



การประดิษฐ์โดยใช้เส้นใยผักตบชวา

MIXING BRICK WITH WATERHYACINTH FIBRE



โดย

นายพุทธพงศ์

ณวิด

นายรุ่งชัย

พิริตมงคล

.....-๗.๓๓ ๒๕๕๑
 วัน เดือน ปี.....
 เลขทะเบียน.....M038447.....
 เลขเรียกหนังสือ...T.๓๑.๒๕๕๑/๒๕๕๑

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแยกเนื้อหาบางส่วนและนำออกเผยแพร่อย่างใดอย่างหนึ่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา ๒๕๕๑

MIXING BRICK WITH WATERHYACINTH FIBRE



**A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE
BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEER
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

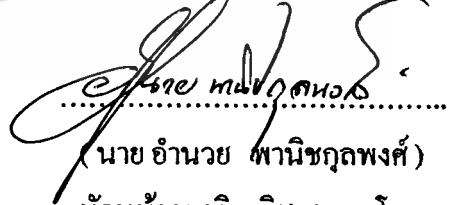
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา **1996** นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ การผลิตอิฐ โดยใช้เส้นใยผักตบชวา
MIXING BRICK WITH WATERHYACINTH
นักศึกษา นาย พุทธิพงษ์ ถวิล รหัส 36014300
นาย รุ่งชัย พิษิตมงคล รหัส 36014354
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุพจน์ ศรีนิล

คณะกรรมการสอบ โครงการพิเศษ	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุพจน์ ศรีนิล	
2. อาจารย์สุวัฒน์ ติรเศรษฐ์	
3. อาจารย์คมสัน มาลีสี	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว


.....
(นาย อำนวย พานิชกุลพงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

การผลิตอิฐโดยใช้เส้นใยผักตบชวา
MIXING BRICK WITH WATERHYACINTH

โดย	นายพุทธิพงศ์	ถวิล
	นายรุ่งชัย	พิชิตมงคล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ศุภจน์	ศรีนิล

บทคัดย่อ

การจัดทำโครงการนี้ เพื่อศึกษาถึงการนำเอาผักตบชวามาผสมในอิฐ เพื่อทดแทนแกลบ ซึ่งเป็นส่วนผสมของอิฐในปัจจุบันนี้ เนื่องจากผักตบชวาเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ง่าย มีราคาถูก และมีน้ำหนักเบา โดยการดำเนินการวิจัยจะแบ่งสัดส่วนในการผสมผักตบชวาก่อเป็น 6 อัตราส่วน แล้วนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางวิศวกรรมกับอิฐผสมแกลบที่ใช้กันในปัจจุบัน รวมทั้งเปรียบเทียบทางด้านราคา ซึ่งข้อมูลทั้งหมดที่ได้คาดว่าจะจะเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

ABSTRACT

This special project study about brick that mixing with waterhyacinth fibre to recompense chaff. Waterhyacinth fibre is the material that easy to find, cheap and light weight. This special project have a various portion of waterhyacinth fibre that mix with brick. This research project compare with engineering properties, standard brick and cost. Then all data will be value in the future.

กิติกรรมประกาศ

ในการทำโครงการพิเศษ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สุพจน์ ศรีนิล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่ได้ให้ความรู้ ความเข้าใจ คำปรึกษาและแนะนำในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนได้กรุณาตรวจสอบโครงการพิเศษนี้ จนกระทั่งสำเร็จเป็นที่เรียบร้อย และผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณท่านคณะกรรมการตรวจสอบโครงการพิเศษทุกท่าน ที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ อันทำให้โครงการพิเศษนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณลุงฉ้ออน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำตลอดการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องสมุดที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งช่วยให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ ขอขอบคุณเพื่อนๆและเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่าน ที่ได้ช่วยเหลือด้านแรงงานและด้านกำลังใจ และที่สำคัญขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่ช่วยให้กำลังใจและช่วยเหลือในทุกๆด้าน จนกระทั่งโครงการพิเศษนี้สำเร็จสมบูรณ์

ผู้จัดทำโครงการ

นายพุทธพงศ์ ถวิล

นายรุ่งชัย พิษิตมงคล

พฤษภาคม 2540

สารบัญ

เรื่อง		หน้า
	บทคัดย่อ.....	I
	กิตติกรรมประกาศ.....	II
	สารบัญ.....	III
	สารบัญตาราง.....	V
	สารบัญรูป.....	VI
บทที่		
1	บทนำ.....	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ.....	2
	1.3 ทฤษฎีและมาตรฐานที่ใช้ในโครงการ.....	2
	1.4 ขอบเขตของโครงการพิเศษ.....	14
2	การดำเนินการวิจัย.....	15
	2.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้.....	15
	2.2 ส่วนผสมการทำกรทดลอง.....	15
	2.3 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุ.....	16
	2.4 ขั้นตอนการทำ.....	17
3	วิธีการทดสอบ.....	18
	การวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก.....	18
	การทดสอบกำลังรับแรงอัด.....	18
	การทดสอบการดูดซึมน้ำ.....	19
4	ผลการทดลองและการวิเคราะห์.....	20
	4.1 ผลการทดลอง.....	20
	4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาติให้รับไปใช้ซึ่งหน่วยงานอื่น การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่	หน้า
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	36
บรรณานุกรม	43
ภาคผนวก	44
ภาคผนวก ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อีฐก่อสร้างสามัญ	44
ภาคผนวก ข รูปภาพประกอบ	56



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางแสดง	หน้า
ตารางแสดงขนาดของอิฐชนิดต่างๆ.....	6
ตารางแสดงขนาดความคลาดเคลื่อนและขีดจำกัดในการทดสอบ.....	13
ตารางแสดงขนาดและน้ำหนักของอิฐผสมฝักคบขวาในอัตราส่วนต่างๆ.....	20
ตารางแสดงกำลังรับแรงอัดของอิฐทั่วไปผสมแกลบ.....	22
ตารางแสดงกำลังรับแรงอัดของอิฐผสมฝักคบขวา 5 % โดยปริมาตร.....	23
ตารางแสดงกำลังรับแรงอัดของอิฐผสมฝักคบขวา 10 % โดยปริมาตร.....	24
ตารางแสดงกำลังรับแรงอัดของอิฐผสมฝักคบขวา 20 % โดยปริมาตร.....	25
ตารางแสดงกำลังรับแรงอัดของอิฐผสมฝักคบขวา 25 % โดยปริมาตร.....	26
ตารางแสดงกำลังรับแรงอัดของอิฐผสมฝักคบขวา 30 % โดยปริมาตร.....	27
ตารางแสดงกำลังรับแรงอัดของอิฐผสมฝักคบขวา 40 % โดยปริมาตร.....	28
ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐทั่วไปผสมแกลบ.....	29
ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐผสมฝักคบขวา 5 % โดยปริมาตร.....	29
ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐผสมฝักคบขวา 10 % โดยปริมาตร.....	30
ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐผสมฝักคบขวา 20 % โดยปริมาตร.....	30
ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐผสมฝักคบขวา 25 % โดยปริมาตร.....	31
ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐผสมฝักคบขวา 30 % โดยปริมาตร.....	31
ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐผสมฝักคบขวา 40 % โดยปริมาตร.....	32
ตารางสรุปผลกำลังการรับแรงอัด, น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ ของอิฐในอัตราส่วนต่างๆ.....	37
ตารางแสดงการเปรียบเทียบราคาวัสดุที่ใช้ทำอิฐ(เทียบกับอิฐ 10000 ก้อน).....	39
ตารางแสดงจำนวนอิฐต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
-กราฟแสดงกำลังรับแรงอัดของอิฐทั่วไปผสมแกลบ.....	22
-กราฟแสดงกำลังการรับแรงอัดของอิฐผสมผักตบชวา 5 % โดยปริมาตร.....	23
-กราฟแสดงกำลังการรับแรงอัดของอิฐผสมผักตบชวา 10 % โดยปริมาตร.....	24
-กราฟแสดงกำลังการรับแรงอัดของอิฐผสมผักตบชวา 20 % โดยปริมาตร.....	25
-กราฟแสดงกำลังการรับแรงอัดของอิฐผสมผักตบชวา 25 % โดยปริมาตร.....	26
-กราฟแสดงกำลังการรับแรงอัดของอิฐผสมผักตบชวา 30 % โดยปริมาตร.....	27
-กราฟแสดงกำลังการรับแรงอัดของอิฐผสมผักตบชวา 40 % โดยปริมาตร.....	28
-กราฟแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การคูดน้ำของอิฐผสมผักตบชวาในอัตราส่วนต่างๆ.....	33
รูปที่ 1 วิธีการตากผักตบชวา.....	57
รูปที่ 2 เส้นใยผักตบชวาที่พร้อมทำการผสม.....	57
รูปที่ 3 ส่วนผสมขี้เถ้าแกลบ.....	58
รูปที่ 4 การผสมวัสดุต่างๆในการทำอิฐ.....	58
รูปที่ 5 แบบที่ใช้ในการขึ้นรูปอิฐ.....	59
รูปที่ 6 อิฐที่ขึ้นรูปเรียบร้อยแล้ว.....	59
รูปที่ 7 แสดงวิธีการตากอิฐ.....	60
รูปที่ 8 การเรียงอิฐในโรงเผา.....	60
รูปที่ 9 อิฐที่เผาสุกแล้ว.....	61
รูปที่ 10 การลั่นกองเมื่อเผาเสร็จ.....	61
รูปที่ 11 อิฐในส่วนผสมต่างๆ (แบ่งเป็น 6 อัตราส่วน).....	62
รูปที่ 12 การผสมปูนปลาสเตอร์.....	62
รูปที่ 13 การ cap หัวเพื่อนำไปทดสอบ.....	63
รูปที่ 14 ขึ้นตัวอย่างที่พร้อมทำการทดสอบ.....	63
รูปที่ 15 ตัวอย่างที่พร้อมทำการทดสอบ.....	64
รูปที่ 16 ขณะทำการทดสอบรับแรงอัด.....	64
รูปที่ 17 ลักษณะการ crack ของขึ้นตัวอย่าง.....	65
รูปที่ 18 เครื่อง UTM ที่ใช้ในการทดสอบ.....	65
รูปที่ 19 ขึ้นตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบแล้ว.....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่	หน้า
รูปที่ 20	หน้า
รูปที่ 20	หน้า
รูปที่ 21	หน้า
รูปที่ 23	หน้า
รูปที่ 24	หน้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อิฐเป็นวัสดุก่อสร้างที่มนุษย์รู้จักนำวัสดุจากธรรมชาติมาทำเป็นก้อนใช้ในการก่อสร้างมานับพันๆ ปีมาแล้ว การใช้อิฐครั้งแรกนั้นใช้ในสมัยอียิปต์โบราณ ในสมัยนั้นใช้ดินโคลนในแม่น้ำไนล์มาฆ่าและปั้นให้เป็นก้อนตามขนาดที่ต้องการแล้วนำไปตากแดดให้แห้งโดยมิได้มีการเผาให้สุก อิฐชนิดที่ไม่ได้เผาใช้ในการก่อสร้างอาคารบางประเภทและเนื่องจากภูมิประเทศในแถบนั้นในปีหนึ่ง ๆ ฝนตกน้อยมากหรือบางครั้งไม่ตกเป็นปี ๆ ก็มี จึงไม่มีปัญหาในเรื่องอิฐจะละลายเพราะน้ำฝนชะล้างออก จากการค้นคว้าทางประวัติศาสตร์พบว่าในที่ฝังศพของกษัตริย์อียิปต์ที่อยู่ใต้พีระมิดนั้นมีการใช้อิฐเผาเคลือบสีกรุ่นบ้างตอน

พวกชนชาติ บาบิโลเนีย ซึ่งอยู่ในแถบลุ่มแม่น้ำไทกริสและยูเฟรติสซึ่งมีฝนตกมาก ได้ทำอิฐที่เผาไฟสุกแล้วใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ มากมาย ในสมัยต่อ ๆ มาได้มีการใช้อิฐวัสดุก่อสร้างมากขึ้นทั้งในยุโรป อเมริกาและเอเชียซึ่งรวมทั้งไทยด้วย

อิฐในประเทศไทยรู้จักผลิตขึ้นนำมาใช้ทางด้านงานก่อสร้างเป็นเวลายาวนานมาแล้ว ซึ่งสังเกตได้จากโบราณสถานต่าง ๆ ทางประวัติศาสตร์ เช่น วัดพระศรีสรรเพชญ์ (อยุธยา) เจดีย์เก่าอยุธยาโบราณ วัดกุฎบ้านเชียง เป็นต้น

อิฐในสมัยโบราณทำจากดินเหนียว โดยการขึ้นรูปเป็นก้อนอิฐด้วยมือ ซึ่งพบว่าอิฐที่ได้จะมีขนาดไม่เท่ากัน ก้ำกึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้อิฐเป็นวัสดุก่อสร้างเพราะราคาถูก มีความคงทนแข็งแรงดี หาวัดจากธรรมชาติ (คือดิน) ทำได้ทั่วไป และเมื่อเผาเสร็จแล้วเป็นสีแดงสวยไม่ต้องทาสีทับอีก เป็นการประหยัดในการใช้สีไปด้วย

จากส่วนผสมในการผลิตอิฐขอมูล ประกอบด้วยดินดาน แกลบ และขี้เถ้า ซึ่งอดีตเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายและราคาถูก แต่ในปัจจุบันราคาของดินและแกลบมีราคาสูง จึงทำให้ราคาของอิฐสูงตามขึ้นไป เพราะดินที่ใช้จะต้องซื้อจากแหล่งโดยเฉพาะและแกลบที่ได้จากการสีข้าวก็มีราคาสูง

จึงเกิดแนวความคิดในการหาวัสดุที่เหลือใช้และไม่มีราคา ซึ่งมีปริมาณมากพอที่จะนำมาใช้ทดแทนแกลบได้ในอนาคต นั่นคือ ผักตบชวา

ผักตบชวา ในปัจจุบันมีจำนวนมากในลำคลองทั่วไปด้วยเหตุผลที่เป็นวัชพืชที่สามารถเพิ่มจำนวนทางธรรมชาติได้อย่างรวดเร็ว จนต้องมีการทำลายทิ้งอย่างไร้ค่า จึงสังเกตเห็นว่าควรจะนำมาให้เกิดประโยชน์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบน้ำหนัก การรับแรงอัดและเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำของอิฐมอญทั่วไป กับอิฐมอญผสมฝักคบชวาในปริมาณต่าง ๆ
2. เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมฝักคบชวาว่ามีอัตราส่วนเท่าไรจึงจะทำให้เหมาะสมในการใช้งาน และทางด้านราคา
3. เปรียบเทียบคุณสมบัติและข้อดีข้อเสียของอิฐมอญผสม

1.3 ทฤษฎีและมาตรฐานที่ใช้ในโครงการ

1.3.1 ดินที่ใช้ทำอิฐ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ดินโครงสร้าง (structural clay products) ได้แก่ดิน (clay) และดินคาล (shale) ดินเป็นสารผสมของเคโอลิไนท์ (kaolinite) กับทรายเคโอลิไนท์เป็นวัสดุที่ไม่คืนตัว (plastic material) เมื่อถูกน้ำ และจะแข็งตัวเมื่อถูกเผาอยู่ในรูปที่คงที่ ดินเหนียวที่ใช้ทำอิฐต้องมีความไม่คืนตัว (plasticity) ที่เหมาะสมและแห้งได้เร็วโดยไม่หด งอ หรือแตกมาก และสามารถเผาให้มีเนื้ออิฐและความแข็งแรงตามต้องการดินชั้น (sedimentary clays) เป็นดินที่เหมาะสมสำหรับการใช้ทำอิฐมากที่สุด ถ้าดินมีสารที่เจือปน (impurities) สูง เช่น เหล็กออกไซด์ ปูนขาว (lime) แมกนีเซียม และอัลคาไลเจือปนอยู่มาก จำเป็นต้องเอาสารเหล่านี้ออก หรือทำให้เป็นกลางเสียก่อน

ส่วนประกอบทางเคมีและลักษณะทางกายภาพของดินที่มีผลต่อสีและลักษณะทางกายภาพของอิฐดินที่มีความไม่คืนตัวสูงจะหด งอ หรือแตกง่ายในการทำแห้งแต่จะแข็งมากเมื่อเผาแล้วถ้ามีทรายหยาบผสมอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะจะช่วยป้องกันการหดและการแตกตัวในการเผา แต่ถ้ามีทรายมากเกินไปจะทำลายความเชื่อมแน่นของอิฐ เหล็กออกไซด์ทำหน้าที่เป็นวัสดุประสาน (flux) เพิ่มความแข็งและความแข็งแรงให้กับอิฐ ทำให้อิฐมีสีแดงเป็นสัดส่วนกับปริมาณเหล็กออกไซด์ ปูนขาวถ้ามีมากกว่าเหล็กมากอิฐจะมีสีเหลืองและหดตัวมาก แมกนีเซียมและอัลคาไลทำหน้าที่เป็นวัสดุประสาน

ปัจจุบันใช้ดินเหนียว หรือดินดาน ผสมกับทรายและขี้เถ้าแกลบ ผสมให้เข้ากันโดยใช้น้ำพรมลงไปเรื่อย ๆ และคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน อาจใช้จอบหรือเครื่องกวนก็ได้

คุณสมบัติของดินเหนียวที่ใช้ทำอิฐ

1. ไม่คิ่นคัวง่าย เมื่อทำเป็นก้อนอิฐแล้ว
2. จะแข็งตัวเมื่อถูกเผาและอยู่ในสภาพคงรูป
3. แห้งได้เร็ว โดยที่ไม่หดตัวมากนัก
4. ไม่โก่งหรืองอตัวเมื่อถูกเผาให้แห้ง
5. ไม่แตกปริในขณะเผา หรือจากการหดตัว

1.3.2 ดินเหนียวที่ใช้ทำอิฐ

การแบ่งดินเหนียวที่ใช้ทำอิฐออกตามส่วนผสมและคุณภาพของมัน เมื่อทำอิฐแล้วก็ จะแบ่งได้ดังนี้

1. ดินเหนียวปูน (Marl) มีธาตุปูนผสมอยู่มากโดยลักษณะเป็นดินขาวหรือหินปูน ดินชนิดนี้เมื่อทำอิฐแล้วจะมีสีเหลืองหรือสีอื่น ๆ มักจะละลายเชื่อมแผ่นอิฐอยู่
2. ดินเหนียวปนทราย (Loam) มีส่วนผสมที่เป็นทรายผสมอยู่มาก ทรายนี้อ้าผสมอยู่ ไม่เกินกว่าร้อยละ 25 แล้ว จะช่วยให้อิฐคงรูปอยู่ได้ ถ้าเกินนั้นไปจะทำให้อิฐเปราะและอ่อนแอ ไม่แข็งแรง
3. ดินเหนียวแก่ (Shale) ได้แก่ ดินเหนียวซึ่งมาผสมกองอยู่เป็นเวลานาน มีคุณภาพ คล้ายหิน ดินชนิดนี้มักทำให้อิฐมีสีแดง
4. ดินเหนียวทนไฟ (Fire Clay) คือ ดินเหนียวที่มีคุณภาพด้านทานความร้อนได้มาก ๆ มักนิยมนำมาใช้ทำอิฐทนไฟ เศษเหล็กและสนิมเหล็กมักทำให้อิฐแข็งมีกำลังและมีสีแดง และ สีอ่อนแก่แล้วแต่จำนวนส่วนผสมของธาตุ เช่น การทำอิฐลายและอิฐทนไฟ

ธาตุปูน (carbonate of lime) ถ้าผสมอยู่ในดินเหนียวมาก ๆ หรือเป็นก้อนแล้ว มัก จะทำให้อิฐเมื่อถูกน้ำจะแตกแยกออกจากกัน

ปูนขาวซิลิเกต (Silicate of Lime) ถ้ามีมากจะทำให้อิฐบดงอเสียรูปไปได้มาก

แมกนีเซีย (Magnesia) ทำให้อิฐมีสีน้ำตาล

ทราย (Sand) ถ้ามีผสมอยู่ เกินกว่าร้อยละ 25 จะทำให้อิฐเปราะไม่แข็งแรง

สนิมเหล็ก (Iron oxide) และซัลไฟด์ของเหล็ก (Sulphide of Iron) ถ้าหากมีเกินร้อยละ 2-3 แล้ว จะเป็นอันตรายแก่คุณภาพของอิฐทนไฟ

1.3..3 ส่วนผสมของดิน

ดินที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ทำอิฐ จากคุณสมบัติที่กล่าวมาคือ ดินชั้น ในสมัยก่อนและปัจจุบันช่างทำอิฐจะใช้ดินเหนียวผสมกับทราย และแกลบ เพื่อให้อิฐที่ได้มีน้ำหนักเบาและหดตัวน้อย ถ้าใช้ดินเหนียวอย่างเดียวอิฐจะหดตัวมากทำให้เกิดการแตก หรือมีรอยร้าวได้ในขณะเผา แต่ในปัจจุบันนิยมใช้ดินเหนียว ผสมกับทรายและขี้เถ้าแกลบ ซึ่งทรายที่ใช้เป็นทรายถมที่ ทรายและขี้เถ้าจะทำหน้าที่ดีกว่าแกลบ คือ

1. จะได้อิฐที่มีผิวสวยงามกว่า
2. ขี้เถ้าจะช่วยให้อิฐคายน้ำได้เร็ว ทำให้ใช้เวลาในการเผาน้อยกว่า แต่ถ้าหากใส่ทรายมากเกินไป ทรายจะเป็นตัวทำลายความเชื่อมั่นแน่นของดินเหนียวซึ่งจะต้องใส่ทรายให้พอเหมาะ

1.3..4 ชนิดของอิฐ

การแบ่งชนิดของอิฐนี้เป็นการแบ่งตามกรรมวิธีในการผลิต ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. อิฐที่ทำด้วยมือ อิฐที่ทำด้วยมือนั้นขนาดของอิฐแต่ละแผ่นไม่เท่ากันทุกแผ่น อาจมีการคลาดเคลื่อนในขนาดได้ซึ่งอาจมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น แบบไม่เท่ากันการอัดดินเข้าในแบบ ไม่แน่น การหดตัวของโคลนที่ใช้ทำอิฐไม่เท่ากัน เพราะส่วนผสมไม่สม่ำเสมอ แต่ก็ยังใช้ในการก่อสร้างได้เป็นอย่างดีพอสมควร และยังเป็นที่ยอมรับใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน แหล่งที่ทำอิฐในประเทศไทยจะมีอยู่ทั่วไปเช่น เชียงใหม่ พระนครศรีอยุธยา อ่างทอง สิงห์บุรี
2. อิฐที่อัดด้วยเครื่อง อิฐที่อัดด้วยเครื่องมือกล เป็นอิฐที่มีความแน่นอนดี กรรมวิธีผลิตดีกว่าอิฐธรรมดาที่ทำด้วยมือ เรียกในวงการก่อสร้างว่า อิฐมอญ แบบอัดของอิฐชนิดนี้เป็นแบบเหล็กทำให้อิฐมีขนาดสม่ำเสมอ แรงอัดที่ใช้อัดสม่ำเสมอ ทำให้มีความแน่นเสมอกันดีวัสดุที่ใช้ในการทำอิฐชนิดนี้เป็นดินเหนียวเช่นเดียวกับดินที่ใช้ในการทำอิฐสามัญดินซึ่งมีคุณภาพเหมาะ ในการทำอิฐนี้มีอยู่ที่ภาคกลางแถบจังหวัดพระนครศรีอยุธยา อ่างทอง ซึ่งตามเส้นทางเดินรถยนต์จากอยุธยา-ป่าโมก-อ่างทอง จะเห็นโรงงานทำอิฐชนิดนี้อยู่มากมาย มีเครื่อง

หมายเหตุการค้าต่างๆ กันเช่น บปก. ปปก. บบก. อปท. อปว. มอท. อิฐ บปก. ผลิตที่ตำบลบางปลาจกจังหวัดอ่างทอง

1.3.5 ตัวอย่างอิฐทั่วไป

1. อิฐมอญ ผิวไม่สู้เรียบร้อยนัก เพราะทำด้วยมือ นิยมกันมาก ราคาถูก เหมาะสำหรับก่อกำแพงอิฐที่จะต้องฉาบปูนทับผิวอาจมีขนาดก้อนใหญ่เป็นอิฐราชบุรีถ้าเป็นอิฐปทุมธานีหรืออิฐอุษายาก่อนจะเล็กและบางกว่าเล็กน้อย

