

«ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ»

Ημερίδες

**Μέθοδοι στατικής ανάλυσης
υφιστάμενων κατασκευών**

Εισήγηση: Ε. Βουγιούκας

1. ΣΧΕΤΙΚΗ ΝΟΜΟΛΟΓΙΑ

1) Κτίρια στα οποία γίνεται προσθήκη

Αποτελεί την πιο συνηθισμένη περίπτωση έλεγχου της φέρουσας ικανότητας υφισταμένου κτιρίου.

1.1) Παλαιότερα, πριν την ισχύ του Π.Δ/τος 3/9/83 (ΦΕΚ 394/Δ/8-9-83) «Τρόπος έκδοσης οικοδομικών αδειών και έλεγχος ανεγειρόμενων οικοδομών», σύμφωνα με τον τότε τρόπο έκδοσης οικοδομικών αδειών καθώς και την Εγκύκλιο 4/1977 (Δικαιολογητικά για την έκδοση οικοδομικών αδειών) σε περίπτωση προσθηκών καθ' ύψος σε υπάρχουσες οικοδομές θα υποβάλλεται υπεύθυνη δήλωση αντοχής με υπογραφή από δύο Πολιτικούς Μηχανικούς που θα συνοδεύεται από έναν ξυλότυπο, στον οποίο θα φαίνεται η προσθήκη ορόφου με όλες τις διαστάσεις και στατικά στοιχεία κατασκευής (πάχη πλακών, διευθύνσεις οπλισμού, διατομές δοκών και υποστυλωμάτων, παραδοχές φορτίσεων κλπ.) και με υπογραφή από τους ίδιους Μηχανικούς. Σε περίπτωση μικτής κατασκευής η δήλωση αντοχής πρέπει να συνοδεύεται από ξυλοτύπους όλων των ορόφων που βρίσκονται κάτω από τις προσθήκες με όλες τις διαστάσεις του πάχους και του υλικού των τοίχων (οπτόπλινθοι πλήρεις και διάτρητοι λίθοι φυσικοί κλπ.).

Ήταν η γνωστή «δήλωση αντοχής υπάρχοντος», της οποίας έγινε χρήση για την έκδοση χιλιάδων οικοδομικών αδειών προσθήκης σε υφιστάμενα κτίρια, και η οποία στην ουσία αποτελούσε ένα μακροσκοπικό έλεγχο του υπάρχοντος με προφανή μειονεκτήματα (εξωτερικός οπτικός έλεγχος, απουσία μετρήσεων, έλλειψη μελέτης, κλπ.).

1.2) Με το παραπάνω Π.Δ. 3-9-83 και ειδικότερα την παράγραφο VI (Προδιαγραφές σύνταξης στατικών μελετών σε περίπτωση προσθήκης) και την Εγκύκλιο 98/1989 (αρ. πρωτ. 82070 22-12-1989) Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ «Προδιαγραφές μελετών για έκδοση οικοδομικών αδειών» παράγραφος 4 (Προδιαγραφές σύνταξης στατικών μελετών σε περίπτωση προσθήκης, στην οποία παραπέμπει ο ισχύον τρόπος έκδοσης οικοδομικών αδειών» (Π.Δ. 8-7-1993 ΦΕΚ 795 Δ/13-7-93 άρθρο8, παράγραφος 1) καταργούνται οι δηλώσεις αντοχής και αντικαθίστανται με εκθέσεις αυτονίας υπάρχοντος, διακρίνοντας τρεις περιπτώσεις υφισταμένου κτιρίου, όπως:

-
- Σε περίπτωση που υπάρχει άδεια και μελέτη με πρόβλεψη προσθήκης:
πέραν της έκθεσης αυτοψίας, μεταξύ των άλλων, απαιτείται υπολογισμός όλων των στοιχείων που επηρεάζονται από την προσθήκη και δεν καλύπτονται από την πρόβλεψη.
 - Σε περίπτωση που υπάρχει άδεια και μελέτη χωρίς πρόβλεψη:
πέραν της έκθεσης αυτοψίας, μεταξύ των άλλων, απαιτείται υπολογισμός όλων των στοιχείων που επηρεάζονται από την προσθήκη και όλων άλλων ο μελετητής κρίνει απαραίτητα και αντισεισμικό έλεγχο προσθήκης και υπάρχοντος για την εκτίμηση της πιθανολογούμενης αντοχής.
 - Σε περίπτωση που δεν υπάρχει άδεια ούτε μελέτη:
πέραν της έκθεσης αυτοψίας, μεταξύ των άλλων, απαιτείται στατικός και αντισεισμικός υπολογισμός της υπάρχουσας κατασκευής.

1.3) Σχετική είναι η Εγκύκλιος 2/1985 (αρ. πρωτ. 971/8/10-1-1985) Γεν. Γραμ. ΥΠΕΧΩΔΕ με θέμα «Έλεγχος, σύνταξη και παρουσίαση Στατικών μελετών», που διευκρινίζει ορισμένα εδάφια του ΠΔ 3-9-83 μεταξύ των οποίων περιπτώσεις προσθηκών και θέματα υπογραφής της έκθεσης αυτοψίας του υπάρχοντος κτιρίου.

1.4) Παράλληλα με αφορμή το σεισμό του 1981 στις Αλκυονίδες νήσους, είχε ξεκινήσει προσπάθεια τροποποίησης και συμπλήρωσης του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1959, η οποία ολοκληρώθηκε με την απόφαση ΕΔ2α/01/44/ΦΝ275/84 (ΦΕΚ 293/Β/16-4-84 Υπουργείο Δημοσίων Έργων). Επίσης εκδόθηκε η απόφαση ΕΔ2γ/01/94/ΦΝ275/30-9-85 (ΦΕΚ 587 Β) «Αντικατάσταση άρθρου 12 του ΒΔ της 19/26-2-1959 «Περί Αντισεισμικού Κανονισμού οικοδομικών έργων», η οποία αναφέρεται στις προσθήκες και στον έλεγχο του υφιστάμενου κτιρίου.

Ειδικότερα με αυτή για προσθήκες που είναι στατικά ανεξάρτητες από το υφιστάμενο κτίριο δεν απαιτείται έλεγχος του κτιρίου αυτού, ενώ για προσθήκες που δεν είναι στατικά ανεξάρτητες από το υφιστάμενο επιβάλλεται ο έλεγχος του υφιστάμενου κτιρίου κατά περίπτωση (ανάλογα με τη σπουδαιότητα αυτού) και με ορισμένους όρους και προϋποθέσεις.

1.5) Μετά την απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ με αρ. πρωτ. Δ17α/ 08/32/ΦΝ275/30-9-1992 (ΦΕΚ 613/Β) «Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός» ίσχυσε για τις προσθήκες το παράρτημα Ε αυτού, που εγκρίθηκε με την Απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ με αρ. πρωτ. Δ17α/01/49/ΦΝ275/3-7-1995 (ΦΕΚ 588/Β) «Ειδικοί κανόνες για προσθήκες σε υφιστάμενα κτίρια», σύμφωνα με την οποία σε περιπτώσεις προσθηκών που δεν είναι στατικά ανεξάρτητες από το υφιστάμενο κτίριο επιβάλλεται έλεγχος αυτού. Επίσης γίνεται κατάταξη των κτιρίων σε κατηγορίες ανάλογα με το πώς έχει κατασκευαστεί ο φέρων οργανισμός τους και

αναφέρονται περιπτώσεις εξαιρέσεως από την απαίτηση ελέγχου του υφιστάμενου κτιρίου με τον ΝΕΑΚ υπό ορισμένους όρους και προϋποθέσεις.

- 1.6) Σήμερα μετά την απόφαση ΥΠΕΧΩΔΕ με αρ. πρωτ. Δ17α/141/3/ΦΝ275/15-12-1999 (ΦΕΚ 2184 Β/20-12-1999) «Έγκριση Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού» (ΕΑΚ 2000) ισχύει το αντίστοιχο παράρτημα Ε αυτού «Ειδικοί κανόνες για προσθήκες σε υφιστάμενα κτίρια», το οποίο διαφέρει από το αντίστοιχο παράρτημα Ε του ΝΕΑΚ μόνο στις περιπτώσεις εξαιρέσεων ελέγχου του υφιστάμενου κτιρίου με τον ΕΑΚ, στις οποίες με το ισχύον παράρτημα Ε απαιτείται η σύμφωνη έγγραφη αποδοχή τους από τους ιδιοκτήτες του κτιρίου.

Συμπερασματικά στις περιπτώσεις προσθηκών, για τον έλεγχο του υφιστάμενου κτιρίου ισχύει το Παράρτημα Ε του ΕΑΚ 2000. οι Προδιαγραφές σύνταξης στατικών μελετών σε περίπτωση προσθήκης του ισχύοντος Π.Δ/τος «περί τρόπου εκδόσεως οικοδομικών αδειών» και η Εγκύκλιος 2/1985 για τα θέματα υπογραφής της έκθεσης αυτοψίας

IV. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

1. Γενικά

1.1) Για τις επεμβάσεις (ενισχύσεις) σε υφιστάμενα κτίρια, όπου απαιτείται να γίνουν βάσει των αποτελεσμάτων του ελέγχου του υπάρχοντος κτιρίου, εφαρμόζεται η απόφαση Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ με αρ. πρωτ. 86845/302γ/16-10-1999 (ΦΕΚ 2036/Β/18-11-1999) με θέμα: "Ενίσχυση υφισταμένων κτιρίων".

Σύμφωνα με αυτή στα υπάρχοντα κτίρια, όταν από το στατικό-αντισεισμικό έλεγχο προκύπτει ότι η φέρουσα κατασκευή δεν παραλαμβάνει με την απαιτούμενη ασφάλεια τα φορτία των ορόφων που υπάρχουν ή αυτών που πρόκειται να προστεθούν, επιτρέπεται η ενίσχυση αυτής με οποιαδήποτε τεχνικά πρόσφορη επέμβαση στα υπάρχοντα φέροντα στοιχεία ή και με την προσθήκη νέων στοιχείων ενίσχυσης (τοιχώματα, υποστυλώματα, δοκοί, πλάκες κλπ).

Στη συνέχεια για τα στοιχεία ενίσχυσης (οριζόντια και κατακόρυφα), που είναι δυνατό να κατασκευάζονται και έξω από το περίγραμμα της κάτοψης του υφισταμένου κτιρίου τίθενται ορισμένοι περιορισμοί, π.χ. μεταξύ των άλλων, όταν η οικοδομική γραμμή συμπίπτει με τη ρυμοτομική, τα κατακόρυφα στοιχεία δεν επιτρέπεται να εξέχουν απ' αυτή. Κατ' εξαίρεση όταν το υφιστάμενο κτίριο βρίσκεται σε σεισμόπληκτη περιοχή, στη περίπτωση αυτή, τα κατακόρυφα και οριζόντια στοιχεία ενίσχυσης είναι δυνατό να προεξέχουν μέχρι 0,25μ έξω από την οικοδομική γραμμή.

Επίσης με την απόφαση αυτή καταργήθηκαν προγενέστερες συναφείς αποφάσεις για ενίσχυση υφισταμένων οικοδομών.

1.2) Οι νέες κατασκευές-επεμβάσεις που γίνονται για την ενίσχυση του υφισταμένου κτιρίου μελετώνται και κατασκευάζονται σύμφωνα με τους Κανονισμούς που ισχύουν κατά την ημερομηνία έκδοσης της σχετικής οικοδομικής άδειας για την επέμβαση, όπως αναφέρεται και στην παρ.4γ της εγκυκλίου 3/1996.

2. Ειδικές περιπτώσεις

2.1) Κτίρια στα οποία γίνεται προσθήκη

2.1.1. Σύμφωνα με την παρ.2 του άρθρου 23 του ισχύοντος ΓΟΚ, στα νομίμως υφιστάμενα κτίρια στα οποία γίνεται προσθήκη καθ' ύψος, που εκτείνεται και στο μη οικοδομήσιμο με τις ισχύουσες πολεοδομικές διατάξεις τμήμα του οικοπέδου, δεν επιτρέπεται να αντικατάσταση της παλαιάς φέρουσας κατασκευής με νέα. Στο τμήμα αυτό επιτρέπεται μόνο η ενίσχυση ή συμπλήρωση της φέρουσας κατασκευής. Εννοείται ότι η συμπλήρωση θα γίνεται για

4

μεμονωμένα στοιχεία της φέρουσας κατασκευής του κτιρίου (π.χ. υποστυλώματα, δοκοί κλπ) και δεν θα αφορά το μεγαλύτερο μέρος της φέρουσας κατασκευής.

Σχετική είναι η εγκύκλιος 40/1997 (αρ. πρωτ. ΔΟΚΚ 57621/24-9-1997) με θέμα: "Προσθήκη καθ' ύψος σε υφιστάμενα κτίρια σύμφωνα με το άρθρο 23 του ΓΟΚ/85".

2.2.2. Επίσης σημειώνεται ότι, σύμφωνα με την παραπάνω διάταξη του ΓΟΚ στα νομίμως υφιστάμενα κτίρια επιτρέπονται οι επισκευές για λόγους υγιεινής και χρήσης.

2.2) Κτίρια με φέρουσα κατασκευή τοιχοποιία

Για την ενίσχυση κτιρίων με φέρουσα κατασκευή από τοιχοποιία εφαρμόζονται τα αναφερόμενα στην εγκύκλιο 29/1997 (αρ. πρωτ. ΔΟΚΚ 54466/167γ/11-7-1997) με θέμα : "Ενίσχυση τοιχοποιιών".

