

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : «ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ
ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ για ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ»**

ΟΝΟΜΑ: ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ του ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 36154

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΩΚΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2013

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	2
Κεφάλαιο 1 : Βλάβες.....	4
Κεφάλαιο 2 : Μελέτη Επισκευής - Πρώτες Εργασίες.....	8
Κεφάλαιο 3 : Θεμελίωση.....	15
Κεφάλαιο 4 : Υποστυλώματα.....	44
Κεφάλαιο 5 : Τοιχώματα.....	80
Κεφάλαιο 6 : Δοκοί - Πλάκες.....	88
Κεφάλαιο 7 : Οργανισμός Πληρώσεως.....	106
Κεφάλαιο 8 : CFRP - Σύνθετα υλικά.....	108
Συμπέρασμα.....	121
Ευχαριστίες.....	121
Βιβλιογραφία.....	122

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση της τεχνολογίας των παραδοσιακών και σύγχρονων μεθόδων επεμβάσεων ενίσχυσης κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος για σεισμικά φορτία.

Πιο συγκεκριμένα, θα γίνει μια περιληπτική αναφορά στις βλάβες, μικρές και μεγάλες, που υφίστανται τα φέροντα στοιχεία του κτιρίου μετά από μία σεισμική δόνηση. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι κυριότερες μέθοδοι επεμβάσεων που χρησιμοποιούνται για την επισκευή και ενίσχυση των κατασκευών. Η σειρά παρουσίασής τους θα γίνει με την μορφή των εργασιών που ακολουθούνται για την επισκευή οποιουδήποτε κτιρίου. Για την καλύτερη ανάλυση και περιγραφή τους καθώς και για την πλήρη κατανόησή τους θα χρησιμοποιηθούν σαν παραδείγματα εφαρμογών δύο ξεχωριστές περιπτώσεις κτιρίων. Σε αυτά τα κτίρια εφαρμόστηκαν όλες οι μέθοδοι για την επισκευή και ενίσχυσή τους. Πρόκειται για ένα παλαιό εγκαταλελειμμένο εργοστάσιο στο Ίλιον και ένα ξενοδοχείο στο κέντρο. Στο εργοστάσιο, λόγω της καταπόνησής του από το χρόνο και τους σεισμούς, οι εργασίες επισκευής περιελάμβαναν την ενίσχυση της θεμελίωσης, των δοκών και των υποστυλωμάτων, την καθαίρεση των πλέον πληγμένων οργανισμών και τη δημιουργία νέων. Στο ξενοδοχείο οι εργασίες αφορούσαν στην ενίσχυση των στοιχείων του ισογείου και του 1^{ου} ορόφου με τη χρήση σύνθετων υλικών ή αύξησης της διατομής τους.

Στις εργασίες έλαβα μέρος και εγώ κατά τη διάρκεια της Πρακτικής Άσκησής μου. Οι φωτογραφίες που χρησιμοποιούνται στην εργασία προέρχονται από εμένα ή από το αρχείο της εταιρίας που εργαζόμουν.

Subject of this thesis is to present the technology of traditional and modern methods and interventions reinforced concrete structures for seismic loads.

More specifically, it will be a summary of the damage, small and large, the existing structural elements of the building after an earthquake. Then we present the main methods of intervention used to repair and strengthen concrete. The order of presentation will be in the form of work undertaken for the repair of any building. For the better analysis and description and the full understanding will be used as examples for applying two separate occasions' buildings. In these buildings applied all methods to repair and strengthen them. This is an old abandoned factory in Ilioupoli and a hotel downtown. At the factory, due to the stress of time and earthquakes, repairs included reinforcing the foundation, beams and columns, the removal of most affected organizations and creating new ones. Hotel operations relating to the strengthening of the elements of the ground and first floor with the use of composite materials or increase their cross section.

I personally took part in the work during my traineeship. The photos used in the work were taken by me or coming from the archives of the company that I worked.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΒΛΑΒΕΣ

Ύστερα από κάθε σεισμική δόνηση οι φέροντες οργανισμοί και τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου καταπονούνται. Η καταπόνηση αυτή κατά πάσα πιθανότητα θα προκαλέσει βλάβη, η έκταση της οποίας εξαρτάται από το μέγεθος του σεισμού, την κατάσταση του κτιρίου και την ποιότητα των υλικών και της κατασκευής.

Οι βλάβες που προκαλούνται έπειτα από μια σεισμική δόνηση μπορούν να διαχωριστούν σε βλάβες γενικού χαρακτήρα και βλάβες τοπικού χαρακτήρα. Οι βλάβες γενικού χαρακτήρα επηρεάζουν την γενική ευστάθεια του κτιρίου αντίθετα με τις βλάβες τοπικού χαρακτήρα οι οποίες δεν επηρεάζουν την ευστάθεια του κτιρίου. Γενικού χαρακτήρα μπορούν να θεωρηθούν οι βλάβες που λαμβάνουν χώρα σε όλο το ύψος μιας σειράς υποστυλωμάτων ή σε όλο το ύψος μιας τοιχοκολώνας. Ως τοπικού χαρακτήρα θεωρούνται οι βλάβες που λαμβάνουν χώρα σε ένα μεμονωμένο δομικό στοιχείο.

Για να ορισθεί η κρισιμότητα μίας βλάβης πρέπει να βρούμε ποιο δομικό στοιχείο έχει πληγεί. Για παράδειγμα, πιο σοβαρή κρίνεται η ζημιά σε υποστύλωμα παρά σε ένα τοίχο πληρώσεως ή σε μία πλάκα. Κριτήριο επίσης αποτελεί και η έκτασή της, το πλάτος δηλαδή και το εύρος της. Ακόμα σημαντικό είναι να ξέρουμε, ειδικά σε περίπτωση που έχει πληγεί κολόνα ή δοκάρι, αν έχει υποστεί ζημιά ο οπλισμός. Με φθίνουσα κατανομή σπουδαιότητας σοβαρότερες θεωρούνται οι βλάβες στα υποστυλώματα, στα τοιχία, στις δοκούς, στις πλάκες και τέλος ελάσσονος σημασία θεωρούνται οι βλάβες στις τοιχοποιίες πληρώσεως.

• ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

Κατά τη διάρκεια του σεισμού το υποστύλωμα υποβάλλεται σε ισχυρή αρμονική σύνθλιψη μέσω ανακυκλιζόμενης κάμπτω - διάτμησης και ανακυκλιζόμενης τέμνουσας.

Σε κάθε περίπτωση ελέγχουμε το εύρος των ρωγμών που δημιουργούνται, τυχόν απολέπιση της επικάλυψης, την κατάσταση του σκυροδέματος, δηλαδή την πιθανή αποδιοργάνωσή του, καθώς και τη κατάσταση του οπλισμού, δηλαδή τον πιθανό λυγισμό ή ολίσθησή του. Εάν έχει πληγεί ο οπλισμός ή έχει αποδιοργανωθεί το σκυρόδεμα ή το εύρος των ρωγμών είναι πολύ μεγάλο οι βλάβες θεωρούνται πολύ σοβαρές και χρήζουν άμεσης επισκευής.

Είναι πιθανό για την ενίσχυση του κτιρίου να δημιουργήσουμε νέα στοιχεία, υποστυλώματα, από οπλισμένο σκυρόδεμα.

• **ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ**

Οι βλάβες που δημιουργούνται στα τοιχώματα μετά από ένα σεισμό φανερώνουν στις περισσότερες περιπτώσεις πιθανά λάθη στη κατασκευή. Τέτοιες βλάβες είναι:

1) Ολίσθηση στον αρμό διακοπής εργασίας, η οποία οφείλεται συχνά σε κακότεχνη σύνδεση του παλαιού με το νέο σκυρόδεμα, καθώς δεν έχει γίνει επεξεργασία στον αρμό

2) Χιαστί ρήγματα διατμήσεως, τα οποία προκαλούνται από αστοχίες ψαθυρού χαρακτήρα

Στα τοιχία προκαλούνται και βλάβες καμπτικού χαρακτήρα, κυρίως οριζόντιες ρηγματώσεις, καθώς και συντριβή της θλιβόμενης ζώνης.

Στα τοιχία εξετάζουμε όπως και στα υποστυλώματα την ύπαρξη και το εύρος των ρωγμών καθώς και σε ποιο βαθμό έχει ολισθήσει ο οπλισμός και έχει αποδιοργανωθεί το σκυρόδεμα.

• ΔΟΚΟΙ

Οι δοκοί παρουσιάζουν μια ευπάθεια στους σεισμούς που δεν είναι ορατή στα υποστυλώματα ή στα τοιχία. Οι βλάβες που παρουσιάζουν μετά από μία σεισμική δόνηση ποικίλουν και οφείλονται και σε κακοτεχνίες και σε αδυναμία του στοιχείου να αντεπεξεέλθει τη φόρτιση. Οι συχνότερες βλάβες που παρουσιάζονται είναι:

1. Εγκάρσια ρήγματα στο εφελκόμενο πέλμα του ανοίγματος, το οποίο θεωρείται φυσιολογική ρηγμάτωση παρά σεισμική βλάβη
2. Διατμητική αστοχία κοντά στις στηρίξεις, η οποία είναι ψαθυρή αστοχία
3. Καμπτικά ρήγματα στο άνω ή στο κάτω πέλμα στις στηρίξεις, που οφείλονται κατά κύριο λόγο σε κακή αγκύρωση του αντίστοιχου διαμήκους οπλισμού στις στηρίξεις
4. Διατμητική ή καμπτική αστοχία στις θέσεις εδράσεων δευτερευόντων δοκών ή φυτευτών υποστυλωμάτων
5. Χιαστί διατμητικά ρήγματα σε δοκούς, κυρίως κοντές, που συνδέουν τοιχία.

Ένα άλλο σημαντικό σημείο που πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί σε ότι αφορά τις δοκούς είναι οι κόμβοι δοκών – στύλων. Λόγω του ότι ενώνονται τα δύο στοιχεία οι κόμβοι θεωρούνται κρίσιμα σημεία. Οι οποιεσδήποτε βλάβες στους κόμβους είναι ιδιαίτερα ανησυχητικές καθώς μπορούν να οδηγήσουν σε μη ελεγχόμενες ανακατανομές εντάσεων.

Με δεδομένο ότι οι δοκοί είναι πιο ευπαθείς από τα υποστυλώματα, δεν θεωρούμε πως οι βλάβες που παθαίνουν είναι το ίδιο σοβαρές. Αυτό σημαίνει πως βλάβες που στα υποστυλώματα θεωρούνται σημαντικές στις δοκούς δεν είναι. Όμως σε περίπτωση που διαπιστωθεί πλήρης

αποδιοργάνωση του σκυροδέματος, υπάρξει ολίσθηση ή λυγισμός οπλισμού ή οι ρωγμές κάθετα ή διαγώνια του στοιχείου είναι πολύ πλατιές τότε οι βλάβες είναι πολύ σοβαρές και απαιτείται άμεση επέμβαση κι επισκευή.

- **ΠΛΑΚΕΣ**

Οι βλάβες στις πλάκες από ένα σεισμό είναι ήσσονος σημασίας. Οι όποιες ζημιές που παρουσιάζονται είναι κυρίως ρήγματα τα οποία κινούνται κάθετα ή παράλληλα ως προς τους οπλισμούς σε διάφορες θέσεις. Τέτοιες θέσεις είναι οι ζώνες συνδέσεως, τα μεγάλα ανοίγματα και όπου υπάρχουν ανωμαλίες κατόψεων. Στις θέσεις αυτές δρουν μεγάλες ροπές οι οποίες δημιουργούν και τις ρωγμές.

Τις περισσότερες φορές οι βλάβες των πλακών δεν είναι επικίνδυνες για τη συνολική ευστάθεια της κατασκευής. Εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση των ζωνών συνδέσεως πλακών με τοιχίο ή υποστυλώματα χωρίς δοκούς όπου ασκούνται διατμητικές δυνάμεις. Τα περισσότερα προβλήματα με τις βλάβες στις πλάκες είναι αισθητικά κυρίως και λειτουργικά, ιδίως σε ότι έχει να κάνει με ενδοδαπέδιες σωληνώσεις, πλακίδια και άλλα. Επίσης, πρόβλημα έχουμε και στην μελλοντική αντίδραση του κτιρίου καθώς μια βλάβη στις πλάκες ενδέχεται να προκαλέσει μείωση της διαθέσιμης αντοχής, ακαμψίας και ικανότητας απορροφήσεως ενέργειας σε μελλοντικό σεισμό.

- **ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΠΛΗΡΩΣΕΩΣ**

Οι βλάβες στους οργανισμούς πλήρωσεως (τοιχοποιίες, πλινθοδομές) είναι οι πλέον συνηθισμένες και ακίνδυνες. Δεν θεωρούνται επικίνδυνες

για την ευστάθεια της κατασκευής και δεν επηρεάζουν τη μελλοντική συμπεριφορά του κτιρίου σε ενδεχόμενη μελλοντική σεισμική δόνηση.

Οι ζημιές που παρουσιάζονται στις τοιχοποιίες πληρώσεως αποτελούν προοδευτική επέκταση της ρηγμάτωσης. Αυτό σημαίνει πως ξεκινά από απλά ρήγματα στα επιχρίσματα (στην επαφή της τοιχοποιίας με το σκελετό) και μπορεί να φτάσει και σε μερική ή ολική αποκόλληση από το περιβάλλον πλαίσιο και τα φέροντα κατακόρυφα στοιχεία. Επίσης μπορεί να προκληθεί τοπική κατάρρευση της τοιχοποιίας . Ακόμα μπορεί να εμφανιστούν ρήγματα χιαστί ανάλογα με την ένταση της φόρτισης (μικρά, μεγάλα).

Παρόλο που οι βλάβες στον οργανισμό πληρώσεως είναι ακίνδυνες και συχνά αναμενόμενες, η επισκευή αυτού του είδους βλαβών είναι η πλέον δαπανηρή. Αυτό συμβαίνει γιατί εκτός του κόστους αποκατάστασης της βλάβης στο φορέα θα πρέπει να επισκευαστούν και οι ζημιές στα επιχρίσματα της τοιχοποιίας καθώς και να αποκατασταθούν οι πιθανές βλάβες στα υδραυλικά, ηλεκτρολογικά και άλλα δίκτυα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ – ΠΡΩΤΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναφέρθηκαν οι συνηθέστερες βλάβες που δημιουργούνται στα διάφορα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου μετά από μία σεισμική δόνηση. Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στις ενέργειες που προβαίνουμε όταν επισκεπτόμαστε για πρώτη φορά το πληγέν κτίριο και συντάσσουμε τη Μελέτη Επισκευής.

Για να αποφασίσουμε εάν ένα κτίριο μετά από μια σεισμική δόνηση θα πρέπει να επισκευαστεί ή να κατεδαφιστεί υπάρχουν διάφορες μέθοδοι. Τα κριτήρια που λαμβάνουμε υπόψη σε κάθε μέθοδο είναι:

- Ο δείκτης φέρουσας ικανότητας της κατασκευής
- Η διάταξη του φέροντος οργανισμού, η οποία είναι δυνατόν να χαρακτηριστεί καλή, αποδεκτή ή ασαφής
- Η ευκαμψία της κατασκευής
- Η πλαστιμότητα της κατασκευής πριν από οποιαδήποτε ενίσχυση.

Με βάση τα παραπάνω θα αποφασίσουμε εάν θα επισκευάσουμε το κτίριο, εάν θα το ενισχύσουμε με νέα στοιχεία ή εάν θα το κατεδαφίσουμε. Η απόφαση για την κατεδάφιση και ανακατασκευή του κτιρίου επηρεάζεται από το κόστος των απαιτούμενων εργασιών για ενίσχυση καθώς και από άλλους παράγοντες, όπως είναι οι όροι δόμησης σε περίπτωση ανακατασκευής και η ιστορική ή η πολιτιστική αξία του κτιρίου.

Στην περίπτωση που αποφασίσουμε να επισκευάσουμε και ενισχύσουμε το κτίριο θα πρέπει να διαλέξουμε τον τύπο επεμβάσεως. Ανάλογα με τη σοβαρότητα της επεμβάσεως οι τύποι μπορούν να καταταχθούν σε πέντε κατηγορίες:

- Τύπος I : Βελτίωση της πλαστιμότητας και της ικανότητας απορρόφησης ενέργειας με την ενίσχυση υφισταμένων στοιχείων (χρήση λεπτών μανδύων σε υποστυλώματα, περίσφυξη με μεταλλικά ελάσματα ή σύνθετα υλικά)
- Τύπος II : Αύξηση της αντοχής και της ακαμψίας με ενίσχυση υφισταμένων στοιχείων (αύξηση πάχους τοιχίων)
- Τύπος III : Αύξηση αντοχής, πλαστιμότητας και ακαμψίας με ενίσχυση των υφισταμένων στοιχείων

- Τύπος IV : Αύξηση της αντοχής, ακαμψίας και πλαστιμότητας με την προσθήκη νέων φερόντων στοιχείων
- Τύπος V : Ενσωμάτωση στην κατασκευή παθητικών μηχανικών συστημάτων απορρόφησης ενέργειας ιξώδους ή υστερητικής συμπεριφοράς.

Τα κριτήρια που επηρεάζουν την επιλογή του τύπου επεμβάσεως είναι γενικού χαρακτήρα, και αφορούν το κόστος, τα διαθέσιμα μέσα, και τεχνικού χαρακτήρα, και αφορούν στην απαίτηση κανονικότητας, αυξημένης πλαστιμότητας κ.α.

Αφού επιλέξουμε και τον τύπο επεμβάσεως προχωρούμε στην σύνταξη της μελέτης επεμβάσεων. Για να συντάξουμε τη μελέτη θα πρέπει πρώτα να έχουμε τα στοιχεία και τα σχέδια του κτιρίου όπως αυτά αναγράφονται στον εγκεκριμένο φάκελο αδείας κατασκευής του έργου, όπως είναι η οικοδομική άδεια, οι μελέτες και τα κατασκευαστικά σχέδια. Εκτός από αυτά όμως θα πρέπει να συλλέξουμε πρόσθετα στοιχεία τα οποία θα μας διευκολύνουν στην καλύτερη αναγνώριση του κτιρίου καθώς και στην ανακάλυψη της τωρινής του κατάστασης.

