

สมบัติทางวิศวกรรมของอิฐและปูนก่อ
โบราณสถานเวียงล่อ อายุ 1600 ปี

ENGINEERING PROPERTIES OF BRICK AND MORTAR IN
1600 YEARS OLD WIANG LO ANCIENT REMAINS

รศ.ดร.ปรีดา ไชยมหาวัน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ความเชี่ยวชาญ : วิศวกรรมโครงสร้าง, วิศวกรรมแผ่นดินไหว, การออกแบบและประเมินอาคารต้านแผ่นดินไหว,
การเสริมกำลังโครงสร้าง



ผศ.ดร. ธนาทิพย์ จันทรงค์

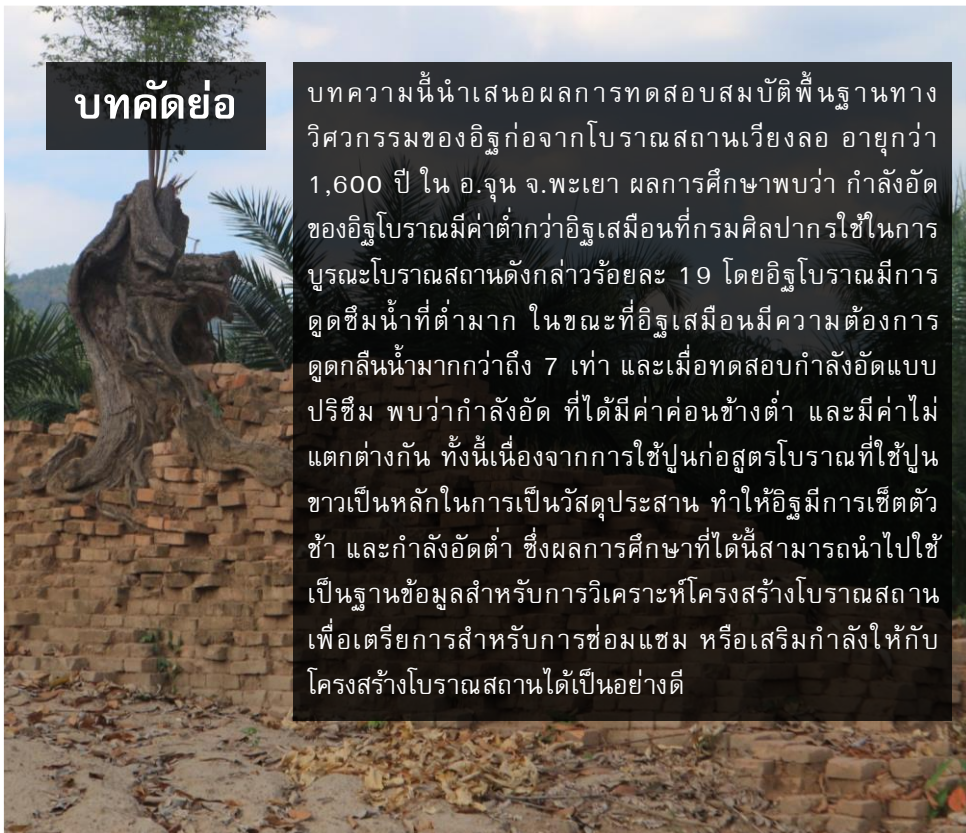
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ความเชี่ยวชาญ : ด้านเทคโนโลยีเพื่อชุมชน (Humanitarian Technology) การพัฒนานวัตกรรมเพื่อสังคม (Social
Innovation) และการวิศวกรรมศึกษา (Engineering Education)



บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการทดสอบสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของอิฐก่อจากโบราณสถานเวียงล่อ อายุกว่า 1,600 ปี ใน อ.จุน จ.พะเยา ผลการศึกษาพบว่า กำลังอัดของอิฐโบราณมีค่าต่ำกว่าอิฐเสมือนที่กรมศิลปากรใช้ในการบูรณะโบราณสถานดังกล่าวร้อยละ 19 โดยอิฐโบราณมีการดูดซึมน้ำที่ต่ำมาก ในขณะที่อิฐเสมือนมีความต้องการดูดกลืนน้ำมากกว่าถึง 7 เท่า และเมื่อทดสอบกำลังอัดแบบปริซึม พบว่ากำลังอัด ที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำ และมีค่าไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ปูนก่อสูตรโบราณที่ใช้ปูนขาวเป็นหลักในการเป็นวัสดุประสาน ทำให้อิฐมีการเซ็ดตัวช้า และกำลังอัดต่ำ ซึ่งผลการศึกษาที่ได้นี้สามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างโบราณสถานเพื่อเตรียมการสำหรับการซ่อมแซม หรือเสริมกำลังให้กับโครงสร้างโบราณสถานได้เป็นอย่างดี



