Civilittee
اللجنة الأكاديمية لقسم الهندسة المدنية
www.Civilittee.com

دفتر

خرسانة مسلحة 1

RC 1

إعداد : إسلام حلاحلة

Ch 1:-

Concrete → Cement + water + aggregate

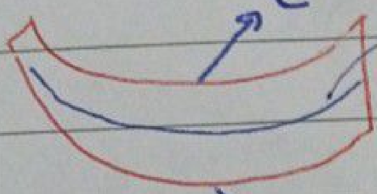
ضعيف في الـ T (خط حديد لتعزيز قوته)

وقوي في الـ C

+ C

N.A: normal محور التعادل

$\boxed{C=T}$ ✓ stress $=0$ $\sigma=0$



* في منطقة الـ T يوضع حديد التسليح

T (داخلها في الأسفل)

$\phi S_n \geq \gamma Q_d$ → Load γ: more than one

capacity (normal strength) ϕ: less than one

Ch 2:-

- Failure in concrete loaded in compression:

الفشل اللي بيحدث بالعينة تحت الضغط

1. Shrinkag (انكماش) of paste during hydration (No-load

linear up to
stress-strain → 30%

2. up to 30% - 40% (Bond cracks)

(3) المرحلة ⇒ (discontinuity limit) حد الانقطاع

3. up to 50% - 60% (Mortar cracks)
(cracking increases only when increasing the load)

4. at 75% of ultimate load (increases mortar cracks)
(leaving fewer undamaged portions of specimen to resist the load) يبقى جزء جزء منفصل عن العينة

* critical stress ⇒ ~~at~~ onsent the unstable crack

* stable crack ⇒ stress below the critical stress

⇐ ال crack بتستمر بالانتشار عندما يكون ال critical stress
75% من Cd

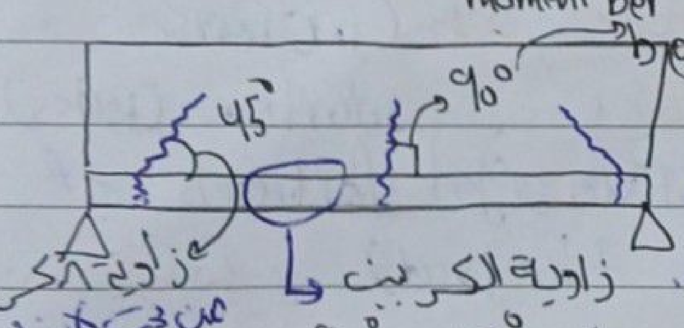
⇐ بتوقف عن الانتشار عندما يكون اقل من 75%

* كلما زاد الضغط الحصر ← زادت قوة الضغط
Confining Pressure — Compressive strength

Ch 4:

Load transfer from top to bottom:

Slabs → Beams → Colums → Footing → Earth



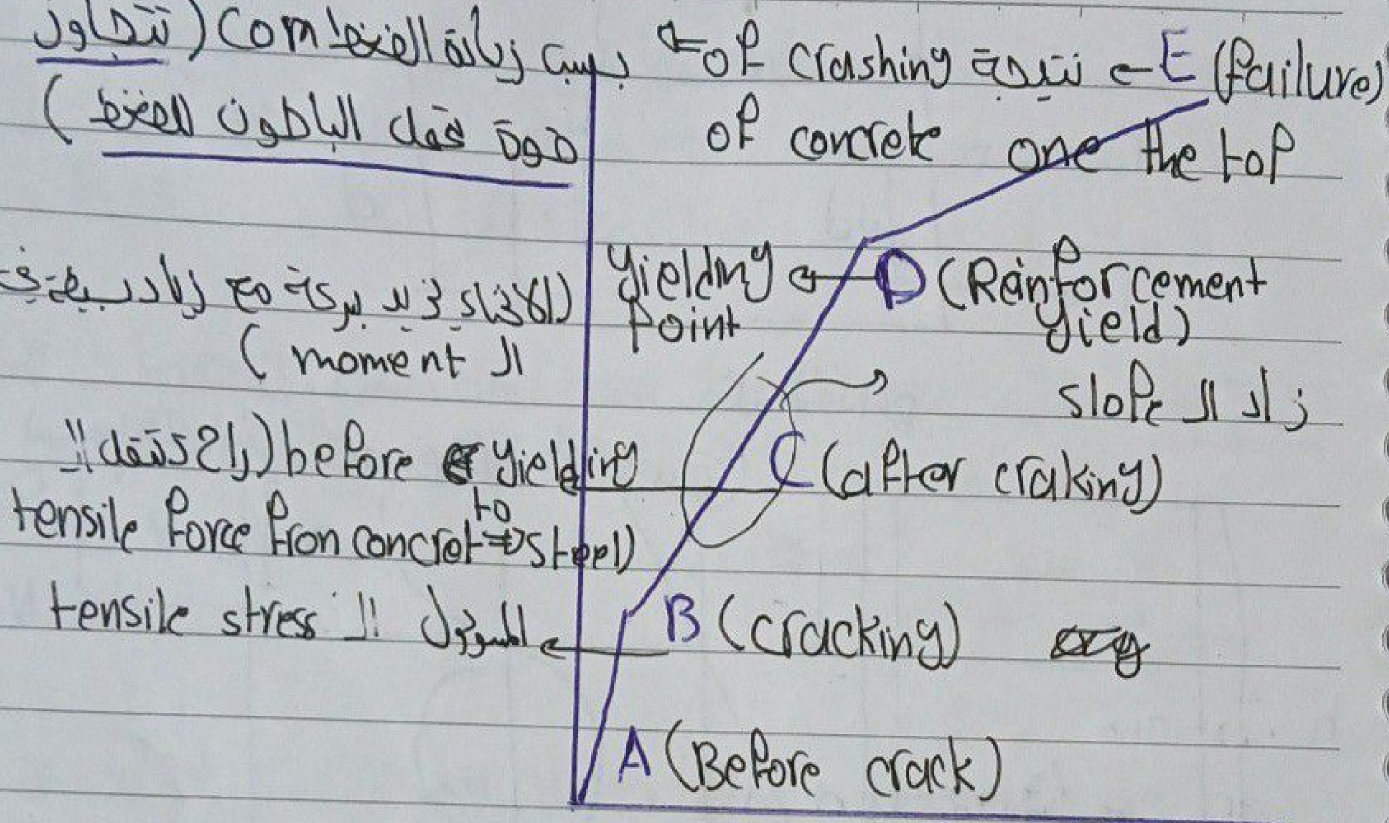
- زيادة ال load = زيادة crack
- الحديد بيشتغل لما بينكسر الباطون.
- سبب ال crack هو ال ten.

زاوية الكراك بين ال 90° - 45°

shear, moment ... bar bending

No.

Date



→ compressio failure $\varepsilon_s < \varepsilon_y$ (ممنوع) حدث

ال failure قبل الوصول ل ε_y للحديد "(حدوث مفاجئ)" ← خطر، مش للامان

→ Ballanced failure $\varepsilon_s = \varepsilon_y$ (ممنوع)

دخلت ال yield

→ tention failure $\varepsilon_s > \varepsilon_y$ (مسموح)

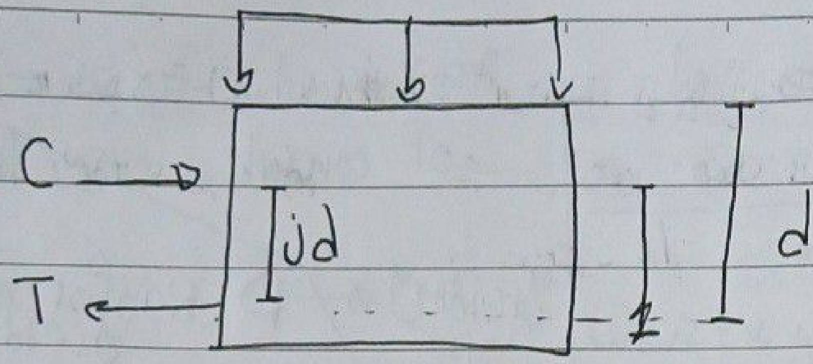
راح يعطي وقت للانهيار "لسا بكون في وقت" منخلي المبنى ← أمان

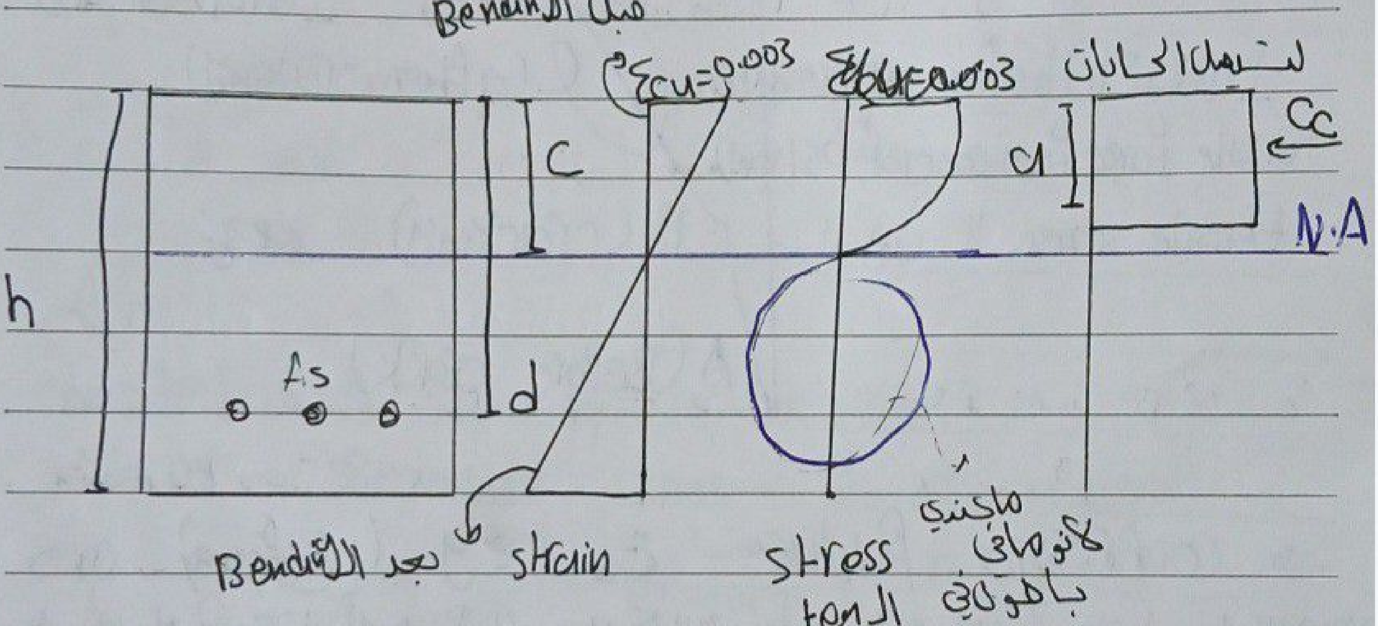
* ε_y (يعتمد ال Grade الحديد) = Grade of steel

E = 200 000

No.

