

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ ΔΟΚΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

ΣΤΑΘΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται οι τεχνικές επισκευής και ενίσχυσης κόμβων δοκών υποστυλωμάτων, των πλέον ευπαθών περιοχών σε κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος. Γίνεται μια αναφορά σε όλες τις παραπάνω τεχνικές και παρουσιάζονται δύο πειραματικές εργασίες που αφορούν την ενίσχυση με μανδύες οπλισμένου εκτοξευόμενου σκυροδέματος και με τη χρήση επικολλητών φύλλων από ίνες άνθρακα. Τέλος γίνεται μία σύγκριση των τεχνικών ενίσχυσης με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος και με επικολλητά φύλλα από ινοπλισμένα πολυμερή.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κοινές περιοχές διασταυρούμενων στοιχείων, σε μια ολόσωμη κατασκευή, ονομάζονται κόμβοι. Όταν το εμβαδόν των περιοχών αυτών είναι περιορισμένο, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της διασταύρωσης γραμμικών στοιχείων (δοκοί-υποστυλώματα), είναι απαραίτητος ο έλεγχος της διατμητικής αντοχής τους, αλλά και των συνθηκών αγκύρωσης των οπλισμών των διασταυρούμενων στοιχείων μέσα στις περιοχές αυτές. Για να μπορέσουν τα στοιχεία μιας ολόσωμης κατασκευής να αναπτύξουν τις αντοχές τους πρέπει να αποκλειστεί η πρόωρη αστοχία των κόμβων σύνδεσης τους. Πρέπει εξαρχής να τονιστεί ότι η αντίληψη πως η εντατική κατάσταση στους κόμβους, που έχουν διαστάσεις ίσες ή μεγαλύτερες από τα στοιχεία που συνδέουν, δεν είναι κρίσιμη και δεν απαιτεί ιδιαίτερους ελέγχους είναι εσφαλμένη, ιδιαίτερα όταν οι κόμβοι καταπονούνται με ένταση σεισμικής προέλευσης. Ωστόσο, η πρακτική της διαστασιολόγησης, τόσο διεθνώς, όσο και στη χώρα μας, στηριζόταν μέχρι τη δεκαετία του '70 στην προηγούμενη εσφαλμένη αντίληψη. Η έρευνα της συμπεριφοράς των κόμβων, με έμφαση στο πρόβλημα της ανακυκλιζόμενης έντασης, που άρχισε στα τέλη της δεκαετίας του '60 έχει φθάσει σήμερα στο επίπεδο της διατύπωσης αξιόπιστων και πειραματικά τεκμηριωμένων κανόνων διαστασιολόγησης και κατασκευαστικής διαμόρφωσης, οι οποίοι ενσωματώθηκαν στους σύγχρονους κανονισμούς. Για αυτό λοιπόν προέκυψε η ανάγκη ανάπτυξης τεχνικών επισκευής αλλά και ενίσχυσης για τους κόμβους υφιστάμενων κτιρίων μελετημένων και κατασκευασμένων με την παραπάνω εσφαλμένη αντίληψη. Σημειώνεται ότι κάθε ρηγματώση κόμβου, έστω και πολύ μικρού ανοίγματος ρωγμών, εξετάζεται ως επικίνδυνη και αντιμετωπίζεται ως σοβαρότερη βλάβη σε σύγκριση με άλλα δομικά στοιχεία που έχουν την ίδια εικόνα ρηγματώσης. Στη βαθμονόμηση των βλαβών, οι βλάβες στους κόμβους είναι κατά μία κατηγορία υψηλότερη από αυτήν που αντιστοιχεί σε υποστυλώματα με την ίδια εικόνα ρηγματώσης.

2. ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΟΜΒΩΝ

Οι τεχνικές επισκευής κόμβων είναι ίδιες με αυτές που εφαρμόζονται και για άλλα δομικά στοιχεία. Για ελαφρές ρηγματώσεις εφαρμόζεται η τεχνική των ρητινενέσεων, ενώ για βαριές βλάβες εφαρμόζεται η τεχνική της αποκατάστασης ίσης διατομής.

Ρητινενέσεις

Οι ρητινενέσεις εφαρμόζονται σε περιπτώσεις μικρού εύρους ρηγματώσεων χωρίς

αποδιοργάνωση του σκυροδέματος και λυγισμού των ράβδων οπλισμού των υποστυλωμάτων και των δοκών. Η τεχνική αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι με την εφαρμογή της διατηρούνται οι αρχικές διαστάσεις του στοιχείου και έτσι είναι η πλέον εύκολη σε πραγματικές κατασκευές. Οι ρητίνες και ιδιαίτερα ο πιο συνηθισμένος τύπος τους οι εποξειδικές, χρησιμοποιούνται στη ρευστή τους κατάσταση για τη συγκόλληση ρωγμών πλάτους από 0,1 mm έως 3mm. Τα εποξειδικά κονιάματα χρησιμοποιούνται για τη συγκόλληση ρωγμών όταν αυτές έχουν πλάτος μεγαλύτερο των 3mm. Σε επισκευές με ρητινενέσεις έχει αποδειχθεί πειραματικά πως αποκαθίσταται πλήρως η αντοχή των κόμβων σχεδόν πλήρως η δυσκαμψία καθώς και η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας και μάλιστα μπορεί ακόμη και να αυξηθεί. Παρά τα παραπάνω, όμως, επιθυμητά αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή της τεχνικής των ρητινενέσεων η αποκατάσταση της συνάφειας μεταξύ χάλυβα και σκυροδέματος με εποξειδική ρητίνη δεν θα πρέπει να θεωρηθεί αξιόπιστη και ως εκ τούτου συνιστάται η παράλληλη επέμβαση με κάποια από τις τεχνικές ενίσχυσης.[1],[4]

