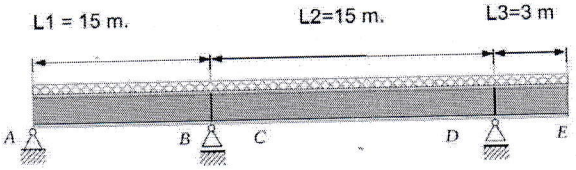
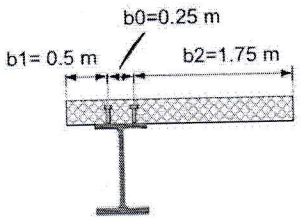
سلم تصحيح امتحان مقرر المنشآت الخاصة
الدورة العطلة الربيعية 2025
العلامة القصوى (70)

السؤال الأول : (30 درجة)

يطلب حساب العرض الفعال للجناح الخرساني للجائز المختلط المستمر المؤلف

من فتحتين و ظفر المبين بالشكل جانبا و ذلك لمناطق الفتحات AB , CD و كذلك لمناطق المساند : المسند A و مناطق المساند BC و DE . لخص النتائج في جدول .





الحل:

(1) المسند A (5 درجات)

$$b_{eff} = b_o + \Sigma \beta_i b_{ei}$$

$$\beta_i = (0,55 + 0,75\, L_e/b_{ei}) \leq 1$$

$b_o = 0,25m$, $L_1 = 15m$,

$L_e = 0,85 L_1 = 0,85 * 15 = 12,75m$

$b_{ei} = L_e/8$

$b_{e1} = 12,75/8 = 1.6m \leq b_1 = 0,5m$

نأخذ $b_{e1} = 0,5m$

$b_{e2} = L_e/8 = 12,75/8 = 1.6 < b_2 = 1.75$

نأخذ $b_{e2} = 1.6m$

$\beta_1 = 0,55 + 0,025\, L_e/b_1 = 0,55 + 0,025 * 12,75/0,5 = 1.2$

$\beta_2 = 0,55 + 0,025\, L_e/b_2 = 0,55 + 0,025 * 12,75/1,75 = 0,7$

$b_{eff} = b_o + \beta_1 \cdot b_{e1} + \beta_2 * b_{e2}$

$b_{eff} = 0,25 + 1.2 * 0,5 + 0,7 * 1.6 = 1,97m$

(2) المنطقة الموسعة *B (5 درجات)

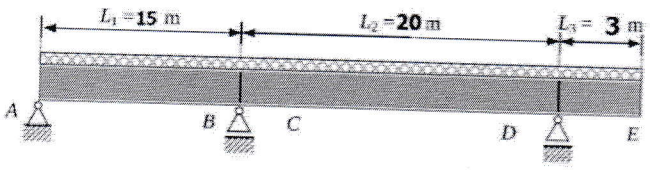
$$b_{eff} = b_o + \Sigma b_{ei}$$

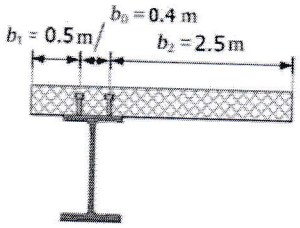
$b_o = 0,25m$

$b_{ei} = L_e/8$

السؤال الأول : (30 درجة)

أحسب العرض الفعال للجناح الخرساني بسبب التراخي القصي و ذلك لمناطق : المسند A و الفتحة AB و منطقة المسند BC وكذلك الفتحة CD , منطقة المسند DE ,
لخص النتائج في جدول ثم أرسم مخطط العرض الفعال على كامل طول الجائز.





