

การประยุกต์ใช้อิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบสำหรับการก่อสร้างที่อยู่อาศัย

Applied of Soil-Cement Brick with Husk Ash for A Housing Construction

วิพล ไชยชนะ

Wipol Chaichana

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมก่อสร้าง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

E-Mail Wipol.ch@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการประยุกต์ใช้อิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบสำหรับการก่อสร้างที่อยู่อาศัย จากการศึกษาวิจัยพบว่า ผลการทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบในห้องทดสอบวัสดุงานก่อสร้าง ผลการวิจัยมีดังนี้ 1) การรับแรงอัดของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบมีค่าเฉลี่ย 39.071 กก./ตร.ซม. ซึ่งมีความมากกว่าค่ามาตรฐาน มอก. ของอิฐมอญทั่วไปที่มีค่าอยู่ระหว่าง 20-30 กก./ตร.ซม. ดังนั้นอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบสามารถรับแรงอัดได้ดีกว่าอิฐมอญทั่วไป 2) การดูดกลืนน้ำของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบมีค่าเฉลี่ย 10.755 % ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐาน มอก. ของอิฐมอญทั่วไปที่มีค่าอยู่ระหว่าง 30-35 % ซึ่งจะมีผลดีต่อผนังอาคาร เพราะผนังมีความชื้นน้อยกว่าจะทำให้ไม่เกิดรอยแตกร้าวของผนังอาคารเนื่องจากการระเหยของน้ำภายหลังจากการก่อผนัง 3) การรับแรงดัดของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบกับปูนก่อมีค่าเฉลี่ย 2.41 กก./ตร.ซม. ซึ่งมาตรฐานทั่วไปของอิฐมอญไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานไว้ ค่ากำลังรับแรงดัดที่ได้แสดงถึงการรับแรงในการยึดเกาะกันระหว่างก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบกับปูนก่อ ถ้ามีค่ากำลังรับแรงดัดมากการยึดเกาะระหว่างก้อน

อิฐกับปูนก่อจะมีความแข็งแรงมาก 4) การยึดเกาะกับปูนฉาบของผนังอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบพบว่าการยึดเกาะกับปูนฉาบได้ดีไม่มีรอยแตกร้าวที่ผิวของผนัง การฉาบปูนก่อได้รวดเร็วและประหยัดเวลาเพราะก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบมีลักษณะรูปร่างคงที่ไม่บิดงอเหมือนอิฐมอญทั่วไป ผลการศึกษาค้นสมบัติทางด้านงานก่อสร้างของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบในงานก่อสร้างจริง ผลการวิจัยมีดังนี้ 1) การก่อผนังของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ มีการยึดเกาะกันได้ดีระหว่างปูนก่อกับก้อนอิฐ ผนังไม่มีรอยแตกของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบระหว่างการก่อและหลังการก่อผนัง ก่อง่าย ใช้ปูนกอน้อย และประหยัดเวลาในการก่อผนัง เพราะก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบมีลักษณะรูปร่างคงที่และขนาดใหญ่กว่าอิฐมอญทั่วไป 2) การฉาบผนังของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ ผนังไม่มีรอยแตกร้าวของปูนฉาบ การยึดเกาะระหว่างปูนฉาบกับผนังอิฐยึดเกาะกันได้ดี ฉาบง่าย ใช้ปูนฉาบน้อย และประหยัดเวลาในการฉาบผนัง ผนังไม่มีรอยแตกของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบระหว่างการฉาบและหลังการฉาบผนัง ผลการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างระหว่างการก่อผนังด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบกับการก่อผนังด้วยอิฐมอญทั่วไป ผลการวิจัยมีดังนี้ 1)

