

7.13 การต่อเหล็กรับแรงอัด

ในขณะที่การต่อเหล็กรับแรงดึงไม่สามารถทำได้กับเหล็กที่มีขนาดใหญ่กว่า DB36 เหล็กเส้นขนาด DB40 และ DB60 รับแรงอัดอาจถูกต่อกับเหล็ก DB36 หรือเล็กกว่าได้

ระยะทาง l_s รับแรงอัดน้อยที่สุดเมื่อ f'_c ไม่น้อยกว่า 210 ก.ก./ซม.² จะต้องมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ

$$\text{สำหรับ } f_y \leq 4,000 \text{ ก.ก./ซม.}^2 \quad \text{ระยะทาง } l_s \geq 0.007 f_y d_b \geq 30 \text{ ซม.} \quad (7.26ก)$$

$$\text{สำหรับ } f_y > 4,000 \text{ ก.ก./ซม.}^2 \quad \text{ระยะทาง } l_s \geq (0.013 f_y - 24) d_b \geq 30 \text{ ซม.} \quad (7.26ข)$$

เมื่อ f'_c น้อยกว่า 210 ก.ก./ซม.² ระยะทางจะต้องเพิ่มอีกหนึ่งในสาม เมื่อต่อเหล็กสองขนาดที่ไม่เท่ากัน ระยะทางจะใช้ค่าที่มากกว่าของ (1) ระยะทางของเหล็กที่เล็กกว่า หรือ (2) ระยะห่าง l_d ของเหล็กรับแรงอัดของเส้นที่ใหญ่กว่า

- สำหรับองค์อาคารที่เหล็กเสริมหลักถูกห่อหุ้มโดยปลอกเดี่ยวย ระยะทางอาจลดลงได้เป็น 0.83 ของระยะปกติแต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 ซม.
- สำหรับองค์อาคารที่เหล็กเสริมหลักถูกห่อหุ้มโดยปลอกเกลียว ระยะทางอาจลดลงได้เป็น 0.75 ของระยะปกติแต่ต้องไม่น้อยกว่า 30 ซม. จำนวนเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ต้องการสำหรับระยะทางรับแรงอัดเป็นดังแสดงในตารางที่ 7.4

ตารางที่ 7.4 จำนวนเท่าเส้นผ่านศูนย์กลางที่ต้องการสำหรับระยะทางรับแรงอัดเมื่อ $f'_c \geq 210$ ก.ก./ซม.²

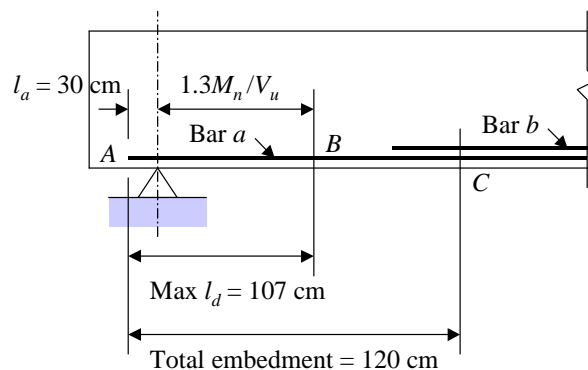
หน่วยแรงคราก f_y (ก.ก./ซม. ²)	จำนวนเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง		
	เสาปลอกเกลียว	เสาปลอกเดี่ยวย	อื่นๆ
3000	16	18	21
4000	21	24	28
5000	31	59	41

ตัวอย่างที่ 7.3 ระยะฝั่งยึดที่ปลายคานช่วงเดียว: จงคำนวณระยะฝั่งมากที่สุดที่ใช้กับเหล็ก a ที่จุดรองรับดังแสดงในรูปที่ 7.22 ถ้าระยะ AC จากจุดหยุดเหล็ก b คือ 1.20 เมตร สมมุติว่าเหล็กเสริมที่ใช้รับโมเมนต์เป็น (ก) DB16 และ (ข) DB28

กำหนด: $s =$ ช่องว่างระหว่างเหล็กเสริม $= 3d_b$ $V_u = 42$ ตัน

$M_n = 25$ ตัน-เมตร $f'_c = 280$ ก.ก./ซม.²

$f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.² $l_a = 30$ ซม.



รูปที่ 7.22 ระยะฝั่งยึดที่ปลายคานช่วงเดียวในตัวอย่างที่ 7.3

บทที่ 7 แรงยึดเหนี่ยวในเหล็กเสริม

วิธีทำ พารามิเตอร์ $\alpha = \beta = \lambda = 1.0$

(ก) DB16: $d_b = 1.6$ ซม. $\sqrt{f'_c} = \sqrt{280} = 16.7 < 26.5$ กก./ซม.²

OK

จากสมการแบบง่าย ประเภท ก สำหรับเหล็ก DB20 และเล็กกว่า จากสมการที่ (7.16)

$$\frac{l_d}{d_b} = \frac{l_d}{1.6} = \frac{0.15f_y}{\sqrt{f'_c}} \alpha \beta \lambda = \frac{0.15 \times 4,000}{\sqrt{280}} \rightarrow l_d = 57.4 \text{ ซม.}$$

จากสมการ (7.25), $l_d \leq 1.3M_n/V_u + l_a$

$$\frac{M_n}{V_u} = \frac{25 \times 10^5}{42 \times 10^3} = 59.5 \text{ ซม.}$$

$l_a =$ ระยะฝังเลยจุดรองรับ = 30 ซม.

ความยาวมากที่สุด $l_d = 1.3 \times 59.5 + 30 = 107$ ซม. > 57.4 ซม.

OK

(ข) DB28: $d_b = 2.8$ ซม.