Σύμφωνα με την εγκύκλιο αυτή οι διάφορες περιπτώσεις ενίσχυσης φέρουσας τοιχοποιίας όπως νέα εφαρμογή του άρθρου 23 του ισχύοντος ΓΟΚ, συντήρηση και ενίσχυση νομίμως υφισταμένων κτιρίων κλπ. εφαρμόζονται οι διατάξεις του Εθνικού Κειμένου Εφαρμογής Ευρωκώδικα 6, όπως εγκρίθηκε με την απόφαση Δ11β/049/21-8-1996 (ΦΕΚ 808/Β/3-9-96) καθώς και σχετικό βοήθημα που συνιστά την εφαρμογή του, εν η λόγω απόφαση και το οποίο περιλαμβάνει ειδικές διατάξεις για κτίρια από τοιχοποιία σε σειсмоγενείς περιοχές.

Επίσης για θέματα που δεν καλύπτονται από το παραπάνω ΕΚΕΦ του Ευρωκώδικα 6, εφαρμόζεται η εγκύκλιος του ΥΠΕΧΩΔΕ/ΓΓΔΕ με αρ. πρωτ. Δ11β/91/20-12-95 με την οποία συνιστάται η χρήση των Ευρωκωδίκων για τη μελέτη κατασκευών των οποίων ο φέρων οργανισμός δεν είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Τέλος σύμφωνα με την παραπάνω εγκύκλιο 29/1997 είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και άλλα σχετικά βοηθήματα που έχουν εκδοθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ ή άλλους αρμόδιους φορείς, αρκεί να έχουν προσαρμοστεί στους ισχύοντες σήμερα δομικούς κανονισμούς (ΕΑΚ, ΕΚΩΣ, Ευρωκώδικες).

2.3) Κτίρια επικίνδυνα από στατική και δομική άποψη, διατηρητέα κτίρια, νομιμοποιημένα αυθαίρετα κτίρια

- α) Σύμφωνα με το β' εδάφιο της παρ.3 του άρθρου 4 του ΠΔ/τος "Περί επικινδύνων οικοδομών" οι υποδεικνύόμενες εργασίες (αποτροπής του κινδύνου) πρέπει να επιτρέπονται υπό των κείμενων διατάξεων (π.χ. περιπτώσεις μη επισκευής, αλλά κατεδάφισης επισκευασίμου μεν αλλά ρυμοτομούμενου τμήματος κτιρίου) ή του οικοδομικού κανονισμού. Επομένως σε τελειόδικα κριθέντα επικίνδυνα κτίρια από άποψη στατική και δομική, οι επιβαλλόμενες εργασίες άρσης του κινδύνου (π.χ. ενισχύσεις, επισκευές κλπ) πρέπει να πληρούν τις πολεοδομικές διατάξεις. Για τις εργασίες αυτές απαιτείται να εκδοθεί σχετική

οικοδομική άδεια. μετά την τροποποίηση του άρθρου 22 του ΓΟΚ/85 με το Ν.2381/2000. Άδεια δεν απαιτείται μόνο για την κατεδάφιση επικινδύνως ετοιμορρόπων κτιρίων κατά το άρθρο 7 του σχετικού ΠΔ/τος και για την εφαρμογή των μέτρων ασφαλείας που καθορίζονται από την πολεοδομική υπηρεσία.

- β) Ομοίως για τα νομιμοποιούμενα αυθαίρετα οι προτεινόμενες επεμβάσεις, αν απαιτούνται, πρέπει να πληρούν τις ισχύουσες πολεοδομικές διατάξεις. Για τις εργασίες αυτές θα εκδοθεί σχετική οικοδομική άδεια, σύμφωνα με το άρθρο 22 του ΓΟΚ/85 ή μπορεί να περιλαμβάνονται στην άδεια νομιμοποίησης των αυθαιρέτων.
- γ) Τέλος τα ίδια ισχύουν και για την περίπτωση διατηρητέων κτιρίων, πλην όμως οι εργασίες ενίσχυσης πρέπει να πληρούν και τις ειδικές διατάξεις που καθορίζουν την κατάταξή τους σαν διατηρητέων. Επίσης είναι δυνατό να καθορίζονται ειδικοί όροι ενίσχυσής τους, με απόφαση Υπουργού, όπως προβλέπεται στην παρ.2 του άρθρου 4 του ισχύοντος ΓΟΚ (σχετική η εγκύκλιος 40/1997, παρ. 3ii).

2.4) Κτίρια με Pilotis

Για την ενίσχυση κτιρίων με Pilotis εφαρμόζεται η εγκύκλιος 14/2000 (αρ. πρωτ. ΔΟΚΚ 81627 146γ 8-3-2000) με θέμα "Ενίσχυση υπαρχόντων κτιρίων με Pilotis".

Μεταξύ των άλλων στην εν λόγω εγκύκλιο αναφέρεται ότι στις περιπτώσεις των κτιρίων με Pilotis προσφέρονται για ενίσχυση οι διατάξεις που αφορούν την κατάλληλη διαμόρφωση μικτού συστήματος από πλαίσια και τοιχώματα, ειδικά όπως περιγράφονται στην παρ.4.1.4.2.β του Ε.ΑΚ-2000 και αναφέρεται στα σχόλια της παρ.Σ.4.1.7.1. του Ε.ΑΚ-2000.

Επίσης επισημαίνεται στην εγκύκλιο ότι σε κάθε επέμβαση στα φέροντα ή μη στοιχεία της Pilotis, πρέπει να τηρούνται όλες οι πολεοδομικές, κτιριοδομικές και δομικές διατάξεις που αφορούν τις Pilotis εφόσον πρέπει να παραμείνουν pilotis.

2. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΠΡΟΣΧΕΔΙΟΥ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Στη στάθμη επιτελεστικότητας (Α) – «Σχεδόν πλήρης λειτουργικότητα», ο φέρων οργανισμός (και ο οργανισμός των τοιχοπληρώσεων) αναμένεται να έχει οιονεί – ελαστική συμπεριφορά και να μη αναπτύξει μετελαστικές παραμορφώσεις (σχεδόν σε κανένα δομικό στοιχείο).

Στη στάθμη επιτελεστικότητας (Β) – «Προστασία ζωής και περιουσίας ενοίκων», ο φέρων οργανισμός επιτρέπεται να αναπτύξει σημαντικές μετελαστικές παραμορφώσεις, αλλά πρέπει να διαθέτει επαρκή και αξιόπιστα περιθώρια έναντι ενδεχόμενης εξάντλησης των διαθέσιμων παραμορφώσεων αστοχίας.

Στη στάθμη επιτελεστικότητας (Γ) – «Οιονεί - κατάρρευση», ο φέρων οργανισμός αναπτύσσει μεγάλες μετελαστικές παραμορφώσεις και επιτρέπεται να φθάσει ακόμη και σε εξάντληση των διαθέσιμων παραμορφώσεων αστοχίας, βεβαίως χωρίς να καταρρεύσει υπό τα φορτία βαρύτητας.

ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ

Γενικές αρχές

Για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών και των παραμορφώσεων του κτιρίου απαιτείται η ανάλυσή του για το συνδυασμό που περιλαμβάνει τη σεισμική δράση η οποία επιλέχθηκε για την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό. Με βάση τα εντατικά μεγέθη και τις παραμορφώσεις που προκύπτουν από την ανάλυση με μία από τις συνιστώμενες μεθόδους, γίνονται οι αντίστοιχοι έλεγχοι των κριτηρίων επιτελεστικότητας.

Μέθοδοι ανάλυσης

Οι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιούνται για την ανάλυση είναι:

- Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση με καθολικούς (q) ή τοπικούς (m) δείκτες συμπεριφοράς
- Ελαστική δυναμική ανάλυση με καθολικούς (q) ή τοπικούς (m) δείκτες συμπεριφοράς
- Ανελαστική στατική ανάλυση
- Ανελαστική δυναμική ανάλυση (ανάλυση χρονοϊστορίας)

Κύρια και δευτερεύοντα στοιχεία

Οι επιμέρους φορείς του φέροντος οργανισμού ενός κτιρίου, καθώς και τα μεμονωμένα δομικά στοιχεία (μέλη) που επηρεάζουν τη δυσκαμψία και την κατανομή της έντασης στο κτίριο, ή που φορτίζονται λόγω των πλευρικών μετακινήσεων του κτιρίου, μπορεί κατά την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό να διακρίνονται σε «κύρια» (ή «πρωτεύοντα») και «δευτερεύοντα». Ως κύρια εν γένει θα χαρακτηρίζονται τα στοιχεία ή οι επιμέρους φορείς που συμβάλλουν στην αντίσταση και ευστάθεια του κτιρίου υπό σεισμικά φορτία. Τα υπόλοιπα στοιχεία ή επιμέρους φορείς θα χαρακτηρίζονται ως δευτερεύοντα.

ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

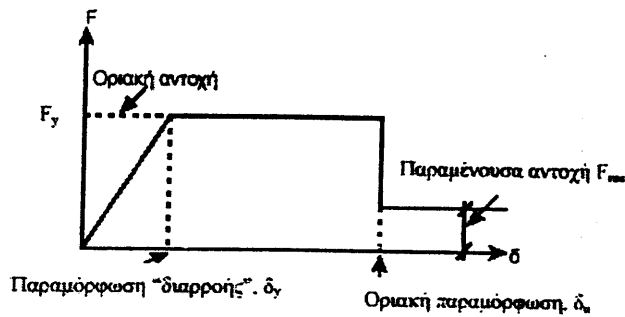
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Στο Κεφάλαιο περιλαμβάνονται:

- α) Ποσοτική περιγραφή της συμπεριφοράς δομικών στοιχείων την οποίαν προϋποθέτουν οι διάφορες μέθοδοι ανάλυσης
- β) Προσομοιώματα για τον υπολογισμό της “ικανότητας” δομικών στοιχείων χωρίς βλάβες ή βλαμμένων. Η ικανότητα αυτή εκφράζεται σε όρους εντατικών μεγεθών ή παραμορφώσεων.

Ορισμοί – Βασικά χαρακτηριστικά μηχανικής συμπεριφοράς δομικών στοιχείων

Καμπύλη εντατικού μεγέθους-παραμόρφωσης “F-δ”



Η αντίσταση διαρροής F_y μπορεί να ληφθεί ίση με την οριακή αντίσταση για τον κρίσιμο τρόπο αστοχίας.

Οριακή παραμόρφωση, δ_u

Παραμένουσα αντοχή F_{res}

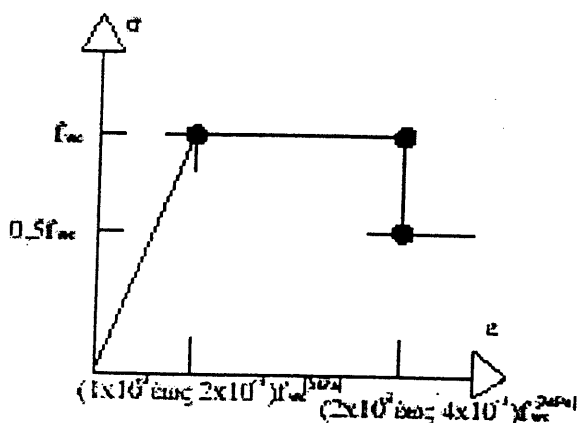
Παραμόρφωση “διαρροής”, δ_y

Προσδιορισμός συμπεριφοράς (αντίσταση, δυσκαμψία και ικανότητα παραμόρφωσης) υφισταμένων στοιχείων χωρίς βλάβες ή νέων στοιχείων

- Εντατικό μέγεθος αντίστασης διαρροής ή αστοχίας στοιχείου
Η αντίσταση διαρροής F_y μπορεί να λαμβάνεται ίση με την οριακή αντοχή (για το οπλισμένο σκυρόδεμα, όπως αυτή υπολογίζεται κατά τις διατάξεις του ΕΚΟΣ 2000), με χρήση όμως των μέσων τιμών της αντοχής των υλικών, αντί των τιμών σχεδιασμού,
- Παραμόρφωση Διαρροής στοιχείου
- Παραμορφώσεις Αστοχίας στοιχείων ΟΣ
- Παραμορφώσεις κατά την αστοχία από κάμψη
 - α) Καμπυλότητα διατομής ΟΣ κατά την αστοχία
 - β) Πλαστική γωνία στροφής και γωνία στροφής χορδής
- Παραμόρφωση κατά την αστοχία από τέμνουσα
- Διατμητική αντοχή κόμβων

‘Αοπλες Τοιχοπληρώσεις

Η συμπεριφορά της θλιβόμενης διαγωνίου περιγράφεται από κατάλληλο διάγραμμα τάσεων-παραμορφώσεων, λαμβάνοντας υπόψη και την επιρροή της ανακύκλισης.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

- A. ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Ο.Σ. ΣΤΗ ΔΙΑΡΡΟΗ
- B. ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Ο.Σ. ΣΤΗΝ ΑΣΤΟΧΙΑ
- Γ. ΓΩΝΙΑΣ ΣΤΡΟΦΗΣ ΧΟΡΔΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ Ο.Σ. ΣΤΗΝ ΑΣΤΟΧΙΑ
- Δ. ΜΕΙΩΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΛΟΓΩ ΑΝΑΚΥΚΛΙΣΗΣ
ΜΕΤΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ
- E. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ q
ΓΙΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΠΛΑΙΣΙΑ

(Κατά το εκπονούμενο προσχέδιο του ελληνικού κανονισμού
επεμβάσεων σε υφιστάμενα μέλη από ΟΣ)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΟΣ

Αν η διαρροή διατομής οφείλεται σε διαρροή του εφελκυσμένου σπλισμού, τότε:

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

Αν η διαρροή διατομής οφείλεται σε μή-γραμμικότητα του θλιβόμενου σκυροδέματος (για παραμόρφωση ακραίας θλιβόμενης ίνας πέραν του $\epsilon_c \approx 1.8f_c/E_c$), τότε:

$$(1/r)_y = \frac{\epsilon_c}{\xi_y d} \approx \frac{1.8f_c}{E_c \xi_y d} \quad (\text{A.2})$$

Λαμβάνεται η μικρότερη των τιμών $(1/r)_y$ από τις εξ. (A.1), (A.2).