Αποκατάσταση ίσης διατομής

Η τεχνική αυτή όπως αναφέρθηκε εφαρμόζεται σε κόμβους με υψηλό βαθμό βλάβης, δηλαδή συντριβή του σκυροδέματος, διάρρηξη των συνδετήρων και λυγισμό των διαμήκων ράβδων. Στην περίπτωση αυτή καθαιρείται το αποδιοργανωμένο σκυρόδεμα στον κόμβο και σε τμήματα των κρίσιμων περιοχών των υποστυλωμάτων και των δοκών, τοποθετούνται με συγκόλληση νέοι διαμήκεις ράβδοι οπλισμού σε όποιους οπλισμούς έχει διαπιστωθεί λυγισμός, τοποθετούνται πρόσθετοι συνδετήρες και τελικώς αποκαθίσταται το καθαιρούμενο σκυρόδεμα με νέο. Με τον τρόπο αυτό παραμένουν σταθερές και μετά την επισκευή οι διατομές που είχαν αρχικά τα δομικά στοιχεία. Πρέπει να αναφερθεί εδώ πως τις περισσότερες φορές η αποκατάσταση του κόμβου με την παραπάνω τεχνική, περιλαμβάνει και την διόρθωση ελλατωμάτων στην όπλιση. Συνεπώς θα έπρεπε να θεωρείται μάλλον ως τεχνική ενίσχυσης παρά ως επισκευή.

Σε επισκευές με αποκατάσταση ίσης διατομής, όπου περιλαμβάνονται και διορθωτικές παρεμβάσεις στην όπλιση, τα χαρακτηριστικά του κόμβου μπορούν να βελτιωθούν σημαντικά. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι η αποτελεσματικότητα της τεχνικής αυξάνεται όσο χειρότερος είναι ο κόμβος.[1]

3. ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Οι βασικές μορφές ενίσχυσης κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων είναι τρεις:

- χρήση χιαστί προεντεταμένων κολάρων
- χρήση επικολλητών χαλύβδινων ελασμάτων ή φύλλων και χρήση επικολλητών φύλλων από ινοπλισμένα πολυμερή(FRP)
- κατασκευή μανδύα σκυροδέματος

Χιαστί προεντεταμένα κολάρια

Τα χιαστί κολάρια τοποθετούνται και εντείνονται με μηχανικό τρόπο περισφίγκοντας έτσι την περιοχή του κόμβου. Επίσης τοποθετούνται δύο οριζόντια κολάρια στις διατομές παρειάς των υποστυλωμάτων τα οποία συγκολλούνται πάνω στα χιαστί κολάρια σταθεροποιώντας έτσι το σύστημα περίσφυξης. Συνήθως η όλη περιοχή των κόμβων καλύπτεται με έναν μανδύα από έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα οπλισμένο με ένα

ελαφρύ ανοξείδωτο πλέγμα. Η τεχνική αυτή δεν εφαρμόζεται σε κόμβους που συντρέχουν τέσσερις δοκοί επειδή η διέλευση των χιαστί διαγωνίων στην περίπτωση αυτή είναι προβληματική και ιδιαίτερα επίπονη. Στους εξωτερικούς κόμβους λοιπόν όπου έχει εφαρμογή συνήθως η τεχνική, συνίσταται η τεχνική της «καμπούρας» δηλαδή επεκτάσεως της δοκού ή του υποστυλώματος ή και των δύο. Τα άκρα των διαμήκων οπλισμών της δοκού ή/και του υποστυλώματος αποκαλύπτονται και επί αυτών ηλεκτροσυγκολλούνται νέα τμήματα οπλισμών σε μήκος τουλάχιστον 200mm πέραν από τις εξωτερικές παρειές του κόμβου. Στην συνέχεια τοποθετούνται πυκνοί συνδετήρες S500 Φ8/50. Πειραματικά έχει αποδειχθεί ότι με την ανωτέρω μεθοδολογία επεμβάσεως βελτιώνονται σημαντικά η αντοχή, η ακαμψία η πλαστιμότητα και η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας.[1]

Χρήση επικολλητών χαλύβδινων ελασμάτων ή φύλλων και χρήση επικολλητών φύλλων από ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)

