



# FIRST YEAR CIVIL STRUCTURAL ANALYSIS

## STRAINING ACTIONS (1)

2010 / 2011

## STRAINING ACTIONS

لدراسة أى قطاع يجب معرفة القوى التى تؤثر على هذا القطاع و هى

1-  $Normal\ force\ (N)$  ← مجموع القوى الموازية لمحور  $Z$

او العمودية على القطاع

2-  $Shear\ force\ (Qx)$  ← مجموع القوى الموازية لمحور  $X$

3-  $Shear\ force\ (Qy)$  ← مجموع القوى الموازية لمحور  $Y$

4-  $Moment\ (Mx)$  ← مجموع عزوم القوى حول محور  $X$

5-  $Moment\ (My)$  ← مجموع عزوم القوى حول محور  $Y$

6-  $Moment\ (Mz)$  ← مجموع عزوم القوى حول محور  $Z$

و هذه القوى تنقسم الى جزئين

الجزء الاول يسبب اجهادات عمودية على القطاع  $Normal\ Stresses$

و هى  $N$  ,  $Mx$  ,  $My$

و الجزء الاخر يسبب اجهادات موازية للقطاع  $Shear\ Stresses$

و هى  $Qx$  ,  $Qy$  ,  $Mz$

و لحساب هذه القوى يتم اتباع الاتى

1- يتم رسم مسقط موازى للقطاع

2- يتم تحديد المحاور على هذا المسقط بحيث يكون محور  $X$  ,  $Y$  فى مستوى

القطاع و محور  $Z$  عمودى على القطاع

3- يتم تجميع القوى الموازية لمحور  $Z$  فتكون هى ال  $Normal\ force\ (N)$

4- يتم تجميع القوى الموازية لمحور  $X$  فتكون هى ال  $Shear\ force\ (Qx)$

5- يتم تجميع القوى الموازية لمحور  $Y$  فتكون هى ال  $Shear\ force\ (Qy)$

٦- يتم اهمال القوى التى توازى محور  $X$  و التى تقطع محور  $X$  و يتم أخذ العزوم

لباقى القوى حول محور  $X$  فيكون هو  $Moment (M_x)$

٧- يتم اهمال القوى التى توازى محور  $Y$  و التى تقطع محور  $Y$  و يتم أخذ العزوم

لباقى القوى حول محور  $Y$  فيكون هو  $Moment (M_y)$

٨- يتم اهمال القوى التى توازى محور  $Z$  و التى تقطع محور  $Z$  و يتم أخذ العزوم

لباقى القوى حول محور  $Z$  فيكون هو  $Moment (M_z \text{ or } M_t)$

### ملحوظة هامة جدا

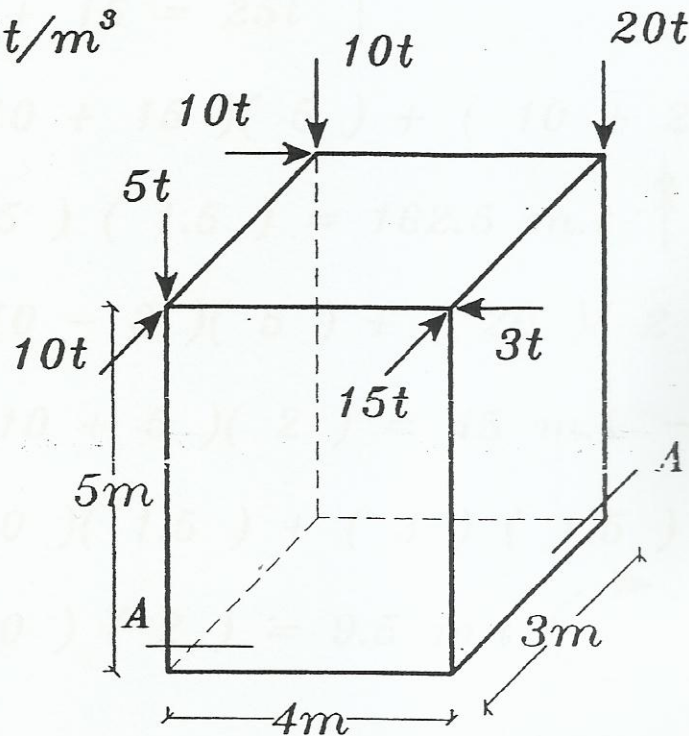
اذا كانت القوى التى تقطع المحور ظاهرة فى المسقط عبارة عن نقطة فانها تقطعه و اذا كانت ظاهرة فى المسقط عبارة عن سهم فيجب التأكد من المسقط الاخر اذا كانت تقطع المحور أم لا



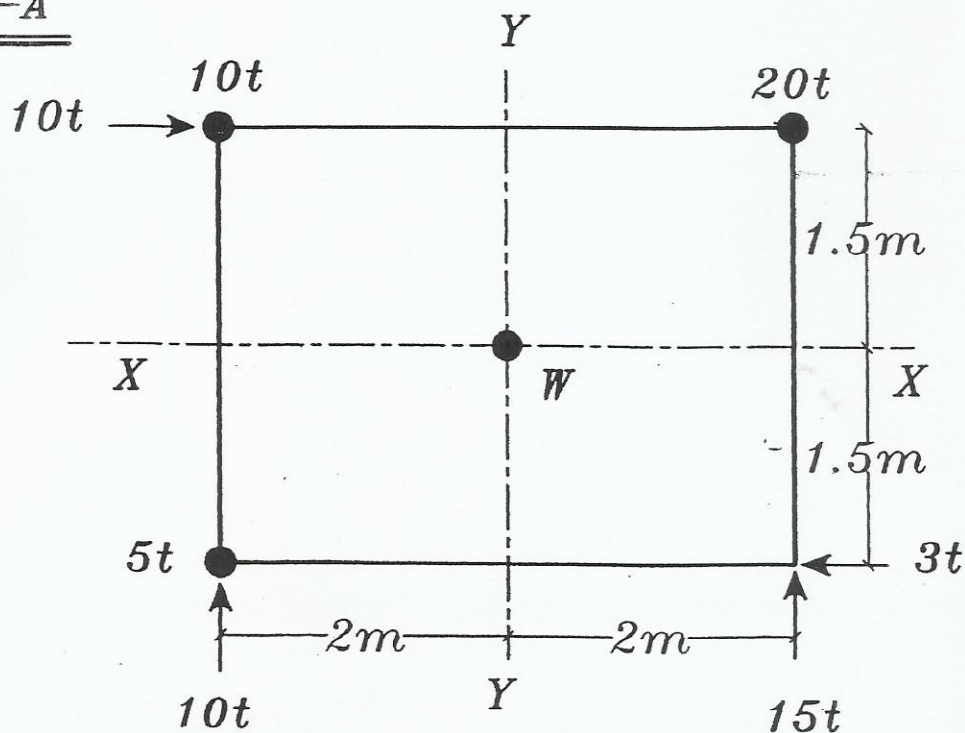
### Example

For the shown concrete block determine the straining actions at section ( A - A ).

$$\gamma_{R.C} = 2.5t/m^3$$



### Sec A-A



$$\text{Weight} = 3 \times 4 \times 5 \times 2.5 = 150 \text{ t (Comp.)}$$

$$1 - N = W + 20 + 10 + 5 = 185 \text{ t}$$

$$2 - Q_x = 10 - 3 = 7 \text{ t} \rightarrow$$

$$3 - Q_y = 10 + 15 = 25 \text{ t} \uparrow$$

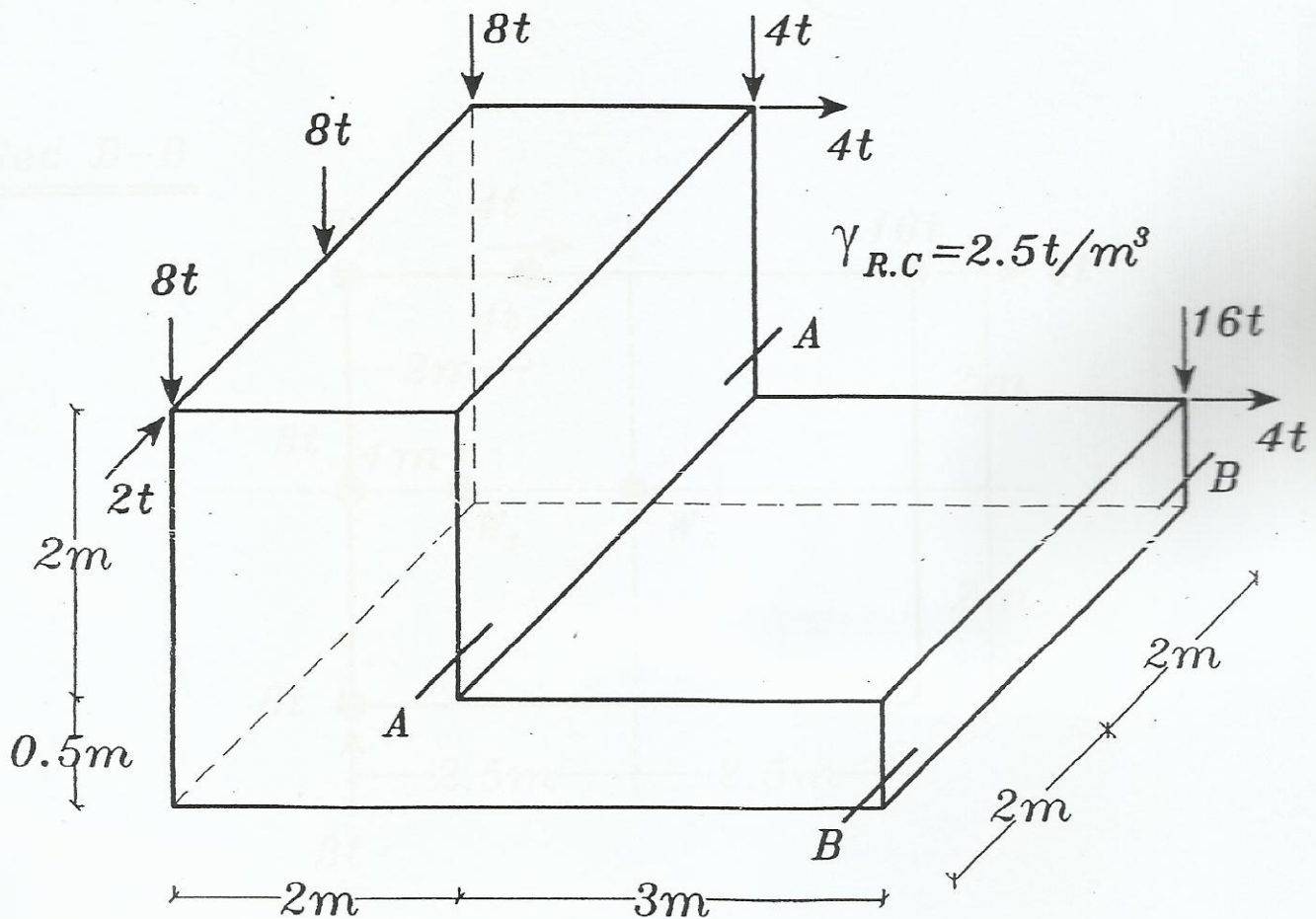
$$4 - M_x = (10 + 15)(5) + (10 + 20)(1.5) - (5)(1.5) = 162.5 \text{ m.t} \uparrow$$

$$5 - M_y = (10 - 3)(5) + (20)(2) - (10 + 5)(2) = 45 \text{ m.t} \rightarrow$$

$$6 - M_t = (10)(1.5) + (3)(1.5) - (15)(2) + (10)(2) = 9.5 \text{ m.t} \curvearrowright$$

### Example

For the shown block it is required to find the straining actions at section ( A - A ).



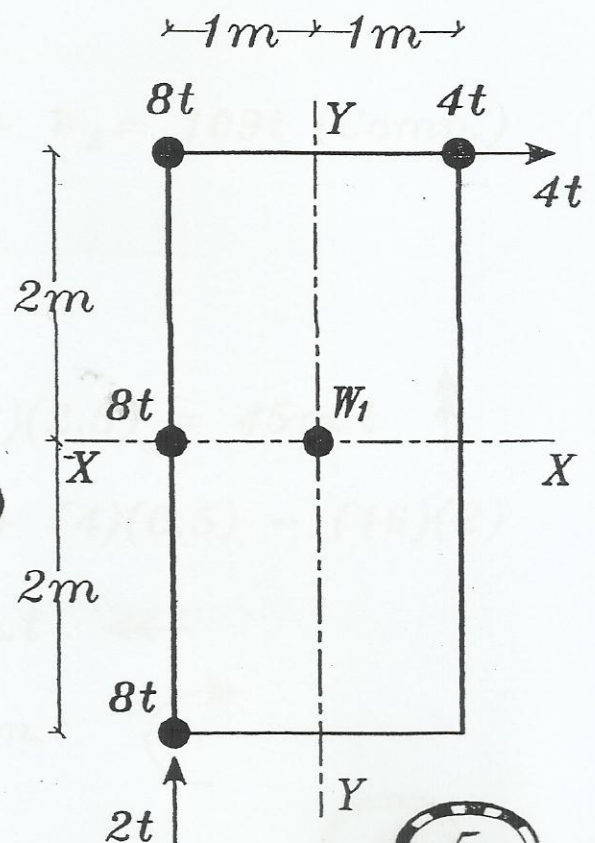
### Sec A - A

$$W_1 = (4 \times 2 \times 2) (2.5) = 40 t$$

$$N = (8 + 8 + 8 + 4 + W)$$
$$= 68 t \text{ (Comp. )}$$

$$M_x = (8+4)(2) + (2)(2) - (8)(2)$$
$$= 12 \text{ m.t. } \uparrow$$

$$M_y = (8+8+8)(1) - (4)(2) - (4)(1)$$
$$= 12 \text{ m.t. } \leftarrow$$



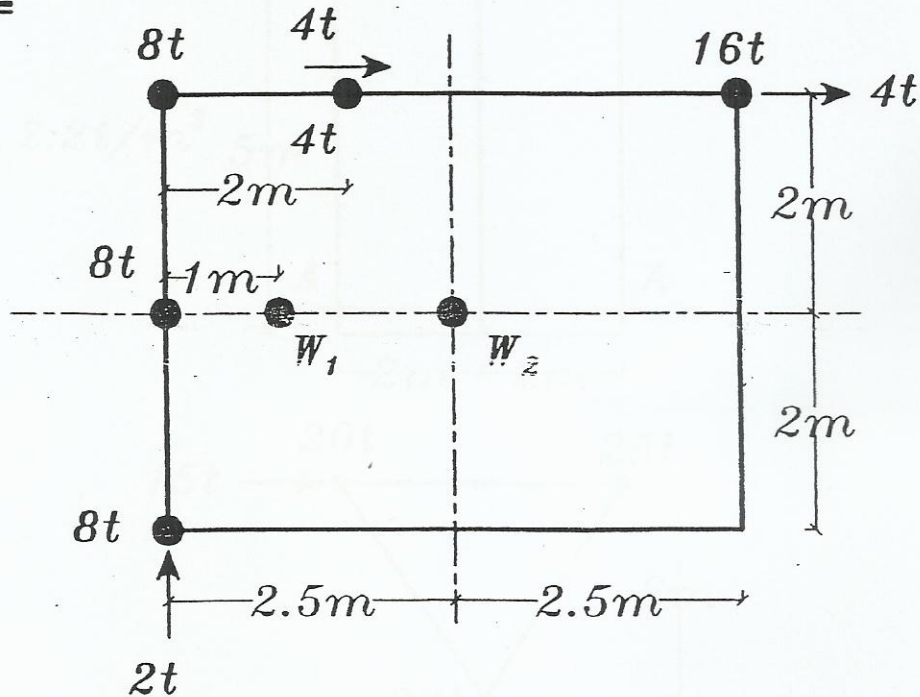


$$Q_x = 4t \rightarrow$$

$$Q_y = 2t \uparrow$$

$$M_t = (4)(2) + (2)(1) = 10 \text{ m.t}$$

### Sec B-B



$$W_2 = 5 \times 5 \times 0.5 \times 2.5 = 25t$$

$$N = 8 + 8 + 8 + 4 + 16 + W_1 + W_2 = 109t \text{ (Comp.)}$$

$$Q_x = 4 + 4 = 8t \rightarrow$$

$$Q_y = 2t \uparrow$$

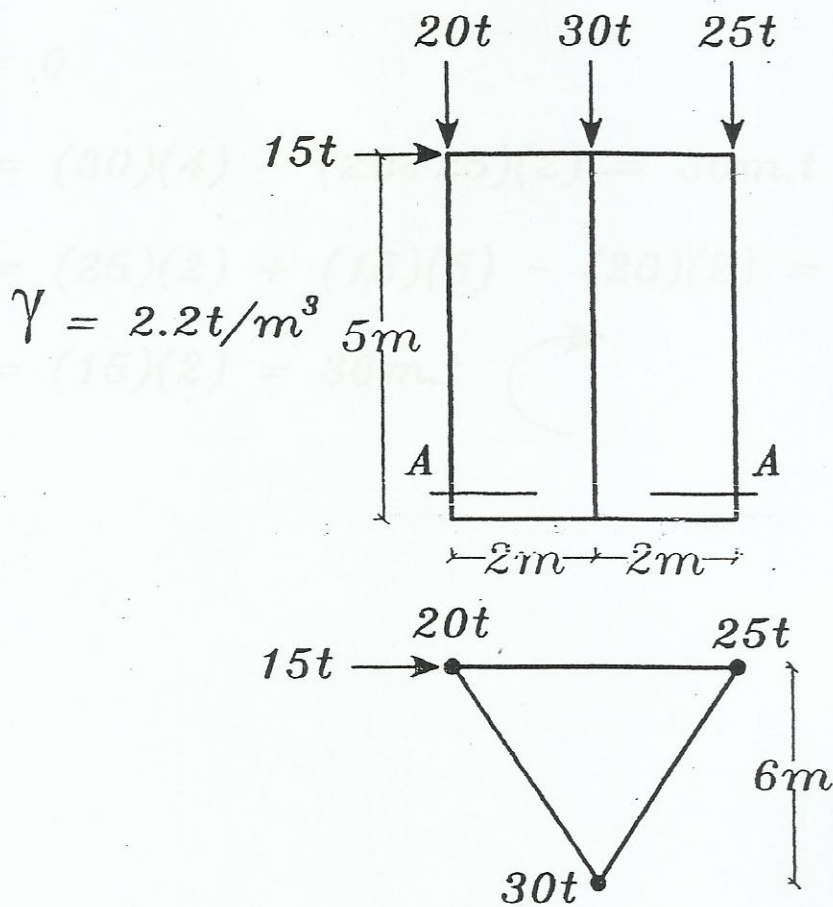
$$M_x = (8+4+16)(2) - (8)(2) + (2)(2.5) = 45 \text{ m.t} \uparrow$$

$$M_y = (8+8+8)(2.5) + (W_1)(1.5) + (4)(0.5) - (16)(2) - (4)(0.5) - (4)(2.5) = 78 \text{ m.t} \leftarrow$$

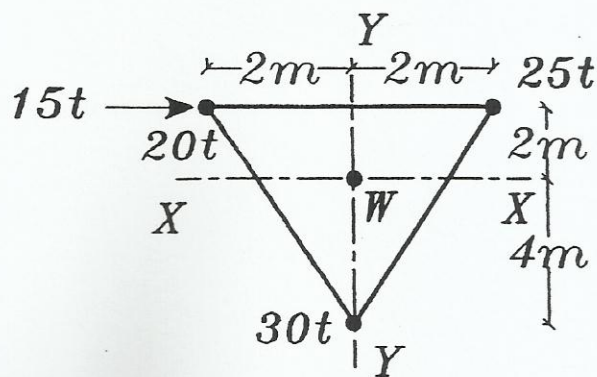
$$M_t = (4+4)(2) + (2)(2.5) = 21 \text{ m.t}$$

### Example

For the shown concrete block determine the straining actions at section (A - A).



### Sec A-A





$$= 0.5 \times 0.4 \times 6 \times 5 \times 2.2 = 132t$$

$$N = 20 + 25 + 30 + W = 207t \text{ (Comp. )}$$

$$Q_x = 15t \rightarrow$$

$$Q_y = 0$$

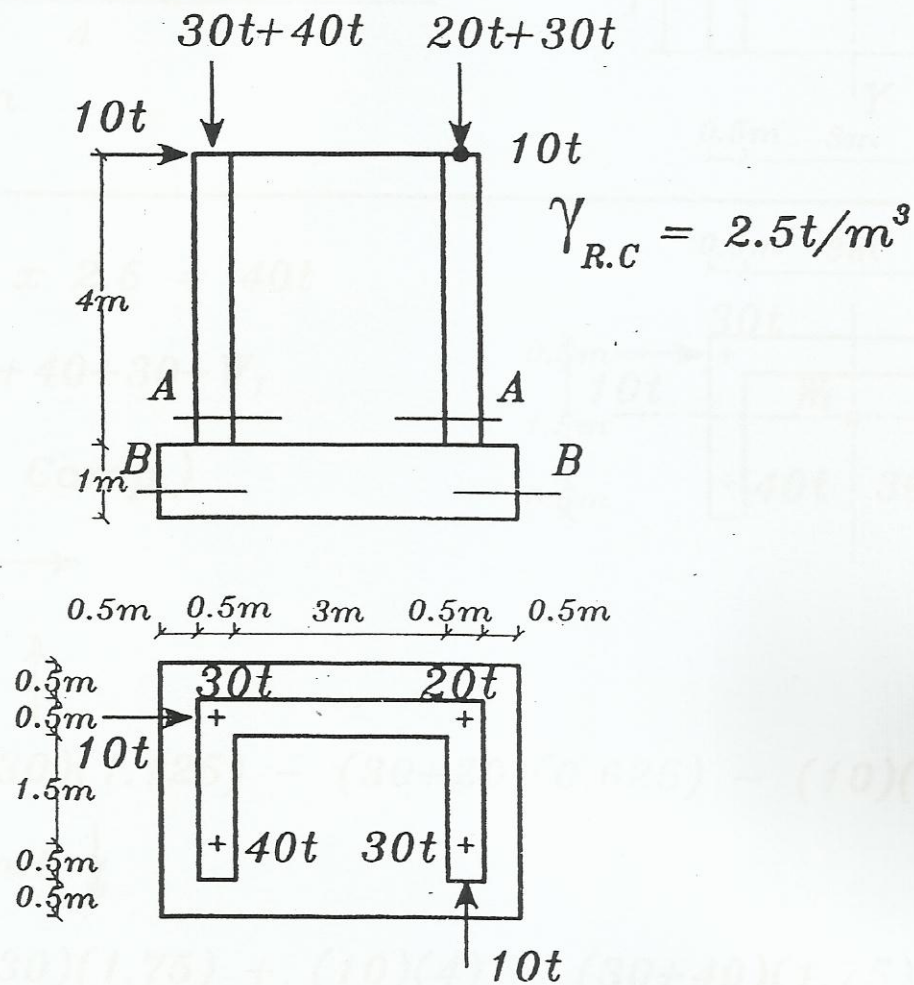
$$M_x = (30)(4) - (20+25)(2) = 30m.t \quad \downarrow$$

$$M_y = (25)(2) + (15)(5) - (20)(2) = 85m.t \rightarrow$$

$$M_z = (15)(2) = 30m.t \quad \curvearrowright$$

### Example

For the shown concrete block determine the straining actions at section ( A - A ) & ( B - B ).

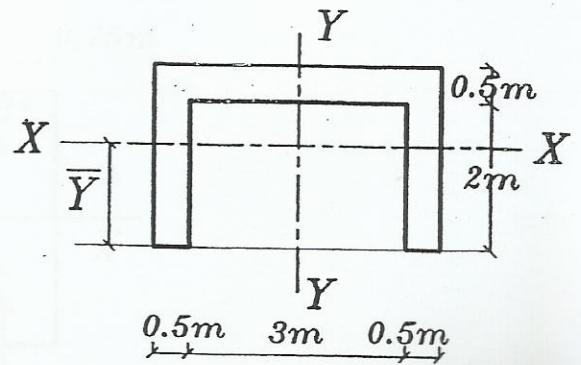


sec A-A

$$A = 4 \times 2.5 - 3 \times 2 = 4 \text{ m}^2$$

$$\bar{Y} = \frac{4 \times 2.5 \times 1.25 - 3 \times 2 \times 1}{4}$$

$$= 1.625 \text{ m}$$



$$W_1 = 4 \times 4 \times 2.5 = 40 \text{ t}$$

$$N = 30 + 20 + 40 + 30 + W_1$$

$$= 160 \text{ t (Comp.)}$$

$$Q_x = 10 \text{ t} \rightarrow$$

$$Q_y = 10 \text{ t} \uparrow$$

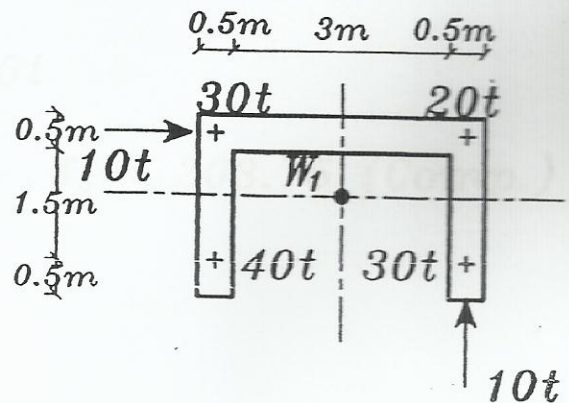
$$M_x = (40 + 30)(1.125) - (30 + 20)(0.625) - (10)(4)$$

$$= 7.5 \text{ m.t} \downarrow$$

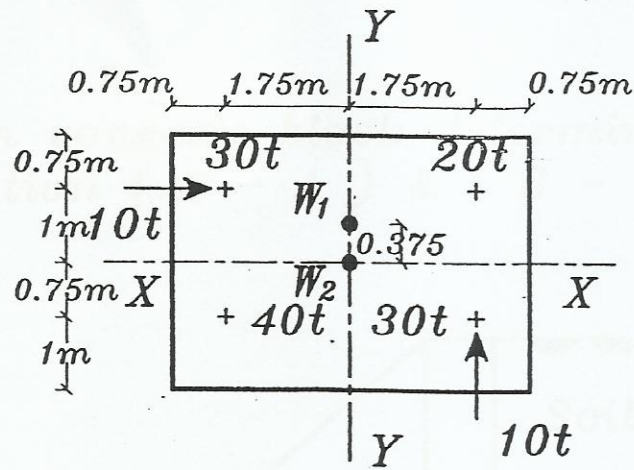
$$M_y = (20 + 30)(1.75) + (10)(4) - (30 + 40)(1.75)$$

$$= 5 \text{ m.t} \rightarrow$$

$$M_t = (10)(1.75) - (10)(0.625) = 11.25 \text{ m.t}$$





Sec B-B

$$W_2 = 5 \times 3.5 \times 1 \times 2.5 = 43.75t$$

$$N = 20 + 30 + 40 + 30 + W_1 + W_2 = 203.75 \text{ (Comp.)}$$

$$Q_x = 10t \rightarrow$$

$$Q_y = 10t \uparrow$$

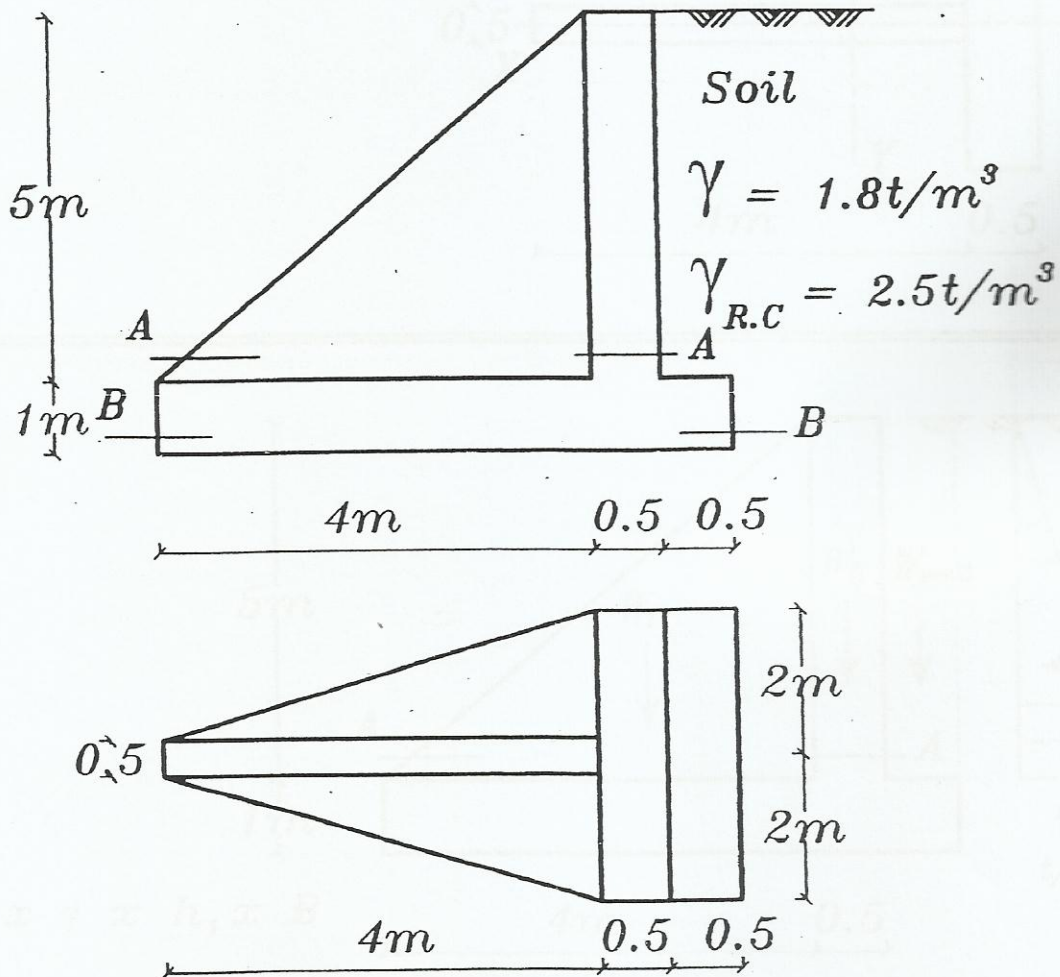
$$M_x = (20+30)(1) + (W_1)(0.375) + (10)(5) - (40+30)(0.75) = 62.5m.t \uparrow$$

$$M_y = (20+30)(1.75) + (10)(5) - (40+30)(1.75) = 15m.t \rightarrow$$

$$M_t = (10)(1.75) - (10)(1) = 7.5 m.t \curvearrowleft$$

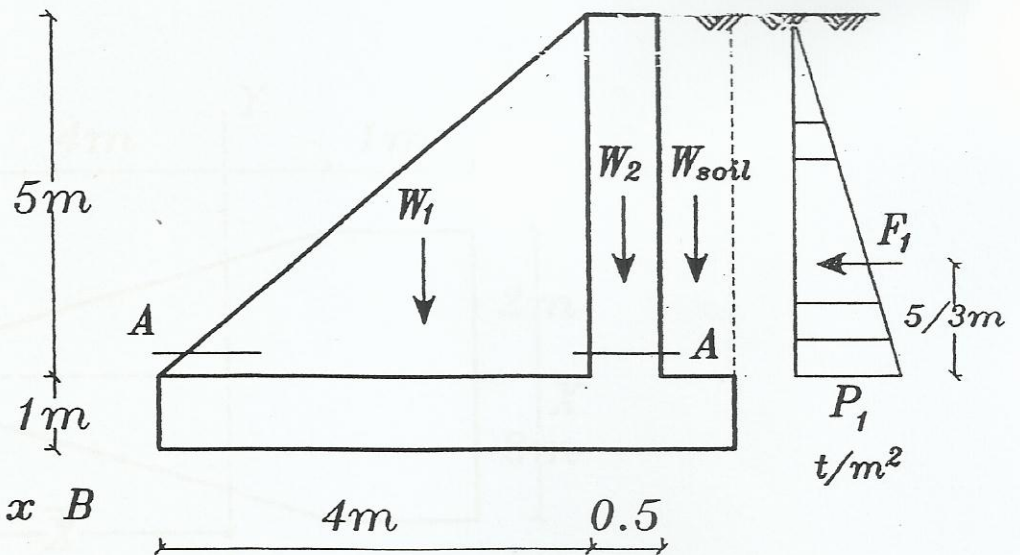
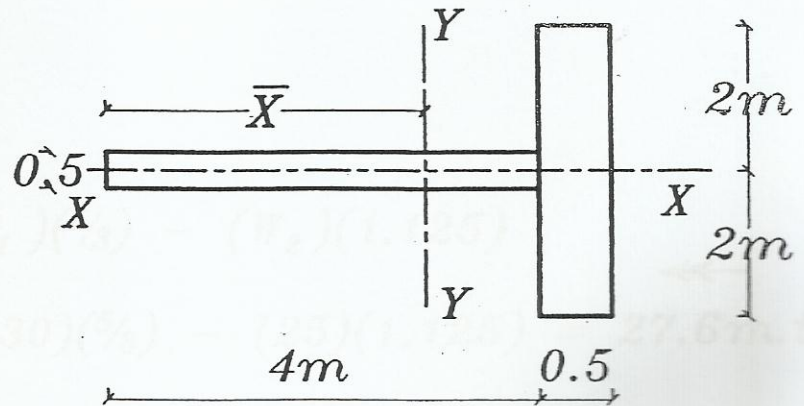
### Example

For the shown concrete block determine the straining actions at section ( A - A ) & ( B - B ).



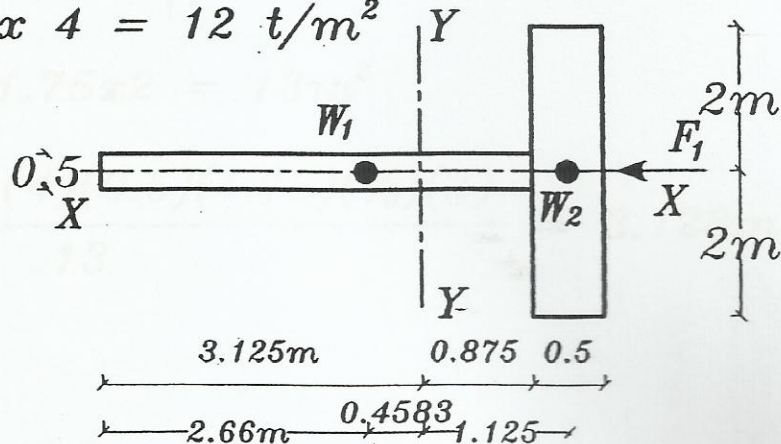
Sec A-A

$$\bar{X} = \frac{(4)(0.5)(2) + (4)(0.5)(4.25)}{4} = 3.125m$$



$$P_1 = k \times \gamma \times h_1 \times B$$

$$= \frac{1}{3} \times 1.8 \times 5 \times 4 = 12 \text{ t/m}^2$$



$$W_1 = 0.5 \times 4 \times 5 \times 0.5 \times 2.5 = 12.5t$$

$$W_2 = 4 \times 0.5 \times 5 \times 2.5 = 25t$$

$$F_1 = 0.5 \times P_1 \times h_1 = 0.5 \times 12 \times 5 = 30 t$$



$$N = W_1 + W_2 = 37.5 \text{ (Comp.)}$$

$$Q_x = F_1 = 30t \quad \leftarrow$$

$$Q_y = 0$$

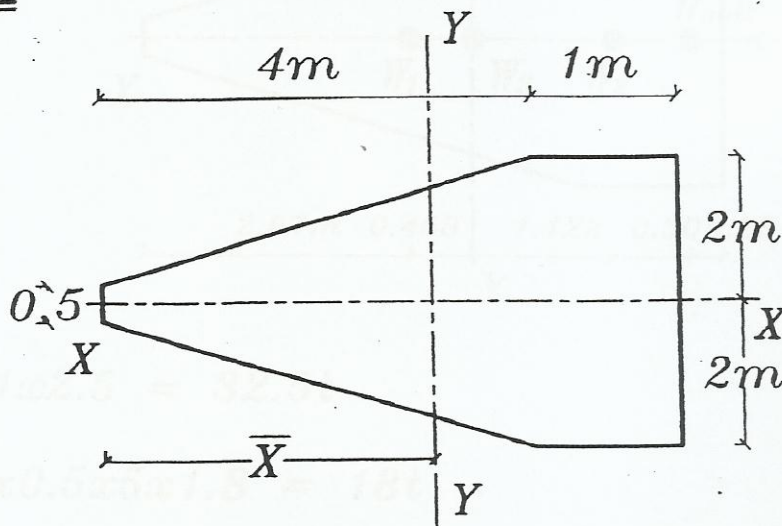
$$M_x = 0$$

$$M_y = (W_1)(0.4583) + (F_1)(\frac{5}{3}) - (W_2)(1.125) \quad \leftarrow \leftarrow$$

$$= (12.5)(0.4583) + (30)(\frac{5}{3}) - (25)(1.125) = 27.6 \text{ m.t}$$

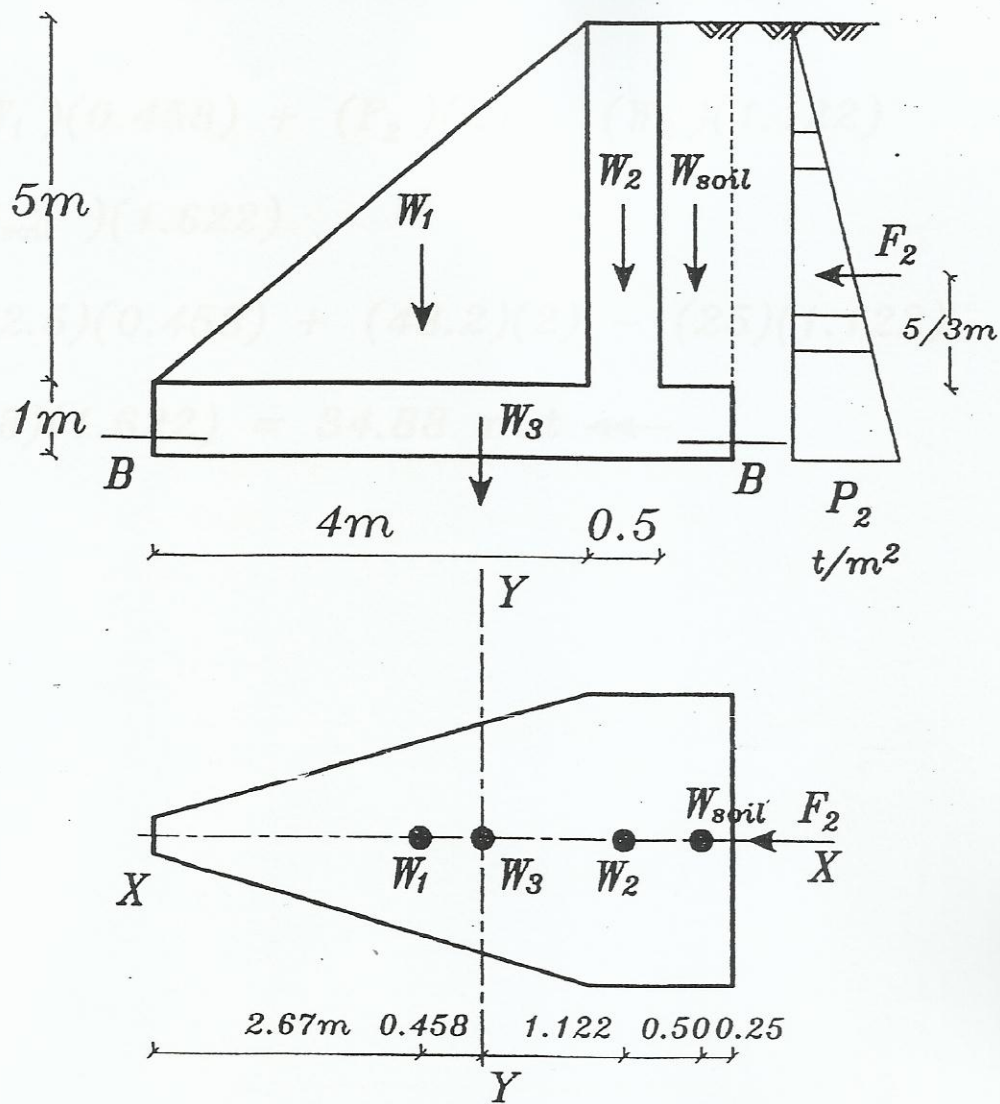
$$M_t = 0$$

### Sec B-B



$$A = 4 \times 5 - 0.5 \times 4 \times 1.75 \times 2 = 13 \text{ m}^2$$

$$\bar{X} = \frac{(4)(5)(2.5) - (4)(0.5)(1.75)(\frac{4}{3})(2)}{13} = 3.128 \text{ m}$$



$$W_3 = 13 \times 1 \times 2.5 = 32.5t$$

$$W_{soil} = 4 \times 0.5 \times 5 \times 1.8 = 18t$$

$$P_2 = k \times \gamma \times h_2 \times B = \frac{1}{3} \times 1.8 \times 6 \times 4 = 14.4 \text{ t/m}^2$$

$$F_2 = 0.50 \times P \times h_2 = 0.50 \times 14.4 \times 6 = 43.2 \text{ t}$$

$$N = W_1 + W_2 + W_3 + W_{soil} = 88 \text{ (Comp.)}$$

$$Q_x = F_2 = 43.2 \text{ t} \quad \leftarrow$$

$$Q_y = 0$$

$$\sum \dot{M}_x = 0$$

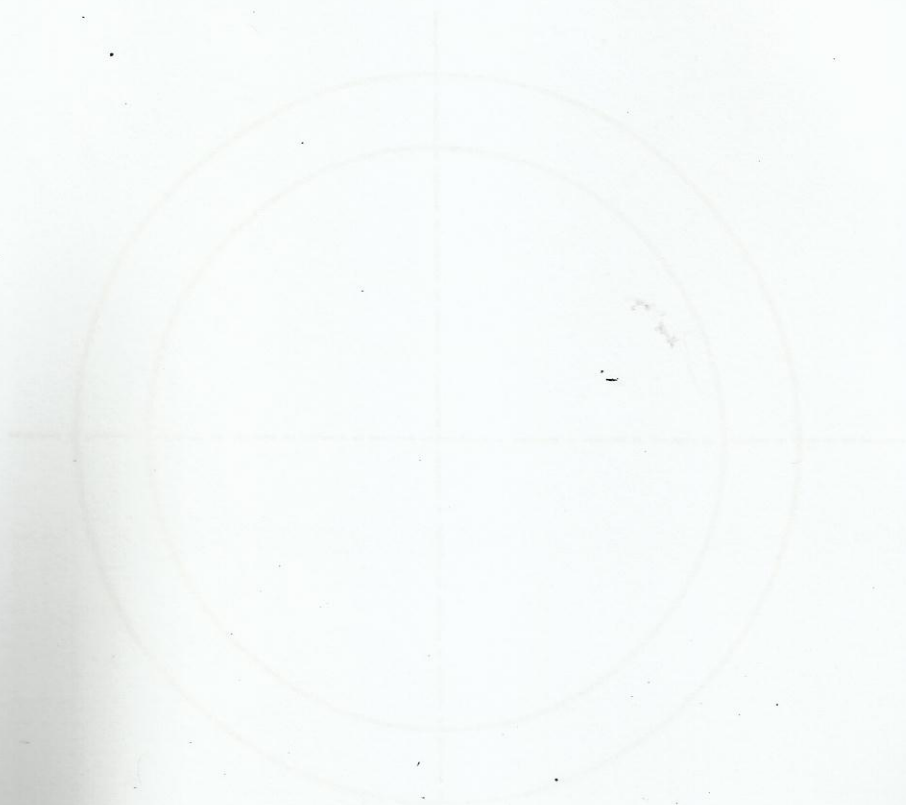
$$M_y = (W_1)(0.458) + (F_2)(2) - (W_2)(1.122)$$

$$- (W_{\text{soil}})(1.622)$$

$$= (12.5)(0.458) + (43.2)(2) - (25)(1.122)$$

$$- (18)(1.622) = 34.88 \text{ m.t} \leftarrow$$

$$M_t = 0$$

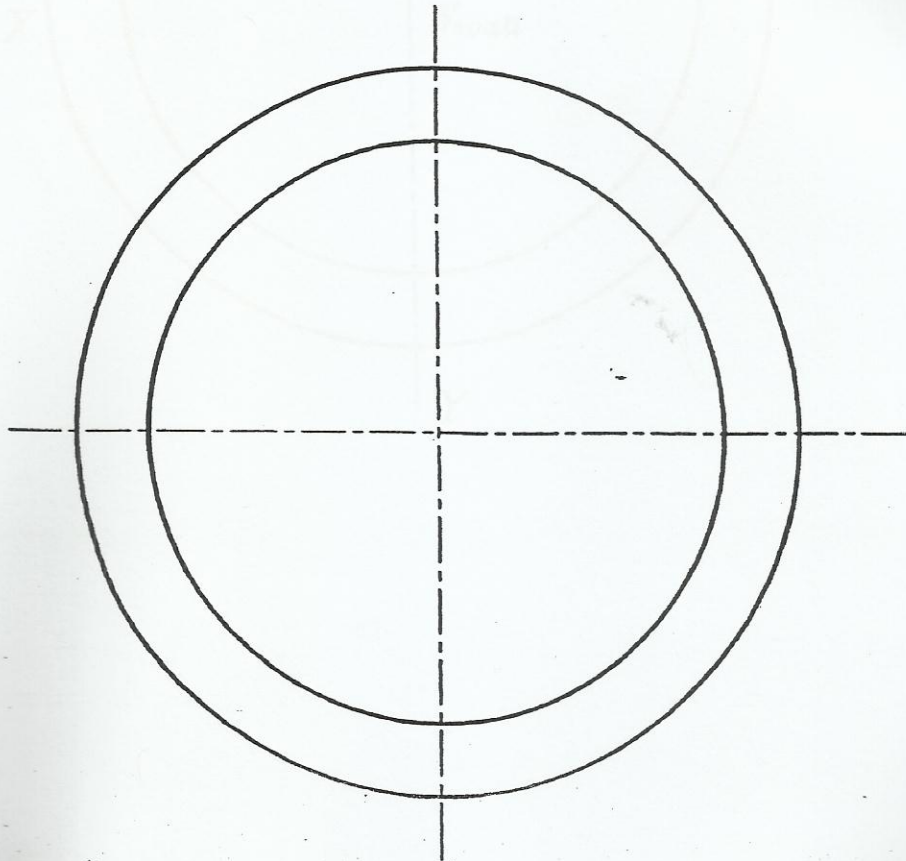
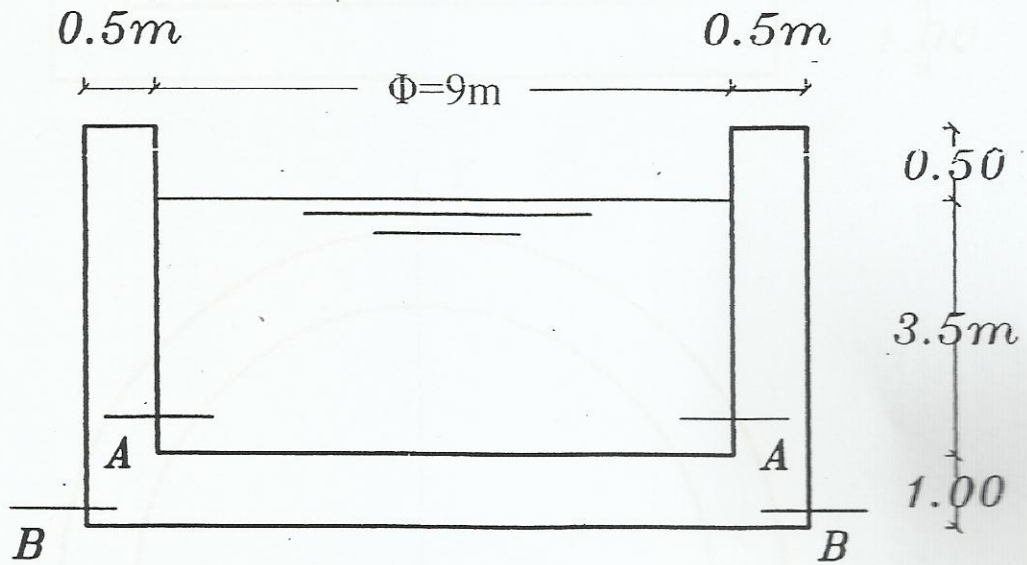




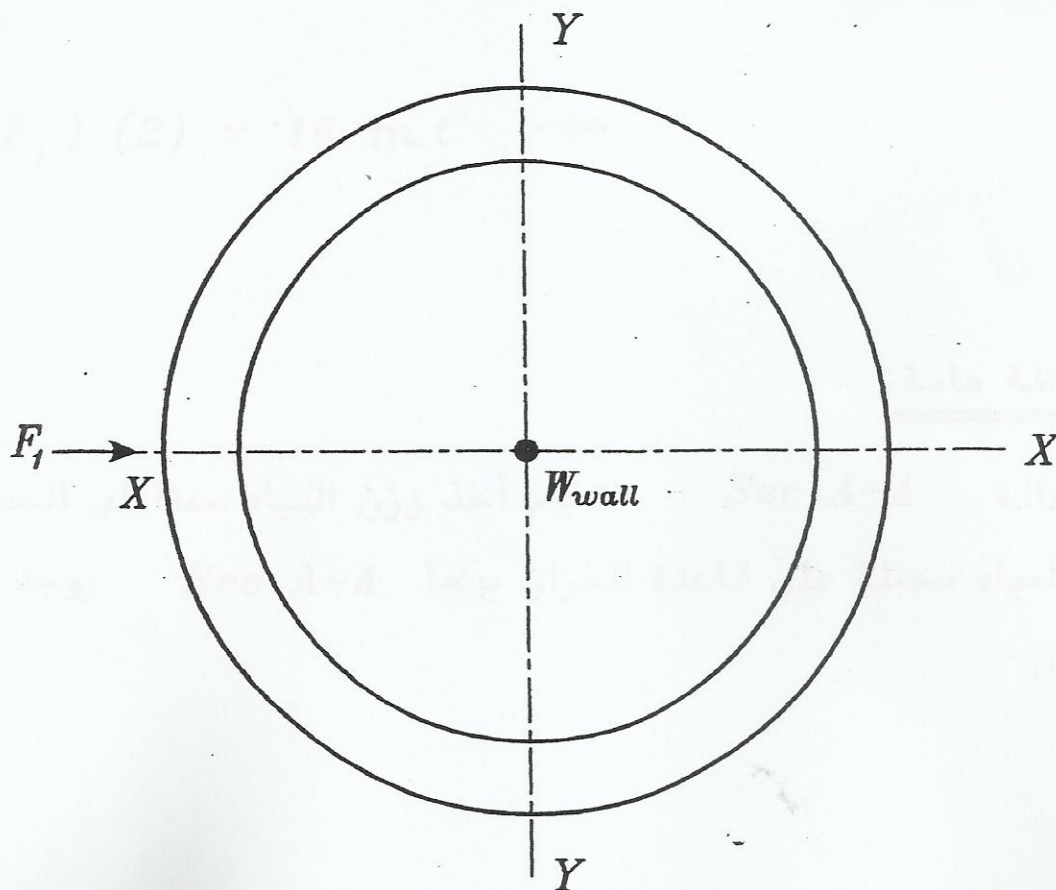
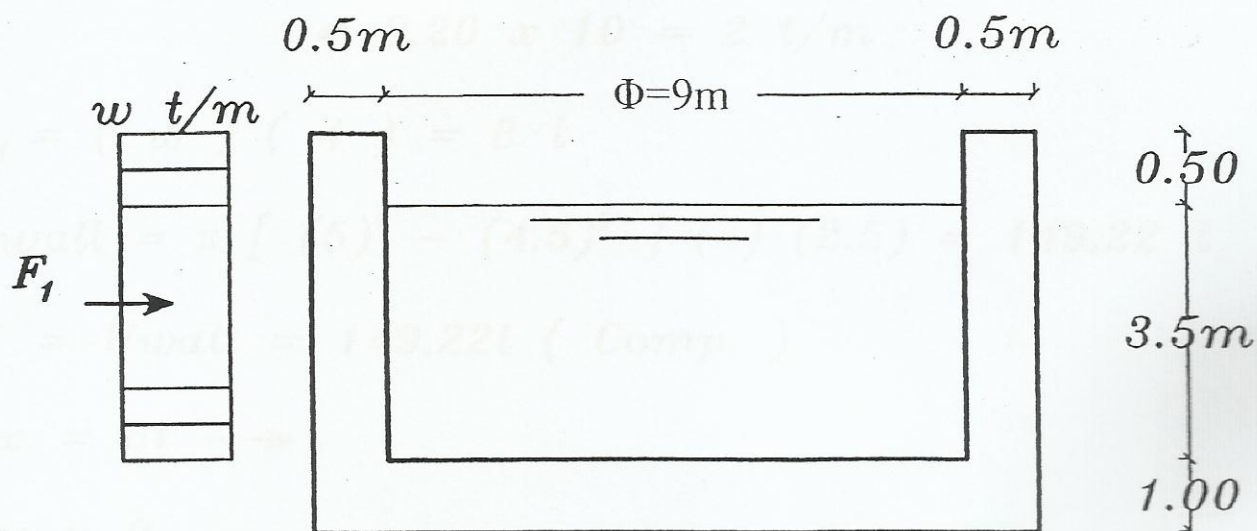
فى حالة وجود رياح يتم تحويل شدة الرياح الى *uniform load* و ذلك عن طريق ضرب قيمة شدة الرياح فى عرض المنشأ الذى تصطدم به الرياح فيكون الناتج هو قيمة *uniform load*

### Example

For the shown water tank subjected to a wind pressure with intensity of  $0.2 \text{ t/m}^2$ , determine the straining actions at section ( A - A ) & ( B - B ).



Sec A-A



### Sec A-A

Uniform load = wind intensity  $\times$  width

$$= 0.20 \times 10 = 2 \text{ t/m}$$

$$F_1 = (w) (4) = 8 \text{ t}$$

$$W_{wall} = \pi [ (5)^2 - (4.5)^2 ] (4) (2.5) = 149.22 \text{ t}$$

$$N = W_{wall} = 149.22 \text{ t (Comp. )}$$

$$Q_x = 8 \text{ t} \rightarrow$$

$$Q_y = 0$$

$$M_x = 0$$

$$M_y = (F_1) (2) = 16 \text{ m.t} \rightarrow \rightarrow$$

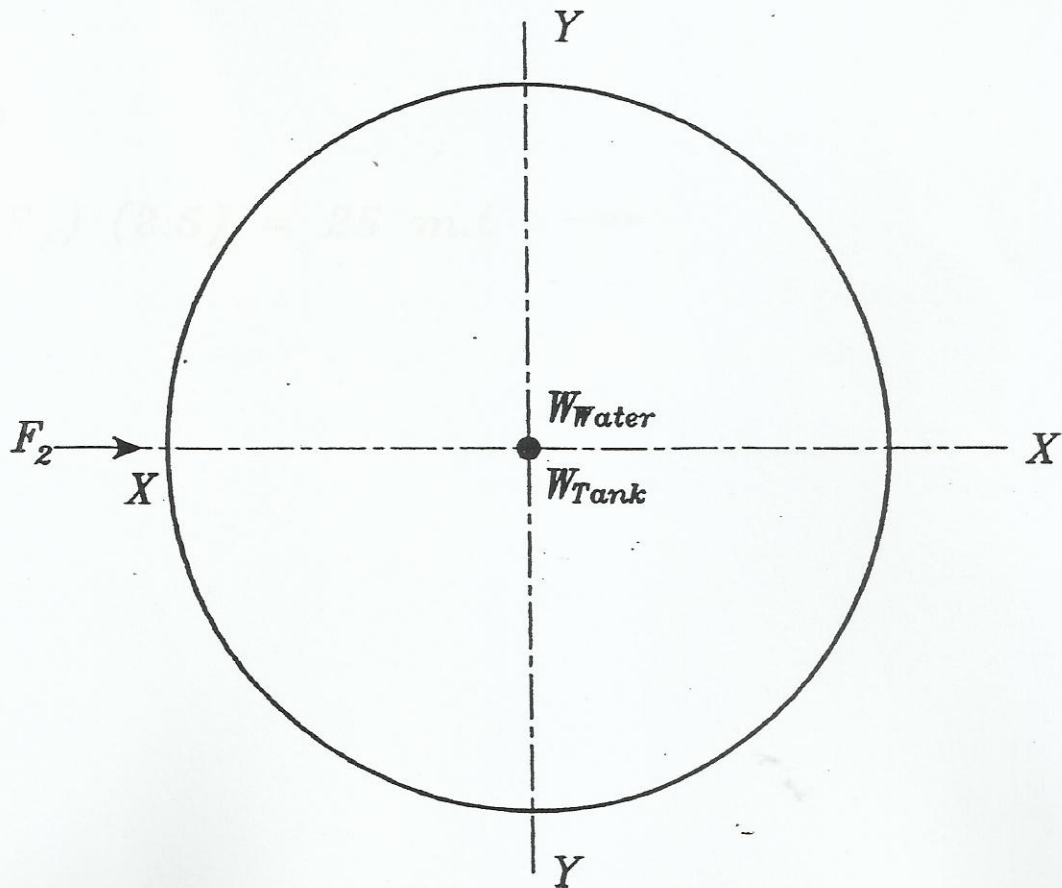
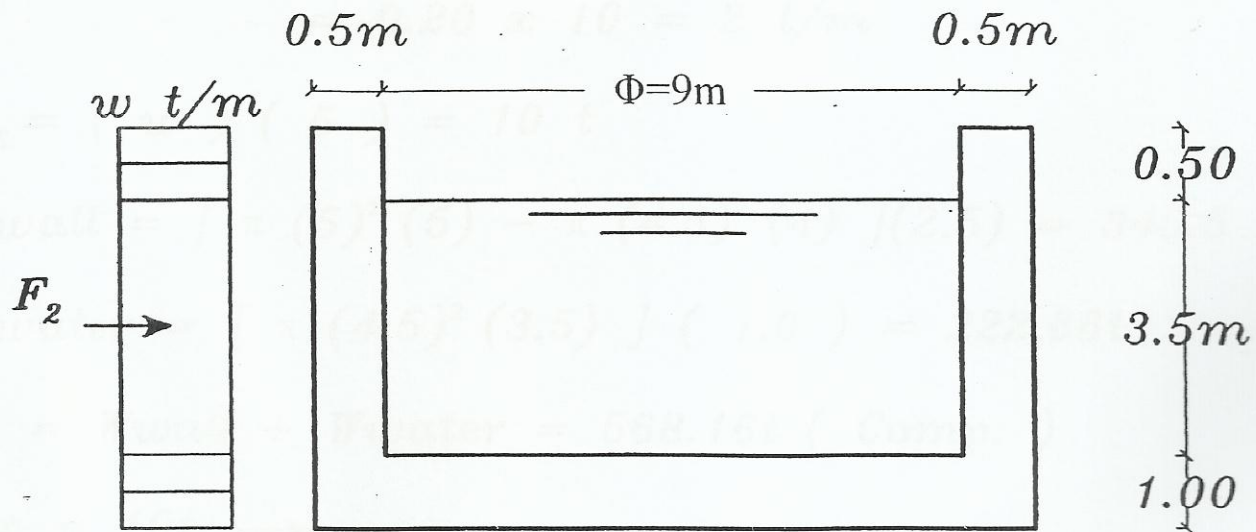
$$M_t = 0$$

### ملحوظة هامة

في حالة Sec A-A لا يتم أخذ وزن المياه معنا في الحسابات و ذلك لان المياه محملة على قاعدة الخزان بينما Sec A-A يوجد في حوائط الخزان



Sec B-B



### Sec B-B

Uniform load = wind intensity  $\times$  width

$$= 0.20 \times 10 = 2 \text{ t/m}$$

$$F_2 = (w) (5) = 10 \text{ t}$$

$$W_{\text{wall}} = [ \pi (5)^2 (5) - \pi (4.5)^2 (4) ] (2.5) = 345.5 \text{ t}$$

$$W_{\text{water}} = [ \pi (4.5)^2 (3.5) ] (1.0) = 222.66 \text{ t}$$

$$N = W_{\text{wall}} + W_{\text{water}} = 568.16 \text{ t (Comp. )}$$

$$Q_x = 10 \text{ t} \rightarrow$$

$$Q_y = 0$$

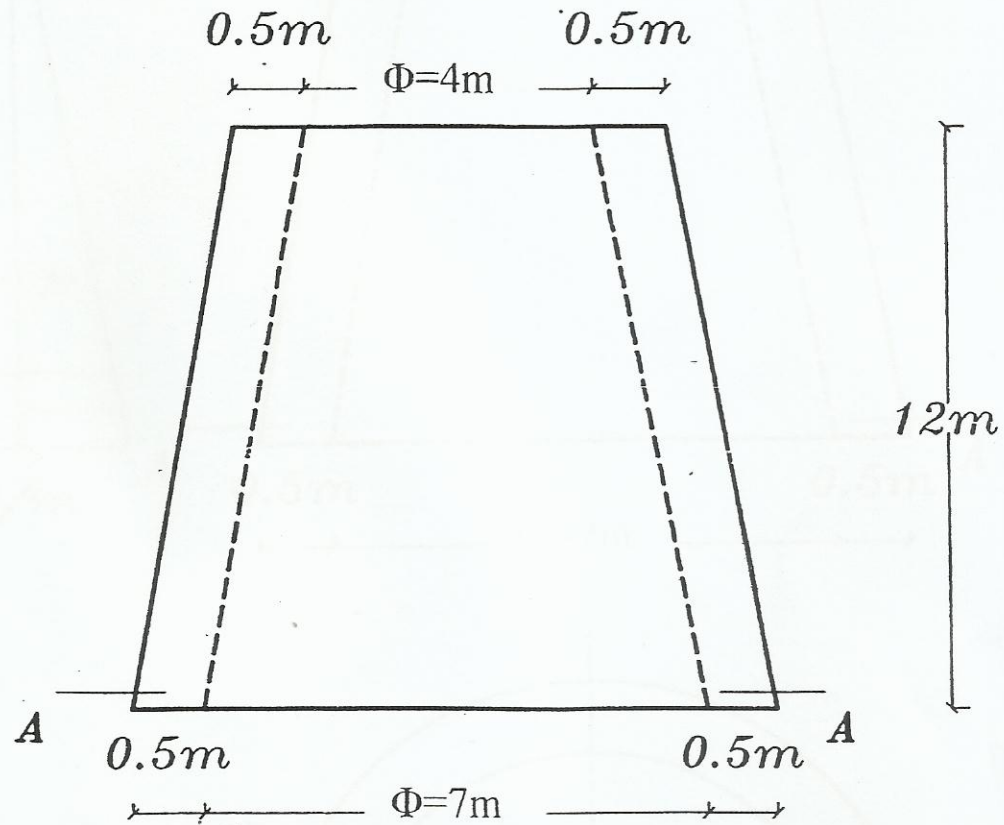
$$M_x = 0$$

$$M_y = (F_2) (2.5) = 25 \text{ m.t} \rightarrow$$

$$M_t = 0$$

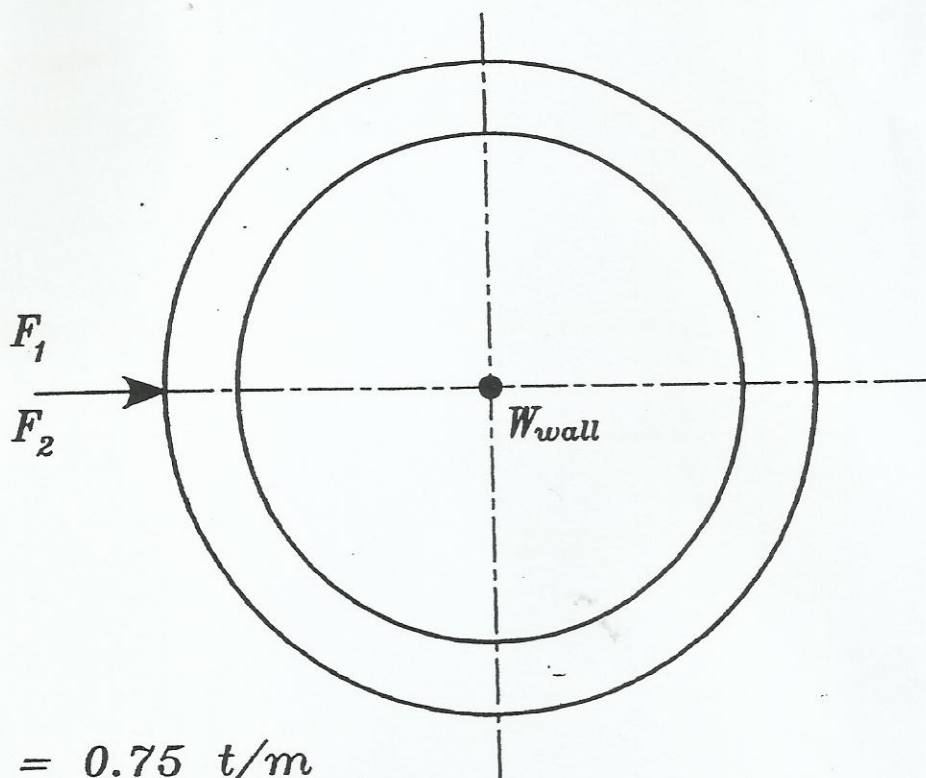
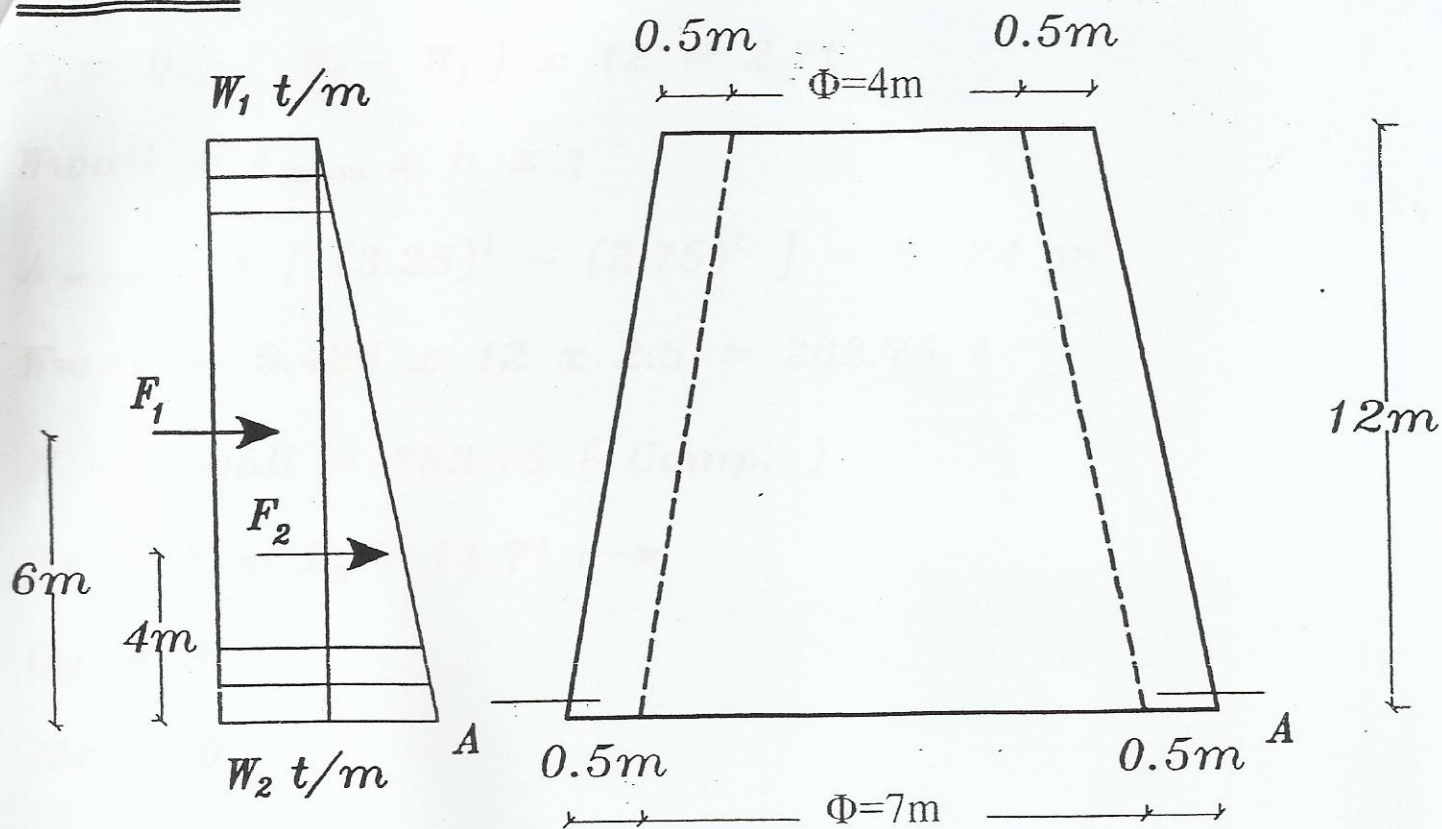
### Example

For the shown concrete chimney subjected to a wind pressure with intensity of  $0.15 \text{ t/m}^2$ , determine the straining actions at section ( A - A ).





Sec A-A



$$W_1 = 0.15 \times 5 = 0.75 \text{ t/m}$$

$$W_2 = 0.15 \times 8 = 1.2 \text{ t/m}$$

$$F_1 = W_1 \times 12 = 9t$$

$$F_2 = 0.5 ( W_2 - W_1 ) \times 12 = 2.7t$$

$$W_{wall} = A_{mean} \times h \times \gamma$$

$$A_{mean} = \pi [ (3.25)^2 - (2.75)^2 ] = 9.424 \text{ m}^2$$

$$W_{wall} = 9.424 \times 12 \times 2.5 = 282.75 \text{ t}$$

$$N = W_{wall} = 282.75 \text{ ( Comp. )}$$

$$Q_x = F_1 + F_2 = 11.7t \rightarrow$$

$$Q_y = 0$$

$$M_x = 0$$

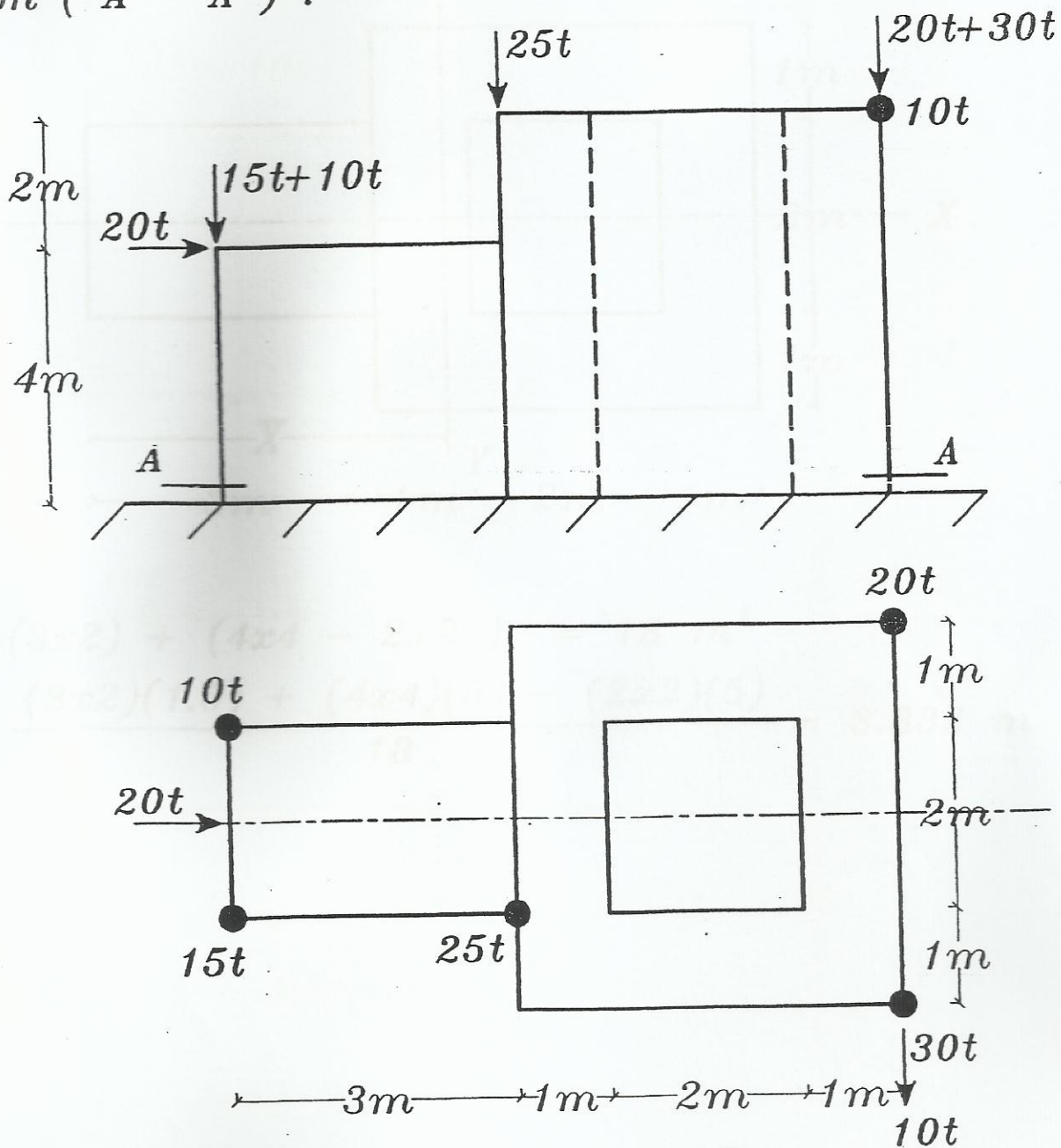
$$M_y = ( F_1 ) ( 6 ) + ( F_2 ) ( 4 )$$

$$= 64.8 \text{ m.t} \rightarrow \rightarrow$$

$$M_t = 0$$

### Example

For the shown block it is required to find the straining actions causing normal stresses only at section (A - A).

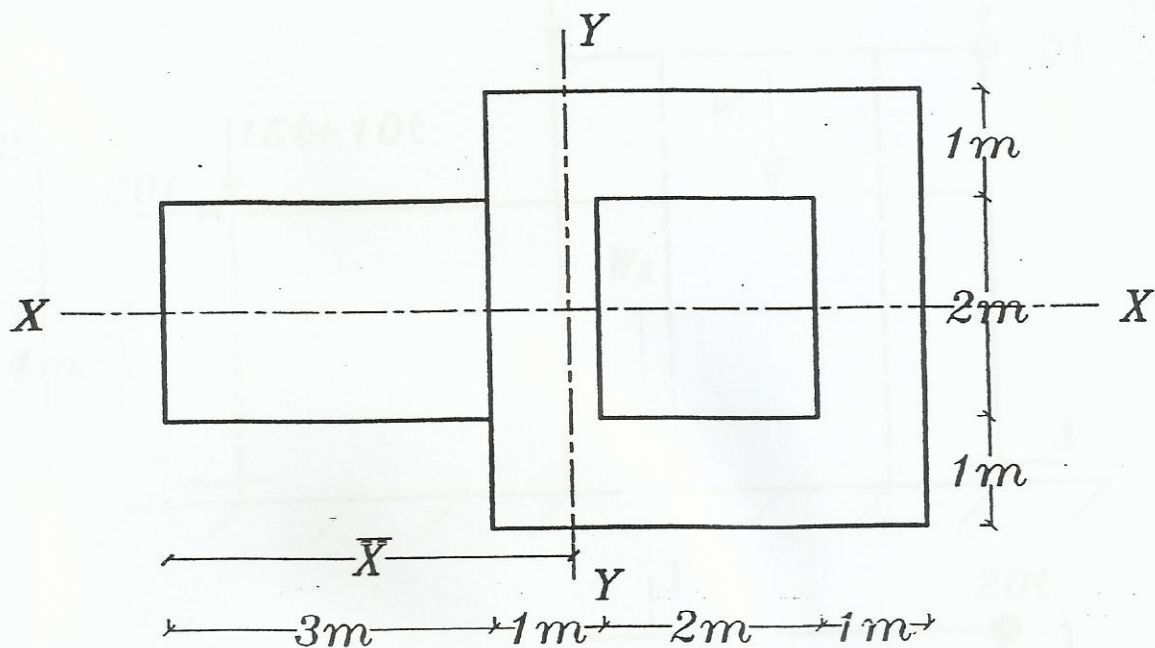


$$\gamma_{R.C} = 2.5t/m^3$$



For sec A - A

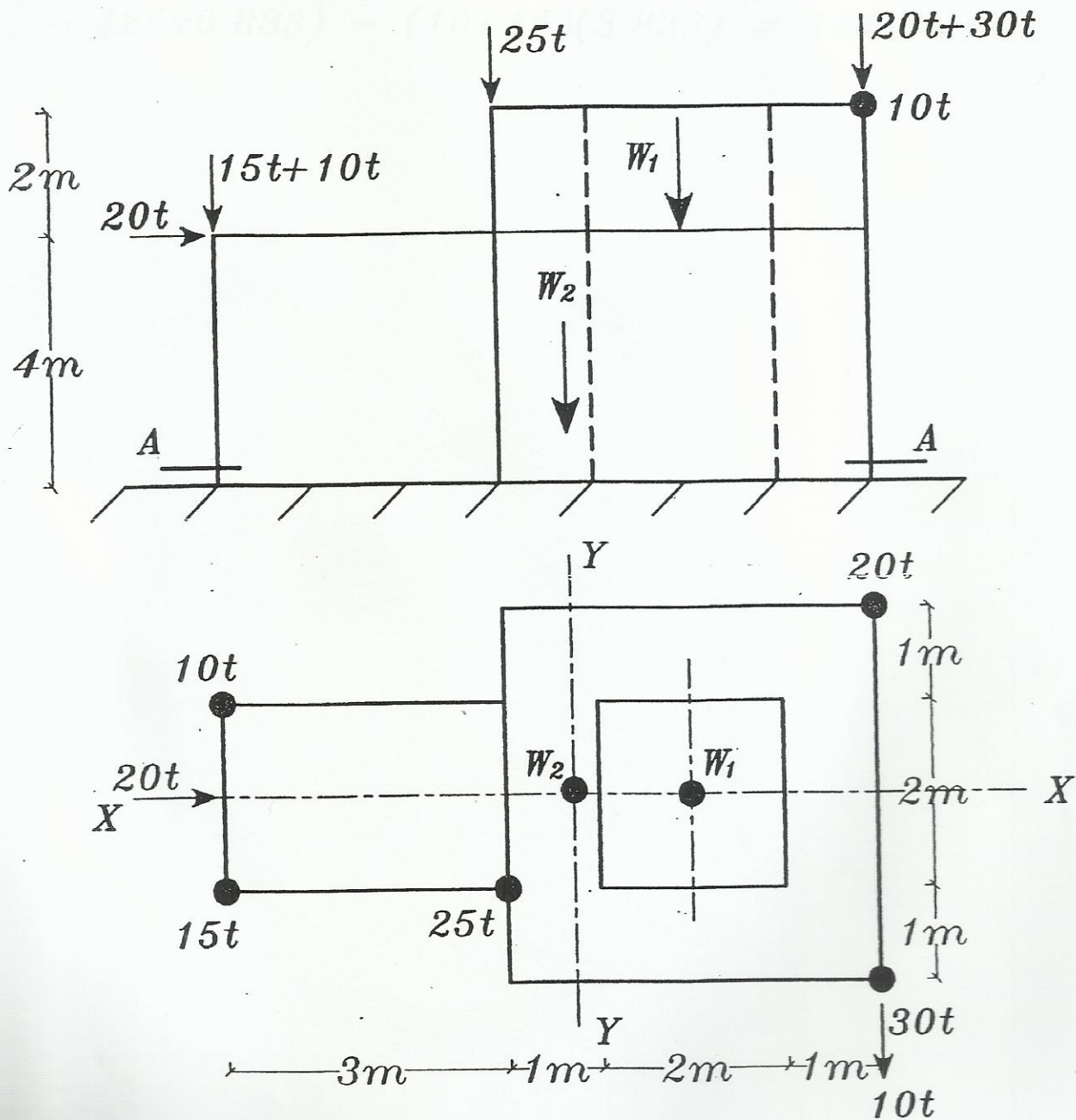
1- Properties of area



$$A = (3 \times 2) + (4 \times 4 - 2 \times 2) = 18 \text{ m}^2$$

$$\bar{X} = \frac{(3 \times 2)(1.5) + (4 \times 4)(5) - (2 \times 2)(5)}{18} = 3.833 \text{ m}$$

## 2- Straining actions



$$W_1 = (4 \times 4 - 2 \times 2) (2) (2.5) = 60 \text{ t}$$

$$W_2 = (18) (4) (2.5) = 180 \text{ t}$$

$$N = 10 + 15 + 25 + 30 + 20 + W_1 + W_2$$

$$= 340 \text{ t (Comp. )}$$

$$M_x = (15 \times 1) + (25 \times 1) + (30 \times 2) + (10 \times 6) - (10 \times 1)$$

$$- (20 \times 2) = 110 \text{ m.t}$$

$$M_y = (20+30)(3.167) + (W_1)(1.167) + (20 \times 4)$$

$$- (25 \times 0.833) - (10+15)(3.833) = 191.66 \text{ m.t} \rightarrow \rightarrow$$