


บทที่ 3

การทดสอบคุณสมบัติของวัสดุและผลการทดสอบ

3.1 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

- 1) ปูนซีเมนต์ที่ใช้เป็นปูนปอร์ตแลนด์ประเภทที่1 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของมอร์ต้า ที่ใช้ทำ ปูนก่อ และ ปูนฉาบ วิธีทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C349-97 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars
- 2) ทรายที่ใช้ในการวิจัย ใช้ทรายแม่น้ำที่มีการคัดขนาด อยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง มีค่า F.M. ประมาณ 2.8 – 3.0 ทำการทดสอบหาความถ่วงจำเพาะของทราย ตามมาตรฐาน ASTM C128-97 Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate และทดสอบการ กระจายขนาดคละและโมดูลัสความละเอียดของทราย ตามมาตรฐาน ASTM C136-96a Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates ผลทดสอบดังแสดงในภาคผนวกที่ 1ก- 2ก
- 3) วัสดุก่อที่ใช้ในงานวิจัย จะใช้อิฐก่อที่มีผลิตจำหน่ายในประเทศโดยใช้ อิฐมอญดังแสดงใน ตารางที่ 3.1 โดยมีการทดสอบคุณสมบัติทางกลของอิฐ ได้แก่ กำลังรับแรงอัดของอิฐตามมาตรฐาน ASTM C170-01 กำลังรับแรงอัดของปริซึมอิฐก่อตามมาตรฐาน ASTM C1314-07 และกำลังรับแรงเฉือนในแนว ทแยงของผนังอิฐก่อมาตรฐาน ASTM E519-02 ดังแสดงในตารางที่ 3.2

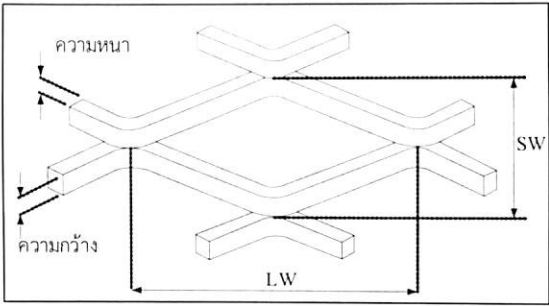
ตารางที่ 3.1 อิฐที่ใช้ในการวิจัยและคุณสมบัติทางกล

รูปแบบอิฐ	ชนิดอิฐก่อ	ขนาดและมิติ (mm.) กว้าง x ยาว x สูง	กำลังรับแรงอัด โดยประมาณ (ksc)
	อิฐมอญ	50 x 160 x 60	35-40

ตารางที่ 3.2 มาตรฐาน ASTM ที่ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติทางกลของอิฐมอญ





มาตรฐานที่ทดสอบ	ลักษณะการทดสอบ
ASTM C170-90	กำลังรับแรงอัดของอิฐมอญ
ASTM C1314-07	กำลังรับแรงอัดของปริซึมอิฐก่อ
ASTM E519-07	กำลังรับแรงเฉือนของผนังอิฐก่อ

4) ตะแกรงเหล็กฉีกที่ใช้ในงานวิจัยมี 4 ชนิด โดยใช้ตะแกรงเหล็กฉีกมาตรฐาน (EMS) รูปแบบเป็นรูปเพชร ดังแสดงในรูปที่ 3.1 แผ่นตะแกรงเหล็กฉีกทั้ง 4 ชนิด ประกอบด้วย TYPE-1 , TYPE-2 , TYPE-3 และ TYPE-4 ซึ่งผลิตตามมาตรฐานของ JIS G3351 ซึ่งมีกำลังดึงที่จุดครากและกำลังดึงประลัยสูงสุดที่ 337 Mpa และ 400 Mpa ตามลำดับ โดยมีคุณสมบัติพื้นฐานดังแสดงในตารางที่ 3.3



