**บทที่ 2**

**การทบทวนวรรณกรรม**

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนักโดยใช้ดินลมหอบผสมกับแกลบ มีแนวความคิดที่จะศึกษาความเป็นไปได้และหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้ดินลมหอบร่วมกับแกลบในอิฐบล็อกประสาน เพื่อเพิ่มคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. ปูนซีเมนต์

2. มวลรวมหรือวัสดุผสม

3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสาน

4. อิฐบล็อกประสาน

5. แกลบ

6. ดินลมหอบ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**2.1 ปูนซีเมนต์**

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ตามมาตรฐาน ASTM C 150 - The American Society for Testing Material ได้กำหนดให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมกับงานก่อสร้างได้ 5 ชนิด (ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2552) ดังนี้

1. ชนิด 1 Normal Portland cement บางที่เรียก Standard Portland cement เป็นชนิดมาตรฐานเหมาะที่จะให้กับงานก่อสร้างทั่วไป โดยเฉพาะงานคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforced concrete) ในงานอาคาร สะพาน ผิวถนน ลานบิน และอื่นๆ ได้ ประเทศไทย ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราช้ำงตราพญานาคเศียรเดียวสีเขียว ตราเพชร และตราดอกขิกปูนซีเมนต์

2. ชนิด 2 Modified Portland cement เป็นชนิดที่ผลิตขึ้นเพื่อต้านทานเกลือซัลเฟต เมื่อปูนซีเมนต์มีปฏิกิริยากับน้ำ (Hydration) จะเกิดความร้อนต่ำ และเพิ่มขึ้นช้ากว่าปูนซีเมนต์ชนิด 1 เหมาะที่จะนำมาใช้กับงานคอนกรีตหลา (Mass concrete) อุณหภูมิจะค่อยเพิ่มไม่ทำให้เกิดความเสียหายเนื่องจากความร้อนในคอนกรีต ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราพญานาค 7 เศียร

3. ชนิด 3 High-early strength Portland cement เป็นชนิดของปูนซีเมนต์ ที่ให้กำลังรวดเร็วในช่วงอายุ 24 ชั่วโมง จะมีความแข็งแรงของคอนกรีตที่ผสมด้วยปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 ที่อายุ 3 วัน และอายุ 7 วัน เท่ากับปูนซีเมนต์ชนิดที่ 1 อายุ 28 วัน เป็นต้น จึงเหมาะที่จะนำมาใช้กับงานที่ต้องการเร่งด่วน เช่น ถนนที่มีการสัญจรคับคั่ง สนามบินจะต้องเปิดใช้ และยังเหมาะสมที่จะนำมาใช้ กับช่วงที่มีอากาศหนาว (Cold Weather) เพื่อให้คอนกรีตแข็งตัว ได้อย่างรวดเร็วก่อนที่น้ำที่ผสมจะแข็งตัวเสียก่อน ได้แก่ ปูนซีเมนต์ของไทยตราเอราวัณ ตราสามเพชร และตราพญานาคเศียรเดียวสีแดง

4. ชนิด 4 Low – Heat Portland cement เป็นปูนซีเมนต์ชนิดพิเศษ มีอัตราความร้อนต่ำและกำลังก็เพิ่มขึ้นช้าๆ เหมาะที่จะเลือกใช้กับงานสร้างเขื่อนขนาดใหญ่

5. ชนิด 5 Sulfate – resistant Portland cement เป็นการจงใจที่ให้ต้านทานซัลเฟต เช่น กำรสร้างในบริเวณใกล้ทะเล หรือมิฉะนั้นก็อยู่ในดินเค็ม เทียบปูนซีเมนต์ในประเทศไทยได้กับตราปลาฉลามของบริษัทปูนซีเมนต์เอเชีย

นอกจากนี้ ยังมีปูนซีเมนต์ผสมหรือปูนซีเมนต์ซิลิกาซึ่งได้จากการนำเอาทรายหรือหินปูน บดละเอียดผสมเข้ากับปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดธรรมดาในอัตราส่วนประมาณ 1 : 4 บรรจุขายเป็นปูน อีกประเภทหนึ่งซึ่งมีคุณภาพและราคาต่ำกว่าปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดา มีคุณสมบัติแข็งตัวช้า จึงเหมาะสำหรับงานปูนก่อ ปูนฉาบ ปูนตกแต่ง และงานคอนกรีตที่ไม่ต้องรับแรงมากอย่างไรก็ตาม ปูนซีเมนต์ชนิดนี้ก็ยังคงมีผู้นำมาใช้กับงานโครงสร้างทั่วไป เช่น การทำเสาและคาน เนื่องจากมีราคาถูก แต่ก็สามารถใช้ได้กับโครงสร้างขนาดเล็กเท่านั้น ปูนซีเมนต์ชนิดนี้ที่พบเห็นในท้องตลาด ได้แก่ ปูนซีเมนต์ตราเสือ ตรางูเห่า ตรานกอินทรี และตราทีพีไอ ( สีเขียว ) และสารประกอบ และคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ถึง 5 ดังแสดงในตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1**

*สารประกอบและคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท 1 ถึง 5*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ข้อกำหนดทางเคมีเพิ่มเติม | ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภท | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| C3S | 49 | 46 | 56 | 25 | 43 |
| C2S | 25 | 29 | 15 | 50 | 36 |
| C3A | 12 | 6 | 12 | 5 | 5 |
| C4AF | 8 | 12 | 8 | 12 | 13 |
| ความละเอียด (เบลน, ตร.ซม./กรัม) | 3000 | 3000 | 45000 | 3000 | 3000 |
| กำลังอัดที่อายุ 3 วัน (กก./ซม.) | 180 | 150 | 310 | 80 | 120 |
| ความร้อนปฏิกิริยาที่อายุ 28 วัน (จูล/กรัม)  *หมายเหตุ.* กำลังอัดวัดจากลูกบาศก์มอร์ต้าร์ ขนาด 50 มิลลิเมตร (ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร, 2552) | 400 | 330 | 430 | 270 | 310 |

ปฏิกิริยาไฮเดรชันและปฏิกิริยาปอซโซลาน เมื่อพิจารณาปฏิกิริยาทางเคมีของปูนซีเมนต์กับน้ำพบว่า ปฏิกิริยาที่ได้คือปฏิกิริยาไฮเดรชันซึ่งเกิดจากสารประกอบหลักของปูนซีเมนต์ คือ ไตรแคลเซียมซิลิเกต (C3S) ไดแคลเซียมซิลิเกต (C2S) ไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C3A) และเตตะแคลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรด์ (C4AF) ผสมกับน้ำ โดยส่วนใหญ่แล้วไตรแคลเซียมซิลิเกต (C3S) และไดแคลเซียมซิลิเกต (C2S) มีองค์ประกอบทางเคมีที่เหมือนกันแตกต่างกันเพียงที่จำนวนของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ทำปฎิกิริยา ดังสมการที่ (2.1) และสมการที่ (2.2)