Στοιχεία της ταυτότητας του κτιρίου θεωρούνται όλες οι πληροφορίες αναφορικά με το κτίριο πριν αρχίσουμε τις επεμβάσεις. Τέτοιες πληροφορίες είναι:

- Η ημερομηνία κατασκευής του κτιρίου καθώς και οι ισχύοντες κανονισμοί μελέτης την εποχή που κτιζόταν
- Η αξιολόγηση των τευχών του φακέλου της υφιστάμενης μελέτης
- Η προηγούμενη κατάσταση του κτιρίου και οι ενδεχόμενες προηγούμενες εργασίες επεμβάσεων
- Η συμπεριφορά της κατασκευής στο χρόνο και σε άλλους σεισμούς

- Οι προϋπάρχουσες βλάβες
- Οι πιθανές εκσκαφές σε μικρή απόσταση

Για να ανακαλύψουμε την τωρινή κατάσταση του κτιρίου θα πρέπει να επιθεωρήσουμε το κτίριο και να κάνουμε επιτόπου μετρήσεις και εργαστηριακές δοκιμές. Τα στοιχεία από την επιθεώρηση του κτιρίου τα παίρνουμε μέσα από την οπτική εξέταση και τον προσδιορισμό του στατικού συστήματος, από τον προσδιορισμό σοβαρών σφαλμάτων στην υπάρχουσα μελέτη και στην κατασκευή, την αποτύπωση των ζημιών σε φέροντα και μη φέροντα στοιχεία σε σχέδια και φωτογραφίες μελών με ζημιές και τις ενδεικτικές αποτυπώσεις οπλισμών με αποκαλύψεις. Ακόμα στοιχεία για την κατάσταση της κατασκευής βρίσκουμε μέσα από την έρευνα και εκτίμηση της καταστάσεως των μη φερόντων στοιχείων, την κατάσταση των υλικών λόγω περιβαλλοντικών επιδράσεων και την εξέταση παρακειμένων κτιρίων.

Οι έρευνες, μετρήσεις και δοκιμές που γίνονται είναι:

- γεωμετρικές μετρήσεις, όπως είναι οι διαστάσεις των διατομών, το εύρος των ρωγμών οι παραμορφώσεις και οι ασυνέπειες σε αρμούς
- διερεύνηση του εδάφους, όπως είναι η περιγραφή της θεμελίωσης, τα φρεάτια επιθεωρήσεως και άλλα
- ποιοτικός έλεγχος υλικών και κατασκευής, όπου εξετάζουμε τα υλικά της κατασκευής.

Ο έλεγχος ποιότητας σκυροδέματος γίνεται μέσα από λήψη και θραύση δοκιμίων και καρότων από περιοχές που φαίνεται διαστρώθηκαν σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Στο χάλυβα γίνεται οπτικός έλεγχος και αναγνώριση της κατηγορίας του, λήψη και θραύση δοκιμίων ανά κατηγορία. Στο δομικό χάλυβα γίνονται οπτικοί έλεγχοι καταστάσεως, λήψη δοκιμίων, έλεγχο συγκολλήσεων και έλεγχο χημικής σύστασης.

Στα ξύλινα στοιχεία γίνεται οπτικός έλεγχος για την κατάστασή τους ενώ στη τοιχοποιία γίνεται οπτικός έλεγχος της κατάστασης των λιθοσωμάτων, του κονιάματος δομήσεως ή επιχρήσεως, λήψη και θραύση δοκιμίων.

Εκτός από το φάκελο της αδείας και τα πρόσθετα στοιχεία του κτιρίου για τη σύνταξη της μελέτης επεμβάσεων θα πρέπει να έχουμε το στατικό – αντισεισμικό έλεγχο της κατασκευής, την τεχνική έκθεση για τη συμπεριφορά της κατασκευής κατά το σεισμό καθώς και τις παραδοχές του ανασχεδιασμού. Για τη σύνταξη της μελέτης επεμβάσεων πρέπει να επιλέξουμε το είδος της επέμβασης. Μετά την επιλογή του είδους της επέμβασης γίνεται έλεγχος ικανοποίησης των κριτηρίων ανασχεδιασμού που καθορίζονται από το κανονιστικό πλαίσιο που έχει επιλεγεί κατά τον ανασχεδιασμό. Η διαδικασία ανασχεδιασμού περιλαμβάνει:

- Τον προκαταρκτικό σχεδιασμό, όπου γίνεται επιλογή τεχνικών και υλικών καθώς και του τύπου της επέμβασης και προκαταρκτικός υπολογισμός των διαστάσεων των πρόσθετων δομικών στοιχείων, της τροποποιημένης ακαμψίας των στοιχείων και της κατάλληλης κατηγορίας πλαστιμότητας.
- Την ανάλυση, όπου γίνεται καθορισμός της σεισμικής δράσης και των μη σεισμικών φορτίων, επιλογή προσωμοιώματος υπολογισμού, εφαρμογή της μεθόδου ανάλυσης και συνδυασμοί δράσεων
- Τον έλεγχο, που αφορά τις οριακές καταστάσεις αστοχίας με βάση τις απαιτήσεις του πλαισίου ανασχεδιασμού και γίνεται μέσα από αντοχές σχεδιασμού και προσωμοιώματα συμπεριφοράς επισκευασμένων – ενισχυμένων στοιχείων
- Τα κατασκευαστικά σχέδια και την τεχνική περιγραφή, τα οποία θα πρέπει είναι λεπτομερή και τα οποία πιθανώς να αναθεωρηθούν κατά τη φάση της κατασκευής.

Τα τεύχη της μελέτης επεμβάσεων πρέπει να περιλαμβάνουν την τεχνική έκθεση αυτοψίας, τεχνική έκθεση αξιολόγησης, τεχνική έκθεση εφαρμογής επεμβάσεων, υποστηρικτικά στοιχεία των εκθέσεων, προδιαγραφές υλικών και εργασιών, τεχνική έκθεση με πιθανές προβλέψεις μέτρων συντήρησης. Τα σχέδια της μελέτης πρέπει να είναι γενικά σχέδια αποτύπωσης των βλαβών, γενικά σχέδια περιγραφής των επεμβάσεων και σχέδια λεπτομερειών.

Όταν συνταχθεί η μελέτη επεμβάσεων για την επισκευή του κτιρίου και παραλάβουμε τα τεύχη εργασιών ξεκινάμε τις επεμβάσεις. Πρώτα οργανώνουμε το εργοτάξιο ακολουθώντας τους κανόνες υγιεινής και ασφάλειας όπως αυτοί αναφέρονται στο ΣΑΥ (Σχέδιο Ασφάλειας – Υγείας) του έργου. Φροντίζουμε για τη μεταφορά και αποθήκευση των εργαλείων και των απαιτούμενων υλικών. Στη συνέχεια προχωρούμε στην υποστύλωση του έργου όπου απαιτείται για την αποφυγή πιθανής κατάρρευσης με τη χρήση οικοδομικών ικριωμάτων. Τα ικριώματα θα χρησιμοποιηθούν και για τις εργασίες στα υπερυψωμένα σημεία. Προμηθευόμαστε τα απαραίτητα μέσα ατομικής προστασίας (ΜΑΠ) των εργαζομένων, δηλαδή κράνη προστασίας, γυαλιά, γάντια, ζώνες επίδεσης και άλλα.

Οι πρώτες εργασίες που γίνονται στο κτίριο έχουν ως στόχο την αποφόρτισή του από τα περιττά φορτία. Για να το πετύχουμε αυτό καθααίρουμε όλα εκείνα τα στοιχεία τα οποία δεν δύναται να επισκευαστούν και επρόκειτο να αντικατασταθούν. Η καθαίρεση των στοιχείων από σκυρόδεμα γίνεται συνήθως με τη χρήση αερόσφυρας μεγάλου βάρους (15 – 40 kg, πίεση λειτουργίας 0,7 MPa) αφού έχει οριοθετηθεί το υπό αφαίρεση τμήμα. Σε περίπτωση που το καθααίρουμε τμήμα συνορεύει με ευπαθές δομικό στοιχείο ή με τμήμα προς επισκευή κάνουμε αδιατάρακτη κοπή. Η αδιατάρακτη καθαίρεση του

σκυροδέματος γίνεται με τη χρήση κοπτικού μηχανήματος αδαμαντοφόρου δίσκου κοπής που αποκόπτει οπλισμένο σκυρόδεμα (σκυρόδεμα και χάλυβα ταυτοχρόνως). Λόγω της φύσης του κοπτικού απαιτείται συνεχής ψύξη με νερό (η τροφοδοσία γίνεται συνήθως από το ίδιο το μηχάνημα). Η διάμετρος των δίσκων εργοταξιακής χρήσης κυμαίνεται από 250 χιλιοστά έως 10000 χιλιοστά. Η χρήση του μηχανήματος θα πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό.

Στην εικόνα που παρατίθεται προβάλλεται μία αερόσφουρα 40 kg.



Εικ. 1

Αερόσφουρα 40 kg

Στην αφαίρεση των σαθρών σκυροδεμάτων μπορούμε να κάνουμε χρήση και ηλεκτροπνευματικών σφύρων, ιδίως σε μικρής έκτασης περιοχές. Η τοπική καθαίρεση σκυροδέματος γίνεται με τη χρήση ηλεκτρόσφουρας ισχύος από 1000 έως 1500 W και βάρους 10 – 15 kg, με

κοπτικό άκρο συνήθους μορφής (βελόνι). Τα προϊόντα από την καθαίρεση (μπάζα) καθώς και όλα τα άλλα άχρηστα υλικά απομακρύνονται από τη περιοχή εκτέλεσης εργασιών και συγκεντρώνονται στο χώρο φόρτωσης.

Αφού αφαιρεθούν από το κτίριο όλα τα περιττά φορτία και οι ανεπιθύμητοι φορείς ξεκινούμε τις εργασίες καθαρισμού των επιφανειών σκυροδέματος που πρόκειται να επισκευαστούν, τα υποστυλώματα, τα τοιχώματα και οι δοκοί. Αρχικά, οριοθετούμε τις περιοχές από όπου θα γίνει η αφαίρεση των επιχρισμάτων από τις επιφάνειες. Στη συνέχεια υποστυλώνουμε με οικοδομικά ικριώματα και ξεκινούμε τις εργασίες καθαίρεσης των επιχρισμάτων. Η εκτέλεση του έργου γίνεται με τη χρήση ηλεκτροπνευματικής ηλεκτρόσφυρας ισχύος από 300 έως 800 W και βάρους έως 6 kg διπλής μόνωσης. Δε χρησιμοποιούνται σφύρες μεγαλύτερης ισχύος ή βάρους επειδή μπορεί να προκληθούν βλάβες στο υπό επεξεργασία στοιχείο. Το κοπτικό άκρο έχει συνήθως πρισματική μορφή (καλέμι). Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών παίρνουμε όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας σύμφωνα με τους κανονισμούς. Επίσης, σε περίπτωση που οι εργασίες γίνονται σε αστικό περιβάλλον θα πρέπει να πάρουμε μέτρα έτσι ώστε να μην υπάρχει όχληση των περίοικων λόγω θορύβου ή σκόνης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

Όταν ολοκληρωθούν οι εργασίες αποκοπής των περιττών φορτίων από το κτίριο, βεβαιωνόμαστε ότι ο φέρων οργανισμός μαζί με την υποστύλωση μπορούν να παραλάβουν τα ασκούμενα φορτία του. Στη συνέχεια προχωρούμε στην αποκάλυψη της θεμελίωσης με σκοπό να εξετάσουμε σε τι κατάσταση βρίσκεται. Γενικά επιλέγουμε να

ενισχύσουμε την θεμελίωση κι ας μην έχει κάποια βλάβη καθώς πρόκειται να δεχθεί νέα φορτία. Το συνηθέστερο είδος θεμελίωσης που συναντάμε, ειδικά σε κτίρια κάποιας ηλικίας, είναι η θεμελίωση με ανεξάρτητα πέδιλα. Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών εκσκαφής λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας για τη διασφάλιση του κτιρίου όπως είναι η περαιτέρω υποστύλωση.

Αφού αποκαλυφθούν τα θεμέλια και γίνει έλεγχος της κατάστασής τους ξεκινούν οι εργασίες επέμβασης. Σε περίπτωση που εργαζόμαστε σε ανεξάρτητο πέδιλο κυριότερες μέθοδοι ενίσχυσής του είναι η αύξηση του ύψους του, η αύξηση των διαστάσεών του, η μεγέθυνση του πέδιλου ή η ένωση του με τα υπόλοιπα μέσω δοκίδων για τη δημιουργία πεδιλοδοκού.

Όταν θέλουμε να αυξήσουμε το ύψος του πέδιλου χρησιμοποιούμε μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος που τοποθετείται πάνω από το παλιό πέδιλο. Για την επίτευξη συνοχής και συνεργασίας μεταξύ παλαιού και νέου σκυροδέματος αλλά και τη καλύτερή λειτουργία του πέδιλου ακολουθούμε τις εξής εργασίες:

- Καθααρούμε το αποδιοργανωμένο σκυρόδεμα με τη χρήση ηλεκτροπνευματικών σφυρών (κρουστικά δράπανα)
- Διαμορφώνουμε κοιλότητες για τον καλύτερο εγκλωβισμό του νέου υλικού, δημιουργούμε δηλαδή φωλιές στη διεπιφάνεια. Ακόμα, γίνεται διάτρηση οπών όπου θα τοποθετηθούν βλύτρα για να εξασφαλιστεί η συνεργασία παλαιού και νέου υλικού.
- Αποκαλύπτουμε τον οπλισμό και εκτραχύνουμε την επιφάνεια
- Καθαρίζουμε την επιφάνεια με τη χρήση πεπιεσμένου αέρα

- Τοποθετούμε τον οπλισμό, τον συγκολλούμε με τον παλαιό και αγκυρώνουμε τα βλύτρα στις κατάλληλες οπές με τη χρήση εποξειδικών ρητινών και παστών.
- Πλένουμε την επιφάνεια με νερό υπό πίεση και φροντίζουμε για την διαβροχή του υπάρχοντος σκυροδέματος μέχρι κορεσμού.
- Ελέγχουμε τον μανδύα έτσι ώστε η πυκνότητά του να επιτρέπει τη διέλευση των χοντρών αδρανών και η συμπύκνωση του νέου σκυροδέματος να είναι σωστή
- Η διάμετρος των αδρανών δε θα πρέπει να ξεπερνά τα 2 εκατοστά
- Σκυροδετούμε το πέδιλο. Το νέο σκυρόδεμα πρέπει να χαρακτηρίζεται από ρευστότητα, διεισδυτικότητα και πλαστικότητα. Χρησιμοποιείται έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.
- Ο μανδύας σκυροδέματος πρέπει να καλύπτει το μισό του ύψους του πέδilu και να περιλαμβάνει πάντοτε κλειστούς συνδετήρες με ελάχιστη διάμετρο $\Phi 12/10$.

Στις φωτογραφίες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι εργασίες που γίνονται για την αύξηση του ύψους μεμονωμένου πέδilu.



Εικ. 2 Πέδιλο πριν την τοποθέτηση του μανδύα φωτογραφία αρχείο Exinos Constructions



Εικ.3 Πέδιλο με μανδύα και βλότρα φωτογραφία αρχείο Exinos Construction



Εικ.4 Πέδιλο με μανδύα και βλύτρα

φωτογραφία αρχείο Exinos Construction

Από τις φωτογραφίες μπορούμε να δούμε πως η ενίσχυση του πέδιλου μπορεί να συνδυαστεί με την ενίσχυση του υποστυλώματος. Επίσης, φαίνονται τα βλύτρα και πως αυτά αγκυρώνονται στο παλαιό σκυρόδεμα με τη χρήση εποξειδικής πάστας.



Εικ.5 Γωνιακό πέδιλο με μανδύα και βλύτρα

φωτογραφία αρχείο Exinos Construction

Στην εικόνα 5 μπορούμε να δούμε πως εφαρμόζεται η μέθοδος σε γωνιακό πέδιλο.

Μία άλλη μέθοδος ενίσχυσης της θεμελίωσης είναι η αύξηση των διαστάσεων του πέδιλου. Οι εργασίες σε αυτή την περίπτωση είναι παρόμοιες με την προηγούμενη. Για την αύξηση της διατομής του πέδιλου θα πρέπει να τοποθετηθεί περιμετρικός μανδύας. Ο μανδύας που δημιουργείται στη βάση του θεμελίου χρησιμεύει στη μεταφορά των πρόσθετων κατακόρυφων αντιδράσεων του εδάφους και των λοξών δυνάμεων στο μανδύα του πέδιλου. Για το λόγο αυτό επιβάλλεται ισχυρή όπλιση με επαρκή αγκύρωση στην περιοχή καθώς και επαρκή μέτρα διατμητικής σύνδεσης με τη χρήση βλύτρων.



Εικ.6 Πέδιλο με περιμετρικό μανδύα

φωτογραφία αρχείο Exinos Construction

Στην φωτογραφία προβάλλεται η εφαρμογή της μεθόδου. Στο πλάι διακρίνεται ο περιμετρικός μανδύας του θεμελίου. Και εδώ η σκυροδέτηση θα πρέπει να γίνει με προσοχή ώστε καλυφθεί όλος ο μανδύας.