จำนวนก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบกับอิฐมอญทั่วไปที่ใช้และราคา ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร มีการใช้ก้อนอิฐมอญทั่วไปมากกว่าก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบเนื่องจากก้อนอิฐมอญทั่วไปมีขนาดเล็กกว่าก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบและราคาของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบถูกกว่าก้อนอิฐมอญทั่วไป 2 บาทต่อตารางเมตร 2) ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับการก่อระหว่างอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบกับอิฐมอญทั่วไป ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร มีการใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับการก่อระหว่างอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบน้อยกว่าอิฐมอญทั่วไปเนื่องจากขนาดของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบมีขนาดใหญ่ทำให้พื้นที่สำหรับการก่อน้อยลงและราคาค่าแรงและค่าปูนก่อที่ใช้ของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบถูกกว่าก้อนอิฐมอญทั่วไป 53.50 บาทต่อตารางเมตร 3) ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับการฉาบบนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบกับอิฐมอญทั่วไปต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร มีการใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับการฉาบบนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบน้อยกว่าอิฐมอญทั่วไปเนื่องจากผิวผนังของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบมีลักษณะเรียบกว่าอิฐมอญทั่วไปและราคาค่าแรงและค่าปูนฉาที่ใช้ของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบถูกกว่าก้อนอิฐมอญทั่วไป 12.30 บาทต่อตารางเมตร 4) เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างทั้งหมดระหว่างการก่อผนังด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบกับอิฐมอญทั่วไปต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ราคาค่าก่อสร้างผนังอาคารที่ก่อด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบถูกกว่าอิฐมอญทั่วไป 67.80 บาทต่อตารางเมตร

คำสำคัญ: อิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ ปูนซีเมนต์ ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานา

Abstract

The objective of this research is to assess the application of soil-cement bricks with husk ash for a housing construction . The study found that the test results of the engineering properties of soil-cement bricks with husk ash in the construction material test room were as follows: 1) Compression average of soil-cement bricks with husk ash was 39.071 kg/cm². This exceeded the Thai Industrial Standard of general soil-brick cement which is 20-30 kg/cm². Therefore, soil-cement bricks with husk ash could resist compression better than general soil-brick cement. 2) The water absorption average of soil-cement bricks with husk ash was 10.755 %. This was lower than the Thai Industrial Standard of general soil-brick cement which was 30-35 % and therefore offers an advantage for walls of buildings because fractures do not appear due to water evaporation after building walls and humidity is lower. 3) The labor force average of soil-cement bricks with husk ash and lime was 2.41 kg/cm² while the general standard was not determined. Labor force demonstrates pressure of cohesion among soil-cement bricks with husk ash and lime. The greater the labor force, the more cohesion between soil-cement bricks with husk ash and lime. 4) Testing of cohesion with plaster using soil-cement brick with husk ash walls showed good results with no

fractures at the surface of the plaster. This could save time because soil-cement bricks with husk ash have a steady shape and do not bend in the manner of general soil-cement bricks. The test results of the construction properties of soil-cement bricks with husk ash for real construction were as follows: 1) Building walls of soil-cement bricks with husk ash showed good cohesion between lime and soil-cement bricks with husk ash during and after construction. It could be simply done and saved time, while the bricks' size was bigger than general soil-bricks. 2) Plaster walls with soil-cement bricks with husk ash did not fracture. Cohesion was good and simple between lime and soil-cement bricks with husk ash. It used less lime, saved time for plastering and there were no fractures of soil-cement bricks with husk ash during and after construction. Comparison of construction costs between using soil-cement bricks with husk ash and general soil-cement bricks showed the following results: 1) Comparison of quantities and costs of using soil-cement bricks with husk ash and general soil-cement brick per square meter showed that more general soil-cement bricks were needed than soil-cement bricks with husk ash because general soil-cement bricks were smaller and the cost of soil-cement bricks with husk ash was 2 baht per square meter cheaper than general soil-cement bricks.

2) Amounts of cement for construction using soil-cement bricks with husk ash and general soil-cement bricks per square meter showed lower use with soil-cement bricks with husk ash than with general soil-cement bricks because soil-cement bricks with husk ash were bigger, resulting in smaller surface areas. The cost of labor and lime using soil-cement bricks with husk ash was cheaper than with general soil-cement bricks by 53.50 baht per square meter. 3) Amounts of cement for construction using soil-cement bricks with husk ash and general soil-cement bricks per square meter showed lower use with soil-cement bricks with husk ash than with general soil-cement bricks because the surface of soil-cement bricks with husk ash was smoother than that of general soil-cement bricks, resulting in the cost of labor and lime using soil-cement bricks with husk ash being cheaper than with general soil-cement bricks by 12.30 baht per square meter. 4) Comparison of all construction costs between using soil-cement bricks with husk ash and general soil-cement bricks per square meter showed that cost of walls with soil-cement bricks with husk ash was 67.80 baht per square meter cheaper than with general soil-cement bricks.

