

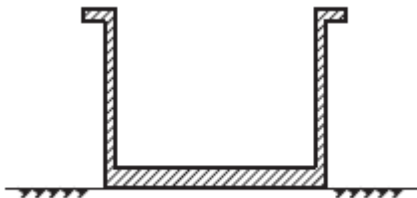
Design of Earth-Rested and Underground Tanks

By:
Dr. Islam M. El-Habbal

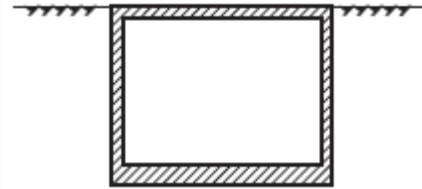
2011

Ground tanks

Earth-Rested Tanks



Underground



OT



Stability checks for Ground and Underground tanks

1- Check bearing capacity for rested and underground tanks

$$f_{\text{gross}} = \frac{\Sigma W}{A}$$

where

ΣW = weight of floor slabs, walls, cover slabs, beams and water

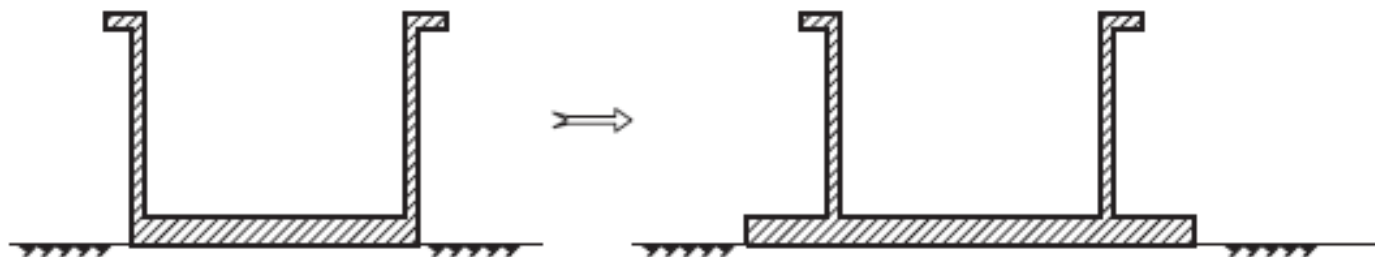
A = area of the base of the tank

if $f_{\text{gross}} \leq$ bearing capacity of soil \Rightarrow safe

- ملحوظة

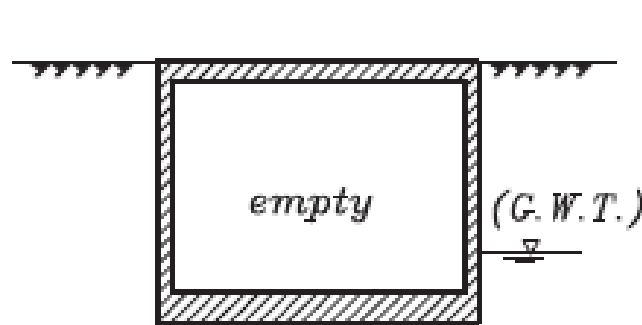
if $f_{\text{gross}} >$ bearing capacity of soil \Rightarrow unsafe

\Rightarrow we have to increase dimensions of floor



2- Check uplift for underground tanks

يجب عمل هذا (check) لتجنب حدوث (uplift) للخرزان في حالة وجود مياه جوفية (ground water table) و يكون كالاتي



$$F.O.S. = \frac{f_{gross}}{\gamma_w h} \leq 1.5$$

يوجد احتمال لارتفاع
منسوب (G.W.T.)



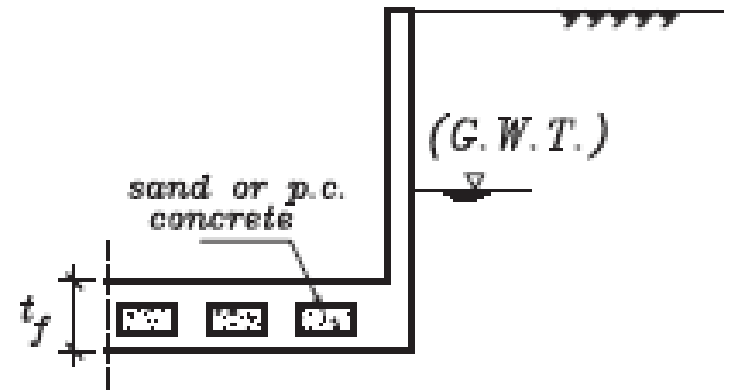
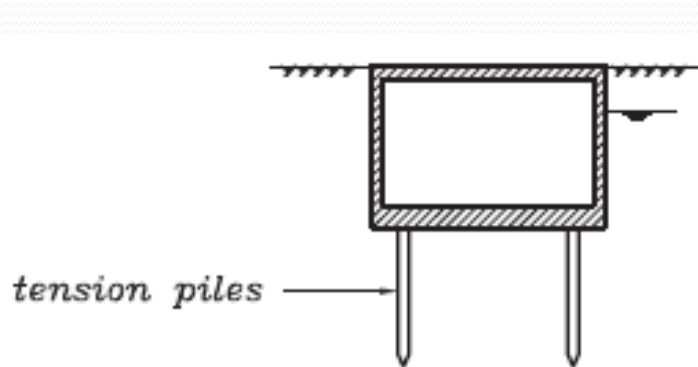
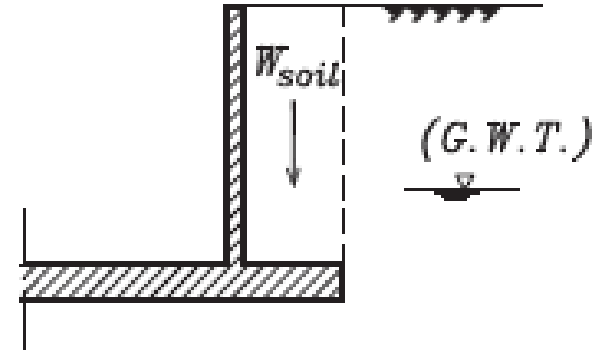
$$F.O.S. = \frac{f_{gross}}{\gamma_w h} \leq 1.2$$

لا يوجد احتمال لارتفاع
منسوب (G.W.T.)

حيث (f_{gross}) هو الاجهاد المنقول للتربة بدون حساب وزن الماء (empty tank) حتى تكون (critical case)

If Uplift check is unsafe:

1. Increase base length to add more soil weight
2. Increase base thickness to add more concrete weight
3. Increase base thickness and perform holes inside base to be infilled by sand or plain concrete.
4. Use tension piles in case of high uplift pressure.



Design of Underground Tank

Cases of loading for underground tanks

During Construction



Case of Water pressure
only

During Repair



Case of Earth pressure
only

– Steps of analysis of underground tanks:

1- Calculate (t_w, t_f) of the tank according to:

$$t_w = \frac{L_s}{16} \leq 250\text{mm} \quad , \quad t_f = \frac{L_s}{12} \leq 400\text{mm}$$

2- Calculate (f_g) $f_{\text{gross}} = \frac{\Sigma W}{A}$

3- Calculate (f_{net}) $f_{\text{net}} = f_g - \text{direct load}$

4- Check uplift

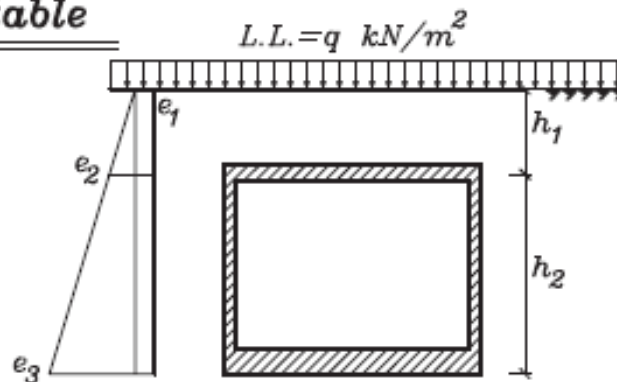
5- Calculate earth pressure

–Case of no ground water table

$$e_1 = k_a q$$

$$e_2 = e_1 + k_a \gamma_{\text{soil}} h_1$$

$$e_3 = e_2 + k_a \gamma_{\text{soil}} h_2$$



where

$$k_a = \frac{1}{3} \quad , \quad \gamma_{\text{soil}} = 18 \text{ kN/m}^3 \quad \text{ما لم يذكر خلاف ذلك}$$

$q = \text{surcharge on ground level (kN/m}^2\text{)}$

-Case of ground water table

$$e_1 = k_a q$$

$$e_2 = e_1 + k_a \gamma_{\text{soil}} h_1$$

$$e_3 = e_2 + k_a \gamma_{\text{soil}} h_2$$

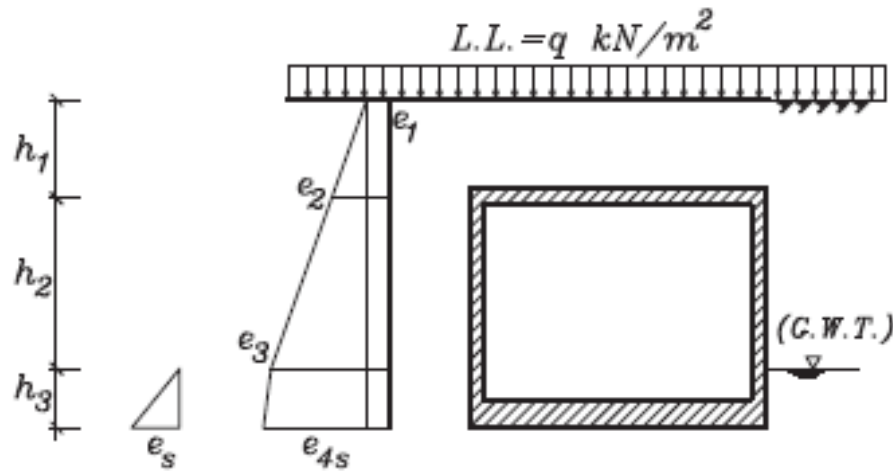
$$e_{4s} = e_3 + k_a \gamma_{\text{sub}} h_3$$

$$e_s = \gamma_w h_3$$

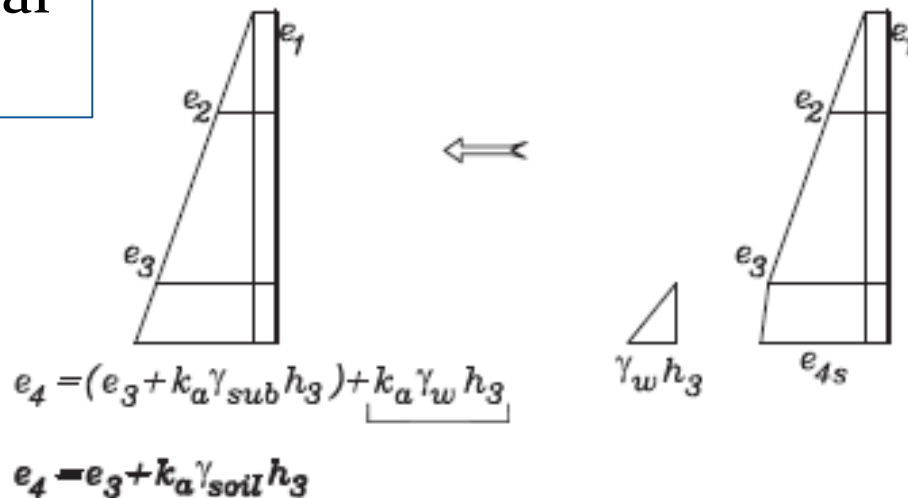
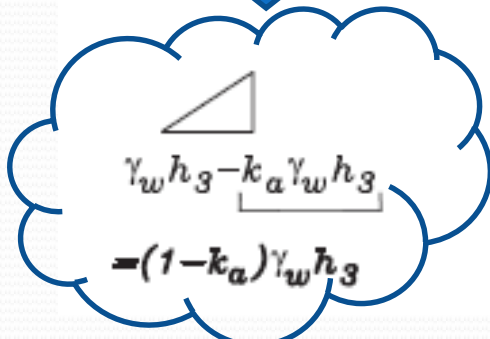
where

$$k_a = \frac{1}{3}, \quad \gamma_{\text{soil}} = 18 \text{ kN/m}^3, \quad \gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sub}} = \gamma_{\text{soil}} - \gamma_w = 8 \text{ kN/m}^3$$

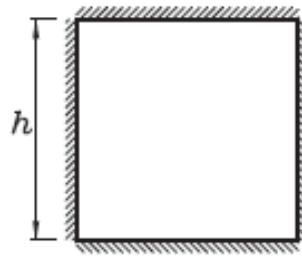


Completely in Vertical Direction



عادة يكون مثلث الماء على ارتفاع $\frac{h}{4}$ للحائط و بالتالى فانه يذهب كله فى الاتجاه الراسى اما فى حالة ان مثلث الماء ليس على ارتفاع $\frac{h}{4}$ فاننا نقوم بتقريبه كالاتى حتى يسهل التعامل معه .

if $h_3 \leq h/2$



$h_3 \leq \frac{h}{2}$

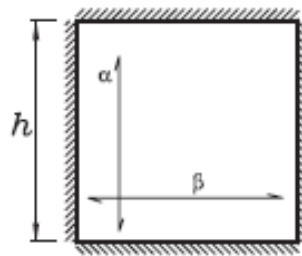
$(1-k_a) \gamma_w h_3$

يذهب كله فى الاتجاه الراسى

$y = \frac{h}{4}$

$\frac{h_3(1-k_a) \gamma_w h_3}{(h/4)}$

if $h_3 > h/2$



$h_3 > \frac{h}{2}$

$(1-k_a) \gamma_w h_3$

h

αe βe

e

$\frac{h}{4}$

$e = \frac{h_3(1-k_a) \gamma_w h_3}{h}$

نقوم بتوزيعه بنسبة (α, β) على الحائط

Loads on Tank Floor

$$W_s = q * \text{Area of roof}$$

$$W_r = \gamma_c * t_r * \text{Area of roof}$$

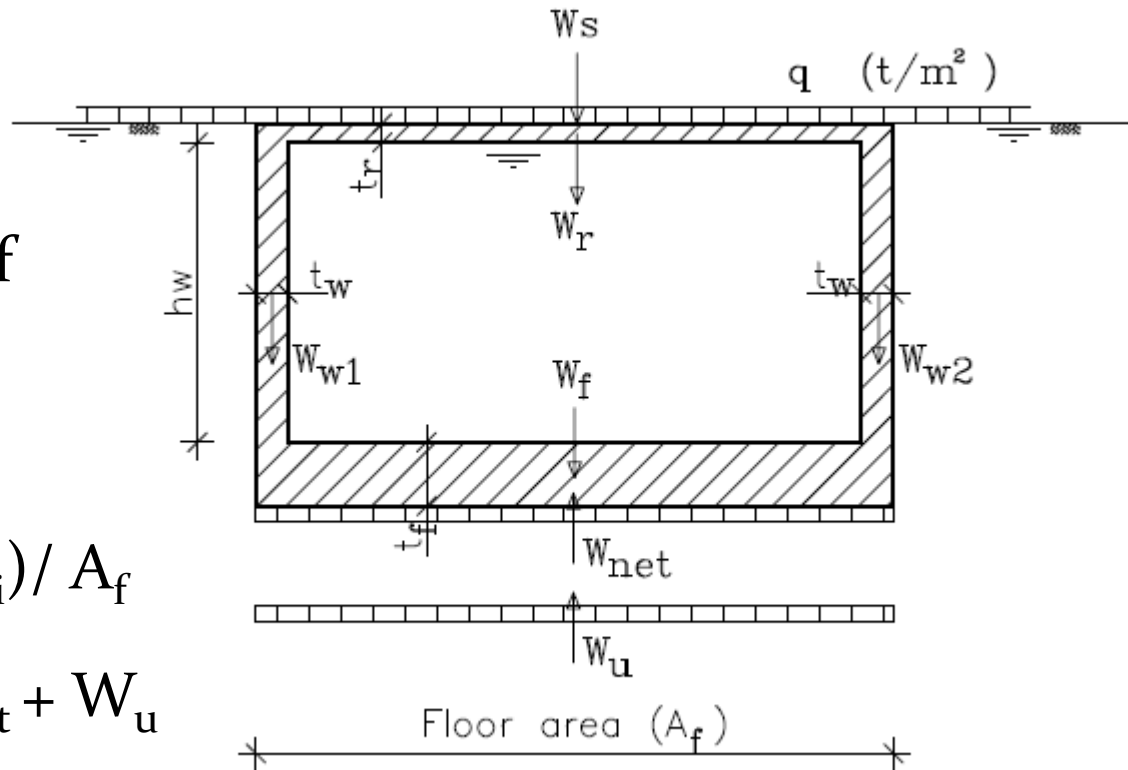
$$W_{wi} = \gamma_c * t_w * h_w * L_{wi}$$

$$W_{net} = (W_s + W_r + \Sigma W_{wi}) / A_f$$

$$\text{Design floor load} = W_{net} + W_u$$

Where,

W_u = Uplift pressure



N.B.: Loads directly supported by soil won't be included in calculations (Water weight, and floor weight)

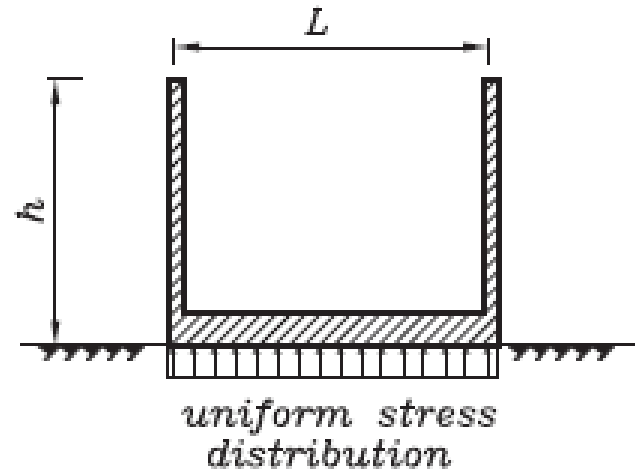
Earth-Rested Tanks

1 – Tanks on rigid foundation

حيث نفترض ان توزيع الاجهادات منتظم على التربة و ذلك على كامل مسطح ارضية الخزان و يشترط في هذا الفرض ما يلي

$$L \leq 2h, \quad t_f \geq 40 \text{ cm}$$

حيث (L) هي الطول الاصغر
لارضية الخزان

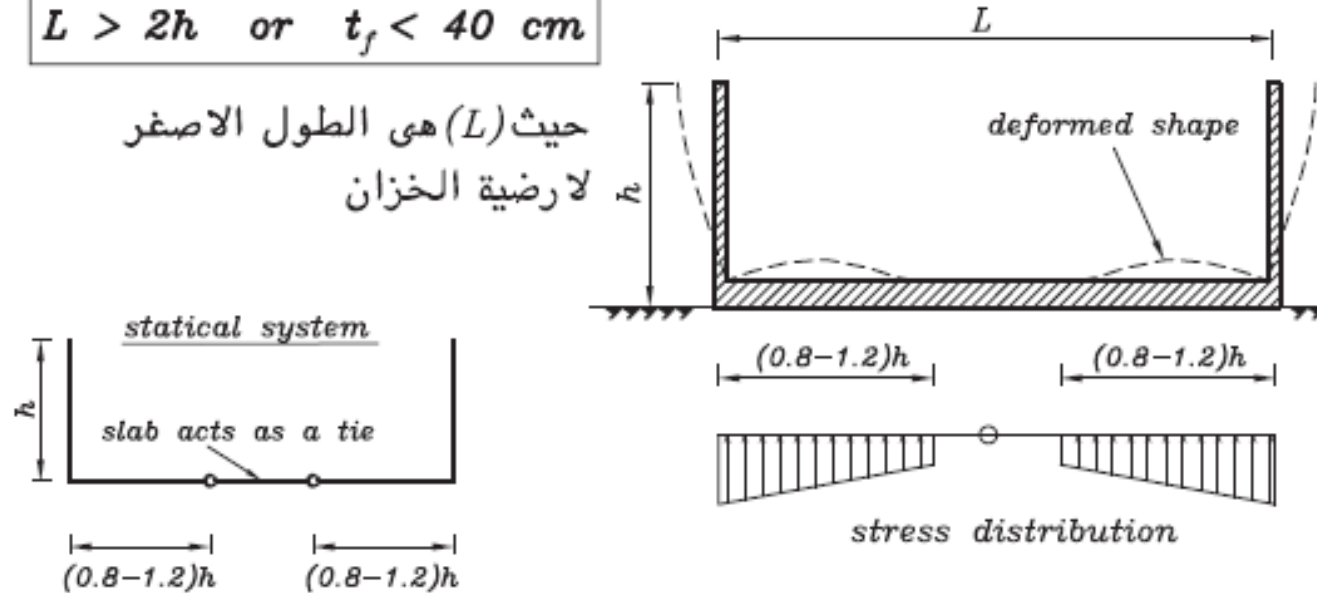


2- Tanks on elastic foundation or tanks on compressible soil

حيث يكون توزيع الاجهادات غير منتظم على التربة حيث تكون الاجهادات كبيرة عند اطراف البلاطة و تقل كلما اتجهنا للداخل و يحدث ذلك فى حالة ان

$$L > 2h \text{ or } t_f < 40 \text{ cm}$$

حيث (L) هى الطول الاصغر
لارضية الخزان



و بالتالى فان الجزء المتاثر بالعزوم المنقولة من الحائط للارضية يكون عند مسافة تتراوح بين $(0.8-1.2)h$ اما باقى البلاطة فيكون عليها فقط (axial tension) المنقولة من الحائط للارضية .