บทที่ 4

การทดสอบ

การทดลองศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความต้านทานไฟของวัสดุหรือการทดสอบไฟนั้น ส่วนใหญ่จะทำการทดสอบตามมาตรฐานไฟของ ASTM E119(13) ซึ่ง ASTM ได้กำหนดเส้นโค้งมาตรฐานไฟขึ้นมาใช้ในการทดสอบดังได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 ตามมาตรฐานการทดสอบการต้านทานไฟขั้นต่ำขององค์อาคารอย่างน้อยต้องทดสอบเป็นเวลานานหนึ่งชั่วโมง ในงานวิจัยครั้งนี้เนื่องจากเตาไฟที่ใช้มีอัตราการเผาไหม้ หรือ เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลามีค่าแตกต่างไปจากมาตรฐาน ดังนั้นจึงต้องมีการปรับให้ได้ความรุนแรงของไฟมีค่าเท่ากันซึ่งจะได้กล่าวต่อไป คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ วิธีการทดสอบและขั้นตอนต่างๆในการดำเนินการทดสอบมีดังต่อไปนี้

4.1 การเตรียมแท่งตัวอย่างทดสอบ

4.1.1 คอนกรีต

คอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบนั้นผสมจากซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่หนึ่ง มวลรวมมีขนาดโตสุดประมาณ 3/4 นิ้ว เมื่อผสมแล้วคอนกรีตจะมีน้ำหนักปกติ (normal weight concrete) เนื่องจากในการทดสอบต้องทำการทดสอบไฟกับแท่งตัวอย่างคอนกรีตเป็นชุดๆละประมาณ 24 ตัวอย่างเพื่อให้ได้แท่งตัวอย่างทดสอบที่เผาที่อุณหภูมิเดียวกัน ดังนั้นคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้จึงใช้คอนกรีตผสมเสร็จ (ready mixed concrete) เพื่อให้ได้คอนกรีตที่อยู่ในชุดเดียวกันและมีสัดส่วนผสมเท่ากัน เพื่อให้ครอบคลุมถึงกำลังรับแรงอัดประลัยของคอนกรีตที่ใช้งานกันอยู่ในงานก่อสร้างทั่วๆไป งานวิจัยครั้งนี้จึงได้กำหนดกำลังรับแรงอัดประลัยที่จะใช้ในการทดสอบขึ้นมา 3 ค่าเป็นค่ากำลังอัดเริ่มต้น และมีค่าสัดส่วนผสมดังแสดงอยู่ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สัดส่วนผสมของคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบ

กำลังที่ออกแบบ (กก.ต่อตร.ซม)	ปริมาณซีเมนต์ (กก.)	ปริมาณหิน (กก.)	ปริมาณทราย (กก.)	ปริมาณน้ำ (กก.)	ค่าการยุบตัว (ซม.)
210	270	1088	828	200	9.5
280	285	1119	820	175	8.5
350	330	1200	800	170	8.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 เหล็ก

คุณสมบัติของเหล็กที่ใช้ในการทดสอบกำลังยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็กมีดังนี้คือ เหล็กที่ใช้เป็นเหล็กกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3/4 นิ้วหรือประมาณ 19 มิลลิเมตร กำลังรับแรงดึงสูงสุด 2400 กิโลกรัมต่อหนึ่งตารางเซนติเมตร (RB 24)

4.1.3 แบบหล่อคอนกรีต

เนื่องจากในงานวิจัยครั้งนี้สนใจในเรื่องของกำลังรับแรงอัด ค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น และค่ากำลังยึดเหนี่ยวของคอนกรีตหลังจากที่ไฟไหม้ไปแล้ว ดังนั้นแบบหล่อที่ใช้ในการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 แบบตามชนิดของการทดสอบดังนี้

ก. แบบหล่อรูปทรงกระบอกมาตรฐาน

-ขนาด 15x30 เซนติเมตร

-ใช้ในการทดสอบกำลังรับแรงอัดและค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น

ข. แบบหล่อรูปลูกบาศก์มาตรฐาน

-ขนาด 20x20x20 เซนติเมตร

-ใช้ในการทดสอบกำลังยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็ก

4.1.4 การผสมคอนกรีตและการเทคอนกรีต

เนื่องจากการทดสอบต้องใช้คอนกรีตผสมเสร็จ ดังนั้นการผสมคอนกรีตจะทำการผสมจากโรงงานโดยตรง ก่อนที่จะทำการเทนั้นจะต้องเตรียมแบบหล่อเอาไว้ให้พร้อมและทำการทดสอบการยุบตัวของคอนกรีตก่อนที่จะเท การเทคอนกรีตจะทำการเทใส่กระบะก่อนแล้วใช้จอบหรือพลั่วผสมคอนกรีตในกระบะให้เข้ากันอีกทีหนึ่งก่อนแล้วจึงทำการเท ถ้าเทลงแบบหล่อมาตรฐานรูปทรงกระบอกก็ให้ทำการกระทุ้ง 3 ชั้นๆละ 25 ครั้ง ในแต่ละครั้งที่ทำการกระทุ้งเสร็จก็

จะทำการเคาะด้วยค้อนก่อนๆที่จะเทชั้นต่อไป ถ้าเทลงแบบหล่อมาตรฐานรูปลูกบาศก์(ในที่นี้ใช้ไม้ทำแบบหล่อ)ก็ให้เท 2 ชั้นแต่ละชั้นจะทำการกระทุ้ง 30 ครั้งตามมาตรฐาน ASTM C 192 ขณะที่เทคอนกรีตลงแบบจะทำการคลุกคอนกรีตที่อยู่ในกระบะเสมอเพื่อให้ได้คอนกรีตที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ เมื่อเทคอนกรีตเสร็จก็ทำการปาดผิวหน้าให้เรียบ ต่อจากนั้นนำกระสอบทรายชุ่มน้ำมาปิดไว้เพื่อกันน้ำระเหยออกมา

4.1.5 การบ่มคอนกรีต

คอนกรีตที่เทเสร็จแล้วนั้นเมื่อทิ้งไว้ครบ 24 ชั่วโมงก็จะทำการถอดแบบออกเสร็จแล้วนำไปบ่มในบ่อบ่มซึ่งมีน้ำท่วมเหนือคอนกรีตอย่างน้อย 20 เซนติเมตร เวลาบ่มจะบ่มอย่างต่อเนื่องทั้งหมด 28 วันตามมาตรฐานการทดสอบของ ASTM C192-79 เสร็จแล้วจึงนำขึ้นมาทดสอบต่อไป

4.1.6 อายุของคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบ

โดยทั่วๆไปแล้วการทดสอบกำลังของคอนกรีตนั้นกำหนดให้ทดสอบที่อายุครบ 7 วันและ 28 วันตามลำดับ แต่ในงานวิจัยครั้งนี้จะทำการทดสอบครบคอนกรีตเมื่อมีอายุครบ 28 วันแล้วทั้งนี้เพื่อให้คอนกรีตมีการพัฒนากำลังให้ได้ใกล้เคียงกับค่ากำลังสูงสุดมากที่สุด

4.1.7 จำนวนแท่งตัวอย่างทดสอบ

เนื่องจากในมาตรฐานการทดสอบแท่งตัวอย่างคอนกรีตครั้งหนึ่งๆนั้นจะต้องมีจำนวนแท่งตัวอย่างไม่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 ตัวอย่าง ดังนั้นการทดสอบในครั้งนี้จึงใช้จำนวนแท่งตัวอย่างเท่ากับ 3 ตัวอย่างต่อเวลาที่ทำการทดสอบหนึ่งครั้ง

จำนวนแท่งตัวอย่างทดสอบทั้งหมดแบ่งตามชนิดของการทดสอบได้ดังนี้

ก. จำนวนแท่งตัวอย่างทดสอบกำลังอัดหลังจากถูกเผาไฟแล้วแบ่งตามอุณหภูมิ กำลังอัดประลัยเริ่มต้นและเวลาทดสอบตามที่กำหนดในตารางที่ 4.2 ทั้งหมดประมาณ 200 ตัวอย่าง

ข. จำนวนแท่งตัวอย่างทดสอบแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเหล็กกับคอนกรีตหลังจากถูกเผาไฟแล้วที่อุณหภูมิ 400 °C และมีค่ากำลังอัดประลัยเริ่มต้นเท่ากับ 350 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีทั้งหมดประมาณ 27 ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.2 แสดงเวลาที่จะทำการทดสอบแยกตามอุณหภูมิและกำลังอัด

กำลังอัด ($กก./ซม.^2$)	เวลาที่ทำการทดสอบ (เดือน)		
	อุณฯ300 °C	อุณฯ400 °C	อุณฯ450 °C
210	0,1/2,1,3/2 2,3,4,6	0,1/2,1,3/2 2,3,4,6	0,1/2,1,3/2 2,3,4,6
280	0,1/2,1,3/2 2,3,4,6	0,1/2,1,3/2 2,3,4,6	0,1/2,1,3/2 2,3,4,6
350	0,1/2,1,3/2 2,3,4,6	0,1/2,1,3/2 2,3,4,6	0,1/2,1,3/2 2,3,4,6

หมายเหตุ จำนวนแท่งตัวอย่างที่ทดสอบตามเวลาต่างๆ ที่กำหนดในตารางนั้นจะทำการทดสอบเวลาละ 3 ตัวอย่าง การทดสอบกำลังยึดเหนี่ยวก็จะทำการทดสอบตามเวลาดังกล่าวด้วยเช่นกัน

4.2 การเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

4.2.1 เตาไฟที่ใช้ในการทดสอบ

เตาไฟที่ใช้ในการทดสอบเป็นเตาไฟซึ่งใช้ระบบควบคุมด้วยไฟฟ้า สามารถควบคุมอุณหภูมิและเวลาได้โดยมีเทอร์โมคัฟเปิลเป็นเครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิภายในเตา ไฟฟ้าจะเป็นตัวจุดหัวเชื้อเพลิง(Burner)โดยมีเชื้อเพลิงเป็นกาซ ลักษณะของเตาเป็นรูปลูกบาศก์มีปริมาตรประมาณหนึ่งลูกบาศก์เมตร ด้านล่างของเตาจะมีหัวจุดเชื้อเพลิงทั้งหมด 8 หัว มีแป้นควบคุมแยกต่างหากจากตัวเตา ส่วนบนของเตาจะมีปล่องระบายความร้อน ภายในเตาจะมีแผ่นอิฐทนความร้อนเรียงไว้ ตัวเทอร์โมคัฟเปิลจะสอดเข้าไปในเตาจากภายนอก ดังนั้นอุณหภูมิที่แสดงออกมาจะเป็นอุณหภูมิภายในเตาไฟซึ่งให้ความร้อนออกมาสม่ำเสมอจากหัวจุดเชื้อเพลิงทั้ง 8 หัว ลักษณะทั้งหมดของเตาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1

4.2.2 เครื่องมือทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

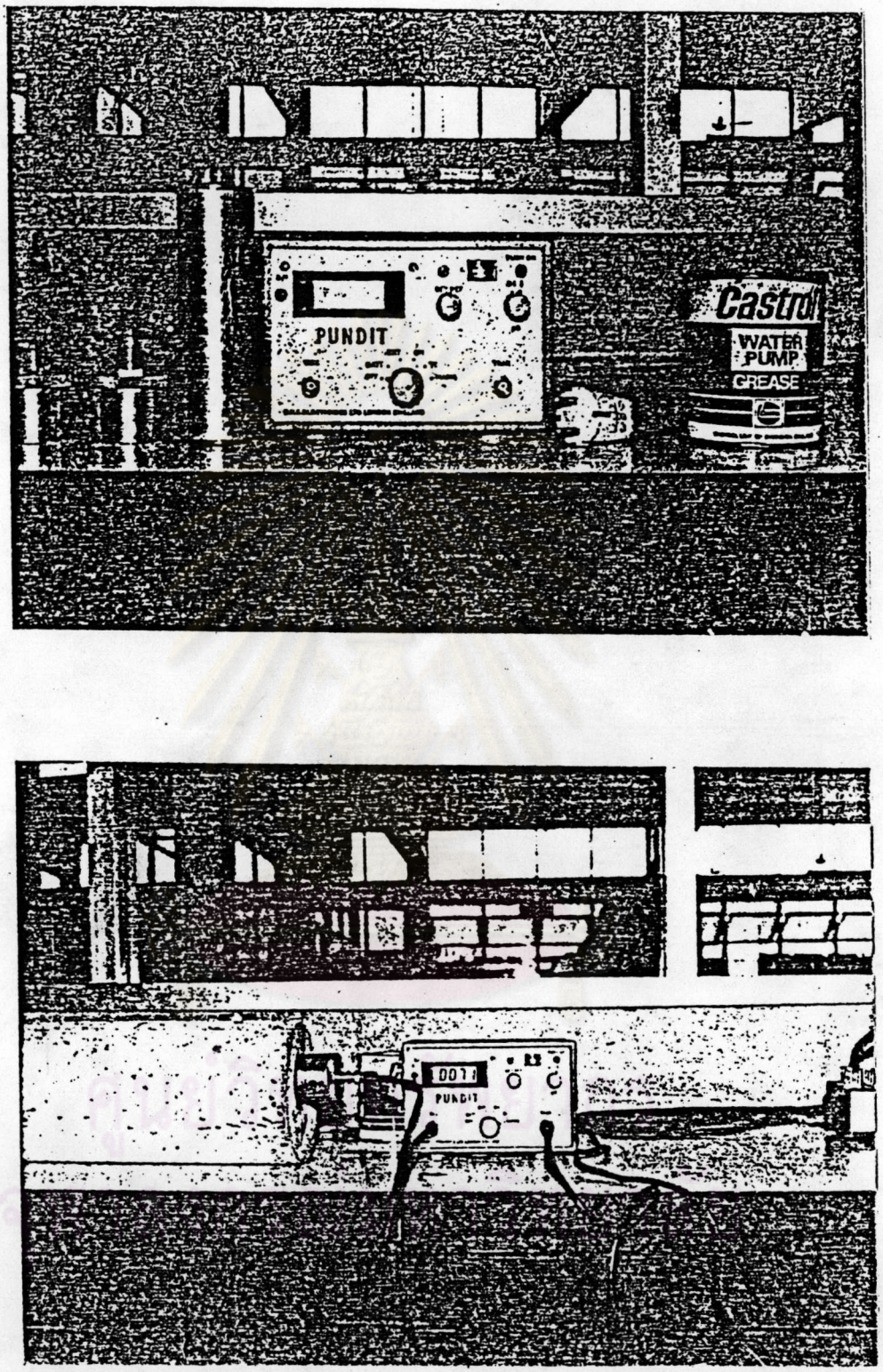
เครื่องมือที่ใช้ทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตแบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้คือ

ก. เครื่องมือทดสอบแบบไม่ทำลาย (Nondestructive instrument) ได้แก่ เครื่องอุลตร้าโซนิกและ Schmidt hammer ดังรูปที่ 4.2 การทดสอบจะดำเนินการตามมาตรฐาน ASTM C805-79 โดยเครื่องมือมีความเชื่อถือได้ค่อนข้างดี

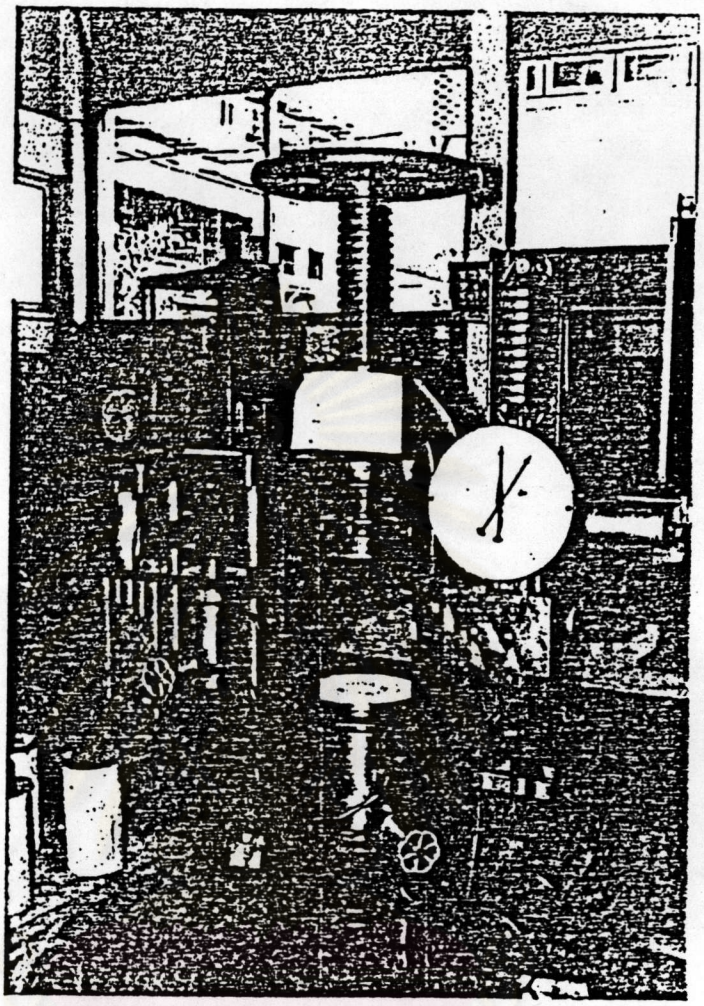
ข. เครื่องมือทดสอบแบบทำลาย (Destructive instrument) ได้แก่ เครื่องกดคอนกรีตที่มีกำลังสูงสุดขนาด 100 ตัน(Universal Testing Machine) ดังรูปที่ 4.3 โดยเครื่องมือนี้มีความเชื่อถือได้สูง ความผิดพลาดมีค่าประมาณ 5 % ใช้มาตรฐานการทดสอบตาม ASTM C39-72

รูปที่ 4.1 รูปร่างลักษณะของเตาไฟที่ใช้ในการทดสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 แสดงเครื่องมือทดสอบอุลตร้าโซนิก



รูปที่ 4.3 รูปเครื่องกดคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.3 คอมเพรสโซมิเตอร์

การทดสอบหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นในงานวิจัยครั้งนี้ จะใช้เครื่องมือคอมเพรสโซมิเตอร์ (Compressometer) ซึ่งมีลักษณะและรูปร่างดังรูปที่ 4.4 เครื่องมือนี้สามารถวัดการเปลี่ยนรูปร่างของคอนกรีตในขณะที่มีการให้น้ำหนักบรรทุกกระทำกับแท่งตัวอย่างทดสอบ โดยที่ค่าน้ำหนักค่าหนึ่ง ๆ จะได้ค่าการเปลี่ยนแปลงรูปร่างซึ่งอ่านค่าจากเกจที่ติดอยู่กับแท่งตัวอย่างทดสอบได้ค่าหนึ่ง ค่าที่อ่านได้จากเกจที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้นั้นจะต้องคูณด้วยค่า 0.0001 นิ้ว ค่าที่ออกมาเมื่อหารด้วยระยะเกจ (Gauge length) จะเป็นค่าของความเครียด (Strain) ส่วนค่าน้ำหนักที่อ่านได้นั้นเมื่อหารด้วยพื้นที่หน้าตัดของคอนกรีตด้านที่รับน้ำหนักบรรทุกก็จะเป็นค่าความเค้น (Stress) เมื่อนำค่าความเค้นและความเครียดที่ได้มาเขียนกราฟ ค่าความลาดชันซึ่งได้จากการลากเส้นจากจุดศูนย์ไปยังค่าความเค้นที่ 45 % ของความเค้นประลัยจะเป็นค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (Secant Modulus) เครื่องมือนี้มีความเชื่อถือได้ค่อนข้างสูงและมีความผิดพลาดประมาณ 3-5 % เมื่อเทียบกับ Strain gauge และการทดสอบดำเนินตามมาตรฐาน ASTM C469-65

4.3 การหาความรุนแรงเสมือนของเตาไฟ

4.3.1 เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิของเตาไฟ (Time-Temperature Curve of Furnace)

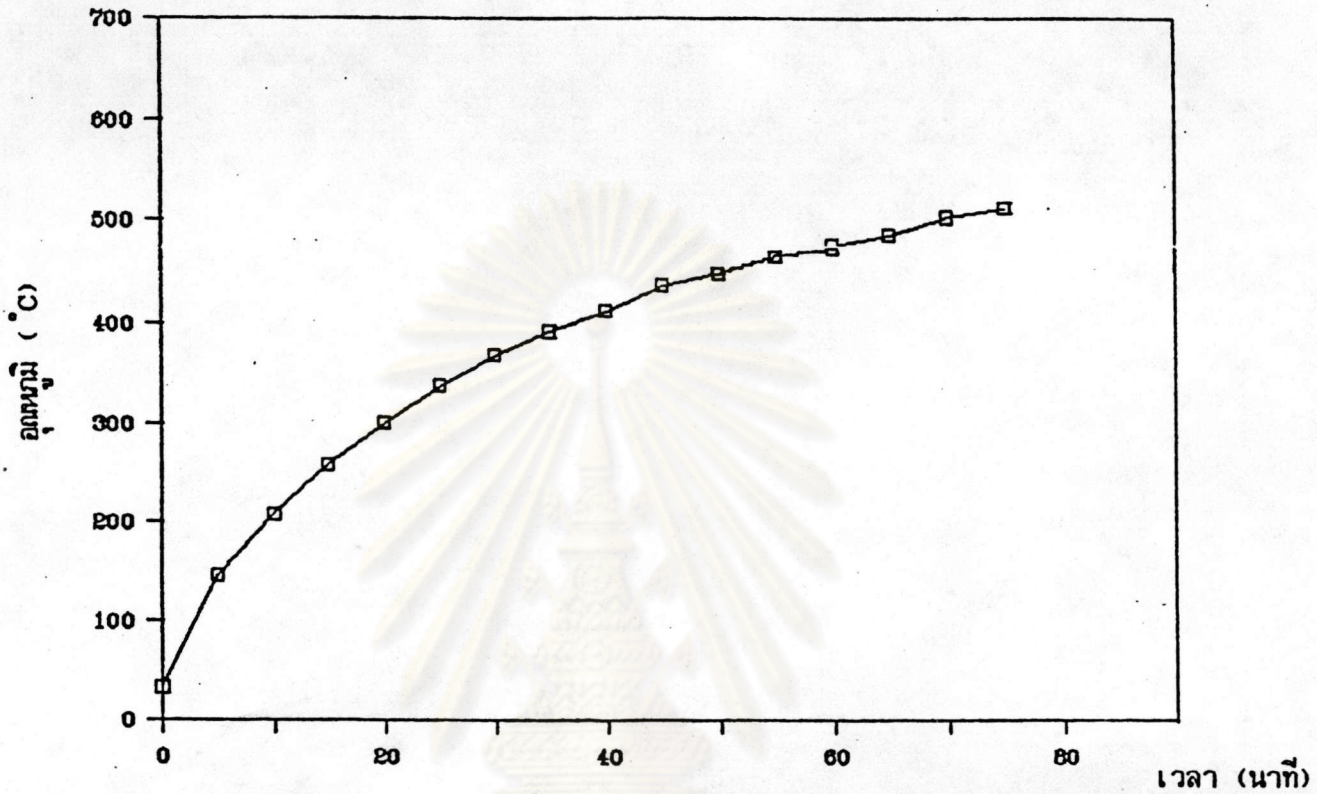
จากการลองใช้เตาไฟเผาแท่งคอนกรีตก่อน ๆ ที่จะเริ่มลงมือทดสอบจริง ๆ เพื่อหาอัตราการเผาไหม้ของเตาไฟหรือความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของเตาไฟ ดังแสดงอยู่ในตารางที่ 4.2 ส่วนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาแสดงอยู่ในรูปที่ 4.4

I 10300429

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของเตาไฟที่ใช้ในการทดสอบ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (°C)
0	33
5	100
10	146
15	208
20	300
25	337
30	368
35	392
40	415
45	430
50	450
55	465
60	490
65	510

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของเตาไฟ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

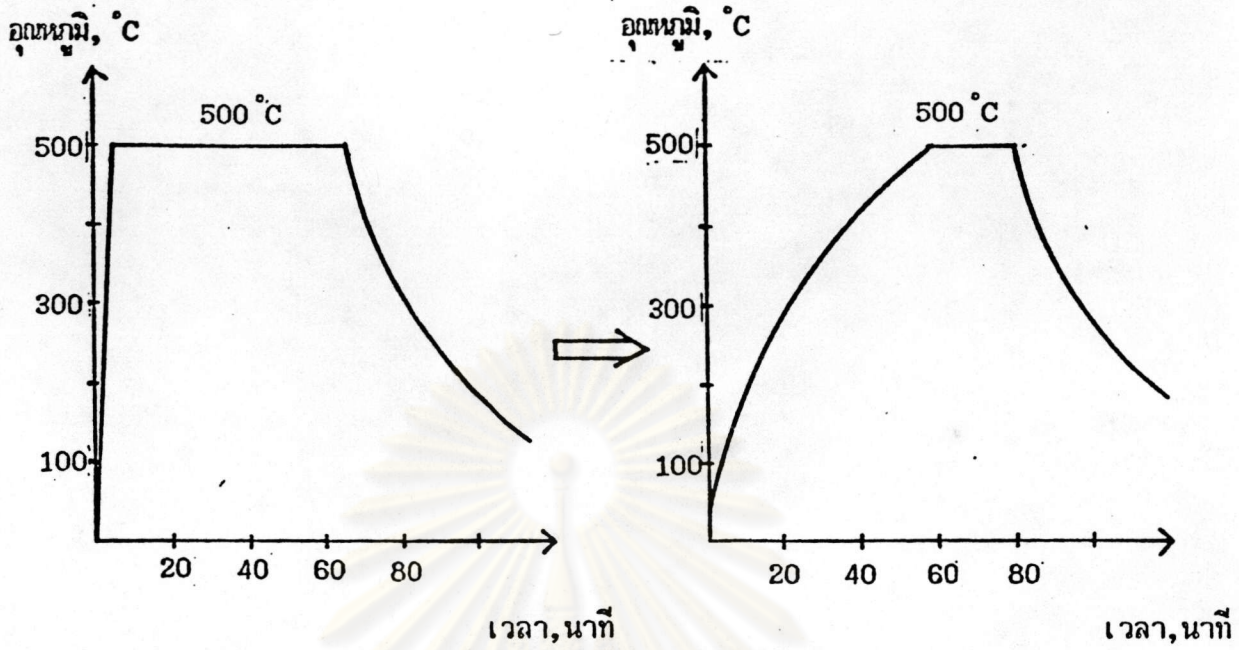
4.3.2 หลักพื้นฐานของความรุนแรงของไฟใช้หาความรุนแรงเสมือน

เนื่องจากมาตรฐานการทดสอบไฟตาม ASTM E119 ได้กำหนดเส้นโค้งมาตรฐานไฟหรือเส้นโค้งความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับเวลาดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 และจากข้อกำหนดการทดสอบการต้านทานไฟขั้นต่ำสุดของชิ้นส่วนเสา กำหนดไว้ว่าขนาดของตัวอย่างทดสอบที่มีขนาด 15 ซม. จะสามารถต้านทานไฟได้นานหนึ่งชั่วโมง ดังนั้นจะทดสอบที่อุณหภูมิใดก็จะต้องทดสอบที่อุณหภูมินั้นเป็นเวลาอย่างน้อยหนึ่งชั่วโมงต่อจากนั้นก็ปล่อยให้ตัวอย่างทดสอบเย็นตัวลงไปเอง แต่เนื่องจากเตาไฟที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้นั้นมีเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาดังรูปที่ 4.4 ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการแปลงความรุนแรงของไฟจากของมาตรฐานให้นำมาใช้กับเตาไฟที่จะใช้ในการทดสอบครั้งนี้ การแปลงความรุนแรงของไฟนั้นจะนำหลักการพื้นฐานของความรุนแรงของไฟซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 มาใช้ ยกตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการทดสอบไฟที่อุณหภูมิ 500 ° C จากรูปที่ 4.5 รูปซ้ายมือเป็นรูปที่แสดงมาตรฐานการทดสอบไฟที่อุณหภูมิดังกล่าว ส่วนรูปที่ 4.5 รูปขวาเป็นรูปที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของเตาทดสอบโดยมีความรุนแรงเท่ากันกับรูปทางซ้ายแต่เวลาที่ใช้ในการทดสอบจะเปลี่ยนแปลงไป ส่วนการทดสอบที่อุณหภูมิอื่นๆ ได้แสดงอยู่ในรูปที่ 4.6 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ

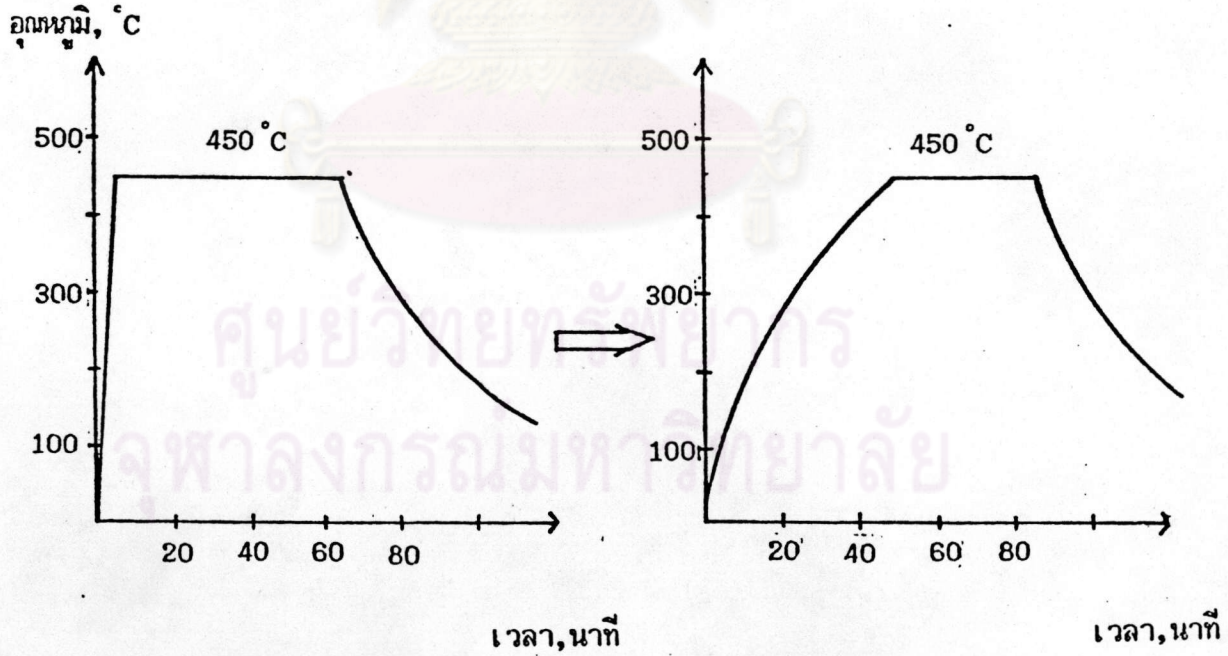
จากรูปที่ 4.5 4.6 และ 4.7 จะได้ว่าที่อุณหภูมิ 500 °C จะต้องเผาตัวอย่างทดสอบเป็นเวลานานเท่ากับ 73 นาที ที่อุณหภูมิ 400 °C จะต้องเผาตัวอย่างทดสอบเป็นเวลานานเท่ากับ 75 นาที และที่อุณหภูมิ 300 °C จะต้องเผาตัวอย่างทดสอบเป็นเวลานานเท่ากับ 80 นาที ตามลำดับจึงจะได้ความรุนแรงของไฟมีค่าเท่ากันกับของมาตรฐาน

4.4 การดำเนินการทดสอบ

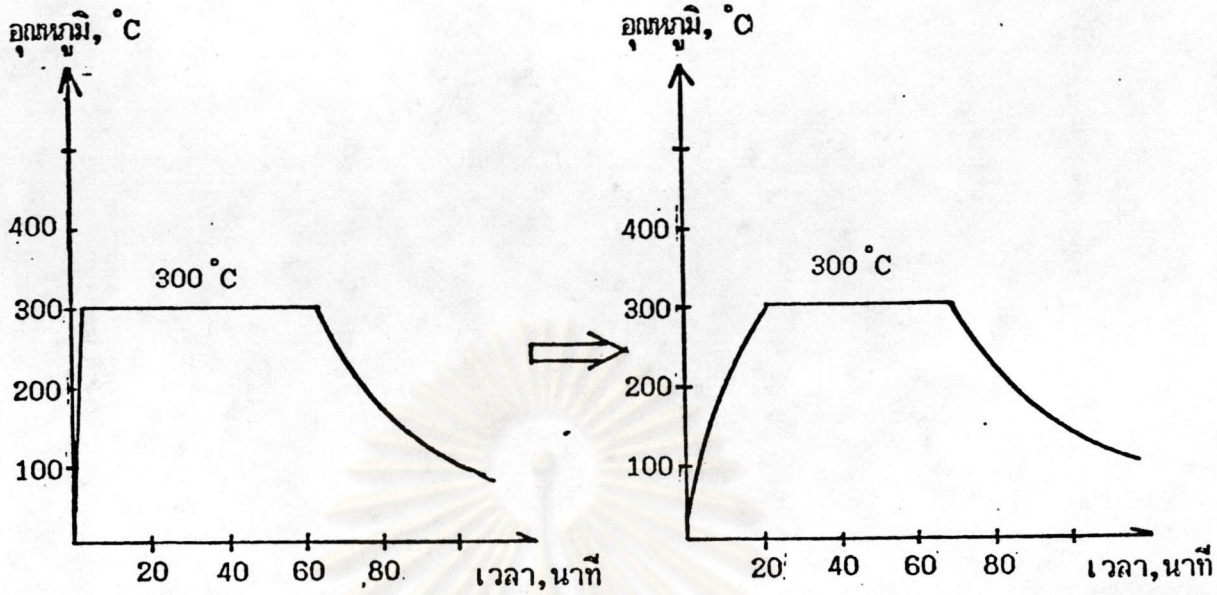
เมื่อคอนกรีตที่บ่มไว้ในบ่อบ่มมีอายุครบ 28 วันแล้ว นำไปตากแดดทิ้งไว้เป็นเวลาหนึ่งวันแล้วจึงนำไปทดสอบไฟ ในการทดสอบเริ่มแรกได้ทดสอบเผาแท่งตัวอย่างที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสก่อนโดยเผาตามความรุนแรงเสมือนที่หาได้จากหัวข้อ 4.3.2 จำนวนทั้งหมด12 ตัวอย่าง



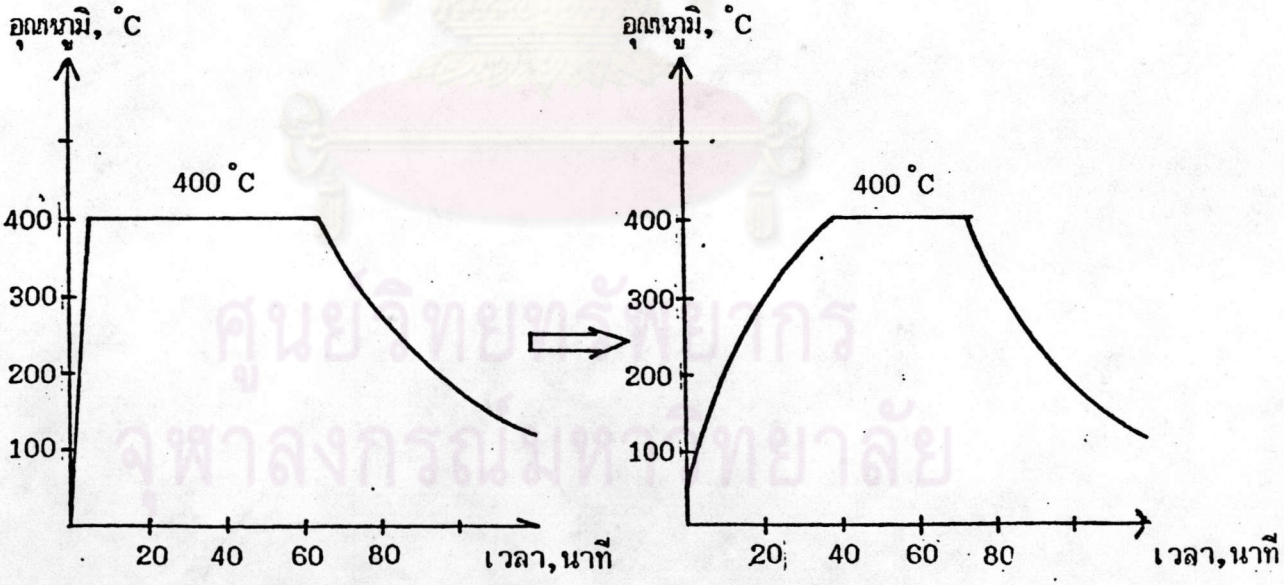
รูปที่ 4.5 แสดงการแปลงความรุนแรงของไฟที่อุณหภูมิ 500 °C
รูปซ้ายมือแสดงความรุนแรงของไฟตามมาตรฐานASTM
รูปขวามือแสดงความรุนแรงของเตาไฟที่ใช้



รูปที่ 4.6 แสดงการแปลงความรุนแรงของไฟที่อุณหภูมิ 450 °C
รูปซ้ายมือแสดงความรุนแรงของไฟตามมาตรฐานASTM
รูปขวามือแสดงความรุนแรงของเตาไฟที่ใช้



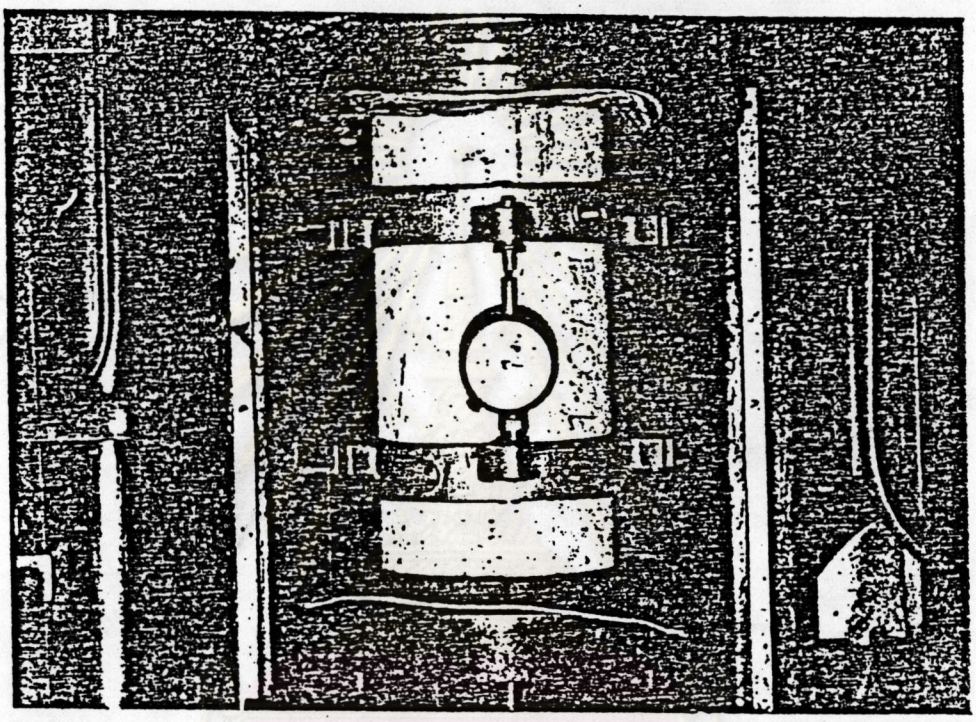
รูปที่ 4.7 แสดงการแปลงความรุนแรงของไฟที่อุณหภูมิ 300 °C
รูปซ้ายมือแสดงความรุนแรงของไฟตามมาตรฐานASTM
รูปขวามือแสดงความรุนแรงของเตาไฟที่ใช้



รูปที่ 4.8 แสดงการแปลงความรุนแรงของไฟที่อุณหภูมิ 450 °C
รูปซ้ายมือแสดงความรุนแรงของไฟตามมาตรฐานASTM
รูปขวามือแสดงความรุนแรงของเตาไฟที่ใช้

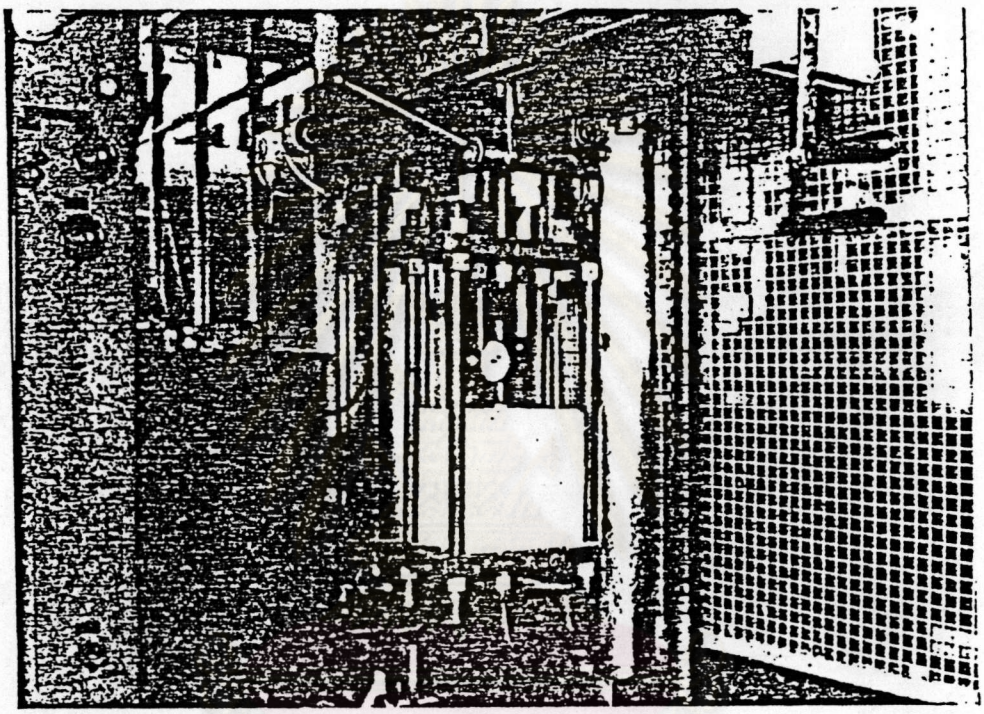
ปรากฏว่าเมื่ออุณหภูมิของเตาขึ้นถึง 480 องศาเซลเซียส แท่งตัวอย่างทดสอบเกิดระเบิดขึ้นภายในเตาเผา สภาพของแท่งตัวอย่างแตกออกเป็นชิ้นๆ ทั้งนี้เนื่องจากแรงดันไอน้ำซึ่งอยู่ภายในคอนกรีตนั่นเอง ดังนั้นจึงเปลี่ยนวิธีมาทำการอบแท่งตัวอย่างทดสอบก่อน โดยอบที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลาหนึ่งชั่วโมงซึ่งที่อุณหภูมินี้ได้ทำการทดสอบมาแล้วว่าจะไม่มีผลต่อการลดลงของกำลังของคอนกรีต หลังจากอบตัวอย่างเสร็จแล้วก็จะรอเวลาให้อุณหภูมิภายในเตาเย็นลงมาก่อนเพื่อให้อัตราการขึ้นของอุณหภูมิกับเวลาเหมือนเดิม แล้วจึงเริ่มต้นเผาตัวอย่างทดสอบใหม่ ผลปรากฏว่าแท่งตัวอย่างทดสอบก็ยังระเบิดอยู่อีก ฉะนั้นจึงได้เปลี่ยนอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบใหม่จากเดิม 500 องศาเซลเซียสมาเป็น 450 องศาเซลเซียสแทน ส่วนเวลาที่จะต้องเผานานเท่าไรนั้นก็สามารถหาได้จากรูปที่ 4.6 ดังนั้นอุณหภูมิที่จะศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงเปลี่ยนมาเป็นที่ 300 400 และ 450 องศาเซลเซียสตามลำดับ เนื่องจากประสิทธภาพของเตาไฟรับได้แค่ 12 ตัวอย่างต่อการเผาหนึ่งครั้ง จำนวนตัวอย่างทดสอบที่ใส่เข้าไปในเตาแต่ละอุณหภูมิจึงต้องเท่ากับ 12 ตัวอย่างแต่ในชุดเดียวกันมีทั้งหมด 24 ตัวอย่าง ดังนั้นที่อุณหภูมิหนึ่งๆจึงต้องเผาตัวอย่างทดสอบ 2 ครั้ง ซึ่งไม่ได้เป็นปัญหาแต่อย่างไรเนื่องจากสามารถควบคุมเวลากับอุณหภูมิได้เหมือนเดิมอยู่ ตัวอย่างที่เผาเสร็จแล้วนั้นจะปล่อยทิ้งให้เย็นลงไปภายในเตาจนกระทั่งอุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 100 องศาแล้วจึงค่อยนำตัวอย่างออกจากเตาเผา จากนั้นนำผึ่งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เสร็จแล้วจึงค่อยนำไปทดสอบกำลังอัด กำลังยืดเหนี่ยวและหาค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นที่เวลาต่างๆ ดังที่ได้กำหนดไว้แล้วนั้นตามลำดับ

การทดสอบคุณสมบัติทั้งสามนั้น จะเริ่มทำจากการหาค่ากำลังรับแรงอัดของตัวอย่างทดสอบโดยใช้เครื่องมืออุลตร้าโซนิกทดสอบก่อน ต่อจากนั้นก็จะนำตัวอย่างทดสอบไปทำการปรับหัวให้เรียบเพื่อนำไปทดสอบกำลังรับแรงอัดโดยใช้ Schmidt Hammer จากนั้นจะนำตัวอย่างทดสอบไปใส่น้ำหนักบรรทุกก่อนสัก 1-2 ตันเพื่อให้ตัวอย่างไม่เคลื่อนที่ไปไหนจากนั้นจึงค่อยลงมือทดสอบโดยใช้ Schmidt Hammer การเก็บข้อมูลนั้นจะใช้Schmidt Hammer ยิงไปที่ตัวอย่างทดสอบประมาณ 10 จุดต่อหนึ่งก้อนตัวอย่างทดสอบ จากนั้นก็จะนำค่าที่ได้ไปปรับแก้เป็นค่ากำลังอีกทีหนึ่ง หลังจากที่ทำการทดสอบโดยใช้ Schmidt Hammer เสร็จแล้วต่อไปก็จะทำการทดสอบหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นโดยใช้เครื่องมือคอมเพรสโซมิเตอร์โดยนำไปติดเข้ากับแท่งตัวอย่างทดสอบดัง



รูปที่ 4.9 การติดตั้งเครื่อง Compressometer

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

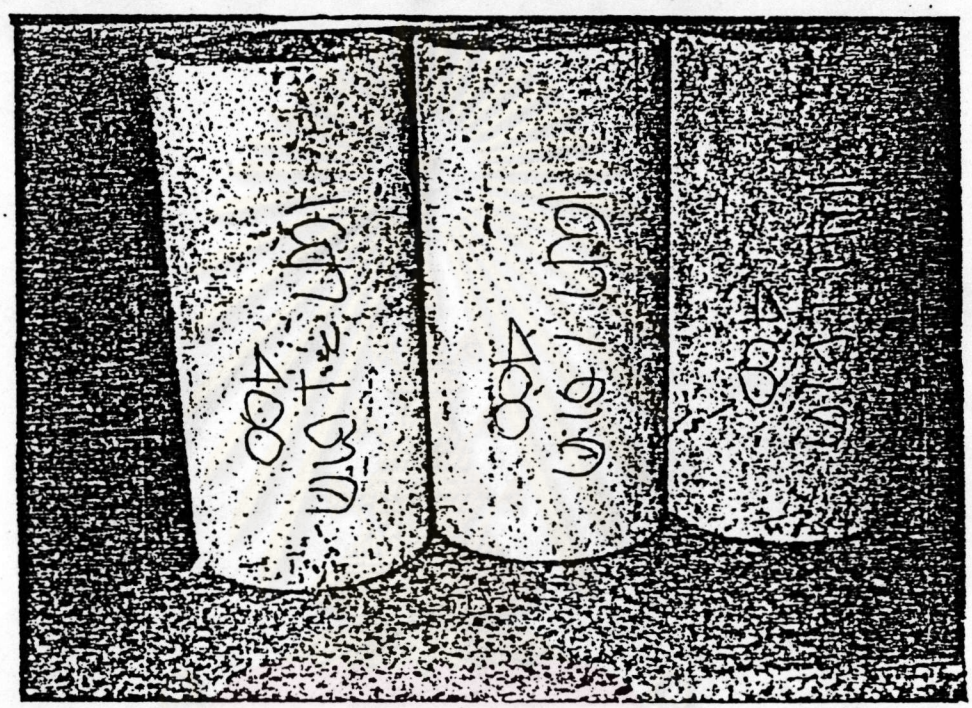


รูปที่ 4.10 เครื่องทดสอบกำลังยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับเหล็ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.9 จากนั้นนำเข้าเครื่องกดคอนกรีตขนาด 100 ตันแล้วค่อยๆเพิ่มน้ำหนักบรรทุกขึ้นเรื่อยๆ อัตราการให้น้ำหนักบรรทุกก็จะต้องทำไปโดยสม่ำเสมอ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือคอมเพรสโซมิเตอร์นั้นจะเป็นค่าการหดตัวเข้าตามแนวแกนของแท่งตัวอย่าง จำนวนค่าที่อ่านนั้นจะขึ้นอยู่กับค่ากำลังอัดประลัยสูงสุดของคอนกรีตโดยจะอ่านถึงค่าประมาณ 80 % ของค่ากำลังอัดประลัยของแท่งตัวอย่างทดสอบ หลังจากนั้นก็จะถอดเครื่องมือออกแล้วนำแท่งตัวอย่างแท่งนั้นไปทดสอบกำลังรับแรงอัดต่อไปโดยกดต่อจนกระทั่งถึงค่ากำลังสูงสุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.11 ลักษณะของแท่งตัวอย่างที่ถูกไฟไหม้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย