وزارة الموارد المائية والرى
مركز الخبرات الدولية للتدريب

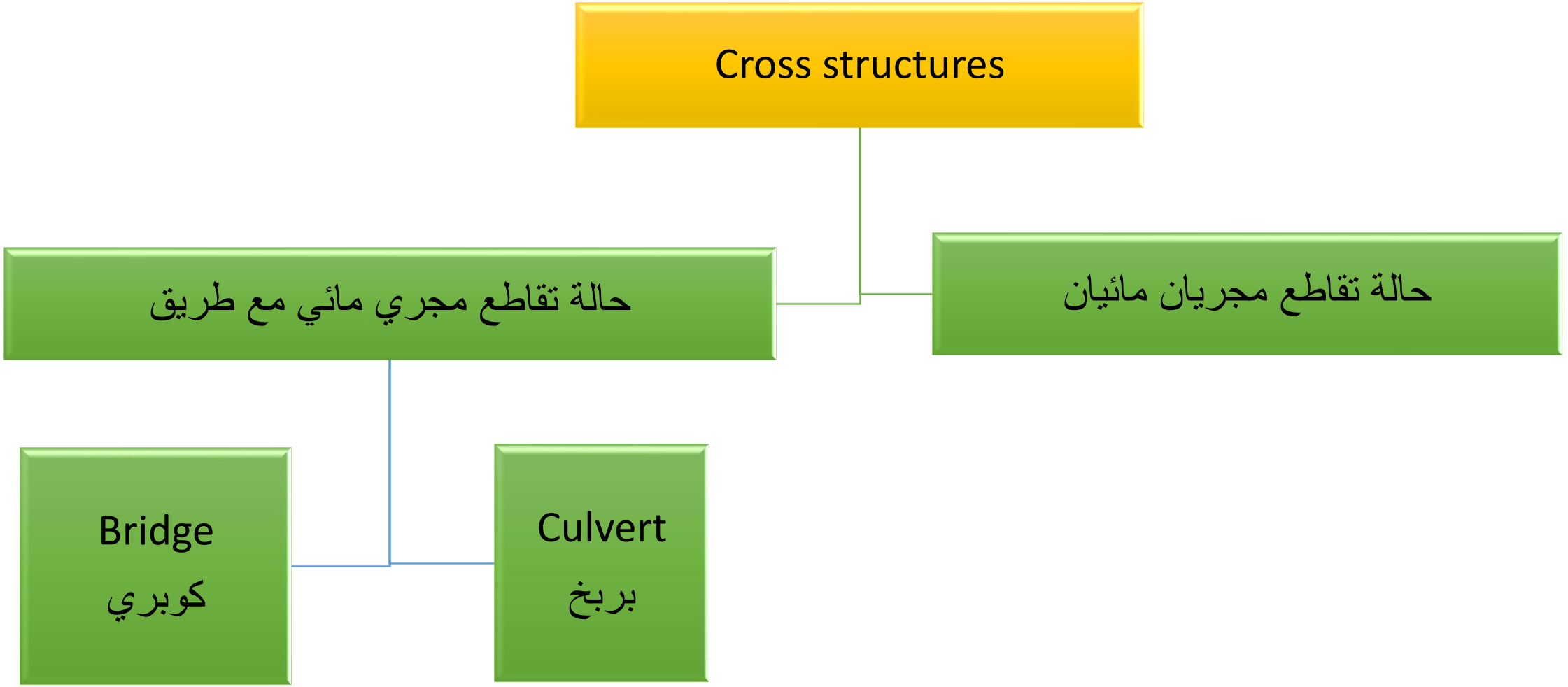
دورة أساسيات تصميم وتنفيذ المنشآت المائية

من تاريخ ٢٠٢٣/٢/١٢ الي تاريخ ٢٠٢٣/٢/١٦

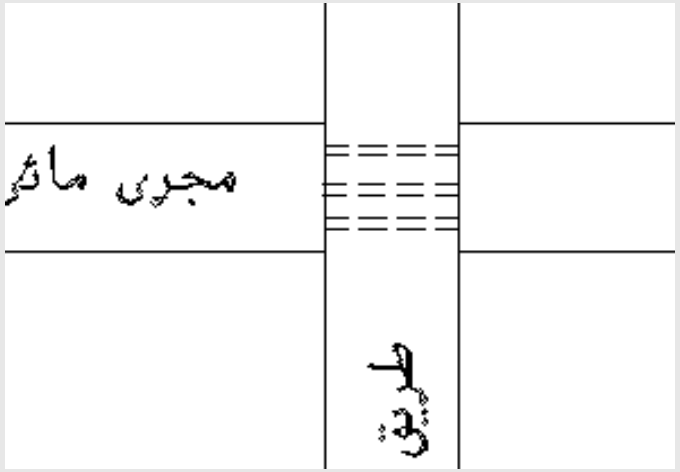
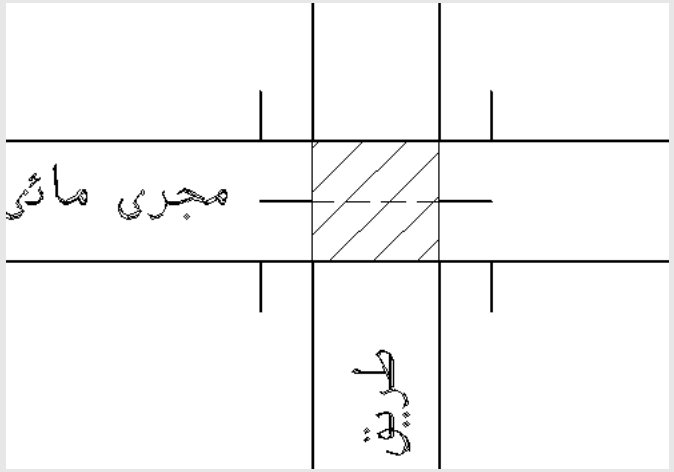
Design of water Structures

المحاضر / أ.م.د : طارق سيد أبوزيد هريدي

٢٠٢٣/٢/١٢


Cross structures
حالة تقاطع مجري مائي مع طريق
حالة تقاطع مجريان مائيان
Bridge
كوبري
Culvert
بربخ

'hat difference between culvert and bridge?

culvert	bridge
	
• **يستخدم في حالة ان يكون الطريق اهم من المجري المائي كما في الطرق الصحراوية و الطرق السريعة.**	• يستخدم في حالة ان يكون المجري المائي اهم من الطريق كما في القري و الطرق الزراعية.
• **البربخ يستخدم لنقل حركة سريان المياه اسفل الطريق**	• الكوبري يستخدم لنقل حركة المرور بين جانبي المجري المائي

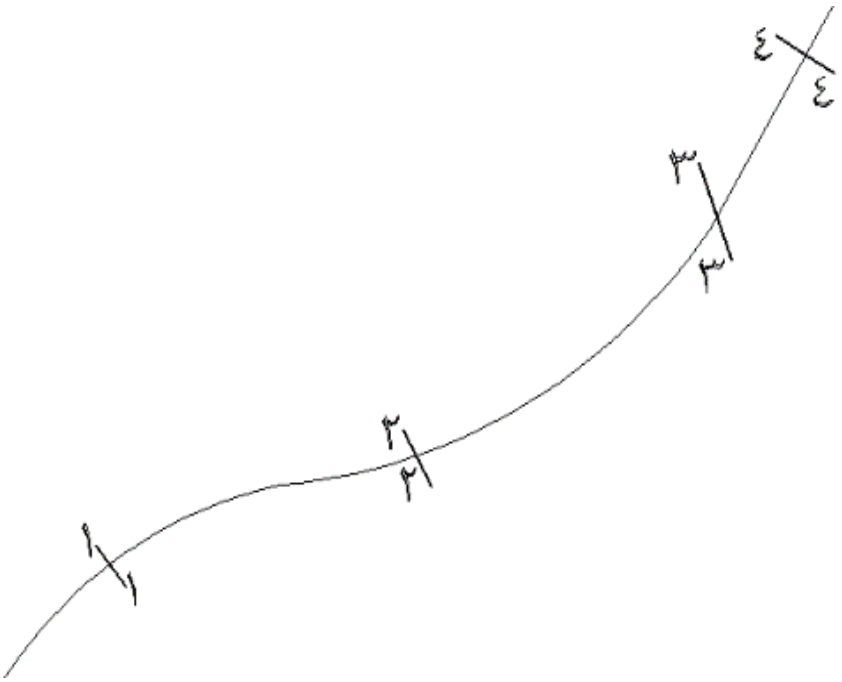
Design of water Structures

Bridge Design

•دراسة طبيعة الموقع وذلك عن طريق دراسة الخرائط الطبوغرافية له

أشتراطات عمل كوبري

١) استبعاد عمل الكوبري في منحني ، حيث يفضل عمل الكوبري في منطقة مستقيمة و متعامد علي المجري المائي.