รูปที่ 3.1 รูปแบบของตะแกรงเหล็กฉีกชนิด EMS

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของลวดตะแกรงทั้ง 4 แบบ

ภาพประกอบ	ชนิดของ ตะแกรง	ช่วงกว้าง ของรู (S) mm	ช่วงยาว ของรู(L) mm	ความหนา (T) mm	ล้น (W) mm	น้ำหนักต่อ แผ่น (kg/m <sup>2</sup> )
 Expanded Metal	TYPE-1	8.6	20.0	0.6	-	0.69
 Expanded Metal	TYPE-2	12.7	25.4	0.6	-	0.57
 Expanded Metal	TYPE-3	12.0	30.5	1.2	1.5	1.84
 Expanded Metal	TYPE-4	12.0	30.5	1.6	2.0	3.12

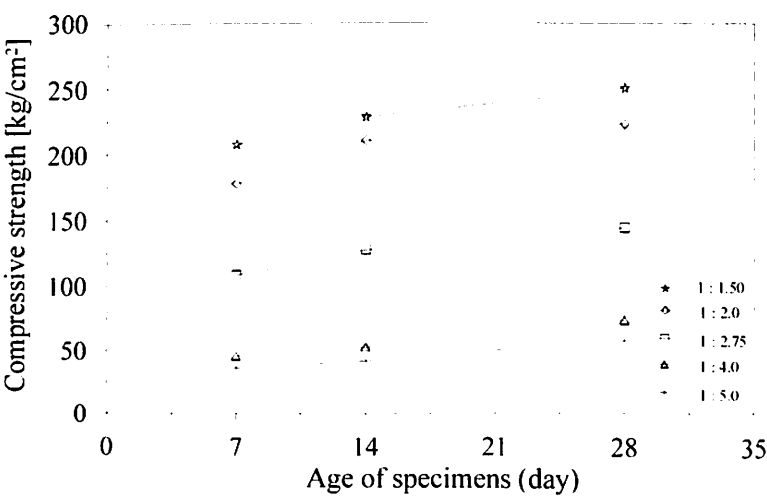
3.2 กำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ ปูนก่อ และ ปูนฉาบ

การทดสอบกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ ที่ใช้ทำปูนก่อ และ ปูนฉาบ วิธีทดสอบทำตามมาตรฐาน ASTM C349-97 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars ทำการทดสอบในอัตราส่วนของปูนซีเมนต์ : ทราย ที่อัตราส่วน 1: 1.5 , 1:2.0 ,1:2.75 , 1:4.0 และ1:5.0 ควบคุมอัตราส่วนน้ำต่อปูนเท่ากับ 0.45 และ น้ำที่ใช้ผสมปูนซีเมนต์เป็นน้ำประปา ทดสอบกำลังรับแรงอัดที่อายุ 7 , 14 และ 28 วัน

ผลทดสอบกำลังรับแรงอัดของ มอร์ตาร์ ปูนก่อ และ ปูนฉาบดังแสดงในภาคผนวกที่ 3ข-5ข สำหรับอัตราส่วนผสมที่ใช้มีอัตราส่วนที่ 1:1.5 , 1:2.0 , 1:2.75 ,1:4.0 และ 1:5.0 โดยเป็น ปูนต่อทราย และมีอัตราส่วนของ น้ำต่อซีเมนต์เท่ากับ 0.45 ทำการทดสอบกำลังที่อายุ 7 ,14 และ 28 วัน ซึ่งได้ผลสรุปกำลังรับแรงอัดในตารางที่ 3.4 และแสดงการพัฒนากำลังรับแรงอัดดังแสดงในรูปที่ 3.2

ตารางที่ 3.4 ผลสรุปการทดสอบกำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ที่อายุ 7, 14 และ 28 วัน

อัตราส่วน ปูน : ทราย	กำลังรับแรงอัด (kg/cm <sup>2</sup> )		
	อายุ 7 วัน	อายุ 14 วัน	อายุ 28 วัน
1 : 1.5	206.90	228.10	249.70
1 : 2.0	177.60	210.30	222.50
1 : 2.75	108.00	127.30	143.30
1 : 4.0	45.70	52.20	72.20
1 : 5.0	36.30	41.80	56.40



รูปที่ 3.2 ค่ากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ที่อายุ 7 , 14 และ 28 วัน

