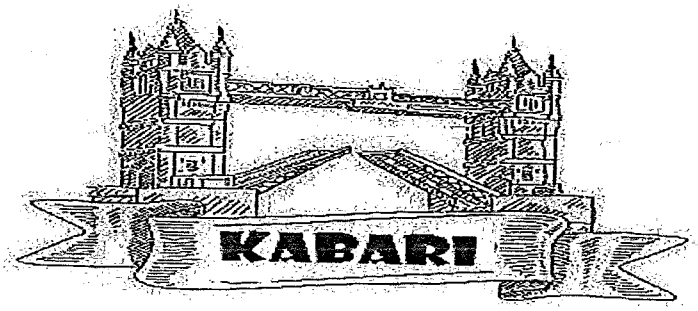
KABARi



CIVIL ENGINEERING

No : 5

Girder bridge

(one way slab design)

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

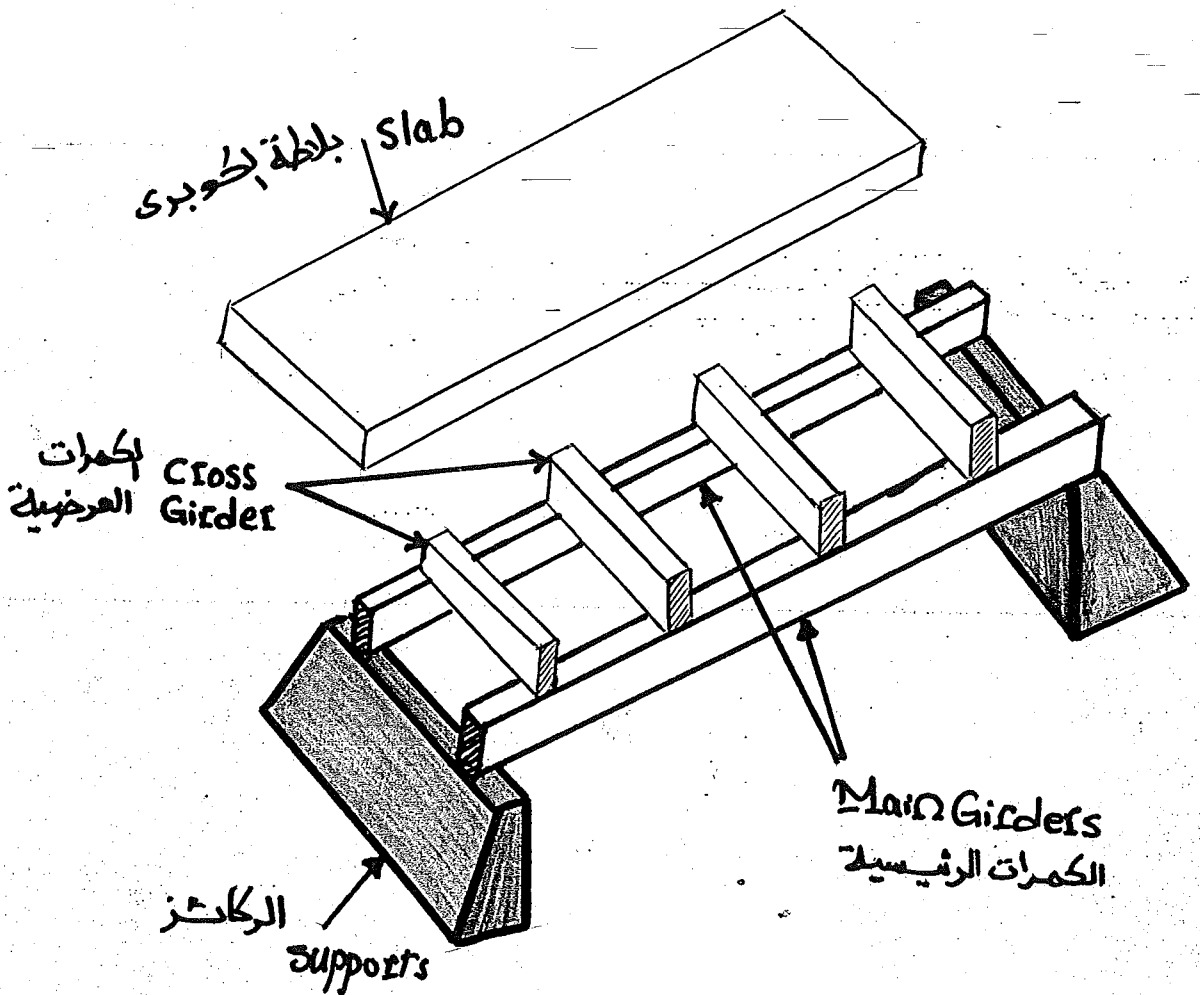
Slab and Girders Bridge

وهذا الكوبرى هو عبارة عن بلاطة ترتكز على مجموعة من الكمرات المتقاطعة

هى الكمرات ديه إسمها " Girders "

لأنه عند زيادة البحور يزداد سمك البلاطة فيزداد وزنها وبالتالى يزداد

الترخيم فتم الاستعانة بمجموعة من الكمرات لترتكز عليها البلاطة....



* وكما هو موضح من الرسم السابق أن الكوبرى عبارة عن :-

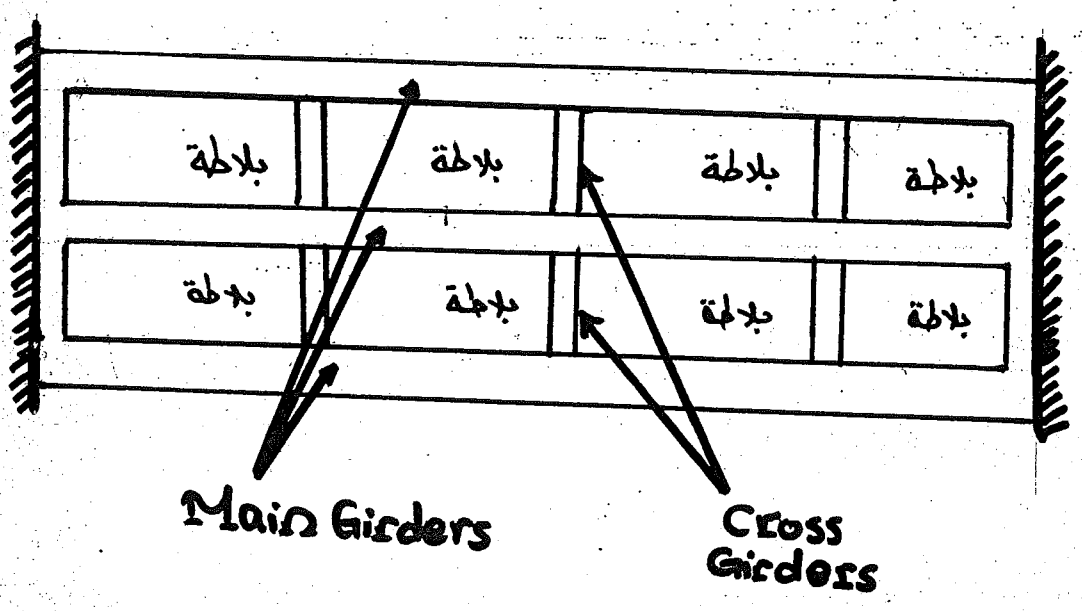
1- Slab البلاطة .....

2- Main Girders : وهى كمرات ترتكز على ركائز الكوبرى وبجرها هو بجر الكوبرى (المسافة بين الركائز) .

3- Cross Girders :

وهى كمرات ترتكز على الـ (Main Girders) كأنها ثانوية على الرئيسى وبجرها هو المسافة بين الـ (Main Girders) ------

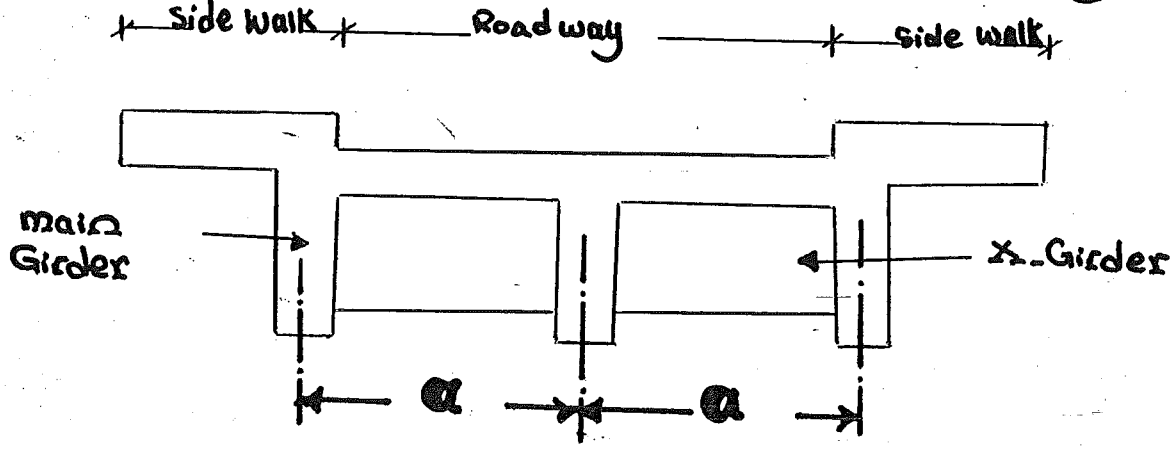
" شكل الـ plan "



