บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

ในการศึกษาวิจัยนี้จะดำเนินการทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางกลของอิฐโบราณ ตามมาตรฐานของสมาคมทดสอบและวัสดุอเมริกัน (American Society for Testing and Materials) : ASTM C67 ได้แก่ การวัดขนาด การวัดความบิดเบี้ยว และการทดสอบอิฐโบราณในกรณีดังต่อไปนี้

ทดสอบกำลังต้านทานแรงดึงตามแกนของอิฐโบราณสองก้อนนำมาต่อกันแล้วเสริมด้วยวัสดุเสริมแรงไฟเบอร์กลาส (GFRP) ด้านข้าง 1 ด้านทำให้อยู่ในสภาพเปียก สภาพแห้ง และสภาพเปียกสลับแห้ง รวมทั้งก่อเป็นกำแพงเพื่อรับแรงกระทำแบบซ้ำไปซ้ำมาในสภาวะธรรมชาติอีกด้วย

โดยกำหนดวิธีการทดสอบเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

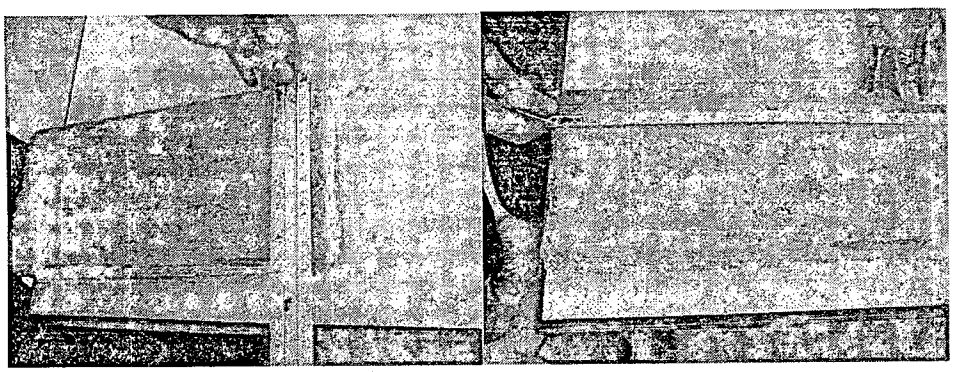
3.1 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Property) ของอิฐโบราณตัวอย่าง

ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Property) ของอิฐโบราณตัวอย่าง ตามมาตรฐาน ASTM C67 โดยอิฐโบราณที่นำมาทดสอบในครั้งนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับอิฐส่วนใหญ่ในสมัยอยุธยา จากแหล่งทำอิฐปัจจุบัน ตำบลสวนพริก อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยวิธีการดังต่อไปนี้

3.1.1 การวัดขนาด

1) เครื่องมือ

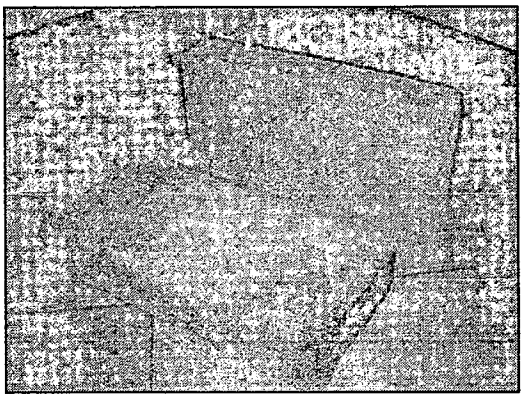
บรรทัดเหล็กมีความยาว 30 เซนติเมตร และมีความละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.1 การทดสอบการวัดขนาด

2) จำนวนและลักษณะก้อนตัวอย่าง

ใช้อิฐเต็มก้อนขณะแห้ง จำนวน 10 ก้อน มีขนาดและสีแตกต่างกันมากที่สุดเมื่อสังเกตด้วยตาเปล่า



รูปที่ 3.2 ลักษณะของก้อนตัวอย่าง

3) วิธีทดสอบ

ใช้เครื่องมือวัดในข้อ 1 วัดความยาวของอิฐทางหน้ายาวทั้ง 4 หน้า บันทึกผลการวัดทั้ง 4 หน้าให้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร ละบันทึกค่าเฉลี่ยความยาวให้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร วัดความกว้าง และความหนาของก้อนในลักษณะเช่นเดียวกับการงวัดความยาว และบันทึกผลการวัดในทำนองเดียวกัน

3.1.2 การวัดความบิดเบี้ยว

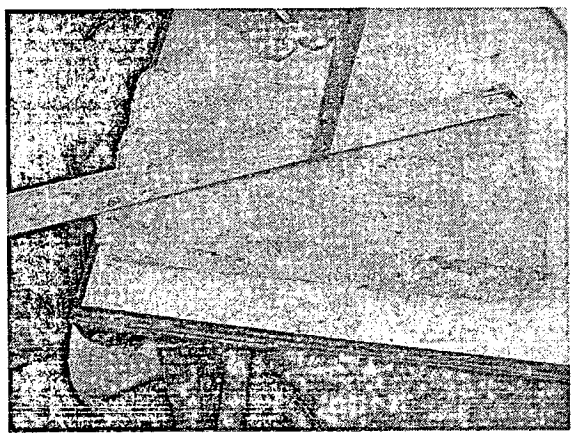
1) เครื่องมือ

- บรรทัดเหล็ก สามารถแบ่งละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร
- ลิ่มสำหรับวัด ทำด้วยเหล็กยาว 60 มิลลิเมตร กว้าง 12.5 มิลลิเมตร ปลายด้านหนึ่งหนา 12.5 มิลลิเมตร และเรียวลงไปจนความหนาเท่ากับศูนย์ที่ปลายอีกด้านหนึ่ง ลิ่มแบ่งละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร และมีตัวเลขบอกความหนาของลิ่ม
- กระจกที่มีขนาดไม่น้อยไปกว่า 300 มิลลิเมตร ผิวเรียบอยู่ภายใน 0.025 มิลลิเมตร