Date





⇒ $\varepsilon_{cu}=0.003$ ultimte condition → c الـ max

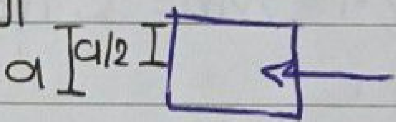
0.003 = compressive strain

* محصلة الـ compressive forces تكون في مكان الـ compression side

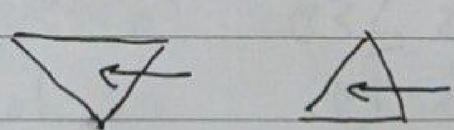
* C = T ~> couple forcess ⇒ two forces متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه

* في منطقة ال tention ماشي بالموقع قطع حديد
* N.A ⇒ normal stress = 0   normal strain = 0
* f_s → ال stres اللي بالحديد

مهم ⇒ ال stres , ال comp area ⇒ ال Force Cc
uniform rectangular موزعة في ال comp
الشكل مستطيل   في المنتصف كأنه بعد
a/2



* Jd في المسافة بين ال Cc = d - a/2
اذا كان الشكل مستطيل ما   و ال T
و uniform stress
ال moment = d - a/2
مهم ⇒ اذا كان الشكل في ال comp مو مستطيل
حسب الشكل ا. مثلث القاعدة
ونكتب من الأعلى



moment = d - 2/3 a   or   d - 1/3 a

* اللي يهمنا هو شكل ال comp في ال ten المهم موقع الحديد

No.

Date

$a = B_1 C$ $\qquad$ $Jd = d - a/2$ $\qquad$ $\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right)$

ε_y = Grade of steel

$T = C_c \rightsquigarrow A_s F_s = 0.85 f'_c a b$ $\qquad$ $E = 200\,000$

نفترض (نفرض) (steel yielded

يعني يجب ان نتأكد من $\varepsilon_s \geq \varepsilon_y \rightarrow f_s = f_y$)

$* \; M = M_n = C\,Jd = T\,Jd \quad : \; Jd = d - a/2$

$A_{s\,min} \rightarrow$ المعادلات راح تكون بي ال shit

- اختار الاكبر لامن ان المعادلات مصمم

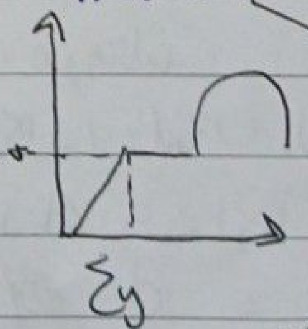
* نختار الاكبر

- اذا ما كانت بالحديد كمية ال $A_{s\,min}$ راح ينقطع بسبب ال sudden transfer

$T = A_s f_s$

$\varepsilon_s \geq \varepsilon_y$ $\qquad$ $\varepsilon_s < \varepsilon_y$

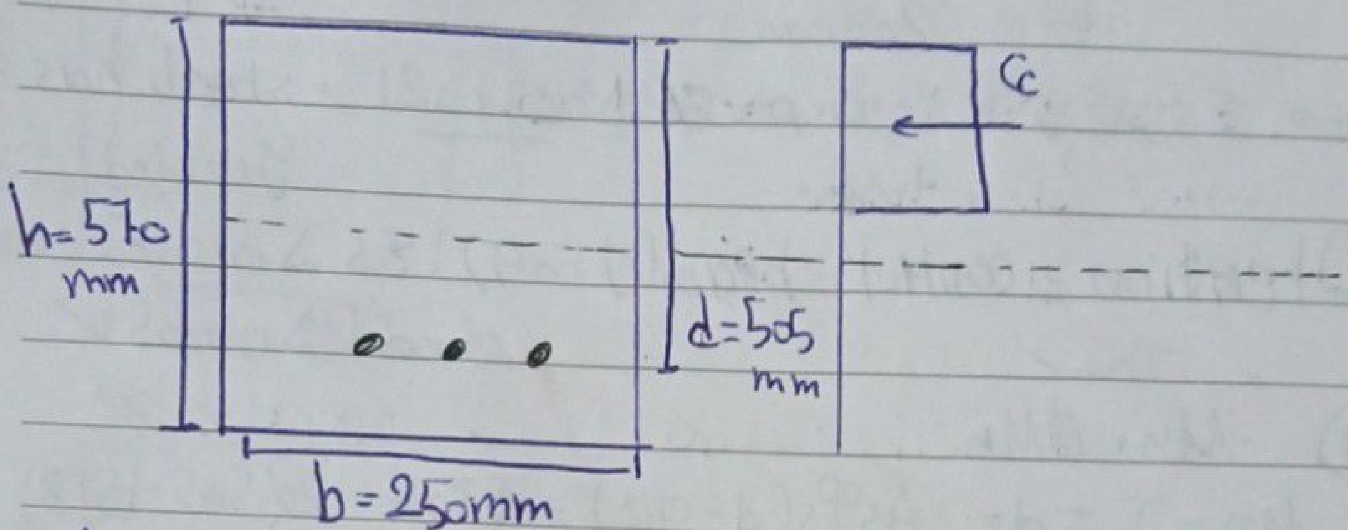
$f_s = f_y$ $\qquad$ $F_s = E\,\varepsilon_s$



انتقال مفاجئ (tens strain)

من ال conc ← steel

→ Example:



A_s = 3 No 25M = 1530 mm^2 (table)

f'_c = 20 MPa f_y = 420 MPa

Determine the design moment capacity ϕM_n:

<u>sol.</u>

assume steel yielded $f_s = f_y$

C=T $\Rightarrow T = C_c \Rightarrow A_s f_s = 0.85 f'_c\, a b$

① $1530 * 420 = 0.85 * 20\,(a)\,(250)$

$a = 151.2$ mm

② $a = \beta_1 C \rightarrow C = \frac{151.2}{0.85} = 177.9$ mm

* Check if steel yielded $\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right)$

$\varepsilon_s \geq \varepsilon_y$

$= 0.003\left(\frac{505-177.9}{177.9}\right) = 0.0055$

No.

Date

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E} = \frac{420}{200000} = 0.0021$$

$\rightarrow \varepsilon_s \geq \varepsilon_y$: $0.0051 \geq \underline{0.0021}$ steel has yielded

(2) tention control beam ($\phi = 0.9$) $\varepsilon_s \geq 0.005$

$0.0051 \geq 0.005$ ✓

(3) M_n, ϕM_n

$$M_n = T\,jd = A_s f_s (d - a/2) = 1530 * 420 (505 - \frac{151.2}{2})$$

$$= 275.9 \times 10^6 \ N \cdot mm = 275.9 \ kN \cdot m$$

$$\phi M_n = 0.9 * 275.9 = 248.3 \ kN \cdot m$$

(4) Check $A_{s\,min}$

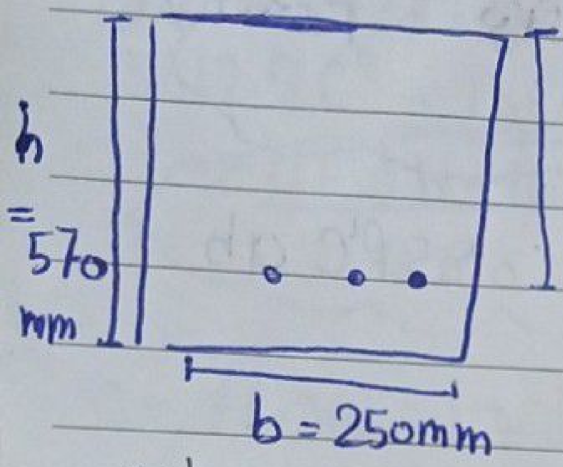
A_s
- $\rightarrow \dfrac{0.25 \sqrt{20} * 250 * 505}{420} = 336 \ mm^2$
- $\rightarrow \dfrac{1.4 * 250 * 505}{420} = 420 \ mm^2$

$A_s = 1530$

$\geq A_{s\,min}$

No.

Date



$A_s =$ [illegible] $3060\ mm^2$

$f'_c = 20\ MPa$

$f_y = 420\ MPa$

sol.

1) assume steel yielded $f_s = f_y$:

$T = C \rightarrow A_s f_s = 0.85 f'_c\, a b \rightarrow 3060 * 420 = 0.85(20)(a)(250)$

$\Rightarrow a = 302.4\ mm$

$C = a/\beta_1 = 302.4/0.85 = 355.76 \approx 355.8\ mm$

~~ε_y~~ منتأكد اذا اكيد yielded او لا حسب كذي

$\varepsilon_t > \varepsilon_y$ $\quad \varepsilon_t = 0.003 \left(\frac{d - \cancel{a}c}{c} \right)$

$\varepsilon_y = \frac{420}{E = 200000} = 0.0021$

$\rightarrow \varepsilon_t = 0.003 \left(\frac{505 - 355.8}{355.8} \right) = 0.00126$

$0.00126 < 0.0021 \Rightarrow$ steel not yielded $f_s \neq f_y$

No.

Date

$$F_S = E\,\varepsilon_t$$ استخدم قانون *

$$F_S = E\left(0.003\left(\frac{d-c}{c}\right)\right)$$

$$T=C \rightarrow A_s\left(E\left(0.003\left(\frac{d-c}{c}\right)\right)\right) = 0.85 f'_c\, a b$$

$$\therefore\ c = a/\beta_1 \rightarrow a = c\beta_1$$

$$\left(A_s\left(E\left(0.003\left(\frac{d-c}{c}\right)\right)\right) = 0.85 f'_c\,(c\beta_1)\, b\right) * c$$

$$3060\left((200000)(0.003)\left(\frac{505-c}{c}\right)\right) = 0.85(20)(c)(0.85)(250)$$

$$1836000\left(\frac{505-c}{c}\right) = 3612.5c$$

$$\frac{1836000(505)}{c} - 183$$

$$A_s E\, 0.003\left(\frac{d\cancel{c}-c(\cancel{c})}{\cancel{c}}\right) = 0.85 f'_c\ \beta_1\, b\, c^2$$

$$A_s E\, 0.003(d) - A_s E\, 0.003(c) = 0.85 f'_c \beta_1 b c^2$$

$$0.85 f'_c \beta_1 b c^2 + A_s E\, 0.003 c - A_s E\, 0.003 d = 0$$

No. ....

Date

20 0.85 250 3060 200000 3060 200000 505

$$0.85 f'c \, \beta_1 \, b \, c^2 + A_s E \, 0.003 \, c - A_s E \, 0.003 \, d = 0$$

$$3612.5 \, c^2 + 186000 \, c - 927180000 = 0$$

$$= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad :- \quad$$ ← هنا نستخدم قانون

$$c = \frac{-(186000) \pm \sqrt{(186000)^2 - 4(3612.5)(-927180000)}}{2(3612.5)}$$

$$c = \frac{-186000 \pm (3665016.64}{7225} = 481.52$$

$$c = 312.66$$

$$a = c\beta_1 = 312.66 * 0.85 = 265.76 \qquad \varepsilon_s = 0.00184$$

$$f_s = E \epsilon_r = 200000\left(0.003\left(\frac{505 - 481.52}{481.52}\right)\right.$$

$$= 368 \text{ MPa}$$

ϕM_n

$$= 0.65\left(A_s f_s \left(d - a/2\right)\right) = 0.65\left(3060(368)\left(\frac{505 - 265.76}{205.76}\right)\right.$$

$$= 272.4 \text{ kN.m}$$

No.

