

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΜΑ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Σ.Η.ΔΡ

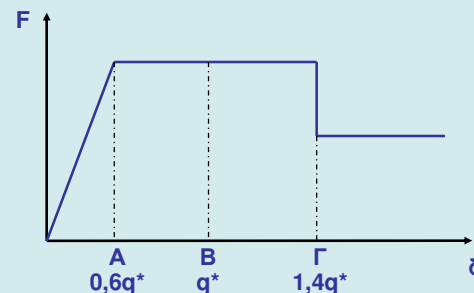
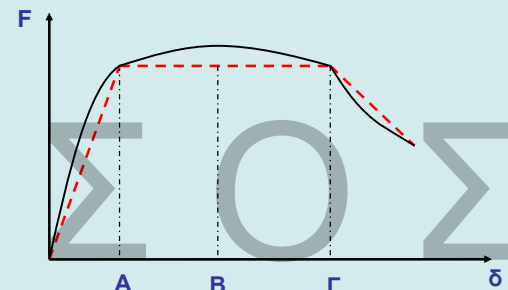
➤ Στέφανος Δρίτσος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Πάτρα, Σεπτέμβριος-Οκτώβριος 2009

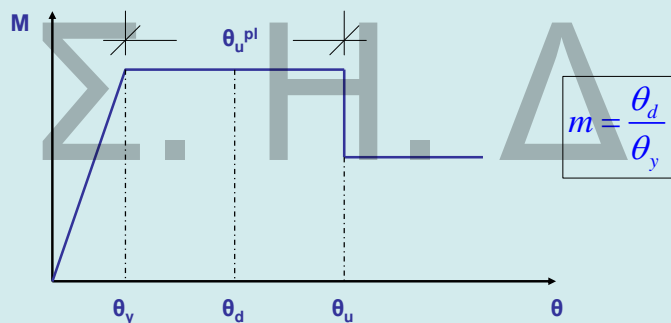
1

## ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



2

## ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΜΕΛΩΝ



Ικανότητα στροφής χορδής κατά τη διαρροή:

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_T z}{3} + 0,0014 \left( 1 + 1,5 \frac{h}{L_s} \right) + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}$$

Δοκοί και Υποστυλώματα

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_T z}{3} + 0,0013 + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}$$

Τοιχεία ορθογωνικής, Τ- και Ι- Διατομής

3

## ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΜΕΛΩΝ

Οριακή ικανότητα στροφής χορδής:

$$\theta_{um} = 0,016 \cdot (0,3^V) \left[ \frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} f_c \right]^{0,225} (\alpha_s)^{0,35} 25 \left( \frac{\alpha \rho_s f_{yw}}{f_c} \right) (1,25^{100} \rho_d)$$

Πλαστικό τμήμα ικανότητας στροφής χορδής:

$$\theta_{um}^{pl} = \theta_u - \theta_y = 0,0145 (0,25^V) \left[ \frac{\max(0,01; \omega)}{\max(0,01; \omega)} \right]^{0,3} (f_c)^{0,2} (\alpha_s)^{0,35} 25 \left( \frac{\alpha \rho_s f_{yw}}{f_c} \right) (1,275^{100} \rho_d)$$

4

## Μάτιση Ράβδων με νευρώσεις σε ευθύγραμμο μήκος $l_o$

- Σε μάτιση θλιβομένων ράβδων μετρούν και οι δύο στο θλιβόμενο σπλισμό
- Για  $M_y, \phi_y, \theta_y$ :  $f_y \times l_o / l_{oy,min}$ , αν  $l_o < l_{oy,min} = (0.3 \cdot f_y / \sqrt{f_c}) \cdot d_b$
- Για τη στροφή χορδής στην αστοχία:  $\theta_{um}^{pl} \times l_o / l_{ou,min}$ ,  
αν  $l_o < l_{ou,min} = d_b \cdot f_y / [(1.05 + 14.5 \cdot a_{rs} \cdot \omega_{sx}) \sqrt{f_c}]$

## Μάτιση λείων Ράβδων με άγκυστρα & ευθύγραμμο μήκος παράθεσης $l_o > 15d_b$

- Σε μάτιση θλιβομένων ράβδων μετρούν και οι δύο στο θλιβόμενο σπλισμό
- Για  $M_y, \phi_y, \theta_y$ : πλήρες  $f_y$  εφελκυσμένων ράβδων
- Για τη στροφή χορδής στην αστοχία:  $\theta_{um}$  επιπλέον  $\times (10 + l_o / d_b) / 50$ ,  
αν  $l_o < 40d_b$

5

## ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

### Στάθμη Επιτελεστικότητας:

- Άμεση Χρήση (DL):

$$\theta_d = \theta_y$$

- Ασφάλεια Ζωής (SD):

$$\theta_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \frac{\theta_y + \theta_u}{2}$$

Δευτερεύοντα ή Τοιχοπληρώσεις:

$$\theta_d = \frac{\theta_u}{\gamma_{Rd}}$$

Όπου:  $\gamma_{Rd} = 1,8$  για πρωτεύοντα ή δευτερεύοντα  
 $\gamma_{Rd} = 3,0$  για τοιχοπληρώσεις

- Οιονεί Κατάρρευση (NC)

$$\theta_d = \frac{\theta_u}{\gamma_{Rd}}$$

Όπου:  $\gamma_{Rd} = 1,8$  για πρωτεύοντα  
 $\gamma_{Rd} = 1,0$  για δευτερεύοντα ή τοιχοπληρώσεις

## ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

### Δοκοί και Υποστυλώματα

$$V_R = \frac{h-x}{2L_s} \min(N; 0,55A_c f_c) + (1 - 0,05 \min(5; \mu_9^{pl})) [0,16 \max(0,5; 100\rho_{tot})(1 - 0,16 \min(5; \alpha_s)) \sqrt{f_c} A_c + V_w]$$

Όπου:

$$V_w = \rho_w b_w z f_{yw}$$

Για ορθογωνικές διατομές

$$V_w = \frac{\pi A_w}{2s} f_{yw} (D - 2c)$$

Για κυκλικές διατομές

### Τοιχώματα

$$V_{R,max} = 0,85 (1 - 0,06 \min(5; \mu_9^{pl})) \left( 1 + 1,8 \min(0,15; \frac{N}{A_c f_c}) \right) (1 + 0,25 \max(1,75; 100\rho_{tot})) (1 - 0,2 \min(2; \alpha_s)) \sqrt{f_c} b_w z$$

### Κοντά Υποστυλώματα ( $LV/h \leq 2$ )

$$V_{R,max} = \frac{4}{7} (1 - 0,02 \min(5; \mu_9^{pl})) \left( 1 + 1,35 \frac{N}{A_c f_c} \right) (1 + 0,45 (100\rho_{tot})) \sqrt{\min(40; f_c)} b_w z \sin 2\delta$$

## ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (μέθοδος q)

■ Χονδρική Εκτίμηση Δείκτη Συμπεριφοράς q

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί μελέτης (και κατασκευής)	Ευμενής παρουσία τοιχοπληρώσεων (στο σύνολο του κτιρίου)	Δυσμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων
1995 < ...	3,00	2,30
1985 < ... < 1995	2,30	1,80
... < 1985	1,80	1,30

8

## ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

- Γενικές πληροφορίες
- Απαιτούμενα Δεδομένα
  - a) Προσδιορισμός φέροντος οργανισμού και έλεγχος αν τηρεί τα κριτήρια κανονικότητας του EC8- Part 1
  - b) Τύπος θεμελίωσης
  - c) Συνθήκες εδάφους
  - d) Διαστάσεις διατομών και μηχανικές χαρακτηριστικές υλικών
  - e) Πληροφορίες για πιθανά ελαττώματα στα υλικά και στην τοποθέτηση του οπλισμού
  - f) Πληροφορίες για τους κανόνες αντισεισμικού σχεδιασμού της εποχής μελέτης,  $q=?$
  - g) Χρήση κτηρίου και κατηγοριοποίηση σπουδαιότητας
  - h) Επανεκτίμηση των πραγματικών δράσεων (φορτίων)
  - i) Πληροφορίες για προγενέστερες ή παρούσες βλάβες και τυχόν επεμβάσεις

9

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)

- Υψηλή
- Ικανοποιητική
- Ανεκτή
- Ανεπαρκής: επιτρέπεται, μόνο για δευτερεύοντα στοιχεία

**Χάλυβας:** Επιτρέπεται μακροσκοπική αναγνώριση και κατάταξη, οπότε η ΣΑΔ θεωρείται ικανοποιητική

10

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων (ΣΑΔ)

### Σκυρόδεμα

- Μέθοδοι εκτίμησης  $f_c$ : Συνδυασμός έμμεσων μεθόδων, βαθμονόμηση με λίγους πυρήνες. Προσοχή στις καμπύλες αναγωγής και συσχέτισης.
- Απαιτούμενο πλήθος δοκιμών:
  - Όχι συλλήβδην, δηλ. για όλους τους ορόφους και όλα τα δομικά στοιχεία.
  - Τουλάχιστον 3 πυρήνες ανά ομοειδή δομικά στοιχεία ανά δύο ορόφους, οπωσδήποτε στον "κρίσιμο" όροφο.
- Επιπλέον μέθοδοι (υπερχροσκόπηση ή κρουσιμέτρηση ή εξόλκευση ήλου για  $f_c < 15 \text{ MPa}$ ):
  - Υψηλή ΣΑΔ/όροφο: 45% κατ.στοιχ./25% ορ. στοιχ.
  - Ικανοποιητική ΣΑΔ/όροφο: 30% κατ.στοιχ./25% ορ. στοιχ.
  - Ανεκτή ΣΑΔ/όροφο: 15% κατ.στοιχ./7,5% ορ. στοιχ.

11

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων

- Δεδομένα:

ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΑΝΩΔΟΜΗΣ	ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ	ΙΔΙΑ ΒΑΡΗ ΕΠΕΤΡΩΣΕΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ, κ.λ.π.
--------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---

ΟΠΛΙΣΗΣ		
ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΑΒΔΩΝ	ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΜΟΝΕΣ	«ΚΛΕΙΣΙΜΟ» ΣΥΝΔΕΤΗΡΩΝ

12

## Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων

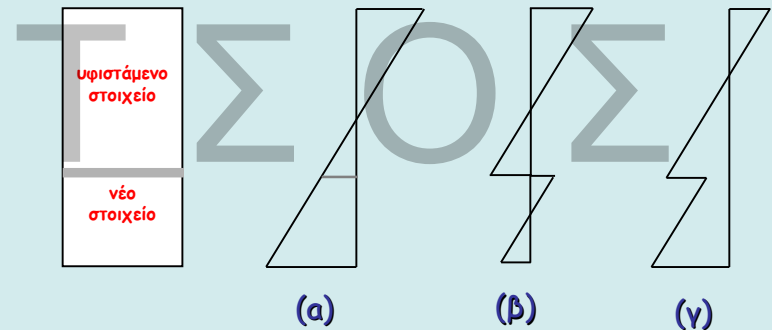
### ■ Προέλευση Δεδομένου:

1	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδοθεί με εφαρμοστέα	3	Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά, σε μορφή κειμένου υπομνήματος, σε σχέδιο της αρχικής μελέτης.	5	Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσον τρόπο
2	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει εφαρμοστεί με λίγες τροποποιήσεις που εντοπίστηκαν κατά τη διερεύνηση	4	Δεδομένο που έχει διαπιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα	6	Δεδομένο που έχει ενλόγως θεωρηθεί κατά κρίση Μηχανικού
				7	Δεν υπάρχουν δεδομένα

13

## ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

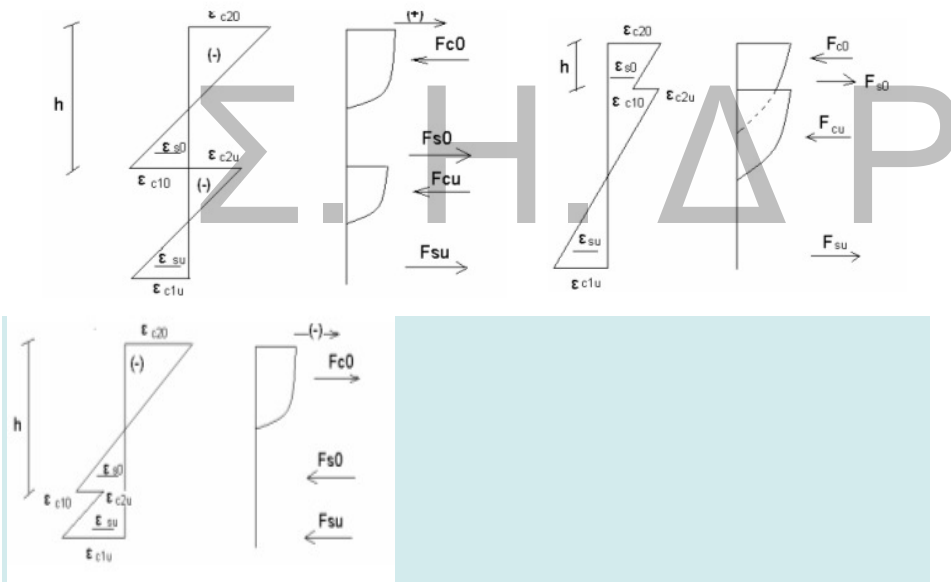
### ΝΕΟ "ΣΥΝΘΕΤΟ" ΣΤΟΙΧΕΙΟ



Κατανομή παραμορφώσεων στη σύνθετη διατομή  
(α) με μονολιθική συμπεριφορά,  
(β), (γ) με ολίσθηση στη διεπιφάνεια

Απαιτείται προσομοίωμα μεταφοράς Διατμητικής Δύναμης

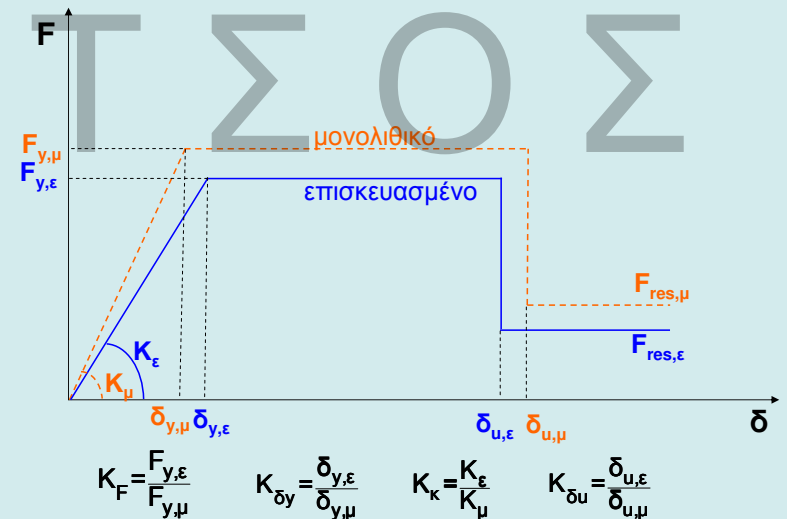
14



Πιθανή Κατανομή Παραμορφώσεων και Τάσεων

15

### ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΕΝΤΑΤΙΚΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ-ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΜΕ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



16

## ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΟΝΟΛΙΘΙΚΟΤΗΤΑΣ

$$k_k = \frac{\text{Δυσκαμψία πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Δυσκαμψία μονολιθικού στοιχείου}}$$

$$k_r = \frac{\text{Αντοχή πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Αντοχή μονολιθικού στοιχείου}}$$

$$k_k \leq k_r \leq 1,0$$

$$k_\mu = \frac{\text{Πλαστιμότητα πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Πλαστιμότητα μονολιθικού στοιχείου}}$$

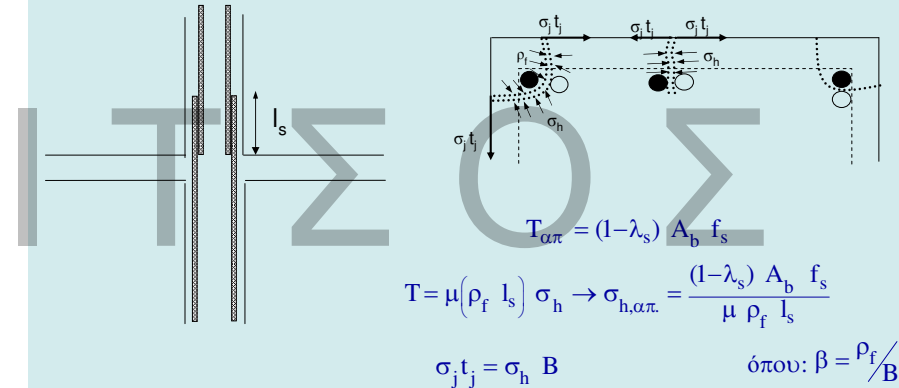
$$k_{\delta u} = \frac{\text{Οριακή παραμόρφωση πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{\text{Οριακή παραμόρφωση μονολιθικού στοιχείου}}$$

### Προσεγγιστική Μέθοδος Μονολιθικής Συμπεριφοράς

Αντοχή, Πλαστιμότητα, Δυσκαμψία, Ικανότητα Παραμόρφωσης Ενισχυμένου Στοιχείου =  $k_j$  (Αντοχή, Πλαστιμότητα, Δυσκαμψία, Ικανότητα Παραμόρφωσης Μονολιθικού Στοιχείου)

17

## ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΑ ΜΗΚΗ ΜΑΤΙΣΜΕΝΩΝ ΡΑΒΔΩΝ



$$t_{j, \alpha\pi} = \frac{(1-\lambda_s) A_b f_s}{\beta \mu l_s \sigma_j}$$

18

$$A_j / s = \gamma_{Rd} \frac{(1-\lambda_s) 1}{\beta} \frac{f_{yk}}{\mu \sigma_j} \frac{A_b}{l_s}$$

$$A_j = t_j w_j$$

$$A_j / s = t_j$$

για συνεχή μανδύα

$$\sigma_{jd} = E_j \cdot \varepsilon_{jd} \leq \sigma_{j, \max}$$

$$\sigma_{j, \max} = f_{yd}$$

για στοιχεία από χάλυβα

$$\sigma_{j, \max} = 0,75 \cdot E_j \cdot \varepsilon_{ju}$$

για στοιχεία από ΙΟΠ

$$0 \leq \lambda_s \leq 1$$

$$\lambda_s = \frac{l_s}{l_{so}}$$

$$\lambda_s = 0$$

$$\mu = \mu_0 \left( \frac{f_{ck}}{\sigma_N} \right)^{2/3}$$

(πρακτικά  $\mu = 0,4$  έως  $2,0$ )

Γωνιακές ράβδοι

$$\varepsilon_j = \frac{\sqrt{2} w}{b}, \quad w = 0,6 \delta^{2/3}$$

Priestley, Sieble κ.α. (Ref. 20)

$$\varepsilon_j = 1 \text{‰}$$

$$\mu = 1,0 - 1,4$$

$$\beta = 1,0$$

$$\lambda_s = 0$$

19

## Για Γωνιακές Ράβδους

$$(A_j / s)_{\alpha\pi} = \left[ k_1 \left( \frac{f_{sy} d_s}{f_c l_s} \right) - 0,4 \frac{c}{d_s} - 0,30 \right]^2 \frac{f_c^2 \cdot d_s^2}{k_2 \cdot E_j \cdot f_{ctm}}$$

$$A_j / s = t_j$$

για συνεχή μανδύα

$k_1 = 1,7$  για στάθμη επιτελεστικότητας A

$= 1,5$  για στάθμη επιτελεστικότητας Β ή Γ

$k_2 = 0,3$

$$\frac{c}{d_s} \geq 2$$

20

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ

- Προσθήκη Ελασμάτων (χάλυβα ή ΙΟΠ) ή υφασμάτων από ΙΟΠ στο εφελκόμενο πέλαμα
- Προσθήκη Νέας Στρώσης Οπλισμένου Σκυροδέματος στο εφελκόμενο ή στο θλιβόμενο πέλαμα

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΘΛΙΒΟΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ

- Προσθήκη Νέας Στρώσης Οπλισμένου Σκυροδέματος στο εφελκόμενο ή στο θλιβόμενο πέλαμα

## ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΕΦΕΛΚΥΟΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΘΛΙΒΟΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ

- Συνίσταται η χρήση μανδουλών

21

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΛΑΣΜΑΤΩΝ Η ΥΦΑΣΜΑΤΩΝ

- Το υφιστάμενο στοιχείο πρέπει να μπορεί να αναλάβει την ένταση από μόνιμα φορτία
- Στην φάση αστοχίας να έχει διαρρεύσει ο υφιστάμενος εφελκόμενος οπλισμός
- Το υλικό ενίσχυσης θεωρείται νέος εξωτερικός οπλισμός και το στοιχείο μονολιθικό

Εφελκυστικές Δυνάμεις από την **συνολική καμπτική** ένταση  
 → Νέος + Παλιός οπλισμός

Προσεγγιστικά:  $A_j = \frac{\Delta M_{do}}{Z \cdot \sigma_{jd}}$

- Κατασκευαστικές Διατάξεις πάχος, πλάτος, πλήθος στρώσεων, χρήση βλήτρων, κ.λ.π.

22

## Τάση Σχεδιασμού Υλικού Ενίσχυσης

### Πιθανές Μορφές Αστοχίας

- Θραύση του υλικού ενίσχυσης:  $\sigma_{jd} = \frac{1}{\gamma_m} \cdot f_{jk}$
- Πρόωρη αποκόλληση του υλικού ενίσχυσης (στα άκρα ή σε ενδιάμεσες θέσεις)  $\sigma_j = \frac{\sigma_{j,crit}}{\gamma_{Rd}} \quad \gamma_{Rd} = 1,2$

$$\sigma_{j,crit} = \beta \frac{T_{\text{αποκ.}}}{b \cdot t_j} L_e$$

$$\beta = \beta_w \cdot \beta_L$$

Διορθωτικός συντελεστής

$\beta_w$ : Επιρροή πλάτους οπλισμού ενίσχυσης

$\beta_L$ : Επιρροή διατιθέμενου μήκους αγκύρωσης

$$L_e = \sqrt{\frac{E_j t_j}{2 f_{ctm}}}$$

Ενεργό μήκος αγκύρωσης

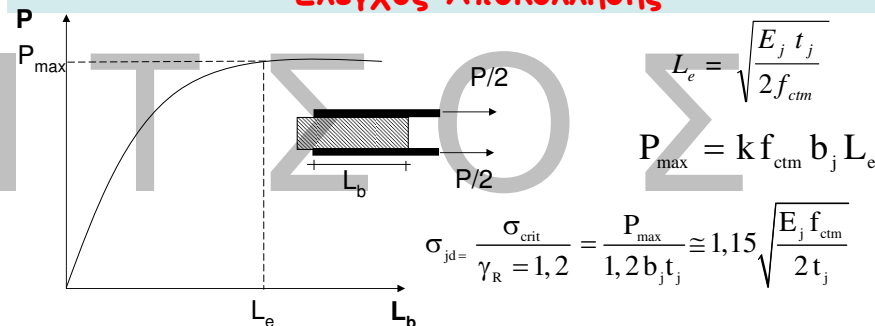
$$t_j = \psi \cdot k \cdot t_{j1}$$

$t_{j1}$  = πάχος στρώσης

$$\psi = k^{-1/4}$$

23

## Έλεγχος Αποκόλλησης



Ας θεωρηθεί η περίπτωση μίας δοκού από σκυρόδεμα C16/20 που ενισχύεται στο εφελκόμενο πέλαμα με ένα έλασμα ΙΟΠ-Ανθρακα, πάχους  $t_j=1\text{mm}$  και πλάτους  $b_j=1/2b_w$ . Εξετάζοντας την 2η μορφή αστοχίας λαμβάνεται:

$$f_{ctm} \cong 0.3 f_{ck}^{2/3} = 0.316^{2/3} = 1.92 \text{ MPa} \quad \text{και}$$

$$\sigma_{j,crit} = 1.15 \sqrt{\frac{200 \times 1.92 \times 10^3}{2}} = 504 \text{ MPa}$$

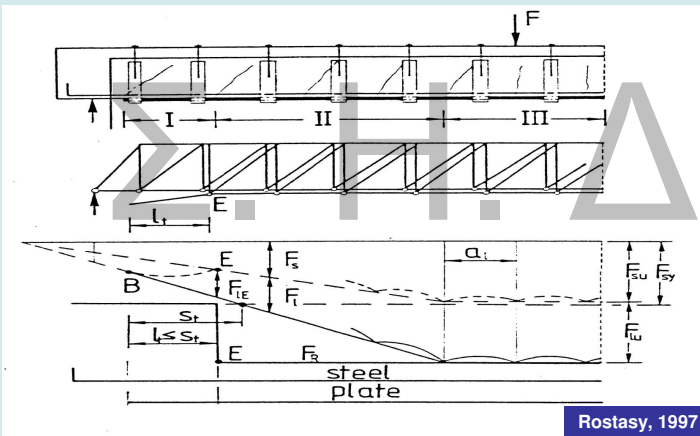
- Χρήσιμη τεχνική για ενισχύσεις γύρω από νέα ανοίγματα σε πλάκες, τοιχώματα

24

## Έλεγχος Απόσχισης Άκρου

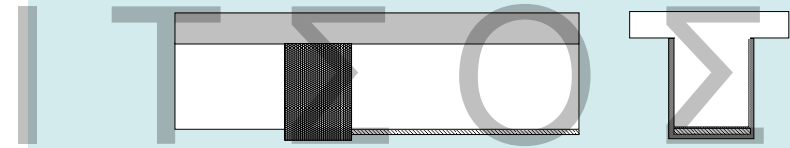
$$V_{sd, απολ.} \leq V_{cd, απολ.}$$

$$M_{sd, απολ.} \leq 0.67 M_{Rd, απολ.}$$



$$V_{sdj} = \frac{A_j \sigma_{jd}}{A_{so} f_{ydo} + A_j \sigma_{jd}} V_{sd, απολ.}$$

25



Χρήση στοιχείων αγκύρωσης στα άκρα

26

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΑΣ ΣΤΡΩΣΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

### Εκτίμηση ικανότητας

- Με συνεκτίμηση της ολίσθησης
- Προσεγγιστικά με χρήση συντελεστών μονολιθικότητας

Για πλάκες:

$$k_k = 0,85 \quad k_r = 0,95 \quad k_{\theta y} = 1,15 \quad k_{\theta u} = 0,85$$

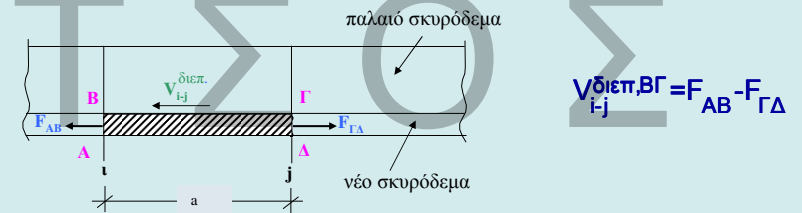
Για λοιπά στοιχεία:

$$k_k = 0,80 \quad k_r = 0,85 \quad k_{\theta y} = 1,25 \quad k_{\theta u} = 0,75$$

27

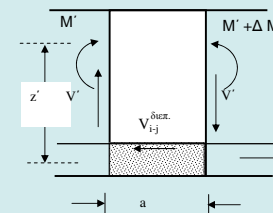
## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΑΣ ΣΤΡΩΣΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

### Έλεγχος Διεπεφανείων - Αγκυρώσεων



$$V_{i-j}^{\deltaιεπ.} = F_{AB} - F_{GA}$$

ή



$$V_{i-j}^{\deltaιεπ.} = \frac{\Delta M'}{z'} = V' \frac{a}{z'}$$

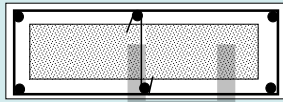
$M', V' =$  Ροπή, Τέμνουσα λόγω δράσεων μετά την επέμβαση

$$V_{i-j}^{\deltaιεπ.} \leq V_{Rd}^{\deltaιεπ.}$$

Ελάχιστο Ποσοστό Βλήτρων

$$\rho_{\delta} = \frac{A_{sd}}{A_{\sigma} \sin \alpha} \geq 0,18 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$$

28



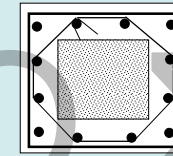
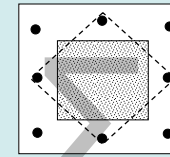
Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε επιμήκεις διατομές

29

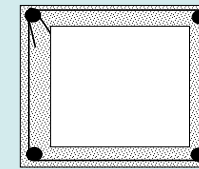
Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε τετραγωνικές διατομές

ΟΧΙ

ΝΑΙ



γωνία 45°



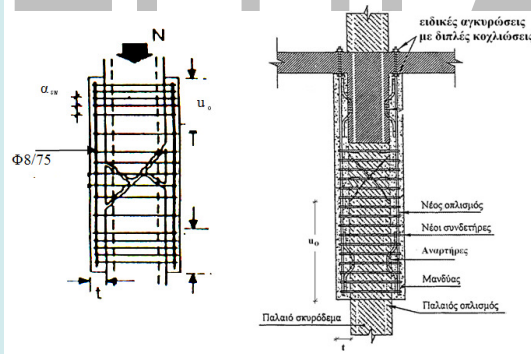
30

## ΜΑΝΔΥΕΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Εκτίμηση Ικανότητας

Με συνεκτίμηση της σχετικής ολίσθησης στις διεπιφάνειες ή  
Με χρήση συντελεστών μονολιθικότητας

Έλεγχος Μεταφοράς Δυνάμεων: Αρχικό Στοιχείο-Μανδύας



Ενδεικτική απεικόνιση άκρων μανδύα

(α) Με επαρκές μήκος συναρμογής και στα δύο άκρα  
(β) Χωρίς επαρκές μήκος συναρμογής στο ένα άκρο

31

Θλίβουσα Δύναμη Μανδύα

$$F_{cm} = \underbrace{4u_o \mu}_{\text{Τριβή}} f_{ctm} + \underbrace{10n_b}_{\text{Αναρτήρες "πάπιες"}} \frac{A_{sb} + n_D}{h_s} F_{uD}$$

Ελάχιστοι Συνδετήρες Μανδύα

ΕΚΩΣ 2000

Και  $\frac{A_{sw}}{\alpha_{sw}} \geq \frac{t \cdot f_{ctm}}{f_{ywd}}$ , δηλ.  $\alpha_{sw} \leq 0.8 \left( \frac{f_{ywd}}{f_{ctm}} \right) \cdot \frac{d_h^2}{t}$

Προσεγγιστική Μέθοδος Μονολιθικής Συμπεριφοράς

$k_k = 0,80$

$k_r = 0,90$

$k_{\Theta y} = 1,25$

$k_{\Theta u} = 0,80$

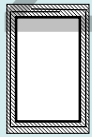
32



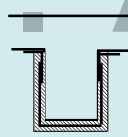
## ΑΥΞΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

Ανεπάρκεια Έναντι Λοξής Θλίψης ( $V_{sd} > V_{Rd2}$ )

- Με περίσφιγξη  
 $f_{ck,c} = (1,125 + 1,25a_w) f_{ck}$
- Με προσθήκη νέων στρώσεων σκυροδέματος
  - κλειστός μανδύας (συνιστάται)
  - τρίπλευρη ενίσχυση



(α)



(β)

Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας σε λοξή θλίψη:

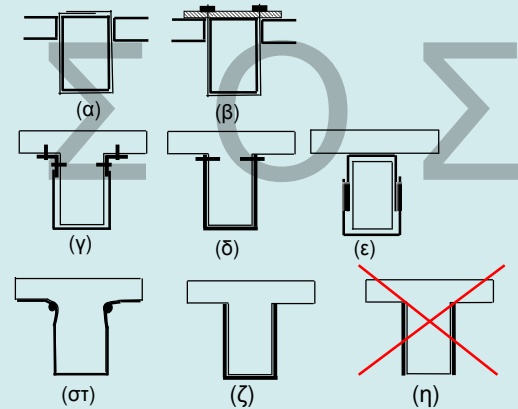
(α) Κλειστή ενίσχυση, (β) Ανοικτή ενίσχυση

$$V_{sd} \leq \frac{1}{\gamma_{Rd}} (V_{Rd,r} + V_{RM})$$

33

Ανεπάρκεια Οπλισμού Διάτμησης ( $V_{sd} > V_{Rd3}$ )

- Με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος
- Με εξωτερικά στοιχεία από χάλυβα ή ΙΟΤ



Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας οπλισμού διάτμησης:  
 (α), (β) "κλειστή" ενίσχυση, (γ), (δ), (ε), (στ) "ανοικτή" ενίσχυση με αγκυρωμένα άκρα & (ζ) "ανοικτή" ενίσχυση αποδεκτή κατά παρέκκλιση, (η) Δεν επιτρέπεται

34

## ΑΥΞΗΣΗ $V_{Rd3}$

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} + V_{jd}$$

Παλαιοί συνδετήρες:  $V_{wd} = \frac{A_{sw}}{S_w} z f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha$

Νέα Ενίσχυση:  $V_{jd} = \sigma_{jd} \cdot \rho_j \cdot b_w \cdot h_{j,ef} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin^2 \alpha$

$$\rho_j = \frac{2A_j}{s_j \cdot b_w \cdot \sin \alpha} \quad A_j = t_j \cdot w_j \quad t_j = A_j / s_j \quad h_{j,ef} = 2/3 \cdot d$$

Για  $\theta = 45^\circ$  και  $\alpha = 90^\circ$ :  $V_{jd} = \sigma_{jd} \cdot \rho_j \cdot b_w \cdot h_{j,ef} = \frac{2A_j}{s_j} \cdot h_{j,ef} \cdot \sigma_{jd}$

35

## Τάση Σχεδιασμού Υλικού Ενίσχυσης

$$\sigma_{jd} = ;$$

### Πιθανές Μορφές Αστοχίας

- Θραύση υλικού ενίσχυσης
- Μείωση της συμβολής του σκυροδέματος ( $V_c$ ) λόγω σημαντικής διεύρυνσης ανοίγματος ρωγμής
- Πρόωρη αποκόλληση λόγω ανεπάρκειας σύνδεσης

36

## “ΚΛΕΙΣΤΕΣ” ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

■ Για ΙΟΠ απαιτείται επαρκής υπερκάλυψη των άκρων του (150 έως 200mm)

■ “Ανοικτές” Ενισχύσεις με εξασφάλιση πλήρους αγκύρωσης των άκρων = ονομάζονται “κλειστές”

$$\sigma_{jd} \leq \frac{1}{\gamma_m} f_{jk}$$

Για Χάλυβα

$$\gamma_m = 1,2$$

$$f_{jk} = f_{syk}$$

Για ΙΟΠ

$$\gamma_m = 1,2$$

$$f_{jk} = E_j \cdot \varepsilon_{j,crit}$$

$$\varepsilon_{j,crit} = k_v \cdot \varepsilon_{j,max}$$

$$k_v = 0,5$$

$$\varepsilon_{j,max} = \min(\psi \varepsilon_{ju}, 1,5\%) \quad \psi = k^{-1/4}$$

37

## “ΑΝΟΙΚΤΕΣ” ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

$$\sigma_{jd} \leq \frac{\sigma_{j,crit}}{\gamma_{Rd}} \quad \sigma_{jd,crit} = k_v \sigma_{j,max} < \sigma_{jd,“κλειστό”} \quad \gamma_{Rd} = 1,2$$

Μέγιστη τάση για να αποφευχθεί η αποκόλληση

$$\sigma_{j,max} = \beta \frac{\tau_b^{α,ποκ.}}{t_j} L_e = \beta \sqrt{\frac{E_j \cdot f_{ctm}}{2t_j}} \quad \beta = \beta_w \cdot \beta_L$$

Για ΙΟΠ

$$k_v = \begin{cases} 0,525 & \lambda \leq 0,5 \\ 0,40 + 0,25 \lambda & \lambda > 0,5 \end{cases}$$

$$\lambda = \frac{\text{διατιθέμενο μήκος}}{\text{μήκος αγκύρωσης}} = \frac{L_{av}}{L_e} = \frac{h_{j,ef}}{L_e}$$

Για Χάλυβα

$$\text{Αν } \sigma_{jd,crit} \geq \sigma_{jd,“κλειστό”}$$

$$k_v = 1,0$$

$$\text{Αν } \sigma_{jd,crit} < \sigma_{jd,“κλειστό”}$$

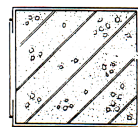
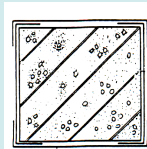
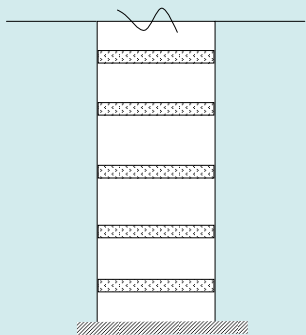
$$k_v \text{ όπως ΙΟΠ}$$

38

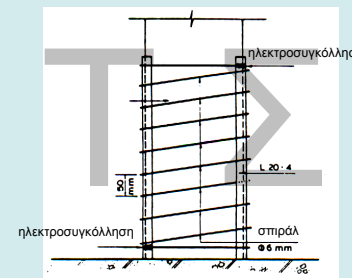
## ΑΥΞΗΣΗ ΤΟΠΙΚΗΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ

Με κολάρα από χάλυβα ή ΙΟΠ

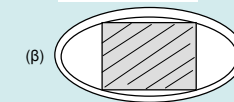
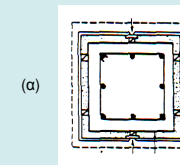
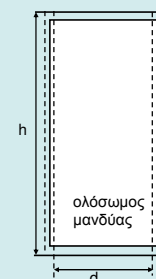
■ Επικολητά ή προεντεταμένα



39



Περίσφιξη με σπειροειδή σπλισμό

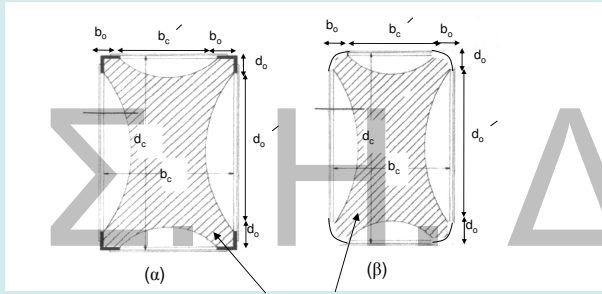


Περίσφιξη με γενικό μεταλλικό μανδύα

(α) ορθογωνική

(β) ελλειπτική

40



(α) : Περίσφιξη με μεταλλικό κλωβό  
 (β): Περίσφιξη με ινοπλισμένα πολυμερή

## ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΣΦΙΞΗΣ - ΑΥΞΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ

Απαίτηση Στοχευόμενου  $q$ :

- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης συμπεριφοράς  $q_\mu = q/q_o$  ( $q_o$  παράγοντας υπεραντοχής δομήματος κατά EC8)
- Υπολογίζεται ο απαιτούμενος δείκτης πλαστιμότητας σε όρους μετακινήσεων:

$$\mu_d = \begin{cases} q_\mu & \text{όταν } T > T_2 \\ 1 + \frac{T_2}{T} (q_\mu - 1) & \text{όταν } T < T_2 \end{cases}$$

- Υπολογίζεται η απαιτούμενη τιμή του δείκτη πλαστιμότητας σε όρους καμπυλότητας :

$$(\mu_d - 1) : (\mu_{1/r} - 1) = 3$$

- Υπολογίζεται η απαιτούμενη μέγιστη θλιπτική παραμόρφωση σκυροδέματος:

$$\epsilon_{cu}^* = 2,5 \cdot \mu_{1/r} \cdot \epsilon_{sy} \cdot \nu$$

- Ογκομετρικό μηχανικό ποσοστό περίσφιξης  $\omega_w$  :

Χαλύβδινη Περίσφιξη:  $\epsilon_{cu}^* = 0,0035 + 0,1 \cdot \alpha \cdot \omega_w$

Περίσφιξη με CFRP:  $\epsilon_{cu}^* = 0,0035 (f_c^* : f_c)^2$

Περίσφιξη με GFRP:  $\epsilon_{cu}^* = 0,007 (f_c^* : f_c)^2$  με  $f_c^* = (1,125 + 1,25 \cdot \alpha \cdot \omega_w) f_c$

## ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΣΦΙΞΗΣ - ΑΥΞΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ

Απαίτηση Στοχευόμενου  $m$ :

Ομοίως με δείκτη συμπεριφοράς  $q$ , μόνο που το  $\mu_d$  αντικαθιστάται με  $m_{\text{απ}}$ .

Απαίτηση Επιθυμητής Ικανότητας Γωνίας Στροφής Χορδής  $\theta_y$ :

Υπολογίζεται η  $\mu_{1/r}$  μέσω αξιόπιστων συσχετισμών με τη  $\mu_\theta$

$$\theta_{u,\text{απ.}} = \mu_{\theta,\text{απ.}} \cdot \theta_y$$

Όπου η  $\theta_y$  :

Για δοκούς ή υποστυλώματα

Για τοιχώματα

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_{vz}}{3} + 0,0013 \left( 1 + 1,5 \frac{h}{L_s} \right) + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}} \quad \theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_{vz}}{3} + 0,002 \left( 1 - 0,125 \frac{L_s}{h} \right) + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}$$

Η συσχέτιση των  $\mu_\theta$  και  $\mu_d$  γίνεται μέσω των σχέσεων:

- $\mu_\theta = \mu_d$  μη σχηματισμός πλαστικού μηχανισμού ορόφων

- $\mu_\theta = \mu_d \frac{H_{\text{tot}}}{H_{\text{οπ.}}}$  πιθανός σχηματισμός πλαστικού μηχανισμού σε όροφο

$$\mu_{1/r,\text{απ.}} = 3\mu_{d,\text{απ.}} - 2 \quad \longrightarrow \quad \epsilon_{cu,\text{απ.}}^* \quad \longrightarrow \quad \omega_{w,\text{απ.}}$$

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Ανεπάρκεια Έναντι Διαγώνιας Θλίψης

- Αύξηση διαστάσεων μανδύα (για ικανοποίηση κριτηρίων παρ.7.2.5)

Ανεπάρκεια Οπλισμού Κόμβου

- Προσθήκη μανδύα από οπλισμένο σκυρόδεμα
- Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χαλύβδινα στοιχεία
- Προσθήκη επικολλητών ελασμάτων (από χάλυβα ή ΙΟΠ) ή υφασμάτων ΙΟΠ
- Αποκατάσταση ίσης διατομής και προσθήκη οπλισμών

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

### Προσθήκη Μανδύα από Ο.Σ.

- Αν οι διαστάσεις του κόμβου δεν αποτρέπουν τη διαγώνια εφελκυστική ρηγμάτωση (ΚΑΝ.ΕΠΤΕ., Κεφ. 7) ο οπλισμός του μανδύα στην περιοχή του κόμβου υπολογίζεται:

Οριζόντιος Οπλισμός

$$A_{jh} = \frac{V_{jh}}{f_{ywd}}$$

Κατακόρυφος Οπλισμός

$$A_{jv} = \frac{V_{jv}}{f_{ywd}}$$

όπου οι  $V_{jh}$  και  $V_{jv}$  υπολογίζονται ανάλογα με:

$$\Sigma M_{yb} < \Sigma M_{yc} \quad \text{ή} \quad \Sigma M_{yb} > \Sigma M_{yc}$$

45

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χαλύβδινα στοιχεία



46

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χαλύβδινα στοιχεία

- Απαιτούμενη Διατομή Χαλύβδινων Στοιχείων σε κάθε Διαγώνια διεύθυνση δίνεται από τη σχέση:

$$A_{j\delta} = \frac{F_{j\delta}}{\gamma_{Rd} f_{yd}}$$

Όπου η διαγώνια εφελκυστική δύναμη στον κόμβο ( $F_{j\delta}$ ) ισούται με:

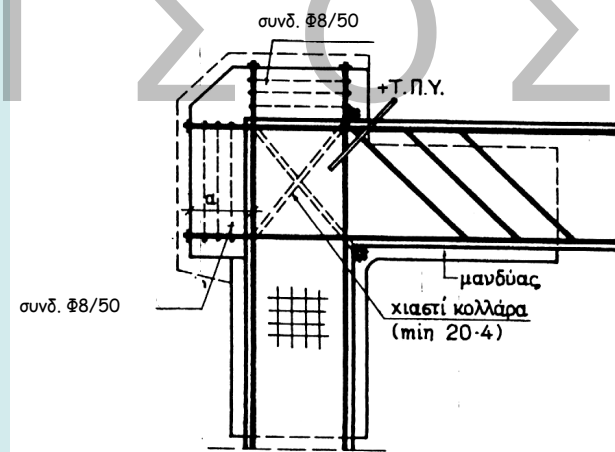
$$F_{j\delta} = \frac{V_{jh}}{h_c} h_\delta = \frac{V_{jv}}{h_b} h_\delta$$

$h_\delta$ : μήκος διαγωνίου του κόμβου

$V_{jh}$ ,  $V_{jv}$ : δίνονται από τους ίδιους τύπους για τους μανδύες

47

## Προσθήκη μήκους αγκύρωσης - τεχνική "καμπούρας"



48

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη επικολλητών ελασμάτων (από χάλυβα ή ΙΟΠ)  
ή υφασμάτων ΙΟΠ

- Ελάσματα από χάλυβα:

$$t_{ελ} \geq \max \left( \frac{V_{jh}}{h_b \sigma_{jd}}, \frac{V_{jv}}{h_c \sigma_{jd}} \right)$$

- Ελάσματα ή Υφάσματα από ΙΟΠ:

Απαιτούνται ίνες και προς τις δύο διευθύνσεις.

Ίνες // άξονα δοκού

$$t_{jh} = \frac{V_{jh}}{h_d \sigma_{jd}}$$

Ίνες // άξονα υποστυλώματος

$$t_{jv} = \frac{V_{jv}}{h_c \sigma_{jd}}$$

49

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Αποκατάσταση ίσης διατομής και προσθήκη οπλισμών

- Η Αποκατάσταση ίσης Διατομής γίνεται με την προσθήκη οριζόντιων και κατακόρυφων συνδετήρων.

Η συνολική διατομή τους υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$A_{jh,tot} \geq \frac{\gamma_{Rd} V_{jh}}{f_{ywd}}$$

$$A_{jv,tot} \geq \frac{\gamma_{Rd} V_{jv}}{f_{ywd}}$$

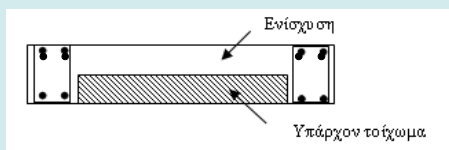
Οριζόντιοι συνδετήρες

Κατακόρυφοι Συνδετήρες

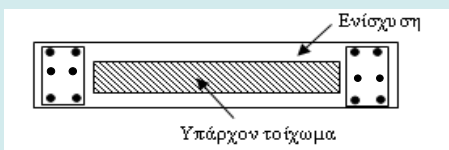
50

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ

- Αποκατάσταση Ανεπαρκών Αναμονών Όπως και στα υποστυλώματα
- Αύξηση Φέρουσας Ικανότητας Έναντι Κάμψης
  - ✓ Προσθήκη υποστυλωμάτων στα άκρα
  - ✓ Μονόπλευρη ενίσχυση και προσθήκη υποστυλωμάτων



- ✓ Ολόπλευρος κλειστός μανδύας (συνιστάται)



51

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ

- Αύξηση Φέρουσας Ικανότητας Έναντι Τέμνουσας
  - ✓ Ανεπάρκεια λόγω λοξής θλίψης κορμού
  - ✓ Προσθήκη νέων στρώσεων σκυροδέματος ή μανδύα
  - ✓ Ανεπάρκεια οπλισμού διάτμησης
  - ✓ Προσθήκη Εξωτερικών στοιχείων χάλυβα ή ΙΟΠ ή μανδύας
- Ολίσθηση Τοιχώματος
  - ✓ Προσθήκη κατακόρυφων μεταλλικών στοιχείων εκατέρωθεν του αρμού
  - ✓ Τοπικός μανδύας
- Αύξηση Πλαστιμότητας (Δεν προσφέρονται οι μέθοδοι περισφιγξης)
  - ✓ Αύξηση διατομής θλιβόμενου πέλματος με προσθήκη εγκάρσιου τοιχώματος με τοπική διεύρυνση του άκρου
  - ✓ Τοποθέτηση εγκαρσίων διαμπερών σφικτήρων

52

## ΕΜΦΑΤΝΩΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

- Σημαντική Αύξηση της Δυσκαμψίας και της Σεισμικής αντίστασης του φορέα

### Μορφές:

- Προσθήκη Απλού "Γεμίματος"
- Τοιχωματοποίηση Πλαισίου
- Ενίσχυση Υφισταμένων Τοίχων Πληρώσεως

### Κρίσιμα σημεία της μελέτης

- Έλεγχος επάρκειας μεταφοράς τέμνουσας στις στάθμες των ορόφων
- Μικρή Αξονική → Μειωμένη Ενεργός Δυσκαμψία, Μεγάλη Στροφή στο Θεμέλιο

### Κατασκευαστικά Θέματα

- Δυσκολία αγκυροδέτησης (ανεπαρκής πρόσβαση στην κορυφή)
- Αντιμετώπιση συστολής ξήρανσης

58

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΠΛΟΥ "ΓΕΜΙΣΜΑΤΟΣ"

- Τοιχώματα από: α) Άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα (επί τόπου κατασκευαζόμενα ή προκατασκευασμένα)  
β) Άοπλη ή οπλισμένη τοιχοποιία
- Δεν λαμβάνονται ειδικά μέτρα σύνδεσης του γεμίματος με το πλαίσιο
- Προσομοίωση του γεμίματος μέσω διαγώνιου θλιπτήρα
- Χαμηλή πλαστιμότητα. Συνιστάται  $m \leq 1,5$

### Προσοχή

Πρόσθετες Τέμνουσες σε Δοκούς και Υποστυλώματα

54

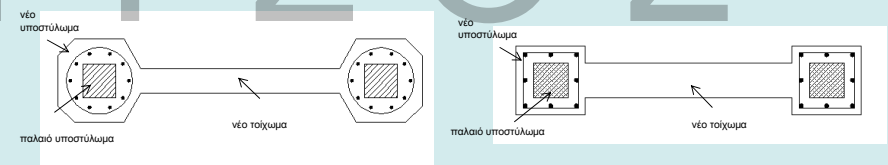
## ΤΟΙΧΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

- Εμφάντωση πλαισίων με Οπλισμένο Σκυρόδεμα
- Απαιτείται Εξασφάλιση της σύνδεσης με το περιβάλλον πλαίσιο
- Κατασκευή κλειστών μανδυών στα υποστυλώματα εκατέρωθεν του νέου τοιχώματος με κατακόρυφους συνεχείς οπλισμούς και οπλισμό περίσφιξης.

55

## ΤΟΙΧΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Εμφανώσεις πάχους μικρότερου ή ίσου με το πλάτος της δοκού



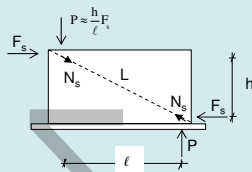
Εμφανώσεις πάχους μεγαλύτερου του πλάτους της δοκού



56

## ΤΟΙΧΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

### Προσομοίωμα Ελέγχου Επάρκειας



Ασκούμενη Τένουσα στο Τοίχωμα:

$$F_s = V_s - \frac{2V_{Rc}}{\gamma_{sd}}$$

Έλεγχος Αντίστασης Φατνύματος:

- Θλίψη Διαγώνιου Θλιπτήρα:

$$N_s = \frac{L}{l} F_s \quad N_R = \lambda f'_c t_w b_w$$

$$f'_c = 0,6 f_c$$

$b_w$  = ενεργό πλάτος διαγώνιου θλιπτήρα  
 $\lambda \approx 0,4$ , συντελεστής απομένουσας απόκρισης του διαγώνιου θλιπτήρα μετά την υπέρβαση της κρίσιμης παραμόρφωσής του

- Διάτμηση κατά Μήκος των Διεπιφανειών:

$$F_{βλ...οριζ.} = F_s - \frac{l}{L} N_R > \frac{1}{2} n_v D_u$$

$$F_{βλ...κατ.} = \frac{h}{l} F_{βλ...οριζ.} > \frac{1}{2} n_v D_u$$

Ελάχιστη ποσότητα βλήτρων 3Φ16 ανά μέτρο της περιμέτρου και  $\rho_{min}$

57

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΤΟΙΧΩΝ ΠΛΗΡΩΣΕΩΣ

- Με αμφίπλευρες στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος  
 Ελάχιστο πάχος 20 mm  
 Ελάχιστη Αντοχή 30 MPa  
 Χρήση αναστολέων διάβρωσης

Εξασφάλιση της από κοινού λειτουργίας υφιστάμενης τοιχοποιίας με τις δύο στρώσεις ενίσχυσης: Έλεγχος διατμητικής ικανότητας διεπιφανειών, Διαμπερής σύνδεση νέων πλεγμάτων μέσω σιγομοειδών συνδέσμων (τουλάχιστον 2 /m<sup>2</sup>)

- Αντίσταση ενισχυμένου τοίχου = Αντίσταση λοξού θλιπτήρα με αντοχή

$$f_{wc,fd} = \frac{t \cdot f_{wcd} + a_c \cdot \Delta t \cdot f_{cd}}{t_w}$$

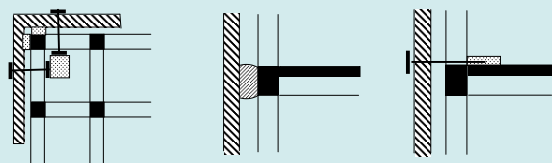
υπό την προϋπόθεση  $V_s \leq V_{u,w}$  (Διατμητική αντίσταση κορμού)

$$V_{u,w} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \left[ \frac{0,3}{\sqrt{a_s}} (f_{wtd} + \sigma_0) + \lambda_\varepsilon \cdot \rho_v + h \cdot f_{wyd} \right] \cdot L_w \cdot t_w$$

58

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΩΝ ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ

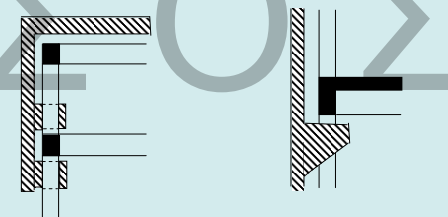
(Λύση που απαιτεί ιδιαίτερα υψηλή μελετητική και κατασκευαστική εμπειρία)



Ενδεικτική διάταξη συνδέσμων: α) κάτοψη, β) τομή σε θλιπτικό σύνδεσμο, γ) τομή σε εφελκυστικό σύνδεσμο

59

- Επιτρέπεται η διάταξη προεξοχών των τοιχωμάτων εντός υφιστάμενου του σκελετού για παρεμπόδιση της ελεύθερης ανύψωσης του εφελκυσμένου πέλματος τους



Ενδεικτική θέση προεξοχών τοιχώματος για παρεμπόδιση ανύψωσης του εφελκυσμένου πέλματος του

### Θεμελίωση

- Συνίσταται να θεμελιώνονται χωριστά
- Ελέγχονται οι επιπτώσεις καθίζησης και στα στοιχεία θεμελίωσης του υφιστάμενου δομήματος

60

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Κυρίως αύξηση δυσκαμψίας & πλαστιμότητας

Τύπος • Χιαστί διαγωνίων, σχήματος Λ ή V, ορθού ή ανεστραμμένου Υ.  
Απαγορεύεται η μορφή Κ

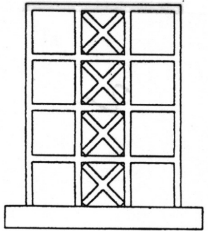
Εμφανούμενα ή Παράπλευρα

Κρίσιμα σημεία • Αξιολόγηση ανακατανομής έντασης

της μελέτης • Επάρκεια αντοχής κόμβων

Κατασκευαστικές • Απαιτείται εξειδικευμένη εμπειρία

Λεπτομέρειες • Προτιμάται η εμφάνιση της μεταλλικής δικτύωσης, έστω και μόνο στα υποστυλώματα, π.χ. στο εσωτερικό του κτιρίου χωρίς καθαίρεση των τοιχοπληρώσεων  
• Συνιστάται η κατασκευή μεταλλικού περιμετρικού πλαισίου  
• Οι ατέλειες προσαρμογής στον περιβάλλοντα φέροντα οργανισμό αντιμετωπίζονται με την κατασκευή πρόσθετης στρώσης σκυροδέματος σύνδεσης μεταλλικού πλαισίου και Φ.Ο.



61

## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΔΙΚΤΥΩΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Διαστασιολόγηση

Κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ. και EC8 - Μέρος 3

Υπό προϋποθέσεις προτείνεται:

▪ Σ.Ε. «Προστασία Ζωής»:

- Απλές διαγωνίες ράβδους και δισδιαγωνίες δικτύωσεις τύπου Χ:

$$q = 3,5$$

- Δικτύωσεις τύπου V ή Λ :  $q = 1,5 - 2$  ανάλογα με τον τύπο διατομής δικτύωσης

▪ Σ.Ε. «Αποφυγή οιονεί κατάρρευσης»: Αύξηση των ανωτέρω κατά 35%  
Για δικτυωτά συστήματα με εκκεντρότητα (παρουσία δοκού σύζευξης - «σεισμικού συνδέσμου»)

Υπό προϋποθέσεις

▪ Σ.Ε. «Προστασία Ζωής»:  $q = 5$

▪ Σ.Ε. «Αποφυγή οιονεί κατάρρευσης»:  $q = 7$

Εν γένει για Σ.Ε. «Άμεση χρήση μετά από σεισμό»:  $q = 1$

62

## ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στάθμη Επιτελεσματικότητας Β και Γ

Πρωτεύοντα:

(α) τα στοιχεία των Δικτυωτών Συνδέσμων

(β) τα περιβάλλοντα "σύμμεικτα" κατακόρυφα και οριζόντια στοιχεία

Ανάλογα με την Στάθμη Επιτελεσματικότητας και τον τύπο συνδέσμων προτείνονται συντελεστές συμπεριφοράς  $q$  υπό προϋποθέσεις:

- ✓ Συμμετρικής διάταξης και διατομών
- ✓ Ομαλής κατανομής υπεραντοχής σε κάτοψη και καθ' ύψος
- ✓ Υπεραντοχή κατακορύφων και οριζοντίων στοιχείων έναντι των ράβδων δικτύωσης
- ✓ κ.α

Στάθμη Επιτελεσματικότητας Α

- ✓ Όλα τα στοιχεία του δομήματος συμμετέχουν στο προσομοίωμα
- ✓  $q=1,00$

63

## ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

✓ Όλα τα στοιχεία του ενισχυμένου δομήματος συμμετέχουν στο προσομοίωμα

✓ Ελαστοπλαστική συμπεριφορά ράβδων δικτύωσης

$$F_y = F_{\text{διαρροής}}$$

$$F_y = 20\% F_{\text{λυγισμού}}$$

$$\delta_u = 12\delta_y$$

$$\delta_u = 8-10 \delta_{\text{λυγισμού}}$$

για εφελκόμενα μέλη

για θλιβόμενα μέλη

για εφελκόμενα μέλη

για θλιβόμενα μέλη

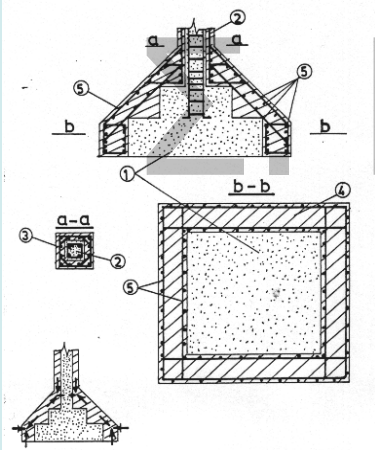
64



## ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

- Ανεπάρκεια επιφάνειας έδρασης
- Ανεπαρκές ύψος

➔ Αύξηση διαστάσεων  
Συνδυασμός με ενίσχυση κατακόρυφων μελών



$$\sum A_{sw} \geq \frac{P_n \tan \alpha}{f_{ywd}}$$

Ενδεικτική ενίσχυση πεδίων με την τεχνική των μανδύων, όταν η επέμβαση περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου

65

• ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ:

[www.oasp.gr](http://www.oasp.gr)

• [www.episkeves.civil.upatras.gr](http://www.episkeves.civil.upatras.gr)

66

Σ. Η. Δ Ρ Ι Τ Σ Ο Σ