

มุมมองออกแบบตอนที่ 23 ปริมาณเหล็กเสริมชั้นต่ำในฐานราก

รศ.ดร.อมร พิมาณมาศ

กรรมการอำนวยการและปธ. คณะอนุกรรมการโครงสร้างและสะพาน

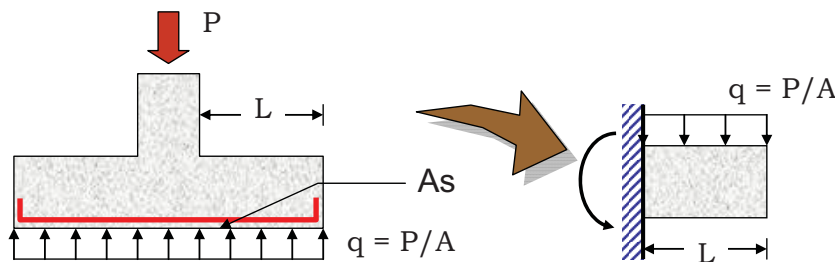
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย



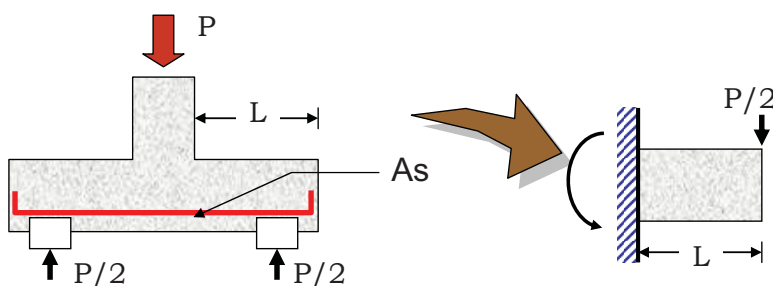
AP Multimedia Series 002

เหล็กเสริมตามทฤษฎีการดัด

- ฐานรากที่มีความลึกไม่มาก การออกแบบจะเป็นไปตามทฤษฎีคานซึ่งวิเคราะห์ที่หน้าตัดวิกฤติของการรับแรงดัด



(ก) ฐานแผ่



(ข) ฐานรากเสาเข็ม

สูตรการคำนวณปริมาณเหล็กเสริมที่ต้องการ

$$A_{scal} = \frac{M_u}{\phi f_y (jd)}$$

- M_u = โมเมนต์ประลัย
 ϕ = ตัวคูณลดกำลัง = 0.9
 f_y = กำลังครากของเหล็กเสริม
 jd = ความยาวแขนของโมเมนต์ = $7/8 d$

3

ที่มาของปริมาณเหล็กเสริมขั้นต่ำในฐานราก

A_{scal} ที่ได้มักมีค่าน้อยเนื่องจากฐานรากจะมีความลึกค่อนข้างมากเพราะ

1. ต้องการให้มีสติฟเนส หรือ rigidity เพื่อให้เกิดแรงดันดินสม่ำเสมอ หรือ เพื่อให้เกิดแรงปฏิกิริยาในเสาเข็มสม่ำเสมอทุกต้น
2. ฐานรากต้องมีกำลังต้านแรงเฉือน (ทางเดียว, สองทาง) พอเพียง เนื่องจากไม่นิยมใส่เหล็กปลอก (stirrups) ในฐานราก
3. ดังนั้นปริมาณเหล็กเสริมในฐานรากจึงมักถูกควบคุมด้วยปริมาณเหล็กเสริมขั้นต่ำ
4. มาตรฐานการออกแบบ ACI กำหนดปริมาณเหล็กเสริมขั้นต่ำในฐานรากเท่าไร

