



รายงานการวิจัย
เรื่อง

การผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน
Production of soil cement brick mixed rice husk
using a latex binder



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
วิพล ไชยชนะ
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ปี พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัยปีงบประมาณ 2561)

กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยครั้งนี้กระผมได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2561 ขอกราบขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้การสนับสนุนในการได้รับทุนวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้ใช้เครื่องมือและสถานที่ในการดำเนินการวิจัย จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ช่วยให้คำแนะนำและช่วยในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จนประสบความสำเร็จ

วิพล ไชยชนะ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หัวข้อวิจัย การผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน
 ผู้ดำเนินการวิจัย ผศ. วิพล ไชยชนะ
 หน่วยงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 ปี พ.ศ. 2562

บทคัดย่อ

จากการดำเนินการวิจัยการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน ผลของการวิจัยพบว่า 1) การรับแรงอัดของอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานที่สัดส่วน 0.0 , 1.0 , 1.5 และ 2.0 ลิตร โดยทุกสัดส่วนมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน มอก. 77-2531 ของอิฐมอญทั่วไปที่มีค่าอยู่ไม่ต่ำกว่า 35 กก./ตร.ซม. ดังนั้นการรับแรงอัดของอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานจึงสามารถรับแรงอัดได้ตามค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ 2) การดูดกลืนน้ำของอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานที่สัดส่วน 0.0 , 1.0 , 1.5 และ 2.0 ลิตร โดยทุกสัดส่วนซึ่งมีค่าไม่สูงกว่าค่ามาตรฐาน มอก. 77-2531 ของอิฐมอญทั่วไปที่มีค่าไม่สูงกว่า 25 % ดังนั้นค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานน้อยกว่าค่ามาตรฐานจะมีผลดีต่อผนังอาคารเพราะผนังที่มีความชื้นน้อยกว่าจะทำให้ไม่เกิดรอยแตกร้าวของผนังอาคารเนื่องจากการระเหยของน้ำภายหลังจากการก่อผนัง 3) การยึดเกาะกับปูนฉาบของผนังอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน จากผลการวิจัยพบว่าการยึดเกาะกับปูนฉาบได้ดีไม่มีรอยแตกร้าวที่ผิวของผนัง การก่อผนังของอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบ มีการยึดเกาะกันได้ดีระหว่างปูนก่อกับก้อนอิฐ ผนังไม่มีรอยแตกของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบระหว่างการก่อและหลังการก่อผนัง . การฉาบผนังของอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบ ผนังไม่มีรอยแตกร้าวของปูนฉาบ การยึดเกาะระหว่างปูนฉาบกับผนังอิฐยึดเกาะกันได้ดี ฉาบง่าย ใช้ปูนฉาบน้อย และประหยัดเวลาในการฉาบผนัง ผนังไม่มีรอยแตกของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบระหว่างการฉาบและหลังการฉาบผนัง 4) การเปรียบเทียบราคาค่าอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบยางพาราเป็นตัวประสานกับอิฐมอญซีเมนต์ทั่วไปจะมีราคาค่าผลิตอิฐมอญซีเมนต์โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานต่อก่อนสูงกว่าอิฐมอญซีเมนต์ทั่วไปอยู่ระหว่าง 1.50 – 2.50 บาทเฉลี่ยต่อก่อน โดยตามสัดส่วนผสมของน้ำยางพารา

Research Title	Production of light brick using rice husk ash as an ingredient
Researcher	Asst. Prof. Wipol chaichana
Organization	Faculty of Engineering Rajabhat Maha Sarakham University
Year	2019

ABSTRACT

From conducting research on the production of clay cement, mixed with rice husk ash using rubber latex as a coordinator The results of the research were as follows: 1) Compressive strength of clay cement mixed with rice husk ash using rubber latex as a co-ordinator at a ratio of 0.0, 1.0, 1.5 and 2.0 liters, with all proportions higher than the thai standard TIS 77- 1988 of a typical brick with a value of not less than 35 kg / sq.m. Therefore, the compressive strength of the clay brick cement mixed with rice husk ash using rubber latex as a coordinator can therefore receive compressive strength according to the standard values Set 2) Absorption the use of cement brick mixed with rice husk ash using rubber latex as a co-ordinate ratio of 0.0, 1.0, 1.5 and 2.0 liters, all of which the proportion is not higher than the standard TIS 77-2531 standard general brick with no value. Higher than 25%. Therefore, the water absorption value of the cement brick mixed with rice husk ash using rubber latex is less than the standard value will have a positive effect on the walls of the building because less moisture walls will not cause cracks. The wall of water due to evaporation of water from the wall 3) adhesion to the plaster walls of brick, cement, rice husk ash mixed with a latex binder. From the results of the research, it was found that the adhesion to the plaster was good without cracks at the surface of the wall. Wall formation of clay brick cement mixed with rice husk ash Has good adhesion between brick and brick Walls without cracks of clay brick

cement mixed with rice husk ash during formation and after wall formation. Wall plastering of clay brick cement mixed with rice husk ash. The walls do not have cracks of plaster adhesion between the plaster and the brick wall is good adhesion, easy plastering, using a little plaster And save time in wall plastering. The wall has no cracks of clay brick cement mixed with rice husk ash during plastering and after plastering the walls. 4) Comparison of the price of clay brick cement mixed with rubber husk ash as a co-ordinate with the common cement brick. Using latex as a cementing agent, higher than the typical cement brick, is between 1.50 - 2.50 baht per average. By proportioning the mixture of latex



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตการวิจัย	2
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย/(นิยามศัพท์เฉพาะ)	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง	3
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	24
ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	24
บทที่ 4 ผลการวิจัย	26
ผลการวิจัย	26
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	33
สรุปผลการวิจัย	33
อภิปรายผล	33
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	34
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	34
บรรณานุกรม	35

ภาคผนวก	39
ภาคผนวก ก ภาพขั้นตอนกระบวนการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานและการทดสอบคุณสมบัติทาง วิศวกรรมของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัว ประสานในห้องทดสอบวัสดุงานก่อสร้าง	39
ประวัติผู้วิจัย	46



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เวลาที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันของสารประกอบหลัก เกิดขึ้น 80%	4
2.2	คุณสมบัติทางกายภาพของแกลบ	6
2.3	ส่วนประกอบของแกลบ	6
2.4	อิทธิพลจากความละเอียดของซีเมนต์แกลบที่มีต่อความต้องการน้ำ และกำลังรับแรงอัด ของมอร์ต้าจากปูนซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบที่อายุก่อนทดสอบ 28 วัน	8
4.1	แสดงผลกำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบ โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 0.5 ลิตร โดยสัดส่วน)	26
4.2	แสดงผลกำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบ โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 1.0 ลิตร โดยสัดส่วน)	27
4.3	แสดงผลกำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบ โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 1.5 ลิตร โดยสัดส่วน)	28
4.4	แสดงผลกำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบ โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 2.0 ลิตร โดยสัดส่วน)	29
4.5	แสดงผลการดูดกลืนน้ำของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน	31
4.6	แสดงผลราคาอิฐมอญซีเมนต์เฉลี่ยต่อก้อนในแต่ละส่วนผสมน้ำยางพาราสด (บาท)	32

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงภาพความชื้นและการดูดน้ำ	9
2.2	เครื่องผสมวัสดุดิบ	11
2.3	เครื่องบดดิน	12
2.4	เครื่องอัดอิฐมอญซีเมนต์ระบบไฮดรอลิก	13
4.1	แสดงค่ากำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมอญผสมซีเมนต์เข้าแกลบ (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	30
4.2	แสดงค่าค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์เข้าแกลบในส่วนผสมต่างๆกัน(กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)	30
4.3	แสดงค่าการดูดกลืนน้ำ %	31
4.4	ราคาอิฐมอญซีเมนต์เฉลี่ยต่อก้อนในแต่ละส่วนผสมน้ำยางพาราสด (บาท)	32
ก-1	แหล่งวัสดุดิบและเตรียมวัสดุน้ำยางพารา (ต.คำใหญ่ อ.ห้วยเม็ก จ.กาฬสินธุ์)	40
ก-2	วัสดุน้ำยางพาราสด (ต.คำใหญ่ อ.ห้วยเม็ก จ.กาฬสินธุ์)	40
ก-3	เตรียมวัสดุดิบที่จะนำมาทำอิฐมอญซีเมนต์ ดินแดง และปูนซีเมนต์	41
ก-4	เตรียมวัสดุดิบที่จะนำมาทำอิฐมอญซีเมนต์ เข้าแกลบ และน้ำยางพาราสด	41
ก-5	นำส่วนผสมแต่ละชนิดเข้าเครื่องผสมวัสดุดิบและเครื่องอัดอิฐมอญซีเมนต์แบบไฮดรอลิก	42
ก-6	ทำการผลิตอัดอิฐมอญซีเมนต์แบบไฮดรอลิก	42
ก-7	ทำการก่ออิฐตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐมอญซีเมนต์	43
ก-8	การทดสอบกำลังรับแรงอัดก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์เข้าแกลบ	43
ก-9	การทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์เข้าแกลบ	44
ก-10	การทดสอบการก่อของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์เข้าแกลบ	44
ก-11	การทดสอบการก่อฉาบของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์เข้าแกลบ	45

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันราคายางพาราในประเทศไทยประสบกับปัญหาราคายางตกต่ำเนื่องจากผลผลิตมีมากกว่าต้องการของตลาด ทำให้รัฐบาลต้องหาแนวทางในการนำผลผลิตจากยางพาราไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น เช่นการนำน้ำยางพาราไปใช้แทนแอสฟัลท์ในการสร้างถนนลาดยาง เป็นต้น ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับน้ำยางพารา อิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบซึ่งเป็นวัสดุก่อสร้างประเภทสำหรับก่อผนังอาคารมีราคาต่อยี่งสูงดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาส่วนผสมใหม่เพื่อลดต้นทุนในขั้นตอนการผลิตให้ต้นทุนต่ำมากที่สุด มีความประหยัด ความแข็งแรงและทนทาน ที่จะนำมาใช้แทนอิฐมอญแบบเก่าในงานก่อสร้างที่อยู่อาศัยได้ดีกว่าแบบเดิม โดยการก่อสร้างที่อยู่อาศัยแบบใหม่จะใช้อิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานใช้แทนปูนซีเมนต์และเป็นการลดปริมาณปูนซีเมนต์ลดต้นทุนการผลิตลงเป็นการนำเอาน้ำยางพารามาใช้ให้เกิดประโยชน์ในขบวนการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ การก่อผนังอาคารด้วยอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานจะมีรูปแบบของก้อนอิฐที่ใหญ่กว่าอิฐมอญแบบเดิมทำให้การก่อสร้างมีความสะดวกและรวดเร็ว ประหยัดเวลาและค่าแรงงานในการก่อและฉาบ ทำให้ต้นทุนในการก่อสร้างลดลงกว่าการก่อสร้างแบบให้อิฐมอญแบบเดิม ในการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน สามารถใช้วัสดุน้ำยางพารามาใช้ให้เกิดประโยชน์และหาได้ในทุกภาคของประเทศไทยเพราะมีการปลูกยางพาราเป็นจำนวนมากในแต่ละภาคซึ่งมีปริมาณมากพอและสามารถหาได้ง่ายและมีราคาถูก ส่วนวัสดุอื่นเช่น ซีเมนต์แกลบก็สามารถหาได้ง่ายจากโรงสีข้าวในขบวนการสีข้าวจะมีแกลบเหลืออยู่ประมาณ 20% ของน้ำหนักเดิม ในแต่ละปีประเทศไทยได้แกลบจากการสีข้าวประมาณ 3 ล้านตัน ผลจากทางเคมีพบว่าแกลบมีซิลิกาเป็นองค์ประกอบสูงถึงประมาณ 90% ซึ่งสารซิลิกาในแกลบสามารถใช้เป็นสารปอซโซลาน(Pozzolan) ในการผสมกับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทำให้เกิดปฏิกิริยาปอซโซลานิก(Pozzolanic Reaction) และเกิดเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานา (Portland Pozzolana Cement) ซึ่งทำให้ซิลิกาอยู่ในรูปของผลึกและทำให้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ปอซโซลานามีคุณสมบัติดีขึ้นทำให้ก้อนอิฐมอญซีเมนต์มีความแข็งแรงมากขึ้นกว่าเดิม

ขบวนการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานสามารถทำได้โดยการผสมกันระหว่างปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ดินที่เหมาะสม แกลบ น้ำยางพารา และน้ำเข้าด้วยกัน แล้วซึ่งสามารถหาสัดส่วนผสมและคุณสมบัติของอิฐมอญซีเมนต์ผสมแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน จากนั้นนำเข้าเครื่องอัดไฮดรอลิกก้อนอิฐมอญซีเมนต์ เมื่อทำการอัดด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิกแล้วจะได้ก้อนอิฐมอญซีเมนต์ เก็บไว้ในที่ร่มและบ่มด้วยน้ำ 7 วันก็สามารถนำไปหาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมให้ได้ตามมาตรฐาน ก็สามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างสำหรับงานผนังได้โดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนใช้ความร้อนในการเผาก้อนอิฐเหมือนการผลิตอิฐมอญแบบเดิม เป็นการช่วยลดการปล่อยสารคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นสารเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนเป็นการลดอุณหภูมิของโลกและเป็นการรักษาสภาพสิ่งแวดล้อมโดยทางอ้อมอีกด้วย

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แก้วกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน มีแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ปูนซีเมนต์

การแบ่งประเภทของปูนซีเมนต์ ASTM (American Society for Testing Materials) ได้แบ่งประเภทปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ออกเป็น 5 ประเภทดังนี้

ประเภทที่ 1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา (Ordinary Portland Cement) ใช้สำหรับการก่อสร้างตามปกติทั่วไป เช่น งานก่อสร้างอาคารที่สูง งานคอนกรีต หรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษกว่าธรรมดา

ประเภทที่ 2 ปูนซีเมนต์ดัดแปลง (Modified Cement) ใช้สำหรับการทำคอนกรีตหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกิดความร้อนและซัลเฟตปานกลาง

ประเภทที่ 3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แข็งตัวเร็ว (Rapid Hardening Portland Cement) ใช้สำหรับงานก่อสร้างที่ต้องการถอดแบบเร็วหรืองานที่ต้องทำแข่งกับเวลา

ประเภทที่ 4 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำ (Low Heat Portland Cement) ใช้สำหรับงานก่อสร้างคอนกรีตที่มีความหนาหลายๆ เช่น การสร้างเขื่อน จะมีคุณสมบัติการให้ความร้อน ดังนั้นการใช้ปูนซีเมนต์ประเภทนี้จะทำให้คอนกรีตไม่แตกร้าว

ประเภทที่ 5 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนซัลเฟต (Sulphate Resisting Portland Cement) ใช้สำหรับงานก่อสร้างคอนกรีต ที่อยู่ในทะเล หรือตามชายฝั่ง หรือบริเวณที่มีปริมาณของเกลือซัลเฟตสูง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อฐานรากและโครงสร้าง

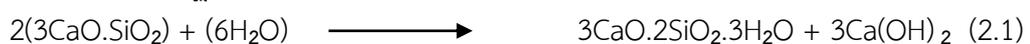
2. การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันสารประกอบหลักของปูนซีเมนต์

การเกิดปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับน้ำ มีปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ปฏิกิริยาไฮเดรชันของซิลิเกต (C_3S, C_2S)

น้ำจะทำปฏิกิริยากับซิลิเกตที่อยู่ในปูนซีเมนต์ จากปฏิกิริยาดังกล่าวจะได้สารประกอบใหม่ขึ้นมาคือ $Ca(OH)_2$ และ Calcium Silicate Hydrate (CSH) จากนั้นซีเมนต์เฟสด์จะมีคุณสมบัติเป็นด่าง (pH ประมาณ 12.5) เนื่องจากสาร $Ca(OH)_2$ และ Gel ที่เกิดขึ้นเมื่อแข็งตัวจะทำให้โครงสร้างไม่สม่ำเสมอและมีรูพรุน อายุ อุณหภูมิ และอัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของ CSH ทั้งสิ้น

สมการการเกิดปฏิกิริยามีดังนี้

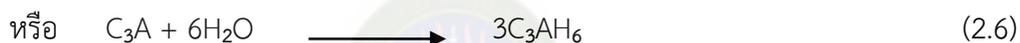




2. ปฏิกิริยาไฮเดรชันของไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C₃A)

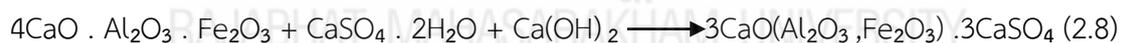
การก่อตัวของปฏิกิริยาไฮเดรชันของ C₃A ทำให้ซีเมนต์เพสต์สามารถแข็งตัวได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด ดังนั้นในการผลิตปูนซีเมนต์จึงเติมยิปซัมเข้าไปเพื่อเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยาดังกล่าว ดังนั้นในปูนซีเมนต์จึงมียิปซัมและจะทำปฏิกิริยากับ C₃A ได้ชั้นของ Ettringite เกิดขึ้นที่ผิวของ C₃A เมื่อชั้น Ettringite เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันของ C₃A จึงไม่เกิดขึ้น เพราะว่าชั้นของ Ettringite หนึ่ผิวของอนุภาค C₃A อยู่ น้ำจึงเข้าทำปฏิกิริยากับ C₃A ไม่ได้แต่ชั้นของ Ettringite นี้ไม่เกิดขึ้นอย่างถาวร เพราะเมื่อเกิดขึ้นของ Ettringite จะทำให้ปริมาตรของของแข็งมากขึ้น เกิดการอัดตัวกันทำให้ชั้นของ Ettringite แตกออก แต่ละชั้นของ Ettringite ก็จะมีชั้นใหม่เข้าไปแทนที่ชั้นที่แตกออก การเกิดขึ้นใหม่ของชั้น Ettringite นี้จะไม่สามารถเกิดขึ้นใหม่แทนได้ เมื่อปริมาณ Sulphate Ions มีปริมาณน้อยลง ดังนั้นจึงเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันของ C₃A โดยที่ Ettringite จะเปลี่ยนไปเป็น Monosulphate