2) วิธีทดสอบ

ใช้อิฐเต็มก้อนจำนวน 10 ก้อน ที่เลือกไว้สำหรับการวัดขนาดเมื่อบิดเบี้ยวเว้าเข้าให้วางบรรทัดเหล็กลงบนผิวที่จะวัดตามยาวหรือตามเส้นทแยงมุม โดยเลือกตำแหน่งที่จะให้ค่า

ความลึกมากที่สุด ใช้บรรทัดเหล็กหรือลิ่มวัดก็ได้ โดยเลือกจุดที่ให้ค่าความบิดเบี้ยวสูงสุด คือจุดที่มีความลึกระหว่างผิวเหล็กมากที่สุด วัดละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร แล้วบันทึกความบิดเบี้ยวในลักษณะเว้า



รูปที่ 3.3 การทดสอบการวัดความบิดเบี้ยว

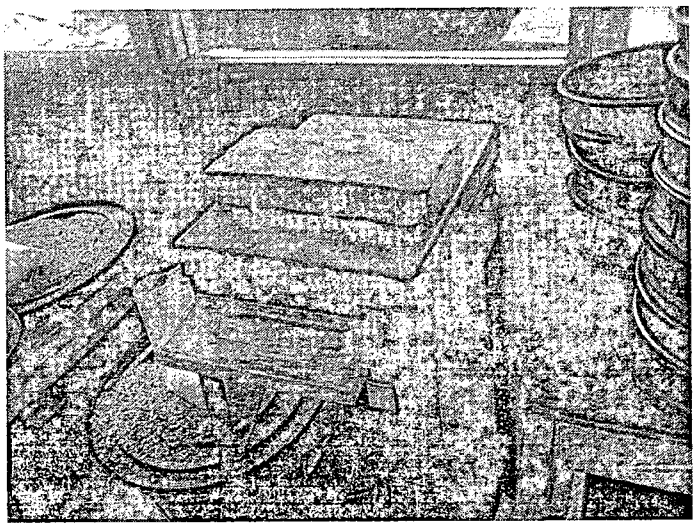
3.1.3 การหาน้ำหนัก

1) เครื่องมือ

- เครื่องชั่ง มีความละเอียดภายในร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักของก้อนตัวอย่างที่เล็กที่สุดที่ถูกทดสอบ
- ตู้อบแห้ง มีอุณหภูมิระหว่าง 110 ถึง 115 องศาเซลเซียส
- พัดลม

2) วิธีทดสอบ

- ทำให้อิฐตัวอย่างแห้งในตู้อบแห้ง ที่อุณหภูมิระหว่าง 110 ถึง 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก และนำเข้าอบใหม่นาน 2 ชั่วโมง นำออกมาชั่งน้ำหนักใหม่ หากปรากฏว่าน้ำหนักที่สูญเสียไปไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักอิฐตัวอย่างในการชั่งครั้งก่อนถือว่าน้ำหนักนั้นแห้งใช้ทดสอบต่อไปได้ หากน้ำหนักที่สูญเสียไปเกินเกณฑ์ดังกล่าว ให้อบแห้งซ้ำอีกจนกว่าจะได้ผลว่าน้ำหนักที่สูญเสียไปในระหว่างการอบแห้งนานครั้งละ 2 ชั่วโมง ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนักอิฐตัวอย่างที่ชั่งครั้งก่อน
- ทำให้อิฐตัวอย่างเย็นเท่ากับอุณหภูมิห้อง โดยการเก็บอิฐตัวอย่างวางแยกๆ กันในห้องที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกเป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อสัมผัสไม่รู้สึกอุ่นจำนำไปชั่งน้ำหนักเรียกว่าน้ำหนักแห้ง



รูปที่ 3.4 การทดสอบการหาน้ำหนัก

3) วิธีการคำนวณและรายงานผล

- คำนวณหาน้ำหนักต่อหน่วยพื้นที่ของอิฐตัวอย่างที่ได้ โดยน้ำหนักเป็นกิโลกรัมหารด้วยพื้นที่เฉลี่ยระหว่างหน้าทั้งสองของอิฐตัวอย่างเป็นตารางเมตร
- การรายงาผลการคำนวณแต่ละก้อนและผลเฉลี่ย

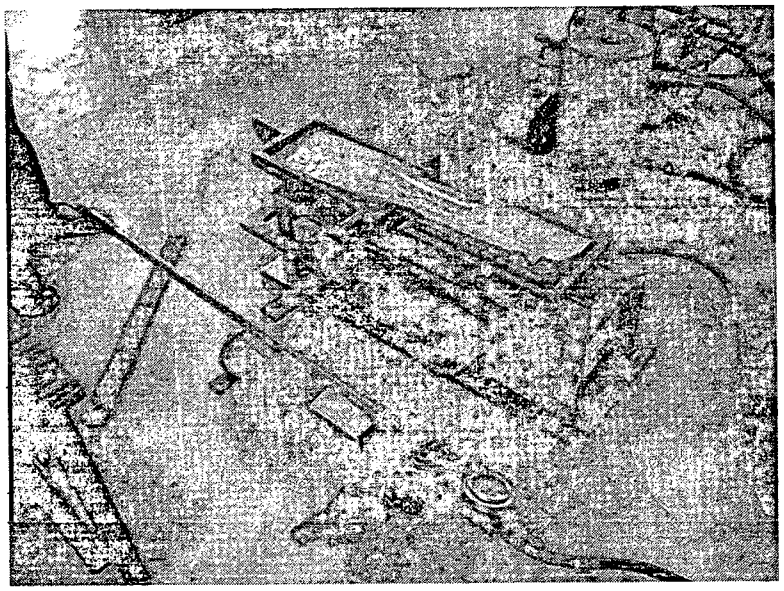
3.2 ออกแบบเครื่องทดสอบแรงดึง

เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องมือที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการชำรุดเสียหาย กลุ่มกระผมจึงได้ออกแบบอุปกรณ์และดัดแปลงอุปกรณ์ที่มีอยู่เพื่อจะใช้ทำการทดสอบแรงดึงได้โดยใช้ระบบ (Hydraulic Jack) ซึ่งใช้ร่วมกับโครงเหล็ก

