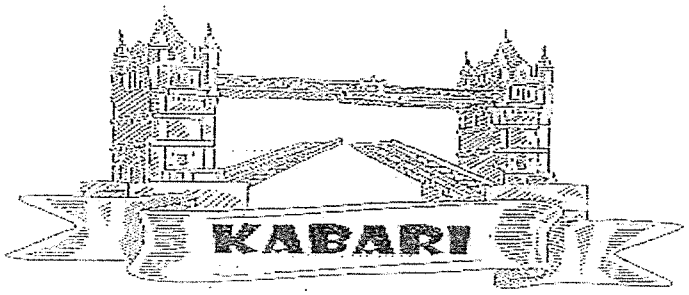
KABARI




# CIVIL ENGINEERING

# No : 9

## Cross Girder

# Solved examples

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

# مسائل محلولة

في المذكرة ستجد مسألتين :

" تصميم " X.G "

## المسألة الأولى :

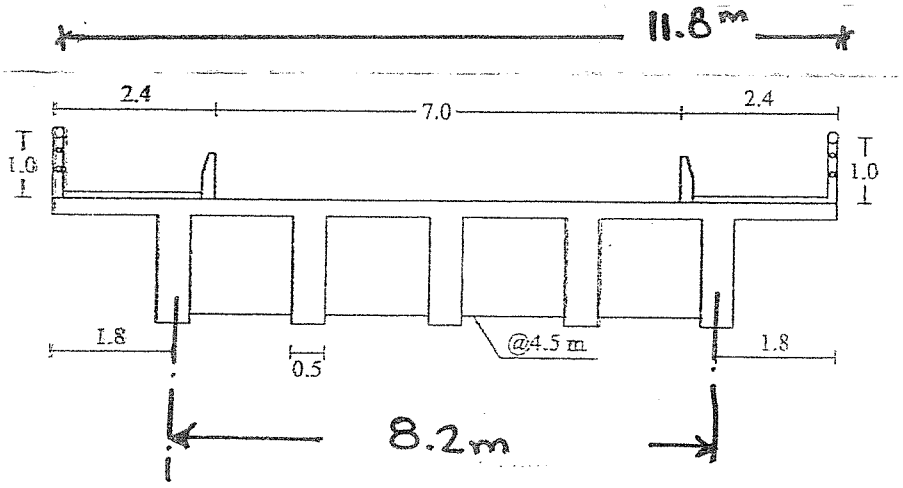
## أ) نجوم متماثلة

## المسألة الثانية :

## نجمتين غير متماثلتين

يا بنت تحلوم يا بينك ....

# Problem 1




* معطى على المسألة أن Span MG = 18.00 m

أبعاد XG:

- $h_{MG} = \frac{Span}{10} = \frac{18}{10} = 1.8\ m$
- $h_{XG} = h_{MG} - 0.15 = 1.65\ m$
- $b_{XG} = \frac{b_{MG}}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.25\ m$

حتى على الرسم

* Spacing XG = 4.50 m = b

* Spacing MG $= \frac{8.2}{4} = 2.05\ m$ حتى على الرسم = (a)

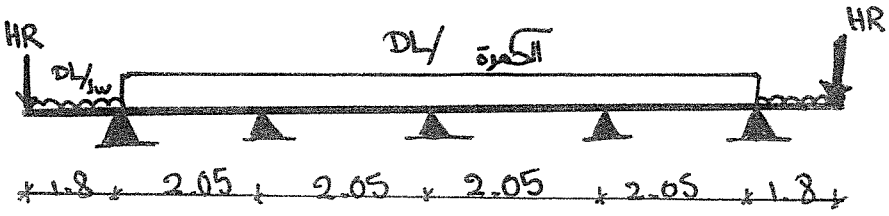
سمك البلاطة

* $t_s = 220^{mm}$ $t_{sw} = 180^{mm} = 0.18^{m}$

من تصميم البلاطة كان

# Dead Load

حساب الحمال




$$DL/_{\text{الكمرة}} = (t_s * \gamma_{RC} + \text{Cover}) * \text{Spacing c/c} + b_{rib} * (h_{rib} - t_s) * \gamma_{RC}$$

$$= (0.22 * 25 + 3) * 4.5 + (0.25)(1.65 - 0.22)(25)$$

$$= 47.2 \text{ KN/m'}$$

$$DL/_{S.W} = (t_{SW} * \gamma_{RC} + \text{Cover}) * \text{Spacing c/c}$$

Cover (1.5~2) الحديد

$$= (0.18 * 25 + 1.5) * 4.5$$

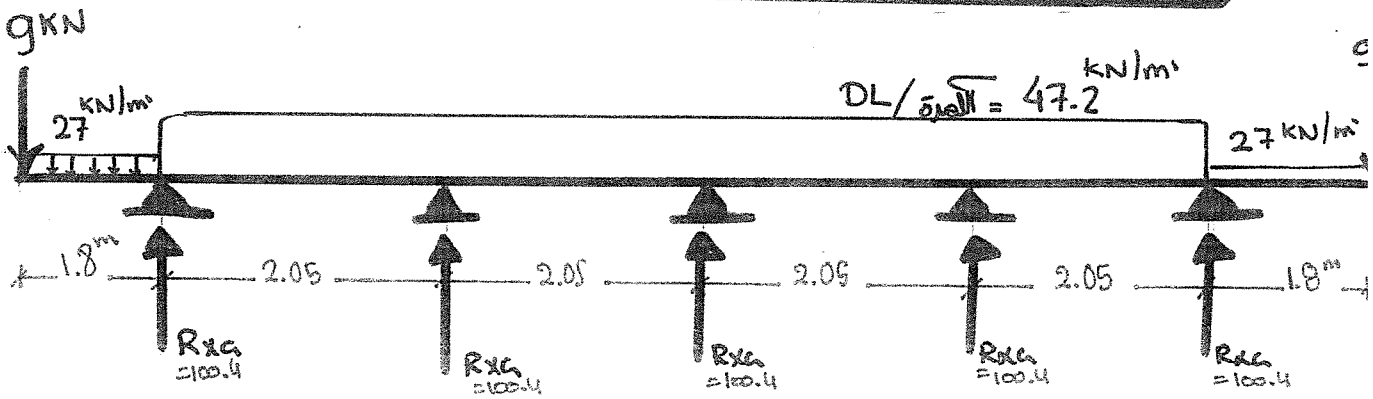
$$= 27 \text{ KN/m'}$$

$$HR = 2 * \text{Spacing c/c}$$

$$2 * 4.5$$

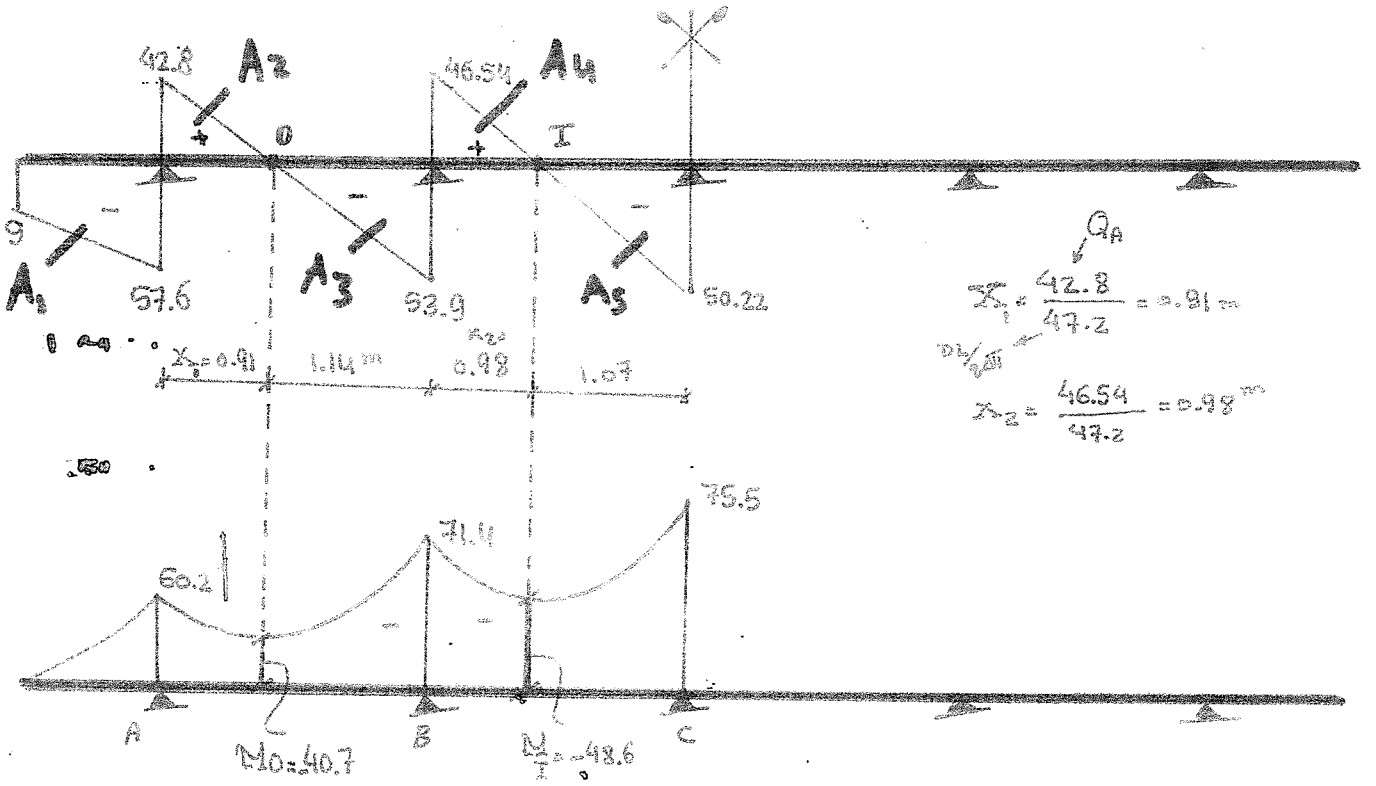
$$= 9 \text{ KN}$$

# Moment & Shear حساب Dead




لأن الكمرة Stiff ومتماثلة

$$RxG = \frac{\text{Loads}}{\text{عدد الركائز}} = \frac{47.2*8.2 + 27*1.8*2 + 9*2}{5} = 100.4\ KN$$




الحسابات في الصفحة التالية

## حساب قيم العزم من مساحات القص:-

- $M_A = -A_1 = \boxed{-60.2}$
- $M_B = -A_1 + A_2 = \boxed{-40.7}$
- $M_E = -A_1 + A_2 - A_3 = \boxed{-71.43}$
- $M_I = -A_1 + A_2 - A_3 + A_4 = \boxed{-48.6}$
- $M_C = -A_1 + A_2 - A_3 + A_4 - A_5 = \boxed{-75.5}$

## * تعديل شكل العزم

$\Sigma: \frac{b}{a} = \frac{4.5}{2.05} = 2.19 > 2$ (b = 4.5, a = 2.05) من البلاطة ابعادها