2C3S + 6H C3S2H3 + 3CH *(2.1)*

2C2S + 4H C3S2H3 + CH *(2.2)*

สารประกอบไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C3A) จะทำปฏิกิริยากับน้ำอย่างรวดเร็วและได้แคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต (C-A-H) ดังสมการที่ (2.3) ปฏิกิริยาดังกล่าวทำให้เกิดการก่อตัวอย่างรวดเร็วจึงจำเป็นต้องผสมยิบซัมเพื่อหน่วงปฏิกิริยา เพราะไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C3A) จะทำปฏิกิริยากับอิออนของซัลเฟตได้แคลเซียมซัลโฟอลูมิเนตไฮเดรตหรือเรียกว่าเอททริงไกด์ (Ettringite) ดังสมการที่ (2.4)

C3A + 6H C3AH6  *(2.3)*

C3A + + 26H *(2.4)*

ปฏิกิริยาของเตตะแคลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรด์ (C4AF) คล้ายกับปฏิกิริยาของไตรแคลเซียมอลูมิเนต (C3A) แต่เกิดขึ้นช้ากว่าและมีความร้อนของปฏิกิริยาน้อยกว่า ส่วนสารประกอบเหล็กออกไซด์ (F) ทำปฏิกิริยาคล้ายกับอลูมิเนียมออกไซด์ (A)

หลังจากเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันขึ้นได้ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาขึ้น คือ แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (CH) สมการที่ (2.1) และสมการที่ (2.2) เมื่อนำวัสดุปอซโซลานผสมในมอร์ตาร์หรือคอนกรีต ซิลิกาออกไซด์ (SiO2) และอลูมินาออกไซด์ (Al2O3) อันเป็นสารประกอบหลักของวัสดุปอซโซลาน เมื่อทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้แคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) และแคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต (C-A-H) ตามสมการที่ (2.5) และ (2.6)

Ca(OH)2 + SiO2 + H2O xCaO.ySiO2.zH2O *(2.5)*

Ca(OH)2 + Al2O3 + H2O xCaO.yAl2O3.zH2O *(2.6)*

สำหรับค่า x, y และ z เป็นตัวแปรที่ขึ้นอยู่กับชนิดของแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรตและแคลเซียมอลูมิเนตไฮเดรต (ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล, 2555, น. 243-250)

**2.2 มวลรวมหรือวัสดุผสม**

มวลรวมหรือวัสดุผสม (Aggregate) คือ วัสดุเฉื่อย อันได้แก่ หิน ทราย กรวด ที่เป็นส่วนผสมที่สำคัญของคอนกรีตเนื่องจากมวลรวมมีปริมาตร 70-80% ของปริมาณของส่วนผสมทั้งหมด ดังนั้นคุณภาพของมวลรวมจึงมีผลอย่างมากต่อคุณสมบัติของคอนกรีต และจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสนใจในเรื่องนี้อย่างมาก ในอดีตมวลรวมถูกคิดว่าเป็นเพียงวัสดุเฉื่อย ที่ใช้เป็นตัวแทรกประสานโดยกระจายอยู่ทั่วซีเมนต์เพสต์เท่านั้น ในปัจจุบันนี้พบว่า มวลรวมยังทำหน้าที่อื่นที่สำคัญอีก ประการแรกเนื่องจากมวลรวมเป็นส่วนผสมของคอนกรีตที่มีราคาถูกกว่าปูนซีเมนต์ ดังนั้นในส่วนผสมของคอนกรีตจึงควรใช้ปริมาณมวลรวมให้พอเหมาะเพื่อที่จะให้ปริมาณปูนซีเมนต์ลดน้อยลง ประการต่อมาคุณสมบัติของมวลรวม จะช่วยให้คอนกรีตมีความคงทน (Durability) และปริมาตรไม่เปลี่ยนแปลงมาก (Volume Stability) รวมทั้งมวลรวมยังทำหน้าที่ต้านทานน้ำหนักที่กดลงบนคอนกรีตด้วย กำลังและคุณสมบัติทางกายภาพอีกหลายประการของมวลรวม มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีต ทั้งในสภาพที่เป็นคอนกรีตเหลว และคอนกรีตเข็งตัวแล้ว ดังนั้นการเลือกใช้มวลรวมที่เหมาะสม ไม่เพียงแต่เป็นการประหยัด แต่ยังคงช่วยให้คอนกรีตมีคุณภาพดีขึ้นด้วย มวลรวมที่ดีซึ่งจะส่งผลให้คอนกรีตมีความทนทานสูง ควรมีคุณสมบัติพื้นฐานที่ดีดังนี้ คือ ต้องมีความคงทนไม่ทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบในซีเมนต์ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดผลเสียต่อเสถียรภาพทางปริมาตรของคอนกรีต และมวลรวมจะต้องไม่มีสิ่งเจือปนที่มีผลเสียต่อกำลังและความคงตัวของซีเมนต์เพสต์ (ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร, 2552) ประเภทของมวลรวม สามารถแบ่งมวลรวมตามแหล่งกำเนิดออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. มวลรวมที่เกิดจากธรรมชาติ (Natural Mineral Aggregate) เกิดจากขบวนการกัดกร่อนและเสียดสีตามธรรมชาติ

2. มวลรวมที่มนุษย์ทำขึ้น (Artificial Aggregate) เช่น มวลรวมเบา บางประเภทที่ได้จากการเผาดิน เป็นต้น

ถ้าแบ่งมวลรวมตามความหนาแน่นหรือหน่วยน้ำหนักจะแบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ

1. มวลรวมเบา มีควทมหนาแน่นตั้งแต่ 300-1,100 กก./ลบ.ม.

2. มวลรวมปกติ มีความหนาแน่นตั้งแต่ 2,400-3,000 กก./ลบ.ม.

3. มวลรวมหนัก มีความหนาแน่นมากกว่า 4,000 กก./ลบ.ม.

หรือถ้าแบ่งมวลรวมตามขนาด เราสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. มวลรวมหยาบ ไก้แก่ หิน หรือกรวดที่มีขนาดตั้งแต่ 4.5 มม. ขึ้นไป หรือค้างอยู่ บนตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4

2. มวลรวมละเอียด ได้แก่ ทรายที่มีขนาดเล็กกว่า 4.5 มม. หรือสามารถผ่านตะแกรงมาตรฐาน เบอร์ 4 แต่ต้องไม่เล็กกว่า 0.07 หรือผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 200 ส่วนที่มีขนาดเล็กกว่ามวลรวมละเอียดซึ่งมีอยู่จำนวนน้อยมากในส่วนผสมคอนกรีต สามารถแบ่งได้เป็น Silt จะมีขนาดประมาณ 0.07 มิลลิเมตร และ Clay จะมีขนาดอยู่ในช่วง 0.02 -0.06 มิลลิเมตร (ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย   
จาตุรพิทักษ์กุล, 2555, น. 125-126)

**2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสาน**

อิฐบล็อกประสาน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ควบคุมโดยใช้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.602-2547 เรื่องอิฐบล็อกประสาน (สมอ, 2547) ซึ่งมีรายละเอียดที่สามารถสรุปได้ ดังนี้