สมการการเกิดปฏิกิริยา มีดังนี้



3. ปฏิกิริยาไฮเดรชันของเตตราแคลเซียม อลูมิโนเฟอร์ไรท์ (C₄AF)

เมื่อผสมปูนซีเมนต์กับน้ำสารประกอบหลัก C₄AF เข้าทำปฏิกิริยากับยิปซัมและ Ca(OH)₂ จากปฏิกิริยานี้จะทำให้เกิดสารประกอบที่มีอนุภาคลักษณะคล้ายเข็มของ Sulphoaluminate และ Sulphoferrite ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังสมการ



เวลาที่ใช้เพื่อให้บรรลุ 80% ของปฏิกิริยาไฮเดรชันของสารประกอบหลักทั้ง 4 ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เวลาที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันของสารประกอบหลัก เกิดขึ้น 80%

สารประกอบหลัก	เวลา (วัน)
C ₃ S	10
C ₂ S	100
C ₃ A	6
C ₄ AF	50

3. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน

คุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ที่ได้ จะมีคุณสมบัติดีหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน ดังนั้นหากปฏิกิริยาไฮเดรชันเกิดขึ้นอย่างเป็นระเบียบและเหมาะสม ก็จะทำให้คุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ดีไปด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาไฮเดรชันมีดังนี้

- 1.อายุของเพสต์ : ในช่วงแรกๆนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และจะลดลงเมื่อ เวลาผ่านไปจนถึงช่วงสิ้นสุดของปฏิกิริยาไฮเดรชัน
2. องค์ประกอบของปูนซีเมนต์ : สารประกอบหลักที่เป็นองค์ประกอบในปูนซีเมนต์ จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันแตกต่างกัน
3. ความละเอียดของปูนซีเมนต์ : ปูนซีเมนต์ที่มีความละเอียดของเม็ดปูนซีเมนต์สูง (เม็ดเล็ก) จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเม็ดปูนซีเมนต์ที่มีขนาดเล็กจะเพิ่มผิวสัมผัสให้กับน้ำมากขึ้น ดังนั้นจะเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันได้อย่างรวดเร็ว
4. อัตราส่วนน้ำกับปูนซีเมนต์ : ซึ่งมีผลในช่วงหลังของการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน ถ้า อัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์ในช่วงหลังมีค่าลดลง จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันเกิดขึ้นช้า
5. อุณหภูมิ : อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน ถ้าอุณหภูมิสูง ปฏิกิริยาไฮเดรชันก็เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่อุณหภูมิก็ไม่ควรสูงเกินไปเพราะจะทำให้ซีเมนต์เพสต์แตก
6. สารหน่วงหรือสารเร่ง : จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันเกิดขึ้นช้าหรือเร็วตามต้องการ

4. คุณสมบัติของดิน

ทวีสรรค์ และคณะ (2527) กล่าวว่า ดินที่มีขนาดคละกัณฑ์ จะเป็นดินที่เหมาะสมสำหรับการทำดินซีเมนต์ เนื่องจากดินที่มีขนาดคละกัณฑ์เมื่อทำการอัดดินให้แน่นจะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเม็ดดินน้อยจึงมีความหนาแน่นสูง ทำให้สามารถรับแรงอัดได้มาก ดังนั้นคุณสมบัติของดินที่เหมาะสมสำหรับทำดินซีเมนต์ มีดังนี้

Maximu size	3 in
Passing 3/16 in B.S sieve	50%
Passing NO. 200 B.S sieve	40%
Liquid limit	40%
Plasticity index	18%

นอกจากคุณสมบัติดังกล่าวแล้ว ดินที่มีความเหมาะสมสำหรับทำดินซีเมนต์ จะมี สารอินทรีย์ปนได้สูงสุดไม่เกิน 2% และไม่ควรมีสารเคมีซึ่งเป็นอันตรายต่อดินซีเมนต์ เช่น สารซัลเฟตผสมอยู่ แม้จะไม่ได้มีผลต่อการก่อตัวของดินซีเมนต์โดยตรง แต่จะทำให้โครงการสร้างที่ทำจากดินซีเมนต์เกิดการแตกร้าวในเวลาต่อมา เนื่องจากเกิดการตกผลึกของเกลือซัลเฟตจากขบวนการไฮเดรชันในโพรงระหว่างดิน

5.คุณสมบัติของซีเมนต์

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของซีเมนต์ ได้แก่ ลักษณะและคุณสมบัติของ แกลบวิธีการเผาแกลบ สารประกอบทางเคมี และความละเอียดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ลักษณะและคุณสมบัติของแกลบแกลบเป็นเปลือกของข้าวที่ได้จากการสีข้าว มีสีตั้งแต่เหลืองถึงสีทองมีขนาดยาว 5-10 มม. กว้าง 2.5-5.0 มม. Mehta (1979) รายงานว่า ส่วนประกอบของแกลบเป็นเซลลูโลส (Cellulose) ร้อยละ 40 ลิกนิน (Lignin) ร้อยละ 30 และขี้เถ้า (Ash) ร้อยละ 20 ซึ่งไม่เหมาะที่นำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ ตารางที่ 2.2 และตารางที่ 2.3 แสดงถึงคุณสมบัติทางกายภาพและส่วนประกอบของแกลบ

2. วิธีการเผาแกลบการเผาแกลบทำได้หลายวิธี ตั้งแต่เผาง่ายๆ โดยการเผาแกลบเป็นกองหรือนำไปเผาในเตาเผาที่สร้างขึ้นโดยเฉพาะ ซึ่งวิธีการเผาแกลบแต่ละวิธีจะได้อุณหภูมิของการเผาแกลบ และขี้เถ้าแกลบแตกต่างกันดังนั้นการเผาแกลบโดยกองแกลบบนแผ่นเหล็กที่มีรูพรุน ซึ่งวางสูงจากพื้นเล็กน้อยในที่กลางแจ้ง ขนาดของกองแกลบจะมีผลต่อทั้งอุณหภูมิและระยะเวลาของการเผาแกลบ Praparntanatom (1983) พบว่ากองแกลบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 ม. สูง 40-50 ซม. ปริมาณ แกลบ 18-20 กก. จะมีอุณหภูมิสูงสุด 600°C และได้ขี้เถ้าแกลบสีเทาขาว

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางกายภาพของแกลบ

สี	เหลือง / ทอง
ความยาว, มม.	5-10
ความกว้าง, มม.	2.5-5.0
ความแกร่ง, (Moh s scale)	5.5-6.5
ความหนาแน่นรวม, (ก.ก. / ม ³)	96-160
มุมเอียงเวลากอง (Angle of Repose)	35

ตารางที่ 2.3 ส่วนประกอบของแกลบ

ส่วนประกอบ	% โดยน้ำหนัก
Moisture	0-10.2
Crude protein	1.7-6.4
Crude fat	0.4-3.5
Nitrogen-free extract	25.0-37.8
Crude fibre	31.3-49.9
Pentosans	19.8-26.0
Cellulose	34.2-42.2
Lignin	19.2-32.9
Ash	14.5-29.0

3. อิทธิพลของอุณหภูมิเผาแกลบที่มีต่อคุณสมบัติของขี้เถ้าแกลบการเผาแกลบที่อุณหภูมิสูงและมีอากาศถ่ายเทได้เพียงพอจะได้ขี้เถ้าแกลบสีเทาขาว ถ้าเผาที่อุณหภูมิต่ำและไม่มีอากาศถ่ายเทจะได้ขี้เถ้าแกลบสีดำ การเผาแกลบที่อุณหภูมิ 600-650°C จะได้ซิลิกาอสัณฐาน (Amorphous) ที่มีความว่องไวต่อการทำปฏิกิริยา แต่ถ้าเผาที่อุณหภูมิสูงกว่านี้และใช้เวลาเผาานาน ซิลิกาจะ

กลายเป็นผลึก(Crystal) ฝืดต่อการทำปฏิกิริยา(Cook, 1979 ; Cook and Suwanvitaya, 1981) Mehta (1979) พบว่า การเผาแกลบที่อุณหภูมิต่ำกว่า 500°Cและใช้เวลาเผาานาน หรือเผาที่อุณหภูมิสูงกว่า 680°Cและใช้เวลาน้อยคือเพียง 1 นาทีจะได้ซี้แกลบมาตรฐาน จากการศึกษาของ Damer (1979) พบว่า เมื่ออุณหภูมิของการเผาแกลบถึง 105°Cความชื้นภายในแกลบจะระเหยออกมา เมื่ออุณหภูมิถึง200°Cแกลบมีการเผาไหม้เป็นบางส่วนและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่ออุณหภูมิถึง 300°Cแกลบจะถูกเผาไหม้เปลี่ยนเป็นสีดำ และมีน้ำหนักลดลงร้อยละ 60 จากแกลบแห้งที่ 105°Cและเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 400°Cแกลบเปลี่ยนเป็นสีขาวน้ำตาลอ่อนและสีขาวในที่สุดและมีน้ำหนักคงที่

การเผาแกลบที่อุณหภูมิต่ำมีคาร์บอนในซี้แกลบปริมาณสูง ปริมาณคาร์บอนมีอิทธิพลต่อปฏิกิริยาไฮเดรชัน ส่วนผสมที่มีคาร์บอนต่ำกว่าร้อยละ15-20 ไม่มีผลต่อกำลังของปูนซีเมนต์ผสม แต่ถ้ามากกว่าร้อยละ 20 จะทำให้กำลังของปูนซีเมนต์ลดลง (Sooriyakumaran and Ismail, 1979 ; Cook and Suwanvitaya, 1981)

การสูญเสียเนื่องจากการเผา (Loss on Ignition) ของซี้แกลบเป็นการสูญเสีย น้ำหนักเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1100°Cการเผาที่อุณหภูมินี้สารอินทรีย์จากเซลโลสและลิกนิน (Cellulose and Lignin) จะถูกเผาไหม้หมด Ariyawansa de Silva (1980) พบว่าการสูญเสียเนื่องจากการเผาของซี้แกลบที่ได้จากการเผาที่อุณหภูมิ 200-800°Cซึ่งขาดอากาศถ่ายเทมีค่าสูงถึงร้อยละ39-54 Cook (1979) พบว่าการสูญเสียเนื่องจากการเผาของซี้แกลบที่ได้จากการเผาโดยชาวบ้านสูงถึงร้อยละ34 ซี้แกลบที่มีการสูญเสียเนื่องจากการเผาสูงจะมีกำลังต่ำมีสารอินทรีย์เหลืออยู่ในปริมาณค่อนข้างมาก

4. ความละเอียดของซี้แกลบความละเอียดของซี้แกลบเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่กำหนดคุณสมบัติของซี้แกลบ ซี้แกลบที่มีความละเอียดสูงกว่าจะมีความสามารถทำปฏิกิริยาได้ดีกว่า โดยทั่วไปความละเอียดสามารถกำหนดได้จาก1. พื้นที่ผิวจำเพาะที่หาค่าได้จากการทดสอบด้วย แอร์เพอร์มิอ์บิลิตี (Air Permeability Test) หรือเทอร์บิดิเมเตอร์ (Turbidimeter Test) วัดค่าพื้นที่ผิวจำเพาะเป็นตารางเซนติเมตร ต่อซี้แกลบ 1 กรัม 2. ร้อยละที่ผ่านตระแกรง (Sieve) และ 3. เวลาที่ใช้ในการบด

Farooq-Azam (1985) ; Lakho (1980) ; พิชัย (2526) และ Chindaprasirt (1983) พบว่าซี้แกลบที่มีความละเอียดเพิ่มขึ้นจะทำให้มอร์ต้ามีกำลังรับแรงอัดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อความละเอียดเพิ่มขึ้นความต้องการน้ำของส่วนผสมก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ผลการทดลองของ Farooq-Azam (1982) ดังแสดงในตารางที่ 2.4 การบดรวมระหว่างซี้แกลบและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์จะทำให้ปูนซีเมนต์ผสมมีกำลังรับแรงเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์และซี้แกลบเข้ากันได้ดี และมีความละเอียดมากขึ้น (ปริญาและคณะ 2529)

ตารางที่ 2.4 อิทธิพลจากความละเอียดของซีเมนต์ที่แก่กลับที่มีต่อความต้องการน้ำ และกำลังรับแรงอัดของมอร์ต้าจากปูนซีเมนต์ผสมซีเมนต์ที่แก่กลับที่อายุก่อนทดสอบ 28 วัน

ความละเอียดของซีเมนต์ แก่กลับ (%ผ่านแรงเบอร์ 3 25)	อัตราส่วน ปูนซีเมนต์ / ซีเมนต์ที่แก่กลับ โดยน้ำหนัก			
	65 : 35		50 : 50	
	ปริมาณน้ำ %	กำลังรับแรงอัด%	ปริมาณน้ำ %	กำลังรับแรงอัด%
75	109	45	115	38
80	111	50	118	49
85	113	77	120	60
90	113	78	121	72
95	114	93	123	79

6. คุณสมบัติมวลรวม

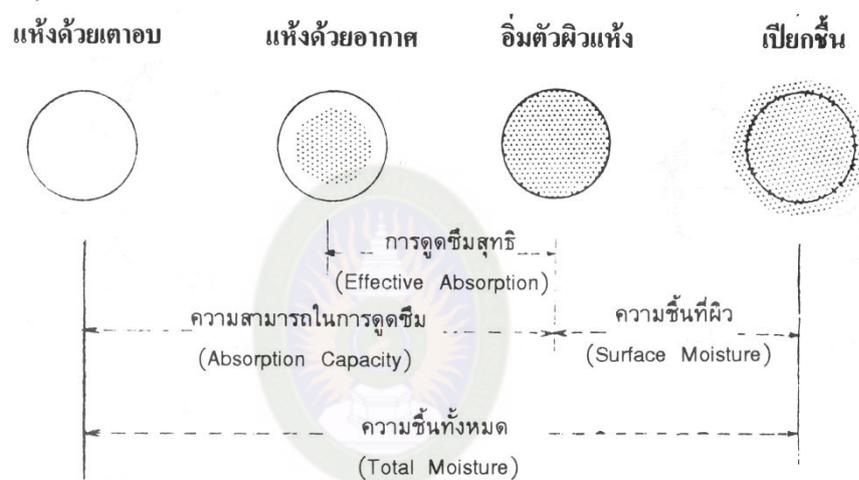
1. คุณสมบัติของมวลรวม คุณสมบัติของมวลรวมจะมาจากสาเหตุ 2 ประการคือ จากต้นกำเนิดของมวลรวม ได้แก่ แร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อปฏิกิริยาไฮเดรชัน ซึ่งส่วนใหญ่มวลรวมที่จะใช้ทำคอนกรีตจะเป็นกลุ่มหินชั้น (Sedimentary Stone) และคุณสมบัติเฉพาะของมวลรวมอันเป็นคุณสมบัติที่สำคัญต่อการเลือกใช้ในการทำคอนกรีตให้มีคุณภาพ โดยเฉพาะการออกแบบอัตราส่วนผสม และความสามารถเทได้ของคอนกรีตสด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 รูปร่างและลักษณะผิว รูปร่างที่ปรากฏของมวลรวม ได้แก่ รูปร่างกลม (Round) รูปร่างเหลี่ยม (Angular) รูปร่างไม่แน่นอน (Irregular) รูปร่างแบน (Flaky) รูปร่างยาว (Elongation) และรูปร่างแบนยาว (Flaky and Elongation) เป็นต้น ส่วนลักษณะผิว ได้แก่ ผิวเรียบและเป็นมัน (Smooth and Glossy) ผิวหยาบ (Rough) และผิวเป็นรังผึ้ง (Honey Comb) เป็นต้น มวลรวมที่มีรูปร่างกลมและผิวเรียบ ได้แก่ กรวดและทราย ความต้องการใช้ซีเมนต์เฟสค์จะน้อยกว่ามวลรวม รูปร่างและลักษณะผิวอื่น ๆ ส่วนหินย่อยจะมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมและผิวหยาบ ทำให้มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตร (Surface to Volume Ratio) สูง ดังนั้นความต้องการซีเมนต์เฟสค์คลุมผิวมากขึ้น นอกจากนี้ ความเป็นเหลี่ยมยังทำให้เกิดการขัดกันระหว่างก้อนของมวลรวม (Particle Interaction) สูงอีกด้วยช่องว่างระหว่างก้อนของมวลรวม ย่อมเกี่ยวข้องกับรูปร่าง กล่าวคือ รูปร่างกลมประมาณร้อยละ 33 แสดงว่า เนื้อของมวลรวมจริงประมาณร้อยละ 67 ส่วนรูปร่างเหลี่ยม จะมีช่องว่างมากกว่ามาตรฐานอังกฤษ (British Standard) ได้กำหนดความเป็นเหลี่ยมเป็นตัวเลข ความเหลี่ยม (Angular Number) ดังนี้

เมื่อ	$A = 67 - M$
	A = ตัวเลขความเหลี่ยม
	M = เนื้อของมวลรวมที่บรรจุมาตรฐาน

ค่าของ $A = 0 - 10$ ค่าตัวเลขต่ำ ความเป็นเหลี่ยมจะน้อยหรือกลมทำนองเดียวกันถ้าค่าตัวเลขสูง ความเป็นเหลี่ยมจะมีมาก มวลรวมที่รูปร่างไม่แน่นอน จะทำให้เกิดการขัดกันระหว่างก้อนมาก ถ้ามวลรวมนั้นมีรูปร่างแบนและยาว จะทำให้เกิดการขัดกันระหว่างก้อนมากยิ่งขึ้น และผิวต่อปริมาตรก็จะเพิ่มขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้ยังทำให้คอนกรีตเกิดการแยกตัว (Segregation) อีกด้วย

