R.C TANKS

(DESIGN UNCRACKED METHOD)

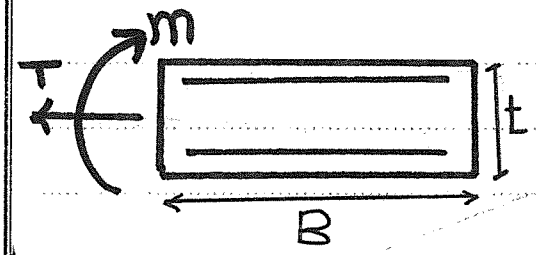
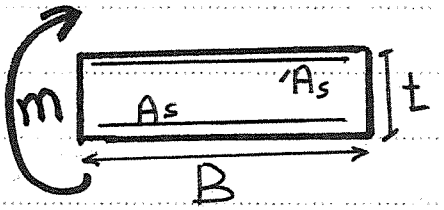
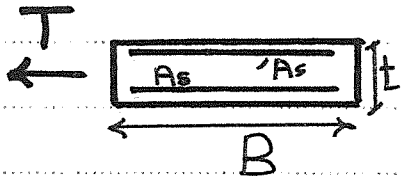
Elevated

Design

un cracked method

الهدف من الطريقة دى هو تقليل عدد وحجم الشروخ وليس منعها تمامًا

Type of section

moment + Tension [M + T]	moment only [M]	Tension only [T]
		
t not given $\therefore t_{ass} = \max \begin{cases} 0.5T + 50 \\ 50\sqrt{m} + 50 \\ \geq 200\ mm \end{cases}$	t not given $\therefore t_{ass} = 50\sqrt{m}$ $\geq 200\ mm$ 20 or 50 مضاعفات	If t not given $\therefore t_{ass} = 0.5T$ $\geq 200\ mm$ أنت تفرضها $\simeq$ 20 or 50 مضاعفات

Design

Check stress

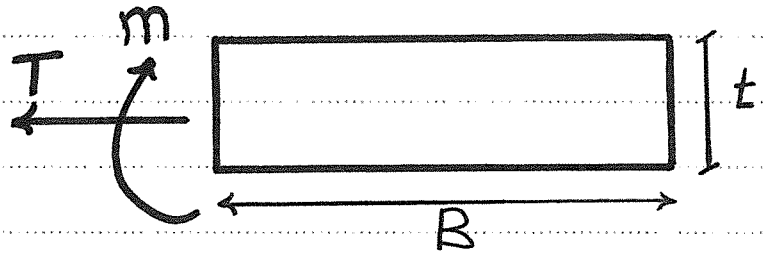
الخرسانة بتشيل شد فلازم تتأكد أن إجهاد المتولد أقل من قدرة تحمل الخرسانة في الشد عشان ميحصلش cracks

As , 'As

بعد ما تتأكد أن f_{ct} زي الفل و الإجهاد أقل من المسموح بيه لازم طبعًا تحسب حديد الجانبين As , 'As

Check stress

طبعا لو t مش معطى حضرتك تفرضها من القانون زي ما علمتك



المعادلة العامة

$$F_{ct(N)} + F_{ct(m)} \leq F_{ALL}$$

اجهاد الشد نتيجة Normal Force

$$F_{ct(N)} = \frac{T^{KN} * 1000}{B_{mm} * t_{mm}} = \leftarrow N/mm^2$$

$$F_{ct(m)} = \frac{m^{KN.m} * 10^{6} * \frac{t^{mm}}{2}}{\frac{{}^{mm}t^3 * B^{mm}}{12}} = \leftarrow N/mm^2$$

$$\frac{m}{I} * y$$

$$F_{all} = \frac{F_{ctr}}{\eta\,\eta_1} = \frac{0.6\sqrt{F_{cu}}}{\eta_1\,\eta}$$

إيه بقى حوار η_1, η ؟ بص يا معلم ده رقم بجيبه من جدول فى الداتا شيت عن طريق حساب t_v {virtual thickness}

$$t_v = t * \left[1 + \frac{F_{ct(N)}}{F_{ct(m)}}\right]$$

جدول من {Data sheet}

لو t_v طلعت مثلاً 130 يعنى $100 < t_v < 200$ يتم أخذ $t_v = 200$ وقيمة $\eta_1\eta = 1.2$

يعنى مفيش استكمال وده كلام الدكتوور.

η_1, η	t_v
1	$t_v \leq 100$
1.2	$100 < t_v \leq 200$
1.3	$200 < t_v \leq 400$
1.4	$600 \leq t_v$

Ex: $t_v = 500$ $\therefore \eta_1\eta = 1.4$

سؤال نظرى مهم من المحاضرة ؟؟

ما هى أهمية t_v ؟؟

١- يتم أخذ تأثير size effect

٢- يتم أخذ تأثير Normal Force $F_{ct(N)}$ ← تعالى أفهمك

حساب As ; 'As

أول خطوة أنا شخصيًا بنساها هي تحويل الأحمال من working إلى ultimate.

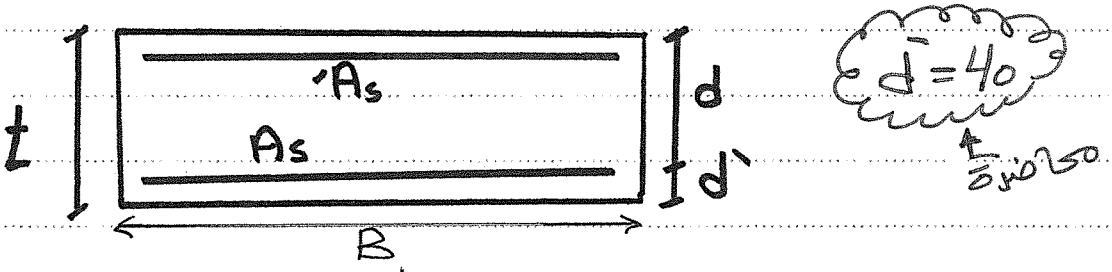
$$Tu = 1.5\ Tw$$

$$mu = 1.5\ mw$$

← يتبع الخطوة السابقة

بعد كده حساب e :-

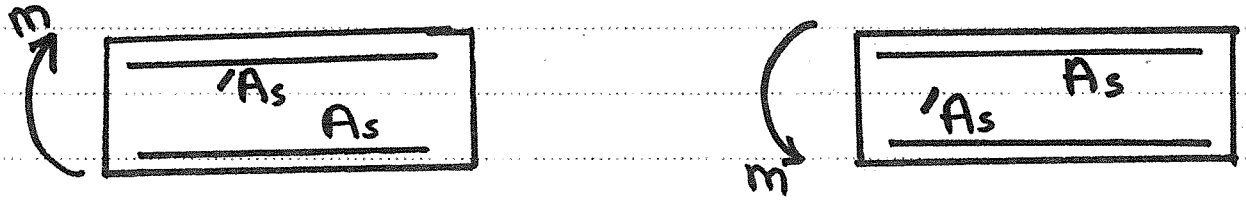
$$e = \frac{mu}{Tu} = \leftarrow m$$



Large	small
$e > \frac{d-d'}{2}$ ∴ Ms method	الإلتزام ∴ $e \leq \frac{d-d'}{2}$
$\therefore Ms = mu - Tu\left[d - \frac{t}{2}\right] = \leftarrow$ kN.m	$\therefore T_1 = \frac{Tu}{2} + \frac{mu}{d-d'} = \leftarrow$ kN
	$T_2 = \frac{Tu}{2} - \frac{mu}{d-d'} = \leftarrow$ kN
$As = \frac{Ms * 10^6}{\beta_{cr} * \frac{Fy}{\gamma s} * d * 0.95} + \frac{Tu * 10^3}{\beta_{cr} * \frac{Fy}{\gamma s}}$ ← رقم ثابت من الدكتور	$As = \frac{T_1 * 1000}{\beta_{cr} * \frac{Fy}{\gamma s}} = \leftarrow mm^2$
$\acute{A}s = \frac{0.15}{100} * B * t$	$\acute{A}s = \frac{T_2 * 1000}{\beta_{cr} * \frac{Fy}{\gamma s}} = \leftarrow mm^2$

ملحوظات هامة :-

* دائما [As ، T] هو الحديد إلى عند ذيل سهم العزم



* β_{cr} معامل تخفيض بتجيبه من جدول في Data حسب F_y ، وقطر السيخ المستخدم عشان كده في mcq هيجده #.

جدول (٤-١٥) إجهادات تشغيل الصلب ومعاملات خفض إجهادات خضوع الصلب β_{cr} التي تستوفى شروط حالة حد التشرخ للصلب عالي المقاومة ذي النتوءات

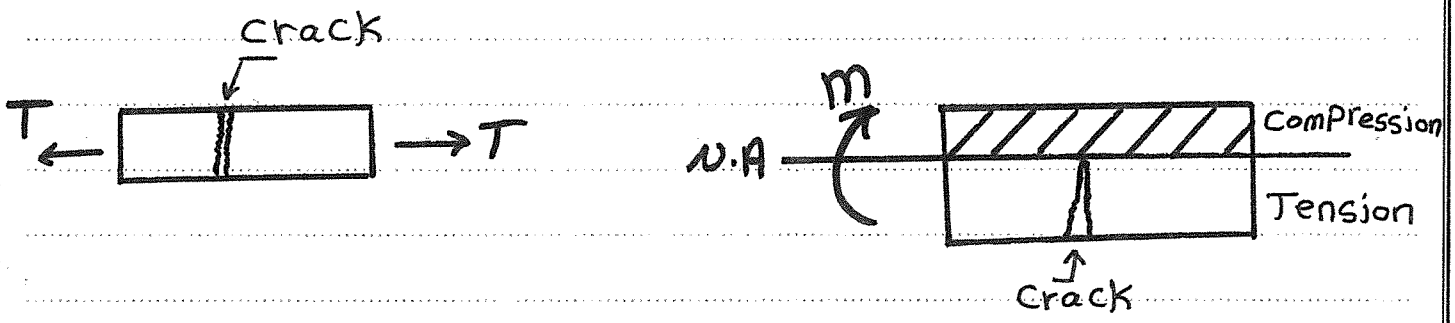
إجهاد تشغيل الصلب ن/مم²	β_{cr}		أسطح شد القسم الأول	أسطح شد القسم الثاني	أسطح شد القسمين الثالث والرابع
	صلب 350	صلب 420	قطر السيخ مم	قطر السيخ مم	قطر السيخ مم
220	1.00	0.92	18	16	10
200	0.93	0.83	22	20	12
180	0.85	0.75	25	22	18
160	0.75	0.67	32	25	22
140	0.65	0.58	---	28	28
120	0.56	0.50	----	-----	32

* الدكتور بيحب أي حديد محسوب لا يقل عن $A_{s\,min}$

$$A_{s\,min} = \frac{0.15}{100} * B * t$$

لو تلاحظ في معادلة t_v أنه تتناسب طردي مع $F_{ct(N)}$

وعكسي مع $F_{ct(M)}$ تعرف ليه ؟؟



لو القطاع معرض لعزم فقط ففيه جزء ضغط وجزء شد وبينهم فاصل

هو N.A يبقى كده الشرخ لما يتولد آخره هيقف عند N.A

لو القطاع معرض لقوة شد فبكده كل القطاع شد يعني الشرخ هيكمل

للنهاية وينهار القطاع بدون وقوف.

دلوقتي حضرتك فهمت من الأسوأ في التأثير 😉

IF

$F_{ct(N)} + F_{ct(M)} \leq F_{all}$ ok

$F_{ct(N)} + F_{ct(M)} > F_{all}$ not ok

Increase thickness ↵

طبعاً أنت مش محتاج تعرف أنه لو القطاع معرض إلى:-

Tension only [T] moment only [M]

$\therefore F_{ct(M)} = 0$ $\therefore F_{ct(N)} = 0$

* طبعًا أنت مش محتاج تعرف أنه في حالة :.

Tension only
$mu = oo$

$$\therefore T_1 = T_2 = \frac{Tu}{2}$$

$$\therefore As = \acute{A}s = \frac{Tu/2}{\beta_{cr} \frac{Fy}{\gamma_s}}$$

moment only
$Ju = oo$

$$\therefore As = \frac{mu * 10^6}{\frac{Fy}{\gamma_s} \beta_{cr} 0.95 d}$$

$$\acute{A}s = \frac{0.15}{100} * B * t$$

سؤال

الخرسانة في الخزانات بصمها أنها تشيل شد طب ليه بحط حديد؟

في حالة لا قدر الله الأحمال زادت وحدث شرخ لو مفيش حديد الخزان هينهار لكنه لو فيه حديد هيقفل الشرخ .أي نعم ممكن تشوية تسريب وعندي فرصة أعمل صيانة لكنه مفيش إنهيار.

لو عندي مساحة حديد مثلاً $1000\ mm^2$ أختار 9 #12 ولا 5 #16 ؟؟

← يفضل اختيار عدد الأسياخ الأكتر ليه بقى ؟؟

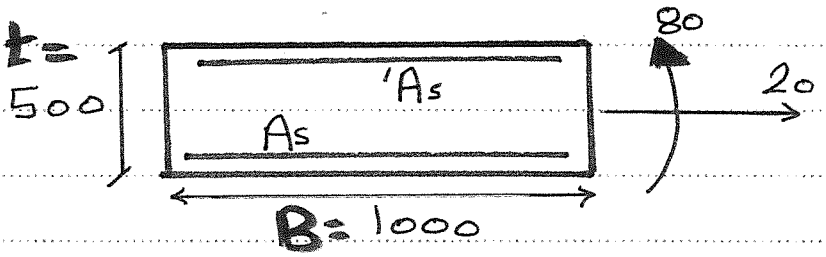
لما يكون عدد الأسياخ كتير فإن المساحة السطحية تكون أكبر وده أفضل عشان الإجهاد إلى هينتقل للخرسانة هيقل عشان المساحة السطحية إلى بينتقل خلالها أكبر وبكده cracks تقل.

Example:-1

Given:- $M_w = 80\ kN.m$ $T_w = 20\ kN$

$F_{cu} = 30\ mPa$ St 420

Req:-
1- check tensile stress
2- A_s, $'A_s$



هنا معطى ts يبقى حضرتك هتعمل check عليها بس.

1- $F_{ct(w)} = \frac{T * 1000}{B * t} = \frac{20 * 1000}{500 * 1000} = \boxed{0,04}\ N/mm^2$

2- $F_{ct(m)} = \frac{M * 10^6 * t/2}{\frac{B * t^3}{12}} = \frac{80 * 10^6 * \frac{500}{2}}{\frac{500^3 * 1000}{12}} = \boxed{1,92}\ N/mm^2$

$F_{ct(w)} + F_{ct(m)} = 0,04 + 1,92 = 1,96\ N/mm^2$

$F_{ALL} = \frac{0.6\sqrt{F_{cu}}}{\eta_1 \eta}$

دلوقتي عشان نحسب $\eta_1 \eta$ لازم حساب t_v.

$t_v = t\left[1 + \frac{F_{ct(w)}}{F_{ct(m)}}\right] = 500\left[1 + \frac{0,04}{1.92}\right] = 510\ mm$

$t_v = 510 \simeq 600$ يقرب لأقرب رقم موجود في الجدول

$\therefore \eta_1 \eta = 1.4$ $\therefore F_{all} = \frac{0.6\sqrt{30}}{1.4} = 2,34 > F_{act}$

OK

حساب الحديد يا وحش وأوعى تنسى تحول {ultimate}

$T_u = 1.5\ T_w = 1.5 * 20 = 30\ kN$

$m_u = 1.5\ m_w = 1.5 * 80 = 120\ kN.m$

$e = \frac{m_u}{T_u} = \frac{120}{30} = 4m > \frac{d-d'}{2}$ ∴ Large ∴ M_s

ملحوظة :- $d' = 40\ mm$ محاضرة

$\therefore m_s = m_u - T_u\left[d - \frac{t}{2}\right] = 120 - 30[0.46 - 0.25] = 113.7\ kN.m$

الوحدات في المعادلات دي kN.m ركززز

$$A_s = \frac{m_s * 10^6}{\frac{F_y}{\gamma_s} * \beta_{cr} * 0.95 * d} + \frac{T_u * 10^3}{\frac{F_y}{\gamma_s} * \beta_{cr}}$$

assume #12 ∴ $\beta_{cr} = 0.83$

$$\therefore A_s = \frac{113.7 * 10^6}{\frac{420}{1.15} * 0.83 * 0.95 * 460} + \frac{30 * 10^3}{\frac{420}{1.15} * 0.83} = 957.3\ mm^2 = 9\#12$$

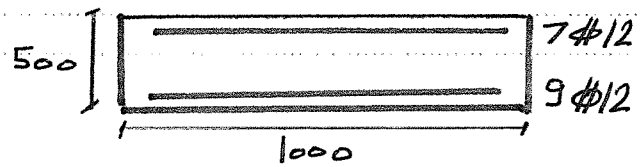
جد١ جد٢ ٢٥٩٥

Check $A_{s\,min}$

$$A_{s\,min} = \frac{0.15}{100} * B * t \quad (B = 1000,\ t = 500) = 750\ mm^2 = 7\#12$$

$A_s > A_{s\,min}$ ∴ OK ∴ $A_s = 9\#12$

$A_s = A_{s\,min} = 7\#12$ #



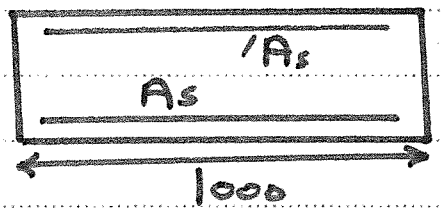
Example :- 2

given :- $m_w = 10\ kN.m$ $T_w = 50\ kN$

$F_{cu} = 30$ st 420

Req :- A_s, $'A_s$

لازم تعمل Check stress زي المحاضرة حتى لو مطلبوش، اعملك يا وحش # ok و هيطلع



1- $m_u = 1.5\ m_w = 1.5 * 10 = 15\ kN.m$

2- $T_u = 1.5\ T_w = 75\ kN$

3- $e = \frac{m_u}{T_u} = 0.2\ m$ — $\frac{d-d'}{2} = \frac{460-40}{2} = 210\ mm = 0.21\ m$

$\therefore e < \frac{d-d'}{2}$ $\therefore$ small $\therefore$ انتزاليه

$$T_1 = \frac{T_u}{2} + \frac{m_u}{d-d'} = \frac{75}{2} + \frac{15}{0.46-.04} = 73.2\ kN$$

$$T_2 = \frac{T_u}{2} - \frac{m_u}{d-d'} = \frac{75}{2} - \frac{15}{0.46-.04} = 1.8\ kN$$

$T_1 + T_2 = T_u$ لازم يكون

$$A_{s\,min} = \frac{0.15}{100} * B * t = 750\ mm^2$$ (B = 1000, t = 500)

$$A_s = \frac{T_1 * 10^3}{\beta_{cr} \frac{F_y}{\gamma_s}}$$ ass #12 $\therefore \beta_{cr} = 0.83$

$$\therefore A_s = \frac{73.2 * 10^3}{0.83 * \frac{420}{1.15}} = 241 < A_{s\,min}$$

$\therefore A_s = A_{s\,min} = 750$

$$A_s = \frac{T_2 * 1000}{\beta_{cr} \frac{F_y}{\gamma_s}} = \frac{1.8 * 1000}{0.83 * \frac{420}{1.15}} = 5.93 < A_{smin}$$

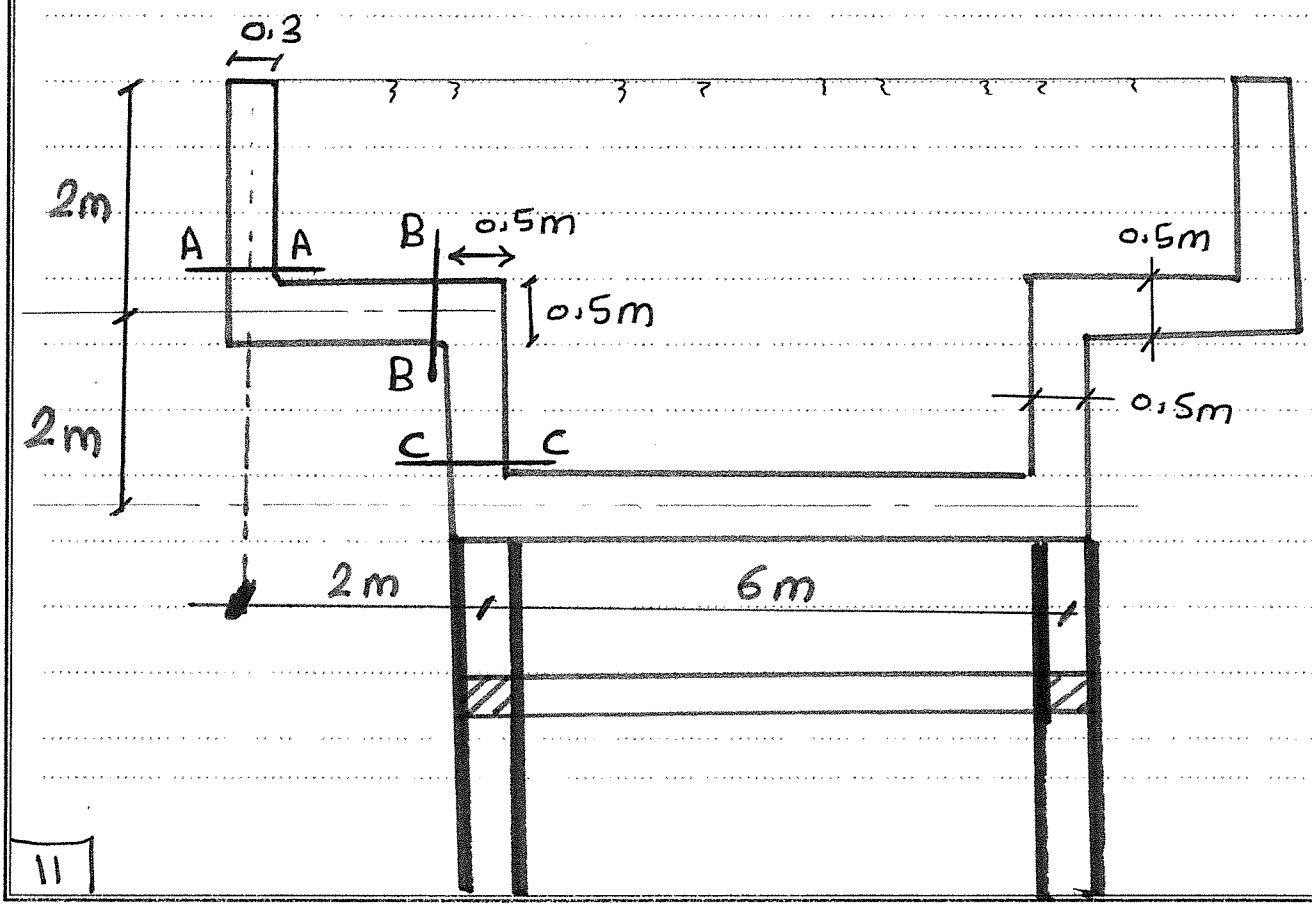
$\therefore A_s = A_{smin} = 750$

دى مسألة امتحان كل فكرتها أنه لو حد سئل يحسب Asmin هيلبس فى الحيطة .

تعالى بقى خد مسألة هيدروليك مع استراكشى مع خرسانة حلها .

For shown elevated Tank . Design sections [A-A , B-B, C-C]

Consider :- $F_{cu} = 30$ st 420 $\gamma_w = 10 kN/m^3$



المسألة دى ممكن تكون مش وقتها دلوقتى بس سهلة

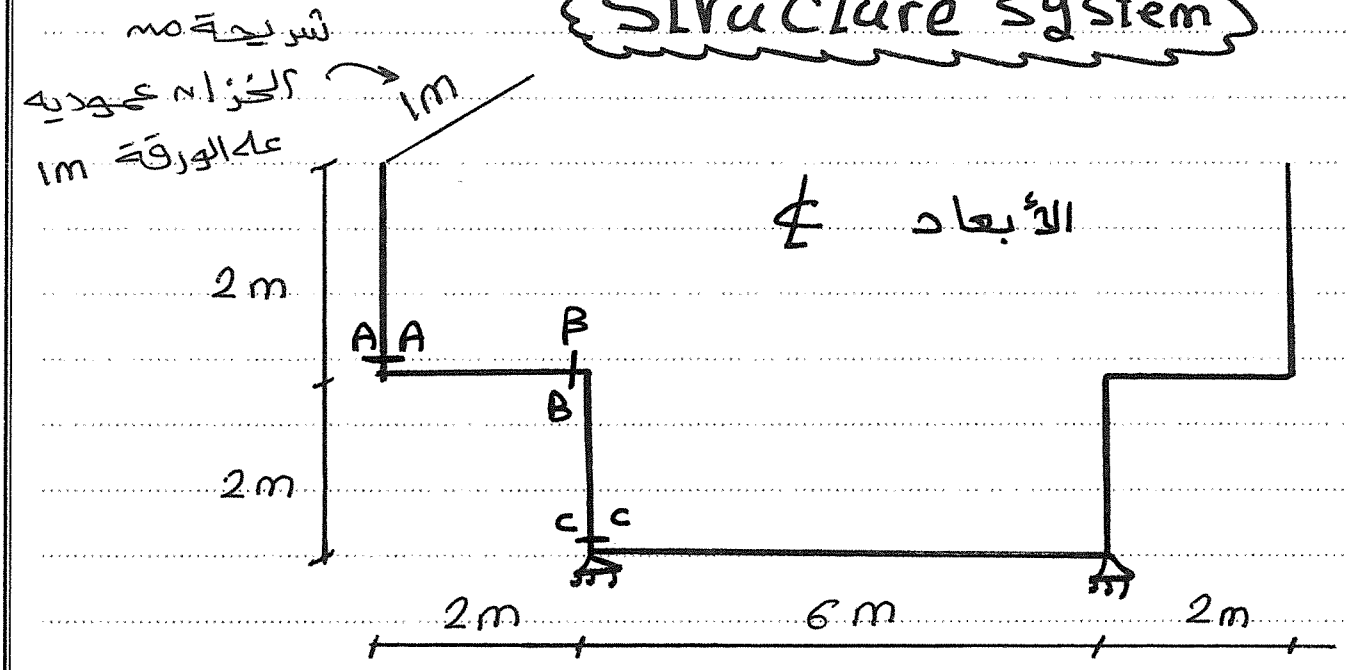
هشرحهالك .

أولاً فى elevated Tank بنشتغل على الأبعاد ℄ فى

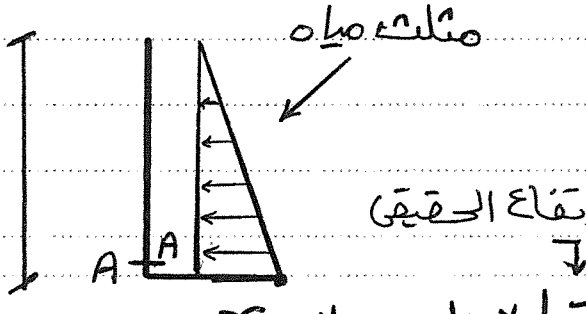
شكل structure لكن أحمال المياه بنشتغل على system

ارتفاع المياه الحقيقى هتعرف كل ده بالتفصيل فيما بعد

Structure system

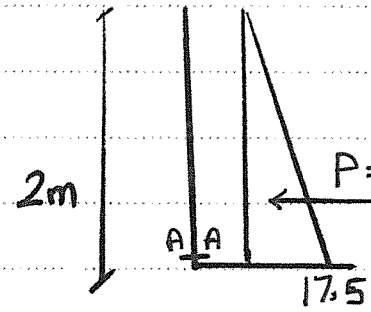


Loading sec A-A



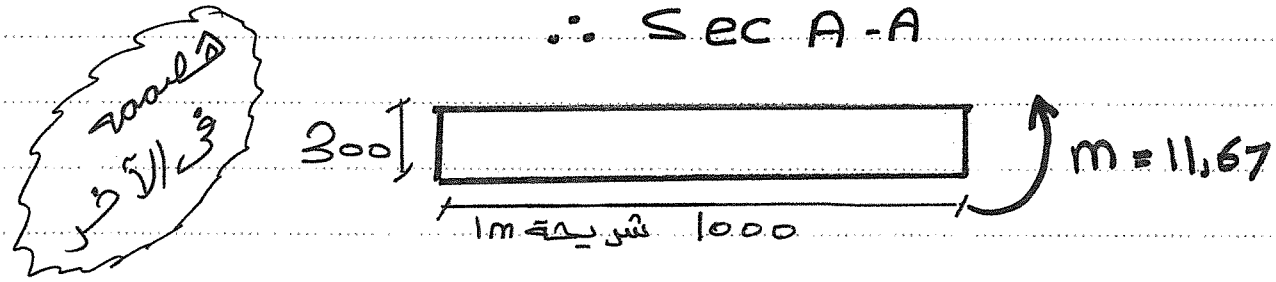
$\gamma w * hw = 10 * 1.75 = 17.5 \ KN/m^2$

زى ما أنت شايف مثلث المياه ارتفاعه
هو الإرتفاع ℄
لكن قاعدته استخدمت
فى حسابها ارتفاع المياه الحقيقى



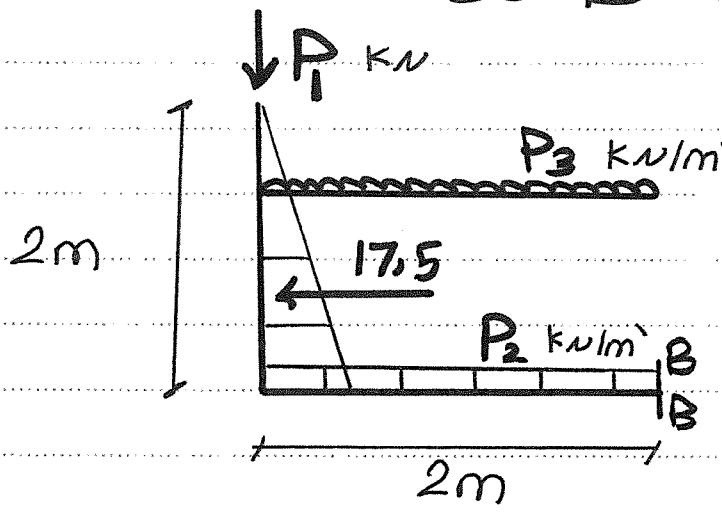
$$M_{A-A} = 17.5 * \frac{2}{3} = 11.67\ kN.m$$

∴ Sec A-A



هتعمله فى الآخر

Sec B-B



شريحة

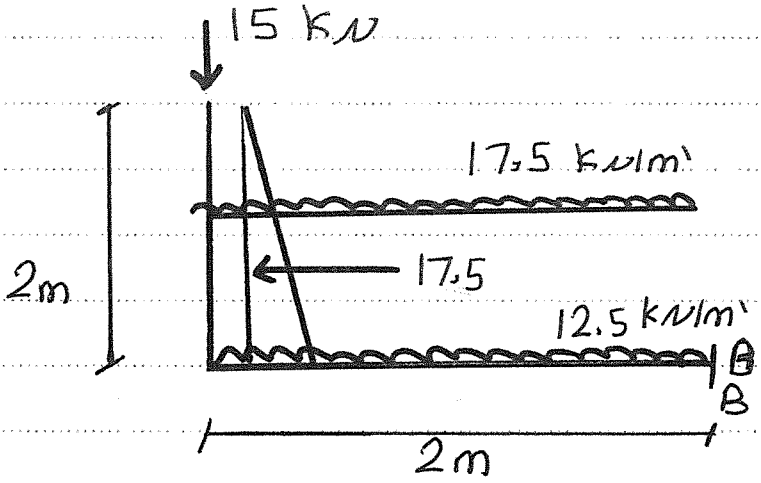
P_1 = وزن الحائط = $b_{wall} * h_{wall} * \gamma_c * 1m$
الرأسى

$= 0.3 * 2 * 25 * 1 = \boxed{15}$ kN

P_2 = وزن الحائط الأفقى = $\frac{b_{wall} * L_{wall} * \gamma_c * 1m}{L_{wall}}$

$= 0.5 * 25 * 1 = \boxed{12.5}$ kN/m'

P_3 = وزن المياه = $h_{water} * \gamma_w = 10 * 1.75 = \boxed{17.5}$ kN/m'
*1m
الإرتفاع الحقيقى



$$M_{B-B} = 17.5 * \frac{2}{3} + 15 * 2 + 12.5 * 2 * 1 + 17.5 * 2 * 1$$

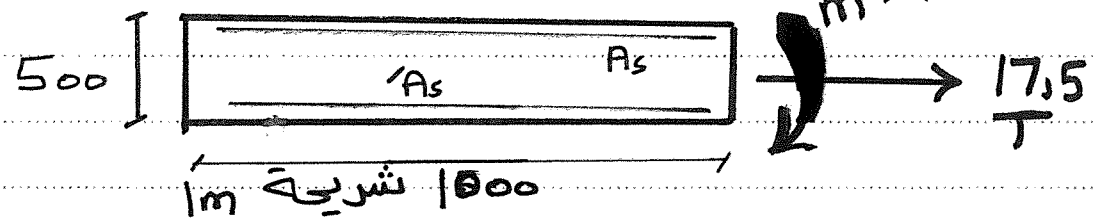
$$= 101.67 \text{ kN.m}$$

أنت حسبت العزم بس خلي بالك قطاع B-B معرض

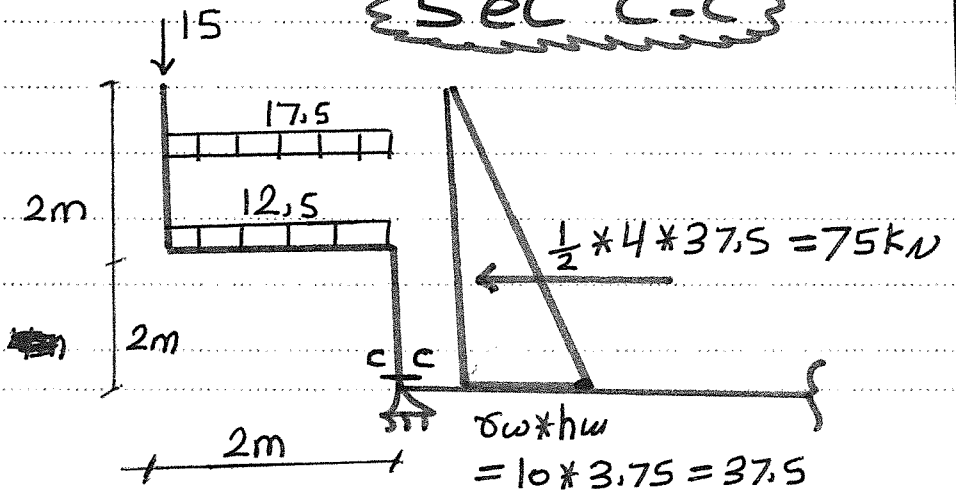
إلى Normal Force و Tension حيث 17.5 بتساوي

خدها قاعدة shear على الحوائط بيكون Tension على البلاطة

Sec B-B

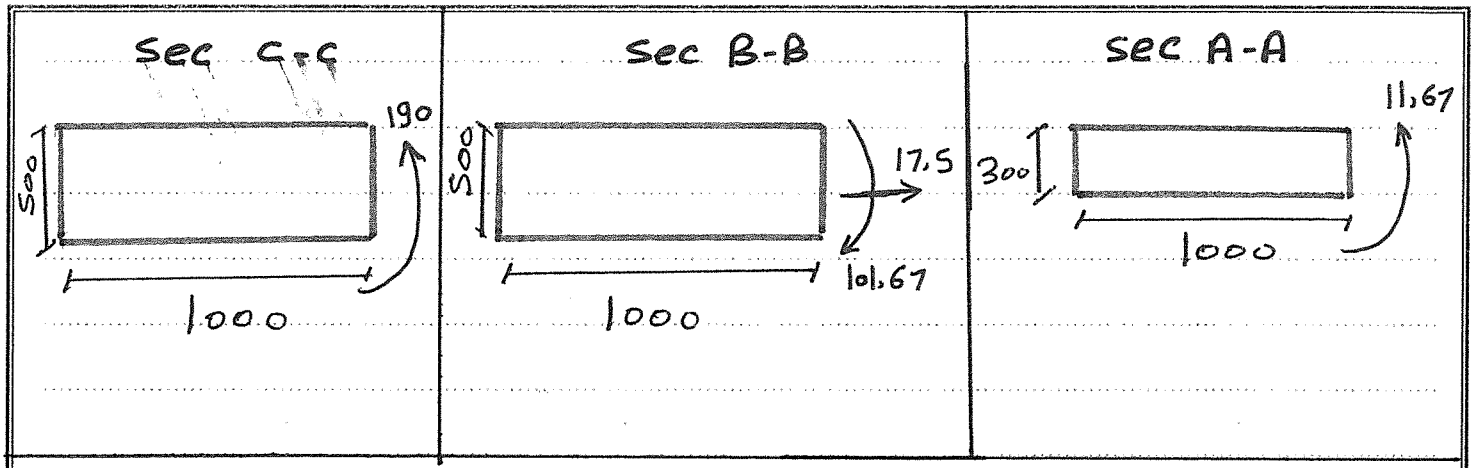


Sec C-C



$$M_{C-C} = 15 * 2 + 12.5 * 2 * 1 + 17.5 * 2 * 1 + 75 * \frac{4}{3}$$

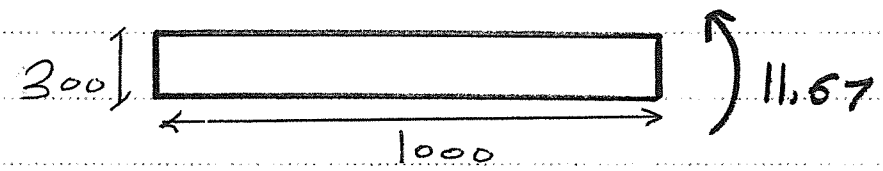
$$= 190 \text{ kN.m}$$



دلوقتي عندك ثلاثة مسائل أنا هحل قطاع A-A وأنت اتعامل في الباقي. فيه بس حاجة هينفعوك بعدين :-

١- لا يتم أخذ قوى الضغط في الإعتبار في الخزانات لذلك قطاع الحائط يصمم على عزم فقط مثل sec A-A , C-C

٢- قوة الـ shear على الحوائط هي الشد على البلاطات لذلك أي قطاع في بلاطة يصمم على [m, T] مثل sec B-B



$F_{ct(v)} = Zero$

$$F_{ct(m)} = \frac{11.67 * 10^6 * \frac{300}{2}}{\frac{300^3 * 1000}{12}} = 0.778 \ N/mm^2$$

$$F_{all} = \frac{0.6\sqrt{30}}{\eta_1 \eta} \quad . \Leftrightarrow \quad t_v = t\left[1 + \frac{F_{ct(v)}}{F_{ct(m)}}\right] = 300 * \left[1 + \frac{00}{0.778}\right]$$

$$= 300 \quad \therefore \eta_1 \eta = 1.3$$

$\therefore F_{all} = \frac{0.6\sqrt{30}}{1.3} = 2,52 \text{ N/mm}^2 > F_{act}$ ok

$A_s, {}'A_s$

$mu = 1,5\, mw = 1.5 * 11,67 = 17.5 \text{ kN.m}$

$Ju = oo$

$\therefore A_s = \frac{mu * 10^6}{\frac{Fy}{\gamma_s} * \beta_{cr} * 0,95 * d}$ ass $\#12$ $\therefore \beta_{cr} = 0,83$

$\therefore A_s = \frac{17.5 * 10^6}{\frac{420}{1,15} * 0.83 * 0.95 * 260} = 233.8 \text{ mm}^2$

$A_{s\,min} = \frac{0.15}{100} * B * t = 450 \text{ mm}^2 > A_s$

$B \to 1000$ $t \to 300$

$\therefore A_s = {}'A_s = A_{s\,min} = 450 \text{ mm}^2 = 5\#12/m'$

Example 4:- For the shown ground tank

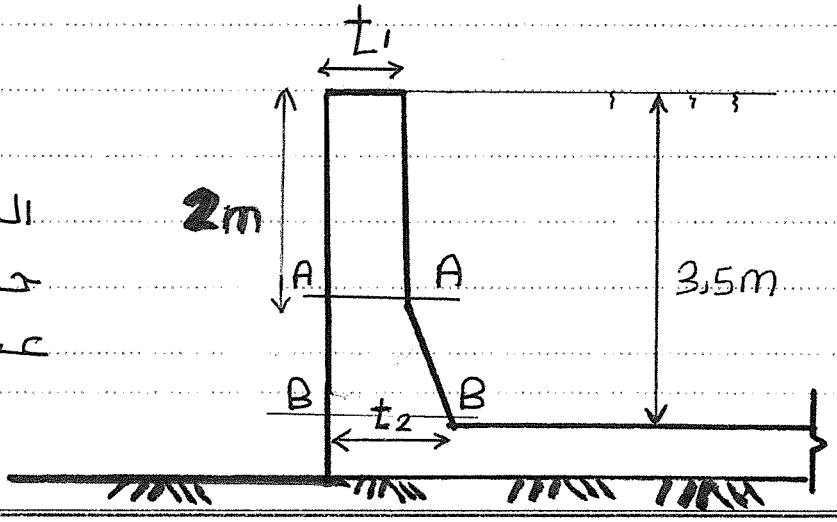
calculate t_1, t_2, A_s, ${}'A_s$ $F_{cu} = 30$ $F_y = 350$

الأبعاد في ground tank

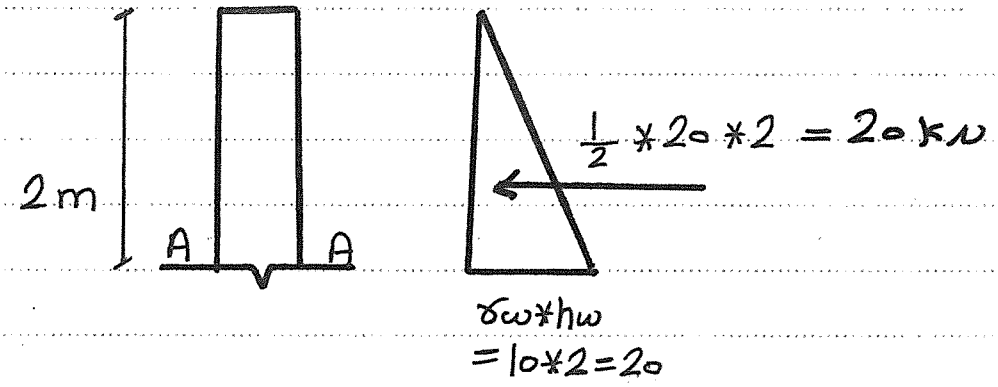
الداخلية وليس ℄ دى

حاجة اعرفها دلوقتى

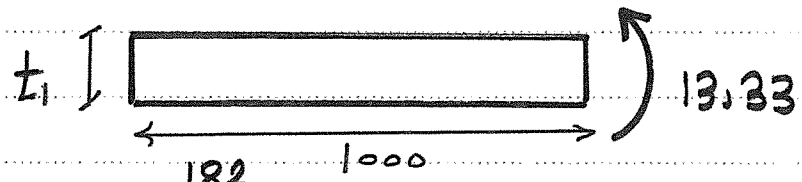
عشان لما نوصلها.



Sec A-A



$$m_{A-A} = 20 * \frac{2}{3} = 13.33\ kN.m$$



$$t_{ass} = 50\sqrt{m} = 50\sqrt{13.33} = [redacted] \simeq 200\ mm$$

182

$$F_{ct(u)} = 00 \quad \text{مضيش شد}$$

$$F_{ct(m)} = \frac{13.33 * 10^6 * \frac{200}{2}}{\frac{200^3 * 1000}{12}} = 2\ N/mm^2$$

$$F_{all} = \frac{0.6\sqrt{30}}{\eta_1 \eta_2} = 2.73 > F_{act} \quad OK$$

$\eta_1 \eta_2 = 1.2$

لذا يزيد t أي تزيد قوتها check تحمل عليها

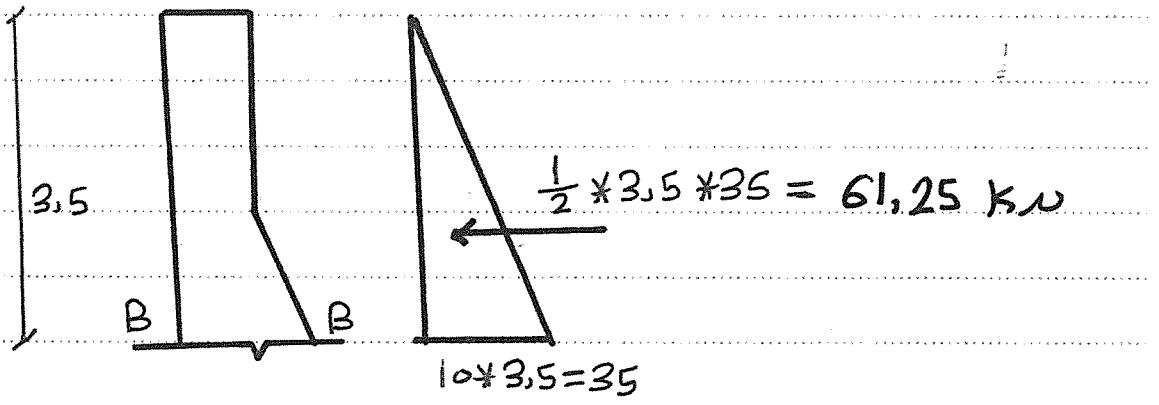
$$m_u = 1.5 * 13.33 = 20\ kN.m$$

$$A_s = \frac{m_u * 10^6}{\frac{F_y}{\gamma_s} * \beta_{cr} * 0.95 d} = \frac{20 * 10^6}{\frac{350}{1.15} * 0.93 * 0.95 * 160}$$ ass #12

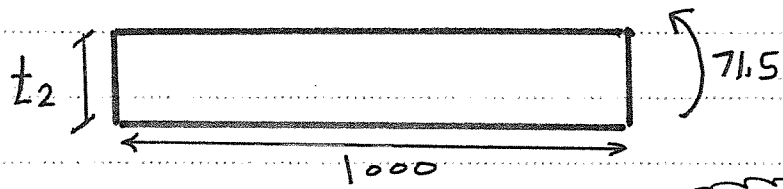
$$= 465\ mm^2 = 5\#12/m' > A_{smin} \quad OK$$

$$A_s = A_{smin} = \frac{0.15}{100} * \frac{B}{1000} * t = 300 = 5\#10/m'$$

Sec B-B



$$mB\text{-}B = 61.25 * \frac{3.5}{3} = 71.5 \ kN.m$$



$$t_{ass} = 50\sqrt{m} = 50\sqrt{71.5} = 422 \simeq 440 \ mm$$

مضاعفات 20، 50

$$Fct(N) = \text{zero}, \quad Fct(m) = \frac{71.5 * 10^6 * \frac{440}{2}}{\frac{440^3 * 1000}{12}} = 2,21 \ N/mm^2$$

$$Fall = \frac{0.6\sqrt{30}}{1.4} = 2,34 > Fact \quad \text{ok safe}$$

ف mcq هيكون معطى (t) لا تقلقه

As :-

$$mu = 1.5 * 71.5 = 107,25 \ kN.m$$

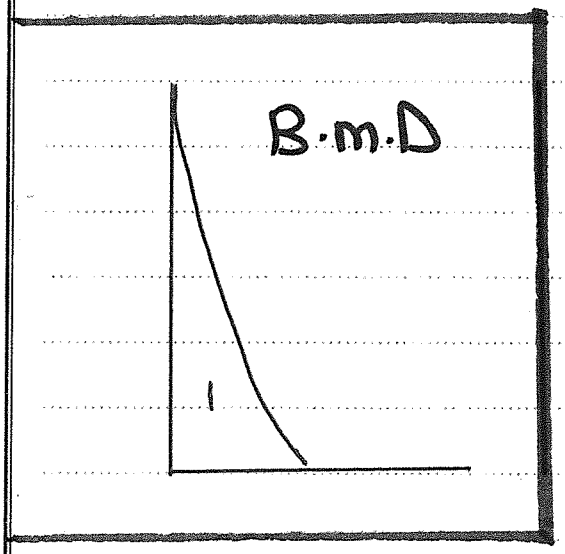
$$As = \frac{107.25 * 10^6}{\frac{350}{1.15} * Bar * 0.95 * 410} = 1065 = 6 \#16 \ /m$$

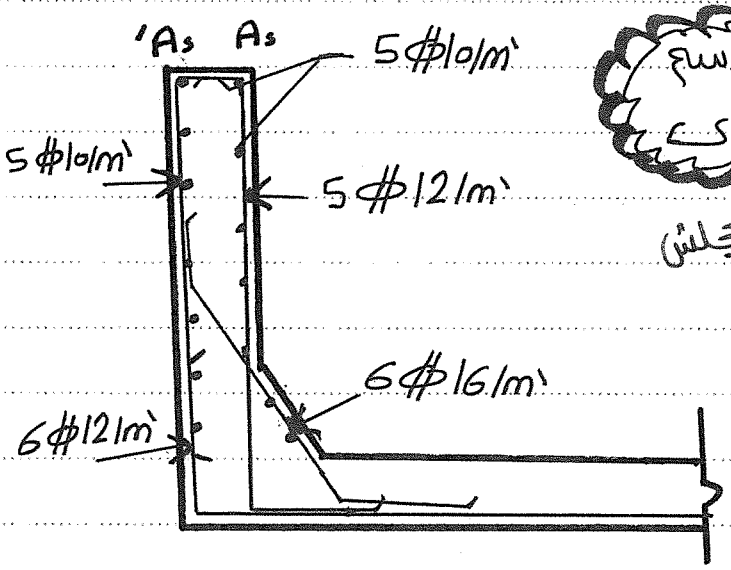
$\#16 \rightarrow 0.85$

> Asmin ok

$$'A_s = A_{smin} = \frac{0.15}{100} * B * t = 675 = 6\#12/m'$$

ل 1000 — ط 450





شد2 الرسم لسه جاى متستجلش

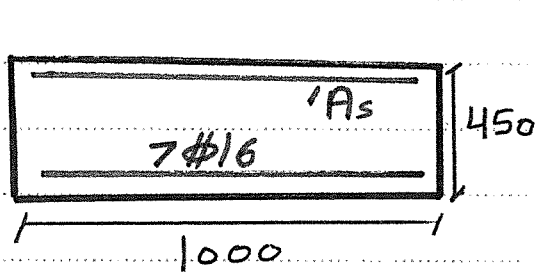
الحديد الرئيسى دائماً فى جهة العزم #

أفكار مهمة جداً جداً ← محاضرة mid وهوين

given :-

$T_w = 80\ KN$ ←

$F_{cu} = 30$ $F_y = 420$ ←



Req :- mw , 'As المطلوب

فكرة المسألة هو حساب mw من طريقين :-

1- Tensile stress

2- الحديد الرئيسى المحطط

واختيار العزم الأقل منهم طبعاً بعد كده نحسب 'As

$$F_{ct(N)} = \frac{T_w * 10^3}{B * t} = \frac{80 * 1000}{1000 * 450} = 0.178\ N/mm^2$$

$$F_{ct(m)} = \frac{mw * 10^6 * \frac{t}{2}}{\frac{t^3 * B}{12}} = \frac{mw * 10^6 * \frac{450}{2}}{\frac{450^3 * 1000}{12}} = 0,029\ mw$$

$$F_{ct(v)} + F_{ct(m)} = 0,178 + 0,029\ mw$$

$$F_{all} = \frac{0,6\sqrt{30}}{1,4 \text{ (1.4 ↵)}} = 2,34\ N/mm^2$$

$$F_{ct(v)} + F_{ct(m)} = F_{all}$$

$$\therefore 0,178 + 0,029 \frac{mw}{x} = 2,34$$

$$\therefore mw = 74,8\ kN.m \quad \leftarrow ①$$

تعالى بقى نحسبه mw من الجديد.

$$Tu = 1,5\ Tw = 120\ kN$$

$$mu = 1,5\ mw \rightarrow ①$$

هنا بقى السؤال أحل على أنه Large ولا small

الإجابة إفرض إلى يعجبك.

assume Large sec ∴ M_s method

$$\therefore M_s = mu - Tu\left[d - \frac{t}{2}\right]$$

$$= \left[mu - 120\left[0,41 - \frac{0,45}{2}\right]\ kN.m\right] \rightarrow ②$$

$A_s = 7\#16 = 1407\ mm^2$ $\quad \beta_{cr} = 0,75$ ↳ #16, ↳ $F_y = 420$

$$A_s = \frac{M_s * 10^6}{\frac{F_y}{\gamma_s} * \beta_{cr} * 0,95d} + \frac{Tu * 10^3}{\frac{F_y}{\gamma_s}\ \beta_{cr}}$$

$$\therefore \frac{ms * 10^6}{\frac{420}{1.15} * 0.75 * 0.95 * 410} + \frac{120 * 10^3}{\frac{420}{1.15} * 0.75} = 1407$$

$\therefore ms = 103.4\ kN.m$

بالتعويض في eq 2

$\therefore ms = mu - Tu\left[d - \frac{t}{2}\right]$

$\therefore 103.4 = mu - 120[0.41 - \frac{0.45}{2}]$ $\therefore mu = 125.6\ kN.m$

ثوانى بقى لازم نتأكد أنك Large

$e = \frac{mu}{Tu} = \frac{125.6}{80} = 1.04m > \frac{d-d'}{2}$ Large $\therefore$ ok

زى الفرض #

$\therefore mw = \frac{mu}{1.5} = \frac{125.6}{1.5} = 83.66\ kN.m$ ← خازووق

$\therefore mw = \min$ { 74.8 Tensile stress ← ; 83.66 steal }

$\therefore mw = 74.8\ kN.m$

حساب $A's$ ؟؟ اشتغل أحنا مسألة جديدة وأنت محاك m_u

$Tu = 120\ kN \Leftarrow mu = 1.5 * 74.8 = 112.2\ kN.m$

$e = \frac{mu}{Tu} = \frac{112.2}{120} = 0.935 > \frac{d-d'}{2}$ $\therefore$ Large

1000 × 450

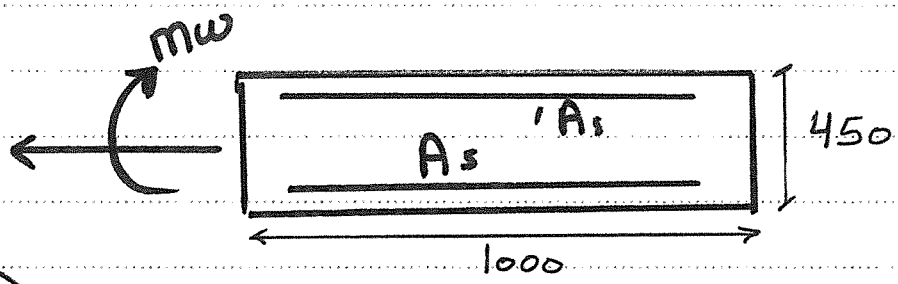
$\therefore A's = A_{s\,min} = \frac{0.15}{100} * B * t = 675\ mm^2$

6 ⌀12

لو حبينا نعدل على الفكرة إلى فاتت .

$F_y = 420$

$F_{cu} = 30$



Req : $m_w, A_s, {}'A_s$

متش معلش الحديد هنا

الفكرة هنا هتحسب m_w من Tensile stress } فقط

بعد كده هيكون بقى معانا T_w, m_w هتحسب

بقى الحديد عادى خالص .

الحل :-

$m_w = 74.8$ kN.m

Sec is Large

$m_s = 90$ kN.m

$A_s = 1281$ mm²

${}'A_s = 675$ mm²

حل أنت يا وحش ودى النواتج النهائية

دعواتكم