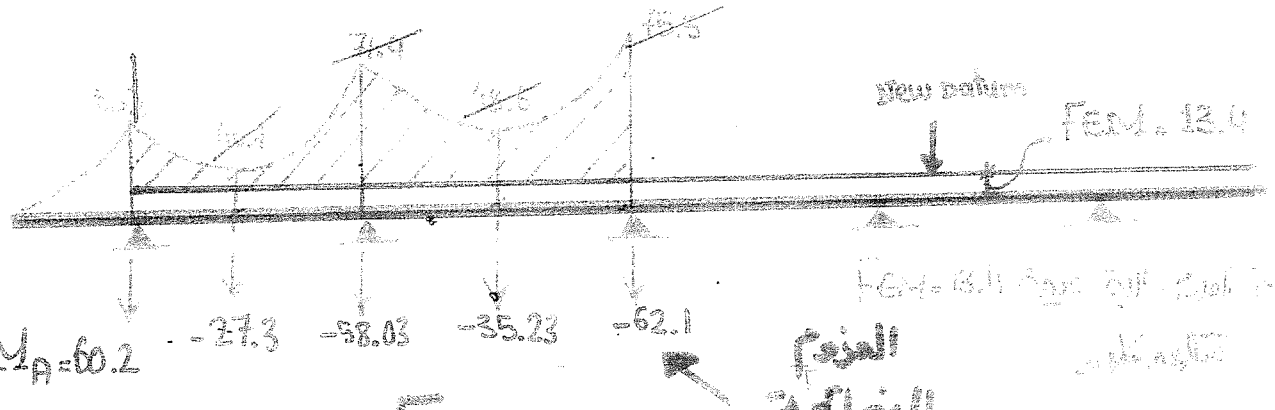
oneway

$g_{slab} = (ts \times \gamma_{RC} + Cover)$

$= 0.22 \times 25 + 3 = 8.5$ kN/m²

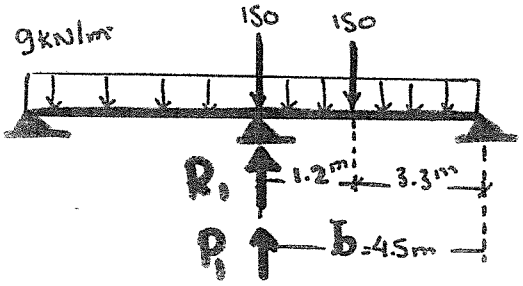
$FEM = \frac{g \times a^2}{12} \times Spacing \times c.c$

$= \frac{8.5 \times (2.05)^2}{12} \times 4.5 = \boxed{13.4}$ kN.m



# Live Load

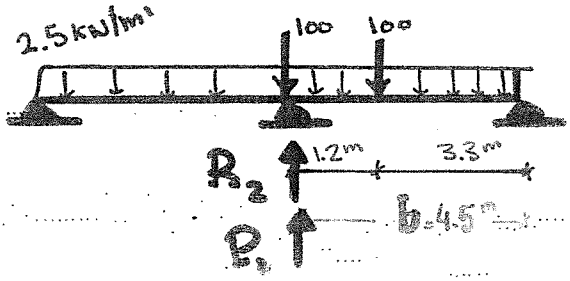
## المرحلة الأولى : تحضير حمل الlive




من حارة 1

$R_1 = 150 + 150\left(\frac{3.3}{4.5}\right) = 260\ kN$

$P_1 = g * b = 9 * 4.5 = 40.5\ kN/m'$




من حارة 2

$R_2 = 100 + 100\left(\frac{3.3}{4.5}\right) = 173.2\ kN$

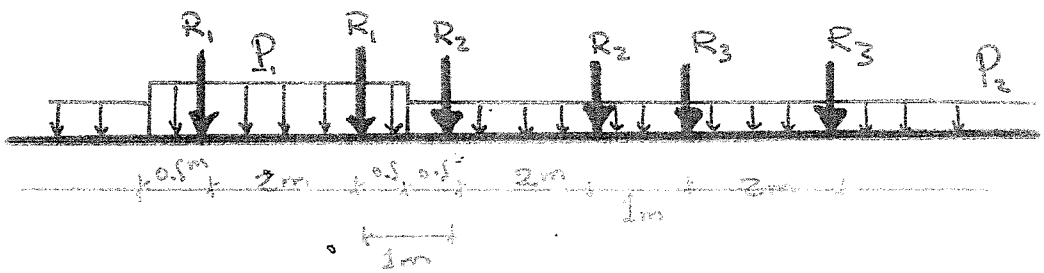
$P_2 = 2.5 * b = 2.5 * 4.5 = 11.25\ kN/m'$

من حارة 3

على طول $R_3 = \frac{1}{3}R_1 = \frac{1}{3} \times 260 = 86.6\ kN$

---

## ويكون في النهاية شكل حمل الlive :




M, Q live لكل النقاط لحساب ← وكده احنا جهزنا شكل الI.L

S=

# المرحلة الثانية :

## حساب قيم $M_{live}$ , $Q_{live}$

ضغط الحمل اللى جهزناه فى الخطوة السابقة

على أشكال I.L حالات 4 بجور فى الجداول بالعطاه

**Shear** $ILQ_A$ , $ILQ_{B left}$ , $ILQ_{B Right}$

**Moment** $ILM_o$ , $ILM_I$ , $ILM_B$

6 أشكال هتحملهم ..... دى كيفرفت

الكلام ده عشان الـ Sheet

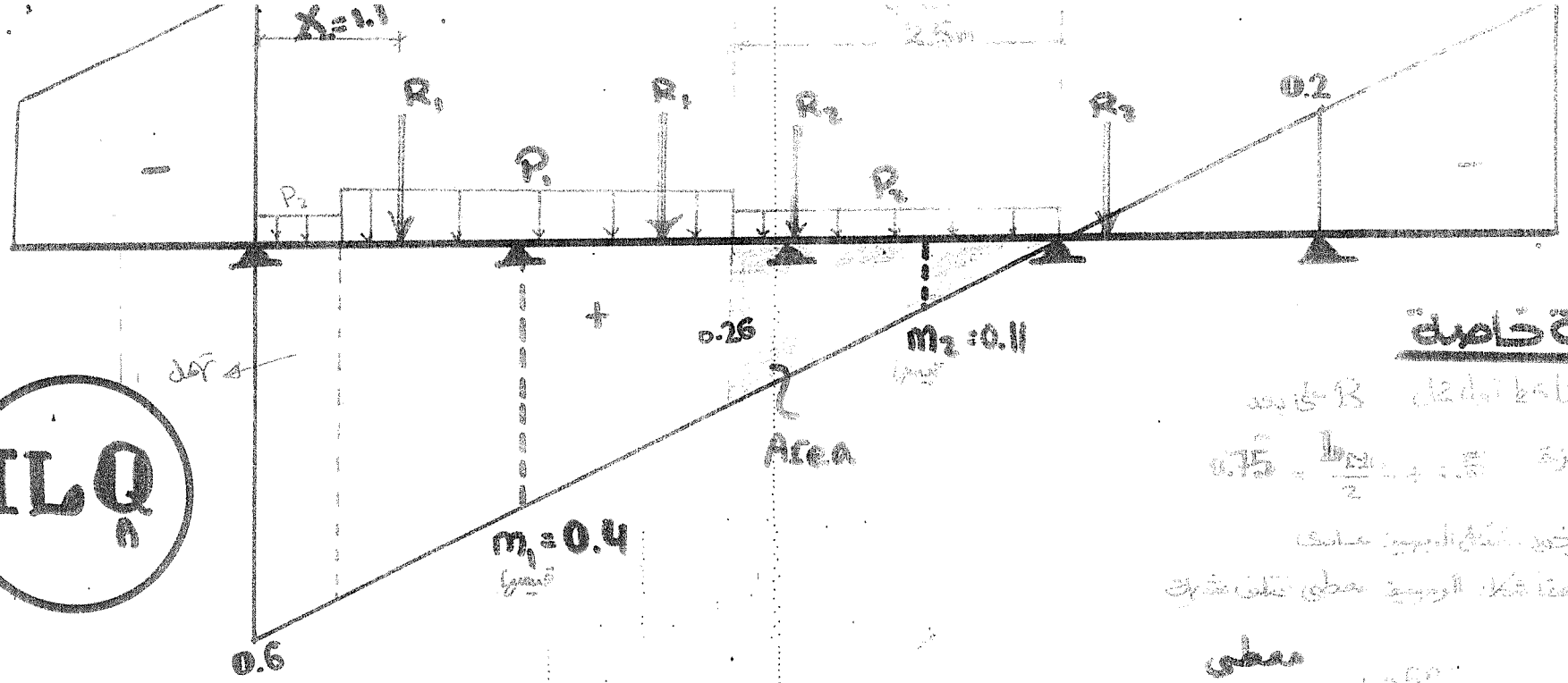
بس فى الامتحان انت عارف

Max Mom هين اللى بيجيب

Max Shear

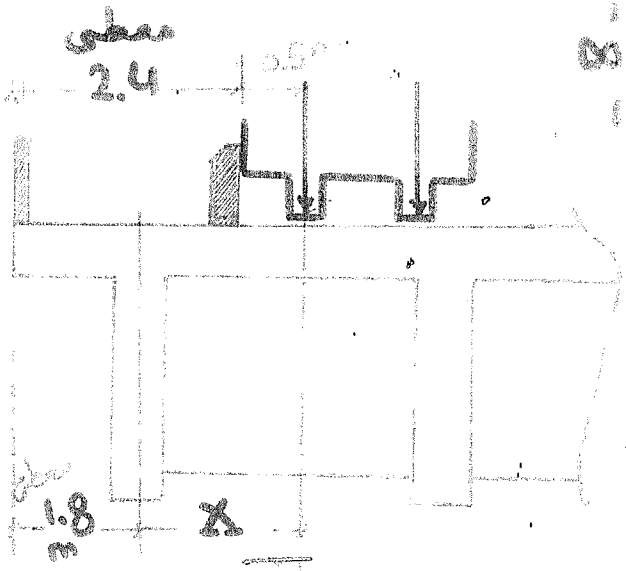
max

$ILM_I$ , $ILQ_{B Right}$



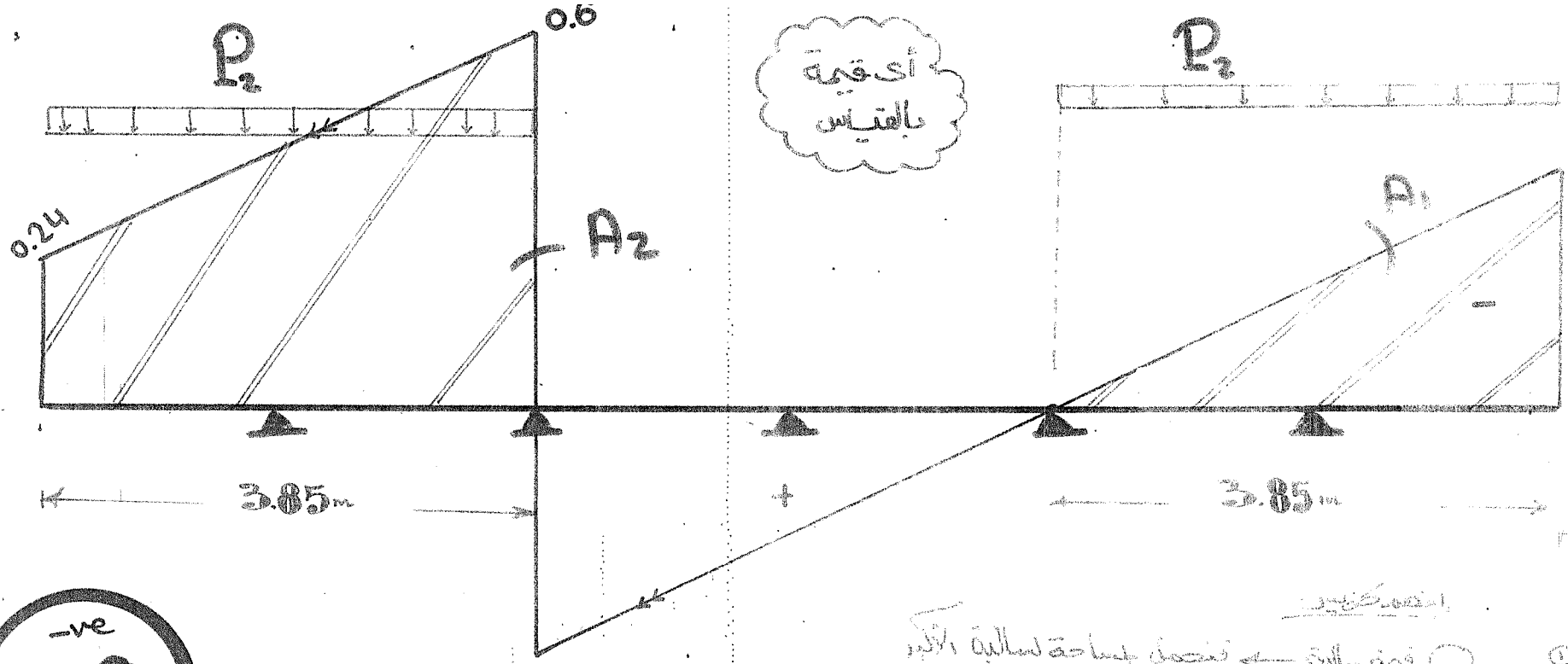

**ILQ A**

## حالة خاصة




$$X = 2.4 + 0.5 - 1.8 = 1.1\ m$$

$$Q_{A\ Live} = 2R_1(m_1) + 2R_2(m_2) + P_1 * 3^m * m_1 + P_2 * Area = \boxed{348.6}$$




-ve

$I.L\,Q_{B\,left}$

$$Q_{B\,left} = P_2 * (A_1 + A_2)$$

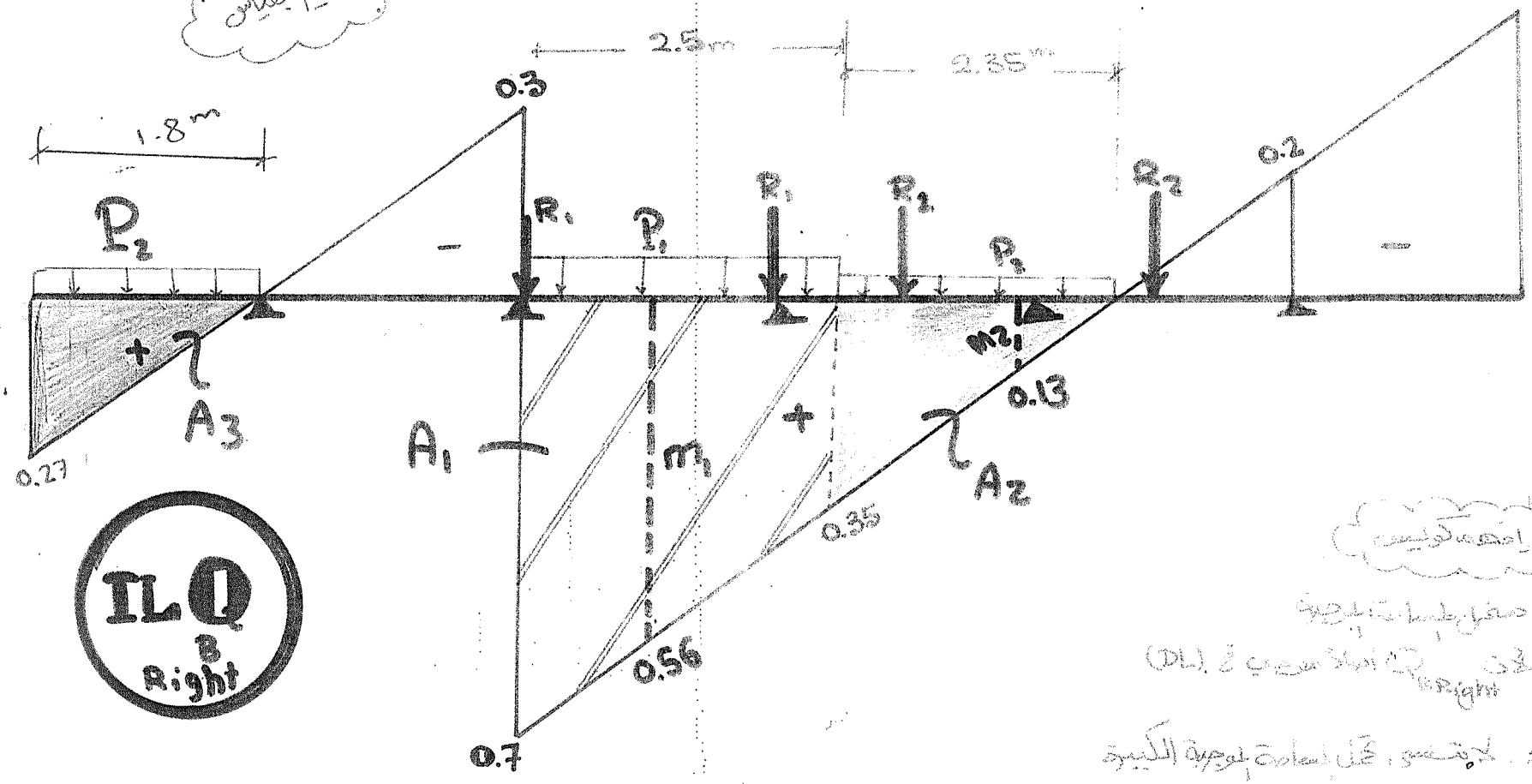
$$= \boxed{25.8}\ KN$$

① $Q_{B\,left}$ قيمة سالبة ← تتحصل بمساحة سالبة الأكبر

② لو حاولت كل الأحمال $R_1$ الكبيرة متلاقيش تدخل في الحسبة (لأنها مش سالبة برضو)

فتشيل كل أحمال الكباية ① $(R_1 + P)$

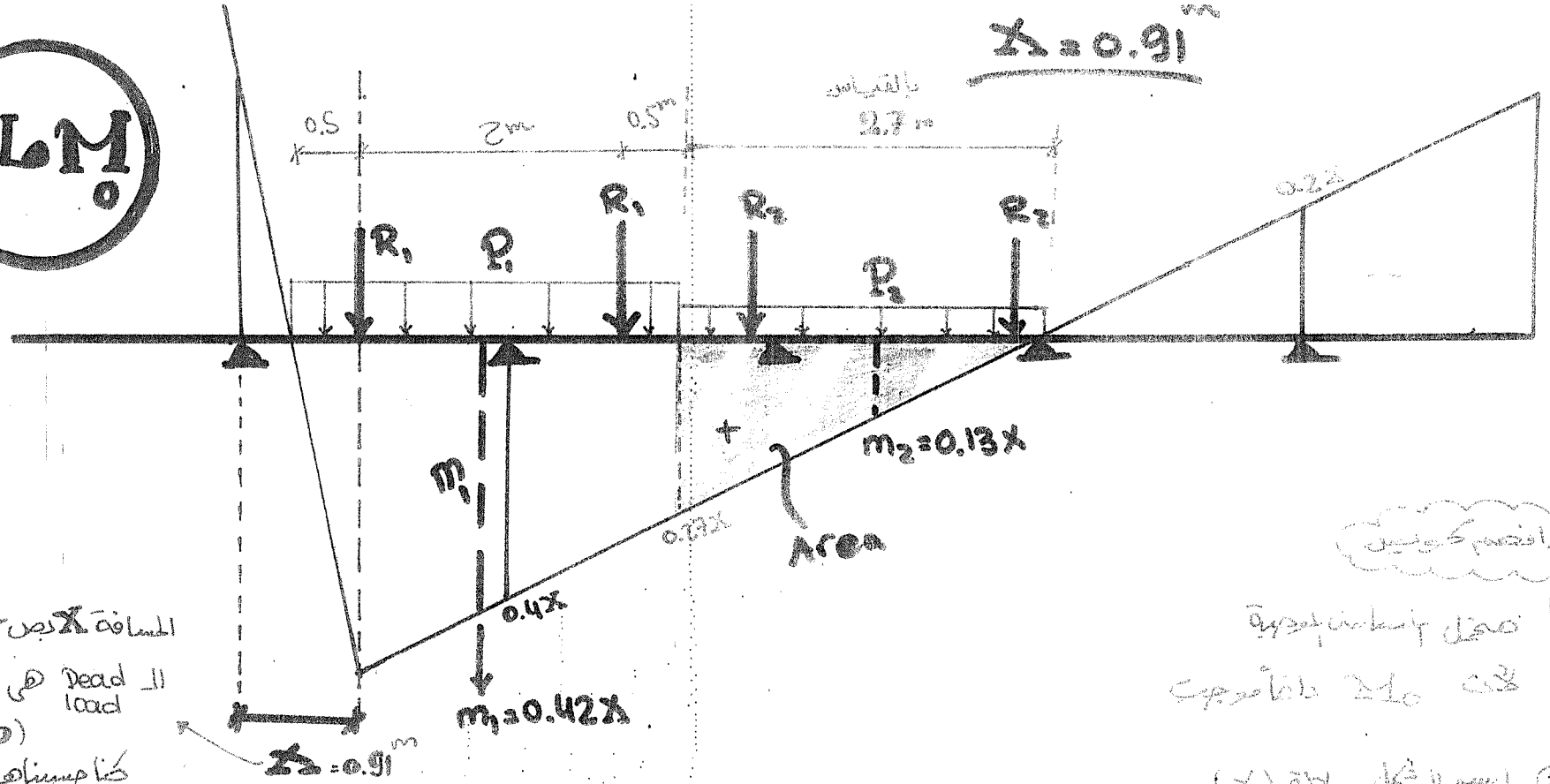
وتعمل بالمساحات السالبة $(P_2)$ فقط




**$IL_{B_{Right}}$**

$$IL_{B_{Right}} = 2R_1(m_1) + 2R_2(m_2) + P_1(A_1) + P_2(A_2 + A_3)$$

$$= \boxed{396.6} \text{ K.N}$$




المسافة X نجيب عليها في الـ Dead load هي بعد نقطة (O) كما سميناها 0.91

$$M_O = 2R_1 m_1 + 2R_2 m_2 + P_1 * 3^m * m_1 + P_2 * \text{Area}$$

$$= \boxed{289} \text{ KN.m}$$

① نحسب ردات الاسناد الحقيقية

② نرسم الشكل بدلالة (X)

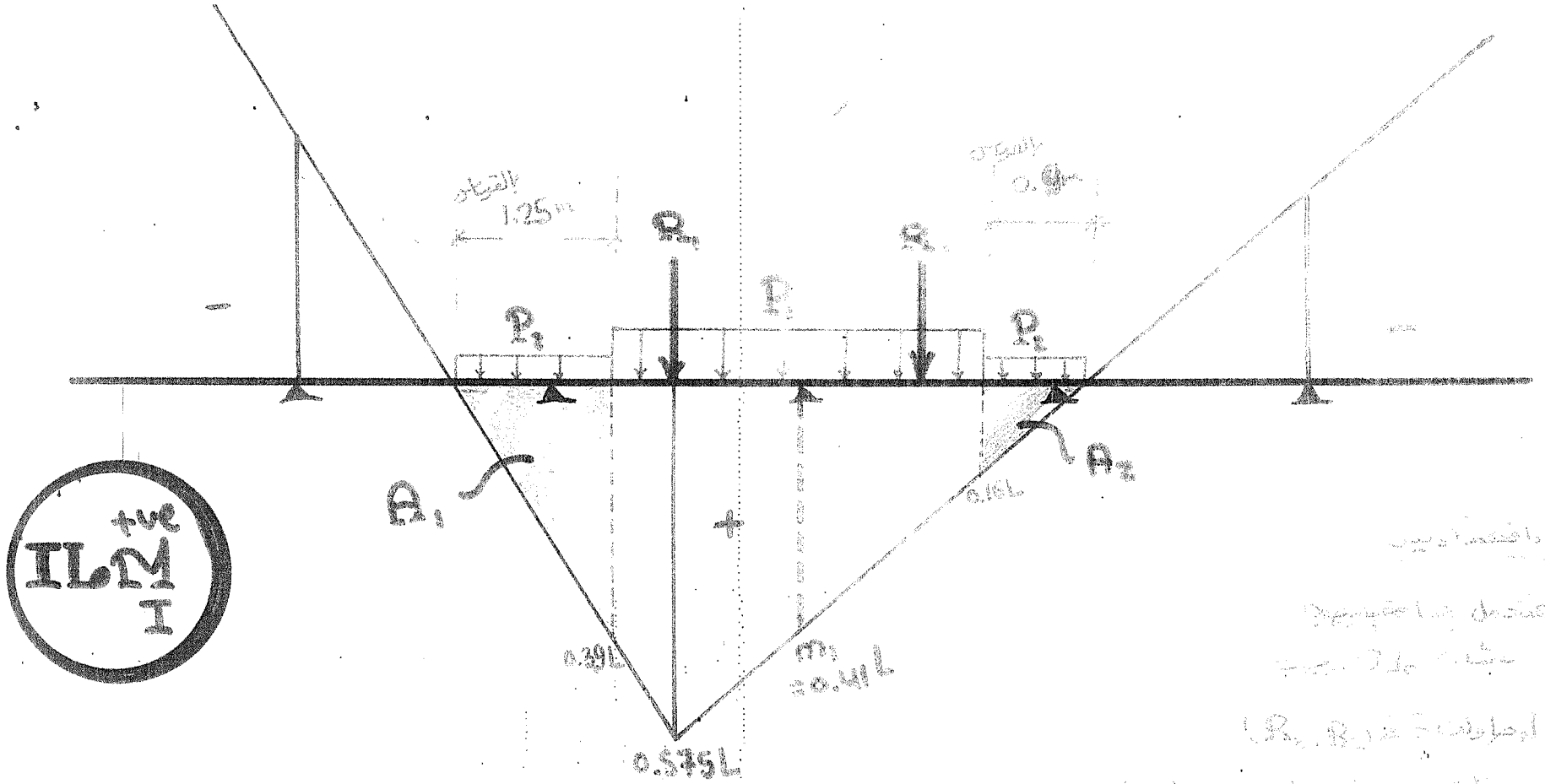
حيث X تمثل معلوم

مش فاضي يعني 0.4 X ... رح نحسبها ع اساس

ولو قلت شمال رح تلاقي 5 lines

0.5X = القوة حق ...

= 0.5(0.91) = ...




$$M_{I}{}_{live} = 2R_1(m_1) + P_1 \times 3^{m} \times m_1 + P_2(A_1 + A_2)$$

$$= \boxed{546} \text{ KN.m}$$

# Total values

## Moment

$M_A$ = فكك منه

"Dead فتح مالوش Live أصلا"

$M_o = -27.3 + 289.9 = 262$

الأكبر $M_I = -35.23 + 546.5 = 511.27$ (max mom)

## Shear

$Q_A = 42.85 + 348.6 = 391.45$ KN

$Q_{BL} = 53.91 + 25.87 = 79.78$ KN

الأكبر $Q_{BR} = 46.54 + 396.6 = \underline{443.14}$ KN (max Shear)

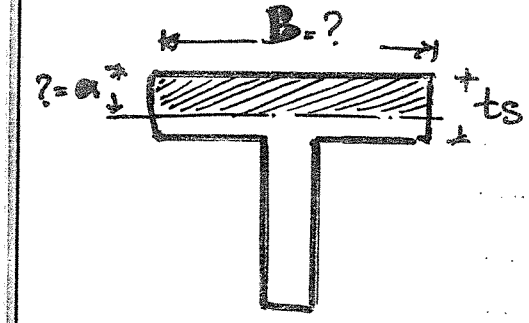
- Max moment = **511.27** KN.m
- Max Shear = **443.14** KN

# Design

$M_{max} = M_L = 511.27$ KN.m

1.35 * نضرب العزم

$M_u = 1.35 * 511.27 = \underline{690.2}$ KN.m

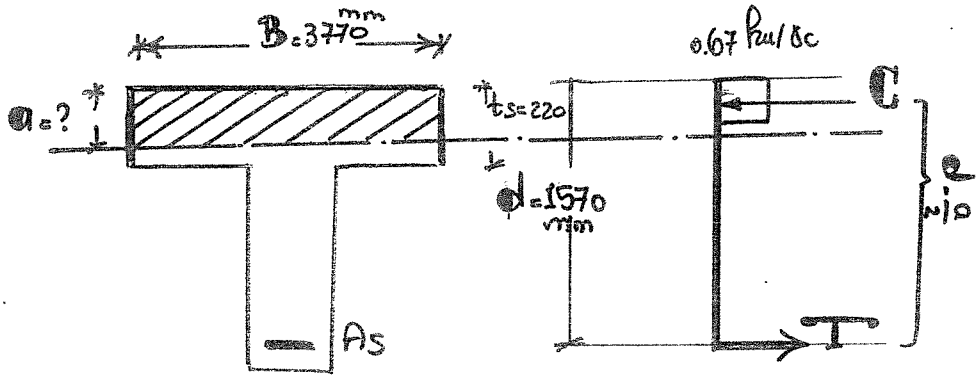



حساب عرض الـ Flange :

- B الأقل
  - $b + 16ts = 250 + 16(220) = \underline{3770}$ mm
  - spacing $\times 6 = \frac{4.5}{m} = 4500$ mm

## a < ts

- بفرض أن محور الخول داخل الـ Flange




ونحل على أنها Checks

$$M_{max} = C * (d - \frac{a}{2})$$

$$690.2 * 10^6 = 0.67 * \frac{30}{1.5} * (a) * (B) * (1570 - \frac{a}{2})$$

(B = 3770)

الأكبر من [ a = 8.7 ; $a_{min} = 0.1 * d = 157$ mm ]

$a = 157\ mm < I_{bs} = 220\ mm$ وتجاوز

• اذاً الفرض صحيح ومحور التعادل داخل (flange)

وحساب التسليح

• $R = \frac{690.2 * 10^6}{(\frac{30}{1.5})(B)(1570)^2} = 0.003$

B: 377

• $\alpha = 1 - \sqrt{1 - 3(0.003)} = 0.0045 < 0.1 = 0.1$

• $A_s = \frac{690.2 * 10^6}{(\frac{400}{1.15})(1570)(1 - \frac{0.1}{2})} = 1330\ mm^2$

$= 4\phi 22$

حديد تعليق للكمرات

• $A_s' = 0.2 * A_s = 0.2 * 1330 = 266 = 2\phi 16$

حديد التوزيع

• $A_{s\ shrinkage} = 0.008 * A_s = 106 = 3\phi 10$

# Shear Design

1.35 * بضرب قيمة القص

$Q_u = 1.35 * 443.14 = \underline{598}$ kN

$$\therefore q_u = \frac{598 * 10^3}{b * d} = \underline{1.52} \text{ N/mm}^2$$

(b = 250, d = 1570)

ونقارن $q_u$ مع :-

$$q_{cu} = 0.16 \sqrt{\frac{f_{cu}}{\gamma_c}} = 0.715 \text{ N/mm}^2$$

(uncracked)

$q_u > q_{cu}$

$1.52 > 0.715$

النتيجة

use Special Rft

نحتاج تسليح خاص بالقص (الكانات)

$$\bullet\ q_u = q_{cu} + q_{str}$$

(cracked)

$$1.52 = 0.12 \sqrt{\frac{30}{1.5}} + q_{str}$$

$$\therefore q_{str} = \underline{0.98} \text{ N/mm}^2$$

## ⑥ حساب تقسيط الكانات :-

بفرض :

عدد فروع الكانة $\Omega = 2$

مساحة سيخ الكانة $A\phi = \frac{\pi}{4} * 10^2 = 79\ mm^2$

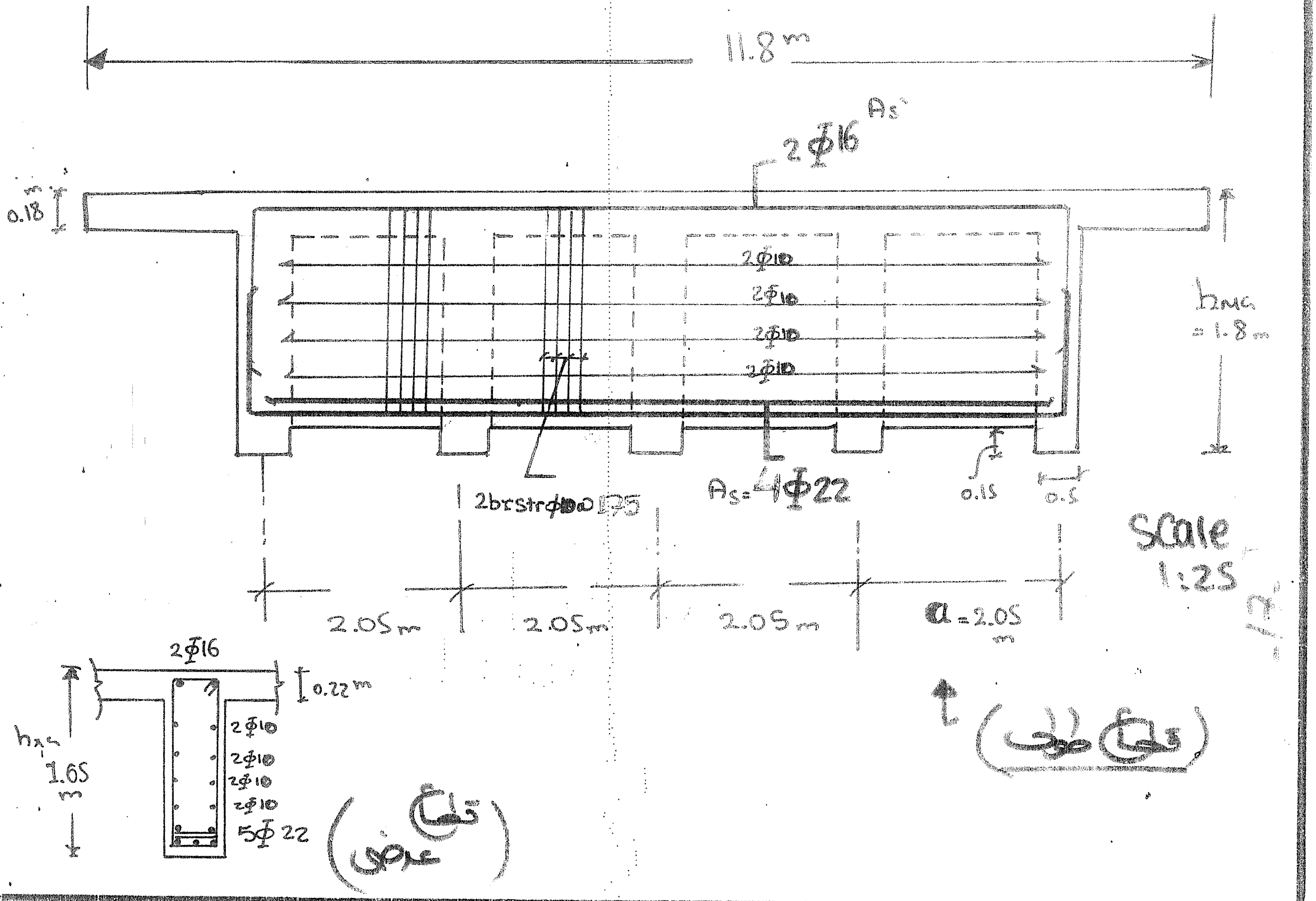
$$q_{str} = 0.98 = \frac{\Omega * A\phi * fy/\gamma_s}{b * S}$$

$$0.98 = \frac{2 * 79 * \frac{350}{1.15}}{250 * S}$$

$$S = 196\ mm$$

$$= 175\ mm$$

* use 2 br. str. $\phi$10 @ 175 mm



11.8 m
2Φ16 As'
0.18 m
2Φ10
2Φ10
2Φ10
2Φ10
hmg = 1.8 m
2brstrΦ10@175
As=4Φ22
0.15
0.5
Scale 1:25
2.05 m
2.05 m
2.05 m
a=2.05 m
2Φ16
0.22 m
h 1.65 m
2Φ10
2Φ10
2Φ10
2Φ10
5Φ22
قطاع عرضي
قطاع طولي

# Problem 2

* المطلوب الثاني (b)
تصميم (XG)

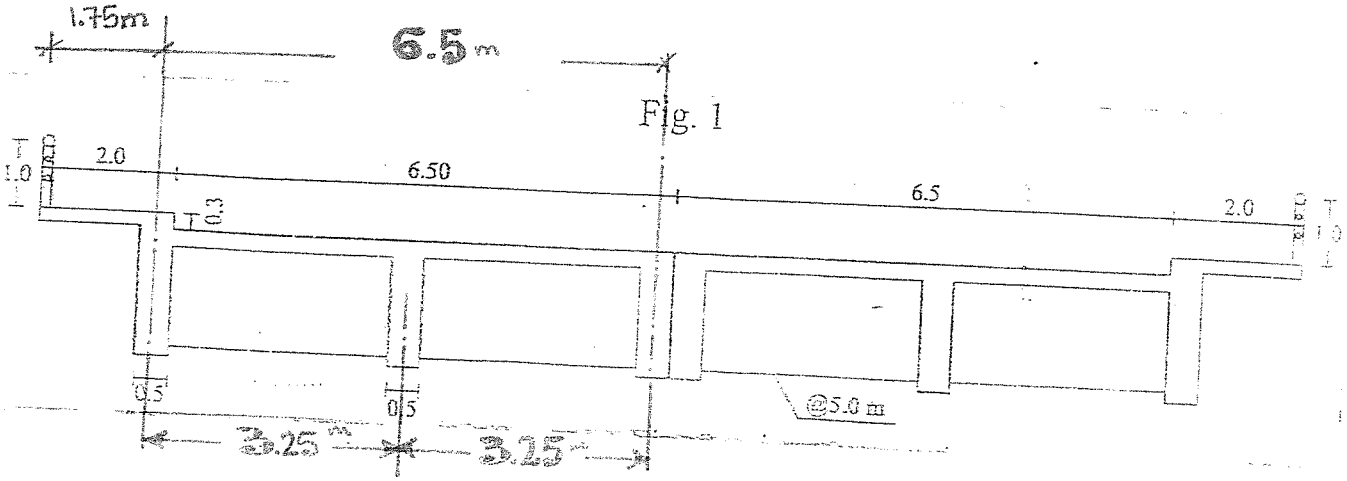



Fig. 1

معطى في السؤال

Spac NG = 20 mm

$$\therefore h_{MG} = \frac{Spac}{10} = \frac{20}{10} = 2^{m}$$

$$\therefore h_{XG} = h_{MG} - 0.15 = 1.8^{m} \approx 1.85$$

$$\therefore b_{XG} = \frac{b_{MG}}{2} = 0.25m$$

من على الرسم :-

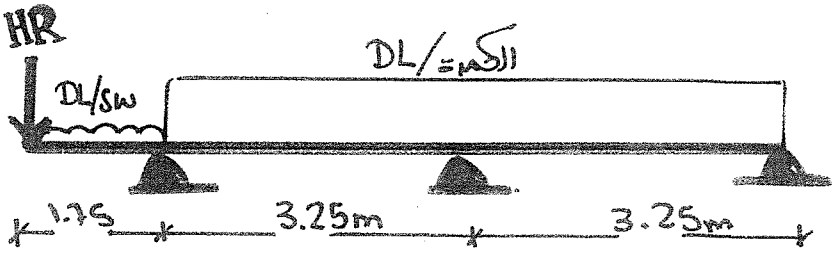
* Spacing XG = 5m (b)

* Spacing MG = 3.25 (a)

من تصميم البلاطة * $t_{S} = 250^{mm}$ ▼ من تصميم الرصيف $t_{S.W} = 180^{mm}$

# Dead Load

الكوبري جسمه مكون من جزئيه متماثلين ← كل جزء (2 بحرين غير متماثلة)




$$DL/\text{الكمرة} = (t_s \times b_{RC} + \text{Cover}) \times \text{Spacing} \times \gamma_c + b_{xc} \times (h_{xc} - t_s) \times \gamma_{RC}$$

$$= (0.25 \times 25 + 3) \times 5 + 0.25 (1.8 - 0.25) \times 25 = \boxed{55.9} \text{ kN/m}$$

$$DL/SW = (t_{sw} \times b_{RC} + \text{Cover}) \times \text{Spacing} \times \gamma_c$$

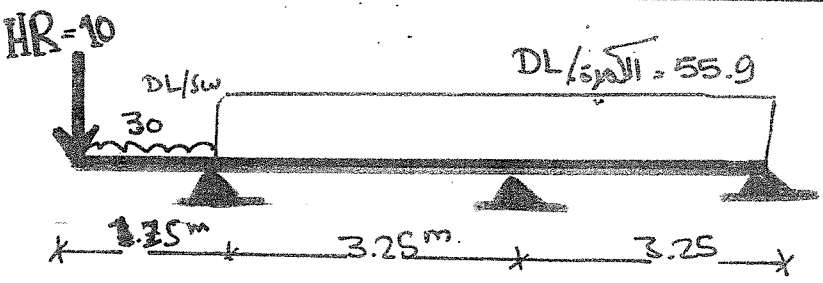
$$= (0.18 \times 25 + 1.5) \times 5$$

$$= \boxed{30} \text{ kN/m}$$

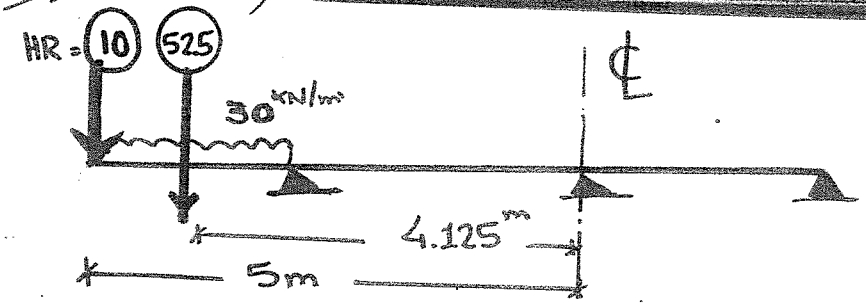
$$HR = 2 \times \text{Spacing} \times \gamma_c$$

$$2 \times 5$$

$$= \boxed{10} \text{ kN/m}$$

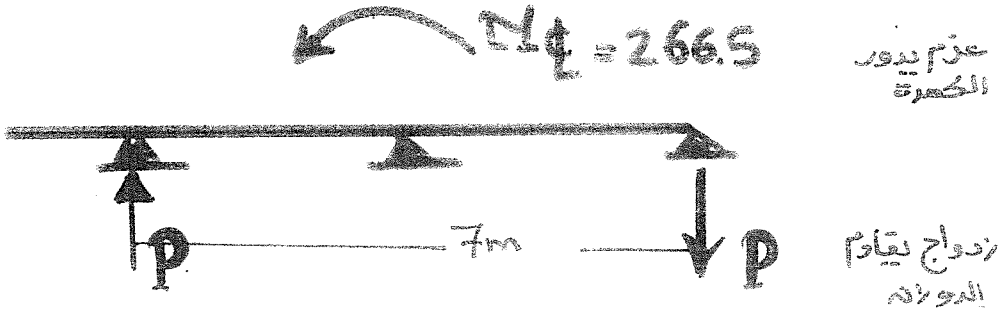



نظراً لأن الكمرة Stiff و غير متماثلة (ردود الأفعال غير متساوية)




احسب عزم القوى على الرصيف عند ℄

$$M_{℄} = 52.5 * 4.125 + 10 * 5 = 266.5 \ kN.m$$

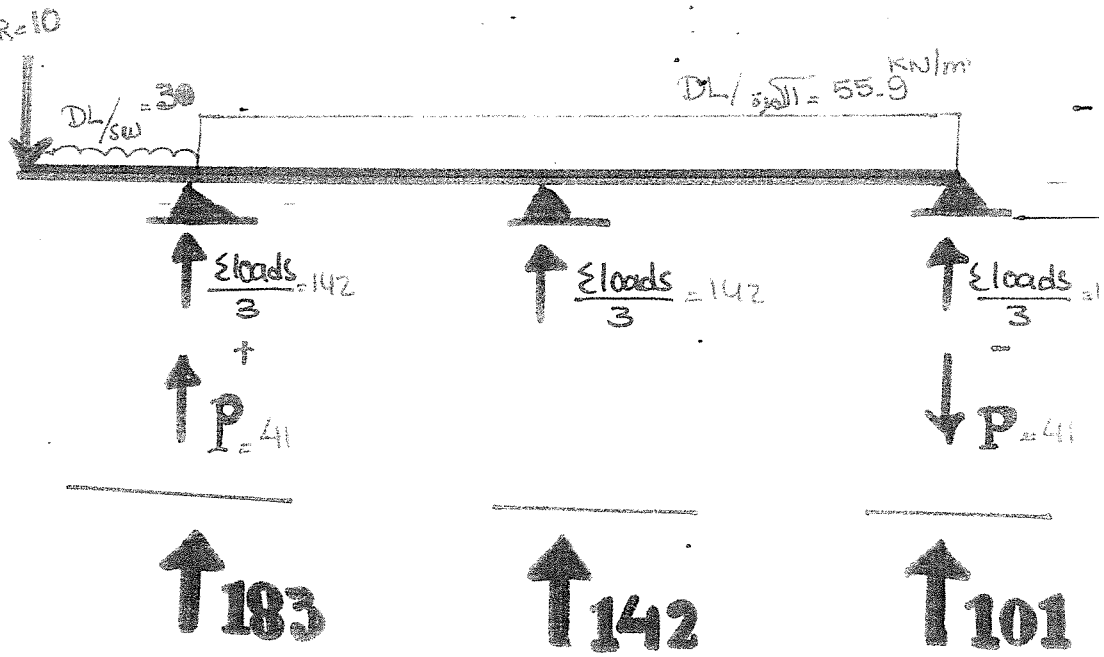



عزم الدوران = $\sum M_{℄} =$ أحد القوتين $P$ * المسافة بينهم $l$

$$266.5 = P * 7^{m}$$

$$P = 41 \ kN$$

وتكون ردود الأفعال النهائية .....

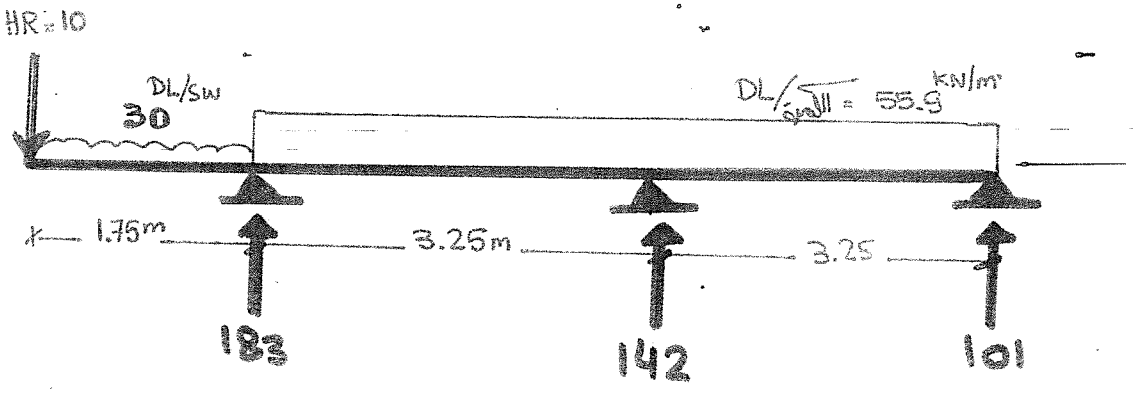


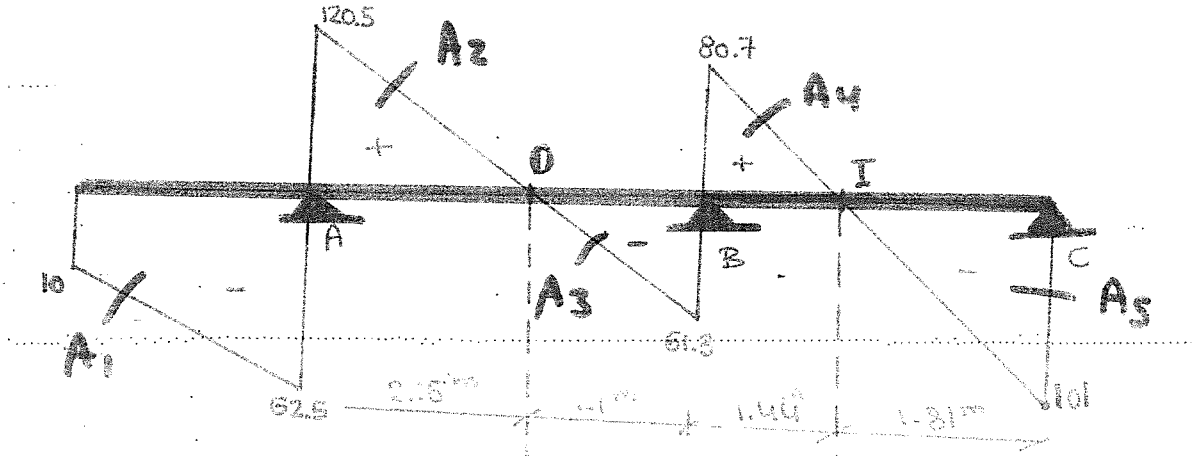

$$\frac{\text{Eloads}}{3} = \frac{55.9*7 + 30*1.75 + 10}{3} = 142\ KN$$

← ونرسم شكل العزم والقص كاملين حتى نهاية الرسمة فقط

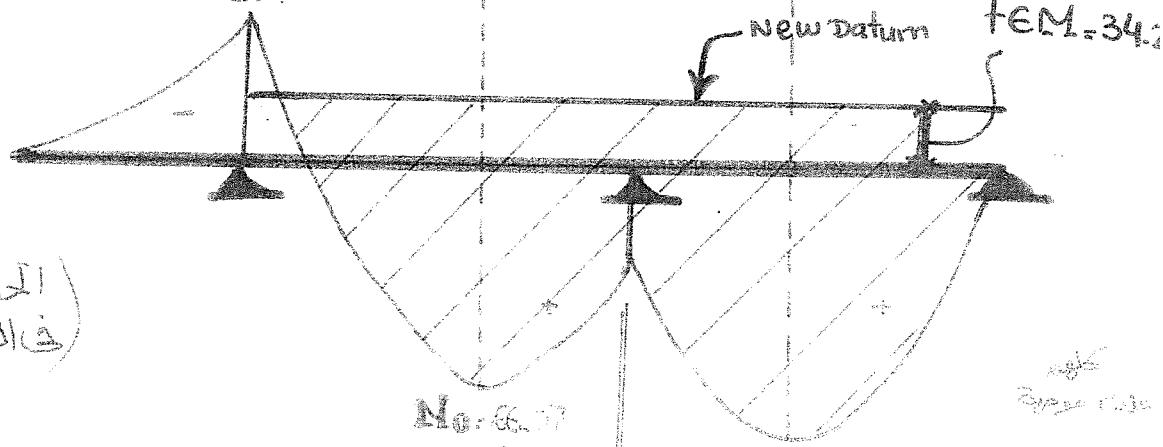
كما في حد فاصل

كالآتي ...




العزم بطرح من الكابول
لايتم تعديله




(الحسابات في الصفحة التالية)

$N_B = 66.17$
+34.2
100.7

$M_B = +32.3$
+ 34.2
66.5

$M_F = 90.42$
+34.2
124.7

العزم بنهائية

## حساب قيم العزوم من مساحات القص

- $M_A = -A_1 = -63.43$ kN.m
- $M_0 = -A_1 + A_2 = +66.07$ kN.m
- $M_B = -A_1 + A_2 - A_3 = +32.3$ kN.m
- $M_I = -A_1 + A_2 - A_3 + A_4 = +90.47$ kN.m

## 1 تعديل شكل العزوم

(a = 3.25 * b = 5 m) ابعاد البلاطة

$r = \frac{b}{a} = \frac{5}{3.25} = 1.53 < 2$ Two way

Dead load البلاطة

$g = ts * \gamma_{RC} + Cover = 0.25 * 25 + 3 = 9.25$ kN/m²

← يتم توزيع الحمل في الاتجاهين

$\alpha = \frac{r^4}{1+r^4} = 0.84$ ← حمل اتجاه Short

$g_1 = \alpha * g = 7.77$ kN/m²

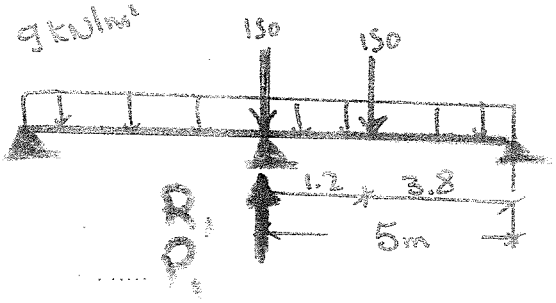
$\therefore FEM = \frac{g_1 * a^2}{12} * spacing\ xc$

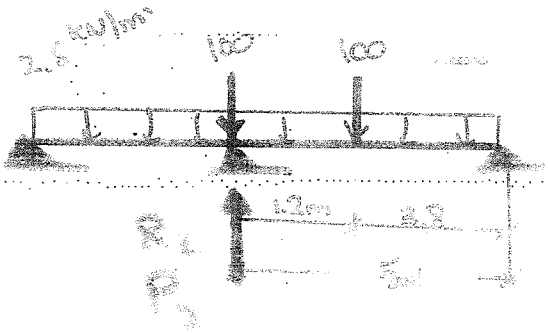
$= \frac{7.77 * 3.25^2}{12} * 5 = \boxed{34.2}$ kN.m

* وتقل نسبة تعديل العزوم كلما قيم العزوم الرأسية تزداد مقابل FEM

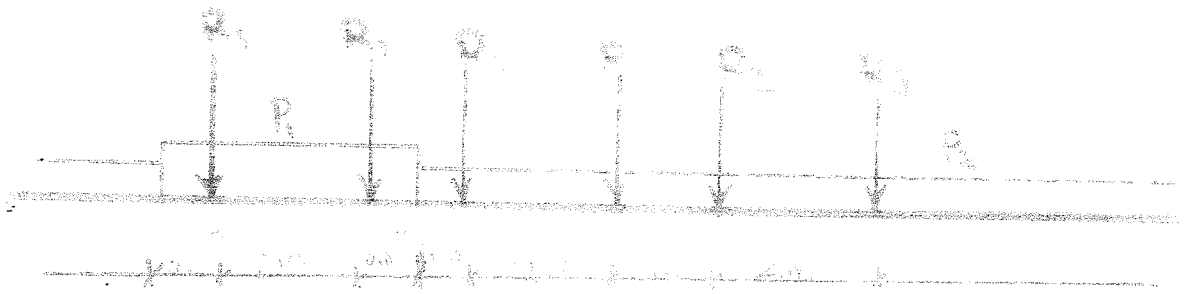
# Live Load

## المرحلة الأولى : تحضير حمل الـ live




ويكون شكل حمل عرض البلاطة



# المرحلة الثانية :

## حساب قيم $M_{live}$ , $Q_{live}$

ضغط العمل اللى جهزناه فى الخطوة السابقة

على أشكال I.L حالات

فى الجداول بلوطاه

**Shear** $ILQ_A$ , $ILQ_B$ Right

**Moment** $ILM_o$ , $ILM_B$

6 أشكال هتحملهم ... دة كتير فحت

الكلام دة عشان الـ Sheet

بس فى الامتحان إنت عارف

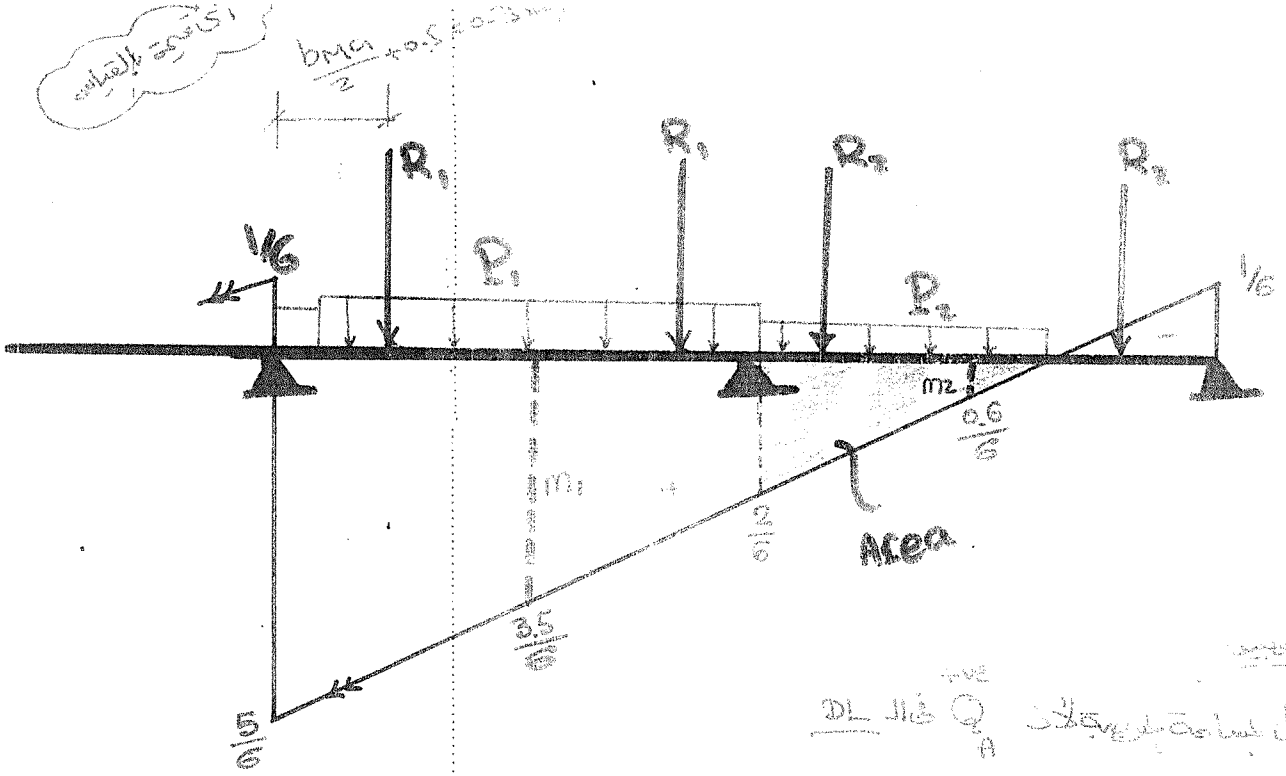
Max Mom مين اللى بيجيب

Max Shear

Max

$ILM_o$ , $ILQ_{B\ Right}$

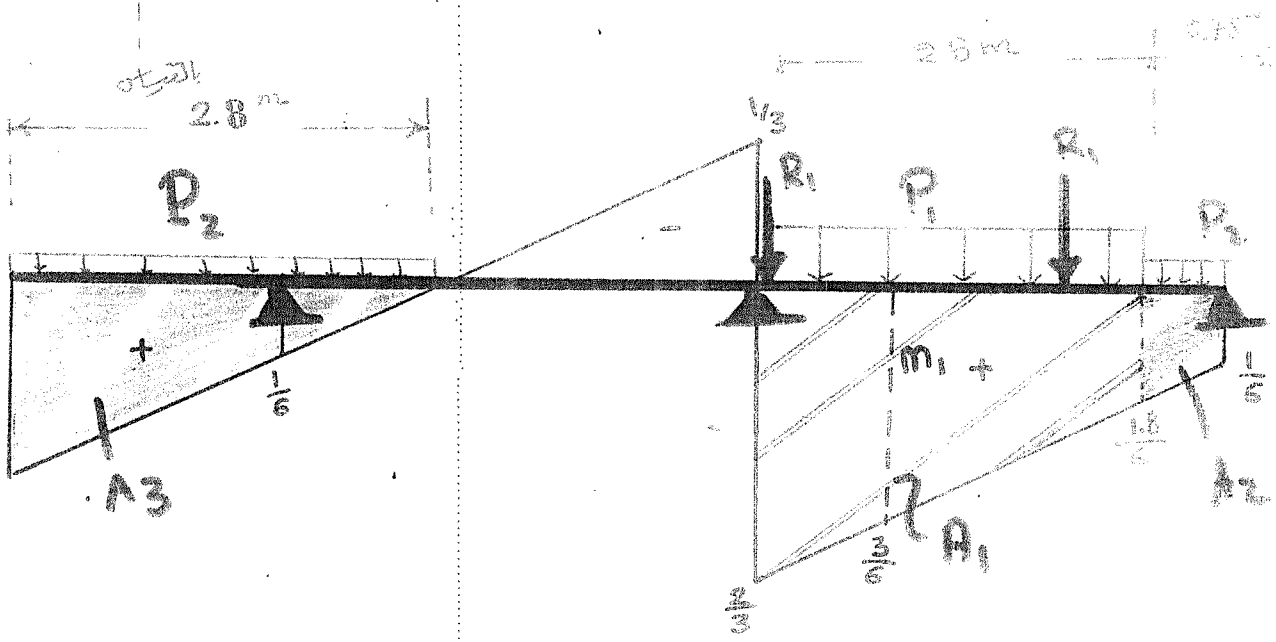
# I.L.Q 1




$$Q_A = 2R_1(m_1) + 2R_2(m_2) + P_1(3m)(m_1) + P_2(Area)$$

$$= \boxed{426.45}\ KN$$

## I.L.Q$_{B_{Right}}$




$$I.L.Q_{B_{Right}} = 2R_1(m_1) + P_1(A_1) + P_2(A_2 + A_3)$$

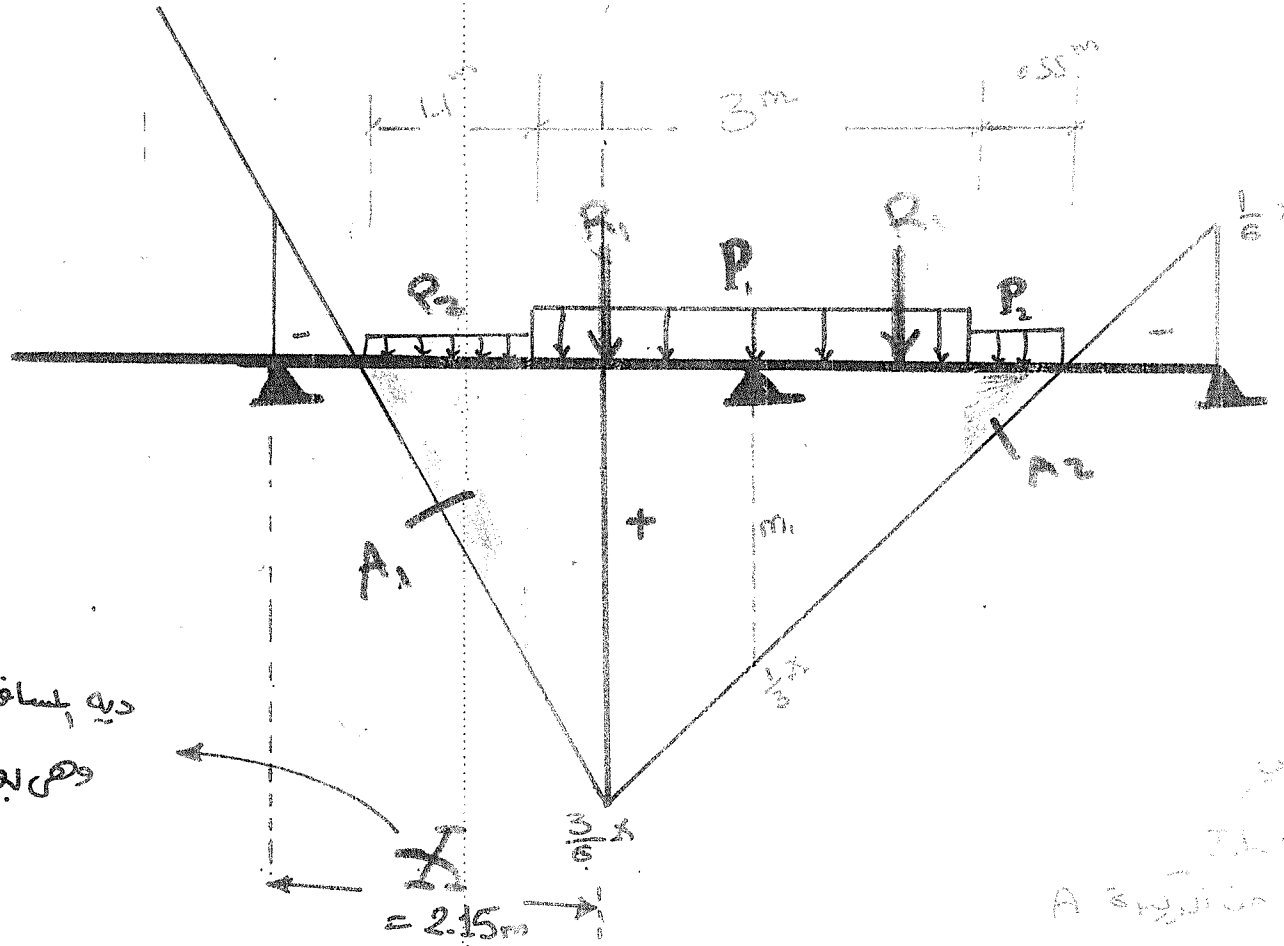
$$= \boxed{328.21 \text{ kN}}$$

ملاحظات:

① نقسم البلاطة بوجود الكمر (الأعمدة) أو بالقرب منها إلى أشكال هندسية بسيطة ونأخذ مساحة كل منها ($P_1$, $P_2$)

② نمثل خط التأثير لـ $Q_{B_{Right}}$ (+ve) ونحدد قيمة كل مساحة

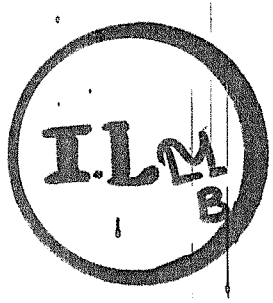
③ حمل $P_1$ ينتج عن ضغط السكري على طول البلاطة الواحدة بعيداً عن الرصيف

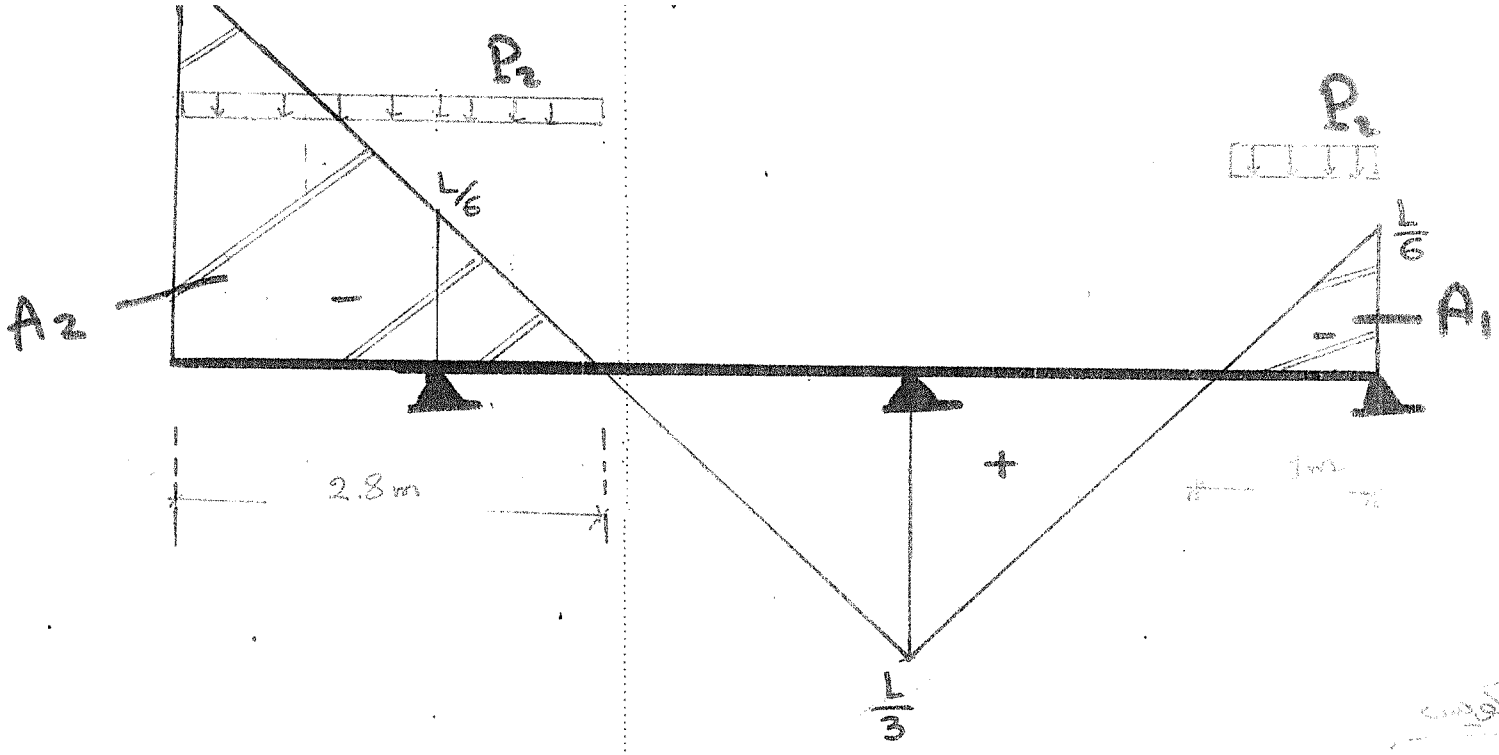



ديه المسافة X الحسوبة فى الـ DL
وهى بعد نقطة (o) عن الركيزة

$$M_o = 2B_1(m_1) + P_1 \times 3 \times (m_1) + P_2 (A_1 + A_2)$$

$$= \boxed{504.4 \text{ KN}}$$



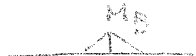

$$M_B = P_2 (A_1 + A_2)$$

$$= \boxed{28.8} \text{ KN.m}$$



استعملكوس

① متاصل بيدو بسالة




$M_B$ سالب اساساً

صتلاكان : Read طباع موجب

طالناش بحجرة صواصلة الطبيعي بتاعة انه سالب

بيخش كل مساحة سالبة

② لو مابيت كل المساحة بسالة بكبيرة على لسهلة

$R_1$ ، $R_2$ بيطلعوا موجبين

اشيلهم ونشيل $P_1$ معاهم

# Total Values

## * Moment

$M_C = -100.27 + 504.4 = 604$ KN.m

$M_B = 66.57 - 28.8 = 37.7$ KN.m

## * Shear

$Q_A = 120.5 + 426.45 = 546.9$ KN

$Q_{B_R} = 80.7 + 328.21 = 408.91$ KN

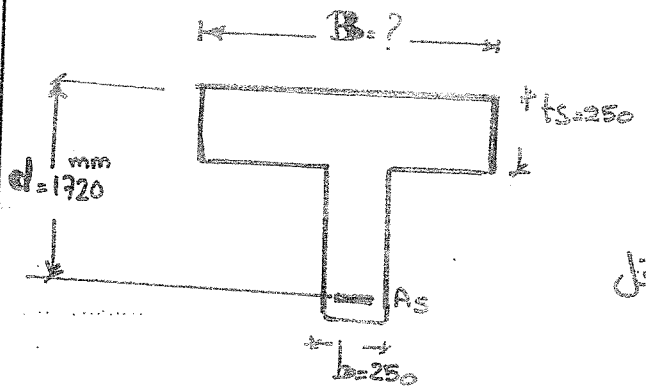
* Max Mom. = 604 KN.m
* Max Shear = 546.9 KN

# Design

$M_{max} = 604$ kN.m

1.35 * ← نضرب العزم

* $M_u = 1.35 * 604 = 815.4$ kN.m

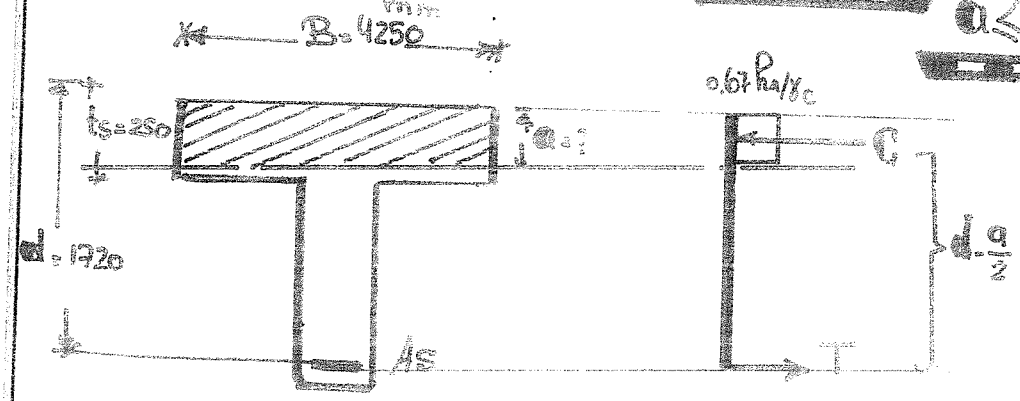



① حساب عرض الـ Comp. Flange

B الأقل ←
- $b + 16(ts) = 250 + 16(250) = 4250$ mm
- spacing $x_{o.c} = 5^m = 5000$ mm

② بفرض أن محور التعادل داخل الـ Flange

$a \leq ts$




$$M_{max} = C * (d - \frac{a}{2})$$

$$815.4 * 10^6 = 0.67 * \frac{30}{1.5} * (a) * (B) * (1720 - \frac{a}{2})$$

(B = 4250)

الناتج: ← $a = 8.3$ mm

$a_{min} = 0.1 * d = 172$ mm ←

وبذلك - $a = 172\ mm < t_s = 250\ mm$

أي أن الفرض صحيح ومحور الخط داخل الـ Flange

نحسب التسليح

- $R_n = \frac{815.4 \times 10^6}{(\frac{30}{1.5})(4250)(1720)^2} = 0.003$
- $K = 1 - \sqrt{1 - 3(0.003)} = 0.004^{xx} = 0.1$

xx لا يقل عن 0.1

- $A_s = \frac{815.4 \times 10^6}{(\frac{400}{1.15})(1720)(1 - \frac{0.1}{2})} = 1934\ mm^2$

$= 4\#22$

$A_{s'} = 0.2 A_s = 287\ mm^2 = 2\#16$

$A_{s\ shrinkage} = 0.08 A_s = 2\#10$

# Shear Design

$Q_{max} = 547\ kN$

* نضرب قيمة القص * 1.35

$Q_u = 1.35 * 547 = \underline{739\ kN}$

اجهاد القص: $q_u = \frac{739 * 10^3}{250 * 1720} = \underline{1.7\ N/mm^2}$

ونقارنه مع قيمة "$q_{cu}$"

$q_{cu} = 0.16\sqrt{\frac{f_{cu}}{\gamma_c}} = 0.715\ N/mm^2$ (uncracked)

$q_u = 1.7 < q_{cu} = 0.715$ وجد أن

نحتاج تسليح للقص

$q_u = q_{cu} + q_{str}$
(cracked)

$1.7 = 0.12\sqrt{\frac{30}{1.5}} + q_{str}$

$q_{str} = 1.16\ N/mm^2$

تحسب تقشيط الكانات :-

$$q_{str} = \frac{n * A_\phi * f_y / \gamma_s}{b * s}$$

$$1.16 = \frac{2 * 79 * \frac{350}{1.15}}{250 * s}$$

$s = 165$ mm

$\approx 150$ mm

use 2 br. Str $\phi$10 @ 150

مسقط
Scale
1:25
2m
6.5m
3.25m
3.25m
0.5m
2.0m
2ϕ16
ϕ22
2ϕ10
2ϕ10
2ϕ10
2ϕ10
2ϕ10
مقطع عرضي (A-A)
Scale
1:25
2ϕ16
250 mm
5ϕ22
2ϕ10
2ϕ10
2ϕ10
2ϕ10
2ϕ10
1.8m