



ห้ามยืมออก

บทที่ 3

การทดสอบ

3.1 แผนการทดสอบ

ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 4 ส่วนดังนี้ คือ

1. การทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพวัสดุดังนี้

1.1 การทดสอบหาความกว้างจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซีเมนต์กลบ ซีเมนต์
ลอย มวลรวมละเอียดและมวลรวมหยาบ

1.2 การทดสอบหาสัดส่วนผละของมวลรวมละเอียดและมวลหยาบ

2. การทดสอบหาค่าดึงรับแรงอัด ค่าดึงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กเสริม ค่าโมดูลัส
ของความยืดหยุ่น ของแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์กลบ ซีเมนต์
ลอยที่อายุ 28 วัน

3. การทดสอบเผาไฟของแท่งตัวอย่างที่อุณหภูมิ 300, 400 และ 500 องศาเซลเซียส
เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง ตามลำดับ

4. การทดสอบหาค่าดึงรับแรงอัด ค่าดึงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กเสริม ค่าโมดูลัส
ของความยืดหยุ่น ของแท่งตัวอย่างคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสมซีเมนต์กลบ ซีเมนต์
ลอยหลังจากการทดสอบไฟ ที่อายุ หนึ่งวัน ครึ่งเดือน หนึ่งเดือน สามเดือน และห้าเดือน ตาม
ลำดับ

3.2 วัสดุที่ใช้ในการทดสอบ

1. ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1

2. ซีเมนต์กลบ

ซีเมนต์กลบที่ใช้ในการทดสอบเป็นซีเมนต์กลบค่า ได้มาจากการใช้ดินกลบเป็นเชื้อ
เพลิงในการเผาเอาความร้อนไปใช้ในโรงสี(การสีข้าวของโรงสี) ซีเมนต์กลบจะถูกบดละเอียด

ก่อนนำไปใช้ การบดซีเมนต์ที่ใช้เครื่องบดซีเมนต์ที่ใช้เหล็กเส้นยาว 76.20 มม. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9, 12 และ 15 มม. อย่างละ 50 เส้น เป็นตัวบดเครื่องหมุนด้วยความเร็ว 69 รอบต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 3.1 การบดซีเมนต์แต่ละครั้งจะใส่ซีเมนต์ลงในเครื่องบด 10 กก. และบดละเอียดเป็นเวลา 1.30 ชม. ซึ่งจะได้ซีเมนต์ที่มีความละเอียดประมาณ 9700 ซม.² ต่อกรัม (บัณฑิต, 2534) ซีเมนต์ที่บดเสร็จแล้วจะนำมาใส่ถุงพลาสติกไว้เพื่อนำไปผสมกับวัสดุอื่นในเวลาผสมคอนกรีต

3. ซีเมนต์ลอย

ซีเมนต์ลอยที่ใช้ในการทดสอบเป็นซีเมนต์ลอยที่ได้มาจาก โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ซึ่งจะมีค่าความละเอียดประมาณ 3700 ซม.² ต่อกรัม (บัณฑิต, 2534) ก่อนที่จะนำไปใช้ แร่ร้อนเอาซีเมนต์ลอยส่วนที่จับกันเป็นก้อนออก ซีเมนต์ลอยที่ได้จะนำมาใส่ถุงพลาสติกไว้เพื่อนำไปผสมกับวัสดุอื่นในเวลาผสมคอนกรีต

4. ทราย

ทรายที่ใช้ในการทดสอบ เป็นทรายที่เก็บตัวอย่างมาจากหน้าไม่ผสมคอนกรีตของโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จซีแพคโคราช ต.ปรุใหญ่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา

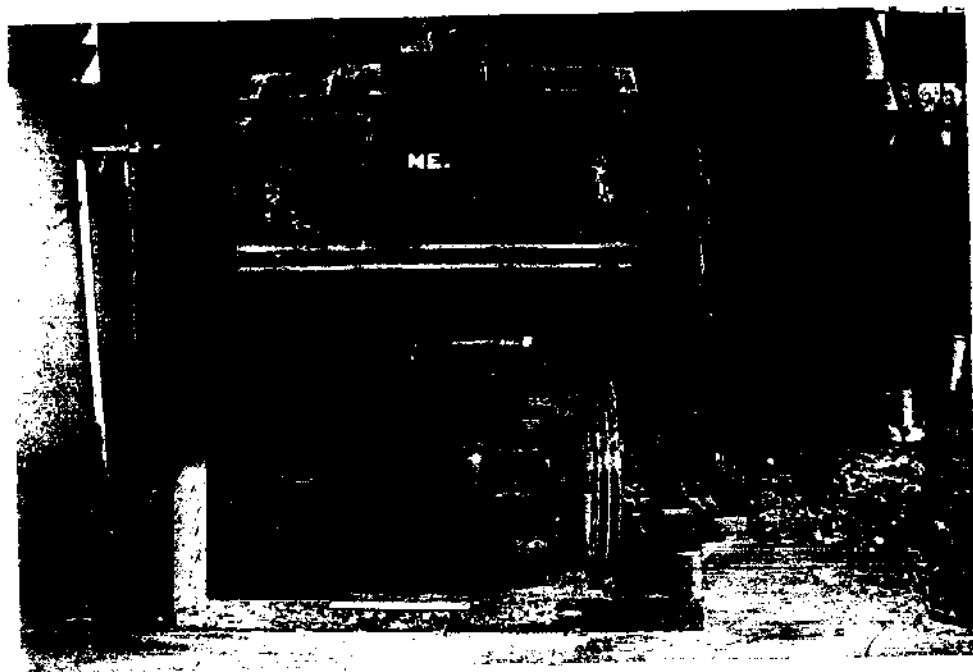
5. หิน

หินที่ใช้ในการทดสอบเป็นหินปูนขนาด 3/4"-#4 ที่เก็บตัวอย่างมาจากหน้าไม่ผสมคอนกรีตของโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จซีแพคโคราช ต.ปรุใหญ่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา

3.3 การทดสอบหาคุณสมบัติของวัสดุ

3.3.1 การทดสอบหาความถ่วงจำเพาะ

การทดสอบหาความจำเพาะของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซีเมนต์กลบ และซีเมนต์ลอย โดยใช้ตามมาตรฐานเลอชาเตอริเอร์ (Le Chateier Flask) ตามมาตรฐานของ ASTM 188-84 Standard Test Method For Density of Hydraulic Cement ความถ่วงจำเพาะคำนวณได้จากการหารความหนาแน่นของสารซีเมนต์ด้วยความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ปริมาตรของสารซีเมนต์ที่ใช้ในการคำนวณหาความหนาแน่นเป็นปริมาตรของน้ำมันที่ติดที่ลูกสารซีเมนต์แทนที่



ภาพที่ 3.1 เครื่องบดขี้เถ้ากลบ

การทดสอบหาความกว้างจำเพาะของมวลรวมละเอียด และมวลหยาบ ทดสอบตามมาตรฐานของ ASTM C128-84 และ ASTM C127-84 ตามลำดับ ซึ่งความกว้างจำเพาะคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของวัสดุผสมกับน้ำหนักของน้ำซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน

3.3.2 การทดสอบหาสัดส่วนคละ

การทดสอบหาสัดส่วนคละของมวลรวมละเอียด และมวลรวมหยาบโดยวิธีการร่อนผ่านตะแกรงตามมาตรฐานของ ASTM C136-84 ผลการวิเคราะห์จะรายงานเป็นเส้นแสดงขนาดคละ (Grading Curve) ซึ่งเป็นเส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของตัวอย่างที่ค้าง (หรือผ่าน) ตะแกรงกับขนาดของตะแกรงและโมดูลัสของความละเอียด ซึ่งเป็นผลรวมของเปอร์เซ็นต์ค้างสะสมของน้ำหนักของตัวอย่างบนตะแกรงมาตรฐาน

