

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความเป็นมาของอิฐดินเผา

อิฐดินเผาหรืออิฐมอญนับเป็นวัสดุก่อสร้างที่อยู่คู่กับคนไทยมาเป็นเวลายาวนานแล้ว โดยจะเห็นได้จากสิ่งก่อสร้างยุคก่อนๆ จากโบราณสถานต่างๆ ในประเทศนั้นมีอิฐเป็นวัสดุหลัก ทั้งนี้เนื่องจากอิฐใช้เป็นส่วนประกอบหลักในการยึดโครงสร้างของตัวอาคารให้มีความมั่นคง แข็งแรง นอกจากนี้ยังทำให้อาคารมีความสวยงามอีกด้วย สำหรับสาเหตุของชื่ออิฐมอญนั้นเนื่องจากในอดีตชาวมอญซึ่งอพยพเข้ามาอยู่ในประเทศไทยตามริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณอำเภอปากเกร็ด จังหวัดปทุมธานี เป็นคนกลุ่มแรกที่ได้มีการทำอิฐดินเผาขึ้น ด้วยความนิยมในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนของตนโดยการใช้อิฐ ทำให้อิฐซึ่งผลิตโดยชาวมอญเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในยุคนั้นจึงทำให้เรียกชื่ออิฐดินเผาใหม่นี้ว่าอิฐมอญนั่นเอง

ชนิดของอิฐ

อิฐก่อสร้างในประเทศไทยนั้นแบ่งตามลักษณะของการใช้งาน และแต่ละชนิดก็จะมีวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตแตกต่างกันออกไปได้แก่ (สยาม ณรงค์ฤทธิ์, 2533)

1 อิฐมอญ เป็นอิฐที่ใช้ในการก่อสร้างทั่วไป โดยมีการผลิตกันทุกภาคของประเทศไทยตั้งแต่รูปแบบของอุตสาหกรรมในครัวเรือนจนกระทั่งถึงการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่โดยวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการผลิตอิฐมอญได้แก่ดินเหนียว ผสมกับแกลบ หรือซีลี้อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ที่นิยมกันมากที่สุดคือแกลบ คุณสมบัติของอิฐมอญจะยอมให้ความร้อนถ่ายเทเข้า-ออกได้ง่าย และเก็บความร้อนไว้ในตัวเองเป็นเวลานาน และเนื่องจากอิฐมอญมีความจุความร้อนสูงทำให้สามารถกักเก็บความร้อนไว้ในเนื้อวัสดุได้มากกว่าก่อนที่จะค่อยๆ ถ่ายเทสู่ภายนอก จึงเหมาะกับการใช้กับบริเวณที่ใช้งานเฉพาะช่วงกลางวัน อิฐมอญเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน(มผช.) รองรับ โดยเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน ประกอบด้วย ลักษณะทั่วไปต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าว แต่อาจจะบิ่นได้เล็กน้อย มีความคลาดเคลื่อนของความกว้าง ความยาว และความหนา ไม่เกิน ± 5 มิลลิเมตร มีความต้านทานแรงอัดไม่น้อยกว่า 7 เมกะพาสคัล และการดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 25 การเลือกดินเหนียวที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอิฐมอญนั้น มีข้อที่ควรคำนึงถึงคือ ความเหนียวของดินเพื่อให้ขึ้นรูปได้ง่าย อุณหภูมิที่เผาให้สุกตัวควรอยู่ในช่วง 950-1100 องศาเซลเซียส เพื่อให้อิฐมีความแข็งโดยไม่มีการหดตัวหรือผิดรูปมากเกินไป นอกจากนั้นควรมีปริมาณดินเหนียวสำรองที่เพียงพอเพื่อมีวัตถุดิบใช้ในระยะเวลา



ภาพที่ 2.1 ภาพของอิฐมอญ

2 อิฐประดับ มีวัตถุประสงค์ในการใช้งานเพื่อความสวยงามของอาคารบ้านเรือน การผลิตส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคกลางของประเทศไทย วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอิฐชนิดนี้คือดินเหนียวที่มีสิ่งเจือปนแร่เหล็ก หรือบางแห่งจะมีการผสมดินเหนียวลงไปเพื่อให้สีของอิฐไม่มีความแดงจัดมากเกินไป

3 อิฐโปร่ง เป็นอิฐที่มีการดัดแปลงมากจากอิฐมอญโดยการเจาะรูตรงกลางของก้อนอิฐสองรูให้ขนานกันไปตามแนวยาวของก้อนอิฐ สำหรับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอิฐชนิดนี้คือดินเหนียวตามท้องถิ่นทั่วไป และไม่นิยมที่จะผสมทรายหรือเกล็ด

4 อิฐทนไฟ มีคุณสมบัติด้านทนความร้อนใช้ในการก่อเตาไฟต้องใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพทนไฟก่ออิฐ

5 อิฐปูนทราย ใช้ปูนขาวผสมกับทรายหรือปูนซีเมนต์กับทรายโดยใช้ปูน 4- 10 ส่วนต่อทราย 100 ส่วน ใช้กำลังอัดให้เป็นก้อนทิ้งไว้ให้แห้งไม่ต้องเผาก็มีความแข็งแรง

6 อิฐเคลือบ เป็นอิฐที่มีการเติมสารบางอย่างลงไปในช่วงการผลิตขณะเผาจนถึงความร้อนสูงจัด เช่นเกล็ด ก็จะทำให้อิฐนั้นเคลือบเกล็ด

7 อิฐเคลือบสี โดยการทาสีลงบนอิฐแล้วเคลือบทับอีกครั้งหนึ่งมีสีขาว นวล ดำ เขียว มีคุณสมบัติกันน้ำได้จึงมีประโยชน์สำหรับตกแต่งและใช้ในส่วนที่ต้องการทำความสะอาดบ่อยๆ

8 อิฐคอนกรีต ทำด้วยปูนซีเมนต์ผสมทรายและหินฝุ่นแล้วหล่อในแม่พิมพ์มักทำให้มีโพรงตรงกลางเพื่อให้เบาและปูนก่อจับได้

การแบ่งชนิดของอิฐโดยใช้ลักษณะการแบ่งตามกรรมวิธีการผลิตได้ดังต่อไปนี้
(พงพันธ์ วรสุนทรโอสธ, 2546)

1.อิฐที่ทำด้วยมือขนาดของอิฐที่ได้จะไม่มีควมสม่ำเสมอ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของขนาดอิฐที่ได้ ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากแบบของอิฐไม่เท่ากัน แรงที่ใช้อัดไม่เท่ากัน การหดตัวของโคลนที่ใช้ทำอิฐไม่เท่ากันเนื่องจากส่วนผสมไม่สม่ำเสมอ แต่อย่างไรก็ตามก็มีการใช้ในงานก่อสร้างได้เป็นอย่างดีและยังเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน โดยแหล่งที่ทำมีอยู่ทั่วไปเช่น สิงห์บุรี ออยุธยา เชียงใหม่ เป็นต้น

2.อิฐที่อัดด้วยเครื่องมือกลเป็นอิฐที่มีความหนาแน่นดี กรรมวิธีในการผลิตดีกว่าอิฐธรรมดาที่ทำด้วยมือ แบบอัดของอิฐชนิดนี้ทำด้วยเหล็กทำให้อิฐมีความสม่ำเสมอ แรงอัดที่สม่ำเสมอทำให้มีความหนาแน่นเสมอกันดี วัสดุที่ใช้ทำอิฐชนิดนี้เป็นดินเหนียวดินที่มีคุณภาพดีอยู่แถวจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและอ่างทองซึ่งตามเส้นทางจากอยุธยา ป่าโมก อ่างทอง จะเห็นโรงงานอิฐชนิดนี้อยู่มากมาย

ลักษณะที่ดีของอิฐ

อิฐที่ดีและเป็นที่ต้องการของตลาดต้องมีลักษณะต่อไปนี้ (สยาม ณรงค์ฤทธิ์, 2533)

- 1 ผลิตด้วยเครื่องจักรหรือผลิตด้วยแรงงานคนอย่างประณีต
- 2 สุกสม่ำเสมอตลอดทั้งแผ่น
- 3 มีความเหนียวไม่แตกง่าย
- 4 มีรูปร่างเรียบร้อยไม่แอ่นบิด
- 5 ทุกเหลี่ยมของอิฐต้องได้ฉากตลอด
- 6 ขนาดเท่ากันทุกก้อน
- 7 เมื่ออิฐหักจะมองเห็นเนื้อภายในคล้ายหินที่แน่นมากไม่มีรูพรุนไม่มีรอยแตกร้าว

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

1 ดินเหนียวปนทราย (ปริดา ขาวขำ ,2532)

เป็นดินที่มีสีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลแก่ และสีเทาแก่ เม็ดละเอียด ต้องมีความเหนียวพอที่จะทรงตัวอยู่ได้ทั้งในขณะที่เปียกและแห้ง ถ้าเหนียวมากเกินไปดินจะหดตัวมากต้องใช้วัสดุอื่นผสม เช่น ทราย แกลบ เพื่อให้เกิดความเหนียวพอดีและมีความหดตัวน้อย

ดินเหนียวเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตอิฐ เนื่องจากส่วนประกอบส่วนใหญ่ของอิฐนั้นจะเป็นดินเหนียว ดินเหนียวเป็นดินที่พบโดยทั่วไปในที่ราบลุ่มเกิดจากการไหลตัวลงสู่ที่ต่ำของดินชั้นแรก (primary) แล้วทับถมปะปนกับซากพืชซากสัตว์ โดยทั่วไปดินเหนียวจะเป็นดินที่มีความหนไฟที่อุณหภูมิค่อนข้างต่ำคือประมาณ 1000 – 1100 องศาเซลเซียส และหลังจากเผาแล้วจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำ (water absorption) ประมาณร้อยละ 10 และเมื่อเผาแล้วดินเหนียวจะมีลักษณะสีน้ำตาลแดง ดินเหนียว เป็นดินที่เกิดจากตะกอนที่พัดพามาทับถมกัน ธรรมชาติของดินเหนียว จะประกอบด้วยเคโอลิไนต์ (kaolinite) เป็นส่วนใหญ่ โดยเคโอลิไนต์ที่พบในดินเหนียว มักมีผลึกที่ไม่สมบูรณ์และมีขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังพบแร่ดินชนิดอื่นๆ อาทิ มอนมอริลโลไนต์ (monmorillonite) อิลไลต์ (illite) ควอร์ตซ์ (quartz) ไมกา (mica) เหล็กออกไซด์ (iron oxide) รวมทั้งมักมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่เสมอ ดินเหนียวมีสีต่างๆ เกิดจากการมีแร่ธาตุชนิดต่างๆ ในปริมาณที่แตกต่างกัน อาทิ สีดำ เทา ครีมน้ำตาล ดินเหนียวที่มีสีเทาหรือดำนั้น จะมีอินทรีย์วัตถุปนมาก ส่วนดินเหนียวสีครีมหรือน้ำตาล มาจากเหล็กออกไซด์ที่ปนอยู่

สาเหตุที่ต้องนำดินเหนียวมาใช้ในการอุตสาหกรรมเซรามิกส์มีด้วยกัน 4 ข้อ คือ

- 1 ช่วยเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปของเนื้อดินปั้นให้ดีขึ้น
- 2 พัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อนเผาให้มีความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้การสูญเสียเนื่องจากการแตกหักของผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผาในขณะมีการเคลื่อนย้ายลดน้อยลง
- 3 ช่วยทำให้น้ำดินที่ใช้ในการเทแบบมีการไหลตัวดีขึ้น
- 4 ดินเหนียวบางชนิดมีความสามารถช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างมวลสารในเนื้อดินปั้นในขณะทำการเผา เป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่นเป็นเนื้อเดียวกันตลอด

การนำดินเหนียวมาใช้ในการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ มีข้อเสีย คือ

- 1 ในดินเหนียวมักมีสิ่งสกปรก เช่น เหล็กออกไซด์และไททาเนียมไดออกไซด์ ซึ่งเป็นตัวทำให้ความขาวของเนื้อผลิตภัณฑ์เสียไป
- 2 ทำให้ความโปร่งแสงของผลิตภัณฑ์น้อยลง
- 3 ดินเหนียวมีส่วนประกอบไม่แน่นอนฉะนั้นทำให้เกิดความยุ่งยากในการควบคุมน้ำดินสำหรับเทแบบ

