

บทที่ 4

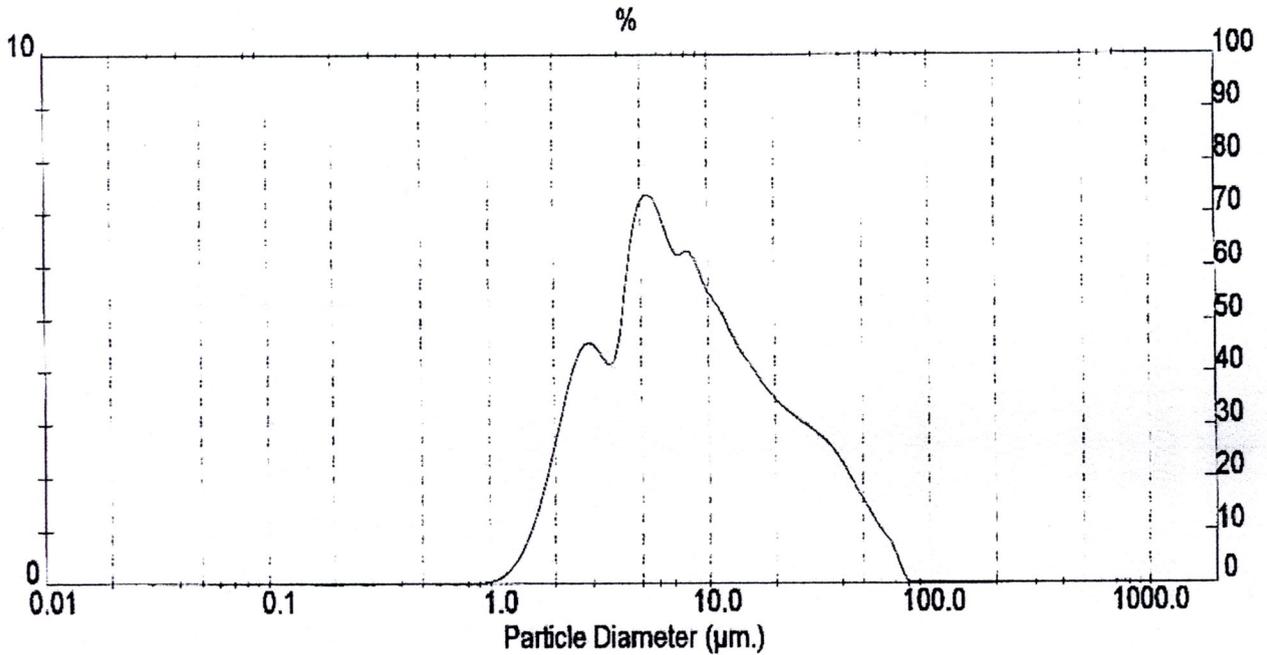
ผลการทดลองและอภิปรายผล

ในส่วนของการทดลองและอภิปรายผลการทดลองการออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ ประกอบด้วย ผลการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะและสมบัติของอิฐสามัญที่ใช้ในการทดลอง, ผลการศึกษาการอบแห้งอิฐสามัญแบบใช้ความร้อน โดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง, ผลการออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ, ผลการทดสอบห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ มีผลการทดลองดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะและสมบัติของอิฐสามัญที่ใช้ในโรงงาน

4.1.1 ผลการวัดขนาดและการกระจายตัวของอนุภาคเนื้อดินปั้น ด้วยเครื่องวัดขนาดอนุภาคแบบการเลี้ยวเบนเลเซอร์

จากการนำวัตถุดิบเนื้อดินปั้นอิฐสามัญ วัดหาขนาดและการกระจายของอนุภาคด้วยเทคนิคเลี้ยวเบนเลเซอร์ โดยใช้เครื่องวัดขนาดอนุภาค แสดงดังรูป 4.1 พบว่าวัตถุดิบเนื้อดินปั้นที่ใช้ในการขึ้นรูปอิฐสามัญ มีพีคที่ปรากฏขึ้นจำนวน 3 พีค โดยพีคแรกมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย $4.94 \mu\text{m}$ มีปริมาณเท่ากับ 4.97 % พีคที่สองมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย $7.57 \mu\text{m}$ ปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 7.18 % และพีคที่สามมีขนาดอนุภาคเฉลี่ย $30.71 \mu\text{m}$ ปริมาณเท่ากับ 3.59% สอดคล้องกับการวัดอนุภาคที่มีขนาด 9.5 – 1.2 มิลลิเมตรเป็นส่วนพื้นผิว(texture fraction) ของอิฐสามัญ ส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบของดินดาน ส่วนอนุภาคขนาด 1.2 – 0.5 มิลลิเมตร เป็นส่วนเติมเต็มอุดแทรก (filler fraction) ทำหน้าที่ในการอุดแทรกช่องว่างระหว่างอนุภาคและสามารถที่จะแทรกกระหว่างเม็ดดินที่มีขนาดโตภายในเนื้ออิฐสามัญ อีกทั้งยังสามารถช่วยลดการหดตัวของก้อนอิฐสามัญขณะทำการตากแห้งและการเผา อนุภาคที่มีขนาดระหว่าง 20 – 50 μm เป็นส่วนสร้างความเหนียว (plastic fraction) มีหน้าที่ช่วยในการรักษารูปทรงของอิฐสามัญขณะทำการขึ้นรูป อีกทั้งยังช่วยในการแทรกตัวเข้าสู่ช่องเล็กๆ ระหว่างอนุภาคและช่วยในการเคลื่อนย้าย ทำให้อิฐสามัญไม่เกิดความเสียหาย [13]



รูป 4.1 ผลการวัดขนาดอนุภาคและการกระจายของวัสดุคิปที่ใช้ในโรงงาน

4.1.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุคิปที่ใช้ในโรงงาน

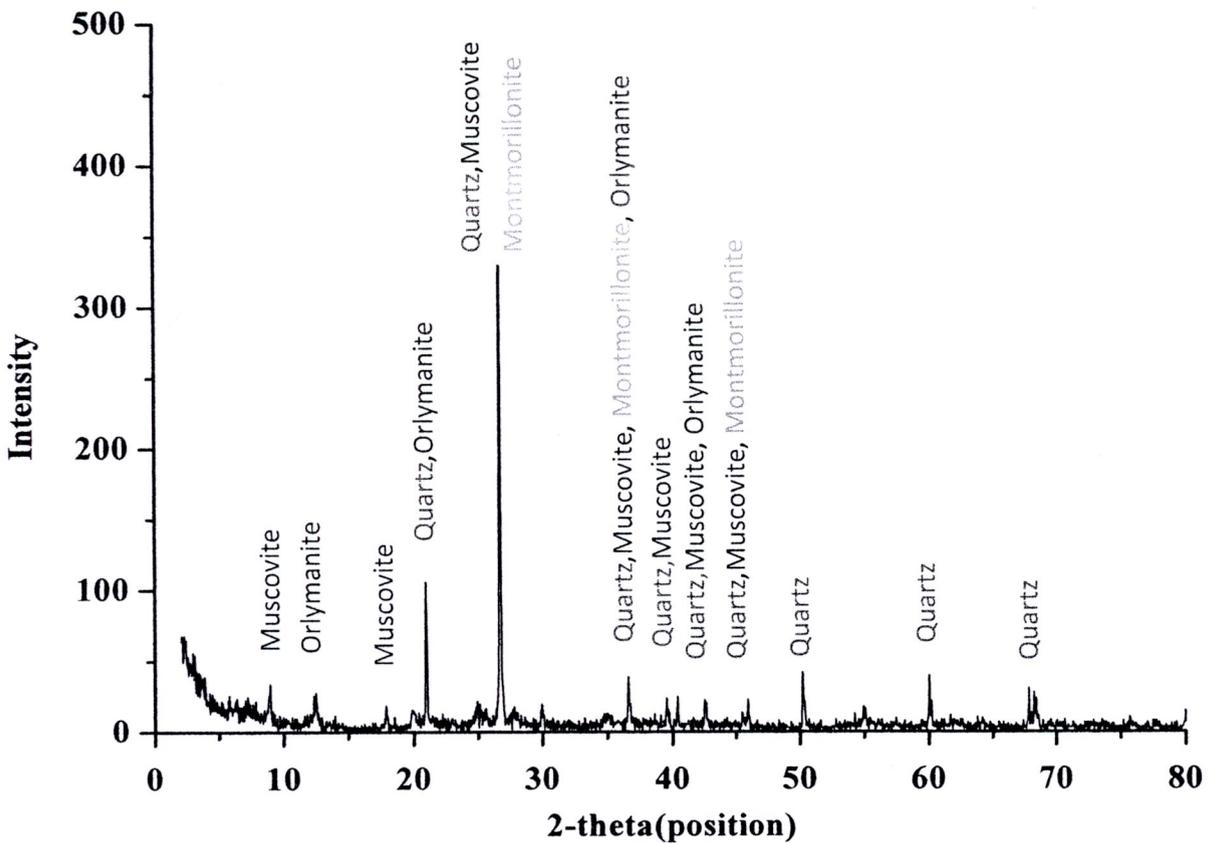
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุคิปเนื้อดินปั้นอิฐสามัญ ก่อนการขึ้นรูปด้วยวิธีการรีด ด้วยเครื่องเอกเรย์ฟลูออเรสเซนซ์ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีแสดงดังตาราง 4.1 พบว่าวัสดุคิปเนื้อดินปั้นที่ใช้ในการผลิตอิฐสามัญ มีองค์ประกอบหลักคือซิลิกาหรือซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) เฟอริกออกไซด์ (Fe_2O_3) โดยที่มีปริมาณของ SiO_2 มากที่สุดรองลงมาคือ Al_2O_3 , Fe_2O_3 ตามลำดับ และมี CaO , K_2O , BaO , MnO , ZrO_2 , TiO_2 , P_2O_5 , MgO , Y_2O_3 และ Rb_2O ในปริมาณเล็กน้อย พบว่าเนื้อดินปั้นที่ใช้ในการผลิตอิฐสามัญมีปริมาณของ เฟอริกออกไซด์ในปริมาณสูงถึง 12.437 wt% ดังผลวิเคราะห์ตาราง 4.1 โดยทั่วไปดินเีร้ทเทนแวร์ที่มีสีแคงหรือสีส้มแคงนั้นจะมีปริมาณของเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) ในปริมาณร้อยละ 6 - 10 ขึ้นไป และเมื่อนำไปเผาในบรรยากาศออกซิเดชันที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส สีของเนื้อดินมีสีส้มแคงหรือสีแคงและเนื้อดินที่มีปริมาณของออกไซด์ไทเทเนียม (TiO_2) ร้อยละ 1 ยังส่งผลต่อการเกิดความเข้มของสีเนื้อดิน นอกจากนี้เมื่อนำเนื้อดินที่มีปริมาณเหล็กออกไซด์สูงทำการเผาที่อุณหภูมิเกินกว่า 900 องศาเซลเซียส เหล็กออกไซด์ภายในเนื้อดิน อาจกลายเป็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลดำได้ [49]

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุคืบที่ใช้ในโรงงาน

สารประกอบ	องค์ประกอบทางเคมี (wt%)
SiO₂	63.079
Al₂O₃	15.422
เหล็กรวมในรูปของ Fe₂O₃	12.437
CaO	0.484
K₂O	3.837
BaO , Y₂O₃ และ Rb₂O	< 0.010
MnO	0.256
MgO	0.458
TiO₂	1.315
P₂O₅	0.663
Loss on Ignition (LOI)	2.050
Summation	100

4.1.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ของวัตถุบิที่ใช้ในโรงงาน

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ของวัตถุบิเนื้อดินปั้นอิฐสามัญ ก่อนการขึ้นรูปด้วยวิธีการรีด ด้วยเครื่องเอกเรย์คิฟแฟรกชัน ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ดังรูป 4.2 ประกอบด้วยแร่ที่เป็นองค์ประกอบหลักคือ ควอตซ์ (Quartz, SiO_2), มัสโคไวท์ (Muscovite, $\text{K}_2\text{Al}_4(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{20}(\text{OH},\text{F})_4$), มอนมอริลโลไนท์ (Montmorillonite, $(\text{Na},\text{Ca})_{0.3}(\text{Al},\text{Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{16}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{O}$) , ออร์ลิมาไนท์ (Orlymanite, $\text{Ca}_4\text{Mn}_3\text{Si}_8\text{O}_{20}(\text{OH})_6\text{H}_2\text{O}$)



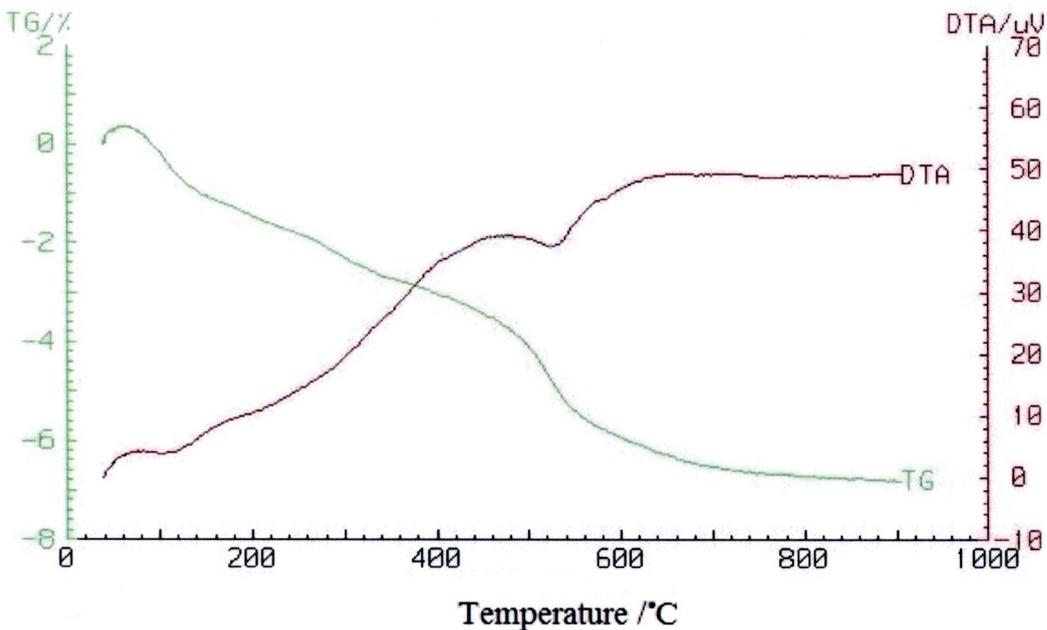
รูป 4.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางแร่ของวัตถุบิที่ใช้ในโรงงาน

4.1.4 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของวัตถุดิบ

จากการศึกษาพฤติกรรมทางความร้อนด้วยเครื่องมือวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงความร้อน (DTA) เเผที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส ใช้อัตราการขึ้นอุณหภูมิ 10 ° C / นาที สารที่เลือกใช้ในการอ้างอิง อะลูมินา (alumina) ผลการวิเคราะห์พบว่าเนื่อคินเกิดปฏิกิริยาการดูดในช่วงแรกเกิดการสูญเสียความชื้นและปฏิกิริยาการระเหยของสารอินทรีย์ ในอุณหภูมิ 523.4 องศาเซลเซียส ดังตาราง 4.2 ในช่วงนี้เกิดปฏิกิริยาในการระเหยของน้ำที่เกาะอยู่ที่ผิวของอนุภาคและเกิดปฏิกิริยาการขจัดกลุ่ม OH⁻ เมื่อให้พลังงานความร้อนสูงขึ้นจนถึง 600 องศาเซลเซียส กลุ่ม OH⁻ จะถูกขจัดจนหมดไป [40] แสดงลักษณะดังรูป 4.3

ตาราง 4.2 ผลวิเคราะห์แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของวัตถุดิบ

DTA (Differential Thermal Analysis)	
ชนิดของปฏิกิริยา	อุณหภูมิที่เกิดปฏิกิริยา (°C)
ดูดความร้อน	523.4