Keywords: Soil-Cement Bricks with Husk Ash, Portland Pozzolana Cement

1. บทนำ

ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยในปัจจุบันนี้ วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างมีราคาค่อนข้างแพงเมื่อเทียบกับสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันเนื่องจากต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นทำให้ที่อยู่อาศัยไม่ว่าจะเป็นบ้านเรือน ตึกแถว อาคารพาณิชย์ คอนโด และหอพักต่าง ๆ มีราคาค่าก่อสร้างแพงขึ้นไปด้วย ดังนั้นในการก่อสร้างจึงจำเป็นต้องหาวัสดุแบบใหม่ที่คำนึงถึงประหยัด ความแข็งแรง และทนทาน ที่จะนำมาใช้แทนในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยได้ดีกว่าแบบเดิม โดยการก่อสร้างที่อยู่อาศัยแบบใหม่นี้จะใช้อิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบในการก่อสร้างจะประหยัดและรวดเร็วกว่าการก่อสร้างแบบเดิม เนื่องจากการก่อสร้างด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบจะมีรูปแบบของก้อนอิฐที่ใหญ่กว่าอิฐมอญแบบเดิมทำให้การก่อสร้างมีความสะดวกและรวดเร็ว ประหยัดเวลาและค่าแรงงานในการก่อและฉาบ ทำให้ต้นทุนในการก่อสร้างลดลงกว่าการก่อสร้างแบบให้อิฐมอญแบบเดิมในการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบเพื่อใช้ก่อสร้างที่อยู่อาศัย สามารถใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นซึ่งมีปริมาณมากพอและสามารถหาได้ง่ายและมีราคาถูก ผลจากทางเคมีพบว่าเถ้าแกลบมีซิลิกาเป็นองค์ประกอบสูงถึงประมาณ 90% ซึ่งสารซิลิกาในเถ้าแกลบสามารถใช้เป็นสารปอซโซลาน (Pozzolan) ในการผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทำให้เกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิก (Pozzolanic Reaction) และเกิดเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานา (Portland Pozzolana Cement) ซึ่งทำให้ซิลิกาอยู่ในรูปของผลึกและทำให้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานามีคุณสมบัติดีขึ้นทำให้ก้อนอิฐมอญซีเมนต์มีความแข็งแรงมากขึ้นกว่าเดิม



ภาพที่ 1 เถ้าแกลบและอิฐมอญซีเมนต์

อิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบเป็นวัสดุก่อสร้างอีกชนิดหนึ่งที่สามารถผลิตได้ง่าย และเมื่อนำไปก่อสร้างจริงจะประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง การผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบสามารถทำได้โดยการผสมกันระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ดินที่เหมาะสม และเถ้าแกลบที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่คัดเลือกดินแล้ว ซึ่งสามารถหาคุณสมบัติของดินที่เหมาะสมได้ทุกพื้นที่ในประเทศไทย เป็นตัววัสดุในการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อหาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบสำหรับการก่อสร้างที่พักอาศัย
2. เพื่อประยุกต์ใช้อิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบสำหรับการก่อสร้างที่อยู่อาศัย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1. ทฤษฎีและหลักการ

- 3.1.1 เตรียมวัสดุเพื่อที่จะมาทำอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ (ดินแดง ปูนซีเมนต์ เถ้าแกลบ)



ภาพที่ 2 ดินแดง ปูนซีเมนต์และเถ้าแกลบ

3.1.2 นำวัสดุที่เตรียมไว้มาผสมกันในอัตราส่วนที่กำหนดไว้ในเครื่องผสมอิฐดินซีเมนต์แล้วเติมน้ำเข้าไปในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ก้อนอิฐมอญซีเมนต์ขึ้นรูปได้



