

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ



καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστημίου Πατρών

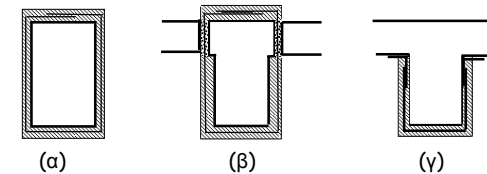
Αθήνα, 09/06/2017

1

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

- Με περίσφιγξη

$$f_{cd,s} = (1,125 + 1,25a\omega_{wd}) \cdot f_{cd}$$
KAN.ΕΠΕ. (εξίσωση 6.18):
- Με προσθήκη νέων στρώσεων σκυροδέματος
 - κλειστός μανδύας (συνιστάται)
 - τρίπλευρη ενίσχυση



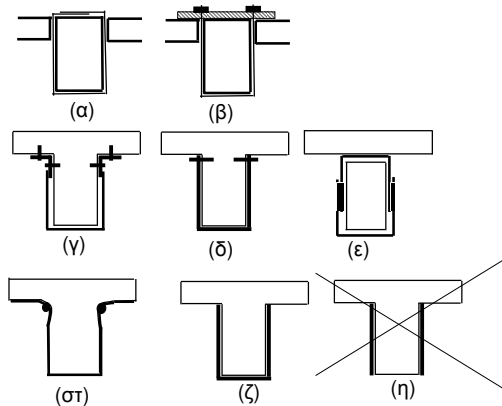
Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας σε λοξή θλίψη:
(α), (β) Κλειστές ενισχύσεις, (γ) Ανοικτές ενισχύσεις

$$V_{sd} \leq \frac{1}{\gamma_{Rd}} (V_{Rd,r} + V_{RM})$$
KAN.ΕΠΕ. (εξίσωση 8.11):

2

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

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



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

3

ΑΥΞΗΣΗ $V_{Rd,tot}$

$$V_{Rd,tot} (= V_{Rd3}) = V_{Rd,s} + V_{jd}$$
KAN.ΕΠΕ. (εξίσωση 8.12):

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

Νέα Ενίσχυση: $V_{jd} = \sigma_{jd} \cdot \rho_j \cdot b_w \cdot h_{j,ef} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) \cdot \sin^2 \alpha$
KAN.ΕΠΕ. (εξίσωση 8.13):

$$\rho_j = \frac{2A_j}{s_j \cdot b_w \cdot \sin \alpha}$$
KAN.ΕΠΕ. (εξίσωση Σ8.8):

$$A_j = t_j \cdot w_j \quad t_j = A_j / s_j \quad h_{j,ef} = 2/3 \cdot d$$

Για $\theta = 45^\circ$ και $\alpha = 90^\circ$: $V_{jd} = \sigma_{jd} \cdot \rho_j \cdot b_w \cdot h_{j,ef} = \frac{2A_j}{s_j} \cdot h_{j,ef} \cdot \sigma_{jd}$
KAN.ΕΠΕ. (εξίσωση Σ8.9):

4

Τάση Σχεδιασμού Υλικού Ενίσχυσης

$$\sigma_{jd} = ;$$

Πιθανές Μορφές Αστοχίας

- Θραύση υλικού ενίσχυσης
- Πρόωρη αποκόλληση λόγω ανεπάρκειας σύνδεσης

5

"ΚΛΕΙΣΤΕΣ" ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

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

- "Ανοικτές" Ενισχύσεις με εξασφάλιση πλήρους αγκύρωσης των άκρων

$$\sigma_{jd} \leq \frac{1}{\gamma_m} f_{jk} = \text{οιονεί "κλειστές"} \quad \text{ΚΑΝ.ΕΠΕ. (εξίσωση 8.14):}$$

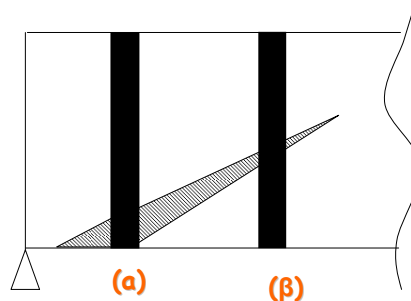
$$\text{Για Χάλυβα} \quad \gamma_m = 1,2 \quad f_{jk} = f_{syk}$$

$$\text{Για ΙΟΠ} \quad \gamma_m = 1,2 \quad f_{jk} = E_j \cdot \varepsilon_{j,crit} \quad \varepsilon_{j,crit} = k_v \cdot \varepsilon_{j,max} \quad k_v = 0,5$$

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

6

Διατμητική Ενίσχυση με ΙΟΠ



- Η τάση στις ίνες εξαρτάται από το εύρος της ρωγμής που γεφυρώνουν.
 - Δεν υπάρχει ανακατανομή της έντασης
 - Αστοχούν οι ίνες στη θέση (α) πριν καλά-καλά ενεργοποιηθούν οι ίνες στην θέση (β)
- ➔ Μέση τιμή αντοχής $\approx \frac{1}{2} \max$ Αντοχής ➔ $k_v = 0,5$

7

"ΑΝΟΙΚΤΕΣ" ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

Έλεγχος τρόπου αστοχίας

$$\text{Περίπτωση Αστοχίας Υλικού} \quad \sigma_{jd, κλεισ.} = \frac{f_{jk}}{\gamma_m} = \beta \lambda. \text{ κλειστές ενισχύσεις}$$

Περίπτωση Αποκόλλησης

$$\sigma_{jd, αποκ.} = \frac{\sigma_{j,crit}}{\gamma_{Rd}} \quad \text{ΚΑΝ.ΕΠΕ. (εξίσωση 8.15)} \quad \text{όπου } \sigma_{jd, crit} = k_v \sigma_{j,max} \quad \text{και } \gamma_{Rd} = 1,2$$

$$\sigma_{j,max} = \beta \frac{\tau_b^{α_{ποκ.}}}{t_j} L_e = \beta \sqrt{\frac{E_j \cdot f_{ctm}}{2 t_j}} \quad \text{ΚΑΝ.ΕΠΕ. (εξίσωση Σ8.10)} \quad \beta = \beta_w \cdot \beta_L \quad \beta_L = \sin\left(\frac{\pi \lambda}{2}\right) \cong \lambda(2 - \lambda)$$

$$\text{Στα συνεχή φύλλα και } \alpha=90^\circ, \quad \beta_w = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \beta_w = \sqrt{\frac{2 - \frac{w_j}{s_j} \sin \alpha}{1 + \frac{w_j}{s_j} \sin \alpha}}$$

$$k_v = 0,40 + 0,25 \lambda \leq 0,65$$

$$\lambda = \frac{\text{διατιθέμενο μήκος}}{\text{μήκος αγκύρωσης}} = \frac{L_{av}}{L_e} = \frac{h_{j,ef}}{L_e} \leq 1$$

$$\sigma_{jd} = \min(\sigma_{jd, αποκ.}, \sigma_{jd, κλεισ.})$$

8

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

- Αν η τεχνική εφαρμόζεται με κολάρα:

$\max S_j$  ισχύει $\max S_w$ ΕΚΩΣ ή ΕΚ2 ή ΕΚ8

Ισχύει $\min \rho_w$, $\max S_w$ Κανονισμών

- Η τεχνική δεν εφαρμόζεται όταν το πλάτος του δομικού στοιχείου b_w είναι μεγαλύτερο από τις προβλεπόμενες στον ΕΚ2 ή ΕΚΩΣ ελάχιστες αποστάσεις σκελών συνδετήρα.