

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΜΕ ΕΝΦΑΤΝΟΥΜΕΝΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία θα αναπτυχθεί το θέμα της ενίσχυσης πλαισίων με ενφατνούμενα τοιχώματα από σκυρόδεμα. Η εργασία περιλαμβάνει στην αρχή την περιγραφή του αντικειμένου, όπου αναφέρεται στο τι ακριβώς είναι το ενφατνούμενο τοίχωμα. Έπειτα υπάρχει ο τρόπος με τον οποίο αναλύουμε-ανασχεδιάζουμε και αναδιαστασιολογούμε ένα ενφ. τοίχωμα, , τα είδη των εργασιών στα οποία εφαρμόζεται αυτή η μέθοδος, η μεθοδολογία εκτέλεσης της, ορισμένα μέτρα ασφάλειας που πρέπει να-ληφθούν περιληπτικά και τέλος το τι πρέπει να προσέξουμε όταν κάνουμε ενίσχυση μίας κατασκευής με τούτη την μέθοδο.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εποχή μας υπάρχουν διάφορες μέθοδοι επέμβασης και τεχνικές που εφαρμόζονται στην πράξη για την αντισεισμική ενίσχυση της κατασκευής ως σύνολο . Βέβαια εννοείται ότι η κάθε μία από αυτές εκπληρώνει ορισμένους διαφορετικούς συνήθως στόχους .Μια από τις πρώτες μεθόδους που εφαρμόστηκαν είναι και η δημιουργία ενφατνούμενων τοιχωμάτων εντός των πλαισίων του φέροντα οργανισμού της κατασκευής και στοχεύει σε αύξηση της δυσκαμψίας και της αντοχής της. Απαραίτητες προϋποθέσεις για σωστό ανασχεδιασμό και για αποτελεσματική επέμβαση ,με οποιοδήποτε τρόπο κι αν γίνει αυτό, είναι καταρχήν η προσπάθεια αντισταθμίσεως και αναιρέσεως των αιτιών που οδήγησαν στις βλάβες καθώς και η νέα σύλληψη κα νέα ανάλυση του κτιρίου ,όπως θα διαμορφωθεί μετά από τις προτεινόμενες λύσεις (7)

