• Phases
- phase 1 :- un cracked section.
- phase 2 :- linear cracked section.
- phase 3 :- Non linear cracked section.

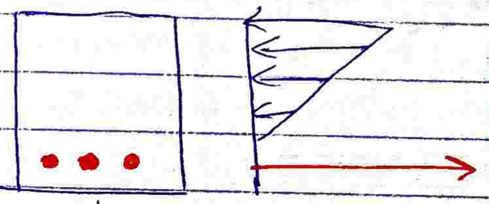
• Nominal strength :- the largest strength Can be applied on the Section.

$$\phi M_n \geq M_u$$

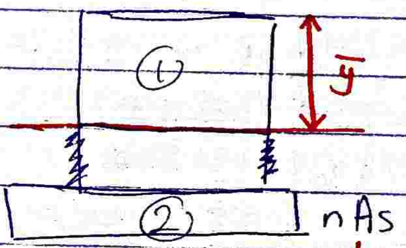
from the materials prop. (M_n) ; from the structrual analysis (M_u)

• Example Before $\Rightarrow$ phase 1. $\boxed{M_{cr} = 69 \text{ KN.m}}$

• Example :-
Like the example Before
But $\boxed{M = 120 \text{ KN.m}}$



$\Rightarrow 69 < 120 \Rightarrow$ phase 2



لأنه تم إهمال
جميع الـ Concrete
في منطقة الشد.

#	A	y	Ay
1	$250\bar{y}$	$\bar{y}/2$	$125\bar{y}^2$
2	11776	600	~

$$\bar{y} = \frac{\Sigma Ay}{\Sigma A} = 167.94 \text{ mm}$$

#	I''	A	D	AD	$I'' + AD^2$
1	$BH^3/3$	~	~	~	~
2	0	11776	600-168	~	~

$$I = 2.6 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

- In this Case the stress on the Concrete will Increase
- But the Stress In the Steel will Increase more, Because we remove the Concrete.

- $\sigma_{max,c} = 120\times10^6 \times 168 / 2.6\times10^9 = 7.75\ MPa$
- $f_s = n\sigma_c = 8\left(120\times10^6 \times (600-168) / 2.6\times10^9\right) = 159.5\ MPa$

- Phase 3:- Nominal Strength.

• في حال لأنه مساحة
الستيل أكبر، فإن
التركيز في الستيل
تقل $\sigma = \frac{F}{A}$
فيصير الفيلر في
الكونكريت أول

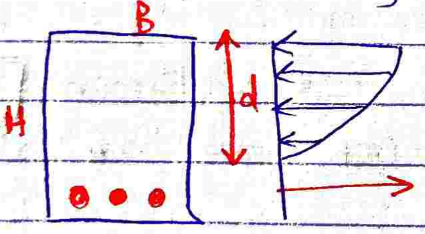
$\boxed{\text{Reinforced}}$

1- under reinforced :-
Steel feails Before.

2- Balanced:-
Steel and the concrete fails in the same time

3- Over-reinforced:-
Concrete fails Before, economicly.

• عند تصميم خرسانة
مسلحة، بنحاول إنه
الفيلر يكون بالستيل أول
لأنه الكونكريت Brittle lat.
بصير فيه فيلر بدون Warning.



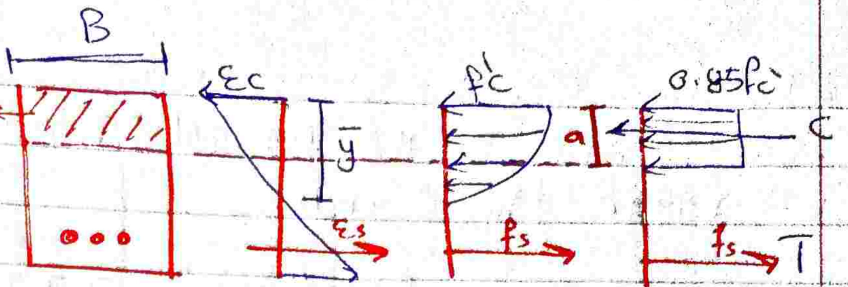
- Reinforcment ratio $\rho = \frac{A_s}{Bd}$
↳ effective depth

$\rho \gg \rho_b \longrightarrow$ concrete fails Before
$\rho = \rho_b \longrightarrow$ at the Same time
$\rho \lll \rho_b \longrightarrow$ tension Control Section

※ Whitney Block distribution:-

• Example :-

Phase 3:-



ما بنستخدم [flexural formula]

لأنه تغير الستريس مش خطي

$$a = \beta_1 \bar{y}$$

$$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.8$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05\left[\frac{f'_c - 28}{7}\right] \Rightarrow$$ بنطلع منها الكمية ال Reinforcement

$$C = 0.85\, f'_c\, (aB)$$

$$T = f_s \times A_s$$

→ $T = C$ → Equ

$$a = \frac{f_s A_s}{0.85 f'_c B}$$

→ $M_n = C\left(d - a/2\right) = f_s A_s \left(d - a/2\right)$

أو T

→ failure In concrete → ultimate Strain = $\boxed{0.003 = \varepsilon_u}$

the strain In steel must have an value $\boxed{= 0.004\,\varepsilon_s}$

الستيل بعمل بمرحلة ال Elastic ← نقدر نطبق عليه Hook's law

$\sigma = \varepsilon E$

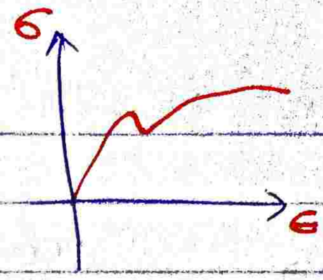
الكونكريت بنفرق بال non-Elastic Region.

• Suppose :-

$f_y = 420\ MPa$

$\sigma_y = E\,\epsilon_y$

$\epsilon_y = 0.0021$



~~• AIC: الفشل بصير لما الـ stress strain الـ = 0.004~~

~~يعني ضعف الـ stress strain الـ yield~~

~~أي أن الـ بدو يعمل yield قبل الفشل~~

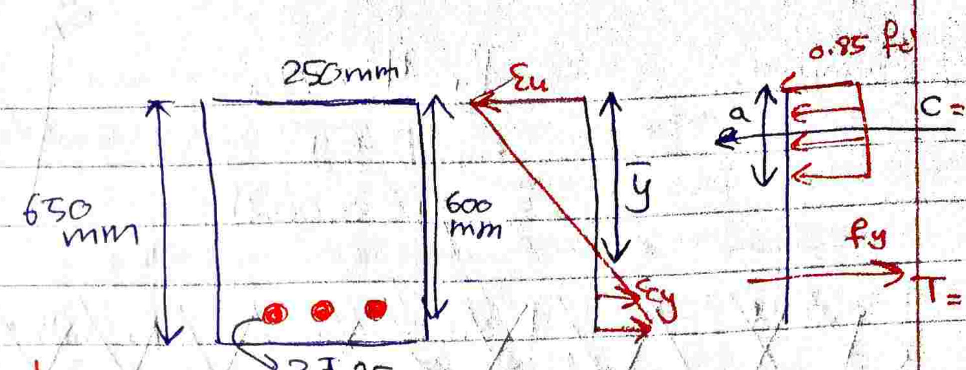
• $\boxed{\text{In the AIC - code}}$: The failer In the Beam happend When the Strain In the Steel reach double Value of It's yield Strain.

↓

That's help to determine the perfect rain forcment.

. Example:

$f_c' = 28\ MPa$
$F_y = 420\ MPa$



. Calculate (Nominal moment Capacity)

. Calculate the Strain in Concrete and Steel at falure?

$T = C$

$\Rightarrow A_s \times f_y = 0.85 f_c' a B \Rightarrow a = \dfrac{A_s f_y}{0.85 f_c' B}$

$a = \dfrac{3 \times 25^2 \times \pi/4 \times 420}{0.85 \times 28 \times 250}$

T, C ⇒ Same $= 103.9\ mm$

$\Rightarrow M_n = \text{force} \times \text{arm} = A_s \times f_y$

عند هاي المومنت راح يصير في فيلر بالبيم

$= 3 \times 25^2 \times \frac{\pi}{4} \times 420 \left(d - \frac{a}{2}\right) =$

$= 339 \times 10^6\ N.mm$

$= 339\ KN.m$

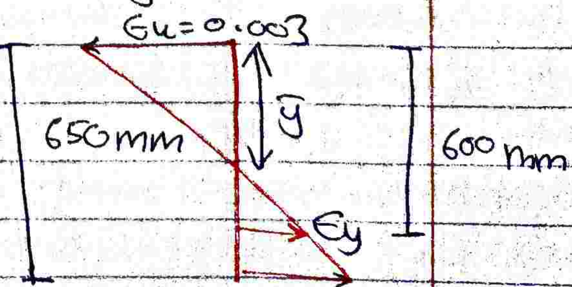
بعد الستيل عن الحافة العليا

N
mm
MPa

$\Rightarrow a = \beta_1 \bar{y} \Rightarrow 103.9 = 0.85 \bar{y} \Rightarrow \bar{y} = 122.2\ mm$

$\dfrac{\epsilon_u}{\bar{y}} = \dfrac{\epsilon_s}{d - \bar{y}} \Rightarrow \epsilon_s = \dfrac{d - \bar{y}}{\bar{y}} \epsilon_c$

$\epsilon_s = 0.017$



. بلش الـ yield بالستيل ← 0.002 .

. يعني [redacted] وصل الستيل لل yield من زمان

. لما يصير في فيلر بالـ Concrete معناه إنه صار في فيلير بالستيل من قبل

Balanced sections ($\epsilon_c = \epsilon_u$, $\epsilon_s = \epsilon_y$)

$\epsilon_y = 0.0021$ — Steel

$\epsilon_u = 0.003$ — concrete

Find the Balanced steel ratio (ρ_b).

$$T = C$$

$$A_s f_y = 0.85 f_c' a b \Rightarrow a = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c' b} \quad (1)$$

$$\frac{\epsilon_u}{\bar{y}} = \frac{\epsilon_y}{d - \bar{y}} \Rightarrow \bar{y} = d \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y} \quad (2)$$

(2) in (1)

$$\beta_1 \bar{y} = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c' b}$$

$$\beta_1 \bar{y} = A_s f_y / 0.85 f_c' b$$

$$\beta_1 d \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y} = \frac{A_s f_y}{0.85 f_c' b} \quad (3)$$

Reinforcement ratio $\Rightarrow \rho = \frac{A_s}{bd} \Rightarrow \boxed{A_s = \rho b d}$

Sub. In (3)

$$\rho_b = \beta_1 \left(\frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y} \right) \times 0.85 \frac{f_c'}{f_y}$$

$\epsilon_u = 0.003$, $\epsilon_y = 0.002$

at ACI $\rho_{max} \rightarrow \epsilon_c = 0.003$

$\epsilon_y = 0.004 \rightarrow 2\times$ ~~ϵ yield to steel~~.

$$\rho_{max} = \beta_1 \left(\frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y} \right) \times 0.85 \frac{f_c'}{f_y}$$

$\epsilon_u = 0.003$, $\epsilon_y = 0.004$

STUDENTS-HUB.com

※ ACI ⟹ requires tension-Controlled design

بتصير yield بالستيل قبل Crushing In Concrete

※ maximum reinforcement ratio

$$\rho_{max} = \rho_{0.004} = 0.85\ \beta_1 \left(\frac{f_c'}{f_y}\right)\left(\frac{0.003}{0.003+0.004}\right)$$

※ minimum reinforcement ratio:-

$$\max\left[\frac{1.4}{f_y},\ \frac{0.25\sqrt{f_c'}}{f_y}\right]$$

* إذا ما اضفناه بعين الاعتبار، إنه نعمل تسليح بالستيل، وراح يصير فيلر بالكونكريت بدون أي تحذير مسبق.

$$\rho_{max} < \rho < \rho_{min}$$

ρ_{max} ← بتضمن ال Strain بالستيل ما يقل عن 0.004 أي هيصير فيه نيلر

ρ ↓ Which I Will use it In design

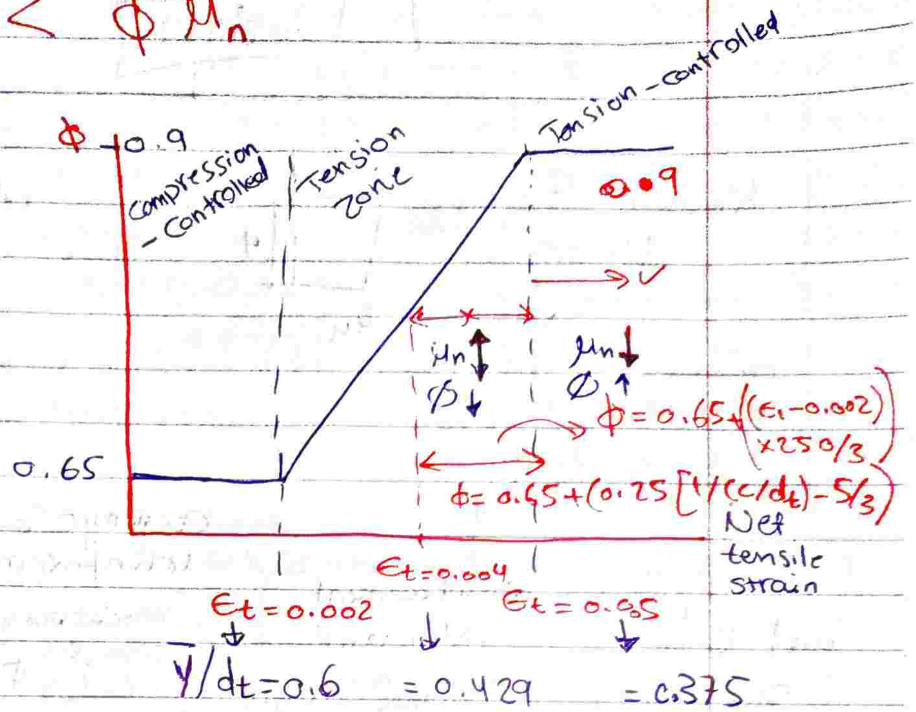
ρ_{min} ← بتضمن إنه في Tension failr In steel ⟹ warning

$$\Rightarrow \frac{y}{d} = \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u+\epsilon_t}$$ ⟹ good Indiction to determine If we Exceed reinforcment Limit.

CH9 + H22 لازم نعرف نطلع المعادلات هاي من الكود.
In ACI Code 2019
→ رقم الجدول ....

* $M_u < \phi M_n$

St. Analysis:



* serviceability requirements:

- ACI → limit for the min. depth of the beam depend on span continuity Table 9.3.1.1
  - simply — $l/16$
  - one end continuity — $l/18.5$
  - Cantilever — $l/8$

← إذا ما بدنا نلتزم بهاي المعايير لازم نحسب ديفلكشن ويكون إلها حدود (maximum deflection).

- destance between bars:

← مش لازم تكون المسافات صغيرة جداً لأنه الحصمة بتعلق فوقهم أو بتلزق بينهم.

$S_{min} = max\left[25mm, d_b, \frac{4}{3} d_{agg}\right]$

d_b → diameter of the bar

d_{agg} → In general → 19 mm / 20 mm

← مش لازم تكون المسافات بعيدة كثير لأنه بصير كراك بعمق أكبر بالكونكريت.

← إذا كان عنا أكثر من خيار لعدد البارات وكلهم ما بغيروا الدزاين بنختار أكبر عدد ممكن.

- Concrete clear cover → 40 mm, But if there → weather → 50mm; → soil → 75 mm