จากรูปที่ 3.2 แสดงถึงการพัฒนากำลังรับแรงอัดของมอร์ตาร์ พบว่าอัตราส่วนที่มีส่วนผสมของทรายน้อยจะทำให้กำลังที่ได้มีค่าสูงกว่าอัตราส่วนที่มีทรายจำนวนมาก อัตราส่วนที่ใช้ในการทำปูนก่อ และปูนฉาบ ในงานวิจัยได้เลือกใช้ปูนก่อที่อัตราส่วน 1 : 4.0 เนื่องจากเป็นอัตราส่วนทั่วไปในงานก่อสร้าง ส่วนปูนฉาบได้ใช้อัตราส่วน 1 : 2.0 ในการฉาบเนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่ให้กำลังที่เหมาะสม และในการฉาบจะไม่เกิดการแตกร้าวเหมือนกับอัตราส่วน 1 : 1.50 โดยอัตราส่วนดังกล่าวถึงจะให้กำลังที่สูงแต่ไม่เหมาะที่จะนำมาฉาบเนื่องจากอัตราส่วนที่มีทรายน้อยจะทำให้เกิดการหดตัวของซีเมนต์มอร์ตาร์ที่สูงขึ้น ส่งผลทำให้เกิดการแตกร้าวที่ผิวของปูนฉาบได้ง่าย เมื่อเวลาผ่านไปก็จะส่งผลทำให้ปูนฉาบเกิดการหลุดร่อนไม่ยึดติดกับตัวของอิฐก่อทำให้กำลังรับแรงของผนังอิฐลดลง

3.3 กำลังรับแรงอัดของอิฐมอญ

กำลังรับแรงอัดของอิฐมอญได้ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM Committee C170-90. Standard Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone โดยเลือกตัวอย่างอิฐจำนวน 5 ก้อนเรียงกันแล้วทำการกดตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3.3 จำนวน 3 ชุดเพื่อหาค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ยของกำลังรับแรงอัดของอิฐมอญ ผลทดสอบดังแสดงในภาคผนวกที่ 1ข-2ข ซึ่งผลการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดของอิฐมอญสามารถรับกำลังอัดเฉลี่ยที่ 32.8 กิโลกรัม/ซม<sup>2</sup>

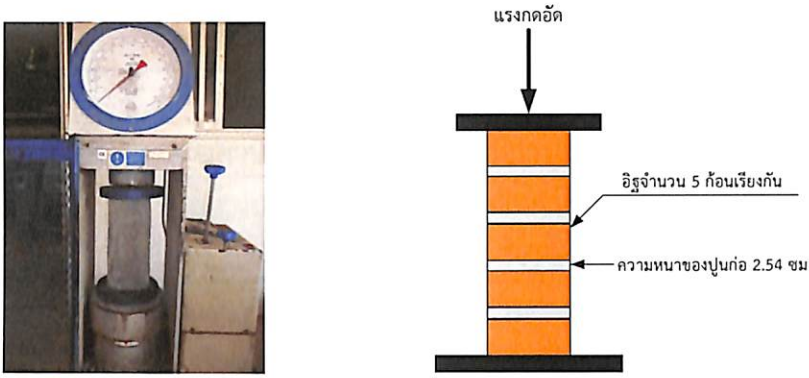


รูปที่ 3.3 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของอิฐก่อ

3.4 กำลังรับแรงอัดของปริซึมอิฐก่อ

กำลังรับแรงอัดของปริซึมอิฐก่อได้ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM Committee C1314-07. Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms โดยการนำอิฐมาก่อโดยมีปูนก่อเป็นตัวเชื่อมประสานจำนวน 5 ก้อน แล้วทำการฉาบตัวอย่างให้เสมือนกับการก่อและฉาบในงานก่อสร้างทั่วไปดังแสดงในรูปที่ 3.4 สำหรับปูนก่อเลือกใช้อัตราส่วนที่ 1:4.0 เนื่องจากเป็นอัตราส่วนของงานก่อสร้างทั่วไปและในการก่อจะควบคุมความหนาอยู่ที่ 2.54 เซนติเมตร ส่วนปูนฉาบเลือกใช้ปูนฉาบในอัตราส่วน 1:2.0 เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่ไม่ทำให้เกิดการแตกร้าวจากการฉาบและควบคุมความหนาของการฉาบที่ 0.5 เซนติเมตร ในการทดสอบกำลังรับแรงอัดปริซึมอิฐก่อจะทำตัวอย่างทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 3.5 โดยมีการเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกทั้ง 4 ชนิด ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น