2.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

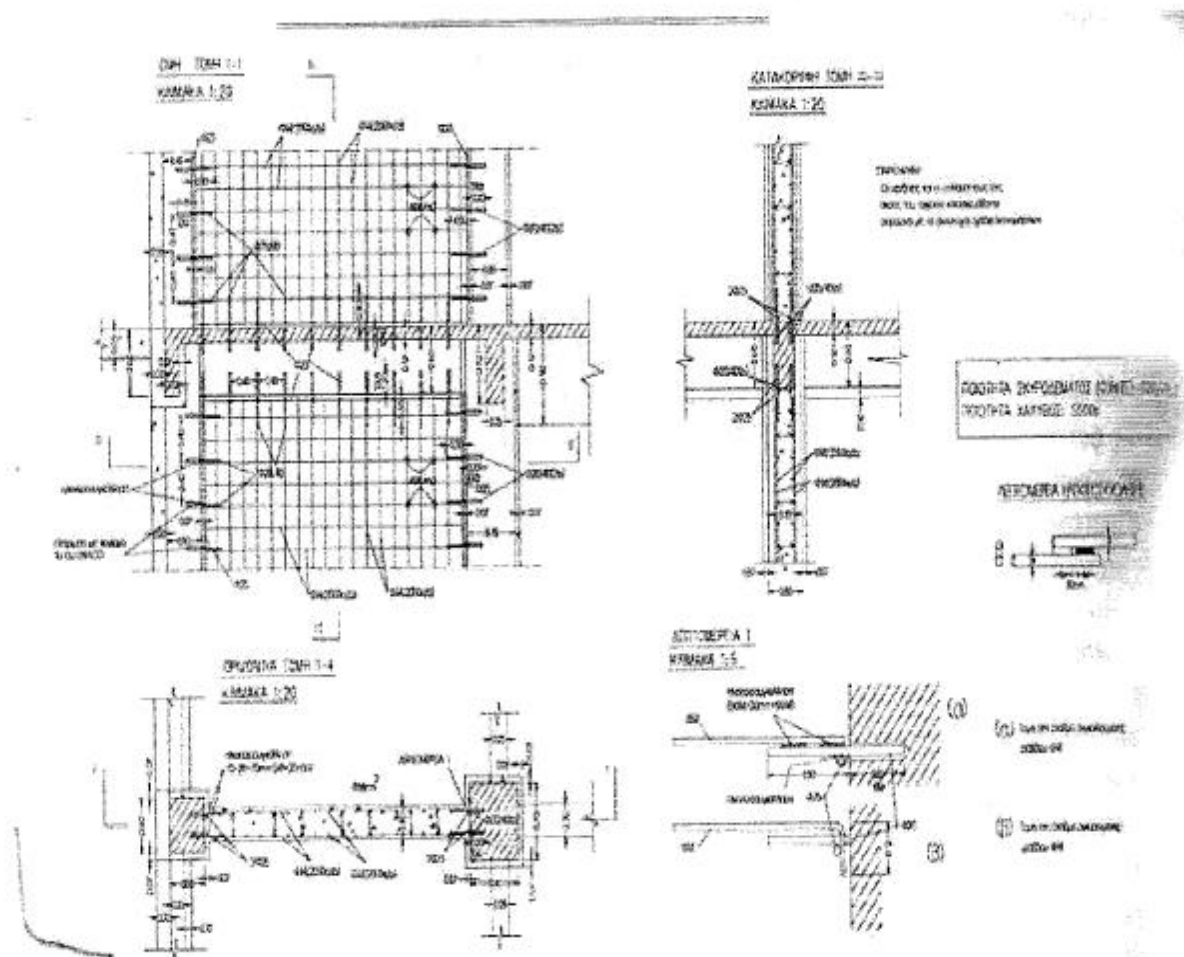
Ενφατνούμενα είναι τα τοιχώματα τα οποία προέρχονται από το γέμισμα του χώρου μέσα σε ένα πλαίσιο με οπλισμένο σκυρόδεμα (έγχυτο ή εκτοξευόμενο) επί τόπου. Αυτά συνδέονται κατά μήκος της περιμέτρου τους με τα υπάρχοντα υποστυλώματα και την δοκό του πλαισίου με διατμητικούς συνδέσμους .Στα νέα τοιχώματα οι κολώνες του πλαισίου έχουν το ρόλο του κρυφού υποστυλώματος (ενισχυμένη ζώνη του τοιχίου) και γι' αυτό πολλές φορές χρειάζονται ενίσχυση(1). Επίσης, όταν και οι δοκοί δεν μπορούν να μεταφέρουν τις νέες οριζόντιες δράσεις που θα προκύψουν ,ενισχύονται κι αυτές. Τούτα έχουν τη μορφή συνολικής ενίσχυσης της κατασκευής και της προσδίδουν αντοχή και δυσκαμψία και αναλαμβάνουν κατά κύριο λόγο τις οριζόντιες δράσεις από κάποιον επερχόμενο σεισμό. Βεβαίως, έχουν και κάποιες αρνητικές συνέπειες όπως είναι η αύξηση του βάρους της κατασκευής και η μείωση της πλαστιμότητας της. Τέλος διαστασιολογούνται και σχεδιάζονται όπως ακριβώς και στις νέες κατασκευές (6).

3.ΑΝΑΛΥΣΗ-ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Λόγω της ενίσχυσης του πλαισίου με ενφατνούμενα τοιχώματα θα έχουμε θεαματική ανακούφιση των υπαρχόντων στοιχείων άπα θα γίνει μία ανακατανομή της εντάσεως μέσα στο πλαίσιο. Πρέπει να τονισθεί ότι οι αβεβαιότητες που συνοδεύουν τις εκτιμήσεις των

τελικών εντατικών μεγεθών (M,Q,N) είναι ιδιαίτερα αυξημένες ,λόγω των πολλών παραδοχών και προσομοιομάτων αναλύσεως που έχουμε στο όλο πρόβλημα. Γι'αυτό χρησιμοποιούμε για τα εντατικά μεγέθη ,διορθωτικούς συντελεστές που καλύπτουν αυτές τις αβεβαιότητες .Για την ένταση λόγω φορτίων λειτουργίας ισχύει ότι τα (M,Q,N) που θα ληφθούν υπόψη κατά τον ανασχεδιασμό θα είναι ίσα με αυτά που προέκυψαν από την ανάλυση και για την ένταση λόγω σεισμού ισχύει ότι τα (M,Q,N) ανασχεδιασμού θα είναι ίσα με τα (M,Q,N) αναλύσεως πολλαπλασιασμένα με έναν συντελεστή που είναι ίσος με 1,25 (7).

Ένα πρόβλημα που υπάρχει είναι το πως θα κατανεμηθεί η σεισμική διατμητική δύναμη ,κατά την διάρκεια ενός σεισμού, ανάμεσα στο ενφαινόμενο τοίχωμα και το πλαίσιο και άρα πως θα διαστασιολογηθεί το νέο στοιχείο. Ένας πρακτικός κανόνας είναι να λαμβάνεται υπόψη ολόκληρη η σεισμική δύναμη V ως παραλαμβανόμενη από το τοίχιο , πράγμα που δεν είναι εκτός πραγματικότητας για εύκαμπτα πλαίσια που ενισχύονται με ενφαινόμενα τοιχώματα .Το τοίχωμα θα σχεδιάζεται για να παραλαμβάνει την ονομαστική διατμητική τάση σχεδιασμού, που δίνεται από τον τύπο $\tau_d = V / l_w * t_w$. Όπου l_w το μήκος του τοιχίου και t_w το πάχος του τοιχίου (2).



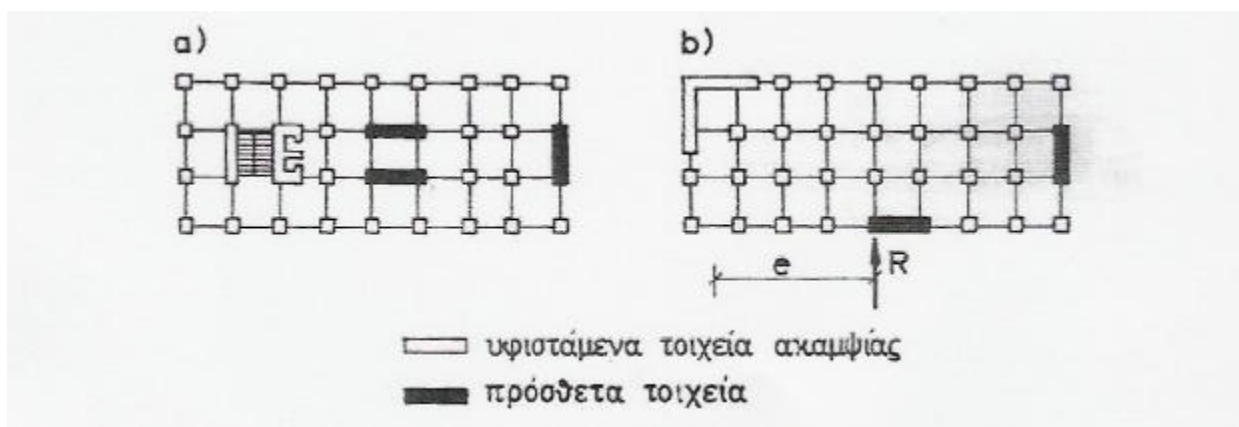
Παράδειγμα διαστασιολόγησης ενφ.τοιχώματος (5)

Η αναδιαστασιολόγηση των ενφαινούμενων τοιχωμάτων από σκυρόδεμα γίνεται όπως ακριβώς και στις νέες κατασκευές. Το πάχος του νέου τοιχώματος δεν πρέπει να είναι μικρότερο από τα $\frac{2}{5}$ του πάχους των υποστρωμάτων ή της άνω δοκού του πλαισίου και δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το πάχος της άνω δοκού. Ιδιαίτερα σημαντικό για την επιτυχία της μεθόδου είναι το πώς θα τοποθετηθούν οι διατμητικοί σύνδεσμοι. Τούτοι πρέπει να μπαίνουν όσο πιο κεντρικά γίνεται στην κατά μήκος διεύθυνση ώστε να ελαχιστοποιούμε την εκκεντρότητα της μεταφερόμενης διατμητικής δύναμης στο τοίχωμα. Επίσης πρέπει η αναλογία της συνολικής επιφάνειας των συνδέσμων προς το εμβαδόν της διεπιφάνειας τοιχώματος-πλαισίου να μην είναι μικρότερη από 0.8%. Η απόσταση μεταξύ των συνδέσμων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από το 7πλάσιο της εξωτερικής διαμέτρου τους και όχι μεγαλύτερη από 30cm. Το βάθος της έμπηξης τους δεν πρέπει να είναι μικρότερο ούτε από το 5πλάσιο της εξ. διαμέτρου τους μήδε από το πάχος της επικάλυψης

4.ΕΙΔΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Την μέθοδο της ενίσχυσης πλαισίων με ενφαινούμενα τοιχώματα την χρησιμοποιούμε στις εξής περιπτώσεις:

- 1) Σε κτίρια που παρουσιάζουν μεγάλες μετακινήσεις. Εκεί πρέπει να αυξηθεί η δυσκαμψία του κτιρίου και αυτό μπορεί να γίνει με την δημιουργία ενφαινούμενων τοιχίων, τα οποία αυξάνουν την δυσκαμψία από 5 έως 20 φορές, σε κάποια πλαίσια που είναι βλαμμένα όπως και σε όλα τα άλλα που βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφο
- 2) Αν έχω πυλωτή ή μαγαζιά στο ισόγειο όπου και υπάρχει μεγάλη πιθανότητα εκεί να γίνει μαλακός όροφος γιατί η δυσκαμψία αυτού του ορόφου είναι πολύ μικρότερη από των άλλων που έχουν τοιχοποιία. Τότε μπορώ να επέμβω λογαριάζοντας την δυσκαμψία ενός από τους πάνω ορόφους και βάζοντας στο ισόγειο ενφαινούμενα τοιχώματα ίσης δυσκαμψίας ανά διεύθυνση με διαφορετική διαρρύθμιση, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως είχε το ισόγειο και μετά την ενίσχυση του κτιρίου. Σε αυτήν την περίπτωση η επέμβαση γίνεται μόνο στο ισόγειο και δεν επηρεάζονται οι υπόλοιποι όροφοι.
- 3) Όταν σε ένα κτίριο έχει παρατηρηθεί εκκεντρότητα στις ακαμψίες, πράγμα που μπορεί να άσχημες συνέπειες σε έναν επερχόμενο σεισμό. Με την τοποθέτηση ενφαινούμενων
- 4) τοιχωμάτων συμβάλλουμε στο να πλησιάσουν το κέντρο μάζας και το κέντρο δυσκαμψίας, κάτι που θα βοηθήσει στην αποφυγή πρόσθετων δυνάμεων λόγω στρέψης στα μέλη του φορέα.



Τρόπος περιορισμού της εκκεντρότητας στις ακαμψίες (4)

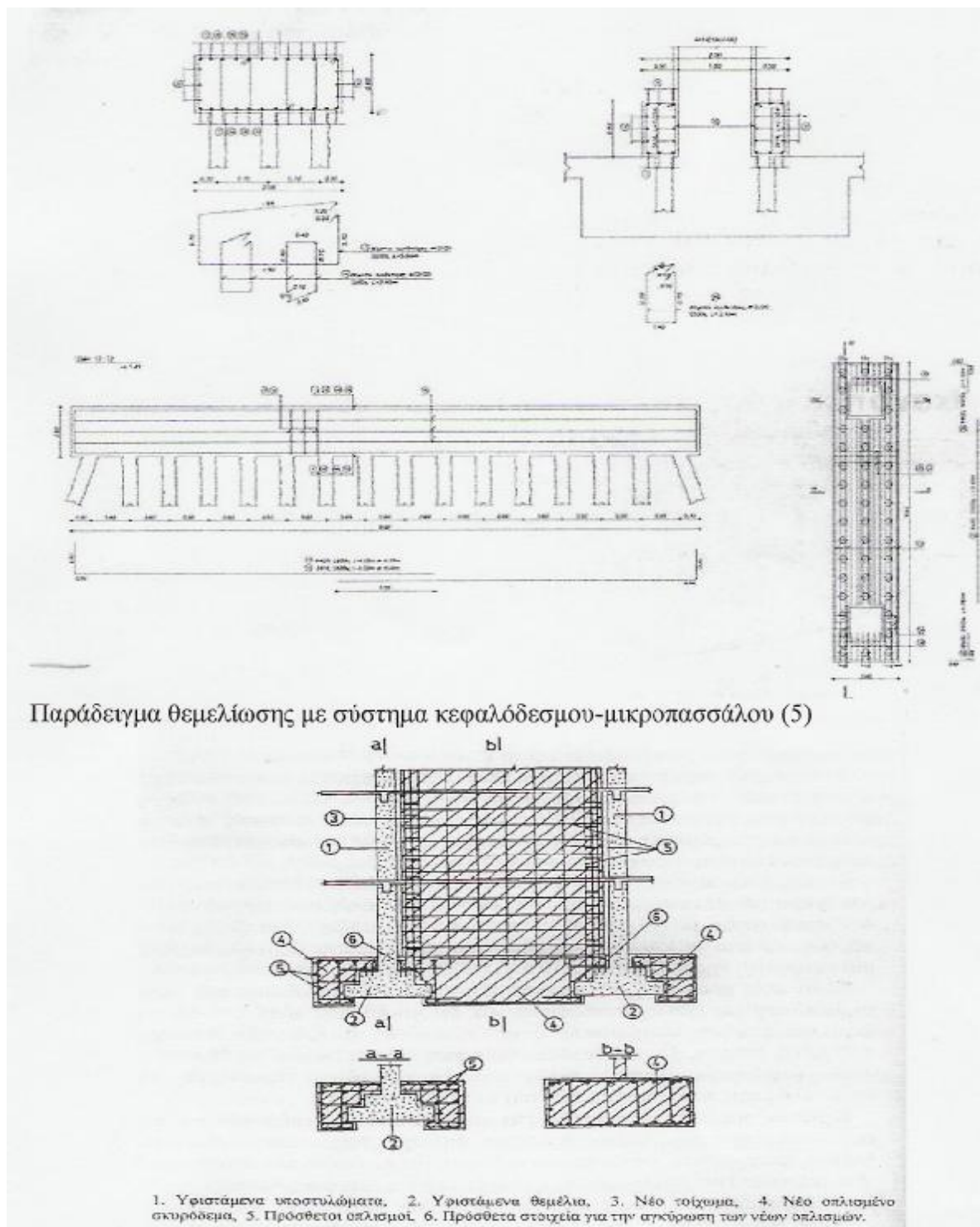
5) Σε περίπτωση όπου μία κατασκευή χρειάζεται αύξηση της αντοχής της. Έχει παρατηρηθεί ότι τα ενφαινούμενα τοιχώματα μπορούν να αυξήσουν την αντοχή ενός πλαισίου 2 έως 5 φορές. Παρ'όλα αυτά δεν ενδείκνυται αυτή η μέθοδος σε τέτοιες περιπτώσεις γιατί το οικονομικό κόστος αυτής της επέμβασης γι' αυτών τον λόγο είναι αντιστρόφως ανάλογο των αποτελεσμάτων που έχουμε και τα οποία μπορούμε να πετύχουμε και με λιγότερο δαπανηρές μεθόδους.

5.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ

Καταρχήν είναι σαφές ότι η ενίσχυση ενός πλαισίου με ενφαινούμενα τοιχώματα πιθανότατα θα επηρεάσει και άλλα στοιχεία της κατασκευής. Τούτα μπορεί να είναι η δοκός ή τα υποστυλώματα του πλαισίου ή τα πέδιλα ή και κάποιος συνδυασμός μεταξύ αυτών. Παρακάτω θα αναφερθούμε στην μεθοδολογία εκτέλεσης της συγκεκριμένης ενίσχυσης στην περίπτωση που λόγω αυτής επηρεάζονται και τα τρία εκείνα στοιχεία της κατασκευής και επομένως απαιτείται και σ'αυτά κάποιου είδους επέμβαση.

Αρχικά συλλέγουμε πληροφορίες για το συγκεκριμένο κτίριο, που θέλουμε να ενισχύσουμε. Δηλαδή ψάχνουμε να βρούμε τα σχέδια της αρχικής μελέτης ή επιμετρήσεων. Επίσης προσπαθούμε να προσδιορίσουμε την αντοχή του σκυροδέματος και την ποιότητα του χάλυβα. Η αντοχή του σκυροδέματος μπορεί να μετρηθεί με κρουσίμετρο για παράδειγμα ή καλύτερα με συνδυασμό δύο μεθόδων Π.χ. με λήψη δοκιμών και με κρουσίμετρο. Για να δούμε την ποιότητα του χάλυβα κάνουμε τομές σε διάφορες θέσεις και βρίσκουμε με αυτών τον τρόπο πληροφορίες για τον διαμήκη και τον εγκάρσιο οπλισμό. Τέλος κάνουμε και γεωτεχνική μελέτη στο έδαφος για να δούμε αν τούτο θα μπορέσει να φέρει τέτοιες δυνάμεις που θα ασκηθούν από τα νέα μέλη ή θα πάθει καθίζηση. Μετά βάση των πληροφοριών που έχουμε, κάνουμε τον ανασχεδιασμό και την αναδιαστασιολόγηση.

Μετά το τέλος της μελέτης αρχίζουμε την επέμβαση στο κτίριο. Πρώτα απ'όλα λόγω του ότι τα ενφαινούμενα τοιχώματα χρησιμοποιούνται σε κτίρια που έχουν πάθει σοβαρές ζημιές χρειάζεται να γίνει άμεση προσωρινή υποστύλωση και αποφόρτιση των στοιχείων που θα γίνουν εργασίες. Αυτή θα πρέπει να γίνεται σε τέτοια απόσταση από τα βλαβέντα στοιχεία, ώστε να είναι δυνατή η εκτέλεση των εργασιών που πρέπει να γίνουν και επίσης θα πρέπει να γίνεται υποστύλωση σε όλους τους ορόφους. Γι'αυτή την δουλειά χρησιμοποιούμε κατά κύριο λόγο μεταλλικούς πύργους συναρμολογούμενους, οι οποίοι σφηνώνονται με μηχανικούς γρύλους με τους οποίους είναι εφοδιασμένες οι πλάκες στηρίξεως (3). Μετά την υποστύλωση ακολουθεί η εμφάνιση και στην συνέχεια η ενίσχυση (όπλιση και σκυροδέτηση) των υπαρχόντων πεδύλων αλλά και η δημιουργία νέου πεδύλου για το ενφαινούμενο τοίχωμα. Επομένως δημιουργείται ένα ενιαίο μεγάλο πέδιλο για όλο το τοίχωμα, το οποίο περιλαμβάνει και το παλιό πέδιλο, το οποίο έχει ενισχυθεί. Άλλος τρόπος για να γίνει η θεμελίωση είναι με σύστημα κεφαλόδεσμου-μικροπασσάλου. Αυτό προτιμάται ώστε να μειωθεί το εύρος των εκσκαφών και να μην επηρεαστεί σημαντικά η υφιστάμενη θεμελίωση (5).



Παράδειγμα θεμελίωσης ενφ.τοιχώματος

Έπειτα οπλίζουμε τις κολώνες και το δοκάρι του πλαισίου στο οποίο θα γίνει ενίσχυση. Αν θα επέμβουμε σε πολλούς ορόφους ξεκινάμε από τον κατώτατο και συνεχίζουμε προς τα επάνω. Οι κολώνες θα ενισχυθούν με μανδύες ώστε να μπορέσουν να παίξουν τον ρόλο των άκρων του τοιχώματος αλλά και να αντέξουν στην αύξηση των κατακόρυφων φορτίων.

Κατ'αυτήν την μέθοδο γίνεται αύξηση της διατομής της κολώνας με νέο σκυρόδεμα και νέους εγκάρσιους και διαμήκης οπλισμούς περιμετρικά του αρχικού στοιχείου και θα εκτείνεται σε όλο το ύψος της κολώνας (1). Επίσης ενισχύουμε και το δοκάρι με την τεχνική της καμπτικής ενίσχυσης με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος. Αυτή η ενίσχυση γίνεται στο εφελκόμενο πέλμα και συμβαίνει γιατί η δοκός δεν έχει επαρκή διαμήκη οπλισμό για την μεταφορά οριζοντίων δράσεων. Με αυτή την μέθοδο προστίθεται και διαμήκης οπλισμός και συνδετήρες στην δοκό αυξάνοντας το πάχος της συνήθως κατά 50-100mm (1). Και στις δύο αυτές ενισχύσεις ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο ρόλος των διατμητικών συνδέσμων ή των συγκολλήσεων γιατί εξασφαλίζουν την συνεργασία της νέας στρώσης σκυροδέματος με την παλιά.

Υστερα γίνεται η όπλιση του τοιχώματος. Τούτα διαστασιολογούνται όπως και στις νέες κατασκευές. Ενώ έχουμε ήδη οπλίσει τα άκρα του τοιχώματος (οι κολώνες με τους μανδύες) μας μένει να οπλίσουμε τον κορμό αλλά και να συνδέσουμε το τοίχωμα με τα άλλα στοιχεία του πλαισίου. Ο κορμός οπλίζεται κατά τα γνωστά ενώ η σύνδεση του τοιχώματος με τα άλλα στοιχεία γίνεται συνήθως με χρήση βλήτρων αγκυρούμενα με εποξειδικό κονίαμα μέσα στο παλιό σκυρόδεμα (4).

Αφού τοποθετήσουμε τους οπλισμούς, βάζουμε τους ξυλότυπους ώστε να είναι δυνατή η σκυροδέτηση. Αυτή γίνεται με έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Το εκτοξευόμενο θα χρησιμοποιηθεί σίγουρα για την σκυροδέτηση του κάτω μέρους της δοκού, πράγμα που θα γίνει τελευταίο. Αν η σκυροδέτηση γίνει με έγχυτο τότε πρέπει ο μανδύας του υποστυλώματος να έχει μεγάλο πάχος. Επίσης για να αποφύγουμε τα προβλήματα με την συστολή ξήρανσης σκυροδετούμε μέχρι ύψους 20cm περίπου χαμηλότερα από τον πυθμένα της δοκού και μετά από την πάροδο ικανού χρονικού διαστήματος από την ημέρα σκυροδέτησης, συμπληρώνουμε το υπόλοιπο με εποξειδικό ή πολυεστερικό κονίαμα ή κατά την σκυροδέτηση της άνω δοκού με εκτοξευόμενο συμπληρώνουμε αυτά τα 20cm. Ένα πρόβλημα που έχουμε με το έγχυτο σκυρόδεμα είναι η δυσκολία σκυροδέτησης του υψηλότερου σημείου λόγω ανεπαρκούς πρόσβασης από την κορυφή. Τούτο πρέπει να είναι πλαστικό, να έχει ρευστότητα και διεισδυτικότητα. Η αντοχή θα πρέπει να είναι κατά 100 kg/cm² μεγαλύτερη του παλιού και τα χοντρά αδρανή να είναι μικρότερα από 2cm. Κατά την σκυροδέτηση είναι απαραίτητη η χρήση δονητή και μετά από αυτήν η συντήρησή του(1).

Αν η σκυροδέτηση γίνει με εκτοξευόμενο τότε δεν είναι απαραίτητο ο μανδύας να έχει μεγάλο πάχος και δεν έχουμε προβλήματα με την σκυροδέτηση στο πάνω μέρος. Πρέπει η αντοχή του νέου σκυροδέματος να υπερβαίνει την αντοχή του παλιού τουλάχιστον κατά 50 kg/cm², να είναι τσιμέντο Portland, να μην έχει το νερό που θα χρησιμοποιηθεί άλατα και για αδρανή να έχουμε καθαρή και αιχμηρή άμμος με μέγιστη διάμετρο κόκκου ίση με 5mm και με όσο το δυνατόν λιγότερη υγρασία. Γι'αυτήν την εργασία πρέπει να έρθει ειδικά εξοπλισμένο συνεργείο (με μονάδα εκτόξευσης) και με έμπειρο χειριστή (1).

Μετά από πάροδο ικανού χρόνου ξεκαλουπώνουμε και βγάζουμε τα προσωρινά υποστυλώματα. και έτσι τελειώνουν οι εργασίες ενίσχυσης.

Παρατήρηση : Είναι πιθανό μετά από τις αλλαγές που γίνονται σε όλα τα στοιχεία του πλαισίου, να χρειαστεί και ενίσχυση των κόμβων του πλαισίου, πράγμα που μπορεί να γίνει με μανδύες από οπλισμένο σκυρόδεμα.

6.ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ

Όπως είδαμε και προηγουμένως η χρήση αυτής της μεθόδου προϋποθέτει ένα σύνολο εργασιών που η κάθε μία από αυτές χρειάζεται διαφορετικά μέτρα ασφαλείας και υγιεινής. Καταρχήν κατά τις προσωρινές εργασίες υποστυλώσεως επειδή αυτές εμπεριέχουν υψηλό

κίνδυνο για τους εργαζόμενους πρέπει να επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση του χρόνου παραμονής τους στο έργο. Γι'αυτό συνίσταται η προκατασκευή όλων των στοιχείων υποστυλώσεως μακράν της προς ενίσχυση κατασκευή (3) .

Έπειτα για εργασίες όπλισης ή σκυροδέτησης με έγχυτο σκυρόδεμα ισχύουν τα ίδια μέτρα με τις νέες οικοδομές. Βεβαίως για εργασίες όπως το εκτοξευόμενο , η χρήση ρητινών, οι συγκολλήσεις κ.α που μπορεί να χρειαστούν τα μέτρα διαφέρουν και είναι απαραίτητο να τηρηθούν.

7.ΤΙ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΡΟΣΕΞΟΥΜΕ

- Αν το έδαφος θα μπορέσει να φέρει τις επιπλέον κατακόρυφες δυνάμεις ή θα πάθει καθίζηση
- Μια τέτοιου είδους επέμβαση θα χρειαστεί πολλές ακόμα επεμβάσεις σε άλλα στοιχεία του πλαισίου
- Περιορίζεται η πλαστιμότητα του πλαισίου και για να διορθωθεί αυτό χρειάζεται πολύ καλή διατμητική όπλιση και περίσφυξη των κρίσιμων περιοχών (2)
- Πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ανάλυση και τον ανασχεδιασμό όλες οι νεώτερες αντιλήψεις για την απόκριση και συμπεριφορά των κατασκευών (κυρίως έναντι σεισμού) (7) . Πρέπει να προσέξουμε μην τυχόν και με την προσθήκη ενός τοιχώματος δημιουργήσουμε ανομοιομορφία στην δυσκαμψία του κτιρίου ,με αποτέλεσμα ο όροφος στον οποίο τοποθετήσαμε το ενφ.τοιχώμα να μην έχει πρόβλημα μετά την ενίσχυση αλλά να έχουν οι άλλοι (6)
- Ο έλεγχος που γίνεται στις διεπιφάνειες πρέπει να εξασφαλίζει ότι η διατμητική ένταση που αναπτύσσεται σ' αυτές μπορεί να αναληφθεί από τους μηχανισμούς ανάληψης φορτίου που θα αναπτύξει η σύνδεση (1)

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1) Δρίτσος Σ. ,(2003)

«Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα» ,εκδόσεις Παν.Πατρών , Πατρα

2) Τάσιος Θ. ,(1984)

«Επισκευές μετά από σεισμό» Πρακτικά συνεδρίου: σεισμοί και κατασκευές ,Ο.Α.Σ.Π. , Εκδ.συλλόγου πολιτικών μηχανικών Ελλάδος ,Τομ.1 ,611-613 ,Αθήνα (2)

3) Ροβήλος Α. ,(2001)

«Μετασεισμικός έλεγχος σε κτίρια .Σεισμικοί παθολογία κτιρίων .Οδηγίες και μέθοδοι επισκευών κτιρίων με βλάβες από σεισμό» ,Εκδ.Παπασωτηρίου , Αθήνα

4) Πενέλης Γ. , Κάππος Α. , (1990)

«Αντισεισμικές κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα» ,Εκδ.Ζητη ,Θεσσαλονίκη

5) Πενέλης Γ. , Πασχαλίδης Κ. ,(2003)

«Αντισεισμική ενίσχυση κτιρίου Link building στις ολυμπιακές εγκαταστάσεις του Ελληνικού» ,Πρακτικά 14ου συνεδρίου σκυροδέματος ,εκδ.ΤΕΕ ,Τομ.Β , 529-536 ,Κως

6) Βλάχα Μ. , Φλογέρας Α. , (2003)

«Ενίσχυση κτιρίων με προσθήκη τοιχωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος» ,Πρακτικά 90ου φοιτητικού συνεδρίου «επισκευές κατασκευών -'03» ,εκδ.Παν.Πατρών , εργασία 14η

7) Χρονόπουλος Μ.

«επισκευές - ενισχύσεις: Παραδείγματα διαστασιολόγησης» , εκδ.ΤΕΕ , Αθήνα