ภาพที่ 3 เครื่องผสมวัสดุ ดินแดง ปูนซีเมนต์ และเถ้าแกลบเข้าด้วยกัน

3.1.3 นำวัสดุที่ผสมกันแล้วเข้าเครื่องอัดก้อนอิฐมอญซีเมนต์แบบไฮดรอลิกจะได้ก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ



ภาพที่ 4 เครื่องอัดก้อนอิฐมอญซีเมนต์แบบไฮดรอลิก และก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ

3.1.4 นำก้อนอิฐที่ได้ออกจากแบบอัดแล้วนำไปเก็บไว้เพื่อนำไปใช้งานก่อสร้างต่อไป นำก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบไปก่อสร้างผนังอาคารที่พักอาศัยจริงและ นำก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบไปทดสอบหาคูณสมบัติทางด้านวิศวกรรมห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 5 นำก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบไปก่อสร้างจริงเพื่อหาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรม

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1. ผลการวิจัย

4.1.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบในห้องทดสอบวัสดุงานก่อสร้าง จากการศึกษาวิจัยพบว่า

1) การรับแรงอัดของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบมีค่าเฉลี่ย 39.071 กก./ตร.ซม. ซึ่งมีค่ามากกว่าค่ามาตรฐาน มอก. ของอิฐมอญทั่วไปที่มีค่าอยู่ระหว่าง 20-30 กก./ตร.ซม. ดังนั้นการรับแรงอัดของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบจึงสามารถรับแรงอัดได้ดีกว่าอิฐมอญทั่วไป

2) การดูดกลืนน้ำของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบมีค่าเฉลี่ย 10.755% ซึ่งค่านี้น้อยกว่าค่ามาตรฐาน มอก. ของอิฐมอญทั่วไปที่มีค่าอยู่ระหว่าง 30-35% ดังนั้นค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบน้อยกว่าอิฐมอญทั่วไปซึ่งจะมีผลดีต่อผนังอาคาร เพราะผนังที่มีความชื้นน้อยกว่าจะทำให้ไม่เกิดรอยแตกร้าวของผนังอาคารเนื่องจากการระเหยของน้ำภายหลังจากการก่อผนัง

3) การรับแรงดัดของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบกับปูนก่อก่อมีค่าเฉลี่ย 2.41 กก./ตร.ซม. ซึ่งมาตรฐานทั่วไปของอิฐมอญไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานไว้ ค่ากำลังรับแรงดัดที่ได้แสดงถึงการรับแรงในการยึดเกาะกันระหว่างก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบกับปูนก่อ ถ้ามีค่า

กำลังรับแรงดัดมากการยึดเกาะระหว่างก้อนอิฐกับปูนก่อ จะมีความแข็งแรงมาก

4) การยึดเกาะกับปูนฉาบของผนังอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์ผสมเข้าเกลบ จากผลการวิจัยพบว่าการยึดเกาะกับปูนฉาบได้ดีไม่มีรอยแตกร้าวที่ผิวของผนังการฉาบปูนก่อได้รวดเร็วและประหยัดเวลาเพราะก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์ผสมเข้าเกลบมีลักษณะรูปร่างคงที่ไม่บิดงอเหมือนอิฐมอญทั่วไป

4.1.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางด้านการงานก่อสร้างของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบในงานก่อสร้างจริง จากการศึกษาวิจัยพบว่า

1) การก่อผนังของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบ มีการยึดเกาะกันได้ดีระหว่างปูนก่อกับก้อนอิฐ ผนังไม่มีรอยแตกของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบระหว่างการก่อและหลังการก่อผนัง ก่อง่าย ใช้ปูนกอน้อย และประหยัดเวลาในการก่อผนังเพราะก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์ผสมเข้าเกลบมีลักษณะรูปร่างคงที่และขนาดใหญ่กว่าอิฐมอญทั่วไป

2) การฉาบผนังของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบ ผนังไม่มีรอยแตกร้าวของปูนฉาบ การยึดเกาะระหว่างปูนฉาบกับผนังอิฐยึดเกาะกันได้ดี ฉาบง่าย ใช้ปูนฉาบน้อย และประหยัดเวลาในการฉาบผนัง ผนังไม่มีรอยแตกของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบระหว่างการฉาบและหลังการฉาบผนัง