จากสมการแบบง่าย ประเภท ก สำหรับเหล็ก DB25 และใหญ่กว่า จากสมการที่ (7.17)

$$\frac{l_d}{d_b} = \frac{l_d}{2.8} = \frac{0.19f_y}{\sqrt{f'_c}} \alpha \beta \lambda = \frac{0.19 \times 4,000}{\sqrt{280}} \rightarrow l_d = 127.2 \text{ ซม.} > 1.3M_n/V_u + l_a \quad \text{NG}$$

ลดขนาดลงเป็น DB20 โดยใช้จำนวนเส้นมากขึ้น จะได้ระยะฝัง $l_d = 90.8$ ซม. ไม่เกินระยะมากที่สุด 107 ซม. ■

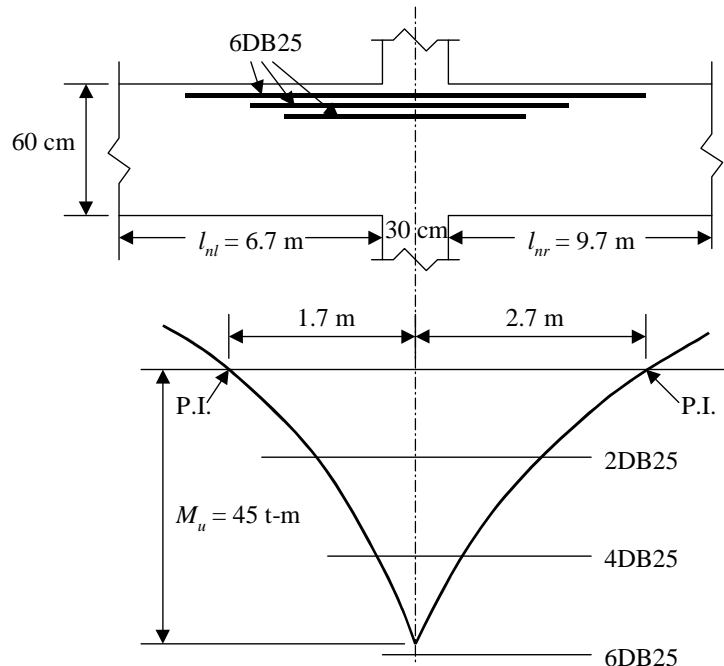
ตัวอย่างที่ 7.4 ระยะฝังยึดที่จุดรองรับคานต่อเนื่อง: คานต่อเนื่องมีระยะช่วงไม่รวมความกว้างจุดรองรับ $l_{nr} = 9.7$ ม. และ $l_{nl} = 6.7$ ม. แผนภูมิโมเมนต์ดัดที่จุดรองรับภายในเป็นดังแสดงในรูปที่ 7.23 จงคำนวณระยะหยุดเหล็กบนรับโมเมนต์ลบตามข้อกำหนด คานมีขนาด $h = 60$ ซม., $d = 52$ ซม. และ $b = 30$ ซม. โมเมนต์ลบที่จุดรองรับ $-M_u = 45$ ตัน-เมตร

กำหนด: $s =$ ช่องว่างระหว่างเหล็กเสริม = $3d_b$,

A_s ที่ต้องการ = 28.37 ซม.²

$f'_c = 280$ กก./ซม.² และ $f_y = 4,000$ กก./ซม.²

A_s ที่จัดเตรียม = 29.45 ซม.² (6DB25)



รูปที่ 7.23 การหยุดเหล็กในคานต่อเนื่องในตัวอย่างที่ 7.4

บทที่ 7 แรงยึดเหนี่ยวในเหล็กเสริม

วิธีทำ พารามิเตอร์ α สำหรับเหล็กบร = 1.3 และ $\beta = \lambda = 1$

เหล็กเสริม DB25: $d_b = 2.5$ ซม. $\sqrt{f'_c} = \sqrt{280} = 16.7 < 26.5$ ก.ก./ซม.²

จากสมการแบบง่าย ประเภท ก สำหรับเหล็ก DB25 และใหญ่กว่า จากสมการที่ (7.17)

$$\frac{l_d}{d_b} = \frac{l_d}{2.5} = \frac{0.19 f_y}{\sqrt{f'_c}} \alpha \beta \lambda = \frac{0.19 \times 4,000}{\sqrt{280}} (1.3) \rightarrow l_d = 59.0 \text{ ซม.}$$

$$l_d = \frac{\text{required } A_s}{\text{provided } A_s} \times 59.0 = \frac{28.37}{29.45} \times 59.0 = 56.8 \text{ ซม.}$$

ใช้ $l_d = 57$ ซม. สำหรับ DB25 ทั้ง 6 เส้น

จุดหยุดเหล็ก: อย่างน้อย 1 ใน 3 ของปริมาณเหล็กต้องยื่นเลยจุดดัดกลับเป็นระยะที่มากที่สุดของ $l_n/16, d$, หรือ $12d_b$

1 ใน 3 ของ 6DB25 คือ 2DB25

$$12d_b = 12(2.5) = 30 \text{ ซม.}$$

$$d = 52 \text{ ซม.}$$

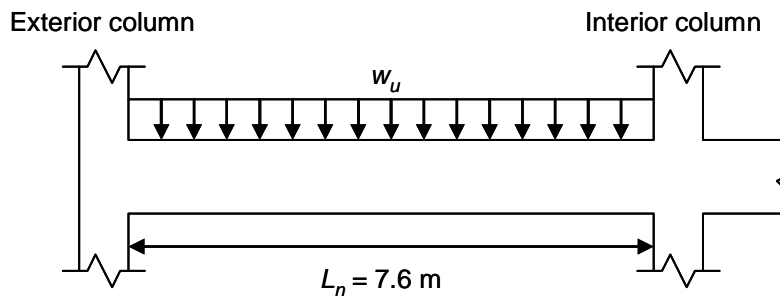
ช่วงคานด้านขวา $l_{nr} = 9.7$ เมตร: $l_{nr}/16 = 970/16 = 60.6$ ซม.

ควบคุมโดยระยะ 60.6 ซม.

ช่วงคานด้านซ้าย $l_{nl} = 6.7$ เมตร: $l_{nl}/16 = 670/16 = 41.9$ ซม.

ควบคุมโดยระยะ $d = 52$ ซม.

ตัวอย่างที่ 7.5 จงพิจารณาระยะหยุดเหล็กในคานต่อเนื่องช่วงนอกในรูปที่ 7.24 น้ำหนักบรรทุกทุกประลัย $w_u = 8.0$ ตัน/เมตร กำหนด $f'_c = 280$ ก.ก./ซม.², $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.², ความกว้างคาน $b = 40$ ซม., ความลึกคาน $h = 60$ ซม. และคอนกรีตหุ้ม 4 ซม.



