

ΜΕΘΟΔΟΙ & ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

➤ Στέφανος Δρίτσος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

1

ΔΥΣΜΕΝΕΙΑ ΠΑΛΑΙΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

- (α) Σχεδιασμός για σεισμικές δράσεις \cong 50% των αντιστοίχων για νέα κτίρια
- (β) Μόρφωση Φ .Ο. με αρχιτεκτονικές υπερβολές
(Έλλειψη κανονικότητας: γεωμετρίας ή αντοχής σε επίπεδο ορόφου ή κτιρίου)
- (γ) Προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών με απλοποιητικές παραδοχές
(Έλλειψη υπολογιστικών μέσων: απουσία χωρικής ανάλυσης & διδιάστατης πλαισιακής λειτουργίας)
- (δ) Διαστασιολόγηση με διαδικασίες που σήμερα έχουν αναθεωρηθεί
(Ανακριβή προσομοιώματα, απουσία ικανοτικού σχεδιασμού και πλαστιμότητας, ανεπαρκείς κατασκευαστικές διατάξεις για ελάχιστα και μέγιστα, κ.α.)
⇒ Δυνητική Δυσμένεια 1:2 έως 1:3

2

ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

- Ποιες κατασκευές έχουν προτεραιότητα να ενισχυθούν, και πως θα προσδιοριστούν σε μεμονωμένη βάση;
- Μπορούν (ή αξίζει τον κόπο) να ενισχυθούν και μέχρι ποιο σημείο; Μήπως η λύση της κατεδάφισης και ανακατασκευής είναι προτιμότερη;
- Τι μέσα (υλικά, μέθοδοι, τεχνικές) διατίθενται για να επέμβει κανείς και κάτω από ποιες προδιαγραφές αυτά εφαρμόζονται;
- Ποια είναι η καταλληλότερη μέθοδος ενίσχυσης ενός δεδομένου κτιρίου;
- Ποιο είναι το υπολογιστικό υπόβαθρο που είναι απαραίτητο στο μηχανικό για να τεκμηριώσει τις επιλογές του, και ποιες οι διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου των εργασιών;

3

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

- Η τρωτότητα
 - Η σπουδαιότητα και αριθμός χρηστών
 - Το κόστος επέμβασης
 - Η ηλικία
 - Ο υπόλοιπος χρόνος ζωής της κατασκευής
- Αλλά και,
- Κοινωνικές, αισθητικές και πολιτιστικές διαστάσεις του θέματος

4

ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ → ΘΕΜΑ ΔΥΣΚΟΛΟΤΕΡΟ
ΑΠΟ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΝΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

- Γνώσεις λίγες και όχι επαρκώς τεκμηριωμένες
- Απουσία κανονισμού
- Μόρφωση του φορέα πιθανόν अपαράδεκτη, αλλά υπαρκτή
- Αβέβαιες εκτιμήσεις βασικών δεδομένων στην αρχική φάση τεκμηρίωσης
- Χρήση νέων υλικών υπό διερεύνηση
- Μικρή ή και αρνητική εξειδίκευση και εμπειρία συνεργείων

5

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

1° Στάδιο:

Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής

2° Στάδιο:

Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης

3° Στάδιο:

Σχεδιασμός λύσης

6

1° Στάδιο: "Αποτίμηση επάρκειας κατασκευής"

- Αποτύπωση Φ.Ο.
- Καταγραφή βλαβών
- Εκτίμηση συνοριακών συνθηκών, κατακόρυφων φορτίων, μηχανικών χαρακτηριστικών & υλικών
- Επιλογή "στάθμης επιτελεστικότητας"
(επιθυμητή συμπεριφορά κατασκευής + πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης)
- Αποτίμηση σεισμικής ικανότητας
- Διάγνωση αδυναμιών του φορέα

7

2° Στάδιο: "Λήψη απόφασης επέμβασης - Επιλογή λύσης"