الحل :

① المسند A

$b_{eff} = b_0 + \sum \beta_i b_{ei}$

$\beta_i = (0{,}55 + 0{,}25\ L_e/b_{ei}) \leq 1$

$b_0 = 0{,}4$, $L_1 = 15$ m ,

$L_e = 0{,}85\ L_1 = 0{,}85 * 15 = 12{,}75$ m

$b_{ei} = L_e/8$

$b_{e1} = 12{,}75/8 = 1{,}6$ m $< b_1 = 0{,}5$ m

نأخذ $b_{e1} = 0{,}5$ m

$b_{e2} = L_e/8 = 12{,}75/8 = 1{,}6 < b_2 = 2{,}5$ m

نأخذ $b_{e2} = 1{,}6$ m

$\beta_1 = 0{,}55 + 0{,}25\ L_e/b_1 = 0{,}55 + 0{,}025 * 12{,}75/0{,}5 = 1{,}2$

$\beta_2 = 0{,}55 + 0{,}25\ L_e/b_2 = 0{,}55 + 0{,}025 * 12{,}75/2{,}5 = 0{,}68$

$b_{eff} = b_0 + \beta_1 * b_{e1} + \beta_2 L_{e2}$

$= 0{,}4 + 1{,}2 * 0{,}5 + 0{,}68 + 1{,}6 = 2{,}04$ m

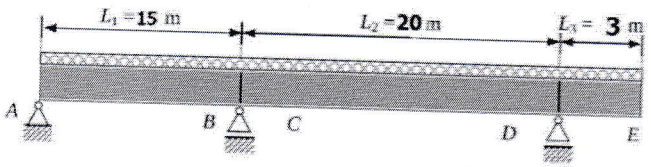
② المسند الثابت AB

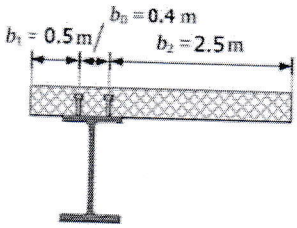
$b_{eff} = b_0 + \sum b_{ei}$

$b_{ei} = L_e/8$, $b_0 = 0{,}40$ m

السؤال الأول : (30 درجة)

أحسب العرض الفعال للجناح الخرساني بسبب التراخي القصي و ذلك لمناطق : المسند A و و الفتحة AB و منطقة المسند BC وكذلك الفتحة CD , منطقة المسند DE ,
لخص النتائج في جدول ثم أرسم مخطط العرض الفعال على كامل طول الجائز.





الحل :

A عند المسند (1)

$b_{eff} = b_o + \sum \beta_i b_{ei}$

$\beta_i = (0{,}55 + 0{,}25\, L_e/b_{ei}) \leq 1$

$b_o = 0{,}4$, $L_1 = 15$ m ,

$L_e = 0{,}85 L_1 = 0{,}85 * 15 = 12{,}75$ m

$b_{ei} = L_e/8$

$b_{e1} = 12{,}75/8 = 1{,}6\text{m} < b_1 = 0{,}5$ m

نأخذ $b_{e1} = 0{,}5$m

$b_{e2} = L_e/8 \Rightarrow 12{,}75/8 = 1{,}6 < b_2 = 2{,}5$m

نأخذ $b_{e2} = 1{,}6$m

$\beta_1 = 0{,}55 + 0{,}25\, L_e/b_1 = 0{,}55 + 0{,}025 * 12{,}75/0{,}5 = 1{,}2$

$\beta_2 = 0{,}55 + 0{,}025\, L_e/b_2 = 0{,}55 + 0{,}025 * 12{,}75/2{,}5 = 0{,}68$

$b_{eff} = b_o + \beta_1 * b_{e1} + \beta_2 L_{e2}$

$= 0{,}4 + 1{,}2 * 0{,}5 + 0{,}68 + 1{,}6 = 2{,}04$m

عند المسند الوسطي AB (2)

$b_{eff} = b_o + \sum b_{ei}$

$b_{ei} = L_e/8$, $b_o = 0{,}40$m

$L_e = 0{,}85\, L_1$

$L_e = 985 * 15 = 12.75\ m$

$b_{e1} = L_e/8 = 12.75/8 = 1.6m > b_1 = 0{,}5m$

$\rightarrow$ Iis $\boxed{b_{e1} = 0{,}5}$

$b_{e2} = L_e/8 = 12.75/8 = 1.6m < 1.75m$

$\rightarrow$ Iis $\boxed{b_{e2} = 1.6m}$

$b_{eff} = b_o + b_{e1} + b_{e2} = 0{,}25 + 0{,}5 + 1.6 = 2.35\ m$

Ekp. (3): BC sind alle (3)

