การศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี

Study of the Properties of Clay bricks Produced in Chon Buri Province

นายภราดร ชุไชยสงค์
นายสุพรรณ วงทอง

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

โครงงานทางวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยบูรพา
ปีการศึกษา 2552

Study of the Properties of Clay bricks Produced in Chon Buri Province

Mr.Paradorn Chuchaisong

Mr.Suphan Wongthong

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

An Engineering Project Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

For the Degree of Bachelor of Engineering

Department of Civil Engineering

Burapha University

2009

ปริญญานิพนธ์	การศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี
โดย	นายภราดร ชุไชยสงค์
	นายสุพรรณ วงทอง
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล
ปีการศึกษา	2552

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติโครงงานทางวิศวกรรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

.....หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อานนท์ วงษ์แก้ว)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล)

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล)

.....กรรมการ

(อาจารย์ เอนก ชมวงษ์)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทคัดย่อ

อิฐมอญเป็นวัสดุที่ทำขึ้นจากการทำดินเหนียวให้เป็นก้อนสี่เหลี่ยมนำไปตากให้แห้งแล้วจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิสูง อิฐมอญเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีราคาถูกและนิยมใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆ เช่นวัด ปราสาทราชวัง เจดีย์และสถูป มีการใช้อิฐมอญก่อสร้างอาคารมาตั้งแต่ยุคโบราณดังจะเห็นว่ามีโครงสร้างในยุคโบราณในหลายประเทศทำด้วยอิฐมอญ ส่วนในประเทศไทยก็มีวัด เจดีย์ต่างๆ ในเมืองโบราณ เช่น ที่กรุงสุโขทัย และกรุงศรีอยุธยา เป็นต้น อิฐมอญเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีคุณสมบัติดีมีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศในประเทศไทยและสามารถผลิตได้ในทุกภาคของประเทศ แหล่งผลิตอิฐมอญที่เป็นที่รู้จักในภาคกลางอยู่ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและจังหวัดอ่างทองและมีผลิตบ้างในจังหวัดใกล้เคียง ในภาคตะวันออกมีการผลิตอิฐมอญที่อำเภอพานทองและอำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี ทั้งนี้เพราะพื้นที่ทั้งสองอำเภอดังกล่าวเป็นแหล่งที่มีวัตถุดิบดินเหนียวที่เหมาะสำหรับการใช้ผลิตอิฐมอญ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกจะเป็นพื้นที่มีดินเป็นลักษณะดินปนทราย

โครงงานนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรีซึ่งผลิตที่อำเภอพานทองและอำเภอพนัสนิคม ในการศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรีประกอบด้วย การทดสอบคุณสมบัติความหนาแน่นของอิฐมอญ คุณสมบัติความชื้นของอิฐมอญ การทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ การทดสอบกำลังอัดของอิฐมอญ และการทดสอบแรงดัด ผลการศึกษาพบว่าอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรีมีคุณสมบัติดี สามารถใช้แทนอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและจังหวัดอ่างทองได้

คำสำคัญ: อิฐมอญ , การก่อสร้าง , ความหนาแน่น , ความชื้น , การดูดซึมน้ำ , กำลังอัด , กำลังดัด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Abstract

Clay bricks are made from rectangle blocks of dried clay burning in high temperature clin. Clay bricks are wellknown construction materials, since they are cheap. They were used for many ancient buildings such as monasteries, pagodas, and stupas. Many ancient building in Sukothai Ancient city and Ayudhaya Ancient city were constructed by using clay bricks. Clay bricks can be produced in all parts of Thailand and the main production plants are in Ayudhaya province and Angthong province and there are also be produced in nearby provinces. In the Eastern region of Thailand, there are many plants in Parnthong and Phanat Nikhom districts in Chonburi province, since there are many clay pits that give good quality clay suitable for clay brick production

The aim of this project is to study the physical properties and mechanical properties of clay bricks produced in Chonburi. The tests comprises of density test, moisture content test, water absorption test, compressive strength test, flexural test of clay bricks. The results of all test reveals that clay bricks produced in Chonburi province have good properties and can be used instead of those produced in Ayudhaya and Angthong province.

Keyword : Clay Bricks , Buildings , Density , Moisture content ,Water Absorption ,

Compressive Strength , Flexural

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ที่เป็นประโยชน์ เพื่อให้สามารถทำปริญญานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

นอกจากนี้ยังมีบุคคลอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่มีส่วนช่วยเหลือในการจัดทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายที่สุดนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์นี้มีส่วนให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจศึกษาและเป็นรากฐานในการพัฒนาการศึกษาต่อไปในภายหน้า กระผมจึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

คณะผู้จัดทำ

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

สารบัญ

	หน้า
อนุมัติโครงการ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	4
1.4 แผนการดำเนินงาน	5
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	6
บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยว	7
2.1 ข้อมูลทั่วไป	7
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	11
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 วิธีและขั้นตอนการทดลอง	18
3.1 การวัดขนาด	18
3.2 การทดสอบหาความหนาแน่น	19
3.3 การทดสอบหาค่าความชื้น	19
3.4 การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำ	20
3.5 การทดสอบกำลังรับแรงอัด	21
3.6 การทดสอบกำลังรับแรงดัด	22

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	25
4.1 การทดสอบการวัดขนาด	25
4.2 การทดสอบความหนาแน่น	29
4.3 การทดสอบหาความชื้น	33
4.4 การทดสอบการดูดซึมน้ำ	37
4.5 การทดสอบหาค่ารับแรงอัด	41
4.6 การทดสอบหาค่ารับแรงดัด	45
บทที่ 5 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	49
5.1 การทดลองความหนาแน่น	49
5.2 การทดลองหาความชื้น	49
5.3 การทดลองการดูดซึมน้ำ	49
5.4 การทดลองรับแรงดัด	50
5.5 การทดลองรับแรงอัด	50
5.6 สรุปผลการทดลองพร้อมข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	52

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	บ่อพักดิน	9
รูปที่ 2.2	เครื่องกวนดิน	9
รูปที่ 2.3	เครื่องอัดอิฐมอญ	9
รูปที่ 2.4	การตัดอิฐมอญ	9
รูปที่ 2.5	การนำอิฐมอญตากแดด	10
รูปที่ 2.6	การลำเลียงอิฐมอญเข้าเตาเผา	10
รูปที่ 2.7	การจัดเรียงอิฐมอญภายในเตาเผา	10
รูปที่ 2.8	การเผาอิฐมอญ	10
รูปที่ 2.9	อิฐมอญพร้อมใช้งาน	10
รูปที่ 2.10	การวางอิฐทดสอบ	15
รูปที่ 2.11	แสดงแรงเฉือนและโมเมนต์จากแรงกระทำ	15
รูปที่ 3.1	เครื่องมือวัดขนาด Vernier caliper	18
รูปที่ 3.2	การชั่งน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบ	19
รูปที่ 3.3	การนำตัวอย่างเข้าเตาอบ	20
รูปที่ 3.4	นำตัวอย่างทดสอบมาแช่ในบ่อ	21
รูปที่ 3.5	การแต่งผิวตัวอย่างให้เรียบ	22
รูปที่ 3.6	การวางตัวอย่างทดสอบ	22
รูปที่ 3.7	การวิบัติของตัวอย่างทดสอบการรับแรงอัด	22
รูปที่ 3.8	เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด	23
รูปที่ 3.9	การวางตัวอย่างทดสอบบนจุดรองรับ	23
รูปที่ 3.10	การวิบัติของตัวอย่างทดสอบการรับแรงดัด	24

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ตารางแสดงผลการดำเนินงาน (Project 1&2)	6
4.1	ผลการทดสอบการวัดขนาดของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	25
4.2	ผลการทดสอบการวัดขนาดของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐโสภณ	26
4.3	ผลการทดสอบการวัดขนาดของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐสินประเสริฐ	27
4.4	ผลการทดสอบการวัดขนาดของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐประเสริฐชัย	28
4.5	ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	29
4.6	ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐโสภณ	30
4.7	ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐสินประเสริฐ	31
4.8	ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐประเสริฐชัย	32
4.9	ผลการทดสอบการหาความชื้นของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	33
4.10	ผลการทดสอบการหาความชื้นของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐโสภณ	34
4.11	ผลการทดสอบการหาความชื้นของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐสินประเสริฐ	35
4.12	ผลการทดสอบการหาความชื้นของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐประเสริฐชัย	36
4.13	ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	37
4.14	ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐโสภณ	38
4.15	ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐสินประเสริฐ	39
4.16	ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐประเสริฐชัย	40
4.17	ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	41
4.18	ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐโสภณ	42
4.19	ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐสินประเสริฐ	43
4.20	ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐประเสริฐชัย	44
4.21	ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงดัดของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	45
4.22	ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงดัดของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐโสภณ	46
4.23	ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงดัดของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐสินประเสริฐ	47
4.24	ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงดัดของอิฐมอญที่ผลิตในโรงอิฐประเสริฐชัย	48

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมา

อิฐดินเผา (clay brick) [2] เป็นวัสดุในการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือนและโครงสร้างต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยและวัดวาอาราม ปราสาท ราชวัง นับตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน อิฐเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีบทบาทสำคัญการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือน โดยเป็นส่วนประกอบของผนังก่ออิฐฉาบปูน

อิฐมอญเป็นวัสดุก่อสร้างที่มนุษย์รู้จักนำวัสดุจากธรรมชาติมาทำเป็นก้อนใช้ในการก่อสร้างมานับพัน ๆ ปีมาแล้ว การใช้อิฐครั้งแรกนั้นใช้ในสมัยอียิปต์โบราณ ในสมัยนั้นใช้โคลนในแม่น้ำไนล์มาย่ำและปั้นให้เป็นก้อนตามขนาดที่ต้องการแล้วนำไปตากแดดให้แห้งโดยมิได้มีการเผาให้สุก อิฐชนิดนี้ใช้ในการก่อกำแพงของอาคารบางประเภทและเนื่องจากภูมิประเทศในแถบนั้นในปีหนึ่งๆ ฝนตกน้อยมากหรือบางครั้งไม่ตกเป็นปี ๆ ก็มี จึงไม่มีปัญหาในเรื่องอิฐละลายเพราะน้ำฝนชะล้างออก จากการค้นคว้าทางประวัติศาสตร์ พบว่าในที่ฝังศพของกษัตริย์อียิปต์โบราณที่อยู่ใต้พีระมิดนั้นมีการใช้อิฐเผาเคลือบสีกรุผนังบางตอน

พวกชาวบาบิโลเนียซึ่งมีในแถบลุ่มแม่น้ำไทกริสและยูเฟติสซึ่งมีฝนตกมากได้ทำอิฐที่เผาไฟสุกแล้วใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ มากมาย ในสมัยต่อ ๆ มาก็มีการใช้อิฐเป็นวัสดุก่อสร้างมากขึ้นทั้งในยุโรป อเมริกาและเอเชียซึ่งรวมทั้งไทยด้วย

อิฐหากถามว่าถูกสร้างขึ้นเมื่อไร[1] และใครเป็นคนแรกที่คิดค้นเพื่อใช้ในงานก่อสร้างนั้นคงเป็นคำตอบที่ลำบาก หากแต่มีหลักฐานทางโบราณคดีพบว่า มีซากสิ่งก่อสร้างเก่าแก่ ตั้งแต่อาณาจักรลพบุรี ซึ่งเป็นสมัยที่เคยมีความเจริญรุ่งเรืองอยู่ในดินแดนสุวรรณภูมิ เมื่อประมาณปี พ.ศ. 1100 และคนสมัยปัจจุบันพากันเรียกว่า “ขอม” ทำขึ้นโดยใช้อิฐเรียงซ้อนทับกันเป็นโครงสร้าง อิฐที่ทำขึ้นในสมัยปัจจุบันมีลักษณะแบน กว้าง ผิวเรียบ แต่อาจจะเป็นด้วยการทำอิฐมีกรรมวิธียุ่งยากซับซ้อนมาก จึงทำให้ชนชาติขอมเปลี่ยนมาใช้ศิลาแลง และหินทรายในการก่อสร้างอาคารและสถาปัตยกรรมต่าง ๆ ในยุคต่อมา

ประมาณปี พ.ศ. 1300 อาณาจักรทวาราวดี ซึ่งมีความเจริญรุ่งเรืองอยู่ทางฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาก็ได้มีการผลิตอิฐใช้ในการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือนของตนเช่นกัน อิฐของอาณาจักรทวาราวดีมีขนาดใหญ่มาก ค่อนข้างแบน สีหมากสุกเพราะเกิดจากการเผา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การใช้อิฐในงานก่อสร้างในประเทศไทยนับตั้งแต่ยุคสมัยสุโขทัยเป็นต้นมา จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ ซากสิ่งก่อสร้างในสมัยสุโขทัยบางส่วนมีการใช้อิฐเป็นส่วนประกอบร่วมกับการใช้ศิลาแลง จากซากปรักหักพังของอาคาร วัดวาอาราม ในสมัยสุโขทัย พบว่าอิฐที่ผลิตในสมัยนั้นมีความคงทนมาเกือบ 1000 ปี ซึ่งนับว่าเป็นระยะเวลาที่ยาวนานมาก และพบว่ารูปทรงของอิฐในสมัยสุโขทัยไม่แตกต่างไปกว่าอิฐของขอม และทวาราวดี หากแต่การนำมาใช้งานค่อนข้างแตกต่างไปบ้าง คือ มีการนำอิฐมาก่อเป็นองค์พระพุทธรูป เพื่อพอกปูนขาวปั้นให้เกิดเป็นรูปทรงที่งดงามอีกทีหนึ่ง

อิฐที่ทำขึ้นในสมัยสุโขทัยนั้น มีขนาดกว้างประมาณ 13 เซนติเมตร และยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ซึ่งนับว่าใหญ่กว่าอิฐที่ทำกันในสมัยปัจจุบันมาก

การสร้างเมืองใหม่ในสมัยอยุธยา ทำให้อิฐมีความจำเป็นมากมีการสร้างอาคาร บ้านเรือน วัด และพระบรมมหาราชวังขึ้นใหม่ตลอดเวลา การก่อสร้างแต่ละครั้งก็จำเป็นต้องใช้อิฐเป็นจำนวนมากจึงต้องมีการเร่งทำอิฐกันอย่างรีบด่วนทำให้ความรู้ในเรื่องการทำอิฐกระจายไปในหมู่ประชาชนทั่วไปในวงกว้าง และความรู้เหล่านั้นก็ได้ตกทอดสืบต่อกันมาจนถึงปัจจุบัน

ในอดีตเกิดภาวะขาดแคลนอิฐอย่างรุนแรงเกิดขึ้นในสมัยรัตนโกสินทร์ เมื่อมีการย้ายพระนครมาอยู่ทางฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยา หลังจากการกอบกู้อิสรภาพครั้งที่ 2 ของพระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกฯ ต้องขนอิฐจากวัดเก่าแก่ที่หักพังเพราะสงครามที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาบรรทุกลงเรือล่องมาใช้ในการก่อสร้างพระนครใหม่

ประวัติศาสตร์ของอิฐในประเทศไทย หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะกล่าวถึงช่วงตอนสำคัญของอิฐที่ได้เปลี่ยนบทบาทจากงานหลวงมาสู่งานราษฎร์ หรืองานที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพ

ชาวมอญซึ่งเข้ามาพึ่งพระบรมโพธิสมภารพระมหากษัตริย์ไทยในอดีตและรับสั่งให้ตั้งบ้านเรือน อยู่กันตามชายฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณปากเกร็ด ปทุมธานี เป็นชนกลุ่มแรกที่เริ่มงานทำอิฐขึ้นแล้วนำออกมาขายตามท้องตลาด โดยใช้วัตถุดิบที่มีอยู่รอบ ๆ ตัวนั่นเอง เล่ากันว่าดินที่ใช้ในการทำอิฐได้มาจากใต้แม่น้ำเจ้าพระยา โดยดำลงไปงมขึ้นมาผสมกับแกลบ ซึ่งมาจากกรรมวิธีการสีข้าวสารออกไปแล้ว จากนั้นก็นำมาตากแดดจนแห้งสนิท แล้วจึงนำไปเผาให้แข็งแกร่งบรรทุกออกเร่ขาย

ความนิยมในการก่อสร้างอาคาร บานเรือนของคนทั่วไปที่ค่อนข้างมีฐานะร่ำรวย ด้วยการก่ออิฐถือปูนทำให้อิฐซึ่งออกเร่ขายโดยชาวมอญเป็นที่รู้จักแพร่หลายกว้างไกลออกไปด้วย พร้อมกับคำว่า อิฐมอญ ซึ่งเป็นคำที่มีความหมายว่า อิฐที่ขายและทำโดยคนมอญ ก็นิยมติดปากควบคู่กันไป ทำให้เกิดความเข้าใจในหมู่ประชาชนว่าอิฐไทยหรืออิฐที่ทำด้วยดินแกลบ แล้วนำไปเผาไฟนี้ มีชื่อว่า “อิฐมอญ”

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เป็นที่น่าเสียดายว่า ปัจจุบันนี้ ครัวมอญที่เคยทำอิฐออกจำหน่ายจนได้ชื่อว่าเป็นผู้นำในการผลิตวัสดุก่อสร้างชนิดนี้ขึ้น ได้เลิกราหันไปประกอบอาชีพอื่นกันหมดสิ้น ทำให้คำว่า อิฐมอญ ตกเป็นชื่อของอิฐดินเผา ซึ่งผลิตออกขายมาจากโรงงาน หรือกลุ่มผู้ผลิตอื่น ๆ ที่ไม่มีเชื้อสายมอญอยู่เลย

หลังจากอิฐกลายเป็นสินค้าประเภทวัสดุก่อสร้าง ที่มีความสำคัญมากขึ้น เพราะประชาชนไม่นิยมปลูกสร้างบ้านเรือนด้วยไม้ที่มีราคาสูงมากต่อไปขนาดของอิฐก็ถูกลดลงให้เล็กจนเหลือเพียง ยาว 14 เซนติเมตร กว้าง 6.5 เซนติเมตร และสูง 3 เซนติเมตร เท่านั้น ขนาดของอิฐที่เล็กลงนี้เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการก่อสร้างด้วย กล่าวคือ เปลี่ยนการเรียงอิฐแบบโบราณโดยใช้ด้านยาวสลับด้านกว้าง มาเป็นใช้ด้านยาวโดยตลอด แต่ใช้วิธีเรียงสลับครึ่งก้อน

ปัจจุบันนี้ อาชีพที่ทำอิฐมอญแพร่หลายไปตามจังหวัดต่าง ๆ หลายจังหวัด แต่ที่ทำกันในแบบครัวเรือนยึดถือตกทอดกันมาตั้งแต่ครั้งบรรพบุรุษ มีอยู่เพียงไม่มากนัก ส่วนใหญ่เกาะกลุ่มกันอยู่ที่จังหวัดปทุมธานี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และจังหวัดอ่างทองเท่านั้น

อิฐไทยหรือที่นิยมเรียกกันว่า อิฐมอญ ยังมีวิวัฒนาการต่อมาอีกขั้นหนึ่ง นั่นคือ อิฐโชว์หรืออิฐประดับ อิฐประเภทนี้มีวิธีการทำเช่นเดียวกับอิฐไทย หากแต่ส่วนผสมของอิฐ ไม่มีแกลบอยู่ จึงทำให้ผิวเรียบสวยงาม แต่ก็มีจุดด้อยอยู่ตรงที่เหราะกว่าอิฐที่ผสมด้วยแกลบ อิฐโชว์หรืออิฐประดับนี้มีราคาสูงกว่าอิฐไทยมาก เพราะมีกระบวนการผลิตที่ประณีต พิถีพิถัน ดังนั้นจึงไม่เป็นที่นิยมของคนทำอิฐทั่วไป