หลักการและวิธีการทำงานของอุปกรณ์

อุปกรณ์จะทำงานโดยการแยกระยะห่างของชิ้นประกอบด้านบนออกจากกันโดยอันหนึ่งจะยึดติดกับฐานของชิ้นงานส่วนอีกอันสามารถเคลื่อนที่ได้ อันที่เคลื่อนที่ได้จะเคลื่อนออกโดนใช้แรงดันจากเครื่องโฮโดรลิกดันชิ้นส่วนนั้นออกไปด้านหน้าแยกออกจากชิ้นส่วนที่ติดกับฐาน โดยก่อนที่ทำงานต้องนำตัวไฮโดรลิกใส่ไว้ใต้ชิ้นส่วนด้านบน และยึดกับพื้นให้แน่นเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของตัวไฮโดรลิก ไม่เช่นนั้นเมื่อใช้ไฮโดรลิกจะเคลื่อนที่ไม่สามารถดันชิ้นส่วนออกได้ การทำให้ไฮโดรลิกยืดออกส่วนหัวของไฮโดรลิกที่ยืดออกมา จะมาดันตัวที่ทำไว้เพื่อรับการดันทำให้เกิดแรงดันขึ้นภายในตัวปั๊ม สำหรับการใส่ชิ้นงานเพื่อการทดสอบ จะนำชิ้นงานมาใส่ไว้ด้านบนใน

บล็อกสี่เหลี่ยมที่ทำไว้ เมื่อดันชิ้นงานจะถูกแยกออกจากกันด้วยการแยกของอุปกรณ์ ทำให้เกิดแรงดึงขึ้นภายในชิ้นงานที่จะทำการทดสอบ สำหรับการอ่านค่าแรงที่เกิดขึ้นนั้นสามารถอ่านได้จากเกรดวัดแรงดันของไฮโดรลิก โดยเกรดนี้จะแสดงค่า ก็ต่อเมื่อมีแรงดันเกิดขึ้นมากกว่าแรงดันที่ใช้สำหรับการดันแกนไฮโดรลิกออก ทำให้สามารถอ่านแรงที่เกิดขึ้น โดยทำการแปลงค่าที่ได้ เพื่อแปลงให้เป็นค่าแรงดึงประสิทธิผล



รูปที่ 3.5 รูปเครื่องทดสอบแรงดึงโดยใช้ระบบ (Hydraulic Jack) ที่พร้อมทำการทดสอบ

3.3 ไฟเบอร์กลาส (GFRP)

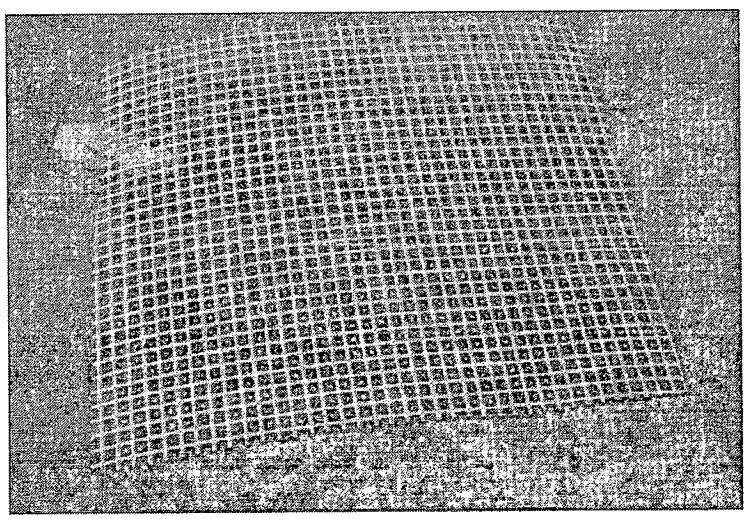
ตารางที่ 3.1 การพิจารณาทางเทคนิค ของ GFRP*

Property	Typical test value
Width (mm)	1,000
Thickness (mm)	0.5
Warp x Weft (each/inch)	6x6
Weight (g/m2)	150
Filament Diameter (μm)	14

ตารางที่ 3.1 การพิจารณาทางเทคนิค ของ GFRP* (ต่อ)

Property	Typical test value
Nominal row length (m)	50 (+ 0.50 -0)
Nominal row width (m)	1 (+0.05 -0)*
Moisture content (%)	< 0.3
Loss on Lognition (L.O.I)	15
Mesh Density (%) Nominal strand tensile strength 1,700 MPa Elastic Modulas 72 GPa	10 x 10 strands (warp & weft) Per

*This information was given from Asia Kungnum



รูปที่ 3.6 แผ่นไฟเบอร์กลาส (GFRP)

3.4 เรซิ่น. (Epoxy Resin)

