

การศึกษาการรับน้ำหนักในแนวแกนของกำแพงอิฐมอญที่ใช้วัสดุที่ผลิตในชลบุรี

STUDY OF CAPACITY OF AXILLY LOADED LOAD-BEARING CLAY BRICK WALLS USED  
BRICKS MADE IN CHON BURI

นายชัยพฤกษ์ ชิวไพบุลย์ศิลป์

นายวศิน มือนันต์

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยบูรพา

ปีการศึกษา 2553

STUDY OF CAPACITY OF AXILLY LOADED LOAD-BEARING CLAY BRICK WALLS USED  
BRICKS MADE IN CHON BURI

Mr. Chaiyapruet Cheewapaibulsin

Mr. wasin Meeanan

An Engineering Project Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for the Degree of Bachelor of Engineering

Department of Civil Engineering

Burapha University

2007

ปริญญานิพนธ์      การศึกษาการรับน้ำหนักในแนวแกนของกำแพงอิฐมอญที่ใช้วัสดุที่ผลิตในชลบุรี  
โดย                      นายชัยพฤกษ์ ชิวไพบุลย์ศิลป์  
                                 นายวศิน มีอนันต์  
อาจารย์ที่ปรึกษา      อาจารย์ เอก ชมวงษ์  
ปีการศึกษา              2553

---

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติโครงการทางวิศวกรรมนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

.....หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อานนท์ วงษ์แก้ว)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ เอก ชมวงษ์)

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ เอก ชมวงษ์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ชรรมนุญ รัศมีมาสเมือง)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อานนท์ วงษ์แก้ว)

## บทคัดย่อ

การใช้อิฐมอญในงานก่อสร้างอาคาร โครงสร้างต่างๆในประเทศไทยนับตั้งแต่ในอดีตเป็นต้นมา มีวัตถุประสงค์เพียงใช้กำแพงอิฐมอญเป็นผนังของอาคารที่ไม่ได้ให้รับน้ำหนักของส่วนของโครงสร้างที่อยู่เหนือกำแพงอิฐมอญขึ้นไป โครงงานนี้เป็นการศึกษากำลัการรับน้ำหนักแบกทานในแนวแกนของกำแพงอิฐมอญรับน้ำหนัก วัสดุอิฐมอญที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นอิฐมอญที่ผลิตในท้องถิ่นในจังหวัดชลบุรีซึ่งอาจจะมีคุณสมบัติแตกต่างจากอิฐมอญที่ผลิตในแหล่งผลิตจากแหล่งผลิตอื่นๆในประเทศไทย

ตัวอย่างกำแพงทดสอบที่ใช้ในโครงงานนี้ใช้ลักษณะการก่อแบบสลับแนว(running bond) โดยก่อผนังทดสอบขนาดกว้าง 1 เมตร สูง 1.00 เมตร จำนวน 12 ตัวอย่าง และตัวอย่างแท่งผนังอิฐมอญขนาด 0.30x0.30 เมตร จำนวน 30 ตัวอย่าง

ผลการทดลองพบว่ากำลัการรับน้ำหนักแบกทานในแนวแกนของกำแพงตัวอย่าง พบว่ากำแพงที่ใช้อิฐมอญชนิดต้นสามารถรับน้ำหนักได้มากกว่ากำแพงที่ก่อด้วยอิฐมอญแบบมีรูกลวง ในการทดสอบ

กำแพงตัวอย่างได้ทดสอบโดยแรงกดจนถึงจุดประลัย เมื่อเขียนเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดกับความเครียดของกำแพงตัวอย่างทดสอบ ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากำแพงอิฐมอญแสดงพฤติกรรมของวัสดุเปราะ

คำสำคัญ :

อิฐมอญ น้ำหนักแบกทานในแนวแกน การก่อกำแพงแบบสลับแนว หน่วยแรงอัด ความเครียดอัด จุดประลัย

### Abstract

Clay brick walls has been used in building construction in Thailand since the ancient time. The usages of clay brick wall at that time were as only wall partions of buildings, those walls were not used to bear the weights of the upper structural components of buildings. The study of this of this project is to know bearing capacity of load- bearing clay brick walls. Clay brick used in this project are local made from Chon Buri Province which have different properties from those made from other parts of Thailand. The tested walls are 1.00 m x 1.00 m. 12 pieces and the wall prisms of 0.30 m x 0.30 m 30 pieces

The results of tests shown that bearing capacity of the tested specimens and the tested wall specimens which are made from solid clay bricks are higher than those of hollow-cored clay bricks.

In the tests, all specimens has been loaded until they reached their breaking loads. And the shapes of the graphs ,which shown the relation between compressive stress and compressive strain are all curves.

These curves reveal that brick walls have behavior as brittle material.

#### Key Words :

clay brick; axially load bearing capacity ; running bond wall pattern; compressive strength;  
compressive strain; bearing capacity

## กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปฏิญานิพนธ์ในครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ เอนก ชมวงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปฏิญานิพนธ์ , ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวิติ ตั้งศิริวัฒนากุลและ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ที่เป็นประโยชน์ เพื่อให้สามารถทำปฏิญานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

นอกจากนี้ยังมีบุคคลอีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่มีส่วนช่วยเหลือในการจัดทำปฏิญานิพนธ์ครั้งนี้ คณะผู้จัดทำปฏิญานิพนธ์ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายที่สุดนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่าปฏิญานิพนธ์นี้มีส่วนให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจศึกษา และเป็นรากฐานในการพัฒนาการศึกษาต่อไปในภายหน้า กระผมจึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ด้วยความเคารพอย่างสูง

นายชัยพลกัญ ชีวไพบุลย์ศิลป์

นายวสิน มีอนันต์

## สารบัญ

	หน้า
อนุมัติโครงการ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 แผนการดำเนินงาน	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 ข้อมูลทั่วไป	7
<b>บทที่ 3 วิธีและขั้นตอนการทดลอง</b>	23
3.1 การทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐ(Absorption test of brick)	23
3.2 การทดสอบกำลังอัดอิฐ(Compressive test of brick)	28
3.3 การทดสอบแรงค้ำของอิฐ(Flexural strength of brick)	32
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง</b>	35
4.1 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญ (Absorption test of brick)	36
4.2 ผลการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญ (Compressive strength of brick)	40
4.3 ผลการทดสอบแรงค้ำของอิฐมอญ (Flexural strength of brick)	44
4.4 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Compressive strength of cement mortar)	48

## สารบัญ

	หน้า
4.5 ผลการทดสอบแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Flexural strength of cement mortar)	49
4.6 ผลการทดสอบแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Tensile strength of cement mortar)	50
4.7 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ (Compressive strength of parts brick wall)	52
4.8 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของกำแพงอิฐมอญ (Compressive strength of brick wall)	68
<b>บทที่ 5 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง</b>	<b>102</b>
5.1 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญ (Absorption test of brick)	102
5.2 ผลการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญ (Compressive strength of brick)	102
5.3 ผลการทดสอบแรงค้ำของอิฐมอญ (Flexural strength of brick)	102
5.4 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Compressive strength of cement mortar)	103
5.5 ผลการทดสอบแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Flexural strength of cement mortar)	104
5.6 ผลการทดสอบแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Tensile strength of cement mortar)	104
5.7 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ (Compressive strength of parts brick wall)	104
5.8 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของกำแพงอิฐมอญ (Compressive strength of brick wall)	105
<b>ข้อเสนอแนะ</b>	<b>106</b>
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>107</b>
<b>ภาคผนวก</b>	<b>110</b>
ก. ข้อมูลการทดสอบ	111
ข. ตัวอย่างการคำนวณ	223



**สารบัญรูป**

รูปที่		หน้า
2.1	ถอดแบบ	11
2.2	การเรียงเตรียมการเผา	11
2.3	ทำการเผาเสร็จ	12
2.4	เครื่ององอัดไฮดรอลิกส์	12
3.1	อิฐก่อสร้างสามัญ	24
3.2	เครื่องมือซึ่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม	24
3.3	ภาชนะที่สามารถแช่ตัวอย่าง	25
3.4	ตุ้บ	25
3.7	เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด	30
4.1	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัด(Compressive strength) กับอายุ (Age) ของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Cement Mortar)	48
4.2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัด(Compressive strength) กับอายุ (Age) ของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Cement Mortar)	50
4.3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง (Tensile strength) กับอายุ (Age) ของซีเมนต์มอร์ตาร์	51
4.4	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB - 2H / M <sub>2</sub> /1	52
4.5	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB - 2H / M <sub>2</sub> /1	53
4.6	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB - 2H / M <sub>1</sub> /1	53
4.7	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB - 2H / M <sub>1</sub> /1	54
4.8	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – 2B / M <sub>2</sub> /1	54
4.9	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – 2B / M <sub>2</sub> /1	55
4.10	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – 2B / M <sub>1</sub> /1	55
4.11	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – 2B / M <sub>1</sub> /1	56
4.12	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – FB / M <sub>2</sub> /1	56
4.13	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – FB / M <sub>2</sub> /1	57
4.14	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – FB / M <sub>1</sub> /1	57
4.15	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – FB / M <sub>1</sub> /1	58

### สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.16	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – 4H / $M_2/1$	58
4.17	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – 4H / $M_2/1$	59
4.18	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – 2H / $M_1/1$ .	59
4.19	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – 2H / $M_1/1$ .	60
4.20	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – 2H / $M_2/1.5$	60
4.21	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – 2H / $M_2/1.5$	61
4.22	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – 2B / $M_1/1.5$	61
4.23	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – 2B / $M_1/1.5$	62
4.24	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – 2B / $M_2/1.5$	62
4.25	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – 2B / $M_2/1.5$	63
4.26	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – F / $M_1/1.5$	63
4.27	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – F / $M_1/1.5$	64
4.28	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – F / $M_2/1.5$	64
4.29	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – F / $M_2/1.5$	65
4.30	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – 4H / $M_1/1.5$	65
4.31	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – 4H / $M_1/1.5$	66
4.32	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของตัวอย่าง PB – 4H / $M_1/1.5$	66
4.33	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของตัวอย่าง PB – 4H / $M_1/1.5$	67
4.34	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB – 2H / $M_1 - 01$	68
4.35	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB – 2H / $M_1 - 01$	69
4.36	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB – 2H / $M_1 - 02$	70
4.37	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB – 2H / $M_1 - 02$	71
4.38	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB – 2H / $M_2 - 01$	72

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.39 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB – 2H / M <sub>2</sub> - 01	73
4.40 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB – 2H / M <sub>2</sub> - 02	74
4.41 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB – 2H / M <sub>2</sub> - 02	75
4.42 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB – 2B / M <sub>1</sub> - 01	76
4.43 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB – 2B / M <sub>1</sub> - 01	77
4.44 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB – 2B / M <sub>1</sub> - 02	78
4.45 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB – 2B / M <sub>1</sub> - 02	79
4.46 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB – 2B / M <sub>2</sub> - 01	80
4.47 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB – 2B / M <sub>2</sub> - 01	81
4.48 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB – 2B / M <sub>2</sub> - 02	82
4.49 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB – 2B / M <sub>2</sub> - 02	83
4.50 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB – F / M <sub>1</sub> - 01	85
4.51 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB – F / M <sub>1</sub> - 01	85
4.52 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB – F / M <sub>1</sub> - 02	86

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.53	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB - F / M <sub>1</sub> - 02	87
4.54	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB - F / M <sub>2</sub> - 01	88
4.55	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB - F / M <sub>2</sub> - 01	89
4.56	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB - F / M <sub>2</sub> - 02	90
4.57	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB - F / M <sub>2</sub> - 02	91
4.58	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB - 4H / M <sub>1</sub> - 01	92
4.59	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB - 4H / M <sub>1</sub> - 01	93
4.60	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB - 4H / M <sub>1</sub> - 02	94
4.61	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB - 4H / M <sub>1</sub> - 02	95
4.62	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB - 4H / M <sub>2</sub> - 01	96
4.63	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB - 4H / M <sub>2</sub> - 01	97
4.64	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของตัวอย่าง WB - 4H / M <sub>2</sub> - 02	98
4.65	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของตัวอย่าง WB - 4H / M <sub>2</sub> - 02	99

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	6
4.1	36
4.2	37
4.3	38
4.4	39
4.5	40
4.6	41
4.7	42
4.8	42
4.9	43
4.10	44
4.11	45
4.12	46
4.13	68
4.14	70
4.15	72
4.16	74
4.17	76
4.18	78
4.19	80
4.20	82
4.21	84
4.22	86
4.23	88
4.24	90
4.25	92
4.26	94
4.27	96

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.28	ผลการทดสอบกำลังของตัวอย่าง WB-4HR/M <sub>2</sub> -02	98
4.29	เปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของกำแพงที่ได้จากการทดสอบและผลจากการ	100
4.30	เปรียบเทียบความเค้น (stress) ที่ได้จากการทดสอบกับผลจากการคำนวณ	101

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ปัญหาและที่มา

กำแพง (Walls) หรือผนังเป็นส่วนประกอบหนึ่งของอาคารที่วางตัวตามแนวดิ่ง ซึ่งอาจจะก่อขึ้นจากคานหรือไม้ก็ได้ ซึ่งผนังสามารถแบ่งตามการใช้งานได้ 2 ประเภท คือ ผนังที่ได้แรงในแนวดิ่ง (Bearing Wall) และ ผนังที่ได้รับแรงจากด้านข้างหรือแรงเฉือน (Shear Wall) ซึ่งการคำนวณและออกแบบก็จะแตกต่างกันออกไป การออกแบบ Bearing Wall ก็จะออกแบบคล้ายคลึงกับการออกแบบเสา Shear Wall ก็จะเป็นการออกแบบของผนังที่รับแรงด้านข้าง ในงานทางด้านวิศวกรรมนั้นผนังไม่ถือเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้าง โดยจะเป็นส่วนหนึ่งของงานสถาปัตยกรรม

สำหรับผนังภายนอกนั้นคอยปกป้องตัวอาคาร จากความเปลี่ยนแปลงของ อากาศ ร้อน หนาว แดด ลม ฝน ภายนอกบ้าน ส่วนผนังภายในนั้น ทำหน้าที่แบ่งส่วนใช้สอย ภายในตัวอาคาร ให้เป็นสัดส่วน ตามการใช้สอย อย่างไรก็ตามผนังก็สามารถทำหน้าที่เป็น โครงสร้างได้ ซึ่งผนังดังกล่าวจะต้องมีการออกแบบและทดสอบตามหลักวิศวกรรม เช่น ผนังอาคารซึ่งเชื่อมต่อกับฐานรากสามารถทำหน้าที่รับน้ำหนักแทนเสาได้ ผนังลักษณะนี้ให้นึกภาพง่าย ๆ ว่าเป็นเสาที่ชิดยาวออกไปเป็น ผนังนั่นเอง ผนังชนิดนี้จึงมีราคาค่อนข้างแพงกว่า ผนังโดยทั่วไป

อิฐ (Brick) เป็นวัสดุก่อสร้างที่ผลิตจากดินเหนียวหรือดินดาน ความปกติจะทำเป็นก้อนสี่เหลี่ยม ขณะที่ยังมีสภาพเหนียวในได้ จะนำเข้าไปอบในเตาเผา ซึ่งปัจจุบันอิฐได้มีการพัฒนาแบ่งออกมาเป็นหลายประเภทเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการที่จะนำไปใช้งาน เพื่อให้กำแพงมีความทนทานมากขึ้น

สำหรับงานสถาปัตยกรรมสามารถนำมาประยุกต์เพื่อนำไปใช้เป็นผนังรับกำลัง จึงได้มีการศึกษาผนังรับกำลังซึ่งมีการก่อแบบสลับ(Running Bond) และมีการก่อแบบตรง(Stack Bond) เพื่อเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของอิฐแต่ละชนิดเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้วัสดุในการออกแบบกำแพงรับแรงในแนวแกนต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของผนังก่ออิฐในแนวแกน  
เพื่อศึกษาคุณสมบัติของอิฐทางด้านวิศวกรรม

## 1.3 ขอบเขตและการศึกษา

ศึกษากำลังรับแรงอัดในแกนตั้งฉากของผนังแต่ละชนิด

ศึกษากำลังรับแรงอัดตามแนวแกนของผนังอิฐแต่ละชนิดที่ก่อแบบสลับ (Running Bond)

โดยไม่เสริมเหล็ก

ศึกษาคุณสมบัติของอิฐและความเหมาะสมการประยุกต์ใช้อิฐกับโครงสร้าง

## 1.4 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงานประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ศึกษาและค้นคว้าอิฐก่อสร้าง ที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้

ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตการทำโครงการ

ออกแบบวิธีการทำทดลอง

การทดลองในห้องปฏิบัติการ

วิเคราะห์ผลการทดลอง

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จัดทำงานและนำเสนอโครงการ

สอบภาคเรียนปลายภาค





## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การคำนวณออกแบบโครงสร้างกำแพง

การก่อกำแพงตามข้อกำหนดของ American Concrete Institute ACI 530-92 แบ่งกำแพงดังกล่าวออกเป็น 2 ประเภทคือ กำแพงที่มีอัตราส่วนความชะลูดมากกว่าหรือเท่ากับ 99 จะเป็นกำแพงสูง การวิบัติของกำแพงประเภทนี้ภายใต้แรงกดอัดในแนวแกนจะเป็นการวิบัติแบบเสียดสีรภาพโดยเกิดการ โกงเดาะด้านข้าง (lateral buckling) ถ้ากำแพงที่มีอัตราส่วนความชะลูดน้อยกว่า 99 จะเป็นกำแพงเตี้ย การวิบัติของกำแพงประเภทนี้ภายใต้แรงกดอัดในแนวแกนจะเกิดจากการวิบัติของวัสดุ(material failure) เป็นหลัก

ในการออกแบบกำแพง มาตรฐาน ว. ส. ท. (E.I.T.Standard) ได้เสนอสมการการรับแรงกดอัดของกำแพง โดยวิธีกำลัง (ultimate strength design) ดังที่แสดงในสมการที่ 1

$$\phi P_{nw} = C f'_m A_g \left[ 1 - \left( \frac{k l_b}{32 h} \right)^2 \right] \quad (1)$$

สัญลักษณ์ที่ใช้

$A_g$  = เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมด ( $\text{mm}^2$ )

$f'_m$  = กำลังอัดของชั้นส่วนของกำแพง ( $\text{kN/mm}^2$ )

$h$  = ความหนาทั้งหมดขององค์อาคาร (mm)

$k$  = ตัวคูณความยาวสัมประสิทธิ์ผล

$l_b$  = ระยะในแนวตั้งระหว่างที่รองรับ (mm)

$P_{nw}$  = กำลังที่ระบุในการรับน้ำหนักบรรทุกทุกในแนวแกนของกำแพงที่คำนวณ (kN)

$\phi$  = ตัวคูณลดกำลัง มีการยึดรั้งเพื่อต้านการหมุนที่ปลายทั้งสองข้าง (บน , ล่าง) ใช้ 0.7

C = ค่า factor ของอิฐมอญ

## 2.2 การทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐ (Absorption test of brick)

การดูดซึมน้ำของอิฐและการดูดซึมน้ำผ่านของอิฐ ต่อหนึ่งหน่วยเวลา เราเรียกว่าอัตราดูดซึมน้ำซึ่งความสามารถในการดูดซึมน้ำคิดได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\% \text{ Absorption of brick} = \frac{(w_2)_{\text{original}} - (w_1)_{\text{ovendry}}}{(w_1)_{\text{ovendry}}} \times 100$$

โดย  $W_1$  = Weight of brick

$W_2$  = Weight wet of brick

## 2.3 การทดสอบหาค่าแรงดัดของอิฐ (Flexural strength of brick)

การทดลองนี้เป็นการทดลองหาค่ารับแรงดัดของอิฐ โดยประยุกต์จากการทดสอบคานคอนกรีต ที่วางบน Simple Support ( Simple Beam ) และใช้น้ำหนักกระทำแบบ Center Point Loading ผลของค่ากำลังต้านทานแรงดัดจะอยู่ในรูปของ โมดูลัสการแตกร้าว (Modulus of Rupture) และสำหรับการกดคานแบบ 2 จุด (Third point loading) โดยเป็น ค่าหน่วยแรงดึงสูงสุด ณ จุดแตกร้าวในคานที่ทำการทดลอง ซึ่งหาได้จากสมการ

### 1. สำหรับการกดจุดเดียวที่จุดกึ่งกลาง (Center point loading)

$$R = \frac{3PL}{2bd^2}$$

โดยที่

R = กำลังรับแรงดัด (กก./ซม.<sup>2</sup>)

P = แรงที่จุดวิบัติของคาน (กก.)

L = ความยาวช่วงคาน (span) (ซม.)

b = ความกว้างคานเฉลี่ยบริเวณรอยแตก (ซม.)

d = ความลึกคานเฉลี่ยบริเวณรอยแตก (ซม.)

## 2.6 วัสดุและที่มา

### 1. อีฐมอญ

อีฐมอญเป็นวัสดุที่ผลิตมาจากการนำดินเหนียวมาเผาเพื่อให้ได้วัสดุที่คงรูปมีความแข็งแรง การใช้อีฐมอญในงานก่อสร้างมีหลากหลายจึงมี คนรู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากเชื่อมั่นในความคงทนและผลิตได้ในประเทศจากแรงงานท้องถิ่น คุณสมบัติของอีฐมอญจะยอมให้ความร้อนถ่าย-เข้าออกได้ ้วยเก็บความร้อนในตัวเองได้นาน เนื่องจากอีฐมอญ มีความจุความร้อนสูง สามารถเก็บกักความร้อนไว้ในได้มาก โดยที่ค่อยๆถ่ายเทความร้อนจากภายในสู่ภายนอก จึงเหมาะแก่การใช้งานในช่วงเวลากลางวัน

## 2. การผลิตอิฐ

### 2.1 อิฐทำด้วยมือ

อิฐทำด้วยมือนั้นคุณสมบัติของอิฐแต่ละแผ่นจะไม่เท่ากันทุกแผ่นอาจมีการคลาดเคลื่อนซึ่งมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น การอัดดินไม่แน่น แบบไม่เท่ากัน หรืออาจมาจากการหดตัวของดิน เป็นต้นฯ

#### 1.กรรมวิธีในการผลิตมีดังนี้

**1.1 การเลือกดิน** ดินที่ปนน้ำต้องไม่มีทรายเจือปนจนมากไปถ้ามีทรายมากเกินไปจะทำให้อิฐร่วนและร่วน หรือไม่เป็นดินเหนียวมากเกินไปเมื่อตากแดดก็จะทำให้แตกร้าวมาก วิธีที่ดีควรมีการนำตัวอย่างดินมาทำตัวอย่างก่อน ถ้าหากดินเหนียวเกินไปก็ต้องผสมทรายหรือผสมแกลบลงไปซึ่งจะช่วยให้ดินหายเหนียวได้และจะช่วยให้การเผาไหม้ของอิฐด้วย

**1.2 การขุดดินและย่ำ** ดินที่ใช้ทำอิฐยังเปียกมากๆ ยิ่งดี บางครั้งใช้ดินที่ริมฝั่งแม่น้ำ เมื่อนำดินขึ้นมาแล้วเลือกเอาสิ่งเจือปนออกและจากนั้นนำดินมาย่ำให้เข้ากันดี ใช้แกลบมาผสมปนลงไปประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตร ถ้าดินแห้งเกินไปให้เติมน้ำลงไปบ้างตามสมควรให้มีความเหลวพอที่จะนำลงไปแบบได้โดยสะดวก การผสมแกลบทำให้ข้างของอิฐโปร่งเมื่อแกลบด้านในถูกความร้อนก็จะไหม้ไป ก็จะทำให้อิฐเบาและกลายเป็นฉนวนกันความร้อนที่เมื่อนำไปก่อผนังอีกด้วย ประโยชน์ที่ผสมแกลบอีกอย่างหนึ่งก็เพื่อป้องกันไม่ให้อิฐแตกในเวลาตากแดด

**1.3 การทำให้เป็นรูปแบบตามต้องการ** แบบที่ใช้ทำแบบนั้นเป็นไม้ 4 ด้านเฉพาะด้านข้างไม้ที่นำมาทำแบบควรมีคุณสมบัติที่ดีคือ มีความคงทนต่อความชื้นเมื่อถูกน้ำแล้วจะไม่เสียรูปเดิม

ทนทาน ด้านในต้องใสเรียบ ขนาดของแบบควร โตกว่าขนาดของอิฐที่ต้องการประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ เพราะเมื่อเอาดินที่ผสมแล้วเทลงแบบและตากให้แห้งแล้ว ดินจะหดตัวลงประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์นั่นเอง

**1.4 การตากแดดให้แห้งสนิท** เมื่อถอดแบบออกแล้วต้องทิ้งตากแดดให้แห้งสนิท การกำหนดระยะเวลาในการตากแดดนั้นจะขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพอากาศ ถ้าทำในฤดูร้อนอาจจะใช้เวลาประมาณ 3-5 วัน ในฤดูอื่นๆอาจจะใช้เวลาประมาณ 7-8 วัน แต่ในฤดูฝนไม่เหมาะในการทำอิฐ เว้นแต่จะมีผ้าหรือวัสดุคลุมในเวลาที่ฝนตกลงมา

**1.5 การตากแต่งอิฐที่จะเผาให้เรียบร้อย** เมื่อถอดแบบออกและตากให้แห้งสนิทแล้วนั้นจะเห็นว่าเนื้อข้างๆ ของก้อนอิฐไม่เรียบ จึงต้องมีการตากแต่งก้อนดินก่อนนำเข้าเตาเผาให้ได้รูปเท่ากันสม่ำเสมอ จึงจะพร้อมนำเข้าเตาเผาได้

**1.6 การเผาอิฐ** เมื่ออิฐพร้อมที่จะเข้าเตาเผาแล้วนั้นก็ให้นำอิฐมาเรียงเป็นแถวแถวหนึ่งจะกว้างเท่าความกว้างของอิฐ โดยจะเว้นแต่ละแถวเอาไว้ ขนาดของแท่งดินที่จะนำมาเผาที่ทำกันโดยทั่วไปคือ กว้างประมาณ 4 เมตร ยาวประมาณ 6-7 เมตร ความสูงของกองประมาณ 1.6 เมตร ถ้าสูงเกินจะไม่สะดวกในการเติมแกลบในส่วนบนของกองในขณะที่เผา เมื่อเรียงเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำอิฐที่เผาสุกแล้วมากองโดยรอบเพื่อเป็นฉนวนกันไม่ให้ความร้อนกระจายออกไป โดยส่วนบนของกอง โรยแกลบหนาประมาณ 10 เซนติเมตร แล้วจุดไฟให้ติดไฟโดยทั่วไป แกลบจะค่อยๆ ลามไปทั่วกอง เมื่อแกลบไหม้และยุบลงให้คอยเติมแกลบให้ได้ระยะเดิมอยู่เสมอ

## 2.1 อิฐที่ผลิตด้วยเครื่องจักร

อิฐที่อัดด้วยเครื่องมือกลเป็นอิฐที่มีความแน่นดี กรรมวิธีผลิตคืออิฐธรรมดาที่ทำด้วยมือเรียกในวงการก่อสร้างว่า อิฐมอญแบบอัดของอิฐชนิดนี้เป็นแบบเหล็ก ทำให้อิฐมีขนาดสม่ำเสมอแรงอัดที่ใช้อัดสม่ำเสมอทำให้มีความแน่นเสมอกันดี

วัสดุที่ใช้ในกาทำอิฐชนิดนี้เป็นดินเหนียวเช่นเดียวกับดินที่ใช้ในการทำอิฐสามัญ ดินซึ่งมีคุณภาพเหมาะในการทำอิฐนี้มีอยู่ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาและอ่างทอง ซึ่งตามเส้นทางเดินรถยนต์จากอยุธยา – ป่าโมก – อ่างทอง จะเห็น โรงงานทำอิฐชนิดอยู่มากมาย มีเครื่องหมายการค้าต่างๆกัน เช่น บปก. ปปก. บบก. อปท. มอท. อิฐ บปก.

## 1. กรรมวิธีในการผลิตมีดังต่อไปนี้

1.1 นำเอาดินตามธรรมชาติมาผสมกับน้ำทิ้งไว้ให้ละลายตัวรวมกันประมาณ 2 วัน

1.2 กลับดินอีกครั้งหนึ่งแล้วเอาไปผึ่งไว้อีกประมาณ 2-3 วัน

1.3 เอาซีเมนต์มาผสมกับดินที่ผึ่งไว้แล้วย่ำและกลับให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน

1.4 นำดินที่ผสมและย่ำแล้วเข้าเครื่องบดและรูดออกมาเป็นเส้น โดยเครื่องรูดเส้นดินที่รูดออกมานั้นมีขนาดหน้าตัดเท่ากับขนาดของอิฐที่ต้องการ จากขนาดของเส้นดินนี้ถ้าต้องการอิฐขนาดใดก็สามารถเปลี่ยนหัวแบบได้ตามต้องการ ขณะที่เครื่องรูดดินนั้นออกมานั้น จะมีเครื่องตัดให้ขาดออกไปเป็นก้อนๆ โดยลวดซึ่งตั้งในโครงเหล็กซึ่งติดอยู่ที่เครื่องรูด

1.5 นำดินที่รูดและตัดเป็นก้อนแล้วไปผึ่งในที่ร่มซึ่งมีหลังคากันแดดกันฝนได้ โดยวางผึ่งเป็นชั้นๆอย่าให้ทับกัน ระยะเวลาที่ผึ่งประมาณ 3 วัน

1.6 นำเอาดินที่ผึ่งแล้วไปเข้าเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ซึ่งอัดด้วยแรงคน ใช้คนคนเดียวแบบที่อัดเป็นแบบเหล็ก แข็งแรง ขนาดสม่ำเสมอ กัน แบบที่อัดนี้จะมีตราของบริษัทที่ผลิตหรือลวดลายที่ต้องการอัดลงไปด้วยในคราวเดียวกับการที่อัดให้ดินแน่น

1.7 นำเอาอิฐที่ผึ่งแล้วไปผึ่งอีกครั้งหนึ่ง ผึ่งไว้ประมาณ 7-10 วันในที่ที่มีหลังคากันแดดกันฝนได้

1.8 นำก้อนดินที่อัดแล้วไปเรียงเข้าเตาเผา โดยเรียงให้โปร่งพอที่ความร้อนจะกระจายไปได้ทั่วระยะเวลาในการเผาประมาณ 6 วัน 6 คืน

1.9 ดับเตาโดยไม่เติมฟืนอีกต่อไป เมื่อฟืนหมดแล้วทิ้งไว้ให้ระอุและเย็นอีก 4-5 วัน

1.10 ถ้าเสียงอิฐออกจากเตา นำไปเข้าโกดังเก็บไว้เพื่อรอการจำหน่าย

## 2.รายละเอียดอื่นๆที่ควรทราบในการเผาอิฐคือ

2.1 อุณหภูมิที่ใช้การเผาประมาณ 900 – 1000 องศาเซลเซียส

2.2 ค่าใช้จ่ายในการทำอิฐเมื่อเปรียบเทียบค่าระหว่างวัสดุและเชื้อเพลิง (ฟืน) แล้วมีอัตราส่วนดังนี้ ดิน 30% และฟืน 70%

2.3 เชื้อเพลิงที่ใช้คือฟืน ไม้เนื้อแข็ง

2.4 การเผา 1 ครั้ง เตาเผาสามารถบรรจุอิฐได้ประมาณ 30,000 ก้อน เผาแล้วมีอิฐเสียประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์

2.5 ฟืนที่ใช้เผานั้นต้องมีคนงานผลัดกันเติมเป็นกะ กะละ 8 ชั่วโมงตลอดระยะเวลาที่เผา 6 วัน 6 คืน ฟืนที่บรรจุรถเข็น 2 ล้อ 1 คันรถจะจุประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร เผาได้ประมาณ 20 นาที

2.6 ราคาค่าก่อสร้างเตาประมาณ 100,000 บาท (ปี พ.ศ. 2526)

2.7 ขนาดอิฐ บปก. มาตรฐานสำหรับก่อสร้างทั่วไปผลิตจากเครื่องออกมา มีคเป็นนิ้ว ขนาดยาว 9 นิ้ว กว้าง 4 นิ้ว หนา 3 นิ้ว นอกจากนี้มีขนาดอื่นๆ อีกตามเอกสารของโรงงานผู้ผลิต

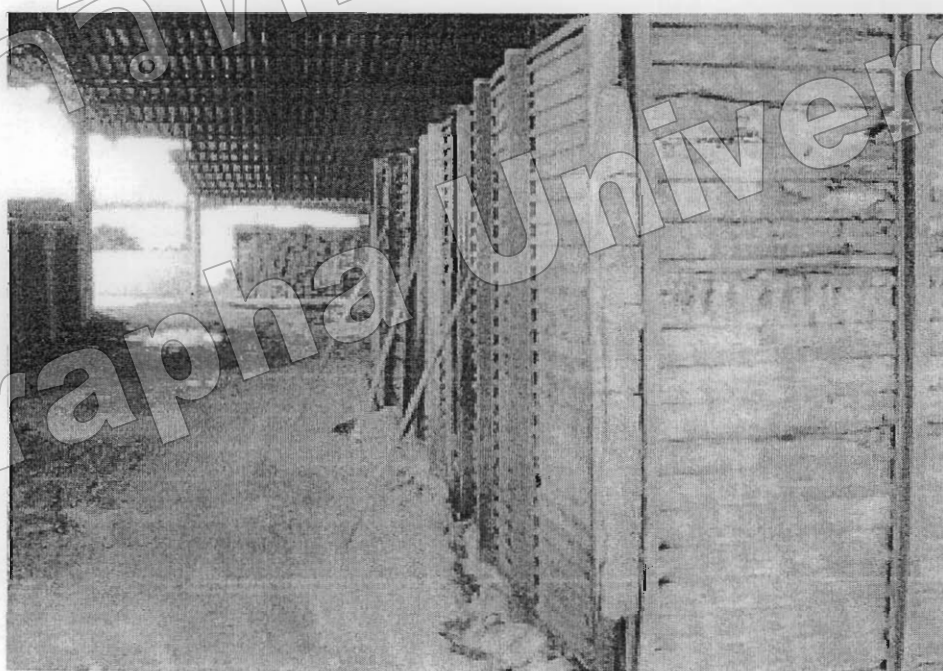
2.8 รถ 10 ล้อ (ปริมาตรประมาณ 10 ลูกบาศก์เมตร สามารถบรรจุอิฐได้ประมาณ 4,800 – 5,000 ก้อน)

2.9 น้ำหนักอิฐ บปก. ขนาด 9 x 4 x 3 นิ้ว ก้อนละ 0.25 กิโลกรัม

2.10 ระยะเวลาผลิตตั้งแต่ย่ำดินจนออกมาเป็นอิฐประมาณ 30 วัน

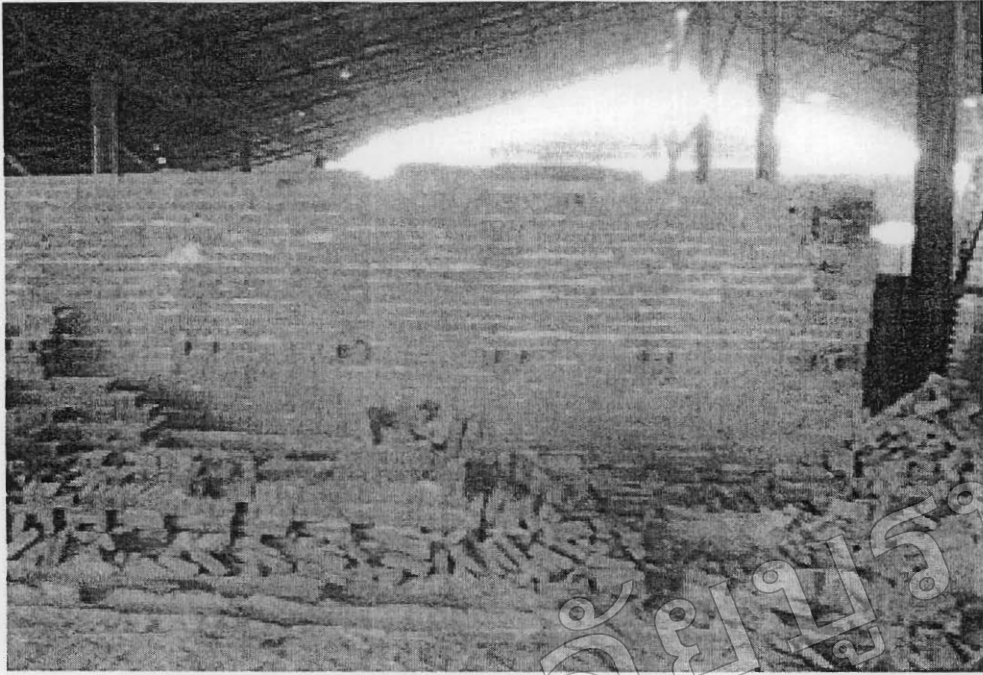


รูปที่ 2.1 เมื่อถอดแบบออกมา

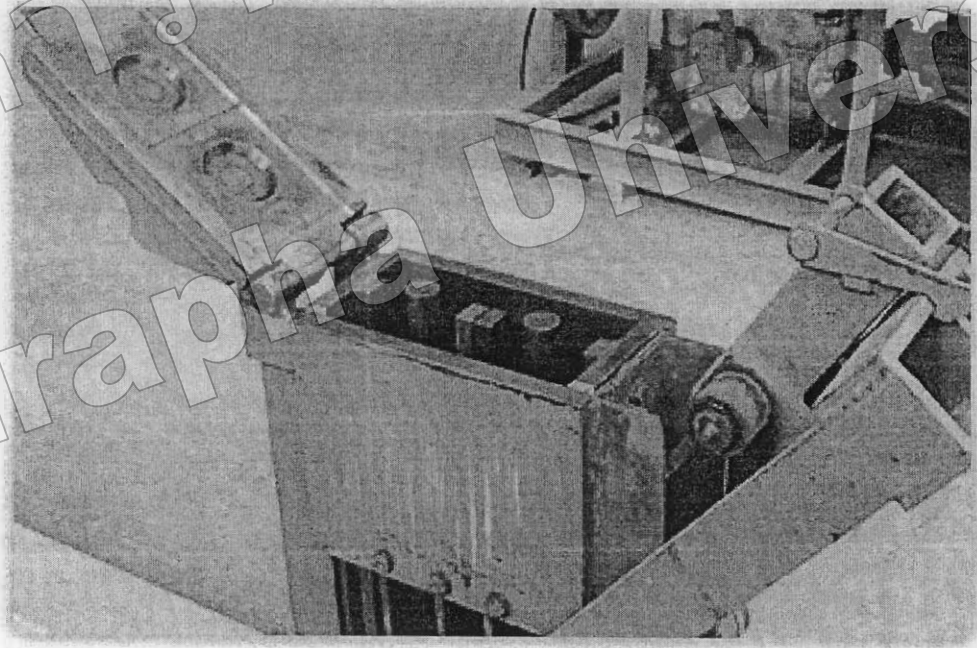


รูปที่ 2.2 การเรียงเตรียมการเผา





รูปที่ 2.3 เมื่อทำการเผาเสร็จ



รูปที่ 2.4 เครื่ององัดไฮดรอลิกส์

## มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

### อิฐก่อสร้างสามัญ

#### 1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะอิฐที่ทำจากดิน มีลักษณะเป็นก้อนสี่เหลี่ยมตัน ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป เช่น งานก่อผนังหรือกำแพง และต้องมีการฉาบปูน

#### 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 อิฐก่อสร้างสามัญ หมายถึง อิฐที่ใช้ในงานโครงสร้างและไม่ใช้ในงานโครงสร้าง โดยไม่มีวัตถุประสงค์จะเผึ่งเนื้อหรือผิว อิฐทำจากดิน ดินดาน อาจมีส่วนผสมของวัสดุอื่น ต้องมีการเผาเพื่อให้เกิดความแข็งแรง และความทนทาน

2.2 ผิวร่อง หมายถึง ผิวหน้าของก้อน ซึ่งทำเป็นร่องโดยแม่พิมพ์

2.3 ผิวรอยหวี หมายถึง ผิวหน้าของก้อน ซึ่งทำเป็นรอยขีด หรือแนวค่อนข้างขนานกัน

2.4 ผิวหยาบ หมายถึง ผิวหน้าของก้อนมีลักษณะหยาบ โดยแม่พิมพ์หรือโดยวิธีกล หรือโดยส่วนผสมของเนื้ออิฐ

#### 3. ชั้นคุณภาพและสัญลักษณ์

3.1 อิฐก่อสร้างสามัญแบ่งตามความต้านแรงอัด เป็น 3 ชั้นคุณภาพ คือ

3.1.1 ชั้นคุณภาพ ก ใช้สัญลักษณ์ ก

3.1.2 ชั้นคุณภาพ ข ใช้สัญลักษณ์ ข

3.1.3 ชั้นคุณภาพ ค ใช้สัญลักษณ์ ค

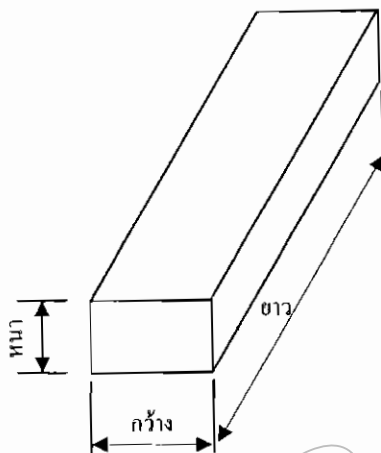
#### 4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ขนาดของอิฐก่อสร้างสามัญต้องเป็นไปตามตารางที่ 1 โดยแต่ละมิติจะมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 2

การทดสอบให้ทำโดยการวัดด้วยเครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร

### ตารางที่ 1 ขนาดของอิฐก่อสร้างสามัญ

(ข้อ 4.1)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

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

### ตารางที่ 2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมิติ

(ข้อ 4.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

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

## 5. คุณสมบัติที่ต้องการ

### 5.1 ลักษณะทั่วไป

5.1.1 ต้องแข็งแรงปราศจากรอยร้าว หรือส่วนเสียดังกล่าวที่เป็นอุปสรรคต่อการก่ออิฐก่อสร้างสามัญอย่างถูกต้อง หรือทำให้สิ่งก่อสร้างเสียดังกล่าวหรือความคงทนถาวร

5.1.2 ต้องมีผิวร่อน ผิวรอยหิว หรือผิวหยาบ ในด้านที่มีการก่อหรือฉาบ

5.1.3 ต้องมีสี สว. สลาย และแบบ ไม่ผดผกไปจากตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวแทนการทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

### 5.2 ความต้านแรงอัด

ต้องเป็นไปตามตารางที่ 3

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.243

### 5.3 การดูดกลืนน้ำ

ต้องเป็นไปตามตารางที่ 3

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.243

### ตารางที่ 3 ความต้านแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ

(ข้อ 5.2 และ 5.3)

ชั้นคุณภาพ	ความต้านแรงอัด		การดูดกลืนน้ำ	
	ต่ำสุด MPa		สูงสุด %	
	เฉลี่ย 5 ก้อน	แต่ละก้อน	เฉลี่ย 5 ก้อน	แต่ละก้อน
ก	21.0	17.0	17.0	20.0
ข	17.0	15.0	22.0	25.0
ค	10.0	9.0	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด

## 6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ให้ทำเครื่องหมายและฉลากตามข้อ 6.1.1 หรือข้อ 6.1.2 ดังต่อไปนี้

6.1.1 ในกรณีที่ไม่มี การผูก/มัดอิฐเข้าเป็นหน่วยเดียวกัน ที่กองอิฐทุกกองอย่างน้อยต้องมีเอกสารกำกับแสดงเลขอักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

(1) ชั้นคุณภาพ

(2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

6.1.2 ในกรณีที่มีการผูกมัดอิฐเข้าด้วยกันเป็นหน่วยเดียวกัน และแต่ละหน่วยต้องขนย้ายได้ทั้งหน่วยโดยไม่แยกจากกัน ให้ทำเครื่องหมายและฉลากตามข้อ 6.1.2.1 และข้อ 6.1.2.2 ดังต่อไปนี้

6.1.2.1 ที่แถบวัสดุที่ใช้ผูกมัดเข้าด้วยกัน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แจกแจงรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) ชั้นคุณภาพ
- (2) ความยาว x ความกว้าง x ความหนา เป็นมิลลิเมตร x มิลลิเมตร x มิลลิเมตร

- (3) จำนวน
- (4) รหัสรุ่นที่ทำ
- (5) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

6.1.2.2 ที่อิฐซึ่งอยู่ด้านข้างทุกด้าน อย่างน้อย 1 ก้อน จะต้องมียเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจกแจงรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) ชั้นคุณภาพ
- (2) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

6.2 ในกรณีที่ใช้ภาษาดังประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

## ภาคผนวก ก.

### การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

ก.1 รุ่นในที่นี้ หมายถึง อิฐก่อสร้างสามัญ ชั้นคุณภาพ และขนาดเดียวกันที่ทำหรือส่งมอบ หรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

ก.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

#### ก.2.1 การชักตัวอย่าง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 10 ก้อน จากทุก ๆ 250,000 ก้อน หรือเศษของ 250,000 ก้อน

#### ก.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างอิฐก่อสร้างสามัญต้องเป็นไปตามข้อ 4. และข้อ 5. จึงจะถือว่า อิฐก่อสร้างสามัญรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ ในกรณีที่มีตัวอย่างใดไม่เป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5.1 ข้อ 5.2 ข้อ 5.3 รายการใดรายการหนึ่งให้ชักตัวอย่างจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 2 ชุดตัวอย่างมาทดสอบซ้ำในรายการนั้น ผลการทดสอบซ้ำ ตัวอย่างทั้ง 2 ชุดตัวอย่าง

ต้องเป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5.1 ข้อ 5.2 ข้อ 5.3 แล้วแต่กรณี จึงจะถือว่าอิฐก่อสร้างสามัญ รุ่นนั้น  
เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

### 3. ปูนก่อ (mortar)

เป็นวัสดุประสานซึ่งทำหน้าที่ยึดอิฐหรือวัสดุก่อให้ติดกัน มีหน้าที่ดังนี้คือ

1. กระจายความกดดันซึ่งมีมากให้ลงไปทั่วแผ่นอิฐ
2. ทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันการถ่ายเทความร้อน ความชื้น จากกำแพงด้านหนึ่งออกไปอีกด้านหนึ่ง

#### 1. ส่วนผสมและวิธีผสม

ส่วนผสมของปูนก่อประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ทราย ปูนขาว และน้ำ ปูนซีเมนต์นั้นอาจใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ตามมาตรฐาน มอก.ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เล่ม 1 มาตรฐานเลขที่ มอก.15 เล่ม 1 หรือปูนซีเมนต์ผสมตามมาตรฐาน มอก. ปูนซีเมนต์ผสม มาตรฐานเลขที่ มอก.80 ส่วนปูนขาวนั้นใช้ตาม มอก. ปูนขาวธรรมดาเพื่อการก่อสร้าง ตามมาตรฐานเลขที่ มอก.214 ส่วนทรายหยาบนั้นจะต้องเป็นทรายที่มีขนาดลอดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 4.75 มิลลิเมตร และต้องมีลักษณะแข็ง แน่น สะอาด ไม่มีวัชพืชเจือปน ทั้งไม่ควรมีลักษณะยาวหรือแบนหรือพรุนที่มองเห็นได้ด้วยตา

สำหรับส่วนผสมนั้นปริมาตรของทรายหยาบขึ้นไม่อัดแน่นจะต้องไม่น้อยกว่า 2.5 เท่าของปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสม และต้องไม่มากกว่า 3 เท่าของปริมาตรปูนซีเมนต์ที่ใช้ผสม ส่วนปูนขาวนั้นใช้เป็นปริมาณ 0.25 - 4 ของซีเมนต์ตามลักษณะการใช้งาน

ส่วนผสมของปูนก่อนั้น ตามมาตรฐาน มอก.598-2528 เรียงปูนก่อได้แบ่งไว้เป็น 5 ชนิด ซึ่งมีส่วนผสมแตกต่างกันซึ่งมีมาตรฐานตาม มอก.598-2528 ตามตารางดังนี้

ตารางแสดงส่วนผสมของปูนก่อตามมาตรฐาน มอก.598-2528

ชนิด	ซีเมนต์	ปูนขาว	ทรายหยาบขึ้นไม่อัดแน่น	ความต้านทานแรงอัดเฉลี่ยเมื่ออายุ 20 วัน
05	1 ส่วน	0.25 ส่วน	ไม่น้อยกว่า 2 ¼ เท่า	0.5
25	1 ส่วน	มากกว่า 0.25 - 0.5	และไม่มากกว่า 3 เท่า	2.5
50	1 ส่วน	มากกว่า 0.5-1.25	ของผลบวกของปริมาตร	5.0
125	1 ส่วน	มากกว่า 1.25-1.5	ปูนซีเมนต์และปูนขาว	12.5
170	1 ส่วน	มากกว่า 2.5 -4	รวมกัน	17.0

## 2. ปูนฉาบ

บางครั้งเรียกว่า ปูนถือ ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ ปูนขาว และทรายในปัจจุบันมีบริษัทน้ำยาผสมปูนก่อนออกจำหน่ายทำให้ไม่ต้องผสมปูนขาว เพียงแต่ใช้น้ำยานั้นผสมแทนก็ทำให้ปูนฉาบมีความเหนียวที่เหมาะสมในการฉาบได้เป็นอย่างดี ปูนฉาบมีประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. เป็นเครื่องป้องกันผิวอิฐก่อหรือวัสดุก่อไม่ให้ได้รับอันตรายจากภัยธรรมชาติ เช่น ฝน แดด หิมะ ฯลฯ เพราะอิฐบางชนิด เช่น อิฐมอญเมื่อถูกน้ำฝนอาจชื้นและขึ้นราได้ถ้าไม่ฉาบปูน
2. เป็นเครื่องช่วยในการป้องกันความร้อนที่จะผ่านกำแพงเข้ามาภายใน
3. เป็นเครื่องประดับให้ผิวกำแพงมีลักษณะต่าง ๆ กัน

### 2.1 สารเคมีที่ใช้แทนปูนขาวในการผสมปูนก่อหรือปูนฉาบ

ในปัจจุบันมีสารเคมีที่ใช้ผสมปูนก่อผสมหรือปูนฉาบโดยไม่ต้องใช้ปูนขาวหลายชนิด เพราะการใช้ปูนขาวนั้นจะต้องเสียเวลาในการร่อนหรือหมักให้ละลาย อีกทั้งราคาของปูนขาวถ้าเทียบตามน้ำหนักแล้วก็ใกล้เคียงกับราคาของปูนซีเมนต์ สารเคมีดังกล่าวอาจมาในรูปของเหลวหรือในรูปที่เป็นผงละเอียดก็ได้ดังนี้

### 2.2 ผงเซม (sem)

ผงเซมเป็นผงเคมีที่ผลิตในสหรัฐอเมริกา ผงชนิดนี้จะเป็นตัวกระจายให้น้ำแทรกซึมเข้าไปในเนื้อปูนอย่างทั่วถึง เมื่ออุณหภูมิของน้ำผสมกับอุณหภูมิของอากาศที่เกิดจากการผสมปูนจะทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นช่วยให้ทำงานได้ง่ายขึ้น งานที่ทำเสร็จแล้วจะเรียบสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกันโดยตลอด ความแข็งแรงของวัสดุที่มีปูนซีเมนต์หรืออิปซัมเป็นส่วนผสมนั้น ต้องอาศัยน้ำเป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยา ดังนั้นถ้าน้ำระเหยไปก่อนถึงกำหนด ปฏิกิริยาของน้ำกับปูนซีเมนต์จะไม่ได้เกิดเต็มที่ ทำให้เกิดแรงยึดเกาะ ได้สูงสุดและผงเซมยังมีคุณสมบัติช่วยให้ปูนแข็งตัวช้าลง ทำให้มีเวลาทำงานได้ประณีตยิ่งขึ้น อัตราส่วนผสมของปูนฉาบที่ใช้ผงเซมมีดังนี้

สำหรับปูนรองพื้นผิวคอนกรีต ใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน (50 กิโลกรัม) ทราย 3 ส่วน ผงเซม 20-40 กรัม (ครึ่งถุง)

สำหรับปูนฉาบทับหน้า ใช้ปูนซีเมนต์ 1 ส่วน (50 กิโลกรัม) ทรายละเอียด 7 ส่วน ผงเซม 40-80 กรัม

ผงเซมบรรจุถุงละ 80 กิโลกรัม



### 2.3 น้ำยาเฟบมิคซ์แอดมิคซ์ (febmix admix)

น้ำยาเฟบมิคซ์แอดมิคซ์เป็นน้ำยาที่ผลิตจากประเทศอังกฤษ ได้มีการค้นคว้าและทดลองใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495 และใช้แพร่หลายทั่วโลก ในปัจจุบันเมื่อใช้น้ำยานี้ผสมเป็นปูนหรือปูนฉาบจะทำหน้าที่แทนปูนขาวและไม่ต้องใช้ปูนขาวในส่วนผสม ใช้ปูนซีเมนต์น้อยลงซึ่งทำให้ปูนก่อฉาบถูกลงด้วย นอกจากนี้ยังทำให้การบดหุ่่นของปูนก่อหรือปูนฉาบเพิ่มขึ้น ทำให้ช่างสามารถทำงานก่ออิฐได้มากขึ้นในวันหนึ่ง ๆ

หน้าที่สำคัญของปูนก่อก็คือ จะต้องให้รอยต่อระหว่างอิฐยึดแน่นและกันน้ำ ปูนก่อที่ผสมน้ำยานี้แล้วจะมีคุณสมบัติดังนี้

1. ทำให้ปูนก่อกันน้ำได้และไม่มีการแตกร้าว

2. ทำให้ปูนก่อมีความยึดหุ่่นดี โหลดตัวได้ดี และแพร่กระจายไปทั่วหน้าของอิฐได้ทั่ว

3. ทำให้ปูนก่ออุ่มน้ำไว้ได้มากและนาน ไม่ให้อิฐดูดน้ำไปจากปูนก่อจนหมด ทำให้ช่างก่ออิฐมีเวลามากพอที่จะทำงานให้เรียบร้อย ได้แนว แต่งแนวได้เรียบร้อยในกรณีที่ก่ออิฐแบบต้องแต่แนวปูนก่อ

น้ำยาเฟบมิคซ์แอดมิคซ์ผลิตออกจำหน่ายเป็นลักษณะของเหลว ครอบงหนึ่งบรรจุ 5 ลิตร พร้อมทั้งจะใช้ได้ทันที เมื่อจะใช้ให้นำน้ำยานี้ไปผสมน้ำแล้วผสมปูนก่อหรือปูนฉาบโดยไม่ต้องใช้ปูนขาวเลย การใช้น้ำยานี้จะทำให้ลดการใช้น้ำในการผสมปูนก่อหรือปูนฉาบไปถึง 50 เปอร์เซ็นต์

น้ำยานี้ไม่มีผลทำให้สีของปูนก่อหรือปูนฉาบเปลี่ยนไป เพราะมีสีใสเหมือนน้ำและไม่มีปฏิกิริยาทางเคมี การทำงานของน้ำยาเป็นไปทางฟิสิกส์ ถึงแม้จะใช้น้ำยานี้มากกว่าที่กำหนดไปบ้างก็ไม่มีผลเสียหรือไม่เกิดอันตรายแต่อย่างใด

### 2.4 ส่วนผสมทั่วไป

ในการผสมปูนก่อหรือปูนฉาบโดยทั่วไปนั้นใช้น้ำยาเฟบมิคซ์แอดมิคซ์ 50-100 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อปูนซีเมนต์ 1 ถุง (50 กิโลกรัม) น้ำยา 5 ลิตรที่บรรจุครอบงมาผสมน้ำได้ประมาณ 1,600 ลิตร ใช้ผสมปูนซีเมนต์ได้ไม่น้อยกว่า 1.5 ตัน เพื่อให้ง่ายต่อการทำงานในสนามอาจใช้สูตรดังนี้คือ ใช้น้ำยานี้ 2 ครอบงนม (1 ครอบงนมมีปริมาตร 320 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ผสมกับน้ำ 200 ลิตร เมื่อผสมเข้ากันดีแล้วนำส่วนผสมดังกล่าวไปผสมกับปูนซีเมนต์และทรายได้ทันที

ส่วนผสมของปูนก่อก่อที่ใช้ในงานต่าง ๆ กันเมื่อเทียบกับปูนก่อก่อเดิมที่ใช้ปูนขาว แสดงดังนี้  
ส่วนผสมของปูนก่อก่อที่ใช้ในงานต่าง ๆ (ส่วนผสมนี้ใช้ตามปริมาตร)

ส่วนผสมปูนก่อก่อ ใช้ปูนขาว*	ส่วนผสมที่ใช้น้ำยาเฟบมิคซ์แอดมิคซ์		
	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์	ทราย	น้ำยาเฟบมิคซ์แอดมิคซ์
1 : 1 : 6	1	6	
1 : 2 : 9	1	8	
1 : 1/4 : 3	1	3	50-100 ลบ.ซม.ต่อปูนซีเมนต์ 1 ถูง
1 : 3**	1	3	สำหรับคอนกรีตบล็อก อิฐขาว
	1	8	
ส่วนผสมปูนฉาบ*			
1 : 1 : 6	1	6	50-100 ลบ.ซม.ต่อปูนซีเมนต์ 1 ถูง
	1	4.5	สำหรับฉาบภายในอาคาร
			50-100 ลบ.ซม.ต่อปูนซีเมนต์ 1 ถูง
			สำหรับฉาบภายนอก

\* ส่วนผสมที่ใช้คือ ซีเมนต์ : ปูนขาว : ทราย

\*\* ส่วนผสมคือ ซีเมนต์ : ทราย

หมายเหตุ เมื่อผสมปูนก่อก่อหรือปูนฉาบด้วยเครื่องผสมคอนกรีต ต้องเตรียมน้ำยานี้ผสมน้ำเตรียมไว้  
ในภาชนะให้เพียงพอต่อการผสมไม่ว่าชนิดใด ๆ ซึ่งสามารถตักมาใช้ได้โดยสะดวก

#### 4. ทราย

ทราย (sand) เป็นหินแข็งที่แตกแยกออกมาจากก้อนหินใหญ่ โดยทรายจะแยกตัวออกมาได้เองตามธรรมชาติ ทรายมีขนาดระหว่าง 1/12 นิ้วถึง 1/400 นิ้ว ถ้ามีขนาดเล็กกว่านี้จะมีสภาพเป็นฝุ่นทราย จะประกอบด้วยแร่ควอตซ์หรือหินบะซอลต์ ทรายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ทรายบก และทรายแม่น้ำ

##### 1. ทรายบก

ทรายบกเกิดจากหินทรายที่แตกแยกชำรุดออกมา เป็นเม็ดทรายตามสภาพภูมิอากาศสิ่งแวดล้อม และจะฝังจมอยู่ในพื้นดินเป็นแห่ง ๆ ทรายชนิดนี้จะมีดิน ซากพืชและซากสัตว์ปะปนอยู่ด้วย ในการใช้งานจึงต้องนำทรายมาล้างแยกดินซากพืชและซากสัตว์ออกให้สะอาด ทรายจากทะเลทรายก็จัดเป็นทรายบกด้วย

##### 2. ทรายแม่น้ำ

ทรายชนิดนี้มีอยู่ทั่วไป ในที่ราบลุ่มของแม่น้ำ ทรายชนิดนี้เกิดจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ โดยกระแสน้ำได้พัดพาทรายจากที่ต่าง ๆ มาตกตะกอนรวมกันในพื้นที่ราบลุ่มที่เป็นที่รวมของทราย

##### 3. ขนาดของทราย

ในการก่อสร้างทั่วไป ทรายแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1. ทรายหยาบ เป็นทรายที่มีเม็ดใหญ่ มีเหลี่ยมคม และแข็งแรงดีมาก เหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการความแข็งแรงมาก ๆ
2. ทรายกลาง เป็นทรายที่มีขนาดเล็กกว่าทรายหยาบมา เป็นทรายที่เหมาะสมสำหรับงานปูนทั่วไป เช่น งานก่ออิฐถือปูน พื้นบ้าน ทางเท้า
3. ทรายละเอียด เป็นทรายที่มีขนาดเม็ดเล็กมาก เหมาะสำหรับงานปูนฉาบ ทำบัว

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

#### 3.1 การทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐ (Absorption test of brick)

##### 1. ขอบเขต

การศึกษาการดูดซึมน้ำของอิฐเป็นการสอบทางกายภาพเพื่อหาสมบัติของอิฐตัวอย่างด้านปริมาณความชื้นหรือน้ำที่แฝงอยู่ในอิฐ และศึกษาวิเคราะห์สภาพของตัวอย่างหลังการทดสอบในด้านความสามารถในการดูดซึมน้ำ การอุ้มน้ำ การแปรเปลี่ยนสภาพของเนื้ออิฐหลังจากถูกผลกระทบบจากความชื้น

##### 2. วัตถุประสงค์

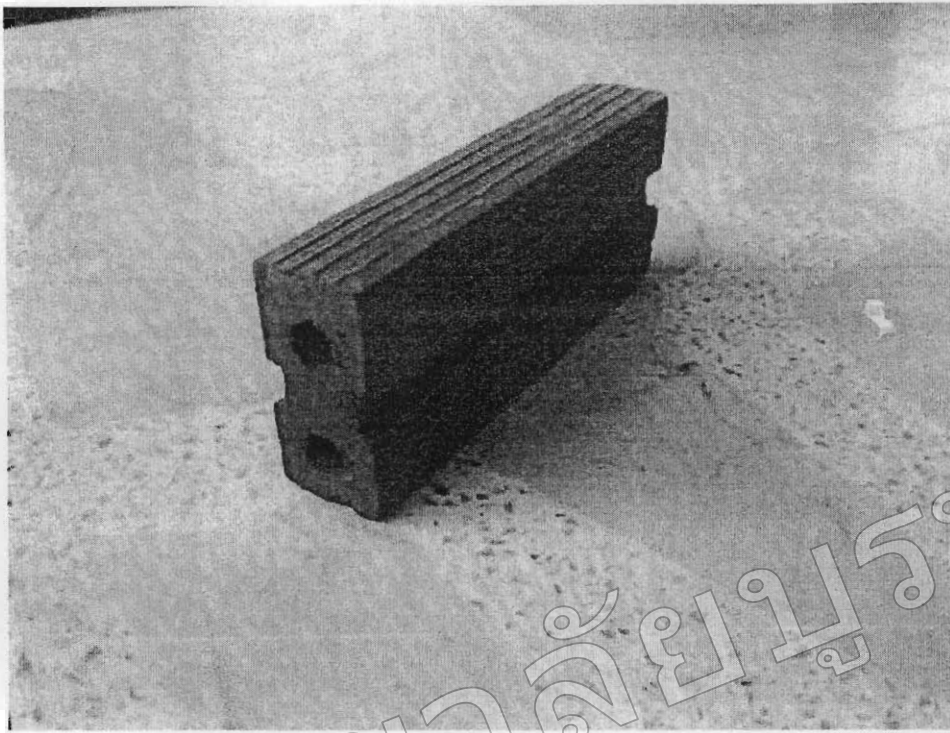
1. เพื่อหาความสามารถการดูดซึมน้ำของอิฐในแต่ละประเภทตัวอย่าง
2. เพื่อศึกษาผลกระทบของอิฐที่มีความสามารถในการดูดซึมน้ำ จะมีผลต่อโครงสร้างและการนำไปใช้งานประเภทอื่น

##### 3. วัสดุตัวอย่างสำหรับทดลอง

1. อิฐก่อสร้างสามัญ จำนวน 30 ก้อน
2. น้ำกลั่นหรือน้ำสะอาด

##### 4. เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม
2. เครื่องมือวัด อาทิ ดัลต์ไมเตอร์, ไม้บรรทัดเหล็ก
3. คู่มือไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ 110 องศาเซนเซียส
4. ภาชนะที่สามารถแช่ตัวอย่าง
5. ผ้าเนื้อนุ่มซับน้ำ ขนาด 15x 15 ซม. (ควรเป็นผ้าขนหนู)



รูปที่ 3.1 อิฐก่อสร้างสามัญ



รูปที่ 3.2 เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม



รูปที่ 3.3 ภาชนะที่สามารถแช่ตัวอย่าง



รูปที่ 3.4 ตู้อบ

### 5. วิธีการทดสอบ

1. คัดเลือกขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบจำนวนตัวอย่างละ 30 ก้อน โดยเลือกขนาดก้อนที่สมบูรณ์มากที่สุด
2. วัดขนาด และชั่งตัวอย่างพร้อมทำสัญลักษณ์ หรือหมายเลขไว้ในแต่ละชุดต่อตัวอย่างเพื่อป้องกันข้อมูลคลาดเคลื่อน
3. นำตัวอย่างมาแช่ในภาชนะที่มีน้ำกลั่น (ในการทดสอบอาจใช้น้ำสะอาดทดแทนได้) โดยแช่ให้ท่วมก้อนอิฐทุกก้อนตัวอย่าง แช่ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง
4. นำตัวอย่างที่แช่ครบกำหนดในข้อ 3 นำขึ้นจากน้ำ นำผ้าขนหนูซับน้ำในแต่ละก้อนตัวอย่างให้แห้งซึ่งอยู่ในลักษณะอิมตัวผิวแห้ง แล้วนำมาชั่งในแล้วเสร็จภายใน 5 นาทีหลังจากที่ซับน้ำแล้วเสร็จ
5. นำตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนในข้อ 4 นำเข้าคู่อุปไฟฟ้าปรับอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำออกมาชั่งน้ำหนักในแต่ละก้อนตัวอย่าง เป็นอันแล้วเสร็จขั้นตอนการทดสอบ

### 6. การคำนวณและการเขียนรายงาน

1. ทำรายการบันทึกข้อมูลของผลการวัดขนาด และการชั่งน้ำหนักของตัวอย่างทุกชุดลงในตารางบันทึกผลการทดสอบให้ครบสมบูรณ์
2. ทำรายการคำนวณ  
ความสามารถในการดูดซึมน้ำของตัวอย่างจากความสัมพันธ์ของอิฐ

$$\% \text{ Absorption of brick} = \frac{(W_2) \text{ Original Weight} - (W_1) \text{ Oven dry Weight}}{(W_1) \text{ Oven dry Weight}} \times 100$$

หรือถ้า  $W_1 =$  Weight of brick       $W_2 =$  Weight wet of brick

3. การเขียนรายงานจะต้องนำเสนอข้อมูลเชิงเปรียบเทียบของข้อมูลการดูดซึมน้ำของอิฐแต่ละก้อน และในแต่ละประเภทของชุดตัวอย่าง สรุปสาเหตุสำคัญที่ทำให้อิฐแต่ละชนิดมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้มากน้อยต่างกัน

### 8. ข้อสังเกต

ควรสังเกตคุณลักษณะของอิฐแต่ละก้อนโดยเปรียบเทียบน้ำหนักในการชั่งแต่ละขั้นตอน การทดสอบและคุณลักษณะของเนื้อ ความแน่นของอิฐ ซึ่งจะหาสาเหตุที่ทำให้อิฐแต่ละก้อนตัวอย่าง ดูคน้ำได้ต่างกัน

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University



### 3.2 การทดสอบกำลังอัดอิฐ (Compressive test of brick)

#### 1. ขอบเขต

การทดสอบแรงอัดของอิฐ เป็นการทดสอบอิฐทีละก้อน

#### 2. วัตถุประสงค์

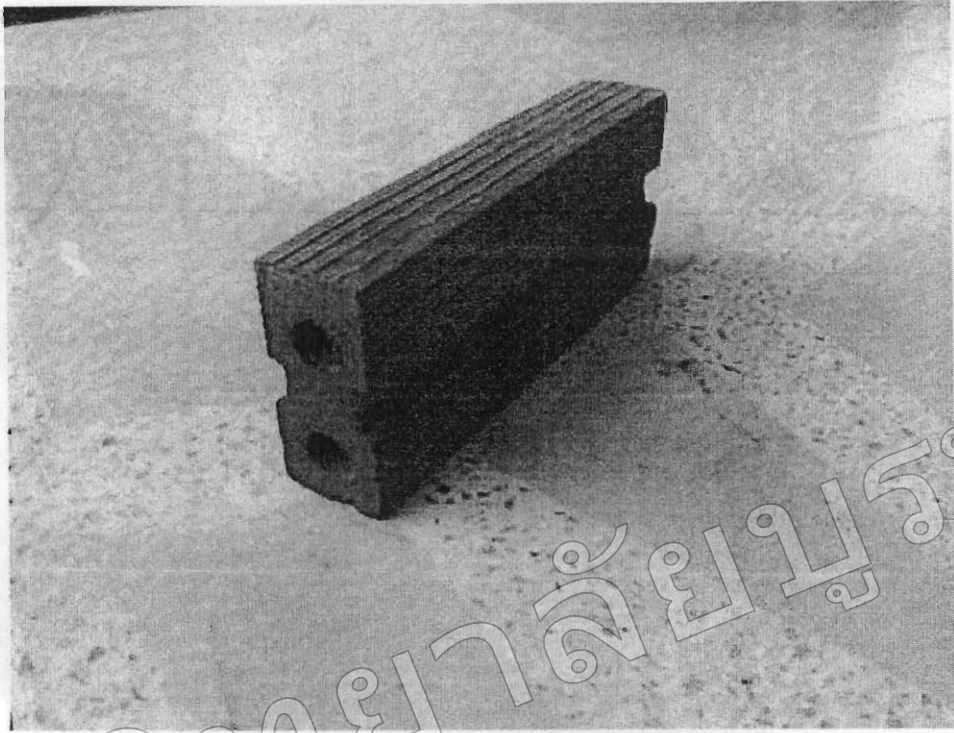
1. เพื่อการศึกษาพฤติกรรมของอิฐเมื่อมีน้ำหนักกระทำในลักษณะแรงอัด
2. เพื่อต้องการหาค่าความต้านทานแรงอัดของอิฐ
3. เพื่อต้องการหาค่าความสามารถในการดูดซึมน้ำ

#### 3. อุปกรณ์การทดสอบ

1. เครื่อง Universal testing machine
2. เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม
3. เครื่องมือวัดความยาวหรือไม้บรรทัดเหล็ก
4. ตู้อบไฟฟ้า สามารถควบคุมอุณหภูมิได้
5. ภาชนะหรือถาดแช่ตัวอย่าง ควรมีขนาด 15 x 15 x 3 นิ้ว
6. แผ่นเหล็ก 2 แผ่น

#### 4. วัสดุตัวอย่างสำหรับการทดลอง

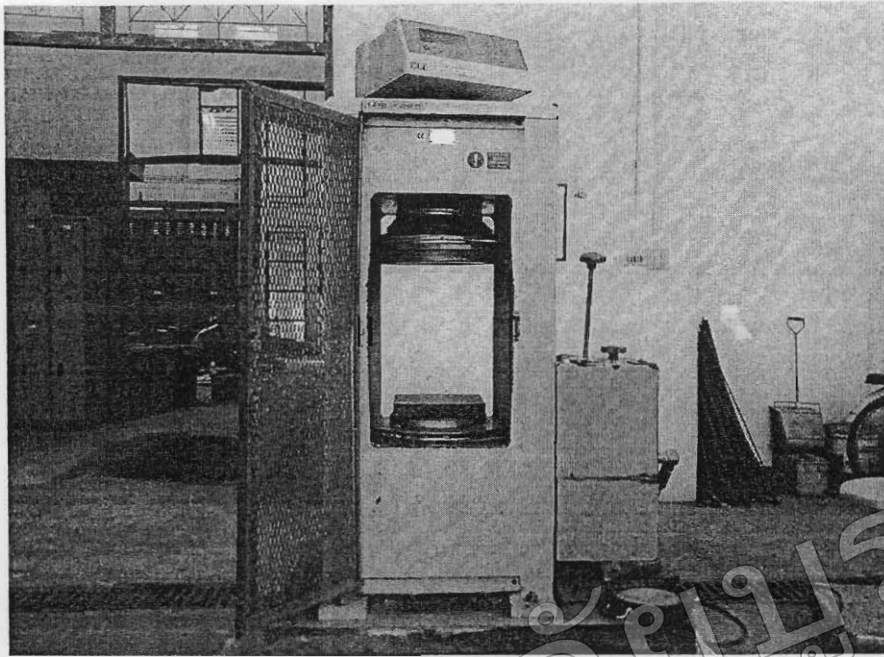
1. อิฐก่อสร้างสามัญ จำนวน 30 ก้อน
2. เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม
3. เครื่องมือวัด อาทิ ตลับเมตร, ไม้บรรทัดเหล็ก
4. เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด



รูปที่ 3.5 อีฐก่อสร้างสามัญ



รูปที่ 3.6 เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม



รูปที่ 3.7 เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัด

#### 5. ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. นำอิฐก่อสร้างสามัญประเภทที่หนึ่ง จำนวน 30 ก้อน ชั่งน้ำหนัก และวัดขนาด
2. นำตัวอย่างในข้อ 1 เข้าเครื่องทดสอบแรงกำลังรับแรงอัด
3. เตรียมตัวอย่างอีก 2 ชุด โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับตัวอย่างชุดแรก ตามข้อ 1-2
4. ชั่งและวัดขนาดตัวอย่างอีกครั้ง ก่อนนำตัวอย่างแต่ละชุดเข้าเครื่องทดลองหาความต้านทานแรงอัดทางด้านอิฐ จนตัวอย่างวิบัติค่าแรงอัดลดลงอย่างต่อเนื่อง
5. สังเกตตัวอย่างในขณะที่ทดลองหาลำดับด้านทางแรงกด จนกระทั่งตัวอย่างเสียหาย
6. เขียนภาพลักษณะการเสียหายของตัวอย่างและบันทึกผลแรงสูงสุด

### 3.3 การทดสอบแรงค้ำของอิฐ (Flexural strength of brick)

#### 1. ขอบเขต

การศึกษาคัดเลือกอิฐเป็นการสอบทางกายภาพเพื่อหาสมบัติของอิฐตัวอย่างด้านปริมาณความชื้นหรือน้ำที่แฝงอยู่ในอิฐ และศึกษาวิเคราะห์สภาพของตัวอย่างหลังการทดสอบในด้านความสามารถในการรับแรงค้ำ

#### 2. วัตถุประสงค์

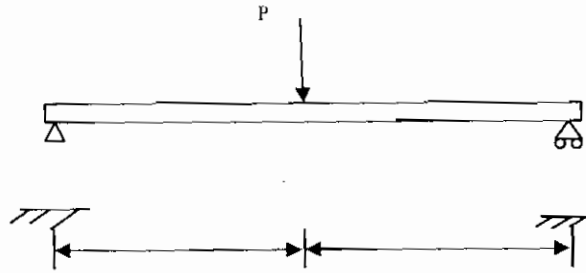
เพื่อหาค่าโมดูลัสของการชำรุด(modulus of rupture)ของอิฐดินเหนียวเผาที่ใช้ในงานก่อสร้าง (building clay brick)

#### 3. อุปกรณ์การทดสอบ

1. ชิ้นตัวอย่าง อิฐก่อสร้างสามัญผิวเรียบ 30 ก้อน
2. เครื่องทดสอบ (testing machine) ที่ดัดแปลงเข้ากับการทดสอบให้ได้ตามวัตถุประสงค์
3. เครื่องมือชั่งที่สามารถอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม
4. ตู้ไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ 110 องศาเซนเซียส
5. ค้อน
6. เหล็กค้ำ
7. ไม้บรรทัด

#### 4. วิธีการทดสอบสำหรับการต้านทานการค้ำโค้ง

1. ทำเครื่องหมายที่อิฐ วัดขนาดเป็นมิลลิเมตร (กว้างxหนาxยาว) และชั่งน้ำหนัก โดยอ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม
2. ติดตั้ง Support เข้ากับเครื่องทดสอบ โดยมีระยะห่าง (Span Length) 15 เซนติเมตร
3. ให้นำหนักกระทำให้ลงกึ่งกลางช่วงความยาวพอดีจนผิวสัมผัสกัน ปรับโหลดให้ชี้ที่เลข 0
4. ให้นำหนักกระทำอย่างสม่ำเสมอในอัตราไม่เกิน 10,000 N/min หรือใช้ความเร็วไม่เกิน 1.0 mm/min
5. จดบันทึกค่าน้ำหนักที่ทำให้อิฐแตก
6. สเก็ทซ์ภาพรอยอิฐหัก
7. คำนวณ โมดูลัสของการชำรุดจากสูตร



ไดอะแกรมแรงเฉือน



ไดอะแกรมโมเมนต์



รูปที่ 2.11 แสดงแรงเฉือนและโมเมนต์จากแรงกระทำ

โมเมนต์สูงสุดที่เกิดขึ้นในกรณีนี้คือ

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

จากความแข็งแรงของวัสดุ

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

หรือ

$$F_b = \frac{6M}{bd^2}$$

เมื่อ  $C = \frac{d}{2}$

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

โมดูลัสของการขำรูด = หน่วยแรงคัดสูงสุดที่เกิดขึ้นในเนื้อวัสดุเพราะ =  $F_b$

$$\text{โมดูลัสของการขำรูด} = \frac{\left(\frac{PS}{4}\right) \times \left(\frac{d}{2}\right)}{\frac{bd^3}{12}} = \frac{3PS}{2bd^2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

โดยที่  $P$  = น้ำหนักกระทำที่กึ่งกลาง (N)

$S$  = ช่วงความยาว (mm)

$b$  = ความกว้างอิฐ (mm)

$d$  = ความลึกอิฐ (mm)

## 6. ข้อสังเกต

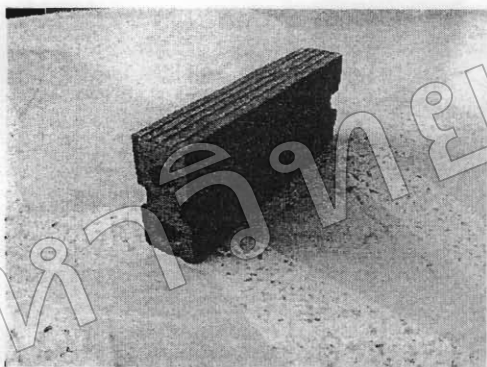
1. การวางอิฐด้านที่เราจะทดสอบต้องเป็นด้านที่เราจะนำไปใช้งานจริง
2. การอ่านค่าการรับแรงอัดของตัวอย่างในระยะแรกๆ ควรอ่านในช่วงที่มีความถี่มาก ๆ กว่าช่วงอื่นเพื่อนำไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ของผลการทดสอบและทราบถึงพฤติกรรมการรับแรงอัดในช่วงแรกถ้าไม่เช่นนั้นเส้นกราฟในช่วงนี้จะขาดหายไป

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

## บทที่ 4

## ผลการทดสอบ

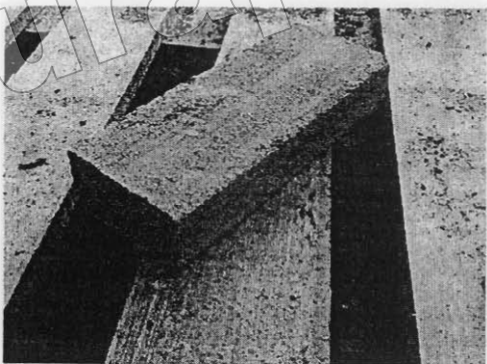
การทดสอบนี้ ได้ทำการทดสอบคุณสมบัติในการรับกำลังอัดของกำแพงอิฐมอดูตามแนวแกน ซึ่งอิฐมอดู (Brick) จะต้องมีการทดสอบหาคุณสมบัติเชิงกลของอิฐมอดู (Brick) และซีเมนต์มอร์ตาร์ (Cement Mortar) ที่ใช้เป็นปูนก่อ ต้องทดสอบหาหาลังรับแรงอัด (Compressive strength) แรงดึง (Tensile strength) แรงดัด (Flexural strength) ด้วย ก่อนที่จะทำการก่อกำแพงอิฐมอดูรับแรงอัดตามแนวแกน เมื่อทำการทดสอบวัสดุต่างๆแล้ว ก็จะนำวัสดุนั้นมาก่อเป็นกำแพงอิฐมอดูแต่ละชนิดได้ผลดังนี้



อิฐมอดู 2 รูลายข้าง



อิฐมอดู 2 รูใหญ่



อิฐมอดู ตัน



อิฐมอดู 4 รู

#### 4.1 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญ (Absorption test of brick)

การทดสอบการดูดซึมน้ำเป็นปัจจัยบ่งชี้ถึงความทนทาน (Durability) ปัจจัยหนึ่งของอิฐมอญ เนื่องจากเป็นปัจจัยที่แสดงถึงความพรุนของอิฐ ถ้าอิฐมอญมีการดูดซึมน้ำมากแล้ว อิฐก็必将มีความพรุนและจะผุกร่อนจากการกระทำของสภาวะแวดล้อมและการเสียดสีได้ง่าย

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญ 2 รูลายข้าง

NO.	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญ			
	น้ำหนักที่สภาพ อิมดัว kg ( $w_1$ )	น้ำหนักอิฐอบแห้ง kg ( $w_2$ )	น้ำหนักน้ำ kg	% การดูดซึมน้ำ $((w_1 - w_2) / w_2) \times 100$
1	0.341	0.294	0.047	15.98
2	0.351	0.297	0.054	18.18
3	0.349	0.296	0.053	17.09
4	0.346	0.296	0.050	16.98
5	0.356	0.301	0.055	18.27
6	0.354	0.302	0.052	17.21
7	0.352	0.303	0.049	16.17
8	0.346	0.298	0.048	16.10
9	0.364	0.308	0.056	18.18
10	0.348	0.294	0.054	18.36
11	0.343	0.298	0.045	15.10
12	0.352	0.294	0.058	19.72
13	0.344	0.300	0.044	14.66
14	0.348	0.291	0.057	19.58
15	0.341	0.294	0.047	15.98
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ				17.17



ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญ 2 รูใหญ่

NO.	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอญ			
	น้ำหนักที่สภาพ อิมิตัว kg (w <sub>1</sub> )	น้ำหนักอิฐอบแห้ง kg (w <sub>2</sub> )	น้ำหนักน้ำ kg	% การดูดซึมน้ำ $((w_1 - w_2) / w_2) \times 100$
1	0.467	0.398	0.069	17.33
2	0.473	0.421	0.052	12.35
3	0.470	0.408	0.062	15.19
4	0.490	0.425	0.065	15.29
5	0.433	0.381	0.052	13.64
6	0.474	0.410	0.064	15.60
7	0.466	0.412	0.054	13.10
8	0.483	0.413	0.070	16.94
9	0.452	0.491	0.061	12.42
10	0.456	0.385	0.071	18.44
11	0.464	0.414	0.050	12.07
12	0.478	0.412	0.066	16.02
13	0.488	0.416	0.072	17.30
14	0.471	0.388	0.083	21.39
15	0.467	0.418	0.049	11.72
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ				15.25

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอดุคั้น

NO.	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอดุคั้น			
	น้ำหนักที่สภาพ อิ่มตัว kg (w <sub>1</sub> )	น้ำหนักอิฐอบแห้ง kg (w <sub>2</sub> )	น้ำหนักน้ำ kg	% การดูดซึมน้ำ $((w_1 - w_2) / w_2) \times 100$
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	0.532	0.458	0.074	16.16
7	0.544	0.464	0.080	17.24
8	0.542	0.468	0.074	15.81
9	0.534	0.462	0.074	16.16
10	0.538	0.462	0.076	16.45
11	0.520	0.450	0.070	15.56
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
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ				16.93

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอดู 4 รู

NO.	เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐมอดู			
	น้ำหนักที่สภาพ อิมตัว kg ( $w_1$ )	น้ำหนักอิฐอบแห้ง kg ( $w_2$ )	น้ำหนักน้ำ kg	% การดูดซึมน้ำ $((w_1 - w_2) / w_2) \times 100$
1	0.841	0.762	0.079	10.36
2	0.838	0.751	0.087	11.58
3	0.842	0.755	0.087	11.22
4	0.851	0.761	0.090	11.82
5	0.871	0.778	0.093	11.95
6	0.842	0.765	0.077	10.06
7	0.832	0.757	0.075	9.90
8	0.836	0.753	0.083	11.02
9	0.827	0.742	0.085	11.45
10	0.829	0.748	0.081	10.82
11	0.834	0.768	0.066	8.59
12	0.862	0.773	0.089	11.51
13	0.871	0.785	0.086	10.95
14	0.897	0.802	0.095	11.84
15	0.821	0.756	0.065	8.59
ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ				9.98

#### 4.2 ผลการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญ (Compressive strength of brick)

การทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญทั้งสี่ชนิดคือ อิฐมอญ 2 รูลายข้าง, อิฐมอญ 2 รูใหญ่, อิฐมอญตัน, อิฐมอญ 4 รู โดยการสุ่มตัวอย่างมาทำการศึกษากำลึงรับแรงอัดจำนวนชนิดละ 15 ตัวอย่าง พบว่ากำลึงรับแรงอัดเฉลี่ย

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอญ 2 รูลายข้าง

No.	Load (kN)	กว้าง (mm)	ยาว (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Stress (N/mm <sup>2</sup> )
1	24.20	57.73	143.77	8,296.95	2.91
2	14.90	59.90	140.55	8,418.95	1.79
3	25.40	59.90	141.70	8,487.83	2.99
4	26.40	58.92	142.83	8,415.54	3.13
5	25.40	57.70	142.18	8,203.79	3.09
6	35.60	60.53	142.87	8,647.92	4.14
7	29.20	60.33	142.09	8,572.29	3.34
8	24.00	53.28	141.32	7,529.53	3.18
9	26.50	53.35	143.80	7,671.73	3.45
10	24.50	58.00	141.97	8,234.26	2.97
11	25.90	59.63	142.13	8,475.21	3.05
12	24.30	59.60	143.32	8,541.87	2.84
13	29.70	59.63	146.93	8,761.44	3.40
14	31.90	59.67	141.97	8,471.35	3.77
15	33.60	59.10	142.30	8,409.93	3.98
ค่าเฉลี่ย					3.24

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอดู 2 รูใหญ่

No.	Load (kN)	กว้าง (mm)	ยาว (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Stress (N/mm <sup>2</sup> )
1	48.20	66.91	162.86	10,896.96	4.42
2	51.50	64.18	157.86	10,131.45	5.08
3	40.50	65.98	162.62	10,729.66	3.77
4	46.80	63.84	158.46	10,116.08	4.62
5	49.70	65.38	160.09	10,465.74	4.74
6	52.10	61.54	161.47	9,936.86	5.24
7	55.10	64.81	163.62	10,604.21	5.19
8	46.20	63.78	162.52	10,365.52	4.45
9	42.30	64.76	163.12	10,563.65	4.00
10	40.60	65.41	162.31	10,616.69	3.82
11	52.50	65.24	163.82	10,687.61	4.91
12	45.10	65.08	161.52	10,511.72	4.29
13	46.50	67.14	162.66	10,920.99	4.25
14	52.30	65.71	163.49	10,742.92	4.86
15	46.10	66.34	161.89	10,739.78	4.29
ค่าเฉลี่ย					4.52

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอดูตัน

No.	Load (kN)	กว้าง (mm)	ยาว (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Stress (N/mm <sup>2</sup> )
1	145.30	67.23	159.28	10,708.39	13.56
2	135.40	66.73	158.13	10,552.01	12.83
3	130.10	66.80	159.18	10,633.22	12.23
4	156.10	67.33	161.50	10,873.80	14.35
5	147.10	67.40	159.82	10,771.87	13.65
6	137.63	67.63	160.07	10,825.53	12.71
7	128.07	68.07	160.27	10,909.58	11.73
8	138.37	68.37	162.43	11,105.34	12.45
9	148.10	68.10	158.70	10,807.47	13.70
10	167.37	67.37	157.17	10,588.54	15.80
11	147.13	67.13	161.27	10,826.06	13.59
12	137.53	67.53	160.23	10,820.33	12.59
13	137.73	67.73	161.20	10,918.08	12.61
14	147.93	67.93	162.17	11,016.21	13.42
15	146.60	66.60	160.27	10,673.98	13.73
ค่าเฉลี่ย					13.26

**ตารางที่ 4.8** ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงอัดของอิฐมอดู 4 รู

No.	Load (kN)	กว้าง (mm)	ยาว (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Stress (N/mm <sup>2</sup> )
1	42.42	63.23	163.83	10,826.06	3.91
2	45.20	56.07	161.33	10,820.33	4.17
3	46.60	58.13	162.68	10,918.08	4.26
4	42.40	62.70	163.51	11,016.21	3.84
5	46.00	60.33	161.90	10,673.98	4.30
6	48.20	63.84	159.82	10,708.39	4.50
7	41.50	62.38	160.07	10,552.01	3.93
8	40.50	61.54	160.27	10,633.22	3.80
9	46.80	64.81	162.43	10,873.80	4.30
10	49.70	60.78	158.70	10,771.87	4.61
11	46.20	57.13	160.09	10,825.53	4.26
12	42.30	58.53	161.47	10,909.58	3.87
13	40.60	58.73	163.62	11,105.34	3.65
14	42.50	59.93	162.52	10,807.47	3.93
15	45.10	57.60	163.12	10,588.54	4.25
ค่าเฉลี่ย					4.10

### 4.3 ผลการทดสอบแรงค้ำของอิฐมอญ (Flexural strength of brick)

การทดสอบการรับแรงค้ำของอิฐมอญทั้งสี่ชนิดคือ อิฐมอญ 2 รูลายข้าง อิฐมอญ 2 รูใหญ่ อิฐมอญตัน อิฐมอญ 4 รู โดยการสุมตัวอย่างมาทำการศึกษากำลึงรับแรงอัดจำนวนชนิดละ 15 ตัวอย่าง พบว่ากำลึงรับแรงค้ำเฉลี่ย

**ตารางที่ 4.9** ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงค้ำของอิฐมอญ 2 รูลายข้าง

No.	ขนาด (b x d x l)(mm.)			ช่วง SUPPORT, S (mm.)	MAX LOAD P (N)	ค่าโมดูลัส (N/mm <sup>2</sup> ) 3PS/2bd <sup>2</sup>
	กว้าง , b (mm.)	หนา , d (mm.)	ยาว , l (mm.)			
1	58.01	30.54	143.78	13.00	1,519.42	0.5476
2	59.54	29.19	140.56	13.00	1,119.42	0.4302
3	59.96	28.51	141.71	13.00	1,919.42	0.7679
4	58.93	29.59	142.81	13.00	1,319.42	0.4986
5	58.21	28.27	142.19	13.00	1,519.42	0.6368
6	59.62	28.69	142.14	13.00	619.42	0.2461
7	59.61	28.72	143.33	13.00	1,419.42	0.5628
8	59.64	29.09	146.94	13.00	819.42	0.3168
9	59.68	28.59	141.96	13.00	2,119.42	0.8469
10	59.11	29.06	142.29	13.00	1,919.42	0.7496
11	58.41	28.89	144.12	13.00	1,819.42	0.7276
12	60.54	28.82	142.86	13.00	1,219.42	0.4728
13	60.31	28.66	142.02	13.00	919.42	0.3619
14	53.29	28.67	141.31	13.00	919.42	0.4093
15	53.36	29.02	143.79	13.00	519.42	0.2254
ค่าเฉลี่ยโมดูลัส						0.5200



ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงค้ำของอิฐมอญ 2 รูใหญ่

No.	ขนาด (b x d x l)(mm.)			ช่วง SUPPORT, S (mm.)	MAX LOAD P (N)	ค่าโมดูลัส (N/mm <sup>2</sup> ) 3PS/2bd <sup>2</sup>
	กว้าง, b (mm.)	หนา, d (mm.)	ยาว, l (mm.)			
1	65.23	28.87	163.83	15.00	1,719.42	0.7115
2	65.07	29.70	161.53	15.00	1,919.42	0.7524
3	67.13	29.60	162.67	15.00	1,819.42	0.6960
4	65.70	28.13	163.50	15.00	2,219.42	0.9605
5	66.33	29.03	161.90	15.00	2,519.42	1.0140
6	61.53	29.57	162.87	15.00	1,119.42	0.4681
7	64.80	29.67	157.87	15.00	1,519.42	0.5993
8	63.77	29.43	162.63	15.00	2,719.42	1.1078
9	64.75	29.93	158.47	15.00	2,819.42	1.0936
10	65.40	29.57	160.10	15.00	2,419.42	0.9519
11	66.42	30.18	160.88	15.00	1,119.42	0.4163
12	65.13	27.80	159.83	15.00	1,319.42	0.5897
13	65.83	29.13	163.08	15.00	1,319.42	0.5314
14	63.88	29.08	156.58	15.00	1,819.42	0.7578
15	65.23	28.82	163.37	15.00	1,419.42	0.5894
ค่าเฉลี่ยโมดูลัส						0.7493

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงค้ำของอิฐมวลฉนวน

No.	ขนาด (b x d x l)(mm.)			ช่วง SUPPORT, S (mm.)	MAX LOAD P (N)	ค่าโมดูลัส (N/mm <sup>2</sup> ) 3PS/2bd <sup>2</sup>
	กว้าง , b (mm.)	หนา , d (mm.)	ยาว , l (mm.)			
1	66.78	31.63	157.47	15.00	2,019.42	0.6801
2	67.27	32.97	160.64	15.00	4,819.42	1.4829
3	67.23	33.07	159.28	15.00	3,219.42	0.9852
4	66.73	32.50	158.13	15.00	2,419.42	0.7723
5	66.80	32.42	159.18	15.00	3,719.42	1.1919
6	67.53	32.37	160.23	15.00	3,519.42	1.1191
7	67.73	32.17	161.20	15.00	2,319.42	0.7445
8	67.93	32.33	162.17	15.00	3,219.42	1.0202
9	66.60	31.90	160.27	15.00	3,819.42	1.2680
10	61.30	32.23	157.73	15.00	3,819.42	1.3496
11	63.07	32.40	158.22	15.00	6,119.42	2.0796
12	67.40	31.87	159.82	15.00	3,819.42	1.2553
13	67.70	32.62	160.10	15.00	4,319.42	1.3491
14	67.63	32.97	160.07	15.00	4,619.42	1.4138
15	68.07	32.13	160.27	15.00	3,519.42	1.1269
ค่าเฉลี่ยโมดูลัส						1.1141

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบการหาค่ารับแรงดัดของอิฐมวลยว 4 รู

No.	ขนาด (b x d x l)(mm.)			ช่วง SUPPORT, S (mm.)	MAX LOAD P (N)	ค่าโมดูลัส (N/mm <sup>2</sup> ) 3PS/2bd <sup>2</sup>
	กว้าง , b (mm.)	หนา , d (mm.)	ยาว , l (mm.)			
1	58.41	63.23	157.47	15.00	1,119.42	0.4163
2	60.54	56.07	160.64	15.00	1,319.42	0.5897
3	60.31	58.13	159.28	15.00	1,319.42	0.5314
4	53.29	62.70	158.13	15.00	1,819.42	0.5578
5	53.36	60.33	159.18	15.00	1,419.42	0.5894
6	58.01	63.84	160.23	15.00	1,719.42	0.4681
7	59.54	62.38	161.20	15.00	1,919.42	0.5993
8	59.96	61.54	162.17	15.00	1,819.42	0.5078
9	58.93	64.81	160.27	15.00	2,219.42	0.6936
10	58.21	60.78	157.73	15.00	2,519.42	0.5519
11	58.01	57.13	158.22	15.00	1,119.42	0.7276
12	59.54	58.53	159.82	15.00	1,519.42	0.6728
13	59.96	58.73	160.10	15.00	2,719.42	0.6619
14	58.93	59.93	160.07	15.00	2,819.42	0.5093
15	58.21	53.36	160.27	15.00	2,419.42	0.5254
ค่าเฉลี่ยโมดูลัส						0.5734

#### 4.4 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Compressive strength of cement mortar)

จากการศึกษากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Compressive strength of cement mortar) ที่ใช้ในการก่อกำแพงอิฐมวลเบา โดยเลือกใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมเสร็จและผสมเองตัวอย่าง 3 ชุดการทดสอบ 7, 14, 28 วันตามลำดับ ชุดละ 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

##### แบบที่ 1 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเสร็จ

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.75 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 112.32 กก./ตร.ซม.

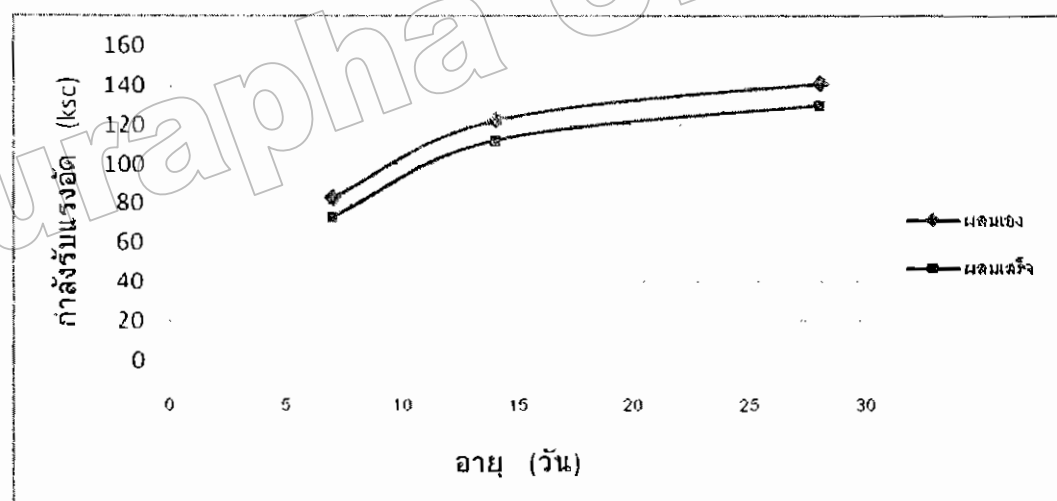
ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 129.96 กก./ตร.ซม.

##### แบบที่ 2 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเอง

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.51 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 122.68 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 141.31 กก./ตร.ซม.



**รูปที่ 4.1** กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัด(Compressive strength) กับอายุ (Age) ของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Cement Mortar)

จากรูปที่ 4.1 จะพบว่ากำลังอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Cement Mortar) ที่ใช้อัตราส่วนของน้ำต่อวัสดุประสานแบบผสมเอง(w/c) เท่ากับ 0.40 มีค่ากำลังรับแรงอัดมากกว่าซีเมนต์มอร์ตาร์ตัว (Cement Mortar) แบบผสมเสร็จ ในทุกช่วงอายุและมีกำลังรับแรงอัดมากที่สุดที่ 28 วัน

#### 4.5 ผลการทดสอบแรงดัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Flexural strength of cement mortar)

จากการศึกษากำลังรับแรงดัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Flexural strength of cement mortar) ที่ใช้ในการก่อกำแพงอิฐมวลเบา โดยเลือกใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมเสร็จและผสมเองตัวอย่าง 3 ชุดการทดสอบ 7, 14, 28 วันตามลำดับ ชุดละ 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

##### แบบที่ 1 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเสร็จ

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงดัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.03 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงดัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.81 กก./ตร.ซม.

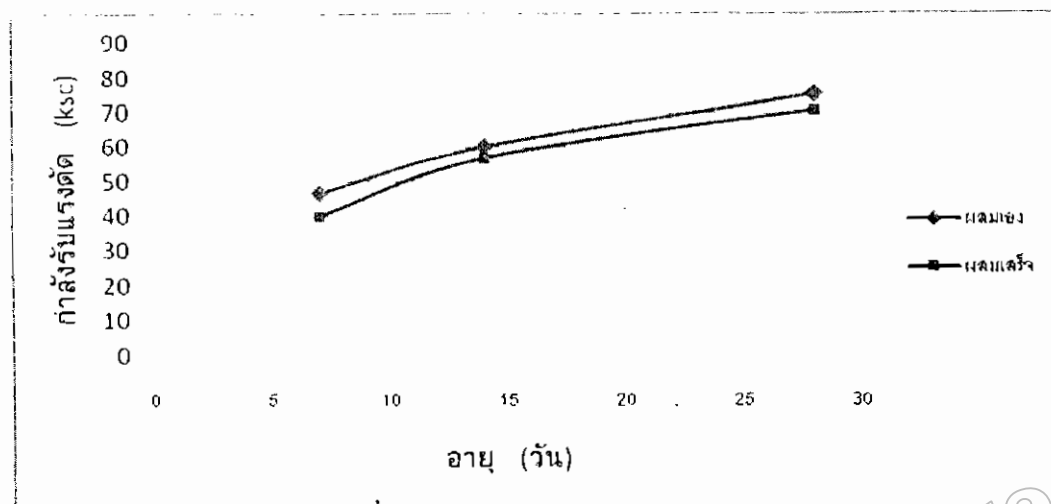
ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงดัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.62 กก./ตร.ซม.

##### แบบที่ 2 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเอง

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงดัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.63 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงดัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.19 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงดัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.21 กก./ตร.ซม.



**รูปที่ 4.2** กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัด(Flexural strength)กับอายุ (Age) ของซีเมนต์มอร์ตาร์

(Cement Mortar)

#### 4.5 ผลการทดสอบแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Tensile strength of cement mortar)

จากการศึกษากำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Tensile strength of cement mortar) ที่ใช้ในการก่อกำแพงอิฐมวลเบา โดยเลือกใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมเสร็จและผสมเองตัวอย่าง 3 ชุดการทดสอบ 7 , 14 , 28 วันตามลำดับ ชุดละ 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

##### แบบที่ 1 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเสร็จ

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.22 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.93 กก./ตร.ซม.

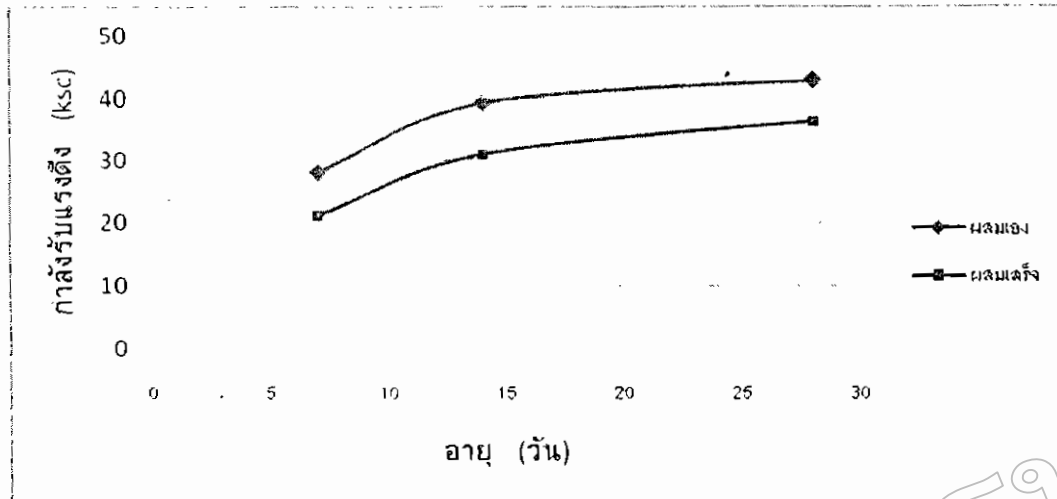
ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.18 กก./ตร.ซม.

##### แบบที่ 2 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเอง

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.13 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.27 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.87 กก./ตร.ซม.



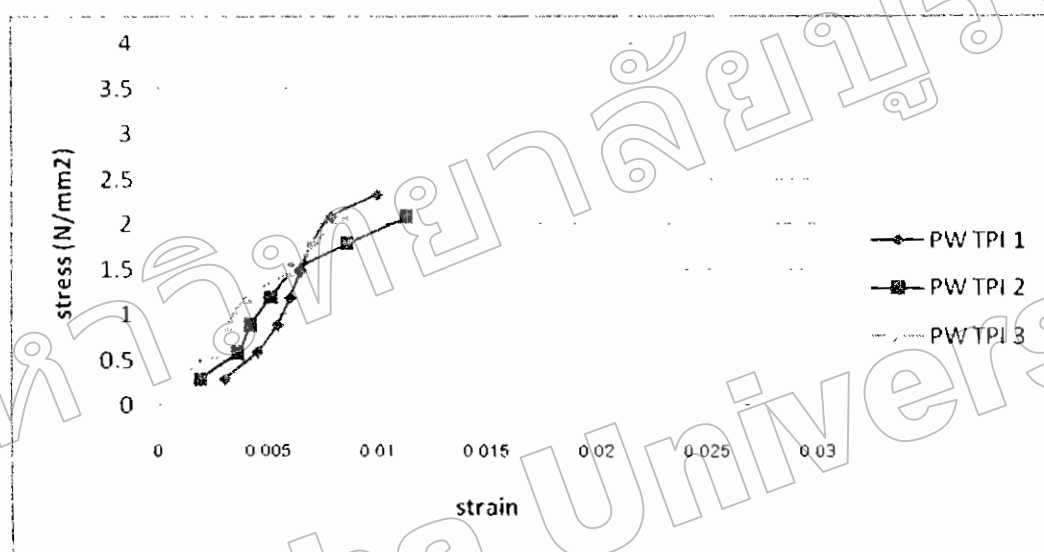
รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึง (Tensile strength) กับอายุ (Age) ของซีเมนต์มอร์ตาร์

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

#### 4.6 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ (Compressive strength of parts brick wall)

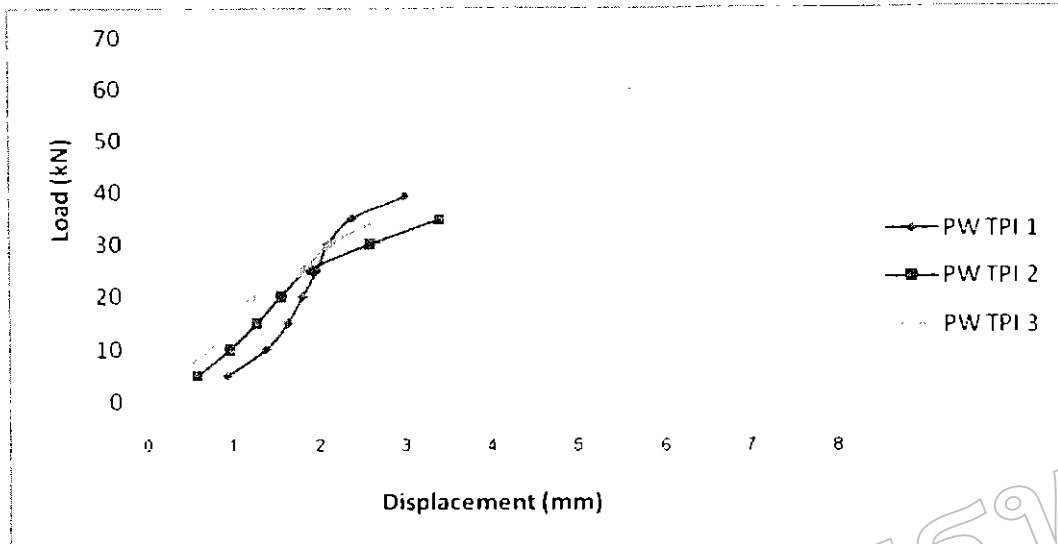
การทดลองเพื่อหาลำดับอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ โดยชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อมีขนาด 30 x 30 ซม. ก่อแบบสลับ (Running Bond) โดยใช้อิฐมอญ 4 ชนิด อิฐมอญ 2 รูปร่างลาย อิฐมอญ 2 รูใหญ่ อิฐมอญคั่น อิฐมอญ 4 รู อย่างละ 3 ตัวอย่าง โดยแบ่งความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์เป็น 1, 1.5, 2 ตามลำดับ

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ 2 รูลายข้าง โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสำเร็จรูป ทีพีไอ M 300 ความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้



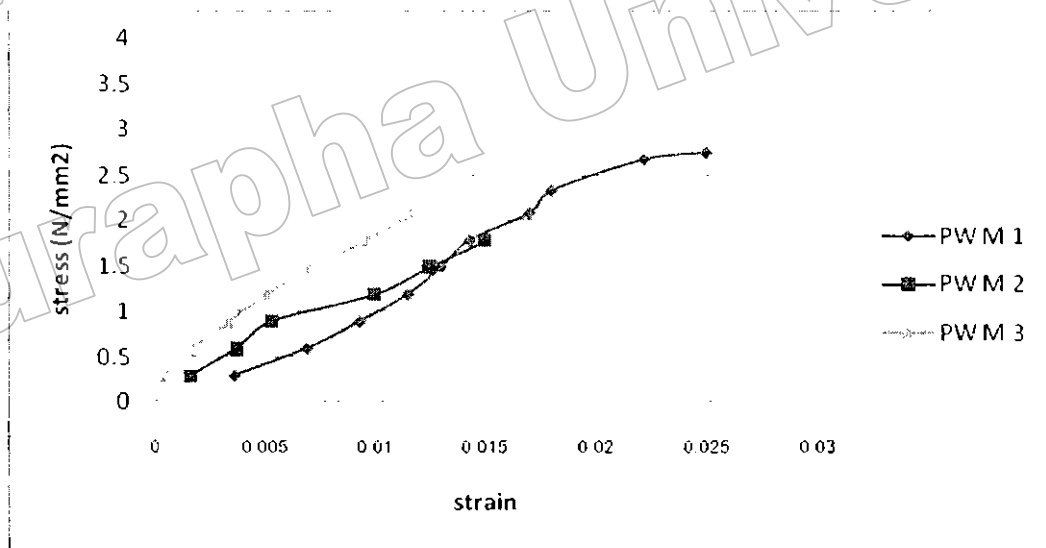
รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง



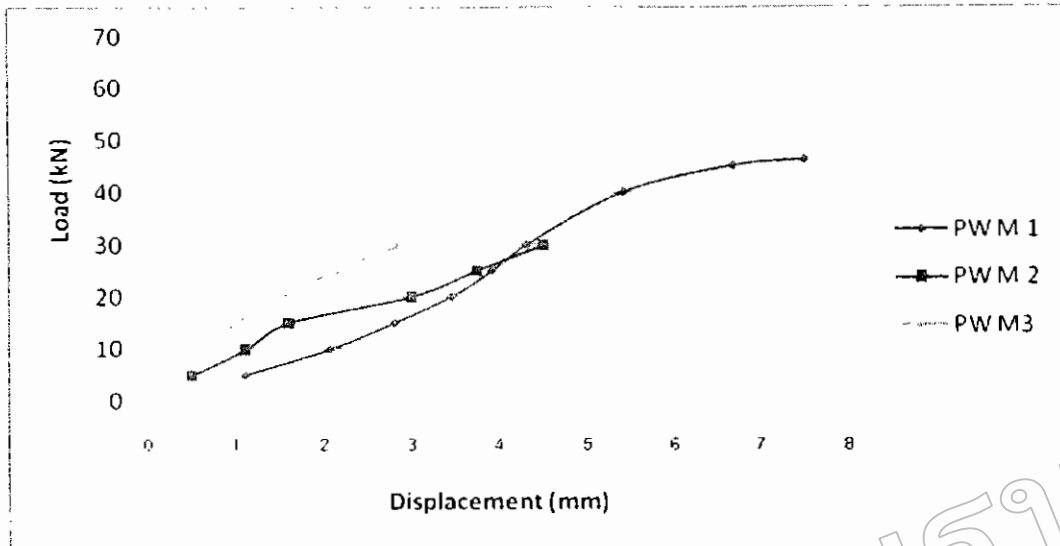


**รูปที่ 4.5** กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ 2 รูลายข้าง โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เพื่อ ความหนา 1 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

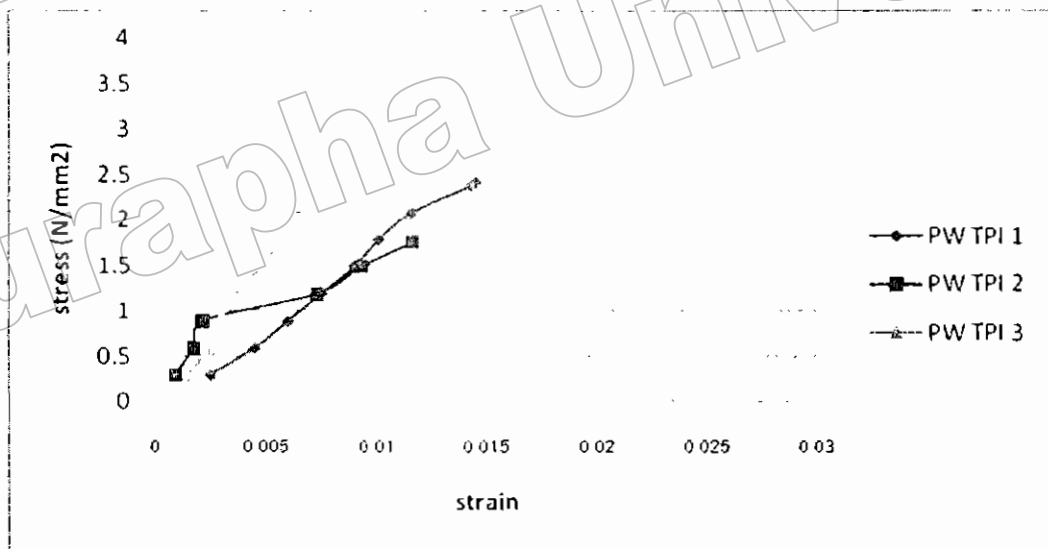


**รูปที่ 4.6** กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

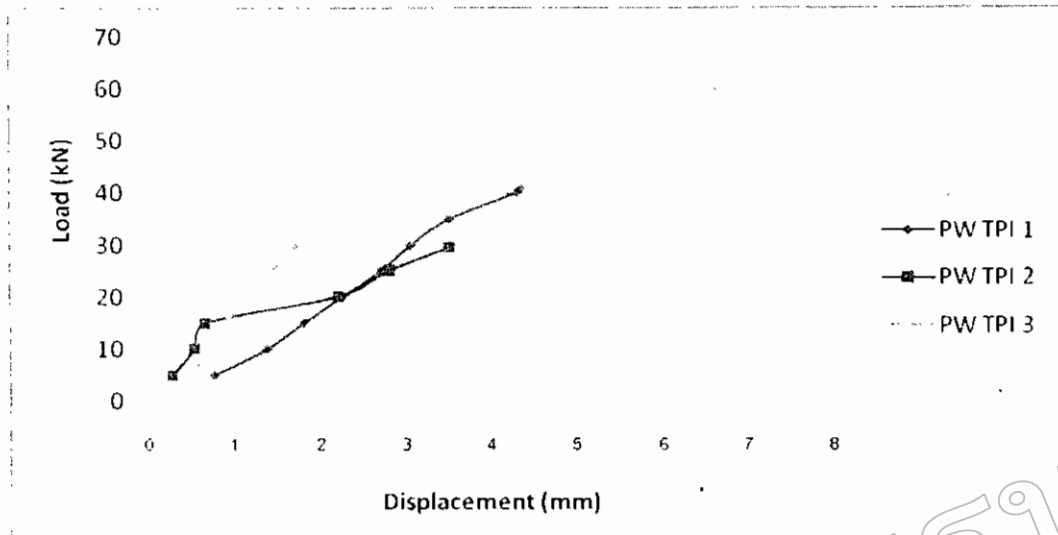


รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ 2 รูใหญ่ โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสำเร็จรูป ที่พีไอ M 300 ความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้



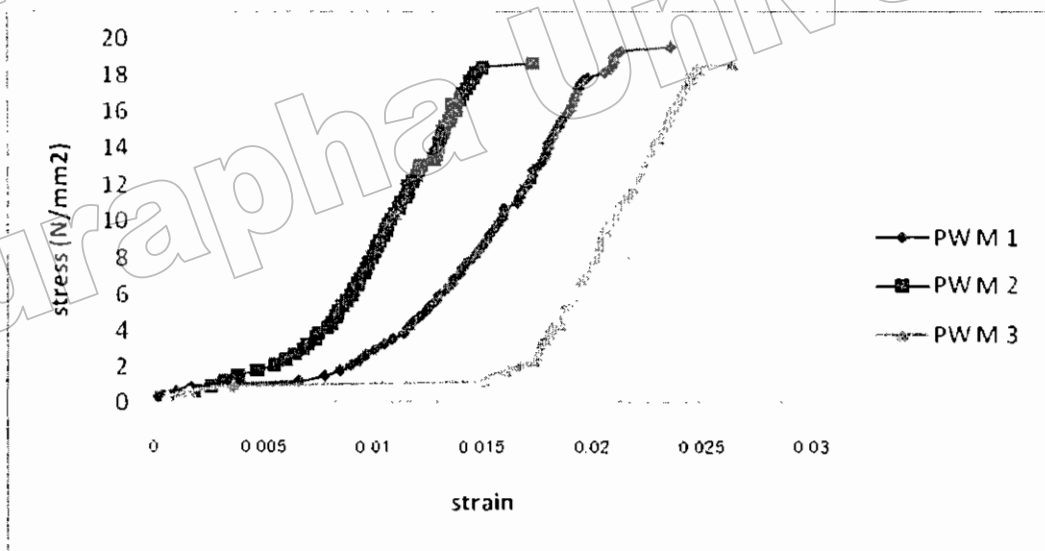
รูปที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง



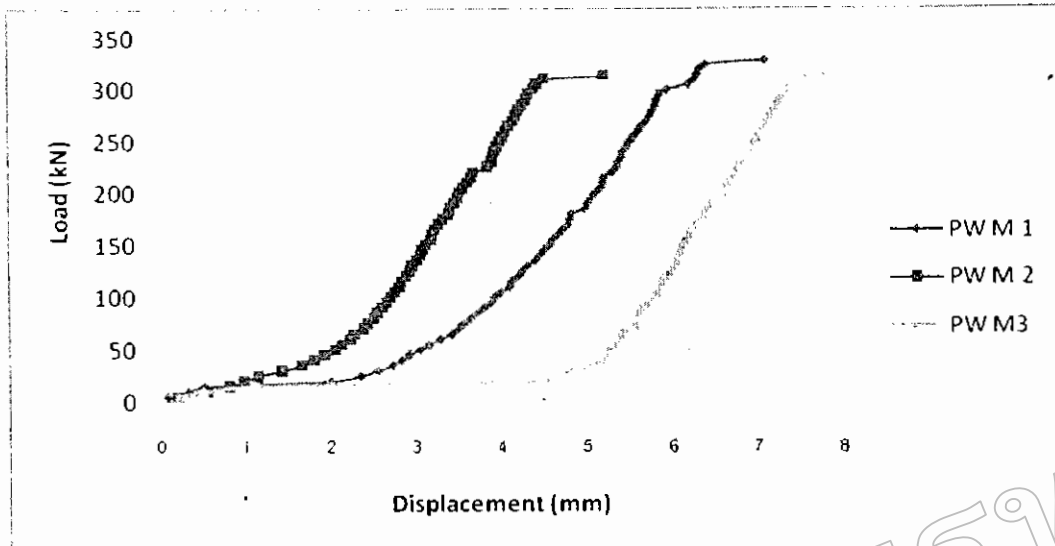
รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลฉนวน โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อ ความหนา 1 ซม.

จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

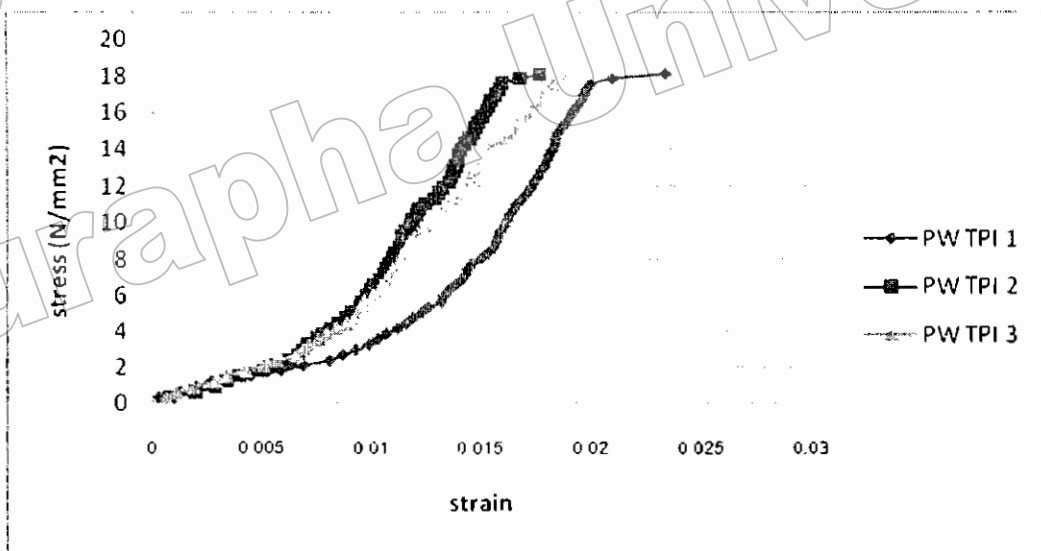


รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

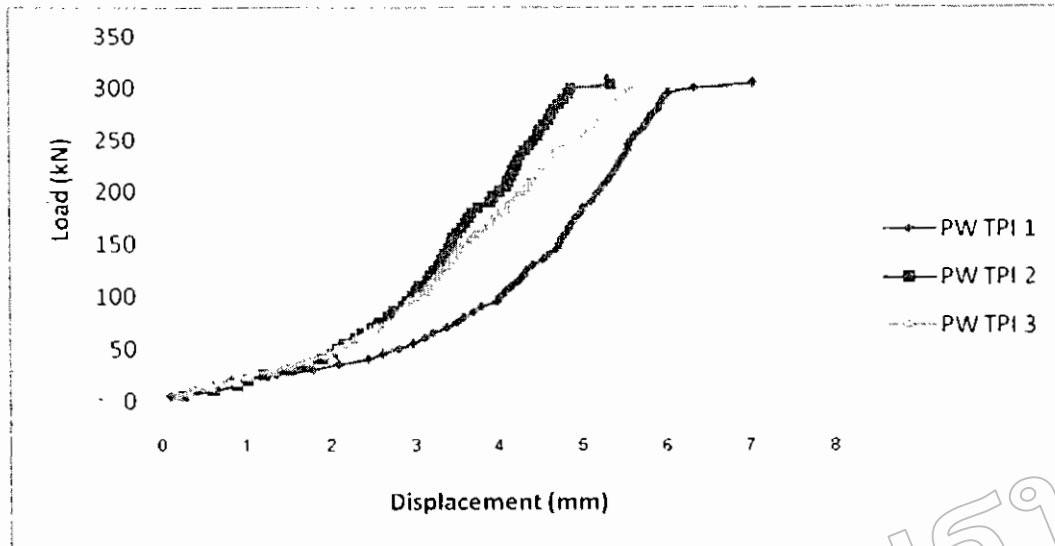


รูปที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลัป (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอดูตัน โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสร้างรูปพีพีไอ M300 ความหนา 1 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้



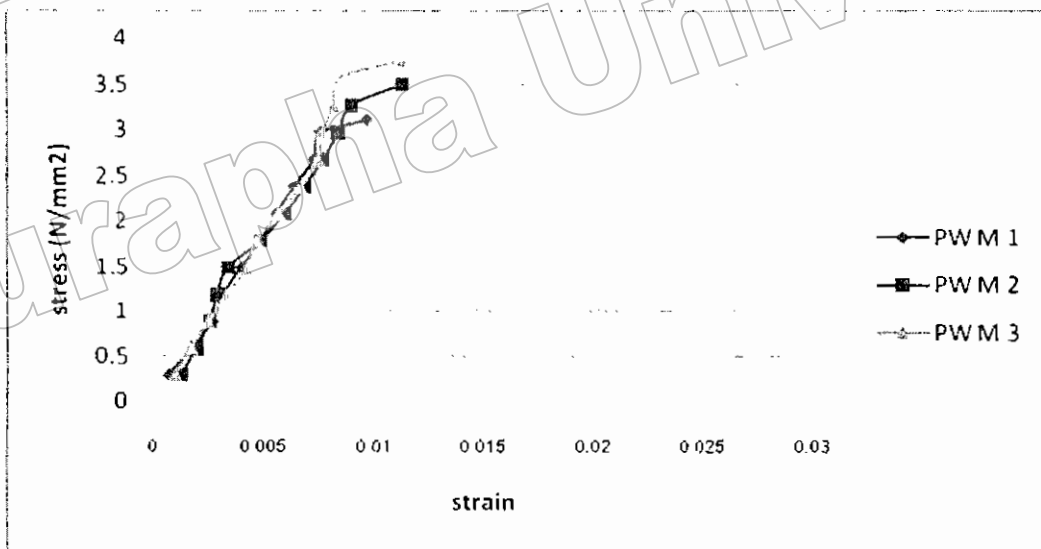
รูปที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลัป (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง



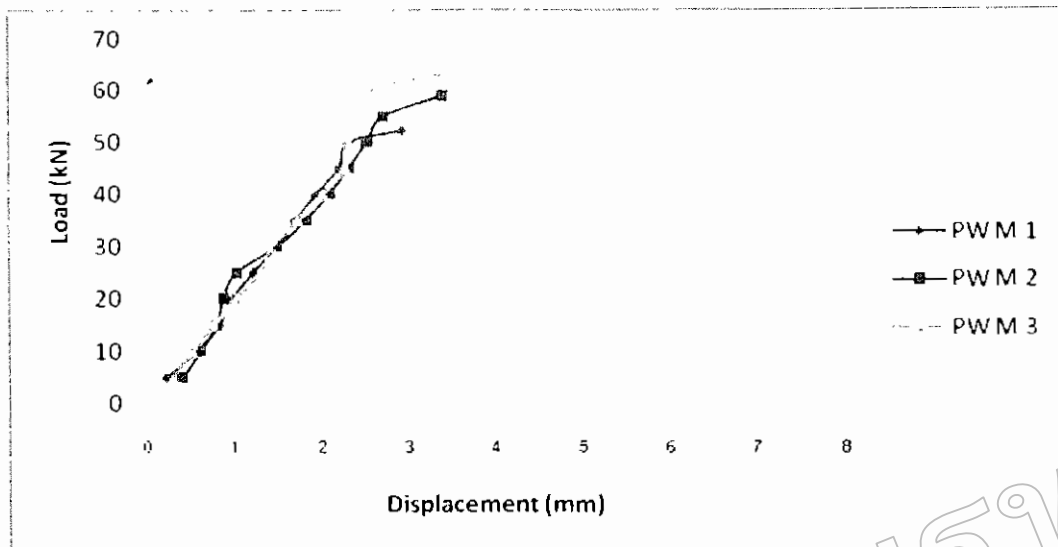
รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ 4 รู โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อ ความหนา 1 ซม.

จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

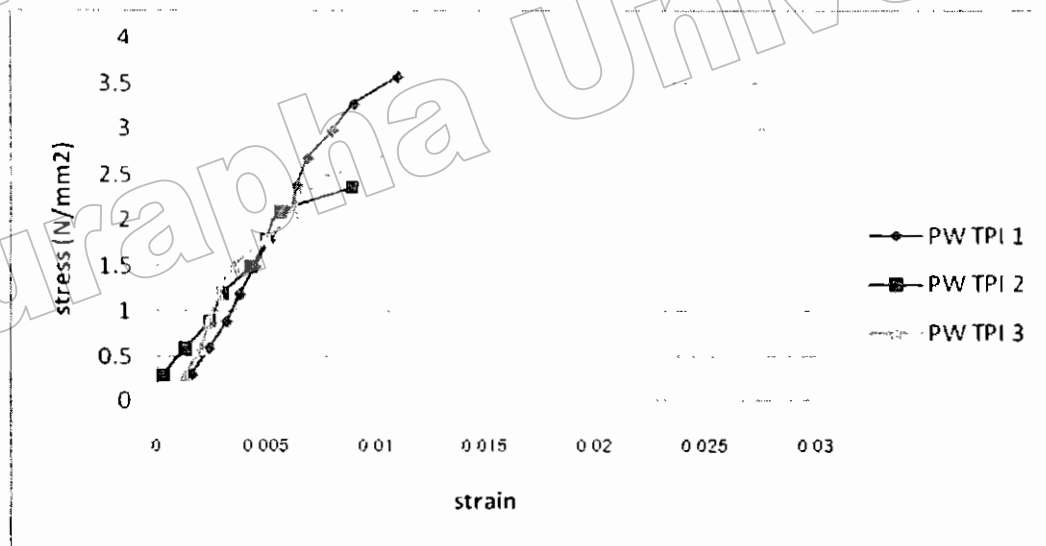


รูปที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

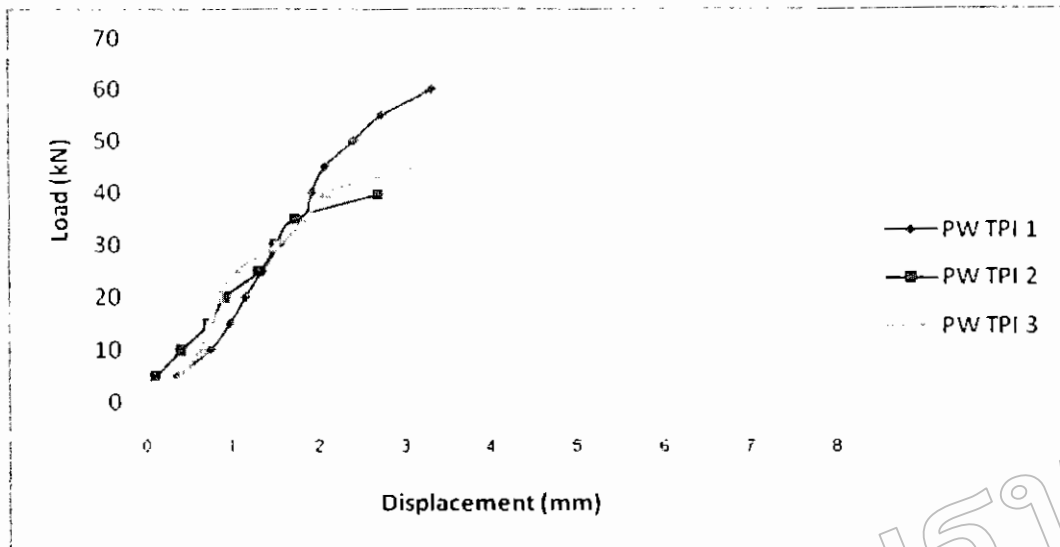


รูปที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์อร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ 4 รู โดยใช้ซีเมนต์อร์ตาร์ก่อสำเร็จรูปที่พีไอ M300 ความหนา 1 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

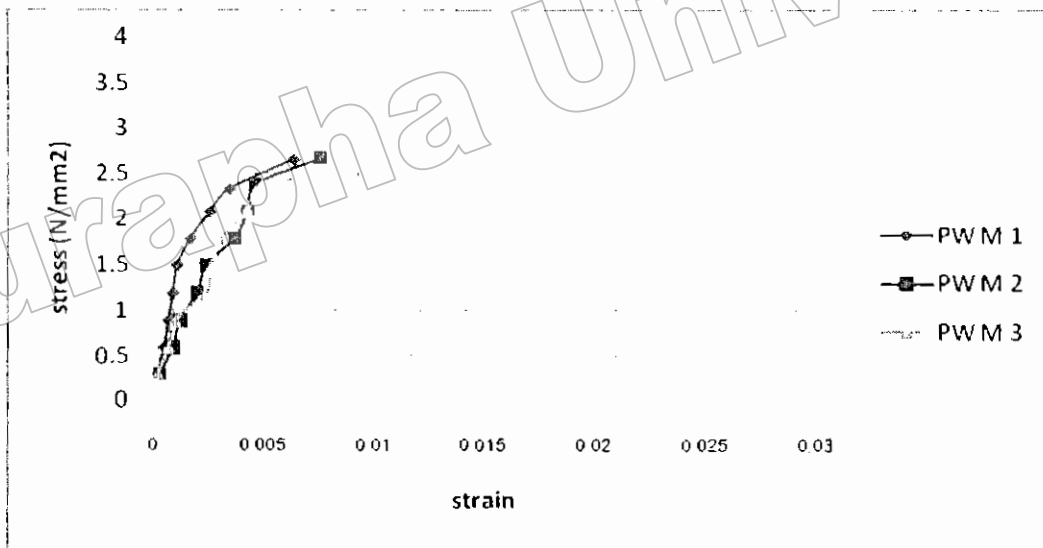


รูปที่ 4.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์อร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

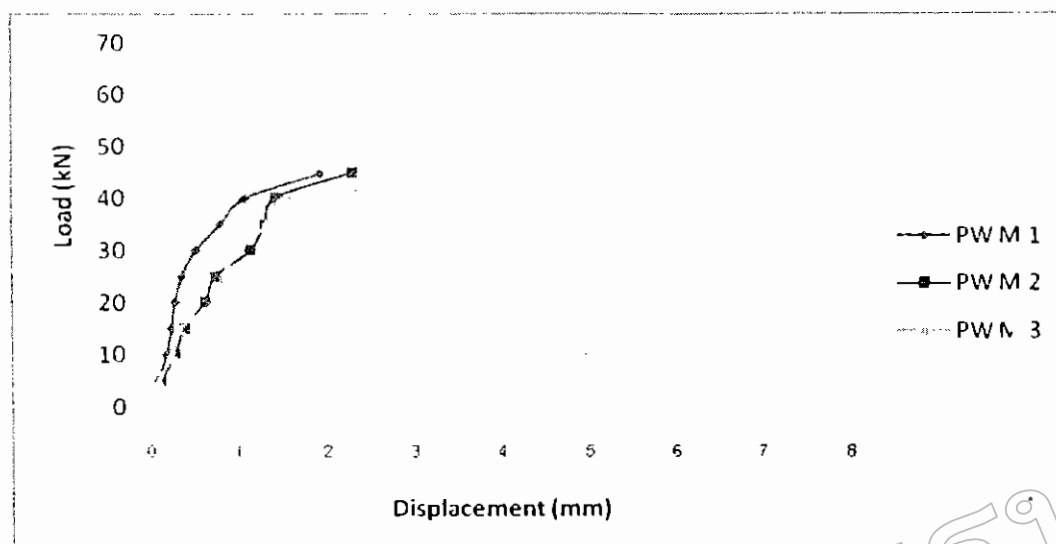


รูปที่ 4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของค้ำแพงที่ก่อแบบสลั็บ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของค้ำแพงอิฐมอญ 2 รูลายข้าง โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

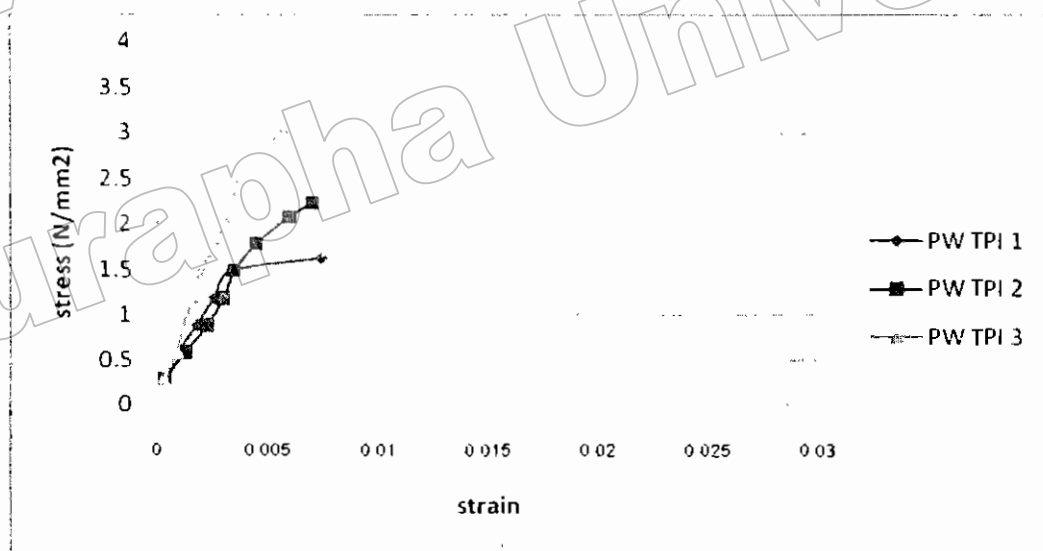


รูปที่ 4.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของค้ำแพงที่ก่อแบบสลั็บ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง



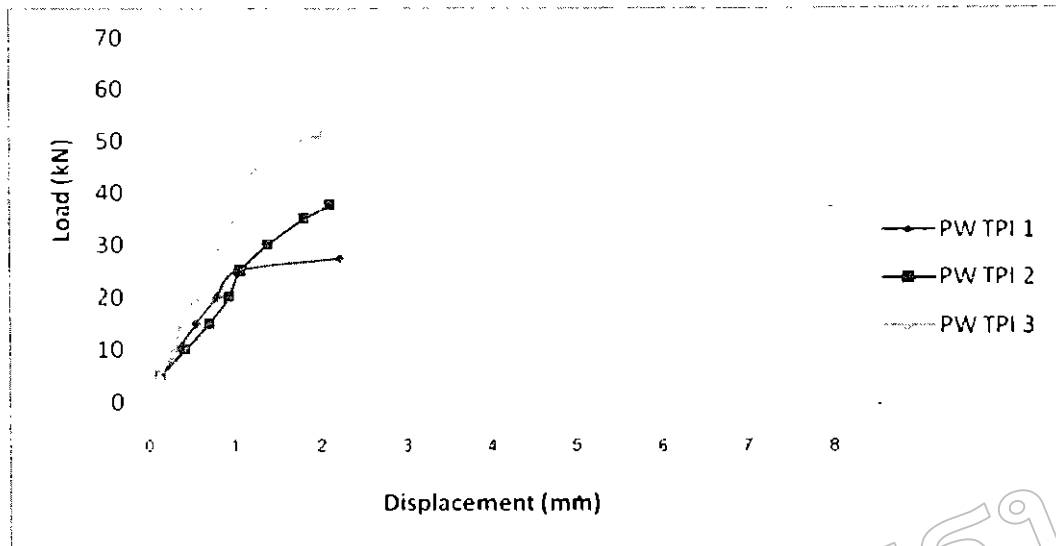
รูปที่ 4.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ 2 รูลายข้าง โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสำเร็จรูปที่พีไอ M/300 ความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้



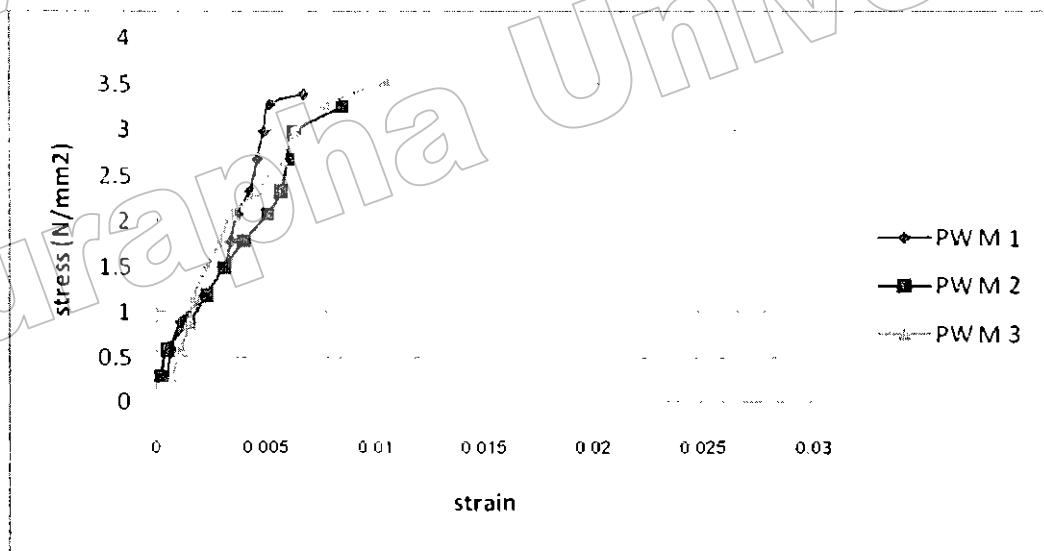
รูปที่ 4.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง



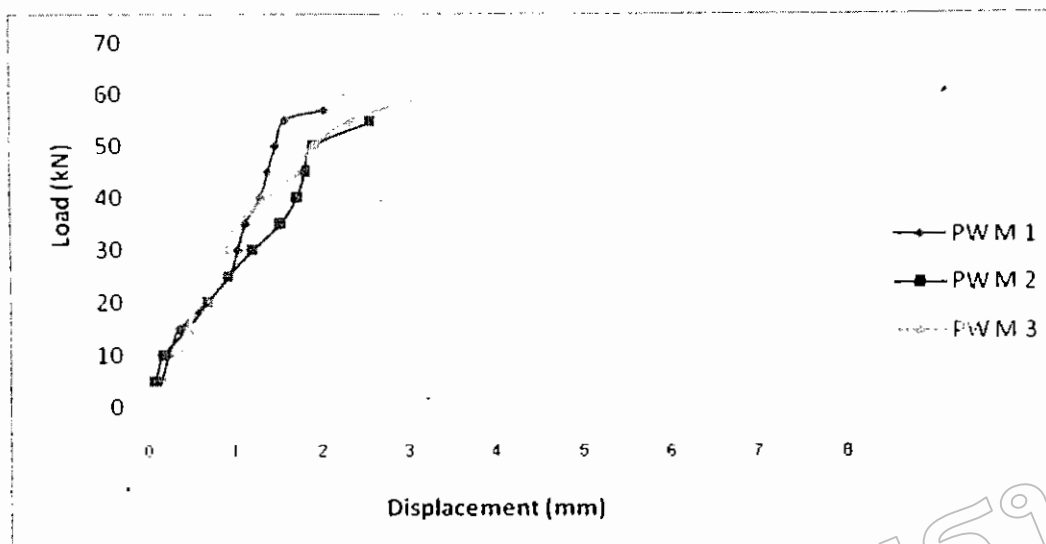


รูปที่ 4.21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลเบา 2 รูใหญ่ โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อ ความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

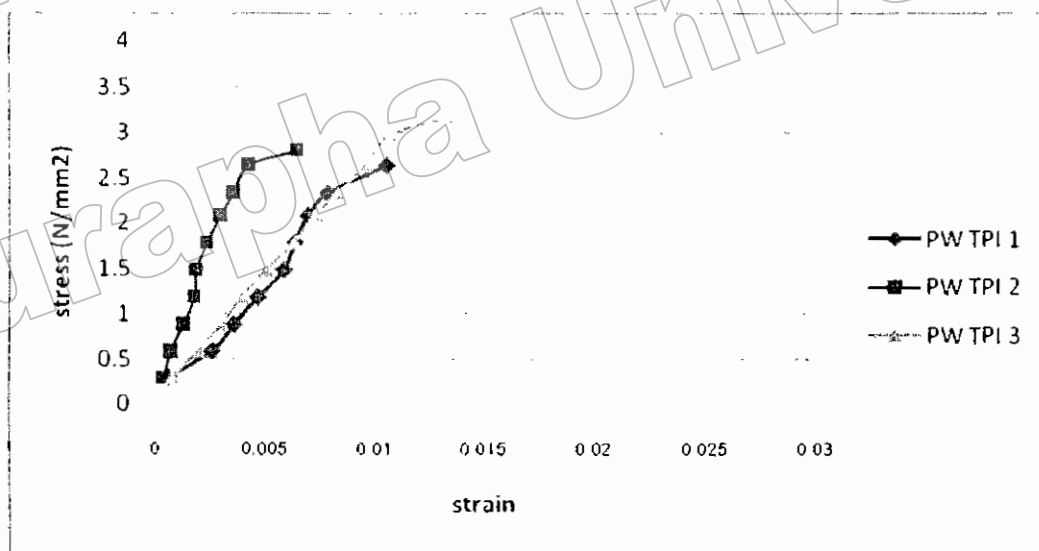


รูปที่ 4.22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

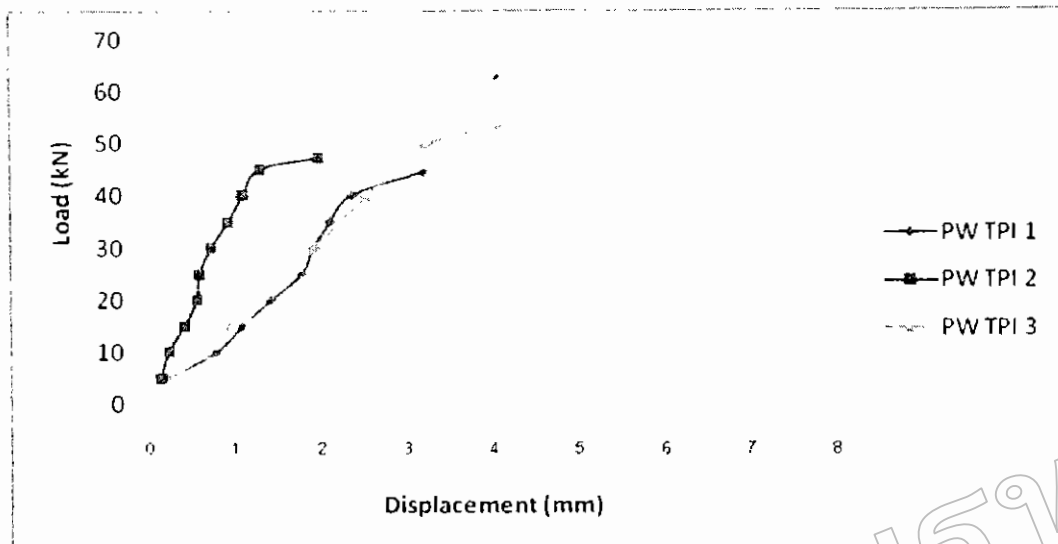


รูปที่ 4.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลยว 2 รูใหญ่ โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสำเร็จรูปที่พีไอ M 300 ความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

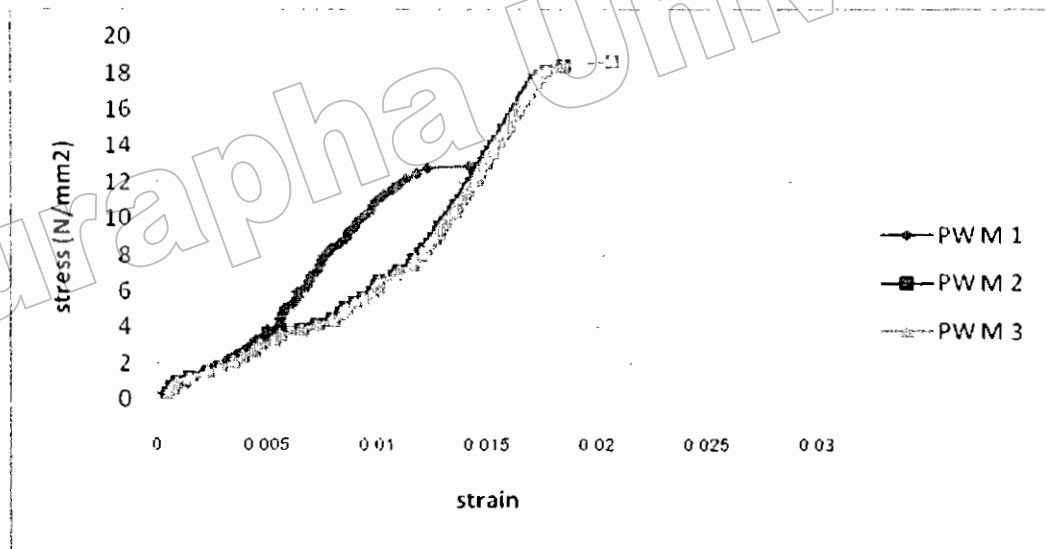


รูปที่ 4.24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

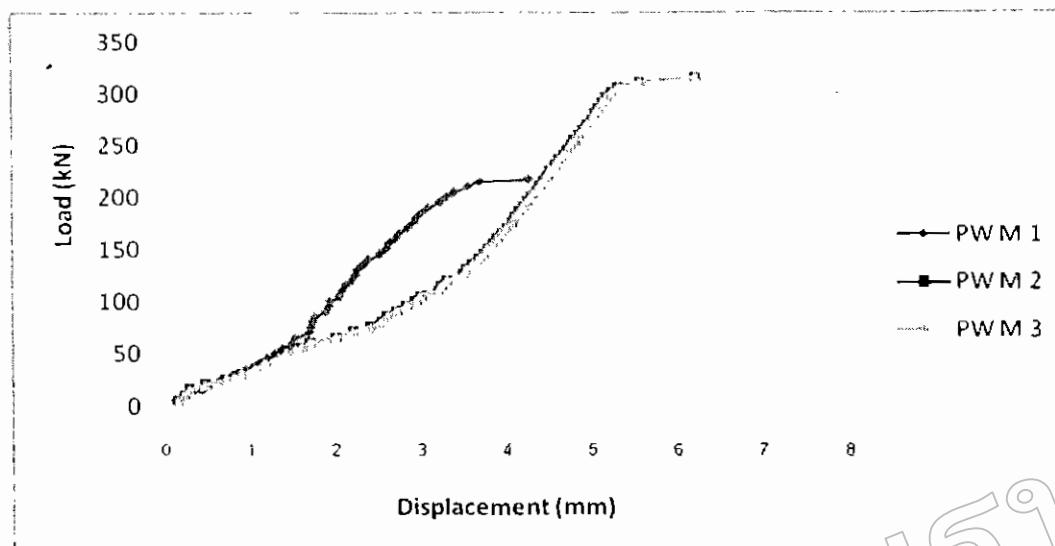


รูปที่ 4.25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลัก (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอดู ดันโดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อ ความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

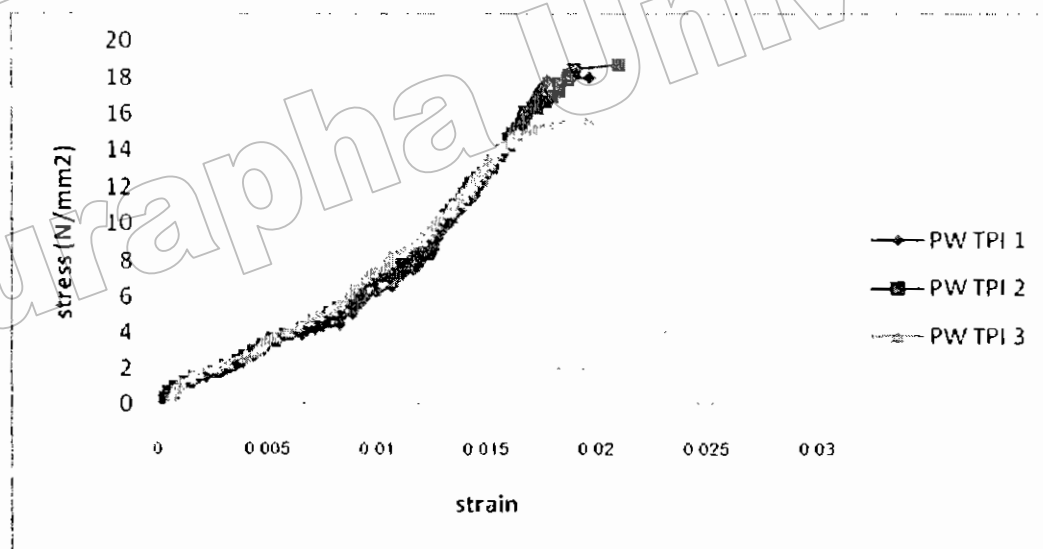


รูปที่ 4.26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลัก (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

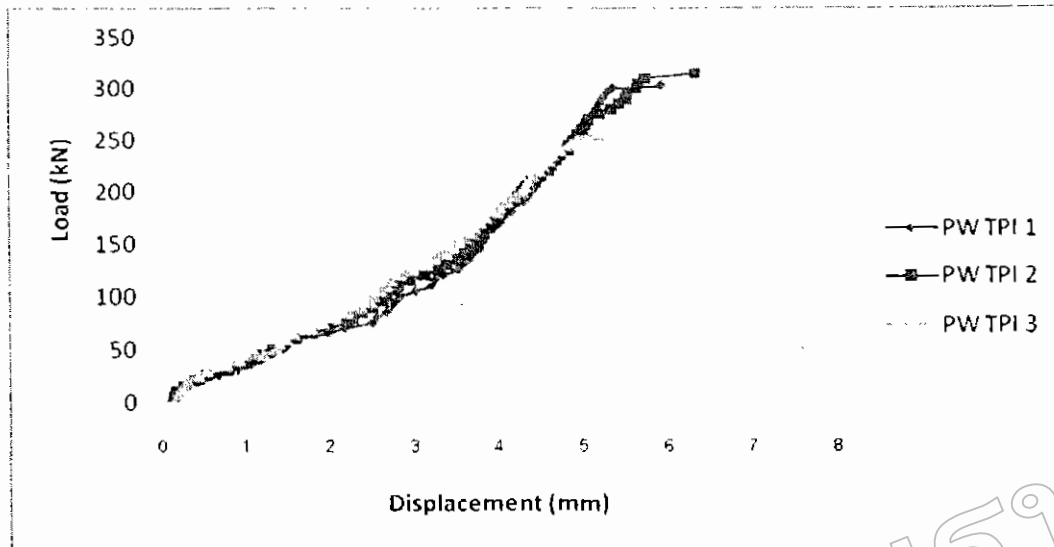


รูปที่ 4.27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอดู ต้น โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสำเร็จรูป ที่พีไอ M 300 ความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

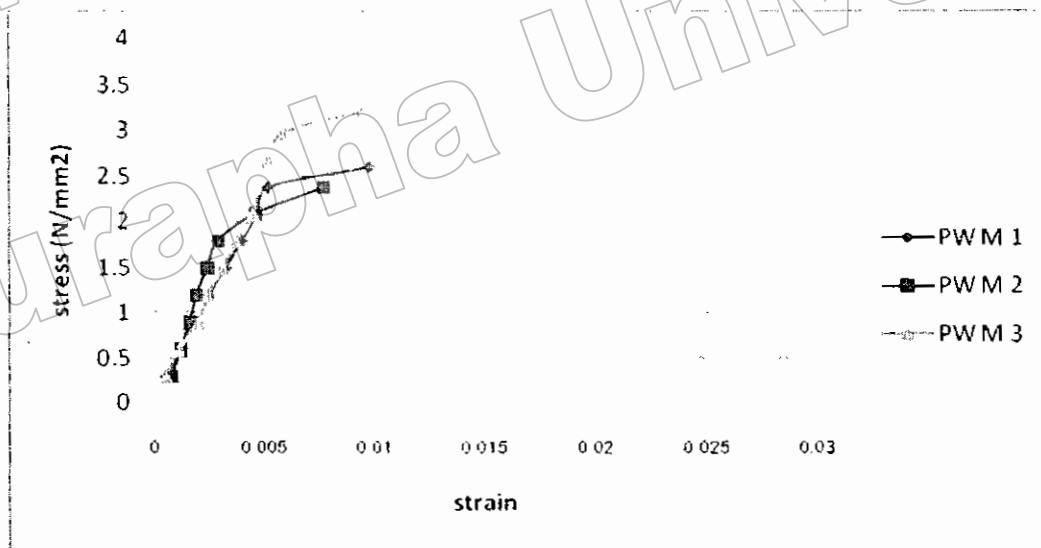


รูปที่ 4.28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

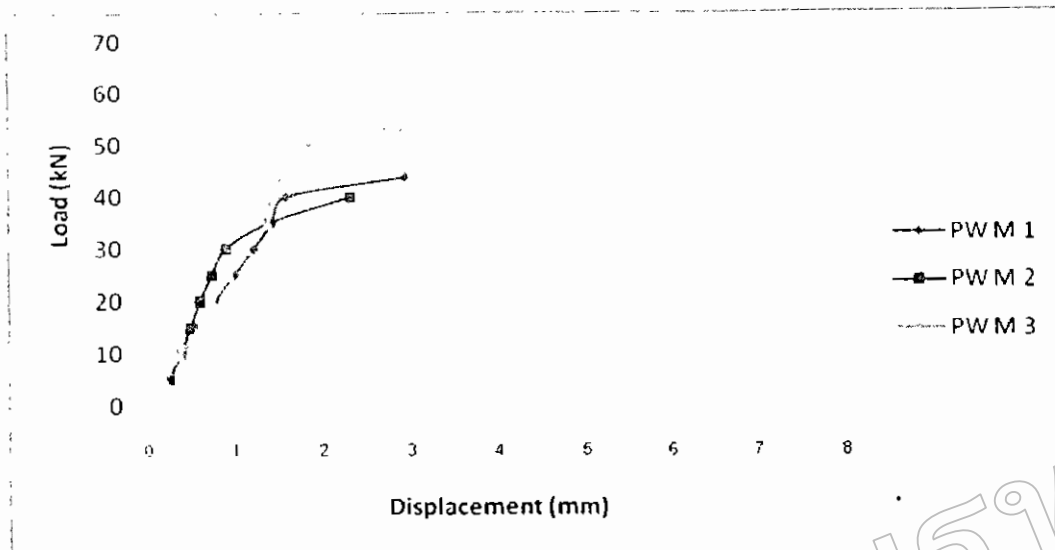


รูปที่ 4.29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลัป (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ 4 รู โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อ ความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

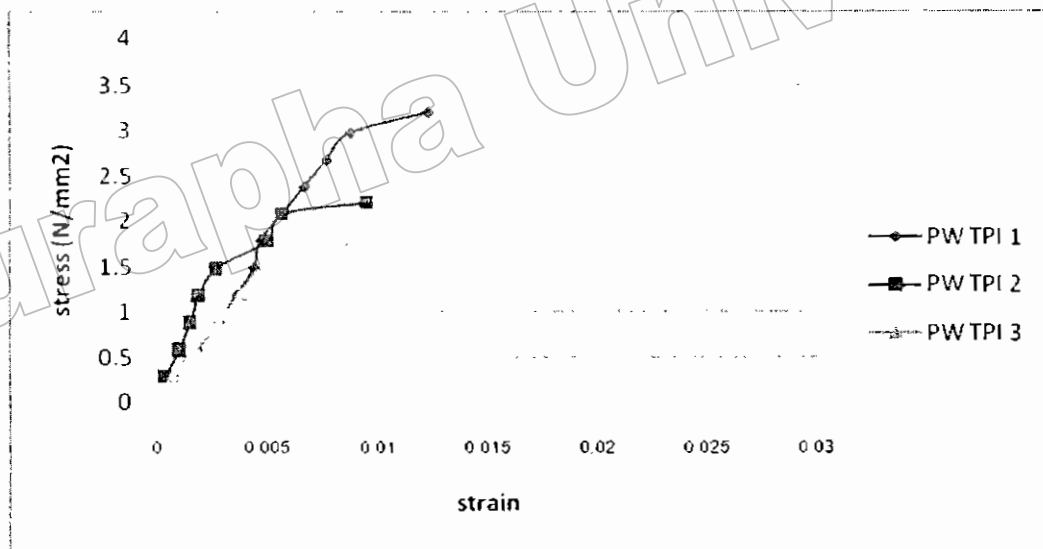


รูปที่ 4.30 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลัป (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

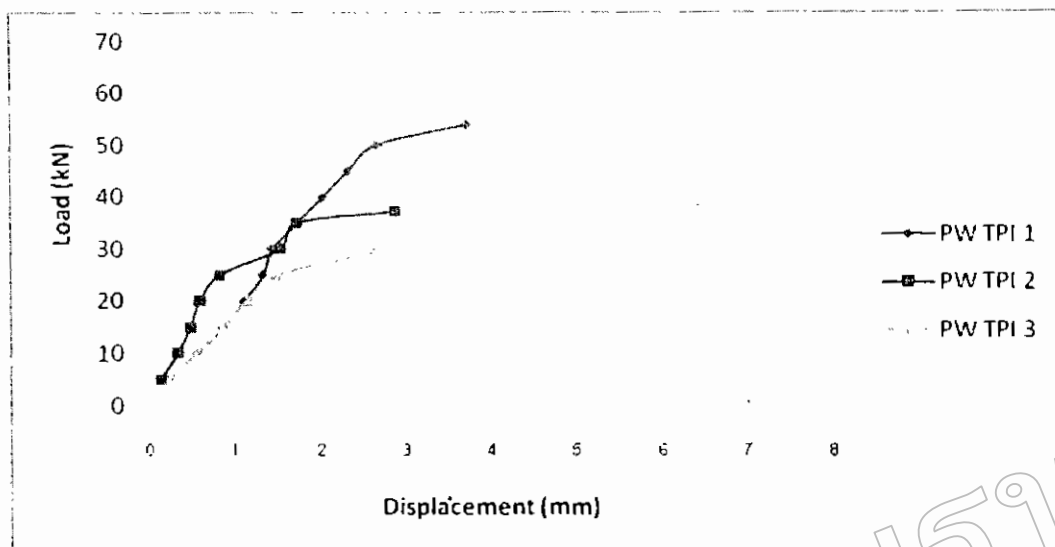


รูปที่ 4.31 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ 4 รู โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสำเร็จรูป ทีพีไอ M-300 ความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้



รูปที่ 4.32 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง



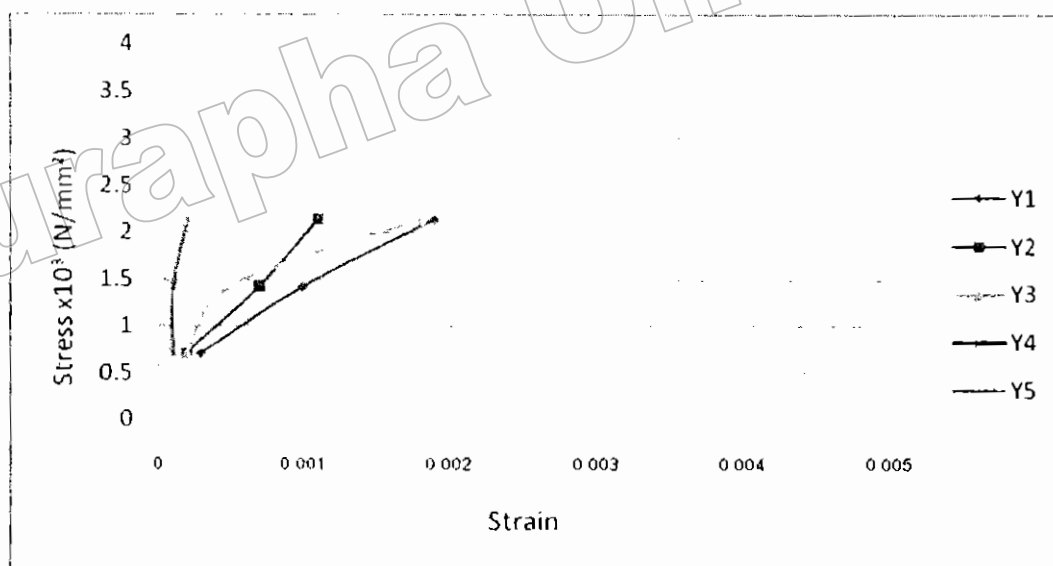
รูปที่ 4.33 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลัป (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตรทั้ง 3 ตัวอย่าง

#### 4.7 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของกำแพงอิฐมวล (Compressive strength of brick wall)

การทดลองเพื่อหาลำดับรับแรงอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวล โดยชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อมีขนาด 1 x 1 ตร.ม. ก่อแบบสลับ (Running Bond) โดยใช้อิฐมวล 4 ชนิด อิฐมวล 2 รูปร่างลาย อิฐมวล 2 รูใหญ่ อิฐมวลตัน อิฐมวล 4 รู อย่างละ 2 ตัวอย่าง โดยการใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ 2 ชนิด คือ ปูนก่อสำเร็จ และ ปูนก่อที่ผสม อัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3

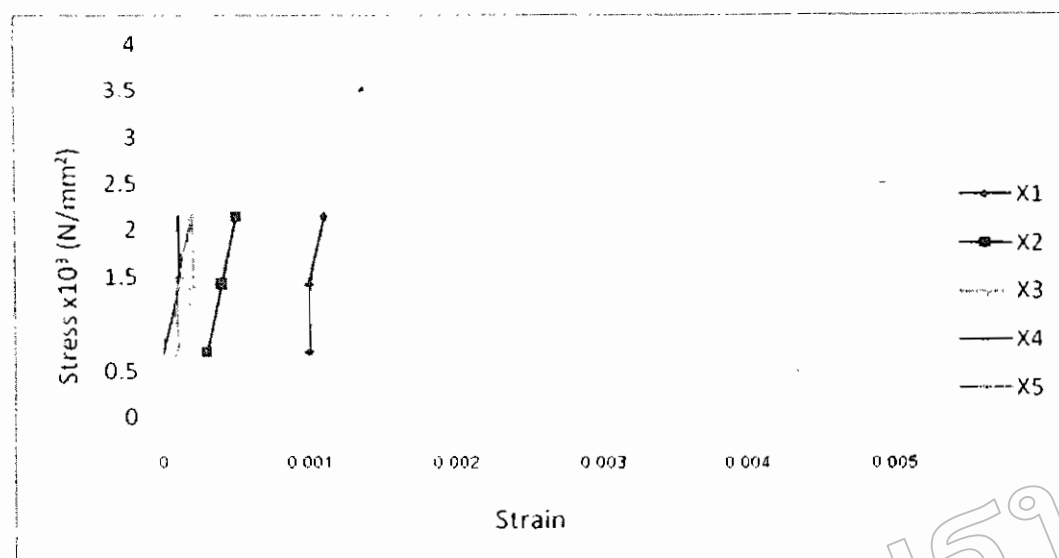
**ตารางที่ 4.13** ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวล 2 รูลายข้าง โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:1:3 ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	101.8	106.4	102.2	102.3	103.4	106.1	103.8	108.5	103.6	111.8
4	102.8	106.1	102.5	102.1	103.5	105.9	103.8	108.4	103.7	111.7
8	102.8	106.0	102.6	102.0	103.6	105.4	103.9	108.4	103.7	111.7
12	102.9	104.5	102.7	101.2	103.6	104.3	103.9	108.3	103.8	111.5



รูปที่ 4.34 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวล 2 รูลายข้างที่ ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน



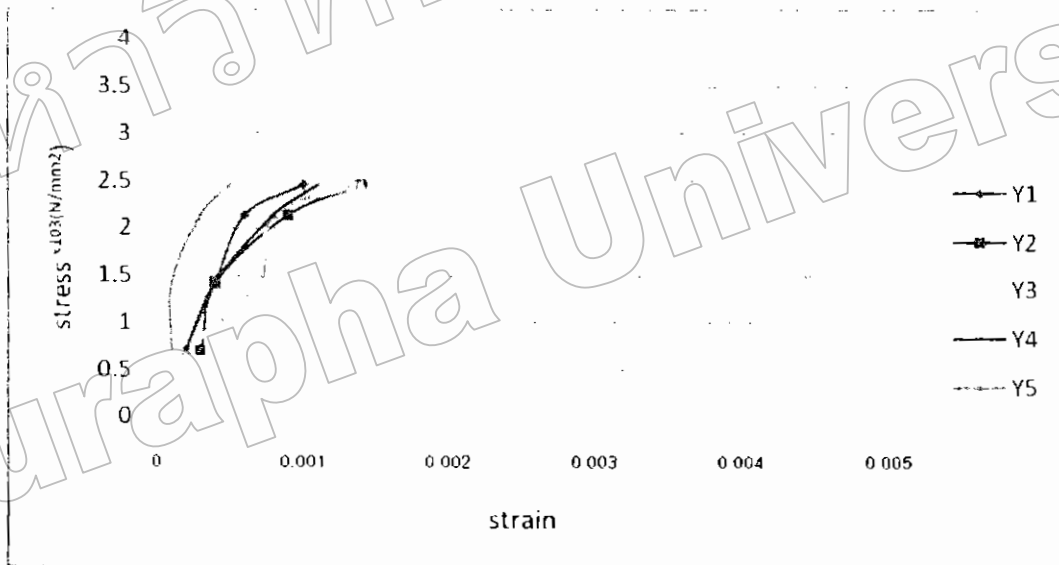


รูปที่ 4.35 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของก้านแขวนฐานมอญ 2 รูลายข้างที่  
 ก่อแบบสลัป (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน

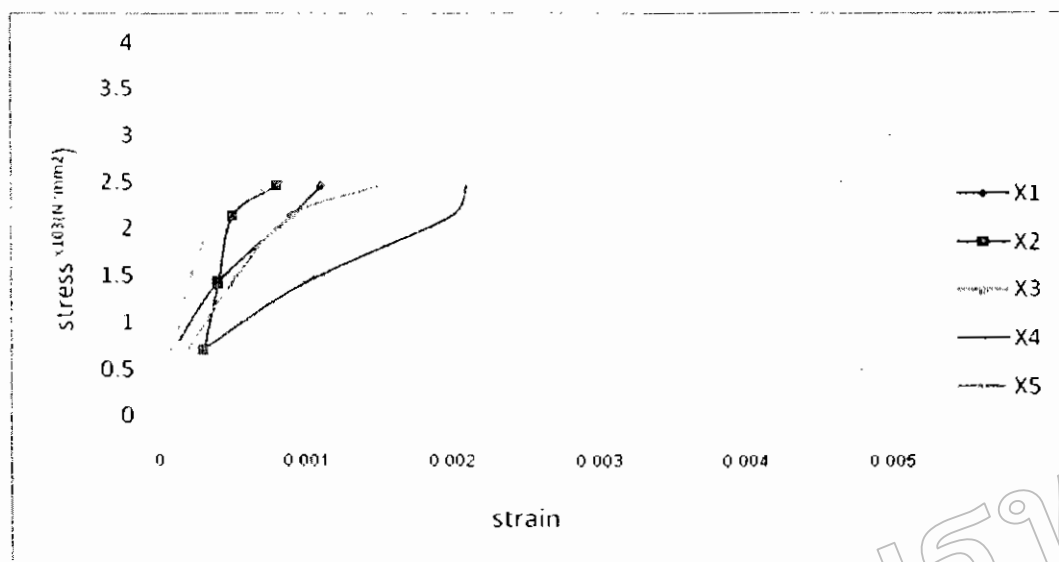
มหาวิทยาลัยบูรพา  
 Burapha University

**ตารางที่ 4.14** ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลยู่ 2 รูลายข้าง โดยใช้ซีเมนต์มอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:1:3 ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	101.8	106.4	101.2	102.3	102.4	103.1	101.9	103.6	103.4	106.2
4	101.9	106.2	101.5	102.0	102.5	102.9	102.5	103.4	103.6	106.1
8	102.2	106.0	101.6	101.8	102.6	102.4	102.9	103.2	103.9	106.1
12	102.7	105.8	101.7	101.4	102.8	102.3	103.9	102.8	104.3	105.9
13.2	102.9	105.4	102.0	100.9	103.1	101.7	104.0	102.5	104.9	105.7



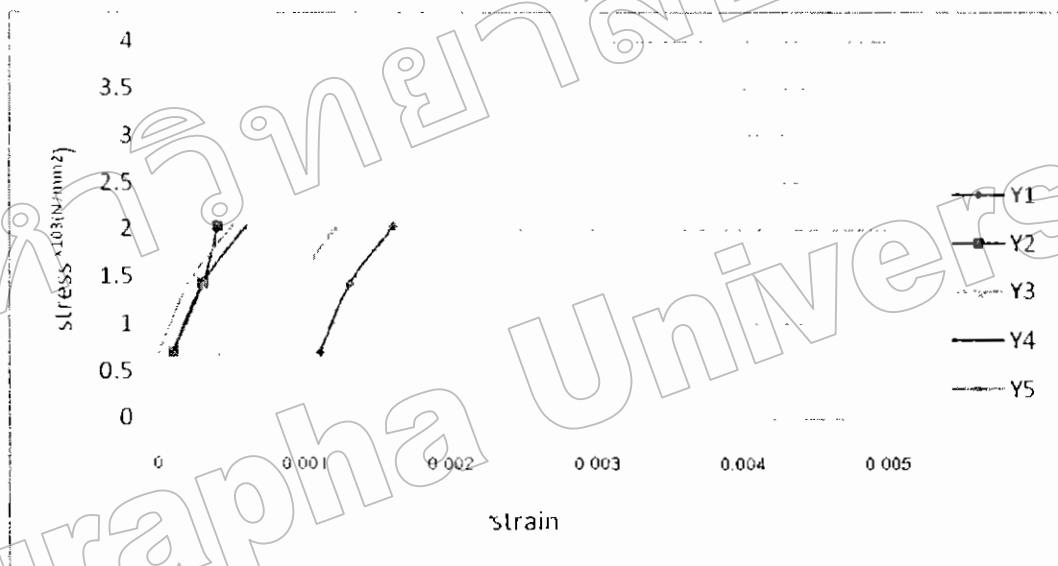
รูปที่ 4.36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลยู่ 2 รูลายข้างที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน



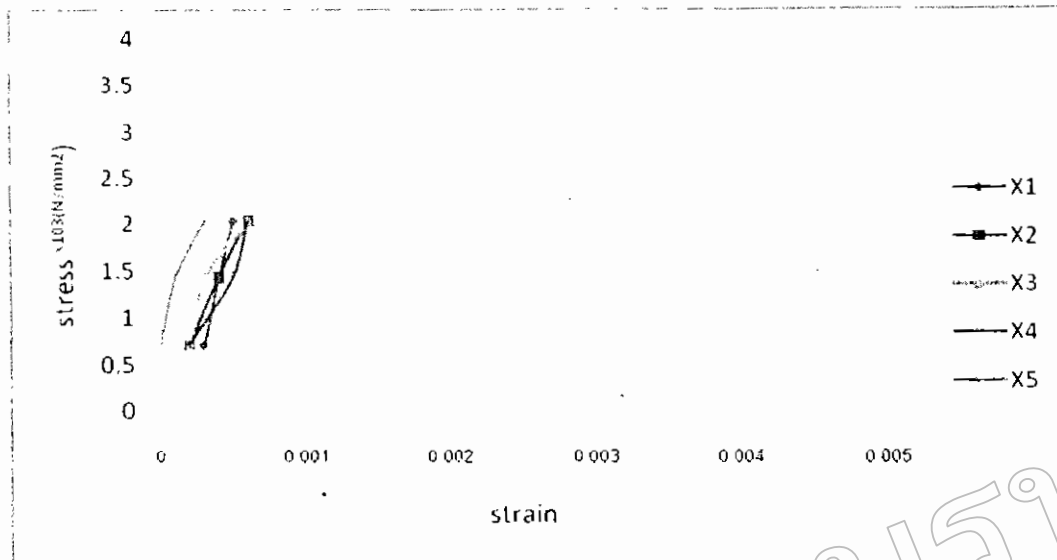
รูปที่ 4.37 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของก้ำแฟงอิฐมอญ 2 รูลายข้างที่  
 ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3

**ตารางที่ 4.15** ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลฉนวน 2 รูลายข้าง โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อนสำเร็จ ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	101.2	101.8	103.5	108.5	102.3	103.3	102.3	103.5	103.8	102.4
4	101.5	100.7	103.7	108.4	102.5	102.9	102.5	103.4	103.8	102.4
8	101.6	100.5	103.9	108.2	102.6	102.4	102.8	103.2	103.9	102.2
11.4	101.7	100.2	104.3	108.1	102.9	102.1	103.9	102.9	104.1	101.9



รูปที่ 4.38 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลฉนวน 2 รูลายข้างที่  
ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อนสำเร็จ

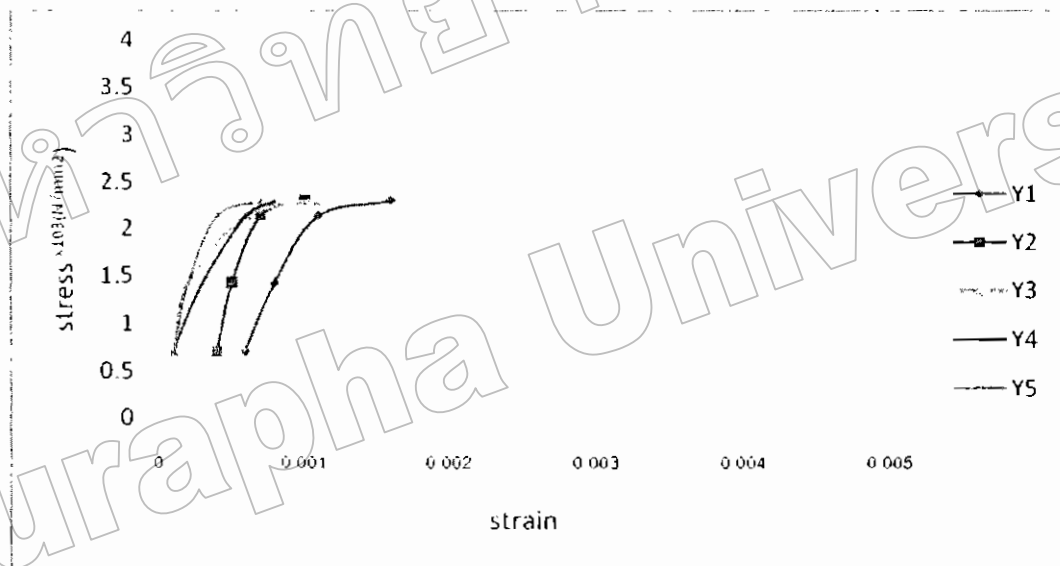


รูปที่ 4.39 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของกำแหงอิฐมอญ 2 รูลายข้างที่  
ก่อแบบสลัป (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ

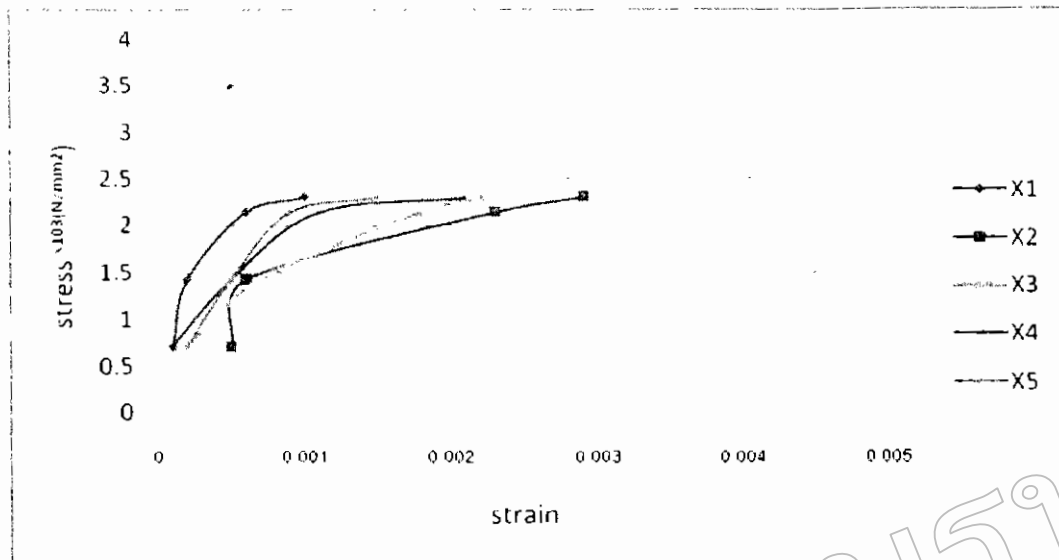
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลฉนวน 2 รูลายข้าง โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสำเร็จ ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	103.7	103.0	102.2	102.9	102.1	102.5	102.7	103.5	103.2	103.6
4	103.8	102.4	102.7	102.5	102.3	102.4	102.8	103.4	103.2	103.5
8	103.9	102.2	102.8	102.4	102.8	102.2	103.2	103.2	103.4	103.4
12	104.3	101.9	104.5	102.2	103.9	101.9	103.8	102.9	103.5	103.2
12.9	104.7	101.4	105.1	101.9	104.3	101.4	104.1	102.7	103.6	102.9



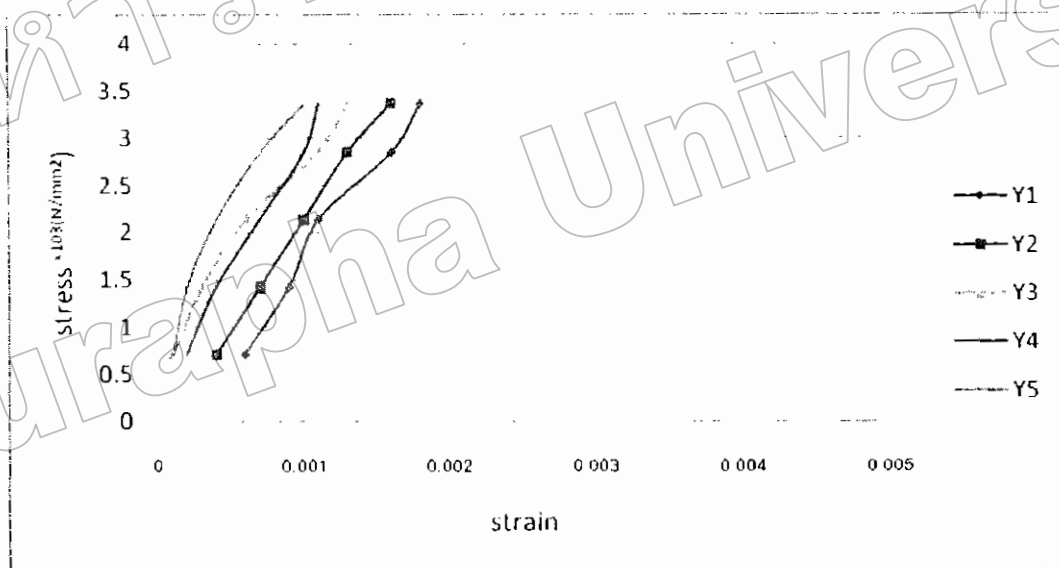
รูปที่ 4.40 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลฉนวน 2 รูลายข้างที่ก่อแบบสลัป (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ



รูปที่ 4.41 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของกำแพงอีรูมอญ 2 รูลายข้างที่  
 ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ

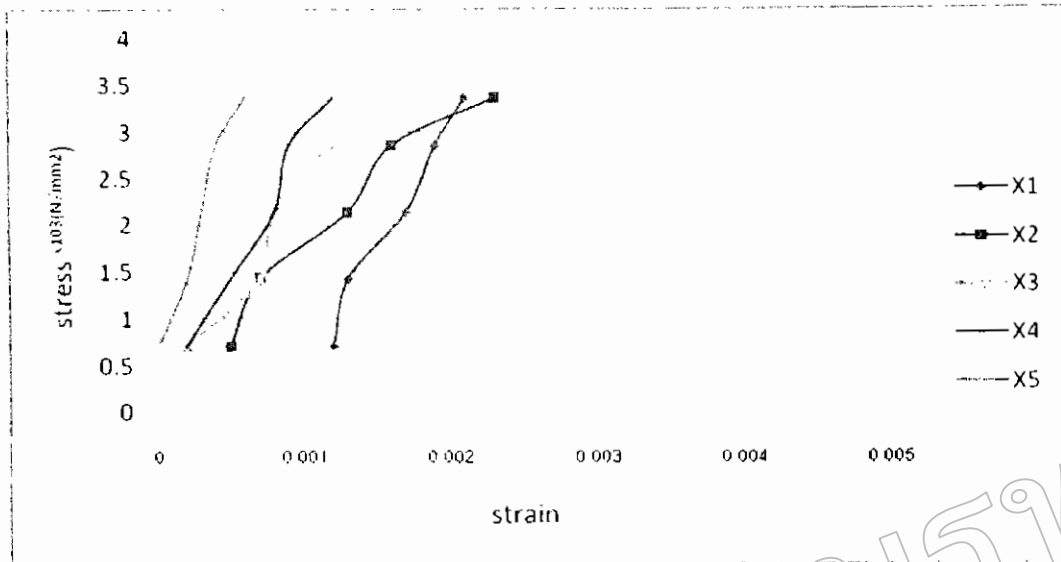
**ตารางที่ 4.17** ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลฉนวน 2 รูใหญ่ โดยใช้ซีเมนต์บอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:1:3 ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	102.6	103.0	102.2	102.8	102.1	102.5	102.7	102.6	103.2	103.6
4	103.8	102.4	102.7	102.4	102.3	102.4	102.9	102.4	103.2	103.5
8	103.9	102.1	102.9	102.1	102.8	102.2	103.2	102.2	103.4	103.4
12	104.3	101.9	103.5	101.8	102.9	101.9	103.5	101.9	103.5	103.2
16	104.5	101.4	103.8	101.5	103.3	101.4	103.6	101.6	103.6	102.9
18.9	104.7	101.2	104.5	101.2	103.9	101.2	103.9	101.5	103.8	102.6



รูปที่ 4.42 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลฉนวน 2 รูใหญ่ที่ก่อแบบสลัป (Running Bond) ซีเมนต์บอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน

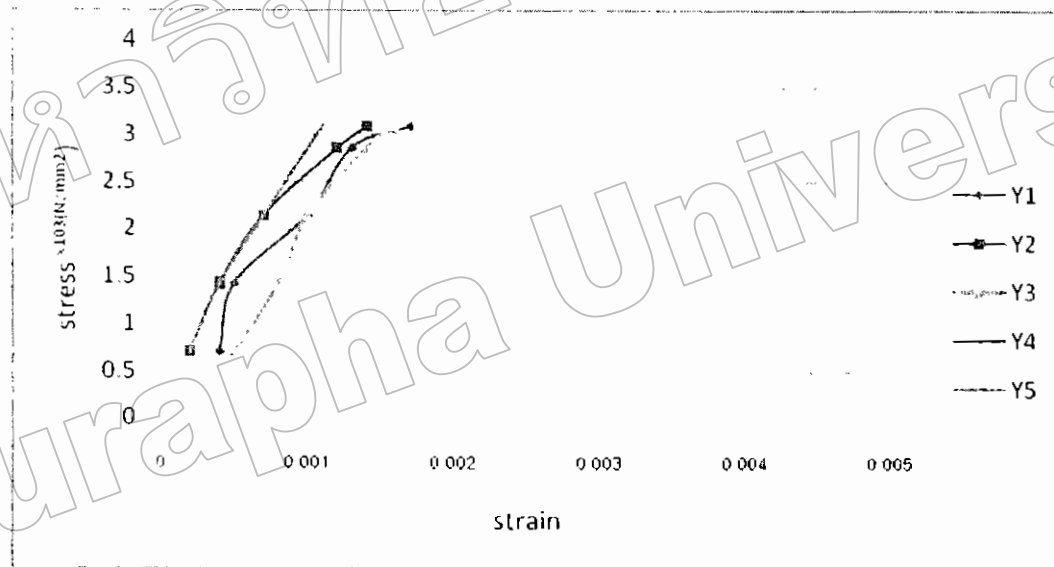




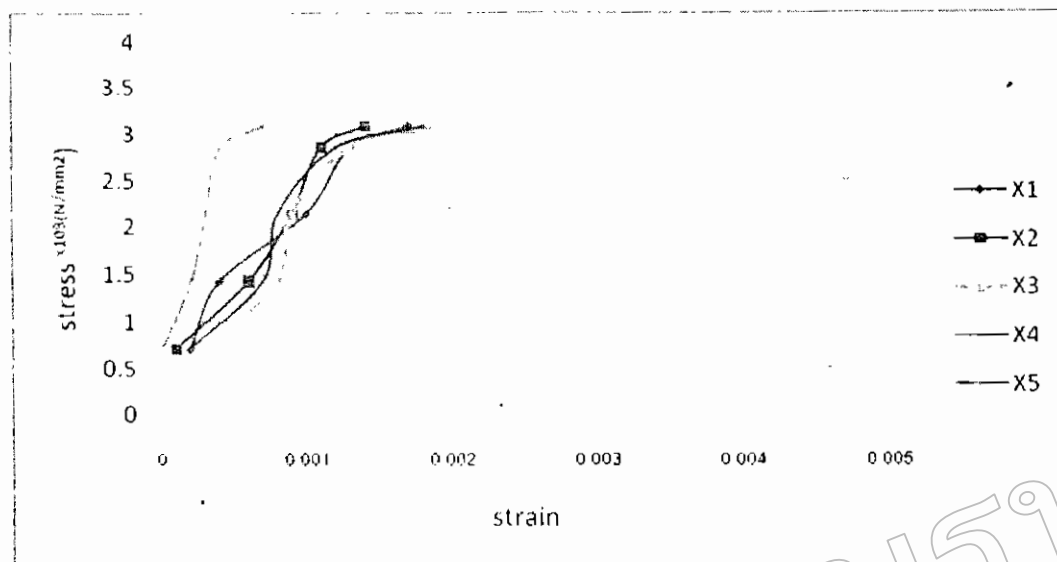
รูปที่ 4.43 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแหงอิฐมอญ 2 รูใหญ่ที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน

**ตารางที่ 4.18** ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลยว 2 รูใหญ่ โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:1:3 ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	102.5	103.9	103.6	102.6	102.0	102.9	102.1	102.6	103.2	102.6
4	102.7	103.5	103.7	102.4	102.3	102.4	102.3	102.4	103.2	102.4
8	102.9	103.4	104.2	102.2	102.8	102.1	102.8	102.2	103.4	102.2
12	103.5	103.2	104.5	101.9	102.9	101.9	102.9	101.9	103.5	101.9
16	103.8	102.9	104.7	101.4	103.3	101.5	103.3	101.6	103.6	101.6
17.3	104.2	102.4	105.0	101.2	103.9	101.3	103.9	101.5	103.8	101.5



รูปที่ 4.44 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลยว 2 รูใหญ่ที่ก่อแบบสลีบ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน

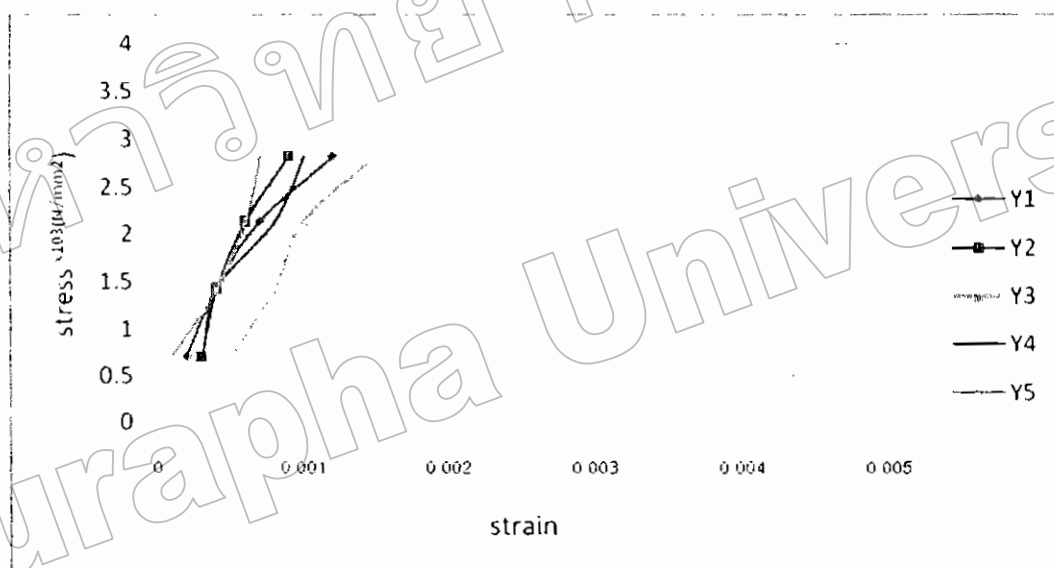


รูปที่ 4.45 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของกำแพงอิฐมวลยว 2 รูใหญ่ที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์บอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน

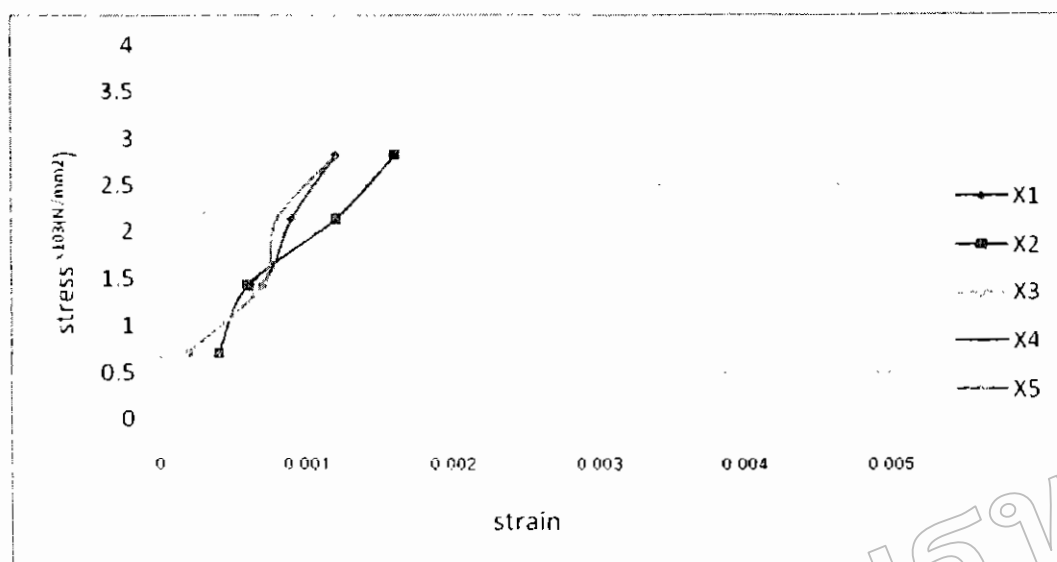
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลเบา 2 รูใหญ่โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสร้าง ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	103.5	102.6	102.3	103.8	103.2	102.8	102.1	102.6	102.1	102.5
4	103.7	102.4	102.7	103.5	103.2	102.3	102.3	102.3	102.3	102.4
8	104.2	102.2	102.9	103.4	103.4	102.0	102.8	102.2	102.8	102.1
12	104.4	101.9	103.5	103.2	103.5	101.8	102.9	101.8	102.9	101.9
15.8	104.7	101.4	103.9	102.9	103.6	101.3	103.3	101.6	103.3	101.8



รูปที่ 4.46 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลเบา 2 รูใหญ่ที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสร้าง

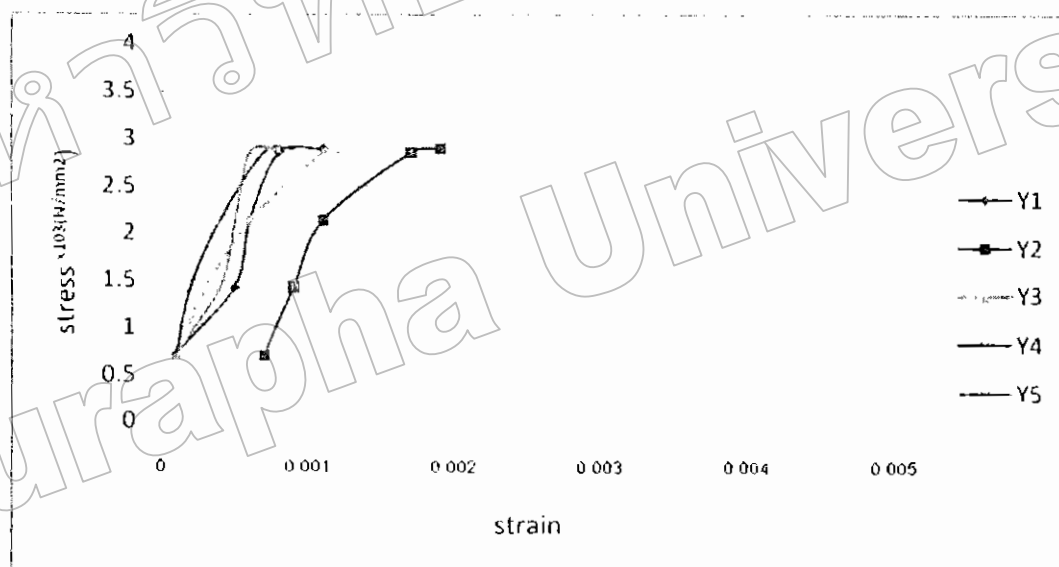


รูปที่ 4.47 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของก้ำพวงอิฐมอญ 2 รูใหญ่ที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ

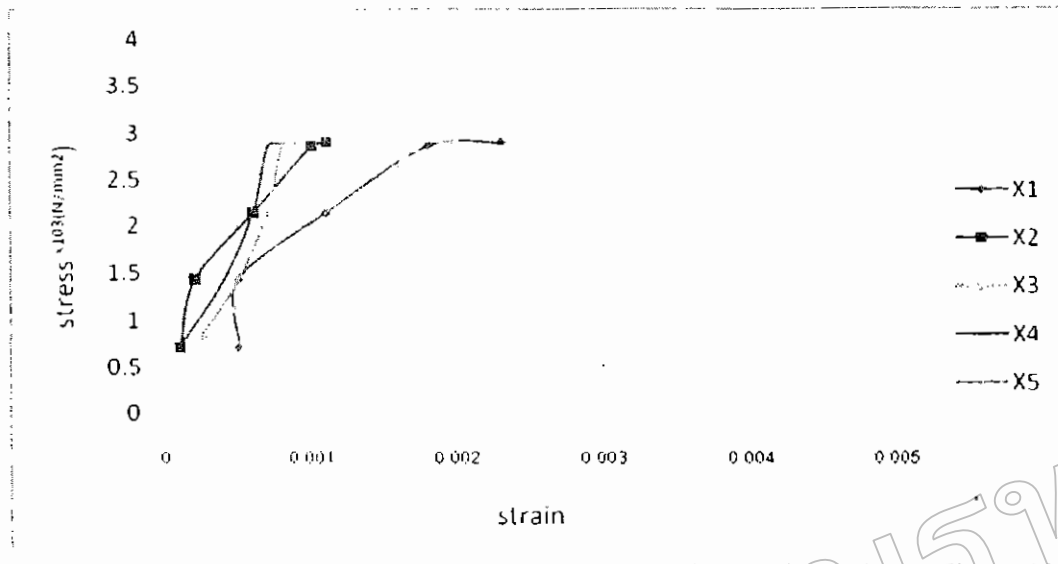
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลฉนวน 2 รูใหญ่โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสำเร็จ ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	101.7	103.0	102.7	103.1	102.1	102.5	102.8	103.6	102.6	103.5
4	102.2	102.9	102.8	102.4	102.3	102.4	102.9	103.5	102.8	103.4
8	102.7	102.5	102.9	102.2	102.8	102.2	103.2	103.4	103.1	103.1
12	102.8	102.4	103.3	101.9	103.5	101.9	103.4	103.2	103.3	103.0
16	103.5	102.2	103.7	101.4	103.8	101.4	103.5	102.9	103.4	102.9
16.2	104.0	101.9	103.8	101.2	104.1	101.3	103.6	102.7	103.5	102.7



รูปที่ 4.48 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลฉนวน 2 รูใหญ่ที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ



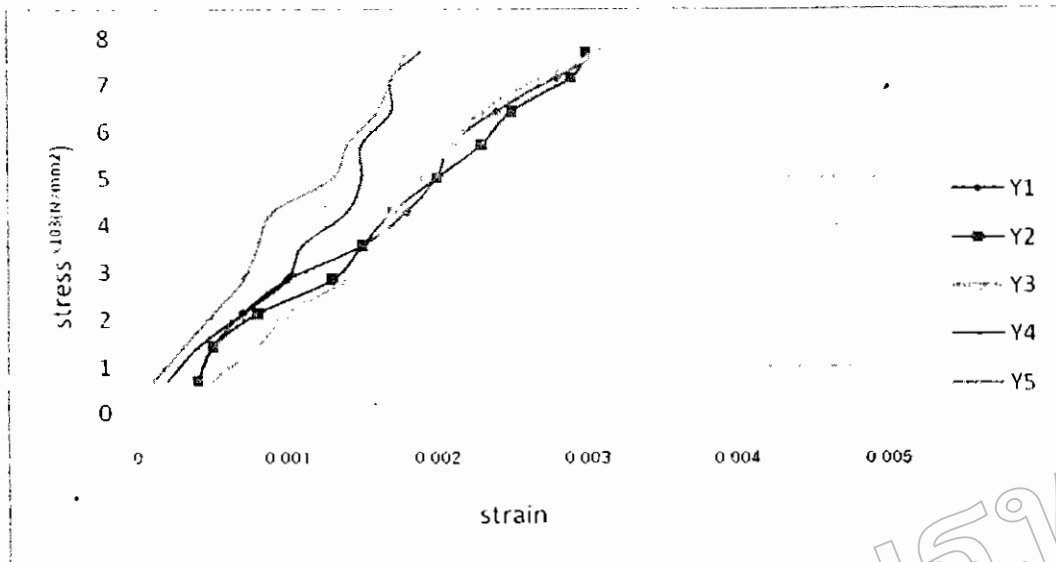
รูปที่ 4.49 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของกำแพงอิฐมวลนูน 2 รูใหญ่ที่ก่อแบบสลั็บ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

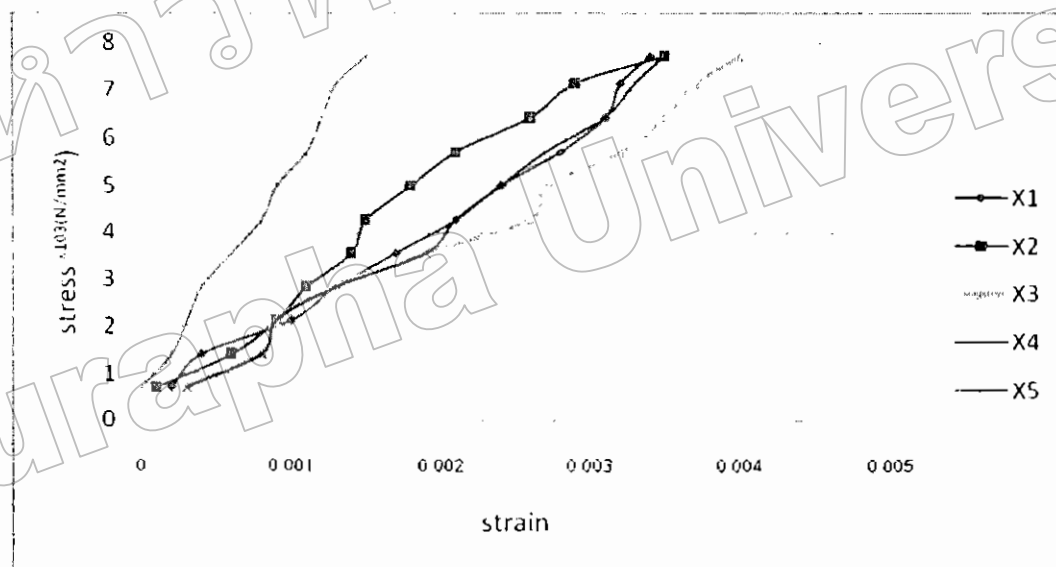
**ตารางที่ 4.22** ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลเบา ดัน โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:1:3 ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	101.5	102.9	103.6	102.7	102.0	102.9	101.0	102.6	103.2	102.5
4	101.7	102.5	103.7	102.3	102.3	102.4	101.3	102.4	103.2	102.4
8	101.9	102.4	104.2	102.2	102.8	102.1	101.8	102.2	103.4	102.2
12	102.5	102.2	104.5	101.9	102.9	101.9	101.9	101.9	103.5	101.9
16	102.8	101.9	104.7	101.4	103.3	101.5	102.3	101.6	103.6	101.7
20	103.2	101.4	105.0	101.2	103.9	101.3	102.9	101.5	103.8	101.6
24	103.6	101.2	105.1	101.0	104.6	101.2	103.1	101.2	103.9	101.5
28	103.9	99.9	105.4	100.7	104.7	100.9	103.4	101.1	104.1	101.1
32	104.3	99.8	105.7	100.4	105.2	100.7	103.7	101.1	104.2	100.0
36	104.6	99.5	106.2	100.2	105.5	100.5	104.1	100.9	104.4	99.8
40	104.7	99.1	106.5	99.8	105.7	100.1	104.3	100.9	104.5	99.7
43.2	104.9	98.8	107.1	99.7	106.0	99.7	104.5	100.7	104.7	99.6





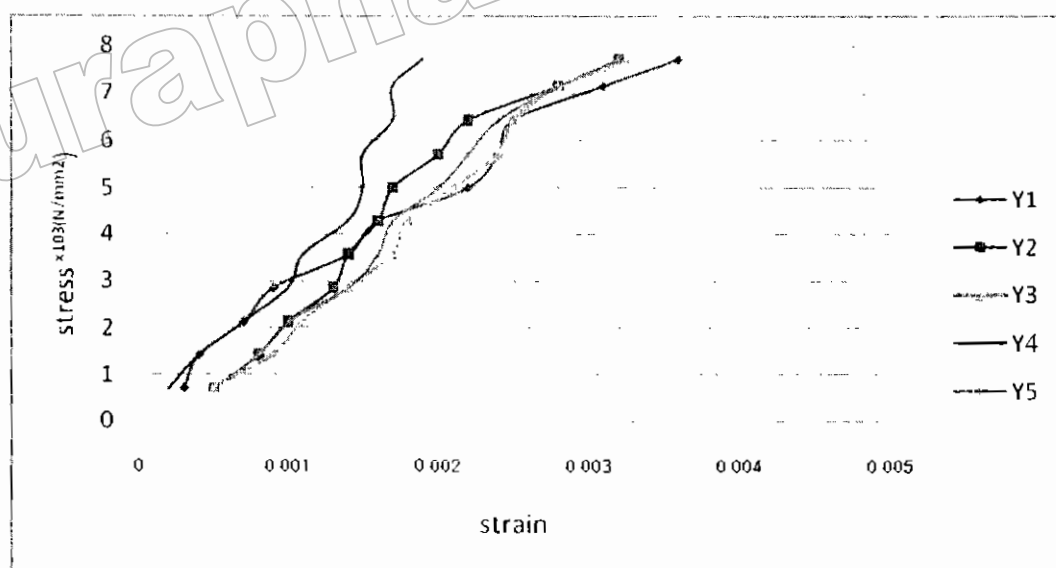
รูปที่ 4.50 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมอดูตันที่ก่อแบบ สลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน



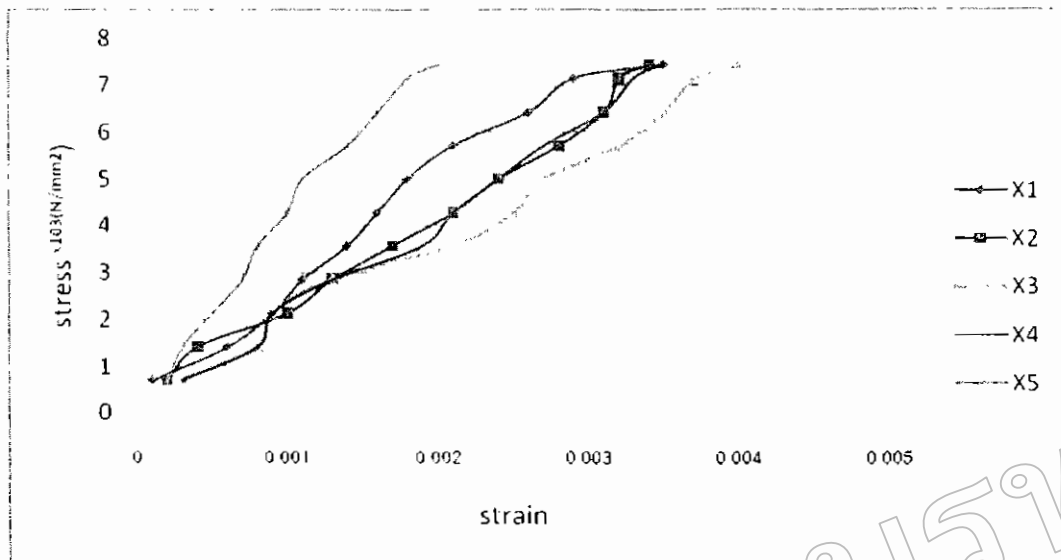
รูปที่ 4.51 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมอดูตันก่อแบบ สลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน

**ตารางที่ 4.23** ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลฉนวน โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:1:3 ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	102.5	102.8	101.4	102.9	101.0	103.9	102.0	102.6	102.1	102.9
4	102.6	102.5	101.6	102.4	101.3	103.4	102.3	102.4	102.3	102.4
8	103.1	102.4	101.8	102.1	101.8	103.0	102.8	102.2	102.6	102.1
12	103.4	102.1	102.4	101.9	101.9	102.8	102.9	101.9	102.7	101.9
16	103.6	101.9	102.7	101.5	102.3	102.5	103.3	101.6	102.8	101.5
20	103.9	101.4	103.1	101.3	102.9	102.2	103.9	101.5	103.1	101.3
24	104.0	101.2	103.5	101.2	103.6	102.1	104.1	101.2	103.2	101.2
28	104.3	100.6	103.8	100.9	103.7	101.8	104.4	101.1	103.4	100.9
32	104.6	100.4	104.2	100.7	104.2	101.5	104.7	101.1	103.6	100.7
36	105.1	100.3	104.5	100.5	104.5	101.4	105.1	100.9	103.9	100.5
40	105.4	99.7	104.6	100.1	104.7	101.1	105.3	100.9	104.1	100.1
41.7	106.0	99.2	104.8	99.7	105.0	100.6	105.5	100.7	104.3	99.7



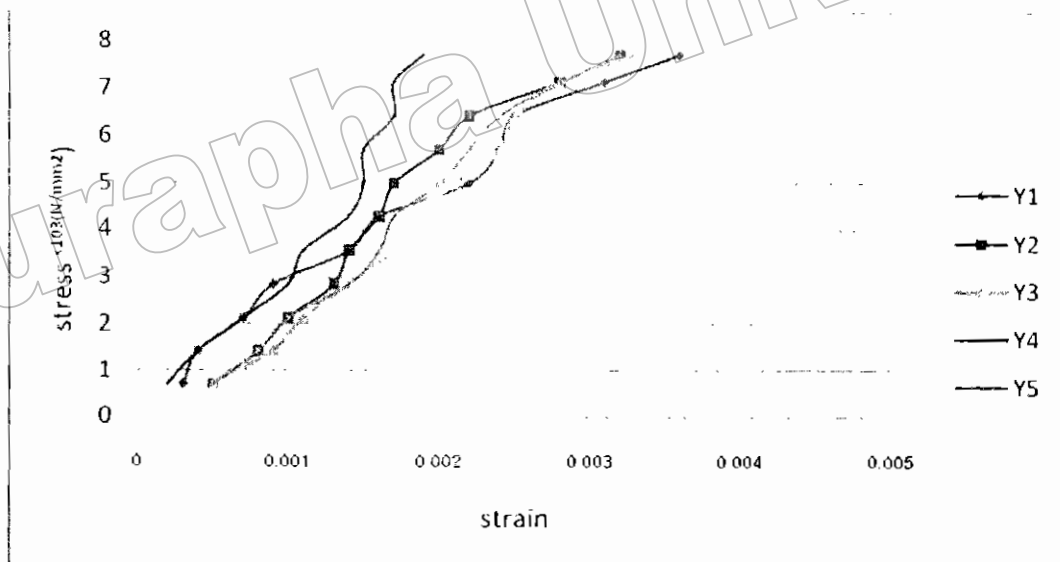
รูปที่ 4.52 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลฉนวนที่ก่อแบบ สลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน



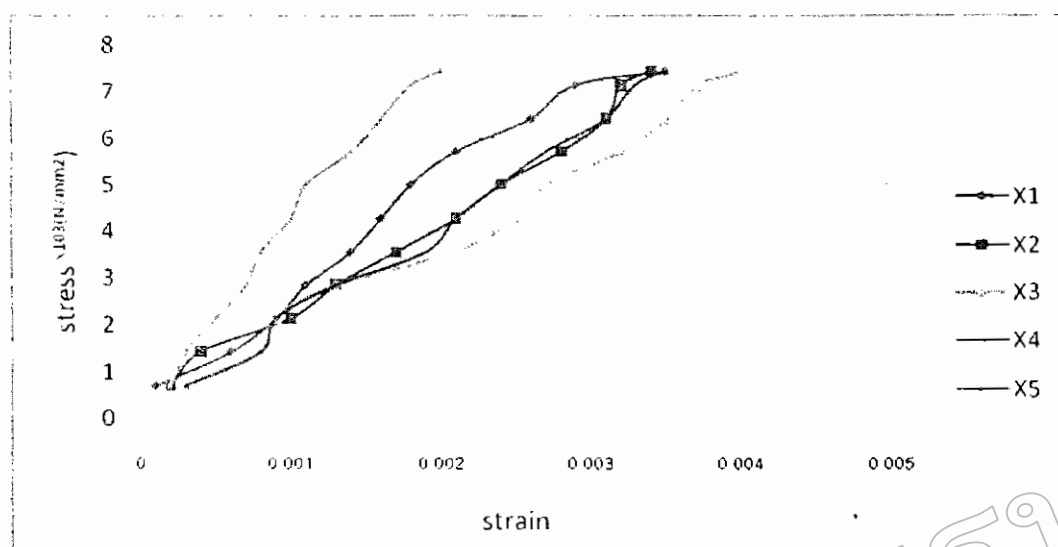
รูปที่ 4.53 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลอุดันที่ก่อแบบ  
สลัป (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลฉนวน โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสร้างสำเร็จ ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	102.5	102.8	101.4	102.9	101.0	103.9	102.0	102.6	102.1	102.9
4	102.6	102.5	101.6	102.4	101.3	103.4	102.3	102.4	102.3	102.4
8	103.1	102.4	101.8	102.1	101.8	103.0	102.8	102.2	102.6	102.1
12	103.4	102.1	102.4	101.9	101.9	102.8	102.9	101.9	102.7	101.9
16	103.6	101.9	102.7	101.5	102.3	102.5	103.3	101.6	102.8	101.5
20	103.9	101.4	103.1	101.3	102.9	102.2	103.9	101.5	103.1	101.3
24	104.0	101.2	103.5	101.2	103.6	102.1	104.1	101.2	103.2	101.2
28	104.3	100.6	103.8	100.9	103.7	101.8	104.4	101.1	103.4	100.9
32	104.6	100.4	104.2	100.7	104.2	101.5	104.7	101.1	103.6	100.7
36	105.1	100.3	104.5	100.5	104.5	101.4	105.1	100.9	103.9	100.5
39.2	105.4	99.7	104.6	100.1	104.7	101.1	105.3	100.9	104.1	100.1



รูปที่ 4.54 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลฉนวนที่ก่อแบบ  
สลีป (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสร้างสำเร็จ

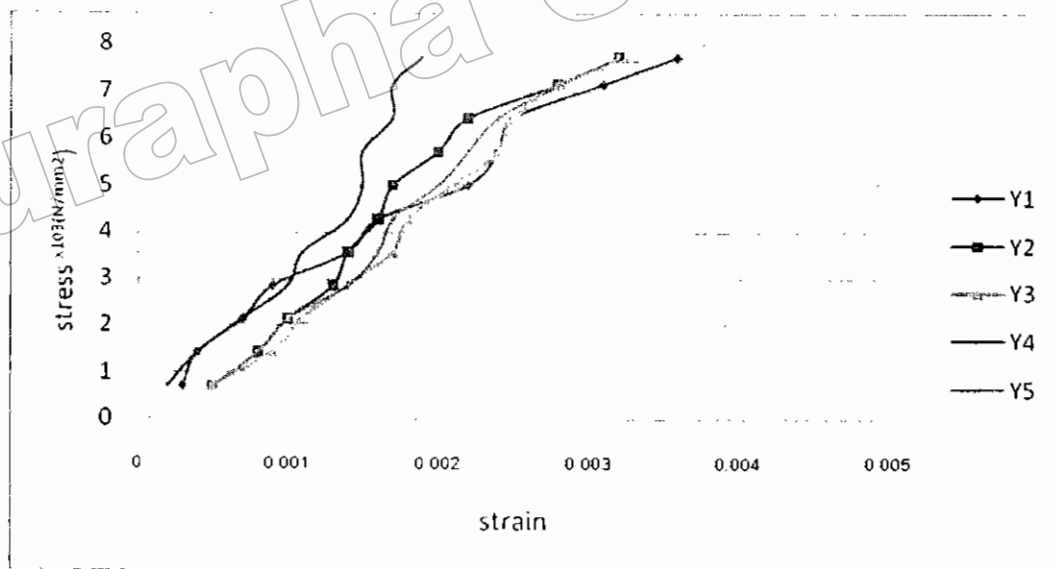


รูปที่ 4.55 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมอดูตันที่ก่อแบบ  
 สลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ

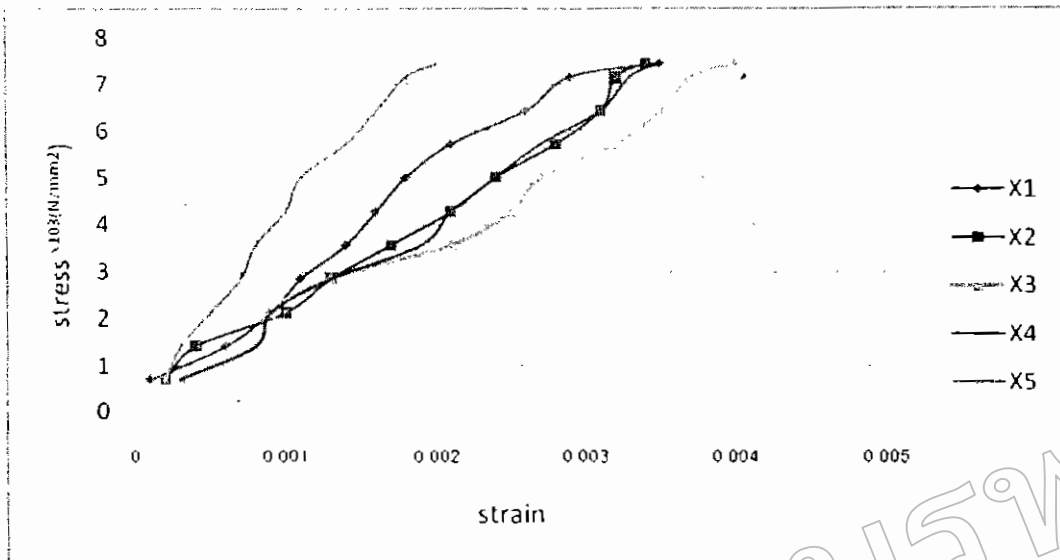
มหาวิทยาลัยบูรพา  
 Burapha University

ตารางที่ 4.25 ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลฉนวน โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสร้าง ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	102.5	102.8	101.4	102.9	101.0	103.9	102.0	102.6	102.1	102.9
4	102.6	102.5	101.6	102.4	101.3	103.4	102.3	102.4	102.3	102.4
8	103.1	102.4	101.8	102.1	101.8	103.0	102.8	102.2	102.6	102.1
12	103.4	102.1	102.4	101.9	101.9	102.8	102.9	101.9	102.7	101.9
16	103.6	101.9	102.7	101.5	102.3	102.5	103.3	101.6	102.8	101.5
20	103.9	101.4	103.1	101.3	102.9	102.2	103.9	101.5	103.1	101.3
24	104.0	101.2	103.5	101.2	103.6	102.1	104.1	101.2	103.2	101.2
28	104.3	100.6	103.8	100.9	103.7	101.8	104.4	101.1	103.4	100.9
32	104.6	100.4	104.2	100.7	104.2	101.5	104.7	101.1	103.6	100.7
36	105.1	100.3	104.5	100.5	104.5	101.4	105.1	100.9	103.9	100.5
39.5	105.4	99.7	104.6	100.1	104.7	101.1	105.3	100.9	104.1	100.1



รูปที่ 4.56 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลฉนวนที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสร้างสำเร็จ

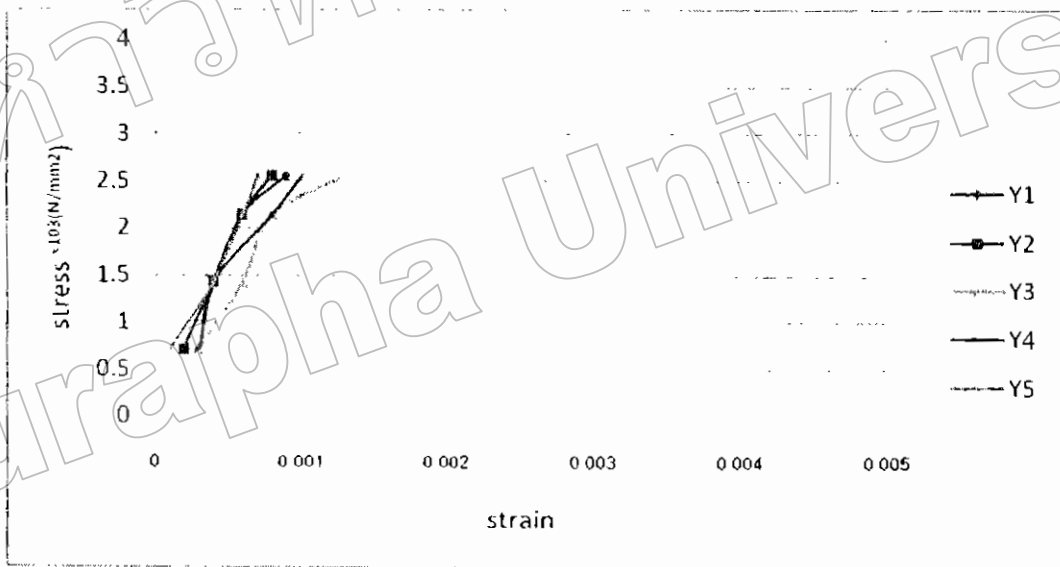


รูปที่ 4.57 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมอดูลัน ที่ก่อแบบ สลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

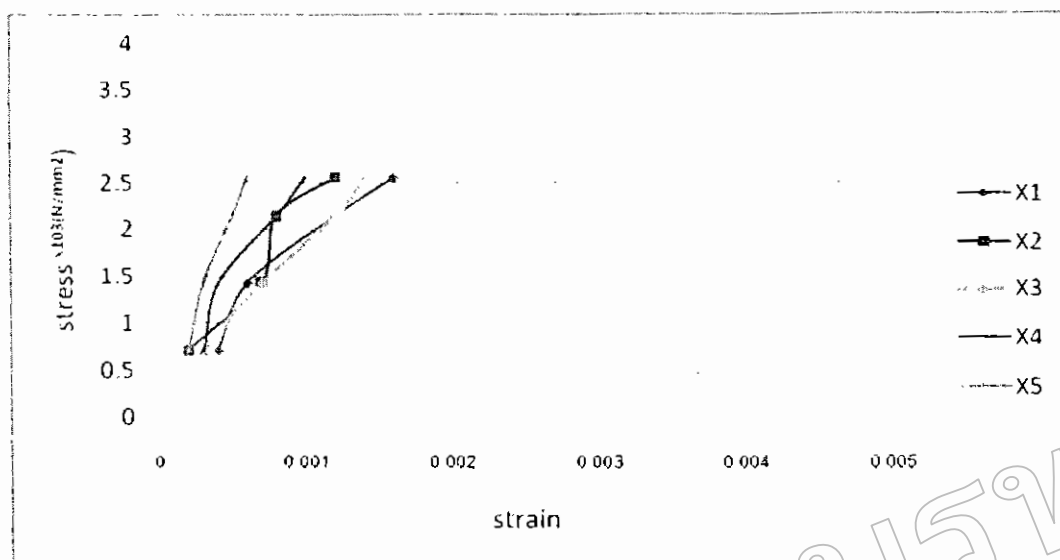
**ตารางที่ 4.26** ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมอญ 4 รู โดยใช้ซีเมนต์มอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:1:3 ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	102.3	103.8	103.5	102.6	102.1	101.6	102.1	102.6	103.2	102.5
4	102.7	103.5	103.7	102.4	102.4	101.3	102.4	102.3	103.4	102.4
8	102.9	103.4	104.2	102.2	102.8	101.0	103.0	102.2	103.5	102.1
12	103.5	103.2	104.4	101.9	103.3	100.8	103.1	101.8	103.7	101.9
14.3	103.9	102.9	104.7	101.4	103.5	100.3	103.3	101.6	103.8	101.8



รูปที่ 4.58 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมอญ 4 รู ที่ก่อแบบ สลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน



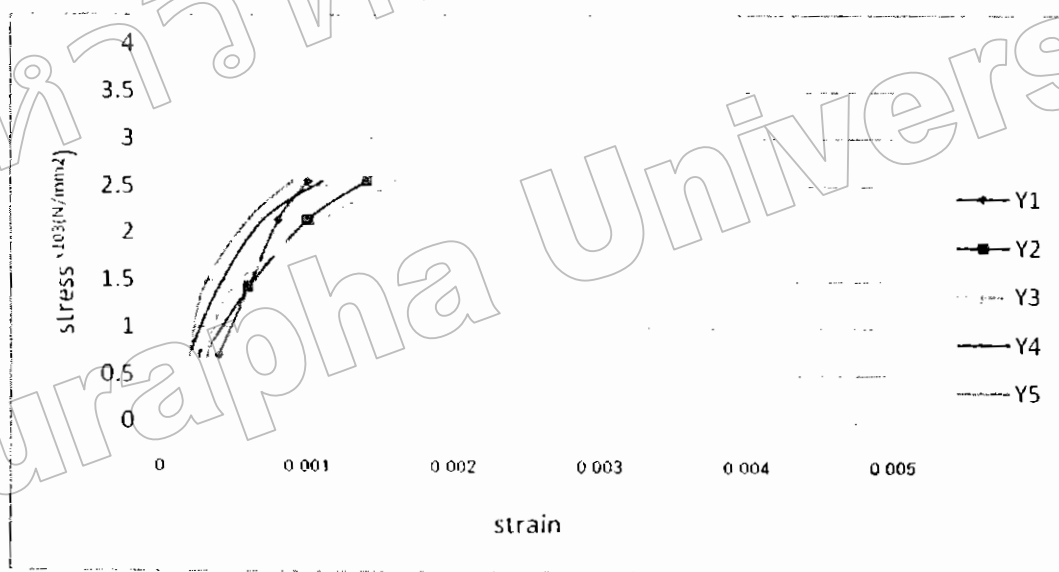


รูปที่ 4.59 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของค่าแรงอัดมอดูล 4 รู ที่ก่อแบบสลัป (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน

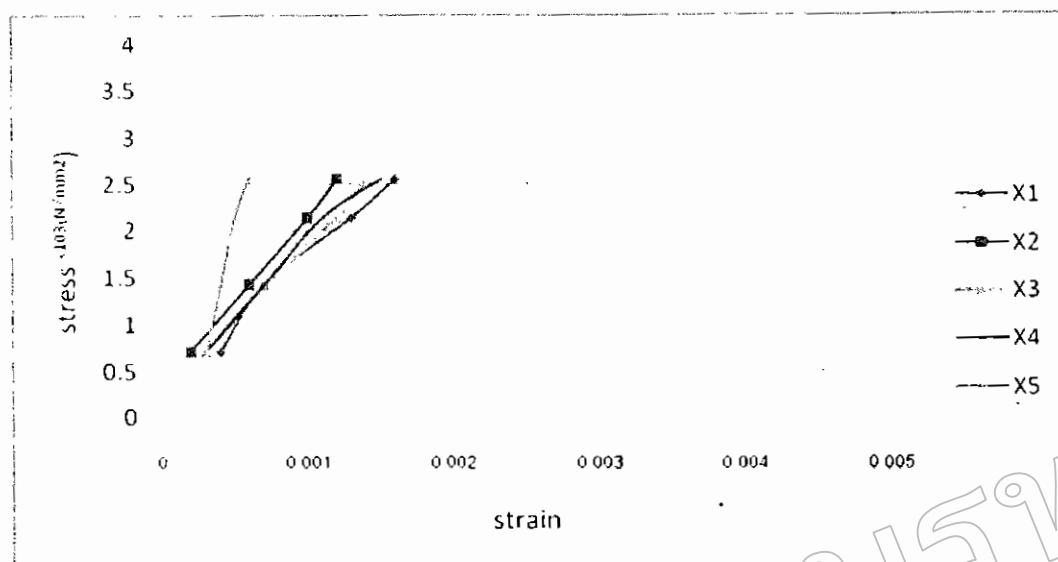
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

ตารางที่ 4.27 ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมอดู้นโดยใช้ซีเมนต์ออร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:1:3 ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	101.2	103.9	103.5	102.8	101.2	101.7	102.1	102.5	101.2	101.5
4	101.6	103.5	103.7	102.5	101.5	101.4	102.4	102.3	101.5	101.3
8	101.9	103.3	104.1	102.2	101.9	101.2	102.8	102.1	101.6	101.1
12	102.5	103.2	104.5	101.8	102.4	100.6	103.2	101.8	101.7	100.9
14.1	102.8	102.9	104.7	101.4	102.6	100.1	103.6	101.4	101.8	100.6



รูปที่ 4.61 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมอดู้น 4 รู ที่ก่อแบบสลั็บ (Running Bond) ซีเมนต์ออร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน

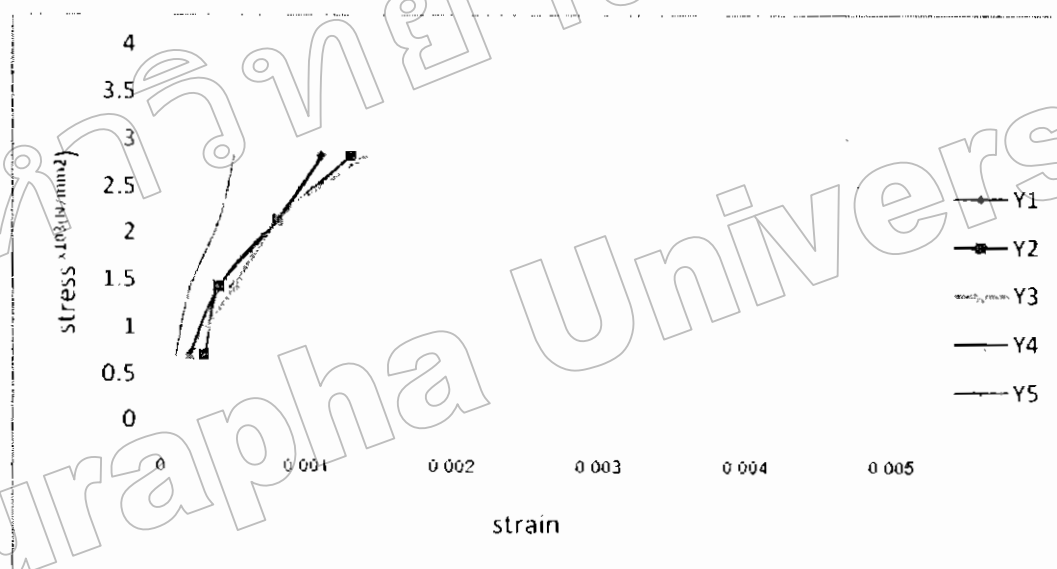


รูปที่ 4.62 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลเบา 4 รู ที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:3 จำนวน

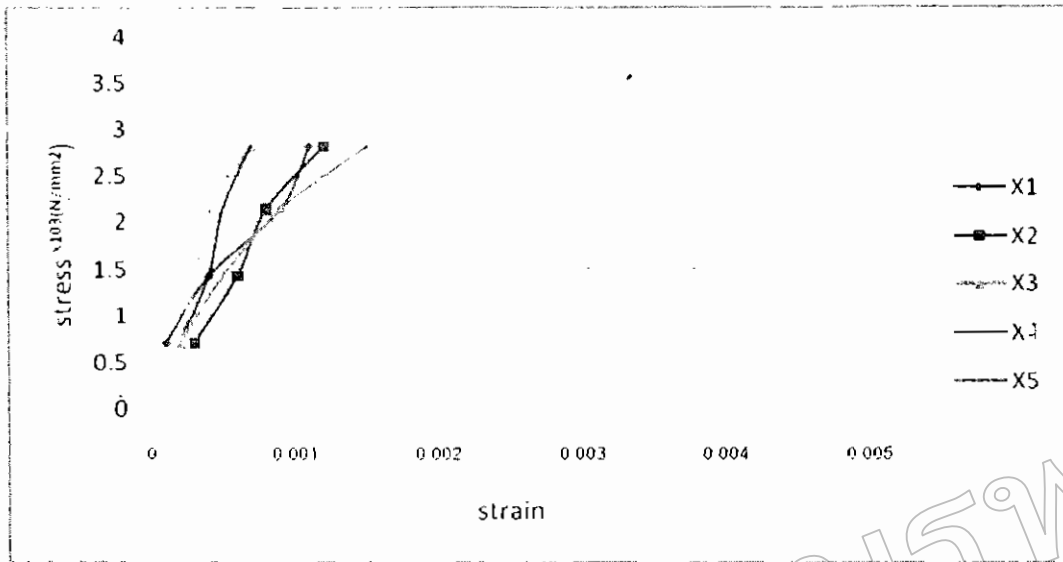
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

ตารางที่ 4.28 ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมอญ 4 รู โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสำเร็จ ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	102.8	103.5	101.2	102.3	102.4	103.1	101.9	101.6	103.4	102.2
4	102.9	103.3	101.5	102.0	102.6	102.9	102.1	101.4	103.6	102.1
8	103.2	103.0	101.8	101.8	102.7	102.6	102.3	101.2	103.9	102.0
12	103.7	102.7	102.0	101.5	102.8	102.3	102.4	100.8	104.3	101.8
15.8	103.9	102.4	102.4	100.7	103.1	101.7	102.6	100.5	104.9	101.7



รูปที่ 4.62 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมอญ 4 รู ที่ก่อแบบสลัป (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ

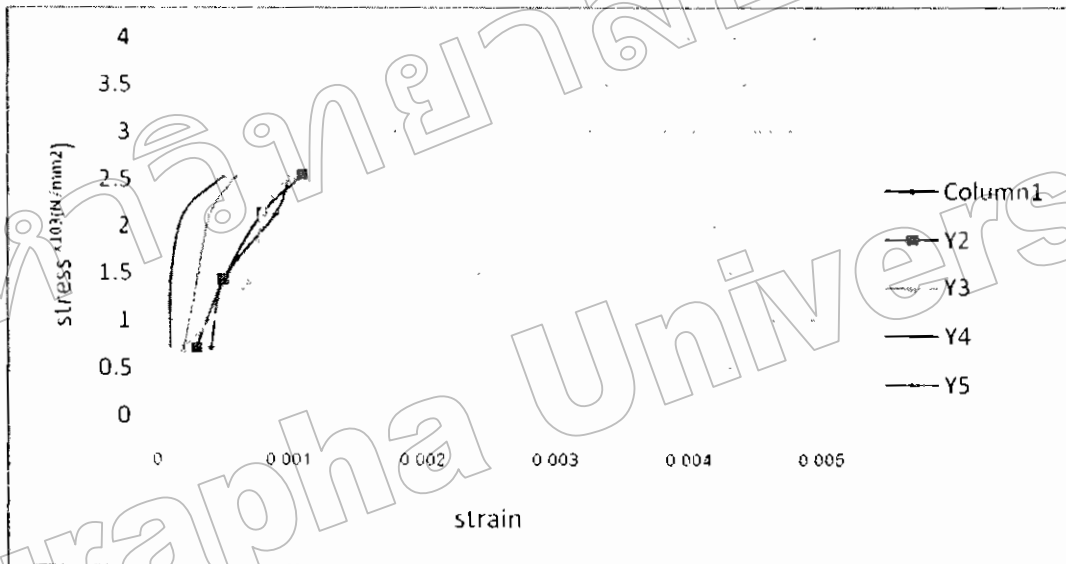


รูปที่ 4.63 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของกำแพงอิฐมวลยว 4 รู ที่ก่อแบบสลีป (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ

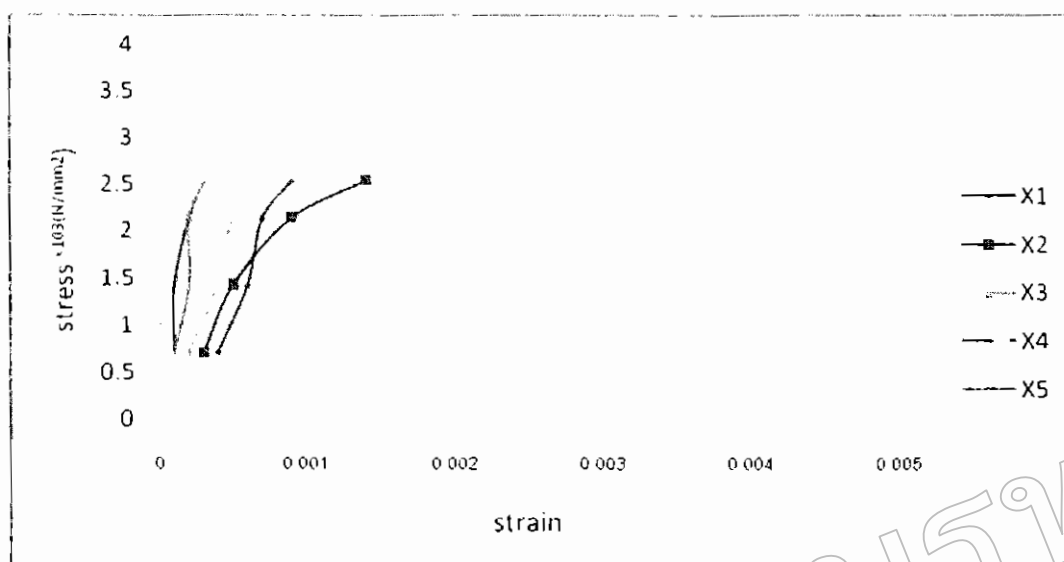
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

ตารางที่ 4.29 ผลการทดสอบกำลังของกำแพงอิฐมวลยู่ 4 รู โดยใช้ซีเมนต์มอร์ก่อสำเร็จ ได้ผลดังนี้

Load (ton)	แกน X <sub>1</sub> (mm)	แกน Y <sub>1</sub> (mm)	แกน X <sub>2</sub> (mm)	แกน Y <sub>2</sub> (mm)	แกน X <sub>3</sub> (mm)	แกน Y <sub>3</sub> (mm)	แกน X <sub>4</sub> (mm)	แกน Y <sub>4</sub> (mm)	แกน X <sub>5</sub> (mm)	แกน Y <sub>5</sub> (mm)
0	101.2	102.1	101.3	102.3	103.2	105.1	102.6	102.5	101.4	101.6
4	101.6	101.7	101.6	102.0	103.5	104.9	102.7	102.4	101.5	101.4
8	101.8	101.6	101.8	102.8	103.6	104.4	102.7	102.4	101.6	101.3
12	101.9	101.2	102.2	101.5	103.7	104.3	102.8	102.3	101.6	101.2
14.2	102.1	101.1	102.7	101.1	103.9	104.1	102.9	102.0	101.7	101.0



รูปที่ 4.64 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน Y ของกำแพงอิฐมวลยู่ 4 รู ที่ก่อแบบ สลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ก่อสำเร็จ



รูปที่ 4.65 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ในแกน X ของกำแหงอิมมอญ 4 รู ที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

ตารางที่ 4.30 เปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของกำแพงที่ได้จากการทดลองและผลจากการคำนวณได้ผลดังนี้

Item	Wall Type	C	Type		Test Result kN	Theory (eq-1) kN	Different %
			brick	motar			
1	WB-2H/M <sub>1</sub> -01	0.641	2 รูเล็ก ข้าง	Mix	133.61	98.21	+47.83
2	WB-2H/M <sub>1</sub> -02			(Proportion 1:1:3)	127.90		+41.51
3	WB-2HR/M <sub>2</sub> -01			TPI	117.61		+30.12
4	WB-2HR/M <sub>2</sub> -02			(Ready for use)	116.69		-29.11
5	WB-2B/M <sub>1</sub> -01	0.614	2 ใหญ่	Mix	158.90	121.62	+30.65
6	WB-2B/M <sub>1</sub> -02			(Proportion 1:1:3)	179.51		+47.59
7	WB-2BR/M <sub>2</sub> -01			TPI	154.99		+27.43
8	WB-2BR/M <sub>2</sub> -02			(Ready for use)	143.80		+18.23
9	WB-F/M <sub>1</sub> -01	0.502	คั่น	Mix	423.79	408.01	+3.86
10	WB-F/M <sub>1</sub> -02			(Proportion 1:1:3)	409.07		+0.36
11	WB-FR/M <sub>2</sub> -01			TPI	387.49		-5.02
12	WB-FR/M <sub>2</sub> -02			(Ready for use)	384.55		-5.74
13	WB-4H/M <sub>1</sub> -01	0.590	4 รู	Mix	140.28	122.71	+14.31
14	WB-4H/M <sub>1</sub> -02			(Proportion 1:1:3)	148.50		+21.01
15	WB-4HR/M <sub>2</sub> -01			TPI	156.00		+27.12
16	WB-4HR/M <sub>2</sub> -02			(Ready for use)	133.41		+8.71

\*ตัวอย่างการคำนวณดูได้จากภาคผนวก ข

#### Symbols description

2H Brick with 2 holes

4H Brick with 4 holes

2B Big brick

F Full brick

M<sub>1</sub> Mix proportion 1:1:3

M<sub>2</sub> TPI (Ready for use)



## บทที่ 5

### การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

#### 5.1 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอญ (Absorption test of brick)

ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐมอญจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี อย่างละ 15 ตัวอย่าง ได้ผล ดังนี้ อิฐมอญ 2 รูลายข้าง , อิฐมอญ 2 รูใหญ่ , อิฐมอญตัน , อิฐมอญ 4 รู ให้ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำในแต่ละชนิดร้อยละ 17.17, ร้อยละ 15.25 , ร้อยละ 12.10 และร้อยละ 19.97 ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ชนิด เท่ากับร้อยละ 16.12

อิฐที่มีการดูดซึมน้ำสูงแสดงว่าอิฐมีความพรุนอยู่สูง อิฐที่มีความพรุนสูงนั้นจะมีความเปราะและหักได้ง่าย ความแข็งแรงก็จะน้อยตามไปด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าอิฐมอญ 4 รู มีค่าการดูดซึมน้ำมากกว่าอิฐมอญอีก 3 ชนิด ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าอิฐมอญ 4 รู มีความแข็งแรงน้อยที่สุด

#### 5.2 ผลการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญ (Compressive strength of brick)

ผลการทดลองการรับแรงอัดของอิฐมอญจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี อย่างละ 15 ตัวอย่าง ให้ผลดังนี้ อิฐมอญ 2 รูลายข้าง , อิฐมอญ 2 รูใหญ่ , อิฐมอญตัน , อิฐมอญ 4 รู โดยอิฐมอญตันมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 143.36 กิโลนิวตัน , 26.76 กิโลนิวตัน , 47.70 กิโลนิวตัน , ตามลำดับ ส่วนค่า stress ดังนี้ อิฐมอญ 2 รูลายข้าง , อิฐมอญ 2 รูใหญ่ , อิฐมอญตัน , อิฐมอญ 4 รู เฉลี่ยเท่ากับ 3.20 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร , 4.52 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร , 13.26 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร , นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ในขณะที่อิฐมอญตันให้ค่าเฉลี่ยกำลังอัดเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 156 กิโลนิวตัน และมีค่าเฉลี่ย stress เท่ากับ 13.26 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

จากการทดลองจะเห็นว่าอิฐที่มีกำลังอัดสูงสุดก็คือ อิฐมอญตัน รองลงมา ก็คือ อิฐมอญ 2 รูใหญ่ , อิฐมอญ 4 รู และอิฐมอญ 2 รูลายข้าง ตามลำดับ

#### 5.3 ผลการทดสอบแรงค้ำของอิฐมอญ (Flexural strength of brick)

ผลการทดลองรับแรงค้ำของอิฐมอญจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี อย่างละ 15 ตัวอย่าง ให้ผล ดังนี้ อิฐมอญ 2 รูลายข้าง , อิฐมอญ 2 รูใหญ่ , อิฐมอญตัน , อิฐมอญ 4 รู มีค่าเฉลี่ย Modulus of rupture เท่ากับ 0.5200นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร , 0.7493 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร , 1.1141 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร , นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ตามลำดับ

อิฐมอญที่มีค่า Modulus of rupture สูงยังมีความแข็งแรงสูงตามไปด้วย จากผลการทดลองจะเห็นว่าอิฐมอญตันมีค่า Modulus of rupture สูงสุด และอิฐมอญ 2 รูลายข้างมีค่า Modulus of rupture ต่ำสุด

ดังนั้น จึงพอสรุปได้ว่าอิฐมอญต้นมีความแข็งแรงทนทานมากกว่าอิฐมอญอีกสามชนิด จึงเหมาะสมที่สุดที่จะเลือกใช้ทำกำแพงที่รับแรงแบกทาน

#### 5.4 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Compressive strength of hydraulic cement mortar)

การทดสอบการรับกำลังของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Compressive strength of hydraulic cement mortar) ตามมาตรฐาน ASTM C 109 โดยใช้อัตราส่วนผสมซีเมนต์มอร์ตาร์ ( $w/c = 0.45$ ) พบว่าที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.51 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 122.68 กก./ตร.ซม. และที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 141.31 กก./ตร.ซม. เมื่อพิจารณาค่ากำลังรับแรงอัดที่ได้ใช้ช่วงอายุต่าง ๆ พบว่ากำลังรับแรงอัดที่อายุ 28 วันนั้นมีค่ากำลังรับแรงอัดที่สูงที่สุดของทุกช่วงเวลา

เมื่อใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสำเร็จ TPI M300 อัตราส่วนผสมน้ำสะอาด 4.5 : 1 หน่วยปริมาตร พบว่าที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.75 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 112.32 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 129.96 กก./ตร.ซม. เมื่อพิจารณาค่ากำลังรับแรงอัดที่ได้ใช้ช่วงอายุต่าง ๆ พบว่ากำลังรับแรงอัดที่อายุ 28 วันนั้นมีค่ากำลังรับแรงอัดที่สูงที่สุดของทุกช่วงเวลา

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่อัตราส่วนผสมของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ผสมเองและอัตราส่วนของปูนก่อสำเร็จ TPI M300 พบว่าอัตราส่วนผสมซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ผสมเองมีค่ากำลังรับแรงอัดที่สูงกว่าค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จรูป ในทุกช่วงอายุ

#### 5.5 ผลการทดสอบแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Flexural strength of hydraulic cement mortar)

ผลการทดสอบแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Flexural strength of hydraulic cement mortar) ตามมาตรฐาน ASTM C270 โดยใช้อัตราส่วนผสมซีเมนต์มอร์ตาร์ ( $w/c = 0.45$ ) พบว่าที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.63 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 60.19 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.21 กก./ตร.ซม. ซม. เมื่อพิจารณาค่ากำลังรับแรงค้ำที่ได้ใช้ช่วงอายุต่าง ๆ พบว่ากำลังรับแรงค้ำที่อายุ 28 วัน นั้นมีค่ากำลังรับแรงค้ำที่สูงที่สุดของทุกช่วงเวลา

เมื่อใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ TPI M300 อัตราส่วนผสมน้ำสะอาด 4.5 : 1 หน่วยปริมาตร พบว่าที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 40.03 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.81 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.62 กก./ตร.ซม. เมื่อพิจารณาค่ากำลังรับแรงค้ำที่ได้ใช้ช่วงอายุต่าง ๆ พบว่ากำลังรับแรงค้ำที่อายุ 28 วัน นั้นมีค่ากำลังรับแรงค้ำที่สูงที่สุดของทุกช่วงเวลา

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่อัตราส่วนผสมของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ผสมเองและอัตราส่วนของซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ TPI M300 พบว่าอัตราส่วนของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ผสมเองมีค่ากำลังรับแรงอัดที่สูงกว่าค่ากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จรูป ในทุกช่วงอายุ

### 5.6 ผลการทดสอบแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Tensile strength of cement mortar)

ผลการทดสอบแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Tensile strength of cement mortar) ตามมาตรฐาน ASTM C 190 โดยใช้อัตราส่วนผสมซีเมนต์มอร์ตาร์ (w/c = 0.45) พบว่าที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.13 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.27 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.87 กก./ตร.ซม. เมื่อพิจารณาค่ากำลังรับแรงดึงที่ได้ในช่วงอายุต่าง ๆ พบว่าค่ากำลังรับแรงดึงที่อายุ 28 วันนั้นมีค่ากำลังรับแรงดึงที่สูงที่สุดของทุกช่วงเวลา

เมื่อใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ TPI M300 อัตราส่วนผสมน้ำสะอาด 4.5 : 1 หน่วยปริมาตร พบว่าที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.22 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.93 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.18 กก./ตร.ซม. เมื่อพิจารณาค่ากำลังรับแรงดึงที่ได้ในช่วงอายุต่าง ๆ พบว่าค่ากำลังรับแรงดึงที่อายุ 28 วันนั้นมีค่ากำลังรับแรงดึงที่สูงที่สุดของทุกช่วงเวลา

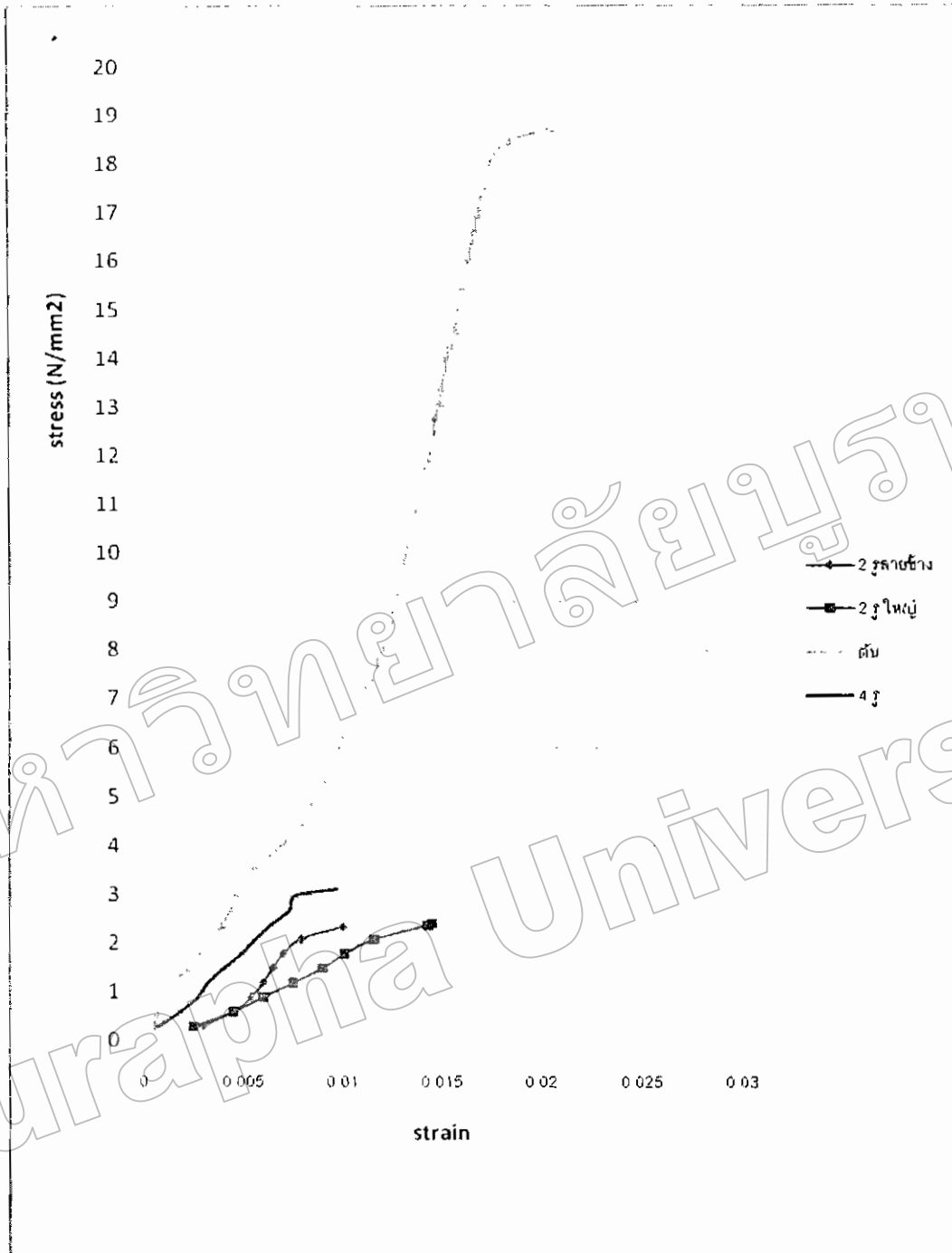
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างค่ากำลังรับแรงดึงของอัตราส่วนผสมของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ผสมเองและอัตราส่วนของซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ TPI M300 พบว่าอัตราส่วนของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ผสมเองมีค่ากำลังรับแรงดึงที่สูงกว่าค่ากำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จรูปในทุกช่วงอายุ

ดังนั้นค่ากำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ สามารถพัฒนากำลังแรงดึงให้กำแพงได้เมื่อเกิดแรงดึงในกำแพง

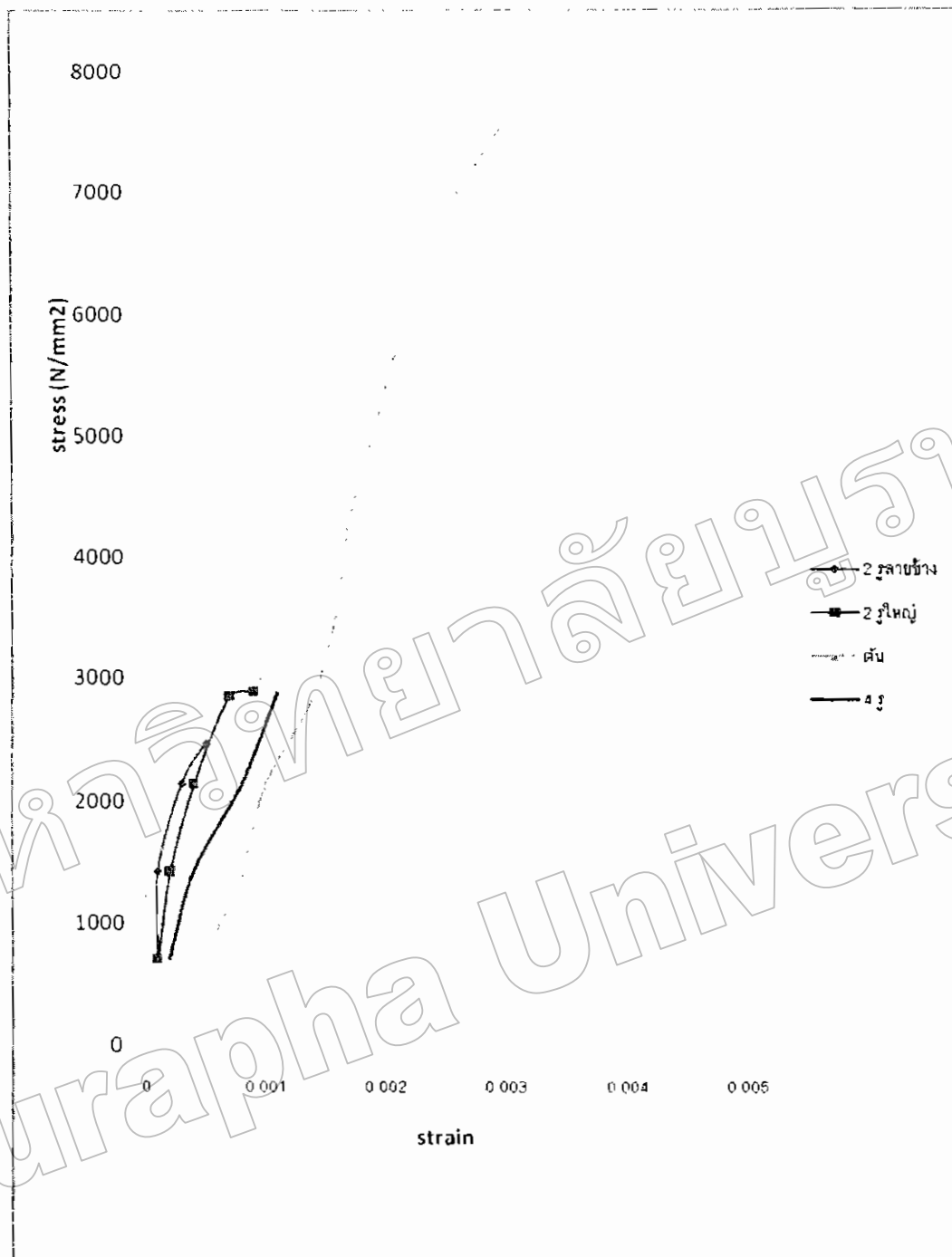
### 5.7 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ (Compressive strength of brick wall prism )

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญ (Compressive strength of brick wall prism ) พบว่าชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอญดัน ให้ค่ากำลังการวัดแรงแบกทานมากกว่าตัวอย่างที่ใช้อิฐมอญประเภทอื่นๆ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ถ้าต้องการให้กำแพงอิฐมอญเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างที่รับน้ำหนักแบกทาน จะต้องใช้อิฐมอญแบบตันเท่านั้นจึงจะให้กำลังสูงสุด

เมื่อเปรียบเทียบกำลังอัดของชิ้นส่วนกำแพงอิฐมอญพบว่าหน่วยแรงอัดของกำแพงอิฐมอญดันมีค่าสูงกว่ากำลังอัดของชิ้นส่วนกำแพงอิฐมอญที่ใช้อิฐมอญแบบอื่นๆหลายเท่า ดังแสดงในกราฟรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.1 กราฟค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของก้ำแพงที่ก่อแบบ สลัดบ (Running Bond) ของอีพ็อกซี 2 รุกลายข้าง อีพ็อกซี 2 รุใหญ่ อีพ็อกซีคับ อีพ็อกซี 4 รุ



รูปที่ 5.2 กราฟค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของก้ำแฟงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ของอิฐมอญ 2 รูลายข้าง อิฐมอญ 2 รูใหญ่ อิฐมอญตัน อิฐมอญ 4 รู

จากตารางที่ 4.30 และตารางที่ 4.31 เมื่อเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดที่ได้จากการทดสอบและการคำนวณแล้วมีความแตกต่างกันในอิฐแต่ละชนิดไม่เท่ากัน โดยมีส่วนเบี่ยงเบน (Mean Deviation หรือ Average Deviation : M.D.) ของอิฐแต่ละชนิดดังนี้

อิฐมอญ 2 รูลายข้าง โดยมีส่วนเบี่ยงเบน 37.11 เปอร์เซ็นต์

อิฐมอญ 2 รูใหญ่ โดยมีส่วนเบี่ยงเบน 30.97 เปอร์เซ็นต์

อิฐมอญตัน โดยมีส่วนเบี่ยงเบน 14.67 เปอร์เซ็นต์

อิฐมอญ 4 รู โดยมีส่วนเบี่ยงเบน 17.78 เปอร์เซ็นต์

พบว่าสูตรการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของค่าแรงอิฐมอญสามารถนำมาใช้ในการออกแบบกำแพงในการใช้งานจริงได้ อย่างเช่น อิฐมอญตัน มีค่าเบี่ยงเบนน้อยมากเพียง 14.67 เปอร์เซ็นต์ โดยค่า factor C เฉลี่ยในการคำนวณสมการออกแบบกำแพงใช้เท่ากับ 0.6 ซึ่งสัมพันธ์กับค่า factor C ของกำแพงคอนกรีตเมื่อวัสดุรับกำลังอัดได้มากขึ้นค่าของ factor C จะลดลง ดังนั้นในการออกแบบกำแพงในการรับแรงแบกทานควรใช้อิฐมอญตันในการออกแบบไม่ควรใช้อิฐมอญชนิดอื่นในการออกแบบกำแพงรับแรงแบกทานเพราะอิฐชนิดอื่นรับแรงแบกทานได้ค่อนข้างน้อยต่างจากอิฐมอญตันค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ถ้าต้องการให้กำแพงอิฐมอญเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างที่รับน้ำหนักแบกทานจะต้องใช้อิฐมอญแบบตันเท่านั้นจึงจะรับกำลังอัดได้สูง

### ข้อเสนอแนะ

จากการสังเกตการวิบัติของตัวอย่างของก้อนอิฐมอญ พบว่าสามารถแบ่งลักษณะของการวิบัติของก้อนอิฐมอญออกได้เป็น 2 แบบหลักคือ

#### 1. การวิบัติเนื่องจากแรงดึง (Tensile Splitting Failure)

เมื่อก้อนอิฐมอญรับแรงกดอัดอยู่ในแนวตั้งแล้ว แรงดึงจะเกิดขึ้นในก้อนอิฐเนื่องจากการขยายตัวทางด้านข้างในแนวตั้งมากกับแนวกระทำของแรงกดอัด เมื่อก้อนอิฐมอญมีความเปราะสูงหรือมีกำลังรับแรงดึงที่ต่ำมาก เมื่อเทียบกับกำลังรับแรงอัดประลัยแล้ว ก้อนอิฐมอญจะเกิดการวิบัติหรือแตกร้าวในแนวกระทำของแรงกดอัดในแนวตั้ง

#### 2. การวิบัติเนื่องจากแรงดึงและแรงเฉือน (Combined Tensile Splitting and Shear Failure)

การวิบัติเนื่องจากแรงดึงและแรงเฉือนจะมีลักษณะที่เหมือนกับการวิบัติเนื่องจากแรงดึงแต่รอยแตกร้าวแทนที่จะอยู่ในแนวตั้งเท่านั้น ก็จะมีรอยแตกร้าวในแนวทะแยงร่วมด้วยแต่การแตกแบบทะแยงจะพบน้อยในการทดสอบ

เมื่อพิจารณาจากตัวอิฐมอญแล้วพบว่าอิฐมอญที่มีรูโพรง ซึ่งการทำอิฐมอญให้มีรูโพรงนั้นจะช่วยในการลดน้ำหนักของก้อนอิฐมอญเพื่อลดน้ำหนักของโครงสร้าง และเพื่อลดระยะเวลาในการเผาอิฐให้น้อยลง แต่ข้อเสียคือ อิฐที่มีรูโพรงจะมีกำลังรับแรงกดอัดประลัยที่ต่ำกว่าแบบไม่มีรูโพรง

## บรรณานุกรม

1. แผนกวิชาช่างโยธา (2543) **คู่มือปฏิบัติการทดสอบวัสดุ** (ปรับปรุงครั้งที่ 1/2543) เอกสารประกอบการเรียน แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
2. มอก.77 (2545) **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วัสดุก่อสร้างสามัญ** สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
3. ผศ. ดร. สิริชัย แสงอาทิตย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มกราคม 2545
4. คู่มือการทดลองเล่มที่ 2 การทดสอบวิศวกรรมโยธา (Materials Testing in civil Engineering.)
5. พงศ์พันธ์ วรสุนทรโรสถ และวรงค์ วรสุนทรโรสถ. 2544. วัสดุก่อสร้าง. โรงพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.
6. รศ.ดำเนินกร กงพาลา และ ผศ.สรกานต์ ศรีทองอ่อน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
7. กรรมวิธีผลิตอิฐมอญ ฝ่ายบริการข้อมูลอุตสาหกรรม กองพัฒนาอุตสาหกรรม กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
8. สิริชัย เลิศวิชัย **นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี**
9. มาตรฐาน ว.ส.ท. (E.I.T.Standard)
10. มาตรฐาน Australian Standard AS3700-98 การออกแบบผนังเสริมเหล็ก ด้วยวิธีกำลัง (ultimate stress design)

16. มาตรฐาน American Concrete Institute ACI 530-92 การออกแบบผนังเสริมเหล็กโดยวิธี  
หน่วยแรงใช้งาน (working stress design)

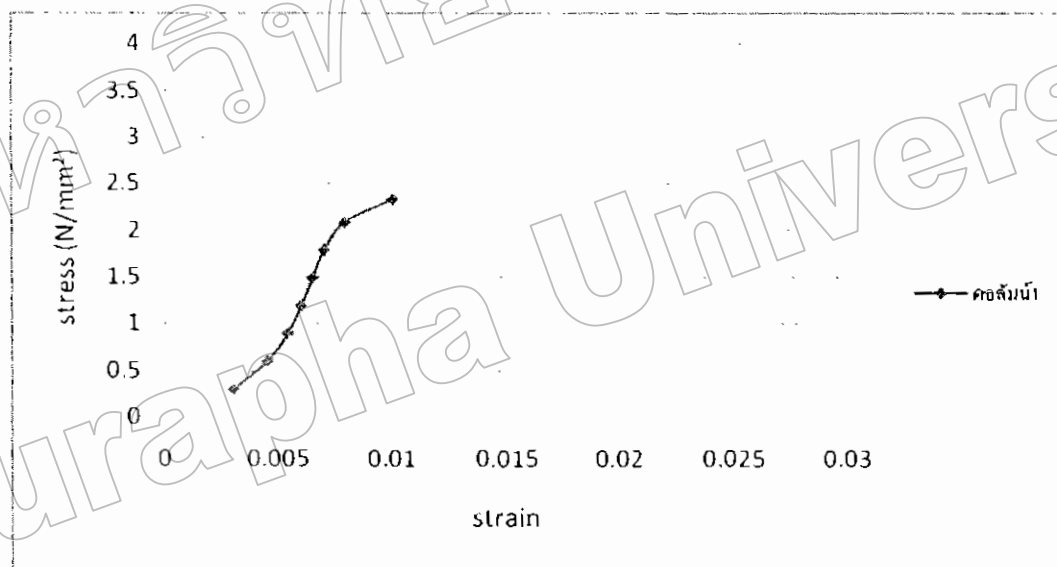
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University



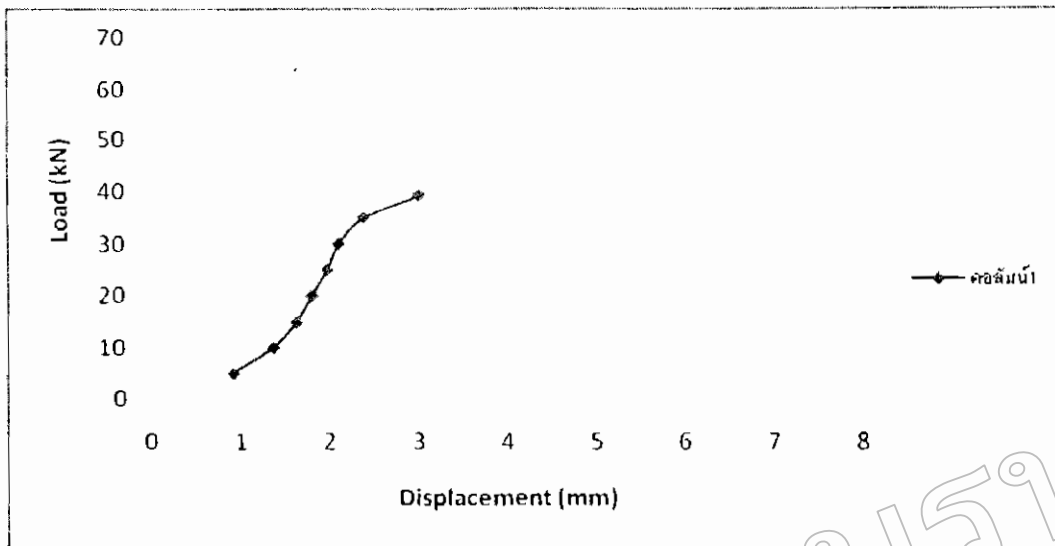
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

ภาคผนวก ก

PB-2H/M <sub>2</sub> /1-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.92	0.0030
10	0.595	1.37	0.0045
15	0.892	1.63	0.0054
20	1.190	1.80	0.0060
25	1.488	1.97	0.0065
30	1.785	2.10	0.0070
35	2.083	2.38	0.0079
39.2	2.333	3.00	0.0100

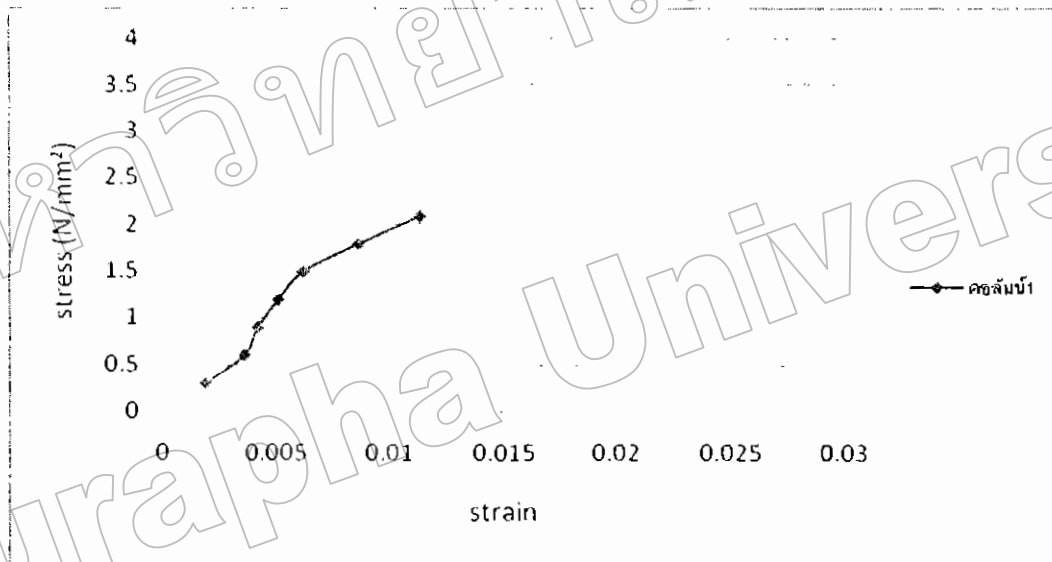


รูปที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



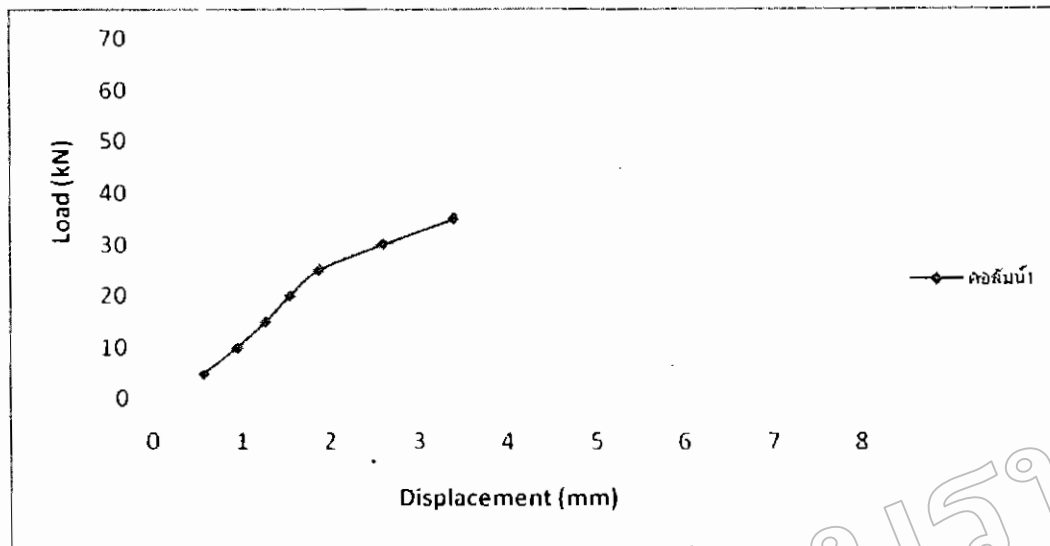
รูปที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

PB-2H/M <sub>2</sub> /I-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.57	0.0019
10	0.595	0.95	0.0036
15	0.892	1.27	0.0042
20	1.190	1.55	0.0051
25	1.488	1.88	0.0062
30	1.785	2.60	0.0086
34.7	2.083	3.40	0.0113



รูปที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ

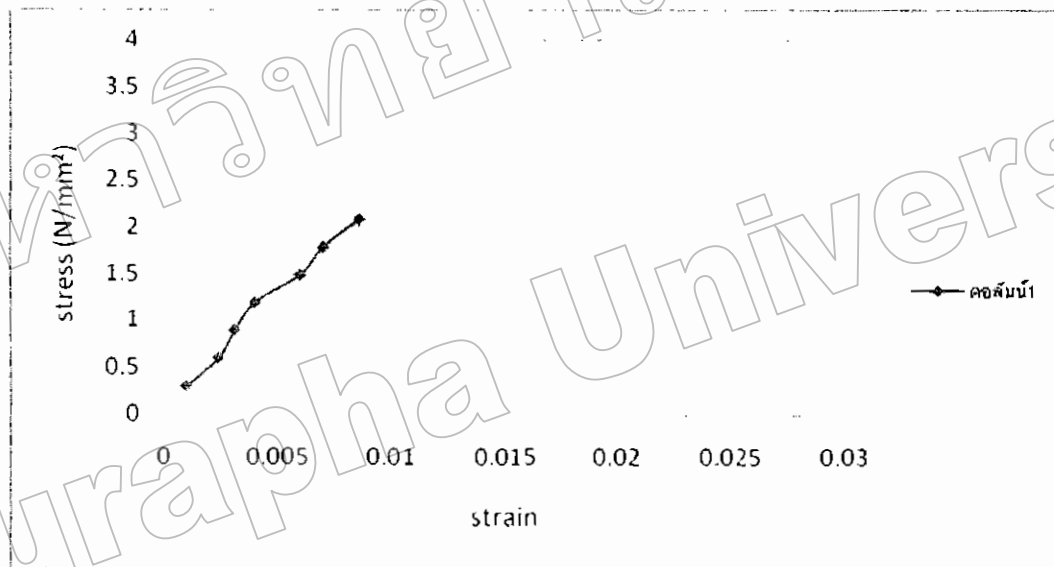
(Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



รูปที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-2H/M <sub>2</sub> /1-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.30	0.0010
10	0.595	0.72	0.0024
15	0.892	0.95	0.0031
20	1.190	1.22	0.0040
25	1.488	1.80	0.0060
30	1.785	2.11	0.0070
33.8	2.083	2.60	0.0086

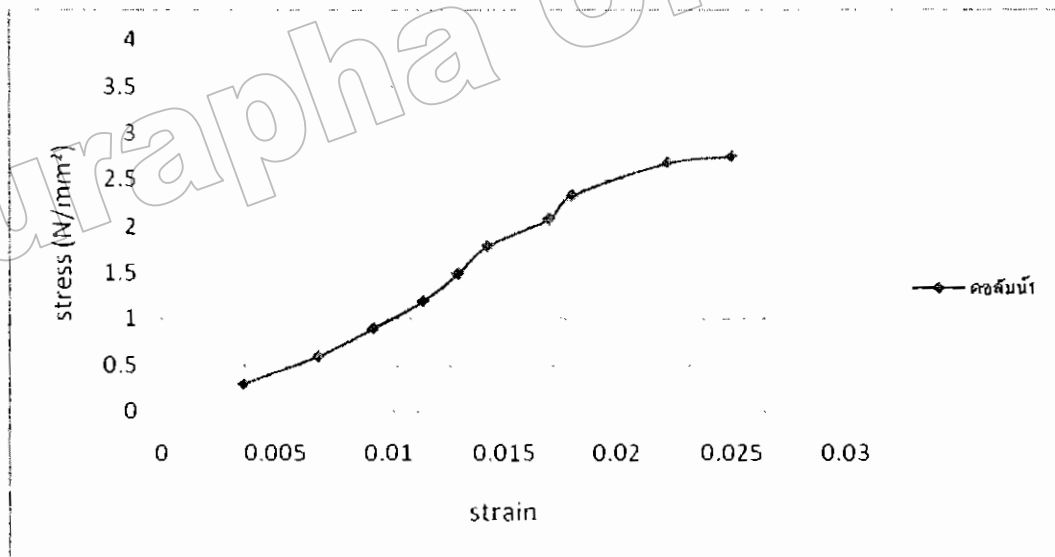


รูปที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั

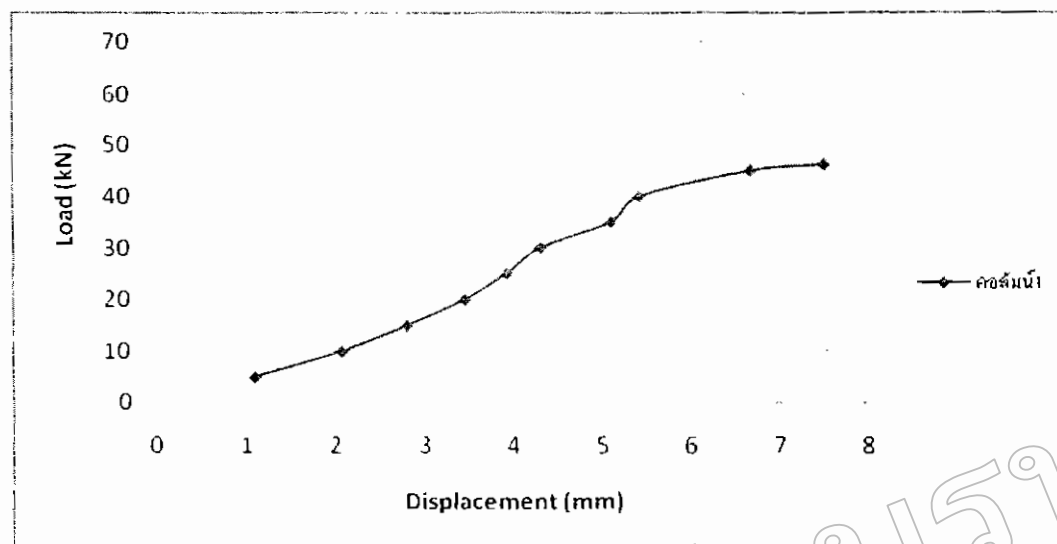
(Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ 1 เซนติเมตร

**ตารางที่ ก-3** ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลเบา 2 รูใหญ่ โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อมสม  
เอง ความหนา 1 ซม. ได้ผลดังนี้

PB-2B/M <sub>1</sub> /1-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	1.10	0.0036
10	0.595	2.07	0.0069
15	0.892	2.80	0.0093
20	1.190	3.45	0.0115
25	1.488	3.92	0.0130
30	1.785	4.31	0.0143
35	2.083	5.10	0.0170
40	2.333	5.42	0.0180
45	2.678	6.67	0.0222
46.2	2.75	7.50	0.0250



รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ  
(Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร

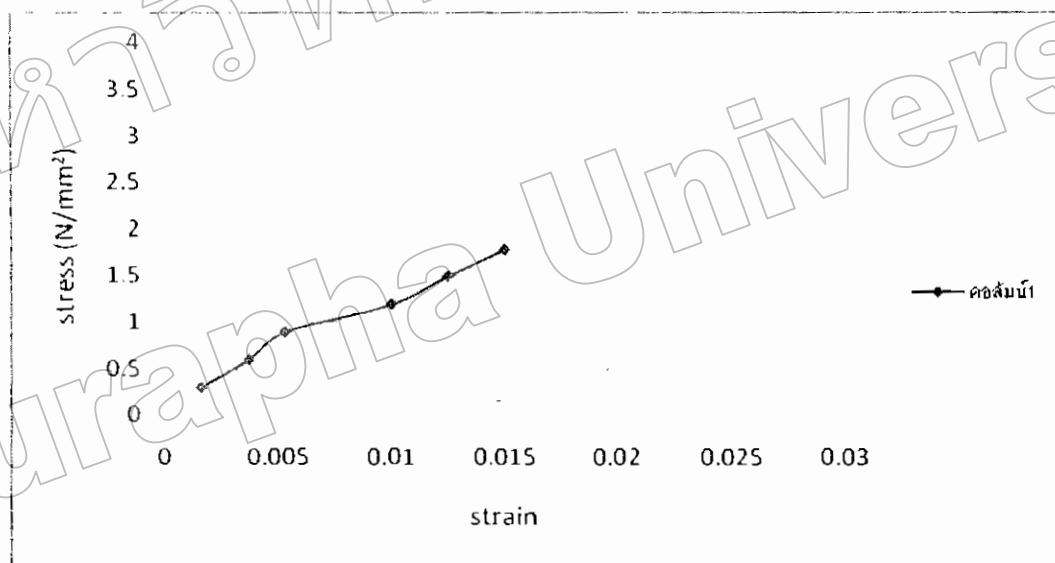


รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

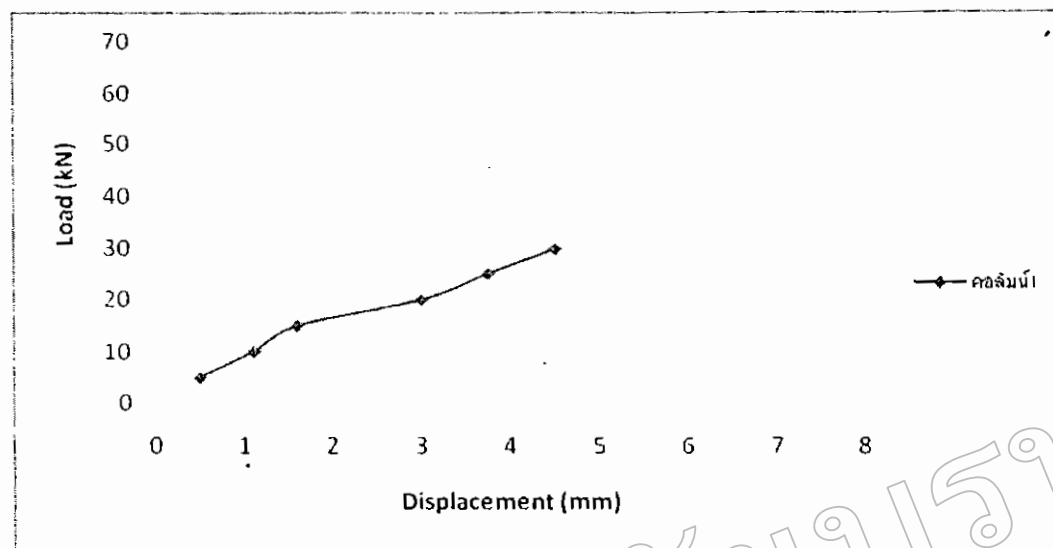


**ตารางที่ ก-4** ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลฉนวน 2 รูใหญ่ โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์เดี่ยวผสมเอง ความหนา 1 ซม. ได้ผลดังนี้

PB-2B/M <sub>r</sub> /1-02			
Load (kN)	Stress (ksc)	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.50	0.0016
10	0.595	1.11	0.0037
15	0.892	1.60	0.0053
20	1.190	3.00	0.0100
25	1.488	3.75	0.0125
29.8	1.773	4.50	0.0150



รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร

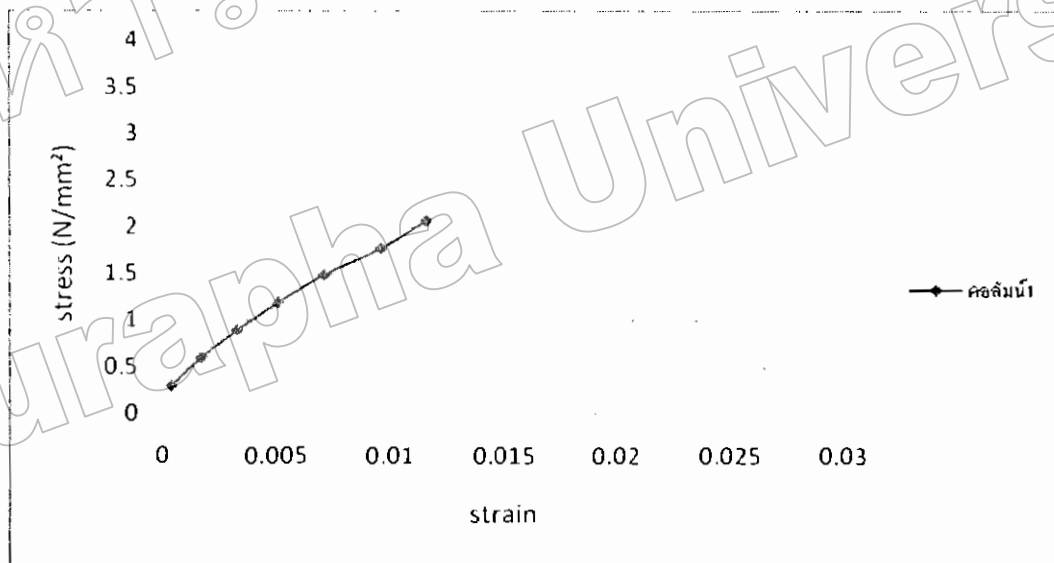


รูปที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์บอร์ดาร์ที่ 1 เซนติเมตร

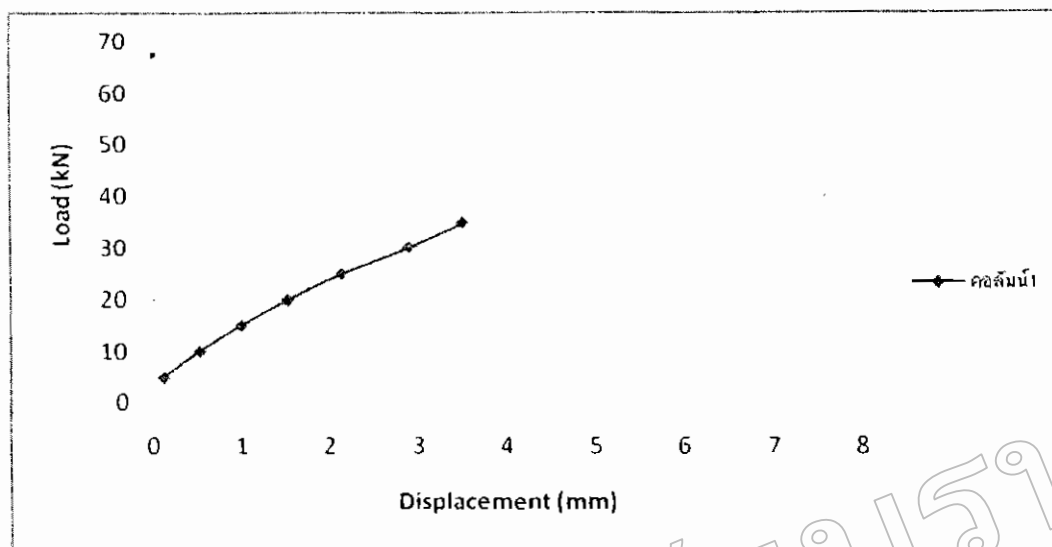
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

**ตารางที่ ก-5** ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวล 2 รูใหญ่ โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อมสม  
เอง ความหนา 1 ซม. ได้ผลดังนี้

PB-2B/M <sub>1</sub> /1-03			
Load (kN)	Stress (ksc)	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.12	0.0004
10	0.595	0.53	0.0017
15	0.892	1.00	0.0033
20	1.190	1.53	0.0051
25	1.488	2.14	0.0071
30	1.785	2.89	0.0096
34.8	2.071	3.50	0.0116



รูปที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ  
(Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร

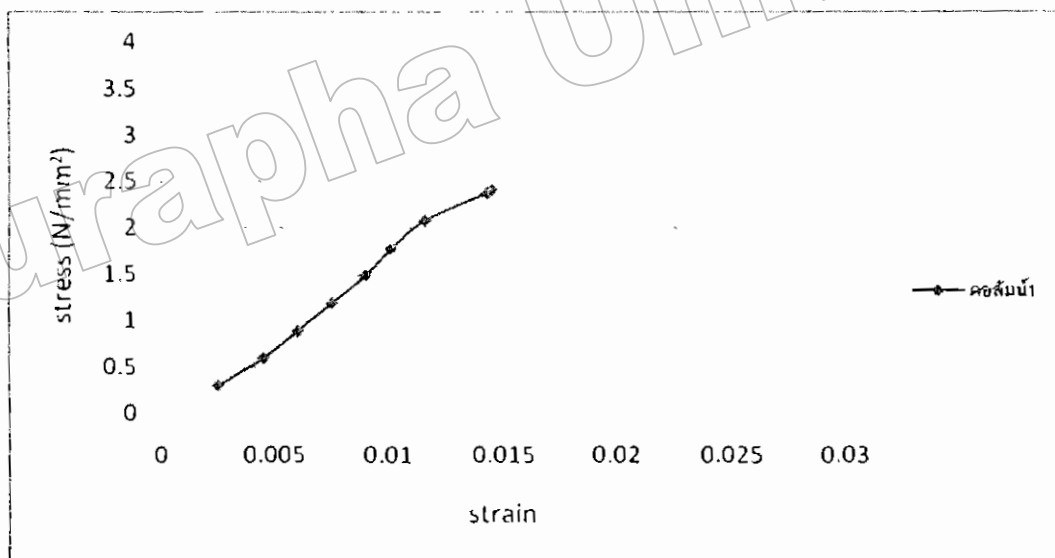


รูปที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของค้ำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

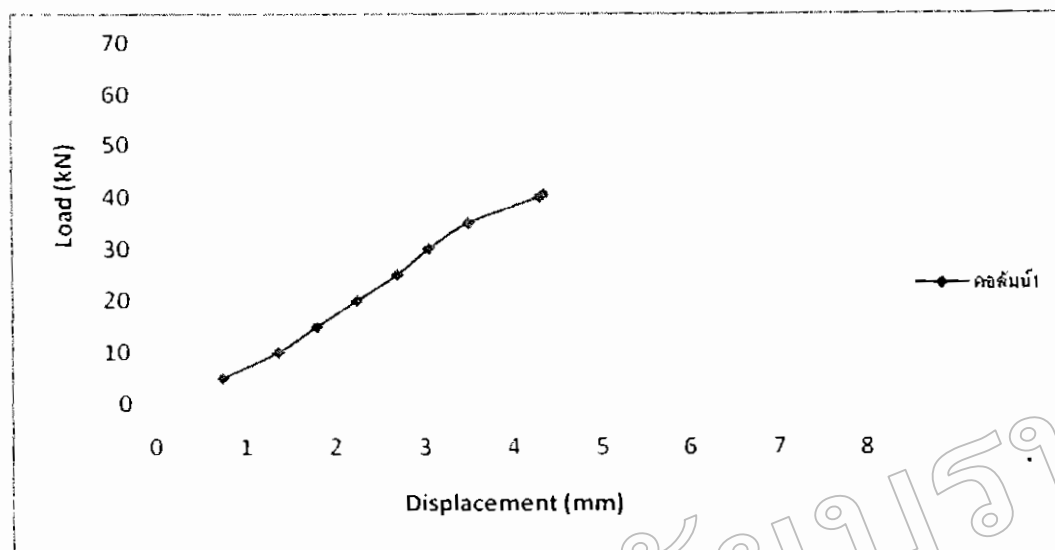
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

ตารางที่ ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลยว 2 รูใหญ่ โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ TPI ความหนา 1 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

PB-2B/M <sub>2</sub> /1-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.75	0.0025
10	0.595	1.37	0.0045
15	0.892	1.80	0.0060
20	1.190	2.25	0.0075
25	1.488	2.70	0.0090
30	1.785	3.05	0.0101
35	2.083	3.50	0.0116
40	2.380	4.30	0.0143
40.6	2.416	4.35	0.0145



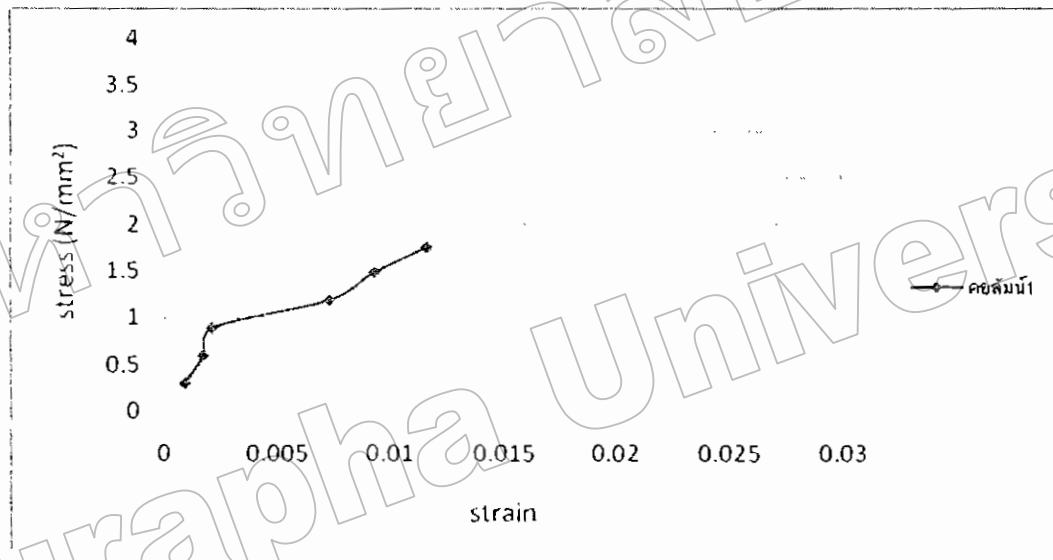
รูปที่ 13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



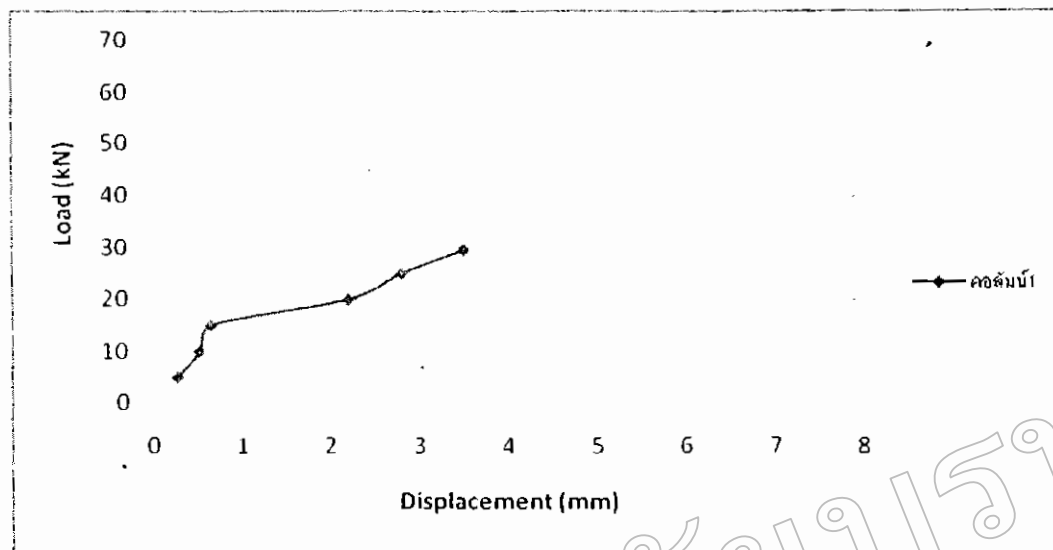
รูปที่ 14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-2B/M <sub>2</sub> /1-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.27	0.0009
10	0.595	0.52	0.0017
15	0.892	0.65	0.0021
20	1.190	2.20	0.0073
25	1.488	2.80	0.0093
29.5	1.755	3.50	0.0116



รูปที่ 15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

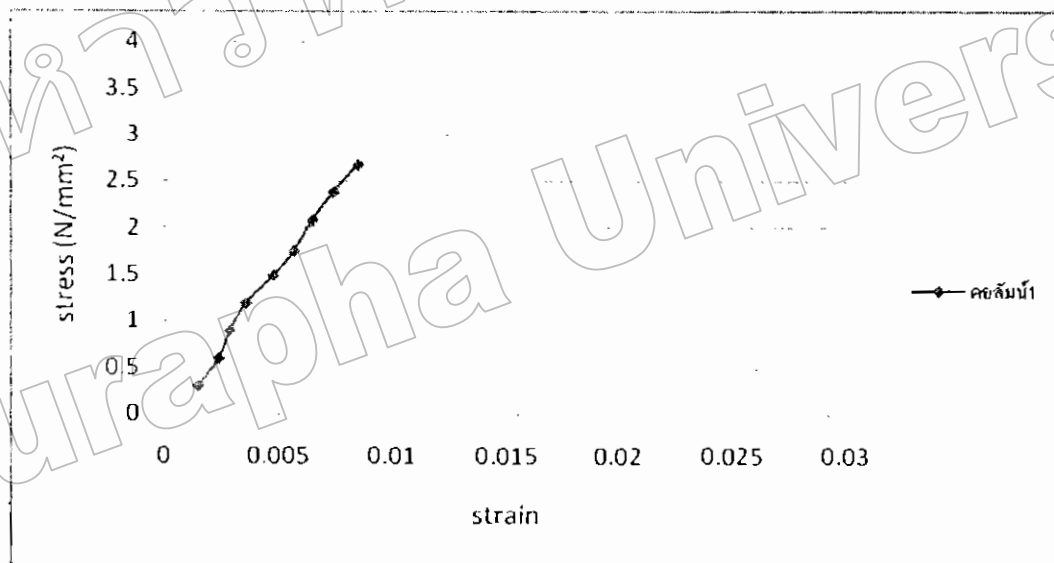


รูปที่ 16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

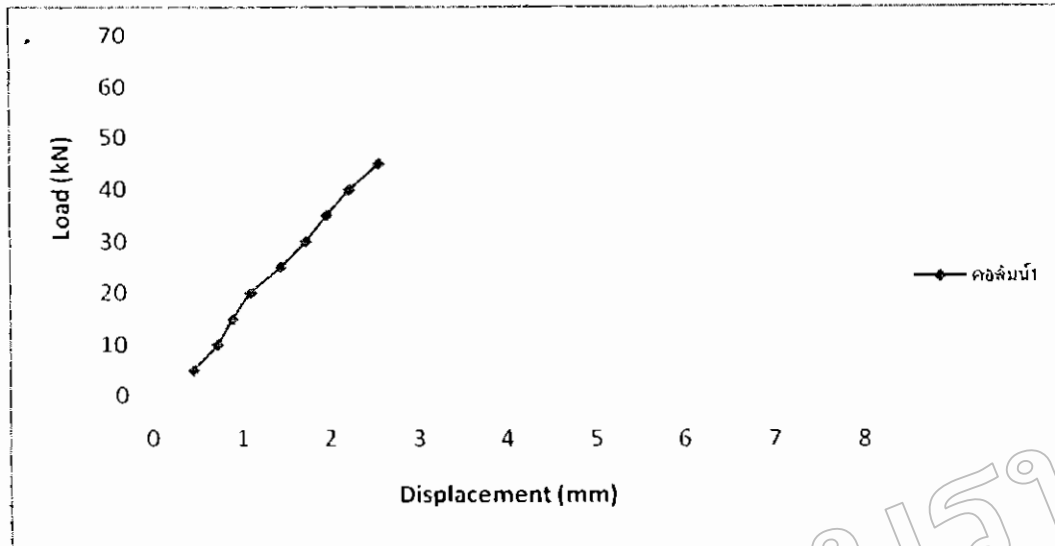
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University



PB-2B/M <sub>2</sub> /1-03			
Load (kN)	Stress (ksc)	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.45	0.0015
10	0.595	0.72	0.0024
15	0.892	0.89	0.0029
20	1.190	1.10	0.0036
25	1.488	1.44	0.0048
30	1.785	1.72	0.0057
35	2.083	1.96	0.0065
40	2.380	2.22	0.0074
45	2.678	2.55	0.0085



รูปที่ 17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



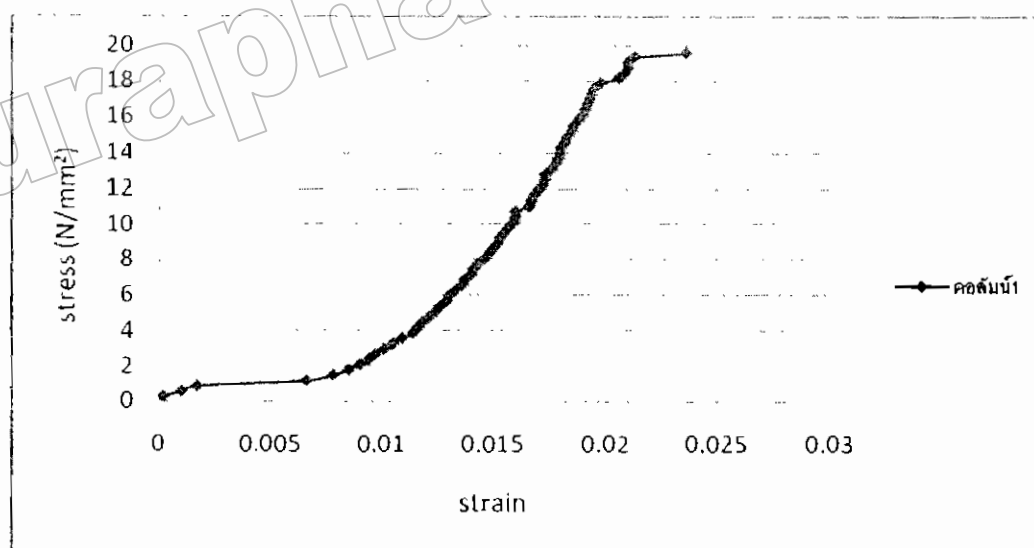
รูปที่ 18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์บอร์ดาร์ที่ 4 เซนติเมตร

**ตารางที่** ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลฉนวน โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อ ความหนา 1 ซม.  
จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

PB-F/M <sub>1</sub> /1-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.08	0.0002
10	0.595	0.32	0.0010
15	0.892	0.51	0.0017
20	1.190	2.00	0.0066
25	1.488	2.35	0.0078
30	1.785	2.55	0.0085
35	2.083	2.72	0.0090
40	2.380	2.83	0.0094
45	2.678	2.92	0.0097
50	2.976	3.05	0.0101
55	3.273	3.15	0.0105
60	3.571	3.28	0.0109
65	3.869	3.42	0.0114
70	4.166	3.50	0.0116
75	4.464	3.56	0.0118
80	4.761	3.64	0.0121
85	5.059	3.72	0.0124
90	5.357	3.80	0.0126
95	5.654	3.88	0.0129
100	5.952	3.92	0.0130
105	6.250	4.00	0.0133
110	6.547	4.10	0.0136
115	6.845	4.12	0.0137
120	7.142	4.20	0.0140
125	7.440	4.25	0.0141

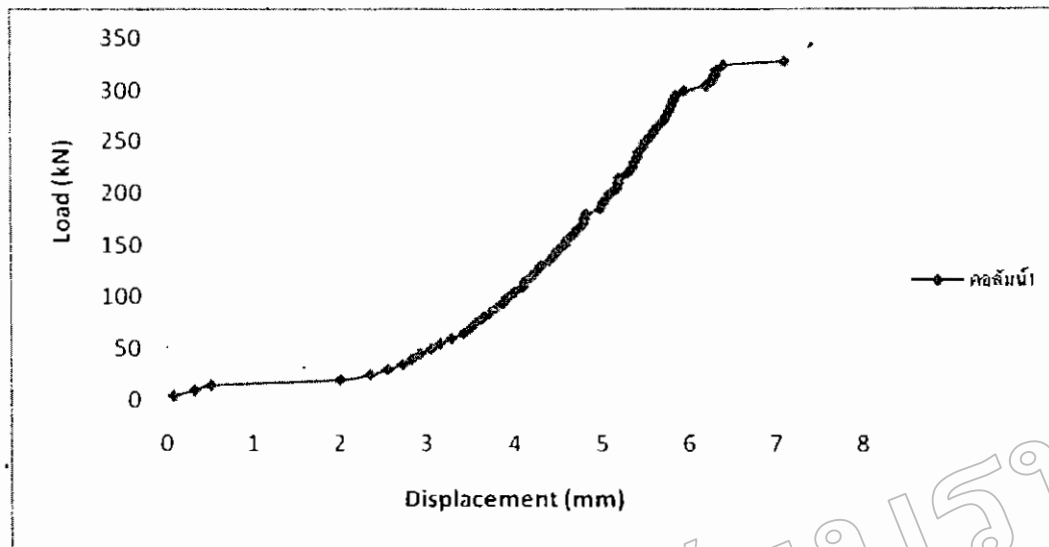
PB-F/M <sub>p</sub> /1-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
130	7.738	4.30	0.0143
135	8.035	4.40	0.0146
140	8.333	4.45	0.0148
145	8.630	4.50	0.0150
150	8.928	4.57	0.0152
155	9.226	4.60	0.0153
160	9.523	4.67	0.0155
165	9.821	4.72	0.0157
170	10.119	4.79	0.0159
175	10.416	4.80	0.0160
180	10.714	4.82	0.0160
185	11.011	4.98	0.0166
190	11.309	5.01	0.0167
195	11.607	5.05	0.0168
200	11.904	5.10	0.0170
205	12.202	5.17	0.0172
210	12.500	5.19	0.0173
215	12.797	5.20	0.0173
220	13.095	5.30	0.0176
225	13.392	5.35	0.0178
230	13.690	5.37	0.0179
235	13.988	5.41	0.0180
240	14.285	5.42	0.0180
245	14.583	5.47	0.0182
250	14.880	5.50	0.0183
255	15.178	5.55	0.0185
260	15.476	5.60	0.0186

265	15.773	5.64	0.0188
PB-F/M <sub>1</sub> /1-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
270	16.071	5.70	0.0190
275	16.369	5.74	0.0191
280	16.666	5.77	0.0192
285	16.964	5.80	0.0193
290	17.261	5.82	0.0194
295	17.559	5.85	0.0195
300	17.857	5.95	0.0198
305	18.154	6.20	0.0206
310	18.452	6.27	0.0209
315	18.750	6.30	0.0210
320	19.047	6.32	0.0210
325	19.345	6.40	0.0213
328.7	19.565	7.10	0.0236



รูปที่ 19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ

(Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



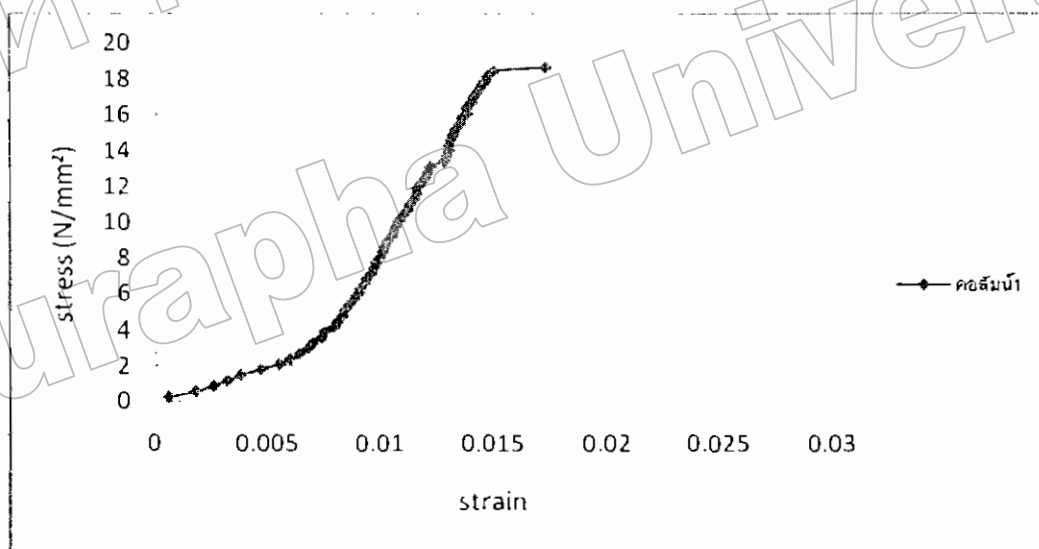
รูปที่ 20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกั้นเฟงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

PB-F/M <sub>1</sub> /1-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.20	0.0006
10	0.595	0.55	0.0018
15	0.892	0.80	0.0026
20	1.190	0.97	0.0032
25	1.488	1.14	0.0038
30	1.785	1.42	0.0047
35	2.083	1.65	0.0055
40	2.380	1.80	0.0060
45	2.678	1.92	0.0064
50	2.976	2.05	0.0068
55	3.273	2.12	0.0070
60	3.571	2.22	0.0074
65	3.869	2.27	0.0075
70	4.166	2.38	0.0079
75	4.464	2.43	0.0081
80	4.761	2.50	0.0083
85	5.059	2.54	0.0084
90	5.357	2.60	0.0086
95	5.654	2.65	0.0088
100	5.952	2.70	0.0090
105	6.250	2.75	0.0091
110	6.547	2.80	0.0093
115	6.845	2.82	0.0094
120	7.142	2.88	0.0096
125	7.440	2.93	0.0097
130	7.738	2.95	0.0098
135	8.035	3.01	0.0100

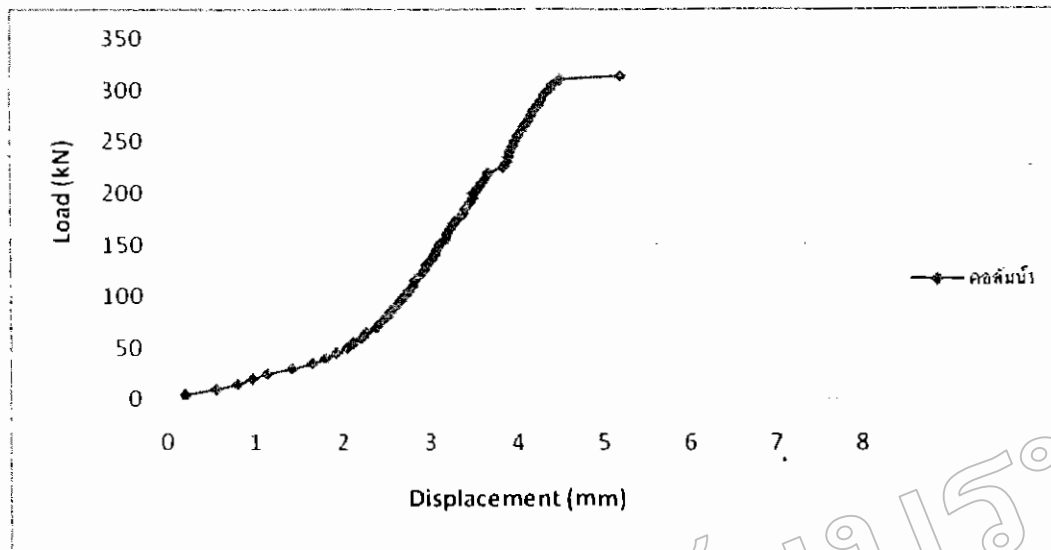
140	8.333	3.05	0.0101
PB-F/M <sub>r</sub> /1-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
145	8.630	3.07	0.0102
150	8.928	3.11	0.0103
155	9.226	3.17	0.0105
160	9.523	3.19	0.0106
165	9.821	3.22	0.0107
170	10.119	3.26	0.0108
175	10.416	3.31	0.0110
180	10.714	3.38	0.0112
185	11.011	3.40	0.0113
190	11.309	3.45	0.0115
195	11.607	3.49	0.0116
200	11.904	3.50	0.0116
205	12.202	3.55	0.0118
210	12.500	3.60	0.0120
215	12.797	3.65	0.0121
220	13.095	3.67	0.0122
225	13.392	3.84	0.0128
230	13.690	3.89	0.0129
235	13.988	3.90	0.0130
240	14.285	3.92	0.0130
245	14.583	3.95	0.0131
250	14.880	3.98	0.0132
255	15.178	4.01	0.0133
260	15.476	4.05	0.0135
265	15.773	4.09	0.0136
270	16.071	4.14	0.0138



275	16.369	4.17	0.0136
280	16.666	4.20	0.0140
PB-F/M <sub>1</sub> /1-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
285	16.964	4.25	0.0141
290	17.261	4.29	0.0143
295	17.559	4.32	0.0144
300	17.857	4.38	0.0146
305	18.154	4.42	0.0147
310	18.452	4.50	0.0150
313.4	18.654	5.20	0.0173



รูปที่ 21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร

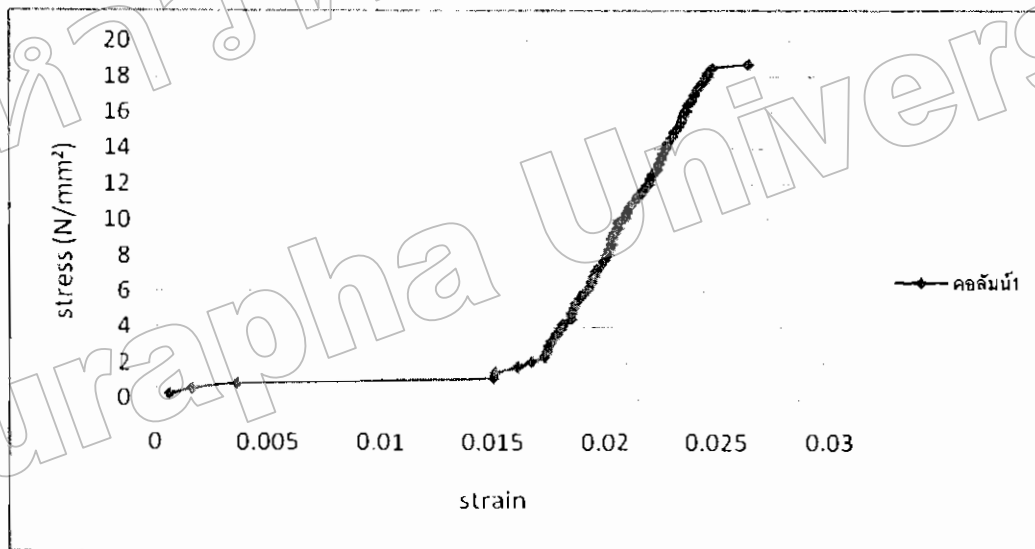


รูปที่ 22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์บอร์ดาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร

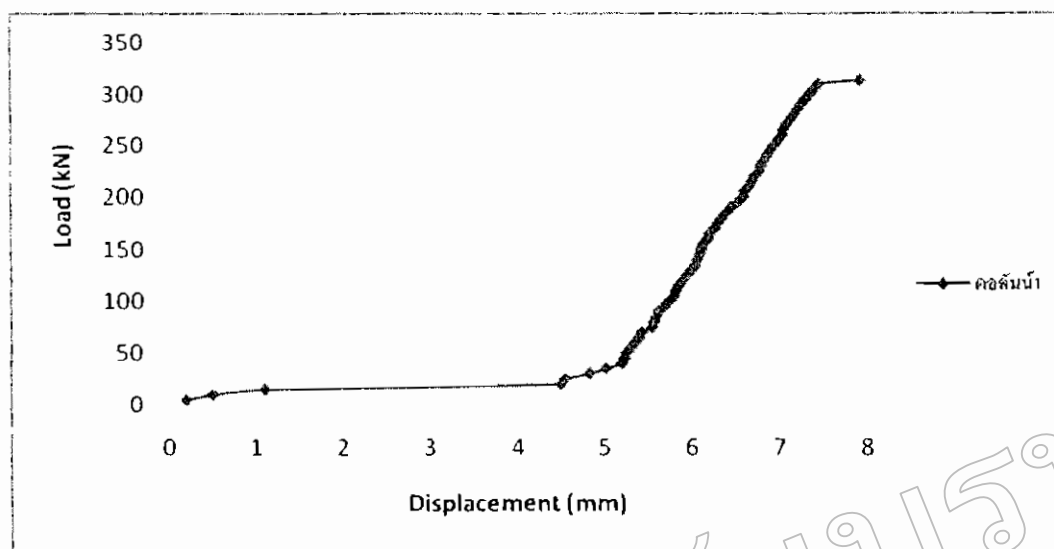
PB-F/M <sub>1</sub> /1-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.20	0.0006
10	0.595	0.50	0.0016
15	0.892	1.10	0.0036
20	1.190	4.50	0.0150
25	1.488	4.55	0.0151
30	1.785	4.83	0.0161
35	2.083	5.02	0.0167
40	2.380	5.20	0.0173
45	2.678	5.23	0.0174
50	2.976	5.25	0.0175
55	3.273	5.30	0.0176
60	3.571	5.35	0.0178
65	3.869	5.40	0.0180
70	4.166	5.43	0.0181
75	4.464	5.55	0.0185
80	4.761	5.57	0.0185
85	5.059	5.60	0.0186
90	5.357	5.62	0.0187
95	5.654	5.69	0.0189
100	5.952	5.74	0.0191
105	6.250	5.80	0.0193
110	6.547	5.82	0.0194
115	6.845	5.85	0.0195
120	7.142	5.90	0.0196
125	7.440	5.95	0.0198
130	7.738	6.00	0.0200
135	8.035	6.05	0.0201

140	8.333	6.07	0.0202
PB-F/M <sub>1</sub> /1-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
145	8.630	6.09	0.0203
150	8.928	6.11	0.0203
155	9.226	6.14	0.0204
160	9.523	6.19	0.0206
165	9.821	6.20	0.0206
170	10.119	6.27	0.0209
175	10.416	6.30	0.0210
180	10.714	6.35	0.0211
185	11.011	6.40	0.0213
190	11.309	6.45	0.0215
195	11.607	6.53	0.0217
200	11.904	6.59	0.0219
205	12.202	6.60	0.0220
210	12.500	6.65	0.0221
215	12.797	6.69	0.0223
220	13.095	6.72	0.0224
225	13.392	6.77	0.0225
230	13.690	6.79	0.0226
235	13.988	6.82	0.0227
240	14.285	6.86	0.0228
245	14.583	6.90	0.0230
250	14.880	6.94	0.0231
255	15.178	6.99	0.0233
260	15.476	7.04	0.0234
265	15.773	7.05	0.0235
270	16.071	7.08	0.0236

275 .	16.369	7.13	0.0237
280	16.666	7.17	0.0239
PB-F/M <sub>1</sub> /1-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
285	16.964	7.21	0.0240
290	17.261	7.25	0.0241
295	17.559	7.30	0.0243
300	17.857	7.35	0.0245
305	18.154	7.40	0.0246
310	18.452	7.45	0.0248
315	18.654	7.92	0.0264



รูปที่ 23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ 1 เซนติเมตร



รูปที่ 24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

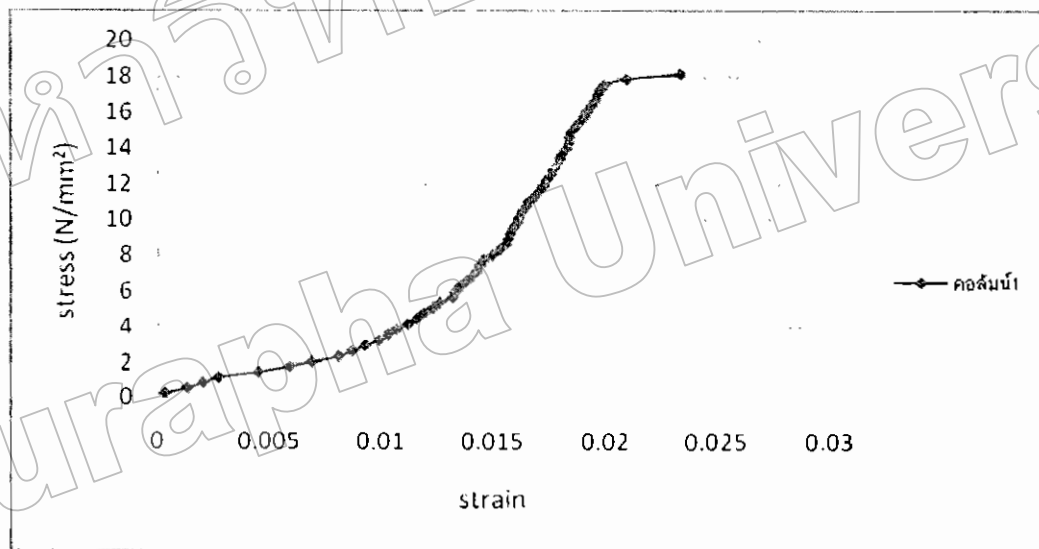
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-F/M <sub>2</sub> /I-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.10	0.0003
10	0.595	0.39	0.0013
15	0.892	0.60	0.0020
20	1.190	0.82	0.0027
25	1.488	1.35	0.0045
30	1.785	1.78	0.0059
35	2.083	2.09	0.0069
40	2.380	2.44	0.0081
45	2.678	2.61	0.0087
50	2.976	2.80	0.0093
55	3.273	2.97	0.0099
60	3.571	3.11	0.0103
65	3.869	3.21	0.0107
70	4.166	3.37	0.0112
75	4.464	3.49	0.0116
80	4.761	3.57	0.0119
85	5.059	3.69	0.0123
90	5.357	3.78	0.0126
95	5.654	3.97	0.0132
100	5.952	4.01	0.0133
105	6.250	4.07	0.0135
110	6.547	4.15	0.0138
115	6.845	4.23	0.0141
120	7.142	4.29	0.0143
125	7.440	4.32	0.0144
130	7.738	4.40	0.0146
135	8.035	4.52	0.0150

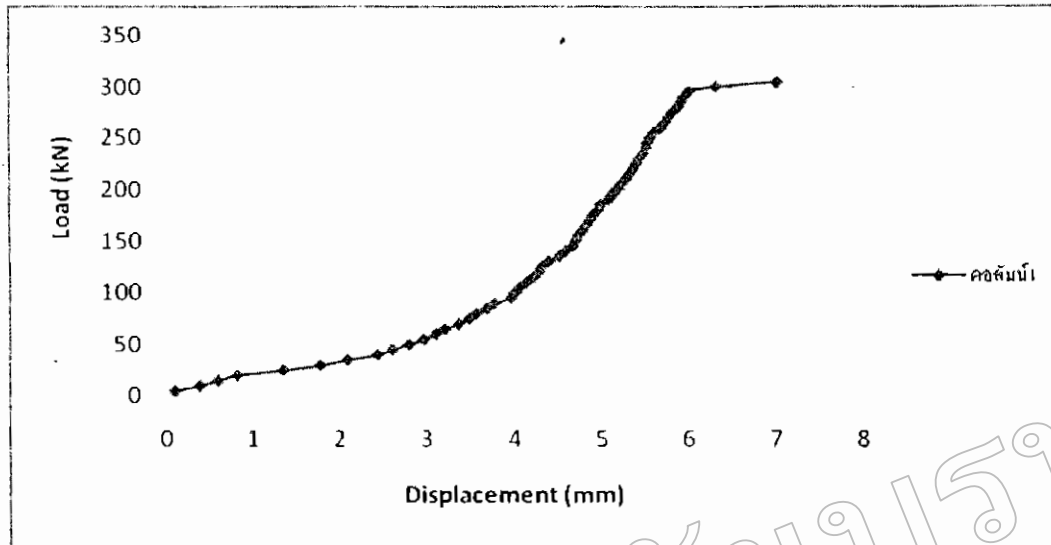
140	8.333	4.59	0.0153
PB-F/M <sub>2</sub> /1-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
145	8.630	4.68	0.0156
150	8.928	4.71	0.0157
155	9.226	4.74	0.0158
160	9.523	4.79	0.0159
165	9.821	4.83	0.0161
170	10.119	4.87	0.0162
175	10.416	4.91	0.0163
180	10.714	4.97	0.0165
185	11.011	4.99	0.0166
190	11.309	5.09	0.0169
195	11.607	5.14	0.0171
200	11.904	5.19	0.0173
205	12.202	5.23	0.0174
210	12.500	5.29	0.0176
215	12.797	5.33	0.0177
220	13.095	5.37	0.0179
225	13.392	5.41	0.0180
230	13.690	5.44	0.0181
235	13.988	5.49	0.0183
240	14.285	5.52	0.0184
245	14.583	5.53	0.0184
250	14.880	5.57	0.0185
255	15.178	5.61	0.0187
260	15.476	5.69	0.0189
265	15.773	5.74	0.0191
270	16.071	5.78	0.0192



275	16.369	5.82	0.0194
280	16.666	5.89	0.0196
PB-F/M <sub>2</sub> /1-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
285	16.964	5.92	0.0197
290	17.261	5.95	0.0198
295	17.559	6.01	0.0200
300	17.857	6.32	0.0210
304.8	18.142	7.02	0.0234



รูปที่ 25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



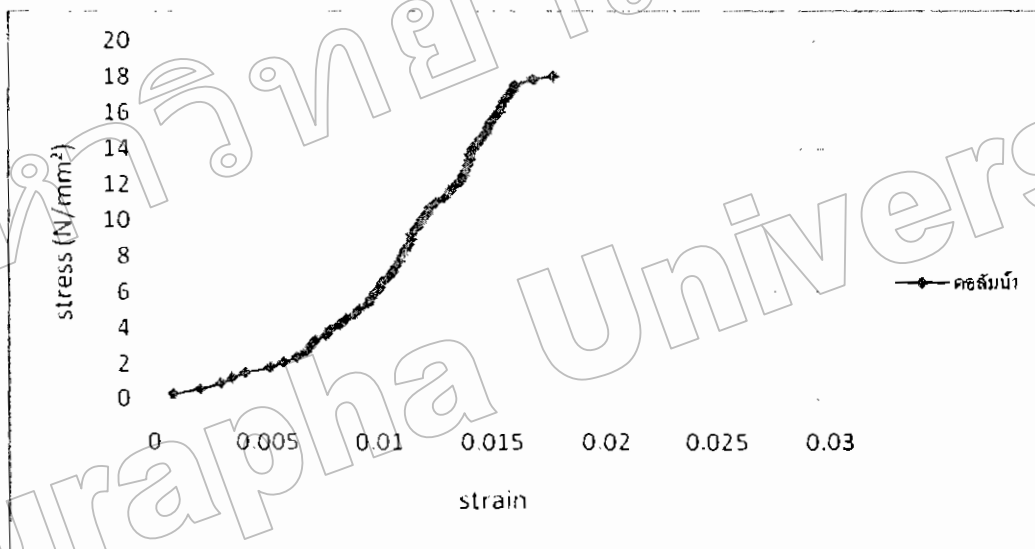
รูปที่ 26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

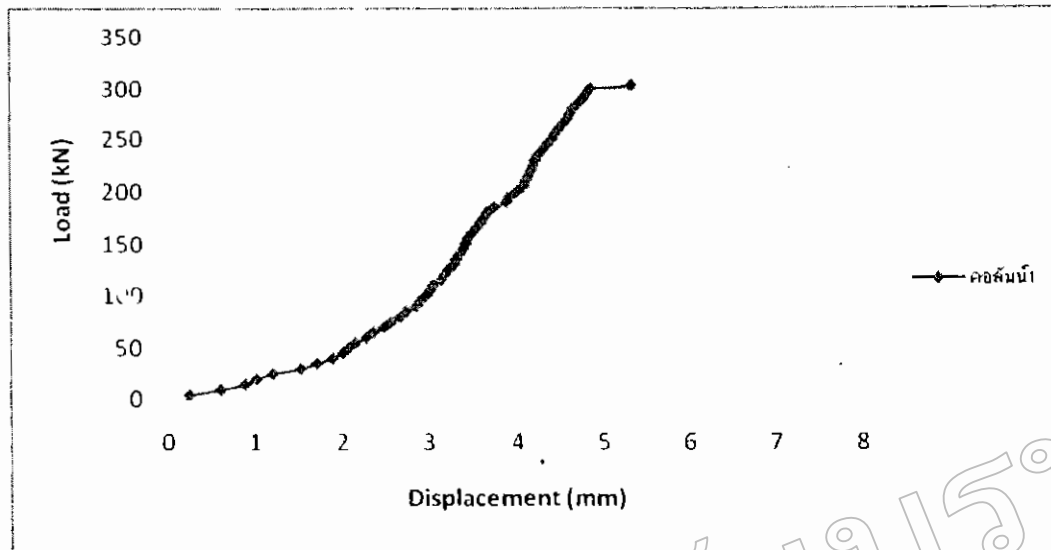
PB-F/M <sub>2</sub> /1-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.25	0.0008
10	0.595	0.61	0.0020
15	0.892	0.89	0.0029
20	1.190	1.02	0.0034
25	1.488	1.21	0.0040
30	1.785	1.53	0.0051
35	2.083	1.71	0.0057
40	2.380	1.89	0.0063
45	2.678	2.01	0.0067
50	2.976	2.07	0.0069
55	3.273	2.15	0.0071
60	3.571	2.28	0.0076
65	3.869	2.36	0.0078
70	4.166	2.48	0.0082
75	4.464	2.56	0.0085
80	4.761	2.67	0.0089
85	5.059	2.73	0.0091
90	5.357	2.85	0.0095
95	5.654	2.90	0.0096
100	5.952	2.96	0.0098
105	6.250	3.01	0.0100
110	6.547	3.04	0.0101
115	6.845	3.14	0.0104
120	7.142	3.18	0.0106
125	7.440	3.22	0.0107
130	7.738	3.29	0.0109
135	8.035	3.31	0.0110

140	8.333	3.35	0.0111
PB-F/M <sub>2</sub> /1-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
145	8.630	3.39	0.0113
150	8.928	3.42	0.0114
155	9.226	3.44	0.0114
160	9.523	3.49	0.0116
165	9.821	3.54	0.0118
170	10.119	3.59	0.0119
175	10.416	3.63	0.0121
180	10.714	3.67	0.0122
185	11.011	3.75	0.0125
190	11.309	3.89	0.0129
195	11.607	3.93	0.0131
200	11.904	4.01	0.0133
205	12.202	4.08	0.0136
210	12.500	4.11	0.0137
215	12.797	4.14	0.0138
220	13.095	4.17	0.0139
225	13.392	4.20	0.0140
230	13.690	4.22	0.0140
235	13.988	4.25	0.0141
240	14.285	4.31	0.0143
245	14.583	4.36	0.0145
250	14.880	4.41	0.0147
255	15.178	4.45	0.0148
260	15.476	4.49	0.0149
265	15.773	4.54	0.0151
270	16.071	4.59	0.0153

275	16.369	4.62	0.0154
280	16.666	4.65	0.0155
PB-F/M <sub>2</sub> /1-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
285	16.964	4.71	0.0157
290	17.261	4.77	0.0159
295	17.559	4.82	0.0160
300	17.857	4.86	0.0168
303.3	18.053	5.33	0.0177



รูปที่ 27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



รูปที่ 28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

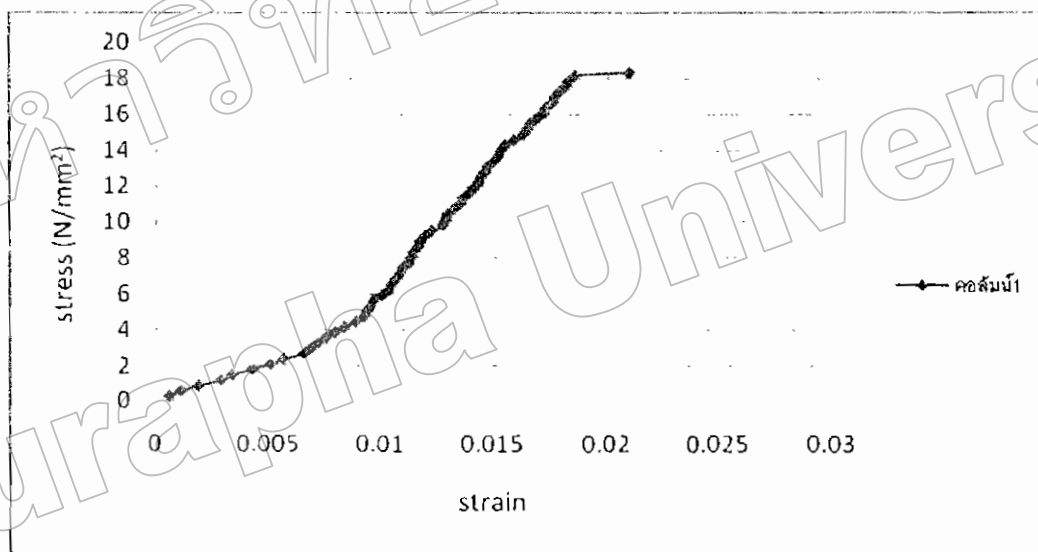
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-F/M <sub>2</sub> /1-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.19	0.0006
10	0.595	0.33	0.0011
15	0.892	0.57	0.0019
20	1.190	0.89	0.0029
25	1.488	1.02	0.0034
30	1.785	1.31	0.0043
35	2.083	1.53	0.0051
40	2.380	1.72	0.0057
45	2.678	1.98	0.0066
50	2.976	2.07	0.0069
55	3.273	2.18	0.0072
60	3.571	2.29	0.0076
65	3.869	2.41	0.0080
70	4.166	2.53	0.0084
75	4.464	2.68	0.0089
80	4.761	2.79	0.0093
85	5.059	2.83	0.0094
90	5.357	2.89	0.0096
95	5.654	2.93	0.0097
100	5.952	3.03	0.0101
105	6.250	3.12	0.0104
110	6.547	3.16	0.0105
115	6.845	3.22	0.0107
120	7.142	3.27	0.0109
125	7.440	3.31	0.0110
130	7.738	3.39	0.0113
135	8.035	3.42	0.0114

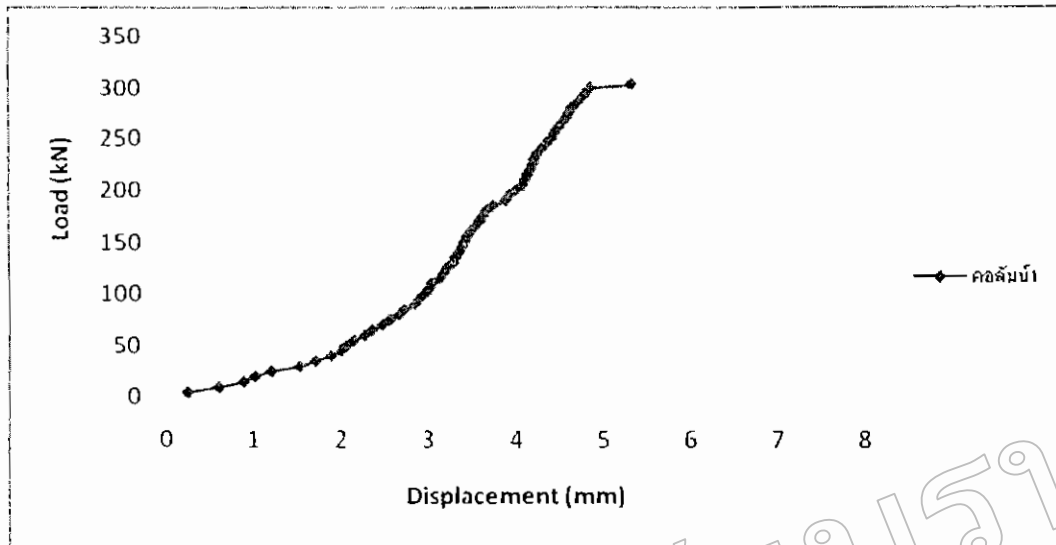
140	8.333	3.46	0.0115
PB-F/M <sub>2</sub> /1-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
145	8.630	3.52	0.0117
150	8.928	3.55	0.0118
155	9.226	3.62	0.0120
160	9.523	3.71	0.0123
165	9.821	3.85	0.0128
170	10.119	3.89	0.0129
175	10.416	3.92	0.0130
180	10.714	3.99	0.0133
185	11.011	4.08	0.0136
190	11.309	4.13	0.0137
195	11.607	4.21	0.0140
200	11.904	4.26	0.0142
205	12.202	4.32	0.0144
210	12.500	4.35	0.0145
215	12.797	4.41	0.0147
220	13.095	4.46	0.0148
225	13.392	4.53	0.0151
230	13.690	4.59	0.0153
235	13.988	4.63	0.0154
240	14.285	4.68	0.0156
245	14.583	4.81	0.0160
250	14.880	4.92	0.0164
255	15.178	4.98	0.0166
260	15.476	5.03	0.0167
265	15.773	5.12	0.0170
270	16.071	5.19	0.0173



275	16.369	5.24	0.0174
280	16.666	5.31	0.0177
PB-F/M <sub>2</sub> /I-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
285	16.964	5.36	0.0178
290	17.261	5.42	0.0180
295	17.559	5.49	0.0183
300	17.857	5.53	0.0184
305	18.154	5.61	0.0187
307.8	18.321	6.35	0.0211



รูปที่ 29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

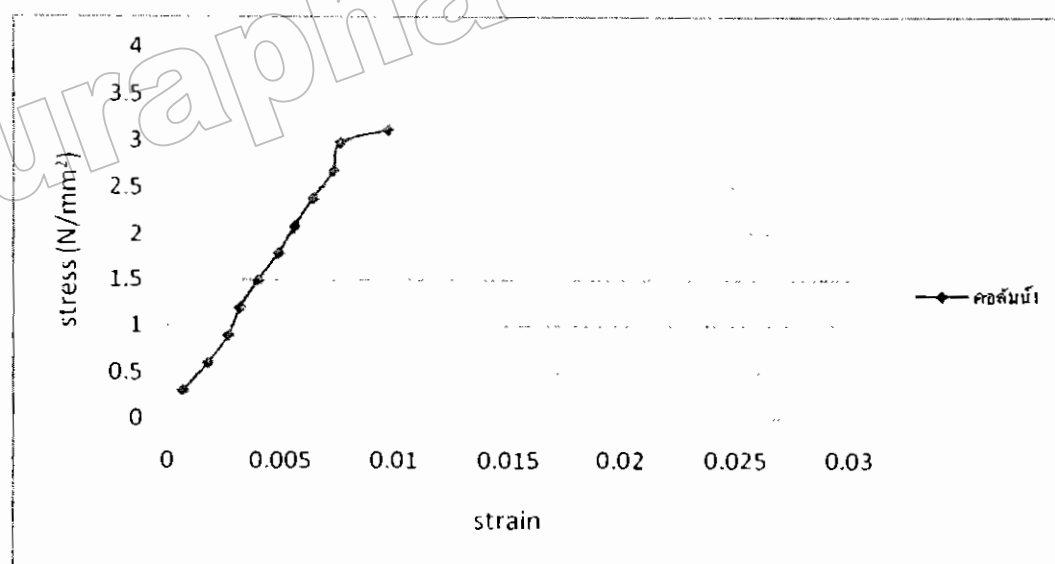


รูปที่ 30 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

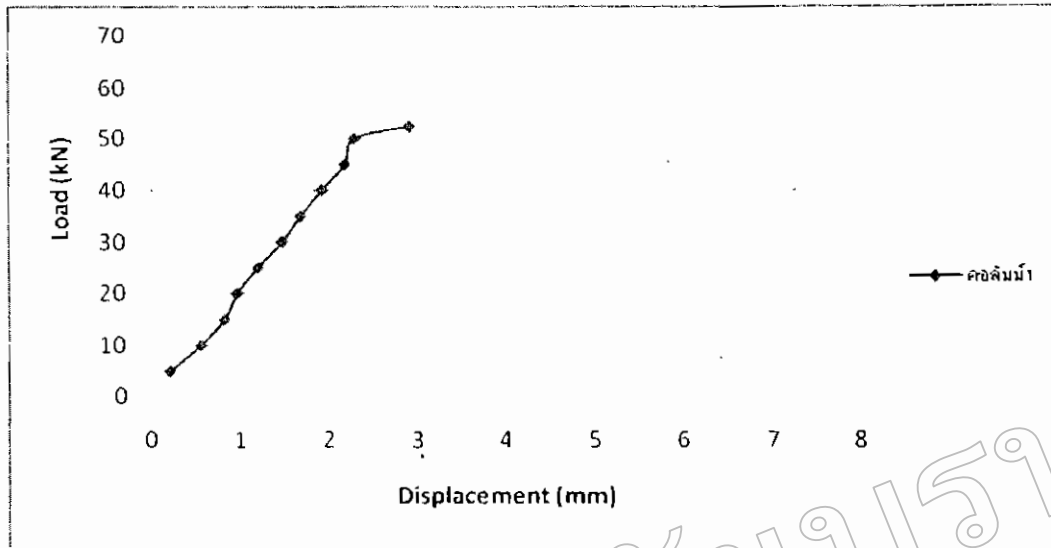
**ตารางที่** ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลฉนวน โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อ ความหนา 1 ซม.

จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

PB-4H/M <sub>1</sub> /1-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.21	0.0007
10	0.595	0.56	0.0018
15	0.892	0.83	0.0027
20	1.190	0.97	0.0032
25	1.488	1.21	0.0040
30	1.785	1.48	0.0049
35	2.083	1.69	0.0056
40	2.380	1.93	0.0064
45	2.678	2.19	0.0073
50	2.976	2.30	0.0076
52.3	3.113	2.92	0.0097



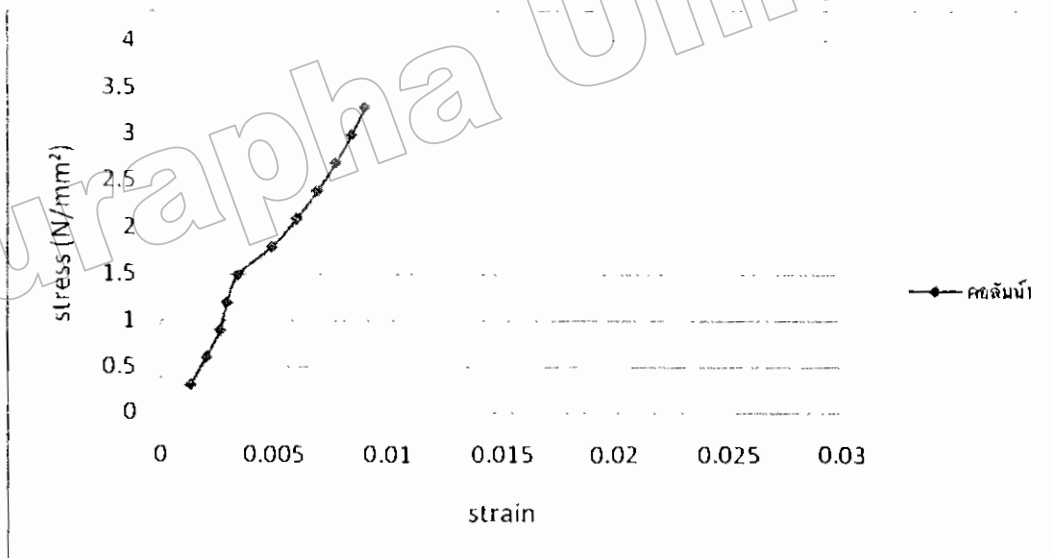
รูปที่ 31 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



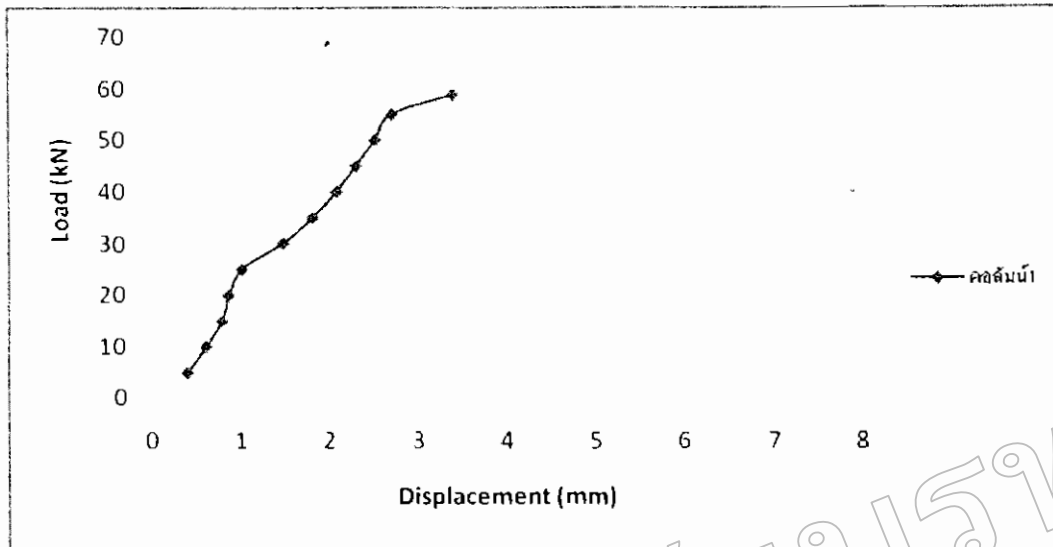
รูปที่ 31 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-4H/M <sub>1</sub> /1-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.40	0.0013
10	0.595	0.61	0.0020
15	0.892	0.79	0.0026
20	1.190	0.87	0.0029
25	1.488	1.02	0.0034
30	1.785	1.49	0.0049
35	2.083	1.82	0.0060
40	2.380	2.09	0.0069
45	2.678	2.31	0.0077
50	2.976	2.52	0.0084
55	3.273	2.71	0.0090
58.8	3.500	3.39	0.0113



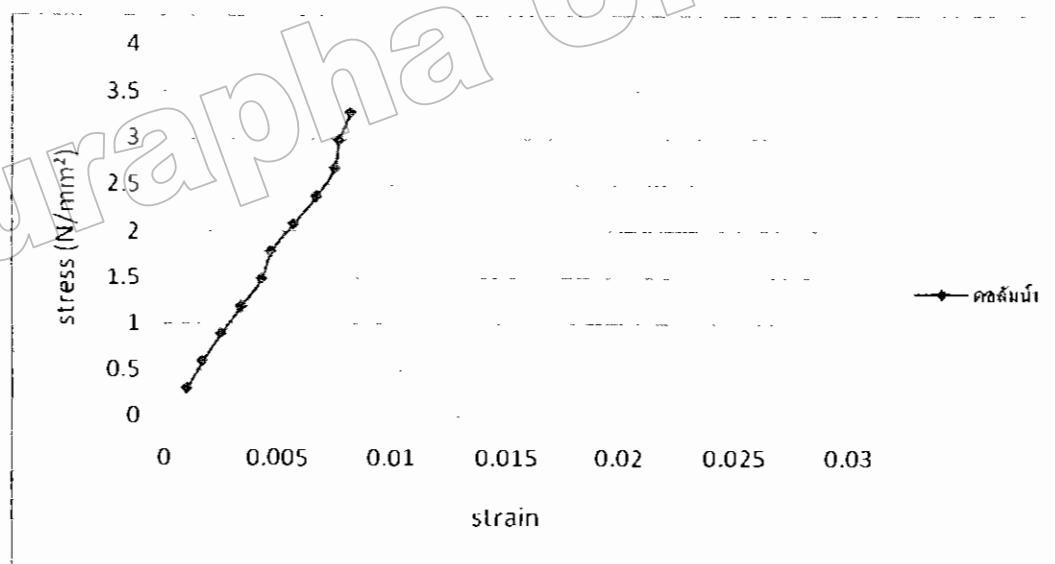
รูปที่ 33 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



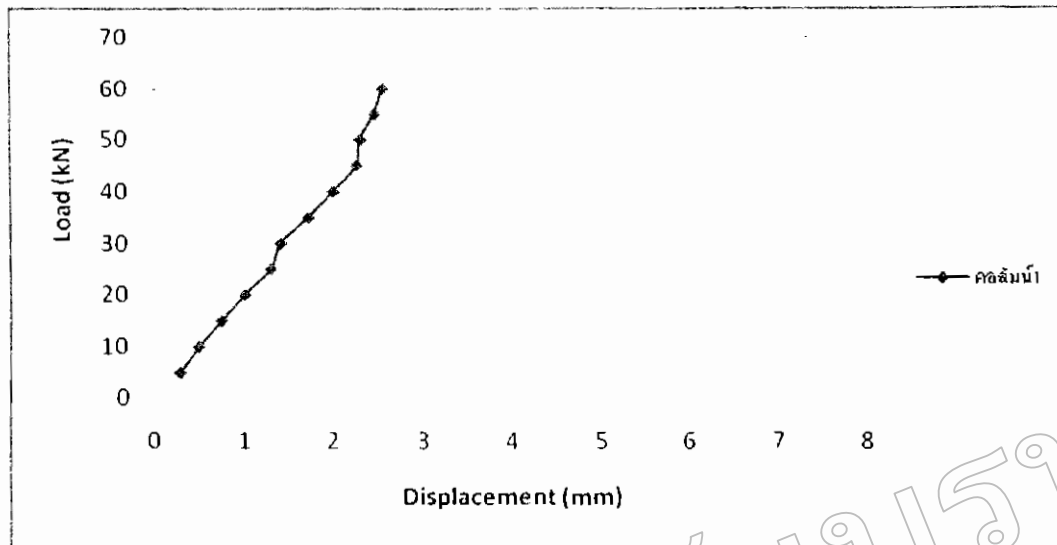
รูปที่ 34 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-4H/M <sub>1</sub> /1-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.30	0.0010
10	0.595	0.51	0.0017
15	0.892	0.76	0.0025
20	1.190	1.02	0.0034
25	1.488	1.31	0.0043
30	1.785	1.42	0.0047
35	2.083	1.73	0.0057
40	2.380	2.01	0.0067
45	2.678	2.27	0.0075
50	2.976	2.31	0.0077
55	3.273	2.47	0.0082
60	3.571	2.56	0.0085
63.4	3.773	3.42	0.0114



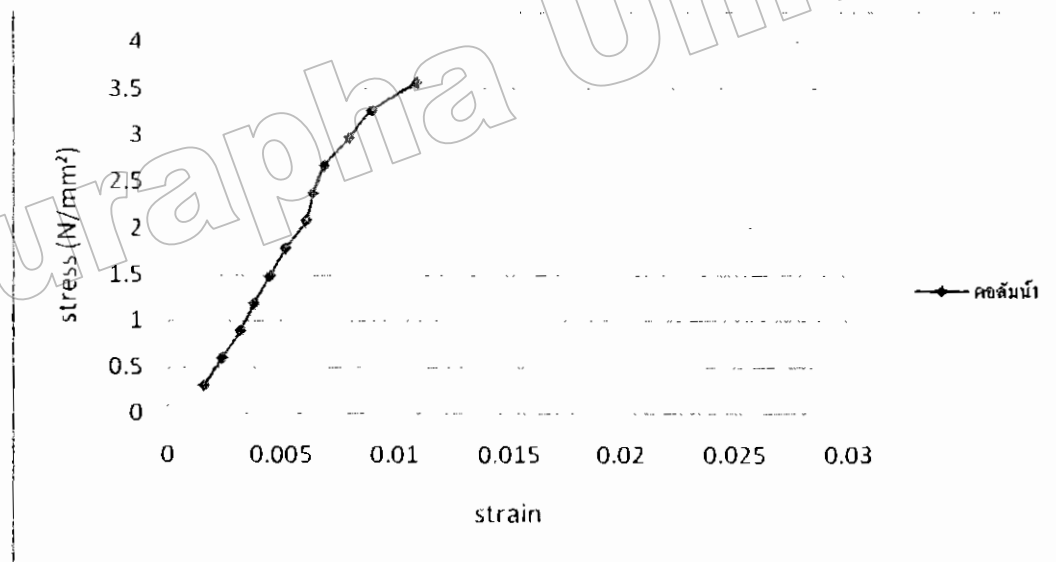
รูปที่ 35 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



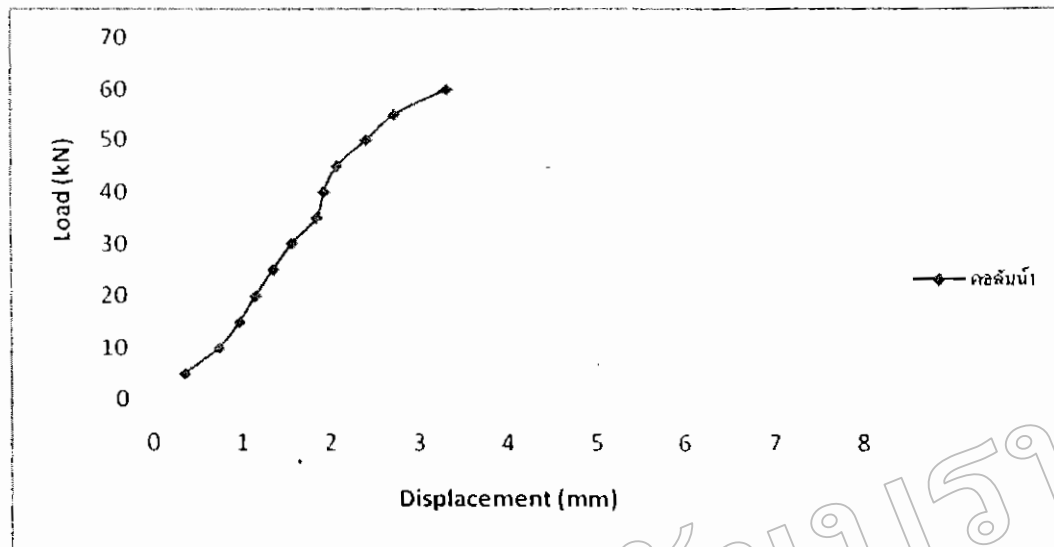
รูปที่ 36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของค้ำแขงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



PB-4H/M <sub>2</sub> /1-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.35	0.0016
10	0.595	0.74	0.0024
15	0.892	0.97	0.0032
20	1.190	1.15	0.0038
25	1.488	1.35	0.0045
30	1.785	1.56	0.0052
35	2.083	1.84	0.0061
40	2.380	1.92	0.0064
45	2.678	2.07	0.0069
50	2.976	2.40	0.0080
55	3.273	2.72	0.0090
60	3.571	3.31	0.0110

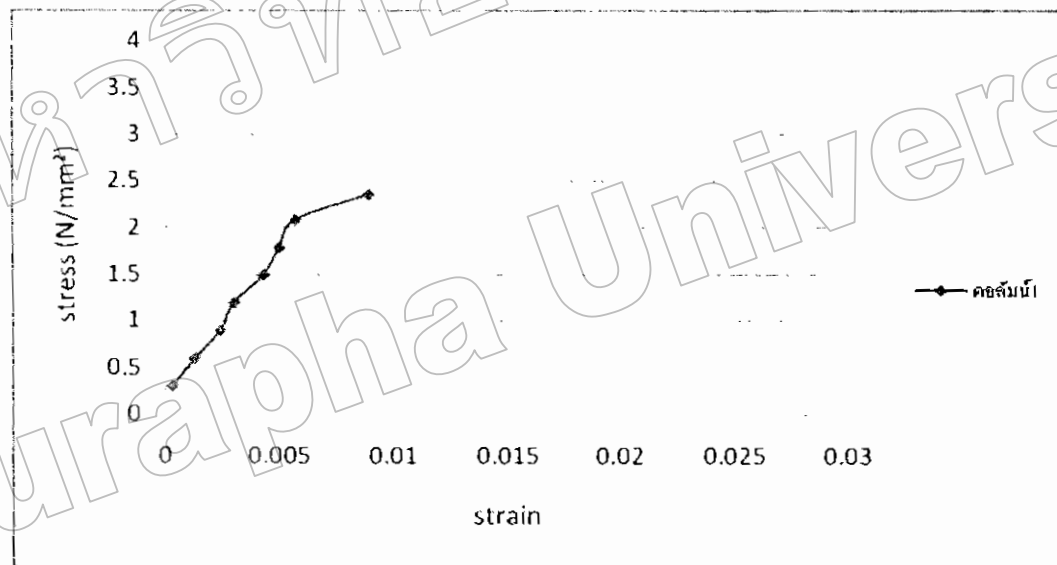


รูปที่ 37 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลัก (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ต้าร์ที่ 1 เซ็นติเมตร

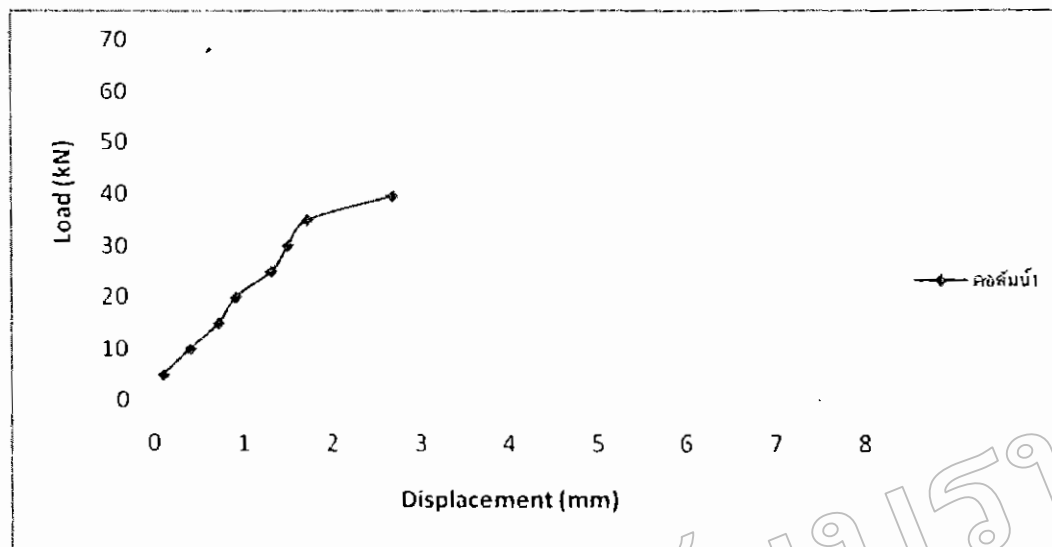


รูปที่ 38 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

PB-4H/M <sub>2</sub> /1-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.10	0.0003
10	0.595	0.40	0.0013
15	0.892	0.72	0.0024
20	1.190	0.91	0.0030
25	1.488	1.31	0.0043
30	1.785	1.50	0.0050
35	2.083	1.72	0.0057
39.6	2.357	2.68	0.0089



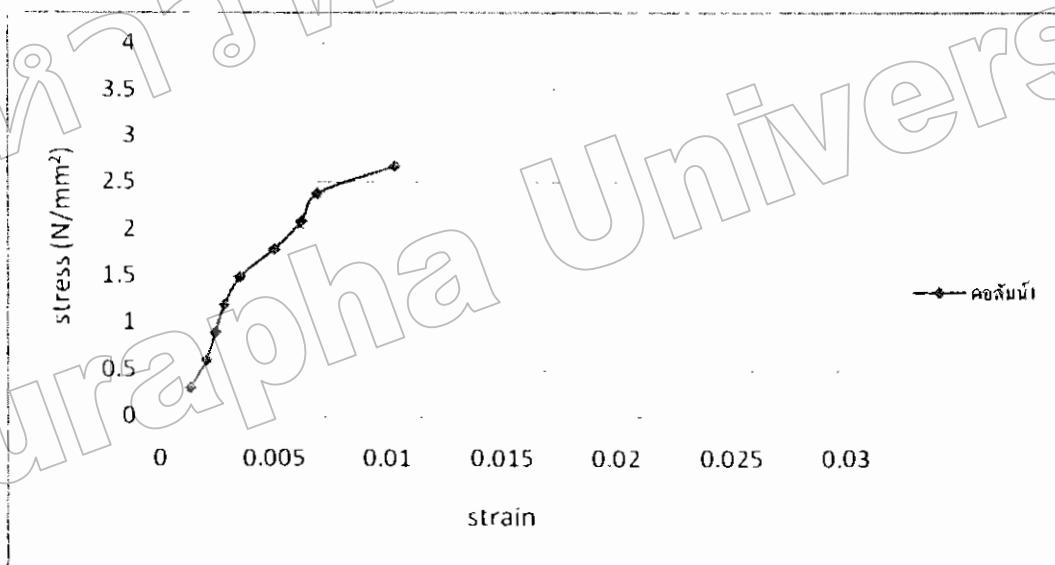
รูปที่ 39 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



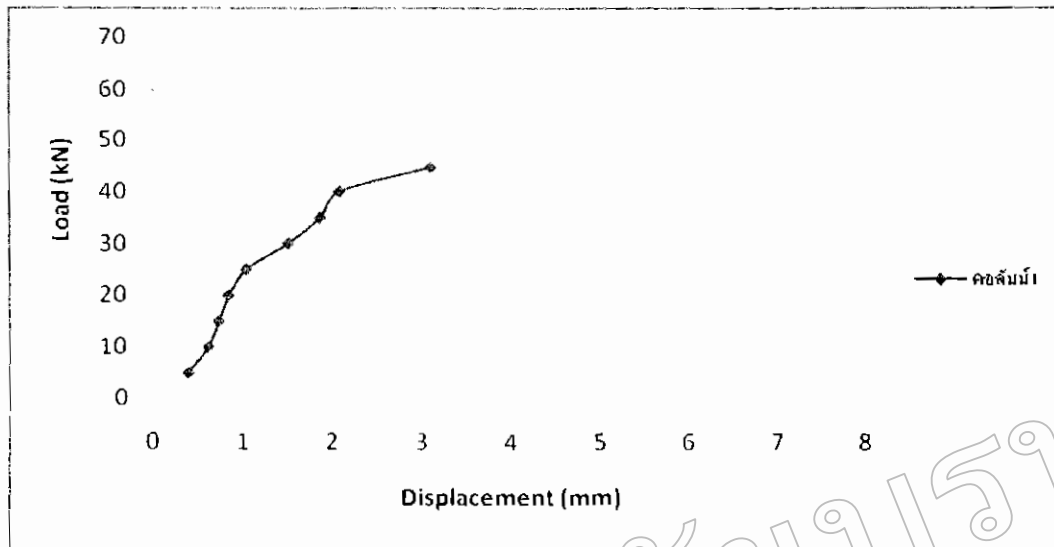
รูปที่ 40 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของค้ำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-4H/M <sub>2</sub> /1-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.40	0.0013
10	0.595	0.62	0.0020
15	0.892	0.74	0.0024
20	1.190	0.85	0.0028
25	1.488	1.05	0.0035
30	1.785	1.52	0.0050
35	2.083	1.87	0.0062
40	2.380	2.09	0.0069
44.7	2.678	3.91	0.0103



รูปที่ 41 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

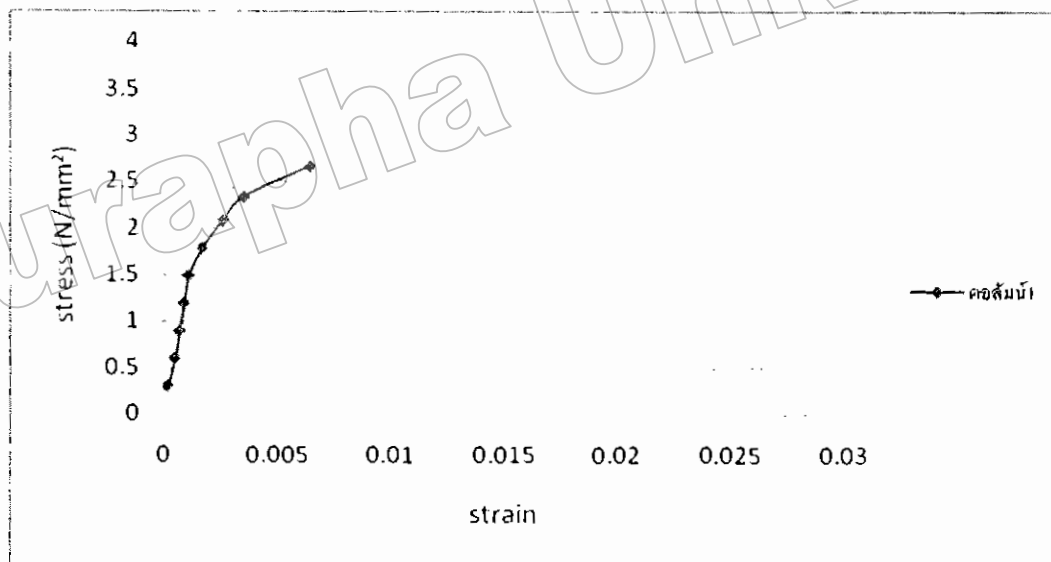


รูปที่ 42 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์อร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

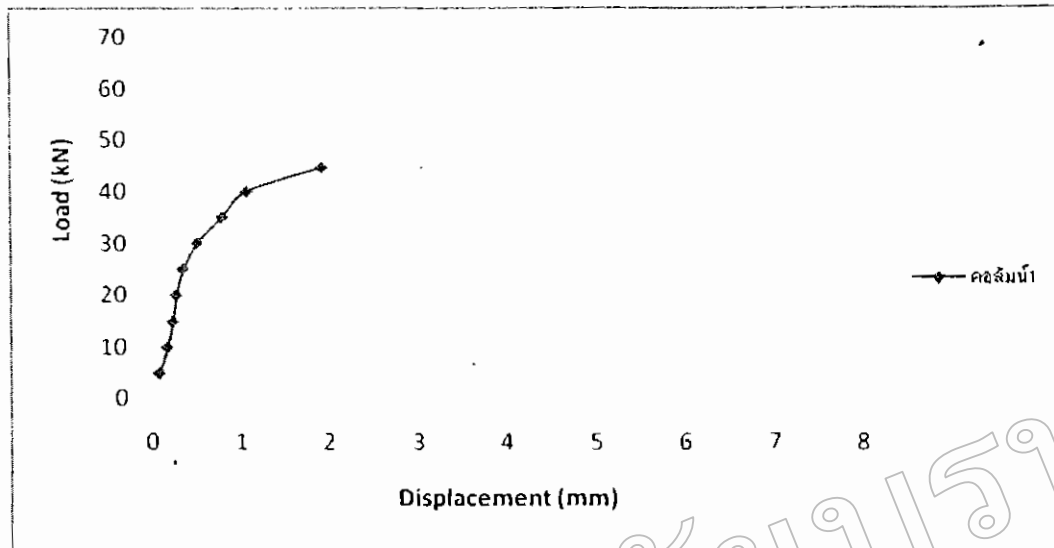
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

**ตารางที่ 1** ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลฉนวน 2 รูลายข้าง โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์เดี่ยวผสมเอง ความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

PB-2H/M <sub>1</sub> /1.5-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.08	0.0002
10	0.595	0.17	0.0005
15	0.892	0.23	0.0007
20	1.190	0.27	0.0009
25	1.488	0.35	0.0011
30	1.785	0.51	0.0017
35	2.083	0.79	0.0026
40	2.333	1.07	0.0035
44.7	2.660	1.92	0.0064



รูปที่ 43 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

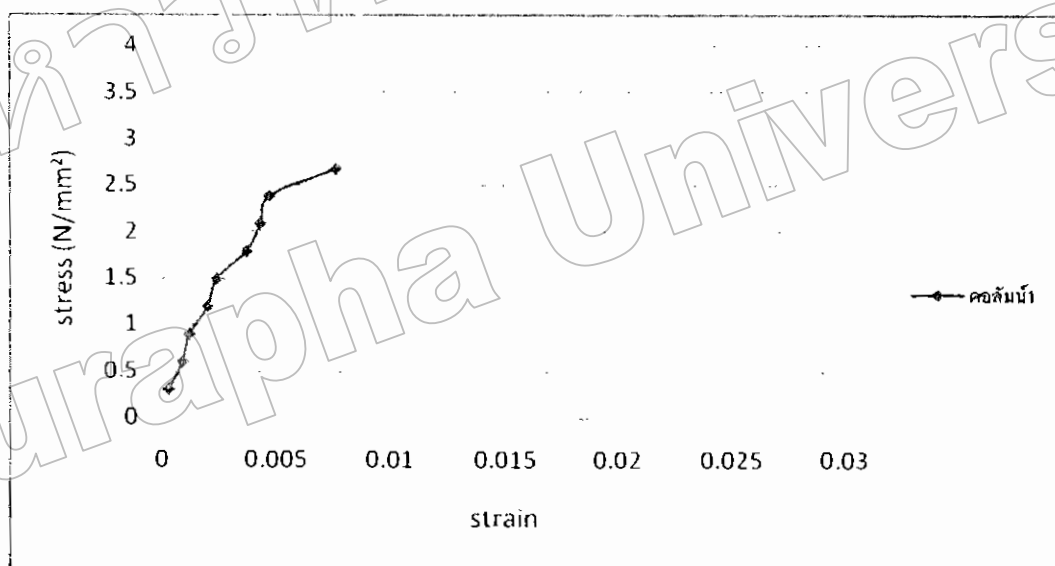


รูปที่ 44 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับน้ำ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

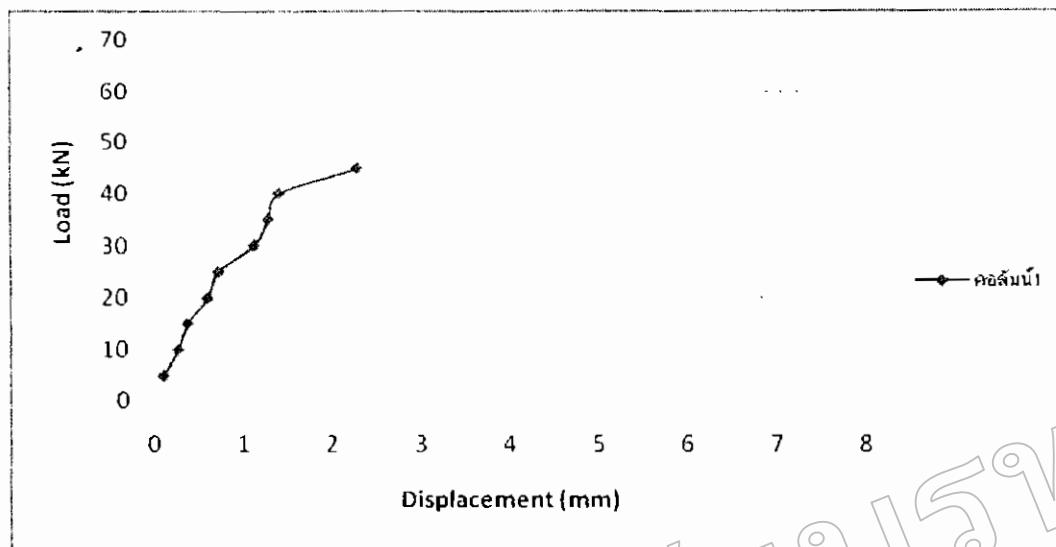


PB-2H/M <sub>1</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.11	0.0003
10	0.595	0.27	0.0009
15	0.892	0.38	0.0012
20	1.190	0.61	0.0020
25	1.488	0.73	0.0024
30	1.785	1.13	0.0037
35	2.083	1.29	0.0043
40	2.380	1.41	0.0047
44.9	2.672	2.28	0.0076



รูปที่ 45 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ

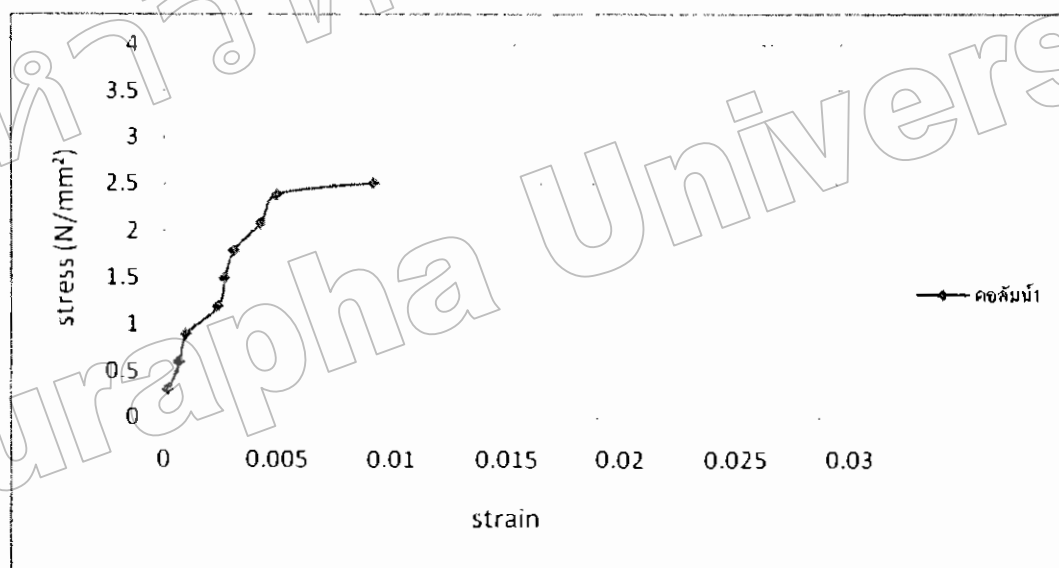
(Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



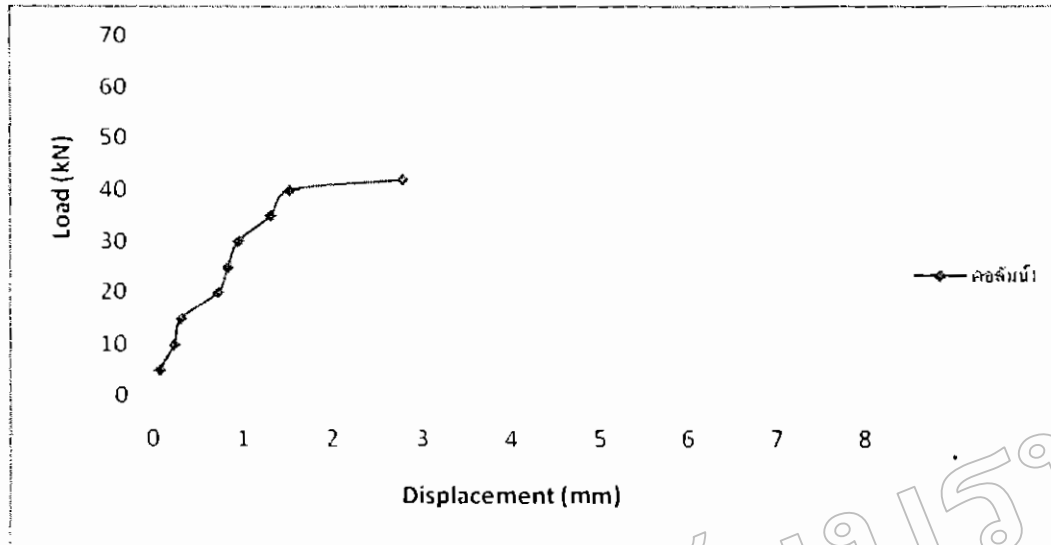
รูปที่ 46 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-2H/M <sub>1</sub> /1.5-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.07	0.0002
10	0.595	0.23	0.0007
15	0.892	0.31	0.0010
20	1.190	0.72	0.0024
25	1.488	0.83	0.0027
30	1.785	0.95	0.0031
35	2.083	1.31	0.0043
40	2.380	1.52	0.0050
42.1	2.505	2.78	0.0092

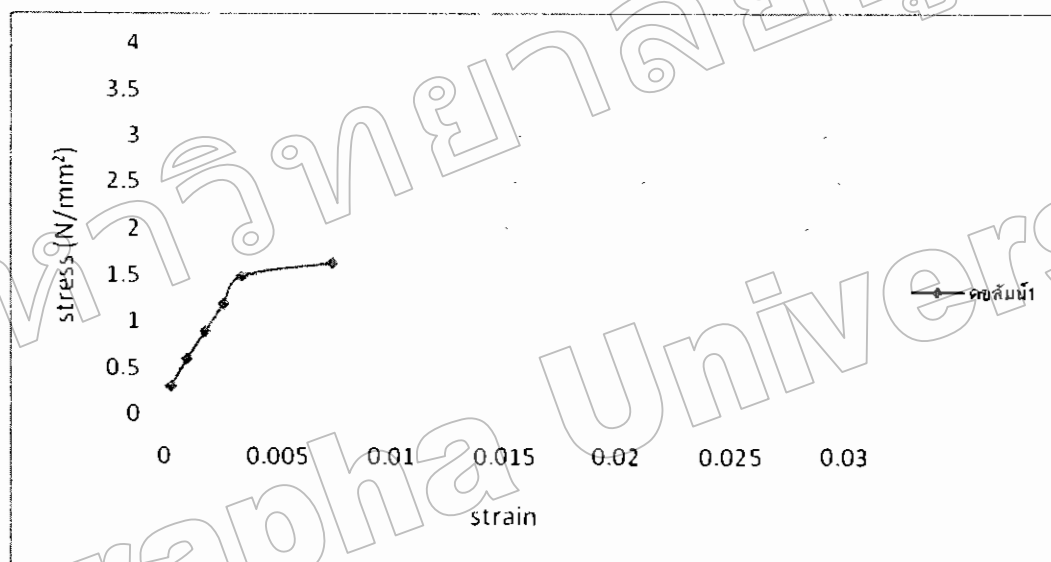


รูปที่ 47 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

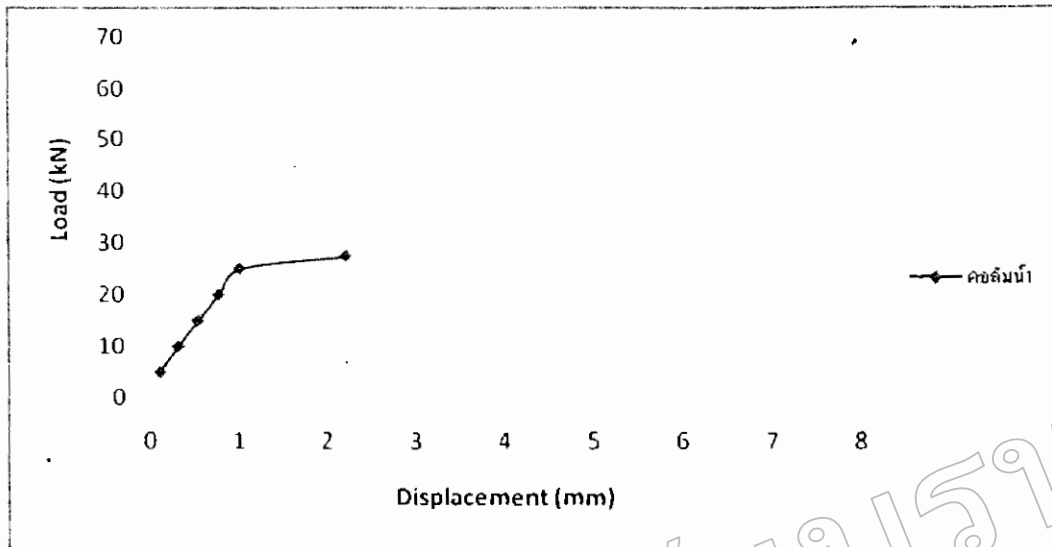


รูปที่ 48 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

PB-2H/M <sub>2</sub> /1.5-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.11	0.0003
10	0.595	0.32	0.0010
15	0.892	0.54	0.0018
20	1.190	0.78	0.0026
25	1.488	1.02	0.0034
27.4	1.630	2.22	0.0074

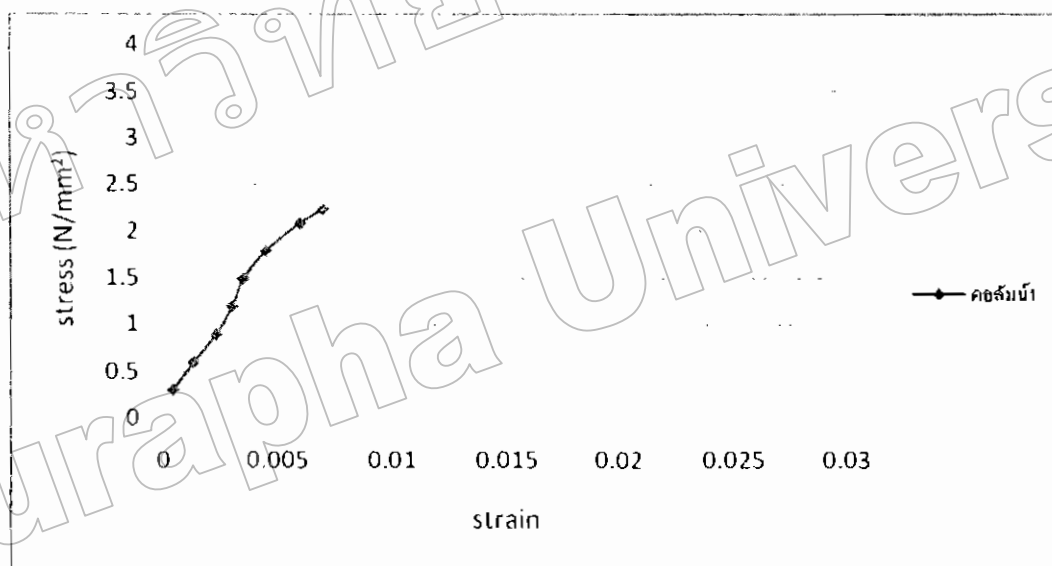


รูปที่ 49 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

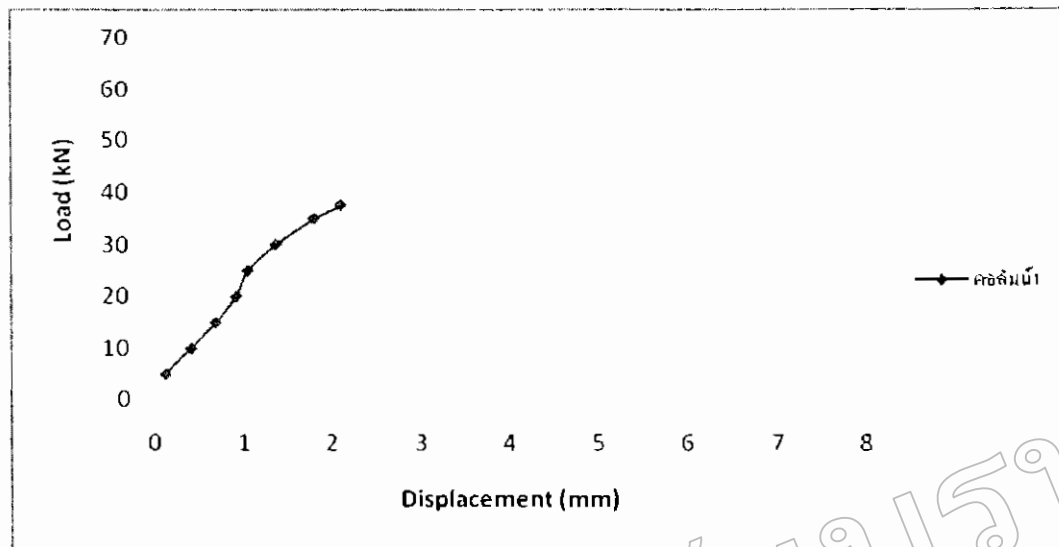


รูปที่ 50 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

PB-2H/M <sub>2</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.12	0.0004
10	0.595	0.41	0.0013
15	0.892	0.69	0.0023
20	1.190	0.92	0.0030
25	1.488	1.05	0.0035
30	1.785	1.37	0.0045
35	2.083	1.80	0.0060
37.5	2.232	2.10	0.0070



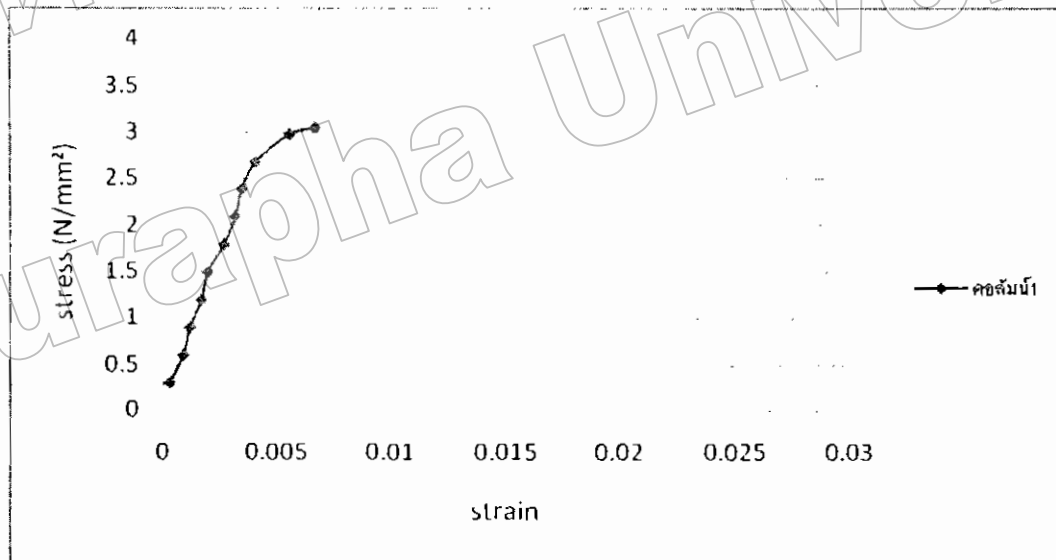
รูปที่ 51 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



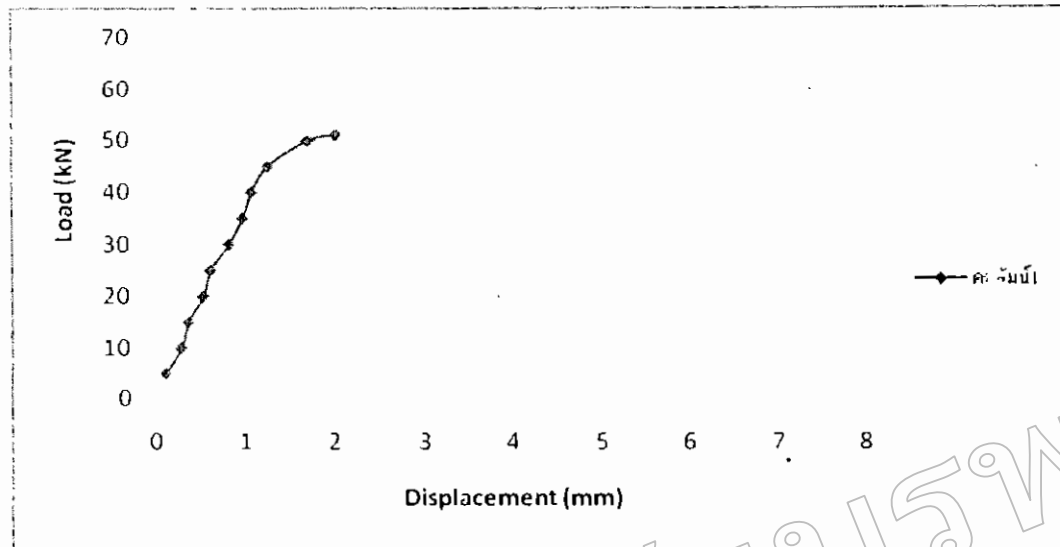
รูปที่ 52 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



PB-2H/M <sub>2</sub> /1.5-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.11	0.0003
10	0.595	0.28	0.0009
15	0.892	0.36	0.0012
20	1.190	0.53	0.0017
25	1.488	0.61	0.0020
30	1.785	0.82	0.0027
35	2.083	0.97	0.0032
40	2.380	1.07	0.0035
45	2.678	1.25	0.0041
50	2.976	1.70	0.0056
51.2	3.047	2.01	0.0067



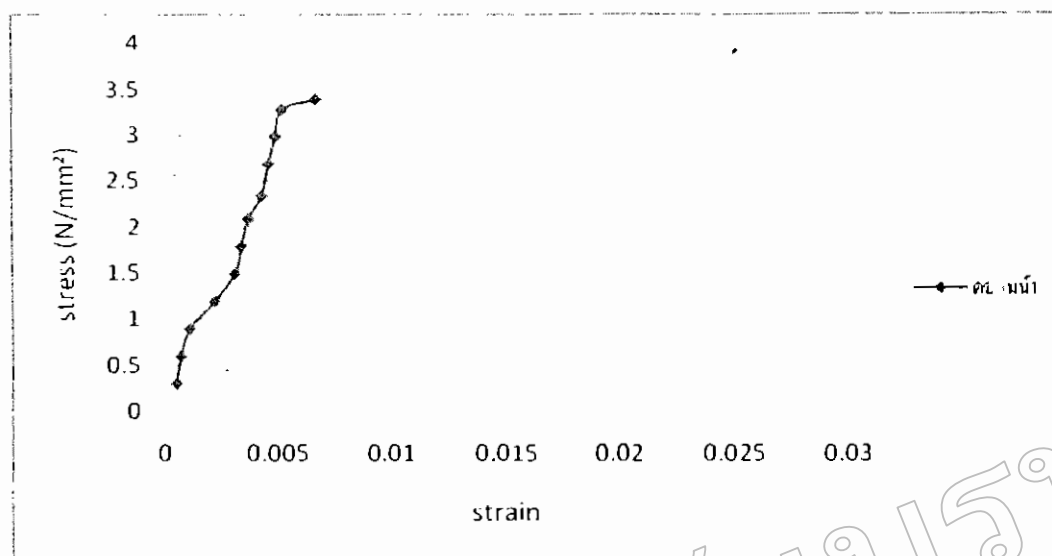
รูปที่ 53 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



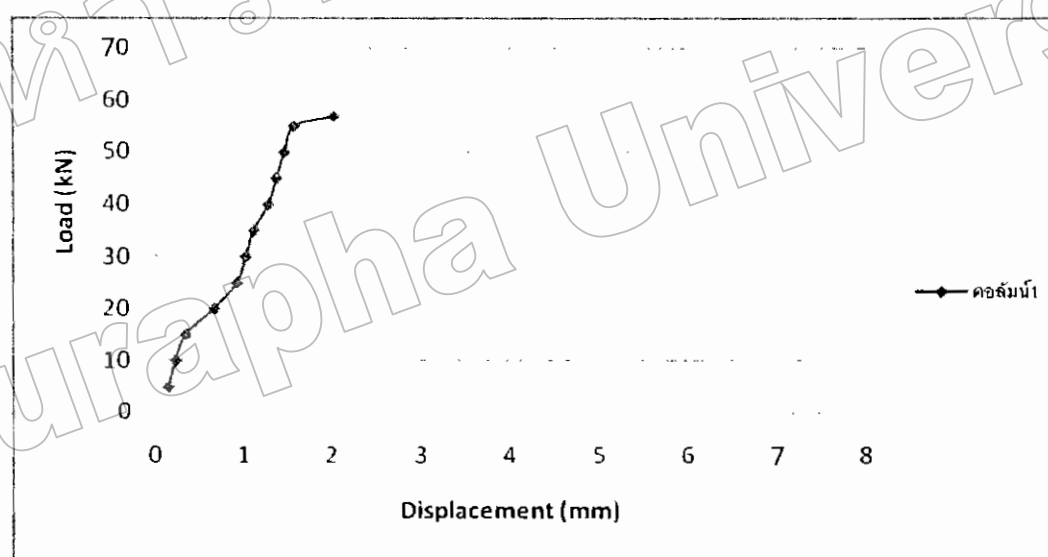
รูปที่ 54 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

ตารางที่ 54 ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลเบา 2 รูใหญ่ โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อผสมเอง  
ความหนา 1.5 ซม. จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

PB-2B/M <sub>r</sub> /1.5-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.15	0.0005
10	0.595	0.23	0.0007
15	0.892	0.35	0.0011
20	1.190	0.67	0.0022
25	1.488	0.93	0.0031
30	1.785	1.03	0.0034
35	2.083	1.12	0.0037
40	2.333	1.29	0.0043
45	2.678	1.38	0.0046
50	2.976	1.47	0.0049
55	3.273	1.58	0.0052
56.9	3.386	2.03	0.0067

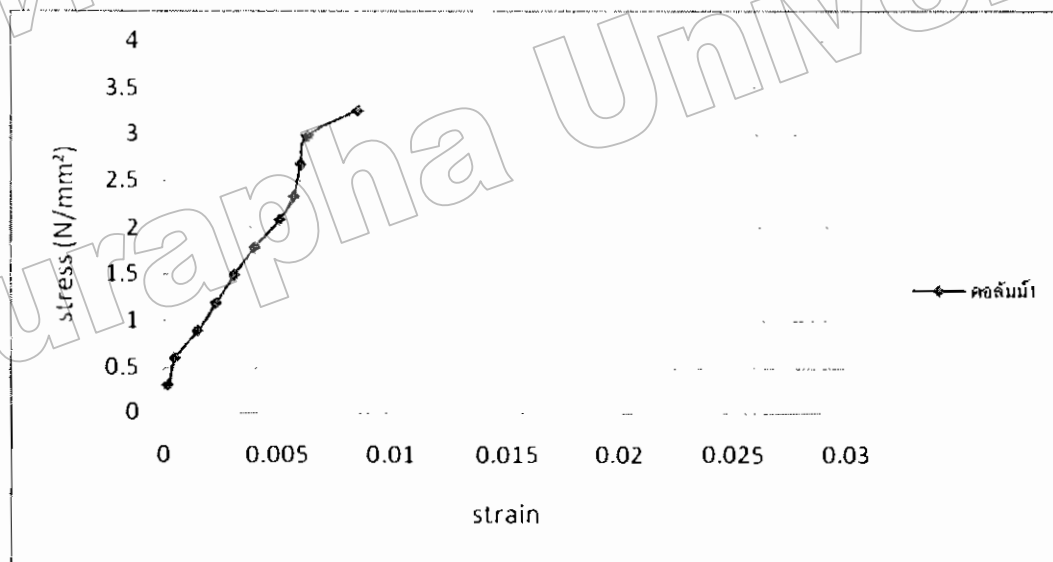


รูปที่ 55 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

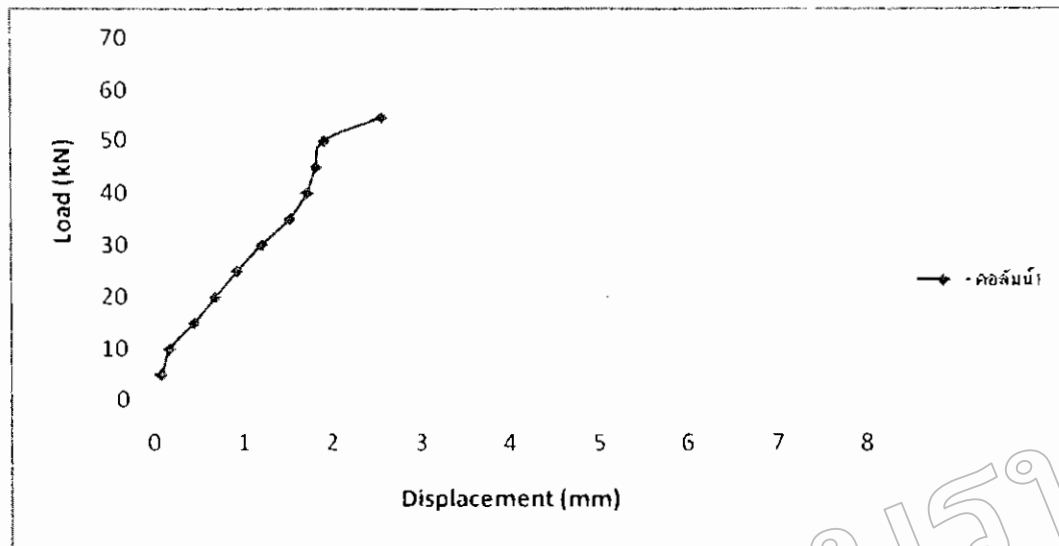


รูปที่ 56 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

PB-2B/M <sub>1</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.08	0.0002
10	0.595	0.17	0.0005
15	0.892	0.45	0.0015
20	1.190	0.69	0.0023
25	1.488	0.93	0.0031
30	1.785	1.21	0.0040
35	2.083	1.53	0.0051
40	2.333	1.72	0.0057
45	2.678	1.82	0.0060
50	2.976	1.91	0.0063
54.6	3.250	2.56	0.0085

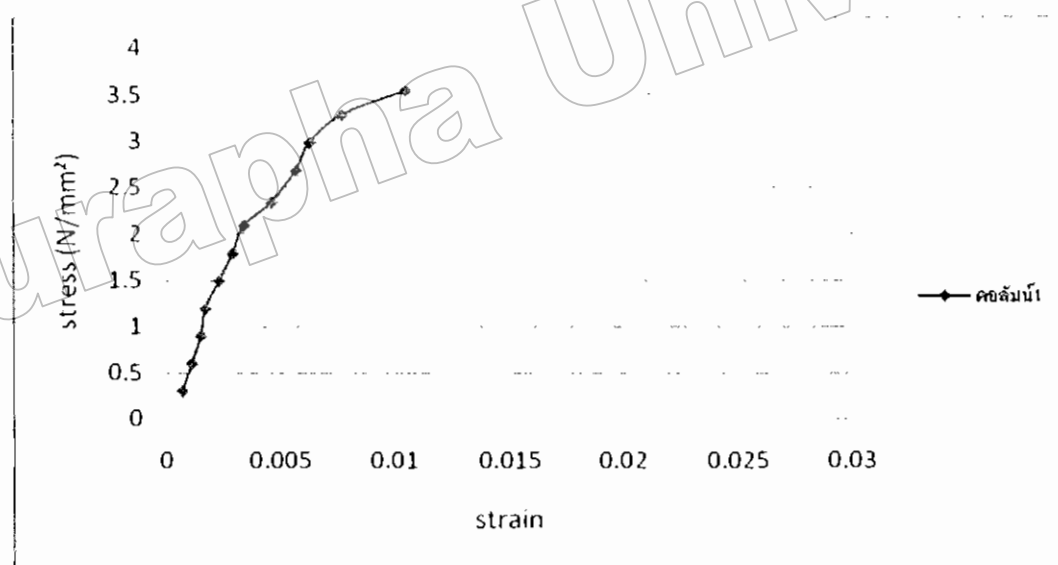


รูปที่ 57 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

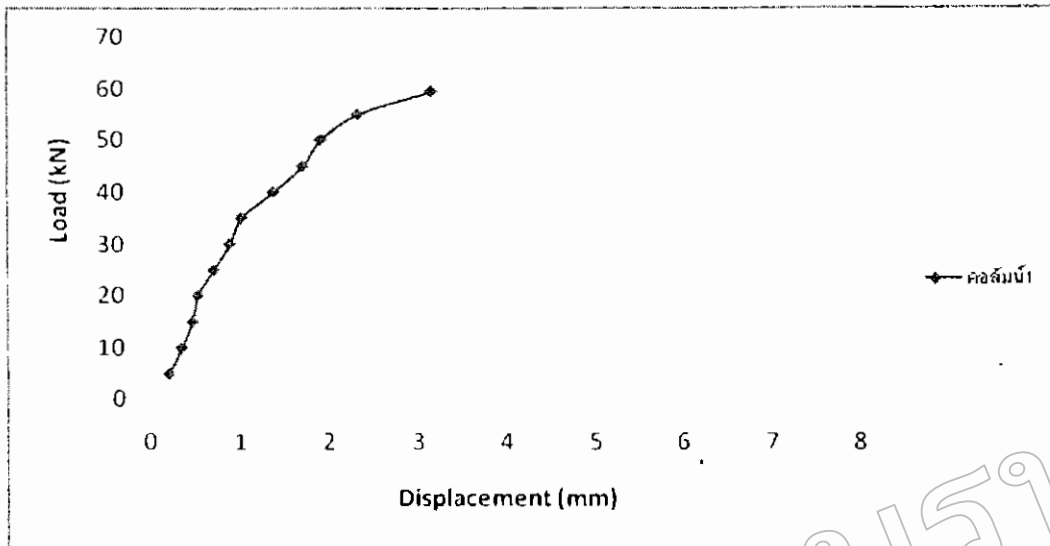


รูปที่ 58 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

PB-2B/M <sub>1</sub> /1.5-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.21	0.0007
10	0.595	0.35	0.0011
15	0.892	0.47	0.0015
20	1.190	0.53	0.0017
25	1.488	0.71	0.0023
30	1.785	0.89	0.0029
35	2.083	1.02	0.0034
40	2.333	1.38	0.0046
45	2.678	1.71	0.0057
50	2.976	1.91	0.0063
55	3.273	2.33	0.0077
59.4	3.535	3.15	0.0105



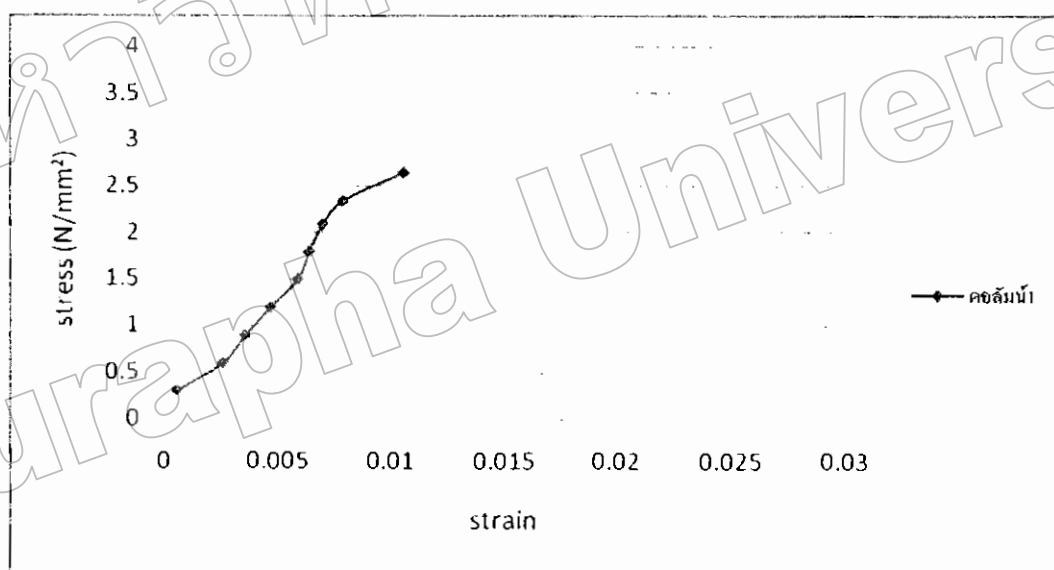
รูปที่ 59 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



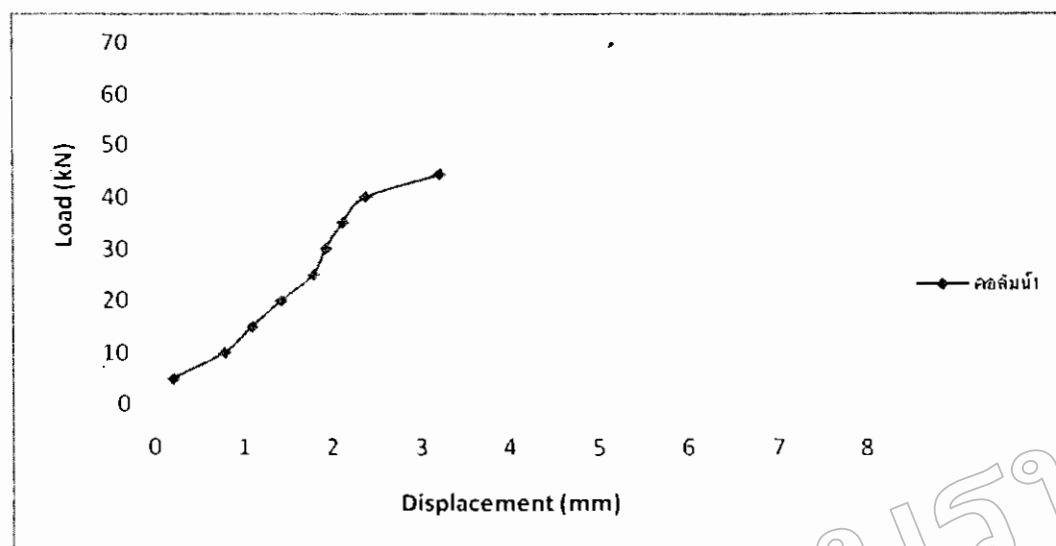
รูปที่ 60 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์ออร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



PB-2B/M <sub>2</sub> /1.5-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.20	0.0006
10	0.595	0.78	0.0026
15	0.892	1.09	0.0036
20	1.190	1.42	0.0047
25	1.488	1.78	0.0059
30	1.785	1.92	0.0064
35	2.083	2.11	0.0070
40	2.333	2.37	0.0079
44.4	2.642	3.20	0.0106



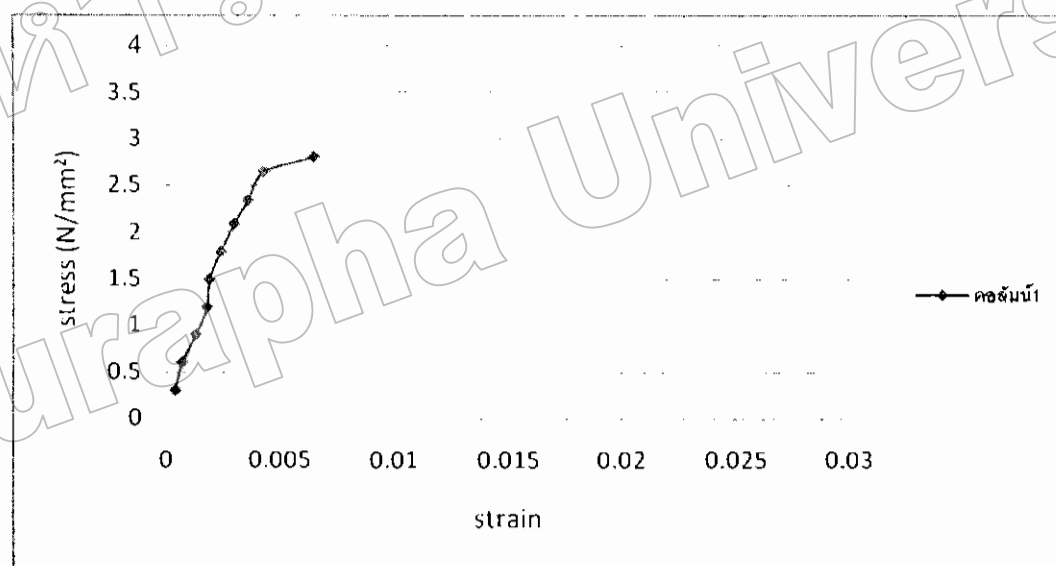
รูปที่ 61 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



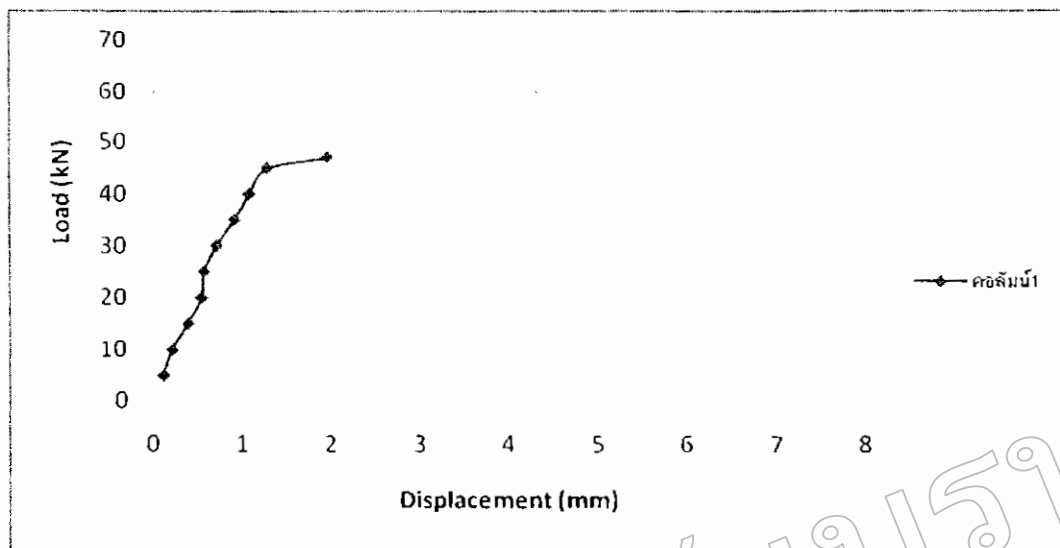
รูปที่ 62 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-2B/M <sub>2</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.12	0.0004
10	0.595	0.22	0.0007
15	0.892	0.40	0.0013
20	1.190	0.55	0.0018
25	1.488	0.58	0.0019
30	1.785	0.72	0.0024
35	2.083	0.92	0.0030
40	2.333	1.09	0.0036
45	2.642	1.29	0.0043
47.1	2.803	1.97	0.0065



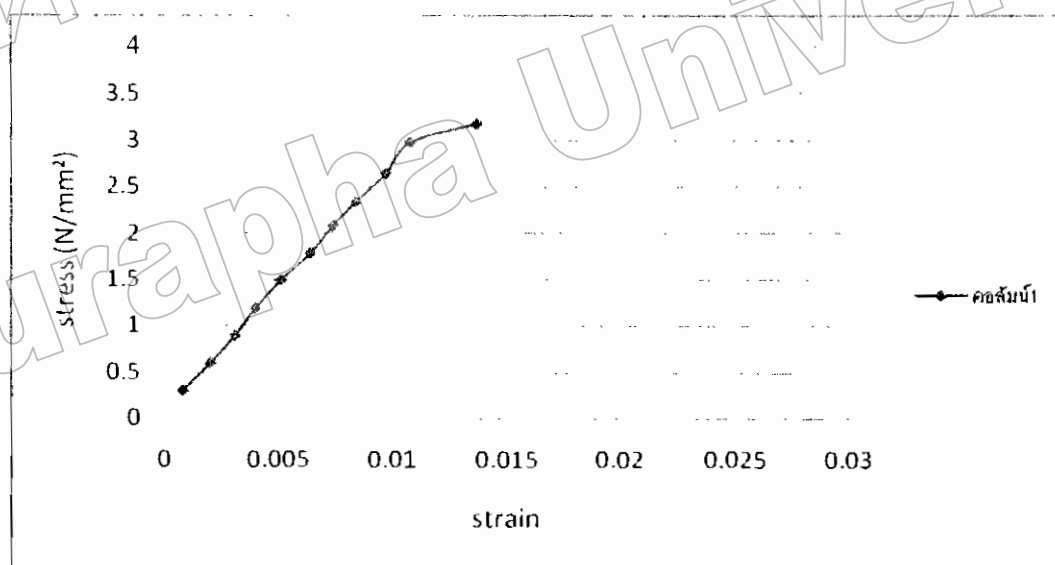
รูปที่ 63 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



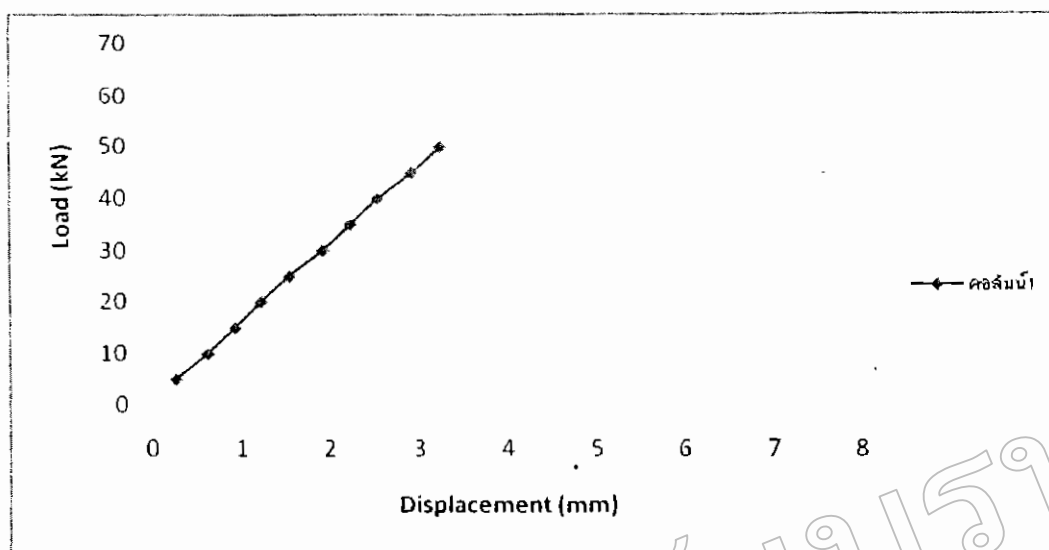
รูปที่ 64 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชั้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-2B/M <sub>2</sub> /1.5-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.26	0.0008
10	0.595	0.62	0.0020
15	0.892	0.93	0.0031
20	1.190	1.22	0.0040
25	1.488	1.54	0.0051
30	1.785	1.92	0.0064
35	2.083	2.23	0.0074
40	2.333	2.54	0.0084
45	2.642	2.92	0.0097
50	2.976	3.24	0.0108
53.3	3.172	4.11	0.0137



รูปที่ 65 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



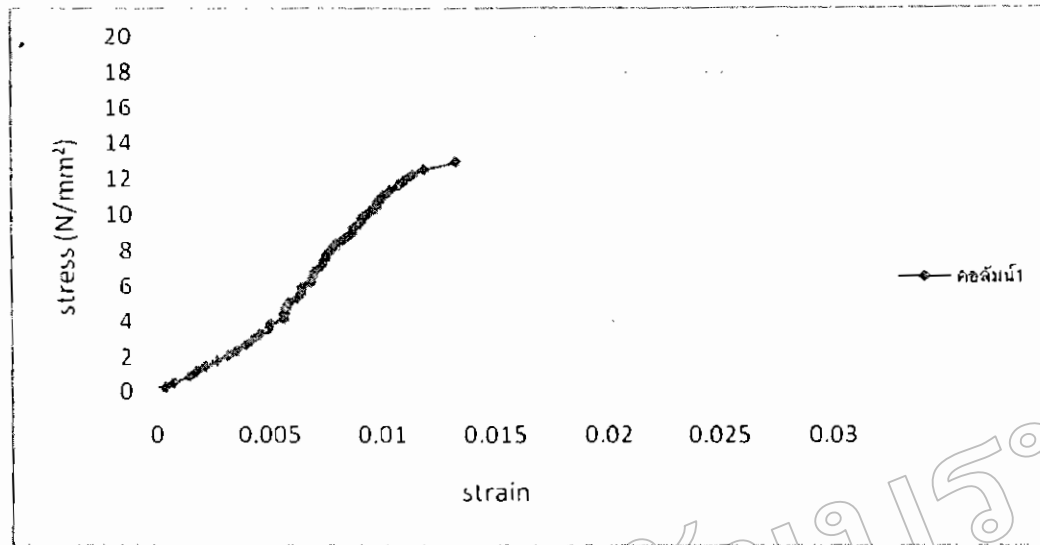
รูปที่ 66 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชั้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

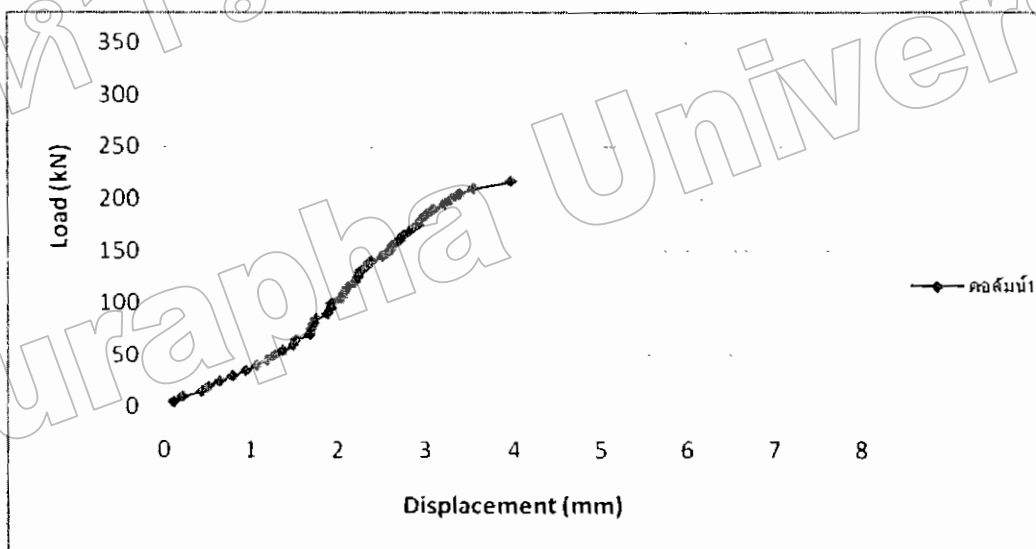
PB-F/M <sub>1</sub> /1.5-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.11	0.0003
10	0.595	0.21	0.0007
15	0.892	0.43	0.0014
20	1.190	0.51	0.0017
25	1.488	0.64	0.0021
30	1.785	0.79	0.0026
35	2.083	0.94	0.0031
40	2.380	1.07	0.0035
45	2.678	1.19	0.0039
50	2.976	1.28	0.0042
55	3.273	1.37	0.0045
60	3.571	1.49	0.0049
65	3.869	1.52	0.0050
70	4.166	1.68	0.0056
75	4.464	1.70	0.0056
80	4.761	1.72	0.0057
85	5.059	1.75	0.0058
90	5.357	1.88	0.0062
95	5.654	1.92	0.0064
100	5.952	1.93	0.0064
105	6.250	2.04	0.0068
110	6.547	2.07	0.0069
115	6.845	2.11	0.0070
120	7.142	2.19	0.0073

125	7.440	2.23	0.0074
PB-F/M <sub>p</sub> /1.5-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
130	7.738	2.25	0.0075
135	8.035	2.32	0.0077
140	8.333	2.38	0.0079
145	8.630	2.51	0.0083
150	8.928	2.59	0.0086
155	9.226	2.62	0.0087
160	9.523	2.70	0.0090
165	9.821	2.75	0.0091
170	10.119	2.84	0.0094
175	10.416	2.91	0.0097
180	10.714	2.95	0.0098
185	11.011	3.01	0.0100
190	11.309	3.09	0.0103
195	11.607	3.22	0.0107
200	11.904	3.30	0.0110
205	12.202	3.39	0.0113
210	12.500	3.55	0.0118
215	12.797	3.69	0.0123
217	12.916	4.26	0.0142





รูปที่ 67 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

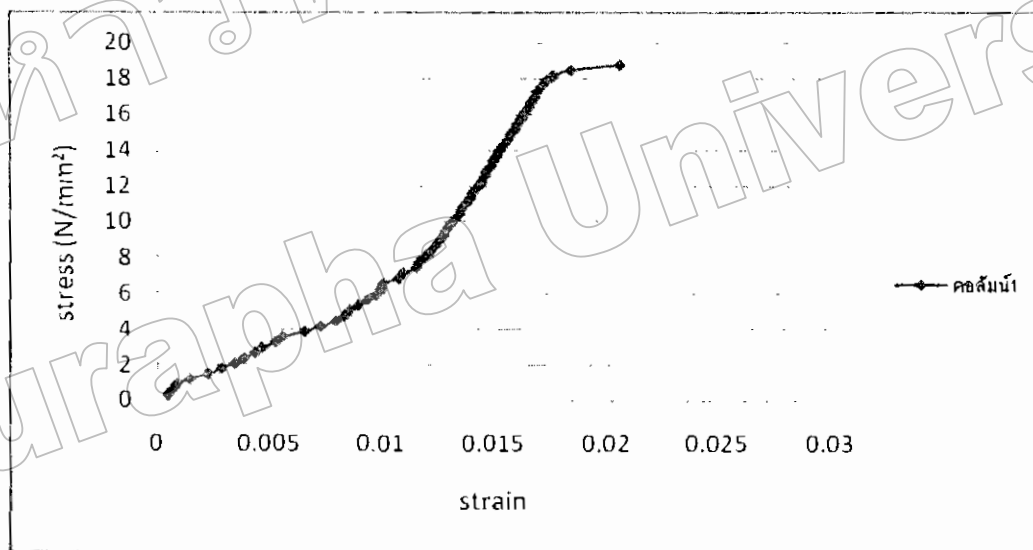


รูปที่ 68 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

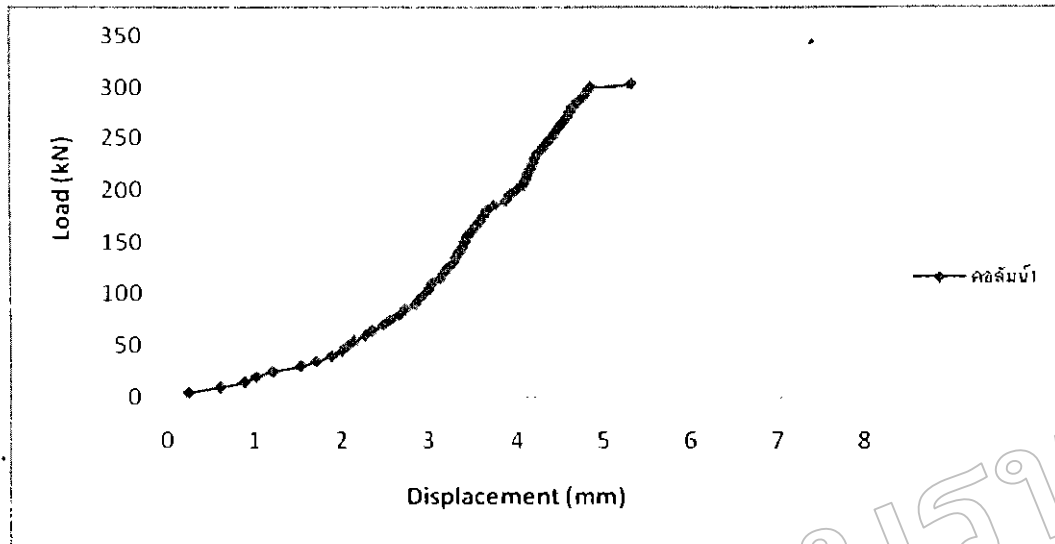
PB-F/M <sub>i</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.15	0.0005
10	0.595	0.22	0.0007
15	0.892	0.28	0.0009
20	1.190	0.47	0.0015
25	1.488	0.71	0.0023
30	1.785	0.89	0.0029
35	2.083	1.05	0.0035
40	2.380	1.17	0.0039
45	2.678	1.33	0.0044
50	2.976	1.42	0.0047
55	3.273	1.60	0.0053
60	3.571	1.70	0.0056
65	3.869	2.00	0.0066
70	4.166	2.20	0.0073
75	4.464	2.40	0.0080
80	4.761	2.54	0.0084
85	5.059	2.60	0.0086
90	5.357	2.71	0.0090
95	5.654	2.83	0.0094
100	5.952	2.94	0.0098
105	6.250	3.00	0.0100
110	6.547	3.20	0.0101
115	6.845	3.24	0.0108
120	7.142	3.30	0.0110
125	7.440	3.49	0.0116
130	7.738	3.52	0.0117
135	8.035	3.60	0.0120

140	8.333	3.68	0.0122
PB-F/M <sub>y</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
145	8.630	3.73	0.0124
150	8.928	3.78	0.0126
155	9.226	3.84	0.0128
160	9.523	3.89	0.0129.
165	9.821	3.94	0.0131
170	10.119	4.00	0.0133
175	10.416	4.06	0.0135
180	10.714	4.10	0.0136
185	11.011	4.15	0.0138
190	11.309	4.20	0.0140
195	11.607	4.25	0.0141
200	11.904	4.29	0.0143
205	12.202	4.35	0.0145
210	12.500	4.39	0.0146
215	12.797	4.43	0.0147
220	13.095	4.48	0.0149
225	13.392	4.50	0.0150
230	13.690	4.57	0.0152
235	13.988	4.61	0.0153
240	14.285	4.67	0.0155
245	14.583	4.72	0.0157
250	14.880	4.76	0.0158
255	15.178	4.80	0.0160
260	15.476	4.85	0.0161
265	15.773	4.90	0.0163
270	16.071	4.94	0.0164

275	16.369	5.00	0.0166
280	16.666	5.03	0.0167
PB-F/M <sub>v</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
285	16.964	5.08	0.0169
290	17.261	5.12	0.0170
295	17.559	5.17	0.0172
300	17.857	5.23	0.0174
305	18.154	5.31	0.0177
310	18.452	5.56	0.0185
314.8	18.738	6.21	0.0207



รูปที่ 69 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



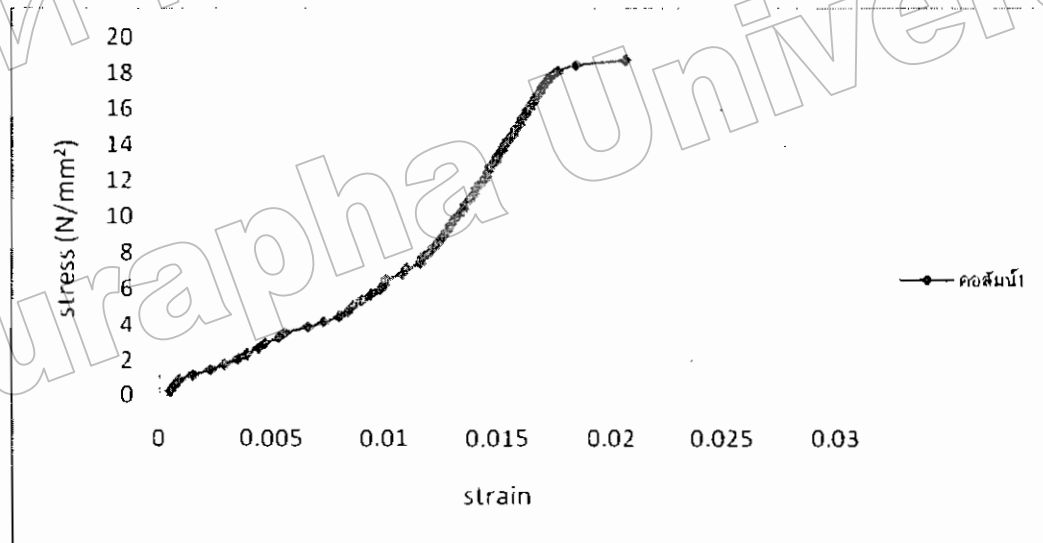
รูปที่ 70 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-F/M <sub>1</sub> /1.5-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.15	0.0005
10	0.595	0.27	0.0007
15	0.892	0.28	0.0009
20	1.190	0.47	0.0015
25	1.488	0.71	0.0023
30	1.785	0.89	0.0029
35	2.083	1.05	0.0035
40	2.380	1.17	0.0039
45	2.678	1.33	0.0044
50	2.976	1.42	0.0047
55	3.273	1.60	0.0053
60	3.571	1.70	0.0056
65	3.869	2.00	0.0066
70	4.166	2.20	0.0073
75	4.464	2.40	0.0080
80	4.761	2.54	0.0084
85	5.059	2.60	0.0086
90	5.357	2.71	0.0090
95	5.654	2.83	0.0094
100	5.952	2.94	0.0098
105	6.250	3.00	0.0100
110	6.547	3.20	0.0101
115	6.845	3.24	0.0108
120	7.142	3.30	0.0110
125	7.440	3.49	0.0116
130	7.738	3.52	0.0117
135	8.035	3.60	0.0120

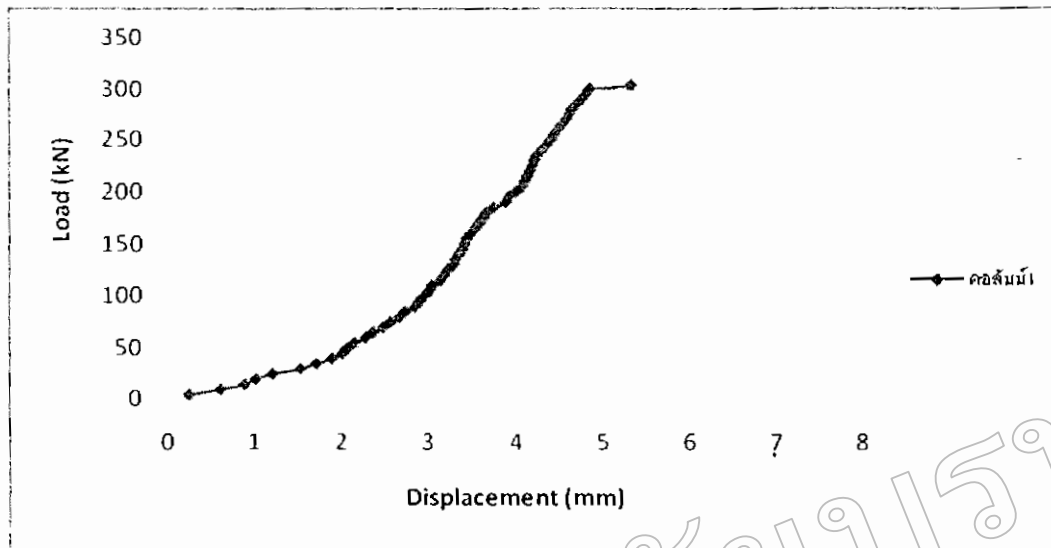
140	8.333	3.68	0.0122
PB-F/M <sub>v</sub> /1.5-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
145	8.630	3.73	0.0124
150	8.928	3.78	0.0126
155	9.226	3.84	0.0128
160	9.523	3.89	0.0129
165	9.821	3.94	0.0131
170	10.119	4.00	0.0133
175	10.416	4.06	0.0135
180	10.714	4.10	0.0136
185	11.011	4.15	0.0138
190	11.309	4.20	0.0140
195	11.607	4.25	0.0141
200	11.904	4.29	0.0143
205	12.202	4.35	0.0145
210	12.500	4.39	0.0146
215	12.797	4.43	0.0147
220	13.095	4.48	0.0149
225	13.392	4.50	0.0150
230	13.690	4.57	0.0152
235	13.988	4.61	0.0153
240	14.285	4.67	0.0155
245	14.583	4.72	0.0157
250	14.880	4.76	0.0158
255	15.178	4.80	0.0160
260	15.476	4.85	0.0161
265	15.773	4.90	0.0163
270	16.071	4.94	0.0164

275	16.369	5.00	0.0166
280	16.666	5.03	0.0167
PB-F/M <sub>1</sub> /1.5-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
285	16.964	5.08	0.0169
290	17.261	5.12	0.0170
295	17.559	5.17	0.0172
300	17.857	5.23	0.0174
305	18.154	5.31	0.0177
310	18.452	5.56	0.0185
314.8	18.738	6.21	0.0207



รูปที่ 71 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร



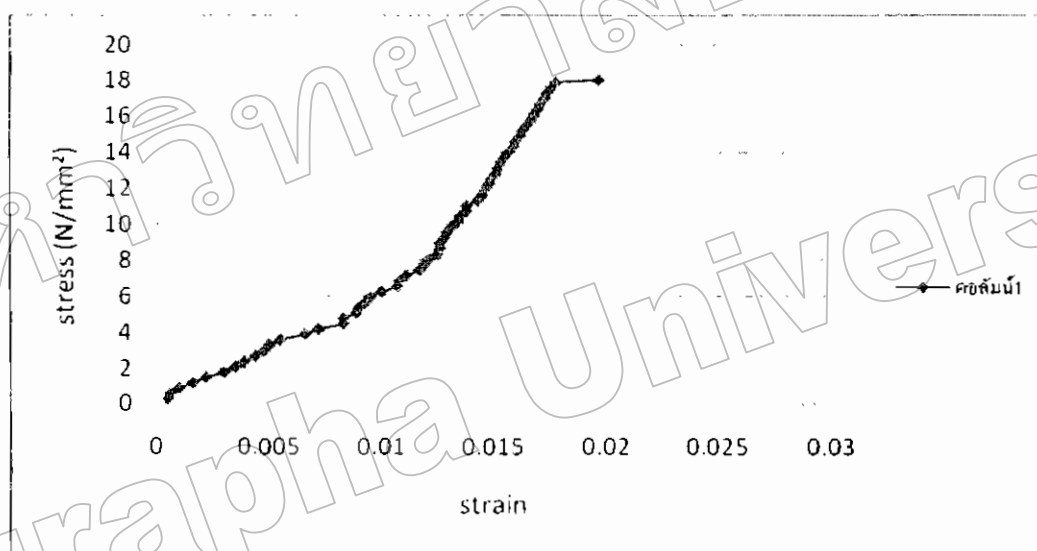


รูปที่ 72 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

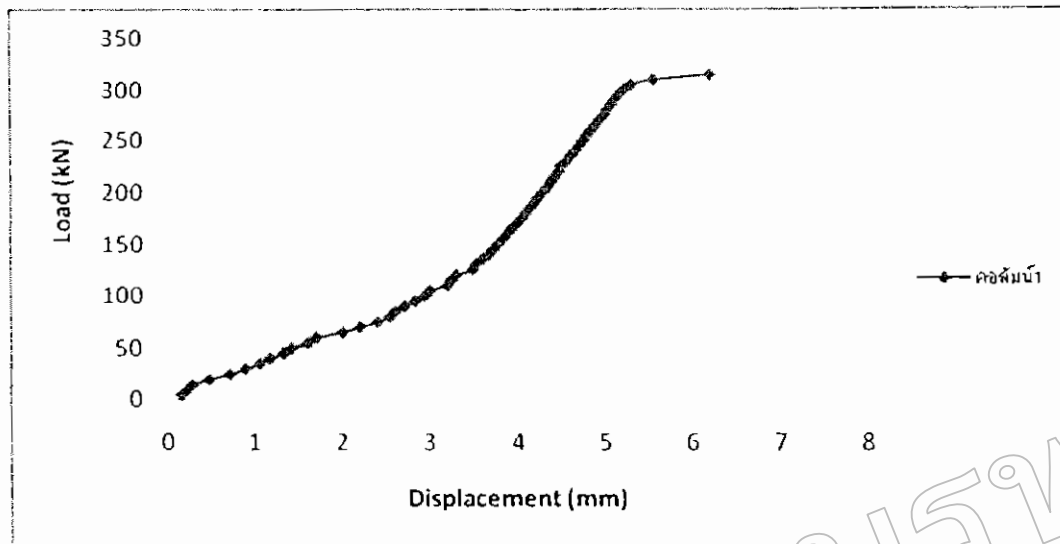
PB-F/M <sub>2</sub> /1.5-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.16	0.0005
10	0.595	0.20	0.0006
15	0.892	0.31	0.0010
20	1.190	0.48	0.0016
25	1.488	0.68	0.0022
30	1.785	0.90	0.0030
35	2.083	1.06	0.0035
40	2.380	1.19	0.0039
45	2.678	1.32	0.0044
50	2.976	1.45	0.0048
55	3.273	1.50	0.0050
60	3.571	1.65	0.0055
65	3.869	1.98	0.0066
70	4.166	2.18	0.0072
75	4.464	2.51	0.0083
80	4.761	2.56	0.0083
85	5.059	2.68	0.0089
90	5.357	2.72	0.0090
95	5.654	2.79	0.0093
100	5.952	2.85	0.0095
105	6.250	3.02	0.0100
110	6.547	3.21	0.0107
115	6.845	3.25	0.0108
120	7.142	3.35	0.0111
125	7.440	3.52	0.0117
130	7.738	3.58	0.0119
135	8.035	3.65	0.0121

140	8.333	3.69	0.0125
PB-F/M <sub>2</sub> /1.5-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
145	8.630	3.78	0.0126
150	8.928	3.79	0.0126
155	9.226	3.85	0.0128
160	9.523	3.89	0.0129
165	9.821	3.95	0.0131
170	10.119	4.02	0.0134
175	10.416	4.06	0.0135
180	10.714	4.15	0.0138
185	11.011	4.16	0.0138
190	11.309	4.30	0.0143
195	11.607	4.35	0.0145
200	11.904	4.39	0.0146
205	12.202	4.45	0.0148
210	12.500	4.49	0.0149
215	12.797	4.53	0.0151
220	13.095	4.58	0.0152
225	13.392	4.60	0.0153
230	13.690	4.67	0.0155
235	13.988	4.71	0.0157
240	14.285	4.77	0.0159
245	14.583	4.82	0.0160
250	14.880	4.86	0.0162
255	15.178	4.91	0.0163
260	15.476	4.97	0.0165
265	15.773	5.01	0.0167
270	16.071	5.04	0.0168

275	16.369	5.11	0.0170
280	16.666	5.15	0.0171
PB-F/M <sub>2</sub> /1.5-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
285	16.964	5.19	0.0173
290	17.261	5.23	0.0174
295	17.559	5.28	0.0176
300	17.857	5.35	0.0178
302.5	18.005	5.92	0.0197



รูปที่ 73 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



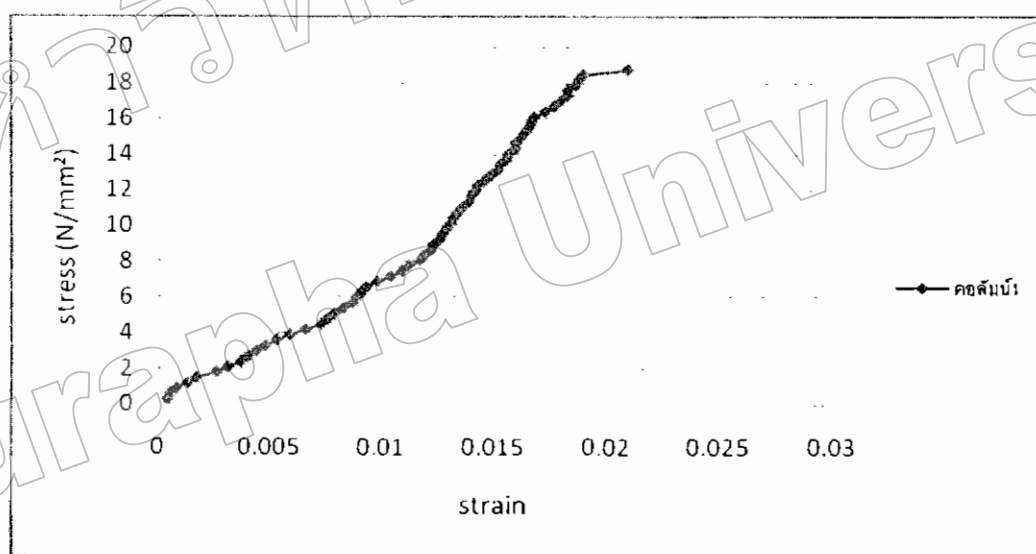
รูปที่ 74 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-F/M <sub>2</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.13	0.0004
10	0.595	0.16	0.0005
15	0.892	0.25	0.0008
20	1.190	0.39	0.0013
25	1.488	0.52	0.0017
30	1.785	0.79	0.0026
35	2.083	0.95	0.0031
40	2.380	1.12	0.0037
45	2.678	1.21	0.0040
50	2.976	1.32	0.0044
55	3.273	1.45	0.0048
60	3.571	1.59	0.0053
65	3.869	1.78	0.0059
70	4.166	1.99	0.0066
75	4.464	2.21	0.0073
80	4.761	2.28	0.0076
85	5.059	2.39	0.0079
90	5.357	2.51	0.0083
95	5.654	2.62	0.0087
100	5.952	2.68	0.0089
105	6.250	2.75	0.0091
110	6.547	2.81	0.0093
115	6.845	2.96	0.0098
120	7.142	3.12	0.0104
125	7.440	3.28	0.0109
130	7.738	3.38	0.0112
135	8.035	3.51	0.0117

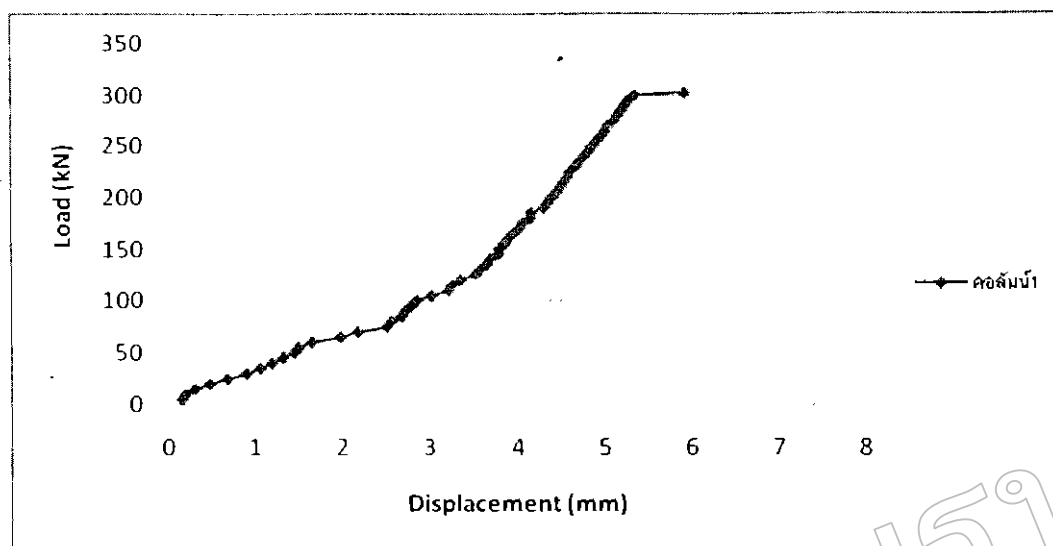
140	8.333	3.59	0.0119
PB-F/M <sub>2</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
145	8.630	3.67	0.0122
150	8.928	3.71	0.0123
155	9.226	3.78	0.0126
160	9.523	3.82	0.0127
165	9.821	3.89	0.0129
170	10.119	3.93	0.0131
175	10.416	3.98	0.0132
180	10.714	4.03	0.0134
185	11.011	4.08	0.0136
190	11.309	4.18	0.0139
195	11.607	4.22	0.0140
200	11.904	4.27	0.0142
205	12.202	4.31	0.0143
210	12.500	4.38	0.0146
215	12.797	4.49	0.0149
220	13.095	4.58	0.0152
225	13.392	4.61	0.0153
230	13.690	4.68	0.0156
235	13.988	4.72	0.0157
240	14.285	4.81	0.0160
245	14.583	4.82	0.0160
250	14.880	4.87	0.0162
255	15.178	4.92	0.0164
260	15.476	4.98	0.0166
265	15.773	5.02	0.0167
270	16.071	5.05	0.0168

275	16.369	5.19	0.0173
280	16.666	5.32	0.0177
PB-F/M <sub>2</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
285	16.964	5.41	0.0180
290	17.261	5.49	0.0183
295	17.559	5.51	0.0183
300	17.857	5.62	0.0187
305	18.154	5.64	0.0188
310	18.452	5.72	0.0190
314.3	18.708	6.31	0.0210



รูปที่ 75 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์ออร์ตาร์ที่ 1 เซ็นติเมตร



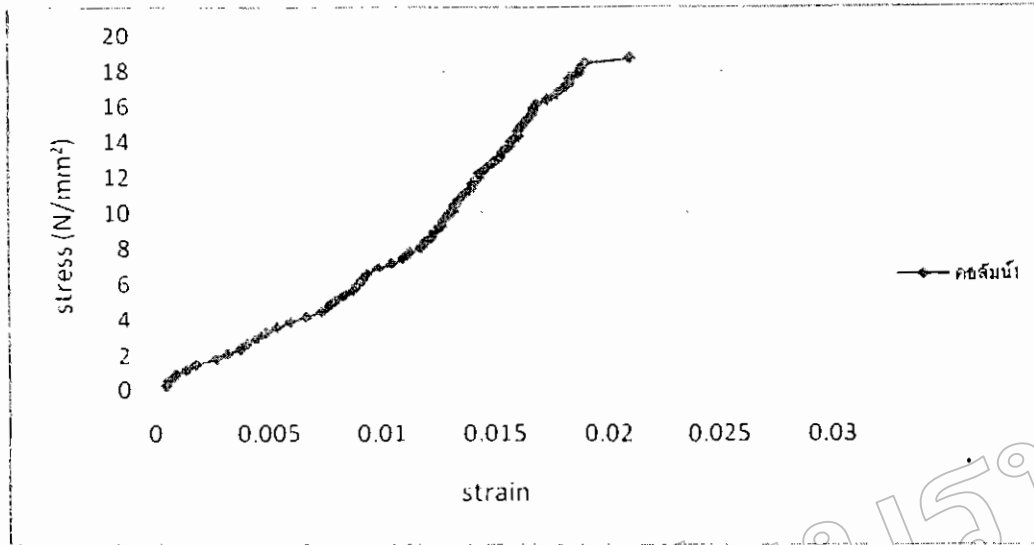


รูปที่ 76 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1 เซนติเมตร

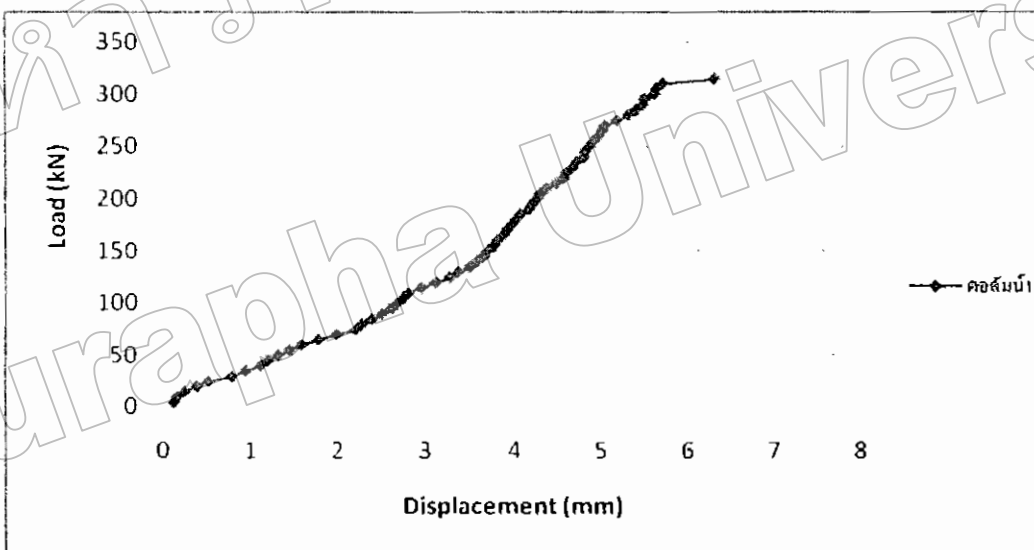
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-F/M <sub>2</sub> /1.5-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.18	0.0006
10	0.595	0.21	0.0007
15	0.892	0.27	0.0009
20	1.190	0.31	0.0010
25	1.488	0.45	0.0015
30	1.785	0.54	0.0018
35	2.083	0.78	0.0026
40	2.380	0.93	0.0031
45	2.678	1.21	0.0040
50	2.976	1.37	0.0045
55	3.273	1.41	0.0047
60	3.571	1.49	0.0049
65	3.869	1.59	0.0053
70	4.166	1.78	0.0059
75	4.464	1.93	0.0064
80	4.761	2.08	0.0069
85	5.059	2.21	0.0073
90	5.357	2.38	0.0079
95	5.654	2.49	0.0083
100	5.952	2.53	0.0084
105	6.250	2.61	0.0087
110	6.547	2.68	0.0089
115	6.845	2.73	0.0091
120	7.142	2.85	0.0095
125	7.440	2.94	0.0098
130	7.738	3.12	0.0104
135	8.035	3.19	0.0106

140	8.333	3.28	0.0106
PB-F/M <sub>2</sub> /1.5-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
145	8.630	3.37	0.0112
150	8.928	3.45	0.0115
155	9.226	3.61	0.0120
160	9.523	3.69	0.0123
165	9.821	3.72	0.0124
170	10.119	3.79	0.0126
175	10.416	3.85	0.0128
180	10.714	3.99	0.0133
185	11.011	4.02	0.0134
190	11.309	4.11	0.0137
195	11.607	4.19	0.0139
200	11.904	4.28	0.0142
205	12.202	4.31	0.0143
210	12.500	4.35	0.0145
215	12.797	4.41	0.0147
220	13.095	4.48	0.0149
225	13.392	4.53	0.0151
230	13.690	4.59	0.0153
235	13.988	4.63	0.0154
240	14.285	4.72	0.0157
245	14.583	4.85	0.0161
250	14.880	4.93	0.0164
255	15.178	5.18	0.0172
260	15.476	5.35	0.0178
264.8	15.761	5.91	0.0197



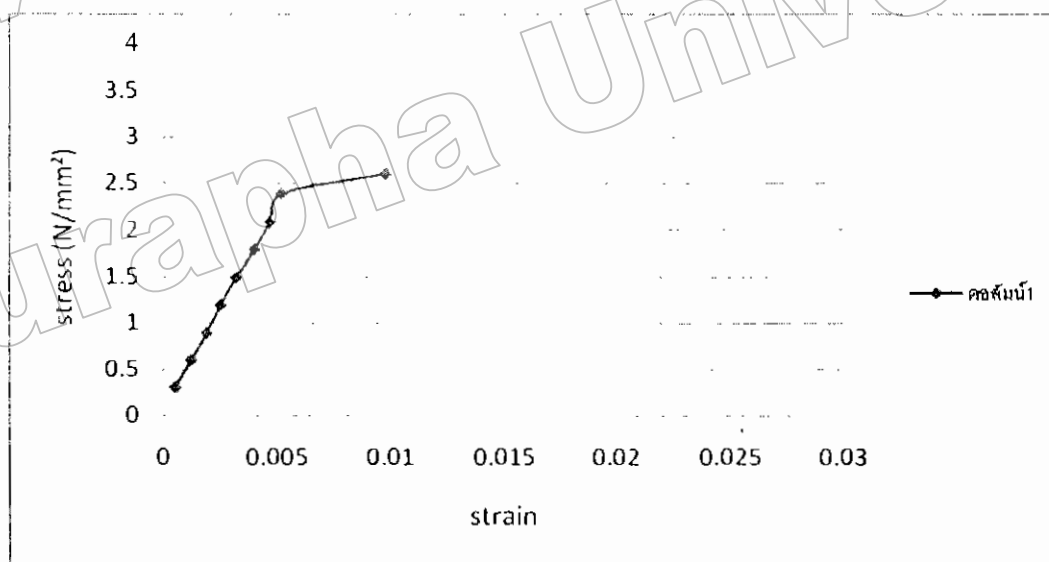
รูปที่ 77 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร



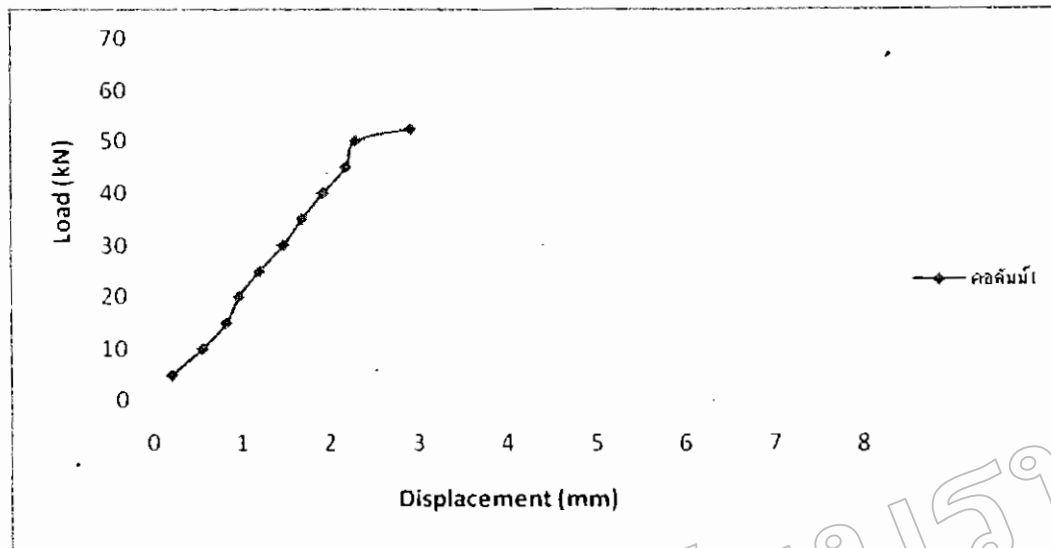
รูปที่ 78 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร

ผลการทดสอบกำลังอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมอดูตัน โดยใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ เสื่อ ความหนา 1.5 ซม.  
จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

PB-4H/M <sub>1</sub> /1.5-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.16	0.0005
10	0.595	0.37	0.0012
15	0.892	0.58	0.0019
20	1.190	0.76	0.0025
25	1.488	0.98	0.0032
30	1.785	1.21	0.0040
35	2.083	1.42	0.0047
40	2.380	1.58	0.0052
43.7	2.601	2.94	0.0098

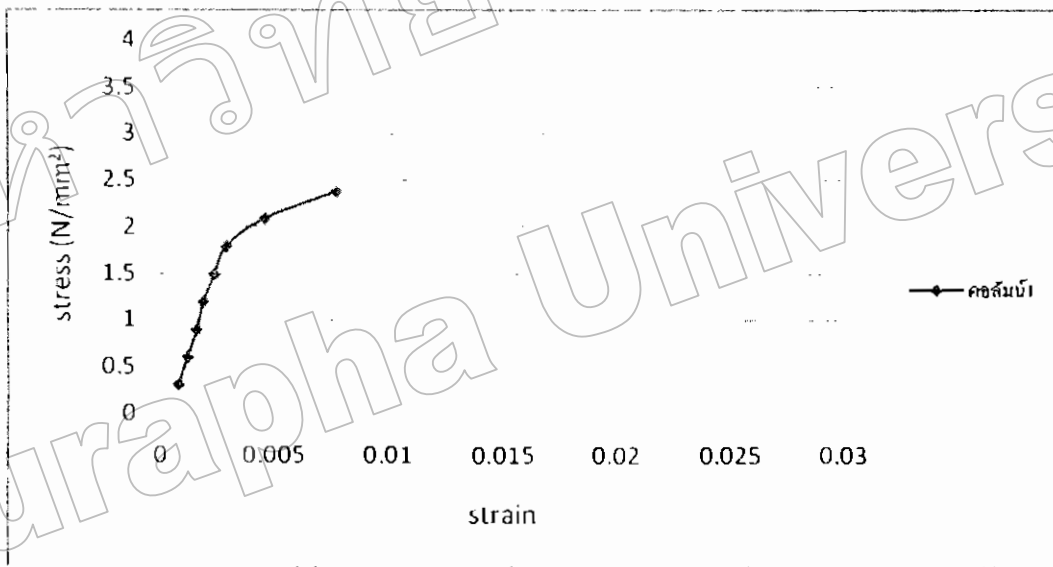


รูปที่ 79 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร

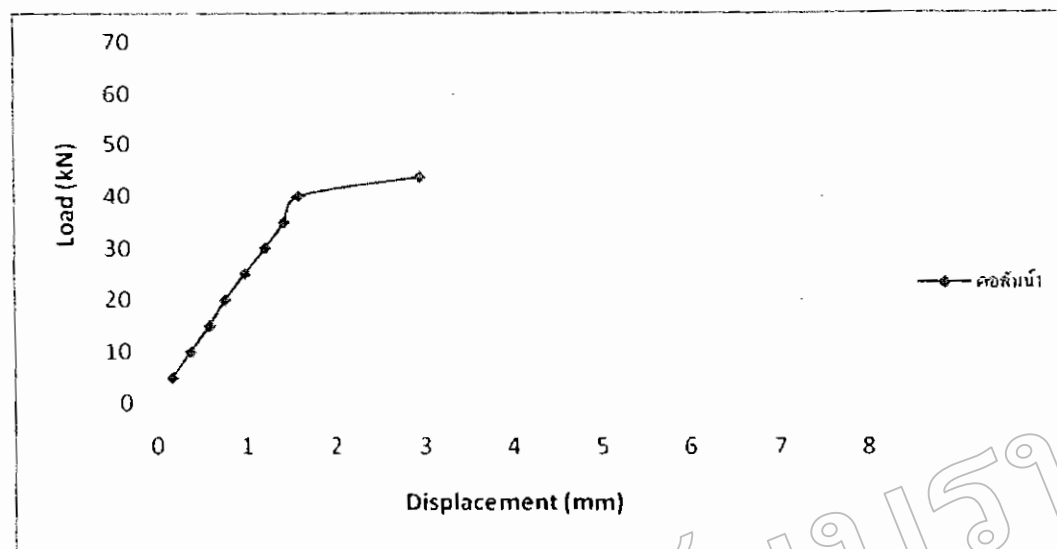


รูปที่ 80 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร

PB-4H/M <sub>i</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.24	0.0008
10	0.595	0.37	0.0012
15	0.892	0.48	0.0016
20	1.190	0.59	0.0019
25	1.488	0.73	0.0024
30	1.785	0.89	0.0029
35	2.083	1.39	0.0046
39.8	2.369	2.31	0.0077



รูปที่ 81 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร

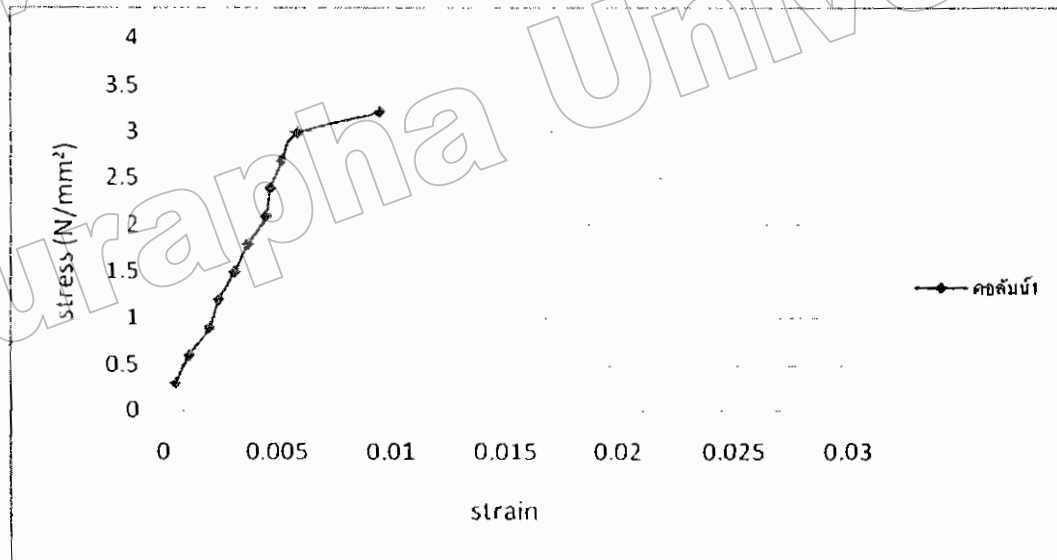


รูปที่ 82 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร

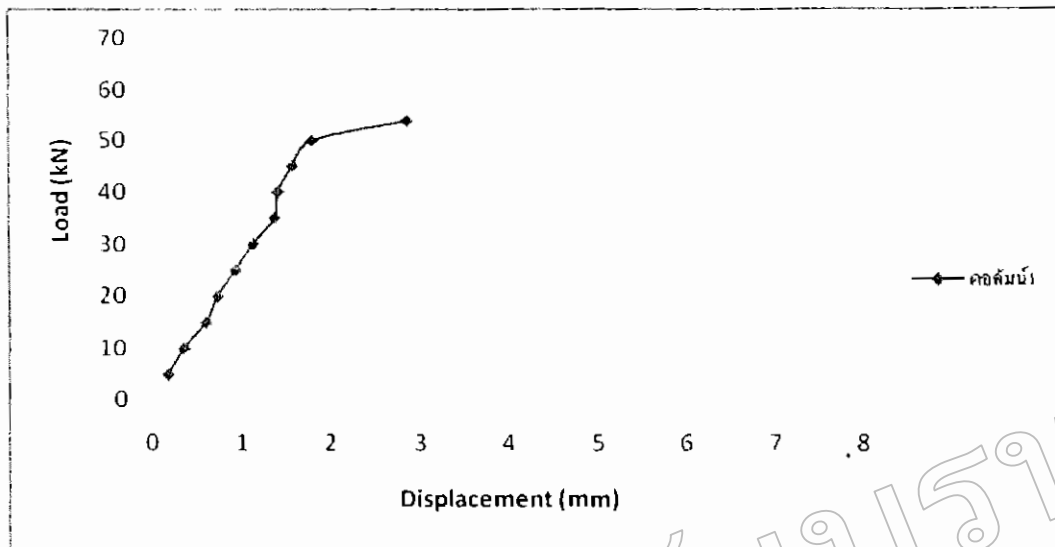
มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University



PB-4H/M <sub>1</sub> /1.5-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.17	0.0005
10	0.595	0.35	0.0011
15	0.892	0.60	0.0020
20	1.190	0.73	0.0024
25	1.488	0.93	0.0031
30	1.785	1.13	0.0037
35	2.083	1.37	0.0045
40	2.380	1.41	0.0047
45	2.678	1.57	0.0052
50	2.976	1.79	0.0059
53.8	3.202	2.86	0.0095

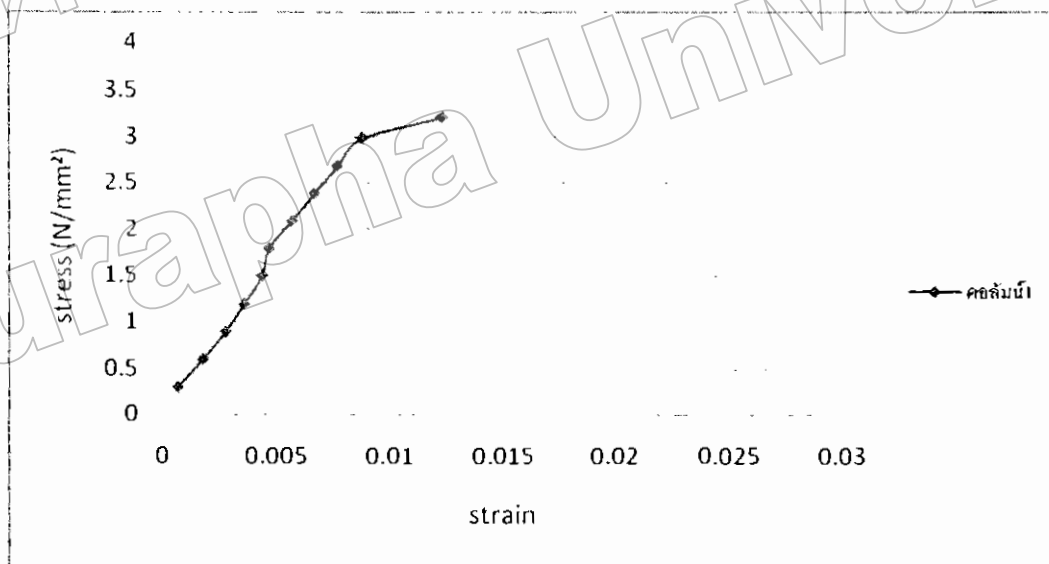


รูปที่ 83 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซ็นติเมตร

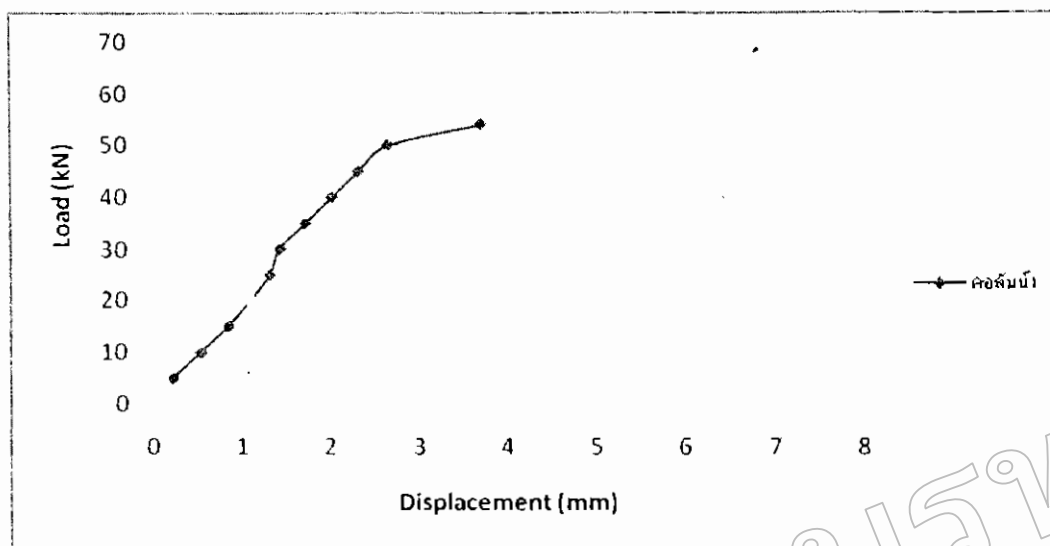


รูปที่ 84 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร

PB-4H/M <sub>2</sub> /1.5-01			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.22	0.0007
10	0.595	0.54	0.0018
15	0.892	0.85	0.0028
20	1.190	1.10	0.0036
25	1.488	1.32	0.0044
30	1.785	1.43	0.0047
35	2.083	1.72	0.0057
40	2.380	2.02	0.0067
45	2.678	2.32	0.0077
50	2.976	2.65	0.0088
54	3.202	3.70	0.0123



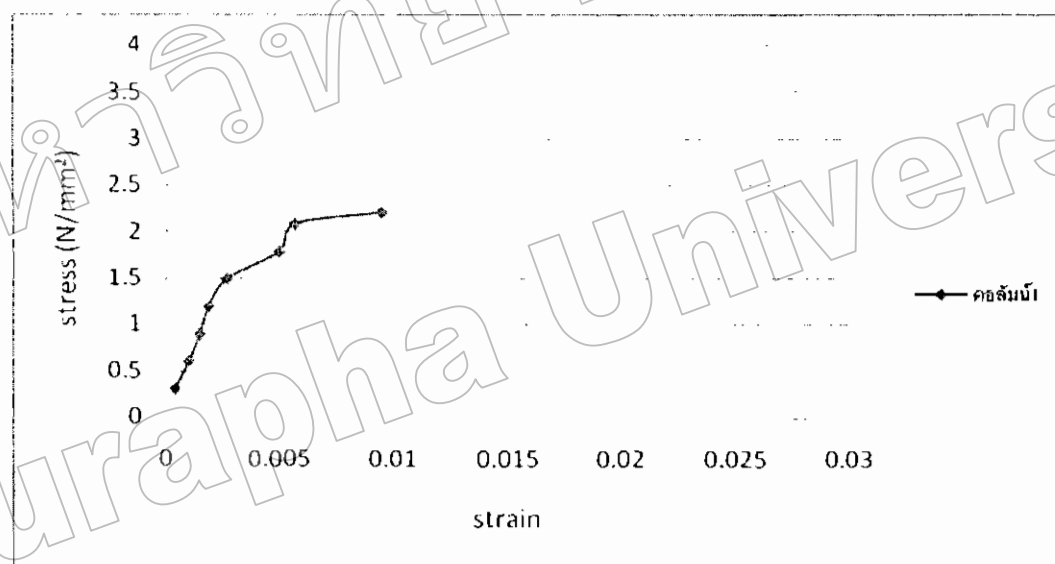
รูปที่ 85 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลั (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร



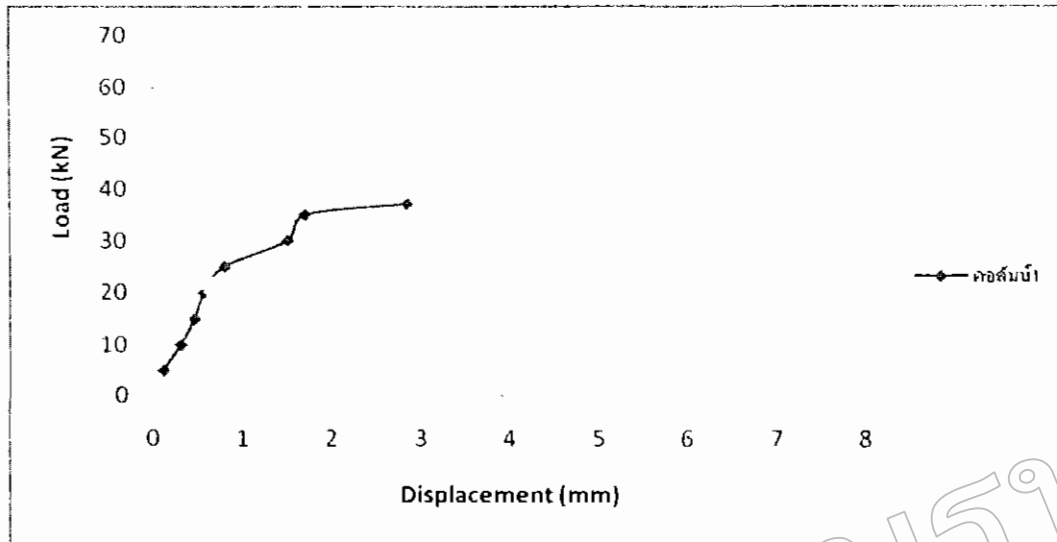
รูปที่ 86 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

PB-4H/M <sub>2</sub> /1.5-02			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.12	0.0004
10	0.595	0.32	0.0010
15	0.892	0.47	0.0015
20	1.190	0.58	0.0019
25	1.488	0.81	0.0027
30	1.785	1.52	0.0050
35	2.083	1.71	0.0057
37.1	2.208	2.86	0.0095

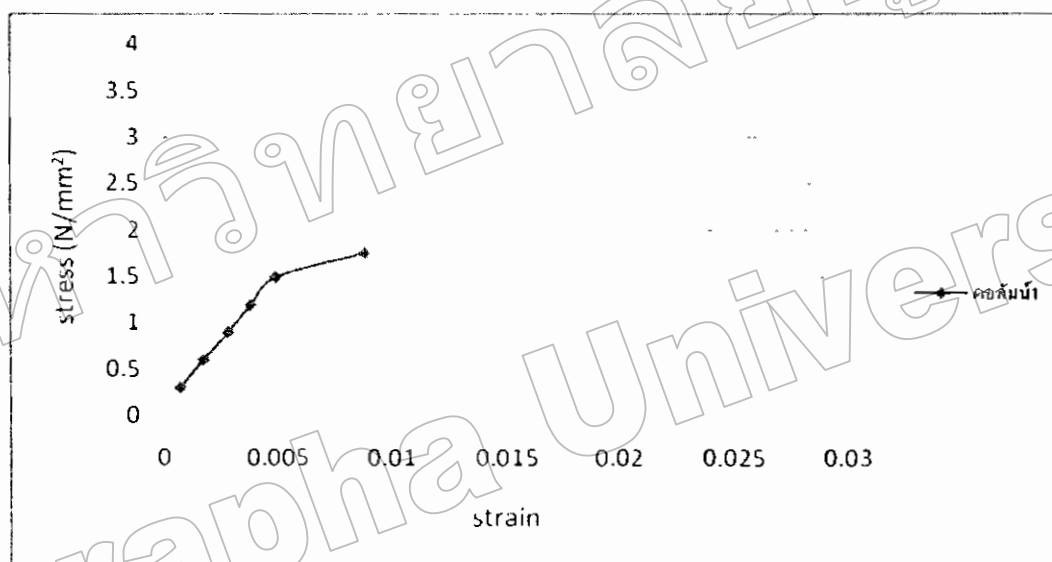


รูปที่ 87 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซ็นติเมตร

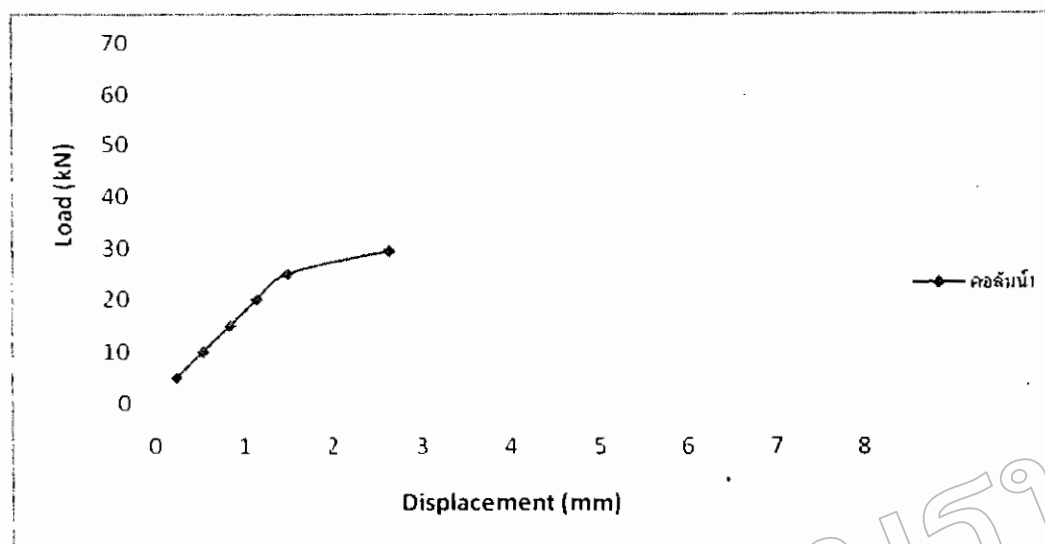


รูปที่ 88 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร

PB-4H/M <sub>2</sub> /1.5-03			
Load (kN)	Stress (N/mm <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
5	0.297	0.23	0.0007
10	0.595	0.53	0.0017
15	0.892	0.84	0.0028
20	1.190	1.14	0.0038
25	1.488	1.49	0.0049
29.4	1.750	2.64	0.0088



รูปที่ 89 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Stress และ Strain ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร



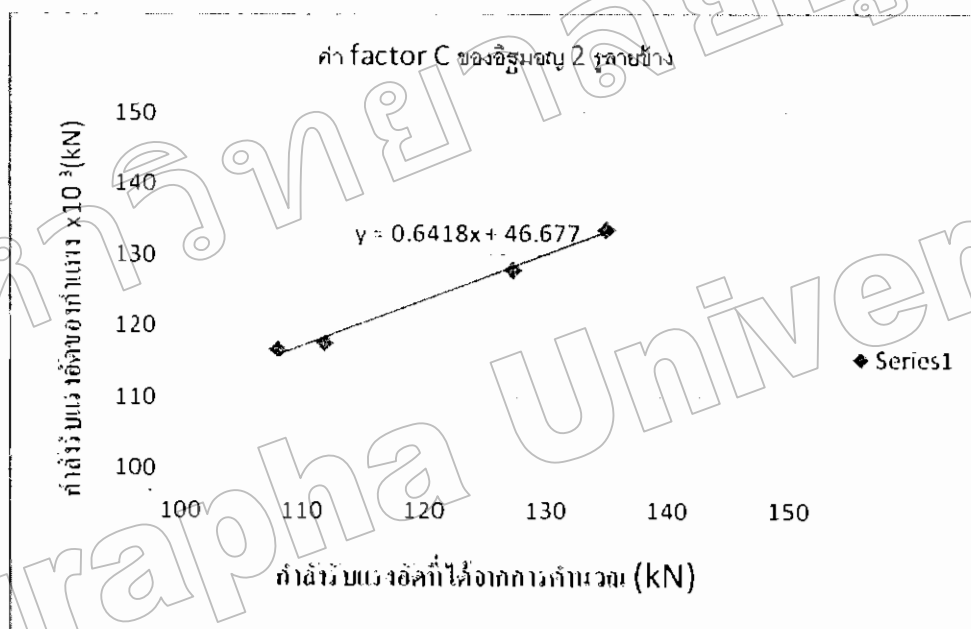
รูปที่ 90 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Load และ Displacement ของชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อแบบสลับ (Running Bond) ที่ความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ 1.5 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University



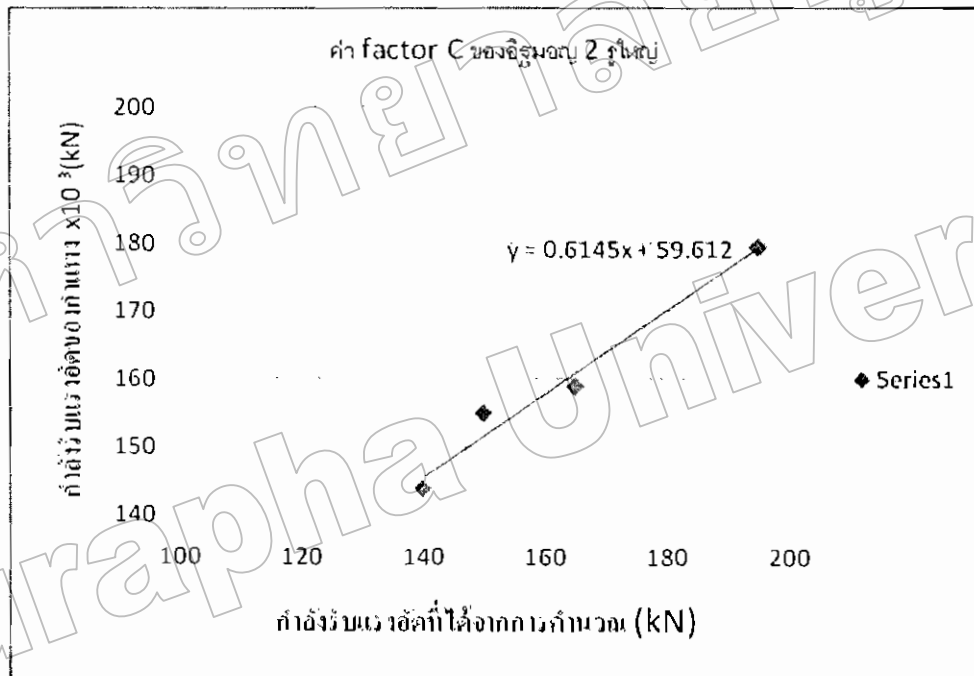
ตารางผลการคำนวณหา factor C ของอิฐมวลเบา 2 รูลายข้าง

No.	P <sub>nw</sub> (kN)	ผลการคำนวณของกำแพง			Results (kN)
		$\frac{f'_m}{s}$	A <sub>g</sub>	$\left[1 - \left(\frac{kl_b}{32h}\right)^2\right]$	
1	133.61	0.0035	56000	0.688	134.84
2	127.90	0.0033			127.14
3	117.61	0.0029			111.73
4	116.69	0.0028			107.87



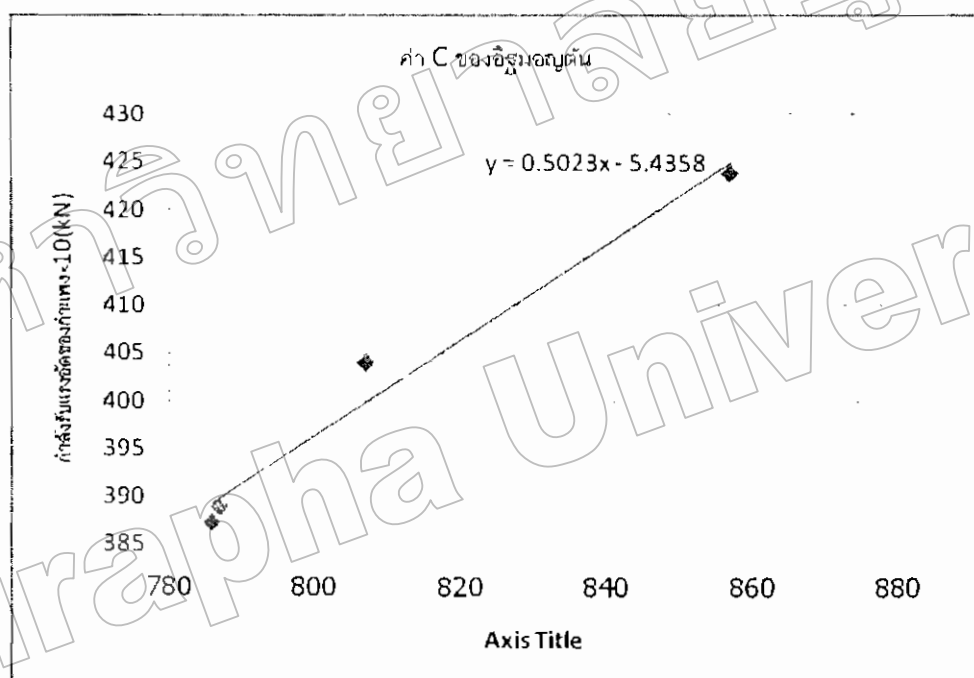
ตารางผลการคำนวณหา factor C ของอิฐมวลเบา 2 รูใหญ่

No.	P <sub>nw</sub> (kN)	ผลการคำนวณของกำแพง			Results (kN)
		$\frac{f'_m}{\phi}$	A <sub>g</sub>	$\left[1 - \left(\frac{kl_b}{32h}\right)^2\right]$	
1	15.90	0.0033	65000	0.768	164.73
2	179.51	0.0039			194.68
3	154.99	0.0030			149.76
4	143.80	0.0028			139.77



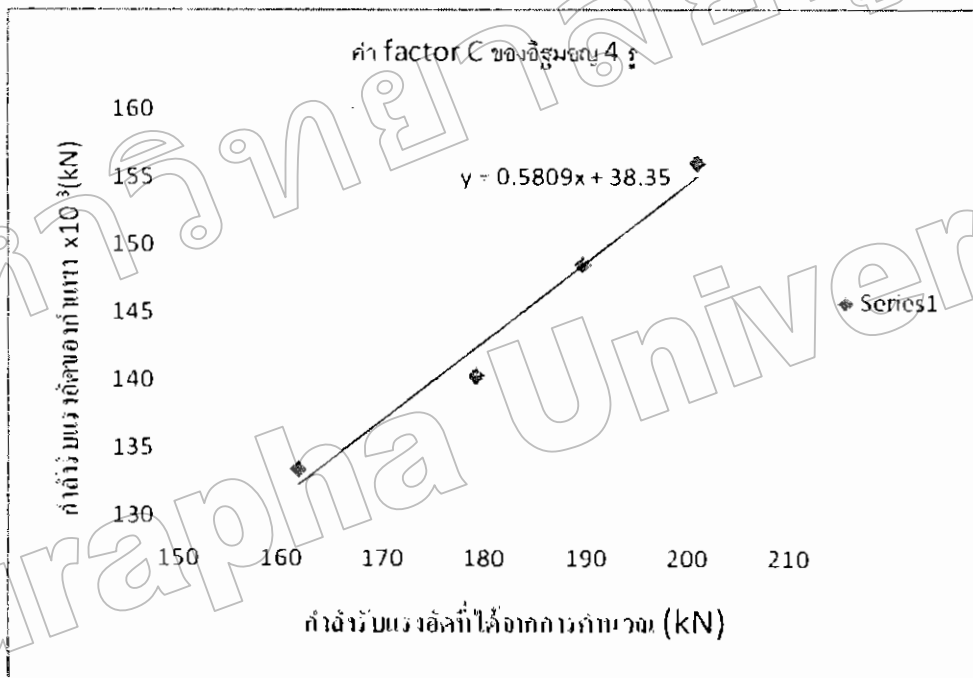
ตารางผลการคำนวณหา factor C ของอิฐมวลยวตึ้น

No.	P <sub>nw</sub> (kN)	ผลการคำนวณของกำแพง			Results (kN)
		$\frac{f'_m}{\phi}$	A <sub>g</sub>	$\left[1 - \left(\frac{kl_b}{32h}\right)^2\right]$	
1	423.79	0.0163	67000	0.782	854.02
2	409.07	0.0155			812.10
3	387.49	0.0151			791.14
4	384.55	0.0150			785.91



ตารางผลการคำนวณหา factor C ของอิฐมวลเบา 4 รู

No.	P <sub>nw</sub> (kN)	ผลการคำนวณของกำแพง			Results (kN)
		$\frac{f'_m}{\phi}$	A <sub>g</sub>	$\left[1 - \left(\frac{kl_b}{32h}\right)^2\right]$	
1	140.28	0.0041	60000	0.728	179.08
2	148.50	0.0046			200.92
3	156.00	0.0043			189.61
4	133.41	0.0037			161.61



มหาวิทยาลัยบูรพา  
Burapha University

ภาคผนวก ข

## ตัวอย่างการคำนวณ

### อัตราการดูดซึมน้ำ

ตัวอย่างอิฐก้อนที่ 1 อิฐ 2 รูลายข้าง น้ำหนักอิฐสภาพอิ่มตัว 24 ซม. 341 (g) น้ำหนักอิฐหลังอบ 24 ซม. 294 (g)

$$\begin{aligned} \text{เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของอิฐ} &= \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \\ &= \frac{341 - 294}{294} \times 100 \\ &= 15.98 \% \end{aligned}$$

โดยที่  $W_1$  = น้ำหนักของอิฐหลังจากแช่น้ำ (g)

$W_2$  = น้ำหนักอิฐที่อบแห้ง (g)

### การทดสอบรับแรงอัด

ตัวอย่างอิฐก้อนที่ 1 อิฐ 2 รูลายข้าง Maximum Load 24200 (N) กว้าง 57.73 (mm) ยาว 143.77 (mm)

$$\begin{aligned} \text{กำลังรับแรงอัด Stress} &= \frac{P}{A} \text{ N/mm}^2 \\ &= \frac{24200}{57.73 \times 143.77} \\ &= 2.91 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

โดย  $P$  = น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (N)

$A$  = พื้นที่รับแรง ( $\text{mm}^2$ )

### การทดสอบรับแรงคด

ตัวอย่างอิฐก้อน 1 อิฐ 2 รูลายข้าง Maximum Load 1519.42 (N) , กว้าง 58.01 (mm) ,หนา 30.54 (mm) ,  
ช่วง Support ยาว 130.0 (mm)

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

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

หรือ  $F_b = \frac{6M}{bd^2}$

เมื่อ  $C = \frac{d}{2}$

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

Modulus of rupture  $= \frac{\left(\frac{PL}{4}\right) \times \left(\frac{d}{2}\right)}{\frac{bd^3}{12}} = \frac{3PL}{2bd^2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$

$$= \frac{3 \times 1519.42 \times 130}{2 \times 58.01 \times (30.54)^2}$$

$$= 0.5476 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

โดยที่ P = น้ำหนักกระทำที่กึ่งกลาง (N)

S = ช่วงความยาว (mm)

b = ความกว้างอิฐ (mm)

d = ความลึกอิฐ (mm)

### การทดสอบกำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์

ตัวอย่างที่ 1 ที่ 7 วัน Maximum Load 1843.01 (kg) , กว้าง 5.1 (cm) ,หนา 4.9 (cm)

$$\begin{aligned} \text{กำลังรับแรงอัด Stress} &= \frac{P}{A} \text{ kg/cm}^2 \\ &= \frac{1843.01}{5.1 \times 4.9} \\ &= 73.75 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

โดย P = น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (kg)

A = พื้นที่รับแรง (cm<sup>2</sup>)

### การทดสอบแรงคดของซีเมนต์มอร์ตาร์

ตัวอย่างที่ 1 ที่ 7 วัน Maximum Load 113.86 (kg) , กว้าง 4 (cm) ,หนา 4 (cm)

โมเมนต์สูงสุดที่เกิดขึ้นในกรณีนี้คือ

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

จากความแข็งแรงของวัสดุ

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

หรือ

$$F_b = \frac{6M}{bd^2}$$

เมื่อ

$$C = \frac{d}{2}$$

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

$$\text{Modulus of rupture} = \frac{\left(\frac{PL}{4}\right) \times \left(\frac{d}{2}\right)}{\frac{bd^3}{12}} = \frac{3PL}{2bd^2} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$



$$= \frac{3 \times 113.86 \times 15}{2 \times 4 \times (4)^2}$$

$$= 40.03 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

โดยที่ P = น้ำหนักกระทำที่กึ่งกลาง (kg)

S = ช่วงความยาว (cm)

b = ความกว้าง (cm)

d = ความลึก (cm)

**การทดสอบกำลังรับแรงอัดของชิ้นส่วนของกำแพงและกำแพง**

ตัวอย่างที่ 1 ที่ 28 วัน Maximum Load 39200 (N), กว้าง 300 (mm), หนา 56 (cm)

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

$$= \frac{39200}{300 \times 56}$$

$$= 2.333 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

โดย P = น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (N)

A = พื้นที่รับแรง (mm)

$$\text{Strain} = \frac{l_2}{l_1}$$

โดย  $l_1$  = ความยาวเริ่มต้น

$l_2$  = ความยาวที่เปลี่ยนแปลง

สมการการคำนวณออกแบบกำแพงโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ของกำแพงอิฐมวล

$$\phi P_{nw} = C f'_m A_g \left[ 1 - \left( \frac{k l_b}{32 h} \right)^2 \right]$$

สัญลักษณ์ที่ใช้

$A_g$  = เนื้อที่หน้าตัดทั้งหมด ( $\text{mm}^2$ )

$f'_m$  = กำลังอัดของชิ้นส่วนของกำแพง ( $\text{kN/mm}^2$ )

$h$  = ความหนาทั้งหมดขององค์อาคาร ( $\text{mm}$ )

$k$  = ตัวคูณความยาวสัมพันธ์

$l_b$  = ระยะในแนวตั้งระหว่างที่รองรับ ( $\text{mm}$ )

$P_{nw}$  = กำลังที่ระบุในการรับน้ำหนักบรรทุกในแนวแกนของกำแพงที่คำนวณ ( $\text{kN}$ )

$\phi$  = ตัวคูณลดกำลัง มีการขี้นขึ้นเพื่อต้านการหมุนที่ปลายทั้งสองข้าง (บน , ล่าง) ใช้ 0.7

$C$  = ค่า factor ของอิฐมวล

**ตัวอย่างที่ 1** การคำนวณกำลังอัดของกำแพงอิฐมวลเบา 2 รูตายข้าง ที่ 28 วัน , ความหนาเฉลี่ยหนา 56 (mm)  
ความยาว 1000 (mm) ค่า factor C ของอิฐมวลเบาตายข้าง = 0.641

$$\phi P_{nw} = C f'_m A_g \left[ 1 - \left( \frac{kl_b}{32h} \right)^2 \right]$$

$$P_{nw} = 0.641 \times 0.0039 \times 56,000 \left[ 1 - \left( \frac{1 \times 1,000}{32 \times 56} \right)^2 \right]$$

$$= 96.31 \text{ kN}$$

**ตัวอย่างที่ 2** การคำนวณกำลังอัดของกำแพงอิฐมวลเบา 2 รูใหญ่ ที่ 28 วัน , ความหนาเฉลี่ยหนา 65 (mm)  
ความยาว 1000 (mm) ค่า C ของอิฐมวลเบาตายข้าง = 0.614

$$\phi P_{nw} = C f'_m A_g \left[ 1 - \left( \frac{kl_b}{32h} \right)^2 \right]$$

$$P_{nw} = 0.614 \times 0.0039 \times 65,000 \left[ 1 - \left( \frac{1 \times 1,000}{32 \times 65.07} \right)^2 \right]$$

$$= 119.53 \text{ kN}$$

**ตัวอย่างที่ 3** การคำนวณกำลังอัดของกำแพงอิฐมวลเบา ชั้น ที่ 28 วัน , ความหนาเฉลี่ยหนา 67 (mm)  
ความยาว 1000 (mm) ค่า C ของอิฐมวลเบาชั้นข้าง = 0.545

$$\phi P_{nw} = C f'_m A_g \left[ 1 - \left( \frac{kl_b}{32h} \right)^2 \right]$$

$$P_{nw} = 0.502 \times 0.0155 \times 67,000 \left[ 1 - \left( \frac{1 \times 1,000}{32 \times 67} \right)^2 \right]$$

$$= 407.67 \text{ kN}$$

**ตัวอย่างที่ 4** การคำนวณกำลังอัดของกำแพงอิฐมวลเบา 4 รู ที่ 28 วัน , ความหนาเฉลี่ยหนา 60 (mm)  
ความยาว 1000 (mm) ค่า C ของอิฐมวลเบาชั้นข้าง = 0.590

$$\phi P_{nw} = C f'_m A_g \left[ 1 - \left( \frac{kl_b}{32h} \right)^2 \right]$$

$$P_{nw} = 0.590 \times 0.0046 \times 60,000 \left[ 1 - \left( \frac{1 \times 1,000}{32 \times 60.82} \right)^2 \right]$$

$$= 118.54 \text{ kN}$$

การศึกษาการรับน้ำหนักในแนวแกนของกำแพงอิฐมอญที่ใช้วัสดุที่ผลิตในชลบุรี

STUDY OF CAPACITY OF AXILLY LOADED LOAD-BEARING CLAY BRICK WALLS USED BRICKS MADE  
IN CHON BURI

นายชัยพฤกษ์ ชิวไพบุลย์ศิลป์ และ นายวศิน มือนันต์

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.เอนก ชววงษ์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

**บทคัดย่อ**

การใช้อิฐมอญในงานก่อสร้างอาคาร โครงสร้างต่างๆในประเทศไทยนับตั้งแต่ในอดีตเป็นต้นมา มีวัตถุประสงค์เพียงใช้กำแพงอิฐมอญเป็นผนังของอาคารที่ไม่ได้รับน้ำหนักของส่วนๆของโครงสร้างที่อยู่เหนือกำแพงอิฐมอญขึ้นไป โครงงานนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าการรับน้ำหนักแบกทานในแนวแกนของกำแพงอิฐมอญ วัสดุอิฐมอญที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นอิฐมอญที่ผลิตในท้องถิ่นในจังหวัดชลบุรีซึ่งอาจจะมีคุณสมบัติแตกต่างจากอิฐมอญที่ผลิตในแหล่งผลิตจากแหล่งผลิตอื่นๆในประเทศไทย

ตัวอย่างกำแพงทดสอบที่ใช้ในโครงงานนี้ใช้ลักษณะการก่อแบบสลับนแนว (running bond) โดยก่อผนังทดสอบขนาดกว้าง 1.00 เมตร สูง 1.00 เมตร จำนวน 16 ตัวอย่าง และตัวอย่างแท่งผนังอิฐมอญขนาด 0.30x0.30 เมตร จำนวน 30 ตัวอย่าง

ผลการทดลองพบว่ากำลังการรับน้ำหนักแบกทานในแนวแกนของกำแพงตัวอย่าง พบว่ากำแพงที่ใช้อิฐมอญชนิดต้นสามารถรับน้ำหนักได้มากกว่ากำแพงที่ก่อด้วยอิฐมอญแบบมีรูกลวง ในการทดสอบ

กำแพงตัวอย่างได้ทดสอบโดยแรงกดจนถึงจุดประลัย เมื่อเขียนเส้นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดกับความเครียดของกำแพงตัวอย่างทดสอบ ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากำแพงอิฐมอญแสดงพฤติกรรมของวัสดุเปราะ

คำสำคัญ :อิฐมอญ น้ำหนักแบกทานในแนวแกน การก่อกำแพงแบบสลับนแนว หน่วยแรงอัด ความเครียดอัด จุดประลัย

**Abstract**

Clay brick walls has been used in building construction in Thailand since the ancient time. The usages of clay brick wall at that time were as only wall partions of buildings, those walls were not used to bear the weights of the upper structural components of buildings. The study of this of this project is to



เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกใช้วัสดุในการออกแบบกำแพงรับแรงในแล้วแกนต่อไป

## 2. อุปกรณ์และวิธีการทดสอบ

### 2.1 การทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐ (Absorption test of brick)

คัดเลือกขนาดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบจำนวนตัวอย่างละ 30 ก้อน โดยเลือกขนาดก้อนที่สมบูรณ์มากที่สุดวัดขนาดและชั่งตัวอย่างพร้อมทำสัญลักษณ์ หรือหมายเลขไว้ในแต่ละชุดตัวอย่างเพื่อป้องกันข้อมูลคลาดเคลื่อนนำตัวอย่างมาแช่ในภาชนะที่มีน้ำกลั่น(ในการทดสอบอาจใช้น้ำสะอาดทดแทนได้) โดยแช่ให้ท่วมก้อนอิฐทุกก้อนตัวอย่าง แช่ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมงนำตัวอย่างที่แช่ครบกำหนดในข้อ 3 นำขึ้นจากน้ำ นำผ้าขนหนูซับน้ำในแต่ละก้อนตัวอย่างให้แห้งซึ่งอยู่ในลักษณะอ้อมตัวผิวแห้ง แล้วนำมาชั่งในแล้วเสร็จภายใน 5 นาทีหลังจากที่ชั่งน้ำแล้วเสร็จ

นำตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนในข้อ 4 นำเข้าตู้อบไฟฟ้าปรับอุณหภูมิ 110 องศาเซนเซียส ใช้เวลาในการอบเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำออกมาชั่งน้ำหนักในแต่ละก้อนตัวอย่าง เป็นอันแล้วเสร็จขั้นตอนการทดสอบ

### 2.2 การทดสอบกำลังอัดอิฐ (Compressive strength of cement mortar)

นำอิฐก่อสร้างสามัญประเภทที่หนึ่ง จำนวน 30 ก้อน ชั่งน้ำหนัก และวัดขนาดนำตัวอย่างในข้อ 1 เข้าเครื่องทดสอบแรงกำลังรับแรงอัดเตรียมตัวอย่างอีก 2 ชุด โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับตัวอย่างชุดแรกซึ่งและวัดขนาดตัวอย่างอีกครั้ง ก่อนนำตัวอย่างแต่ละชุดเข้าเครื่องทดสอบหาความต้านทานแรงอัดทางด้านอิฐ จนตัวอย่างวิบัติค่าแรงอัดลดลงอย่างต่อเนื่องสังเกตตัวอย่างในขณะที่

ทดลองหากำลังต้านทานแรงกด จนกระทั่งตัวอย่างเสียหายเขียนภาพลักษณะการเสียหายของตัวอย่างและบันทึกผลแรงสูงสุด

### 2.3 การทดสอบแรงค้ำของอิฐตัว (Flexural strength of cement mortar)

ทำเครื่องหมายที่อิฐ วัดขนาดเป็นมิลลิเมตร (กว้างxหนาxยาว) และชั่งน้ำหนัก โดยอ่านละเอียดถึง 0.01 กรัม ติดตั้ง Support เข้ากับเครื่องทดสอบ โดยมีระยะห่าง (Span Length) 15 เซนติเมตร ให้นำหนักกระทำให้ลงกึ่งกลางช่วงความยาวพอดีจนผิวสัมผัสกัน ปรับโหลดให้ชี้ที่เลข 0 ให้นำหนักกระทำอย่างสม่ำเสมอในอัตราไม่เกิน 10,000 N/min หรือใช้ความเร็วไม่เกิน 1.0 mm/min จดบันทึกค่าน้ำหนักที่ทำให้อิฐแตก สเก็ตรูปภาพรอยอิฐหัก คำนวณ โมดูลัสของการขำรูดจากสูตร

## 3. ผลการทดสอบ

### 3.1 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมอ (Absorption test of brick)

การทดสอบการดูดซึมน้ำเป็นปัจจัยบ่งชี้ถึงความทนทาน (Durability) ปัจจัยหนึ่งของอิฐมอ เนื่องจากเป็นปัจจัยที่แสดงถึงความพรุนของอิฐ ถ้าอิฐมอมีการดูดซึมน้ำมากแล้ว อิฐก็必将มีความพรุนและจะผุกร่อนจากการกระทำของสภาวะแวดล้อมและการเสียดสีได้ง่าย

### 3.2 ผลการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐ (Compressive strength of brick)

การทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอทั้งสี่ชนิดคือ อิฐมอ 2 รูลายข้าง , อิฐมอ 2 รูใหญ่ , อิฐมอ 4 รู , อิฐมอ 4 รู โดยการสุ่มตัวอย่างมา

ทำการศึกษากำลังรับแรงอัดจำนวนชนิดละ 15 ตัวอย่าง พบว่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ย

### 3.3 ผลการทดสอบแรงค้ำของอิฐมอดู (Flexural strength of brick)

การทดสอบการรับแรงค้ำของอิฐมอดูทั้งสี่ชนิดคือ อิฐมอดู 2 รูลายข้าง อิฐมอดู 2 รูใหญ่ อิฐมอดู ต้น อิฐมอดู 4 รู โดยการสุ่มตัวอย่างมาทำการศึกษากำลังรับแรงอัดจำนวนชนิดละ 15 ตัวอย่าง พบว่ากำลังรับแรงค้ำเฉลี่ย

### 3.4 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Compressive strength of cement mortar)

จากการศึกษากำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Compressive strength of cement mortar) ที่ใช้ในการก่อกำแพงอิฐมอดู โดยเลือกใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมเสร็จและผสมเองตัวอย่าง 3 ชุดการทดสอบ 7, 14, 28 วันตามลำดับ ชุดละ 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

#### แบบที่ 1 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเสร็จ

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 73.75 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 112.32 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 129.96 กก./ตร.ซม.

#### แบบที่ 2 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเอง

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 83.51 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 122.68 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 141.31 กก./ตร.ซม.

### 3.5 ผลการทดสอบแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Flexural strength of cement mortar)

จากการศึกษากำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Flexural strength of cement mortar) ที่ใช้ในการก่อกำแพงอิฐมอดู โดยเลือกใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมเสร็จ และผสมเองตัวอย่าง 3 ชุดการทดสอบ 7, 14, 28 วันตามลำดับ ชุดละ 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

#### แบบที่ 1 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเสร็จ

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 40.03 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 56.81 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 70.62 กก./ตร.ซม.

#### แบบที่ 2 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเอง

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 46.63 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 60.19 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงค้ำของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 75.21 กก./ตร.ซม.



### 3.5 ผลการทดสอบแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Tensile strength of cement mortar)

จากการศึกษากำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Tensile strength of cement mortar) ที่ใช้ในการก่อกำแพงอิฐมวลเบา โดยเลือกใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ผสมเสร็จ และผสมเองตัวอย่าง 3 ชุดการทดสอบ 7, 14, 28 วัน ตามลำดับ ชุดละ 3 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

#### แบบที่ 1 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเสร็จ

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 21.22 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 30.93 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 36.18 กก./ตร.ซม.

#### แบบที่ 2 ซีเมนต์มอร์ตาร์แบบผสมเอง

ที่อายุ 7 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 28.13 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 39.27 กก./ตร.ซม.

ที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 42.87 กก./ตร.ซม.

### 3.6 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลเบา (Compressive strength of parts brick wall)

การทดลองเพื่อหาลำดับอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลเบา โดยชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อมีขนาด 30 x 30 ตร.ซม. ก่อแบบสลับ (Running Bond) โดยใช้อิฐมวลเบา 4 ชนิด อิฐมวลเบา 2 รูปร่างลาย อิฐมวลเบา 2 รูปร่างใหญ่ อิฐมวลเบาดัน

อิฐมวลเบา 4 รู อย่างละ 3 ตัวอย่าง โดยแบ่งความหนาของซีเมนต์มอร์ตาร์เป็น 1, 1.5, 2 ตามลำดับ 2.187 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, 2.274 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, 10.832 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, 2.922 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

### 3.7 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของกำแพงอิฐมวลเบา (Compressive strength of brick wall)

การทดลองเพื่อหาลำดับอัดชิ้นส่วนของกำแพงอิฐมวลเบา โดยชิ้นส่วนของกำแพงที่ก่อมีขนาด 1x1 ตร.ม. ก่อแบบสลับ (Running Bond) โดยใช้อิฐมวลเบา 4 ชนิด อิฐมวลเบา 2 รูปร่างลาย อิฐมวลเบา 2 รูปร่างใหญ่ อิฐมวลเบาดัน อิฐมวลเบา 4 รู อย่างละ 2 ตัวอย่าง โดยการใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ 2 ชนิด คือ ปูนก่อสำเร็จ และ ปูนก่อที่ผสมอัตราส่วน ปูนต่อทราย 1:1:3 ตามลำดับ 2.213 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, 2.450 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, 5.988 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, 2.409 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

## 4.สรุปผลการทดลอง

### 4.1 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของอิฐมวลเบา (Absorption test of brick)

ผลการทดลองการดูดซึมน้ำของอิฐมวลเบาจากแหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี อย่างละ 15 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้ อิฐมวลเบา 2 รูปร่างลาย, อิฐมวลเบา 2 รูปร่างใหญ่, อิฐมวลเบาดัน, อิฐมวลเบา 4 รู ให้ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำในแต่ละชนิดร้อยละ 17.17, ร้อยละ 15.25, ร้อยละ 12.10 และร้อยละ 19.97 ตามลำดับ รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ชนิดเท่ากับร้อยละ 16.12

อิฐที่มีการดูดซึมน้ำสูงแสดงว่าอิฐมีความพรุนอยู่สูง อิฐที่มีความพรุนสูงนั้นจะมีความเปราะและหักได้

ง่าย ความแข็งแรงก็จะน้อยตามไปด้วย จากการทดลอง จะเห็นว่าอิฐมอญ 4 รู มีค่าการดูดซึมน้ำมากกว่าอิฐมอญ อีก 3 ชนิด ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าอิฐมอญ 4 รู มีความแข็งแรงน้อยที่สุด

#### 4.2 ผลการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญ

##### (Compressive strength of brick)

ผลการทดลองการรับแรงอัดของอิฐมอญจาก แหล่งผลิตในจังหวัดชลบุรี อย่างละ 15 ตัวอย่าง ให้ผล ดังนี้ อิฐมอญ 2 รูลายข้าง, อิฐมอญ 2 รูใหญ่, อิฐมอญ ต้น, อิฐมอญ 4 รู โดยอิฐมอญต้นมีค่าโหลดสูงสุดเฉลี่ย เท่ากับ 143.36 กิโลนิวตัน, 26.76 กิโลนิวตัน, 47.70 กิโลนิวตัน, ตามลำดับ ส่วนค่า stress ดังนี้ อิฐมอญ 2 รูลายข้าง, อิฐมอญ 2 รูใหญ่, อิฐมอญต้น, อิฐมอญ 4 รู เฉลี่ยเท่ากับ 3.20 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, 4.52 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, 13.26 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร ในขณะที่อิฐมอญต้นให้ ค่าเฉลี่ยโหลดสูงสุดเท่ากับ 156 กิโลนิวตัน และมี ค่าเฉลี่ย stress เท่ากับ 13.26 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

จากการทดลองจะเห็นว่าอิฐที่มีกำลังอัดสูงสุดก็คือ อิฐมอญต้น รองลงมา ก็คือ อิฐมอญ 2 รูใหญ่, อิฐมอญ 4 รู และอิฐมอญ 2 รูลายข้าง ตามลำดับ

#### 4.3 ผลการทดสอบแรงค้ำของอิฐมอญ (Flexural strength of brick)

ผลการทดลองรับแรงค้ำของอิฐมอญจากแหล่ง ผลิตในจังหวัดชลบุรี อย่างละ 15 ตัวอย่าง ให้ผลดังนี้ อิฐมอญ 2 รูลายข้าง, อิฐมอญ 2 รูใหญ่, อิฐมอญต้น, อิฐมอญ 4 รู มีค่าโหลดสูงสุดเฉลี่ย 1312.75 นิวตัน, 1875.52 นิวตัน, 3686.08 นิวตันและ นิวตัน ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ย Modulus of rupture เท่ากับ 0.5200นิวตัน

ต่อตารางมิลลิเมตร, 0.7493 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, 1.1141 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร, นิวตันต่อตาราง มิลลิเมตร ตามลำดับ

อิฐมอญที่มีค่า Modulus of rupture สูงยิ่งมี ความแข็งแรงสูงตามไปด้วย จากผลการทดลองจะเห็น ว่าอิฐมอญต้นมีค่า Modulus of rupture สูงสุด และอิฐ มอญ 2 รูลายข้างมีค่า Modulus of rupture ต่ำสุด ดังนั้น จึงพอสรุปได้ว่าอิฐมอญต้นมีความแข็งแรง ทนทานมากกว่าอิฐมอญอีกสามชนิด จึงเหมาะสมที่สุดที่ จะเลือกใช้ทำกำแพงที่รับแรงเบกทาน

#### 4.4 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Compressive strength of hydraulic cement mortar)

การทดสอบการรับกำลังอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ (Compressive strength of hydraulic cement mortar) ตามมาตรฐาน ASTM C 109 โดยใช้อัตราส่วนผสม ซีเมนต์มอร์ตาร์ (w/c = 0.45) พบว่าที่อายุ 7 วัน กำลัง รับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.51 กก./ ตร.ซม. ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 122.68 กก./ตร.ซม. และที่อายุ 28 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 141.31 กก./ตร.ซม. เมื่อพิจารณาค่ากำลังรับแรงอัดที่ได้ ใช่วงอายุต่าง ๆ พบว่ากำลังรับแรงอัดที่อายุ 28 วันนั้นมี ค่ากำลังรับแรงอัดที่สูงที่สุดของทุกช่วงเวลา

เมื่อใช้ซีเมนต์มอร์ตาร์ก่อสร้าง TPI M300 อัตราส่วนผสมน้ำสะอาด 4.5 : 1 หน่วยปริมาตร พบว่าที่ อายุ 7 วัน กำลังรับแรงอัดของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 73.75 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 14 วัน กำลังรับแรงอัด ของซีเมนต์มอร์ตาร์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 112.32 กก./ตร.ซม.



เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างค่ากำลังรับแรงดึงของอัตราส่วนผสมของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ผสมเองและอัตราส่วนของซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จ TPI M300 พบว่าอัตราส่วนผสมซีเมนต์มอร์ตาร์ที่ผสมเองมีค่ากำลังรับแรงดึงที่สูงกว่าค่ากำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์ปูนก่อสำเร็จรูปในทุกช่วงอายุ

ดังนั้นค่ากำลังรับแรงดึงของซีเมนต์มอร์ตาร์สามารถพัฒนาค่ากำลังรับแรงดึงให้ค่าแพงได้เมื่อเกิดแรงดึงในค่าแพง

#### 4.7 ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดชิ้นส่วนของค่าแพงอิฐมอดู (Compressive strength of brick wall prism )

ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดชิ้นส่วนของค่าแพงอิฐมอดู (Compressive strength of brick wall prism ) พบว่าชิ้นส่วนของค่าแพงอิฐมอดูดันให้ค่ากำลังการวัดแรงแบกทานมากกว่าตัวอย่างที่ใช้อิฐมอดูประเภทอื่นๆ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ถ้าต้องการให้ค่าแพงอิฐมอดูเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างที่รับน้ำหนักแบกทานจะต้องใช้อิฐมอดูแบบตันเท่านั้นจึงจะให้ค่ากำลังสูงสุด

เมื่อเปรียบเทียบกำลังอัดของชิ้นส่วนค่าแพงอิฐมอดูพบว่าหน่วยแรงอัดของค่าแพงอิฐมอดูดันมีค่าสูงกว่าค่ากำลังอัดของชิ้นส่วนค่าแพงอิฐมอดูที่ใช้อิฐมอดูแบบอื่นๆหลายเท่า

#### 5. ข้อเสนอแนะ

จากการสังเกตการวิบัติของตัวอย่างของก้อนอิฐมอดูพบว่าสามารถแบ่งลักษณะของการ

วิบัติของก้อนอิฐมอดูออกได้เป็น 2 แบบหลักคือ

**1. การวิบัติเนื่องจากแรงดึง (Tensile Splitting Failure)** เมื่อก้อนอิฐมอดูรับแรงกดอัดอยู่ในแนวตั้ง

แล้ว แรงดึงจะเกิดขึ้นในก้อนอิฐเนื่องจากการขยายตัวทางด้านข้างในแนวตั้งฉากกับแนวกระทำของแรงกดอัด เมื่อก้อนอิฐมอดูมีความเปราะสูงหรือมีกำลังรับแรงดึงที่ต่ำมาก เมื่อเทียบกับกำลังรับแรงอัดประลัยแล้ว ก้อนอิฐมอดูจะเกิดการวิบัติหรือแตกร้าวในแนวกระทำของแรงกดอัดในแนวตั้ง

#### 2. การวิบัติเนื่องจากแรงดึงและแรงเฉือน (Combined Tensile Splitting and Shear Failure)

การวิบัติเนื่องจากแรงดึงและแรงเฉือนจะมีลักษณะที่เหมือนกับการวิบัติเนื่องจากแรงดึงแต่รอยแตกร้าวแทนที่จะอยู่ในแนวตั้งเท่านั้น ก็จะมีรอยแตกร้าวในแนวทะแยงร่วมด้วย แต่การแตกแบบทะแยงจะพบน้อยในการทดสอบ

เมื่อพิจารณาจากตัวอิฐมอดูแล้วพบว่าอิฐมอดูที่มีรูโพรง ซึ่งการทำอิฐมอดูให้มีรูโพรงนั้นจะช่วยในการลดน้ำหนักของก้อนอิฐมอดูเพื่อลดน้ำหนักของโครงสร้าง และเพื่อลดระยะเวลาในการเผอิฐให้น้อยลง แต่ข้อเสียคือ อิฐที่มีรูโพรงจะมีกำลังรับแรงกดอัดประลัยที่ต่ำกว่าแบบไม่มีรูโพรง

#### บรรณานุกรม

1. แผนกวิชาช่างโยธา (2543) คู่มือปฏิบัติการทดสอบวัสดุ (ปรับปรุงครั้งที่ 1/2543) เอกสารประกอบการเรียน แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคคูสิต กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ
2. มอก.77 (2545) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม อิฐก่อสร้างสามัญ สำนักงาน มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
3. ผศ. ดร. สิริรัชชัช แสงอาทิตย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มกราคม 2545

4. คู่มือการทดลองเล่มที่ 2 การทดสอบ

วิศวกรรมโยธา (Materials Testing in civil Engineering.)

5. พงศ์พันธ์ วรสุนทรโรสถ และวรวงศ์ วรสุ

นทรโรสถ. 2544. วัสดุก่อสร้าง. โรงพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น  
จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

6. รศ.ดำเนินภร ดงพาลา และ ผศ.สรกานต์

ศรีทองอ่อน สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชา

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

7. กรรมวิธีผลิตอิฐมอญ ฝ่ายบริการข้อมูล

อุตสาหกรรม กองพัฒนาอุตสาหกรรม กรมส่งเสริม

อุตสาหกรรม

8. สิทธิชัย เลิศวิชัย นักศึกษาระดับ

บัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีสุรนารี

9. มาตรฐาน ว.ส.ท. (E.I.T.Standard)

10. มาตรฐาน Australian Standard AS3700-

98 การออกแบบผนังเสริมเหล็ก ด้วยวิธีกำลัง (ultimate  
stress design)

11. มาตรฐาน American Concrete Institute

ACI 530-92 การออกแบบผนังเสริมเหล็ก โดยวิธีหน่วย

แรงใช้งาน (working stress design)