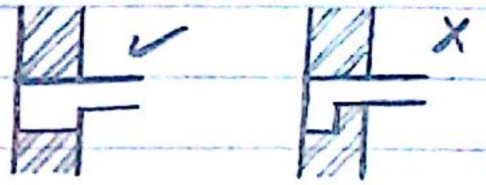
⊛ Load distribution ⊛

- فى حالات solid slab طول الكمرة لا يقل عن 3 m ولا يزيد عن 6m أو بحد أقصى 7 m
- عرض الكمرة ≤ عرض الحائط (سُمك الحائط)
- الكمرة يتم حملها على عمود أو على كمرة تانية
- فى تقاطع الكمرات . الكمرة اللى خطها مكمل بتبقى أساسية (الكمرة الحاملة)
و الكمرة اللى خطها مقطوع بتبقى ثانوية (الكمرة المحمولة)

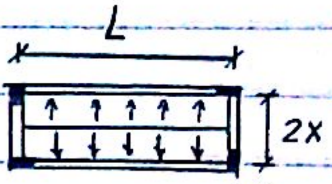


- فى توزيع الأحمال نُنَصِّف الزاوية المحصورة بين أى كمرتين
- النظر إلى رسمة الـ Plan يكون ~~...~~ إلى اليسار و إلى الأعلى

* فى رسم الـ Plan :

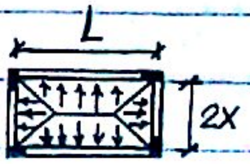
- نحدد مقياس الرسم اللى هنرسم بيه
- نرسم المحاور بخط خفيف
- نرسم الحوائط (الكمرات) ثم الأعمدة (أبعاد الأعمدة 25 x 60)
- تهشير العمود بخط خفيف ميل 45° ←

- أى بلاطة متهشرة تكون حمام أو بلاطة منسوبها مختلف



one way slab

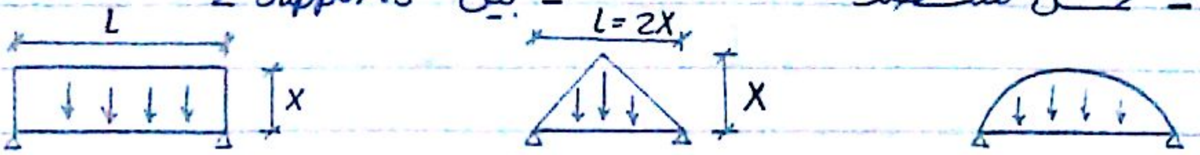
$\frac{L}{2X} \geq 2$



two way slab

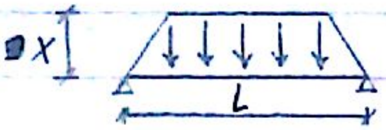
$\frac{L}{2X} < 2$

■ عشان يكون للشكل α أو β لازم يكون :
- حمل منتظم - بين 2 supports



$\beta = 1 \quad \alpha = 1$ $\qquad$ $\beta = \frac{1}{2} \quad \alpha = \frac{2}{3}$ $\qquad$ $\beta = \frac{3}{8} \quad \alpha = \frac{5}{6}$

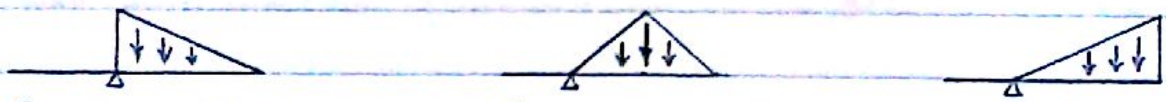
* حالة خاصة *



■ في حالة الشبه منحرف نحسب $\frac{L}{2x}$

$L/2x$	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
β	0,544	0,582	0,615	0,642	0,667	0,688	0,706	0,722	0,737
α	0,725	0,769	0,803	0,819	0,853	0,870	0,885	0,897	0,908

* حالات خاصة *



$\beta = \frac{1}{2} \quad \alpha = \frac{1}{3}$ $\qquad$ $\beta = \frac{1}{2} \quad \alpha = \frac{1}{2}$ $\qquad$ $\beta = \frac{1}{2} \quad \alpha = \frac{2}{3}$