ธรรมชาติของดินเหนียว ส่วนใหญ่ประกอบด้วย แร่ดินขาว แต่มีผลึกขนาดเล็กกว่าดินชนิดอื่นๆ และผลึกมักจะไม่สมบูรณ์ โดยแร่ที่มักพบปนอยู่ในดินเหนียวเสมอ เช่น ควอตซ์ ไมกา และ เหล็กซัลไฟด์ ดินเหนียวมีลักษณะพิเศษก็คือ มีสารอินทรีย์ปนอยู่เสมอ สารอินทรีย์นี้มีส่วนประกอบ คล้ายลิกไนต์มาก ดินเหนียวเมื่อแห้งมีความแข็งแรงสูงและมีการหดตัวสูงเช่นกัน ดินเหนียวหลายชนิด มีช่วงอุณหภูมิกว้างที่จะเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนไปเป็นแก้ว ซึ่งเป็นประโยชน์ คือ ช่วยปรับปรุงเนื้อ ผลิตภัณฑ์หลังจากเผาแล้วให้ดีขึ้น ในประเทศไทยดินเหนียวที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์มีหลายแหล่ง เช่น สุราษฎร์ธานี ปราจีนบุรี แม่เมาะ ลำปาง เชียงใหม่ เป็นต้น

1.1 ส่วนประกอบทางเคมีของดินเหนียว

ส่วนประกอบทางเคมีของดินเหนียวแตกต่างกันไปตามแหล่งที่พบ ส่วนประกอบ โดยประมาณอาจจำแนกได้ดังนี้ (ปรีดา ขาวขำ, 2532)

1. ซิลิกาไดออกไซด์ (SiO_2) อยู่ประมาณ 40 – 60 %
2. อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ประมาณ 30 %
3. น้ำ (H_2O) ในผลึกและอินทรีย์สาร 10%
4. สารประกอบอื่นๆ เช่น เหล็กออกไซด์ เล็กน้อย

แร่ดินต่างๆ ที่พบในดินเหนียวพอสรุปได้ คือ แร่ดินขาว ซึ่งมีทั้งหยาบและละเอียดเป็นส่วนใหญ่นอกจากนี้ก็มีสาร ที่เป็นส่วนประกอบอยู่เช่น ควอตซ์ ไมกา เป็นต้น

1.2 คุณสมบัติทางกายภาพของดินเหนียว

1 ขนาดของดินเหนียวมีขนาดละเอียดกว่าดินขาว ขนาดดินเหนียวจะมีขนาดละเอียดแคบไหนดและมากน้อยเพียงใดจะเปลี่ยนแปลงไปตามแหล่งที่พบคือแหล่งดินที่ถูกพัดพาไปไกลจากแหล่งเดิมมากจะมีการเสียดสี และการบดกันตามธรรมชาติมาก ขนาดของเม็ดดินจะละเอียดมากขึ้นตามลำดับ

2 ความเหนียว ดินเหนียวมีความเหนียวดีกว่าดินขาว การผสมดินเหนียวลงไปในเนื้อดินปั้นจะช่วยให้การขึ้นรูปได้ดีขึ้น

3 การหดตัวเมื่อแห้งดินเหนียวมีการหดตัวมาน้อยแตกต่างไปตามแหล่งหรือชนิดของดินเหนียวนั้น เช่นดินเหนียวที่มี ซิลิกอนไดออกไซด์สูงจะมีการหดตัวที่ค่อนข้างน้อย แต่ดินเหนียวที่มีอินทรีย์สารสูงจะมีการหดตัวมากประมาณร้อยละ 15

4 ความแข็งแรงก่อนเผาปกติดินเหนียวมีความแข็งแรงกว่าดินขาว ดินเหนียวที่มีความแข็งแรงสูงเมื่อผสมในเนื้อดินปั้นจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงสูงตามด้วย

5 คุณสมบัติหลังจากเผา ถ้าเป็นดินเหนียวล้วน ๆ การพิจารณาคุณสมบัติหลังจากการเผา เช่น สี หรือความแข็งแรงจะไม่มีผลสำคัญ แต่คุณสมบัติเหล่านี้จะมีความสำคัญเมื่อผสมดินเหนียว

ลงไปในเนื้อดินปั้น ดินเหนียวบางอย่างมี ไมกาประกอบอยู่เมื่อผสมในเนื้อดินปั้นเมื่อเผา ไมกาจะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาในเนื้อดินปั้นทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์แน่นและเนียนมากขึ้น

ดินเหนียวมีสมบัติเด่นในการนำมาขึ้นรูปคือ มีความเหนียว และเมื่อแห้งมีความแข็งแรงสูง ทำให้ผลิตภัณฑ์หลังแห้งมีความแข็งแรง แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อแห้ง ดินเหนียวมักมีการหดตัวสูง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการแตกร้าว ดังนั้นจึงไม่นิยมใช้เนื้อดินเหนียวล้วนๆ ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ แต่ต้องมีการผสมวัสดุที่ไม่มีความเหนียว อาทิ ดินเชื้อ หรือทราย เพื่อลดการดึงตัวและหดตัว ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการแตกร้าว เนื่องจากการหดตัวของดินได้ ดินเหนียวหลายชนิด มีช่วงอุณหภูมิที่จะเปลี่ยนไปเป็นเนื้อแก้วกว้าง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ คือ ช่วยปรับปรุงเนื้อผลิตภัณฑ์หลังการเผาให้ดีขึ้น ในการใช้ประโยชน์จากดินเหนียวนั้น นอกจากใช้เป็นเนื้อดินปั้นสำหรับหัตถกรรมพื้นบ้านแล้ว ยังนิยมนำมาใช้ผสมกับดินขาว เพื่อเพิ่มความเหนียว หรือช่วยให้เนื้อดินมีการไหลตัวดีขึ้นในปัจจุบันประเทศไทยมีแหล่งดินเหนียวอยู่หลายแหล่ง ที่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเซรามิก อาทิ ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปราจีนบุรี ลำปาง เชียงใหม่ นอกจากนี้ ดินเหนียวที่มีอยู่ในแหล่งพื้นบ้านทั่วไป อย่างไรก็ตาม แม้ว่าดินเหนียวจะมีอยู่ในหลายพื้นที่ก็ตาม

สำหรับดินเหนียวแบ่งตามลักษณะของดินได้เป็นดังนี้

1 ดินจอมปลวก เป็นลักษณะของดินที่ปนอยู่กับทรายและมีความเหนียวมาก ก่อนจะนำมาใช้จะต้องมีการทุบให้ละเอียดเพื่อย่อยให้เป็นผง ก่อนจะนำมาร่อนแล้วผสมกับน้ำเพื่อขึ้นรูป เป็นดินเหนียวที่มีความทนไฟได้มากพอสมควร โดยในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยนิยมที่จะเจาะจอมปลวกเพื่อทำเป็นเตาเผา

2 ดินท้องถิ่น เป็นดินที่มีความเหนียวและมีทรายปนอยู่เล็กน้อยก่อนจะนำมาใช้ต้องขุดเปิดผิวหน้าดินเพื่อแยกสิ่งเจือปนที่เป็นอินทรีย์วัตถุเช่น รากไม้ กิ่งไม้ ออก

3 ดินดอนชาติน้ำ เป็นดินที่มีลักษณะความเหนียวต่างกันตามแต่ละท้องถิ่น โดยมากจะพบว่ามีความเหนียวที่สูงตามแหล่งที่เป็นน้ำนิ่ง เช่นบ่อน้ำ การล้างเพื่อแยกสิ่งเจือปนออกจากดินชนิดนี้นิยมล้างด้วยน้ำเนื่องจากเป็นดินที่เหลวและอ่อนตัวอยู่แล้ว

4 ดินดาน เป็นดินที่มีความเหนียวน้อยเกิดจากการทับถมกันของดินชนิดต่างๆ มาเป็นเวลายาวนานจนรวมตัวกันกลายเป็นสภาพหินใหม่ แต่ยังคงมีความแข็งแรงไม่มากสามารถที่จะนำมาบดเป็นดินเชื้อ แทนทรายละเอียดได้

5 ดินจากเถ้าภูเขาไฟ เป็นดินที่มีลักษณะความเหนียวมาก โดยจะมีความเหนียวถึงสามเท่าของดินเหนียวทั่วไป เกิดจากการแปรสภาพของเถ้าลาวาที่ถูกพ่นออกมาจากปล่องภูเขาไฟ นิยมนำมาผสมกับเนื้อดินปั้นเพื่อเพิ่มความเหนียวให้กับเนื้อดินอื่นๆ

วิธีการในการปรับดินให้เหมาะสม

1 ถ้าดินมีความเหนียวมากไปเมื่อฝังหรือตากแห้งจะทำให้เกิดการหดตัวและเกิดการแตกร้าว เมื่อเผาจะแข็งและบิตตัวมาก วิธีการแก้ไขควรใช้ทราย แกลบ หรือขี้เถ้าแกลบผสมดินชนิดนี้ตามอัตราส่วนที่เหมาะสม

2 ถ้าดินมีทรายมากเกินไป อิฐจะเปราะและหักง่าย วิธีการแก้ไขควรใช้ดินเหนียวผสมลงไป ในอัตราส่วนที่เหมาะสม

3 ดินที่มีกรวด เปลือกหอย หรือปูนผสมอยู่ เมื่อเผาจนสุกเปลือกหอยและดินปูนจะแปรสภาพเป็นปูนขาวซึ่งดูดน้ำ ทำให้อิฐแตกง่าย วิธีการแก้ไขก่อนนำดินลงหมักให้เก็บกรวด และสิ่งเจือปนออกให้หมดได้

วิธีการตรวจสอบดินที่ใช้ในการผลิต

การตรวจสอบว่าดินชนิดใดมีคุณสมบัติสำหรับทำอิฐมอญหรือไม่ วิธีที่ดีที่สุดคือการเอาดินมาปั้นเป็นก้อนแล้วปล่อยให้ฝังลมหรือตากให้แห้ง หรือตากให้แห้งถ้าก้อนอิฐหดตัวและแตกร้าวมากต้องเพิ่มส่วนผสมของแกลบและทรายเข้าไปอีก ถ้าอิฐยุ่ยหรือเปราะก็แสดงว่ามีส่วนผสมทรายมากเกินไป จะต้องลดจำนวนทรายลงหรือเพิ่มดินเหนียวให้มากขึ้น เนื่องจากแกลบเป็นวัสดุที่ใช้ผสมกับดินเหนียวเพื่อลดความเหนียวและทำให้อิฐมีน้ำหนักเบา ป้องกันการแตกร้าว การหดหรือบิตตัวของอิฐ เมื่อทำการเผาแกลบที่ผสมก็จะเผาไหม้ช่วยทำให้อิฐสุกเร็วและเปลืองเชื้อเพลิงน้อย ทำให้เนื้ออิฐมีรูพรุนสามารถดูดซึมน้ำได้มากการดูดน้ำของอิฐทำให้ไม่ลื่นเปื่อยปูนสอและปูนจะเกาะแผ่นอิฐติดแน่นดี การใช้อัตราส่วนผสมกันที่แตกต่างกันของแกลบจะแตกต่างกันไปตามความนิยมของท้องถิ่น โดยทั่วไปจะใช้แกลบผสมประมาณ 15- 25 กิโลกรัมต่ออิฐ 1000 ก้อน

ผลของสารเจือปนที่อยู่ในเนื้อดิน (ปริดา พิมพ์ขาวขำ, 2549)

1 ซิลิกาไดออกไซด์ (SiO_2) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของดิน โดยเปลี่ยนแปลงสภาพมาจากการผุพังของหินครอตซ์ กลายเป็นเม็ดทรายเล็กๆ แทรกอยู่ในเนื้อดิน สำหรับซิลิกามีอิทธิพลต่อการหดตัวของดิน โดยดินที่มีซิลิกาที่หยาบจะหดตัวน้อยในขณะที่เดียวกันดินที่มีซิลิกาที่ละเอียดจะมีอัตราการหดตัวที่น้อยกว่า

2 อะลูมิเนียมไดออกไซด์ (Al_2O_3) อะลูมินาจะมีความทนไฟที่สูงมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมีได้เป็นอย่างดี ทำให้ดินที่มีอะลูมินาสูงจะมีความสามารถในการทนไฟได้ดี

3 เหล็กไดออกไซด์ (Fe_2O_3) เหล็กจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีดิน โดยดินที่มีเหล็กผสมอยู่มากเมื่อนำไปเผาจะมีสีแดงเข้ม