$b_o = 0{,}25\ m$

$L_e = 0{,}25\,(L_1 + L_2)$

$L_1 = 15\ m$

$L_2 = 15\ m$

$L_e = 0{,}25\,(15+15) = 7.5m$

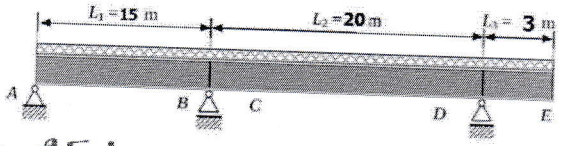
$b_{e1} = L_e/8 = 7.5/8 = 0{,}94\ m > b_1 = 95\ m$

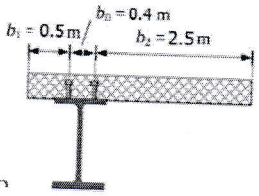
$\rightarrow$ Iis $\boxed{b_{e1} = 0{,}5m}$

$b_{e2} = L_e/8 = 7.8/8 = 0{,}94 < 1.75\ m$

$\rightarrow$ Iis $\boxed{b_{e2} = 0{,}94\ m}$

$b_{eff} = b_o + b_{e1} + b_{e2} = 0{,}25 + 0{,}5 + 0{,}94 = \underline{1.69\ m}$





$L_e = 0{,}85 L_1 = 0{,}85 * 15 = 12{,}75 m$

$b_{e1} = L_e/8 = 12{,}75/8 = 1{,}6 > b_1 = 0{,}5 m$

→ bu sin $b_{e1} = 0{,}5$

$b_{e2} = L_e/8 = 12{,}75/8 = 1{,}6 < b_2 = 2{,}5 m$

→ bu sin $b_{e2} = 1{,}6 m$

$b_{eff} = b_0 + b_{e1} + b_{e2} = 0{,}4 + 0{,}5 + 1{,}6 = 2{,}5 m$

BC şıklı soru (3)

$b_0 = 0{,}4$

$L_e = 0{,}25 (L_1 + L_2)$

$L_1 = 15 m$

$L_2 = 20 m$

$L_e = 0{,}25 (15 + 20) = 8{,}75 m$

$b_{e1} = L_e/8 = 8{,}75/8 = 1{,}1 m > b_1 = 0{,}5 m$

→ bu sin $b_{e1} = 0{,}5 m$

$b_{e2} = L_e/8 = 8{,}75/8 = 1{,}1 < b_2 = 2{,}5 m$

→ bu sin $b_{e2} = 1{,}1 m$

$b_{eff} = b_0 + b_{e1} + b_{e2} = 0{,}40 + 0{,}5 + 1{,}1 = 2{,}0 m$

CD : نقطة وسط الجناح (4) — (C10-5)

$b_{eff} = b_0 + \Sigma b_{ei}$

$b_0 = 0{,}25$

$b_{ei} = L_e/8 \leq b_i$

$L_2 = 15\ m$

$L_e = 0{,}7\ L_2 = 0{,}7 * 15 = 10{,}5 m$

$b_{e1} = L_e/8 = 10{,}5/8 = 1{,}3 m > b_1 = 0{,}5 m$

نأخذ $b_{e1} = 0{,}5 m$

$b_{e2} = L_e/8 = 10{,}5/8 = 1{,}3 m < b_2 = 1{,}75 m$

نأخذ $b_{e2} = 1{,}3 m$

$b_{eff} = b_0 + \Sigma b_{ei} = 0{,}25 + 0{,}5 + 1{,}3 = 2{,}05 m$

DE : منتصف الجذع (5) — (C10-5)

$b_{eff} = b_0 + \Sigma b_i$

$b_0 = 0{,}25$

$b_{ei} = L_e/8 \leq$

$L_e = 2L_3$, $L_3 = 3 m$, $L_e = 2 * 3 = 6 m$

$b_{e1} = 6/8 = 0{,}75 m > b_1 = 0{,}5 m$ نأخذ $b_{ei} = 0{,}5 m$

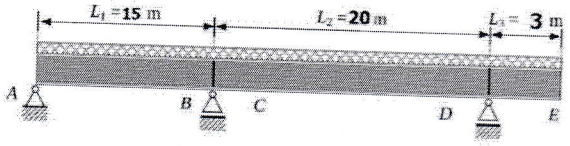
$b_{e2} = L_e/8 = 6/8 = 0{,}75 < b_e = 1{,}75 m$

