1	3	5	7	9	1	3	5	7	9
1	การวัดขนาด	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
2	ความหนาแน่น	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3	ความชื้น	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	อัตราการดูดซึมน้ำ	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	การรับแรงอัด	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

3.3 การทดสอบคุณสมบัติอิฐมอญ

3.3.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

3.3.1.1 การวัดขนาด (Measurement of size)

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- เครื่องมือวัดขนาด Vernier caliper

รูปที่ 3.17 Vernier caliper

2. วิธีการทดลอง

1) นำตัวอย่างที่เขียนสัญลักษณ์เรียบร้อยแล้วจำนวน 15 ก้อน มาวัดขนาด ความกว้าง ความยาว และความหนา

2) บันทึกค่าและหาค่าเฉลี่ย

3.3.1.2 การทดสอบหาความหนาแน่น (Density of Brick)

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 1 ตำแหน่ง รุ่น TR-6101 ยี่ห้อ Denver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการทดลอง

1) นำค่าที่ได้จากการวัดขนาดจำนวน 15 ก้อน มาคำนวณหาปริมาตร

2) นำตัวอย่างที่เขียนสัญลักษณ์เรียบร้อยแล้วมาชั่งฐ้หนักทีละ 1 ตัวอย่าง บันทึกค่า

3) คำนวณหาค่าความหนาแน่น จากสมการ

$$\rho = \frac{m}{v}$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของอิฐ (g/cm^2)

m คือ น้ำหนักของก้อนอิฐ (g)

V คือ ปริมาตรของก้อนอิฐ (cm^2)

3.3.1.3 การทดสอบหาค่าความชื้น (Moisture Content Test)

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- กระบะผสมปูน
- ถุงมือ
- ตู้อบลมร้อน

2. วิธีการทดลอง

1) นำตัวอย่างที่เขียนสัญลักษณ์เรียบร้อยแล้วจำนวน 5 ก้อน ไปชั่งน้ำหนัก จดบันทึกผล (น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ W1)

2) นำตัวอย่างทดสอบใส่กระบะและนำไปเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส อบตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชม.

รูปที่ 3.18 นำตัวอย่างทดสอบใส่กระบะและนำไปเข้าตู้อบลมร้อน

3) เมื่อครบ 24 ชม. นำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนัก จดบันทึกผล (น้ำหนักอิฐอบแห้ง W2)

4) ทำการคำนวณหาค่าความชื้น จากสมการ

$$\%\ \text{ความชื้น} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$$

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ (g)

W_2 คือ น้ำหนักอิฐอบแห้ง (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.4 การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำ (Absorption test)

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ
   - เครื่องชั่งน้ำหนัก
   - กระบะ
   - ถุงมือ
   - เตาอบ
   - บ่อบ่มอิฐมอญ

2. วิธีการทดลอง

1) นำตัวอย่างที่อบแห้งจากข้อ 3.3.1.3 มาแช่น้ำในบ่อบ่มนาน 24 ชม.

รูปที่ 3.19 นำตัวอย่างที่อบแห้งมาทำการแช่น้ำในบ่อบ่ม

2) เมื่อครบ 24 ชม. นำตัวอย่างทดสอบมาเช็ดหมาดๆ แล้วชั่งน้ำหนักให้เสร็จภายใน 5 นาที

3) ทำการคำนวณหาค่าดูดซึมน้ำ จากสมการ

$$\% \text{ Absorption} = \frac{W_3 - W_2}{W_2} \times 100$$

เมื่อ % Absorption คือ ค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ (%)

W_2 คือ น้ำหนักอิฐแห้ง (g)

W_3 คือ น้ำหนักอิฐเปียก (g)

3.3.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกล

3.3.2.1 การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test)

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ
   - เครื่องทดสอบกำลังรับแรงกดอัด
   - กระบะ
   - ถุงมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการทดลอง

1) นำตัวอย่างที่เขียนสัญลักษณ์เรียบร้อยแล้วจำนวน 3 ก้อน มาทำการแต่งผิวให้เรียบ ทิ้งไว้ให้แห้ง 1 วัน

2) นำตัวอย่างวางที่กึ่งกลางของเครื่องรับแรงกดอัด

3) เพิ่มแรงให้ตัวอย่างเรื่อย ๆ จนตัวอย่างทดสอบเกิดการวิบัติและอ่านค่าแรงสูงสุดก่อนที่จะเกิดการวิบัติ

รูปที่ 3.20 อิฐที่ทดสอบแรงอัดจนเกิดการวิบัติ

4) บันทึกค่าที่ได้และนำค่าที่ได้มาทำการคำนวณ

$$\text{กำลังรับแรงอัด} = \frac{P}{A}$$

เมื่อ P = กำลังสูงสุด (N)

A = พื้นที่หน้าตัดที่รับแรง (mm^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

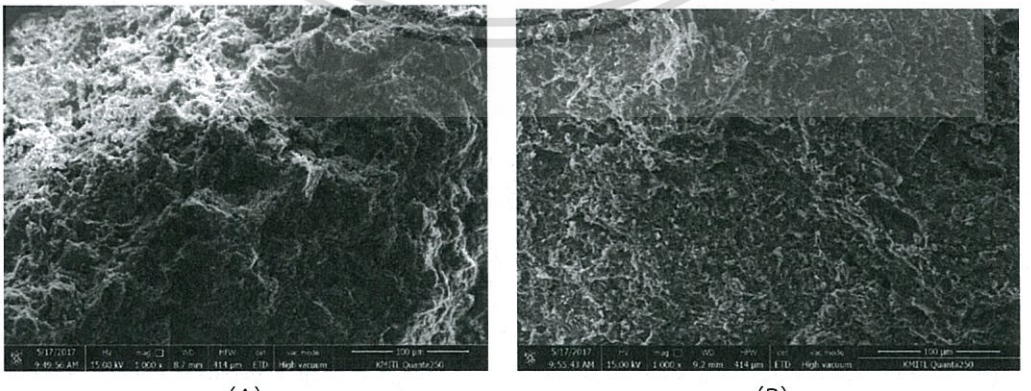
ในการผลิตอิฐมอญสำหรับทดลองครั้งนี้ แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง ได้แก่

- ชุด A คือ อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง
- ชุด B คือ ชุดควบคุม (ดินเหนียว)
- ชุด C ประกอบด้วย C1 คือ ผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 1
  C2 คือ ผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 3
  C3 คือ ผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 5
  C4 คือ ผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 7
  C5 คือ ผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 9
- ชุด D ประกอบด้วย D1 คือ ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1
  D2 คือ ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3
  D3 คือ ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5
  D4 คือ ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7
  D5 คือ ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9

4.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพและการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของอิฐมอญ

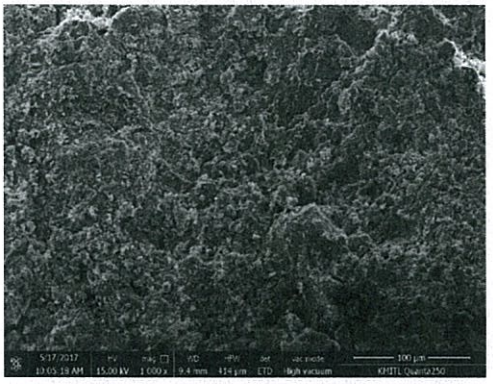
4.1.1 ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ

จากการศึกษาลักษณะพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM) ที่กำลังขยาย 1000 เท่า พบว่าชุดการทดลอง B และชุดการทดลอง C มีความพรุนใกล้เคียงกัน และความพรุนจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเถ้าแกลบมากขึ้นแต่ในเถ้าถ่านอัดแท่งจะมีความพรุนใกล้เคียงกันทุกชุดการทดลอง (รูปที่ 4.1) ซึ่งอนุภาคของเถ้าที่เติมลงไปมีผลต่อความพรุนของอิฐมอญ เนื่องจากเถ้าแกลบและเถ้าถ่านอัดแท่งเมื่อโดนความร้อนในการเผาจะสลายตัวทำให้เกิดรูพรุน ยิ่งอนุภาคมีขนาดใหญ่ รูพรุนที่เกิดจะมีขนาดใหญ่ด้วย

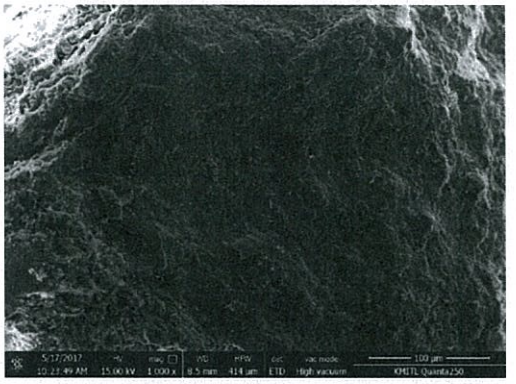


(A) (B)

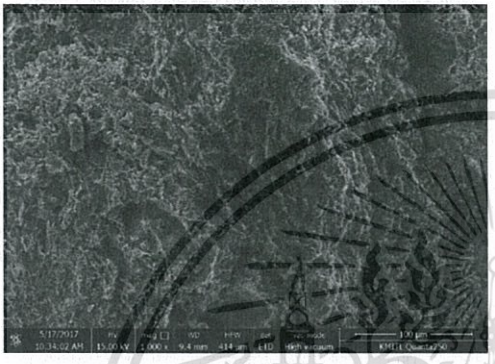
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



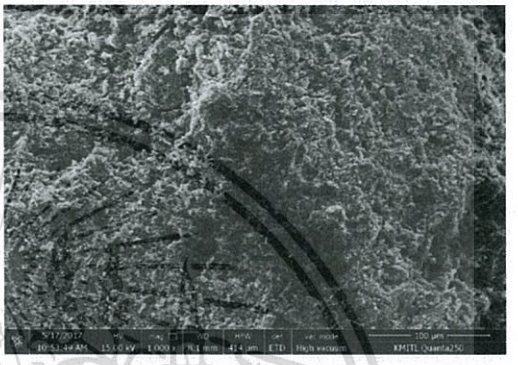
(C1)



(C2)



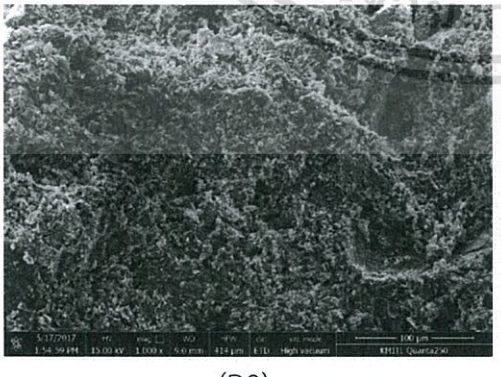
(C3)



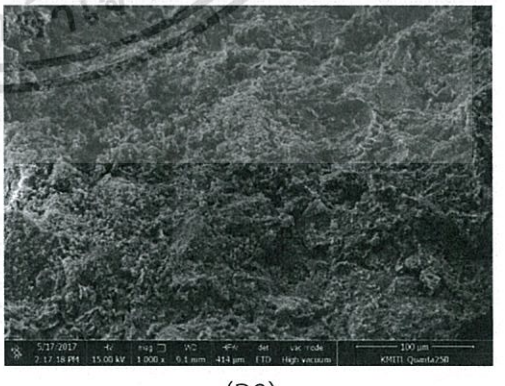
(C4)

(C5)

(D1)

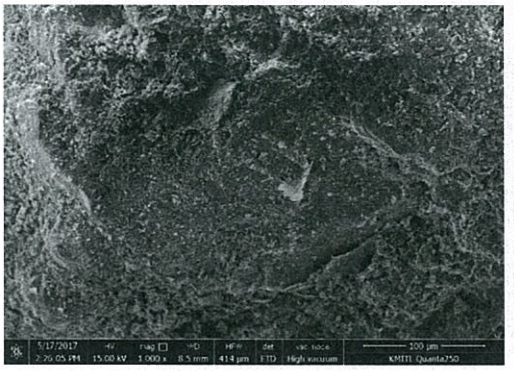


(D2)

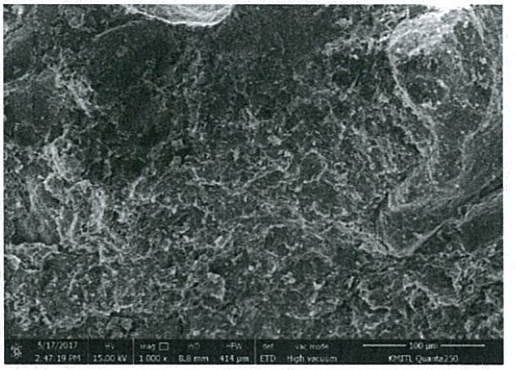


(D3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(D4)



(D5)

รูปที่ 4.1 ลักษณะพื้นผิวของอิฐมอญ

4.1.2 ผลการศึกษาการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุด้วยเครื่อง X-ray fluorescence (XRF)

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของดินเหนียว เถ้าแกลบ และเถ้าถ่านอัดแท่ง (เถ้าจากร้านหมูกระทะ) ด้วยเครื่อง X-Ray Fluorescence (XRF) พบว่า วัตถุดิบทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นมีองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญที่ช่วยในการเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับอิฐ คือ ซิลิกอนไดออกไซด์ รองมาคือแคลเซียมออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ที่ทำให้อิฐหลังการเผามีสีแดง (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ, 2539) และจากผลการวิเคราะห์ พบว่าซิลิกอนไดออกไซด์ในเถ้าถ่านอัดแท่งมีมากที่สุดคือ 39.55 รองมาคือดินเหนียว 32.6 และเถ้าแกลบ 5.29 ส่วนแคลเซียมออกไซด์ในเถ้าแกลบมีมากที่สุดคือ 63.9 รองมาคือเถ้าถ่านอัดแท่ง 9.67 และดินเหนียว 4.59 และเหล็กออกไซด์ในดินเหนียวมีมากที่สุดคือ 28.1 รองมาคือเถ้าถ่านอัดแท่ง 6.17 และเถ้าแกลบ 6.05

ตารางที่ 4. 1 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอิฐเมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-Ray Fluorescence

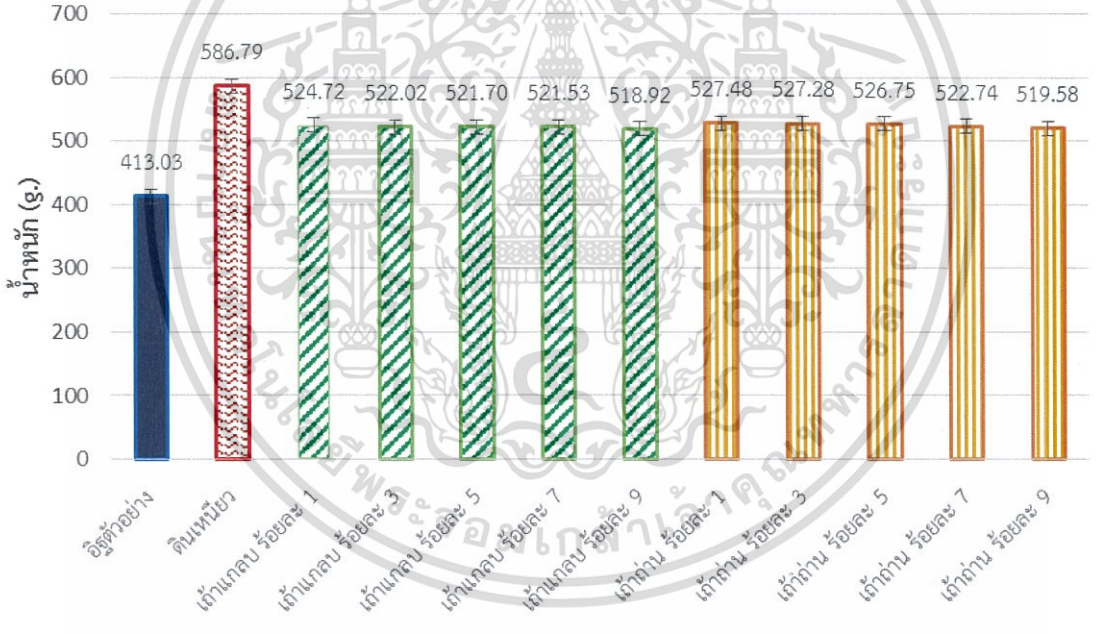
สารประกอบ	ดินเหนียว	เถ้าแกลบ	เถ้าถ่านอัดแท่ง
Na_2O	5.95	10.5	-
MgO	5.67	-	9.06
SiO_2	32.6	5.29	39.55
K_2O	15.3	13.2	31.1
CaO	4.59	63.9	9.67
TiO_2	4.95	0.728	-
Fe_2O_3	28.1	6.05	6.17
CuO	1.54	-	1.73
MnO	-	-	1.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

4.2.1 น้ำหนักเฉลี่ยของอิฐมอญ (g.)