รูปที่ 3.4 การทดสอบกำลังรับแรงอัดปริซึมอิฐก่อ

โดยมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและการทดสอบกำลังรับแรงอัดของปริซึมอิฐก่อ ดังนี้

- 1) อิฐที่นำมาทดสอบต้องได้รับการแช่น้ำเพื่อให้อิฐเกิดการอิ่มตัว หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาทำการก่อด้วยปูนก่อหนา 2.54 ซม ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างอิฐมอญที่ก่อด้วยปูนหนา 2.54 ซม

- 2) ทิ้งตัวอย่างไว้ 24 ชั่วโมงหลังจากนั้นทำการเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกทั้ง 4 ชนิด และฉาบตัวอย่างทั้ง 2 ด้าน ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ทิ้งตัวอย่างไว้ 28 วัน นำตัวอย่างมาทำการทดสอบ



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างอิฐที่ก่อด้วยปูนหนา 2.54 ซม

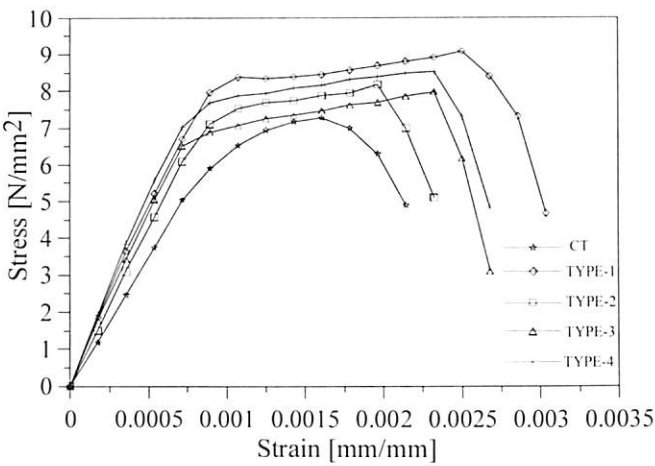
ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างการทดสอบกำลังรับแรงอัดของปริซึมอิฐก่อ

ตัวอย่าง	รูปแบบการทดสอบของตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง
CT	ตัวอย่างควบคุมปริซึมอิฐก่อที่ไม่มีการเสริมกำลัง	3
TYPE-1	ตัวอย่างปริซึมอิฐก่อที่มีการเสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-1	3
TYPE-2	ตัวอย่างปริซึมอิฐก่อที่มีการเสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-2	3
TYPE-3	ตัวอย่างปริซึมอิฐก่อที่มีการเสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-3	3
TYPE-4	ตัวอย่างปริซึมอิฐก่อที่มีการเสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-4	3

ผลทดสอบกำลังรับแรงอัดของปริซึมอิฐก่อ ดังแสดงในภาคผนวกที่ 6ข จากการทดสอบค่ากำลังรับแรงอัดของปริซึมอิฐก่อที่อายุ 28 วันของตัวอย่างควบคุม CT และตัวอย่างที่เสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกทั้ง 4 ชนิดประกอบด้วย TYPE-1, TYPE-2, TYPE-3 และ TYPE-4 ได้ผลกำลังรับแรงอัดเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 3.6 และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดของปริซึมอิฐก่อดังแสดงในรูปที่ 3.7