(لماذا)

- لمنع حدوث نحر و ترسيب ممايسبب انهيار المنشأ
- لزيادة تكاليف المنشأ نتيجة لزيادة الطول

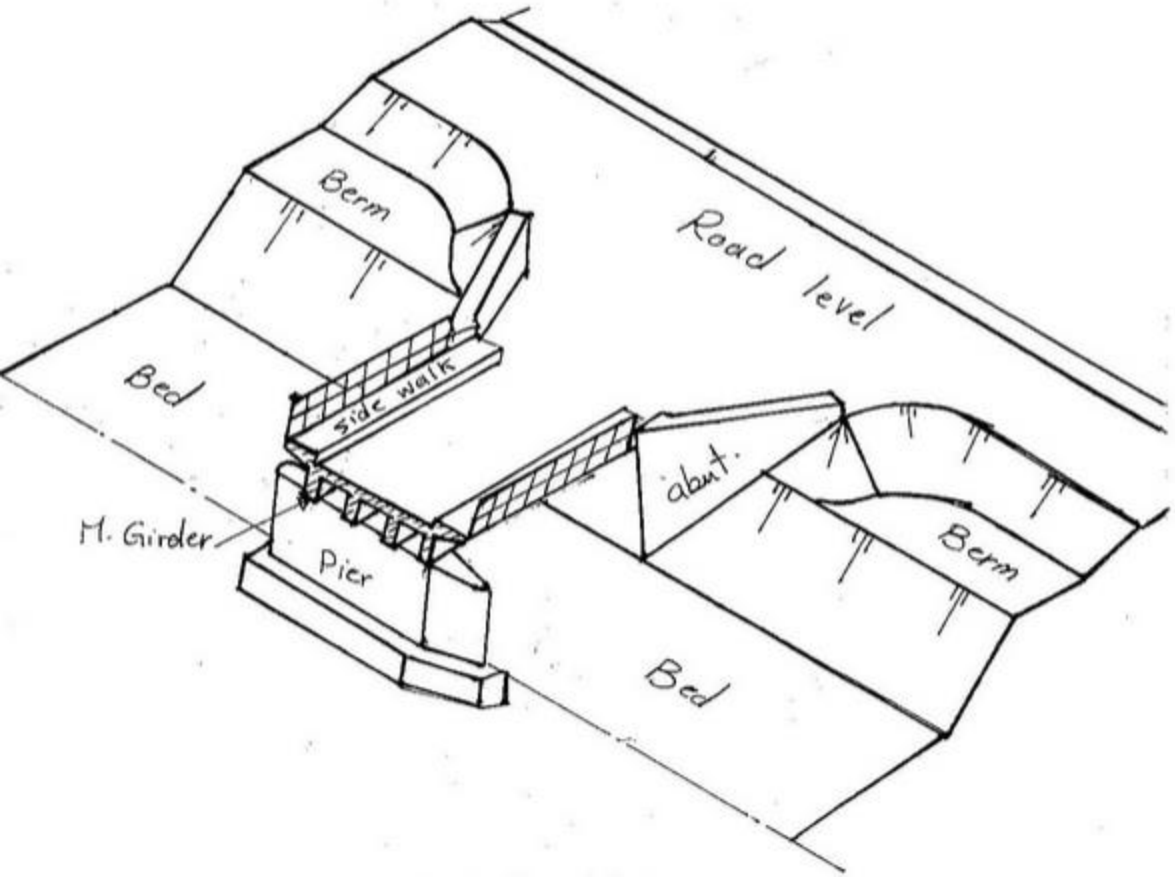
١) مراعاة ان يكون موقع الكوبري بالقرب من المرافق العامة

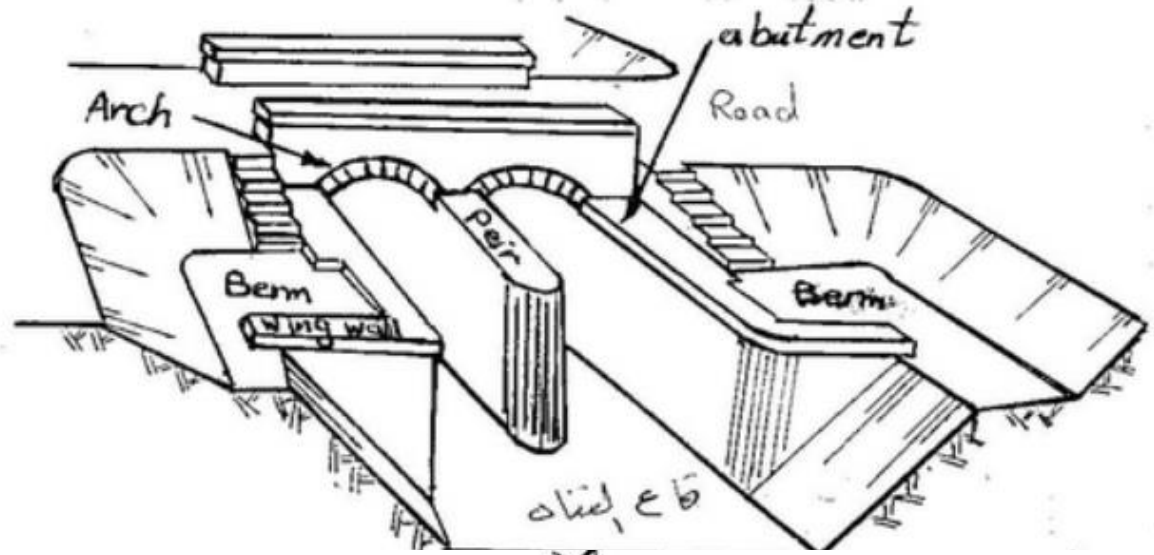
٢) مراعاة طبيعة المواد الخا م المتوفرة عند اختيار نوع الكوبري

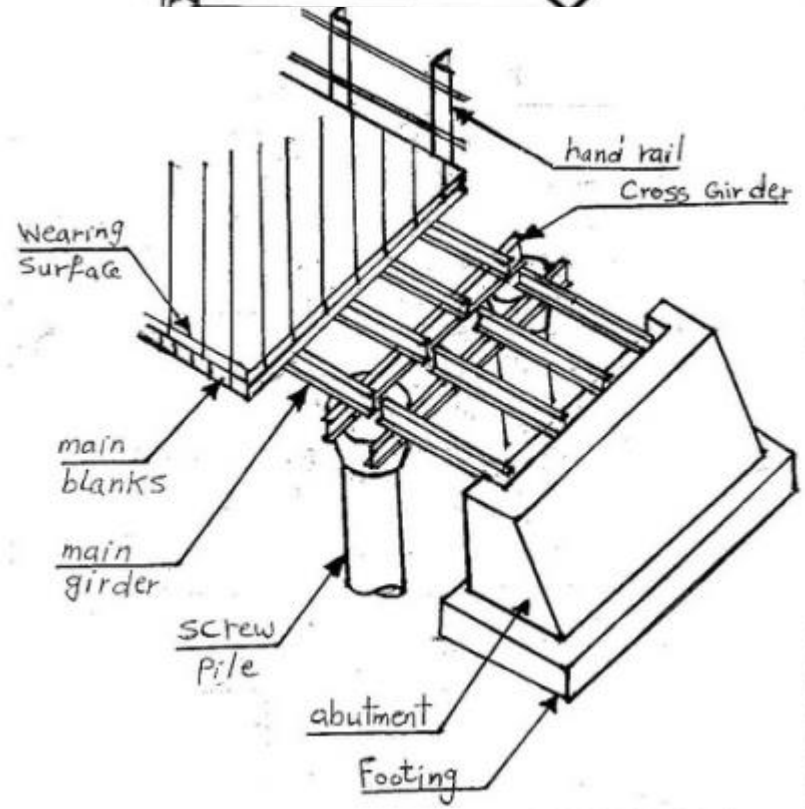
٣) مراعاة التكاليف العامة للمشروع

1- Bridges :- الكباري

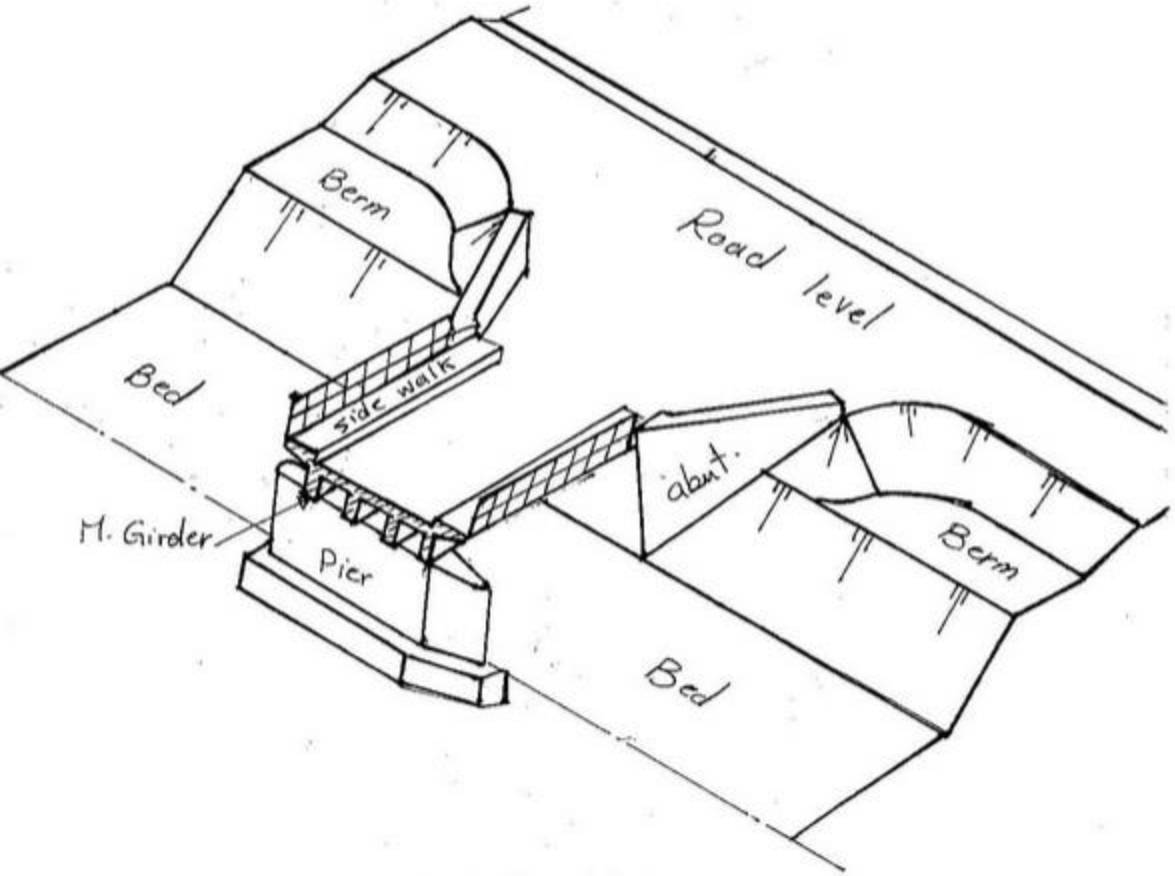
- Arch bridge.
- Rolled steel joist bridge.
- Reinforced concrete bridge.