Date

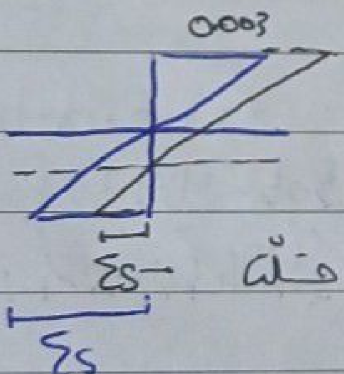
∴ Chek Asmin *

$$As_{min} \rightarrow \frac{0.25\sqrt{f_c'}\, b_w d}{f_y} = 3360$$

$$\rightarrow \frac{1.4}{f_y} bd = 420.83$$

$As = 3360 \geq As_{min}$

* لما نزيد الحديد راح يقل εs بس لأن N.C راح ينزل لتحت
تزيد منطقة الـ comp



* يكون الحديد yielded لما يكون C = T نفس المساحة والمساحة
بالنص يعني إذا كان 50cm راح يكون yielded لحد مسافة 25

مهم :

* هل مضاعفة كمية الحديد بشكل كبير اثرت على الـ nominal capacity كل الـ Design ؟؟

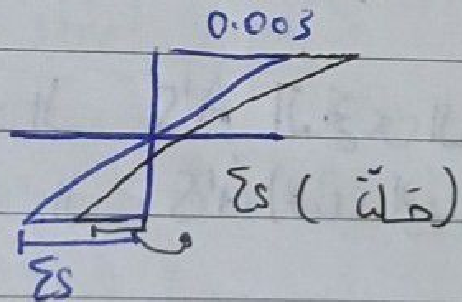
(ΦM_n)

- اذا كانت نوع الـ failure من ten الى comp ما مضاعفة الحديد حكون راح تكون سيئة لأننا حولناها الى اسوء نوع.

- اذا ظلت نوع الـ failure (ضل بال ten) ما مضاعفة الحديد تكون جيدة

* لما نزيد الحديد اش راح يصير ؟؟

راح تقل ε_s لأن N.C نزل لتحت وراح نزيد منطقة الـ comp.



* الـ (d) راح تأثر بشكل اكبر (effect) من الـ b.

No. ....

Date ....

⇒ Doubly Reinforced Beams :-

* حديد في منطقة الـ ten reinforcement (T) (As موضوع على بعد d)
* حديد في الـ comp reinforcement (C) (A's موضوع على بعد d')

$f'_s = f_y$ (steel yielded)
$f'_s = E\varepsilon'_s$ (steel not yielded)

* $\boxed{\text{Ductility}}$ قدرة المادة انها تتحمل الانحناء بدون ما تنكسر
* $\boxed{\text{Deflection}}$ مقدار الانحناء او الانحراف اللي بتعرضه العنصر

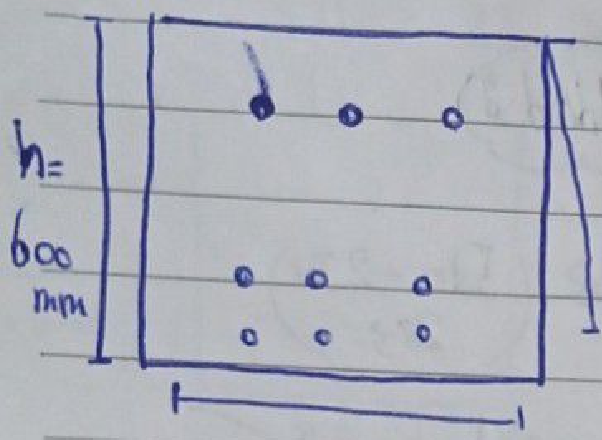
* وجود الـ A's الناتج عن الـ creep ⇐ يقلل من الـ Deflection
* وجود الـ A's (السبب الرئيسي) ؟؟ ⇐ زيادة
increes ductility
(لماذا A's راح تقلل الـ ε's وتزيد εs (لماذا لكبيرة بالـ
comp الـ N.C راح يطلع لفوق بحيث الـ a راح تقل والـ
Area (منطقة الـ comp) راح تقل)

* ليش احتاج اريد ductility ؟؟ مشان اقلل الـ deflection

* زيادة الـ εs كيف ؟؟ بزيادة A's (الكبيرة في منطقة الـ comp)

No

Date



$A_s' = 852$

$A_s = 3060$

$f'_c = 20$

$f_y = 420$

$d' = 65$

$b = 275\,mm$

$T = C_c + C_T \rightsquigarrow A_s f_s = 0.85 f'_c\, a b + A_s' f_s'$

→ assum steel yieded $\quad f_s = f_y$

$f_s' = f_y$

$\rightarrow 3060 * 420 = 0.85(20)(a)(275) + 852(420)$

$a = 198$

$C = a/\beta_1 = 198/0.85 = 233$

Cheack comp steel yeillded:

$\varepsilon_s' = \cancel{0.003}\ \cancel{\frac{d'}{c}}\ 0.003\left(\frac{c-d'}{c}\right)$

$\varepsilon_s' = 0.003\left(\frac{233-65}{233}\right) = 0.0022 > 0.0021$ ✓

$\varepsilon_y = 0.0021$

No.

Date

~~Cheak ten strain~~

Cheak ten steel yielded :

$$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-c}{c}\right) = 0.003 \left(\frac{510-233}{233}\right)$$

$$= 0.035 > \varepsilon_y = 0.0021$$ ✓

$$- \; M_n = C_c \, (d - a/2) + C_s \, (d - d')$$

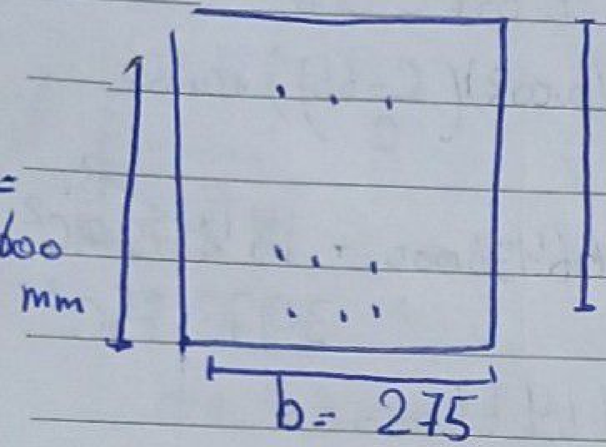
$$M_n = A_s f_y (d - a/2) + A_s' f_y (d - d')$$

$$= 420 (510 - 198/2) + 852 * 420 (510 - 65)$$

$$=$$

No.

Date



d = 516

$A'_s = 1704$

$A_s = 3060$

$f'_c = 20\,MPa$

$f_y = 420$

$d' = 65$

* assume steel yeilded ~~f's fs~~ $f_s = f_y$

$T = C_c + C_s$ $\quad \varepsilon'_s > \varepsilon_y \quad f'_s = f_y$

$\varepsilon_s > \varepsilon_y$

$A_s f_y = 0.85 f'_c a b + A'_s f_y$

$3060(420) = 0.85(20)(a)(275) + 1704(420)$

$a = 121.8\,mm$

$c = a/\beta_1 = 121.8/0.85 = 143.32$

* Cheach ~~st~~ comp steel yielded :

$\varepsilon'_s = 0.003\left(\frac{c - d'}{c}\right) = 0.003\left(\frac{143.32 - 65}{143.32}\right)$

$\varepsilon'_s = 0.0016 < \varepsilon_y = 0.0021$ (not yielded)

$f'_s = E\varepsilon'_s$

$E\varepsilon'_s \rightarrow 0.003 * \left(\frac{c-d'}{c}\right)$

$T = C_c + C_s \rightarrow A_s f_y = A_s f'_s + 0.85 f'_c\, a b$

$\rightarrow 3060(420) = 1704\left((200000)(0.003)\left(\frac{c-65}{c}\right)\right) + 0.85 f'_c\, a b$

$1285200c = 1022400c - 66456000 + 3973.75c^2$

$\rightarrow 3973.75c^2 - 262800c - 66456000 = 0$

$$c = \frac{-(-262800) \pm \sqrt{(262800)^2 - 4(3973.75)(-66456000)}}{2(3973.75)}$$

$c = 166.55 \rightarrow a = 0.85 * 166.55$
$= 141.57\,mm$

$\varepsilon'_s = 0.003\, \frac{d-c}{c} = 0.003\left(\frac{166.55 - 65}{166.55}\right)$

$\varepsilon'_s = 0.0018 \qquad f'_s = 0.0018 * 200000$
$= 360\,MPa$

Cheach ten steel yeilded

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{510 - 166.55}{166.55}\right) = 0.0062 \perp 0.0021$

ex1 ex2

• Single : $M_n = 275$ | $M_n = 419$

$0.9 \leftarrow \phi M_n = 248$ | $0.65 \leftarrow \phi M_n = 272$ ماكفنا عمقا اكبر

(ten failure) | (comp failure)

• زيادة ال AS بتقوي ال Beam بس ممكن يغير ال ϕ
وتخرب وهو دور A's خليها بال ten (او يحطها بال ten)
ـه ال Mn اتضاعفت ال Beam (ماراهوى)

* لكن يغير ال ϕ لانوه مرتاحين ten fali اى ال comp faliur
مفهوم الزيادة (الكبير) لم تكن جيدة (تقلقنا اكثر) اسوء (faliure
هي اللي ممكن تعالج هذا ~~الخ~~ الخطأ ؟؟ زيادة ال A's

• Couple : ex1 | ex2

$M_n = 540$ | $M_n = 563$

$\phi M_n = 423$ | $\phi M_n = 507.3$

* هل مضاعفة A's تضاعف Mn ؟؟ لماذا لن؟
له منفعة لتغير نوع ال faliure

No.

Date

* خطوات الحل الـ Single steel :-

1. assume steel yielded $f_s = f_y$ $\varepsilon_s \geq \varepsilon_y$

$T = C \to a \to a = B_1 C$

2. Cheak if steel yielded: $\varepsilon_s \geq \varepsilon_y$

$\varepsilon_s = 0.003 \left(\frac{d - c}{c} \right) > \varepsilon_y = \frac{\text{Grade } (f_y)}{E = 200000}$ ok

$\varepsilon_s < \varepsilon_y$ (not ok) $\boxed{f_s = \varepsilon_s E}$

ارجع اغير الحل من اول واعوض مادة القانون

f_s بدل

نطلع C عن طريق قانون

$C = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ → $a = B_1 C$

4. Cheach tension control $\varepsilon_s > 0.005$

5. $\phi M_n = \phi$ (T or C $(d - a/2)$) if comp area rect

6. As min

example: Design a rectangular beam for a 22-ft simple span if a dead load of 1k/ft (not inculding) and live load of 2k/ft are to be supported. Use $f'_c = 4000$ psi and $f_y = 60000$. suppos that h = 2% of span length

Sol:-

$DL = 1\ k/ft +$ وزن الـم

$LL = 2\ k/ft$ $\quad L = 22\ ft$

$h = 2\%\ L$

cover = 2.5

$\boxed{\varepsilon_t \geq 0.005 \quad \phi = 0.9}$

1) Dimensions:

$h = \frac{2}{100}(22)$ هو ناطيها الطول في السؤال ما يعطيك اياه

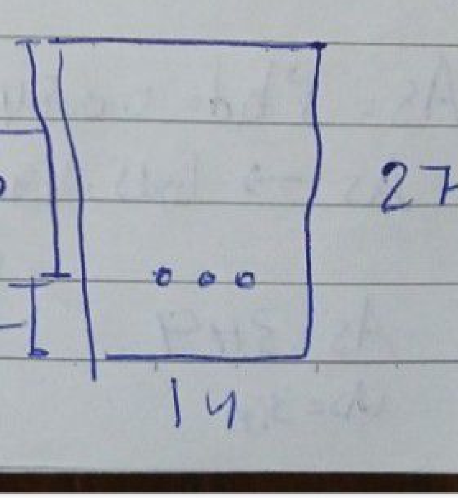
$= 2.2\ ft = 22 * 12 =$ للتحويل

$26.4\ in. = 27\ in$ مقربها

2) $b = h/2 = 27/2 = 13.5\ in = 14\ in$ لعدد صحيح

$d = 27 - 2.5 = 24.5$

cover = 2.5 in



No. ....