จากการชั่งน้ำหนักของอิฐมอญ 15 ก้อนของแต่ละชุดการทดลอง แล้วทำการเฉลี่ยน้ำหนัก พบว่า ชุด B (ชุดควบคุม) ซึ่งเป็นชุดการทดลองที่อิฐมอญประกอบไปด้วยดินเหนียวเพียงอย่างเดียวมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ที่ 586.79 g. ซึ่งเป็นน้ำหนักเฉลี่ยที่มากที่สุด ส่วนชุด C อิฐมอญที่ผสมด้วยเถ้าแกลบร้อยละ 1 มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด รองมาคือผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ และชุด D อิฐมอญที่ผสมด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1 มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด รองมาคือผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ จากผลการทดลองข้างต้นสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเพิ่มปริมาณของเถ้าผสมลงไปจะส่งผลให้น้ำหนักของอิฐมอญลดลง ดังผลที่แสดงในตารางที่ ก-1.5 และเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักของอิฐมอญจากอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 413.03 g. และเป็นน้ำหนักที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ 300 – 440 g. พบว่า อิฐที่ได้จากการทดลองมีน้ำหนักมากกว่าอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่งค่อนข้างมาก อาจเป็นเพราะอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่งใช้แกลบดิบในการผสม ซึ่งมีน้ำหนักเบาและมีความสามารถในการแทนที่ในการผสมมากกว่าการผสมด้วยเถ้าซึ่งมีขนาดเล็ก



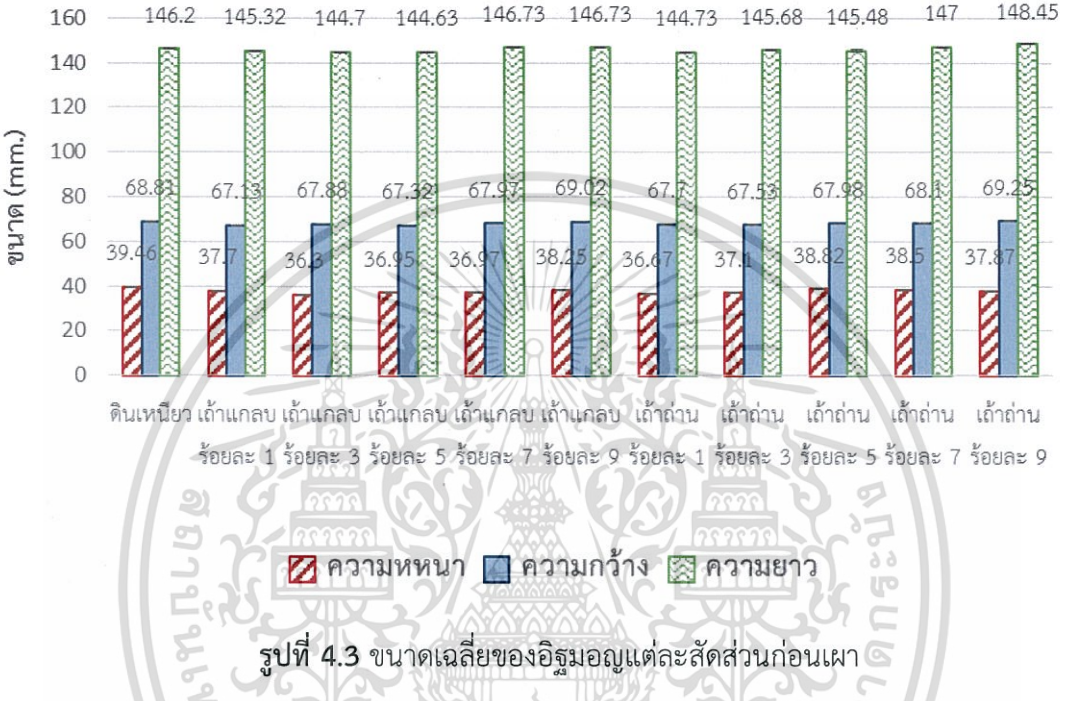
รูปที่ 4.2 น้ำหนักเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

4.2.2 ขนาดเฉลี่ยของอิฐมอญ (mm.)

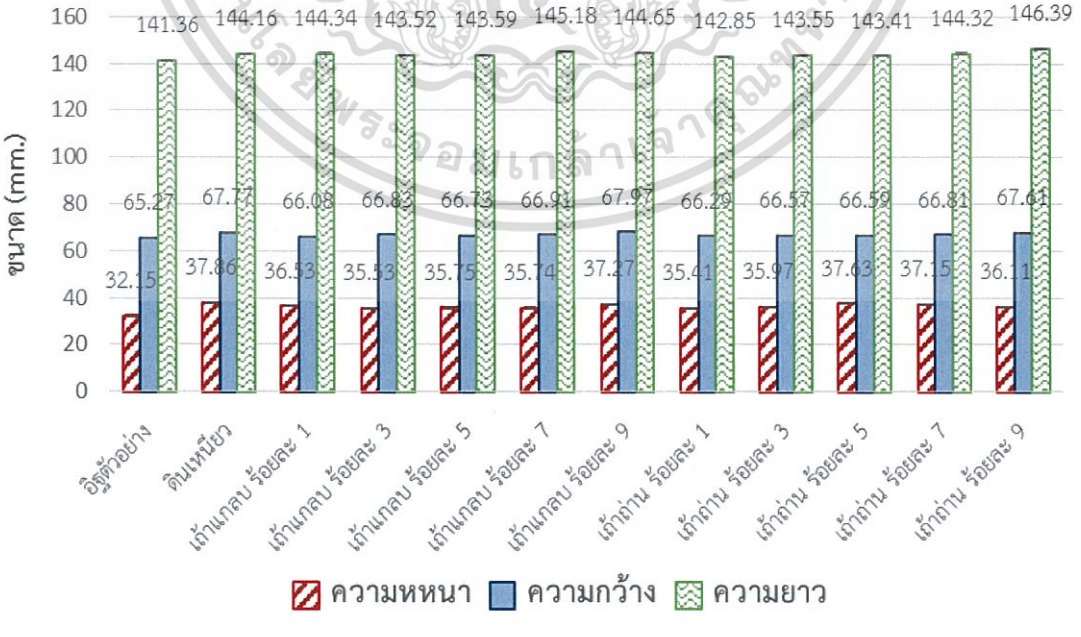
จากการวัดขนาดของอิฐมอญทั้ง 15 ก้อนของแต่ละชุดการทดลอง โดยใช้เครื่องมือวัดขนาด Vernier caliper แล้วทำการเฉลี่ยขนาดของอิฐมอญทั้งก่อนเผาและหลังเผา พบว่า ขนาดของอิฐมอญก่อนเผามีความหนา 36.30 – 39.46 mm. ความกว้าง 67.13 – 69.25 mm. และความยาว 144.63 – 148.45 mm.ดังแสดงในตาราง ก-2.1-2.11 และหลังเผามีความหนา 32.15 – 37.86 mm. ความกว้าง 65.27 – 67.97 mm. และความยาว 141.36 – 146.39 mm. ดังแสดงในตาราง ก-2.12-2.25 จากการวัดขนาดก่อนและหลังคำนวณหาการหดหัวของอิฐมอญ ได้ดังนี้ ความหนา 12.4 mm. ความกว้าง 11.4 mm. และความหนา 17.9 mm. ดังแสดงในตาราง ก-2.26 ซึ่งขนาดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิฐมอญจากการวัดขนาดแล้วมีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 77-2545 คือ มีความหนา 40±2 mm. ความกว้าง 65±3 mm. และความยาว 140±5 mm. ดังผลที่แสดงในตารางที่ ก-2.13 และเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของอิฐมอญจากอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง พบว่า อิฐที่ได้จากการทดลองมีขนาดความกว้างและความยาวใกล้เคียงกับอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง แต่มีความหนามากกว่าอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง อาจเป็นเพราะว่าอิฐจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่งใช้แกลบดิบในการผสมเมื่อนำไปเผาแกลบจะแปลสภาพเป็นเถ้า ทำให้อิฐเกิดการหดตัว



รูปที่ 4.3 ขนาดเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วนก่อนเผา

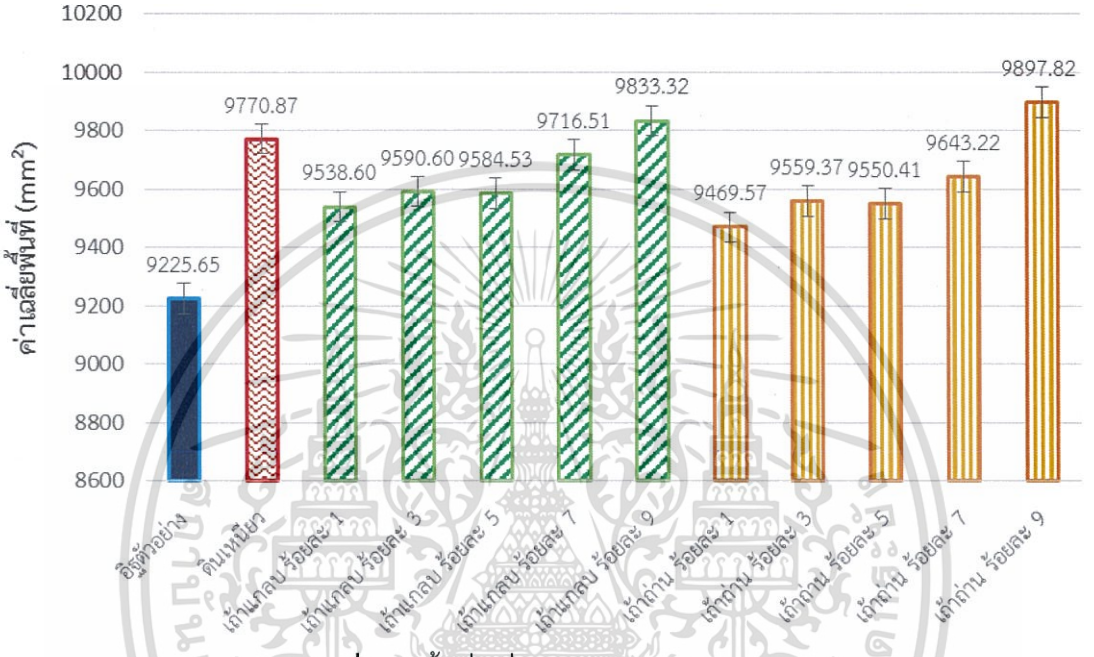


รูปที่ 4.4 ขนาดเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วนหลังเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 พื้นที่เฉลี่ยของอิฐมอญ (mm^2)

จากการวัดขนาดของอิฐมอญทั้ง 15 ก้อนของแต่ละชุดการทดลอง โดยใช้เครื่องมือวัดขนาด Venier caliper จากนั้นนำค่าเฉลี่ยขนาดของอิฐมอญมาคำนวณหาเพื่อหาพื้นที่ พบว่า อิฐมอญมีพื้นที่ 9226.65– 9897.82 mm^2 ดังผลที่แสดงในตารางที่ ก-2.13 และเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ของอิฐมอญจากอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง พบว่า อิฐที่ได้จากการทดลองมีพื้นที่ใกล้เคียงกับอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง เนื่องจากมีความกว้างและความยาวที่ใกล้เคียงกัน

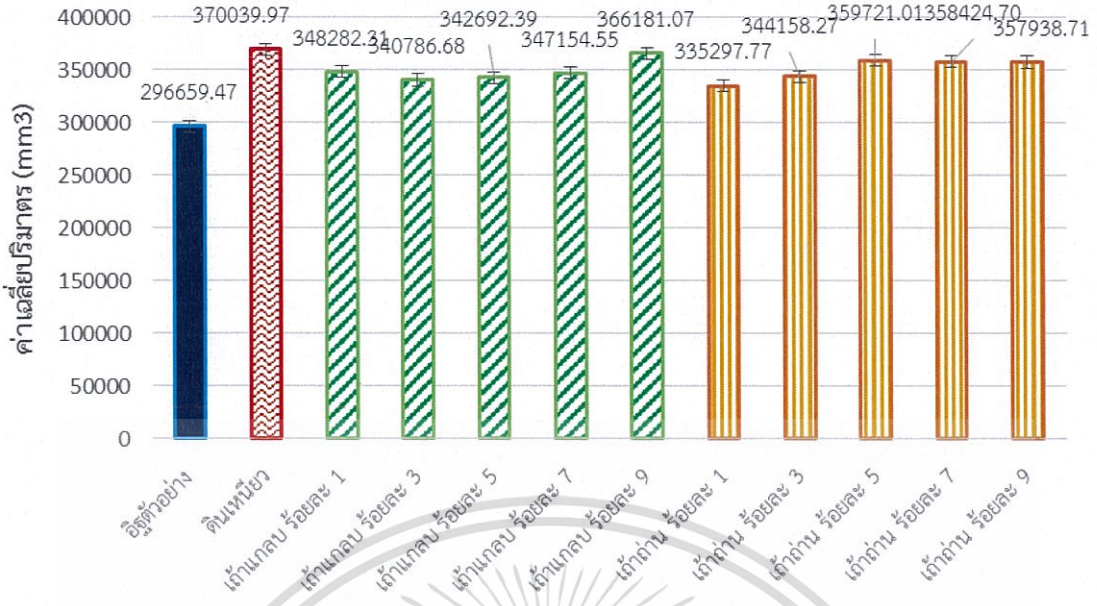


รูปที่ 4.5 พื้นที่เฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

4.2.4 ปริมาตรเฉลี่ยของอิฐมอญ (mm^3)

จากการวัดขนาดของอิฐมอญทั้ง 15 ก้อนของแต่ละชุดการทดลอง โดยใช้เครื่องมือวัดขนาด Vernier caliper จากนั้นเฉลี่ยขนาดของอิฐมอญมาคำนวณหาเพื่อหาปริมาตร พบว่า อิฐมอญมีปริมาตร 296659.47 – 370039.97 mm^3 ดังผลที่แสดงในตารางที่ ก-2.13 และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรของอิฐมอญจากอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง พบว่า อิฐที่ได้จากการทดลองมีปริมาตรมากกว่าอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง เนื่องจากมีความกว้างและความยาวที่ใกล้เคียงกัน แต่มีความหนามากกว่าจึงส่งผลให้มีปริมาตรมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ปริมาตรเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

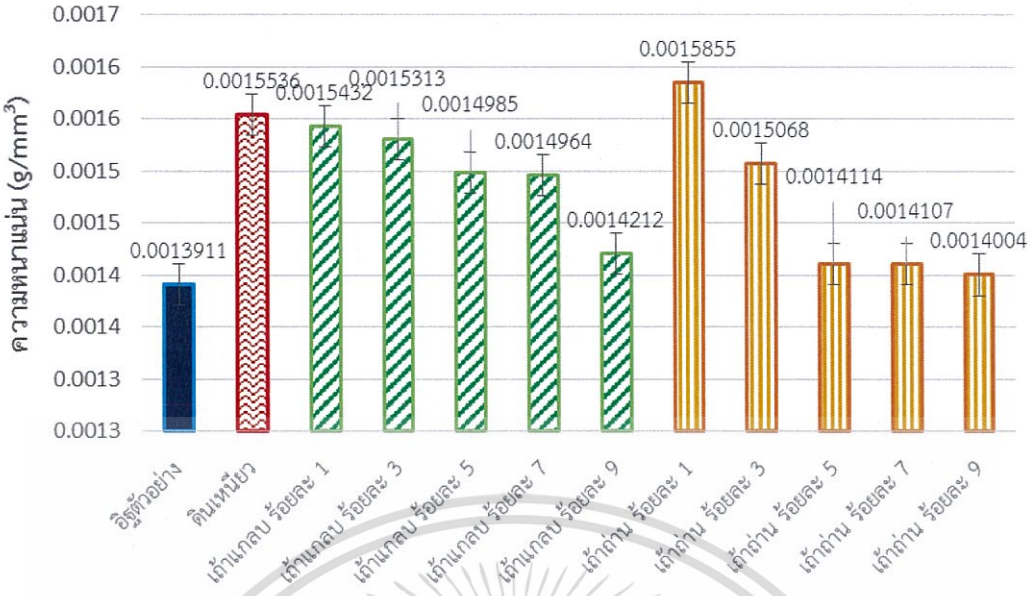
4.2.5 ความหนาแน่นเฉลี่ยของอิฐมอญ (g/mm^3)

จากการชั่งน้ำหนักและคำนวณปริมาตรของอิฐมอญ ทำให้สามารถนำค่าที่ได้มาคำนวณหาความหนาแน่นของอิฐมอญได้ พบว่า ชุด B (ชุดควบคุม) มีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 1.5536x 10^{-3} g/mm^3 ชุด C อิฐมอญที่ผสมด้วยเถ้าแกลบ ร้อยละ 1 มีค่าความหนาแน่นมากที่สุด รองมาคือ ร้อยละ 3, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % และชุด D อิฐมอญที่ผสมด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1 มีค่าความหนาแน่นมากที่สุด รองมาคือ ร้อยละ 3, 5 ,7 และ 9 ตามลำดับ ซึ่งเถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 3, 5, 7 และ 9 ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

จากผลการทดลองข้างต้นสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อเพิ่มปริมาณของเถ้าผสมลงไปจะส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของอิฐมอญลดลง ดังผลที่แสดงในตารางที่ ก-3.13 และเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของอิฐมอญจากอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง พบว่า อิฐที่ได้จากการทดลองมีความหนาแน่นมากกว่าอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง อาจเป็นเพราะเถ้าที่ผสมลงไปมีขนาดเล็กทำให้เมื่อผสมกับดินเหนียวทำให้กลายเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่าการใช้แกลบดิบของอิฐตัวอย่างจากโรงงานทรัพย์บุญส่ง เพราะแกลบดิบมีขนาดที่ใหญ่เมื่อผสมกับดินเหนียวแล้วจะไม่เป็นเนื้อเดียวกันและเมื่อนำไปเผาแกลบจะแปลสภาพเป็นเถ้าที่มีขนาดเล็ก จึงทำให้เกิดช่องว่างและส่งผลให้ความหนาแน่นของอิฐลดลง

สำหรับความหนาแน่นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 77-2545 ต้องมีค่าความหนาแน่นประมาณ 1.500 x 10^{-3} g/mm^3 และจากผลการทดลอง พบว่า อิฐชุด B (ชุดควบคุม) อิฐที่ผสมด้วยเถ้าแกลบ (ชุด C) และอิฐที่ผสมด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง (ชุด D) ร้อยละ 1 และ 3 มีความหนาแน่นผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานของมอก.77-2545 ซึ่งความหนาแน่นของอิฐจะสามารถบอกความแข็งแรงของอิฐได้ กล่าวคือ หากความหนาแน่นของอิฐน้อยจะส่งผลต่อความทนทานในการรับแรงไม่ดีเนื่องวัสดุไม่แน่น

