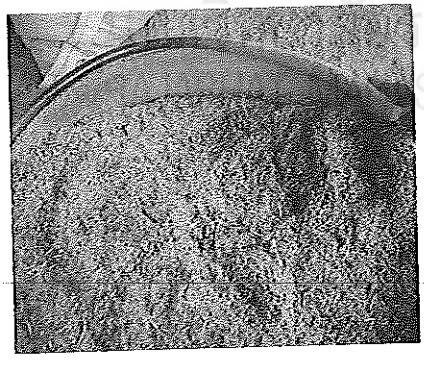
บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

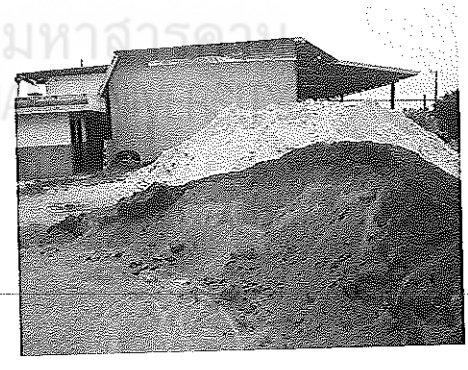
ซีเมนต์บล็อกผสมเถ้าแกลบเป็นวัสดุก่อสร้างประเภทหนึ่ง ทำมาจากปูนซีเมนต์ผสมเถ้าแกลบในท้องถิ่นและน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมซึ่งซีเมนต์บล็อกผสมเถ้าแกลบสามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้างได้หลายประเภท เช่น กำแพง ฝาผนังป้องกันความร้อน เป็นต้น

2.1 เถ้าแกลบ

การทำเถ้าแกลบบล็อกเป็นการนำเอาวัสดุจากท้องถิ่นที่หาได้ง่ายคือ มีส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์และเถ้าแกลบในท้องถิ่น เมื่อผสมกันแล้วจะได้วัสดุที่แข็งแรงทนทานและรับน้ำหนักบรรทุกได้ ซึ่งปกติเถ้าแกลบทั่วไปเมื่อทำก้อนเถ้าแกลบทั่วไปจะรับน้ำหนักได้ไม่มาก แต่เมื่อนำมาผสมกับปูนซีเมนต์ในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะรับน้ำหนักได้มากกว่าเดิมหลายเท่า ดังนั้น จึงได้มีวิธีการที่จะทำให้เถ้าแกลบที่มีอยู่ในท้องถิ่นมีความแข็งแรงและเหมาะสำหรับที่จะนำไปใช้ในงานก่อสร้างบ้านเรือน โดยการปรับปรุงเสถียรภาพของเถ้าแกลบด้วยซีเมนต์ เพื่อที่จะนำไปใช้ในงานก่อสร้างได้อย่างกว้างขวาง เช่น ทำรั้วบล็อกซีเมนต์ ทำบล็อกสำหรับทำผนังบ้านหรืออาคารต่าง ๆ เพื่อป้องกันความร้อน



ภาพที่ 2.1 ลักษณะเถ้าแกลบที่นำมาใช้



ภาพที่ 2.2 หินฝุ่นที่ใช้เป็นส่วนผสม

2.2 ปูนซีเมนต์

การแบ่งประเภทของปูนซีเมนต์ ASTM (American Society for Testing Materials) ได้แบ่งประเภทปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ 5 ประเภท ดังนี้

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

ประเภทที่ 2 ปูนซีเมนต์ดัดแปลง (Modified Cement) ใช้สำหรับการทำคอนกรีตหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกิดความร้อนและซัลเฟตปานกลาง

ประเภทที่ 3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แข็งตัวเร็ว (Rapid Hardening Portland Cement) สำหรับงานก่อสร้างที่ต้องถอดแบบเร็วหรืองานที่ต้องการทำแข่งกับเวลา

ประเภทที่ 4 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ความร้อนต่ำ (Low Heat Portland Cement) ใช้สำหรับงานก่อสร้างคอนกรีตที่มีความหนามาก ๆ เช่น การสร้างเขื่อน จะมีคุณสมบัติให้ความร้อน ดังนั้น การใช้ปูนซีเมนต์ประเภทนี้จะทำให้คอนกรีตไม่แตกร้าว

