للمراجعة :

الوحدة : ميكانيك مطبقة

الموضوع: 5- الانضغاط البسيط [خرسانة مسلحة]

شعبة التقني رياضي فرع الهندسة المدنية

التطبيق الأول:

عمود من الخرسانة المسلحة يخضع لقوة انضغاط ناظمي في حالة الحد النهائي $Nu = 1.7\ MN$ مطبقة في مركز ثقل مقطعه

المعطيات:

- الفولاذ من نوع FeE_{500} ، $\gamma_s = 1.15$
- مقاومة الخرسانة : $f_{c28} = 25\ MPa$ ، $\gamma_b = 1.15$
- أبعاد مقطع العمود $a = 30\ cm$; $b = 40\ cm$
- طول العمود $L_0 = 2.86\ m$ حيث $L_f = 0.7\ L_0$

المطلوب:

1. أحسب مقطع التسليح الطولي لهذا العمود.
2. حدد قطر التسليح العرضي Φ_t و التباعد بين الإطارات S_t .
3. اقترح رسما توضح فيه التسليح الطولي و العرضي.

الحل:

1. حساب مقطع التسليح الطولي: الحساب يكون في حالة الحد النهائي فقط.

$$A_{s\,calc} = \sup \{ A_{th} ; A_{min} \}$$

- حساب النحافة λ :

$$\lambda = 2\sqrt{3} \times \frac{L_f}{a} = 2\sqrt{3} \times \frac{0.7 \times 286}{30} = 23.12$$

- حساب المقطع المصغر للخرسانة B_r:

$$B_r = (a - 2)(b - 2) = (30-2)(40-2) = 28 \times 38 = 1064\ cm^2$$

- حساب المقطع النظري A_{th}:

$$A_{th} = [N_u/\alpha - B_r.f_{c28}/0{,}9\gamma_b]\ \gamma_s/f_e$$

حساب المعامل α :

و منه $\lambda = 23.12 < 50$

$$\alpha = 0{,}85 / [1 + 0{,}2 (\lambda / 35)^2]$$
$$= 0{,}85 / [1 + 0{,}2 (23.12 / 35)^2] = 0.782$$

Nu = 1.7 MN

A_{th} = [1.7x10^4/0.782 - 1064x25/0,9x1.5] 1.15/500 = 4.68 cm²

- حساب التسليح الأدنى:

A_{min} = max { A (4u) ; A (0,2%B)}

A (4u) = 4 x [(0.3+0.4)x2]= 5.60 cm²

A (0,2%B)=(0.2/100) x 30x40 = 2.40 cm²

A_{min} = max (5.60 cm² , 2.40 cm²) = 5.60 cm²

- التسليح المحسوب $A_{s\ calc}$:

$A_{s\ calc}$ = sup { A_{th} ; A_{min} } = sup (4.68 cm² ; 5.60 cm²)

$A_{s\ calc}$= 5.60 cm²

- التسليح الحقيقي : من جدول التسليح نختار: 4HA14= 6.15 cm²

2. التسليح العرضي:

- القطر Φ_t :

$$\Phi_t = \frac{1}{3}\Phi_{L=}\ 14/3= 4.66 \Rightarrow \Phi_t = 6\ mm$$

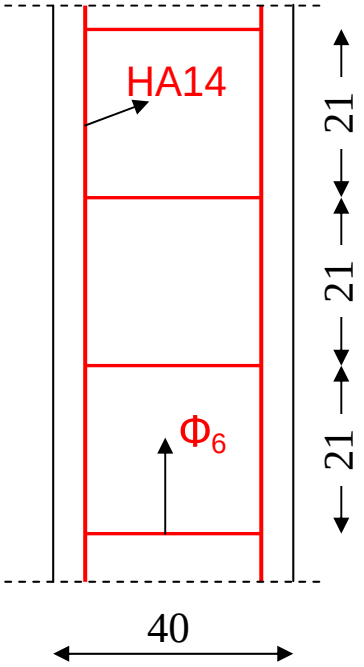
- تباعد الإطارات S_t:

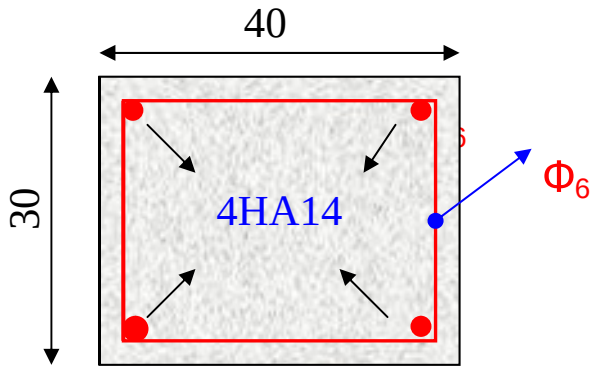
S_t = min { 15 . Φ_{Lmin} ; 40 cm ;(a + 10 cm) }

S_t = min { 15 x 1.4 ; 40 cm ;(30 + 10 cm) }

S_t = min { 21 cm ; 40 cm ;40 cm) } $\Rightarrow$ S_t= 21 cm

3. رسم التسليح الطولي و العرضي:





التطبيق الثاني

عمود من الخرسانة المسلحة يخضع لقوة انضغاط ناظمي في حالة الحد النهائي Nu = 1800 KN مطبقة في مركز ثقل مقطعه

المعطيات:

- الفولاذ من نوع FeE_{400} ، $\gamma_s = 1.15$
- مقاومة الخرسانة : $f_{c28} = 25\ MPa$ ، $\gamma_b = 1.15$
- أبعاد مقطع العمود a = 30 cm ; b = 40 cm
- طول تحدب العمود $L_f = 3\ m$

المطلوب:

1. أحسب مقطع التسليح الطولي لهذا العمود.
2. حدد قطر التسليح العرضي Φt و التباعد بين الإطارات St .
3. اقترح رسما توضح فيه التسليح الطولي و العرضي.

الحل:

1. حساب مقطع التسليح الطولي: الحساب يكون في حالة الحد النهائي فقط.

$$A_{s\ calc} = \sup \{ A_{th} ; A_{min} \}$$

- حساب النحافة λ :

$$\lambda = 2\sqrt{3} \times \frac{L_f}{a} = 2\sqrt{3} \times \frac{300}{30} = 34.64$$

- حساب المقطع المصغر للخرسانة B_r:

$B_r = (a \quad 2) (b \quad 2) = (30-2)(40-2) = 28 \times 38 = 1064\ cm^2$

- حساب المقطع النظري A_{th}:

$$A_{th} = [N_u/\alpha - B_r.f_{c28}/0{,}9\gamma_b] \gamma_s/f_e$$

حساب المعامل α :

و منه $\lambda = 34.64 < 50$

$$\alpha = 0{,}85 / [1 + 0{,}2 (\lambda/ 35)^2]$$
$$= 0{,}85 / [1 + 0{,}2 (34.64 / 35)^2] = 0.71$$

$Nu = 1800\ MN$

$$A_{th} = [1800x10/0.71 - 1064x25/0{,}9x1.5] 1.15/400 = 16.24\ cm^2$$

- حساب التسليح الأدنى:

A_{min} = max { A (4u) ; A (0,2%B)}

A (4u) = 4 x [(0.3+0.4)x2]= 5.60 cm²

A (0,2%B)=(0.2/100) x 30x40 = 2.40 cm²

A_{min} = max (5.60 cm² , 2.40 cm²) = 5.60 cm²

- التسليح المحسوب: $A_{s\ calc}$

$A_{s\ calc} = \sup \{A_{th} ; A_{min}\} = \sup$ (16.24 cm² ; 5.60 cm²)

$A_{s\ calc}$= 16.24 cm²

- التسليح الحقيقي : من جدول التسليح نختار

4HA20+ 2HA16= 12.56+ 4.02= 16.58 cm²

2. التسليح العرضي:

- القطر Φ_t :

$$\Phi_t = \frac{1}{3}\Phi_{L=}\ 20/3=6.66 \Rightarrow \Phi = 8\ mm$$

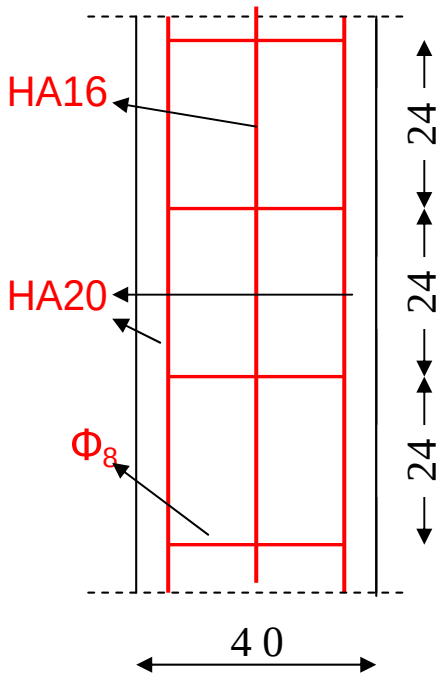
- تباعد الإطارات S_t:

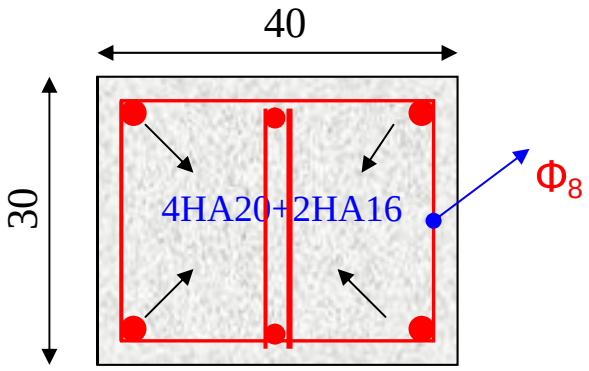
S_t = min { 15 . Φ_{Lmin} ; 40 cm ;(a + 10 cm) }

S_t = min { 15 x 1.6 ; 40 cm ;(30 + 10 cm) }

S_t = min { 24 cm ; 40 cm ;40 cm) } $\Rightarrow$ S_t= 24 cm

3. رسم التسليح الطولي و العرضي:





التطبيق الثالث

عمود من الخرسانة المسلحة يخضع لقوة انضغاط ناظمي في حالة الحد النهائي حيث Nu = 1.8 MN مطبقة في مركز ثقل مقطعه

المعطيات:

- الفولاذ من نوع FeE_{400} ، $\gamma_s = 1.15$
- مقاومة الخرسانة : $f_{c28} = 25\ MPa$ ، $\gamma_b = 1.15$
- أبعاد مقطع العمود (دائري الشكل) D = 35 cm
- العمود مثبت(موثوق) من الأسفل و موصول من الجهة العلوية
- طول العمود $L_0 = 4\ m$

المطلوب:

1. أحسب مقطع التسليح الطولي لهذا العمود.
2. حدد قطر التسليح العرضي Φt و التباعد بين الإطارات St .
3. اقترح رسما توضح فيه التسليح الطولي و العرضي.

الحل:

1. حساب مقطع التسليح الطولي: الحساب يكون في حالة الحد النهائي فقط.

$$A_{s\ calc} = \sup \{ A_{th} ; A_{min} \}$$

- حساب النحافة λ

$$L_f = \frac{L_0}{\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2.83\ m$$

$\lambda = 4\ l_f / D = 4x2.83x100/35 = 32.34$

- حساب المقطع المصغر للخرسانة B_r:

$$Br = \frac{\pi}{4}(D-2)^2 = \frac{3.14}{4}(35-2)^2 = 854.86\ cm^2$$

- حساب المقطع النظري A_{th}:

$$A_{th} = [N_u/\alpha - B_r.f_{c28}/0{,}9\gamma_b]\ \gamma_s/f_e$$

حساب المعامل α :

و منه $\lambda = 32.34 < 50$

$$\alpha = 0{,}85 / [1 + 0{,}2 (\lambda/ 35)^2]$$
$$= 0{,}85 / [1 + 0{,}2 (32.34 / 35)^2] = 0.726$$