ตารางที่ 3.6 ผลสรุปการทดสอบกำลังรับแรงอัดของปริซึมอิฐก่อที่อายุ 28 วัน

ตัวอย่าง	รูปแบบการทดสอบของตัวอย่าง	กำลังรับแรงอัด (N/mm <sup>2</sup> )
CT	ตัวอย่างควบคุมปริซึมอิฐก่อที่ไม่มีการเสริมกำลัง	7.27
TYPE-1	ตัวอย่างปริซึมอิฐก่อที่มีการเสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-1	9.07
TYPE-2	ตัวอย่างปริซึมอิฐก่อที่มีการเสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-2	8.17
TYPE-3	ตัวอย่างปริซึมอิฐก่อที่มีการเสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-3	7.87
TYPE-4	ตัวอย่างปริซึมอิฐก่อที่มีการเสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-4	8.51



รูปที่ 3.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดของปริซึมอิฐก่อที่อายุ 28 วัน

จากรูปที่ 3.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดของปริซึมอิฐก่อที่อายุ 28 วัน พบว่าการเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกทั้ง 4 ชนิด ให้ค่ากำลังรับแรงอัดสูงกว่าตัวอย่าง CT ซึ่งเป็นตัวอย่างควบคุม ตัวอย่าง TYPE-1 ให้ค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุดเนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวของตัวอย่างที่มีช่องตาข่ายที่เล็กและถี่ดังคุณสมบัติที่กล่าวแล้วข้างต้น ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อแรงยึดเหนี่ยวระหว่างปูนฉาบและผนังอิฐก่อสามารถรับแรงได้ดีกว่าตัวอย่างควบคุมคิดเป็นร้อยละ 24.75 ส่วนตัวอย่าง TYPE-2, TYPE-3 และ TYPE-4 ได้ค่ากำลังรับแรงอัดที่ใกล้เคียงกันแสดงให้เห็นถึงการเสริมกำลังที่มีช่องตาข่ายที่ใหญ่ส่งผลต่อกำลังรับแรงอัดและแรงยึดเหนี่ยวที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่าง TYPE-1 อย่างเห็นได้ชัดแต่ก็ยังให้ค่ากำลังสูงกว่าตัวอย่าง CT คิดเป็นร้อยละ 12.38 ,8.25 และ 17.05 ตามลำดับ

ในงานวิจัยจึงเลือกตัวอย่างที่เสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีก TYPE-1 สำหรับการเสริมกำลังให้กับตัวอย่างโครงข้อแข็งผนังอิฐก่อเสริมกำลัง W-SR จากความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดของตัวอย่างทดสอบแสดงให้เห็นพฤติกรรมแบบไม่เชิงเส้น ซึ่งจะมีจุดครากและการเสียรูปที่ชัดเจนแสดงให้เห็นว่าตะแกรงเหล็กฉีกมีความสำคัญต่อพฤติกรรมเชิงเส้นของปริซึมอิฐก่อ

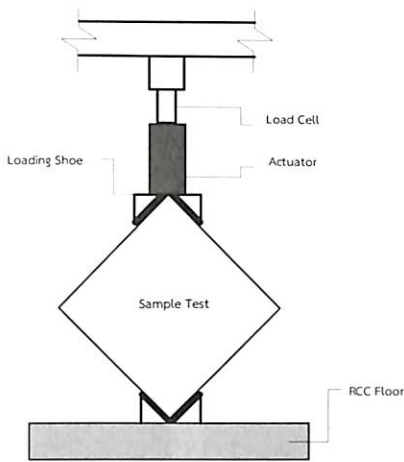
การวิบัติของตัวอย่างภายใต้น้ำหนักกระทำในแนวดิ่ง เมื่อตัวอย่างได้รับแรงกดอัดกระทำส่งผลต่อตัวอย่างการทดสอบทั้ง 5 แบบ โดยจะเกิดการแยกตัวระหว่างปูนฉาบและตัวผนังอิฐก่อก่อนที่จะเกิดการแตกร้าวและเกิดการแยกตัวของแผ่นเฟอร์ไรซีเมนต์ที่มีการเสริมกำลังและเกิดการวิบัติในที่สุดดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 การติดตั้งตัวอย่างและการวิบัติของตัวอย่าง TYPE-1