**2.3.1 ขอบข่าย** มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะอิฐบล็อกประสานที่มี

ดินลูกรังและปูนซีเมนต์เป็นส่วนประกอบหลัก

**2.3.2 บทนิยาม** ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.3.2.1 อิฐบล็อกประสาน หมายถึง อิฐบล็อกที่ได้จากการนำดินลูกรัง ผสม

กับปูนซีเมนต์และน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมวัสดุอื่น ๆ เช่น หินฝุ่น ทราย กวนให้เข้ากัน เทลงในแบบพิมพ์ที่มีการออกแบบให้มีรู ร่อง และเดือย อัดเป็นก้อน แล้วบ่มให้แข็งตัว

2.3.2.2 อิฐบล็อกประสาน ชนิดรับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ใช้

ก่อเพื่อรับน้ำหนักโครงสร้างอาคารได้ เช่น ก่อเสา ก่อผนัง

2.3.2.3 อิฐบล็อกประสาน ชนิดไม่รับน้ำหนัก หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่

ใช้ก่อผนังกั้นห้องหรือก่อส่วนอื่นภายในอาคารที่ไม่ใช่ส่วนที่ต้องรับน้ำหนักโครงสร้างอาคาร

**2.3.3 ชนิด** อิฐบล็อกประสาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.3.3.1 ชนิดรับน้ำหนัก

2.3.3.2 ชนิดไม่รับน้ำหนัก

**2.3.4 คุณลักษณะที่ต้องการ**

2.3.4.1 ลักษณะทั่วไป ต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าว อาจบิ่นได้เล็กน้อย

2.3.4.2 มิติ ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ที่ฉลาก โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 2 มิลลิเมตร

2.3.4.3 ความต้านแรงอัด

ชนิดรับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 7.0 เมกะพาสคัล

ชนิดไม่รับน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 2.5 เมกะพาสคัล

2.3.4.2 การดูดกลืนน้ำ

(เฉพาะชนิดรับน้ำหนัก) ต้องเป็นไปตามตารางที่ 2.2

**ตารางที่ 2.2**

การดูดกลืนน้ำ

|  |  |
| --- | --- |
| น้ำหนักอิฐบล็อกประสานเมื่ออบแห้ง  (กิโลกรัม) | การดูดกลืนน้ำสูงสุดเฉลี่ยจากอิฐบล็อกประสาน 5 ก้อน  (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) |
| 1,680 และน้อยกว่า | 288 |
| 1,681 ถึง 1,760 | 272 |
| 1,761 ถึง 1,840 | 256 |
| 1,841 ถึง 1,920 | 240 |
| 1,921 ถึง 2,000 | 224 |
| มากกว่า 2,000 | 208 |

**2.3.5 การบรรจุ**

2.3.5.1 หากมีการบรรจุ ให้บรรจุอิฐบล็อกประสานในภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอิฐบล็อกประสานได้

**2.3.6 เครื่องหมายและฉลาก**

2.3.6.1 ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุอิฐบล็อกประสาน อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

1) ชื่อผลิตภัณฑ์

2) มิติ

3) เดือน ปีที่ทำ

4) ข้อแนะนำในการใช้และการดูแลรักษา

5) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

**2.3.7 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน**

2.3.7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง อิฐบล็อกประสานที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

2.3.7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

1) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป มิติ การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 2.3.4.1 ข้อ 2.3.4.2 ข้อ 2.3.5 และข้อ 2.3.6 จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบความต้านแรงอัด ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 6.2.1 แล้ว จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.3 จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3) การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการดูดกลืนน้ำ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 ตัวอย่าง เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4.4 จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.3.7.3 เกณฑ์ตัดสิน ตัวอย่างอิฐบล็อกประสานต้องเป็นไปตามข้อ 2.3.7.2 (1) (2) (3) ทุกข้อ จึงจะถือว่าอิฐบล็อกประสานรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

**2.3.8 การทดสอบ**

2.3.8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ตรวจพินิจ

2.3.8.2 การทดสอบมิติ ให้ใช้เครื่องวัดที่เหมาะสม

2.3.8.3 การทดสอบความต้านทานแรงอัดและการดูดกลืนน้ำ ให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. 57 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอนกรีตบล็อกไม่รับน้ำหนัก มาตรฐานเลขที่ มอก. 58

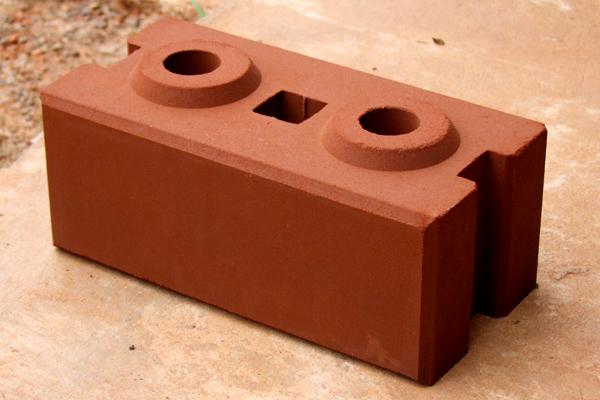
**2.4 อิฐบล็อกประสาน**

บล็อกประสาน คือ วัสดุก่อรับน้ำหนักที่ได้ทำการพัฒนารูปแบบให้มีรู และเดือยบนตัวบล็อก เพื่อให้สะดวกในการก่อสร้าง โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในพื้นที่ ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆที่มีความเหมาะสม นำมาผสมกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม อัดเป็นก้อนด้วยเครื่องอัดแล้วนำมาบ่ม ให้บล็อกแข็งตัวประมาณ 7 วันและ 28 วัน จะได้คอนกรีตบล็อกที่มีความแข็งแกร่ง มีรูปลักษณะพิเศษ ที่สามารถใช้ในการก่อสร้างอาคารต่าง ๆ เช่นผนังบ้าน หรือ กำแพงรั้วบ้านเป็นต้น

นอกจากนี้ยังสามารถก่อเป็นถังเก็บน้ำได้อย่างรวดเร็ว สวยงาม และประหยัดกว่างานก่อสร้างทั่วไป ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2.1 โดยบล็อกประสานแบ่งการใช้งานเป็น 2 ประเภท เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานประกอบด้วย บล็อกตรงหรือทรงสี่เหลี่ยม และบล็อกโค้ง ดังแสดงในภาพที่ 2.2 และดังแสดงในภาพที่ 2.3 ตามลำดับ