Πέραν της ενίσχυσης του υπάρχοντος πέδιλου με τη χρήση μανδύα σκυροδέματος υπάρχει και η δυνατότητα κατασκευής ενός κύβου από σκυρόδεμα κάτω από την υπάρχουσα θεμελίωση. Στο φωτογραφικό υλικό που ακολουθεί παρουσιάζεται η εκτέλεση των εργασιών αυτής της μεθόδου. Το προς επισκευή πέδιλο παρουσιάζει μεγάλη βλάβη στη βάση του. Για την επισκευή του επιλέχθηκε η δημιουργία κύβου από σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20 όπως προβάλλεται. Ο κύβος οπλίζεται με μανδύα $\Phi 12/10$ και βλύτρα διατομής $\Phi 16$. Οι εργασίες που πραγματοποιούνται έχουν ως εξής:

- Πρώτα διασφαλίζεται η σταθερότητα όλου του υποστυλώματος για την αποφυγή βύθισής του
- Σκάβουμε και αποκαλύπτουμε το πάτο του πέδιλου και αφαιρούμε τα χώματα
- Με τη χρήση ηλεκτροπνευματικών δράπανων αφαιρούμε το σαθρό σκυρόδεμα και με τη χρήση ηλεκτροπνευματικών τρυπανιών διαρρηγνύουμε οπές για την σφήνωση των βλύτρων υπό γωνία 45° - 60° όπου προβλέπεται. Καθαρίζουμε το πέδιλο με αέρα υπό πίεση.
- Τοποθετούμε το μανδύα και αγκυρώνουμε τα βλύτρα στο πέδιλο με τη χρήση εποξειδικής πάστας. Για να γίνει σωστή σκυροδέτηση τοποθετούμε αποστάτες για να μην έχει επαφή ο οπλισμός με το έδαφος.
- Καθώς η σκυροδέτηση θα γίνει με έγχυτο σκυρόδεμα, τοποθετούμε τα καλούπια (μπετοφόρμ) όπως ενδείκνυται και προχωρούμε στην σκυροδέτηση.
- Μετά το πέρας των εργασιών αφαιρούμε τα καλούπια.



Εικ. 7

Το αναφερόμενο πέδιλο κατά την διάρκεια των εργασιών



Εικ. 8

Ο μανδύας και τα βλύτρα



Εικ. 9

Ο μανδύας και τα βλύτρα

Στην εικόνα 7 βλέπουμε το θεμέλιο όταν έχει αποκαλυφθεί η κάτω παρία και έχουν ξεκινήσει οι εργασίες επισκευής. Οι βλάβες του πέδιλου είναι εμφανής. Στις εικόνες 8 και 9 φαίνεται ο οπλισμός του κύβου, ο μανδύας και τα βλύτρα.



Εικ. 10

Το πέδιλο πριν τη σκυροδέτηση



Εικ. 11

Το πέδιλο μετά τη σκυροδέτηση

Στις εικόνες 10 και 11 φαίνεται ο κύβος από σκυρόδεμα πριν και μετά τη σκυροδέτηση.

Μία άλλη μέθοδος επέμβασης στη θεμελίωση ενός κτιρίου είναι η μετατροπή των ανεξάρτητων πέδινων σε πεδילוδοκούς. Η μέθοδος αυτή επιλέγεται κυρίως όταν τα νέα πρόσθετα φορτία που πρόκειται να παραλάβει η θεμελίωση μετά το τέλος των εργασιών λόγω των επεμβάσεων στα υπόλοιπα στοιχεία του κτιρίου είναι πολύ μεγάλα για της αντοχές της υπάρχουσας θεμελίωσης. Επίσης εφαρμόζεται στην περίπτωση που θέλουμε να ενισχύσουμε πολλά πέδιλα μαζί. Αρχικά αποκαλύπτουμε τα πέδιλα. Στη συνέχεια, και αφού έχει καθαριστεί η οριοθετημένη περιοχή από τα χώματα και τα άχρηστα υλικά (μπάζα) σκυροδετούμε με μπετό καθαριότητας (Radier) για να εξασφαλίσουμε σταθερή επιφάνεια για τη δημιουργία των δοκίδων οι οποίες θα συνδέσουν τα πέδιλα. Χαράσσουμε τις θέσεις των δοκίδων. Με τη βοήθεια ηλεκτροπνευματικών τρυπανιών διαρρηγνύουμε οπές πάνω στα πέδιλα στα σημεία όπου θα τοποθετηθεί ο οπλισμός των δοκίδων και τα βλύτρα και με τη χρήση ηλεκτροπνευματικών δράπανων αφαιρούμε σαθρά σκυροδέματα, αν υπάρχουν, και εκτραχύνουμε την επιφάνεια για την καλύτερη ένωση παλαιού και νέου σκυροδέματος. Καθαρίζουμε τις οπές με αέρα υπό πίεση για να φύγουν οι σκόνες. Τοποθετούμε τα σίδερα που αποτελούν τον κύριο οπλισμό των δοκίδων στις οπές που ανοίξαμε και τα αγκυρώνουμε στα πέδιλα με τη χρήση εποξειδικής πάστας. Σε περίπτωση που εκτός από το θεμέλιο επεμβαίνουμε και στο υποστύλωμα τοποθετούνται οι αναμονές του κύριου οπλισμού ενίσχυσης του υποστυλώματος. Τοποθετούμε τον δευτερεύοντα οπλισμό, τους συνδετήρες, σύμφωνα με τις υποδείξεις του ξυλότυπου εφαρμογής. Μετά το δέσιμο των οπλισμών, το σιδέρωμα, αγκυρώνουμε τα βλύτρα που

συγκρατούν το μανδύα στα πέδιλα χρησιμοποιώντας εποξειδική ρητίνη. Όταν τελειώσει και το καλούπωμα των δοκίδων γίνεται η σκυροδέτηση με μπετό κατηγορίας C20/25.

Οι εργασίες που περιγράφηκαν πιο πάνω παρουσιάζονται εκτενώς στο φωτογραφικό υλικό που ακολουθεί.



Εικ. 12

Πέδιλα θεμελίων πριν τη σκυροδέτηση με μπετό καθαριότητας



Εικ. 13

Πέδιλα θεμελίων μετά τη σκυροδέτηση με μετεό καθαριότητας



Εικ. 14

Χάραξη δοκίδας πριν τη σκυροδέτηση με μετεό καθαριότητας



Εικ. 15

Χάραξη δοκίδας μετά τη σκυροδέτηση με μπετό καθαριότητας

Στις εικόνες 12 και 13 μπορούμε να δούμε τη διάταξη των πέδινων αφού έχουν σκαφτεί και καθαριστεί πριν και μετά τη σκυροδέτηση τους με το μπετό καθαριότητας. Στις εικόνες 14 και 15 μπορούμε να δούμε τη

χάραξη των δοκίδων πριν και μετά τη σκυροδέτηση τους με το μπετό καθαριότητας.



Εικ. 16

Πέδιλο θεμελίου μετά το τρύπημα για τον οπλισμό



Εικ. 17

Τοποθέτηση οπλισμού στο πέδιλο



Εικ. 18

Λεπτομέρεια μανδύα οπλισμού



Εικ. 19

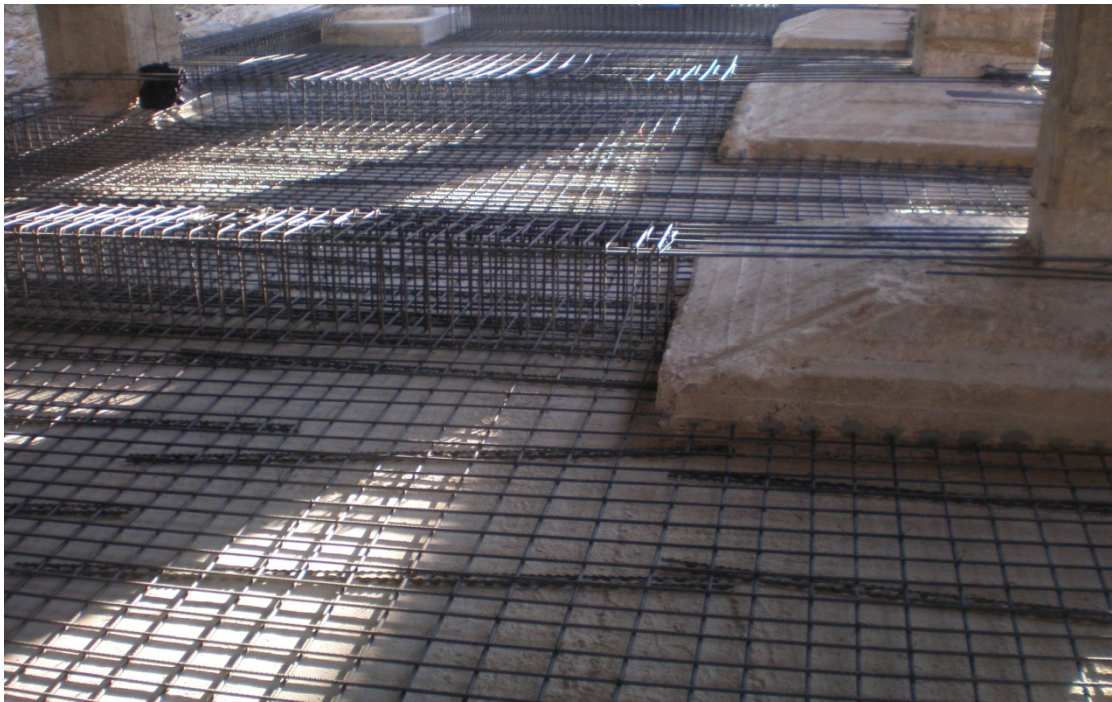
Λεπτομέρεια αγκύρωσης οπλισμού στο πέδιλο

Στην εικόνα 16 προβάλλεται ένα πέδιλο αφού έχει τρυπηθεί για να τοποθετηθεί ο οπλισμός. Στην εικόνα 17 φαίνεται πως τοποθετείται ο οπλισμός στο πέδιλο ενώ στην εικόνα 18 μπορούμε να δούμε μια λεπτομέρεια του μανδύα οπλισμού. Στην εικόνα 19 προβάλλεται λεπτομερώς η αγκύρωση του οπλισμού στο πέδιλο με τη χρήση εποξειδικής πάστας.



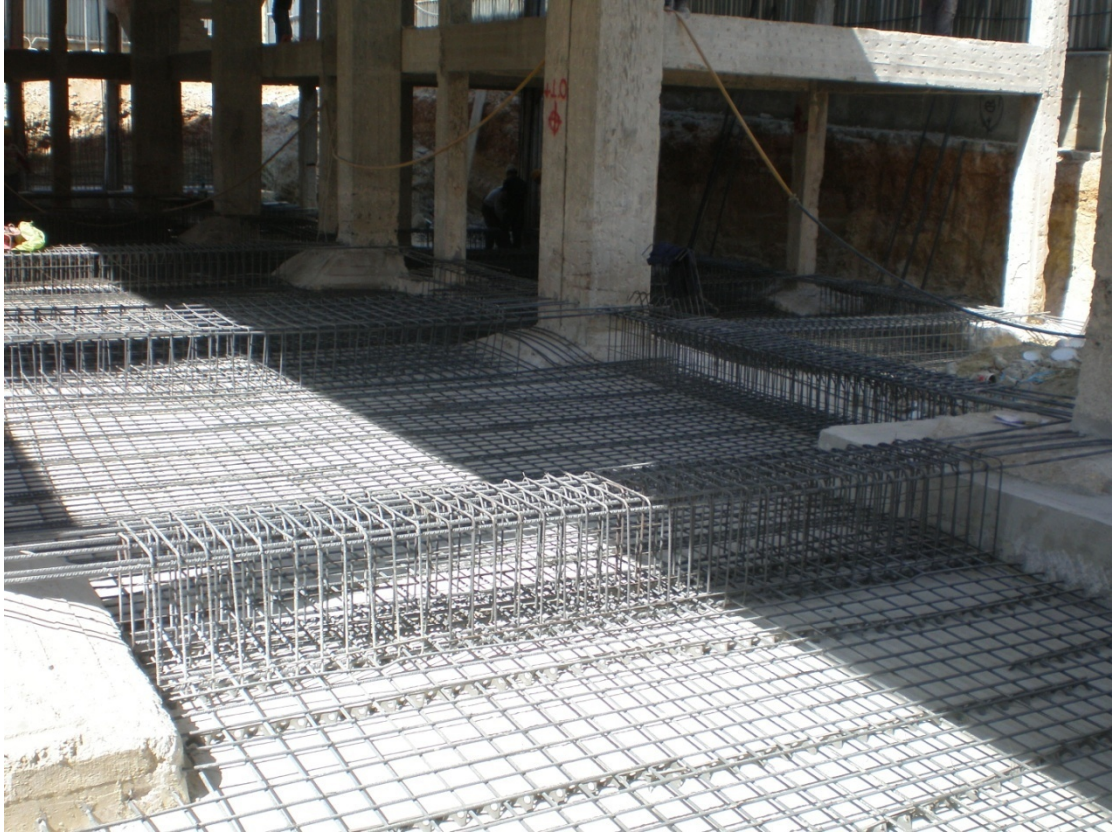
Εικ. 20

Τοποθέτηση οπλισμού πεδιλοδοκών



Εικ. 21

Τοποθέτηση οπλισμού πεδιλοδοκών



Εικ. 22

Τοποθέτηση οπλισμού πεδιλοδοκών

Στις εικόνες 20, 21 και 22 μπορούμε να δούμε τις διάφορες φάσεις της τοποθέτησης του οπλισμού των πεδιλοδοκών. Διακρίνονται καθαρά και οι δοκίδες που συνδέουν τα ανεξάρτητα πέδιλα σε ένα ενιαίο οργανισμό. Για να εξασφαλίσουμε πως η σκυροδέτηση θα γίνει σωστά και το σκυρόδεμα θα καλύψει όλο τον οπλισμό χρησιμοποιούμε αποστάτες στη βάση του για να διαχωριστεί η επιφάνεια σκυροδέτησης από τον οπλισμό.



Εικ. 23

Τοποθέτηση αναμονών οπλισμού υποστυλώματος



Εικ. 24

Τοποθέτηση αναμονών οπλισμού υποστυλώματος



Εικ. 25

Τοποθέτηση αναμονών οπλισμού υποστυλώματος

Στην περίπτωση που εκτός από το θεμέλιο ενισχύεται και το υποστύλωμα με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος τοποθετούμε στα πέλδια τις αναμονές του οπλισμού του υποστυλώματος. Στις εικόνες 23, 24 και 25 φαίνεται πως γίνεται η τοποθέτηση των αναμονών. Οι αναμονές και ο μανδύας θα πακτωθούν στο πέλδιλο με τη χρήση βλύτρων και αγκυρίων.



Εικ. 26

Τοποθέτηση αγκυρίων στο πέδιλο



Εικ. 27

Τοποθέτηση αγκυρίων στο πέδιλο



Εικ. 28

Τοποθέτηση βλύτρων στο πέδιλο



Εικ. 29

Τοποθέτηση βλύτρων στο πέδιλο

Στις εικόνες 26 και 27 φαίνονται τα αγκύρια ενώ στις εικόνες 28 και 29 φαίνονται τα βλύτρα που εφαρμόζουμε για να αγκυρώσουμε τον μανδύα οπλισμού και τις αναμονές στο πέδιλο. Τα αγκύρια και τα βλύτρα πακτώνονται στο πέδιλο με τη χρήση εποξειδικής ρητίνης. Στις εικόνες 30 και 31 που ακολουθούν παρουσιάζονται λεπτομέρειες της εφαρμογής των βλύτρων.



Εικ. 30

Λεπτομέρεια τοποθέτησης βλύτρων στο πέδιλο



Εικ. 31

Λεπτομέρεια τοποθέτησης βλύτρων στο πέδιλο

Όταν τελειώσουν οι εργασίες τοποθέτησης του οπλισμού καλουπώνουμε και στη συνέχεια σκυροδετούμε τη θεμελίωση.



Εικ. 32

Άποψη της θεμελίωσης πριν την σκυροδέτηση



Εικ. 33

Φάση της σκυροδέτησης της θεμελίωσης



Εικ. 34

Φάση της σκυροδέτησης της θεμελίωσης

Στην εικόνα 32 βλέπουμε μία άποψη της θεμελίωσης πριν σκυροδετήσουμε. Στις εικόνες 33 και 34 απεικονίζονται διάφορες φάσεις της σκυροδέτησης.



Εικ. 35

Λεπτομέρεια της σκυροδέτησης της θεμελίωσης

Στην εικόνα 35 βλέπουμε μία λεπτομέρεια της σκυροδέτησης της θεμελίωσης. Φαίνονται και το πέδιλο και τα βλύτρα που συγκρατούν τα μανδύα πριν καλυφθούν από το σκυρόδεμα.



Εικ. 36

Η θεμελίωση μετά τη σκυροδέτηση



Εικ. 37

Η θεμελίωση μετά τη σκυροδέτηση



Εικ. 38

Η θεμελίωση μετά τη σκυροδέτηση

Στις εικόνες 36, 37 και 38 μπορούμε να δούμε την θεμελίωση μετά τη σκυροδέτηση της. Ειδικά στις εικόνες 36 και 37 μπορούμε να δούμε και τις δοκίδες που ενώνουν τα πέδιλα για τη δημιουργία της πεδιλοδοκού. Κατά τη σκυροδέτηση θα πρέπει να πάρουμε δοκίμια για να εξετάσουμε την ποιότητα και την αντοχή του σκυροδέματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

Μετά την ενίσχυση της θεμελίωσης αρχίζουν οι επεμβάσεις στα υποστυλώματα. Στόχος των επεμβάσεων είναι είτε η επισκευή των βλαβών είτε η ενίσχυση των υποστυλωμάτων για να είναι σε θέση να παραλαμβάνουν και να μεταφέρουν τα νέα φορτία. Το αν το υποστύλωμα θα χρειαστεί και επισκευή και ενίσχυση εξαρτάται από την κατάστασή του και τις απαιτήσεις της μελέτης. Γενικά, ένα υποστύλωμα μπορεί να αποκατασταθεί με τη χρήση κονιαμάτων, κολλών, ρητινών, με περίσφιξη χωρίς αύξηση της διατομής του και με τη χρήση μανδύα οπλισμένου

σκυροδέματος με έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με αύξηση της διατομής του.