รูปที่ 7.24 คานต่อเนื่องช่วงนอกในตัวอย่างที่ 7.5

วิธีทำ

1. ออกแบบเบื้องต้นสำหรับเหล็กเสริมรับโมเมนต์และแรงเฉือน

ก. ใช้การวิเคราะห์แบบประมาณค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือน

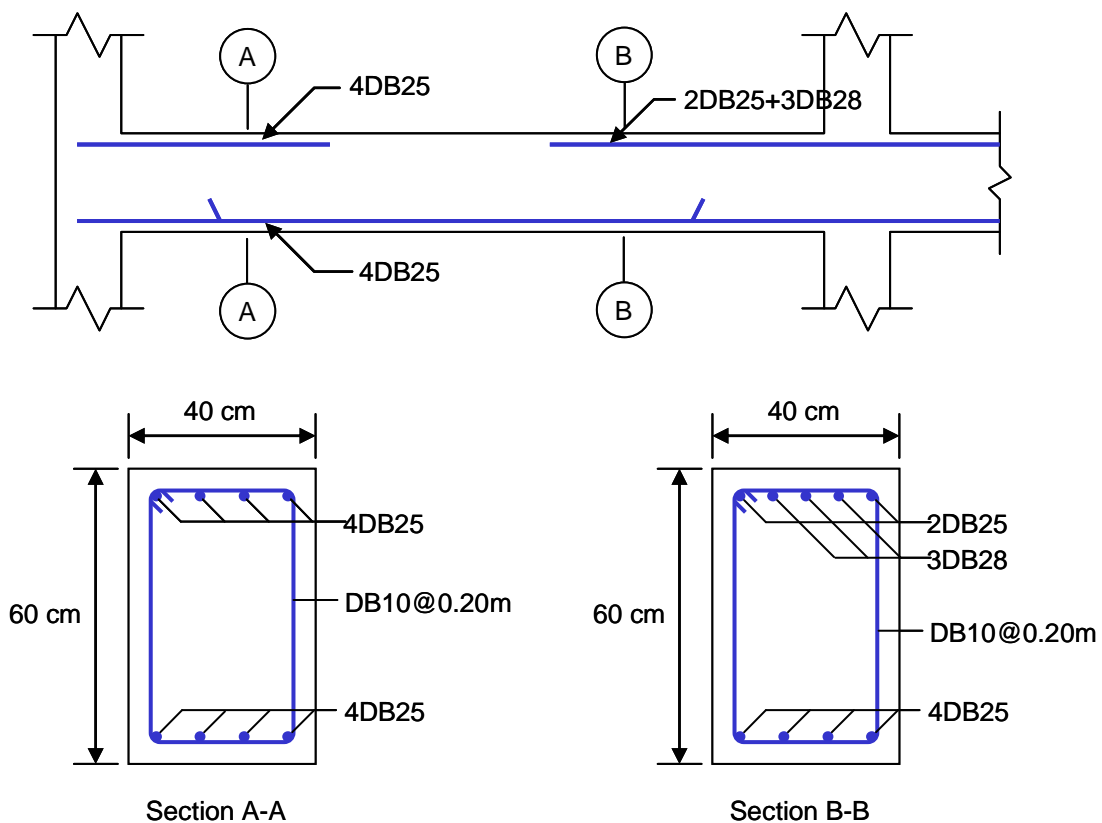
ตำแหน่ง	โมเมนต์และแรงเฉือน
Interior face of exterior support	$-M_u = w_u L_n^2 / 16 = 8 (7.6)^2 / 16 = -28.88$ ตัน-เมตร
Mid span positive	$+M_u = w_u L_n^2 / 14 = 8 (7.6)^2 / 14 = -33.01$ ตัน-เมตร
Exterior face of first interior support	$-M_u = w_u L_n^2 / 10 = 8 (7.6)^2 / 10 = -46.21$ ตัน-เมตร

บทที่ 7 แรงยึดเหนี่ยวในเหล็กเสริม

Exterior face of first interior support	$V_u = 1.15w_uL_n/2 = 34.96$ ตัน
---	----------------------------------

ข. พิจารณาเหล็กเสริมรับโมเมนต์คัตที่ต่องการตามขั้นตอนในบทที่ 3 โดยใช้ระยะหุ้ม 4 ซม., เหล็กปลอก DB10, เหล็กเสริมรับโมเมนต์คัต DB25 หรือ DB28 ความลึก $d = 60 - 4 - 1 - 2.8/2 = 53.6$ ซม.

M_u	A_s ที่ต้องการ	เหล็กเสริม	A_s ที่ใช้
-28.88 ตัน-เมตร	15.97 ซม. ²	4DB25	19.63 ซม. ²
+33.01 ตัน-เมตร	18.44 ซม. ²	4DB25	19.63 ซม. ²
-46.21 ตัน-เมตร	26.76 ซม. ²	2DB25+3DB28	28.29 ซม. ²



รูปที่ 7.25 การเสริมเหล็กในคานต่อเนื่องช่วงนอกในตัวอย่างที่ 7.5

ค. พิจารณาเหล็กเสริมรับแรงเฉือน

V_u ที่ระยะ “ d ” จากผิวเสาที่รองรับ :

$$V_u = 34.96 - 8(0.536) = 30.67 \text{ ตัน}$$

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \sqrt{280} \times 40 \times 53.6 / 1,000 = 16.16 \text{ ตัน}$$

โดยที่ $s_{\max} = d/2 = 53.6/2 = 26.8$ ซม., เหล็กปลอก DB10 ($A_v = 1.57$ ซม.²)

$$\phi V_s \text{ ที่ต้องการ} = V_u - \phi V_c = 30.67 - 16.16 = 14.51 \text{ ตัน}$$

$$s \text{ ที่ต้องการ} = A_v f_y d / V_s = 1.57 \times 4.0 \times 53.6 / (14.51 / 0.85) = 19.72 \text{ ซม.}$$

ใช้เหล็กปลอก DB10@0.18 ม.