***ภาพที่ 2.1*** การใช้อิฐบล็อกประสานในการก่อสร้าง



***ภาพที่ 2.2*** อิฐบล็อกประสานตรงหรือทรงสี่เหลี่ยม



***ภาพที่ 2.3*** อิฐบล็อกประสานแบบโค้ง

วัตถุดิบและสัดส่วนผสมอิฐบล็อกประสาน

วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสม หรือ มวลรวมละเอียดของอิฐบล็อกประสานควรมีขนาดเล็กกว่า 4 มม. ได้แก่ ดินลูกรัง หินฝุ่น ทราย และเถ้าลอย (Fly ash) จากโรงงานผลิตไฟฟ้า โดยมวลรวมละเอียดที่ใช้ควรมีลักษณะตามมาตรฐานการแบ่งชั้นคุณภาพดินและมวลรวม สำหรับงานก่อสร้างทางหลวง (ASTM D3282 Standard classification of soils and soil-Aggregate mixtures for highway construction purposes) คือ มีฝุ่นดินไม่เกินร้อยละ 35 โดยน้ำหนัก หรือทดสอบเบื้องต้นโดยนำดินใส่ขวดครึ่งหนึ่ง เติมน้ำแล้วเขย่าให้เข้ากัน เมื่อหยุดเขย่า สังเกตส่วนที่ตกตะกอนทันทีแล้วขีดเส้นไว้ รอจนตกตะกอนทั้งหมดจนน้ำใส แล้ววัดตะกอนฝุ่นไม่ควรเกินร้อยละ 15 โดยปริมาตร ถ้าวัตถุดิบมีมวลหยาบผสมอยู่มากสามารถใช้เครื่องบดร่อนจะทำให้ผิวอิฐบล็อกประสานเรียบขึ้น นอกจากวัสดุที่เป็นมวลรวมแล้ว สิ่งที่ขาดไม่ได้ในการทำให้อิฐบล็อกประสานมีกำลังรับแรงอัดได้ดี คือ คือปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้ปูนปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 (ปูนโครงสร้าง) เพราะจะทำให้อิฐบล็อกประสานมีความแข็งแกร่ง ทนการกัดกร่อนของน้ำได้ดี การใช้ปูนซีเมนต์ผสม (ปูนก่อฉาบ) คุณภาพจะต่ำกว่าทำให้ต้องใช้ปริมาณปูนมากขึ้น เพื่อให้ได้คุณภาพตามมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ต้นทุนสูงขึ้น

ซึ่งส่วนผสมของอิฐบล็อกประสานที่เหมาะสมควร ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ส่วนใหญ่มีอัตราส่วนผสมระหว่างปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมประมาณ 1 : 6 ถึง 1 : 7 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพของมวลรวมเป็นหลัก (สำเร็จ สารมาคม, 2556)

การขึ้นรูปและการบ่มอิฐบล็อกประสาน

การขึ้นรูปอิฐบล็อกประสานนั้นสามารถทำได้ 2 วิธีหลัก ได้แก่

1. เครื่องอัดด้วยแรงคน เป็นเครื่องอัดด้วยแรงคนแบบมือโยกใช้การทดแรงแบบคานงัดคานดีด เมื่อทำการขึ้นรูปเสร็จแล้ว ยกนำมาผึ่งและบ่มในขั้นตอนต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 2.4

2. เครื่องอัดไฮดรอลิก เป็นเครื่องอัดแบบอุตสาหกรรมขนาดย่อมใช้มอเตอร์เป็นตัวขับน้ำมันสร้างแรงดันในท่อไฮดรอลิก.สามารถผลิตได้วันละประมาณ 1,000 – 4,000 ก้อนและอัดได้ครั้งละ 1 – 4 ก้อน ดังแสดงในภาพที่ 2.5

******

***ภาพที่ 2.4*** เครื่องอัดบล็อกประสานโดยใช้แรงคน



***ภาพที่ 2.5*** เครื่องอัดบล็อกประสานชนิดไฮดรอลิก

โดยขั้นตอนการทำอิฐบล็อกประสานนั้นมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทดสอบแหล่งดินเพื่อหาแหล่งที่เหมาะสมที่สุด และกำหนดส่วนผสมที่เหมาะสม เนื่องจากดินในแต่ละแหล่งนั้นมีคุณลักษณะที่ไม่เหมือนกัน

2. เตรียมวัตถุดิบ ถ้ามีความชื้นมากควรนำไปตากให้แห้งและกองเก็บวัตถุดิบในที่ร่มให้มากเพียงพอที่จะทำการผลิตตลอดเวลา หากดินเป็นก้อน หรือมีมวลหยาบน้อย ควรร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 – 4 มม. ไม่ควรใช้ตาละเอียดมากเกินไป เพราะจะทำให้ได้แต่เนื้อฝุ่นดิน ทำให้อิฐบล็อกประสานไม่มีความแข็งแรง ถ้าเนื้อดินมีก้อนใหญ่หรือมวลหยาบมากควรใช้เครื่องบดร่อน แล้วกองเก็บในที่ร่มเพื่อรอการผลิต

3. ในการผสม ควรผสมดินแห้งหรือมวลรวมกับซีเมนต์ให้เข้ากันก่อน แล้วค่อย ๆ เติมน้ำโดยใช้ฝักบัว หรือหัวฉีดพ่นให้เป็นละอองกว้าง น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำสะอาด ใช้ผสมหลังจากผสมดิน และซีเมนต์เข้ากันแล้วในปริมาณที่พอเหมาะ โดยใช้ปริมาณน้ำที่ดีที่สุด

4. หลังจากนั้นจึงนำดินที่ผสมแล้วเข้าเครื่องอัด โดยตวงวัดหน่วยเป็นน้ำหนัก เติมส่วนผสมลงในแบบอัดโดยใช้น้ำหนักมากที่สุดที่สามารถทำงานได้สะดวก ควรใช้ส่วนผสมให้หมดภายใน 30   
นาที.หลังจากผสมน้ำ เพื่อป้องกันปูนก่อตัวก่อนอัดขึ้นรูป

5. อิฐบล็อกประสาน ที่อัดเป็นก้อนแล้วควรผึ่งในที่ร่มอย่างน้อย 1 วัน จึงเริ่มบ่มจนอายุครบ 7 วัน ซึ่งการบ่มอิฐบล็อกประสานนั้นมีผลต่อกำลังอัดและการบ่มจะทำการบ่ม

หลังจากนำอิฐบล็อกประสานออกจากเครื่องอัดแล้วนำมาจัดเรียงในที่ร่มจนมีอายุครบ 1 วัน เริ่มบ่มโดยการรดน้ำด้วยฝักบัวหรือฉีดพ่นเป็นละอองให้ชุ่ม แล้วคลุมด้วยผ้าพลาสติกไม่ให้ไอน้ำระเหยออก ทิ้งไว้อีก 9 วันจนมีอายุครบ 7 วันจนมีความแข็งแรงพร้อมส่งออกจำหน่ายหรือใช้งานได้ ไม่ควรเคลื่อนย้ายก่อนกำหนดเพราะจะทำให้ก้อนบิ่น หรือเกิดการแตกร้าวได้ง่าย การบ่มไม่ควรให้น้ำมากเกินเพราะอาจทำให้มีปัญหาคราบขาวได้ ควรบ่มด้วยปริมาณน้ำที่น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ คือเพียงแค่ให้มีความชื้นก็เพียงพอ ดังแสดงในภาพที่ 2.6