Date

3) $Mu = \dfrac{wL^2}{8}$ ي كثافة الخرسانة $w = 1.2DL + 1.6LL$

w beam(وزن الجسم) $= 150 * \dfrac{(14)(27)}{144} = \dfrac{394 lb/}{1000}$
(b h)

$DL = 1 + 0.394 = 1.394$ k/ft $= 0.394$ k/ft

$W = 1.2(1.394) + 1.6(2) = 4.8728$ k/ft

$Mu = \dfrac{4.8728(22)^2}{8} = 294.8$ k.ft

4) $\rho = \dfrac{0.85 f'c}{fy}\left(1 - \sqrt{1 - \dfrac{2Rn}{0.85 f'c}}\right)$

$Rn = Mu / \phi bd^2 = 294.8 * 12000 / 0.9 * 14 * 24.5^2$
$= 467.74$

$\rho = \dfrac{0.85(4000)}{60000}\left(1 - \sqrt{1 - \dfrac{2(467.74}{0.85(4000)}}\right)$

$= 0.00842 \rightarrow$ نسبة الحديد

$As = \rho bd = 0.00842(14)(24.5) = 2.89 \text{ in}^2$

$As \rightarrow$ اللي راح نستخرجها
من الجدول

$As = 3\#9$

$As = 3 in$

Cheack :- $\phi M_u \geq M_n$

تأكد

$\phi \overset{??}{=} 0.9 \longrightarrow \rho \Rightarrow A_s = \rho b d \rightarrow \rho = \frac{3}{14(24.5)} = 0.008746$

من الجدول $\rho_{max} = 0.0181$

من الجدول او القوانين - $\rho_{min} = 0.0033$

$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$

$0.0033 < 0.008746 < 0.0181$ ✓ ok

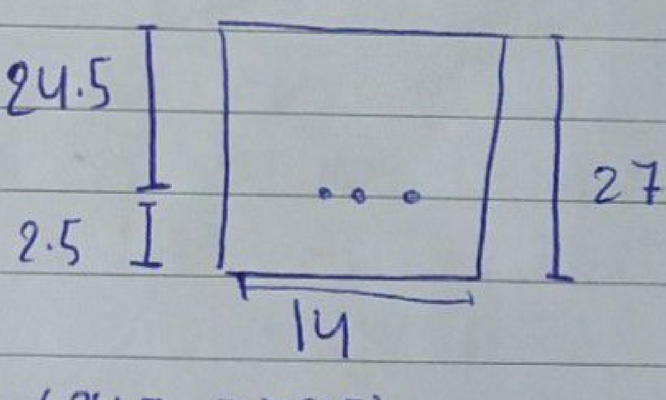
$\phi = 0.9$ ✓ ok $\varepsilon_t \geq 0.005$

$\phi M_u = \phi A_s f_y (d - a/2)$

$T = C$

$A_s f_y = 0.85 f'_c a b$

$(3)\, 60000 = 0.85(4000)\, a(14)$



$a = 3.7815$

$\phi M_n = 0.9(3)(60000)(24.5 - \frac{3.7815}{2})$

$= 305.225$

$M_u = 201.8$

✓ ok

$\phi M_n \geq M_u$ ✓

No.

Date

1) لو التصميم مش صحيح بنرجع نفرض ابعاد جديدة

2) $A_s \rightarrow M_u$

$\quad \rightarrow \rho$

3) Check

No.

Date

Example 2: A beam $\rho = 0.020$ $M_u = 600$

$\rho \rightarrow$ given $f_y = 60000$ $f'_c = 4000$

بين إيجاد الأبعاد

Sol:

$$\rho = \frac{0.85 f'_c}{f_y}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 f'_c}}\right)$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d^2} \quad : \phi = 0.9$$

بالتعويض

20 to 25 ft

$d/b = 1.5$ to 2

$\rho \rightarrow R_n = \quad \rightarrow bd^2 = 12427 \ in^3$

ضمن الفترة

b نفرض	d بالتعويض نحصل	d/b
12	32.18	2.68
or 14	29.79	2.127
or 16	27.87	1.74 ✓

خارج الفترة

ضمن الفترة

مناسب وأقل

Cover = 3 in

$h = d + cover = 27.87 + 3 = 30.87$

$= 31$ in أكبر عدد صحيح

$\downarrow$

$d = h - 3 = 28$

No.

Date

$$As \begin{cases} \to Mu \checkmark \\ \to \rho \end{cases} \to As = \rho bd = 0.012(16)(28)$$

اختارنا بالجدول ← $= 5.376 in^2$

$7\#8 \to As = 5.50 in^2$

Cheack:-

$\phi \overset{?}{=} 0.9$ $\quad \rho = As/bd$

$= 5.50/(16)(28)$

$= 0.0123$

$\rho_{max} = 0.0181 \quad \rho_{min} = 0.0033$

$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ ok ✓

$\phi Mn = (0.9)(5.50)(60000)(28 - a/2)$

$T = C \to (5.50)(60000) = 0.85(4000)\, a\, (16)$

$a =$

$\phi Mn = 617.93 \geq Mu$ ✓ ok

التصميم صحيح.

No.

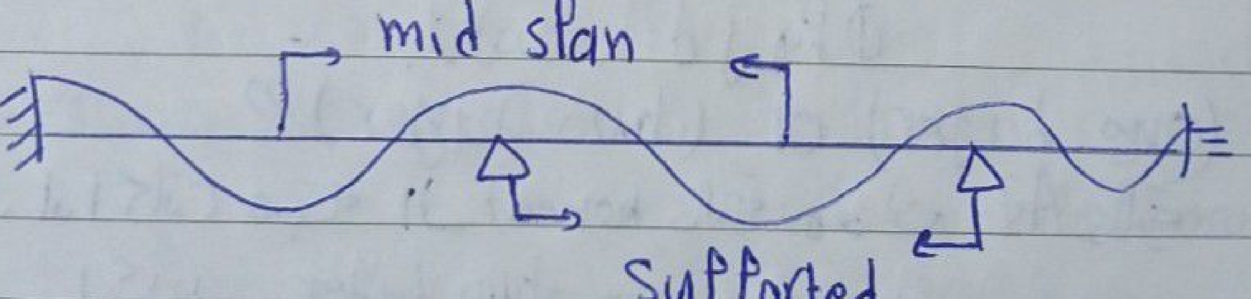
Date

Ch5: a design of rectangular beams:

find h, b and As

رسمة المومنت BMD هي اللي تحدد مكان الحديد او [illegible]
deflected shape (شكل الانثناء)

* difference between +Ve moment and -Ve moment → location of As
not change in the dimention h, b



mid span → +Ve moment → الحديد سفلي
supported → -Ve moment → الحديد علوي

* كلما زاد ال depth $\uparrow$ (h) قل ال deflection $\downarrow$

السبب: كلما زاد ال h زاد ال $I = \frac{bh^3}{12}$

↳ moment of inertia: مدى مقاومة الثني

← $h\uparrow$ ← $I\uparrow$ ← deflection $\downarrow$

، ال self weight زيادة ال DL

، العلاقة بين M_u, A_s علاقة $\uparrow A_s = \frac{M_u \uparrow}{\phi f_y j d}$ (طردية)

(one layer) or (two layer) ??

1. اذا كانت قيمة ال moment عالية محتاج A_s عالية اكثر two layer.

2. b (width of beam)

اذا كانت [illegible] one layer
$b \geq b_{min}$

اذا كانت [illegible] two layer
$b < b_{min}$

No.

Date

ex 1:-

$f'_y = 25 MPa$, $f_y = 420$

$DL = 14 kN/m$ (encluding) $h = 600 mm$

$LL = 25 kN/m$ 600

$\gamma_{con} = 24 kN/m^3$ $h = 0.6 m$ $b = 600 mm$

1000 → $b = 0.6 m$

S.S. Beam
L = 8m

Sol.

1. self wt $= b\, d\, \gamma = (0.6)(0.6)(24) = 8.64\ kN/m$
2. $W_u = 1.2\,DL + 1.6\,LL$
   $= 1.2(8.64 + 14) + 1.6(25) = 67.2\ kN/m$
3. $M_u = \frac{WL^2}{8} = \frac{67.2 * 8^2}{8} = 537.3\ kN.m$

→ assume one layer & $d = h - 65$
$= 600 - 65 = 535 mm$

4. $A_s = \frac{M_u}{\phi f_y\, j\, d} = \frac{537.3 \times 10^6}{0.9 * 420 * 0.9 * 535}$
   $= 2952.1\ mm^2$
5. $T = C$ ⇝ $A_s f_y = 0.85\, f'_c\, (a)(b)$
   $2952.1 * 420 = 0.85 * 25 * a * 600$
   $= 97.2$

No.

Date

6- $A_s = \dfrac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)} = \dfrac{537.5 \times 10^6}{0.9 \times 420 (535 - \frac{97.2}{2})}$

$= 2922.5 \, mm^2$

7. $T = C \rightsquigarrow a = 96.3 mm$

8. $A_s = \dfrac{537.5 \times 10^6}{0.9 * 420 (535 - \frac{96.3}{2})} = 2919.6 \, mm^2$

6 #25

$A_s = 2945$

Cheack the assume one - layer:-

bmin = 2* cover + 2* ds + number of bars * db + number of spacing * Sh + 2*(2ds - 0.5db)

$= (2*40) + (2*10) + (6*25) + (5*25) + 2*(2(10) - 0.5(25)) = 390 mm$

b > bmin 600 > 390 ok ✓ one Layer

2- Cheack $A_{s\,min}$:

من القوانين $A_{s\,min} = 1070\,mm^2$

$A_s \geq A_{s\,min}$ ok ✓

3- cheack tension - controlled and ϕM :

$T = C \rightarrow 2945 * 420 = 0.85 * 25 * a * 600$

$a = 97\,mm \rightarrow C = a/\beta_1 = 114.13\,mm$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{335 - 114.3}{114.13}\right) = 0.011 \geq 0.005$ ok ✓

$\phi M_n = 0.9 * 2945 * 420\,(335 - 97/2) = \cancel{60175}$

$541.6\ kN.m$

$\phi M_n \geq M_u \rightarrow 541.6 \geq 537.3$ ok ✓

النوع الأول من ال Beam يكون ال dimension
$h, b \rightarrow$ معطاة

1. Self wieght $= bd\gamma$ 2. DL + Self weight
3. $W = 1.2\,DL + 1.6\,LL$
4. $M_u = \frac{wL^2}{8}$

assume one layer $\rightarrow d = h - 65$

5. $A_s = \frac{M_u}{\phi f_y j d}$ 6. $T = C \rightarrow a$

7. $A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$ 8. $T = C \rightarrow a$

9. $A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$ 10. from table of steel $\rightarrow A_s$

10. Cheach of one - layer:
b_{min} $\rightarrow b \geq b_{min}$ ok✓
- cheach of A_s min $A_s \geq A_{s\,min}$
~~Cheach~~ ok✓

No.