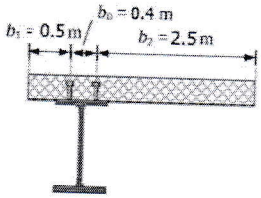
نأخذ $b_{e2} = 0{,}75 m$

$b_{eff} = b_0 + b_{e1} + b_{e2} = 0{,}25 + 0{,}5 + 0{,}75 = 1{,}5 m$

السؤال الأول : (30 درجة)

أحسب العرض الفعال للجناح الخرساني بسبب التراخي القصي و ذلك لمناطق : المسند A و الفتحة AB و منطقة المسند BC وكذلك الفتحة CD , منطقة المسند DE ,
لخص النتائج في جدول ثم أرسم مخطط العرض الفعال على كامل طول الجائز.





(4) منطقة وسط الجائز (CD)

$b_{eff} = b_0 + \Sigma$

$b_0 = 0,4\ m$

$b_{ei} = L_e/8 < b_i$

$L_2 = 20m$

$L_e = 0,7 L_2 = 0,7 * 20 = 14\ m$

$b_{e1} = L_e/8 = 14/8 = 1.75\ m < b_1 = 0,5$

نأخذ $\boxed{b_{e1} = 0,5\ m}$

$b_{e2} = L_e/8 = 14/8 = 1.75 < b_e = 2,5m$ } نأخذ $\boxed{b_{e2} = 1,75\ m}$

$b_{eff} = b_0 + \Sigma b_i' = 0,4 + 0,5 + 1,75 = 2,65m$

(5) DE منطقة المسند

$b_{eff} = b_0 + \Sigma b_i$, $b_0 = 0,4\ m$, $b_{ei} = L_e/8 < b_i$

$L_e = 2L_3$, $L_3 = 3\ m$, $L_e = 2 \times 3 = 6\ m$

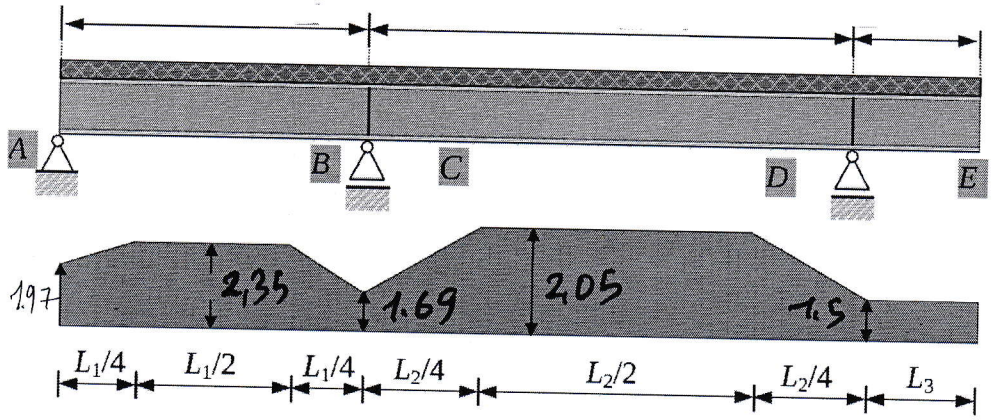
$b_{e1} = 6/8 = 0,75m > b_1 = 0,5\ m$ نأخذ $\boxed{b_{e1} = 0,5m}$