การผสมเรซิ่น

การผสมเรซิ่นมักเกิดปัญหาบ่อย ๆ เช่น เกิดฟองอากาศมาก เรซิ่นไม่แข็ง แข็งเร็วเกินไป แข็งจนเปราะ การผสมที่ถูกต้องมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 การเตรียมเรซิ่น

กรณีที่เป็นเรซิ่นที่ยังไม่ได้ผสมตัวม่วง (ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา) เช่น เรซิ่นเกรดหล่อทั่วไป หล่อใส ไฟเบอร์กลาส มีลักษณะ ใสไม่มีสี เมื่อต้องการใช้งานต้องนำมาผสมตัวม่วง 0.2 % (มีสีม่วงอ่อนๆ) ถ้าเรซิ่นใสจะใช้กับตัวม่วงใส และ โมโนสไตรีน ประมาณ 5 - 10 % คนให้เข้ากัน เตรียมไว้ กรณีเรซิ่นที่มีการผสมตัวม่วง (ตัวช่วยเร่งปฏิกิริยา) และโมโนสไตรีนมาแล้ว เช่นเรซิ่นเกรดเคลือบ เรซิ่นเกรดไฟเบอร์กลาส สามารถมาใช้งานในขั้นตอนต่อไปได้เลย

3.4.2 อัตราส่วนการผสมตัวทำแข็ง

เมื่อจะทำการหล่อ การทา การเคลือบตามประเภทของงาน ให้ผสมตัวทำให้แข็ง (Hardener) หรือตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) มีลักษณะใส ไม่มีสี ในอัตราส่วน 0.5 – 2.0 % แต่ไม่ควรเกิน 4 % เพราะจะทำให้ชิ้นงานเปราะแตกง่าย

3.4.3 การคนเรซิ่น

มีความสำคัญมากพอ ๆ กับอัตราส่วนผสมที่ถูกต้อง โดยต้องเริ่มต้นจากภาชนะที่ใส่เรซิ่นต้องเรียบทั้งก้นและด้านข้างภาชนะ เช่น แก้วพลาสติก การคนให้ใช้ไม้คนกวนเบาๆ ไม่ให้เกิดฟองอากาศ ห้ามคนแบบตีไข่ หรือใช้แปรงทาสีคน เน้นกวนที่ด้านข้าง และก้นภาชนะซึ่งมักเป็นจุดอับ ควรคนจนส่วนผสมต่างๆ เข้าเป็นเนื้อเดียวกันจึงสามารถใช้งานได้

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลของอีพอกซีเรซิ่น*

Property	Typical test Result	Unit
Barcol hardness (935)	84	-
Density at 20°C	1.21	g/cm3
Refractive index n20 D	1.557	-
Tensile strength	55	N/mm2
Elongation	2.0	%
Flexural strength	110	N/mm2
Modulus of elasticity	3200	N/mm2
Impact strength	7	KJ/m2
Impact strength with notch	1.0	KJ/m2
Compressive strength	160	N/mm2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลของอีพอกซีเรซิ่น* (ต่อ)

Property	Typical test Result	Unit
Hardness after 10 sec	175	N/mm2
Water absorption	0.3	%

*This information was given from MK Group

รูปที่ 3.7 เรซิ่นและตัวเร่งปฏิกิริยาแข่งเร็ว

3.5 ทดสอบคุณสมบัติทางกล(Mechanical Property) ของอิฐโบราณตัวอย่าง

ทดสอบคุณสมบัติทางกล(Mechanical Property) ของอิฐโบราณตัวอย่าง ตามมาตรฐาน ASTM C67 โดยอิฐโบราณที่นำมาทดสอบในครั้งนี้ มีลักษณะคล้ายคลึงกับอิฐส่วนใหญ่ในสมัยอยุธยา จากแหล่งทำอิฐปัจจุบัน ตำบลสวนพริก อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ป้าดาอิฐโบราณ) โดยวิธีการดังต่อไปนี้

3.2.1 การทดสอบกำลังต้านทานแรงดึงตามแกนของอิฐโบราณสองก้อนนำมาต่อกันแล้วเสริมด้วยวัสดุเสริมแรงไฟเบอร์กลาส (GFRP) ด้านข้าง 1 ด้านทำให้อยู่ในสภาพเปียกสลับแห้ง

1) เครื่องมือ

- อิฐตัวอย่างเต็มก้อนจำนวน 80 ก้อนที่ได้จากข้อ 3.1.3
- ไฟเบอร์กลาส (GFRP) 209-AC 1000MMx10M
- เรซิ่น และตัวตัวเร่งปฏิกิริยาแข่งเร็ว

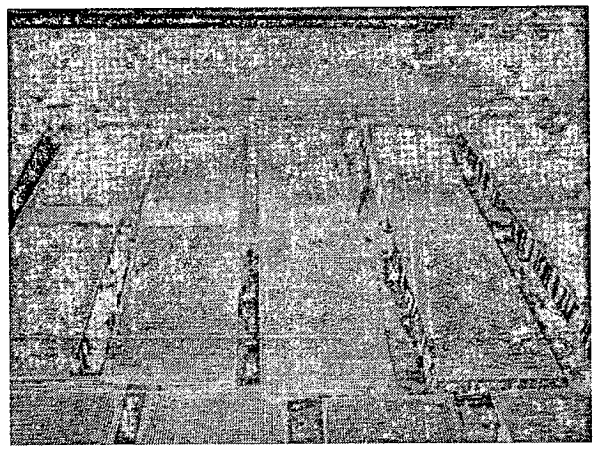
- ภาชนะใช้ผสมเรซิ่น และแปลงสำหรับใช้ทาเรซิ่น
- เครื่องทดสอบแรงดึงโดยใช้ระบบ (Hydraulic Jack)