Date

Check of tension control and ϕM_n:

$T = C \rightarrow a \rightarrow c = a/\beta_1 \rightarrow \varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right)$

$\rightarrow \geq 0.005$ ok✓

$\phi M_n = \phi\left(A_s f_y \left(d - a/2\right)\right) \geq M_u$ ok✓

عنوان حل سؤال الـ Design لـ الكانات الـ dimension معروفة ؟ (h,b)

القوانين :

1. $w = 1.2\,DL + 1.6\,LL = kN/m$

excluding sw — including sw

$sw = b\,h\,\underset{24}{\gamma} = kN/m$ (b: m, h: m) — كاك الـ sw

$\Rightarrow DL = (sw + DL)$

2. $Mu = \dfrac{wL^2}{8}$ (L: m) $= kN \cdot m$

$As = \dfrac{Mu}{\phi f_y j d}$ | $Mu = \dfrac{wL^2}{8}$

$w = 1.2DL + 1.6LL$

$\rightarrow As = \dfrac{Mu}{\phi f_y j d}$ ($Mu \times 10^6$, d: mm) $= mm^2$; $\phi = 0.9$; $j = 0.9$ (for rect beam)

3. As_{max} (doubly or single) تأكد الكانات

$As < As_{max}$ — $As > As_{max}$

$As_{max} = \dfrac{0.319 \beta_1 f'_c}{f_y} bd$

⟸ اذا الكانات single ($As < As_{max}$) :

d: assume:

one layer → $d = h - 65$ (تفترضها تكون b كبيرة ولا Mu كبيرة)

two layer → $d = h - 90$ (افترضها تكون b صغيرة ولا As كبيرة)

لو فيه ما تحتاج اعمل المقارنة

Iteration:

①

$a \rightarrow T = C$

$As = \dfrac{Mu}{\phi f_y (d - a/2)}$

②

$a \rightarrow T = C$

$As = \dfrac{Mu}{\phi f_y (d - a/2)}$

③

$a \rightarrow T = C$

$As = \dfrac{Mu}{\phi f_y (d - a/2)}$

→ * اروح على table As واطلع As جديدة مع num of bar and size of bar

$\boxed{\text{الآن نعمل Checks :}}$

1. Check As_{min} → $\dfrac{0.2\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$, $\dfrac{1.4}{f_y} b_w d$ → نأخذ الأكبر

$As_{min} < As$ ✓ ok

2. Check & assume → one layer or two layer → حسب الـ فرضنا

$b_{min} = 2 * 40 + 2 * 40 + \text{num of bar} * \text{size of bar} + \underbrace{\text{num of spacing}}_{\text{num of bar} - 1} * \text{size of bar} + 2\left(2 * 10 - \dfrac{1}{2}\,\text{size of bar}\right)$

size of bar = diameter of bar

* $b_{min} < b \Rightarrow$ one layer

* $b_{min} > b \Rightarrow$ two layer

3. Check tension control and ϕM_n :-

$T = C \rightarrow a \rightarrow c = a/\beta_1$

$f'_c < 28$: $= 0.85$ — $f'_c > 28$: $= 0.65$

$\varepsilon_s = 0.003\left(\dfrac{d - c}{c}\right) \geq 0.005 \rightarrow \phi = 0.9$ tension control

$\phi M_n = 0.9 * As\, f_y\, (d - a/2) > Mu$ (الـ ~~…~~ أول وثاني)

معنوان حل الـ Design اذا كانت الـ dimension غير معروفة ؟
(h, b)

(1.) $h = \left(\frac{1}{18} - \frac{1}{12}\right) L^{mm}$ h (الأوقة رقم من الـوق) ← $b = \frac{h}{2}$

$$\boxed{A_s = \frac{M_u}{\phi f_y j d}}$$

(2) $w = 1.2\,DL + 1.6\,LL = kN/m$ 3. $M_u = \frac{wL^2}{8} = kN.m$

excluding sw   including sw
$sw = bh8$ اذا كان الـ sw

(3.) $A_{s\,max}$ → $A_s < A_{smax}$ (single)
→ $A_s > A_{smax}$ (doubly)

(4) ⟹ beam dimension $bd^2 = \frac{M_u \times 10^6}{\phi K_n}$; $K_n = f'_c\, w(1 - 0.59w)$ ؟ ($A_s < A_{smax}$) single اذا ⟸

$\phi = 0.9$ $w = \rho \frac{f_y}{f'_c}$

اوجد الـ b تكافئ قيم واطع الـ d

اوجد اذا ما لم يكن اي معاملات ال $\rho = 0.01$

1) b =   d =
2) b =   d =
3) b =   d =

اختار القيم اللي تحقق
$0.5b = d$
(او الأقرب منه)

اختار $\boxed{b \text{ and } d}$

(5.) → one layer $d = h - 65 \Rightarrow h = d + 65$
→ two laye $d = h - 90 \Rightarrow h = d + 90$

* افترض assume :
one layer (اذا كانت الـ b كبيرة والـ Mu صغيرة)   or   two layer (اذا كانت الـ b صغيرة والـ Mu كبيرة)

صمم العمق الـ h
h ✓ b ✓
اذا فرضت :
$d = h - 65$ (one layer)
or $d = h - 90$ (two layer)

(6) new Mu → $M_u = \frac{wL^2}{8} = kN.m$; $w = 1.2\,DL + 1.6\,LL = kN/m$

excluding sw   including sw
$SW = hb8$ الـ sw

* Check of Mu
$\frac{M_u(\text{الجديدة}) - M_u(\text{القديمة})}{M_u(\text{القديمة})} * 100\% < 10\%$

$j = 0.9$ (for rect beam)
$\phi = 0.9$: $A_s = \frac{M_u \times 10^6}{\phi f_y j d}$ جديدة As ونحل ⟸ (الجديدة) Mu اعمل حل كل

Iteration:
① $a \to T = C$ $A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$
② $a \to T = C$ $A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$
③ $a \Rightarrow T = C$ $A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$

→ لما تقارب القيم
الـ As الجديدة ⟸ num of bar and size of bar ⟸ table

الـ Checks :-

1. Asmin → $A_s > A_{smin}$ ✓

2. bmin → $b > b_{min}$ (one layer)
   → $b < b_{min}$ (two layer)] فـ العرض

3. tension control and ϕM_n :

$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) \geq 0.005$

$T = C \rightarrow a \rightarrow C = a/\beta_1$ ✓

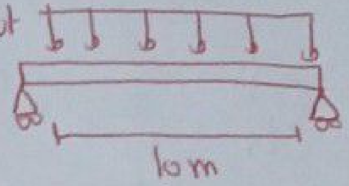
$\phi = 0.9$ tension control

$\phi M_n = \overset{0.9}{\phi} A_s f_y (d - a/2) \geq M_u$

الله وحدنا

$f'_c = 20\,MPa$ $\quad f_y = 420\,MPa$ $\quad DL = 15\,kN/m$ excluding selfwt

$LL = 25\,kN/m$



self wt $= b h \gamma$
$= 0.4 * 0.8 * 24$
$= 7.68\,kN/m$
$= 8\,kN/m$

• $h = \left(\frac{1}{18} - \frac{1}{12}\right) 10000$ $\quad = 10000\,mm$

$= (555.5 - 833.3)\,mm$

$h = 800\,mm = 0.8\,m$

$b = \frac{800}{2} = 400\,mm = 0.4\,m$

$w = 1.2(15+8) + 1.6(25) = 67.6\,kN/m$ $\quad Mu = \frac{67.6(10)^2}{8} = 845\,kN \cdot m$

Beam dimensions $\quad bd^2 = \frac{Mu}{\phi Kn}$ $\quad Kn = f'_c\, w(1 - 0.59w)$ $\quad w = \rho \frac{f_y}{f'_c}$

$= 20(0.21)(1 - 0.59(0.21))$ $\quad = 0.01 * \frac{420}{20}$

$= 3.68$ $\quad = 0.21$

$bd^2 = \frac{845}{0.9 * 3.68}$

$bd^2 = 255.16 \times 10^6\,mm^3$

$b = 350$ $\quad d = 853.7$ $\quad$ assume two layer:

$\boxed{b = 400 \quad d = \cancel{7987}\ 798.7}$ $\rightarrow h = d + 90 = 798.7 + 90 = 888.7$

$b = 450$ $\quad d = 753$ $\quad \approx 900$

$\boxed{\text{Check:}}$ $\quad \boxed{h = 900 \quad b = 400 \quad d = 900 - 90 = 810}$

$SF = 0.4 * 0.9 * 24 = 8.64$ $\quad \boxed{\text{Check:}}$

$w = 1.2(8.64 + 15) + 1.6(25) = 68.4$ $\quad \frac{855 - 845}{845} * 100\% = 1.18 < 10$ ok

$Mu = \frac{68.4(10)^2}{8} = 855$

$As = \cancel{855 / 0.9 *}\ 855 \times 10^6 / 0.9 * 420 * 0.9 * 810 = 3110\,mm^2$

~~$As_{max} = 0.3$~~

itteration:

$T = C$

$a = \frac{3110 * 420}{0.85 * 20 * 400} = 192$

$As = \frac{855 \times 10^6}{0.9 * 420(810 - 192/2)} = 3167.14$

$a = \cancel{3110 * 4}$
$\frac{3167.14 * 420}{0.85 * 20 * 400}$

$As = 3177.2\,mm^2$

7 No 25 $\boxed{As = 3436}$

الـ Checks :-

1. $A_{smin} \rightarrow A_s > A_{smin}$ ✓

2. b_{min} → $b > b_{min}$ (one layer)
→ $b < b_{min}$ (two layer)] حسب العرض

3. tension control and ϕM_n :

$$\varepsilon_s = 0.003\left(\frac{d-c}{c}\right) \geq 0.005$$

$T = C \rightarrow a \rightarrow C = a/\beta_1$ ✓

$\phi = 0.9$ tension control

$$\phi M_n = \overset{0.9}{\phi} A_s f_y (d - a/2) \geq M_u$$

اللي جبناها

No.