$b_{e2} = 6/8 = 0,75\ m < b_e = 2,5m$ نأخذ $\boxed{b_{e2} = 0,75m}$

$\boxed{b_{eff}} = 0,4 + 0,5 + 0,75 = \boxed{1,65m}$

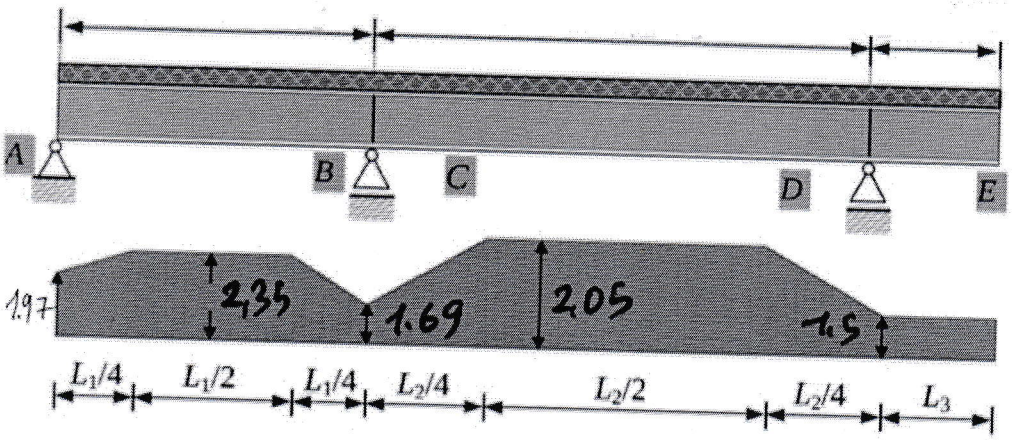
	Region				
	Support A	AB	BC	CD	DE
L_e (m)	12.75	12.75	7.5	10.5	6
$L_e/8$ (m)	1.6	1.6	0.94	1.3	0.75
b_{e1} (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
b_{e2} (m)	1.6	1.6	0.94	1.3	0.75
b_{eff} (m)	1.97	2.35	1.69	2.05	1.5

الجدول والرسم (6 درجات)



	Region				
	Support A	AB	BC	CD	DE
L_e (m)	12.75	12.75			6
$L_e/8$ (m)	1.6	1.6			0.75
b_{e1} (m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
b_{e2} (m)					0.75
b_{eff} (m)					1.5

(6) الجدول والرسم
(5 درجات)

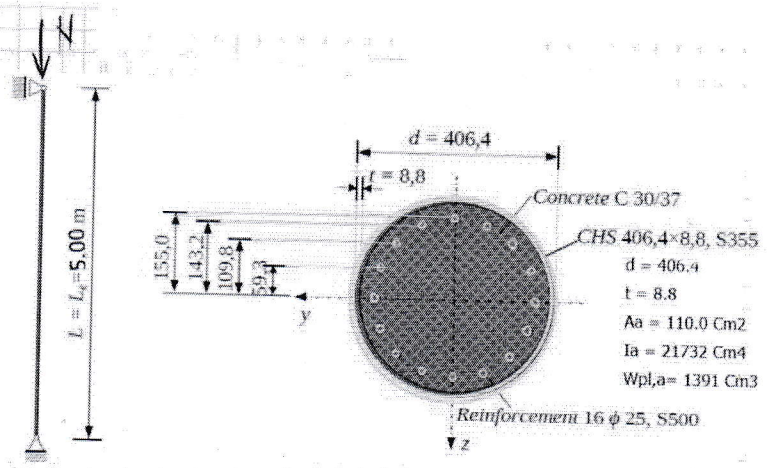


السؤال الثاني : (40 درجة)

تحقق من مقدرة عمود مختلط مؤلف من مقطع فولاذي دائري مملوء بالخرسانة على الحمولات المركزية التالية : حمولة مصعدة NQk=5000 kN , العمود متمفصل , مركزي التحميل طوله 5متر , المقطع الفولاذي CHS406,4*8.8,S355 , حديد التسليح 16ϕ25,S500 / (الخرسانة C30/37 Ec, eff = 33,000 N/mm2 , Ecm = 2139N/mm2 , fck=30 N/mm2 , Yc= 1.5 / (حديد التسليح Ys=1.15 , fsk = 450 N/mm2 , Es=21000N/mm2) / (الفولاذ الإنشائي –S355 Ea=210000N/mm2 ,τa,Rd=205N/mm2 fsk = 355 N /mm2 , YM= 1.0) .