1.2 ความชื้นและการดูดน้ำ (Moisture and Absorption) เนื้อของมวลรวมจะมี รูพรุนขนาดเล็ก ๆ ทำให้น้ำเข้า - ออกได้ และจะเกาะอยู่ที่ผิว แสดงว่า มวลรวมสามารถดูดซับน้ำได้ตามสภาพ ซึ่งจะเกิดผลกระทบต่อปริมาณน้ำที่ผสมคอนกรีต กล่าวคือ ถ้ามวลรวมนั้นเปียกชื้นจะเป็นการเพิ่มปริมาณน้ำผสมคอนกรีต ในทางตรงกันข้ามถ้ามวลรวมนั้นแห้งมาก ก็จะเป็นการ ดูดน้ำที่ผสมคอนกรีตทำให้ความชื้นเหลวไม่ถูกต้องตามที่กำหนด



ภาพที่ 2.1 แสดงภาพความชื้นและการดูดน้ำ

ภาพที่ 2.1 แสดงสภาพความชื้นของมวลรวม แบ่งเป็น 4 สถานะ ดังนี้

1. แห้งด้วยเตาอบ (Oven Dry = O.D) ความชื้นของมวลรวมจะถูกกำจัด จนหมดสิ้น
2. แห้งในอากาศ (Air Dry = A.D) ผิวของมวลรวมแห้งสนิทเนื้อภายในจะมี ความชื้นเหลือเพียงเล็กน้อย
3. อิมตัวผิวแห้ง (Saturated Surface Dry = S.S.D) ผิวภายนอกแห้งและเนื้อ ภายในอิมน้ำ
4. เปียก (Wet = W) ผิวภายนอกและเนื้อภายในเปียกชุ่มน้ำ

7. น้ำยางพารา

น้ำยางมาจากต้นไม้น้ำยืนต้น มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งคือ ยางพารา ยางพารามีถิ่นกำเนิดบริเวณลุ่มน้ำอเมซอน ประเทศบราซิล และเปรู ทวีปอเมริกาใต้ ซึ่งชาวมายาในอเมริกากลาง ได้รู้จักการนำยางพารามาใช้ก่อนปี พ.ศ. 2000 โดยการจุ่มเท้าลงในน้ำยางดิบเพื่อทำเป็นรองเท้า ส่วนเผ่าอื่น ๆ ก็นำยางไปใช้ประโยชน์ ในการทำผ้ากันฝน ทำขวดใส่น้ำ และทำลูกบอลยางเล่นเกมต่าง ๆ เป็นต้น จนกระทั่งคริสโตเฟอร์ โคลัมบัสได้เดินทางมาสำรวจทวีปอเมริกาใต้ ในระหว่างปี พ.ศ. 2036-2039 และได้พบกับชาวพื้นเมืองเกาะไฮติที่กำลังเล่นลูกบอลยางซึ่งสามารถกระดอนได้ ทำให้คณะผู้เดินทางสำรวจประหลาดใจจึงเรียกว่า "ลูกบอลผีสิง" ต่อมาในปี พ.ศ. 2279 นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสชื่อ ชาลส์ มารีเดอลา คอนดามีน (Charles Merie de la Condamine) ได้ให้ชื่อเรียกยางตามคำพื้นเมืองของชาวไมกาว่า "คาโอชู" (Caoutchouc) ซึ่งแปลว่าต้นไม้อรงให้ และให้ชื่อเรียกของเหลวที่มีลักษณะข้นขาวคล้ายน้ำมันซึ่งไหลออกมาจากต้นยางเมื่อกรีดเป็นรอยแผลว่า ลาเทกซ์ และใน พ.ศ. 2369 ไมเคิล ฟาราเดย์ (Faraday) ได้รายงานว่าน้ำยางเป็นสารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจน มีสูตรเอมไพริคัล คือ C_5H_8 หลังจากนั้นจึงได้มีการปรับปรุงสมบัติของยางพาราเพื่อให้ใช้งานได้กว้างขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์

การผลิตน้ำยางแหล่งผลิตน้ำยางใหญ่ที่สุดในโลกคือ แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้คิดเป็นร้อยละ 90 ของแหล่งผลิตทั้งหมด ส่วนที่เหลือมาจากแอฟริกากลาง ซึ่งพันธุ์ยางที่ผลิตในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ คือ พันธุ์ฮีเวียบราซิลเลียนซิส (Hevea brasiliensis) น้ำยางที่กรีดได้จากต้นจะเรียกว่าน้ำยางสด (field latex) น้ำยางที่ได้จากต้นยางมีลักษณะเป็นเม็ดยางเล็ก ๆ กระจายอยู่ในน้ำ (emulsion) มีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว มีสภาพเป็นคอลลอยด์ มีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 30-40 pH 6.5-7 น้ำยางมีความหนาแน่นประมาณ 0.975-0.980 กรัมต่อมิลลิกรัม มีความหนืด 12-15 เซนติพอยส์ ส่วนประกอบในน้ำยางสดแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อยาง 35% และส่วนที่ไม่ใช่ยาง 65%

น้ำยางสดที่กรีดได้จากต้นยาง จะคงสภาพความเป็นน้ำยางอยู่ได้ไม่เกิน 6 ชั่วโมง เนื่องจากแบคทีเรียในอากาศ และจากเปลือกของต้นยางขณะกรีดยางจะลงไปปนน้ำยาง และกินสารอาหารที่อยู่ในน้ำยาง เช่น โปรตีน น้ำตาล ฟอสโฟไลปิด โดยแบคทีเรียจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นหลังจากแบคทีเรียกินสารอาหาร คือ จะเกิดการย่อยสลายได้เป็นก๊าซชนิดต่าง ๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน เริ่มเกิดการบูดเน่าและส่งกลิ่นเหม็น การที่มีกรดที่ระเหยง่ายเหล่านี้ในน้ำยางเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้ค่า pH ของน้ำยางเปลี่ยนแปลงลดลง ดังนั้นน้ำยางจึงเกิดการสูญเสียสภาพ ซึ่งสังเกตได้จาก น้ำยางจะค่อย ๆ หนืดขึ้น เนื่องจากอนุภาคของยางเริ่มจับตัวเป็นเม็ดเล็ก ๆ และจับตัวเป็นก้อนใหญ่ขึ้น จนน้ำยางสูญเสียสภาพโดยน้ำยางจะแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อยาง และส่วนที่เป็นเซรุ่ม ดังนั้นเพื่อป้องกันการสูญเสียสภาพของน้ำยางไม่ให้อนุภาคของเม็ดยางเกิดการรวมตัวกันเองตามธรรมชาติ จึงมีการใส่สารเคมีลงไปปนน้ำยางเพื่อเก็บรักษาน้ำยางให้คงสภาพเป็นของเหลว โดยสารเคมีที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำยางเรียกว่า สารป้องกันการจับตัว (Anticoagulant) ได้แก่ แอมโมเนีย โซเดียมซัลไฟด์ ฟอรัมาลดีไฮด์ เป็นต้น เพื่อที่รักษาน้ำยางไม่ให้เสียสูญเสียสภาพ การนำยางธรรมชาติไปใช้งานมีอยู่ 2 รูปแบบคือ รูปแบบน้ำยาง และรูปแบบยางแห้ง ในรูปแบบน้ำยางนั้นน้ำยางสดจะถูกนำมาแยกน้ำออกเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของเนื้อยางขึ้นตอนหนึ่งก่อนด้วยวิธีการต่าง ๆ แต่ที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมคือการใช้เครื่องเซนตริฟิวส์ ในขณะที่การเตรียมยางแห้งนั้นมักจะใช้วิธีการใส่กรดอะซิติกลงในน้ำยางสด การใส่กรดอะซิติกเจือจางลงในน้ำยาง ทำให้น้ำยางจับตัวเป็น

ก่อนเกิดการแยกชั้นระหว่างเนื้อยางและน้ำ ส่วนน้ำที่ปนอยู่ในยางจะถูกกำจัดออกไปโดยการรีดด้วยลูกกลิ้ง 2 ลูกกลิ้ง วิธีการหลัก ๆ ที่จะทำให้ยางแห้งสนิทมี 2 วิธีคือ การกรรมควั่นยาง และการทำยางเครพ แต่เนื่องจากยางผลิตได้มาจากเกษตรกรจากแหล่งที่แตกต่างกัน ทำให้ต้องมีการแบ่งชั้นของยางตามความบริสุทธิ์ของยางนั้น ๆ

8. ปริมาณน้ำ

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสมดิน เพื่อใช้ในการบดอัดดินให้แน่น และเพื่อให้เม็ดซีเมนต์ใช้ในการไฮเดรตนั้น สามารถใช้ปริมาณน้ำที่ Optimum Moisture Content (O.M.C.) ของดินแต่ละชนิดซึ่งได้จากการทดสอบการบดอัด (Compaction Test) เพราะว่าที่ Optimum Moisture Content นี้ดินให้ความหนาแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density)

9. การบ่ม

การบ่มอิฐดินซีเมนต์ควรทำทันทีหลังจากการบดอัด เพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นในอิฐดินซีเมนต์นี้หายไป และยังทำให้การไฮเดรตของซีเมนต์เป็นไปอย่างต่อเนื่องด้วย การไฮเดรตของซีเมนต์ในขณะบ่มจะช่วยเพิ่มกำลังให้แก่อิฐดินซีเมนต์ โดยกำลังนี้จะเพิ่มขึ้นตามอายุของการบ่ม โดยปกติการบ่มควรใช้เวลา 7 วัน ถึง 14 วัน เป็นอย่างน้อย แต่ถ้าซีเมนต์เป็นชนิดที่ให้กำลังเร็วก็จะใช้เวลาบ่มน้อยกว่า และถ้าเป็นซีเมนต์ชนิดให้กำลังช้าก็อาจจะต้องการเวลาบ่มมากกว่า นอกจากนี้อุณหภูมิในขณะบ่มก็มีผลต่อกำลังของอิฐดินซีเมนต์ด้วย

10. เครื่องมือที่ใช้ทำอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์

เครื่องมือที่ใช้ทำอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องผสมวัสดุ

เป็นเครื่องใช้ผสมวัสดุที่ใช้ทำอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์ ได้แก่ ดิน ปูนซีเมนต์ เถ้าแกลบ และน้ำ นำมาผสมเข้าด้วยกัน เครื่องผสมมีมอเตอร์ 3 แรง ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ขนาดความจุ 100 กิโลกรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 80 ซม. ใช้งานเพียงเปิดสวิตช์ใบตีมุมผสมวัสดุ ดิน ปูนซีเมนต์ เถ้าแกลบ และน้ำ ให้เข้ากัน



ภาพที่ 2.2 เครื่องผสมวัสดุ

2. เครื่องบดดิน

เครื่องบดดินใช้สำหรับตีดินให้มีความละเอียดเพื่อนำมาทำอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ จะได้ผิวและที่ละเอียดสวยงาม ใบตีทำจากเหล็กกล้า มีความแข็งแรง และทนทาน มีตะแกรง ล่อนดินขนาดรู 4 มม. มอเตอร์ 3 แรง ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ การใช้งานตักดินใส่ด้านบนแล้วปิดฝากัน ดินที่บดแล้วจะลงสู่ข้างล่างสามารถนำดินที่บดแล้วไปใช้ทำอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบได้ทันที



ภาพที่ 2.3 เครื่องบดดิน

3. เครื่องอัดอิฐมอญซีเมนต์ระบบไฮดรอลิก

เครื่องอัดอิฐมอญซีเมนต์ระบบไฮดรอลิกใช้สำหรับทำการอัดก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบ มีความสามารถในการผลิตก้อนอิฐมอญซีเมนต์สูง ใช้มอเตอร์ 3 แรง ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ ระบบไฟฟ้าช่วยให้ทำงานได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลา และใช้แรงงานน้อยลง เพียงตักดินที่ผสมกันไว้แล้ว ใส่ในเครื่องให้เต็มแล้วปิดฝา กดปุ่มเครื่องจะทำงานโดยอัตโนมัติอย่างรวดเร็วแล้วเปิดฝาทิ้งก้อนอิฐที่อัดเรียบร้อยแล้วออกมาจะได้ก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบครึ่งละ 3 ก้อน ก้อนอิฐมีขนาด 7x20x10 ซม. เครื่องอัดดินซีเมนต์แบบไฮดรอลิกควบคุมด้วยระบบกดปุ่ม ใช้งานง่าย กำลังการผลิต 210 ก้อน ต่อ ชั่วโมง แรงอัด 15 ตัน ตัวเครื่องใช้เหล็กหนา แข็งแรง ทนทาน เคลื่อนย้ายสะดวก



ภาพที่ 2.4 เครื่องอัดอิฐมอญซีเมนต์ระบบไฮดรอลิก

11. การทดสอบกำลัง

1. การทดสอบกำลังต้านแรงอัด

การทดสอบกำลังต้านแรงอัดเป็นไปตามมาตรฐาน การวางตัวอย่างทดสอบ ให้นำหน้าแคบรับแรงอัด จัดตัวอย่างให้ตรงกึ่งกลางกับเครื่องทดสอบกำลังอัด สูตรการหาล้างต้านทานแรงอัดของอิฐมอญดินซีเมนต์ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

$$\text{กำลังอัดของก้อนอิฐ} = P/A \quad \text{กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร} \quad (2.9)$$

โดยที่

$$\begin{aligned} P &= \text{แรงอัด มีหน่วยเป็น กิโลกรัม} \\ A &= \text{พื้นที่หน้าตัดมีหน่วยเป็น ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

2. การดูดกลืนน้ำ

การทดสอบตามมาตรฐาน สูตรการหาการดูดกลืนน้ำของอิฐมอญดินซีเมนต์ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ดูดกลืนน้ำของอิฐ} = \frac{(W_2 - W_1) \times 100}{W_1} \quad (2.10)$$

โดยที่

$$\begin{aligned} W_1 &= \text{น้ำหนักของก้อนอิฐที่แห้งสนิท} \\ W_2 &= \text{น้ำหนักของก้อนอิฐที่อิ่มตัว} \end{aligned}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แก้วเคลือบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

พัชรินทร์ หาญสกุล (2524) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของตัวอย่างชอยซีเมนต์ซึ่งทำมาจากดิน 3 ชนิด คือ ดินตะกอนปนทราย ดินลูกรังซึ่งมีค่าพลาสติกซีดี อินเดกซ์ ต่ำ และดินลูกรังซึ่งมีค่าพลาสติกซีดีอินเดกซ์ปานกลาง ปริมาณซีเมนต์ที่เลือกใช้ในส่วนผสมคือ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของดินแห้ง การศึกษานี้ใช้ตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 50 มม. (2 นิ้ว) และคุณสมบัติที่ตรวจพบรวมไว้คือ กำลังอัดประลัย โมดูลัสยืดหยุ่น การดูดซึมน้ำและการขยายปริมาตร ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้ชอยซีเมนต์เพื่อใช้แทนอิฐนั้นเป็นไปได้สูงมาก

กรมการฝึกหัดครู, กระทรวงศึกษาธิการ (2526) ได้ศึกษาการทำอิฐดินซีเมนต์ โดยทำจากดินทราย และดินลูกรังผสมปูนซีเมนต์และน้ำในสัดส่วนที่พอเหมาะ แล้วนำส่วนผสมดังกล่าวผสมเข้าด้วยกันอย่างดี แล้วนำไปเข้าเครื่องมืออัดอิฐดินซีเมนต์ที่เรียกว่า เครื่องมืออัดชินวาแรม เมื่ออัด

ส่วนผสมของดิน ปูนซีเมนต์และน้ำเข้าด้วยกัน จะได้ก้อนอิฐที่มีความแข็งแรง จับตัวแน่นสามารถใช้เป็นวัสดุก่อสร้างในอาคารที่อยู่อาศัยได้เป็นอย่างดี อิฐดินซีเมนต์สามารถทำขึ้นใช้เองตามท้องถิ่น เพราะในการผลิตมีกรรมวิธีที่ไม่ยุ่งยากและซับซ้อน ถ้าเลือกดินที่นำมาผลิตเป็นอิฐดินซีเมนต์ได้ดินที่มีคุณภาพดีแล้วจะทำให้ได้อิฐดินซีเมนต์ที่มีความแข็งแรง ทนทานและให้ความสวยงามอีกด้วย

กรมโยธาธิการ (2527) ได้ทำการศึกษาการทำและการใช้อิฐดินซีเมนต์ในการก่อสร้างดินที่ใช้เป็นดินลูกรังที่มีส่วนละเอียดน้อย เช่น ดินเหนียว ไม่ควรเกิน 10% โดยน้ำหนัก ไม่มีเศษหญ้า ใบไม้ รากไม้ ฯลฯ ดินที่มีทรายหยาบและทรายละเอียดปนมากจะดีที่สุด ดินลูกรังที่มีสีเหมือนอิฐดินเผา เหมือนที่กรมทางใช้สร้างทางจะใช้ได้ดี การใช้อิฐดินซีเมนต์ในส่วนผสมน้อยเกินไปจะทำให้อิฐดินซีเมนต์แตกง่าย และแตกและเมื่อแช่น้ำ เมื่อใช้มากไปจะเป็นการไม่ประหยัด ดังนั้น ปริมาณปูนซีเมนต์จะต้องให้พอเหมาะกับส่วนละเอียดของดินลูกรัง วิธีการทำอิฐดินซีเมนต์ตวงดินที่ร่อนแล้ว 7 ส่วน ผสมกับปูนซีเมนต์ 1 ส่วน คลุกให้เข้ากันแห้ง ๆ แล้วค่อย ๆ เติมน้ำจนหมดทดลองทำส่วนผสมในมือบีบให้แน่น ถ้าจับตัวเป็นก้อนแล้วโยนขึ้นไปในอากาศสูงประมาณ 30 ซม.แล้วรับด้วยมือ 2-3 ครั้ง ถ้าดินยังจับตัวเป็นก้อนแสดงว่าส่วนผสมมีน้ำพอใช้ได้ การทดลองนี้ช่วยให้ทราบว่า ดินนี้จะใช้ได้หรือไม่เท่านั้น เมื่อจะทำการผลิตจำนวนมากให้ตรวจสอบตัวอย่างดินในห้องทดลองก่อน เพราะจะทำให้ได้อิฐดินซีเมนต์ที่มีความคงทนถาวรสูง

