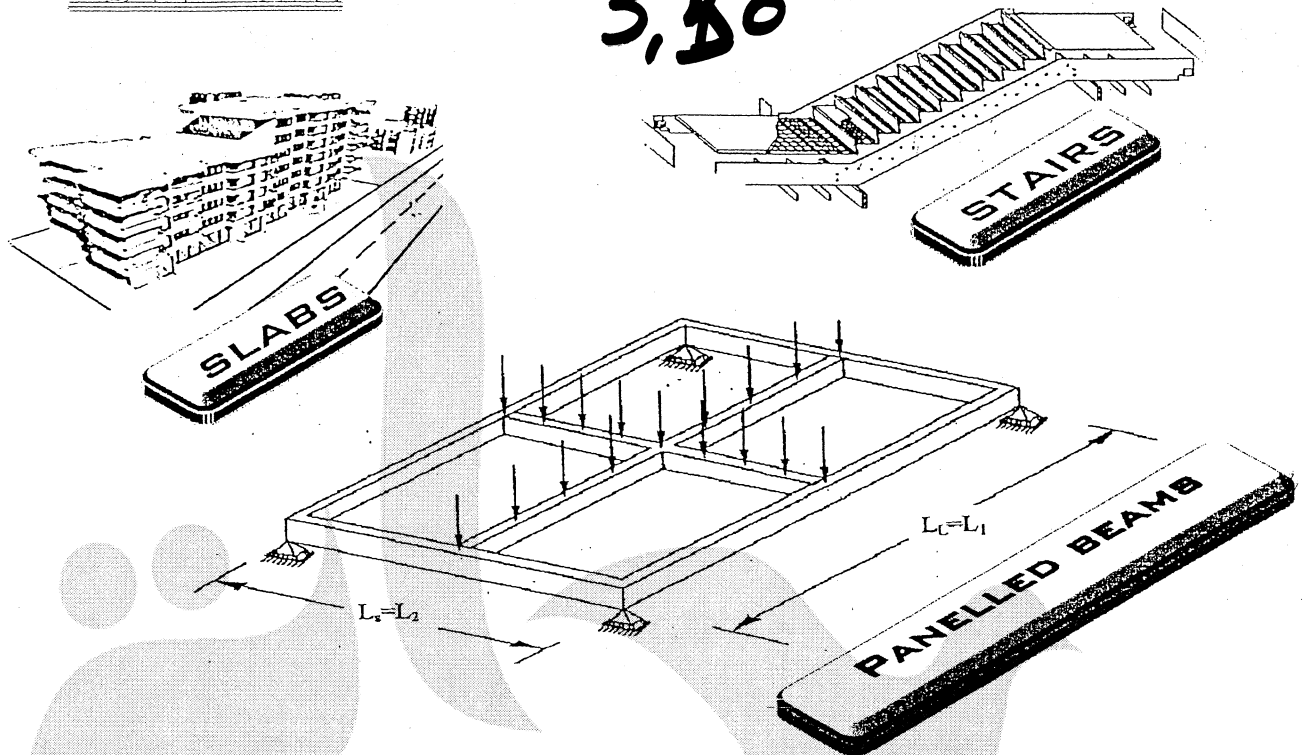


3.50

Reinforced Concrete

2012 - 2013

3.50



3rd YEAR CIVIL ENGINEERING



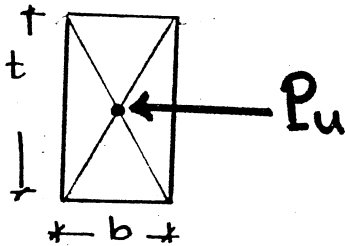
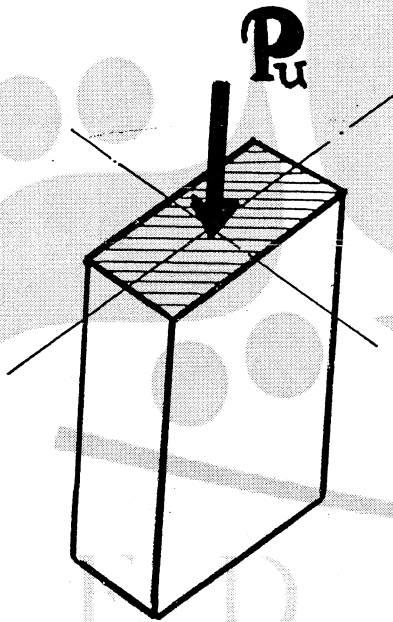
NO : 21

Analysis of sections subjected
to **M_u, P_u**

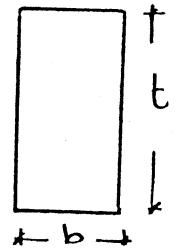
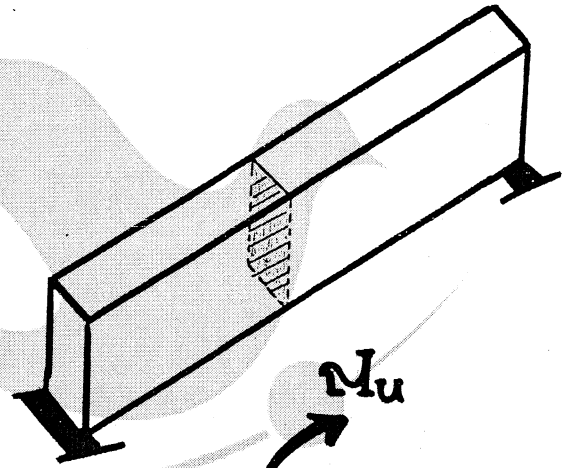
Sections subjected to Moment and Axial force

القصاصات المعرضة إلى عزوم وقوى محورية

فيما سبق درسنا ازاى نضمم قطع مستطيل عليه عزم فقط (M_u)
مثل الكمرات والبلاطات ؟ وايضا في ثمانية حدث درست كيفية
تضميم قطع عليه قوة محورية فقط (P_u) مثل الأعمدة لقصور



قطع عمود معرض لـ (P_u)
" لا يوجد عليه عزم "



" t هو ارتفاع القطع
كناضمه b في هذا
الدرس نسميه (t)

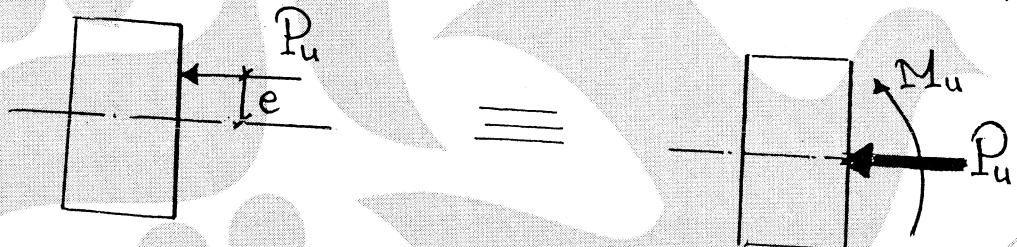
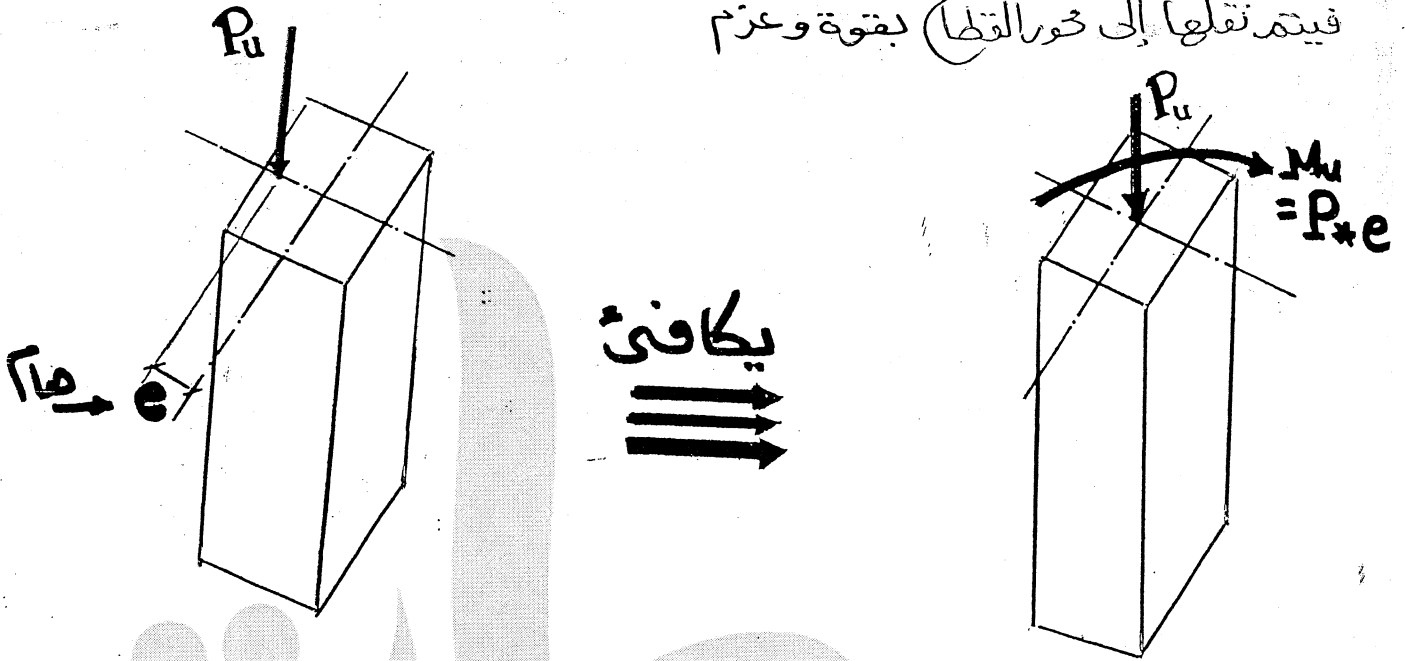
قطع كمره معرض إلى (M_u)

" لا يوجد قوة محورية "

ولكن في هذا الدرس سندرس القطاعات المعزومة للعرض (M_u) وايضاً القوى المحورية (P_u)

افهم مثال على ذلك عندما تكون القوى المحورية لا تؤثر في محور القطر مثلاً

فيتم نقلها إلى محور القطر "بقوة وعزم"



$M_u =$ مسافة الترحيل \times القوة
 $= P_u \times e$

مقدار ترحيل القوة عن:
 e

"eccentricity"
 اللامركزية

لوعاين تحسب "e"

$$e = \frac{M_u}{P_u}$$

وعند حساب (e) للتطاعات فتجد احتمالات :-

(1) عند تصميم كمرية :- $P_u = \text{Zero}$ $M_u = \checkmark$

ترحيل كبير جداً $\therefore e = \frac{M}{P} = \infty$

(2) عند تصميم عمود : $M = 0.0$ $P_u = \checkmark$

الحالة ٢ $e = \frac{M}{P} = 0.0$ معادلة تصميم العمود $P_u = 0.35 f_{cu} (b \times t) + 0.67 f_y (A_s + A_s')$

* تمديد هاليتين لقطا عليه *
قطا عليه عزم و قوة ثورية
ترحيل يبقى

$M = \checkmark$ $P = \checkmark$
 $e = \frac{M}{P} = \checkmark$

$e > t/2$

ليس قطا عليه M, P

Large ecc.