การทำอิฐมอญเริ่มจากการนำเรือ [4] เช่น เรือมาดหรือเรือชะล่า ไปบรรทุกดินเลนที่ขุดขึ้นมาจากแม่น้ำเจ้าพระยา ภาษาคนทำอิฐเรียกว่า “ทำดิน” จากนั้นก็โกยดินเลนออกจากเรือ ไปใส่ในบ่อ ผสมดินเรียกว่า “หลุมดิน” แล้วเอาแกลบใส่ผสม ใช้เท้าย่ำให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันเรียกว่า “ย่ำดิน” เมื่อได้ที่แล้วจึงโกยดินดังกล่าวไปเก็บไว้ในบ่อพักดิน เพื่อผึ่งดินให้หมาด ใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วโกยดินขึ้นรถเข็นนำไปยังลาน แล้วเทดินไว้บนลานกลางแจ้ง ใช้พิมพ์ที่ทำด้วยไม้เป็นกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ใช้กดลงบนดิน พิมพ์เป็นแผ่น เรียงกันเป็นแถวบนลาน แล้วผึ่งแดดไว้ประมาณสามวันจนแห้ง จากนั้นจึงใช้มีดถากตกแต่งให้เรียบร้อยทั้งสี่ด้าน มีดที่ใช้แต่งเรียกว่า “มีดถากอิฐ” เมื่อตกแต่งแล้วจะผึ่งแดดไว้จนกว่าอิฐจะแห้ง แล้วขนอิฐไปเรียงซ้อนไว้เป็นชั้น ๆ ในโรงอิฐจนเป็นกองใหญ่ ขนาดกว้าง 10 เมตร ยาว 20 เมตร สูง 2 เมตร จะได้อิฐประมาณสองหมื่นแผ่นเรียกว่า “หนึ่งเตา” แล้วเอาโคลนผสมแกลบทาให้ทั่วเตา อย่าให้มีรูหรือร่องรอย เพื่อที่เวลาเผาจะเก็บความร้อนได้มาก จากนั้นเอาฟืนสอดตามช่องระหว่างแถวอิฐที่ติดกับพื้นดิน เอาไฟจุดเผา ไฟจะลุกลามขึ้นไปจนถึงชั้นบนสุด ใช้เวลาเผาประมาณ 5-8 วัน ก็ไหม้หมด พอถึงวันที่สิบอิฐจะเย็นลง ช่างจะรื้ออิฐด้านนอกที่ไม่สุกออก เหลือแต่อิฐสุกสีแดงไว้ขายต่อไป

ในการผลิตอิฐมอญได้มีการวิวัฒนาการเรื่อยมา เพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานของงานและพื้นที่ ซึ่งมีความแตกต่างออกไป ปัจจุบันได้มีการทำอิฐมอญกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย แต่ละแหล่งการผลิตที่มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักกันดีในธุรกิจอุตสาหกรรมการทำอิฐ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

มอญ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในเรื่องของคุณภาพที่เหมาะสำหรับเป็นวัสดุในการก่อสร้าง ได้แก่ อยุธยา อ่างทอง ปทุมธานี ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น โดยแหล่งผลิตอิฐมอญที่จะทำการศึกษาจะเป็นในส่วนของจังหวัดชลบุรี ซึ่งจะอยู่ในเขตพื้นที่ อำเภอพานทอง และอำเภอพนัสนิคม ที่เป็นแหล่งที่มีชื่อเสียงในเรื่องของความแข็งแรงและขนาดของอิฐที่เหมาะสมสำหรับเป็นวัสดุในการก่อสร้าง

ส่วนสำคัญที่ทำให้อิฐมอญของจังหวัดชลบุรีมีชื่อเสียง นอกจากเรื่องของคุณสมบัติที่เหมาะสมแล้ว ยังมีการเลือกวัตถุดิบและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการผลิต แล้วที่สำคัญอีกอย่าง คือ ความชำนาญของผู้ผลิตที่มีการสืบทอดกันมาเป็นเวลายาวนาน ทำให้อิฐมอญมีคุณสมบัติที่ตรงตามความต้องการอีกด้วย

ข้อดีข้อเสียของอิฐมอญ

<u>ข้อดี</u>

1. มีความแข็งแรงและทนทาน
2. มีความทึบเสียงสูง
3. ต้านทานต่อไฟไหม้สูง
4. เก็บรักษาอุณหภูมิภายในตัวโครงสร้างได้ดี
5. มีความสวยงามเนื่องจากสามารถที่จะนำมาก่อสร้างให้มีรูปแบบใดๆได้
6. มีราคาค่อนข้างถูกและค่าบำรุงรักษาต่ำ
7. ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมมากเท่าวัสดุชนิดอื่นๆ เช่น คอนกรีตและเหล็ก

<u>ข้อเสีย</u>

1. การวิเคราะห์และออกแบบที่ต้องการรายละเอียดที่สูงและถูกต้องทำได้ยาก
2. การก่อสร้างโครงสร้างอิฐก่อต้องใช้ฝีมือแรงงานที่มีคุณภาพสูง

วัตถุประสงค์

การศึกษาในรายวิชา โครงงานวิศวกรรม (Civil Engineering Project I) เรื่อง คุณสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี มีวัตถุประสงค์หลัก ดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาและหาข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตอิฐมอญในจังหวัดชลบุรี
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี ซึ่งทำจากวัสดุดินเหนียวที่มีความแตกต่างจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตของแหล่งผลิตอื่นๆ

ขอบเขตของโครงงานวิศวกรรม

1. สำรวจ และรวบรวมตัวอย่างของอิฐดินเผาในจังหวัดชลบุรีแห่งละ 100 ก้อน
2. ทดสอบหาคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและเชิงกลของอิฐดินเผา จากตัวอย่างที่เก็บรวบรวมมาซึ่งประกอบด้วย การวัดขนาด (Measurement of Size) การทดสอบความหนาแน่น (Density of Brick) การทดสอบความชื้น (Moisture Content Test) การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ (Water Absorption Test) การทดสอบกำลังรับแรงอัด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

(Compressive Strength Test) การทดสอบการดัด (Flexural Test) ตามมาตรฐานของสมาคมเพื่อการทดสอบวัสดุของอเมริกัน(American Society for Testing and Materials) ASTM C67 (Method of Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile)

3. สมศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงกลที่ทดสอบได้และปรับปรุงอิฐมอญในจังหวัดชลบุรีให้มีมาตรฐานที่ดียิ่งขึ้น

แผนการดำเนินงาน

การศึกษาในรายวิชา โครงงานวิศวกรรม (Civil Engineering Project 1&2) เรื่องคุณสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลอิฐมอญจากแหล่งข้อมูลต่างๆ
2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลอิฐมอญในจังหวัดชลบุรี
3. ทดสอบคุณสมบัติของอิฐมอญ
   -ลักษณะทางกายภาพ
   -ลักษณะเชิงกล
4. ทำการเปรียบเทียบอิฐมอญในชลบุรีกับที่ต่างๆ
5. วิเคราะห์และสรุปผล พร้อมข้อเสนอแนะ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 ตารางแสดงแผนการดำเนินงาน (Project 1&2)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	มิ.ย 51-มิ.ย.52	ก.ค.-ก.ย. 52	ต.ค. 52-ม.ค. 53	ก.พ.-เม.ย. 53	พ.ค.-ส.ค. 53	ก.ย.-ต.ค. 53
1.ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูลอิฐมอญจากแหล่งต่างๆ						
2.ศึกษาและรวบรวมข้อมูลอิฐมอญในจังหวัดชลบุรี						
3.จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์สำหรับทำการทดลอง						
4.ทำการทดสอบคุณสมบัติของอิฐมอญในจังหวัดชลบุรี						
5. รวบรวมข้อมูลวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง พร้อมข้อเสนอแนะ						
6.จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์						

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทำให้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรีซึ่งมีปัญหาแหล่งดินเหนียวหาได้ยาก
2. ทำให้การพิจารณาใช้อิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรีในการก่อสร้างเหมาะสมกับลักษณะและความแข็งแรงของอาคารสิ่งปลูกสร้าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไป

อิฐมอญหรืออิฐดินเผา[5] มีประวัติและเป็นที่รู้จักกันมายาวนาน ซึ่งจะเห็นได้จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ที่ยังคงหลงเหลืออยู่ในปัจจุบัน อันได้แก่ โบราณสถานต่างๆ ที่มีการสร้างขึ้นจากวัสดุธรรมชาติที่ทำเป็นก้อนมาใช้ในการก่อสร้าง และตกทอดวิธีการทำมายังลูกหลานในปัจจุบันมีการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของอิฐมอญให้มีมาตรฐานเดียวกัน ทำให้เราสามารถพัฒนาและควบคุมมาตรฐานของอิฐมอญในแต่ละพื้นที่ให้ตรงตามมาตรฐานเมื่อนำมาใช้งานก็จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

อิฐสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

1. อิฐสามัญ เรียกกันโดยทั่วไปว่า อิฐมอญ คือ อิฐที่ทำจากดินเหนียวผสมกับแกลบหรือวัสดุอื่นผสมน้ำ นวดเคล้าให้เข้าเนื้อเดียวกันแล้วใส่เข้าแม่พิมพ์ โดยโรยเถ้าแกลบบนลานดินภายในแม่พิมพ์ก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้ดินผสมติดกับแม่พิมพ์ ปาดให้เรียบ ตัดทำเป็นแผ่น ผึ่งให้แห้งหรือพอหมาด แล้วเอาเข้าเตาเผาจนสุก

2. อิฐขาว ทำจากปูนขาวและทรายผสมกัน อัดด้วยเครื่องจักรที่มีความกดดันสูง 500 ตัน แล้วอบด้วยความร้อนสูงอิฐขาวเป็นอิฐที่ใช้ เทคโนโลยีสมัยใหม่ พัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนอิฐมอญและอิฐบล็อก เหมาะสำหรับงานก่อสร้างทุกชนิด เป็นอิฐที่แพร่หลายมานานกว่า 100 ปีในยุโรปและอเมริกา อิฐขาวเป็นอิฐที่มีความแข็งแรงคงทนถาวรกว่าอิฐมอญหรืออิฐบล็อกโดยทั่วไป ไม่ต้องฉาบปูน เนื้ออิฐมีความหนาแน่นมาก น้ำจึงไม่สามารถซึมผ่าน ไม่อมความชื้น ป้องกันความร้อนได้ดี มีน้ำหนักเบา ประหยัดโครงสร้าง ผนังอิฐขาวสามารถกันไฟไม่ให้ลุกลามต่อไปได้ มีความสวยงามตามธรรมชาติโดยไม่ต้องทาสีทับ

3. อิฐโปร่ง หรืออิฐกลวง เป็นวัสดุก่อที่มีส่วนผสมในการผลิต เช่นเดียวกับอิฐสามัญ แต่ภายในจะเจาะรู หรือทำช่องภายในให้กลวงเพื่อให้มีน้ำหนักเบา

4. อิฐประดับ เป็นการผลิตด้วยหินเกร็ด กรวด ทรายซิลิก้าสีต่าง ๆ ซีเมนต์และสารเคมีหลายชนิดผสมกันแล้วอัดด้วยเครื่องอัดแรง มีคุณสมบัติแข็งแกร่ง ไม่แตกง่ายเป็นฉนวนกันความร้อนและเก็บเสียงได้ดี

5. อิฐทนไฟ ผลิตจากมอร์ต้า ผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูง ทำให้มีค่าปริมาตรคงตัวและไม่หดตัวที่อุณหภูมิสูง สามารถรักษารูปทรงได้ดี รับน้ำหนักได้ดีที่อุณหภูมิสูง ทนต่อการขัดสีและการกัดกร่อน ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลันโดยไม่มีการร้าวล่อน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ชนิดของอิฐ

การแบ่งชนิดของอิฐ[5] นี้เป็นการแบ่งตามกรรมวิธีการผลิต ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. อิฐที่ทำด้วยมือ อิฐที่ทำด้วยมือนั้น ขนาดของอิฐแต่ละแผ่นไม่เท่ากันทุกแผ่น อาจมีการคลาดเคลื่อนในขนาดได้ ซึ่งอาจมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น แบบไม่เท่ากัน การอัดดินเข้าในแบบไม่แน่น การหดตัวของโคลนที่ใช้ทำอิฐไม่เท่ากัน เพราะส่วนผสมไม่สม่ำเสมอ แต่ก็ยังใช้ในการก่อสร้างได้ดีพอสมควร และยังเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน แหล่งที่ทำอิฐในประเทศไทยจะมีอยู่ทั่วไป เช่น เชียงใหม่ พระนครศรีอยุธยา อ่างทอง สิงห์บุรี
2. อิฐที่อัดด้วยเครื่อง อิฐที่อัดด้วยเครื่องมือกลเป็นอิฐที่มีความแน่นดีกรรมวิธีผลิตดีกว่าอิฐธรรมดาที่ทำด้วยมือเรียกในวงการก่อสร้างว่า อิฐมอญ แบบอัดของอิฐชนิดนี้เป็นแบบเหล็กทำให้มีขนาดสม่ำเสมอทำให้มีความแน่นเสมอกันดี

ดินเหนียวที่ใช้ทำอิฐ

การแบ่งดินเหนียวที่ใช้ทำอิฐออกตามส่วนผสมและคุณภาพ เมื่อทำอิฐแล้วก็จะแบ่งได้ดังนี้

1. ดินเหนียวปูน (Marl) มีธาตุปูนผสมอยู่มาก โดยลักษณะเป็นดินขาวหรือหินปูน ดินชนิดนี้เมื่อทำอิฐแล้วจะมีสีเหลืองหรือสีอื่น ๆ มักจะละลายเชื่อมแผ่นอิฐ
2. ดินเหนียวปนทราย (Loam) มีส่วนผสมที่เป็นทรายผสมอยู่มาก ทรายนี้ถ้าผสมอยู่ไม่เกินร้อยละ 25 แล้วจะช่วยให้อิฐคงรูปอยู่ได้ ถ้าเกินจากนั้นไปจะทำให้อิฐเปราะและไม่แข็งแรง
3. ดินเหนียวแก่ (Shale) ได้แก่ ดินเหนียวซึ่งมาผสมกองอยู่นานมีคุณภาพคล้ายหิน ดินชนิดนี้มักทำให้อิฐมีสีแดง
4. ดินเหนียวทนไฟ (Fire Clay) คือดินเหนียวที่มีคุณภาพต้านทานความร้อนได้มาก ๆ มักนิยมนำมาให้ทำอิฐทนไฟ เศษหินและสนิมเหล็กจะทำให้อิฐแข็ง มีกำลัง และมีสีแดง และสีจะอ่อนแก่แล้วแต่จำนวนส่วนผสม ของธาตุ เช่น อิฐทนไฟ

สิ่งต่าง ๆ ที่ผสมอยู่ในดินเหนียวได้แก่

1. ธาตุปูน (Carbonate of Lime) ถ้าผสมอยู่ในดินเหนียวมาก ๆ หรือเป็นก้อนแล้ว มักจะทำให้อิฐเมื่อถูกน้ำจะแยกออกจากกัน
2. ปูนขาวซิลิเกต (Silicate of Lime)ถ้ามีมากจะทำอิฐบิดงอเสียรูปไปได้มาก
3. แมกนีเซีย (Magnesia) ทำให้อิฐมีสีน้ำตาล
4. ทราย (Sand) ถ้ามีส่วนผสมอยู่เกินกว่าร้อยละ 25 จะทำให้อิฐเปราะไม่แข็งแรง
5. สนิมเหล็ก (Iron Oxide) และซัลไฟด์ของเหล็ก (Sulfide of Iron) ถ้าหากมีเกินกว่าร้อยละ 2-3 แล้วจะเป็นอันตรายแก่สุขภาพ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การทำอิฐ

การทำอิฐแยกได้ ดังนี้

1. การเตรียมดิน นำดินมาตากแดดไว้เพื่อทำให้ดินมีความเหนียว และกองดินหนาประมาณ 90 ซม. ควรใช้เวลา 2-3 เดือน หรือถึง 2 ปี ทำให้ดินอ่อนนุ่มดี สำหรับดินเหนียวแก่ (shale) แข็ง ต้องนำเข้าเครื่องบดดินอ่อนนำมาย่ำให้เป็นเนื้อเดียวกัน

รูปที่ 2.1 บ่อพักดิน

รูปที่ 2.2 เครื่องกวนดิน

2. การปั้นดินเป็นรูปแผ่นอิฐ มีการทำด้วยมือ โดยต้องมีแบบพิมพ์เมื่ออัดดินลงไปให้แบนแล้วใช้ไม้ปาดให้ด้านบนเรียบแล้วนำมาคว่ำลงบนกระดานและถอดแบบออก นำไปผึ่งให้หมาดเพื่อทำการเผาต่อไปส่วนการใช้เครื่องจักรนั้นทำรวดเร็วและได้ขนาดที่เป็นมาตรฐาน ไม่บิดงอมาก

รูปที่ 2.3 เครื่องอัดอิฐมอญ

รูปที่ 2.4 การตัดอิฐมอญ

3. การผึ่งให้แห้งหรือเพียงหมาดถ้าอิฐยังเปียกอยู่แล้วใช้ความร้อนเผา ความชื้นที่ผิวจะออกไปเร็วเกินควร อาจทำให้อิฐแตกเนื่องจากหดตัวเร็ว ฉะนั้นจึงมีการผึ่งให้ผิวหรือตอนมุมของแผ่นแห้งแล้วเข้าเตาโดยเพิ่มความร้อนทีละน้อยจนถึงความร้อนสูงสุด และลดต่ำเป็นลำดับจนเย็นแล้วนำอิฐออกจากเตาเผา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่ 2.5 การนำอิฐมอญตากแดด

รูปที่ 2.6 การลำเลียงอิฐมอญเข้าเตาเผา

รูปที่ 2.7 การจัดเรียงอิฐมอญภายในเตาเผา

รูปที่ 2.8 การเผาอิฐมอญ

รูปที่ 2.9 อิฐมอญพร้อมใช้งาน

ลักษณะของอิฐที่ดี

อิฐที่ดีต้องมีลักษณะ [3] ดังต่อไปนี้

1. ทำด้วยเครื่องจักรหรือทำด้วยมืออย่างประณีต
2. สุกสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 1,800-2,200 $^{\circ}$F (980-1,205 $^{\circ}$C)
3. มีความเหนียว ไม่แตกง่าย
4. มีความแข็งแรงทนทาน รับน้ำหนักได้มาก
5. มีรูปร่างเรียบร้อยดี ไม่แอ่นบิด หรือไม่มีขอบขรุขระมาก
6. ทุก ๆ เหลี่ยมของอิฐจะต้องได้ฉากตลอด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

7. ขณะเผา ให้ความร้อนค่อย ๆ เพิ่มขึ้นทีละน้อยตามลำดับ จนถึง 1,800-2,200 °F (980-1,205 °C) และถ้าเป็นเตาเผาด้วยฟืน จะเผาอยู่นาน 2-3 สัปดาห์
8. ขนาดเฉลี่ยเท่ากันทุกก้อน
9. เมื่ออิฐหักออก จะมองเห็นเนื้อภายในคล้ายหินและแน่นมาก ไม่มีรูพรุน ไม่มีรอยแตกร้าว
10. น้ำหนักและขนาดควรเฉลี่ยเท่ากันทุกก้อน มีสีสม่ำเสมอตลอดทุกแผ่น
11. ไม่ดูดน้ำเกิน 10 % ของน้ำหนักอิฐเมื่อแช่น้ำไว้ 24 ชั่วโมง
12. เคาะเพื่อฟังเสียงดู ต้องมีเสียงแกร่งคล้ายโลหะ

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อิฐมอญ [6] ที่ใช้ในงานก่อสร้างกันอย่างแพร่หลายในจังหวัดชลบุรีตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี คุณสมบัติที่สำคัญของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี คือ มีความแข็งแรง คงทนสูง มีความทึบเสียงสูง มีความต้านทนทานต่อการเกิดอัคคีภัยได้ดี

อิฐมอญ เป็นวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างกันอย่างแพร่หลายในจังหวัดชลบุรี จึงจำเป็นต้องมีมาตรฐานที่เท่ากัน แต่เราไม่สามารถตรวจสอบลักษณะเชิงกลของอิฐมอญได้ด้วยตาเปล่าจึงมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการทดสอบหาลักษณะเชิงกลของอิฐมอญ โดยทั่วไปเราใช้มาตรฐานของ ASTM (American Society for Testing and Materials) และ มอก. 77-2517 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อิฐก่อสร้างสามัญ

โดยทั่วไปแล้วอิฐมักนำมาใช้ประโยชน์ 2 ด้าน คือใช้ในการทำผนังอาคารหรือใช้ปูเป็นทางเดิน เมื่อคำนึงถึงลักษณะการรับแรงแล้วสามารถระบุได้ว่า การใช้อิฐทั้ง 2 ด้าน อิฐจะรับแรงเช่นเดียวกัน เช่น ในกรณีของการนำไปทำผนัง อิฐจะรับน้ำหนักจากอิฐก้อนที่อยู่ด้านบนที่ถ่ายลงมา หรือในกรณีของการนำไปทำทางเท้าก็จะรับน้ำหนักของคนที่เดินสัญจรไปมา หรือน้ำหนักบรรทุกอื่น ๆ ดังนั้น ในทางวิศวกรรมยังจำเป็นที่ต้องการทราบความสามารถในการรับแรงอัดของอิฐแต่ละประเภท เพื่อให้สามารถนำอิฐแต่ละประเภทไปใช้งานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับประเภทของงานนั้น ๆ

อิฐมอญในจังหวัดชลบุรีเป็นวัสดุก่อสร้างที่เก่าแก่ชนิดหนึ่ง ซึ่งได้มาจากการเผาดินเหนียวที่มีความชื้นประมาณ 10-30 % ในเตาเผาอิฐที่อุณหภูมิที่สูงประมาณ 1000 องศา เป็นเวลานานพอสมควร (40 ถึง 150 ชั่งโมง) จนกระทั่งเม็ดดินเหนียวเกิดการหลอมตัวติดกันและยึดติดกันอย่างแน่นหนา

อิฐมอญจะถูกแบ่งออกเป็นอิฐมอญตัน (solid brick) และอิฐมอญกลวง (hollow brick) โดยมาตรฐาน ASTM ได้ให้คำนิยามของอิฐมอญตันและอิฐมอญกลวงไว้ดังนี้ อิฐมอญตันเป็นอิฐที่มีพื้นที่หน้าตัดสุทธิในการรับแรงในทุก ๆ ระนาบที่ขนานกับพื้นที่รับแรงดังกล่าวที่ไม่น้อยกว่า 75 %

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ส่วนอิฐมอญกลวงจะมีพื้นที่หน้าตัดดังกล่าวอยู่ที่ระหว่าง 40-75 % การที่อิฐมอญมักมีรูกลวงนั้นก็เพื่อที่จะทำให้อิฐถูกเผาได้อย่างสมบูรณ์ซึ่งจะเป็นผลทำให้อิฐมีกำลังรับแรงต่าง ๆ ที่สูงขึ้น

ในการก่อสร้างอิฐก่อ (masonry structure) อิฐมอญ (masonry brick) จะถูกจัดเรียงในรูปแบบต่าง ๆ และใช้ปูนก่อ (mortar) (ซึ่งได้จากการผสมปูนซีเมนต์ผสม ทราย น้ำ หรือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ปูนขาว ทราย น้ำ ในอัตราส่วนที่พอเหมาะ) เป็นตัวประสานก้อนอิฐมอญเข้าด้วยกัน ดังนั้น อิฐก่อในลักษณะนี้จะถูกออกแบบให้รับแรงกดอัดเท่านั้น เนื่องจากมีกำลังรับแรงดึงที่ต่ำมาก ถ้าอิฐก่อถูกเสริมด้วยเหล็กกล้าแล้ว เราจะเรียกอิฐก่อว่า อิฐเสริมเหล็ก ซึ่งจะมีความสามารถในการรับแรงได้ดีกว่า

การที่อิฐมอญของแต่ละแหล่งมีคุณภาพต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการผสม ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพจะดูที่คุณสมบัติต่าง ๆ ของอิฐทางด้านกายภาพและทางกลได้แก่

คุณสมบัติทางกายภาพ

- การวัดขนาด
- การทดสอบความหนาแน่น
- การทดสอบหาความชื้น
- การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ

คุณสมบัติทางกล

- การทดสอบรับแรงอัด
- การทดสอบการรับแรงดัด

2.2.1 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ

การวัดขนาดของอิฐมอญ (Measurement of size) [10]

1. เครื่องมือที่ใช้วัดขนาดที่มีความละเอียดถึง 0.05 มิลลิเมตร (mm)
2. ตัวอย่างทดสอบเป็นอิฐเต็มก้อนที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์คือไม่มีแตกหักหรือบิ่นจำนวน 10 ก้อน
3. วิธีทดสอบโดยวัดความกว้าง ความยาว และความสูงของแต่ละตัวอย่างทดสอบ 3 จุด ให้ละเอียด 0.05 มิลลิเมตร (mm)

การทดสอบความหนาแน่นของอิฐ (Density of Brick) [2]

ความหนาแน่นของอิฐ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างมวลของอิฐต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอิฐ เมื่อมวลของอิฐหาได้โดยการชั่ง ซึ่งมีหน่วยเป็นกรัม (g) ส่วนปริมาตรของอิฐนั้นมีหน่วยเป็นลูกบาศก์มิลลิเมตร (mm^3) เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากความสัมพันธ์ดังกล่าว จะได้ว่า

สมการที่ 2.1 การความหนาแน่น

$$\rho = \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{v}} \quad (g/mm^3) \qquad \text{----------(2.1)}$$

โดยที่ ρ = ความหนาแน่นของอิฐ (g/mm^3)

m = มวลของอิฐ หาได้โดยการชั่ง (g)

v = ปริมาตรของอิฐ (mm^3)

ความหนาแน่นของอิฐเป็นการศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์หรือทางด้านกายภาพ น้ำหนักของอิฐขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาประกอบและจำนวนมากน้อยที่ถูกเผาในเตา แม้แต่กรรมวิธีการอัดพิมพ์ก็ช่วยให้มีน้ำหนักต่างกันได้ แต่โดยประมาณแล้วน้ำหนักของอิฐธรรมดาที่เป็นอิฐมาตรฐานจะหนักราวๆ 2 กิโลกรัมต่อก้อน สำหรับอิฐมอญจะหนักประมาณ 300 – 440 กรัมต่อก้อน ความหนาแน่นของอิฐสภาพธรรมชาติ (moist density) มีค่าประมาณ 1,500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่นของอิฐสามารถบอกความแข็งแรงของอิฐได้ หากความหนาแน่นของอิฐออกมาน้อย ความทนทานต่อการรับแรงไม่ดีเพราะว่าเนื้อวัสดุไม่แน่น

การทดสอบความชื้น (Moisture Content Test) [2]

ปริมาณความชื้นของอิฐ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ในอิฐในสภาพธรรมชาติต่อน้ำหนักของอิฐที่อบแห้ง คูณด้วย 100 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เขียนเป็นสูตรได้ว่า

สมการที่ 2.2 การหาปริมาณความชื้น

$$\omega = \frac{\mathbf{W_w}}{\mathbf{W_s}} \quad \omega \text{ x } 100\ (\%) \qquad \text{----------}$$

(2.2)

โดยที่ ω ω = ปริมาณความชื้นของอิฐในสภาพธรรมชาติ (%)

W_w = น้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ในอิฐ (g) หาได้โดยเอาน้ำหนักอิฐชื้นในสภาพธรรมชาติลบด้วย น้ำหนักอิฐอบแห้ง

W_s = น้ำหนักอิฐที่อบแห้ง (g)

การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ (Absorption Test) [2]

รูพรุนที่อยู่ในอิฐมอญจะทำหน้าที่ดูดซึมน้ำโดยเฉพาะจากปูนก่อเข้าสู่อิฐการดูดซึมน้ำดังกล่าวจะมีผลต่อความสมบูรณ์ของแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นระหว่างอิฐและปูนก่อและจะมีผลทำให้น้ำซึมผ่านรอยต่อของอิฐและปูนก่อได้ง่าย จากการทดสอบพบว่าถ้าอิฐก่อมีการดูดซึมน้ำที่มากกว่า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

30 กรัมต่อนาทีต่อพื้นที่หน้าตัดของอิฐ 194 ตารางเซนติเมตรแล้วอิฐมอญดังกล่าวจะต้องถูกทำให้มีการอิ่มตัวแบบผิวแห้งก่อนที่จะนำไปก่อเป็นอิฐก่อ ทั้งนี้เนื่องจากว่า อิฐมอญดังกล่าวจะดูดน้ำจากปูนก่อมาก จนกระทั้งปฏิกิริยาไฮเดรชั่นระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไม่สมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอิฐและปูนก่อมีค่าต่ำ

การศึกษาการดูดซึมน้ำของอิฐเป็นการทดสอบทางกายภาพเพื่อหาสมบัติของอิฐตัวอย่างด้านปริมาณความชื้นหรือน้ำที่แฝงอยู่ในอิฐ และศึกษาวิเคราะห์สภาพของตัวอย่างหลังการทดสอบในด้านความสามารถในการดูดซึม การอุ้มน้ำ การแปรเปลี่ยนสภาพของเนื้ออิฐหลังจากถูกผลกระทบจากความชื้น

การคำนวณหาอัตราการดูดซึมน้ำ
สมการที่ 2.3 อัตราการดูดซึมน้ำ

เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐ = $\frac{W_s - W_d}{W_d}$ x 100 (%) ---------- (2.3)

โดยที่ W_s = น้ำหนักของอิฐหลังจากแช่น้ำ (g)

= น้ำหนักอิฐที่อบแห้ง (g)

2.2.2 การทดสอบคุณภาพทางกล

การทดสอบการรับแรงอัดของอิฐ [2]

กำลังรับแรงอัดของอิฐมอญขึ้นอยู่กับชนิดของดินเหนียวที่ใช้ในการผลิต กรรมวิธีการผลิตและการที่ดินเหนียวถูกเผา โดยทั่วไปแล้วกำลังรับแรงอัดของอิฐมอญจะมีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้โดย ASTM และสำหรับอิฐที่ทำจากดินเหนียวชนิดเดียวกันและกรรมวิธีการผลิตที่เหมือนกัน อิฐที่ถูกเผาที่อุณหภูมิสูงและเป็นเวลาที่นานกว่า อิฐก็จะมีกำลังสูงกว่า สูตรที่ใช้ในการคำนวณความต้านทานแรงอัดของอิฐแต่ละชุดพร้อมทั้งค่าเฉลี่ยของอิฐทั้งชุดและหาค่าเฉลี่ยของอิฐแต่ละก้อน
การคำนวณกำลังรับแรงอัด
สมการที่ 2.4 การหากำลังอัดสูงสุดของตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กำลังรับแรงอัด Stress $= \frac{P}{A}$ (N/mm^2) ----------(2.4)

โดย P = น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (N)

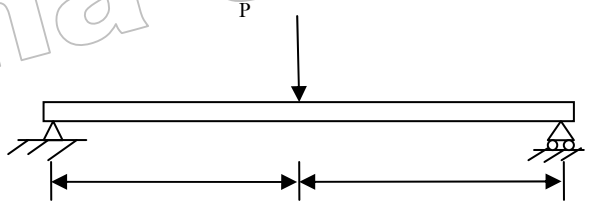
A = พื้นที่รับแรง (mm^2)

ด้านขอบ ด้านแบน

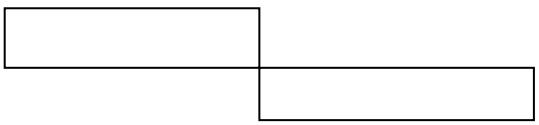
รูปที่ 2.10 การวางอิฐทดสอบ

การทดสอบการรับแรงดัด (Flexural Test of Brick) [2]

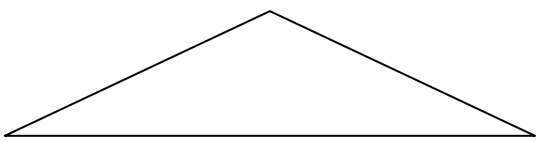
กำลังดัด หมายถึง ความต้านทานการโก่งเมื่อมีแรงกระทำแบบเป็นจุดบนอิฐ การทดสอบกำลังดัดเป็นการทดสอบเพื่อหาค่าโมดูลัสของการชำรุด (Modulus of rupture) ของอิฐดินเหนียวเผาที่ใช้ในการก่อสร้าง



ไดอะแกรมแรงเฉือน



ไดอะแกรมโมเมนต์



รูปที่ 2.11 แสดงแรงเฉือนและโมเมนต์จากแรงกระทำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สมการที่ 2.5 การรับแรงดัด

โมเมนต์สูงสุดที่เกิดขึ้นในกรณีนี้คือ $M = \frac{PS}{4}$

จากความแข็งแรงของวัสดุ $\sigma = \frac{MC}{I}$

หรือ $Fb\ (\sigma) = \frac{6M}{bd^2}$

เมื่อ $C = \frac{d}{2}$

I = โมเมนต์ของความเฉื่อย $= \frac{bd^3}{12}$

โมดูลัสของการชำรุด = หน่วยแรงดัดสูงสุดที่เกิดขึ้นในเนื้อวัสดุเปราะ = Fb (σ)

โมดูลัสของการชำรุด $= = \frac{3PS}{2bd^2}$ (N/mm^2) ----------(2.5)

โดยที่ P = น้ำหนักกระทำที่กึ่งกลาง (N)

S = ช่วงความยาว (mm)

b = ความกว้างอิฐ (mm)

d = ความลึกอิฐ (mm)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของอิฐดินซีเมนต์เพื่อเปรียบเทียบกับอิฐมอญและอิฐมอญมาตรฐาน

วัตถุประสงค์[6] ของงานวิจัยนี้เพื่อที่จะศึกษาถึงคุณสมบัติและพฤติกรรมเชิงกลของอิฐดินซีเมนต์ และเพื่อที่จะทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับคุณสมบัติทางกลเฉลี่ยของอิฐมอญและอิฐมอญมาตรฐาน อิฐดินซีเมนต์ที่ใช้ในการศึกษานี้ถูกผลิตขึ้นมาภายใต้การดูแลของมูลนิธิจักรราชพัฒนา จังหวัดนครราชสีมา การทดสอบได้กระทำตามมาตรฐาน ASTM C67 พบว่าค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติเชิงกลของอิฐดินซีเมนต์ ซึ่งประกอบด้วย กำลังรับแรงกดอัด การดูดซึมน้ำ และโมดูลัสการแตกหัก มีค่าที่ใกล้เคียงกับอิฐมอญ แต่มีค่าที่น้อยกว่าอิฐมอญมาตรฐาน นอกจากนั้นแล้วยังพบว่า คุณสมบัติเชิงกลของอิฐดินซีเมนต์มีค่าที่ไม่แน่นอนซึ่งแสดงว่า ขบวนการผลิตอิฐดินซีเมนต์ดังกล่าวควรที่จะได้รับการปรับปรุง ตามข้อเสนอแนะที่ได้เสนอไว้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

อิฐดินซีเมนต์เป็นอิฐที่ได้จากการนำดินลูกรัง ซึ่งเป็นดินปนทรายชนิดหนึ่งและมีอยู่ทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มาผสมกับปูนซีเมนต์และน้ำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ตามอัตราส่วนที่กำหนดและภายใต้ความชื้นที่เหมาะสม จากนั้น ทำการกดอัดส่วนผสมดังกล่าวด้วยเครื่องอัดดินซีเมนต์ ในรูปแบบของบล็อคประสาน (Interlocking Block) อิฐดินซีเมนต์นี้เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการก่อสร้างอาคาร สำนักงาน บ้านพักอาศัย ตลอดจนถังเก็บน้ำ เนื่องจากมีความสวยงาม ต้านทานต่อไฟไหม้ได้ดี ราคาค่อนข้างถูก ก่อสร้างง่าย และเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจของชาวชนบท โดยที่มูลนิธิจักราชพัฒนา อำเภอจักราช จังหวัดนครราชสีมา ได้ร่วมมือกับฝ่ายวิจัยวัสดุอุตสาหกรรม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตให้กับประชาชนทั่วไป เพื่อส่งเสริมให้ชาวบ้านได้มีงานทำ มีรายได้ แต่เนื่องจากข้อมูลคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของอิฐดินซีเมนต์ดังกล่าวยังไม่ได้มีการตรวจสอบและเปรียบเทียบในเชิงวิศวกรรมกับวัสดุอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน คือ อิฐมอญหรืออิฐดินเผาที่ทำด้วยมือ และอิฐมอญมาตรฐานหรืออิฐดินเผาที่ทำด้วยเครื่อง ตลอดจนลักษณะทางกายภาพของอิฐดินซีเมนต์แต่ละก้อนมีลักษณะที่ค่อนข้างแตกต่างกันมาก จึงได้รับความนิยมในการนำไปใช้งานที่ค่อนข้างช้า ดังนั้น จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของอิฐดินซีเมนต์และเปรียบเทียบคุณสมบัติเชิงกลของอิฐดินซีเมนต์ที่ได้กับคุณสมบัติเชิงกลเฉลี่ยของอิฐมอญจำนวน 8 โรงงานและอิฐมอญมาตรฐานจำนวน 5 โรงงาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการปรับปรุงคุณภาพของอิฐดินซีเมนต์นี้ต่อไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 3
วิธีและขั้นตอนการทดลอง

ในการทดสอบคุณสมบัติของอิฐมอญตามมาตรฐาน มอก. หรือ ASTM ได้ทำการจำแนกออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางกล ซึ่งการทดสอบคุณสมบัติสามารถจำแนก ได้ดังนี้

คุณสมบัติทางกายภาพ

- การวัดขนาด
- การทดสอบความหนาแน่น
- การทดสอบหาความชื้น
- การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ

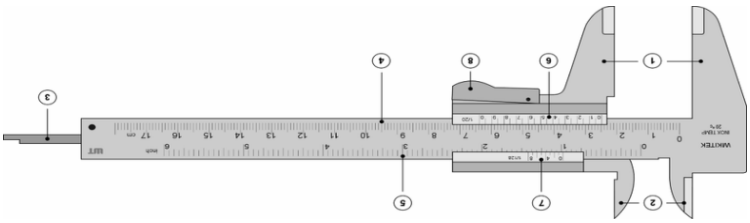
คุณสมบัติทางกล

- การทดสอบรับแรงอัด
- การทดสอบการรับแรงดัด

3.1 การวัดขนาด (Measurement of size) [10]

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. ตัวอย่างทดสอบจำนวน 20 ตัวอย่าง
2. เครื่องมือวัดขนาด Vernier caliper ความละเอียด 0.05 (mm)



มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่ 3.1 เครื่องมือวัดขนาด Vernier caliper

วิธีการทดลอง

1. นำตัวอย่างทดสอบในแต่ละแหล่งมาเขียนชื่อและหมายเลข ตัวอย่างเช่น โรงงาน A ก็จะเขียนว่า A1 ไปจนถึง A20 โรงงาน B ก็จะเขียนว่า B1 ไปจนถึง B20

2. นำตัวอย่างทดสอบมาวัดขนาด ความกว้าง ยาว และหนา โดยการวัดให้วัด 3 จุด ส่วนหัว ส่วนกลาง และส่วนท้าย

3. จดบันทึกค่า และคำนวณหาค่าเฉลี่ยของแต่ละด้าน

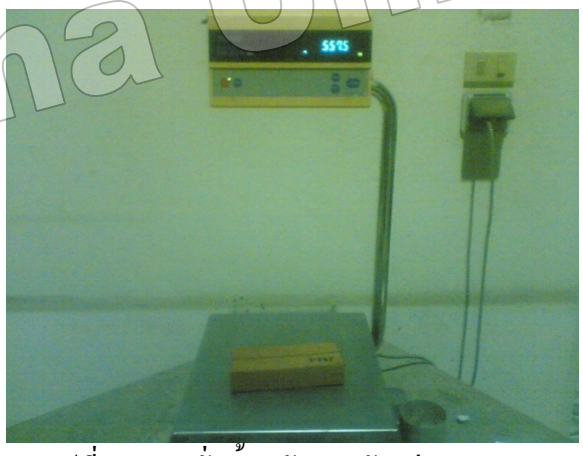
3.2 การทดสอบหาความหนาแน่น (Density of Brick) [7]

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. ตัวอย่างทดสอบจำนวน 20 ตัวอย่าง
2. เครื่องมือวัดขนาด Vernier caliper ความละเอียด 0.05 (mm)
3. เครื่องชั่งน้ำหนัก

วิธีการทดลอง

1. นำค่าที่ได้จากการวัดขนาดมาคำนวณหาปริมาตร
2. นำตัวอย่างทดสอบที่เขียนชื่อโรงงานและระบุหมายเลขไว้ไปชั่งน้ำหนัก ทีละ 1 ตัวอย่าง



รูปที่ 3.2 การชั่งน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบ

3 .จดค่าและบันทึกผล

4. ทำการคำนวณหาค่าความหนาแน่นจากสมการ $\rho = \frac{m}{v}$ (g/mm^3) ---------- (3.1)

โดยที่ ρ = ค่าความหนาแน่น (g/mm^3)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

m = น้ำหนักตัวอย่างทดสอบ (g)

v = ปริมาตร (mm^3)

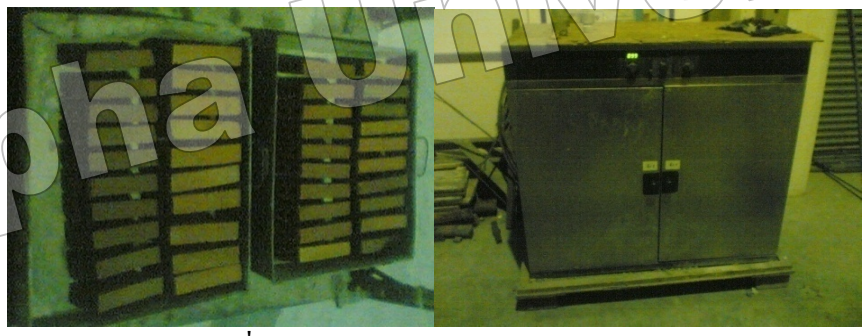
3.3 การทดสอบหาค่าความชื้น (Moisture Content Test) [7]

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. ตัวอย่างทดสอบจำนวนแหล่งละ 20 ตัวอย่าง
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. กระบะ
4. ถุงมือ
5. เตาอบ

วิธีการทดลอง

1. นำตัวอย่างทดสอบที่เขียนชื่อโรงงานและระบุหมายเลขไว้ไปชั่งน้ำหนัก จดบันทึกผล (น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ w)
2. นำตัวอย่างทดสอบใส่กระบะและนำไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ทำการอบตัวอย่าง เป็นเวลา 24 ชม.



รูปที่ 3.3 การนำตัวอย่างทดสอบเข้าเตาอบ

3. เมื่อครบ 24 ชม. นำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนัก จดบันทึกผล (น้ำหนักอิฐอบแห้ง W_s)
4. ทำการคำนวณหาค่าความชื้นจากสมการ $\frac{W - W_s}{W_s}$ x 100 ---------- (3.2)

โดยที่ $W_{\square}$ = น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ

= น้ำหนักอิฐอบแห้ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.4 การทดสอบค่าการดูดซึมน้ำ (Absorption test) [7]

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. ตัวอย่างทดสอบจำนวนแหล่งละ 20 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่เขียนหมายเลขไว้แล้ว)
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. กระบะ
4. ถุงมือ
5. เตาอบ
6. บ่อบ่มอิฐมอญ

วิธีการทดลอง

1. นำตัวอย่างทดสอบที่อบแห้งจากหัวข้อ 3.3 มาทำการแช่น้ำในบ่อบ่มนาน 24 ชม.

รูปที่ 3.4 นำตัวอย่างทดสอบมาแช่น้ำในบ่อ

2. เมื่อครบ 24 ชม. นำตัวอย่างทดสอบมาเช็ดหมาด ๆ แล้วชั่งน้ำหนัก
3. ทำการคำนวณหาค่าดูดซึมน้ำจากสมการ $\frac{W' - W_s}{W_s} \times 100$ ---------- (3.3)

โดยที่ W' = น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว

= น้ำหนักอิฐอบแห้ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.5 การทดสอบกำลังรับแรงอัด (Compressive Strength Test) [7]

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. ตัวอย่างทดสอบจำนวนแหล่งละ 20 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่เขียนหมายเลขไว้แล้ว)
2. เครื่องทดสอบกำลังรับแรงกดอัด
3. กระบะ
4. ถุงมือ

วิธีการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่างทดสอบที่เขียนชื่อโรงงานและระบุหมายเลขไว้ แหล่งละ 20 ตัวอย่าง
2. นำตัวอย่างมาทำการแต่งผิวให้เรียบ ทิ้งไว้ให้แห้ง 1 วัน
3. นำตัวอย่างวางที่กึ่งกลางของเครื่องรับแรงกดอัด
4. เพิ่มแรงให้ตัวอย่างเรื่อย ๆ จนตัวอย่างทดสอบเกิดการวิบัติและอ่านค่าแรงสูงสุดก่อนที่จะเกิดการวิบัติ

รูปที่ 3.5 การแต่งผิวตัวอย่างให้เรียบ

รูปที่ 3.6 การวางตัวอย่างทดสอบ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่ 3.7 การวิบัติของตัวอย่างทดสอบการรับแรงอัด

5. บันทึกค่าที่ได้และนำค่าที่ได้มาทำการคำนวณ

$$\text{กำลังรับแรงอัด} = \frac{P}{A} \quad (N/mm^2) \qquad \text{---------(3.4)}$$

โดยที่ P = กำลังสูงสุด (N)

A = พื้นที่หน้าตัดที่รับแรง (mm^2)

3.6 การทดสอบกำลังรับแรงดัด (Flexural Test) [7]

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

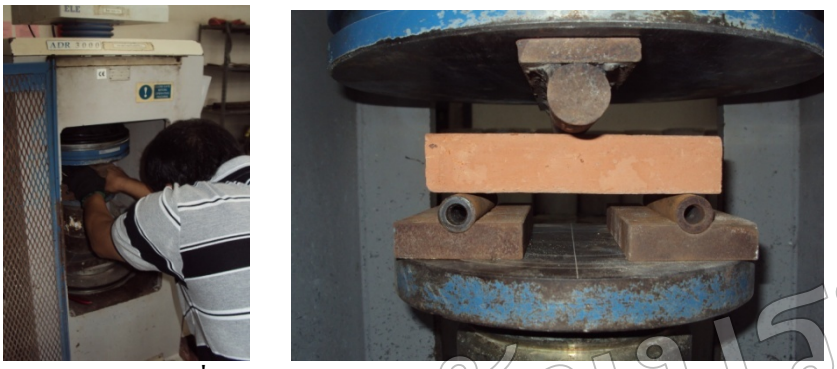
1. ตัวอย่างทดสอบจำนวนแหล่งละ 20 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่เขียนหมายเลขไว้แล้ว)
2. ตัว Support รองรับ 2 จุด และตัวกดที่วางตรงกึ่งกลางของอิฐ
3. ถุงมือ
4. เครื่องทดสอบกำลังรับแรงกดอัด

รูปที่ 3.8 เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วิธีการทดลอง

1. เตรียมตัวอย่างทดสอบที่เขียนชื่อโรงงานและระบุหมายเลขไว้ แหล่งละ 20 ตัวอย่าง
2. นำตัวอย่างวางที่กึ่งกลางของจุด Support ที่เตรียมไว้ และวางตัวรับแรงกดตรงกึ่งกลางระหว่างจุด Support



รูปที่ 3.9 การวางตัวอย่างทดสอบบนจุดรองรับ

3. เพิ่มแรงให้ตัวอย่างเรื่อย ๆ จนตัวอย่างทดสอบเกิดการวิบัติ เมื่อตัวอย่างทดสอบแตกหัก บันทึกค่าลงในตารางการทดลองจนครบทุกตัวอย่างทดสอบ

รูปที่ 3.10 การวิบัติของตัวอย่างทดสอบการรับแรงดัด

4. บันทึกค่าที่ได้และนำค่าที่ได้มาทำการคำนวณ จากสมการ

ค่าโมดูลัสการชำรุด = (N/mm^2) ----------(3.5)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

โดยที่ P = โหลดสูงสุด (N)

S = ระยะระหว่างจุด Support (mm)

b = ด้านกว้าง (mm)

d = ความหนา (mm)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดสอบการวัดขนาด (Measurement of size)

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการวัดขนาดของอิฐมอญจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

No.	กว้าง (mm)				ยาว (mm)				หนา (mm)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
1	59.6	59.6	59.7	59.6	141.5	142.7	142.2	142.1	28.7	29.0	28.4	28.7
2	59.8	59.4	59.6	59.6	142.5	143.7	143.8	143.3	28.8	28.7	28.7	28.7
3	59.3	59.5	60.1	59.6	145.5	147.7	147.6	146.9	29.3	28.9	29.1	29.1
4	60.1	59.4	59.5	59.7	141.8	142.7	142.2	142.0	28.6	28.6	28.6	28.6
5	58.6	59.4	59.3	59.1	141.7	142.8	142.4	142.3	28.7	28.8	29.7	29.1
6	58.8	58.5	59.1	58.8	141.4	141.7	140.8	142.2	28.4	28.7	28.7	28.6
7	59.0	58.8	59.9	59.2	142.1	144.5	141.7	142.8	29.4	29.6	29.1	29.4
8	58.7	58.6	57.9	58.4	143.6	145.0	143.8	144.1	28.6	28.7	29.4	28.9
9	61.1	60.0	60.5	60.5	142.7	143.6	142.3	142.9	29.1	28.7	28.7	28.8
10	60.5	59.8	60.6	60.3	141.1	142.2	142.7	142.0	29.4	28.7	28.9	28.7

11	53.4	53.0	53.5	53.3	141.2	142.5	140.3	141.3	28.6	28.7	28.8	28.7
12	53.2	53.5	53.4	53.4	142.9	144.7	143.8	143.8	29.0	29.2	28.9	29.0
13	58.6	58.6	58.0	58.4	141.6	142.7	141.6	142.0	28.1	28.3	28.7	28.4
14	59.9	59.5	59.8	59.7	142.4	142.2	140.8	141.8	27.3	26.9	27.0	27.1
15	52.6	52.9	53.3	52.9	142.4	144.0	142.8	143.1	28.2	27.9	28.0	28.0
16	58.7	57.6	57.7	58.0	141.6	145.1	144.6	143.8	31.6	30.1	30.0	30.6
17	59.3	59.4	59.9	59.5	139.8	141.6	140.3	140.6	29.6	28.8	29.2	29.2
18	59.7	60.3	59.9	60.0	141.0	142.3	141.9	141.7	28.3	28.8	28.5	28.5
19	59.0	58.9	58.9	58.9	142.0	144.6	141.8	142.8	29.3	29.8	29.7	29.6
20	58.8	58.1	57.7	58.2	141.9	142.9	141.8	142.2	28.1	27.6	29.2	28.3
เฉลี่ยความกว้าง				58.4	เฉลี่ยความยาว			142.7	เฉลี่ยความหนา			28.8

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการวัดขนาดของอิฐมอญจากโรงงานโสภณ

No.	กว้าง (mm)				ยาว (mm)				หนา (mm)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
1	65.3	65.4	65.3	65.2	162.4	163.8	165.3	163.8	29.6	29.5	29.6	29.6
2	65.3	65.1	64.8	65.1	163.1	162.0	159.5	161.5	29.6	29.5	29.9	29.7
3	67.2	66.9	67.3	67.1	163.7	162.9	161.4	162.7	29.4	29.5	29.4	29.4
4	65.9	65.7	65.5	65.7	162.6	163.5	164.4	163.5	29.4	29.6	30.8	29.9
5	66.6	66.1	66.3	66.3	161.3	161.6	162.8	161.9	29.2	29.9	29.6	29.6
6	67.0	66.7	67.1	66.9	162.9	163.1	162.6	162.9	28.8	29.3	28.5	28.9
7	64.2	64.1	64.2	64.2	157.2	157.5	158.9	157.9	29.6	29.7	29.8	29.7
8	66.2	65.6	66.1	66.0	163.4	162.3	162.2	162.6	29.5	29.4	29.9	29.6
9	63.5	64.4	63.6	63.8	157.6	156.8	155.1	158.5	28.3	28.0	28.1	28.1
10	65.5	65.4	65.2	65.4	158.5	160.6	161.2	160.1	28.8	28.9	29.4	29.0
11	66.5	66.6	66.2	66.4	161.4	161.7	159.6	160.9	29.7	29.9	29.9	29.8
12	65.3	65.5	64.7	65.1	161.4	160.1	158.1	159.8	29.8	29.2	29.2	29.4
13	65.8	65.9	65.9	65.8	161.3	164.4	163.6	163.1	28.9	29.4	29.3	29.2
14	63.5	64.1	64.1	63.9	155.5	156.8	157.5	156.6	28.9	29.2	29.1	29.0

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

15	65.3	66.2	64.2	65.2	161.2	164.1	164.8	163.4	29.8	30.0	29.8	29.9
16	61.4	61.9	61.4	61.5	160.7	162.0	161.8	161.5	29.9	30.2	30.5	30.2
17	64.4	65.0	65.0	64.8	161.1	164.3	165.5	163.6	28.1	27.7	27.6	27.8
18	64.0	63.0	64.3	63.8	159.4	161.6	166.6	162.5	29.0	29.4	29.0	29.1
19	64.4	65.3	64.6	64.8	163.5	163.7	162.2	163.1	29.0	29.1	29.2	29.1
20	65.5	65.3	65.4	65.4	163.5	161.0	162.5	162.3	29.0	28.2	29.3	28.8
	เฉลี่ยความกว้าง			65.1	เฉลี่ยความยาว			161.6	เฉลี่ยความหนา			29.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการวัดขนาดของอิฐมอญจากโรงงานสินประเสริฐ

No.	กว้าง (mm)				ยาว (mm)				หนา (mm)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
1	65.3	64.2	64.4	64.3	160.1	160.9	161.8	160.9	29.2	29.1	29.2	29.2
2	65.6	65.7	65.3	65.5	164.8	165.4	165.0	165.1	29.1	29.0	29.2	29.1
3	65.9	66.3	65.6	65.9	165.4	164.2	163.9	164.5	29.4	29.2	29.3	29.3
4	65.2	65.2	65.1	65.2	162.7	162.8	161.5	162.3	29.6	29.9	29.8	29.8
5	66.6	66.1	66.2	66.3	162.7	164.1	165.2	164.0	29.4	29.5	29.5	29.5
6	65.7	64.6	64.9	65.1	164.4	164.3	162.7	163.8	29.4	29.6	28.9	29.3
7	66.2	66.1	65.5	65.9	165.1	163.8	162.1	163.7	29.9	28.9	29.3	29.4
8	65.6	65.3	65.4	65.4	165.2	163.5	163.7	164.1	29.3	28.9	29.1	29.1
9	66.6	66.8	66.6	66.7	167.6	166.9	167.8	167.4	29.9	29.8	30.0	29.9
10	65.1	65.3	65.8	65.4	164.8	164.5	163.8	164.4	29.8	29.9	29.7	29.8
11	66.9	66.3	66.4	66.5	162.4	163.0	163.1	162.8	29.0	29.5	29.5	29.3
12	65.0	65.5	65.4	65.3	160.3	160.5	160.6	160.4	28.7	29.0	28.8	28.8
13	66.0	65.8	65.7	65.8	162.3	164.8	164.9	164.0	28.9	29.4	29.0	29.1

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

14	66.0	66.4	66.2	66.2	164.6	163.6	162.6	163.6	29.5	29.1	29.2	29.3
15	65.4	65.6	65.4	65.5	163.5	163.6	163.7	163.6	29.1	29.7	29.9	29.6
16	65.0	66.0	65.8	65.6	164.6	165.7	164.5	164.9	28.9	29.1	28.8	28.9
17	65.0	65.4	65.5	65.3	162.1	163.9	162.9	163.0	28.5	29.9	29.5	29.3
18	69.9	65.2	65.1	66.7	162.5	163.9	164.6	163.6	28.8	29.6	29.6	29.3
19	64.7	65.4	65.7	65.2	163.1	162.5	162.3	162.6	29.3	29.5	29.2	29.3
20	64.1	65.0	66.0	65.0	162.6	162.0	160.7	161.8	29.9	30.3	29.7	30.0
	เฉลี่ยความกว้าง			65.6	เฉลี่ยความยาว			163.5	เฉลี่ยความหนา			29.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการวัดขนาดของอิฐมอญจากโรงงานประเสริฐชัย

No.	กว้าง (mm)				ยาว (mm)				หนา (mm)			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
1	68.0	67.4	67.5	67.6	158.6	160.1	161.6	160.1	33.4	33.3	32.2	33.0
2	68.2	68.1	67.9	68.1	162.3	160.0	158.5	160.3	31.3	32.6	32.5	32.1
3	68.4	68.7	68.0	68.4	160.0	163.1	164.2	162.4	32.4	32.7	32.5	32.5
4	68.4	68.3	67.6	68.1	158.0	158.5	159.6	158.7	32.8	32.7	33.0	32.8
5	67.0	68.3	66.8	67.4	158.5	156.6	156.4	157.2	31.8	32.0	32.5	32.1
6	67.5	67.1	66.8	67.1	160.1	161.5	162.2	161.3	32.9	33.1	33.2	33.1
7	67.2	67.9	67.5	67.5	159.4	160.1	161.2	160.2	32.7	32.2	32.2	32.4
8	67.4	67.7	68.1	67.7	161.5	160.7	161.4	161.2	32.1	32.0	32.4	32.2
9	68.0	67.5	68.3	67.9	160.7	162.5	163.3	162.2	31.5	32.5	33.0	32.3
10	66.3	67.4	66.1	66.6	160.3	160.2	160.3	160.3	32.3	31.3	32.1	31.9
11	61.6	61.1	61.2	61.3	157.5	158.0	157.7	157.7	32.2	32.2	32.3	32.2
12	64.3	62.7	62.2	63.1	158.4	158.3	158.0	158.2	31.7	32.8	32.7	32.4
13	67.0	67.3	67.7	67.3	160.5	161.4	162.6	161.5	32.5	33.2	32.6	32.8

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

14	67.9	67.1	67.2	67.4	160.8	159.7	159.0	159.8	30.5	32.6	32.5	31.9
15	68.1	67.9	67.1	67.7	159.8	160.0	160.5	160.1	31.8	33.0	33.1	32.6
16	66.4	66.9	67.1	66.8	158.6	157.6	156.2	157.5	31.6	32.0	31.3	31.6
17	66.9	67.8	67.1	67.3	162.6	160.6	158.7	160.6	32.9	32.7	33.3	33.0
18	67.2	67.2	67.3	67.2	158.7	159.4	159.8	159.3	33.0	32.9	33.3	33.1
19	66.5	66.7	67.0	66.7	156.8	158.1	159.5	158.1	32.0	32.6	32.9	32.5
20	66.8	67.0	66.6	66.8	157.9	159.7	160.0	159.2	31.9	32.9	32.5	32.4
	เฉลี่ยความกว้าง			66.9	เฉลี่ยความยาว			159.8	เฉลี่ยความหนา			32.4

4.2 การทดสอบความหนาแน่น

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐมอญจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

No.	มวล (g)	ขนาด			ปริมาตร (mm^3)	ค่าความหนาแน่น (g/mm^3)
		กว้าง (mm)	ยาว(mm)	หนา (mm)		
1	295	59.63	142.13	28.70	243,238.58	0.0012
2	300	59.60	143.32	28.73	245,407.98	0.0012
3	296	59.63	146.93	29.10	254,957.78	0.0012
4	294	59.67	141.97	28.60	242,280.61	0.0012
5	303	59.10	142.30	29.07	244,476.67	0.0012
6	302	58.80	142.23	28.60	239,185.35	0.0013
7	300	59.23	142.77	29.37	248,360.56	0.0012
8	304	58.40	144.13	28.90	243,256.85	0.0012
9	295	60.53	142.87	28.83	249,319.57	0.0012
10	290	60.30	142.03	28.67	245,541.61	0.0012

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

11	306	53.28	141.32	28.68	215,946.91	0.0014
12	304	53.35	143.80	29.03	222,710.32	0.0014
13	300	58.38	141.97	28.37	235,136.48	0.0013
14	304	59.72	141.78	27.05	229,035.10	0.0013
15	298	52.93	143.05	28.03	212,232.97	0.0014
16	316	58.00	143.77	30.55	254,746.06	0.0012
17	302	59.53	140.55	29.18	244,147.35	0.0012
18	296	59.95	141.70	28.52	242,274.98	0.0012
19	306	58.92	142.80	29.58	248,879.49	0.0012
20	294	58.20	142.18	28.28	234,013.49	0.0013
ค่าเฉลี่ย						0.0013

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐมอญจากโรงอิฐโสภณ

No.	มวล	ขนาด			ปริมาตร	ค่าความหนาแน่น
	(g)	กว้าง (mm)	ยาว(mm)	หนา (mm)	(mm^3)	(g/mm^3)
1	404	65.23	163.83	29.57	316,003.68	0.0013
2	435	65.07	161.53	29.67	311,854.16	0.0014
3	414	67.13	162.67	29.43	321,376.69	0.0013
4	408	65.70	163.50	29.93	321,506.56	0.0013
5	412	66.33	161.90	29.57	317,547.11	0.0013
6	412	66.90	162.87	28.87	314,567.61	0.0013
7	434	64.17	157.87	29.70	300,876.38	0.0014
8	420	65.97	162.63	29.60	317,569.55	0.0013
9	432	63.83	158.47	28.13	284,538.89	0.0015
10	388	65.37	160.10	29.03	303,820.35	0.0013
11	420	66.42	160.88	29.82	318,646.07	0.0013

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

12	414	65.13	159.83	29.40	306,046.00	0.0014
13	422	65.83	163.08	29.20	313,478.25	0.0013
14	388	63.88	156.58	29.03	290,367.65	0.0013
15	422	65.23	163.37	29.85	318,100.26	0.0013
16	430	61.53	161.48	30.18	299,864.39	0.0014
17	394	64.80	163.63	27.80	294,769.63	0.0013
18	404	63.77	162.53	29.13	301,918.99	0.0013
19	412	64.75	163.13	29.08	307,162.37	0.0013
20	414	65.40	162.32	28.82	305,945.28	0.0014
ค่าเฉลี่ย						0.0013

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐมอญจากโรงอิฐสินประเสริฐ

No.	มวล	ขนาด			ปริมาตร	ค่าความหนาแน่น
	(g)	กว้าง (mm)	ยาว(mm)	หนา (mm)	(mm^3)	(g/mm^3)
1	443	64.33	160.93	29.17	301,986.13	0.0015
2	449	65.53	165.07	29.10	314,775.78	0.0014
3	445	65.93	164.50	29.30	317,772.71	0.0014
4	426	65.17	162.33	29.77	314,938.20	0.0014
5	433	66.30	164.00	29.47	320,433.20	0.0014
6	432	65.07	163.80	29.30	312,293.05	0.0014
7	434	65.93	163.67	29.37	316,924.71	0.0014
8	442	65.43	164.13	29.10	312,505.65	0.0014
9	456	66.67	167.43	29.90	333,760.49	0.0014
10	448	65.40	164.37	29.80	320,343.98	0.0014
11	444	66.52	162.83	29.32	317,578.16	0.0014

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

12	423	65.30	160.43	28.83	302,025.36	0.0014
13	430	65.83	164.00	29.08	313,951.17	0.0014
14	444	66.18	163.60	29.27	316,907.69	0.0014
15	430	65.47	163.60	29.57	316,721.08	0.0014
16	428	65.60	164.93	28.93	313,005.47	0.0014
17	438	65.30	162.97	29.30	311,808.87	0.0014
18	437	66.72	163.63	29.32	320,097.98	0.0014
19	434	65.23	162.60	29.33	311,085.65	0.0014
20	438	65.02	161.77	29.97	315,233.01	0.0014
ค่าเฉลี่ย						0.0014

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบความหนาแน่นของอิฐมอญจากโรงอิฐประเสริฐชัย

No.	มวล (g)	ขนาด			ปริมาตร (mm^3)	ค่าความหนาแน่น (g/mm^3)
		กว้าง (mm)	ยาว(mm)	หนา (mm)		
1	472	67.63	160.07	32.97	356,917.86	0.0013
2	470	68.07	160.27	32.13	350,524.77	0.0013
3	470	68.37	162.43	32.53	361,256.68	0.0013
4	486	68.10	158.70	32.83	354,809.24	0.0014
5	456	67.37	157.17	32.10	339,892.23	0.0013
6	495	67.13	161.27	33.07	358,017.64	0.0014
7	467	67.53	160.23	32.37	350,254.14	0.0013
8	480	67.73	161.20	32.17	351,234.50	0.0014
9	470	67.93	162.17	32.33	356,154.01	0.0013
10	484	66.60	160.27	31.90	340,500.03	0.0014
11	452	61.30	157.73	32.23	311,627.00	0.0015

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

12	472	63.07	158.22	32.40	323,317.51	0.0015
13	480	67.33	161.50	32.77	356,334.26	0.0013
14	480	67.40	159.82	31.87	343,299.43	0.0014
15	488	67.70	160.10	32.62	353,560.68	0.0014
16	460	66.78	157.47	31.63	332,616.23	0.0014
17	472	67.27	160.64	32.97	356,282.15	0.0013
18	470	67.23	159.28	33.07	354,126.60	0.0013
19	462	66.73	158.13	32.50	342,940.48	0.0013
20	466	66.80	159.18	32.42	344,729.12	0.0014
ค่าเฉลี่ย						0.0014

4.3 การทดสอบหาความชื้น

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบการหาความชื้นของอิฐมอญจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

No.	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ $kg(w_w)$	น้ำหนักอิฐหลังอบ $kg(w_s)$	น้ำหนักน้ำ $kg(w_w-w_s)$	% ความชื้น $((w_w-w_s)/w_s)x100$
1	0.295	0.291	0.004	1.375
2	0.300	0.294	0.006	2.041
3	0.296	0.288	0.008	2.778
4	0.294	0.288	0.006	2.083
5	0.303	0.296	0.007	2.365
6	0.302	0.296	0.006	2.027
7	0.300	0.294	0.006	2.041
8	0.304	0.297	0.007	2.357
9	0.295	0.291	0.004	1.375
10	0.290	0.284	0.006	2.113
11	0.306	0.300	0.006	2.000

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

12	0.304	0.298	0.006	2.013
13	0.300	0.294	0.006	2.041
14	0.304	0.298	0.006	2.013
15	0.298	0.294	0.004	1.361
16	0.316	0.310	0.006	1.935
17	0.302	0.296	0.006	2.027
18	0.296	0.292	0.004	1.370
19	0.306	0.300	0.006	2.000
20	0.294	0.288	0.006	2.083
ค่าเฉลี่ย				1.9699

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบการหาความชื้นของอิฐมอญจากโรงอิฐโสภณ

No.	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ $kg(w_w)$	น้ำหนักอิฐหลังอบ $kg(w_s)$	น้ำหนักน้ำ $kg(w_w-w_s)$	% ความชื้น $((w_w-w_s)/w_s)x100$
1	0.404	0.398	0.006	1.508
2	0.435	0.431	0.004	0.928
3	0.414	0.408	0.006	1.471
4	0.408	0.405	0.003	0.741
5	0.412	0.412	0.000	0.000
6	0.412	0.410	0.002	0.488
7	0.434	0.429	0.005	1.166
8	0.420	0.416	0.004	0.962
9	0.432	0.426	0.006	1.408
10	0.388	0.385	0.003	0.779
11	0.420	0.414	0.006	1.449
12	0.414	0.414	0.000	0.000

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

13	0.422	0.416	0.006	1.442
14	0.388	0.388	0.000	0.000
15	0.422	0.418	0.004	0.957
16	0.430	0.426	0.004	0.939
17	0.394	0.392	0.002	0.510
18	0.404	0.404	0.000	0.000
19	0.412	0.406	0.006	1.478
20	0.414	0.408	0.006	1.471
ค่าเฉลี่ย				0.8848

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบการหาความชื้นของอิฐมอญจากโรงอิฐสินประเสริฐ

No.	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ $kg(w_w)$	น้ำหนักอิฐหลังอบ $kg(w_s)$	น้ำหนักน้ำ $kg(w_w-w_s)$	% ความชื้น $((w_w-w_s)/w_s)x100$
1	0.443	0.442	0.001	0.226
2	0.449	0.446	0.003	0.673
3	0.445	0.445	0.000	0.000
4	0.426	0.424	0.002	0.472
5	0.433	0.433	0.000	0.000
6	0.432	0.429	0.003	0.699
7	0.434	0.432	0.002	0.463
8	0.442	0.440	0.002	0.455
9	0.456	0.452	0.004	0.885
10	0.448	0.446	0.002	0.448
11	0.444	0.442	0.002	0.452
12	0.423	0.420	0.003	0.714

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

13	0.430	0.430	0.000	0.000
14	0.444	0.442	0.002	0.452
15	0.430	0.430	0.000	0.000
16	0.428	0.426	0.002	0.469
17	0.438	0.436	0.002	0.459
18	0.437	0.434	0.003	0.691
19	0.434	0.434	0.000	0.000
20	0.438	0.436	0.002	0.459
ค่าเฉลี่ย				0.4009

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบการหาความชื้นของอิฐมอญจากโรงอิฐประเสริฐชัย

No.	น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ $kg(w_w)$	น้ำหนักอิฐหลังอบ $kg(w_s)$	น้ำหนักน้ำ $kg(w_w-w_s)$	% ความชื้น $((w_w-w_s)/w_s)x100$
1	0.472	0.464	0.008	1.724
2	0.470	0.466	0.004	0.858
3	0.470	0.464	0.006	1.293
4	0.486	0.482	0.004	0.830
5	0.456	0.450	0.006	1.333
6	0.495	0.491	0.004	0.815
7	0.467	0.463	0.004	0.864
8	0.480	0.479	0.001	0.209
9	0.470	0.466	0.004	0.858
10	0.484	0.481	0.003	0.624
11	0.452	0.450	0.002	0.444
12	0.472	0.466	0.006	1.288

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

13	0.480	0.478	0.002	0.418
14	0.480	0.478	0.002	0.418
15	0.488	0.482	0.006	1.245
16	0.460	0.458	0.002	0.437
17	0.472	0.464	0.008	1.724
18	0.470	0.468	0.002	0.427
19	0.462	0.458	0.004	0.873
20	0.466	0.462	0.004	0.866
ค่าเฉลี่ย				0.8775

4.4 การทดสอบการดูดซึมน้ำ (Absorption test)

การทดสอบการดูดซึมน้ำเป็นปัจจัยบ่งชี้ถึงความทนทาน (Durability) ปัจจัยหนึ่งของอิฐมอญเนื่องจากเป็นปัจจัยที่แสดงถึงความพรุนของอิฐ ถ้าอิฐมอญมีการดูดซึมน้ำมากแล้ว อิฐก็จะมีความพรุนและจะผุกร่อนจากการกระทำของสภาวะแวดล้อมและการเสียดสีได้ง่าย

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

No.	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญ			
	น้ำหนักที่สภาพอิ่มตัว kg(w')	น้ำหนักอิฐอบแห้ง kg(w_s)	น้ำหนักน้ำ (kg)	% การดูดซึมน้ำ (($w'- w_s$)/ w_s)x100
1	0.344	0.291	0.053	18.21
2	0.348	0.294	0.054	18.37
3	0.341	0.288	0.053	18.40
4	0.341	0.288	0.053	18.40
5	0.351	0.296	0.055	18.58
6	0.349	0.296	0.053	17.91
7	0.346	0.294	0.052	17.69
8	0.356	0.297	0.059	19.87
9	0.343	0.291	0.052	17.87

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

10	0.337	0.284	0.053	18.66
11	0.342	0.300	0.042	14.00
12	0.354	0.298	0.056	18.79
13	0.342	0.294	0.048	16.33
14	0.346	0.298	0.048	16.11
15	0.364	0.294	0.070	23.81
16	0.348	0.310	0.038	12.26
17	0.350	0.296	0.054	18.24
18	0.346	0.292	0.054	18.49
19	0.352	0.300	0.052	17.33
20	0.352	0.288	0.064	22.22
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ				18.07

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญจากโรงอิฐโสภณ

No.	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญ			
	น้ำหนักที่สภาพอิ่มตัว kg(w')	น้ำหนักอิฐอบแห้ง kg(w_s)	น้ำหนักน้ำ (kg)	% การดูดซึมน้ำ (((w'- w_s)/ w_s)x100
1	0.459	0.398	0.061	15.33
2	0.496	0.431	0.065	15.08
3	0.471	0.408	0.063	15.44
4	0.467	0.405	0.062	15.31
5	0.473	0.412	0.061	14.81
6	0.470	0.410	0.060	14.63
7	0.492	0.429	0.063	14.69
8	0.478	0.416	0.062	14.90
9	0.490	0.426	0.064	15.02
10	0.433	0.385	0.048	12.47
11	0.474	0.414	0.060	14.49

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

12	0.466	0.414	0.052	12.56
13	0.476	0.416	0.060	14.42
14	0.432	0.388	0.044	11.34
15	0.478	0.418	0.060	14.35
16	0.488	0.426	0.062	14.55
17	0.452	0.392	0.060	15.31
18	0.456	0.404	0.052	12.87
19	0.464	0.406	0.058	14.29
20	0.468	0.408	0.060	14.71
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ				14.33

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญจากโรงอิฐสินประเสริฐ

No.	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญ			
	น้ำหนักที่สภาพอิ่มตัว kg(w')	น้ำหนักอิฐอบแห้ง kg(w_s)	น้ำหนักน้ำ (kg)	% การดูดซึมน้ำ (($w'- w_s$)/ w_s)x100
1	0.510	0.442	0.068	15.38
2	0.485	0.446	0.039	8.74
3	0.487	0.445	0.042	9.44
4	0.484	0.424	0.060	14.15
5	0.498	0.433	0.065	15.01
6	0.489	0.429	0.060	13.99
7	0.488	0.432	0.056	12.96
8	0.479	0.440	0.039	8.86
9	0.508	0.452	0.056	12.39
10	0.487	0.446	0.041	9.19
11	0.506	0.442	0.064	14.48

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

12	0.476	0.420	0.056	13.33
13	0.492	0.430	0.062	14.42
14	0.508	0.442	0.066	14.93
15	0.488	0.430	0.058	13.49
16	0.488	0.426	0.062	14.55
17	0.492	0.436	0.056	12.84
18	0.490	0.434	0.056	12.90
19	0.490	0.434	0.056	12.90
20	0.49	0.436	0.054	12.39
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ				12.82

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญจากโรงอิฐประเสริฐชัย

No.	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญ			
	น้ำหนักที่สภาพอิ่มตัว kg(w')	น้ำหนักอิฐอบแห้ง kg(w_s)	น้ำหนักน้ำ (kg)	% การดูดซึมน้ำ (($w'- w_s$)/ w_s)x100
1	0.546	0.464	0.082	17.67
2	0.549	0.466	0.083	17.81
3	0.545	0.464	0.081	17.46
4	0.562	0.482	0.080	16.60
5	0.547	0.450	0.097	21.56
6	0.574	0.491	0.083	16.90
7	0.540	0.463	0.077	16.63
8	0.557	0.479	0.078	16.28
9	0.557	0.466	0.091	19.53
10	0.549	0.481	0.068	14.14
11	0.520	0.450	0.070	15.56

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

12	0.544	0.466	0.078	16.74
13	0.556	0.478	0.078	16.32
14	0.554	0.478	0.076	15.90
15	0.562	0.482	0.080	16.60
16	0.532	0.458	0.074	16.16
17	0.544	0.464	0.080	17.24
18	0.542	0.468	0.074	15.81
19	0.532	0.458	0.074	16.16
20	0.538	0.462	0.076	16.45
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ				16.88

4.5 การทดสอบหาค่ารับแรงอัด

การทดสอบหาค่าการรับแรงเป็นปัจจัยบ่งชี้ถึงความทนทาน (Durability) ปัจจัยหนึ่งของอิฐมอญเนื่องจากเป็นปัจจัยที่แสดงถึงความสามารถในการรับแรงของอิฐมอญ

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอญจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

No.	Load (kN)	กว้าง (mm)	ยาว (mm)	Area (mm^2)	Stress (N/mm^2)
1	25.80	59.63	142.13	8,475.21	3.04
2	24.30	59.60	143.32	8,541.87	2.84
3	29.80	59.63	146.93	8,761.44	3.40
4	31.90	59.67	141.97	8,471.35	3.77
5	33.50	59.10	142.30	8,409.93	3.98
6	33.10	58.80	142.23	8,363.12	3.96
7	29.00	59.23	142.77	8,456.27	3.43
8	27.70	58.40	144.13	8,417.19	3.29
9	37.50	60.53	142.87	8,647.92	4.34
10	28.90	60.30	142.03	8,564.41	3.37

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

11	23.00	53.28	141.32	7,529.53	3.05
12	26.60	53.35	143.80	7,671.73	3.47
13	24.20	58.00	141.97	8,234.26	2.94
14	18.00	59.75	141.78	8,471.36	2.12
15	34.80	53.30	143.05	7,624.57	4.56
16	24.10	57.70	143.77	8,295.53	2.91
17	13.90	59.90	140.55	8,418.95	1.65
18	25.50	59.90	141.70	8,487.83	3.00
19	26.40	58.90	142.80	8,410.92	3.14
20	25.20	57.70	142.18	8,203.79	3.07
ค่าเฉลี่ย					3.27

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอญจากโรงอิฐโสภณ

No.	Load (kN)	กว้าง (mm)	ยาว (mm)	Area (mm^2)	Stress (N/mm^2)
1	52.40	65.23	163.83	10,686.63	4.90
2	45.20	65.07	161.53	10,510.76	4.30
3	46.60	67.13	162.67	10,920.04	4.27
4	52.40	65.70	163.50	10,741.95	4.88
5	46.00	66.33	161.90	10,738.83	4.28
6	48.30	66.90	162.87	10,896.00	4.43
7	51.60	64.17	157.87	10,130.52	5.09
8	40.40	65.97	162.63	10,728.70	3.77
9	46.90	63.83	158.47	10,115.14	4.64
10	49.60	65.37	160.10	10,465.74	4.74
11	40.00	66.42	160.88	10,685.65	3.74
12	54.10	65.13	159.83	10,409.73	5.20
13	33.70	65.83	163.08	10,735.56	3.14

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

14	47.70	63.88	156.58	10,002.33	4.77
15	43.50	65.23	163.37	10,656.63	4.08
16	52.00	61.53	161.48	9,935.86	5.23
17	55.20	64.80	163.63	10,603.22	5.21
18	46.10	63.77	162.53	10,364.54	4.45
19	42.40	64.75	163.13	10,562.67	4.01
20	40.70	65.40	162.32	10,615.73	3.83
ค่าเฉลี่ย					4.45

ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอญจากโรงอิฐสินประเสริฐ

No.	Load (kN)	กว้าง (mm)	ยาว (mm)	Area (mm^2)	Stress (N/mm^2)
1	51.30	64.33	160.93	10,352.63	4.96
2	55.20	65.53	165.07	10,817.04	5.10
3	50.10	65.93	164.50	10,845.49	4.62
4	40.50	65.17	162.33	10,579.05	3.83
5	51.80	66.30	164.00	10,873.20	4.76
6	45.30	65.07	163.80	10,658.47	4.25
7	46.60	65.93	163.67	10,790.76	4.32
8	50.00	65.43	164.13	10,739.03	4.66
9	50.80	66.67	167.43	11,162.56	4.55
10	42.20	65.40	164.37	10,749.80	3.93
11	47.10	66.52	162.83	10,831.45	4.35
12	49.10	65.30	160.43	10,476.08	4.69
13	65.10	65.83	164.00	10,796.12	6.03

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

14	61.40	66.18	163.60	10,827.05	5.67
15	58.60	65.47	163.60	10,710.89	5.47
16	94.00	65.60	164.93	10,819.41	8.69
17	47.10	65.30	162.97	10,641.94	4.43
18	67.40	66.72	163.63	10,917.39	6.17
19	57.90	65.23	162.60	10,606.40	5.46
20	61.40	65.02	161.77	10,518.29	5.84
ค่าเฉลี่ย					5.09