4.1.3 ผลการเปรียบเทียบราคาก่อสร้างระหว่างการก่อผนังด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบกับการก่อผนังด้วยอิฐมอญทั่วไป จากการศึกษาวิจัยพบว่า

1) จำนวนก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบกับอิฐมอญทั่วไปที่ใช้และราคา ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร มีการใช้ก้อนอิฐมอญทั่วไปมากกว่าก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบเนื่องจากก้อนอิฐมอญทั่วไปมีขนาดเล็กกว่า

ก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบและราคาของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบถูกกว่าก้อนอิฐมอญทั่วไป 2 บาทต่อตารางเมตร

2) ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับการก่อระหว่างอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบกับอิฐมอญทั่วไปต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร มีการใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับการก่อระหว่างอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบน้อยกว่าอิฐมอญทั่วไปเนื่องจากขนาดของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบมีขนาดใหญ่ทำให้พื้นที่สำหรับการกอน้อยลงและราคาค่าแรงและค่าปูนก่อที่ใช้ของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบถูกกว่าก้อนอิฐมอญทั่วไป 53.50 บาทต่อตารางเมตร

3) ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับการฉาบระหว่างอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบกับอิฐมอญทั่วไปต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร มีการใช้ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้สำหรับการฉาบระหว่างอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบน้อยกว่าอิฐมอญทั่วไปเนื่องจากผิวผนังของอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบมีลักษณะเรียบกว่าอิฐมอญทั่วไปและราคาค่าแรงและค่าปูนฉาบที่ใช้ของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบถูกกว่าก้อนอิฐมอญทั่วไป 12.30 บาทต่อตารางเมตร

4) เปรียบเทียบราคาก่อสร้างทั้งหมดระหว่างการก่อผนังด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบกับอิฐมอญทั่วไปต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ราคาก่อสร้างผนังอาคารที่ก่อด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบถูกกว่าอิฐมอญทั่วไป 67.80 บาทต่อตารางเมตร

4.2. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการประยุกต์ใช้อิฐมอญซีเมนต์ผสมเข้าเกลบสำหรับการก่อสร้างที่อยู่อาศัยพบว่าผลการทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของก้อนอิฐมอญ

ซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบในห้องทดสอบวัสดุงานก่อสร้าง ซึ่งมีการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐ การดูดกลืนน้ำของอิฐ การรับแรงดัดของอิฐ และการยึดเกาะกับปูนฉาบของผนังอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ มีค่าตามที่มาตรฐานของอิฐมอญทั่วไปที่กำหนดไว้ ผลการวิจัยจากการนำอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบไปก่อสร้างที่פקอาศัยจริงและศึกษาหาคุณสมบัติในงานก่อสร้างอาคารจริงพบว่าการก่อผนังอาคารด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ มีการยึดเกาะกันได้ดีระหว่างปูนก่อกับก้อนอิฐผนังไม่มีรอยแตกของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบระหว่างการก่อและหลังการก่อผนัง ก่อง่าย ใช้ปูนก่อน้อย และประหยัดเวลาในการก่อผนังเพราะก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบมีลักษณะรูปร่างคงที่และขนาดใหญ่กว่าอิฐมอญทั่วไป ส่วนการฉาบผนังไม่มีรอยแตกร้าวของปูนฉาบ การยึดเกาะระหว่างปูนฉาบกับผนังอิฐยึดเกาะกันได้ดี ฉาบง่าย ใช้ปูนฉาบน้อย และประหยัดเวลาในการฉาบผนัง ผนังไม่มีรอยแตกของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบระหว่างการฉาบและหลังการฉาบผนัง และผลจากการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างทั้งหมดระหว่างการก่อผนังด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบกับอิฐมอญทั่วไปต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ราคาค่าก่อสร้างผนังอาคารที่ก่อด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบถูกกว่าอิฐมอญทั่วไป 67.80 บาทต่อตารางเมตร ดังนั้นการประยุกต์ใช้อิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบนำมาใช้แทนอิฐมอญแบบเดิมในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยสามารถนำมาใช้แทนอิฐมอญแบบเดิมได้จริง มีความแข็งแรง มีลักษณะรูปร่างคงที่ไม่บิดงอ ประหยัดเวลาและราคาค่าก่อสร้าง ในขั้นตอนขบวนการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบไม่ส่งผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนและเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากไม่ได้อาศัยการเผาไหม้