Τα ελάσματα προεκτείνονται εκατέρωθεν του κόμβου, στις συντρέχουσες δοκούς και τα υποστυλώματα, σε μήκος τουλάχιστον ίσο με το αντίστοιχο πλάτος του κόμβου. Συνήθως χρησιμοποιούνται λεπτά χαλύβδινα ελάσματα πάχους 1-1,5mm με όριο διαρροής που κυμαίνεται από 240 έως 400MPa. Το πάχος των ελασμάτων ενίσχυσης πρέπει να είναι μικρό για να αποφεύγεται η πρόωρη αστοχία στην διεπιφάνεια επικόλλησης του ελάσματος. Τα ελάσματα επικολλούνται σε μία ή περισσότερες στρώσεις σε συνεχή σύνδεση χρησιμοποιώντας κυρίως εποξειδική κόλλα. Φυσικά η σύνδεση των ελασμάτων με τον κόμβο δεν επαφίεται μόνο στην κόλληση με εποξειδική κόλλα αλλά χρησιμοποιούνται και πρόσθετα στοιχεία αγκύρωσης όπως βίδες ή ντίζες που συσφίγγουν τα ελάσματα των απέναντι παρειών. Με την τεχνική αυτή αυξάνεται η διατμητική αντοχή και η πλαστιμότητα του κόμβου κυρίως με τη χρησιμοποίηση κυματοειδών ελασμάτων. Επίσης έχει το πλεονέκτημα της εύκολης εφαρμογής και του χαμηλού κόστους. Κύρια αδυναμία της τεχνικής βρίσκεται ακριβώς στην περιοχή αγκύρωσης των άκρων των ελασμάτων. Η πρόωρη αστοχία των άκρων με απόσχιση στη γειτονική προς το έλασμα περιοχή σκυροδέματος οφείλεται στην υψηλή συγκέντρωση τάσεων στην περιοχή. Επομένως θα πρέπει να γίνεται έλεγχος για την εξασφάλιση επαρκούς μήκους αγκύρωσης πέραν της περιοχής που απαιτείται ενίσχυση και έλεγχος της συγκέντρωσης καμπτικών και διατμητικών τάσεων στην περιοχή των άκρων, λόγω της ασυνέχειας του επικολλητού ελάσματος.[1]

Η χρήση επικολλητών φύλλων από ινοπλισμένα πολυμερή (FRP) αποτελεί ουσιαστικά την εξέλιξη των χαλύβδινων ελασμάτων στον τομέα της ενίσχυσης των κατασκευών. Τα ινοπλισμένα πολυμερή αποτελούνται από ίνες άνθρακα ή γυαλιού και σπανιότερα από ίνες αραμιδίου. Στο εμπόριο κυκλοφορούν σε μορφή ελασμάτων πάχους 1,2mm και 1,5mm και πλάτους 5 έως 10mm ή σε μορφή υφασμάτων. Τα φύλλα επικολλώνται με εποξειδική ρητίνη όχι μόνο στον κόμβο αλλά και στα συντρέχοντα υποστυλώματα και δοκούς. Η κλίση των ινών είναι συνήθως 0, 45, 90. Θεωρητικά οι ίνες θα πρέπει να τοποθετούνται κάθετα στις πιθανές ρωγμές. Πρακτικά όμως αυτό είναι ιδιαίτερα δύσκολο με αποτέλεσμα να τοποθετούνται κάθετα στον άξονα των δομικών μελών. Η τεχνική αυτή χαρακτηρίζεται από την ευκολία εφαρμογής και το μικρό συγκριτικά με τα χαλύβδινα ελάσματα όγκο. Οι ίνες στα σύνθετα υλικά έχουν μεγάλη εφελκυστική αντοχή και μέτρο ελαστικότητας που μπορεί να είναι 30 έως 300MPa. Το βάρος τους είναι ιδιαίτερα χαμηλό, περίπου το 1/4 του χάλυβα ωστόσο δεν έχει διερευνηθεί ακόμη σε ικανοποιητικό βαθμό η ανθεκτικότητά τους σε

διάρκεια. Απαραίτητη φυσικά είναι η καλή και προσεκτική αγκύρωση με βλήτρα, πολλές φορές ενισχυμένα με μεταλλικά φύλλα στις γωνίες, ώστε να αναπτυχθεί ολόκληρη η αντοχή τους στη μικρή αυτή περιοχή. [5]

Μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος

Ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος ενίσχυσης των κόμβων είναι η κατασκευή μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος. Συνήθως ο μανδύας αυτός αποτελεί συνέχεια του μανδύα που έχει χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση του υποστρώματος. Όμως η τεχνική μπορεί να εφαρμοστεί και τοπικά μόνο στην περιοχή του κόμβου. Οι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος ανάλογα με το υλικό σκυροδέτησης διακρίνονται σε:

- Μανδύες από έγχυτο σκυρόδεμα
- Μανδύες από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα
- Μανδύες από σκυροτσιμεντόπηγμα
- Μανδύες από ειδικά σκυροδέματα ή τσιμεντοκονιάματα

ενώ ανάλογα με την έκταση της βλάβης ή πιθανούς αρχιτεκτονικούς περιορισμούς διακρίνονται σε