Date

Ch 6: one way (solid slabs): - بيتم (steel + concrete)
load عبارة عن two dimensional الحمولة انتقال الـ element (kN/m^2)

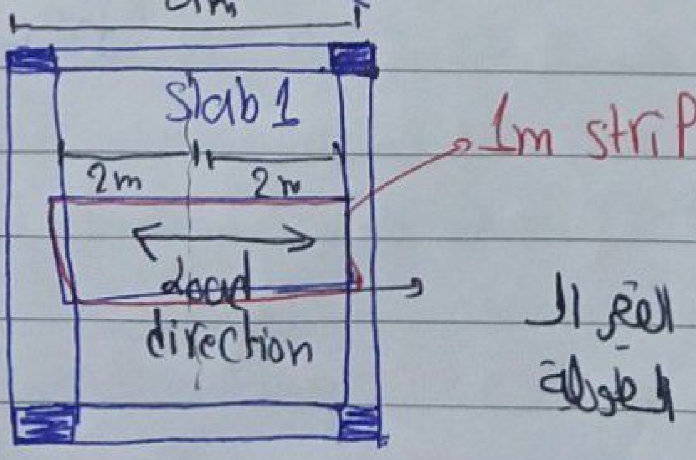
* انتقال الـ load من الـ slabs الى الـ beam
يعتمد على الـ dimension.

$\frac{\text{الطول الطويل}}{\text{الطول القصير}} \geq 2 \rightarrow$ one way slab

ينتقل باتجاه القصير لأن (stafnes) عالية
* only two beam ⇐ الـ slab يكونوا حاملين الـ
ينتقل باتجاه القصير (الـ beam الطويلة)

$\frac{\text{الطول الطويل}}{\text{الطول القصير}} < 2 \rightarrow$ two way slab

(راح ندرس الـ one way فقط)

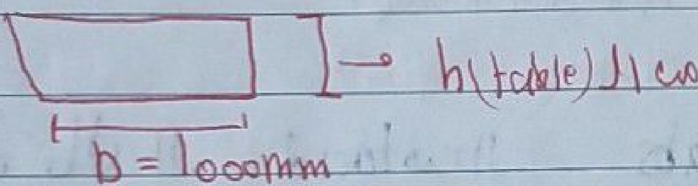


يتحرك باتجاه القصير الـ beam الطويلة

No.

Date

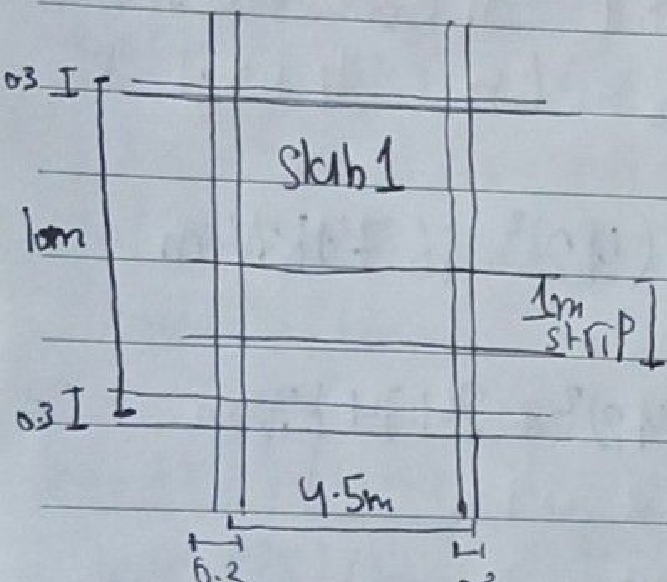
1m strip $\Rightarrow$ $b = 1m = 1000\,mm$



$A_{s\,min} = 0.0018\,bh$ Grade 60

$A_{s\,min} = 0.002\,bh$ Grade 40 or 50

EX: DL = 3 kN/m² (excluding self weight)
LL = 4 kN/m² $f'_c = 28$ f_y 414   use No 16M:



Sol.

self w = $h * \gamma$ = ~~180~~ $0.18 * 24$

$h_{min} = \frac{L}{28}$ (both ends)

$h_{min} = \frac{4500\,mm}{28} = 160\,mm$

$h = 180\,mm$
$= 0.18\,m$

(كانت الـ hmin 160 بس تقريب لأعلى)

→ Self w = $0.18 * 24 = 4.32\ kN/m^2$

$w_u = 1.2(3 + 4.32) + 1.6(4) = 15.18\ kN/m^2$

self w = $h * \underbrace{\gamma}_{24}$ الـ حسب ← excluding لما
self w

self w الـ بحسب ما ← including اذا كانت

L → center to center
Ln → face to face

No. ....

Date

$M_u = C_m\, w_u\, L_n^2 \rightarrow M_u(+ve)$

$\qquad\qquad\qquad\quad \rightarrow M_u(-ve)$

$L_n = 4.5 - \frac{0.3}{2} - \frac{0.3}{2}$ انتبه معطى ال L لازم

اوجد ال Ln.

$\boxed{L_n = 4.2\,m}$ C_m من كود

$M_u(+ve) = \frac{1}{16}(15.18)(4.2)^2 = 16.74\ kN.m$

$M_u(-ve) = \frac{1}{11}(15.18)(4.2)^2 = \underline{24.34\ kN.m}$

هي أقصى ال

moment

* Design for $M_u(-ve) = 24.34\ kN.m$

$\rightarrow A_s = \frac{M_u}{\phi f_y j d}$; $d = \underset{h}{180} - 20 - \frac{16}{2} \rightarrow d_b$

$= \frac{24.34 \times 10^6}{0.9 * 414 * 0.95 * 152}$ $= 152\ mm$

$j = 0.95$ (wid compression area)

Check:-

$A_s = 452.4\ mm^2/m$

$A_{s\,min} = 0.0018\, b\, h = 0.0018(1000)(180) = 324\ mm^2/m$

$A_s > A_{s\,min}$ (do itteration)

$$a=\frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}=\frac{452.4 * 414}{0.85(28)(1000)}=7.87\,mm$$

$$A_s=\frac{M_u}{\Phi f_y (d-a/2)}=\frac{24.34\times10^6}{0.9 * 414(152-(7.87/2))}=441.2$$

$a=7.87\,mm$ $A_s=441.2\,mm^2/m$

$$a=\frac{(441.2) * 414}{0.85(28)(1000)}=7.67\,mm \qquad A_s=\frac{24.34\times10^6}{0.9 * 414(152-7.67/2)}$$

$a=7.67\,mm$ $A_s=440.9\,mm^2/m$ $=440.9$

$$a=\frac{(440.9)(414)}{0.85(28)(1000)}=7.67\,mm \text{ (stop)}$$

الشيت صحيح؟

$\frac{\pi}{4}d^2$ من قانون 201 — 199 من الـ table

No16 من الـ steel table بالحساب

$\boxed{A_s=440.9\,mm^2/m}$ $S=\frac{1000 * A_b}{A_s}=\frac{1000 * 199}{440.9}$

$=451\,mm$

S_{max} [$3h=540$, 450 ✓ ناخذ الاقل

$S=451$ $S_{max}=450$ ناخذ الاقل $\boxed{S=S_{max}=450}$

$$S=\frac{1000 * A_b}{A_s} \rightarrow A_s=\frac{1000 A_b}{S}=\frac{1000 * 199}{450}=4\ldots$$

$=442.22\,mm^2/m$

No. ....

Date

* Design $M_u(+ve) = 16.74$ kN.m

$\boxed{d = 152}$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y j d} = \frac{16.74 \times 10^6}{0.9 \times 414 \times 0.95 \times 152} = 311$$

Check

$A_{s\,min} = 0.0018 * b * h = 0.0018 * 1000 * 180$
$= 324$

$A_{s\,min} > A_s$ no itteration

$\boxed{A_s = A_{s\,min} = 324}$

$$S = \frac{1000 * 199}{324} = 614.2$$

$\boxed{S_{max} \begin{cases} 3h = 540 \\ 450 \end{cases}}$

(نرجع للكود) → $S_{max} = 450$

$S = S_{max} = 450$ mm

ثم ال ◉ Longer direction (shrinkage and temperature reinforcement):

$A_s = 324 \xrightarrow[\text{table}]{\text{من الجدول}}$ No 12 steel

A_b

$$S = \frac{1000 * 113}{324} = 348.8 \text{ (round } 330)$$

$\boxed{S_{max} \begin{cases} 5h \\ 450 \end{cases}}$ (نرجع للكود) $S_{max} = 450$

(نتأكد للكود) $\boxed{S = 330}$ ✓

No.

Date . .

Short direction

$S_{max} \Rightarrow 3h$ or 450

Long direction

$S_{max} \Rightarrow 5h$ or 450

* Chose the Small

Ch 7: Shear in beams

* الكانات (Stirrups) عند ال support قريبة من بعض

⇓

بسبب ال max shear ~ more shear reinforcement ال (اقل spacing)

* في منتصف ال Mid span الكانات (Stirrups) ابعد

⇓

zero shear ~ less shear reinforcement ال (اكبر spacing)

Bending moment:
- عند الأطراف (zero)
- في المنتصف (max)

* بما ان ال Bending moment في المنتصف = ال Flexural crack
تكون Vertical crack

* اما عند الأطراف يكون max shear (and) zero moment
ويكون عنده ال Bending shear على زاوية 45° تقريبا
max tensial اللي راح يسبب ال cracks (shear cracks)

No.

Date

Design for shear لـ طريقتين ←

1) Vertical shear reinforcement :

ال force اللي راح يجي على ال stirrups بسبب ال

tensial stress اللي حايشكل ال crack راح يقلبها لك

عمودي على ال crack   Parallel لـ crack

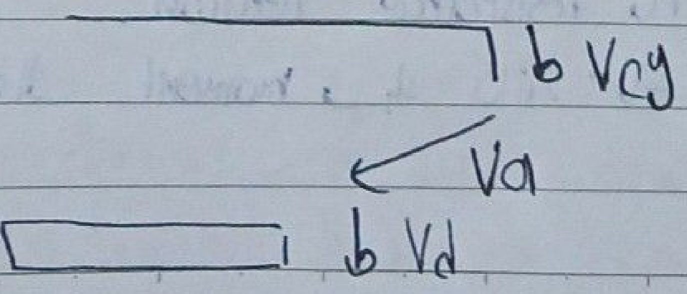
2) Inclined shear reinforcement :

ال stirrups مائلة (الكانات عمودية على ال crack)

يعني راح تقاوم ال tensial stress اللي بسبب ال crack.

* Internal forces in a Beam with and without stirrups:-

كيف ال Beam بقدر يقاوم ال shear forces (يعني ال shear capasity).