4 แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แคลเซียมจะมีผลต่อความต้านทานต่อแรงดึงของชิ้นงาน

5 แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) แมกนีเซียมจะมีผลต่อการต้านต่อแรงดึงของชิ้นงานเช่นเดียวกับแคลเซียม

2 แกลบ

แกลบข้าว (Rice Husk) คือผลผลิตที่ได้จากการสีข้าว เป็นเปลือกของข้าวสาร เป็นส่วนที่เหลือใช้จากการผลิตข้าวสาร เมล็ดมีลักษณะเป็นรูปทรงรี เม็ดยาวสีเหลืองอมน้ำตาล หรือเหลืองนวล แล้วแต่ภูมิประเทศที่มีการปลูกข้าว ปัจจุบันประเทศมีการส่งออกแกลบข้าวรายใหญ่ของโลก นอกจากการนำแกลบข้าวไปใช้เป็นเชื้อเพลิงต่างๆ แล้ว ยังสามารถนำไปผสมกับวัสดุอื่นๆ ทำเป็นวัสดุก่อสร้างแล้ว แกลบข้าวยังถูกนำไปผลิตเป็นขี้เถ้าแกลบ(Rice Husk Ash) เพื่อนำขี้เถ้าแกลบไปใช้ประโยชน์อีกมาก ซึ่งส่วนประกอบหลักของขี้เถ้าแกลบ คือ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) สามารถนำไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยกระบวนการทางเคมี และการเผาที่อุณหภูมิสูง ซิลิกาในขี้เถ้าแกลบมีทั้งที่เป็น ซิลิกาผลึก (Crystalline Silica) ซิลิกาผลึกสามารถแบ่งย่อยเป็นหลายชนิดตามความแตกต่างของรูปร่าง ลักษณะผลึกและความหนาแน่นของซิลิกา รูปร่างของผลึกมีหลายแบบ เช่น สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม สี่เหลี่ยมลูกบาศก์และเส้นยาว และซิลิกาอสัณฐาน (Amorphous Silica) ซึ่งเป็นซิลิกอนไดออกไซด์ที่มีรูปร่างไม่เป็นผลึก (Non-crystalline Silica) แกลบ เป็นวัสดุที่ใช้ผสมกับดินเหนียวเพื่อลดความเหนียวและทำให้อิฐมีน้ำหนักเบา ป้องกันการแตกร้าว การหดหรือบิตตัวของอิฐ เมื่อทำการเผาแกลบที่ผสมก็จะเผาไหม้ช่วยให้อิฐสุกเร็วและเปลืองเชื้อเพลิงน้อย ทำให้เนื้ออิฐมีรูพรุนสามารถดูดซึมน้ำได้มากการดูดน้ำของอิฐทำให้ไม่ลื่นเปelingปูนสอและปูนจะเกาะแผ่นอิฐติดแน่นดี การใช้อัตราส่วนผสมกันที่ต่างกันของแกลบจะแตกต่างกันไปตามความนิยมของท้องที่ โดยทั่วไปจะใช้แกลบผสมประมาณ 15- 25 กิโลกรัมต่ออิฐ 1000 ก้อน



ภาพที่ 2.2 ภาพของเถ้าแกลบที่ใช้ในการผลิตอิฐ

3 ทราย

ใช้ผสมกับดินเหนียวเมื่อดินมีความเหนียวและหดตัวมากทรายจะเพิ่มความแข็งแรงรับน้ำหนักได้ดี การผสมทรายในปริมาณที่พอเหมาะจะช่วยป้องกันการหดตัว การแตกร้าว และการบิดตัวเมื่อเผา ถ้าผสมทรายมากเกินไปจะทำให้ลายแรงยึดเกาะระหว่างอิฐ อิฐจะเปราะหักง่ายการใช้ทรายผสมดินเหนียวนั้นไม่จำเป็นเสมอไปถ้าเป็นดินเหนียวที่มีคุณภาพเหมาะสำหรับทำอิฐแล้วไม่จำเป็นต้องผสมทรายลงไป

คุณสมบัติของดินและอิฐดินเผา

1 การหดตัว การหดตัวของดินจะเกิดขึ้นเมื่อนำไปเผา ซึ่งการหดตัวนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเผาที่แตกต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของเม็ดดินและสิ่งเจือปนที่อยู่ในเม็ดดินที่มีการหดตัวที่แตกต่างกัน

2 ความเหนียวของดิน ค่าความเหนียวคือคุณสมบัติที่สามารถเปลี่ยนแปลงสภาพรูปทรงได้โดยที่ไม่เกิดการแตกหักเมื่อใช้แรงกดหรือบีบ และในขณะเดียวกันก็สามารถคงรูปทรงอยู่ได้เมื่อปล่อยแรงที่กดหรือบีบออกแล้ว ความเหนียวเป็นคุณสมบัติของดินที่มีผลต่อการขึ้นรูปดินถ้าดินมีความเหนียวน้อยจะทำให้ขึ้นรูปได้ยาก แต่ถ้ามีความเหนียวมากขึ้นงานก็จะมีความแข็งแรงตัวข้าและหดตัวสูง นอกจากนี้ความเหนียวยังมีผลต่อลักษณะของการขึ้นรูปแต่ละชนิดด้วย

3 สีของดิน เป็นคุณสมบัติที่มีความสำคัญต่อการผลิตชิ้นงานเนื่องจากดินแต่ละแห่งจะมีสีที่แตกต่างกันออกไปซึ่งจะขึ้นอยู่กับสิ่งเจือปนที่อยู่ในดินเช่นแร่ต่างๆ ซากพืชซากสัตว์

4 ความแข็งแรง ความแข็งแรงคือคุณสมบัติที่แสดงถึงความทนทานต่อแรงกระแทก หรือแรงกดที่กระทำ โดยชิ้นงานที่มีความแข็งแรงมากจะไม่เปราะง่ายสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

5 การดูดซึมน้ำ การดูดซึมน้ำคือคุณสมบัติของชิ้นงานที่มีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้มากน้อยเท่าไร โดยการเปรียบเทียบกับน้ำหนักแห้ง

กรรมวิธีในการผลิตอิฐ (พงพันธ์ วรสุนทรโอสธ, 2546)

1 การเลือกดิน การเลือกดินที่มำทำอิฐนั้นจะต้องไม่มีทรายเจือปนมากเกินไป หรือไม่เป็นดินเหนียวจนเกินไป ถ้ามีทรายมากก็ทำให้อิฐนั้นร้อนและร่วน และถ้าดินเหนียวมากเกินไปเมื่อตากแดดก็เกิดการแตกร้าว วิธีที่ดีควรทำตัวอย่างในปริมาณที่น้อยๆ ดูก่อน หากดินเหนียวมากเกินไปต้องผสมทรายหรือแกลบซึ่งจะทำให้ดินหายเหนียวและช่วยในการเผาไหม้อิฐ

2 การขุดและย่ำดิน ดินที่ใช้ทำอิฐยิ่งเปียกฝนมากยิ่งดี บางครั้งใช้ดินโคลนที่งอกออกมาริมฝั่งแม่น้ำ เมื่อนำดินขึ้นมาแล้วเลือกเอาเศษผงและสิ่งอื่นๆ ออก แล้วนำมาย่ำให้ละเอียดและให้เข้ากันดีใช้แกลบผสมลงไปประมาณร้อยละสิบของปริมาตรถ้าดินแห้งเกินไปให้เติมน้ำตามสมควรที่จะทำงานได้

สะดวกขนาดให้มีความเหลวพอที่จะเทลงแบบ การผสมเกลบทำให้ข้างในของอิฐโปร่งเมื่ออิฐถูกความร้อนเผาไหม้ ทำให้อิฐเบาขึ้นและเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีเมื่อนำมาก่อเป็นผนัง ประโยชน์จากการผสมเกลบลงไปอีกอย่างคือป้องกันไม่ให้อิฐแตกเวลาตากแดดและไม่ให้ติดพิมพ์แบบไม้เมื่ออัดเข้าเป็นรูปอิฐ



ภาพที่ 2.3 แบบที่ใช้ทำอิฐ

3 การทำให้เป็นรูปแบบที่ต้องการ แบบที่ใช้หล่อดินเป็นแผ่นอิฐนั้นเป็นไม้สี่ด้านมีเฉพาะด้านข้างไม่มีส่วนบนและส่วนล่าง ไม้ที่ทำแบบควรเป็นไม้ลักษณะที่ดีเมื่อถูกน้ำหรือความชื้นไม่บิดงอ ทนทาน ด้านในใสเรียบ ขนาดของไม้แบบควรโตกว่าขนาดของอิฐที่ต้องการประมาณ 5- 10 เปอร์เซ็นต์ เพราะเมื่อเอาดินที่ผสมเป็นอิฐเทลงในแบบและตากให้แห้งแล้วขนาดของดินที่ตากแดดจะหดลงเล็กน้อย เมื่อแบบพร้อมแล้ววางแบบลงบนพื้นราบจะเป็นพื้นในบริเวณที่ตากแดดก็ได้ นำโคลนที่ผสมแล้วมาเตรียมไว้ใกล้ๆ แบบ เอาไม้แบบชุบน้ำ แล้ววางราบตักโคลนนํ้าผสมลงในแบบใช้ไม้ตบให้โคลนเข้าไปอัดแน่นแบบโดยทั่ว แล้วปาดส่วนบนให้เรียบเสมอไม้แบบแล้วยกแม่แบบออก นำไม้แบบไปชุบน้ำแล้วเทโคลนลงทำแผ่นใหม่ต่อไปจนได้จำนวนตามที่ต้องการ

4 การตากให้แห้งสนิท เมื่อถอดแบบออกแล้วต้องทิ้งตากแดดไว้ให้แห้งสนิท การกำหนดระยะเวลาในการตากแดดนั้นขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสภาพของอากาศถ้าทำในหน้าแล้งอาจใช้เวลาประมาณ 3- 5 วัน ในฤดูอื่นๆ เฉลี่ยโดยทั่วไปประมาณ 7- 8 วัน แต่ในฤดูฝนจะไม่เหมาะสมที่จะทำ

อิฐเพราะขณะตากแดดฝนอาจตกทำให้อิฐที่ตากแดดเกิดการเสียหายได้เว้นแต่จะมีวัสดุปกคลุมใน
ขณะที่ฝนตกลงมา



ภาพที่ 2.4 อิฐที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว

5 การตากแต่งอิฐที่จะเผาให้เรียบ ดินที่อัดลงในแบบและเอาแบบออกแล้วนำไปตากแดดจน
แห้งจะเห็นว่าที่ส่วนข้างๆ ของกันจะไม่เรียบเพราะมีเนื้อดินที่อัดเข้าเป็นแบบเกินออกมาจึงต้องใช้มีด
ตากแต่งก่อนดินที่จะนำเข้าเตาเผาให้ได้รูปร่างที่เรียบสม่ำเสมอทั้งก้อน

6 การเผาอิฐ เมื่อแต่งดินตากแห้งพอที่จะเผาเป็นอิฐได้แล้วจะนำมากองเป็นแถว แถวหนึ่ง
กว้างเท่ากับความยาวของแผ่นดินที่จะเผาเป็นอิฐโดยเว้นระยะห่างระหว่างแถวไว้เท่าๆ กันเพื่อใส่
แกลบลงไประหว่างแถว การเรียงขนาดของกองทั้งหมดจะมีขนาดเท่าไรนั้นแล้วแต่ปริมาณของดินที่จะ
เผาในครั้งหนึ่งขนาดที่ปฏิบัติกันทั่วไปคือยาวประมาณ 6- 7 เมตร สูงประมาณ 1.6 เมตร



ภาพที่ 2.5 การเรียงอิฐสำหรับการเผา

กระบวนการที่เกิดขึ้นในการเผาอิฐ

กระบวนการเผาผนึก (sintering) คือกระบวนการที่ทำให้อนุภาคของวัตถุดิบหลอมเป็นเนื้อเดียวกันทำให้เกิดพันธะยึดเหนี่ยวต่อกันซึ่งการซินเทอ์นั้นเป็นกระบวนการที่สำคัญที่จะช่วยกำหนดคุณสมบัติของชิ้นงาน

