สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขต	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 ความหมายของวัสดุก่อ	7
2.3 ขนาดและคุณลักษณะของอิฐก่อ	8
2.4 ส่วนผสมและวิธีทำอิฐก่อ	12
2.5 คุณสมบัติของมอร์ต้าร์	14
2.6 รอยต่อของผนังอิฐก่อ	15
2.7 รูปแบบการเรียงอิฐ	16
2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังรับแรงอัดของวัสดุก่อ	17
2.9 อิฐที่ใช้ในการก่อสร้างและบูรณะโบราณสถาน	18
2.10 มอร์ต้าร์ที่ใช้ในการก่อสร้างและบูรณะโบราณสถาน	21
2.11 การเสื่อมสภาพของมอร์ต้าร์	22
2.12 วัสดุคอมโพสิตเสริมเส้นใย (Fiber-Reinforced Polymer Composite หรือ FRP Composite)	23
2.13 ชนิดของเส้นใย (Fiber Reinforcement Type)	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.14 ลักษณะหรือรูปทั่วไปของเส้นใย (Fiber Reinforcement Form)	26
2.15 เรซิน (Resin)	26
2.16 การติดตั้ง Fiber-Reinforce Polymer (FRP)	27
2.17 การออกแบบและข้อกำหนดรายละเอียด FRP	29
2.18 ข้อควรระวังในการออกแบบติดตั้ง Fiber-Reinforce Polymer (FRP)	29
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	32
3.1 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐโบราณตัวอย่าง	32
3.2 ทดสอบคุณสมบัติทางกลของอิฐโบราณตัวอย่าง	37
3.3 การทดสอบผนังอิฐก่อโบราณ	39
บทที่ 4 ผลและการวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน	46
4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ	46
4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกล	47
4.3 ผลการทดสอบผนังอิฐก่อโบราณ	48
4.4 การวิเคราะห์ผลการทดสอบ	62
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	64
5.1 สรุป	64
5.2 ข้อเสนอแนะ	65
บรรณานุกรม	66
ภาคผนวก ก	68
ตารางผลการทดสอบอิฐโบราณ	68
ภาคผนวก ข	78
รูปแสดงอุปกรณ์และการทดสอบ	78

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ขนาดความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้และขีดจำกัดในการทดสอบ	8
2.2	แรงอัดและการดูดซึมน้ำของอิฐตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	9
2.3	กำลังอัดของวัสดุก่อคิดเนื้อที่รวมสำหรับวัสดุก่อชนิดก้อนตัน	10
2.4	หน่วยแรงเฉือนและหน่วยแรงดึงที่เกิดจากการตัดสำหรับงานวัสดุก่อคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก	11
2.5	ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่างอิฐโบราณ	18
2.6	สรุปค่าเฉลี่ยคุณสมบัติของอิฐโบราณจากการทดสอบ	20
2.7	คุณสมบัติของอิฐโบราณแยกตามกลุ่มอายุ	18
3.1	คุณสมบัติของวัสดุ GFRP ที่ใช้ในการทดสอบ	40

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ขนาดความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้และขีดจำกัดในการทดสอบ	8
2.2	แรงอัดและการดูดซึมน้ำของอิฐตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม	9
2.3	กำลังอัดของวัสดุก่อคิดเนื้อที่รวมสำหรับวัสดุก่อชนิดก้อนตัน	10
2.4	หน่วยแรงเฉือนและหน่วยแรงดึงที่เกิดจากการตัดสำหรับงานวัสดุก่อคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก	11
2.5	ข้อมูลเบื้องต้นของตัวอย่างอิฐโบราณ	18
2.6	สรุปค่าเฉลี่ยคุณสมบัติของอิฐโบราณจากการทดสอบ	20
2.7	คุณสมบัติของอิฐโบราณแยกตามกลุ่มอายุ	18
3.1	คุณสมบัติของวัสดุ GFRP ที่ใช้ในการทดสอบ	40