$O.W_{beam} = 2{,}5\ b\,(t - t_s)$	(t/m)
$W_{wall} = (\gamma_w \cdot t_w + 0{,}05) \cdot h_w$	(t/m)
$W_{slab} = 2{,}5\ t_s + F.C$ (Dead load)	(t/m^2)
$W_{slab} = L.L$ (Live load)	(t/m^2)

في حالة لم يُعطى (t) $\quad \therefore t = \frac{L_{max}}{10}$

في حالة لم يُعطى (t_w) $\quad \therefore t_w = b$ $\quad$ أو كما برسمة الـ Plan

في حالة لم يُعطى (h_w) $\quad \therefore h_w = h_f - t$ $\quad$ حيث h_f : Floor height

$g_s\ (g_{shear}) = O.W_{beam} + W_{wall} + W_{slab} * X * \beta$ (t/m)
$P_s\ (P_{shear}) = L.L * X * \beta$ (t/m)
$W_{shear} = 1,5\ (g_s + P_s)$ (t/m)
$g_m\ (g_{moment}) = O.W_{beam} + W_{wall} + W_{slab} * X * \alpha$ (t/m)
$P_m\ (P_{moment}) = L.L * X * \alpha$ (t/m)
$W_{moment} = 1,5\ (g_m + P_m)$ (t/m)

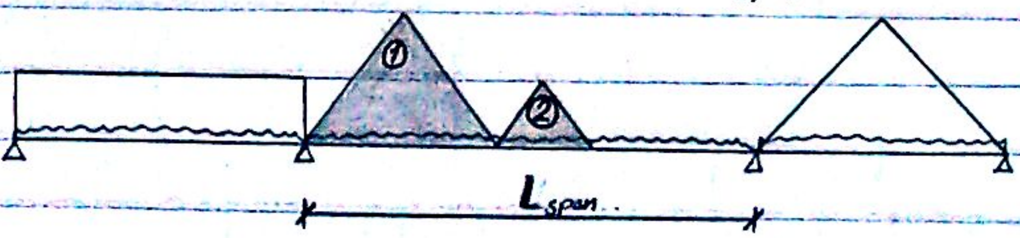
* حالة خاصة *

إذا كان في حمل مش واصل بين الـ 2 supports بنزود على المعادلة الـ Term ده

$$g_s = O.W_{beam} + W_{wall} + W_{slab} * X * \beta + W_{slab} * \frac{\Sigma Area}{span}$$

$$\boxed{\therefore g_s = O.W_{beam} + W_{wall} + W_{slab} * \left(X * \beta + \frac{\Sigma Area}{span} \right)}$$

$$\frac{\Sigma Area}{span} = \frac{Area\ ① + Area\ ②}{L_{span}}$$



⊛ Moment Crack ⊛

$$\boxed{F_{ctr} = \frac{M_{cr} * \bar{y}}{I_v}}$$

$$\bar{y} = \frac{\Sigma A \cdot Y}{\Sigma A} = \frac{(b*t)*(\frac{t}{2}) + A_s*(n-1)*(d)}{(b*t) + A_s*(n-1)}$$