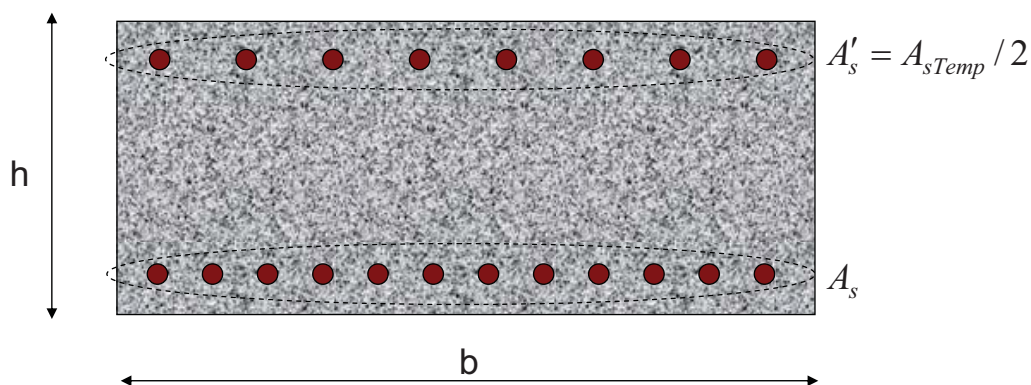
4

ปริมาณเหล็กเสริมขั้นต่ำในองค์อาคารตาม ACI

1. $A_{s\min} = \frac{14}{f_y} bd$ ➔ สำหรับองค์อาคารรับแรงดัด
 2. $A_{s\min} = 1.33A_{scal}$
 3. $A_{s\min} = A_{sTemp}$
- เหล็กเสริม ➔ $= 0.002bh$ สำหรับเหล็ก SD30
- สำหรับการ ➔ $= 0.0018bh$ สำหรับเหล็ก SD40
- ยึดหดตัว $= \frac{0.0018 \times 4000}{f_y} bh \geq 0.0014bh$ สำหรับเหล็ก SD50

5

ปริมาณเหล็กเสริมขั้นต่ำในฐานราก



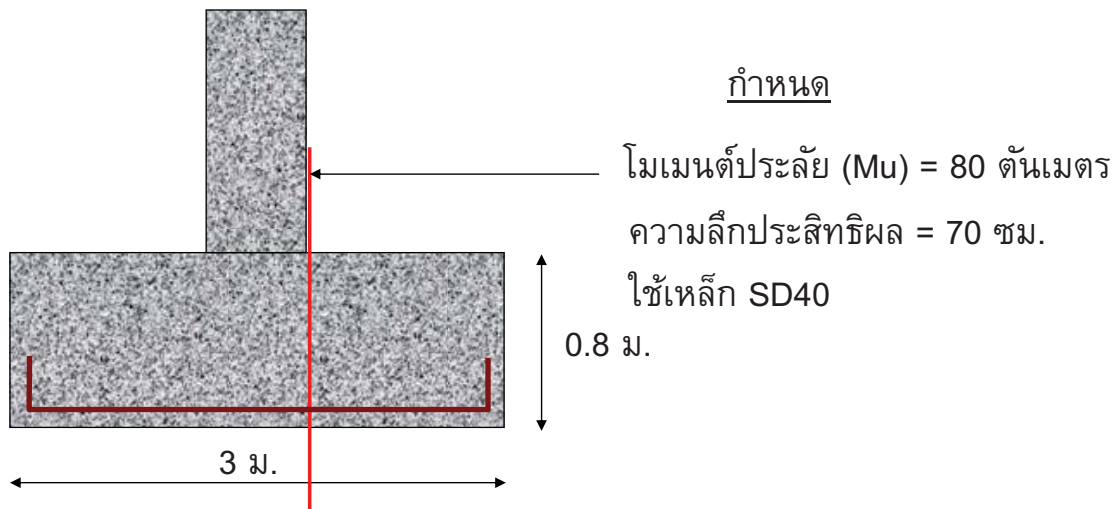
$$A_s = \text{ค่ามากกว่าระหว่าง } A_{scal} = \frac{M_u}{\phi f_y (jd)} \text{ และ } A_{sTemp}$$

A'_s ACI ไม่ได้ระบุว่าต้องใช้ ในกรณีที่จะใช้ แนะนำให้ใช้

$$A'_s = \frac{A_{sTemp}}{2}$$

6

ตัวอย่างการคำนวณ



7

การคำนวณ

ขั้นที่ 1 เหล็กเสริมเพื่อต้านทานโมเมนต์ประลัย $M_u = 80$ ตันเมตร

$$A_{scal} = \frac{M_u}{\phi_y(jd)} = \frac{M_u}{\phi_y(7/8 \cdot d)} = \frac{80(1000)(100)}{0.9(4000)(7/8 \cdot 70)} = 36.3 \text{ ซม.}^2$$