2) วิธีการทดสอบการรับแรงดึง

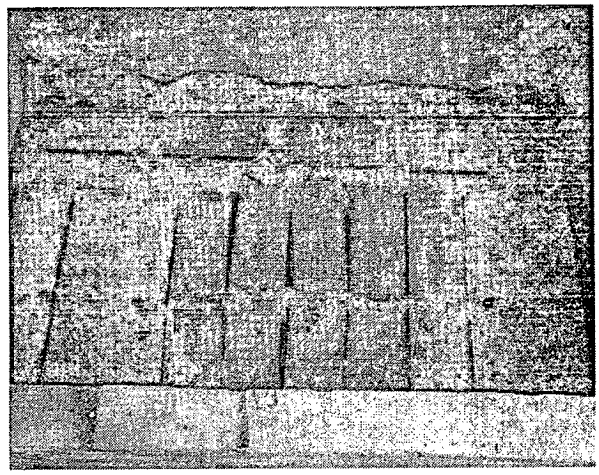
- นำอิฐตัวอย่างที่ได้จากข้อ 3.13 สองก้อนมาวางต่อกันโดยเว้นระยะห่างระหว่างก้อน 5 เซนติเมตร
- ใช้วัสดุเสริมแรงไฟเบอร์กลาส (GFRP) ด้านข้าง 1 ด้าน โดยใช้เรซิ่นเป็นตัวประสาน
- ทิ้งไว้ให้แห้ง 7 วัน นำมาทดสอบ 1 ครั้งจำนวน 5 ตัวอย่างโดยการทดสอบกำลังต้านทานแรงดึง บันทึกผล
- หลังจากการทดสอบครั้งแรก (7 วัน) นำอิฐตัวอย่างไปแยกไว้ในสถานที่จัดเตรียมโดยแบ่ง เป็น 3 ประเภทดังนี้
  - B1 อิฐตัวอย่างจะอยู่ในสภาพแห้ง จำนวน 15 ตัวอย่าง
  - B2 อิฐตัวอย่างจะอยู่ในสภาพเปียกโดยนำตัวอย่างแช่ไว้ในสถานที่จัดเตรียมไว้(พื้นที่ขังน้ำ) จำนวน 15 ตัวอย่าง
  - B3 อิฐตัวอย่างจะอยู่ในสภาพเปียกสลับแห้ง โดยนำตัวอย่างไปไว้ในสถานที่จัดเตรียมไว้ (พื้นที่ขังน้ำ) และติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อเปิด–ปิดน้ำ โดยให้มีน้ำขัง 12 ชั่วโมง และไม่แช่น้ำ(สภาพแห้ง) 12 ชั่วโมง จำนวน 15 ตัวอย่าง
- นำอิฐตัวอย่าง B1 จำนวน 5 ตัวอย่าง ,B2 จำนวน 5 ตัวอย่าง ,B3จำนวน 5 ตัวอย่าง มาทดสอบเป็นครั้งที่สอง เมื่อครบ 14 วัน
- นำอิฐตัวอย่าง B1 จำนวน 5 ตัวอย่าง , B2 จำนวน 5 ตัวอย่าง , B3จำนวน 5 ตัวอย่าง มาทดสอบเป็นครั้งที่สามเมื่อครบ 28 วัน

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดจำนวน อายุ ตัวอย่างแต่ละชนิด

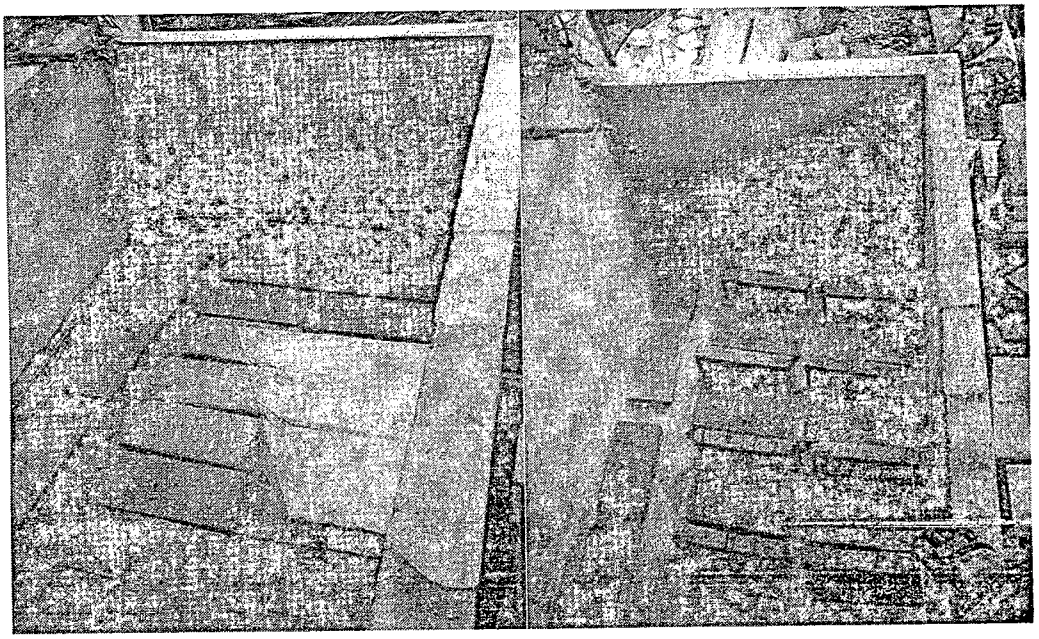
ทดสอบครั้งที่	B1 สภาพแห้ง	B2 สภาพเปียก	B3 สภาพเปียกสลับแห้ง	รวมตัวอย่าง	อายุของตัวอย่าง วัน
1	5	-	-	5	7 วัน
2	5	5	5	15	14 วัน
3	5	5	5	15	28 วัน



