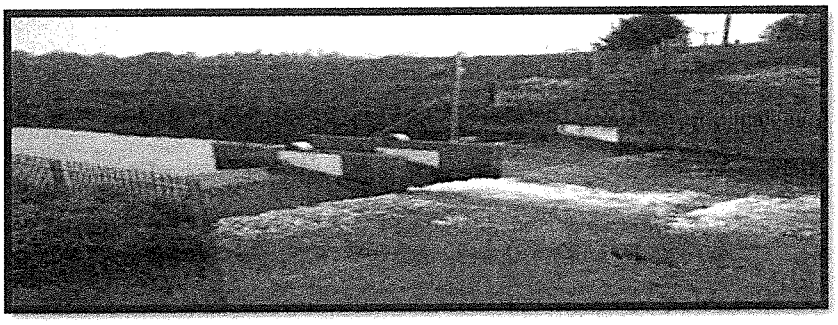
DESIGN OF IRRIGATION STRUCTURE (2)

رابعة مدني

engineer22.com

HM Engineer



Regulator
(Design of Gates)
a- Vertical Steel Sliding Gate

3

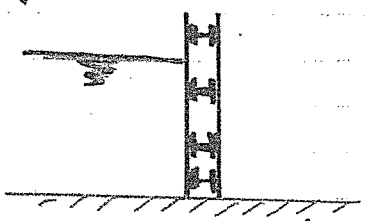
Structural Design

1- Design of Gate (Sliding and Radial Gates).
2- Design of gate lifting structure.
3- Design of intermediate Piers.
4- Design of floor.
5- Design of bridge.
6- Design of abutment and wing walls.

:- Design of Gates :-

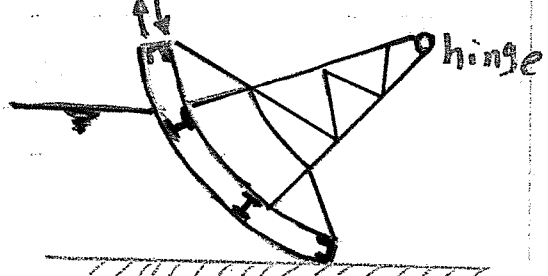
يوجد نوعان

(Vertical Steel Sliding Gate)



هي عبارة عن لوح معدني راسي يقع تحت عتبة بكمرات راسية وافقية وهي سهلة التشغيل وعمرها الافتراضي كبير

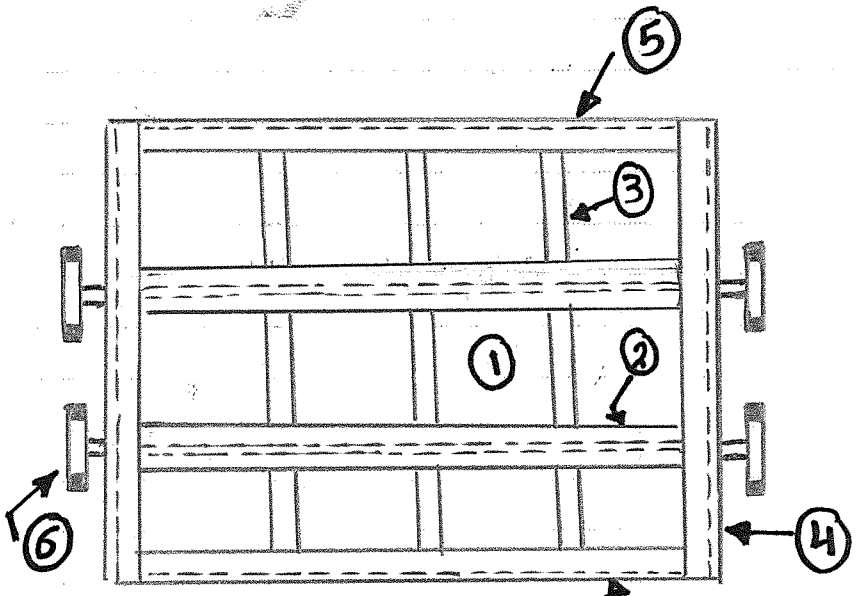
(Radial gate)



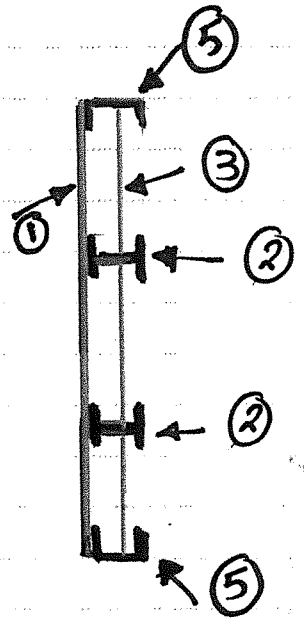
هي عبارة عن بوابات قطرية تتحرك حول مفصل بشكل دوراني وتكاليف انشاءها عالية ولكن تشغيل اسهل.

1- Vertical steel Sliding gate :-

* مكونات البوابة (Gate Component):



(ELEvation)



S.V

1- skin Plate

2- Horizontal main girders.

3- Vertical Cross girders.

4- side beams. C

5- upper and Lower beams I

6- Rollers (عجلات)

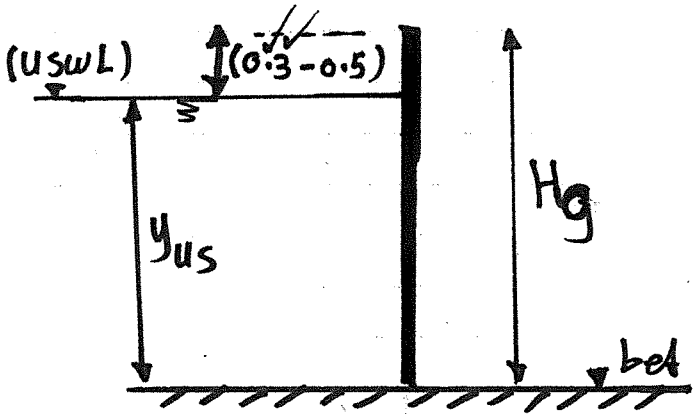
* بعد ما عرفنا هكونات البوابة :

اول خطوة لابد من تحديد هل البوابة Single gate بوابة واحدة

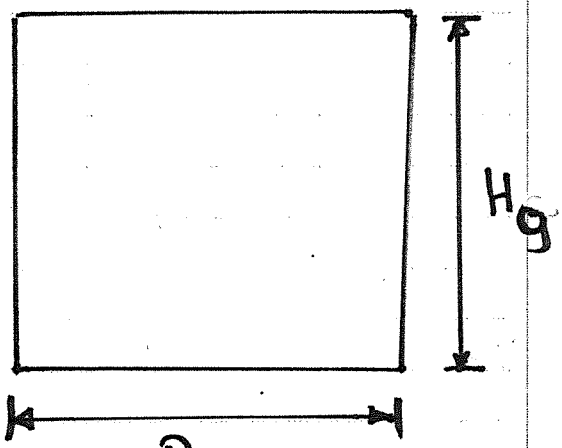
ام (double gate) بوابتين .

يتوقف ذلك على مساحة البوابة .

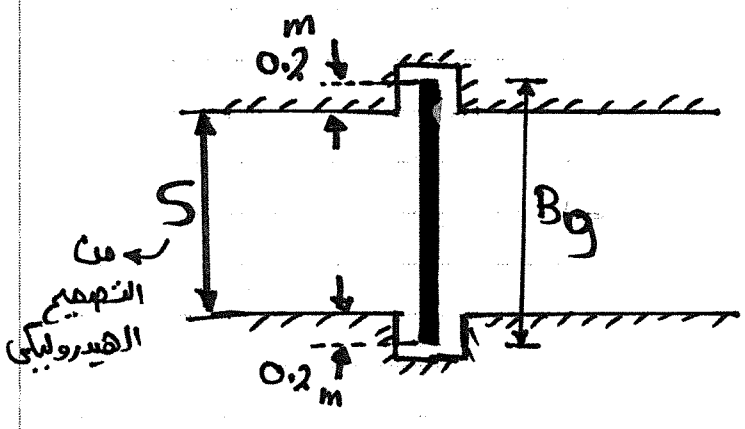
* لتحديد ابعاد البوابة :-



(ELEV)



(S.V)



(PLan)

$\therefore H_g = y_{us} + (0.3 \sim 0.5)$

$\therefore B_g = S + 0.4\,m$

$\therefore y_{us} = y_{DS} + h_{up}$

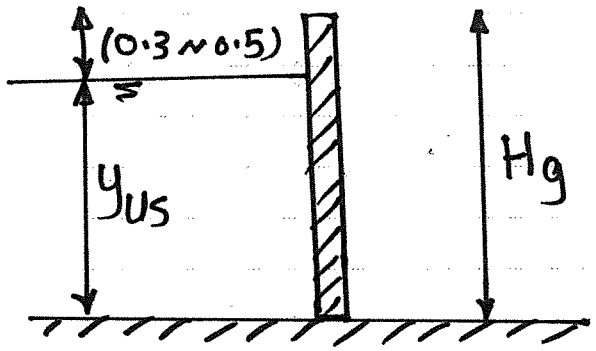
$$A_g = H_g * B_g$$

if $A_g \leq 16\ m^2$ → **Single gate**

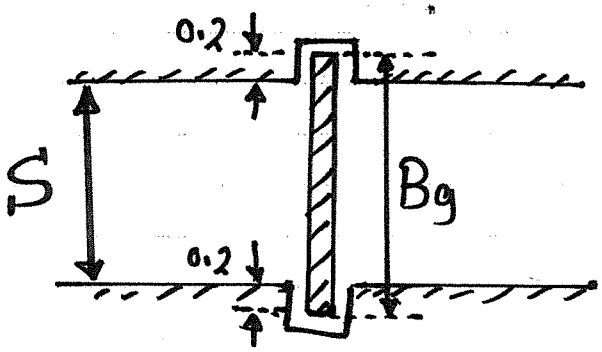
if $A_g > 16\ m^2$ → **Double gate**

---

* Single gate Dimensions :-



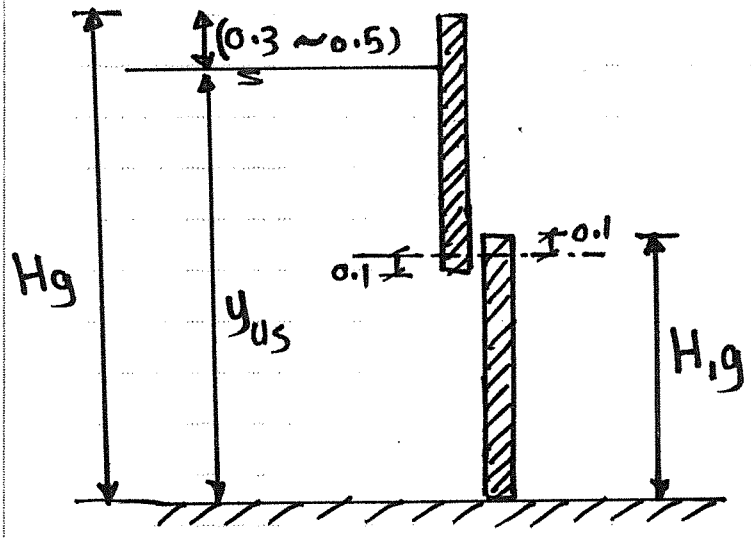
$\therefore H_g = y_{us} + (0.3 \sim 0.5)$



$\therefore B_g = S + 0.4$

* Double Gate Dimensions :-

تداخل البوابتين مع بعض بارتفاع (0.1_{m})

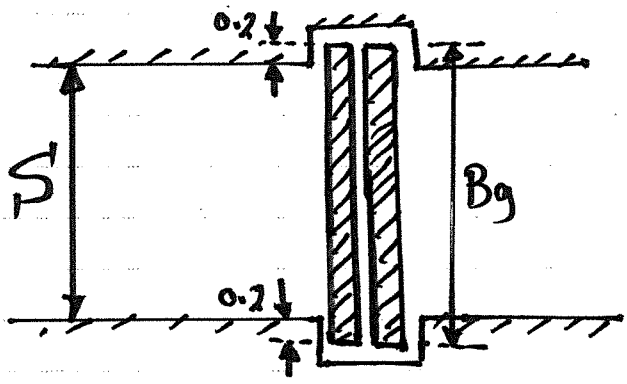


$$\therefore Hg = y_{us} + (0.3 - 0.5)$$

ابعاد البوابة الواحدة

$$H_1g = \frac{Hg}{2} + 0.1$$

$$Bg = S + 0.4$$



خلي بالك

عند التصميم لابد ان نصمم البوابة السفلى ونعمل هذا التصميم على البوابتين لان البوابة السفلى عليها احمال اكثر من البوابة العلوية .

Location of Main Girders:-

تحديد اماكن الكمرات الرئيسية

* يتم توزيع الـ MG بحيث ان يكون الحمل متساوى على كل منهما (عدد 3 او 4 MG)
* ويتم هذا الحل بيانيا" وحسابيا"

(Graphical solution and Analytical Solution)

Graphical solution for single gate :-

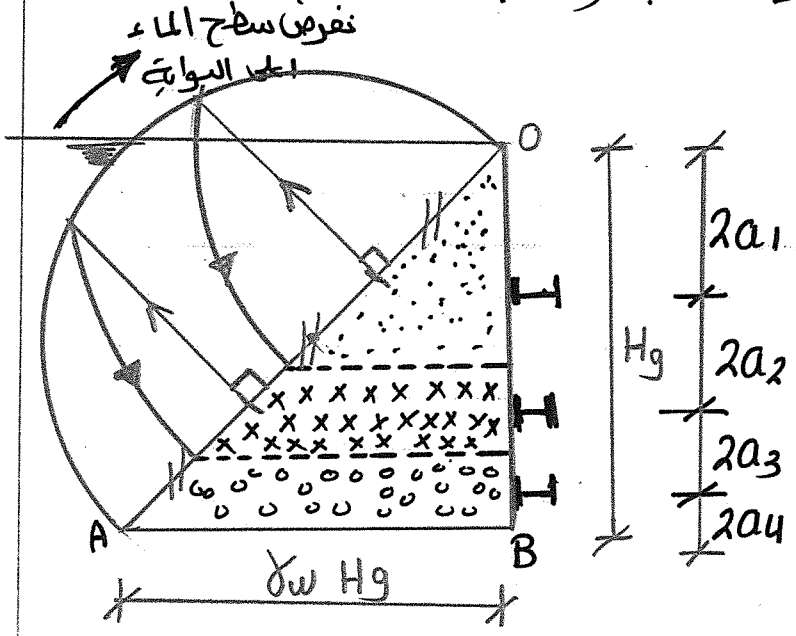
١- نرسم البوابة بمقياس رسم مناسب (OB)

٢- نرسم عليها شكل توزيع الضغط بمقياس الرسم

٣- نرسم نصف دائرة على الضلع الهائل (OA) من منتصفه

٤- نقسم الضلع الهائل إلى اقسام متساوية

عددها = عدد MG



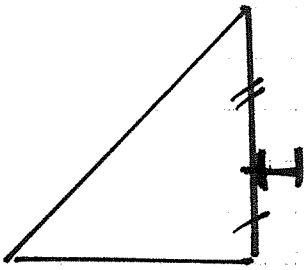
مثال على ايجاد اماكن 3MG

٥- من نقطة التقسيم نرسم عمودى يتقاطع مع نصف الدائرة فى نقطة .

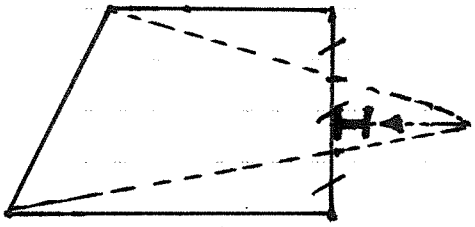
٦- من نقطة (O) نرسم قوس يقسم منشور الضغط إلى اجزاء ضغوطها متساوية

٧- نوجد مكان كل MG بحيث تكون فى CG كل جزء سواء كان مثلث او شبة منحرف

لتحديد CG



مثلث



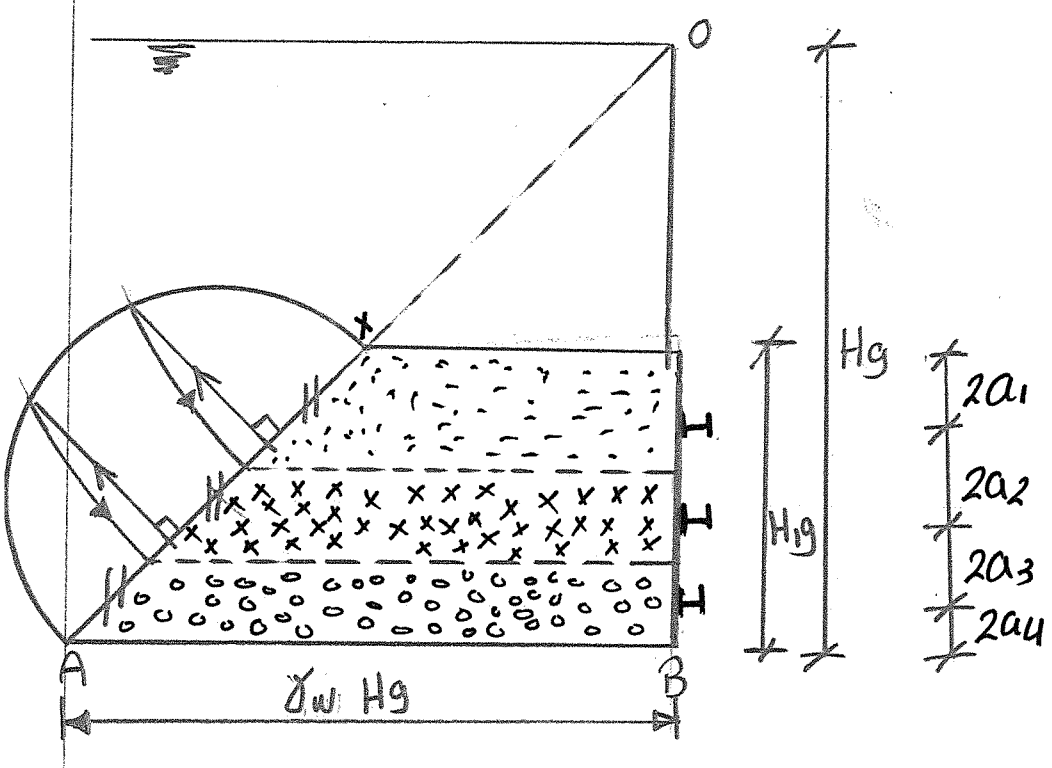
شبة المنحرف

8- يتم تحديد المسافات $2a_1$ ، $2a_2$ ، $2a_3$ ، $2a_4$ من على الرسم ونراعى ان مع مراعاة مقياس الرسم

$$Hg = 2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + 2a_4$$

* Graphical solution for Double gate:-

- نفس خطوات الـ Single gate ولكن سنهتم على البوابة السفلية فقط.
- لاحظ ان ضغط الماء المؤثر على البوابة السفلية توزيعة على شكل شبة منحرف



الخطوات

١- نرسم البوابات و شكل توزيع الضغوط بمقياس رسم مناسب

٢- نرسم نصف دائرة على الخط المائل (Ax) من منتصفه

٣- نقسم الخط المائل (Ax) إلى مسافات متساوية عددها = عدد HG

٤- من نقطة التقسيم نرسم عمودى يتقاطع مع نصف الدائرة.

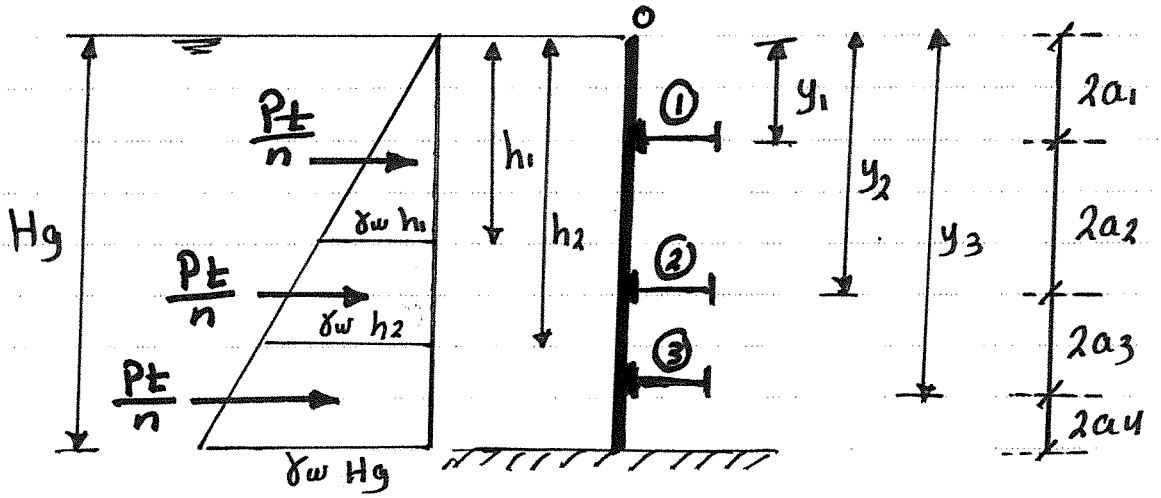
٥- من نقطة (O) بالبرجل نقسم المنشور الضغط إلى اجزاء ضغوطها متساوية وكمل مثل (Single)

analytical solution

الحل الحسابى

فكرة الحل يتم توزيع الضغوط على الكمرات بالتساوى

* For single gate على كل كمرة



* اولا يتم حساب (Pt) ← Total hydrostatic Force

$$P_t = \frac{1}{2} \gamma_w H_g^2$$

* يتم حساب $\frac{P_t}{n}$

حيث ان ← n ← عدد كمرات الـ MG

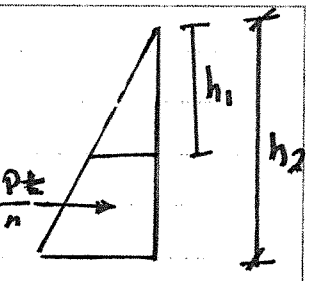
For MG ①

$$\frac{P_t}{n} = \frac{1}{2} \gamma_w h_1^2$$

$$h_1 = \text{؟؟}$$

$$\therefore y_1 = \frac{2}{3} h_1$$

For MG2



$$\frac{P_t}{n} = \frac{1}{2}\gamma_w h_2^2 - \frac{1}{2}\gamma_w h_1^2$$

$$h_2 = \text{vv m}$$

لايجاد y_2 يتم اخذ عزوم حول نقطة (O) $\leftarrow \Sigma M@O$

$$\frac{P_t}{n} * y_2 = \frac{1}{2}\gamma_w h_2^2 \left(\frac{2}{3}h_2\right) - \frac{1}{2}\gamma_w h_1^2 \left(\frac{2}{3}h_1\right)$$

$$y_2 = \text{vv m}$$

For MG3

$$\Sigma M@O$$

$$\frac{P_t}{n} * y_3 = \frac{1}{2}\gamma_w H_g^2 \left(\frac{2}{3}H_g\right) - \frac{1}{2}\gamma_w h_2^2 \left(\frac{2}{3}h_2\right)$$

$$y_3 = \text{vv m}$$

بعد ايجاد y_1 ، y_2 ، y_3 يتم ايجاد

$$2a_1 = y_1$$

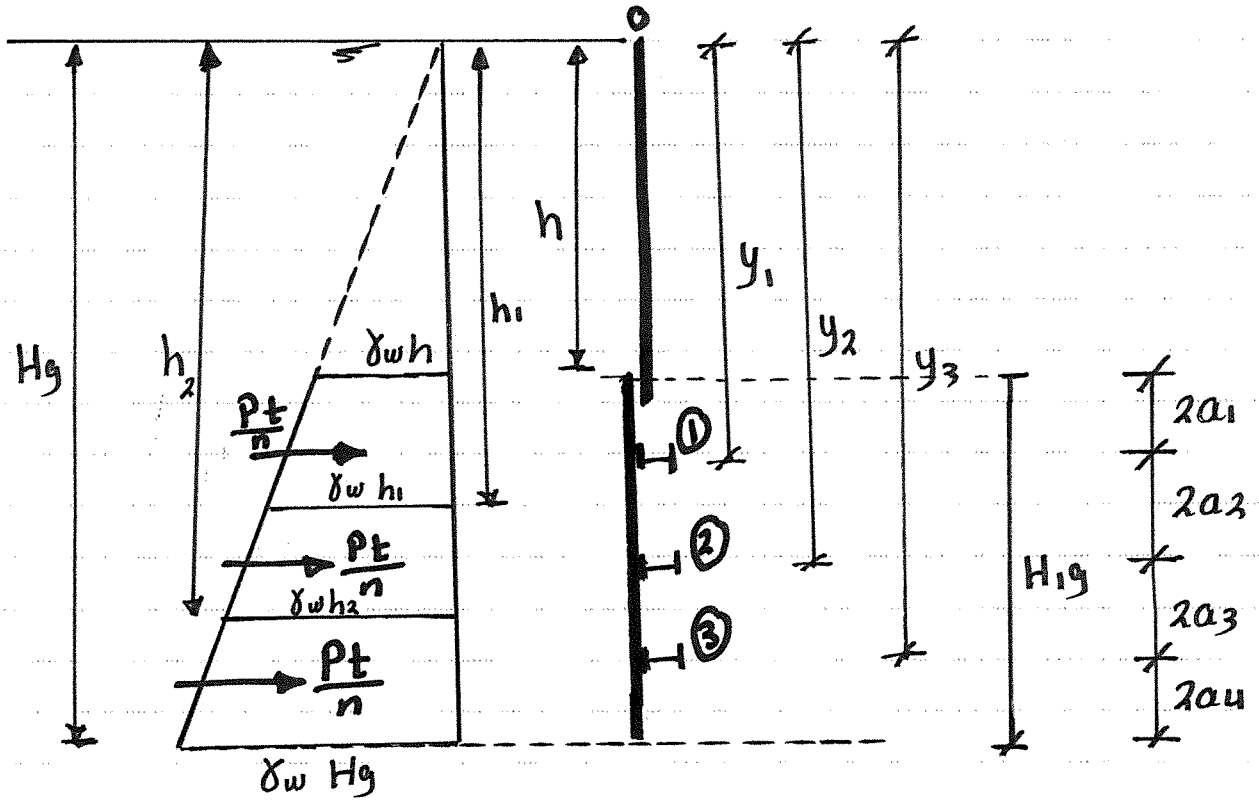
$$2a_2 = y_2 - y_1$$

$$2a_3 = y_3 - y_2$$

$$2a_4 = H_g - y_3$$

وتاكدان $H_g = 2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + 2a_4$

For Double gate



* حساب (Pt) على البوابة السفلية

$$Pt = \left(\frac{\gamma_w Hg + \gamma_w h}{2}\right) * H_1g$$

For MG1

$$\frac{Pt}{n} = \frac{1}{2}\gamma_w h_1^2 - \frac{1}{2}\gamma_w h^2$$

$$h_1 = \text{vv m}$$

$\leq M@O$

$$\frac{Pt}{n} * y_1 = \frac{1}{2}\gamma_w h_1^2\left(\frac{2}{3}h_1\right) - \frac{1}{2}\gamma_w h^2\left(\frac{2}{3}h\right)$$

$$y_1 = \text{vv m}$$

For MG 2

$$\frac{P_t}{n} = \frac{1}{2}\gamma_w h_2^2 - \frac{1}{2}\gamma_w h_1^2$$

$$h_2 = \text{؟؟ m}$$

$\Sigma M @ O$

$$\frac{P_t}{n} * y_1 = \frac{1}{2}\gamma_w h_2^2\left(\frac{2}{3}h_2\right) - \frac{1}{2}\gamma_w h_1^2\left(\frac{2}{3}h_1\right)$$

$$y_2 = \text{؟؟}$$

For MG3

$$\Sigma M @ O$$

$$\frac{P_t}{n} * y_3 = \frac{1}{2}\gamma_w H_g^2\left(\frac{2}{3}H_g\right) - \frac{1}{2}\gamma_w h_2^2\left(\frac{2}{3}h_2\right)$$

$$y_3 = \text{؟؟}$$

$\therefore$ $2a_1 = y_1 - h$

$2a_2 = y_2 - y_1$

$2a_3 = y_3 - y_2$

$2a_4 = H_g - y_3$

$2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + 2a_4 = H_g$ وتتاكدان

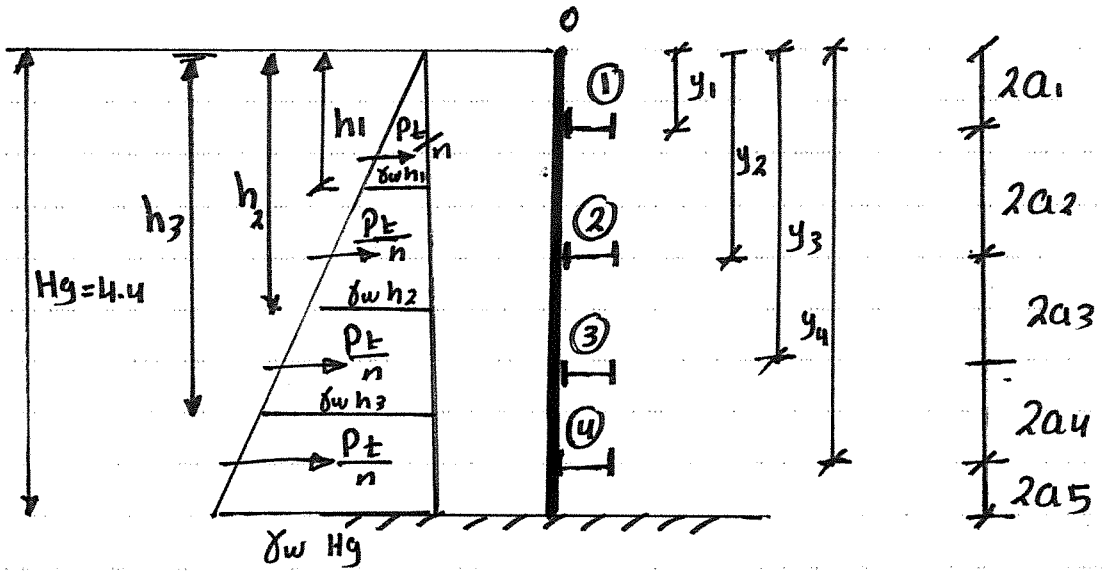
example

$\therefore HG = 4.4m \quad BG = 3.4\,m \quad n_{HG} = 4$ عدد HG

$\therefore$ لتحديد البوابة (Double ام Single)

$$Ag = BG * HG = 4.4 * 3.4 = 14.96\ m^2 < 16\ m^2$$

(Single gate)



$$\therefore Pt = \frac{1}{2}\gamma w\ Hg^2 = \frac{1}{2} * 1 * 4.4^2 = 9.68\ ton$$

$$\frac{Pt}{n} = \frac{9.68}{4} = 2.42\ ton$$

HG1

$$\frac{1}{2}\gamma w\ h_1^2 = \frac{Pt}{n}$$

$$\frac{1}{2} * 1 * h_1^2 = 2.42 \qquad \therefore h_1 = 2.2\,m$$

$$\therefore y_1 = \frac{2}{3} h_1 = 1.47\ m$$

MG2

$$\frac{P_t}{n} = \frac{1}{2}\gamma_w h_2^2 - \frac{1}{2}\gamma_w h_1^2$$

$$2.42 = \frac{1}{2} * 1 * h_2^2 - \frac{1}{2} * 1 * 2.2^2$$

$$h_2 = 3.11\ m$$

$\Sigma M @ O$

$$\frac{P_t}{n} * y_2 = \frac{1}{2} * \gamma_w * h_2^2\left(\frac{2}{3}h_2\right) - \frac{1}{2}\gamma_w h_1^2\left(\frac{2}{3}h_1\right)$$

$$2.42 * y_2 = \frac{1}{2} * 1 * 3.11^2\left(\frac{2}{3} * 3.11\right) - \frac{1}{2} * 1 * 2.2^2\left(\frac{2}{3} * 2.2\right)$$

$$y_2 = 2.68\ m$$

MG3

$$\frac{P_t}{n} = \frac{1}{2}\gamma_w h_3^2 - \frac{1}{2}\gamma_w h_2^2$$

$$2.42 = \frac{1}{2} * 1 * h_3^2 - \frac{1}{2} * 1 * 3.11^2$$

$$h_3 = 3.81\ m$$

$\Sigma M @ O$

$$\frac{P_t}{n} * y_3 = \frac{1}{2} * \gamma_w * h_3^2\left(\frac{2}{3}h_3\right) - \frac{1}{2}\gamma_w h_2^2\left(\frac{2}{3}h_2\right)$$

$$2.42 * y_3 = \frac{1}{2} * 1 * 3.81^2\left(\frac{2}{3}\ 3.81\right) - \frac{1}{2} * 1 * 3.11^2\left(\frac{2}{3}\ 3.11\right)$$

$$y_3 = 3.47\ m$$

MG4

$\Sigma M @ o$

$$\frac{Pt}{n} y_4 = \frac{1}{2}\gamma w\, Hg^2 \left(\frac{2}{3} Hg\right) - \frac{1}{2}\gamma w\, h_3^2 \left(\frac{2}{3} h_3\right)$$

$$2.42 * y_4 = \frac{1}{2} * 1 * 4.4^2 \left(\frac{2}{3} 4.4\right) - \frac{1}{2} * 1 * 3.8^2 \left(\frac{2}{3} * 3.81\right)$$

$$y_4 = 4.11\ m$$

---

ii. $2a_1 = y_1 = 1.47\ m$

$2a_2 = y_2 - y_1 = 2.68 - 1.47 = 1.21 m$

$2a_3 = y_3 - y_2 = 3.47 - 2.68 = 0.79 m$

$2a_4 = y_4 - y_3 = 4.11 - 3.47 = 0.64 m$

$2a_5 = Hg - y_4 = 4.4 - 4.11 = 0.29$

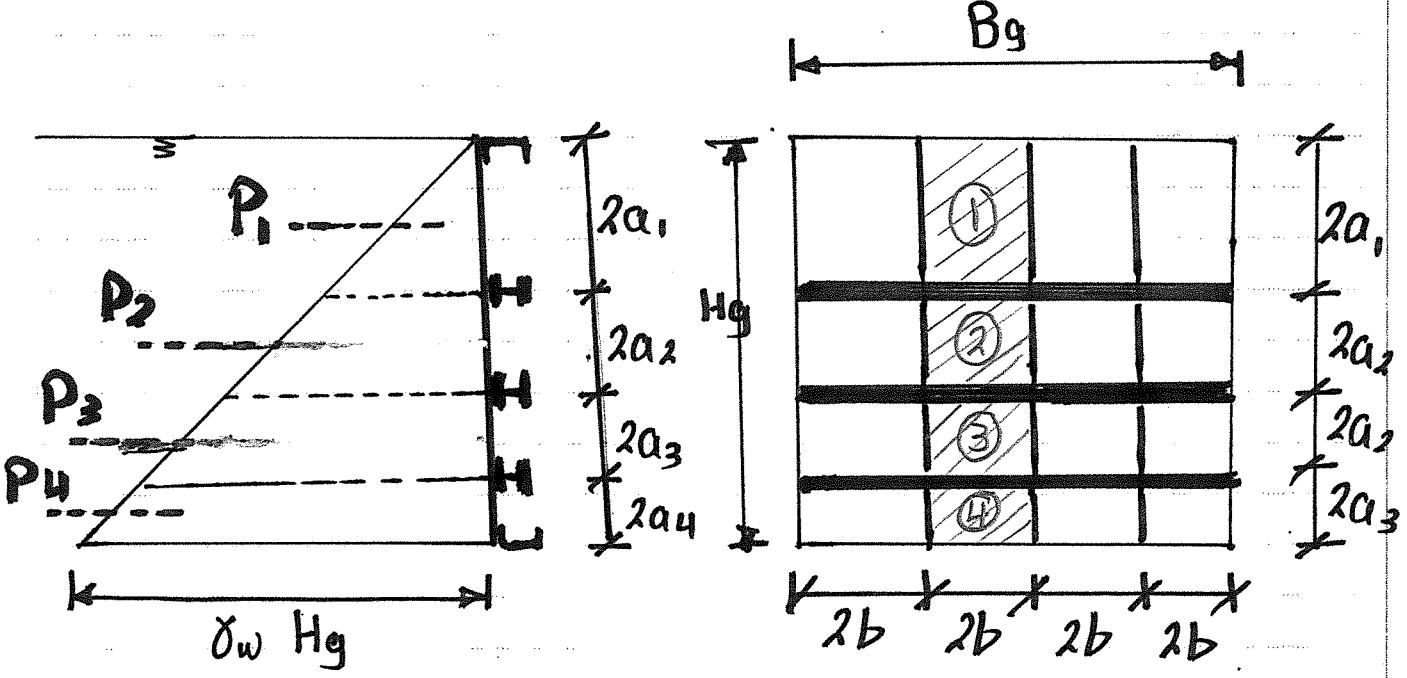
لياعه امتى

Check

$$2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + 2a_4 + 2a_5 = {}^{Hg}4.4$$

$1.47 + 1.21 + 0.79 + 0.64 + 0.29 = 4.4$ ok

Design of Skin Plate



← سيتم تحديد سمك الـ Skin Plate اللازم لمقاومة ضغوط المياه من القانون الآتي :-

$$t_{(Cm)} = a * b \sqrt{\frac{2MP}{f(a^2+b^2)}}$$

Where

t → Plate thickness (cm)

μ → Degree of fixation = 0.94 حظ
معامل تثبيت البوابة

a → نصف المسافة بين MG وهي غير ثابتة (m) بالمتر

b → نصف المسافة بين XG وهي ثابتة (m) بالمتر

f → الاجهاد التصميمي لحديد البوابة (t/cm^2)

$$f = \frac{1}{=} (t/cm^2)$$

p → الضغط في منتصف كل باكية (t/m^2)

$$\therefore a = \frac{2a}{2}$$

$$b = \frac{2b}{2}$$

← لاحظ ان المسافات بين الـ (MG) ($2a_1, 2a_2, \ldots$) تم تحديدهم بيانياً في الخطوة السابقة

← المسافات بين (XG) ← $2b$ يتم تحديدهم بمعرفة عدد الـ (XG)

• لو الـ (XG)

١- معطى (given)

او

٢- نختارة بحيث تكون المسافة بين (XG) لا تزيد عن $2m$ وعددهم لا يقل عن $\frac{n}{2}$

ex

if No of (XG) = 3

$$\therefore 2b = \frac{BG}{4} = \frac{n}{4}$$

← 4 لان عدد المسافات اكبر من عدد الكمران (XG) بواحد

← يتم حساب t لكل باكيتة على حدى في جدول :-

No	a (m)	b (m)	P (t/m²)	t (cm)
①	a_1	b	P_1	t_1
②	a_2	b	P_2	t_2
③	a_3	b	P_3	t_3
④	a_4	b	P_4	t_4

* في حالة البوابة (Single) :-

$$\therefore P_1 = \gamma_w \, a_1$$

$$P_2 = \gamma_w (2a_1 + a_2)$$

$$P_3 = \gamma_w (2a_1 + 2a_2 + a_3)$$

$$P_4 = \gamma_w (2a_1 + 2a_2 + 2a_3 + a_4)$$

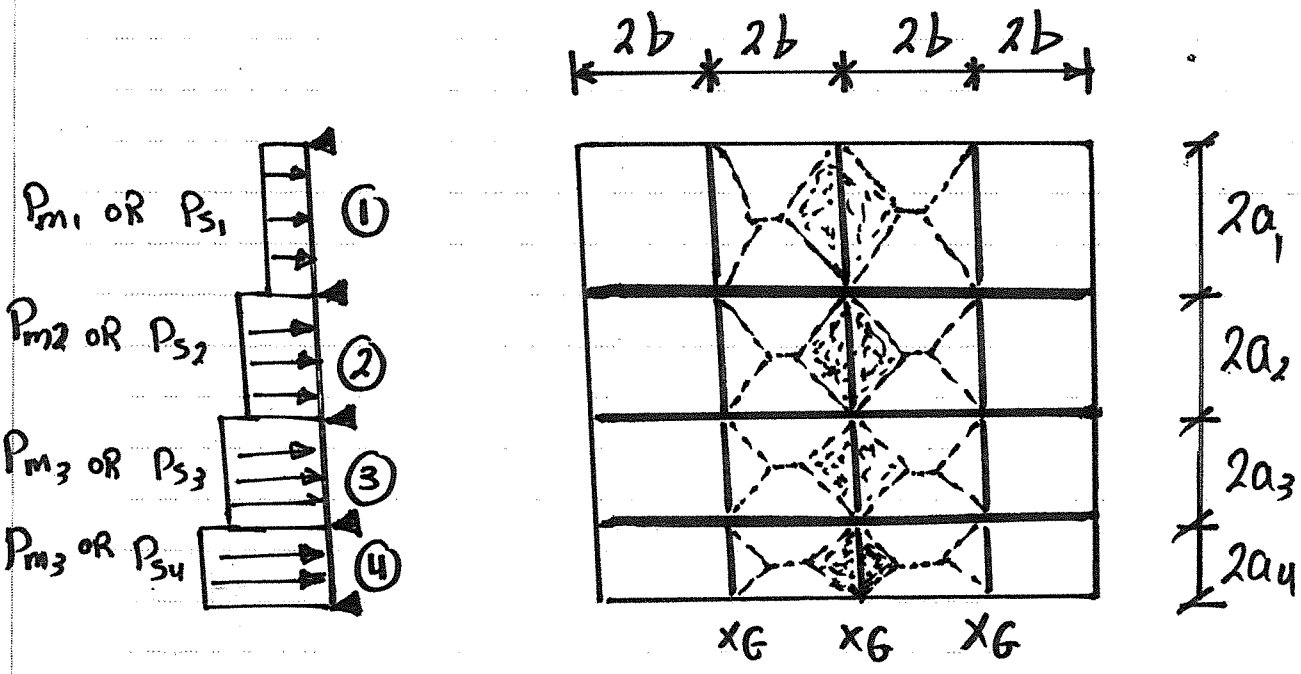
* في حالة البوابة (Double) :-

يتم حساب P من سطح المياه و حتى منتصف كل باكيتة

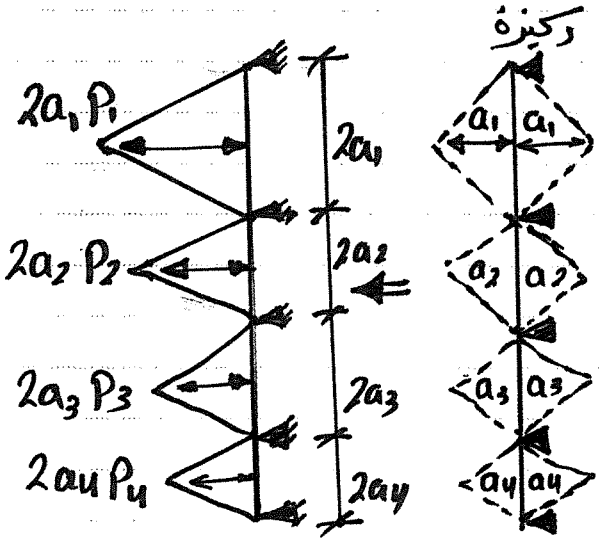
ثم نختار أكبر سمك من الجدول $= t_{Max}$

$t \rightarrow (1 \rightarrow 2.5\,cm)$ وهذا السمك لا يقل عن $1cm$

Design of Cross girder



الحمل المؤثر على اى XG هو الحمل الناتج من تشريح الـ Skin Plate
وهو حمل مثلثى يمين وشمال الـ XG



* عند حساب العزم المؤثر M
على XG يتم ضرب الضغط * ($C_B = 2/3$)
لتحويله إلى حمل uniform
(Pm1, Pm2, ...)
وعند حساب القص Q المؤثر على
الـ XG يتم الضرب الضغط فى ($C_S = 1/2$)
لتحويله إلى حمل uniform ايضاً
* يتم تنظيم الحل فى جدول ←

No	span	P (t/m²)	P_s (t/m²)	P_m (t/m)	M	Q
①	$2a_1$	ضغط الثلج من P و P_s على Skin Plate	$P_s = \frac{1}{2} P * 2a$	$P_m = \frac{2}{3} P * 2a$	$M = \frac{P_m * (span)^2}{8}$	$Q = \frac{P_s * span}{2}$
②	$2a_2$					
③	$2a_3$					
④	$2a_4$					

من الجدول نحدد Q_{Max} و M_{Max}

* الكمرة الـ XG عبارة عن قطاع I

وبالتالي يلزم معرفة Z للقطاع:

$$Z = \frac{M_{Max} * 10^5}{f = 1000\ kg/cm^2} = \dots\ cm^3$$

ندخل جدول الـ steel ونختار القطاع

Check of shear

$$q = \frac{Q * 10^3}{t_w * h_w} \not< q_{all}$$