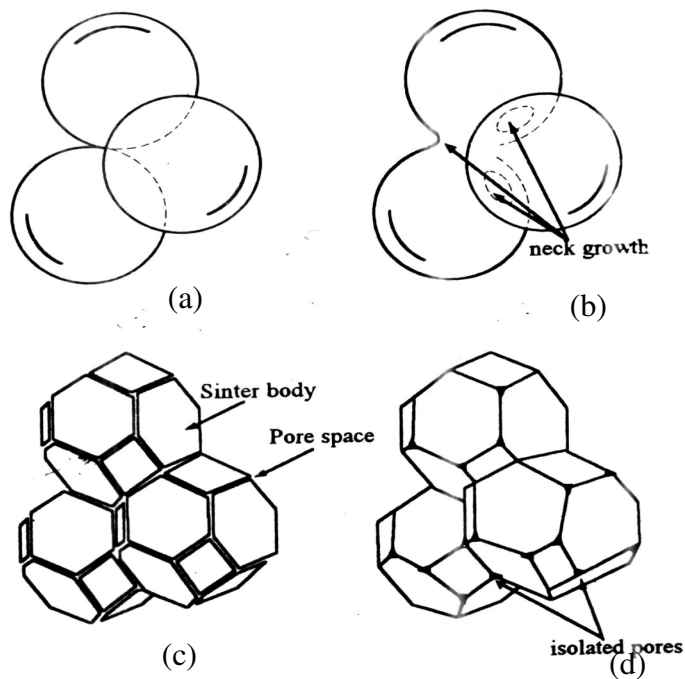
สำหรับกลไกที่เกิดขึ้นในขณะเผาแบ่งได้เป็นสามขั้นตอนคือ

1 ขั้นตอนเริ่มต้น (initial stage) ในขั้นตอนนี้อนุภาคจะเริ่มขยับตัวเพื่อให้มีจุดสัมผัสกับอนุภาคที่อยู่รอบๆข้างให้มากที่สุด หลังจากนั้นก็จะเริ่มเกิดรอยต่อระหว่างอนุภาค (neck)

2 ขั้นตอนกลาง (intermediate stage) ในขั้นตอนนี้จะมีการโตขึ้นของรอยต่อระหว่างอนุภาค ทำให้รูพรุนที่อยู่ระหว่างอนุภาคลดลงชิ้นงานเริ่มหดตัว ในขณะเดียวกันจุดศูนย์กลางของอนุภาคก็จะเริ่มเคลื่อนเข้าหากัน

3 ขั้นตอนสุดท้าย (final stage) ขั้นตอนนี้จะเริ่มต้นจากการที่รูพรุนเริ่มเคลื่อนที่ออกไปจากชิ้นงาน และระบบของชิ้นงานก็จะมีการลดพลังงานพื้นผิว (surface energy) ลง โดยลักษณะของเกรนที่มีขนาดเล็กจะโดนเกรนที่มีขนาดใหญ่กลืนเพื่อเป็นการลดพลังงานพื้นผิวดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้ชิ้นงานมีขนาดเกรนที่ใหญ่ขึ้น

โดยขั้นตอนในการเกิดกระบวนการเผาอบผนึกแสดงดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ขั้นตอนในการเกิดกระบวนการเผา (a) ขั้นตอนเริ่มต้น (b) และ (c) ขั้นตอนกลาง (d) ขั้นตอนสุดท้าย (Kingery, 1991)

กระบวนการที่เกิดในการเผาแบ่งได้ดังนี้

1 การเกิดเฟสของเหลวขณะเผา (liquid phase sintering)

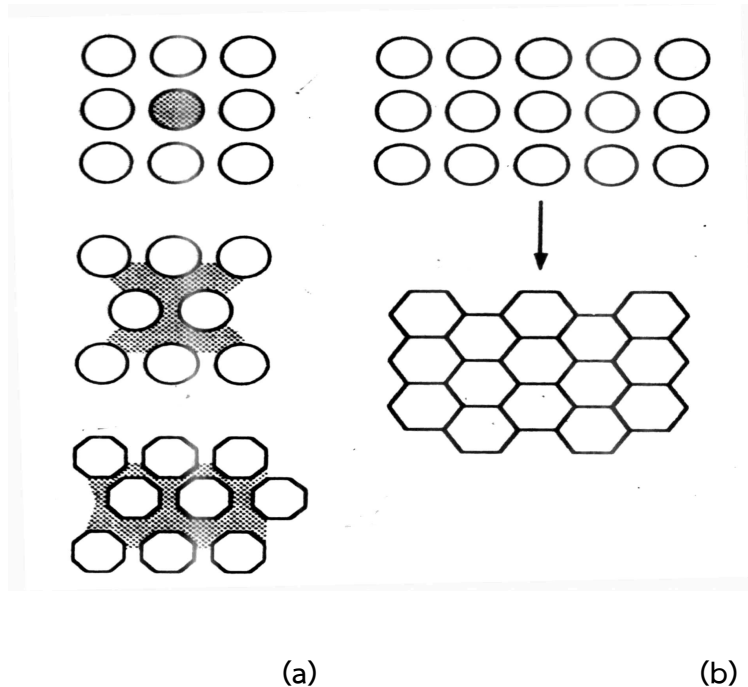
การเกิดเฟสของเหลวขณะเผา (liquid phase sintering) คือลักษณะของการเผาที่มีเนื้อสารบางส่วนหรือทั้งหมดอยู่ในสภาพของเหลวซึ่งลักษณะการเกิดเฟสของของเหลวจะเป็นกลไกที่สำคัญในการเผาสารเนื่องจากจะทำให้ลักษณะการเรียงตัวของอนุภาคเกิดได้ง่ายขึ้น และนอกจากนั้นยังทำให้กลไกในการเคลื่อนที่เข้าหากัน (diffusion) เกิดได้เร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นแล้วข้อดีของการเกิดเฟสของเหลวในขณะเผาก็คือสามารถที่จะช่วยกระบวนการเผาขึ้นงานให้เกิดได้เร็วขึ้นและใช้อุณหภูมิต่ำในการเผาที่ต่ำลง ในกระบวนการเกิดเฟสของเหลวขณะเผานั้นมี 3 กระบวนการ ได้แก่

1.1 การฟอร์มตัวของของเหลว (liquid formation) คือการเกิดเฟสของของเหลวในระหว่างกระบวนการเผาอบพูน

1.2 การเรียงตัวกันของอนุภาค (particle rearrangement) เฟสของเหลวที่เกิดขึ้นในขั้นตอนที่หนึ่งจะช่วยทำหน้าที่เป็นสารหล่อลื่นทำให้อนุภาคสามารถที่จะจัดเรียงตัวใหม่ได้อย่างรวดเร็วขึ้น

1.3 การตกผลึกของสารละลาย (solution reprecipitation) เป็นขั้นตอนสุดท้าย

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเกิดเฟสของเหลวขณะเผากับการเกิดเฟสของแข็ง แสดงดังภาพที่



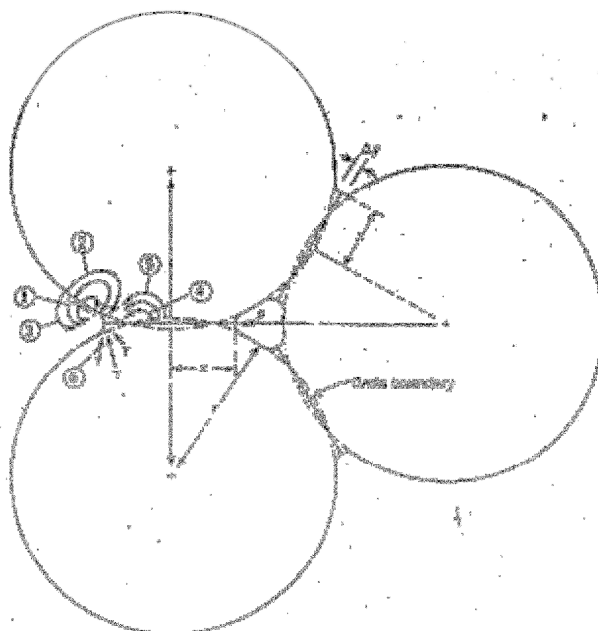
ภาพที่ 2.7 การเปรียบเทียบลักษณะการซินเทอร์แบบ Liquid phase sintering (a) กับ Solid state sintering (b) (Kingery, 1991)

2 การเกิดเฟสของแข็งขณะเผา (solid state sintering)

คือกระบวนการในการเผาสารที่มีลักษณะการเกิดเป็นเฟสของแข็งอย่างเดียวโดยจะเกิดจากการที่อนุภาคเกิดการแพร่ (diffusion) ในบริเวณพื้นผิวของมันเองซึ่งจะเกิดจากความแตกต่างของพลังงานที่อยู่บนพื้นผิวของอนุภาค การเกิดเฟสของแข็งมีขั้นตอนดังนี้

- 2.1 การแพร่ที่บริเวณพื้นผิว (surface diffusion) โดยอะตอมจะแพร่จากบริเวณพื้นผิวไปยังรอยต่อ (neck) ของอนุภาค
- 2.2 การแพร่ของแลตติซ (lattice diffusion) อะตอมจะแพร่จากแลตติซไปยังรอยต่อของอนุภาค
- 2.3 การระเหย (vapor transportation) อะตอมจะเกิดการระเหยจากพื้นผิวไปยังรอยต่อของอนุภาค
- 2.4 การแพร่บริเวณขอบเกรน (boundary diffusion) อะตอมจะแพร่จากบริเวณขอบเกรนไปยังรอยต่อของอนุภาค
- 2.5 การแพร่ของแลตติซเหมือนกรณีข้อสอง

โดยขั้นตอนที่เกิดขึ้นแสดงดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ขั้นตอนการเกิด Solid state sintering (Michel W., Barsoum, 1997)

เกณฑ์ที่ใช้วัดมาตรฐานของอิฐมอญ

1 มาตรฐานอุตสาหกรรมของอิฐ มอก.77 – 2545

มาตรฐานอุตสาหกรรมซึ่งเป็นตัวชี้วัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์อิฐมอญคือมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ 77 – 2545 โดยกำหนดขนาดของชิ้นงานและเกณฑ์ขั้นต่ำเมื่อทดสอบคุณสมบัติต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขนาดอิฐมอญสำเร็จรูป (มอก.77-2545)

ชั้นคุณภาพ	ขนาด		
	ยาว (มม.)	กว้าง (มม.)	หนา (มม.)
ก ข และ ค	140	65	40
	190	90	40
	190	90	65
	190	90	90

ขนาดความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามข้อมูลตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมิติ

มิติ	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
40	± 2
65 ถึง 90	± 3
140 ถึง 190	± 5

แรงอัด (compressive strength) และการดูดซึมน้ำ (water absorption) ต้องเป็นไปตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่าแรงอัดและการดูดซึมน้ำของอิฐ (มอก.77/2545)

ชั้นคุณภาพ	ความต้านทานแรงอัดต่ำสุด MPa		ร้อยละการดูดกลืนน้ำสูงสุด	
	เฉลี่ย 5 ก้อน	แต่ละก้อน	เฉลี่ย 5 ก้อน	แต่ละก้อน
ก	21.0	17.0	17.0	20.0
ข	17.0	15.0	22.0	25.0
ค	10.0	9.0	ไม่กำหนด	ไม่กำหนด

2 มาตรฐานฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอิฐมอญ มพช.601 / 2547

- ขอบข่าย มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะอิฐมอญที่ทำจากดินเหนียวและซีเมนต์แห้งเป็นส่วนประกอบหลัก

- บทนิยาม อิฐมอญ หมายถึง อิฐที่ทำจากดินเหนียวผสมซีเมนต์แห้งและน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม อาจผสมวัสดุอื่น กวนด้วยเครื่องกวนจนเป็นเนื้อเดียวกันใส่แบบพิมพ์อัดเป็นก้อนสี่เหลี่ยมตามขนาดที่ต้องการ ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำไปเผาจนสุก

- คุณลักษณะที่ต้องการ

1 ลักษณะทั่วไปต้องไม่มีรอยแตกหรือร้าว อาจบิ่นได้เล็กน้อย

2 มิติ ต้องเป็นไปตามฉลากที่ระบุไว้ โดยแต่ละมิติมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร

3 ความต้านแรงอัด ค่าเฉลี่ยต้องไม่น้อยกว่า 7 เมกกะปาสกาล

4 การดุดกลื่นน้ำ ค่าเฉลี่ยต้องไม่เกินร้อยละ 25

- การบรรจุ หากมีการบรรจุให้บรรจุอิฐมอญในภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอิฐมอญได้

- เครื่องหมายและฉลาก ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุอิฐมอญทุกหน่วยอย่างน้อยต้องมีเลขอักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นง่าย ชัดเจน

- 1 ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่นอิฐมอญ อิฐแดง อิฐมือ
- 2 มิติ
- 3 เดือน ปี ที่ทำ
- 4 ข้อเสนอแนะในการใช้และดูแลรักษา
- 5 ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

การทดสอบ

- 1 การทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายฉลาก ให้ตรวจพินิจ
- 2 การทดสอบมิติ ให้ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม
- 3 ความต้านทานแรงอัดและการดุดกลื่นน้ำ ให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐก่อสร้างสามัญ มอก. 77-2545

กลุ่มจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

การแบ่งกลุ่มในจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนแบ่งเป็น 2 กลุ่มได้แก่

- 1.กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนกลุ่มที่ 1 ประกอบไปด้วยจังหวัด

อุดรธานี หนองบัวลำภู หนองคาย และเลย

- 2.กลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนกลุ่มที่ 2 ประกอบไปด้วยจังหวัด สกลนคร

มุกดาหาร และนครพนม มี

ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศ โดยทั่วไปทางทิศเหนือและทิศใต้เป็นเทือกเขาสูง มีเทือกเขาภูพานเป็นเส้นกั้นเขตระหว่างกลุ่มจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 2 กับกลุ่มจังหวัดอีสานตอนกลาง และ กลุ่มจังหวัดอีสานตอนล่าง มีลักษณะเป็นป่าไม้ชื้นเขตร้อน บางแห่งเป็นป่าทึบ ส่วนทิศตะวันออกเป็นที่ราบสลับป่าไม้ และมีแม่น้ำโขงเป็นเส้นกั้นพรมแดนระหว่างไทยกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว จากนั้นจะค่อย ๆ เอียงลาดลงมาทางทิศเหนือและทิศตะวันออก พื้นที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 172 เมตร ลักษณะภูมิประเทศแต่ละบริเวณ มีพื้นที่ป่าไม้ประมาณ 831,988 ไร่ (1,456.69 ตารางกิโลเมตร) คิดเป็น ร้อยละ 30.67

สภาพทางเศรษฐกิจ

ประชากรมีรายได้เฉลี่ย โดยมีรายได้เฉลี่ยต่อหัวต่อคนต่อปี เท่ากับ 26,261 บาท ต่ำกว่าของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1,490 บาท น้อยกว่าของประเทศ 3 เท่า รายได้สำคัญได้แก่

- 1) ภาคการเกษตร ประชากรมีอาชีพเกษตรกรรมร้อยละ 95 พืชเศรษฐกิจสำคัญได้แก่ ข้าวหอมมะลิ ยางพารา อ้อย มันสำปะหลัง ยาสูบ ปอ มะเขือเทศและพืชทดแทนพลังงาน
- 2) ด้านปศุสัตว์ได้แก่ โคขุน โคนม สุกร ไก่ไข่
- 3) ด้านประมง ได้แก่ สัตว์น้ำจืด ปลาน้ำโขง ที่มีศักยภาพการผลิตสูงทั้งการเลี้ยงในกระชัง

การผลิตอิฐดินเผาในเขตจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

การผลิตอิฐดินเผาในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน พบว่ามีการผลิตมาเป็นเวลายาวนานแล้ว และแหล่งผลิตกระจายตัวอยู่ตามบริเวณที่ราบลุ่มที่มีแม่น้ำไหลผ่านโดยการผลิตจะอาศัยวัตถุดิบหลักคือดินที่อยู่บริเวณริมตลิ่งแม่น้ำหรือในที่ราบลุ่มเนื่องจากเป็นดินที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับผลิตอิฐดินเผา วัตถุดิบชนิดอื่นที่ใช้ผสมกับดินได้แก่เถ้าแกลบที่เกิดจากการใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการเผาอิฐ

ลักษณะของการผลิตจะเป็นอุตสาหกรรมภายในครัวเรือนและอุตสาหกรรมขนาดเล็กเป็นส่วนใหญ่โดยจะมีการรวมตัวกันเป็นกลุ่มผู้ผลิต การผลิตยังขาดการเชื่อมโยงการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพไม่ดีเท่าที่ควร จากการค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการผลิตอิฐในแถบจังหวัดนี้ยังขาดงานวิจัยที่พัฒนาให้สินค้ามีคุณภาพหรือการปรับปรุงวัตถุดิบเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น

ทฤษฎีพฤติกรรมของผู้บริโภค

การที่ผู้บริโภคจะแสดงพฤติกรรมในการเลือกซื้อสินค้าอย่างหนึ่งออกมาจะต้องมีสาเหตุของพฤติกรรมนั้นเสมอ โดยพฤติกรรมของผู้บริโภคจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 1 การเกิดพฤติกรรมในการบริโภคจะต้องมีสาเหตุที่ทำให้เกิดพฤติกรรม
- 2 การเกิดพฤติกรรมในเรื่องการบริโภคต้องมีสิ่งจูงใจ
- 3 การเกิดพฤติกรรมบริโภคของผู้บริโภคย่อมมีเป้าหมายในการเกิดพฤติกรรมนั้น

การที่ผู้บริโภคจะแสดงออกในเรื่องของการบริโภคจะต้องมีปัจจัยหรือองค์ประกอบที่เข้ามาเกี่ยวข้องเรียกว่าสิ่งกระตุ้น และการตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นโดยลักษณะของสิ่งกระตุ้นแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ

- 1 สิ่งกระตุ้นภายใน หมายถึงสิ่งกระตุ้นที่เกิดจากความต้องการภายในของผู้ต้องการบริโภค หรือเป็นความต้องการที่เกิดขึ้นตามสัญชาตญาณ เช่น ความหิว ความเจ็บป่วย ความกลัว

2 สิ่งกระตุ้นภายนอก คือสิ่งกระตุ้นที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามความต้องการภายในของร่างกายแต่เป็นสิ่งที่นักการตลาดสร้างให้เกิดขึ้นเพื่อให้ผู้บริโภคเกิดความต้องการ โดยใช้สิ่งจูงใจทางด้านเหตุผลและอารมณ์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

2.1 สิ่งกระตุ้นทางการตลาด เกิดจากการที่นักการตลาดนำเสนอประกอบทางการตลาดมาเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความต้องการได้แก่

1 ผลิตภัณฑ์ โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่คุณภาพ การออกแบบ ปริมาณ เป็นต้น

2 ราคา โดยการกำหนดราคาให้เหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3 ช่องทางการจัดจำหน่าย โดยการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์อย่างทั่วถึง สามารถหาซื้อได้ง่าย และสะดวกในการเดินทาง

4 การส่งเสริมการตลาด โดยมีการโฆษณาประชาสัมพันธ์สินค้า การส่งพนักงานขายไปสาธิตสินค้า การแจกสินค้าตัวอย่างเพื่อทดลองใช้

2.2 สิ่งกระตุ้นอื่นๆ เป็นสิ่งกระตุ้นภายนอกที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่

1 ภาวะทางเศรษฐกิจ

2 เทคโนโลยี

3 กฎหมายและการเมือง

4 วัฒนธรรม

พฤติกรรมการตัดสินใจซื้ออิฐมอญของผู้บริโภค

การศึกษาถึงปัจจัยและพฤติกรรมของผู้บริโภคของลูกค้าที่ซื้ออิฐมอญพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการซื้ออิฐมอญมีดังนี้ (ปาริชาติ, 2548)

1 พฤติกรรมการตัดสินใจซื้ออิฐมอญ พบว่าสาเหตุในการซื้ออิฐมอญส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากการซื้อเพื่อรับเหมาก่อสร้าง เหตุผลหลักในการซื้อจึงอยู่ที่การที่สินค้ามีราคาถูก เพราะต้องนำไปรับเหมาในการก่อสร้าง

2 ปริมาณในการซื้อ ปริมาณในการซื้ออิฐมอญแต่ละครั้งของลูกค้าจะอยู่ที่ 50,001 – 100,000 ก้อน เพราะจะนำไปก่อสร้างโครงการที่เป็นโครงการใหญ่ เป็นส่วนน้อยที่จะซื้อไปใช้เอง

3 ความถี่ในการซื้อสินค้า ส่วนใหญ่ความถี่ในการซื้อสินค้าจะอยู่ที่ 11 ครั้ง ต่อระยะเวลา 1 เดือน

3 ราคาอิฐมอญที่ซื้อแต่ละครั้งจะอยู่ที่ 15,001 – 30,000 บาท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตที่ผลิตงานได้ จึงขึ้นอยู่กับดินฟ้าอากาศด้วย

4 ระดับการตัดสินใจซื้อของผู้ซื้อจะอยู่ที่ระดับปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจากลูกค้าส่วนใหญ่ต้องการซื้ออิฐมอญที่ราคาถูก คุณภาพใช้ได้แต่ไม่ถึงกับดีมาก สะดวกในการขนส่ง นั่นคือใกล้เคียงสถานที่ในการก่อสร้าง

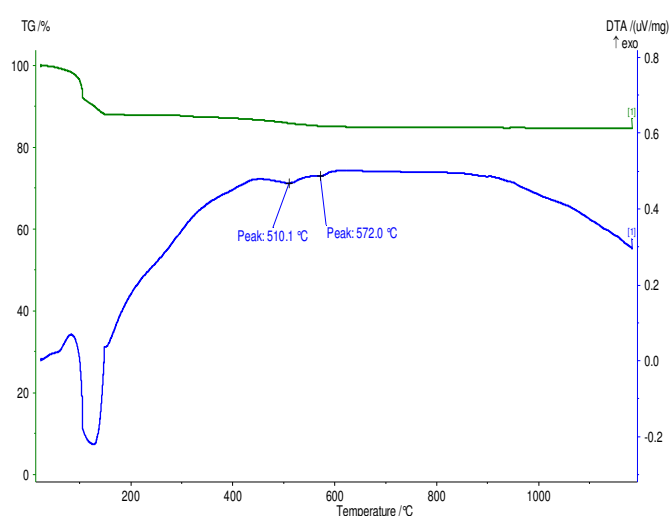
5 ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของลูกค้าได้แก่

- 1 คุณภาพของผลิตภัณฑ์
- 2 ราคา
- 3 ช่องทางจำหน่าย
- 4 การส่งเสริมการขาย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุทัศน์ จันบัวลาและคณะ(สุทัศน์ จันบัวลา, 2550) ได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อิฐดินเผาของจังหวัดสิงห์บุรี จากผลการวิจัยพบว่าธาตุที่มีอยู่ในดินจากท้องถิ่นซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สำคัญที่สุดสำหรับผลิตอิฐมอญ โดยการสุ่มตัวอย่างจากแหล่งผลิตจากผู้ผลิตจำนวนสามแหล่งมาวิเคราะห์พบว่าวัตถุดิบจากทั้งสามแหล่งมีส่วนประกอบของธาตุที่ใกล้เคียงกันโดยธาตุที่เป็นส่วนประกอบหลักซึ่งมีมากที่สุดคือซิลิกาซึ่งธาตุซิลิกาจะเป็นส่วนประกอบที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้สุกตัวได้เร็วและมีความแข็งแรงโดยมีมากที่สุดประมาณร้อยละ 60 รองลงมาคืออะลูมิเนียมที่ทำให้มีความสามารถในการทนไฟ และธาตุเหล็กซึ่งเป็นธาตุที่ทำให้อิฐมอญหลังการเผามีลักษณะสีแดง

การวิเคราะห์ Differential thermal analysis ของวัตถุดิบหลักคือดินแสดงดังภาพที่ 2,9



ภาพที่ 2.9 การวิเคราะห์ DTA ของดิน

จากกราฟพบว่าที่อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส ความชื้นในดินจะระเหยออก หลังจากนั้นที่อุณหภูมิประมาณ 145 องศาเซลเซียสดินจะเกิดกระบวนการดูดความร้อนเนื่องจากความชื้นระเหยออกไปและเกิดการสูญเสียในโครงสร้างของผลึก เมื่อเพิ่มอุณหภูมิประมาณ 573 องศาเซลเซียสจะเกิดการขยายตัวของผลึกซิลิกอนไดออกไซด์ที่เป็นส่วนประกอบหลักของวัตถุดิบ