المطلوب ما يلي :

1- حساب نسبة حديد التسليح في المقطع المختلط , وتحقق منها
2- حساب عزم عطالة جميع العناصر المشاركة بالمقطع المختلط.
3- حساب مقدرة العمود المختلط لمقاومة الحولات الضاغطة الخارجية.
4- تحقق من نسبة مشاركة الفولاذ. (هل يمكن تصنيف المقطع على انه مختلط)
5- - تحقق من التحنيب الموضعي.
6- حساب مقدرة المقطع العرضي اللدنة.
7- تحقق على القوة المحورية (التحنيب) (أدعم جميع أجوبتك بالرسم حسب الضرورة)



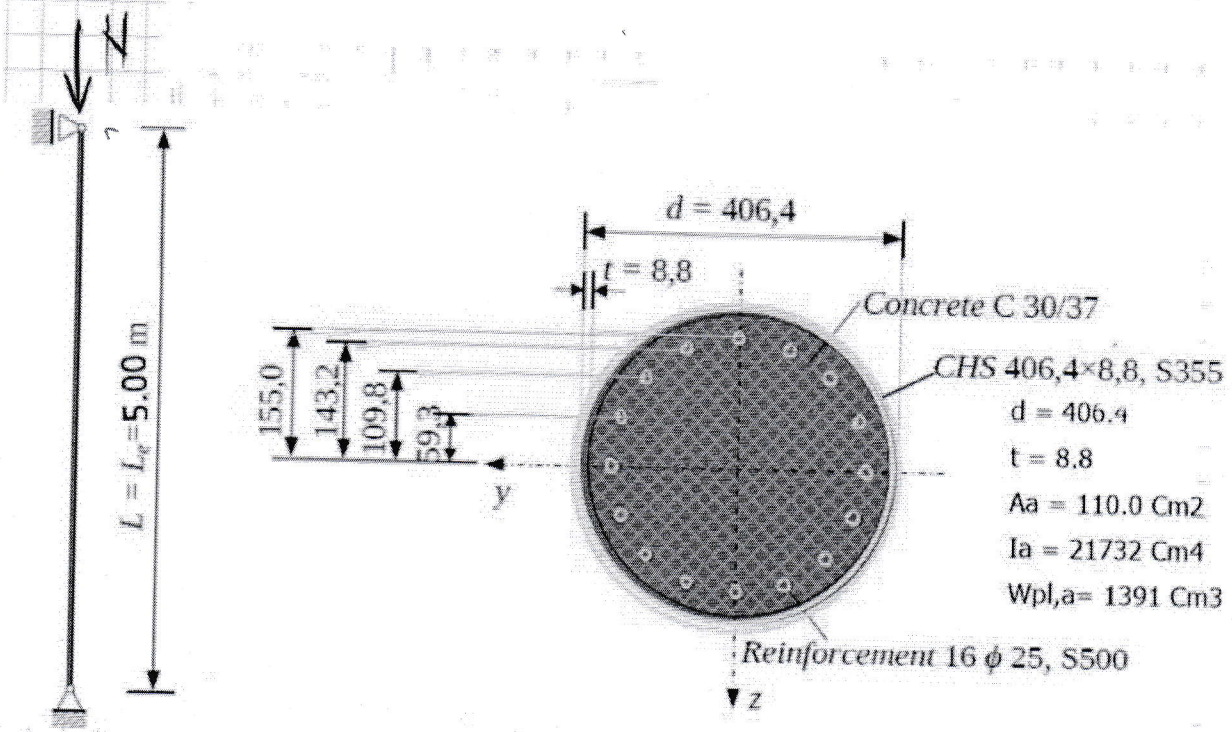
الحل: (I) حسابات المقدمة (5 درجات)

العمود متمفصل ، مركزي التحميل طوله (5,0 m)

المقطع الفولاذي CHS 406,4×8,8, S355

المقطع الخرساني fck=30 N/mm² ، الصف الأسطواني C30/37

التسليح الطولي 16Ø25, S500



$f_{ck} = 30\ N/mm^2$ الخرسانة C30/37

$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1.5} = 20\ N/mm^2$

$E_{cm} = 3300\ N/mm^2$

S355

$f_{yk} = 355\ N/mm^2$

$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_M = 355/1.0 = 355\ N/mm^2$

