

การทดสอบกำลังรับน้ำหนักของโครงสร้าง (Building Load Test)

เรียบเรียงโดย

วรพงษ์ พนาวสุ

เมื่อเจ้าของโครงการ วิศวกรผู้ควบคุมงาน หรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับโครงการ เกิดความสงสัย หรือความไม่มั่นใจ เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้งานของโครงสร้างหลักของอาคาร และได้ทำการทดสอบโครงสร้างด้วยวิธีการทดสอบแบบไม่ทำลาย (*Non-destructive test*) และทำการเจาะแก่นทดสอบแล้วผลการทดสอบยังไม่สามารถยืนยันความแข็งแรงของโครงสร้างได้แล้วนั้น การประเมินค่าความแข็งแรงของโครงสร้าง (*Strength evaluation*) โดยการทำการทดสอบกำลังรับน้ำหนักของโครงสร้าง (*Load testing*) จะมีส่วนเข้ามาช่วยในการตัดสินใจขาดถึงความปลอดภัยในการใช้งานของโครงสร้างได้เป็นอย่างดี

การทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้าง ถึงแม้จะมีค่าใช้จ่ายสูงและเสียเวลาก่อสร้างของโครงการไปบ้าง แต่ผลการทดสอบ (ถ้าผ่าน) จะสามารถสร้างความมั่นใจให้กับผู้เกี่ยวข้องว่าโครงสร้างสามารถรับน้ำหนักได้จริงตามต้องการ ได้ผลเชิงบวกทางจิตวิทยา มากกว่าผลจากการคำนวณ

การทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้าง (*Building Load Test*) ในที่นี้หมายถึง การทดสอบเพื่อให้ทราบว่าโครงสร้างนั้นๆ ความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกจร (*Live Load*) ตามเทศบัญญัติของกรุงเทพมหานคร พ.ศ.

2522 ได้อย่างปลอดภัยหรือไม่ ตามมาตรฐาน ACI Code 318-89

ซึ่งการเลือกตำแหน่งที่ทำการทดสอบ , ขั้นตอน และกระบวนการทดสอบ รวมทั้งการวิเคราะห์ผลการทดสอบ ควรอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลจากวิศวกรที่มีประสบการณ์การทำงานด้านนี้โดยเฉพาะ

วัตถุประสงค์ของการทดสอบโดยทั่วไปก็เพื่อพิสูจน์ความพอเพียงของการรับน้ำหนักของโครงสร้าง ดังนั้นการทดสอบจึงมักกระทำในบริเวณที่เกิดข้อสงสัย หรือตำแหน่งวิกฤติของโครงสร้าง



ข้อกำหนดทั่วไป (General)

1. ในขณะทำการทดสอบต้องมีวิศวกรควบคุมดูแลการทดสอบ



2. ส่วนของโครงสร้างที่ทำการทดสอบต้องมีอายุไม่น้อยกว่า 56 วัน (นอกเสียจากว่า เจ้าของโครงการ และผู้มีส่วนในการรับผิดชอบโครงการทั้งหมดเห็นชอบและอนุมัติให้ทำการทดสอบ)

3. ถ้าทำการทดสอบแบบสุ่มตัวอย่างส่วนของโครงสร้างที่ทำการทดสอบควรจะเป็นส่วนของโครงสร้างที่มีปัญหาหรือมีความแข็งแรงน้อยที่สุด

4. น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead load) ของโครงสร้างที่มีผลต่อการรับน้ำหนักของโครงสร้างที่จะทำการทดสอบต้องไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงและอยู่คงที่ก่อนการทดสอบเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง



การวางน้ำหนักบรรทุก

การวางน้ำหนักบรรทุกสามารถใช้วัสดุต่างๆ ได้แก่ น้ำ, ปูนซีเมนต์, อิฐบล็อก, หิน-ทราย ฯลฯ แต่วัสดุที่นิยมใช้ได้แก่ น้ำ เพราะสามารถทำการวางและปลดน้ำหนักได้สะดวก รวดเร็วกว่าวัสดุอื่นๆ และขณะทดสอบหากพบว่าการแอ่นตัวสูงเกินไป และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องก็สามารถปลดน้ำหนักได้ทันที ก่อนที่จะเป็นอันตรายแก่โครงสร้าง

การวางน้ำหนักบรรทุกจะทำตามมาตรฐาน ACI 318-89 ซึ่งน้ำหนักบรรทุกสูงสุดสามารถหาได้จากสูตร

$$\text{Total Load} = 0.85 * (1.4 * \text{Dead Load} + 1.7 * \text{Live Load})$$

$$\text{Total Load} = \text{น้ำหนักบรรทุกรวม}$$

$$\text{Dead Load} = \text{น้ำหนักบรรทุกคงที่ของโครงสร้าง}$$

$$\text{Live Load} = \text{น้ำหนักบรรทุกจร}$$



แสดงการวางน้ำหนักบรรทุกด้วยการขังน้ำ



แสดงการวางน้ำหนักบรรทุกด้วยทราย

ตัวอย่างการคำนวณ

สมมติ น้ำหนักบรรทุกจร เท่ากับ 400 kg./m^2 . ความหนาแผ่นพื้นเท่ากับ 25 cm . หาน้ำหนักบรรทุกสูงสุดได้ตามมาตรฐาน ACI 318-89 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

$$\text{Total Load} = 0.85 \cdot (1.4 \cdot \text{Dead Load} + 1.7 \cdot \text{Live Load})$$

$$\text{Dead Load} = 2400 \cdot 0.25 = 600 \text{ kg./m}^2.$$

$$\text{Live Load} = 400 \text{ kg./m}^2.$$

$$\begin{aligned} \text{Total Load} &= 0.85 \cdot (1.4 \cdot 600 + 1.7 \cdot 400) \\ &= 1292 \text{ kg./m}^2. \end{aligned}$$

น้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่ทำการทดสอบ
 $= 1292 - 600 = 692 \text{ kg./m}^2.$

น้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่ทำการทดสอบ 692 kg./m². แบ่งการวางน้ำหนักเป็น 4 ชั้นๆ ละเท่าๆกัน โดยมีลำดับการวางน้ำหนักบรรทุกดังนี้

0 → 173 → 346 → 519 → 692

(Deflection) และอุณหภูมิ(Temperature)ที่เวลา 0 , 5 , 15 , 30 และ 60 นาที และต่อไปทุกๆ 1 ชม. จนครบ 24 ชม.

4.ค่าการแอ่นตัวที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด (Maximum test load) และคองน้ำหนักบรรทุกไว้ 24 ชั่วโมง จะเป็นค่า "Initial deflection หรือ Maximum deflection" (ตามมาตรฐาน ACI 318-89)

หมายเหตุในขณะที่ทำการทดสอบนั้น โครงสร้าง ต้องไม่มีความเสียหาย (Visible evidence of failure) เกิดขึ้น ความเสียหายของโครงสร้าง(Visible evidence of failure) ที่ว่าหมายถึง "การแตกร้าว , การขยายตัว หรือมีขนาดการแอ่นตัวของโครงสร้างที่มากเกินไปโดยสามารถ สังเกต ได้ อย่างชัดเจนและอาจจะทำให้เกิดความเสียหายต่อความปลอดภัยของโครงสร้างที่ทดสอบและโครงสร้างอื่นๆ"

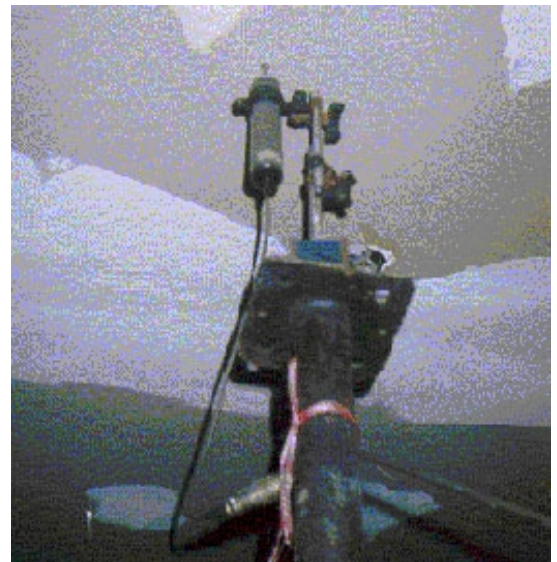
การทดสอบและบันทึกค่าการแอ่นตัว

1. บันทึกค่าการแอ่นตัว(Initial Deflection) และ อุณหภูมิ(Temperature)ก่อนทำการทดสอบน้ำหนักบรรทุก

2. ทำการเพิ่มน้ำหนักบรรทุก(Test load) เป็น 4 ชั้น โดยแต่ละชั้นจะเพิ่มน้ำหนักบรรทุกขึ้นละ 25% ของน้ำหนักบรรทุกสูงสุด (Maximum test load) จะคองน้ำหนักบรรทุกไว้ 1 ชั่วโมง ทำการบันทึกค่าการแอ่นตัว (Deflection) และ อุณหภูมิ(Temperature)

ในแต่ละชั้นที่คองน้ำหนักบรรทุกไว้ 1 ชม. ที่เวลา 0 , 5 , 15 , 30 และ 60 นาที

3. ที่น้ำหนักบรรทุกสูงสุด(Maximum test load) จะคองน้ำหนักบรรทุกไว้ 24 ชม.ทำการบันทึกค่าการแอ่นตัว



แสดงการติดตั้ง Displacement Transducer เพื่อวัดค่าการแอ่นตัวที่กลางแผ่นพื้น



แสดงการวัดค่า Deflection โดย Staff pole

5. ทำการปลดน้ำหนักบรรทุก (Rebound test load) โดยจะปลดน้ำหนักบรรทุกออก 50%ของน้ำหนักบรรทุกสูงสุด (Maximum test load) และจะคองน้ำหนักบรรทุกไว้ 1 ชม. ทำการบันทึกค่าการแอ่นตัว(Deflection) และอุณหภูมิ(Temperature)ในแต่ละชั้นที่คองน้ำหนักบรรทุกไว้ 1 ชม. ที่เวลา 0 , 5 , 15 , 30 และ 60 นาที

6. ปลดน้ำหนักบรรทุกที่เหลือออกจนหมด จะคองน้ำหนักบรรทุกไว้ 24 ชั่วโมง ทำการบันทึกค่าการแอ่นตัว (Deflection) และอุณหภูมิ(Temperature) ที่เวลา 0 , 5 , 15 , 30 และ 60 นาที และต่อไปทุกๆ 1 ชม. จนครบ 24 ชม.

7. ค่าการแอ่นตัวเมื่อปลดน้ำหนักบรรทุกออกทั้งหมดแล้ว (Rebound test load) และปล่อยให้คืนตัว 24 ชั่วโมง จะเป็นค่า "Final deflection"

8. คำนวณหาค่าการคืนตัว "Recovery of deflection" มีค่าเท่ากับ ค่า Initial deflection ลบด้วยค่า Final deflection

9. นำค่าการแอ่นตัวที่ได้เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักบรรทุก (Load ; kg./m^2) กับค่าการแอ่นตัว (Total Deflection ; mm.) ของแผ่นพื้น และกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักบรรทุก(Load ; kg./m^2) , เวลา (Time ; hr.) กับค่าการแอ่นตัว (Total Deflection ; mm.)

อ้างอิง

1. อ.ชเนศ วีระศิริ, www.thaiengineering.com
2. J.H. BUNGEY, *Testing of concrete in structures*, Blackie Academic & Professional, Third Edition, 1996