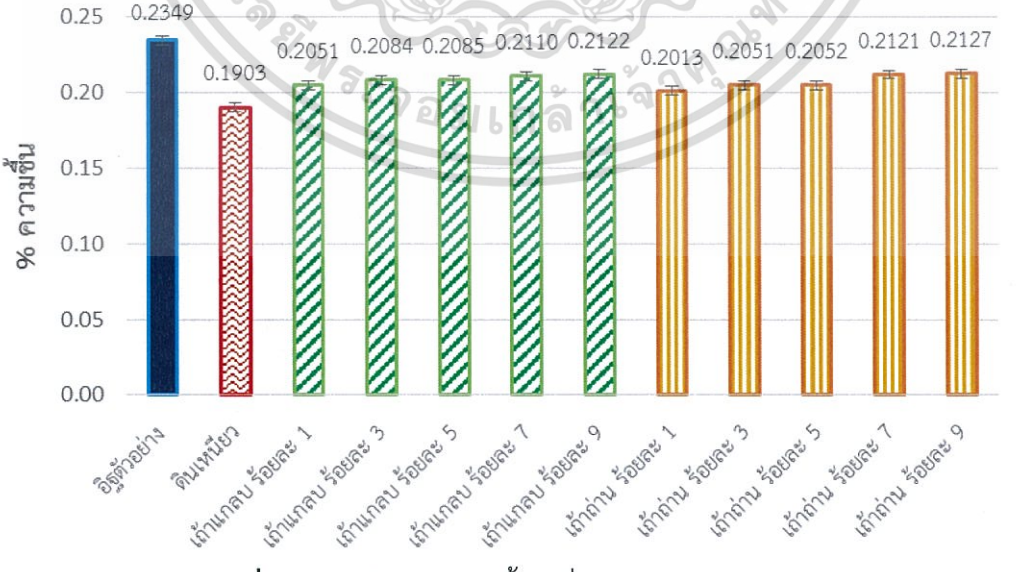
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ความหนาแน่นเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

4.2.6 เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยเฉลี่ยของอิฐมอญ (%)

จากการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยเฉลี่ยของอิฐมอญในแต่ละชุดการทดลอง เพื่อหาอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ในอิฐตามสภาพธรรมชาติ พบว่า ชุดการทดลองที่มีความหนาแน่นของอิฐมาก (จากตารางที่ ก-3.13) จะส่งผลให้อิฐมีความชื้นลดลงซึ่งพบว่าทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังผลที่แสดงในตารางที่ ก-4.13 และเมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญจากอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง พบว่า อิฐที่ได้จากการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ความชื้นใกล้เคียงกับอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง



รูปที่ 4.8 เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

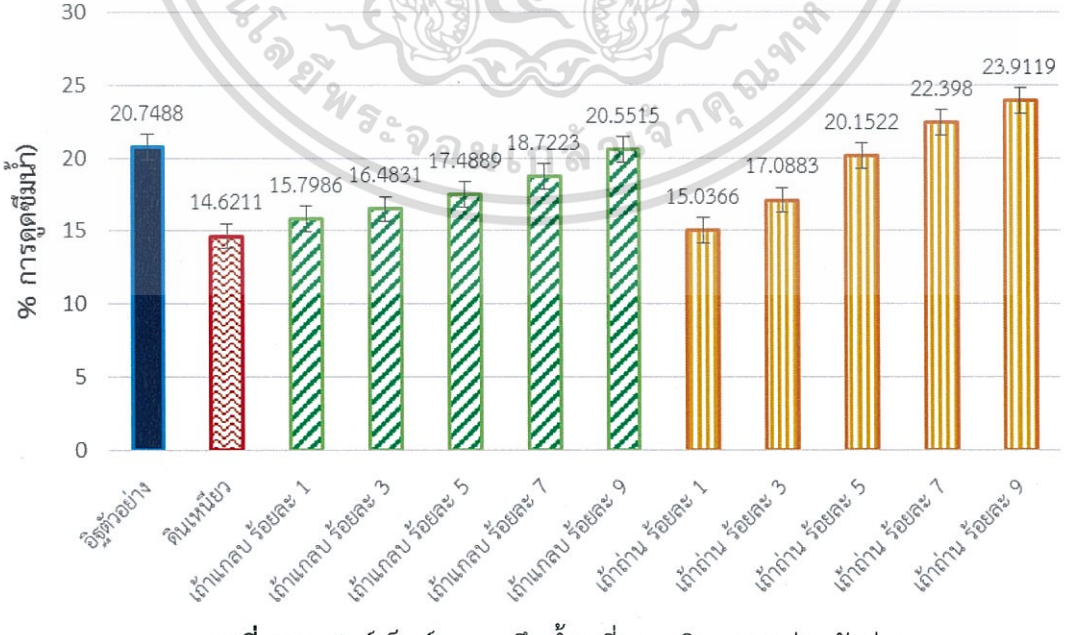
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำโดยเฉลี่ยของอิฐมอญ (%)

จากการคำนวณหาอัตราการดูดซึมน้ำ พบว่า ค่าที่ออกมามีความสัมพันธ์กับปริมาณของเถ้าที่ผสมลงไป ความหนาแน่นและความชื้น กล่าวคือ การที่ผสมเถ้าลงไปเพิ่มขึ้นในแต่ละอัตราส่วนจะส่งผลให้อิฐมอญมีหนาแน่นลดลง ความพรุนเพิ่มขึ้น และความชื้นเพิ่มขึ้น ตามลำดับอัตราส่วนใช้ในการทดลอง ทำให้ชุด B (ชุดควบคุม) ซึ่งเป็นชุดการทดลองที่อิฐมอญประกอบไปด้วยดินเหนียวเพียงอย่างเดียวมีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 14.6211 % ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ที่น้อยที่สุดในการทดลอง สำหรับชุด C ผสมเถ้าแกลบลงไป ร้อยละ 1 มีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 15.7986 % ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ที่น้อยที่สุด และอิฐที่ผสมเถ้าแกลบ ร้อยละ 3, 5, 7 และ 9 จะมีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งในชุดการทดลอง C เถ้าแกลบร้อยละ 1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเถ้าแกลบร้อยละ 3, 5 และ 7 แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเถ้าแกลบร้อยละ 9 ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % และชุด D ผสมเถ้าถ่านอัดแท่งลงไป ร้อยละ 1 มีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 15.0366 % ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ที่น้อยที่สุดในชุดการทดลอง D และอิฐที่ผสมเถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3, 5,7 และ 9 จะมีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งในชุดการทดลอง D เถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 5, 7 และ 9 ส่วนเถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 3 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเถ้าแกลบร้อยละ 7 และ 9 ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % ดังผลที่แสดงในตารางที่ ก-5.13

และเมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญจากอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง พบว่า อิฐที่ได้จากการทดลองมีความเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำน้อยว่าอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง เนื่องจากมีความชื้นและความหนาแน่นมากกว่า

สำหรับเปอร์เซ็นต์ของการดูดซึมน้ำตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 77-2545 ต้องมีค่าไม่เกิน 22 และ มผช. 601-2547 ต้องมีค่าไม่เกิน 25 จากผลการทดลอง พบว่า ทุกชุดการทดลองมีเปอร์เซ็นต์ของการดูดซึมน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน



รูปที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

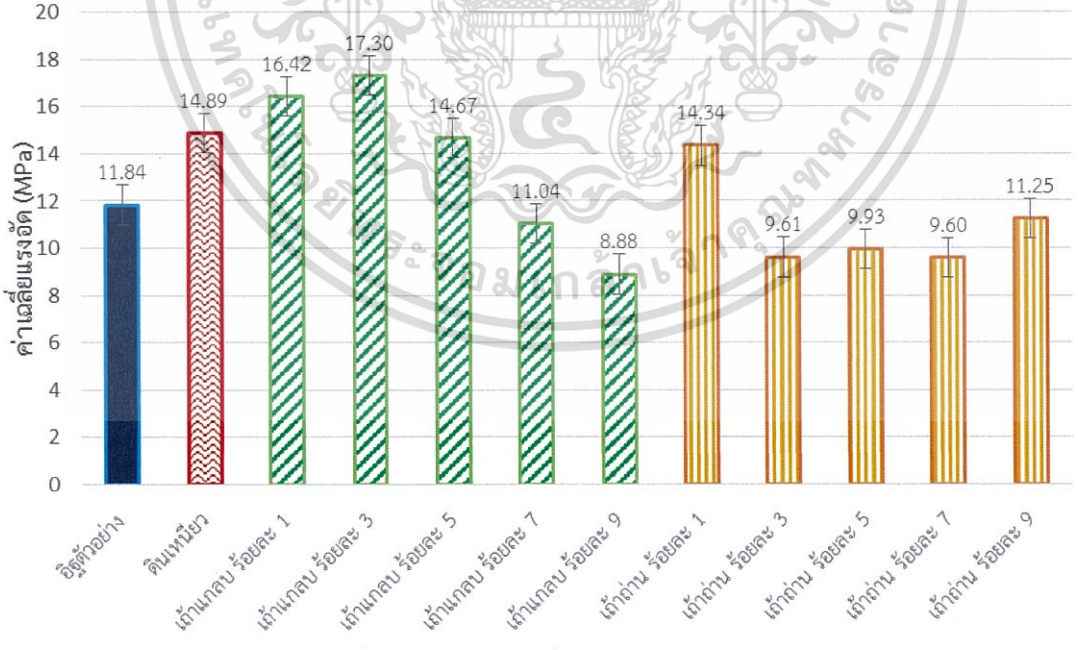
4.3 การทดสอบคุณสมบัติทางกล

4.3.1 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญ (MPa)

จากการทดสอบแรงอัดของอิฐมอญ 3 ก้อนต่อหนึ่งชุดการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ย พบว่า ชุด B (ชุดควบคุม) ซึ่งเป็นชุดการทดลองที่อิฐมอญประกอบไปด้วยดินเหนียวเพียงอย่างเดียวมีความสามารถในการรับแรงอัด 14.89 MPa ชุด C อิฐมอญที่ผสมด้วยเถ้าแกลบ ร้อยละ 3 สามารถทนต่อแรงอัดได้สูงสุด รองลงมา คือ ร้อยละ 1, 5, 7 และ 9 ตามลำดับ ซึ่งในชุดการทดลอง C เถ้าถ่านแกลบร้อยละ 3 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 3, 5 และ 9 แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเถ้าแกลบร้อยละ 7 ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % และชุด D อิฐมอญที่ผสมด้วยเถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 1 สามารถทนต่อแรงอัดได้สูงสุด รองลงมา คือ ร้อยละ 9, 5, 3 และ 7 ตามลำดับ ซึ่งในชุดการทดลอง D เถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับเถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 3, 5, 7 และ 9

ดังผลที่แสดงในตารางที่ ก-6.13 จากผลการทดลองข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เมื่อปริมาณของเถ้ามีผลต่อความสามารถในการรับแรงอัดและเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญจากอิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง พบว่า มีค่าเฉลี่ยแรงอัดน้อยกว่ามีค่าใกล้เคียงกับชุดการทดลองที่ผสมเถ้าในปริมาณมาก อาจเป็นเพราะมีปริมาณของเถ้ามากเกินไปส่งผลให้อิฐมอญมีความพรุนมาก ทำให้มีความเปราะและแตกหักได้ง่ายกว่า

สำหรับความสามารถในการรับแรงอัดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 77-2545 ต้องไม่ต่ำกว่า 17 และ มผช. 601-2547 ต้องไม่ต่ำกว่า 7 จากผลการทดลอง พบว่า ทุกชุดการทดลองอิฐมีความสามารถในการรับแรงอัดผ่านมาตรฐานของ มผช. 601-2547 และมีเพียงร้อยละ 3 ของชุด C เท่านั้นที่มีค่าผ่านมาตรฐาน มอก. 77-2545



รูปที่ 4.10 แรงอัดเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยอื่น

ผู้วิจัย	ประเภทของอิฐและวัสดุที่ใช้ทำอิฐ	แรงอัด (MPa)	การดูดซึมน้ำ (%)	ความหนาแน่น (g/cm^3)	ความชื้น (%)	โมดูลัสการแตกร้าว
มอก.77-2545		17	≤ 20	1.500	-	-
มผช.601/2547		≥7	≤ 15.20	-	-	-
(สุทัศน์, 2555)	อิฐมอญเครื่อง (ดินเหนียว : เถ้าแกลบและแกลบ : 1 : 0.02)	6.20	15.20	1.68	-	-
(สิทธิชัย, 2542)	อิฐมอญทำมือ	10.89	15.86	-	-	0.0032
(ภารดรและสุพรรณ, 2552)	อิฐมอญเครื่อง (ดินเหนียว)	5.27	14.67	1.3655	0.7211	0.0824
(สัญชัยและคณะ, 2542)	อิฐมอญทำมือ (ฝุ่นหินปูน : ทราย : ดินเหนียว : 1 : 2 : 1.5)	48.59	2.390	-	-	3.04
(เกษม, 2549)	อิฐมอญทำมือ (ดินเหนียว : เถ้าแกลบจากโรงไฟฟ้าพีอาร์จี)	10.19	20.29	1.40	0.85	
อิฐจากการค้า (โรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)	อิฐมอญทำมือ (ดินเหนียว : แกลบดิบ)	11.84	20.7488	1.3911	0.2349	-
อิฐจากเถ้าแกลบ	อิฐมอญทำมือ (ดินเหนียว : เถ้าแกลบ)	17.30	15.7986	1.5432	0.2051	-
อิฐจากเถ้าถ่านอัดแท่ง	อิฐมอญทำมือ (ดินเหนียว : เถ้าถ่านอัดแท่ง)	14.34	15.0366	1.5855	0.2013	-

จากตารางสรุปได้ว่า ความสามารถในการรับแรงอัดของอิฐจากงานวิจัย (เถ้าถ่านอัดแท่ง) เท่ากับ 14.34 MPa เป็นไปตามมาตรฐาน มผช.601-2547 ต้องไม่ต่ำกว่า 7 ซึ่งเถ้าถ่านจากงานวิจัยมีความสามารถในการรับแรงอัดมากกว่าทุกงานวิจัยยกเว้น (สัญชัยและคณะ, 2542) และอิฐที่ทำจากเถ้าแกลบ

เปอร์เซ็นต์ของการดูดซึมน้ำของอิฐจากงานวิจัย เท่ากับ 15.0366 % เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.77-2545 ต้องมีค่าไม่เกิน 20% และ มผช.601-2547 ต้องมีค่าไม่เกิน 15.20% กล่าวคือ เมื่อผสมเถ้าหรือวัตถุดิบในปริมาณน้อยส่งผลให้อิฐมอญมีหนาแน่นมากขึ้น ความพรุนน้อยลง และความชื้นน้อยลง จึงสรุปได้ว่า อิฐมอญที่อยู่ในเกณฑ์ทั้ง มอก.77-2545 และ มผช.601-2547 มีประสิทธิภาพดีกว่าทุกงานวิจัยแต่มีค่าน้อยกว่า (ภารดรและสุพรรณ, 2552) และ (สัญชัยและคณะ, 2542)

ความหนาแน่นของอิฐจากงานวิจัย เท่ากับ 1.5855 เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.77-2545 ต้องมีค่ามากกว่า 1.500 g/cm^3 กล่าวคือ ความหนาแน่นของอิฐจะสามารถบอกความแข็งแรงของอิฐได้ หากความหนาแน่นของอิฐน้อยจะส่งผลต่อความทนทานในการรับแรงไม่ดี เนื่องจากวัสดุไม่แน่น มีค่ามากกว่า (ภารดรและสุพรรณ, 2552), (เกษม, 2549), อิฐจากการค้า (โรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)

จากตารางสอดคล้องกับความหนาแน่นของอิฐ อธิบายได้ว่า เมื่อความหนาแน่นของอิฐมาก ส่งผลให้อิฐมีความชื้นลดลง อิฐมีคุณภาพดี พบว่า งานวิจัยของอิฐจากเถ้าถ่านอัดแท่ง มีความชื้นน้อยที่สุด

จากตารางผลการทดสอบรับแรงดัด ให้ผลดังนี้ อิฐมอญทำมือ (ฝุ่นหินปูน : ทราย : ดินเหนียว : 1 : 2 : 1.5) ของ (สัญชัยและคณะ, 2542), อิฐมอญเครื่อง (ดินเหนียว) ของ (ภารดรและสุพรรณ, 2552) และอิฐมอญทำมือ ของ (สิทธิชัย, 2542) มีค่ารับแรงดัดมากที่สุด เท่ากับ 3.04 นิวตัน, 0.0824 นิวตัน, 0.0032 นิวตัน ตามลำดับ อิฐที่มีคา Modulus of rupture สูง ยิ่งมีความแข็งแรงสูงตามไปดวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่าเถ้าถ่านอัดแท่งสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผสมอิฐมอญได้ โดยอิฐที่มีส่วนผสมของเถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 1 เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุดสามารถรับแรงอัดได้มากที่สุด คือ 14.34 MPa ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานมผช. 601 แต่มีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับอิฐที่ผสมด้วยเถ้าแกลบซึ่งมีค่ามากที่สุด 17.30 MPa ในอัตราส่วนแกลบร้อยละ 3 ทั้งนี้จากการศึกษาเถ้าถ่านอัดแท่งมีซิลิคอนออกไซด์ (SiO_2) 39.5% CaO 9.67% ในขณะที่เถ้าแกลบมีซิลิคอนออกไซด์ (SiO_2) เพียง 5.29% แต่มี CaO ถึง 63.9% จึงทำให้อิฐจากเถ้าแกลบมีความแข็งแรงมากกว่าในเถ้าถ่านอัดแท่ง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับอิฐทางการค้าพบว่าอิฐจากเถ้าถ่านอัดแท่งร้อยละ 1 มีความหนาแน่นมาก ร้อยละความชื้น ร้อยละการดูดซึมน้ำ และความพรุนต่ำกว่าอิฐจากการค้าส่งผลให้มีความสามารถในการรับแรงอัดมากกว่าอิฐทางการค้า (อิฐจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง) เพราะมีความหนาแน่นของอิฐจากการค้าน้อย ร้อยละความชื้น ร้อยละการดูดซึมน้ำ และความพรุนสูง ส่งผลให้มีความสามารถในการรับแรงอัดลดลง มีค่าเพียง 11.84 MPa

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรมีการทดสอบกำลังรับแรงดัด (โมดูลัสการแตกร้าว) คือ ความต้านทานการโก่งเมื่อมีแรงกระทำแบบเป็นจุดบนอิฐ เพื่อทดสอบหาค่าโมดูลัสของการชำรุด (Modulus of rupture) เพิ่มเติม

5.2.2 ควรมีการพัฒนาสำหรับการนำเถ้าถ่านอัดแท่งไปประยุกต์ใช้ในการทำอิฐประเภทอื่น

5.2.3 ควรมีการศึกษาการนำเถ้าประเภทอื่นๆ เช่น เถ้าจากซังข้าวโพด เถ้าจากกากตะกอนของกระบวนการผลิตน้ำประปา มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตอิฐ

5.2.4 ควรใช้เถ้าแกลบสีขาวหรือเทาในการผลิตอิฐเนื่องจากมีปริมาณ SiO_2 มากจะทำให้อิฐมีความแข็งแรงมากขึ้น

5.2.5 ควรมีการตรวจหาความเป็นพิษหรือสิ่งเจือปนที่เป็นอันตรายของเถ้าก่อนจะนำมาใช้ในการผสม

5.2.6 ควรมีการทดสอบกำลังรับแรงอัด 5 ก้อน

5.2.7 ควรมีการศึกษาขนาดอนาคที่นำมาผสมว่ามีผลต่อความพรุนหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกษม เทพหนู. 2549. **"การศึกษาการใช้ประโยชน์จากเถ้าแกลบของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็ก."** ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ชัย จาตุรพิทักษ์กุล. 2555. "เถ้าชีวมวลจากโรงงานอุตสาหกรรม: ปัญหา ข้อจำกัดและการนำไปใช้งาน." วารสารคอนกรีต. 4(17): 1-10.