Σε περιπτώσεις που οι βλάβες είναι ελαφρές, δηλαδή εμφανίζονται μόνο ρηγματώσεις ή τοπικές αποφλοιώσεις του σκυροδέματος χωρίς λυγισμό του οπλισμού ή αποδιοργάνωση του σκυροδέματος το υποστύλωμα επισκευάζεται μόνο. Για τις εργασίες επισκευής χρησιμοποιούνται κόλλες ή επισκευαστικά κονιάματα. Τα κονιάματα χρησιμοποιούνται στην περίπτωση των επιφανειακών αποφλοιώσεων ενώ οι κόλλες στις ρηγματώσεις. Εάν η βλάβη είναι πιο σοβαρή και αντιμετωπίζουμε αποδιοργάνωση του σκυροδέματος ή διαρροή του οπλισμού τότε κάνουμε επεμβάσεις με καθαίρεση και αποκατάσταση ίσης διατομής. Μετά από επισκευές ίσης διατομής, ιδιαίτερα εάν είναι πολύ σοβαρή βλάβη, γίνεται και ενίσχυση με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος.

Για να γίνει η επισκευή αρχικά καθαιρείται το αποδιοργανωμένο σκυρόδεμα και όλα τα παρεμφερή υλικά σε μήκος μεγαλύτερο από αυτό της βλαβείσας περιοχής με τη χρήση ηλεκτροπνευματικών δράπανων. Ακολουθεί καλός καθαρισμός της περιοχής. Στη συνέχεια αφαιρούνται οι συνδετήρες και τα κομμάτια των ράβδων οπλισμού που έχουν λυγίσει. Γίνεται συγκόλληση νέων τμημάτων οπλισμού. Τοποθετούνται νέοι συνδετήρες σε πιο πυκνή διάταξη. Τέλος γίνεται σκυροδέτηση του καθαιρεμένου τμήματος. Για μεγαλύτερη ευκολία συχνά επιλέγεται η χρήση εκτοξευόμενου σκυροδέματος έναντι έγχυτου. Για την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών επιβάλλεται το υποστύλωμα και η γύρω περιοχή να είναι υποστυλωμένες.

Εκτός από το να επισκευασθεί ένα υποστύλωμα μπορεί και να ενισχυθεί. Η ενίσχυση αφορά την διαδικασία επέμβασης με την οποία

αυξάνεται η φέρουσα ικανότητα του και βελτιώνεται η συμπεριφορά του. Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, οι τεχνικές ενίσχυσης μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες, σε τεχνικές με διατήρηση ή σε τεχνικές με αύξηση της διατομής του υποστυλώματος. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται οι τεχνικές ενεργής περίσφιξης του στοιχείου και στη δεύτερη οι τεχνικές τοποθέτησης μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος γύρω από το στοιχείο.

Η ενίσχυση των υποστυλωμάτων με εξωτερική περίσφιξη επιλέγεται σε περιπτώσεις που:

1. Απαιτείται αύξηση της πλαστιμότητας του υποστυλώματος
2. Απαιτείται αύξηση της διατμητικής αντοχής του υποστυλώματος
3. Απαιτείται αύξηση της αντοχής του σκυροδέματος έως 30 %

Επίσης επιλέγεται σε περίπτωση που για αρχιτεκτονικούς λόγους δεν πρέπει να αυξηθεί η διατομή του υποστυλώματος και η μελέτη επισκευής το επιτρέπει.

Η επιβολή εξωτερικής περίσφιξης μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

- Με χρήση επικολητών κολάρων, είτε μεταλλικά ελάσματα πάχους 1-2 mm είτε λωρίδες από ινοπλισμένα πολυμερή
- Με χρήση προεντεταμένων κολάρων από χάλυβα ή ινοπλισμένα πολυμερή
- Με χρήση ολόσωμου μανδύα από φύλλα χάλυβα ή ινοπλισμένου πολυμερούς επικολητών στις πλευρές του υποστυλώματος
- Με χρήση σπειροειδούς οπλισμού από μεταλλικό έλασμα ή ινοπλισμένο πολυμερές
- Με χρήση μεταλλικού κλωβού από κατακόρυφα γωνιακά ελάσματα και οριζόντια μεταλλικά κολάρα.

Η ενίσχυση του υποστυλώματος με την τεχνική του μεταλλικού κλωβού είναι αρκετά διαδεδομένη. Περιλαμβάνει την τοποθέτηση τεσσάρων γωνιακών ελασμάτων στις γωνίες του υποστυλώματος και την συγκόλληση οριζόντιων μεταλλικών ελασμάτων πάνω στα γωνιακά. Για να γίνει η περίσφιξη είτε χρησιμοποιούμε ντίζες είτε προθερμαίνουμε τον οριζόντιο οπλισμό πριν τη συγκόλληση έτσι ώστε να δημιουργηθεί περίσφιξη κατά τη συστολή. Στην αρχή καθαιρούνται από το υποστύλωμα τα επιχρίσματα και όποια άλλα υλικά συμπεριλαμβανομένου και του αποδιοργανωμένου σκυροδέματος εάν αυτό υπάρχει. Στη συνέχεια καθαρίζεται η επιφάνεια και συμπληρώνονται οποιαδήποτε κενά ή ρωγμές με τη χρήση επισκευαστικού κονιάματος. Με τη χρήση ηλεκτροπνευματικών τρυπανιών δημιουργούνται οπές για να μπουν οι ντίζες που θα στηρίζουν τα ελάσματα. Οι ντίζες αγκυρώνονται στο υποστύλωμα με τη χρήση εποξειδικής πάστας. Στην συνέχεια, αλείφουμε το εσωτερικό των γωνιακών ελασμάτων με εποξειδική πάστα για να επιτύχουμε ακόμα καλύτερη αγκύρωση των ελασμάτων στο υποστύλωμα. Τοποθετούμε τα γωνιακά ελάσματα στις κορυφές του υποστυλώματος και τα ηλεκτροσυγκολλούμε στις ντίζες. Με τη χρήση εποξειδικής πάστας σφραγίζουμε τα κενά μεταξύ γωνιακών ελασμάτων και υποστυλώματος. Έπειτα τοποθετούμε και ηλεκτροσυγκολλούμε τα οριζόντια μεταλλικά ελάσματα. Για να αποφευχθεί η οξείδωση των μεταλλικών ελασμάτων τα καλύπτουμε με αστάρι και χαλαζιακή άμμο. Τα κενά που δημιουργούνται μεταξύ υποστυλώματος και μεταλλικού κλωβού συμπληρώνονται με μη-συρρικνούμενο κονίαμα.

Στο φωτογραφικό υλικό που ακολουθεί παρουσιάζονται οι εργασίες ενίσχυσης υποστυλώματος με τη χρήση μεταλλικού κλωβού όπως αναφέρθηκαν.



Εικ. 39 Υποστύλωμα πριν τη τοποθέτηση μεταλλικού κλωβού



Εικ. 40 Υποστύλωμα πριν τη τοποθέτηση μεταλλικού κλωβού

Στις εικόνες 39 και 40 βλέπουμε το υποστύλωμα αφού το έχουμε καθαρίσει και έχουμε βάλει επισκευαστικό κονίαμα όπου απαιτείται. Επίσης φαίνονται και οι οπές όπου θα αγκυρωθούν οι ντίζες.



Εικ. 41

Γωνιακό έλασμα πάχους 8 mm καλυμμένο με εποξειδική πάστα

Στην εικόνα 41 παρουσιάζεται ένα γωνιακό έλασμα αφού έχει καλυφθεί με εποξειδική πάστα. Για την ενίσχυση του συγκεκριμένου υποστυλώματος επιλέχθηκε η χρήση ελασμάτων διαστάσεων 80x80x8 mm. Τα οριζόντια ελάσματα που χρησιμοποιήθηκαν έχουν διαστάσεις 6x60 cm και τοποθετήθηκαν ανά 30 εκατοστά (cm).



Εικ. 42

Τοποθέτηση γωνιακών ελασμάτων στο υποστύλωμα



Εικ. 43

Τοποθέτηση γωνιακών ελασμάτων στο υποστύλωμα

Στις εικόνες 42 και 43 απεικονίζεται το υποστύλωμα αφού έχουν τοποθετηθεί τα γωνιακά ελάσματα. Ακόμα μπορούμε να δούμε τις ηλεκτροσυγκολλημένες ντίζες καθώς και πως τα κενά μεταξύ ελασμάτων και σκυροδέματος έχουν σφραγιστεί με εποξειδική πάστα.



Εικ. 44

Τοποθέτηση οριζόντιων ελασμάτων



Εικ. 45

Εργασίες τοποθέτησης οριζόντιων ελασμάτων

Στις εικόνες 44 και 45 παρουσιάζονται οι εργασίες τοποθέτησης και ηλεκτροσυγκόλλησης των οριζόντιων ελασμάτων.



Εικ. 46 Ο μεταλλικός κλωβός μετά τις εργασίες τοποθέτησης



Εικ. 47 Λεπτομέρεια μεταλλικού κλωβού

Στις εικόνες 46 και 47 παρουσιάζονται ο μεταλλικός κλωβός μετά τις εργασίες τοποθέτησής του καθώς και μία λεπτομέρεια όπου φαίνεται πως ενώνονται όλα τα υλικά μεταξύ τους. Στην εικόνα 48 που ακολουθεί παρουσιάζεται ο μεταλλικός κλωβός στην τελική του μορφή αφού έχει περαστεί και με αστάρι.



Εικ. 48

Η τελική μορφή του μεταλλικού κλωβού

Στην συγκεκριμένη περίπτωση ενίσχυσης υποστυλώματος επιλέχθηκε η τεχνική της περίσφιξης και για αρχιτεκτονικούς λόγους.

Οι τεχνικές ενίσχυσης του υποστυλώματος με αύξηση της διατομής του πραγματοποιούνται με τη χρήση μανδύα. Η κατασκευή μανδύων σε υποστυλώματα οπλισμένου σκυροδέματος είναι η αποτελεσματικότερη μέθοδος αύξησης της αντοχής, της πλαστιμότητας και της δυσκαμψίας τους. Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις υποστυλωμάτων με σοβαρές βλάβες ή όταν διαπιστώνεται ανεπάρκεια της αντοχής τους. Η τεχνική περιλαμβάνει την αύξηση της διατομής του υποστυλώματος με νέο σκυρόδεμα και νέους διαμήκεις και εγκάρσιους οπλισμούς περιμετρικά του αρχικού στοιχείου. Η κατασκευή των μανδύων γίνεται από έγχυτο σκυρόδεμα, από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, από ειδικά σκυροδέματα και τσιμεντοκονιάματα και από σκυροτσιμεντόπηγμα.

Το σκυροτσιμεντόπηγμα χρησιμοποιείται στην κατασκευή μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος γιατί έχει το πλεονέκτημα της απρόσκοπτης σκυροδέτησης ακόμα κι όταν έχουμε πυκνούς οπλισμούς. Η εφαρμογή του σκυροτσιμεντοπήγματος στην πράξη όμως δεν συνηθίζεται διότι δεν υπάρχει η κατάλληλη εμπειρία και τεχνογνωσία. Οι μανδύες από ειδικά σκυροδέματα χρησιμοποιούνται σε επισκευές υποστυλωμάτων όταν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις. Ο λόγος που δεν επιλέγονται συχνά αυτά τα υλικά είναι το αυξημένο κόστος χρήσης τους. Τα ειδικά τσιμεντοκονιάματα χρησιμοποιούνται όταν υπάρχει απαίτηση για μικρό πάχος μανδύα.

Η χρήση μανδύα έγχυτου σκυροδέματος για την ενίσχυση υποστυλωμάτων είναι αρκετά συχνή. Η τεχνική αυτή επιλέγεται στις περιπτώσεις που:

1. Απαιτείται η κατασκευή μανδύα πάχους 12 εκατοστών (cm) και άνω
2. Απαιτείται η δημιουργία νέων υποστρωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος για την ενίσχυση της κατασκευής.

Η εφαρμογή του έγχυτου σκυροδέματος συντελεί στην αύξηση τόσο της αντοχής όσο και της δυσκαμψίας του αρχικού φορέα. Επίσης με την κατάλληλη διάταξη των νέων σιδηροπλισμών μπορεί να αυξηθεί και η πλάστιμη συμπεριφορά του φορέα έναντι των σεισμικών φορτίων. Για τη δημιουργία του μανδύα είναι απαραίτητη η χρήση ξυλότυπου. Η χύτευση θα πρέπει να γίνεται με χαμηλή πίεση ενώ το μέγεθος των αδρανών που χρησιμοποιούνται δεν πρέπει να είναι μεγάλο για να μην υπάρχουν προβλήματα κατά τη σκυροδέτηση.

Οι ποιοτικοί έλεγχοι που απαιτούνται για την παραλαβή ενός υποστρώματος ενισχυμένου με μανδύα έγχυτου σκυροδέματος είναι τρεις: οπτικοί, γεωμετρικοί και μηχανικοί (κρουστικοί). Ο οπτικός έλεγχος αποσκοπεί στον εντοπισμό κακοτεχνιών και γίνεται:

1. κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών, όπου ελέγχεται η εφαρμογή των κανόνων έντεχνης εκτέλεσης και η πρόληψη τυχόν κακοτεχνιών
2. μετά το πέρας των εργασιών, όπου ελέγχεται αν υπάρχουν κακοτεχνίες στην εξωτερική επιφάνεια.

Ο γεωμετρικός έλεγχος αποσκοπεί στον εντοπισμό των αποκλίσεων της τελικώς διαμορφούμενης διατομής ως προς την αρχική και πραγματοποιείται με τις κλασσικές μεθόδους μέτρησης και αποτύπωσης. Ο μηχανικός (κρουστικός) έλεγχος γίνεται για τη διαπίστωση της στερεότητας και συνοχής του νέου σκυροδέματος, με ελαφρές κρούσεις στην επιφάνεια επέμβασης με σφυρί βάρους 1 κιλό (kg). Εξετάζεται ο παραγόμενος ήχος από τις κρούσεις. Κατά τη σκυροδέτηση καλό θα ήταν

να πάρουμε δοκίμια σκυροδέματος για να κάνουμε ποιοτικό έλεγχο στο υλικό. Τα δοκίμια, που έχουν κυβικό σχήμα και παίρνονται με συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιώντας ειδική μήτρα, τα παραλαμβάνει ειδικό πιστοποιημένο κέντρο όπου θα συντηρηθούν και θα θλιβούν. Στην εικόνα 48 που ακολουθεί φαίνεται μία μήτρα λήψης δοκιμίου έγχυτου σκυροδέματος



Εικ. 48

μήτρα λήψης δοκιμίου

Το υλικό που χρησιμοποιείται στις εργασίες ενίσχυσης του υποστρώματος είναι συμβατικό έγχυτο σκυρόδεμα με την προσθήκη ρευστοποιητών για τον περιορισμό της συστολής ξήρανσης. Το σκυρόδεμα θα είναι κατηγορίας που προβλέπεται από τη μελέτη και συμμορφώνεται προς τις διατάξεις του Κ.Τ.Σ. και του EN 206-1:2000. Η παραγγελία και προμήθεια του σκυροδέματος γίνεται από εταιρία παραγωγής έτοιμου σκυροδέματος με κρατικά πιστοποιητικά ποιότητας.

Το μειονέκτημα της τεχνικής αυτής έναντι των άλλων είναι η δυσκολία σκυροδέτησης, ειδικά στην κορυφή του υποστυλώματος.

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (guniting), παρόλο που θεωρείται παραδοσιακό μέσο επισκευής, άρχισε να εφαρμόζεται στη χώρα μας τα τελευταία χρόνια σε σταθερή βάση. Εφαρμόζεται για την επισκευή ή ενίσχυση υποστυλωμάτων με τη κατασκευή μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος μικρού πάχους, έως 10 εκατοστά (cm).

Η παραγωγή του εκτοξευόμενου σκυροδέματος (guniting) βασίζεται στην ξηρή ανάμιξη των υλικών, του τσιμέντου και των αδρανών, και στη τοποθέτησή τους σε μια ειδικά σχεδιασμένη μηχανή. Εκεί το μίγμα υπόκειται σε πίεση και μεταφέρεται πνευματικά, με ρεύμα πεπιεσμένου αέρα, μέσω ελαστικών σωληνώσεων, σε ένα ακροφύσιο (μάνικα), όπου προστίθεται το νερό δια ψεκασμού και το τελικό μίγμα εκτοξεύεται με συνεχή τρόπο προς τη θέση σκυροδέτησης. Το μίγμα μπορεί να περιέχει ίνες ή άλλα πρόσθετα υλικά.

Το πλεονέκτημα του εκτοξευόμενου σκυροδέματος (guniting) έναντι του συμβατικού έγχυτου είναι η ευκολία που μας παρέχει σε συνθήκες όπου η πρόσβαση είναι δύσκολη, όπου απαιτούνται λεπτά στρώματα ή μεταβλητά πάχη. Επίσης μπορεί εύκολα να πάρει οποιοδήποτε σχήμα και περίγραμμα και να εφαρμοστεί χωρίς τη χρήση ξυλότυπου. Έχει μεγάλη πυκνότητα και θλιπτική αντοχή, μεγάλη συνδετική δύναμη, άμεση πρόσφυση στις προς επισκευή επιφάνειες σκυροδέτησης και καλή αντοχή στη διάβρωση και τις χημικές ουσίες. Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα συνδυάζεται με ενίσχυση με νέους οπλισμούς και με εξωτερικό λεπτό δομικό πλέγμα για τη συγκράτησή του.

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα συντίθεται από τσιμέντο, λεπτόκοκκα αδρανή και νερό, μπορεί δε να περιλαμβάνει πρόσθετα υλικά (όπως

ιπτάμενη τέφρα, βελτιωτικά κ.α.) ενώ μπορεί να είναι οπλισμένο με χαλύβδινες ή πλαστικές ίνες ή ίνες από γυαλί. Ο ποιοτικός έλεγχος του εκτοξευόμενου σκυροδέματος γίνεται με λήψη και θραύση δοκιμίου κυλινδρικής μορφής. Για να πάρουμε το δοκίμιο φτιάχνουμε καλούπι διαστάσεων 100*80*12 εκατοστά (cm) το οποίο στη συνέχεια γεμίζουμε με σκυρόδεμα. Στη συνέχεια γίνεται η λήψη των δοκιμίων από πιστοποιημένο εξεταστικό κέντρο. Η διαδικασία που περιγράφηκε προβάλλεται στο φωτογραφικό υλικό που ακολουθεί.