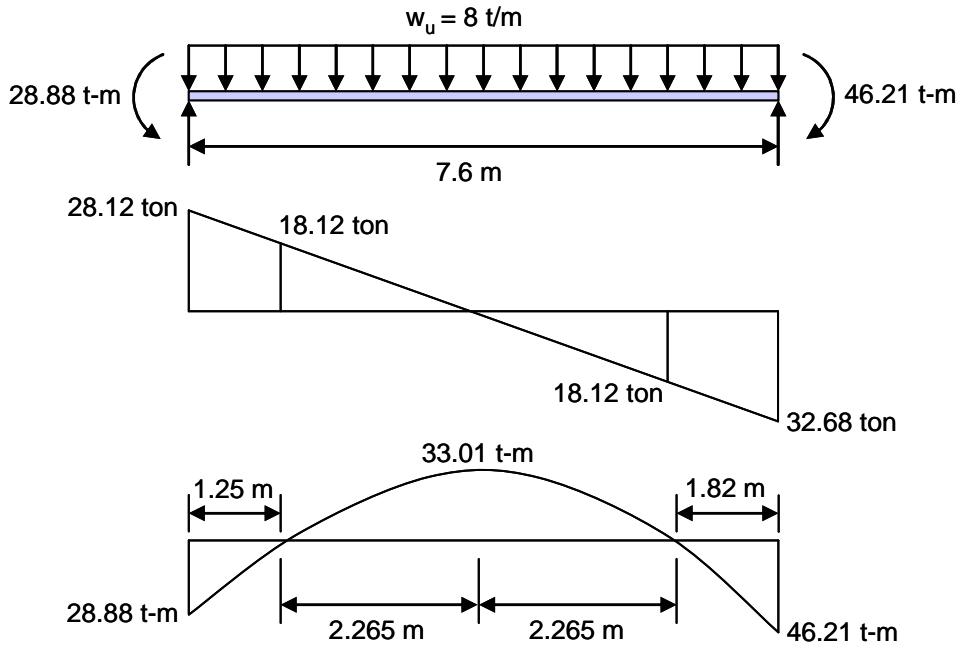
2. ความยาวเหล็กเสริมล่าง

ก. จำนวนเหล็กเส้นที่ต้องยื่นเข้าไปในจตุรรองรับ

หนึ่งในสี่ของ (+A_s) ต้องยื่นเข้าไปในที่รองรับอย่างน้อย 15 ซม. โดยที่ต้องมีเหล็กนอนที่แต่ละมุมของหน้าตัดคานเหล็กเสริมอย่างน้อย 2 เส้นควรวาดตลอดช่วงคานโดยใช้ 2DB25 และหยุดเหล็กเสริม 2DB25 ภายในช่วงคาน

ข. พิจารณาคำแนะนำการหยุดเหล็ก 2DB25 ภายในช่วงคาน และตรวจสอบความต้องการความยาวยึดรั้งอื่นๆ

เขียนแผนภูมิแรงเฉือนและโมเมนต์ค้ำของสภาวะน้ำหนักบรรทุกทุกที่ให้ค่าโมเมนต์มากที่สุดเป็นดังในรูปข้างล่าง



รูปที่ 7.26 แผนภูมิแรงเฉือนและโมเมนต์ค้ำของคานต่อเนื่องช่วงนอกในตัวอย่างที่ 7.5

ส่วนโมเมนต์บวกของแผนภูมิ M_u ดังในรูปข้างล่าง พร้อมทั้งกำลังโมเมนต์ ϕM_n สำหรับ 4DB25, $\phi M_n = 34.98$ ตัน-เมตร และสำหรับ 2DB25, $\phi M_n = 17.49$ ตัน-เมตร

จากในรูป 7.27 เหล็กล่าง 2DB25 ยื่นเข้าไปในที่รองรับ 15 ซม. และอีก 2DB25 ถูกหยุดที่ 2.10 ม. และ 2.67 ม. จากจตุรรองรับภายนอกและภายในตามลำดับ ตำแหน่งหยุดเหล็กพิจารณาจากขั้นตอนดังนี้ :

ระยะ (1) และ (2) คือระยะที่เลยจากจุดที่ต้องการเหล็กเสริม จะใช้ค่าที่มากกว่าระหว่าง d และ $12d_b$:

$$d = 53.6 \text{ ซม.} > 12d_b = 12(2.5) = 30 \text{ ซม.} \quad \text{ระยะ } 53.6 \text{ ซม. ควบคุม}$$

ระยะ (3) และ (4) คือระยะวัดจากปลายเหล็กเสริมจนถึงจุดที่ต้องการกำลังโมเมนต์ค้ำเต็มที่ของเหล็ก 2DB25 ที่ยื่นเข้าไปที่รองรับ ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า l_d :

จากตารางที่ ก.6 สำหรับ DB25 : $l_d = 114$ ซม.

