

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลองลักษณะเฉพาะและสมบัติของอิฐสามัญที่ใช้ในการทดลอง

จากการศึกษาลักษณะเฉพาะของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ผลการศึกษาการวัดขนาดและการกระจายขนาดอนุภาคด้วยเครื่องวัดขนาดแบบเลเซอร์ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี วิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง พบว่า วัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน เนื้อดินมีการกระจายขนาดอนุภาค 3 ขนาด วัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานมีความละเอียดปานกลาง ช่วยรักษารูปร่างของอิฐสามัญขณะทำการขึ้นรูป อีกทั้งยังช่วยในการแทรกตัวเข้าสู่ช่องเล็ก ๆ ระหว่างอนุภาคและช่วยในการเคลื่อนย้าย ทำให้อิฐสามัญไม่เกิดความเสียหาย ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน มีองค์ประกอบของ Aluminosilicate มีส่วนช่วยให้อิฐมีความแข็งแรง องค์ประกอบทางแร่ พบแร่ที่มีสมบัติเป็นตัวให้ความเหนียว ช่วยรักษารูปร่างของอิฐสามัญขณะทำการขึ้นรูป อีกทั้งพฤติกรรมทางความร้อนของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงานมีการสูญเสียเพียงเล็กน้อย

สมบัติของอิฐสามัญเปรียบเทียบกับมาตรฐานอุตสาหกรรม ผลการศึกษาความหนาแน่นรวมและการหดตัวก่อนการเผาและหลังการเผา ความทนต่อการค้ำค้ำของอิฐก่อสร้างสามัญก่อนเผาและหลังการเผา ความทนต่อแรงอัดที่ความชื้นที่แตกต่างกันของอิฐสามัญ พบว่าอิฐสามัญก่อนการเผาและหลังการเผา มีค่าอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 77-2545) วิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคของอิฐสามัญด้วยการวิเคราะห์ SEM วิเคราะห์หาพื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุน ด้วยวิธีบีอีที พบว่าอิฐสามัญมีปริมาณของทรายและรูพรุน ที่เกิดขึ้นหลังจากการอบแห้งพบว่าสมบัติของอิฐสามัญมีสมบัติอยู่ในเกณฑ์ดี แต่อาจต้องมีการปรับปรุงปริมาณน้ำที่เดิมลงไปเนื้อดิน จากเดิม 22 – 25 % ความปรับลงในต่ำลง อันเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณน้ำมากจะทำให้เกิดการบิดเบี้ยวได้ง่าย

5.2 สรุปผลการทดลองการอบแห้งอิฐสามัญแบบใช้ความร้อน โดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง

จากการศึกษาระบบการอบแห้งอิฐก่อสร้างสามัญแบบใช้ความร้อน โดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ในช่วงอุณหภูมิในการอบแห้ง ตั้งแต่อุณหภูมิตั้ง - 40 , 40 - 50, 50 - 60, 60 - 70 องศาเซลเซียส และติดตามสมบัติทางกายภาพและพฤติกรรมการหดตัวของอิฐสามัญขณะทำการอบแห้ง ที่อุณหภูมิต่างๆ ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการหดตัวของอิฐสามัญ พบว่า เมื่ออิฐสามัญได้รับความร้อนในช่วงแรก อิฐจะดูดกลืนความร้อนเข้าไปในเนื้ออิฐ หลังจากที่อิฐได้รับความร้อนอย่างเพียงพอ จึงเริ่มเกิดการระเหยของน้ำภายในอิฐ มีอัตราการอบแห้งเพิ่มมากขึ้นและปริมาณความชื้นภายในอิฐลดลงอย่างต่อเนื่อง ผลการศึกษาการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 - 60 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมกับการอบแห้งอิฐ อิฐสามัญภายในหลังการอบแห้งไม่เกิดความเสียหายและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเพียง 15 ชั่วโมงถึง 24 ชั่วโมง อิฐสามัญเกิดการหดตัวที่ 5.5 %

5.3 สรุปผลการทดลองการออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ

จากการศึกษาการออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ ห้องอบแห้งสามารถบรรจุอิฐสามัญได้จำนวน 10,000 ก้อน และสามารถอบแห้งอิฐสามัญให้มีปริมาณความเสียหายน้อยที่สุด อีกทั้งต่อการใช้งาน ผลการศึกษาการออกแบบรูปแบบห้องอบแห้ง ออกแบบโครงสร้างของห้องอบแห้ง ออกแบบวิธีการให้ความร้อนภายในห้องอบแห้ง ออกแบบการหมุนเวียนลมร้อนภายในห้องอบแห้ง พบว่า รูปแบบของห้องอบแห้งเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด $6 \times 8 \times 3$ เมตร ประกอบด้วย แหล่งให้ความร้อนในการอบแห้งทางด้านข้างขนาด $90 \times 100 \times 75$ เซนติเมตร , ปล่องระบายความร้อน ปล่องระบายความร้อนเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ความสูง 5 เมตร , หลังคาห้องอบแห้งใช้เป็นแผ่นพลาสติกใส , ใช้พัดลมช่วยในการระบายความร้อน , อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งไม่ต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 24 ชั่วโมง เมื่อการอบแห้งสิ้นสุด อิฐก่อสร้างสามัญหดตัว 6.5% ห้องอบแห้งสามารถช่วยลดระยะเวลาในการอบแห้งอิฐก่อสร้างสามัญได้ อีกทั้งสามารถลดต้นทุนในการผลิตลง 0.13 บาทต่อก้อนและเพิ่มผลกำไร 60 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดระยะเวลาในการผลิตให้สั้นลง



5.4 สรุปรวบยอดและข้อเสนอแนะ

จากการสรุป โดยระบุเป็นค่าต่างๆ แสดงไว้ดังที่กล่าวมานั้นขอให้เหตุผลและคำอธิบายถึงผลงานที่สรุปแต่ละข้อกล่าวคือ การทำอิฐสามัญ ซึ่งเป็นอิฐก่อสร้าง เมื่อโรงงานผลิตให้ลูกค้าได้เห็นว่าอุณหภูมิอบแห้งอยู่ในช่วง 50 – 60°C และใช้ระยะเวลาอบแห้งภายใน 1 วัน หรือไม่เกิน 24 ชั่วโมง จะให้ผลเกิดความสมดุลเกี่ยวกับอัตราการอบแห้งทำให้การระบายน้ำหรือความชื้นออกจากก้อนอิฐที่พบว่าเป็นอัตราที่ไม่เร็วหรือช้าเกินไป ยังมีความเหมาะสมกับการผลิตของโรงงานอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ทุกขั้นตอนของการทำงานตั้งแต่การป้อนวัตถุดิบ การขึ้นรูปทำอิฐและการขนส่งเพื่อมาเข้าสู่ระบบอบแห้ง แม้แต่จะนำอิฐอบแห้งแล้วไปเข้าเตาเผา ขั้นตอนกระบวนการทำอิฐ เพื่อให้สอดคล้องมีความสัมพันธ์ทุกขั้นตอนได้อย่างเหมาะสมย่อมจะทำให้ปริมาณการผลิตอิฐก่อสร้างของโรงงานมีกระบวนการผลิตที่ดี หรือกล่าวคืออีกในหนึ่งว่า มีประสิทธิภาพสูงของการผลิตอิฐ ซึ่งผู้วิจัยให้ความสำคัญในเรื่องนี้ โดยเฉพาะความสามารถในการทำงานในขั้นตอนอิฐอบแห้งได้เสร็จสิ้นภายใน 1 วัน หรือ 24 ชั่วโมงดังกล่าว เมื่อเป็นเช่นนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาการผลการทดลอง กำหนดให้อุณหภูมิ 50 – 60°C เป็นหลักการทำงาน ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำกว่านี้ซึ่งน่าจะเกิดผลดีแต่จะต้องใช้เวลานานขึ้นอาจต้องเป็นระยะเวลา 1 วันครึ่งหรือมากกว่านั้น หากใช้อุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนด สามารถย่นระยะเวลาให้น้อยกว่า 1 วัน แต่จะพบกับปัญหาอิฐเสียหายมีรอยร้าว แตกและบิดเบี้ยวเกิดขึ้น ดังที่ได้พบมา ด้วยเหตุนี้อัตราการอบแห้งที่สำคัญ ในผลการทดลองที่ประสบความสำเร็จให้ดี เมื่อใช้อุณหภูมิ 50 – 60°C โดยมีเครื่องเป่าลมหรือพัดลมด้วยความเร็ว 120 f/s ประกอบกับการเปิดช่องระบายลมร้อน คงที่ไว้ ด้วยช่องเปิดกว้าง 2 – 3 เซนติเมตร จะสามารถทำงานให้ได้อิฐอบแห้ง ลดความชื้นลงถึง 5% ภายในระยะเวลา 23 ชั่วโมงเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน โดยยังคงเหลือ 1 ชั่วโมง ที่จะนำอิฐแห้งตัวออกจากห้องอบและนำอิฐเปียกใหม่เข้าห้องอบเพื่อดำเนินการงานต่อไป กรณีงานออกแบบ สำหรับห้องอบแห้งอิฐสามัญ ที่ผู้ทำการทดลองได้เสนอรูปแบบไปแล้ว สำหรับโรงงานแห่งนี้ กำหนดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 6 × 8 × 3 เมตร หรือคิดเป็นปริมาตรได้ 124 ลูกบาศก์เมตรเป็นขนาดมีความจุอบอิฐแห้ง 10,000 ก้อน ตามความประสงค์ของโรงงานเนื่องจากการอบแห้งต่อวันต่อครั้ง โรงงานมีจำนวนคนและสถานที่เหมาะสมกับการผลิตปริมาณ 10,000 ก้อน ทำให้ผู้วิจัยได้พิจารณาข้อมูลนี้มากำหนดเป็นขนาดความจุของห้องอบแห้ง เมื่อได้รูปทรงด้วยความกว้างความยาวและความสูงแล้ว ได้พิจารณาถึงส่วนประกอบของห้องอบ สิ่งสำคัญคือ ช่องให้ความร้อนหรือ fire box ที่เหมาะสม เมื่อใช้ฟืนและเชื้อเพลิงโดยกำหนดให้มีกล่องเชื้อเพลิง 2 ที่ โดยมีขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง เหมาะสมกับห้องอบแห้งซึ่งการกำหนดนี้ได้คำนึงถึง การจ่ายความร้อนเข้าในห้องอบตั้งแต่ความร้อนในช่องต่างๆไป

จนถึงการใส่ฝุ่นมากขึ้นเพื่อให้ความร้อนภายในห้องอบขึ้นไปถึง 50 – 60°C ทั้งนี้โดยมีพัดลมจ่ายกระแสลมร้อนให้เกิดการหมุนเวียนได้ทั่วถึงกับอิฐทุกก้อนที่จัดเรียงไว้ในห้องอบ

อีกเรื่องหนึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญนั่นคือ การระบายลมร้อนหรือความชื้น ที่ออกจากก้อนอิฐ ไปสู่ภายนอก ทางระบายลมร้อนเสนอให้เป็นแบบมีปล่องทางเดินลมร้อนจะช่วยให้เกิดแรงดูดเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ความสูงของปล่องนับตั้งแต่ปากทางออกถึงปลายปล่องมีความยาว 5 เมตรและปล่องมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว จะสร้างความสมดุลกับการระบายความชื้นออกได้ดี ทั้งนี้โดยใช้ลิ้นปิด – เปิด ช่วยระบายความชื้นจะให้เร็วหรือช้าตามวิธีการทำงานที่ต้องการ เมื่อการออกแบบและการเขียนแบบเสร็จสิ้นแล้ว ที่ผู้วิจัยได้ประสานงานและรายงานเสนอให้กับโรงงานผู้ประกอบการได้รับความเห็นชอบ จึงได้นำไปดำเนินการสร้างห้องอบแห่งดังนี้

การสร้างห้องอบแห่งนี้ขนาดความจุ 10,000 ก้อน ได้คำนึงถึงการพิจารณาเลือกใช้วัสดุที่เป็นโครงสร้างให้มีความแข็งแรงระดับหนึ่ง ซึ่งได้ใช้เหล็กกล่องและเหล็กกลมหาได้จากร้านค้าในจังหวัด สำหรับฝาผนังและหลังคา ได้เสนอให้ใช้ผ้าใบพลาสติกชนิดหนา ทนความร้อนได้ดี ด้วยเหตุผลว่า ผ้าพลาสติกชนิดนี้ นอกจากจะสามารถกักกั้นความร้อนให้อยู่ในห้องอบ โดยมีการสูญเสียความร้อนค่อนข้างน้อย เพราะสามารถเป็นฉนวนความร้อนได้ดีในระดับหนึ่ง ประโยชน์สำคัญที่ผู้วิจัยและทางโรงงานเห็นด้วยกับการใช้วัสดุชนิดนี้นั่นคือ มีประโยชน์ได้ดีในระหว่างฤดูร้อน แสงแดดแสงแดดสามารถให้ความร้อนภายในห้องอบได้ถึง 60°C เป็นเหตุให้ช่วยลดการใช้เชื้อเพลิงหรือไม่ใช้เชื้อเพลิงเลยและยังสะดวกกับการหมุนวนของลมร้อนได้ดีอีกด้วย และเหตุผลสำคัญถึงการใช้วัสดุพลาสติกใส นั่นคือ ราคาการก่อสร้าง มาประกอบการพิจารณา ส่วนกรณีที่เป็นปล่องช่องไฟและปล่องระบายความชื้นก็ใช้วัสดุต่างๆ หาซื้อได้จากร้านค้าในจังหวัด ไม่เป็นปัญหากับการก่อสร้างในครั้งนี้ เมื่อการสร้างแล้วเสร็จ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 4 เดือน วิจัยได้ทำการทดลองปฏิบัติงานการอบแห้งอิฐ 10,000 ก้อน ได้พบว่า การทำงานไม่มีอุปสรรคและความยุ่งยากจนเกินไปสามารถทำให้อิฐแห้งตัว ภายในระยะเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง โดยปฏิบัติงานเกี่ยวกับอุณหภูมิรักษาไว้ไม่ให้เกิน 60 °C ช่องระบายความชื้นออก พบช่องเปิดที่เหมาะสมประมาณ 2 เซนติเมตรและการใช้พัดลมด้วยความเร็วลม 120 f/s ส่งผลทำให้อิฐแห้ง มีความสูญเสียน้อยและได้ตรวจสอบความเสียหายนั้นมีเพียง 3.5 % ซึ่งหมายความว่าอิฐ 10,000 ก้อน เสียหายประมาณ 350 ก้อน จากผลการทดลองถือว่าก็เป็นที่น่าพอใจและเชื่อว่า ถ้ามีการปฏิบัติงานที่เหมาะสมและเพื่อต้องการลดความเสียหายให้ลดลงอีก อาจคำนึงถึงวิธีการปฏิบัติการอบแห้ง ที่เรียกว่า เทคนิคการอบแห้ง (Drying technique) โดยจะขอนำเรื่องนี้เสนอไว้เป็นหัวข้อเสนอแนะให้กับโรงงานถึงวิธีการปฏิบัติงานการอบแห้งอิฐของโรงงาน

ข้อเสนอแนะ

เทคนิคการอบแห้ง เสนอให้ปฏิบัติการอบแห้ง โดยแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ที่พนักงานโรงงาน จะต้องถือเป็นเรื่องสำคัญและกระทำการอบแห้งเป็นไปตามระยะต่างๆ ต่อไปนี้ ก็เพื่อจะให้ความเสียหายของอิฐนั้นน้อยลง ถึงแม้ว่า ระบบการอบแห้งต้องใช้เวลา 24 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง ผู้รับผิดชอบอาจแบ่งภาระเป็น 2 และ 3 ช่วงการทำงาน (ช่วงละ 8 ชั่วโมง) มีระยะการทำงาน ดังต่อไปนี้

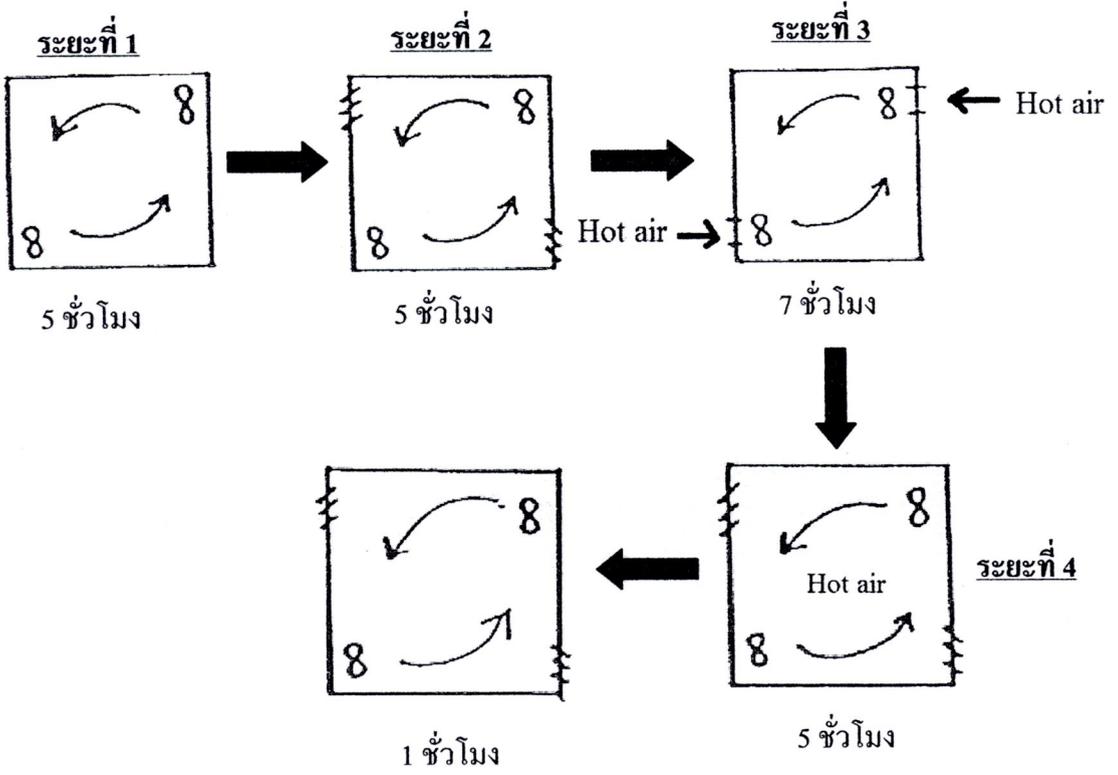
ระยะแรก เรียกว่า การกระจายความชื้นให้อิฐทุกก้อน มีความชื้นตั้งต้นเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน โดยเค้นพัฒนาให้เกิดกระแสลมหมุนเวียนในห้องอบ ปราศจากการจ่ายความร้อนจากพื้น ระยะนี้ใช้ระยะเวลาประมาณ 5 ชั่วโมง ความชื้นจากก้อนอิฐที่อยู่ภายในห้องอบ เป็นเหตุทำให้อิฐก้อนอื่นๆ ซึ่งเดิมมีความชื้นแตกต่างกันก็จะได้รับความชื้นเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากันภายในห้องอบ หากเป็นไปได้สมควรปิดช่องระบายลมที่ปล่องให้สนิท

ระยะที่ 2 ระยะระบายความชื้นในห้องอบออกสู่ปล่อง ด้วยการเปิดช่องระบายลม ขยับจากการเปิดช่องน้อยๆจนเปิดเต็มที่ โดยผลึกความชื้นด้วยแรงดันพัฒนาและปราศจากการจ่ายความร้อน มีระยะเวลา 5 ชั่วโมง

ระยะที่ 3 อุณหภูมิหรือเพิ่มความร้อนจากเชื้อเพลิงที่เป็นพื้น โดยค่อยๆจ่ายความร้อนจากน้อยไปมากในช่วงระยะเวลาการทำงาน 7 ชั่วโมง และในช่วงนี้ให้ปรับช่องระบายลมร้อนลงเหลือเพียง 1 – 2 เซนติเมตร

ระยะที่ 4 ระบายความชื้นออก พร้อมลดปริมาณความร้อนลงช้าๆ ช่วงนี้ใช้ระยะเวลา 5 ชั่วโมง ระหว่างปฏิบัติงานในช่วงนี้ให้ทำการเปิดช่องระบายลมร้อนมากขึ้นจนเปิดเต็มที่ เป็นเหตุภายในห้องอบไม่มีความชื้น พร้อมกันนั้น ทำให้อุณหภูมิภายในห้องอบแห้งลดลง เมื่อปฏิบัติตามขั้นตอนสุดท้ายนี้ อิฐแห้งตัวลงด้วยปริมาณความชื้น 3 – 5% และอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งเท่ากับอุณหภูมิภายนอก สามารถนำอิฐออกได้ถือเป็น**ระยะที่ 5**

การเคลื่อนย้ายอิฐแห้งออกและการนำอิฐเปียกเข้าห้องอบ อาจสามารถทำงานได้ภายใน 1 ชั่วโมง เมื่อพนักงานโรงงาน ผู้รับผิดชอบทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ที่กล่าวมา สามารถใช้เวลาทำการอบแห้ง ภายใน 23 – 24 ชั่วโมงได้แล้วเสร็จจะช่วยให้ความเสียหายอิฐจากการอบแห้งน้อยลง ด้วยเหตุผลของวิธีการนำความชื้นหรือน้ำออกจากก้อนอิฐ อย่างเป็นระบบค่อยๆเป็นค่อยๆไป สามารถดูได้จาก Diagram แสดงเป็นเทคนิคการอบแห้งดังรูป 5.1



รูป 5.1 ลักษณะการหมุนเวียนลมภายในห้องอบแห้ง