Nu = 1.8 MN

A_{th} = [1.8x10^4/0.726 - 854.86x25/0,9x1.5] 1.15/400 = 25.76 cm²

- حساب التسليح الأدنى:

A_{min} = max { A (4u) ; A (0,2%B)}

A (4u) = 4 x [3.14x0.35]= 4.4 cm²

A (0,2%B)=(0.2/100) x 3.14x35²/4 = 1.92 cm²

A_{min} = max (4.4 cm² , 1.92 cm²) = 4.4 cm²

- التسليح المحسوب $A_{s\ calc}$:

$A_{s\ calc}$ = sup { A_{th} ; A_{min} } = sup (25.75 cm² ; 4.4 cm²)

$A_{s\ calc}$= 25.75 cm²

- التسليح الحقيقي : من جدول التسليح نختار 9HA20= 28.27 cm²

2. التسليح العرضي:

- القطر Φ_t :

$$\Phi_t = \frac{1}{3}\Phi_{L=}\ \ 20/3=6\ 66. \Rightarrow \Phi_t = 8\ mm$$

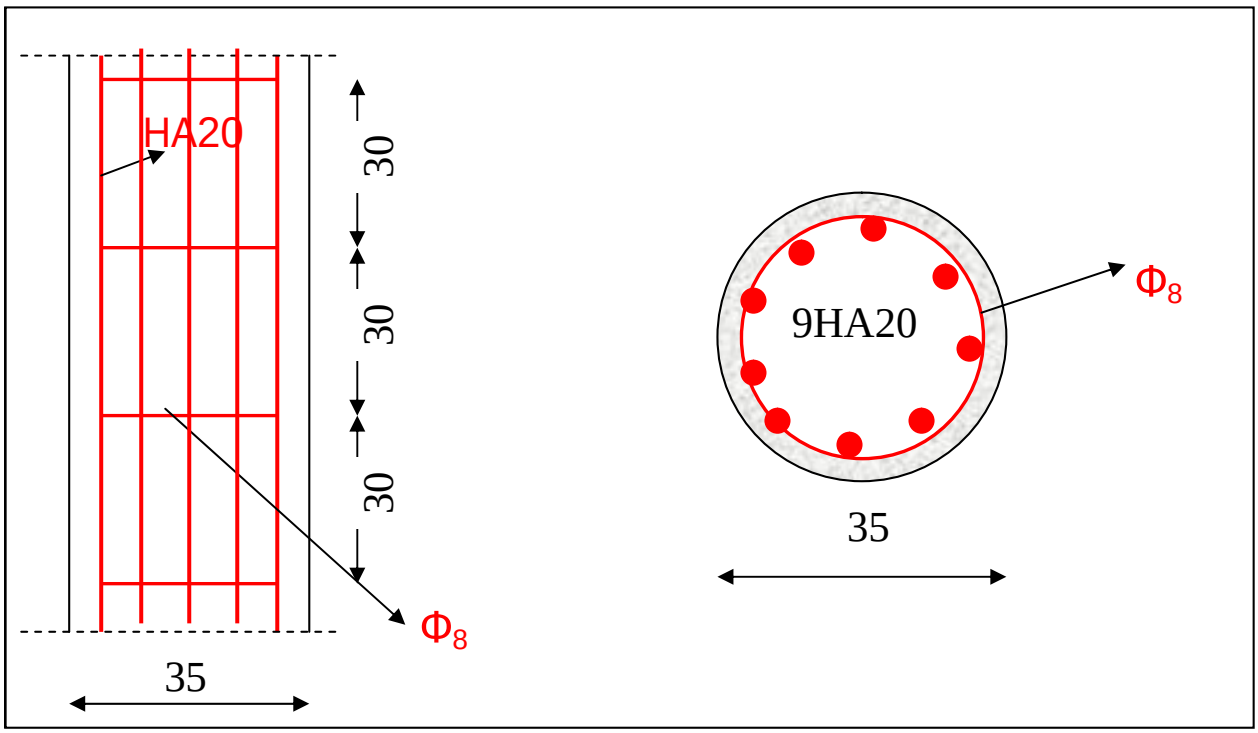
- تباعد الإطارات S_t:

S_t = min { 15 . Φ_{Lmin} ; 40 cm ;(D + 10 cm) }

S_t = min { 15 x 2 ; 40 cm ;(35 + 10 cm) }

S_t = min { 30 cm ; 40 cm ;45 cm) } $\Rightarrow$ S_t= 30 cm

3. رسم التسليح الطولي و العرضي:



التطبيق الرابع:

لدينا عمود داخلي من الخرسانة المسلحة معرض لقوة انضغاط ناظمية مركزية على مقطع الخرسانة.