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอญจากโรงอิฐประเสริฐชัย

No.	Load (kN)	กว้าง (mm)	ยาว (mm)	Area (mm^2)	Stress (N/mm^2)
1	54.20	67.63	160.07	10,825.53	5.01
2	54.20	68.07	160.27	10,909.58	4.97
3	69.00	68.37	162.43	11,105.34	6.21
4	54.40	68.10	158.70	10,807.47	5.03
5	36.00	67.37	157.17	10,588.54	3.40
6	50.90	67.13	161.27	10,826.06	4.70
7	47.20	67.53	160.23	10,820.33	4.36
8	55.50	67.73	161.20	10,918.08	5.08
9	44.40	67.93	162.17	11,016.21	4.03
10	46.00	66.60	160.27	10,673.98	4.31
11	87.00	61.30	157.73	9,668.85	9.00
12	54.20	63.07	158.22	9,978.94	5.43
13	86.10	67.33	161.50	10,873.80	7.92

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

14	77.10	67.40	159.82	10,771.87	7.16
15	69.90	67.70	160.10	10,838.77	6.45
16	62.90	66.78	157.47	10,515.85	5.98
17	61.20	67.27	160.64	10,806.25	5.66
18	85.60	67.23	159.28	10,708.39	7.99
19	85.40	66.73	158.13	10,552.01	8.09
20	90.10	66.80	159.18	10,633.22	8.47
ค่าเฉลี่ย					5.96

4.6 การทดสอบหาค่ารับแรงดัด

ตารางที่ 4.21 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงดัดของอิฐมอญจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

No.	ขนาด			ช่วง SUPPORT, S (mm)	MAX LOAD P (N)	ค่าโมดูลัส (N/mm^2) $3PS/2bd^2$
	กว้าง , b (mm)	ยาว (mm)	หนา , d (mm)			
1	59.63	142.13	28.70	13.00	619.42	0.2459
2	59.60	143.32	28.73	13.00	1,419.42	0.5626
3	59.63	146.93	29.10	13.00	819.42	0.3164
4	59.67	141.97	28.60	13.00	2,119.42	0.8468
5	59.10	142.30	29.07	13.00	1,919.42	0.7494
6	58.80	142.23	28.60	13.00	1,419.42	0.5755
7	59.23	142.77	29.37	13.00	1,619.42	0.6181
8	58.40	144.13	28.90	13.00	1,819.42	0.7274
9	60.53	142.87	28.83	13.00	1,219.42	0.4726
10	60.30	142.03	28.67	13.00	919.42	0.3617
11	53.28	141.32	28.68	13.00	919.42	0.4091

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

12	53.35	143.80	29.03	13.00	519.42	0.2253
13	58.38	141.97	28.37	13.00	919.42	0.3816
14	59.72	141.78	27.05	13.00	1,819.42	0.8119
15	52.93	143.05	28.03	13.00	1,319.42	0.6187
16	58.00	143.77	30.55	13.00	1,519.42	0.5473
17	59.53	140.55	29.18	13.00	1,119.42	0.4306
18	59.95	141.70	28.52	13.00	1,919.42	0.7676
19	58.92	142.80	29.58	13.00	1,319.42	0.4991
20	58.20	142.18	28.28	13.00	1,519.42	0.6365
ค่าเฉลี่ยโมดูลัส						0.5402

ตารางที่ 4.22 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงดัดของอิฐมอญจากโรงอิฐโสภณ

No.	ขนาด			ช่วง SUPPORT, S (mm)	MAX LOAD P (N)	ค่าโมดูลัส (N/mm^2) $3PS/2bd^2$
	กว้าง , b (mm)	ยาว (mm)	หนา , d (mm)			
1	65.23	163.83	29.57	15.00	1,719.42	0.6783
2	65.07	161.53	29.67	15.00	1,919.42	0.7539
3	67.13	162.67	29.43	15.00	819.42	0.3171
4	65.70	163.50	29.93	15.00	2,219.42	0.8485
5	66.33	161.90	29.57	15.00	2,519.42	0.9774
6	66.90	162.87	28.87	15.00	919.42	0.3710
7	64.17	157.87	29.70	15.00	1,119.42	0.4450
8	65.97	162.63	29.60	15.00	1,319.42	0.5136
9	63.83	158.47	28.13	15.00	1,319.42	0.5878
10	65.37	160.10	29.03	15.00	1,819.42	0.7431
11	66.42	160.88	29.82	15.00	1,419.42	0.5407
12	65.13	159.83	29.40	15.00	1,419.42	0.5673

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

13	65.83	163.08	29.20	15.00	1,019.42	0.4086
14	63.88	156.58	29.03	15.00	1,419.42	0.5932
15	65.23	163.37	29.85	15.00	1,919.42	0.7430
16	61.53	161.48	30.18	15.00	1,119.42	0.4494
17	64.80	163.63	27.80	15.00	1,519.42	0.6826
18	63.77	162.53	29.13	15.00	2,719.42	1.1307
19	64.75	163.13	29.08	15.00	2,819.42	1.1585
20	65.40	162.32	28.82	15.00	2,419.42	1.0021
ค่าเฉลี่ยโมดูลัส						0.6756

ตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงดัดของอิฐมอญจากโรงอิฐสินประเสริฐ

No.	ขนาด			ช่วง SUPPORT, S (mm)	MAX LOAD P (N)	ค่าโมดูลัส (N/mm^2) $3PS/2bd^2$
	กว้าง , b (mm)	ยาว (mm)	หนา , d (mm)			
1	64.33	160.93	29.17	15.00	1,019.42	0.4190
2	65.53	165.07	29.10	15.00	3,019.42	1.2243
3	65.93	164.50	29.30	15.00	1,719.42	0.6835
4	65.17	162.33	29.77	15.00	1,019.42	0.3971
5	66.30	164.00	29.47	15.00	1,119.42	0.4374
6	65.07	163.80	29.30	15.00	2,719.42	1.0953
7	65.93	163.67	29.37	15.00	1,219.42	0.4824
8	65.43	164.13	29.10	15.00	1,719.42	0.6982
9	66.67	167.43	29.90	15.00	2,019.42	0.7623
10	65.40	164.37	29.80	15.00	519.42	0.2012
11	66.52	162.83	29.32	15.00	1,519.42	0.5978
12	65.30	160.43	28.83	15.00	1,619.42	0.6713

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

13	65.83	164.00	29.08	15.00	1,319.42	0.5333
14	66.18	163.60	29.27	15.00	1,419.42	0.5633
15	65.47	163.60	29.57	15.00	1,919.42	0.7544
16	65.60	164.93	28.93	15.00	1,419.42	0.5817
17	65.30	162.97	29.30	15.00	2,819.42	1.1316
18	66.72	163.63	29.32	15.00	1,419.42	0.5568
19	65.23	162.60	29.33	15.00	719.42	0.2885
20	65.02	161.77	29.97	15.00	919.42	0.3542
ค่าเฉลี่ยโมดูลัส						0.6217

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงดัดของอิฐมอญจากโรงอิฐประเสริฐชัย

No.	ขนาด			ช่วง SUPPORT, S (mm)	MAX LOAD P (N)	ค่าโมดูลัส (N/mm^2) $3PS/2bd^2$
	กว้าง , b (mm)	ยาว (mm)	หนา , d (mm)			
1	67.63	160.07	32.97	15.00	4,619.42	1.4138
2	68.07	160.27	32.13	15.00	3,519.42	1.1269
3	68.37	162.43	32.53	15.00	4,219.42	1.3122
4	68.10	158.70	32.83	15.00	1,919.42	0.5884
5	67.37	157.17	32.10	15.00	2,819.42	0.9138
6	67.13	161.27	33.07	15.00	4,019.42	1.2319
7	67.53	160.23	32.37	15.00	3,519.42	1.1191
8	67.73	161.20	32.17	15.00	2,319.42	0.7445
9	67.93	162.17	32.33	15.00	3,219.42	1.0202
10	66.60	160.27	31.90	15.00	3,819.42	1.2680
11	61.30	157.73	32.23	15.00	3,819.42	1.3496
12	63.07	158.22	32.40	15.00	6,119.42	2.0796

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

13	67.33	161.50	32.77	15.00	1,919.42	0.5973
14	67.40	159.82	31.87	15.00	3,819.42	1.2553
15	67.70	160.10	32.62	15.00	4,319.42	1.3491
16	66.78	157.47	31.63	15.00	2,019.42	0.6801
17	67.27	160.64	32.97	15.00	4,819.42	1.4829
18	67.23	159.28	33.07	15.00	3,219.42	0.9852
19	66.73	158.13	32.50	15.00	2,419.42	0.7723
20	66.80	159.18	32.42	15.00	3,719.42	1.1919
ค่าเฉลี่ยโมดูลัส						1.1241

บทที่ 5
การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.1 การทดลองความหนาแน่น

ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของอิฐมอญจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี แหล่งละ 20 ตัวอย่าง ให้ผลดังนี้ โรงงานอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม , โรงงานอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง , โรงงานอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคมมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 1.3441 กรัม/ลูกบาศก์ เซนติเมตร, 1.3889 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร , 1.3635 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 โรงงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.3655 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ในขณะที่อิฐมอญจากแหล่งผลิตจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 1.2554 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

อิฐที่มีความหนาแน่นมากคาดว่าความแข็งแรงก็ต้องมากกว่า จากการทดลอง จะเห็นได้ว่าอิฐในชลบุรีทั้งหมด มีความหนาแน่นมากกว่าอิฐจากอยุธยา ดังนั้น จึงพอสรุปได้คร่าว ๆ ว่าอิฐในจังหวัดชลบุรีมีความแข็งแรงมากกว่าอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยคิดเป็นร้อยละ 8.77

5.2 การทดลองหาความชื้น

ผลการทดลองการหาความชื้นของอิฐมอญจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี แหล่งละ 20 ตัวอย่าง ให้ผลดังนี้ โรงอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม , โรงอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง , โรงอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม ให้ค่าเฉลี่ยของความชื้นในแต่ละที่ร้อยละ 0.8848 ,

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ร้อยละ 0.4009 , ร้อยละ 0.8775 ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 โรงงานเท่ากับร้อยละ 0.7211 ในขณะที่อิฐมอญที่ผลิตจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 1.9699

อิฐที่มีความชื้นน้อยแสดงว่าอิฐนั้นมีความหนาแน่นมากกว่าอิฐที่มีความชื้นในระดับสูง อิฐที่มีความหนาแน่นมากกว่าก็จะแข็งแรงกว่า จากการทดลองจะเห็นว่าอิฐในจังหวัดชลบุรีทั้งหมดมีค่าความชื้นน้อยกว่าอิฐจากอยุธยา โดยคิดเป็นร้อยละ 173.18 ดังนั้นแสดงว่าอิฐจากจังหวัดชลบุรีมีความแข็งแรงกว่าอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

5.3 การทดลองการดูดซึมน้ำ

ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐมอญจากแหล่งผลิต ในจังหวัดชลบุรีแหล่งละ 20 ตัวอย่าง ให้ผลดังนี้ โรงอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม , โรงอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง , โรงอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม ให้ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำในแต่ละที่ร้อยละ 14.33 , ร้อยละ 12.80 , ร้อยละ 16.88 ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 โรงงานเท่ากับร้อยละ 14.67 ในขณะที่อิฐมอญที่ผลิตจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้ค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 18.07

อิฐที่มีการดูดซึมน้ำมากแสดงว่ามีความพรุนในอิฐมีสูง อิฐที่มีความพรุนสูงจะมีความเปราะและหักได้ง่าย ความแข็งแรงก็จะน้อยตามไปด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีค่าการดูดซึมน้ำมากกว่าอิฐจากจังหวัดชลบุรี โดยคิดเป็นร้อยละ 23.18 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าอิฐจากจังหวัดชลบุรีมีความแข็งแรงกว่า

5.4 การทดลองรับแรงอัด

ผลการทดลองการรับแรงอัดของอิฐมอญจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี แหล่งละ 20 ตัวอย่าง ให้ผลดังนี้ โรงงานอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม , โรงงานอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง , โรงงานอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคมมีค่าโหลดสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 47.74 กิโลนิวตัน , 54.65 กิโลนิวตัน , 63.57 กิโลนิวตัน ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 โรงงานเท่ากับ 55.32 กิโลนิวตัน ส่วนค่า stress โรงงานอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม , โรงงานอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง , โรงงานอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคมมีค่า เฉลี่ยเท่ากับ 45.36 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร , 51.86 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร , 60.79 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าเฉลี่ย stress เท่ากับ 52.67 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ในขณะที่อิฐมอญที่ผลิตจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้ค่าเฉลี่ยโหลดสูงสุดเท่ากับ 27.16 กิโลนิวตัน และมีค่าเฉลี่ย stress เท่ากับ 33.33 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

อิฐที่มีกำลังรับแรงอัดสูงก็แสดงว่าอิฐมีความแข็งแรง คงทน จากการทดลองจะเห็นว่าอิฐที่มีกำลังอัดสูงสุดก็คือ โรงอิฐประเสริฐชัย รองลงมา ก็คือ โรงอิฐสินประเสริฐ และโรงอิฐโสภณ ตามลำดับ ส่วนอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีกำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด ดังนั้นจึงพอสรุปคร่าวๆได้ว่าอิฐจากจังหวัดชลบุรีมีความแข็งแรงทนทานมากกว่าอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

5.5 การทดลองรับแรงดัด

ผลการทดลองรับแรงดัดของอิฐมอญจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี แหล่งละ 20 ตัวอย่าง ให้ผลดังนี้ โรงงานอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม , โรงงานอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง , โรงงานอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม มีค่าโหลดสูงสุดเฉลี่ย 1,674.42 นิวตัน , 1,559.42 นิวตัน , 3,509.42 นิวตัน ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2247.75 นิวตัน ส่วนค่าเฉลี่ย Modulus of rupture เท่ากับ 0.6756 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร , 0.6217 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร 1.1241 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 โรงงานเท่ากับ 0.8071 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร ในขณะที่อิฐมอญที่ผลิตจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้ค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงดัดเท่ากับ 1,339.42 นิวตัน ส่วนค่าเฉลี่ย Modulus of rupture เท่ากับ 0.5402 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร

อิฐที่มีค่า Modulus of rupture สูง ยิ่งมีความแข็งแรงสูงตามไปด้วย จากผลการทดลองจะเห็นว่าอิฐจากโรงอิฐประเสริฐชัยมีค่า Modulus of rupture สูงสุด และอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีค่าต่ำสุด ดังนั้น จึงพอสรุปได้ว่าอิฐของจังหวัดชลบุรีทั้งหมดมีความแข็งแรงกว่าอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

5.6 สรุปผลการทดลอง ข้อเสนอแนะ

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้พบว่าอิฐจากชลบุรีมีความแข็งแรงกว่าอิฐจากอยุธยา อาจเป็นเพราะอิฐจากจังหวัดชลบุรีใช้วัตถุดิบในการผลิตที่เป็นดินเหนียวล้วน ๆ ส่วนอิฐของอยุธยาอาจจะมีส่วนผสมอย่างอื่นอีก เช่น แกลบ , เถ้า เพราะว่ามีความชื้นและการดูดซึมน้ำที่เยอะ

จากผลการทดลองพบว่าอิฐทุกแหล่งผลิตมีค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนอิฐที่มีลักษณะเด่นและดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งข้อมูลทั้ง 4 ที่นี้ก็คือ โรงอิฐประเสริฐชัย เนื่องจากค่าความหนาแน่นมีมากที่สุด , ค่ากำลังรับแรงอัดก็สูงที่สุด และค่ากำลังรับแรงดัดก็สูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอิฐในจังหวัดชลบุรีกับจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยรวมสรุปได้ว่าอิฐของจังหวัดชลบุรีมีความแข็งแรงกว่าอิฐจากแหล่งผลิตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการทดลองพบว่าอิฐที่มีส่วนผสมเป็นดินเหนียวล้วน มีค่าความชื้นน้อย และมีความแข็งแรงสูง ดังนั้นอิฐที่ว่ามาดังกล่าวจึงเหมาะสมในการก่อสร้าง

2. เนื่องจากว่าแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองนี้อาจจะมีจำนวนน้อยเกินไป จึงทำให้ไม่ได้แหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือที่สุด

3. สำหรับผู้ที่จะศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญในครั้งต่อไป สามารถพิจารณาหาแหล่งข้อมูลเปรียบเทียบเพิ่มเติม เนื่องจากเมื่อมีแหล่งข้อมูลเปรียบเทียบหลากหลาย ข้อมูลที่ได้จะสามารถมีข้อสรุปที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เอกสารอ้างอิง

[1] สยาม ฉรงค์ฤทธิ์ (2533), คนเผาอิฐ อาชีพคนไทยทำกันมากว่า 100 ปี, (ครั้งที่ 1), บริษัทต้นอ้อจำกัด2076/4 ซ.พยัคฆาภรณ์ ถ.จันทร์สะพาน 5 ยานนาวา กรุงเทพฯ 10120 (หน้า 11-19)

[2] มนัส อนุศิริ, ทฤษฎีและปฏิบัติการทดสอบวัสดุในงานวิศวกรรมโยธา, (ครั้งที่ 1), บริษัทซีเอ็ดยุเคชั่น จำกัด (มหาชน) (หน้า 96-116)

[3] พงศ์พัน วรสุนทโรสถ (2538), วัสดุก่อสร้าง , บริษัทซีเอ็ด ยุเคชั่น จำกัด (มหาชน) (หน้า 102- 127)

[4] http://www.pongjadesada.com/article/id4.aspx, การทำอิฐมอญ, july, 2010

[5] **Error! Hyperlink reference not valid.**

[6] http://ird.sut.ac.th/VIJAI_Content/finished/about%20IRD/officer/Sittichai/Research%20Papers/8%20SUT%20Journal%20Soil%20cement%20brick.pdf, การทดสอบคุณสมบัติของอิฐดินซีเมนต์เพื่อเปรียบเทียบกับอิฐมอญ, july, 2010

[7] การทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 67-03a, (หน้า 41-52), September,2009

[8] http://ird.sut.ac.th/VIJAI_Content/finished/about%20IRD/officer/pdf, การผลิตดินเผาในต่างประเทศ, September, 2009

[9] http://www.me.psu.ac.th/tsme/ME_NETT21/pdf/amm/AMM32.pdf, อิธิพลของฟองอากาศในอิฐต่อการดูดซึม, October, 2010

[10] http://www.cte.kmutt.ac.th:8080/civillabpro/materialsheetfull.pdf, การทดสอบวัสดุทาง

วิศวกรรมโยธา, September, 2010

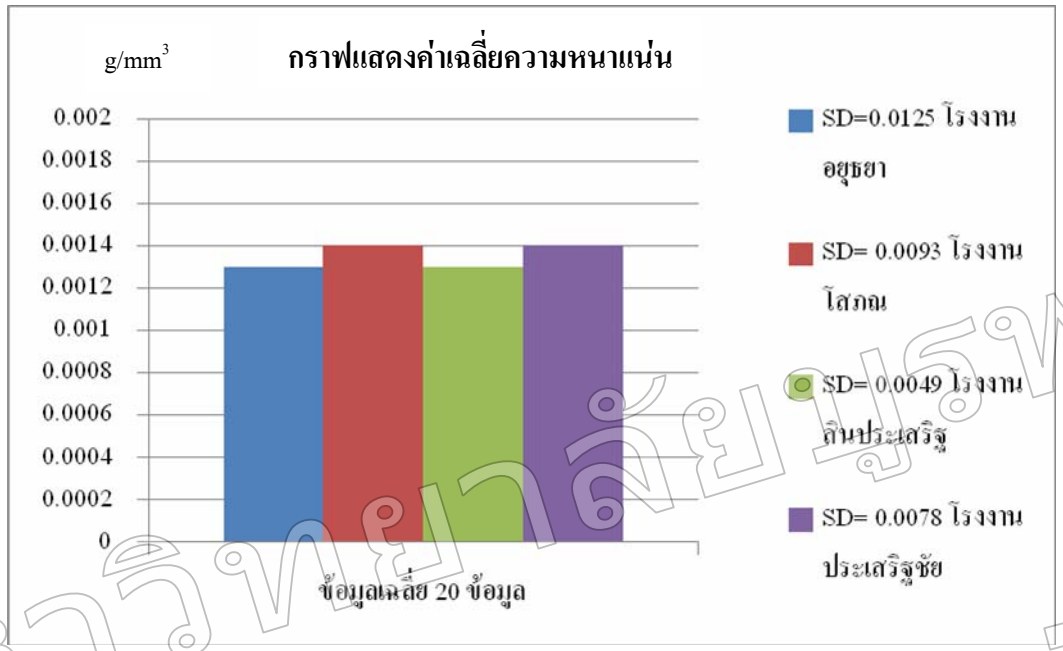
มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก

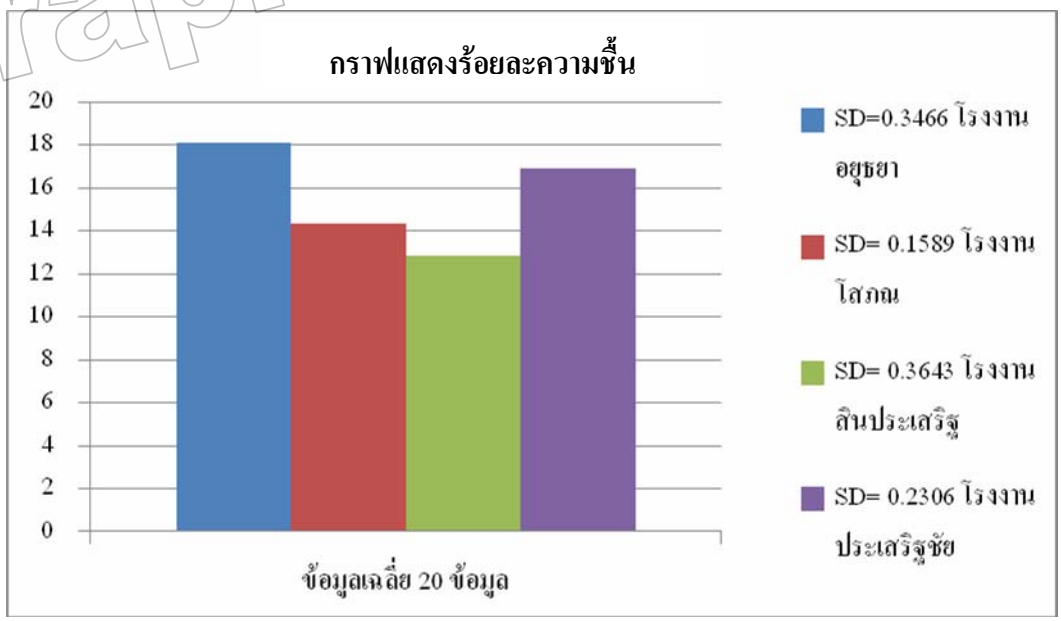
มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก ก

กราฟที่ 1.1 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความหนาแน่น

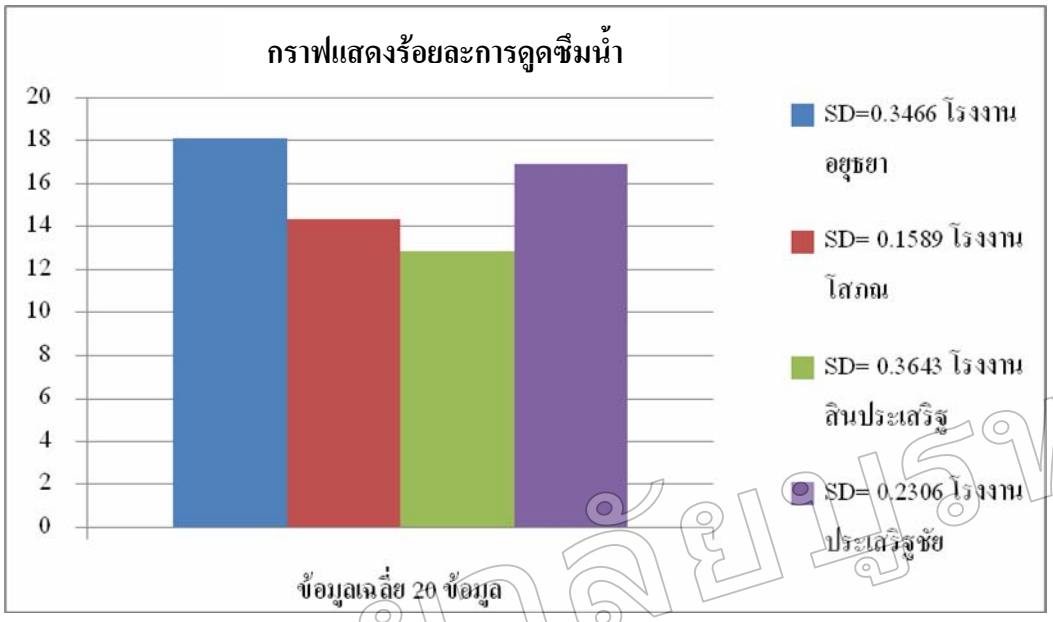


กราฟที่ 1.2 กราฟแสดงร้อยละความชื้น

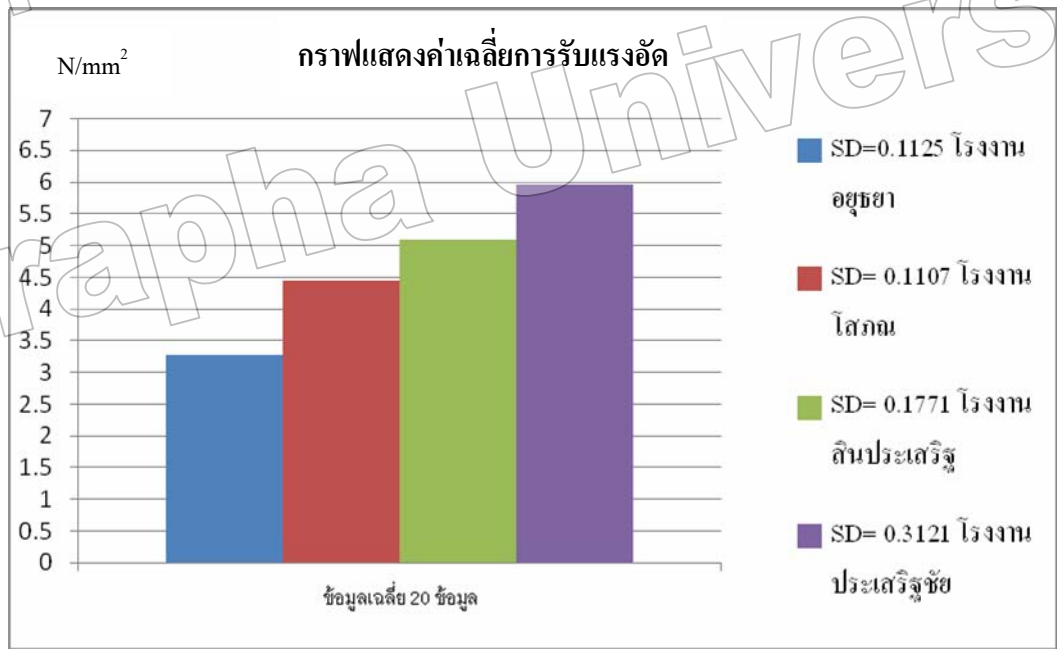


มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กราฟที่ 1.3 กราฟแสดงร้อยละการดูดซึมน้ำ

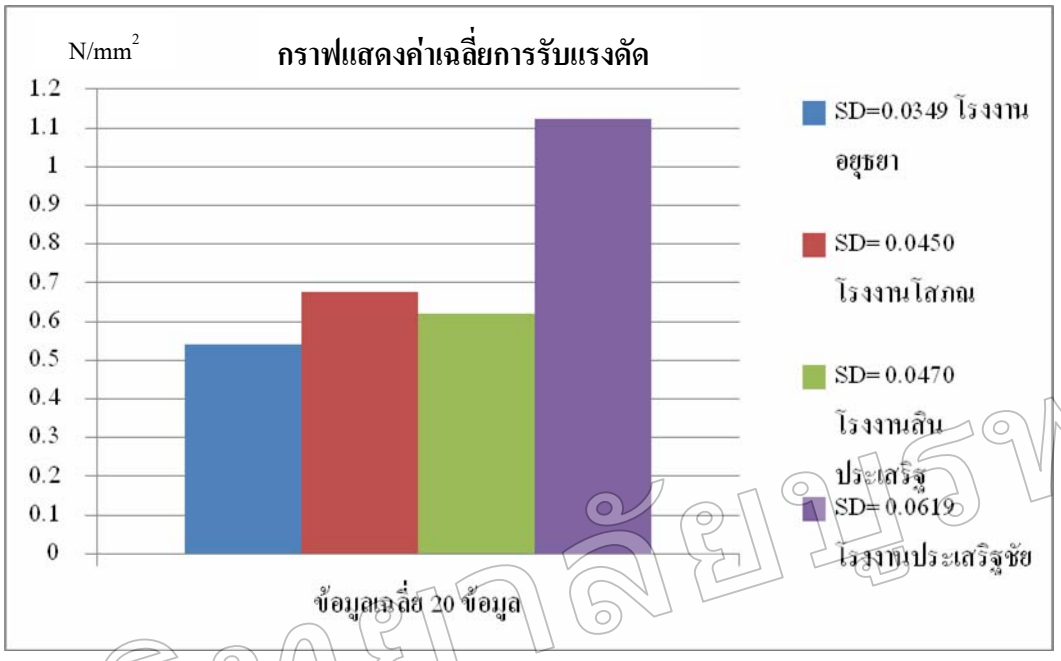


กราฟที่ 1.4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการรับแรงอัด



มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กราฟที่ 1.5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการรับแรงดัด



มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณ

การหาความหนาแน่น

ตัวอย่างอิฐก้อนที่ 1 (โรงอิฐอยุธยา) อิฐมีน้ำหนัก 295 (g) กว้าง 59.63 (mm) ยาว 142.13 (mm) หนา 28.70 (mm)

จากสูตร $\rho = \frac{m}{v}$ ρ (g/mm^3)

แทนค่า $\rho = \frac{295}{59.63 \times 142.13 \times 28.70}$ (g/mm^3)

$= 0.0012$ (g/mm^3)

โดยที่ ρ ρ = ความหนาแน่นของอิฐ (g/mm^3)

= มวลของอิฐ หาได้โดยการชั่ง (g)

V = ปริมาตรของอิฐ (mm^3)

การหาความชื้น

ตัวอย่างอิฐก้อนที่ 1 (โรงอิฐอยุธยา) น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ 295 (g) น้ำหนัดอิฐหลังอบ 24 ชม. 291 (g)

จากสูตรปริมาณความชื้น ω x 100 (%)

แทนค่า ปริมาณความชื้น $= \frac{295 - 291}{291}$ x 100

= 1.375 %

โดยที่ W_w = น้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ในอิฐ (g) หาได้โดยเอาน้ำหนักอิฐชื้นในสภาพธรรมชาติลบด้วย น้ำหนักอิฐอบแห้ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

W_s = น้ำหนักอิฐที่อบแห้ง (g)

อัตราการดูดซึมน้ำ

ตัวอย่างอิฐก้อนที่ 1 (โรงอิฐอยุธยา) น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว 24 ชม. 344 (g) น้ำหนัดอิฐหลังอบ 24 ชม.291 (g)

เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐ $= \frac{W' - W_s}{W_s} \times 100\ \%$

$= \frac{344 - 291}{291} \times 100$

$= 18.21\ \%$

โดยที่ W' = น้ำหนักของอิฐหลังจากแช่น้ำ (g)

W_s = น้ำหนักอิฐที่อบแห้ง (g)

การทดสอบรับแรงอัด

ตัวอย่างอิฐก้อนที่ 1 (โรงอิฐอยุธยา) Maximum Load 2629.97 (N) กว้าง 59.63 (mm) ยาว 142.13 (mm) หนา 28.70 (mm)

กำลังรับแรงอัด Stress $= \frac{P}{A}$ N/mm^2

$=$

$= 3.04\ (N/mm^2)$

โดย P = น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (N)

A = พื้นที่รับแรง (mm^2)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การทดสอบรับแรงดัด

ตัวอย่างอิฐก้อนที่ 1 (โรงอิฐอยุธยา) Maximum Load 619.42 (N) , กว้าง 59.63 (mm) ,หนา 28.70 (mm) , ช่วง Support ยาว 130.0 (mm)

โมเมนต์สูงสุดที่เกิดขึ้นในกรณีนี้คือ $M = \frac{PL}{4}$

จากความแข็งแรงของวัสดุ $\sigma = \frac{MC}{I}$

หรือ $Fb\ (\sigma) = \frac{6M}{bd^2}$

เมื่อ $C = \frac{d}{2}$

I = โมเมนต์ของความเฉื่อย $= \frac{bd^3}{12}$

Modulus of rupture $= = \frac{3PL}{2bd^2}$ (N/mm^2)

=

$= 0.2459\ (N/mm^2)$

โดยที่ P = น้ำหนักกระทำที่กึ่งกลาง (N)

S = ช่วงความยาว (mm)

b = ความกว้างอิฐ (mm)

d = ความลึกอิฐ (mm)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี

Study of the Properties of Clay bricks Produced in Chon Buri Province

นายภราดร ชุไชยสงค์ และ นายสุพรรณ วงทอง
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล
ภาควิชาวิศวกรรมโยธาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

อิฐมอญเป็นวัสดุที่ทำขึ้นจากการทำดินเหนียวให้เป็นก้อนสี่เหลี่ยมนำไปตากให้แห้งแล้วจึงนำไปเผาที่อุณหภูมิสูง อิฐมอญเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีราคาถูกและนิยมใช้ในการก่อสร้างอาคารต่างๆ เช่นวัด ปราสาทราชวังเจดีย์และสถูป มีการใช้อิฐมอญก่อสร้างอาคารมาตั้งแต่ยุคโบราณดังจะเห็นว่ามีโครงสร้างในยุคโบราณ ในหลายประเทศทำด้วยอิฐมอญ ส่วนในประเทศไทยก็มีวัด เจดีย์ต่างๆ ในเมืองโบราณ เช่น ที่กรุงสุโขทัย และอยุธยา เป็นต้น อิฐมอญเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีคุณสมบัติดีมีความทนทานต่อสภาพดินฟ้าอากาศในประเทศไทยและสามารถผลิตได้ในทุกภาคของประเทศ แหล่งผลิตอิฐมอญที่เป็นที่รู้จักในภาคกลางอยู่ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและจังหวัดอ่างทองและมีผลิตบ้างในจังหวัดใกล้เคียง ในภาคตะวันออกมีการผลิตอิฐมอญที่อำเภอพานทองและอำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี ทั้งนี้เพราะพื้นที่ทั้งสองอำเภอดังกล่าวเป็นแหล่งที่มีวัตถุดิบดินเหนียวที่เหมาะสำหรับการใช้ผลิตอิฐมอญ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกจะเป็นพื้นที่มีดินเป็นลักษณะดินปนทราย

โครงงานนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเชิงกลของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี ซึ่งผลิตที่อำเภอพานทองและอำเภอพนัสนิคม ในการศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรี ประกอบด้วย การทดสอบคุณสมบัติความหนาแน่นของอิฐมอญ คุณสมบัติความชื้นของอิฐมอญ การทดสอบคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ การทดสอบกำลังอัดของอิฐมอญ และการทดสอบแรงดัด ผลการศึกษาพบว่าอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดชลบุรีมีคุณสมบัติดี สามารถใช้แทนอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและจังหวัดอ่างทองได้

คำสำคัญ: อิฐมอญ การก่อสร้าง ความหนาแน่น ความชื้น การดูดซึมน้ำ กำลังอัด กำลังดัด

1.บทนำ

อิฐดินเผา (clay brick) เป็นวัสดุในการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือนและโครงสร้างต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยและวัดวาอาราม ปราสาท ราชวัง นับตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน อิฐเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีบทบาทสำคัญการก่อสร้างอาคาร บ้านเรือน โดยเป็นส่วนประกอบของผนังก่ออิฐฉาบปูน

อิฐมอญเป็นวัสดุก่อสร้างที่มนุษย์รู้จักนำวัสดุจากธรรมชาติมาทำเป็นก้อนใช้ในการก่อสร้างมานับพัน ๆ ปีมาแล้ว การใช้อิฐครั้งแรกนั้นใช้ในสมัยอียิปต์โบราณ ในสมัยนั้นใช้โคลนในแม่น้ำไนล์มาย่ำและปั้นให้เป็นก้อนตามขนาดที่ต้องการแล้วนำไปตากแดดให้แห้งโดยมิได้มีการเผาให้สุก อิฐชนิดนี้ใช้ในการก่อกำแพงของอาคารบางประเภท และเนื่องจากภูมิประเทศในแถบนั้นในปีหนึ่ง ๆ ฝนตกน้อยมากหรือบางครั้งไม่ตกเป็นปี ๆ ก็มี จึงไม่มีปัญหาในเรื่องอิฐละลายเพราะน้ำฝนชะล้างออก จากการค้นคว้าทางประวัติศาสตร์พบว่าในที่ฝังศพของกษัตริย์อียิปต์ที่อยู่ใต้พีระมิดนั้นมีการใช้อิฐเผาเคลือบสีกรุผนังบางตอน

ในการผลิตอิฐมอญได้มีการวิวัฒนาการเรื่อยมา เพื่อให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

งานของงานและพื้นที่ ซึ่งมีความแตกต่างออกไป ปัจจุบันได้มีการทำอิฐมอญกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย แต่ละแหล่งการผลิตที่มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักกันดีในธุรกิจอุตสาหกรรมการทำอิฐมอญ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในเรื่องของคุณภาพที่เหมาะสำหรับเป็นวัสดุในการก่อสร้าง ได้แก่ อยุธยา อ่างทอง ปทุมธานี ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น โดยแหล่งผลิตอิฐมอญที่จะทำการศึกษาจะเป็นในส่วนของจังหวัดชลบุรี ซึ่งจะอยู่ในเขตพื้นที่ อำเภอพานทอง และพนัสนิคม ที่เป็นแหล่งที่มีชื่อเสียงในเรื่องของความแข็งแรงและขนาดของอิฐที่เหมาะสมสำหรับเป็นวัสดุในการก่อสร้าง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การที่อิฐมอญของแต่ละแหล่งมีคุณภาพต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ในการผสม ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพจะดูที่คุณสมบัติต่าง ๆ ของอิฐ ทางด้านกายภาพและทางกลได้แก่ คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางกล ซึ่งได้แก่ การวัดขนาด , การทดสอบความหนาแน่น , การทดสอบหาความชื้น , การทดสอบอัตราการดูดซึมน้ำ , การทดสอบรับแรงอัด , การทดสอบการรับแรงดัด

ความหนาแน่นของอิฐหมายถึงอัตราส่วนระหว่างมวลของอิฐต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของอิฐ เมื่อมวลของอิฐหาได้โดยการชั่ง ซึ่งมีหน่วยเป็นกรัม (g) ส่วนปริมาตรของอิฐนั้นมีหน่วยเป็นลูกบาศก์มิลลิเมตร (mm^3) เป็นต้น จากความสัมพันธ์ดังกล่าว จะได้ว่า

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (g/mm^3) \qquad (1)$$

ปริมาณความชื้นของอิฐหมายถึงอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของน้ำที่มีอยู่ในอิฐในสภาพธรรมชาติต่อน้ำหนักของอิฐที่อบแห้ง คูณด้วย 100 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ เขียนเป็นสูตรได้ว่า

$$\omega = \frac{w_w}{w_s} \times 100\ (\%) \qquad (2)$$

การศึกษาการดูดซึมน้ำของอิฐเป็นการสอบทางกายภาพเพื่อหาสมบัติของอิฐตัวอย่างด้านปริมาณความชื้นหรือน้ำที่แฝงอยู่ในอิฐ และศึกษาวิเคราะห์สภาพของตัวอย่างหลังการทดสอบในด้านความสามารถในการดูดซึม การแปรเปลี่ยนสภาพของเนื้ออิฐหลังจากถูกผลกระทบจากความชื้น

เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ = $\frac{W' - W_s}{W_s} \times 100$ (3)

กำลังรับแรงอัดของอิฐมอญขึ้นอยู่กับชนิดของดินเหนียวที่ใช้ในการผลิต กรรมวิธีการผลิต และการที่ดินเหนียวถูกเผา โดยทั่วไปแล้วกำลังรับแรงอัดของอิฐมอญจะมีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้โดย ASTM และสำหรับอิฐที่ทำจากดินเหนียวชนิดเดียวกันและกรรมวิธีการผลิตที่เหมือนกัน อิฐที่ถูกเผาที่อุณหภูมิสูงกว่าและเป็นเวลาที่นานกว่าอิฐที่มีกำลังสูงกว่า สูตรที่ใช้ในการคำนวณความต้านทานแรงอัดของอิฐแต่ละชุดพร้อมทั้งค่าเฉลี่ยของอิฐทั้งชุดและหาค่าเฉลี่ยของอิฐแต่ก้อน

กำลังรับแรงอัด Stress = $\frac{P}{A}$ (N/mm^2) (4)

อิฐก่อสร้าง ต้องมีความแข็งแรงทนทาน สามารถต้านทานแรงอัดได้ดีพอสมควร หากไม่แน่ใจว่า มีความแข็งแรงทนทาน จำเป็นต้องนำไปทดสอบเพื่อตรวจสอบความแข็งแรงตามสถาบันของทางราชการที่เชื่อถือได้ กำลังดัด หมายถึง ความต้านทานการโก่งเมื่อมีแรงกระทำแบบเป็นจุดบนอิฐ การทดสอบกำลังดัดเป็นการทดสอบเพื่อหาค่าโมดูลัสของการชำรุด (Modulus of rupture) ของอิฐดินเหนียวเผาที่ใช้ในการก่อสร้าง

Modulus of rupture = $\frac{3PS}{2bd^2}$ (N/mm^2) (5)

3. วิธีและขั้นตอนการทดลอง

3.1 การหาความหนาแน่น

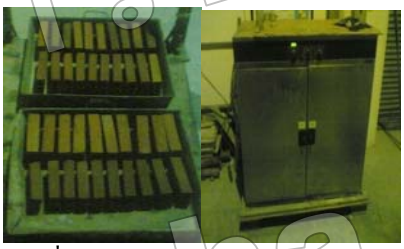
นำตัวอย่างทดสอบที่เขียนชื่อโรงงานและระบุหมายเลขไว้ไปชั่งน้ำหนัก ทีละ 1 ตัวอย่าง นำค่าที่ได้จากการวัดขนาดมาคำนวณหาปริมาตรจดค่าและบันทึกผล คำนวณค่าจากสมการ (1)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่ 1 การชั่งน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบ

3.2 การหาความชื้น

นำตัวอย่างทดสอบที่เขียนชื่อโรงงานและระบุหมายเลขไว้ไปชั่งน้ำหนักจดบันทึกผล(น้ำหนักอิฐสภาพธรรมชาติ w) ตัวอย่างทดสอบใส่กระบะแล้วนำไปเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ทำการอบตัวอย่าง เป็นเวลา 24 ชม.เมื่อครบ 24 ชม. นำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนักจดบันทึกผล (น้ำหนักอิฐอบแห้ง W_s) ทำการคำนวณหาค่าความชื้นจากสมการ (2)



รูปที่ 2 การนำตัวอย่างทดสอบเข้าตู้อบ

3.3 การหาการดูดซึมน้ำ

นำตัวอย่างทดสอบที่อบแห้งจากหัวข้อ 3.2 มาทำการแช่น้ำในบ่อบ่มนาน 24 ชม.เมื่อครบ 24 ชม. นำตัวอย่างทดสอบมาเช็ดหมาด ๆ แล้วชั่งน้ำหนัก จดบันทึกผล ทำการคำนวณหาค่าดูดซึมน้ำจากสมการ(3)

รูปที่ 3 นำตัวอย่างทดสอบมาแช่น้ำในบ่อ

3.4 การหากำลังอัด

เตรียมตัวอย่างทดสอบที่เขียนชื่อโรงงานและระบุหมายเลขไว้แหล่งละ 20 ตัวอย่าง และนำตัวอย่างมาทำการแต่งผิวให้เรียบ ทิ้งไว้ให้แห้ง 1 วัน แล้วนำตัวอย่างวางที่กึ่งกลางของเครื่องรับแรงกดอัด เพิ่มแรงให้ตัวอย่างเรื่อย ๆ จนตัวอย่างทดสอบเกิดการวิบัติและอ่านค่าแรงสูงสุดก่อนที่จะเกิดการวิบัติ คำนวณค่าจากสมการ (4)

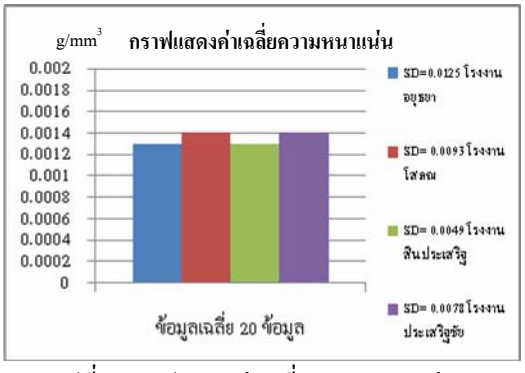
รูปที่ 4 รูปการทดลองกำลังอัด

3.5 การหาการดัด

เตรียมตัวอย่างทดสอบที่เขียนชื่อโรงงานและระบุหมายเลขไว้ แหล่งละ 20 ตัวอย่างแล้วตัวอย่างไปวางที่กึ่งกลางของจุด Support ที่เตรียมไว้ และวางตัวรับแรงกดตรงกึ่งกลางระหว่างจุด Support เพิ่มแรงให้ตัวอย่างเรื่อย ๆ จนตัวอย่างทดสอบเกิดการวิบัติ เมื่อตัวอย่างทดสอบแตกหักบันทึกค่าลงในตารางการทดลองจนครบทุกตัวอย่างทดสอบบันทึกค่าที่ได้และนำค่าที่ได้มาทำการคำนวณ จากสมการ (5)

4. ผลการทดลองคุณสมบัติของอิฐมอญ

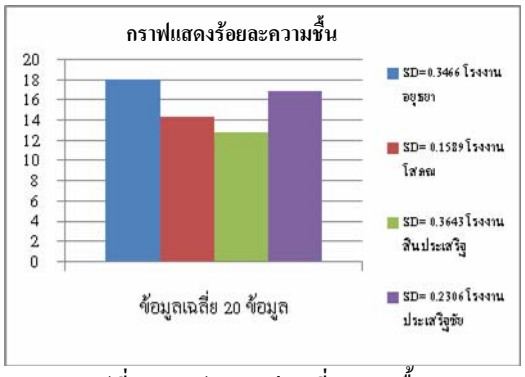
4.1 ผลการทดลองความหนาแน่น



รูปที่ 5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความหนาแน่น

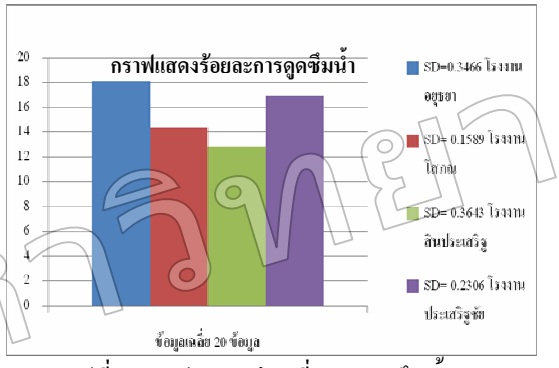
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.2 ผลการทดลองความชื้น



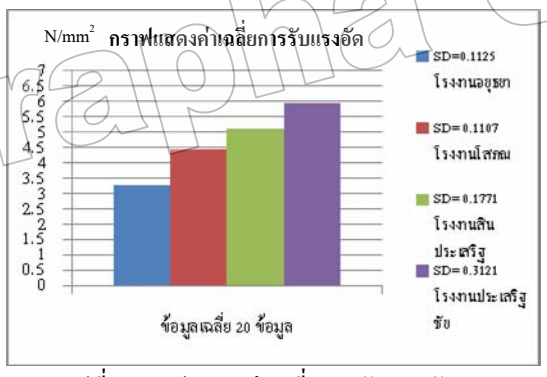
รูปที่ 6 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความชื้น

4.3 ผลการทดลองดูดซึมน้ำ



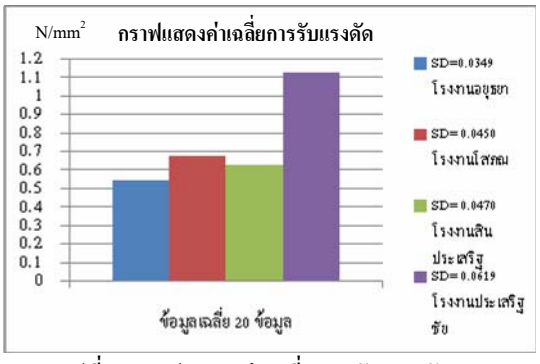
รูปที่ 7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำ

4.4 ผลการทดลองการรับแรงอัด



รูปที่ 8 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการรับแรงอัด

4.5 ผลการทดลองการรับแรงดัด



รูปที่ 9 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการรับแรงดัด

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.1 การทดลองความหนาแน่น

ผลการทดลองการหาความหนาแน่นของอิฐมอญจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี แหล่งละ 20 ตัวอย่าง ให้ผลดังนี้ โรงงานอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม , โรงงานอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง , โรงงานอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคมมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 1.3441 กรัม/ลูกบาศก์ เซนติเมตร , 1.3889 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร , 1.3635 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 โรงงานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.3655 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ในขณะที่อิฐมอญจากแหล่งผลิตจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีค่าความหนาแน่นเฉลี่ย 1.2554 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

อิฐที่มีความหนาแน่นมากคาดว่าความแข็งแรงก็ต้องมากกว่า จากการทดลอง จะเห็นได้ว่าอิฐในชลบุรีทั้งหมด มีความหนาแน่นมากกว่าอิฐจากอยุธยา ดังนั้น จึงพอสรุปได้คร่าว ๆ ว่าอิฐในจังหวัดชลบุรีมีความแข็งแรงมากกว่าอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยคิดเป็นร้อยละ 8.77

5.2 การทดลองหาความชื้น

ผลการทดลองการหาความชื้นของอิฐมอญจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรีแหล่งละ20 ตัวอย่างให้ผลดังนี้โรงอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

นิคม , โรงอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง , โรงอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม ให้ค่าเฉลี่ยของความชื้นในแต่ละที่ร้อยละ 0.8848 , ร้อยละ 0.4009 , ร้อยละ 0.8775 ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 โรงงานเท่ากับร้อยละ 0.7211 ในขณะที่อิฐมอญที่ผลิตจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้ค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 1.9699

อิฐที่มีความชื้นน้อยแสดงว่าอิฐนั้นมีความหนาแน่นมากกว่าอิฐที่มีความชื้นในระดับสูง อิฐที่มีความหนาแน่นมากกว่าก็จะแข็งแรงกว่า จากการทดลองจะเห็นว่าอิฐในจังหวัดชลบุรีทั้งหมดมีค่าความชื้นน้อยกว่าอิฐจากอยุธยา โดยคิดเป็นร้อยละ 173.18 ดังนั้นแสดงว่าอิฐจากจังหวัดชลบุรีมีความแข็งแรงกว่าอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

5.3 การทดลองการดูดซึมน้ำ

ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐมอญจากแหล่งผลิต ในจังหวัดชลบุรีแหล่งละ 20 ตัวอย่าง ให้ผลดังนี้ โรงอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม , โรงอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง , โรงอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม ให้ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำในแต่ละที่ร้อยละ 14.33 , ร้อยละ 12.80 , ร้อยละ 16.88 ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 โรงงานเท่ากับร้อยละ 14.67 ในขณะที่อิฐมอญที่ผลิตจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้ค่าดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 18.07

อิฐที่มีการดูดซึมน้ำมากแสดงว่ามีความพรุนในอิฐมีสูง อิฐที่มีความพรุนสูงจะมีความเปราะและหักได้ง่าย ความแข็งแรงก็จะน้อยตามไปด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีค่าการดูดซึมน้ำมากกว่าอิฐจากจังหวัดชลบุรี โดยคิดเป็นร้อยละ 23.18 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าอิฐจากจังหวัดชลบุรีมีความแข็งแรงกว่า

5.4 การทดลองรับแรงดัด

ผลการทดลองรับแรงดัดของอิฐมอญจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี แหล่งละ 20 ตัวอย่าง ให้ผลดังนี้ โรงงานอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม , โรงงานอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง , โรงงานอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม มีค่าโหลดสูงสุดเฉลี่ย 1,674.42 นิวตัน , 1,559.42 นิวตัน , 3,509.42 นิวตัน ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2247.75 นิวตัน ส่วนค่าเฉลี่ย Modulus of rupture เท่ากับ 0.6756 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร , 0.6217 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร 1.1241 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 โรงงานเท่ากับ 0.8071 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร ในขณะที่อิฐมอญที่ผลิตจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้ค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงดัดเท่ากับ 1,339.42 นิวตัน ส่วนค่าเฉลี่ย Modulus of rupture เท่ากับ 0.5402 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร

อิฐที่มีค่า Modulus of rupture สูง ยิ่งมีความแข็งแรงสูงตามไปด้วย จากผลการทดลองจะเห็นว่าอิฐจากโรงอิฐประเสริฐชัยมีค่า Modulus of rupture สูงสุด และอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีค่าต่ำสุด ดังนั้น จึงพอสรุปได้ว่าอิฐของจังหวัดชลบุรีทั้งหมดมีความแข็งแรงกว่าอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

5.5 การทดลองรับแรงอัด

ผลการทดลองการรับแรงอัดของอิฐมอญจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี แหล่งละ 20 ตัวอย่าง ให้ผลดังนี้ โรงงานอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม , โรงงานอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง , โรงงานอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม มีค่าโหลดสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 47.74 กิโลนิวตัน , 54.65 กิโลนิวตัน , 63.57 กิโลนิวตัน ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 3 โรงงานเท่ากับ 55.32 กิโลนิวตัน ส่วนค่า stress โรงงานอิฐโสภณอยู่ที่อำเภอพนัสนิคม , โรงงานอิฐสินประเสริฐอยู่ที่อำเภอพานทอง ,

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

โรงงานอิฐประเสริฐชัยอยู่ที่อำเภอพนัสนิคมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.36 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร , 51.86 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร , 60.79 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าเฉลี่ย stress เท่ากับ 52.67 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร ในขณะที่อิฐมอญที่ผลิตจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยาให้ค่าเฉลี่ยโหลดสูงสุดเท่ากับ 27.16 กิโลนิวตัน และมีค่าเฉลี่ย stress เท่ากับ 33.33 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร

อิฐที่มีกำลังรับแรงอัดสูงก็แสดงว่าอิฐมีความแข็งแรง คงทน จากการทดลองจะเห็นว่าอิฐที่มีกำลังอัดสูงสุดก็คือ โรงอิฐประเสริฐชัย รองลงมาก็คือ โรงอิฐสินประเสริฐ และโรงอิฐโสภณ ตามลำดับ ส่วนอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีกำลังรับแรงอัดน้อยที่สุด ดังนั้นจึงพอสรุปคร่าวๆ ได้ว่าอิฐจากจังหวัดชลบุรีมีความแข็งแรงทนทานมากกว่าอิฐจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

5.6 สรุปผลการทดลอง ข้อเสนอแนะ

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้พบว่าอิฐจากชลบุรีมีความแข็งแรงกว่าอิฐจากอยุธยา อาจเป็นเพราะอิฐจากจังหวัดชลบุรีใช้วัตถุดิบในการผลิตที่เป็นดินเหนียวล้วน ๆ ส่วนอิฐของอยุธยาอาจจะมีส่วนผสมอย่างอื่นอีก เช่น แกลบ , เถ้า เพราะว่ามีความชื้นและการดูดซึมน้ำที่เยอะ

จากผลการทดลองพบว่าอิฐทุกแหล่งผลิตมีค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนอิฐที่มีลักษณะเด่นและดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งข้อมูลทั้ง 4 ที่นี้ก็คือ โรงอิฐประเสริฐชัย เนื่องจากค่าความหนาแน่นมีมากที่สุด , ค่ากำลังรับแรงอัดก็สูงที่สุด และค่ากำลังรับแรงดัดก็สูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอิฐในจังหวัดชลบุรีกับจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยรวมสรุปได้ว่าอิฐของจังหวัดชลบุรีมีความแข็งแรงกว่าอิฐจากแหล่งผลิตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ข้อเสนอแนะ

1.จากผลการทดลองพบว่าอิฐที่มีส่วนผสมเป็นดินเหนียวล้วน มีค่าความชื้นน้อย และมีความแข็งแรงสูง ดังนั้นอิฐที่ว่ามาดังกล่าวจึงเหมาะสมในการก่อสร้าง

2.เนื่องจากว่าแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการทดลองนี้อาจจะมีจำนวนน้อยเกินไป จึงทำให้ไม่ได้แหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือที่สุด

3.สำหรับผู้ที่จะศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญในครั้งต่อไป สามารถพิจารณาหาแหล่งข้อมูลเปรียบเทียบเพิ่มเติม เนื่องจากเมื่อมีแหล่งข้อมูลเปรียบเทียบหลากหลาย ข้อมูลที่ได้จะสามารถมีข้อสรุปที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวัติ ตั้งศิริวัฒนากุล จึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

7. เอกสารอ้างอิง

[1]สยาม ณรงค์ฤทธิ์ (2533), คนเผาอิฐ อาชีพคนไทยทำกันมากว่า 100 ปี, (ครั้งที่ 1), บริษัทต้นอ้อ จำกัด2076/4 ซ.พยัคฆภาภรณ์ ถ.จันทร์สะพาน 5 ยานนาวา กรุงเทพฯ 10120 (หน้า 11-19)

[2]มนัส อนุศิริ, ทฤษฎีและปฏิบัติการทดสอบวัสดุในงานวิศวกรรมโยธา, (ครั้งที่ 1), บริษัทซีเอ็ดยุเคชั่น จำกัด (มหาชน) (หน้า 96-116)

[3]พงศ์พัน วรสุนทโรสถ (2538), วัสดุก่อสร้าง , บริษัทซีเอ็ด ยุเคชั่น จำกัด (มหาชน)(หน้า 102- 127)

[4]http://www.pongjadesada.com/article/id4.aspx, การทำอิฐมอญ, july, 2010

[5]www.kunya.tonkla-tlo-rmutt.com, ประเภทของอิฐ, may, 2009

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

[6]http://ird.sut.ac.th/VIJAI_Content/finished/about%20IRD/officer/Sittichai/Research%20Papers/8%20SUT%20Journal%20Soil%20cement%20brick.pdf, การทดสอบคุณสมบัติของอิฐดินซีเมนต์เพื่อเปรียบเทียบกับอิฐมอญ, july, 2010

[7]การทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C 67-03a, (หน้า 41-52), September,2009

[8]http://ird.sut.ac.th/VIJAI_Content/finished/about%20IRD/officer/pdf, การผลิตดินเผาในต่างประเทศ, September, 2009

[9]http://www.me.psu.ac.th/tsme/ME_NETT21/pdf/amm/AMM32.pdf, อิธิพลของฟองอากาศ ในอิฐต่อการดูดซึม, October, 2010

[10]http://www.cte.kmutt.ac.th:8080/civillabpro/materialsheetfull.pdf, การทดสอบวัสดุทาง วิศวกรรมโยธา, September, 2010

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University