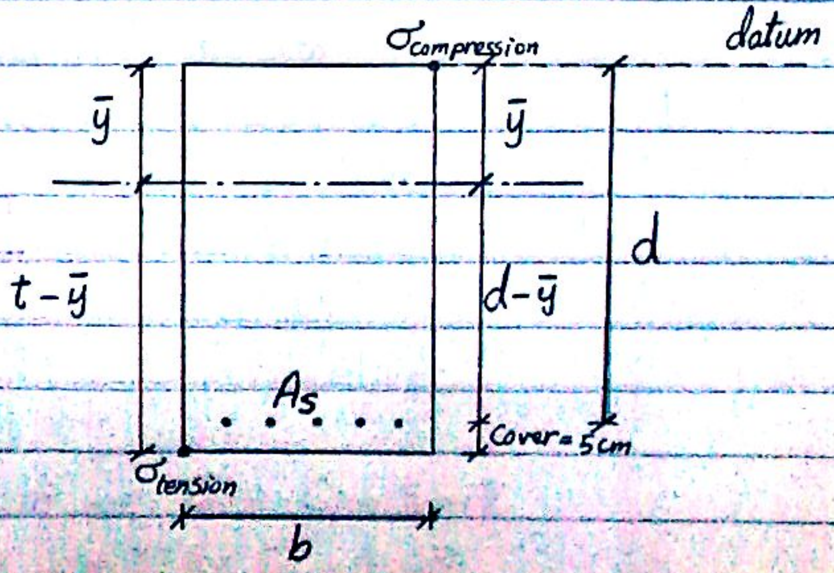
$$I_v = I + A \cdot d^2$$
$$= \left[\frac{b \cdot t^3}{12} + (b*t)*(\frac{t}{2}-\bar{y})^2\right] + \left[A_s(n-1)*(d-\bar{y})^2\right]$$

$$\boxed{F_{ctr} = 0{,}75\,(f_{cu})^{2/3}} \qquad \boxed{n \simeq 10}$$

$\because (t-\bar{y}) = ✓$ $\quad \because \sigma_{ten.} = 0{,}75\,(f_{cu})^{2/3}$

$\because I_v = ✓$

$$\because \sigma_{ten.} = \frac{M_{cr} * (t-\bar{y})}{I_v} \qquad \therefore M_{cr} = ✓✓✓$$



Design of beam section

$\gamma_c = 1,5$
$\gamma_s = 1,15$
$R_{max} = 0,194$

- $C_u = \frac{0,67\, f_{cu}}{\gamma_c} \cdot b \cdot a$
- $T_u = \frac{f_y}{\gamma_s} \cdot A_s$
- $d = t - 5\,cm$

$$\boxed{M_u = \frac{0,67\, f_{cu}}{\gamma_c} \cdot b \cdot a \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$\boxed{M_u = \frac{f_y}{\gamma_s} \cdot A_s \left(d - \frac{a}{2}\right)} \qquad \boxed{M_u = R_{max} \cdot \frac{f_{cu}}{\gamma_c} \cdot b \cdot d_{min}^2}$$

- $a = 0,8\, C$

$$\boxed{a = 1,93\, \frac{A_s \cdot f_y}{b \cdot f_{cu}}} \qquad \boxed{d = 1,2 * d_{min}}$$

Checks

- $\frac{c}{d} < \frac{C_{max}}{d} = 0,44$ at $f_y = 3600$
  $= 0,5$ at $f_y = 2400$
- $\mu = \frac{A_s}{b \cdot d} < \mu_{max} = 5*10^{-5}\, f_{cu}$ at $f_y = 3600$
  $= 8,5*10^{-5}\, f_{cu}$ at $f_y = 2400$
- $a \geq 0,1\, d$
- $A_{s_{min}}$ = الأكبر من:
  - الأقل من: $\frac{11}{f_y} \cdot b \cdot d$ ، $1,3\, A_s$
  - $\frac{0,15}{100} \cdot b \cdot d$

$$\boxed{d = C_1 \sqrt{\frac{M_u}{b * f_{cu}}}}$$

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

C_1	j	$\frac{c}{d}$

- For Rec-Section $\Rightarrow$ Take $C_1 = 3 \sim 4$
- For T-section $\Rightarrow$ Take $C_1 = 4 \sim 5$

$$N = \frac{A_s}{\text{bar cross area}}$$ ⟵ يُقرّب للأكبر

$$n = \frac{b - 2,5}{\varnothing + 2,5}$$ ⟵ يُقرّب للأصغر

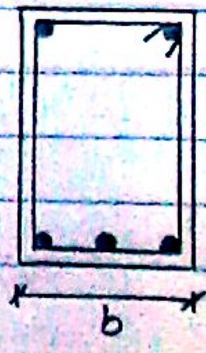
Ø (mm)	Cross area (cm^2)
12	1,13
16	2
18	2,54
22	3,8