1. บทนำ

การอนุรักษ์และบูรณะโบราณสถานที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรมให้กลับมาเพื่อให้คนรุ่นหลังได้เห็น ว่าโบราณสถานเป็นสิ่งที่เชื่อมโยงเหตุการณ์ในอดีตและปัจจุบันเข้าด้วยกันเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง หน้าที่ในการบูรณะและซ่อมแซมอาจเป็นบทบาทของกรมศิลปากรเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม การบูรณะและซ่อมแซมนั้นต้องเป็นไปตามหลักวิศวกรรมที่ดีด้วย ปัจจุบันเทคโนโลยีการเก็บข้อมูลรูปลักษณะโบราณสถานที่เป็นอยู่ ณ ปัจจุบัน สามารถเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสำรวจโบราณสถาน วัดขนาด แล้วขึ้นรูปแล้วเก็บเป็นข้อมูลดิจิทัลได้ [1] หรือการใช้อากาศยานไร้คนขับถ่ายภาพแล้วประมวลผลด้วยภาพถ่าย (image processing) ด้วยวิธีเทคโนโลยี Structure From Motion (SFM) [2] หรือใช้เทคโนโลยีการสแกนวัตถุ 3 มิติ ซึ่งใช้ลำแสงเลเซอร์สำหรับใช้ในการวัดระยะทางในทุกทิศทางจากจุดตั้งกล้องถึงตำแหน่งของวัตถุ หรือบางครั้งเรียกว่า Motorized Total Station [3] เมื่อเก็บเป็นข้อมูลในลักษณะดิจิทัลได้แล้ว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายแนวทาง เช่น แสดงข้อมูลโบราณสถานทางเว็บไซต์ หรือเชิงวิศวกรรม นำไปวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ เพื่อหาแนวทางการซ่อมหรือเสริมกำลังโบราณสถานให้มีความมั่นคงแข็งแรง [4]

ตัวแปรที่มีความสำคัญสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างได้แก่ สมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุก่อ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในโบราณสถาน ได้แก่ ค่ากำลังอัด การดูดซึม และโมดูลัสยืดหยุ่น ซึ่งผู้แต่งอยู่ในพื้นที่ของโบราณสถานเวียงลอ อำเภोजุน จังหวัดพะเยา ซึ่งมีอายุราว 1,600 ปี มีการขุดพบหลักฐานศิลาจารึกและพระพุทธรูปหินทราย อีกทั้งภายในคูเมือง กำแพงเมืองยังมีการค้นพบโบราณสถานอีกประมาณ 10 แห่ง และซากโบราณสถานนอกคูเมืองอีกประมาณ 40 แห่ง ที่สำคัญ คือ เมืองโบราณแห่งนี้มีวัดร้างอยู่มากมาย โดยวัดเก่าแก่นั้น คือ วัดศรีปิงเมือง และ วัดต้นเดื่อ [5] ซึ่งเป็นโบราณสถานที่ยังไม่ได้รับการบูรณะจากกรมศิลปากร จึงเชื่อได้ว่าอิฐที่นำมาทดสอบนั้นเป็นอิฐโบราณที่มีอายุกว่า 1600 ปีจริง ผู้แต่งได้มีโอกาสลงพื้นที่ และได้ทดสอบสมบัติทางวิศวกรรมของวัสดุโบราณเหล่านี้ เพื่อการศึกษา และเก็บเป็นข้อมูลสำคัญที่จะนำไปใช้ในการศึกษาอื่นๆ ในอนาคตได้ เช่น การวิเคราะห์โครงสร้าง เพื่อการซ่อมแซมและเสริมกำลัง หรือเป็นฐานข้อมูลสำหรับการต่อยอดในงานวิจัยอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 1 ภาพถ่ายวังต้นเดื่อ โบราณสถานเวียงลอ อ.จุน จ.พะเยา