รูปที่ 3.8 รูปลักษณะอิฐตัวอย่างจะอยู่ในสภาพแห้ง



รูปที่ 3.9 รูปลักษณะอิฐตัวอย่างจะอยู่ในสภาพเปียก



รูปที่ 3.10 รูปลักษณะอิฐตัวอย่างจะอยู่ในสภาพเปียกสลับแห้ง
โดยการสลับนี้จะสลับทุก 12 ชั่วโมง

3) การคำนวณและรายงานผล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบกำลังรับแรงดึงตามแนวแกน ไปวิเคราะห์และคำนวณเพื่อนำมาเปรียบเทียบว่าแต่ล่ะตัวอย่างมีแนวโน้มการรับกำลังเป็นอย่างไร โดยคำนวณได้จากสมการ

$$\tau = \frac{F}{2l \times b} \tag{3.1}$$

โดยที่

τ = Shear (ksc.)

F = แรงดึงสูงสุด (kg)

l = ความยาวของอิฐตัวอย่าง (cm)

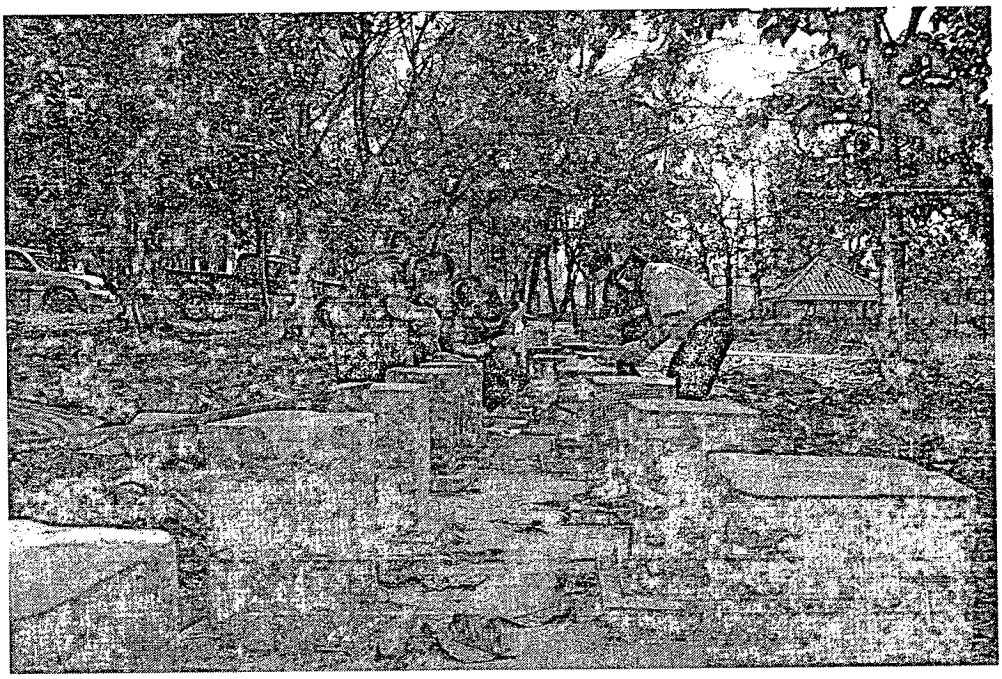
b = ความกว้าง (cm)

- รายงานผลการคำนวณในแต่ละก้อนและผลเฉลี่ย

3.6 ทดสอบคุณสมบัติทางด้านกำลังของผนังก่ออิฐโบราณในสภาวะธรรมชาติ

ขั้นตอนหลักๆ เกี่ยวกับการทดสอบด้านกำลังรับแรงของผนังก่ออิฐโบราณในสภาวะธรรมชาติแบ่งออกเป็นข้อๆได้ดังต่อไปนี้

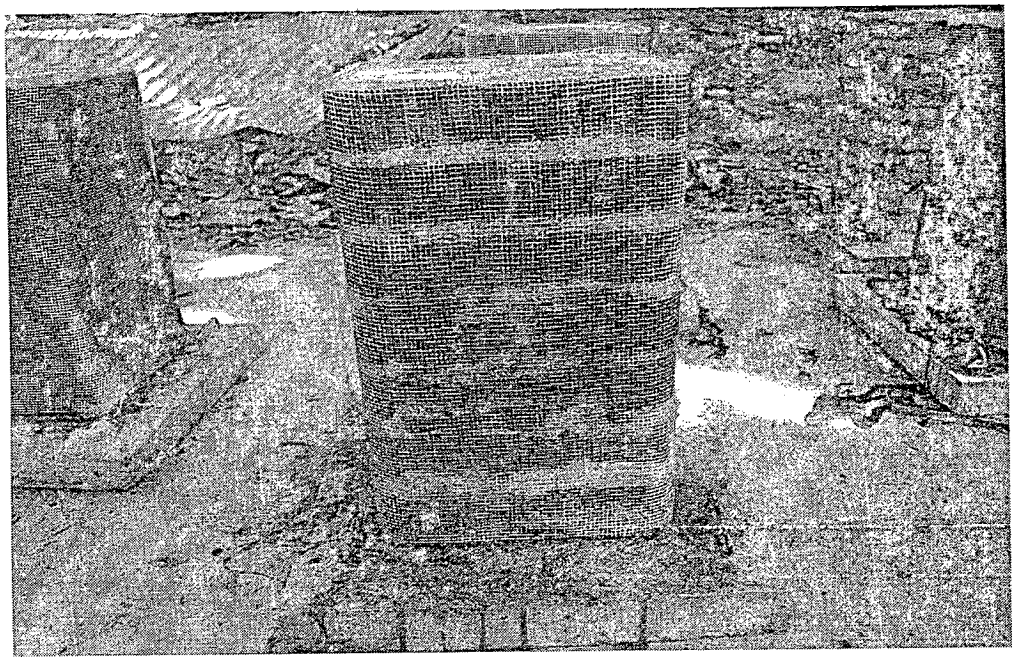
3.6.1 เตรียมผนังอิฐก่อโบราณตัวอย่างก่ออยู่บนบนฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดความกว้าง 0.20 ม. ยาว 0.20 ม. ความสูง 0.40 ม. จำนวน 20 ผนัง ดังแสดงในรูปที่ 3.11