2. อิฐมาตรฐาน อิฐบางบัวทอง (บ.บ.ท) บ.ป.ก. (บางปะกง) เป็นอิฐที่ทำด้วยเครื่องจักร ใช้ดินที่กรองละเอียด อัดหน้าเรียบ ผิวสะอาด มีร่อง (Frog) สำหรับยึดปูนก่ออิฐชนิดนี้ใช้ก่อกำแพงอิฐโชว์ไม่ต้องฉาบปูนก็สวยงาม ถ้าทาน้ำมันก็จะมันน่าดู มีอักษรย่อ ปรากฎบนร่องแผ่นอิฐ มีขนาดใหญ่กว่าอิฐมอญ

3. อิฐทนไฟ (Fire Brick) มีคุณภาพต้านทานความร้อนใช้ก่อเตาไฟ ต้องใช้ปูนที่มีคุณภาพทนทานไฟก่ออิฐก่อเตา มีหลายขนาดและหลายลักษณะ

4. อิฐปนทราย (Sand lime Brick) ใช้ปูนขาวผสมกับทราย หรือปูนซีเมนต์กับทราย โดยใช้ปูน 4-10 ส่วนต่อทราย 100 ส่วน ใช้กำลังอัดให้เป็นก้อนทิ้งไว้ให้แห้งไม่ต้องเผาก็มีความแข็งแรง เมื่อทิ้งไว้นานพอควร

5. อิฐเคลือบ (Glazed Brick) เป็นอิฐที่ขมะเผลาถึงความร้อนสูงจัด แล้วใช้สารบางอย่างใส่ลงในเตา เช่น เกลือ ก็จะทำให้อิฐนั้นเคลือบเกลือ หรือบางชนิดก็นำอิฐดิบมาพ่นด้วยสารที่ทำให้เคลือบ เช่น เกลือ หรือมาจอร์กา (Majoria) แล้วเอาเข้าเตาเผาอีกครั้ง

6. อิฐเคลือบสี (Enamelled Brick) โดยการทาสีลงบนอิฐ แล้วเคลือบทับอีกทีหนึ่ง มีสีขาวนวล ดำ เขียว และอื่น ๆ มีคุณสมบัติกันน้ำได้ จึงมีประโยชน์สำหรับตกแต่ง และใช้ในส่วนที่ต้องทำความสะอาดบ่อยๆ เช็ดล้างออกได้ง่ายทั้งยังช่วยสะท้อนแสงสว่างในอาคารได้อีกด้วย

1.3.6 ลักษณะของอิฐที่ดี

1. ทำด้วยเครื่องจักรหรือทำด้วยมืออย่างประณีต

2. ตุ๊กสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น ด้วยความร้อนตามกำหนด คือจาก 1800° ถึง 2200° ฟาเรนไฮท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีความเหนียว ไม่แตกง่าย
4. มีความแข็งแรงทนทานรับน้ำหนักได้มาก
5. มีรูปร่างเรียบร้อยดี ไม่แอ่นบิดหรือไม่มีขอบขรุขระมาก
6. ทุก ๆ เหลี่ยมของอิฐจะต้องได้ฉากตลอด
7. ขณะเผาให้ความร้อนค่อย ๆ เพิ่มขึ้นทีละน้อยตามลำดับจนถึง 1800° ถึง 2200°

ฟาเรนไฮต์ และเผาอยู่นาน 2-3 สัปดาห์ ถ้าเป็นเตาเผาด้วยฟืน

8. ขนาดเท่ากันทุกก้อน (โดยเฉลี่ย)
9. เมื่ออิฐหักออก จะแลเห็นเนื้อภายใน คล้ายหินและแน่นมากไม่มีรูพรุนไม่มีรอยแตกร้าว

10. น้ำหนักและขนาดควรเท่ากันทุกก้อน (โดยเฉลี่ย)
11. มีสีสม่ำเสมอเท่าตลอดทุกแผ่น
12. ไม่ดูดน้ำเกิน 10 % ของน้ำหนักอิฐเมื่อแช่น้ำไว้ 24 ชั่วโมง
13. เคาะฟังเสียงควรมีเสียงแกร่งคล้ายโลหะ

อิฐมีทำกันหลายชนิดโดยมีขนาดแตกต่างกันดังแสดงในตาราง

ตารางแสดงขนาดของอิฐชนิดต่าง ๆ

ชนิดของอิฐ	กว้าง (เซนติเมตร)	ยาว (เซนติเมตร)	หนา (เซนติเมตร)
อิฐมอญ	10	21	4
อิฐบางบัวทอง	11	23	7
อิฐเมืองเหนือ	11.5	24	5
อิฐอเมริกา	9.4 (3 3/4 นิ้ว)	20 (8 นิ้ว)	5.6 (2 1/4 นิ้ว)
อิฐอังกฤษ	11.3 (4 1/2 นิ้ว)	22.5 (9 นิ้ว)	7.5 (3 นิ้ว)
อิฐทนไฟจากยุโรป	11.3 (4 1/2 นิ้ว)	22.5 (9 นิ้ว)	7.5 (3 นิ้ว)
อิฐโรมัน	10 (4 นิ้ว)	30.4 (12 นิ้ว)	4.0 (1 1/2 นิ้ว)
อิฐหน้าเรียบอเมริกา	9.6 (3 7/8 นิ้ว)	20.4 (8 นิ้ว)	5.6 (2 1/4 นิ้ว)
อิฐเคลือบอังกฤษ	11.2 (4 1/2 นิ้ว)	22.5 (9 นิ้ว)	7.5 (3 นิ้ว)
อิฐเคลือบอเมริกา	4.3 (4 1/8 นิ้ว)	20.9 (8 3/8 นิ้ว)	5.6 (2 1/4 นิ้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.7 สีของอิฐ (Colour)

เกิดจากเหตุหลายประการ

1. อาจเกิดจากส่วนผสมที่มีอยู่ในดิน เช่น ชาติเหล็ก หรือสนิมเหล็กเผาแล้วจะเกิดเป็นสีเหลืองเข้ม ส้ม แดง

ชาติแมงกานีส ทำให้เกิดสีน้ำเงิน และถ้าร้อนจะกลายเป็นสีดำทีเดียว

ดินแข็งและซอดก์ (Chalk) จะทำให้เกิดสีขาว

ชาติแมงกานีสและเหล็กรวมกัน จะทำให้เกิดสีเหลืองแก่

2. สีอาจเกิดจากการได้รับความร้อนต่างกัน หรือเผาคนละเตา เช่น ได้รับความร้อนจัดสีจะแก่กว่า ได้รับความร้อนอ่อน เป็นต้น

1.3.8 การดูดน้ำหรือความชื้น (Absorbtion of Moisture)

การดูดน้ำมากน้อยเท่าใดเป็นเครื่องแสดงคุณภาพของอิฐ เช่น อิฐดีจะต้องดูดน้ำประมาณ 1 ใน 10 ถึง 1 ใน 6 ของน้ำหนักของมัน แต่สำหรับอิฐกลีบบนนั้น ต้องดูดน้ำได้เพียง 1 ใน 14 หรือ 1 ใน 15 ของน้ำหนักของมันเท่านั้น อิฐที่ผ่านการเผาไม่พอความต้องการ จะดูดน้ำประมาณ 1 ใน 4 หรือ 1 ใน 5 ของน้ำหนักของมัน แสดงว่ามีความพรุนของเนื้ออิฐมาก

สำหรับงานก่อกำแพงอิฐ ควรนำอิฐนั้น ๆ ลงชุบน้ำให้ชุ่มและอิมตัวทีเดียว และทิ้งไว้ให้ผิวแห้ง ถ้าชุ่มมาก น้ำในอิฐจะทำให้ปูนก่อไหลหลุดลงมาได้ ก่อเป็นผนังได้ยาก ช่างก่ออิฐมักไม่ค่อยทำเพราะยากกว่าการก่ออิฐแห้ง

1.3.9 การล้างอิฐเพื่อประโยชน์

1. ให้ขี้ฝุ่นหรือผงหลุดออก

2. ให้อิฐอิมน้ำ ไม่ไปแย่งน้ำจากปูนก่ออีก เพราะถ้าปูนก่อถูกแย่งน้ำก็จะทำให้ปูนก่อแข็งเร็วเกินไป ขาดความแข็งแรง ไม่สามารถต้านทานการแตกร้าวได้ บางครั้งแผ่นอิฐจะหลุดร่อนจากกัน

3. ให้โอกาสในการเลือกอิฐที่ไม่ต้องการออกไปด้วย

4. เพื่อเป็นการจัดเรียงอิฐเพื่อส่งวางบนนั่งร้านก่ออิฐมิใช่โดยใส่บั้งก็ ทำให้อิฐแตกเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.10 กรรมวิธีการผลิตอิฐมอญ

1. **การเลือกดิน** ดินที่จะใช้ทำอิฐนั้น จะต้องไม่มีทรายเจือปนมากเกินไป หรือไม่เป็นดินเหนียวจนเกินไป ถ้ามีทรายมากก็จะทำให้อิฐนั้นร่อน ร่วน ถ้าเป็นดินเหนียวมากเกินไปเมื่อตากแดดก็ จะเกิดการแตกร้าวมาก วิธีที่ดีก็คือควรทำตัวอย่าง ในปริมาณที่น้อยๆ ไว้ดูก่อน หากดินเหนียวเกินไปต้องผสมทรายหรือ บางครั้งผสมแกลบซึ่งจะช่วยทั้งทำให้ดินหายเหนียวและช่วยในการเผาไหม้ของ อิฐด้วย
2. **การขุดดินและย่ำ** ดินที่จะใช้ทำอิฐนั้นยิ่งเปียกฝนมากๆ ยิ่งดี บางครั้งใช้ดิน โคลนที่งอกออกมาที่ริมฝั่งแม่น้ำ เมื่อนำดินขึ้นมาแล้ว เลือกเอาเศษผงและสิ่ง อื่นๆ ที่ปนอยู่ ออกให้หมด แล้วนำมาย่ำให้ละเอียดและให้เข้ากันดี ใช้แกลบ ป่นลง ไปประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตร ถ้าดินแห้งเกินไปให้เติมน้ำบ้าง ตามสมควรที่จะทำงานได้สะดวก ขนาดให้มีความเหลวพอที่จะเทลงในแบบไม้ ได้โดยสะดวกการผสมแกลบทำให้ข้างในของอิฐโปร่งเมื่อแกลบถูกความร้อน ไหม้ไปทำให้อิฐเบาขึ้นและเป็นฉนวนความร้อนที่ดีเมื่อนำมาก่อเป็นฝาผนัง ประโยชน์จากการผสมแกลบลงไปอีกประการหนึ่งก็คือ ป้องกันไม่ให้อิฐแตกใน เวลาตากแดด และไม่ให้เกิดพิมพ์แบบไม้เมื่ออัดเข้าเป็นรูปอิฐ
3. **การทำให้เป็นรูปแบบที่ต้องการ** แบบที่ใช้หล่อดินเป็นแผ่นอิฐนั้นเป็นไม้ 4 ด้าน มีเฉพาะด้านข้าง ไม่มีส่วนบนและส่วนล่างไม้ที่ทำแบบควรเป็น ไม้ที่มีคุณลักษณะ ที่ดีคือ เมื่อดูน้ำหรือความชื้นแล้ว ไม่บิดงอ ทนทาน ด้านในแบบใช้เรียบ ขนาด ของ ไม้แบบควร ใ้คิดว่าขนาดของอิฐที่ต้องการประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ เพราะ เมื่อเอาดินที่ผสมเป็นอิฐเทลงในแบบและตากให้แห้งแล้ว ขนาดของดินที่ตาก แดดจะหดเล็กน้อยเมื่อแบบพร้อมแล้ว วางแบบลงบนพื้นราบ จะเป็นพื้นใน บริเวณที่จะตากแดดก็ได้ นำ โคลนที่ผสมแล้วมาเตรียมไว้ใกล้ ๆ แบบ เอาไม้แบบ ขุดน้ำ (เพื่อกันลื่น) แล้ววางราบลง ตักโคลนที่ผสมเทลงไปในแบบ ใช้ไม้คบ ๆ ให้ โคลนเข้าไปอัดแน่นในแบบโดยทั่ว แล้วปาดส่วนบนให้เรียบเสมอไม้แบบ แล้วยก ไม้แบบออก นำไม้แบบไปขุดน้ำแล้วเทโคลนลงทำแผ่นใหม่ต่อไปจนได้ จำนวนตามที่ต้องการ
4. **การตากแดดให้แห้งสนิท** เมื่อถอดแบบออกแล้วต้องทิ้งตากแดดไว้ให้แห้งสนิท การกำหนดระยะเวลาในการตากแดดนั้น ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าทำในหน้าแล้งอาจใช้เวลาประมาณ 3-5 วัน ในฤดูอื่นๆ เฉลี่ยโดยทั่ว ๆ ไป ประมาณ 7-8 วัน แต่ในฤดูฝนจะไม่เหมาะที่จะทำอิฐเพราะขณะตากแดดฝนอาจตกลงมา ทำให้อิฐที่ตากแดดอยู่เกิดการเสียหายได้ เว้นไว้แต่จะมีวัสดุปกคลุมในเวลาที่ฝนตกลงมา

5. การตากแคงอิฐที่จะเผาให้เรียบร้อย คินที่อัดลงในแบบและเอาแบบออกแล้วเอาไปตากแดดจนแห้งจะเห็นว่าที่ส่วนข้าง ๆ ของก้อนจะไม่เรียบเพราะมีเนื้อคินที่อัดเข้าแบบเกินออกมา จึงต้องใช้มีคดากแคงก้อนคินที่จะนำเข้าเตาเผาให้ได้รูปร่างที่เรียบสม่ำเสมอทั้งก้อน จึงพร้อมที่จะเผาได้
6. การเผาอิฐ เมื่อแห้งคินตากแดดแห้งพอที่จะเผาเป็นอิฐได้แล้ว จะนำมาวางกองเป็นแถว แถวหนึ่งกว้างเท่ากับความยาวของแผ่นคินที่จะเผาเป็นอิฐ โดยเว้นระยะเคียงระหว่างแถวไว้เท่า ๆ กันเพื่อใส่แกลบลงไปในช่วงแถว การเรียงขนาดกองทั้งหมดจะมีขนาดเท่าใดนั้นแล้วแต่ปริมาณของแห้งคินที่จะเผาในครั้งหนึ่ง ๆ ขนาดที่ปฏิบัติกันทั่วไปก็คือ กองกว้างประมาณ 4 เมตร ยาวประมาณ 6-7 เมตร ความสูงของกองประมาณ 1.6 เมตร ถ้าสูงเกินไปจะทำให้ไม่สะดวก เช่นเดียวกันเมื่อกองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ที่ด้านนอกทั้ง 4 ด้านใช้อิฐที่เผาสุกแล้วกองล้อมรอบไว้เพื่อเป็นเครื่องกันความร้อนไม่ให้กระจายออกไป ระยะช่องระหว่างแถวที่กองเว้นไว้นั้น เทแกลบลงไปให้เต็มทุก ๆ ช่อง ส่วนบนของกองโรยแกลบให้ทั่วหนาประมาณ 7-10 เซนติเมตร แล้วจุดไฟให้แกลบไหม้โดยทั่วไป แกลบจะค่อย ๆ ลามไปทั่วกอง เมื่อแกลบไหม้และยุบลงให้ค่อยเติมแกลบให้ไคร้ระดับเดิมอยู่เสมอให้ทำดังนี้ประมาณ 15 วันแล้วจึงปล่อยให้ไฟดับไปเอง รอจนเย็นแล้วรื้อกองออกก็จะได้อิฐตามต้องการ

1.3.11 การเผาอิฐ

การเผาผลิตภัณฑ์คินโครงสร้างในเตาต้องการเวลาเฉลี่ยประมาณ 3-4 วัน จากนั้นปิดเตาให้สนิทและปล่อยให้เย็นลงอย่างช้า ๆ กระบวนการเผาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนต่อไปนี้

1. ควันท้ำ (Water smoking) ต้องการระยะเวลาประมาณ 12 ชั่วโมง สำหรับให้ความชื้นอิสระออกจากคิน ณ อุณหภูมิ 125-175 °C (257-347 °F)

2. การลดน้ำ (Dehydration) การลดน้ำ คือ การขับน้ำที่รวมอยู่กับอนุของดินเชิงเคมีออกจากอนุของดิน ตั้งแต่ 425°C (797°F) จนกระทั่งสำเร็จ 750°C (1382°F)

3. การรวมออกซิเจน (Oxidation) การรวมออกซิเจนเริ่มต้นในระหว่างการลดน้ำ สารที่สันดาปได้จะถูกเผาไป คาร์บอนจะหมดไป วัสดุผสมจะถูกเปลี่ยนเป็นออกไซด์และซัลเฟอร์จะหมดไป

4. การหลอมเชิงแก้ว (Vitrification) การหลอมเชิงแก้วคือการหดตัวและการเติมช่องว่างภายในดินให้เต็ม อิฐก่อสร้างธรรมดาไม่ถึงขั้นการหลอมเชิงแก้ว เพราะเผาเพียงแค่อุณหภูมิไม่เกิน 1200°C (2192°F) อนุของดินจะอ่อนตัวจนถึงจุดที่ดินเม็ดใหญ่เกาะตัวกัน แต่ช่องว่างไม่ได้ปิดลงทั้งหมด อิฐพื้นเผาถึงขั้นการหลอมเชิงแก้วทำให้ทึบน้ำ (impervious) อิฐพื้นต้องการอุณหภูมิสูงสำหรับการหลอมเชิงแก้ว เพราะมีส่วนประกอบของวัสดุผสมอยู่น้อย

1.3.12 เตาเผาอิฐ

เตาเผาอิฐอาจแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ : เตาแบบครั้งคราว (intermittent kilns) และ เตาแบบติดต่อกัน (continuous kilns) เตาแบบครั้งคราวยังแบ่งออกเป็นเตาแบบกระแสลมขึ้น (up-draft kilns) และเตาแบบกระแสลมลง (down-draft kilns) เตาแบบติดต่อกันมักใช้ในโรงทำอิฐขนาดใหญ่

เตาแบบกระแสลมขึ้น เตาเผาแบบกระแสลมขึ้นมีผนังถาวรทำด้วยอิฐก่อมีผนังหนา 12-16 นิ้ว โดยได้รับความร้อนจากเตาทำความร้อน (oven) ที่อยู่ภายนอก เปลวไฟและกาสร้อนจากเตาทำความร้อนเข้าสู่เตาเผาตามท่อไฟ (flues) ในผนัง

เตาแบบกระแสลมลง เตาแบบนี้ต้องการผนังที่ถาวรและหลังคาที่ปิดสนิท ผนังของเตามีท่อไฟต่อไปสู่ปล่องไฟ ได้รับความร้อนจากเตาทำความร้อนที่อยู่ข้างนอก เปลวไฟและกาสร้อนเข้าสู่เตาเผาตามท่อไฟที่อยู่ในแนวตั้งลงสู่เตาเผาประมาณครึ่งหนึ่งของความสูงของเตาเผา ด้วยเหตุนี้ความร้อนเข้าเตาเผาตอนบนของอิฐและลงสู่ท่อไฟบนพื้น ไปสู่ปล่องไฟโดยกระแสลมดูดออกที่ปล่องไฟ

เตาแบบกระแสลมลงมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบกระแสลมขึ้นมาก ใช้กันมากในการเผากระเบื้องดินโครงสร้าง เปรตคอกททา และอิฐที่ต้องการการควบคุมความร้อนอย่างใกล้ชิดและการเผาอย่างสม่ำเสมอ

เตาแบบติดต่อกัน เตาเผาติดต่อกันที่สำคัญมี 3 แบบ

(1) แบบห้อง (ohamber type)

(2) แบบกลม (oiroular type)

(3) แบบอุโมงค์ (tunnel type)

ในเตาแบบห้องมีห้องติดต่อกันเป็นอนุกรม และแต่ละห้องมีปล่องไฟของตนเองแต่ละปล่องไฟและท่อไฟติดต่อกันระหว่างห้องมีแผ่นปิดทางไฟ (dampers) สำหรับปิดเปิดได้ ขณะที่มีการเผาในห้องหนึ่งเปลวไฟและก๊าซร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกบังคับให้ไปสู่ห้องอื่นที่มีอิฐที่ยังมิได้เผา แล้วจึงจะออกไปสู่บรรยากาศภายนอก ณ ปล่องไฟหนึ่ง ด้วยเหตุนี้อิฐที่ยังมิได้เผาจะได้รับการทำให้ร้อนก่อนเผา เตาแบบนี้ใช้หลักการแผลลมลง โดยมีท่อไปอยู่บนพื้น เตาแบบนี้กำลังก่อสร้างแพงแต่ให้ปริมาณอิฐชั้นหนึ่งมาก ทั้งนี้มีข้อแม้ว่าเชื้อเพลิงจะต้องเผาบนตะแกรง (grate) หรือในรางโดยไม่ถูกอิฐที่เผา

เตาเผาแบบกลมเป็นเตาเผากลมอยู่กับที่แบ่งออกเป็นห้องตามเส้นรอบวงโดยมีห้องยื่นอยู่กลางวง อิฐก่อสร้างเมื่อออกจากห้องขึ้นจะถูกเคลื่อนไปยังห้องเตาเผาต่าง ๆ ตามลำดับซึ่งมีการให้ความร้อนก่อนเผา การเผา และการให้เย็นตัวอย่างช้า ๆ เป็นเตาที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพเมื่อเปรียบเทียบกับเตาติดต่อกันอย่างอื่น เพราะมีต้นทุนและค่าแรงงานต่ำ

เตาเผาแบบอุโมงค์เป็นเตาเผาแบบติดต่อกันที่สร้างเป็นอุโมงค์ตรงหรือตามเส้นวงกลมผลิตภัณฑ์ดินจะถูกเผาในขณะที่ผ่านไปใ้ในอุโมงค์ มีรถพิเศษบรรทุกอิฐแล่นไปด้วยความเร็วที่พอเหมาะไปภายในอุโมงค์ มีเขตกวนน้ำ การลดน้ำ การรวมออกซิเจน การหลอมเชิงแก้ว และเย็นตัว ผลดีของเตาแบบอุโมงค์อยู่ที่มีประสิทธิภาพสูงในการให้ความร้อน และการเผาผลิตภัณฑ์เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

1.3.13 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อิฐก่อสร้างสามัญ

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

1. **ขนาด** หมายถึง ความยาว ความกว้าง และความหนาตามมาตรฐาน
2. **อิฐขนาดเล็ก (อิฐมอญ)** หมายถึง อิฐที่มีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมตัน ผิวไม่สู้เรียบทำด้วยมือหรือเครื่องจักร เหมาะสำหรับใช้ก่อผนังหรือกำแพงที่ฉาบปูน
3. **อิฐขนาดใหญ่** หมายถึงอิฐที่มีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมตันขนาดใหญ่กว่าอิฐมอญผิวหน้าเรียบ มีร่องสำหรับยึดปูนก่อ ทำด้วยเครื่องจักร เหมาะสำหรับใช้ก่อผนังหรือกำแพง

4. ร่องสำหรับยึดปูนก่อ (frog) หมายถึง ร่องที่กดลึกลงบนด้านแบนของแผ่นอิฐ ขนาดใหญ่ด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านแล้วแต่ความเหมาะสม ให้ร่องอยู่ กลางแผ่นอิฐมีขนาดความยาวความกว้างไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความยาว ความกว้างของแผ่นอิฐ และมีความลึกประมาณ 10 มิลลิเมตร

ประเภทและขนาด

1. ประเภท

อิฐก่อสร้างสามัญแบ่งเป็นสองประเภท ได้แก่

 - 1.1 ประเภทที่ 1 อิฐขนาดเล็ก
 - 1.2 ประเภทที่ 2 อิฐขนาดใหญ่
2. ขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้อิฐทั้งประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 นี้ ให้ มีขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เป็นไปตามตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ขนาดความคลาดเคลื่อน และขีดจำกัดในการทดสอบ