3.4 การเตรียมแท่งตัวอย่าง

3.4.1 คอนกรีต

คอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ผสมซีเมนต์กับ 3 ซีเมนต์ เนื่องจากผลการทดสอบของคอนกรีตที่สัดส่วนผสมของซีเมนต์หนึ่งต้องทำการทดสอบไฟทั้งหมด 3 อุณหภูมิ และต้องดำเนินการทดสอบกำลังก่อนและหลังจากถูกไฟไหม้ ซึ่งต้องใช้แท่งตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 96 แท่ง แยกเป็นแท่งตัวอย่างรูปทรงกระบอกกับแท่งรูปลูกบาศก์อย่างละครึ่ง ดังนั้นคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้จึงต้องใช้คอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mixed Concrete) เพื่อให้ได้คอนกรีตอยู่ในชุดเดียวกันและมีสัดส่วนผสมเท่ากัน อัตราส่วนผสมของคอนกรีตในครั้งนี้ ใช้อัตราส่วนผสมของคอนกรีตผสมเสร็จที่แปลเป็นมาตรฐาน และจะทำการศึกษาให้ครอบคลุมถึงคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ผสมซีเมนต์กับ 3 ซีเมนต์ ที่มีกำลังอัดใกล้เคียงกับคอนกรีตที่ทำจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 อย่างเดียว ดังนั้นจึงทำการศึกษาที่สัดส่วนผสมของสารซีเมนต์จำนวนทั้งหมด 3 สัดส่วนผสม ดังนี้ $100:0:0$, $60:20:20$ และ $40:40:20$ โดยมีสัดส่วนผสมของคอนกรีตที่ใช้มีดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สัดส่วนผสมของคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบ

สัดส่วนผสม ของสาร ซีเมนต์	กำลังอัดที่ 28 วันของ รูปทรงกระบอกขนาด ϕ 0.15*0.30 ม.*	สัดส่วนผสมคอนกรีต (กก./ลบ.ม.)						ค่าการยุบตัว (ซม.)
		ซีเมนต์	ซีเมนต์ ซีแกนกลบ	ซีเมนต์ ซีแกนอส	ทราย	หิน 3/4-#4	น้ำ	
100:0:0	180	300	-	-	840	1,150	180	7.5 $\pm$ 2.5
60:20:20	180	180	60	60	840	1,150	180	7.5 $\pm$ 2.5
40:40:20	180	120	120	60	840	1,150	180	7.5 $\pm$ 2.5

หมายเหตุ * หน่วย กก. ต่อ ตร.ซม.

3.4.2 เหล็ก

คุณสมบัติของเหล็กที่ใช้ในการทดสอบกำลังอัดเหนียวของคอนกรีตกับเหล็กมีดังนี้
คือ เหล็กที่ใช้เป็นเหล็กข้ออ้อย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร มีกำลังดึงที่จุดคานไม่
น้อยกว่า 3,000 กิโลกรัมต่อหนึ่งตารางเซนติเมตร (SD30)

3.4.3 แบบหล่อคอนกรีต

เนื่องจากในงานวิจัยครั้งนี้ศึกษาในเรื่องของกำลังรับแรงอัด ค่าโมดูลัสของ
ความยืดหยุ่นและค่ากำลังอัดเหนียวของคอนกรีตกับเหล็กเสริมหลังจากที่ไฟไหม้แล้ว ดังนั้น แบบ
หล่อที่ใช้ในการหล่อแท่งตัวอย่างทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามชนิดของการทดสอบ ดังนี้

ก. แบบหล่อรูปทรงกระบอกมาตรฐาน

- ขนาด ϕ 0.15*0.30 เมตร
- ใช้ในการทดสอบกำลังรับแรงอัดและค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น

ข. แบบหล่อรูปลูกบาศก์มาตรฐาน

- ขนาด 0.15*0.15*0.15 เมตร
- ใช้ในการทดสอบกำลังอัดเหนียวของคอนกรีตกับเหล็กเสริม

3.4.4 การผสมคอนกรีตและการเทลงในแบบ

เนื่องจากการทดสอบใช้คอนกรีตผสมเสร็จ ดังนั้น การผสมคอนกรีตจะทำการผสมจากโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จและทำการจัดเตรียมที่ใต้ถุนอาคาร ซึ่งถ้าลดย ไปผสมที่หน้าไม่ผสมคอนกรีตตามจำนวนสัดส่วนผสมของสารซีเมนต์ที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.1 ก่อนที่จะทำการเทนั้นจะเตรียมแบบหล่อเอาไว้ให้พร้อม และทำการทดสอบการยุบตัวของคอนกรีตก่อนที่จะทำการเท การเทคอนกรีตจะทำการเทใส่กะบะก่อนแล้วจึงจอบหรือพลั่วผสมคอนกรีตคอนกรีตในกะบะให้เข้ากันอีกครั้งหนึ่งก่อนแล้วจึงทำการการเทเข้าแบบหล่อ ถ้าเทลงแบบในแบบหล่อมาตรฐานรูปทรงกระบอกก็จะแบ่งการเทออกเป็น 3 ชั้น โดยแต่ละชั้นจะทำการกระทุ้งด้วยเหล็กเส้นกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว (16 มม.) จำนวน 25 ครั้ง ตามมาตรฐานของ ASTM C192-76 ในแต่ละครั้งที่ทำการกระทุ้งเสร็จก็จะทำการเคาะด้วยค้อนก่อนที่จะทำการเทชั้นต่อไป ถ้าเทลงแบบหล่อมาตรฐานรูปลูกบาศก์ก็จะแบ่งการเทออกเป็น 2 ชั้น โดยแต่ละชั้นจะทำการกระทุ้งด้วยเหล็กเส้นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว (16 มม.) จำนวน 25 ครั้ง ตามมาตรฐานของ ASTM C234-71 (Reapproved 1977) ขณะที่เทคอนกรีตลงแบบจะทำการคลุกคอนกรีตที่อยู่ในกะบะเสมอเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ เมื่อเทคอนกรีตเสร็จก็ทำการปิดผิวให้เรียบตลอจากนั้นก็นำกระสอบป่านชุ่มน้ำมาปิดไว้หลังจากเทคอนกรีตเสร็จเพื่อป้องกันน้ำระเหยออก

3.4.5 การบ่มคอนกรีต

คอนกรีตที่เทเสร็จแล้วนั้นเมื่อทิ้งไว้ครบ 20-24 ชั่วโมงก็จะทำการถอดแบบแล้วนำไปบ่มในบ่อน้ำ ซึ่งมีน้ำท่วมเหนือคอนกรีตอย่างน้อย 20 เซนติเมตร เวลาที่ทำการบ่มจะบ่มอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 28 วัน ตามมาตรฐานการทดสอบของ ASTM C192-76 (192-79) หลังจากนั้นจึงนำชิ้นมาทดสอบตามขั้นตอนต่อไป

3.4.6 อายุของคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบกำลัง

โดยทั่วไปแล้วการทดสอบกำลังของคอนกรีตนั้นกำหนดให้ทดสอบที่อายุครบ 7 วัน และ 28 วัน ตามลำดับ แต่ในงานวิจัยครั้งนี้จะทำการทดสอบกำลังคอนกรีตเมื่อมีอายุครบ 28 วัน ทั้งนี้เพื่อให้คอนกรีตมีการพัฒนากำลังให้ได้ใกล้เคียงกับค่ากำลังสูงสุดมากที่สุด

3.4.7 จำนวนแท่งตัวอย่างทดสอบ

จำนวนแท่งตัวอย่างทดสอบจะมีอยู่ 2 สภาพ คือ สภาพของแท่งตัวอย่างก่อนถูกไฟไหม้กับสภาพของแท่งตัวอย่างหลังจากถูกไฟไหม้ มาตรฐานได้กำหนดจำนวนแท่งตัวอย่างใน

การทดสอบในครั้งหนึ่งๆ ต้องไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ตัวอย่าง ดังนั้น การทดสอบในครั้งหนึ่งจึงใช้จำนวนแท่งตัวอย่างเท่ากับ 3 ตัวอย่างต่อเวลาที่ทำการทดสอบหนึ่งครั้ง