Το ύψος της θλιβόμενης ζώνης στη διαρροή, ξ_y , ανηγμένο στο στατικό ύψος d , είναι:

$$\xi_y = (\alpha^2 A^2 + 2\alpha B)^{1/2} - \alpha A \quad (\text{A.3})$$

όπου $\alpha = E_s/E_c$ και τα A, B προσδιορίζονται από τις κατωτέρω εξ. (A.4) ή (A.5), εάν η διαρροή ελέγχεται από τον εφελκυσμένο σπλισμό ή από το θλιβόμενο σκυρόδεμα αντίστοιχα:

I. Διαρροή λόγω χάλυβα:

$$A = \rho + \rho' + \rho_v + \frac{N}{bdf_y}, \quad (\text{A.4})$$

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

II. Διαρροή λόγω σκυροδέματος:

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

$$B = \rho + \rho'\delta' + 0.5\rho_v(1 + \delta') \quad (\text{A.5})$$

Στις Εξ. (A.4) και (A.5), ρ , ρ' και ρ_v είναι τα ποσοστά του εφελκυσμένου, του θλιβόμενου και του μεταξύ τους κατανεμημένου σπλισμού (ανηγμένα στο bd), $\delta' = d'/d$, όπου d' η απόσταση από το κέντρο του θλιβόμενου σπλισμού μέχρι την ακραία θλιβόμενη ίνα σκυροδέματος, b το πλάτος της θλιβόμενης

ζώνης και Ν το αξονικό φορτίο (θετικό σε θλίψη).

Με δεδομένη την καμπυλότητα στη διαρροή, η αντίστοιχη ροπή M_y προκύπτει ως:

$$\frac{M_y}{bd^3} = (1/r)_y \left\{ E_c \frac{\xi_y}{2} \left(0.5(1+\delta') - \frac{\xi_y}{3} \right) + \left[(1-\xi_y)\rho + (\xi_y - \delta')\rho + \frac{\rho_y}{6} (1-\delta') \right] \cdot (1-\delta') \frac{E_s}{2} \right\} \quad (\text{Α.6})$$

Αντί των Εξ. (Α.1)-(Α.5) μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι ημι-εμπειρικές σχέσεις:

$$(1/r)_y = 2.05 f_y / E_s h$$

ή

$$(\text{Α.7α})$$

$$(1/r)_y = 1.9 f_y / E_s d$$

$$(\text{Α.7β})$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΟΣ ΣΤΗΝ ΑΣΤΟΧΙΑ

Για αστοχία πριν απ' την αποφλοίωση, η καμπυλότητα αστοχίας λόγω θραύσης του εφελκυσμένου χάλυβα είναι:

$$(1/r)_{su} = \frac{\epsilon_{su}}{(1-\xi_{su})d} \quad (\Sigma.3)$$

ενώ λόγω αστοχίας του σκυροδέματος σε θλίψη είναι:

$$(1/r)_{cu} = \frac{\epsilon_{cu}}{\xi_{cu}d} \quad (\Sigma.4)$$

όπου ξ_{su} και ξ_{cu} είναι το ανηγμένο στο d ύψος της ολιβόμενης ζώνης κατά την αστοχία του χάλυβα και του σκυροδέματος, αντίστοιχα, ϵ_{su} η ομοιόμορφη μήκωση αστοχίας του εφελκυσμένου οπλισμού και ϵ_{cu} η βράχυνση αστοχίας της ακραίας ολιβόμενης ίνας σκυροδέματος.

α) Ο χάλυβας αστοχεί πριν απ' την αστοχία της ολιβόμενης ζώνης εάν η τιμή του ξ_{su} :

$$\xi_{su} = \frac{(1-\delta') \left(\frac{N}{bdf_c} + \frac{\rho f_t}{f_c} - \omega' + \frac{\epsilon_{co}}{3\epsilon_{su}} \right) + \left(\frac{1+\delta'}{2} \right) \frac{\rho_v (f_y + f_t)}{f_c}}{(1-\delta') \left(1 + \frac{\epsilon_{co}}{3\epsilon_{su}} \right) + \frac{\rho_v (f_y + f_t)}{f_c}} \quad (\Gamma.1)$$

είναι μικρότερη από $\epsilon_{su}/(\epsilon_{cu} + \epsilon_{su})$. Τούτο μεταφράζεται στη συνθήκη:

$$\frac{N}{bdf_c} < \frac{\epsilon_{cu} - \epsilon_{co}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{su}} + \omega' - \frac{\rho f_t}{f_c} - \frac{\rho_v (f_y + f_t)}{f_c} \frac{\epsilon_{su} (1 + \delta') - \epsilon_{cu} (1 - \delta')}{(1 - \delta') (\epsilon_{su} + \epsilon_{cu})} \quad (\Gamma.2)$$

Στις εξ. (Γ.1), (Γ.2) ϵ_{co} είναι η βράχυνση σκυροδέματος στην οριακή αντοχή ($\epsilon_{co} \approx 0.002$) και ϵ_{cu} η βράχυνση αστοχίας του ($\epsilon_{cu} = 0.0035$ για απερίσφιγτο σκυρόδεμα), ενώ f_t είναι η εφελκυστική αντοχή του χάλυβα.

Εάν ικανοποιείται η Εξ. (Γ.2), αστοχία της διατομής συμβαίνει όταν $(1/r)_u = (1/r)_{su}$ κατά την Εξ. (Σ.3).

β) Εάν η Εξ. (Γ.2) δεν ικανοποιείται, θα συμβεί αποφλοίωση και προσωρινή πτώση της καμπτικής αντίστασης της διατομής. Τότε χρειάζεται να υπολογιστεί, αφενός μεν η η ροπή αντοχής, M_{Re} , της πλήρους και απερίσφιγτης διατομής, αφετέρου δε η ροπή αντοχής του περισφιγμένου πυρήνα, M_{Re} . Η M_{Re} υπολογίζεται με βάση την αντοχή, f_{ce} , και την παραμόρφωση, ϵ_{ce} , του περισφιγμένου σκυροδέματος και τις διαστάσεις πλάτους, b_c ,

στατικού ύψους d_c , και στατικού ύψους d_c' του ολιβόμενου οπλισμού στον περισφιγμένο πυρήνα.. Επιπλέον υπολογίζεται και η ροπή αντοχής της πλήρους και απερίσφικτης διατομής.

(i) Εάν

$$M_{Re} < 0.8 M_{Ro}$$

ως αστοχία της διατομής χαρακτηρίζεται η εξάντληση της βράχυνσης αστοχίας, ϵ_{cu} , του απερίσφικτου σκυροδέματος της επικάλυψης και η καμπυλότητα αστοχίας υπολογίζεται με την Εξ. (Σ.4), με τιμή του ξ_{cu} η οποία υπολογίζεται από τις πιο κάτω Εξ. (Γ.4)- (Γ.7). Η εξάντληση της βράχυνσης αστοχίας, ϵ_{cu} , του απερίσφικτου σκυροδέματος της επικάλυψης θα συμβεί με διαρροή του εφελκυσμένου οπλισμού, εφόσον $\xi < \xi_{cu} / (\epsilon_{cu} + \epsilon_y)$, δηλ. εάν:

(Γ.3)

$$\frac{\epsilon_{cu} - \frac{\epsilon_{co}}{3}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{su}} + \omega' - \frac{\rho_f}{f_c} - \frac{\rho_v(f_y + f_t)}{f_c} \frac{\epsilon_{su}(1 + \delta') - \epsilon_{cu}(1 - \delta')}{(1 - \delta')(\epsilon_{su} + \epsilon_{cu})} < \frac{N_1}{bdf_c} \leq \omega' - \omega - \frac{\delta'}{1 - \delta'} \frac{f_c}{f_c} + \frac{\left(\epsilon_{cu} - \frac{\epsilon_{co}}{3} \right) + (\epsilon_{cu} - \epsilon_y) \frac{\rho_v f_y}{(1 - \delta') f_c}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y} \quad (\Gamma.4)$$

Εάν ικανοποιείται η Εξ. (Γ.4), το ξ_{cu} που θα χρησιμοποιηθεί στην Εξ. (Σ.4) ισούται με:

$$\xi_{cu} = \frac{(1 - \delta') \left(\frac{N}{bdf_c} + \omega - \omega' \right) + (1 + \delta') \frac{\rho_v f_y}{f_c}}{(1 - \delta') \left(1 - \frac{\epsilon_{co}}{3\epsilon_{cu}} \right) + 2 \frac{\rho_v f_y}{f_c}} \quad (\Gamma.5)$$

Εάν δεν ικανοποιείται η Εξ. (Γ.4), και συγκεκριμένα αν είναι:

$$\omega' - \omega - \frac{\delta'}{1 - \delta'} \frac{f_c}{f_c} + \frac{\left(\epsilon_{cu} - \frac{\epsilon_{co}}{3} \right) + (\epsilon_{cu} - \epsilon_y) \frac{\rho_v f_y}{(1 - \delta') f_c}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y} \leq \frac{N}{bdf_c} \quad (\Gamma.6)$$

το ξ_{cu} βρίσκεται ως η θετική ρίζα της εξίσωσης:

$$\left[1 - \frac{\epsilon_{co}}{3\epsilon_{cu}} - \frac{\rho_v f_y}{2(1 - \delta') f_c} \frac{(\epsilon_{cu} - \epsilon_y)^2}{\epsilon_{cu} \epsilon_y} \right] \xi_{cu}^2 + \left[\omega' + \omega \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_y} - \frac{N}{bdf_c} + \frac{\rho_v f_y}{(1 - \delta') f_c} \left(\frac{\epsilon_{cu} - \delta'}{\epsilon_y} \right) \xi_{cu} - \left[\omega + \frac{\rho_v f_y}{2(1 - \delta') f_c} \right] \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_y} \right] \xi_{cu} = 0 \quad (\Gamma.7)$$

(ii) Εάν

$$M_{Re} > 0.8 M_{Re0}$$

(Γ.8)

η αστοχία της διατομής αφορά στον περισφιγμένο πυρήνα. Η αστοχία αυτή μπορεί να συμβεί είτε με εξάντληση της ομοιομορφης μήκυνσης αστοχίας του εφελκυσμένου οπλισμού, οπότε η καμπυλότητα αστοχίας υπολογίζεται με εφαρμογή των Εξ. (Σ.3), (Γ.1), (Γ.2) για τον περισφιγμένο πυρήνα (με βάση την αντοχή, f_{ec} , και την παραμόρφωση, ϵ_{ec} , του περισφιγμένου σκυροδέματος και τις διαστάσεις b_c , d_c , d_c' του περισφιγμένου πυρήνα), είτε με εξάντληση της βράχυνσης αστοχίας του, $\epsilon_{cu,e}$, του περισφιγμένου σκυροδέματος, και η καμπυλότητα αστοχίας υπολογίζεται με εφαρμογή των Εξ. (Σ.4), (Γ.4)-(Γ.7) για τον περισφιγμένο πυρήνα (με βάση την αντοχή, f_{ec} , και τις παραμορφώσεις, ϵ_{ec} και $\epsilon_{cu,e}$, του περισφιγμένου σκυροδέματος και τις διαστάσεις b_c , d_c , d_c' του περισφιγμένου πυρήνα).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ
ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΓΩΝΙΑΣ ΣΤΡΟΦΗΣ ΧΟΡΔΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΤΟΧΙΑ, ΚΑΙ ΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΓΩΝΙΑΣ ΣΤΡΟΦΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΤΟΧΙΑ

Οι Πίνακες αφορούν ανακυκλιζόμενη φέρτιση και στοιχία με κατασκευαστικές λεπτομέρειες για αντισεισμικότητα. Σε στοιχία χωρίς αντισεισμικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες τίθεται $\omega_w=0$ αν οι συνδετήρες δεν είναι κλειστοί προς τα μέσα. Επi πλέον οι τιμές των πινάκων για τη μέση τιμή γωνίας στροφής χορδής στην αστοχία, θ_u , χρειάζεται να πολλαπλασιασθούν επί 0.85, ενώ αυτές των πινάκων για τη μέση τιμή πλαστικής γωνίας στροφής στην αστοχία, θ_u^p , χρειάζεται να πολλαπλασιασθούν επί 0.82.