จันทิมา ฤกษ์นันท์ (2527) ได้ทำการศึกษากรรมวิธีการปรับปรุงอิฐดินซีเมนต์โดยการพัฒนาารูปแบบของอิฐ ซึ่งเดิมเป็นก้อนสี่เหลี่ยมธรรมดาให้มีเดือยรับแรงเฉือน เพื่อที่จะสามารถรับแรงเฉือนและมีประสิทธิภาพในการยึดเกาะได้ดีขึ้น ใช้อัตราส่วนผสมของปูนซีเมนต์ 10% และ 13% โดยน้ำหนัก ทำการบดอัดด้วยเครื่องชินวาแรมที่ออกแบบพิเศษ จากผลการทดสอบกำลังต้านแรงอัด โมดูลัสแตกร้าวกำลังต้านแรงเฉือน และการใช้มอร์ต้าเพื่อการยึดเกาะ แสดงให้เห็นว่าอิฐดินซีเมนต์ชนิดนี้สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างได้เป็นอย่างดี

ธงชัย เพียรทอง (2529) ได้ทำการศึกษาารูปแบบของอิฐดินซีเมนต์ที่สามารถรับน้ำหนักและแรงเฉือนได้มากขึ้น ดังนั้นจึงออกแบบให้ก้อนอิฐมีรูกลวงสองรูเพื่อเสริมด้วยเหล็กและมอร์ต้า ระหว่างการก่อ แกนมอร์ต้าจะเพิ่มกำลังรับน้ำหนักและแรงเฉือน และเหล็กซึ่งเสริมในรูจะช่วยรับน้ำหนักได้ดีขึ้นอีกด้วย ในการออกแบบอิฐดินซีเมนต์แบบมีรูกลวงนี้ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติต่างๆ คือ กำลังรับแรงอัดในสภาวะแห้งและอิมตัวด้วยน้ำ การดูดกลืนน้ำ ดัชนีการสึกกร่อน เปอร์เซ็นต์การสึกกร่อนเมื่อแช่น้ำและกากยึดเกาะด้วยมอร์ต้า เพื่อเปรียบเทียบกับอิฐดินซีเมนต์แบบมีเดือย โดยการศึกษาคุณสมบัติดังกล่าวได้ใช้ส่วนผสมเหมือนกันคือดินลูกรัง ผสมปูนซีเมนต์ตราเสือ 13% โดยน้ำหนักและใช้เครื่องชินวาแรมเป็นแบบมาตรฐานในการอัดก้อนอิฐ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอิฐดินซีเมนต์แบบมีรูกลวงมีกำลังรับแรงอัดสูงสุด (สภาวะแห้ง) 80 กก/ซม² กำลังรับแรงอัดต่ำสุด (สภาวะอิมน้ำ) 25 กก/ซม² , การดูดกลืนน้ำสูงสุด 10.3% ดัชนีการสึกกร่อนสูงสุด 2.7 และเมื่อทดสอบด้านข้างมีกำลังรับแรงอัดสูงสุด 51 กก/ซม² ส่วนอิฐดินซีเมนต์แบบมีเดือยมีกำลังรับแรงอัดสูงสุด (สภาวะแห้ง) 64 กก/ซม² กำลังรับแรงอัดต่ำสุด (สภาวะอิมน้ำ) 26 กก/ซม² , การดูดกลืนน้ำสูงสุด 7.3% และดัชนีการสึกกร่อนสูงสุด 1.9 อิฐดินซีเมนต์ ทั้ง 2 รูปแบบสามารถต้านทานการสึกกร่อนเนื่องจากการเปียกน้ำได้ดีเมื่อทำการก่อแล้วทดสอบพบว่าอิฐดินซีเมนต์ ทั้งสองรูปแบบจะทำ

การก่อได้สะดวกและประหยัดเมื่อใช้ความหนาแน่นอัตรา ประมาณ 0.7 ซม. ซึ่งจะรับแรงเฉือนได้ 890 กกต่อกอน และ 1420 กกต่อกอน สำหรับแบบมีรูกลวงและแบบมีเดือตามลำดับ

ทองปลิว ชมชื่น (2533) ได้ทำการศึกษากการทำอิฐดินซีเมนต์สำหรับการก่อสร้างโดยการนำเอาดินลูกรังที่ผสมคลุกเคล้ากับปูนซีเมนต์แล้ว จึงค่อยเอาน้ำมาผสม การผสมน้ำถ้าได้บัวรดน้ำจะดีมาก ในขณะที่รดน้ำก็ใช้พลั่วหรือจอบหรือเครื่องมืออื่น ๆ ผสมคลุกเคล้าเพื่อให้เข้ากันอย่างทั่วถึง สำหรับผู้ที่ไม่มีควาชำนาญพอจะใช้มือช่วยผสมก็ยอมทำได้ แต่ควรใส่ถุงมือเสียก่อนเพื่อกันไม่ให้ปูนกัดมือ ในระหว่างที่คลุกเคล้า ถ้าส่วนผสมมีการจับตัวกันเป็นก้อนต้องพยายามทำให้แตกเป็นเม็ดร่วน เพราะในก้อนของส่วนผสมนั้นจะมีความชื้นของน้ำสูงเกินความพอดีเมื่ออิฐแห้งแล้วจะไม่แข็งแรง และแตกเป็นร่องระแหงเพราะเกิดช่องว่างเนื่องจากน้ำระเหยไป การรดน้ำจึงต้องระมัดระวังมาก และต้องสังเกตทุกกระยะ ถ้าส่วนผสมมีปริมาณน้ำพอเหมาะอิฐที่ได้จะสวยงาม แข็งแรง และเบาแรงในการอัดด้วย ดินที่ผสมอย่างถูกสัดส่วนจะไม่เหนียวและมีลักษณะร่อนการทดสอบว่าดินที่ผสมมีความชื้นพอเหมาะหรือไม่ ทำได้โดยวิธีการง่าย ๆ คือ เอาดินที่ผสมนั้นใส่ในกำมือแล้วบีบให้แน่น ถ้าดินในมือสามารถจับรวมตัวกันเป็นก้อนได้เมื่อคลายมือออกแสดงว่าส่วนผสมนั้นใช้ได้ แต่ถ้าดินไม่เกาะตัวเป็นก้อน อาจเป็นเพราะความชื้นน้อยก็ให้เพิ่มน้ำลงไปอีกที่น้อยจนได้ที่ ข้อที่ควรระวังในการทำอิฐดินซีเมนต์คือ น้ำที่นำมาผสมนั้น ควรเป็นน้ำจืดที่สะอาดพอควร ไม่มีเศษวัชพืชหรือส่วนผสมของสารเคมีอื่น ๆ หรือขึ้นเศษวัสดุ ไม่มีความเป็นกรด ต่างมากเกินไป ถ้าน้ำไม่สะอาดพอ เมื่อนำไปผสมอาจจะทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ทำให้การยึดเกาะไม่แน่นเท่าที่ควรสำหรับปูนซีเมนต์ที่ใช้ก็ต้องระวังเช่นกันคือ ถ้าใช้ปูนซีเมนต์ชนิดที่ผสมสารเฉื่อยลงไปเพื่อใช้กับงานฉาบนั้น หลังจากผสมน้ำแล้วการอัดอาจจะดำเนินไปอย่างช้า ๆ ได้ ไม่เกิดผลเสียต่อการอัดแต่อย่างใด แต่ถ้าใช้ปูนซีเมนต์ ชนิดที่ใช้เทคอนกรีตทั่ว ๆ ไป ซึ่งไม่ใช่ปูนฉาบหลังจากผสมน้ำแล้วต้องรีบอัดทิ้งไว้นานไม่ได้เพราะปูนจะเซ็ทตัวแข็งเมื่ออัดแล้วอิฐจะร่วนไม่เกาะตัว แต่ถ้าหลังจากผสมน้ำแล้วรีบอัดทันทีไม่ทิ้งไว้นาน อิฐที่ได้จะแข็งตัวเร็วและแข็งแรงดีกว่าด้วย

สุชิน เพ็ชรภักษ์ (2536) ได้ทำการศึกษากการทำอิฐดินซีเมนต์ประสานโดยการนำวัสดุที่เตรียมไว้มาผสมกับซีเมนต์ ในอัตราส่วน 1: 7 โดยปริมาตร คือใช้ซีเมนต์ 1 ส่วนผสมกับดิน 7 ส่วน คลุกเคล้าให้เข้ากันเป็นอย่างดีใช้น้ำสะอาดผสมจนพอเหมาะ ๆ อย่าน้ำเปียกหรือแห้งเกินไป ให้ทั่วสม่ำเสมอ ตรวจสอบส่วนผสมว่าใช้ได้หรือไม่ โดยใช้มือกำส่วนผสมให้แน่นพอประมาณโยนส่วนผสมที่กำนั้นขึ้นลงบนฝ่ามือ โดยโยนสูงประมาณ 1 ฟุต ถ้าส่วนผสมตกลงบนฝ่ามือแล้วไม่แตกกระจายก็ใช้ได้ ถ้าส่วนผสมที่กำอยู่นั้นทะลักออกตามง่ามนิ้วมือ แสดงว่าเปียกเกินไปใช้ไม่ได้ เพราะถ้าเปียกเกินไปจะอัดอิฐได้ยาก เนื่องจากส่วนผสมจะติดกับเครื่องอัดอิฐฯและถ้าวัสดุแห้งเกินไป เวลาอัดอิฐจะยกเก็บไม่ได้ เนื่องจากอิฐจะแตกร่วน

พิชิต และคณะ (2539) ได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลแล้วเสนอว่า การทำอิฐดินซีเมนต์นั้นมีดินเป็นส่วนประกอบอยู่เป็นจำนวนมาก เพื่อให้ได้อิฐดินซีเมนต์ที่มีกำลังรับแรงได้ดีและทนทานต่อการสึกกร่อนดังนั้นก่อนที่จะนำดินมาใช้ต้องมีการวิเคราะห์ขนาดของเม็ดดินว่ามีขนาดคละกันดีหรือไม่ และวิเคราะห์ว่าตรงตามมาตรฐานของการผลิตอิฐดินซีเมนต์หรือไม่ การวิเคราะห์ขนาดคละของเม็ดดินจะใช้ตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4,8,10,20,40,60,100,200และPAN ตะแกรงมาตรฐานเบอร์เล็กจะมีขนาดช่อง

เปิดของรูตะแกรงใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ที่มากกว่า เช่น ขนาดรูของเปิดของตะแกรงเบอร์ 4 จะโตกว่า ตะแกรงเบอร์ 10 เป็นต้น การจัดเรียงวางชุดตะแกรงจะให้ตะแกรงที่มีขนาดรูใหญ่สุดอยู่ด้านบนและ วางตะแกรงที่มีขนาดรูเปิดเล็กกว่าลงมาเรื่อยๆและชั้นล่างสุดจะเป็นถาด (PAN) ก่อนการวิเคราะห์ ขนาดคละของเม็ดดินจะต้องทำความสะอาดตะแกรงเพื่อไม่ให้เม็ดดิน เศษหินหรือฝุ่น ติดค้างอยู่ที่ ตะแกรง

พรชัย เกษมกิจวัฒนา (2541) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาอิฐดินซีเมนต์โดยดินที่ใช้เป็นดิน ทรายปนทราย(Silty Sand;SM) ตามการจำแนกประเภทแบบ Unified Soil Classification System (USCS) เพื่อพัฒนาอิฐดินซีเมนต์ เพื่อสามารถนำไปใช้ทำผนังรับน้ำหนัก (Wall Bearing) ได้ โดยจะพัฒนากำลังรับน้ำหนักโดยการผสมทรายเพิ่มโดยน้ำหนักของส่วนผสมรวม อัตราส่วนผสมรวม แสดงดังตาราง

อัตราส่วนผสม	ตัวอย่างที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. ปูนซีเมนต์	10	10	10	10	15	15	15	15	20	20	20	20
2. ดิน	100	90	80	70	100	90	80	70	100	90	80	70
3. ทราย	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30

หมายเหตุ-อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักทั้งหมด

-อัตราส่วนดินและทรายคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก หลังจากหักน้ำหนักปูนซีเมนต์แล้ว

-โดยทำการบ่มในอากาศที่ 4 ระยะเวลาการบ่มคือ 7,14,21 และ 28 วัน

การทดสอบคุณสมบัติอิฐดินซีเมนต์ ได้แก่ การทดสอบเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำและการ ทดสอบกำลังรับน้ำหนักของแต่ละอัตราส่วนผสมที่แต่ละระยะเวลาการบ่ม จากนั้นทำการเลือก ตัวอย่างที่เหมาะสมมาทำการก่อกำแพงอิฐดินเต็มแผ่น กว้าง 1.5 เมตร สูง 1.0 เมตร โดยอัตรา ส่วนผสมที่เลือกคือ ปูนซีเมนต์ 10% ดิน 80% และทราย 20% ที่ระยะเวลาการบ่ม 14 วัน มี เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ 9.66% กำลังต้านทานแรงอัดต่อก่อน 81.94 กก/ ตร.ซม. และกำแพงอิฐดิน ซีเมนต์เต็มแผ่นทดสอบโดยใช้น้ำหนัก 20 ตัน สามารถต้านทานแรงอัดได้ 4.60 กก/ ตร.ซม. โดยไม่ เกิดการวิบัติ

รวสันต์ โสพัทธ์ (2542) ได้ศึกษาการทำอิฐดินซีเมนต์ผสมฟาง โดยการนำเอาเส้นใยฟาง ปูนซีเมนต์ ดินลูกรังและน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมมาผสมกัน แล้วนำมาทำการอัดอิฐดินซีเมนต์ ด้วย เครื่องอัดดินซีเมนต์ที่เรียกว่า เครื่องอัดซินวาแรม เมื่อทำการอัดอิฐดินซีเมนต์แล้วก็นำก้อนอิฐที่ได้ นำไปบ่มประมาณ 14 วัน แล้วนำไปทดสอบหาคุณสมบัติต่างๆของอิฐดินซีเมนต์ ผลที่ได้ค่ากำลังอัด ของอิฐดินซีเมนต์ผสมฟางมีค่ามากกว่าคอนกรีตบล็อกและอิฐมอญโดยทั่วไป และคุณสมบัติอื่น โดยทั่วไปดีกว่าอิฐที่ขายในท้องตลาด ซึ่งอิฐดินซีเมนต์ที่ผลิตขึ้นมาสามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างได้

ในการศึกษาวิจัยเรื่องนี้สามารถที่จะนำผลการศึกษาที่ได้นำไปใช้ในการผลิตอิฐดินซีเมนต์ใน แต่ละจังหวัดได้ โดยพื้นที่ที่จะทำการผลิตต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของดินก่อนว่า ดินนั้นมี คุณสมบัติที่เหมาะสมในการทำอิฐดินซีเมนต์หรือไม่ ซึ่งจะทำให้การผลิตอิฐดินซีเมนต์มีคุณภาพดี มี แข็งแรง มีความทนทานและสามารถนำไปใช้ในการก่อสร้างในท้องถิ่นนั้นได้

บุรฉัตร ฉัตรวีระ (2542) ได้ทำการศึกษาถึงคุณสมบัติของเถ้าแกลบที่เหลือจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทำอิฐมอญ โดยเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของปอซโซลานมาตรฐาน ASTM C618 – 94a คุณสมบัติที่วิจัยประกอบด้วยการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเถ้าแกลบ ซึ่งได้แก่ การทดสอบปริมาณความชื้น ความละเอียด, ความคงตัว, ความต้องการน้ำ และการทดสอบดัชนีกำลังผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีและการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเถ้าแกลบ พบว่ามีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ASTM C 618-94a จัดเป็นปอซโซลานประเภท N ซึ่งเป็นปอซโซลานธรรมชาติที่มีคุณสมบัติต้องการน้ำมากกว่าปอซโซลานประเภทอื่น ๆ อย่างไรก็ตามเถ้าแกลบก็ยังสามารถนำไปใช้แทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วนในการผลิตคอนกรีตได้

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542) ได้แนะนำว่า ดินที่เหมาะสมสำหรับทำอิฐดินซีเมนต์คือดินลูกรังที่มีความร้อนไม่เหนียวติดมือ ดินที่ใช้ถ้ายังจับตัวกันเป็นก้อนอยู่ควรย่อยและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (ตะแกรงที่มีตาห่างประมาณ 4 มม.) แล้วตากให้แห้งเสียก่อน การคัดเลือกดินที่จะนำมาใช้ทำอิฐดินซีเมนต์มีความสำคัญมาก โดยปกติแล้วดินที่จะใช้ควรได้รับการตรวจสอบคุณสมบัติในห้องทดลองเพื่อให้ทราบถึงส่วนผสมของแร่หรือสารในดิน การหัดตัวส่วนผสมของขนาดเม็ดต่าง ๆ แต่อย่างไรก็ตามหากไม่สามารถนำตัวอย่างดินไปทดสอบในห้องทดลองได้ อาจทำการตรวจสอบเฉพาะการหัดตัวก็ได้ โดยการนำดินมาผสมน้ำพอหมาด ๆ ปั้นเป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาด ประมาณ 25x25x250 มม. ทิ้งไว้ในร่มประมาณ 7 วัน สังเกตหากไม่มีรอยแตกเกิดขึ้นถือว่าเป็นดินที่พอจะนำไปทำอิฐดินซีเมนต์ได้