- الصف الواحد لا يقل عن 2 سيخ حديد
- حديد الكانات $5\varnothing 8/m'$
- أقل عدد أسياخ تعليق = عدد فروع الكانة
- قطر أسياخ التعليق لا يقل عن 12 mm (حيث 12 mm هو أقل قطر يُستخدم في الكمرة)
- أسياخ التعليق A_s' تساوي من 10% إلى 20% من قيمة A_s والأفضل 15%
- إذا زاد عمق الكمرة عن 70 cm يتم وضع حديد انكماش $2\varnothing 10$ على مسافات متساوية لا تزيد عن 30 cm

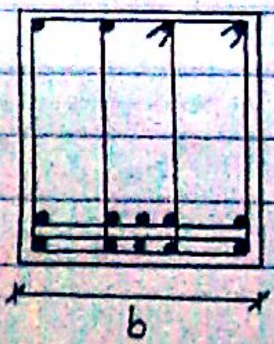
عمق الكمرة (cm)	70 ~ 75	75 ~ 100	100 ~ 130
عدد صفوف حديد الانكماش	صف واحد	صفين	ثلاثة صفوف

عرض الكمرة : b

$b \leq 35$ cm
كمرة فرعين :

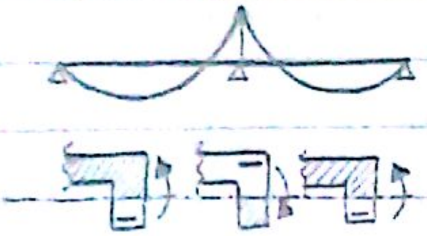


$40cm \leq b \leq 90$ cm
كمرة 4 فروع :

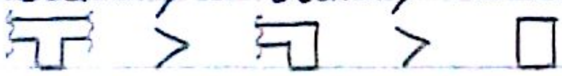


⊛ Design of T & L-sections ⊛

■ مكان المومنت فى رسمة الـ B.M.D يُشير إلى مكان الشد فى القطاع



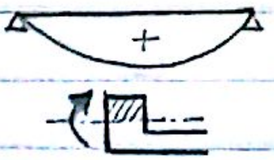
■ إذا اختلف شكل القطاع فى نفس الـ Span نختار القطاع ذو المساحة الأقل ونصمم عليه ، حيث مساحة T-Section > L-section > Rec. Section

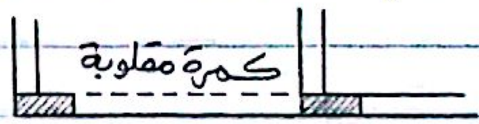


مثال ① : إذا كان هناك قطاع L وقطاع T فى نفس الـ Span ⟸ نصمم كل الـ span بقطاع L

مثال ② : إذا كان هناك القطاعات Rec & T & L فى نفس الـ Span ⟸ نصمم الـ Span كلها بقطاع Rec.

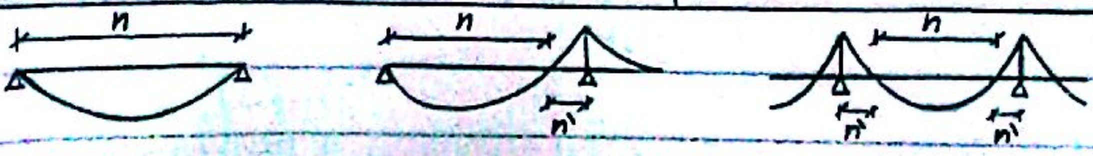
■ إذا كان سقوط الكمرة مُسبب لأحد المشاكل مثل أنها تغلق جزء من الباب أو الشباك الموجود تحتها ، فيمكن عمل الكمرة مقلوبة بحيث يكون سقوطها متجه لأعلى





■ قطاع T وقطاع L متماثلين فى كل شئ ماعدا معادلات حساب B

T-section		L-Section	
$B = 16\,t_s + b$ $B = \frac{n \cdot L}{5} + b$ $B =$ from C.L to C.L	أيهم أقل	$B = 6\,t_s + b$ $B = \frac{n \cdot L}{10} + b$ $B =$ distance to C.L	أيهم أقل