จำนวนแท่งตัวอย่างทั้ง 2 สภาพสามารถแบ่งตามชนิดของการทดสอบได้ดังนี้

1. จำนวนแท่งตัวอย่างรูปทรงกระบอกที่ใช้ทดสอบหาค่าดึงรับแรงอัดและค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นก่อนและหลังถูกเพลิงไหม้ ที่แบ่งตามอุณหภูมิ, สัดส่วนผสมของสารซีเมนต์และเวลาทดสอบตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3.2 ทั้งหมดประมาณ 144 ตัวอย่าง

2. จำนวนแท่งตัวอย่างรูปลูกบาศก์ที่ใช้ทดสอบหาค่าดึงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กเสริมก่อนและหลังถูกไฟไหม้ ที่แบ่งตามอุณหภูมิ, สัดส่วนผสมของสารซีเมนต์และเวลาทดสอบตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3.2 ทั้งหมดประมาณ 144 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.2 จำนวนแท่งตัวอย่างของรูปทรงกระบอก (รูปลูกบาศก์) ที่ใช้ใน
การทดสอบกำลังก่อนและหลังทดสอบไฟ

อุณหภูมิ (°C)	เวลาหลัง ทดสอบไฟ (วัน)	สัดส่วนผสมของสารซีเมนต์ (OPC:RHA:FA)		
		100:0:0	60:20:20	40:40:20
ห้อง	—	3	3	3
300, 400, 450	1	9	9	9
	15	9	9	9
	30	9	9	9
	90	9	9	9
	150	9	9	9
รวม	—	48	48	48

3.5 การทดสอบกำลังรับแรงอัดและค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น

การทดสอบกำลังรับแรงอัด และค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นจะทดสอบตามมาตรฐานของ ASTM C39-72(1979) และ ASTM C469-65(1975) ตามลำดับ โดยใช้แท่งตัวอย่างคอนกรีต รูปทรงกระบอก(Cylinder) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15*0.30 เมตร ก่อนนำแท่งตัวอย่างไปทดสอบกำลัง ได้ทำการหล่อครอบหัวแท่งตัวอย่าง(Capping)บนผิวด้านที่ไม่เรียบ โดยใช้สารกาวมะกอก การหล่อครอบหัวแท่งตัวอย่างจะทำก่อนการทดสอบกำลังไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาติดอุปกรณ์วัดการเสียรูปในแนวตั้งแล้วนำเข้าเครื่องกด(Compression Machine) ดังแสดงในภาพที่ 3.2 และเริ่มทำการทดสอบโดยการเพิ่มแรงกระทำบนแท่งตัวอย่างอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มชั้นอย่างสม่ำเสมอทั้งบันทึกค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำบนแท่งตัวอย่างกับระยะหดสั้นในแนวตั้งของแท่งตัวอย่าง เมื่อแรงอัดบนแท่งตัวอย่างมีค่าประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของแรงอัดประลัยของแท่งตัวอย่าง จึงทำการถอดอุปกรณ์วัดการเสียรูปในแนวตั้งออกแล้วนำแท่งตัวอย่างนั้นไปทดสอบกำลังรับแรงอัดต่อไปโดยทำการกดต่อจนกระทั่งถึงกำลังรับแรงอัดสูงสุด

การคำนวณกำลังรับแรงอัดและค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นมีดังนี้

1. กำลังรับแรงอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตหาได้โดย

$$F_c = P/A$$

โดยที่

$$F_c = \text{กำลังรับแรงอัดของคอนกรีต (ksc)}$$

$$P = \text{แรงกระทำสูงสุดบนแท่งตัวอย่าง (kg)}$$

$$A = \text{พื้นที่หน้าตัดของแท่งตัวอย่าง (cm}^2\text{)}$$

2. โมดูลัสของความยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)

$$E = (S_2 - S_1) / (\epsilon_2 - 0.00005)$$

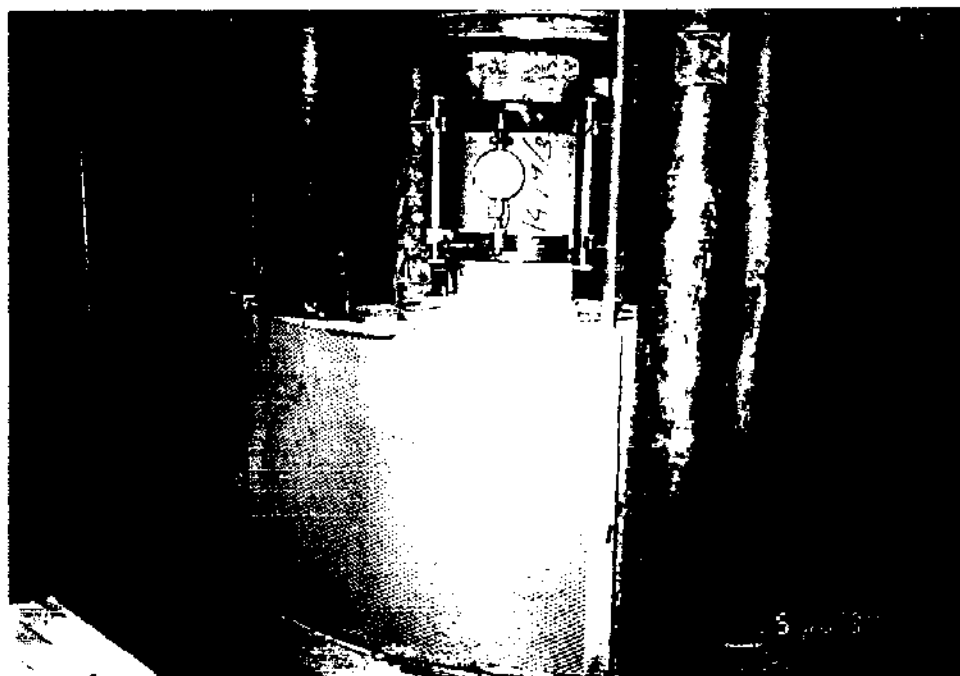
โดยที่

$$E = \text{Chord Modulus of Elasticity (ksc)}$$

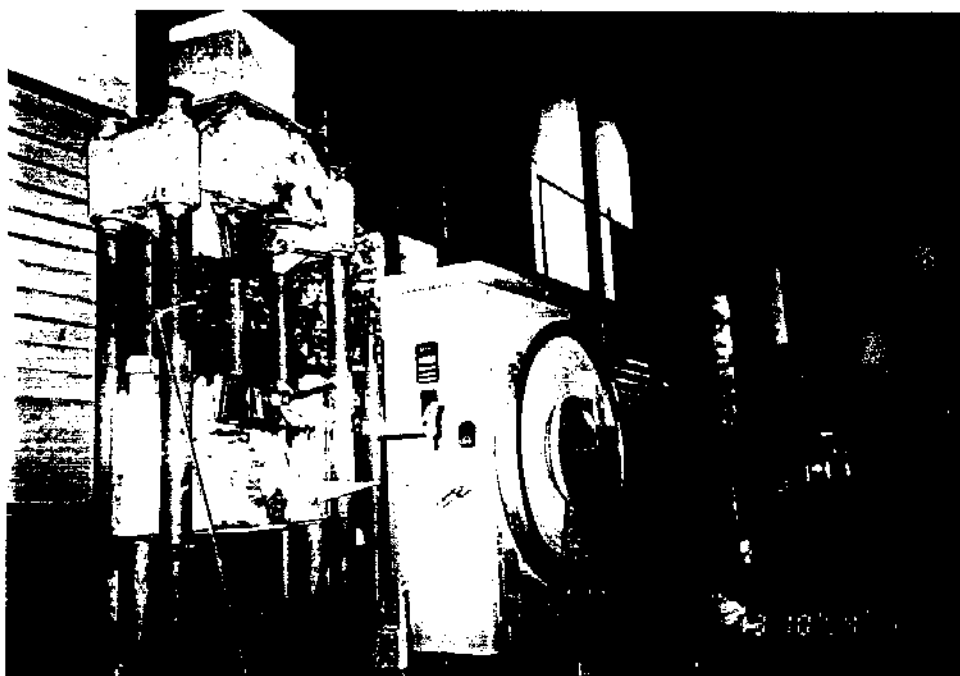
$$S_1 = \text{ค่าของหน่วยแรงเมื่อความเครียด เท่ากับ 0.00005}$$

$$S_2 = \text{ค่าของหน่วยแรง เมื่อแรงกระทำบนแท่งตัวอย่างคอนกรีตเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ของแรงกระทำสูงสุดที่ทำให้ตัวอย่างวิบัติ}$$

$$\epsilon_2 = \text{ค่าของความเครียด เมื่อหน่วยแรง เท่ากับ } S_2$$



ภาพที่ 3.2 เครื่องทดสอบกำลังรับแรงอัดและค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นของคอนกรีต



ภาพที่ 3.3 เครื่องทดสอบกำลังยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กเสริม

3.6 การทดสอบหากล้างยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กเสริม

การทดสอบหากล้างยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กเสริม จะทดสอบตามมาตรฐานของ ASTM C234-71(1977) โดยใช้แท่งคอนกรีตรูปลูกบาศก์(Cube) ขนาด $0.15 \times 0.15 \times 0.15$ เมตร ที่มีการฝังเหล็กข้ออ้อยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ที่ตำแหน่งตรงกลางของหน้าตัดตลอดความสูงของแท่งตัวอย่าง การปรับหน้าของแท่งตัวอย่างด้านที่มีเหล็กโผล่ออกมาด้วยกระดาษชานอ้อย โดยทำการวางกระดาษชานอ้อยหนา 20 มิลลิเมตรไว้บนที่แท่งตัวอย่างของเครื่องทดสอบแรงดึงดังแสดงในภาพที่ 3.3 เริ่มทำการทดสอบโดยการเพิ่มแรงดึงอย่างต่อเนื่องและเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งถึงค่าแรงดึงสูงสุด

การคำนวณหากล้างยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กเสริมมีดังนี้

$$\delta = F / \Sigma_o L$$

โดยที่

δ = กล้างยึดเหนี่ยวของคอนกรีตกับเหล็กเสริม (ksc)

F = แรงดึงสูงสุด (kg)

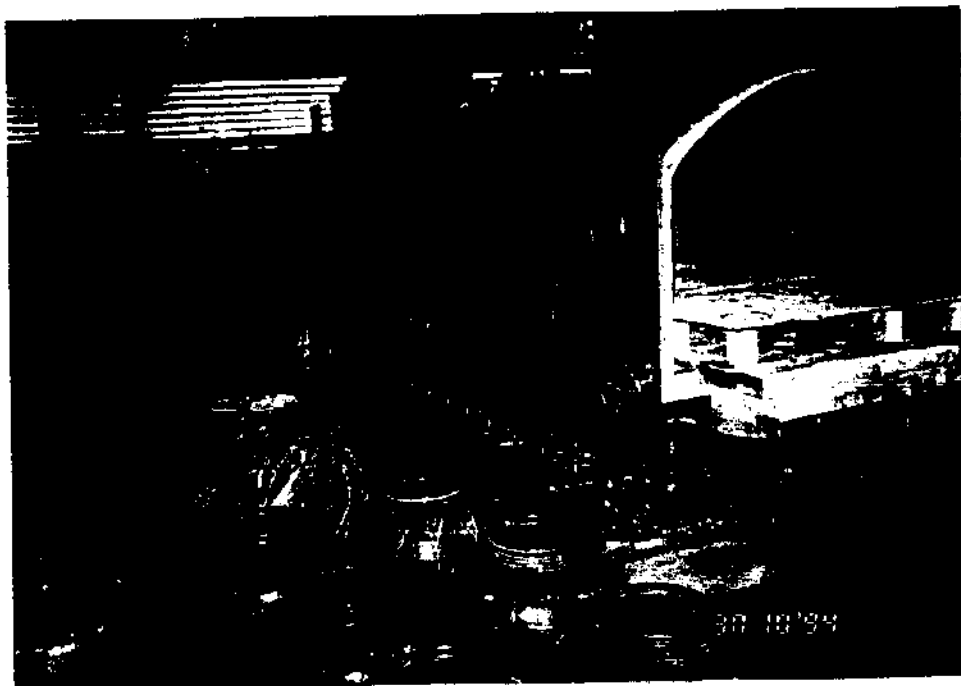
Σ_o = เส้นรอบวงของเหล็กข้ออ้อย (cm)

L = ระยะฝังของเหล็กในคอนกรีต (cm)

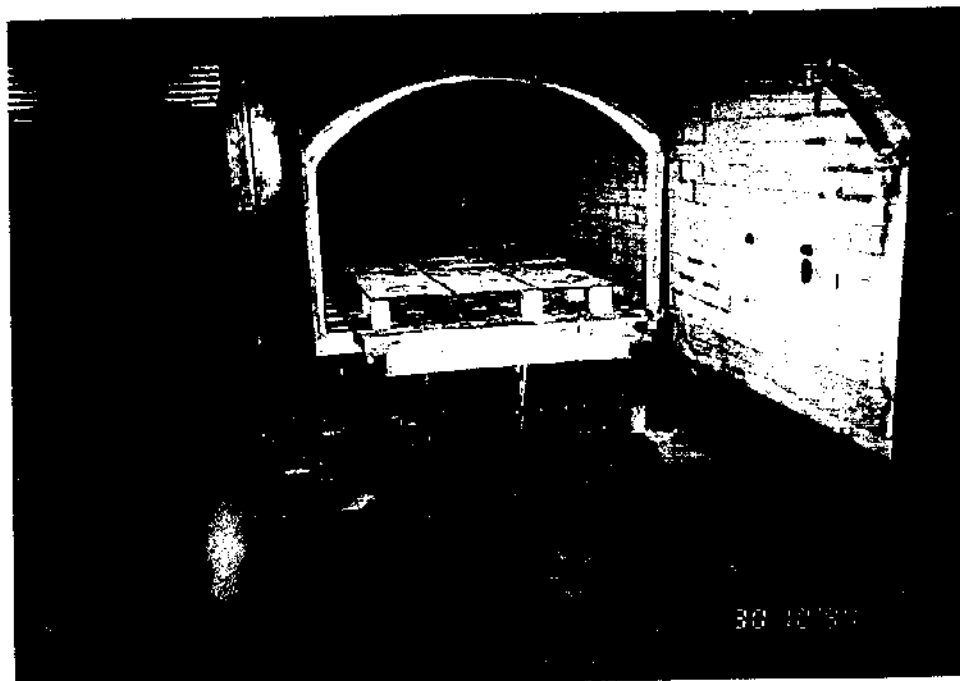
3.7 การทดสอบเผาไฟของแท่งตัวอย่าง

3.7.1 ลักษณะของเตาเผาที่ใช้ในการทดสอบ

เตาเผาที่ใช้ทดสอบเป็นเตาเผาเซรามิกมีอุณหภูมิเผาสูงสุดประมาณ 1,300 องศาเซลเซียส สามารถควบคุมอุณหภูมิและเวลาได้โดยมีเทอร์โมคัพเปิลเป็นเครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิภายในเตาเผาโดยมีเชื้อเพลิงเป็นแก๊ส ลักษณะของเตาเผาเป็นรูปกล่องสี่เหลี่ยมยาว มีขนาดภายใน 1.70×1.00 ยาว 4.00 เมตร ด้านล่างของข้างเตาเผาตามแนวยาวจะมีหัวแก๊สอยู่ข้างละ 16 หัวแก๊สรวมทั้งหมด 32 หัวแก๊ส ส่วนท้ายของเตาเผาจะมีปล่องระบายความร้อนและภายในเตาเผาจะบุด้วยอิฐทนไฟส่วนเทอร์โมคัพเปิลจะสอดเข้าไปในเตาเผาบริเวณตรงกลางด้านบนของเตาเผาลักษณะทั้งหมดของเตาเผาดังแสดงในภาพที่ 3.4 ส่วนการใช้งานของเตาเผาจะทำการจุดไฟเพียงข้างละ 6 หัวแก๊สรวม 2 ข้างเป็น 12 หัวแก๊ส ดังนั้น อุณหภูมิที่แสดงออกมาจะเป็นอุณหภูมิภายในเตาเผาซึ่งให้ความร้อนออกมาสม่ำเสมอจากการจุดของหัวแก๊สทั้ง 12 หัวแก๊ส



ก. รูปด้านข้างของเตาเผา



ข. รูปด้านหน้าและภายในของเตาเผา

ภาพที่ 3.4 ลักษณะของเตาเผาที่ใช้ในการทดสอบเผาไหม้

3.7.2 การหาความรุนแรงเสมือนของเตาเผา

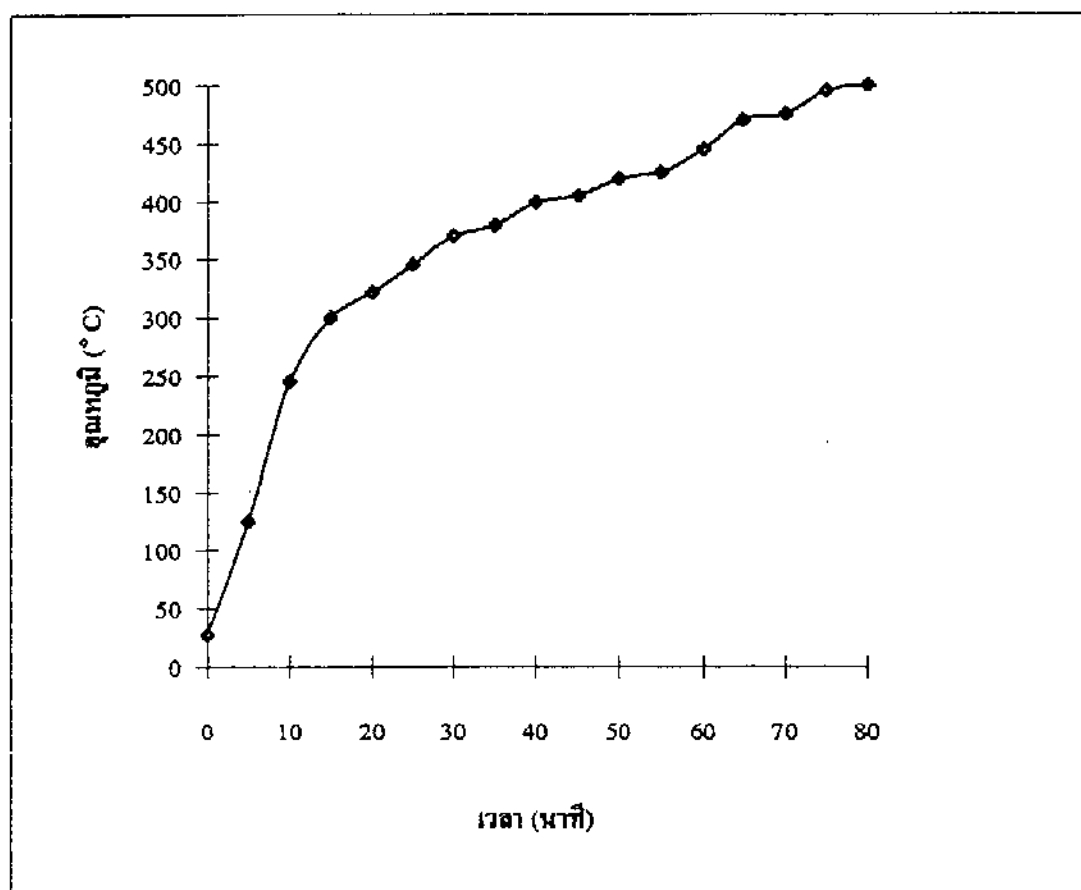
เนื่องจากการทดสอบไฟตามมาตรฐานของ ASTM E119 ได้กำหนดเส้นโค้งมาตรฐานไฟหรือเส้นโค้งความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับเวลาดังแสดงในภาพที่ 2.2 และจากข้อกำหนดการทดสอบความทนทานด้านไฟขั้นต่ำสุดของชิ้นส่วนของเสา กำหนดไว้ว่าขนาดของแท่งตัวอย่างที่มีขนาด 15 ซม. จะสามารถต้านทานไฟได้นาน 1 ชั่วโมงหนึ่งชั่วโมง ดังนั้นจะทำการทดสอบที่อุณหภูมิใดก็จะทำการทดสอบเป็นเวลาหนึ่งชั่วโมงต่อนั้นก็ปล่อยให้แท่งตัวอย่างทดสอบเย็นตัวไปเอง แต่เนื่องจากเตาเผาที่ใช้ในการทดสอบในครั้งนี้มีเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ดังแสดงในตารางที่ 3.3 และภาพที่ 3.5 ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องแปลงความรุนแรงของไฟจากมาตรฐานของ ASTM E119 เพื่อนำมาใช้กับเตาเผาที่ใช้ในการทดสอบ การหาความรุนแรงเสมือนของเตาเผาที่ใช้ให้มีความรุนแรงของไฟตามมาตรฐานของ ASTM E119 โดยกำหนดให้พื้นที่ใต้เส้นโค้งของเตาเผาที่ใช้ทดสอบมีค่าเท่ากับเส้นโค้งของไฟตามมาตรฐานของ ASTM E119 เช่น เมื่อต้องการทดสอบเผาไฟที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานหนึ่งชั่วโมงตามมาตรฐานดังแสดงอยู่ในภาพที่ 3.6 ก ส่วนการทดสอบเผาไฟที่จะต้องทำการเผาในครั้งนี้ดังแสดงอยู่ในภาพที่ 3.6 ข ซึ่งเป็นภาพที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของเตาเผาทดสอบที่มีความรุนแรงเท่ากับภาพที่ 3.6 ก แต่เวลาที่ใช้ในการทดสอบจะเปลี่ยนแปลงไปเป็น 68 นาที ส่วนการทดสอบเผาไฟที่อุณหภูมิ 400 และ 500 องศาเซลเซียส ดังแสดงอยู่ในภาพที่ 3.7 และภาพที่ 3.8 และจะต้องเผาแท่งตัวอย่างเป็นเวลา 73 และ 84 นาที ตามลำดับ

3.7.3 การดำเนินการทดสอบเผาไฟ

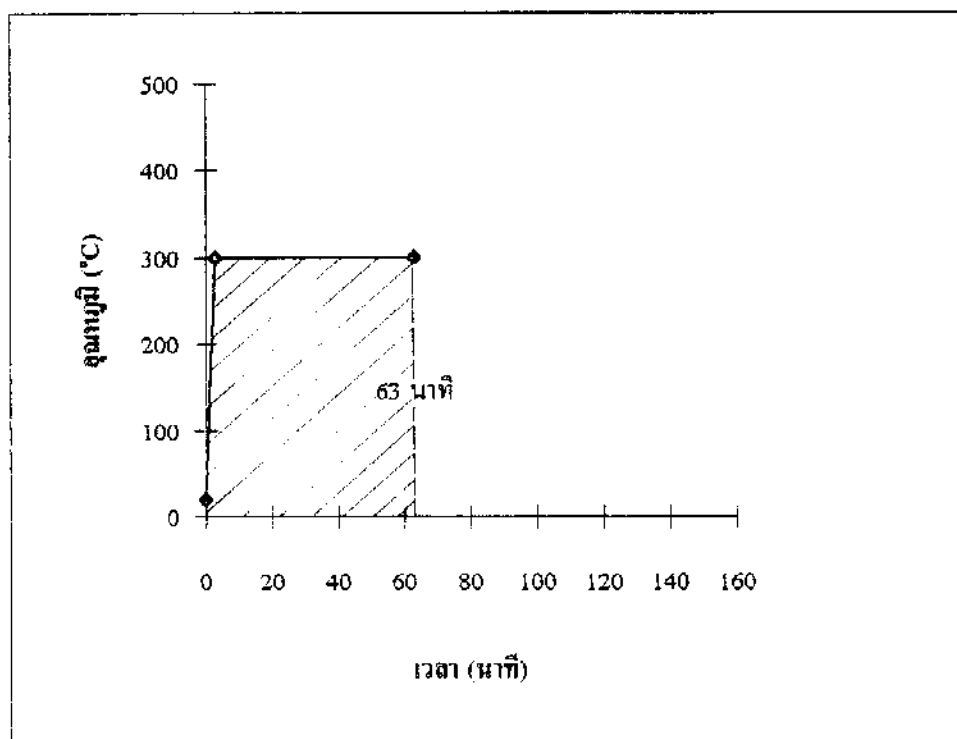
เมื่อคอนกรีตที่ป่นไว้ในบ่อน้ำมีอายุครบ 28 วัน แล้วนำมาผึ่งทิ้งไว้ในสภาพธรรมชาติเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 15 วัน เพื่อไล่ความชื้นภายในแท่งตัวอย่างก่อนที่จะนำไปทดสอบไฟก่อนทำการทดสอบไฟจริงได้ทดลองเผาแท่งตัวอย่างจำนวนชุดละ 2 ตัวอย่าง (แท่งรูปบาศก์และรูปทรงกระบอกอย่างละหนึ่งก้อน) ของทั้งสามสัดส่วนผสมของสารซีเมนต์ ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส โดยทำการเผาตามเวลาของความรุนแรงเสมือนที่ได้จากหัวข้อที่ 3.7.2 ปรากฏว่าเมื่ออุณหภูมิของเตาเผาสูงเกิน 450 องศาเซลเซียส แท่งตัวอย่างรูปทรงกระบอกจะระเบิดเป็นชิ้นเล็ก ๆ แต่แท่งตัวอย่างรูปบาศก์จะไม่เกิดการระเบิด ฉะนั้นจึงได้เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบจากเดิมที่กำหนดการทดสอบไฟไว้ถึงที่ 500 องศาเซลเซียส มาเป็นที่ 450 องศาเซลเซียสแทนและเวลาที่ต้องทำการเผาแท่งตัวอย่างเป็นเวลาเท่ากับ 78 นาที ดังแสดงในภาพที่ 3.9 ดังนั้น สรุปอุณหภูมิที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ได้ดังนี้ 300, 400, 450 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และทำการเผาแท่งตัวอย่างเป็นเวลา 68, 73, 79 นาที ตามลำดับ เมื่อทำการเผา

ตารางที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของเตาเผา
ที่ใช้ในการทดสอบ

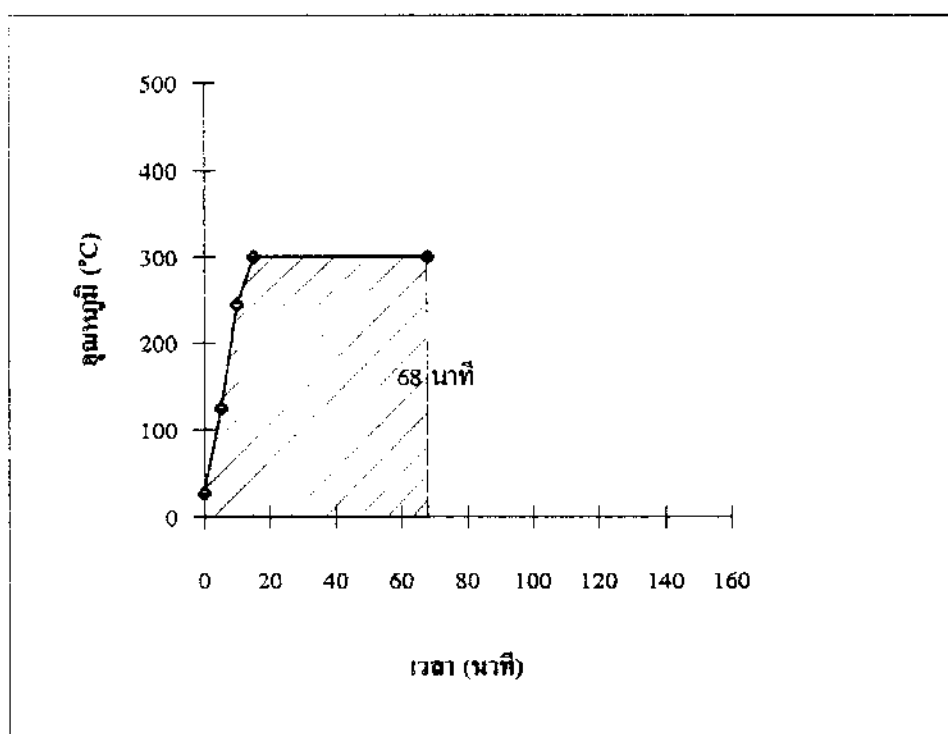
เวลา (นาที)	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)
0	27
5	125
10	245
15	300
20	322
25	346
30	370
35	380
40	400
45	405
50	420
55	425
60	445
65	470
70	475
75	495
80	500



ภาพที่ 3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับอุณหภูมิของเตาเผาที่ใช้ในการทดสอบ

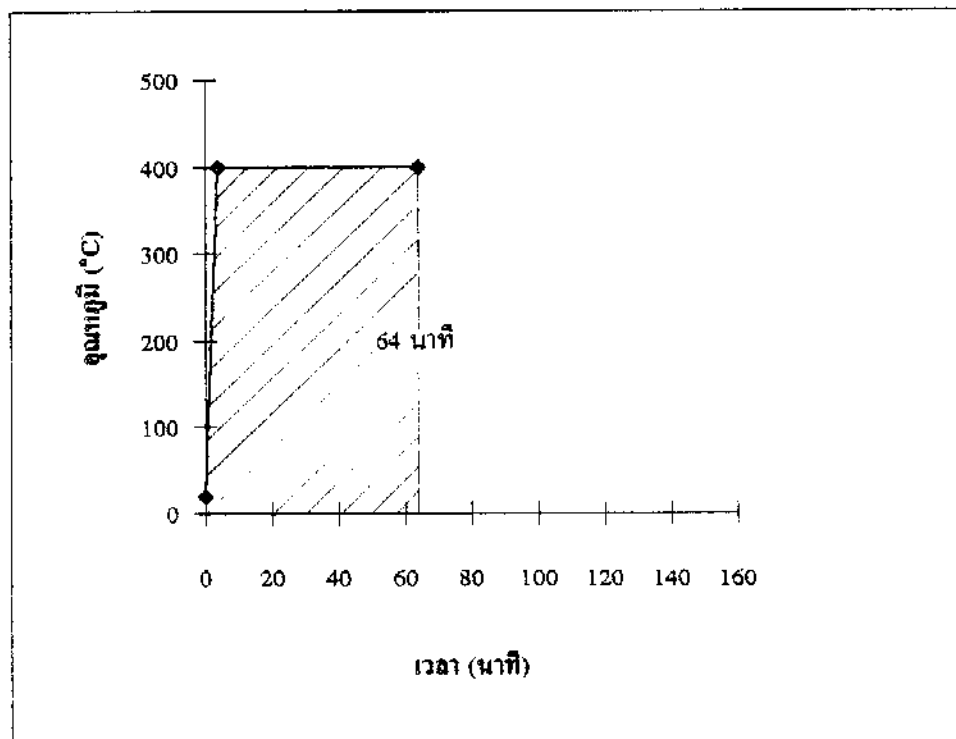


ก. ความรุนแรงของไฟตามมาตรฐาน ASTM E119 ที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง

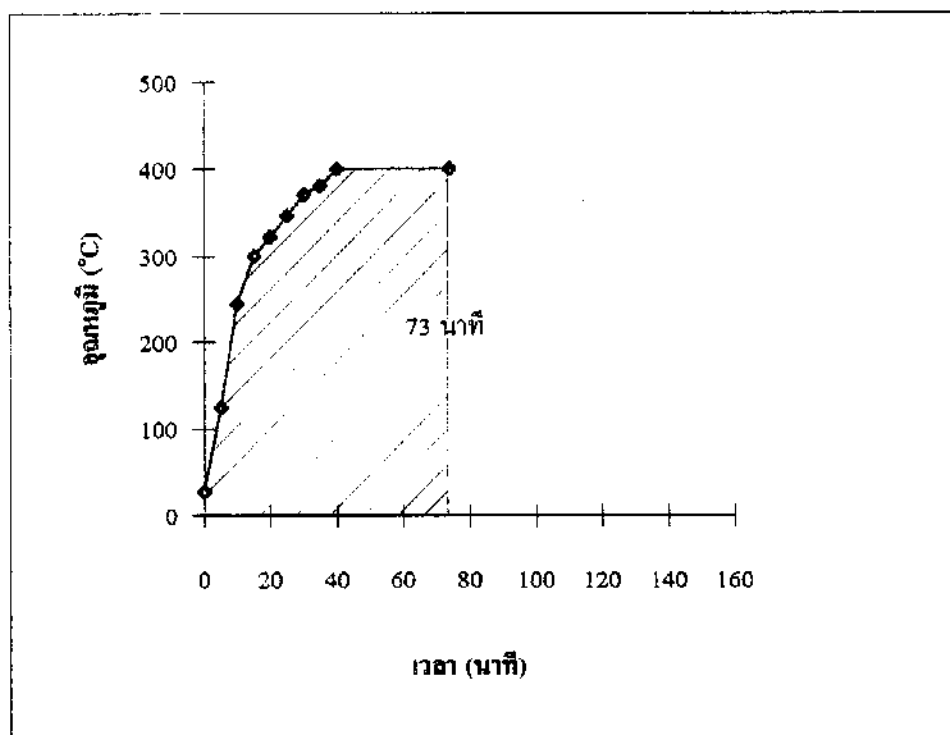


ข. ความรุนแรงของเตาที่ใช้ทดสอบที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง

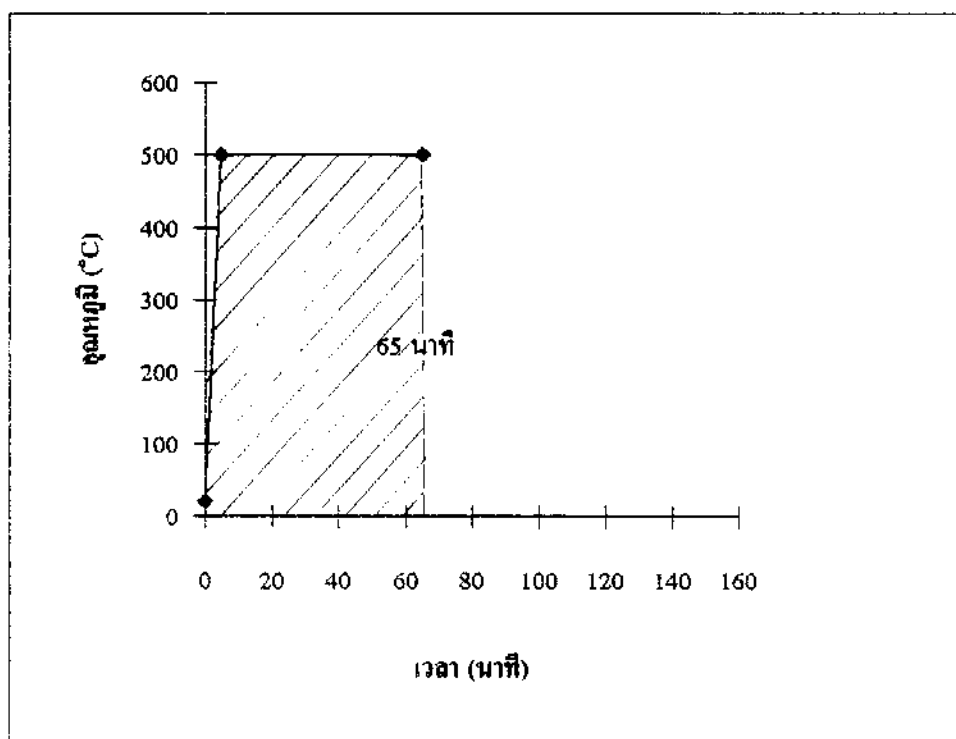
ภาพที่ 3.6 แสดงการแปลงความรุนแรงของไฟที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง



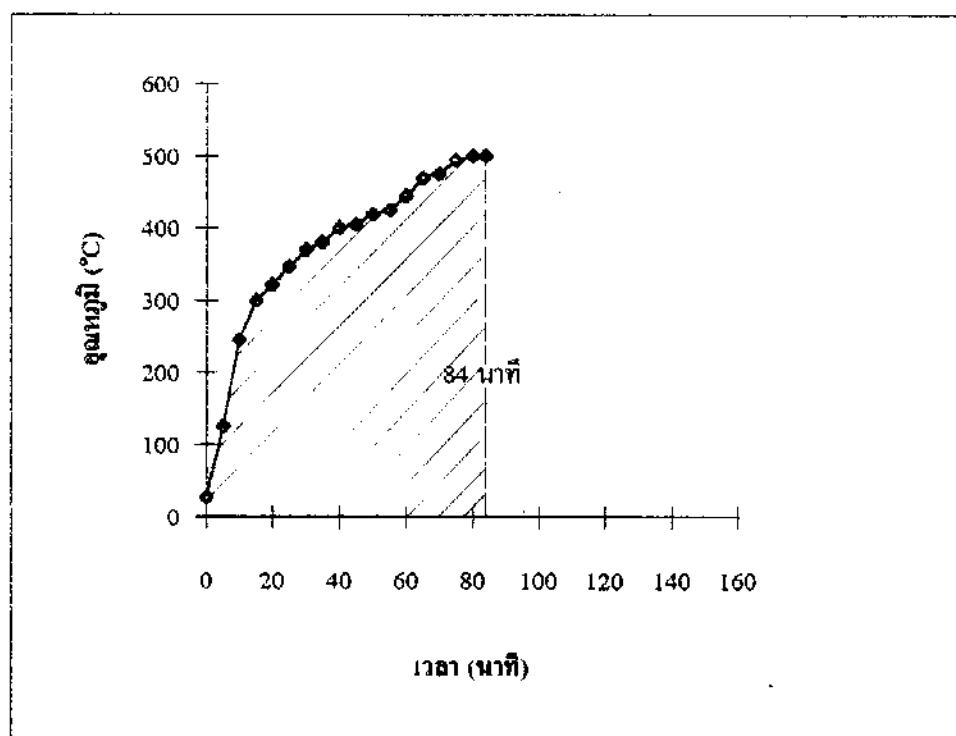
ก. ความรุนแรงของไฟตามมาตรฐาน ASTM E119 ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง



ข. ความรุนแรงของเตาที่ใช้ทดสอบที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง
 ภาพที่ 3.7 แสดงการแปลงความรุนแรงของไฟที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง

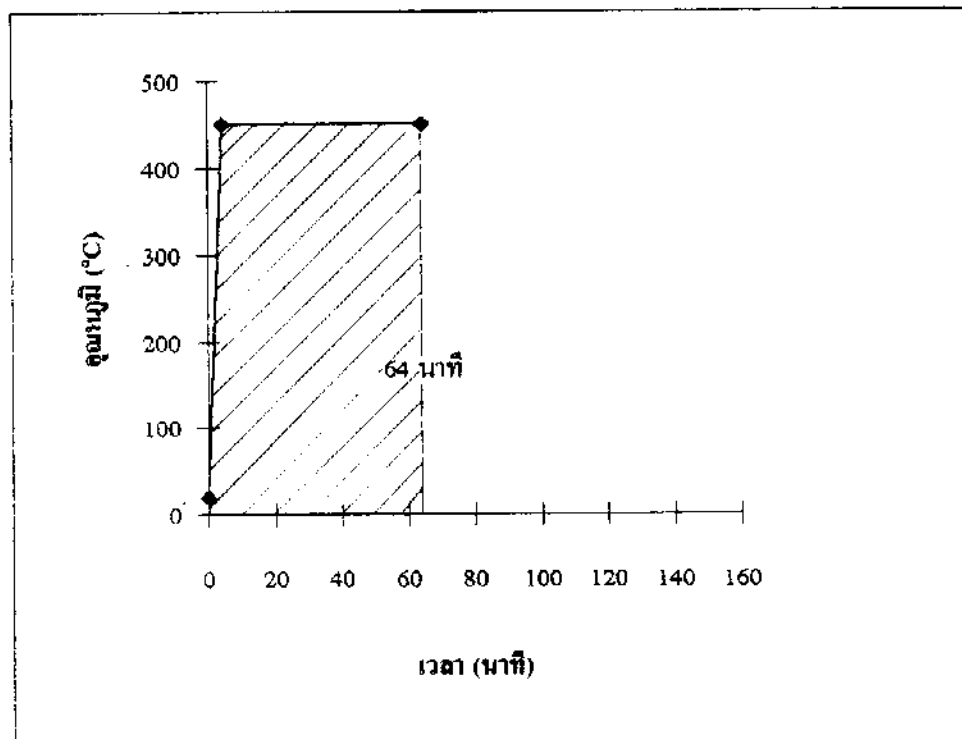


ก. ความรุนแรงของไฟตามมาตรฐาน ASTM E119 ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง

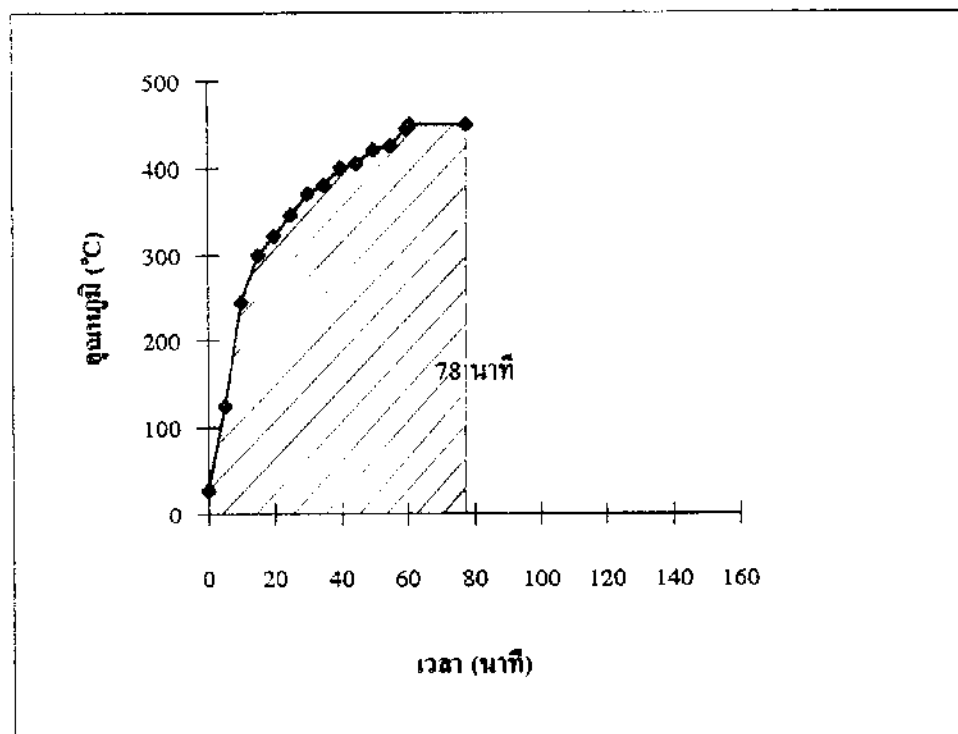


ข. ความรุนแรงของเตาที่ใช้ทดสอบที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง

ภาพที่ 3.8 แสดงการแปลงความรุนแรงของไฟที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง



ก. ความรุนแรงของไฟตามมาตรฐาน ASTM E119 ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง



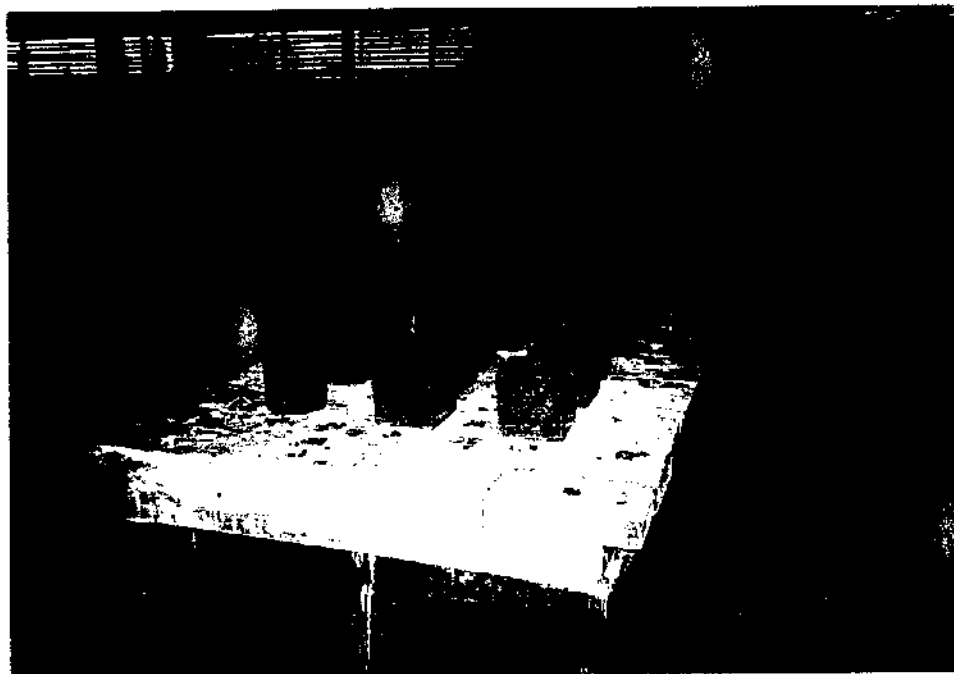
ข. ความรุนแรงของเตาที่ใช้ทดสอบที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง

ภาพที่ 3.9 แสดงการแปลงความรุนแรงของไฟที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง

ถึงตามที่เวลากำหนด ก็จะปิดหัวจ่ายแก๊สแล้วปล่อยให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงเหลือประมาณ 100 องศาเซลเซียส จึงนำแท่งตัวอย่างออกจากเตาเผาแล้วนำมาผึ่งตามสภาพอากาศปกติแล้ว จึงนำไปทดสอบกำลังตามระยะเวลาที่กำหนดไว้แล้ว ส่วนจำนวนแท่งตัวอย่างที่ทำการเผาที่ อุณหภูมิหนึ่งต้องไม่น้อยกว่า 30 ตัวอย่าง ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.4 และภาพที่ 3.10 แสดงลักษณะการวางแท่งตัวอย่างที่ทำการทดสอบเผาไฟ

ตารางที่ 3.4 จำนวนแท่งตัวอย่างที่ทำการทดสอบเผาไฟ

สัดส่วนผสมของสารซีเมนต์ OPC:RHA:FA	300°C		400°C		450°C	
	Cube	Cylinder	Cube	Cylinder	Cube	Cylinder
100:0:0	15	15	15	15	15	15
60:20:20	15	15	15	15	15	15
40:40:20	15	15	15	15	15	15



ภาพที่ 3.10 ลักษณะการวางแท่งตัวอย่างที่ทำการทดสอบเผาไหม้