ชัยวัฒน์ ศรีสมศักดิ์. 2548. **"การพัฒนาคุณสมบัติของอิฐดินเผาผสมเถ้าแกลบ."** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ดาวคู่ อิฐอ่างทอง. 2550. **อิฐก่อโชว์.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.it-angthong.com/face.html#. วันที่สืบค้น 06/01/2560.

ธนรัตต์ ทับทิมไทย. 2560. **วัฒนธรรมการใช้สอย-ขี้เถ้า.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.suphan.dusit.ac.th/report/tanarat/11057.pdf. วันที่สืบค้น 15/01/2560.

บริษัท ทองสุพรรณ วัสดุก่อสร้าง จำกัด. **อิฐบล็อก.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.tspblock.com/887925/อิฐบล็อก-ขนาด-7-ซม. วันที่สืบค้น 06/01/2560.

บริษัท วันสต๊อกโฮม จำกัด. 2017. **อิฐขาว.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.onestockhome.com/Default.aspx?pageid=110. วันที่สืบค้น 06/01/2560.

บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2553. **วัสดุช่างอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น,บจม.

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2532. **เซรามิก.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วันที่สืบค้น 07/01/2560.

พืชเกษตร. 2560. **แกลบ/แกลบดำ/ขี้เถ้าแกลบ วิธีทำแกลบดำ และประโยชน์แกลบดำ.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://puechkaset.com/แกลบ. วันที่สืบค้น 08/01/2560.

ภราดร ชุไชยสงค์ และสุพรรณ วงทอง. 2549. **"การศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี."** ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ภราดร ชุไชยสงค์ และสุพรรณ วงทอง. 2549. **"การศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี."** ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

โรงงานอิฐมอญพงษ์เจษฎา. วิธีการทำอิฐมอญโบราณ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.pongjadesada.com/380/. วันที่สืบค้น 06/01/2560.

วัฒนา ธรรมมงคล และวินิต ช่อวิเชียร. 2532. **ปฐพีกลศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 6. แผนกวิชาการวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระ อำนวยพร. 2542. **"อิทธิพลของเถ้าแกลบที่มีคุณสมบัติทางกลของอิฐ."** วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 2560. **X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF).** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.science.kmitl.ac.th/links/tools/index.php?page=tools. วันที่สืบค้น 05/02/2560.

ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. 2560. **เถ้าแกลบ ของเหลือสารพัดประโยชน์.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.mtec.or.th/academic-services/mtec-knowledge/865-. วันที่สืบค้น 08/01/2560.

สิทธิชัย แสงอาทิตย์. 2542. **"การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของดินซีเมนต์เพื่อเปรียบเทียบกับอิฐมอญและอิฐมอญมาตรฐาน."** วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. 6(2): 97-103.

สิริพรรณ นิลไพรัช, (ผู้เรียบเรียง). 2514. **The Chemistry and Physics of Clays and Allied ceramic Materials Wiley and Sons.** Inc New york.

สุทัศน์ จันบัวลา. 2555. **"การพัฒนาส่วนผสมผลิตภัณฑ์อิฐดินเผาจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และอ่างทอง."** วารสารวิจัย มสด. 5(1): 13-22.

Coletti Chiara, Maritan Lara, Cultrone Giuseppe และMazzoli Claudio. 2016. **"Use of industrial ceramic sludge in brick production: Effect on aesthetic quality and physical properties."** Construction and Building Materials. 124: 219-277.

D. Eliche-Quesadaa, M.A. Felipe-Seséa, J.A. López-Péreza และ A. Infantes-Molinac. 2017. **"Characterization and evaluation of rice husk ash and wood ash in sustainable clay matrix bricks."** Ceramics International. 43: 463-475.

Kung-Yuh Chianga, Ping-Huai Choua, Ching-Rou Huaa, Kuang-Li Chiena และ Chris Cheesemanb. 2009. **"Lightweight bricks manufactured from water treatment sludge and rice husks."** Journal of Hazardous Materials. 171: 76-82

LD Plastic. 2560. **อ่างผสมปูน W 135 ดำ.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.24plastic.com/product/3571. วันที่สืบค้น 05/02/2560.

Syed Minhaj Saleem Kazmi, Safeer Abbas, Muhammad Junaid Munir และAnwar Khitab **"Exploratory study on the effect of waste rice husk and sugarcane bagasse ashes in burnt clay bricks."** Journal of Building Engineering. 7: 372-378

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ข้อมูลทั่วไปของอิฐมอญ

ก- 1น้ำหนักของอิฐมอญ

ก-1.1 น้ำหนักของอิฐมอญชุด A

ชุด A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)	
ก้อนที่	**น้ำหนัก (g)**
1	414.94
2	395.59
3	411.01
4	441.81
5	428.14
6	429.85
7	390.74
8	402.18
9	410.41
10	424.20
11	410.28
12	376.51
13	420.03
14	403.43
15	436.28
เฉลี่ย	413.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-1.2 น้ำหนักของอิฐมอญชุด B

ชุด B (ชุดควบคุม)	
ก้อนที่	**น้ำหนัก (g)**
1	594.7
2	578.27
3	538.99
4	583.87
5	583.96
6	602.25
7	571.66
8	594.68
9	604.33
10	617.13
11	587.18
12	604.41
13	600.76
14	581.26
15	558.41
เฉลี่ย	586.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-1.3 น้ำหนักของอิฐมอญชุด C (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1, 3, 5, 7, 9)

ชุด c (เถ้าแกลบ)					
ก้อนที่	น้ำหนัก (g)				
	C1	C2	C3	C4	C5
1	499.19	547.50	535.16	493.07	510.47
2	535.30	504.89	530.46	533.70	511.46
3	496.67	555.42	512.91	551.19	512.91
4	528.03	502.89	524.70	518.04	524.70
5	543.67	507.23	507.64	544.58	507.64
6	523.86	542.98	502.38	521.80	522.38
7	533.46	519.55	493.03	508.39	493.03
8	498.78	504.22	504.66	509.36	504.66
9	535.66	559.79	542.66	510.98	512.66
10	507.63	506.37	535.93	512.35	525.93
11	541.32	516.70	514.25	516.35	518.25
12	536.29	503.47	526.23	512.48	541.23
13	523.09	502.48	523.33	545.01	521.33
14	532.05	554.25	514.32	504.44	549.32
15	535.73	502.50	557.88	541.21	527.88
เฉลี่ย	524.72	522.02	521.70	521.53	518.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-1.4 น้ำหนักของอิฐมอญชุด D (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1, 3, 5, 7, 9)

ชุด D (เถ้าท่านอัดแท่ง)					
ก้อนที่	น้ำหนัก (g)				
	C1	C2	C3	C4	C5
1	535.04	526.85	502.57	513.84	531.09
2	521.88	529.27	539.47	507.37	499.17
3	534.29	521.51	522.49	510.42	535.33
4	529.59	528.83	528.72	516.87	535.11
5	536.39	526.64	535.58	507.16	541.75
6	526.36	520.08	514.95	520.77	536.81
7	513.49	531.33	519.12	518.89	496.84
8	514.74	518.17	521.28	529.29	521.70
9	525.98	535.16	509.48	533.57	522.14
10	534.81	526.97	527.68	537.53	488.00
11	539.41	562.48	495.11	473.98	521.75
12	536.39	522.72	531.98	558.41	518.45
13	516.37	522.54	605.16	528.46	495.44
14	530.67	502.29	528.43	536.77	529.72
15	516.77	534.41	519.27	547.77	520.38
เฉลี่ย	527.48	527.28	526.75	522.74	519.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-1.5 น้ำหนักเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

ชุดการทดลอง	น้ำหนักเฉลี่ยของอิฐมอญ (g.)
A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)	413.03
B (ชุดควบคุม)	586.79
C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)	524.72
C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)	522.02
C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)	521.70
C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)	521.53
C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)	518.92
D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)	527.48
D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)	527.28
D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)	526.75
D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)	522.74
D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)	519.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2 ขนาดของอิฐมอญ

ก-2.1 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ของชุด B ก่อนเผา

ชุด B (ดินเหนียว)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	40.00	69.50	142.50	9903.75	396150.00
2	41.20	70.00	149.50	10465.00	431158.00
3	41.50	69.00	145.50	10039.50	416639.25
4	38.50	67.75	148.00	10027.00	386039.50
5	39.25	68.50	145.50	9966.75	391194.94
6	42.50	69.50	149.00	10355.50	440108.75
7	40.25	70.50	148.50	10469.25	421387.31
8	39.50	69.00	142.00	9798.00	387021.00
9	39.50	69.50	143.50	9973.25	393943.38
10	39.00	69.50	147.00	10216.50	398443.50
11	37.50	68.00	146.00	9928.00	372300.00
12	36.25	67.50	148.50	10023.75	363360.94
13	38.00	68.50	143.50	9829.75	373530.50
14	39.50	67.25	148.00	9953.00	393143.50
15	39.50	68.20	146.00	9957.20	393309.40
เฉลี่ย	39.46	68.81	146.20	10060.51	397021.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.2 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1) ก่อนเผา

ชุด C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	36.50	68.00	144.50	9826.00	358649.00
2	35.25	67.00	146.50	9815.50	345996.38
3	35.25	65.50	144.75	9481.13	334209.66
4	38.25	68.00	148.50	10098.00	386248.50
5	39.00	67.75	148.50	10060.88	392374.13
6	39.00	65.50	146.50	9595.75	374234.25
7	39.50	66.50	143.50	9542.75	376938.63
8	41.05	66.00	140.00	9240.00	379302.00
9	40.75	68.25	144.00	9828.00	400491.00
10	39.25	66.00	144.50	9537.00	374327.25
11	34.25	68.50	145.50	9966.75	341361.19
12	35.00	68.50	145.50	9966.75	348836.25
13	41.00	68.25	146.00	9964.50	408544.50
14	32.00	68.00	146.00	9928.00	317696.00
15	39.50	65.25	145.50	9493.88	375008.06
เฉลี่ย	37.70	67.13	145.32	9755.59	367818.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.3 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3) ก่อนเผา

ชุด C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	36.25	68.50	145.50	9966.75	361294.69
2	37.00	67.50	145.50	9821.25	363386.25
3	38.00	69.00	144.70	9984.30	379403.40
4	35.25	69.50	144.00	10008.00	352782.00
5	34.25	68.00	143.75	9775.00	334793.75
6	37.25	68.50	144.50	9898.25	368709.81
7	36.00	68.00	143.50	9758.00	351288.00
8	37.50	68.00	145.50	9894.00	371025.00
9	35.50	67.50	152.50	10293.75	365428.12
10	37.00	67.00	144.00	9648.00	356976.00
11	37.00	68.00	143.50	9758.00	361046.00
12	33.50	66.00	143.50	9471.00	317278.50
13	36.00	66.25	143.00	9473.75	341055.00
14	35.25	68.50	143.50	9829.75	346498.69
15	38.75	68.00	143.50	9758.00	378122.50
เฉลี่ย	36.30	67.88	144.70	9822.49	356556.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.4 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5) ก่อนเผา

ชุด C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	36.25	67.00	146.00	9782.00	354597.50
2	39.00	66.25	144.50	9573.13	373351.88
3	36.00	68.75	144.75	9951.56	358256.25
4	35.25	69.25	146.00	10110.50	356395.13
5	35.50	66.25	142.75	9457.19	335730.16
6	35.25	68.75	145.75	10020.31	353216.02
7	38.50	66.25	144.25	9556.56	367927.66
8	37.75	70.25	148.25	10414.56	393149.73
9	38.00	68.00	146.00	9928.00	377264.00
10	37.50	68.25	141.00	9623.25	360871.88
11	36.75	67.50	148.50	10023.75	368372.81
12	36.00	65.50	143.25	9382.88	337783.50
13	36.00	65.25	142.50	9298.12	334732.50
14	37.50	65.00	141.75	9213.75	345515.63
15	39.00	67.50	144.25	9736.88	379738.13
เฉลี่ย	36.95	67.32	144.63	9736.23	359753.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.5 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7) ก่อนเผา

ชุด C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)					
ก้อนที่	**หนา (mm.)**	**กว้าง (mm.)**	**ยาว (mm.)**	**พื้นที่ (mm^2)**	**ปริมาตร (mm^3)**
1	35.75	67.50	149.00	10057.50	359555.63
2	36.00	68.75	145.00	9968.75	358875.00
3	36.00	67.25	148.25	9969.81	358913.25
4	37.50	70.00	149.50	10465.00	392437.50
5	38.00	69.00	150.00	10350.00	393300.00
6	34.25	68.50	150.25	10292.12	352505.28
7	37.00	67.00	145.50	9748.50	360694.50
8	41.00	67.00	144.00	9648.00	395568.00
9	37.25	70.00	146.00	10220.00	380695.00
10	36.00	66.00	144.50	9537.00	343332.00
11	38.00	70.50	149.50	10539.75	400510.50
12	36.50	65.00	142.00	9230.00	336895.00
13	35.75	66.25	150.75	9987.19	357041.95
14	38.25	68.50	143.75	9846.88	376642.97
15	37.25	68.25	143.00	9759.75	363550.69
เฉลี่ย	36.97	67.97	146.73	9972.98	368667.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.6 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9) ก่อนเผา

ชุด C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	37.75	70.50	145.50	10257.75	387230.06
2	37.50	70.25	149.50	10502.38	393839.06
3	38.25	69.50	144.00	10008.00	382806.00
4	34.00	68.25	149.00	10169.25	345754.50
5	38.25	69.50	147.00	10216.50	390781.13
6	39.00	68.50	149.50	10240.75	399389.25
7	42.00	66.00	145.00	9570.00	401940.00
8	39.00	68.75	144.00	9900.00	386100.00
9	38.50	71.00	147.00	10437.00	401824.50
10	39.00	67.00	142.50	9547.50	372352.50
11	36.00	70.00	151.50	10605.00	381780.00
12	36.00	70.00	150.00	10500.00	378000.00
13	40.00	69.50	143.25	9955.88	398235.00
14	39.50	67.25	144.25	9700.81	383182.09
15	39.00	69.25	149.00	10318.25	402411.75
เฉลี่ย	38.25	69.02	146.73	10127.05	387359.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.7 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1) ก่อนเผา

ชุด D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	37.00	67.50	142.50	9618.75	355893.75
2	36.00	68.00	148.00	10064.00	362304.00
3	37.00	68.50	145.50	9966.75	368769.75
4	36.50	67.75	145.25	9840.69	359185.09
5	36.00	67.25	147.25	9902.56	356492.25
6	38.00	69.00	147.50	10177.50	386745.00
7	40.50	66.25	143.50	9506.88	385028.44
8	35.00	66.00	145.25	9586.50	335527.50
9	37.50	69.50	142.00	9869.00	370087.50
10	35.25	66.50	144.00	9576.00	337554.00
11	36.00	67.50	141.00	9517.50	342630.00
12	36.50	66.50	141.50	9409.75	343455.88
13	35.00	68.50	144.25	9881.13	345839.38
14	38.25	68.50	145.00	9932.50	379918.13
15	35.50	68.25	148.50	10135.13	359796.94
เฉลี่ย	36.67	67.70	144.73	9798.45	359276.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.8 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3) ก่อนเผา

ชุด D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	37.50	67.25	147.25	9902.56	371346.09
2	38.75	65.75	143.50	9435.13	365611.09
3	36.25	69.00	145.50	10039.50	363931.88
4	35.25	70.50	149.25	10522.13	370904.91
5	37.50	67.50	146.25	9871.88	370195.31
6	41.50	69.00	146.25	10091.25	418786.88
7	41.00	66.50	149.00	9908.50	406248.50
8	35.25	68.25	148.00	10101.00	356060.25
9	40.50	69.25	149.00	10318.25	417889.13
10	36.75	69.25	148.25	10266.31	377286.98
11	36.25	65.25	143.00	9330.75	338239.69
12	35.25	69.00	146.50	10108.50	356324.63
13	34.25	64.25	140.00	8995.00	308078.75
14	34.50	65.75	141.25	9287.19	320407.97
15	36.00	66.50	142.25	9459.63	340546.50
เฉลี่ย	37.10	67.53	145.68	9838.48	365007.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.9 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5) ก่อนเผา

ชุด D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	39.00	65.50	144.50	9464.75	369125.25
2	39.00	67.50	142.50	9618.75	375131.25
3	41.75	69.00	147.25	10160.25	424190.44
4	39.50	69.75	144.00	10044.00	396738.00
5	38.50	69.50	147.00	10216.50	393335.25
6	39.50	70.50	150.00	10575.00	417712.50
7	37.25	65.50	145.00	9497.50	353781.88
8	38.00	68.00	143.75	9775.00	371450.00
9	39.25	67.50	145.00	9787.50	384159.38
10	39.00	69.50	146.50	10181.75	397088.25
11	38.00	65.50	142.50	9333.75	354682.50
12	36.00	68.50	143.50	9829.75	353871.00
13	38.50	68.50	151.50	10377.75	399543.38
14	39.50	67.50	143.25	9669.38	381940.31
15	39.50	67.50	146.00	9855.00	389272.50
เฉลี่ย	38.82	67.98	145.48	9890.44	383913.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.10 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7) ก่อนเผา