3.5 กำลังรับแรงเฉือนของผนังอิฐก่อ

กำลังรับแรงเฉือนของผนังอิฐก่อได้ทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM Committee E519-02. Standard test method for diagonal tension (shear) in masonry assemblages การทดสอบกำลังรับแรงเฉือนเพื่อให้ได้ค่าโมดูลัสแรงเฉือนของผนังอิฐก่อและมีลักษณะการทดสอบและการติดตั้งตัวอย่างทดสอบดังแสดงในรูปที่ 3.9 โดยตัวอย่างที่ใช้ทดสอบขนาด 0.6x0.6 เมตร ประกอบไปด้วยตัวอย่างทดสอบดังแสดงในตารางที่ 3.7 ซึ่งมีลักษณะและรูปแบบในการเสริมกำลังที่แตกต่างกัน การเสริมกำลังผนังอิฐก่อจะใช้ปูนฉาบหนา 0.5 เซนติเมตร ในการฉาบเสริมกำลังเข้าไปในตัวอย่างซึ่งเรียกว่าวิธีการเสริมกำลังด้วยวิธีเฟอร์โรซีเมนต์



รูปที่ 3.9 ลักษณะการติดตั้งตัวอย่างการทดสอบกำลังรับแรงเฉือน

โดยมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของผนังอิฐก่อ ดังนี้

- 1) อิฐที่นำมาทดสอบต้องได้รับการแช่น้ำเพื่อให้อิฐเกิดการอิ่มตัว หลังจากนั้นนำตัวอย่างมาทำการก่อให้ได้ขนาด 60 x 60 ซม ด้วยปูนก่อหนา 2.54 ซม ดังแสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างอิฐที่ก่อขนาด 60 x 60 ซม

- 2) ทิ้งตัวอย่างผนังอิฐก่อไว้ 24 ชั่วโมงหลังจากนั้นทำการฉาบด้วยมอร์ตาร์ให้ได้ความหนา ด้านละ 0.5 ซม ดังแสดงในรูปที่ 3.11





รูปที่ 3.11 ฉาบตัวอย่างผนังอิฐก่อทั้ง 2 ด้าน

3) ทิ้งตัวอย่างผนังอิฐก่อไว้ 24 ชั่วโมงหลังจากนั้นทำการเสริมกำลังด้วยตะแกรงชนิดต่างๆ และฉาบด้วยมอร์ตาร์ให้ได้ความหนาผิวหน้าละ 0.5 ซม ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 เสริมกำลังและฉาบตัวอย่างผนังอิฐก่อทั้ง 2 ด้าน

4) ทิ้งตัวอย่างผนังอิฐก่อไว้ 28 วัน รอทำการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนด้วยชุดทดสอบ กำลังรับแรงเฉือน ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของตัวอย่างผนังอิฐก่อ

5) การทดสอบจะใช้เครื่องกดที่ได้ทำการ Calibration Test ที่ได้มาตรฐานมาแล้วในการทดสอบ โดยการทดสอบจะทำการเก็บข้อมูลคือ กำลังแรงกดอัด และค่าการเคลื่อนตัวของตัวอย่างในแกน x และแกน y จากเครื่องอ่าน DG (Dial Guage) ทดสอบจนตัวอย่างเกิดการวิบัติ ดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การวิบัติของตัวอย่างผนังอิฐก่อ

ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของผนังอิฐก่อ

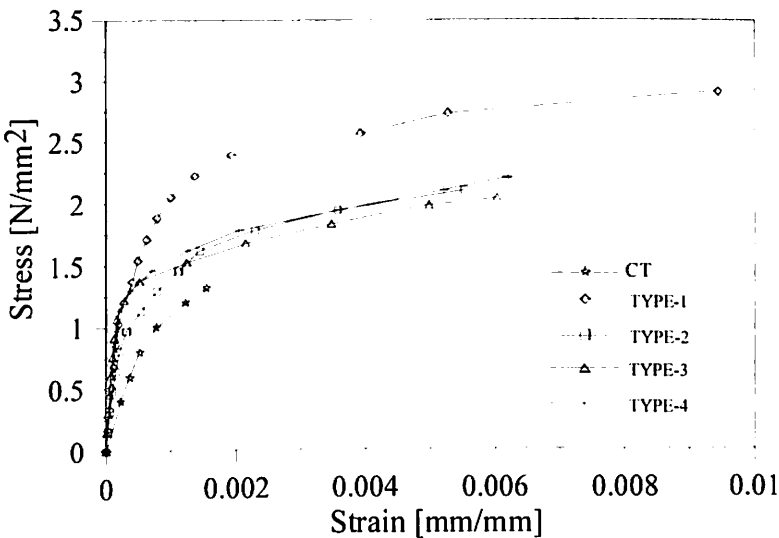
ตัวอย่าง	ความหมายของตัวอย่างที่ทดสอบ
CT	ตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการเสริมกำลัง
TYPE-1	ตัวอย่างที่เสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-1
TYPE-2	ตัวอย่างที่เสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-2
TYPE-3	ตัวอย่างที่เสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-3
TYPE-4	ตัวอย่างที่เสริมกำลังด้วย Expanded Metal ชนิด TYPE-4

ผลทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของผนังอิฐก่อ ดังแสดงในภาคผนวกที่ 1ค-15ค จากการทดสอบค่ากำลังรับแรงเฉือนของผนังอิฐก่อที่อายุ 28 วันของตัวอย่างที่เสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกทั้ง 4 แบบ ได้ผลกำลังรับแรงเฉือนและคุณสมบัติทางกลของผนังอิฐก่อซึ่งได้แก่ ค่าโมดูลัสแรงเฉือน ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นดังแสดงในตารางที่ 3.8 โดยค่าโมดูลัสแรงเฉือนและ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นในการวิจัยนี้ได้ใช้ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นแบบซีแคนต์ (secant modulus of elasticity) และ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงเฉือนกับค่าความเครียดของผนังอิฐก่อดังแสดงในรูปที่ 3.15

ตารางที่ 3.8 กำลังรับแรงเฉือนและคุณสมบัติทางกลของผนังอิฐก่อ

ตัวอย่าง	กำลังรับแรง เฉือนสูงสุด ( N/mm <sup>2</sup> )	ความเครียดของผนัง อิฐก่อสูงสุด ( mm/mm )	โมดูลัสแรงเฉือน $G_m$ ( N/mm <sup>2</sup> )	โมดูลัสความยืดหยุ่น $E_m$ ( N/mm <sup>2</sup> )
CT	1.32	0.0015	855.34	2138.36
TYPE-1	2.60	0.0080	321.46	808.66
TYPE-2	2.10	0.0055	379.45	948.61
TYPE-3	2.14	0.0060	359.60	898.97
TYPE-4	2.23	0.0060	370.84	927.12

หมายเหตุ ค่าโมดูลัสแรงเฉือนเป็นค่าโมดูลัสในช่วงโมดูลัสยืดหยุ่นแบบซีแคนต์ (secant modulus of elasticity)



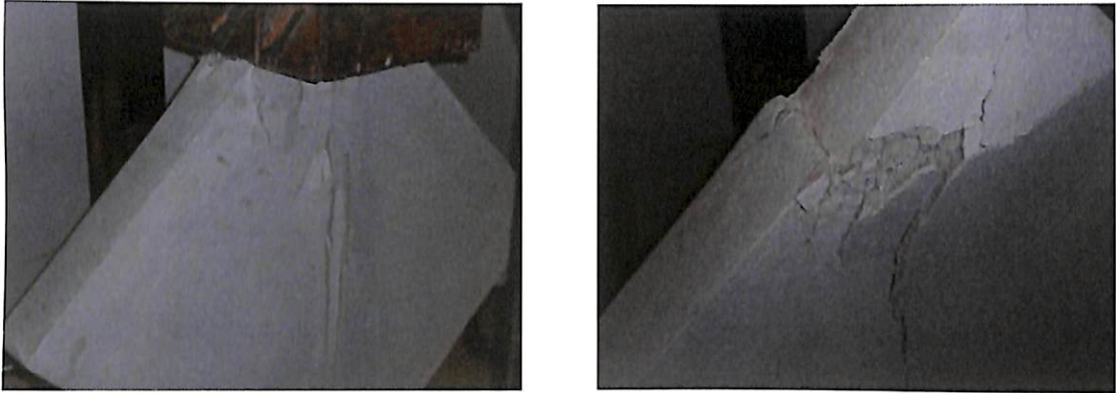
รูปที่ 3.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดของผนังอิฐก่อ