ประเภท	ขนาดมาตรฐาน			ความคลาดเคลื่อน			ขีดจำกัดในการทดสอบ		
	ยาว	กว้าง	หนา	ยาว	กว้าง	หนา	ยาว	กว้าง	หนา
1	14.0	6.5	4.0	± 0.5	± 0.3	± 0.2	270.0 - 290.0	124.0 - 136.0	76.0 - 84.0
	19.0	9.0	4.0	± 0.5	± 0.3	± 0.2	370.0 - 390.0	174.0 - 186.0	76.0 - 84.0
2	19.0	9.0	6.5	± 0.5	± 0.3	± 0.2	370.0 - 390.0	174.0 - 186.0	126.0 - 134.0
	19.0	9.0	9.0	± 0.5	± 0.3	± 0.3	370.0 - 390.0	174.0 - 186.0	174.0 - 186.0

1.4 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1. ขอบเขตของวัสดุที่ใช้ในการวิจัย

- ดินดาน
- แกลบ
- ชี้เถ้า
- เส้นใยผักตบชวา

2. ขอบเขตของวิธีการทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

- เปรียบเทียบน้ำหนัก
- ทดสอบการรับแรงอัด
- ทดสอบอัตราการดูดน้ำ
(การทดสอบทั้งหมด ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM)

3. ขอบเขตของระยะเวลาการเผา และอุณหภูมิการเผา

- ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

4. ขอบเขตอัตราส่วนผสมในอิฐมอญ

ดินดาน + ชี้เถ้า	เส้นใยผักตบชวา
100	0
95	5
90	10
80	20
75	25
70	30
60	40

รวมตัวอย่างที่ต้องทดสอบวิจัย = 40 + 40 + 40 + 40 + 40 + 40 + 40 = 280 ก้อน

จำนวนอิฐที่ใช้ในการทดสอบแต่ละอัตราส่วน

- การทดสอบการรับแรงอัด	25	ก้อน
- การทดสอบเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ	5	ก้อน
- เผื่อ	10	ก้อน
รวม	<u>40</u>	ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การดำเนินการวิจัย

2.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

วัสดุ

1. ดินคาน (นำมาจากจังหวัดอ่างทอง)
2. ชี้ได้แก่แกลบซึ่งได้จากการเผาแกลบ
3. เส้นใยฝักคอบขวา
4. ปูนปลาสเตอร์
5. แกลบ
6. น้ำ

อุปกรณ์

1. แบบที่ใช้ในการขึ้นรูปอิฐ
2. เครื่อง mix ส่วนผสม
3. คาชั่งดิจิตอล
4. เครื่อง universal testing machine
5. มีด
6. แบบไม้ที่ใช้ในการ oap หัวขึ้นตัวอย่างที่จะนำไปทดสอบ
7. ลวด

2.2 ส่วนผสมการทำการทดลอง

- อิฐมอญทั่วไป

ดินคาน	2.91	ลูกบาศก์เมตร
แกลบ	0.73	ลูกบาศก์เมตร

- อิฐผสมฝักคอบขวา 5 %

ดินคาน	3.46	ลูกบาศก์เมตร
ฝักคอบขวา	0.18	ลูกบาศก์เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อีฐผสมฝักคบชวา 10 %

คินคาน	3.28	ลูกบาศก์เมตร
ฝักคบชวา	0.364	ลูกบาศก์เมตร
- อีฐผสมฝักคบชวา 20 %

คินคาน	2.91	ลูกบาศก์เมตร
ฝักคบชวา	0.73	ลูกบาศก์เมตร
- อีฐผสมฝักคบชวา 25 %

คินคาน	2.73	ลูกบาศก์เมตร
ฝักคบชวา	0.91	ลูกบาศก์เมตร
- อีฐผสมฝักคบชวา 30 %

คินคาน	2.55	ลูกบาศก์เมตร
ฝักคบชวา	1.09	ลูกบาศก์เมตร
- อีฐผสมฝักคบชวา 40 %

คินคาน	2.184	ลูกบาศก์เมตร
ฝักคบชวา	1.64	ลูกบาศก์เมตร

2.3 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุ

1. คินคาน ได้จากจังหวัดอ่างทอง
2. ขี้เถ้าแกลบ ได้จากการเผาแกลบ
3. แกลบ ได้จากการสีข้าว
4. เส้นใยฝักคบชวา
 - ตัดฝักคบชวาจากแหล่งน้ำ โดยตัดส่วนใบและรากออก ซึ่งจะใช้แค่ส่วนก้านเพราะเป็นส่วนที่มีเส้นใย
 - นำก้านฝักคบชวาที่ได้ มาทำความสะอาดโดยการกำจัดเศษดินโคลนด้วยน้ำ
 - จากนั้นนำมาผึ่งครึ่ง เพื่อให้แห้งอย่างรวดเร็ว โดยใช้ลวดครี้อยเป็นพวงแล้วนำไปตากโดยการแขวนไว้ประมาณ 2 วัน (ห้ามนำไปตากกับพื้นดิน เพราะจะทำให้เส้นใยไม่แห้งและไม่ควรตากบนพื้นปูนหรือพื้นถนน เพราะจะทำให้แห้งเกินไป ส่งผลให้คุณสมบัติเส้นใยฝักคบชวาเสียไป)
 - นำฝักคบชวาที่ตากครบ 2 วัน นำมาฉีกเป็นเส้นตามแนวยาวของเส้นใย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จากนั้นนำเส้นใยทั้งหมดมาขยเป็นเส้นใยสั้นๆ ขนาดประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร

2.4 ขั้นตอนการทำ

1. นำดินเหนียวมาหมักในบ่อผสมน้ำหมักไว้ 1 คืน
2. นำดินที่ได้มากองไว้ในถังผสม ใช้เท้าเหย้าเพื่อให้ดินผสมให้เข้ากัน
3. นำผักคตขวาและขี้เถ้าแกลบที่คำนวณไว้แล้วมาผสมกับดินแล้วอย่าให้ส่วนผสมเข้ากัน
4. ปรับพื้นที่ที่จะใช้ขึ้นรูปอิฐให้เรียบได้ระดับ และพื้นต้องเป็นพื้นดิน เพื่อให้ น้ำซึมออกได้ง่าย
5. จากนั้นนำขี้เถ้าแกลบมาโรยให้ทั่วบริเวณที่จะทำการขึ้นรูปอิฐเพื่อป้องกันไม่ให้ อิฐติดกับพื้นดิน
6. เมื่อแบบพร้อมแล้ว วางแบบลงบนพื้นราบ จะเป็นพื้นในบริเวณที่จะตากแดดก็ได้ นำส่วนผสมที่ผสมจนเข้ากันแล้วมาเตรียมไว้ใกล้ๆ เอาไม้แบบชุบน้ำ (แล้ววางราบลง ตักส่วนผสมเทลงในแบบใช้มืออัดส่วนผสมเข้าไปอัดแน่นในแบบ โดยทั่วแล้วปาดส่วนบนให้เรียบเสมอ ไม้แบบ แล้วยกไม้แบบออก นำไม้แบบไปชุบน้ำแล้วทำลงแบบใหม่ต่อไปจนได้จำนวนตามต้องการ)
7. เมื่อถอดแบบออกแล้วทิ้งตากแดดไว้ให้แห้งสนิท ถ้าทำในหน้าแล้งตากแดด ประมาณ 3-5 วัน ส่วนฤดูอื่นประมาณ 7-8 วัน
8. แต่งอิฐที่เผาให้เรียบร้อยให้ได้เหลี่ยมคม ผิวหน้าเรียบ
9. นำมาก่อกองอิฐเพื่อทำการเผาโดยใช้แกลบ จุดไฟให้ไหม้แกลบโดยทั่วกัน แกลบจะค่อย ๆ ลามทั่วกอง แกลบยุบให้เค็มแกลบได้ระดับเค็มเสมอ ทำดังนี้ ประมาณ 15 วัน ปล่อยให้ไฟดับรอจนเย็นแล้วรื้อกองจะได้อิฐตามต้องการ

บทที่ 3

วิธีการทดสอบ

3.1 การวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก

3.1.1 การวัดขนาด

- การวัดความยาว ความกว้าง และความหนา ควรใช้สายวัดชนิดที่ทำด้วยโลหะหรือเครื่องมือวัดชนิดอื่นที่ไม่ยืด
- ก่อนทำการวัดขนาดอิฐ ต้องนำเอาส่วนที่โป่งพองและเศษดินที่ติดมากับอิฐออกให้หมด เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นจากการวัดขนาด
- เนื่องจากอิฐที่ทำการทดสอบเป็นอิฐทำมือ จึงเป็นสาเหตุให้อิฐก้อนหนึ่ง ๆ จะมีความยาว ความกว้าง และความหนาในแต่ละด้านไม่เท่ากัน ฉะนั้นการวัดขนาดควรจะใช้ค่าเฉลี่ยของแต่ละด้าน

3.1.2 การชั่งน้ำหนัก

- การชั่งน้ำหนักจะใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิตอล ซึ่งให้ความละเอียดขนาด 1 กรัม
- ก่อนทำการชั่งน้ำหนักควรทำความสะอาดอิฐ โดยนำเศษดิน ทราย ที่ติดมากับอิฐออกเสียก่อน เพื่อให้ได้น้ำหนักอิฐที่แท้จริง

3.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัด

3.2.1 จำนวนตัวอย่าง

ใช้อิฐจำนวน 15 แผ่น ให้ทำการทดสอบสามครั้ง โดยอัดรวมกันครั้งละห้าแผ่นแล้วหาผลเฉลี่ยของการทดสอบทั้งสามครั้ง

3.2.2 วิธีทดสอบ

อิฐที่จะใช้ทดสอบนี้ต้องชุบน้ำเสียก่อน ผสมปูนปลาสเตอร์กับน้ำให้เหลวพอสมควร นำไปละเลงบนแผ่นกระจกเรียบซึ่งวางอยู่ในระดับนอน นำอิฐแผ่นที่หนึ่งกดทางด้านบนลงบนปูนปลาสเตอร์ให้ได้ระดับ โดยมีความหนา ระหว่างแผ่นอิฐกับกระจกประมาณ 5 มิลลิเมตร ตัดปูนปลาสเตอร์ที่ล้นเกินขอบอิฐออกโดยรอบ ละเลงปูนปลาสเตอร์ลงบนแผ่นอิฐนี้แล้วนำอิฐแผ่นที่สองกดทับลงไปให้ได้ระดับ โดยให้มีความหนาของปูนระหว่างแผ่นอิฐ



ประมาณ 5 มิลลิเมตรเช่นกัน การวางแผนอิฐจะต้องไม่ให้เหลื่อมกันโดยทางใดทางหนึ่ง แล้วตัดปูนปลาสเตอร์ที่ฉาบนอกทำต่อไปโดยวิธีเดียวกันนี้จนครบห้าแผ่น แล้วทิ้งไว้ประมาณ 5 นาทีที่ละเลงปูนปลาสเตอร์บนแผ่นกระจกเรียบอีกแผ่นหนึ่งตามวิธีที่ได้ทำมาแล้วยกอิฐที่ติดกันด้วยปูนปลาสเตอร์ทั้งห้าแผ่นออกจากแผ่นกระจกแผ่นแรกโดยระมัดระวังพลิกกลับให้หน้าอิฐแผ่นบนวางกดลงบนปูนปลาสเตอร์ของกระจกแผ่นที่สอง ให้ผิวปลาสเตอร์ข้างบนมีระดับขนานกับแผ่นกระจก ทิ้งไว้สามชั่วโมง

- 3.2.3 นำเข้าเครื่องทดสอบหาความต้านทานแรงอัดทางด้านแบนของแผ่นอิฐ โดยใช้อัตราการเพิ่มแรงอัด 2.0 เมกะนิวตันต่อตารางเมตร (ประมาณ 20 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ในระยะเวลา 1 นาที

3.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

3.3.1 วิธีทดสอบ

1. อบอุ่นตัวอย่างอิฐประเภทห้าแผ่น ให้แห้งจนน้ำหนักคงที่ที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส การอบอุ่นใช้เวลาไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง จากนั้นนำมาแยกชั้นทีละแผ่น การชั่งให้อ่านละเอียดถึงร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักของชิ้นทดสอบ น้ำหนักที่ชั่งได้นี้ถือเป็นน้ำหนักอิฐที่แห้ง (n_1)
2. อิฐประเภทที่ 1 ให้นำอิฐที่ชั่งแล้วตามข้อ 3.1.1 จำนวนทั้งห้าแผ่นแช่ลงในน้ำกลั่นจนท่วมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ยกอิฐออก ใช้ผ้าเปียกซับน้ำบนผิวทีละก้อนแล้วชั่งใหม่ให้เสร็จภายใน 3 นาที น้ำหนักที่ชั่งได้นี้ถือเป็นน้ำหนักอิฐที่ดูดซึมน้ำ (n_2)

3.3.2 การคำนวณ

ให้คำนวณค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำของอิฐทั้งห้าแผ่น โดยคิดจากค่าเฉลี่ยน้ำหนักของอิฐที่แห้งและน้ำหนักของอิฐที่ดูดซึมน้ำเป็นกรัม จากสูตร

$$\text{ค่าการดูดซึมน้ำ ร้อยละ} = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \times 100$$

n_1 คือ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของอิฐที่แห้ง เป็นกรัม

n_2 คือ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของอิฐที่ดูดซึมน้ำ เป็นกรัม

บทที่ 4

4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์

1 ตารางแสดงขนาดและน้ำหนักของอิฐผสมผักตบชวาในอัตราส่วนต่าง ๆ

เบอร์		กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	น.น. (g)	ความหนาแน่น g/cm ³
standard	1	6.1	13.6	3.4	404	1.43
	2	6.4	13.8	3.3	401	1.38
	3	6.2	13.6	3.2	396	1.47
	4	6.3	13.5	3.1	391	1.48
	5	6.1	13.7	3.0	395	1.58
1	1	6.1	13.7	3.0	392	1.59
	2	6.2	13.6	2.9	395	1.62
	3	6.1	13.9	3.3	399	1.43
	4	6.3	13.6	3.1	385	1.45
	5	6.2	13.8	3.0	388	1.51
2	1	6.3	13.8	3.1	392	1.45
	2	6.4	13.6	3.0	393	1.51
	3	6.3	13.9	2.8	386	1.57
	4	6.1	13.6	3.1	389	1.51
	5	6.0	13.7	3.2	396	1.51
3	1	6.2	13.9	2.8	384	1.59
	2	6.3	13.7	3.2	388	1.40
	3	6.3	13.5	3.3	376	1.34
	4	6.1	13.5	3.0	380	1.54
	5	6.4	13.8	3.1	384	1.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์		กว้าง (cm)	ยาว (cm)	สูง (cm)	น.น (g)	ความหนาแน่น g/cm ³
4	1	6.1	13.7	3.2	381	1.42
	2	6.0	13.8	3.1	378	1.47
	3	6.1	13.7	2.9	383	1.58
	4	6.4	13.6	3.0	381	1.48
	5	6.3	13.7	3.0	377	1.46
5	1	6.2	13.6	3.1	374	1.43
	2	6.1	13.5	3.2	376	1.43
	3	6.0	13.7	2.9	369	1.55
	4	6.1	13.6	3.0	381	1.53
	5	6.3	13.8	3.3	370	1.29
6	1	6.1	13.8	3.1	368	1.41
	2	6.3	13.7	3.0	360	1.39
	3	6.1	13.9	3.1	366	1.39
	4	6.0	13.8	3.3	371	1.36
	5	6.4	13.6	3.2	372	1.34

หมายเหตุ

เบอร์	standard	ผสมเกลือ
เบอร์ 1		ผสมผักตบชวา 5 %
เบอร์ 2		ผสมผักตบชวา 10 %
เบอร์ 3		ผสมผักตบชวา 20 %
เบอร์ 4		ผสมผักตบชวา 25 %
เบอร์ 5		ผสมผักตบชวา 30 %
เบอร์ 6		ผสมผักตบชวา 40 %

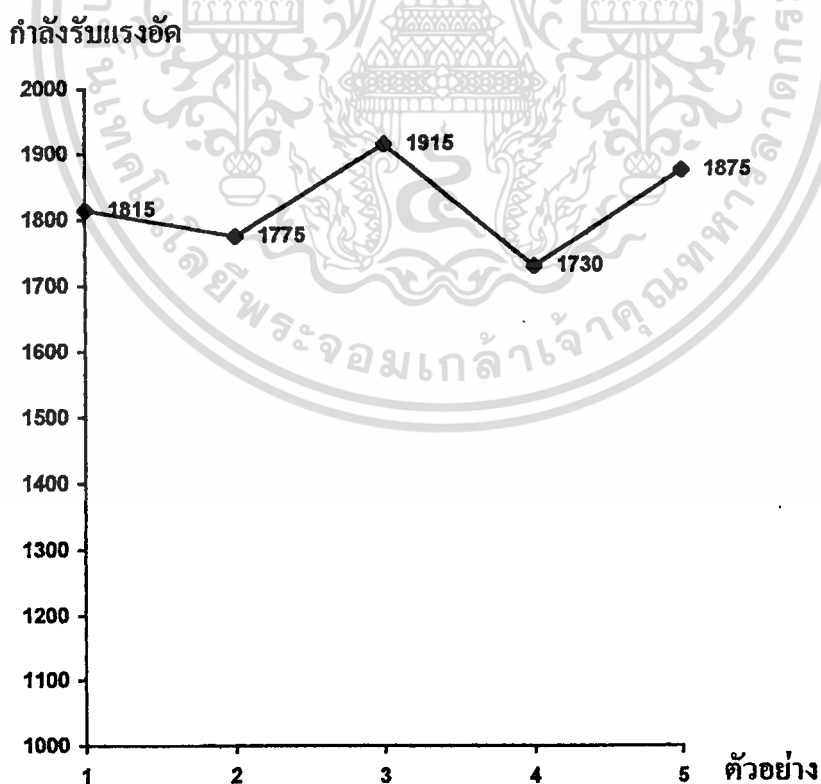
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตารางแสดงกำลังรับแรงอัดของอิฐผสมฝักคตบขาในอัตราส่วนต่าง ๆ

อิฐมอญทั่วไป (standard)

ผสมเกลบ

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (g)	กำลังรับแรงอัด (kg)
1	2307	1815
2	2298	1775
3	2376	1915
4	2351	1730
5	2286	1875

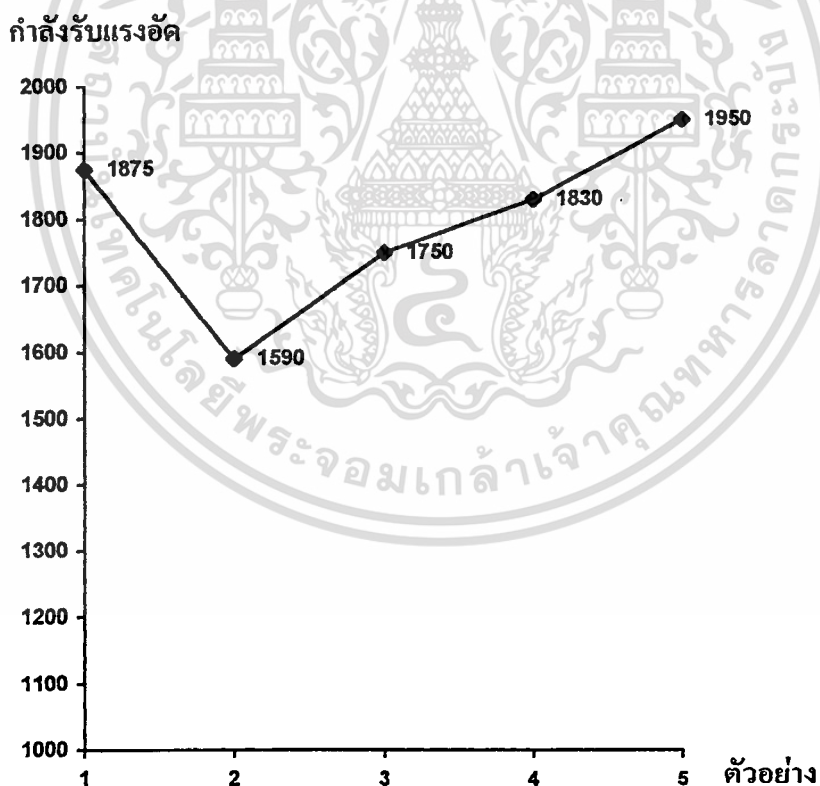


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิฐผลมผักตบชวาเบอร์ 1

ผลมผักตบชวา 5 %

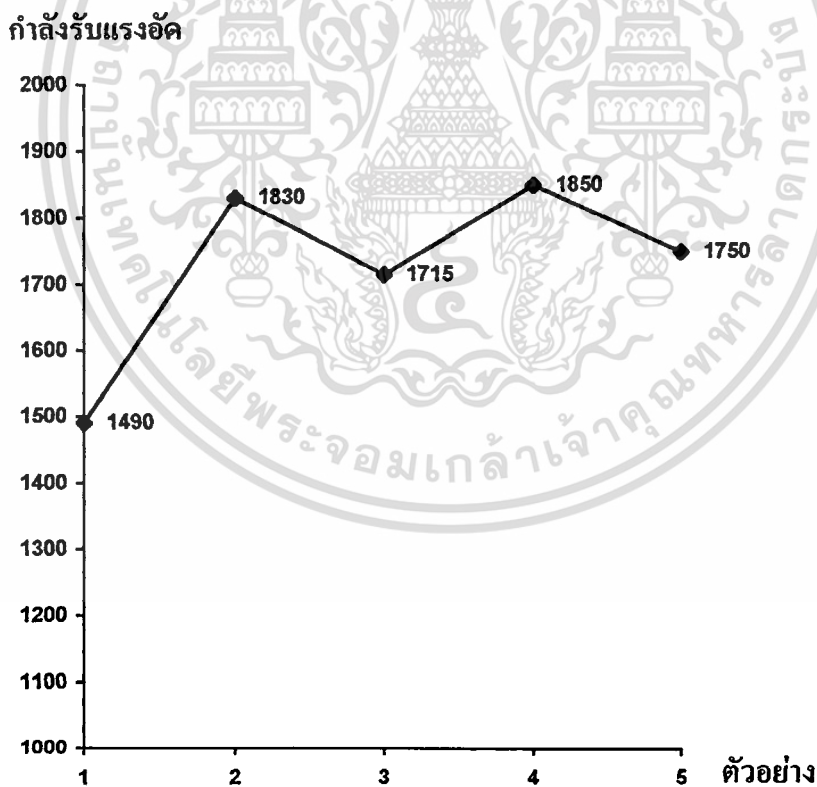
ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (g)	กำลังรับแรงอัด (kg)
1	2397	1875
2	2294	1590
3	2350	1750
4	2367	1830
5	2312	1950



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิฐผสมผักตบชวาเบอร์ 2
ผสมผักตบชวา 10 %

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (g)	กำลังรับแรงอัด (kg)
1	2313	1490
2	2324	1830
3	2280	1715
4	2403	1850
5	2399	1750

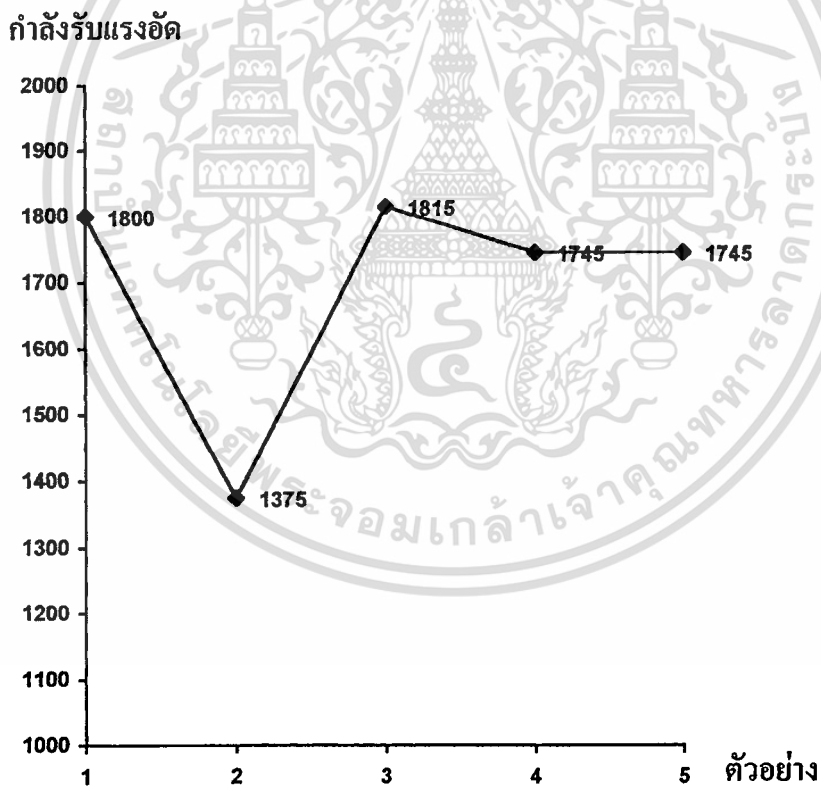


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิฐผสมผักตบชวาเบอร์ 3

ผสมผักตบชวา 20 %

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (g)	กำลังรับแรงอัด (kg)
1	2350	1800
2	2378	1375
3	2331	1815
4	2401	1745
5	2365	1745