$e < t/2$

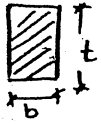
ليس قطا عليه M, P

Small ecc.

ويمكننا تصنيف القطاعات
عامة كالآت

للفور

قبل التثبيت لازم تعرف ان هناك



$$A_c = b \times t$$

$$0.04 f_{cu} A_c = "P_{min}"$$

1 قيمة لـ P_{min}

$$P \ll P_{min}$$

* منها \rightarrow اوافقك عنك عليه

اهملها واعتبه عليه M فقط P كأنه P موجود

$$0.05t = e_{min}$$

2 قيمة لـ e_{min}

$$e = \frac{M}{P} \ll e_{min}$$

* منها \rightarrow اوافقك عنك عليه

اهمل التحويل واعتبر كأنه $e=0.0$ والحمل متحمل

كده تعرف
تصنف

ملاحظة

القوة P في هذا الدرس
المقصود به **خفظ دائماً**

أفضل كوديس جراً ...

تصنيف التخطيحات

Column

$M = \text{Zero}$ \checkmark $P = \checkmark$ نقطة علىه

$$e = \frac{M}{P} = \text{Zero}$$

--- دة عدد لا يوجد به ترجيل

$M = \text{صغيرة}$ نقطة علىه ②
 $P = \checkmark$

$$e = \frac{M}{P} \leq e_{\min} = 0.05t$$

:- اهمل للترجيل واعتبره

نقطة عمود لا يوجد به ترجيل

خذ أمثلة تخطيطه

Small ecc.

$M = \checkmark$ \checkmark $P = \checkmark$ وهو نقطة علىه

$$\frac{t}{2} > e > e_{\min}$$

لكن يعني ---

لا توجد $e > e_{\min}$
صغيرة (ترجيل مفيد) $e < \frac{t}{2}$

ده نقطة Small ecc.

(القوم)

يطلق عليه

Compression Control

لأن P هنا بكلمة كبيرة ---

M هنا أقل جعل للصفا

ممكن تقول $e/t < 0.5$

Large ecc

$M = \checkmark$ \checkmark $P = \checkmark$ وهو نقطة علىه

$$P > P_{\min}$$

$$e > t/2$$

لكن

ده نقطة

Large ecc.

يطلق عليه

Tension Control

لأن M هنا بكلمة كبيرة

P هنا أقل جعل لك

ممكن تقول $e/t > 0.5$

Beam

$M = \checkmark$ ده نقطة علىه ①
 $P = 0.0$

$$e = \frac{M}{P} = \infty$$

$$e \gg t/2$$

نقطة كمره قد كمره كبير

نقطة علىه ②

$M = \checkmark$ قيمة صغيرة
 $P =$

$$e = \frac{M}{P} = \checkmark$$

لكن خطي بالك

$$P \leq P_{\min}$$

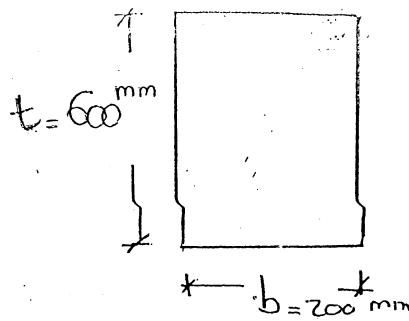
اهمل P ويغير عليه

M فقط

نقطة كمره قد كمره كبير

Examples
المف

حذف لقطاعات
التالية



للقطع العرضي

$$f_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$$

(1) $M_u = \text{Zero}$

$$P_u = 600 \text{ kN}$$

تلك الأمثلة

- $e_{min} = 0.05 \times t = 30 \text{ mm} = 0.03 \text{ m}$
- $P_{min} = 0.04 \times f_{cu} \times A_c = 0.04 \times 25 \times 200 \times 600 = 120000 \text{ N}$
 $= 120 \text{ kN} \quad 1000 \div$

$$e = \frac{M}{P} = \text{Zero}$$

Col. ده قاطع عمود

(2) $M_u = 10 \text{ kN.m}$

$$P_u = 600 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M}{P} = \frac{10}{600} = 0.016 < e_{min}$$

Col. ويعتبر قاطع عمود M وتقل e قل

(3) $M_u = 100 \text{ kN.m}$

$$P_u = 600 \text{ kN}$$

$$e = \frac{M}{P} = \frac{100}{600} = 0.16$$

Small
ecc.

$$e_{min} \downarrow 0.03 < e = 0.16 < t/2 \downarrow 0.3$$

نجد أن

-6-

(4) $M = 200 \text{ kN.m}$

$P = 200 \text{ kN}$

$$e = \frac{M}{P} = \frac{200}{200} = 1$$

large ecc. (تلا)

① $P > P_{min}$

نجدان

②

$1 \leftarrow e > t/2 \rightarrow 0.3$

(5) $M = 600 \text{ kN.m}$

$P_u = \text{Zero}$

$P < P_{min}$

$$e = \frac{M}{P} = \infty$$

Beam (تلا)

(6) $M = 600 \text{ kN.m}$

$P = 60 \text{ kN}$

$60 \leftarrow P < P_{min} \leftarrow 120$ نجدان

ای P تزل ویعتبر علی M فقط

Beam (تلا)

معاملات الأمان

شرح هأا "كلما زاد تأثير القوى المحورية (P_u) كلما كانت $e = \frac{M}{P_u}$ صغيرة $e < t/2$ "

يكون الاجراء على الحديد قليل "الشئ" بينما الضغط في الخرسانة كبير مما قد يجعل الانحراف يحدث في الخرسانة قبل الحديد (انضمار الخرسانة مفاضة)

عشان كده في درس لعمدة γ_c γ_s في الكمرات P_u صغيرة

$1.75 = \gamma_c$
 $1.34 = \gamma_s$

عشان كده $\gamma_c = 1.5$
 $\gamma_s = 1.15$

في الكمرات P_u صغيرة

* ولكن المعادلة لها علامة :

$$\gamma_c = 1.5 \left[\frac{7}{6} - \frac{e/t}{3} \right] \geq 1.5$$

$$\gamma_s = 1.15 \left[\frac{7}{6} - \frac{e/t}{3} \right] \geq 1.15$$

مع هذا الآخر ملخص الموضوع :

Column $e=0.0$	Small $e < t/2$	large $e > t/2$	Beam $e=\infty$	القطر
1.75	نغوض في المعادلة	1.5	1.5	γ_c
1.34	نغوض في المعادلة	1.15	1.15	γ_s

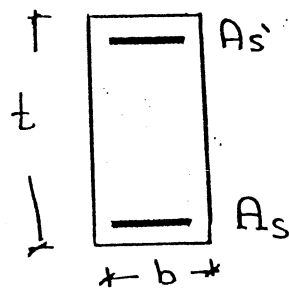
زي بعض زيكما انت حافظ

● كل الكلام لسابق كان مقدمة لفهم الموضوع

أما المسائل

هتكون في " Small or large "

① Analysis:



كل حاجة في
التحليل معطاه

معطى

مطلوب

شي مسائل ثانية مدني
شوية

M_u, P_u

② Design

M_u, P_u

معطى

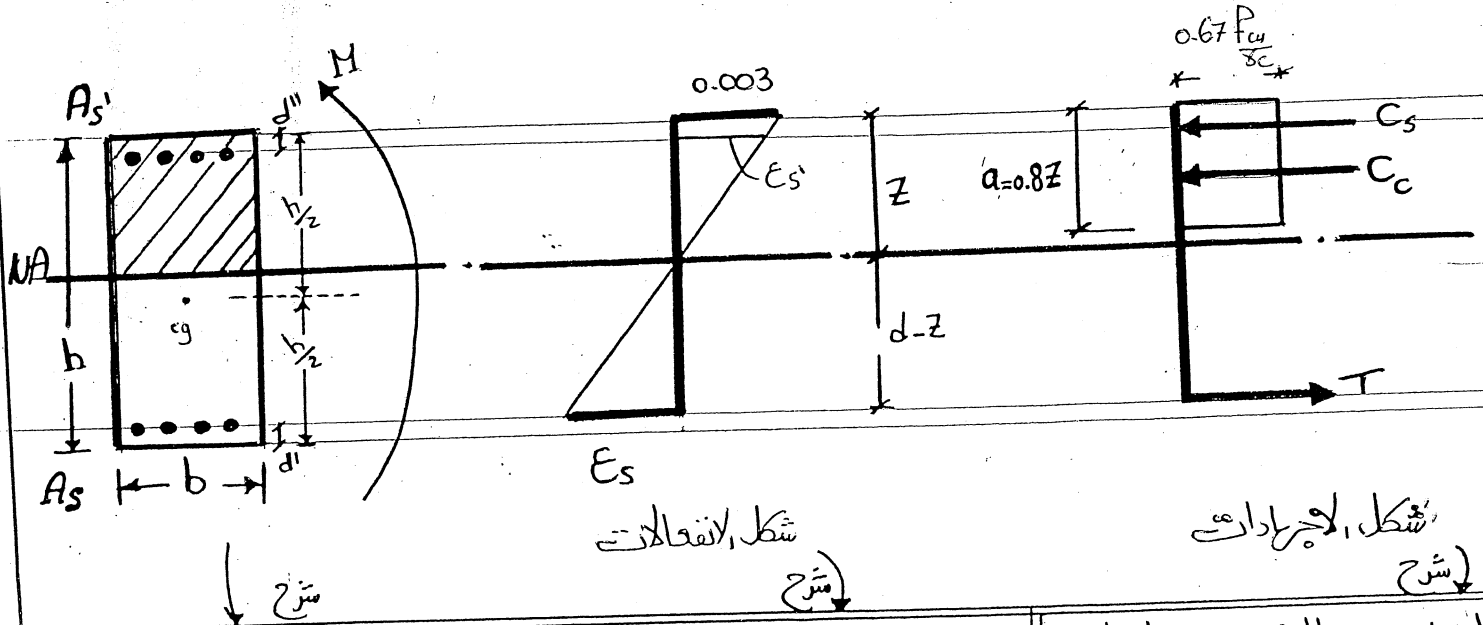
t, A_s, A_s'

مطلوب

Analysis of Sections Subjected to M, P

داقرا كولين

تذكر أولاً أن سنه ثابتة مدتي



شكل الانفعالات

شرح

شكل الاجهادات

شرح

* معروف انه عندما يؤثر عزم
محوسب على القطاع

فانه يولد :

● ضغط فوق محور الخول
تتحمله الخرسانة والحديد العلوي

● شد تحت محور الخول

تتحمله الحديد السفلي

الخصائص تحت محور الخول مع شخالة

لا حظ ان بعد محور الخول
عن أعلى نقطة قوة

راسه Z

كما ينسب

يقول في الخرسانة نتيجة العزم، انفعال
في الخرسانة فوق قيمته دائماً 0.003

وتحت محور الحمل يقول، انفعال في الحديد

لوا الحديد تقدي ال yield

$$\epsilon_s = \epsilon_y = \frac{F_y}{\gamma_s \times E_s}$$

حيث $E_s = 2 \times 10^5$ (معايير مونة لبرسا)

لولا لم يتقدي $\epsilon_s < \epsilon_y$

ويقول، انفعال في الحديد العلوي

كما بنحسبه زمانه يتشابه بثلاثات
من شكل الانفعالات

$$\frac{\epsilon_s}{0.003} = \frac{Z - d'}{Z}$$

$\epsilon_s = \checkmark$ ونشوف هل تقدي yield
ولا لا

له نتيجة العزم، اجهلا في الخرسانة
ق «ضغط» $0.67 \frac{F_{cu}}{\gamma_c}$

التالي نأخذ القوى على القطاع

وق محور الخول (قوتين ضغط)

$$C_c = 0.67 \times \frac{F_{cu}}{\gamma_c} \times a \times$$

$$C_s = A_s' \times \frac{F_y}{\gamma_s}$$

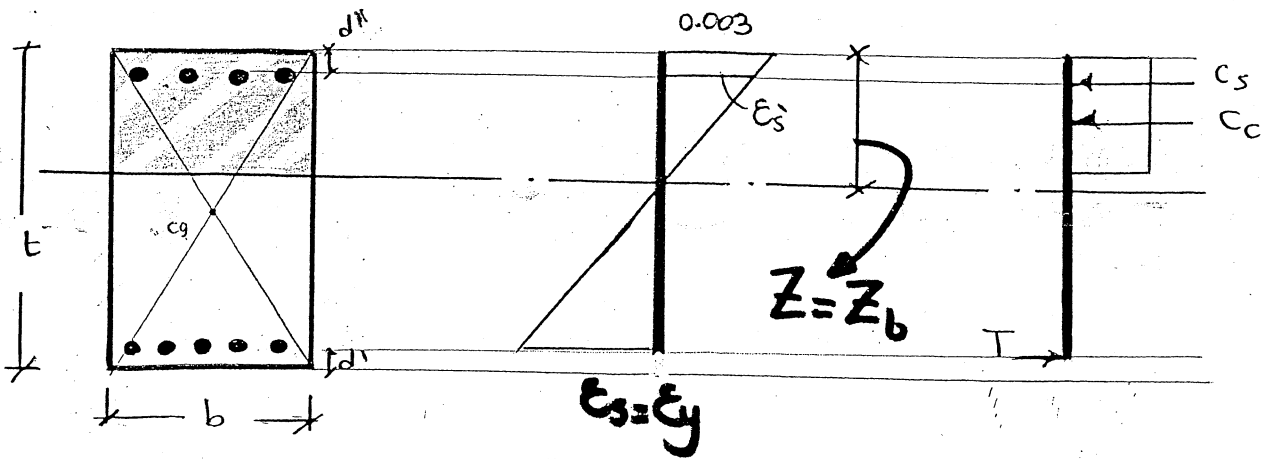
تت محور الحمل

$$T = A_s \times \frac{F_y}{\gamma_s}$$

تذكر أيضاً

Balanced Section

فاكر ال



من أهم خصائصه

(1) معروفة
حفظ

$$Z = Z_b = \frac{600}{600 + \frac{f_y}{\epsilon_s}} (d)$$

بعد دوران المحول

(2)

حفظ

$$\epsilon_s = \epsilon_y = \frac{f_y}{\epsilon_s * E_s}$$

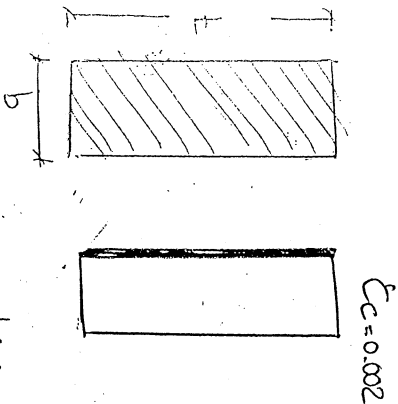
الانفعال في حديد
السفلي وحول
Yield لا

حقاً $E_s = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ معطى مرونة الخرسانة

القضبان balanced كذا بنقول دائماً الحديد السفلي وحول لا yield على طول "قشطرة"

Column

شكل الانفعالات



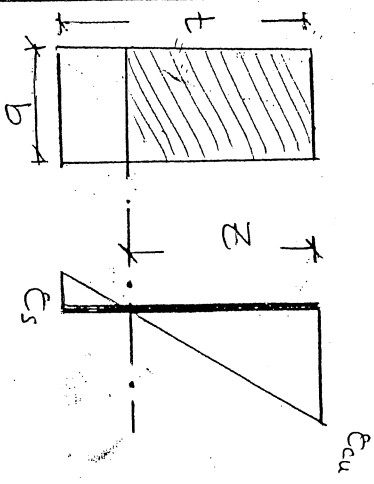
كله ضيق، انفعال ضيق

$$Z = \infty$$

$$Z \gg \gg Z_b$$

Small

شكل الانفعالات



المنطق small على P كبيرة جداً انفعال
موقع خنسان كبير e و e في خنسان صغير

و كذا ان
المنطق small على P كبيرة جداً انفعال

$$Z > Z_b$$

$$e_s < e_c$$

Meild

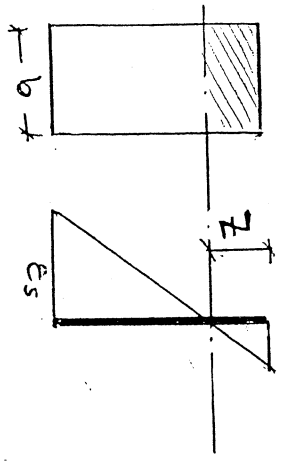
$$e < t/2$$

ممكن نقول

$$\frac{e}{t} < 0.5$$

Large

شكل الانفعالات



المنطق Large على P كبيرة جداً انفعال
كب الـ e في خنسان كبير e و e في خنسان صغير

و كذا ان
المنطق Large على P كبيرة جداً انفعال

$$Z < Z_b$$

$$e_s > e_c$$

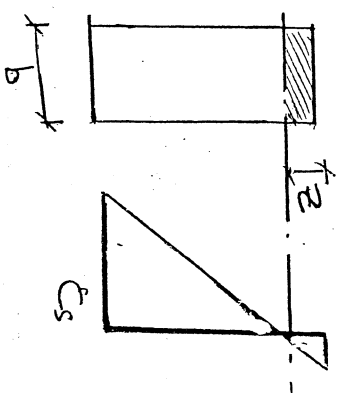
$$\frac{e}{t} > \frac{1}{2}$$

12.

الوقع القاطعات

Beam

شكل الانفعالات



المنطق للمرة عليه الضيق على
عمل شند كبير جداً على طرير
يولد e كبيرة يرفع فور الحمل
موقعه جها

$$Z \ll \ll Z_b$$

$$e_s \gg \gg e_c$$

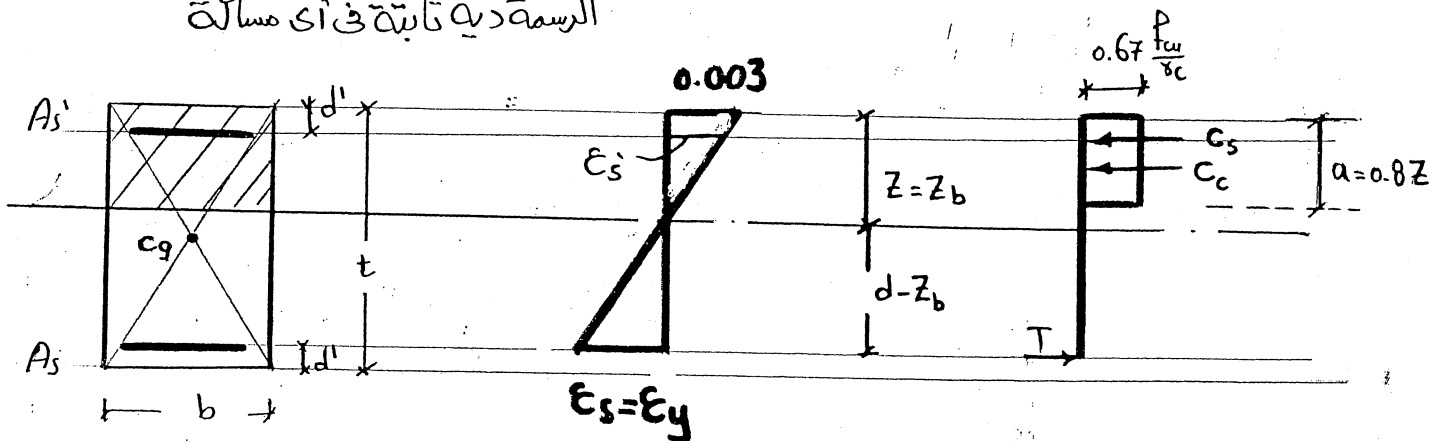
$$\frac{e}{t} \gg \gg \frac{1}{2}$$

النوع الأول من المسائل

* Given: $b, t, A_s, A_s', F_{cu}, F_y$
 * Req: $M_u = ? \quad P_u = ?$

لا حظ طلب منك
 M_{ub}
 P_{ub}
 balanced يعني هو قال
 balanced (القول)

الرسمه ديه ثابتة في أي مسألة



طريقة الحل

① assume $\frac{e}{t} \geq 0.5$

أفتترض أن القول Large (لأننا مش عارفين هو small or large)

* وبالتالي تبعاً للفرض:

- $\gamma_c = 1.5$
 - $\gamma_s = 1.15$
- راجع حو 8 لومش فاكر

②

احسب ϵ_y و Z_b

$$* \epsilon_y = \frac{F_y}{\gamma_s * E_s} = \frac{F_y}{1.15 * 2 * 10^5} = \checkmark$$

$$* Z_b = \frac{600}{600 + F_y / \gamma_s} (d) = \checkmark$$

3

احسب القوى الداخلية المؤثرة على القلح

$$(1) C_c = 0.67 \times \frac{P_{un}}{\gamma_c} \times (a_b)(b)$$

$$a_b = 0.8 Z_b$$

$$(2) T = A_s \times \frac{f_y}{\gamma_s}$$

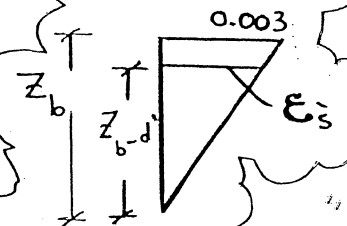
حيث أن $\epsilon_s = \epsilon_y$

الحديد السقي تقدي Yield

$$(3) C_s = A_s' \times \frac{f_y}{\gamma_s}$$

لو $\epsilon_s > \epsilon_y$

لكن قبلها احسب ϵ_s'
بتشابه المثلثات



$$\frac{\epsilon_s'}{0.003} = \frac{Z - d'}{Z}$$

$$\therefore \epsilon_s' = \epsilon_y$$

4

القوة الخارجيات

$$P_u = C_c + C_s - T$$

* أخيراً احسب P_u

محصلة القوى الداخلية

* احسب M_u : بأخذ عزوم حول نقطة الـ C.ع وليس N.A

$$M_u = M_{ac.g} =$$

$$C_c \left(\frac{t}{2} - \frac{a}{2} \right) + C_s \left(\frac{t}{2} - d' \right)$$

على الـ

T يتلف مع

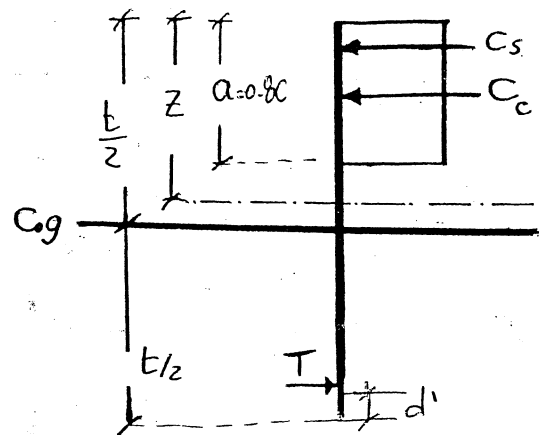
نفس اتجاه

C_s, C_c

بإشارة +ve

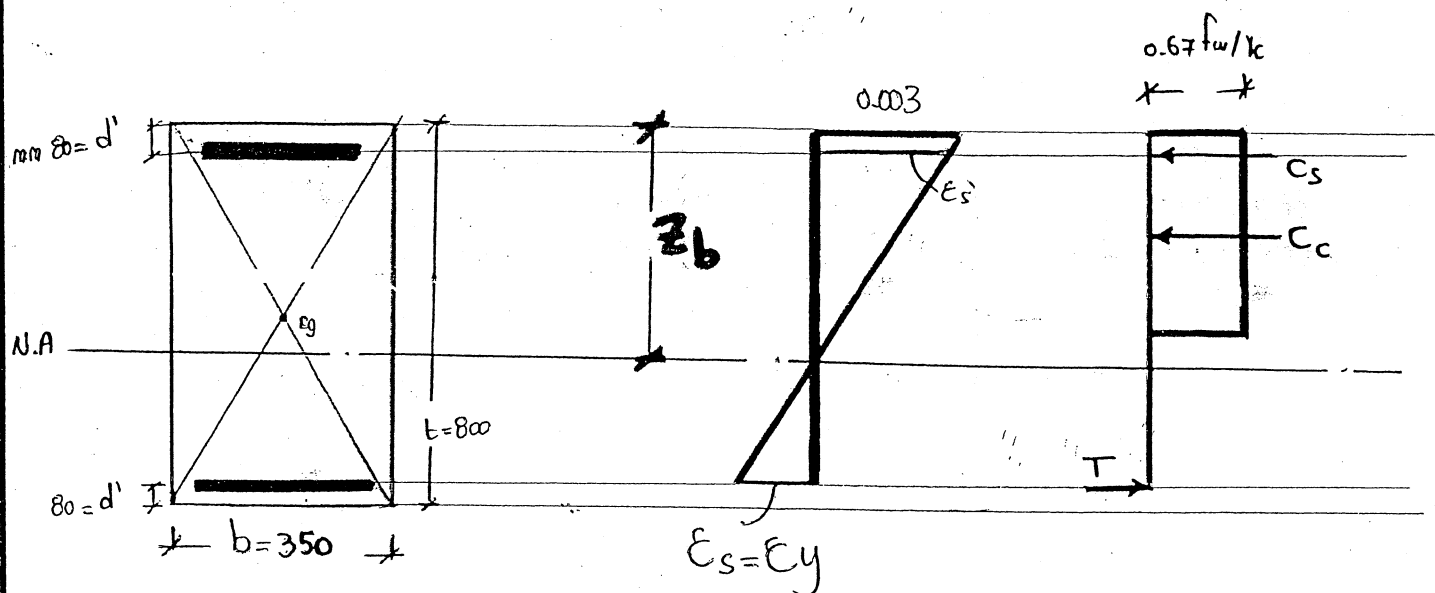
$$+ T \left(\frac{t}{2} - d' \right)$$

-14-



Example

مثال المحاضرة



- For the shown sec. find " M_{ub} , P_{ub} " if $A_s = A_s' = 5 \# 25$, $F_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$, $F_y = 360 \text{ N/mm}^2$, $d'' = d' = 80 \text{ mm}$

(1) assume $\frac{e}{t} \geq 0.5$

$$\gamma_c = 1.5$$

$$\gamma_s = 1.15$$

"الحد"

$$* d = 800 - 80 = 720$$

(2) احسب z_b و ϵ_y

$$z_b = \frac{600}{600 + \frac{F_y}{\gamma_s}} (d) = \frac{600}{600 + \frac{360}{1.15}} * 720$$

$$= 473.14 \text{ mm}$$

$$\therefore a_b = 0.8 z_b = 378.5$$

$$\epsilon_y = \frac{F_y}{\gamma_s * E_s} = \frac{360}{1.15 * 2 * 10^5}$$

$$= 0.00157$$

③ احسب القوى الداخلية على القطع

$$* C_c = 0.67 * \frac{P_{cu}}{\phi_c} * a_b * b = 0.67 * \frac{25}{1.5} * 378.5 * 350$$

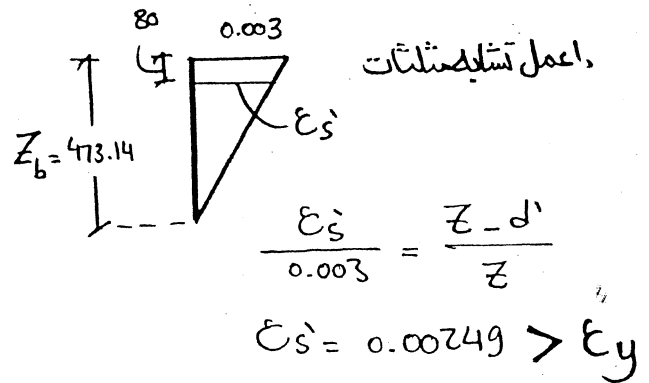
$$= 1479.3 \text{ kN}$$

لغير القصود $\div 1000$

$$* T = A_s * \frac{F_y}{\phi_s} = 2455 * \frac{360}{1.15} = 768.5 \text{ kN}$$

$$* C_s = A'_s * \frac{F_y}{\phi_s}$$

$$= 2455 * \frac{360}{1.15} = 768.5 \text{ kN}$$



④ احسب P_u , M_u

$$* P_u = C_c + C_s - T = 1479.3 + 768.5 - 768.5 = 1479.3 \text{ kN}$$

$$* M_u = M_{DCB} = C_c * \left(\frac{t}{2} - \frac{a_b}{2} \right) + C_s * \left(\frac{t}{2} - d'' \right) + T * \left(\frac{t}{2} - d' \right)$$

$$= 1479.3 * \left(0.4 - \frac{0.378}{2} \right) + 768.5 * (0.4 - 0.08) + 768.5 * (0.4 - 0)$$

$$= 803.97 \text{ kN.m}$$

* المفروض في النهاية نحل :

* Check " e/t "

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{803.9}{1479.3} = 0.543^m$$

$$= \frac{e}{t} = \frac{0.543}{0.8} > 0.5 \quad \text{ok}$$

= المفرض الأول صحيح

لأنه غير صحيح المفروض نعيد المفرض ونعيد الحل

نحل دورة أخرى ونعيد ال Check

لكن خذ إيمانك

المفرض غير صحيح ويجب عمل دورة أخرى لكل

ولا نعيد الحل

الآن قال كنه

النوع الثالث

* Given : b, t, A_s, A_s'

* Req : M_u, P_u

يُعطيك بدل منه شرط
أو معادلة تعرف قل بها

~~"Balanced Section"~~

لاحظ انه لم يقول انه

* مكر

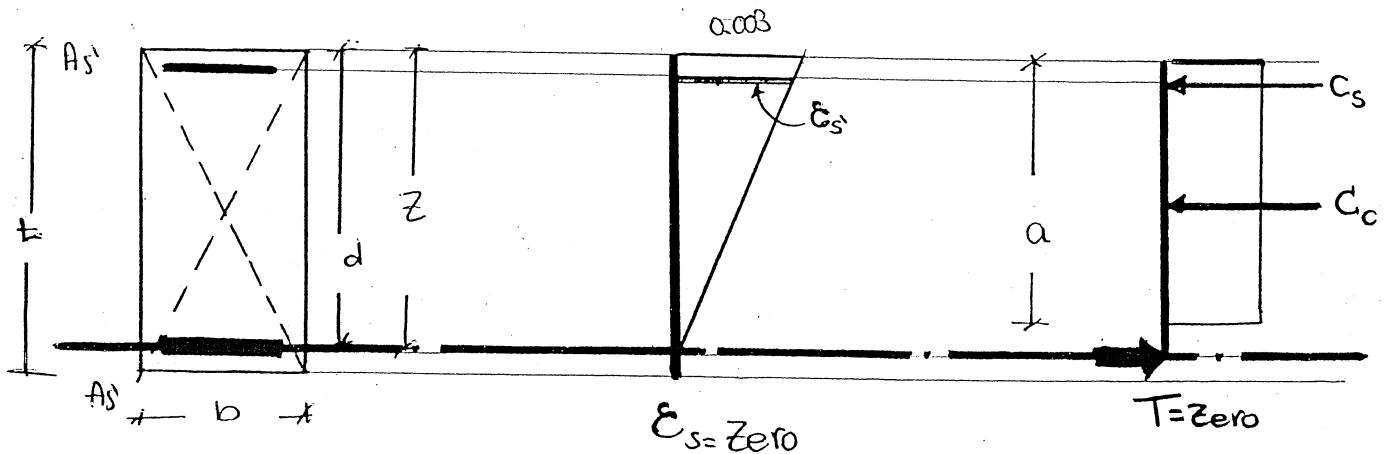
* مثلاً

① أعطاك مسألك A_s, A_s', h, b معلوم

② طلب منك P_u, M_u

③ أعطاك شرط ان $Z = d$ مثلاً

بدل ما كان قالك
Balanced أعطاك
حاجة غيرها



* لاحظ ان الشرط المدون $Z = d$ جعل فور الضمول يبر في الحديد السفلي

$$\epsilon_s = \text{zero}$$

$$T = \text{zero} \rightarrow \text{هامت}$$

لاحظ ان

$$Z > Z_b$$

راجع ص 12

القطر small معروفة كده

في بشرط ساعدك في الحل كل طاك عادي كلاسبور

رقم المحافظة
 ① assume $\frac{e}{t} = 0.25 < 0.5$ Small لأن القطة
 طالما Z كبيرة = القطة Small الفرض يتغير

② طالما القطة Small ← يجب حساب معاملات الأمان من المعادلات

$$\gamma_c = 1.5 \left[\frac{7}{6} - \frac{e/t}{3} \right] = \checkmark$$

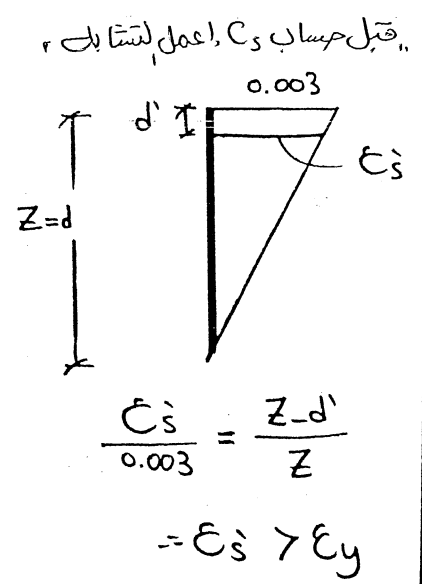
$$\gamma_s = 1.15 \left[\frac{7}{6} - \frac{e/t}{3} \right] = \checkmark$$

③ احسب القوى الداخلية بالقطة $a = 0.8Z = 0.8(d)$

① $C_c = 0.67 \times \frac{f_{cu}}{\gamma_c} \times a \times b = \checkmark$

② $T = \text{Zero}$ المحسوبة من المعادلة

③ $C_s = A_s \times f_y / \gamma_s$ (لانتاج التشابه عرفنا انه تقري yield)



④ احسب $P_u < M_u$

* $P_u = C_c + C_s - T = C_s + C_c$

* $M_u = M_{DC.G} = C_c \left(\frac{t}{2} - \frac{a}{2} \right) + C_s \left(\frac{t}{2} - d' \right)$

ملحوظة عامة

لوقالك

* if $Z = \emptyset$

①

* if the strain at the level of the bottom Reinforcement = Zero

2

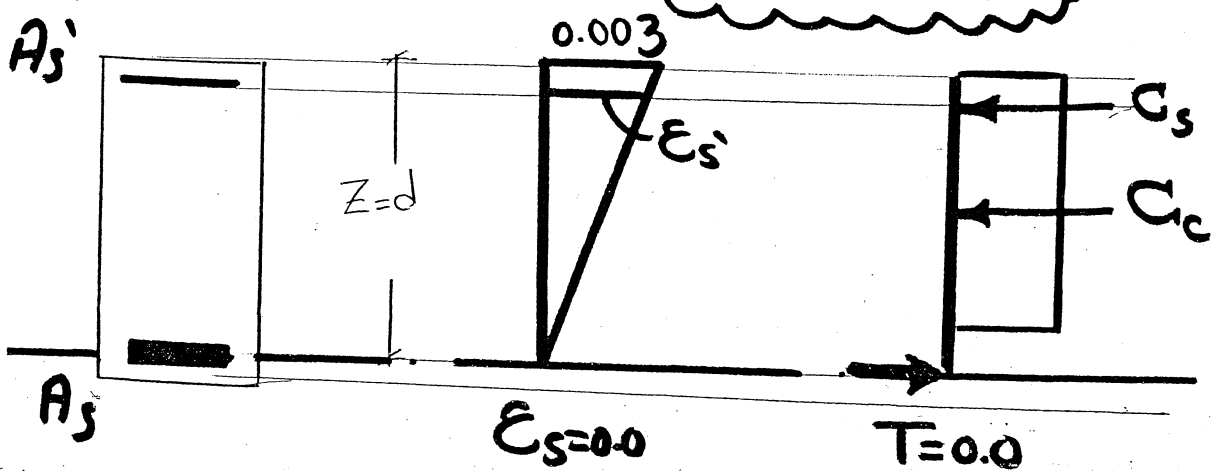
Zero = استرخاء ϵ_s عند الصياد المنفرد

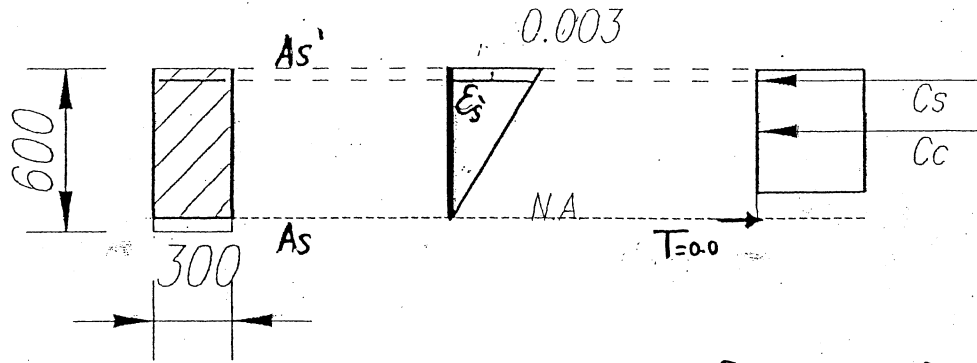
*if the N.A is at the level of the bottom Reinforcement

③

أَيُّ حُورِ الْخُيُولِ بِمِثْلِ الْحَدِيدِ لَسْتَ

کلمہ معنائیں





For the shown section if $A_s = A_s' = 900 \text{ mm}^2$ and $d' = 60 \text{ mm}$: $f_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$, $f_y = 360$ ✓

-Find the value of P_u , M_u if the value if strain at the level of the bottom reinforcement is zero

-Check the obtained values using the normalized interaction diagram.

$Z = d = 540 \text{ mm}$ ← $N.A$ عند الحديد السفلي * طالما

① assume $e/t = 0.25$ ← z للحافة

ومن هنا نسب معاملات الأمان

$Z > Z_b \rightarrow$ التقليل Small

$$\gamma_c = 1.5 \left[\frac{7}{6} - \frac{e/t}{3} \right] = 1.625$$

$$\gamma_s = 1.15 \left[\frac{7}{6} - \frac{e/t}{3} \right] = 1.25$$

نقاس حسب

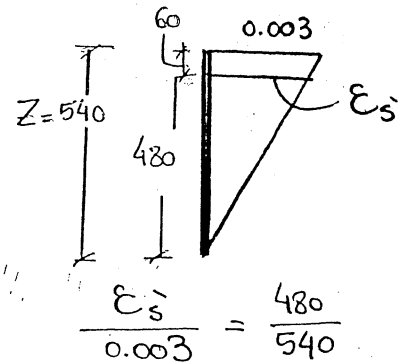
* $\alpha = 0.8 Z = 0.8 \times 540 = 432 \text{ mm}$

T = Zero

②. احسب القوى الداخلية في القطر

$$* C_c = 0.67 \times \frac{f_{cu}}{\gamma_c} \times a \times b = 0.67 \times \frac{25}{1.625} \times 432 \times 300 = 1335.8 \text{ kN}$$

$$* C_s = A_s' \times \frac{f_y}{\gamma_s} = 900 \times \frac{360}{1.25} = 259.2 \text{ kN}$$



$$\epsilon_s = 0.00$$

$$\epsilon_y = \frac{360}{1.25 \times 10^5} = 0.00144$$

$$\epsilon_s > \epsilon_y$$

③. احسب P_u و M_u

$$* P_u = C_c + C_s = 1335.8 + 259.2 = 1595.07 \text{ kN}$$

$$* M_u = M_{dc.g} = C_c \left(\frac{t}{2} - \frac{a}{2} \right) + C_s \left(\frac{t}{2} - d' \right) = 174.42 \text{ kN.m}$$

Check والمفروض في النهاية نعمل

$$e = \frac{M}{P} = \frac{174.42}{1595.07} = 0.1093 \text{ m}$$

$$\neq 0.25$$

غير المفروض في البداية = يجب عمل دورة أخرى من الحل

يمكننا نحن حل المسألة (أي مسألة)

(1) احسب مكان N.A سواء كان معطى مباشرة (Z) أو قاله القاطع Balanced تقسب (Z_b)

(2) احسب القوى الداخلية :

$$C_c = 0.67 \times f_{cu} / \gamma_c \times a \times b$$

$$C_s = A_s \times f_y / \gamma_s \longrightarrow \text{أعمل لتشابه} \quad \begin{matrix} 0.003 \\ \epsilon_s \end{matrix}$$

$$T = A_s \times f_y / \gamma_s$$

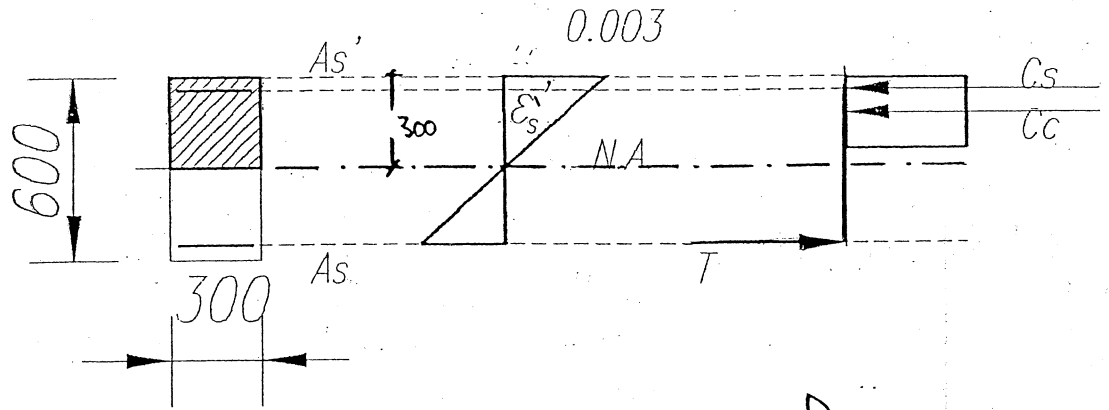
(3) احسب المطلوب $P_u < M_u$

$$P_u = C_c + C_s - T$$

$$M_u = M_{ac.g} = C_c \left(\frac{t}{2} - \frac{a}{2} \right) + C_s \left(\frac{t}{2} - d' \right) + T \left(\frac{t}{2} - d' \right)$$

في بعض الأفكار مثل مسألة 4 < 5 مش هي عطيك أي معلومة
عن مكان N.A ، دا عمل خطوة 2 < 3 هنتحل
المسائل معاك **بصم**

مسألة (3)



For the shown section if $A_s = A_s' = 900 \text{ mm}^2$ and $d' = 60 \text{ mm}$, $f_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$, $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$
 - Find the value of P_n , M_n if the value of neutral axis height is 300 mm.
 - Check the obtained value using the normalized interaction diagram.

لاحظ انه في مسألة أعطاك شرط " محور الخمول على بعد 300 mm

لقسط طريقة الحل

$$Z = 300 \text{ mm}$$

$$a = 0.8 Z = 240$$

في الرقعة تمامًا هنا

① assume $e/t > 0.5$

أي فرضنا large

في أول مسألة لأنك مش عارف
 هو large أو small

$$\gamma_c = 1.5$$

$$\gamma_s = 1.15$$

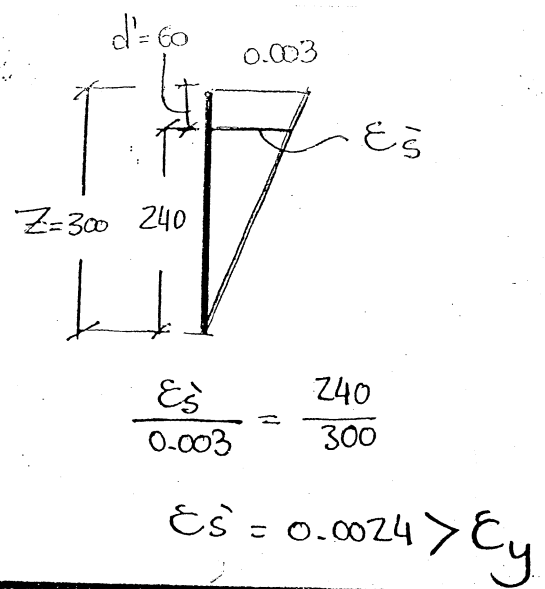
② تف مباشرة، احسب القوى الداخلية

$$\begin{aligned} * C_c &= 0.67 \times \frac{f_{cu}}{\gamma_c} \times a \times b = 0.67 \times \frac{25}{1.5} \times (240) \times 300 \\ &= 804 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * T &= A_s \times \frac{f_y}{\gamma_s} = 900 \times \frac{360}{1.15} = 281.74 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$* C_s = A_s \times \frac{f_y}{\gamma_s}$$

$$= 900 \times \frac{360}{1.15} = 281.74 \text{ KN}$$



③ احسب القوة P_u و M_u

$$P_u = C_c + C_s - T = 804 + 281.7 - 281.7 = 804$$

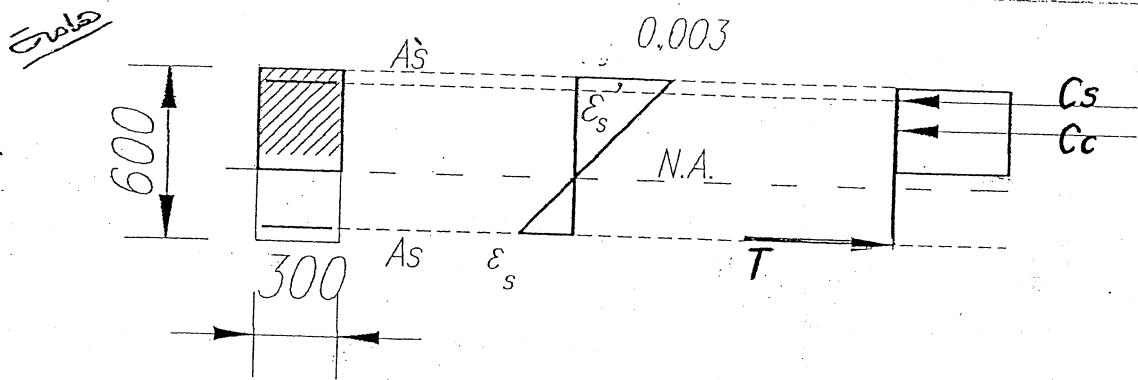
$$M_u = M_{dc.g} = C_c \left(\frac{t}{2} - \frac{a}{2} \right) + C_s \left(\frac{t}{2} - d' \right) + T_s \left(\frac{t}{2} - d' \right)$$

$$= 804 \left(0.3 - \frac{0.24}{2} \right) + 281.74 \left(0.3 - 0.06 \right) + 281.74 \left(0.3 - 0.06 \right) = 279.95 \text{ KN.m}$$

Check $e = \frac{M}{P} = \frac{279.9}{804} = 0.34$ نقطة

24- الفرض صحيح OK $\frac{e}{t} = \frac{0.34}{0.6} > 0.5$

مسألة (4)



- For the shown section if $A_s = A_s' = 900 \text{ mm}^2$, $d' = 60 \text{ mm}$ and the eccentricity value, $e = 0.40 \text{ m}$:
- Find the value of P_u , M_u , $f_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$, $f_y = 360 \text{ N/mm}^2$
 - Check the obtained value using the normalized interaction diagram.

لاحظنا انه أعطاك شرط إن $e = 0.4 \text{ m}$

$$e = 0.4$$

$$\textcircled{1} \quad \therefore e/t = \frac{0.4}{0.6} = 0.67 > 0.5$$

ديه واتمى
القطر

$$\therefore \gamma_c = 1.5 \quad \gamma_s = 1.15$$

لاحظ ان Z غير معروف $\bar{\alpha}$ غير معروف

② احسب القوى الداخلية

$$* C_c = 0.67 * \frac{P_{cu}}{\gamma_c} * a * b = 0.67 * \frac{25}{1.5} * a * 300 = 3350$$

بلاطة (a) لاني

$$* T = A_s * \frac{f_y}{\gamma_s} = 900 * \left(\frac{360}{1.15} \right) = 281739.13 \text{ N}$$

$$= 281.74 \text{ kN} \quad 1000 \div$$

assume $\epsilon_s > \epsilon_y$

$$* C_s = A_s * F_y / \delta_s$$

$$= 900 * \frac{360}{1.15} = 281.74 \text{ KN}$$

حرفی بلك، انه
Z مش معال
عشان تهل تشارك
 $\epsilon_s > \epsilon_y$ رافرضه

وهم مجهول في (a)

$$\textcircled{3} \text{ احسب } P_u \leftarrow M_u$$

$$* P_u = C_c + C_s - T = 3350(a) + 281.7 - 281.7$$

$$\div P_u = 3350(a) \text{ — } \textcircled{1}$$

بدلالة (a)

$$* M_u = C_c \left(\frac{t}{2} - \frac{a}{2} \right) + C_s \left(\frac{t}{2} - d' \right) + T \left(\frac{t}{2} - d' \right)$$

$$= 3350(a) \left[300 - \frac{a}{2} \right] + 281739.13 (300 - 60) + 281739.13 (300 - 60)$$

بسطها شوية

$$M_u = 1005000a - 1675a^2 + 135234782.4$$

$$e = \frac{M}{P} = 0.4^m = 400^{mm}$$

وانت معال شرط

2

$$e = 400 = \frac{100500a - 1675a^2 + 135234782.4}{3350(a)}$$

$$\therefore a = 201.22$$

$$\therefore Z = \frac{a}{0.8} = 251.53 \text{ mm}$$

و منها احسب :-

$$\therefore P_u = 3350(\overset{201.8}{a}) = 674.08 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \therefore M_u &= 105000(\overset{201.5}{a}) - 1675(\overset{201.5}{a})^2 + 135.2 \times 10^6 \\ &= 269.64 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

نم في النهاية احتكر انك اخترت ان $\epsilon_s > \epsilon_y$

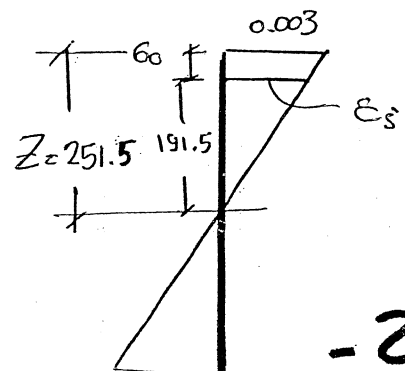
لاننا نعمل عليها check بتسايد المتكافئ

$$\frac{\epsilon_s}{0.003} = \frac{Z - d'}{Z}$$

$$\therefore \epsilon_s = 0.0022 > \epsilon_y$$

الفرق صحيح OK

$$\frac{P_y}{\delta_s \times E_s}$$



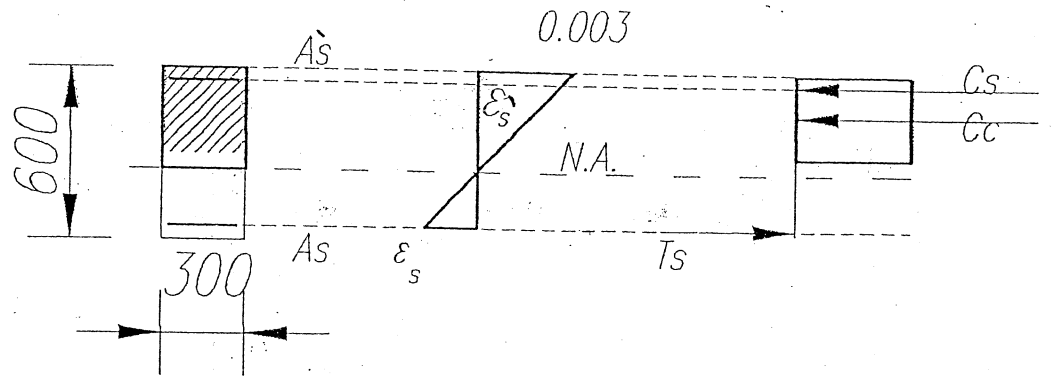
-27-

check مكان قتل

$\frac{e}{t}$

حسالت (5)

نكرة هامة «حرجية شوية»



For the shown section if $A_s = A'_s = 900 \text{ mm}^2$, $d' = 60 \text{ mm}$:
- Find the value of M_u if $P_u = 1000 \text{ kN}$. $f_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$, $F_y = 360 \text{ N/mm}^2$

* لاحظ، انه هنا أعطاك $P_u = 1000$ ، ولطلب $M_u = ??$

* حل بنفس الطريقة

Small

المسألة، انه لم يعطيك أي شرط تعرف به هذا القطع

large

* خلاص، افترض انه Balanced

و احسب P_{ub} وقارن بها P_u المعطاه

نكرة المسألة

* if $P_{المعطاه} > P_{ub}$ → Small القطع لأن المقطع الـ small فيه P كبير و M صغيرة

* if $P_{المعطاه} < P_{ub}$ → large القطع لأن المقطع الـ large فيه M كبيرة و P صغيرة

$$* Z_b = \frac{600}{600 + \frac{F_y}{\gamma_s}} (d) = \frac{600}{600 + \frac{360}{1.15}} \times (540) = 354.86 \text{ mm}$$

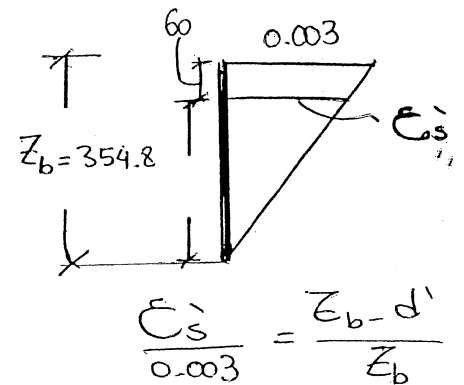
$$* C_c = 0.67 \times \frac{f_{cu}}{\gamma_c} \times a \times b$$

$$= 0.67 \times \frac{25}{1.5} \times (0.8 \times 354.86) \times 300 = 951.02 \text{ kN}$$

$$* T = A_s \times \frac{F_y}{\gamma_s} = 900 \times \frac{360}{1.15} = 281.74 \text{ kN}$$

$$* C_s = A'_s \times \frac{F_y}{\gamma_s} = 900 \times \frac{360}{1.15}$$

$$= 281.74 \text{ kN}$$



$$\frac{e_s}{0.003} = \frac{Z_b - d'}{Z_b}$$

$$e_s = 0.0025$$

$$> e_y \text{ ok}$$

$$P_{ub} = C_c + C_s - T = 951 \text{ kN}$$

ونجد ان

$$P_u > P_{ub}$$

المعطاه 1000 951

كل الملاحظات كان هناك فرق بين المقطع
الذي جرى حل المسأله على

Small
ecc. المقطع

بأنه حل مسائل عادية فالص

(Small) معروف، انت (القطر)

① * Assume $\frac{e}{t} = 0.2 < 0.5$

أي، قما أقل من 0.5
ممكن تقريظه
0.25 أي 0.2

طالما القطر Small ← نحسب معاملات الأمان من إجابات

$$\gamma_c = 1.5 \left[\frac{7}{6} - \frac{e/t}{3} \right] = 1.65$$

$$\gamma_s = 1.15 \left[\frac{7}{6} - \frac{e/t}{3} \right] = 1.265$$

② احسب القوى الداخلية

لاحظ، ان Z مجهول أيضاً

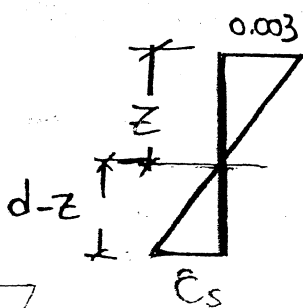
$$\begin{aligned} * C_c &= 0.67 \times \frac{f_{cu}}{\gamma_c} \times a \times b \\ &= 0.67 \times \frac{25}{1.5} \times (0.8Z) \times (300) = 2436.4 (Z) \end{aligned}$$

* Assume $\epsilon_s > \epsilon_y$

$$\begin{aligned} C_s &= A_s' \times \frac{f_y}{\gamma_s} = 900 \times \frac{360}{1.15} = 256126.5 \text{ N} \\ &= 256.126 \text{ kN} \end{aligned} \quad \text{بـ 1000}$$

* $\epsilon_s < \epsilon_y$ "small" معروف في القطر

لا يمكن حساب $T = A_s \times f_y / \gamma_s$ XXX

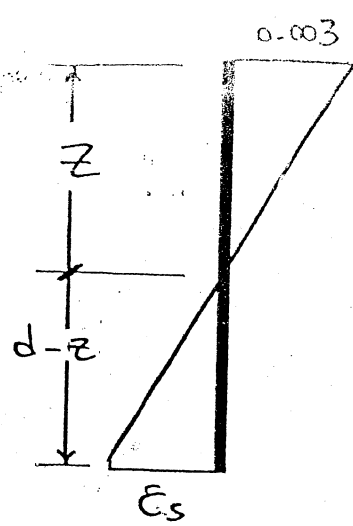


لأن الحد الأقصى لم يتحقق لا yield

نحسب ϵ_s من التشابه

$$\frac{\epsilon_s}{0.003} = \frac{d-z}{z}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \left(\frac{d-z}{z} \right)$$



الاجزاء السفلى
↓
 $f_s = \epsilon_s \times E_s$

$$= 0.003 \times \left(\frac{d-z}{z} \right) \times 2 \times 10^5 = 600 \left(\frac{d-z}{z} \right)$$

$$* T = A_s \times f_s$$

مقاومة
 f_y / γ_s

$$= 900 \times 600 \times \left(\frac{540-z}{z} \right) = 540000 \left(\frac{540-z}{z} \right)$$

نقد معادلات حساب $M_u < P_u$

معادلة $P_u = C_c + C_s - T$

$$1000 \times 1000 = 2436.4 \times (z) + 256126.5 - 540000 \left(\frac{540-z}{z} \right)$$

$$\Rightarrow z = 390.31$$

كده z معلوم

$* C_c = 2436.4 (z) = 950.95 \text{ kN}$ ← تعرف حسب

$* T = 540000 \left(\frac{540-z}{z} \right) = 207.098 \text{ kN}$

* ومنها نحسب M_u :

$$M_u = M_{dc.g}$$

$$= C_c \left(\frac{t}{2} - \frac{a}{2} \right) + C_s \left(\frac{t}{2} - d' \right) + T \left(\frac{t}{2} - d' \right)$$

$$= 248 \text{ kN.m}$$

وفي النهاية نقل Check على e/t

$$e = \frac{M}{P} = \frac{248}{1000} = 0.248$$

$$= e/t = \frac{0.248}{0.6} = 0.41 \neq 0.2$$

↓ : يجب عمل دورات حل أخرى

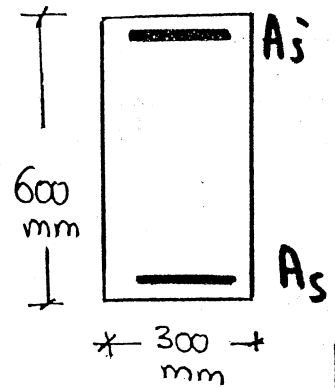
Example

طال بالمحاضرة

* For the Shown section
Draw the Interaction Diagram

if $F_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$, $F_y = 360 \text{ N/mm}^2$

$A_s = A_s' = 900 \text{ mm}^2$



يعني، إنه الكلام ده :
Interaction diagram هي علاقة بين M, P للقطع

المطلوب منك تقدر حد كل الحالات التي يمر بها القطع

① يعني ممكن يكون عود $(P=1, M=0.0)$ ده كله، إمكانيات

نقطة وقتر

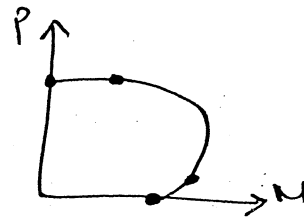
② ممكن يكون طمرة $(P=0.0, M=1)$ ده، إمكانيات نقطة وقتر

③ ممكن يكون (Small) ده إمكانيات نقطة $(P=1, M=1)$

④ ممكن يكون (Balanced) $(M_b=1, P_b=1)$ وقتر

وقع النقاط ده على بيضتي ووصلها

تكون ومصلتاكي (Interaction diagram)



(point 1)

assume $e=0.0$

$$M=0.0$$

$$P=???$$

(column) ← * أي أن القطع

عوض في معادلة العمود

$$P_u = 0.35 f_{cu} (b t) + 0.67 f_y (A_s + A_s')$$

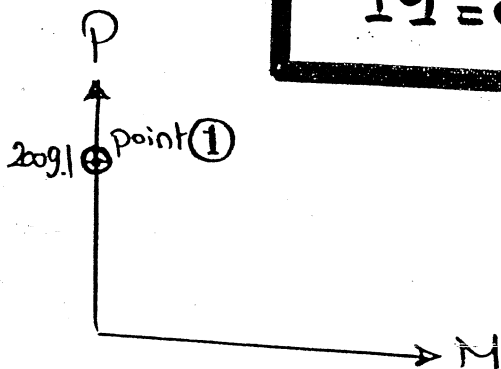
$$= 0.35 \times 25 \times (300 \times 600) + 0.67 (360) (900 + 900)$$

$$= 2009160^N$$

$$\div 1000$$

$$M=0.0$$

$$P_u = 2009.16 \text{ kN}$$



ديه كده احداثيات نقطة وقطر

Point 2

افترض أن القطع عليه ترحيل e_{min}

$$e = e_{min} = 0.05 t$$

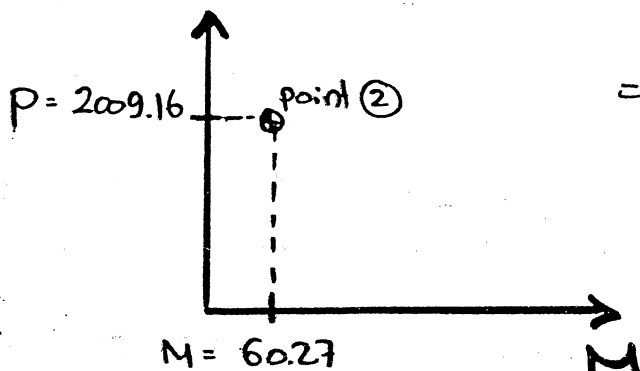
$$= 0.05 \times 600 = 30^{\text{mm}}$$

$$e = \frac{M}{P} \rightarrow M = P \times e$$

$$P_u \Rightarrow M_{min} = P_u \times e_{min}$$

$$= 2009.16 \times 0.03 = 60.27$$

kN.m



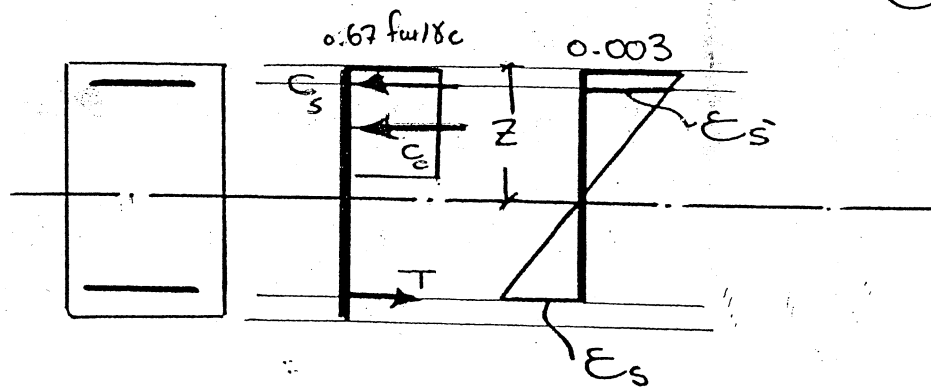
34-

Point 3

● نفترض ان القفا

عليه $M = ??$ والقوة المحورية $P = 0.0$

اسقطنا كمره



← مسألة عادية خالص "Z" مجهول

احسب القوى الداخلية $(T) \rightarrow (C_s) \rightarrow (C_c)$

$$① \quad C_c = 0.67 \frac{f_{cu}}{\delta_c} \times a \times b$$

$$C_c = 0.67 \times \frac{25}{1.5} \times 0.8 \times Z \times 300$$

$$C_c = 4020 Z$$

$$② \quad T = A_s \times f_y / \delta_s$$

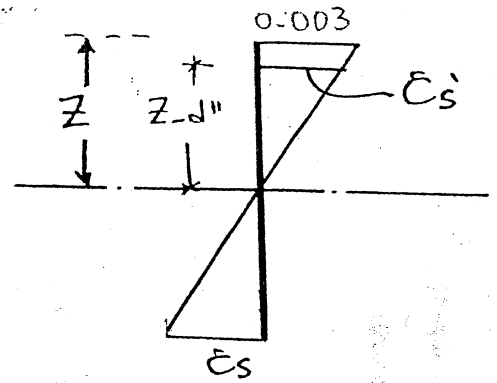
$$= 900 \times \frac{360}{1.15} = 281739 \text{ N}$$

لكن الحديد العلوي لم يتعد ال yield يجب حساب

C_s بالتشابه أولاً

$$\frac{0.003}{Z} = \frac{\epsilon_s'}{Z - d''}$$

$$\epsilon_s' = 0.003 \left(\frac{Z - d''}{Z} \right)$$



$$F_s' = \epsilon_s' * E_s = 0.003 \left(\frac{Z - d''}{Z} \right) * 2 * 10^5$$

$$= 600 \left(\frac{Z - d''}{Z} \right)$$

$$C_c = A_s * F_s'$$

$$= 900 * 600 \left(\frac{Z - 50}{Z} \right) = 54000 \left(\frac{Z - 50}{Z} \right)$$

← باستخدام معادلة التوازن لإيجاد Z

$$C_c + C_s = T$$

$$4020 Z + 54000 \left(\frac{Z - 50}{Z} \right) = 281739$$

$$Z = 56 \text{ mm}$$

العرض $a = 0.8Z = 0.8 * 56 = 45 \text{ mm}$

$$a_{min} = 0.1d = 0.1 * 550 = 55 \text{ mm}$$

$$a = 55 \text{ mm}$$

$$Z = \frac{a}{0.8} = \frac{55}{0.8} = 69 \text{ mm}$$

ارجع احسب Z النهائي

احسب $C_c < C_s$ بالآرقام بض...

$$C_c = 4020 Z = 4020 \times 69 = 277380 \text{ N}$$

$$C_s = 54000 \left(\frac{Z - 50}{Z} \right) = 54000 \left(\frac{69 - 50}{69} \right) = 148695 \text{ N}$$

$$T_s = 28139 \text{ N}$$

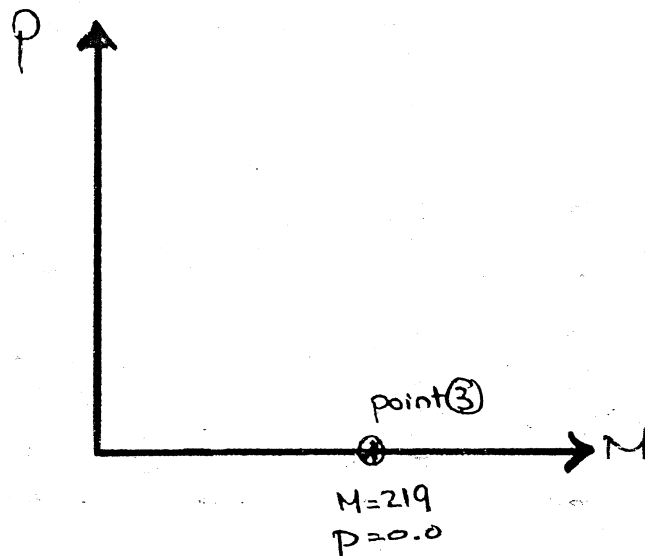
$$M = C_c \left(d - \frac{a}{2} \right) + C_s (d - d'')$$

$$= 277380 \left(550 - \frac{55}{2} \right) + 148695 (550 - 50)$$

$$M = 219.2 \text{ kN.m}$$

$P = 0.0$ كان مفروض في البداية

ورده احداثيات نقطة ومقرا



Point 4

Balanced (اختزن أن القاع)
 $M_b \nabla P_b$ وحاسب
 زي مسألة الأولى

1. احاسب Z_b

$$* Z_b = \frac{600}{600 + \frac{F_y}{\delta_s}} (d) = \frac{600}{600 + \frac{360}{1.15}} (550) = 354 \text{ mm}$$

$$* a_b = 0.8 Z_b = 0.8 \times 354 = 283.2 \text{ mm}$$

2. احاسب القوى الداخلية

$$* C_c = 0.67 \frac{P_w}{\delta_c} + a + b = 0.67 \times \frac{25}{1.5} \times 283.2 \times 300 = 951017 \text{ N}$$

$$* T = A_s \times f_y / \delta_s = 900 \times \frac{360}{1.15} = 281739 \text{ N}$$

$$* C_s = A_s' \times f_y / \delta_s = 900 \times \frac{360}{1.15} = 281739 \text{ N}$$

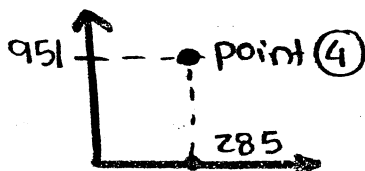
توصيف $C_y < C_s$

3. $M_b \nabla P_b$ احاسب

$$* P_b = C_c + C_s - T = 951017 \text{ N} \div 1000 = 951 \text{ kN}$$

$$* M_b = C_c \left(\frac{t}{2} - \frac{a}{2} \right) + C_s \left(\frac{t}{2} - d'' \right) + T \left(\frac{t}{2} - d' \right)$$

$$= 285 \text{ kN.m}$$



-38-

ديت اعداديات

Point 5

"لو فعلت ذلك وقت ذلك
من النقطة دي"

الفرض الأخير
افترض أن

$$Z < Z_b$$

ولكن زي المفروضه $Z = \frac{h}{2} = 300^{mm}$

..... " $M_u \triangleright P_u$ " واحسب

1- احسب القوى الداخلية

$$\begin{aligned} * C_c &= 0.67 * \frac{f_{cu}}{\gamma_c} * a * b \\ &= 0.67 * \frac{25}{1.5} * (0.8 * 300) * 300 = 804000^N \end{aligned}$$

$$(E_s > E_y) * C_s = A_s * f_y / \gamma_s = 900 * \frac{360}{1.15} = 291739^N$$

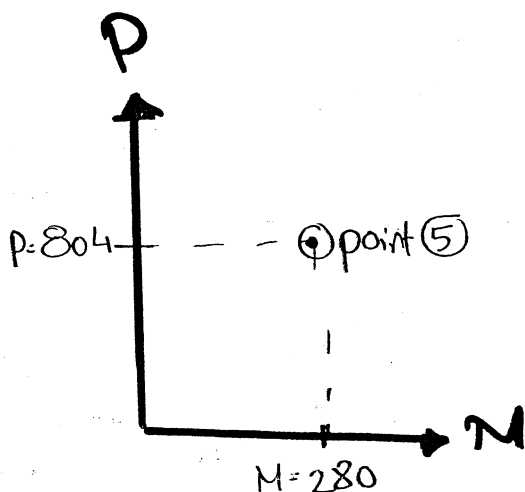
$$* T = A_s * f_y / \gamma_s = 900 * \frac{360}{1.15} = 291739^N$$

2- احسب القوى الخارجية

$$P_u = C_c + C_s - T = 804000^N \div 1000 = 804^kN$$

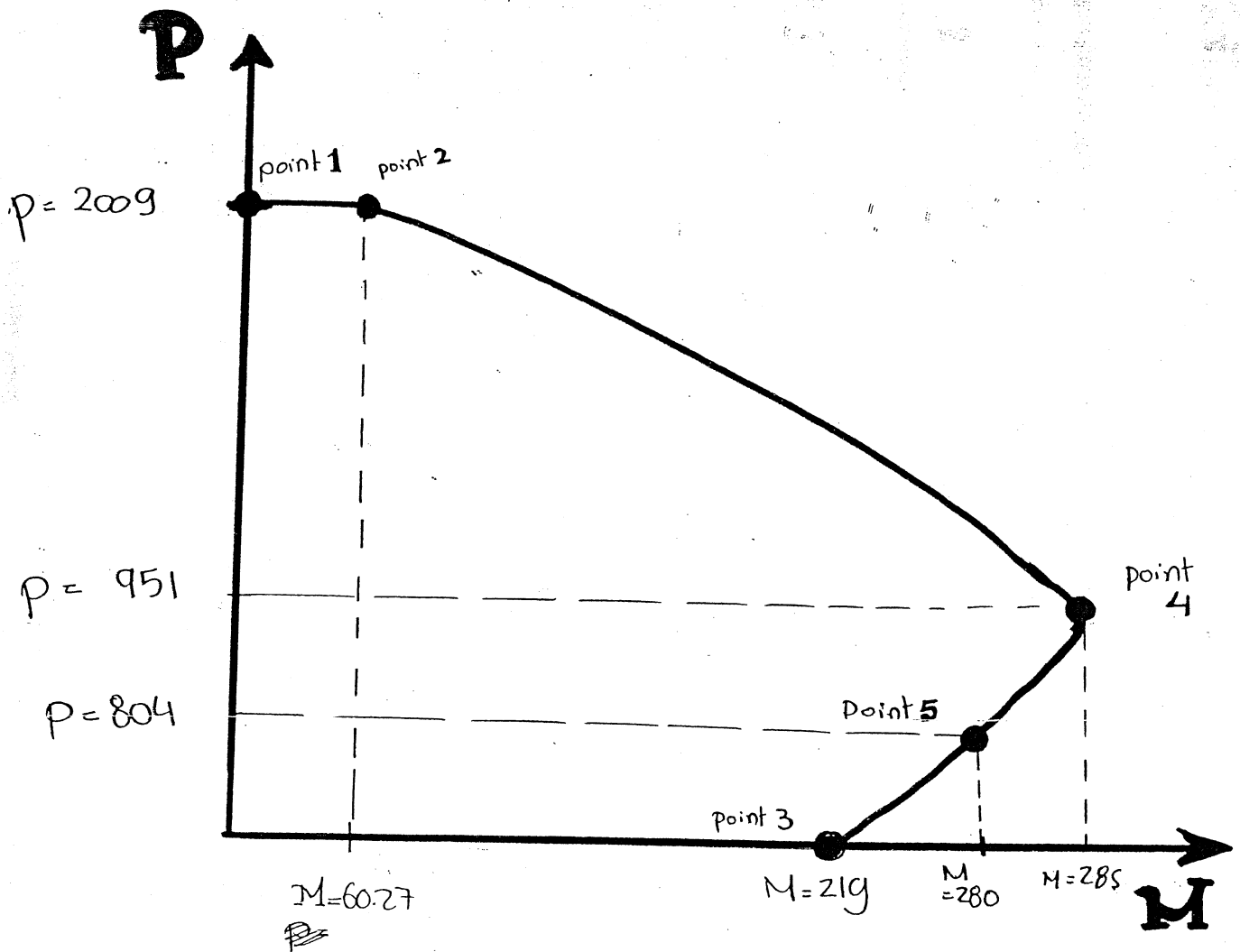
$$\begin{aligned} M_u &= C_c \left(\frac{t}{2} - \frac{a}{2} \right) + C_s \left(\frac{t}{2} - d' \right) + T \left(\frac{t}{2} - d \right) \\ &= 280^kN \cdot m \end{aligned}$$

ديك احاديثات نقطة



* وقع النقاط كلها على المنحنى

* Interaction Diagram



Interaction Diagram
المعطى

موده

(مات)