ความร้อนในขั้นตอนการผลิตเหมือนกับอิฐมอญแบบเดิม ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ของวงการวัสดุก่อสร้าง

5. สรุปผลการวิจัย

- 1) สามารถประยุกต์ใช้อิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบในการก่อสร้างที่פקอาศัยแทนอิฐมอญแบบเดิมได้จริง
- 2) ทราบถึงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบสำหรับการก่อสร้างที่פקอาศัย
- 3) ได้นวัตกรรมอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบแบบใหม่และสามารถเปรียบเทียบราคาค่าต้นทุนในการก่อสร้างที่פקอาศัยด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบแบบใหม่ที่จะผลิตขึ้นกับอิฐมอญแบบเดิมที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาด

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมโยธาธิการ. คู่มือการแนะนำการทำและการ ใช้ อิฐดินซีเมนต์ในการก่อสร้าง. กรุงเทพฯ, 2527
- [2] จันทิมา ฤกษ์นันท์. การพัฒนารูปแบบของอิฐดินซีเมนต์. งานโครงการปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2527.
- [3] ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร. คอนกรีตเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่1, บริษัทผลิตภัณฑ์ และวัตถุก่อสร้าง จำกัด, กรุงเทพฯ , 2536.
- [4] ชัย จาตุรพิทักษ์กุล . การพัฒนาเถ้าแกลบ - เปลือกไม้เพื่อใช้ในการงานคอนกรีต. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ขอนแก่น, 2545.
- [5] ทองปลิว ชมชื่น. โครงการทำอิฐดินซีเมนต์ สำหรับการก่อสร้าง. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2533 [6] ธงชัย เพียรทอง. รูปแบบใหม่ของ อิฐดินซีเมนต์. งานโครงการปริญญา

- วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2529.
- [7] ธวัสน์ สโพนธ์. อิฐดินซีเมนต์ผสมผง. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2542.
- [8] บัณฑิต หิรัญสถิตย์พร. การศึกษาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ผสมซีเมนต์แก้ว ซีเมนต์และสารลดน้ำพิเศษ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2534.
- [9] บุณนิต ธีรวิระ. คุณสมบัติของซีเมนต์ที่หล่อจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทำอิฐมอญ. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ชลบุรี, 2542.
- [10] บุณนิต ธีรวิระ. คอนกรีตความร้อนต่ำ โดยใช้ ซีเมนต์แก้ว. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6 เพชรบุรี, 2543.
- [11] บุณนิต ธีรวิระ. คุณสมบัติทางกล และความทนทานของมอร์ตาร์ผสมซีเมนต์แก้ว. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6 เพชรบุรี, 2543.
- [12] ปริญญา จินดาประเสริฐ และอินทร์ชัย หอวิจิตร. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ผสมซีเมนต์แก้ว. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2528.
- [13] ปริญญา จินดาประเสริฐ. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ผสมซีเมนต์แก้วและซีเมนต์แก้ว. สำนักงานเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาชนบท คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2530.
- [14] ปริญญา จินดาประเสริฐ. คุณสมบัติของคอนกรีต บดอัดผสมซีเมนต์แก้วและซีเมนต์ดำ. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6 เพชรบุรี, 2543.
- [15] ประจักษ์ จิรปภา. คอนกรีตผสมซีเมนต์แก้ว. เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง เทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาชนบท ครั้งที่ 2 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2526.
- [16] พรชัย เกษมกิจวัฒนา. การพัฒนาอิฐดินซีเมนต์. งานโครงการปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2541.
- [17] พชรพร หาญสกุล. การศึกษาคุณสมบัติของซีเมนต์เพื่อใช้แทนอิฐ. งานโครงการปริญญา วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2524.
- [18] พิชัย นิมิตรยสกุล. ซีเมนต์แก้ว. เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่องเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาชนบท ครั้งที่ 2 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น, 2526.
- [19] พิภพ สุนทรสมัย. ข้างปูนก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพฯ ฯ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2535.
- [20] ภูมิศักดิ์ ลอยผา. กำลังอัดของคอนกรีตผสม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซีเมนต์แก้วและซีเมนต์แก้วจาก เตาเผาอิฐ งานโครงการปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547.
- [21] วสันต์ ธีระเจตกุล. การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้น ของซีเมนต์ โลหะมอร์ตาร์. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2532.