ชุด D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	39.75	69.25	146.25	10127.81	402580.55
2	38.50	71.50	148.50	10617.75	408783.38
3	37.75	66.50	146.00	9709.00	366514.75
4	38.75	69.50	143.25	9955.88	385790.16
5	38.50	66.25	147.50	9771.88	376217.19
6	39.50	67.75	150.00	10162.50	401418.75
7	39.00	69.00	147.00	10143.00	395577.00
8	39.25	67.75	147.75	10010.06	392894.95
9	40.75	69.00	150.00	10350.00	421762.50
10	36.00	69.50	147.25	10233.88	368419.50
11	33.25	64.25	145.00	9316.25	309765.31
12	40.50	65.75	142.75	9385.81	380125.41
13	39.75	69.50	149.75	10407.63	413703.09
14	40.00	67.50	147.00	9922.50	396900.00
15	35.70	69.00	146.25	10091.25	360257.63
เฉลี่ย	38.50	68.10	147.00	10010.70	385411.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.11 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9) ก่อนเผา

ชุด D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	39.25	70.00	148.50	10395.00	408003.75
2	37.00	68.5	150.50	10309.25	381442.25
3	38.50	71.00	149.00	10579.00	407291.50
4	38.50	68.50	149.00	10206.50	392950.25
5	39.60	70.00	149.50	10465.00	414414.00
6	39.50	69.25	150.50	10422.13	411673.94
7	34.50	69.00	143.25	9884.25	341006.63
8	37.50	68.70	148.50	10201.95	382573.13
9	39.70	70.00	150.00	10500.00	416850.00
10	40.50	69.00	149.00	10281.00	416380.50
11	39.50	69.50	149.00	10355.50	409042.25
12	38.00	66.80	143.50	9585.80	364260.40
13	32.00	67.50	147.00	9922.50	317520.00
14	34.00	69.50	151.00	10494.50	356813.00
15	40.00	71.50	148.50	10617.75	424710.00
เฉลี่ย	37.87	69.25	148.45	10280.16	389309.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.12 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ของชุด A หลังเผา

ชุด A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	38.00	67.80	141.30	9580.14	364045.32
2	37.20	68.00	145.00	9860.00	366792.00
3	38.10	68.50	144.00	9864.00	375818.40
4	37.50	67.50	145.00	9787.50	367031.25
5	38.60	68.30	144.50	9869.35	380956.91
6	31.00	64.30	139.80	8989.14	278663.34
7	31.00	67.00	140.00	9380.00	290780.00
8	33.50	64.50	139.30	8984.85	300992.48
9	34.00	65.50	142.30	9320.65	316902.10
10	32.50	65.30	141.80	9259.54	300935.05
11	34.30	65.50	141.30	9255.15	317451.65
12	29.30	65.30	142.50	9305.25	272643.83
13	30.60	63.90	146.40	9354.96	286261.78
14	31.20	66.00	136.70	9022.20	281492.64
15	32.60	65.50	139.50	9137.25	297874.35
เฉลี่ย	32.15	65.27	141.36	9225.65	296659.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.13 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ของชุด B หลังเผา

ชุด B (ดินเหนียว)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	38.00	67.80	141.30	9580.14	364045.32
2	38.20	68.00	145.00	9860.00	376652.00
3	38.10	68.50	144.00	9864.00	375818.40
4	37.50	67.50	145.00	9787.50	367031.25
5	38.60	68.30	144.50	9869.35	380956.91
6	41.00	68.00	145.50	9894.00	405654.00
7	38.30	69.30	147.50	10221.75	391493.03
8	38.50	68.00	141.30	9608.40	369923.40
9	38.50	68.50	142.00	9727.00	374489.50
10	37.00	68.50	145.80	9987.30	369530.10
11	36.50	66.70	146.60	9778.22	356905.03
12	35.00	65.90	141.90	9351.21	327292.35
13	37.50	66.30	141.80	9401.34	352550.25
14	38.50	68.30	145.70	9951.31	383125.44
15	37.70	67.00	144.50	9681.50	364992.55
เฉลี่ย	38.13	67.77	144.16	9770.87	372627.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.14 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1) หลังเผา

ชุด C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	35.30	65.00	143.50	9327.50	329260.75
2	34.80	66.50	145.30	9662.45	336253.26
3	34.30	65.30	143.30	9357.49	320961.91
4	37.30	66.00	145.80	9622.80	358930.44
5	38.30	67.80	145.80	9885.24	378604.69
6	38.50	64.30	145.60	9362.08	360440.08
7	38.60	65.80	142.50	9376.50	361932.90
8	38.60	65.30	139.50	9109.35	351620.91
9	38.00	67.30	143.30	9644.09	366475.42
10	38.20	65.50	143.30	9386.15	358550.93
11	33.40	66.60	144.80	9643.68	322098.91
12	33.80	65.60	144.80	9498.88	321062.14
13	38.80	68.00	145.90	9921.20	384942.56
14	31.70	67.90	145.90	9906.61	314039.54
15	38.30	64.30	145.80	9374.94	359060.20
เฉลี่ย	37.26	66.41	144.34	9586.74	357044.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.15 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3) หลังเผา

ชุด C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	35.30	68.00	143.50	9758.00	344457.40
2	36.00	66.50	144.30	9595.95	345454.20
3	37.00	66.30	143.50	9514.05	352019.85
4	35.30	68.00	143.50	9758.00	344457.40
5	33.30	67.80	143.30	9715.74	323534.14
6	36.30	65.30	143.50	9370.55	340150.97
7	35.50	67.80	142.50	9661.50	342983.25
8	37.50	67.30	145.30	9778.69	366700.88
9	35.50	65.50	151.00	9890.50	351112.75
10	36.50	66.00	142.50	9405.00	343282.50
11	35.00	67.50	143.50	9686.25	339018.75
12	32.40	66.30	141.00	9348.30	302884.92
13	35.00	66.20	140.00	9268.00	324380.00
14	33.90	66.40	141.90	9422.16	319411.22
15	38.40	67.50	143.50	9686.25	371952.00
เฉลี่ย	35.53	66.83	143.52	9590.60	340786.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.16 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5) หลังเผา

ชุด C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	35.80	66.50	145.00	9642.50	345201.50
2	38.00	65.50	144.50	9464.75	359660.50
3	35.50	68.50	144.50	9898.25	351387.88
4	35.30	68.50	145.90	9994.15	352793.50
5	35.50	66.00	142.50	9405.00	333877.50
6	34.30	68.50	145.30	9953.05	341389.62
7	37.00	66.00	143.30	9457.80	349938.60
8	37.30	69.00	147.30	10163.70	379106.01
9	35.80	67.50	144.00	9720.00	347976.00
10	36.00	67.30	140.30	9442.19	339918.84
11	35.30	66.50	146.50	9742.25	343901.43
12	34.50	64.90	139.50	9053.55	312347.48
13	33.50	64.90	141.90	9209.31	308511.89
14	35.50	64.90	140.40	9111.96	323474.58
15	36.90	66.50	143.00	9509.50	350900.55
เฉลี่ย	35.75	66.73	143.59	9584.53	342692.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.17 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7) หลังเผา

ชุด C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	34.30	66.50	148.10	9848.65	337808.70
2	35.00	67.80	144.50	9797.10	342898.50
3	36.50	66.30	146.30	9699.69	354038.69
4	36.50	68.00	146.50	9962.00	363613.00
5	36.00	68.90	147.90	10190.31	366851.16
6	33.30	68.50	149.30	10227.05	340560.77
7	35.00	65.00	144.50	9392.50	328737.50
8	39.50	66.00	143.00	9438.00	372801.00
9	36.30	69.50	145.00	10077.50	365813.25
10	35.00	65.50	142.50	9333.75	326681.25
11	37.00	68.00	145.50	9894.00	366078.00
12	35.00	64.60	141.60	9147.36	320157.60
13	33.40	66.80	149.20	9966.56	332883.10
14	35.50	65.00	142.00	9230.00	327665.00
15	37.80	67.30	141.80	9543.14	360730.69
เฉลี่ย	35.74	66.91	145.18	9716.51	347154.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.18 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ชุด C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9) หลังเผา

ชุด C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	37.00	69.50	144.50	10042.75	371581.75
2	37.50	69.30	145.90	10110.87	379157.63
3	37.00	68.00	143.00	9724.00	359788.00
4	33.00	68.30	145.00	9903.50	326815.50
5	37.80	68.50	145.00	9932.50	375448.50
6	38.00	67.50	145.50	9821.25	373207.50
7	40.00	65.50	143.00	9366.50	374660.00
8	38.00	68.00	143.00	9724.00	369512.00
9	38.50	68.90	145.00	9990.50	384634.25
10	38.50	66.00	141.50	9339.00	359551.50
11	34.80	68.50	148.20	10151.70	353279.16
12	34.70	68.70	149.00	10236.30	355199.61
13	38.00	68.00	142.30	9676.40	367703.20
14	38.20	66.60	143.80	9577.08	365844.46
15	38.00	68.30	145.00	9903.50	376333.00
เฉลี่ย	37.27	67.97	144.65	9833.32	366181.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.19 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ของชุด D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1) หลังเผา

ชุด D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	36.00	67.00	141.50	9480.50	341298.00
2	35.50	66.00	145.90	9629.40	341843.70
3	36.00	67.00	143.50	9614.50	346122.00
4	34.50	65.30	143.30	9357.49	322833.41
5	34.00	66.30	144.30	9567.09	325281.06
6	36.00	68.90	144.50	9956.05	358417.80
7	39.50	65.30	141.00	9207.30	363688.35
8	34.00	65.50	144.30	9451.65	321356.10
9	36.50	68.50	140.00	9590.00	350035.00
10	34.30	65.50	142.00	9301.00	319024.30
11	35.20	65.50	139.60	9143.80	321861.76
12	34.10	65.30	140.00	9142.00	311742.20
13	33.70	64.90	143.40	9306.66	313634.44
14	37.30	66.00	144.00	9504.00	354499.20
15	34.50	67.30	145.50	9792.15	337829.18
เฉลี่ย	35.41	66.29	142.85	9469.57	335297.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.20 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ของชุด D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3) หลังเผา

ชุด D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	36.50	66.30	145.30	9633.39	351618.74
2	37.80	65.30	142.00	9272.60	350504.28
3	35.30	68.50	144.50	9898.25	349408.23
4	34.30	68.90	145.30	10011.17	343383.13
5	36.50	66.50	145.30	9662.45	352679.43
6	40.00	67.50	144.30	9740.25	389610.00
7	39.00	65.50	144.00	9432.00	367848.00
8	34.30	67.30	145.00	9758.50	334716.55
9	39.00	68.90	145.90	10052.51	392047.89
10	35.30	68.30	145.30	9923.99	350316.85
11	35.50	64.50	141.30	9113.85	323541.68
12	34.80	68.90	145.50	10024.95	348868.26
13	33.30	63.30	138.50	8767.05	291942.77
14	33.00	63.20	139.20	8797.44	290315.52
15	35.00	65.60	141.80	9302.08	325572.80
เฉลี่ย	35.97	66.57	143.55	9559.37	344158.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.21 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ของชุด D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5) หลังเผา

ชุด D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	38.00	64.50	143.50	9255.75	351718.50
2	38.50	66.50	141.50	9409.75	362275.38
3	40.30	68.90	145.30	10011.17	403450.15
4	38.50	68.80	143.00	9838.40	378778.40
5	37.50	68.50	144.00	9864.00	369900.00
6	38.50	68.50	145.00	9932.50	382401.25
7	36.30	64.50	143.00	9223.50	334813.05
8	35.80	67.00	142.30	9534.10	341320.78
9	38.00	66.50	143.50	9542.75	362624.50
10	38.50	68.50	144.50	9898.25	381082.63
11	35.20	63.30	139.20	8811.36	310159.87
12	35.00	65.30	142.30	9292.19	325226.65
13	37.40	66.00	147.00	9702.00	362854.80
14	38.50	66.50	142.00	9443.00	363555.50
15	38.50	65.50	145.00	9497.50	365653.75
เฉลี่ย	37.63	66.59	143.41	9550.41	359721.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.22 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ของชุด D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7) หลังเผา

ชุด D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	37.80	68.30	145.30	9923.99	375126.82
2	38.00	68.50	144.50	9898.25	376133.50
3	36.80	64.50	144.20	9300.90	342273.12
4	37.30	68.50	140.30	9610.55	358473.52
5	38.00	65.30	145.80	9520.74	361788.12
6	38.50	66.30	145.00	9613.50	370119.75
7	37.50	68.50	145.00	9932.50	372468.75
8	38.30	66.30	145.30	9633.39	368958.84
9	38.30	68.50	145.00	9932.50	380414.75
10	35.50	68.50	145.30	9953.05	353333.28
11	32.30	63.00	143.00	9009.00	290990.70
12	37.80	65.00	139.60	9074.00	342997.20
13	38.30	68.00	145.80	9914.40	379721.52
14	38.50	66.50	145.00	9642.50	371236.25
15	34.30	66.50	145.70	9689.05	332334.42
เฉลี่ย	37.15	66.81	144.32	9643.22	358424.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.23 ขนาด (mm), พื้นที่ (mm^2), ปริมาตร (mm^3) ของชุด D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9) หลังเผา

ชุด D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)					
ก้อนที่	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
1	38.00	68.90	147.50	10162.75	386184.50
2	36.60	67.50	148.00	9990.00	365634.00
3	37.80	68.50	147.50	10103.75	381921.75
4	37.30	67.50	147.40	9949.50	371116.35
5	38.00	68.90	145.90	10052.51	381995.38
6	37.50	66.30	147.50	9779.25	366721.88
7	34.50	68.00	142.00	9656.00	333132.00
8	33.30	67.50	146.50	9888.75	329295.38
9	38.30	68.80	145.80	10031.04	384188.83
10	38.50	68.00	148.00	10064.00	387464.00
11	38.50	68.10	148.50	10112.85	389344.73
12	34.60	65.50	141.70	9281.35	321134.71
13	29.90	65.10	143.60	9348.36	279515.96
14	30.70	67.00	148.00	9916.00	304421.20
15	38.20	68.50	147.90	10131.15	387009.93
เฉลี่ย	36.11	67.61	146.39	9897.82	357938.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.24 ขนาด (mm.), พื้นที่ (mm^2) และปริมาตร (mm^3) เฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วนก่อนเผา

ชุดการทดลอง	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
B (ชุดควบคุม)	39.46	68.81	146.20	10060.51	397021.23
C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)	37.70	67.13	145.32	9755.59	367818.35
C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)	36.30	67.88	144.70	9822.49	356556.46
C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)	36.95	67.32	144.63	9736.23	359753.84
C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)	36.97	67.97	146.73	9972.98	368667.66
C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)	38.25	69.02	146.73	10127.05	387359.49
D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)	36.67	67.70	144.73	9798.45	359276.38
D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)	37.10	67.53	145.68	9838.48	365007.65
D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)	38.82	67.98	145.48	9890.44	383913.99
D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)	38.50	68.10	147.00	10010.70	385411.95
D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)	37.87	69.25	148.45	10280.16	389309.75

ก-2.25 ขนาด (mm.), พื้นที่ (mm^2) และปริมาตร (mm^3) เฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วนหลังเผา

ชุดการทดลอง	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)	พื้นที่ (mm^2)	ปริมาตร (mm^3)
A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)	32.15	65.27	141.36	9225.65	296659.47
B (ชุดควบคุม)	37.86	67.77	144.16	9770.87	370039.97
C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)	36.53	66.08	144.34	9538.60	348282.31
C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)	35.53	66.83	143.52	9590.60	340786.68
C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)	35.75	66.73	143.59	9584.53	342692.39
C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)	35.74	66.91	145.18	9716.51	347154.55
C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)	37.27	67.97	144.65	9833.32	366181.07
D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)	35.41	66.29	142.85	9469.57	335297.77
D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)	35.97	66.57	143.55	9559.37	344158.27
D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)	37.63	66.59	143.41	9550.41	359721.01
D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)	37.15	66.81	144.32	9643.22	358424.70
D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)	36.11	67.61	146.39	9897.82	357938.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-2.26 การหดตัวของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน (mm.)