บุรฉัตร ฉัตรวีระ (2543) ได้ทำการศึกษาอิฐที่มีเถ้าแกลบบดละเอียดเป็นส่วนผสมในปริมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก จะมีความหนาแน่น โมดูลัสแตกกร้าว และกำลังรับแรงอัดสูงที่สุด ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีทั้งเถ้าแกลบและดินปนทราย พบว่า มีซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO₂) เป็นส่วนประกอบหลักทางเคมี และผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเถ้าแกลบและดินปนทรายด้วยเครื่อง X-ray diffraction พบว่า เถ้าแกลบจะมีโครงสร้างผลึกจำพวกควอร์ตซ์ และคริสโทปาลไลท์ ส่วนดินปนทรายจะมีโครงสร้างผลึกจำพวกควอร์ตซ์ มอนต์มอริลโลไนต์และอิลไลต์ผลการทดสอบพบว่า อิฐที่มีเถ้าแกลบบดละเอียดเป็นส่วนผสมในปริมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก จะมีความหนาแน่น โมดูลัสแตกกร้าว และกำลังรับแรงอัดสูงที่สุด

ปริญญา จินดาประเสริฐ (2543) ได้ทำการศึกษาคอนกรีตบดอัดที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมเถ้าลอยแม่เมาะและเถ้าแกลบดำโดยใช้การทดสอบการบดอัดด้วยวิธีโมดิฟายด์ พรอคเตอร์ (Modified Proctor) ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าค่าปริมาณน้ำที่เหมาะสม (Optimum Moisture Content, OMC) และความหนาแน่นของคอนกรีตบดอัด ขึ้นอยู่กับความสามารถในการบดอัดของส่วนผสมและขนาดผลของมวลรวม และกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบดอัดขึ้นอยู่กับ การบดอัดและการทำปฏิกิริยาของสารซีเมนต์ซึ่งจะผสมทำคอนกรีตบดอัดได้ การใช้สารลดน้ำพิเศษ (Superplasticizer) ทำให้ส่วนผสมเหลวขึ้นและช่วยให้การบดอัดของส่วนผสมที่แห้งทำให้ง่ายขึ้น

เป็นผลให้ส่วนผสมดังกล่าวมีกำลังรับแรงดีขึ้น ผลการทดสอบสามารถใช้เป็นแนวทางในการนำไปใช้งานในภาคสนามของคอนกรีตบดอัดโดยใช้ลูกกลิ้ง (Roller Compacted Concrete, RCC)

วัชรินทร์ ผุดผ่อง (2543) ได้ทำการศึกษา คุณสมบัติของอิฐดิน ซึ่งนำซีเมนต์ลอยถ่านหินลิกไนต์ มาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ในการผสมทำอิฐดิน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำซีเมนต์ลอยถ่านหินลิกไนต์ มาใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ในการทำอิฐดินสำหรับงานก่อสร้างและเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติกับอิฐดินซีเมนต์ ตามรายงานผลการศึกษา Project Assignment No. C98-13 “การพัฒนาอิฐดินซีเมนต์” โดยดินที่ใช้เป็นดินตะกอนทราย (Silly Sand; SM) ตามการจำแนกประเภทแบบ Unified Soil Classification System, (USCS) และผสมทรายเพิ่มโดยน้ำหนักของส่วนผสมรวมการทดสอบคุณสมบัติ ของ อิฐดินผสมซีเมนต์ลอยถ่านหินลิกไนต์ ได้แก่ การทดสอบเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ และการทดสอบกำลังรับแรง จากนั้นทำการเลือกตัวอย่างที่เหมาะสม มาทำการก่อกำแพงอิฐเต็มแผ่น ขนาดกว้าง 1.50 เมตร สูง 1.00 เมตรแล้วทดสอบกำลังรับน้ำหนักของกำแพงที่ 20 ตัน ซึ่งเกิดหน่วยแรงเท่ากับ 4.60 กิโลเมตรต่อตารางเซนติเมตร โดยกำแพงไม่เกิดการวิบัติ แต่อิฐดินที่ได้ ไม่สามารถทดสอบหาค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำได้ เนื่องจากเมื่อนำไปแช่น้ำแล้วอิฐดินมีสภาพเปื่อยยุ่ย ซึ่งแสดงว่า ซีเมนต์ลอยถ่านหินลิกไนต์ที่ใช้มีคุณสมบัติทางเคมีไม่เพียงพอที่จะเป็นสารเชื่อมประสานได้ด้วยตัวของมันเอง

สาโรจน์ ดำรงค์ (2543) ได้ทำการศึกษา กำลังรับน้ำหนักของคอนกรีตผสมเถ้าแกลบที่อายุ 28 วัน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกส่วนผสมผลิตคอนกรีตผสมเถ้าแกลบที่เหมาะสมสำหรับงานก่อสร้างทั่วไป โดยศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตผสมเถ้าแกลบ ได้แก่ กำลังอัด กำลังดึง ความหนาแน่น และค่ายุบตัว นอกจากนี้ยังศึกษาการนำเถ้าแกลบที่เหลือจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทำอิฐมอญมาใช้เป็นวัสดุปอซโซลาน โดยการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ในปริมาณร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนักของวัสดุผงกำลังอัดและกำลังดึงของคอนกรีตผสมเถ้าแกลบมากที่สุดเมื่อใช้ปริมาณเถ้าแกลบแทนที่ปูนซีเมนต์ร้อยละ 20 โดยน้ำหนักของวัสดุผง นอกจากนี้ เถ้าแกลบที่เหลือจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทำอิฐมอญมีคุณสมบัติเป็นปอซโซลานประเภท N ตามมาตรฐาน ASTM C618-94a สามารถใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์บางส่วนในการผลิตคอนกรีตได้ อย่างไรก็ตาม การใช้เถ้าแกลบแทนที่ปูนซีเมนต์ในการผลิตคอนกรีตจะมีผลทำให้ความหนาแน่นและค่ายุบตัวของคอนกรีตลดลง เมื่อเทียบกับคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ล้วน

ไชยยันต์ ชัยจักร (2545) บทความนี้แสดงถึงความเป็นไปได้ในการผลิตคอนกรีตบล็อกมวลเบาโดยใช้ตะกรันจากอุตสาหกรรมรีไซเคิลเหล็กเป็นมวลรวมหยาบเพื่อทดแทนการใช้หินโดยมีส่วนผสมของปูนซีเมนต์และเถ้าถ่านหินเป็นวัสดุประสานในการทดลองวัสดุประสานจะประกอบด้วยปูนซีเมนต์และเถ้าถ่านหินในอัตราส่วน 60:40 และ 40:60 และมีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานเท่ากับ 0.45 นอกจากนี้ยังกำหนดให้วัสดุประสานมีปริมาตรร้อยละ 40, 55 และ 70 ของช่องว่างมวลรวมการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตบล็อกมวลเบาเป็นไปตามมอก. 58-2530 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการใช้วัสดุประสานที่มีอัตราส่วนระหว่างปูนซีเมนต์ต่อเถ้าถ่านหิน 40:60 แทนที่ช่องว่างระหว่างมวลรวมในอัตราร้อยละ 70 สามารถให้ค่ากำลังอัดได้เท่ากับ 44.80 และ 68.73 กก/ ซม² ที่อายุ 3

และ 28 วันตามลำดับและมีค่าโมดูลัสการแตกหักเท่ากับ 10.71 กก/ ซม² ที่อายุ 28 วันนอกจากนี้ยังมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำเพียง 0.089 วัตต์/ เมตร/ องศาเซลเซียสโดยมีความหนาแน่นเท่ากับ 1380 กก/ ลบ.ม.

ธนาพงษ์ หลานวงศ์ (2545) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาอิฐดินซีเมนต์ที่ใช้ดินภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่นซึ่งเป็นดินตะกอนทราย (Silty Sand) ตามการจำแนกประเภทแบบ Unified Soil Classification System (USCS) เพื่อให้สามารถใช้ก่อผนังบ้านและกำแพง ไม้รับน้ำหนักโดยเลือกอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ 10% ทราย 18% และดิน 72% โดยน้ำหนัก ซึ่งอัตราส่วนนี้ให้ค่ากำลังรับน้ำหนักได้ดีและมีต้นทุนการทำที่ถูกลง ต่อจากนั้นได้ทำการเพิ่มอัตราส่วนช่องว่างโดยการใส่ฟอมและใช้แบบเหล็กทำให้เกิดรูกลวงภายในก้อนอิฐดินซีเมนต์เพื่อให้ก้อนอิฐดินซีเมนต์มีน้ำหนักลดลงแต่ยังคงมีความสามารถในการรับแรงได้ ตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดไว้ ในการเพิ่มช่องว่างนั้นจะเพิ่ม 20% 25% และ 30% โดยปริมาตรจากปริมาตรก้อนเต็ม กว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 29 เซนติเมตร ลึก 8 เซนติเมตร ใช้น้ำผสม 10% โดยน้ำหนักของก้อนอิฐดินซีเมนต์และทำการอัดก้อนด้วยเครื่องชินวาแรม หลังจากนั้นทำการบ่มในอากาศโดยใช้พลาสติกคลุมไว้เป็นเวลา 7,14,21 และ 28 วัน เพื่อทำการทดสอบหาค่ากำลังรับน้ำหนักและหาค่าการดูดซึมน้ำของก้อนอิฐดินซีเมนต์ ผลที่ได้หลังจากการบ่มในอากาศเป็นเวลา 28 วัน อิฐดินซีเมนต์ที่ทำการเพิ่มอัตราส่วนช่องว่างโดยใช้แบบเหล็กทำให้เกิดรูกลวงภายใน 20% ให้การรับน้ำหนักดีที่สุดคือ 5.06 เมกะพาสคัล ซึ่งมากกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนักและมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐก่อสร้างสามัญกำหนดไว้ โดยมีค่าการดูดซึมน้ำน้อยกว่าที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทั้ง 2 กำหนดไว้ และมีราคาถูกกว่าอิฐบล็อกตามท้องตลาด

สหชัย แก่นอากาศ (2545) ได้ทำการศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้เถ้าแกลบผสมร่วมกับปูนซีเมนต์ เพื่อใช้ในงานคอนกรีตกำลังต่ำ โดยเลือกศึกษาอัตราส่วน ปูนซีเมนต์ต่อเถ้าแกลบ 3 อัตราส่วน คือ 60 : 40 , 50 : 50 และ 40 : 60 ซึ่งเถ้าแกลบที่ใช้ศึกษาเป็นเถ้าแกลบขาวและเถ้าแกลบเทาดำ ผลการศึกษาพบว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกจะลดลงเมื่อปริมาณเถ้าแกลบเพิ่มขึ้น แต่กำลังรับแรงอัดจะผ่านตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (ม.อ.ก.) คือ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ ร้อยละ 60 ต่อ เถ้าแกลบ ร้อยละ 40 ส่วนอัตราส่วนอื่น ผลกำลังอัดที่ได้ค่อนข้างแปรปรวน ผลของชนิดเถ้าแกลบทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องกำลังอัด

ภูมิศักดิ์ ลอยผา (2547) ได้ทำการศึกษากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต ที่ใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมเถ้าแกลบและเถ้าลอย โดยใช้ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง เถ้าแกลบจากเตาเผาอิฐและเถ้าลอยแม่เมาะ ซึ่งผสมโดยวิธีบดรวมและวิธีเฉพาะเถ้าแกลบตัวประกอบของปูนซีเมนต์ผสมที่ศึกษาได้แก่ อัตราส่วนผสม เวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการบด จากผลการทดสอบอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบและเถ้าลอยที่ใช้การบดอัดร่วมด้วยให้กำลังของคอนกรีตสูงสุด คือ 60 : 10 : 30 โดยให้กำลังอัดที่อายุ 28 วัน เป็น 75 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้ปูนซีเมนต์เพียงอย่างเดียว และยังพบว่าในการบดเถ้าแกลบ 1 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง ส่งผลต่อกำลังของคอนกรีตแตกต่างกันน้อยมาก

โยธิน อึ้งกุล (2548) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของความร้อนเฉื่อยของคอนกรีตมวลเบาการ นำผนังคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำมาใช้ในงานก่อสร้างอาคารทดแทนอิฐมวลเบาอย่างแพร่หลายมากขึ้นเนื่องจากมีน้ำหนักเบาทำให้ประหยัดเหล็กโครงสร้างอาคารตัวอย่างคอนกรีตมวลเบาที่ใช้ทำวิจัยนี้ได้มาจากบริษัทซูเปอร์บล็อก (มหาชน) จำกัดโดยทำการวิจัยเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อนกับคอนกรีตมวลเบาในประเทศสหรัฐอเมริกาจำนวน 5 หน่วยงานทดสอบในด้าน(1) คุณสมบัติความร้อนเฉื่อยและ (2) โมเดลคาบการไหลของความร้อนโดยใช้การประมาณด้วยค่าความร้อนเฉื่อยเพื่อใช้ในการทำนายตัวแปรเสริมความร้อนเฉื่อยของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำผลการศึกษาพบว่าโมเดลคาบการไหลของความร้อนทางทฤษฎีจากการวิจัยความร้อนเฉื่อยนั้นไม่สามารถทำนายค่าความร้อนเฉื่อยของคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำที่ทดสอบในสภาวะจริงได้อย่างแม่นยำถูกต้องทั้งหมดดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการวิเคราะห์ทดลองเพิ่มขึ้นอีกผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าบล็อกคอนกรีตมวลเบาอบไอน้ำนั้นมีบุคลิกทางด้านความร้อนเฉื่อยที่ดีซึ่งเหมาะกับการใช้งานด้านการก่อสร้าง

อาทิมา ดวงจันทร์ (2548) ได้ทำการศึกษาการใช้เถ้าชานอ้อยเป็นวัสดุประสานในงานคอนกรีตบล็อกราคาถูก โดยพิจารณาผลของปริมาณการแทนที่ปูนซีเมนต์และความละเอียด เพื่อนำวัสดุเหลือจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาล มาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยศึกษาผลกระทบจากการบดต่อปริมาณน้ำที่ใช้ผสม ระยะเวลาการก่อตัวเริ่มต้นและการพัฒนากำลังอัดของมอร์ต้า โดยแทนที่เถ้าชานอ้อยในปริมาณต่าง ๆ กันในช่วงร้อยละ 0-40 ผลการศึกษาพบว่าเมื่อปริมาณการแทนที่เพิ่มขึ้นต้องใช้น้ำในการผสมมากขึ้น เมื่อความละเอียดของเถ้าเพิ่มขึ้นช่วยลดปริมาณน้ำที่ใช้ผสมลงได้ร้อยละ 2-3 การแทนที่ร้อยละ 20 ให้ผลการพัฒนากำลังอัดใกล้เคียงกับมอร์ต้ามาตรฐานและมีค่ากว่าร้อยละ 1-8 สำหรับเถ้าที่มีความละเอียดมาก การแทนที่ร้อยละ 30 ให้ผลการพัฒนาในช่วงปลายใกล้เคียงกับมอร์ต้ามาตรฐานและได้เลือกสัดส่วนผสมที่เหมาะสมจากผลการศึกษาในช่วงต้นในการทำวิจัย เพื่อลองผลิตคอนกรีตบล็อกชนิดรับน้ำหนักและไม่รับน้ำหนัก และทดสอบคุณสมบัติทางกลในด้าน กำลังอัด และพบว่าเถ้าชานอ้อยมีศักยภาพในการนำไปใช้เป็นวัสดุประสานแทนที่ปูนซีเมนต์สำหรับผลิตคอนกรีตบล็อกราคาถูกได้ โดยสามารถใช้แทนที่ซีเมนต์ได้ถึงร้อยละ 30 ทำให้ช่วยลดราคาได้ โดยยังคงคุณสมบัติทางกลตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม

ภาณุ อดทน (2550) ได้ทำการศึกษาถึงพฤติกรรมการรับแรงตามแนวแกนของกำแพงคอนกรีตมวลเบาซึ่งคอนกรีตมวลเบาที่เลือกมานั้นก็ต้องให้เป็นไปตามมาตรฐานมีความหนาเพียงพอตามที่กำหนดไว้การดำเนินการจัดทำโครงการนี้เริ่มจากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านต่างๆของคอนกรีตมวลเบาและตัวปูนก่อ (Thin Bed Adhesive Mortar) ที่เราเลือกใช้โดยจะมีการศึกษาคุณสมบัติด้านต่างๆดังนี้การทดสอบความต้านแรงอัด (Compressive Strength) การทดสอบการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) การทดสอบกำลังรับแรงอัดของมอร์ต้าซีเมนต์ (Compressive Strength) การทดสอบกำลังรับแรงดัดของมอร์ต้าซีเมนต์ (Flexural Strength) และการทดสอบกำลังรับแรงดึงของมอร์ต้าซีเมนต์ (Tensile Strength) หลังจากการทดสอบจะนำผลที่ได้ไปคำนวณวิเคราะห์ผลพร้อมทั้งสรุปผลที่ได้จากการทดสอบแล้วจึงนำผลที่ได้ไปใช้ควบคู่กับการทดสอบการรับแรงตามแนวแกนของกำแพงคอนกรีตมวลเบาโดยกำแพงที่นำมาทดสอบจะมีวิธีการก่อ 2 แบบคือแบบรันนิงบอนด์หรือสเตรตเชอร์บอนด์ (Ruoenning or Stretecher Bond) และแบบสแตคบอนด์ (Stack Bond) ซึ่งการทดสอบกำแพงนั้นเราจะศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการพังของ

กำแพงระยะโค้งของกำแพงและการรับแรงของกำแพงผลการทดสอบที่ได้จะนำไปวิเคราะห์พร้อมทั้งสรุปผลแล้วจึงนำค่าแรงกดที่ได้จากการสรุปผลไปหาสมการการออกแบบกำแพงอิฐมวลเบาสมการการออกแบบกำแพงอิฐมวลเบาที่ได้จากการทำโครงการทางวิศวกรรมนี้น่าจะเป็นอีกทางเลือกในการนำมาใช้ออกแบบเพราะในปัจจุบันได้มีการเริ่มมาใช้อิฐมวลเบามาเป็นวัสดุในการก่อกำแพงมากขึ้นจึงน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีได้อีกทางหนึ่งสำหรับนักออกแบบ

วัชร เพิ่มชาติ (2550) ได้ทำการการศึกษาพบว่าอัตราส่วนผสมเถ้าลอยของทั้งถ่านหินและแกลบที่ร้อยละ 12.5 โดยน้ำหนักจะให้ค่าความแข็งแรงของวัสดุสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าหากผสมซีเมนต์เถ้าลอยในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การนำความร้อนของอิฐมวลเบาลดลงตามอัตราส่วนขณะที่อิฐผสมเถ้าลอยแกลบจะให้ค่าการนำความร้อนต่ำกว่าเถ้าลอยถ่านหินจากการทดสอบวัดอุณหภูมิภายในห้องที่ผนังสร้างจากอิฐมวลเบาพบว่า มีค่าต่ำกว่าห้องที่สร้างจากอิฐมอญเฉลี่ย 1.0-1.5 องศาเซลเซียส และผลจากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการสร้างผนังอาคารโดยใช้อิฐแบบต่างๆ เช่น อิฐมวลเบาสูตรเดิมของบริษัทอิฐมอญและอิฐมวลเบาผสมเถ้าลอยแกลบพบว่า อิฐมวลเบาผสมเถ้าลอยแกลบสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายสูงสุด หรือต้นทุนผลิตอยู่ที่ 320 บาทต่อตารางเมตรขณะที่อิฐมอญและอิฐมวลเบาดั้งเดิม ต้นทุนอยู่ที่ 370-375 บาทต่อตารางเมตรปัจจุบันวงการวัสดุก่อสร้างไทยเริ่มพัฒนาอิฐมวลเบาเพื่อใช้เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนทดแทนอิฐบล็อกและอิฐมอญเนื่องจากอิฐมวลเบา มีคุณสมบัติโดดเด่น ในเรื่องของน้ำหนัก ใช้ส่วนผสมปูนซีเมนต์น้อยระยะเวลาก่อสร้างสั้นลง ตลอดจนสามารถกันความร้อนทำให้อิฐชนิดนี้เริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้นเอกชนหลายแห่งได้พัฒนาเทคโนโลยีการผลิตอิฐมวลเบาในรูปแบบต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดระยะเวลาในการผลิตให้สั้นลง เช่นการผลิตแบบอบไอน้ำและไม่อบไอน้ำแต่เนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศส่งผลให้ราคาของอิฐมวลเบาชนิดอบไอน้ำยังอยู่ในเกณฑ์สูงเมื่อเทียบกับราคาอิฐทั่วไปความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาและภาคอุตสาหกรรมช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถนำผลที่ได้จากงานวิจัยไปใช้ปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ในอนาคตซึ่งเป็นการเสริมสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมของประเทศโดยลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

ประชุม คำพุด (2551) ได้ทำการศึกษาการใช้ฉนวนใยหินแบบแอมโมเนียปานกลางผสมในมอร์ตาร์มวลเบาเพื่อนำน้ำอย่างชื้นแบบแอมโมเนียปานกลางมาใช้เป็นสารผสมเพิ่มในการปรับปรุงสมบัติด้านการรับกำลังและการเป็นฉนวนกันความร้อนของมอร์ตาร์มวลเบาแบบฟองอากาศ-อบไอน้ำ ออกแบบการทดลองโดยใช้อัตราส่วนผสมปูนซีเมนต์ต่อทรายบดละเอียดเท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก ปริมาณผงอลูมิเนียมเท่ากับร้อยละ 0.3 ของส่วนผสมทั้งหมดอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.5 โดยน้ำหนัก (ไม่คิดปริมาณน้ำในน้ำอย่างชื้น) ปริมาณปูนขาวเท่ากับร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์และปริมาณยิปซัมเท่ากับร้อยละ 5 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์มอร์ตาร์มวลเบาต้องผสมสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุในปริมาณร้อยละ 4 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ใช้อัตราส่วนน้ำอย่างชื้นต่อปูนซีเมนต์เท่ากับ 0.00, 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.20 โดยน้ำหนักตามลำดับทำการห่อมอร์ตาร์มวลเบาสำหรับทดสอบสมบัติต่างๆตามมาตรฐาน ASTM พบว่าเมื่อผสมน้ำอย่างชื้นในปริมาณที่เพิ่มขึ้นทำให้ความหนาแน่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่กำลังอัดกำลังดัดและสัมประสิทธิ์การนำความร้อนมีแนวโน้มลดลงส่วนอัตราการเปลี่ยนแปลงความยาวและอัตราการดูดซึมน้ำลดลงอย่างมากเมื่อใส่ปริมาณน้ำอย่าง

ชั้นเพียงเล็กน้อยแต่กลับมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อใส่น้ำยางชั้นในปริมาณที่สูงขึ้นแสดงว่าการใส่ปริมาณน้ำยางชั้นที่เหมาะสมสามารถนำไปพัฒนาเป็นคอนกรีตมวลเบาที่มีสมบัติความทึบน้ำสูงได้ต่อไป

ปรารภณา แสงบุญเรือง (2554) ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของอิฐมวลเบาโดยใช้เศษอิฐมวลเบามาแทนที่มวลรวมหยาบ ซึ่งเป็นส่วนผสมของคอนกรีต ซึ่งใช้เศษอิฐมวลเบาขนาด 3/4, 1/2 และ 3/8 นิ้ว แทนที่หิน ร้อยละ 0, 20, 40 และ 60 และอัตราส่วนระหว่างน้ำต่อวัสดุประสาน เท่ากับ 0.35 โดยทำการคัดเลือกสัดส่วนผสมที่ดีที่สุด จากการพิจารณาคุณสมบัติต่างๆ คือ กำลังอัด โดยให้ค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน จะต้องมีความมากกว่า 300 ksc (ใช้ทำแผ่นคอนกรีตปูพื้น อิฐบล็อก เป็นต้น), ร้อยละการแทนที่ของมวลรวมเบา จะต้องมีย้อยละการแทนที่ ที่มากที่สุด, ค่าการยุบตัวของคอนกรีต จะต้องอยู่ในช่วงระหว่าง 5 – 10 เซนติเมตร และ ค่าการไหลของคอนกรีต จะต้องอยู่ในช่วง 50 – 100 % จากการศึกษาศักยภาพและสมบัติเชิงกลของอิฐมวลเบา พบว่า ค่าการยุบตัวของคอนกรีตเมื่อแทนที่เศษอิฐมวลเบาร้อยละ 20, 40 และ 60 อยู่ในช่วง 5-10 cm และ ค่าร้อยละการไหลแผ่ของคอนกรีตเมื่อแทนที่คอนกรีตมวลเบาร้อยละ 20, 40 และ 60 อยู่ในช่วง 50-100%ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละการแทนที่และขนาดของเศษอิฐมวลเบาที่เหมาะสมโดยเกณฑ์ที่กำหนดให้คอนกรีตสามารถรับกำลังอัดได้ 300 ksc และมีร้อยละการแทนที่ที่มากที่สุดเพื่อให้ลดปริมาณของมวลรวมหยาบได้มากที่สุด จึงสรุปได้ว่าที่ร้อยละ 40 ขนาด 3/8” ของคอนกรีตที่มีการบ่ม เป็นสัดส่วนของการผสมคอนกรีตที่เหมาะสม

สุวัฒนา นิคม (2554) ได้ทำการวิจัยศึกษาการนำยิปซัมเทียมหรือแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ที่เหลือจากกระบวนการดักจับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ของโรงไฟฟ้า กระปี่มาผลิตเป็นอิฐมวลเบาเพื่อเป็นวัสดุทางเลือกโดยนำยิปซัมเทียมมาอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากการอบยิปซัมเทียมจะเกิดการแปรสภาพเป็นแคลเซียมซัลเฟตไดไฮเดรต($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ซึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นอิฐมวลเบาได้เช่นกันในการผลิตอิฐมวลเบาใช้อัตราส่วนของน้ำต่อยิปซัมเทียมที่ 1.0, 0.9, 0.8 และ 0.7 เท่าของเฟสควบคุมทดสอบเพื่อหาค่ากำลังอัดเวลาก่อตัวความหนาแน่นแห้งและการดูดซึมน้ำผลทดลองพบว่าคุณสมบัติโดยรวมของอิฐมวลเบาจากยิปซัมเทียมมีสมบัติใกล้เคียงกับอิฐมวลเบาโดยอิฐมวลเบาจากยิปซัมเทียมมีค่ากำลังอัด 13.87 MPa ความหนาแน่นแห้ง 1290 กก./ม.3 และการดูดซึมน้ำ 198 กก./ม.3

ณัฐพัชร สืบบัวแก้ว (2555) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาอิฐมวลเบาโดยใช้กระดาษเหลือใช้ วัตถุประสงค์ของการวิจัยมีดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ 2) เพื่อทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้และ 3) เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเป็นอิฐมวลเบาด้วยกระดาษเหลือใช้จำนวน 5 อัตราส่วนตามอัตราส่วนน้ำหนักกับปริมาตรและทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอิฐมวลเบาผลการวิจัยพบว่า การทดสอบอิฐมวลเบาโดยใช้กระดาษเหลือใช้สรุปผลการทดสอบทั้ง 5 อัตราส่วนพบว่าทั้ง 5 อัตราส่วนผสมไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอิฐมวลเบาแต่อัตราส่วนที่ 5 ใช้กระดาษ 50 ลิตรไม่มีทรายเป็นส่วนผสมปูนซีเมนต์ 30 ลิตรยิปซัม 9 ลิตรปูนขาว 9 ลิตรและผงอลูมิเนียม 2 ลิตรมีค่าความหนาแน่นค่าความชื้นและค่าความต้านแรงดิ่งกับ

ผิวหน้าเทียบเท่ามาตรฐานอิฐมวลเบาส่วนค่าความดูดซึมน้ำสูงกว่ามาตรฐานอิฐมวลเบาซึ่งอาจนำไปใช้กับการก่อสร้างผนังภายในอาคารได้

รุ่งโรจน์ ปิยะภาณุวัฒน์ (2555) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (OPC) ด้วยปูนขาวผสมเถ้าลอยในการผลิตคอนกรีตมวลเบาที่ผสมฝุ่นอะลูมิเนียมจากโรงหล่อหลอมอะลูมิเนียมและผงอะลูมิเนียมบริสุทธิ์โดยใช้อัตราส่วนปูนขาวต่อเถ้าลอยเท่ากับ 35: 65 โดยน้ำหนักมาแทนที่ปูนซีเมนต์ในปริมาณร้อยละ 0, 25, 50 และ 75 โดยน้ำหนักของปูนซีเมนต์และทำการผสมฝุ่นอะลูมิเนียมร้อยละ 20 และผงอะลูมิเนียมบริสุทธิ์ร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักของวัสดุยึดประสานอัตราส่วนระหว่างวัสดุยึดประสานต่อทรายเท่ากับ 1:1 และมีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยปูนดิบร้อยละ 10 โดยน้ำหนักผลการศึกษาพบว่าปริมาณการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยปูนขาวผสมเถ้าลอยเพิ่มขึ้นค่าความหนาแน่นและกำลังอัดมีค่าลดลงโดยคอนกรีตมวลเบาที่มีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยปูนขาวผสมเถ้าลอยในปริมาณร้อยละ 75 ที่มีการเติมอะลูมิเนียมบริสุทธิ์มีค่ากำลังอัดและความหนาแน่นเท่ากับ 51.20 กก./ชม.2 และ 785 กก./ม.3 และเมื่อมีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยปูนดิบพบว่าค่ากำลังอัดและความหนาแน่นมีค่าลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 37.40 กก./ชม.2 และ 733 กก./ม.3 และมีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.21 วัตต์/เมตร.เคลวินส่วนคอนกรีตมวลเบาที่มีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยปูนขาวผสมเถ้าลอยในปริมาณร้อยละ 75 ที่มีการเติมฝุ่นผงอะลูมิเนียมมีค่ากำลังอัดและความหนาแน่นเท่ากับ 76.45 กก./ชม.2 และ 985 กก./ม.3 เมื่อมีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยปูนดิบพบว่าค่ากำลังอัดและความหนาแน่นลดลงมีค่าเท่ากับ 42.7 กก./ชม.2 และ 788 กก./ม.3 และมีค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.24 วัตต์/เมตร.เคลวินคอนกรีตมวลเบาที่มีการแทนที่ปูนซีเมนต์ด้วยปูนขาวผสมเถ้าลอยและปูนดิบในปริมาณร้อยละ 75 และ 10 ตามลำดับที่มีการเติมฝุ่นผงอะลูมิเนียมแทนอะลูมิเนียมบริสุทธิ์มีค่ากำลังอัดและค่าความหนาแน่นที่อายุ 28 วันผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอก. 1505-2541: ชั้นส่วนคอนกรีตมวลเบาแบบมีฟองอากาศอบไอน้ำชั้นคุณภาพ 4

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์ผสมซีเมนต์โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย ดังมีรายละเอียด ต่อไปนี้

1. การเตรียมอุปกรณ์และวัสดุต่างๆ

ในการดำเนินการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์ผสมซีเมนต์โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน มีอุปกรณ์และวัสดุที่ต้องเตรียมก่อนการดำเนินการ ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ประเภท 1(สำหรับงานโครงสร้าง)
2. ดินแดง
3. ซีเมนต์
4. ตาซัง
5. น้ำยางพาราสด
6. เครื่องอัดอิฐดินซีเมนต์
7. เครื่องบดดิน
8. กระบะผสม
9. น้ำสะอาดสำหรับผสม
10. เครื่องผสมดินซีเมนต์

2. การผลิตก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน

ในการผลิตก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์ผสมซีเมนต์โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน มีวิธีการและขั้นตอนการผลิต ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. นำดินแดงไปตากแดดเพื่อลดความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อดิน
2. นำดินแดงที่ได้จากข้อ 1. มาบดด้วยเครื่องบดดิน เพื่อให้ดินแดงมีความละเอียดและมีขนาดของเม็ดดินเล็กลงก่อนที่จะนำไปผลิตอิฐมอญซีเมนต์
3. นำปูนซีเมนต์และซีเมนต์มาร่อนผ่านตะแกรงผ้าเขียวเพื่อแยกขนาดของเม็ดปูนและเศษซีเมนต์ที่มีขนาดใหญ่เกินไปออกและเศษวัสดุต่าง ๆ ที่ปนมาในปูนซีเมนต์และซีเมนต์ออกก่อนที่จะนำไปผลิตอิฐมอญซีเมนต์
4. นำดินแดง ปูนซีเมนต์ ซีเมนต์และน้ำยางพาราสดที่เตรียมไว้ นำมาผสมกันโดยกำหนดอัตราส่วนผสมโดยแบ่งตามส่วนปริมาตร(ซึ่งการกำหนดส่วนผสมนี้ได้จากการวิจัยที่ขึ้นอยู่กับชนิดดินและขนาดของเม็ดของดินในแต่ละพื้นที่ที่ได้มีการทำวิจัยไว้แล้ว) แล้วคลุกเค้าให้เข้ากันโดยเครื่องผสมดิน หลังจากนั้นก็ใส่น้ำเข้าไปที่ละเล็กละน้อยให้ทั่วถึงทั้งหมดของส่วนผสมในดิน โดยไม่ให้เหลวมากเกินไป ให้พอหมาด ๆ หลังจากนั้นใส่น้ำยางพาราสดเข้าไปตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ คลุกเค้าให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกันโดยเครื่องผสมวัสดุ
5. เมื่อส่วนผสมเข้ากันดีแล้วนำไปเข้าเครื่องอัดอิฐมอญดินซีเมนต์ จะได้ก้อนอิฐมอญซีเมนต์แล้วเก็บไว้ในที่ร่ม

6. ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 1 วัน ก็จะได้ก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน
7. นำก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบบ่มในร่มโดยการพรมน้ำประมาณ 7 วัน จะได้ก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานนำไปใช้งานได้
8. นำก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานไปทดสอบหากำลังรับแรงอัด และการดูดกลืนน้ำ(ดูรายละเอียดในภาคผนวก วิธีการผลิตก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ)



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4 ผลการวิจัย

ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน มีผลของการวิจัย ตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานในห้องทดสอบวัสดุก่อสร้าง มีผลการวิจัย ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1. ผลกำลังรับแรงอัดก้อนอิฐมวลเบาผสมซีเถ้าแกลบ โดยมีอัตราส่วนผสม ดังนี้
 - ปูนซีเมนต์ 1.5 ส่วน ดินแดง 10 ส่วน ซีเถ้าแกลบ 1 ส่วน และน้ำยางพาราสด 0.5 ลิตร โดยสัดส่วน

ตารางที่ 4.1 แสดงผลกำลังรับแรงอัดก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 0.5 ลิตร โดยสัดส่วน)

ตัวอย่าง	ขนาดของก้อนตัวอย่างทดสอบ (กว้าง×ยาว×สูง) ซม.	น้ำหนัก (กก.)	พื้นที่หน้าตัดรับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัดประลัย (กก./ตร.ซม.)
1	7x20x30	7.480	140	5,500	39.286
2	7x20x30	7.400	140	5,400	38.571
3	7x20x30	7.350	140	5,500	39.286
4	7x20x30	7.450	140	5,300	37.857
ค่าเฉลี่ย					38.750

จากตารางที่ 4.1 ผลกำลังรับแรงอัดก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 0.5 ลิตร โดยสัดส่วน) ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัดประลัย 38.750 กก./ตร.ซม.

2. ผลกำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์ผสมซีเมนต์ซีเมนต์ โดยมียัตราส่วนผสม ดังนี้
- ปูนซีเมนต์ 1.5 ส่วน ดินแดง 10 ส่วน ซีเมนต์ซีเมนต์ 1 ส่วน
 - และน้ำยางพาราสด 1.0 ลิตร โดยสัดส่วน

ตารางที่ 4.2 แสดงผลกำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์ผสมซีเมนต์ซีเมนต์ โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 1.0 ลิตร โดยสัดส่วน)

ตัวอย่าง	ขนาดของก้อนตัวอย่าง ทดสอบ (กว้างxยาวxสูง) ซม.	น้ำหนัก (กก.)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลัง สูงสุด (กก.)	กำลังอัดประลัย (กก./ตร.ซม.)
1	7x20x30	7.480	140	5,350	38.214
2	7x20x30	7.400	140	5,300	37.851
3	7x20x30	7.350	140	5,400	38.571
4	7x20x30	7.450	140	5,450	38.929
ค่าเฉลี่ย					38.391

จากตารางที่ 4.2 ผลกำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์ผสมซีเมนต์ซีเมนต์ โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 1.0 ลิตร โดยสัดส่วน) ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัดประลัย 38.391 กก./ตร.ซม.

3. ผลกำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์ผสมซีเมนต์ซีเมนต์ โดยมียัตราส่วนผสม ดังนี้
- ปูนซีเมนต์ 1.5 ส่วน ดินแดง 10 ส่วน ซีเมนต์ซีเมนต์ 1 ส่วน
 - และน้ำยางพาราสด 1.5 ลิตร โดยสัดส่วน

ตารางที่ 4.3 แสดงผลกำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์ผสมซีเมนต์ซีเมนต์ โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 1.5 ลิตร โดยสัดส่วน)

ตัวอย่าง	ขนาดของก้อนตัวอย่าง ทดสอบ (กว้างxยาวxสูง) ซม.	น้ำหนัก (กก.)	พื้นที่หน้าตัด รับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลัง สูงสุด (กก.)	กำลังอัด ประลัย (กก./ตร.ซม.)
1	7x20x30	7.480	140	5,300	37.857
2	7x20x30	7.400	140	5,250	37.500
3	7x20x30	7.350	140	5,300	37.857
4	7x20x30	7.450	140	5,350	38.214
ค่าเฉลี่ย					37.857

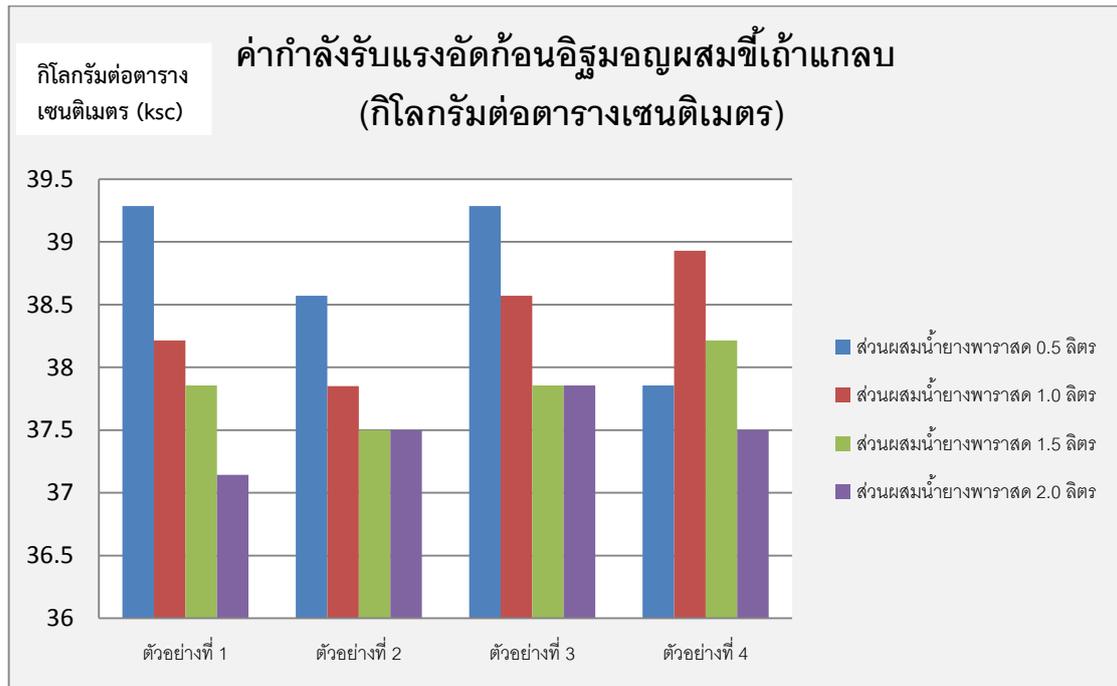
จากตารางที่ 4.3 ผลกำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์ผสมซีเมนต์ซีเมนต์ โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 1.5 ลิตร โดยสัดส่วน) ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัดประลัย 37.857 กก./ตร.ซม.

4. ผลกำลังรับแรงอัดก้อนอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ โดยมีอัตราส่วนผสม ดังนี้
- ปูนซีเมนต์ 1.5 ส่วน ดินแดง 10 ส่วน ซีเถ้าแกลบ 1 ส่วน และน้ำยางพาราสด 2.0 ลิตร โดยสัดส่วน

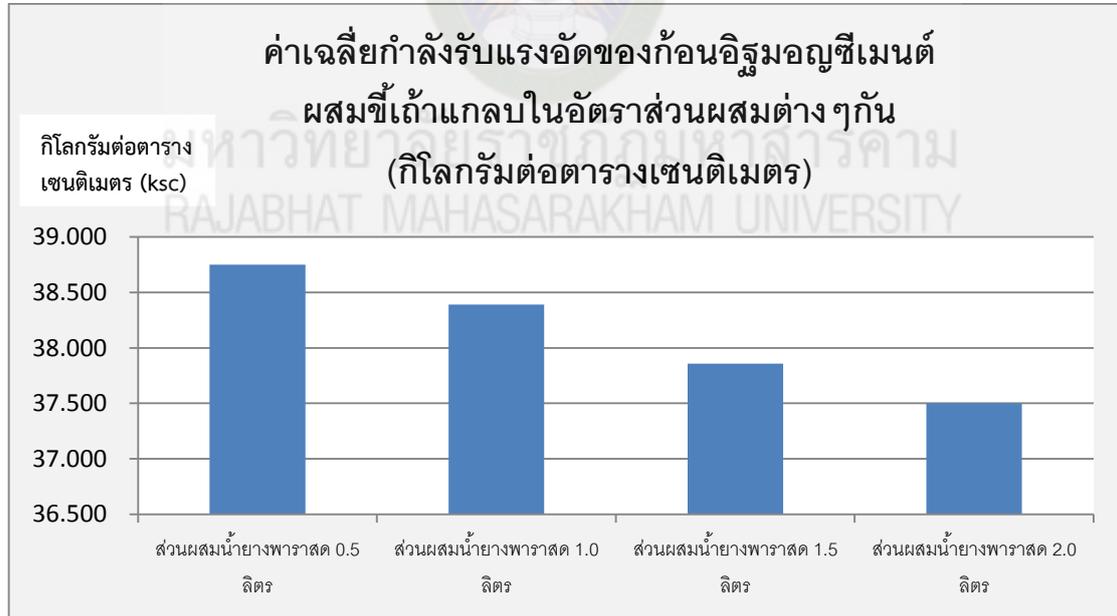
ตารางที่ 4.4 แสดงผลกำลังรับแรงอัดก้อนอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ โดยใช้ น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 2.0 ลิตร โดยสัดส่วน)

ตัวอย่าง	ขนาดของก้อนตัวอย่างทดสอบ (กว้างxยาวxสูง) ซม.	น้ำหนัก (กก.)	พื้นที่หน้าตัดรับแรงอัด (ตร.ซม.)	กำลังสูงสุด (กก.)	กำลังอัดประลัย (กก./ตร.ซม.)
1	7x20x30	7.480	140	5,200	37.143
2	7x20x30	7.400	140	5,250	37.500
3	7x20x30	7.350	140	5,300	37.857
4	7x20x30	7.450	140	5,250	37.500
ค่าเฉลี่ย					37.500

จากตารางที่ 4.4 ผลกำลังรับแรงอัดก้อนอิฐมวลเบาผสมซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ โดยใช้ น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน (น้ำยางพาราสด 2.0 ลิตร โดยสัดส่วน) ได้ค่าเฉลี่ยกำลังอัดประลัย 37.500 กก./ตร.ซม.



ภาพที่ 4.1 แสดงค่ากำลังรับแรงอัดก่อนอิฐมอญผสมซีเมนต์แก่กลบ (กิโกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

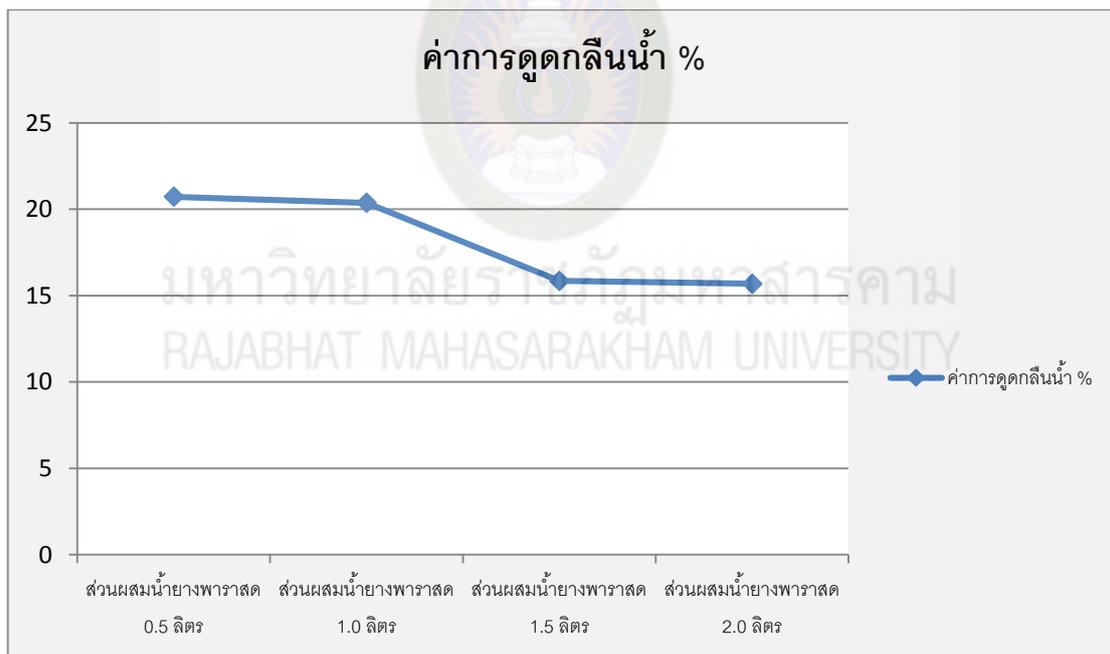


ภาพที่ 4.2 แสดงค่าค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แก่กลบในอัตราส่วนผสมต่างๆกัน (กิโกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

2. ผลการดูดกลืนน้ำของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการดูดกลืนน้ำของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน

ตัวอย่างก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบ (ก x ย x ส) ซม.	น้ำหนักก้อนอิฐก่อนแช่น้ำ (กก.)	น้ำหนักก้อนอิฐหลังแช่น้ำ (กก.)	% การดูดกลืนน้ำ 24 ชั่วโมง	น้ำยางพาราสดโดยสัดส่วน (ลิตร)
7.00x20.00x10.00	2.180	2.750	20.727	0.5
7.00x20.00x10.00	2.150	2.700	20.370	1.0
7.00x20.00x10.00	2.230	2.650	15.849	1.5
7.00x20.00x10.00	2.150	2.550	15.686	2.0



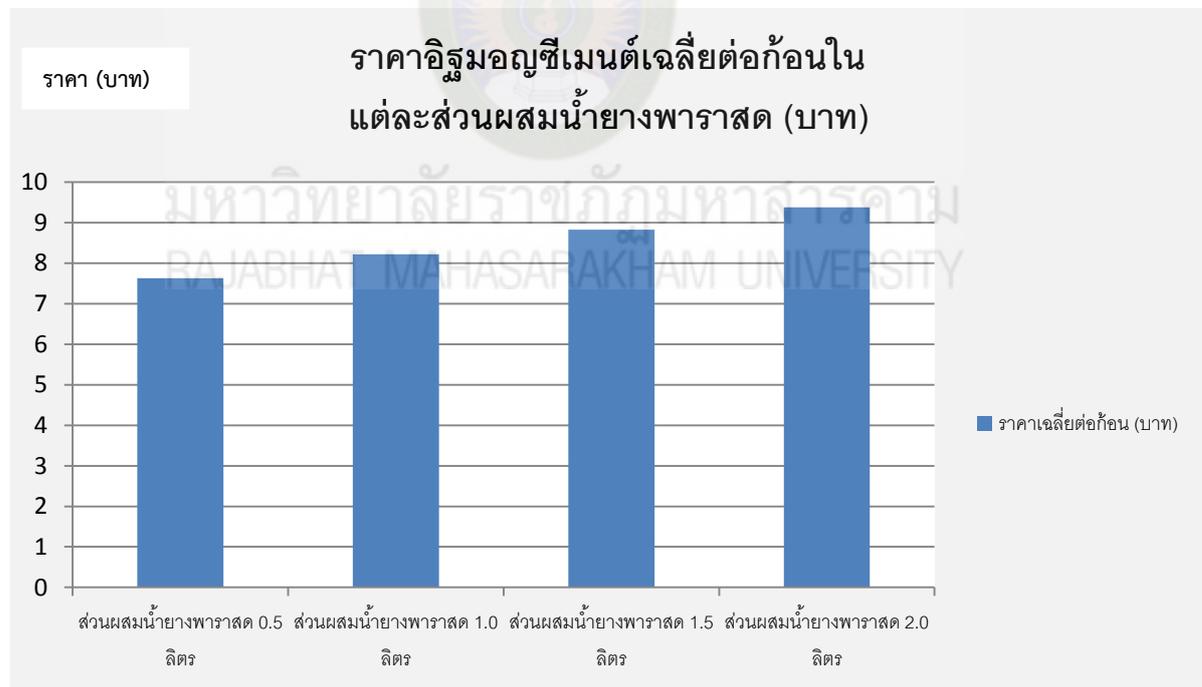
ภาพที่ 4.3 แสดงค่าการดูดกลืนน้ำ %

3. ผลการเปรียบเทียบราคาระหว่างอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบกับอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน ผลวิจัยดังแสดงในตารางที่ 4.6 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. จำนวนก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบกับอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์แกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานและราคา (การผลิตอัดอิฐมอญซีเมนต์ 1 ครั้ง)

ตารางที่ 4.6 แสดงผลราคาอิฐมอญซีเมนต์เฉลี่ยต่อก้อนในแต่ละส่วนผสมน้ำยางพาราสด (บาท)

ชนิดของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์ในอัตราส่วนผสมต่างๆ กัน	จำนวนก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเมนต์ (ก้อน)	ราคาต่อก้อน (บาท)	ราคาน้ำยางพาราสดต่อลิตร (บาท)	ราคาทั้งหมด (บาท)	ราคาเฉลี่ยต่อก้อน (บาท)
ส่วนผสมน้ำยางพาราสด 0.5 ลิตร	40.0	7.00	25	305.00	7.63
ส่วนผสมน้ำยางพาราสด 1.0 ลิตร	40.5	7.00	50	333.50	8.22
ส่วนผสมน้ำยางพาราสด 1.5 ลิตร	41.0	7.00	75	362.00	8.83
ส่วนผสมน้ำยางพาราสด 2.0 ลิตร	42.0	7.00	100	394.00	9.38



ภาพที่ 4.4 ราคาอิฐมอญซีเมนต์เฉลี่ยต่อก้อนในแต่ละส่วนผสมน้ำยางพาราสด (บาท)

4. การยึดกับปูนฉาบของผนังอิฐซีเมนต์ผสมซีเมนต์ในอัตราส่วนผสมซีเมนต์ในอัตราส่วนผสมต่างๆ กัน ดังแสดงในภาคผนวก ก ภาพที่ ก-10 ถึง ก-11 จากผลการวิจัยพบว่ามีการยึดติดกับปูนฉาบยึดเกาะกันได้ดีไม่มีรอยแตกร้าวที่ผิวของผนัง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน จากผลของการวิจัยที่ได้สามารถนำมาสรุปผลของการวิจัย ตามรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การรับแรงอัดของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานที่สัดส่วน 0.0 , 1.0 , 1.5 และ 2.0 ลิตร โดยทุกสัดส่วนมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน มอก. 77-2531 ของอิฐมอญทั่วไปที่มีค่าอยู่ไม่ต่ำกว่า 35 กก./ตร.ซม. ดังนั้นการรับแรงอัดของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานจึงสามารถรับแรงอัดได้ตามค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