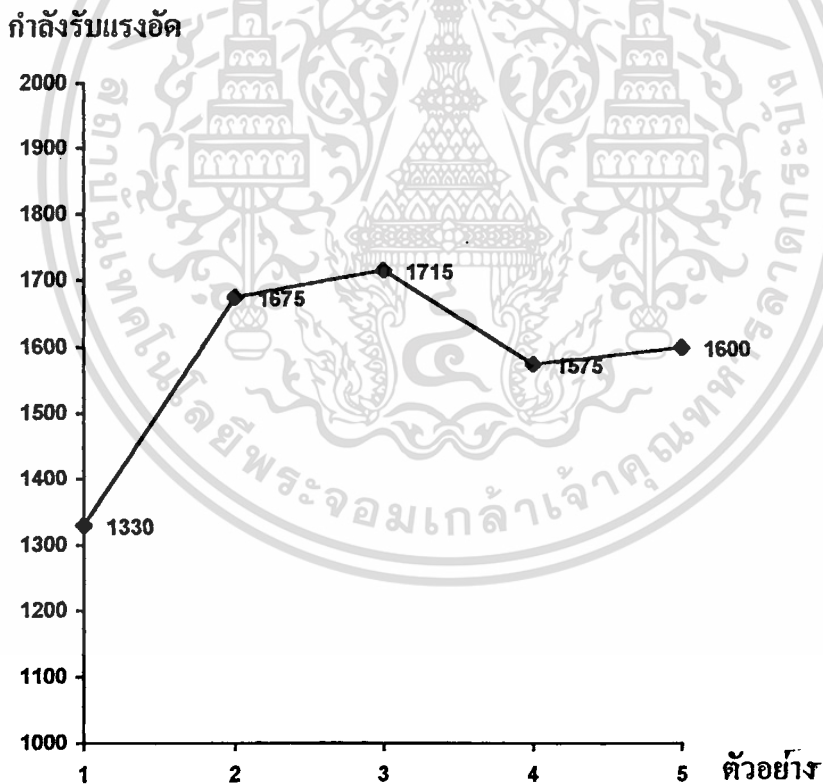


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิฐผสมผักตบชวาเบอร์ 4

ผสมผักตบชวา 25 %

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (g)	กำลังรับแรงอัด (kg)
1	2320	1330
2	2327	1675
3	2304	1715
4	2368	1575
5	2409	1600

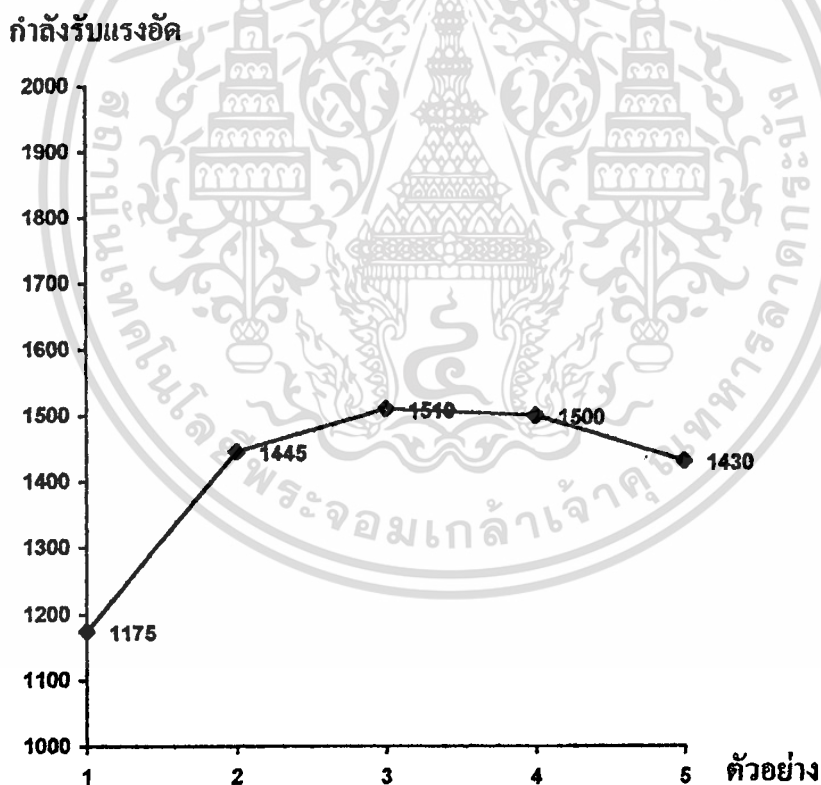


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิฐผสมผักตบชวาเบอร์ 5

ผสมผักตบชวา 30 %

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (g)	กำลังรับแรงอัด (kg)
1	2310	1175
2	2298	1445
3	2290	1510
4	2306	1500
5	2281	1430

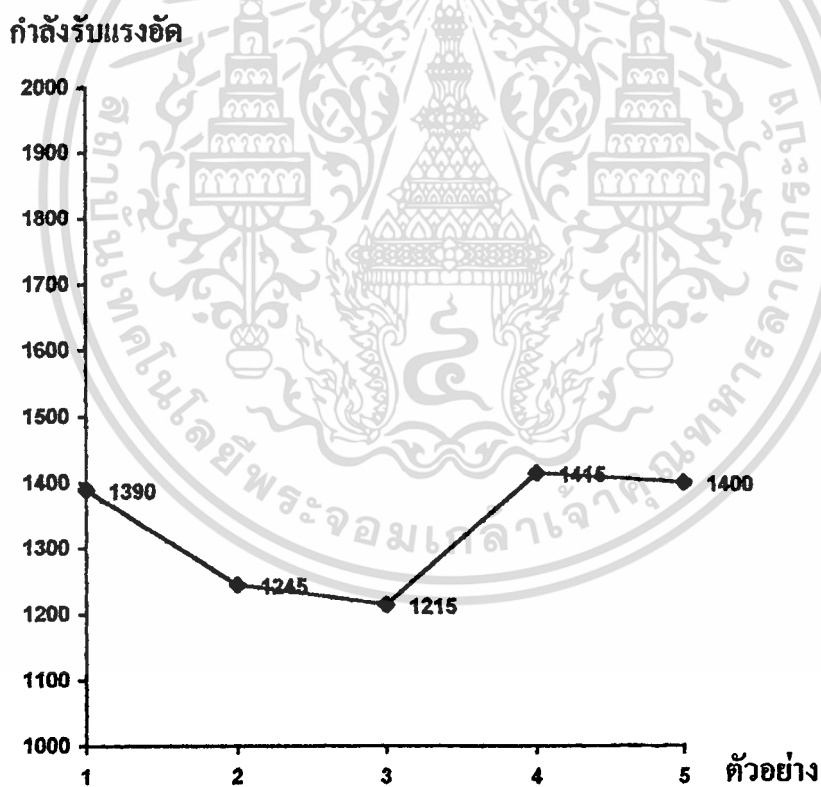


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิฐผสมผักตบชวาเบอร์ 6

ผสมผักตบชวา 40 %

ตัวอย่างที่	น้ำหนัก (g)	กำลังรับแรงอัด (kg)
1	2215	1390
2	2270	1245
3	2294	1215
4	2267	1415
5	2302	1400



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

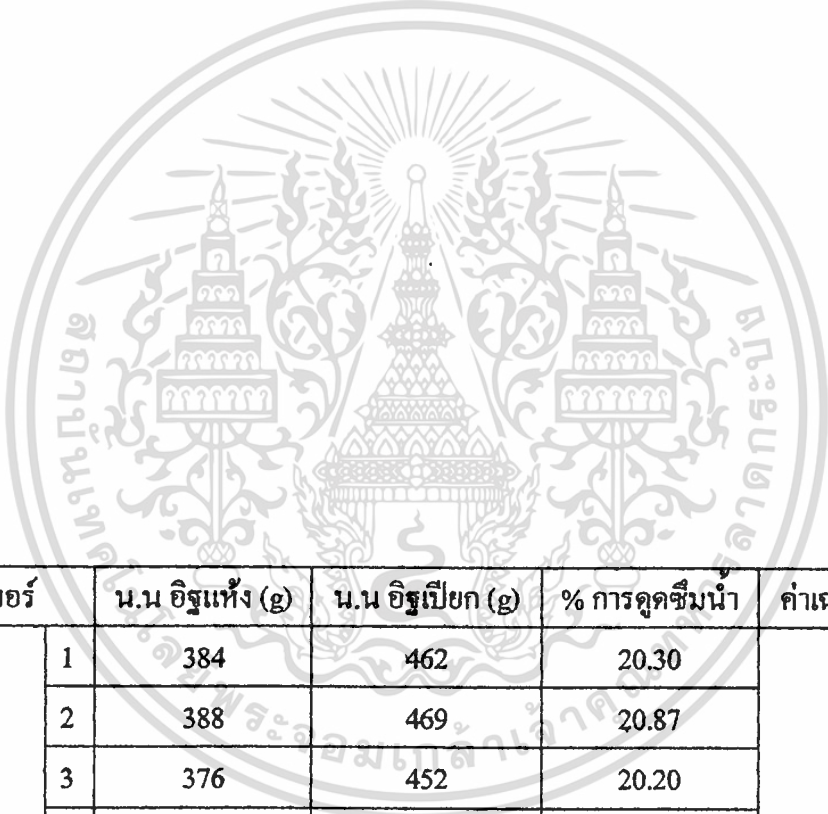
3. ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซับน้ำของอิฐผสมสัปดาห์ในอัตราส่วนต่าง ๆ

เบอร์	น.น อิฐแห้ง (g)	น.น อิฐเปียก (g)	% การดูดซึมน้ำ	ค่าเฉลี่ย % การดูดซึมน้ำ	
standard	1	404	488	20.80	20.83
	2	401	483	20.45	
	3	396	478	20.70	
	4	391	476	21.20	
	5	395	478	21.00	

เบอร์	น.น อิฐแห้ง (g)	น.น อิฐเปียก (g)	% การดูดซึมน้ำ	ค่าเฉลี่ย % การดูดซึมน้ำ	
1	1	392	468	19.40	20.42
	2	395	477	20.75	
	3	399	480	20.30	
	4	385	465	20.25	
	5	388	471	21.40	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

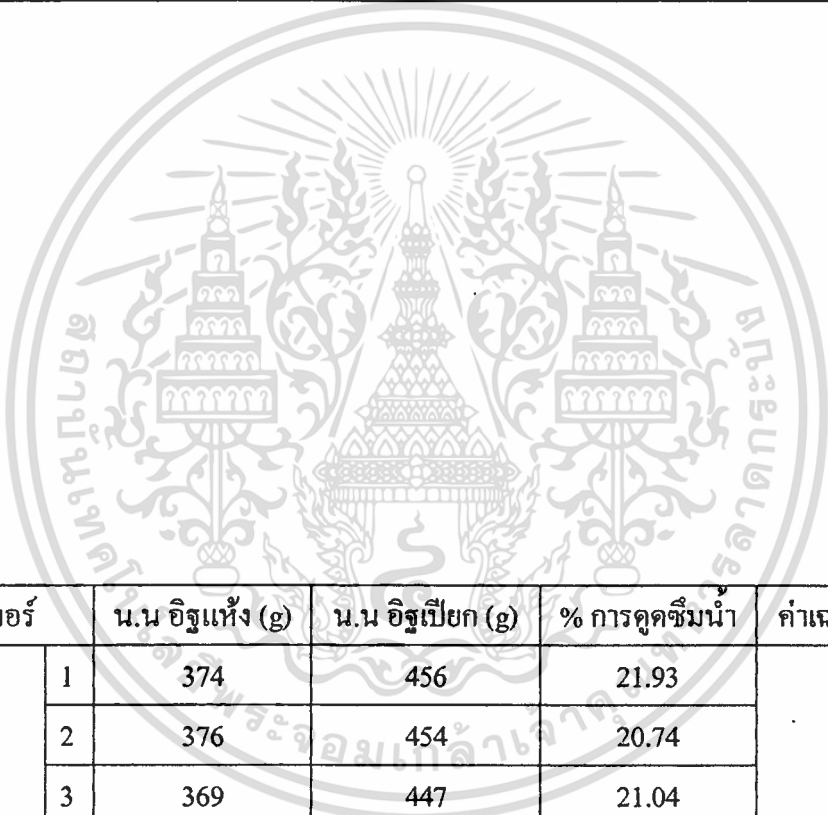
เบอร์	น.น อีฐแห้ง (g)	น.น อีฐเปียก (g)	% การดูดซึมน้ำ	ค่าเฉลี่ย % การดูดซึมน้ำ	
2	1	392	476	21.40	20.55
	2	393	473	20.35	
	3	386	465	20.50	
	4	389	467	20.05	
	5	396	477	20.45	



เบอร์	น.น อีฐแห้ง (g)	น.น อีฐเปียก (g)	% การดูดซึมน้ำ	ค่าเฉลี่ย % การดูดซึมน้ำ	
3	1	384	462	20.30	20.44
	2	388	469	20.87	
	3	376	452	20.20	
	4	380	456	20.00	
	5	384	464	20.83	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์	น.น อธิฐแห่ง (g)	น.น อธิฐเปียก (g)	% การดูดซึมน้ำ	ค่าเฉลี่ย % การดูดซึมน้ำ	
4	1	381	460	20.73	20.58
	2	378	459	20.43	
	3	383	460	20.10	
	4	381	459	20.47	
	5	377	453	20.16	



เบอร์	น.น อธิฐแห่ง (g)	น.น อธิฐเปียก (g)	% การดูดซึมน้ำ	ค่าเฉลี่ย % การดูดซึมน้ำ	
5	1	374	456	21.93	21.38
	2	376	454	20.74	
	3	369	447	21.04	
	4	381	463	21.50	
	5	370	450	21.62	

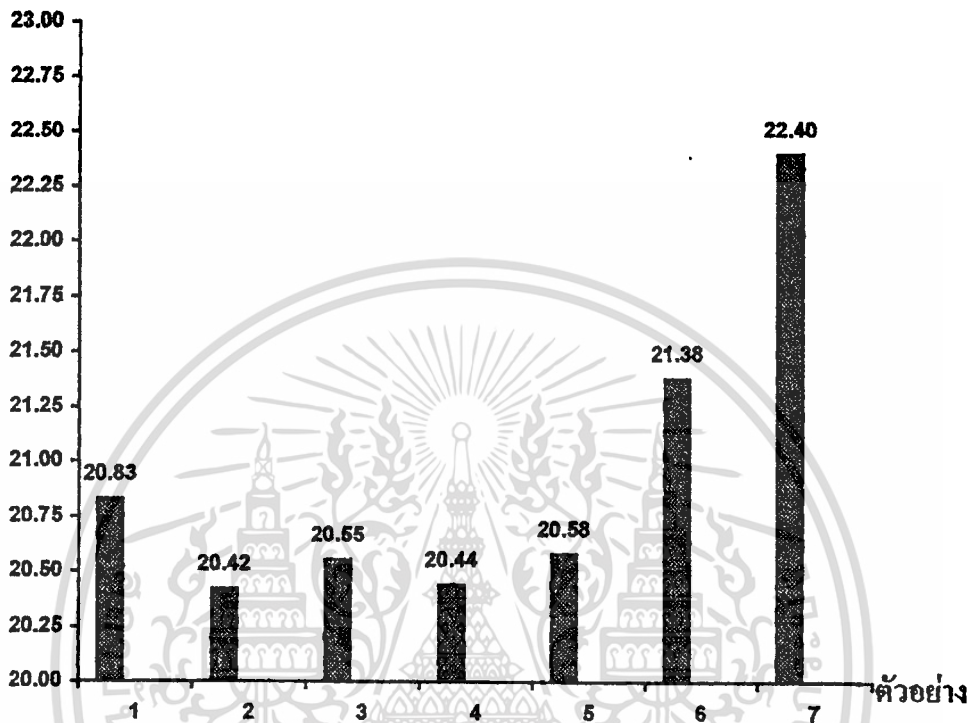
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์	น.น อีฐแห้ง (g)	น.น อีฐเปียก (g)	% การดูดซึมน้ำ	ค่าเฉลี่ย % การดูดซึมน้ำ	
6	1	368	450	22.28	22.40
	2	360	443	23.05	
	3	366	448	22.40	
	4	371	456	22.90	
	5	372	452	21.50	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ย % การดูจิมน้ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ผลการทดลอง

1. ตารางแสดงขนาดและน้ำหนักของอิฐผสมเส้นใยผักตบชวา

จากตารางแสดงขนาดและน้ำหนักของอิฐผสมเส้นใยผักตบชวาจะเห็นได้ว่าอิฐแต่ละก้อน ไม่ว่าจะเป็นอิฐมอญทั่วไปหรืออิฐผสมเส้นใยผักตบชวา มีขนาดความกว้าง ความยาว และความหนาไม่เท่ากัน เนื่องจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนการขึ้นรูปอิฐ ซึ่งไม่สามารถจะควบคุมความหนาได้ อีกทั้งขั้นตอนการเผาอิฐและทิ้งไว้ให้เย็นตัวลงอิฐแต่ละก้อนจะหดตัวไม่เท่ากัน ซึ่งขนาดที่ไม่เท่ากันนี้จะส่งผลให้อิฐแต่ละก้อนมีน้ำหนักแตกต่างกันอีกด้วย

อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีน้ำหนักอิฐแต่ละก้อนแตกต่างกันคือความหนาแน่น จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า

อิฐผสมเส้นใยเบอร์ 1 (ผสมเส้นใย 5%) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อนเท่ากับ 391.8 กรัม และมีความหนาแน่นเฉลี่ยต่อก้อนเท่ากับ 1.52 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

อิฐผสมเส้นใยเบอร์ 3 (ผสมเส้นใย 20%) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อนเท่ากับ 382.4 กรัม และมีความหนาแน่นเฉลี่ยต่อก้อนเท่ากับ 1.45 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

อิฐผสมเส้นใยเบอร์ 6 (ผสมเส้นใย 40%) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อนเท่ากับ 367.4 กรัม และมีความหนาแน่นเฉลี่ยต่อก้อนเท่ากับ 1.38 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

จะเห็นได้ว่าถ้าใส่เส้นใยผักตบชวาในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้ความหนาแน่นของอิฐลดลงซึ่งทำให้น้ำหนักอิฐลดลงตามไปด้วย สาเหตุเนื่องมาจากรูพรุนภายในเนื้ออิฐที่เพิ่มมากขึ้นตามปริมาณเส้นใยผักตบชวาที่ใส่ลงไป

2. ตารางแสดงกำลังรับแรงอัดของอิฐผสมเส้นใยผักตบชวา

จากตารางแสดงกำลังรับแรงอัดของอิฐจะพบว่า ถ้าใส่เส้นใยผักตบชวาในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้น้ำหนักของอิฐลดลงและทำให้กำลังรับแรงอัดของอิฐลดลงด้วย สาเหตุก็เช่นเดียวกับข้อ 1. คือปริมาณช่องอากาศ (รูพรุน) ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความสามารถในการรับแรงอัดของอิฐลดลง เช่น อิฐเบอร์ 3 (ผสมเส้นใยผักตบชวา 20%) จะมีความสามารถรับแรงอัดมากกว่าอิฐเบอร์ 6 (ผสมเส้นใยผักตบชวา 40%)

3. ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐผสมเส้นใยผักตบชวา

จากตารางจะเห็นได้ว่า ถ้าใส่เส้นใยผักตบชวาในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เช่น อิฐเบอร์ 6 (ผสมเส้นใยผักตบชวา 40%) จะมีเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำมากกว่าอิฐเบอร์ 5 (ผสมเส้นใยผักตบชวา 30%) สาเหตุเนื่องมาจากน้ำจะซึมเข้าไปแทนที่อากาศในรูพรุนภายในก้อนอิฐ ซึ่งถ้าปริมาณช่องอากาศเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ปริมาณน้ำที่ซึมเข้าไปเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย



บทที่ 5

สรุปผลและเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากตารางสรุปผล พอจะพิจารณาได้ว่า อีฐใน TYPE ที่ 3 (ผสมผักคบชวา 20 % โดยปริมาตรของก้อนอีฐ) มีคุณสมบัติพอที่จะนำมาใช้งานได้เมื่อเปรียบเทียบกับอีฐทั่วไป เนื่องจาก

-กำลังรับแรงอัดลดลงประมาณ 10 %

-น้ำหนักอีฐลดลงประมาณ 5 %

-เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเทียบเท่าอีฐทั่วไป

จะเห็นว่า อีฐที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะไม่ได้ใช้เป็นอีฐในการรับน้ำหนัก ดังนั้นถึงแม้กำลังรับแรงอัดจะมีค่าลดลงประมาณ 10 % จึงมีน่าจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานไปใช้มากนัก อีกทั้งน้ำหนักของอีฐใน TYPE ที่ 3 (ผสมผักคบชวา 20 % โดยปริมาตรของก้อนอีฐ) สามารถที่จะลดลงได้ประมาณ 5 % เทียบกับน้ำหนักอีฐปกติที่ผสมแกลบ จึงทำให้น้ำหนักรวมของอีฐก้อนมีน้ำหนักลดลง ส่วนในค่าของเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำก็มีค่าไม่เกิน 25 % ตามมาตรฐาน มอก.

ในกรณีที่ต้องการอีฐที่มีน้ำหนักลดลงกว่า TYPE ที่ 3 สามารถที่จะเพิ่มปริมาณผักคบชวาขึ้นไปอีก แต่กำลังรับแรงอัดจะมีค่าลดลงตาม ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำมีค่าเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ซึ่งก็ไม่เกิน 25 %

ตารางสรุปผลการรับแรงอัด, น้ำหนักและเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของอิฐในอัตราส่วนต่าง

No.	กำลังรับแรงอัด (Kg/cm ²)	รับแรงอัด (Kg)	น้ำหนัก (g)	% การดูดน้ำ
STANDARD (ผสมแกลบ)	21.43 - 22.62	1800 - 1900	395 - 405	20.83
TYPE 1 (ผสมผักตบชวา 5 %)	20.83 - 22.02	1750 - 1850	385 - 395	20.42
TYPE 2 (ผสมผักตบชวา 10 %)	20.24 - 22.02	1700 - 1850	380 - 390	20.55
TYPE 3 (ผสมผักตบชวา 20 %)	19.05 - 20.83	1600 - 1750	375 - 385	20.44
TYPE 4 (ผสมผักตบชวา 25 %)	17.86 - 19.05	1500 - 1600	375 - 380	20.58
TYPE 5 (ผสมผักตบชวา 30 %)	17.26 - 17.86	1450 - 1500	370 - 375	21.38
TYPE 6 (ผสมผักตบชวา 40 %)	15.48 - 16.67	1300 - 1400	360 - 370	22.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบราคาในการผลิตอิฐ

ราคาคิน (ค่ำคิน + ค่ำขนส่ง) ลูกบาศก์เมตรละ 364 บาท

* หมายเหตุ คินราคา 6000 บาท / 1 คันรถ

(กระบะขนาด 5 x 2.2 x 1.5 ลูกบาศก์เมตร)

ราคาแกลบ (ค่ำแกลบ + ค่ำขนส่ง) ลูกบาศก์เมตรละ 130 บาท

* หมายเหตุ แกลบราคา 5000 บาท / 1 คันรถ

(กระบะขนาด 5 x 2.2 x 3.5 ลูกบาศก์เมตร)

ราคาผักตบชวา (ค่ำแรงในการจัดทำ) ลูกบาศก์เมตรละ 300 บาท

ราคาขายอิฐทำมือ

ราคา ณ. แหล่งผลิต 2800 บาท / 10000 ก้อน

ราคาขายในกรุงเทพ 6000 - 7500 บาท / 10000 ก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงการเปรียบเทียบราคาวัสดุที่ใช้ทำอิฐ (เทียบกับอิฐ 10000 ก้อน)

TYPE	ปริมาตรดินดาน (ลบ.ม.)	ราคาดิน (บาท)	ปริมาตรแกลบ (ลบ.ม.)	ราคาแกลบ (บาท)	ปริมาตรฟักตบ (ลบ.ม.)	ราคาฟักตบ (บาท)	รวม	ราคาที่เพิ่ม ขึ้น
standard (ผสมแกลบ)	2.91	1059	0.73	95			1154	
type 1 (ผสมฟักตบ 5%)	3.46	1259			0.18	54	1313	+ 159
type 2 (ผสมฟักตบ 10%)	3.28	1194			0.364	109	1303	+ 143
type 3 (ผสมฟักตบ 20%)	2.91	1059			0.73	219	1278	+ 124
type 4 (ผสมฟักตบ 25%)	2.73	994			0.91	273	1267	+ 113
type 5 (ผสมฟักตบ 30%)	2.55	928			1.09	327	1255	+ 101
type 6 (ผสมฟักตบ 40%)	2.184	795			1.46	438	1233	+ 73

จำนวนอิฐต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

ชนิดของอิฐ	ขนาด	จำนวนอิฐ (ก้อน) ต่อพื้นที่ 1 ตรม.	เผื่อความเสียหาย 10%	รวม (ก้อน)
อิฐ มอ ก.	14 x 4 ซม.	133	14	147
อิฐตั้งเดิม	2 x 7 นิ้ว	100 - 120	10 - 12	110 - 132
อิฐที่ใช้ในปัจจุบัน	13.5 x 3 ซม.	172	18	190

เปรียบเทียบข้อดี - ข้อเสีย ระหว่างอิฐมอดูทั่วไปกับอิฐมอดูผสมผักคบชวา

ข้อดี

- สามารถนำผักคบชวามาใช้ให้เป็นประโยชน์ อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณวัชพืชในแม่น้ำลำคลอง
- ช่วยลดปริมาณวัตถุพิษทำให้ลดต้นทุนในการผลิตอิฐมอดู
- ช่วยลดน้ำหนักอิฐมอดูประมาณ 5 - 10 เปอร์เซ็นต์
- เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสีย

- ในปัจจุบันยังไม่มีเครื่องจักรทุ่นแรงในการจัดเตรียมผักคบชวาทำให้ต้นทุนผักคบชวายังมีราคาสูง
- กำลังรับแรงอัดของอิฐลดลงประมาณ 5 - 25 เปอร์เซ็นต์จากเดิม แต่อิฐทำกำแพง หรืออิฐทำแนวจึงไม่จำเป็นต้องรับน้ำหนักมากนัก

5.2 เสนอแนะ

5.2.1 อุปกรณ์การผลิตผักคบชวา

ในปัจจุบัน ยังไม่สามารถที่จะหาอุปกรณ์มาช่วยในการจัดทำวัสดุจากผักคบชวา จึงทำให้เกิดราคาที่ต้องเสียไปในการจัดทำ จึงทำราคาวัสดุจากผักคบชวามีราคาสูงอยู่ ในอนาคตเมื่อมีอุปกรณ์หรือเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการผลิตอาจทำให้ราคาของวัสดุจากผักคบชวามีราคาลดลงมากกว่านี้ หรืออาจจะไม่จำเป็นต้องเสียค่าจัดทำในกรณีที่มีเครื่องจักรเป็นของตนเอง รวมทั้งผู้ผลิตอาศัยในบริเวณที่เป็นแหล่งของผักคบชวา

5.2.2 เครื่องผสมดิน

ในการวิจัยครั้งนี้ ทางผู้จัดทำมิได้ผสมผักคบชวากับดินเหนียวด้วยเครื่องผสมดิน ทั้งนี้เพราะเครื่องผสมดินจะต้องผสมดินในปริมาณที่มาก กล่าวคือจะต้องใช้ดินเพื่อผลิตอิฐ 6000 ก้อนต่อการผสมดินในเครื่องผสม 1 ครั้ง ฉะนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงใช้วิธีการผสมแบบโบราณ คือใช้เท้าเหย้าเพื่อผสมดินและผักคบชวาให้เข้ากัน ทำให้อิฐบางก้อนอาจจะมีส่วนผสมไม่ได้ตามที่

กำหนดเอาไว้ ดังนั้นถ้าใช้เครื่องผสมดินเหนียวกับผักตบชวาให้เข้ากันแล้ว ค่าของการทดสอบที่ได้จึงน่าจะมีค่ามากกว่านี้ อีกทั้งกราฟที่ได้มีค่าคงที่มากกว่านี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. กระทรวงอุตสาหกรรม :มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อิฐก่อสร้างสามัญ (STANDARD FOR BUILDING BRICKS),มอก. 77 - 2517 พิมพ์ครั้งที่ 4 , 2536
2. นรมิตร ลีวัฒนมงคล :รวมข้อมูลก่อสร้าง (PRACTICAL TABLES & DATA FOR BUILDING CONSTRUCTION) , 2538
3. ศจ. ดร. วิทยา เพียรวิจิตร :วัสดุก่อสร้าง (MATERIALS OF CONSTRUCTION), พ.ย. 2514
4. การศึกษาหาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของไฟเบอร์โกละในคอนกรีตเสริมใย , โครงการพิเศษสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐก่อสร้างสามัญ

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภท ขนาด และคุณลักษณะที่ต้องการของอิฐก่อสร้างสามัญขนาดเล็ก (อิฐมอญ) และขนาดใหญ่

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ขนาด หมายถึง ความยาว ความกว้าง และความหนาตามมาตรฐาน
- 2.2 อิฐขนาดเล็ก (อิฐมอญ) หมายถึง อิฐที่มีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมตัน ผิวไม่สู้เรียบ ทำด้วยมือหรือเครื่องจักร เหมาะสำหรับ ใช้ก่อผนังหรือกำแพงที่ฉาบปูน
- 2.3 อิฐขนาดใหญ่ หมายถึง อิฐที่มีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมตัน ขนาดใหญ่กว่าอิฐมอญ ผิวหน้าเรียบ มีร่องสำหรับยึดปูนก่อ ทำด้วยเครื่องจักร เหมาะสำหรับ ใช้ก่อผนังหรือกำแพง
- 2.4 ร่องสำหรับยึดปูนก่อ (frog) หมายถึง ร่องที่กดลึกอยู่บนด้านแบนของแผ่นอิฐขนาดใหญ่ด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านแล้วแต่ความเหมาะสม ให้ร่องอยู่กลางแผ่นอิฐมีขนาดความยาว ความกว้างไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวความกว้างของแผ่นอิฐ และมีความลึกประมาณ 10 มิลลิเมตร

3. ประเภทและขนาด

3.1 ประเภท

อิฐก่อสร้างสามัญแบ่งเป็นสองประเภท ได้แก่

- 3.1.1 ประเภทที่ 1 อิฐขนาดเล็ก
- 3.1.2 ประเภทที่ 2 อิฐขนาดใหญ่
- 3.2 ขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้อิฐทั้งประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 นี้ ให้มีขนาดและความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดความคลาดเคลื่อน และขีดจำกัดในการทดสอบ

(ข้อ 3.2)

ประเภท	ขนาดมาตรฐาน			ความคลาดเคลื่อน			ขีดจำกัดในการทดสอบ		
	ยาว	กว้าง	หนา	ยาว	กว้าง	หนา	ยาว	กว้าง	หนา
1	14.0	6.5	4.0	± 0.5	± 0.3	± 0.2	270.0 - 290.0	124.0 - 136.0	76.0 - 84.0
	19.0	9.0	4.0	± 0.5	± 0.3	± 0.2	370.0 - 390.0	174.0 - 186.0	76.0 - 84.0
2	19.0	9.0	6.5	± 0.5	± 0.3	± 0.2	370.0 - 390.0	174.0 - 186.0	126.0 - 134.0
	19.0	9.0	9.0	± 0.5	± 0.3	± 0.3	370.0 - 390.0	174.0 - 186.0	174.0 - 186.0

4. ส่วนผสมและวิธีทำ

4.1 อธิฐประเภทที่ 1

4.1.1 วัสดุที่ใช้ในการทำ ได้แก่

4.1.1.1 ดินเหนียว หรือ ดินโคลน

4.1.1.2 วัสดุอื่น เช่น แกลบ ทราย จี้เลื่อย อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน แล้วแต่ความเหมาะสม

4.1.2 วิธีทำ

4.1.2.1 การทำด้วยมือ ใช้ดินเหนียวผสมกับทรายหรือแกลบหรือใช้ดินโคลนผสมกับแกลบย่ำผสมน้ำ อัดลงในแบบพิมพ์ไม้ซึ่งวางอยู่บนลานดินที่เรียบ โดยโรยเถ้าแกลบบนลานดินและภายในแบบพิมพ์ เพื่อกันไม่ให้ดินผสมติดแบบพิมพ์ ปาดให้เรียบ ยกแบบพิมพ์ไม้ออกผึ่งไว้กลางลานดินให้แห้งแล้วจึงนำเข้าเตาเผา

4.1.2.2 การทำด้วยเครื่องจักร ใช้ดินเหนียวผสมกับทราย หรือแกลบ นำเข้าเครื่องพ่นน้ำ นวด อัด รีดออกมาเป็นแท่งยาว ตัดด้วยลวดเป็นแผ่นอิฐ ผึ่งให้แห้งแล้วจึงนำเข้าเตาเผา

4.2 อธิฐประเภทที่ 2

4.2.1 วัสดุที่ใช้ในการทำ ได้แก่

4.2.1.1 ดินเหนียว

4.2.1.2 วัสดุอื่นๆ เช่น ทราย

4.2.2 วิธีทำ

ใช้ดินเหนียวผสมกับทราย ย่ำผสมน้ำ อัดลงแบบไม้ ปาดให้เรียบแล้วยกแบบไม้ออกหรือนำเข้าเครื่อง นวด อัด รีดออกมาเป็นแท่งยาวตัดด้วยลวดเป็นก้อนขนาดใหญ่กว่าแผ่นอิฐเล็กน้อย ผึ่งก้อนดินที่เตรียมไว้ให้มีความชื้นพอสมควร นำเข้าเครื่องอัดให้แน่นเป็นก้อนอิฐตามขนาดที่ต้องการ ผึ่งให้แห้งแล้วจึงนำเข้าเตาเผา

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

- 5.1 ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปต้องมีขนาดเป็นไปตามตารางที่ 1 มีลักษณะและคุณสมบัติอื่น ๆ ดังต่อไปนี้
- 5.1.1 เสาทุกและมีสีสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น
 - 5.1.2 มีความแข็งแรงทนทานตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2
 - 5.1.3 มุมทุกมุมควรเป็นมุมฉาก
 - 5.1.4 รูปร่าง และขนาดสม่ำเสมอ
 - 5.1.5 เนื้อแน่นไม่มีรอยแตกร้าว
- 5.2 คุณสมบัติทางกายภาพ
- 5.2.1 แรงอัด (compressive strength) ต้องเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดในตารางที่ 2
 - 5.2.2 การดูดซึมน้ำ (water absorption) ต้องเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดในตารางที่ 2
 - 5.2.3 รอยค่าง (efflorescence) จะต้องไม่มีรอยค่างของอิฐสูงกว่าระดับปานกลาง (moderate) ตามหมวด ก. ข้อ ค. 3.3

ตารางที่ 2 แรงอัดและการดูดซึมน้ำ
(ข้อ 5.2.1 และข้อ 5.2.2)

ประเภท	ขนาด ยาว × กว้าง × หนา เซนติเมตร	แรงอัดค่าทุก		การดูดซึมน้ำสูงสุด ร้อยละของน้ำหนักอิฐ
		เมกะนิวตันต่อ ตารางเมตร	กิโลกรัมแรงต่อตาราง เซนติเมตร (ประมาณ)	
1	14.0 × 6.5 × 4.0	3.8	(35)	25
	19.0 × 9.0 × 4.0	3.5	(35)	25
2	19.0 × 9.0 × 6.5	15.0	(160)	15
	19.0 × 9.0 × 9.0	15.0	(160)	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การทำเครื่องหมาย

- 6.1 ผลิตภัณฑ์ทั้งหลายที่ระบุไว้ในมาตรฐานนี้ ต้องมีเครื่องหมายแสดงชื่อผู้ทำ หรือเครื่องหมายการค้าปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนไว้ด้วย
- 6.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้น ได้ก็ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

7. การชักตัวอย่าง

อิฐที่จะชักตัวอย่างมาทำการทดสอบ ต้องเป็นอิฐใหม่ที่ยังไม่เคยทดสอบมาก่อนและให้ชักตัวอย่างตามจำนวนและวิธีการในข้อ 7.1 และข้อ 7.2

- 7.1 จำนวนของอิฐที่จะชักตัวอย่างจะต้องตรงกับจำนวนอิฐในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การชักตัวอย่างจำนวนอิฐ
(ข้อ 7.1)

จำนวนอิฐทั้งหมด (ก้อน)	จำนวนอิฐที่ชักตัวอย่าง	
	อิฐประเภทที่ 1 (ก้อน)	อิฐประเภทที่ 2 (ก้อน)
น้อยกว่า 5 000	—	—
5 000 ถึง 10 000	50	50
10 001 ถึง 20 000	50	100
20 001 ถึง 30 000	100	150
30 001 ถึง 50 000	100	200

หมายเหตุ จำนวนอิฐในเตาหนึ่งหรือในกองหนึ่งมากกว่า 50,000 ก้อน ต้องทำการชักตัวอย่างเพิ่มเติมในส่วนที่มากกว่านั้น ตามตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 การชักตัวอย่างอิฐที่จะนำไปใช้ในการทดสอบทำได้สองวิธีดังต่อไปนี้

7.2.1 ชักตัวอย่างอิฐขณะเคลื่อนย้าย

การชักตัวอย่างขณะเคลื่อนย้าย เช่น ขณะขนออกจากเตาเผาหรือขนขึ้นบรรทุกยานพาหนะในกรณีนี้ให้เก็บตัวอย่างอิฐด้วยวิธีสุ่มจากอิฐส่วนย่อยแต่ละส่วน ซึ่งแบ่งออกตามความเหมาะสมจนได้ครบจำนวนที่ต้องการตามที่ระบุไว้ในข้อ 7.1

7.2.2 ชักตัวอย่างอิฐที่อยู่ในกอง

การชักตัวอย่างอิฐที่อยู่ในกอง ให้เก็บตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มจากทุก ๆ ส่วนของกองโดยเก็บอิฐด้านบน ด้านข้าง และภายในกองจนได้ครบจำนวนที่ต้องการตามที่ระบุไว้ในข้อ 7.1

7.3 ตัวอย่างอิฐที่ได้ทำการชักตัวอย่างมาแล้วให้เก็บไว้ในที่แห้งไม่ควรวางติดกับพื้นดินจนกว่าจะทดสอบแล้ว

8. การทดสอบ

8.1 ขนาด

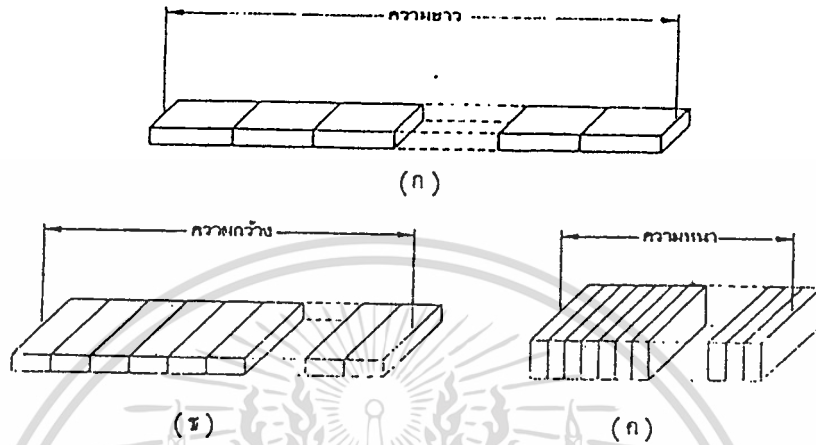
8.1.1 การวัดความยาว ความกว้าง และความหนา ให้ใช้สายวัดชนิดทำด้วยโลหะ หรือเครื่องมือวัดชนิดไม่มีคอย่างอื่นที่เหมาะสม และยาวพอที่จะวัดแถวอิฐได้ทั้งแถว 10 และ 20 แผ่น (ห้ามวัดโดยใช้บรรทัดหรือเครื่องมือวัดขนาดสั้นที่ต้องวัดซ้ำต่อกันไปหลายหน)

8.1.2 วิธีการทดสอบให้ปฏิบัติตามวิธีการดังนี้

8.1.2.1 วัดความยาว ความกว้าง และความหนาโดยนำอิฐจำนวน 20 แผ่น โดยเอาส่วนที่โป่งพองและเศษดินที่ติดมาออกให้หมด เรียงอิฐไปตามลำดับบนพื้นผิวที่ได้ระดับ ดังแสดงในรูปที่ 1 (ก) (ข) และ (ค) โดยให้ทุกแผ่นแตะกันและอยู่ในแนวตรง วัดความยาวจดหัวท้ายของอิฐที่เรียงไว้ด้วยสายวัดที่กำหนดในข้อ 8.1.1

8.1.2.2 ถ้าปรากฏว่าในทางปฏิบัติไม่อาจวัดอิฐแถวละ 20 แผ่นได้ด้วยเหตุผลใดก็ตาม ให้แบ่งตัวอย่างอิฐออกเป็นสองแถว ๆ ละ 10 แผ่น และให้วัดแถวอิฐแยกกันแต่ละแถว แล้วให้เอาระยะที่วัดได้ทั้งสองนั้นบวกเข้าด้วยกัน

รูปที่ 1 ลักษณะการเรียงอิฐก่อสร้างสามัญเพื่อตรวจสอบขนาด
(ข้อ 8.1.2.1)



8.2 การทดสอบแรงอัด

8.2.1 ตัวอย่างที่จะใช้ทดสอบจะต้องผ่านการตรวจสอบขนาดตามข้อ 8.1

8.2.2 วิธีการทดสอบ ให้ปฏิบัติตามวิธีในผนวก ก.

8.3 การทดสอบการดูดซึมน้ำ

8.3.1 ตัวอย่างที่จะใช้ทดสอบจะต้องผ่านการตรวจสอบขนาดตามข้อ 8.1

8.3.2 วิธีการทดสอบ ให้ปฏิบัติตามวิธีในผนวก ข.

8.4 การทดสอบรอยด่าง

8.4.1 ตัวอย่างที่จะใช้ทดสอบจะต้องผ่านการตรวจสอบขนาดตามข้อ 8.1

8.4.2 วิธีการทดสอบ ให้ปฏิบัติตามวิธีในผนวก ค.

การทดสอบแรงอัด

ก.1 อีฐประเภทที่ 1

ก.1.1 จำนวนตัวอย่าง

ใช้อีฐจำนวน 15 แผ่น ให้ทำการทดสอบสามครั้ง โดยอัดรวมกันครั้งละห้าแผ่น ตามวิธีในข้อ ก.1.2 แล้วหาผลเฉลี่ยของการทดสอบทั้งสามครั้ง

ก.1.2 วิธีทดสอบ

อีฐที่จะใช้ทดสอบนี้ต้องชุบน้ำเสียก่อน ผสมปูนปลาสเตอร์กับน้ำให้เหลวพอสมควร ปล่อยให้ปูนปลาสเตอร์แห้งจนเกือบจะแข็งวางอยู่ในระดับนอน นำอีฐแผ่นที่หนึ่งกดทางด้านบนบนปูนปลาสเตอร์ให้ได้ระดับ โดยมีความหนาแน่นระหว่างแผ่นอีฐกับกระจกประมาณ 5 มิลลิเมตร ตัดปูนปลาสเตอร์ที่สิ้นเกินขอบอีฐออกโดยรอบละปูนปลาสเตอร์ลงบนแผ่นอีฐนี้แล้วนำอีฐแผ่นที่สองกดทับลงไปให้ได้ระดับ โดยให้ความหนาแน่นของปูนระหว่างแผ่นอีฐประมาณ 5 มิลลิเมตร เช่นกัน การวางแผ่นอีฐจะต้องไม่ให้เหลื่อมกัน โดยทางใดทางหนึ่ง แล้วตัดปูนปลาสเตอร์ที่สิ้นแผ่นออกทำต่อไปโดยวิธีเดียวกันนี้จนครบห้าแผ่น แล้วทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที ละเลงปูนปลาสเตอร์บนแผ่นกระจกเรียบอีกแผ่นหนึ่งตามวิธีที่ได้ทำมาแล้วยกอีฐที่ติดกันด้วยปูนปลาสเตอร์ทั้งห้าแผ่นออกจากแผ่นกระจกแผ่นแรกโดยระมัดระวัง พลิกกลับให้หน้าอีฐแผ่นบนวางกดลงบนปูนปลาสเตอร์ของกระจกแผ่นที่สองให้ผิวปลาสเตอร์ข้างบนมีระดับขนานกับแผ่นกระจกทิ้งไว้ตามชั่วโมง

ก.1.3 นำเข้าเครื่องทดสอบหาความต้านทานแรงอัดทางด้านบนของแผ่นอีฐ โดยใช้อัตราการเพิ่มแรงอัด 2.0 เมกะนิวตันต่อตารางเมตร (ประมาณ 20 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ในระยะเวลา 1 นาที

ก.2 อีฐประเภทที่ 2

ก.2.1 จำนวนตัวอย่าง

ใช้อีฐจำนวน 10 แผ่น โดยทดสอบแต่ละแผ่นแล้วหาผลเฉลี่ย

ก.2.2 วิธีทดสอบ

อีฐที่จะใช้ทดสอบนี้ต้องนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เช็ดน้ำที่ติดอยู่กับแผ่นอีฐออก แล้วใช้มอร์ตาร์ (mortar) อุดปิดส่วนที่เป็นร่องของแผ่นอีฐให้เต็ม เสร็จแล้วนำไปบ่มไว้ในที่ที่มีอากาศชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เช็ดน้ำที่ติดอยู่ ออก นำเข้าเครื่องทดสอบโดยใช้

ไม้อัดหนาประมาณ 4 มิลลิเมตร รองชั้นทดสอบไว้ทั้งข้างบนและข้างล่าง ไม้อัดที่ใช้รองทั้งสองแผ่นแต่ละแผ่นจะต้องมีพื้นที่มากกว่าพื้นที่ของหน้าแผ่นอิฐ

- ก.2.3 อัตราการเพิ่มแรงอัดให้ใช้ 14.0 เมกะนิวตันต่อตารางเมตร (ประมาณ 140 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ในระยะเวลา 1 นาที

การทดสอบการดูดซึมน้ำ

ข.1 วิธีทดสอบ

- ข.1.1 อบตัวอย่างอิฐประเภทห่าแผ่น ให้แห้งจนน้ำหนักคงที่ที่อุณหภูมิ $110 \pm 5^\circ\text{C}$ การอบต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง จากนั้นนำมาแยกชิ้นทีละแผ่น การชั่งให้อ่านละเอียดถึงร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักของชิ้นทดสอบ น้ำหนักที่ชั่งได้นี้ถือเป็นน้ำหนักอิฐที่แห้ง (n_1)
- ข.1.2 อิฐประเภทที่ 1 ให้นำอิฐที่ชั่งแล้วตามข้อ ข.1.1 จำนวนทั้งห้าแผ่นแช่ลงในน้ำกลั่นจนท่วมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ยกอิฐออก ใช้ผ้าเปียกซับน้ำบนผิวทีละก้อนแล้วชั่งใหม่ให้เสร็จภายใน 3 นาที น้ำหนักที่ชั่งได้นี้ถือเป็นน้ำหนักอิฐที่ดูดซึมน้ำ (n_2)
- ข.1.3 อิฐประเภทที่ 2 ให้นำอิฐที่ชั่งแล้วตามข้อ ข.1.1 จำนวนทั้งห้าแผ่น ต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง การวางอิฐในภาชนะที่ใช้ต้ม ไม่ควรวางแผ่นอิฐให้ติดกับผิวภาชนะเสร็จแล้วปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ยกอิฐออก ใช้ผ้าเปียกซับน้ำบนผิวทีละก้อน แล้วชั่งใหม่ให้เสร็จภายใน 3 นาที น้ำหนักที่ชั่งได้นี้ถือเป็นน้ำหนักอิฐที่ดูดซึมน้ำ (n_2)

ข.2 การคำนวณ

ให้คำนวณค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำของอิฐทั้งห้าแผ่น โดยคิดจากค่าเฉลี่ยน้ำหนักของอิฐที่แห้งและน้ำหนักของอิฐที่ดูดซึมน้ำเป็นกรัม จากสูตร

$$\text{ค่าการดูดซึมน้ำ} \quad \text{ร้อยละ} = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \times 100$$

n_1 คือ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของอิฐที่แห้ง เป็นกรัม

n_2 คือ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของอิฐที่ดูดซึมน้ำ เป็นกรัม

การทดสอบรอยด่าง

การทดสอบรอยด่างบนผิวของอิฐก่อสร้างนี้ทดสอบเฉพาะอิฐประเภทที่ 2 เท่านั้น

ค.1 การเตรียมชิ้นทดสอบ

- ค.1.1 ใช้อิฐจำนวน 10 แผ่น จากวิธีการชักตัวอย่างตามข้อ 7 โดยคัดเลือกตัวอย่างอิฐที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมากที่สุด จัดเป็นคู่ ๆ รวมห้าคู่
- ค.1.2 ต้องเป็นอิฐที่ใช้วัสดุดิบ และมีกรรมวิธีการทำอย่างเดียวกัน และไม่ควรมีสิ่งสกปรกที่อาจจะก่อให้เกิดรอยด่างติดอยู่ที่อิฐถ้ามีสิ่งสกปรกติดอยู่ต้องแปรงออกให้สะอาดเสียก่อน

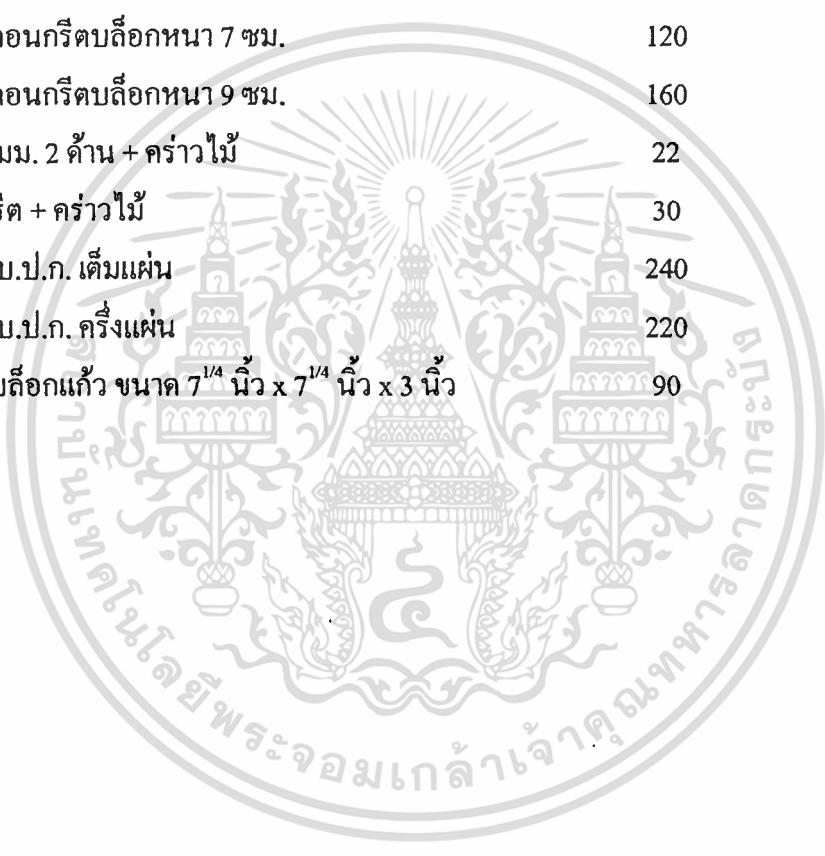
ค.2 วิธีทดสอบ

- ค.2.1 จุ่มปลายด้านยาวของอิฐห้าแผ่น จากอิฐห้าคู่ ๆ ละหนึ่งแผ่นลงในน้ำกลั่นที่มีระดับสูงประมาณ 2.5 เซนติเมตร บรรจุอยู่ในภาชนะที่สะอาดและไม่มีปฏิกิริยากับน้ำกลั่น อิฐทั้งห้าแผ่นนั้นควรวางให้มีระยะห่างกันแผ่นต่อแผ่น ประมาณ 5 เซนติเมตร เมื่ออิฐทั้งห้าแผ่นนี้ดูดน้ำจนแห้งให้เติมน้ำลงไปอีกเท่าระดับเดิม แล้วตั้งทิ้งไว้จนครบ 7 วัน นับแต่วันเริ่มทำการทดลองหรือถ้าน้ำแห้งก่อนครบ 7 วัน ก็นำไปทดสอบตามข้อ ค.2.3
- ค.2.2 เก็บอิฐที่เหลืออีกห้าแผ่นไว้ในห้องและบริเวณที่มีภาวะเดียวกันโดยไม่ให้ถูกน้ำ
- ค.2.3 นำอิฐออกจากน้ำกลั่น รวมกับอิฐที่เก็บไว้เป็นห้าคู่อย่างเดิม อบรวมกันให้แห้งในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- ค.3 รอยด่าง นำตัวอย่างอิฐที่อบเสร็จแล้วตามข้อ ค.2.3 แต่ละคู่มาตรวจเปรียบเทียบรอยด่างที่ตอนปลายอิฐก่อนที่ไม่ได้จุ่มน้ำกับก้อนที่จุ่มน้ำปริมาณของรอยด่างตามมาตรฐานนั้นแบ่งออกเป็น
- ค.3.1 ไม่มีพบ (nil) หมายถึง ไม่มีรอยด่างติดที่ผิวอิฐด้านที่จุ่มน้ำ
- ค.3.2 เล็กน้อย (slight) หมายถึง มีรอยด่างของเกลือบาง ๆ ติดที่ผิวอิฐไม่มากกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ผิวด้านที่จุ่มน้ำ
- ค.3.3 ปานกลาง (moderate) หมายถึง มีรอยด่างของเกลือติดที่ผิวอิฐมากขึ้นไม่มากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ผิวด้านที่จุ่มน้ำ
- ค.3.4 ค่อนข้างมาก (heavy) หมายถึง มีรอยด่าง ควง จุด ของเกลือติดที่ผิวอิฐมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ผิวด้านที่จุ่มน้ำ
- ค.3.5 มาก (serious) หมายถึง มีรอยด่าง ควง จุด ของเกลือติดหนาที่ผิวอิฐเป็นแผ่นและเป็นขุยอย่างมากมายของพื้นที่ผิวด้านที่จุ่มน้ำ

น้ำหนักกำแพงชนิดต่าง ๆ

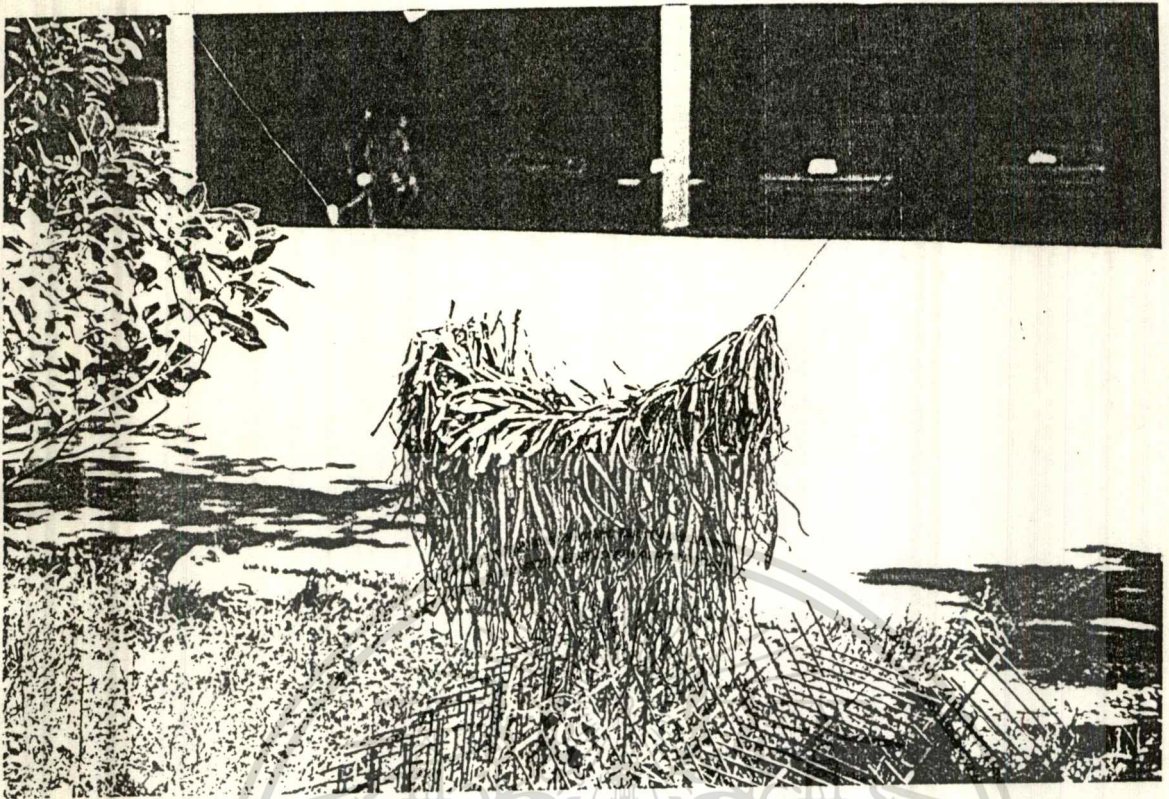
ชนิดผนัง หรือกำแพง	น้ำหนัก (กก./ม ²)
--------------------	-------------------------------

ผนังอิฐมอญก่อครึ่งแผ่นอิฐ + ฉาบปูน	180
ผนังอิฐมอญก่อเต็มแผ่นอิฐ + ฉาบปูน	360
ผนังก่ออิฐคอนกรีตบล็อกหนา 7 ซม.	120
ผนังก่ออิฐคอนกรีตบล็อกหนา 9 ซม.	160
ฝาไม้สัก 6 มม. 2 ด้าน + คร่าวไม้	22
ฝาเซต โลกริต + คร่าวไม้	30
ผนังก่ออิฐ บ.ป.ก. เต็มแผ่น	240
ผนังก่ออิฐ บ.ป.ก. ครึ่งแผ่น	220
ผนังก่ออิฐบล็อกแก้ว ขนาด $7\frac{1}{4}$ นิ้ว x $7\frac{1}{4}$ นิ้ว x 3 นิ้ว	90

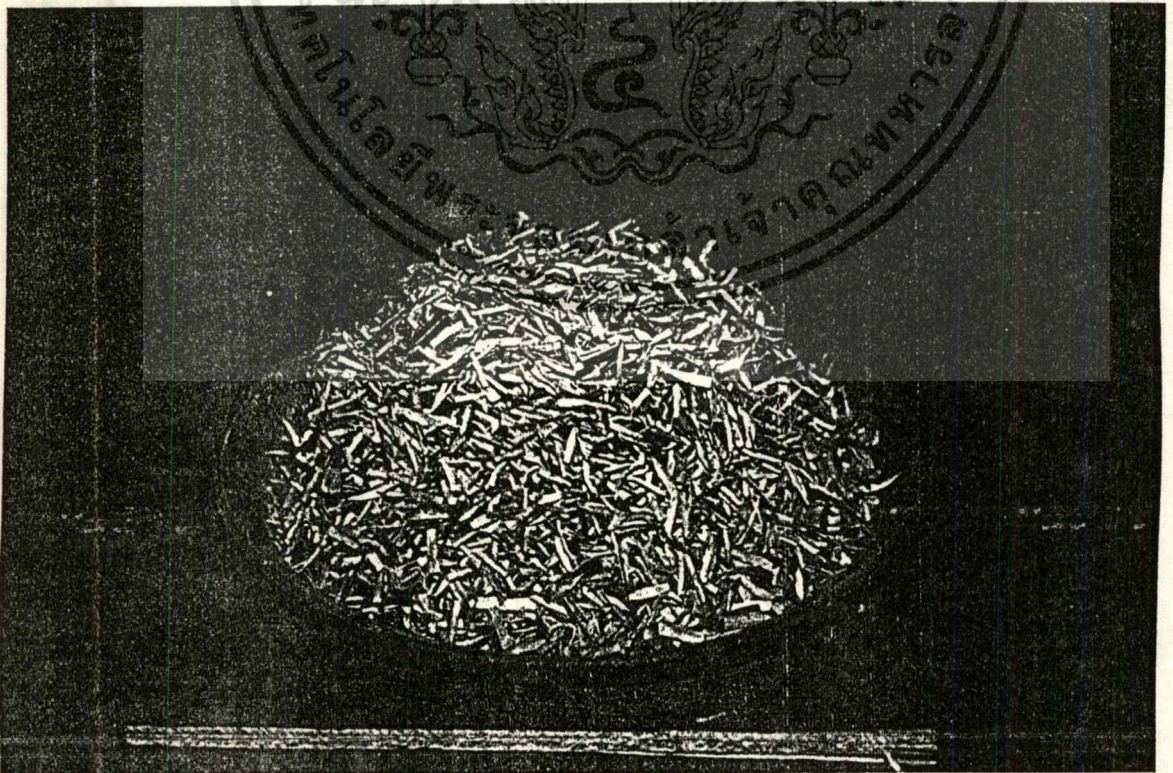




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



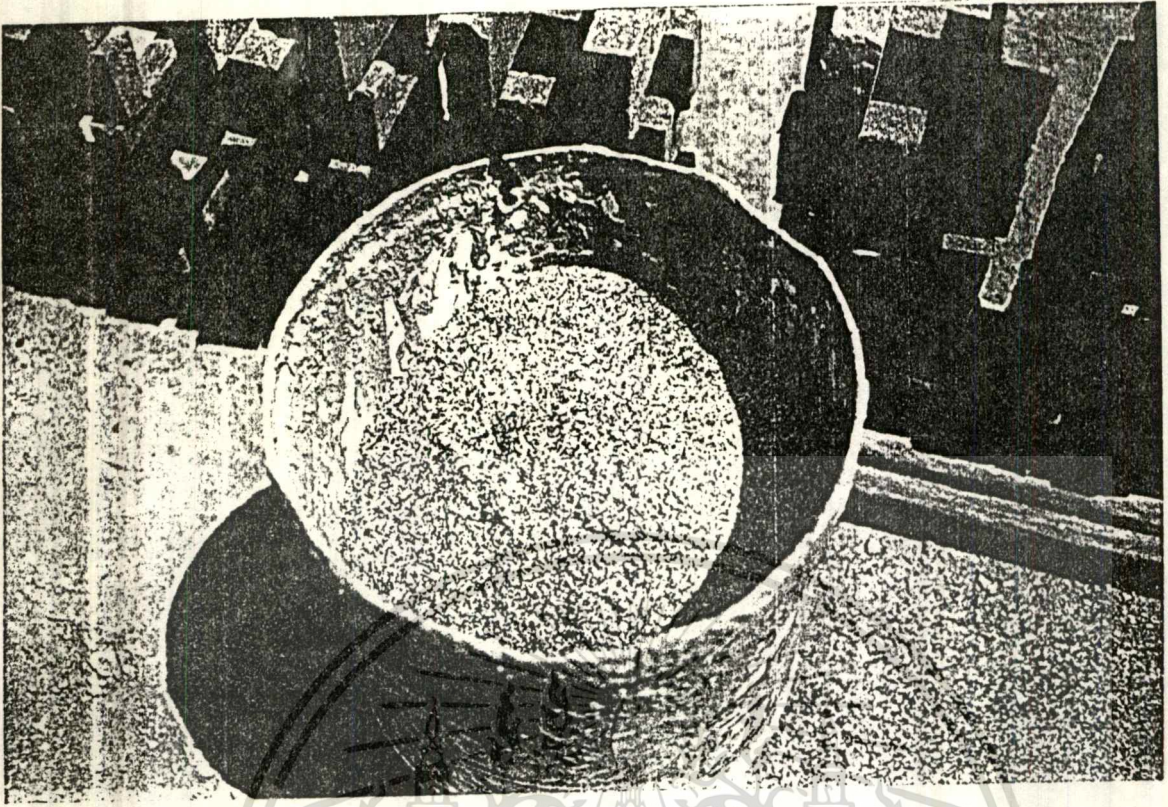
รูปที่ 1 วิธีการตากผัดตบข้าว



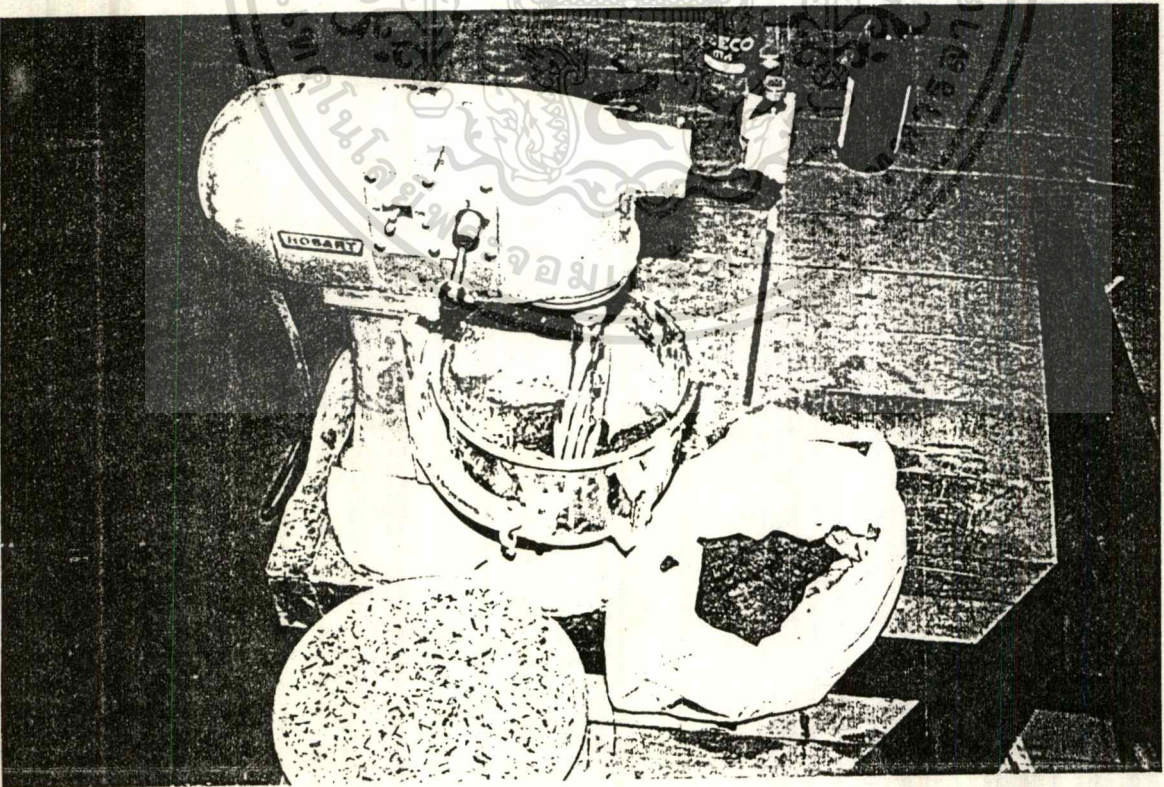
รูปที่ 2 เสาไม้ผัดตบข้าวที่พร้อมทำกิจกรรมผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น **รูปที่ 2** เสาไม้ผัดตบข้าวที่พร้อมทำกิจกรรมผสมเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

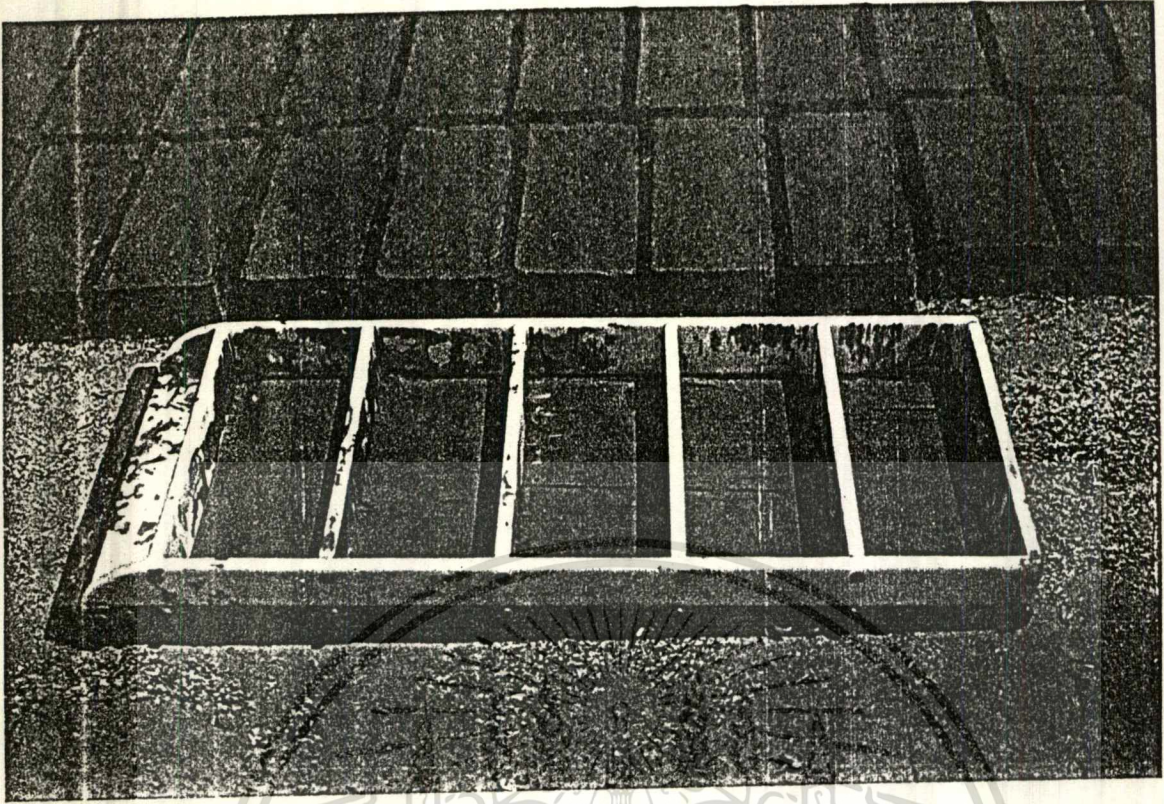


รูปที่ 3 ส่วนผสมขี้เถ้ากลับ

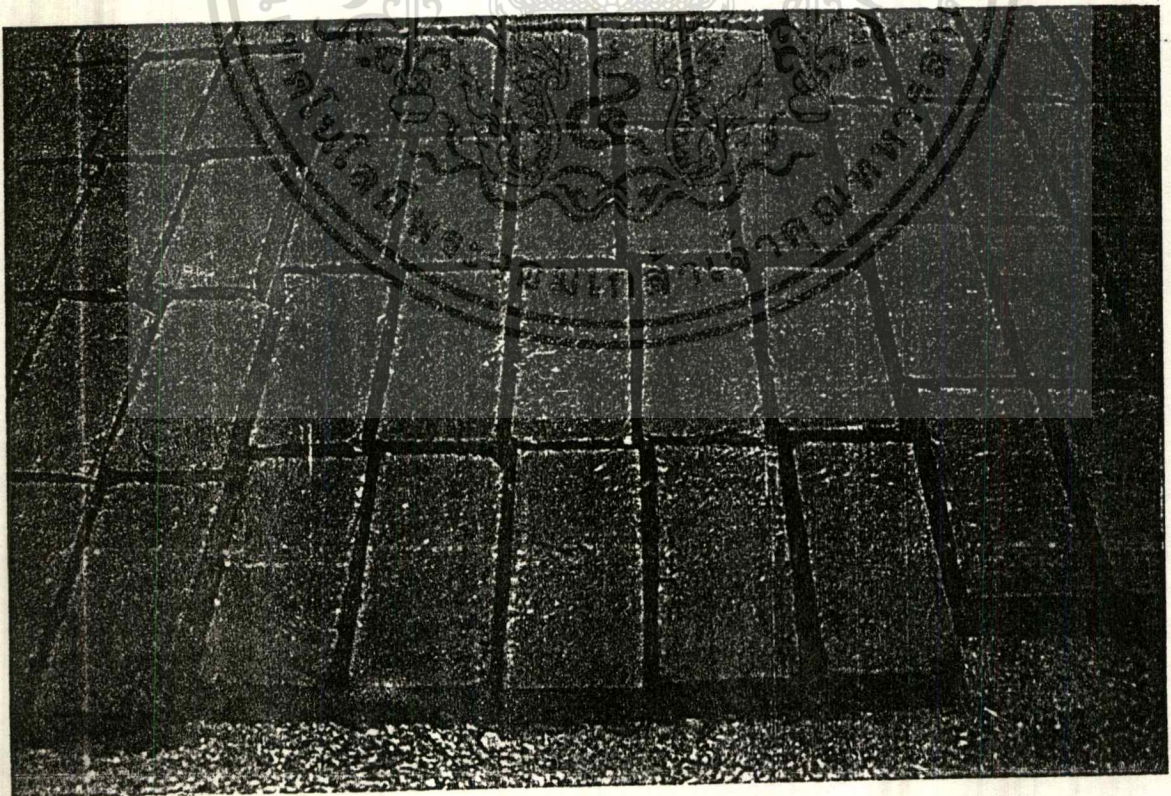


รูปที่ 4 การผสมวัสดุต่างๆ ในการทำอิฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อแบงก์เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

