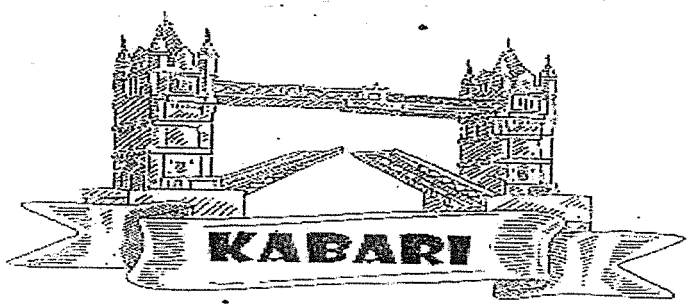
KABARI



CIVIL ENGINEERING

No : 11

Main Girder

Solved examples

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

Main Girder مسائل محلولة على

- Materials to be used: Concrete $f_{cu} = 30$ N/mm^2 and St. 400/600
- Applied Loads:

  In First Lane: 600 kN Egyptian Code Tractor + Filling Load =9 kN/m^2
  In Second Lane: 400 kN Egyptian Code Tractor + Filling Load =2.5 kN/m^2
  In Third Lane: 200 kN Egyptian Code Tractor + Filling Load =2.5 kN/m^2
  Other Lanes and sidewalks: Filling Load =2.5 kN/m^2 , Road covering = 3 kN/m^2

Problem 1

The SLAB - GIRDER bridge shown in Fig. 1, have a span L= 18 m with two overhanging ends each one = 4.5 m. The bridge consists of 5 main girders, the cross girders are spaced at 4.5 m.

Problem 2

The SLAB - GIRDER bridge shown in Fig.2 , is two spans continous main girder, each span L= 20 m. The bridge consists of 3 main girders, while the cross girders are spaced at 5 m.

- It is required to give full statical calculations and design for the following:
  a- The Slabs and side walks
  b- The cross girder
  c- The intermediate main girder. For this main girder use BOTH stirrups and BENT UP bars to resist shear stresses. (DO NOT use stirrups alone).

- Give complete working drawing for:
  a- The cross sections of the slabs, (scale 1:25), and plan scale 1:50
  b- The cross girder, (scale 1:25)
  c- Longitudinal section and cross-section of the main girder showing all reinforcement details and dimensions (scale 1:25). Draw clearly the maximum max. bending moment diagram and moment of resistance (BM values at 4 points are required in each span).

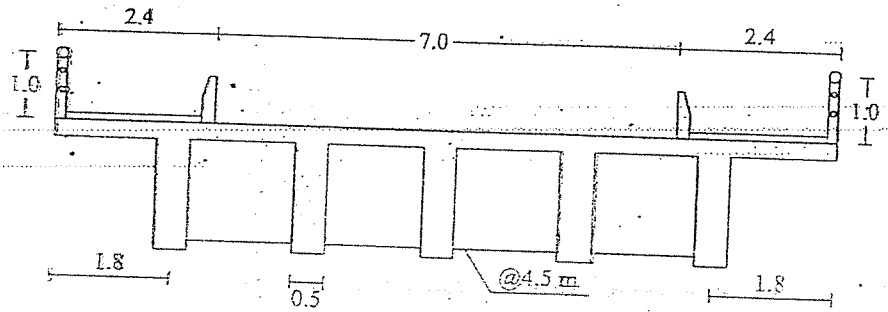


Fig. 1

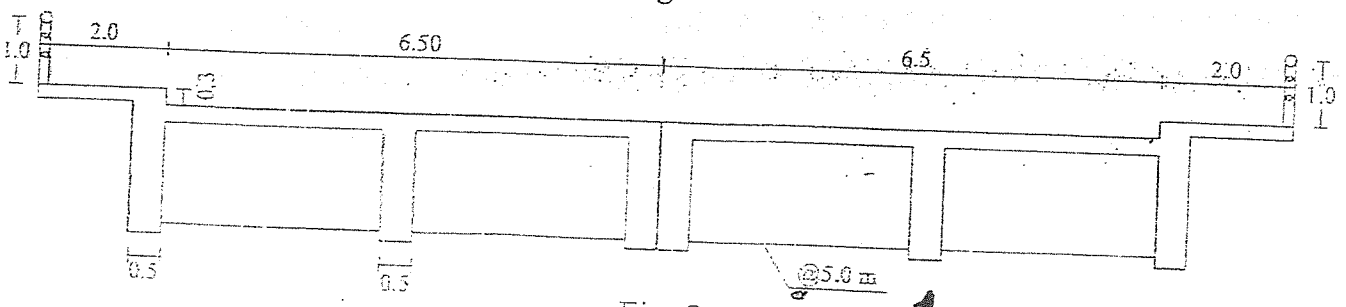


Fig. 2

تكملة Sheet 3

* هنا فى المذكرة ديه محلول معاك :

المطلوب (c) للمسألتين

- تصميم الـ **MG** للمسألتين ...

** المسألة الأولى :-

بجر + 2 كابولى

** المسألة الثانية :-

بجرين

Problem #1

تصميم "Main Girder"

"اقرأ السؤال كويس"

Problem 1

The SLAB - GIRDER bridge shown in Fig. 1, have a span L= 18 m with two overhanging ends each one = 4.5 m. The bridge consists of 5 main girders, the cross girders are spaced at 4.5 m.

كابولى

c- The intermediate main girder. For this main girder use BOTH stirrups and BENT UP bars to resist shear stresses. (DO NOT use stirrups alone).

في السؤال :-

معطى

أن الـ "MG" بحر = 18^m

(4.5^m) = two overhanging +

4.5^m = 2 كابولى

(b) Spacing of MG = 4.5^m * معطى فى السؤال

(a) Spacing of MG = 2.05^m * على الرسم

طالما قال فى السؤال صمم (Intermediate main girder) كمرة وسطية

باستخدام الكانات والحديد المكسح

(MG)

4.5^m | 18^m | 4.5^m

Dead Load

---- own wt
---- Reaction of XG ← على MG كمرة

own wt $= b_{MG} * (h_{MG} - t_s) * \gamma_{RC}$

$h_{MG} = 1.8^m$
$t_s = 220^{mm} = 0.22^m$

$= 0.5\,(1.8 - 0.22) * 25$

$= \mathbf{19.75}$ KN/m'

Reaction of XG $= \dfrac{R_{XG}}{b}$

هو أصلاً حمل مركز نقسمه ÷ b لتحويلة لحمل موزع

حيث : b : Spacing XG $= 4.50^m$

R_{XG} : محسوب في المطلوب السابق مذكرة (13) صـ 4

$= 100.4$ KN

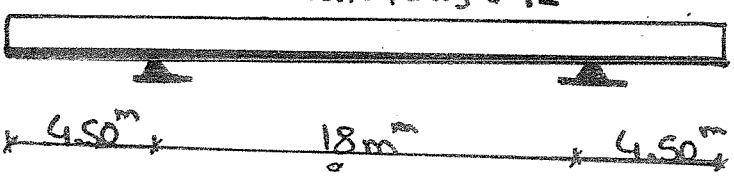
$\therefore R_{XG}/b = \dfrac{100.4}{4.5} = \mathbf{22.3}$ KN/m'

Total Load

$\text{own wt} + \dfrac{R_{XG}}{b} =$

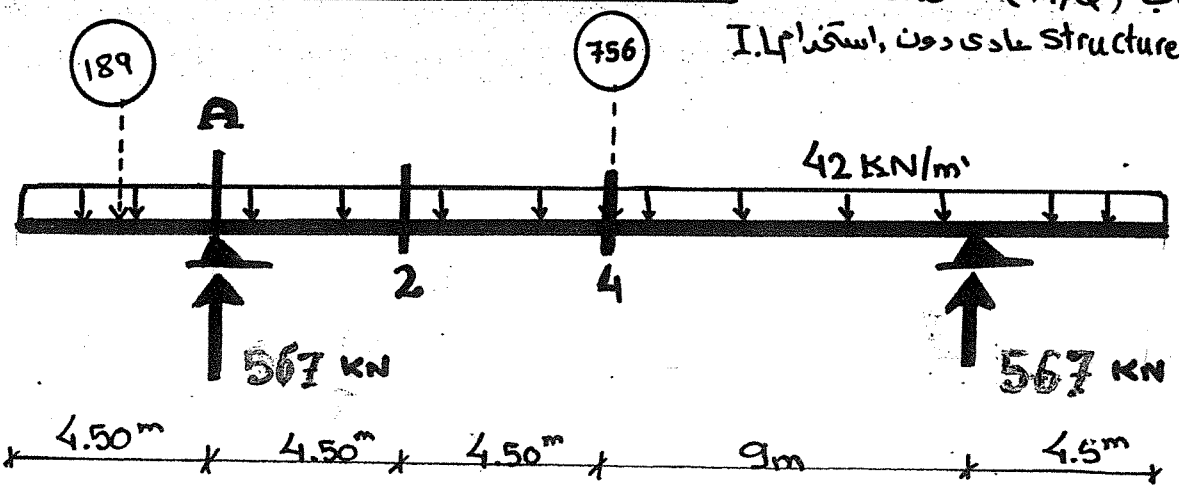
ويكون حمل الـ DL الكلى

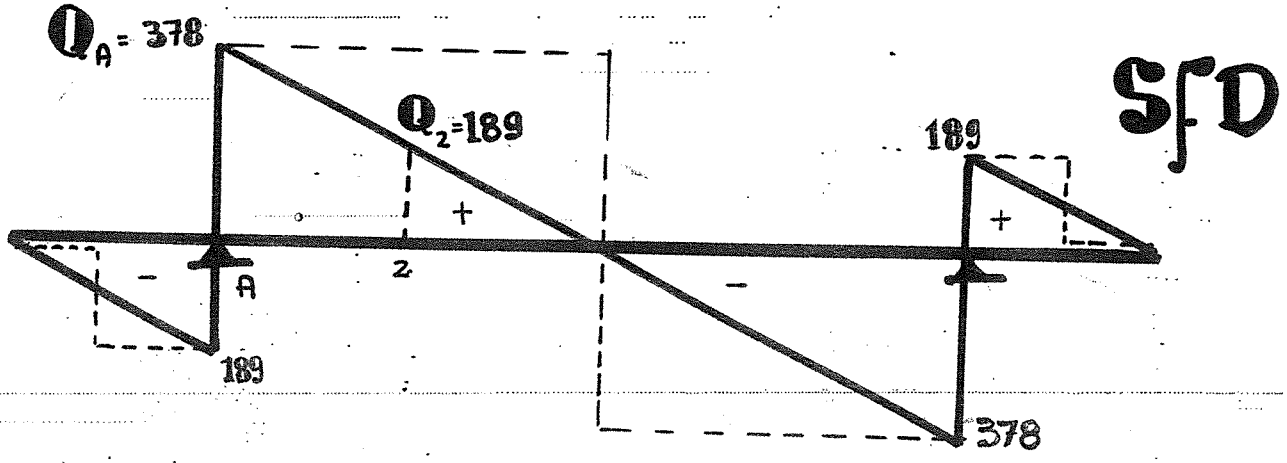
$19.75 + 22.3 = 42$ KN/m'