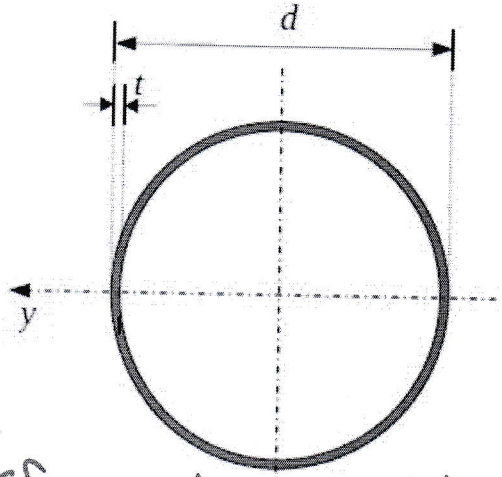
$E_a = 210\,000\ N/mm^2$

$f_{sk} = 500\ N/mm^2$ حديد التسليح

$f_{sd} = f_{sk}/\gamma_s = \frac{500}{1.15} = 435\ N/mm^2$

$E_s = 210\,000\ N/mm^2$

* حول مواصفات المقطع الصلب



$d = 406{,}4$ mm
$t = 8{,}8$ mm
$A_a = 110{,}0\ cm^2$
$I_a = 21732\ cm^4$
$W_{pl,a} = 1391\ cm^3$