- Επίσκεψη της κατασκευής (αν υπάρχουν βλάβες) ή καμία επέμβαση
- Ενίσχυση της κατασκευής
 - ↗ ως σύνολο
 - ↘ μεμονωμένα στοιχεία
- Κατεδάφιση της κατασκευής και ανέγερση νέας

8

3^ο Στάδιο: "Σχεδιασμός λύσης"

- Αναλυτική τεκμηρίωση αποδοχής της λύσης
- Διαστασιολόγηση επισκευασμένων/ενισχυμένων μελών
- Σχέδια λεπτομερειών οριστικής μελέτης επέμβασης
- Κοστολόγηση εργασιών

9

ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

- Συστάσεις για Προσεισμικές & Μετασεισμικές Επεμβάσεις (ΟΑΣΠ)
- ΠΕΤΕΠ = Προσωρινές Εθνικές Προδιαγραφές (www.ioek.gr) 2005
- Αμερικανικές Προδιαγραφές (FEMA Reports)
- Ευροκώδικας 8, Part3 "Assessment & Retrofitting of Buildings" (Draft 5, preEN 1998-3, 2004)
- Fib Bul 14, 24, 25
- ΚΑΝ.ΕΠΕ. (Ελληνικός Κανονισμός Επεμβάσεων, Σχέδιο 2, Οκτ.2005)

10

Τι το ΚΑΙΝΟΥΡΙΟ στον ΚΑΝ.ΕΠΕ.:

1. Στάθμες & Στόχοι Επιτελεσματικότητας (Επιλογή με συμμετοχή του ιδιοκτήτη)
2. Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων
3. Πρωτεύοντα - Δευτερεύοντα Στοιχεία
4. Συνυπολογισμός Τοιχοπληρώσεων
5. Ελαστική Ανάλυση με χρήση τοπικών δεικτών συμπεριφοράς (m)
6. Εκτίμηση Δείκτη Συμπεριφοράς (q) σε υφιστάμενες κατασκευές
7. Ανελαστικές Αναλύσεις
8. Έλεγχος $S_d \leq R_d$
Σε όρους δυνάμεων για ψαθυρές αστοχίες (Διάτμηση)
Σε όρους παραμορφώσεων για πλαστικές αστοχίες (Κάμψη)
9. Μεθόδους Επισκευής & Ενίσχυσης των Κατασκευών
10. Υπολογιστικό Υπόβαθρο για τον Έλεγχο των Επεμβάσεων

11

ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ & ΣΤΟΧΟΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ - ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στάθμη Επιτελεσματικότητας: Επιθυμητή Συμπεριφορά Κατασκευής = Αποδεκτός Βαθμός Βλάβης

Στόχος Επιτελεσματικότητας: Στοχευόμενη Στάθμη Επιτελεσματικότητας για Επιλεγμένη Σεισμική Δράση

Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Στάθμη Επιτελεσματικότητας Φέροντος Οργανισμού		
	Άμεση χρήση μετά το σεισμό	Προστασία ζωής ενοίκων	Αποφυγή οιονεί κατάρρευσης
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

- Για πιθανότητα υπέρβασης 10% σε 50 έτη χρησιμοποιείται η δράση που προβλέπει ο ΕΑΚ 2000
- Για πιθανότητα υπέρβασης 50% λαμβάνεται υπόψη το 60% αυτής

12

ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ & ΣΤΟΧΟΙ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ - ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Στάθμη Επιτελεστικότητας Μη-Φέροντος Οργανισμού			
	Σχεδόν πλήρης λειτουργικότητα κατά το σεισμό	Άμεση χρήση μετά το σεισμό	Προστασία ζωής	Αποφυγή οιονεί κατάρρευσης
10%	α1	αβ1	β1	γ1
50%	α2	αβ2	β2	γ2

13

ΣΤΑΘΜΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

■ Εκφράζουν

Τον βαθμό αξιοπιστίας των πληροφοριών και δεδομένων της κατασκευής

■ Αφορούν

- Γεωμετρία
- Χαρακτηριστικά Υλικών
- Έδαφος Θεμελίωσης

■ Κατηγορίες

- Υψηλή
- Ικανοποιητική
- Ανεκτή
- Ανεπαρκής

14

ΣΤΑΘΜΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- Καθορίζουν την ακρίβεια δεδομένων που εισάγονται στους υπολογισμούς



Επηρεάζουν τη διαδικασία αποτίμησης - σχεδιασμού



Επηρεάζουν:

- Συντελεστές ασφάλειας των δράσεων (γ_g)
- Συντελεστές ασφάλειας των υλικών (γ_m)
- Επιλογή μεθόδου ανάλυσης

15

ΑΝΑΓΚΗ ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ	ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΑΝΑΓΚΗ ΝΕΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ
ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ	ΚΑΛΗ		ΟΧΙ
	ΚΑΚΗ		ΝΑΙ
ΔΕΝ ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ	ΚΑΛΗ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
	ΚΑΚΗ	ΝΑΙ	*
			ΝΑΙ

* Εφαρμόζεται το Παράρτημα Ζ του Ε.Α.Κ.

ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΥΛΙΚΑ

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ 3 Πυρήνες ανά δύο ορόφους

Υψηλή: 45% των κατακόρυφων στοιχείων
25% των οριζοντίων στοιχείων

Ικανοποιητική: 30% των κατακόρυφων στοιχείων
15% των οριζοντίων στοιχείων

ΧΑΛΥΒΑΣ

Υψηλή: Δοκιμές 3 δειγμάτων
Ικανοποιητική: Οπτική Αναγνώριση

16

ΣΤΑΘΜΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΒΛΕΥΣΗ ΔΕΔΩΜΕΝΟΥ	ΔΕΔΩΜΕΝΑ																							
	ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ												ΟΠΤΑΣΙΗ											
	ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ			ΞΟΡΕΑ ΑΝΩΔΩΜΗΣ			ΤΟΙΧΟΨΕΦΟΝ			ΙΔΙΑ ΒΑΡΗ			ΔΙΑΤΑΞΗ ΟΠΤΑΣΙΜΟΥ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΡΑΒΔΩΝ		ΑΠΚΥΡΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΘΕΣΕΙΣ ΟΠΤΑΣΙΜΟΥ		"ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΣΥΝΔΕΤΗΡΩΝ"							
	Ακτινωτή	Ακτινωτή	Συμική	Ακτινωτή	Ακτινωτή	Συμική	Ακτινωτή	Ακτινωτή	Συμική	Ακτινωτή	Ακτινωτή	Συμική	Ακτινωτή	Ακτινωτή	Συμική	Ακτινωτή	Ακτινωτή	Συμική	Ακτινωτή	Ακτινωτή	Συμική			
1	Απόλυτη και σχεδιαστική		*			*			*			*			*			*			*			*
2	Απόλυτη με ή χωρίς ρομποτισμούς		*			*			*			*			*			*			*			*
3	Διακρίνει από αναφορά ή υπέρβαση														*			*			*			*
4	Διακρίνει και διαφορετικές θέσεις		*			*			*			*			*			*			*			*
5	Διακρίνει με μέγεθος φάσμα	*			*				*			*			*			*			*			*
6	Διακρίνει κατά κλάση ή συγκολλητικό	*	*		*	*			*	*		*	*		*	*		*	*		*	*		*
7	Εάν υπέρβαση διακρίνει	*			*				*			*			*			*			*			*

17

ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΑ - ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Δευτερεύοντα Δυνητικώς

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ { Πρωτεύοντα
Δευτερεύοντα

ΔΟΚΟΙ: Δευτερεύοντα χωρίς απαίτηση ελέγχου Ουσιαστικώς τριτεύοντα

18

ΣΥΝΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

- Υποχρεωτικά αν είναι δυσμενείς
- Προαιρετικά αν είναι ευμενείς
- Πώς: $w = 0,2 L$ (ΣΤ. Επ. Α)
- $w = 0,1 L$ (ΣΤ. Επ. Β)
- $w = 0$ (ΣΤ. Επ. Γ)

Ανοίγματα στη περιοχή του κέντρου

- $E_{\text{ανοιγ.}} < 20\% E_{\text{τοιχ.}}$ → Αμελείται το άνοιγμα
- $E_{\text{ανοιγ.}} < 50\% E_{\text{τοιχ.}}$ → Αμελείται η τοιχοποιία
- $20\% E_{\text{τοιχ.}} \leq E_{\text{ανοιγ.}} \leq 50\% E_{\text{τοιχ.}}$ → 2 λοξοί θλιπτήρες ανά φάτνωμα

Ανοίγματα κοντά στη περίμετρο
Αμελείται η τοιχοπλήρωση

19

ΕΙΔΗ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

- ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ { Μέθοδος q
- Μέθοδος m
- ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ
- ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ
- ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ

20

ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

- Κρίσιμο Μέγεθος: Δείκτης ανεπάρκειας στοιχείων

$$\lambda = S_{el(q=1)} / R_m$$

Προϋποθέσεις: $\lambda < 2,5$ ή αν $\lambda > 2,5$ μορφολογικά κανονικό

- Μέσος Δείκτης ανεπάρκειας ορόφου

$$\bar{\lambda}_k = \frac{\sum_1^n \lambda_i V_{si,el(q=1)}}{\sum_1^n V_{si,el(q=1)}}$$

$$\bar{\lambda}_k \leq 1,25 \bar{\lambda}_{k-1}$$

$$\bar{\lambda}_k \leq 1,25 \bar{\lambda}_{k+1}$$

- ΌΧΙ:

- Μεγάλες εσοχές
- Ασύμμετρη κατανομή μάζας- δυσκαμψία σε κάτοψη & καθ' ύψος
- Ασαφής γεωμετρία φέροντος οργανισμού

21

ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (μέθοδος q)

- Προεκτίμηση Δείκτη Συμπεριφοράς q

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

22

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ (q)

ΦΙΤ-ΦΙΟ	ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ			ΙΚΑΝΟΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ		ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ			ΥΠΕΡΑΝΤΟΧΕΣ	
	1	2	3	4	5	Κακή	Μέτρια	Καλή	Όχι	Ναι
ΕΛΕΓΧΟΣ	$\mu_{1/r} \approx \frac{\alpha \omega_{vd} + 0.035}{30 \varepsilon_{yd} (\nu_d + \omega_{vd}) \frac{b}{b_0}}$			$\frac{\sum M_{Rz}}{\sum M_{Rz}}$	$\frac{V_R}{V_{M_R}}$					
	5	10		1.1 1.3	1.1 1.3					
«β _i »	10	25	40	8 14 20	5 10 15	5	10	15	5	10

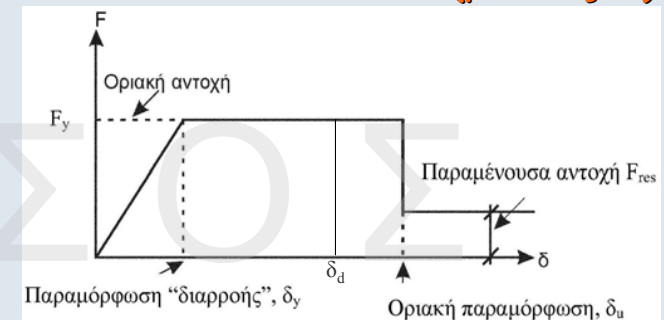
$$q_B = \frac{\sum \beta_i}{100} q_{\text{Νέας Κατασκευής}}$$

$$q_A = 0.6 q_B$$

$$q_{\Gamma} = 1.5 q_B$$

23

ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (μέθοδος m)



δ_d μέγιστη αποδεκτή παραμόρφωση μέλους = παραμόρφωση σχεδιασμού
 δ_{γ} παραμόρφωση διαρροής

“Ασφάλεια Ζωής”

Πρωτεύοντα $\delta_d = 0,5 (\delta_{\gamma} + \delta_u) / \gamma_{Rd}$

Δευτερεύοντα $\delta_d = \delta_u / \gamma_{Rd}$

“Αποφυγή Κατάρρευσης”

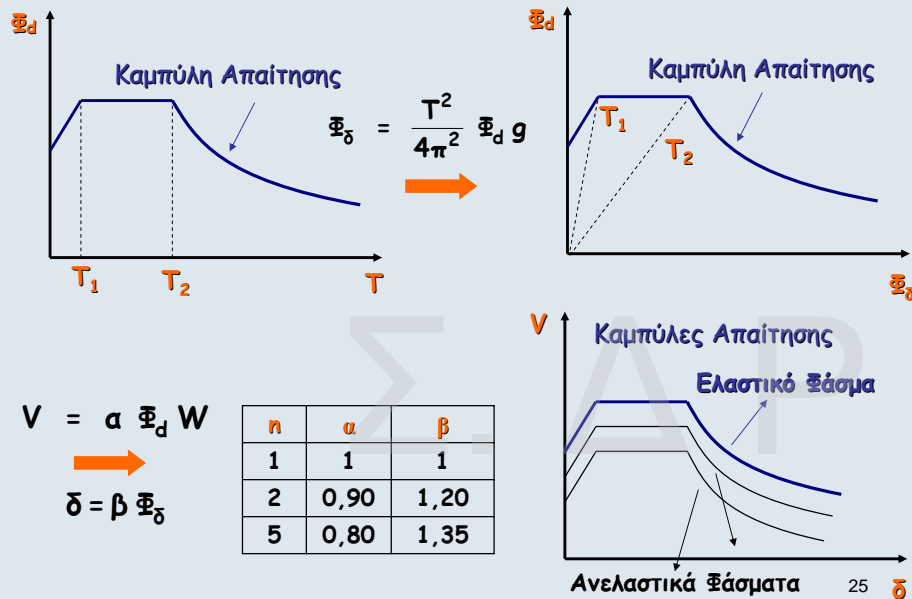
$\delta_d = \delta_u / \gamma_{Rd}$

“Οριζόντια Στοιχεία”

Δυνατότητα δ_d απεριόριστο

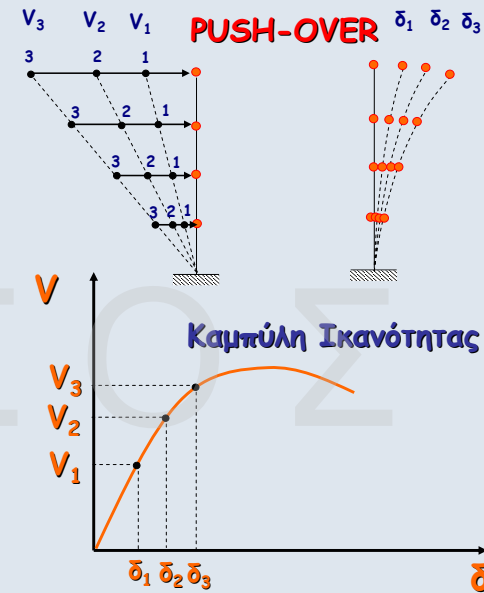
24

ΑΡΧΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

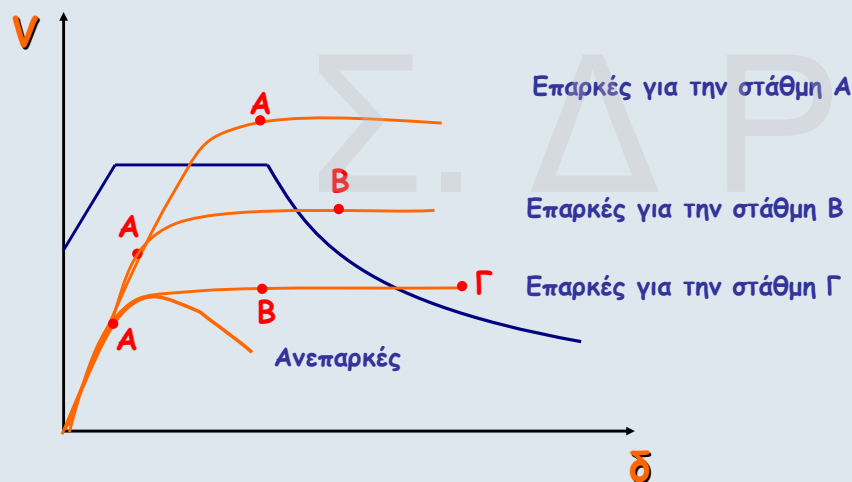


ΑΡΧΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Στατική Οριζόντια Ξόρτιση Βαθμιαία Αυξανόμενη "μέχρι τέρμα"



ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΥΣΗΣ

• Ποιος είναι ο στόχος της επεμβάσης;

Από τι πάσχει η κατασκευή;

- Υλικά και Τεχνολογίες Επεμβάσεων
 - Ειδικό Τύποι Σκυροδέματος
 - Πολυμερικές Κόλες (ρητίνες)
 - Επισκευαστικά Κονιάματα
 - Επικολητά Φύλλα από Χάλυβα ή Ινοπλισμένα Πολυμερή (FRP)
 - Διατμητικοί Σύνδεσμοι (Βλήτρα) - Αγκύρια
 - Αγκυρώσεις και Συγκολλήσεις Νέων Ράβδων Οπλισμού
- Τι Διατίθεται;

• Ειδικότερες Τεχνικές για :

- Υποστυλώματα
- Τοιχώματα
- Δοκοί
- Πλάκες
- Κόμβους Δοκών-Υποστυλωμάτων
- Στοιχεία Θεμελίωσης

• Πώς θα γίνει ο Επανυπολογισμός;

• Η Γενική Υπολογιστική Διαδικασία } Ανάλυση
 Διαστασιολόγηση

• Υπολογιστικά Θέματα για Ειδικότερες Τεχνικές

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

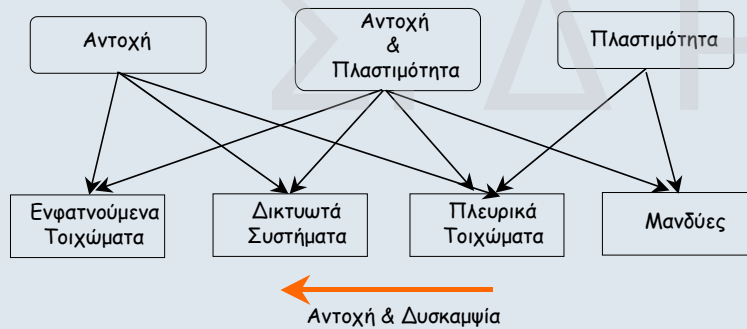
29

ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΩΣ ΣΥΝΟΛΟΥ



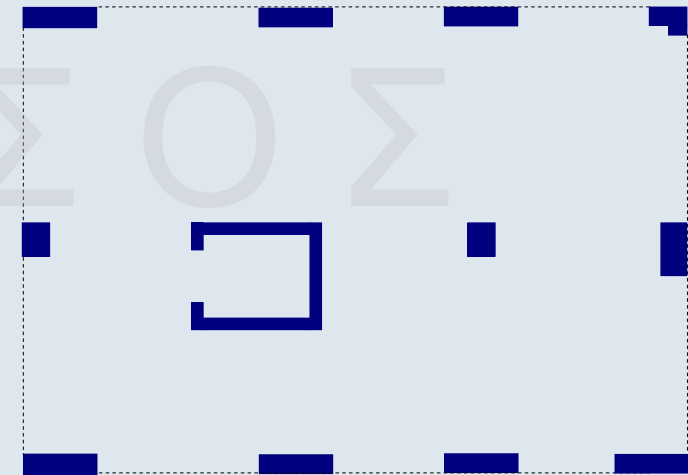
30

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



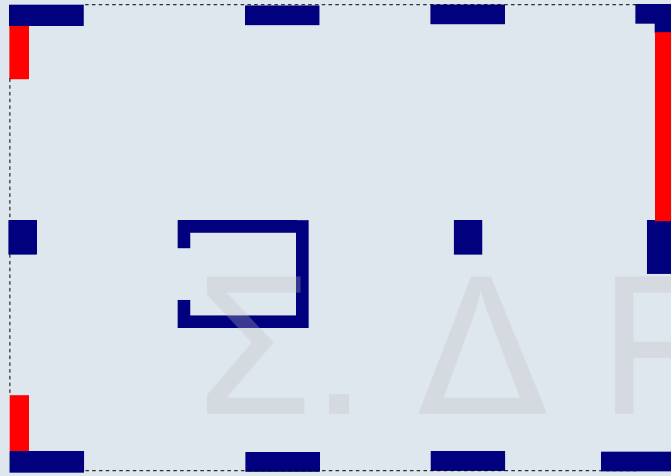
31

ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



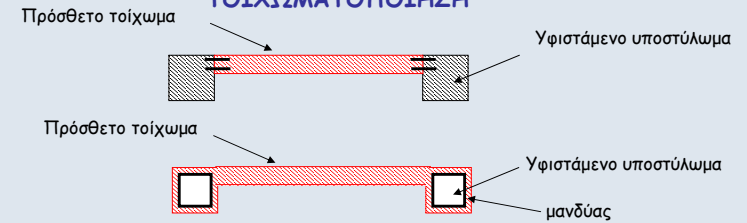
32

ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

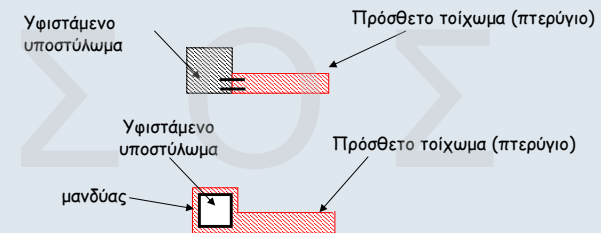


33

ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ



ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ



34

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ Ο.Σ. ΩΣ ΣΥΝΟΛΟ

(α) Η κατασκευή τοιχωμάτων εντός πλαισίων ⇒ Αύξηση δυσκαμψίας & αντοχής

- Διόρθωση σφαλμάτων σχεδιασμού
- Κακή μόνρφωση του φορέα
- Ασυμμετρία κατανομής δυσκαμψίας ή αντοχής καθ' ύψος
- Ασυμμετρία κατανομής εκκεντρότητας δυσκαμψίας σε κάτοψη

- τύποι
- Τοιχώματα από Ο.Σ. (έγχυτο ή εκτοξευόμενο)
 - Προκατασκευασμένα τοιχώματα (panels)
 - Τοιχοποιία από συμπαγείς οπτόπλινθους ή τιμεντόπλινθους

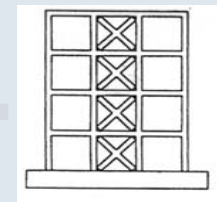
- Κρίσιμα σημεία
- Νέο τοίχωμα + υποστύλιωμα → αυξημένη ένταση υποστυλιώματος → ενίσχυση με μανδύα
 - Έλεγχος επάρκειας διαμήκους οπλισμού δοκών → μεταφορά οριζοντίων δράσεων ορόφου
 - Έλεγχος επάρκειας της αγκύρωσης των νέων ράβδων οπλισμού στον υφιστάμενο φορέα

- Κατασκευαστικά θέματα
- Συστολή ξήρασης
 - Δυσκολία σκυροδέτησης (ανεπαρκή πρόσβαση στην κορυφή)

35

(β) Η κατασκευή δικτυωτών συστημάτων ⇒ μέτρια αύξηση αντοχής, κυρίως αύξηση δυσκαμψίας & πλαστιμότητας

- Τύπος
- Μεταλλικά συστήματα (σχήμα Κ, ρόμβου ή χιαστί διαγωνίων)
- Κρίσιμα σημεία
- Αξιολόγηση ανακατανομής έντασης
 - Επάρκεια αντοχής κόμβων



(γ) Η κατασκευή τοιχωμάτων-πτερυγίων ⇒ μέτρια αύξηση αντοχής & δυσκαμψίας, βελτίωση πλαστιμότητας

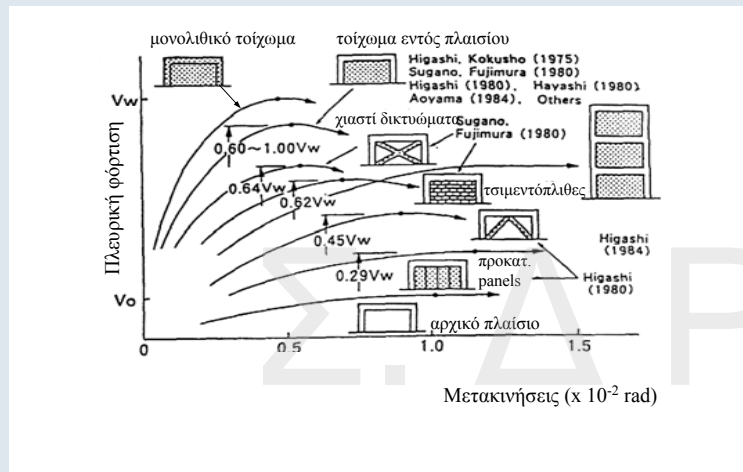
(δ) Η προσθήκη νέων κατακόρυφων στοιχείων ⇒ μεγάλη αύξηση αντοχής, δυσκαμψίας & πλαστιμότητας

(ε) Η ενσωμάτωση στην κατασκευή συστημάτων απορρόφησης ενέργειας ⇒ (μείωση εισαγόμενης σεισμικής έντασης)

(στ) Η επιλεκτική ενίσχυση αδύναμων δομικών στοιχείων ⇒ (αποφυγή πρόωγων αστοχιών & αύξηση πλαστιμότητας)

36

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

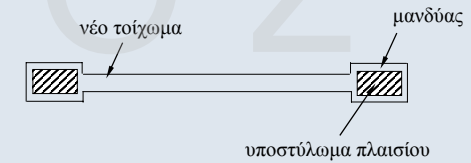


37

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

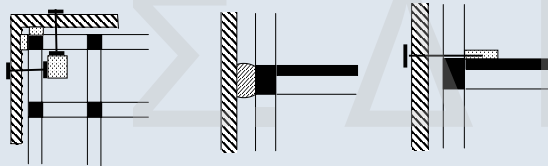
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ	Αντοχή		Δυσκαμψία		Πλαστικότητα	
	$V_u / V_{u,m}$	$V_u / V_{u,f}$	K' / K_m	K' / K_f	μ' / μ_m	μ' / μ_f
Τοιχώματα από έγχυτο σκυρόδεμα	0,50~1,0	3,5~5,5	0,75~1,0	12,5~25,5	0,85~0,95	0,90
Προκατασκευασμένα τοιχώματα	0,20~0,80	1,20~4,20	0,15~0,85	3,5~20,5	0,70~3,95	0,70~3,80
Οπλισμένη τοιχοποιία	0,60	3,50	0,35	7,30	0,50	—
Μεταλλικά πλαίσια και δικτυώματα	0,35~0,65	1,70~3,70	0,05~0,30	1,60~6,50	0,50~4,35	1,45~4,25

ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ



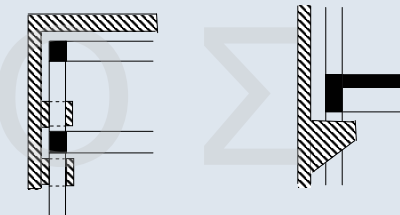
38

ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΝΕΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ



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

39



Ενδεικτική θέση προεχόντων τοιχώματος για παρεμπόδιση ανύψωσης του εφελκυσμένου πέλατός του

40