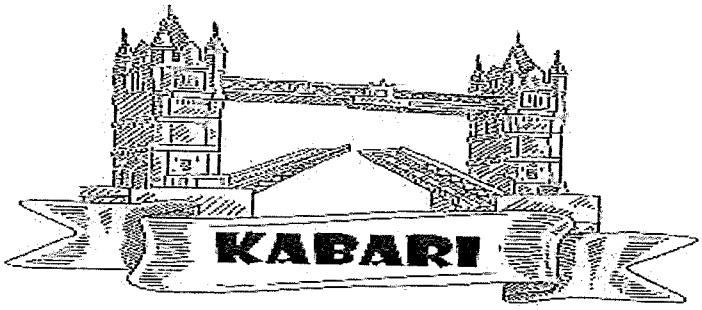
KABARi



CIVIL ENGINEERING

No : 6

Girder bridge

(Two way slab design)

كن قويا و لا تستسلم و تذكر دائما انك ..... أسد

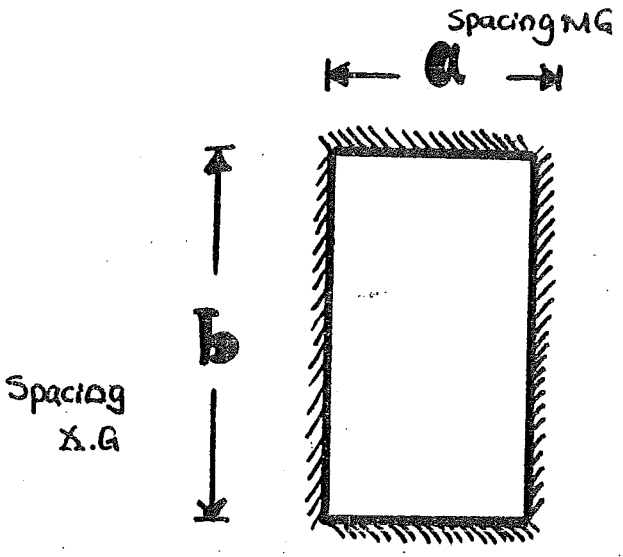
Slab Design

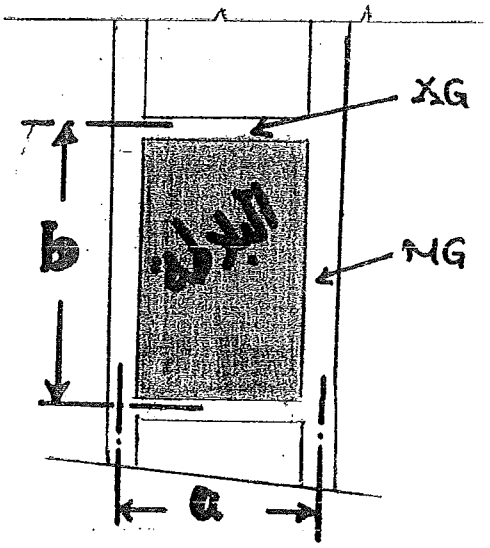
تصميم البلاطة

كما وضحنا في المذكرات السابقة أن البلاطة محاطة في الأربع جوانب بكمرات الـ (Cross Girder) و الـ (Main Girder)

وهي كمرات إرتفاعها كبير بالنسبة للبلاطة

ولذلك نعتبر البلاطة " Fixed " من جميع النواحي .





ولتصميم أي بلاطة يجب معرفة

هل هي OWS , TWS ؟

-1-

يتم حساب قيمة $r = \frac{b * m_b}{a * m_a}$

ولأن البلاطة fixed من جميع النواحي

$\therefore m_a = m_b = 0.76$

$\therefore$ $$r = \frac{b}{a}$$

* ثم نقارن r بـ "2" وانت بتحل الـ "Dead" :

$r < 2$ Dead TWS ▼ $r > 2$ $\therefore$ Dead OWS

* ونقارن r بـ "1.5" وانت بتحل الـ "Live" :

$r < 1.5$ Dead TWS ▼ $r > 1.5$ Live OWS

يا بيه ده يعني ممكن حمل الـ Dead يكون Two way
وحمل الـ live يكون one way مثلاً

أيوه عادي جداً ..... عادي جداً سيبها راجع انت !!!

أولاً :-

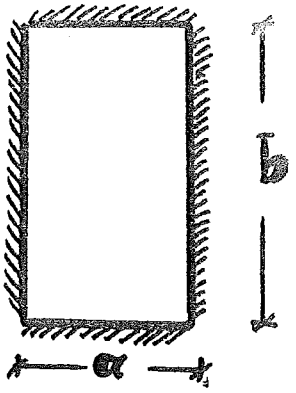
Dead

Ownwt

Cover

assume $t_s = \frac{a}{15}$

وزى ما قلنا فى المذكرة السابقة لايقل عن "200 mm" لو طلع أقل من 200 تأخذه = 200 mm



∴ $Ownwt = t_s * \gamma_{RC}$

Cover : حتى لو لم يعطى Cover = 3 kN/m²

∴ g = Ownwt + Cover .....

ثم نحسب قيمة "٣" = $\frac{b}{a}$ .....

← وتقارن بـ "2" لأن الـ Dead ده حمل موزع

وهناك إحتمالين

- ٣ > 2
- ٣ < 2

-3-

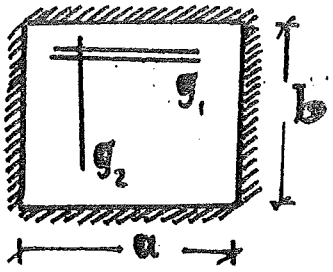
كنا شرحنا الـ OWS في المذكرة السابقة

لو كانت البلاطة (Tws) ٣ < ٢

وصنا حمل الـ (Dead) ينتقل إتجاهين ، (Short) و (Long)

ويتم توزيع الحمل في الإتجاهين بطريقة "حبر اشوف" دائماً

Short **Long**

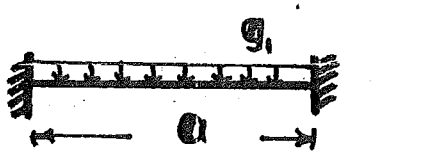


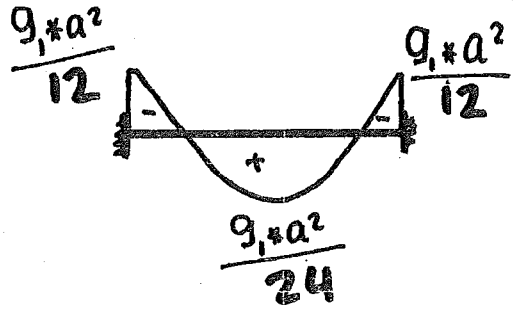
$$g_1 = \alpha * g$$

حيث :