V_{cy}: shear resistance by the uncracked portion of the concrete

(جزء من ال concrete section لم يتأثر

V_a: shear resistance by aggregate interlock on both sids of the crack

Parallel crack)

اللي بتقاوم ال shear $V_{a(y)}$

V_d: Dowel action of longitudinal reinforcement

→ doubly action ← زي ما يقاوم ال tension الحديد

من ال moment هيزين shear Bar الحديد

[$V_c = V_{cy} + V_{ay} + V_d$] → concret shear strength

[$V_n = V_c + V_s$] → اذا في stirrups (كانات)

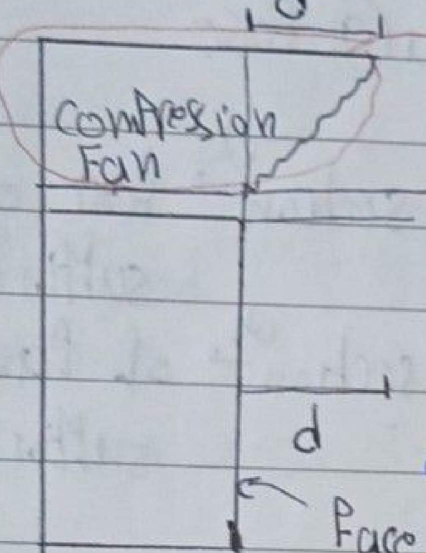
$\phi V_n \geq V_u$ ~ (max) ultimate shear

$\phi = 0.75$ غالباً

مهمتها ال A_s

to resistance tension

الناتجة من ال moment سواء كانت (+ve or -ve



→ هاي القطعة اللي انعملها عن ال Beam

ال load اللي فوقها راح ينزل على القطعة
ويروح على ال support مباشرة

⇓

يعني ما راح يأثر على ال stress اللي بالكانات
* اللي محتاجة نستثني هذا
ال load من ناتج ال Vu .
فهذا السبب بنبعد مسافة d ونصمم على ال shear اللي
يطلع بعد مسافة (d)
effective flectural depth

من ابعد مسافة (d) ؟؟ اذا انطبقوا 3 شروط على ال
Beam بتعدل ما اصمم على قوة ال (Vu at face)
ابعد مسافة d عن ال face of support واطلع قوة ال shear
واصمم عليها (Vu at d).

الشروط :-
1. support reaction introduces Compression.
ال support بولد ضغط على الطوبة
2. loads are applied on top of the beam
الأحمال تكون نازلة من فوق
3. No concentrated load within distance d
ما يكون في حمل مركز بين ال support وأول مسافة d.

⇒ ~~Vu @~~ Vu @ d < Vu @ face

Vu → location of critical section $\xrightarrow{ds}$ face of support
↳ location of critical section $\xrightarrow{ds}$ of face ب(d) support

• ممنوع ال shear المتعلق للكانات اللي بتشيله يكون اكبر ب 4 اضعاف من اللي شايله ال concrete

• اذا كان اكبر من 4 اضعاف معناها ال concrete section ما يكفي لازم اكبر ال dimension ف ال Bs بزيد بالتالي As نقل .

No.

Date

Moment $= \frac{wL^2}{8}$ Shear $= \frac{wL}{2}$ $\boxed{\begin{array}{l} * \text{ moment} \propto L^2 \\ * \text{ shear} \propto L \end{array}}$

Stirrups and Concrete ← مين اللي بيقاوم ال shear ؟

* Shear Design ⇒ Design for stirrups

كيف الكود بصمم ال shear ؟؟

الباطون قادر يشيل ال shear كله =

يعتمد ذلك على قيمة ال

shear Load (and) shear capacity

← بقسمها ل (3) cases :-

$\boxed{\text{case 1}}$ $V_u \leq \frac{\phi V_c}{2}$ → no need for shear reinforcement

بس لازم احط كانات (stirrups) مشان اثبت اكديد العلوي في مكانه والسفلي في مكانه .

← بكون ال spacing اقصى القيمة من كذا ؟؟

← ممنوع ال stirrups تشيل أكثر من 4 اضعاف اللي بشيله الباطون

$V_{s\,max} = 4 V_c$

No.
Date

Case 2 $\frac{\phi V_c}{2} < V_u < \phi V_c \rightarrow$ Minimum shear reinforcement is required

S_{max} = Smaller of
↓
نختار الأصغر

- $16 A_v f_y / \sqrt{f'_c}\, b_w$
- $A_v f_y / 0.33 b_w$
- $d/2$
- 600 mm

$A_v = 2A_{v1} \rightarrow$ stirrups لأنو الـ crack تقطع الـ stirrups من الجهتين

d: مكتوبة بالسؤال

and $V_s \leq \frac{2}{3}\sqrt{f'_c}\, b_w d = 4V_c$

Case 3 $V_u > \phi V_c \rightarrow$ قيمة الـ shear عالية
الباطون ما بقدر يشيل الـ shear كله و بحتاج الى كانات stirrups

S_{max}
لـ نختار الأصغر

- $A_v f_y d / V_s$
- $16 A_v f_y / \sqrt{f'_c}\, b_w$
- $A_v f_y / 0.33 b_w$
- $d/2$ or 600mm
- $d/4$ or 300mm

* $V_s \rightarrow$ shear for stirrups
* $d \rightarrow$ معطاة بالسؤال

$* \; V_u = \phi V_n = \phi (V_c + V_s)$

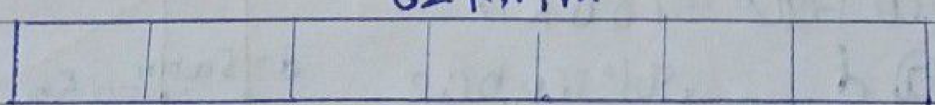
↳ shear for stirrups

← $\uparrow V_s$ ال strong ط (لا يزيد عن [illegible])

← V ط كلما كانت بتقل حاجتي لل stirrups

Example: A 6m long simply supported beam is loaded by ultimate load of 62 kN/m. The beam has a rectangular section of 400mm in width an effective depth of 500 mm. Design the beam for shear using No. 10M for stirrups. Use $f'c = 28$ MPa and $f_y = 300$ MPa.

62 kN/m



→ ultimate load $W_u = 62$ kN/m

→ $L = 6$ m

→ effective depth $d = 500$mm (اذا انطبق ال 3 بنود

→ $f'c = 28$ MPa $f_y = 300$ MPa ابعد عن ال face مقدار d)

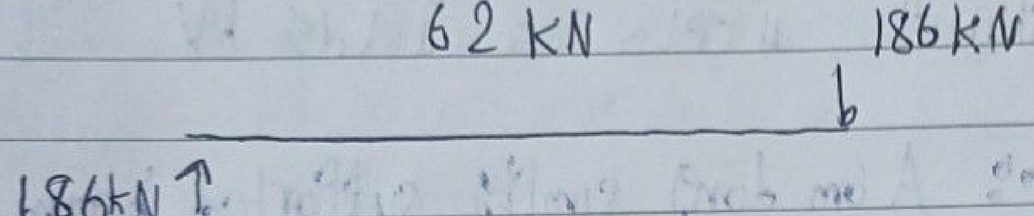
No.

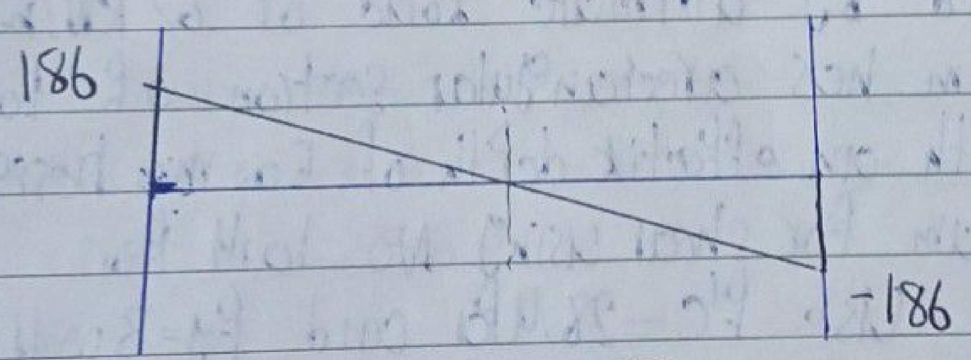
Date

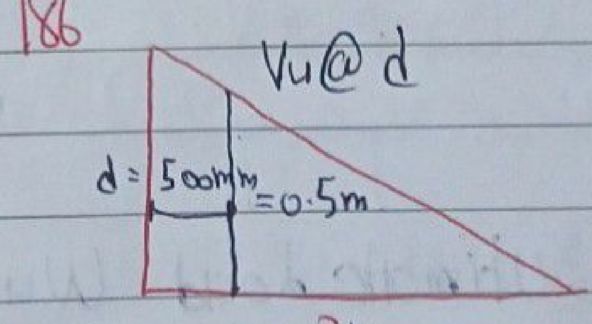
1. determine the reactions $\frac{wL}{2} = \frac{62 * 6}{2} =$

$= 186\ KN$

2. Draw SFD:







Vu @ face $= 186\ KN$

Vu @ d $\longrightarrow$ عن طريق تشابه المثلث

أو

$= 186 - 62 \times 0.5$

$= 155$

w d

$\frac{186}{3} = \frac{Vu@d - 186}{0.5}$

$93 = 3(Vu@d) - 558$

$\frac{3\ Vu@d}{3} = \frac{465}{3} \rightarrow Vu@d = 155\ KN$

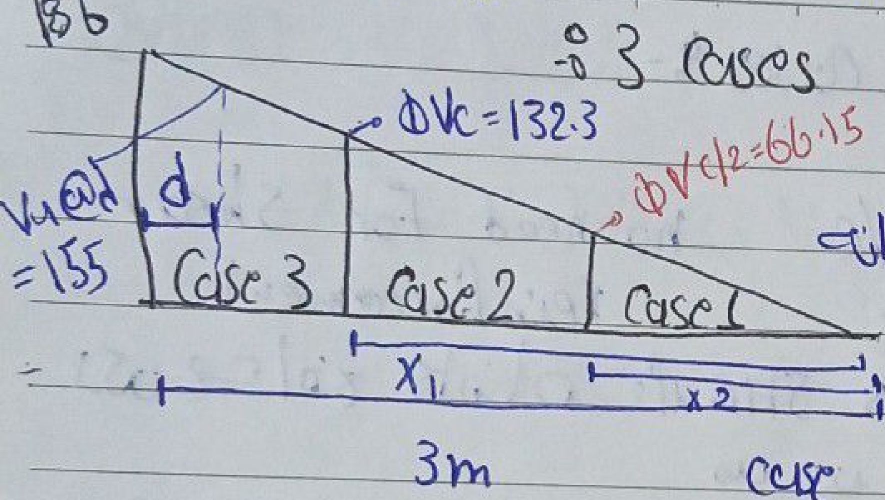
$\frac{186}{3} = \frac{Vu@d}{3 - 0.5}$

No.

Date

• ϕV_c → case 3 و case 2 اكبر الفاصل بين • $\phi V_c/2$ → اكبر الفاصل بين case 2 و case 1

x. اقسم الشكل الى 3 cases :



حسب ال SFD طالما انه sammitric اخذنا ال 3m فقط

- عشان اعرف انا باي case لازم احسب ال V_c

$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} b_w d = \frac{\sqrt{28}}{6} * 400 * 500 = 176383.4$ N → 176.4 kN

$\phi V_c = 0.75 * 176.4 = 132.3$ kN * انتبه كل الوحد

* $V_{u\,max} = \phi 5 V_c = 0.75 * 5 * 176.4 = 661.4$ kN Check

→ $V_{u\,max} > V_u@d$

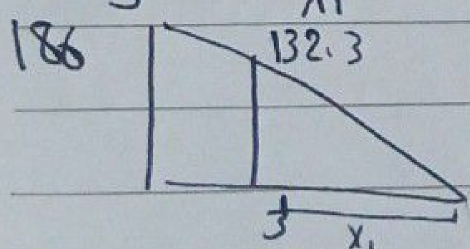
661.4 > 155 (section is okay)

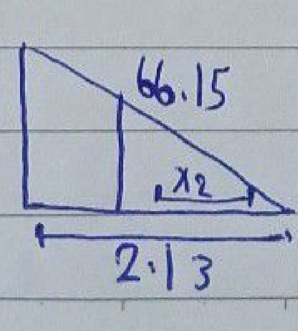
* اذا كان ال section not okay بلزم اكبر ال section (b,d)

$\boxed{\phi V_c/2 = 66.15}$

⇒ Determine distance X_1 and X_2:

$\frac{186}{3} = \frac{132.3}{X_1}$ → $\boxed{X_1 = 2.13m}$ * عن طريق تشابه المثلثات





$\frac{132.3}{2.13} = \frac{66.15}{X_2}$ → $\boxed{X_2 = 1.07m}$

No. ....