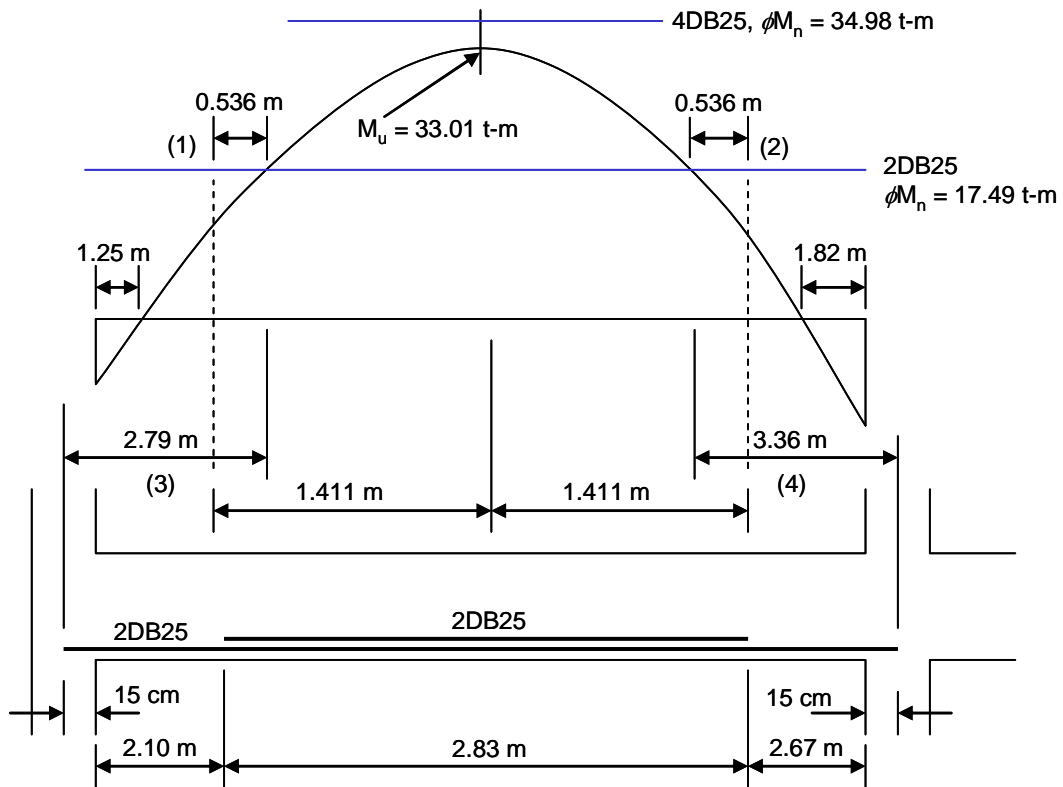
ระยะ (3) ที่มียาว 279 ซม. > 114 ซม. OK

ระยะ (4) ที่มียาว 336 ซม. > 114 ซม. OK

ตรวจสอบความยาวฝังยึด l_d สำหรับอีก 2DB25 ที่หยุดก่อนเข้าที่รองรับ

ระยะจากกลางช่วงคานคือ 141 ซม. > 114 ซม.

OK



รูปที่ 7.27 การหยุดเหล็กล่างในคานต่อเนื่องช่วงนอกในตัวอย่างที่ 7.5

สำหรับ 2DB25 ที่ยื่นเข้าที่รองรับ ตรวจสอบระยะฝั่งที่ต้องการ ณ จุดเปลี่ยนการคด (Point of Inflection, PI):

$$l_d \leq \frac{M_n}{V_u} + l_a$$

สำหรับ 2DB25, $M_n = 17.49/0.9 = 19.43$ ตัน-เมตร

ณ จุด PI ข้างซ้าย, $V_u = 28.12 - 8(1.25) = 18.12$ ตัน

$l_a =$ ค่าที่มากกว่าของ $12d_b = 12(2.5) = 30$ ซม. หรือ $d = 53.6$ ซม. (ควบคุม)

$$l_d \leq \frac{19.43 \times 100}{18.12} + 53.6 = 160.83 \text{ ซม.}$$

สำหรับ DB25 : $l_d = 114$ ซม. < 160.83 ซม.

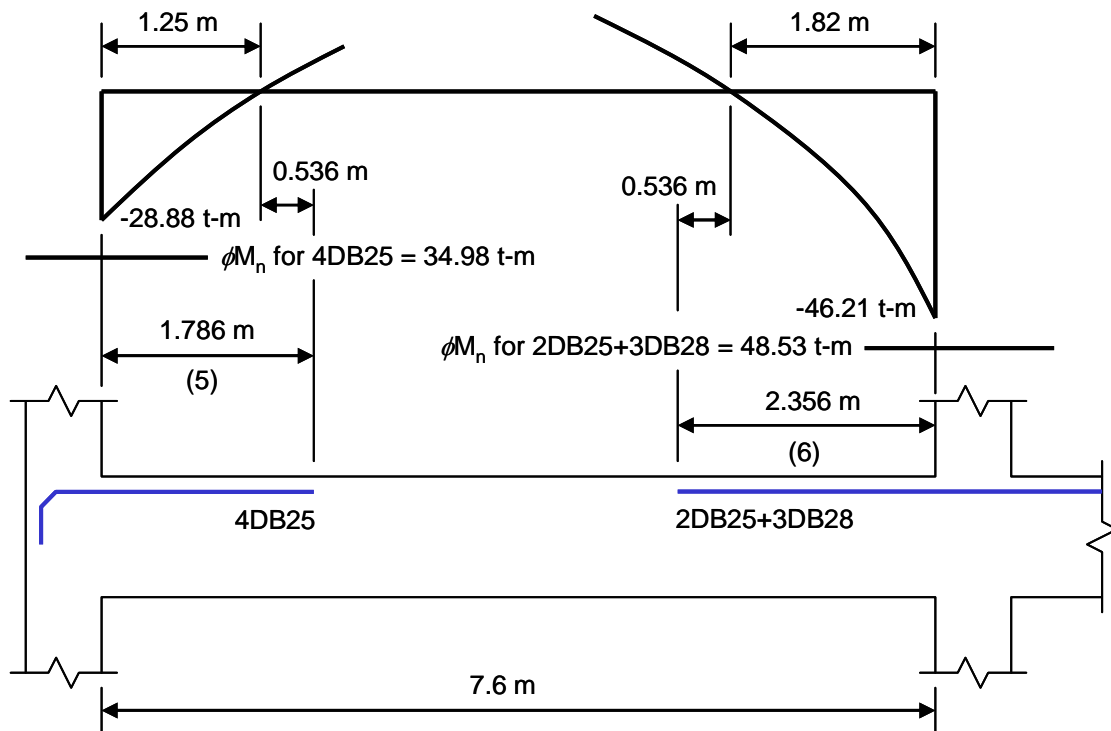
OK

ณ จุด PI ข้างขวา, $V_u = 32.68 - 8(1.82) = 18.12$ ตัน จากการตรวจสอบเหล็ก DB25

OK

3. ความยาวเหล็กเสริมบน

ส่วนของแผนภูมิโมเมนต์กลับ M_u แสดงในรูป 7.28 รวมทั้งกำลังเหล็กบนรับโมเมนต์กลับ ϕM_n สำหรับ 4DB25, $\phi M_n = 34.98$ ตัน-เมตร และสำหรับ 2DB25+3DB28, $\phi M_n = 48.53$ ตัน-เมตร