Εικ. 49

το καλούπι πριν τη λήψη δοκιμίων



Εικ. 50

το καλούπι πριν τη λήψη δοκιμίων

Στις εικόνες 49 και 50 βλέπουμε το καλούπι πριν και αφού το γεμίσουμε με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.



Εικ. 51

η πλάκα από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα κατά τη λήψη δοκιμίων

Στην εικόνα 52 βλέπουμε την πλάκα από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα κατά τη λήψη των δοκιμίων καθώς και τα κυλινδρικά δοκίμια.

Για το καλύτερο αποτέλεσμα απαιτείται επιμελημένη προετοιμασία και προσεκτική εκτόξευση του σκυροδέματος. Οι όποιες διαφορές παρατηρούνται σε σχέση με το έγχυτο σκυρόδεμα έχουν να κάνουν με την ανάμιξη των υλικών καθώς αυτή γίνεται εκτός του μηχανήματος και με την απουσία νερού, δηλαδή γίνεται ξηρά ανάμιξη. Στη συνέχεια εισάγουμε το μίγμα των αδρανών στην αλύβα και το υλικό μεταφέρεται μέσω λάστιχων στην προς επισκευή επιφάνεια με τη χρήση κομπρεσέρ αέρα, που παράγει την απαιτούμενη πίεση για την μεταφορά, και ενυδατώνεται στην άκρη.

Υπάρχουν κάποιες παράμετροι εκτόξευσης που επηρεάζουν το αποτέλεσμα των εργασιών. Αυτές είναι:

1. Η ποσότητα του νερού που αναμιγνύεται
2. Η ταχύτητα εξόδου του υγρού μίγματος από το σωλήνα
3. Η γωνία προσπτώσεως του μίγματος στην προς επισκευή επιφάνεια, όπου καλύτερη θεωρείται η γωνία 90°
4. Η απόσταση από τη σκυροδετούμενη επιφάνεια

Η ενίσχυση του υποστρώματος με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (guniting) όπως αναφέρθηκε αποφέρει πολλά πλεονεκτήματα. Τα μόνα αρνητικά που έχει η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ότι:

1. Απαιτεί το συνεργείο να έχει καλή τεχνική και εμπειρία για να εκτελεστούν σωστά οι εργασίες

και

2. Ότι αφήνει πολλές ποσότητες ανακλώμενου υλικού (rebound), υλικού δηλαδή που δεν προσκολλήθηκε στο παλαιό σκυρόδεμα.

Και τα δύο αυτά αυξάνουν το κόστος της επισκευής και άρα το κόστος των εργασιών.

Η διαδικασία κατασκευής του μανδύα είναι κοινή για όλες τις μεθόδους σκυροδέτησης. Η σειρά των εργασιών είναι η εξής:

- Αρχικά αποφορτίζονται και υποστρώνονται οι δοκοί και οι πλάκες που συντρέχουν το υποστύλωμα.
- Απομακρύνεται το αποδιοργανωμένο σκυρόδεμα και αποκαθίσταται η συνέχεια του υποστρώματος επισκευάζοντας τις τυχόν προϋπάρχουσες τοπικές βλάβες (λυγισμένες ράβδοι οπλισμού κ.α.)

- Αποκαλύπτονται οι οπλισμοί σε προεπιλεγμένες θέσεις για συγκόλληση με νέους οπλισμούς
- Διανοίγονται και προετοιμάζονται οι οπές στις θέσεις αγκύρωσης των νέων ράβδων οπλισμού και στις θέσεις που προβλέπονται βλύτρα.
- Εκτραχύνεται η επιφάνεια του σκυροδέματος με επιμέλεια σε βάθος 6 χιλιοστών (mm) με τη χρήση κατάλληλου μηχανικού εξοπλισμού ή υδροαμμοβολή, έτσι ώστε να απομακρυνθεί η εξωτερική επιδερμική στρώση τσιμεντοπολτού και να αποκαλυφθούν τα αδρανή.
- Καθαρίζεται επιμελώς η επιφάνεια χρησιμοποιώντας νερό (μέχρι μία μέρα πριν τη σκυροδέτηση) υπό πίεση και οι οπές χρησιμοποιώντας αέρα υπό πίεση.
- Αγκυρώνονται στα άκρα τους οι οι διαμήκης ράβδοι οπλισμού με χημική πάκτωση, με χρήση δηλαδή εποξειδικής πάστας ή κόλλας. Για ευκολία κατά την εφαρμογή είναι δυνατόν να μην αγκυρωθούν απευθείας οι διαμήκης ράβδοι οπλισμού, αλλά να προηγηθεί η αγκύρωση μικρότερων τμημάτων ράβδων οπλισμού επί των οποίων στη συνέχεια θα ματιστούν οι νέες ράβδοι. Η διαδικασία αυτή μπορεί να εφαρμοστεί και για την αγκύρωση των ράβδων οπλισμού στα στοιχεία θεμελείωσης. Το μήκος της μάτισης εξαρτάται από το μήκος του υποστυλώματος.
- Αγκυρώνονται τα μηχανικά ή χημικά βλύτρα.
- Τοποθετούνται και ηλεκτροσυγκολλούνται τα χαλύβδινα παρεμβλήματα σύνδεσης παλαιών και νέων οπλισμών (αναρτήρες).
- Τοποθετούνται οι νέοι συνδετήρες
- Γίνεται ο τελικός καθαρισμός της επιφάνειας σκυροδέτησης με αέρα υπό πίεση. Επίσης, διαβρέχεται η επιφάνεια του παλαιού σκυροδέματος τουλάχιστον 6 ώρες πριν τη σκυροδέτηση του νέου σκυροδέματος. Η διαβροχή θα πρέπει να γίνεται και στον ξυλότυπο,

στην περίπτωση του έγχυτου σκυροδέματος, και στα αδρανή, στην περίπτωση του σκυροτσιμεντοπήγματος

- Σκυροδετείται ο μανδύας και ακολουθούν τα μέτρα συντήρησης σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος. Προσοχή απαιτείται για την συντήρηση στη περίπτωση που χρησιμοποιείται εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, επειδή τότε η συστολή ξήρανσης είναι μεγαλύτερη.

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο μανδύας δεν γίνεται να περιβάλλει ολόκληρη τη διατομή, όταν για παράδειγμα θέλουμε να επέμβουμε σε υποστυλώματα που βρίσκονται στα όρια με άλλη οικοδομή. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο μανδύας λέγεται ανοιχτός. Όταν ο μανδύας περιβάλλει τις τρεις πλευρές του υποστυλώματος δεν τοποθετείται διαμήκης οπλισμός στην ελεύθερη πλευρά και οι συνδετήρες έχουν το σχήμα (Π). Για την εφαρμογή του μανδύα απαιτείται φροντίδα για την προετοιμασία της διεπιφάνειας και την συγκόλληση παλαιών και νέων οπλισμών. Επίσης απαιτούνται ξεχωριστά μέτρα για την διασφάλιση της λειτουργίας των συνδετήρων, ειδικότερα στην περίπτωση που δεν εγκιβωτίζονται στο σκυρόδεμα.

Στο φωτογραφικό υλικό που ακολουθεί θα παρουσιαστούν οι εργασίες κατασκευής μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος από έγχυτο και από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (gunitite).

Στο παράδειγμα του μανδύα έγχυτου σκυροδέματος αποφασίσαμε να ενώσουμε τα τρία υφιστάμενα μικρά υποστυλώματα σε ένα μεγάλο. Για να γίνει αυτό αφαιρέθηκαν πρώτα τα επιχρίσματα και τα άλλα υλικά. Στη βάση της θεμελίωσης τοποθετήθηκαν αναμονές οι οποίες περικλείουν και τα τρία υποστυλώματα. Μετά τη σκυροδέτηση της θεμελίωσης

ξεκινούν οι εργασίες τοποθέτησης του κύριου οπλισμού και των συνδετήρων.



Εικ. 52

τοποθέτηση αναμονών στη θεμελίωση



Εικ. 53

τοποθέτηση αναμονών στη θεμελίωση

Στις εικόνες 52 και 53 μπορούμε να δούμε τις αναμονές του διαμηκούς οπλισμού του μανδύα στη θεμελίωση. Στις εικόνες 54 και 55 που ακολουθούν μπορούμε να δούμε τις εργασίες τοποθέτησης του κύριου οπλισμού και των συνδετήρων του μανδύα.



Εικ. 54

Εργασίες τοποθέτησης συνδετήρων μανδύα



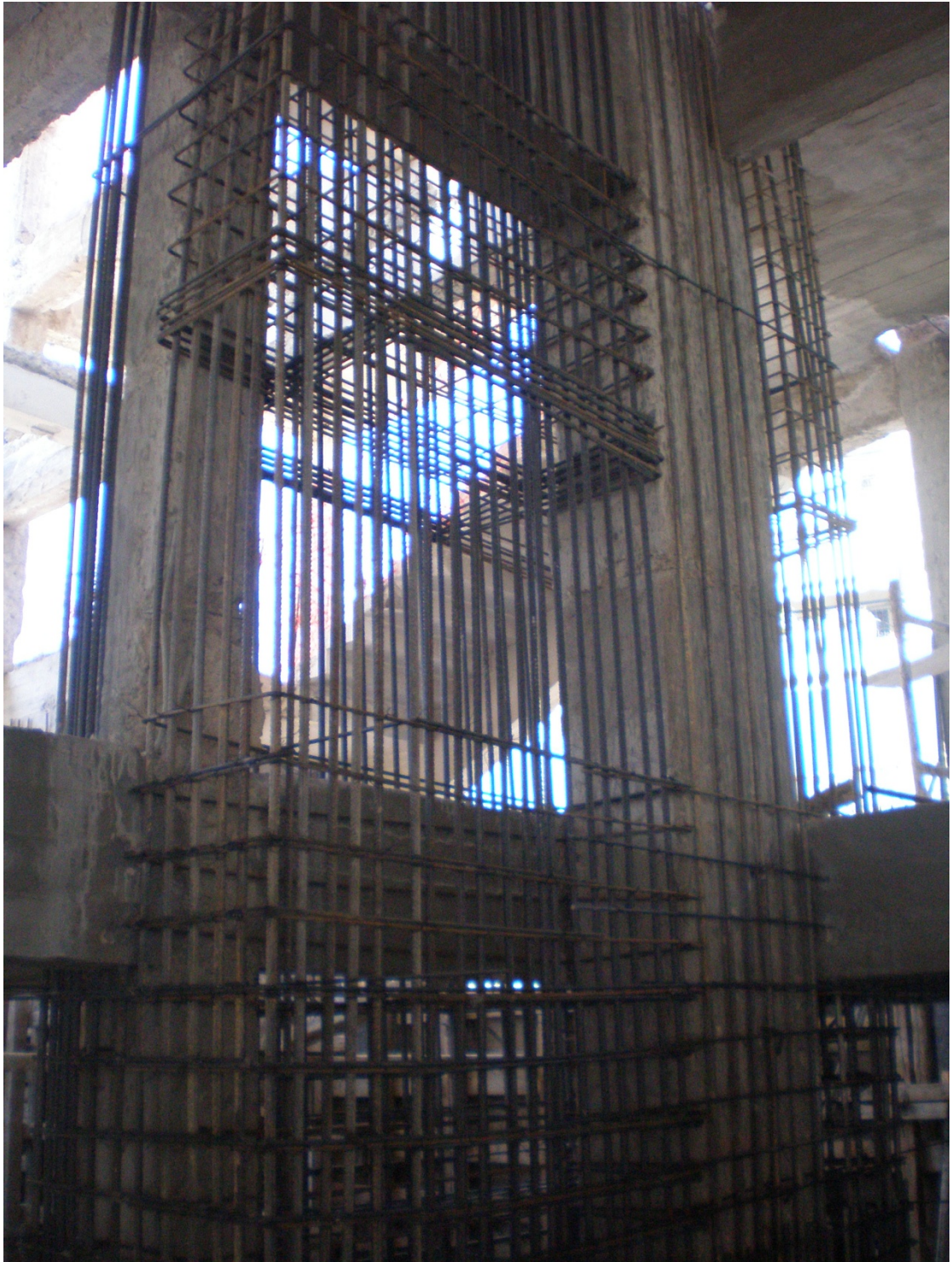
Εικ. 55

Εργασίες τοποθέτησης συνδετήρων μανδύα



Εικ. 55

Εργασίες τοποθέτησης συνδετήρων μανδύα



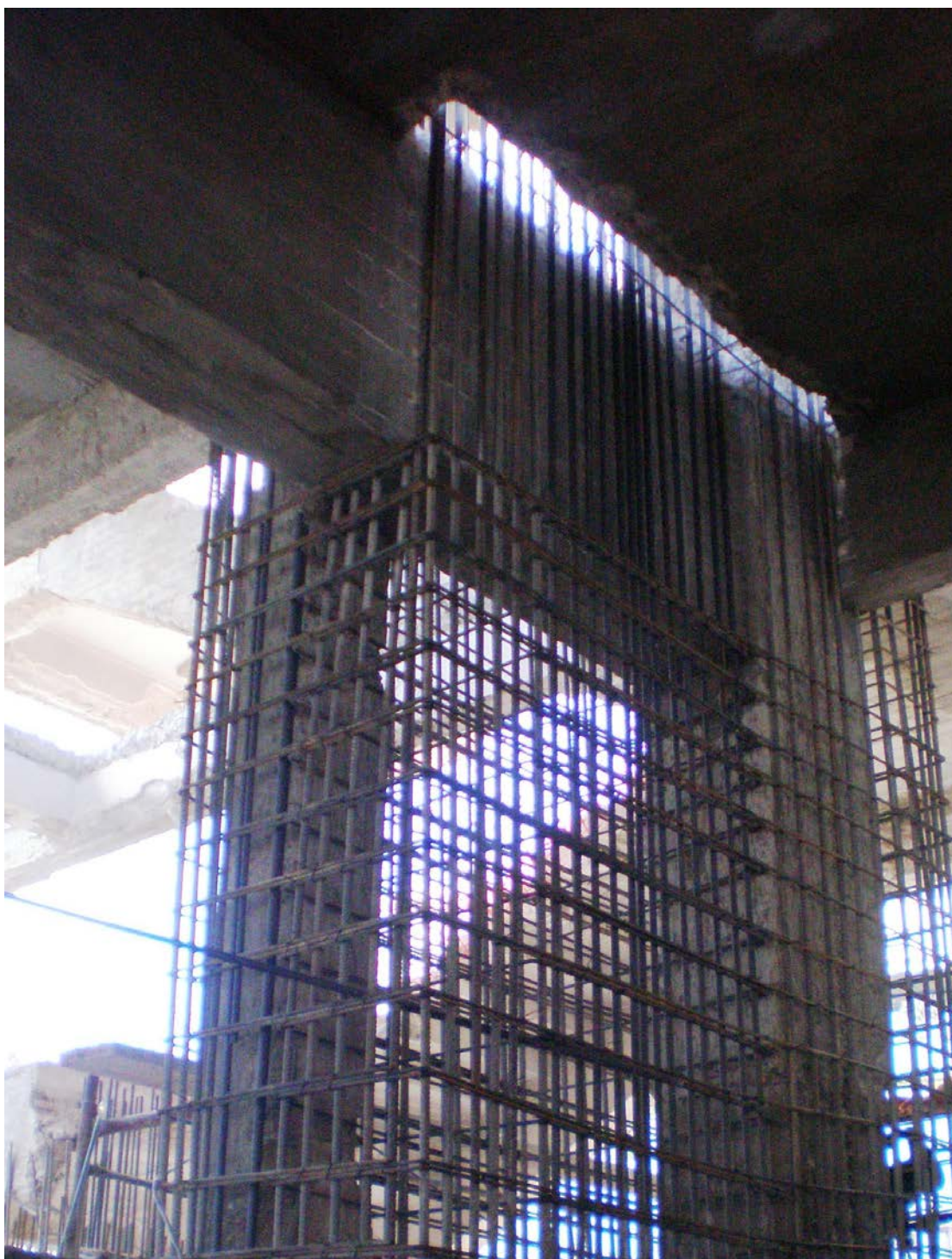
Εικ. 56

Εργασίες τοποθέτησης συνδετήρων μανδύα



Εικ. 57

Εργασίες τοποθέτησης συνδετήρων και ξυλότυπου μανδύα



Εικ. 58

Εργασίες τοποθέτησης συνδετήρων μανδύα

Στις εικόνες 55, 56, 57 και 58 μπορούμε να δούμε την εξέλιξη των εργασιών καθώς αυτές εξελίσσονται προς τα πάνω. Να επισημανθεί πως η ένωση παλαιού και νέου σκυροδέματος καθώς και η στήριξη των συνδετήρων και του οπλισμού επιτυγχάνεται με τη χρήση βλύτρων και

αγκυρίων τα οποία πακτώνονται στα υφιστάμενα υποστυλώματα με τη χρήση εποξειδικής πάστας και εποξειδικής ρητίνης. Στην εικόνα 57 και στην εικόνα 59 που ακολουθεί προβάλλεται ο ξυλότυπος.



Εικ. 59

Εργασίες τοποθέτησης ξυλότυπου μανδύα

Στις εικόνες 60 και 61 που ακολουθούν παρουσιάζεται η τελική μορφή του νέου υποστυλώματος μετά τη σκυροδέτηση.



Εικ. 60

Η τελική μορφή του υποστυλώματος μετά τη σκυροδέτηση



Εικ. 61

Η τελική μορφή του υποστυλώματος μετά τη σκυροδέτηση

Σαν παράδειγμα εφαρμογής μανδύα από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (gunite) παίρνουμε ένα υποστύλωμα. Αρχικά καθαιρούμε τα επιχρίσματα και τα άλλα άχρηστα υλικά από την επιφάνειά του. Στη συνέχεια τοποθετούμε τις αναμονές του κύριου οπλισμού στη θεμελίωση. Μετά τη

σκυροδέτηση της θεμελίωσης ξεκινούν οι εργασίες τοποθέτησης του κύριου οπλισμού και των συνδετήρων. Στις εικόνες 62 και 63 που ακολουθούν προβάλλονται οι αναμονές του κύριου οπλισμού που τοποθετούνται στη θεμελίωση.



Εικ. 62

τοποθέτηση αναμονών στη θεμελίωση



Εικ. 63
θεμελίωση

Τοποθέτηση αναμονών στη

Οι τοποθέτηση του κύριου οπλισμού γίνεται με την μάτισή του πάνω στις αναμονές και την πάκτωσή του στον πλάκα οροφής με χρήση εποξειδικής πάστας. Στη συνέχεια μπαίνουν οι συνδετήρες που αποτελούν τον δευτερεύοντα οπλισμό. Για τη στερέωση του μανδύα πάνω στο υφιστάμενο υποστύλωμα καθώς και για την καλύτερη λειτουργία παλαιού και νέου σκυροδέματος τοποθετούμε χαλύβδινα βλύτρα και αγκύρια, τα οποία αγκυρώνονται στο υποστύλωμα με τη χρήση εποξειδικής πάστας και εποξειδικής ρητίνης. Να τονιστεί σε αυτό το σημείο πως οι οπές όπου αγκυρώνονται τα βλύτρα με ρητίνη πρέπει να έχουν κλίση προς τα κάτω. Στις εικόνες 64 και 65 απεικονίζεται ο οπλισμός αφού έχει τοποθετηθεί στο υποστύλωμα ενώ στην εικόνα 66 βλέπουμε μία λεπτομέρεια της κορυφής του υποστυλώματος κα πως αυτό συνδέεται με τις δοκούς που το διατρέχουν και στην εικόνα 67 βλέπουμε

μία λεπτομέρεια των βλύτρων και πως αυτά αγκυρώνουν στο υφιστάμενο στοιχείο.



Εικ. 64

Τοποθέτηση οπλισμού στο υποστύλωμα



Εικ. 65

Τοποθέτηση οπλισμού στο υποστύλωμα



Εικ. 66

Λεπτομέρεια της κορυφής του υποστυλώματος



Εικ. 67

Λεπτομέρεια εφαρμογής βλύτρων

Τέλος, στις εικόνες 68 και 69 προβάλλεται το υποστύλωμα αφού το έχουμε ενισχύση χρησιμοποιώντας την τεχνική του μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος.



Εκ. 68

Τελική μορφή υποστυλώματος



Εικ. 69

Τελική μορφή υποστυλώματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ

Τα τοιχώματα, μαζί με τα υποστυλώματα, αποτελούν τους κύριους φορείς παραλαβής φορτίων. Τα τοιχώματα επίσης διαθέτουν υψηλή δυσκαμψία και υψηλή διατμητική αντοχή. Αυτό σημαίνει πως συνεισφέρουν στη σεισμική προστασία της κατασκευής. Όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω, οι βλάβες που παθαίνουν τα τοιχεία μετά από μια σεισμική δόνηση είναι είτε ολίσθηση στον αρμό διακοπής, λόγω κακοτεχνίας, είτε χιαστί ρήγματα και οριζόντιες ρηγματώσεις. Η επισκευή των βλαβών αυτών και η ενίσχυση της μειωμένης αντοχής του τοιχώματος έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση της αντισεισμικής ικανότητας της κατασκευής.

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την επισκευή των τοιχωμάτων είναι παρόμοιες με τις τεχνικές που αναπτύχθηκαν για τα υποστυλώματα, ανεξάρτητα από το μέγεθος της βλάβης. Έτσι, οι οριζόντιες ή χιαστί ρηγματώσεις επισκευάζονται συγκολλώντας τις ρωγμές με τη χρήση εποξειδικής ρητίνης, δηλαδή πραγματοποίηση ρητινέσεων, ενώ η διαρροή του οπλισμού και η αποδιοργάνωση του σκυροδέματος με την τεχνική της ίσης διατομής. Το επισκευασμένο τοίχωμα έχει σχεδόν ίδια αντοχή αλλά μικρότερη δυσκαμψία από αυτή του μονολιθικού.

Τα τοιχώματα μπορούν να ενισχυθούν με τις τεχνικές της περίσφιξης και των μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος που εφαρμόζονται και στα υποστυλώματα. Η τεχνική της περίσφιξης εκτελείται με τις ίδιες διαδικασίες που εκτελείται και στα υποστυλώματα. Παρόλο που τεχνικά είναι δυνατόν να εφαρμοστεί δεν συνιστάται καθώς ο μεγάλος λόγος των πλευρών των τοιχωμάτων δεν επιτρέπει την αξιόλογη απόδοση της. Από τα εφικτά είδη της περίσφιξης ξεχωρίζουν η τεχνική των μανδύων από ινοπλισμένα πολυμερή και η τεχνική του μετααλλικού κλωβού. Η τεχνική των μανδύων από ινοπλισμένα πολυμερή επιλέγεται για την ευκολία εφαρμογής και την δυνατότητα ανάληψης διατμητικής και καμπτικής έντασης. Η τεχνική του μετααλλικού κλωβού επιλέγεται γιατί αποτελεί αποτελεσματική λύση προσωρινής άμεσης ανάληψης κατακόρυφων φορτίων από τοιχώματα που έχουν υποστεί σοβαρές βλάβες και γιατί προσφέρει στην ανάληψη τεμνουσών δυνάμεων.

Η ενίσχυση των τοιχωμάτων με τη χρήση της τεχνικής των μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος είναι η πιο αποτελεσματική. Όμως λόγω του μεγάλου μήκους της μιας διάστασης, συχνά ο μανδύας δεν έχει κλειστή μορφή. Οι εργασίες για την προετοιμασία της επιφάνειας και την τοποθέτηση των διαμηκών και εγκάρσιων οπλισμών στα τοιχώματα είναι όμοιες με τις εργασίες που εφαρμόζονται στα υποστυλώματα. Η σκυροδέτηση γίνεται με έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Στο φωτογραφικό υλικό που ακολουθεί παρουσιάζεται η εκτέλεση των εργασιών όπως αναφέρθηκαν.



Εικ. 70

Τοίχωμα κατά την τοποθέτηση οπλισμού από τη μία πλευρά

Στο τοίχωμα που απεικονίζεται στην εικόνα 70 γίνεται εφαρμογή της τεχνικής ενίσχυσης με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος. Αφού καθαίρεθηκαν τα επιχρίσματα, ανοίχθηκαν οι οπές για τα βλύτρα και καθαρίστηκε η επιφάνεια επισκευής, τοποθετούμε τον οπλισμό. Λόγω της θέσης του τοιχώματος θα ενισχύσουμε μόνο τις δύο από τις πλευρές του με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.



Εικ. 71

Τοποθέτηση οπλισμού στο τοίχωμα



Εικ. 72

Τοποθέτηση οπλισμού στο τοίχωμα



Εικ. 73

Λεπτομέρεια τοποθέτησης βλύτρων στο τοίχωμα

Στις εικόνες 71 και 72 βλέπουμε πως τοποθετείται ο οπλισμός στις δύο πλευρές του τοιχώματος. Η διασφάλιση της καλής λειτουργίας παλαιού και νέου σκυροδέματος καθώς και η στερέωση του οπλισμού στο τοίχωμα γίνεται με τη χρήση βλύτρων και αγκυριών τα οποία αγκυρώνονται στην επιφάνειά του με εποξειδική πάστα. Στην εικόνα 73 προβάλλεται μία λεπτομέρεια των βλύτρων.



Εικ. 74

σκυροδέτηση τοιχώματος με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα



Εικ. 75

Το τείχος μετά τη σκυροδέτηση

Στην εικόνα 74 προβάλλεται ένα στιγμιότυπο της σκυροδέτησης ενώ στην εικόνα 75 βλέπουμε το τοίχωμα μετά την ενίσχυση.



Εικ. 76 τοίχωμα ενισχυμένο με κλειστό μανδύα

φωτογραφία αρχείο Exinos Construction

Στην εικόνα 76 μπορούμε να δούμε ένα τοίχωμα του οποίου η θέση μας επιτρέπει την εφαρμογή κλειστού μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος. Στο τοίχωμα έχει ήδη τοποθετηθεί ο οπλισμός και καθώς θα γίνει σκυροδέτηση έγχυτου σκυροδέματος μένει να μπει ο ξυλότυπος. Στην εικόνα 77 που ακολουθεί προβάλλεται ο ξυλότυπος ενώ στην εικόνα 78 βλέπουμε το τοίχωμα αφού έχει ενισχυθεί.



Εικ. 77 Το τοίχωμα μετά την τοποθέτηση του ξυλοτύπου φωτογραφία αρχείο Exinos Construction



Εικ. 78 Το τοίχωμα μετά την ενίσχυση

φωτογραφία αρχείο Exinos Construction

Ειδικά για τα τοιχώματα, υπάρχει η δυνατότητα να κατασκευάσουμε αμφίπλευρους μανδύες. Για την κατασκευή τους ακολουθείται η ίδια μεθοδολογία με τη κατασκευή των απλών μανδυών. Περαιτέρω, στη περίπτωση αυτή η σύνδεση των δύο στρώσεων γίνεται με διαμπερείς συνδέσμους, σε αναλογία 3 συνδέσμους διατομής $\Phi 14$ ανά τετραγωνικό μέτρο (m^2). Η αντοχή του νέου σκυροδέματος θα πρέπει να είναι 5 Μρα μεγαλύτερη από το παλαιό. Το ελάχιστο πάχος του μανδύα, σε κάθε πλευρά, είναι 5 εκατοστά (cm). Το ελάχιστο ποσοστό οριζόντιου – κατακόρυφου οπλισμού είναι $2,5 \text{ ‰}$ της διατομής του μανδύα.

Για την περαιτέρω ενίσχυση της κατασκευής μπορούμε να προσθέσουμε νέα τοιχώματα από έγχυτο σκυρόδεμα. Τα νέα τοιχώματα θα κατασκευασθούν σε πλαίσια του φέροντος οργανισμού της

κατασκευής και συνδέονται κατα μήκος της περιμέτρου τους με τα υπάρχοντα υποστυλώματα και δοκούς. Η θεμελίωση των νέων τοιχωμάτων συνδέεται πάντοτε με την υπάρχουσα θεμελίωση. Αρχικά, τοποθετούμε αναμονές στη θεμελίωση. Στη συνέχεια, με τη χρήση ηλεκτροπνευματικών δράπανων καθαιρούμε το επίχρισμα από τις παρειές των υποστυλωμάτων και με ηλεκτροπνευματικά τρυπάνια διανοίγουμε τις οπές όπου θα αγκυρωθεί ο οπλισμός του τοιχώματος. Τα δράπανα θα πρέπει να είναι μικρής ισχύος για να μην προκληθούν βλάβες στα υποστυλώματα. Καθαρίζουμε τις επιφάνειες και τις οπές με αέρα υπό πίεση. Τοποθετούμε τον κατακόρυφο και οριζόντιο οπλισμό του τοιχώματος ο οποίος αγκυρώνεται με τη χρήση εποξειδικής πάστας. Οι δύο εσχάρες ενώνονται με συνδετήρες σχήματος (Π) και (Z). Έπειτα, εφαρμόζουμε τον ξυλότυπο και στη συνέχεια σκυροδετούμε με έγχυτο σκυρόδεμα. Για τη διευκόλυνση της σκυροδέτησης ο ξυλότυπος καταλήγει σε χοάνη. Το επιπλέον πρισματικό τμήμα σκυροδέματος αφαιρείται την επόμενη μέρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΔΟΚΟΙ – ΠΛΑΚΕΣ

Όπως έχει αναφερθεί, οι δοκοί είναι ευπαθείς στους σεισμούς λόγω φόρτισης. Οι βλάβες που υφίστανται διαβαθμίζονται από απλές ρηγματώσεις στο σοβά και το σκυρόδεμα μέχρι έντονες ρηγματώσεις με μερική αποδιοργάνωση του σκυροδέματος και διαρροή του οπλισμού. Συνήθως οι βλάβες συγκεντρώνονται στην περιοχή του κόμβου υποστυλώματος και δοκού. Για την επισκευή των βλαβών ακολουθούνται οι ίδιες τεχνικές που εφαρμόζονται και στα άλλα δομικά στοιχεία και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και συμβατά και σύνθετα υλικά.

Για τις απλές ρηγματώσεις υπάρχουν δύο τρόποι αντίδρασης:

- Συγκόλληση των ρωγμών με τη χρήση εποξειδικής ρητίνης με τοποθέτηση ακροφύσιων.
- Τοποθέτηση στην περιοχή των ρηγματώσεων εξωτερικών συνδετήρων. Οι συνδετήρες στη συνέχεια συσφίγγονται μέχρι “αρνήσεως”.

Στη περίπτωση που η σεισμική δόνηση έχει προκαλέσει έντονη ρηγματώση στη δοκό την υποστυλώνουμε για να είμαστε σίγουροι πως δεν θα καταρρεύσει και για να διαφυλαχθεί το προσωπικό από πιθανά ατυχήματα σύμφωνα με τους κανόνες ασφαλείας. Έπειτα εξετάζουμε τη δοκό για να δούμε σε τι κατάσταση είναι το σκυρόδεμα.

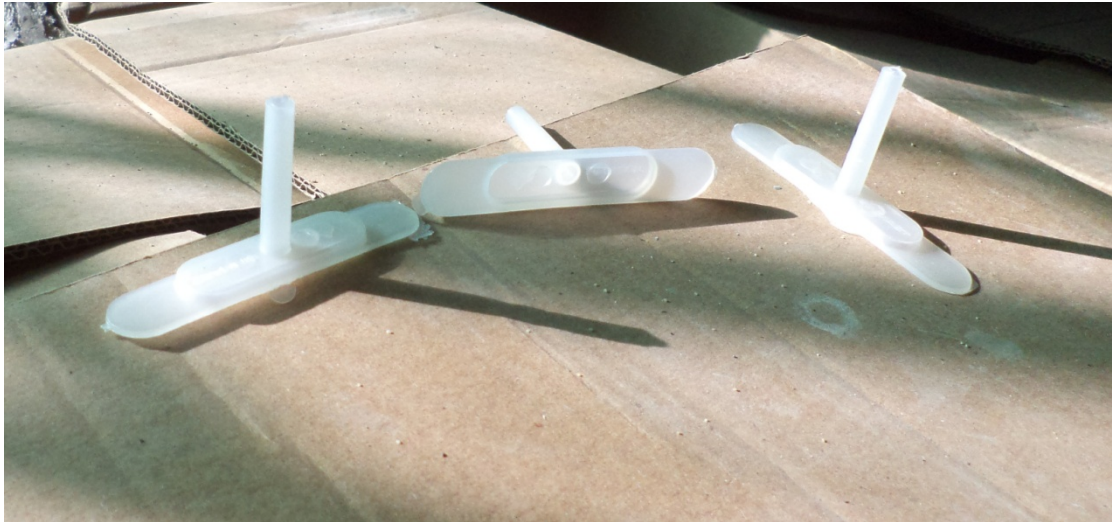
Εαν το σκυρόδεμα δεν έχει επηρεαστεί και έχουμε να αντιμετωπήσουμε μόνο εκτεταμένες ρηγματώσεις μπορούμε να δράσουμε με δύο τρόπους:

- Να σύγκολλήσουμε τις ρωγμές με τη χρήση εποξειδικής ρητίνης και να τοποθετήσουμε στη περιοχή της ρηγματώσεως εξωτερικούς συνδέσμους, είτε κατακόρυφα είτε υπό γωνία 45°, οι οποίοι συσφίγγονται μέχρι “αρνήσεως”.
- Να συγκολλήσουμε τις ρωγμές με τη χρήση εποξειδικής ρητίνης και έπειτα να επικολλήσουμε λεπτά χαλύβδινα ελάσματα στις παρειές της δοκού, στην περιοχή ρηγματώσεως, με τη χρήση εποξειδικής ρητίνης.

Εαν μετά την εξέταση φανεί πως το σκυρόδεμα όχι μόνο έχει ρηγματωθεί αλλά επιπλέον έχει αποδιοργανωθεί και ο οπλισμός της δοκού έχει διαρρέυση τότε εφαρμόζουμε την τεχνική της αποκατάστασης ίσης διατομής. Μετά την επισκευή θεωρούμε πως η δυσκαμψία και η αντοχή της δοκού έχουν αποκατασταθεί πλήρως.

Στις φωτογραφίες που ακολουθούν αναπαρίστανται οι εργασίες επισκευής πλάκας με χρήση εποξειδικής ρητίνης.

Αρχικά καθαιρούμε τα επιχρίσματα σε όλο το πλάτος γύρω από τη ρωγμή και διευρύνουμε τα χείλη της. Στη συνέχεια σφραγίζουμε την ρωγμή στην κάτω παρειά της πλάκας με εποξειδική πάστα αφού αγκυρώσουμε σε αυτήν τα ακροφύσια από όπου θα εισάγουμε τη ρητίνη στη ρωγμή.



Εικ. 79

Τα ακροφύσια πριν αγκυρωθούν στη ρωγμή



Εικ. 80

Η ρωγμή αφού καλυφθεί με πάστα

Στην εικόνα 79 φαίνονται τα ακροφύσια πριν τα αγκυρώσουμε στην πλάκα ενώ στην εικόνα 80 βλέπουμε τη ρωγμή αφού καλυφθεί με εποξειδική πάστα. Μετά την εισαγωγή των ακροφυσίων εισάγουμε στη ρωγμή την εποξειδική πάστα που τη σφραγίζει. Η εισαγωγή γίνεται με χρήση σύριγγας. Γεμίζουμε τη ρωγμή με ρητίνη μέχρις ότου ξεχειλίσει το υλικό στην άνω παρειά της πλάκας. Στις εικόνες 81, 82 και 83 που ακολουθούν παρουσιάζονται οι εργασίες εισαγωγής της ρητίνης στη ρωγμή ενώ στην εικόνα 84 βλέπουμε την εποξειδική ρητίνη.



Εικ. 81

Εργασίες εισαγωγής ρητίνης στη ρωγμή



Εικ. 82

Εργασίες εισαγωγής ρητίνης στη ρωγμή



Εικ. 83

Εργασίες εισαγωγής ρητίνης στη ρωγμή



Εικ. 84

Η εποξειδική ρητίνη

Μετά το πέρας 24 ωρών αφαιρούμε τα ακροφύσια από τη ρωγμή. Στην εικόνα 85 φαίνεται μία άποψη της άνω παρειάς της πλάκας μετά την επισκευή.



Εικ. 85

Η πλάκα μετά την επισκευή

Οι τεχνικές ενίσχυσης των δοκών επιλέγονται ανάλογα με το αν θέλουμε να επιτύχουμε αύξηση καμπτικής αντοχής, αύξηση διατμητικής αντοχής ή και τα δύο. Για να αυξήσουμε την καμπτική αντοχή της δοκού μπορούμε να επιλέξουμε μία από τις παρακάτω τεχνικές:

- Ενίσχυση με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος. Εφαρμόζεται για ισχυρές ενισχύσεις δοκών και πλακών στο εφελκόμενο πέλμα. Πραγματοποιείται με την τοποθέτηση νέων οπλισμών στο πλάτος της δοκού που καλύπτονται από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα αφού έχει προηγηθεί εκτράχυνση της επιφάνειάς της. Η συνεργασία της νέας στρώσης σκυροδέματος με τη δοκό γίνεται με χρήση διατμητικών συνδέσμων, δηλαδή χαλύβδινων βλύτρων
- Ενίσχυση με επικολλητά φύλλα χάλυβα. Η τεχνική αυτή αφορά την επικόλληση φύλλων από χάλυβα ως εξωτερικού οπλισμού στο εφελκόμενο πέλμα δοκών ή πλακών επιτυγχάνοντας έτσι αύξηση της καμπτικής αντοχής των στοιχείων. Η τεχνική αυτή παρουσιάζει μία αδυναμία στην περιοχή αγκύρωσης των άκρων των φύλλων. Η αστοχία των άκρων και η ευαισθησία διάβρωσής τους οφείλονται στην συγκέντρωση τάσεων
- Ενίσχυση με επικολλητά ινοπλισμένα πολυμερή. Εδώ ισχύουν τα ίδια με την προηγούμενη τεχνική με τη διαφορά πως ο οπλισμός είναι φύλλα ινοπλισμένου πολυμερούς. Πριν την εφαρμογή της μεθόδου αυτής θα πρέπει να λάβουμε υπόψη πως στην κατάσταση οριακής φέρουσας ικανότητας ο συγκεκριμένος οπλισμός ενίσχυσης δεν διαρρέει όπως ο χάλυβας αλλά παραμορφώνεται ελαστικά, καθώς επίσης πως ο δεσμός μεταξύ σκυροδέματος και σύνθετων υλικών μπορεί να αστοχήσει πρόωρα.

Αύξηση διατμητικής αντοχής της δοκού πετυχαίνουμε με εφαρμογή τεχνικών ενίσχυσης χρησιμοποιώντας είτε μεταλλικά στοιχεία που περισφίγγουν εξωτερικά τη δοκό είτε επικολλητά φύλλα από χάλυβα. Επίσης χρησιμοποιούνται και φύλλα από ινοπλισμένα πολυμερή. Η τεχνική πραγματοποιείται είτε με επικόλληση των φύλλων στις απέναντι παρειές της δοκού είτε με τη μορφή ανοικτών μανδυών.

Η τεχνική κατασκευής μανδυών σε δοκούς από οπλισμένο σκυρόδεμα αυξάνει και την καμπτική και την διατμητική αντοχή της δοκού. Περιλαμβάνει την αύξηση της διατομής της δοκού με νέο σκυρόδεμα,

νέους διαμήκεις οπλισμούς και νέους συνδετήρες περιμετρικά του αρχικού στοιχείου. Για ευκολία κατά τη σκυροδέτηση επιλέγουμε τη χρήση εκτοξευόμενου σκυροδέματος (guniting). Λόγω του ότι με τον μανδύα επιτυγχάνουμε αύξηση και της διατμητικής αντοχής επιλέγουμε αυτή τη τεχνική έναντι της τεχνικής ενίσχυσης με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος. Βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η δυσκολία στη δημιουργία κλειστού μανδύα στο πάνω μέρος της δοκού, λόγω της ύπαρξης των δοκών. Στις περιπτώσεις που αναγκαζόμαστε να εφαρμόσουμε την τεχνική της κατασκευής ανοιχτού μανδύα απαιτείται προσοχή για την εξασφάλιση της αγκύρωσης των συνδετήρων. Στο φωτογραφικό υλικό που ακολουθεί απεικονίζονται οι διαδικασίες εκτέλεσης της τεχνικής του μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος.

Αρχικά έχουν καθαιρεθεί τα επιχρίσματα και έχει καθαριστεί η επιφάνεια της δοκού. Στη συνέχεια διανοίγονται οι οπές στα υποστυλώματα, όπου θα αγκυρωθεί ο διαμήκης οπλισμός, και στη πλάκα, από όπου θα περάσουν οι συνδετήρες που αποτελούν τον εγκάρσιο οπλισμό. Επίσης, ανοίγονται οι οπές όπου θα μπουν τα βλύτρα. Στην περίπτωση του παραδείγματος τυχαίνει να ενισχύονται και τα υποστυλώματα.



Εικ. 86

Η δοκός αφού έχει καθαριστεί και έχουν γίνει οι τρύπες στην πλάκα



Εικ. 87

Η δοκός αφού έχει καθαριστεί και έχουν γίνει οι τρύπες στην πλάκα

Στις εικόνες 86 και 87 φαίνεται η δοκός αφού έχει καθαριστεί κι έχουν γίνει η τρύπες στη πλάκα για την εφαρμογή κλειστού μανδύα.



Εικ. 88

Η δοκός αφού έχει τοποθετηθεί ο οπλισμός



Εικ. 89

Αποψη της πάνω μεριάς της πλάκας



Εικ. 90

Άποψη της πάνω μεριάς της πλάκας αφού έχει κλείσει ο μανδύας

Στην εικόνα 88 βλέπουμε τη δοκό αφού έχει τοποθετηθεί ο διαμήκης και ο εγκάρσιος οπλισμός. Στις εικόνες 89 και 90 βλέπουμε μία άποψη της πλάκας πριν κι αφού κλείσει ο μανδύας.



Εικ. 91

Λεπτομέρεια της κάτω παρειάς της δοκού



Εικ. 92

Η δοκός μετά τη σκυροδέτηση με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

Στην εικόνα 91 προβάλλεται μία λεπτομέρεια της κάτω παρειάς της δοκού ενώ στην εικόνα 92 προβάλλεται η δοκός αφού έχει σκυροδετηθεί με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (gunite).

Στις φωτογραφίες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι εργασίες που απαιτούνται για την εφαρμογή ανοιχτού μανδύα σε δοκό. Αφού αφαιρεθούν τα περιττά στοιχεία από τη δοκό και έχουν γίνει οι οπές στα υποστυλώματα όπου θα τοποθετηθεί ο διαμήκης οπλισμός, ανοίγουμε τις οπές στη πλάκα όπου θα αγκυρωθούν οι συνδετήρες. Κατα τη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών θα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί ώστε να μην κάνουμε διαμπερείς τρύπες.



Εικ. 93

Η δοκός μετά τη τοποθέτηση του οπλισμού



Εικ. 94

Η δοκός μετά τη τοποθέτηση του οπλισμού



Εικ. 95

Λεπτομέρεια εφαρμογής αναρτήρα

Στις εικόνες 93 και 94 προβάλλεται η δοκός αφού έχει τοποθετηθεί ο διαμήκης οπλισμός και οι συνδετήρες. Από τις εικόνες φαίνεται πως για τη καλύτερη συνεργασία παλαιού και νέου σκυροδέματος χρησιμοποιούνται αναρτήρες ενώ τα βλύτρα και οι συνδετήρες αγκυρώνονται πάνω στη δοκό με τη χρήση εποξειδικής πάστας. Στην εικόνα 95 έχουμε μια λεπτομερή αναπαράσταση της εφαρμογής του αναρτήρα.



Εικ.96

Λεπτομέρεια της δοκού κατά τη σκυροδέτηση



Εικ. 97

Η δοκός μετά τη σκυροδέτηση κατά τη μία διεύθυνση



Εικ. 98

Η δοκός μετά τη σκυροδέτηση

Στην εικόνα 96 βλέπουμε μία λεπτομέρεια της δοκού κατά τη σκυροδέτησή της με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (gunite). Στην εικόνα 97 βλέπουμε τη δοκό μετά τη σκυροδέτησή της κατά τη μία διεύθυνση. Οι ξύλινες τεγίδες στο κάτω μέρος της δοκού μας βοηθούν στο γώνιασμα. Στην εικόνα 98 παρουσιάζεται η δοκός μετά τη σκυροδέτησή της έχοντας εφαρμόσει σε αυτή ανοιχτό μανδύα.

Οι κόμβοι, λόγω της μοναδικής θέσης τους και του συνδυασμού των φορτίων που παραλαμβάνουν και των φορτίσεων που δέχονται και της κακής σκυροδέτησής τους λόγω μεγάλης πυκνότητας οπλισμών, θεωρούνται εξαιρετικά ευαίσθητοι. Οποιαδήποτε ρηγμάτωση στον κόμβο, έστω και σε μικρό εύρος, αντιμετωπίζεται ως σοβαρή βλάβη.

Για την επισκευή των κόμβων ακολουθείται παρόμοια μεθοδολογία όπως και στα άλλα δομικά στοιχεία. Αρχικά, για λόγους ασφάλειας, γίνεται πρόχειρη προσωρινή υποστήλωση του κόμβου καθώς και στον πάνω και κάτω όροφο από τον πληγέντα κόμβο. Στη συνέχεια εφαρμόζουμε είτε την τεχνική των ενέσεων είτε την τεχνική της αποκατάστασης ίσης διατομής.

Η ενίσχυση των κόμβων πραγματοποιείται με τρεις μορφές, με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος, με την εφαρμογή χιαστί κολλάρων και με τη χρήση επικολητών φύλλων χάλυβα ή ινοπλισμένου πολυμερούς. Η κατασκευή μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος ενίσχυσης κόμβων. Ο μανδύας του κόμβου μπορεί να αποτελέσει συνέχεια του μανδύα που έχει χρησιμοποιηθεί στο υποστυλώμα. Η τυπική μορφή του είναι να επεκτείνεται στα συντρέχοντα υποστυλώματα και δοκούς. Η σκυροδέτησή του γίνεται συνήθως με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα λόγω της διεισθητικότητάς του. Στις φωτογραφίες που ακολουθούν παρουσιάζονται διάφορες περιπτώσεις μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος πριν και μετά τη σκυροδέτησή τους.

Στις εικόνες 99, 100, 101 και 102 προβάλλονται κόμβοι δοκών – υποστυλωμάτων πριν και μετά την σκυροδέτησή τους με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.



Εικ. 99

κόμβος δοκών - υποστύλωματος πριν τη σκυροδέτηση



Εικ. 100

κόμβος δοκών - υποστύλωματος πριν τη σκυροδέτηση



Εικ. 101

κόμβος δοκών - υποστυλώματος κατά τη σκυροδέτηση



Εικ. 102

κόμβος δοκών - υποστυλώματος μετά τη σκυροδέτηση

Όπως μπορούμε να δούμε, το υποστυλώμα και οι δοκοί ενισχύονται μαζί με τον κόμβο. Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός πως δεν ενισχύονται όλες οι δοκοί που συντρέχουν στον κόμβο. Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζεται μια άλλη περίπτωση κόμβου, όπου όλα τα συντρέχοντα στοιχεία ενισχύονται.



Εικ. 103

κόμβος δοκών - υποστυλώματος πριν τη σκυροδέτηση



Εικ. 104

κόμβος δοκών - υποστυλώματος πριν τη σκυροδέτηση

Στις εικόνες 103 και 104 βλέπουμε αυτόν τον κόμβο. Εκτός από τον οπλισμό του κάθε δομικού στοιχείου χωριστά μπορούμε να δούμε και τους συνδετήρες που ενώνουν τις δοκούς μεταξύ τους. Στις εικόνες 105 και 106 που ακολουθούν μπορούμε να δούμε τον κόμβο κατά την σκυροδέτηση και μετά το πέρας των εργασιών αντίστοιχα. Για τη σκυροδέτηση χρησιμοποιήθηκε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (gunite) λόγω της υψηλής διεισδυτικότητάς του.



Εικ. 105

κόμβος δοκών - υποστύλωματος κατά τη σκυροδέτηση



Εικ. 106

κόμβος δοκών - υποστύλωματος μετά τη σκυροδέτηση

Η εφαρμογή χιαστί κολλάρων είναι ένας πρακτικός τρόπος ενίσχυσης κόμβων. Τα χιαστί κολλάρα τοποθετούνται και εντείνονται μηχανικά περισφίγγοντας την περιοχή του κόμβου. Επίσης τοποθετούνται δύο οριζόντια κολλάρα στις διατομές παρειάς των υποστυλωμάτων τα οποία συγκολλούνται πάνω στα χιαστί κολλάρα για σταθεροποίηση της περίσφιξης. Η περιοχή καλύπτεται με έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, οπλισμένο με ελαφρύ ανοξείδωτο πλέγμα. Δυσκολία στην εφαρμογή της τεχνικής συναντάμε όταν στον κόμβο συντρέχουν τέσσερις δοκοί λόγω του πλήθους των οπλισμών.

Στην τεχνική των επικολλητών φύλλων, τα ελάσματα προεκτείνονται εκατέρωθεν του κόμβου, στις συντρέχουσες δοκού και υποστυλώματα σε μήκος ίσο ή μεγαλύτερο από με το πλάτος του κόμβου. Η σύνδεση των ελασμάτων με τον υφιστάμενο φορέα δεν γίνεται μόνο με κόλληση αλλά χρησιμοποιούνται βίδες και ντίζες που συσφίγγουν τα ελάσματα των απέναντι παρειών. Η εφαρμογή επικολλητών φύλλων από ινοπλισμένα πολυμερή (FRP) έχει το πλεονέκτημα της ευκολίας τοποθέτησης των φύλλων στην περιοχή του κόμβου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΠΛΗΡΩΣΕΩΣ

Η επιλογή της επισκευής των βλαβών στον οργανισμό πλήρωσεως (τοιχοποιία) έναντι της καθαίρεσης και ανακατασκευής του εξαρτάται από το κόστος της επισκευής και το μέγεθος της βλάβης. Γενικά, οι μικρές ρωγμές, μέχρι 10 εκατοστά (cm), θεωρούνται επισκευάσιμες ενώ για μεγαλύτερες ρωγμές θα πρέπει να εξεταστεί και η πιθανότητα της καθαίρεσης. Για την πλήρωση των ρωγμών χρησιμοποιούνται σάκοι έτοιμου επισκευαστικού κονιάματος 25 κιλών (kg), οι οποίοι είναι έτοιμοι για χρήση με τη προσθήκη νερού, για ευκολία ροής, που αντικαθιστούν το σύνηθες σκυρόδεμα.

Για την επισκευή απλών ρωγμών η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

1. Καθαίρεση του επιχρίσματος σε μεγάλο πλάτος γύρω από τις ρωγμές
2. Διεύρυνση χείλιων ρωγμών με τοπικό σπάσιμο πλίσθων

3. Πλύσιμο με νερό υπό πίεση και διαβροχή των επιφανειών
4. Εισαγωγή πλούσιου τσιμεντοκονιάματος με μυστρί, όσο βαθύτερα γίνεται στη ρωγμή
5. Εξωτερικό αρμολόγημα και τελικό επίχρισμα της τοιχοποιίας.

Όταν αντιμετωπίζουμε μεγάλες ανοιχτές ρωγμές, εφόσον επιλέξουμε την πλήρωσή τους και όχι την καθαίρεση της τοιχοποιίας, ακολουθείται άλλη διαδικασία. Σε αυτή γίνεται καθολική καθαίρεση του επιχρίσματος και στη συνέχεια ακολουθούνται τα ίδια βήματα με τη προηγούμενη περίπτωση. Τοποθετείται κοτετσόσυρμα πολύ τεντωμένο σε επαφή με το τοίχο, το οποίο στερεώνουμε με ατσαλόκαρφα στο σκελετό του φέροντα οργανισμού και με φουρκέτες πάνω στον τοίχο μηηγμένες στο κονίαμα των αρμών. Τέλος καλύπτουμε με πεταχτό πηχτό τσιμεντοκονίαμα.

Στην περίπτωση που υπάρξει αποσύνδεση του οργανισμού πληρώσεως από το σκελετό (υποστυλώματα) η επισκευή, εφόσον η απότμιση δεν επιβάλλεται για λόγους ανάγκης μείωσης της ακαμψίας του κτιρίου, γίνεται με τεχνική παρόμοια με αυτή που ακολουθούμε στις περιπτώσεις ρηγματώσεων. Η διαφορά σε αυτήν την περίπτωση είναι πως το κοτετσόσυρμα στερεώνεται και στην τοιχοποιία και στο σκελετο. Εναλλακτικά, στη θέση του κοτετσόσυρματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν γωνιακά και επίπεδα ελάσματα.

Τα θετικά της χρήσης έτοιμου κονιάματος έναντι συμβατικού είναι η ευκολία στη παραγωγή και την επεξεργασία του τσιμεντοκονιάματος, καθώς το πέρνουμε έτοιμο σε σακιά. Το έτοιμο τσιμεντοκονίαμα έχει πολύ καλή πρόσφυση στο παλαιό σκυρόδεμα ενώ διαθέτει και μεγάλες μηχανικές αντοχές. Επίσης αποφεύγονται οι ρηγματώσεις και οι ελαφρές διογκώσεις του υλικού. Τα αρνητικά του τσιμεντοκονιάματος είναι ότι πρέπει να διαβρέχεται επιμελημένα με νερό. Για να θεωρηθεί επιτυχής η επισκευή με τσιμεντοκονίαμα θα πρέπει το μίγμα να έχει μικρή περιεκτικότητα σε τσιμέντο και να γίνει επιμελής συντήρηση στην επιφάνεια που θα τοποθετηθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ (CFRP)

Η εφαρμογή σύνθετων υλικών στις εργασίες αποκατάστασης αποτελεί τη νεότερη τεχνολογική προσέγγιση στο πρόβλημα της επισκευής ή της ενίσχυσης ενός δομικού στοιχείου. Η επισκευή ή ενίσχυση του φορέα γίνεται με την επικόλληση (με τη βοήθεια ειδικών ρητινών) υφασμάτων από ινοπλισμένα πολυμερή, όπως είναι ίνες γυαλιού, άνθρακα, αραβιδίου κ.α., πάνω σε κατάλληλα προετοιμασμένες επιφάνειες δομικών στοιχείων από σκυρόδεμα, μέταλλο κ.λ.π. Διατίθενται σε μορφή δύσκαμπτων λωρίδων πάχους του 1 χιλιοστού (mm) ή εύκαμπτων υφασμάτων πάχους της τάξης 0.1 – 0.4 χιλιοστών (mm) με ίνες σε μία ή περισσότερες διευθύνσεις. Βασικά χαρακτηριστικά τους είναι η εξαιρετικά μεγάλη εφελκυστική αντοχή, η οποία σε συνδυασμό με το μέτρο ελαστικότητας E_f του μπορεί να είναι από 30 – 600 GPa (ανάλογα με τις απαιτήσεις της μελέτης), το χαμηλότερο βάρος, περίπου το $\frac{1}{4}$ του χάλυβα, και η ανθεκτικότητα σε διάρκεια, εξαιρετική για υλικά από ίνες άνθρακα και μέτρια έως καλή για υλικά από ίνες γυαλιού (επηρρεάζονται από την επαφή με το σκυρόδεμα).

Τα σύνθετα υλικά έχουν ευρεία χρήση λόγω των ιδιοτήτων τους. Γι' αυτό το λόγο αναφέρονται ξεχωριστά και θα παρουσιαστεί η εφαρμογή τους σε διάφορα δομικά στοιχεία. Τα πλεονεκτήματά τους είναι η ανθεκτικότητα σε διάβρωση και η υψηλή εφελκυστική αντοχή τους, σε σχέση με τον κοινό χάλυβα, που συνδυάζεται με το χαμηλό τους βάρος. Επίσης η βιομηχανική παραγωγή των σύνθετων υλικών εξασφαλίζει τη διαθεσιμότητά τους σε πολύ μεγάλα μήκη και σε εύκαμπτη μορφή. Ακόμα, τα σύνθετα υλικά μπορούν να εφαρμοστούν σε δυσπρόσιτα τμήματα του έργου ενώ είναι και φιλικά προς το περιβάλλον και το

χρήστη. Τέλος, το μικρό πάχος τους δεν δημιουργεί προσθήκες στην αρχιτεκτονική του κτιρίου όπως συμβαίνει με τους μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος.

Τα σύνθετα υλικά έχουν όμως και μειονεκτήματα. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα τους είναι η αρνητική συμπεριφορά τους σε υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης, τα σύνθετα υλικά έχουν πολύ μικρή πλαστιμότητα, αντίθετα με το χάλυβα. Τέλος, η παραγωγή, η χρήση και η εφαρμογή σύνθετων υλικών έχει υψηλό κόστος αλλά και ευκολία.

Τα σύνθετα υλικά έχουν παρόμοια προετοιμασία και εφαρμογή με τα μεταλλικά ελάσματα. Οι κανόνες που διέπουν την εφαρμογή τους είναι οι παρακάτω:

- Επιμελλημένη προετοιμασία της επιφάνειας όπου πρόκειται να γίνει η επικόλληση των σύνθετων υλικών
- Στην περίπτωση επικόλλησης εύκαμπτων υφασμάτων θα πρέπει η εφαρμογή να εξασφαλίζει τη μεγαλύτερη δυνατή τάνιση
- Τα σύνθετα υλικά δρουν ως εφελκυσόμενος οπλισμός παραλαμβάνοντας δυνάμεις μόνο κατά τη διεύθυνση των ινών
- Σε περίπτωση εφαρμογής εύκαμπτων υφασμάτων οι υπολογισμοί γίνονται βάση της ονομαστικής διατομής των υφασμάτων και όχι του τελειωμένου σύνθετου υλικού
- Στην οριακή κατάσταση φέρουσας ικανότητας ο οπλισμός ενίσχυσης δεν διαρρέει όπως ο χάλυβας αλλά παραμορφώνεται ελαστικά, φτάνοντας σε μεγάλη παραμόρφωση.
- Η καλή αγκύρωση των οπλισμών ενίσχυσης (στα άκρα τους) είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την εξασφάλιση της ικανότητας ανάληψης σημαντικών δυνάμεων από τα σύνθετα υλικά

Ο βαθμός ενίσχυσης θα πρέπει να περιορίζεται έτσι ώστε, σε περίπτωση αστοχίας των οπλισμών ενίσχυσης (σε πυρκαγιά), το στοιχείο να αναλαμβάνει με ασφάλεια τα μόνιμα φορτία.

Για την καλύτερη κατανόηση των τεχνικών ενίσχυσης δομικών στοιχείων με τη χρήση σύνθετων υλικών (FRP) θα γίνει μία αναλυτική παρουσίαση του τρόπου εφαρμογής τους με τη χρήση και φωτογραφικού υλικού. Θα παρουσιαστούν δύο ξεχωριστές περιπτώσεις ενίσχυσης στοιχείων, η ενίσχυση δοκού οπλισμένου σκυροδέματος και η ενίσχυση μίας πλάκας. Θεωρείται δεδομένο πως πριν την εφαρμογή των συνθετων υλικών έχουν απομακρυνθεί όλα τα άχρηστα ή σαθρά υλικά και οι επιφάνειες έχουν καθαριστεί επιμελώς.

Στην περίπτωση της δοκού, επιλέχθηκε η χρήση σύνθετων υλικών για αρχιτεκτονικούς λόγους. Για την καμπτική ενίσχυση του κάτω πέλματος της δοκού χρησιμοποιήθηκαν λωρίδες ανθρακοελάσματος, οι οποίες αγκυρώνονται στην επιφάνεια της δοκού με τη χρήση εποξειδικής πάστας, και λωρίδες ανθρακοϋφάσματος για τη διατμητική ενίσχυσή της, οι οποίες αγκυρώνονται στη δοκό με τη χρήση εποξειδικής ρητίνης. Μετά τον καθαρισμό της επιφάνειας της δοκού τοποθετούνται στην κάτω παρειά της οι λωρίδες ανθρακοελάσματος αφού πρώτα έχουν επαλειφθεί με εποξειδική πάστα. Για να αποφευχθεί ο τραυματισμός του συνθετικού υλικού το τοποθετούμε στη δοκό χρησιμοποιώντας ειδικά ρολλά.



Εικ. 107

Λωρίδα ανθρακοελάσματος πριν την επάλειψη με την πάστα



Εικ. 108

Λωρίδα ανθρακοελάσματος μετά την επάλειψη με την πάστα

Στις εικόνες 107 και 108 φαίνεται μία λωρίδα ανθρακοελάσματος πριν και μετά την επάλειψη με την πάστα. Στις εικόνες 109 και 110 που ακολουθούν φαίνεται η λωρίδα του ανθρακοελάσματος αφού τοποθετήθηκε.



Εικ. 109

Λωρίδα ανθρακοελάσματος αγκυρωμένη στη δοκό



Εικ. 110

Λωρίδα ανθρακοελάσματος αγκυρωμένη στη δοκό

Μετά την τοποθέτηση του διαμήκους οπλισμού παίρνουμε την επιφάνεια με την εποξειδική ρητίνη ώστε να αγκυρώσουμε τις λωρίδες του ανθρακοϋφάσματος. Αφού περάσει το αναμενόμενο χρονικό διάστημα τοποθετούμε, με προσοχή λόγω της ευαισθησίας του, το ανθρακοϋφάσμα και ξαναπαίρνουμε το σύνθετο υλικό με ρητίνη. Μετά το

πέρας των εργασιών χρησιμοποιούμε χαλαζιακή άμμο για να καλύψουμε τον εγκάρσιο οπλισμό για την προστασία του.



Εικ. 111

Οι δοκός αφού έχει περαστεί με τη ρητίνη



Εικ. 112

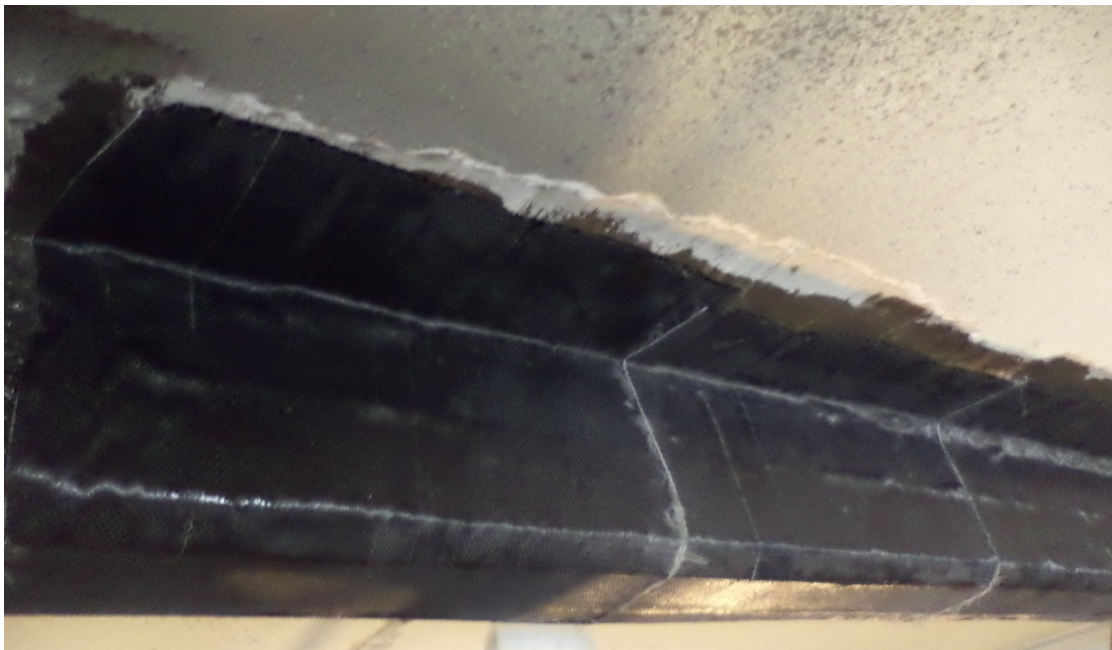
Λεπτομερής άποψη της δοκού αφού έχει περαστεί με ρητίνη



Εικ. 113

Το ανθρακούφασμα πριν τη χρήση

Στις εικόνες 111 και 112 παρουσιάζεται η δοκός αφού έχει περαστεί με τη ρητίνη, ενώ στην εικόνα 113 βλέπουμε τις λωρίδες του ανθρακούφασματος πριν τη χρήση.



Εικ. 114

Η δοκός αφού έχει τοποθετηθεί το ανθρακούφασμα



Εικ. 115

Η δοκός αφού έχει τοποθετηθεί το ανθρακούφασμα



Εικ. 116

Η δοκός μετά το πέρας των εργασιών

Στις εικόνες 114 και 115 παρουσιάζεται η δοκός αφού έχει τοποθετηθεί το ανθρακούφασμα. Τέλος, στην εικόνα 116 φαίνεται η δοκός μετά το πέρας των εργασιών.

Στην περίπτωση της επέμβασης στην πλάκα, επιλέχθηκε να εφαρμοστεί η τεχνική της ενίσχυσης με τη χρήση λωρίδων ανθρακοελάσματος ως διαμήκης και εγκάρσιος οπλισμός για κατασκευαστικούς λόγους. Αφού καθαρίστηκε η επιφάνεια επισκευής, περνάμε τις λωρίδες του υλικού με ειδικό αστάρι καθαρισμού και στη συνέχεια τις επαλείφουμε με εποξειδική πάστα για να αγκυρωθούν στην πλάκα. Στις εικόνες 117 και 118 που ακολουθούν παρουσιάζονται το ανθρακοέλασμα σε μορφή κουλούρας και το αστάρι καθαρισμού.



Εικ. 117

Το ανθρακοέλασμα σε μορφή κουλούρας



Εικ. 118

Το αστάρι καθαρισμού

Στην εικόνα 119 που ακολουθεί βλέπουμε μία λωρίδα αφού έχει καθαριστεί και στην εικόνα 120 αφού έχει επαλειφθεί με τη πάστα.



Εικ. 119

Λωρίδα υλικού αφού έχει καθαριστεί με αστάρι



Εικ. 120

Λωρίδα υλικού αφού έχει επαλειφθεί με πάστα

Για την καλύτερη εφαρμογή της τεχνικής τοποθετούμε πρώτα τον εγκάρσιο και μετά το διαμήκη οπλισμό. Τοποθετούμε με προσοχή τις λωρίδες εγκάρσια στη επιφάνεια χρησιμοποιώντας ειδικά ρολλά και σφραγίζουμε τις άκρες των λωρίδων με εποξειδική πάστα. Μετά το πέρας 24 ωρών τοποθετούμε και τον διαμήκη οπλισμό με την ίδια διαδικασία. Αφού πλέον έχει δημιουργηθεί πλέγμα κι έχει οπλιστεί η πλάκα σκυροδετούμε μια λεπτή στρώση από εκτοξευόμενο σκυρόδεμα. Στις εικόνες 121, 122, 123 και 124 παρουσιάζονται οι εργασίες τοποθέτησης των λωρίδων από ανθρακοέλασμα εγκάρσια και διαμηκώς της πλάκας.



Εικ. 121

Εργασίες τοποθέτησης εγκάρσιου οπλισμού



Εικ. 122

Εργασίες τοποθέτησης εγκάρσιου οπλισμού



Εικ. 123

Εργασίες τοποθέτησης διαμήκους οπλισμού



Εικ. 124

Εργασίες τοποθέτησης διαμήκους οπλισμού

Τέλος στην εικόνα 125 βλέπουμε μια λεπτομέρεια της αγκύρωσης του εγκάρσιου και του διαμήκη οπλισμού πάνω στην πλάκα.



Εικ. 125

Λεπτομέρεια αγκύρωσης διαμήκους και εγκάρσιου οπλισμού στη πλάκα

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Όπως αναλύθηκε παραπάνω, η υπάρχουσα τεχνολογία και τεχνογνωσία στο χώρο των κατασκευών προσφέρει στους μηχανικούς μια πλειάδα μεθόδων και τεχνικών επέμβασης ώστε να προχωρήσουν στην επισκευή και ενίσχυση των υφιστάμενων κατασκευών που έχουν πληγεί από μία σεισμική δόνηση με ασφάλεια και εξαιρετικά αποτελέσματα. Οι παραδοσιακές μέθοδοι με συμβατικά υλικά έχουν χαμηλότερο κόστος αλλά απαιτούν περισσότερο χρόνο για να ολοκληρωθούν ενώ οι σύγχρονες μέθοδοι με σύνθετα υλικά έχουν υψηλότερο κόστος αλλά οι εργασίες ολοκληρώνονται σε μικρότερο χρονικό διάστημα. Η καλύτερη και πληρέστερη κατάρτιση του μηχανικού πάνω στον τομέα των επισκευών του παρέχει τη δυνατότητα να επιλέγει τη βέλτιστη λύση για την επισκευή και ενίσχυση του εκάστοτε κτιρίου σε συνάρτηση με τον τύπο βλάβης του.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον εισηγητή μου, καθηγητή κύριο Μώκο Βασίλειο, για την βοήθειά που μου παρείχε μέσω της καθοδήγησης και των συμβουλών του ώστε να ολοκληρώσω την παρούσα πτυχιακή εργασία. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την τεχνική εταιρία «Exinos Constructions» για τη συνεργασία, τις συμβουλές, το φωτογραφικό υλικό, την τεχνογνωσία και την εμπειρία που απέκτησα κατά τη διάρκεια της Πρακτικής Άσκησής μου εργαζόμενος στην ανωτέρω εταιρία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. *Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών*, Δρίτσος Σ.Η. (2005), Πάτρα: αυτοέκδοση.
2. *Ενίσχυση κατασκευών για σεισμικά φορτία*, Σπυράκος Κ. (2004), Αθήνα: ΤΕΕ.
3. *Μετασεισμικός έλεγχος σε κτίρια - Σεισμική παθολογία κτιρίων - Οδηγίες και μέθοδοι επισκευών κτιρίων με βλάβες από σεισμό*, Ροβήλος Α. (2001), Αθήνα: Παπασωτηρίου.
4. *Αντισεισμικές Κατασκευές από Σκυρόδεμα*, Πενέλης Γ.Γ και Κάππος Α.Ι. (1999), Θεσσαλονίκη: εκδ. Ζήτη.
5. *Σχεδιασμός και Ανασχεδιασμός Κατασκευών από Φέρουσα Τοιχοποιία*, Καραντώνη-Μαραγκού Τ. (1997), Πάτρα: εκδ. Παν. Πατρών.
6. **Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα** Δρίτσος , Σ. , Αποκατάσταση βλαβών κτιρίων από σειμούς - 1995, Αποκατάσταση βλαβών κτιρίων από σειμούς (1995 : Αίγιο)
7. **Ενισχύσεις-Επισκευές Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα** Δρίτσος , Σ. , Πάτρα 2004
8. **Επισκευές Φερουσών Κατασκευών Σκυροδέματος με τις Τεχνικές των Ενέσεων Εποξειδικών Ρητινών και του Εκτοξευόμενου Σκυροδέματος**
Ζαβλιάρης , Κ. , Δελ.Συλ.Πολιτ.Μηχανικών , No 152 , (1983)
9. **Συστάσεις για Προσεισμικές και Μετασεισμικές επεμβάσεις σε κτίρια**, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (ΟΑΣΠ), 2001
10. **Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΠΕΤΕΠ)**, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ) 2008
11. **Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία**, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ), 2004