$$\alpha = \frac{r^4}{1+r^4}$$

وينتقل الحمل (g_1) في إتجاه (a) Short



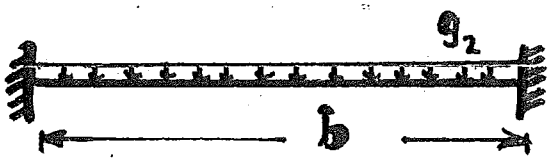


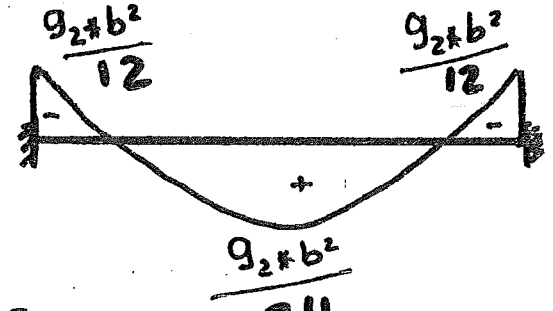
$$g_2 = \beta * g$$

حيث :

$$\beta = \frac{1}{1+r^4}$$

وينتقل الحمل (g_2) في إتجاه (b) long





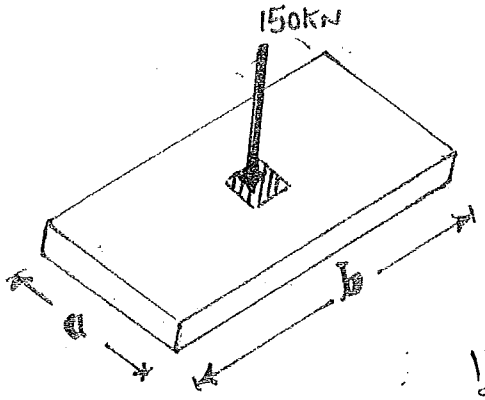
Live Load

* حمل الـ (live) هو حمل عجلات العربات على بلاطة الكوبرى

لمبة سؤال ماهى أسوأ حالة للعجلات على البلاطة ؟!

* الاجابة : عندما تؤثر أحمال العجلات المركزة على منتصف بحر البلاطات

يعنى قصدك إن عجلة العربية تكون فى منتصف البلاطة ؟!



ها ايه رأيك كده
هل دى أسوأ حالة ؟!

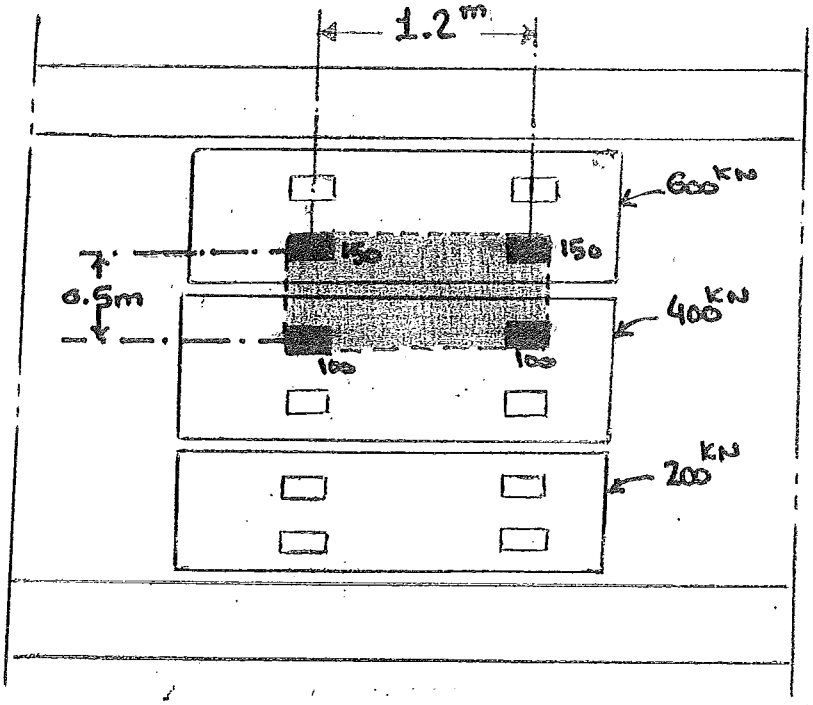
لا ياعم ليست أسوأ حالات تولد أقصى عزوم ....

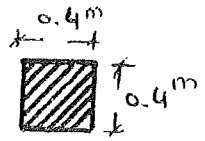
*** الكود المصرى للأحمال حدد حالتين تدرسهم وتحسب العزوم لكل منهم وتأخذ الأكبر

- حالة تحميل رقم (1) ....
- حالة تحميل رقم (2) ....

حالة تحميل رقم [1]

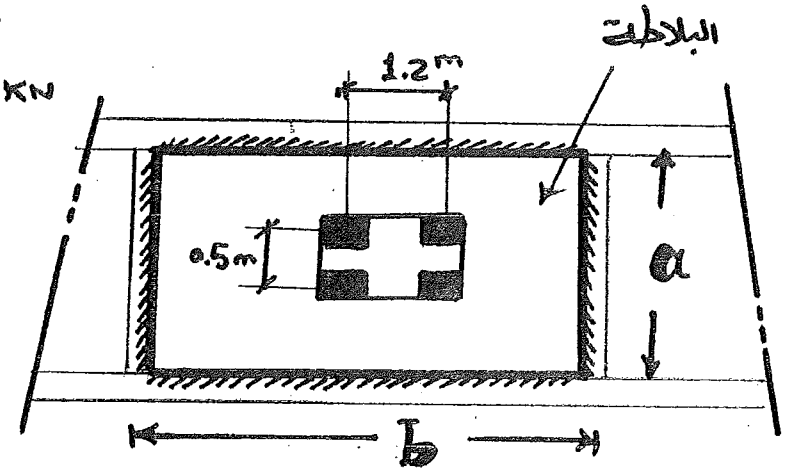
وجد أن عجلتين من العربة الكبيرة (600kN) مع عجلتين من العربة المتوسطة (400kN) عندما يؤثروا على منتصف البلاطات معاً يعطوا عزوم كبيرة

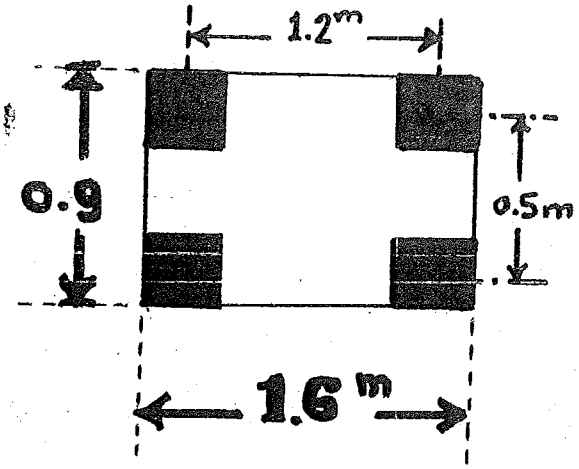




مساحة تلامس العجلة مع الأرض ...

أي بدل ما نقط عند نض البلاطة عجلة 150kN لاحيا بيس ضغط بشكل ده



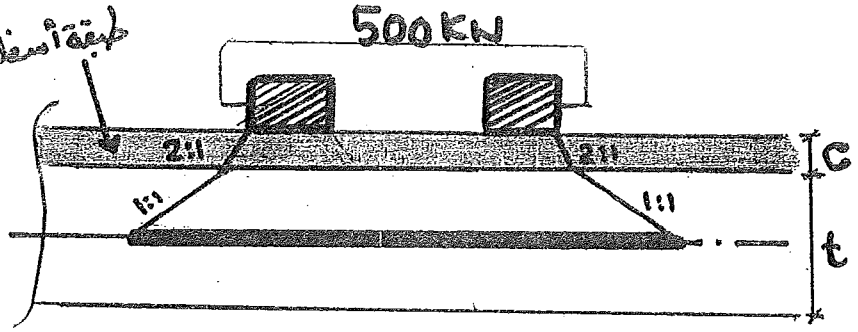


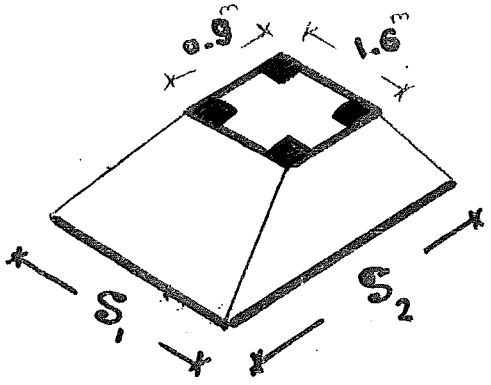
ويكون مجموع حمل البلاطة

$$\frac{500\ kN}{\text{مساحة}} \leftarrow \text{تؤثر على} \quad (1.6 * 0.9) = 150*2 + 100*2$$

يعني من الآخر انت قصدك أن البلاطة عليها حمل مركز (500 KN) عبارة عن أعمدة
موزعين على المساحة (1.6 * 0.9 m) ..... لحد دلوقتي تمام ....
ايه تاني يا عالم معفنة !!!!

وجد أن هذا الحمل عندما يصل إلى "℄" البلاطة يتوزع على مساحة أكبر





وبالتالي سنقوم بالآتي .... هام جداً ..

(1) يتم توزيع الحمل من المساحة $(0.9 * 1.6)\,m$ ← توزيع أولي ← $(S_1 * S_2)$

(2) المساحة $(S_1 * S_2)$ أيضاً تتوزع وتكبر مرة أخرى ← توزيع نهائي ← $(S_{1\,final} * S_{2\,final})$

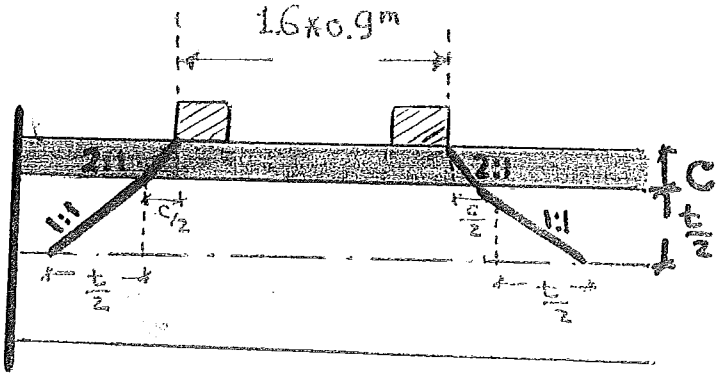
وهي ديه المساحة ($S_{1f} * S_{2f}$) اللي بندور عليها ونكمل بها المسألة

أولاً : التوزيع الأول كيفية حساب ($S_1 * S_2$)

* سمك الأسفلت $C = 0.15\ m$ حفظ

← ويتوزع بزاوية الحمل بميل 2:1

← ويتوزع الحمل في البلاطة الخرسانية بميل 1:1

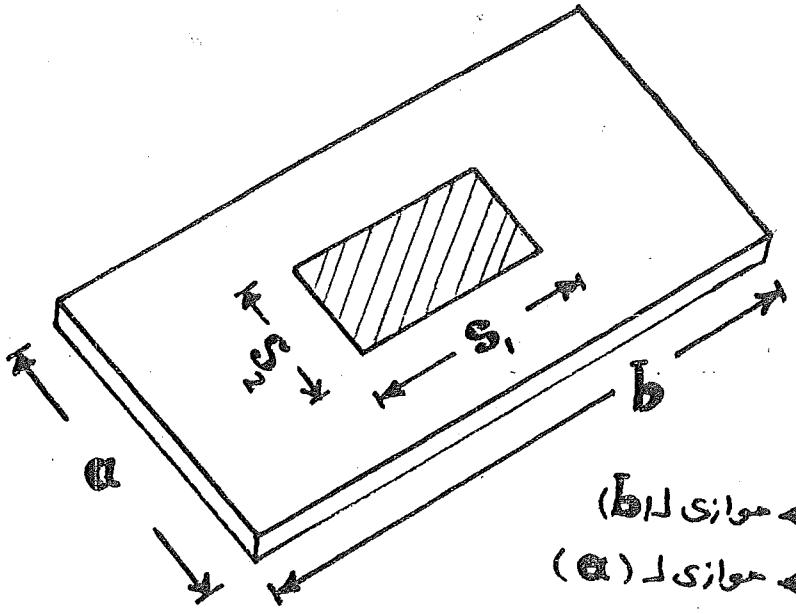


قوانين التوزيع الأول

$$S_1 = 1.6 + C + t$$

$$S_2 = 0.9 + C + t$$

" حفظ "



لاحظ أن S_1 ← موازي لـ (b)

S_2 ← موازي لـ (a)

ثانياً : التوزيع النهائي

كيفية حساب $(S_{1f_{final}} * S_{2f_{final}})$

if r < 1.5

أي أن حمل live ..... Two way

- S_{1f} الأقل من كل من
  - $S_1 + 0.4a'(2 - \frac{a'}{b'})$
  - b « البعد الكبير للبلاطة »

حيث : $a' = 0.76 * a$ ، $b' = 0.76 * b$

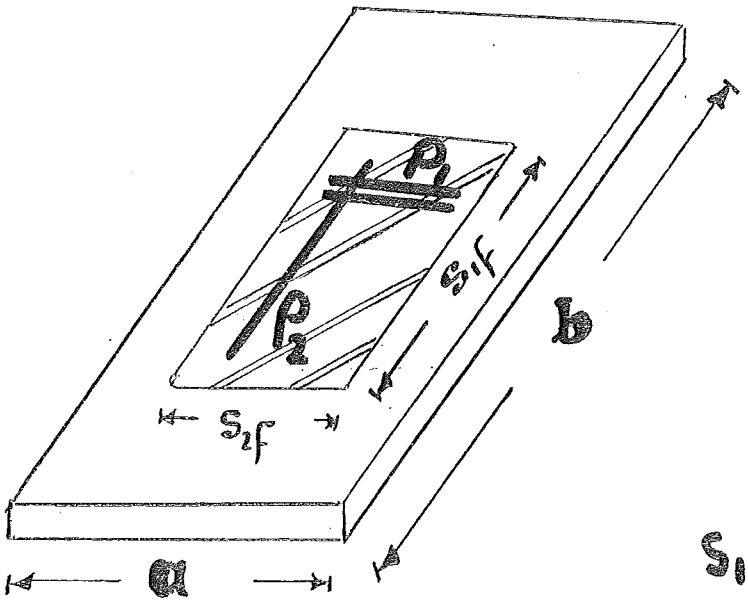
- S_{2f} الأقل من كل من
  - $S_2 + 0.4a'$
  - a « البعد الصغير للبلاطة »

← لاحظ أن ديه قوانين مختلفة عن لما كانت البلاطة (one way)

أخيراً ، وصلت للمساحة الفعلية التي يؤثر بها حمل العجلات

حمل live الموزع $P = \frac{500}{S_{1f} * S_{2f}}$ ← حمل ٤ عجلات

ولكن لأن البلاطة
Two way Slab
فإن حمل الـ P_2 ،
لايتحرك فى إتجاه واحد ولكنه
يتم تقسيمه فى الاتجاهين
داخل مساحتة $S_1f * S_2f$
كالآتى ....



الحمل الكلى المحسوب **P**

Short — البعد الكبير فى البسط

$$P_1 = P * \frac{b}{a+b}$$

Long — البعد الصغير فى البسط

$$P_2 = P * \frac{a}{a+b}$$

ملحوظة :

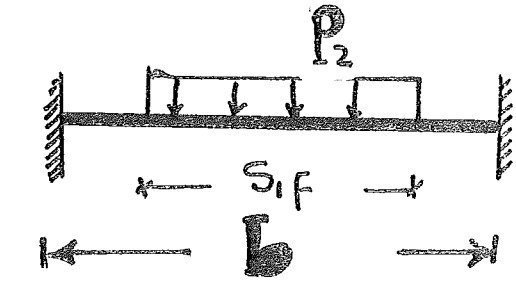
① $P = P_1 + P_2$

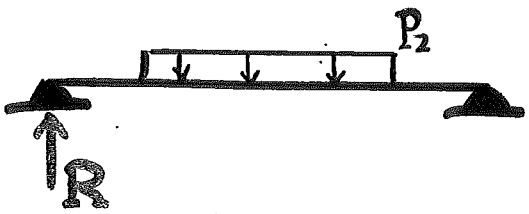
② إذى تفاعلها وتوزع الـ P بطريقة جرانشوف XXXX

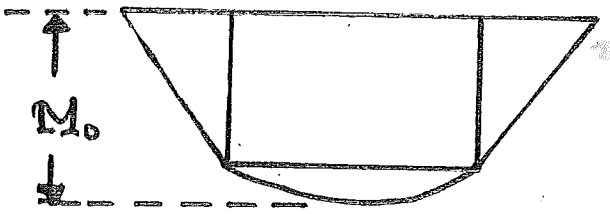
ويتم أخذ قطاع في الاتجاهين في البلاطة :

Long

ونحسب العزوم كما سبق



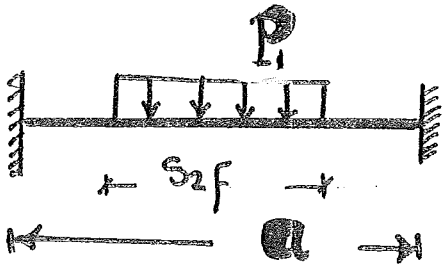


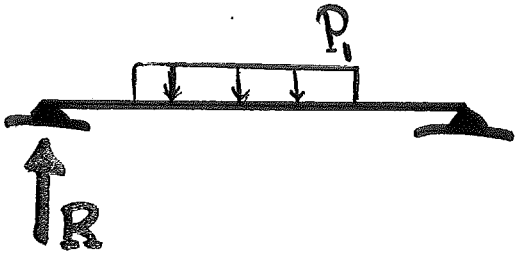


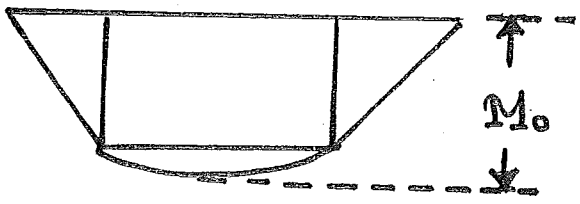
$$M^{-ve} = \frac{\text{Area BMD}}{b}$$

$$M^{+ve} = M_o - \frac{M^{-ve}}{2}$$

Short







$$M^{-ve} = \frac{\text{Area BMD}}{a}$$

$$M^{+ve} = M_o - \frac{M^{-ve}}{2}$$

على نفس طريقة حساب العزوم في الدرس السابق دون أي اختلاف

Design

أولاً: لاتنسى ضرب العزم * "1.35"

نضعه بنفس الطريقة السابقة

- $M_{total} = 1.35 * (M_{DL} + M_{L.L})$

حساب سمك البلاطة t_s

$$d = \sqrt{\frac{1}{R_{max}\ F_{cu}/\gamma_c}} \sqrt{\frac{M_{tot}}{b}} = \text{mm}$$

M_{tot}: أقصى عزم موجب أو سالب

$d' = 30\ mm$

$\therefore t_s = d + d' = \text{mm}$

حساب التسليح

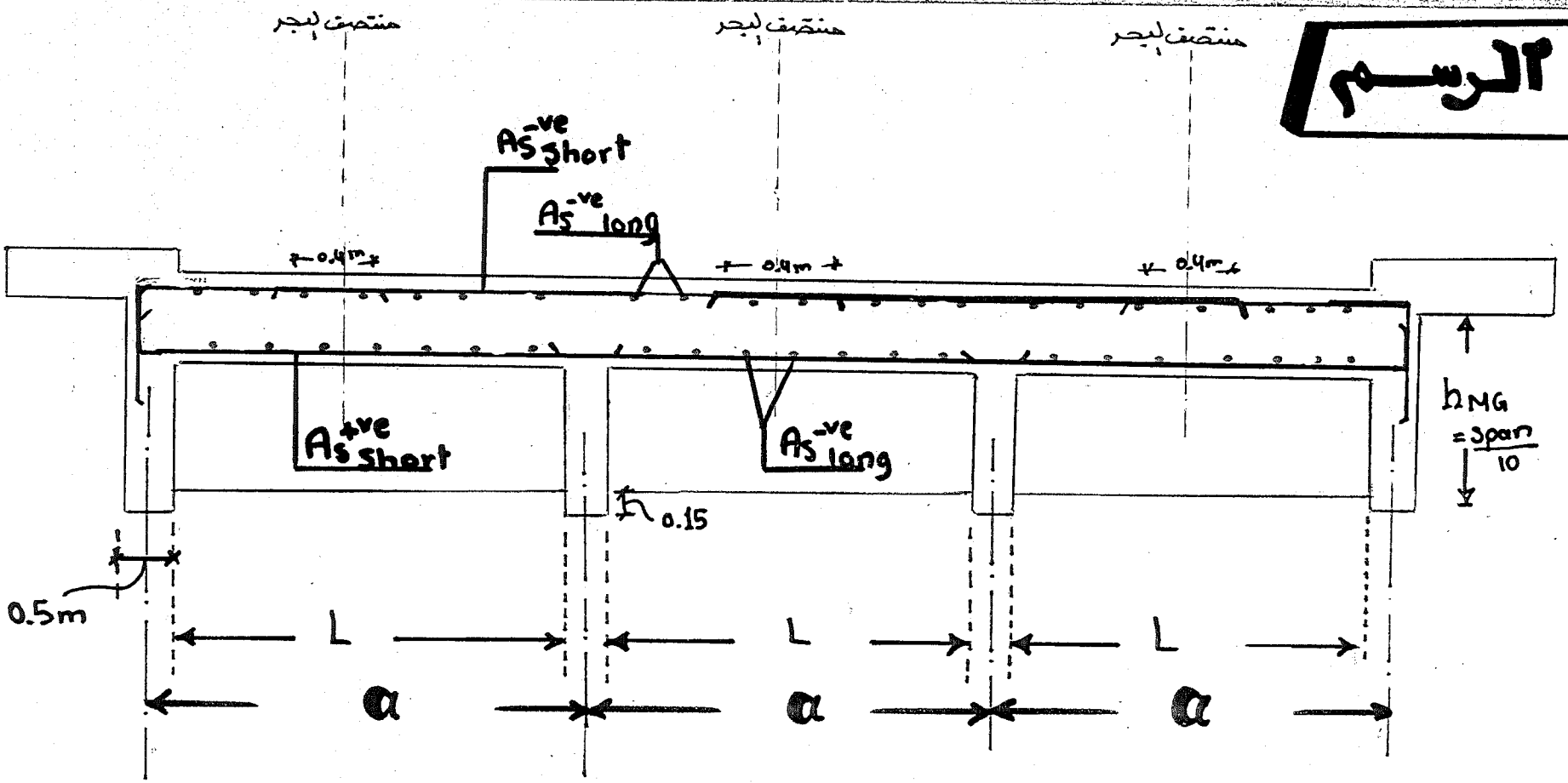
- $R = \frac{M}{(F_{cu}/\gamma_c)(b)(d^2)}$
- $\alpha = 1 - \sqrt{1 - 3R}$
- $A_s = \frac{M}{(F_y/\gamma_s)(d)(1 - \frac{\alpha}{2})}$

وتعوض بكل عزم عندك تطلع لك تسليح للإتجاه القصير .....

تسليح الإتجاه الطويل $A_s' = \frac{2}{3} * A_s$

نفس القيمة اللي اختارتها في صفحة "15"

الرسم



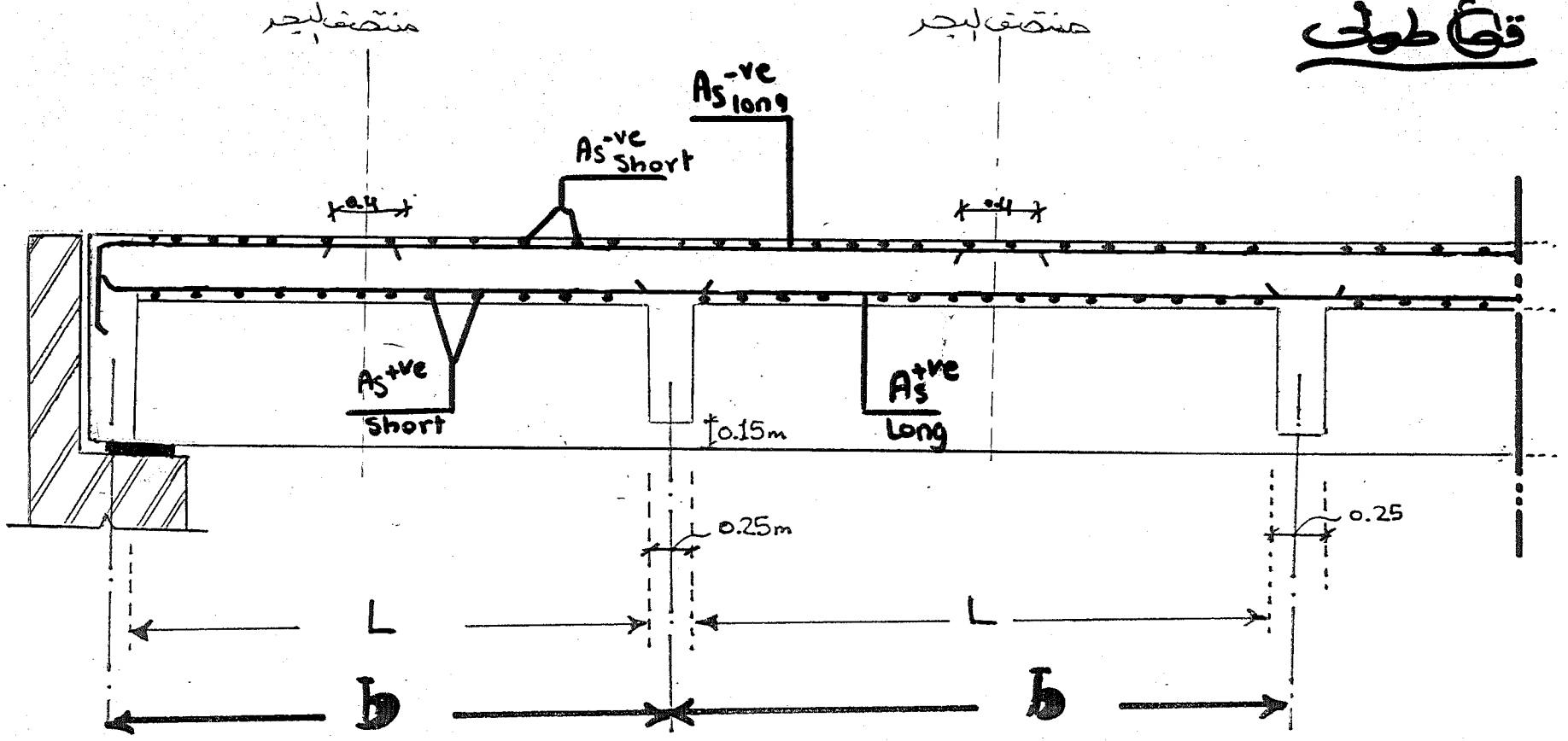
الاتجاه القصير للبلاطات

الحديد الذي يظهر خط ضاهو " $A_{s\ short}$ " ....

الحديد الذي يظهر نقط هو " $A_{s\ long}$ " ....

قطاع عرضي

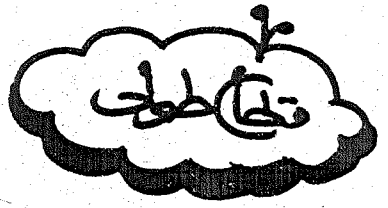
قطاع طولي



الاتجاه الطويل للبلاطات

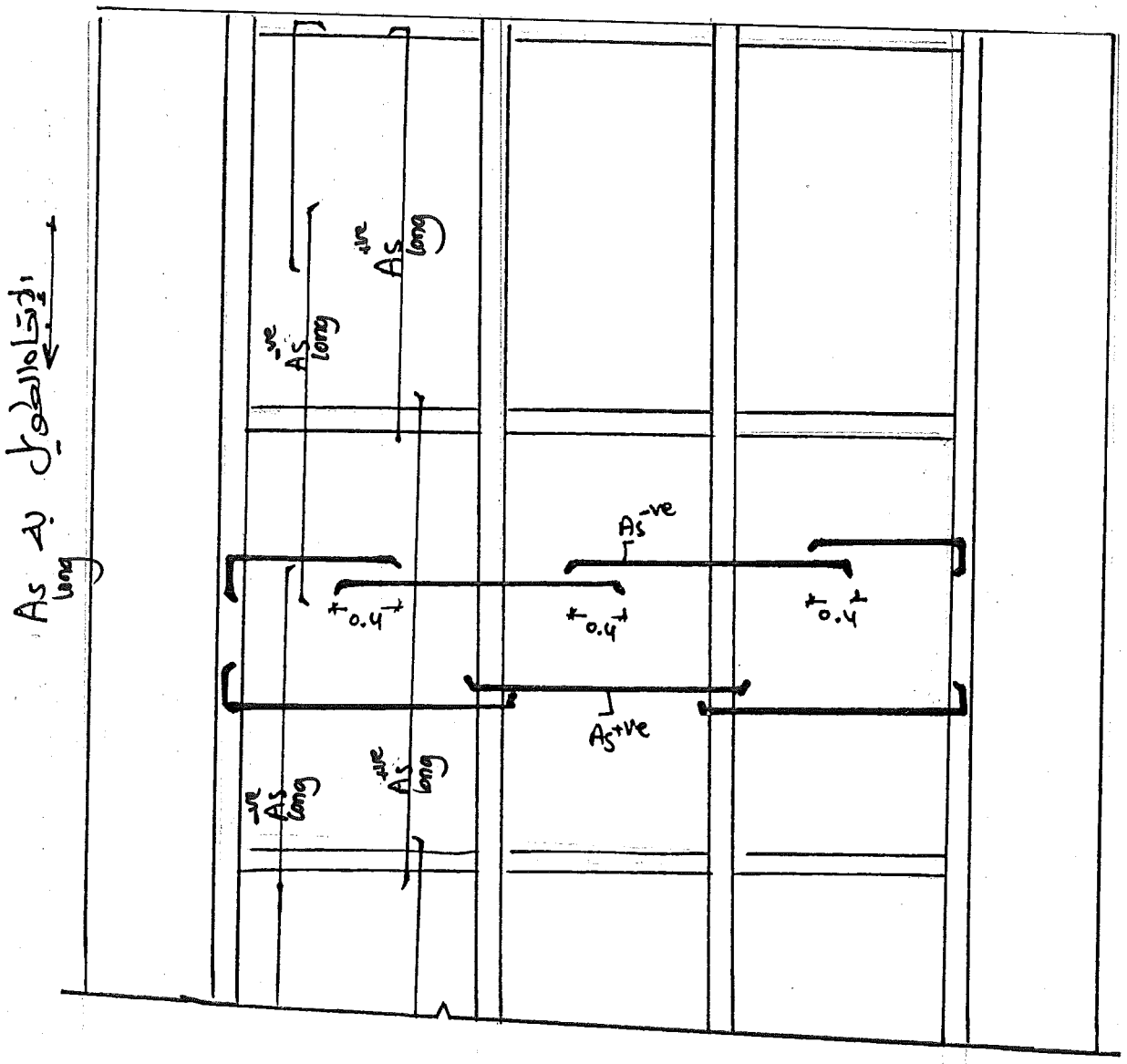
الحديد عكس القطاع السابق اللي يظهر خط هو A_s long واللي يظهر نقط هو A_s Short

تقس طريقة رسم القطاع السابق تماما.....



Plan

scale 1:50



اتجاه الطول
As long به

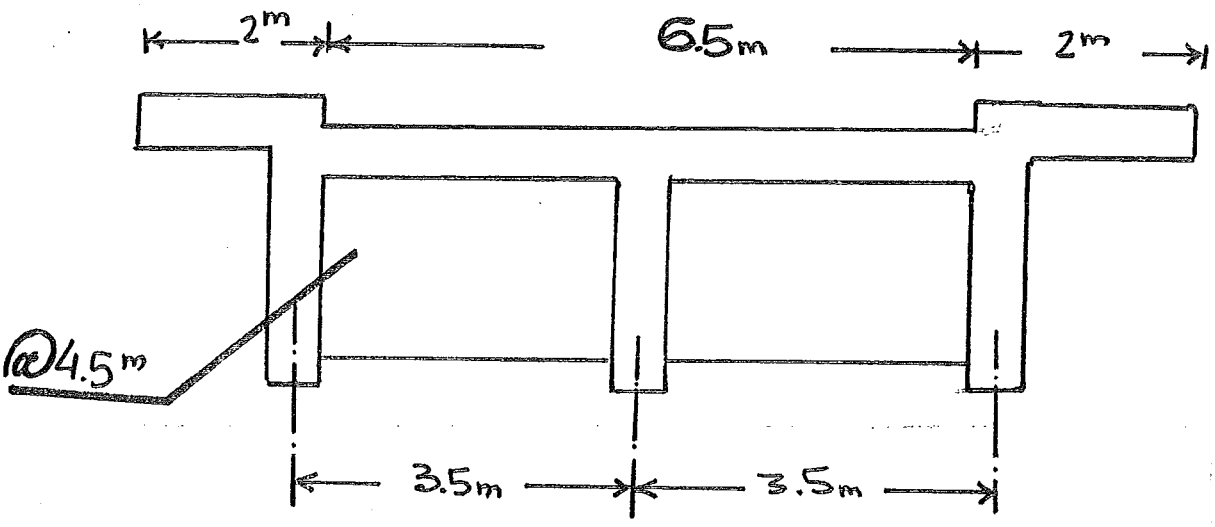
اتجاه القصير
به التسليح الرئيسى

كمل إنت كل البلاطات
Short & long

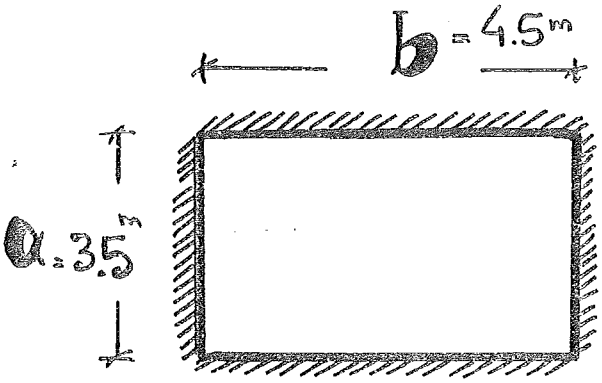
Example

For the shown Girder bridge it's required to design the slabs. if:

* $F_{cu} = 30\ N/mm^2$
* St. 400/600
* Bridge span = 18 m



Design of Slab



$$r = \frac{b * 0.76}{a * 0.76}$$

$$= \frac{4.5 * 0.76}{3.5 * 0.76} = 1.29$$

* $r < 1.5$ ⟶ Live is Two way
* $r < 2$ ⟶ Dead is Two way

وبذلك

assume

● $t_s = \frac{a}{15} = \frac{3500}{15} = 233\ mm$

$\simeq 240\ mm$

Dead

$$\therefore g = t_s * \gamma_{RC} + Cover$$

$$= 0.24 * 25 + 3 = \boxed{9\ kN/m^2}$$

ويتم تقسيم الحمل عن طريق جراشوف

كالاتي

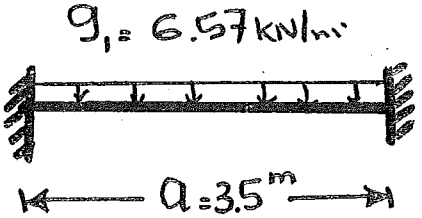
Short

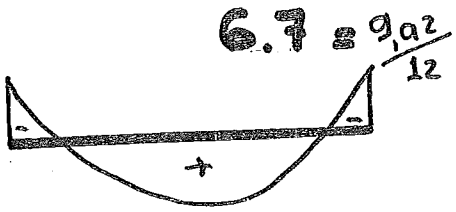
$$q_1 = \alpha * q$$

$$\alpha = \frac{r^4}{1 + r^4}$$

$$= \frac{(1.29)^4}{1 + (1.29)^4} = 0.73$$

$$\therefore q_1 = 6.57 \text{ KN/m'}$$





$M^{+ve}_{short} = 3.3$ KN.m

$M^{-ve}_{short} = 6.7$ KN.m

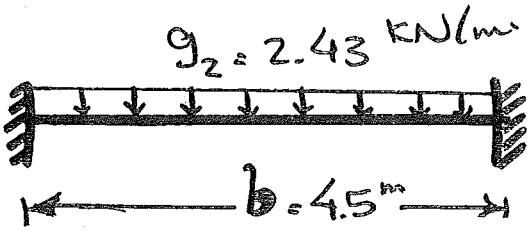
Long

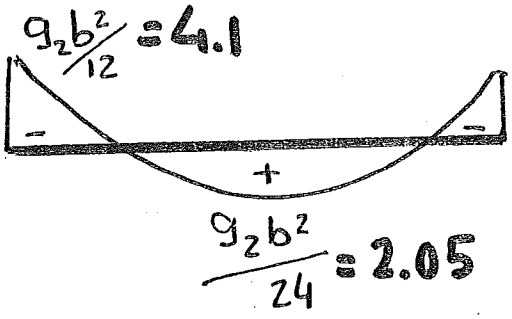
$$q_2 = \beta * q$$

$$\beta = \frac{1}{1 + r^4}$$

$$= \frac{1}{1 + (1.29)^4} = 0.27$$

$$q_2 = 2.43 \text{ KN/m'}$$





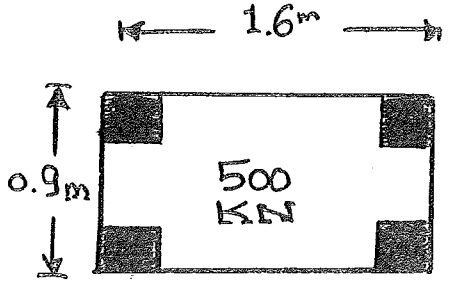
$M^{+ve}_{long} = 2.05$ KN.m

$M^{-ve}_{long} = 4.1$ KN.m

Live

حالة تحميل رقم (1) :-

التوزيع الأولى



$S_1 = 1.6 + C + t = 1.99^m$

$S_2 = 0.9 + C + t = 1.29\,m$

التوزيع النهائي

- S_{1f} ← $S_1 + 0.4a'\left(2 - \frac{a'}{b'}\right) = 1.99 + 0.4\,(0.76 * 3.5)\left(2 - \frac{3.5}{4.5}\right) = \underline{3.29}$ ← الأقل
  - $b = 4.5m$

- S_{2f} ← $S_2 + 0.4a' = 1.29 + 0.4\,(0.76 * 3.5) = \underline{2.35}$ ← الأقل
  - $a = 3.5m$

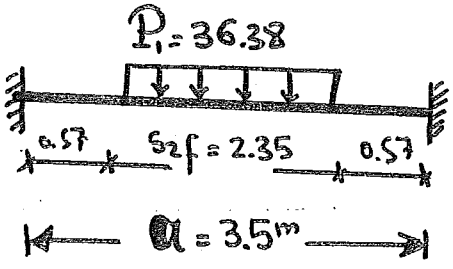
$\therefore S_{1f} * S_{2f} = 3.29 * 2.35\ m$

$$P = \frac{500}{3.29 * 2.35} = 64.67 \ KN/m^2$$

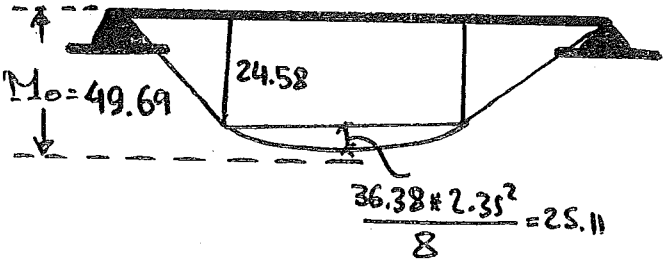
وبتم تقسيم حمل الـ P للاتجاهين

Short

$$P_1 = P\left(\frac{b}{a+b}\right) = 64.6\left(\frac{4.5}{4.5+3.5}\right) = 36.38$$

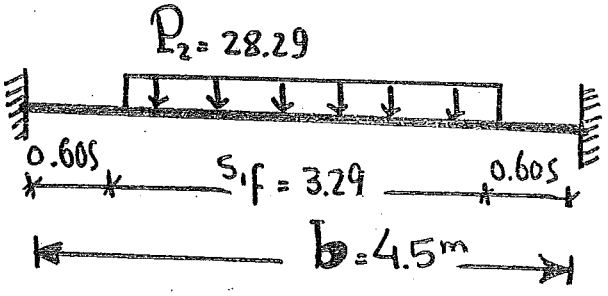


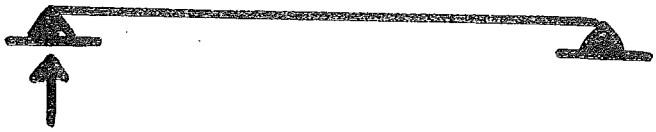
$$R = \frac{36.38 * 2.35}{2} = 42.75 \ KN$$



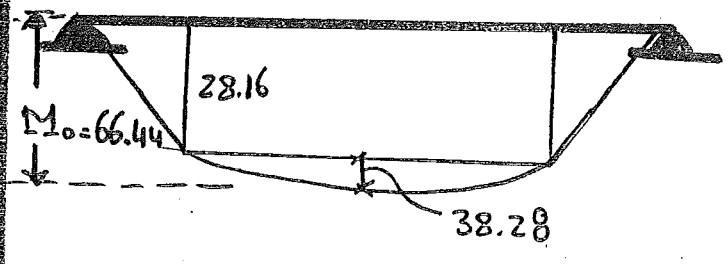
Long

$$P_2 = P\left(\frac{a}{a+b}\right) = 64.6\left(\frac{3.5}{4.5+3.5}\right) = 28.29$$





$$R = \frac{28.29 * 3.29}{2} = 46.55 \ KN$$



(Short)

$$\text{Area BMD} = \frac{2.35+3.5}{2} * 24.58 + \frac{2}{3} * 2.35 * 25.11$$

$$= 111.24$$

$$\therefore M^{-ve} = \frac{\text{Area}}{a}$$

$$= \frac{111.24}{3.5}$$

$$= 31.78 \text{ KN-m}$$

$$M^{+ve} = M_o - \frac{M^{-ve}}{2}$$

$$= 33.8 \text{ KN.m}$$

(long)

$$\text{Area BMD} = \frac{3.29+4.5}{2} * 28.16 + \frac{2}{3} * 3.29 * 38.28$$

$$= 193.64$$

$$M^{-ve} = \frac{\text{Area}}{b}$$

$$= \frac{193.64}{4.5}$$

$$= 43.03 \text{ KN-m}$$

$$M^{+ve} = M_o - \frac{M^{-ve}}{2}$$

$$= 44.92 \text{ KN.m}$$

وديه أول حالات تحميل

Total Moment

1.35 * لانتسى وانت بتجمع الفزوم تضرب

Short

$$M^{+ve}_{total} = 1.35\left[M^{+ve}_{DL} + M^{+ve}_{live\ max}\right]$$

$$= 1.35\left[3.35 + 33.8\right] = \underline{50.15}\ KN.m$$

$$M^{-ve}_{total} = 1.35\left[M^{-ve}_{DL} + M^{-ve}_{live\ max}\right]$$

$$= 1.35\left[6.7 + 31.8\right] = \underline{52.5}\ KN.m$$

Long

$$M^{+ve}_{total} = 1.35\left[M^{+ve}_{DL} + M^{+ve}_{live\ max}\right]$$

$$= 1.35\left[2.05 + 44.9\right] = \underline{63.4}\ KN.m$$

$$M^{-ve}_{total} = 1.35\left[M^{-ve}_{DL} + M^{-ve}_{live\ max}\right]$$

$$= 1.35\left[4.1 + 43\right] = \underline{63.6}\ KN.m$$

Design

- خذ ألبر عزم بغض النظر عن إشارته

$$M_{max} = 63.6 \text{ KN.m}$$

حساب سمك البلاطة

$$d = \sqrt{\frac{1}{R_{max}\frac{f_w}{\gamma_c}}}\sqrt{\frac{M}{b}}$$

$$d = \sqrt{\frac{1}{0.184 * \frac{30}{1.5}}}\sqrt{\frac{63.6*10^6}{1000}} = 131^{mm}$$

$$\therefore h_s = d + d' = 131 + 30 = 161 \simeq \underline{180}^{mm}$$

← وتقارن بالفرض المبدئ وتختار الأكبر ...

- $h_s = 240$ mm
- $d = 210$ mm

Reinforcement

بص يا ريس باتجاه الـ "Short" عزوم قريبة جداً من بعض (+ve / -ve)

" +50.15 ▼ -52.5 "

* احسب لهم حديد واحد و خلاص *

باتجاه الـ "long" عزوم قريبة جداً من بعض (+ve / -ve)

" +63.4 ▼ -63.6 "

* احسب لهم حديد واحد و خلاص *

Short

- $R = \frac{52.5 * 10^6}{(\frac{30}{1.5}) * (1000) * (210)^2} = 0.06$
- $\alpha = 1 - \sqrt{1 - 3R} = 0.09 = 0.1$ (لا يقل عن 0.1) XX
- $A_s = \frac{52.5 * 10^6}{(\frac{400}{1.15})(210)(1 - \frac{0.1}{2})} = 757\ mm^2$

$= 7\phi 12 / m'$

← حديد سفلي وعلوي للإتجاه القصير

Long

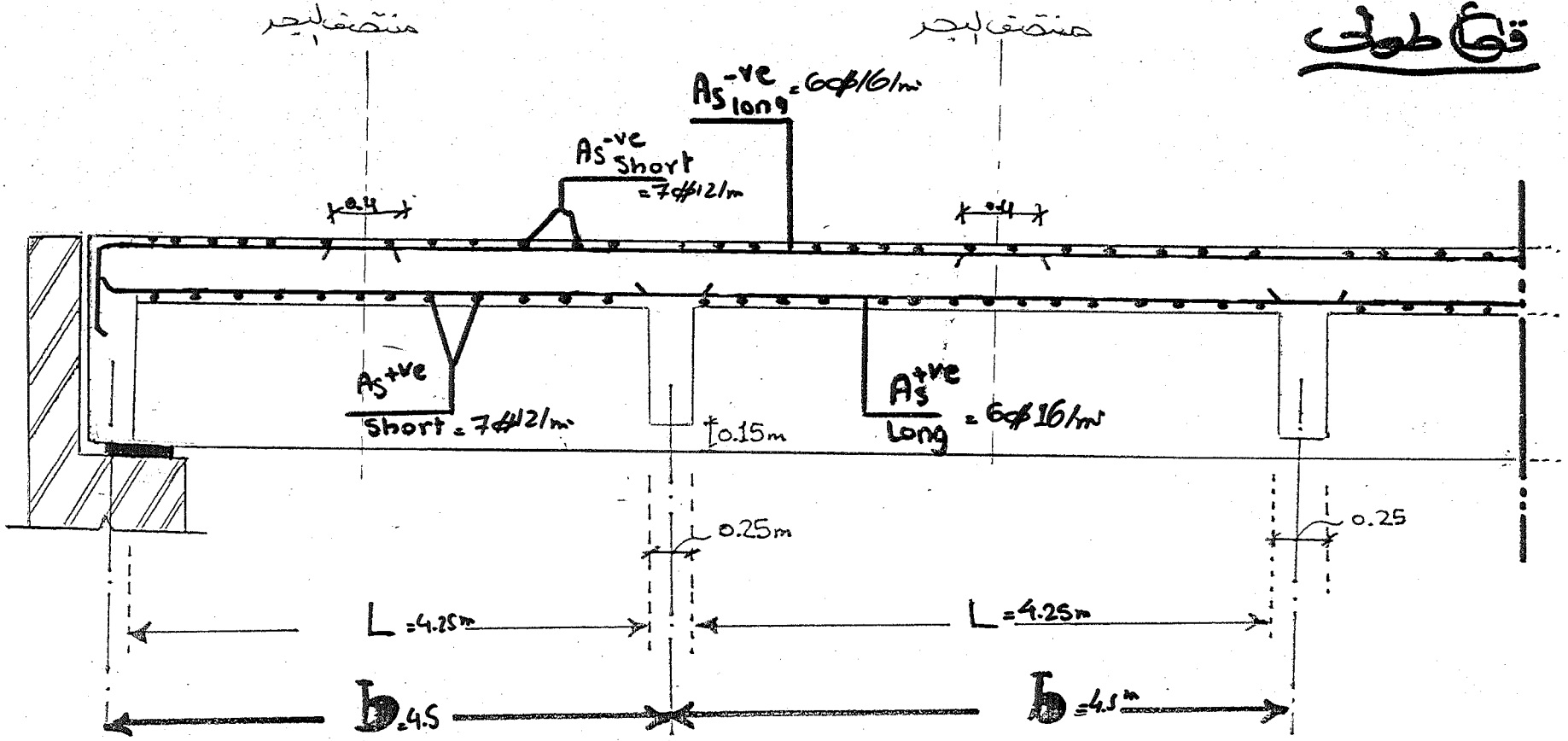
- $R = \frac{63.6 * 10^6}{(\frac{30}{1.5})(1000)(210)^2} = 0.07$
- $\alpha = 1 - \sqrt{1 - 3R} = 0.11 > 0.1$ OK
- $A_s = \frac{63.6 * 10^6}{(\frac{400}{1.15})(210)(1 - \frac{0.11}{2})} = 921\ mm^2$

$= 6\phi 16 / m'$

← حديد سفلي وعلوي للإتجاه الطويل

gaboor

قطاع طولي



الاتجاه الطويل للبلاطات

الحديد عكس القطاع السابق اللي يظهر خط هو A_s long واللي يظهر نقط هو A_s Short

← نفس طريقة رسم القطاع السابق تماماً.....