ชุดการทดลอง	หนา (mm.)	กว้าง (mm.)	ยาว (mm.)
B (ชุดควบคุม)	1.60	1.04	2.04
C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)	1.17	1.05	0.98
C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)	0.77	1.05	1.18
C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)	1.20	0.59	1.04
C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)	1.23	1.06	1.55
C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)	0.98	1.05	2.08
D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)	1.26	1.41	1.88
D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)	1.13	0.96	2.13
D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)	1.19	1.39	2.07
D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)	1.35	1.29	2.68
D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)	1.76	1.64	2.06
ค่าเฉลี่ยการหดตัว	1.24	1.14	1.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-3 ความหนาแน่นของอิฐมอญ

ก-3.1 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	414.94	308115.92	1.3467×10^{-3}
2	395.59	288697.50	1.3703×10^{-3}
3	411.01	279532.50	1.4703×10^{-3}
4	441.81	304144.88	1.4526×10^{-3}
5	428.14	325404.00	1.3157×10^{-3}
เฉลี่ย			1.3911×10^{-3}

ก-3.2 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด B (ชุดควบคุม)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	594.70	364045.32	1.6336×10^{-3}
2	578.27	366792.00	1.5766×10^{-3}
3	538.99	375818.40	1.4342×10^{-3}
4	583.87	367031.25	1.5908×10^{-3}
5	583.96	380956.91	1.5329×10^{-3}
เฉลี่ย			1.5536×10^{-3}

ก-3.3 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	529.19	329260.75	1.6072×10^{-3}
2	535.30	336253.26	1.5920×10^{-3}
3	516.67	320961.91	1.6098×10^{-3}
4	528.03	358930.44	1.4711×10^{-3}
5	543.67	378604.69	1.4360×10^{-3}
เฉลี่ย			1.5432×10^{-3}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-3.4 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	547.50	344457.40	1.5895×10^{-3}
2	504.89	345454.20	1.4615×10^{-3}
3	555.42	352019.85	1.5778×10^{-3}
4	502.89	344457.40	1.4599×10^{-3}
5	507.23	323534.14	1.5678×10^{-3}
เฉลี่ย			1.5313×10^{-3}

ก-3.5 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	535.16	345201.50	1.5503×10^{-3}
2	530.46	359660.50	1.4749×10^{-3}
3	512.91	351387.88	1.4597×10^{-3}
4	524.70	352793.50	1.4873×10^{-3}
5	507.64	333877.50	1.5204×10^{-3}
เฉลี่ย			1.4985×10^{-3}

ก-3.6 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	493.07	337808.70	1.4596×10^{-3}
2	533.70	342898.50	1.5564×10^{-3}
3	551.19	354038.69	1.5569×10^{-3}
4	518.04	363613.00	1.4247×10^{-3}
5	544.58	366851.16	1.4845×10^{-3}
เฉลี่ย			1.4964×10^{-3}

ก-3.7 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	510.47	371581.75	1.3738×10^{-3}
2	511.46	379157.63	1.3489×10^{-3}
3	512.91	359788.00	1.4256×10^{-3}
4	524.70	326815.50	1.6055×10^{-3}
5	507.64	375448.50	1.3521×10^{-3}
เฉลี่ย			1.4212×10^{-3}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-3.8 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	535.04	341298.00	1.5677×10^{-3}
2	521.88	341843.70	1.5267×10^{-3}
3	534.29	346122.00	1.5436×10^{-3}
4	529.59	322833.41	1.6404×10^{-3}
5	536.39	325281.06	1.6490×10^{-3}
เฉลี่ย			1.5855×10^{-3}

ก-3.9 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	526.85	351618.74	1.4984×10^{-3}
2	529.27	350504.28	1.5100×10^{-3}
3	521.51	349408.23	1.4926×10^{-3}
4	528.83	343383.13	1.5401×10^{-3}
5	526.64	352679.43	1.4933×10^{-3}
เฉลี่ย			1.5068×10^{-3}

ก-3.10 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	502.57	351718.50	1.4289×10^{-3}
2	539.47	362275.38	1.4891×10^{-3}
3	522.49	403450.15	1.2951×10^{-3}
4	528.72	378778.40	1.3959×10^{-3}
5	535.58	369900.00	1.4479×10^{-3}
เฉลี่ย			1.4114×10^{-3}

ก-3.11 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	513.84	375126.82	1.3698×10^{-3}
2	507.37	376133.50	1.3489×10^{-3}
3	510.42	342273.12	1.4913×10^{-3}
4	516.87	358473.52	1.4419×10^{-3}
5	507.16	361788.12	1.4018×10^{-3}
เฉลี่ย			1.4107×10^{-3}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-3.12 ความหนาแน่นของอิฐมอญชุด D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)

ก้อนที่	น้ำหนัก (g)	ปริมาตร (cm^3)	ความหนาแน่น (g/cm^3)
1	531.09	386184.50	1.3752×10^{-3}
2	499.17	365634.00	1.3652×10^{-3}
3	535.33	381921.75	1.4017×10^{-3}
4	535.11	371116.35	1.4419×10^{-3}
5	541.75	381995.38	1.4182×10^{-3}
เฉลี่ย			1.4004×10^{-3}

ก-3.13 ความหนาแน่นเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

ชุดการทดลอง	ความหนาแน่นเฉลี่ยของอิฐมอญ (g/cm^3)
A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)	1.3911×10^{-3}
B (ชุดควบคุม)	1.5536×10^{-3}
C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)	1.5432×10^{-3}
C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)	1.5313×10^{-3}
C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)	1.4985×10^{-3}
C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)	1.4964×10^{-3}
C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)	1.4212×10^{-3}
D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)	1.5855×10^{-3}
D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)	1.5068×10^{-3}
D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)	1.4114×10^{-3}
D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)	1.4107×10^{-3}
D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)	1.4004×10^{-3}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-4 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญ

ก-4.1 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	415.98	414.94	0.2506
2	396.48	395.59	0.2250
3	412.02	411.01	0.2457
4	442.78	441.81	0.2196
5	429.14	428.14	0.2336
เฉลี่ย			0.2349

ก-4.2 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด B (ชุดควบคุม)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	595.72	594.70	0.1715
2	579.37	578.27	0.1902
3	540.11	538.99	0.2078
4	584.91	583.87	0.1781
5	585.15	583.96	0.2038
เฉลี่ย			0.1903

ก-4.3 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	500.26	499.19	0.2143
2	536.41	535.30	0.2074
3	497.73	496.67	0.2134
4	529.12	528.03	0.2064
5	544.67	543.67	0.1839
เฉลี่ย			0.2051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-4.4 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	548.60	547.50	0.2009
2	506.03	504.89	0.2258
3	556.66	555.42	0.2233
4	503.91	502.89	0.2028
5	508.19	507.23	0.1893
เฉลี่ย			0.2084

ก-4.5 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	536.19	535.16	0.1925
2	531.48	530.46	0.1923
3	514.01	512.91	0.2145
4	525.92	524.70	0.2325
5	508.71	507.64	0.2108
เฉลี่ย			0.2085

ก-4.6 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	494.39	493.07	0.2677
2	534.71	533.70	0.1892
3	552.25	551.19	0.1923
4	519.22	518.04	0.2278
5	545.55	544.58	0.1781
เฉลี่ย			0.2110

ก-4.7 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	511.58	510.47	0.2174
2	512.52	511.46	0.2072
3	513.89	512.91	0.1911
4	525.89	524.70	0.2268
5	508.75	507.64	0.2187
เฉลี่ย			0.2122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-4.8 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	536.12	535.04	0.2019
2	522.91	521.88	0.1974
3	535.38	534.29	0.2040
4	530.61	529.59	0.1926
5	537.52	536.39	0.2107
เฉลี่ย			0.2013

ก-4.9 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	527.98	526.85	0.2145
2	530.33	529.27	0.2003
3	522.53	521.51	0.1956
4	529.95	528.83	0.2118
5	527.71	526.64	0.2032
เฉลี่ย			0.2051

ก-4.10 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	503.68	502.57	0.2209
2	540.66	539.47	0.2206
3	523.58	522.49	0.2086
4	529.83	528.72	0.2099
5	536.47	535.58	0.1662
เฉลี่ย			0.2052

ก-4.11 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	514.96	513.84	0.2180
2	508.38	507.37	0.1991
3	511.52	510.42	0.2155
4	517.95	516.87	0.2090
5	508.27	507.16	0.2189
เฉลี่ย			0.2121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-4.12 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของอิฐมอญชุด D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ , W_1 (g)	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	% ความชื้น
1	532.18	531.09	0.2052
2	500.22	499.17	0.2103
3	536.51	535.33	0.2204
4	536.31	535.11	0.2243
5	542.85	541.75	0.2030
เฉลี่ย			0.2127

ก-4.13 เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

ชุดการทดลอง	เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยเฉลี่ยของอิฐมอญ (%)
A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)	0.2349
B (ชุดควบคุม)	0.1903
C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)	0.2051
C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)	0.2084
C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)	0.2085
C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)	0.2110
C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)	0.2122
D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)	0.2013
D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)	0.2051
D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)	0.2052
D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)	0.2121
D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)	0.2127

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-5 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญ

ก-5.1 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	414.94	503.22	21.2754
2	395.59	482.32	21.9242
3	411.01	505.15	22.9046
4	441.81	528.38	19.5944
5	428.14	505.40	18.0455
เฉลี่ย			20.7488

ก-5.2 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด B (ชุดควบคุม)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	594.70	676.65	13.7801
2	578.27	634.25	9.6806
3	538.99	661.16	22.6665
4	583.87	658.73	12.8213
5	583.96	666.63	14.1568
เฉลี่ย			14.6211

ก-5.3 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	499.19	582.68	16.7251
2	535.30	608.64	13.7007
3	496.67	579.77	16.7314
4	528.03	610.09	15.5408
5	543.67	632.26	16.2948
เฉลี่ย			15.7986

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-5.4 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	547.50	624.17	14.0037
2	504.89	590.31	16.9185
3	555.42	646.00	16.3084
4	502.89	593.21	17.9602
5	507.23	594.6	17.2249
เฉลี่ย			16.4831

ก-5.5 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	535.16	633.18	18.3160
2	530.46	623.74	17.5847
3	512.91	599.42	16.8665
4	524.70	616.20	17.4385
5	507.64	595.15	17.2386
เฉลี่ย			17.4889

ก-5.6 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	493.07	586.22	18.8918
2	533.70	637.80	19.5053
3	551.19	651.19	18.1426
4	518.04	618.65	19.4213
5	544.58	640.70	17.6503
เฉลี่ย			18.7223

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-5.7 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	510.47	628.81	23.1826
2	511.46	616.07	20.4532
3	512.91	623.26	21.5145
4	524.70	606.20	15.5327
5	507.64	619.70	22.0747
เฉลี่ย			20.5515

ก-5.8 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	535.04	632.89	18.2884
2	521.88	597.22	14.4363
3	534.29	594.81	11.3272
4	529.59	616.38	16.3881
5	536.39	615.47	14.7430
เฉลี่ย			15.0366

ก-5.9 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	526.85	622.23	18.1038
2	529.27	612.87	15.7953
3	521.51	603.35	15.6929
4	528.83	618.69	16.9922
5	526.64	625.95	18.8573
เฉลี่ย			17.0883

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-5.10 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	502.57	591.46	17.6871
2	539.47	651.66	20.7963
3	522.49	641.03	22.6875
4	528.72	620.97	17.4478
5	535.58	654.17	22.1424
เฉลี่ย			20.1522

ก-5.11 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	513.84	616.50	19.9790
2	507.37	627.94	23.7637
3	510.42	631.02	23.6276
4	516.87	643.96	24.5884
5	507.16	608.75	20.0312
เฉลี่ย			22.3980

ก-5.12 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญชุด D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)

ก้อนที่	น้ำหนักอิฐอบแห้ง , W_2 (g)	น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว, W_3 (g)	% การดูดซึมน้ำ
1	531.09	661.19	24.4968
2	499.17	601.75	20.5501
3	535.33	659.17	23.1334
4	535.11	665.31	24.3314
5	541.75	688.28	27.0475
เฉลี่ย			23.9119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.

ก-5.13 เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

ชุดการทดลอง	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำโดยเฉลี่ยของอิฐมอญ (%)
A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)	20.7488
B (ชุดควบคุม)	14.6211
C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)	15.7986
C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)	16.4831
C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)	17.4889
C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)	18.7223
C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)	20.5515
D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)	15.0366
D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)	17.0883
D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)	20.1522
D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)	22.3980
D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)	23.9119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-6 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญ

ก-6.1 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
13	93.63	15,224	162.59	~~15.94~~
14	90.22	10,570	117.16	11.49
15	91.40	11,349	124.17	12.18
เฉลี่ย			134.64	11.84

ก-6.2 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด B (ชุดควบคุม)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
11	97.85	14,066	143.74	~~14.10~~
12	93.47	14,449	154.58	15.16
13	94.00	14,779	157.22	15.42
เฉลี่ย			151.85	14.89

ก-6.3 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
11	96.52	16,251	168.36	16.51
12	95.00	12,102	127.39	~~12.49~~
14	99.07	16,494	166.49	16.33
เฉลี่ย			154.08	16.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-6.4 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
12	93.47	16,108	172.34	16.90
13	92.72	16,727	180.40	17.69
14	94.25	11,208	118.91	~~11.66~~
เฉลี่ย			157.22	17.30

ก-6.5 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
12	90.51	15,384	169.98	16.67
13	92.11	13,688	148.61	14.57
14	91.09	13,715	150.57	14.77
เฉลี่ย			156.39	14.67

ก-6.6 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
12	102.75	11,861	115.44	11.32
13	91.52	7,384	80.68	~~7.91~~
15	95.47	10,479	109.76	10.76
เฉลี่ย			101.96	11.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-6.7 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
11	101.59	8,292	81.63	8.00
12	102.44	10,051	98.12	9.62
14	95.74	8,815	92.07	9.03
เฉลี่ย			90.61	8.88

ก-6.8 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
11	91.51	12,685	138.62	13.59
12	91.43	14,073	153.91	15.09
13	93.11	21,343	229.22	~~22.48~~
เฉลี่ย			173.92	14.34

ก-6.9 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
11	91.18	9,643	105.76	10.37
14	87.95	15,193	172.75	~~16.94~~
15	93.10	8,392	90.14	8.84
เฉลี่ย			122.88	9.61

ก-6.10 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
11	88.18	8,882	100.72	9.88
12	93.00	9,465	101.77	9.98
13	97.02	10,878	112.12	~~11.00~~
เฉลี่ย			104.87	9.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก-6.11 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
11	90.16	8,075	89.57	8.78
12	90.74	8,575	94.51	9.27
15	96.98	10,623	109.54	10.74
เฉลี่ย			97.87	9.60

ก-6.12 ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญของอิฐมอญชุด D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)

ก้อนที่	พื้นที่ของอิฐ (cm^2)	แรงสูงสุดที่ใช้ในการอัด (kgf.)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (ksc)	ความแข็งแกร่งต่อการอัด (MPa)
12	92.80	9,872	106.38	10.43
13	93.43	18,395	196.89	~~19.31~~
14	99.16	12,192	122.95	12.06
เฉลี่ย			142.07	11.25

ก-6.13 แรงอัดเฉลี่ยของอิฐมอญแต่ละสัดส่วน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยแรงอัดของอิฐมอญ (MPa)
A (อิฐตัวอย่างจากโรงอิฐทรัพย์บุญส่ง)	11.84
B (ชุดควบคุม)	14.89
C1 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 1)	16.42
C2 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 3)	17.30
C3 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 5)	14.67
C4 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 7)	11.04
C5 (เถ้าแกลบ ร้อยละ 9)	8.88
D1 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 1)	14.34
D2 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 3)	9.61
D3 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 5)	9.93
D4 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 7)	9.60
D5 (เถ้าถ่านอัดแท่ง ร้อยละ 9)	11.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0 - 2329 - 8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.39	14.64	3.06	0.420	1,465.42	93.63	15,224	162.59	15.94	A13
2	6.60	13.67	3.12	0.403	1,431.53	90.22	10,570	117.16	11.49	A14
3	6.55	13.95	3.26	0.436	1,462.93	91.40	11,349	124.17	12.18	A15

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: ธีรเดช กำเกิด

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY: ผศ.ดร.ณัฐพล ไพรัตติธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0 - 2329 - 8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.67	14.66	3.65	0.587	1,641.83	97.85	14,066	143.74	14.10	BO/11
2	6.59	14.19	3.50	0.604	1,844.78	93.47	14,449	154.58	15.16	BO/12
3	6.63	14.18	3.75	0.601	1,705.74	94.00	14,779	157.22	15.42	BO/13

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: ธีรเดช กิ่วไล.

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY: ผศ.ดร. เพชรดิธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0 - 2329 - 8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.66	14.48	3.34	0.541	1,676.38	96.52	16,251	168.36	16.51	IC/11
2	6.56	14.48	3.38	0.536	1,671.37	95.00	12,102	127.39	12.49	IC/12
3	6.79	14.59	3.17	0.532	1,695.60	99.07	16,494	166.49	16.33	IC/17

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: ธีรเดช กิจวิไล

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY: ดร.ธนกฤษ เหมรัตถา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0 - 2329 - 8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.63	14.10	3.24	0.503	1,659.05	93.47	16,108	172.34	16.90	ED/12
2	6.62	14.00	3.50	0.502	1,548.87	92.72	16,727	180.40	17.69	ED/13
3	6.64	14.19	3.39	0.554	1,731.37	94.25	11,208	118.91	11.66	ED/14

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: สีหเดช กำไล

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY: ดร.สุเทพ เหมวิศิษฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT ' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0 - 2329 - 8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.49	13.95	3.45	0.526	1,682.32	90.51	15,384	169.98	16.67	FE/12
2	6.49	14.19	3.35	0.523	1,693.74	92.11	13,688	148.61	14.57	FE/13
3	6.49	14.04	3.55	0.514	1,591.19	91.09	13,715	150.57	14.77	FE/14

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: _____

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY: _____

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรศิริธร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0 - 2329 - 8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.89	14.92	3.34	0.545	1,585.86	102.75	11,861	115.44	11.32	FV/13
2	6.46	14.16	3.50	0.512	1,597.04	91.52	7,384	80.68	7.91	FV/16
3	6.73	14.18	3.78	0.541	1,500.23	95.47	10,479	109.76	10.76	FV/17

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: ธีรเดช คำวิลัย

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY: ศรัณย์ พัฒรศศิร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0 - 2329 - 8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.85	14.82	3.48	0.518	1,464.98	101.59	8,292	81.63	8.00	9G/11
2	6.87	14.90	3.47	0.541	1,523.10	102.44	10,051	98.12	9.62	9G/12
3	6.66	14.38	3.82	0.549	1,501.65	95.74	8,815	92.07	9.03	9G/14

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: ธีรเดช กำวิไล

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY: ผศ.ดร.ณรงค์ ทิวารัตน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0-2329-8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.55	13.96	3.52	0.539	1,669.98	91.51	12,685	138.62	13.59	H1/11
2	6.53	14.00	3.41	0.536	1,718.33	91.43	14,073	153.91	15.09	H1/12
3	6.49	14.34	3.37	0.516	1,644.98	93.11	21,343	229.22	22.48	H1/13

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: _____

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY: _____

ผศ.อาทิตย์ เพชรศศิธร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0 - 2329 - 8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.45	14.13	3.55	0.562	1,737.38	91.18	9,643	105.76	10.37	I3/11
2	6.32	13.92	3.30	0.502	1,728.24	87.95	15,193	172.75	16.94	I3/14
3	6.56	14.18	3.50	0.534	1,639.97	93.10	8,392	90.14	8.84	I3/15

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: ธีรเดช คำวิลัย

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรเดช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0 - 2329 - 8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.33	13.92	3.52	0.495	1,591.42	88.18	8,882	100.72	9.88	J5/11
2	6.53	14.23	3.50	0.532	1,634.80	93.00	9,465	101.77	9.98	J5/12
3	6.60	14.70	3.74	0.605	1,669.94	97.02	10,878	112.12	11.00	J5/13

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: _____

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY: _____

ผศ.ดร.เทียรเดช กำไลใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0 - 2329 - 8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.30	14.30	3.23	0.473	1,626.17	90.16	8,075	89.57	8.78	K7/11
2	6.50	13.96	3.78	0.558	1,628.42	90.74	8,575	94.51	9.27	K7/12
3	6.65	14.57	3.43	0.547	1,644.89	96.98	10,623	109.54	10.74	K7/15

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: _____

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY: _____

ผศ.ดร.ภาณุ เพชรศิริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY

LADKRABANG BANGKOK THAILAND. TEL. 0 - 2329 - 8333

COMPRESSIVE STRENGTH TEST

PROJECT : การเสริมแรงอิฐด้วยเถ้าถ่านอัดแท่ง

SAMPLE FROM : นางสาวพัชรมน สุนทะโก

SAMPLE DESCRIPTION : อิฐมอญ ขนาด 7 × 14 × 4 cm.