1) Γωνία στροφής χορδής κατά την αστοχία

$f_c \omega' / (\omega + \omega_w)$ (MPa)		Μέση τιμή γωνίας στροφής χορδής στην αστοχία, θ_u (%) - Δοκοί & Υποστυλώματα											
		5	10	15	20	25	30	35	40				
M/Vh = L _s /h													
1		2,3	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3				
2		3,0	3,4	3,7	3,9	4,0	4,2	4,3	4,4				
3		3,6	4,0	4,3	4,5	4,7	4,9	5,0	5,1				
4		4,0	4,5	4,9	5,1	5,3	5,5	5,6	5,8				
5		4,4	4,9	5,3	5,6	5,8	6,0	6,2	6,3				
6		4,7	5,3	5,7	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8				
		Μέση τιμή γωνίας στροφής χορδής στην αστοχία, θ_u (%) - Τοιχώματα											
$f_c \omega' / (\omega + \omega_w)$ (MPa)		5	10	15	20	25	30	35	40				
M/Vh = L _s /h													
1		1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1				
2		1,9	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7				
3		2,2	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1	3,1	3,2				
4		2,5	2,8	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6				
5		2,7	3,1	3,3	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9				
6		2,9	3,3	3,6	3,7	3,9	4,0	4,1	4,2				

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ_u λόγω ανηγμένου αξονικού φορτίου $\nu = N/bhf_c$							
$\nu =$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
$\lambda_y =$	1.00	0.89	0.79	0.70	0.62	0.55	0.49

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ_u λόγω ενεργού ογκομετρικού μηχανικού ποσοστού σπλισμού περισφιγξης						
$\alpha_{o,w} =$	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
$\lambda_{\text{σπλ}} =$	1.00	1.08	1.17	1.27	1.33	1.38

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ_u λόγω διαδιαγώνιου σπλισμού ρ_d % ανά διεύθυνση				
ρ_d (%) =	0	0.5	1	1.5
$\lambda_{\text{σπλ}} =$	1.00	1.14	1.30	1.48

2) Πλαστική γωνία στρωφής κατά την αστοχία

$M/V/h = L_y/h$	Μέση τιμή πλαστικής γωνίας στρωφής στην αστοχία θ_{pl}^{pl} (%) - Δοκοί & Υλοσιλώματα									
	5	10	15	20	25	30	35	40		
1	1,8	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0		
2	2,4	2,8	3,1	3,3	3,4	3,6	3,7	3,8		
3	2,8	3,3	3,6	3,8	4,0	4,2	4,3	4,5		
4	3,1	3,6	4,0	4,2	4,5	4,7	4,8	5,0		
5	3,4	4,0	4,3	4,6	4,9	5,1	5,2	5,4		
6	3,6	4,2	4,6	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8		
Μέση τιμή πλαστικής γωνίας στρωφής στην αστοχία θ_{pl}^{pl} (%) - Τοιχώματα										
$M/V/h = L_y/h$	5	10	15	20	25	30	35	40		
1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8		
2	1,4	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3		
3	1,7	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7		
4	1,9	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0		

5	2,0	2,4	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
6	2,2	2,5	2,8	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ^{pl} λόγω ανηγμένου αξονικού φορτίου $\nu = N/bh f_c$

$\nu =$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
$\lambda_\nu =$	1,00	0,85	0,72	0,62	0,53	0,45	0,38

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ^{pl} λόγω ενεργού ογκομετρικού μηχανικού ποσοστού οπλισμού περίσφιξης

$\alpha_{\omega, \nu} =$	0	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
$\lambda_{\mu, \omega} =$	1,00	1,08	1,17	1,27	1,33	1,38

Διορθωτικός συντελεστής τιμής θ^{pl} λόγω διαδιαγώνιου οπλισμού ρ_{di} % ανά διεύθυνση

$\rho_{di} (\%) =$	0	0.5	1	1.5
$\lambda_{\rho_{di}} =$	1,00	1,14	1,30	1,48

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Μείωση διατμητικής αντοχής με την ανακύκλιση των μεταλαστικών μετακινήσεων.

Η διατμητική αντοχή, V_R , ενός δομικού στοιχείου (υποστυλώματος, δοκού, τοιχώματος) το οποίο υποβάλλεται σε ανακυκλιζόμενες παραμορφώσεις μειώνεται με το μέγεθος του πλαστικού τμήματος της μετακίνησης του άκρου του μήκους διάτμησης ως προς την εφαπτομένη στον άξονα του στοιχείου στη διατομή της μέγιστης ροπής, ανηγμένου στη μετακίνηση διαρροής στο ίδιο σημείο, $\mu_d^{pl} = \mu_d - 1$. Το πλαστικό τμήματος του δείκτη πλαστιμότητας μετακινήσεων: $\mu_d^{pl} = \mu_d - 1$, ισούται με το λόγο του πλαστικού μέρους της μέγιστης τιμής της γωνίας στρωφής θ_y κατά τις Εξ. (Σ.1), (Σ.2). μείον γωνία στην διαρροή) προς την υπολογιζόμενη γωνία στρωφής στην διαρροή θ_y , κατά τις Εξ. (Σ.1), (Σ.2). Σε μονάδες MN και m, είναι:

$$V_R = \frac{h-x}{2L_y} \min(N, 0.55A_c f_c) + 0.16 \cdot \left(1 - 0.055 \min\left(5, \frac{r^2}{d}\right) \right) \left[\max(0.5, 100\rho_{tor}) (1 - 0.16 \min(5, a_y)) \sqrt{f_c} A_c + V_w \right] \quad (\Delta.1)$$

όπου:

h ύψος διατομής (ίσο με τη διάμετρο D στις κυκλικές διατομές),

x: ύψος της Ολιβόμενης ζώνης.

N: αξονικό φορτίο (θετικό για Ολίψη, μηδενικό για εφελκυσμό)

a_s : λόγος διάτμησης.

A_c : επιφάνεια σκυροδέματος, ίση με $b_w d$ σε διατομές με ορθογωνικό κορμό πάχους b_w και στατικό ύψος d , ή με $\pi D_c^2/4$ (όπου $D_c =$ διάμετρος πυρήνα διατομής εντός των συνδετήρων) σε κυκλικές διατομές.

f_c : αντοχή σκυροδέματος (MPa).

ρ_{tor} : συνολικό ποσοστό διαμήκους οπλισμού (εφελκυσμένου, Ολιβόμενου και ενδιάμεσου).

V_w : συμβολική εγκάρσιου οπλισμού στη διατμητική αντοχή, ίση με:

Για διατομές με ορθογωνικό κορμό πάχους b_w :

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

όπου ρ_w το ποσοστό του εγκάρσιου οπλισμού, z ο μοχλοβραχίονας εσωτερικών δυνάμεων (ίσος με d-d' σε υποστυλώματα ή δοκούς, ή με 0.75h σε τοιχώματα) και f_{yw} η τάση διαρροής του εγκάρσιου οπλισμού.

$$V_w = \frac{\pi A_{sw}}{2 s} f_{yw} (D - 2c) \quad (\Delta.2)$$

Για κυκλικές διατομές:

$$V_w = \frac{\pi A_{sw}}{2 s} f_{yw} (D - 2c) \quad (\Delta.3)$$

όπου A_{sw} το εμβαδόν της διατομής ενός κυκλικού συνδετήρα, s η απόσταση μεταξύ διαδοχικών συνδετήρων και c η επικάλυψη του οπλισμού.

Η διατηρητική αντοχή, V_R , τοιχώματος δεν μπορεί να ξεπεράσει την οριακή τιμή που αντιστοιχεί σε αστοχία του κορμού σε λοξή (διαγώνια) θλίψη, $V_{R,max}$, η οποία, υπό ανακυκλιζόμενες μεταβαστικές παραμορφώσεις, ισούται με:

$$V_{R,max} = 0.095 \left(1 + 0.65 \frac{N}{b_w d f_c} \right) \left(1 + \frac{4}{9} (100 \rho_{ol}) \right) (1 - 0.1 \sigma_s) f_c b_w (d - d')$$

(Δ.4)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1Ε
ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ q* (κυρίως για πλαίσια)

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ		ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΤΗΞΕΙΣ				ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑ		ΥΠΕΡΑΝΤΟΧΕΣ		
	1		2		3		4		5		
ΕΛΕΙΧΟΣ	$\mu_{1/r} \approx \frac{\alpha \omega_{vd} + 0.035}{30 \epsilon_{vd} (\nu_d + \omega_{vd})} \frac{b}{b_0}$		$\frac{\sum M_{Rc}}{\sum M_{Rb}}$		$\frac{V_R}{V_{M_R}}$		Κακή	Μέτρια	Καλή	Οχι	Ναι
	100	5	10	1.1	1.2	1.1	1.1	1.3	50	100	150
ΒΛΟΜΟΣΛΟΓΙΑ	250	400	80	140	200	50	100	150	50	100	150
εββ											

Λαμβάνεται : $q \approx (\sum \beta_i / 1000) \cdot q \geq 1$,

- q: Μέγιστη τιμή κατά τον Κανονισμό
- M_{Rc}, M_{Rb}: Αντοχές υποστυλωμάτων, δοκών (αντιστοίχως)
- V_R, V_{M_R}: Τέμνουσα δύναμη που αντιστοιχεί στην κρίσιμη αντοχή
- Κανονικότητα: Κατανομή περιθωρίων αντοχής ορόφων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ

Ενδεικτικές τιμές μειωτικών συντελεστών γ για τη δυσκαμψία, την αντοχή και την παραμόρφωση αστοχίας βλαμμένων στοιχείων, χωρίς επισκευή ή ενίσχυση.

Ανάλογα με τον βαθμό και τον τύπο βλάβης, για δομικά στοιχεία ή κρίσιμες περιοχές, δίνονται οι παρακάτω ενδεικτικές τιμές μειωτικών συντελεστών. Όπου δεν δίνονται τιμές, ο συντελεστής γ ισούται με 1.0.

Ελαφρές καμπτικές βλάβες, καθόλου διατηρητικές:

Ρωγμές κάθετες ή περίπου κάθετες στον άξονα του στοιχείου, εύρους μέχρι 2.5mm. Απουσία λοξών ρωγμών:
 $\gamma_R=0.9$

Μέτριες καμπτικές βλάβες, ελαφρές διατηρητικές:

Ρωγμές κάθετες ή περίπου κάθετες στον άξονα, εύρους 2.5-5mm. Λοξές ρωγμές μέχρι 2.5mm. Ελαφρά αποφλοίωση σκυροδέματος. Απουσία λυγισμού ράβδων ή εμφανών μονίμων παραμορφώσεων:
 $\gamma_R=0.7$ στη δυσκαμψία που ορίζεται με βάση τη ροπή διαρροής ή αστοχίας.
 $\gamma_R=0.5$, ή $\gamma_R=0.8$, $\gamma_{RII}=0.9$ στα μεγέθη δυσκαμψίας, αντοχής και παραμόρφωσης αστοχίας που ορίζονται από την αντοχή σε τέμνουσα, όπως αυτή μειώνεται συναρτήσει του στοχευόμενου δείκτη πλαστιμότητας σε όρους μετακινήσεων, μδ, κατά την παρ.7.2.4.2.

Ελαφρές καμπτικές βλάβες-μέτριες διατηρητικές:

Ρωγμές κάθετες ή περίπου κάθετες στον άξονα, εύρους μέχρι 2.5mm. Λοξές ρωγμές 1.5-2.5mm. Απουσία αποφλοίωσης, λυγισμού ράβδων ή εμφανών μονίμων παραμορφώσεων.

$\gamma_R=0.5$, $\gamma_R=0.8$, $\gamma_{RII}=0.9$ στη δυσκαμψία που ορίζεται με βάση τη ροπή διαρροής ή αστοχίας.

$\gamma_R=0.5$, $\gamma_R=0.8$, $\gamma_{RII}=0.9$ στα μεγέθη που ορίζονται από την αντοχή σε τέμνουσα κατά την παρ.7.2.4.2.

Μέτριες βλάβες στις ενόσεις οπλισμών με υπερκάλυψη άκρων:

Ρηγιμάτωση κατά μήκος των ράβδων. Ρωγμές κάθετες στον άξονα μικρού εύρους, ελαφρά αποφλοίωση σκυροδέματος.
 $\gamma_R=0.8$, $\gamma_R=0.5$, $\gamma_{RII}=0.9$ στα μεγέθη που ορίζονται κατά τις παρ.7.2.1, 7.2.2, 7.2.3.2, 7.2.3.3 για αστοχία σε κάμψη.

Σοβαρές καμπτικές βλάβες, μέτριες διατηρητικές:

Ρωγμές κάθετες ή περίπου κάθετες στον άξονα, εύρους μεγαλύτερου των 5mm. Λοξές ρωγμές μέχρι 2.5mm. Αποφλοίωση σκυροδέματος. Απουσία λυγισμού ράβδων ή εμφανών μονίμων παραμορφώσεων.
 $\gamma_R=0.5$, $\gamma_R=0.8$, $\gamma_{RII}=0.9$ στη δυσκαμψία, αντοχή και παραμόρφωσης αστοχίας που ορίζονται κατά τις παρ. 7.2.1, 7.2.2, 7.2.4.1 για αστοχία σε κάμψη.

Βαρείες βλάβες στις ενόσεις οπλισμών με υπερκάλυψη άκρων:

Εκτεταμένη αποφλοίωση σκυροδέματος με αποκάλυψη των ράβδων στο μήκος υπερκάλυψης.

$\gamma_R=0.5$, $\gamma_R=0.5$, $\gamma_{RII}=0.7$ στα μεγέθη που ορίζονται κατά τις παρ. 7.2.1, 7.2.2, 7.2.4.1 για αστοχία σε κάμψη.

Βαρείες καμπτικές βλάβες:

Αποφλοίωση σκυροδέματος και λυγισμός ράβδων, ή αποσύνθεση πυρήνα σκυροδέματος στο εσωτερικό των ράβδων, ή διαμπερή ρηγιμάτωση κάθετη στον άξονα του στοιχείου με ολίσθηση κατά μήκος της ή αποσύνθεση του σκυροδέματος στα χείλη της, ή μόνιμη εγκάρσια μετακίνηση άκρων στοιχείου ίση με 1-2% του μήκους του:

$$r_k=0.4, r_R=0.5, r_{du}=0.8 \text{ στα μεγέθη που ορίζονται κατά τις παρ.7.2.1, 7.2.2, 7.2.4.1 για αστοχία σε κάμψη.}$$

Βαρεία διαμητική ρηγιμάτωση:

Λοξή ρηγιμάτωση εύρους μεγαλύτερου των 2.5mm:

$$r_k=0.2, r_R=0.3, r_{du}=0.8 \text{ στα μεγέθη που ορίζονται στην παρ.7.2.4.2 για αστοχία από τέμνωση.}$$

Απώλεια στοιχείου:

Θραύση ράβδων ή συνδετήρων, ή ρωγμή – κάθετη στον άξονα ή λοξή – πλάτους άνω των 10mm, ή μόνιμη εγκάρσια μετακίνηση άκρων στοιχείου πάνω από 2% του μήκους του (περιλαμβανομένης τυχόν ολίσθησης σε ακραία διατομή).

$$r_k=r_R=r_{du}=0.$$

Για κόμβους δοκών-υποστυλωμάτων δίνονται οι παρακάτω τιμές του μειωτικού συντελεστή δυσκαμψίας και αντοχής ανάλογα με το βαθμό βλάβης:

Διαγώνια ρηγιμάτωση εύρους έως 1mm:

$$r_k=0.9$$

Διαγώνια ρηγιμάτωση εύρους 1-3mm, χωρίς αποφλοίωση σκυροδέματος:

$$r_k=0.8, r_R=0.5$$

Διαγώνια ρηγιμάτωση εύρους 3-5mm. Εκτεταμένη αποφλοίωση σκυροδέματος:

$$r_k=0.5, r_R=0.5$$

Αποσύνθεση πυρήνα κόμβου, θράυση ράβδων:

$$r_k=r_R=0.$$

ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΕΛΕΓΧΟΙ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Περιλαμβάνονται τα κριτήρια ελέγχου της ανίσωσης ασφαλείας, κατά την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό, σε όρους εντατικών ή παραμορφωσιακών μεγεθών - ανάλογα με την μέθοδο ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε, και ανάλογα με τον αναμενόμενο τρόπο αστοχίας (πλάστιμο ή ψαθυρό).

Τα κριτήρια αυτά δίνονται για κάθε στάθμη επιτελεστικότητας χωριστά

3. Η ΜΕΘΟΔΟΣ "PUSHOVER"

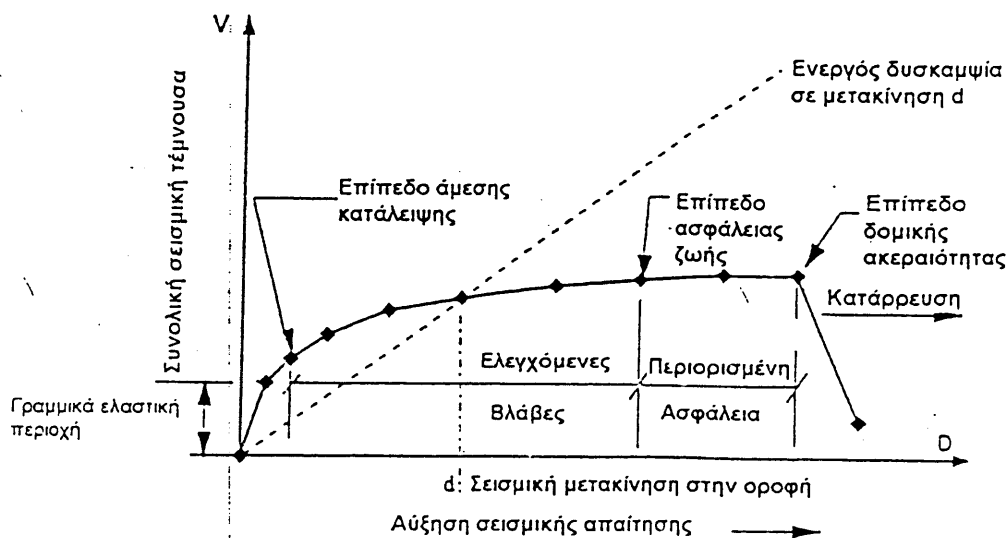
Μέθοδος φασματικής ικανότητας "Pushover".

Υπάρχουν πολλές διαδικασίες ανάλυσης, που συγκρίνουν την ικανότητα απόκρισης σε σεισμό με τις σεισμικές απαιτήσεις της περιοχής για να εκτιμήσουν τις υφιστάμενες κατασκευές. Αυτές οι μέθοδοι είναι χρήσιμες για να ερευνηθούν ή να επιβεβαιώσουν την αποτελεσματικότητα της στρατηγικής τεχνικής ενίσχυσης. Εδώ αναλύεται η μέθοδος φασματικής ικανότητας "Pushover". Να σημειωθεί ότι η μέθοδος δεν καλύπτεται από τους ελληνικούς κανονισμούς και ότι οι παραδοχές εφαρμογής της δεν έχουν επαληθευθεί για τα συνήθη ελληνικά κτίρια και τα δομικά τους μέλη.

Το φάσμα ικανότητας προκύπτει από μια προσεγγιστική μη γραμμική στατική ανάλυση του φορέα. Κατά την εφαρμογή αυτής της μη γραμμικής στατικής ανάλυσης, διαμορφώνεται μια καμπύλη ικανότητας για το κτίριο. Αυτή η καμπύλη ικανότητας δεν είναι παρά η γραφική παράσταση της συνολικής σεισμικής διατμητικής δύναμης ή τέμνουσας, 'V', της κατασκευής, σε σχέση με τη σεισμική μετακίνηση του κτιρίου στο επίπεδο της οροφής του, υπό την επίδραση σεισμικής δύναμης.

Εάν το κτίριο είχε απεριόριστη γραμμικά ελαστική συμπεριφορά, τότε η καμπύλη ικανότητας θα ήταν μια ευθεία γραμμή με κλίση ίση με τη συνολική δυσκαμψία της κατασκευής. Εφόσον τα κτίρια δεν έχουν άπειρη γραμμικά ελαστική συμπεριφορά, η καμπύλη ικανότητας αποτελείται από μια σειρά ευθύγραμμων τμημάτων με συνεχώς μειούμενη κλίση, που αναπαριστούν την προοδευτική μείωση της δυσκαμψίας της κατασκευής που προκύπτει καθώς το κτίριο υποβάλλεται σε αυξανόμενη πλευρική μετατόπιση, διαρροή και βλάβες (σχηματισμός πλαστικών αρθρώσεων). Η κλίση της ευθείας γραμμής που σχεδιάζεται από το σημείο αρχής του διαγράμματος μέχρι ενός σημείου πάνω στην καμπύλη που αντιστοιχεί σε μια οποιαδήποτε σεισμική μετατόπιση, 'd', αναπαριστάνει την τέμνουσα ή την ενεργή δυσκαμψία της κατασκευής όταν υποβάλλεται πλευρικά σε αυτή τη μετατόπιση. Μια τυπική καμπύλη ικανότητας απεικονίζεται στο Σχήμα 1.

Επισημαίνεται ότι το τέλος του «πεδίου δομικής ακεραιότητας» σηματοδοτείται είτε από την δημιουργία «καμπτικού μηχανισμού κατάρρευσης», είτε από γωνιακές παραμορφώσεις που υπερβαίνουν κάποια όρια, είτε όταν συμβεί διατμητική αστοχία μη δευτερεύοντος μέλους, είτε ακόμη και αστοχία κόμβου. Δεδομένων και των ελληνικών κανονιστικών ελλείψεων, πρέπει να είναι κανείς αρκετά συντηρητικός, όσον αφορά στα «κριτήρια κατάρρευσης», πόσο θα δεχθεί, υπολογιστικά, την προέκταση της καμπύλης ικανότητας.



Σχήμα 1: Τυπική καμπύλη ικανότητας

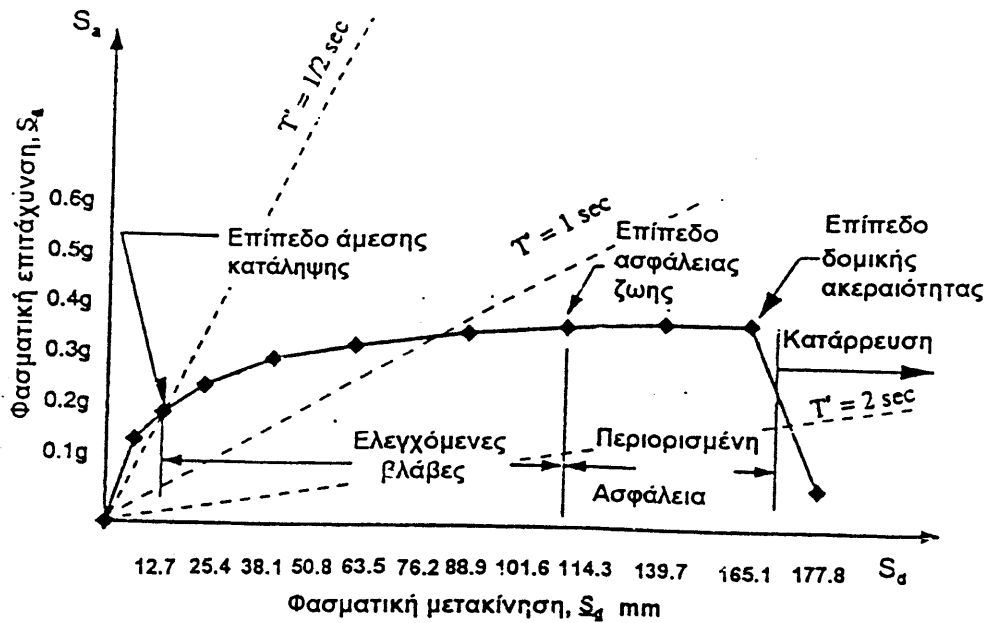
Στο σχήμα 1 τα μεμονωμένα σημεία, που συμβολίζονται με το σχήμα του μωμβου, απεικονίζουν την ύπαρξη σημαντικών μεταβολών στην ιστορία της σεισμικής απόκρισης της κατασκευής. Μια τέτοια μεταβολή μπορεί να είναι η αρχή της διαρροής σε ένα συγκεκριμένο μέλος της κατασκευής ή ένας συγκεκριμένος τύπος βλάβης, όπως αποφλοίωση του σκυροδέματος επικάλυψης σε ένα υποσύλωμα ή διατμητική αστοχία ενός στοιχείου. Εκτιμώντας την αθροιστική επίδραση των ζημιών και τη συνολική συμπεριφορά της κατασκευής σε αυξανόμενη σεισμική μετατόπιση, είναι δυνατόν να καθορίσουμε και να σημειώσουμε πάνω στην καμπύλη ικανότητας αυτές τις συνολικές σεισμικές μετατοπίσεις της κατασκευής, που αποτελούν όριο για τα διάφορα επίπεδα επιτελεστικότητας.

Η διαδικασία καθορισμού σημείων σεισμικής μετατόπισης πάνω στην καμπύλη ικανότητας, τα οποία αντιστοιχούν σε συγκεκριμένα επίπεδα επιτελεστικότητας της κατασκευής, απαιτεί την προσωπική κρίση του μηχανικού, δεδομένης και της αποκλειστικής ευθύνης που φέρει για την πραγματική συμπεριφορά της κατασκευής σε ενδεχόμενο σεισμό (και όχι για την υπολογιστική διαδικασία μόνο).

Για καθένα από τα επίπεδα επιτελεστικότητας οι αμερικανικού κανονισμού καθορίζουν τα όρια απόκρισης του συνολικού συστήματος, καθώς και κριτήρια ελέγχου των επιμέρους στοιχείων της κατασκευής. Αυτά τα κριτήρια ελέγχου είναι εμπειρικά για κάθε είδος κτιρίου (προς το παρόν δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία από την ελληνική πραγματικότητα) και αφορούν κάποιες μέγιστες τιμές που μπορεί να πάρουν κάποιες παράμετροι παραμόρφωσης στα μέλη, όπως η πλαστική στροφή χορδής στη δοκό ή η γωνία διάτμησης σε ένα τοίχωμα. Αυτές οι οριακές τιμές έχουν επιλεχθεί ως πιθανές προσεγγιστικές εκτιμήσεις των κατά μέσο όρο παραμορφώσεων κατά τις οποίες παρατηρούνται διάφορες συμπεριφορές στα μέλη, όπως ρωγμές, διαρροή, αποφλοίωση ή σύνθλιψη. Κατά τη διάρκεια της μη γραμμικής με βήματα στατικής ανάλυσης πρέπει ο μηχανικός να καταγράφει τις συνολικές παραμορφώσεις όλων των σημαντικών μελών της κατασκευής και να τις αξιολογεί με βάση τα κριτήρια ελέγχου των διαφόρων κανονισμών, εγκυκλίων, τεχνικών κειμένων, λογισμικού κτλ, αλλά η αποκλειστική ευθύνη για το αποτέλεσμα παραμένει δική του.

Το σημείο πάνω στην καμπύλη ικανότητας στο οποίο το πρώτο στοιχείο της κατασκευής υπερβαίνει μια παράμετρο παραμόρφωσης για το επίπεδο επιτελεστικότητας της κατασκευής δεν αποτελεί απαραίτητα το σημείο στο οποίο η κατασκευή συνολικά φθάνει σε αυτό το επίπεδο επιτελεστικότητας. Οι περισσότερες κατασκευές αποτελούνται από πολλά μέλη και έχουν ανάλογο πλεόνασμα. Συνεπώς η εκδήλωση μη αποδεκτών βλαβών σε ένα μικρό ποσοστό από αυτά τα μέλη μπορεί να μην αποτελεί μια απορριπτέα κατάσταση σε σχέση με τη συνολική συμπεριφορά του κτιρίου. Αφού καθορισθούν τα σημεία κατά μήκος της καμπύλης ικανότητας στα οποία η κατασκευή προσεγγίζει τα διάφορα επίπεδα επιτελεστικότητας, ο μηχανικός πρέπει να ελέγξει τη συμπεριφορά της κατασκευής σαν μία ολότητα και να λάβει υπόψη του τη σοβαρότητα των ζημιών που προβλέπονται για τα διάφορα στοιχεία στη συνολική συμπεριφορά της κατασκευής.

Η μεθοδολογία αυτή ενσωματώνει το σκεπτικό των πρωτεύοντων και δευτερευόντων στοιχείων για να βοηθήσει το μηχανικό στις αποφάσεις του. Ως πρωτεύοντα ορίζονται τα στοιχεία αυτά που αποτελούν τμήμα του συστήματος αντίστασης της κατασκευής σε σεισμική φόρτιση. Όλα τα υπόλοιπα στοιχεία δυνατόν, υπό συνθήκες, να θεωρηθούν δευτερεύοντα. Για ένα συγκεκριμένο επίπεδο επιτελεστικότητας, τα δευτερεύοντα στοιχεία επιτρέπεται γενικά να παρουσιάζουν μεγαλύτερη ζημιά από τα πρωτεύοντα αφού η μείωση των δευτερευόντων στοιχείων δεν έχει σημαντική επίπτωση στην ικανότητα αντίστασης σε σεισμικό φορτίο του κτιρίου.



Σχήμα 3: Τυπική καμπύλη φασματικής ικανότητας

Εάν κατά τη διαμόρφωση της καμπύλης ικανότητας διαπιστωθεί ότι ορισμένα λίγα στοιχεία δεν περνούν τα κριτήρια ελέγχου που αντιστοιχούν σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο επιτελεστικότητας για αυξανόμενη πλευρική φόρτιση και μετακίνηση, ο μηχανικός έχει τη δυνατότητα να ορίσει αυτά τα στοιχεία ως δευτερεύοντα, επιτρέποντας τη χρήση λιγότερο αυστηρών κριτηρίων ελέγχου για αυτά τα λίγα στοιχεία, προϋποθέτοντας και αποδεικνύοντας ότι συνεχίζουν να φέρουν με ασφάλεια τα κατακόρυφα φορτία (και μόνον).

Η καμπύλη φασματικής ικανότητας της κατασκευής μπορεί να προκύψει αν μετατρέψουμε τη σεισμικό φορτίο (V) και τη σεισμική μετατόπιση (d), δηλαδή τις συντεταγμένες της καμπύλης ικανότητας, σε συντεταγμένες φασματικής επιτάχυνσης (S_a) και φασματικής μετατόπισης (S_d) αντίστοιχα, χρησιμοποιώντας τα ιδιομορφικά διανύσματα σχήματος, τους συντελεστές συμμετοχής και τις ιδιομορφικές μάζες όπως προκύπτουν από μια ιδιομορφική ανάλυση της κατασκευής.

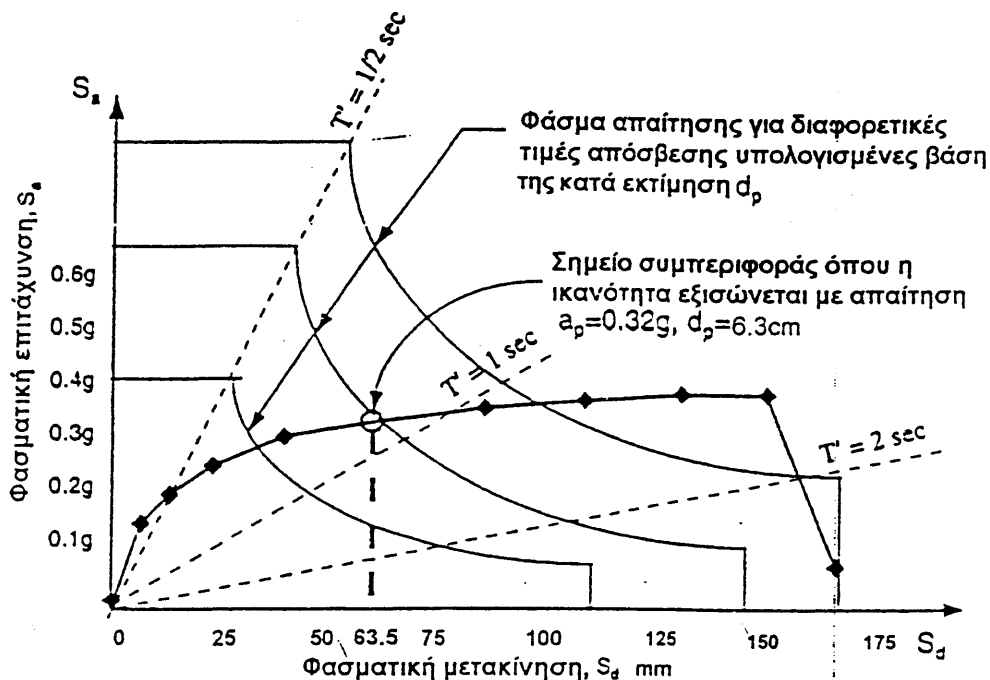
Όταν η καμπύλη ικανότητας είναι σχεδιασμένη σε συντεταγμένες S_a , S_d , τότε οι ακτινικές γραμμές που διέρχονται από το σημείο αρχής των αξόνων και από διάφορα σημεία της καμπύλης που αντιστοιχούν σε ποικίλες φασματικές μετατοπίσεις έχουν κλίση (ω'), όπου ω' είναι η ακτινική συχνότητα της πρώτης ιδιομορφής της κατασκευής εάν υποστεί από το σεισμό αυτή τη φασματική μετακίνηση. Χρησιμοποιώντας τη σχέση $T' = 2\pi/\omega'$, είναι δυνατόν να υπολογιστεί, για κάθε μία από αυτές τις ακτινικές γραμμές, η ενεργός περίοδος της κατασκευής εάν υποστεί συγκεκριμένες φασματικές μετακινήσεις. Το Σχήμα 3 απεικονίζει μια φασματική καμπύλη ικανότητας που προκύπτει από την καμπύλη ικανότητας του Σχήματος 2 και σχεδιάστηκε με τις ενεργές φασματικές περιόδους που φαίνονται. Η συγκεκριμένη κατασκευή που αναπαριστάται από αυτό το σχέδιο θα παρουσίαζε ελαστική περίοδο περίπου ίση με 0.5 sec. Εάν επιβληθεί προοδευτικά μεγαλύτερη μετακίνηση λόγω μεγαλύτερης εδαφικής κίνησης, αυτή η περίοδος μεγαλώνει. Το κτίριο των σχημάτων 2, 3 θα υποστεί κατάρρευση πριν κατορθώσει να μειώσει αρκετά τη δυσκαμψία του ούτως ώστε να αποκτήσει ενεργό περίοδο 2 sec.

Η ικανότητα ενός συγκεκριμένου κτιρίου και η καταπόνηση στην οποία υποβάλλεται από ένα συγκεκριμένο σεισμό δεν είναι ανεξάρτητες. Η αμοιβαία εξάρτηση τους είναι προφανής στην καμπύλη ικανότητας. Όσο η απαίτηση αυξάνει, η κατασκευή τελικά διαρρέει, όσο η δυσκαμψία μειώνεται, η περίοδος αυξάνει. Η μετατροπή της καμπύλης ικανότητας σε φασματική μας δίνει περισσότερη εποπτεία. Εφόσον οι σεισμικές επιταχύνσεις εξαρτώνται από την περίοδο, η απαίτηση αλλάζει καθώς η κατασκευή διαρρέει. Μια άλλη ένδειξη της αμοιβαίας εξάρτησης μεταξύ ικανότητας και απαίτησης είναι η ενεργός απόσβεση. Ενώ η

κατασκευή διαρρέει αποκρινόμενη στη σεισμική απαίτηση, απορροφάει ενέργεια παρουσιάζοντας υστερητική απόσβεση. Κτίρια με μεγάλους και σταθερούς βρόγχους υστέρησης κατά τη διάρκεια περιοδικής διαρροής απορροφούν περισσότερη ενέργεια από ότι κτίρια με μικρότερους βρόγχους λόγω μείωσης αντοχής και δυσκαμψίας. Επειδή η ενέργεια που απορροφάται δεν χρειάζεται να αποθηκευτεί, η ενεργός απόσβεση μειώνει την απαίτηση μετακίνησης.

Η μέθοδος φασματικής ικανότητας απεικονίζει τη σεισμική απαίτηση χρησιμοποιώντας τη φασματική ελαστική απόκριση των διαφόρων κανονισμών. Αυτό το φάσμα είναι σχεδιασμένο σε φασματικές συντεταγμένες (ADRS), παρουσιάζοντας τη φασματική επιτάχυνση ως συνάρτηση της φασματικής μετακίνησης. Αυτή η διαμόρφωση επιτρέπει στο φάσμα απαίτησης να παρατεθεί μαζί με το φάσμα ικανότητας του κτιρίου. Η τομή των δυο φασμάτων, εάν βρίσκεται στη γραμμική περιοχή του φάσματος ικανότητας, θα καθορίσει την πραγματική μετατόπιση της κατασκευής, παρόλα αυτά, αυτό δεν συμβαίνει συνήθως αφού οι περισσότερες αναλύσεις περιέχουν ανελαστική μη γραμμική συμπεριφορά.

Προκειμένου να βρούμε το σημείο όπου η ικανότητα και η απαίτηση εξισώνονται, πρέπει να επιλέγει ένα σημείο πάνω στο φάσμα ικανότητας ως μια αρχική υπόθεση. Χρησιμοποιώντας τη φασματική επιτάχυνση και μετακίνηση που αντιστοιχούν σε αυτό το σημείο, μπορούν να υπολογισθούν μειωτικοί συντελεστές που εφαρμόζονται στο ελαστικό φάσμα απόσβεσης 5% για να λάβει υπόψη την υστερητική απορρόφηση ενέργειας, ή την ενεργό απόσβεση που σχετίζεται με το συγκεκριμένο σημείο. Αν το μειωμένο φάσμα απαίτησης τέμνεται με το φάσμα ικανότητας κοντά στο αρχικό σημείο εκτίμησης, τότε αυτό αποτελεί το μοναδικό σημείο όπου η ικανότητα ισούται με την απαίτηση. Εάν το σημείο τομής δεν είναι αρκετά κοντά με το αρχικό σημείο θα πρέπει να γίνει υπόθεση ενός καινούργιου σημείου, κάπου μεταξύ των δύο, και να επαναληφθεί η διαδικασία μέχρι να βρεθεί η λύση. Αυτό είναι το σημείο συμπεριφοράς, όπου η ικανότητα της κατασκευής εξισώνει την απαίτηση ενός συγκεκριμένου σεισμού.



Σχήμα 4: Καθορισμός του σημείου συμπεριφοράς

Αφού καθορισθεί το σημείο συμπεριφοράς, η αποδοχή ενός σχεδίου αποκατάστασης που θα ικανοποιεί το επιδιωκόμενο επίπεδο επιτελεσματικότητας μπορεί να αποφασιστεί εκτιμώντας τη θέση του σημείου συμπεριφοράς πάνω στην καμπύλη ικανότητας. Για το σεισμό και την κατασκευή που παρουσιάζονται σχηματικά στο Σχήμα 4, το σημείο συμπεριφοράς βρίσκεται στην κεντρική περιοχή του επιπέδου επιτελεσματικότητας ελεγχόμενων βλαβών όπως φαίνεται στο Σχήμα 3, φανερώνοντας ότι για αυτό το σεισμό η κατασκευή θα υποστεί λιγότερη ζημιά από την επιτρεπτή για το επίπεδο επιτελεσματικότητας «ασφάλεια ζωής» και περισσότερη από

την επιτρεπτή για το επίπεδο «άμεσης κατάληψης». Με τις πληροφορίες αυτές μπορεί να κριθεί η αποτελεσματικότητα της εκάστοτε στρατηγικής ενίσχυσης να επιτύχει το επιδιωκόμενο επίπεδο επιτελεσματικότητας. Αυτή η διαδικασία ακολουθείται σε όλο το παρακάτω κείμενο για να τονισθεί ο τρόπος με τον οποίο οι ποικίλες εναλλακτικές στρατηγικές ενίσχυσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να σχεδιάσουμε για το επιθυμητό επίπεδο επιτελεσματικότητας.

Η μεθοδολογία καθορισμού του σημείου συμπεριφοράς που περιγράφεται εδώ αποτελεί μια προσπάθεια προσεγγιστικής έκφρασης της μη γραμμικής απόκρισης του κτιρίου σε μια εδαφική κίνηση. Δεν πρέπει να θεωρείται ότι αποτελεί μια ακριβή λύση σε ότι αφορά την εκτίμηση της μετατόπισης που προβλέπει. Για μια γνωστή εδαφική κίνηση στην πάροδο του χρόνου, μια δυναμική μη γραμμική ανάλυση της κατασκευής μπορεί να καταλήξει σε κάπως διαφορετικές προβλέψεις της μέγιστης μετακίνησης απ' ότι η μέθοδος φασματικής ικανότητας. Όμως μια τέτοια δυναμική μη γραμμική ανάλυση θα κατέληγε σε διαφορετικές προβλέψεις μετακίνησης και για περισσότερες εδαφικές κινήσεις στην πάροδο του χρόνου που παρουσιάζουν το ίδιο φάσμα απόκρισης αλλά έχουν διαφορετικές καταγραφές. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι για τις κατασκευές που απoκρίνονται κυρίως σύμφωνα με την πρώτη ιδιομορφή, η μέθοδος φασματικής ικανότητας παρέχει μια καλή κατά μέσο όρο εκτίμηση των μετακινήσεων που προβλέπονται από μια πολλαπλή στο χρόνο ιστορία ανάλυσης χρησιμοποιώντας διαφορετικές καταγραφές με την ίδιο περιβάλλον φάσμα. Σημειώνεται επίσης, ότι αυτή η μέθοδος μπορεί να μην είναι επαρκής για κατασκευές με σημαντική συμμετοχή των μεγαλύτερων ιδιομορφών στη σεισμική απόκριση της κατασκευής.

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.

Μεταφορά δυνάμεων από σκυρόδεμα σε σκυρόδεμα

Συνοχή μεταξύ παλαιού και νέου σκυροδέματος

Συνοχή είναι η μέγιστη διατμητική τάση (αντίσταση), η οποία μπορεί να μεταφερθεί κατά μήκος μιάς διεπιφάνειας, όταν η ορθή θλιπτική τάση στην διεπιφάνεια είναι μηδενική και όταν δεν υπάρχει οπλισμός ο οποίος να διαπερνά την διεπιφάνεια. Η συνοχή οφείλεται κυρίως σε χημικό δεσμό του νέου με το παλαιό σκυρόδεμα.

Η τιμή της αντοχής συνοχής μπορεί να λαμβάνεται ίση με:

- α) $0,25-0,50 f_{ctk}$, για λείες επιφάνειες σκυροδέματος, χωρίς να έχει προηγηθεί καμμία επεξεργασία (π.χ. η επιφάνεια που προκύπτει κατά την σκυροδέτηση, μετά από την εξομάλυνση με μυστρί)
- β) $0,70-0,80 f_{ctk}$, για διεπιφάνειες οι οποίες έχουν υποστεί τεχνητή τράχυνση πριν απ' την χύτευση του νέου σκυροδέματος (μέσω αμμοβολής, υδροβολής, κλπ.)
- γ) $0,90-1,00 f_{ctk}$, όταν το νέο σκυρόδεμα εφαρμόζεται πάνω στο υπάρχον δια ψεκασμού (υπό πίεση) ή όταν το νέο σκυρόδεμα χυτεύεται μετά από την εφαρμογή ενός ισχυρού συνδετικού υλικού (π.χ. μιας εποξειδικής κόλλας) στην διεπιφάνεια,

όπου, f_{ctk} είναι η χαρακτηριστική τιμή της εφελκυστικής αντοχής του ασθενέστερου από τα δύο σκυροδέματα (~ 10% της θλιπτικής του αντοχής)

Η συνοχή δεν λαμβάνεται υπ' όψη κατά τους ελέγχους που πραγματοποιούνται σε οριακή κατάσταση αστοχίας, καθώς κατά την διάρκεια μεγάλου εύρους ανακυκλιζόμενων μετακινήσεων, το πιθανότερο είναι να συμβεί σημαντική μείωσή της.

Η συνοχή, όπως και η ίδια η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος, συνήθως δεν λαμβάνονται υπόψη όταν υπάρχουν άλλοι μηχανισμοί μεταφοράς των τάσεων που, εκτός από ράβδους οπλισμού, μπορεί να είναι και η τριβή, ένεκα θλιπτικής τάσης.

Τριβή μεταξύ παλαιού και νέου σκυροδέματος

Η διατμητική τάση που μεταφέρεται λόγω τριβής κατά μήκος μιας διεπιφάνειας είναι συνάρτηση της σχετικής ολίσθησης (s) των δύο επιφανειών, στη διεπιφάνεια, καθώς και της τραχύτητας της τελευταίας.

A) Γενική περίπτωση

Για λεία διεπιφάνεια (περίπτωση «α»), η μέγιστη διατμητική αντίσταση, τ_u , μπορεί να υπολογίζεται ως:

$$\tau_{fud} = \mu * (\sigma_{cd})$$

όπου μ συντελεστής τριβής

($\mu = 0,50$ για ευμενή επιρροή της τριβής, $\mu = 0,75$ για δυσμενή επιρροή της τριβής)

και σ_{cd} η θλιπτική τάση σχεδιασμού

Η μέγιστη διατμητική αντίσταση συμβαίνει για σχετική ολίσθηση στην διεπιφάνεια:

$$s_{fu} \geq 0,15 \sqrt{\sigma_{cd}} \text{ [mm, MPa]}$$

Για τραχεία διεπιφάνεια (περιπτώσεις «β» και «γ») η μέγιστη διατμητική αντίσταση ένεκα τριβής μπορεί να υπολογίζεται ως:

$$\tau_{fud} = \mu * (f_{cd}^2 \sigma_{cd})^{1/3}$$

όπου μ συντελεστής τριβής

(για την περίπτωση «β», $\mu = 0,75$ για ευμενή επιρροή της τριβής, $\mu = 1,00$ για δυσμενή επιρροή της τριβής, για την περίπτωση «γ» $\mu = 1,00$ για ευμενή επιρροή της τριβής, $\mu = 1,50$ για δυσμενή επιρροή της τριβής)

f_{cd} : η τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής αντοχής του ασθενέστερου από τα δύο σκυροδέματα της διεπιφάνειας.

και σ_{cd} η θλιπτική τάση σχεδιασμού

Η μέγιστη διατμητική αντίσταση συμβαίνει για σχετική ολίσθηση στη διεπιφάνεια ίση με 2 mm.

Εάν η διεπιφάνεια υποβληθεί σε ανακύκλιση, η μέγιστη διατμητική αντίσταση ένεκα τριβής μειώνεται, λόγω «λειάνσεως» με βάση τη σχέση:

$$\tau_{fud,n} = \tau_{fud} (1 - \delta \sqrt{n-1})$$

όπου $\tau_{fud,n}$ η διατμητική αντίσταση μετά από n κύκλους

τ_{fud} η διατμητική αντίσταση κατά τον πρώτο κύκλο

$\delta = 0,15$ (σταθερά)

και n το πλήθος των κύκλων

B) Αύξηση της διατμητικής αντίστασης υπό προϋποθέσεις

Αν θεωρηθεί ότι η διεπιφάνεια διασχίζεται εγκάρσια υπό οπλισμό, ο οποίος μπορεί να αναπτύξει το όριο διαρροής του f_{yd} και ότι αυτή υποβάλλεται σε μεγάλους εύρους ολισθήσεις, τότε η μέγιστη διατμητική αντίσταση της διεπιφάνειας ισούται με:

$$\tau_{fR} = \mu(\rho f_{yd} + \sigma_{cd}) \leq \tau_{u,m}$$

όπου μ : συντελεστής τριβής

ρ : ποσοστό οπλισμού στην διεπιφάνεια

σ_{cd} : εξωτερική θλιπτική τάση στην διεπιφάνεια

$\tau_{u,m}$: διατμητική αντοχή του σκυροδέματος (μπορεί να ληφθεί ίση με $0.3 * f_{cd}^{2/3}$ MPa)

Αν επιπλέον η διεπιφάνεια είναι τραχεία ή έχει προκύψει από εφαρμογή νέου σκυροδέματος υπό πίεση, τότε η μέγιστη διατμητική αντίσταση της διεπιφάνειας ισούται με:

$$\tau_{fud} = 0,4 \left(f_{cd}^2 [\sigma_{cd} + \rho f_{yd}] \right)^{1/3} \leq \tau_{u,m}$$

Μεταφορά δυνάμεων μέσω στρώσεως ρητίνης

Επειδή η ρητίνη έχει, κατά κανόνα, πολύ υψηλότερη αντοχή από αυτήν του σκυροδέματος, σπανίως αστοχεί αυτή καθεαυτή. Αστοχεί το ασθενέστερο σκυροδέμα, επί του οποίου είναι προσκολλημένη (σε θλίψη, εφελκυσμό ή διάτμηση, κατά περίπτωση).

Όταν η σύνδεση των σκυροδεμάτων μέσω ρητίνης έχει πραγματοποιηθεί με τήρηση των σχετικών κανόνων και μετά από κατάλληλη προετοιμασία της διεπιφάνειας, τότε μπορεί να θεωρείται ότι η διεπιφάνεια διαθέτει συνοχή ίση με την εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος.

Συνιστάται να αμελείται η συμμετοχή της συνοχής στην διατμητική αντοχή της διεπιφάνειας, όταν αυτή ευρίσκεται διαρκώς υπό συνθήκες αυξημένης υγρασίας και υψηλών θερμοκρασιών καθώς δεν υπάρχουν, σε βάθος χρόνου, στοιχεία για τη συμπεριφορά της ρητίνης έναντι τέτοιων καταστάσεων.

Μεταφορά δυνάμεων από χάλυβα σε σκυρόδεμα μέσω μεταλλικών παρεμβλημάτων (βλήτρων ή/και αγκυριών).

Δράση βλήτρου των ράβδων οπλισμού

Η σύνδεση μέσω βλήτρων μπορεί να αστοχήσει κατά 3 τρόπους

- A) Διαρροή χάλυβα βλήτρου από διάτμηση
- B) Σύνθλιψη σκυροδέματος και δημιουργία πλαστικής άρθρωσης στο βλήτρο
- Γ) Απόσχιση πλευρικού κώνου σκυροδέματος

Ελάχιστες επικαλύψεις

Για να μην υπάρξει αστοχία τύπου «Γ» πρέπει, υπό την προϋπόθεση ό,τι το μήκος τους εντός του σκυροδέματος να είναι τουλάχιστον ίσο με το δεκαπλάσιο της διαμέτρου, η επικάλυψη του βλήτρου, διαμέτρου d_b (κατά την διεύθυνση της φορτίσεως και κάθετα προς αυτήν) να είναι τουλάχιστον ίση με τις τιμές που ακολουθούν:

Κατά την διεύθυνση φορτίσεως:

Ελάχιστη κάτω επικάλυψη = $6d_b$

Ελάχιστη άνω επικάλυψη = $5d_b$

Κάθετα στην δ/νση φορτίσεως:

Ελάχιστη πλευρική επικάλυψη = $3d_b$

Αντοχή βλήτρου

Η τιμή σχεδιασμού της μέγιστης τέμνουσας, F_{ud} , που μπορεί να μεταφερθεί από μια ράβδο με διάμετρο d_b , μπορεί να υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$F_{ud} = 1,30d_b^2 \sqrt{f_{cd} f_{yd}} \left(\leq \frac{A_s f_{yd}}{\sqrt{3}} \right)$$

A_s : η διατομή της ράβδου

f_{cd} : η τιμή σχεδιασμού της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος

f_{yd} : η τιμή σχεδιασμού του ορίου διαρροής της ράβδου

Η πρώτη σχέση αντιστοιχεί στον β' τρόπο αστοχίας και η δεύτερη στον α' που είναι και ιδιαίτερα σπάνιος.

Για συνηθισμένα υλικά, η πρώτη σχέση δίνει περίπου το 40% της τιμής της δεύτερης.

Όταν η διεπιφάνεια την οποία διαπερνά η ράβδος ενδέχεται να υποβληθεί σε ανακυκλιζόμενη δράση, συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψη μειωμένη αντοχή βλήτρου, ως ακολούθως:

$$F_{ud} = d_b^2 \sqrt{f_{cd} f_{yd}} \leq \frac{A_s f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

Εξόλκευση ράβδων (Δράση αγκυρίου των ράβδων σπλισμού)

Η σύνδεση μέσω αγκυρίων μπορεί να αστοχήσει κατά 3 τρόπους

- A) Διαρροή χάλυβα ράβδου από εφελκυσμό
- B) Απόσχιση ή διάρρηξη του σκυροδέματος
- Γ) Ολίσθηση του αγκυρίου

Για τον υπολογισμό (α) του απαιτούμενου μήκους πλήρους αγκυρώσεως ή (β) της μέγιστης εφελκυστικής δύναμης την οποία μπορεί να μεταφέρει η ράβδος για δεδομένο μήκος εμπήξεως, είναι δυνατόν να εφαρμοστούν οι σχέσεις του ΕΚΟΣ περί αγκυρώσεως σπλισμού (να αποκλεισθεί η περίπτωση «B» και να ισχύει η περίπτωση «A» για επαρκές μήκος αγκύρωσης και η περίπτωση «Γ» για ανεπαρκές μήκος), υπό την προϋπόθεση ότι:

- i) οι επικαλύψεις του αγκυρίου είναι μεγαλύτερες από 1,5 φορά το μήκος του
- ii) το πάχος του στοιχείου εντός του οποίου γίνεται η αγκύρωση είναι τουλάχιστον το διπλάσιο του μήκους αγκύρωσης.

Αλληλεπίδραση μηχανισμού βλήτρου και εξόλκευσεως για τις ράβδους σπλισμού

Όταν οι ράβδοι έχουν επαρκές μήκος αγκυρώσεως εκατέρωθεν της διεπιφάνειας και υποβάλλονται ταυτοχρόνως σε εφελκυσμό και σε διάτμηση, η μέγιστη τέμνουσα δύναμη την οποίαν μπορούν να αναλάβουν, υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση, λαμβάνοντας υπ' όψη και ανακύκλιση των ολισθήσεων:

$$F_{ud} = d_b^2 \sqrt{f_{cd} f_{yd} (1 - n^2)} \leq \frac{A_s f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

όπου, $n = \sigma_s / f_{yd}$ και σ_s η εφελκυστική τάση στην ράβδο.

Αγκύρια υποβαλλόμενα σε εφελκυσμό

Για να είναι δυνατή η εφαρμογή των γενικών σχέσεων που ακολουθούν, πρέπει να διαθέτει ο Μελετητής τα κατάλληλα στοιχεία για το συνδετικό υλικό το οποίο χρησιμοποιεί.

Η μέγιστη εφελκυστική δύναμη που μπορεί να αναλάβει ένα αγκύριο είναι η μικρότερη απ' τις δυνάμεις που υπολογίζονται κατά τις περιπτώσεις (i), (ii) και (iii) που ακολουθούν.

(i) Διαρροή του αγκυρίου

Υπό την προϋπόθεση ότι διατίθεται επαρκές μήκος εμπήξεως του αγκυρίου, η μέγιστη εφελκυστική δύναμη την οποία μπορεί να αναλάβει ένα αγκύριο υπολογίζεται μέσω της ακόλουθης σχέσεως:

$$N_{yd} = A_s f_{yd}$$

όπου, A_s και f_{yd} : το εμβαδόν της διατομής και το όριο διαρροής του αγκυρίου αντιστοίχως.

(ii) Αστοχία της συνάφειας μεταξύ αγκυρίου και συνδετικού υλικού

Η μέγιστη εφελκυστική δύναμη την οποία μπορεί να αναλάβει ένα αγκύριο, ώστε να προκληθεί αστοχία της συνάφειας μεταξύ του αγκυρίου και του συνδετικού υλικού, υπολογίζεται μέσω της ακόλουθης σχέσεως:

$$N_{bd} = f_{bk} l_e \pi d_b / \gamma_b$$

όπου,

f_{bk} : η χαρακτηριστική τιμή της αντοχής συνάφειας μεταξύ αγκυρίου και συνδετικού υλικού

l_e : το μήκος εμπήξεως του αγκυρίου διαμέτρου d_b και

γ_b : επί μέρους συντελεστής ασφαλείας για την συνάφεια

(iii) Αστοχία της συνάφειας μεταξύ του συνδετικού υλικού και του περιβάλλοντος σκυροδέματος.

Η μέγιστη δύναμη την οποία μπορεί να αναλάβει το αγκύριο μπορεί να υπολογίζεται απ' την ακόλουθη σχέση:

$$N_{cd} = 4,5 \pi l_e \sqrt{f_{ck}} \varnothing / \gamma_c$$

όπου

f_{ck} : η χαρακτηριστική τιμή της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος στο οποίο εμπήγνυται το αγκύριο,

\varnothing : η διάμετρος της οπής στην οποία τοποθετείται το αγκύριο, και

γ_c : ο επί μέρους συντελεστής ασφαλείας για το σκυρόδεμα.

(iv) Απόσχιση ή διάρρηξη σκυροδέματος.

Θεωρείται ότι αποφεύγεται όταν ισχύουν οι γεωμετρικοί περιορισμοί που προαναφέρθηκαν για τις ράβδους οπλισμού.

Μεταφορά δυνάμεων από σκυρόδεμα σε ελάσματα μέσω ρητίνης

Η μεγάλη συγκέντρωση διατμητικών τάσεων και εφελκυστικών τάσεων κάθετων στην διεπιφάνεια στις απολήξεις των ελασμάτων ενδέχεται να προκαλέσει αποκόλλησή τους από το σκυρόδεμα.

Γι' αυτόν τον σκοπό, μπορούν να ληφθούν εναλλακτικά τα ακόλουθα μέτρα:

- (i) Εξασφάλιση επαρκούς μήκους συνάφειας με το σκυρόδεμα, στις απολήξεις του ελάσματος. Το μήκος συνάφειας δεν πρέπει να υπολείπεται της τιμής που ορίζεται απ' την ακόλουθη σχέση:

$$l_a = \frac{f_{yk}}{f_{ctk}} t_s \quad (= \sim 300 t_s)$$

γ_c

όπου, f_{yk} η χαρακτηριστική τιμή της εφελκυστικής αντοχής του ελάσματος

f_{ctk} η χαρακτηριστική τιμή της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος

γ_c ο επί μέρους συντελεστής ασφαλείας του υλικού και
 t_s το πάχος του ελάσματος.

- (ii) Η εφελκυστική δύναμη του ελάσματος ($A_s f_{yk}$) μεταφέρεται στο σκυρόδεμα μέσω βλήτρων.
- (iii) Σε κάθε περίπτωση μή επάρκειας του διατιθέμενου μήκους αγκύρωσης σε μή εφελκυόμενη περιοχή ενός μέλους από Ο.Σ., η μεταφορά δυνάμεων μπορεί να επιτευχθεί μέσω μεταλλικών στοιχείων (διατομής L), τα οποία συνδέονται μέσω ρητίνης αφ' ενός μεν με το έλασμα, αφ' ετέρου δε με τις πλευρικές παρειές της διατομής του σκυροδέματος μακριά από την εφελκυόμενη περιοχή.

Συνιστάται η σύνδεση να έχει μεγάλο συντελεστή ασφαλείας και να λειτουργεί με συνδυασμό περισσοτέρων από ένα από τα προαναφερθέντα μέτρα.

Αγκύρωση νέου (ενσωματούμενου ή εξωτερικού) οπλισμού

Αγκύρωση σε υπάρχοντα οπλισμό

Εάν είναι δυνατή η παράθεση νέων και παλαιών ράβδων οπλισμού, τότε ο υπολογισμός του ματίσματος μπορεί να γίνει κατά τα προβλεπόμενα στον Κανονισμό για την μελέτη έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Εάν το απαιτούμενο κατά τον Κανονισμό μήκος αλληλεπικαλύψεως δεν διατίθεται, η νέα ράβδος μπορεί να συγκολληθεί στην παλαιά, υπό τις εξής προϋποθέσεις:

- (α) Η νέα ράβδος είναι της ίδιας ή μικρότερης διαμέτρου από την υφισταμένη.
- (β) Το όριο διαρροής της νέας ράβδου είναι ίσο ή μικρότερο από εκείνο της υφισταμένης ράβδου και
- (γ) και οι δύο χάλυβες είναι συγκολλησιμοι.

Συνιστάται να αποφεύγεται η συγκόλληση σε ράβδους που ευρίσκονται υπό μεγάλη τάση.

Εάν η νέα ράβδος μπορεί να τοποθετηθεί παράλληλα με την παλαιά και σε επαφή με αυτήν, μπορεί να πραγματοποιηθεί πλαγιοραφή.

Συγκόλληση δύο ράβδων κατά κεφαλήν επιτρέπεται μόνον εάν έχει προηγηθεί κατασκευή τέτοιων συγκολλήσεων υπό τις ίδιες εργοταξιακές συνθήκες και εργαστηριακή δοκιμή τους σε εφελκυσμό ή και σε άλλου είδους φορτίσεις σε εργαστήριο αναγνωρισμένο από τη δημόσια αρχή.

Εναλλακτικώς, η σύνδεση δύο ράβδων υπό μηδενική εκκεντρότητα μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω πλαγιοραφής με χρήση παρεμβλημάτων.

Αγκύρωση σε υπάρχον σκυρόδεμα

Ο νέος οπλισμός μπορεί να αγκυρωθεί στο υπάρχον σκυρόδεμα αμέσως ή εμμέσως (μέσω αγκυρίων και βλήτρων).

Αγκύρωση σε νέο σκυρόδεμα

Ο νέος οπλισμός μπορεί να αγκυρωθεί στο νέο σκυρόδεμα σύμφωνα με τα προβλεπόμενα απ' τον ισχύοντα Κανονισμό για την Μελέτη Έργων από Ο.Σ., επιπροσθέτως όμως πρέπει να ελεγχθεί η διεπιφάνεια παλαιού και νέου σκυροδέματος για την μεταφορά δυνάμεων στο παλαιό σκυρόδεμα.

Αγκύρωση ελάσματος ή υφάσματος σύνθετου υλικού σε σκυρόδεμα

Τα σύνθετα υλικά χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα έναντι κάμψεως, διατμήσεως, στρέψεως, καθώς και για την βελτίωση των χαρακτηριστικών πλαστιμότητας. Κατά τον σχεδιασμό κάθε εφαρμογής, πρέπει να γίνονται οι απαραίτητοι έλεγχοι για την εξασφάλιση επαρκούς αγκυρώσεως του σύνθετου υλικού στο υπάρχον στοιχείο. Καθώς τα ανωτέρω δεν έχουν ακόμη ενσωματωθεί σε κανονισμούς συνιστάται ιδιαίτερη προσοχή. Ελάχιστη απαίτηση θεωρείται η ύπαρξη και αξιολόγηση επαρκών πειραματικών αποτελεσμάτων.

Περίσφιξη σκυροδέματος

Περίσφιξη μέσω συνδετήρων

Τα μηχανικά χαρακτηριστικά του σκυροδέματος, όταν αυτό περισφίγγεται μέσω συνδετήρων από χάλυβα, μπορούν να υπολογίζονται από τις ακόλουθες σχέσεις:

$$f_{ck,c} = \left(1 + 5 \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) f_{ck}, \text{ για } \sigma_2 < 0,05 f_{ck} \quad (1)$$

$$f_{ck,c} = \left(1,125 + 2,5 \frac{\sigma_2}{f_{ck}} \right) f_{ck}, \text{ για } \sigma_2 > 0,05 f_{ck} \quad (2)$$

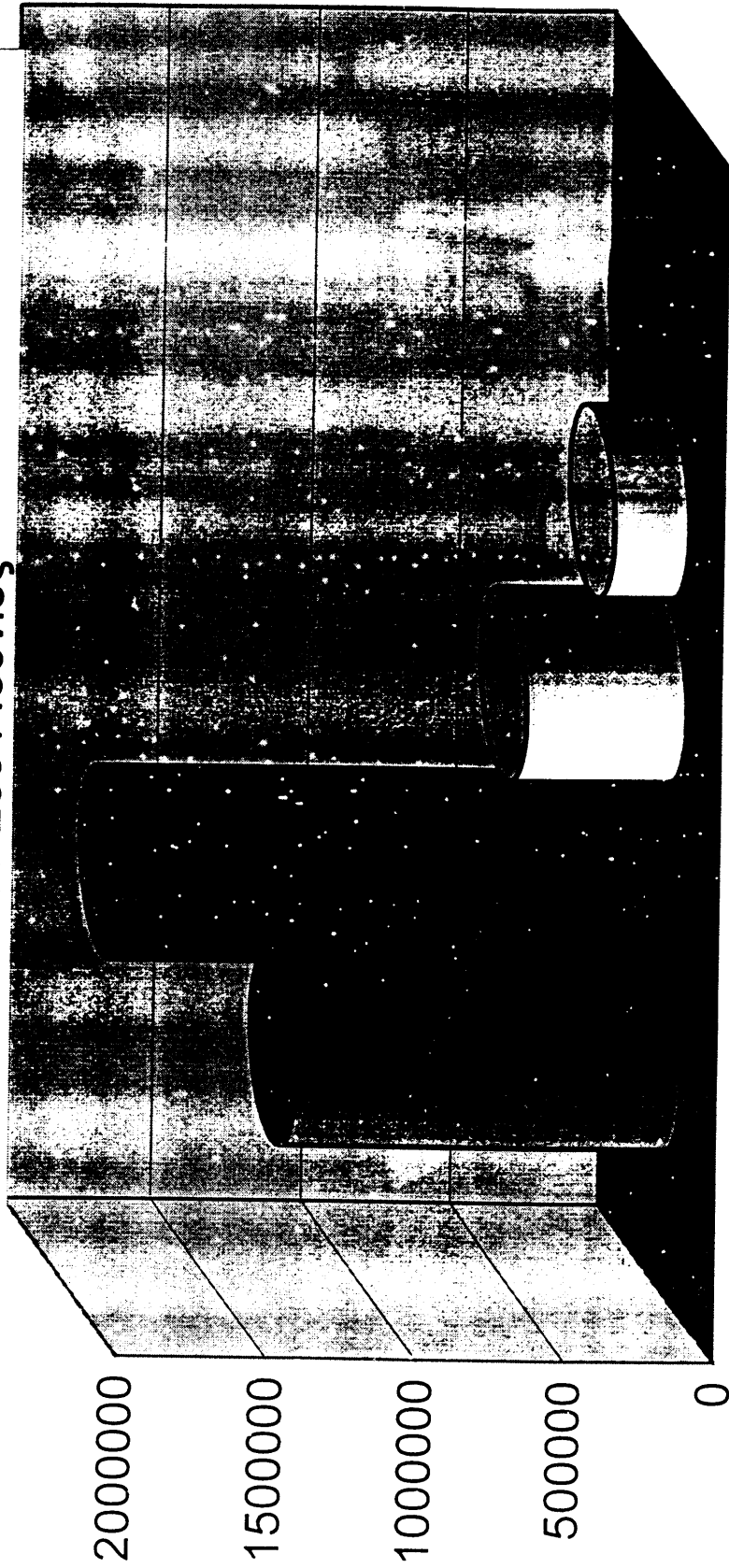
$$\varepsilon_{c2,c} = 2,0 \times 10^{-3} \left(f_{ck,c} / f_{ck} \right)^2 \quad (3)$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = 3,5 \times 10^{-3} + 0,2 \sigma_2 / f_{ck} \quad (4)$$

όπου, $\sigma_2 (= \sigma_3)$ είναι η ενεργή εγκάρσια θλιπτική τάση λόγω περισφίξεως, κατά την φάση αστοχίας.

**ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ,
ΑΝΑ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ (ΙΟΥΝΙΟΣ 2004)**

- μέχρι το 1960
- 1996-2001
- 1961-1985
- 2002-2004 Ιούλιος*
- 1986-1995



ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΑΝΑ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ (Ιουνιος 2004)