- [22] วัชรกร วงศ์คำจันทร์. การพัฒนาความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตผสมเถ้าแกลบ ด้วยการเพิ่มความละเอียดของเถ้าแกลบ. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ขอนแก่น, 2545.
- [23] วัชรินทร์ ผุดผ่อง. อิฐดินซีเมนต์ผสมซีเถ้าลอยถ่านหินลิกไนต์. งานโครงการปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543.
- [24] วีระ อำนวยพร. อิทธิพลของเถ้าแกลบที่มีต่อคุณสมบัติทางกลของอิฐ. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6 เพชรบุรี, 2543.
- [25] ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมการฝึกหัดครู. อิฐอัดแรง. กรุงเทพฯ ฯ. อรุณการพิมพ์, 2526.
- [26] สหชัย แก่นอากาศ. กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าแกลบ. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ขอนแก่น, 2545.
- [27] สาโรจน์ ดำรงศิลป์. กำลังรับน้ำหนักของคอนกรีตผสมเถ้าแกลบ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต, 2543.
- [28] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก. 53-2533 พิมพ์ครั้งที่ 6 กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ ฯ, 2533.
- [29] สุชิน เพ็ชรรักษ์. การก่อสร้างอาคารด้วยอิฐดินซีเมนต์ประสาน. ศูนย์การศึกษาออกโรงเรียนภาคเหนือ กรมการศึกษานอกโรงเรียน, 2536.
- [30] อาทิตยา ดวงจันทร์. คอนกรีตบล็อกผสมเถ้าขานอ้อย. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ชลบุรี, 2548.
- [31] ACI Committee. "Use of Fly Ash in Concrete" . In ACI Manual of Concrete Practice . Vol. 87 No. 3, 1991.
- [32] American Society for Testing and Material.1995. "Annual Book of ASTM Standard 1996 Section 4 Volume 4.01. 4.02 4.03 and 4.05" Easton, Md., USA. American Society for Testing and Material
- [33] Berry. E.E. and Malhotra, V.M. "Fly Ash for Use in concrete – A Critical Review" In ACI Journal, March - April, 1980.
- [34] Cook, D.J. "Cementitious Materials Based on Rice Husk Ash" Workshop on Industrial Utilization of Agro- Waste for Making Cement, Peshawar, Pakistan, 1979.
- [35] Cook D.J. and Suwanvitaya, P . "Rice Husk Ash Cement " the Third Workshop on Rice Husk Ash Cement, New Delhi, India, 1981.
- [36] Farooq -e- Azam. "A More Effective Grinding Method for Rice Husk Ash " Master of Engineering thesis, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 1982.
- [37] Lane, R.O. and Best, J.F. "Properties and Use of Fly Ash in Portland Cement Concrete" In Concrete International Design and Construction, 1982.

- [38] Kokubu, M. “Fly Ash and Fly Ash Cement” Proceeding of the Fifth International Symposium on the Chemical of Cement , Part IV, Tokyo, Japan, 1968.
- [39] Metha, P.K. “Properties of Cement Made from Rice Husk Ash”. In ACI Journal, 1979.
- [40] Meininger, R.C. “Use of Fly Ash in Cement and Concrete.” Report of Two Recent Meeting. In Concrete International Design and Construction, 1982.
- [41] Praparntanatorn, S. “Low Cost Cement of Rural Area ”. Master of Engineering thesis, Khon Kaen University, Khon Kaen , Thailand, 1983.