WSM ⇒

Modular Ratio(m) = $\frac{280}{3\sigma_{cbc}}$

Ex⇒ M-15 grade के लिए F.O.S will be -

$$F.O.S = \frac{15}{3} = 5\ N/mm^2$$

Modular Ratio(m) = $\frac{E_s}{E_c}$ = $\frac{\text{modulus of Elasticity of Steel}}{\text{Modulus of Elasticity of Concrete.}}$

$$m = \frac{E_s}{E_c}$$

$E_s = 2\times10^5\ N/mm^2$

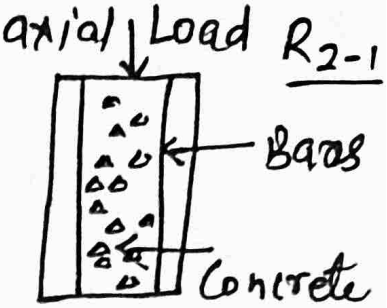
$E_c = 5000\sqrt{f_{ck}}$

* सीधे भार पर प्रतिबल कंक्रीट खण्डो में प्रतिबलो का वितरण (Distribution of Stresses in R.C.C. Sec^n under direct load ⇒

जब खण्ड पर पड़ने वाला बल का अक्ष तथा खण्ड का अक्ष एक सीधा रेखा पर स्थित होते है तब खण्ड में उत्पन्न होने वाला बल Direct Stress.

According to Hooke's law →

$$E = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}}$$



स्तम्भ पर आ रहे भार(P) के कारण Concrete तथा Steel में विकृति बराबर होगी।

So, Strain in steel = Strain in Concrete

$$E_s = \frac{\sigma_{sc}}{e_s} = E_c = \frac{\sigma_{cc}}{e_c}$$

$$\Rightarrow e_s = \frac{\sigma_{sc}}{E_s} = e_c = \frac{\sigma_{cc}}{E_c}$$

Now, $$\frac{\sigma_{sc}}{E_s} = \frac{\sigma_{cc}}{E_c}$$

$$\frac{\sigma_{sc}}{\sigma_{cc}} = \frac{E_s}{E_c} \quad \left(m = \frac{E_s}{E_c}\right)$$

$$\frac{\sigma_{sc}}{\sigma_{cc}} = m$$

$$\boxed{\sigma_{sc} = m \cdot \sigma_{cc}}$$

[Means इस्पात में उत्पन्न प्रतिबल, Concrete के प्रतिबलो के m गुना होता है।]

* Equivalent area of R.C. Section ⇒

$$\boxed{P = P_c + P_s}$$

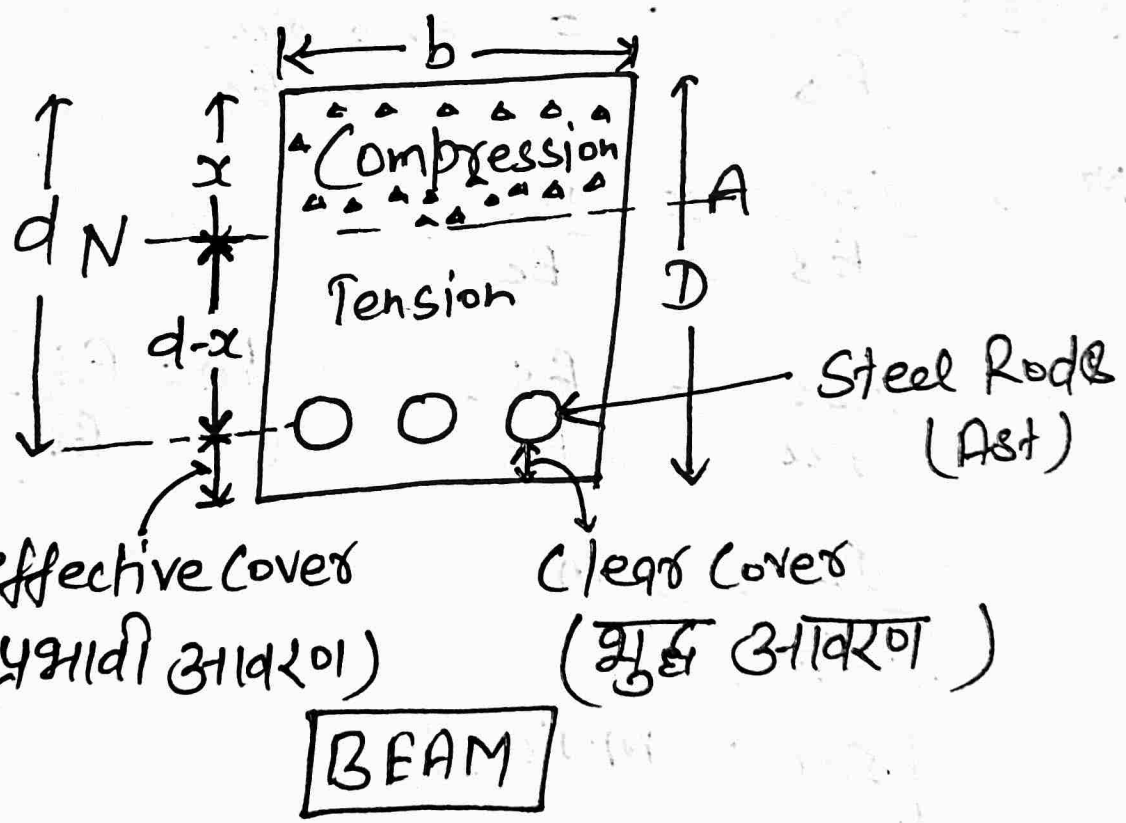
P = Total load.

$$P = \sigma_{cc} \cdot A_c + \sigma_{sc} \cdot A_s$$

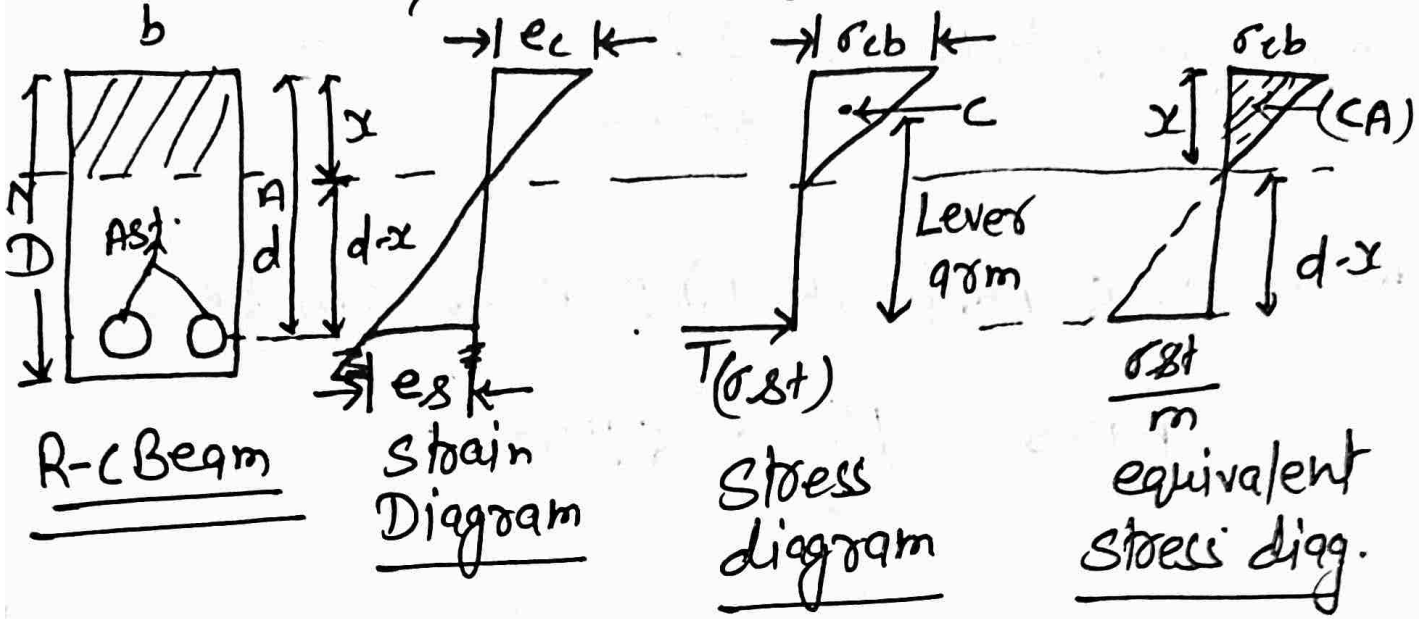
$$P = \sigma_{cc} \cdot A_c + m \cdot \sigma_{cc} \cdot A_s \quad (\sigma_{sc} = m \cdot \sigma_{cc})$$

$$\boxed{P = \sigma_{cc} (A_c + m \cdot A_s)}$$

* Singly Reinforced Beam ⇒



Stress and Strain Diagram ⇒



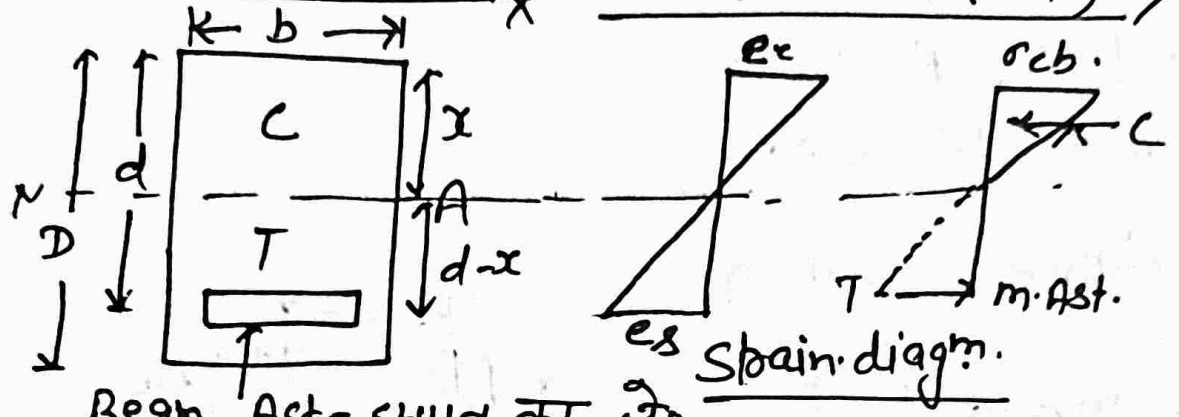
Strain diagram ⇒ धरन का C/S area बंकन से पूर्व समतल था, बंकन के बाद भी समतल रहता है। Concrete तथा Steel में Bonding पूर्ण होता है इसलिए Steel & Concrete में विकृति बराबर होती है।

Stress diagram ⇒ N.A के ऊपर स्थित संपीडन क्षे० में उत्पन्न प्रतिबल एक सरल रेखीय नियम के अनुसार बढ़ते जाते हैं। Stress N.A पर शून्य तथा N.A के ऊपर Max. होता है।

→ N.A के नीचे तनन क्षेत्र की Concrete में किसी प्रतिबल की गणना नहीं की जाती है।

* Depth of N.A बल शून्य रेखा की गहराई ज्ञात करना ⇒

(a) क्रान्तिक बल शून्य रेखा (Critical N.A) ⇒



Beam. Ast = इस्पात का क्षे० Strain diagm.

$$\frac{\text{खण्ड के ऊपरी सिरे पर विकृति}}{\text{इस्पात में विकृति}} = \frac{x}{d-x} \quad \text{—(1)}$$

$$E = \frac{\sigma}{e} \Rightarrow e = \frac{\sigma}{E}$$

Strain in Concrete $e_c = \dfrac{\sigma_{cb}}{E_c}$

Strain in steel $e_s = \dfrac{\sigma_{st}}{E_s}$

e_c & e_s will be Put in equation (1) –

$$\frac{\dfrac{\sigma_{cb}}{E_c}}{\dfrac{\sigma_{st}}{E_s}} = \frac{x}{d-x} \Rightarrow \frac{\sigma_{cb}}{E_c} \times \frac{E_s}{\sigma_{st}} = \frac{x}{d-x}$$

$$\frac{E_s}{E_c} = m$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{m \cdot \sigma_{cb}}{\sigma_{st}} = \frac{x}{d-x}} \Rightarrow \boxed{x = \frac{m \sigma_{cbc} \cdot d}{m \cdot \sigma_{cbc} + \sigma_{st}}}$$

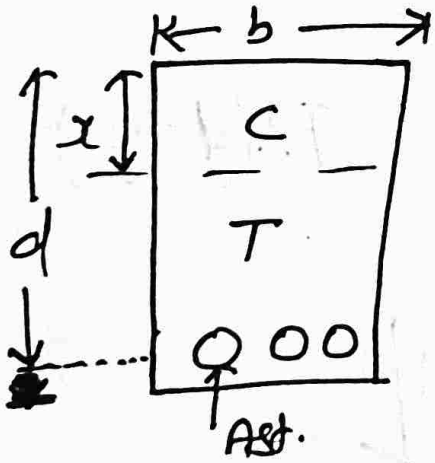
(b) Actual N.A (वास्तविक बलशून्य रेखा) ⇒

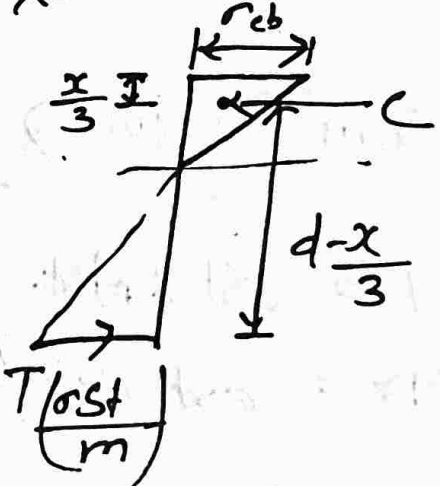
→ इस्पात का, Concrete के समतुल्य क्षेत्र = $m \cdot A_{st}$

संपीडन तथा तनन क्षेत्र का N.A के सापेक्ष आघूर्ण लेते हुए–

$$b \times x \times \frac{x}{2} = m \cdot A_{st}(d-x)$$

$$\boxed{\frac{bx^2}{2} = mA_{st}(d-x)}$$ (x Take Positive value)





* Lever arm (उत्तोलक भुजा) ⇒ Denote (z)

lever arm $\boxed{z = d - \frac{x}{3}}$

* Moment of Resistance ⇒

(a) For Compression ⇒

$$M_r = C \times \left(d - \frac{x}{3}\right)$$

C = घरन का क्षे० × Avg. संपीडन प्रतिबल

$$C = (b \times x)\left(0 + \frac{\sigma_{cb}}{2}\right)$$

$$C = \frac{b \times \sigma_{cb}}{2}$$

$$\boxed{M_r = \frac{b \cdot x \cdot \sigma_{cb}}{2}\left(d - \frac{x}{3}\right)}$$

(b) For Com Tension ⇒ $M_r = T \times \left(d - \frac{x}{3}\right)$

$$T = \sigma_{st} \times A_{st}$$

$$\boxed{M_r = \sigma_{st} \cdot A_{st}\left(d - \frac{x}{3}\right)}$$

* घरन खण्डो में इस्पात का प्रतिशत
Percentage of Steel in R.C.C ⇒

$$\boxed{p = \frac{A_{st}}{b \times d} \times 100} \quad \text{(or)} \quad \boxed{p = \frac{50x^2}{md(d-x}}$$

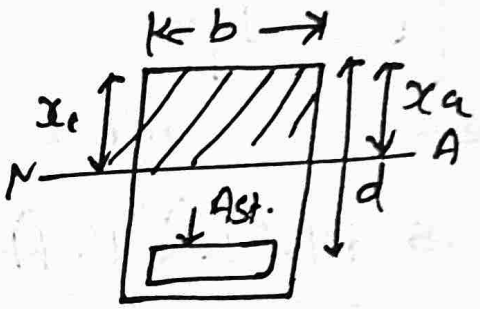
* प्रबलित कंक्रीट धरन की श्रेणियां
Classes of R.C.C Beam ⇒

(a) Balance (or) Economical secn
(b) under R/F secn.
(c) over R/F secn.

(a) Balance secn ⇒

$$\left\{ x = \frac{m\,\sigma_{cb}\,d}{m\,\sigma_{cb} + \sigma_{st}} \right\}$$

$x_a = x_c$

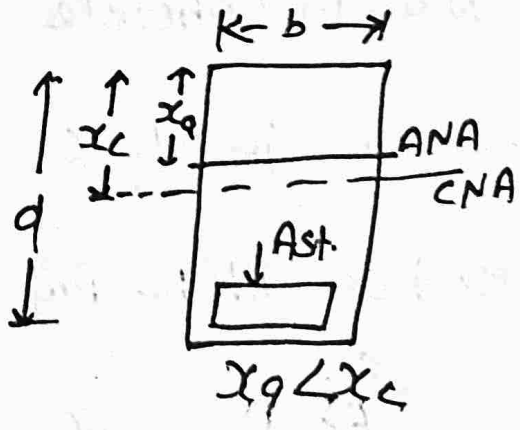


$$M_r = \frac{b \cdot x \cdot \sigma_{cb}}{2}\left(d - \frac{x}{3}\right)$$

(or)

$$M_r = \sigma_{st} \cdot A_{st}\left(d - \frac{x}{3}\right)$$

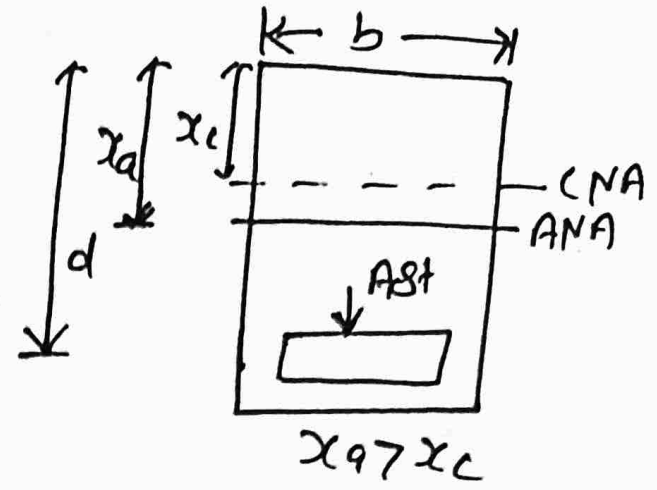
(b) Under R/F secn ⇒



$$\left\{ M_r = \sigma_{st}\,A_{st}\left(d - \frac{x}{3}\right) \right\}$$

$x_a < x_c$

* Over R/F Secn ⇒



$$\left\{ M_r = \frac{b \cdot x \cdot \sigma_{cb}}{2}\left(d - \frac{x}{3}\right) \right\}$$

Ques ⇒ प्रबलित कंक्रीट का एक आयताकार धरन 260mm × 600mm माप का है। इसकी तली में 157mm तनन प्रति प्रबलन, 50mm के प्रभावी आवरण पर डाला गया है। यदि $\sigma_{cb} = 7\ N/mm^2$, $\sigma_{st} = 140\ N/mm^2$ तथा $m = 13$ हो तो क्रान्तिक तथा वास्तविक बल शून्य रेखाओं की स्थिति ज्ञात करें।

Ques ⇒ एक आयताकार RCC धरन खण्ड 200mm चौड़ा तथा प्रबलन के केन्द्र तक 400mm गहरा है।

धरन के तनन क्षे० में $1256\ mm^2$ प्रबलन इस्पात डाला गया है। यदि $\sigma_{cb} = 5\ N/mm^2$, $\sigma_{st} = 140\ N/mm^2$ तथा $m = 18$ हो तो ज्ञात करे कि धरन under R/F secn है या over R/F secn

Ques ⇒ एक आयताकार RCB है की चौड़ाई ~~20 mm~~ 200 mm है तथा प्रभावी गहराई 350mm है। यदि धरन 24×10^3 Nm के बंकन आघूर्ण के अधीन हो, तो तनन प्रबलन का क्षेत्रफल ज्ञात कीजिए।

Ques ⇒ एक R/f cement Concrete Beam का अनुप्रस्थ काट 200mm × 400mm (प्रभावी) है तथा उसकी तली पर 16mm व्यास की 4 छड़े डाली गयी है। धरन का प्रतिरोधी आघूर्ण ज्ञात करे तथा यह भी बताये की Cross Balance, over R/f secn तथा under R/f secn है। $\sigma cb = 5 N/mm^2$

$\sigma st = 140 N/mm^2$

$m = 18$ मान ले।