ประเภทที่ 5 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทนซัลเฟต (Sulphate Resisting Portland Cement) สำหรับก่อสร้างคอนกรีตที่อยู่ในน้ำทะเล หรือตามชายฝั่ง หรือบริเวณที่มีปริมาณของเกลือซัล เฟตสูงขึ้นจะมีผลกระทบต่อฐานรากและโครงสร้าง

2.3 การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรตชั่นสารประกอบหลักของปูนซีเมนต์

น้ำจะเกิดปฏิกิริยากับคัลเซียมซิลิเกตที่อยู่ในซีเมนต์ จากปฏิกิริยาดังกล่าวจะได้สารประกอบใหม่ขึ้นมาคือ $Ca(OH)_2$ และ Calcium Silicate Hydrste(CSH) จากนั้นซีเมนต์เพสต์จะมีคุณสมบัติเป็นด่าง (ph ประมาณ 12.5) เนื่องจากสาร $Ca(OH)_2$ และ Gel ที่เกิดขึ้นเมื่อแข็งตัวจะทำให้โครงสร้างไม่สม่ำเสมอและมีรูพรุน อายุ อุณหภูมิ และอัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของ CSH ทั้งสิ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สมการการเกิดปฏิกิริยา มีดังนี้

$2(3Cao*SiO_2) + (6H_2O)$ $3Cao*2SiO*3\ H_2O + 3Ca(OH)_2$

หรือ

$2C3S + 6H_2O$ $C3S3H3 + 3Ca(OH)_2$

$2(2CaO*SiO_2) + (4H2O)$ $3CaO*2SiO_2*3H_2O + Ca(OH)_2$

หรือ

$2C_2S + 4H_2O$ $C3S3H3 + Ca(OH)_2$

2.4 ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของ C3A

ทำให้ซีเมนต์สามารถแข็งตัวได้โดยอย่างรวดเร็ว เนื่องจากปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด ดังนั้น ในการผลิตปูนซีเมนต์จึงเติมยิปซั่มเข้าไปเพื่อเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยาดังกล่าว ดังนั้น ใน

ปูนซีเมนต์จึงมียิปซั่มและปฏิกิริยากับ C3A ได้ชั้นของ Ettringite เกิดขึ้นที่ผิวของ C3A เมื่อชั้น Ettringite เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของ C3A จึงไม่เกิดขึ้น เพราะว่าชั้นของ Ettringite หุ้มผิวอนุภาค C3A อยู่ น้ำจึงเข้าทำปฏิกิริยากับ C3A ไม่ได้แต่ชั้นของ Ettringite นี้ไม่เกิดขึ้นอย่างถาวร เพราะเมื่อเกิดชั้นของ Ettringite จะทำให้ปฏิกิริยาของของแข็งมากขึ้น เกิดการอัดตัวกันทำให้ชั้นของ Ettringite แตกออกแต่ละชั้นของ Ettringite ก็จะเกิดขึ้นใหม่เข้ามาแทนชั้นที่แตกออกการเกิดใหม่ของชั้น

Ettringite นี้ จะไม่สามารถเกิดขึ้นใหม่ทดแทนได้ เมื่อปริมาณ Sulphate Lons มีปริมาณน้อยลง ดังนั้น จึงเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของ C3A โดยที่ Ettringite จะเปลี่ยนไปเป็น Monosulphate

สมการเกิดปฏิกิริยา มีดังนี้

$3CaO*A1203+6H_2O$ $3CaO*A1203+6H_2O$

หรือ $C3A+6H_2O$ 3C3AH6

C3A+ CasO*2H30 $3CaO*AL203*CaSO*31\ H_2O$

2.5 ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของเตตระคัลเซียม อลูมิโนเฟอร์ไรท์ (C4AF)

เมื่อผสมปูนซีเมนต์กับน้ำสารประกอบหลัก C4AF เข้าทำปฏิกิริยากับยิปซั่มและ $Ca(OH)_2$ จากปฏิกิริยานี้จะทำให้เกิดสารประกอบที่มีอนุภาคลักษณะคล้ายเข็มของ Sulphoalminate และ Sulphoferrite ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นดังสมการ

$4CaO*AL_2O3*Fe2O3+CaSO4*2H_2O+Ca(HO)_2$

$3Ca(AI_2O3Fe_2O3)*3CaSO4$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.1 เวลาที่ทำปฏิกิริยาไฮเดรชั่นของสารประกอบหลักเกิดขึ้น 80%

สารประกอบหลัก	เวลา (วัน)
C3S	12
C2S	100
C3A	6
C4AF	50

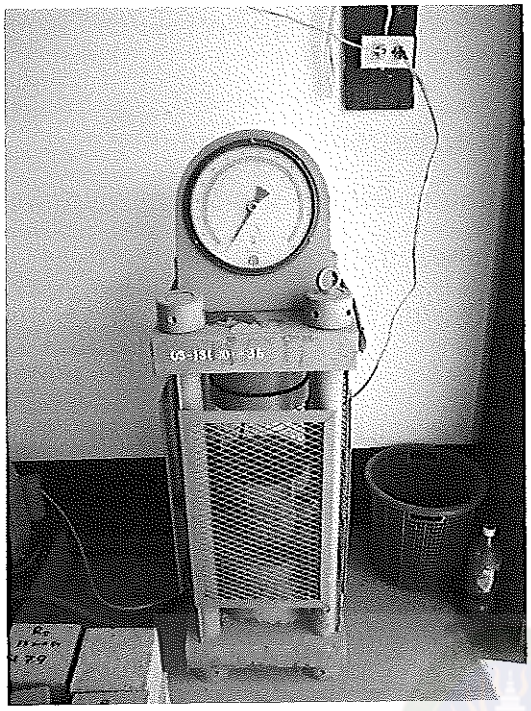
2.6 ปัจจัยที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น

คุณสมบัติของวีเมนต์เพสต์ที่ได้ จะมีคุณสมบัติดีหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับอัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ดังนั้น หากปฏิกิริยาไฮเดรชั่นเกิดขึ้นอย่างเป็นระเบียบและเหมาะสมก็จะทำให้คุณสมบัติของวีเมนต์เพสต์ดีไปด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาไฮเดรชั่นมีดังนี้

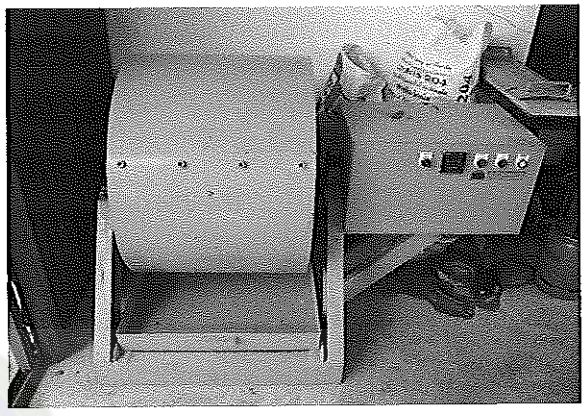
1. อายุของเพสต์ : ในช่วงแรก ๆ นั้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและจะลดลงตามเวลา
2. องค์ประกอบของปูนซีเมนต์ : สารประกอบหลักที่เป็นองค์ประกอบของปูนซีเมนต์ จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นแตกต่างกัน
3. ความละเอียดของปูนซีเมนต์ : ปูนซีเมนต์มีความละเอียดของเม็ดปูนซีเมนต์สูง (เม็ดเล็ก) จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากปูนซีเมนต์ที่มีขนาดเล็กจะเพิ่มผิวสัมผัสให้กับน้ำมากขึ้น ดังนั้น เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นได้อย่างรวดเร็ว
4. อัตราส่วนน้ำปูนซีเมนต์ : ซึ่งมีผลในช่วงหลังของการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ถ้าอัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์ในช่วงหลังมีค่าลดลง จะทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นเกิดขึ้นช้าลง
5. อุณหภูมิ : อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ถ้าอุณหภูมิสูงปฏิกิริยาไฮเดรชั่นก็จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่อุณหภูมิก็ไม่ควรสูงเกินไปเพราะจะทำให้ซีเมนต์เพสต์แตก
6. สารหน่วยหรือสารเร่ง : จะทำให้ปฏิกิริยาไฮเดรชั่นเกิดขึ้นเร็วหรือช้าตามต้องการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ภาพที่ 2.3 เครื่องผลิตซีเมนต์บล็อก



ภาพที่ 2.4 universal testing machine



ภาพที่ 2.5 เครื่องทดสอบลอสแองเจอลีส

2.7 เครื่องมือทำซีเมนต์บล็อกผสมเถ้าแกลบ

โดยปกติถ้าวัสดุผสมเป็นคอนกรีตแล้วไม่จำเป็นต้องใช้แรงอัดเพื่อให้ส่วนผสมของคอนกรีตยึดเกาะกันได้แน่น แต่เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งคอนกรีตจะเกิดแรงเชื่อมประสานขึ้นมาเอง โดยปฏิกิริยาทางเคมี ส่วนการทำซีเมนต์บล็อกนั้นส่วนผสมเป็นเถ้าแกลบ ปูนซีเมนต์ น้ำ สวนผสมต่าง ๆ ไม่สามารถยึดเกาะกันได้แน่นและแข็งแรง หากไม่มีแรงอัดหรือใช้เครื่องมือที่มีแรงอัดสูงจึงจะเรียงตัวกันหนาแน่นชิดกัน และเกิดช่องว่างระหว่างเม็ดเถ้าแกลบน้อยที่สุด จึงได้บล็อกซีเมนต์ที่มีความคงทนแข็งแรง และช่วยประหยัดส่วนผสมของปูนซีเมนต์ได้อีกด้วย

ซึ่งเครื่องมือทั้งสองแบบนี้เป็นเครื่องมือที่ทำงานกึ่งเครื่องมือกล โดยใช้แรงงานคนหมุนคันกว้านหรือพวงมาลัย และแรงคนกดดันกระเดื่องในเครื่องแบบซินวาแรม

2.8 ข้อดี ข้อเสียของเครื่องอัดทั้ง 2 แบบ

จากการทดสอบของกระทรวงศึกษาธิการพบว่า การทำงานของเครื่องอัดทั้ง 2 แบบสามารถที่จะสรุปความแตกต่างของเครื่องมือได้ดังนี้

1. ระบบการทำงานของเครื่องมือทั้งสองมักคล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันโดยที่การทำงานของเครื่องแลนด์กรีตนั้นใช้ระบบการทำงาน 2 ระบบร่วมกัน คือ ระบบการทำงานของล้อและเพลา กับ

หินต้องแห้ง เพราะทรายที่เปียกจะพองตัวทำให้ขาดจำนวนไป อาจมากถึง 30 % ซึ่งจะต้องเพิ่มทรายเข้าไปอีกและลดจำนวนน้ำลงตามสัดส่วน หินจะเปลี่ยนแปลงจำนวนไปไม่มากนักเมื่อเปียกน้ำ การใช้น้ำผสมคอนกรีตมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะกำลังของคอนกรีตนั้นขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์ จึงจำเป็นจะต้องกำหนดน้ำที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตให้มีความข้นเหลวพอเหมาะกับงานนั้น ๆ คือ น้ำ 30 ลิตร ต่อปูนซีเมนต์ 1 ถุง ในส่วนผสม 1:2:3/2 , 1:2:4 จะได้กำลังอัดของคอนกรีตอยู่ในเกณฑ์ที่ดีพอสมควร

2.11 การบ่มคอนกรีต

หลังจากคอนกรีตถูกเทลงแบบแล้ว 24 ชั่วโมง ควรเริ่มต้นทำการบ่มคอนกรีตอย่างต่อเนื่องจนได้อายุตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2.2 จำนวนวันในการบ่มคอนกรีต

งาน	คอนกรีตที่ใช้		
	ปูนซีเมนต์ตราเสือ	ปูนซีเมนต์ตราช้าง	ปูนซีเมนต์ตราอินทรีย์
1.งานธรรมดา เสา คาน และกำแพง	7 วัน	7 วัน	4 วัน
2.พื้นบ้าน พื้นถนนในบ้าน ฯลฯ	8 วัน	8 วัน	4 วัน
3.ถนนชั้นหนึ่งลานจอดหรือทางวิ่งของเครื่องบิน	-	14 วัน	7 วัน
4.เข็มสำหรับจะนำไปตอกเป็นฐานราก	21 วัน	14 วัน	7 วัน
5.งานพิเศษ แผ่นพื้นบาง ๆ	14 วัน	14 วัน	7 วัน
6.รูปหล่อที่เหล็กบาง ซึ่งใช้ปูนซีเมนต์ผสมมาก	-	21 วัน	7 วัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การบ่มคอนกรีตควรเลือกวิธีที่เหมาะสมสำหรับงานนั้น ๆ ซึ่งมีอยู่หลายวิธี ได้แก่

1. ใช้น้ำฉีดหรือพรมน้ำ
2. ใช้กระสอบคลุมแล้วรดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอ
3. ใช้สารประกอบทางเคมีสำหรับพ่นเป็นเยื่อบาง ๆ คลุม
4. ใช้กระดาษกันซึมปิดคลุม
5. ใช้ดินเหนียวกั้นเป็นขอบขังน้ำไว้

6. ใช้แผ่นผ้าพลาสติกคลุมให้มิดชิด
7. ใช้ทราย ขี้เลื่อย หรือดินคลุมแล้วรดน้ำให้ชุ่ม

ทราย(sand) เป็นหินแข็งที่แตกแยกออกมาจากก้อนหินใหญ่ โดยทรายจะแยกตัวออกมาได้เองตามธรรมชาติ ทรายมีขนาดระหว่าง 1/12 นิ้ว ถึง 1/400 นิ้ว ถ้ามีขนาดเล็กกว่านี้จะมีสภาพเป็นฝุ่น ทราย จะประกอบด้วย แร่ควอตซ์ หรือหินบะซอลต์ ทรายแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ทรายบกและทรายแม่น้ำ

ทรายบกเกิดจากหินทรายที่แตกแยกชำรุดออกมาเป็นเม็ดทรายตามสภาพภูมิอากาศ สิ่งแวดล้อม และจะฝังจมอยู่ในพื้นดินเป็นแห่ง ๆ ทรายชนิดนี้จะมีดิน ซากพืชและซากสัตว์ปะปนอยู่ด้วย ในการใช้งานจึงต้องนำทรายมาล้างแยกดิน ซากพืชและซากสัตว์ออกให้สะอาด ทรายจากทะเลทรายก็จัดเป็นทรายบกด้วย

ทรายชนิดนี้มีอยู่ทั่ว ๆ ไป ในที่ราบลุ่มของแม่น้ำ ทรายชนิดนี้เกิดจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ โดยกระแสน้ำได้พัดพาทรายจากที่ต่าง ๆ มาตกตะกอนรวมกันในแหล่งที่ราบลุ่มที่เป็นที่รวมของทราย

ในการก่อสร้างทั่ว ๆ ไป ทรายแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1. ทรายหยาบ เป็นทรายที่มีขนาดเม็ดใหญ่ มีเหลี่ยมคม และแข็งแรงดีมาก เหมาะสำหรับงานคอนกรีตที่ต้องการความแข็งแรงมาก ๆ
2. ทรายกลาง เป็นทรายที่มีขนาดเล็กกว่าทรายหยาบมาเป็นทรายที่เหมาะสำหรับงานปูนทั่ว ๆ ไป เช่น งานก่ออิฐถือปูน พื้นบ้าน ทางเท้า
3. ทรายละเอียด เป็นทรายที่มีขนาดเม็ดเล็กมาก เหมาะสำหรับงานปูนฉาบ ทำบัว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บัณฑิต หิรัญสถิตผล (2534) พบว่า ขี้เถ้าแกลบดำมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาเคมีมากกว่าขี้เถ้าลอยเมื่อขี้เถ้าแกลบดำแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้กำลังรับแรงอัดทั้งระยะต้นและระยะปลายดีขึ้น แต่ถ้าผสมขี้เถ้าแกลบและขี้เถ้าลอยมากเกินไป จะทำให้กำลังรับแรงอัดต่ำลง และ อัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ ขี้เถ้าแกลบดำ และขี้เถ้าลอย ที่อัตราส่วน 100 : 0 : 0. 80 : 0 : 20 และ 60 : 20 : 20 พบว่าขี้เถ้าแกลบดำและขี้เถ้าลอยทำให้ความข้นเหลวปกติเพิ่มขึ้น ระยะเวลาการก่อตัวไม่เปลี่ยนแปลงไป โดยมีข้อเสนอแนะว่า ส่วนผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ขี้เถ้าแกลบ และขี้เถ้าลอย ที่ประหยัดที่สุดและมีคุณสมบัติตามเกณฑ์กำหนดของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 คือ 60 : 20 : 20 และใส่สารลดน้ำพิเศษ 1.25 % ส่วนผสมนี้น่าจะนำไปใช้สำหรับ ทำคอนกรีตโครงสร้างโดยทั่วไปได้ และในการศึกษาควรศึกษาให้ครอบคลุมถึงส่วนผสมที่เกือบจะใช้ได้ด้วย