ขนาดพบว่าขนาดความกว้างความสูงและความหนาของชิ้นงานจากแหล่งผลิตทั้งสามแหล่งพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังมีขนาดที่ไม่ได้มาตรฐานสากลในเรื่องของความหนาของชิ้นงาน ความสามารถในการรับแรงอัด พบว่าความสามารถในการต้านทานแรงอัดของอิฐมอญจากแหล่งผลิตจำนวน 3 แหล่ง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 77 - 2545) และมีจำนวนหนึ่งแหล่งผลิตที่ไม่ได้มาตรฐานสากลผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 601-2547) ส่วนความสามารถในการดูดซึมน้ำจากการศึกษาพบว่าอิฐมอญจากทั้งสามแหล่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานสากลในเรื่องของค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำ

โดยเมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของอิฐกับเกณฑ์มาตรฐานแสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4. การเปรียบเทียบคุณสมบัติของอิฐกับเกณฑ์มาตรฐาน

คุณสมบัติ	แหล่งผลิตที่ 1	แหล่งผลิตที่ 1	แหล่งผลิตที่ 1	มผช. 601 - 2547	มอก. 77 - 2545
ความสามารถ ในการรับ แรงอัด (MPa)	10.00	9.81	6.15	ไม่ต่ำกว่า 7	ไม่ต่ำกว่า 10
ร้อยละของ การดูดซึมน้ำ	15.45	18.36	17.30	ไม่เกิน 25	ไม่เกิน 22

สาเหตุที่ทำให้คุณภาพของอิฐไม่ดีเท่าที่ควรทั้งนี้เนื่องจากส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคือดินจากท้องถิ่นและเถ้าแกลบยังมีความไม่สม่ำเสมอในการผลิตทำให้คุณสมบัติของอิฐมอญที่ได้มีค่าไม่สม่ำเสมอซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของอิฐ เนื่องจากผู้ผลิตอาศัยวิธีการกะประมาณด้วยสายตาในเรื่องของปริมาณส่วนผสมของวัตถุดิบ

การปรับปรุงสมบัติของอิฐมอญที่ผลิตในจังหวัดสิงห์บุรีให้มีคุณภาพดี โดยศึกษาถึงความเหมาะสมของส่วนผสมวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำได้ง่าย โดยที่ผู้ผลิตไม่ต้องลงทุนเพิ่มเติมเพียงแค่ปรับปรุงส่วนผสมให้เหมาะสมเท่านั้น ซึ่งจากเดิมที่ผลิตกันอยู่ผู้ผลิตอาศัยเพียงแค่การสังเกตด้วยตาเปล่า และใช้ประสบการณ์ที่เคยทำมา ในการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของวัตถุดิบทำให้เกิดความไม่แน่นอนในกระบวนการผลิตซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของอิฐ นอกจากนั้นผู้ผลิตยังทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยอาศัยวิธีดั้งเดิมคือใช้วิธีเอาอิฐที่ผลิตได้มากระแทกกันแล้วฟังเสียง ทำ

ให้เกิดความไม่แน่นอนในคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ และในการวิจัยยังศึกษาถึงอุณหภูมิในการเผาที่เหมาะสมที่ส่งผลให้คุณภาพของอิฐมอญดีที่สุดด้วย

การศึกษาส่วนประกอบของวัตถุดิบที่เหมาะสมนั้นได้ทำการศึกษาถึงส่วนผสมที่ผู้ผลิตในจังหวัดสิงห์บุรีใช้ในการผลิต คือดินจากท้องนา และเถ้าแกลบ ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ดินซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตพบว่ามีส่วนประกอบของธาตุซิลิกาเป็นหลักซึ่งทำให้ดินที่เผามีความแข็งแรง นอกจากนี้วัตถุดิบอีกชนิดหนึ่งก็คือเถ้าแกลบ โดยทั่วไปแกลบเมื่อผ่านการเผาแล้วจะให้ธาตุซิลิกาออกมาซึ่งจะทำให้ดินที่เติมแกลบหรือเถ้าแกลบเข้าไปสุกตัวได้เร็วและมีความแข็งแรงมากขึ้น แต่ที่ผู้ผลิตใช้เถ้าแกลบเป็นส่วนผสมก็เพื่อให้สามารถขึ้นรูปดินได้เท่านั้น การใช้เถ้าแกลบผสมถ้าใช้น้อยไปก็จะทำให้อิฐมอญที่ได้มีความแข็งแรงน้อยและขึ้นรูปได้ยาก แต่ถ้าใช้มากเกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงน้อยลงด้วยเนื่องจากเมื่อทำการเผาที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เถ้าแกลบระเหยกออกไปทำให้อิฐมีความพรุนตัวสูง ดังนั้นอุณหภูมิในการเผาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดคุณภาพของอิฐมอญด้วย

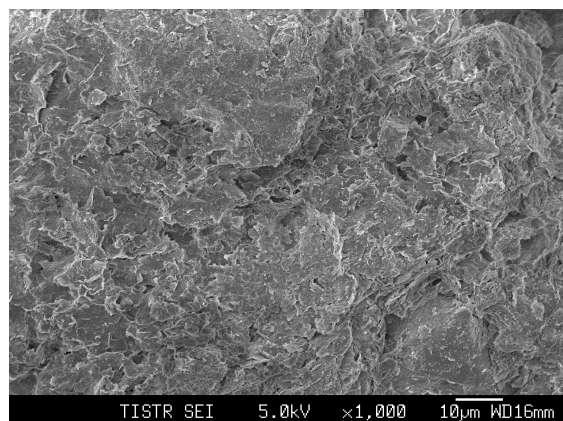
ผลการวิจัยพบว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดของวัตถุดิบระหว่างเถ้าแกลบกับดินจากท้องนาคือการใช้เถ้าแกลบ 3 ส่วน และใช้ดิน 5 ส่วน หรือคิดเป็นอัตราส่วนเท่ากับ 0.6 โดยปริมาตรทั้งนี้ที่อัตราส่วนนี้ทำให้คุณสมบัติของอิฐมอญดีที่สุดเนื่องจากเป็นปริมาณส่วนผสมที่พอดีเพราะถ้าใช้เถ้าแกลบน้อยกว่านี้ก็จะทำให้อิฐมีความแข็งแรงน้อยเนื่องจากเถ้าแกลบที่ใส่เข้าไปทำให้การเผาอิฐสุกตัวได้เร็วขึ้น แต่ถ้าใช้มากกว่านี้ก็จะส่งผลให้อิฐมอญมีความพรุนตัวสูงเนื่องจากเกิดการระเหยกของเถ้าแกลบทำให้คุณสมบัติด้อยลงไปด้วย จากผลการวิจัยพบว่าชิ้นงานวิจัยผ่านมาตรฐานสากล 77-2545 ทุกส่วนผสม

ผลการวิจัยที่ได้โดยการเผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียสแสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ผลของส่วนผสมต่อคุณสมบัติของอิฐมอญ

อัตราส่วนเถ้า แกลบต่อดิน (โดยปริมาตร)	ความสามารถใน การรับแรงอัด (MPa)	ความหนาแน่น (g/cm ³)	ร้อยละของการ ดูดซึมน้ำ	ร้อยละของความ พรุนตัว
0.2	12.58	1.57	22.69	35.57
0.4	13.24	1.66	18.13	29.82
0.6	14.30	1.79	14.44	25.88
0.8	13.02	1.53	19.60	30.17

เมื่อวิเคราะห์ถึงโครงสร้างจุลภาคพบว่าเพื่อเพิ่มเถ้ากลบมากขึ้นจะทำให้ขนาดเกรนของ
 ชินงานอิฐมอญมีขนาดโตขึ้นและมีความพรุนตัวมากขึ้นตามไปด้วยโดยโครงสร้างจุลภาคของชินงานที่มี
 อัตราส่วนระหว่างเถ้ากลบต่ออิฐเท่ากับ 0.6 แสดงดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 โครงสร้างจุลภาคของชินงานอิฐมอญที่มีอัตราส่วนระหว่างเถ้ากลบต่ออิฐเท่ากับ 0.6

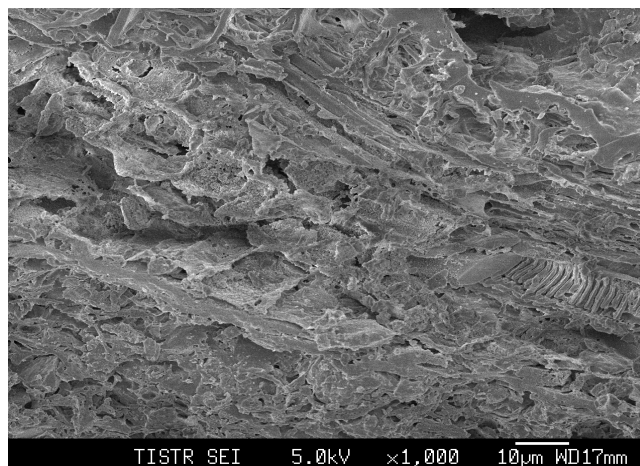
และเมื่อศึกษาคุณสมบัติที่เหมาะสมโดยการใช้อัตราส่วนที่ดีที่สุดคืออัตราส่วนเถ้ากลบต่อดิน
 จากท้องนาเท่ากับ 0.6 พบว่าคุณสมบัติที่เหมาะสมที่สุดคือ 850 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากถ้า
 อุณหภูมิต่ำกว่านี้จะทำให้การเกาะกันของอนุภาคดินน้อยลงเนื่องจากอุณหภูมิเผาต่ำไป แต่ถ้าใช้
 อุณหภูมิสูงกว่านี้ก็จะทำให้เกิดการระเหยตัวออกไปของเถ้ากลบทำให้อิฐมีความพรุนตัวสูงนั่นเอง

ผลการวิจัยพบว่าชินงานวิจัยผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 77-2545 เมื่อเผาที่
 อุณหภูมิตั้งแต่ 850 – 950 องศาเซลเซียส โดยผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ผลของอุณหภูมิเผาคู่คุณสมบัติของอิฐมอญ

อุณหภูมิเผา (องศาเซลเซียส)	ความสามารถใน การรับแรงอัด (MPa)	ความหนาแน่น (g/cm ³)	ร้อยละของการ ดูดซึมน้ำ	ร้อยละของความ พรุนตัว
800	9.87	1.61	20.77	33.41
850	14.30	1.71	16.85	28.73
900	11.00	1.64	21.11	34.57
950	10.20	1.61	21.82	35.22

และเมื่อศึกษาถึงโครงสร้างจุลภาคพบว่าถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นขนาดของเกรนชิ้นงานอิฐมอญจะมีขนาดโตขึ้น และมีความพรุนตัวสูงขึ้นตามไปด้วยโดยโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 โครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานอิฐมอญที่เผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส

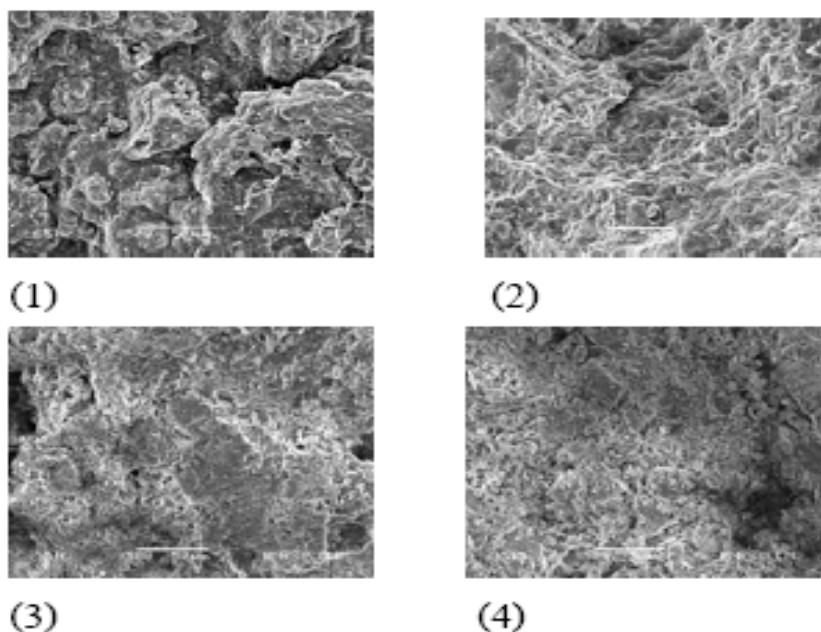
จากผลการวิจัยที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมพบว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ได้มีคุณสมบัติที่ดีกว่าคือมีค่าความสามารถในการรับแรงอัดสูงขึ้นจากเดิมที่มีค่า 6.15 MPa 9.81 MPa และ 10 MPa เป็น 14.30 MPa โดยมีค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำ เท่ากับร้อยละ 14.4 ซึ่งดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีในท้องถื่น และผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ได้ มีคุณสมบัติตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดไว้ จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์อิฐดินเผา โดยมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีมูลค่าทางการตลาดเพิ่มขึ้นไปด้วย