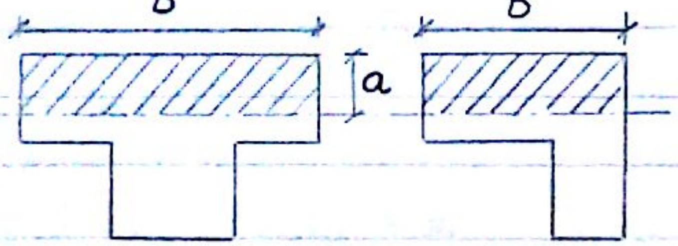
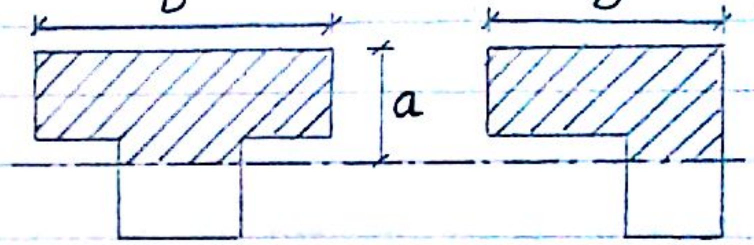


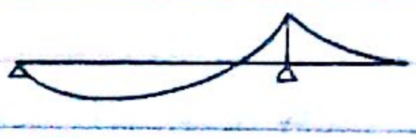
$n = 1$ $\quad$ $n = 0{,}85$, $n' = 0{,}15$ $\quad$ $n = 0{,}7$, $n' = 0{,}15$

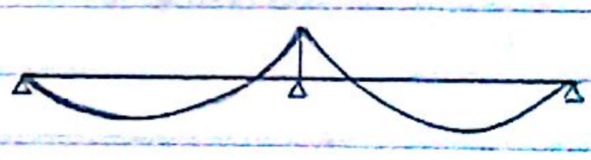
$\boxed{*\text{For T \& L-Sec.}*}$ $\because M_u = \frac{0.67\, f_{cu}}{\gamma_c} \cdot B \cdot a \left(d - \frac{a}{2}\right)$ $\therefore a = \checkmark$

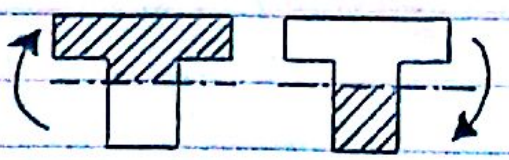
- check $a \geq 0.1\, d$
  - if $a \geq 0.1\, d \rightarrow$ Continue with the same value ($a = \checkmark$)
  - if $a < 0.1\, d \rightarrow$ Take ($a = 0.1\, d$)

- Check if $a > t_s$ or $a < t_s$

$a < t_s$	$a > t_s$
	
We use this equation for steel	We use this equation for steel
$\boxed{M_u = \frac{f_y}{\gamma_s} \cdot A_s \left(d - \frac{a}{2}\right)}$	$\boxed{M_u = \frac{f_y}{\gamma_s} \cdot A_s \left(d - \frac{t_s}{2}\right)}$

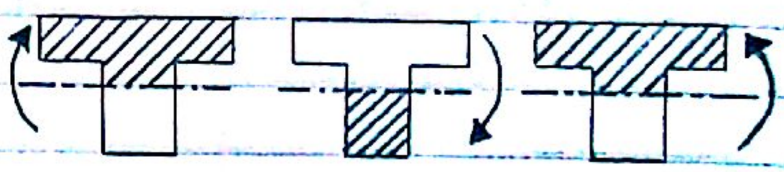






② هصمم بعد كده الكمرة دى بنفس قيمة ال d

① هصمم الكمرة دى الأول وأجيب d



② هصمم بعد كده الكمرة دى بنفس قيمة ال d

① هصمم الكمرة دى الأول وأجيب d

③ هصمم بعد كده الكمرة دى بنفس قيمة ال d

⊛ Double Reinforcement ⊛

■ يستخدم في القطاعات الـ Unsafe إذا لم نستطع زيادة عمق الكمرة $M_u > M_{u_{max}}$

* ملحوظة هامة *

المعادلة الأصلية : $M_u = R \cdot \frac{F_{cu}}{\gamma_c} \cdot b \cdot d^2$

في معادلات Double Rein.