ขั้นที่ 2 เหล็กเสริมเพื่อต้านทานการยืดหดตัว

$$A_{sTemp} = 0.0018bh = 0.0018(300)(80) = 43.2 \text{ ซม.}^2$$

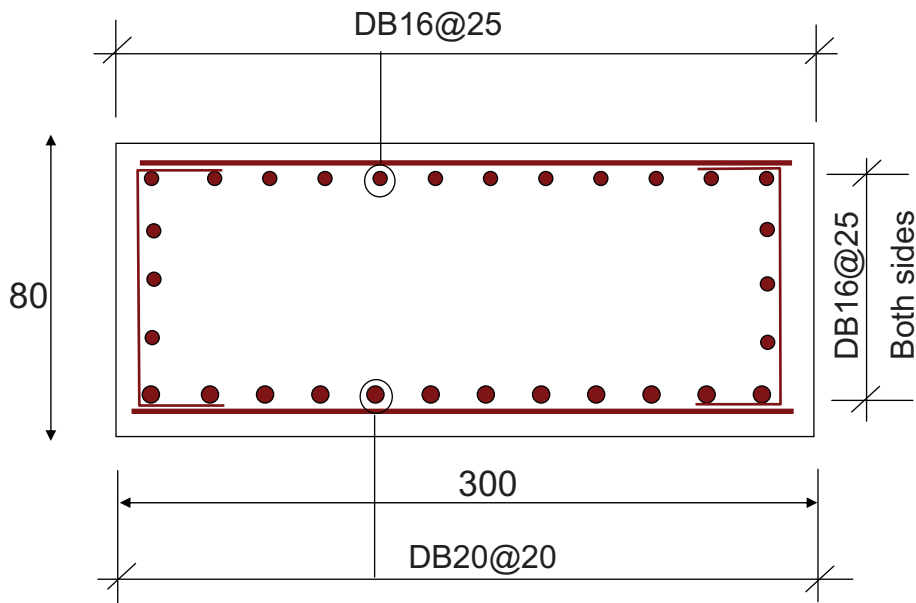
ขั้นที่ 3 เลือกเหล็ก

$$A_s = A_{sTemp} = 43.2 \text{ ซม.}^2 \quad \longrightarrow \text{DB20@0.20 (} A_s = 47.1 \text{ ซม.}^2)$$

$$A'_s = 0.5A_{sTemp} = 0.5 \times 43.2 = 21.6 \text{ ซม.}^2 \quad \longrightarrow \text{DB16@0.25 (} A_s = 24 \text{ ซม.}^2)$$

8

การเสริมเหล็ก



9

การคำนวณทางเลือก(ไม่ผิด แต่อาจจะเปลืองเหล็ก)

$$A_{scal} = \frac{M_u}{\phi f_y (jd)} = \frac{M_u}{\phi f_y (7/8 \cdot d)} = \frac{80(1000)(100)}{0.9(4000)(7/8 \cdot 70)} = 36.3$$

$$\frac{14}{f_y} bd = \frac{14}{4000} (300)(70) = 73.5$$

$$1.33 A_{scal} = 1.33(36.3) = 48.3$$

$$A_{s \min, bending} = \min(73.5, 48.3) = 48.3$$

$$A_{sTemp} = 0.0018bh = 0.0018(300)(80) = 43.2$$

$$A_{s \min} = \max(48.3, 43.2) = 48.3$$

$$A_s = \max(A_{scal}, A_{s \min}) = \max(36.3, 48.3) = 48.3 \quad \text{DB20@0.18} \quad (A_s = 52.4 \text{ ซม.}^2)$$

$$A'_s = 0.5 A_{sTemp} = 0.5 \times 43.2 = 21.6 \quad \text{DB16@0.25} \quad (A_s = 24 \text{ ซม.}^2)$$

10

การเสริมเหล็ก