จากรูปที่ 3.15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับความเครียดของตัวอย่างผนังอิฐก่อ สำหรับการวิจัยนี้ได้ใช้ค่า โมดูลัสยืดหยุ่นแบบซีแคนต์ (secant modulus of elasticity) โดยได้ค่า โมดูลัสแรงเฉือน (shearing modulus) ดังแสดงในตารางที่ 3.8 จากการวิเคราะห์ผลเพื่อหาค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นโดยใช้ค่าโมดูลัสแรงเฉือนที่ได้จากความสัมพันธ์เบื้องต้นโดยใช้สมการ  $E=2G(r+1)$  เมื่อ  $r$  เป็นอัตราส่วนปัวซองโดยอัตราส่วนปัวซองที่ใช้ 0.25 แนะนำโดย Ismail(2011)

จากผลการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนในแนวทแยงของผนังอิฐก่อพบว่า ตัวอย่างที่เสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกทั้ง 4 ชนิด ให้ค่ากำลังรับแรงเฉือน (shear strength) และค่าความเหนียว (ductility) สูงกว่าตัวอย่างควบคุม CT โดยตัวอย่างที่เสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกชนิด TYPE-1 ให้ค่ากำลังรับแรงเฉือนและค่าความเหนียวสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งเหมือนกันกับกำลังรับแรงอัดปรีซึม



อิฐก่อของตัวอย่างที่เสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกชนิด TYPE-1 ให้ค่ากำลังสูงสุดเช่นเดียวกัน ผลการทดสอบแรงดึงในแนวทแยงพบว่าผลจากการเสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีกสามารถเพิ่มความต้านทานแรงดึงในแนวทแยงของผนังอิฐก่อได้เป็นอย่างดี แรงยึดเหนี่ยวของตัวตะแกรงเหล็กฉีกชนิด TYPE-1 มีช่องตาข่ายที่ถี่ซึ่งมีผลต่อแรงยึดเหนี่ยวต่อปูนฉาบได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการวิบัติของตัวอย่างจะวิบัติแบบแรงเฉือน ตะแกรงเหล็กฉีกจะรับกำลังดึงสูงสุดก่อนที่จะขาดออกจากกันและเกิดการวิบัติในที่สุดดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การวิบัติของตัวอย่าง TYPE-1

สำหรับตัวอย่างการทดสอบ TYPE-2, TYPE-3 และ TYPE-4 ที่เสริมกำลังด้วยตะแกรงเหล็กฉีก โดยมีขนาดช่องของตะแกรงที่ใหญ่กว่าตัวอย่าง TYPE-1 ให้กำลังรับแรงเฉือนและค่าการเคลื่อนตัวใกล้เคียงกันซึ่งดูได้จากความความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของตัวอย่างทดสอบ และเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่าง CT พบว่าการเสริมด้วยตะแกรงเหล็กฉีกจะให้กำลังรับแรงเฉือนดีกว่าตัวอย่างควบคุมที่ไม่มีการเสริมกำลัง การวิบัติของตัวอย่าง TYPE-2, TYPE-3 และ TYPE-4 จะเกิดการวิบัติที่ตัวของอิฐก่อซึ่งจะเกิดการแตกร้าวขึ้นภายในตัวผนังและเกิดการแยกตัวระหว่างตะแกรงเหล็กฉีกแต่ไม่ทำให้ตะแกรงเหล็กฉีกขาดออกจากกันและจะเกิดการแตกร้าวที่บริเวณมุมของตัวอย่างการทดสอบก่อนจะส่งผลให้กำลังรับแรงที่ได้ของตะแกรงเหล็กฉีกรับกำลังได้ไม่เต็มที่และผนังเกิดการวิบัติก่อนดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การวิบัติของตัวอย่าง TYPE-3 และ TYPE-4