

ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΣΤΡΟΦΕΣ ΧΟΡΔΗΣ

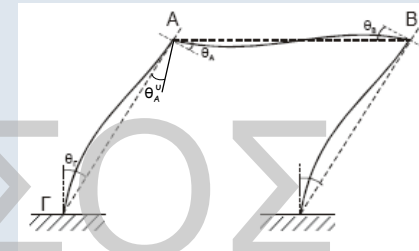
➤ Στέφανος Δρίτσος
Καθηγητής

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

1

ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΣΤΡΟΦΕΣ ΧΟΡΔΗΣ

- Κριτήριο: σύγκριση γωνίας στροφής χορδής λόγω σεισμικής δράσης (δράση) με τη στροφή χορδής μέλους στην αστοχία (ικανότητα).



Έλεγχος με χαρακτηριστικές τιμές: $\theta_{sk,0.95} \leq \theta_{uk,0.05}/\gamma_m$

- Χρησιμοποιείται Ελαστικό φάσμα με 5% απόσβεση

2

• Προσδιορισμός θ_s (ελαστική ανάλυση)

- δυσκαμψίες μελών: λαμβάνονται υπόψη πλήρεις παραμορφώσεις στη διαρροή (καμπτικές - διατμητικές - ολίσθηση).

$$EI = \frac{(EI)_1 + (EI)_2 + (EI)_3 + (EI)_4}{4}$$

$i = 1,2$ στο άκρο i (π.χ. Γ) για ένταση $\pm E$

$j = 2,3$ στο άκρο j (π.χ. A) για ένταση $\pm E$

$$(EI)_i = \frac{M_{y,i} L_{s,i}}{3\theta_{y,i}}$$

Η M_y μπορεί να υπολογιστεί από Πίνακες Διατομών Οπλισμένου Σκυροδέματος ή ΚΑΝ.ΕΠΕ.

3

Για δοκούς ή υποστυλώματα:

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_v z}{3} + 0.0013 \left(1 + 1.5 \frac{h}{L_s} \right) + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}$$

Για τοιχώματα:

$$\theta_y = (1/r)_y \frac{L_s + a_v z}{3} + 0.002 \left(1 - 0.125 \frac{L_s}{h} \right) + \frac{(1/r)_y d_b f_y}{8\sqrt{f_c}}$$

$$\alpha_v = 1 \quad \text{αν} \quad V_{Rd1} < V_{Mu} = M_y / L_s$$

$$\alpha_v = 0 \quad \text{αν} \quad V_{Rd1} \geq V_{Mu}$$

Η καμπλότητα $(1/r)_y$ υπολογίζεται κατά ΚΑΝ.ΕΠΕ.

$$(1/r)_y = \frac{f_y}{E_s (1 - \xi_y) d}$$

$$(1/r)_y = \frac{\xi_y}{\xi_y d} \approx \frac{1.8 f_c}{E_s \xi_y d}$$

$$\xi_y = (\alpha^2 A^2 + 2\alpha B)^{1/2} - \alpha A$$

4

I. Διαρροή Λόγω Χάλυβα:

$$A = \rho + \rho' + \rho_v + \frac{N}{bdf_y},$$

$$B = \rho + \rho'\delta' + 0.5\rho_v(1 + \delta') + \frac{N}{bdf_y}$$

II. Διαρροή Λόγω Παραμορφώσεων Σκυροδέματος:

$$A = \rho + \rho' + \rho_v - \frac{N}{\epsilon_c E_s b d} \approx \rho + \rho' + \rho_v - \frac{N}{1.8\alpha bdf_c}$$

$$B = \rho + \rho'\delta' + 0.5\rho_v(1 + \delta')$$

$$\theta_{i(r,j)} = \psi_{i(r,j)} + (u_i + u_j)/L_{i,j}$$

θ : γωνία στροφής χορδής

ψ : στροφή κόμβου

u : εγκάρσιες στον άξονα του μέλους μεταθέσεις των άκρων.

- Εν γένει επειδή γίνεται χρήση μειωμένων δυσκαμψιών

$T > T_2 \rightarrow$ περιοχή ίσων μετατοπίσεων \rightarrow

θ (ελαστική ανάλυση) \approx θ (ανελαστική ανάλυση).

Όμως με βάση τη βιβλιογραφία ο συσχετισμός μεγεθών από ελαστική ανάλυση με ανελαστική συμπεριφορά δίνει:

Ελαστική ανάλυση:	Ισοδύναμη Στατική				Φασματική - Δυναμική			
	Είδος μέλους:	Δοκός		Κατακόρυφο		Δοκός		Κατακόρυφο
Για υπολογισμό της:	θ_{Sm}	$\theta_{Sk,0.95}$	θ_{Sm}	$\theta_{Sk,0.95}$	θ_{Sm}	$\theta_{Sk,0.95}$	θ_{Sm}	$\theta_{Sk,0.95}$
Κορυφή κτιρίου	1.2	1.85	1.15	1.9	1.25	1.7	1.0	1.65
Βάση κτιρίου	1.0	1.35	0.9	1.1	1.2	1.65	0.85	1.05
Μέση τιμή στο κτίριο	1.11	1.59	1.04	1.51	1.22	1.67	0.92	1.35

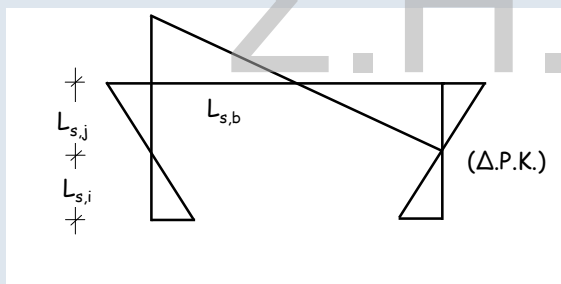
Συντελεστής: θ (Ανελ.Ανάλυσης) / θ (Ελαστ. Ανάλυσης)

Μήκος Διάτμησης:

$$L_s = \frac{M}{V}$$

$$L_s = \alpha_s h$$

$$\alpha_s = \frac{M}{Vh} \text{ Ο λόγος διάτμησης}$$



• Δοκοί και Υποστύλωμα: $L_s = 1/2 L_{καθ.}$

• Τοιχώματα: $L_s = 1/2 L_{βάσηορόφου-κορυφής}$

- Κτίρια με pilotis:

Τοιχοπληρώσεις άνω ορόφων: άκαμπτα διασδιάγνια στοιχεία.

$\theta_{Sm} = \begin{matrix} 1.2 \times \text{τιμή ανάλυσης στην κορυφή} \\ 0.95 \times \text{τιμή ανάλυσης στη βάση} \end{matrix}$ } υποστύλωμα κατώτατου ορόφου

$\theta_{sk,0.95} = 1.8 \times \theta_{Sm}$ βάση ή $1.25 \times \theta_{Sm}$ κορυφή

$\theta_{Sm} = \begin{matrix} 0.7 \times \text{τιμή ανάλυσης στην κορυφή} \\ 0.95 \times \theta_{Sm} \end{matrix}$ } Δοκοί

- Λίγοι όροφοι - ομοιόμορφη κατανομή τοιχοπληρώσεων:

$$\zeta(\%) = 5 + (2.5 + 5T - 5T^2)f_u$$

• Προσδιορισμός διαθέσιμης τιμής στροφής χορδής θ_u

$$\theta_{um} = 0.0213 a_{cyc} a_{sl} a_{wall} (0.25^v) \{ [\max(0.01, \omega_2) / \max(0.01, \omega_1)] f_c \}^{0.275} (L_s/h)^{0.45} \max(0.01, \omega_{wx})^{0.125} (1.3\rho_s)$$

$a_{cyc} = 0.725$ για ανακυκλιζόμενη φόρτιση

$a_{sl} = 7/6$ για δυνατότητα ολίσθησης

$a_{wall} = 0.625$ για τοιχώματα δυσκαμψίας

$\theta_{uk,0.05} = 0.45 \times \theta_{um}$

• Διάτμηση:

- Με βάση δυνάμεις - ικανοτικό σχεδιασμό:

$$\theta_{sk,0.95} \leq (\theta_y / \gamma_m) [(V_R - V_g + \psi_2 q) L / M_{Rbi} + M_{Rbj}]$$

9

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Δεδομένα Ανάλυσης

$$u_\Gamma = 0, \quad \psi_\Gamma = 0$$

$$N_{ακρ. υπ.} = 60,8 \text{ kN}$$

$$u_A = 114 \text{ mm} \quad \psi_A = -0,0076 \text{ rad}$$

$$N_{μ.ε.σ.υ.π.} = 121,6 \text{ kN}$$

Ακραίο Υποστύλωμα

Απαιτήση (θ_s)

$$\theta_\Gamma = \psi_\Gamma + \frac{u_A + u_\Gamma}{H_{καθ}} = 0 + \frac{114}{450} = 0,0253 \text{ rad}$$

Βάση:

$$\theta_A = \psi_A + \frac{u_A + u_\Gamma}{H_{καθ}} = 0,0076 + \frac{114}{450} = 0,0177 \text{ rad}$$

Κορυφή:

$$\theta_{sk,0.95} = 1,1 \times 0,0253 = 0,0278 \text{ rad στην βάση}$$

$$= 1,1 \times 0,0177 = 0,0195 \text{ rad στην κορυφή}$$

10

Ικανότητα (θ_u)

• Συνδ. Φ6/300 $\rightarrow \omega_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot s} \cdot \frac{f_y}{f_c}$ (με μέσες τιμές υλικών
 $f_y = 253 \text{ Mpa}, f_c = 15 \text{ MPa}$)

$$\rightarrow \omega_w = \frac{56,5}{250 \times 300} \cdot \frac{253}{15} = 0,0127$$

• $\frac{L_s}{h} = \frac{4,15/2}{0,25} = 8,3$

• $v = \frac{60,8}{0,25^2 \times 15000} = 0,065$

• Επομένως ($\theta_{um} = \dots$)

$$\theta_{uk,0.05} = 0,45 \times 0,0213 \times 0,775 \times 7/6 \times 0,25^{0,065} \times 15^{0,275} \times 8,3^{0,45} \times 0,0127^{0,125} = 0,025 \text{ rad}$$

11

Έλεγχος

Βάση $\gamma_m = \frac{\theta_{uk,0.05}}{\theta_{sk,0.95}} = \frac{0,025}{0,0278} = 0,9$

Κορυφή $\gamma_m = \frac{0,025}{0,0195} = 1,3$

Μεσαίο Υποστύλωμα

Απαιτήση (θ_s)

Βάση $\theta_{sk,0.95} = 0,0278 \text{ rad}$

Ικανότητα (θ_u)

• $\omega_w = \frac{56,5}{300 \times 300} \cdot \frac{253}{15} = 0,0106$

• $\frac{L_s}{h} = \frac{4,15}{0,3} = 13,8 \quad (L_s = 4,15!)$

12

- $$v = \frac{121,6}{0,3^2 \times 15.000} = 0,09$$

Επομένως

$$\theta_{uk,0.05} = 0,45 \times 0,0213 \times 0,775 \times 7 / 6 \times 0,25^{0,09} \times 15^{0,275} \times 13,8^{0,45} \times 0,0106^{0,125} = 0,0298$$

Έλεγχος

$$\gamma_m = \frac{0,0298}{0,0278} = 1,05$$

13

Δοκοί

Απαίτηση (θ_s)

$$\theta_B = -\theta_A = -\psi_A = 0,0076 \text{ rad}$$

$$\theta_{sk,0.095} = 1,35 \times 0,0076 = 0,0103 \text{ rad}$$

Ικανότητα

- Συνδ. Φ6/250

- $\omega_w = \frac{56,5}{250 \times 250} \cdot \frac{253}{15} = 0,0152$

- $\frac{L_s}{h} = \frac{3,75/2}{0,5} = 3,75$

- $v=0$

- $\omega_2 / \omega_1 = 0,0019 / 0,0072 = 0,264$ (ω_1 και ω_2 βλ. ασκ.με βάση FEMA)

14

Επομένως

$$\theta_{uk,0.95} = 0,45 \theta_{um} = 0,0096 \times 0,775 \times 7 / 6 \times (15 \times 0,264)^{0,275} \times 3,75^{0,45} \times (0,0152)^{0,125} = 0,0136 \text{ rad}$$

Έλεγχος

$$\gamma_m = \frac{0,0136}{0,0103} = 1,3$$

15