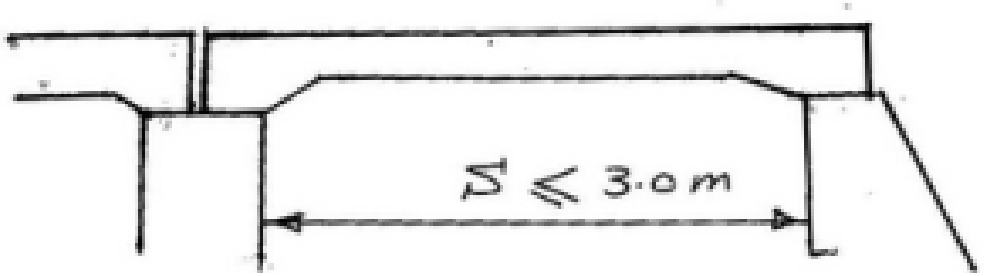


Reinforced Concrete Bridge

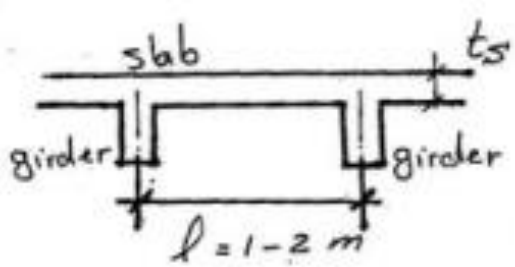


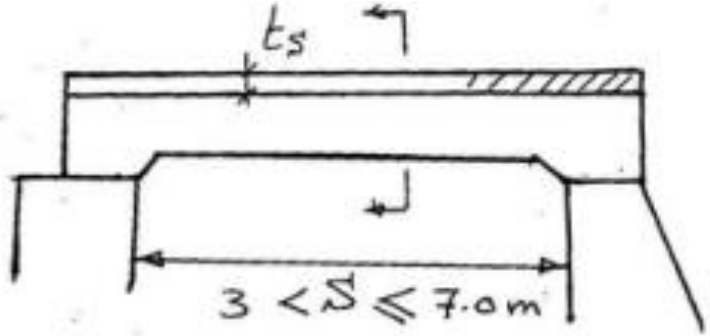
Types of Reinforced Concrete Bridge

1- Simple Slab Type

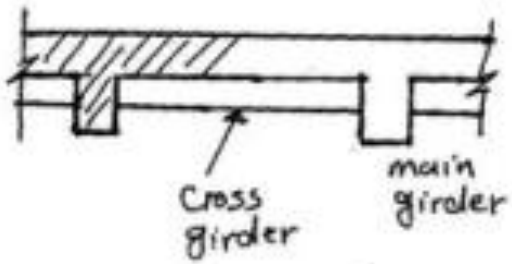


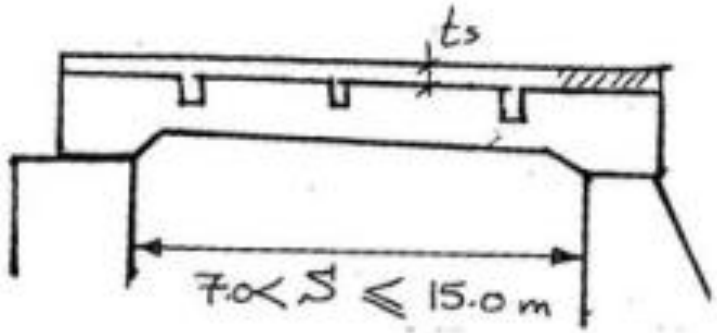
2- Slab on Main Girder



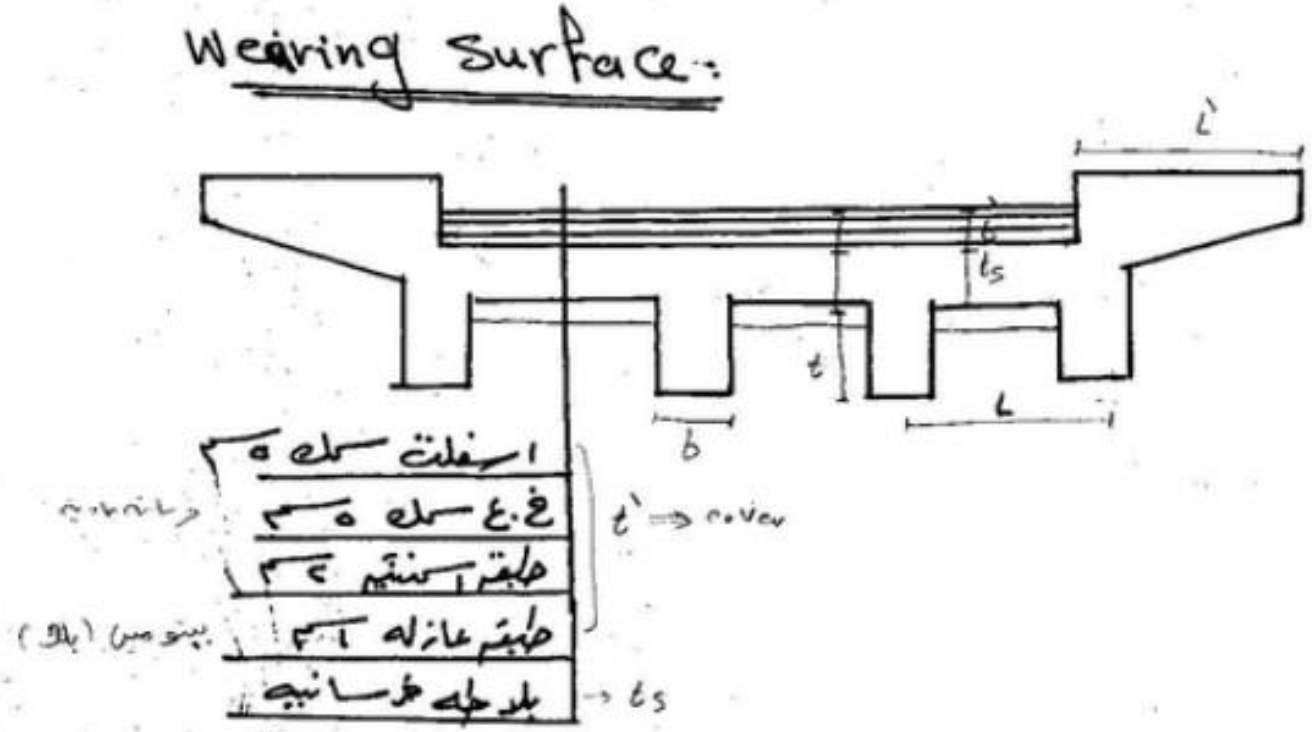


3- Slab on Main Girder and Cross Girder





Reinforced Concrete Bridge



المسافة بين الكمرتين تتراوح بين (١:٢) م

- سمك طبقات الحماية حوالي ١٣ سم
- لايسمح بوجود عجلتين داخل نفس الباكية
- عمق الكمرة

$$t = S/7.0$$

- عرض الكمره b لا يقل عن ٢٥سم
- سمك البلاطة الخرسانية لا يقل عن ٢٠ سم

Loads affecting on Reinforced Concrete Bridge

1) **Dead loads:**

الناتجة من الاوزان الدائمة علي الكوبري

1) **Live loads**

تنقيم الاحمال الحية الي جزئين

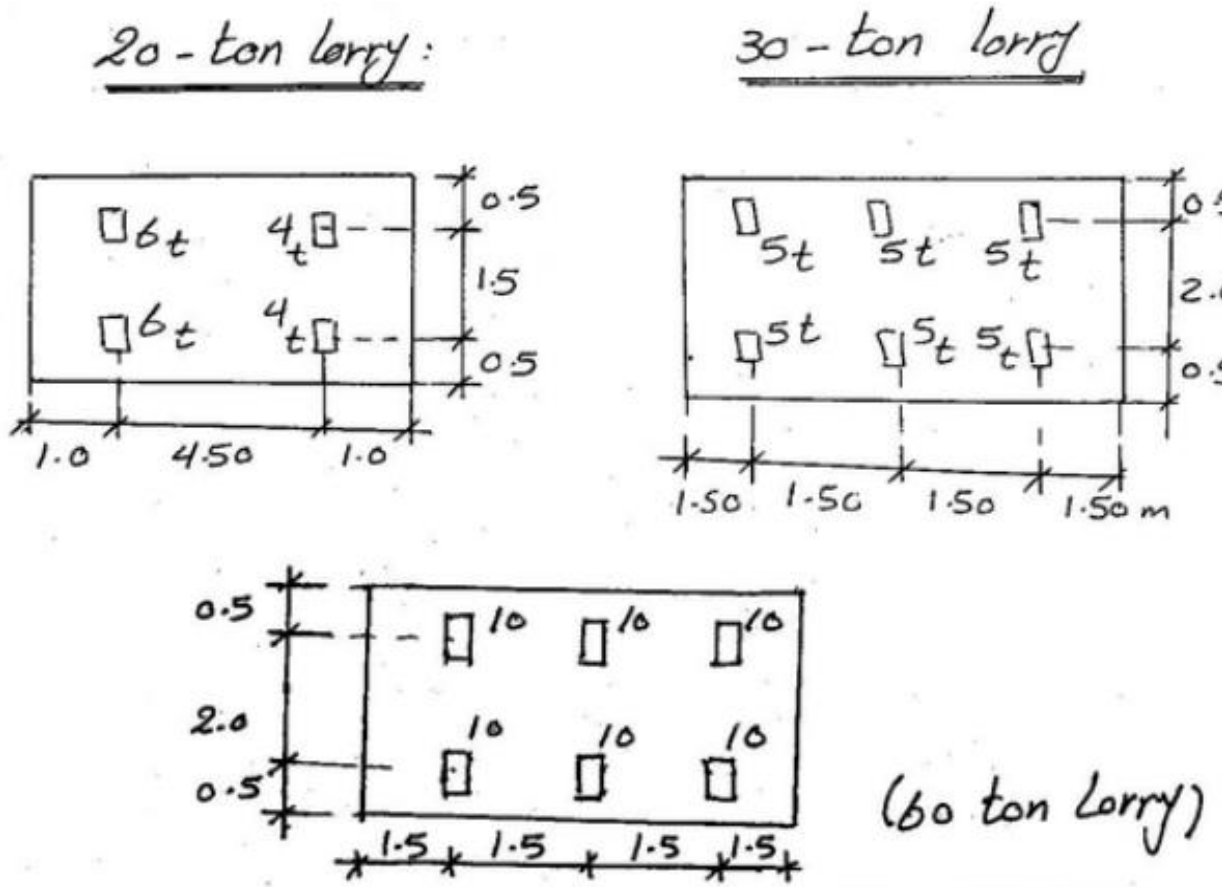
a) **Distributed uniform load:**

(٥٠٠ كجم/م٢)