(5 درجات) 1) حساب مساحة حديد التسليح في المقطع الخطأ

$d_{bar} = 25\ mm$ مساحة حديد التسليح

$A_{bar} = 4.91\ cm^2$

$1 - S = 16\ A_{bar} = 16 * 4.91 = 78.6\ cm^2$

* نسبة التسليح في الأسمنت

$$\rho_s = \frac{A_s}{A_c} = 78.6 / 1109 = 0.071$$

$$\rho_s = 7.1\% > 6\%$$

نسبة التسليح أعلى من المقبول ويجب تخفيضها

14 ⌀ 16 مم بتخفيض عدد القضبان من

$$A_s = 12 * A_{bar} = 12 * 4.91 = 58.9\ cm^2$$

$$A_c = 1187 - 58.9 = 1128\ cm^2$$ مساحة الخرسانة

$$\rho_s = \frac{A_s}{A_c} = \frac{58.9}{1128} = 0.052$$ نسبة التسليح

$$\rho_s = 5.2\% < 6\%$$

* مقطع

(2) حساب عزم عطالة

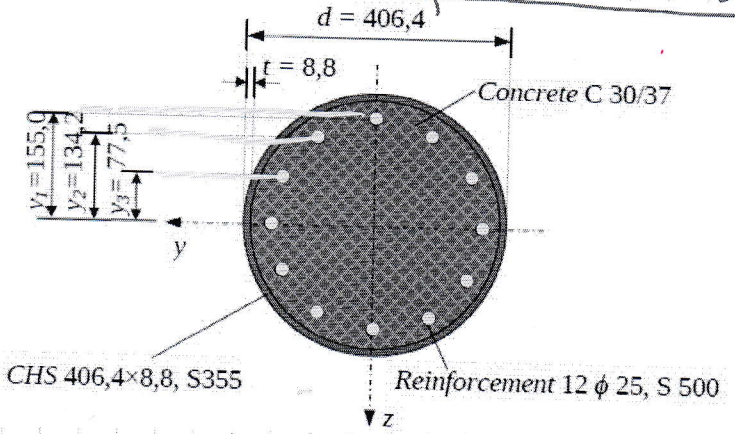
جميع العناصر المشاركة

في المقطع الكلي

(خرسانة

الفولاذ الإنشائي

* حديد التسليح



$$I_a = 21732\ cm^4$$

$$I_s = 2 A_{bar} \cdot y_1^2 + 4 A_{bar} y_2^2 + 4 A_{bar} \cdot y_3^2$$

$$I_s = 2 * 4.91 * 15.5^2 + 4 * 4.91 * 13.4^2 + 4 * 4.91 * 7.75^2$$

$$= 7076\ cm^4$$

$$I_c = \pi \frac{(d-2t)^4}{64} - I_s$$ الجزء 1

$$= \pi \frac{(40,64 - 2*0,88)^4}{64} - 7076$$

$$= 105094 \text{ cm}^4$$

الجزء 2 مقاومة العمود المختلط للضغط المحوري

$$N_{pl,Rd} = A_s \cdot f_{yd} + \alpha_c A_c \cdot f_{cd} + A_s f_{sd}$$

$$= 110 * 355 + 1 * 1128 * 20 + 58,9 * 435$$

$$= 3905 + 2256 + 2562 = 8723 \text{ KN}$$

(ج.م.ر 5)

$$\boxed{N_{pl,Rd} = 8723 \text{ KN}}$$

(ج.م.ر 5) الجزء 3 مقاومة العمود للانحناء

$$0,2 < \delta < 0,9$$

$$\delta = \frac{3905}{8723} = 0,45$$

العمود مقبول

(5 درجات)

(5) التحقق من العنصر الموضح

أقصى العنصر الموضح ذات المقاطع الدائرية المطوية بكفاءة إذا تحقق

$$\max\left(\frac{a}{t}\right) \leq 90 \cdot \frac{235}{f_y}$$

$$\max\left(\frac{a}{t}\right) = \frac{406}{88} = 46$$

$$90 \frac{235}{f_y} = 90 \frac{235}{355} = 59,6$$

الشرط متحقق وبالتالي التحقق في العنصر الموضح

(5 درجات)

(6) مقاومة القطع العرضي للمقطع

$$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_{yd} + \alpha_c \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{sd}$$

$$= 110 * 35,5 + 1 * 1128 * 20 + 589 * 435$$

$$= 3905 + 2256 + 2562$$

$$= 8723 \text{ KN}$$

تحقق في القوى الخارجية

⑦ التحقق على صفة التنبئ (الحالة الحرجة)

شروط تطبيق الطرق المبسطة

C1 القطع متناظر ← محقق

C2 الخامة السنية

(C1 → C5)

$$\lambda = \sqrt{N_{pl,Rk} / N_{cr}}$$

$$\lambda \leq 2,0$$

$$N_{pl,Rk} = A_a \cdot f_{yk} + A_c \cdot f_{ck} + A_s \cdot f_{sk}$$

$$= 110 * 35,5 + 1128 * 30 + 58,9 * 50$$

$$N_{pl,Rd} = 10234\ KN$$

$$N_{cr} = \frac{(EI)_{eff} \cdot \pi^2}{L_e^2} \quad / \quad L_e = L = 5\ m$$

الصلابة الفعالة لمقطع المختلط

$$(EI)_{eff} = E_a \cdot I_a + E_s \cdot I_s + K_e \cdot E_{cm} \cdot I_c$$

$$K = 0,6$$

$$= 210\,000 * 21732 + 21000 * 7076 + 0,6 * 2139 * 105094$$

$$(EI)_{eff} = 739,85 * 10^6\ KN.cm^2$$

$$N_{cr} = \frac{F39,85 * 10^6 \cdot \pi^2}{(500)^2} = 29178\ KN$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{10234/29178} = 0,6 < 2,0$$

نأخذ استقرار العمود المعدني في هذه

الحالة من الجدول ①

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_i \cdot N_{pl,Rd}} < 1$$

$$\chi = 1/(\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2})$$

$$\Phi = 0,5\left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2\right] \qquad \lambda_0 = 0,2$$

$$\alpha = 0,34 \quad (b) \text{ من الجدول}$$

$$\Phi = 0,5\left[1 + 0,34(0,6 - 0,2) + 0,6^2\right] = 0,75$$

$$\chi = 1/(\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2})$$

$$= 1/(0,75 + \sqrt{0,75^2 - 0,6^2}) = 0,833$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{pl,Rd}} = \frac{5000}{0,833 * 8723} = 0,7 < 1$$

العمود مقبول

مقبول