รูปที่ 7.28 การหยุดเหล็กบนในคานต่อเนื่องช่วงนอกในตัวอย่างที่ 7.5

4. ระยะฝังยึดที่ต้องการสำหรับ 4DB25 ที่จุดรองรับภายนอก

ก. จำนวนเหล็กเส้นที่ต้องยื่นออกมาจากที่รองรับ

หนึ่งในสามของ ($-A_s$) เสริมที่จุดรองรับจะต้องยื่นออกมาเลยจุดตัดกลับเป็นระยะเท่ากับค่าที่มากกว่าของ d , $12d_b$, หรือ $L_n/16$

$$d = 53.6 \text{ ซม. (ควบคุม)}$$

$$12d_b = 12(2.5) = 30 \text{ ซม.}$$

$$L_n/16 = 760/16 = 47.5 \text{ ซม.}$$

เนื่องจากจุดตัดกลับอยู่ที่ระยะเพียงแค่ว่า 1.25 ม. จากจุดรองรับ ความยาวของ DB25 จึงค่อนข้างสั้นแม้ว่าจะต้องยื่นเลยจุดตัดกลับไปอีก 53.6 ซม. ตรวจสอบระยะฝังยึด l_d ที่ต้องการที่ระยะ 1.786 ม. จากผิวจุดรองรับ

ระยะ (5) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า l_d

จากตารางที่ ก.6 สำหรับ DB25 : $l_d = 114$ ซม.

ปรับแก้เนื่องจากผลของเหล็กบน, $l_d = 1.3(114) = 148 \text{ ซม.} < 178.6 \text{ ซม. OK}$

ข. การฝังยึดในเสาต้นนอก

เหล็ก DB25 ถูกฝังยึดในเสาโดยใช้การงอมาตรฐาน จากตารางที่ ก.8 ค่า $l_{hb} = 48$ ซม. ซึ่งลดลงได้โดยพิจารณาการเสริมเหล็กส่วนเกินคือ :

$$\frac{(A_s \text{ required})}{(A_s \text{ provided})} = \frac{15.97}{19.63} = 0.81$$

$$l_{dh} = 0.81 \times 48 = 38.9 \text{ ซม.}$$

บทที่ 7 แรงยึดเหนี่ยวในเหล็กเสริม

ความลึกเสาทั้งหมดที่ต้องการคือ $38.9 + 4 + 1 + 2.5/2 = 45.2$ ซม.

ใช้ความลึกเสา 50 ซม.

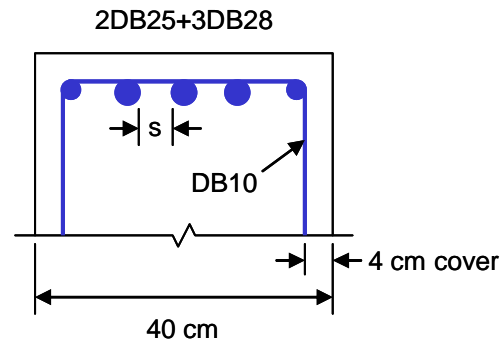
5. ระยะฝังยึดที่ต้องการสำหรับ 2DB25+3DB28 ที่จุกรองรับภายใน

ก. จำนวนเหล็กเส้นที่ต้องยื่นออกมาคือหนึ่งในสามของ ($-A_s$)

$d = 53.6$ ซม. (ควบคุม)

$12d_b = 12(2.8) = 33.6$ ซม.

$L_n/16 = 760/16 = 47.5$ ซม.



รูปที่ 7.29 เหล็กบน 2DB25+3DB28

ระยะช่องว่าง $s = [40 - 2(4) - 2(1) - 2(2.5) - 3(2.8)]/4 = 4.15$ ซม. $= 1.48d_b > d_b$

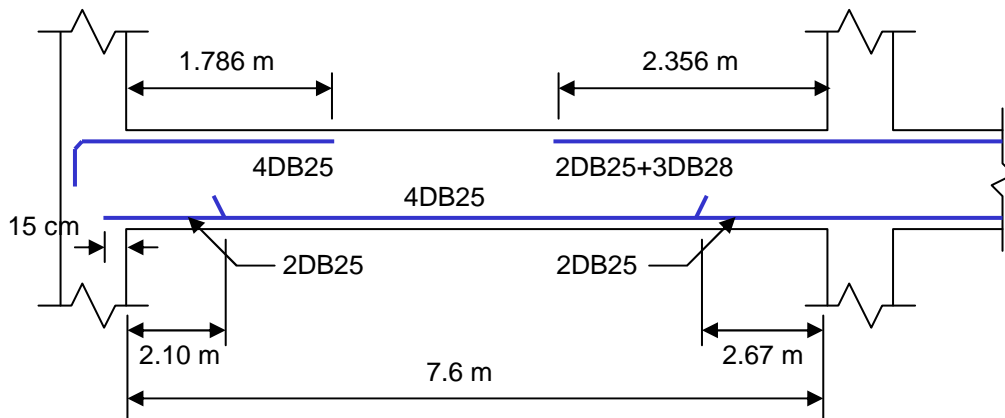
ระยะ c-c เหล็กเสริม $= [40 - 2(4) - 2(1) - 2.5]/4 = 6.88$ ซม. $= 2.46d_b$

ระยะหุ้มคอนกรีต $= 4 + 1 = 5$ ซม. $= 1.79d_b > d_b$

ระยะฝังยึดที่ต้องการ, $l_d = 1.3(127) = 165$ ซม.