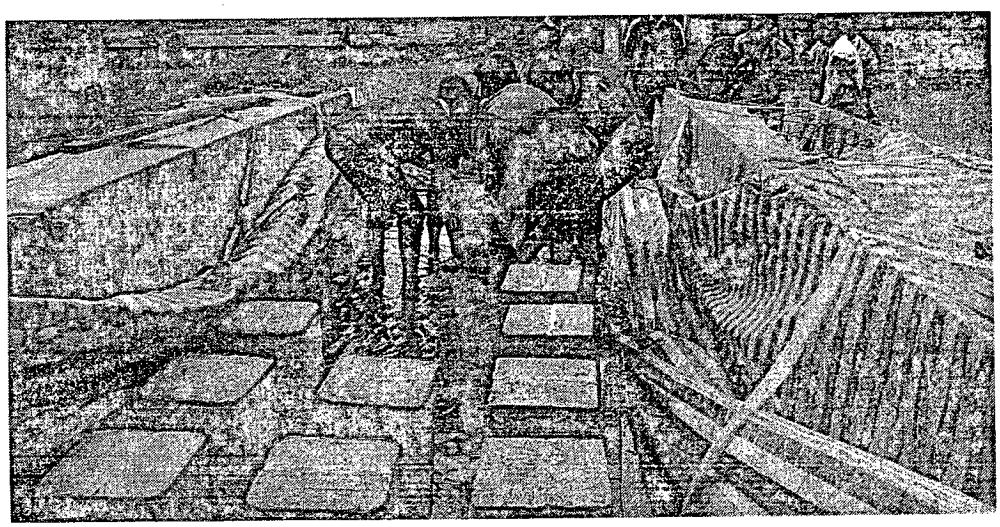
รูปที่ 3.11 แสดงการเตรียมผนังก่ออิฐโบราณเพื่อใช้ในการทดสอบ

3.6.2 เตรียมผนังอิฐก่อโบราณตัวอย่างก่ออยู่บนบนฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดความกว้าง 0.20 ม. ยาว 0.20 ม. ความสูง 0.40 ม. เสริมด้วย FRP จำนวน 20 ผนัง ดังแสดงในรูปที่ 3.12

3.6.3 นำเอาผนังอิฐก่อโบราณทุกตัวอย่างไปทำการแช่น้ำโดยนำตัวอย่างไปไว้ในสถานที่จัดเตรียมไว้ (พื้นที่ขังน้ำ) ดังแสดงในรูปตัวอย่างที่ 3.13 และติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อเปิด–ปิดน้ำ โดยให้มีน้ำขัง 12 ชั่วโมง และไม่แช่น้ำ(สภาพแห้ง) 12 ชั่วโมง



รูปที่ 3.12 แสดงการเตรียมผนังก่ออิฐโบราณเพื่อใช้ในการทดสอบ เสริมด้วย GFRP



รูปที่ 3.13 แสดงการนำผนังก่ออิฐโบราณทั้งหมดไปทำการแช่ในน้ำ

3.6.4 นำผนังก่ออิฐโบราณทั้งหมดมายังห้องปฏิบัติการ ทำการยึดแน่นด้วยเหล็กเส้นตีเกลียวและขัดแน่นด้วย Bolt โดยการเจาะฝังเหล็กเส้นตีเกลียวดังกล่าวด้วย Chemical Bolt ลงในพื้นห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของผนังอิฐก่อทดสอบทำเครื่องหมาย เพื่อวางตำแหน่งและยึดฐานคอนกรีตเสริมเข้ากับพื้นห้องปฏิบัติการด้วย Boltโดยมีคานเหล็กรัดหัวท้ายเพื่อไม่ให้

ฐานคอนกรีตเสริมเหล็กเคลื่อนตัวทั้งแนวราบและแนวดิ่งดังแสดงสำหรับตัวอย่างที่จะทำการทดสอบ

3.6.5 ยึดฐานไฮดรอลิกส์แจ็ค (Hydraulic jack) บนโครงเหล็กทดสอบ (Load Frame) ในแนวราบระดับเดียวกันกับคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่อยู่ด้านบนของผนังอิฐก่อทดสอบผ่านโหลดเซล (Load Cell) เพื่อเป็นแรงกระทำทางด้านข้างแบบซ้ำไปซ้ำมา (Cyclic Lateral Loading) และยึดโหลดเซล (Load Cell) ดังกล่าวเข้ากับตัวผนังอิฐก่อทดสอบด้วยเหล็กแผ่นประกบเข้ากับคานคอนกรีต

3.6.6 ติดตั้ง LVDT (Linear Variable Displacement Transducers) ที่ตำแหน่งคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้านบนของผนังอิฐก่อทดสอบบริเวณด้านฝั่งตรงข้ามกับ ไฮดรอลิกส์แจ็ค (Hydraulic jack) เพื่อสังเกต และควบคุมระยะการเคลื่อนที่ (Displacement Controlled) ของไฮดรอลิกส์แจ็ค (Hydraulic jack) และจุดอื่นๆ จำนวน 10 จุด