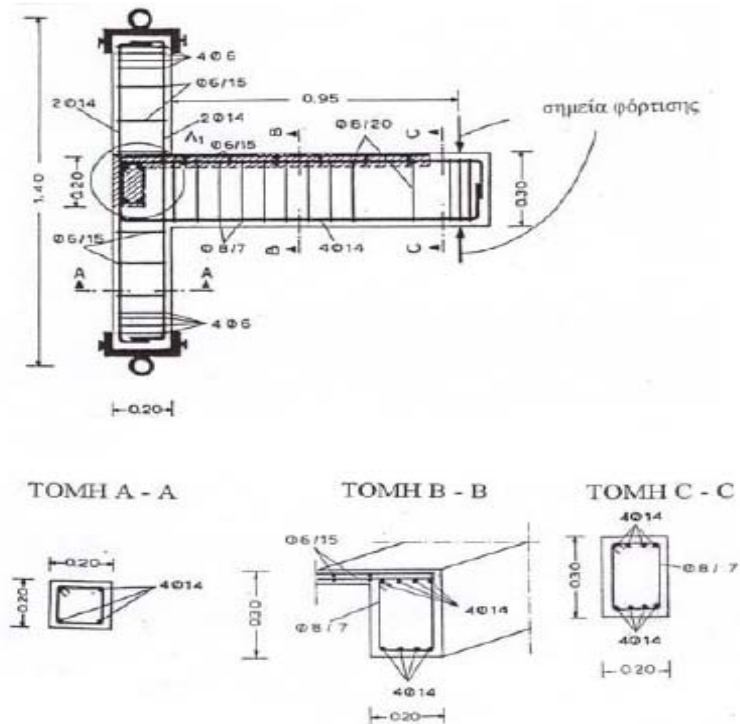
- Ολικούς μανδύες: όταν η βλάβη δεν περιορίζεται στην περιοχή του κόμβου
- Τοπικούς μανδύες: όταν η βλάβη στην περιοχή του κόμβου
- Ολόπλευρος μανδύας: περιβάλλει ολόκληρη την διατομή
- Ανοιχτούς μανδύες: δίπλευρους ή τρίπλευρους όταν κτήρια σε επαφή με το προς ενίσχυση κτήριο επιβάλουν τη χρήση τους

4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

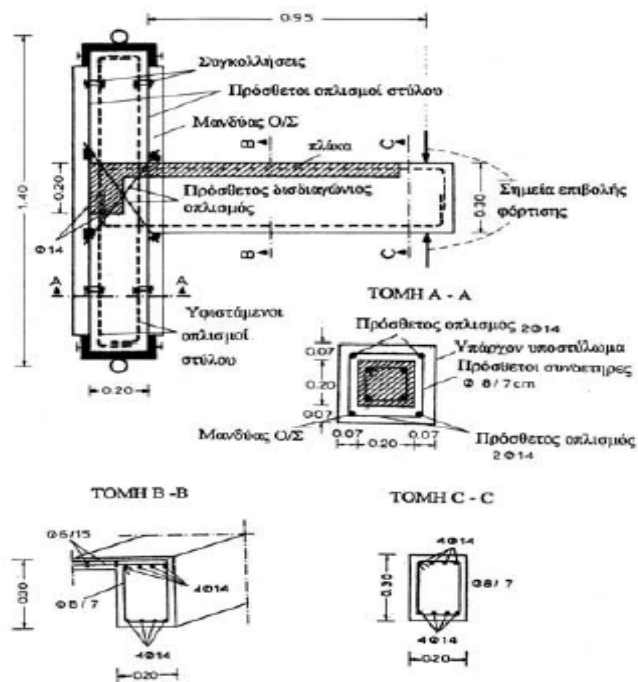
Α. Οι ευκολίες που δημιουργεί στην κατασκευή των μανδύων το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα του δίνει το προβάδισμα μεταξύ των άλλων υλικών κατασκευής μανδύων από Ο/Σ. Οι Δημήτριος Τσώνος και Ιωάννης Ρετζεπέρης εξέτασαν την αποδοτικότητα μανδύων οπλισμένου εκτοξευόμενου σκυροδέματος για την ενίσχυση κόμβων οπλισμένου σκυροδέματος.

Κατασκευάζονται τρία όμοια δομικά υποσύνολα που το καθένα περιλαμβάνει στύλους – κόμβο – δοκό – πλάκα και εγκάρσια δοκό υπό κλίμακα 1:2 και είναι σχεδιασμένα στην περιοχή των κόμβων ώστε να αστοχήσουν στις περιοχές αυτές όταν υποβληθούν σε εναλλασσόμενη φόρτιση. Τα δοκίμια είναι τα O_1 , L_1 και L_2 . Στο Σχήματα 1,2,3 φαίνονται λεπτομέρειες σχεδιασμού των δοκιμίων αυτών. Τα δοκίμια αυτά έχουν, λόγω ικανοτικού σχεδιασμού M_R μικρότερο της μονάδας, ώστε να αστοχήσουν στις περιοχές υποστρωμάτων και κόμβου. Τα δοκίμια L_1 και L_2 , ενισχύονται στις περιοχές στύλων και κόμβου, το μεν L_1 με ολόπλευρο μανδύα εκτοξευόμενου οπλισμένου σκυροδέματος, το δε L_2 με δίπλευρο μανδύα αντιπροσωπεύοντας τις ενισχύσεις στύλων και κόμβων που βρίσκονται στις γωνίες κτιρίων και εν επαφή με αυτά τα κτίρια υπάρχουν άλλα κτίρια. Τα δοκίμια L_1 και L_2 μετά τις πραγματοποιούμενες ενισχύσεις ονομάζονται GSL_1 και GSL_2 αντιστοίχως.

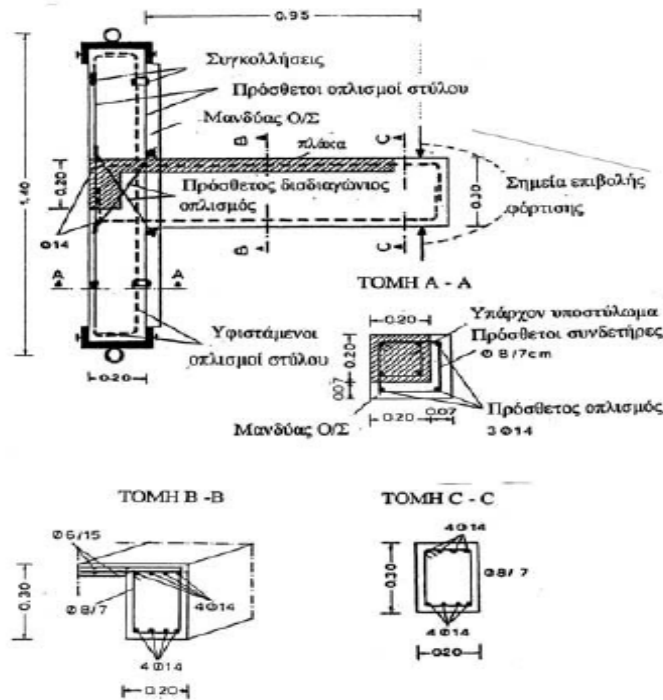
Με την ενίσχυση ελήφθη μέριμνα, ώστε οι χαμηλές τιμές M_R των δοκιμίων L_1 και L_2 να αυξηθούν στα ενισχυμένα δοκίμια GSL_1 και GSL_2 σε τιμές ανώτερες του 1.40



Σχήμα 1 Λεπτομέρειες σχεδιασμού κοινές για όλα τα δοκίμια O1, L1 και L2 (διαστάσεις σε m).[3]



Σχήμα 2 Λεπτομέρειες σχεδιασμού δοκιμίου GSL1 (διαστάσεις σε m) [3]

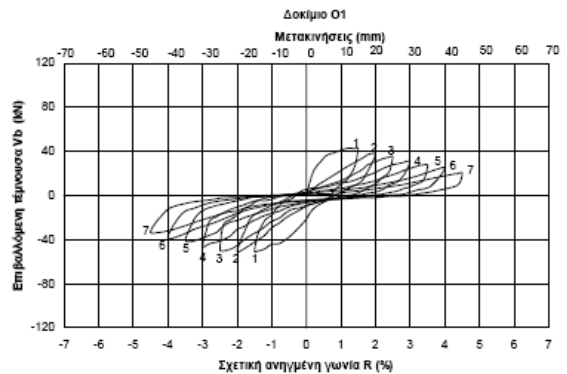


Σχήμα 3 Λεπτομέρειες σχεδιασμού δοκιμίου GSL2 (διαστάσεις σε m).[3]

Με την ενίσχυση ελήφθη μέριμνα, ώστε οι χαμηλές τιμές M_R των δοκιμίων L_1 και L_2 να αυξηθούν στα ενισχυμένα δοκίμια GSL_1 και GSL_2 σε τιμές ανώτερες του 1.40. Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των μανδύων των δοκιμίων GSL_1 και GSL_2 . Εφαρμόστηκε η ξηρά μέθοδος ανάμιξης υλικών. Η αναλογία των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στο μίγμα ήταν τέτοια, ώστε η αντοχή του σκυροδέματος να είναι C40/50. Παρακάτω φαίνονται οι υστερητικοί βρόχοι των δοκιμίων.

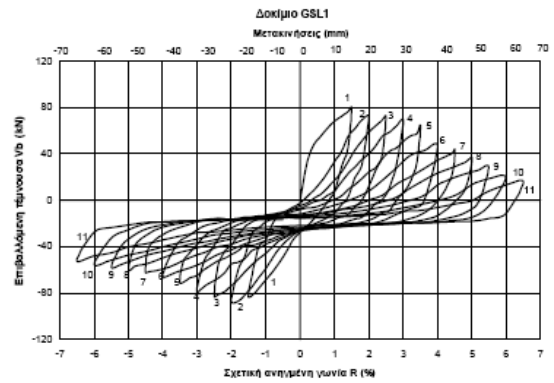


Δοκίμιο O_1

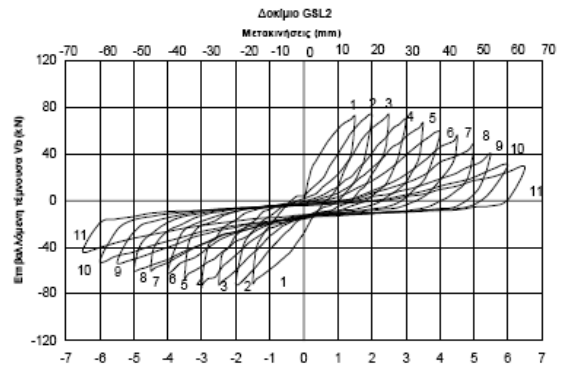




Δοκίμιο GSL_1



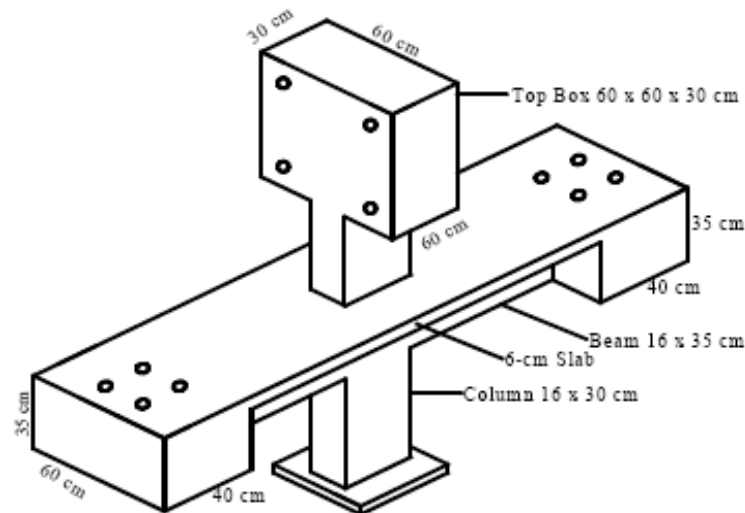
Δοκίμιο GSL_2



Σχήμα.4 [3]

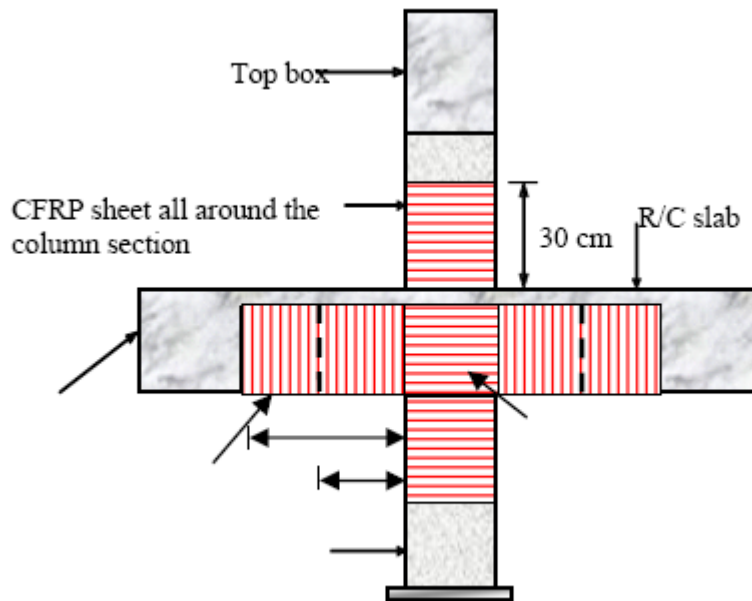
Από τη σύγκριση των υστερητικών βρόχων αρχικού δοκιμίου O_1 – ενισχυμένων δοκιμίων είναι προφανής η βελτίωση των μηχανικών αντισεισμικών ιδιοτήτων, που επετεύχθη και με τους δύο τύπους επέμβασης, που δοκιμάστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα παρατηρήθηκε αυξημένη αντοχή των επισκευασμένων δοκιμίων, αυξημένη ακαμψία όπως επίσης παρουσιάστηκε βελτιωμένη και η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας. Τα ενισχυμένα δοκίμια εμφάνισαν το μεγαλύτερο τμήμα της βλάβης στη δοκό, ενώ ο κόμβος τους είχε πολύ μικρότερη βλάβη σε σύγκριση με αυτήν της δοκού. [3]

Β. Στο παρακάτω πείραμα ελέγχεται η αποδοτικότητα των ινών άνθρακα CFRP για την ενίσχυση και επισκευή κόμβου δοκού υποστυλώματος. Για το λόγο αυτό κατασκευάστηκαν δύο ίδια δοκίμια των οποίων οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες φαίνονται στο σχήμα 5



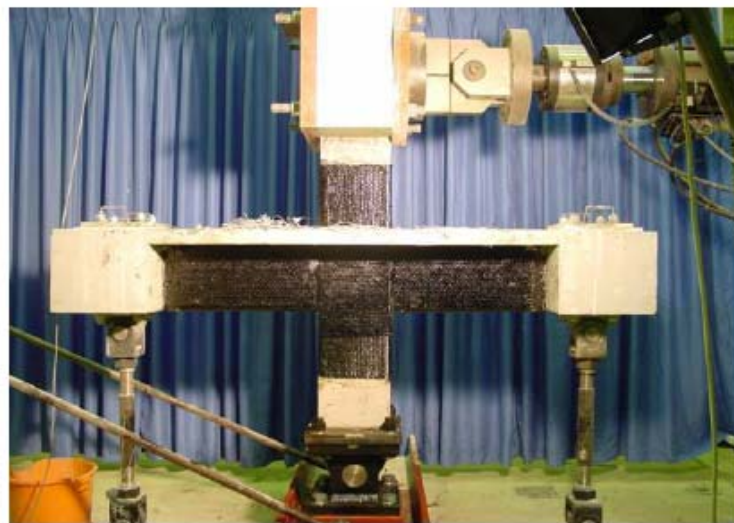
Σχήμ.5 [2]

Το ένα δοκίμιο ενισχύθηκε και ονομάστηκε (IS) και το άλλο χρησιμοποιήθηκε ως δείγμα ελέγχου (IR). Τα δοκίμια κατασκευάστηκαν ώστε να αστοχήσουν στη περιοχή του κόμβου και υποβλήθηκαν σε ισχυρή σεισμική καταπόνηση. Το μη ενισχυμένο δοκίμιο επισκευάστηκε με φύλλα CFRP και ονομάστηκε (IC) και υποβλήθηκε σε νέο κύκλο φορτίσεων. Παρακάτω στο σχήμα 6 φαίνεται σχηματική απεικόνιση της διάταξης των φύλλων CFRP



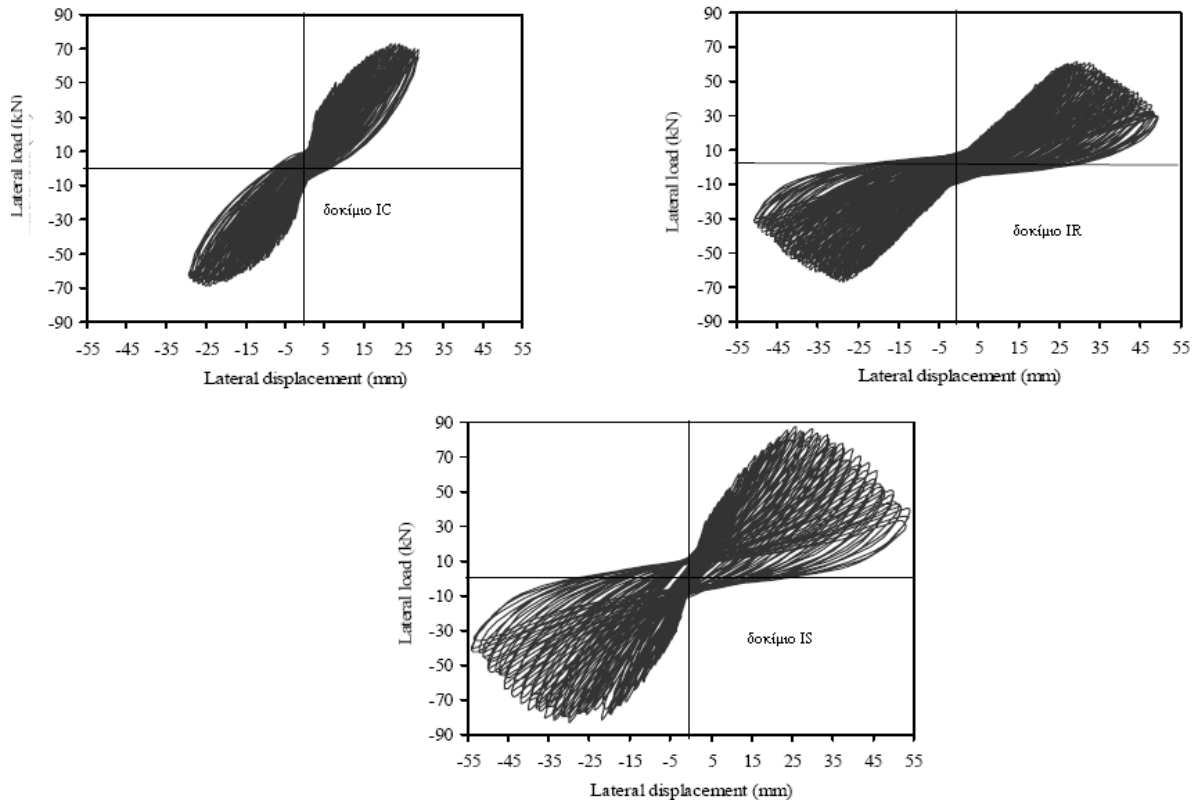
Σχήμα.6 [2]

Η δοκός είναι οπλισμένη στο πάνω και στο κάτω πέλμα με 4Φ12 και εγκάρσιο οπλισμό Φ6/8 ενώ το υποστύλωμα με διαμήκη οπλισμό 10Φ10 και εγκάρσιο οπλισμό Φ6/5. Η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος είναι 30MPa και το όριο διαρροής του χάλυβα είναι 420MPa.



Σχήμα 7 εικόνα του ενισχυμένου δοκιμίου IS [2]

Παρακάτω φαίνονται οι υστερητικοί βρόχοι των δοκιμίων



Σχήμα.8 [2]

Παρατηρούμε πως η υποβάθμιση της ακαμψίας με την πλευρική μετατόπιση είναι πιο αργή στο ενισχυμένο αλλά και στο επισκευασμένο δοκίμιο σε σχέση με το δείγμα ελέγχου. Επίσης παρατηρούμε βελτιωμένη την ικανότητα παραμόρφωσης αλλά και την σημαντική αύξηση της διατμητικής αντοχής για το ενισχυμένο δοκίμιο. Μια σύγκριση των υστερητικών βρόχων του επισκευασμένου και του ενισχυμένου δοκιμίου δείχνει αδυναμία ανάληψης σημαντικών φορτίων και μειωμένη ακαμψία. Αυτό συμβαίνει επειδή κατά την επισκευή κάποιες ρωγμές δεν πληρώθηκαν αποτελεσματικά με εποξειδική ρητίνη και επίσης δεν πραγματοποιήθηκε καμία επέμβαση στον οπλισμό, κάποιο ποσοστό του οποίου είχε διαρρεύσει.[2]

5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις παραπάνω πειραματικές εργασίες γίνεται φανερό πως και η τεχνική του μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος αλλά και η τεχνική των επικολλητών φύλλων FRP είναι πολύ αποτελεσματικές και βελτιώνουν σε ικανοποιητικό βαθμό τις αντισεισμικές μηχανικές ιδιότητες. Πιο συγκεκριμένα και οι δύο τεχνικές είναι αποτελεσματικές ως προς την αύξηση της αντοχής της ακαμψίας και της ικανότητας απορρόφησης ενέργειας. Συνεπώς θα πρέπει να γίνεται σωστή διερεύνηση του προβλήματος που πρέπει να αντιμετωπιστεί και να λαμβάνονται υπόψη στοιχεία όπως τα παρακάτω:

Οι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος.

- Παρουσιάζουν κατασκευαστικές δυσκολίες και αρχιτεκτονικούς περιορισμούς λόγω των συντρεχουσών δοκών και της πλάκας οροφής
- Απαιτούν διακοπή λειτουργίας του έργου κατά την διάρκεια των εργασιών
- Έχουν ως συνέπεια την αύξηση των διαστάσεων της διατομής
- Λόγω της μακροχρόνιας εφαρμογής τους έχουν το πλεονέκτημα της ανάπτυξης βαθιάς γνώσης και εμπειρίας στον τομέα της εφαρμογής τους
- Είναι ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος ενίσχυσης για βαριές βλάβες

Τα επικολλητά φύλλα FRP

- Έχουν μεγάλο κόστος
- Χαρακτηρίζονται από ψαθυρή αστοχία
- Έχουν χαμηλή αντίσταση σε υψηλές θερμοκρασίες
- Δεν απαιτούν διακοπή λειτουργίας του έργου κατά την διάρκεια των εργασιών
- Είναι εύκολα στην εφαρμογή τους
- Δεν αυξάνουν τις διαστάσεις του δομικού στοιχείου

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. “Δρίτσος Σ Η. **“Ενισχύσεις / Επισκευές κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα”** Διδακτικό βιβλίο. Πανεπιστήμιο Πατρών 2006
2. S.H. Alsayed, Y.A. Al-Salloum **“SEISMIC REHABILITATION OF SHEAR DEFICIENT INTERIOR BEAM-COLUMN JOINTS USING FRP SHEETS”**, T.H. Almusallamand N.A. Siddiqui
Department of Civil Engineering, King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia
<http://docs.ksu.edu.sa/PDF/Articles03/Article030851.pdf>
3. Αλέξανδρος-Δημήτριος Τσώνος, Ιωάννης Π. Ρετζεπέρης
“Εξέταση Αποδοτικότητας Μανδύων Οπλισμένου Εκτοξευόμενου Σκυροδέματος για την Ενίσχυση Υποστυλωμάτων και Κόμβων από Ο/Σ” Τεχν.Χρον. Επιστ. Έκδοση ΤΕΕ, Ι, τεύχος 1-2 (2006)
4. Χρήστος Γ. Καραγιάννης, Κωνσταντίνος Ε. Χαλιόρης **“Επισκευή με χρήση ρητινών στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος με βλάβες από σεισμό”**, περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ επιστημονική έκδοση (1998)
5. Κοντήρη Δήμητρα Χάσκα Γεωργία **“Εφαρμογή επικολλητών ελασμάτων (χάλυβας-ινοπλισμένα)”**, 10^ο φοιτητικό συνέδριο «Επισκευές κατασκευών», Πάτρα 2004