Req. No. 60-913

Date of Request : 19/4/2017

Date of testing : 28/4/2017

Spec. No.	Dimension of Specimen (cm)			Weight of Specimen (kg)	Weight per Volume kg/cu.m.	Cross Sectional Area (cm^2)	Ultimate Load (kgf.)	Compressive Strength (ksc)	Compressive Strength (MPa)	Remarks (Code)
	Width	Length	Thickness							
1	6.55	14.17	3.46	0.518	1,612.05	92.80	9,872	106.38	10.43	LN/12
2	6.51	14.36	2.99	0.495	1,772.10	93.43	18,395	196.89	19.31	LN/13
3	6.70	14.80	3.07	0.529	1,736.23	99.16	12,192	122.95	12.06	LN/14

Notes :

1) There are three tested samples for this data sheet.

2) Certification applies to test samples only.

3) No erasure or alterations.

TESTED BY: ธีรเดช กำไล

Mr.Theeradetch Kumwilai

CERTIFIED BY:

ผศ.ดร.อาทิตย์ เพชรศิธร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข-1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐมอญ (มผช.601/2547)

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐมอญ (มผช.601/2547)

1.1 ขอบข่าย

1.1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะอิฐมอญที่ทำจากดินเหนียวและขี้เถ้าแกลบเป็นส่วนประกอบหลัก

1.2 บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

1.2.1 อิฐมอญ หมายถึง อิฐที่ทำจากดินเหนียวผสมขี้เถ้าแกลบและน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมวัสดุอื่น กวนด้วยเครื่องกวนจนเป็นเนื้อเดียวกัน ใส่แบบพิมพ์อัดเป็นก้อนสี่เหลี่ยมตามขนาดที่ต้องการ ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วนำไปเผาจนสุก

1.3 คุณลักษณะที่ต้องการ

1.3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าว อาจบิ่นได้เล็กน้อย

1.3.2 มิติ

ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 5 มิลลิเมตร

1.3.3 ความต้านแรงอัด

ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 7 เมกะพาสคัล

1.3.4 การดูดกลืนน้ำ

ค่าเฉลี่ยต้องไม่เกินร้อยละ 25

1.4 การบรรจุ

1.4.1 หากมีการบรรจุ ให้บรรจุอิฐมอญในภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอิฐมอญได้

1.5 เครื่องหมายและฉลาก

1.5.1 ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุอิฐมอญทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น อิฐมอญ อิฐแดง อิฐมือ

(2) มิติ

(3) เดือน ปีที่ทำ

(4) ข้อแนะนำในการใช้และการดูแลรักษา

(5) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

1.6 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

1.6.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง อิฐมอญที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

1.6.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

1.6.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป มิติ การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ข้อ 3.2 ข้อ 4. และข้อ 5. จึงจะถือว่าอิฐมอญรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.6.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความต้านแรงอัด ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 6.2.1 แล้ว จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.3 จึงจะถือว่าอิฐมอญรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.6.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการดูดกลืนน้ำ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.4 จึงจะถือว่าอิฐมอญรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.6.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างอิฐมอญต้องเป็นไปตามข้อ 1.6.2.1 ข้อ 1.6.2.2 และข้อ 1.6.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าอิฐมอญรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

1.7. การทดสอบ

1.7.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก

ให้ตรวจพินิจ

1.7.2 การทดสอบมิติ

ให้ใช้เครื่องวัดที่เหมาะสม

1.7.3 ความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ

ให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐก่อสร้างสามัญ มาตรฐานเลขที่ มอก.77

ข-2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 77-2545 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2545)

2.1 ขนาดของอิฐมอญก่อสร้างสามัญ

ต้องเป็นไปตามตารางที่ ข-2.1 โดยแต่ละมิติจะมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนไม่ได้เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ ข-2.2 การทดสอบให้ทำโดยการวัดด้วยเครื่องวัดได้ละเอียดถึง 0.5 mm

ตารางที่ ข-2.1 ขนาดของอิฐก่อสร้างสามัญ

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชั้นคุณภาพ	ขนาด (ยาว x กว้าง x หนา)
ก ข และ ค	140 x 65 x 40
	190 x 90 x 40
	190 x 90 x 65
	190 x 90 x 90

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-2.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมิติ

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

มิติ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
40	±2
65 ถึง 90	±3
140 ถึง 190	±5

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2545)

2.2. คุณลักษณะที่ต้องการ

2.2.1 ลักษณะทั่วไป

1. ต้องแข็งแรงปราศจากรอยร้าว หรือส่วนเสียอื่นใดที่เป็นอุปสรรคต่อการก่ออิฐก่อสร้างสามัญอย่างถูกต้อง หรือทำให้สิ่งก่อสร้างเสียกำลังหรือความคงทนถาวร
2. ต้องมีผิวร่อง ผิวรอยหวี หรือผิวหยาบ ในด้านที่มีการก่อหรือฉาบ
3. ต้องมีสี ลวดลาย และแบบ ไม่ผิดแผกไปจากตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวแทนการทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

2.2.2 ความต้านแรงอัด

ต้องเป็นไปตามตารางที่ ข-2.3 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.243

2.2.3 การดูดกลืนน้ำ

ต้องเป็นไปตามตารางที่ ข-2.3 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.243

ตารางที่ ข-2.3 ความต้านแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ

ชั้นคุณภาพ	ความต้านทานแรงอัดต่ำสุด (MPa)		การดูดกลืนน้ำสูงสุด (%)	
	เฉลี่ย 5 ก้อน	แต่ละก้อน	เฉลี่ย 5 ก้อน	แต่ละก้อน
ก	21.0	17.0	17.0	20.0
ข	17.0	15.0	22.0	25.0
ค	10.0	9.0	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข-3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีชักตัวอยางและทดสอบอิฐและอิฐกลวง (มอก.243 - 2520)

<u>การทดสอบ</u>

1.การวัดขนาด

1.1 เครื่องมือ

บรรทัดเหล็กซึ่งแบ่งละเอียดถึง 1 mm หรือเครื่องวัดระยะหรือคาลิเปอร์ซึ่งอ่านได้จาก 10 ถึง 300 mm และเป็นชนิดที่มีปากขนานกันสำหรับใช้วัดขนานของแต่ละก้อน บรรทัดเหล็กหรือคาลิเปอร์ที่มีขนาดและความละเอียดตามต้องการนี้ใช้สำหรับวัดอิฐ (ก้อนวัสดุงานก่อตันและอิฐกลวงขนาดใหญ่)

1.2 จำนวนและลักษณะก้อนตัวอย่าง

ใช้อิฐเต็มก้อนขณะแห้ง จำนวน 10 ก้อน อิฐเหล่านี้จะเป็นตัวแทนของอิฐทั้งหมด ควรจะมีขนาดและสีแตกต่างกันมากที่สุดเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า

1.3 วิธีวัดความยาว ความกว้าง ความหนาของอิฐแต่ละก้อน

วัดความยาวของก้อนทางหน้ายาวทั้ง 4 หน้า โดยวัดที่จุดกึ่งกลางของแต่ละหน้า บันทึกผลการวัดทั้ง 4 หน้าให้ละเอียดถึง 1 mm และบันทึกค่าเฉลี่ยของความยาวให้ละเอียดถึง 0.5 mm วัดความกว้างและความหนาของก้อนในลักษณะเช่นเดียวกับการวัดความยาวที่กล่าวแล้ว และบันทึกผลจากการวัดในทำนองเดียวกัน

2. การหาน้ำหนัก

2.1 เครื่องมือ

2.1.1 เครื่องชั่ง

เครื่องชั่งต้องมีความไวภายในร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักของก้อนตัวอย่างที่เล็กที่สุดที่ถูกทดสอบ

2.1.2 ตู้อบแห้ง

ตู้อบแห้งต้องมีอากาศหมุนเวียนได้อย่างทั่วถึง และรักษาระดับอุณหภูมิระหว่าง 110 ถึง 115 องศาเซลเซียส

2.1.3 พัดลม

2.2 วิธีการทดสอบ

2.2.1 การทำให้แห้ง

ทำก้อนตัวอย่างให้แห้งในตู้อบแห้ง ที่อุณหภูมิ 110 ถึง 115 °C เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 hrs. แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก และนำเข้าอบใหม่นาน 2 hrs. นำออกมาชั่งน้ำหนักใหม่ หากปรากฏว่าน้ำหนักที่สูญเสียไปไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักก้อนตัวอย่างในการชั่งครั้งก่อน ถือว่าก้อนน้ำหนักนั้นแห้งใช้ทดสอบต่อไปได้ หากน้ำหนักที่สูญเสียไปเกินเกณฑ์ดังกล่าว ให้อบแห้งซ้ำอีกจนกว่าจะได้ผลว่าน้ำหนักที่สูญเสียไปในระหว่างการอบแห้งนานครั้งละ 2 hrs. ไมเกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักก้อนตัวอย่างที่ชั่งครั้งก่อน

2.2.2 การทำให้เย็น

2.2.2.1 หลังจากทำให้แห้งแล้ว ทำให้เย็นลงในห้องทดลองรักษาระดับอุณหภูมิ 24±8 °C ให้มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 30 ถึง 70 เก็บตัวอย่างไว้ในที่ซึ่งไม่มีลมพัดผ่านโดยวางแยกๆกันไม่ให้วางติดกันหรือซ้อนกันเป็นเวลาอย่างน้อย 4 hrs. จนกว่าเมื่อสัมผัสดูไม่รู้สึกอุ่นจึงนำไปชั่งน้ำหนักต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 การทำให้ก้อนตัวอย่างเย็นเท่าอุณหภูมิห้องโดยประมาณอาจทำได้อีกวิธีหนึ่ง คือ เก็บก้อนตัวอย่างโดยวางแยกๆกัน ในห้องที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกเป็นเวลา 4 hrs. โดยเปิดพัดลมให้กระแสลมพัดผ่านก้อนตัวอย่างเป็นเวลาอย่างน้อย 2 hrs.

2.2.2.3 นำก้อนตัวอย่างที่ได้จากข้อ 2.2.2.2 ไปชั่งน้ำหนักเรียกว่า น้ำหนักแห้ง

2.3 วิธีคำนวณและรายงานผล

2.3.1 คำนวณหาน้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ของก้อนตัวอย่างที่ได้จาข้อ 3) โดยการหารน้ำหนักทั้งหมดเป็น Kg ด้วยพื้นที่เฉลี่ยระหว่างทั้งสองของก้อนเป็นตารางเมตร ตามลักษณะที่ก่อในกำแพง

2.3.2 รายงานผลการคำนวณแต่ละก้อนและผลเฉลี่ยจาก 5 ก้อนหรือมากกว่านั้น

3. การทดสอบโมดูลัสการแตกร้าว

3.1 เครื่องมือ

3.1.1 เครื่องกด

ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีรับรองเครื่องกดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในขณะที่ยังมิได้มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM E4-1973)

3.2 จำนวนและลักษณะก้อนตัวอย่าง

ใช้ตัวอย่างเต็มก้อนจำนวน 5 ก้อนที่ได้จากข้อ 2.2.2

3.3 วิธีทดสอบ

3.3.1 หากมิได้กำหนดเป็นอย่างอื่น ให้วางก้อนตัวอย่างทางด้านแบนบนแท่งรองรับสองแท่ง (เพื่อให้น้ำหนักกดตามทิศทางของความหนาของตัวอย่าง) ให้ระยะช่วงรองรับน้อยกว่าความยาวระบุของก้อนตัวอย่าง 25 mm กดน้ำหนักที่จุดกึ่งกลางระยะช่วง ถ้าตัวอย่างนั้นมีส่วนเว้าเข้าไป ต้องจัดวางให้ส่วนเว้านั้นอยู่บนด้านที่รับแรงอัด ให้น้ำหนักกดลงที่พื้นผิวด้านบนของก้อนตัวอย่าง โดยผ่านแผ่นเหล็กธารซึ่งมีความหนา 6 mm กว้าง 38 mm และยาวอย่างน้อยต้องเท่ากับความกว้างของก้อนตัวอย่าง

3.3.2 แท่งรองรับก้อนตัวอย่างทั้งสอง ต้องหมุนได้อย่างอิสระในทิศทางตามยาว และตามขวางของก้อนตัวอย่างได้ และต้องปรับไม่ให้แรงต้านในทิศทางเหล่านี้

3.3.3 ความเร็วของการทดสอบ อัตราการเพิ่มน้ำหนักต้องไม่เกิน 8900 N/min แต่ถ้าความเร็วของหัวกดของเครื่องทดสอบที่กำลังเคลื่อนที่ ก่อนที่น้ำหนักจะกดบนก้อนตัวอย่างไม่เกิน 1.27 mm/min ก็ถือว่าใช้ได้

3.4 การคำนวณและการรายงาน

3.4.1 คำนวณหาค่าโมดูลัสการแตกร้าวของตัวอย่างแต่ละก้อนดังต่อไปนี้

$$R = 3\,WL/2\,bd^2$$

เมื่อ R คือ ความเค้นในก้อนตัวอย่างเมื่อทดสอบที่จุดกึ่งกลางระยะช่วงเป็น MPa (1 MPa = 10 Kg/cm^2)

W คือ แรงกดสูงสุดอ่านจากเครื่องทดสอบ (N)

L คือ ระยะห่างระหว่างแท่งรองรับ (mm)

b คือ ความกว้างทั้งหมดโดยเฉลี่ยของก้อนตัวอย่าง (mm)

d คือ ความลึกทั้งหมดโดยเฉลี่ยของก้อนตัวอย่าง (mm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 รายงานค่าโมดูลัสแตกร้าวของอิฐทั้งรุ่น โดยนำค่าโมดูลัสแตกร้าวของชิ้นตัวอย่างทุกชิ้นมาคิดเฉลี่ย

4. การทดสอบกำลังต้านแรงอัด

4.1 เครื่องมือ

4.1.1 เครื่องกด

เครื่องกดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวิธีรองรับเครื่องกด ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในขณะที่ยังมิได้มีประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม ASTM E4-1973)

4.1.2 แท่นธาร

แท่นธารตัวบนจะต้องมีบ่ารับรูปทรงกลม เป็นแท่นโลหะแข็งยึดติดตรงกลางที่ส่วนบนของเครื่องทดสอบแรงอัดศูนย์ของทรงกลมจะต้องอยู่ในศูนย์กลางของผิวหน้าของแท่นธารที่สัมผัสกับก้อนตัวอย่าง จับแท่นธารให้ชิดและเข้าในบ่าทรงกลม แต่จะต้องให้หมุนไปในทิศทางใดก็ได้ และจะต้องมีช่องว่างในแท่นธารตัวบนอย่างน้อย 6 mm เผื่อไว้สำหรับก้อนตัวอย่างที่มีผิวธารไม่ขนานกันทีเดียว เส้นผ่านศูนย์กลางของผิวธารต้องไม่น้อยกว่า 125 mm จะต้องใช้แท่นธารซึ่งเป็นโลหะแข็งรองใต้ก้อนตัวอย่าง เพื่อกันการสึกหรอที่แท่นล่างของเครื่องทดสอบแรงอัด ผิวแท่นธารด้านที่สัมผัสกับก้อนตัวอย่างควรมีค่าความแข็งรอกเวลล์ไม่ต่ำกว่า C 60 (หรือความแข็งบริเนลล์ 620) ผิวของแท่นธารทั้งสองนี้จะต้องไม่คลาดเคลื่อนจากผิวที่เรียบเกิน 0.025 mm ถ้าพื้นที่ธารของแท่นมีทรงกลมไม่พอคลุมพื้นที่ของก้อนตัวอย่างให้ใช้เหล็กแผ่นผิวหน้าใสเรียบอยู่ระหว่าง ± 0.025 mm และมีความหนาอย่างน้อยเท่ากับหนึ่งในสามของระยะจากขอบแท่นธารที่มีส่วนทรงกลมถึงมุมที่ห่างที่สุด และสอดเข้าไประหว่างแท่นธารที่มีส่วนทรงกลมกับก้อนตัวอย่างที่เคลือบผิวแล้ว

4.2 จำนวนและลักษณะก้อนตัวอย่าง

4.2.1 อิฐ

ใช้อิฐแห้งที่ได้จากข้อ 2.2.2 จำนวน 5 ก้อน เตรียมเป็นชิ้นตัวอย่างให้มีความยาวเท่ากับความกว้าง ± 25 mm การเตรียมต้องระวังไม่ให้แตกเป็นชิ้นๆ หรือมีรอยร้าว ชิ้นตัวอย่างต้องมีหน้าค่อนข้างเรียบและขนานกันโดยประมาณ อิฐที่มีโพรงจะต้องทดสอบตามกำหนดการทดสอบอิฐกลวง

4.2.2 อิฐกลวง

ใช้อิฐแห้งที่ได้จากข้อ 2.2.2 จำนวน 5 ก้อน เตรียมเป็นชิ้นตัวอย่างให้มีความยาวของหน้ารับแรงธารเท่ากับความกว้าง ± 25 mm หรือใช้ตัวอย่างเต็มก้อนก็ได้