(ها) وكما هو موضح أمامك أن البلاطة **انقسمت** لمجموعة بلاطات متماثلة أبعادها أقل وتخنيمها أقل ------

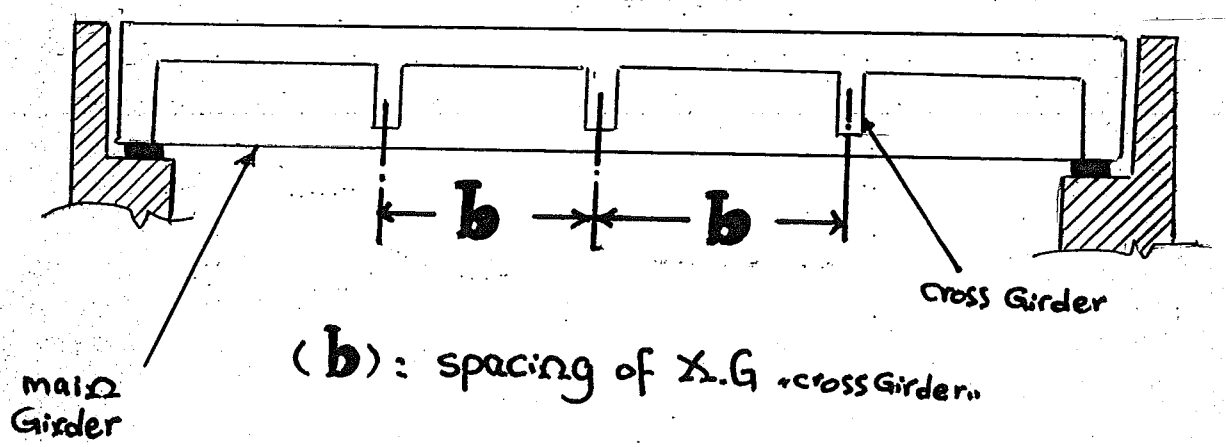
وعندما يعطى الكوبرى فى الامتحان يكون فى شكل :

قطاعات



حيث : (a): Spacing of Main Girders

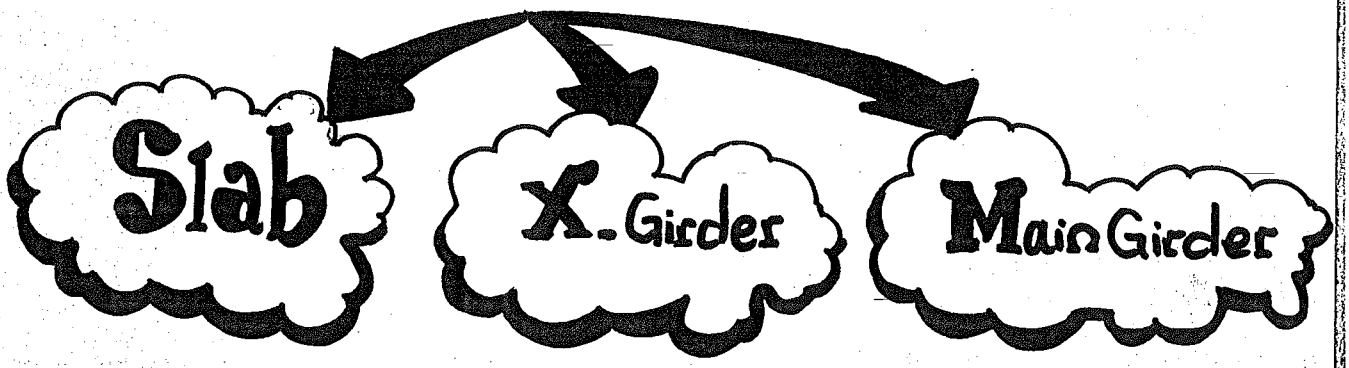
- قطاع عرضى -



(b): spacing of X.G "cross Girder"

- قطاع طولى -

* ويتكون الكوبرى بشكل عام من :



و منهجنا فيه سيتم تصميم كلاً منهم

على حدة -----

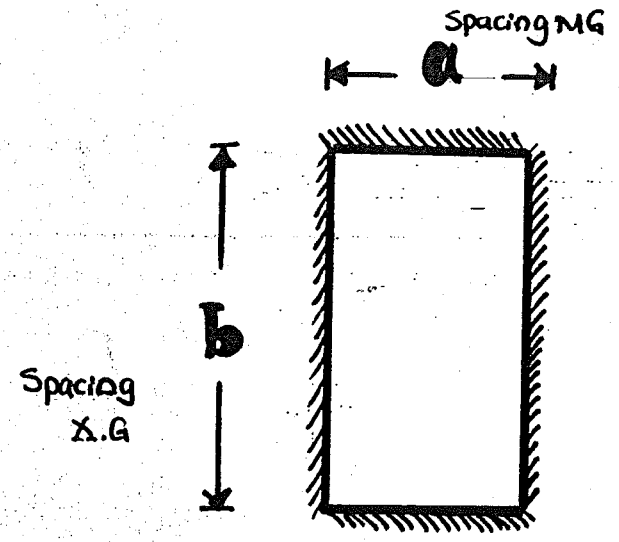
أولاً : تصميم البلاطة

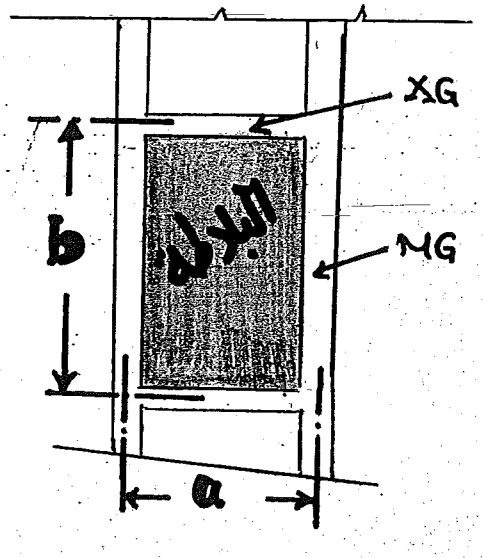
Slab Design
تصميم البلاطة

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

وهى كمرات إرتفاعها كبير بالنسبة للبلاطة

و لذلك نعتبر البلاطة " **Fixed** " من جميع النواحى .





و لتصميم أى بلاطة يجب معرفة

هل هى OWS , TWS ؟

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

ولأن البلاطة fixed من جميع النواحي

$\therefore m_a = m_b = 0.76$

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

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

$r \leq 2$ Dead TWS ▼ $r > 2$ Dead OWS

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

$r \leq 1.5$ Dead TWS ▼ $r > 1.5$ live OWS

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

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

● لأن حمل الـ "Dead" موزع

فتقارن قيمة (٢) بـ **(2)**

لمعرفة هل الـ Dead ← Twoway (أو) oneway

● لأن حمل الـ "live" مركز : أول مرة نتعامل مع حمل مركز على بلاطة....

فتقارن قيمة (٢) بـ **(1.5)**

لمعرفة هل الـ live ← Twoway (أو) oneway

بص ياعم من الآخر :

	$r \geq 2$	$2 > r > 1.5$	$r \leq 1.5$
Dead	oneway	**Two way**	Two way
live	oneway	**one way**	Two way

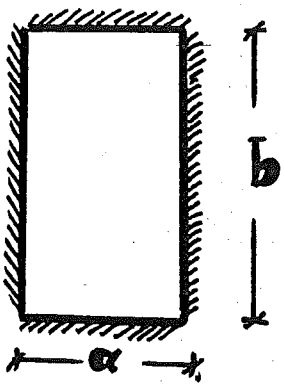
أولاً :-

Dead

- Ownwt
- Cover

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

ولايقل عن 200 mm لوطلع أقل خده $\frac{200}{mm}$



$\therefore$ Ownwt $= t_s * \gamma_{RC}$

حفظ لولم يعطى Cover $= 3\ kN/m^2$

$\therefore$ g = Ownwt + Cover .....