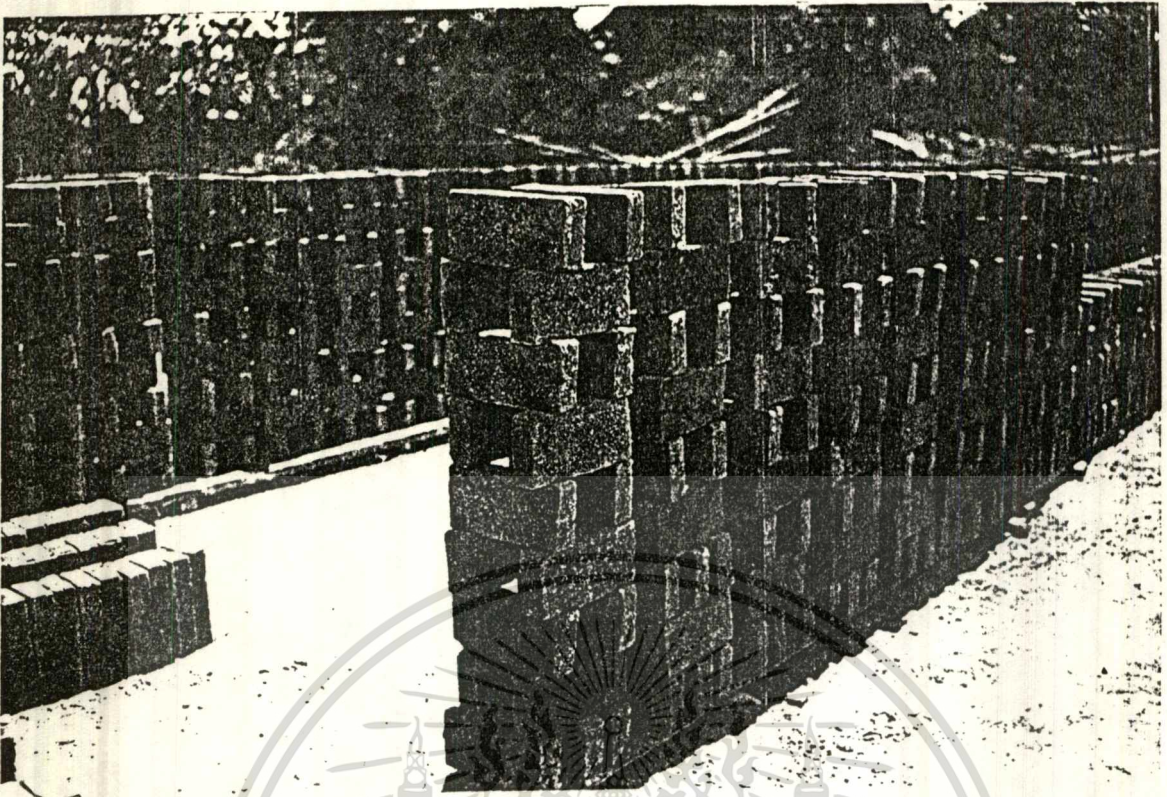


รูปที่ 5 แบบที่ใช้ในการขึ้นรูปอิฐ

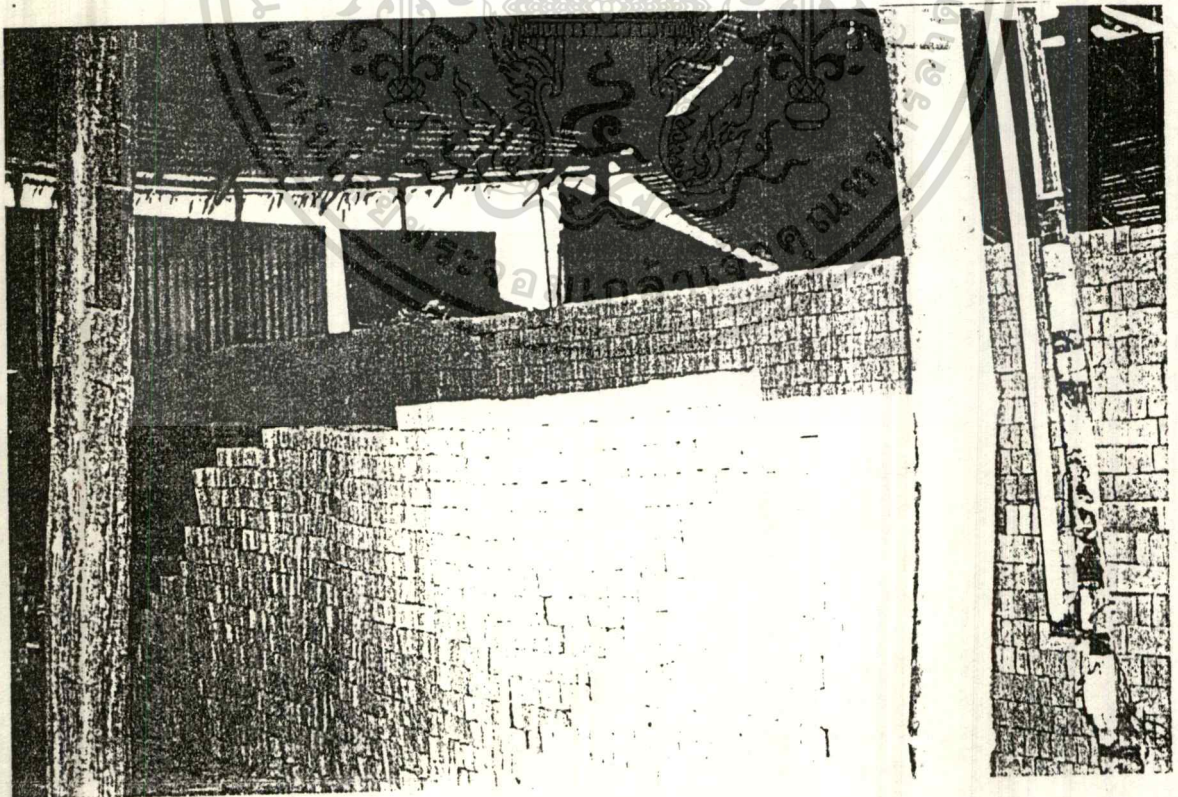


รูปที่ 6 อิฐที่ขึ้นรูปเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เปลี่ยนแปลงเนื้อหาใดๆ ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

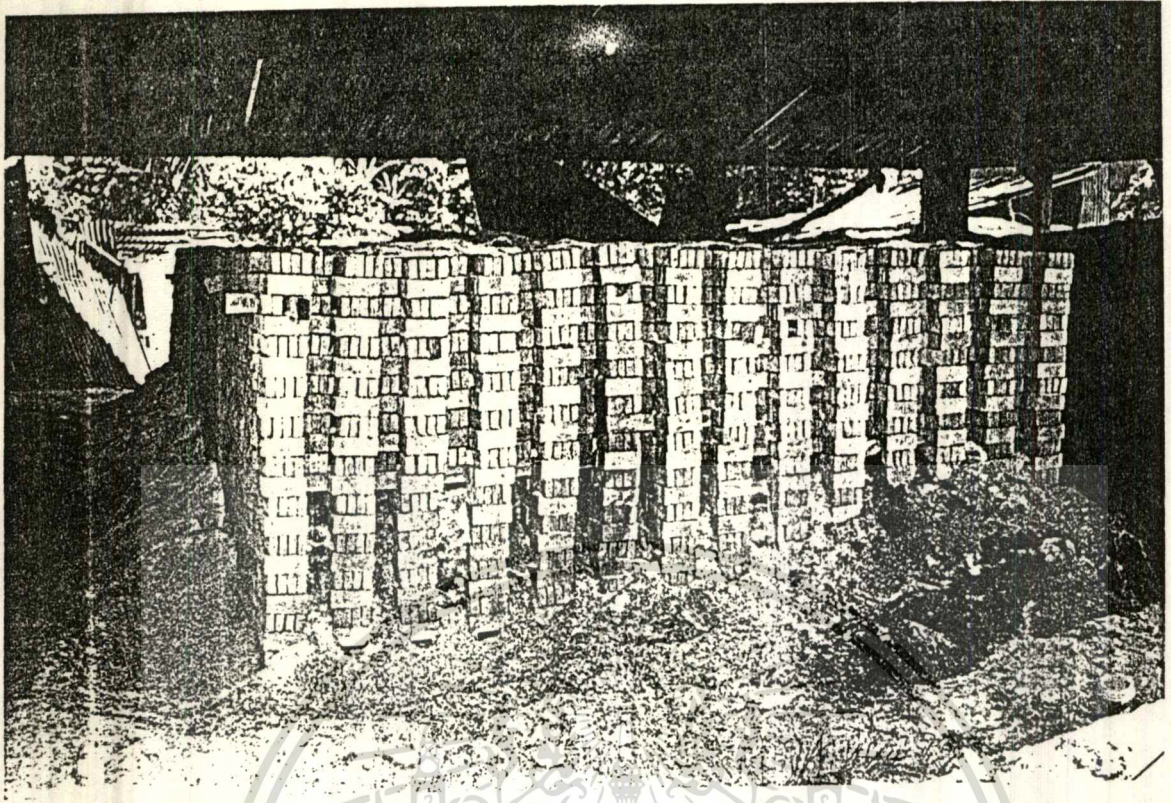


รูปที่ 7 แสดงการตากอิฐ



รูปที่ 8 การเรียงอิฐในโรงเผา

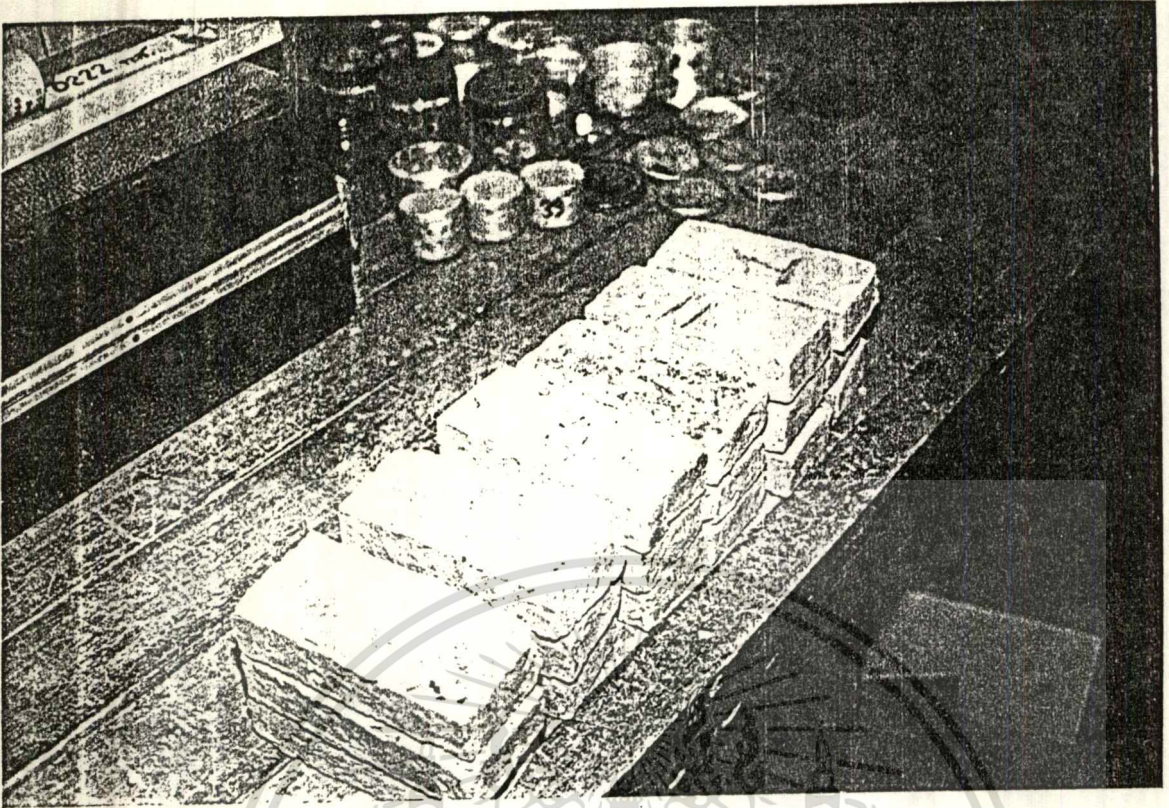
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยในชั้นเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



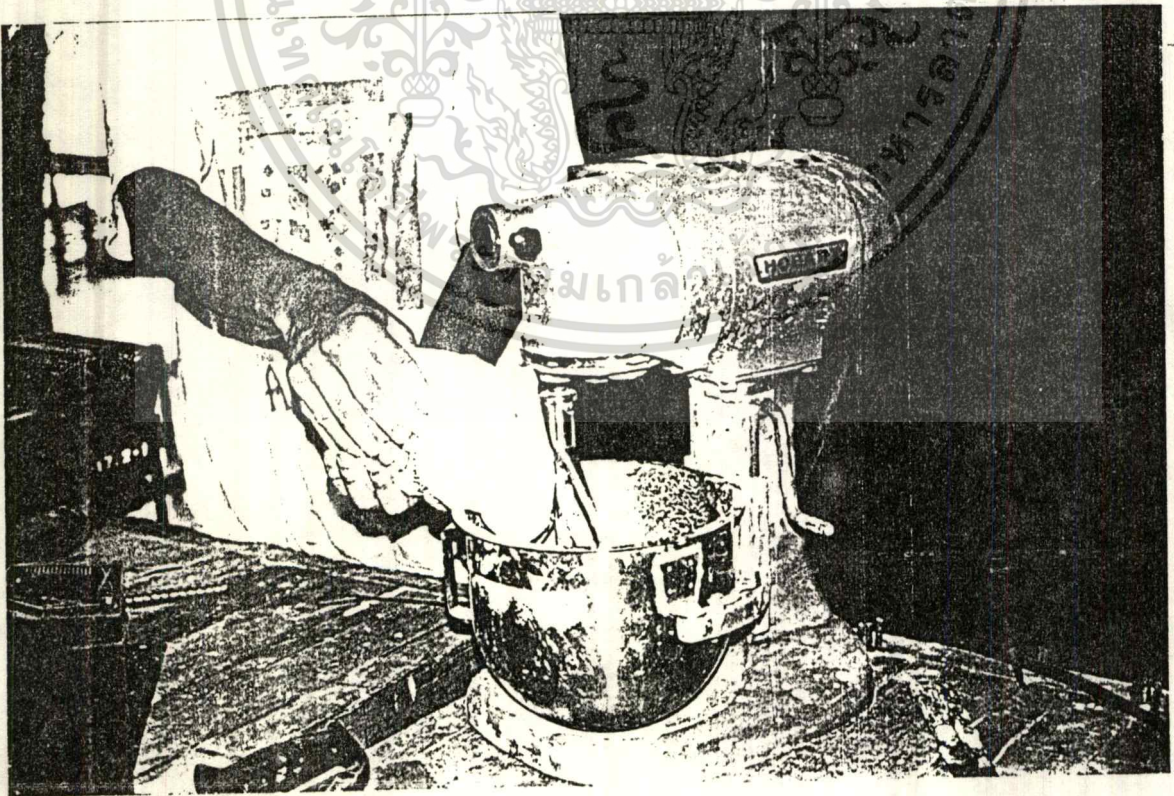
รูปที่ 9 อัฐที่เผาสุกแล้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 10 การลี้ภัยเมื่อเผาเสร็จอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

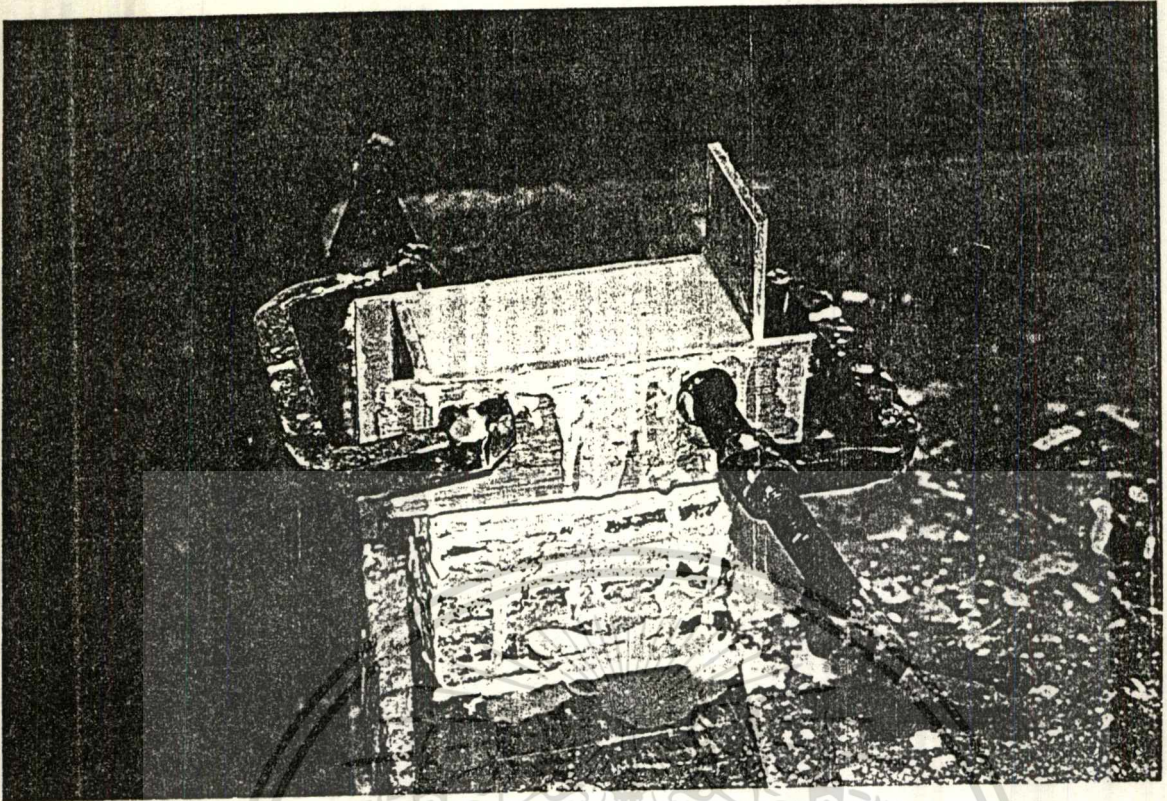


รูปที่ 11 อีจูนในส่วนผสมต่างๆ (แบ่งเป็น 6 อัตราส่วน)

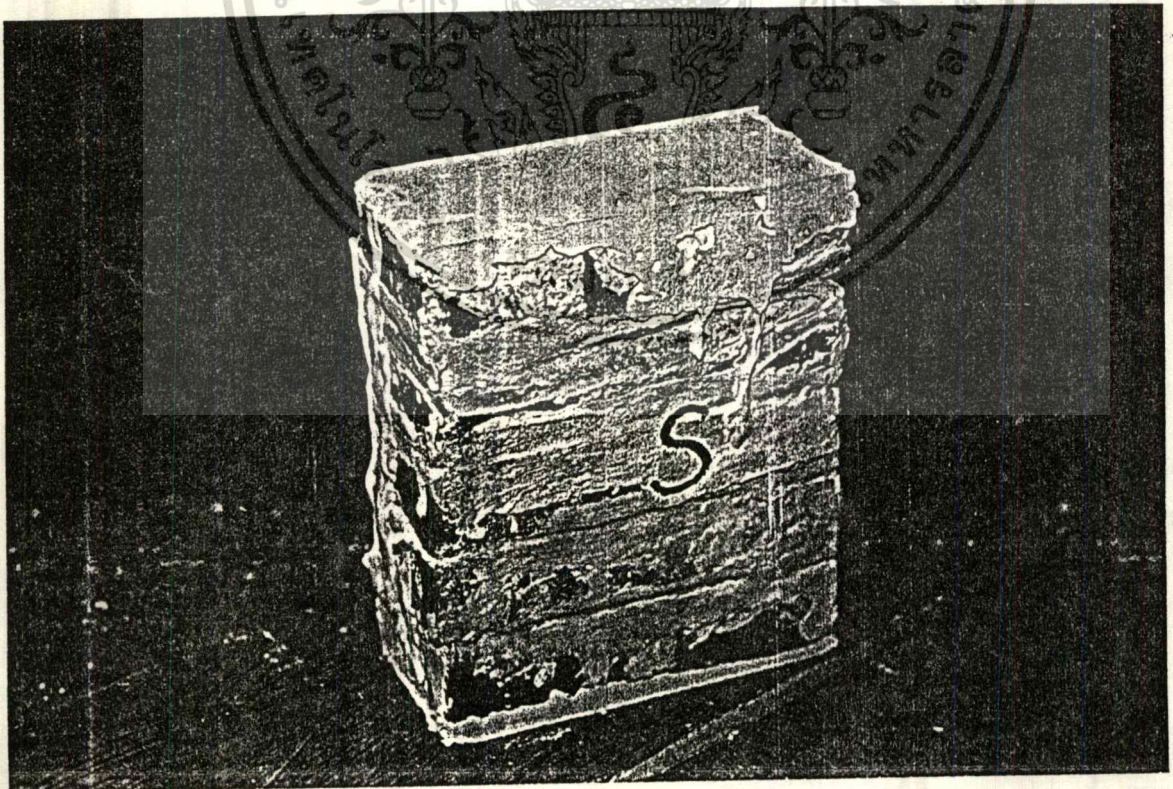


รูปที่ 12 การผสมปูนปลาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา กรุณาอย่านำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