2. การดูดกลืนน้ำของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานที่สัดส่วน 0.0 , 1.0 , 1.5 และ 2.0 ลิตร โดยทุกสัดส่วนซึ่งมีค่าไม่สูงกว่าค่ามาตรฐาน มอก. 77-2531 ของอิฐมอญทั่วไปที่มีค่าไม่สูงกว่า 25 % ดังนั้นค่าการดูดกลืนน้ำของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานน้อยกว่าค่ามาตรฐานจะมีผลดีต่อผนังอาคารเพราะผนังที่มีความชื้นน้อยกว่าจะทำให้ไม่เกิดรอยแตกร้าวของผนังอาคารเนื่องจากการระเหยของน้ำภายหลังจากการก่อผนัง

3. การยึดเกาะกับปูนฉาบของผนังอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน จากผลการวิจัยพบว่าการยึดเกาะกับปูนฉาบได้ดีไม่มีรอยแตกร้าวที่ผิวของผนัง การก่อผนังของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ มีการยึดเกาะกันได้ดีระหว่างปูนก่อกับก้อนอิฐ ผนังไม่มีรอยแตกของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบระหว่างการก่อและหลังการก่อผนัง . การฉาบผนังของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ ผนังไม่มีรอยแตกร้าวของปูนฉาบ การยึดเกาะระหว่างปูนฉาบกับผนังอิฐยึดเกาะกันได้ดี ฉาบง่าย ใช้ปูนฉาบน้อย และประหยัดเวลาในการฉาบผนัง ผนังไม่มีรอยแตกของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบระหว่างการฉาบและหลังการฉาบผนัง

4. การเปรียบเทียบราคาค่าอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบยางพาราเป็นตัวประสานกับอิฐมอญซีเมนต์ทั่วไปจะมีราคาค่าผลิตอิฐมอญซีเมนต์โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานต่อก้อนสูงกว่าอิฐมอญซีเมนต์ทั่วไปอยู่ระหว่าง 1.50 – 2.50 บาทเฉลี่ยต่อก้อน โดยตามสัดส่วนผสมของน้ำยางพาราสด

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน พบว่าผลการทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานในห้องทดสอบวัสดุงานก่อสร้าง ซึ่งมีการทดสอบการรับแรงอัดของอิฐมอญซีเมนต์ การดูดกลืนน้ำของอิฐ และการยึดเกาะกับปูนก่อฉาบของผนังอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบมีค่าตามที่มาตรฐาน มอก. ของอิฐมอญทั่วไปที่กำหนดไว้ ส่วนการฉาบผนังไม่มีรอยแตกร้าวของปูนฉาบ การยึดเกาะระหว่างปูนฉาบกับผนังอิฐยึดเกาะกันได้ดี ส่วนการเปรียบเทียบราคาค่าอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบยางพาราเป็นตัวประสานกับอิฐมอญซีเมนต์ทั่วไปจะมีราคาค่าผลิตอิฐมอญซีเมนต์โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานต่อก้อนสูงกว่าอิฐมอญซีเมนต์ทั่วไปอยู่ระหว่าง 1.50 – 2.50 บาทเฉลี่ยต่อก้อน โดยตามสัดส่วนผสมของน้ำยางพารา

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ควรนำผลการวิจัยที่ได้ไปต่อยอดให้เกิดเป็นรูปธรรมในเชิงพาณิชย์ เผยแพร่ออกสู่ชุมชน หรือ โรงงานที่สนใจในการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน ซึ่งจะทำให้เกิดธุรกิจและสร้างรายได้ให้เกิดขึ้นและเป็นการช่วยลดผลกระทบต่อสภาวะโลกร้อนซึ่งเกิดจากวิธีการผลิตอิฐมอญแบบเดิมที่ใช้การเผาซึ่งส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยคุณสมบัติทางวิศวกรรมอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การนำความร้อน การทนไฟไหม้ การกันเสียง เป็นต้น เพราะในการวิจัยครั้งนี้ห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุก่อสร้างไม่มีเครื่องมือในการวัดค่าคุณสมบัติดังกล่าว



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กรมโยธาธิการ. **คู่มือการแนะนำการทำและการใช้อิฐดินซีเมนต์ในการก่อสร้าง.** กรุงเทพฯ, 2527
- กิตติศักดิ์ แก้วดอนหัน. **การศึกษาคุณสมบัติการนำความร้อนของอิฐผสมซีเมนต์แล้วเคลือบ.** งานโครงการ ปรินญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544
- จันทิมา ฤกษ์นันท์. **การพัฒนารูปแบบของอิฐดินซีเมนต์.** งานโครงการ ปรินญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2527
- ชัชวาลย์ เศรษฐบุต. **คอนกรีตเทคโนโลยี.** พิมพ์ครั้งที่ 1, บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง จำกัด, กรุงเทพฯ, 2536.
- ชัย จาตุรพิทักษ์กุล. **การพัฒนาแล้วเคลือบ-เปลือกไม้เพื่อใช้ในงานคอนกรีต.** เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ขอนแก่น, 2545
- เขาวนีย์ ชิวชูเกียรติ. **การปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯโดยซีเมนต์และแล้วเคลือบ.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544
- ทองปลิว ชมชื่น. **โครงการทำอิฐดินซีเมนต์สำหรับการก่อสร้าง.** คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2533
- ธงชัย เพียรทอง. **รูปแบบใหม่ของอิฐดินซีเมนต์.** งานโครงการ ปรินญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2529
- ธนาพงษ์ หลานวงศ์. **อิฐดินซีเมนต์เบา.** งานโครงการ ปรินญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545
- ธวัสน์ สอพิท. **อิฐดินซีเมนต์ผสมผง.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2542.
- ธวัชชัย ไชยเสนา. **การศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตกำลังสูงที่ทำจากปูนซีเมนต์ผสมซีเมนต์แล้วเคลือบซีเมนต์ลอยและสารลดน้ำพิเศษ.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2535
- บัณฑิต หิรัญสถิตย์พร. **การศึกษาปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์แล้วเคลือบซีเมนต์ลอยและสารลดน้ำพิเศษ.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2534
- บุรฉัตร ฉัตรวีระ. **คุณสมบัติของแล้วเคลือบที่หลีกเลี่ยงการใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทำอิฐมอญ.** เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ชลบุรี, 2542
- บุรฉัตร ฉัตรวีระ. **ผลของอัตราส่วนซีเมนต์เพสต์ต่อช่องว่างที่มีต่อคุณสมบัติเชิงกลของคอนกรีตผสมแล้วเคลือบ.** เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ชลบุรี, 2542
- บุรฉัตร ฉัตรวีระ. **คอนกรีตความร้อนต่ำโดยใช้แล้วเคลือบ.** เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6 เพชรบุรี, 2543

- บุรฉัตร ฉัตรวีระ. **คุณสมบัติของอิฐผสมเถ้าแกลบ**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2543
- บุรฉัตร ฉัตรวีระ. **คุณสมบัติทางกลและความทนทานของมอร์ตาร์ผสมเถ้าแกลบ**. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6 เพชรบุรี, 2543
- บุรฉัตร ฉัตรวีระ. **พฤติกรรมทางด้านความทนทานของซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบดำ**. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ขอนแก่น, 2545
- ปริญญา จินดาประเสริฐ และ อินทรชัย หอวิจิตร. **ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเถ้าลอยแม่เมาะ**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2528
- ปริญญา จินดาประเสริฐ. **ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเถ้าแกลบและซีเถ้าลอย**. สำนักงานเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาชนบท คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2530
- ปริญญา จินดาประเสริฐ. **คุณสมบัติของคอนกรีตบดอัดผสมเถ้าลอยและเถ้าแกลบดำ**. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6 เพชรบุรี, 2543
- ประจิด จิรปภา. **คอนกรีตผสมซีเถ้าลอยแม่เมาะ**. เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาชนบท ครั้งที่ 2 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น, 2526
- พรชัย เกษมกิจวัฒนา. **การพัฒนาอิฐดินซีเมนต์**. งานโครงการ ปรินญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2541
- พัชรินทร์ หาญสกุล. **การศึกษาคุณสมบัติของขอยซีเมนต์เพื่อใช้แทนอิฐ**. งานโครงการ ปรินญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2524
- พิชัย นิमितยสกุล. **ซีเมนต์แกลบเผา**. เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่องเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาชนบท ครั้งที่ 2 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น, 2526
- พิภพ สุนทรสมัย. **ช่างปูนก่อสร้าง**. พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพฯ . สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2535
- ภูมิศักดิ์ ลอยผา. **กำลังอัดของคอนกรีตผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เถ้าลอยและเถ้าแกลบจากเตาเผาอิฐ**. งานโครงการ ปรินญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2547
- วสันต์ ธีระเจตกุล. **การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของซีเมนต์ไลม์มอร์ตาร์**. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2532
- วัชรากร วงศ์คำจันทร์. **การพัฒนาความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตผสมเถ้าแกลบด้วยการเพิ่มความละเอียดของเถ้าแกลบ**. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ขอนแก่น, 2545
- วัชรินทร์ ผุดผ่อง. **อิฐดินซีเมนต์ผสมซีเถ้าลอยถ่านหินลิกไนต์**. งานโครงการ ปรินญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543
- วินิต ช่อวีเชียร. **คอนกรีตเทคโนโลยี**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539
- วีระ อำนวยพร. **อิทธิพลของเถ้าแกลบที่มีต่อคุณสมบัติทางกลของอิฐ**. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6 เพชรบุรี, 2543

- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมการฝึกหัดครู. **อิฐอัดแรง**. กรุงเทพฯ. อรุณการพิมพ์, 2526.
- สหชัย แก่นอากาศ. **กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตบล็อกผสมเถ้าแกลบ**. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 ขอนแก่น, 2545
- สาโรจน์ ดำรงศิลป์. **กำลังรับน้ำหนักของคอนกรีตผสมเถ้าแกลบ**. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต, 2543
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มอก. 53-2533** พิมพ์ครั้งที่ 6 กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ, 2533
- สุชิน เพ็ชรรัช. **การก่อสร้างอาคารด้วยอิฐดินซีเมนต์ประสาน**. ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนภาคเหนือ กรมการศึกษานอกโรงเรียน, 2536
- อนพัช พรหมมาณพ. **คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์มอร์ต้าเสริมเส้นใยสับปะรด**. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 5 ชลบุรี, 2542
- อดิมนต์ ยุพภรณ์. **ผลกระทบของความล่าช้าในการבודัดดินลูกรังผสมซีเมนต์**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544
- อาทิมา ดวงจันทร์. **คอนกรีตบล็อกผสมเถ้าขาน้อย**. เอกสารการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ชลบุรี, 2548
- ACI Committee. 1991. "Use of Fly Ash in Concrete" . In **ACI Manual of Concrete Practice**. Vol. 87 No. 3
- 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**
- Berry . E.E. and Malhotra, V.M. 1980. "Fly Ash for Use in concrete – A Critical Review" **In ACI Journal**, March-April.
- Cook, D.J. 1979. "Cementitious Materials Based on Rice Husk Ash" **Workshop on Industrial Utilization of Agro-Waste for Making Cement**, Peshawar, Pakistan.
- Cook D.J. and Suwanvitaya, P. 1981 . "Rice Husk Ash Cement " **the Third Workshop on Rice Husk Ash Cement**, New Delhi, India.
- Farooq-e-Azam. 1982. "A More Effective Grinding Method for Rice Husk Ash " **Master of Engineering thesis**, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
- Lane, R.O. and Best, J.F. 1982. "Properties and Use of Fly Ash in Portland Cement Concrete" **In Concrete International Design and Construction**.
- Kokubu, M. 1968. "Fly Ash and Fly Ash Cement" . **Proceeding of the Fifth International Symposium on the Chemical of Cement** , Part IV, Tokyo, Japan.
- Metha, P.K. 1979. "Properties of Cement Made from Rice Husk Ash". **In ACI Journal**.

- Meininger, R.C. 1982. "Use of Fly Ash in Cement and Concrete." **Report of Two Recent Meeting. In Concrete International Design and Construction.**
- Praparntanatorn, S. 1983. "Low Cost Cement of Rural Area ". **Master of Engineering thesis**, Khon Kaen University, Khon Kaen , Thailand.
- Ravina, D. 1981. " Efficient Utilization of Coarse and Fine Fly Ash Precast Concrete by Incorporating Thermal Curing". **In ACI Journal**, May-June.
- Raymond, J.S. 1983. " Admixture for concrete". **Handbook of Structural Concrete.** Pitman Book Limited,London.
- Sooriyakmaran, R. and Ismail M.G.M.U. 1979. " Rice Hull Ash Cement" **Workshop on Exchange of Experience and Technology** , Transfer in the Utilization of Agro-Waste Material for Making Cement Like Material in the ESCAP Region, Peshawar



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รายงานการวิจัย
เรื่อง

การผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน
Production of soil cement brick mixed rice husk
using a latex binder



วิพล ไชยชนะ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ปี พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2561)



รายงานการวิจัย
เรื่อง

การผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบโดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน
Production of soil cement brick mixed rice husk
using a latex binder



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
วิพล ไชยชนะ
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ปี พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัยปีงบประมาณ 2561)

ประวัติผู้วิจัย



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นาย วิพล ไชยชนะ

Mr. Wipol Chaichana

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2534

วิศวกรรมศาสตร์(โยธา) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2545

วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต(โยธา) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2534-2536

วิศวกร บริษัท ชีโนไทย (มหาชน) จำกัด

พ.ศ. 2536-2539

วิศวกร บริษัท ปูนซีเมนต์เอเชีย (มหาชน) จำกัด

พ.ศ. 2539-2540

วิศวกรโครงการ บริษัท ขอนแก่นแลนด์ดีเวลลอปเมนต์ จำกัด

พ.ศ. 2540-2557

อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมก่อสร้าง
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

พ.ศ. 2558-ปัจจุบัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมระบบอาคาร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ภาคผนวก ก

ภาพขั้นตอนขบวนการผลิตอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ
โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสาน
และการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ
โดยใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานในห้องทดสอบวัสดุงานก่อสร้าง
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ ก-1 แหล่งวัตถุดิบและเตรียมวัสดุน้ำยางพารา (ต.คำใหญ่ อ.ห้วยเม็ก จ.กาฬสินธุ์)



ภาพที่ ก-2 วัสดุน้ำยางพาราสด (ต.คำใหญ่ อ.ห้วยเม็ก จ.กาฬสินธุ์)



ภาพที่ ก-3 เตรียมวัสดุดิบที่จะนำมาทำอิฐมอญซีเมนต์ ดินแดง และปูนซีเมนต์



ภาพที่ ก-4 เตรียมวัสดุดิบที่จะนำมาทำอิฐมอญซีเมนต์ เถ้ากลบ และน้ำยาล้างจาน



ภาพที่ ก-5 นำส่วนผสมแต่ละชนิดเข้าเครื่องผสมวัสดุดิบและเครื่องอัดอิฐมอญซีเมนต์แบบไฮดรอลิก



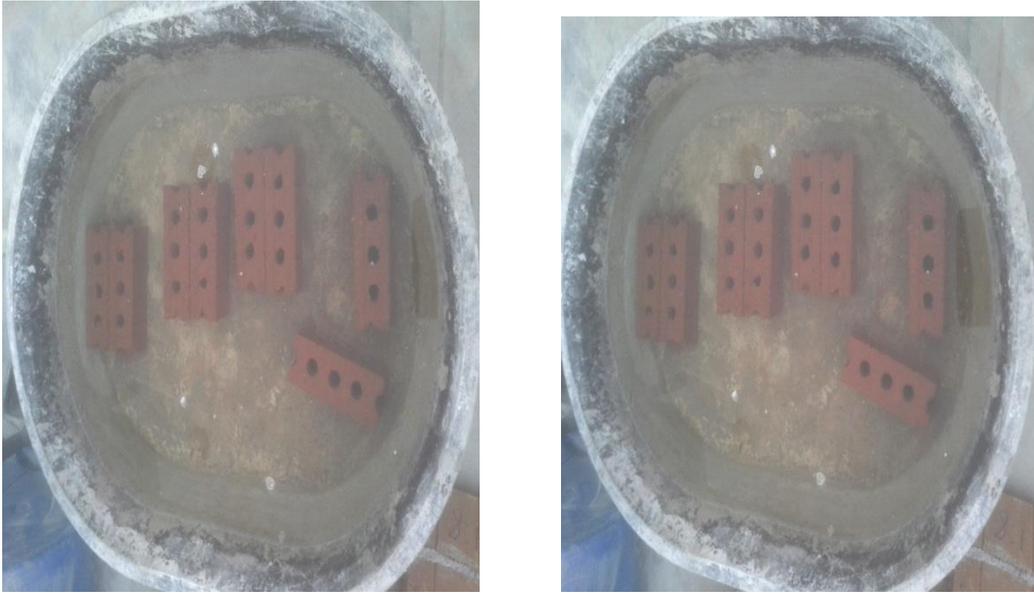
ภาพที่ ก-6 ทำการผลิตอัดอิฐมอญซีเมนต์แบบไฮดรอลิก



ภาพที่ ก-7 ทำการก่ออิฐตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังรับแรงอัดของก้อนอิฐมอญซีเมนต์



ภาพที่ ก-8 การทดสอบกำลังรับแรงอัดก้อนอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ



ภาพที่ ก-9 การทดสอบการดูดกลืนน้ำของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ



ภาพที่ ก-10 การทดสอบการก่อของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ



ภาพที่ ก-11 การทดสอบการก่อฉาบของอิฐมอญซีเมนต์ผสมซีเถ้าแกลบ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY