

# ผลของความร้อนต่อกำลังของคอนกรีต\*

\* งานโครงการนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา พ.ศ. 2536

นายณานัติ ร้อยศรี  
นายประยงค์ ทิรติอุไร  
นายพิเชษฐ์ คมสัน  
นายสมชาย อารีย์สมบูรณ์  
นักศึกษาชั้นปีที่ 4

ดร.ณรงค์ กุหลาบ  
รองศาสตราจารย์  
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

## บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาถึงผลของความร้อนที่มีต่อกำลังของคอนกรีต โดยศึกษาเฉพาะผลระยะสั้น คือหลังจากให้ความร้อนแก่ตัวอย่างแล้วจะปล่อยให้ตัวอย่างเย็นตัวลงเพียง 1 วัน จึงทำการทดสอบกำลัง

ในการศึกษาจะนำตัวอย่างทดสอบไปเผาให้ความร้อนในเตาเผาที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ โดยเผาที่ระดับอุณหภูมิ 200, 300, 400, 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส การให้ความร้อนจะแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ชุด คือให้ความร้อนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อจะทราบผลของเวลาในการให้ความร้อนต่อกำลังของคอนกรีตด้วย

เมื่อคอนกรีตได้รับความร้อนระดับสูงจะทำให้กำลังของคอนกรีตลดลง จากการศึกษาพบว่า การให้ความร้อนแก่ตัวอย่างทดสอบที่ระดับอุณหภูมิ 400-500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 และ 2 ชั่วโมง จะทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงครึ่งหนึ่ง

# The effect of heat on concrete strength

**T. Roisri**

**P. Kriratiurai**

**P. Komsan**

**S. Areesomboon**

Senior Student

**Dr. Narong Kularb**

Associate Professor

Civil Engineering Department

Faculty of Engineering Khon Kaen University

Thailand

## ABSTRACT

This study aims to study the effect of heat on concrete strength for short term period, i.e. the specimens were tested after 1 hour cooled down.

The test specimens were heated in the controlled temperature furnace for 200, 300, 400, 500, 600, 700 and 800 degree celcius. Two sets of specimens were heated, one for 1 hour and the other for 2 hours. This is for the purpose of study of the effect of time on concrete strength.

Concrete strength dramatically decreases under high temperture. From this experiment it was found that the concrete strength under 400-500 °C will be 50 percent strength reduction after subjected to heat for 1 hour and 2 hours.

## บทนำ

ปัจจุบันอาคารใหญ่ๆ หรือที่อยู่อาศัยมักจะสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งจำเป็นจะต้องศึกษาคุณสมบัติทางด้านความแข็งแรงทนทาน อายุการใช้งานของคอนกรีตและเหล็กเสริม ถ้าคอนกรีตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่รุนแรง เช่น คอนกรีตจะต้องสัมผัสกับซัลเฟตตลอดเวลาซึ่งอาจจะทำให้คอนกรีตผุกร่อนเร็วแต่เงื่อนไขข้างต้นเราก็สามารถป้องกันได้โดยการเลือกใช้ชนิดของปูนซีเมนต์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมได้ แต่ในบางกรณีที่โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจะต้องประสบกับอัคคีภัย ซึ่งในปัจจุบันมีอัตราการเกิดอัคคีภัยสูงขึ้น ในบางแห่งก็รุนแรงมาก แต่บางแห่งก็ไม่รุนแรงนัก โดยมากเราก็จำเป็นต้องรื้อถอนโครงสร้างนั้นเสีย เพราะไม่มีสิ่งยืนยันถึงความสามารถในการรับแรงอัดที่เหลืออยู่ของคอนกรีต บางแห่งก็ยังใช้โครงสร้างที่ถูกไฟไหม้ นั้นต่อไป ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการวิบัติของโครงสร้างภายหลังจากการใช้อาคารดังกล่าวต่อ ถ้าคอนกรีตนั้นสูญเสียกำลังรับแรงอัดไปมาก

## ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังคอนกรีต

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกำลังของคอนกรีต ได้แก่

- วัสดุส่วนประกอบ เช่น ซีเมนต์ มวลรวม และน้ำที่ใช้ผสม
- อัตราส่วนของน้ำต่อปูนซีเมนต์
- การบ่มคอนกรีต
- สภาพการรับน้ำหนัก
- อุณหภูมิ

## ขอบข่ายของการศึกษา

การศึกษานี้เพื่อต้องการทราบกำลังที่สูญเสียไปของคอนกรีตภายใต้อุณหภูมิที่เกิดขึ้น ขณะองค์อาคารคอนกรีตถูกความร้อน เช่น กรณีอาคารถูกไฟไหม้ ในทางปฏิบัติเราไม่สามารถบันทึกระดับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในอาคารตั้งแต่เริ่มไหม้ไฟจนถึงสิ้นสุดได้ ในการทดสอบจึงสมมุติเวลาและอุณหภูมิที่ไฟไหม้ต่างกันแล้วทดสอบความเปลี่ยนแปลงของกำลังคอนกรีตภายใต้ อุณหภูมิและเวลานั้น โดยเทียบกับกำลังของคอนกรีตในสภาพปกติ ซึ่งมีกำลังแรงอัดประลัย เท่ากับ 280 กิโลกรัม/ซม<sup>2</sup>-ที่อายุ 28 วัน

การทดสอบจะให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 200, 300, 400, 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชุดด้วยกัน

- ชุดที่ 1 จะใช้เวลาให้ความร้อนแก่ตัวอย่างเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- ชุดที่ 2 จะใช้เวลาให้ความร้อนแก่ตัวอย่างเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

โดยใช้ตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่างในแต่ละอุณหภูมิ แล้วทำการเปรียบเทียบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผ่านการให้ความร้อน กับตัวอย่างที่ทดสอบที่อุณหภูมิห้อง

กำลังของคอนกรีตหลังจากผ่านการให้ความร้อน

เมื่อได้ทำการทดสอบแล้วปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับระยะเวลาให้ความร้อน 1 ชั่วโมง และตารางที่ 2 สำหรับระยะเวลาให้ความร้อน 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 1

กำลังรับแรงอัดของตัวอย่างทดสอบที่ผ่านการให้ความร้อนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

| Sample No.                     | Strength (ksc) | Heated Temp °C |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|----------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                |                | Room Temp      | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 |
| Strength after cool down (ksc) |                |                |     |     |     |     |     |     |
| 1                              | 311            | 291            | 228 | 206 | 163 | 106 | 102 | 49  |
| 2                              | 317            | 264            | 243 | 187 | 113 | 95  | 76  | 74  |
| 3                              | 328            | 264            | 221 | 181 | 106 | 85  | 96  | 42  |
| 4                              | 278            | 245            | 229 | 191 | 138 | 112 | 70  | 44  |
| 5                              | 285            | 254            | 248 | 181 | 121 | 78  | 107 | 67  |
| 6                              | 331            | 254            | 234 | 207 | 118 | 93  | 83  | 52  |
| 7                              | 284            | 244            | 259 | 149 | 162 | 104 | 120 | 57  |
| 8                              | 298            | 257            | 212 | 192 | 133 | 125 | 106 | 59  |
| 9                              | 289            | 257            | 244 | 183 | 106 | 120 | 74  | 63  |
| 10                             | 289            | 249            | 245 | 169 | 178 | 131 | 72  | -   |
| mean                           | 301            | 258            | 236 | 185 | 134 | 105 | 91  | 56  |

ตารางที่ 2

กำลังรับแรงอัดของตัวอย่างทดสอบที่ผ่านการให้ความร้อนเป็นเวลา 2 ชั่วโมง

| Sample No.                     | Strength (ksc) |     | Heated Temp °C |     |     |     |     |     |  |
|--------------------------------|----------------|-----|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|--|
|                                | Room Temp      | 200 | 300            | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |  |
| Strength after cool down (ksc) |                |     |                |     |     |     |     |     |  |
| 1                              | 271            | 259 | 200            | 149 | 85  | 93  | 67  | 51  |  |
| 2                              | 266            | 252 | 207            | 169 | 88  | 89  | 63  | 39  |  |
| 3                              | 296            | 244 | 231            | 136 | 105 | 84  | 58  | 48  |  |
| 4                              | 300            | 274 | 233            | 120 | 136 | 85  | 75  | 46  |  |
| 5                              | 300            | 260 | 211            | 136 | 94  | 95  | 70  | 52  |  |
| 6                              | 271            | 255 | 236            | 111 | 102 | 89  | 88  | 54  |  |
| 7                              | 265            | 253 | 228            | 152 | 101 | 109 | 65  | 43  |  |
| 8                              | 284            | 274 | 233            | 175 | 115 | 101 | 75  | -   |  |
| 9                              | 266            | 34  | 192            | 122 | 107 | 97  | 65  | -   |  |
| 10                             | 290            | 273 | 226            | 174 | 116 | 104 | 52  | -   |  |
| mean                           | 281            | 263 | 220            | 144 | 105 | 94  | 68  | 48  |  |

สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 200, 300, 400, 500, 600, 700 และ 800 องศาเซลเซียส สรุปได้ดังนี้

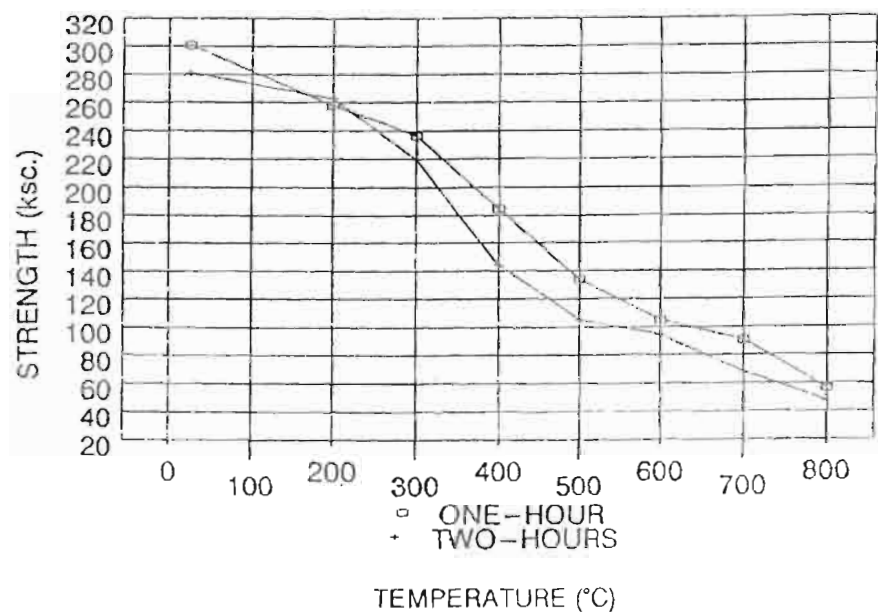
ระยะเวลาในการให้ความร้อน 1 ชั่วโมง

จากรูปที่ 1 ในช่วงอุณหภูมิ 200-300 องศาเซลเซียส กำลังของตัวอย่างทดสอบจะลดลงในอัตราที่ต่ำ ในช่วงอุณหภูมิ 300-600 องศาเซลเซียส กำลังของตัวอย่างทดสอบจะลดลงรวดเร็ว และในช่วงอุณหภูมิ 600-800 องศาเซลเซียส กำลังจะลดลงอย่างช้าๆ

การลดลงของกำลังของตัวอย่างทดสอบที่อุณหภูมิต่างๆ โดยเทียบกับกำลังของตัวอย่างทดสอบที่อุณหภูมิห้อง แสดงได้ดังต่อไปนี้

| อุณหภูมิ °C | กำลังของคอนกรีตลดลงเหลือ % |
|-------------|----------------------------|
| 200         | 85.7                       |
| 300         | 78.6                       |
| 400         | 61.4                       |
| 500         | 44.5                       |
| 600         | 34.8                       |
| 700         | 30.1                       |
| 800         | 16.7                       |

จากกำลังรับแรงอัดที่ได้ในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับแรงอัดของตัวอย่างทดสอบที่ผ่านการให้ความร้อนและอุณหภูมิได้ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังของตัวอย่างทดสอบที่ผ่านการให้ความร้อนและเวลา

ระยะเวลาในการให้ความร้อน 2 ชั่วโมง

การลดลงของกำลังของตัวอย่างการทดสอบคล้ายกับผลการทดสอบ ที่ให้ความร้อนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง คือช่วงอุณหภูมิ 200-300 องศาเซลเซียส การลดลงของกำลังลดลงในอัตราที่ต่ำ ในช่วงอุณหภูมิ 300-600 องศาเซลเซียส การลดลงของกำลังเป็นไปค่อนข้างเร็ว ในช่วงอุณหภูมิ 600-800 องศาเซลเซียส การลดลงเป็นไปในอัตราที่ต่ำอีกครั้ง

การลดลงของกำลังของตัวอย่างทดสอบที่อุณหภูมิต่างๆ โดยเทียบกับกำลังของตัวอย่างทดสอบที่อุณหภูมิห้อง แสดงได้ดังต่อไปนี้

| อุณหภูมิ °C | กำลังของคอนกรีตลดลงเหลือ % |
|-------------|----------------------------|
| 200         | 93.5                       |
| 300         | 78.2                       |
| 400         | 51.4                       |
| 500         | 37.3                       |
| 600         | 33.6                       |
| 700         | 24.1                       |
| 800         | 17.0                       |

สรุป

กล่าวโดยสรุปจะเห็นได้ว่า กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตจะแปรผกผันกับอุณหภูมิและเวลาในการทดสอบ คือเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงและเวลาในการให้ความร้อนยิ่งนาน กำลังของคอนกรีตก็จะลดลงมากตามไปด้วย

ผลการทดสอบนี้จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ระดับหนึ่ง ในการคาดคะเนกำลังของโครงสร้างหรือองค์อาคารต่างๆ เช่นถ้าหากมีอาคารใดเคยได้รับความร้อนจากการเกิดเพลิงไหม้ และเราสามารถทราบระดับของอุณหภูมิและระยะเวลาขณะเกิดเพลิงไหม้ เราก็สามารถคาดคะเนกำลังรับน้ำหนักของโครงสร้างหรือองค์อาคารต่างๆ นั้นได้ หรืออย่างน้อยก็สามารถบอกได้ว่า กำลังของคอนกรีตจะลดลงมาก เมื่อได้รับความร้อนเป็นเวลานานๆ อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้ได้กระทำในเวลาอันจำกัด ฉะนั้นการรอให้คอนกรีตเย็นตัวลง จึงใช้เวลาน้อย หากให้เวลาใน

การเย็นตัวของคอนกรีตมากขึ้น กำลังของคอนกรีตก็อาจจะเปลี่ยนแปลงไปจากที่แสดงผลในการทดลองนี้ก็ได้

## บรรณานุกรม

1. ชยาทิติย์ วัฒนวิทย์กิจ, **"วัสดุก่อสร้าง"** ขอนแก่น : งานเอกสารและการพิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2528.
2. ชยาทิติย์ วัฒนวิทย์กิจ **"ปฏิบัติการวัสดุก่อสร้าง"** ขอนแก่น : งานเอกสารและการพิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2528.
3. Neville A.M. , **"Properties of Concrete"**, Pitman, 1977.
4. Robert E. Philleo, **"Concrete and Temperature"**, American Concrete Institute, Detroit, Michigan, USA, 1968.
5. George Earl Troxell, Harmer E. Davis, and Joe W. Killy, **"Composition and Properties of Concrete"**, 2<sup>nd</sup>- Edition, McGRAW-HILL, USA, 1968.