2. ขันทดสอบ

ผู้แต่งได้รับอนุญาตจากเจ้าหน้าที่กรมศิลปากรให้นำตัวอย่างอิฐที่ได้จากโบราณสถานเวียงลอ จำนวนประมาณ 20 ก้อน โดยก่อนนำออกมาได้จัดรูปบอกล่าวสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่ปกปักรักษา และระบุดึง เหตุผลที่นำออกไป เพื่อการศึกษาเท่านั้น ซึ่งทำให้หินลิตที่ลงพื้นที่ และชาวบ้านที่สังเกตการณ์เกิดความ สบายใจ

ผู้แต่งได้นำตัวอย่างอิฐดังกล่าวมาทำการทดสอบสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรม ได้แก่ มิติ ความหนาแน่น การดูดซึ่ม กำลั่งอัด โมดูลัสยืดหยุ่น แบบก้อนเดี่ยวและแบบปริซึม โดยจะทำการเปรียบเทียบกับอิฐเสมีอน หรือ อิฐที่ทำเลียนแบบอิฐโบราณ ผลิตภัณฑ์ อ.แม่จัน จ.เชียงราย ซึ่งทางกรมศิลปากรได้ใช้อิฐ ชนิดนี้ในการบูรณะโบราณสถานเวียงลอ รูปที่ 2(ก) แสดงเปรียบเทียบอิฐที่เก็บจากโบราณสถาน เวียงลอ และรูปที่ 2(ข) เป็นอิฐที่ทำเลียนแบบอิฐโบราณ โดยอิฐโบราณมีมิติที่ไม่แน่นอน การเตรียมชิ้น ทดสอบ จึงต้องทำการตัดและตกแต่งก่อนนำไปทดสอบ โดยเฉลี่ยแล้วอิฐโบราณจะมีความยาว x ความ กว้าง และความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 13 x 25 x 6.5 ซม. ในขณะที่อิฐเสมีอน จะมีมิติ ความยาว x ความกว้าง และความสูงเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 13 x 26 x 4.5 ซม.



(ก) อิฐที่เก็บจากโบราณสถานเวียงลอ



(ข) อิฐที่ทำเลียนแบบอิฐโบราณ

รูปที่ 2 เปรียบเทียบอิฐที่ทำการศึกษา

การศึกษานี้ได้ทำการทดสอบสมบัติของอิฐ ได้แก่ การดูดซึม ความหนาแน่น กำลังอัด และโมดูลัสยืดหยุ่นของอิฐก้อนเดียว และปริซึมอิฐ โดยใช้ปูนก่อสูตรโบราณ ซึ่งเป็นสูตรที่กรมศิลปากรใช้บูรณะโบราณสถานเวียงลอ โดยมีส่วนผสมของปูนหมักสูตรโบราณ ต่อ ทราย เท่ากับ 1:2 ซึ่งปูนหมักสูตรโบราณ เป็นการนำปูนขาวมาหมักในบ่อหมักเป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์แล้วผสมกับทราย กากน้ำตาล และน้ำ ซึ่งปูนหมักนี้ใช้เวลามากกว่า 40 วันจึงจะแข็งตัว

3. ผลการทดสอบ

3.1 ผลการทดสอบสมบัติอิฐก้อนเดียว

จากการทดสอบสมบัติของอิฐก้อนเดียวพบว่า อิฐโบราณอายุ 1600 ปี มีค่าการดูดซึมเฉลี่ยร้อยละ 0.44 มีความหนาแน่นเฉลี่ย 1,570 กก./ลบ.ม. มีกำลังอัดเฉลี่ย 151.6 กก./ซม.² (ตารางที่ 1) และโมดูลัสยืดหยุ่นคำนวณจากความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดและความเครียด (รูปที่ 4) มีค่าเฉลี่ย 210,045 กก./ซม.² จะเห็นว่าใกล้เคียงกับโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต

ในขณะที่ผลทดสอบสมบัติของอิฐเสมือนก้อนเดียว พบว่ามีค่าการดูดซึมเฉลี่ยร้อยละ 3.16 (ตารางที่ 2) สูงกว่าของอิฐโบราณ ประมาณ 7 เท่า เนื่องจากอิฐโบราณมีการดูดกลืนและคายความชื้นเป็นเวลานานมาแล้ว จึงมีการดูดกลืนน้ำที่น้อยมาก ส่วนอิฐเสมือนมีการผลิตและเผาออกมาใหม่ จึงต้องการการดูดกลืนน้ำเพื่อเข้าไปอยู่ในรูพรองอิฐค่อนข้างมาก ในส่วนของความหนาแน่นพบว่าอิฐ

เสมีอนจะมีความหนาแน่นเฉลี่ย 1,770 กก./ลบ.ม. สูงกว่าอิฐโบราณ ประมาณร้อยละ 13 ทั้งนี้อาจเนื่องจากเทคโนโลยีสมัยใหม่มีการอัดดินลงแบบหล่อ และเผาที่ดีกว่าในการทำอิฐสมัยโบราณ

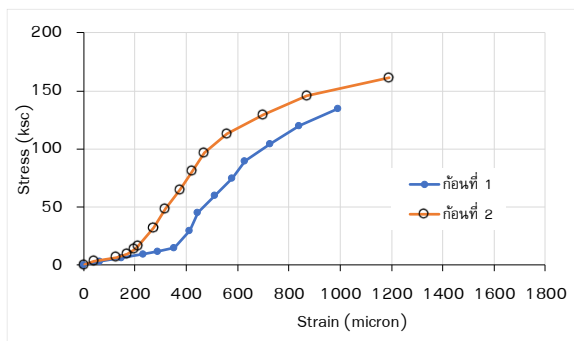


ก) อิฐโบราณ

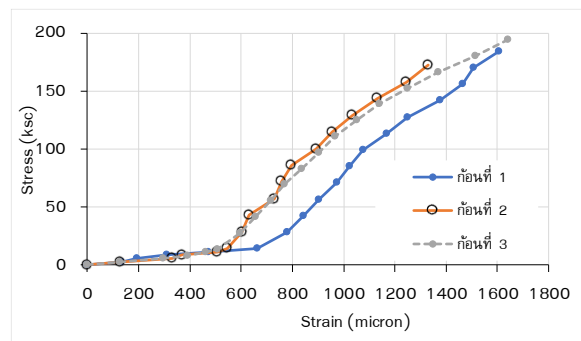


ข) อิฐเสมีอน

รูปที่ 3 ภาพถ่ายภาพทดสอบกำลังอัดอิฐก้อนเดียว



ก) อิฐโบราณ



ข) อิฐเสมีอน

รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของอิฐที่ทำการทดสอบ

ตารางที่ 1 สมบัติทางวิศวกรรมของอิฐโบราณ

ชิ้นทดสอบ	กว้างxยาวxสูง (cm)	การดูดซึม (%)	ความ หนาแน่น (Kg/m. ³)	กำลังอัด (ksc)	โมดูลัส ยืดหยุ่น(ksc)
1	13x27.5x5.4	0.43	1,510	134.7	208,449
2	12x25.8x6.3	0.45	1,640	168.5	211,641
	เฉลี่ย	0.44	1,570	151.6	210,045

หมายเหตุ ตัวอย่างอิฐก้อนที่ 3 มีค่าเฉลี่ยกำลังอัดที่แตกต่างจากกลุ่มมากเกินไปจึงตัดออก



ตารางที่ 2 สมบัติทางวิศวกรรมของอิฐเสมือน

ชั้นทดสอบ	กว้างxยาวxสูง (cm)	การดูดซึม (%)	ความ หนาแน่น (Kg/m. ³)	กำลังอัด (ksc)	โมดูลัส ยืดหยุ่น(ksc)
1	13.5x26.6x4.4	2.44	1,770	181.87	218,252
2	13.2x26.4x4.5	3.93	1,780	179.61	237,550
3	13.5x26.7x4.5	3.11	1,760	201.72	223,735
	เฉลี่ย	3.16	1,770	187.73	226,512

ในส่วนของการกำลังอัดพบว่าอิฐเสมือนให้ค่ากำลังอัดก่อนเด็ยวเฉลี่ย 187.7 กก./ซม.² มีค่าสูงกว่าอิฐโบราณเพียงเล็กน้อย ประมาณร้อยละ 19 ซึ่งถือว่าอิฐโบราณจากโบราณสถานเวียงลอทำออกมาได้กำลังที่สูงมาก หากเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ สุทัศน์ และคณะ [3] พบว่าอิฐที่โบราณสถานเวียงลอมีค่าสูงกว่า อิฐก่อที่อุทยานประวัติศาสตร์อยุธยาประมาณ 4 เท่า **รูปที่ 3** แสดงภาพถ่ายการทดสอบกำลังอัดอิฐก้อนเดียว

3.2 ผลการทดสอบสมบัติปริซึม

การทดสอบกำลังอัดปริซึมของอิฐโบราณและอิฐเสมือน ไม่สามารถก่อจำนวนชั้นให้เท่ากันได้ เนื่องจากมิติของอิฐมีความแตกต่างกัน จึงใช้การก่อ 3 ชั้นสำหรับอิฐโบราณ ซึ่งมีอัตราส่วนความชะลูดประมาณ 2.6 ในขณะที่อิฐเสมือนสามารถก่อจำนวน 5 ชั้นได้ โดยมีอัตราส่วนความชะลูดประมาณ 2.2 ดังนั้นภายหลังจากทดสอบแล้ว จึงนำค่าปรับแก้จากมาตรฐาน ASTM C1314-03b [6] มาใช้คูณปรับแก้เพื่อให้ได้ค่ากำลังอัดที่ถูกต้องและเทียบเคียงกันได้

ผลการทดสอบกำลังอัดของปูนก่อสูตรโบราณพบว่าได้ค่ากำลังอัดที่ค่อนข้างต่ำ โดยมีค่ากำลังอัดที่ 60 วัน เฉลี่ย 3.7 กก./ซม.² จะเห็นว่าปูนก่อสูตรโบราณซึ่งมีส่วนผสมหลักเป็นปูนขาวนั้น มีกำลังอัดที่ต่ำมาก และมีระยะเวลาในการเซตตัวช้า เมื่อเทียบกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่มีใช้ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามกรมศิลปากร ยังนิยมใช้ปูนก่อสูตรโบราณในการบูรณะโบราณสถาน เนื่องจากจะให้เกิดภูมิทัศน์ และความเข้ากันได้กับสมบัติของอิฐก่อโบราณนั่นเอง

ภาพถ่ายการทดสอบปริซึมแสดงใน**รูปที่ 5** ผลการทดสอบกำลังอัดของปริซึมอิฐโบราณพบว่าค่าเฉลี่ย 36.9 กก./ซม.² ซึ่งสูงกว่ากำลังอัดเฉลี่ยของอิฐเสมือนที่มีค่าประมาณ 31.1 กก./ซม.² ผลการทดสอบดังกล่าวทำให้ทราบว่า แม้ค่ากำลังอัดของอิฐก้อนเดียวจะมีค่าต่ำกว่าในอิฐโบราณ แต่เมื่อ

ก่อนเป็นปริซึมแล้ว กลับพบว่าอิฐโบราณสามารถให้ค่ากำลังอัดที่สูงกว่าอิฐเสมือนได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยของกำลังอัดของปูนก่อสูตรโบราณที่มีกำลังต่ำกว่ากำลังอัดของอิฐก้อนเดียว ถึง 10 เท่า ด้วยกำลังอัดของปริซึมที่ต่ำนี้จะมีผลต่อพฤติกรรมการรับน้ำหนักเมื่อก่อเป็นปริซึม ทั้งนี้อาจส่งผลต่อพฤติกรรมโดยรวมของเจตีย์ในโบราณสถานให้มีกำลังรับน้ำหนักบรรทุกที่ต่ำไปด้วยอย่างแน่นอน