ระยะ (6) $= 182 + 53.6 = 235.6$ ซม. $> l_d = 165$ ซม. **OK**

6. สรุปผลการออกแบบ : ความยาวของเหล็กด่างและเหล็กบนเป็นดังแสดงในรูปข้างล่าง



รูปที่ 7.30 ระยะหยุดเหล็กบนและเหล็กด่าง

ปัญหาท้ายบทที่ 7

7.1 จงคำนวณระยะฝังพื้นฐานรับแรงดึงของเหล็กข้ออ้อยที่เสริมในคอนกรีตน้ำหนักปกติดังนี้

(a) DB12, DB16 กำหนด $f'_c = 300$ ก.ก./ซม.² และ $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.²

(b) DB25, DB28 กำหนด $f'_c = 280$ ก.ก./ซม.² และ $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.²

7.2 จงออกแบบระยะทาบในเหล็กรับแรงอัดของหน้าตัดเสา 40 ซม. × 40 ซม. เสริมด้วยเหล็ก 8DB25 วางห่างเท่ากัน

(a) กำหนด $f'_c = 280$ ก.ก./ซม.² และ $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.²

บทที่ 7 แรงยึดเหนี่ยวในเหล็กเสริม

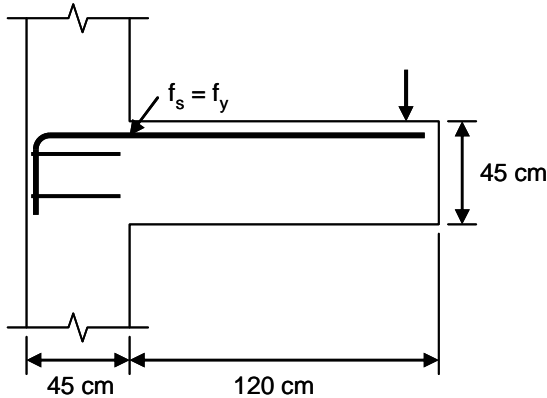
(b) กำหนด $f'_c = 210$ ก.ก./ซม.² และ $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.²

7.3 คานยื่นคอนกรีตเสริมเหล็กมีระยะช่วงคาน 5 เมตร รับโมเมนต์ $M_u = 32$ ตัน-เมตร และแรงเฉือนประลัย $V_u = 12$ ตัน ที่ผิวจุดรองรับ จงออกแบบเหล็กบนและระยะฟังกที่เหมาะสมของการงอ 90° เข้าไปในผนังคอนกรีตเพื่อรองรับโมเมนต์และแรงเฉือนที่มากกระทำ กำหนด $f'_c = 280$ ก.ก./ซม.² และ $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.²

7.4 คานยื่นในรูปข้างล่าง กว้าง $b = 30$ ซม. เสริมเหล็กบน 3DB25 ยึดติดกับเสาโดยของจากมาตรฐาน $f'_c = 300$ ก.ก./ซม.² และ $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.² ตรวจสอบว่า

(a) ระยะงอจากฟังกยึดในเสาได้หรือไม่? ระยะหุ้มด้านข้าง 7 ซม. ระยะหุ้มด้านหลัง 5 ซม. จุดต่อถูกหุ้มด้วยเหล็กปลอกระยะห่าง 15 ซม.

(b) ระยะฟังกยึดในคานเพียงพอหรือไม่? เหล็กหยุดที่ 5 ซม. จากปลายคาน ใช้เหล็กปลอก DB10@0.15ม.



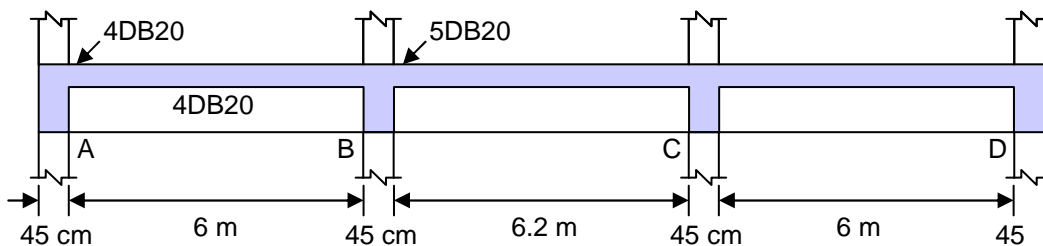
7.5 คานช่วงเดียวหน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง $b = 35$ ซม. และ $d = 44$ ซม. และเหล็กปลอก DB10 ช่วงคานยาว 4.2 ม. รองรับน้ำหนักบรรทุกทุกประลัย $w_u = 9$ ตัน/ม. รวมน้ำหนักคานเอง คอนกรีตกำลัง $f'_c = 280$ ก.ก./ซม.² และใช้เหล็กเสริม 2DB32 กำลังคราก $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.² ขึ้นผ่านศูนย์กลางที่รองรับไป 12 ซม. จงตรวจสอบว่าเป็นไปตามข้อกำหนดเรื่องการยึดเหนี่ยวหรือไม่?

7.6 หน้าตัดคานสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง $b = 35$ ซม., $h = 60$ ซม. และ $d = 54$ ซม. รองรับน้ำหนักบรรทุกทุกประลัย $w_u = 6$ ตัน/เมตร (รวมน้ำหนักคานเอง) คานช่วงเดียวมีช่วงคานยาว 6.2 เมตร ใช้เหล็กเสริม 6DB20 กำลังคราก 4,000 ก.ก./ซม.² เหล็กสองเส้นถูกหยุดกลางช่วงคาน เหล็กอีกสี่เส้นยื่นผ่านเข้าจุดรองรับ 30 ซม. กำหนด $f'_c = 300$ ก.ก./ซม.² และเหล็กปลอก DB10

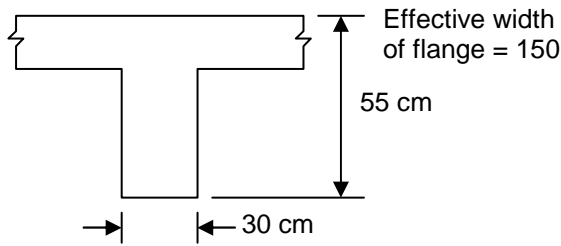
(a) วาดแผนภูมิโมเมนต์ตัด $M = wl(x/2 - wx^2/2)$ เมื่อ x คือระยะจากจุดรองรับและ l คือช่วงความยาวคาน

(b) วาดแผนภูมิความต้านทานโมเมนต์ตัดและระบุตำแหน่งการหยุดเหล็กสองเส้น

คานดังแสดงในรูปข้างล่างใช้คอนกรีตกำลัง 240 ก.ก./ซม.² และเหล็ก $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.² ความลึกประสิทธิภาพ $d = 48$ ซม. คานรองรับน้ำหนักบรรทุกทุกประลัย $w_u = 7.6$ ตัน/เมตร (รวมน้ำหนักคานเอง)



