

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โบราณสถานในประเทศไทยเป็นสิ่งก่อสร้างที่มีอารยธรรมมาช้านาน และเป็นสิ่งสำคัญในการบ่งบอกถึงประเพณี วัฒนธรรม ตลอดจนความรู้ ความชำนาญ ในการใช้เทคโนโลยีในงานก่อสร้างในแต่ละยุคได้เป็นอย่างดี

โบราณสถานในสมัยก่อนส่วนใหญ่จะใช้อิฐเป็นวัสดุก่อสร้างหลักซึ่งอิฐทำมาจากดินเหนียว และวัสดุอื่นๆ เช่น ทราย นำมาขึ้นรูปและผ่านกระบวนการเผา ทำให้อิฐมีความแข็งแรงทนทานพอที่จะใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้างโบราณสถานได้ ด้วยลักษณะของโครงสร้างโบราณสถานเป็นโครงสร้างผนังอิฐก่อ และไม่ได้คำนึงถึงเรื่องของการรับแรงดันด้านข้างหรือแรงสั่นสะเทือน อันเนื่องมาจากความรู้และวิทยาการในงานก่อสร้างในสมัยนั้น การต้านทานแรงดัดสั่นสะเทือนทางด้านข้างจึงไม่สามารถที่จะต้านทานได้ดีพอ ทำให้เกิดความชำรุดเสียหายได้ง่าย อันอาจนำไปสู่การวิบัติได้ในที่สุด

การบูรณะซ่อมแซมโบราณสถานให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ และมีความจำเป็นต้องอาศัยความรู้และข้อมูลทางวิศวกรรม เพื่อเสริมความมั่นคงแข็งแรงของผนังอิฐก่อซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของโบราณสถาน

วัสดุเสริมแรง Fiber-Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ทนทาน มีความยืดหยุ่น ทนทานต่อสภาพอากาศ การผุกร่อนต่อฤทธิ์สารเคมี กรด ด่าง ได้ดี ไม่เป็นสนิม อายุการใช้งานยาวนาน และโดยเฉพาะคุณสมบัติเด่นที่มีความแข็งแรงสามารถ ทนแรงดึงได้สูง วัสดุ GFRP มีลักษณะเป็นแผ่นสามารถใช้ได้ในลักษณะงานดังนี้

- 1) ซ่อมแซมเพื่อลดขนาดรอยแตกร้าว (crack size) ซึ่งอาจจะก่อผลเสียหายให้กับโครงสร้าง หรือทำให้โครงสร้างกลับคืนสู่สภาพเดิม

- 2) ประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างใหม่เพื่อเสริมความแข็งแรงของโครงสร้าง

การศึกษาพฤติกรรมการรับแรงสั่นสะเทือนทางด้านข้างของผนังอิฐก่อโบราณ โดยเสริม Fiber-Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) จะสามารถกำหนดความสามารถในการรับแรงดันทางด้านข้าง หรือแรงสั่นสะเทือนในผนังอิฐก่อโบราณได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลและเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีด้านงานก่อสร้างที่สำคัญ และเป็นทางเลือกหนึ่งในการบูรณะซ่อมแซมโบราณสถานซึ่งส่วนใหญ่โครงสร้างเป็นผนังอิฐก่อขึ้น ให้มีความมั่นคงแข็งแรงลดความเสียหาย

กับโครงสร้างโบราณสถาน หรือในงานที่จะต้องก่อสร้างขึ้นมาใหม่เพื่อเพิ่มเติมจากของเก่าที่มีอยู่ ให้มีความสมบูรณ์ และสามารถต้านทานแรงสั่นสะเทือนทางด้านข้างหรือแรงแผ่นดินไหว ได้ดีขึ้นด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อทดสอบหาคุณสมบัติของอิฐโบราณ ที่ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร

1.2.2 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณแบบ Full scale test ภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร

1.2.3 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณแบบ Full scale test เมื่อเกิดการวิบัติเนื่องจากแรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร แล้วเสริมด้วย Fiber - Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้านข้าง แบบวัฏจักร

1.2.4 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณ แบบ Full scale test เสริมด้วย Fiber - Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร

1.2.5 เปรียบเทียบพฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณแบบ Full scale test ทั้ง 4 กรณี ได้แก่

1) พฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณแบบ Full scale test ภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร 1 ตัวอย่าง

2) พฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณแบบ Full scale test เมื่อเกิดการวิบัติเนื่องจากแรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร แล้วเสริมด้วย Fiber - Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร 1 ตัวอย่าง

3) พฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณ แบบ Full scale test เสริมด้วย Fiber-Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร 2 ตัวอย่าง

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

1.3.1 คุณสมบัติของอิฐ มีคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2517)

1.3.2 ผนังอิฐก่อโบราณตาม 1.2.5 2) (ซ่อมแซม) และ 1.2.5 3) (เสริมกำลัง) สามารถรับแรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักรได้ดีกว่าผนังอิฐก่อโบราณ ตาม 1.2.5 1)

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1 ทดสอบหาคุณสมบัติของอิฐโบราณตัวอย่าง ตามมาตรฐาน ASTM C67

1) ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Property) ของอิฐโบราณตัวอย่าง จากแหล่งทำอิฐปัจจุบัน บริเวณริมคลองสระบัว ตำบลลุมพินี อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับอิฐส่วนใหญ่ในสมัยอยุธยา [1], [2] โดยวิธีการดังต่อไปนี้

- ทดสอบการวัดขนาด (Measurement of size)
- ทดสอบหาน้ำหนัก (Test seek weight division)
- ทดสอบการดูดซึมน้ำ (Water absorption test)
- ทดสอบกำลังต้านแรงอัด (Compressive strength test)

1.4.2 วิเคราะห์พฤติกรรมการรับแรงเฉือน (Shear Strength) และการกระจายพลังงานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Horizontal Load กับ Horizontal Displacement ของผนังอิฐก่อโบราณภายใต้แรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร โดยมีรายละเอียดในการทดสอบดังนี้

- 1) ทดสอบผนังอิฐก่อโบราณตัวอย่าง ขนาด กว้าง 1.50 เมตร สูง 1.50 เมตร หนา 0.60 เมตร แรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading)
- 2) ผนังตัวอย่างที่ดำเนินการทดสอบจำนวน 1 ตัวอย่าง

1.4.3 วิเคราะห์พฤติกรรมการรับแรงเฉือน (Shear Strength) และการกระจายพลังงานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Horizontal Load กับ Horizontal Displacement ของผนังอิฐก่อโบราณเมื่อเกิดการวิบัติเนื่องจากแรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร แล้วเสริมด้วยเส้นใยไฟเบอร์ ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร โดยมีรายละเอียดในการทดสอบดังนี้

- 1) เป็นผนังอิฐก่อโบราณทดสอบในข้อ 1.4.2 ขนาด กว้าง 1.50 เมตร สูง 1.50 เมตร หนา 0.60 เมตร แล้วเสริมด้วยเส้นใยไฟเบอร์ ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) แบบแผ่นเส้นใย (Fiber Sheet) โดยมีแรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading)
- 2) ผนังตัวอย่างที่ดำเนินการทดสอบ เป็นผนังอิฐก่อโบราณจากข้อ 1.4.2 จำนวน 1 ตัวอย่าง

1.4.4 วิเคราะห์พฤติกรรมการรับแรงเฉือน (Shear Strength) และการกระจายพลังงานจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Horizontal Load กับ Horizontal Displacement ของผนังอิฐก่อโบราณเสริมด้วย Fiber-Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร โดยมีรายละเอียดในการทดสอบดังนี้

1) ทดสอบผนังอิฐก่อโบราณตัวอย่าง ขนาด กว้าง 1.50 เมตร สูง 1.50 เมตร หนา 0.60 เมตร เสริมด้วยเส้นใยไฟเบอร์ ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) แบบแผ่นเส้นใย (Fiber Sheet) โดยมีน้ำหนักกดทับ (คงที่) ด้านบนของผนังอิฐก่อโบราณตัวอย่าง และแรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading)

2) ผนังตัวอย่างที่ดำเนินการทดสอบจำนวน 2 ตัวอย่าง

1.4.5 เปรียบเทียบพฤติกรรมการรับแรงเฉือน (Shear Strength) และการกระจายพลังงาน จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Horizontal Load กับ Horizontal Displacement ของผนังอิฐก่อโบราณทดสอบ ดังต่อไปนี้

1) พฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณ ภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร

2) พฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณ เมื่อเกิดการวิบัติเนื่องจากแรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร แล้วเสริมด้วย Fiber-Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร

3) พฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณ เสริมด้วย Fiber Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

1.5.1 ศึกษาและรวบรวมรายละเอียดแนวคิด ทฤษฎี วรรณกรรมหรือผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1) วัสดุที่ใช้ในการก่อผนังอิฐโบราณ และคุณสมบัติขั้นต้นของวัสดุก่อผนังอิฐโบราณ

2) การทดสอบหาคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการก่อผนังอิฐโบราณ