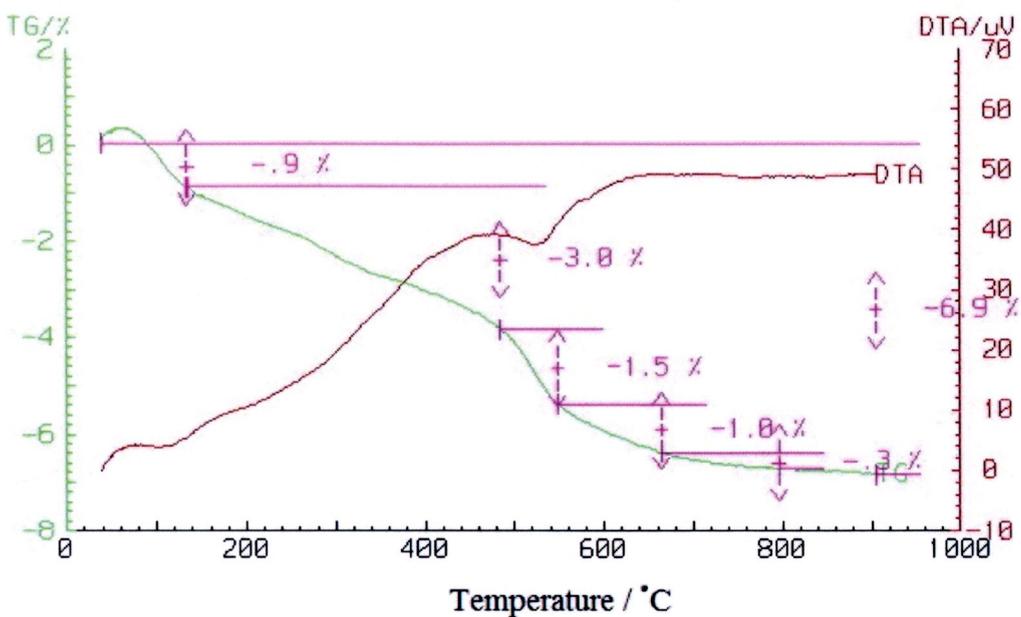
รูป 4.3 ผลวิเคราะห์แสดงค่าเป็นกราฟ DTA

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัตถุดิบ

การวิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อดินปั้นที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส ผลการวิเคราะห์พบว่าในช่วงระหว่าง อุณหภูมิ 39.0 – 133.8 องศาเซลเซียส เกิดการสูญเสียความชื้น มักเกิดในช่วงอุณหภูมิ 100 – 200 องศาเซลเซียส และในช่วงระหว่างอุณหภูมิ 133.8 – 484.0 องศาเซลเซียสเกิดการเผาไหม้ของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในเนื้อดิน ส่วนในช่วงระหว่างอุณหภูมิ 484.0 – 950.1 องศาเซลเซียส ดังตาราง 4.3 เกิดการขจัดน้ำที่ล้อมรอบอนุภาค โดยถูกดูดซับไว้ที่ผิวแร่และเกิดการสูญเสียในโครงสร้างผลึกและน้ำหนักของแร่จะหายไป แสดงผลดังรูปที่ 4.4 [19] แสดงลักษณะดังรูป 4.4

ตาราง 4.3 ผลวิเคราะห์แสดงค่าน้ำหนักที่สูญหาย

TG (Thermo gravimetric analysis)	
ช่วงอุณหภูมิที่น้ำหนักสูญหาย (°C)	น้ำหนักที่สูญหาย (ร้อยละ)
39.0 – 133.8	0.9
133.8 – 484.0	3.0
484.0 – 548.3	1.5
548.3 – 950.1	1.0
น้ำหนักสูญหายทั้งหมด	6.4



รูป 4.4 ผลวิเคราะห์แสดงค่าเป็นกราฟ TG

4.2 ผลการทดสอบสมบัติอิฐสามัญ

4.2.1 ผลความหนาแน่นรวมและการหดตัวก่อนการเผาและหลังการเผา

และความพรุนตัว (Porosity) ของอิฐสามัญ

อิฐสามัญก่อนกระบวนการเผามีการหดตัวเท่ากับ 6.5% และวัดค่าความหนาแน่นพบว่า อิฐสามัญมีความหนาแน่นเท่ากับ 2.9 g/cm^3

อิฐสามัญหลังกระบวนการเผามีการหดตัวเท่ากับ 13.5% และวัดค่าความหนาแน่นพบว่า หลังการเผามีความหนาแน่น 3.2 g/cm^3 และมีความพรุนตัว 12.8 %

ตาราง 4.4 แสดงค่าการหดตัว ความหนาแน่นรวมและความพรุนตัวของอิฐสามัญ

สถานะของอิฐก่อสร้าง	ค่าการหดตัว (%)	ค่าความหนาแน่นรวม (g/cm^3)	ค่าการดูดซึมน้ำ (%)
ก่อนการเผา	6.5	2.93	-
หลังการเผา	13.5	3.18	12.85

4.2.2 ผลค่าความทนต่อการดัดหักของอิฐสามัญก่อนเผาและหลังการเผา

ความแข็งแรงของอิฐสามัญก่อนเผาและหลังการเผาที่อุณหภูมิ $900 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ทดสอบด้วยวิธีการดัดหัก พบว่าอิฐสามัญก่อนเผา มีความทนต่อการดัดหักมีค่าเท่ากับ 8.75 kg/cm^2 โดยทั่วไปเนื้อดินปั้นเอิร์ทเทนแวร์ [25] และอิฐก่อสร้างสามัญหลังการเผามีค่าความทนต่อแรงดัดหัก 61.9 kg/cm^2 โดยอิฐสามัญอยู่ในช่วงระหว่าง $35 - 100 \text{ kg/cm}^2$ ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม [14]

ตาราง 4.5 แสดงค่าความทนต่อแรงดัดโค้งของอิฐก่อสร้าง

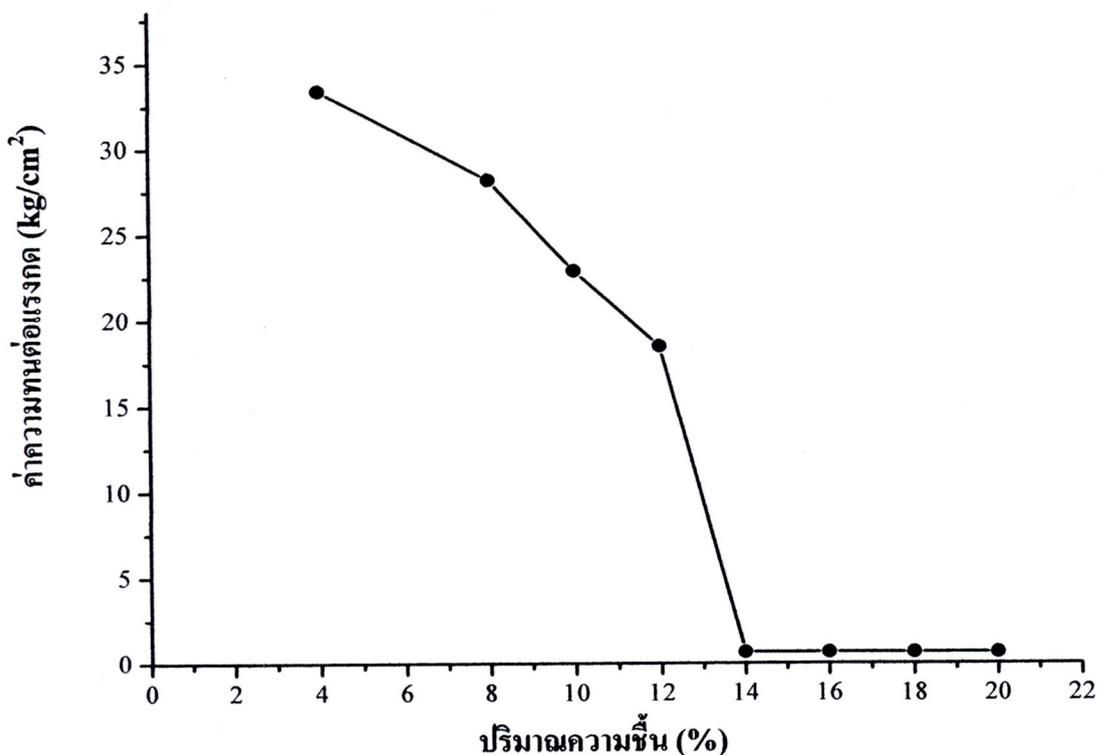
สถานะของอิฐก่อสร้างสามัญ	แรงดัดหัก (kg/cm^2)
ก่อนการเผา	8.75
หลังการเผา	61.95

4.2.3 ผลค่าความทนต่อแรงอัดที่ความชื้นที่แตกต่างกันของอิฐสามัญ

ความแข็งแรงของอิฐสามัญในสภาวะอบแห้ง โดยใช้ปริมาณความชื้นในอัตราส่วน 4% , 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, 20% ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.5 ค่าได้จากการคำนวณตามสมการที่ 2.8 พบว่าเมื่ออิฐสามัญหลังการขึ้นรูปเมื่อทำการอบแห้งที่ปริมาณความชื้นที่ 12 % อิฐก่อสร้างสามัญเริ่มมีการแข็งตัว สามารถรับแรงกดได้ 18.5 kg/cm^2 เมื่ออิฐสามัญมีปริมาณความชื้นลดลงที่ 4 % สามารถรับแรงกดได้ 33.4 kg/cm^2 เนื่องจากในช่วงแรกน้ำระเหยออกจากผิวของอิฐ ทำให้ยังไม่สามารถรับแรงกดได้ในช่วง 14 – 20% เมื่ออิฐสามัญได้รับความร้อนและเร่งการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วของอากาศ น้ำภายในอิฐสามัญเคลื่อนที่สู่พื้นผิว ปริมาณความชื้นที่ 4 – 12% อิฐสามัญสามารถรับน้ำหนักได้[23] ดังนั้นเมื่อปริมาณความชื้นลดลงส่งผลต่อความสามารถในการรับแรงกด (compressive strength) มีการเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ตาราง 4.6 ผลการวิเคราะห์ความทนต่อแรงกดอัดของอิฐสามัญในความชื้นที่แตกต่างกัน

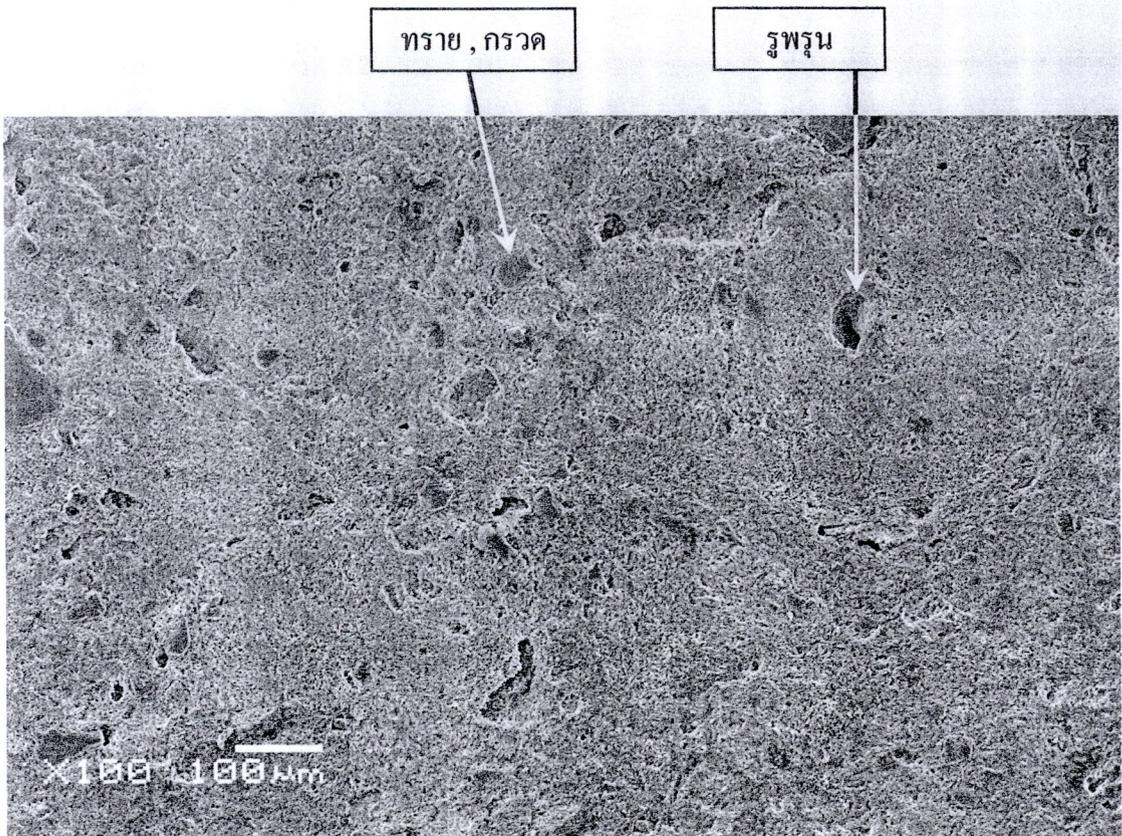
ค่าความชื้น (%)	4	8	10	12	14	16	18	20
ค่าความทนต่อแรงกด (g/cm^2)	33.4	28.2	22.9	18.5	0.35	0.35	0.35	0.35



รูป 4.5 แสดงค่าความแข็งแรงด้วยวิธีการกดต่อปริมาณความชื้นที่แตกต่างกัน

4.2.4 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างทางจุลภาคของอิฐสามัญ

จากการศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของเนื้อดินปั้นอิฐสามัญด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด พบว่าลักษณะของอิฐสามัญประกอบด้วยทรายเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังพบว่ามีรูพรุนกระจายอยู่ทั่วภายในเนื้ออิฐสามัญ ซึ่งเกิดจากการระเหยของน้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมในขณะที่ทำการขึ้นรูป เมื่อปริมาณน้ำเหล่านั้นระเหยกลายเป็นไอแล้วจะทิ้งช่องว่างไว้ภายในเนื้ออิฐสามัญ ซึ่งจะเกิดเป็นรูพรุนที่เชื่อมโยงกัน ดังแสดงในรูป 4.6



รูป 4.6 แสดงโครงสร้างทางจุลภาคของอิฐสามัญก่อนเผา

4.2.5 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวและปริมาตรรูพรุน ด้วยเทคนิค BET

จากผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิวของเนื้ออิฐสามัญด้วยเทคนิค BET แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.7 พบว่าอิฐสามัญก่อนการเผามีพื้นที่ผิวเท่ากับ $0.3977 \text{ m}^2/\text{g}$ สอดคล้องกับขนาดอนุภาค ถ้าอนุภาคที่มีพื้นที่ผิวมากจะมีขนาดอนุภาคเล็กและถ้าอนุภาคที่มีพื้นที่ผิวน้อยอนุภาคจะมีขนาดใหญ่ โดยผลการวัดขนาดอนุภาคและการกระจายขนาดอนุภาค ด้วยเครื่องวัดขนาดอนุภาคแบบเลเซอร์ เนื้อดินที่มีขนาดอนุภาคเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคเกิน $1 \text{ }\mu\text{m}$ เมื่อโดนน้ำจะจับตัวเป็นก้อน (agglomerate) ทำให้การหาขนาดอนุภาคที่วัดได้ไม่เป็นค่าที่แท้จริง จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์พื้นที่ผิวด้วยเทคนิค BET ร่วมด้วย

การวิเคราะห์ปริมาตรรูพรุนของเนื้ออิฐสามัญด้วยเทคนิค BET พบว่าอิฐสามัญก่อนการเผา มีพื้นที่ผิวเท่ากับ 0.1050 cc/g และอิฐสามัญหลังการเผา มีปริมาตรรูพรุนเท่ากับ 0.0687 cc/g แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.7

ตาราง 4.7 แสดงค่าความหนาแน่นรวมและความพรุนตัวของอิฐสามัญ

สถานะของอิฐก่อสร้าง	พื้นที่ผิว (m^2/g)	ปริมาตรรูพรุน (cc/g)
ก่อนการเผา	0.3977	0.1050
หลังการเผา	0.1722	0.0687

4.3 ผลการศึกษากระบวนการอบแห้งอิฐสามัญแบบใช้ความร้อน โดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง

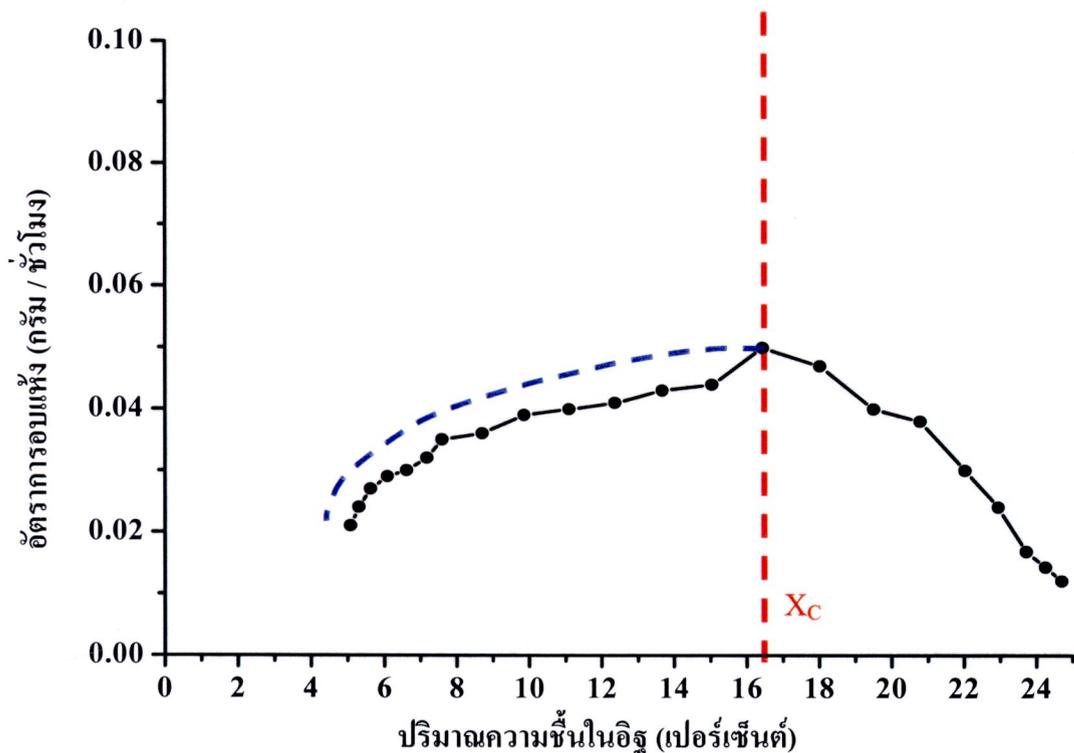
4.3.1 ผลความสัมพันธ์การเพิ่มอุณหภูมิและปริมาณความชื้นในอิฐสามัญ

อิฐสามัญที่ใช้ในการทดลองขึ้นรูปด้วยวิธีการรีดด้วยดินเหนียว มีความชื้น 25% ซึ่งเป็นจำนวนของความชื้นที่จำเป็นต้องกำจัดออกด้วยกระบวนการอบแห้งให้อิฐสามัญก่อนเผา มีปริมาณความชื้น 5 % หากอิฐสามัญมีปริมาณความชื้นของอิฐสามัญต่ำกว่านี้ อิฐจะมีความเปราะ เมื่อกระทบกันจะทำให้เกิดการบิ่นได้ง่าย ปริมาณความชื้น 20 % ต้องกำจัดออก ผลการทดลองอัตราการอบแห้ง ซึ่งแกนตั้งเป็นอัตราของน้ำที่ออกจากก้อนอิฐต่อ 1 หน่วยเวลาและแกนนอนเป็นปริมาณความชื้นของก้อนอิฐที่วัดทุกๆ ชั่วโมง ทำการทดลองโดยเน้นความสำคัญกับการควบคุมการเผาฟืน ยืนอุณหภูมิคงที่ ยืนความเร็วลมร้อนคงที่ การนำความชื้นออกจากตู้อบแห้ง โดยการเปิดช่องระบายลมร้อนคงที่ จากนั้น วัดน้ำหนักของอิฐสามัญทุกๆ ระยะ 1 ชั่วโมง โดยการทดลองนี้เน้นความสำคัญไปที่อุณหภูมิภายในตู้อบแห้ง คงที่อุณหภูมิที่ $40 - 70 \text{ }^\circ\text{C}$ การทดลองได้ใช้ความเร็วลมจากพัดลมคงที่และเปิดช่องระบายความชื้นคงที่ จนกระทั่งอิฐแห้งตัวลง มีความชื้นประมาณ 5% ทำการหยุดการทดลอง



ผลการอบแห้งที่อุณหภูมิห้อง – 40 องศาเซลเซียส

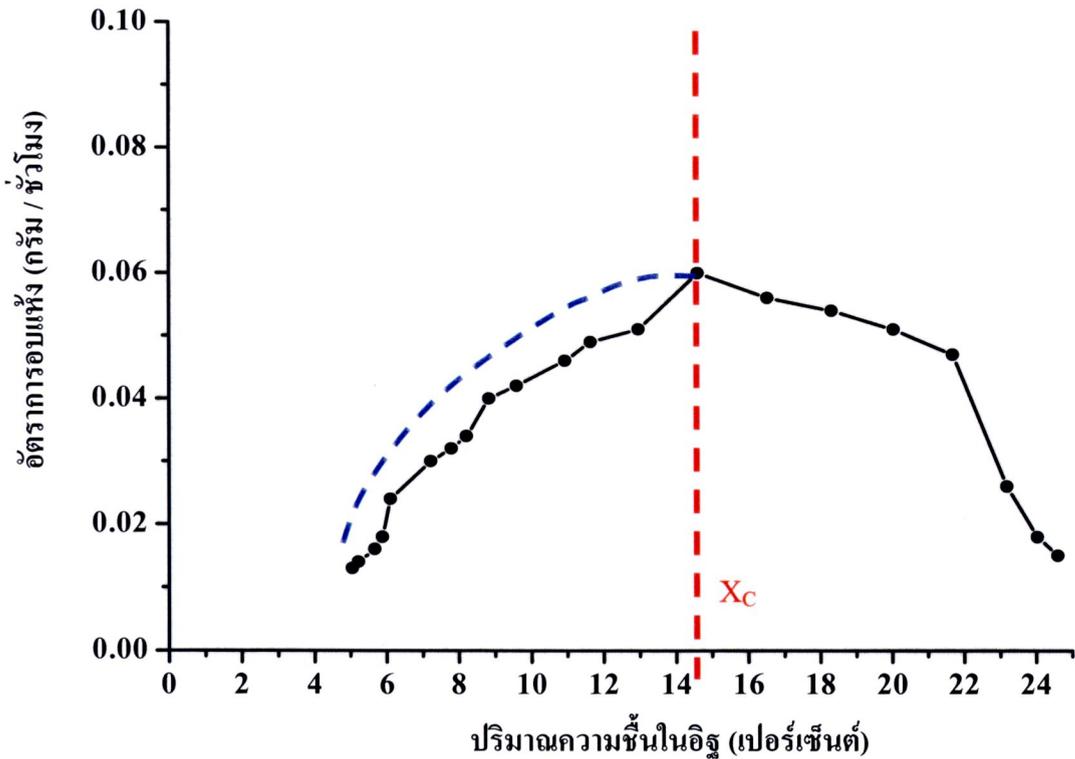
การทดลองอบแห้งอิฐไปจบลงเมื่อความชื้นในก้อนอิฐเหลือเพียง 5 % โดยน้ำหนัก เมื่อดูเส้นกราฟอัตราการอบแห้งหรือ Drying rate ได้แสดงถึงจุดเปลี่ยนฉับพลันหรือจุดวิกฤต โดยอิฐที่ปริมาณความชื้นตั้งต้นจะมีอัตราการอบแห้งที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากในช่วงเริ่มต้นการอบแห้ง ปริมาณความชื้นของอิฐลดลงจาก 24, 22, 20, 18% ตามลำดับ และมีอัตราการอบแห้งเพิ่มขึ้น หมายความว่า ปริมาณของน้ำจากก้อนอิฐที่หลุดออกมาขณะทำการอบแห้งไปสะสมรวมกันในระบบ ทำให้อัตราการอบแห้ง มีค่าเป็นตัวเลขสูงขึ้นตามลำดับ ครั้นเมื่อเวลาผ่านไป ตรวจวัดน้ำหนักของอิฐในแต่ละชั่วโมง เมื่อถึงปริมาณความชื้นของอิฐที่ 16.4 % พบว่าเป็นจุดที่มีอัตราการอบแห้ง สูงที่สุด 0.44 กรัมต่อชั่วโมง เป็นจุดความชื้นวิกฤต (critical moisture content ; X_c) เป็นจุดที่เกิดการถ่ายเทมวลสาร [21] ทำให้อัตราการอบแห้งลดลงอย่างกะทันหัน ซึ่งในจุดนี้ถือว่าเป็นอัตราการอบแห้งที่ไม่ดีจะทำให้อิฐเกิดความเสียหาย อาจจะเป็นการร้าว การแตกและบิดเบี้ยวเกิดขึ้น เมื่อเป็นเช่นนี้ควรมีการปรับปรุงให้มีอัตราการอบแห้งของอิฐในช่วงอุณหภูมิห้อง – 40 องศาเซลเซียส โดยให้มีอัตราการอบแห้งที่ช้าลง มีลักษณะดังเส้นประสีน้ำเงิน จึงจะเป็นความเหมาะสม แสดงผลรูป 4.7



รูป 4.7 ผลปริมาณความชื้นในอิฐต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิห้อง – 40 °C

ผลการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 – 50 องศาเซลเซียส

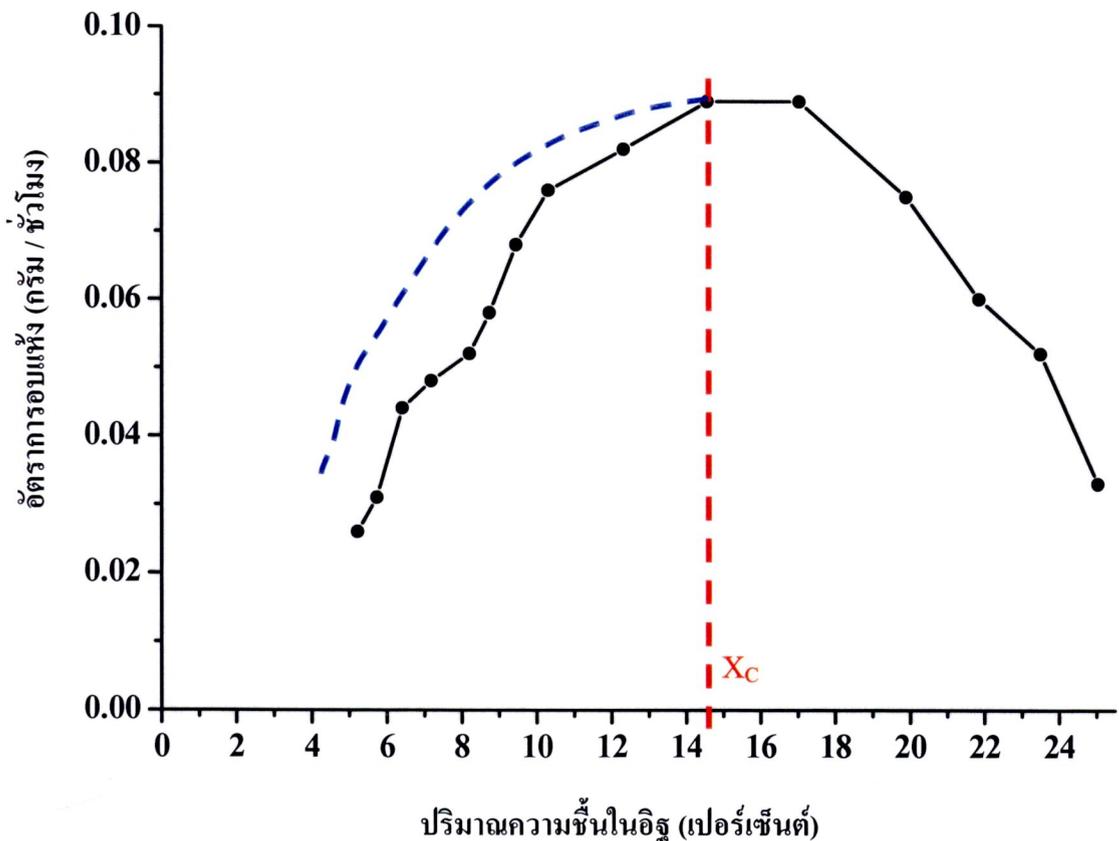
เมื่อเพิ่มอุณหภูมิจากการเผาพื้นให้อยู่ในช่วงอุณหภูมิ 40 – 50 องศาเซลเซียส จะได้กราฟ Characteristic curve. ดังผลการทดลองที่อุณหภูมิห้อง – 40 องศาเซลเซียส ช่วงเริ่มต้นช่วงแรก อิฐมีอัตราการอบแห้งเพิ่มสูงขึ้น เมื่อถึงปริมาณความชื้นที่ 14.6 % พบว่าเป็นจุดที่มีอัตราการอบแห้งสูงที่สุด 0.6 กรัมต่อชั่วโมง เป็นจุดความชื้นวิกฤต เป็นจุดที่เกิดการถ่ายเทมวลสาร [21] จากนั้นจะลดลงตามลำดับ หมายถึง การแห้งตัวของอิฐ ทำให้พบจุดที่กล่าวไว้ตามทฤษฎี ที่เรียกว่า Critical point. แสดงผลดังรูป 4.8 จุดวิกฤตเมื่อสิ้นสุดการอบแห้ง มีผลทำให้เกิดความเสียหาย เป็นรอยร้าวที่ผิวอิฐ ควรมีการปรับปรุงอัตราการอบแห้งของอิฐให้เป็นไปตามลักษณะเส้นประสีน้ำเงิน



รูป 4.8 ผลปริมาณความชื้นในอิฐต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 – 50 °C

ผลการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส

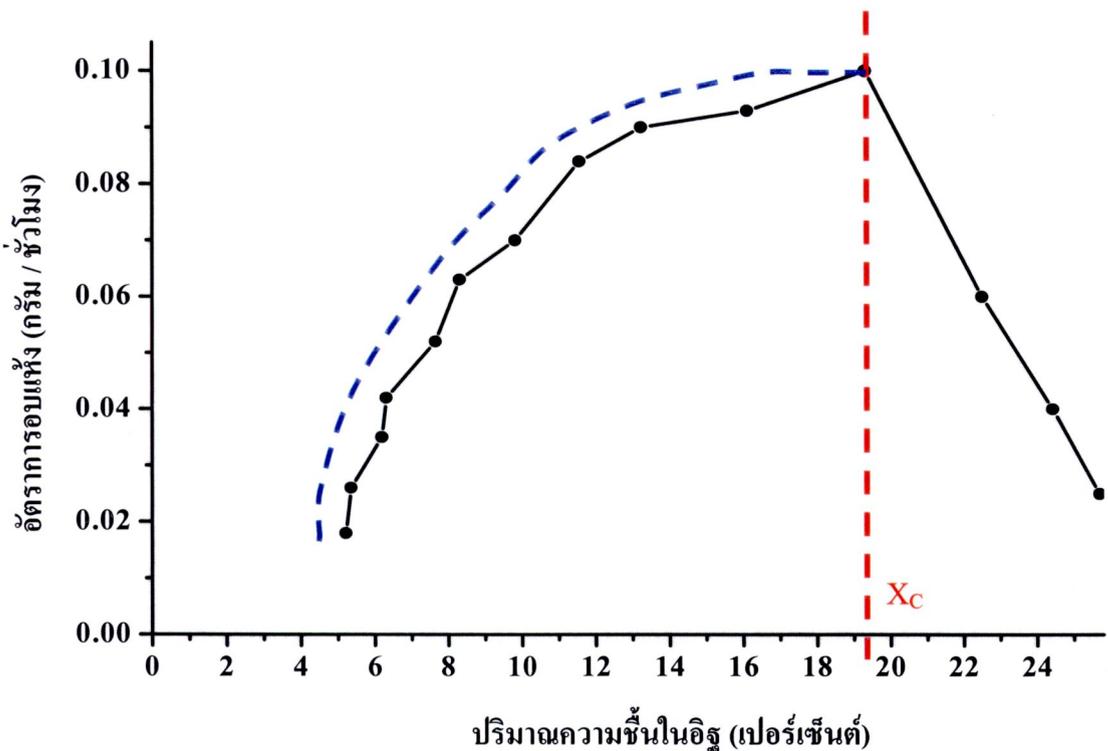
อิฐสามัญที่อบแห้งในช่วงอุณหภูมินี้ เมื่อเริ่มต้นการอบแห้งปริมาณความชื้น 25 – 15% เป็นช่วงที่เกิดการเหนียวน้ำ อิฐสามัญจะรับความร้อน (sensible period) โดยอิฐสามัญจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและอิฐสามัญจะมีปริมาณความชื้นคงที่ในระยะหนึ่ง จากนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ตรงกับจุดที่ปริมาณความชื้นที่ 14.57% และมีอัตราการอบแห้งที่ 0.8 กรัมต่อชั่วโมง เป็นจุดความชื้นวิกฤต เป็นจุดที่เกิดการถ่ายเทมวลสาร [21] เมื่อปริมาณความชื้นผ่านจุดวิกฤตเกิดขึ้นนี้ อัตราการอบแห้งลดลงและทำให้ปริมาณความชื้นของอิฐสามัญลดลงอย่างรวดเร็ว แสดงจากเส้นกราฟที่มีความชัน ในช่วงปริมาณความชื้นระหว่าง 5 – 14 % น้ำที่อยู่ภายใต้ผิวอิฐสามัญเกิดการระเหยอย่างต่อเนื่อง จนการอบแห้งถึงจุดสมดุล แสดงจากเส้นกราฟดังรูป 4.8 ภายหลังจากการอบแห้งพบว่าอิฐสามัญที่อบแห้งในช่วงอุณหภูมินี้พบปริมาณความเสียหายเพียงเล็กน้อย จึงเป็นอัตราการอบแห้งที่น่าสนใจ



รูป 4.9 ผลปริมาณความชื้นในอิฐต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 – 60 °C

ผลการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 – 70 องศาเซลเซียส

เมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้งอิฐสามัญสูงขึ้น ในช่วงปริมาณความชื้น 25 – 17% เมื่ออัตราการอบแห้งสูงสุด 0.1 กรัมต่อชั่วโมง ที่ปริมาณความชื้นของอิฐสามัญที่ 16.3% พบจุดความชื้นวิกฤต เป็นจุดที่เกิดการถ่ายเทมวลสาร [21] เป็นไปตามลักษณะของกราฟแสดงผลดังรูป 4.10 พบของเสียบหายมากขึ้นและเห็นได้ชัดขึ้น อาจเป็นเพราะว่าที่อุณหภูมิในช่วงนี้จะสูงเกินไปกับการอบแห้งอิฐสามัญ ควรมีการปรับปรุงอัตราการอบแห้งของอิฐให้เป็นไปตามลักษณะเส้นประสีน้ำเงิน



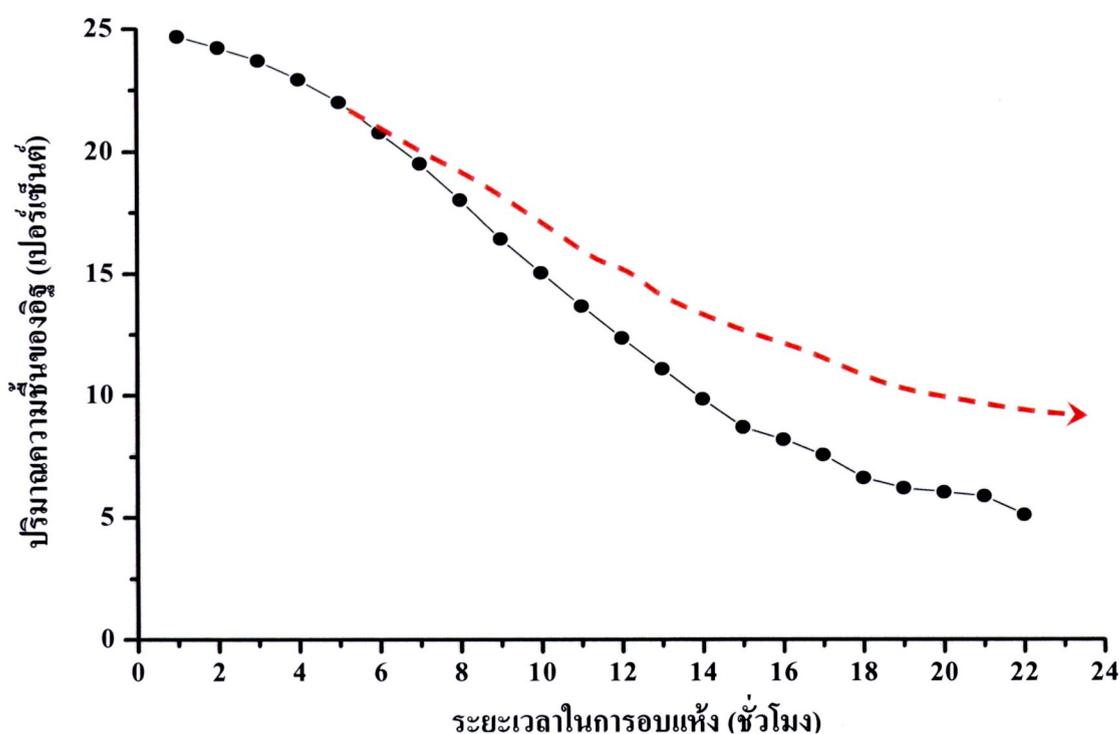
รูป 4.10 ผลปริมาณความชื้นในอิฐต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 – 70 °C

จากกราฟการอบแห้งในแต่ละช่วงอุณหภูมิพบว่าทางขวาของกราฟถึง จุดวิกฤตเป็นการเริ่มต้นจากต่ำและสูงขึ้น แตกต่างจากทฤษฎี ซึ่งเส้นกราฟมีลักษณะคงที่ความคงที่ตามทฤษฎีนั้นได้มาจากการใช้อิฐสามัญที่มีความชื้นตั้งต้นเท่ากันทุกก้อนแตกต่างจากการทดลองปฏิบัติจริง อิฐสามัญหลังจากการขึ้นรูปทุกก้อนมีความชื้นไม่เท่ากัน เมื่อเริ่มต้นทำการอบแห้งอิฐสามัญ ความชื้นที่หลุดออกมาจะไปสะสมกับอิฐสามัญก้อนอื่นๆ เมื่อซังน้ำหนักรวมของอิฐสามัญ พบว่ามีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเท่ากับว่าอิฐสามัญมีน้ำเพิ่มขึ้น ดังนั้นอิฐสามัญที่จะทำการอบแห้งควรมีปริมาณความชื้นที่ใกล้เคียงกัน ส่งผลให้อัตราการอบแห้งเข้าสู่เส้นตรงและปริมาณความชื้นก็จะลดลงอย่างช้า จนถึงความชื้นสุดท้าย

ปริมาณความชื้นของอิฐสามัญต่อระยะเวลาในการอบแห้งอิฐสามัญ

ผลการทดลองระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งหรือ Drying time ที่เหมาะสม จากผลการทดลอง ดังเส้นกราฟที่นำเสนอเป็นข้อมูลจากการทดลองกราฟ Drying rate โดยข้อมูลที่ได้แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นที่ลดลงของอิฐสามัญระหว่างการอบแห้งกับระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง จนกระทั่งปริมาณความชื้นของอิฐสามัญลดลงให้เหลือเพียง 5% เก็บบันทึกปริมาณและ ระยะเวลาต่อชั่วโมงแสดงผลดังต่อไปนี้

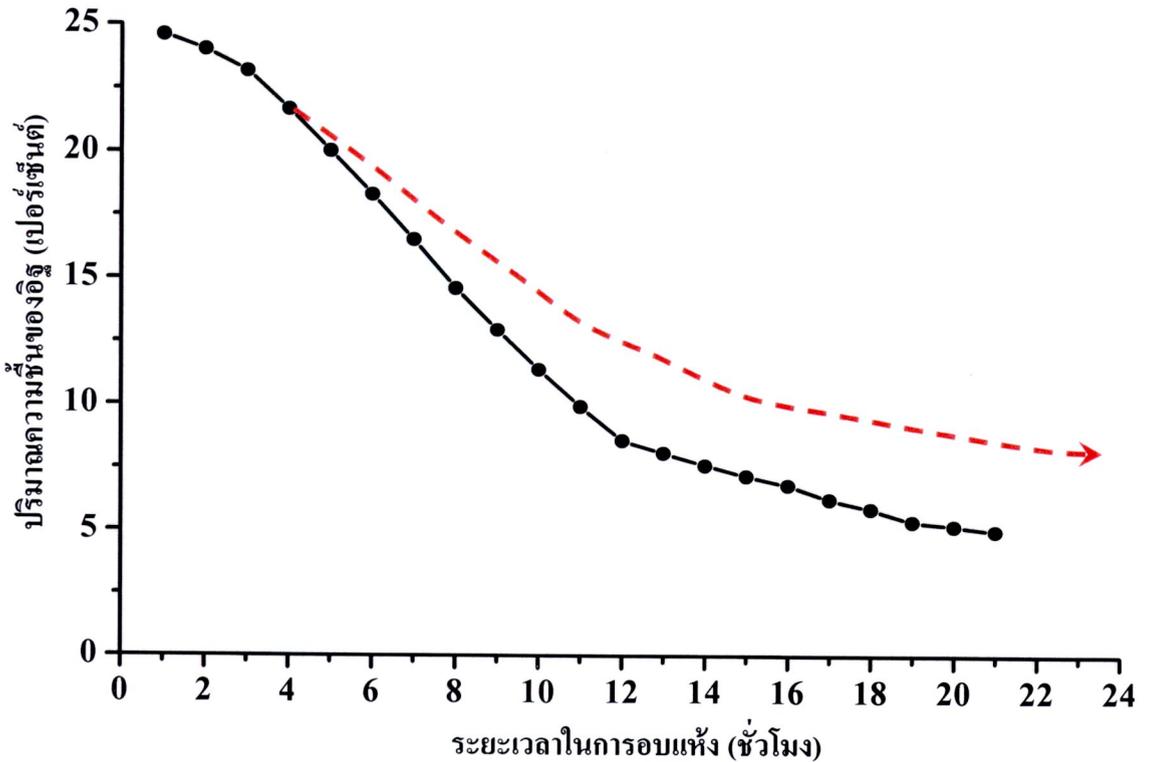
ผลการอบแห้งที่อุณหภูมิห้อง – 40 องศาเซลเซียส



รูป 4.11 ผลปริมาณความชื้นของอากาศต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิห้อง- 40°C

การอบแห้งที่อุณหภูมิปกติ – 40 องศาเซลเซียส การทดลองได้ทราบถึงตำแหน่งของอัตราการอบแห้ง มีผลทำให้อิฐสามัญเกิดความเสียหาย นั่นคือปรากฏรอยร้าว แตกหัก บิดเบี้ยว เป็นต้น ช่วงแรกปริมาณความชื้นของอิฐมีการลดลงเพียงเล็กน้อย เมื่อผ่านการอบแห้งชั่วโมงที่ 4 อิฐสามัญ ระเหยของน้ำออกมาอย่างต่อเนื่องและเร็ว ซึ่งในช่วงนี้อาจทำให้อิฐสามัญเกิดความเสียหายขึ้นได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของความชื้นอย่างฉับพลัน โดยในช่วงนี้ควรให้ปริมาณความชื้นของอิฐสามัญลดลงอย่างค่อยเป็นค่อยไป เมื่อระยะเวลาผ่านไป 14 ชั่วโมง อิฐสามัญค่อยๆ มีน้ำหนักลดลงอย่างช้าและสิ้นสุดการอบแห้ง ภายหลังจากการอบแห้งพบความเสียหายของอิฐสามัญเล็กน้อย การอบแห้งในช่วงระยะเวลานี้ควรมีการเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเป็น 24 ชั่วโมงหรือนานกว่า โดยให้ความชื้นค่อยๆ ลดลงดังเส้นประสีแดง ซึ่งอาจช่วยแก้ปัญหาคความเสียหายของอิฐสามัญได้

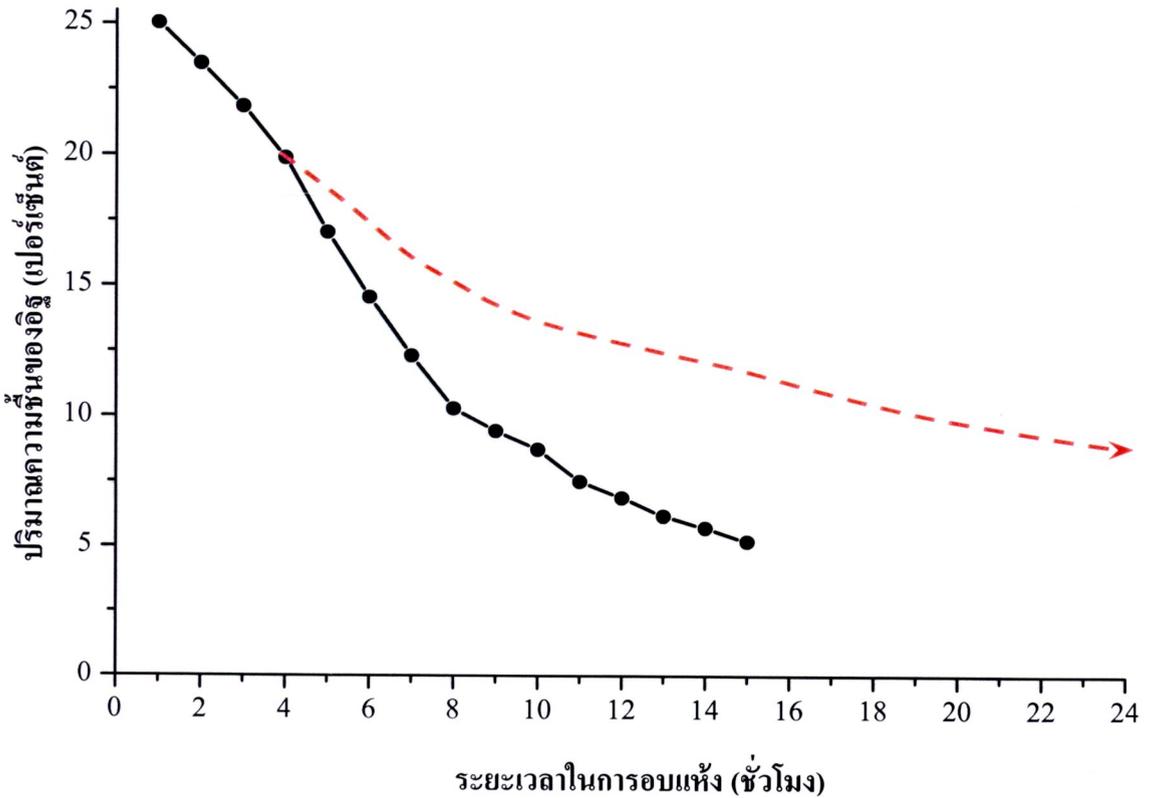
ผลการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 – 50 องศาเซลเซียส



รูป 4.12 ผลปริมาณความชื้นของอากาศต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 – 50 °C

เมื่อทำการอบแห้งที่ช่วงอุณหภูมินี้ จะได้ลักษณะกราฟอัตราการอบแห้งที่มีรูปร่างคล้ายกับการทดลองที่อุณหภูมิปกติ - 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ช่วงเริ่มต้นถึงระยะเวลาที่ 4 ชั่วโมงมีการลดลงของปริมาณความชื้นของอิฐอย่างรวดเร็วแสดงได้จากเส้นกราฟที่มีความชัน ช่วงนี้อาจทำให้อิฐเกิดความเสียหายได้ หลังจากนั้นปริมาณความชื้นของอิฐจะค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่องและเป็นไปอย่างช้า เมื่อระยะเวลาในการอบแห้งผ่านไปถึง 21 ชั่วโมงมีปริมาณความชื้น 5% อิฐสามัญภายหลังการอบแห้งพบปริมาณความเสียหายเป็นการบิดเบี้ยว และเกิดรอยร้าว ในการอบแห้งที่ช่วงอุณหภูมินี้ควรถูกปรับปรุงปริมาณความชื้นของอิฐสามัญลดความชื้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งที่เหมาะสมควรมีการเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเป็น 24 ชั่วโมงหรือนานกว่า ซึ่งอาจช่วยแก้ปัญหาความเสียหายของอิฐสามัญได้ โดยให้ความชื้นค่อยๆ ลดลงดังเส้นประสีแดง

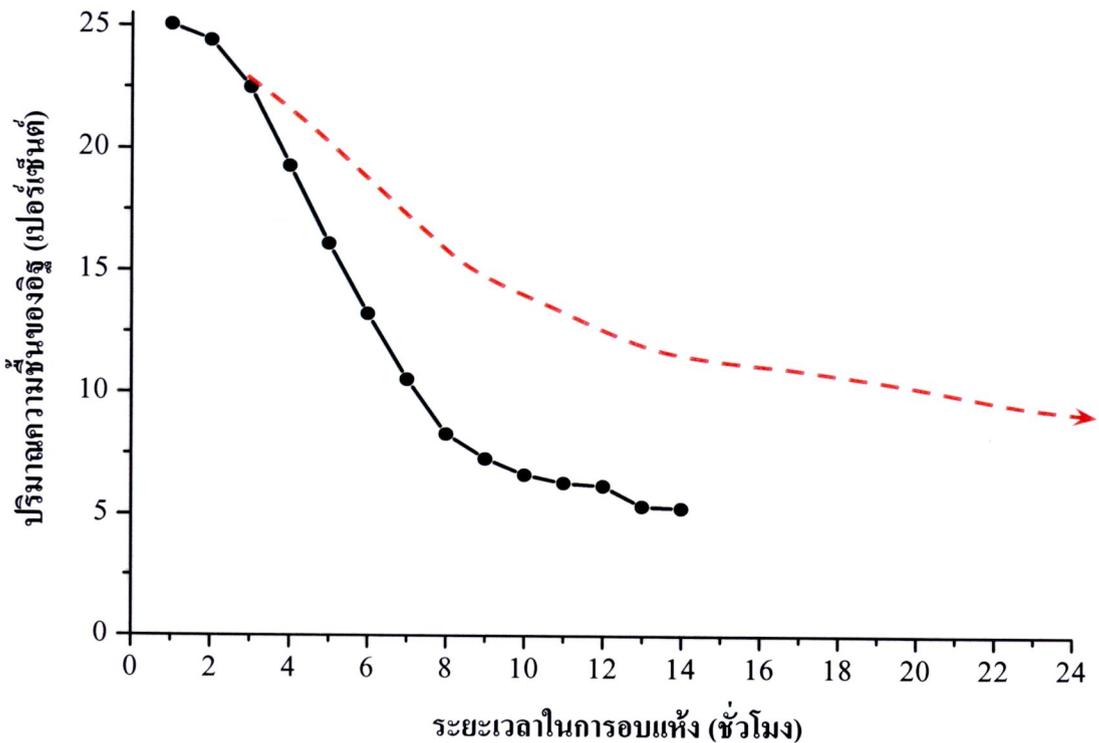
ผลการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส



รูป 4.13 ผลปริมาณความชื้นของอากาศต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 – 60 °C

ผลการทดลองอบแห้งในช่วงอุณหภูมินี้ จะได้ลักษณะกราฟอัตราการอบแห้งที่มีความชัน โดยใช้ช่วงเริ่มต้นถึงระยะเวลาที่ 4 ชั่วโมงมีการลดลงของปริมาณความชื้นของอิฐอย่างรวดเร็ว แสดงได้จากเส้นกราฟที่มีความชัน ช่วงนี้อาจทำให้อิฐเกิดความเสียหายเพียงเล็กน้อยได้หรือแทบไม่ปรากฏชัดเจนต่างๆที่ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเพียง 15 ชั่วโมง หลังจากนั้นปริมาณความชื้นของอิฐจะค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่องและเป็นไปอย่างช้า เมื่อระยะเวลาในการอบแห้งผ่านไปถึง 15 ชั่วโมงมีปริมาณความชื้น 5% อิฐสามัญภายหลังการอบแห้งพบปริมาณความเสียหายเป็นการบิดเบี้ยวเล็กน้อย ในการอบแห้งในช่วงอุณหภูมินี้ควรถูกปรับปรุงปริมาณความชื้นของอิฐสามัญลดลงความชื้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งที่เหมาะสมควรมีการเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเป็น 23 – 24 ชั่วโมงหรือนานกว่า โดยให้ความชื้นค่อยๆ ลดลงดังเส้นประสีแดง ซึ่งอาจช่วยแก้ปัญหาคความเสียหายของอิฐสามัญได้

ผลการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 – 70 องศาเซลเซียส



รูป 4.14 ผลปริมาณความชื้นของอากาศต่อการหดตัวและอัตราการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 – 70 °C

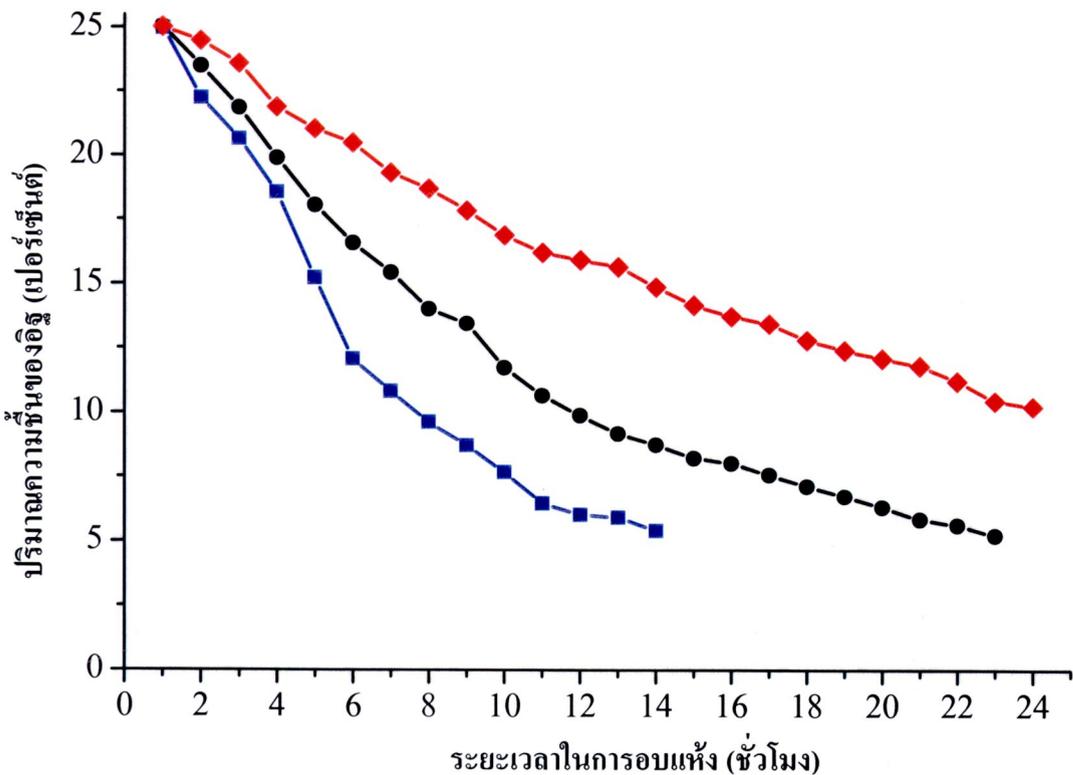
ผลการทดลองอบแห้งที่ช่วงอุณหภูมินี้มีลักษณะกราฟอัตราการอบแห้งที่มีความชัน โดยใช้ช่วงเริ่มต้นถึงระยะเวลาที่ 4 ชั่วโมงมีการลดลงของปริมาณความชื้นของอิฐอย่างรวดเร็ว แสดงได้จากเส้นกราฟที่มีความชัน ช่วงนี้อาจทำให้อิฐเกิดความเสียหายเป็นจำนวนมาก เป็นเพราะอุณหภูมิน่าจะสูงเกินไปและใช้ระยะเวลาในการอบแห้งน้อยเกินไปผลเสียจึงเกิดขึ้น ซึ่งหลังจากนั้นปริมาณความชื้นของอิฐสามัญจะลดลงอย่างต่อเนื่องและเป็นไปอย่างรวดเร็ว เมื่อระยะเวลาในการอบแห้งผ่านไปถึง 14 ชั่วโมงมีปริมาณความชื้น 5% อิฐสามัญภายหลังการอบแห้งพบปริมาณความเสียหายเป็นการบิดเบี้ยว เกิดรอยร้าว ในการอบแห้งที่ช่วงอุณหภูมินี้ควรถูกปรับปรุงปริมาณความชื้นของอิฐสามัญลดลงความชื้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งที่เหมาะสมควรมีการเพิ่มระยะเวลาให้นานขึ้น อาจควรเลือกใช้ระยะเวลาในการอบแห้งเป็น 23 – 24 ชั่วโมงหรือน้อยกว่า โดยให้ความชื้นค่อยๆ ลดลงดังเส้นประสีแดง ซึ่งอาจช่วยแก้ปัญหาความเสียหายของอิฐสามัญได้

จากผลการทดลองระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งอิฐสามัญของแต่ละอุณหภูมิทั้ง 4 ช่วงการทดลอง พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมของโรงงานควรจะใช้ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งใน 1 วัน หากเป็นไปได้คือ 23 ชั่วโมง อีก 1 ชั่วโมงใช้เพื่อการทำงานนำอิฐเข้าหรือออกและนำอิฐเข้า ดังนั้นการอบแห้งที่จะเสนอกับการทดลองนี้คือ ควรอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส

4.3.2 การหมุนเวียนลมร้อนภายในห้องอบแห้ง

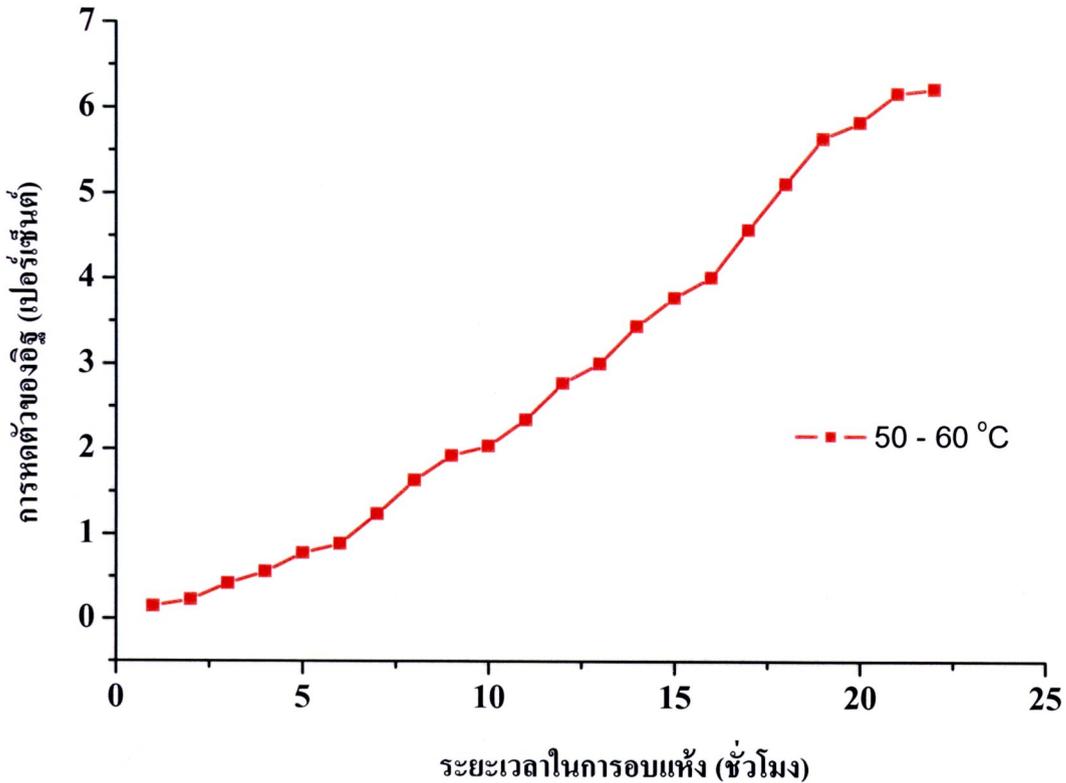
ผลการทดลอง กระแสลมหมุนเวียนในตู้อบแห้ง เพื่อหาความเหมาะสมที่จะทำให้อัตราการระเหยน้ำหรืออัตราการแห้งตัวของอิฐเป็นผลดี เมื่อความเร็วลมช้าจะส่งผลทำให้ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งนานกว่าปกติ นั่นคือเกินกว่า 24 ชั่วโมง และกระแสลมเร็วเกินไป ย่อมทำให้ใช้ระยะเวลาการอบแห้งสั้น แต่อาจจะส่งผลทำให้อิฐเกิดความเสียหาย

ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งระหว่างปริมาณความชื้นของอิฐสามัญกับระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและได้ทำการทดลองเฉพาะช่วงอุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส เพราะเห็นว่าในช่วงอุณหภูมินี้ เป็นอุณหภูมิที่ดีสำหรับการผลิตอิฐสามัญของโรงงาน เพียงแต่ว่าต้องการทราบผลของการเปรียบเทียบความเร็วลมที่มาจากระดับความเร็ว ปานกลางและช้าตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าการใช้ความเร็วลมต่ำดังเส้นกราฟสีแดง การลดลงของความชื้นจะเป็นไปอย่างช้าๆ อาจส่งผลต่อระยะเวลาในการอบแห้งนานเกินกว่า 24 ชั่วโมง เมื่อใช้ความเร็วลมสูงการลดลงของความชื้นจะเร็วมากดังเส้นกราฟฟีนน้ำเงิน เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นกราฟสีดำ การทดลองด้วยความเร็วลมปานกลาง ซึ่งได้ถือปฏิบัติการใช้ความเร็วลมระดับกลางนี้มุกครั้งทำการทดลอง



รูป 4.15 ผลของระยะเวลาต่อปริมาณความชื้นของอิฐสามัญ

4.3.3 การหดตัวของอิฐขณะทำการอบแห้ง



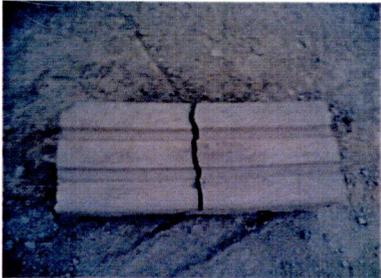
รูป 4.16 ผลของระยะเวลาต่อการหดตัวของอิฐสามัญ

ผลการทดลองการหดตัวของอิฐ ได้ผลดังนี้ การปฏิบัติให้นำอิฐทดลองทุกก้อนทำเครื่องหมายระยะทาง ความยาว 10 เซนติเมตร เข้าสู่ระบบการอบแห้ง โดยใช้อุณหภูมิ 50 – 60 องศาเซลเซียส นำอิฐแต่ละก้อนออกจากตู้อบแห้งทดลองทุก 1 ชั่วโมง นำมาวัดค่าการหดตัว โดยแสดงผลเป็นกราฟแกนตั้งเป็นค่าการหดตัวของอิฐและแกนนอนเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ได้ลักษณะดังรูป 4.16

จากรูปจะพบว่าตลอดระยะเวลาประมาณ 22 – 24 ชั่วโมงการหดตัวจะเริ่มน้อยลงจนเข้าสู่ระดับการหดตัวคงที่ ถือว่าผลการตรวจพบ มีการหดตัวที่น้อยตามระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง จนเข้าสู่การหดตัวที่ต้องการ ภายในระยะเวลาประมาณ 23 – 24 ชั่วโมง เป็นการย้่าถึงอุณหภูมิในการอบแห้งที่เหมาะสมที่ 50 – 60 องศาเซลเซียส และเปิดช่องระบายความชื้นคงที่ เหมาะสมกับการทำงาน

4.3.4 ปริมาณความเสียหายของอิฐสามัญ หลังการอบแห้ง

หลังจากอบแห้งอิฐสามัญในห้องอบแห้งจำลองแล้ว ใช้อิฐสามัญเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 ก้อน โดยทำการอบแห้งอิฐเป็น 4 ช่วงอุณหภูมิ คือ อุณหภูมิห้อง - 40 , 40 - 50 , 50 - 60 , 60 - 70 องศาเซลเซียส เมื่อการอบแห้งสิ้นสุดลงมีปริมาณความชื้นของอิฐสามัญที่ 5 % ในแต่ละช่วงอุณหภูมิ พบว่ามีปริมาณความเสียหายดังตารางที่ 4.8 อิฐสามัญทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ ตั้งแต่ อุณหภูมิห้อง - 70 องศาเซลเซียส เกิดตำหนิที่แตกต่างกันออกไป โดยอิฐสามัญที่ทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส พบปริมาณความเสียหายมากที่สุด สิ้นสุดการอบแห้งก่อให้เกิดตำหนิ การแตกร้าว การโก่งงอและบิ่นบริเวณขอบ แสดงตัวอย่างอิฐสามัญที่เกิดตำหนิที่อุณหภูมิ 60 - 70 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 4.16 จึงไม่ควรทำการอบแห้งเกิน 60 องศาเซลเซียส



รูป 4.17 การแตกร้าวและการโก่งงอของอิฐสามัญ

ตาราง 4.8 แสดงปริมาณความเสียหายของอิฐสามัญ

ปัญหาและตำหนิ	ปริมาณความเสียหายในกระบวนการอบแห้ง (%)				ปริมาณความเสียหาย (%)
	การรอยร้าว	การระเบิด	การโก่งงอ	บิ่นขอบ	
40 °C	2	-	2	-	27
40 - 50 °C	2	-	3	-	33
50 - 60 °C	-	-	1	1	13
60 - 70 °C	3	-	4	1	53



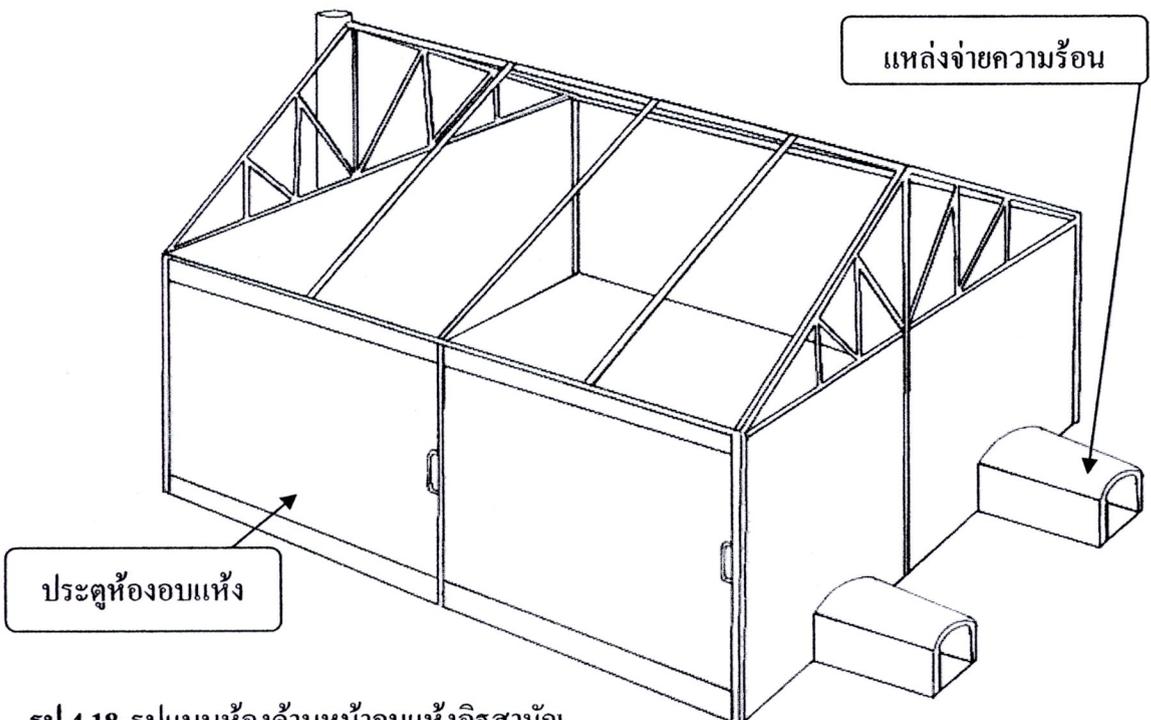
4.4 ผลการออกแบบและการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ

4.4.1 ผลการออกแบบห้องอบแห้ง

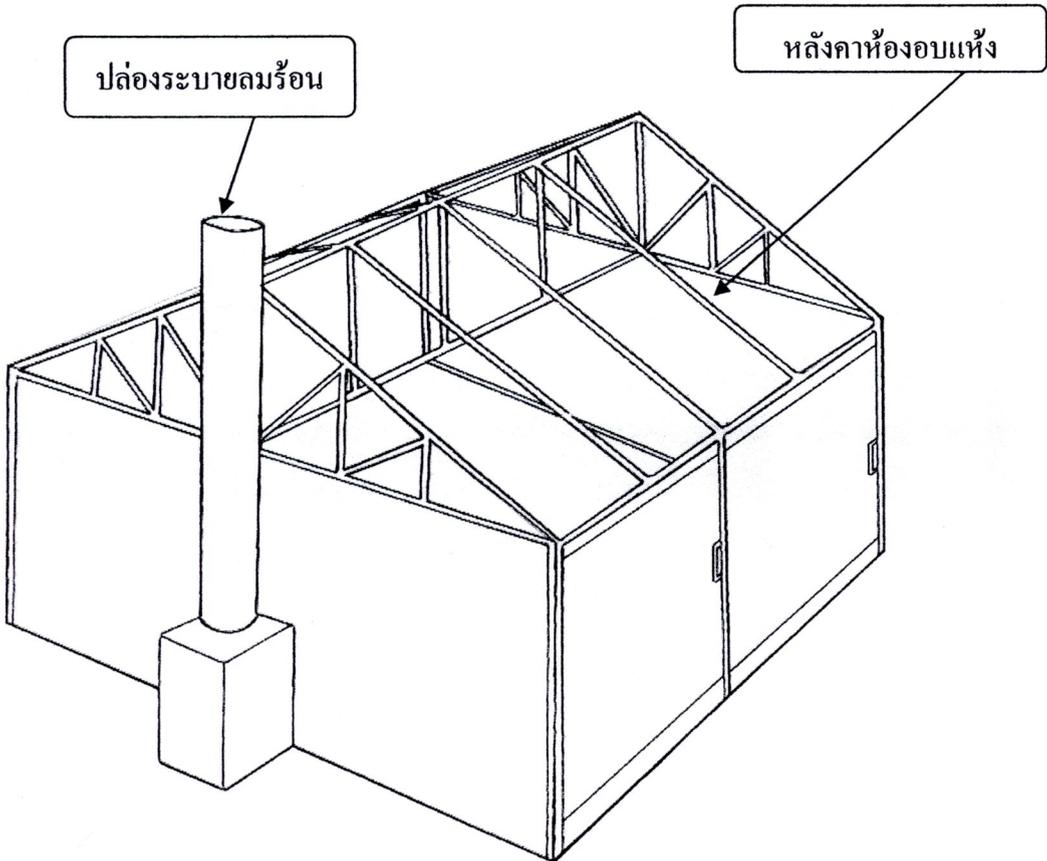
แนวความคิด

การออกแบบห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ เพื่อใช้กำจัดน้ำที่มีภายในอิฐสามัญหลังการขึ้นรูป กำหนดให้มีการเรียงอิฐบนแผ่นกระดาน แผ่นกระดานละจำนวน 10 ก้อน โดยห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ สามารถบรรจุอิฐสามัญจำนวน 10,000 ก้อนต่อครั้ง จากนั้นนำอิฐมาเรียงหรือสร้างแบบ เพื่อใช้กำหนดรูปร่างของห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ เป็นห้องอบแห้งในรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดความกว้าง 6 เมตรและความยาว 8 เมตร มีความสูง 3 เมตร และส่วนประกอบของห้องอบแห้ง แสดงดังรูปที่ 4.17, 4.18

ใช้ลมร้อนจากแหล่งจ่ายความร้อนทางด้านข้างห้องอบแห้ง ซึ่งจะปะทะกับผิวอิฐโดยตรง มีการระบายลมร้อนและให้ลมรอนหมุนเวียนภายในห้องอบแห้ง โดยใช้พัดลมทำให้เกิดการไหลเวียนของลมร้อนภายในห้องอบแห้งและมีการติดตั้งช่องระบายลมร้อนออกสู่ปล่องระบายลมร้อน ปากปล่องระบายลมร้อนมีการติดตั้ง แผ่นกั้นลมร้อน เพื่อใช้ในการควบคุมลมร้อนที่จะระบายออกสู่ปล่องให้เหมาะสมไม่มากไม่น้อยจนเกินไป แหล่งจ่ายความร้อนจะเป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการเผาไหม้ฟืน เกิดการเผาไหม้ในอุโมงค์ จากนั้นความร้อนจะกระจายผ่านเข้ามายังห้องอบแห้ง จะมีพัดลมดูดความร้อนให้กระจายภายในห้องอบแห้ง เมื่อลมร้อนเกิดความหมุนเวียนภายในห้องอบแห้ง ทำให้อิฐเกิดการระเหยน้ำออกมาอย่างต่อเนื่อง



รูป 4.18 รูปแบบห้องค้ำหน้าอบแห้งอิฐสามัญ



รูป 4.19 รูปแบบห้องค้ำข้างอบแห้งอิฐสามัญ

ขนาดและความจุของห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ

แนวความคิด

ขนาดและความจุของห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญจะขึ้นอยู่กับชั้นวางอิฐสามัญที่มีอิฐสามัญวางเต็มห้องอบแห้ง โดยจะมีการพิจารณาให้ใช้ชั้นวางมีลักษณะเป็นช่องสำหรับสอดไม้กระดานจำนวน 8 ชั้น ความยาวของชั้นวาง 5.5 เมตร ความสูง 2 เมตรและมีจำนวนชั้นวางอิฐสามัญทั้งหมด 5 แถว แผ่นกระดาน 1 แผ่น สามารถวางเรียงอิฐสามัญหลังการขึ้นรูปได้จำนวน 10 ก้อน ชั้นวางอิฐสามัญ 1 ชั้น สามารถวางแผ่นกระดานได้จำนวน 25 แผ่น บรรจุอิฐสามัญจำนวน 250 ก้อนต่อ 1 ชั้น ชั้นวางอิฐสามัญ 1 แถวสามารถบรรจุอิฐสามัญได้จำนวน 2,000 ก้อน นอกจากนี้ชั้นวางอิฐสามัญยังเว้นระยะห่างช่องว่างระหว่างชั้นวางอิฐสามัญกับหลังคาไว้จำนวน 20 เซนติเมตร ระยะห่างของชั้นวางแต่ละชั้น เว้นช่วงระยะ 1 เมตร เพื่อใช้เป็นช่องทางเดินสำหรับขนถ่ายอิฐสามัญเข้าบรรจุและนำออกจากห้องอบแห้งได้สะดวก

การออกแบบแหล่งจ่ายความร้อน

แนวความคิด

การออกแบบห้องอบแห้งที่กล่าวมาข้างต้นมีการกำหนดตำแหน่งแหล่งจ่ายความร้อนบริเวณข้างห้องอบแห้ง ต้นกำเนิดความร้อนได้มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ได้จากฟืนเป็นวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการเผาอิฐสามัญ เนื่องจากการเลือกซื้อฟืนจากโรงเลื่อยนั้น มีหลากหลายขนาดทั้งความสั้นและความยาวไม่เท่ากัน มีตั้งแต่ขนาด 1 ฟุตจนถึง 2 เมตร อีกทั้งยังมีส่วนของเปลือกไม้ผสมเข้ามาด้วย ซึ่งเปลือกไม้นั้นไม่นิยมใช้ในกระบวนการเผา เนื่องจากเปลือกไม้ถูกเผาไหม้แล้วเหลือถ่านภายในช่องใส่ฟืนเพียงเล็กน้อย อีกทั้งช่องใส่เชื้อเพลิงของเตาเผา มีความยาวจำนวน 1 เมตร ดังนั้นฟืนที่มีขนาดสั้นกว่า 1 เมตร จะไม่สามารถนำเข้าสู่ช่องใส่เชื้อเพลิงได้ จึงเป็นวัสดุเหลือใช้เป็นปริมาณมากในโรงงานที่ต้องกำจัดหรือนำทิ้ง งานวิจัยนี้จึงได้พิจารณานำฟืนที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการเผามาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับอบแห้งอิฐสามัญ อีกทั้งการใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงนั้นเหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็กและอุตสาหกรรมครัวเรือน การใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงเหมาะกับห้องอบแห้งที่เป็นระบบปิดและใช้การแผ่ความร้อนจากแหล่งจ่ายความร้อน[28] ควันหรือเขม่าที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการอบแห้งนั้นไม่ก่อให้เกิดคำนิแก่อิฐสามัญ เนื่องจากเขม่าที่จับบนผิวของอิฐสามัญสามารถขจัดออกไปได้ในกระบวนการเผา อันเป็นผลเนื่องมาจากในช่วงอุณหภูมิ 400 – 950 องศาเซลเซียส เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้คาร์บอนเกิดการเผาไหม้ [50] ทำให้ควันและเขม่าที่เกาะอยู่บนผิวของอิฐก่อสร้างสามัญหมดไป

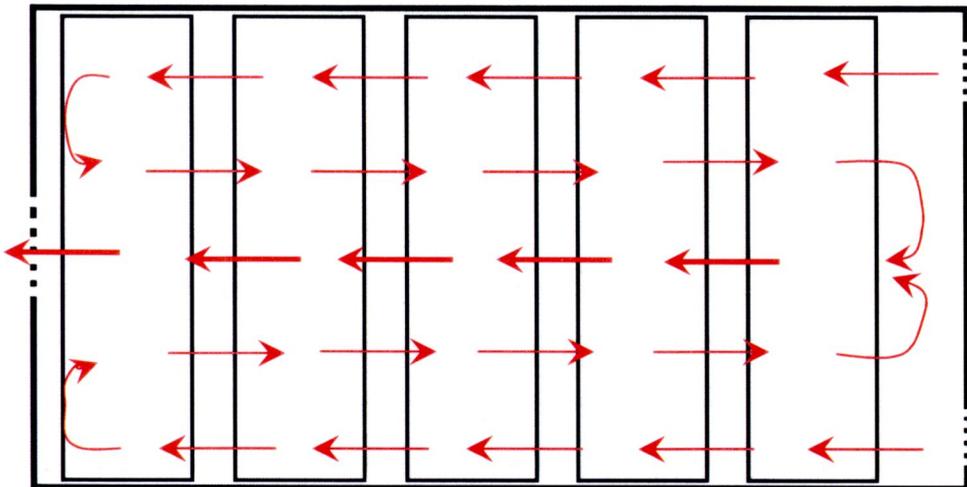
ช่องจ่ายความร้อนและทางระบายความร้อนของห้องอบแห้งจะมีขนาดขึ้นอยู่กับขนาดของห้องอบแห้งและอาจมีแผ่นกัน (damper) ใช้สำหรับควบคุมอัตราการระบายลมร้อนและการระเหยความชื้นภายในห้องอบแห้ง พฤติกรรมของความชื้นภายในห้องอบแห้งจะลอยตัวลงสู่ที่ต่ำ [28] ด้วยเหตุผลนี้เอง จึงง่ายต่อการระบายความร้อนออกสู่ภายนอกและลดความร้อนที่จะสูญเสียออกไปด้วย โดยห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญนี้กำหนดให้มีแหล่งจ่ายความร้อนทางด้านข้างของห้องอบแห้งมีจุดจ่ายความร้อนอยู่ทางด้านซ้ายและทางด้านขวา การจ่ายความร้อนนั้นจะเป็นไปในลักษณะของการเผาไหม้ฟืนให้เกิดเป็นถ่านก่อน หลังจากนั้นจึงค่อยๆ คั่นถ่านที่กำลังร้อนระอุอยู่นั้นเข้าไป ซึ่งจะเป็นวิธีการให้ความร้อนแบบแผ่ความร้อนจากแหล่งจ่ายความร้อน และใช้พัดลมเข้าช่วยในการกระจายลมร้อนไปในทิศทางต่างๆ ภายในห้องอบแห้ง

การออกแบบการหมุนเวียนลมร้อนภายในห้องอบแห้ง

แนวความคิด

การออกแบบตำแหน่งช่องทางเดินลมร้อนหมุนเวียน ใช้พัดลมดูดความร้อน ช่วยในการกระจายและจ่ายกระแสลมร้อนไปพร้อมกับความร้อนจะเรียกว่า กระแสลมร้อน การกระจายลมร้อนทำได้ด้วยการใช้พัดลมเข้าช่วยให้ลมร้อนไปปะทะกันผิวของอิฐสามัญโดยตรง ความร้อนที่ไปปะทะนั้น จะไปเพิ่มอุณหภูมิให้แก่อิฐสามัญก่อน หลังจากนั้นน้ำภายในอิฐสามัญเกิดการระเหย ซึ่งการใช้พื้นเป็นเชื้อเพลิงนั้นทำให้เกิดควันและเขม่าเป็นจำนวนมากภายในห้องอบแห้ง ซึ่งในช่วงแรกต้องทำการปิดแผ่นกัน เพื่อให้ความร้อนภายในห้องอบแห้งกระจายตัวจนทั่ว เมื่อระยะเวลาผ่านไป อุณหภูมิภายในห้องอบแห้งคงที่แล้ว จึงทำการเปิดแผ่นกันออก โดยจะเปิดคงที่ 10 เซนติเมตร เพื่อเป็นการระบายกระแสลมร้อนออกจากห้องอบแห้งในอัตราที่เท่ากันต่อ 1 ชั่วโมง เมื่อการอบแห้งสิ้นสุดลงต้องทำการเปิดแผ่นกัน จนสุด และหยุดการให้ความร้อนภายในห้องอบแห้ง หลังจากนั้นลดอุณหภูมิห้องอบแห้งลง โดยการใช้พัดลมระบายลมร้อน ควันและเขม่า เป็นระยะเวลา 30 นาที

การวางตำแหน่งของช่องทางเดินลมร้อนสำหรับอบแห้งอิฐสามัญนั้น เป็นช่องทางเดินลมร้อนแบบหมุนวนผ่านชั้นวางอิฐสามัญและลมร้อนวิ่งวนภายในห้องอบแห้งแบบไปกลับก่อนที่จะปล่อยกระแสลมร้อนออกสู่ปล่อง โดยกระแสลมร้อนจะไหลและกระจายตัวตามแรงลมที่อัดเข้าไปในห้องอบแห้งไปปะทะกับอิฐสามัญ ระบบการหมุนเวียนลมร้อนแสดงดังรูป 4.19



รูป 4.20 แสดงลมร้อนไหลผ่านภายในห้องอบแห้ง

4.4.2 ผลการสร้างห้องอบแห้ง

การสร้างขนาดห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ เตรียมทำการพื้นที่สำหรับสร้างห้องอบแห้ง โดยปรับให้พื้นมีความเรียบและให้มีความหนาแน่น ขนาดของพื้นที่การสร้างห้องอบแห้งขนาด กว้าง 8 เมตร ยาว 10 เมตร จากนั้นทำการเทพื้นห้องอบแห้งด้วยคอนกรีต วักระดับของพื้นห้องอบแห้งให้มีความหนา 10 เซนติเมตร ทิ้งคอนกรีตให้แข็งตัว 1 วัน หลังจากนั้นทำการฝังตะปูคอนกรีตขนาด 3"× 7 จำนวน 6 จุด เพื่อใช้เป็นตำแหน่งของเสาห้องอบแห้งอิฐสามัญและใช้สำหรับเชื่อมเสากับตะปูคอนกรีต โดยรูปแบบของห้องอบแห้งเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 6 × 8 × 3 เมตร ปริมาตรห้องอบแห้ง 144 ลูกบาศก์เมตร โครงสร้างของห้องอบแห้งใช้เหล็กกันสนิม จากนั้นกรุผนังของห้องอบแห้งด้วยแผ่นสังกะสี เนื่องจากสังกะสีนั้นสามารถส่งผ่านความร้อน และอมความร้อนได้ดี สามารถเพิ่มอุณหภูมิในห้องอบได้

โครงสร้างห้องอบแห้ง

โครงสร้างของห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ โดยโครงสร้างเสาของห้องอบแห้งจะใช้เหล็กกันสนิม ขนาด 1¼" × 1.5 มม. × 6 เมตร โดยเชื่อมฐานเสาดัดเข้ากับตะปูคอนกรีตขนาด 3"× 7 หลังจากนั้นทำการติดตั้งเสารับแรงและใช้โครงสร้างผนังของห้องอบแห้ง โดยเสารับแรงใช้เหล็กขนาด 2" × 1.2 มม. × 6 ม. และโครงสร้างผนังของห้องอบแห้งเพื่อใช้ในการติดตั้งสังกะสีใช้เหล็กกล่องขนาด 1"× 1" × 1.5 มม. × 6 เมตร โครงสร้างของห้องอบแห้งแสดงดังรูป ข-1

ส่วนโครงสร้างหลังคาห้องอบแห้ง เนื่องจากหลังคาอยู่ส่วนพบ ดังนั้น โครงสร้างจะต้องมีน้ำหนักเบา โดยโครงภายนอกของหลังคาใช้เหล็กชนิดเหล็กกันสนิม ขนาด 1" × 1.2 มม. × 6 เมตร และโครงสร้างรับแรงภายในใช้เหล็กกันสนิมขนาด ¾" × 1.2 มม. × 6 เมตร โครงสร้างหลังคาห้องอบแห้งแสดงดังรูป ข-2

การกำหนดแหล่งจ่ายความร้อน

การสร้างแหล่งจ่ายความร้อน ห้องอบแห้งมีขนาดค่อนข้างใหญ่แหล่งจ่ายความร้อนควรอยู่ในตำแหน่งด้านข้างห้องอบ โดยลมร้อนเข้าสู่ห้องอบแห้งมี 2 ตำแหน่ง แหล่งจ่ายความร้อนมีลักษณะเป็นอุโมงค์โดยใช้พื้นเป็นเชื้อเพลิง ขนาดของแหล่งจ่ายความร้อน 90 × 100 × 75 เซนติเมตร ทำการสร้างเริ่มจากการก่อผนังด้วยอิฐสามัญขนาดใหญ่เป็นฐาน โดยมีความสูง 60 จากนั้นทำส่วนโค้งอุโมงค์ด้วยอิฐชนิดลิม ทำการฉาบผิวภายในอุโมงค์ด้วยดินทนไฟ ส่วนภายนอกทำการฉาบด้วยซีเมนต์ แสดงดังรูปที่ ข-5

หลังคาห้องอบแห้ง

การสร้างหลังคาห้องอบแห้งเลือกใช้วัสดุถุงหลังคาแบบพลาสติกใส(ผ้าใบ) เหตุผลที่เลือกใช้วัสดุถุงหลังคาแบบพลาสติกใส เพื่อให้แสงอาทิตย์สามารถส่องผ่านเข้าไปยังอิฐก่อสร้าง

สามัญภายในห้องอบแห้งได้ อีกทั้งวัสดุถุงหลังคาแบบพลาสติกใสยังสามารถช่วยเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งภายในห้องอบแห้งได้เป็นอย่างดี โดยขนาดวัสดุถุงหลังคาแบบพลาสติกใส มีขนาดจั่วสูง 1.00 กว้าง 6.20 ยาว 8.00 เมตร

ช่องระบายความร้อน

การสร้างช่องระบายลมร้อนเพื่อใช้ระบายกระแสลมภายในห้องอบแห้ง โดยช่องระบายลมร้อนและปล่องระบายลมร้อนมีขนาดกว้าง 1 เมตร สูง 5 เมตร เมื่อทำการอบแห้งจะมีปริมาณไอน้ำควันและเขม่าในห้องอบแห้งเป็นจำนวนมาก การสร้างช่องระบายลมร้อนมีขนาด 1×1 เมตร มีแผ่นกั้นบริเวณช่องระบายลมร้อน แสดงผังรูป ข-6 โดยเลือกใช้เป็นแผ่นพลาสติกแข็งใช้ควบคุมกระแสลมร้อนออกสู่ปล่อง การสร้างปล่องระบายกระแสลมร้อนส่วนฐานสร้างเป็นห้องขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร สูง 2 เมตร จากนั้นทำการวางท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว ความสูง 3 เมตร เป็นปล่องระบายลมร้อน โดยท่อที่วางนั้นจะมีความสามารถในการระบายความร้อนได้เป็นอย่างดี แสดงผังรูป ข-7

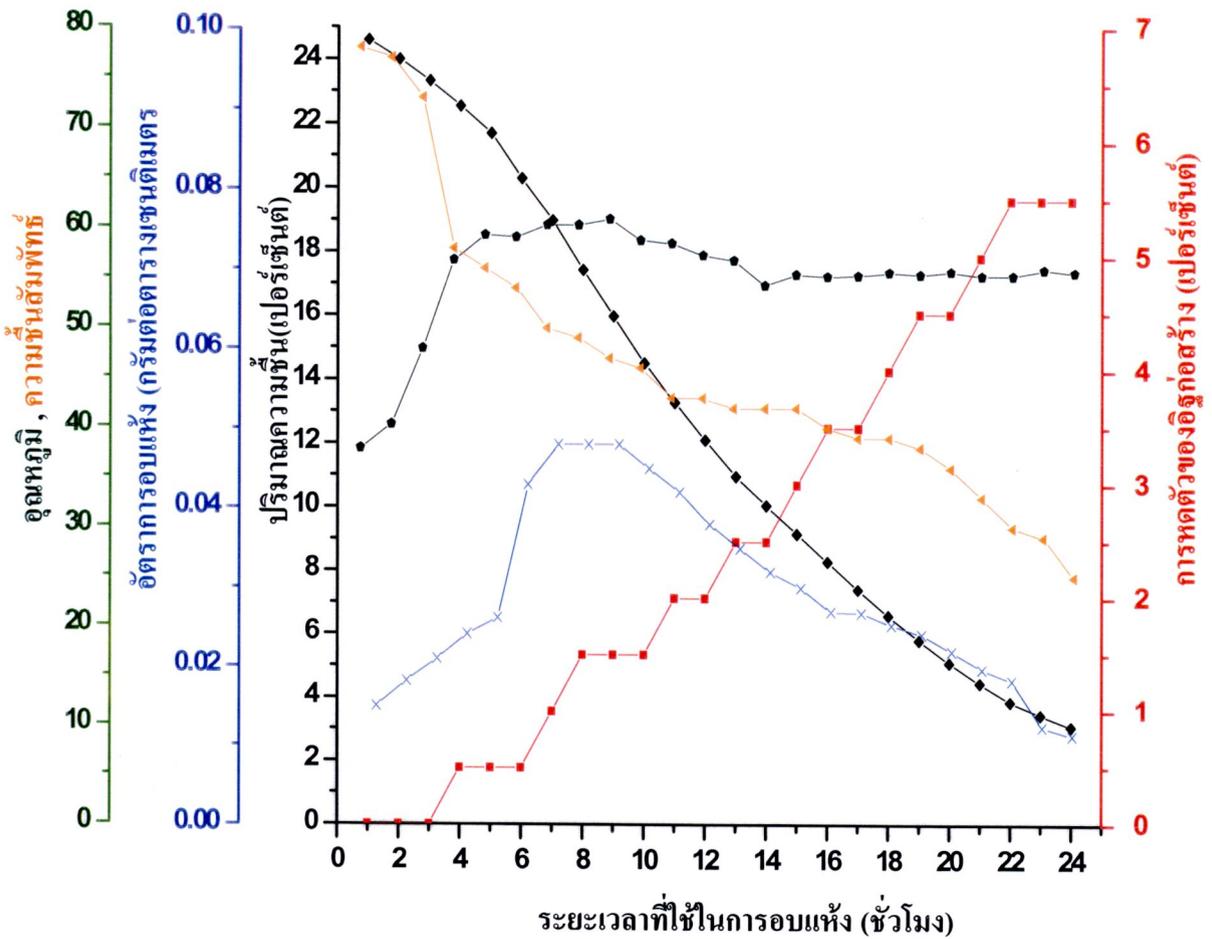
ประตูห้องอบแห้ง

การสร้างประตูห้องอบแห้งโดยโครงสร้างภายนอกเป็นเหล็กกันสนิมขนาด 1" × 1.2 มม. × 6 ม. และโครงสร้างภายในเป็นเหล็กกันสนิมขนาด ¾" × 1.2 มม. × 6 ม. จากนั้นทำการเชื่อมชุดล้อประกับลูกเดือยเข้ากับประตู เมื่อประกอบประตูเสร็จแล้วจึงทำการประกอบประตูเข้ากับรางเลื่อนโดยเป็นเหล็กฉาก 1 นิ้ว ความยาว 6 เมตร เมื่อการติดตั้งเสร็จสิ้นประตูห้องอบแห้งสามารถเลื่อนสลับได้ทั้งสองด้าน เพื่อให้ง่ายต่อการบรรจุอิฐสามัญเข้าห้องอบแห้งและการขนย้ายออกสู่เตาเผา ลักษณะของประตูห้องอบแห้งแสดงผังรูปที่ ข-8

ผนังของห้องอบแห้ง

การสร้างผนังห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ เลือกใช้วัสดุสังกะสีลูกฟูกชนิดลอนแผ่นใหญ่ โดยวัสดุสังกะสีนั้นนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมีราคาถูกและประหยัด สังกะสีชนิดนี้ทำจากแผ่นเหล็กอาบด้วยสังกะสี วัสดุสังกะสีนั้นมีข้อดีคือ มีความสามารถในการควบคุมความร้อนไว้ [51] ทำให้เกิดอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งสูงขึ้น การติดตั้งสังกะสีทำได้โดยการใช้สว่านเจาะเหล็กให้เป็นรู จากนั้นทำการยึดแผ่นสังกะสีด้วยตะปูดอกรีเวทแสดงผังรูปที่ ข-9

4.4.3 ผลการทดสอบห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญ



รูป 4.21 แสดงผลการอบแห้งอิฐสามัญภายในห้องอบแห้ง

การทดลองการใช้ห้องอบแห้งจริงที่สร้างขึ้น เมื่อบรรจุอิฐ 10,000 ก้อน เข้าไปแล้ว ดำเนินการอบแห้งตามข้อกำหนดต่าง ๆ จากทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ต่อไปนี้

1. อัตรารอบแห้งความสัมพันธ์ระหว่างแกนต์ตั้งและแกนต์นอนเป็นเวลา ดังเส้นกราฟสีน้ำเงิน จะเห็นได้ว่าอัตรารอบแห้งเดินทางจากระยะเริ่มต้นและระยะปลายเป็นไปอย่างเรียบ ไม่แสดงการปรากฏจุดวิกฤต ที่ส่งผลต่อการอบแห้ง ซึ่งก็เป็นเป็นจริงที่อิฐหลังจากการอบแห้งมีความเสียหายน้อย
2. แสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับการหดตัวต่อระยะเวลา ดังเส้นกราฟสีแดง มีแกนต์ตั้งเป็นการหดตัว ส่วนแกนต์นอนเป็นระยะเวลา เส้นกราฟนี้แสดงถึงการหดตัวเป็นระยะ โดยมีช่วงไม่หดตัว สลับกับการหดตัว ซึ่งความจริงแล้ว หากเป็นเช่นนี้โอกาสจะทำให้อิฐเกิดความเสียหายได้

3. การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกันระยะเวลา ดังเส้นกราฟสีดำ แกนตั้งเป็นปริมาณความชื้นและแกนนอนเป็นระยะเวลา โดยจากกราฟ ความชื้นลดลงอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นผลดีต่อการอบแห้ง

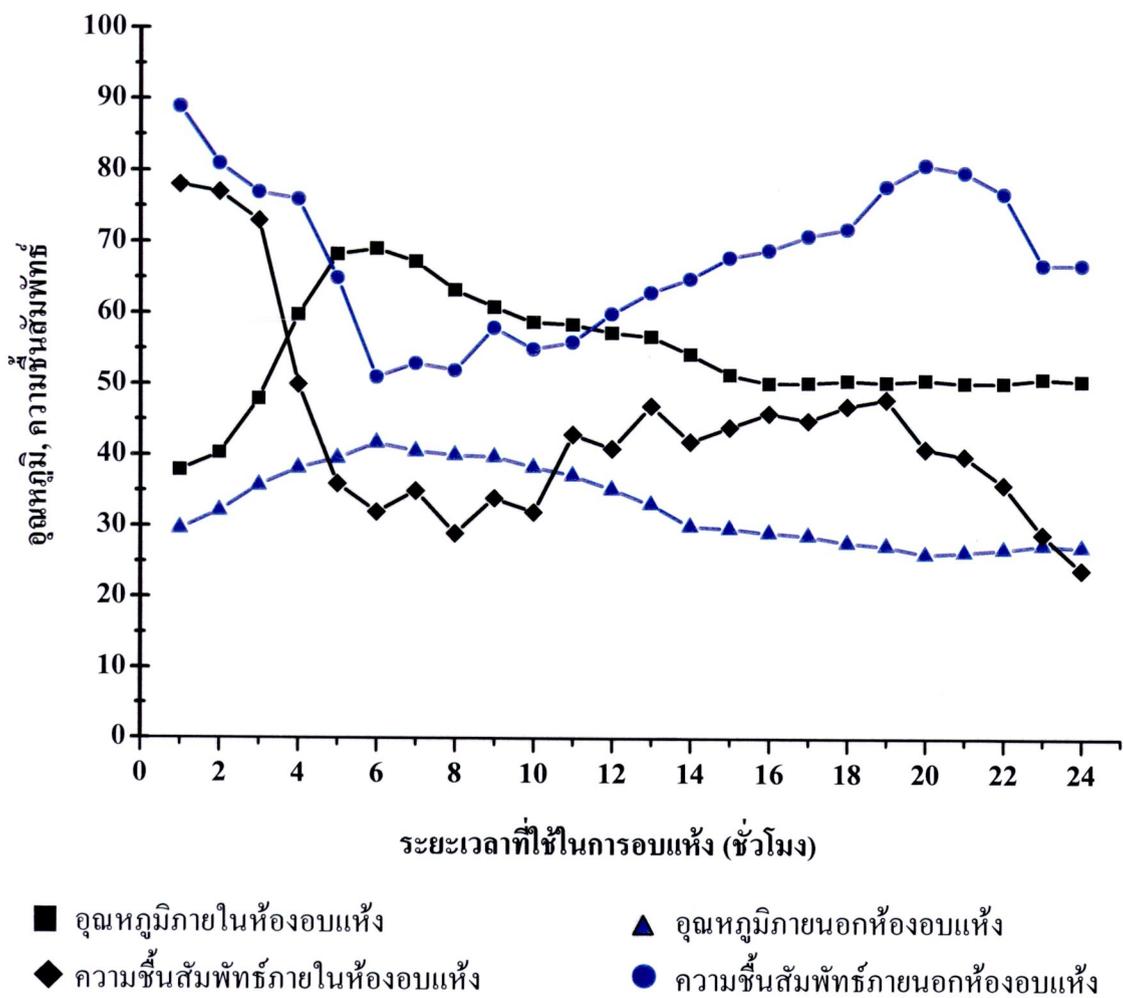
4. แสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับความชื้นห้องอบแห้งต่อระยะเวลา โดยความชื้นสัมพัทธ์คืออัตราส่วนระหว่างอากาศเปียกต่ออากาศแห้ง ทุกๆระยะ 1 ชั่วโมง ได้วัดค่าความชื้นในห้องอบแห้ง ดังแสดงกราฟสีส้ม เส้นกราฟนี้แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลง ชั่วโมงที่ 3 ทำให้อาจจะเกิดผลกระทบต่อสภาพของอิฐ เมื่อความชื้นในขณะนั้นลดลงเร็วเกินไป ส่วนระยะหลังๆ ไม่แสดงปัญหา

5. ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิต่อระยะเวลาในการอบแห้ง โดยอุณหภูมิหมายถึงอุณหภูมิกระแสลมร้อนหมุนวนนั่นเอง ย่อมมีความแตกต่างจากอุณหภูมิจากเตาพื้น เพราะความร้อนหมุนวนนั้น ให้อิฐร้อนจะมีความชื้นหรือไอน้ำรวมอยู่ด้วย ผลจากการทดลองแสดงดังเส้นกราฟสีเขียว โดยใช้แกนตั้งเป็นอุณหภูมิแกนนอนเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง

จากการติดตามปัจจัยที่กล่าวมาทั้ง 5 เรื่อง มีผลการทดลองอบอิฐก่อสร้างในเตาที่สร้างขึ้นในโรงงานได้พบความสัมพันธ์ของเส้นกราฟเดินด้วยความสม่ำเสมอ นั้นแสดงว่ามีแนวโน้มได้ผลดี ถ้าเส้นกราฟเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันหรือกะทันหัน จุดเปลี่ยนแปลงนั้นจะไม่ส่งผลดี ซึ่งเรื่องนี้พบความจริงว่า ผลการอบอิฐ 10,000 ก้อน ได้พบอิฐเสียหายมรการแตกร้าว บิดเบี้ยว อยู่ประมาณ 3.5 % หมายถึงอิฐ 10,000 ก้อน อิฐเกิดความเสียหาย 350 ก้อน ซึ่งแต่เดิมการอบแห้งของโรงงาน มีความเสียหายถึง 12 %

ความแตกต่างของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกห้องอบแห้ง

อุณหภูมิภายในและภายนอกห้องอบแห้งอิฐสามัญ มีค่าของอุณหภูมิที่แตกต่างกันเฉลี่ย 20 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องอบแห้งยังต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องอบแห้ง โดยใช้วัสดุแผ่นสังกะสีถูกฟูกชนิดลอนแผ่นใหญ่กรุเป็นผนังห้องอบแห้ง สังกะสีนั้นเป็นวัสดุนำความร้อนให้ห้องอบแห้งได้เป็นอย่างดี ในช่วงกลางวันสามารถกักเก็บความร้อนและควบคุมความร้อนให้กับห้องอบแห้งได้ ในช่วงกลางคืนทำการคายความร้อน รักษาอุณหภูมิภายในห้องอบแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลของอุณหภูมิและความสัมพันธ์ของห้องอบแห้งสำหรับอิฐสามัญแสดงดังรูปที่ 4.21



รูป 4.22 แสดงอุณหภูมิภายในและภายนอกห้องอบแห้งอิฐสามัญ

4.4.4 ปริมาณความเสียหายและต้นทุนการผลิต

จากการเก็บข้อมูล(เก็บข้อมูลช่วงวันที่ 21 – 25 มกราคม 2553) กระบวนการผลิตอิฐสามัญ จาก วิชาทกิจชุมชนกลุ่มผลิตอิฐมอญบ้านสันบุญเรือง ในรอบการผลิต 1 เตา จำนวน 40,000 ก้อน ใช้เวลาในการผลิตจำนวน 15 วัน พบว่ามีปริมาณความเสียหายของอิฐสามัญจากกระบวนการผลิต ตั้งแต่การขึ้นรูป การตากแห้ง และการเผา ดังตาราง 4.9

ตาราง 4.9 แสดงปริมาณของเสียหายที่เกิดในกระบวนการผลิตอิฐสามัญ

กระบวนการผลิต	จำนวนที่ผลิต (ก้อน)	ปริมาณของเสียหาย (ก้อน)	เปอร์เซ็นต์ของ เสียหาย (%)
การขึ้นรูปอิฐสามัญ	40,000	-	-
การตากแห้ง	40,000	473	1.2
อิฐสามัญหลังการเผา	39,527	4,020	10.2
รวมทั้งสิ้น	40,000	4,493	11.2

เมื่อทำการสร้างห้องอบแห้งสำหรับอบอิฐสามัญ สามารถบรรจุอิฐสามัญได้จำนวน 10,400 ก้อน ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 24 ชั่วโมง ความชื้นในอิฐคงเหลือ 5 % ในรอบการผลิต 1 เตา สามารถใช้อิฐสามัญที่ได้จากห้องอบแห้งจำนวน 20,400 ก้อน ใช้เวลาในการผลิต 5 วัน พบว่า ปริมาณความเสียหายของอิฐสามัญจากกระบวนการผลิต ตั้งแต่การขึ้นรูป การอบแห้งในห้องอบแห้ง ร่วมกับการตากแห้งและการเผา ที่ปริมาณลดลง ดังตารางที่ 4.10

ตาราง 4.10 แสดงปริมาณของเสียหายที่เกิดในกระบวนการผลิต โดยใช้งานห้องอบแห้งอิฐสามัญ

กระบวนการผลิต	จำนวนที่ผลิต (ก้อน)	ปริมาณของเสียหาย (ก้อน)	เปอร์เซ็นต์ของ เสียหาย (%)
การขึ้นรูปอิฐก่อสร้าง	40,000	-	-
การตากแห้ง	19,200	984	2.46
การอบแห้ง*	20,800	350	0.87
อิฐก่อสร้างหลังการเผา	39,982	-	
รวมทั้งสิ้น	40,000	1,335	3.4

* การอบแห้งในห้องอบแห้ง

1. ระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งและการเผา

การตากแห้งตามธรรมชาติ ใช้ระยะเวลาในการผึ่งแห้ง 5 วัน ต้องเสีค่าจ้างแรงงานทั้งสิ้น วันละ 1,700 บาท จำนวน 5 วัน ได้รัฐสามัญจำนวน 40,000 ก้อน รวมทั้งสิ้น 8,500 บาท

การอบแห้งรัฐสามัญโดยใช้ห้องอบแห้ง ใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 24 ชั่วโมง ในการอบแห้งรัฐสามัญจำนวน 40,000 ก้อน ใช้ระยะเวลา 3 วัน ต้องเสีค่าจ้างแรงงานทั้งสิ้น วันละ 1,700 บาท จำนวน 3 วัน ได้รัฐสามัญจำนวน 40,000 ก้อน รวมทั้งสิ้น 5,100 บาท ห้องอบแห้งสามารถช่วยลดระยะเวลาในการอบแห้งลง อีกทั้งยังช่วยเร่งกระบวนการผลิตรัฐสามัญให้เร็วขึ้นและสามารถประหยัดต้นทุนค่าจ้างแรงงานลง

ระยะเวลาในการอบแห้ง สามารถคิดเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตได้ โดยการตากแห้งตามธรรมชาติ

$$\text{เมื่อคิดเป็นต้นทุนการผลิต} = \frac{8,500}{40,000}$$

$$\therefore \text{ต้นทุนการอบแห้งต่อหน่วย} = 0.22 \text{ สตางค์}$$

ระยะเวลาในการอบแห้ง สามารถคิดเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตได้ โดยใช้ห้องอบแห้ง

$$\text{เมื่อคิดเป็นต้นทุนการผลิต} = \frac{5,100}{40,000}$$

$$\therefore \text{ต้นทุนการอบแห้งต่อหน่วย} = 0.13 \text{ สตางค์}$$

2. น้ำหนักฟืนที่ใช้ในการอบแห้งและการเผา

การอบแห้งในห้องอบแห้งจะมีการจ่ายความร้อนเข้า 2 ช่อง โดยปริมาณของฟืนที่ใช้ไปในการเผา ครั้งละ 15 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาในการเผาไหม้ ประมาณ 30 นาที ซึ่งเมื่อทำการอบแห้งเสร็จสิ้นจะใช้ฟืนทั้งหมด 720 กิโลกรัม โดย

$$\text{เมื่อคิดเป็นต้นทุนการผลิต} = \frac{360}{10,400}$$

$$\therefore \text{ต้นทุนการอบแห้งต่อหน่วย} = 0.035 \text{ สตางค์}$$

การเผารัฐสามัญ จะมีการจ่ายความร้อน เข้า 8 ช่อง โดยปริมาณของฟืนที่ใช้ไปในการเผา ครั้งละ 30 กิโลกรัม ใช้ระยะเวลาในการเผา 48 ชั่วโมง ซึ่งเมื่อทำการอบแห้งเสร็จสิ้นจะใช้ฟืนทั้งหมด 15,360 กิโลกรัม โดยคิดเป็นต้นทุนการผลิตต่อ 1 รอบการอบแห้ง = $11,520 \times 0.50$ สตางค์ เป็นเงินเท่ากับ 5,760 บาท

$$\text{เมื่อคิดเป็นต้นทุนการผลิต} = \frac{5,760}{40,000}$$

$$\therefore \text{ต้นทุนการอบแห้งต่อหน่วย} = 0.15 \text{ สตางค์}$$

ก่อนการปรับปรุงระบบการอบแห้งอิฐสามัญ การเผาอิฐสามัญจะใช้ระยะเวลาในการเผา 60 ชั่วโมง โดยการใช้ห้องอบแห้งสามารถลดระยะเวลาในการเผาลง ในช่วงของการไล่น้ำออกจากห้องเผา จำนวน 12 ชั่วโมง โดยคิดเป็นต้นทุนการผลิตต่อ 1 รอบการอบแห้ง = $14,400 \times 0.50$ สตางค์ เป็นเงินเท่ากับ 7,200 บาท

$$\begin{aligned} \text{เมื่อคิดเป็นต้นทุนการผลิต} &= \frac{7,200}{40,000} \\ \therefore \text{ต้นทุนการอบแห้งต่อหน่วย} &= 0.18 \text{ สตางค์} \end{aligned}$$

ต้นทุนการผลิตอิฐสามัญ จำนวน 40,000 ก้อน โดยเปรียบเทียบการตากแห้งตามธรรมชาติและการใช้ห้องอบแห้งอิฐสามัญ โดยการใช้ห้องอบแห้ง สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ และเร่งระยะเวลาในการผลิต ต่อ 1 เตาอิฐ จำนวน 40,000 ก้อน ใช้ระยะเวลาในการผลิต 5 วัน (รวมกระบวนการเผา) สามารถเพิ่มผลกำไรในการผลิตจากเดิมได้ถึง 4,800 บาท ผลแสดงดังตาราง 4.11

ตาราง 4.11 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตระหว่างการตากแห้งตามธรรมชาติและการใช้ห้องอบแห้ง

กระบวนการผลิต	ต้นทุนการผลิต	
	การตากแห้ง (สตางค์)	การใช้ห้องอบแห้ง(สตางค์)
วัตถุดิบในการผลิต (ก้อน)	0.12	0.12
ค่าจ้างแรงงาน (ก้อน)	0.22 *	0.13 **
ค่าเชื้อเพลิงในการเผา (ก้อน)	0.18	0.15
รวมต้นทุนการผลิต (ก้อน)	0.52	0.40
ต้นทุนการผลิต (40,000 ก้อน) , (บาท)	20,800	16,000
ราคาขายหน้าเตา (0.60 สตางค์)	24,000	24,000
ผลกำไร (40,000 ก้อน) , (บาท)	3,200	8,000

* ตากแห้ง 5 วัน

** อบแห้ง 3 วัน