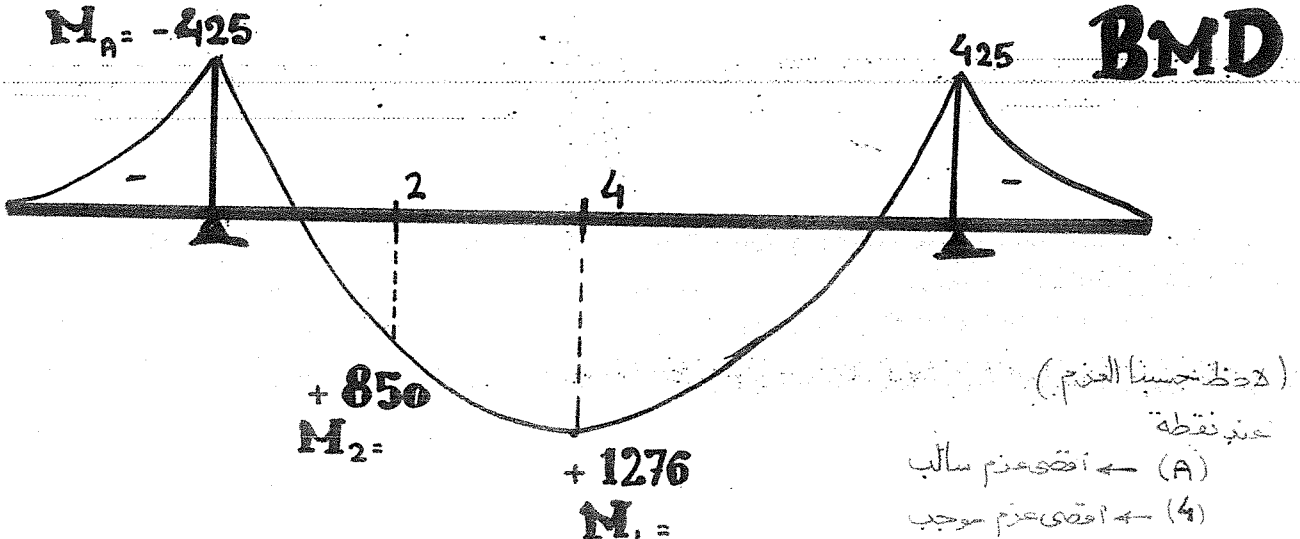
Moment + Shear

هام عشان السكاشن
يتم حساب (M,Q) Dead
بـ Structure عادى دون ,استخدام I.L





SFD



BMD

(لاحظ حسبنا العزم)
عند نقطة
(A) ← اقصى عزم سالب
(4) ← اقصى عزم موجب
(2) ← مش اقصى عزم لكن
نحسبها عشان الرسم

Live Load

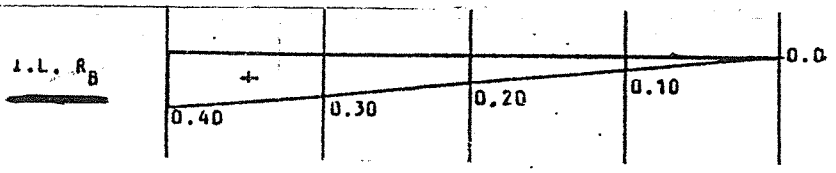
المرحلة الأولى : تحضير حمل Live

⊕ في السؤال قال مرحم Intermediate ولذلك هنستخدم "$I.L._{R_B}$"

حالة عجور

لأن الـ DG معطاه في السؤال

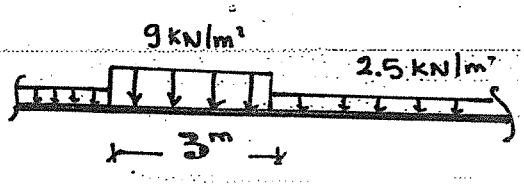
عجور



وبيتم تحميل شكل $\left[\begin{matrix} I.L \\ R_B \end{matrix}\right]$ مرتين

تحمله مرة بأحمال (B-B)

"موزعة"

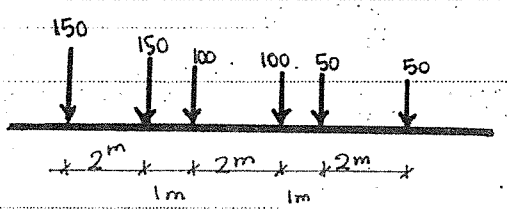


↓

نحسب الحمل الموزع "q"

تحمله مرة بأحمال (A-A)

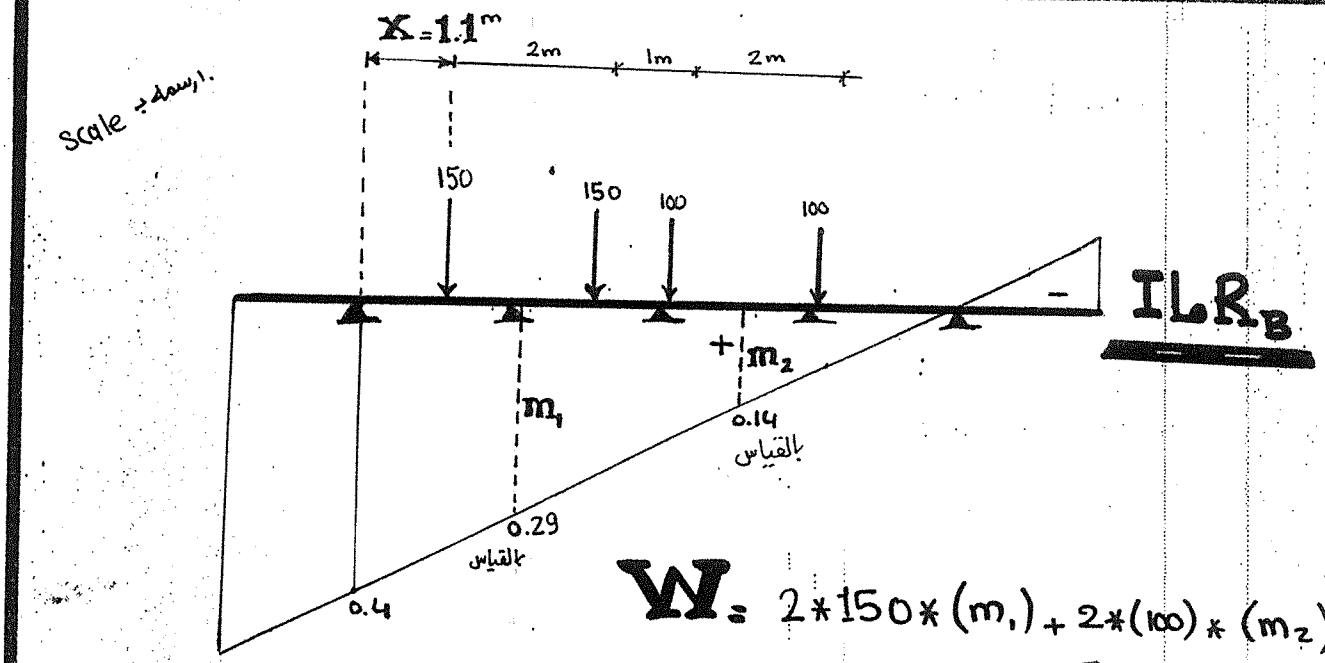
"مركزة"



↓

نحسب الحمل المركز "W"

كالآتي ...



$$W = 2*150*(m_1) + 2*(100)*(m_2)$$

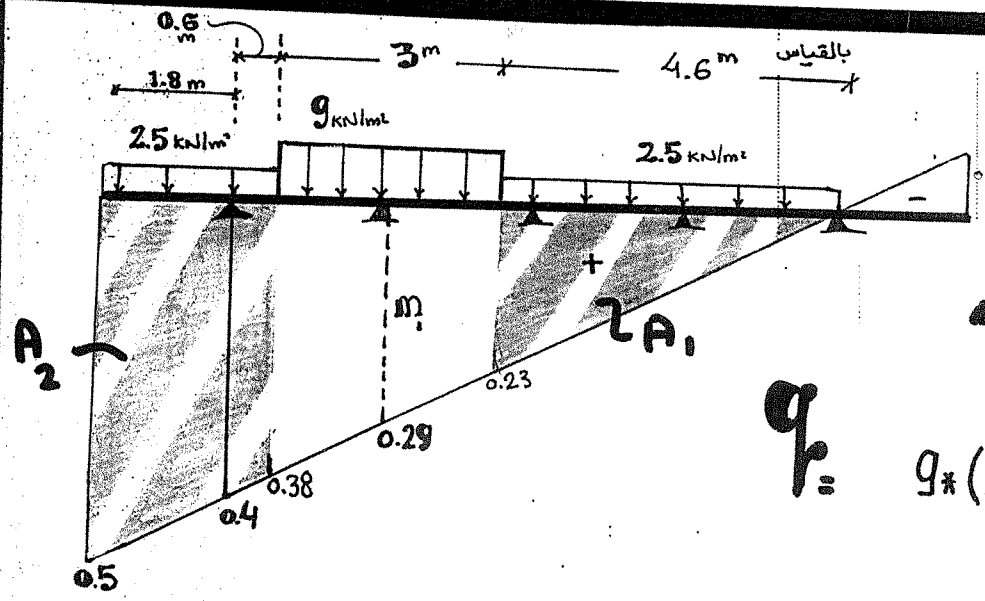
$$= \mathbf{115\ KN}$$

$$\mathbf{IL\,R_B}$$

ملحوظة

① المسألة دي كان شكل الرصيف فيها مختلف كنا بنبعد بالحمل المركز من الركيزة (A) المفروض مسافة $\frac{b_{MG}}{2} + 0.5 = 0.75^{m}$ ولكن بسبب الرصيف اختلف في المذكرة (13) حت ٥ احنا بخلي x بـ 1.1 حسبنا بالمسافة اللي المفروض نبعدها عن الركيزة (A) $X = 1.1^{m}$

② الأحمال المركزة 50 50 ملهاش مكان على المساحة الموجبة خلاص شيلهم



$A_1 = 0.529$

$A_2 = 1.056$

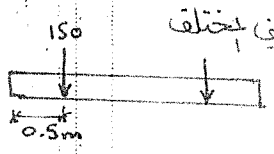
$$\mathbf{IL\,R_B}$$

$$q = g*(3^{m})(m_1) + 2.5(A_1 + A_2)$$

$$= \mathbf{11.8\ KN/m'}$$

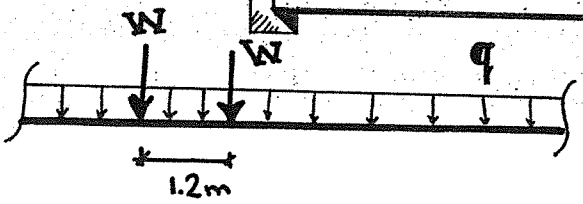
نفس الملحوظة

المفروض لو كان الرصيف عادي كنا حطينا أول الحمل الموزع g_{KN/m^2} على بعد (0.25) من الركيزة (A) ولكن بسبب شكل الرصيف اختلف



وجوا الحمل الموزع يبعد عن الركيزة (A) مسافة 0.6 m

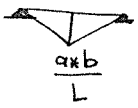
المرحلة الثانية : حساب قيم M, Q_{live}



❶ انت كده معاك خلاص حمل live

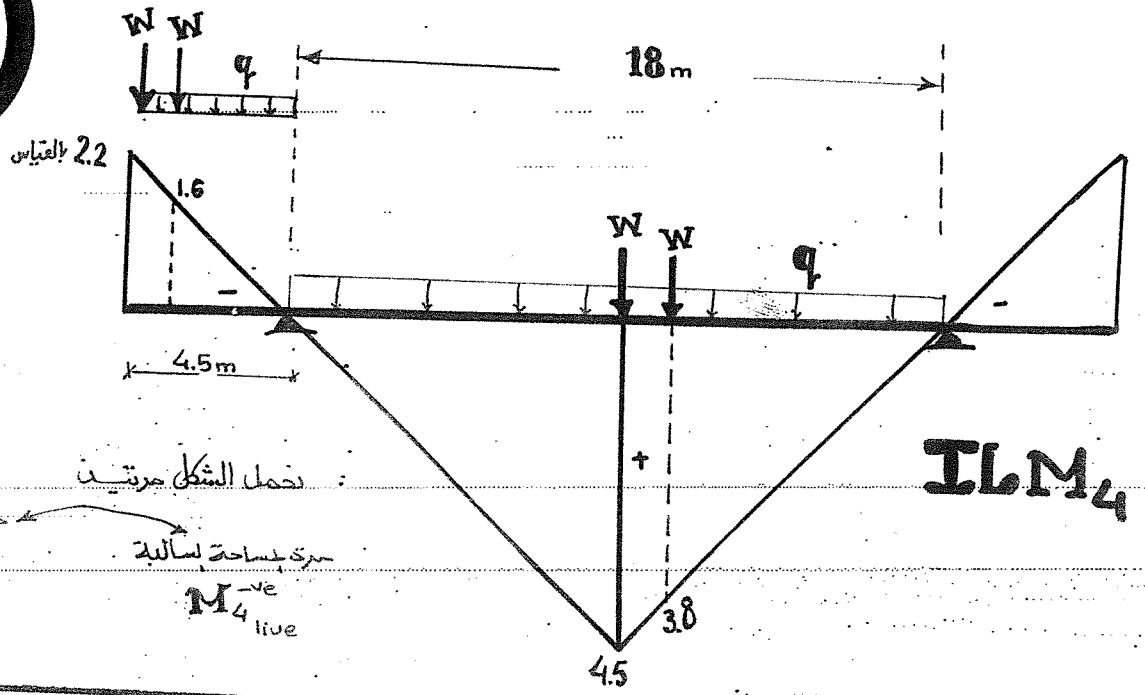
١. احسب العزوم M_A, M_4, M_2

عن طريق تعميل اشكال I.L المحفوظة من قبل لـ "mid term"



M_4

عشان عندها اقصى عزم موجب



نحمل الشكل مرتين :

مرة بمساحة موجبة ← $M^{+ve}_{4\ live}$

مرة بمساحة سالبة ← $M^{-ve}_{4\ live}$

$$M^{+ve}_{4\ live} = W(y_1 + y_2) + q(Area)$$

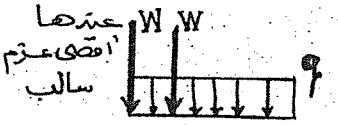
$$115(4.5 + 3.8) + 11.8\left(\frac{1}{2} * 18 * 4.5\right) = +1432 \text{ KN.m}$$

$$M^{-ve}_{4\ live} = W(y_1 + y_2) + q(Area)$$

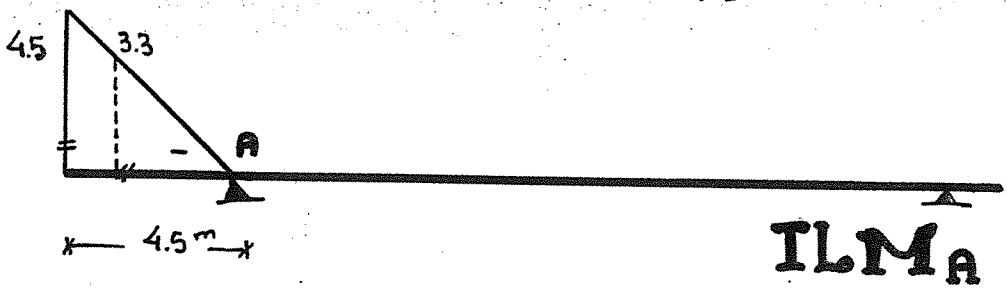
$$= 115(2.2 + 1.6) + 11.8\left(\frac{1}{2} * 4.5 * 2.2\right) = -496 \text{ KN.m}$$

M_A

عشان عندها اقصى عزم سالب



* صنا المفروض نحمل بمساحة بلوحتين والسالبة بس مفيش غير سالبة



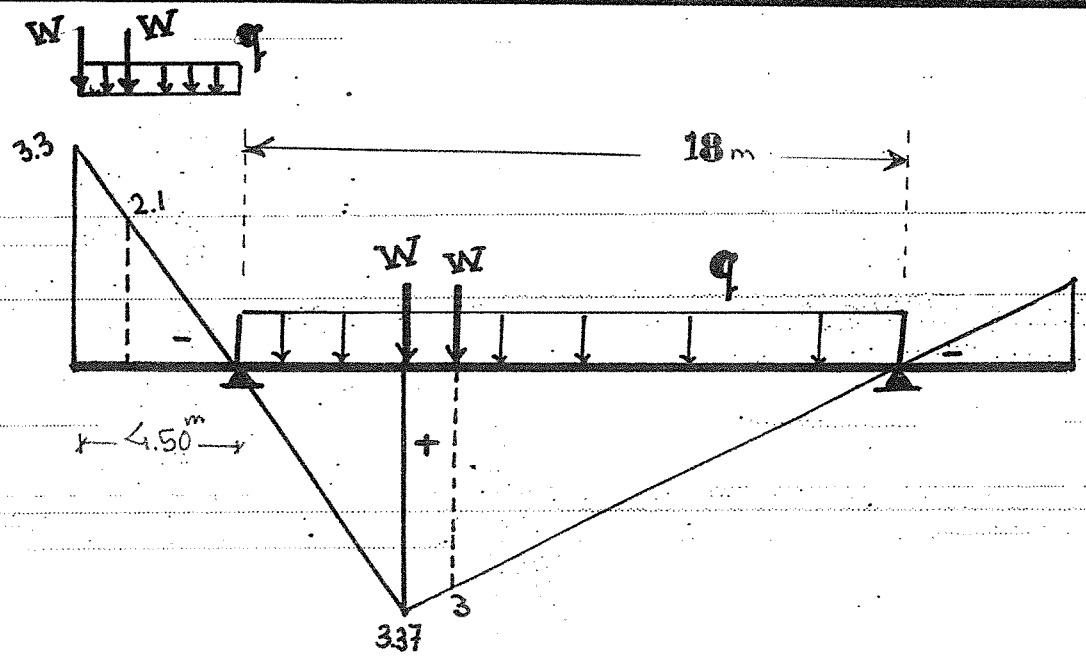
I.L M_A

- M_A^{+ve} = Zero

- $M_A^{-ve} = W(y_1+y_2) + q(\text{Area})$ KN.m

$= 115(4.5+3.3) + 11.8\left(\frac{1}{2}*4.5*4.5\right) = \underline{\mathbf{-1016}}$

M_2

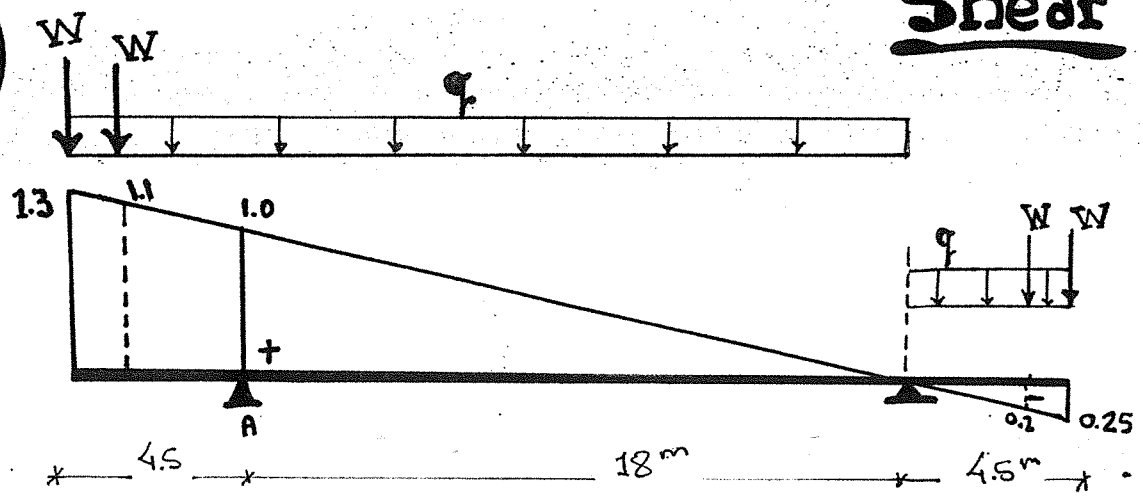


$M_{2\ live}^{+ve} = w(y_1+y_2) + q(\text{Area}^{+ve}) = 115(3.37+3) + 11.8\left(\frac{1}{2}*18*3.37\right) = +1090$ KN.m

$M_{2\ live}^{-ve} = w(y_1+y_2) + q(\text{Area}^{-ve}) = 115(3.3+2.1) + 11.8\left(\frac{1}{2}*4.5*3.3\right) = -708$ KN.m

Shear

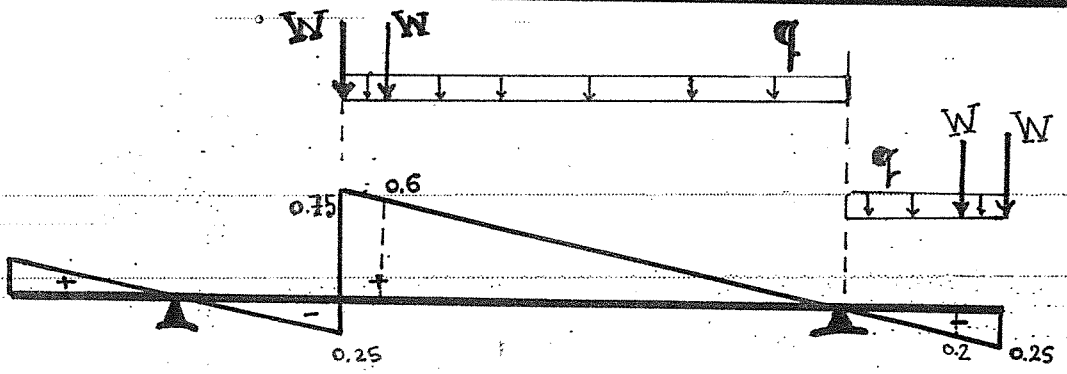
Q_A



* $Q_{A\ live}^{+ve} = W(y_1+y_2) + q(Area^{+ve}) = 115(1.3+1.1) + 11.8\left(\frac{1}{2}*1.3*22.5\right) = +448$

* $Q_{A\ live}^{-ve} = W(y_1+y_2) + q(Area^{-ve}) = 115(0.25+0.2) + 11.8\left(\frac{1}{2}*4.5*0.25\right) = -58$

Q_{L_2}



* $Q_{L_2\ live}^{+ve} = W(y_1+y_2) + q(Area^{+ve}) = 115(0.75+0.6) + 11.8\left(\frac{1}{2}*0.75*13.5\right) = +215$

* $Q_{L_2\ live}^{-ve} = W(y_1+y_2) + q(Area^{-ve}) = 115(0.25+0.2) + 11.8\left(\frac{1}{2}*0.25*4.5\right) = -58$

فى النهاية جمع قيم Moment, Shear فى جدول :-

جمع زى قبل "mid"

	"A"	"B"	"C"	"A+B"	"A+C"
point	M_{DL}	M_{live}		M_{max}	M_{min}
		M_{live}^{+ve}	M_{live}^{-ve}		
M_4	+1276	+1432	-496	**+2708** max +ve	+780
M_A	-425	Zero	-1016	-425	max -ve **-1441**
M_2	+850	+1090	-708	+1940	+142
	Q_{DL}	$Shear_{live}$		Q_{max}	Q_{min}
		Q_{live}^{+ve}	Q_{live}^{-ve}		
Q_A	+378	+448	-58	**+826**	-320
Q_2	+189	+215	-58	+404	+131

Max +ve moment * M_4 = +2708 KN.m

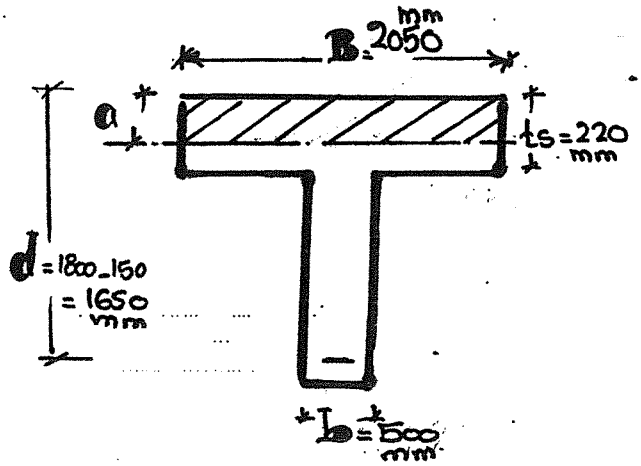
* Q_A = +826 KN
Max shear

Max -ve moment * M_A = -1441 KN.m

Design

- $M_{max} = 2708$ kN.m $\xrightarrow[\text{ultimate}]{\text{حولد}} M_u = 1.35 * 2708 = \underline{3656}$

B ←
- $b + 16t_s = 4020$ mm
- Spacing $MC = 2.05\ m = \underline{2050}$ mm
- $b + \frac{L}{5} = 500 + \frac{0.7*18000}{5} = 3020$ mm



- نفترض أن محور الخولى داخل Flange
$a \leq t_s$

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

$$3656 * 10^6 = 0.67 * \frac{30}{1.5} * (a)(2050)(1650 - \frac{a}{2})$$

الأكبر ←
- $a = 82$ mm
- $a_{min} = 0.1 * d = \underline{165}$ mm

← ونجد أن $a = 165 < t_s = 220$ mm

الفرض صحيح ← تحسب التسليح

Reinforcement

- $R = \frac{3656 * 10^6}{(\frac{30}{1.5})(2050)(1650)^2} = 0.03$

- $\omega = 1 - \sqrt{1 - 3(0.03)} = 0.05 = 0.1$ (xx)

- $A_s = \frac{3656 * 10^6}{\frac{400}{1.15}(1650)(1 - \frac{0.1}{2})} = 6706\ mm^2$

$= 10\phi 32$

$\rightarrow A_s' = 0.2 A_s = 1340\ mm^2 = 4\phi 22$

$\rightarrow A_{sh} = 0.08 * A_s^{tr} = 537\ mm^2 = 2\phi 12$ لكل صف

عدد الصفوف = 4 صفوف

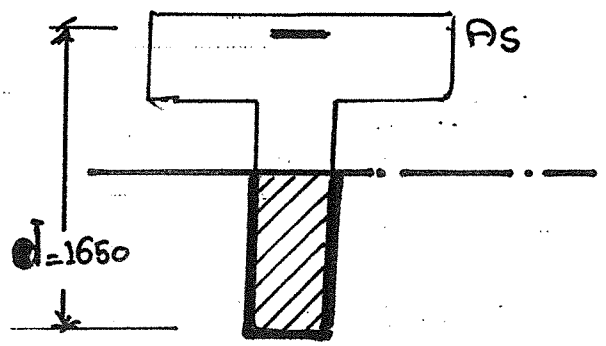
$M_A^{-ve} = 1441^{KN.m}$

وأيضاً لازم نوجد التسليح للعزم السالب المؤثر على الكابولى

$M^{-ve} = 1441$ ← حمل ultimate ← $1.35 \times 1441 = \underline{1946}^{KN.m}$

خذ بالك العزم السالب يولد ضغط تحت على القطاع هام جداً

M^{-ve}



فسيكون عرض منطقة الضغط في هذه الحالة هو $b = 500\ mm$ وليس ~~B~~

*** حساب التسليح :-**

- $R = \dfrac{1946 * 10^6}{(\frac{30}{1.5})(b)*(1650)^2} = \dfrac{1946 * 10^6}{(\frac{30}{1.5})(500)*(1650)^2} = 0.07$

- $\alpha = 1 - \sqrt{1 - 3(0.07)} = 0.11$

- $As = \dfrac{1946 * 10^6}{(\frac{400}{1.15})(1650)(1 - \frac{0.11}{2})} = 3588\ mm^2$

$= 6\phi 32$

Shear Design

$Q_{max} = 826\ kN \xrightarrow[\text{ultimate}]{\text{حمل}} 1.35 * 826 = \underline{1115\ kN}$

ثم نحسب إجهاد القص

$$q = \frac{Q_{max} * 10^3}{b * d} = \frac{1115 \times 10^3}{500 \times 1650} = \underline{1.35\ N/mm^2}$$

ثم قارن مع

$$\rightarrow q_{cu\ (uncracked)} = 0.16\sqrt{\frac{f_{cu}}{\gamma_c}} = 0.16\sqrt{\frac{30}{1.5}} = \underline{0.715\ N/mm^2}$$

$q_{max} > q_{cu\ (uncracked)}$ تجاوز

أي نحتاج لحساب تقسيط بكانات

$$\therefore q_{max} = q_{cu\ (cracked)} + q_{str}$$

$$1.35 = 0.12\sqrt{\frac{30}{1.5}} + q_{str}$$

$$\therefore q_{str} = 0.81\ N/mm^2$$

$$q_{str} = \frac{\Omega * A\phi * f_y/\gamma_s}{b * s}$$

Ω = عدد فروع الكانة = 4

$\phi = 10$

$\therefore A\phi = \frac{\pi}{4} \times 10^2 = 79$

$f_y = 240$

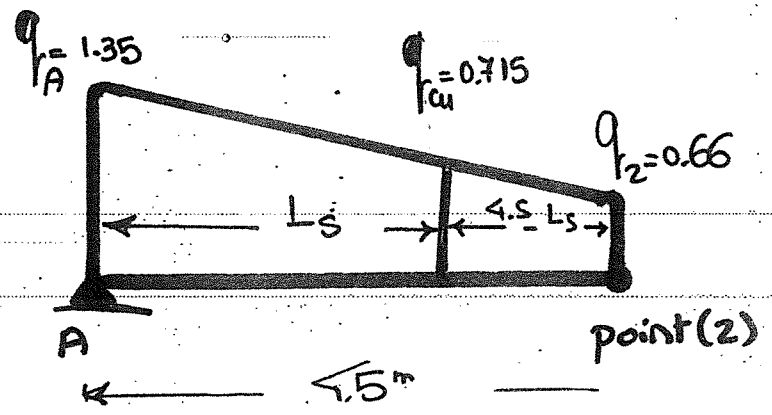
$$0.81 = \frac{4 * 79 * \frac{240}{1.15}}{500 \times S}$$

$$S = 162^{mm} \approx \underline{150}$$

$\therefore$ use 4 Ber. Str. $\phi 10 @ 150_{mm}$

حساب الطول اللى يتم فيه تكثيف الكانات

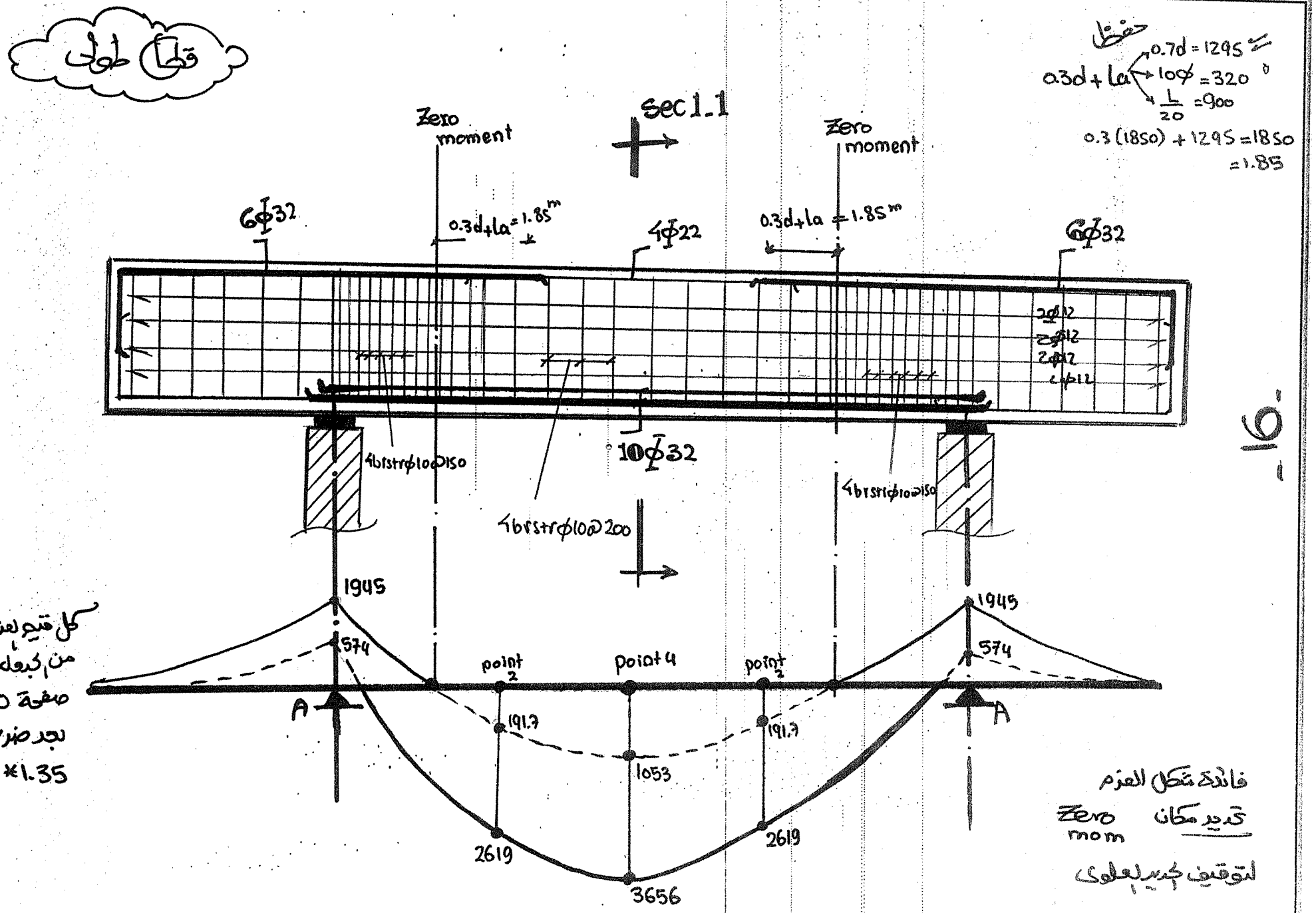
$$q_2 = \frac{1.35 * 404 * 10^3}{500 * 1650} = 0.66$$



$$\therefore q_{cu} = 0.715 = \frac{1.35 * (4.5 - L_s) + 0.66 * L_s}{4.5}$$

$$L_s = 4.1 \text{ m}$$

قطاع طولي

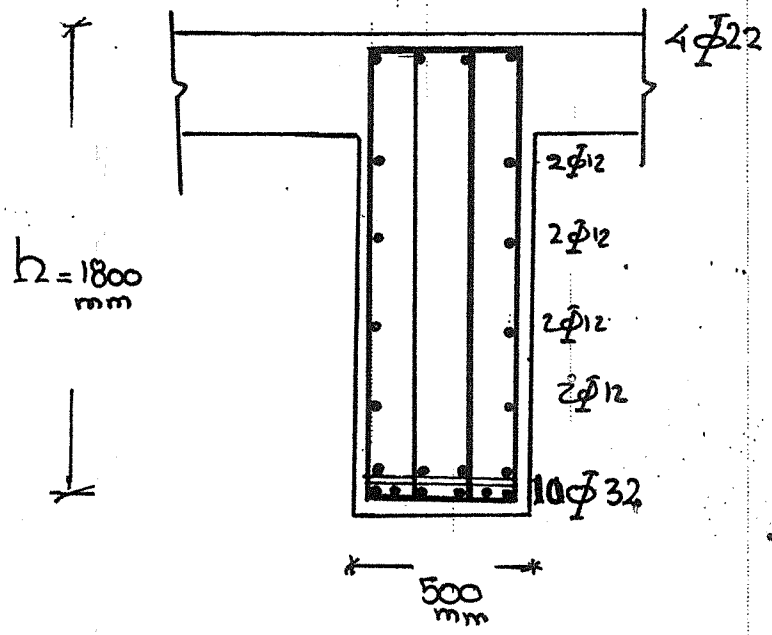


حفظ
0.3d + la
0.7d = 1295
10Φ = 320
L/20 = 900
0.3 (1850) + 1295 = 1850
= 1.85

كل قيم العزوم من كبعك صفحة 10 بعد ضربها *1.35

فائدة شكل العزم تحديد مكان Zero mom لتوقيف حديد العلوي

قطع عرضي



Sec 1.1

Problem #2

تصميم "Main Girder"

"اقرأ السؤال كويس"

Problem 2

The SLAB - GIRDER bridge shown in Fig.2 , is two spans continous main girder, each span L= 20 m The bridge consists of 3 main girders, while the cross girders are spaced at 5 m.

- The intermediate main girder. For this main girder use BOTH stirrups and BENT UP bars to resist shear stresses. (DO NOT use stirrups alone).

في السؤال :-

معطى

أن الـ "MG" بجرين كل منهم

$L = 20^m$

معطى في السؤال + Spacing of XG = 5 m (b)

على الرسم + Spacing of MG = 3.25 m (a)

هاحيداً قال في السؤال صمم (Intermediate main girder) كمرة وسطية

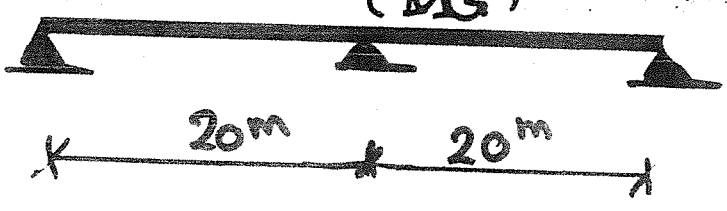
باستخدام الكانات والحديد المكسح

مسألة

بجرين

MG

(MG)



Dead Load

---- own wt
---- Reaction of XG ← عليها MG كمرة ⊕

own wt = $b_{MG} * (h_{MG} - t_s) * \gamma_{RC}$

$h_{MG} = 2^{m}$
$t_s = 200^{mm} = 0.2^{m}$

$= 0.5\,(2 - 0.2) * 25$

$= \underline{21.87\ KN/m'}$

Reaction of XG = $\frac{R_{XG}}{b}$

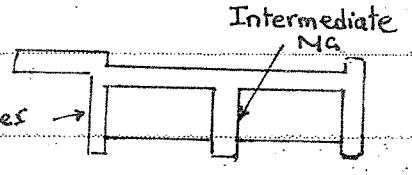
حيث : b : Spacing XG = 5^{m}

صواميلا حل مركز
تقسيمة b لاخيلة
على صوج

R_{XG} : محسوب فى المطلوب لسابق مذكرة ( ) صـ 21

لاحظ ان XG غير متماثلة ردود أفعال مختلفة فتأخذ رد الفعل الاوسط لان السؤال طلب Intermediate (MG)

$= \underline{142\ KN}$



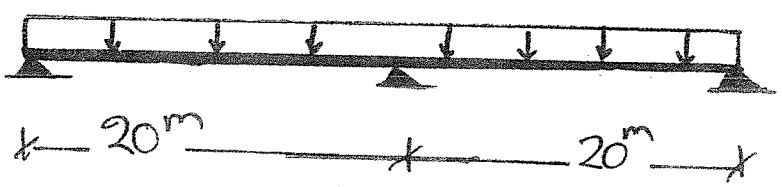
$\therefore R_{XG}/b = \frac{142}{5} = \underline{28.4\ KN/m'}$

Total Load

ويكون حمل الـ DL الكلى

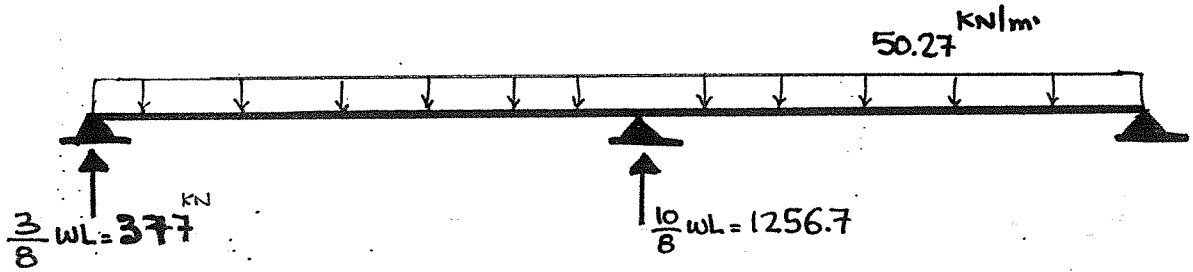
own wt + $\frac{R_{XG}}{b}$ =

$21.87 + 28.4 = \underline{50.27\ KN/m'}$



Moment .Shear (DL)

$(M,Q)_{Dead}$ هاي بتتحسب Structure عادي دون استخدام I.L
زي قبل mid-term



● المسألة بجرين غير محددة مقسم البحر إلى 10 أقسام

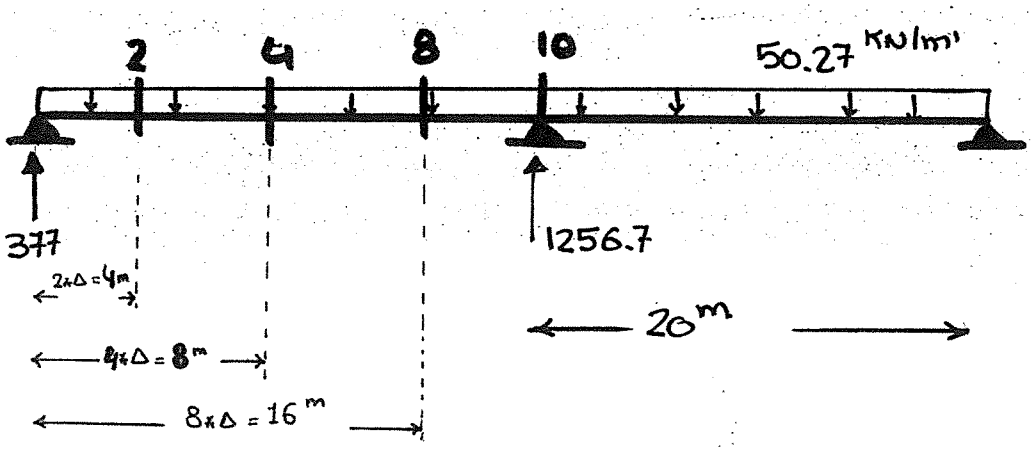
$$\text{عرض القسم الواحد} = \Delta x = \frac{\text{Span}}{10} = \frac{20}{10} = 2\,m$$

المفترض نحسب العزوم عند نقطة (4) ← عندها أقصى عزم موجب
نقطة (10) ← عندها أقصى عزم سالب
} هنعمل كده في الاتنين

وكمان هنحسب العزوم عند نقطة (2) ، (8) لأنه قال في السؤال ارسم شكل العزوم

ب (٤ نقاط)

عشان الـ Sheet فقط



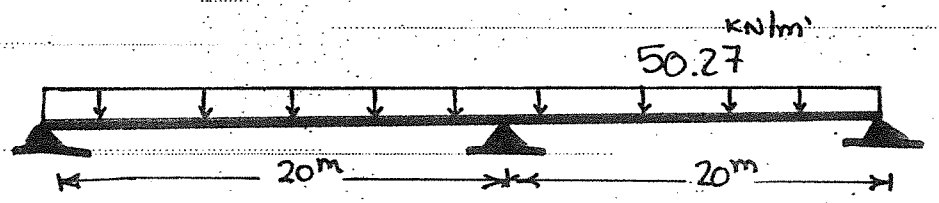
* $M^{-ve}_{10} = \frac{WL^2}{8} = \frac{50.27 * 20^2}{8} =$ **-2513 KN.m**

* $M_8 = 377 * 16 - (50.27 * 16) * (\frac{16}{2}) =$ **- 402 KN.m**

* $M_4 = 377 * 8 - (50.27 * 8) * (\frac{8}{2}) =$ **+ 1407 KN.m**

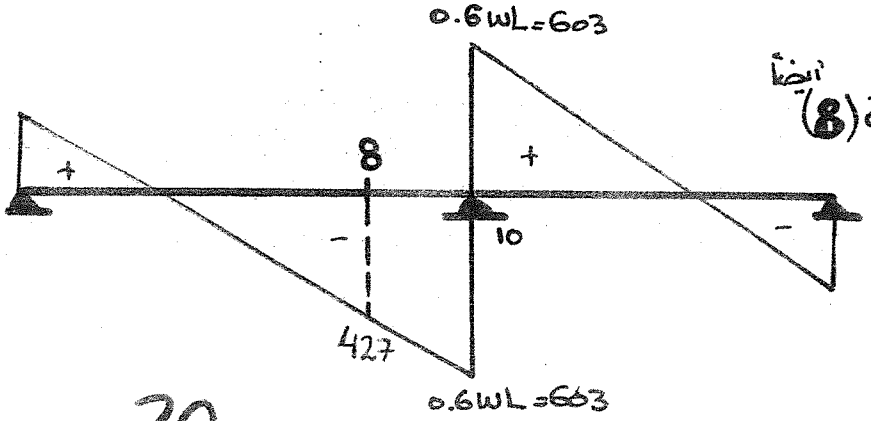
* $M_2 = 377 * 4 - (50.27 * 4) * (\frac{4}{2}) =$ **+ 1106 KN.m**

Shear



● Max Shear at point 10

= 603 KN



أيضاً (8) ولحساب القص عند نقطة

$Q_8 =$

$50.27 * 16 - 377$

= 427 KN

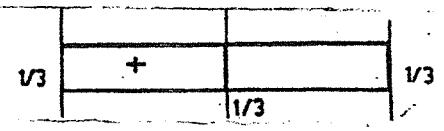
Live Load

المرحلة الأولى : تحضير حمل live

❶ في السؤال قال مرحلة Intermediate ولذلك هستخدم "$I.L.R_B$" حالة

لأن الـ XG معطاه في السؤال بجرين

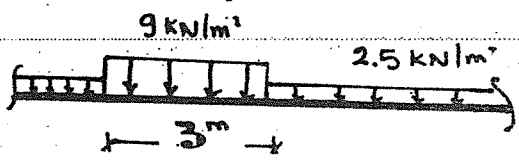
$I.L.R_B$ حالة بجرين



ويتم تحميل شكل $\left[\begin{matrix} I.L \\ R_B \end{matrix}\right]$ مرتين

نحمله مرة بأحمال (B-B)

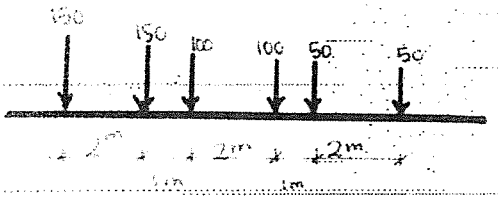
"موزعة"



نحسب الحمل الموزع "q"

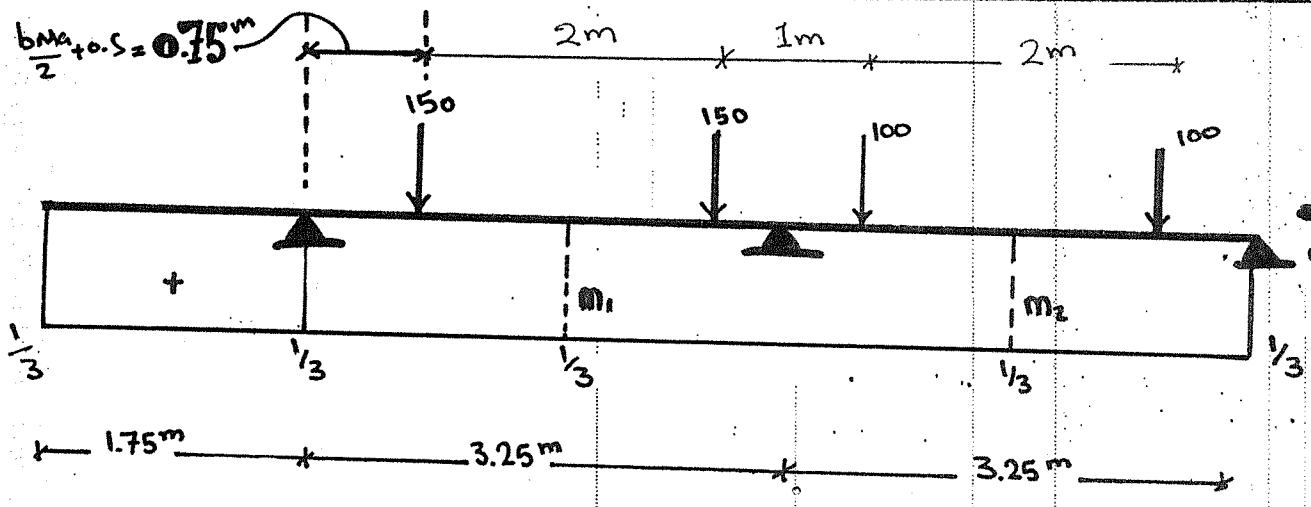
نحمله مرة بأحمال (A-A)

"مركزة"



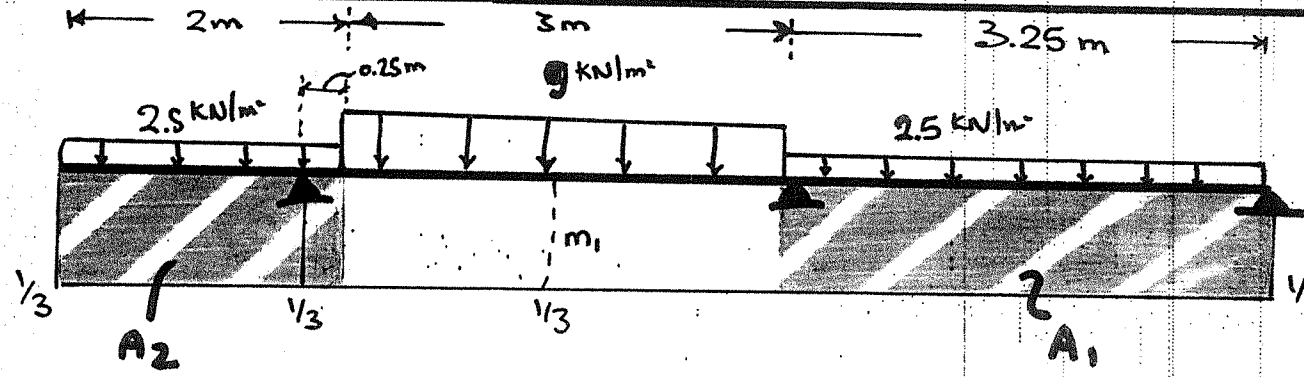
نحسب الحمل المركز "W"

كالآتي ...



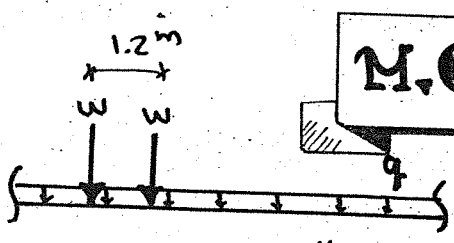
هنا شكل الرصيف عادي
نحمل اول عجل 150 KN
على بعد من الرصيف $\frac{b_{MG}}{2}+0.5$
$=0.75m$

$$W = 2*150\left(\tfrac{1}{3}\right) + 2*100\left(\tfrac{1}{3}\right) = \boxed{167\ KN}$$



$$q = g*3^m*\left(\tfrac{1}{3}\right) + 2.5\left(3.25*\tfrac{1}{3} + 2*\tfrac{1}{3}\right) = \boxed{13.38\ KN/m^2}$$

($A_1 + A_2$)



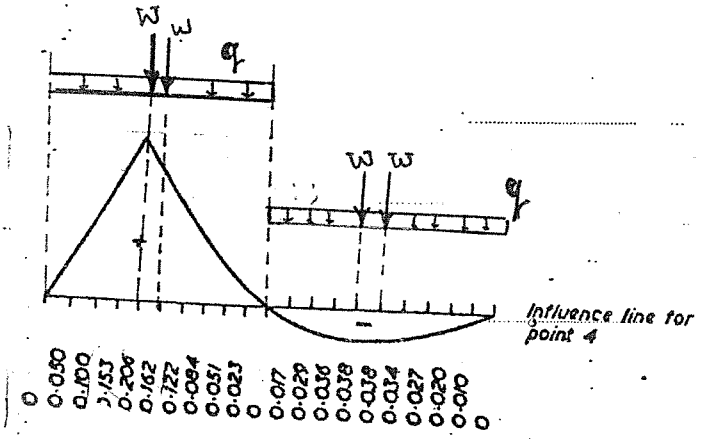
المرحلة الثانية : حساب قيم $M.Q_{live}$

- راجت كده محاك خلاص حل (live)
- احسب العزوم عند النقاط M_4^{+ve} ، M_{10}^{-ve} اقصى عزم موجب وسالب
- ونحسب عند نقطة (2 ، 8) لرسم شكل العزوم ----

ونعمل أشكال I.L ← point(4،10،2،8)

لحالة بحربين غير محددة (بتلغث قبل mid_term)

Point 4



$$M_{4\ live}^{+ve} = [W(y_1+y_2) + q(Area)] * L$$ ← فاكرين قبل mid قلنا أوعى تنسى تضرب * L

$$= [167(0.153+0.206) + 13.38(\Delta x * (\Sigma x_{المتوسطة}))] * \frac{L}{20}$$

$$\Delta x = (2 * (0.05+0.1+\dots\dots))$$

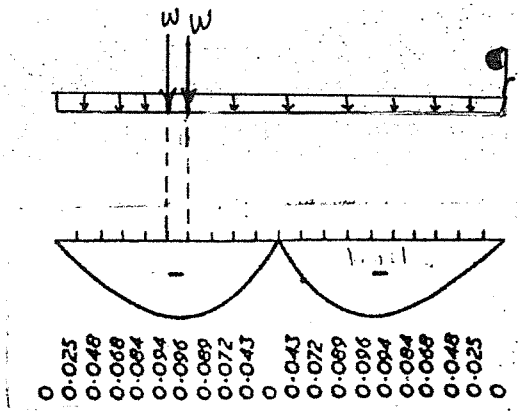
$$= +1708 \text{ KN.m}$$

$$M_{4\ live}^{-ve} = [167 * (0.038+0.038) + 13.38(\Delta x * (\Sigma x_{المتوسطة}))] * L_{2m}$$

$$= -387 \text{ KN.m}$$

Point 10

لايوجد مساحة موجبة

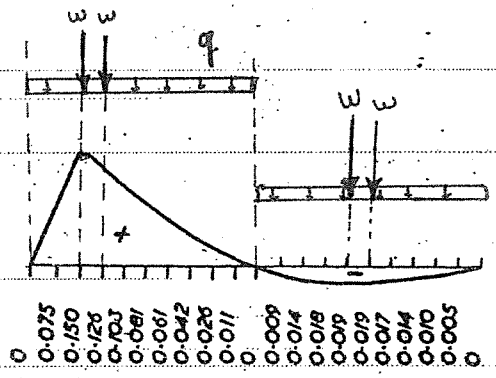


$$M_{10}^{+ve} = \text{Zero}$$

$$M_{10}^{-ve} = \left[167 * (0.096 + 0.094) + 13.38 \left(\Delta x \left(\Sigma x_{\text{المتوسطة}}\right)\right)^{\text{Area -ve} * 2}\right] * L^{20\,m}$$

$$= -1297 \text{ KN.m}$$

Point 2



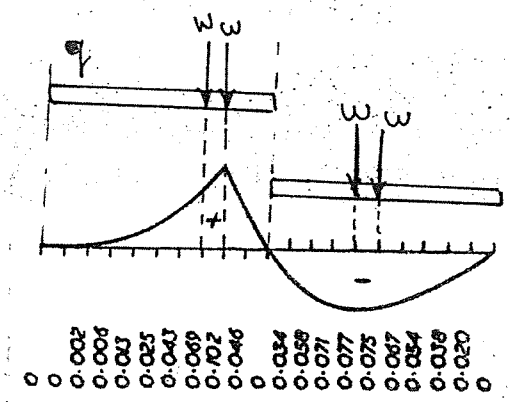
$$M_{\text{live}2}^{+ve} = \left[167\left(0.15 + 0.126\right) + 13.38\left(\Delta x \left(\Sigma x_{\text{المتوسطة}}\right)\right)\right] * L^{20}$$

$$= +1283 \text{ KN.m}$$

$$M_{\text{live}2}^{-ve} = \left[167\left(0.019 + 0.019\right) + 13.38\left(\Delta x \left(\Sigma x_{\text{المتوسطة}}\right)\right)\right] * L^{20}$$

$$= -194 \text{ KN.m}$$

Point 8



Influence line for point 8

$$M^{+ve}_{live} = \left[167(0.102+0.069) + 13.38\left(\Delta x + \underset{\text{التوسطة}}{\Sigma x}\right)\right] * I^{20}$$

(Δx = 2m)

$$= +735 \text{ KN.m}$$

$$M^{-ve}_{live} = \left[167(0.077+0.075) + 13.38\left(\Delta x + \underset{\text{المتوسطة}}{\Sigma x}\right)\right] * I^{20}$$

$$= -772 \text{ KN.m}$$

← كده احنا حسبنا العزوم عند نقطة

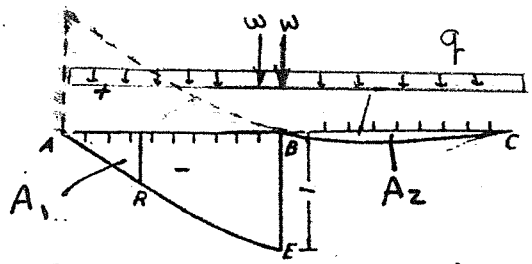
(2.8) لـ عشان نرسم شكل العزوم..

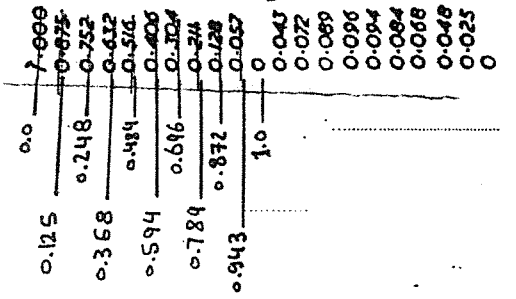
وأيضاً (4.10) لـ max +ve & -ve Moment

Shear

$Q_{B\,left}$

ده شكل الـ I.L العام لحوله إلى Q_B





ارقام المنحنى لسفلى

1- ارقام المنحنى العلوية =

$$\text{نقطة (10)}\ Q_{B\ \text{live}} = \left(167\,(y_1+y_2) + \underbrace{q}_{13.38}\,(A_1+A_2)\right)$$

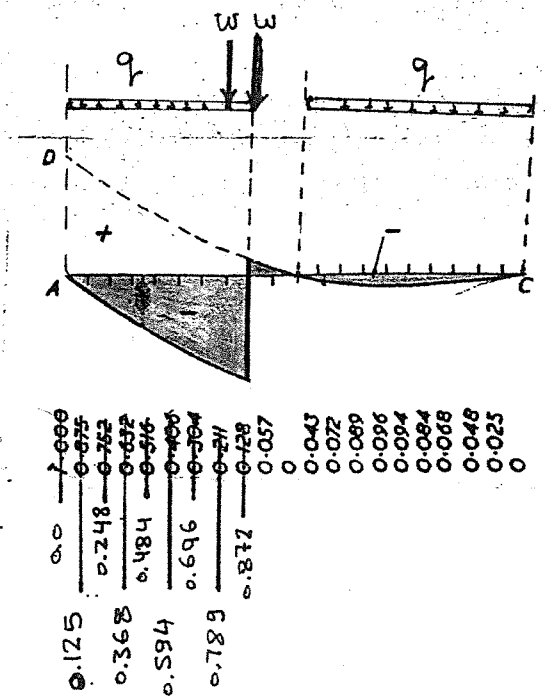
$$= \left(167\left(1+0.943\right) + 13.38 \begin{bmatrix} A_1 = \Delta x\left(\frac{x_1+x_n}{2} + \underset{\text{المتوسطة}}{\Sigma x}\right) \\ + \\ A_2 = \Delta x\left(\underset{\text{المتوسطة}}{\Sigma x}\right) \end{bmatrix}\right)$$

Q_{10} حلنا المساحة السالبة عشان هنا في الـ Dead كان سالب فتعمل السالب معاه

$$= 491\ KN$$

من الآخر Q_{10} ← دايما خاصاً بنعمل السالب ف

Q8



Influence line for Reaction at A and S.F envelope for span AB

Ordinates of line DBC

$$* \; Q_8 = \left[W*(y_1 + y_2) + q(A_1 + A_2) \right]$$

$$\left[167(0.872 + 0.789) + 1338 \left(\begin{array}{l} A_1 = \Delta x \left(\frac{x_1 + x_n}{2} + \Sigma x_{\text{المتوسطة}} \right) \\ A_2 = \Delta x \left(\Sigma x_{\text{المتوسطة}} \right) \end{array} \right) \right]$$

$$= -394 \text{ kN}$$

وهنا أيضا بنحمل لمساحة
السالبة دائما عشان
Q_{8DL}
كان سالب

وده مهزوده

جمع القيم L.L + DL في جدول

	A	B	C	A+B	A+C
point	M_{DL}	M_{live} +ve	M_{live} -ve	M_{max}	M_{min}
2	+1106	+1283	-194	+2389	+912
4	+1407	+1708	-387	**+3115**	+1020
8	-402	+735	-772	+333	-1174
10	-2513	Zero	-1297	-2513	**-3810**

point	Q_{DL}	Q_{live}^{+ve}	Q_{live}^{-ve}	Q_{max}	Q_{min}
10	-603	مش لازم	-491		**-1094**
8	-427	مش لازم	-394		821

* $Max_{mom}^{+ve} = M_4 = 3115$
* $Max_{mom}^{-ve} = M_{10} = -3810$
* $Q_{10} = -1094$

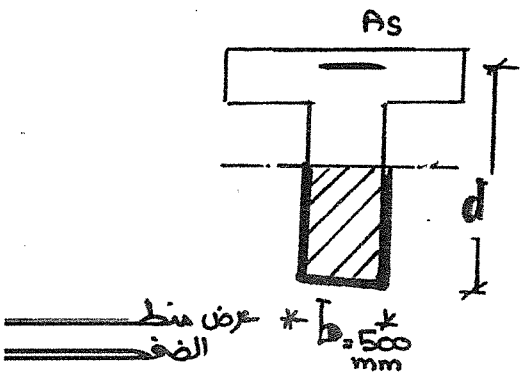
Design

- هنصمم مرة بالعزم السالب ← تحدد الحديد العلوى عند الركيزة الوسطى
- هنصمم مرة بالعزم الموجب ← تحدد الحديد السفلى للبحر

أولاً : إيجاد الحديد العلوى للعزم السالب

ve

$h_{MG} = 2000\ mm$ ∴ $d = 1850\ mm$



$M^{ve}_{u\ max} = 1.35 * 3810 = 5143\ KN.m$

حساب التسليح

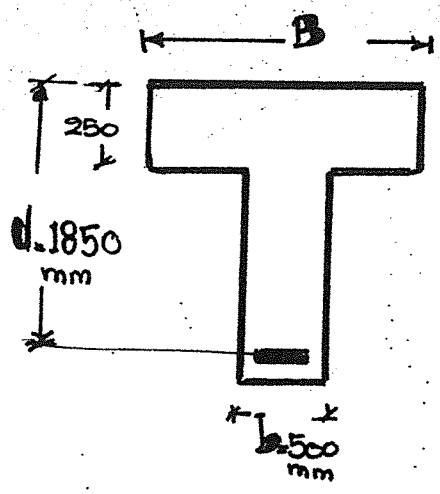
- $R = \dfrac{5143 * 10^6}{(\frac{30}{1.5})(\cancel{b})_{500} * (1850)^2} = 0.15$

- $\alpha = 1 - \sqrt{1 - 3(0.15)} = 0.25$

- $As = \dfrac{5143 * 10^6}{(\frac{400}{1.15})(1850)(1 - \frac{0.25}{2})} = 9135\ mm^2$

$= 12\phi 32$

ثانياً: حساب الحديد السفلي للعزم الموجب :

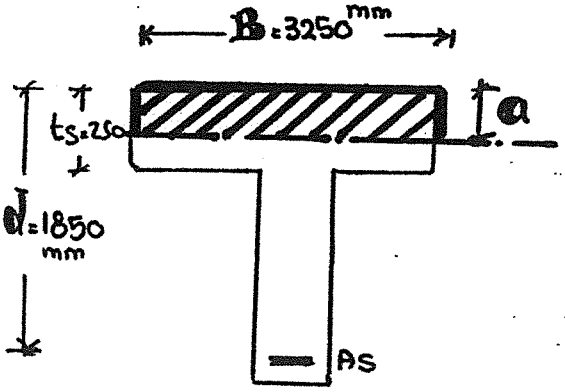


حساب عرض الـ Flange

B

B الأقل:

- $b+16t_s = 500+16\times250 = 4500^{mm}$
- Spacing MG $= 3.25_{m} = 3250^{mm}$
- $b+\frac{L}{5} = 500+\frac{0.8\times(20000)}{5} = 3700_{mm}$



بفرض أن محور المحطل داخل Flange

$a \leq t_s$

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

$$M_u^{+ve} = 1.35*3115 = 4205_{KN.m}$$

$$4205*10^6 = 0.67*\frac{30}{1.5}*(3250)(a)\left[1850-\frac{a}{2}\right]$$

الأكبر:

- $a = 53$ mm
- $a_{min} = 0.1*d = 0.1*1850 = \mathbf{185}^{mm}$

وبجدان $a = 185 < t_s = 250$

أي الفرض صحيح ومحور المحطل داخل Flange

نحسب التسليح

- $R = \frac{4205 * 10^6}{(\frac{30}{1.5})(3250)(1850)^2} = 0.019$

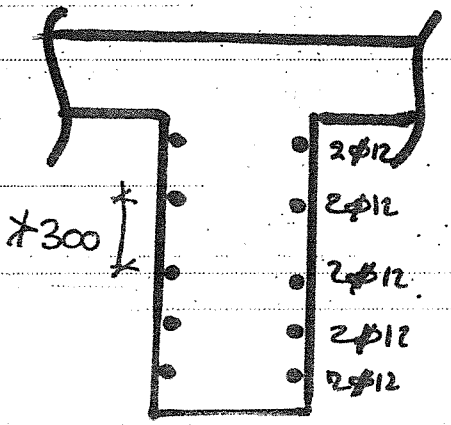
- $\alpha = 1 - \sqrt{1 - 3(0.019)} = 0.02^{xx} = 0.1$

- $A_s = \frac{4205 * 10^6}{(\frac{400}{1.15})(1850)(1 - \frac{0.1}{2})} = \underline{6879\ mm^2} = 10\phi 32$

- $A_s' = 0.2 * A_s^{+ve} = 0.2 * 6879 = 1376_{mm^2} = \underline{4\phi 22}$

- $A_{sh} = 0.08 A_i^{+ve} = 551_{mm^2} = 2\phi 12$

عدد الصفوف = 5 صفوف



Shear Design

$Q_u = 1.35 * 1094 = 1477$ KN

$v_u = \frac{1477 * 10^3}{500 * 1850} = 1.6$ N/mm² اجهاد القص

ونقارنه مع "v_{cu}" ←

$v_{cu} = 0.16\sqrt{\frac{F_{cu}}{\delta_0}} = 0.16\sqrt{\frac{30}{1.5}} = 0.715$ N/mm²

$v = 1.6 > v_{cu} = 0.715$ تبدأ

← نحتاج حساب تقسيط الكانات

$$v_u = v_{cu} + v_{str}$$

$$1.6 = 0.12\sqrt{\frac{30}{1.5}} + v_{str}$$

$v_{str} = 1.061$ N/mm²

← تحسبنه تقسيط الكانات

$$q_{str} = \frac{\Omega * A\phi * f_y/\gamma_s}{b * s}$$

عدد الفروع $\Omega = 4$

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

$f_y = 240$

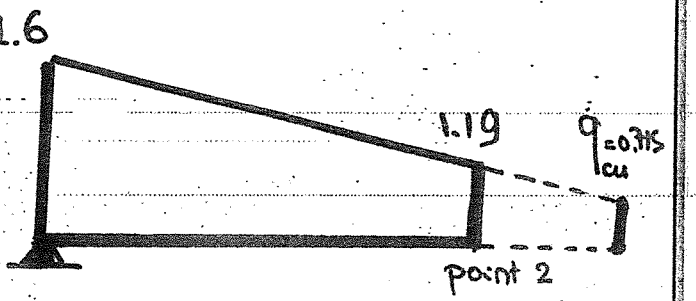
$$1.06 = \frac{4 * 79 * \frac{240}{1.15}}{500 * S}$$

$$S = 124^{mm} \simeq 100^{mm}$$

use 4br. str. ϕ10@100 mm

حساب طبسافة التي يتم تكثيف بكانات فيها

$$q_{\text{at point 2}} = \frac{1.35 * 821 * 10^3}{500 * 1850} = 1.19$$



$$\therefore 1.19 = \frac{1.6 * x + 0.715 * 4}{(4 + x)}$$

$x = 4.6$ m

$$\therefore L_s = 4 + 4.6 = 8.6 \text{ m}$$

Sec 1-1

قطاع عرضي