เมื่อเปรียบเทียบโมดูลัสยืดหยุ่นที่คำนวณจากความชันของกราฟความสัมพันธ์ความเค้นและความเครียดของปริซึม (รูปที่ 6) พบว่าโมดูลัสยืดหยุ่นของปริซึมอิฐก่อโบราณได้ค่าเฉลี่ย 24,868 กก./ซม.² ในขณะที่ปริซึมอิฐเสมือนได้ค่าเฉลี่ย 11,966 กก./ซม.² จะเห็นว่ามีค่าแตกต่างกันถึง 2 เท่า และมีค่าต่ำกว่าโมดูลัสยืดหยุ่นของอิฐก้อนเดียวถึง 8 เท่า

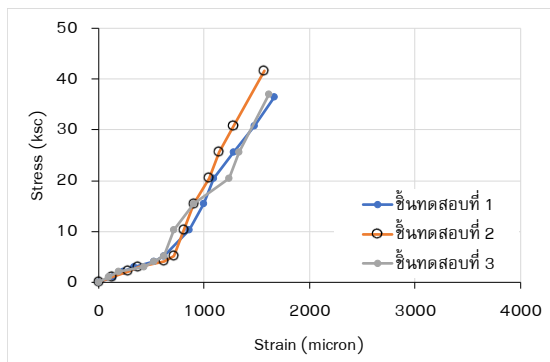


ก) อิฐโบราณ

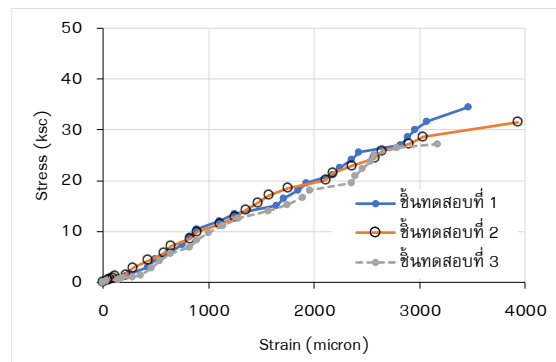


ข) อิฐเสมือน

รูปที่ 5 ภาพถ่ายการทดสอบกำลังอัดปริซึม



ก) อิฐโบราณ



ข) อิฐเสมือน

รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียดของปริซึม

ตารางที่ 3 สมบัติทางวิศวกรรมของปริซึมอิฐโบราณ

ขั้นตอนทดสอบ	กว้างxยาวxสูง (cm)	กำลังอัด	อัตราส่วน ความฉลุ	ค่าปรับแก้	กำลังอัด ปรับแก้ (ksc)	โมดูลัสยืดหยุ่น (ksc)
1	7.7x12.9x21.5	34.4	2.79	1.06	36.5	11,746
2	8.0x12.5x21.0	39.6	2.63	1.05	41.6	26,939
3	8.5x12.0x21.2	31.5	2.49	1.04	32.8	35,919
	เฉลี่ย	35.1	2.64	1.05	36.9	24,868

ตารางที่ 4 สมบัติทางวิศวกรรมของปริซึมอิฐเสมือน

ขั้นตอนทดสอบ	กว้างxยาวxสูง (cm)	กำลังอัด	อัตราส่วน ความฉลุ	ค่าปรับแก้	กำลังอัด ปรับแก้ (ksc)	โมดูลัสยืดหยุ่น (ksc)
1	13.0x26.0x28.0	34.1	2.15	1.01	34.5	12,064
2	13.2x27.0x29.5	31.0	2.23	1.02	31.6	12,321
3	13.5x27.0x28.0	27.0	2.07	1.01	27.3	11,515
	เฉลี่ย	30.7	2.15	1.01	31.1	11,966

4. สรุป

1. ค่ากำลังอัดที่ได้จากการทดลองอิฐที่โบราณสถานเวียงลออายุ 1600 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 151.6 ksc และค่ากำลังอัดที่ได้จากการทดลองอิฐเสมือนที่ใหม่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 187.7 ksc สูงกว่ากำลังอัดของอิฐโบราณเพียงเล็กน้อย

2. ค่าการดูดซึมน้ำที่ได้จากการทดลองของอิฐเสมือน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.16 % และค่าการดูดซึมน้ำที่ได้จากการทดลองของอิฐโบราณ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.47 % ทำให้ทราบว่าค่าการดูดซึมน้ำของอิฐเสมือนมีค่ามากกว่าอิฐโบราณ เนื่องจากเป็นอิฐที่ใหม่มีรูพรุนจึงยังต้องการน้ำเข้าไปเติมในรูดังกล่าวพอสมควร