ชัยวัฒน์ ธีร์วรากุล และคณะ (ชัยวัฒน์, 2549) ได้ศึกษาถึงการพัฒนาคุณภาพและประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตอิฐด้วยมือของกลุ่มชาวบ้านในชุมชนหนองหลวง อำเภอมือง จังหวัดตาก โดยการปรับปรุงกระบวนการผลิตและส่วนผสม ชนิดวัตถุดิบ วิธีการเผาที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มคุณภาพของอิฐให้ได้มาตรฐาน เนื่องจากอิฐที่ชุมชนผลิตมีคุณภาพต่ำกว่ามาตรฐาน มอก. 77 - 2545 และมีคุณภาพที่ไม่สม่ำเสมอ ขนาดไม่แน่นอนจากการวิจัยพบว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดคืออัตราส่วนของดินเหนียวต่อซีเมนต์ 5:2 โดยปริมาตร โดยมีกำลังอัด 37.60 กก./ซม² และการเผาอิฐด้วยฟืนและแกลบให้กำลังอัดที่ใกล้เคียงกันโดยผลการศึกษาที่ได้แสดงดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ผลการวิจัยที่ได้

การทดสอบ	เผาด้วยฟืน						เผาด้วยแกลบ					
	ดินเหนียวผสมขี้เลื่อย			ดินเหนียวผสมขี้เถ้าแกลบ			ดินเหนียวผสมขี้เลื่อย			ดินเหนียวผสมขี้เถ้าแกลบ		
	5:1	5:2	5:3	5:1	5:2	5:3	5:1	5:2	5:3	5:1	5:2	5:3
กำลังอัด (kg/cm ²)	21.55	37.60	30.93	19.28	24.01	21.21	24.69	40.49	32.96	23.56	21.92	18.87
ความหนาแน่น (kg/m ³)	1380	1380	1330	1270	1270	1220	1290	1230	1190	1260	1150	1140
ร้อยละการดูดซึมน้ำ	22.39	22.29	26.53	34.41	26.17	29.06	21.85	19.04	28.83	21.72	25.66	27.48

พวงผกา ออมทรัพย์ และคณะ(พวงผกา, 2541) ได้ศึกษาถึงการปรับปรุงกระบวนการเตรียมดินให้มีประสิทธิภาพเพื่อลดการสูญเสียในการผลิตและเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์ จากการวิจัยพบว่าอิฐก่อนเผาที่ดีที่สุดสำหรับอุตสาหกรรมอิฐคืออิฐที่เตรียมโดยใช้ดินขนาด 20.20 ไมโครเมตร มีความชื้น 22 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการหมักดิน 3 วัน และเติมปริมาณผงคาร์บอน 5 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าความแข็งแรง ค่าการดูดซึมน้ำและค่าความหนาแน่นของอิฐที่เผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับ 21.16 เมกะปาสคาล 13.41 เปอร์เซ็นต์ และ 1.75 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และค่าความแข็งแรง ค่าการดูดซึมน้ำและค่าความหนาแน่นของอิฐที่เผาที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียสมีค่าเท่ากับ 27.60 เมกะปาสคาล 13.21 เปอร์เซ็นต์ และ 1.76 กรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ โดยลักษณะโครงสร้างของอิฐที่มีการเติมผงคาร์บอนที่แตกต่างกันแสดงดังภาพที่ 2.12



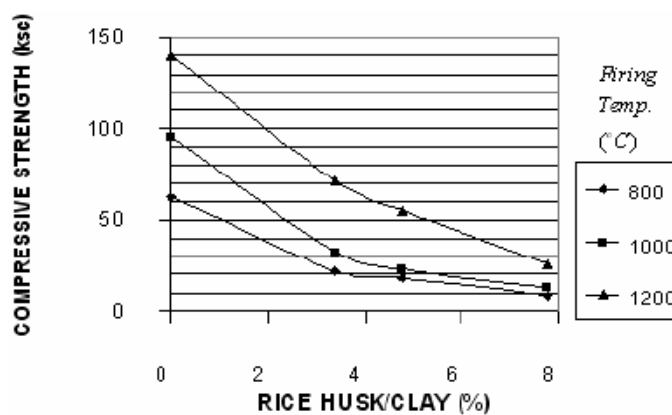
ภาพที่ 2.12 โครงสร้างของอิฐดินเผาที่เผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และมีปริมาณผงคาร์บอนที่แตกต่างกัน (1) 0 % (2) 5 % (3) 10 % (4) 20 โดยน้ำหนัก

ชนิษฐา เพชร และคณะ (ชนิษฐา , 2549) ได้ศึกษาถึงการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพเพื่อการเผาอิฐก่อสร้างโดยใช้ก๊าซมูลวัวเป็นเชื้อเพลิงจากการวิจัยพบว่าอัตราส่วนของมูลวัวเปียกต่อน้ำ 1:1 โดยน้ำหนักจะให้ปริมาณก๊าซสูงสุด จากนั้นทำการออกแบบและก่อสร้างเตาเผาอิฐโดยคำนึงถึงปริมาณความร้อนที่ได้รับจากก๊าซชีวภาพและการสูญเสียความร้อนของเตา โดยกำลังของอิฐที่ได้จากการเผาด้วยก๊าซชีวภาพมูลวัวเป็นเวลา 8 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 17.31 เมกะปาสคาล ส่วนอิฐซึ่งเผาด้วยแกลบและฟืนทั่วไปต้องใช้เวลาเผานาน 7-8 วันจึงจะได้ค่ากำลังที่ใกล้เคียงนี้ โดยผลการวิจัยแสดงดังตารางที่ 2.8

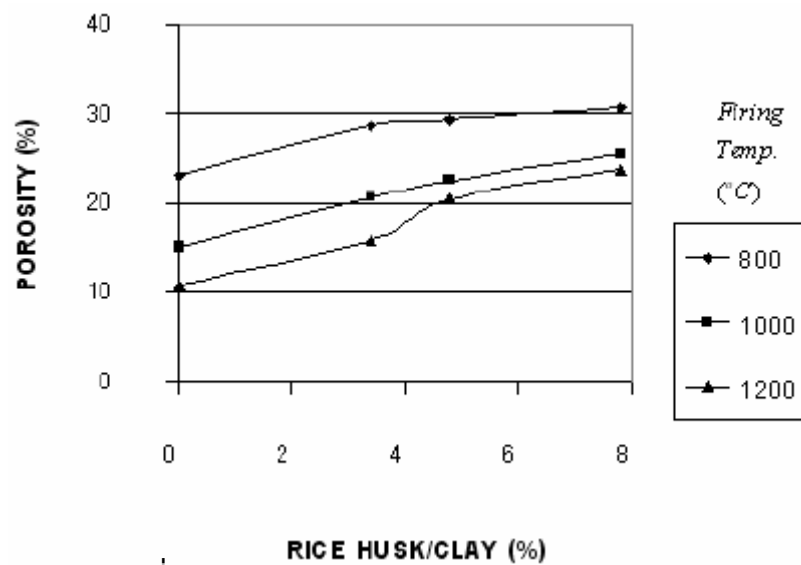
ตารางที่ 2.8 กำลังของอิฐที่เผาด้วยก๊าซชีวภาพ

ตัวอย่าง ชุดที่	น้ำหนักเฉลี่ย (g)	กว้างเฉลี่ย (mm)	ยาวเฉลี่ย (mm)	สูงเฉลี่ย (mm)	ความสามารถ รับแรงอัด (kg/cm ²)
1	610.6	64	158	37	16.05
2	592.0	66	159	35	14.35
3	593.5	66	160	35	18.82
4	597.4	65	159	34	17.02
	เฉลี่ย				17.31

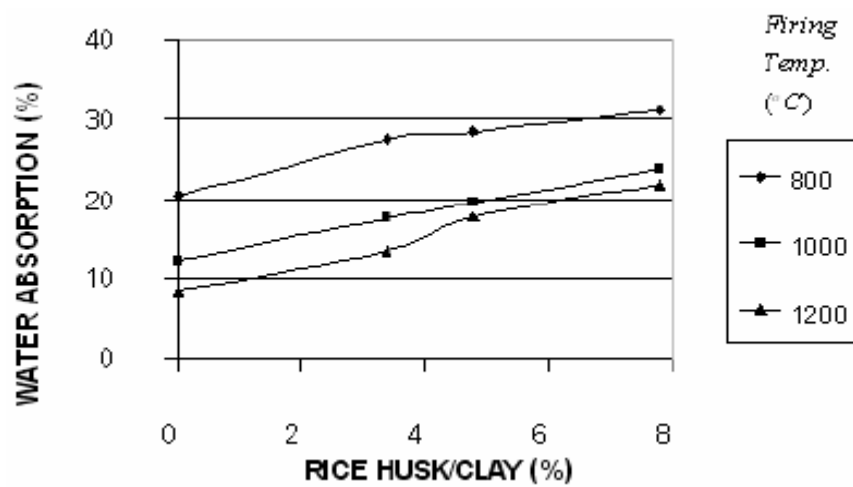
เอก ช่อประดับ (เอก , 2547) ได้ศึกษาถึงผลของแกลบที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของอิฐสามัญที่ทำจากดินเหนียว จากผลการวิจัยพบว่าแกลบมีผลทำให้อิฐมีกำลังรับแรงอัดลดลง โดยลดลงเร็วกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของรูพรุน เมื่ออิฐมีรูพรุนมากจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้มากขึ้น และมีค่าปริมาณการนำความร้อนที่ลดลง เมื่อปริมาณแกลบเพิ่มขึ้น โดยอิฐที่มีคุณสมบัติที่ดีที่สุดคืออิฐที่ผสมแกลบลงไปปริมาณร้อยละ 2.2 ของน้ำหนักโดยผลการวิจัยแสดงดังภาพที่ 2.13- 2.16



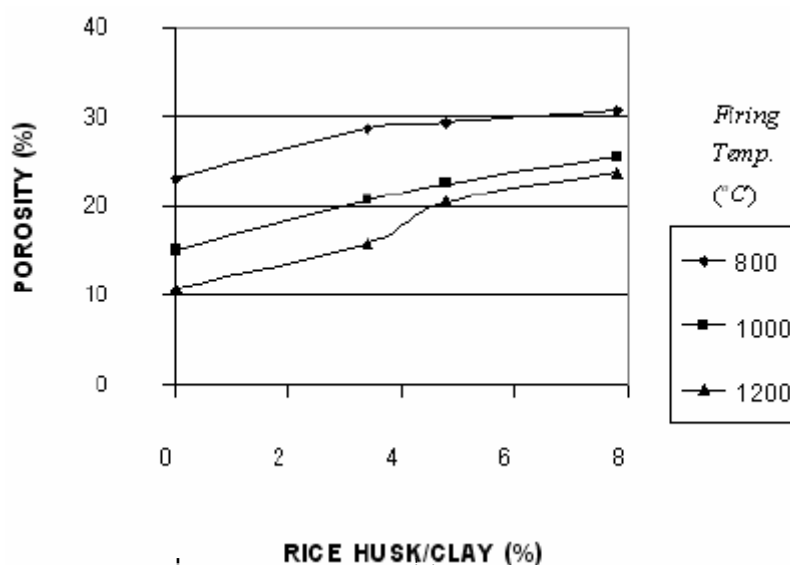
ภาพที่ 2.13 ผลของแกลบต่อความสามารถในการรับแรงอัด