***ภาพที่ 2.6*** การบ่มอิฐบล็อกประสาน

**2.5 แกลบ (Rice husk)**

แกลบทําหนาที่หอหุมเมล็ดขาวอยูภายนอก ไดจากการสีขาว เปนสารประกอบจําพวกไฮโดรคารบอน และซิลิคอนไดออกไซดหรือซิลิกา เมื่อพิจารณาแกลบใหชัดขึ้น โดยนํามาสองดู ดวยกลองจุลทรรศนจะมีลักษณะผิวเปนรองเรียงกัน แกลบมีองคประกอบอยู่ 2 สวน คือ สวนที่เปนสารอินทรียและสวนที่เปน สารอนินทรียสวนใหญจะอยูในรูปสารประกอบออกไซคโดยมีซิลิกอนไดออกไซด (SiO2) เปนองค ประกอบหลัก ซึ่งขนาดเล็กระดับนาโนเมตร มีคุณสมบัติ เปนฉนวนไฟฟาและไมนําความรอน แกลบเปนของเหลือทิ้งทางการเกษตร ที่ไดจากกระบวนการสีขาวในปหนึ่ง มีปริมาณแกลบ สูงถึงประมาณ 5,878.14 พันตัน จากการสํารวจโดยสํานักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณในป 2540 คือถามีการสีขาว 1 ตัน จะมีแกลบออกมาประมาณ 220 กิโลกรัม หรือคิดเปนรอยละ 22 สําหรับประเทศไทย มีการประเมินไดวา แตละปจะมีแกลบประมาณ 4.4 ถึง 4.6 ลานตัน ดังแสดงในภาพที่ 2.7



***ภาพที่ 2.7*** แกลบดิบ

การใช้ประโยชน์จากเถ้าแกลบ ด้วยเถ้าแกลบมีราคาถูกและหาง่าย หลายอุตสาหกรรมจึงนำเถ้าแกลบไปใช้ประโยชน์เช่น

1. อุตสาหกรรมโลหะ (Steel Industry) การผลิตแผ่นเหล็กกล้าคุณภาพสูงด้วยกระบวนการหล่อโลหะแบบต่อเนื่อง (Continuous Casting) โรงงานบางแห่งจะนำเถ้าแกลบมาโรยลงบนผิวหน้าแอ่งรับน้ำโลหะ (Tundish) เพื่อป้องกันการเย็นตัวอย่างรวดเร็วของเหล็ก และเพื่อให้เหล็กแข็งตัวอย่างสม่ำเสมอ เพราะเถ้าแกลบมีสมบัติเป็นฉนวนความร้อนที่ดี และมีจุดหลอมเหลวสูง

2. อุตสาหกรรมซีเมนต์และคอนกรีต (Cement And Concrete) การใช้เถ้าแกลบในอุตสาหกรรมมีวัตถุประสงค์หลัก 2 อย่างคือ 1) ใช้ทดแทนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland) เพื่อลดต้นทุนในการผลิตอิฐก่อสร้างราคาถูก 2) ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตคอนกรีตความแข็งแรงสูง (High Strength Concrete)

3. การป้องกันแมลง (Control Of Insect Pests In Stored Food Stuffs) มีข้อมูลระบุว่า เกษตรกรในบางประเทศแถบเอเชีย เช่น ไทย อินโดนีเซีย เป็นต้น รู้จักนำเถ้าแกลบมาใช้ป้องกันผลิตผลทางการเกษตรจากแมลงศัตรูพืช โดยเกษตรกรจะคลุกเถ้าแกลบกับเมล็ดถั่วเหลืองเพื่อป้องกันด้วงแกรมห์บีน (Graham Bean Beetle) โดยใช้เถ้าแกลบประมาณ 0.5% ต่อน้ำหนักถั่ว ซึ่งปรากฏว่าได้ผลดี

4. วัสดุก่อสร้างน้ำหนักเบา (Lightweight Construction Materials) ด้วยเหตุที่ เถ้าแกลบมีสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน ดังนั้นประเทศที่กำลังพัฒนาหลายประเทศจึงนำ เถ้าแกลบมาใช้ผลิตฝ้ากันความร้อนน้ำหนักเบา

5. ซิลิกอนชิป (Silicon Chips) เนื่องจากแผ่นเวเฟอร์ (Wafer) ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ (Semi-Conductor) ต้องใช้สารซิลิกอนบริสุทธิ์ ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะพัฒนาเถ้าแกลบ ซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นซิลิกาให้เป็นสารซิลิกาบริสุทธิ์สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมนี้

6. อุตสาหกรรมการผลิตอิฐทนไฟ (Refractory Bricks) การที่เถ้าแกลบมีสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี และมีจุดหลอมเหลวสูง ดังนั้นจึงมีการนำเถ้าแกลบมาใช้ผลิตอิฐทนไฟ หรืออิฐทนความร้อนสูง

7. ยางวัลคาไนซ์ (Vulcanizing Rubber) มีรายงานวิจัยหลายฉบับระบุถึงการใช้ เถ้าแกลบในยางวัลคาไนซ์ ซึ่งปรากฏผลการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการว่า การใช้เถ้าแกลบเป็นสารช่วยการวัลคาไนซ์ (Vulcanizing Agent) ของยางเอทิลีนโพรพิลีนไดอีนเทอร์โพลิเมอร์ (Ethylene Propylene Diene Terpolymer) หรือยางอีพีดีเอ็ม (EPDM) มีข้อดีมากกว่าการใช้ ซิลิกา โดยสามารถใช้เป็นสารเสริม (Filler) ในยางอีพีดีเอ็มได้ด้วย

8. สารดูดซับสารประกอบเชิงซ้อนทอง-ไทโอยูเรีย (Adsorbent For A Gold-Thiourea Complex) ขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการสกัดทองคำออกจากก้อนแร่คือ การใช้ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ดูดซับสารประกอบเชิงซ้อนทองที่อยู่ในรูปทอง-ไทโอยูเรีย แต่การทดลองใช้เถ้าแกลบเป็นตัวดูดซับแทนถ่านกัมมันต์ ได้ผลว่าเถ้าแกลบที่ได้จากการเผาที่อุณหภูมิประมาณ 400-500 องศาเซลเซียสสามารถดูดซับสารประกอบทองได้ดีกว่าถ่านกัมมันต์

9. สารปรับปรุงดิน (Soil Ameliorant) ปัจจุบันมีการใช้เถ้าแกลบในการปรับปรุงดินโดยมีข้อมูลระบุว่า เถ้าแกลบสามารถนำมาใช้ปรับปรุงดินได้ เพราะมันมีความพรุนตัวจึงช่วยการกระจายน้ำในดินได้ นอกจากนี้ยังพบว่า เถ้าแกลบสามารถปรับสภาพดินให้มีความเป็นกรดลดลง หรือใช้แก้น้ำที่มีสภาพเป็นกรดได้

นอกจากนี้ยังมีความพยายามทดลองประยุกต์ใช้เถ้าแกลบอีกหลายอย่างนอกจากที่กล่าวไปแล้วซึ่งยังอยู่ในขั้นทดลอง เช่น

- ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตกระเบื้องมุงหลังคา

- ใช้เป็นส่วนผสมในผงดับไฟ (Fire extinguishing powder)

- ใช้เป็นผงขัดผสมในยาสีฟัน

- ใช้เป็นส่วนผสมในวัสดุทนไฟและฉนวนกันไฟ

- ใช้เป็นสารกรองเบียร์ (Beer)

- ใช้เป็นสารเติมในการผลิตสี

- ใช้ในการผลิตฟิล์มโซเดียมซิลิเกต (Sodium silicate)

ถึงตรงนี้จะเห็นได้ว่า ของเหลือทิ้งอย่างเถ้าแกลบสามารถนำไปใช้ทำประโยชน์ต่อได้อีกหลากหลาย ซึ่งประเทศไทยมีแกลบจำนวนมากที่ถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า แต่น่าเสียดายว่า เถ้าแกลบจำนวนมากที่เกิดขึ้นหลังการเผาไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ต่อ แต่ถูกกองทิ้งในบ่อเถ้าแกลบเพื่อรอส่งไปจำหน่ายให้แก่โรงหล่อโลหะในต่างประเทศ

**2.6 ดินลมหอบ (Loess)**

ดินในหลายพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบวา เปนดินซึ่งเกิดจากการพัดพาโดยลม นิยมเรียกวาดิน ลมหอบ (Loess) ดินชนิดนี้จะปกคลุมเปนบริเวณกวางในเกือบทุกจังหวัด ความหนาเฉลี่ยประมาณ 5-6 เมตร จากระดับผิวหนาดิน ดินลมหอบสวนใหญ จะมีสีแดงซึ่งจะพบมากในตอนบนของภาค เชนในจังหวัดขอนแกน บริเวณมอดินแดง สวนใน ตอนลางของภาคอีสานดินสวนใหญจะมีสีเหลือง หากจําแนกลักษณะทางวิศวกรรมดินจะประกอบไปดวยทรายละเอียดปนทรายแปง (Silty sand) จากผลทดสอบในหองปฏิบัติการพบวา แรงยึดเหนี่ยวระหวางเม็ดดินจะมีคานอยมาก ความแข็งแรงของดินจะสูงมากในสภาพแหง (พงศกร พรรณรัตนศิลป์. 2550) ดังแสดงในภาพที่ 2.8



***ภาพที่ 2.8*** ดินลมหอบ

ดินลมหอบสีแดง มีลักษณะร่วนซุย เม็ดดินลมหอบมีหลายๆ ขนาดปะปนกัน มีเหลี่ยมมุมเล็กน้อย ผิวค่อนข้างเรียบ และมี ความพรุนน้อย ดังแสดงในภาพที่ 2.9 เมื่อจำแนกประเภทของดินลมหอบตามระบบ Unified Soil Classification (USCS) พบว่าเป็นทรายปนทรายแป้ง (Silty Sand, SM) และมีคุณสมบัติทางกายภาพ ดังแสดงในตารางที่ 2.3 (นพปฎล เสงี่ยมศักดิ์ และพงศกร   
พรรณรัตนศิลป์, 2554)



***ภาพที่ 2.9*** ภาพขยาย 300 เท่าของดินลมหอบ

**ตารางที่ 2.3**

*คุณสมบัติพื้นฐานของดินลมหอบ*

|  |  |
| --- | --- |
| คุณสมบัติพื้นฐาน | ผลการทดสอบ |
| ประเภทของดินตามระบบ USCS | SM |
| ความถ่วงจำเพาะ | 2.6 |
| หน่วยน้ำหนัก (kN/m3) | 15.3 |
| ความชื้นตามธรรมชาติ (ร้อยละ) | 5 – 12 |
| พิกัดเหลว (ร้อยละ) | 16 |
| พิกัดพลาสติก (ร้อยละ) | 13 |
| ดัชนีพลาสติก (ร้อยละ) | 3 |
| ความชื้นที่เหมาะสม (ร้อยละ) | 10 |

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก การดูดซับโลหะหนักของดินลมหอบสีแดง. *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา,* 22(1), น. 1-8, โดย นพปฎล เสงี่ยมศักดิ์ และพงศกร พรรณรัตนศิลป์, 2554.

**2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

การทบทวนวรรณกรรม / สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอิฐบล็อกประสานที่รวบรวมมาพอสังเขป สำหรับใช้เป็นแนวในการผลิต มีดังต่อไปนี้

เอก ช่อประดับ (2547) ศึกษาผลของแกลบต่อคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐสามัญที่ทำจากดินเหนียวผสมแกลบมีอัตราส่วนของแกลบต่อดินเหนียวโดยน้ำหนักแห้งที่ร้อยละ 0, 3.4, 4.9 และ 7.8 เผาที่อุณหภูมิ 800, 1,000 และ 1,200 องศาเซลเซียส ผลจาการทดลองพบว่า แกลบมีผลทำให้อิฐมีกำลังรับแรงอัดลดลง และลดในอัตราที่รวดเร็วกว่าการเพิ่มขึ้นของความพรุน เมื่ออิฐมีความพรุนตัวเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นตามไปด้วย อิฐที่เหมาะสมสำหรับงานก่อสร้างคืออิฐที่ผสมแกลบร้อยละ 2.2 เผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่ากำลังรับแรงอัด 35 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 24

พานทอง อินทรชัย (2548) ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลและเชิงความร้อนของอิฐดินเหนียวผสมเถ้าลอยและยิปซัมจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ โดยศึกษาคุณสมบัติเชิงกลคือ ความต้านทานความเค้นอัดและความต้านทานโมเมนต์ดัด และศึกษาคุณสมบัติเชิงความร้อนคือการนำความร้อน รวมไปถึงศึกษาสมบัติทางกายภาพคือ ความหนาแน่น ความพรุน และการดูดซึมน้ำ ตัวอย่างของอิฐเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส โดยเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนผสมของเถ้าลอยเป็น 0, 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และยิปซัม 0, 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ส่วนที่เหลือเป็น ดินเหนียว ผลจากการศึกษาพบว่า ที่ส่วนผสมยิปซัม 10% ที่ทุกสัดส่วนของเถ้าลอย ค่าความต้านทานความเค้นอัดและค่าความต้านทานโมเมนต์ดัดจะสูงกว่าที่ส่วนผสมต่ำกว่าหรือสูงกว่า 10% ส่วนผสมของเถ้าลอยในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นจาก 0% จะทำให้ค่าความต้านทานความเค้นอัดและค่าความต้านทานโมเมนต์ดัดลดลง แต่จะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อยที่ส่วนผสมของเถ้าลอยอยู่ในช่วงมากกว่า 20% การผสมเถ้าลอยมากขึ้นจะทำให้ค่าการนำความร้อนลดลงในขณะที่ความแข็งแรงลดลง สำหรับค่าความหนาแน่น ความพรุน และการดูดซึมน้ำ ผ่านมาตรฐานและอยู่ในเกณฑ์ของอิฐสามัญก่อสร้าง ซึ่งอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมคือ เถ้าลอย : ยิปซัม : ดินเหนียว เท่ากับ 0 : 10 : 90 % โดยน้ำหนัก อิฐที่ได้จะมีค่าความต้านทานความเค้นอัดระหว่าง 3.834-4.354 เมกะพาสคัล ค่าความต้านทานโมเมนต์ดัด 3.075-3.647 เมกะพาสคัล และค่าการนำความร้อนคือ 0.2997-0.3026 วัตต์ต่อเมตรเคลวิน