3) วัสดุคอมโพสิตเสริมเส้นใย Fiber-Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP)

4) พฤติกรรมของผนังอิฐก่อรับแรงกระทำทางด้านข้างแบบซ้ำไปซ้ำมา

5) การทดสอบผนังอิฐก่อรับแรงกระทำทางด้านข้างแบบซ้ำไปซ้ำมา

6) แรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading)

1.5.2 จัดเตรียมวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่

1) อิฐโบราณตัวอย่าง จากแหล่งทำอิฐปัจจุบัน บริเวณริมคลองสระบัว ตำบลลุมพินี อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับอิฐส่วนใหญ่ในสมัยอยุธยา [1], [2]

2) ปูนก่อ ใช้ปูนหมักแบบโบราณ [3]

3) อีพ็อกซี (Epoxy Resin)

4) เส้นใยไฟเบอร์ (Fiber Reinforced) ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) แบบแผ่นเส้นใย (Fiber Sheet)

1.5.3 เตรียมเครื่องมือการทดสอบ

1) Load Frame

2) Hydraulic Jack ขนาด 100 ตัน

3) Load Cell ขนาด 100 ตัน

4) เครื่องแปลงข้อมูล (Data Logger)

5) คอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์

6) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) สำหรับการทดสอบแรงกระทำทางด้านข้างแบบซ้ำไปซ้ำมา (Cyclic Lateral Loading)

7) LVDT (Linear Variable Displacement Transducers)

8) Electric Strain Gages

1.5.4 ทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางกลของอิฐโบราณจากแหล่งทำอิฐปัจจุบันบริเวณริมคลองสระบัว ตำบลลุมพินี อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับอิฐส่วนใหญ่ในสมัยอยุธยา [1], [2]

1.5.5 ทดสอบผนังอิฐก่อโบราณตัวอย่าง ขนาด กว้าง 1.50 เมตร สูง 1.50 เมตร หนา 0.60 เมตร โดยมีแรงกระทำทางด้านข้างแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading) โดยทดสอบผนังตัวอย่างจำนวน 1 ตัวอย่าง

1.5.6 ทดสอบผนังอิฐก่อโบราณตัวอย่าง ขนาด กว้าง 1.50 เมตร สูง 1.50 เมตร หนา 0.60 เมตร ในข้อ 1.5.5 แล้วเสริมด้วยเส้นใยไฟเบอร์ ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) แบบแผ่นเส้นใย (Fiber Sheet) โดยมีแรงกระทำทางด้านข้าง แบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading) โดยทดสอบผนังตัวอย่างจำนวน 1 ตัวอย่าง

1.5.7 ทดสอบผนังอิฐก่อโบราณตัวอย่าง ขนาด กว้าง 1.50 เมตร สูง 1.50 เมตร หนา 0.60 เมตร เสริมด้วยเส้นใยไฟเบอร์ ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) แบบแผ่นเส้นใย (Fiber

Sheet) โดยมีแรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร (Cyclic Lateral Loading) โดยทดสอบผนังตัวอย่าง จำนวน 2 ตัวอย่าง

1.5.8 เปรียบเทียบพฤติกรรมการรับแรงเฉือน (Shear Strength) และการกระจายพลังงาน จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Horizontal Load กับ Horizontal Displacement ของผนังอิฐก่อโบราณทดสอบ ดังต่อไปนี้

- 1) พฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณ ภายใต้แรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร
- 2) พฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณ เมื่อเกิดการวิบัติเนื่องจากแรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร แล้วเสริมด้วย Fiber-Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร
- 3) พฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณ เสริมด้วย Fiber-Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักรจำนวน 2 ตัวอย่าง

1.5.9 สรุปผลงานวิจัยและเขียนรายงานผลการวิจัยเพื่อนำเสนอ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อทดสอบหาคุณสมบัติของอิฐโบราณ ที่ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณภายใต้แรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร

1.6.2 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณแบบ Full scale test ภายใต้แรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร

1.6.3 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณแบบ Full scale test เมื่อเกิดการวิบัติเนื่องจากแรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร แล้วเสริมด้วย Fiber - Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้นข้าง แบบวัฏจักร

1.6.4 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณ แบบ Full scale test เสริมด้วย Fiber - Reinforced Polymer ชนิดเส้นใยแก้ว Glass Fiber (GFRP) ภายใต้แรงกระทำทางด้นข้างแบบวัฏจักร

1.6.5 เปรียบเทียบพฤติกรรมของผนังอิฐก่อโบราณแบบ Full scale test ทั้ง 4 กรณี