المتمثل في أحمال المشاه

a)**Wheel load**

المتمثل في احمال السيارات المتحركة:



Steps of Design of Reinforced Concrete Bridge

1. Hydraulic Design

الغرض منها :

١) الحصول علي عدد فتحات الكوبري

٢) الحصول علي عرض الفتحة الواحدة

٣) حساب الفواقد

2. Structural Design

الغرض منها الحصول علي ابعاد العناصرالانشائية المختلفة المكونة للكوبري مثل
عرض البغلة و سمك القواعد و ارتفاع الحوائط

3. Drawing

أخراج لوحات تفصيلية للكوبري وعناصره المختلفة

Hydraulic Calculation

1) Find discharge of canal (m^3/sec)

a) Q_c = …… m^3/s

b) A_s = …….. feddan water duty (W.D) = …….. m^3/fed/ day

$$Q_c = \frac{A_S \times W.D}{24 \times 60 \times 60} = \ldots\ldots\ m^3/s$$

a) b=….. m , y = ……. m, s= …….. cm/km, 1/n=……..

$$Q_c = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A_c = \ldots\ldots\ m^3/s$$

2) Find velocity of canal (m/s)

$$v_c = \frac{Q_C}{A_c} \quad \ldots\ldots\ m/s$$

$$A_c = b \times y + z \times y^2$$

3) $assume\ v_{bridge} = (1 \rightarrow 2) \times v_c$

$0.8 \leq v_{bridge} \leq 1.50$

4) $a_{br} = \frac{Q_c}{v_{bridge}} = n \times s \times y$

$$n \times s = \cdots$$

n = عدد فتحات الكوبري

S= اتساع الفتحة الواحدة

y =عمق الماء بالمجري المائي

Hydraulic Calculation

n	1	2	3	4	5	
s						

ويتم الاختيار من الجدول مع مراعاة

- عرض الفتحة الواحدة لايقل عن ٢ م و لايزيد عن 12 م
- يتم تقريب الارقام بالجدول كل ١ بالنسبة لعدد الفتحات وكل ٠,٥ م بالنسبة لاتساع الفتحة
- لايوجد فتحة اتساعها ٥,٥ م ، اي S=(2, 2.5, 3,3.5, 4,4.5 5, 6,7,8, …)
- يفضل فرض ال s و تعيين ال n
- في حالة ذكر Max number of vent = 3
  تعني ان n = (1 or 2 or 3)
- في حالة ذكر Number of vent = 3
  تعني ان n = 3
- في حالة ذكر Span of vent = 5
  تعني ان S = 5
- في حالة ان تكون معطاة ال n او ال s يتم تعيين الاخري مباشرة
- في حالة ان تكون ال n او ال s مجهولتان يفضل ان يتم فرض ال n علي اساس عرض القاع كما يلي :

$$b \le 5.0 \rightarrow n = (1, 2)$$
$$5.0 < b \le 10.0 \rightarrow n = (2, 3)$$
$$10.0 < b \le 15.0 \rightarrow n = (3, 4)$$
$$15.0 < b \le 20.0 \rightarrow n = (4, 5)$$
$$20.0 < b \le \cdots \ldots \rightarrow n = (5, 6)$$

Hydraulic Calculation

5) $a_{br.act.} = n \times s \times y$

6) $v_{br} = \frac{Q_c}{a_{br.act.}} \quad \leq 1.50$ m/s

≥ 0.8 m/s

Checks

1) check of heading up

هو الفرق بين منسوب المياه في U.S. و D.S ويجب الايزيد عن ١٠ سم

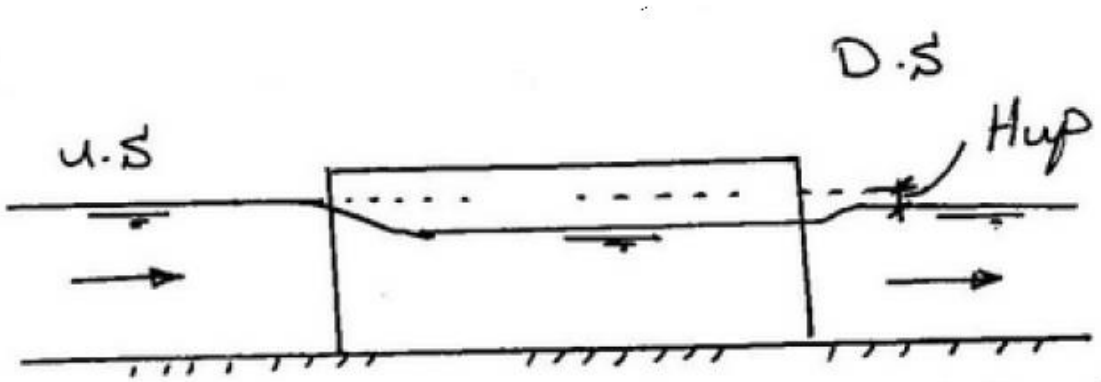
$$a)\ H_{up} = \alpha \times \beta \times \frac{v_c^2}{2g} \times 100 \quad \leq 10\ cm$$

$$\alpha = \frac{A - a}{A}$$

$A =$ مساحة قطاع المجري المائي

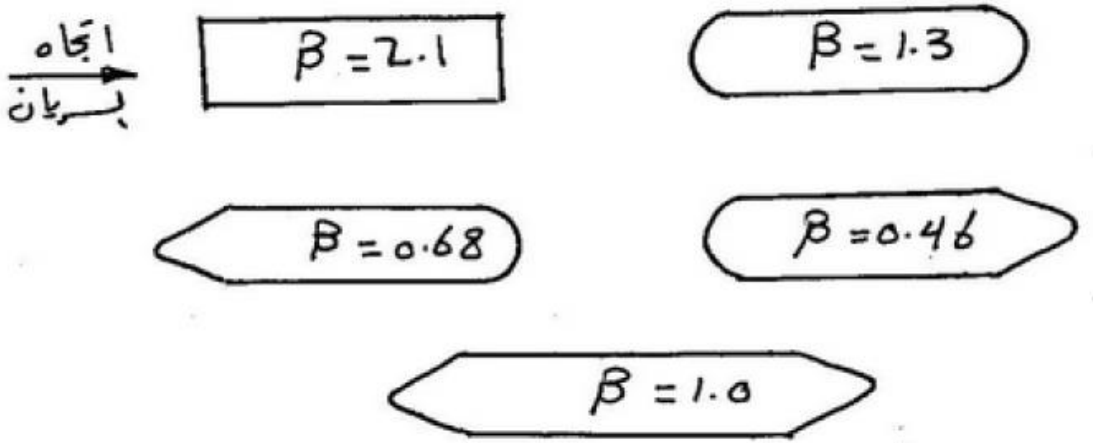
$a =$ مساحة الفتحات

$\beta =$ معامل يعتمد علي شكل البغلة ويتم اختياره كالاتي



Hydraulic Calculation

1) check of heading up



يمكن حسابه بطريقة أخري

$$H_{up} = \frac{1}{c^2} \times \left[\left(\frac{A}{a}\right)^2 - 1\right] \times \frac{v_c^2}{2g} \times 100 \quad \leq 10\ cm$$

C : معامل يعتمد على عرض فتحة الكوبري

$S \leq 2.0\ m$ $\quad C = 0.72$

$2 < S \leq 4.0\ m$ $\quad C = 0.82$

$S > 4.0\ m$ $\quad C = 0.92$

ملاحظة

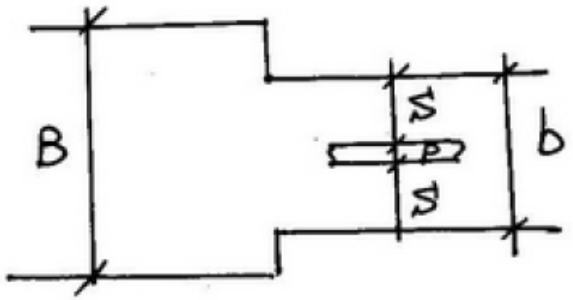
- عند تصميم كوبري فتحة واحدة فقط يتم استعمال المعادلة الثانية
- يفضل استخدام المعادلة الاولي لانها تعطيي قيم Hup اقل
- في حالة Hup>10 cm يتم تغير شكل البغلة لتقليل الفواقد

Hydraulic Calculation

2)check of water way

$\frac{b}{B} \geq 60\ \%$

B: عرض قاع المجرى بالمائى



b = Peir عرض الـ + مجموع عروض الفتحات

$$b = n \times S + (n-1) \times P$$

2) check of velocity

$$v_{br} = \frac{Q_c}{a_{br.act.}} \quad \leq 1.50 \text{ m/s}, \qquad \geq 0.8 \text{ m/s}$$