ภาพที่ 2.14 ผลของแกลบต่อความพรุนตัวของอิฐ



ภาพที่ 2.15 ผลของแกลบที่มีต่อความสามารถในการดูดซึมน้ำ

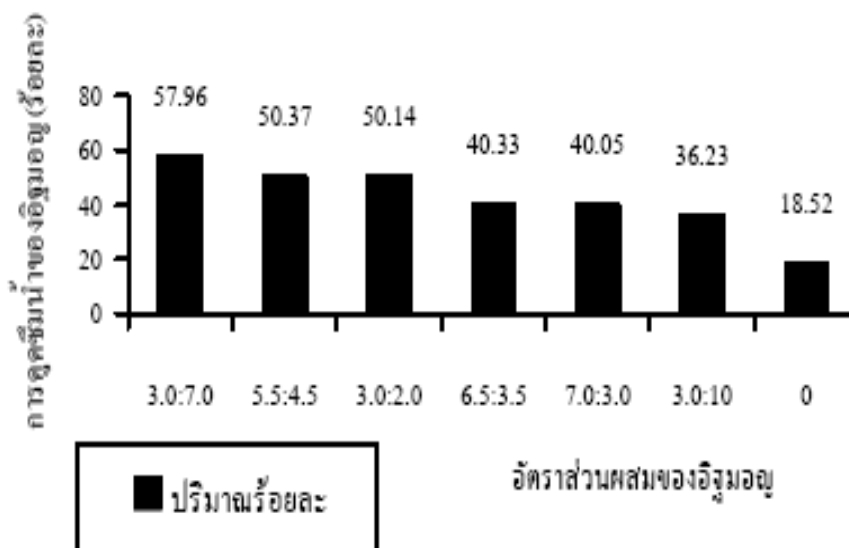


ภาพที่ 2.16 ผลของแกลบที่มีต่อความพรุนตัวของอิฐ

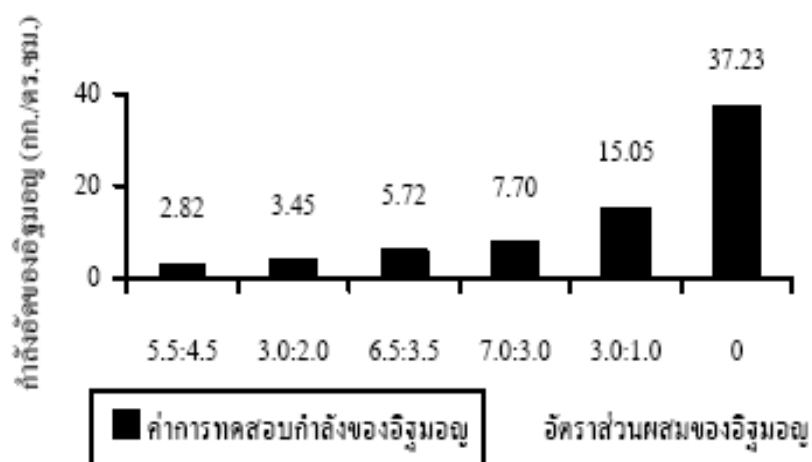
สุบินทร์ ห้องสวัสดิ์ และคณะ(สุบินทร์, 2541) ได้ ศึกษาคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของอิฐมอญ ในจังหวัดอยุธยา อ่างทอง และลพบุรี จากการศึกษาพบว่าดินตัวอย่างทั้ง 3 มีปริมาณน้ำในดินระหว่าง 5-10 %, Liquid Limit ระหว่าง 35-37 %, Plastic Limit ระหว่าง 23-27 %, Shrinkage Limit ระหว่าง 35-37 %, ความถ่วงจำเพาะ ระหว่าง 2.60-2.80 แสดงว่าดินทั้ง 3 ตัวอย่างเป็นดินเม็ดละเอียดและมีความเหนียวปานกลาง จากนั้น นำมาผสมกับทรายละเอียดและแกลบ โดยใช้ อัตราส่วนร้อยละโดยน้ำหนักดินตัวอย่าง : ทรายละเอียด : แกลบ ดังนี้ 100 : 0 : 0 , 90 : 10 : 0 , 80 : 20 : 0 , 70 : 20 : 10 , 80 : 10 : 10 และ 90 : 0 : 10 ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผสม ในแต่ละตัวอย่างประมาณ 40 % ของน้ำหนักมวลรวมทั้งหมด โดยพิจารณาจากค่าปริมาณน้ำในดิน, Liquid Limit, Plastic Limit และ Shrinkage Limit ทำให้ดินตัวอย่างที่ผสมกับแกลบข้างต้น สามารถที่จะนวดและปั้นขึ้น รูปเป็นอิฐมอญได้ แล้วนำอิฐที่ได้จากการทดลองผลิตตามอัตราส่วนต่างๆ ไปเผาเป็นเวลา 14 วัน มาทดสอบการรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐก่อสร้างสามัญ (มอก.77-2531) แล้วนำมาเปรียบเทียบกับอิฐที่ผลิตจากโรงงานทั้ง 3 จังหวัด จากการทดสอบการรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐก่อสร้างสามัญ (มอก. 77-2531) พบว่าการทดสอบการรับแรงอัดและการดูดซึมน้ำของอิฐที่ทดสอบผ่านตามมาตรฐานทุกสูตร ยกเว้นสูตรที่ 1 ของดินจังหวัดลพบุรี เนื่องจากเมื่อเผาเสร็จแล้วอิฐแตกเสียหายทั้งหมดเพื่อที่จะให้ได้อัตราส่วน ผสมที่ดีที่สุด สูตรของแต่ละจังหวัดจึงแตกต่างกันตามคุณสมบัติของดินแต่ละจังหวัด จากการศึกษาพบว่าอิฐจาก โรงงานจังหวัดอยุธยา รับแรงอัดได้ 87.90 ksc. ดูดซึมน้ำ 21.50 % อิฐจากโรงงานจังหวัดอ่างทอง รับแรงอัดได้ 65.90 ksc. ดูดซึมน้ำ 21.42 % อิฐจากโรงงานจังหวัด

ลพบุรี รับแรงอัดได้ 46.40 ksc. ดูดซึมน้ำ 21.73 % อิฐที่ทดลองผลิตจากจังหวัดอยุธยาควรใช้อัตราส่วนผสมตามสูตรที่ 1 รับแรงอัดได้ 73.70 ksc. ดูดซึมน้ำ 14.72 % อิฐที่ทดลองผลิตจากจังหวัดอ่างทองควรใช้อัตราส่วนผสมตามสูตรที่ 3 รับแรงอัดได้ 90.80 ksc. ดูดซึมน้ำ 13.37 ร้อยละของอิฐที่ทดลองผลิตจากจังหวัดลพบุรีควรใช้อัตราส่วนผสมตามสูตรที่ 2 รับแรงอัดได้ 80.80 ksc. ร้อยละการดูดซึมน้ำ 12.39 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินที่ใช้ในแต่ละพื้นที่ ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป เมื่อผ่านการทดสอบกรรมวิธี ที่กล่าวมาแล้ว

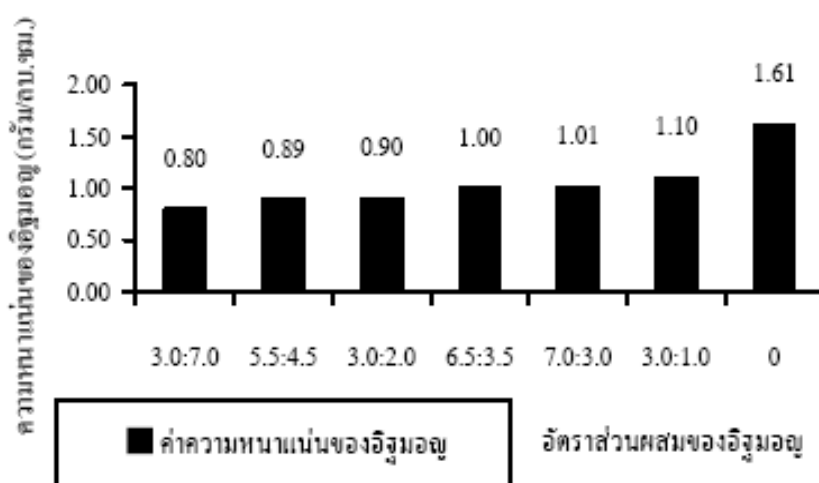
กุลธิดา บรรจงศิริ และคณะ (กุลธิดา, 2548) ได้ศึกษาคุณสมบัติของอิฐมอญที่ใช้ดินผสมจากตะกอนของเสียจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน โดยใช้ปริมาณในอัตราส่วนของดินกับกากตะกอนของเสียที่แตกต่างกัน พบว่าอัตราส่วนที่ทำให้อิฐมอญมีคุณภาพดีที่สุดคืออัตราส่วนดินต่อกากตะกอนของเสียเท่ากับ 3: 1 โดยผลการวิจัยที่ได้แสดงดังภาพที่ 2.17- 2.19



ภาพที่ 2.17 ผลของอัตราส่วนระหว่างดินกับกากตะกอนของเสียที่ส่งผลต่อค่าร้อยละของการดูดซึมน้ำ

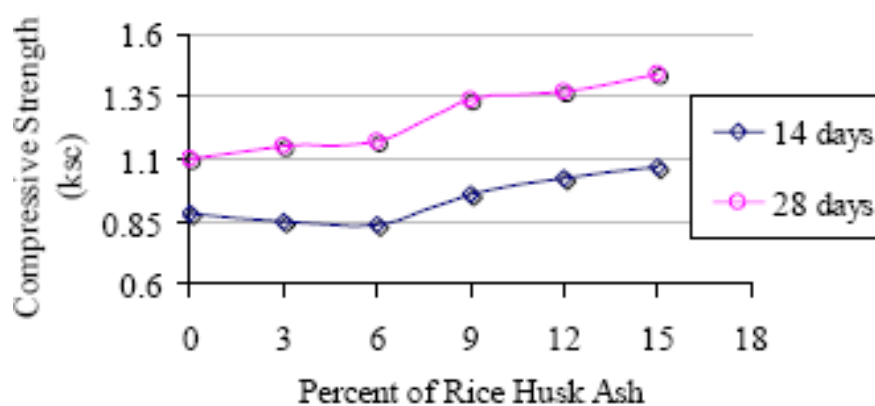


ภาพที่ 2.18 ผลของอัตราส่วนระหว่างดินกับกากตะกอนของเสียที่ส่งผลต่อกำลังของอิฐ

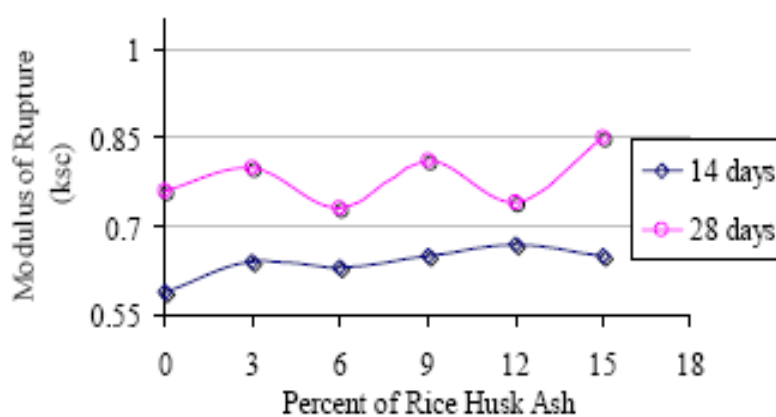


ภาพที่ 2.19 ผลของอัตราส่วนระหว่างดินกับกากตะกอนของเสียที่ส่งผลต่อความหนาแน่นของอิฐ

ประชุม คำพุ่ม (ประชุม, 2550) ได้ศึกษาผลของการใช้ซีเมนต์ช่วยในการรับแรงอัดของอิฐโดยใช้อัตราส่วนของซีเมนต์ที่แตกต่างกัน จากผลการศึกษาว่าเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของซีเมนต์จะทำให้อิฐที่มีความสามารถในการรับแรงอัดได้มากขึ้น โดยผลที่ได้แสดงดังภาพที่ 2.20 และ 2.21



ภาพที่ 2.20 ผลของเถ้าแกลบต่อค่าความสามารถในการรับแรงอัดของอิฐ



ภาพที่ 2.21 ผลของเถ้าแกลบต่อค้ำยงมอดูลัสของอิฐ

กรอบแนวคิดในการทำวิจัย

สำหรับในงานวิจัยนี้จะออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อิฐมอดูลในเขตจังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนโดยสำรวจบริบทอุปสรรค และปัญหาของการผลิต ศึกษาและทดลองเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้วัสดุดิบที่มีการใช้อยู่แล้วคือดินกับเถ้าแกลบ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพและมีสมบัติตรงตามที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนด