

ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ – ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΑΝΔΥΩΝ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΤΣΙΒΙΚΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Περίληψη

Η πρόοδος της επιστήμης του Πολιτικού Μηχανικού αλλά και οι συνέπειες των σεισμικών ενεργειών στις υφιστάμενες κατασκευές, κατέδειξαν την ανάγκη αναζήτησης και εφαρμογής μεθόδων για την επισκευή και ενίσχυσή τους, με σκοπό τη βελτίωση της συμπεριφοράς τους σε ένα μελλοντικό σεισμό.

Η βελτίωση της συμπεριφοράς τους μπορεί να γίνει σε δύο κατεύθυνσεις. Στην πρώτη κατεύθυνση η κατασκευή ενισχύεται συνολικά, ενώ αντίθετα στη δεύτερη κατεύθυνση ενισχύονται ξεχωριστά τα αδύναμα στοιχεία της προσδίδοντας πρόσθετη αντοχή ή και άλλα ελλείποντα χαρακτηριστικά σε αυτά μεμονωμένα. Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε διεξοδικά με την ενίσχυση των επιμέρους μελών μιας κατασκευής η οποία επικεντρώνεται στα κατακόρυφα στοιχεία της και ιδιαίτερα στα υποστυλώματα.

Η τεχνική της ενίσχυσης των υποστυλωμάτων μιας βλαμμένης κατασκευής που παρουσιάζεται στην παρούσα φάση είναι αυτή της κατασκευής μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος. Ειδικότερα θα μας απασχολήσει η ενίσχυση των υποστυλωμάτων σε 3 σημαντικά σημεία του μέλους, που αποτελούν τον κορμό, τους κόμβους υποστυλώματος – δοκού και τα πέδιλα των υποστυλωμάτων, μέσα από το πρίσμα θεωρητικών γνώσεων που έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο του χρόνου πάνω στο αντικείμενο αλλά και πειραματικών εφαρμογών έγκριτων ερευνητών που έχουν δημοσιευθεί κατά καιρούς, και παρουσιάζονται εκτενώς σε έντυπη και ηλεκτρονική βιβλιογραφία.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εμπειρία από τους σεισμούς τόσο στον ελληνικό όσο και στο διεθνή χώρο έδειξε ότι ένα από τα πιο κρίσιμα προβλήματα που σχετίζεται με την ασφάλεια των κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος σε σεισμικές καταπονήσεις είναι οι εμφανιζόμενες αστοχίες των περιοχών του κορμού του υποστυλώματος αλλά και των κόμβων δοκού – υποστυλώματος. Οι βλάβες στις περιοχές αυτές των υποστυλωμάτων, έστω και στην πρώτη φάση εκδήλωσής τους (πρώτες ρηγματώσεις), θα πρέπει να θεωρούνται ιδιαίτερα ανησυχητικές για την κατασκευή και να αντιμετωπίζονται ανάλογα. Η εκδήλωση βλάβης αυτού του τύπου υποβαθμίζει την ακαμψία του φέροντος στοιχείου και οδηγεί σε μη ελεγχόμενες ανακατανομές εντάσεων.

Οι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος είναι η τεχνική που έχει χρησιμοποιηθεί πιο πολύ για την ενίσχυση των κατακόρυφων μελών τις τελευταίες δύο με τρεις δεκαετίες, κυρίως λόγω της οικειότητας των μηχανικών και των συνεργείων με το σκυρόδεμα.

2. ΜΑΝΔΥΕΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Η τεχνική των μανδύων περιλαμβάνει την αύξηση της διατομής του υποστυλώματος με νέο σκυρόδεμα και νέους διαμήκεις και εγκάρσιους οπλισμούς, και μπορεί να εκτείνεται είτε σε όλο το μήκος του υποστυλώματος (ολικός μανδύας) είτε σε ένα μόνο τμήμα του (τοπικός μανδύας). Στις περιπτώσεις που ο μανδύας δεν περιβάλλει ολόκληρη τη διατομή, όπως για παράδειγμα σε υποστυλώματα που βρίσκονται σε όρια με άλλη οικοδομή, ο μανδύας λέγεται «ανοιχτός».

Το μεγάλο πλεονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι ότι με τον κατάλληλο οπλισμό μπορεί να βελτιώσει ταυτόχρονα:

- τη δυσκαμψία και την καμπτική αντοχή του μέλους.
Αυτό οφείλεται στην αύξηση του εμβαδού της διατομής και στον πρόσθετο διαμήκη οπλισμό, ο οποίος σε αντίθεση με άλλες τεχνικές μπορεί να συνεχιστεί και στην περιοχή των κόμβων.
- την διατμητική αντοχή, ικανότητα παραμόρφωσης, καθώς και την αγκύρωση και συνέχεια του οπλισμού (μικρές ματίσεις).

Οι τρεις αυτές συνέπειες παρόλο που είναι απόρροια της αύξησης του εμβαδού της διατομής, οφείλονται κατά κύριο λόγο στον πρόσθετο εγκάρσιο οπλισμό που λειτουργεί σε διάτμηση, σε περίσφιξη και στο μη λυγισμό των διαμήκων ράβδων.

Αντίθετα βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αποτελεί η όχληση που προκαλεί στους ενοίκους λόγω της δημιουργίας σκόνης και θορύβου (ιδιαίτερα στην περίπτωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος). Μερικές φορές μάλιστα απαιτείται και η απομάκρυνση των κατοίκων κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης των εργασιών, γεγονός που προσμετράτε στο κόστος. Επιπλέον η αύξηση των διαστάσεων του υποστύλωματος μπορεί να δημιουργήσει ασύμμετρη αύξηση δυσκαμψίας και απώλεια χώρου σε κτίρια που χρησιμοποιούνται γι' αυτό το σκοπό, όπως είναι βιομηχανικοί χώροι και αποθήκες.

2.1 ΕΙΔΗ ΜΑΝΔΥΩΝ

Τα είδη των μανδύων από οπλισμένο σκυρόδεμα που χρησιμοποιούνται σήμερα για τις ενισχύσεις των υποστυλωμάτων είναι:

- μανδύας από έγχυτο σκυρόδεμα
- μανδύας από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα
- μανδύας από σκυροτσιμεντόπηγμα
- μανδύες από ειδικά σκυροδέματα ή τσιμεντοκονιάματα

Για την κατασκευή του μανδύα χρησιμοποιείται κυρίως έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και το πάχος του είναι κατ' ελάχιστο 75 με 100mm. Το έγχυτο έχει το μειονέκτημα της δυσκολίας σκυροδέτησης του υψηλότερου τμήματος του υποστύλωματος, λόγω ανεπαρκούς πρόσβασης από την κορυφή, ενώ αντίθετα το εκτοξευόμενο παρουσιάζει σε μεγαλύτερη ένταση τα προβλήματα όχλησης κατά τη διάρκεια της σκυροδέτησης όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Οι διαμήκεις ράβδοι αγκυρώνονται στις πλάκες με τη χρήση εποξειδικής ρητίνης ή συνεχίζονται μέσα από αυτές με το διάνοιγμα οπών. Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι και το γεγονός ότι η θεμελίωση δεν απαιτεί σημαντική ενίσχυση, ενώ επιθυμητό είναι ο μανδύας να συνεχίζεται από όροφο σε όροφο για την αποφυγή προβλημάτων μαλακού ορόφου.

3. ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΒΛΑΜΜΕΝΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

(α) για απλή ρηγμάτωση

Στην περίπτωση αυτή το υποστύλωμα έχει υποστεί κάποιες ρωγμές επιφανειακές, οι οποίες συγκολλούνται με τη χρήση εποξειδικής ρητίνης.

(β) για σημαντική τοπική βλάβη – μερική αποδιοργάνωση του σκυροδέματος του υποστύλωματος

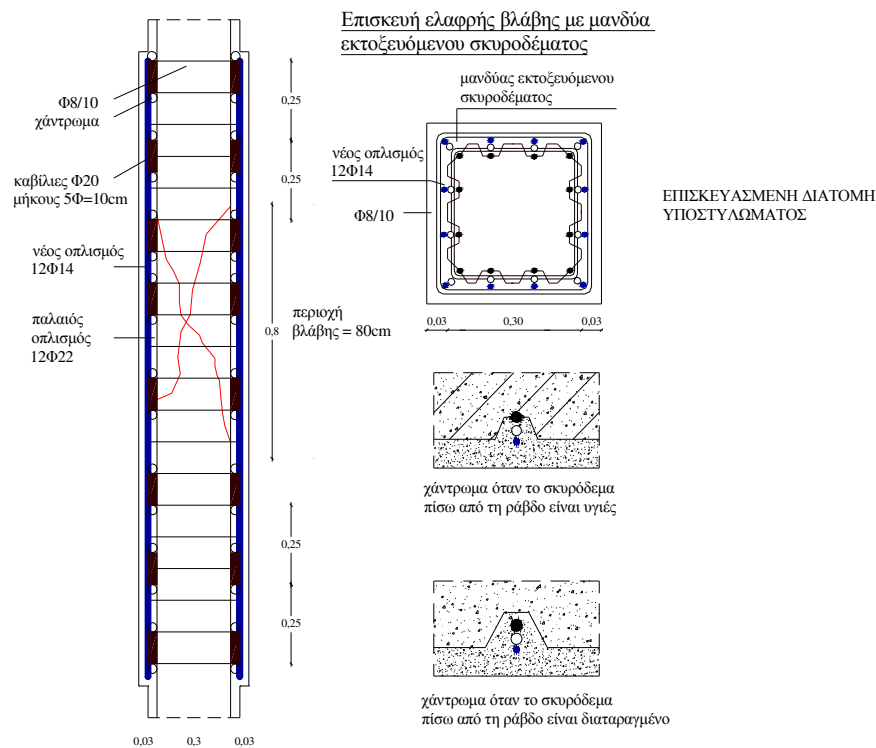
Στην περίπτωση αυτή επισκευάζουμε ως εξής:

Αρχικά γίνεται άμεση υποστύλωση του βλαμμένου μέλους με πρόσθετα προσωρινά στοιχεία τα οποία παραλαμβάνουν ένα μέρος ή το σύνολο των φορτίων καταπόνησης του. Η υποστύλωση πρέπει να γίνεται οπωσδήποτε στον όροφο του βλαμμένου υποστύλωματος. Ωστόσο όταν αυτή γίνεται σε περισσότερους ή και σε όλους τους ορόφους δημιουργεί ευνοϊκότερη κατάσταση στο πρόβλημα της κατανομής των φορτίων στα άλλα υγιή στοιχεία του φέροντος οργανισμού.

Ακολουθεί καθαίρεση του σκυροδέματος που έχει αποδιοργανωθεί, στις γωνίες και περιμετρικά του υποστύλωματος κατά 2-3 cm για την αποκάλυψη του κατακόρυφου οπλισμού από τον πυθμένα της δοκού οροφής έως το λαιμό του πέδιλου.

Με την ολοκλήρωση των παραπάνω διαδικασιών ξεκινά το στάδιο αποκατάστασης της βλάβης που περιλαμβάνει τη τοποθέτηση και συγκόλληση του νέου οπλισμού και πυκνών κλειστών συνδετήρων. Ο οπλισμός και οι συνδετήρες που τοποθετούνται θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο 1Φ14 ανά 15 cm και Φ8/10 αντίστοιχα. Για την τοποθέτηση του νέου οπλισμού χρησιμοποιούνται παρεμβλήματα σύνδεσης (καβίλιες). Στα υποστύλωματα χρειάζεται επιπλέον προσοχή, ώστε να μη λείπουν οι συνδετήρες στον πόδα και την κεφαλή, ενώ στον κορμό πρέπει να είναι καλά δεμένοι ώστε να μην ξεγλιστρούν.

Τέλος λαμβάνει χώρα η διάστρωση σκυροδέματος, έκχυτου ή εκτοξευόμενου, για τη δημιουργία του μανδύα ή και έτοιμου κονιάματος σε σακιά. Οι μανδύες αυτής της μορφής είναι κλειστοί τοπικοί μανδύες κεφαλής – ποδός. Το πάχος τους θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 cm για την περίπτωση έκχυτου και 3 cm για εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, ενώ το μήκος τους πρέπει να είναι τουλάχιστον κατά 1.5b μεγαλύτερο πάνω και κάτω από το μήκος στο οποίο το υποστύλωμα είναι βλαμμένο, όπου b είναι η μεγαλύτερη διάσταση του υποστύλωματος. Μέσα στα πρόσθετα αυτά μήκη γίνεται πυκνή συγκόλληση των νέων οπλισμών πάνω στους παλαιούς, η οποία συνεχίζεται και στο βλαμμένο τμήμα.



(γ) για σημαντική βλάβη – πλήρης αποδιοργάνωση του υποστρώματος

Στην περίπτωση αυτή η διαδικασίες επισκευής της βλάβης έχουν ως εξής:

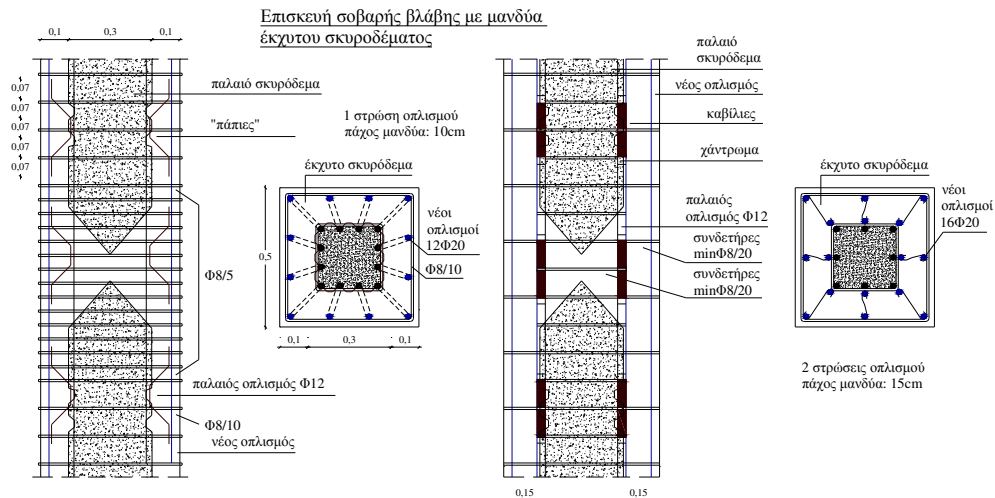
Αρχικά γίνεται η τοποθέτηση των πρόσθετων στοιχείων υποστώλωσης του κατακόρυφου μέλους και ακολουθεί η πλήρης καθαίρεση όλου του τμήματος του υποστρώματος που έχει αποδιοργανωθεί, σε ύψος τουλάχιστον 30 cm.

Στη συνέχεια πραγματοποιούνται οι διαδικασίες αποκατάστασης του τμήματος οι οποίες περιλαμβάνουν έλεγχο του κατά μήκος οπλισμού, ενίσχυση του αν απαιτείται και προσθήκη πυκνών συνδετήρων. Στο τμήμα της βλάβης οι συνδετήρες που τοποθετούνται είναι κατ' ελάχιστον Φ8/5, και στο υπόλοιπο ύψος του υποστρώματος Φ8/10.

Η συγκόλληση του νέου οπλισμού πάνω στον παλιό μπορεί να γίνει με παρεμβλήματα (καβίλιες) ή πρόσθετα τεμάχια ('πάπιες'). Η διατομή της 'πάπιας' πρέπει να είναι minΦ10.

Ακολουθεί η τοποθέτηση του ξυλότυπου ώστε να γίνει η σκυροδέτηση του μανδύα. Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει διάστρωση έκχυτου ή εγκιβωτισμένου σκυροδέματος (pre – racked concrete) ή και έτοιμου κονιάματος σε σακιά. Το πάχος του μανδύα θα είναι 10 cm για μια σειρά οπλισμών και 15 cm για δύο σειρές οπλισμών. Ενδείκνυται υπό προϋποθέσεις και η χρησιμοποίηση ρευστοποιητικών.

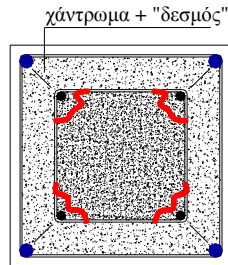
Οι βλάβες αυτές στα υποστρώματα θεωρούνται σοβαρές και εμφανίζονται στη μέση του ύψους τους περίπου. Οφείλονται συνήθως σε δευτερεύοντες λόγους όπως ύπαρξη ισχυρών τοιχοδομών που καλύπτουν το μισό ύψος του υποστρώματος, ανεπαρκής όπλιση, ελαφρές κρούσεις κ.α. Στις περιπτώσεις αυτές εφαρμόζεται η τεχνική με πλήρεις κλειστούς μανδύες. Οι μανδύες αυτοί πρέπει να καλύπτουν μήκος πάνω και κάτω από την περιοχή της βλάβης τουλάχιστον ίσο με δύο φορές το πλάτος του υποστρώματος και να πληρούν των οπλισμών που ισχύουν και για τους κλειστούς μανδύες κεφαλής – ποδός.



(δ) βλάβη σε όλο το ύψος του υποστυλώματος

Στην περίπτωση αυτή επισκευάζουμε το υποστύλωμα με την κατασκευή μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος κατά τον ίδιο τρόπο που περιγράφεται για τοπική βλάβη και μερική αποδιοργάνωση του σκυροδέματος.

Για βλάβες σε όλο το ύψος του υποστυλώματος, συνίσταται η κατασκευή κλειστών γενικών μανδύων. Οι γενικοί μανδύες των υποστυλωμάτων πρέπει να προεκτείνονται πάνω και κάτω στους ανερχόμενους ορόφους και οι νέοι οπλισμοί να αγκυρώνονται πλήρως. Σε περίπτωση όπου έχουμε υποστύλωμα ισογείου με βλάβη τότε οι μανδύες πρέπει να προεκτείνονται και στα πέδιλα. Συνιστώνται προεκτάσεις τουλάχιστον ίσες με δύο φορές το πλάτος του υποστυλώματος, καθώς επίσης και η τήρηση των παρακάτω ελαχίστων:



νέοι οπλισμοί

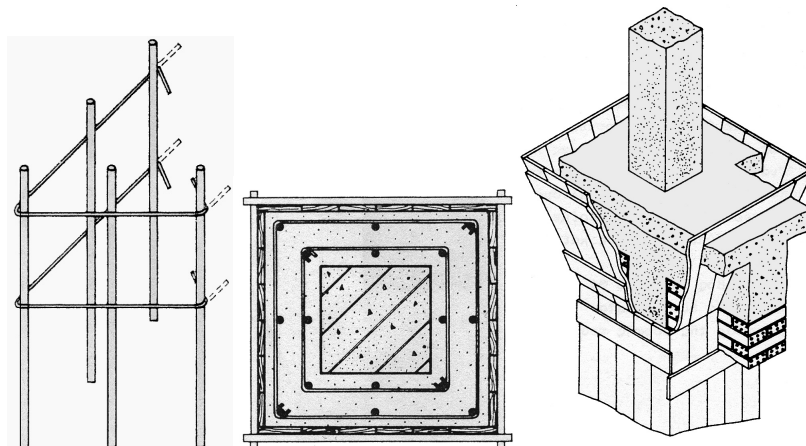
min 8Φ/14
min συνδετήρες Φ8/150

εκτοξευόμενο σκυρόδεμα: ελάχιστο πάχος t=50mm
έκχυτο σκυρόδεμα: ελάχιστο πάχος t=70 - 100mm

Κλειστός Γενικός Μανδύας


3.1 ΑΜΕΣΟΣ ΜΑΝΔΥΑΣ ΣΠΑΣΜΕΝΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ

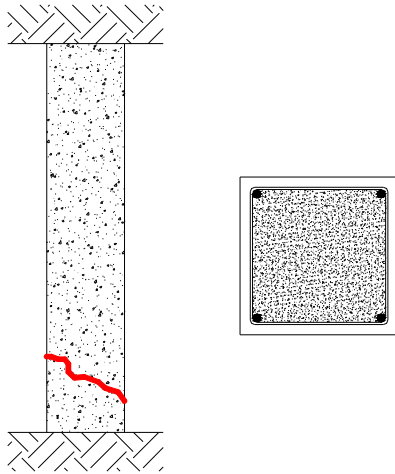
Η μέθοδος αυτή συνίσταται στη χύτευση ενός μανδύα από οπλισμένο σκυρόδεμα γύρω από το βλαμμένο υποστύλωμα ενδεχομένως δε με τσιμέντα ταχείας πήξεως. Για τον οπλισμό του μανδύα θα χρησιμοποιηθούν δύο κλωβοί οπλισμού, ένας εσωτερικός παρά την περίμετρο του υφιστάμενου υποστυλώματος και ένας εξωτερικός. Ο κάθε κλωβός οπλισμού θα συντίθεται καταρχήν από δύο τμήματα σχήματος ορθής γωνίας της μορφής του σκαριφήματος.



Οι κλωβοί θα τοποθετούνται όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, θα δένονται ισχυρά οι συνδετήρες μεταξύ των τμημάτων του κάθε κλωβού. Οι θέσεις σύνδεσης των συνδετήρων για τον εσωτερικό και τον εξωτερικό κλωβό διατάσσονται εναλλάξ. Η σκυροδέτηση της ενίσχυσης θα γίνεται κατά τμήματα ύψους περίπου 0.50 m με ξυλότυπο ύψους 0.60 m περίπου και με ενδεχόμενη χρήση τσιμέντου ταχείας πήξεως, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη ταχύτητα σκυτοδέτησης του υποστυλώματος. Για το τελευταίο υψηλότερο τμήμα θα διατηρηθεί η πλάκα ενώ η σκυροδέτηση θα γίνει από τον επόμενο όροφο με ενδεχόμενη ενσωμάτωση και τουβλοδομών αν υπάρχουν και είναι τυχόν επικίνδυνο να αφαιρεθούν.

3.2 ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

 **Επισκευή / Ενίσχυση υποστυλώματος με βλάβη τοπικού βαθμού 'B'**



Υλικά που χρησιμοποιούνται : σκυρόδεμα B160, χάλυβας X I
 Διατομή : 40/40, 4Φ20, συνδετήρες Φ8/20

Εντατικά μεγέθη: λειτουργία $N \cong 50.0$ tn, σεισμός $Q \cong 5.0$ tn
 ροπές Μπάνω $\cong 4.0$ tnm, Μκάτω $\cong 8.0$ tnm

Έλεγχος όπως είναι:

$$\text{επιτρεπόμενο } \frac{\sigma_b}{\sigma_c} = 1.2 * 70/1400, \frac{\tau_{o1}}{\tau_{o2}} = 1.2 * 6/16$$

- πάνω κάμψη (με αξονική):
 $\gamma \cong 0.20$ (μικρή εκκεντρότητα), $ye/d \cong 0.40$ και $\sigma_{ber} / \sigma_{bo} \cong 2.70$
 $\Rightarrow \mu_o \cong \mu_o' \cong 0.4\%$
 $\Rightarrow Fe \cong Fe' \cong 6.4 \text{ cm}^2$ οπότε υπ. 2 + 2Φ20, άρα *ΕΝΤΑΞΕΙ*
- κάτω κάμψη (με αξονική):
 $\gamma \cong 0.40$ (μικρή εκκεντρότητα), $ye/d \cong 0.40$ και $\sigma_{ber} / \sigma_{bo} \cong 2.70$
 $\Rightarrow \mu_o \cong \mu_o' \cong 0.6\%$
 $\Rightarrow Fe \cong Fe' \cong 9.6 \text{ cm}^2$ οπότε υπ. 2 + 2Φ20, άρα απαιτείται *ΕΝΙΣΧΥΣΗ*
- διάτμηση: $\tau_{max} \cong 3.0 \text{ kg/cm}^2$

Επέμβαση:

Ενέσεις στις ρωγμές και κλειστός τοπικός μανδύας από έκχυτο σκυρόδεμα B225, πάχους 10 cm και πρόσθετος οπλισμός X III.

Γίνεται επανέλεγχος της υπάρχουσας διατομής αγνοώντας τον μανδύα, αλλά για να ληφθεί υπόψη η ευνοϊκή επιρροή της τριαξονικότητας το σκυρόδεμα θεωρείται καλύτερης ποιότητας (πρακτικώς B160 \Rightarrow B225).

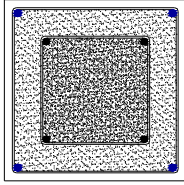
$\gamma \cong 0.40$ (μικρή εκκεντρότητα), $ye/d \cong 0.40$ και $\sigma_{βεπ} / \sigma_{bo} \cong 3.45$

$\Rightarrow \mu_o \cong \mu_o' \cong 0.4\%$

οπότε υπ. 2 + 2Φ20, άρα *ΕΝΤΑΞΕΙ*

$\Rightarrow Fe \cong Fe' \cong 6.4 \text{ cm}^2$

Σκαρίφημα Επέμβασης



σκυρόδεμα B225
χάλυβας X III
οπλισμός 4Φ20
συνδετήρες Φ10/10


πάχος μανδύα: 100mm
ύψος μανδύα: min 800mm

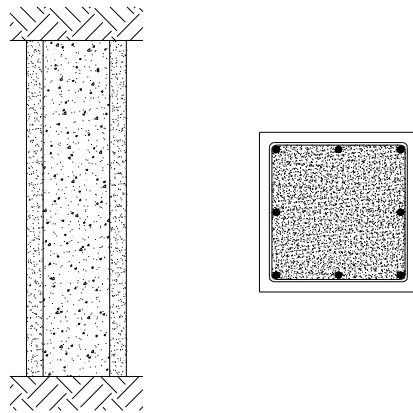
Νέοι οπλισμοί:

κατά μήκος - σιδερένιοι δεσμοί, πάνω - ανακάμψεις, κάτω - πακτώσεις

πάκτωση: αγκύρωση μέσα σε 'φωληγές'

(Προετοιμασία Διεπιφανειών, Ποιοτικοί Έλεγχοι, Προσεκτική Συντήρηση)

 **Επισκενή / Ενίσχυση υποστυλώματος με γενικό κλειστό μανδύα**



Υλικά που χρησιμοποιούνται : υπάρχον B225 και X I - μανδύας B300 και X III

Διατομές : αρχική 40/40, 8Φ16, συνδετήρες Φ8/20 - τελική 60/60

Εντατικά μεγέθη: λειτουργία $N \cong 80.0 \text{ tn}$, σεισμός $Q \cong 8.0 \text{ tn}$

ροπές $M_{πάνω} \cong 10.0 \text{ tnm}$, $M_{κάτω} \cong 14.0 \text{ tnm}$

Έλεγχος τελικής διατομής

(α) για οπλισμό παλαιό και νέο, X I και σκυρόδεμα B225

$\gamma_{n,M/N} \cong 0.80$ και $\gamma_{n,Q} \cong 0.80$

$\Rightarrow N_{\text{υπολ}} \cong 100.0 \text{ t}$ $M_{\text{υπολ,πάνω}} \cong 12.5 \text{ tnm}$ $M_{\text{υπολ,κάτω}} \cong 17.5 \text{ tnm}$ $Q_{\text{υπολ}} \cong 10.0 \text{ t}$

• κάμψη (με αξονική):

$\gamma \cong 0.30$ (μικρή εκκεντρότητα), $ye/d \cong 0.40$ και $\sigma_{βεπ} / \sigma_{bo} \cong 3.90$

$\Rightarrow \mu_o \cong \mu_o' \cong 0.4\%$

οπότε υπ. 3Φ16, πρ. 3Φ20

$\Rightarrow Fe \cong Fe' \cong 14.4 \text{ cm}^2$

- διάτμηση: $\tau_{\max} \cong 3.5 \text{ kg/cm}^2$ οπότε συνδ. Φ8/15

Έλεγχος τελικής διατομής

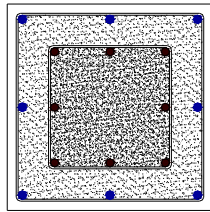
(β) για οπλισμό μόνο νέο, X III και σκυρόδεμα B225

$\gamma_{n,M/N} \cong 1.00$ και $\gamma_{n,Q} \cong 0.80$

$\Rightarrow N_{\text{υπολ}} \cong 80.0 \text{ t}$ $M_{\text{υπολ,πάνω}} \cong 10.0 \text{ tm}$ $M_{\text{υπολ,κάτω}} \cong 14.0 \text{ tm}$ $Q_{\text{υπολ}} \cong 10.0 \text{ t}$

- κάμψη (με αξονική):
 $\gamma \cong 0.30$ (μικρή εκκεντρότητα), $ye/d \cong 0.45$ και $\sigma_{\text{βερ}} / \sigma_{\text{βο}} \cong 4.90$
 $\Rightarrow \mu_0 \cong \mu_0' \cong 0.4\%$
 $\Rightarrow Fe \cong Fe' \cong 14.4 \text{ cm}^2$ οπότε πρ. 3Φ20
- διάτμηση: $\tau_{\max} \cong 3.5 \text{ kg/cm}^2$ οπότε συνδ. Φ8/15

Σκαρίφημα Επέμβασης



σκυρόδεμα B300
 χάλυβας X III
 οπλισμός 8Φ20
 συνδετήρες Φ8/15

πάχος μανδύα: 100mm
 ύψος μανδύα: ολόκληρο το υποστύλωμα

Νέοι οπλισμοί:

κατά μήκος - σιδερένιοι δεσμοί, πάνω - πακτώσεις, κάτω - πακτώσεις

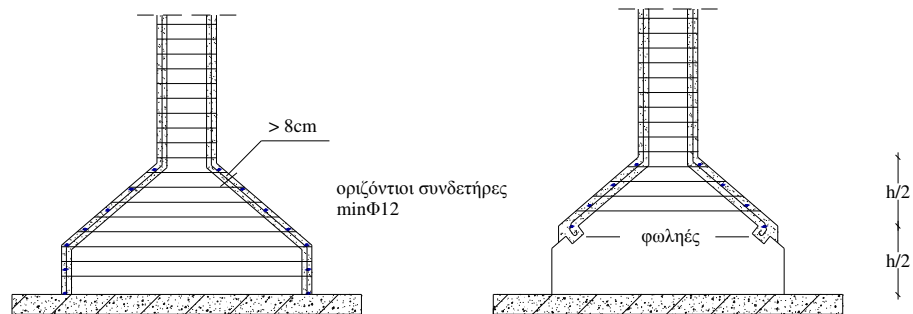
πάκτωση: αγκύρωση μέσα σε 'φωληρές' ή εναλλακτικά προέκταση μανδύα κατά 1.0 m

(Προετοιμασία Διεπιφανειών, Ποιοτικοί Έλεγχοι, Προσεκτική Συντήρηση)

4. ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΠΕΔΙΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

Όταν το υποστύλωμα του κατώτερου ορόφου ενισχύεται με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος, είναι σκόπιμο ο ίδιος ο μανδύας να περιβάλλει και το πέδιλό του. Ο μανδύας του πέδιλου πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το μισό ύψος του πεδίου και να περιλαμβάνει κλειστούς οριζόντιους συνδετήρες κατ' ελάχιστο Φ12/10 όπως φαίνεται στα παρακάτω σκαριφήματα.

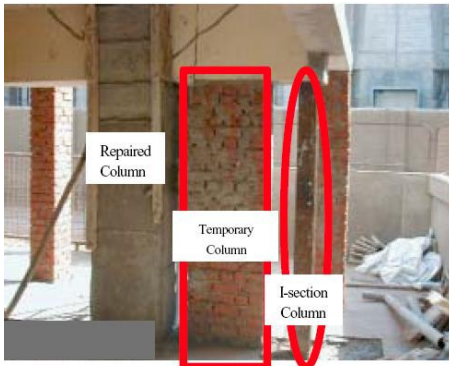
Μανδύας πεδίου από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα



5. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται μια δημοσιευμένη αναφορά των καθηγητών S. Pareek, Y. Hayashi και S. Sawada, και παρουσιάζει τη διαδικασία ενίσχυσης ορισμένων βλαμμένων κατασκευών στην πόλη Ahemadabad, μετά από έντονη σεισμική φόρτιση.

Η ομάδα αποτίμησης των βλαβών επισκέφτηκε τις πληγέντες περιοχές, σχεδόν 45 ημέρες μετά το σεισμό, όπου τα έργα επισκευής και ενίσχυσης των κτιρίων είχαν ήδη ξεκινήσει. Στην φωτογραφία 34.1 φαίνεται μια από τις πιο συνήθεις διαδικασίες επισκευής με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος, η οποία αφορά τα υποστυλώματα του πρώτου ορόφου του κτιρίου. Όπως αναφέρθηκε στις προηγούμενες παραγράφους γίνονται οι διαδικασίες υποστυλώσεως των υποστυλωμάτων του ισόγειου με μεταλλικές υποστυλώσεις σχήματος I μεταξύ του πρώτου πατώματος και των δοκών του δεύτερου πατώματος. Επίσης ανυψώνονται προσωρινά υποστυλώματα από οπτοπλινθοδομή και τελικά έχουμε την ολοκληρωτική επισκευή των βλαμμένων υποστυλωμάτων με τη χρήση μανδύων.



φωτογραφία 34.1



φωτογραφία 34.2

Η φωτογραφία 34.2 δείχνει τα μεταλλικά πλαίσια των υποστυλώσεων τύπου I οι οποίες τοποθετούνται στις πλευρές των υποστυλωμάτων ενός 11όροφου κτιριακού συγκροτήματος (Συγκρότημα Mansi) της πόλης Ahemadabad. Τα μεταλλικά πλέγματα προσφέρουν αντοχή έναντι κατακόρυφων φορτίων. Επιπλέον όσο μεγαλύτερα είναι τα ανοίγματα μεταξύ των μεταλλικών υποστυλώσεων I και των δοκών του δεύτερου ορόφου, τόσο μειώνεται η αποτελεσματικότητα των πλαισίων στην κατασκευή.



φωτογραφία 34.3



φωτογραφία 34.4

Σε μερικές περιπτώσεις η διαδικασία επισκευής έχει ολοκληρωθεί με την μερική εφαρμογή εκτοξευόμενου κονιάματος στα βλαμμένα υποστυλώματα του πρώτου ορόφου (φωτογραφία 34.3). Στη φωτογραφία 34.4 φαίνεται η διαδικασία αποκατάστασης των υποστυλωμάτων πρώτου ορόφου ενός 4όροφου κτιρίου μετά την επίδραση του σεισμού. Στην προκειμένη περίπτωση το παλαιό σκυρόδεμα έχει αφαιρεθεί πλήρως, η κατασκευή έχει καθαριστεί και έχει τοποθετηθεί επιπρόσθετος διαμήκης οπλισμός πριν τη κατασκευή του μανδύα από έγκυτο σκυρόδεμα. Ο διαμήκης οπλισμός έχει επεκταθεί μέχρι το πέδιλο του υποστυλώματος έτσι ώστε να αυξήσει την φέρουσα ικανότητα του υποστυλώματος κατά το δυνατόν (φωτογραφία 34.5).



φωτογραφία 34.5



φωτογραφία 34.6

Επίσης όπως φαίνεται στη φωτογραφία 34.6 η σύνδεση του οπλισμού του υποστυλώματος πρώτου ορόφου και της δοκού του δεύτερου πατώματος είναι ανεπαρκής, πράγμα που οφείλεται στον αδύναμο κόμβο δοκού – υποστυλώματος.

6. ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΟΥ ΔΟΚΟΥ-ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΜΑΝΔΥΑ Ο.Σ

Στη παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τα πειραματικά αποτελέσματα μιας μελέτης που αφορά τη σεισμική ενίσχυση κόμβου υποστυλώματος – δοκού, η οποία πραγματοποιήθηκε από τους καθηγητές Shyh-Jiann Hwang και Wu-Wei Kuo για το Τμήμα Δομικών Κατασκευών του Πανεπιστημίου Τεχνολογίας και Επιστήμης της Ταϊβάν. Η τεχνική ενίσχυσης που μελετάται αποσκοπεί στο να βελτιώσει ανεπαρκείς λεπτομέρειες μιας κατασκευής, όπως είναι η ελλιπής εγκάρσια ενίσχυση του κόμβου και η ανεπαρκής διατμητική αντοχή του.

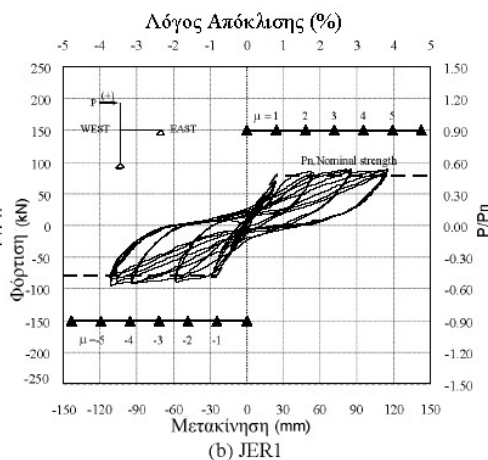
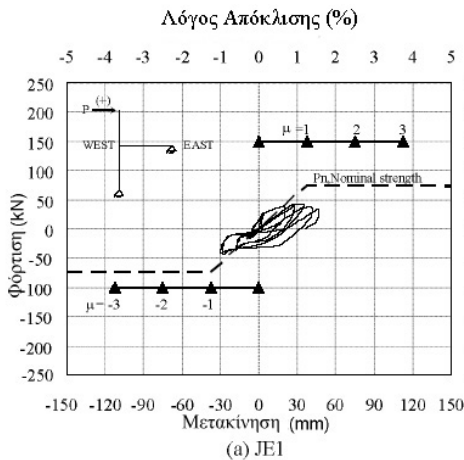
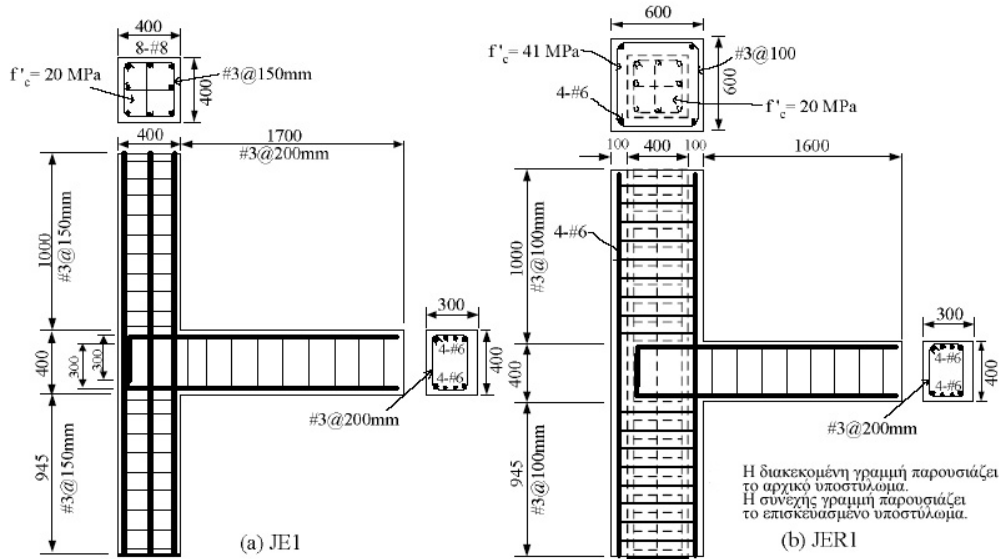
Συνοπτικά και σημαντικά ευρήματα της πειραματικής διαδικασίας

Δύο ενισχυμένοι εξωτερικοί κόμβοι δοκού – υποστυλώματος από σκυρόδεμα έχουν ελεγχθεί. Ο ένας κόμβος είναι αυτός που έχει προκύψει από την υπάρχουσα κατασκευή και ο άλλος έχει επισκευαστεί με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος. Η διαμόρφωση και οι λεπτομέρειες για κάθε ένα δοκίμιο παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα. Η αντοχή του σκυροδέματος είναι 20 MPa και για τους δύο κόμβους, αλλά για τον μανδύα είναι 41 MPa.

Για το αρχικό δοκίμιο JE1 διαπιστώνεται ανεπαρκής διατμητική αντοχή του κόμβου και απώλεια κλειστών συνδετήρων. Το αρχικό δοκίμιο JE1 παρουσιάζει μηχανισμό διατμητικής αστοχίας του κόμβου. Η εφελκυστική αντοχή της δοκού δεν αναπτύχθηκε ποτέ, υποδηλώνοντας έτσι ανεπαρκή αντοχή του κόμβου για το δείγμα JE1. Το δοκίμιο JER1 έχει ενισχυθεί με την προσθήκη μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος που έχει πάχος 100 mm για κάθε πλευρά του υποστυλώματος. Ο μανδύας περιλαμβάνει την προσθήκη επιπλέον διαμήκους χαλύβδινου οπλισμού σε

όλο το μήκος του υποστυλώματος και μέσα στην υπάρχουσα πλάκα. Αγκυρώσεις δεν υπάρχουν στην διεπιφάνεια παλαιού και νέου σκυροδέματος.

Τα παρακάτω διαγράμματα δείχνουν την απόκριση φορτίου – μετακίνησης για τα δοκίμια JE1 και JER1, όπου φαίνεται ότι το βελτιωμένο δείγμα JER1 αναπτύσσει μεγαλύτερη αντοχή και περισσότερο πλάστιμη συμπεριφορά από το πρωτότυπο δοκίμιο JE1. Τα αποτελέσματα του ελέγχου δείχνουν ότι η διατμητική αντοχή του μη πλάστιμου κόμβου είναι αισθητά βελτιωμένη με τη χρήση μανδύα.



7. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Τα υποστυλώματα οπλισμένου σκυροδέματος αποτελούν ίσως τα περισσότερο καταπονούμενα μέλη μιας κατασκευής τα οποία υφίστανται φθορές και βλάβες. Η παρούσα εργασία καταδεικνύει την ανάγκη επισκευής και ενίσχυσης τους από βλάβες που οφείλονται κυρίως σε σεισμικές φορτίσεις, με την εφαρμογή της τεχνικής των μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος. Παρουσιάζονται διάφορες τεχνικές που έχουν εφαρμοστεί τα τελευταία χρόνια τόσο στον Ελληνικό, όσο και στο διεθνή χώρο καθώς και συγκεκριμένα αριθμητικά παραδείγματα που μας βοηθούν να κατανοήσουμε καλύτερα τον τρόπο που γίνεται η επέμβαση και το είδος ενίσχυσης που απαιτείται κάθε φορά.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Επισκευές Κτιρίων Με Βλάβες Από Σεισμό**
Γιάννης Γ. Ζάχος – Γρ. Φούντας, Πολιτικοί Μηχανικοί Ε.Μ.Π
2. **Συστάσεις Για Τις Επισκευές Κτιρίων Βλαμμένων Από Σεισμό**
Έκδοση 7^η – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
3. **Συστάσεις Και Πρακτικοί Κανόνες Για Τον Επανάλεγο Επισκευασμένων / Ενισχυμένων Υποστυλωμάτων Από Οπλισμένο Σκυρόδεμα**
Μ. Π. Χρονόπουλος – Εργαστήριο Ο.Σ / Ε.Μ.Π
4. **Ενισχύσεις / Επισκευές Κατασκευών Από Οπλισμένο Σκυρόδεμα**
Σ. Η. Δρίτσος, Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
5. **Jacketing Of Prefabricated Columns**
Α. Ilki, Κ. Darilmaz, Ι. Bakan, Μ. Zorbozan, Ε. Yuksel, Η. Saruhan, F. Karadogan
6. **Repair – Strengthening Of Columns By A Simple Localised Strengthening Technique**
Μ. Frangou, Κ. Pilakoutas, University of Sheffield, England
S. Dritsos, University of Patras, Patras, Greece
7. **Deterioration Maintenance, And Repair Of Structures**
Sidney M. Johnson – McGraw / Hill Book Company
8. **Recent Advances In Seismic Retrofit Of RC Structures In Taiwan**
Shyh-Jiann Hwang and Wu-Wei Kuo, Department Of Construction Engineering,
National Taiwan University of Science and Technology, Taipei, Taiwan
9. **Building Materials And Repair And Strengthening Methods Of Earthquake Damaged RC Structures**
S. Pareek, Y. Hayashi and S. Sawada