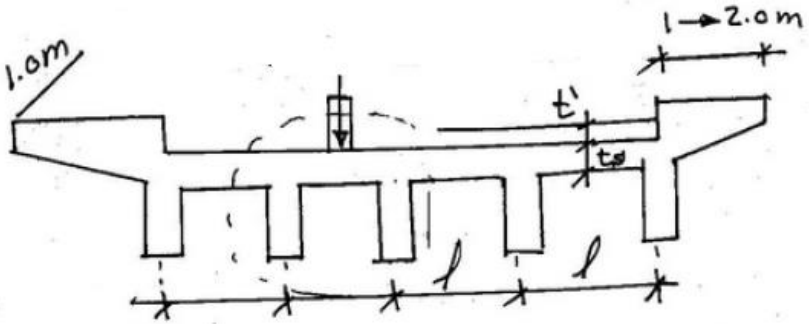
Structural Design

1- Design of Slab

a) Dimensions

$$t_s \nless 20\ cm$$

$$t^{\backslash} = (10\ cm \rightarrow 20\ cm)$$

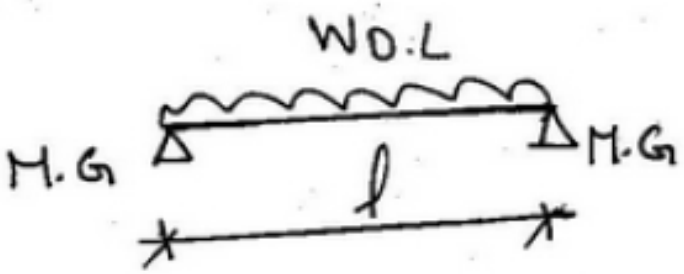


a) Loads

- **D.L.** $W_{D.l} = \gamma \times t_s + \gamma^{\backslash} \times t^{\backslash}$

$$\gamma = 2.5\ t/m^3\ , \gamma^{\backslash} = 2.2\ t/m^3$$

$$M_{D.l} = \frac{W_{D.l} \times l^2}{8}$$



Structural Design

1- Design of Slab

- **L.L.**

I = 0.4 – 0.008* L معامل الصدم Impact factor

L = الطول المحمل من الكوبري

في حالة عدم ذكره يأخذ ٢٠ %

$$R = \frac{W_{L.L} \times A}{2}$$

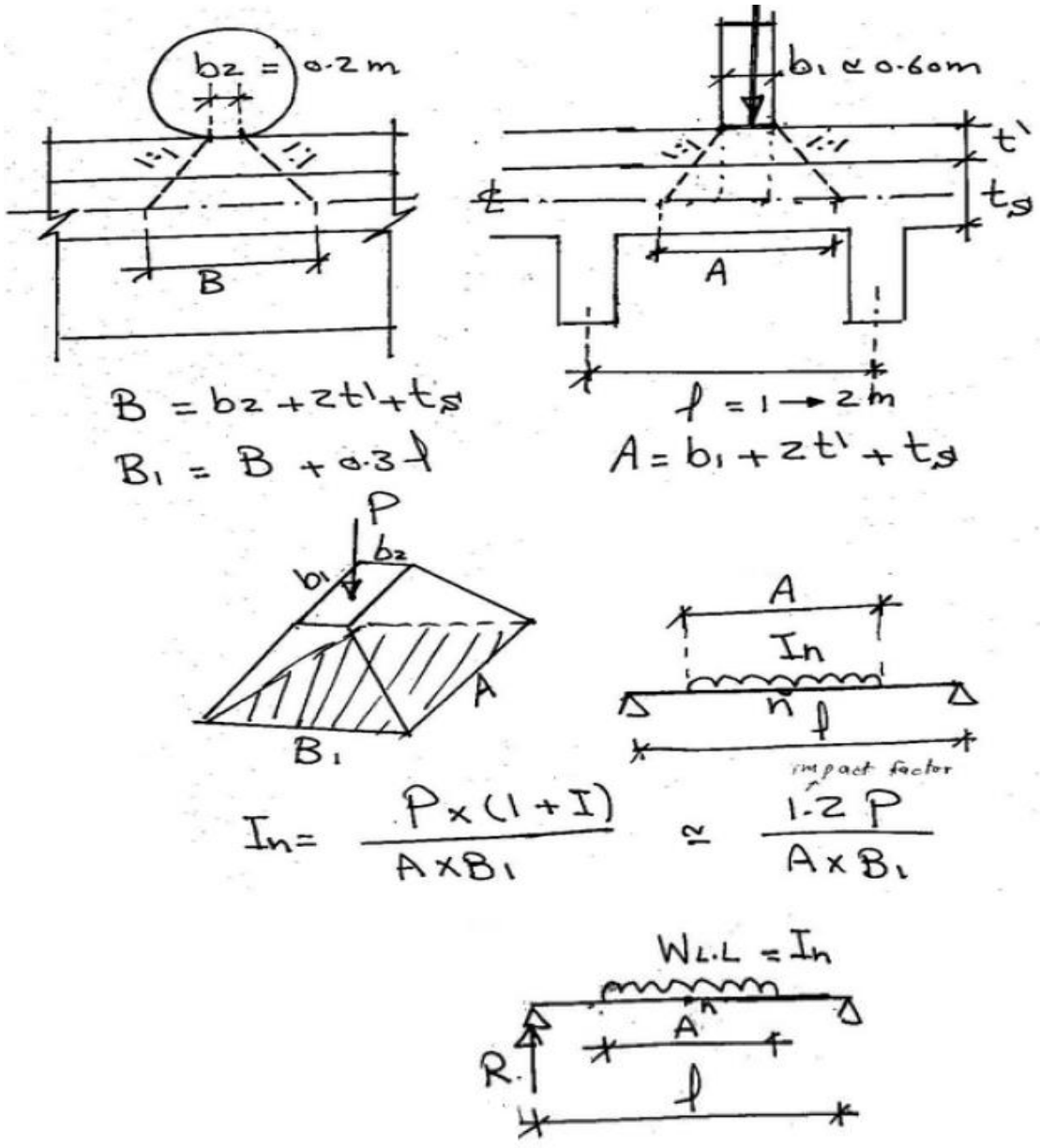
$$M_{LL} = R \times \frac{l}{2} - \frac{W_{L.L} \times A^2}{8}$$

$$M_T = M_{D.L} + M_{L.L}$$

$$d = K_1 \times \sqrt{\frac{M_t}{100}}$$

K1= ……., K2 = 1800

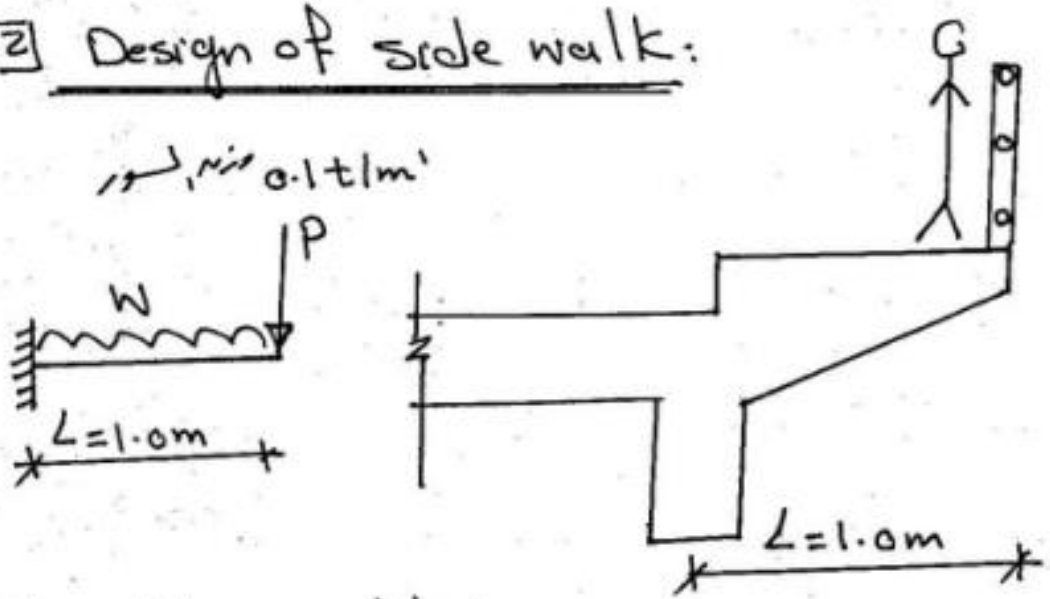
$$A_s = \frac{M_t}{k_2 \times d}$$



Structural Design

2- Design of Side Walk

[2] Design of side walk:



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

$$= [\gamma t_s + \gamma' . t'] + W_{L.L} \quad (0.4 \rightarrow 0.6\ t/m^2)$$

$$M = P \times L + \frac{W . L^2}{2}$$

$$\therefore d = k_1 \sqrt{M/B}$$

$$A_s = \frac{M}{k_2 \times d} \quad , \ k_2 = 1800$$

Structural Design

3- Design of Main Girder

Dim.:

$b \not< 30\ cm$

$t = S'/17$

$S' = 1.05 \times S$

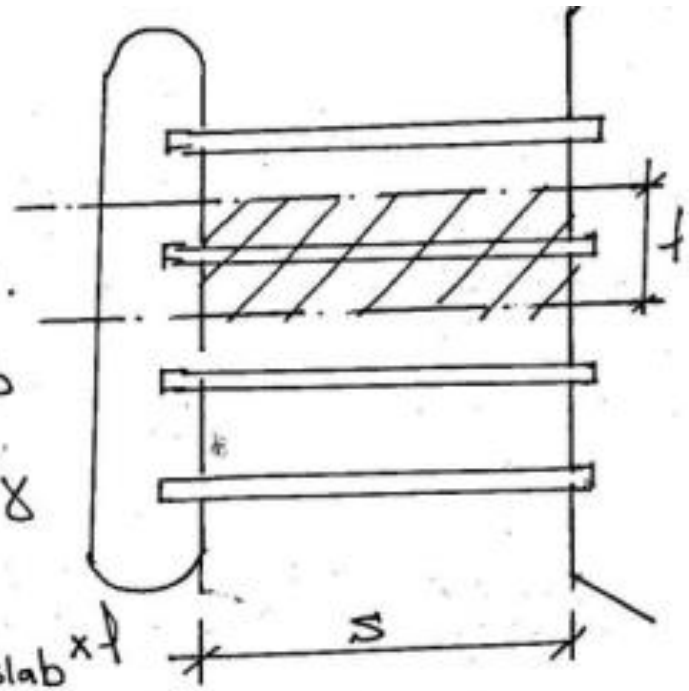
Loads:

D.L:

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

- own wt. $= b.t.\gamma$

- wt. slab $= (W_{D.L})_{slab} \times t$

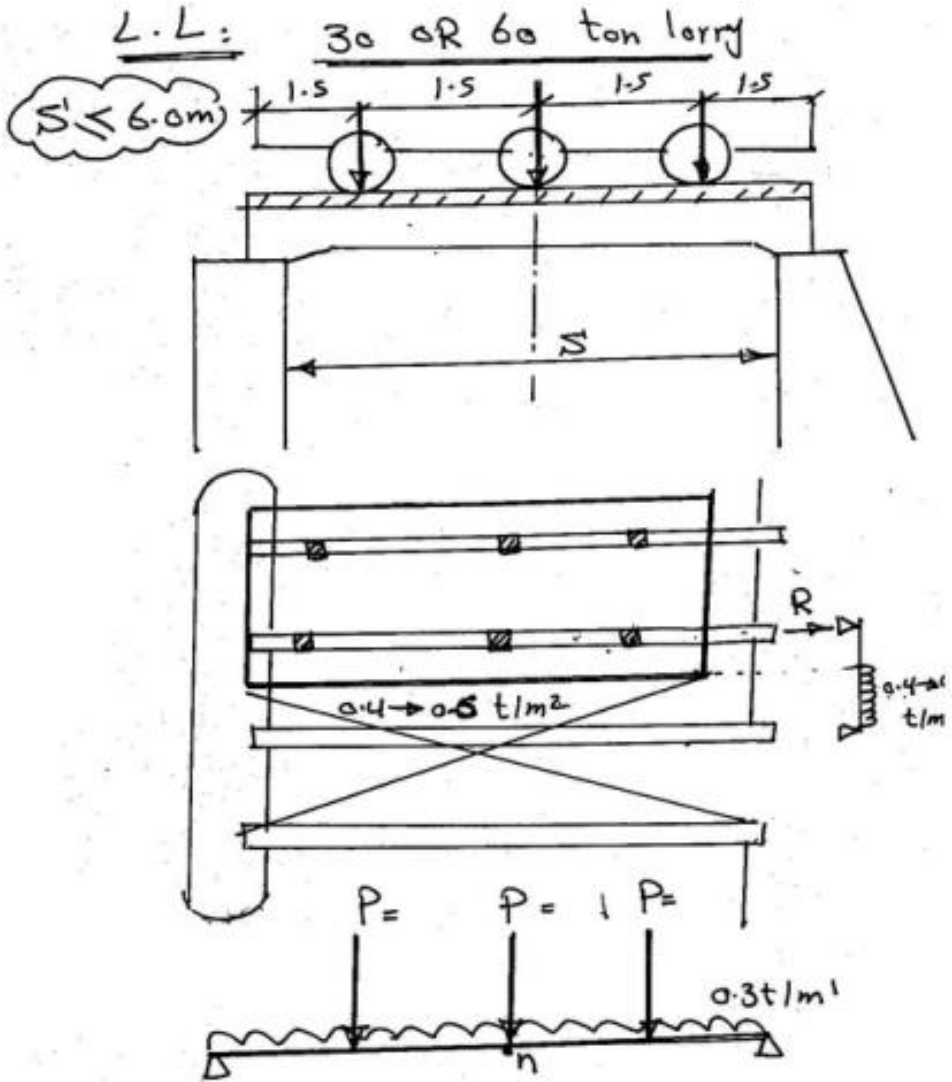


$$M_{D.L} = \frac{W_{D.L} \times S'^2}{8}$$

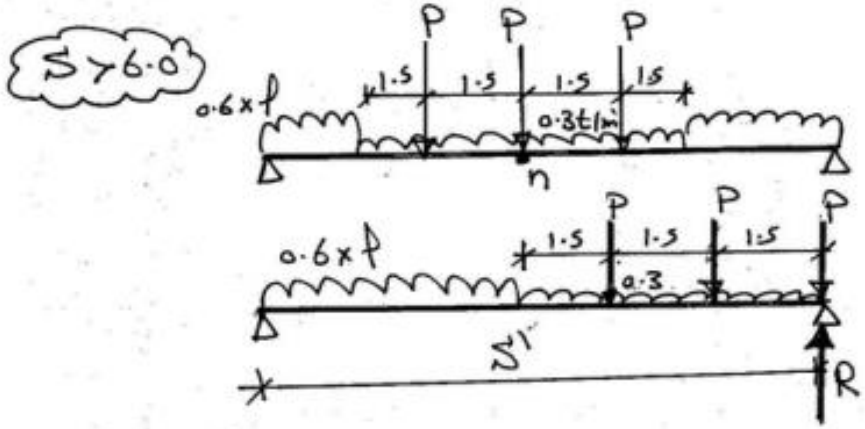
$$Q_{D.L} = \frac{W_{D.L} \times S'}{2}$$

Structural Design

3- Design of Main Girder



$M_n = M_{L.L}$



$R = Q_{L.L}$

$M_t = M_{D.L} + M_{L.L}$

$Q_t = Q_{D.L} + Q_{L.L}$

$\therefore d = k_1 \sqrt{M/b} \Rightarrow k_1 = \leftarrow$

$k_2 = \leftarrow \simeq 1750$

$A_S = \frac{M}{k_2 x d}$

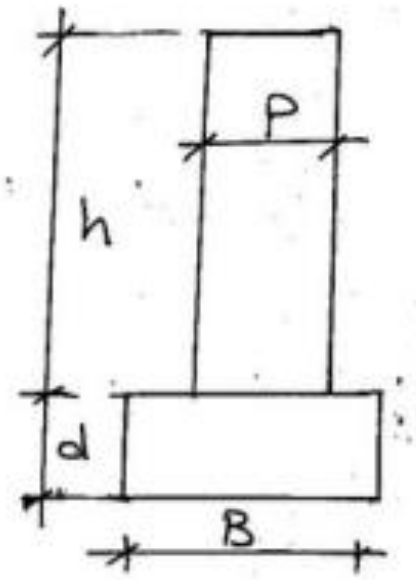
$q = \frac{Q}{b x t} \not> f_{all}.$

Structural Design

4- Design of pier

Dim.:

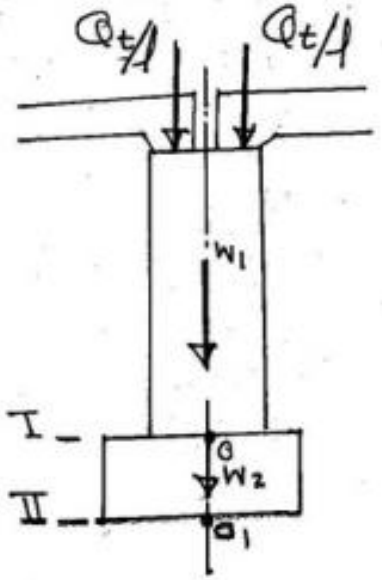
- $h = y + 1.0m$
- $P = S/3 \rightarrow S/4$
- $d \geq 0.75m$
- $B = P + 0.5m$



Loading:

Max. Normal.:

$$f = \frac{N}{A}$$



Max. Ecc.:

$$f_{1,2} = \frac{-N}{A}\left[1 \pm \frac{6e}{B}\right]$$

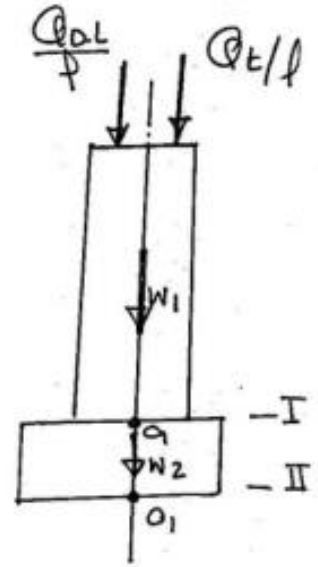
$A = P \times 1.0$

$B = P$

$$e = \frac{M_o}{N}$$

f_1, f_2 * full.

f_1, f_2 (Comp.)



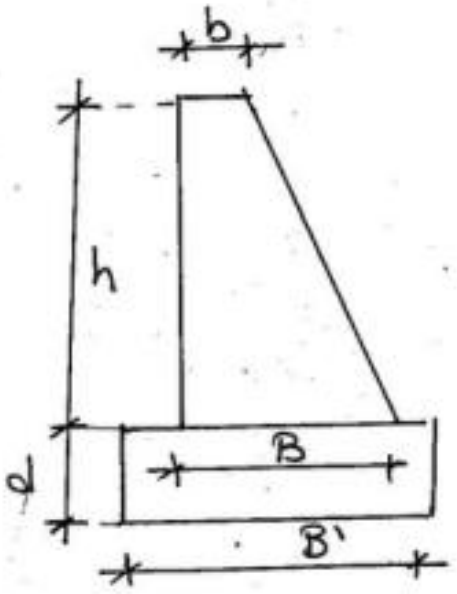
Structural Design

5- Design of Abutment

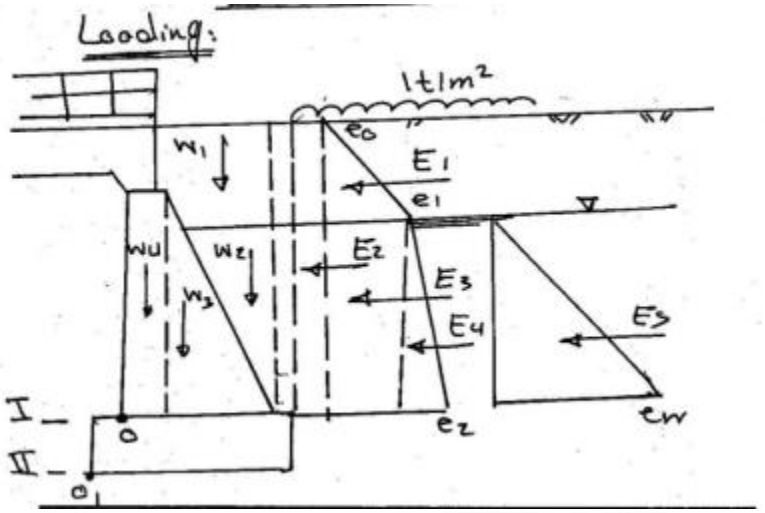
5 abutment :

Dim.:

- $h = y + 1.0$
- $b = 0.3h$
- $B = 0.6h$
- $d \geq 0.75$
- $B' = B + 0.5m$



Loading:



Sliding :

$$F.o.S = \frac{\mu . N}{T} \geq 1.5$$

over turning :

$$F.o.S = \frac{S.M}{O.T.M} \geq 2.0$$

stress :

$$P_{1,2} = \frac{-N}{A}\left[1 \pm \frac{6e}{B}\right]$$

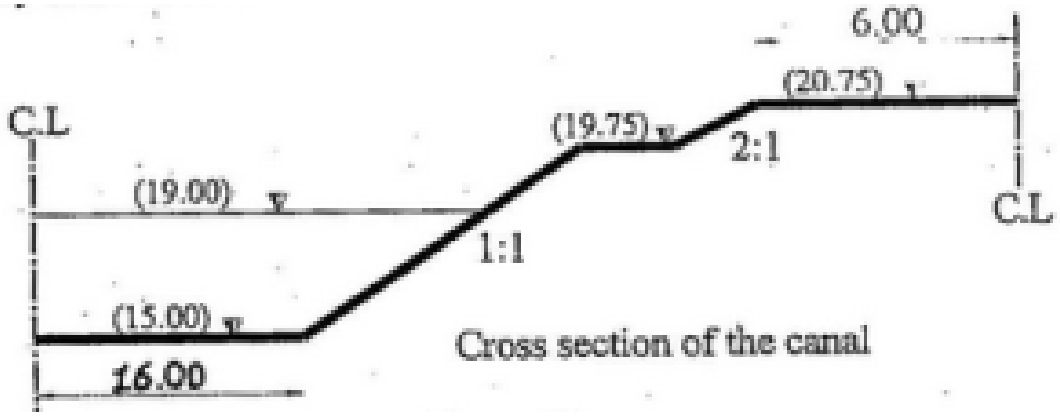
$$x = \frac{Mnet}{N}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

Example

2- An intersection between a canal and a road occur at a certain location at which the canal cross section is as shown below in figure (2), while the road intersected with the canal was first class road with 12.0 m width, it is required to design the suitable bridge at this crossing if the discharge through the canal was 100 m^3/sec.

- Live load is lorry system of 60 ton (equivalent load = 3.0 t/m^2).
- Uniform distributed load = 500 kg/m^2 as a bed strains.
- the soil at the crossing site is found to be silty sand with max. allowable bearing capacity of 12.5 t/m^2



Cross section of the canal

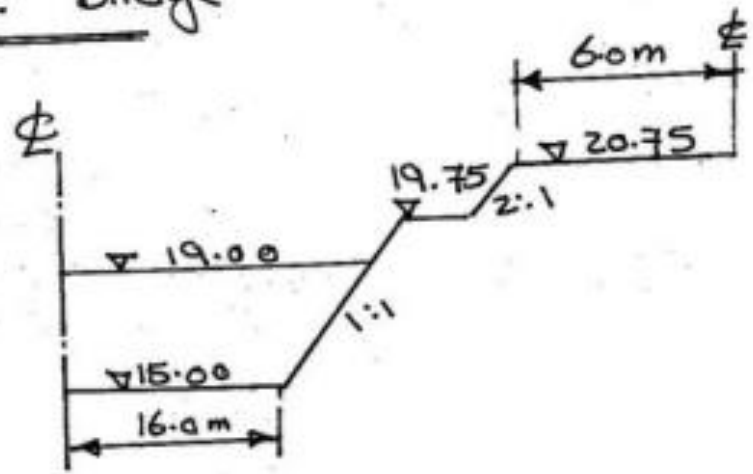
it required to :

1- Fix the number of vents and the span of each vent,
2- Check the heading up , and the water way,
3- Design different elements of the bridge,
4- Draw necessary views of the bridge.
5-draw the reinforcement details of different element of the bridge

Example

بسم الله الرحمن الرحيم

R.C Bridge



- Road width = 12.0m
- Q_c = 100 m^3/s
- L.L = Lorry system 60 ton
- uniform load = 500 kg/m^2
- $\phi_{all.}$ soil = 12.5 t/m^2

Req.: designastditable R.C Bridge

Example

1. Hydraulic Cal.:

- $Q_c = 100\ m^3/s$
- $A_c = (B + Zy)\,y$

$= (32 + 1 \times 4) \times 4 = 144\ m^2$

- $V_c = \frac{Q_c}{A_c} = \frac{100}{144}$

$= 0.7\ m/s$

- $V_{Br.} = 1 \longrightarrow 2\ V_c$

$= 0.7 \longrightarrow 1.40\ m/s$

take $V_{Br.} = 1.0\ m/s$

- $A_{Br.} = \frac{Q_c}{V_{Br.}} = \frac{100}{1.0}$

$= 100\ m^2$

- $A_{Br.} = n \times S \times y$

$100 = n \times S \times 4$

$25 = n \times S$

n	1	2	3	4	5
S	25	12.5	8.33	6.25	5
	25 ✓	12.5 ✓	8.0 ✓	6.0 ✓	5 ✓

take $n = 4$ vent

$S = 6.0\ m$

- $A_{Br.\,act.} = 4 \times 6 \times 4 = 96\ m^2$
- $V_{Br.\,act.} = \frac{Q_c}{A_{Br.act.}} = \frac{100}{96}$

$= 1.042\ m/s \quad > 0.8$

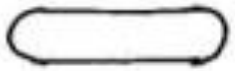
< 2.0 (ok)

Example

Check of heading up:

- $Hup = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{V_c^2}{2g}$

$$\alpha = \frac{A-a}{A} = \frac{144-96}{144} = 0.33$$

- $\beta = 1.30$ for 

- $Hup = 0.33 \times 1.3 \times \frac{0.7^2}{2 \times 9.81}$

$= 0.011$ m

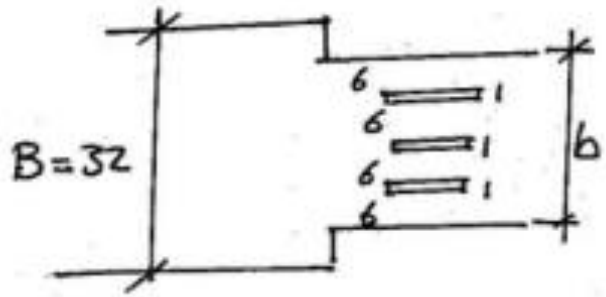
$= 1.10$ cm < 10 cm (Safe)

Check of water way:

$\frac{b}{B} < 60\%$

$B = 32.0$ m

$b = 27$



$$\frac{b}{B} = \frac{27}{32} \times 100 = 84.4\% > 60\%$$

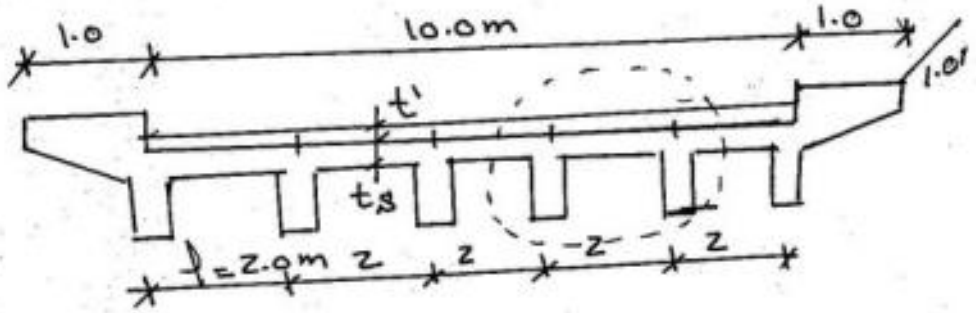
(Safe)

Example

[2] Structural design:

Type of statical system

slab + M.G



[1] Design of slab:

Dim.:

- t_s = 0.2 → 30 cm ⇒ 25 cm
- t' = 10 → 15 cm ⇒ t' = 15cm

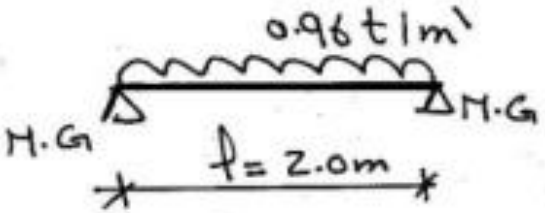
Loads:

D.L:

$W_{D.L} = \gamma t_s + \gamma' . t'$

$= 2.5 \times 0.25 + 2.2 \times 0.15$

$W_{D.L} = 0.96\ t/m^2$

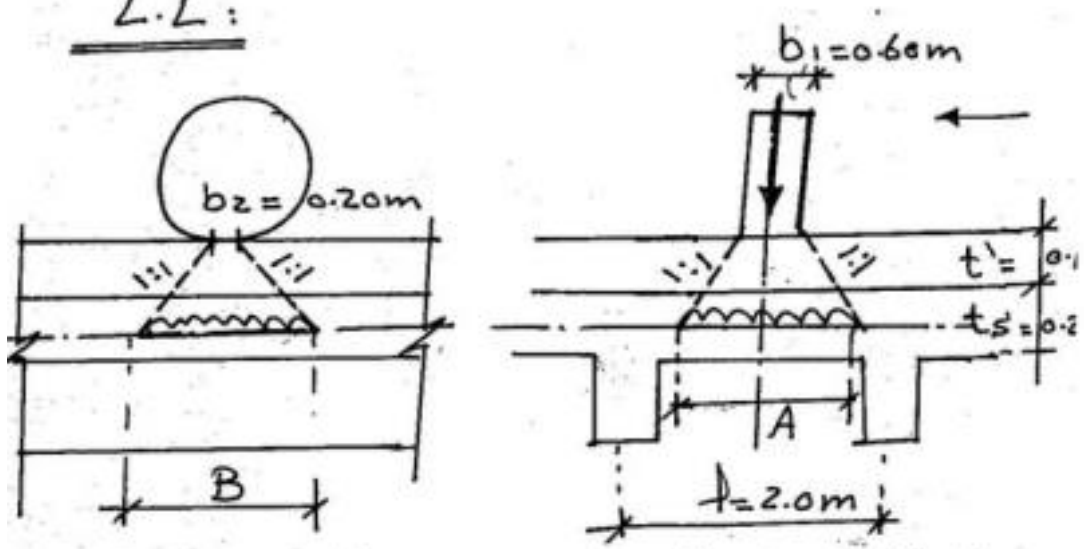


$M_{D.L} = \frac{0.96 \times 2^2}{8}$

$= 0.48\ t.m$

Example

L.L :



$B = b_2 + 2t' + t_s$

$= 0.2 + 2 \times 0.15 + 0.25$

$= 0.75m$

$A = b_1 + 2t' + t_s$

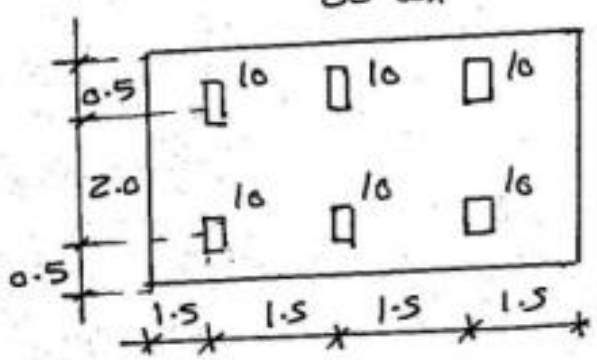
$= 0.6 + 2 \times 0.15 + 0.2$

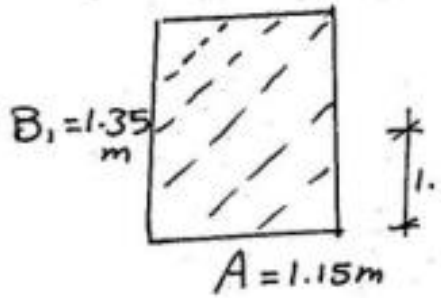
$= 1.15\ m$

$B_1 = B + 0.3l$

$= 0.75 + 0.3 \times 2 = 1.35m$

$I = \frac{\text{Force}}{\text{area}}$





impact factor $= 0.4 - 0.008 \times L$

$= 0.4 - 0.008 \times 2$

$= 0.38$

$P = 10 \times 1.38 = 13.8\ t.$

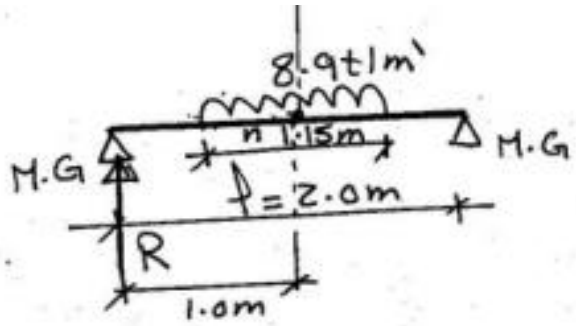
$I = \frac{13.8}{1.15 \times 1.35} = 8.9\ t/m^2$

Example

$M_n = M_{L.L}$

$R = \frac{8.9 \times 1.15}{2}$

$= 5.12\ t.$



$M_n = M_{L.L} = 5.12 * 1.0 - 8.9 \times \frac{1.15}{2} \times \frac{1.15}{4}$

$M_{L.L} = 3.65\ t.m$

$M_t = 0.48 + 3.65 = 4.13\ t.m$

$\therefore d = k_1 \sqrt{M/B}$

$(25-3) = 22 = k_1 \sqrt{\frac{4.13 \times 10^5}{100}} \Rightarrow k_1 = 0.34$

$k_2 = 1800$

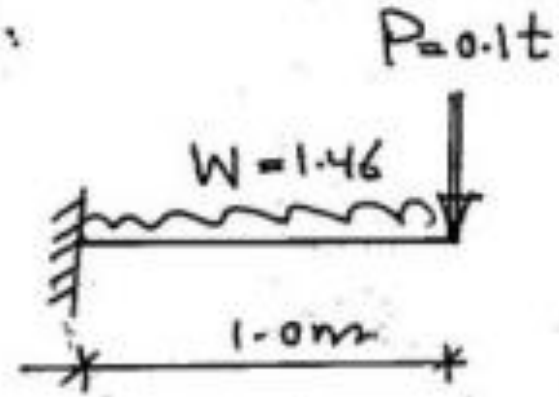
$\therefore A_S = \frac{M}{k_2 \times d} = \frac{4.13 \times 10^5}{1800 \times 22}$

$= 10.43\ cm^2$

$6\ \#16/m'$ #

Example

[2] Design of side walk:



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

$= 0.96 + 0.5$

$= 1.46\ t/m^1$

$$M = \frac{1.46 \times 1^2}{2} + 0.1 \times 1.0 = 0.83\ t.m$$

$$\because\ d = k\sqrt{M/B}$$

$$\therefore\ A_s = \frac{0.83 \times 10^5}{22 \times 1800} = 2.10\ cm^2$$

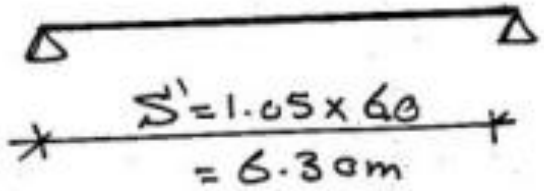
$6\ \#12/m^1$

Example

[3] Design of M.G.

Dim:

$b = 35\,cm$

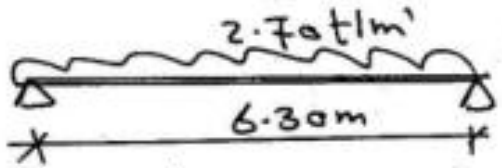


$t = \frac{S'}{7} = \frac{6.30}{7}$

$\simeq 0.90\,m$

Loads:

D.L.:



W D.L = own wt. + wt. of slab

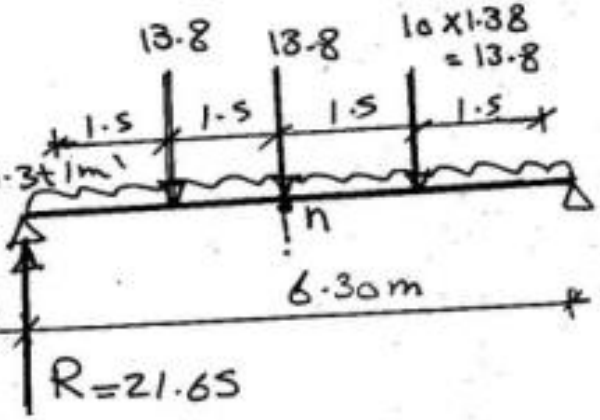
$= [0.35 \times 0.9 \times 2.5] + (0.96 \times 2)$

$= 2.70\ t/m'$

$M_{D.L} = \frac{2.7 \times 6.3^2}{8} = 13.40\ t\cdot m$

$Q_{D.L} = \frac{2.7 \times 6.3}{2} = 8.50\ t$

L.L.:



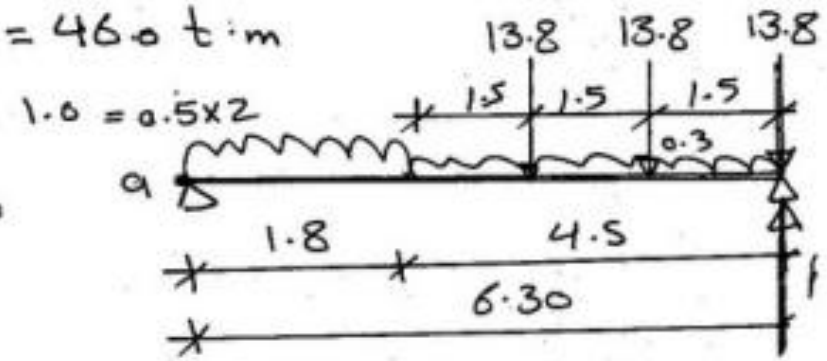
$R = \frac{3 \times 13.8 + 0.3 \times 6.3}{2}$

$R = 21.65\ t.$

$M_n = 21.65 \times 3.15 - 13.8 \times 1.5 - 0.3 \times \frac{3.15^2}{2} = 46.0\ t\cdot m$

Example

$M_{L.L} = 46.0\ t\cdot m$



$\Sigma M_a = 0$

$\therefore\ 6.3R = 13.8 \times 6.3 + 13.8 \times 4.8 + 13.8 \times 3$

$+ \frac{1 \times 1.8^2}{2} + 0.3 \times 4.5 \times 4.05$

$R = Q_{L.L} = 32.60\ t.$

$M_t = 13.40 + 46 = 59.4\ t\cdot m$

$Q_t = 8.5 + 32.60 = 41.10\ t.$

$\because\ d = k_1 \sqrt{M/b}$

$\therefore\ 85 = k_1 \sqrt{\frac{59.4 \times 10^5}{35}} \Rightarrow k_1 =$

$k_2 = 1750$

$A_{s'} = \frac{59.4 \times 10^5}{85 \times 1750}$

$A_{s'} = 40\ cm^2$

11 #22

شكرا لحسن الاستماع