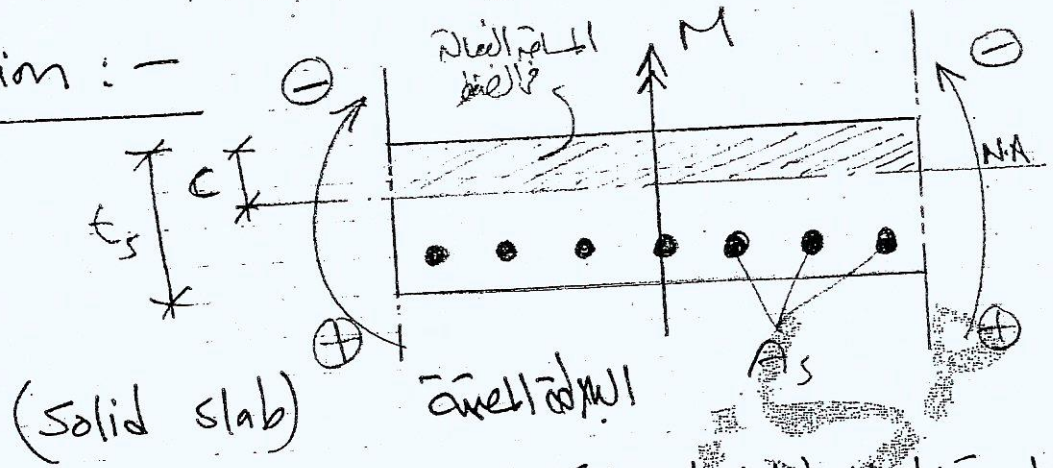


$\frac{p}{c, e}$

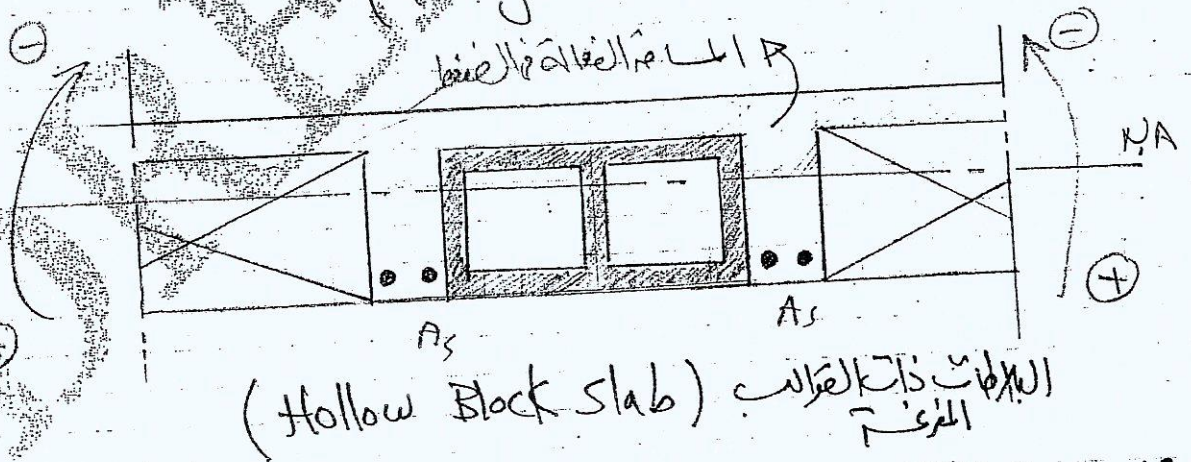
Hollow Blocks Slabs

البلطات الهولدي (البلطات ذات القرب المنخفض)

* Introduction :-



- عند استخدام ال (Solid slab) تكون الخرسانة أسفل ال (N.A) بلا فائدة وذلك لأن الخرسانة أثقل من الحديد.
- ومن طلة البعور الكبيرة تزيد الزخم (Deflection) وبالتالي تحتاج حديد كبير للبلطة.
- لذلك فإن طلة البعور الكبيرة لا يجب استخدامها ال (Solid slab) وتتم أنواع أخرى من البلطات مثل ال (Hollow Block Slab) و (Panelled Beam) و (Flat slab).
- الفكرة في استخدام ال (Hollow Block) هي إخراج جزء من الخرسانة من القاعدة في منطقة التربة وبالتالي تقليل الكمادات وتقليل وزن البلطة (Dead load) وذلك من أجل وضع مادة طائلة بملء الخرسانة (filling material).

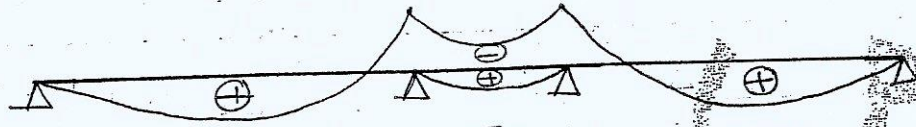


* مميزات ال (Hollow Block slab) :-

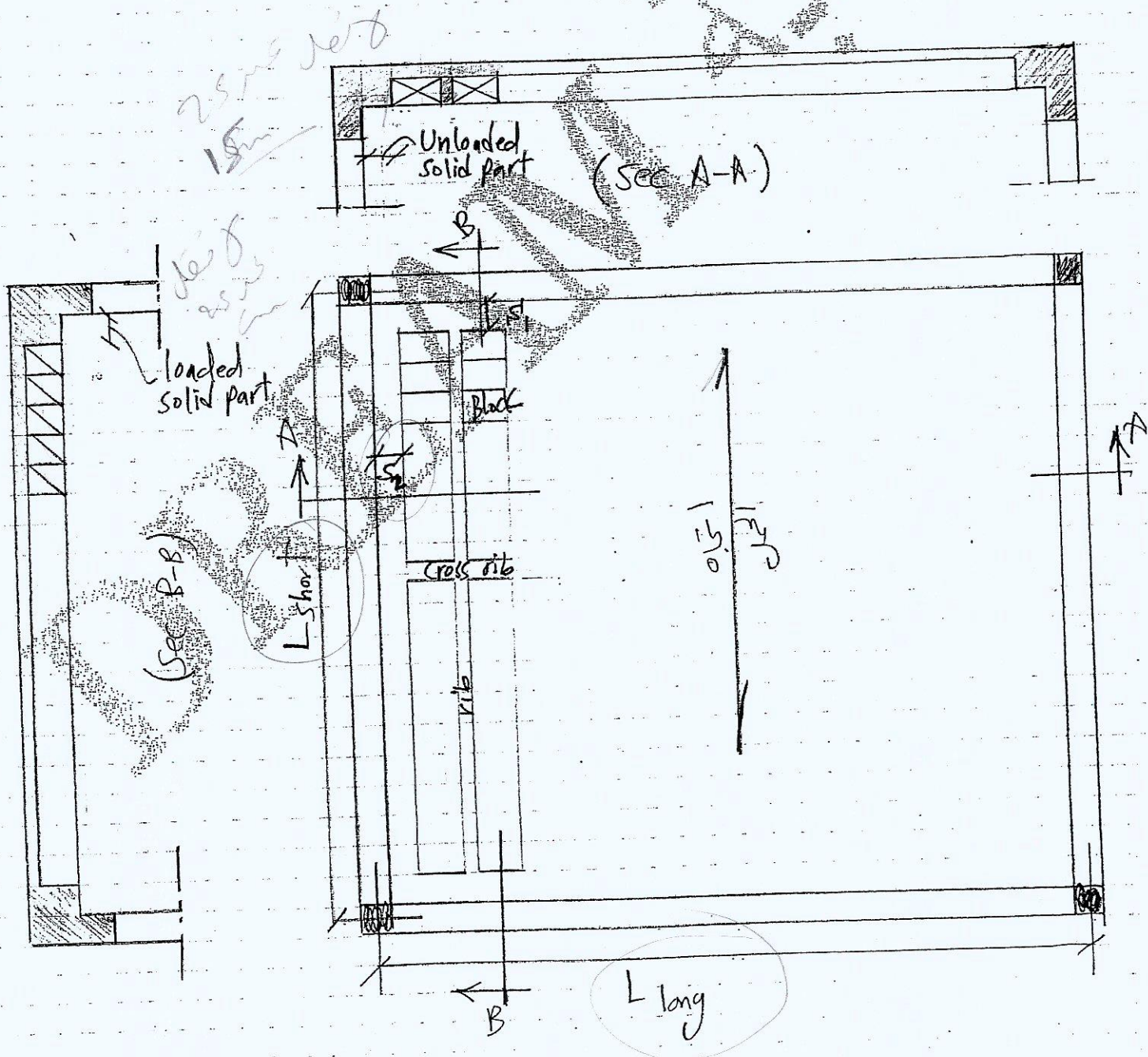
- 1- خفيفة الوزن ويقلل من وزن البنية.
- 2- عزل حراري وصوتي جيد.

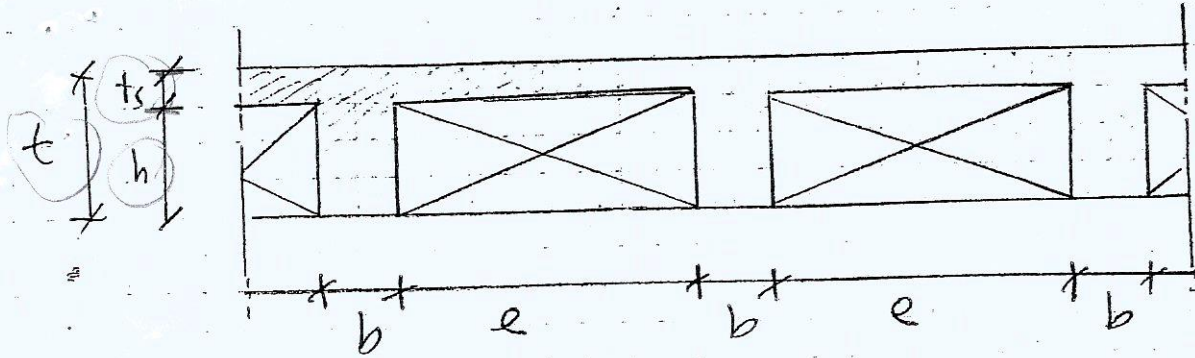
⊗ الحالات التي لا يفضل استخدام بلاطات (Hollow block) :-

- بلاطات الحمار.
- بلاطات الزواجر المنزوعة (الأسطح).
- الكباري والجوامع (أحمال ديناميكية).
- الجدران التي يكون عليها عزم جانبية بالكامل.



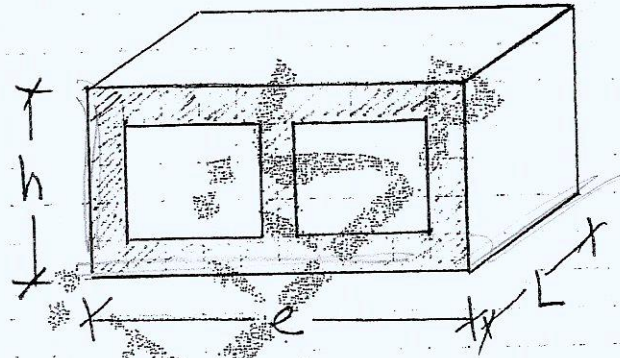
⊗ مكونات سقف القالب الخرساني :- Components of Hollow Blocks slab :





① Blocks :-

| h | L | e |
|-------|-------|-------|
| 15 cm | 20 | 40 |
| 20 cm | 20 cm | 40 cm |
| 25 cm | 20 | 40 |



② Ribs :-

$$b = 10 \text{ cm}$$

③ Solid Parts :-

Loaded Solid Part (N_1) $\ll 25 \text{ cm}$

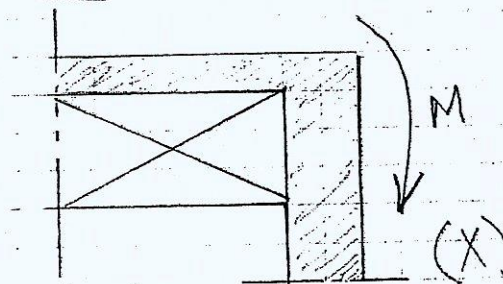
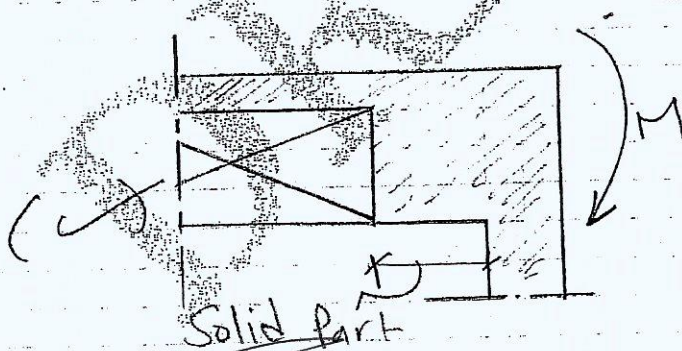
في الأجزاء

Unloaded Solid Part (N_2) $\ll 15 \text{ cm}$

① توزيع حمل الأضراس على الكمرات .

② مقاومة العزوم الباردة للأضراس .

③ مقاومة قوى القص على الأضراس .



لا يجوز وضع البلوك مباشرة بجوار الكمره لأنه العزوم الباردة فقط على البلوك
وهو لا يتحمل أي أحمال وبالتالي لا يسمح بوضع البلوك .

4) Cross rib :-

Used only in [one way Hollow Block slabs]

- يستخدم في طالة الجسر أكبر من 5 متر و $L.L < 300 \text{ kg/m}^2$
- يستخدم في طالة الجسر من (4-7) متر و $L.L > 300 \text{ kg/m}^2$

الأنظمة :- تقليل الترفيع (Deflection) في الممرات

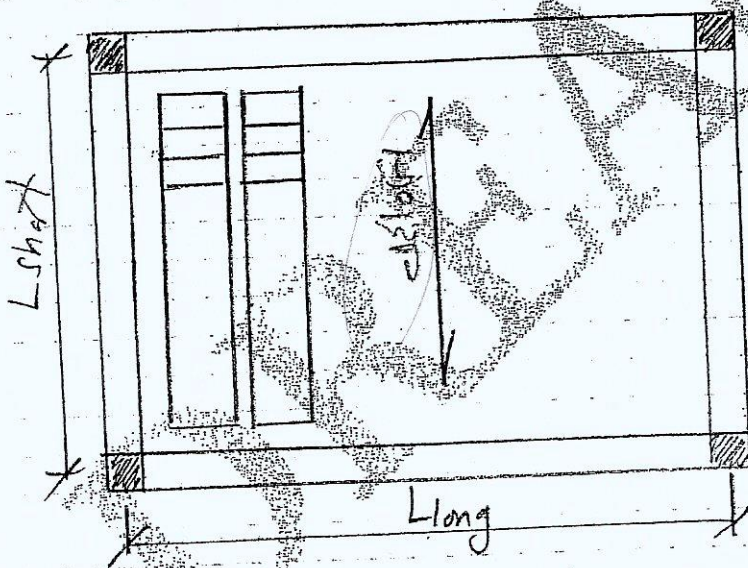
وتكون أبعادها وتسمى العصب الرئيسي (Main Rib) ولكن الطانة تكون مقفولة لعدم حدوث صدع على

Use 1 Cross rib if $L_{\text{short}} > 5 \text{ m}$

Use 3 Cross rib if $L_{\text{short}} > 7 \text{ m}$

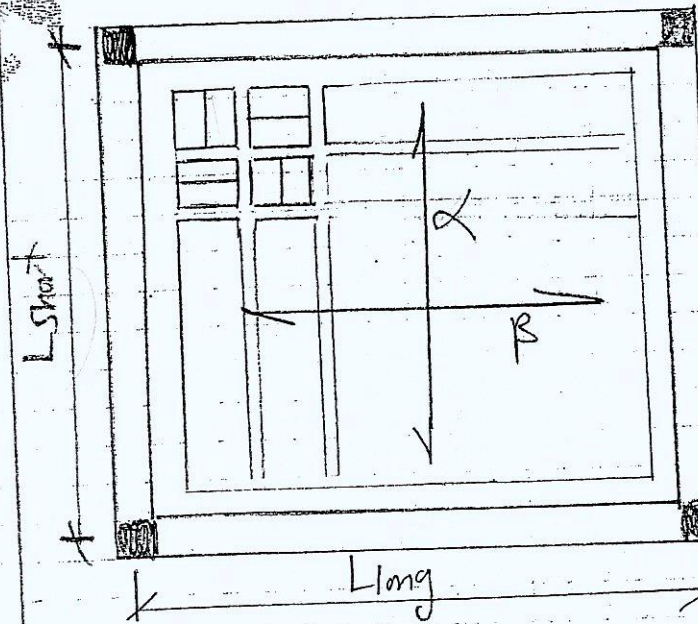
⊗ Types of Hollow Block slabs :-

- ① One way Hollow Block slab
- ② Two way Hollow Block slab



الأنصب تكون في الاتجاه واحد (الاتي هو القصير)
($L_{\text{short}} \leq 6 \text{ m}$)

• من الممكن وضع الأنصب في الاتجاه الطويل (L_{long}) ولكن طانة مقفولة.



الأنصب تكون في الاتجاهين (الطويل والقصير)
($L_{\text{short}} > 6 \text{ m}$)

* Loads on Hollow Block Slab :-

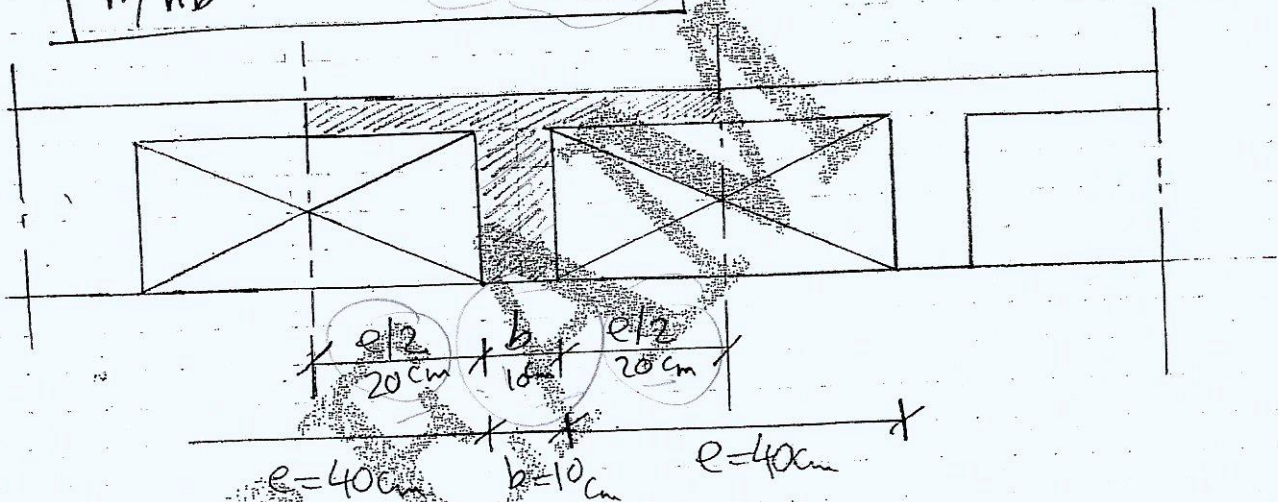
$$W_{slab} = W_{D.L} + W_{L.L}$$

$$W_s = \left[\underbrace{W_{table}}_{\text{وزن الجداول واللوحة}} + \underbrace{(t_s - 0.05) \gamma_c}_{\text{وزن الخرسانة}} + \text{Covering} \right] + \underline{\underline{L.L}}$$

$W_{table} \rightarrow$ وزن الجداول واللوحة، وزن الخرسانة، وزن التغطية، وزن الحديد، وزن...

$$W/nib = W_{slab} [e + b]$$

$$W/nib = 0.5 W_{slab}$$



* Steps of Design of Hollow Block Slabs :-

1. Arrangement of Blocks
2. Calculation of W_{slab} & W/nib
3. Drawing BMD.
4. Get A_s/nib . $2\phi??/nib$
5. Check of Solid Part width
6. RFT Details.

Notes :-

① يجب أن تكون الأضراب مقسمة نفس التسميم في البكسي المتجاورين للاستفادة من الاستمرارية في الأضراب (Continuity Cond.)

② الحد الأدنى الخسائية قووم البلوكات = 5 سم للأحمال الحية أقل من 400 كجم/م² والجور أقل من 6 متر.

أما في حالة الأحمال الحية أكبر من 400 كجم/م² والجور أكبر من 6 متر فيدرس حالة البلوكات الخسائية قووم البلوكات = 7 سم.

⊗ Check Solid Part Dimensions :-

[Solid Part of Continuous spans only]

① Calculation of -ve Moment of resistance of Rib (M_r)

أضراب قبة أكبر من سائب سلك العصب (M_r)

$$\rightarrow d = \frac{k_1}{1} \sqrt{\frac{M_r}{b}}$$

$d = t - \text{cover}$

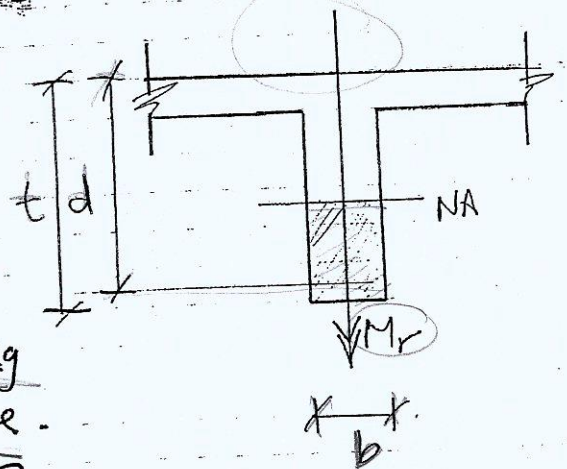
$b \rightarrow$ width of rib 10 cm

$k_1 \rightarrow$ from design Aids corresponding to allowable stress of concrete.

[k_1 (المطابقة لـ $f_{c,all}$)]

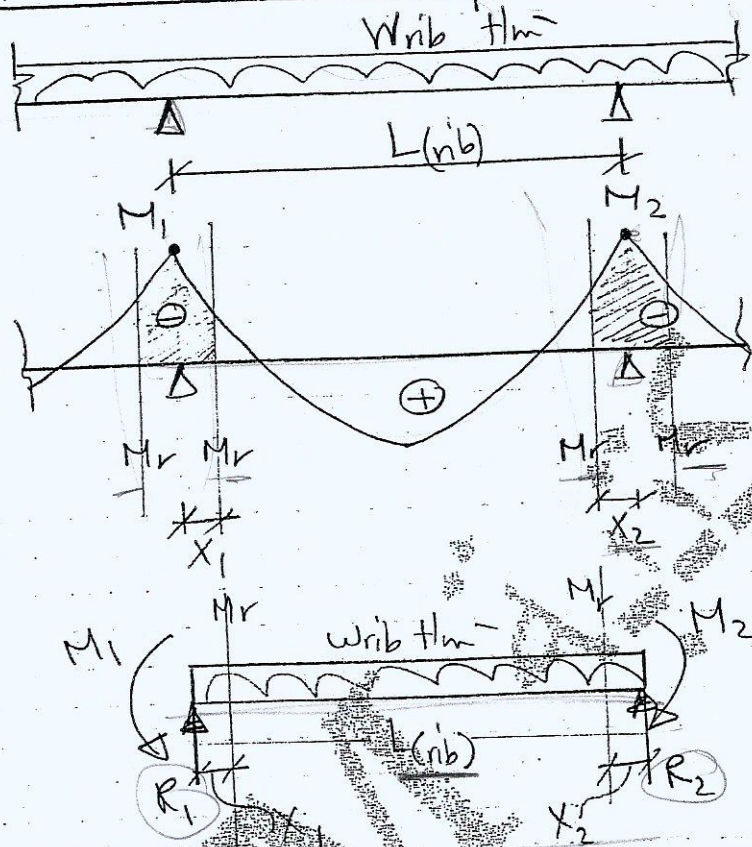
$M_r \rightarrow$ -ve moment of resistance of rib

\Rightarrow get M_r



⊗ Solid part في طرف الكابولي يكون (unloaded) من الطرف الخارجي و (loaded) من الداخلي

② Calculate the actual value of required solid part from Moment Di.



$$\rightarrow \underline{M_1} + \underline{W_{rib}} \frac{\underline{X_1^2}}{2} - \underline{R_1 X_1} = \underline{M_r}$$

get (X_1)

$$\rightarrow \underline{M_2} + \underline{W_{rib}} \frac{\underline{X_2^2}}{2} - \underline{R_2 X_2} = \underline{M_r}$$

get (X_2)

③ Check the values of X_1 & X_2 with the Chosen values.

يجب مراجعة قيم ال Solid Parts التي تم اختيارها في البداية مع القيم المحددة.

Example :-

Design one way Hollow Blocks Slab Using the following :-

- Block (20x20x40 cm)

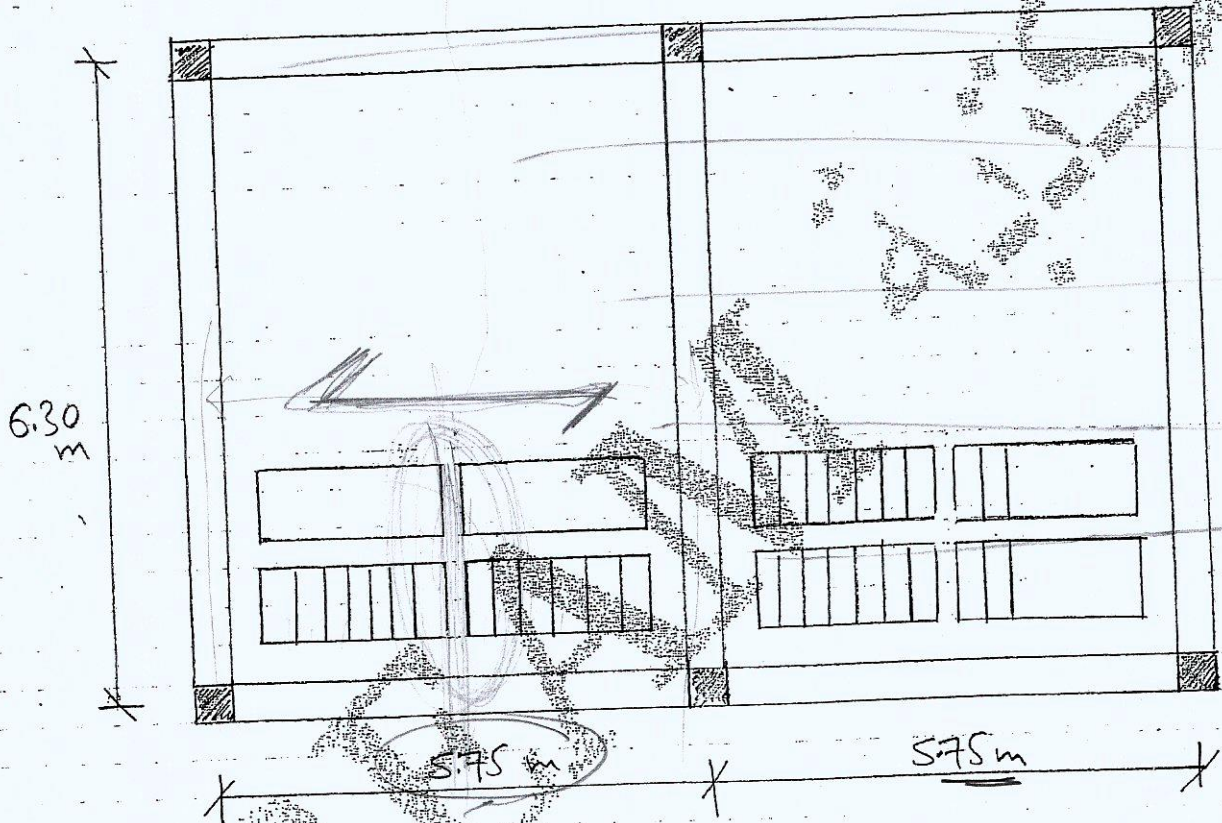
- L.L = 500 kg/m²

- $f_{cu} = 250 \text{ kg/cm}^2$

- $t_s = 7 \text{ cm}$

- Covering material = 150 kg/m²

- $f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$



⊕ Arrangement of Blocks :-

* Short Direction (5.75 m) :-

$$\begin{array}{ccccccc}
 5.75 & = & 25 & + & 2 \times 15 & + & 20 \text{ m} + 10 \\
 \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & \searrow \\
 (L_{\text{short}}) & & (\text{Beam width}) & & (\text{Loaded Solid Part}) & & (\text{No. of Blocks}) & (\text{Cross-rib width})
 \end{array}$$

(Block width)

assume $15' = 25 \text{ cm}$

→ get $m = 24.5 \text{ Block}$

Use $m = 24 \text{ Block}$

→ get $15'_{\text{act}} = 30 \text{ cm}$

نصف القريب في البوكات للأحد
Solid Part إلى الأخر

* Long Direction (6.30 m) : —

$$630 = 25 + 2s_2 + 10n + 40(n+1)$$

\downarrow (Lmg) \downarrow (Beam width) \downarrow (Unloaded Solid Part) \downarrow (no. of ribs) \downarrow (no. of Blocks)

— assume $s_2 = 15 \text{ cm}$

→ get $n = 10.7 \text{ rib}$

Use $n = 10 \text{ rib}$

→ get $s_{2 \text{ act}} = 32.5 \text{ cm}$

يتم التقريب من الأضلاع للأقل
منه لا يؤثر على ال Solid Part

* Loads : —

$$W_s =$$

$$W_{D.L} + W_{L.L}$$

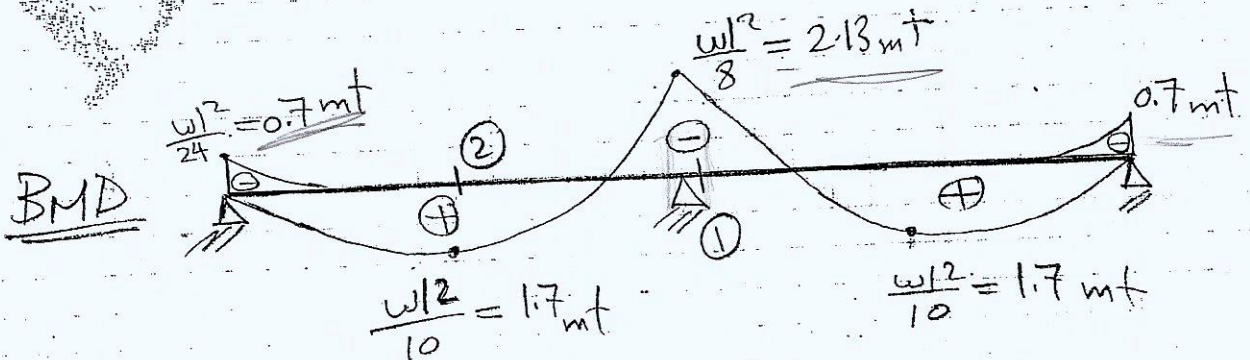
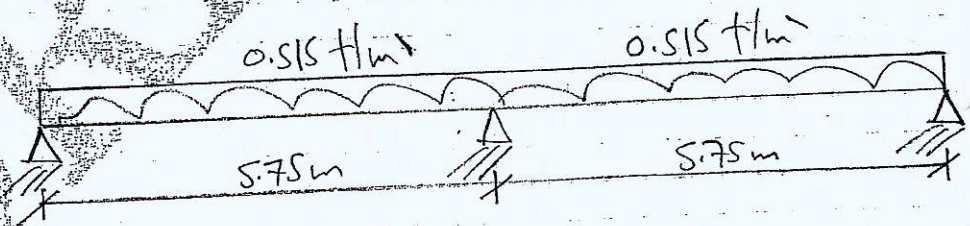
$$W_s = [W_{\text{table}} + \gamma_c (t_s - 0.05) + \text{Covering}] + L.L$$

\downarrow
rib width req

$$W_s = [0.33 + 2.5(0.07 - 0.05) + 0.15] + 0.5 = 1.03 \text{ t/m}^2$$

$$W/\text{rib} = 0.5 W_s = 0.5 \times 1.03 = 0.515 \text{ t/m}$$

* Moments in rib : —



⊗ Design of sections :-

* Sec (1) $M_{-ve} = 2.13 \text{ mt}$
(Rectangular sec)

$$d = K_1 \sqrt{\frac{M}{b}}$$

$$d = t_s - \text{cover} = 24 \text{ cm}$$

$$24 = K_1 \sqrt{\frac{2.13 \times 10^5}{50}}$$

$$K_1 = 0.37 \xrightarrow{\alpha=0} K_2 = 1806$$

$$\text{at } f_c = 55 \text{ kg/cm}^2 < f_{call}$$

OK

$$A_s = \frac{M}{K_2 d} = \frac{2.13 \times 10^5}{1806 \times 24} = 4.91 \text{ cm}^2$$

Use $2 \Phi 18 / \text{rib}$

* Sec (2) $M_{+ve} = 1.7 \text{ mt}$
(T-sec)

$$d = K_1 \sqrt{\frac{M}{B}}$$

$$24 = K_1 \sqrt{\frac{1.7 \times 10^5}{50}}$$

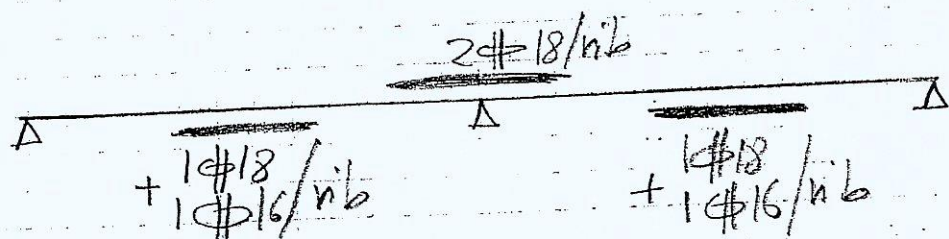
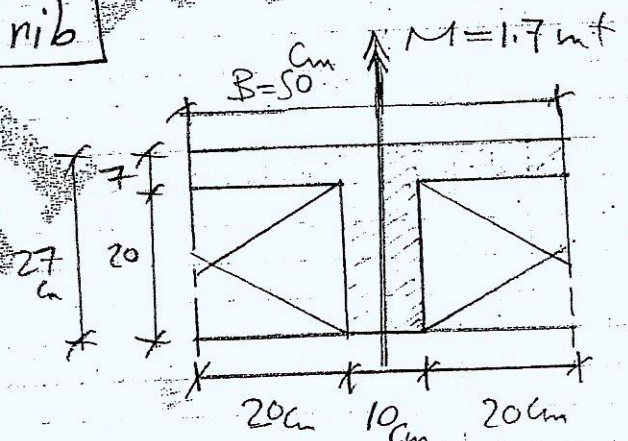
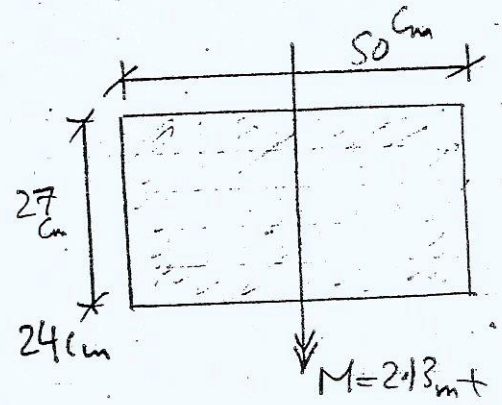
$$K_1 = 0.411 \xrightarrow{\alpha=0} K_2 = 1818$$

$$\text{at } f_c = 50 \text{ kg/cm}^2 < \frac{2}{3} f_c$$

OK

$$A_s = \frac{M}{K_2 d} = \frac{1.7 \times 10^5}{1818 \times 24} = 3.89 \text{ cm}^2$$

Use $1 \Phi 16 + 1 \Phi 18 / \text{rib}$



Rib RH

⊕ Check solid Part dimensions in Continuous span: -

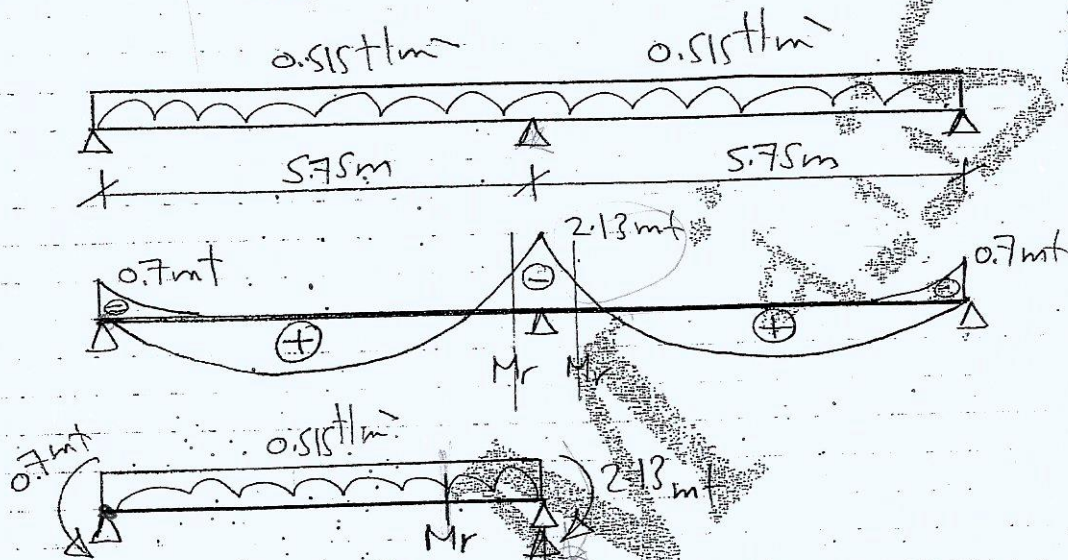
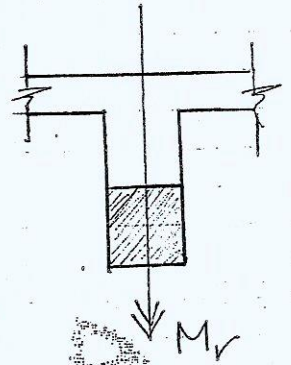
Calculate -ve moment of resistance of ribs (M_r)

$$d = k_1 \sqrt{\frac{M_r}{b}} \quad f_{all} = 95 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow k_1 = 0.243$$

$$27-3 = 0.243 \sqrt{\frac{M_r}{10}}$$

$$\rightarrow \text{get } M_r = 0.975 \times 10^5 \text{ kg.cm} = \boxed{0.975 \text{ t.m}}$$

$$M_{-ve} > M_r$$



$$R_2 = \frac{2.13 - 0.7 + 0.515 \times (5.75)^2 / 2}{5.75} = \boxed{1.73 \text{ t}}$$

$$M_r = M_2 + w \cdot b \cdot \frac{x_2^2}{2} - R_2 \cdot x_2$$

$$0.975 = 2.13 + 0.515 \times \frac{x_2^2}{2} - 1.73 \cdot x_2$$

$$\rightarrow \text{get } \underline{x_2 = 0.75 \text{ m}}$$

$$x_2 - 0.125 = 0.625 \text{ m} > \underline{s^t = 0.3 \text{ m}}$$

نصف عرض الكمر

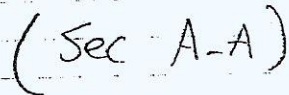
الحد الأدنى
Moment
موجب

لا بد من زيادة عرض ال Solid Part عند طريق إزالة البلوكات وبالتالي يصبح عرض ال Solid Part = 0.7 متر ويصبح عدد البلوكات في الصف = 22 بلوكات

* مطلوب مرة واحدة في الامتحان
لو كان في وقت

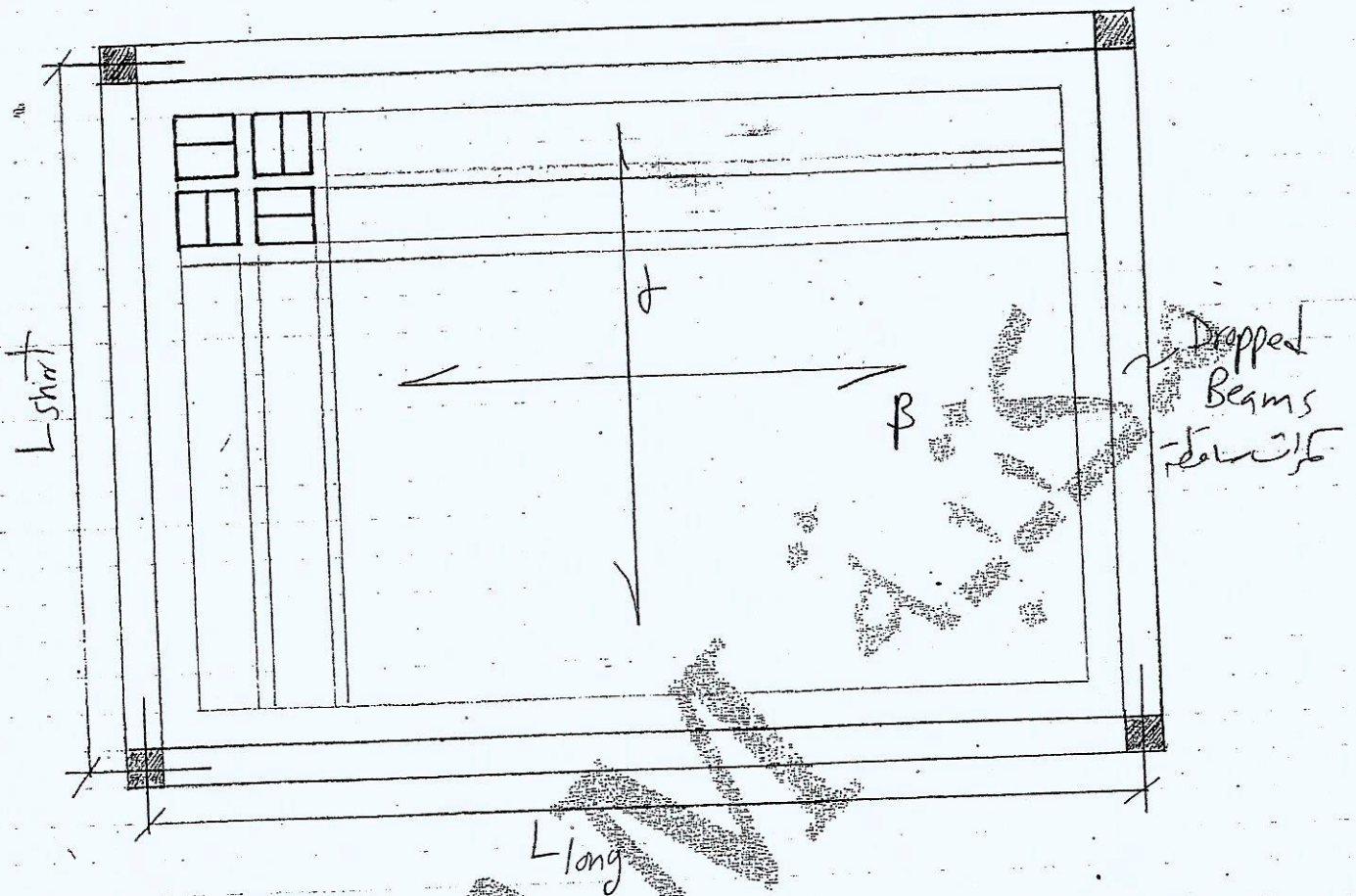


(Plan)



[Reinforcement Details of Hollow Block slab]

Two way Hollow Blocks Slab



$L_{short} > 6m$ يتم استخدام Two way Hollow block عند تكون شرط أن يكون :-

$$\frac{L_{long}}{L_{short}} > 1.5$$

- يجب وضع البلوكات خلف خلاف من يكون توزيع الأحمال في الاتجاهين L_{long} و L_{short} طبقاً للجدول Gracouff & Marcus
- يوضع البلوك بحيث يكون الفراغ مقابل للفراغ

Steps of Design of Hollow Block slab [Two way] :-

- 1) Arrangement of Blocks
- 2) Calculation of W_{slab} & W_{rib} .

$$W_{rib} = \alpha \cdot W_{st} \cdot (e + b) = 0.5 \alpha W_s$$

الحد على العصب في الاتجاه القصير

$$W_{rib} = \beta \cdot W_{st} \cdot (e + b) = 0.5 \beta W_s$$

الحد على العصب في الاتجاه الطويل

Where α, β are load distribution factors from tables :-

→ get $r = \frac{L_{\text{long}}}{L_{\text{short}}}$
rect. ratio

→ get α, β from tables according to L.L :-

① IF $L.L \leq 500 \text{ kg/m}^2$

Use Marcus table. → Hollow Block

② IF $L.L > 500 \text{ kg/m}^2$

Use Grassouf table. → Panelled Beam

③ Take strips in the load directions & Draw BMD.

④ Get $A_s / \text{rib} \Rightarrow 2 \phi ?? / \text{rib}$

⑤ Check Solid Part Dimensions.

⑥ Draw Rft Details.

Example :-

Design a Hollow Block slab Using :-

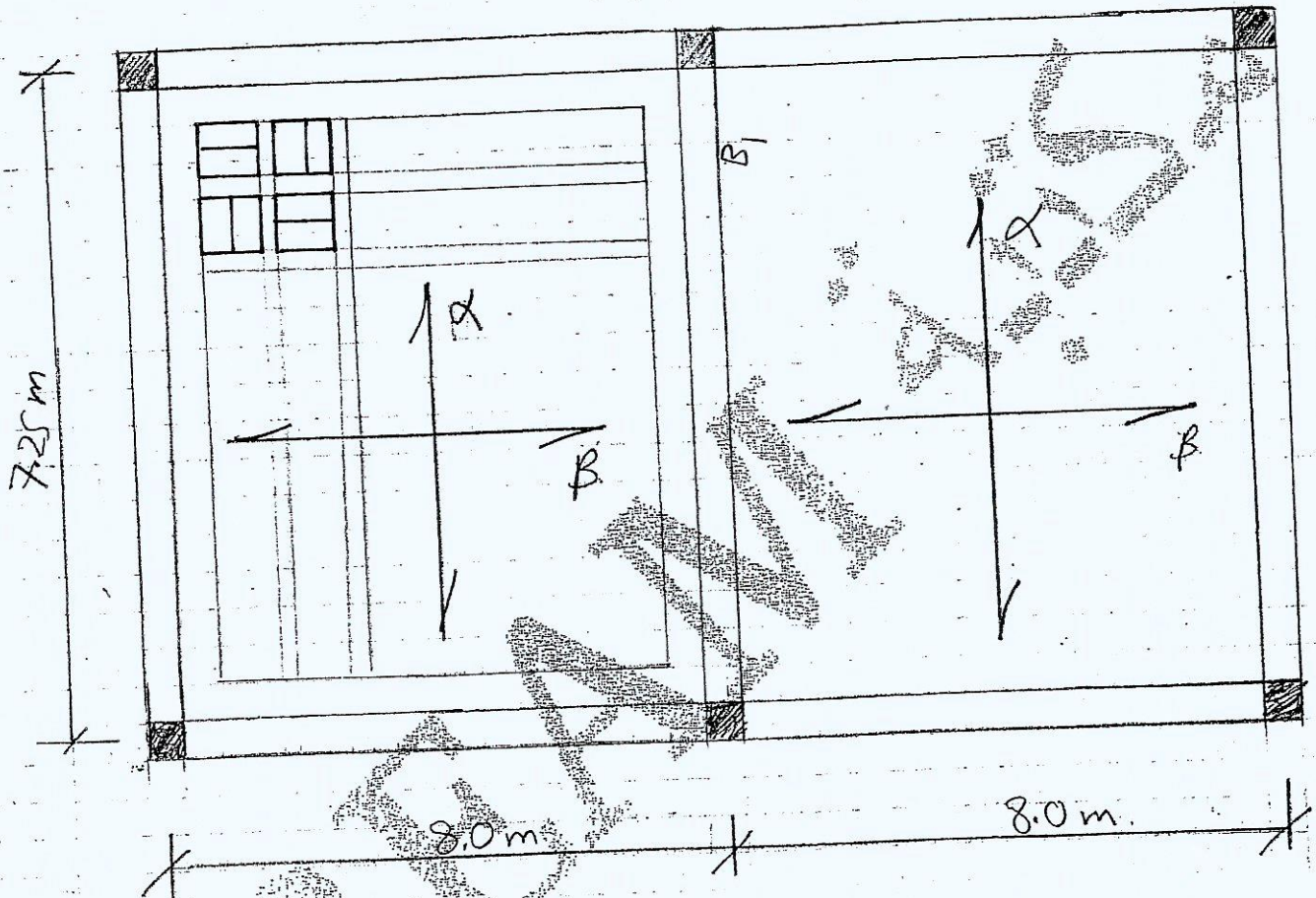
Block (20X20X40 cm)

L.L = 300 kg/m²

$f_{cu} = 250 \text{ kg/cm}^2$

Covering material = 150 kg/m²

$f_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$



⊗ $L_{short} > 6 \text{ m} \Rightarrow$ Use Two way H.B.S
where $r = \frac{L_{long}}{L_{short}} = \frac{8}{7.25} = 1.1 < 1.5$

⊗ $L.L < 300 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow$ Use $t_s = 5 \text{ cm}$

Arrangement of Blocks :-

⊗ Short Direction (7.25 m)

$$725 = 25 + 2s_1 + 10n + 40(n+1)$$

Use $s_1 = 25 \text{ cm}$ (Loaded Solid Part)

→ get $n = 12.2$

Use $n = 12$ rib

تم التقريب في الأعداد والبالغة

→ get $s'_{act} = 30$ cm

⊕ Long Direction (8.75 m) :-

$$800 = 25 + 2s'_1 + 10m + 40(m+1)$$

Use $s'_1 = 25$ cm

→ get $m = 13.7$ rib ✓

Use $m = 13$ rib ✓

→ get $s'_{act} = 42.5$ cm ✓

— Loads :-

$$W_{slab} = [W_{table} + \text{Covering}] + W_{L.L}$$

$$W_s = [0.38 + 0.15] + 0.3 = 0.83 \text{ t/m}^2$$

$$r_{\text{rectangularity ratio}} = \frac{L_{\text{long}}}{L_{\text{short}}}$$

$$r = \frac{8.75}{7.25} = 1.1$$

Use Marcus values $[L.L < 500 \text{ kg/m}^2]$

$$\alpha = 0.473 \quad (\text{short Dir.})$$

$$\beta = 0.333 \quad (\text{long Dir.})$$

$$W_{\alpha \text{ rib}} (\text{short Dir.}) = \alpha W_s (e+b)$$

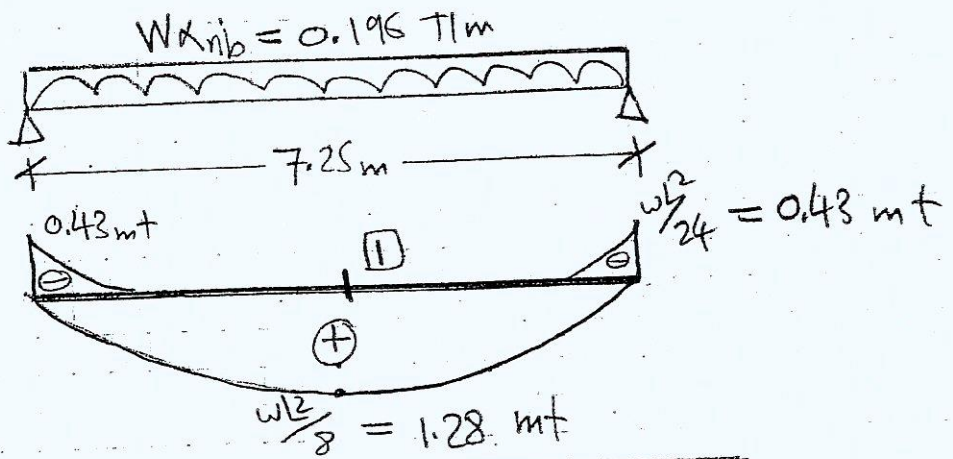
$$W_{\alpha \text{ rib}} = 0.473 \times 0.83 \times 0.5 = 0.196 \text{ t/m}^2$$

$$W_{\beta \text{ rib}} (\text{long Dir.}) = \beta W_s (e+b)$$

$$W_{\beta \text{ rib}} = 0.333 \times 0.83 \times 0.5 = 0.138 \text{ t/m}^2$$

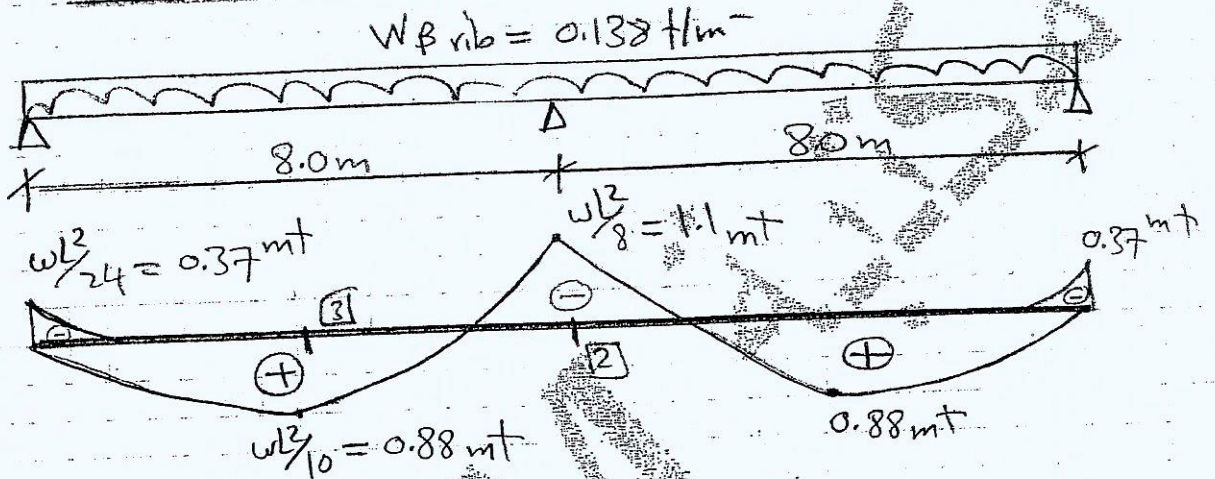
(Short Dir.)

(BMD)



(Long Dir.)

(BMD)



- Design of sections: -

sec I $M_{+ve} = 1.28 \text{ mt}$

$$d = k_1 \sqrt{\frac{M}{b}}$$

$$22 = k_1 \sqrt{\frac{1.28 \times 10^5}{50}}$$

$$k_1 = 0.434 \rightarrow k_2 = 1832$$

$$f_c = 45 \text{ kg/cm}^2 < f_{call} = 95 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{OK}$$

$$A_s = \frac{M}{k_2 d} = \frac{1.28 \times 10^5}{1832 \times 22} = 3.17 \text{ cm}^2$$

Use 2 Φ 16 /nib

sec II $M_{-ve} = 1.1 \text{ mt}$

$$d = k_1 \sqrt{\frac{M}{B}}$$

$$22 = k_1 \sqrt{\frac{1.1 \times 10^5}{50}}$$

$$k_1 = 0.469 \rightarrow k_2 = 1832 \quad f_c = 45 \text{ kg/cm}^2 < f_{call} \rightarrow \text{OK}$$

$$A_s = \frac{M}{K_2 d} = \frac{1.1 \times 10^5}{1832 \times 22} = \underline{2.73 \text{ cm}^2}$$

Use 2 ϕ 14 / rib

Sec [3] $M_{twe} = 0.88 \text{ mt}$

$$A_s = \frac{0.88}{1.28} \times 3.17 = \underline{2.183 \text{ cm}^2}$$

Use [1 ϕ 14 + 1 ϕ 12] / rib

- Check Dimensions of Solid Part in Continuous spans:-

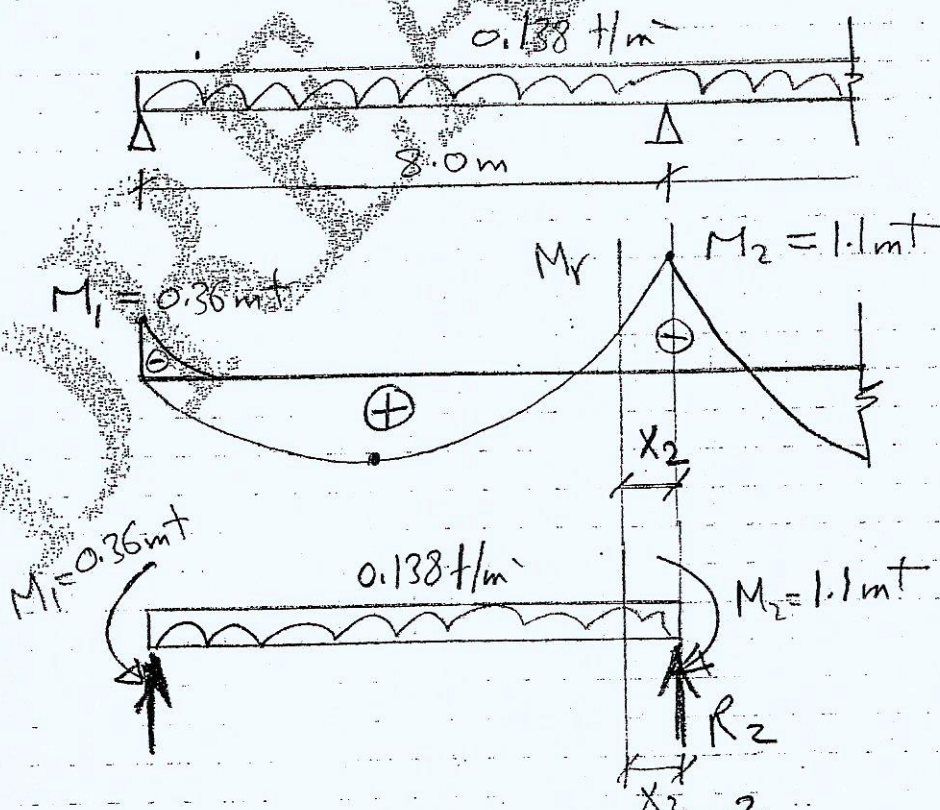
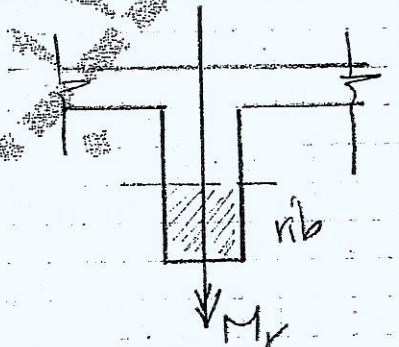
get moment of resistance of ribs (M_{re})

$$d = K_1 \sqrt{\frac{M_r}{b}}$$

$$f_{call} = 95 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow K_1 = 0.243$$

$$22 = 0.243 \sqrt{\frac{M_r}{10}}$$

$$\Rightarrow \text{get } M_r = 0.814 \times 10^5 \text{ Kg.cm} \leq \underline{0.82 \text{ mt}}$$



$$R_2 = \frac{1.1 - 0.36 + 0.138 \times \frac{(8)^2}{2}}{8} = \underline{0.644 \text{ t}}$$

$$M_2 + W_{rib} \frac{X_2^2}{2} - R_2 X_2 = M_r$$

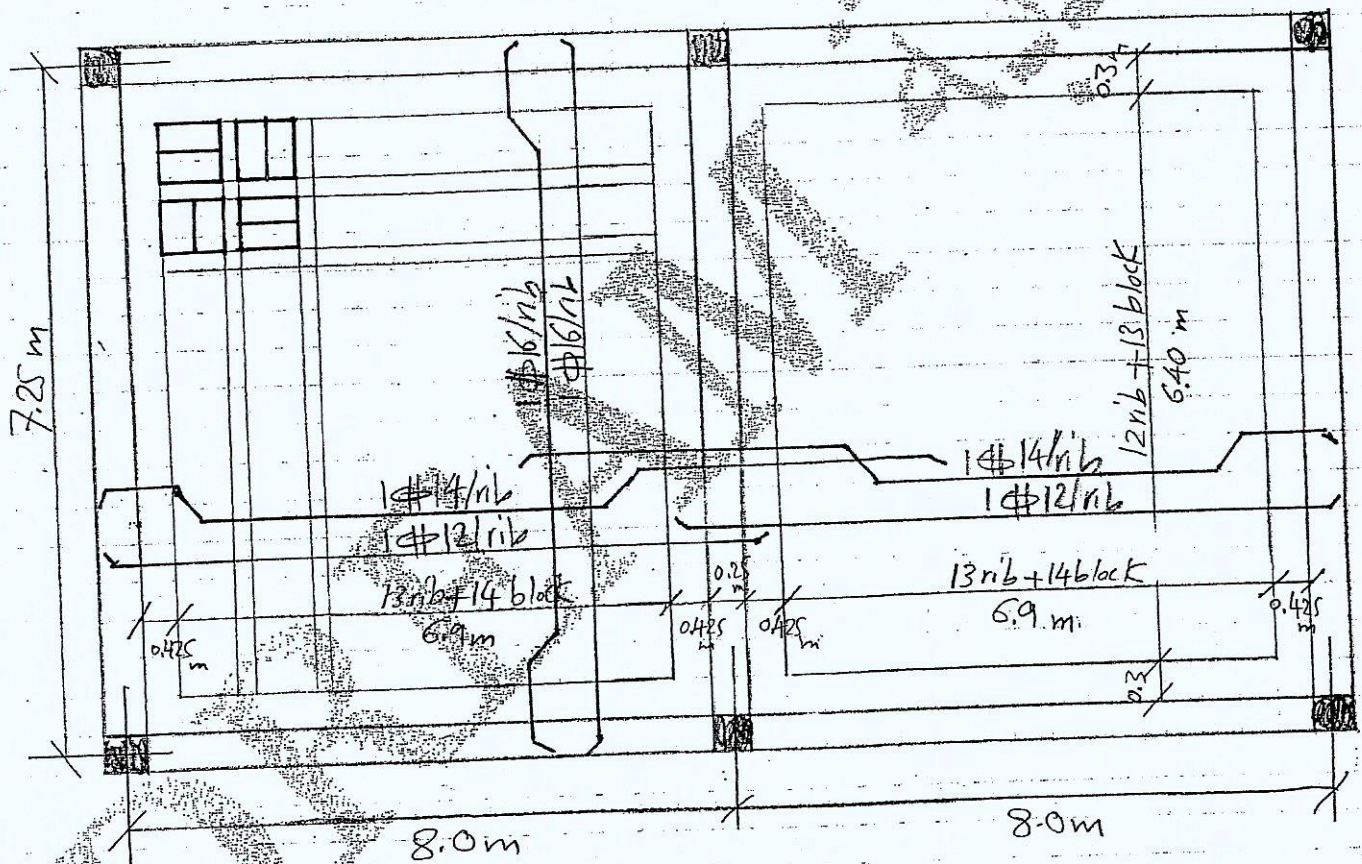
$$1.1 + 0.138 \frac{X_2^2}{2} - 0.644 X_2 = 0.82$$

$$0.069 X_2^2 - 0.644 X_2 + 0.28 = 0$$

$$\text{get } X_2 = 0.456 \text{ m}$$

$$X_2 - \frac{0.25}{2} = 0.331 \text{ m} < 0.425 \text{ m}$$

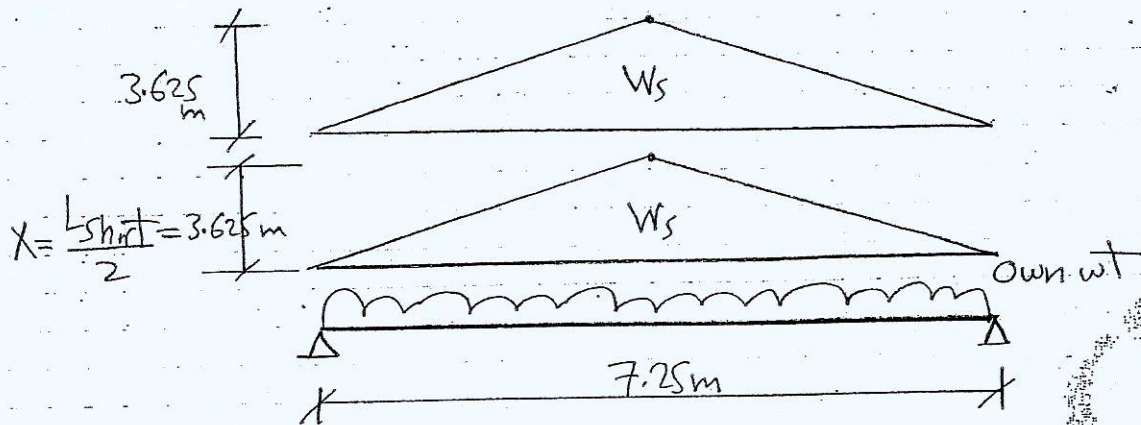
→ Solid part assumed is OK



(Rft Details of Two way Hollow Block slab)

Design of Beams: -

$B_1 (25 \times 75 \text{ cm})$ [Dropped Beam]



$$r = \frac{L}{2X} = \frac{7.25}{7.25} = 1.0$$

$$\alpha = 0.666 \text{ (Moment)}$$

$$\beta = 0.5 \text{ (Shear)}$$

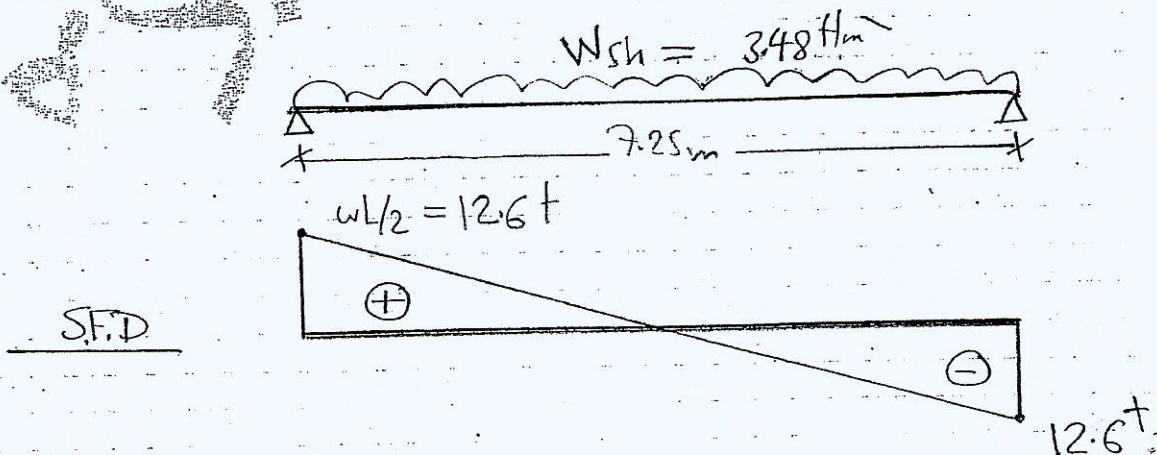
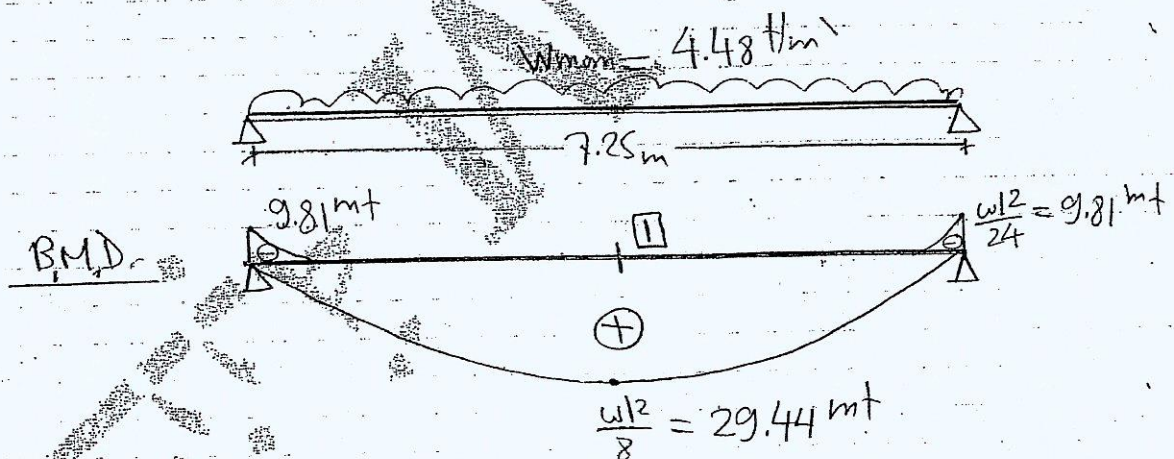
- $W_{\text{moment}} = \text{own wt} + \text{wt from slab}$

$$W_{\text{mom}} = \gamma_c \cdot b \cdot t + 2\alpha \cdot X \cdot W_s$$

$$= 25 \times 0.25 \times 0.75 + 2 \times 0.666 \times 3.625 \times 0.83 = \boxed{4.48 \text{ t/m}}$$

- $W_{\text{shear}} = \gamma_c \cdot b \cdot t + 2\beta \cdot X \cdot W_s$

$$W_{\text{sh}} = 25 \times 0.25 \times 0.75 + 2 \times 0.5 \times 3.625 \times 0.83 = \boxed{3.48 \text{ t/m}}$$



Design for Moment :-

Sec I $M_{+ve} = 29.44 \text{ mt}$ [T-sec]

$$d = k_1 \sqrt{\frac{M}{B}}$$

$$B = b + 2 \times \text{solid part} = 25 + 2 \times 42.5 = 110 \text{ cm}$$

$$75 - 5 = k_1 \sqrt{\frac{29.44 \times 10^5}{110}}$$

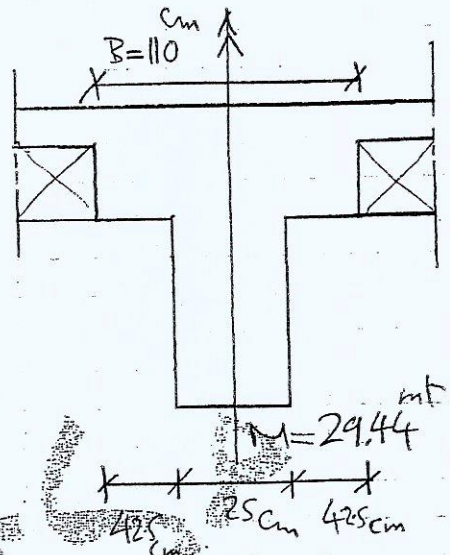
(t-cover)

$$k_1 = 0.428 \xrightarrow{\alpha=0} k_2 = 1818$$

$$f_c < \frac{2}{3} f_{all} \quad \boxed{\text{OK}}$$

$$A_s = \frac{M}{k_2 d} = \frac{29.44 \times 10^5}{1818 \times 70} = \underline{23.13 \text{ cm}^2}$$

Use 8 ϕ 20 mm



Design for Shear :-

$$Q = 12.6 \text{ t}$$

$$q = \frac{Q}{bd} = \frac{12.6 \times 10^3}{25 \times 70} = 7.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c = 7 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_c < q < q_2 \Rightarrow \text{shear Rft Req.}$$

$$q_s = q - \frac{q_c}{2} = 7.2 - \frac{7}{2} = \underline{3.7 \text{ kg/cm}^2}$$

$$q_s = \frac{A_{st} \cdot f_s}{s \cdot b}$$

$$\text{assume } A_{st} = n A_{streq} = 1.01 \text{ cm}^2$$

$$3.7 = \frac{1.01 \times 1400}{s \times 25} \Rightarrow s = 15.286 \text{ cm}$$

$$10 < s < 20 \text{ cm} \Rightarrow \text{OK}$$

$$n = \frac{100}{s} = 6.54 \approx 7 \text{ stirrups}$$

Use 7 ϕ 8/m, 2 branches