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

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

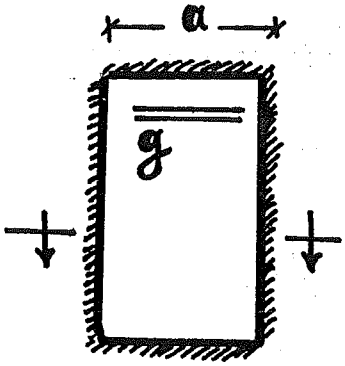
وهناك إحتمالين

- $r > 2$
- $r < 2$

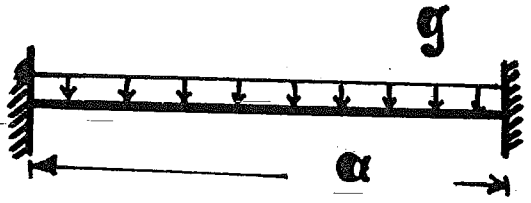
الحالة الأولى

r > 2 one Way

(a) وهنا الحمل ينتقل فى إتجاه واحد . Short span

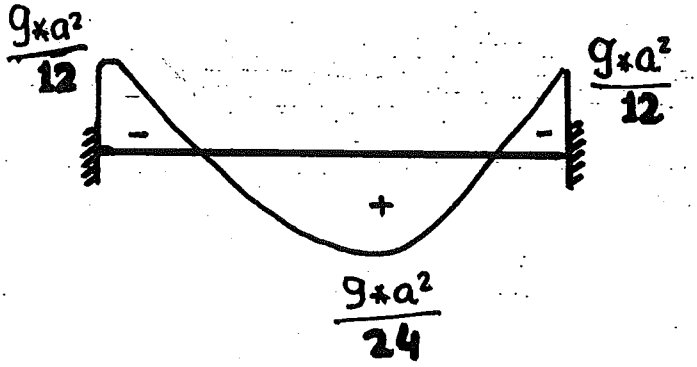


ونأخذ قطاع فى إتجاه Short فقط



أرقام محفوظة

M_{Short}



* ويتحلد عزوم فى إتجاه Short فقط

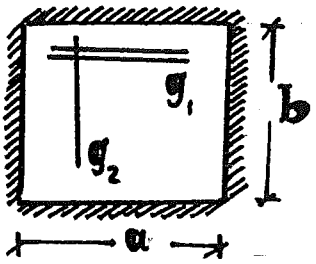
الحالة الثانية

r < 2

وهنا حمل الـ (Dead) ينتقل فى إتجاهين ، (Short) و (Long)

ويتم توزيع الحمل فى الاتجاهين بطريقة "حـراشوف" دائماً

Short



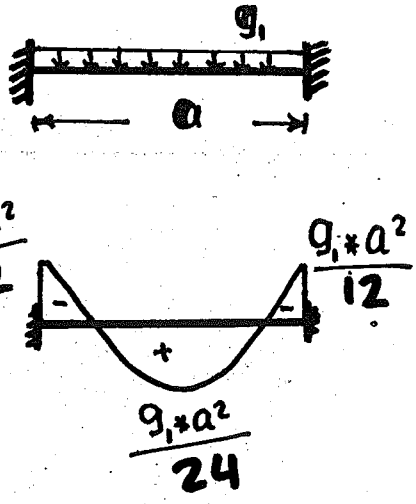
Long

$$g_1 = \alpha * g$$

حيث :

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

وينتقل الحمل (g_1) فى إتجاه (a) Short

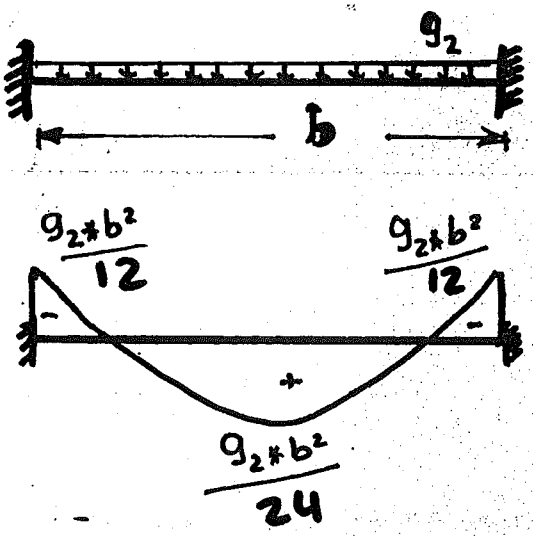


$$g_2 = \beta * g$$

حيث :

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

وينتقل الحمل (g_2) فى إتجاه (b) long



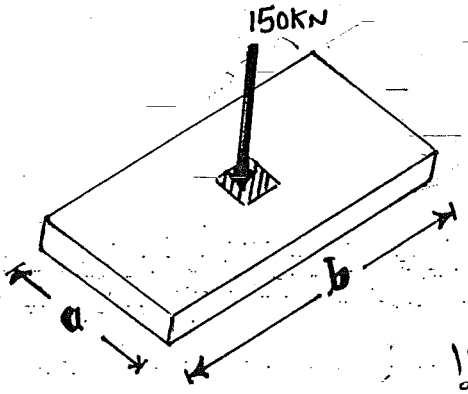
Live Load

* حمل الـ (live) هو حمل **مجلات العربات** على بلاطة إكوبرى

لحيب 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 ديه أسوأ حالة ؟!

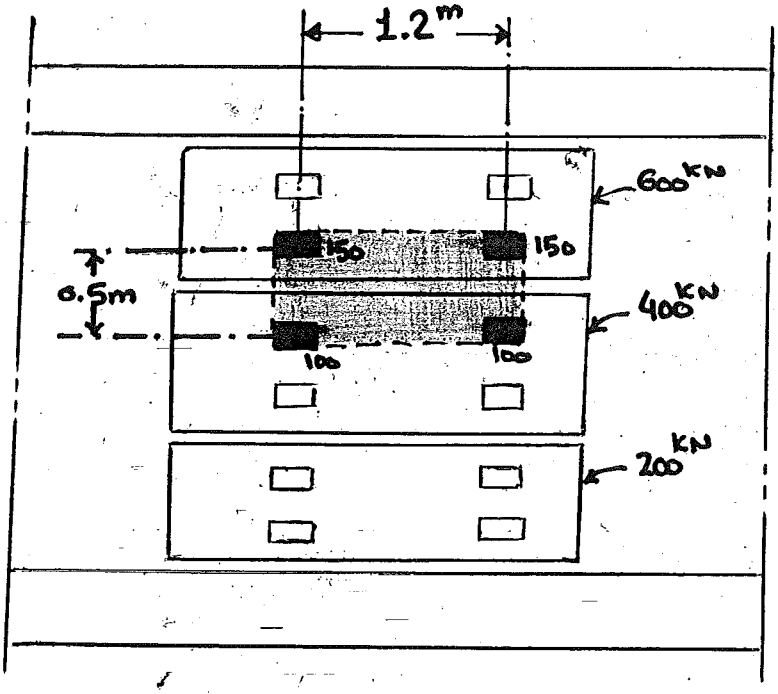
لا ياعم ليست أسوأ حالة تولد أقصى عزوم ----

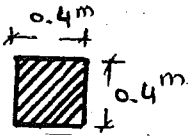
*** الكود المصرى للأحمال حدد حالتين تدرسهم وتحسب العزم لكل منهم

وتأخذ الأكبر ← حالة تحميل رقم (1) ----
← حالة تحميل رقم (2) ----

حالة تحميل

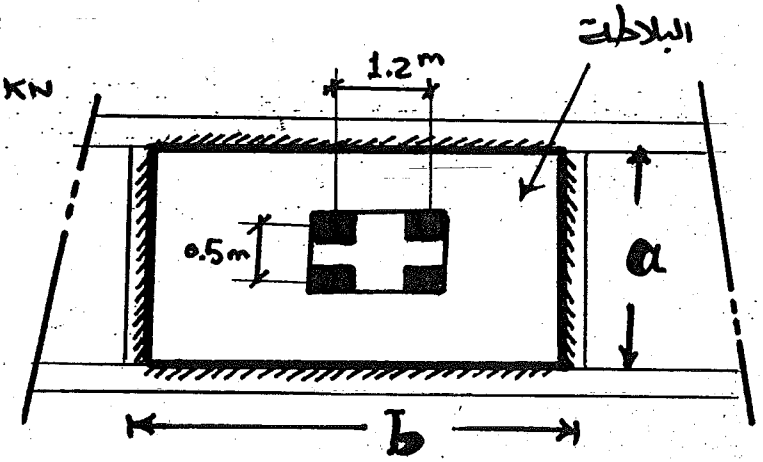
وجد أنه عجلتين من العربة الكبيرة (600kN) مع عجلتين من العربة المتوسطة (400kN) عندما يؤثروا على منتصف البلاطة معاً يعطوا عزم كبيرة

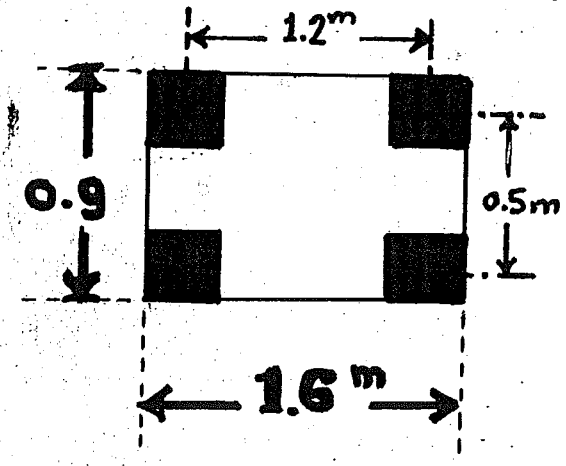




مساحة تلامس العجلة مع الأرض ...

أي بدل ما تحط عند نص البلاطة عجلة 150kN لاحيا بيس ضغط بشكل ده





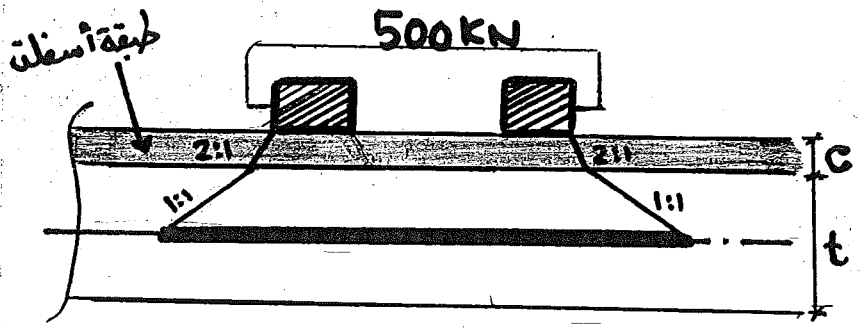
ويكون مجموع حمل البلاطة

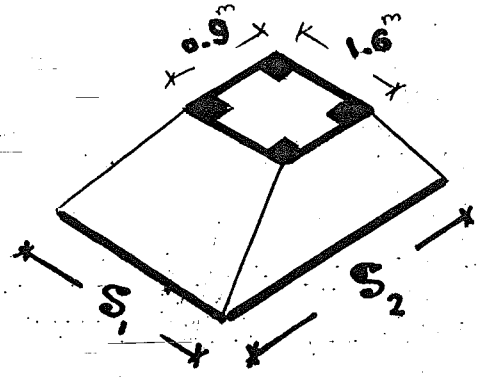
$$\frac{\text{تؤثر على}}{\text{مساحة}} \quad 500^{kN} \quad (1.6 * 0.9) \quad = 150*2 + 100*2$$

يعني من الآخر انت قصدك أن البلاطة عليها حمل مركز (500KN) عجلات موزعين على المساحة ($1.6*0.9 m$) ..... لحد دلوقتي تمام ....

ايه تاني يا عالم معفنة !!!!

وجد أن هذا الحمل عندما يصل إلى "$\frac{c}{2}$" البلاطة يتوزع على مساحة أكبر





وبالتالي سنقوم بالآتي ... هام جداً ..

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

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

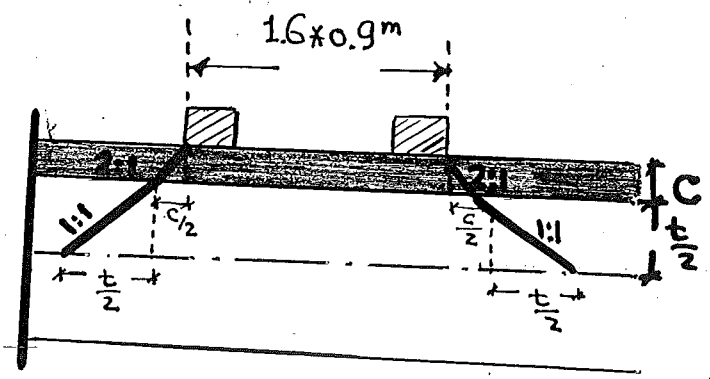
وهي ديه المساحة ($S_{1f}*S_{2f}$) اللي بندور عليها ونكمل بها المسألة

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

* سمك الأسفلت $C = 0.15\ m$ حفظ

← ويتوزع برأ الحمل بميل 2:1

← ويتوزع الحمل فى البلاطة الخرسانة بميل 1:1

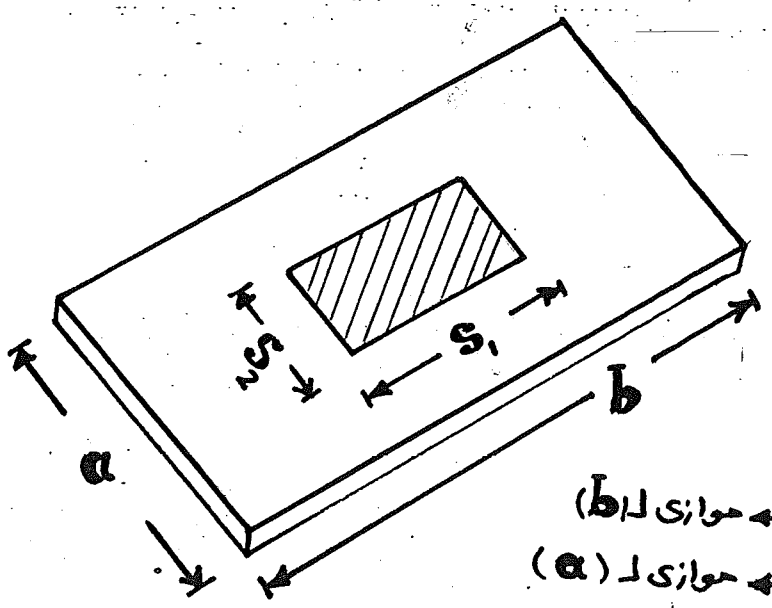


قوانين التوزيع الأولى

$$S_1 = 1.6 + C + t$$

$$S_2 = 0.9 + C + t$$

" حتنط "



لاحظ أن S_1 ← موازى لـ (b)

S_2 ← موازى لـ (a)

ثانياً : التوزيع النعاش

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

if r > 1.5

أى حمل الـ live ..... oneway

حفظ ⊕ S_{1f} الأقل من كل من:

- $S_1 + 2^m$
- b "البعد الكبير للبلاطة"
- $S_1 + \frac{A_s'}{A_s} * a'$

.... $\frac{A_s'}{A_s} = [0.25 \rightarrow \frac{2}{3}]$ ▼ $a' = 0.76 * a$ $\xrightarrow{(m_a)}$ حيث :

$\frac{2}{3}$ ← عوض زى المحاضرة = 2/3 ت

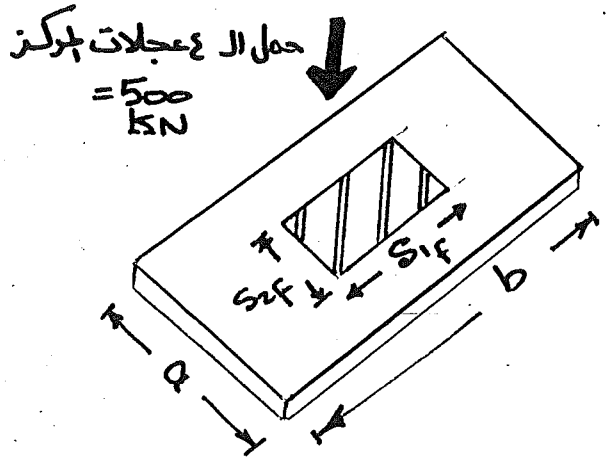
⊕ $S_{2f} = S_2$

ودة فى حالة r > 1.5 أى live → oneway

حيب لو كان live Two way ← حنشوفها المذكرة القادمة

ذاكر دبيه كويس الأول

أخيراً وصلت للمساحة الفعلية التى يؤثر بها حمل العجلات



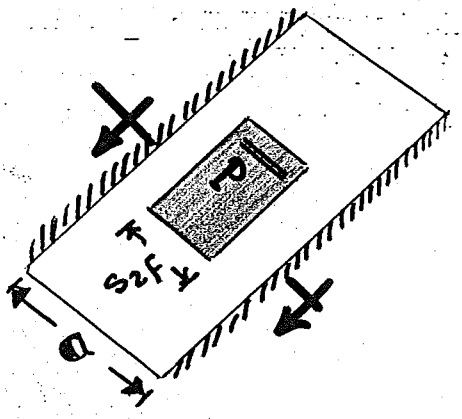
ونقوم بحساب حمل live الموزع :

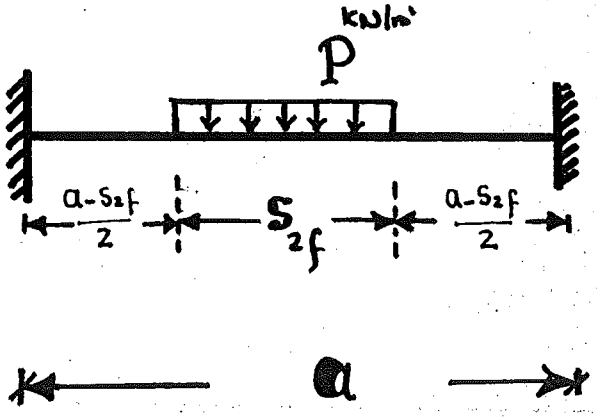
$$* P = \frac{\text{قوة}}{\text{مساحة}} = \frac{500}{S_{1f} * S_{2f}}$$

..... ولأن فى هذه الحالة حمل الـ live ← one way

أى أن الـ (P) الحسوبة تتحرك فى إتجاه الـ (Short) فقط

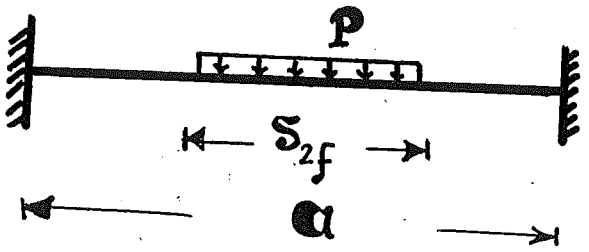
وبالتالى نأخذ قطاع فى إتجاه (a) فقط ----



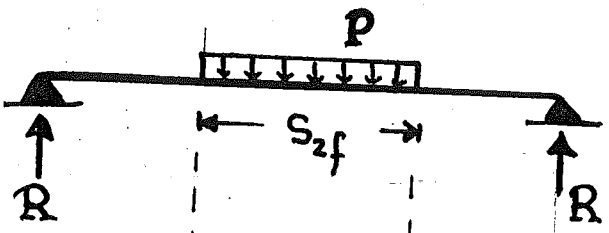


تعالى نشوف إزاى
هنحسب إحزم لهذا الشكل

كيفية حساب العزم



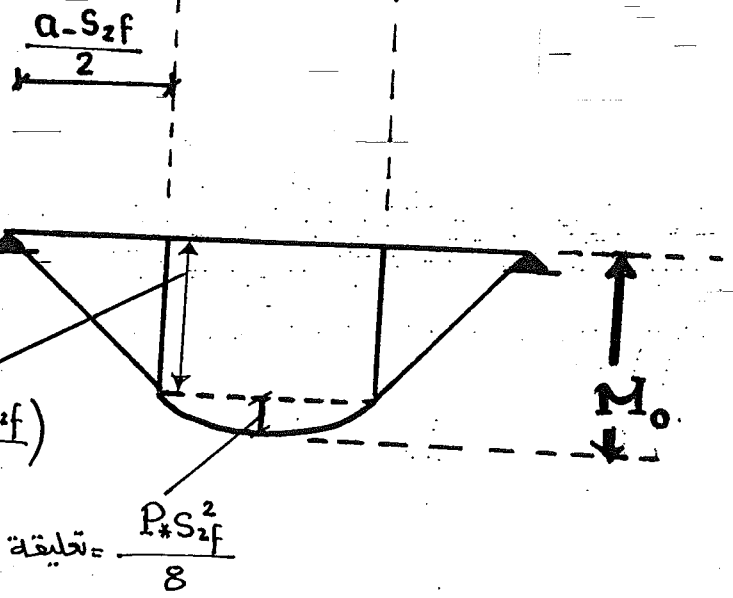
١- حول بركائز الـ(Fixed)
إلى (Simple)



٢- واحسب ردين لفعل (R) بقاتلين

$$R = \frac{P * S_{2f}}{2}$$

← توكين لحل الموزع



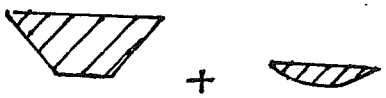
٣- ارسم شكل لعزوم عادى جداً
مع عمل تعليقة

ويكون

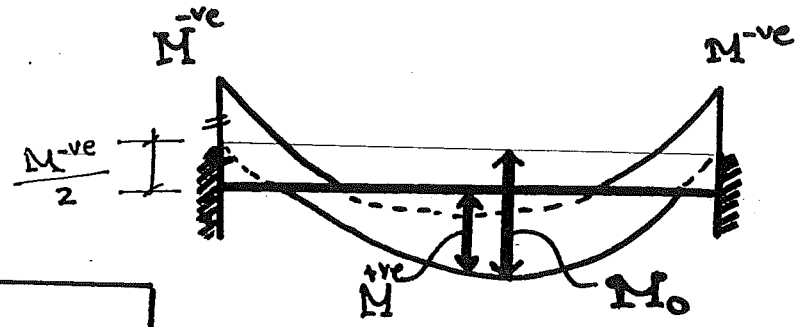
$$M_{-ve} = \frac{\text{Area of BMD}}{a}$$

مساحة شكل لعزوم

العزم بسالب

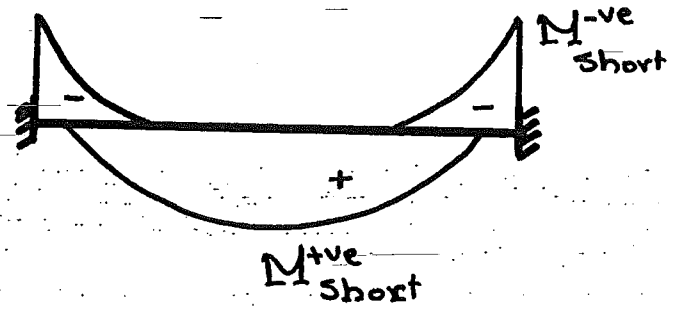


مساحة شبه منحرف + مساحة منحنى (التعليقة * القاعدة * $\frac{2}{3}$)



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

M_{live} ويكون شكل



Design

أولاً: لاتنسى ضرب العزم * "1.35"

نعمل بنفس الطريقة السابقة

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

حساب سمك البلاطة L_{os}

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

M_{tot}: أقصى عزم موجب أو سالب

$d' = 30\ mm$

$\therefore L_{os} = d + d' = __$

حساب التسليح

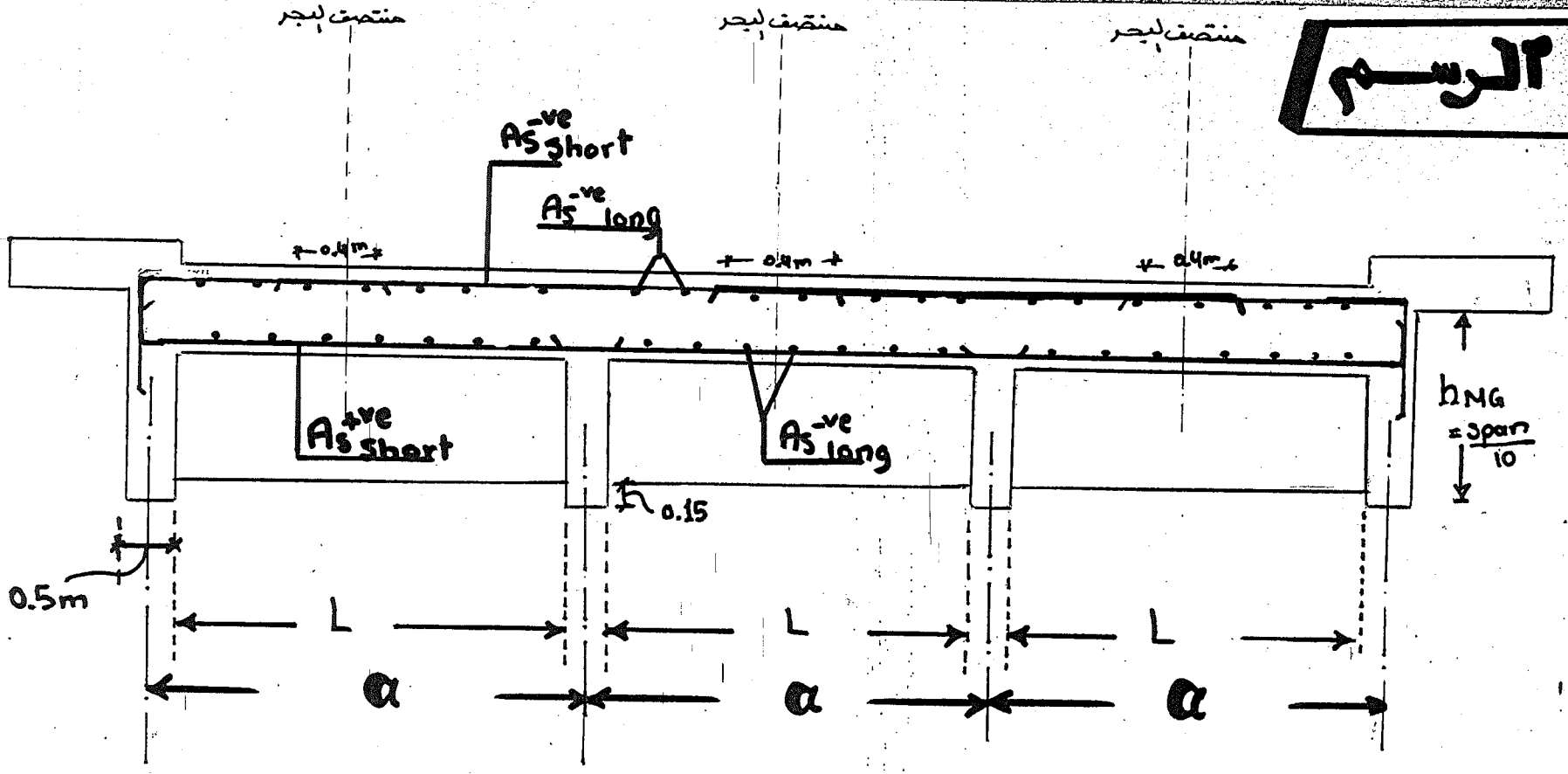
- $R = \frac{M}{(F_{cu}/\gamma_c)(b)(d^2)}$
- $\alpha = 1 - \sqrt{1 - 3R}$
- $A_s = \frac{M}{(F_y/\gamma_s)(d)(1 - \frac{\alpha}{2})}$

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

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

نفس القيمة اللي اختارتها من صفحة "15"

الرسم



الاتجاه القصير للبلاطات

الحديد اللى يظهر خط صغير هو "$A_{s\ short}$" ....

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

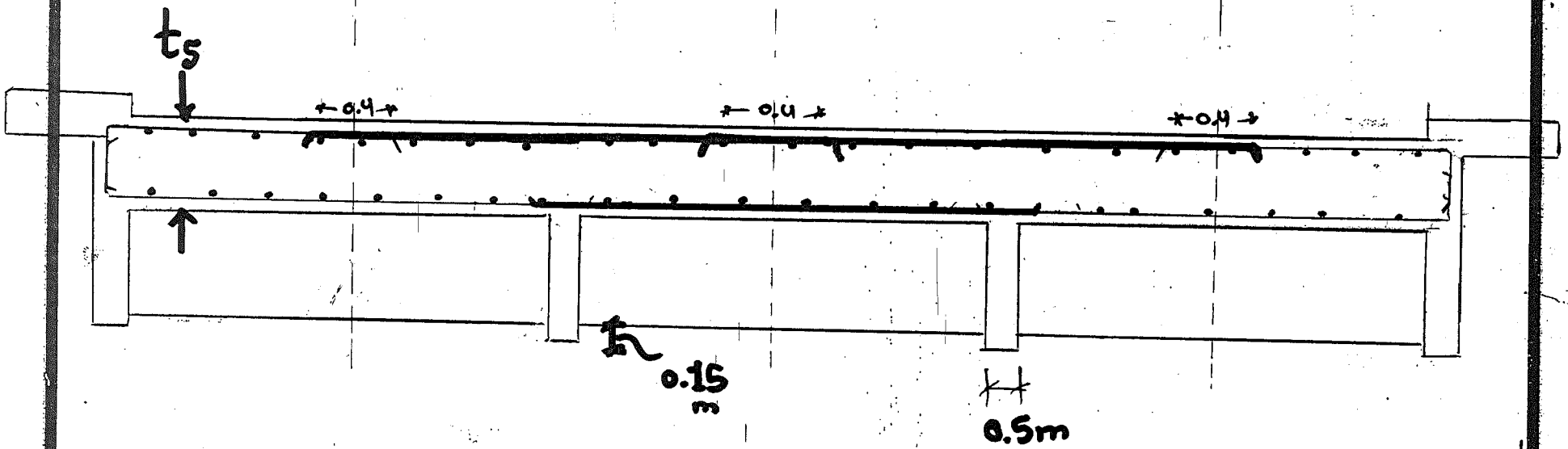
قطاع عرضى

-20-

نفس الرسمة السابقة
بعد شكل الحديد في البحر الأوسط

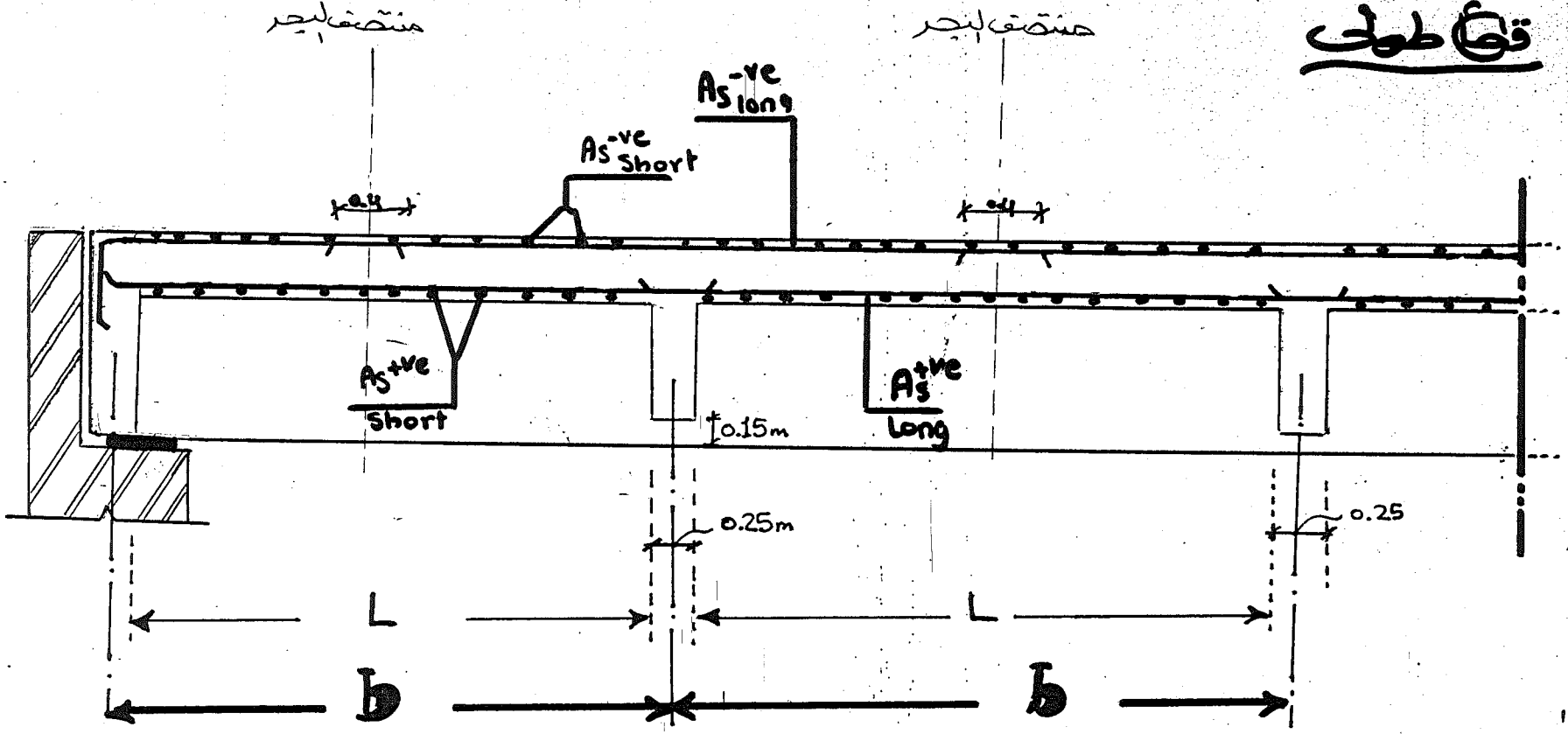
منتصف البحر

منتصف البحر



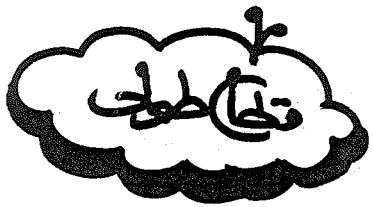
٢٠

قطاع طولى



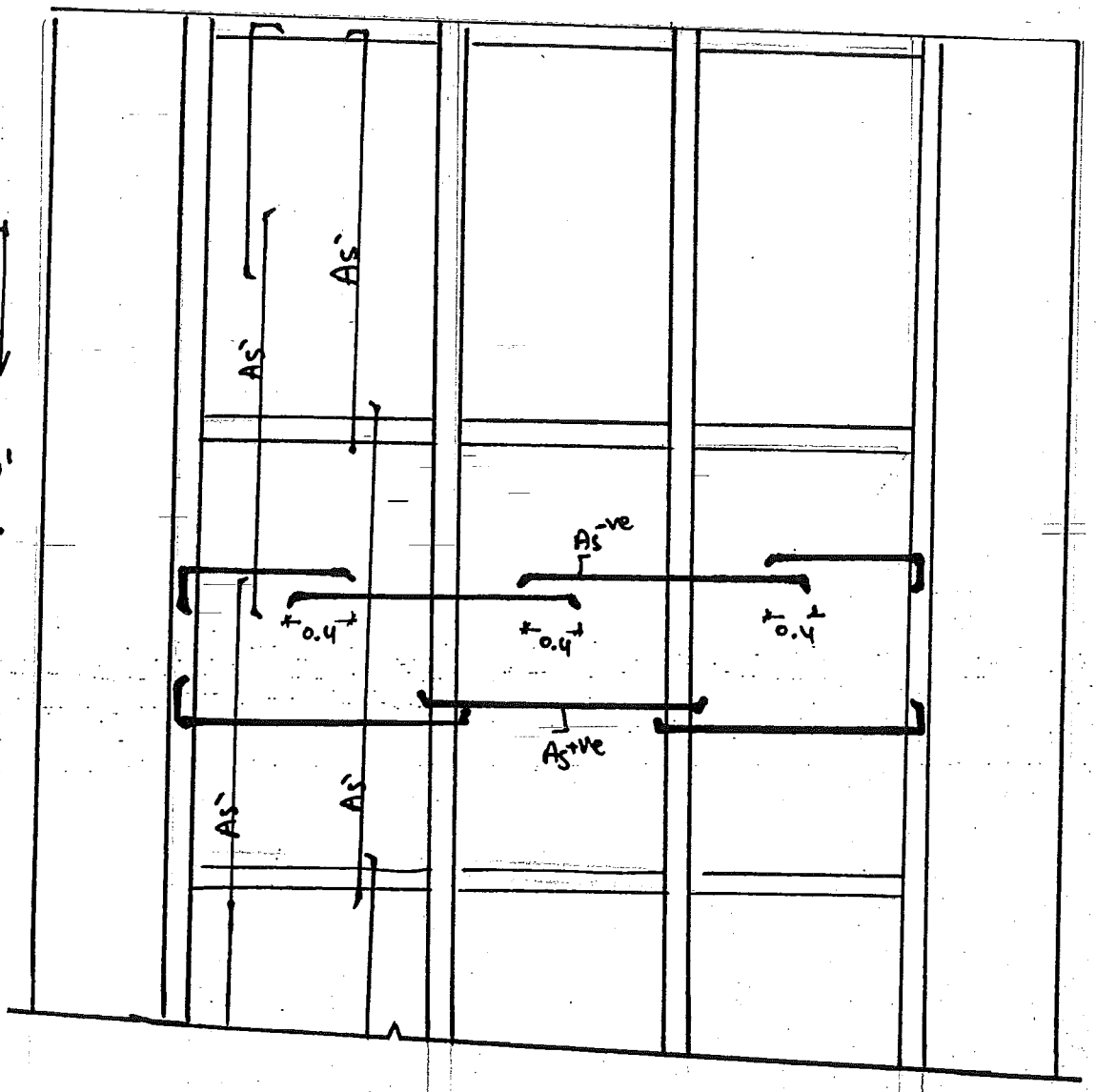
الاتجاه الطويل للبلاطات ⟷ الحديد عكس القطاع السابق الذى يظهر خط هو A_s long والذى يظهر نقطه هو A_s Short

← نفس طريقة رسم القطاع السابق تماما ----



Plan

scale 1:50



الإتجاه الطويل به As' التاقوى

الإتجاه القصير
به التسليح الرئيسى

كحل إنت كل البلاطات
Short & long

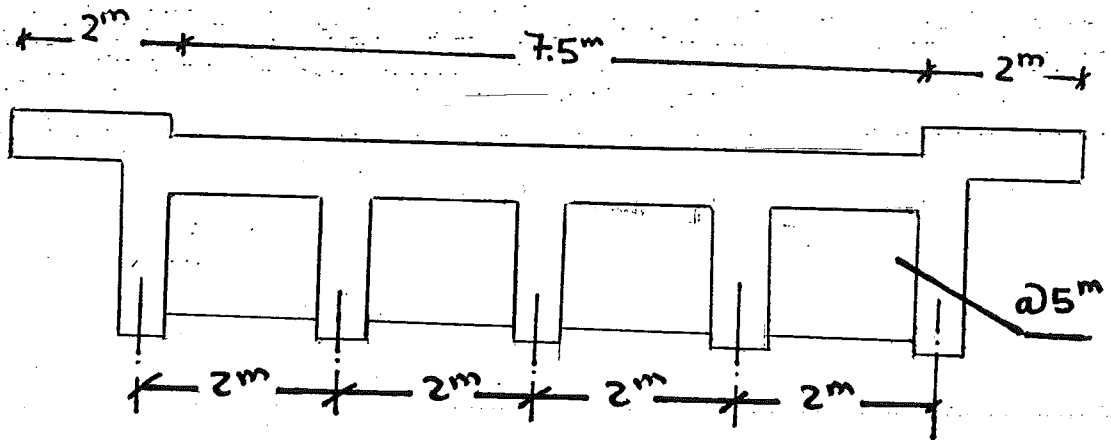
Example

حل المثال بإيدك هيظبطك

* for the shown slab and girder bridge it's required to Design the slabs if

$f_{cu} = 30\ N/mm^2$, St. 400/600

and the bridge consists of 5 Main Girders and Cross Girders are spaced @ 5m

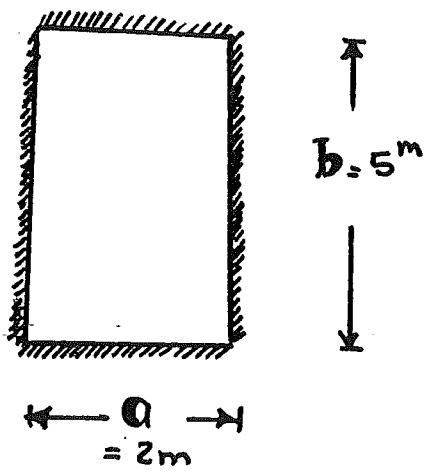


* $b: 5^m$ = البعد الكبير للبلاطة

Spacing xG

* $a: 2^m$ البعد الصغير للبلاطة

spacing MG



∴ ويجب معرفة نوع البلاطات

$$r = \frac{b * 0.76}{a * 0.76} = \frac{5 * 0.76}{2 * 0.76} = 2.5$$

ونجد أن ←

*** $r > 2$ ∴ Dead load is oneway

*** $r > 1.5$ ∴ live load is one way

Dead

$$t_s = \frac{a}{15} = \frac{2000}{15} = \cancel{133\ mm} \approx \cancel{140\ mm}$$

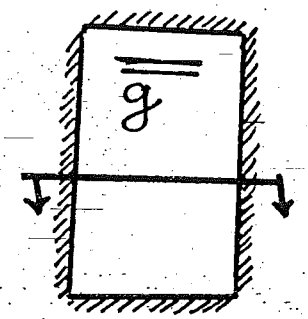
لايمكن أن يكون أقل من 200 mm

هام جداً جداً الفرض الصحيح $t_s = 200\ mm$

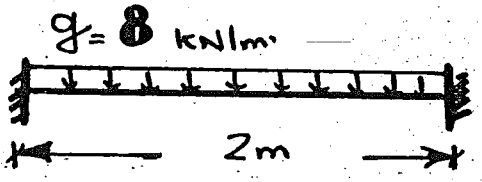
$$\therefore \text{Dead Load} = g = t_s * \gamma_{RC} + \text{Cover}$$

$$g = 0.2 * 25 + 3 = 8\ kN/m^2$$

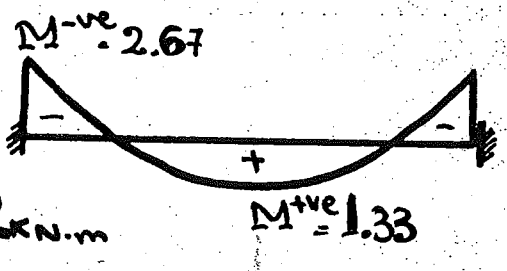
one way ← Dead ونظراً لأن الـ .....



Short



$$M^{+ve}_{Short} = \frac{g * a^2}{24} = \frac{8 * 2^2}{24} = 1.33\ kN.m$$



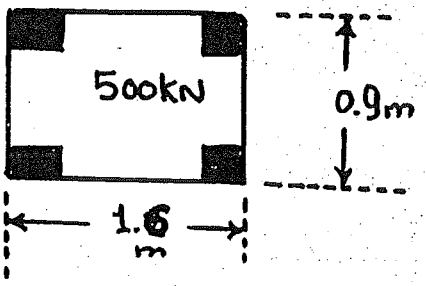
$$M^{-ve}_{Short} = \frac{g * a^2}{12} = \frac{8 * 2^2}{12} = 2.67\ kN.m$$

Live

حالة تحميل

بدراسة 4 عجلات وزنهم (500kN)

* التوزيع الأولى :



* $S_1 = 1.6 + C + t = 1.6 + 0.15 + 0.2 = \underline{1.95}\ m$

* $S_2 = 0.9 + C + t = 0.9 + 0.15 + 0.2 = \underline{1.25}\ m$

التوزيع النهائي :

S_{1f} الأقل من

- $S_1 + 2^m = 1.95 + 2 = 3.95\ m$
- $b = 5m$
- $S_1 + \frac{A_s'}{A_s} * a' = 1.95 + \left(\frac{2}{3}\right)(0.76 * 2) = \underline{2.96}\ m$ الأقل

$S_{2f} = S_2 = 1.25m$

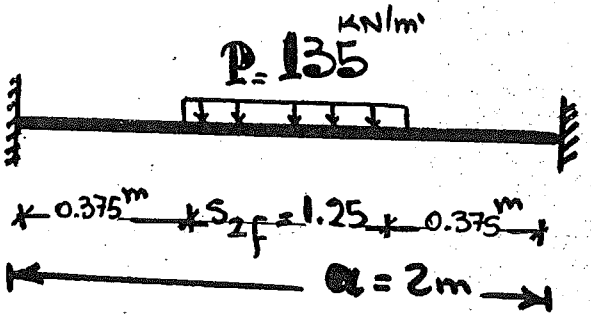
$\therefore S_{1f} * S_{2f} = 2.96 * 1.25\ m$

live حمل المونج = $P = \frac{500}{S_{1f} * S_{2f}} = \frac{500}{2.96 * 1.25} = 135$ KN/m²

"oneway" ← (Live) وحمل الـ

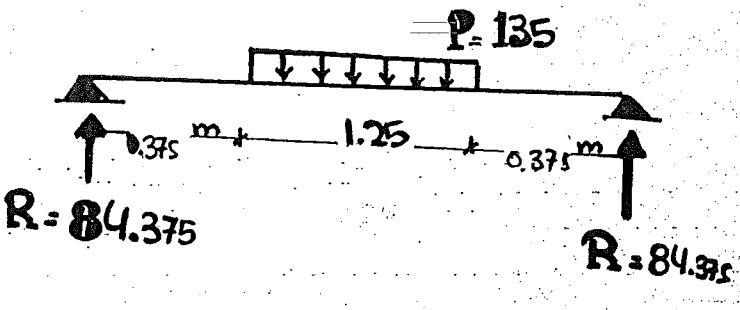
∴ Short وناخد قطاع فى اتجاه

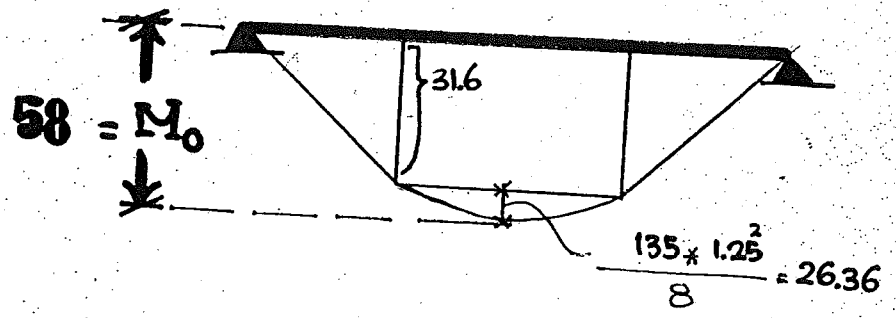
وتحسب العزوم كما وضحنا فى الشرح



$*R = \frac{135 * 1.25}{2} = 84.37$ KN

$*M_o = 31.6 + 26.36 = 58$ KN.m





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

$$\text{Area} = \left(\frac{1.25+2}{2}\right) * 31.6$$

$$+ \frac{2}{3} * 1.25 * 26.36 =$$

$$\therefore M^{-ve} = \frac{73.3}{2} = \boxed{36.6 \text{ kN.m}}$$

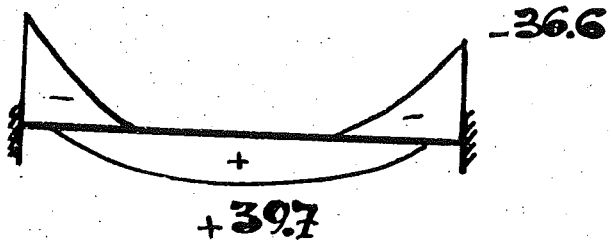
$$M^{+ve} = M_o - \frac{M^{-ve}}{2}$$

$$= 58 - \frac{36.6}{2} = \boxed{39.7 \text{ kN.m}}$$

Moment live

حالة تحميل

(1) رقم



Total moment

مجموع قيم عزوم الـ Dead + عزوم الـ live

ولا تنسى أن تضرب * 1.35

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

$$\left[1.33 + 39.7 \right] * 1.35 = 55.4 \ KN.m$$

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

$$\left[2.67 + 36.6 \right] * 1.35 = 53 \ KN.m$$

Design

بما إن حالة التحميل الثامنة سلفية والدكتور لم يشرحها في المحاضرة أصلاً فأنا جمعت العزوم من الحالة الأولى فقط

حساب السمك

خذ الكبر = 55.4

$$d = \sqrt{\frac{1}{R_{max}\frac{f_{cu}}{\delta_c}}}\sqrt{\frac{M}{b}}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{0.184*\frac{30}{1.5}}}\sqrt{\frac{55.4*10^6}{1000}} = 122^{mm}$$

$\therefore h_s = d + d' = 122 + 30 = 152 \rightarrow \underline{160^{mm}}$

وتقارن بالفرض المبدئي وتأخذ الأكبر

- ✓ $h_s = 200$ mm
- ✓ $d = 170$ mm

Reinforcement

نجد يا رب بين هذا العزم السالب والموجب رقمين قريبين من بعض جداً

* احسب لهم تسليح واحد *

- $R = \frac{M}{f_{cu/\gamma c}(b)(d^2)} = \frac{55.4*10^6}{(\frac{30}{1.5})(1000)(170)^2} = 0.09$

- $\alpha = 1-\sqrt{1-3R} = 1-\sqrt{1-3(0.09)} = 0.15 > 0.1$ ok

- $A_s = \frac{M}{(f_y/\gamma_s)(d)(1-\frac{\alpha}{2})} = \frac{55.4*10^6}{(\frac{400}{1.15})(170)(1-\frac{0.15}{2})} = 1012\ mm^2$

$= 5\phi 16/m'$ ← الحديد العلوي والسفلي للإتجاه القصير

الحديد الثانوي للإتجاه الطويل $A_s' = \frac{2}{3} * (A_s)$

$= \frac{2}{3} * 1012 = 674\ mm^2$

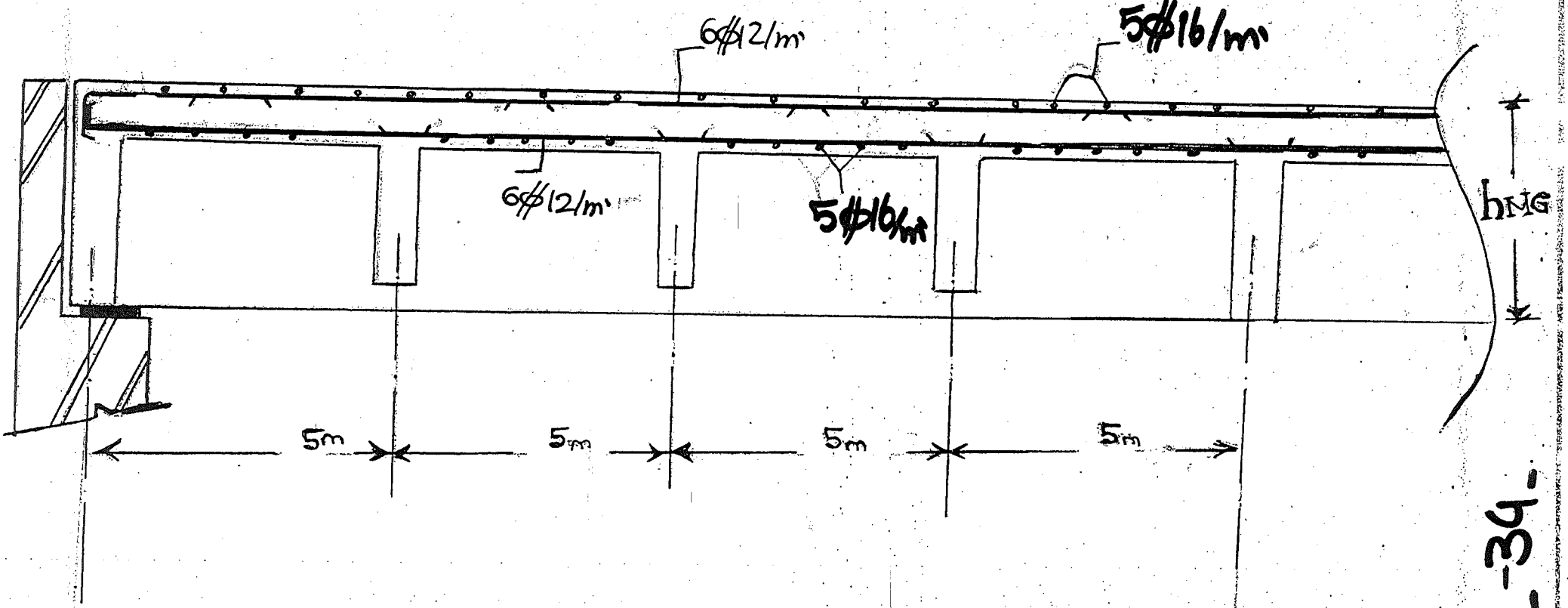
$= 6\phi 12/m'$

أولاً: القطاع الطولي

Scale 1:25

ثانياً: القطاع بالعرض

Scale 1:25



$$h_{MG} = \frac{Span}{10}$$