4.3 การเคลือบผิวก้อนตัวอย่างเพื่อทดสอบ

ถ้าผิวธารของก้อนตัวอย่างมีร่อง ราง หรือ หลุม ให้อุดส่วนลึกด้วยปูนทรายซึ่งประกอบด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 3 (มอก.15 เล่ม 1) 1 ส่วนกับทราย 2 ส่วน โดยน้ำหนักและจะต้องทิ้งปูนทรายที่อุดให้มีอายุครบ 48 hrs. เสียก่อน จึงนำไปเคลือบผิวได้ ถ้าร่องลึกเกิน 12 mm จะใช้เนื้ออิฐหรือแผ่นกระเบื้องหรือแผ่นโลหะเป็นแกนอุดก็ได้หลังจากนั้นจึงนำก้อนตัวอย่างไปเคลือบผิวด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตามที่กำหนดในข้อ 4.3.1 และ 4.3.2

4.3.1 การเคลือบด้วยปูนปลาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาผิวธารหน้าตรงข้ามทั้งสองหน้าด้วยเชลแล็ก แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง วางชิ้นตัวอย่างให้ผิวที่ทาเชลแล็กซึ่งแห้งแล้วฝังลงในปูนปลาสเตอร์ล้วน ที่ได้เกลี่ยไว้บางๆ บนแผ่นกระจกหรือแผ่นโลหะในเรียบซึ่งใช้น้ำมันทาไว้บางๆ ผิวหน้าของแผ่นกระจกหรือแผ่นโลหะที่ใช้หล่อปูนจะต้องเรียบภายใน 0.08 mm ใน 400 mm และแข็งพอ เมื่อวางบนที่รองรับจะได้ไม่แอ่น ระหว่างการเคลือบผิวทาเชลแล็กอีกหน้าหนึ่งด้วยวิธีเดียวกัน ระวังให้ผิวธารหน้าตรงข้ามทั้งสองที่หล่อแล้วให้ขนานกันโดยประมาณ และตั้งได้ฉากกับแกนดิ่งของชิ้นตัวอย่าง ความหนาของผิวเคลือบจะต้องเท่ากันโดยประมาณและหนาไม่เกิน 3 mm ทิ้งปูนเคลือบให้มีอายุครบ 24 hrs. ก่อนนำชิ้นตัวอย่างไปทดสอบ ควรใช้ปูนปลาสเตอร์แข็งเร็วไฮโดรคัล (hydrocal) หรือไฮโดรสโตน (hydrostone)

4.3.2 การเคลือบผิวด้วยสารกำมะถัน

ผสมกำมะถันร้อยละ 40 ถึง 60 ของน้ำหนัก ส่วนที่เหลือใช้ดินทนไฟบดหรือวัสดุเฉื่อยอื่นๆ ที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 150 μm (เบอร์ 100) จะผสมสารเติมหล่อง่ายเข้าไปด้วยหรือไม่ก็ได้ แผ่นพื้นผิวเรียบที่ใช้หล่อจะต้องมีเกณฑ์กำหนดตามที่กล่าวใน 4.3.1 ใช้เหล็ก 25 mm สี่เหลี่ยมจตุรัส 4 แท่ง วางลงบนแผ่นพื้นนั้นเพื่อทำเป็นแบบหล่อรูปสี่เหลี่ยมให้โตกว่าก้อนตัวอย่างประมาณด้านละ 12 mm ให้ความร้อนสารผสมกำมะถันในหม้อควบคุมความร้อนพอที่จะหลอมจนเป็นของเหลวอยู่ได้จนกระทั่งสัมผัสกับก้อนตัวอย่างนานพอสมควรจะต้องใช้ความระมัดระวังไม่ให้ความสูงเกินไป และกวนกำมะถันในหม้อก่อนใช้งาน เทกำมะถันเหลวลงในแบบหล่อให้หนาประมาณ 6 mm รีบวางผิวหน้าชิ้นตัวอย่างที่จะเคลือบผิวลงในกำมะถัน จับก้อนตัวอย่างให้แกนตั้งฉากกับผิวเคลือบ ความหนาของผิวเคลือบทั้งหมดควรหนาเท่ากันโดยประมาณ ต้องไม่ให้ก้อนตัวอย่างกระทบกระเทือนจนกว่าของเหลวจะแข็งตัว ก่อนนำไปทดสอบต้องปล่อยให้ผิวที่เคลือบทั้งสองหน้าแล้วเย็นลงอย่างน้อย 2 hrs.

4.4 วิธีทดสอบ

4.4.1 การวางชิ้นตัวอย่างในการทดสอบ

ชิ้นตัวอย่างจะต้องทดสอบโดยวางให้รับน้ำหนักตามลักษณะการใช้งานและให้ศูนย์ชิ้นตัวอย่างกับศูนย์แท่นธารตัวบนของเครื่องกดอยู่ตรงกัน โดยยอมให้เยื้องกันไม่เกิน 1.6 mm

4.4.2 อัตราเร็วที่ใช้ทดสอบ

บรรทุกน้ำหนักครึ่งหนึ่งของน้ำหนักสูงสุดที่คาดว่าจะทดสอบโดยให้หัวกดมีอัตราความเร็วตามสะดวกหลังจากนั้นต้องคุมเครื่องทดสอบโดยปรับตัวให้หัวกดเคลื่อนในอัตราสม่ำเสมอ จนทำให้น้ำหนักบรรทุกส่วนที่เหลือบรรทุกได้ในเวลาไม่เร็วกว่า 1 min แต่ไม่เกิน 2 min

4.5 การคำนวณและการรายงาน

4.5.1 คำนวณหากำลังต้านแรงอัดของชิ้นตัวอย่าง ดังนี้

$$C = \frac{W}{A}$$

เมื่อ C คือ กำลังต้านแรงอัดของชิ้นตัวอย่าง MPa

W คือ น้ำหนักบรรทุกสูงสุด N

A คือ พื้นที่ทั้งหมดโดยเฉลี่ยจากพื้นที่ธารทั้งด้านบนและด้านล่างของชิ้นตัวอย่าง mm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 รายงานค่ากำลังต้นแรงอัดของอิฐทั้งรุ่น โดยนำค่ากำลังต้านแรงอัดของชิ้นตัวอย่างทุกชิ้นมาคิดเฉลี่ย

5. การทดสอบการดูดซึมน้ำ

5.1 เครื่องมือ

5.1.1 เครื่องชั่ง

1) การทดสอบอิฐ เครื่องชั่งที่ใช้ต้องมีสมรรถวิสัยไม่น้อยกว่า 2000 g และมีความไวถึง 0.5 g
2) การทดสอบอิฐกลวง เครื่องชั่งที่ใช้ต้องมีความไวในเกณฑ์ร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักชิ้นตัวอย่างเมื่อทดสอบชิ้นที่เล็กที่สุด

5.2 จำนวนและลักษณะตัวอย่าง

5.2.1 อิฐ

ใช้ตัวอย่างอิฐที่ครึ่งก้อนขณะแห้งจำนวน 5 ก้อน ลักษณะเป็นไปตามเกณฑ์ 4.2.1

5.2.2 อิฐกลวง

ใช้ตัวอย่างอิฐกลวง 5 ก้อน หรือชิ้นทดสอบที่ใช้เป็นตัวแทน 3 ชิ้น จากแต่ละก้อนของตัวอย่าง 5 ก้อนนั้น ถ้าใช้ชิ้นเล็กให้เอาสองชิ้นจากเปลือกและอีกชิ้นหนึ่งจากโพรงภายใน แต่ละชิ้นต้องมีน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 230 g ชิ้นตัวอย่างที่ขอบไม่เรียบ หรือมีอนุภาคที่ไม่จับแน่นต้องฝนออก ถ้าเอาจากชิ้นที่ผ่านการทดสอบกำลังต้านแรงอัดแล้ว ชิ้นตัวอย่างนั้นจะต้องไม่มีรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นเพราแรงอัด

5.3 วิธีทดสอบ

5.3.1 การทดสอบโดยวิธีแช่ให้จมน้ำเป็นเวลา 5 hrs. และ 24 hrs.

1) การทำให้แห้งและเย็น

ทำให้ตัวอย่างแห้งและเย็นตามข้อ 2.2.1 และ 2.2.2 แล้วชั่งน้ำหนักแต่ละชิ้น เป็นน้ำหนักแห้ง (W_d)

2) การอิ่มน้ำ

เมื่อได้น้ำหนักของชิ้นตัวอย่างแล้ว เอาชิ้นตัวอย่างแช่ในน้ำสะอาดไม่กระด้างหรือน้ำกลั่นที่มีอุณหภูมิ 15 – 30 °C จนได้เวลาที่กำหนด แล้วเอาชิ้นตัวอย่างขึ้นจากน้ำใช้ผ้าชื้นเช็ดน้ำที่ติดตามผิว แล้วชั่งน้ำหนักชิ้นตัวอย่างให้เสร็จภายใน 5 นาที หลังจากเอาชิ้นตัวอย่างขึ้นจากน้ำ เป็นน้ำหนักอิ่มตัว (W_S)

5.4 การคำนวณและรายงาน

5.4.1 คำนวณการดูดกลืนน้ำของชิ้นตัวอย่างดังนี้

การดูดกลืนน้ำ ร้อยละ = $100 (W_S - W_d) / W_d]$

เมื่อ W_d คือ น้ำหนักแห้ง

W_s คือ น้ำหนักอิ่มตัว

5.4.2 รายงานค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐทั้งรุ่น โดยนำค่าการดูดกลืนน้ำของชิ้นตัวอย่างทุกชิ้นมาคิดเฉลี่ย

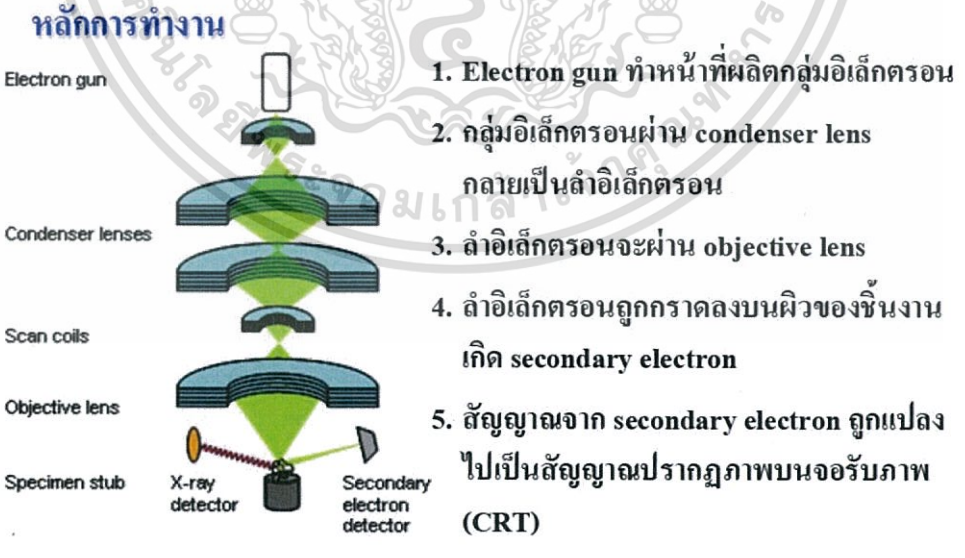
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
เครื่องมือวิเคราะห์

ค-1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope ,SEM)

เกิดจากการที่ Primary electron วิ่งไปกระทบพื้นผิวของวัตถุ ทำให้มีการสะท้อนกลับของพลังงานในรูปแบบต่างๆ เช่น back-scatter electron, รังสีเอ็กซ์ (X-ray) หรือ secondary electron เป็นต้น และในลำกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด จะมีตัวรับสัญญาณที่ทำหน้าที่รับและเปลี่ยน secondary electron ให้เป็นสัญญาณอิเล็กตรอน (electrical signal) แล้วส่งสัญญาณไปยังจอภาพ (Cathode ray tube) เพื่อทำให้เกิดภาพที่ตามองเห็นได้ โดยภาพที่ออกมานั้นจะมีลักษณะ 3 มิติ จากนั้นจะบันทึกภาพลง Photographic

หลักการทำงานของเครื่อง SEM จะประกอบด้วยแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนซึ่งทำหน้าที่ผลิตอิเล็กตรอนเพื่อป้อนให้กับระบบ โดยกลุ่มอิเล็กตรอนที่ได้จากแหล่งกำเนิดจะถูกเร่งด้วยสนามไฟฟ้า จากนั้นกลุ่มอิเล็กตรอนจะผ่านเลนส์รวบรวมรังสี (condenser lens)เพื่อทำให้กลุ่มอิเล็กตรอนกลายเป็นลำอิเล็กตรอน ซึ่งสามารถปรับให้ขนาดของลำอิเล็กตรอนใหญ่หรือเล็กได้ตามต้องการ หากต้องการภาพที่มีความคมชัดจะปรับให้ลำอิเล็กตรอนมีขนาดเล็ก หลังจากนั้นลำอิเล็กตรอนจะถูกปรับระยะโฟกัสโดยเลนส์ใกล้วัตถุ (objective lens) ลงไปบนผิวชิ้นงานที่ต้องการศึกษา หลังจากลำอิเล็กตรอนถูกกราดลงบนชิ้นงานจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (secondary electron) ขึ้นซึ่งสัญญาณจากอิเล็กตรอนทุติยภูมินี้จะถูกบันทึก และแปลงไปเป็นสัญญาณทางอิเล็กทรอกนิกส์และ ถูกนำไปสร้างเป็นภาพบนจอโทรทัศน์ต่อไปและสามารถบันทึกภาพจากหน้าจอโทรทัศน์ได้เลย



รูปที่ ค-1 หลักการทำงานของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
(สมศักดิ์ เสนาใหญ่, 2016)

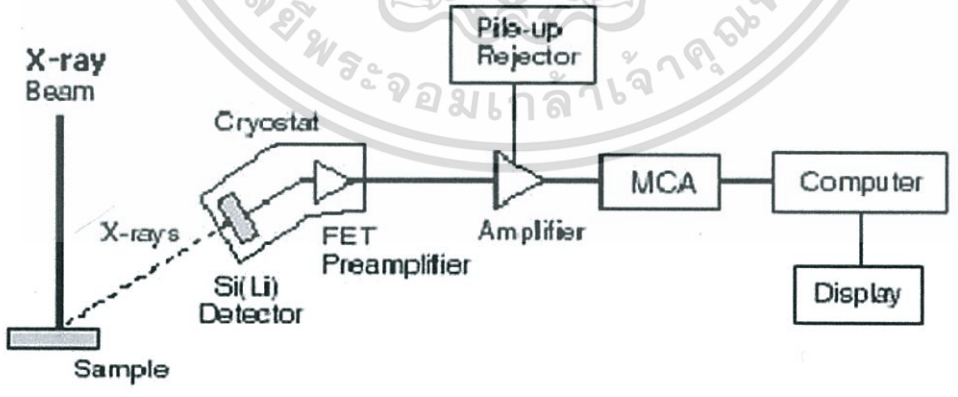
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค-2 X-ray Fluorescence Spectroscopy,XRF

เอกซเรย์ฟลูออเรสเซนต์ เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ชนิดของธาตุและปริมาณธาตุในสารตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการที่อิเล็กตรอนในวงโคจรของอะตอม เปลี่ยนระดับชั้นที่มีพลังงานสูงไปยังชั้นที่มีพลังงานต่ำกว่า และคายพลังงานออกมาในรูปของรังสีเอกซ์ที่มีพลังงานจำเพาะ (characteristic X ray) ของแต่ละธาตุ

เมื่อรังสีเอ็กซ์ปฐมภูมิ(PrimaryX-ray photon)จากแหล่งกำเนิดรังสีพุ่งเข้าชนวัตถุต่างๆจะส่งผลให้อิเล็กตรอนวงในสุด (K-shell) ของอะตอมภายในวัตถุนั้นหลุดออกจากอะตอมในรูปของโฟโต้อิเล็ก-ตรอน (photoelectron) ทำให้เกิดช่องว่างขึ้นในวงอิเล็กตรอนนั้นดังแสดงในรูป ซึ่งที่สภาวะนี้อะตอมจะไม่เสถียร และอะตอมจะกลับสู่สภาวะที่เสถียรขึ้น โดยการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนวงนอกเข้ามาแทนที่ช่องว่างดังกล่าวซึ่งในการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนโดยจะมีการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่า รังสีเอ็กซ์เฉพาะตัว (Characteristic - X) ซึ่งพลังงานของรังสีเอ็กซ์ที่ปลดปล่อยออกมานั้นจะมีค่าแตกต่างกันขึ้นกับความแตกต่างของระดับพลังงานเริ่มต้นของอิเล็กตรอน

เมื่อเครื่องมือทำงาน รังสีจากแหล่งกำเนิดภายในตัวเครื่องมือ (Primary X-ray source) จะปล่อยรังสีออกมาพุ่งเข้าชนวัตถุต่างๆ จะส่งผลให้อิเล็กตรอนวงในสุด (K-shell) ของอะตอมภายในวัตถุนั้นหลุดออกจากอะตอมในรูปของโฟโต้อิเล็ก-ตรอน (photoelectron) ทำให้เกิดช่องว่างขึ้นในวงอิเล็กตรอนนั้น ซึ่งที่สภาวะนี้อะตอมจะไม่เสถียร และอะตอมจะกลับสู่สภาวะที่เสถียรขึ้นโดยการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนวงนอกเข้ามาแทนที่ช่องว่างดังกล่าว ซึ่งในการเปลี่ยนระดับพลังงาน ของอิเล็กตรอน โดยจะมีการปลดปล่อยพลังงานออกมาซึ่งพลังงานนั้นจะสะท้อนกลับมายังชุด Detector ที่อยู่ภายในตัวเครื่องมือซึ่งจะตรวจวัดพลังงานที่สะท้อนกลับมา จากนั้นจะถูกส่งต่อไปยังชุด Digital Signal Processor ซึ่งจะทำการแปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลดิจิตอลเพื่อส่งให้กับ CPU ทำการประมวลผลออกมา และแสดงผ่านทางหน้าจอแสดงผล และเก็บข้อมูลดังกล่าวไว้ในหน่วยความจำภายในเครื่องมือ



รูปที่ ค-2 หลักการทำงานของเครื่อง X-ray Fluorescence Spectroscopy,XRF
(สมาคมนิวเคลียร์แห่งประเทศไทย, 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้