3.6.7 ติดตั้ง Electric Strain Gages บนผนังอิฐก่อทดสอบเพื่อวัดค่าความเครียด (Strain) ของผนังอิฐก่อทดสอบ ในแนวทแยงมุม 45 องศา จำนวน 4 จุด

3.7 การดำเนินการทดสอบผนังอิฐก่อโบราณ

การดำเนินการทดสอบ โดยให้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading) กับผนังอิฐก่อโบราณตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

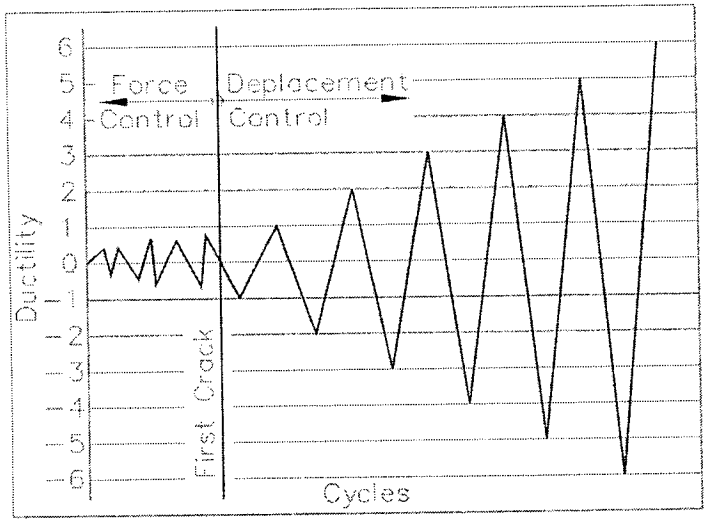
3.7.1 การให้แรงกระทำ (load) ในช่วงเริ่มต้น จะใช้วิธีการควบคุมด้วยแรง (Force Controlled) ผ่านโหลดเซล (Load Cell) โดยการให้แรงกระทำในรอบการทดสอบที่ 1 ให้แรงกระทำเพิ่มขึ้นที่ละ 2 kN ต่อครั้งๆ ละครึ่งรอบจนครบ 1 รอบ (ดัน-ดึง) ของรอบการทดสอบที่ 1 และในรอบการทดสอบที่ 2 ให้แรงกระทำเพิ่มขึ้นเป็น 4 kN ต่อครั้งๆ ละครึ่งรอบจนครบ 1 รอบ (ดัน-ดึง) ของรอบการทดสอบที่ 2 ทำเช่นเดียวกันนี้ในการทดสอบแต่ละรอบ (ดัน-ดึง)โดยค่อยๆ เพิ่มแรงกระทำ รอบการทดสอบละ 2 kN จนผนังอิฐก่อทดสอบจะเกิดรอยแตกร้าว (First Cracking)

3.7.2 หลังจากผนังอิฐก่อตัวอย่างเกิดรอยแตกร้าว (First Cracking) ให้เปลี่ยนการให้แรงกระทำ (load) จากการควบคุมด้วยแรง (Force Controlled) มาเป็นการควบคุมด้วยระยะการเคลื่อนที่ (Displacement Controlled) ของไฮดรอลิกส์แจ็ค (Hydraulic jack) โดยควบคุมระยะการเคลื่อนที่ในการทดสอบครั้งละจำนวน 1 รอบ (Cycles) ดังแสดงในรูปที่ 3.14 โดยทุก ๆ ครึ่งรอบ (ดัน หรือดึง) ให้หยุด เพื่อทำการตรวจความเสียหายของผนังอิฐก่อทดสอบ และในกรณีของการเสริมเส้นใยไฟเบอร์ (FRP) ก็ให้ตรวจความเสียหาย (debonding) ของแผ่นเส้นใย (fiber sheet) ด้วย กระทำเช่นเดียวกันนี้ทุกๆระยะการเคลื่อนที่ โดยค่อยๆเพิ่มระยะการเคลื่อนที่ของไฮดรอลิกส์แจ็ค (Hydraulic jack) ไปเรื่อยๆ จนกว่าผนังจะเกิดการวิบัติ

3.7.3 สำหรับการวัดระยะการเคลื่อนที่ (Displacement Controlled) ของไฮดรอลิกส์แจ็ค (Hydraulic jack) จะดำเนินการควบคุมผ่าน LVDT (Linear Variable Displacement Transducers) ที่ตำแหน่งคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้านบนของผนังอิฐก่อทดสอบ และจะดำเนินการเช่นเดียวกันกับการเคลื่อนที่ระหว่างด้านบนและด้านล่างของผนังอิฐก่อทดสอบ ด้านฝั่งตรงข้ามกับไฮดรอลิกส์แจ็ค (Hydraulic jack)

3.7.4 หลังจากผนังอิฐก่อตัวอย่างเกิดรอยแตกร้าว (First Cracking) ด้วยการวิธีควบคุมด้วยแรง (Force Controlled) ทำการวัดค่าระยะการเคลื่อนที่ไว้ด้วย ซึ่งจะเป็นระยะการเคลื่อนที่เริ่มต้นหลังจากผนังอิฐก่อเริ่มแตกร้าว (First Crack Displacement)

3.7.5 การวัดการยืดหดตัวของผนังอิฐก่อทดสอบ และ GFRP สามารถอ่านค่าที่บันทึกได้ในเครื่องแปลงข้อมูล (Data Logger) ผ่าน Electric Strain Gages บนผนังอิฐก่อทดสอบ



รูปที่ 3.14 Loading sequence for static cyclic loading

3.8 การดำเนินการวิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

นำผลการทดสอบทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ ด้านกำลังรับแรงเป็นหลัก รวมทั้งทำการสรุปผลการวิจัยในครั้งนี้