บทที่ 7 แรงยึดเหนี่ยวในเหล็กเสริม

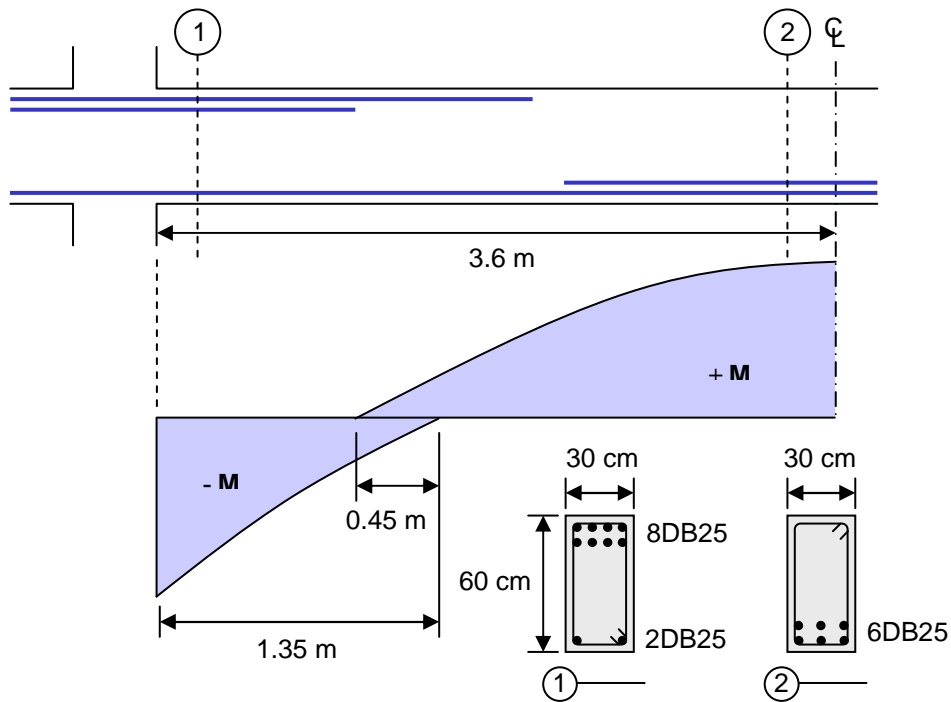


7.7 เลือกจุดหยุดเหล็กสำหรับช่วงคาน AB ตามเงื่อนไขดังนี้

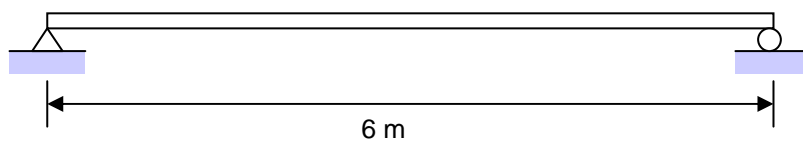
- (a) ยื่นเหล็กรับโมเมนต์บวกสองเส้นเข้าไปในเสาและคำนวณระยะหยุดสำหรับอีกสองเส้นที่เหลือ
- (b) ยื่นเหล็กรับโมเมนต์ลบทั้งหมดออกมาจากเสาภายในผ่านจุดตัดกลับแล้วคำนวณระยะหยุดเหล็กสามเส้น
- (c) ตรวจสอบการฝังยึดของเหล็กรับโมเมนต์ลบที่เสายาวกว่าเพียงพอหรือไม่? ถ้าไม่ใช่แก้ไข

7.8 ทำซ้ำปัญหา 7.7(a) และ (b) สำหรับช่วงคาน BC

7.9 คานต่อเนื่องมีรายละเอียดการเสริมเหล็กดังแสดงในรูปข้างล่าง ตรวจสอบระยะฝังยึดของเหล็กเสริมที่ทุกหน้าตัดวิกฤต กำหนด $f'_c = 280$ ก.ก./ซม.² และ $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.²

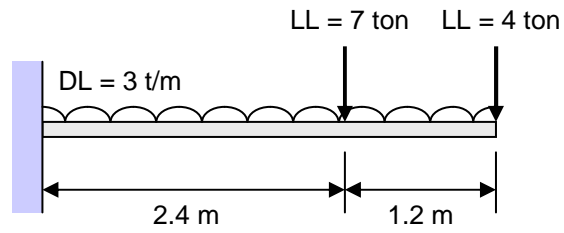


7.10 ออกแบบคานดังแสดงในรูปข้างล่างโดยใช้ ρ_{max} เขียนแผนภูมิความต้านทานโมเมนต์และระบุตำแหน่งการหยุดเหล็กเสริม คานรองรับน้ำหนักบรรทุกทุกคงที่รวมน้ำหนักตัวเอง 2.2 ตัน/เมตร และน้ำหนักจร 3.2 ตัน/เมตร ใช้ $f'_c = 280$ ก.ก./ซม.², $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.² และ $b = 30$ ซม.



7.11 ออกแบบคานดังแสดงในรูปข้างล่าง ใช้อัตราส่วนเหล็กเสริม $\rho = 1/2\rho_b$ เขียนแผนภูมิกำลังต้านทานโมเมนต์ตัดพร้อมกำหนดจุดหยุดเหล็ก เมตร ใช้ $f'_c = 240$ ก.ก./ซม.², $f_y = 4,000$ ก.ก./ซม.² และ $b = 30$ ซม.

บทที่ 7 แรงยึดเหนี่ยวในเหล็กเสริม



7.12 ออกแบบหน้าตัดที่จุดรองรับ B ของคานดังในรูปข้างล่าง แล้วใช้ขนาดหน้าตัดที่ B สำหรับทั้งคาน ABC พิจารณาเหล็กเสริมที่ต้องการในช่วง AB และวาดแผนภูมิกำลังต้านทานโมเมนต์สำหรับคาน ABC ใช้ $f'_c = 240$ ก.ก./ ซม.^2 , $f_y = 4,000$ ก.ก./ ซม.^2 และ $b = 30$ ซม.