วุฒินัย กกกำแหง (2553) ศึกษาผลกระทบของความสามารถในการรับกำอัดและการดูดซึมน้ำของบล็อกประสาน พบว่ากำลังอัดขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและปริมาณปูนซีเมนต์ ส่วนการดูดกลืนน้ำจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นแห้ง ไม่ขึ้นกับปูนซีเมนต์ โดยกำลังอัดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นแห้งสูงขึ้นและปริมาณปูนซีเมนต์เพิ่มขึ้นและมีค่าลดลงเมื่อความหนาแน่นแห้งน้อยลงและปริมาณปูนซีเมนต์น้อยลง ส่วนการดูดกลืนน้ำมีค่าลดลงเมื่อความหนาแน่นแห้งสูงขึ้นและมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นแห้งลดลง

นพปฎล เสงี่ยมศักดิ์ และพงศกร พรรณรัตนศิลป์ (2554) ศึกษาการดูดซับโลหะหนักของดินลมหอบสีแดง โดยใช้ดินลมหอบสีแดงที่ พบในจังหวัดต่าง ๆ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน เป็นตัวดูดซับ การทดสอบการดูดซับใช้ทั้งวิธีแบบกะ และแบบต่อเนื่อง ในการทดสอบแบบกะใช้สารละลายโลหะหนัก ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลาการดูดซับตั้งแต่ 0-48 ชั่วโมง ส่วนการ ทดสอบแบบต่อเนื่อง มีทั้งการศึกษาการดูดซับโลหะ การชะล้างโลหะออกจากดิน และการดูดซับซ้ำอีกรอบหลังจากการชะล้าง จากการศึกษาพบว่า ดินลมหอบสีแดงสามารถดูดซับทองแดงได้มากที่สุด และดูดซับสังกะสีได้น้อยที่สุด ความเข้มข้นของสารละลายเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการ ดูดซับ นั่นคือ เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นปริมาณการดูดซับจะเพิ่มขึ้น และจากการทดสอบแบบต่อเนื่อง พบว่า ทองแดงถูกชะล้างได้มากที่สุด ส่วนสังกะสีถูกชะล้างได้น้อยที่สุด และเมื่อนำไปดูดซับซํ้าอีกครั้ง ดินลมหอบสีแดงจะมีความสามารถในการดูดซับ ทองแดงได้ลดลง ในขณะที่ความสามารถในการดูดซับนิกเกิล และสังกะสียังคงเท่าเดิม

ปิยาลัคน์ เงินชูกลิ่น (2555) ศึกษาการใช้เถ้าแกลบในการผลิตอิฐบล็อกประสานในอัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อดินลูกรัง (1:7) โดยแทนที่ปูนซีเมนต์ที่ 0%,5%,10%,15% และ 20% พบว่า ความชื้นที่เหมาะในการอัดก้อนตัวอย่างอยู่ที 9.5% โดยน้ำหนักส่วนผสมโดยการแทนที่ 10% ที่อายุ 28 วันให้ค่ารับกำลังอัดสูงสุดเท่ากับ 162 ksc ค่าการดูดซึมน้ำทุกอัตราส่วนการแทนที่สามารถผ่านเกณฑ์มาตราฐาน มอก.57-2530

จรูญ เจริญเนตรกุล (2557) ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเถ้าใยปาล์มน้ำมัน มาแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน เพื่อผลิตเป็นอิฐบล็อกประสาน โดยแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วน ในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนัก ใช้มวลรวม คือดินลูกรัง และทรายละเอียดที่ร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 บ่มในอากาศเป็นเวลา 28 วัน นำอิฐบล็อกประสานที่ได้มาทดสอบกำลังอัด การดูดซึมน้ำ และกำาลังอัดของอิฐบล็อกประสานก่อสูง 5 ก้อน จากการศึกษาพบว่า เมื่อปริมาณของเถ้าใยปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่ากำลังอัดลดลง และมีการดูดซึมน้ำสูงขึ้น เมื่อนำผลการทดสอบเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.602/2547) พบว่าบล็อกประสานที่มีเถ้าใยปาล์มน้ำมันที่แทนที่ปูนซีเมนต์ร้อยละ 10 และ 20 ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อิฐบล็อกประสานชนิดรับน้ำหนัก และอัตราส่วนอื่นๆ ผ่านมาตรฐานชนิดไม่รับน้ำหนัก

ธนาภรณ์ ถิตย์ผ่อง (2558) ได้ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินลมหอบขอนแก่นด้วยปูนซีเมนต์ และยิปซัมสังเคราะห์สำหรับชั้นรองพื้นทาง พบว่า ตัวอย่างดินลมหอบขอนแก่นที่ปรับปรุงคุณภาพด้วยปูนซีเมนต์และยิปซัมสังเคราะห์ที่มีส่วนผสมปริมาณยิปซัมสังเคราะห์ 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุรองพื้นทางตามมาตรฐานรองพื้นทางวัสดุมวลรวม ทล.-ม. 205/2532 และมาตรฐานรองพื้นทางดินซีเมนต์ ทล.-ม. 206/2532

Faller (2004) ศึกษาใช้ขี้เลื่อยผสมดินเหนียวเพื่อผลิตอิฐ โดยใช้ขี้เลื่อยขนาดใหญ่ปนอยู่ตั้งแต่ 0.5-10 มิลลิเมตร หลังการเผาจะให้ให้มีช่องว่างขนาดไม่เท่ากันและมีความพรุนตัวมาก ทำให้ค่าความแข็งแรงลดลง และค่าความเป็นฉนวนความร้อนเพิ่มตามไปด้วย

Okunade, E. A. (2008)ใช้เถ้าไม้และขี้เลื่อยผสมในเนื้อดินสำหรับทำอิฐในอัตราส่วน 70:30 โดยน้ำหนักที่ใช้ในการศึกษา อัตราส่วนผสมจาก 0-10 เปอร์เซ็นต์ ผลจากการศึกษาพบว่า เมื่อปริมาณของขี้เลื่อยเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าการรับแรงอัดลดลงในขณะที่อุณหภูมิการเผาเพิ่มขึ้นจาก 950 องศาเซลเซียส เป็น 1,100 องศาเซลเซียส ค่าการรับแรงอัดเพิ่งขึ้นสูงขึ้น และค่าการ ดูดซึมน้ำลดลง

Souza et al. (2011) ศึกษาการนำเถ้าชานอ้อยมาเป็นตัวเติมในส่วนผสมของการทำวัสดุเซรามิก สำหรับทำกระเบื้องมุงหลังคา โดยเถ้าชานอ้อยที่นำมาผสมในการทำกระเบื้องมุงหลังคาเท่ากับ 0, 20, 40 และ 60% ของเถ้าโดยน้ำหนัก และนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไปเผาที่อุณหภูมิ 800, 900, 1,000, 1,100 และ 1,200 oC ผลจากการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณเถ้าชานอ้อยจาก 0-60% ในตัวอย่างชิ้นทดลองนั้นปริมาณการดูดซึมน้ำจะลดลง และค่าการดูซึมน้ำจะไม่เปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิต่ำกว่า 1,000 oC แต่จะเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดที่อุณหภูมิ 1,100 และ 1,200 oC เป็นผลมาจากการหลอมเหลวของเฟสที่เป็นตัวหลอมละลายในเนื้อดินร่วมกับซิลิกาและองค์ประกอบอื่นๆ ที่มาจากเถ้าชานอ้อย ซึ่งจะทำให้ความพรุนตัวลดลงเมื่ออุณหภูมิในการเผาสูงขึ้น การเพิ่มปริมาณของเถ้าชานอ้อยจะทำให้ค่าความแข็งแรงลดลง อย่างไรก็ตามค่าความแข็งแรงของชิ้นตัวอย่างจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเผาเพิ่ม จำทำให้ความพรุนลดลงค่าความหนานแน่นเพิ่มขึ้นตามไปด้วยเมื่ออุณหภูมิในการเผาสูงขึ้น สรุปผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้เถ้าชานอ้อยในปริมาณตั้งแต่ 20-60% โดยน้ำหนัก และอุณหภูมิในการเผาตั้งแต่ 1,000 oC ขึ้นไปจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์กระเบื้องมุงหลังคามีความทนทานที่ดี ดูดซึมน้ำน้อยและค่าความแข็งแรงสูง นอกจากนี้การนำเถ้าชานอ้อยมาใช้ยังเป็นผลดีของการเพิ่มมูลค่าจากของเสียที่มีอยู่ในปริมาณที่มากเป็นการนำเอามาใช้ให้เกิดประโยชน์และยังช่วยในเรื่องการรักษาสิ่งแวดล้อมอีกทางด้วย อีกทั้งหากมีการศึกษาเพิ่มเติมผลจากการใช้เถ้าชานอ้อยเป็นตัวเติมในส่วนผสมของอิฐดินเผา เมื่อผสมเถ้าชานอ้อยแล้วหลังจากการเผาจะเกิดเป็นรูพรุนขึ้นในเนื้ออิฐ ซึ่งตรงนี้อาจจะต้องศึกษาการปรับปรุงการเป็นแนวนความร้อนสำหรับอิฐดินเผาได้อีกทางหนึ่งก็เป็นได้

Faria et al. (2012) ได้รายงานผลการศึกษาจากการใช้เถ้าชานอ้อยผสมในการทำอิฐดินเผาพบว่า หลังจากการเผาปริมาณการดูซึมน้ำของอิฐจะเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าความแข็งแรงของอิฐลดลง อย่างไรก็ตามอุณหภูมิในการเผาที่เหมาะสมคือ 1,000 OC ซึ่งค่าการดูดซึมน้ำจะน้อยลงนั้นแสดงให้เห็นว่าซิลิกาที่ได้จากเถ้าชานอ้อยทำปฏิกิริยาหลอมละลายรวมกับตัวหลอมละลายที่เป็นองค์ประกอบในเนื้อดินเช่น เฟลด์สปาร์ และตัวหลอมละลายอื่นๆ ซึ่งจะทำให้รูพรุนลดลงและส่งผลให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้น โดยปริมาณของเถ้าชานอ้อยที่เหมาะสำหรับเป็นส่วนผสมในดินเพื่อทำอิฐควรไม่เกิน 10 % โดยน้ำหนักของส่วนผสมและเหมาะที่จะนำเอามาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอิฐดินเผา

Kadir and Maasom (2013) ศึกษาการนำเอาเศษชานอ้อยมาผสมในการทำอิฐดินเผา โดยศึกษาค่าการนำความร้อน ค่าความแข็งแรง ผลจาการศึกษาพบว่า เมื่อนำเศษชานอ้อนมาผสมตั้งแต่ 1, 2 และ 3% เปรียบเทียบกับที่ไม่ได้เติมค่าความหนาแน่นของอิฐอยู่ระหว่าง 1,790, 1,640 และ 1,520 kg/m3 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าการนำความร้อนคือ 0.0117, 0.0111 และ 0.0107 W/m.oK และค่าความแข็งแรงของอิฐอยู่ระหว่าง 22.8, 14.2 และ 5.8 MPa ตามลำดับ ซึ่งค่าความแข็งแรงจะลดลงเมื่อปริมาณของเศษชานอ้อยเพิ่มขึ้นถึง 3%

Görhan and Şimşek (2013) ศึกษาผลของการเติมแกลบข้าวต่อความพรุนตัวและค่าการเป็นฉนวนความร้อนของอิฐก่อสร้าง โดยใช้แกลบข้าวตั้งแต่ 0 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ และนำไปเผาที่อุณหภูมิตั้งแต่ 700-1,000 oC ผลจาการเติมแกลบข้าวในปริมาณตั้งแต่ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ หลังการเผาพบว่าปริมาณค่าการดูดซึมน้ำของอิฐก่อสร้าง คือ 15, 24, 27 และ 32 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่าความแข็งแรงของอิฐก่อสร้างที่มีการเติมแกลบข้าว 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์พบว่ามีค่าความแข็งแรงที่ค่อนข้างต่ำอยู่ในช่วง 7–10 MPa การใช้แกลบข้าวในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์พบว่ามีความเหมาะสมนอกจากนี้ยังสามารถช่วยเพิ่มความพรุนตัวให้กับอิฐก่อสร้าง

Muñoz et al. (2013) ศึกษาอิทธิพลของการใช้เยื่อกระดาษ (Paper pulp) เติมในส่วนผสมการทำอิฐเพื่อลดน้ำหนักของอิฐต่อสมบัติทางความร้อนและสมบัติเชิงกลของอิฐ ผลจากการศึกษาพบว่าการใช้เยื่อกระดาษสามารถเพิ่มความพรุนตัวของอิฐจึงส่งผลให้ความสามารถในการรับแรงกดลดลงและมีค่าการนำความร้อนต่ำ เมื่อผสมเยื่อกระดาษในปริมาณร้อยละ 15 เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนและเปรียบเทียบกับอิฐที่ไม่ได้ผสมเยื่อกระดาษปริมาณรูพรุนที่พบคือ 39.69% ที่การทดสอบปริมาณความร้อน 10 ◦C ค่าการนำความร้อนเท่ากับ 0.45 W/m-K อย่างไรก็ตามค่าการนำความร้อนและรูพรุนจะแปรผันตามปริมาณเยื่อกระดาษที่ได้เติมลงในส่วนผสมของการทำอิฐ