في حالة حساب أكبر M_u على كمرة (نحتاج $M_{u_{max}}$)

■ Given: F_{cu}, γ_c, b, d

∵ العلاقة بين M_u و R علاقة طردية

$\therefore M_{u_{max}}$ at $R_{max} = 0.194$

$\therefore M_{u_{max}} = ✓$

في معادلات التصميم السابقة

في حالة تصميم القطاع (نحتاج d)

■ Given: M_u, F_{cu}, γ_c, b

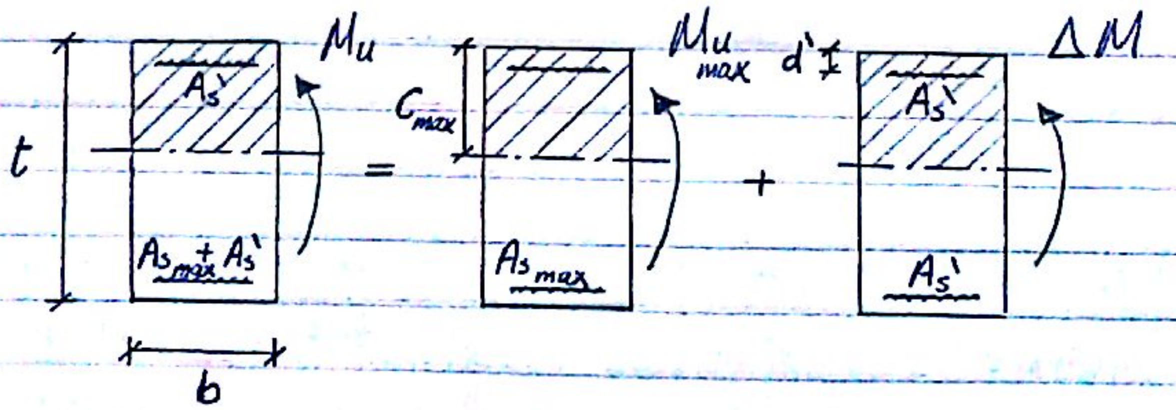
∵ العلاقة بين d^2 و R علاقة عكسية

$\therefore d^2_{min}$ at $R_{max} = 0.194$

$\therefore d_{min} = ✓$ $\quad \therefore d = 1.2\, d_{min} = ✓✓$

$$\because M_u > M_{u_{max}}$$

$$\therefore M_u = M_{u_{max}} + \Delta M \qquad ■\ A_s = A_{s_{max}} + A_s'$$



$$\because M_u = M_{u_{max}} + \Delta M$$

$$\therefore M_u = R_{max} \cdot \frac{F_{cu}}{\gamma_c} \cdot b \cdot d^2 + \frac{F_y}{\gamma_s} \cdot A_s' \cdot (d - d')$$

$A_s' = A_s - A_{s_{max}}$ أيهما أقل A_s' المعطى في المسألة

■ في بداية حل أي مسألة Double Reinfor. ⇐ Check μ

$$\mu = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

$\mu < \mu_{max}$

∴ Safe section

∴ A_s' حديد تعليق

$\mu = \mu_{max}$

∴ Safe section

∴ A_s' حديد تعليق

$A_s = A_{s\,max}$

$M_u = M_{u\,max}$

$\mu > \mu_{max}$

∴ Unsafe section

∴ We use double Rein.