เพิ่มขึ้น และแทรกตัวอยู่ระหว่างช่องว่างของมวลรวม เถ้าลอยมีรูปร่างทรงกลม จะช่วยลดความเสียดทานระหว่างมวลรวมกับเพสต์ พบว่าความสามารถทำงานได้เท่ากัน ส่วนผสมคอนกรีตใช้เถ้าลอยทดแทนปูนซีเมนต์ใช้ปริมาณน้ำในส่วนผสมลดลง จากการศึกษาของปริญญาและอินทรชัย (2528) และบัณฑิต (2534) พบว่ามอร์ต้าที่ใช้เถ้าลอยเป็นส่วนผสมแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ก็ให้ผลเช่นเดียวกัน โดยมีข้อเสนอแนะว่า เนื่องจากข้อมูลต่างๆ ของคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมขี้เถ้าแกลบ และขี้เถ้าลอยยังมีค่อนข้างน้อยจึงควรที่จะมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลมากขึ้น

สาโรจน์ ดำรงศีล. บุรฉัตร ฉัตรวีระ และวินัย อวยพรประเสริฐ (2544) ได้ทำการศึกษาและวิจัยเรื่อง กำลังรับน้ำหนักของคอนกรีตผสมขี้เถ้าแกลบ ที่มีอายุ 28 วันและได้สรุปว่า กำลังรับแรงอัดและแรงดึงของคอนกรีตผสมขี้เถ้าแกลบจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณแกลบแทนปูนซีเมนต์มากขึ้นจนถึงจุดเหมาะสม คืออยู่ที่ ร้อยละ 20 โดยน้ำหนักของวัสดุผง ต่อจากนั้นค่ากำลังอัดและกำลังรับแรงดึงจะลดลง โดยที่คอนกรีตผสมขี้เถ้าแกลบที่มีปริมาณขี้เถ้าแกลบที่ปูนซีเมนต์ระหว่างร้อยละ 20 ถึง 30 โดยน้ำหนัก และใช้อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์ระหว่าง 0.6 ถึง 0.8 จะทำให้ได้คอนกรีตที่มีกำลังอัดประมาณ 160 ถึง 370 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตรนอกจากนี้ขี้เถ้าแกลบที่เหลือจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงในการทำอิฐมอญมีคุณสมบัติเป็นปอซโซลานประเภท N ตามมาตรฐาน ASTM C 618 – 94a สามารถใช้แทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์บางส่วนได้ แต่การใช้ขี้เถ้าแกลบแทนที่ปูนซีเมนต์ในการผลิตคอนกรีตจะมีผลทำให้ความหนาแน่นและการยุบตัวของคอนกรีตลดลงเมื่อเทียบกับคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ล้วน

ธีรวัฒน์ สินศิริ (2538) พบว่า การแทนที่ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ด้วยขี้เถ้าแกลบดำ และขี้เถ้าลอย 0 – 40% ไม่ทำให้ปริมาณน้ำที่เหมาะสมเปลี่ยนไป นอกจากนี้การผสมขี้เถ้าลอยมีผลทำให้ความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้นเนื่องจากขี้เถ้าลอยมีรูปร่างกลม การผสมขี้เถ้าลอยทำให้กำลังรับแรงอัดในตอนต้นลดลง แต่กำลังรับแรงอัดจะเพิ่มขึ้นในตอนปลายจะสูงขึ้น การผสมขี้เถ้าแกลบดำจะมีการพัฒนากำลังรับแรงอัดในช่วง 7 – 28 วัน ข้อเสนอแนะ ในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะศึกษาคุณสมบัติของขี้เถ้าแกลบดำให้มากขึ้น หรือควรนำมาเผาเอง