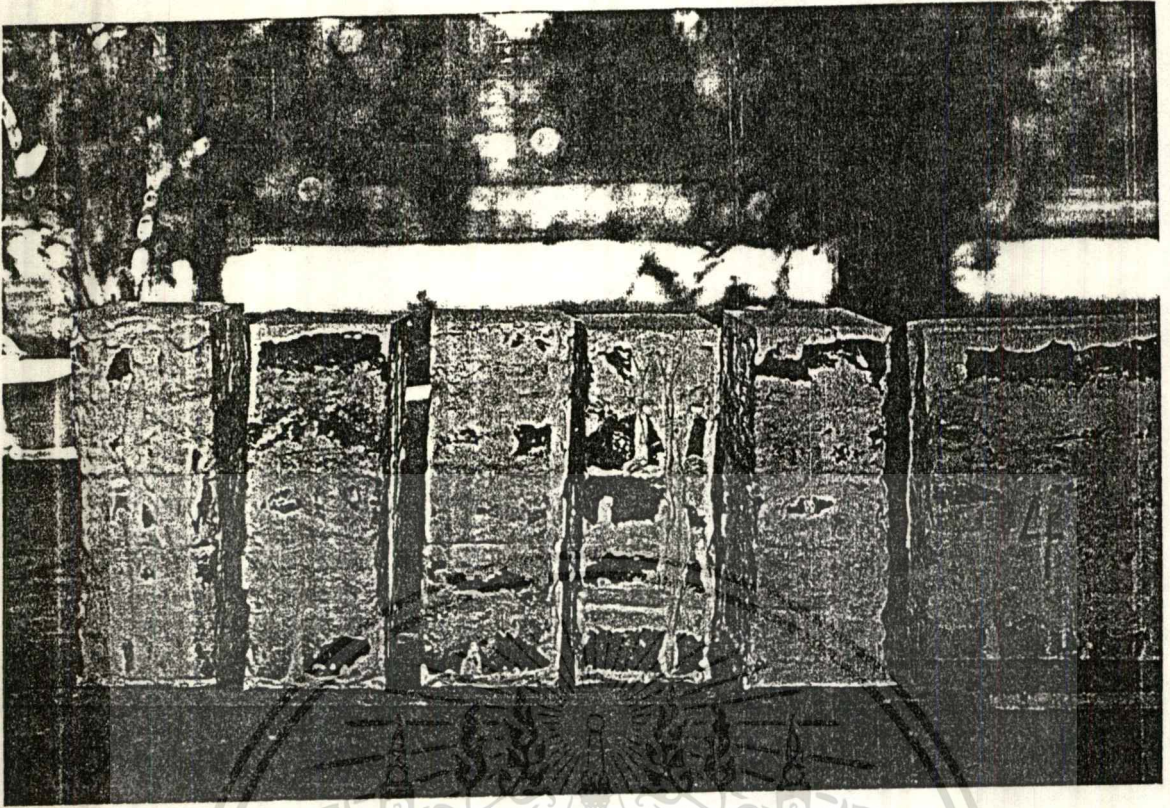


รูปที่ 13 ภาชนะ CAP หัวเพื่อนำไปทดสอบ

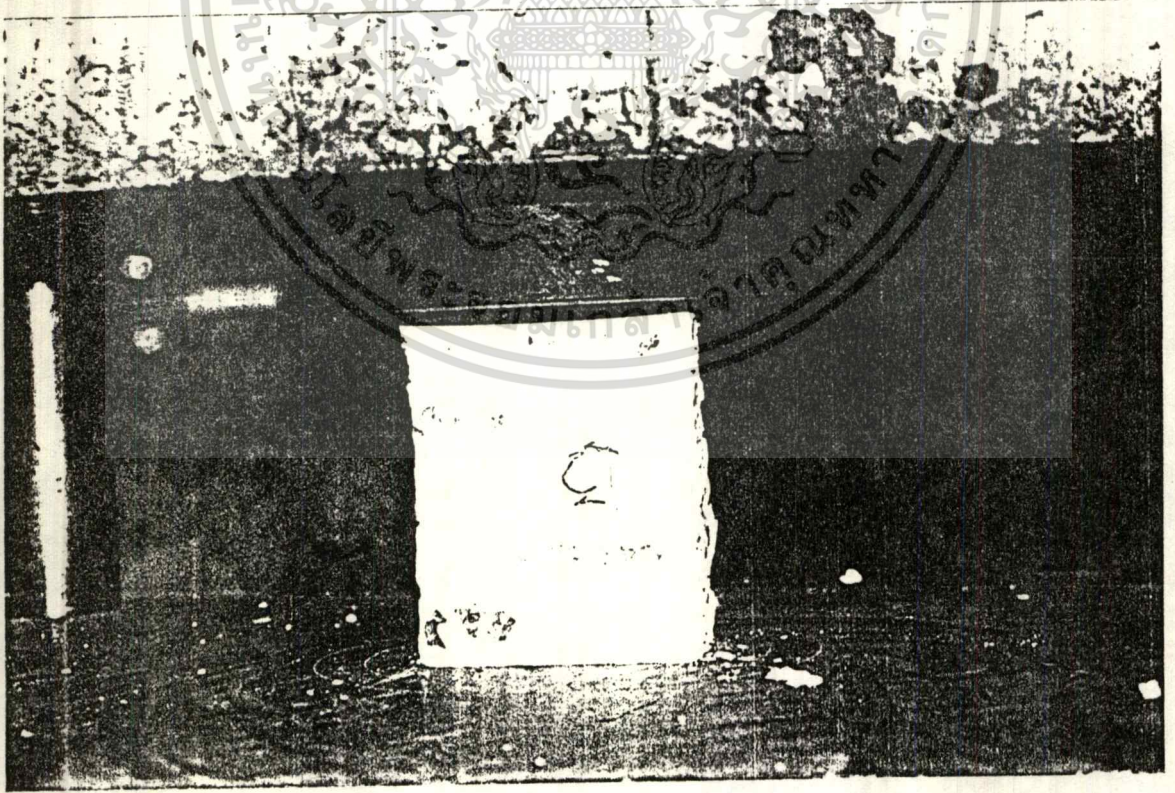


รูปที่ 14 ชิ้นตัวอย่างที่พร้อมทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยและพัฒนาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

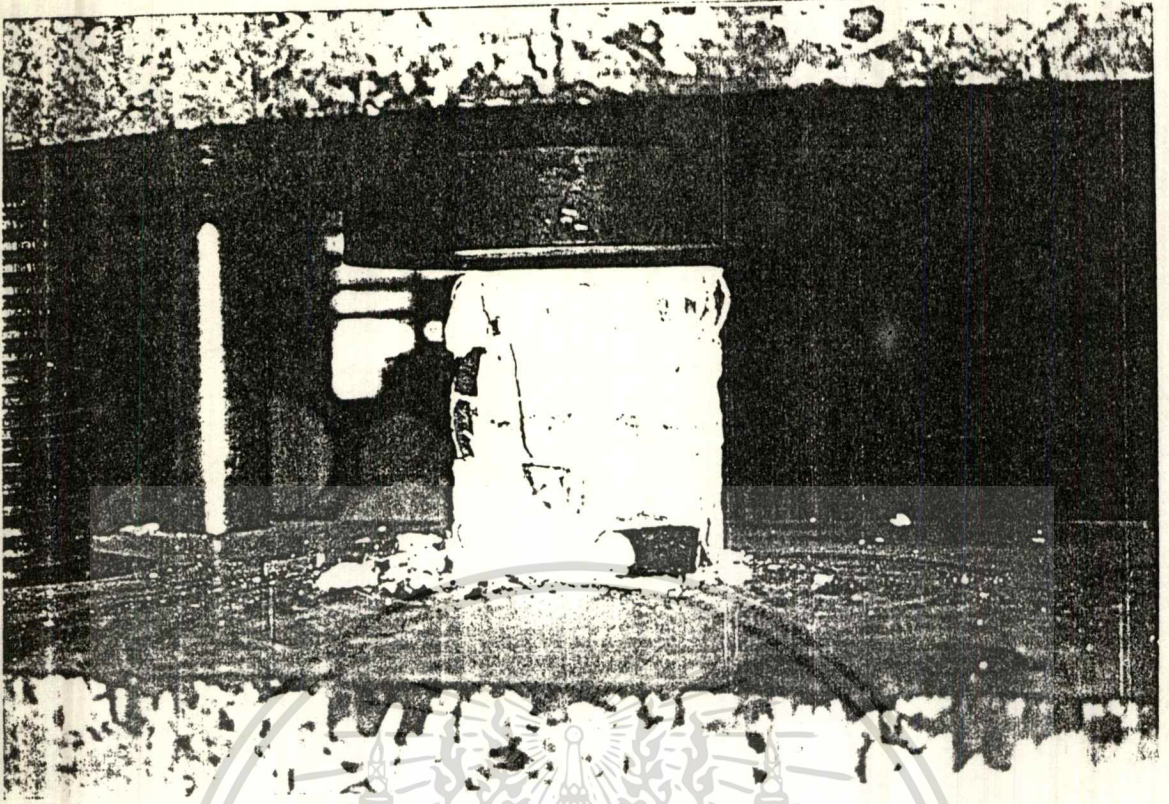


รูปที่ 15 ชิ้นตัวอย่างที่พร้อมทำการทดสอบ

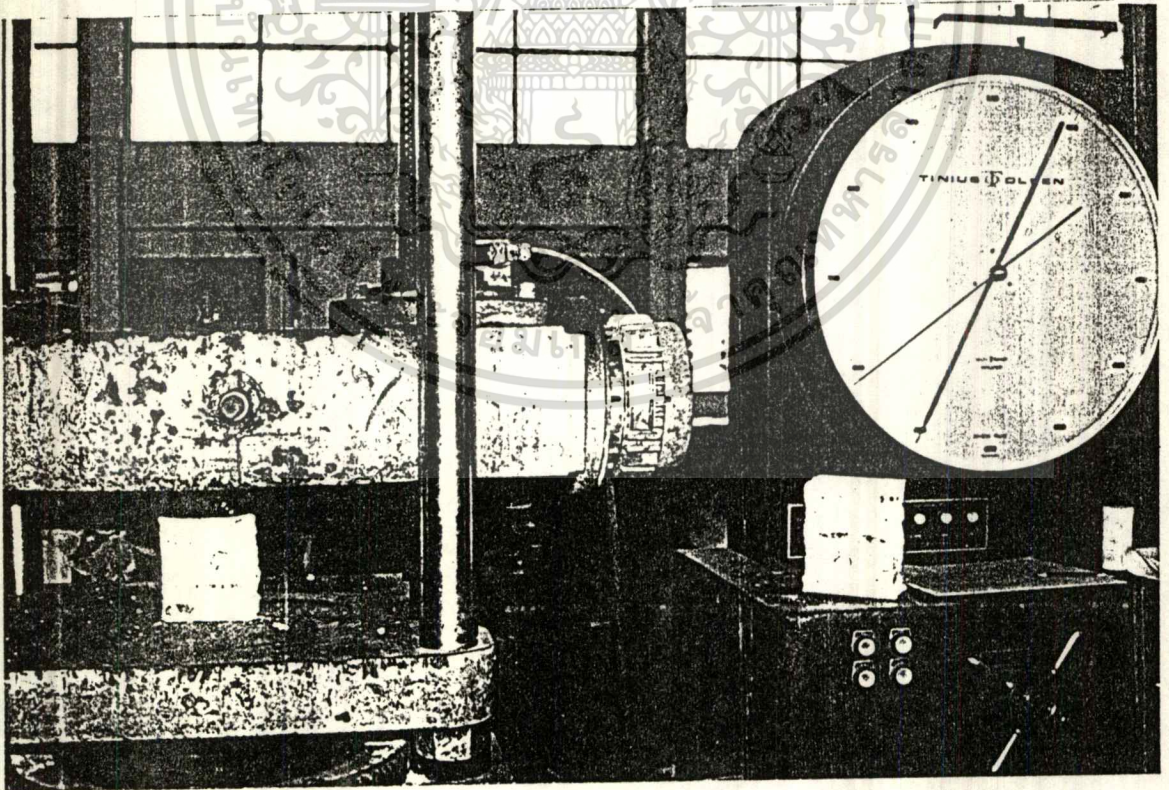


รูปที่ 16 ขณะทำการทดสอบการรับแรงอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 ลักษณะการ CRACK ของหินทดสอบ

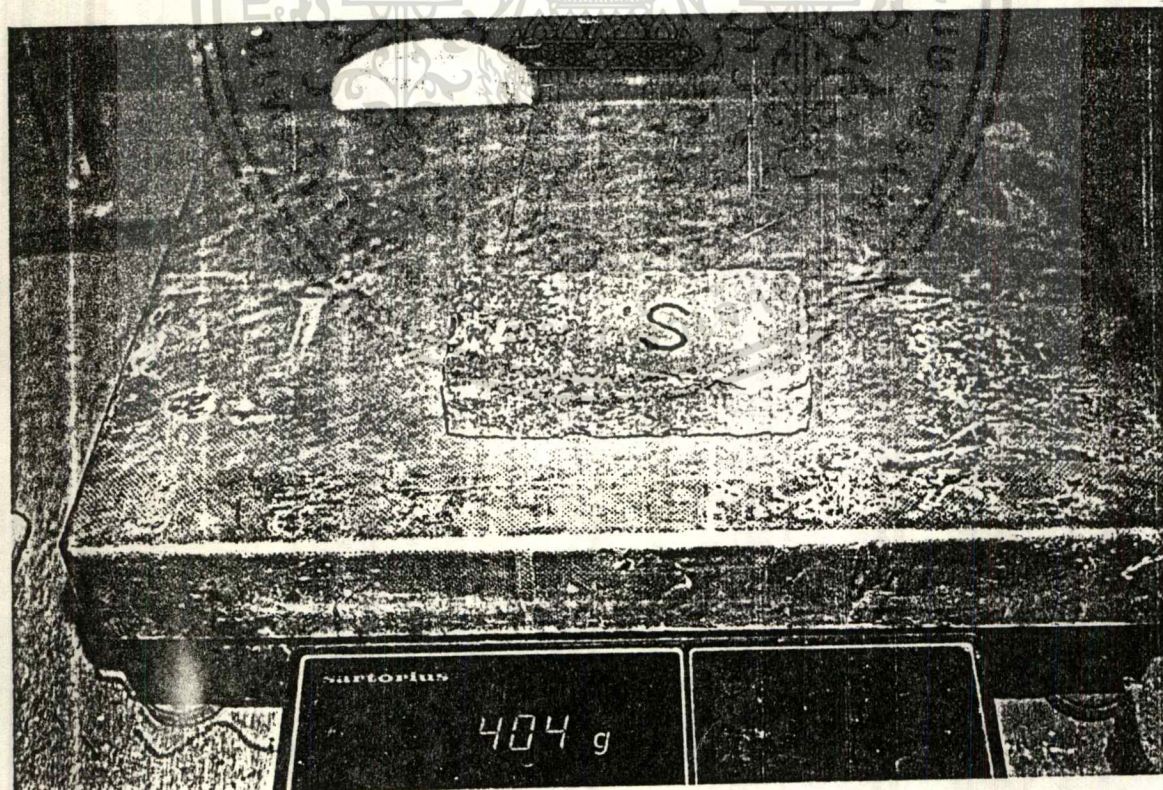


รูปที่ 18 เครื่อง UTM ที่ใช้ในการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

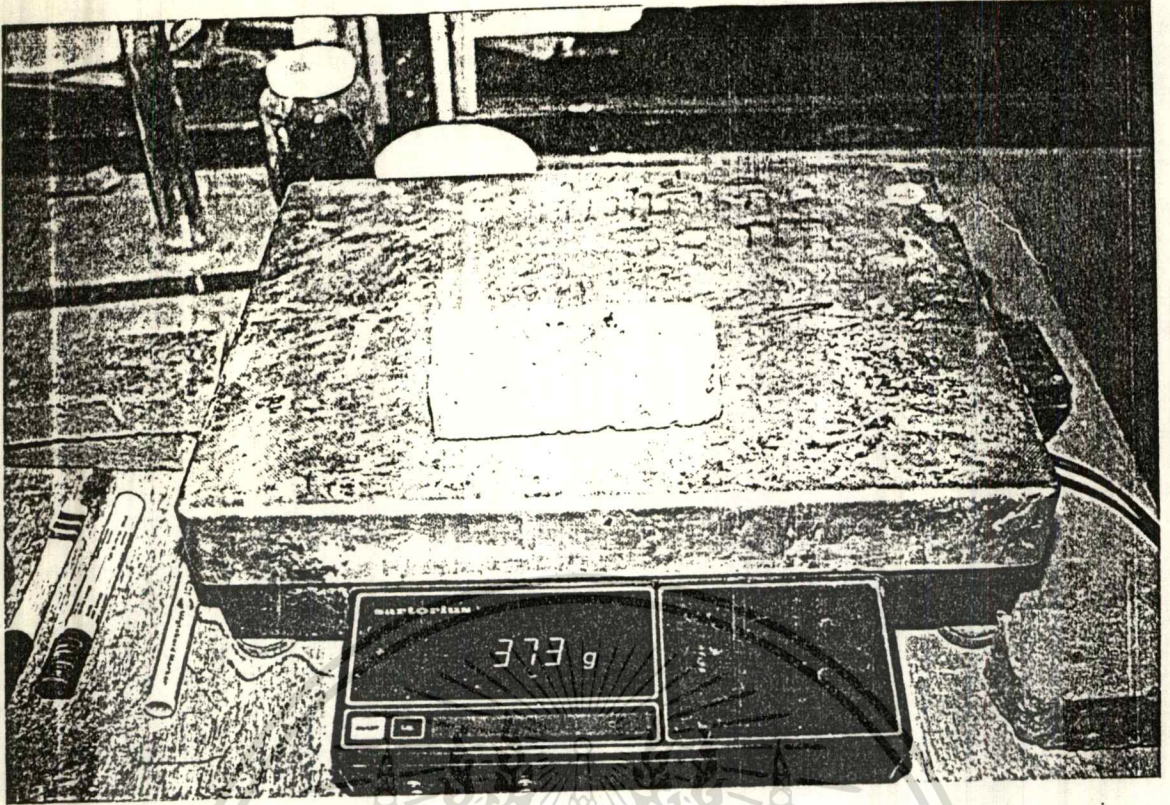


รูปที่ 19 ชิ้นวัสดุที่ผ่านการทดสอบแล้ว

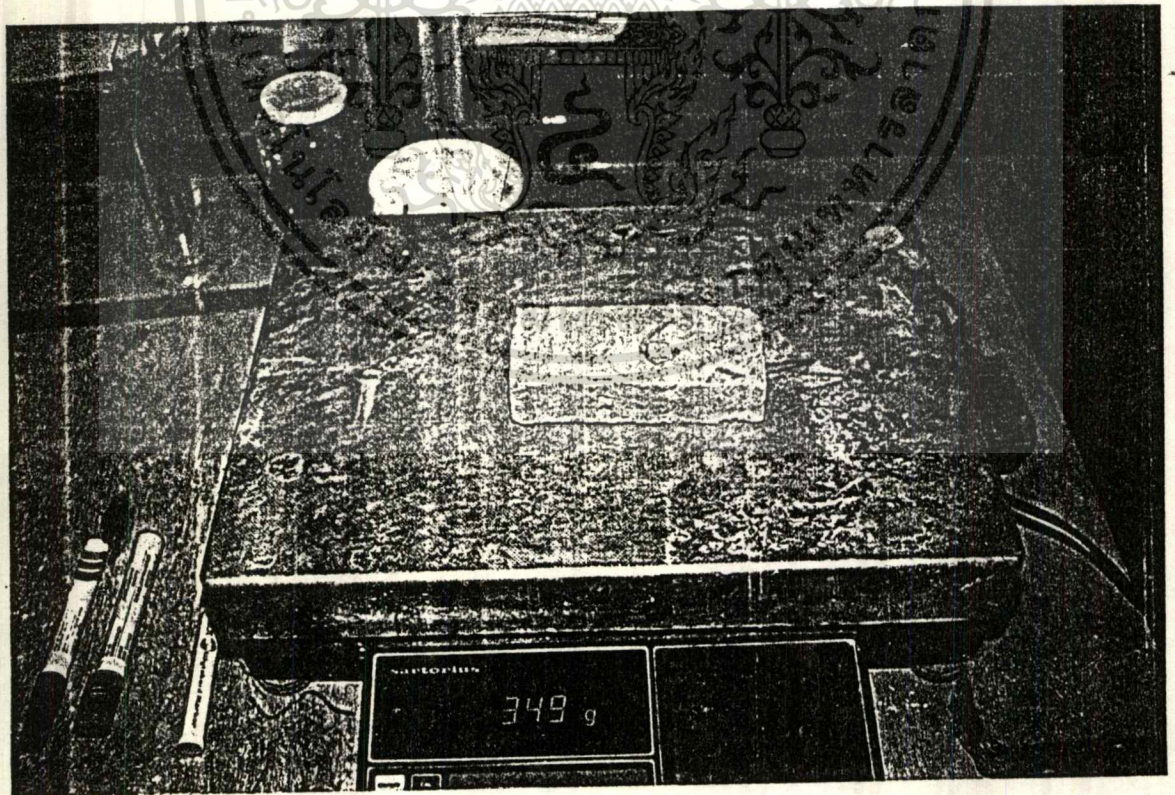


รูปที่ 20 หน้าหนักของอิฐผสมเกลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

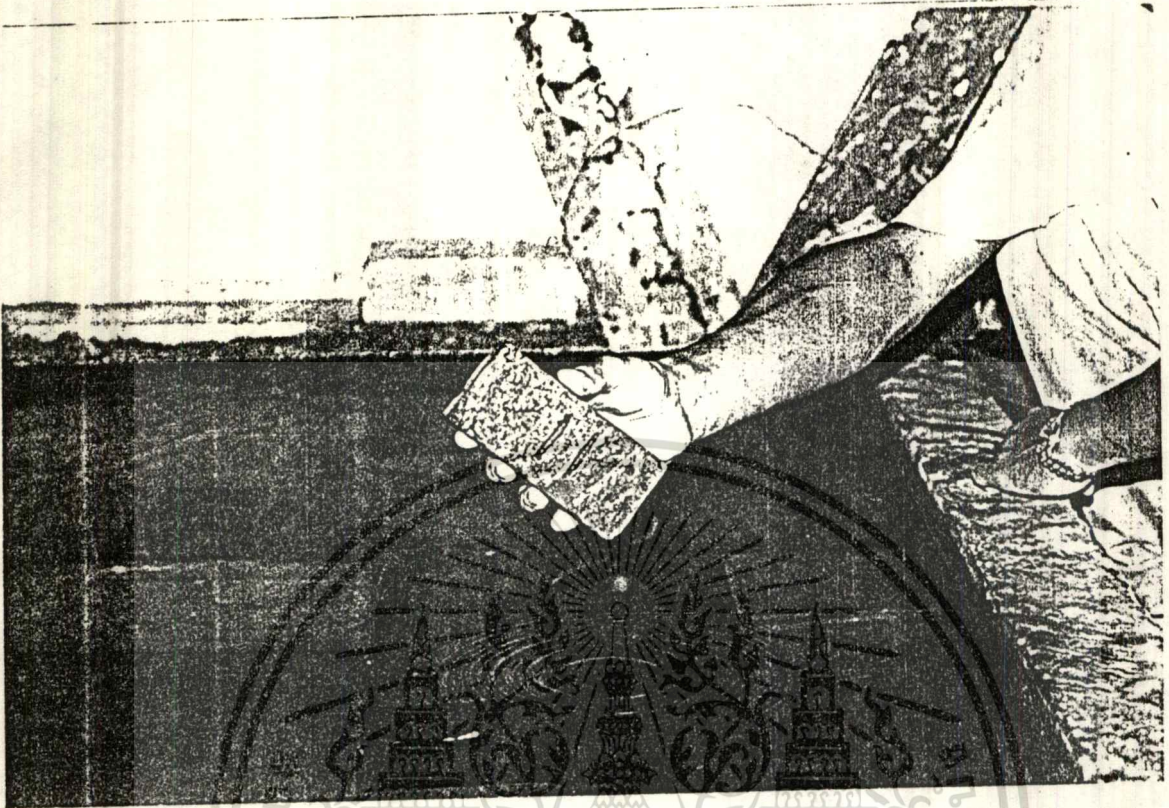


รูปที่ 21 นำหนักของอิฐผสมผักตบชวาในอัตราส่วนที่ 3



รูปที่ 22 นำหนักของอิฐผสมผักตบชวาในอัตราส่วนที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 23 การทดสอบเปอร์เซ็นต์การดูหน้าของอิฐ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้