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	รอยต่อของผนังก่ออิฐ	15
2.2	รูปแบบการเรียงอิฐ	16
2.3	ลักษณะเส้นใยคาร์บอน (Carbon fiber)	24
2.4	เส้นใยเคฟลาร์ (kevlar fiber)	25
2.5	เส้นใยแก้ว (glass fiber)	25
2.6	Stress – Strain เส้นใย (Fiber Reinforcement)	25
2.7	ลักษณะการเรียงตัวของเส้นใยแบบ Unidirectional (0°), Bidirectional (0°+90°), Bidirectional (45°)	26
2.8	การติดตั้ง Fiber-Reinforced Polymer (FRP) อย่างมีประสิทธิภาพ	28
2.9	การติดตั้งโดยเส้นใย (Fiber Reinforcement) อยู่ด้านล่าง เป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพการเสริมกำลังลดลง	28
2.10	ฟองอากาศในเรซินเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพการเสริมกำลังลดลง	29
3.1	ผนังอิฐก่อโบราณและตำแหน่งการติดตั้ง Strain Gauge	42
3.2	ตำแหน่งการติดตั้ง LVDT (Front View)	43
3.3	ตำแหน่งการติดตั้ง LVDT (Side View)	43
3.4	ลักษณะการติดตั้ง Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) แบบ 3-stripe	44
3.5	ลักษณะการติดตั้ง Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) แบบเต็มผนัง	45
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับ Vertical Displacement	48
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับ Leteral Displacement	49
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับ Vertical Strain 1	50
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับ Vertical Strain 3	51
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับ Vertical Strain 5	52
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับ Lateral Strain 2	53
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับ Lateral Strain 4	54
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่าง Load กับ Lateral Strain 6	55
4.9	ตัวอย่างการ Crack ของผนังเปล่า 1	56
4.10	การ Crack ของผนังเปล่า 1 (Front View)	56

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.11	การ Crack ของผนังเปล่า 1 (Side View)	57
4.12	ตัวอย่างการ Crack ของผนังเปล่า 2	57
4.13	การ Crack ของผนังเปล่า 2 (Front View)	58
4.14	การ Crack ของผนังเปล่า 2 (Side View)	58
4.15	ตัวอย่างการ Crack ของผนังเสริม GFRP แบบ (3-stripe)	59
4.16	การ Crack ของผนังเสริม GFRP แบบ 3-stripe (Front View)	59
4.17	การ Crack ของผนังเสริม GFRP แบบ 3-stripe (Side View)	60
4.18	ตัวอย่างการ Crack ของผนังเสริม GFRP แบบเต็มผนัง	60
4.19	การ Crack ของผนังเสริม GFRP แบบเต็มผนัง (Front View)	61
4.20	การ Crack ของผนังเสริม GFRP แบบเต็มผนัง (Side View)	61

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

W_d	น้ำหนักของอิฐตัวอย่างที่แห้ง
W_s	น้ำหนักของอิฐตัวอย่างหลังแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง
W_b	น้ำหนักของอิฐตัวอย่างที่อิ่มตัวจากการต้ม
X	น้ำหนักของน้ำที่ถูกดูดซึมบนพื้นที่ 193.55 ตารางเซนติเมตรของอิฐตัวอย่าง
W	น้ำหนักของน้ำที่ถูกดูดซึมจริงของตัวอย่างทดสอบ (g)
L	ความยาวของอิฐตัวอย่าง (cm)
B	ความกว้างของอิฐตัวอย่าง (cm)
b	ความกว้างโดยเฉลี่ยของอิฐตัวอย่าง (mm)
d	ความกว้างโดยเฉลี่ยของอิฐตัวอย่าง (mm)
S	โมดูลัสแตกร้าวของอิฐตัวอย่าง
f'_{br}	กำลังอัดประลัยของอิฐตัวอย่าง
F	แรงกระทำสูงสุด
A	พื้นที่เฉลี่ยของอิฐตัวอย่างที่รองรับแรงกดอัด