Damer, S. A. (1976) พบว่าซีเมนต์เพสต์ที่มีขี้เถ้าแกลบอยู่ร้อยละ 0–50 จะมีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าปูนซีเมนต์แต่อัตราการรับแรงอัดที่อายุ 28–29 วันจะสูงกว่าปูนซีเมนต์ล้วน อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ของส่วนผสมจะมากขึ้น เมื่อใช้ปริมาณขี้เถ้าแกลบที่เพิ่มขึ้น และมีค่าตั้งแต่ 0.30–0.65 ของกำลังรับแรงดึงแยกและจะลดลงตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์ และซีเมนต์ที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมขี้เถ้าแกลบร้อยละ 10–50 จะมีความเครียดจากการขยายตัว (Swelling Strain) สูงกว่าซีเมนต์เพสต์จากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ถึงร้อยละ 40–120 และความเครียดนี้จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของขี้เถ้าแกลบ

Metha, P. K. (1985) พบว่าสำหรับมอร์ตาที่มีอัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์คงที่ สามารถใช้ขี้เถ้าแกลบที่ปูนซีเมนต์ได้ถึงร้อยละ 70 โดยมีกำลังรับแรงอัดที่อายุ 28 วัน และพบว่าสำหรับมอร์ตาที่มีค่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การไหลคงที่สามารถใช้ขี้เถ้าแกลบแทนที่ปูนซีเมนต์ได้ถึงร้อยละ 40 โดยที่กำลังรับแรงอัดที่อายุ 28–90 วัน ประมาณเท่าเดิมและมอร์ตาที่ทำจากปูนซีเมนต์ผสมขี้เถ้าแกลบร้อยละ 35 และมีอัตราส่วนน้ำต่อสารซีเมนต์ 0.4 แช่ในกรดซัลฟูลิก (H2SO4) และกรดเกลือ (HC1) เข้มข้นร้อยละ 5 ติดต่อกันเป็นเวลา 1500 ชั่วโมง จะมีน้ำหนักสูญหายไปเนื่องจากการถูกกัดกร่อนร้อยละ 13 และ 8 ตามลำดับ

Nehdi, M., Duquette, J. and El Damatty, A. (2003) ทำการศึกษาโดยการใส่เถ้าแกลบจากอียิปต์และอเมริกา ผสมในคอนกรีตแทนซีเมนต์อัตราส่วน 7.5% 10% และ 12.5% โดยมีอ้างอิงคือคอนกรีตที่ไม่มีส่วนผสมอื่น ๆ และได้ทำการทดสอบกำลังอัดที่วันต่าง ๆ กันคือ 1. 7. 28. และ 56 วัน โดยจากการวัดกำลังที่เวลา 1 วัน คอนกรีตที่ผสมเถ้าแกลบจะมีค่าน้อยกว่าค่าอ้างอิงยกเว้น เถ้าแกลบที่ได้จากอียิปต์ที่ผสมแทนซีเมนต์ 7.5% แต่เมื่อเวลาผ่านไปที่ 28 วัน ค่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมเถ้าแกลบทุกตัวมีค่ามากกว่าค่าอ้างอิงทั้งหมดและที่ 56 วัน คอนกรีตที่ผสมเถ้าแกลบที่ได้จากอียิปต์ในอัตราส่วน 7.5% 10% และ 12.5% มีกำลังอัดเพิ่มขึ้นจากค่าอ้างอิง 20% 27% และ 40% ตามลำดับ โดยคอนกรีตที่ผสมเถ้าแกลบที่ได้จากอเมริกาก็มีกำลังอัดเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันโดยเพิ่มขึ้นเพียงประมาณ 27% จากการทดลองสรุปได้ว่าเถ้าแกลบสามารถช่วยเพิ่มกำลังอัดให้กับคอนกรีตได้ อย่างไรก็ตามค่าการยุบตัวของคอนกรีตในการทดลองนี้อยู่ที่ 150 ± 20 มม. จากการศึกษาดังที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การผสมดินขาวหรือเถ้าแกลบที่ผ่านการปรับปรุงด้วยความร้อนในส่วนผสมปูนซีเมนต์พบว่า วัสดุดังกล่าวมีคุณสมบัติเป็นสารปอซโซลาน ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่นและส่งผลให้รับกำลังอัดได้ไม่ด้อยไปกว่าคอนกรีตธรรมดา ดังนั้นแนวคิดดังกล่าวจึงเป็นแนวทางที่ทำให้เกิดการศึกษาในหัวข้อโครงการนี้ขึ้น แต่จะมีการศึกษาการรับกำลังอัดของคอนกรีตผสมดินขาวเผาและ/หรือเถ้าแกลบ ในระยะเวลา 1, 3, 7, 28 และ 90 วันตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY