

Εισαγωγή

- Προσεγγιστική διαδικασία αποτίμησης της σεισμικής επάρκειας υφιστάμενων κτιρίων από Ο.Σ.
- Χωρίς την απαίτηση λεπτομερούς προσομοίωσης.
- Ανήκει στον Δευτεροβάθμιο προσεισμικό έλεγχο.
- Δυνατότητα αποτίμησης κατασκευών με άγνωστο οπλισμό.

Προσεγγιστική Μέθοδος Δευτεροβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου

Στέφανος Η. Δρίτσος

Ομ. Καθηγητής

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περιγραφή Προτεινόμενης Μεθοδολογίας

Γενικά

1. Τεκμηρίωση του δομικού συστήματος και της παθολογίας του κτιρίου. Επιτόπιες επισκέψεις, αποτυπώσεις γεωμετρίας, αποτυπώσεις παθολογίας και προαιρετική εκτέλεση μη καταστροφικών ελέγχων και μετρήσεων (π.χ. κρουσιμετρήσεων).
2. Εκτέλεση προσεγγιστικών υπολογισμών.
3. Σύνταξη τεύχους υπολογισμών και τεχνικής έκθεσης.

Υπολογισμοί – Βήματα

1. Προσδιορισμός Σεισμικής Απαίτησης.
2. Προσδιορισμός Σεισμικής Αντίστασης των κατακόρυφων μελών.
3. Προσδιορισμός Λόγου Ανεπάρκειας λ_0 .
4. Προσδιορισμός Λόγου Ανεπάρκειας λ λαμβάνοντας υπόψη το μειωτικό συντελεστή επιρροής των κριτηρίων που θέτει η μέθοδος.

Περιγραφή Προτεινόμενης Μεθοδολογίας

Τα στοιχεία τρωτότητας που επηρεάζουν καθοριστικά τη σεισμική συμπεριφορά ενός κτιρίου συνοψίζονται στα **13 κριτήρια** του Πίνακα:

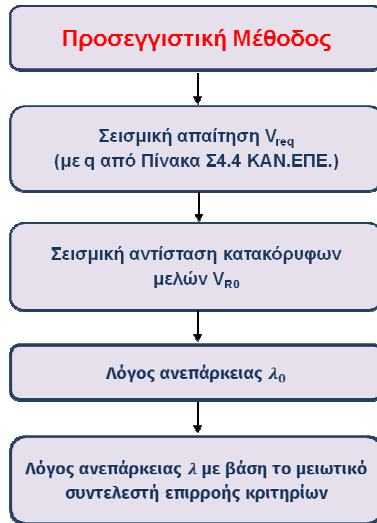
Πίνακας Κριτηρίων

α/α	Κριτήρια Σεισμικής Επιβάρυνσης	Βαθμός επιβάρυνσης					Συντελ. βαρύτητας σ_i
		0 max	1	2	3	4	
1	Βλάβες Στατικής Ανεπάρκειας						0.10
2	Οξείδωση Οπλισμών						0.10
3	Μέγεθος Ανηγμένου Αξονικού Φορτίου						0.05
4	Κανονικότητα Κάτοψης						0.05
5	Κατανομή Δυσκαμψίας σε Κάτοψη - Στρέψη						0.10
6	Κανονικότητα σε Τομή /Όψη						0.05
7	Κατανομή Δυσκαμψίας Καθ' Ύψος						0.15
8	Κατανομή Μάζας Καθ' Ύψος						0.05
9	Κοντά Υποστυλώματα						0.15
10	Κατακόρυφες Ασυνέχειες						0.05
11	Διαδρομή και Μεταφορά Δυνάμεων						0.05
12	Γειτονικά Κτίρια						0.05
13	Κακοτεχνίες, Τραυματισμοί						0.05

Υπολογισμός του μειωτικού συντελεστή επιρροής των κριτηρίων :

$$\beta = \sum \frac{\sigma_i \beta_i}{5}$$

Περιγραφή Μεθόδου Μέσω Διαγράμματος Ροής



Προσδιορισμός Σεισμικής Απαίτησης V_req

- Υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$V_{req} = M S_d(T)$$

όπου,
 M η μάζα του κτιρίου (υπολογιζόμενη από τα κατακόρυφα φορτία)
 S_d η εδαφική επιτάχυνση με βάση το συντελεστή συμπεριφοράς q

- q : λαμβάνεται από τους πίνακες Σ4.4 & 4.1 (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) ανάλογα με τη διεύθυνση και τη στάθμη επιτελεστικότητας

Προσδιορισμός Συνολικής Σεισμικής Αντίστασης V_R0

Η συνολική τέμνουσα αντοχής είναι:

$$V_{R0} = a_1 \sum V_{RI}^{υποστ.} + a_2 \sum V_{RI}^{τοιχ.} + a_3 \sum V_{RI}^{κοντ.υποστ.}$$

Τοίχωμα:	Κοντό υποστύλωμα:																		
<ul style="list-style-type: none"> Λόγος πλευρών $L_w/b_w \geq 4$ Ελάχιστο μήκος διαβαθμίζεται ανάλογα με το πλήθος των ορόφων του κτιρίου, όπως φαίνεται στον Πίνακα 	<p>Το υποστύλωμα με $l/h \leq 5$</p> <p>Όπου: l το ελεύθερο ύψους υποστυλώματος h η διάσταση της διατομής, στη διεύθυνση του σεισμού</p>																		
↓																			
<table border="1"> <tr> <td>Πλήθος ορόφων</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>≥8</td> </tr> <tr> <td>Ελάχιστο μήκος τοιχωμάτων L_w^{min} (m)</td> <td>1.00</td> <td>1.15</td> <td>1.30</td> <td>1.45</td> <td>1.60</td> <td>1.75</td> <td>1.90</td> <td>2.00</td> </tr> </table>	Πλήθος ορόφων	1	2	3	4	5	6	7	≥8	Ελάχιστο μήκος τοιχωμάτων L_w^{min} (m)	1.00	1.15	1.30	1.45	1.60	1.75	1.90	2.00	
Πλήθος ορόφων	1	2	3	4	5	6	7	≥8											
Ελάχιστο μήκος τοιχωμάτων L_w^{min} (m)	1.00	1.15	1.30	1.45	1.60	1.75	1.90	2.00											

Συντελεστές

$a_1 = 0.5$ $a_2 = 0.7$ $a_3 = 0.9$ όταν υπάρχουν υποστυλώματα, τοιχώματα και κοντά υποστυλώματα

$a_1 = 0.7$ $a_2 = 0.9$ όταν υπάρχουν υποστυλώματα και τοιχώματα και δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

$a_1 = 0.7$ $a_3 = 0.9$ όταν ο φορέας είναι πλαισιακός χωρίς τοιχώματα και υπάρχουν κοντά υποστυλώματα

$a_1 = 0.85$ όταν ο φορέας είναι πλαισιακός χωρίς την παρουσία τοιχωμάτων ή κοντών υποστυλωμάτων

Παρουσία τοιχωμάτων: όταν ο βαθμός τοιχωματοποίησης είναι $\alpha_T > 0.10$

Παρουσία κοντών υποστυλωμάτων: όταν ο βαθμός επιβάρυνσης (σύμφωνα με το κριτήριο 9) προκύπτει $\beta_{rel} < 3.00$

$$\alpha_{ST} = \frac{V_S^{τοιχ.}}{V_S^{tot}} = V_B \quad ? \quad \alpha_{RT} = \frac{V_R^{τοιχ.}}{V_{R0}}$$

Προσδιορισμός Σεισμικής Αντίστασης Κατακόρυφου Μέλους V_Ri

Η τέμνουσα αντοχής των κατακόρυφων μελών υπολογίζεται ανάλογα με τη γνώση ή όχι του οπλισμού:

1. Αγνώστος οπλισμός

σχέση Παρ. 7Γ ΚΑΝ.ΕΠΕ. με παραδοχή για τη συμβολή του οπλισμού, π.χ. $\rho_{tot} = 0$ και $V_w = 0$:

$$V_{Rd,s} = \frac{h-x}{2L_s} \min[N; 0.55A_c f_c] + (1 - 0.05 \min[5, \mu_B^{pl}]) (0.16 \max[0.5; 100 \rho_{tot}] (1 - 0.16 \min[5; a_2]) \sqrt{f_c} A_c + V_w)$$

- $\mu_B^{pl} = 0.5$ αν $V_{Rd,s} < V_M$ και $\mu_B^{pl} = 0.5 - 5.0$ αν $\geq V_{Rd,s} V_M$

Επιπλέον:

- για τοίχωμα: $V_{R,max} = 0.85 (1 - 0.06 \min[5, \mu_B^{pl}]) \left(1 + 1.8 \min \left[0.15, \frac{N}{A_c f_c} \right] \right) (1 + 0.25 \max[1.75, 100 \rho_{tot}]) (1 - 0.2 \min[2, a_2]) \sqrt{f_c} b_w z$
- για κοντό υποστύλωμα: $V_{R,max} = 4/7 (1 - 0.02 \min[5, \mu_B^{pl}]) \left(1 + 1.35 \frac{N}{A_c f_c} \right) (1 + 0.45 (100 \rho_{tot})) \sqrt{\min[40, f_c]} b_w z \sin 2\theta$

$$\text{Τελικά: } V_{Ri} = \min(V_{Rd,s}, V_{R,max})$$

2. Γνωστός οπλισμός

Διάτμηση - $V_{Rd,s}, V_{R,max}$:

α) Όπως παραπάνω (Παρ. 7Γ ΚΑΝ.ΕΠΕ.) αλλά με τη συμβολή του οπλισμού

Κάμψη:

$$V_M = \frac{M_R}{L_s}, \text{ όπου } L_s \text{ σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.}$$

Τελικά: $V_{Ri} = \min[(V_{Rd,s}, V_{R,max}), V_M]$ όπου $V_{Rd,s}$ και $V_{R,max}$ σύμφωνα με Παρ.7Γ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Προσδιορισμός Λόγου Ανεπάρκειας λ

- Ορισμός:** Ο λόγος της σεισμικής απαίτησης προς τη σεισμική αντίσταση ανά διεύθυνση:

$$\lambda_0 = \frac{V_{req}}{V_{R0}}$$

$$\mu\epsilon: \quad \lambda_x = \frac{V_{req_x} + 0.3V_{req_y}}{V_{R_x} + 0.3V_{R_y}} \quad \lambda_y = \frac{V_{req_y} + 0.3V_{req_x}}{V_{R_y} + 0.3V_{R_x}}$$

- Λαμβάνοντας υπόψη το μειωτικό συντελεστή επιρροής των κριτηρίων:

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{\beta} = \frac{V_{req}}{\beta V_{R0}}$$

Failure Index

Approximate Method

In terms of base shear

$$\lambda = \frac{V_{req}}{V_R} = \frac{V_{req}}{\beta V_{R0}} = \frac{\lambda_0}{\beta}$$

Inelastic (pushover) Analysis

In terms of base shear

- Force Local Values (FLV)
- Force Global Values (FGV)

$$\lambda_V = \frac{V_{req}}{V_R}$$

In terms of displacement

- Displacement Local Values (DLV)
- Displacement Global Values (DGV)

$$\lambda_\delta = \frac{\delta_t}{\delta_{max}} \quad \delta_t \text{ is the target displacement}$$

Analytical Inelastic (Pushover) Procedure

Definition of Resistance

In the present work two alternatives ways are used to determine the seismic resistance of the whole structure

Local Resistance Definition

When one vertical element reaches first its max. acceptable deformation (δ_{max}) for the examined performance level.

δ_{max} as follows:

where δ_y and δ_u are the yield and failure deformations of the element.

$$\begin{aligned} \text{A: } \delta_{max} &= \delta_y \\ \text{B: } \delta_{max} &= [0.5(\delta_y + \delta_u)]/\gamma_{Rd} \\ \text{C: } \delta_{max} &= \delta_u/\gamma_{Rd} \end{aligned}$$

(KANEPE 2017)

Global Resistance Definition

When the whole structure reaches its max. acceptable deformation (δ_{max}) for the examined performance level.

δ_{max} as follows:

where δ_y and δ_u are the yield and failure deformations obtained according to KANEPE (or EC8-3) from the capacity curve of the whole structure.

