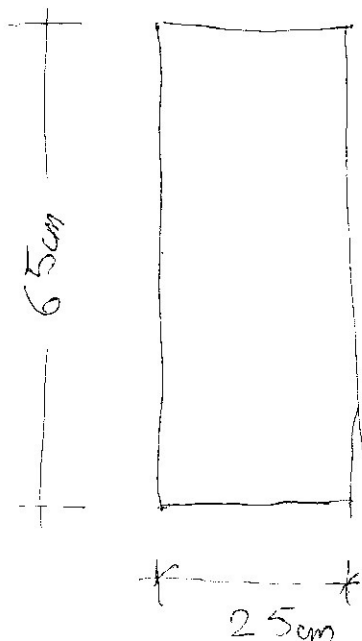


## Ρηγματώση



$$M_G = 252,7 \text{ kNm} \quad M_Q = 91,0 \text{ kNm}$$

$$\psi_1 = 0,5 \quad \psi_2 = 0,3$$

$$C = 4 \text{ cm} \quad C30/37 \quad (f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}) \quad B500C$$

$$k_e = 0,6 \text{ βραχυχρόνια φόρτιση (συχνος συνδυασμός)}$$

$$k_e = 0,4 \text{ μακροχρόνια φόρτιση (οιονεί μόνιμος συνδ.)}$$

$$k_1 = 0,8 \text{ (νευροκαταβολές)}$$

$$k_2 = 0,5 \text{ (υαμύνη)}$$

$$k_3 = 3,4 \text{ (σταθερή τιμή)}$$

$$k_4 = 0,425 \text{ (σταθερή τιμή)}$$

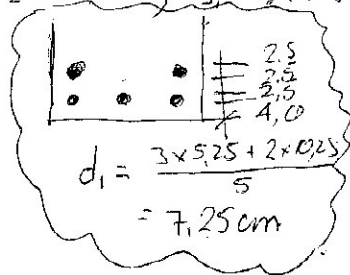
• Οδηγία έναντι υφρμης  $M_d = 1,35 \times 252,7 + 1,5 \times 91,0 = 477,8 \text{ kNm}$

Εστω  $d_1 = 7,25 \text{ cm} \Rightarrow h = 57,75 \text{ cm} \Rightarrow$

$$\mu = \frac{477,8}{0,25 \times 0,5775^2 \times 17.000} = 0,34 \Rightarrow \omega = 0,434 \quad (\epsilon_{c2} = -3,5\text{‰}, \epsilon_s = +2,95\text{‰})$$

$$\Rightarrow A_{s1} = 0,434 \times 25 \times 57,75 \times \frac{17}{435} = 24,5 \text{ cm}^2 \Rightarrow \underline{\underline{5 \phi 25}}$$

montage 4φ16



• Ελεγχος ρηγματώσης: αναγκαζιμς ελεγχος

- Οιοεί μεριμήν τιμή (μακροχρόνια φόρτιση)

$$M_G + \psi_2 M_Q = 252,7 + 0,3 \times 91,0 = 280,0 \text{ kNm}$$

- Συχνή τιμή (βραχυχρόνια φόρτιση)

$$M_G + \psi_1 M_Q = 252,7 + 0,5 \times 91,0 = 298,2 \text{ kNm}$$

→ Εστω ότι η απαίτηση είναι χαρακτηριζιμς

εφρος ρωγμης  $w_k = 0,2 \text{ mm}$  για τον οιοεί μεριμς συνδυασμς

Κ.Τρ.Ε.Σ. 3/5/17

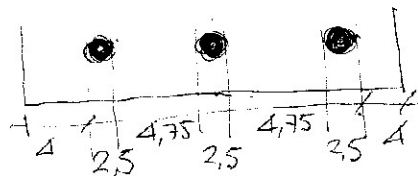
Επιτίμηση\* της τάσης του χαλupa

$$\sigma_s = \frac{M_{ser}}{M_{ult}} \cdot f_{yd} = \frac{280}{477.8} \cdot 435 = 255 \text{ MPa}$$

Από Πίνακα 7.2N  $\Rightarrow \max \phi \approx 10 \text{ mm}$  δεν μας καλύπτει

Από Πίνακα 7.3N  $\Rightarrow \max s \approx 75 \text{ mm}$

εδώ έχουμε:

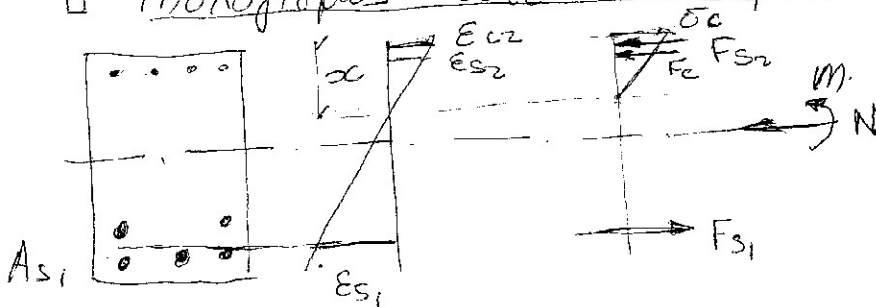


$$s = \frac{25 - 2 \times 4 - 3 \times 2.5}{2} = 4.75 \text{ cm}$$

αρα καλύπτεται\*\*

• Έλεγχος ρηγμάτων: αναλυτικός υπολογισμός

□ Υπολογισμός τάσης χαλupa και υγούς θηβάρων  $\Sigma \sigma_m \cdot x$

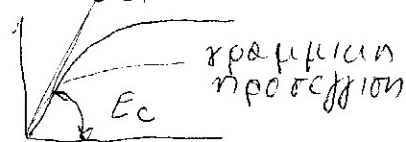


Οι αγνώστοι τώρα είναι οι δύο παραμορφώσεις  $\epsilon_{s2}$  και  $\epsilon_{s1}$ . Θα υπολογισθούν από τις 2 εξισώσεις ισοδυναμίας. Για να βρούμε τις εξισώσεις παρατηρούμε τα εής:

\*\* Άρα για ισοστατοειστικά είναι οι δύο Πίνακες

\* Στην συνέχεια, στον αναλυτικό υπολογισμό του εύρους ρηγμάτων, θα υπολογισουμε με ακρίβεια την τάση χαλupa

- Επειδή είμαστε σε Ο.Κ.Π ( $M_{ser} = 280 < 477,8 = M_{ult}$ ) οι τάσεις του σκυροδέματος αναμένεται να είναι μικρές. Από το δ/μα  $\sigma_c - \epsilon_c$  μπορούμε εύκολα να δειχούμε ότι οι τάσεις θα είναι περίπου γραμμικές:  $\sigma_c = E_c \cdot \epsilon_c$



— και η  $\epsilon_{c2} < 3,5\%$

- Προφανώς και η τάση του χαλυβα θα είναι  $\sigma_{s1} < f_{yd}$  ή  $\epsilon_{s1} < \epsilon_{yd}$  και άρα  $\sigma_{s1} = E_s \epsilon_{s1}$

Ετσι λοιπόν οι εξισώσεις ισοδυναμίας γράφονται:

$$(N) \quad 0 = A_{s1} E_s \epsilon_{s1} - A_{s2} E_s \left[ (\epsilon_{s1} + \epsilon_{c2}) \frac{d-d_2}{d} - \epsilon_{s1} \right] - \frac{1}{2} \frac{E_{c2}}{E_{c2} + E_{s1}} db E_c \epsilon_{c2}$$

$$(M)^* \quad 280 = A_{s1} E_s \epsilon_{s1} (d-d_2) - \frac{1}{2} \frac{E_{c2}}{E_{c2} + E_{s1}} db E_c \epsilon_{c2} \left\{ \frac{1}{3} \frac{E_{c2}}{E_{c2} + E_{s1}} d - d_2 \right\}$$

Στις παραπάνω δύο εξισώσεις οι μόνοι αγνώστοι είναι οι  $\epsilon_{c2}$  και  $\epsilon_{s1}$ , ενώ όλα τα άλλα μέγεθη είναι γνωστά:

$$A_{s1} = 24,54 \text{ cm}^2 \quad E_s = 200 \text{ GPa} \quad A_{s2} = 8,04 \text{ cm}^2 \quad d = 57,75 \text{ cm} \quad d_2 = 4,8 \text{ cm} \\ E_c = 33 \text{ GPa.}$$

Λύνω κατά γνωστά(;) το σύστημα των 2 εξισώσεων με 2 αγνώστους, από όπου προκύπτει:

$$\underline{\epsilon_{c2} = 0,58\% \quad \text{και} \quad \epsilon_{s1} = 1,11\%}$$

\* Ρόλος ως προς τον θλιβόμενο συνίσταται (απόλυτη αξία) ή ρόλη ως προς τυχόν σημείο είναι σταθερή) 3/5

Αρα  $\sigma_{s1} = 1,11 \times 200 = 222 \text{ MPa}$  (και όχι 255 MPa που είχε ευζητήσει προσεγγιστικά) και

$$x = \frac{0,58}{0,58 + 1,11} \times 57,75 = 19,81 \text{ cm}$$

□ Υπολογισμός της "όχισης" παραμόρφωσης του χαλυβα ως προς το σωρόδεμα:

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_E \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{eff}} (1 + \alpha_e \rho_{eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

όπου  $\sigma_s = 222 \text{ MPa}$   $k_E = 0,4$   $f_{ct,eff} = 2,9 \text{ MPa}$

$$\rho_{eff} = \frac{A_{s1}}{b \cdot \min \left[ \underbrace{2,5(h-d)}_{19,375}, \underbrace{(h-x)/3}_{15,06}, \underbrace{h/2}_{32,5} \right]} \quad (\text{βλ σκ 7.1})$$

$$= \frac{24,54}{25,0 \times 15,06} = 0,652\%$$

$$\alpha_e = E_s / E_c = 200 / 33 = 6,06$$

$$\Rightarrow \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{222}{200 \times 10^3} \left( 1 - 0,4 \frac{2,9}{222 \times 0,0652} (1 + 6,06 \times 0,0652) \right) =$$

$$= 1,11\% \left( 1 - \underbrace{0,112}_{> 0,6} \right) = 0,986\%$$

□ Υπολογισμός της απόστασης των ραβδών:

$$s_{r,max} = k_3 \cdot c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{eff}} = 3,4 \times 40 + 0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,425 \frac{25}{0,0652} =$$

$$= 136 + 65,2 = 201,2 \text{ mm}$$

□ Ευρος ρωγμής

$$w_k = (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \cdot s_{r,max} = 0,986\% \times 201,2 = \underline{\underline{0,198 \text{ mm}}}$$

$< 0,2 \text{ mm}$  ✓

- Ελάχιστος πηγμείωση Παράληψη: Για βραχυχρόνια δράση (συχνός συνδυασμός) ( $\psi_1 = 0.5$   $k_f = 0.6$ )  
θα αχυρε:

$$M = 298,2 \text{ kNm} \Rightarrow \epsilon_{c_2} = 0.618\text{‰} \quad \epsilon_{s_1} = 1.18\text{‰}$$

$$\sigma_{s_1} = 236,5 \text{ MPa} \quad x_c = 19,8 \text{ cm} \quad \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,996\text{‰} \quad S_{r, \max} = 201,2 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow w_k = 0,200 \text{ mm} \quad \checkmark$$