المعطيات:

- الجهد الناظمي في حالة الحد النهائي: $N_u = 0.85$ MN
- مقطع العمود (25 cm x 25 cm)
- طول الانبعاج(التحدب) : $L_f = 320$ cm
- مقاومة الخرسانة : $f_{c28} = 30$ MPa
- التسليح من الفولاذ HA: $f_e = 400$ MPa , $\gamma_s = 1.15$
- نصف الحمولات مطبقة قبل 90 يوم .

المطلوب: حدد تسليح هذا العمود الطولي و العرضي.

.

الحل:

- حساب النحافة λ :

$$\lambda = 2\sqrt{3} \times \frac{L_f}{a} = 2\sqrt{3} \times \frac{320}{25} = 44.34 < 50$$

- حساب المعامل α :

و منه $\lambda = 44.34 < 50$

$$\alpha = 0,85 / [1 + 0,2 (\lambda / 35)^2] = 0.644$$

التحميل قبل 90 يوم و منه : $\alpha = 0.664/1.1 = 0.585$

حساب المقطع المصغر للخرسانة B_r:

$$B_r = (a \quad 2) (b \quad 2) = 23 \times 23 = 529 \text{ cm}^2$$

- حساب المقطع النظري A_{th}:

$$A_{th} = [N_u/\alpha - B_r.f_{c28}/0,9\gamma_b] \gamma_s/f_e$$

$$A_{th} = [0.85x10^4/0.585 - 529x30/0,9x1.5] 1.15/400 = 7.98 \text{ cm}^2$$

- حساب التسليح الأدنى:

$$A_{min} = \max \{ A (4u) ; A (0,2\%B)\}$$

$$A (4u) = 4 \times [0.25 \times 4] = 4 \text{ cm}^2$$

$$A (0,2\%B) = (0.2/100) \times 25x25 = 1.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = \max (4 \text{ cm}^2 , 1.25 \text{ cm}^2) = 4 \text{ cm}^2$$

- التسليح المحسوب: $A_{s\ calc}$

$$A_{s\ calc} = \sup \{ A_{th} ; A_{min} \} = \sup (7.98\ cm^2 ; 4\ cm^2)$$

$$A_{s\ calc} = 7.98\ cm^2$$

- التسليح الحقيقي : من جدول التسليح نختار

4HA16= 8.04cm²

- التسليح العرضي:
- القطر:

$$\Phi_t = \frac{1}{3} \Phi_L = 16/3=5.33 \Rightarrow \Phi_t = 6\ mm$$

- تباعد الإطارات :

$$S_t = \min \{ 15 . \Phi_{Lmin} ; 40\ cm ; (a + 10\ cm) \}$$
$$S_t = \min \{ 15 \times 16 ; 40\ cm ; (25 + 10\ cm) \}$$
$$S_t = \min \{ 24\ cm ; 40\ cm ; 35\ cm) \} \Rightarrow S_t = 24\ cm$$

- طول التشابك :

$$L_r \geq 24 \times \Phi_L = 24 \times 16 = 384\ mm = 38.4\ cm$$

و منه نأخذ : Lr = 40 cm

- تباعد الإطارات في التشابك : 3 إطارات بتباعد 12 cm

ملاحظة هامة : بعد حساب التسليح للعناصر المعرضة للشد البسيط أو الانضغاط البسيط يجب اختيار القطر في التسليح الطولي HA12 كأدنى قطر أما عدد القضبان بالنسبة للأعمدة ذات مقاطع مربعة أو مستطيلة الشكل فأدناه 4 أما إذا كانت دائرية الشكل فتكون 6 مهما كانت قيمة التسليح المحسوب.