Date

→ Design For cases :-

1. Case 1: $V_u \le \frac{\phi V_c}{2}$ no need for shear reinforcement

لكن يجب أضع كأمان stirrups في هذه الـ case أيضاً

من عندي

stirrups $\boxed{S = 300\,mm}$ (غالباً بعمل 30cm و 35cm عشان قص أكبر)

---

2. Case 2: $\frac{\phi V_c}{2} < V_u < \phi V_c$ معالـزال = 10M

$* A_v = 2A_{v1} = 2\left(\frac{\pi d^2}{4}\right) = 2(78.5) = 157$

S_{max}
- $\to 16 \cancel{\times} A_v f_y / \sqrt{f'_c}\, b_w = 16 * 157 * 300 / \sqrt{28} * 400 = 356\,mm$
- $\to A_v f_y / 0.33 b_w = 157 * 300 / 0.33 * 400 = 356.8\,mm$
- $\to d/2 = 500/2 = 250\,mm$
- $\to 600\,mm$

use $\boxed{S = 250}$ * اختار القيمة الأصغر

* مقاومة ال stirrups متزيدش عن 4 اضعاف الخرسانة

$V_{s\,max} = 4V_c$

Case 3: $V_u > \phi V_c$ and $V_s \leq \frac{2}{3}\sqrt{f'_c}\, b_w d = 4V_c$

$\rightarrow V_u = \phi(V_c + V_s) \rightarrow \phi V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi} \rightarrow V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$

$V_u = \phi V_c + \phi V_s$

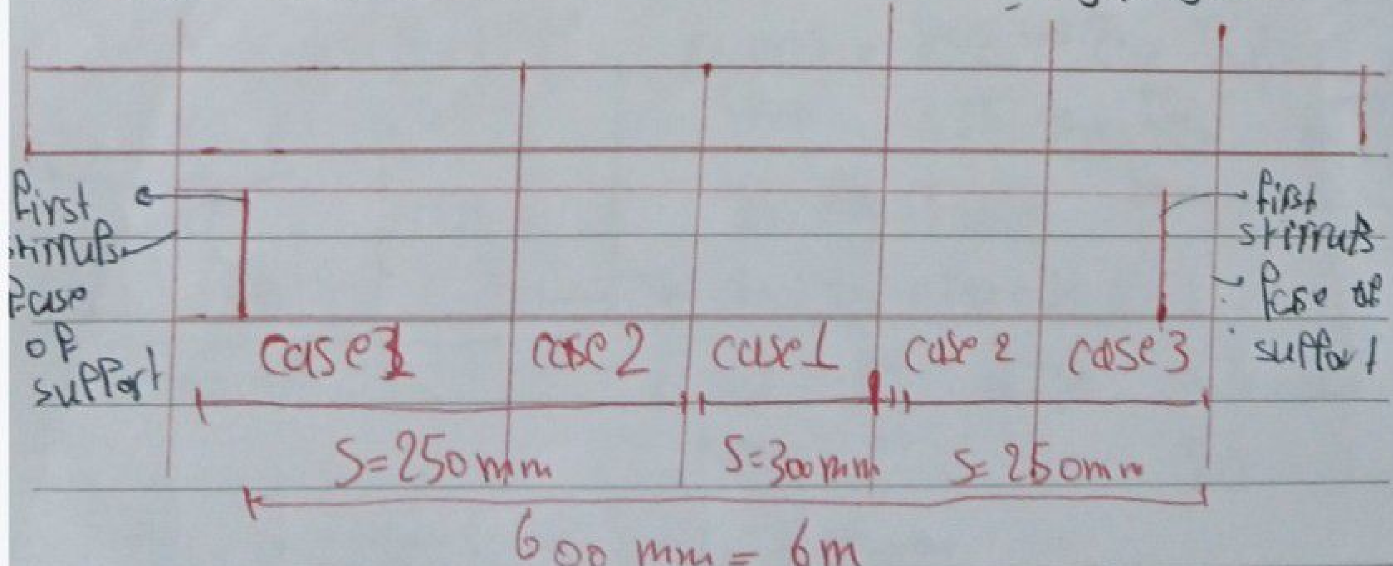
$\Rightarrow V_{s(req)} = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{155}{0.75} - 176.4$

$V_{s(req)} = 30.3\ kN$

S_{max}
- $A_v f_y d / V_s = 157 \times 300 \times 500 / 30.3 \times 1000 = 777.2\ mm$
- $.16 A_v f_y / \sqrt{f'_c}\, b_w = 356\ mm$
- $A_v f_y / 0.33 b_w = 356.8\ mm$
- $d/2 = 250\ mm \rightarrow$ for $V_s \leq 2V_c \rightarrow 30.3 \leq 2(176.4)$
- $600\ mm$

use $\boxed{S = 250\ mm}$

خار اطوق مضمة



اول كانة نحطها على بعد 10 cm او $\frac{S}{2}$

No.

Date

~~ID of a~~

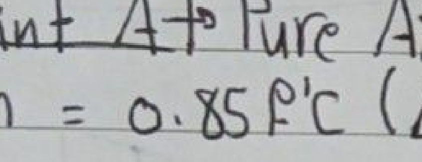
Ch8: Ex1:- Calculation of ID of a Tied Colum:

$\boxed{\text{Point A}}$ → Pure Axial load $M_n = 0$

$P_n = 0.85 f'_c (A_g - A_s) + A_s f_y$

max الحمل*القوى ↲

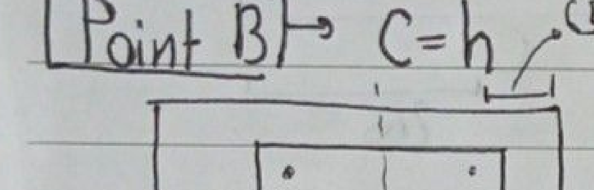
$\boxed{\text{Point B}}$ → $C = h$,65



$P_n = C_c + C_{s1} + C_{s2}$

$M_n = C_c\left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right) + C_{s2}\left(\frac{h}{2} - d'\right) - C_{s1}\left(\frac{h}{2} - d'\right)$

$a = \beta_1 C$



$\frac{0.003}{400} = \frac{\varepsilon_{s2}}{335} \rightarrow \varepsilon_{s2}$ نقارنها مع $\varepsilon_y = \frac{420}{200000}$ (f_y)

$\varepsilon_s > \varepsilon_y \rightarrow F_{s1} = F_y$

$\varepsilon_s < \varepsilon_y \rightarrow F_{s1} = \varepsilon_s E$

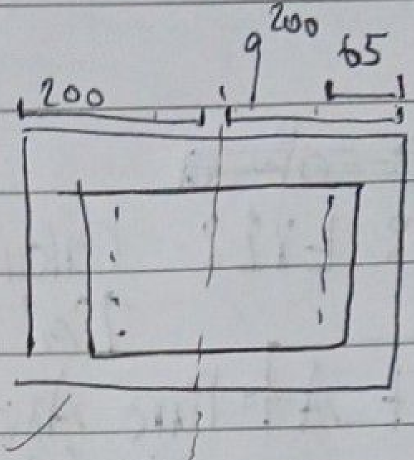
$\frac{0.003}{400} = \frac{\varepsilon_{s1}}{65} \rightarrow \varepsilon_{s1}$ نقارنها مع ε_y

$\varepsilon_{s1} > \varepsilon_y \rightarrow F_{s1} = F_y$

$\varepsilon_{s1} < \varepsilon_y \rightarrow F_{s1} = \varepsilon_{s1} * E$ (200000)

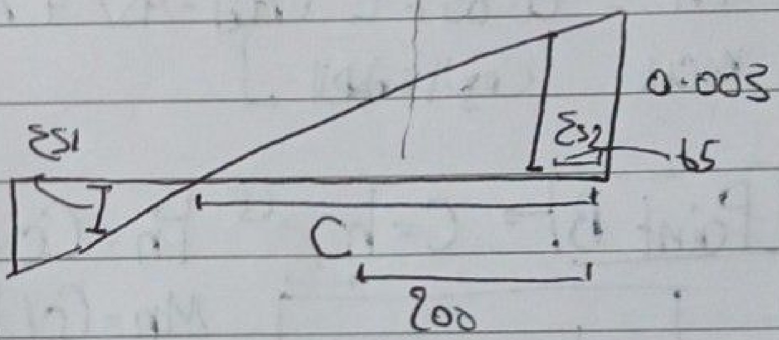
No.

Date



Point C:- $\varepsilon_{s1} = \varepsilon_y = 0.0021$

$$\frac{0.003}{c} = \frac{0.0021}{h-65-c} \to c ✓$$



$$\frac{0.003}{c} = \frac{\varepsilon_{s2}}{c-65}$$

→ $\varepsilon_{s2} > \varepsilon_y$

$F_{s2} = F_y$ ✓

→ $\varepsilon_{s2} < F_y$ → $F_{s2} = E \times \varepsilon_{s2}$

$C_c = 0.85 f'_c a b$

$C_{s2} = A_{s2}(F_{s2} - 0.85 f'_c)$

$T_1 = A_{s1} f_y$

$P_n = C_c + \varepsilon_{s2} - T_1$

$M_n = C_c\left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right) + C_{s2}\left(\frac{h}{2} - d'\right)$

$+ T_{s1}\left(\frac{h}{2} - d'\right)$

No.

Date

Point D: $\varepsilon_{s1} = 0.005$

$$\frac{0.003}{C} = \frac{0.005}{h-d'-C} \to C \to a = B_1 C$$

$$\frac{0.003}{C} = \frac{\varepsilon_{s2}}{C-65}$$

$\to \varepsilon_{s2} > \varepsilon_y \quad F_{s2} = F_y$

$\to \varepsilon_{s2} < \varepsilon_y \quad F_{s2} = \varepsilon_{s2} * E$

$$P_n = C_c + C_{s2} - T_1$$

$$M_n = C_c\left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right) + C_{s2}\left(\frac{h}{2} - 65\right) + T_1\left(\frac{h}{2} - 65\right)$$

$$C_c = 0.85 f'_c\, a b$$

$$C_{s2} = A_{s2}(f_{s2} - f'_c\, 0.85)$$

$$T_1 = A_{s1} f_y$$

Point E: Pure Moment $P_n = 0$

$$M_n = A_s f_y (d - a/2) \qquad T = C \to a = \checkmark\checkmark \quad C = \checkmark\checkmark$$

Point C

$\frac{0.003}{C} =$

$\frac{0.003}{C} =$

$\to \varepsilon_{s2} >$

$F_{s2} =$

$\to \varepsilon_{s2} < F$

$C_c = 0.$

$C_{s2} = A$

$T_1 = A_{s1}$