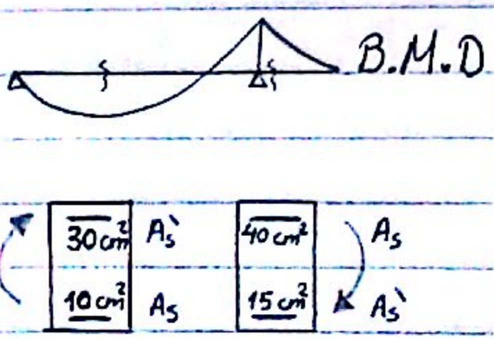
∴ A_s' حديد ضغط

$A_s = A_{s\,max} + A_s'$

$M_u = M_{u\,max} + \Delta M$

■ لو الدكتور حدد على القطاع (الحديد الأول A_s والحديد الثاني A_s') لازم نتأكد من المعطيات عن طريق :

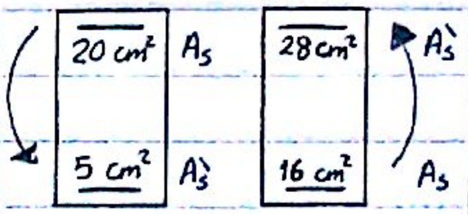
لو عندنا رسمة B.M.D



- مكان المومنت هو مكان الشد
أي مكان حديد الشد(A_s)
- والمكان الآخر هو مكان حديد الضغط
(A_s')

بغض النظر عن الأرقام

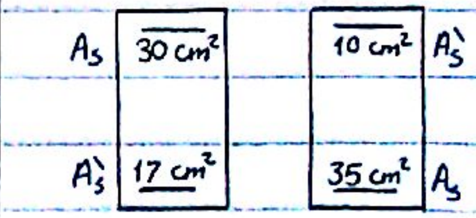
لو اتجاه المومنت مُعطى



- ذيل السهم
هو مكان حديد الشد (A_s)
- رأس السهم
هو مكان حديد الضغط (A_s')

بغض النظر عن الأرقام

لو مفيش B.M.D أو اتجاه مومنت



نشتغل على طول بالقيم والمعطيات اللي الدكتور حددها.

* لو الدكتور مش محدد *

∴ الحديد الأكثر ⇐ حديد شد(A_s)

∴ الحديد الأقل ⇐ حديد ضغط(A_s')

* هـام *

في أي مسألة Double rein. لازم نحل

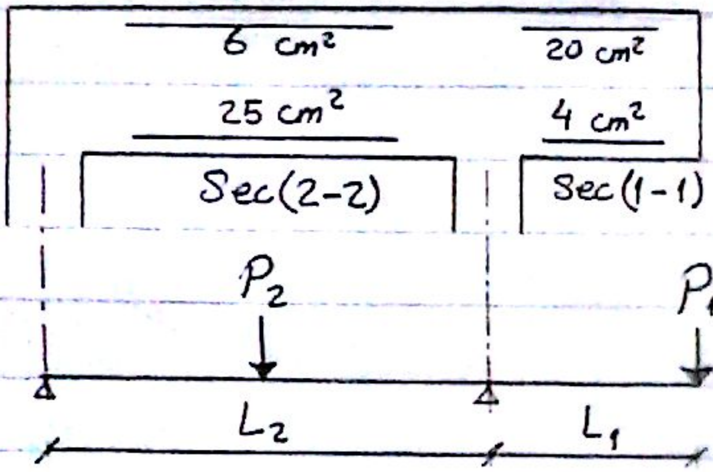
Check : $\frac{A_s'}{A_s} \ngtr 0.4$

ولو زادت النسبة عن 0,4

∴ لا يمكن استخدام Double Reinforcement

* من أنواع المسائل على Double Reinforcement *

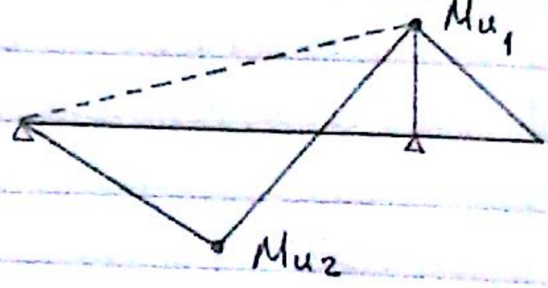
■ ممكن يجيب كمرة زي دي موضح تسليحها وعليها أحمال ويطلب (مثلاً) P_1 و $P_{2\,max}$ و $P_{2\,min}$



* طريقة الحل *

① نرسم B.M.D في الحالتين

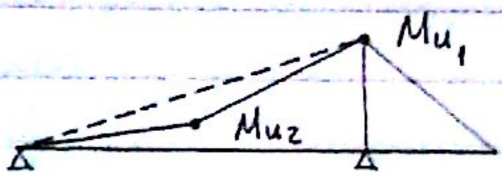
حالة ① $\Longleftarrow P_{2\,max}$



$$M_{u_1} = P_1 L_1$$

$$M_{u_2} = \frac{P_2 L_2}{4} - \frac{P_1 L_1}{2}$$

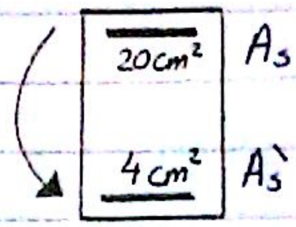
حالة ② $\Longleftarrow P_{2\,min}$



$$M_{u_1} = P_1 L_1$$

$$M_{u_2} = \frac{P_1 L_1}{2} - \frac{P_2 L_2}{4}$$

② نبدأ نحل Sec(1-1)



- أول حاجة نرسم القطاع بتاعه
- عشان نحدد ايه هيكون A_s وايه هيكون A_s'
- عن طريق رسمة B.M.D
- بعد كده Check μ

$\boxed{\text{لو طلعت } \mu \leq \mu_{max} \Leftarrow \text{Safe}}$

- نجيب a من القانون $a = 1.93 \frac{f_y \cdot A_s}{f_{cu} \cdot b}$
- نعمل check: $a \geq 0.1d$ ونجيب C من $C = \frac{a}{0.8}$ ونعمل check: $\frac{c}{d} < \frac{c_{max}}{d}$
- نجيب Mu من قانون $M_u = \frac{f_y}{\gamma_s} \cdot A_s \left(d - \frac{a}{2}\right)$
- نساوي Mu المحسوبة مع M_{u1} اللي جبناها من رسمة BMD

[لا تنسوا تحويل الوحدات ، Mu من القانون (Kg.cm) و Mu من BMD (t.m)]

$\boxed{\text{لو طلعت } \mu > \mu_{max} \Leftarrow \text{Unsafe}}$

- نجيب A_s' من قانون $A_s = A_{s\,max} + A_s'$ (حيث $A_{s\,max} = \mu_{max} \cdot b \cdot d$)
- نقارن بين A_s' المحسوبة و A_s' المعطى في الرسمة ، و نختار A_s' الأصغر
- نعمل check: $\frac{A_s'}{A_s} \not> 0.4$
- نجيب Mu من قانون

$\cancel{M_u = \frac{f_y}{\gamma_s} \cdot A_s}$

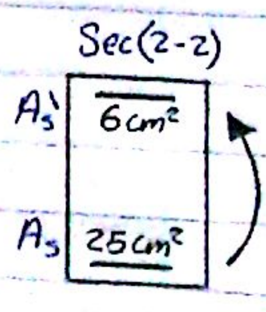
$$M_u = M_{u\,max} + \Delta M = R_{max} \cdot \frac{f_{cu}}{\gamma_c} \cdot b \cdot d^2 + \frac{f_y}{\gamma_s} \cdot A_s' (d - d')$$

- نساوي Mu المحسوبة مع M_{u1} اللي جبناها من رسمة BMD

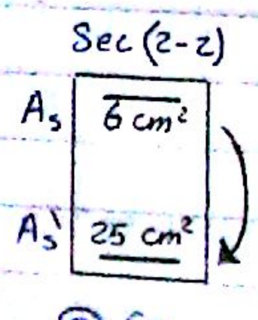
[لا تنسوا تحويل الوحدات ، $(M_{u\ \text{المحسوبة}}) * 10^5 = (M_{u\ \text{في الرسمة}})$]

③ نبدأ نحل Sec(2-2) بنفس الطريقة السابقة في الحالة ① مرة وفي الحالة ② مرة

نرسم القطاع ونحدد A_s & A_s' من رسمة BMD



حالة ①



حالة ②

نعمل Check μ في كل حالة ونحل بنفس الخطوات السابقة