3. ค่ากำลังอัดที่ได้จากการทดสอบปริซึม พบว่าอิฐโบราณ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.9 ksc ในขณะที่กำลังอัดของปริซึมอิฐเสมือน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.1 ksc เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วทำให้ทราบว่าค่ากำลัง

อัดที่ได้จากปรีซึ่มอิฐเสมือน มีค่าใกล้เคียงกับอิฐโบราณ แสดงให้เห็นว่าอิฐเสมือนสามารถทดแทนอิฐโบราณได้เป็นอย่างดีเมื่อนำมาใช้ในการบูรณะโบราณสถาน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นาย สรยา เสาวพงษ์ นางสาวจิรพนธ์ ทาญกา นายณัฐพล ยาอุต และนายณัฐวุฒิ ศรีอำคา นิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา รหัส 61 ที่ได้ลงพื้นที่และทำการทดสอบสำหรับการศึกษานี้ได้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Akarachai Jaima, Amorn Pimanmas & Preeda chaimahawan (2020). Behavior and strengthening of pagoda in Phayao province. *Annual Concrete Conference 15th (ACC15)*, 25–27 March, Rayong, Thailand. (STR02)1–6. (in Thai).
- [2] Nakhorn Poovarodom, Naret Limsamphancharoen and Dr. Krisada Chaiyasarn (2021). Survey and assessment for the preservation of ancient structures in the World Heritage Historical Park. Final Report Thailand Science Research and Innovation (TSRI). 267p. (in Thai)
- [3] Sutat Leelataviwat, Weerachart Tangchirapat, Chainarong Athisakul and Raktipong Sahamitmongkol (2021). Utilization of engineering digital database for sustainability in conservation of local heritage building. Final Report Thailand Science Research and Innovation (TSRI). 212p. (in Thai)
- [4] Amorn Pimanmas, Rangsarn Wongjeeraphat, Chakrapan Tuakta and Preeda Chaimahawan (2021). Analysis of Ancient Structures by Finite Element Method. Final Report Thailand Science Research and Innovation (TSRI). 117p. (in Thai)
- [5] Wiang Lo Ancient Remains. (2022, September 29). In *Wikipedia*.
<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B9%82%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%93%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B8%A5%E0%B8%AD>
- [6] ASTM (2003). ASTM C1314–03b: Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms, ASTM International, West Conshohocken, PA, United States.

เกี่ยวกับผู้แต่งบทความ

รศ.ดร.ปรีดา ไชยมหาวัน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา สำเร็จการศึกษาปริญญาเอกจาก สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ งานวิจัยที่สนใจด้านการเสริมกำลังโครงสร้าง การประเมิน และออกแบบอาคารต้านแผ่นดินไหว

ผศ.ดร.ธนาทิพย์ จันทร์คง ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกจากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ดำรงตำแหน่ง IEEE Thailand Section SIGHT (Special Interest Group in Humanitarian Technology) มีความเชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีเพื่อชุมชน (Humanitarian Technology) การพัฒนานวัตกรรมเพื่อสังคม (Social Innovation) และการวิศวกรรมศึกษา (Engineering Education)

การอ้างอิงบทความ (citation)

ปรีดา ไชยมหาวัน และ ธนาทิพย์ จันทร์คง (2565), "สมบัติทางวิศวกรรมของอิฐและปูนก่อโบราณสถานเวียงลอ อายุ 1600 ปี (Engineering Properties of Brick and Mortar in 1600 years old Wiang Lo Ancient Remains)," *วารสารคอนกรีต, สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย*, ปีที่ 16, ฉบับที่ 3, บทความหมายเลข TCA_M 160310, กันยายน-ธันวาคม, 10 หน้า.

Chaimahawan, P., Chankong, T. (2022). "Engineering Properties of Brick and Mortar in 1600 years old Wiang Lo Ancient Remains," *TCA Magazine, Thailand Concrete Association*, Vol.16, Issue 3, Paper ID TCA_M 160310, Sep.-Dec., 10 pages.