

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΩΝ 81° & 82° ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΚΑΙ 51° ΚΑΙ 52° ΝΗΣΙΑΓΩΓΙΩΝ ΑΘΗΝΩΝ

Κουτάντζης Α. Νικόλαος Λάγιος Π. Βασίλειος

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται και σχολιάζονται η μελέτη και η εκτέλεση των επεμβάσεων επισκευής και αντισεισμικής ενίσχυσης των 81° & 82° Δημοτικών Σχολείων Αθηνών ύστερα από τον τελευταίο καταστροφικό σεισμό της Αθήνας στις 7/9/1999. Αρχικά, γίνεται σύντομη περιγραφή της γεωμετρίας και της παθολογίας του φέροντα οργανισμού. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται και σχολιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα ελέγχων επάρκειας των υφιστάμενων δομικών στοιχείων για τα οποία χρησιμοποιήθηκε το στατικό πρόγραμμα NEXT. Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των προτεινόμενων μεθόδων επεμβάσεων για τις σημαντικότερες βλάβες στον φέροντα οργανισμό.

Εισαγωγή

Ο σεισμός της 7 Σεπτεμβρίου 1999 μεγέθους 5,9 Richter, παρουσίασε σημαντικές οριζόντιες εδαφικές επιταχύνσεις που σε πολλές περιοχές της Αθήνας ξεπερνούσαν το 0,50g καθώς και εξαιρετικά υψηλές κατακόρυφες επιταχύνσεις. Τα φάσματα απόκρισης όλων σχεδόν των επιταχυνσιογράφων δείχνουν δεσπόζουσα ιδιοπερίοδο από 0,15-0,30 sec, που αντιστοιχεί σε διεγέρσεις που δικαιολογούν πλήρως εκτεταμένες βλάβες, ειδικά σε κτίρια που σχεδιάστηκαν με τον παλιό κανονισμό, ο οποίος δεν εμπεριέχει ικανοτικές διατάξεις που απομακρύνουν τον κίνδυνο κατάρρευσης. Οι περισσότερες από τις κατασκευές που παρουσίασαν βλάβες σχεδιάστηκαν σύμφωνα με τον αντισεισμικό κανονισμό του 1959, ο οποίος λάμβανε υπόψη του σημαντικά χαμηλότερες σεισμικές δυνάμεις. Η ένταση του σεισμού της 7/9/99, σε συνδυασμό με το επίπεδο σεισμικής φόρτισης των κατασκευών που προέβλεπε ο αντισεισμικός κανονισμός μέχρι το 1995, καθώς επίσης τις κακοτεχνίες κατά την κατασκευή, την χαμηλή ποιότητα των υλικών και τις αδυναμίες στην μελέτη απετέλεσαν τους σημαντικότερους παράγοντες για τις εκδηλωθείσες βλάβες ή καταρρεύσεις.

Στο συγκεκριμένο κτίριο, από το είδος των βλαβών συμπεράναμε ότι ο σεισμός έπληξε κατά την μεγάλη διεύθυνση του τμήματος II . Αυτό φαίνεται κυρίως από τις βλάβες λόγω «κοντού» υποστύλωματος που εκδηλώθηκαν στη Βόρεια πλευρά του σχολείου και τις χιαστί ρωγμές που εμφανίστηκαν στον στύλο K27 του τμήματος II λόγω τέμνουσας .

Η ακόλουθη εργασία βασίζεται στα δύο πρώτα στάδια της μελέτης για την αποκατάσταση ζημιών από σεισμό και ενίσχυσης των 81° και 82° δημοτικών σχολείων Αθηνών στα Κάτω Πετράλωνα για λογαριασμό του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων:

1. Το πρώτο στάδιο, παρουσιάζει την τεχνική έκθεση για τη γενική εικόνα του φέροντος οργανισμού και το πρόγραμμα ερευνών για τη ποιότητα των υλικών .
2. Στο δεύτερο στάδιο, παρουσιάζεται την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της έρευνας για την ποιότητα των υλικών του φέροντος οργανισμού, την εκτίμηση της κατάστασής του, διατύπωση προτάσεων για επεμβάσεις και το κόστος των επεμβάσεων.

Στις ασπρόμαυρες φωτογραφίες που τραβήχτηκαν κατά την αυτοψία του συνεργείου φαίνονται οι κυριότερες βλάβες σε πρωτεύοντα και δευτερεύοντα στοιχεία του κτιρίου, ενώ στις έγχρωμες που τραβήχτηκαν από εμάς παρουσιάζεται η τωρινή του κατάσταση, μετά δηλαδή την ενίσχυση.

Η εργασία αποτελείται από τα ακόλουθα στάδια:

1. Αποτύπωση και παθολογία του φέροντος οργανισμού.
2. Πρόγραμμα ερευνών για την ποιότητα των υλικών του φέροντος οργανισμού και εκτίμηση του κόστους επεμβάσεως
3. Εκτίμηση της κατάστασης του φέροντος οργανισμού
4. Προτεινόμενες μέθοδοι επισκευής

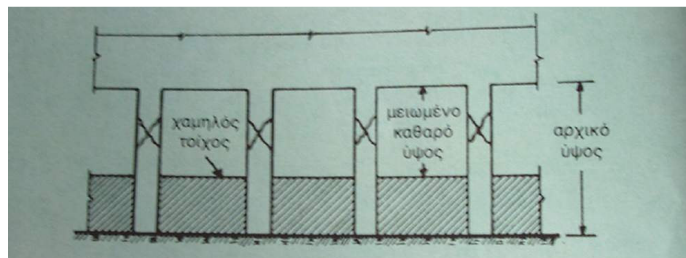
1. Αποτύπωση – Παθολογία Φέροντος Οργανισμού

Το σχολικό συγκρότημα αποτελείται από τρία στατικώς ανεξάρτητα κτίρια που χωρίζονται με αρμό διαστολής-αντισεισμικό αρμό:

ΤΜΗΜΑ I: Είναι μονώροφη κατασκευή όπου στεγάζεται το νηπιαγωγείο με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το κύριο σύστημα δυσκαμψίας είναι δύο πλαίσια υποστυλωμάτων, ένα σε κάθε κατεύθυνση ενώ δεν υπάρχουν τοιχεία. Κατασκευάστηκε το 1973 και δεν παρουσίασε βλάβες από το σεισμό.

ΤΜΗΜΑ II: Είναι τριώροφη κατασκευή με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα με ένα τμήμα της κάτοψης του υπόγειο, και αποτελεί το κύριο μέρος του σχολείου. Κατασκευάστηκε το 1973 και στεγάζει αίθουσες διδασκαλίας και γραφεία καθηγητών. Κάτοψη ορόφου 34μ x 10μ. Η διάταξη των κατακόρυφων στοιχείων δυσκαμψίας είναι δύο πλαίσια υποστυλωμάτων στη μεγάλη διάσταση με πυκνά υποστυλώματα ανά 4,20μ. Στην άλλη διεύθυνση υπάρχουν πλαίσια ανοίγματος 8μ ανά 4,20μ. μεταξύ τους. Οι πλάκες είναι συμπαγείς πάχους 20-22εκ. Στην ταράτσα υπάρχει δώμα διαστάσεων 4,50 x 8,30. Το εν λόγω κτίριο χωρίζεται με αντισεισμικό αρμό πλήρους διαχωρισμού πάχους 3 εκ. από το τμήμα III για αποφυγή εμβολισμού υποστυλωμάτων του ενός κτιρίου από πλάκες ή άλλα στοιχεία του παρακείμενου.

- ✓ Παρατηρείται παντελής έλλειψη τοιχίων.
- ✓ Οι διαστάσεις των υποστυλωμάτων είναι μεταβλητές από όροφο σε όροφο, με σημαντική μείωση της ακαμψίας καθ' ύψος. Η ακαμψία των δοκών στα πλαίσια είναι μεγαλύτερη από αυτή των υποστυλωμάτων ιδίως στους άνω ορόφους.
- ✓ Έχουν τοποθετηθεί φεγγίτες ύψους 0.7 μ κάτω από τις δοκούς από στύλο σε στύλο και σε όλους τους ορόφους. Έτσι η τοιχοπλήρωση δημιουργεί το φαινόμενο του «κοντού» υποστυλώματος.



Σχ1. Φαινόμενο «κοντού» υποστυλώματος

1.2.1 Βλάβες στον φέροντα οργανισμό:

Η μοναδική σοβαρή βλάβη εντοπίζεται στο υποστύλωμα K27 του Α' ορόφου. Υπάρχουν διαγώνιες ρωγμές χιαστί μικρού εύρους στο υποστύλωμα από τέμνουσα στο ύψος των φεγγιτών, που υπάρχουν εκατέρωθεν κάτω από τη θέση των δοκών. Οι μορφή των ρωγμών οφείλονται στην αντιστροφή της σεισμικής δράσης. Η αφαίρεση του σοβά έδειξε την ύπαρξη αρμού σκυροδέτησης στη συγκεκριμένη περιοχή του υποστυλώματος, καθώς και ύπαρξη «φωλεάς» που οφείλεται σε κακή σκυροδέτηση. Πιθανότατα να είχαμε και έλλειψη περίσφιγξης λόγω ανεπάρκειας συνδετήρων

Διαγώνιες ρωγμές εμφανίζονται σε δύο πλευρές του υποστυλώματος, εσωτερικά και εξωτερικά του κτιρίου, χωρίς να είναι διαμπερείς. Η βλάβη αυτή οφείλεται στο φαινόμενο του «κοντού» υποστυλώματος, σε συνδυασμό με την μειωμένη αντοχή του σκυροδέματος λόγω «κακής» σκυροδέτησης. Οι πολλαπλώς ανεπιθύμητες συνέπειες της ψαθυρής συμπεριφοράς των κοντών υποστυλωμάτων (ενδεχόμενες τοπικές καταρρεύσεις, απρόβλεπτη ασυμμετρία, κ.α.) δεν επιτρέπουν την ασφαλή αξιοποίηση της πλαστιμότητας που διαθέτουν όλα τα άλλα δομικά στοιχεία της κατασκευής.

1.2.2 Βλάβες στον οργανισμό πλήρωσης

Εντοπίστηκαν επίσης βλάβες στον οργανισμό πλήρωσης κυρίως στον Α' όροφο, στα γραφεία των καθηγητών και στο κλιμακοστάσιο, μικρού εύρους στο σοβά στο όριο μεταξύ δοκού και τοιχοποιίας και εκεί που περνούν ηλεκτρολογικοί αγωγοί.

ΤΜΗΜΑ ΙΙΙ : Τριόροφο με pilotis, με ένα τμήμα της κάτοψης υπόγειο. Κάτοψη ορόφου κτιρίου: 25μ x 9μ. Κατασκευάστηκε σε δυο φάσεις, το μεγαλύτερο κομμάτι αποτελείται από το Υπόγειο, pilotis, Α' όροφο και το 1/3 του Β' ορόφου κατασκευάστηκε το 1973. Το υπόλοιπο τμήμα κατασκευάστηκε το 1979 και διαμορφώθηκε αρμός με το υπάρχον τμήμα του Β' ορόφου, σε αντίθεση με την μελέτη που προέβλεπε πλήρη ενοποίηση με τον υπάρχοντα Β' όροφο. Τα κατακόρυφα στοιχεία δυσκαμψίας στη μεγάλη διάσταση είναι δύο πλαίσια υποστυλωμάτων με πυκνά υποστυλώματα ανά 4.20μ. Στην άλλη διεύθυνση τα πλαίσια είναι ανοίγματος 8 μ. Οι πλάκες είναι συμπαγείς πάχους 22 εκ.

- ✓ Παντελής έλλειψη τοιχείων και κατά τις δύο διευθύνσεις.
- ✓ Μεταβλητές διαστάσεις υποστυλωμάτων από όροφο σε όροφο.
- ✓ Στο ισόγειο έχουμε έλλειψη τοίχων πλήρωσης, δηλαδή έχουμε το φαινόμενο του μαλακού ορόφου.
- ✓ Όπως πριν έχουμε φαινόμενο «κοντού» υποστυλώματος.

1.3.1 Βλάβες στον φέροντα οργανισμό:

Υπήρχαν ρηγματώσεις στον κόμβο άνω στην pilotis στον στύλο K7. Στις φωτογραφίες φαίνονται διαγώνιες τριχοειδείς ρωγμές περιμετρικά της διατομής του στύλου στο σοβά, καθώς και στο στύλο K12 όπου υπάρχει μικρή στρέβλωση του ενός γωνιακού διαμήκους οπλισμού του και εμφανίζει σημάδια κακής σκυροδέτησης. Είχε γίνει, επίσης, η λανθασμένη επιλογή να στηριχθούν τα κιγκλιδώματα με ηλεκτροσυγκόλληση πάνω στους διαμήκους οπλισμούς των στύλων, με αποτέλεσμα να έχουν σκουριάσει από την υγρασία, να έχει απομειωθεί η διατομή τους και να υπάρχει τοπική αποκόλληση σκυροδέματος. Γενικά ήταν

έντονη η υγρασία στην περιοχή της pilotis στο προαύλιο χώρο κυρίως κοντά στις βρύσες όπου υπήρξε αποκόλληση του σκυροδέματος σε αρκετά σημεία. Εντοπίστηκε επίσης «φωλεά» σκυροδέματος.

1.3.2 Βλάβες στον οργανισμό πλήρωσης:

Όσον αφορά τον οργανισμό πλήρωσης οι βλάβες εντοπίζονται στην περιοχή του αντισεισμικού αρμού διαχωρισμού των κτιρίων μεταξύ τους και κυρίως στον Β' όροφο όπου υπάρχουν δύο αρμοί που χωρίζουν το Τμήμα ΙΙ από το Τμήμα ΙΙΙ^α (α' φάση κατασκευής Β' ορόφου, 1973) και στο τμήμα ΙΙΙ^α από το τμήμα ΙΙΙ^β (β' φάση κατασκευής υπόλοιπου Β' ορόφου το 1979).

Έτσι στο όριο του αρμού μεταξύ του τμήματος ΙΙ και 3^α, είχε τοποθετηθεί μεταλλικό αρμοκάλυπτρο στερεωμένο και στα δύο κτίρια, εκατέρωθεν του αρμού στο σοβά. Έτσι μετά το σεισμό έγινε αποκόλληση του αρμοκάλυπτου από τη μια πλευρά, με αποτέλεσμα το ξήλωμα του σοβά στο περιτύπωμα του αρμού διαστολής - αντισεισμικού αρμού. Το φαινόμενο αυτό παρουσιάζεται σε μικρότερη έκταση και στον αρμό, στη στάθμη του Α' ορόφου.

Επίσης, στο Β' όροφο τα κτίρια 3^α και 3^β διαχωρίζονταν με αρμό στην πλάκα οροφής, όπου για λόγους λειτουργικούς διακοπτόταν ο αρμός κάτω από την πλάκα και έχουν δημιουργηθεί δύο ψευδοδοκοί από γυψοσανίδα όπου στερεώνεται σε εκατέρωθεν υποστυλώματα που ανήκουν το ένα στο Τμήμα ΙΙΙ^α και το άλλο στο Τμήμα ΙΙΙ^β. Ο αρμός της οροφής από την κάτω μεριά καλυπτόταν με μεταλλικό αρμοκάλυπτρο στερεωμένο στις εκατέρωθεν πλάκες, ενώ στο δώμα έχει γίνει επικάλυψη του αρμού με τη μόνωση. Μετά τον σεισμό είχαμε αποκόλληση του αρμοκάλυπτου από τη μια πλευρά με αποτέλεσμα το ξήλωμα του σοβά στο όριο του αρμού, καθώς και κόψιμο των δύο ψευδοδοκών από γυψοσανίδα στην περιοχή που διακόπτον τον αρμό. Στο δώμα, δεν διαχωρίστηκε ο αρμός. Τέλος, στον Β' όροφο στο Τμήμα ΙΙΙ^β, εμφανίζονται κατακόρυφες μικρορωγμές στο σοβά, στο όριο μεταξύ υποστυλώματος και τοίχου πλήρωσης.

2. Πρόγραμμα ερευνών για την ποιότητα των υλικών του φέροντος οργανισμού

2.1 Περιγραφή ελέγχου

Το πρόγραμμα με τις επί τόπου εργαστηριακές έρευνες, αφορά τα κτίρια 2 και 3 όπου έχουν υποστεί βλάβες από το σεισμό και έχει σαν αρχικό προϋπολογισμό δαπάνης 3000Euro. Σύμφωνα με την εγκύκλιο Ε7 του ΥΠΕΧΩΔΕ, για την εκτίμηση της κατηγορίας αντοχής του σκυροδέματος υφιστάμενων κατασκευών, πρέπει κάθε παρτίδα σκυροδέματος να ελέγχεται χωριστά με έξι παρτίδες (ως παρτίδα θεωρούμε διαφορετικούς ορόφους κτιρίων, κτίρια με αρμούς εργασίας και διαστολής κλπ. Το πρόγραμμα συνοψίζεται παρακάτω:

- Πυρηνοληψία, 6 καρότα, σε κάθε όροφο κάθε στατικά ανεξάρτητου σχολείου. ((6x3)x2=36 καρότα)
- Εκτέλεση εκτεταμένων μη καταστροφικών ελέγχων (κρουσιμέτρηση – υπερηχοσκόπηση – εξόλκευση) σε έξι διαφορετικά υποστυλώματα κάθε ορόφου κάθε στατικά ανεξάρτητου σχολείου. ((6x3)x2=36 μετρήσεις)
- Δειγματοληπτική αποκάλυψη και ανίχνευση σιδηροπλισμού σε τέσσερα υποστυλώματα κάθε ορόφου κάθε στατικά ανεξάρτητου σχολείου με χρήση μαγνητόμετρου και κομπρεσέρ ((3x4)x2=24 υποστυλώματα).
- Έλεγχος για ενδεχόμενη ενανθράκωση του σκυροδέματος σε υποστυλώματα του ισογείου.

2.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Ο έλεγχος της ποιότητας του σκυροδέματος του φέροντος οργανισμού ο οποίος έγινε με όλες τις προδιαγραφές των Κανονισμών κατέληξε ότι:

- ✓ Η ποιότητα του σκυροδέματος για κάθε όροφο και των δύο κριτηρίων είναι C12/15 (B175-B180). Πρέπει να επισημανθεί ότι η ποιότητα του σκυροδέματος μιας κατασκευής όταν εξετάζεται δεκαετίες μετά την ανέγερση είναι σαφώς μεγαλύτερη από την αρχική. Αυτό το στοιχείο καθιστά την διαπιστωθείσα ποιότητα σκυροδέματος των παραπάνω Σχολείων ικανοποιητική.
- ✓ Ο έλεγχος ποσότητας και ποιότητας των οπλισμών, απέδειξε ότι τοποθετήθηκε στην κατασκευή ο προβλεπόμενος από τη μελέτη διαμήκης οπλισμός (St I). Στους υπάρχοντες ξυλοτύπους δεν υπάρχουν στοιχεία για την τοποθέτηση των συνδετήρων. Από τις αποκαλύψεις και την μαγνητική αποτύπωση, προέκυψε γενικευμένη χρήση συνδετήρων Φ 6, ποιότητας St I, με μέση απόσταση τοποθέτησης 27εκ για το Κτίριο II και 30εκ για το Κτίριο III. Σύμφωνα με τον παλιό κανονισμό σκυροδέματος που ίσχυε την περίοδο της κατασκευής του Σχολείου, η ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των συνδετήρων ήταν η μεγαλύτερη από το ελάχιστο πάχος d του θλιβόμενου στοιχείου ή το 12πλάσιο της διαμέτρου του διαμήκης οπλισμού. Προκύπτει έτσι ως ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των συνδετήρων 19-24εκ. Παρατηρείται δηλαδή μια απόκλιση της απόστασης τοποθέτησης των συνδετήρων της τάξης 30%.
- ✓ Ο έλεγχος ενανθράκωσης του σκυροδέματος στα υποστυλώματα της pilotis του κτιρίου III, απέδειξε ότι είναι μικρή σε βάθος (1,3χιλ) και δεν είναι ανησυχητική

3. Εκτίμηση της κατάστασης του φέροντος οργανισμού

Η μελέτη επισκευής-ενίσχυσης έχει τρεις στόχους:

- Τον έλεγχο της αρχικής στατικής μελέτης, την αιτιολόγηση των βλαβών (στατική ανεπάρκεια του κτιρίου), τον χαρακτηρισμό των βλαβών (τοπικού ή γενικού χαρακτήρα) και την λήψη απόφασης για την επισκευή και ενίσχυση του κτιρίου.
- Την διαστασιολόγηση των βλαμμένων, των ενισχυμένων και των νέων πρόσθετων μελών.
- Τον έλεγχο επάρκειας των υπόλοιπων μελών.

Η αντισεισμική μελέτη του φέροντος οργανισμού του κτιρίου εκτελέστηκε σε μοντέλο χωρικού πλαισίου με το πρόγραμμα NEXT της "Software Computec". Εκτελέστηκε ανάλυση του "υπάρχοντα" φέροντα οργανισμού με τις διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1959, που ίσχυε κατά τον χρόνο έκδοσης της οικοδομικής αδειάς του σχολείου και με τις ακόλουθες παραδοχές της αρχικής μελέτης. Ελήφθη τιμή σεισμικού συντελεστή $\varepsilon = 0.04$ αυξημένη με τον συντελεστή 2.5, σύμφωνα με οδηγία του ΟΣΚ, ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχος των διατομών με τη μέθοδο οριακής αντοχής που επιβάλλει ο Νέος Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος (ΝΕΚΟΣ)(Δράση σεισμού $E=2,5 \cdot \varepsilon \cdot [G + 0.30Q]$).

Παραδοχές

- Επιτάχυνση εδάφους εδάφους $\alpha=0.04$
- Συντελεστής σπουδαιότητας : 1,15 (Σ3)
- Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς : 2.5 (οδηγία ΟΣΚ)
- Κατηγορία εδάφους : Γ
- Συντελεστής θεμελίωσης : 1.0

- $R_d = 0.85 \times R_d(T)$ (οδηγία ΟΣΚ)
- Τάση θεμελίωσης ίση προς $200 \text{ KN/m}^2 = 2.0 \text{ kg/cm}^2$
- Συντελεστής συνδυασμού δράσεων $\psi_2 = 0.5$ (Σχολεία)
- Σκυρόδεμα φέροντος οργανισμού υπάρχοντος : C16/20
- Χάλυβας κυρίου οπλισμού υπάρχοντος S220

Τα δύο κτίρια μελετήθηκαν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο, ενώ πάρθηκαν και κάποιες παραδοχές για απλοποίηση του προβλήματος. Συγκεκριμένα αγνοούμε στους υπολογισμούς το υπόγειο το οποίο θεωρείται πακτωμένο στο έδαφος και αντί του δώματος, σχεδιάσαμε μόνο τα φορτία που παραλαμβάνει η οροφή του Β' ορόφου εξαιτίας αυτού.

Ο αναλυτικός έλεγχος επάρκειας του φέροντος οργανισμού και των δύο κτιρίων του Σχολείου που κάναμε, κατέληξε ότι ο φέρον οργανισμός είναι σαφώς ανεπαρκής. Η απόκλιση μεταξύ απαιτούμενου και υπάρχοντος οπλισμού στα υποστυλώματα είναι πολύ μεγάλη. Όπως φαίνεται στη σχετική στήλη, στις ηπιότερες περιπτώσεις η δυσμενής απόκλιση είναι της τάξης 40-80%, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις η απόκλιση είναι πολύ μεγάλη και φθάνει σε ποσοστό 250-350%! Επομένως ο υφιστάμενος φέρον οργανισμός είναι τελείως ανεπαρκής και πρέπει να ενισχυθεί

Από την ανάλυση της υφιστάμενης κατασκευής διαπιστώθηκε η ανεπάρκεια σε αρκετά υποστυλώματα που βρίσκονται περιμετρικά του Τμήματος II και στην Βόρεια του όψη αλλά και στο μαλακό όροφο (pilotis) του Τμήματος III. Συγκεκριμένα ιδιαίτερη ανεπάρκεια παρουσίασαν οι στύλοι K5, K6, K9, K10(ισόγειο), K5, K9, K10, (Α' όροφος) και K6, K9, K10, K21, K22, K23, K25, K27, K29, K35, K36, K38, K40, K42 (Β' όροφος) .

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται ορισμένοι στύλοι που βρέθηκαν ανεπαρκής.

Υποστύλωμα	Διαστάσεις		Υπάρχων Οπλισμός			Απαιτούμενος Οπλισμός (εκ ²)	Υπολειπόμενος Οπλισμός (%)
	X(εκ)	Y(εκ)	Φ	εκ ²	%		
K5 (Ισ. III)	50	30	10Φ16	19.3	1.29	66.96	-246.9
K6 (Ισ. III)	30	70	8Φ20	25.12	1.20	58.92	-134.6
K9 (Ισ. III)	50	30	10Φ16	19.3	1.28	66.96	-246.9
K10 (Ισ. III)	70	30	8Φ20	25.12	1.20	88.38	-251.8
K2 (Α' III)	30	30	4Φ16	8.04	0.893	12.32	-52.23
K5 (Α' III)	45	30	8Φ16	16.08	1.191	66.96	-316.4
K6 (Α' III)	30	50	16Φ16	30.87	2.058	66.96	-116.9
K7 (Α' III)	30	30	4Φ16	8.04	0.893	12.32	-53.23
K9 (Α' III)	45	30	8Φ16	16.08	1.191	66.96	-316.4
K10 (Α' III)	45	30	8Φ16	16.08	1.191	66.96	-316.4
K11 (Α' III)	30	30	4Φ16	8.04	0.893	12.32	-53.23
K2 (Β' III)	30	30	4Φ16	8.04	0.893	14.2	-76.62
K3 (Β' III)	30	30	6Φ16	12.06	1.34	18.72	-55.22
K4 (Β' III)	30	30	4Φ16	8.04	0.893	12.32	-53.23
K5 (Β' III)	30	30	6Φ16	12.06	1.34	32.2	-167
K6 (Β' III)	30	50	6Φ18	15.24	1.016	49.1	-222.2
K7 (Β' III)	30	30	4Φ16	8.04	0.893	12.32	-53.23
K9 (Β' III)	45	30	6Φ16	12.06	0.893	45.72	-279.1
K10 (Β' III)	45	30	6Φ18	15.24	1.129	39.28	-157.7
K11 (Β' III)	30	30	4Φ16	8.04	0.893	12.32	-53.23
K31 (Ισ. II)	30	30	4Φ16	8.04	0.893	14.2	-76.62
K 25(Ισ. II)	30	45	8Φ16	16.08	1.191	25.12	-56.22

K29 (Α' ΙΙ)	30	30	4Φ16	8.04	0.893	16.32	-103
K30 (Α' ΙΙ)	30	40	8Φ16	16.08	1.34	25.12	-56.22
K32 (Α' ΙΙ)	30	30	4Φ16	8.04	0.893	16.32	-103
K33 (Α' ΙΙ)	30	30	4Φ16	8.04	0.893	14.2	-76.62
K42 (Α' ΙΙ)	30	45	8Φ16	16.08	1.191	25.12	-56.22
K21 (Β' ΙΙ)	30	30	4Φ18	10.16	1.129	20.6	-102.8
K22 (Β' ΙΙ)	30	30	8Φ16	16.08	1.787	39.28	-144.3
K23 (Β' ΙΙ)	30	30	4Φ18	10.16	1.129	32.2	-216.9
K25 (Β' ΙΙ)	30	30	4Φ18	10.16	1.129	39.28	-286,6
K27 (Β' ΙΙ)	30	30	4Φ18	10.16	1.129	32.2	-216,9
K29 (Β' ΙΙ)	30	30	4Φ18	10.16	1.129	25.12	-147.2
K34 (Β' ΙΙ)	30	45	4Φ16	8.04	0.596	16.32	-103
K35 (Β' ΙΙ)	30	45	4Φ16	8.04	0.596	66.96	-732.8
K36 (Β' ΙΙ)	30	45	4Φ16	8.04	0.596	20.6	-156.2
K37 (Β' ΙΙ)	30	45	4Φ16	8.04	0.596	16.32	-103
K38 (Β' ΙΙ)	30	45	4Φ16	8.04	0.596	25.12	-212.4
K39 (Β' ΙΙ)	30	45	4Φ16	8.04	0.596	16.32	-103
K40 (Β' ΙΙ)	30	45	4Φ16	8.04	0.596	29.8	-270.6
K41 (Β' ΙΙ)	30	45	4Φ16	8.04	0.596	16.32	-103
K42 (Β' ΙΙ)	30	45	4Φ16	8.04	0.596	25.12	-212.4

4. Προτεινόμενες μέθοδοι επισκευής

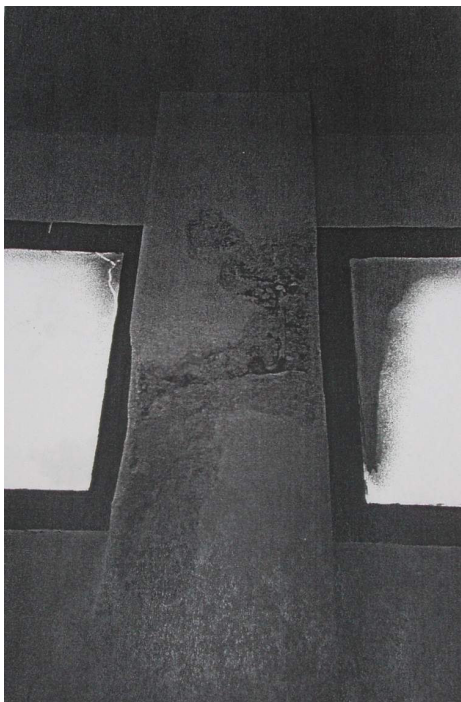
4.1 Διατύπωση προτάσεων για επεμβάσεις

Η απαιτούμενη ενίσχυση πρέπει να γίνει κατά το δυνατόν περισσότερο αποδοτική και οικονομική. Επιπλέον, πρέπει να αντιμετωπίσει και τα παρακάτω μειονεκτήματα :

- Οι διαστάσεις των υποστυλωμάτων είναι μεταβλητές από όροφο σε όροφο, με σημαντική μείωση της ακαμψίας καθ' ύψος. Η ακαμψία των δοκών στα πλαίσια είναι μεγαλύτερη από την ακαμψία των υποστυλωμάτων. Έχουμε δηλαδή ασθενή υποστυλώματα και ισχυρές δοκούς, ιδίως στη μια διεύθυνση και στους άνω ορόφους.
- Δεν υπάρχει σαφής φορέας παραλαβής σεισμικών δράσεων (τοιχεία), ο οποίος θα πρόσφερε αυξημένη ακαμψία στην κατασκευή.
- Ένα μεγάλο ποσοστό των υποστυλωμάτων χαρακτηρίζεται από το φαινόμενο του «κοντού» υποστυλώματος» γεγονός που προσδίδει ευπάθεια στη κατασκευή έναντι του σεισμού..
- Επιπλέον στο τμήμα ΙΙΙ, στο ισόγειο έχουμε παντελή έλλειψη τοίχων πλήρωσης, δηλαδή έχουμε το φαινόμενο του «μαλακού» ορόφου (pilotis).

4.2 Τμήμα ΙΙ

Το υποστύλωμα K27 στον Α' όροφο του τμήματος ΙΙ διαστάσεων 30x45, εμφανίζει σοβαρές βλάβες (ρωγμές χιαστί) εξαιτίας του φαινομένου του «κοντού υποστυλώματος», αλλά και λόγω κακής σκυροδέτησης. Είναι εμφανής η διακοπή της σκυροδέτησης στο εύρος του «κοντού» υποστυλώματος από την ύπαρξη αρμού με χαρακτηριστικά κενά στη συγκεκριμένη περιοχή και απόμιξη beton (φανερά σκύρα). Για το λόγο αυτό προτείνεται, αρχικά, η άμεση προσωρινή υποστύλωση της κατασκευής ώστε να αποφευχθεί, ο κίνδυνος κατάρρευσης από ένα ενδεχόμενο μελλοντικό ισχυρό σεισμό. Σαν προτεινόμενη μέθοδο της συγκεκριμένης διατμητικής αστοχίας, λοιπόν, επιλέξαμε την ενίσχυση με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος και μία εναλλακτική με σύνθετα υλικά FRPs.



Σχ2. K27 Α' όροφος



Σχ3. K27 Α' όροφος

4.2.1 Μανδύας οπλισμένου σκυροδέματος

Οι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος, μπορεί να είναι είτε ολικοί (ολόσωμοι), είτε μερικοί (μονόπλευροι, δίπλευροι ή τρίπλευροι). Συγκρίνοντας την σεισμική συμπεριφορά δοκιμίων γωνιακών ή περιμετρικών στύλων ενισχυμένων με ολόπλευρους, με τρίπλευρους και με δίπλευρους μανδύες, προκύπτει ότι τόσο η ενίσχυση υποστυλωμάτων με ολόπλευρους μανδύες όσο και η ενίσχυση τους με μη ευνοϊκό τύπο ενίσχυσης (δηλαδή δίπλευροι ή τρίπλευροι), είναι λυσιτελής. Οι λόγοι δηλαδή που επιλέγεται κάποιο είδος μανδύα δεν σχετίζονται τόσο με την αποδοτικότητα τους, όσο με την λειτουργικότητα που επιδιώκεται. Μανδύες μερικούς χρησιμοποιούμε συνήθως, δηλαδή, όταν εν επαφή με το ενισχυόμενο κτίριο υφίστανται άλλα κτίρια. Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι ενώ για την αποδοτικότητα των ολόπλευρων μανδύων υπάρχουν ολιγάριθμα έστω πειραματικά στοιχεία, για τους δίπλευρους και τρίπλευρους, παρότι κατασκευάζονται κατά κόρον αναγκαστικά και παρότι συνιστώνται από διεθνείς συστάσεις (UNIDO), εν τούτοις δεν υπάρχουν πειραματικά δεδομένα που να αποδεικνύουν την αποδοτικότητά τους. Για την ενίσχυση του στύλου K27 προτείνεται η χρήση ολόσωμου μανδύα από εκτοξευμένο σκυρόδεμα καθ' ύψος του κτιρίου

Διαδικασία Κατασκευής Μανδύα από Εκτοξευμένο Σκυρόδεμα(gunite):

- Αποφορτίζονται και υποστυλώνονται οι πλάκες.
- Απομακρύνεται το αποδιοργανωμένο σκυρόδεμα.
- Απομακρύνονται οι οπλισμοί για να συγκολληθούν με νέους οπλισμούς.
- Διανοίγονται και προετοιμάζονται οι οπές στις θέσεις αγκύρωσης των νέων ράβδων οπλισμού και στις θέσεις που προβλέπονται βλήτρα.
- Εκτραχύνεται η επιφάνεια του σκυροδέματος με επιμέλεια σε βάθος 6χιλ. με κατάλληλο μηχανικό εξοπλισμό (π.χ. με ματσακόνι όχι απλώς με σφυρί και καλέμι) ή με υδροαμμοβολή. Επειδή χρησιμοποιούμε εκτοξευμένο σκυρόδεμα θα πρέπει να συμπεριλάβουμε και καθάρισμα των παλιών οπλισμών με μεταλλική

βούρτσα ώστε να απομακρυνθεί η σκουριά. Έτσι θα εξασφαλίσουμε τη μονολιθικότητα της διατομής.

- Αν χρειάζεται τοποθετούνται αγκύρια ή βλήτρα για την αύξηση της αντοχής.
- Τοποθετούνται νέοι οπλισμοί και συγκολλούνται με τους παλιούς με πάπιες ή καβίλλιες. Τοποθετούνται νέοι ελάχιστοι συνδετήρες Φ8/10.
- Γίνεται σκυροδέτηση με εκτοξευμένο σκυρόδεμα. Η αντοχή του, πρέπει να υπερβαίνει την αντοχή του παλαιού κατά τουλάχιστον 50%.

Σημαντικό ρόλο θα παίζει η καλή αγκύρωση των ράβδων οπλισμού του μανδύα γι' αυτό είναι απαραίτητο να επεκτείνεται στον πάνω, κάτω όροφο και στη θεμελίωση. Τοπικά στη περιοχή της βλάβης θα πρέπει να τοποθετηθούν πιο πυκνοί συνδετήρες για να αποφευχθεί το φαινόμενο του τοπικού λυγισμού.

4.2.2 Μανδύας με σύνθετα υλικά FRPs

Εναλλακτική μέθοδος ενίσχυσης του υποστυλώματος είναι με χρήση σύνθετων υλικών από ινοπλισμένα πολυμερή. Συγκεκριμένα επιλέξαμε ίνες άνθρακα, οι οποίες παρασκευάζονται είτε με θερμική κατεργασία του πολυακρυνιλίου είτε με απόσταξη άνθρακα, εμποτισμένες σε εποξειδική ρητίνη η οποία θεωρείται καλύτερη για χρήση σε ινοπλισμένα πολυμερή λόγω της μεγάλης αντοχής, συγκολλητικής ικανότητας, ανθεκτικότητας σε κόπωση και χημική διάβρωση, καθώς και της χαμηλής συστολής ξηράνσεως που παρουσιάζει. Η τοποθέτηση του υφάσματος μπορεί να γίνει σε όλο το ύψος του υποστυλώματος και να περνάει ανάμεσα στις πλάκες να γίνει δηλαδή αγκύρωση. Οι στρώσεις των υφασμάτων μπορούν να είναι περισσότερες από μία ή δύο και να τυλίγονται εναλλάξ γύρω από την κολόνα σαν «δαχτυλίδια ανά αποστάσεις». Πριν την τοποθέτηση του υλικού θα γίνει προετοιμασία της επιφάνειας. Επειδή οι ρωγμές είναι μεγάλου εύρους, πρέπει να πληρωθούν τα κενά με κατάλληλο τσιμεντοκονίαμα ή με ρητηνενέσεις και ύστερα να εφαρμόσουμε την συγκολλητική ουσία. Θα πρέπει επίσης να απομακρύνουμε το βλαμμένο σκυρόδεμα καθώς και τις σκόνες και τα θραύσματα με τη χρήση πεπιεσμένου αέρα.

Στην περίπτωση μας θα χρησιμοποιήσουμε μανδύα ανθρακωνυμάτων με μέτρο ελαστικότητας στην κατεύθυνση των κυρίων ινών $E_f = 200 \text{ GPa}$, χαρακτηριστικής τιμής παραμόρφωσης, θραύσης $\varepsilon_{fuk} = 0.014$ και πάχος 0.12 χιλ.

$$\rho_w = 2 \cdot n \cdot t_f / b_w \cdot \sin \alpha = 2 \cdot 1 \cdot 0.12 / 30 = 0.008$$
$$\varepsilon_{fd,e} = \min [0.17 \cdot \varepsilon_{fud} \cdot (f_{cm}^{2/3} / \varepsilon_{fpw})^{0.3}, 0.006 / \gamma_{fl}] =$$
$$\min [0.17 \cdot 0.017 \cdot (24^{2/3} / 230 \cdot 0.0018)^{0.3}, 0.006 / 1.25] =$$
$$\min [0.0031, 0.0048] = 0.0031$$

$$V_{fd} = 1.8 \cdot 0.12 \cdot 45 \cdot 0.0031 \cdot 21000 = 632 \text{ kN}$$

(βλ. Παράδειγμα ενίσχυσης υποστυλώματος με μανδύα σύνθετων υλικών σελ.194 / Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία (Κ. Σπυράκος)).



Σχ4. Μανδύας με συνθετικά υλικά FRP

4.2.3 Χιαστί Ραβδωτοί Σύνδεσμοι από Οπλισμένο Σκυρόδεμα

Για την αύξηση της δυσκαμψίας της κατασκευής θα τοποθετηθούν δικτυωτοί σύνδεσμοι από οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι σύνδεσμοι θα γίνουν μεταξύ των υποστλωμάτων K27 - K26 και K25-K24 καθ' ύψους του κτιρίου. Με την προσθήκη των συνδέσμων, οι σεισμικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στο πλαίσιο αναλαμβάνονται κυρίως από τις αξονικές δυνάμεις των συνδέσμων. Οι χιαστί ραβδωτοί σύνδεσμοι θα κατασκευαστούν με χρήση εκτοξευμένου σκυροδέματος (gunite) αντοχής C20/25 ενώ οι οπλισμοί θα είναι ποιότητας S500s. Θα διανοιχτούν οπές στο κόμβο βάθους ≥ 25 εκ. και ανοίγματος δοπής-δράβδου=5χιλ.. Ύστερα θα γίνει καθαρισμός του εσωτερικού της οπής (π.χ. με πεπιεσμένο αέρα) και θα γίνει γέμισμα της οπής με ρητίνη ή ειδικό τσιμεντοκονίαμα κατά τρόπο τέτοιο ώστε να μην μείνει αέρας στην οπή. Οι σύνδεσμοι θα είναι διαστάσεων 30εκ x 30εκ με τυπικό οπλισμό 4Φ20 και εγκάρσιους συνδετήρες Φ8/10.

4.2.4 Ενίσχυση δοκών

Οι πρόσθετες αξονικές δυνάμεις που θα παραλάβουν οι σύνδεσμοι, θα καταπονήσουν τις δοκούς Δ24, Δ25, Δ26 και των τριών ορόφων, τις δοκούς δηλαδή μεταξύ των υποστλωμάτων K27 και K24. Οι επεμβάσεις αυτές κρίνονται σαν ενισχύσεις και όχι σαν επισκευές καθ' ότι οι κυριότερες βλάβες εμφανίστηκαν μόνο στον στύλο K27, ο οποίος μόνο χρειάζεται επισκευή. Η ενίσχυση των δοκών θα γίνει με την παρακάτω μέθοδο η οποία θεωρείται βέλτιστη, ύστερα από μελέτη πειραματικών και ερευνητικών δεδομένων (Baunbul et al. 1990) ως εξής:

A. Θεραπεία ρωγμών με ενέσεις εποξειδικής ρητίνης.

B. Επίστρωση πάχους 10mm έως 15mm, με ειδικό εποξειδικό κονίαμα.

Γ. Επικόλληση μεταλλικών ελασμάτων πάχους 2mm.

Πιο αναλυτικά, αφού απομακρυνθεί το θρυμματισμένο υλικό με τρίψιμο με σκληρή βούρτσα, καθαρίζονται οι ρωγμές με εμφύσηση αέρα και πλύσιμο με ψεκάσμο νερού. Ακολουθεί χημική θεραπεία της ρηγματωμένης επιφάνειας, αν υπάρχουν ελαιώδη συστατικά και επικίνδυνες ουσίες. Στη συνέχεια, οι εκτεθειμένοι ράβδοι επιχρίονται με ειδικό αντιδιαβρωτικό υλικό, που μπορεί να είναι ένα πολυμερικό γαλάκτωμα, με μικρή αναλογία τσιμέντου και που « αγκαλιάζει » κάθε ράβδο ξεχωριστά με ένα προστατευτικό κάλυμμα πάχους τουλάχιστον 40μm (π.χ. ένα γαλάκτωμα τύπου SBR).

Αφού σφραγιστούν οι ρωγμές με ενέσεις εποξειδικών ρητινών, η υπό επισκευή δοκός επιχρίεται με ένα ειδικό κονίαμα πάχους 10-15mm, συνήθως ρητινοκονίαμα που αποτελεί οικονομική αλλά και γρήγορη λύση. Άλλες λύσεις είναι τα πολυεστερικά κονιάματα, τσιμεντοκονιάματα με προσμίξεις ώστε να μειώνεται η διαπερατότητα, ενώ προτείνονται επίσης τα γαλακτώματα τύπου SBR τα οποία είναι δοκιμασμένα (κυρίως στη Μεγάλη Βρετανία), συγκρατούν την υψηλή αλκαλικότητα των συνηθισμένων τσιμεντοκονιαμάτων και παρέχουν καλή προστασία στον οπλισμό, σε αντίθεση με τα γαλακτώματα τύπου PVA, τα οποία ειδικά όταν πρόκειται για εξωτερική χρήση, αυξάνουν τον κίνδυνο διάβρωσης του οπλισμού.

Τέλος, πάνω στη στρώση του κονιάματος επικολλούνται τα μεταλλικά ελάσματα, με ειδική προσοχή στις ενώσεις μεταξύ των ελασμάτων (προτείνεται η χρήση προεντεταμένων κοχλιών). Αν υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης, μπορεί να είναι φύλλα από ινοπλισμένα πλαστικά (FPCM) και κυρίως από υλικά οπλισμένα με ίνες άνθρακα (CFRCM) που έχουν υψηλή αντοχή, διατίθενται σε μεγάλα μήκη, έχουν μικρό βάρος και τέλος ενώ θεωρούνται ακριβά υλικά η χρήση τους θεωρείται οικονομικά συμφέρουσα σε σύγκριση με το συνολικό κόστος της επισκευής.

Στη συγκεκριμένη μελέτη, δεν αναφέρονται οι παραπάνω μέθοδοι κατά την εκτίμησή μας για λόγους οικονομίας και εξαιτίας της φύσης της κατασκευής (σχολείο), στην οποία εφαρμόζονται οι περισσότερο παραδοσιακές και δοκιμασμένες μέθοδοι επισκευής που είναι οι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος.

4.2.5 Ρηγματώσεις σε τοιχοπληρώσεις

Εμφανίζονται απλές ρηγματώσεις σε τοιχοποιίες από οπτόπλινθους στους χώρους των γραφείων των καθηγητών και κυρίως στον προθάλαμο και στο γραφείο του διευθυντή. Η αποκατάσταση γίνεται με καθαίρεση του επιχρίσματος σε συνολικό πλάτος 40cm εκατέρωθεν της ρωγμής, καθαρισμός των ρηγματωμένων αρμών της τοιχοποιίας σε βάθος 3cm, πλύσιμο των αρμών με νερό υπό πίεση, εισαγωγή τσιμεντοκονιάματος των 450kg τσιμέντου και τελικό επίχρισμα τριφτό με ασβεστοκονίαμα.

Επίσης εμφανίζονται ρηγματώσεις στην ένωση του φέροντα οργανισμού με τα τοιχώματα πληρώσεως στο κλιμακοστάσιο μεταξύ Ισογείου-Α' ορόφου και Α' ορόφου- Β' ορόφου. Η επισκευή γίνεται με καθαίρεση της επιφάνειας, διαβροχή με άφθονο νερό, γέμισμα της ρωγμής με ισχυρό τσιμεντοκονίαμα με λεπτό μυστρί ώστε να αποκατασταθεί η συμβολή του τοιχώματος πληρώσεως με το φέρον οργανισμό και τελικό επίχρισμα τριφτό με ασβεστοκονίαμα.

Τέλος, ακολουθεί βαφή των άνω επιφανειών με πλαστικό χρώμα σε δύο στρώσεις στην απόχρωση των γύρω επιφανειών.

4.2.6 Μέθοδος κατασκευής νέων θεμελίων – ενίσχυση συνδετήριων δοκών

Η κατασκευή νέων θεμελίων και η ενίσχυση των συνδετήριων δοκών, γίνεται στα φατνώματα των πλαισίων όπου τοποθετούνται χιαστί ραβδωτοί σύνδεσμοι και παρουσιάζεται στα αντίστοιχα σχέδια. Αρχικά γίνεται καθαίρεση της τοιχοποιίας στα φατνώματα του ισογείου όπου θα κατασκευαστούν τα νέα θεμέλια. Στη συνέχεια, διανοίγονται οι αρμοί με χρήση τροχού με οδηγό στο δάπεδο του ισογείου στην περιοχή που θα κατασκευαστούν τα νέα θεμέλια, με εύρος τουλάχιστον το πλάτος του αντίστοιχου θεμελίου από όπου αφαιρείται το μωσαϊκό δαπέδου. Καθαιρείται το gros-beton δαπέδου του ισογείου, στην άνω ζώνη, έτσι ώστε να μείνει ανέπαφη η συνδετήρια δοκός που υπάρχει στα φατνώματα που θα κατασκευαστούν τα νέα θεμέλια. Ακολουθεί βαθιά εκσκαφή, σκυροδετείται το gros-beton (C12/15 & διπλή εσχάρα οπλισμού T131) του νέου θεμελίου στη κατάλληλη στάθμη και τοποθετείται ο οπλισμός του νέου πεδύλου (S500s) ο οποίος αγκυρώνεται κατάλληλα στο υπάρχον πέδιλο. Αφού τοποθετηθεί και ο οπλισμός (S500s) της ενισχυμένης συνδετήριας δοκού (οι διαμήκεις οπλισμοί αγκυρώνονται στα εκατέρωθεν υπάρχοντα πέδιλα και οι συνδετήρες μορφώνονται κλειστοί γύρω από την υπάρχουσα διατομή της συνδετήριας δοκού), τοποθετούνται οι αναμονές των δύο νέων στύλων, των ενισχυμένων στύλων και των χιαστί συνδέσμων. Μετά από 15 ημέρες συντήρησης του σκυροδέματος, ακολουθεί επίχωση με προϊόντα εκσκαφών σε στρώσεις έως 20εκ, κατάβρεγμα και συμπύκνωση με κατάλληλα μέσα έως την τελική στάθμη.

4.2.7 Μέθοδος ενίσχυσης κόμβου

Ο κόμβος μπορεί να ενισχυθεί με τη μέθοδο του μανδύα ο οποίος θα αποτελεί τη συνέχεια του μανδύα που έχει χρησιμοποιηθεί για την ενίσχυση του υποστύλωματος. Ο μανδύας θα συντρέχει στα διπλανά δοκάρια όμως για ικανοτικό έλεγχο θα ο μανδύας μπορεί να μην συντρέχει στους δοκούς και γενικά να επεκταθεί σε μικρό μήκος

4.3 Τμήμα ΙΙΙ

Το τμήμα ΙΙΙ καταπονήθηκε κυρίως στην Pilotis όπου και είχαμε το φαινόμενο του μαλακού ορόφου. Ρηγματώσεις εντοπίστηκαν σε όλα σχεδόν τα υποστυλώματα και σε αυτό συνετέλεσαν τόσο η κακή σκυροδέτηση όσο και το γεγονός ότι τα κάγκελα της Pilotis στερεώνονται στους οπλισμούς των υποστυλωμάτων (Σχημα 1, 2). Εκτός από την ενίσχυση των υποστυλωμάτων θα πρέπει να γίνουν τροποποιήσεις στο κτίριο έτσι ώστε να αυξηθεί η δυσκαμψία του κυρίως στο ισόγειο. Επομένως κατά την εκτίμηση μας η κατασκευή της τοιχοποιίας πληρώσεως μεταξύ των υποστυλωμάτων K13-K5 και K14-K5 τουλάχιστον ,θα συνεισφέρει αρκετά στην βελτίωση της δυσκαμψίας του τμήματος ΙΙΙ κατά την μεγάλη του διεύθυνση



Σχ5. K2, ισόγειο (pilotis).



Σχ6. K9, ισόγειο(εξωτερικά κάτω)

4.3.1 Ενίσχυση Υποστυλωμάτων

Προτείνεται η ενίσχυση και επισκευή των στύλων με μανδύα όπως στην περίπτωση του στύλου K27 η οποία θα γίνει αφού απομακρυνθούν τα κάγκελα ,το βλαμμένο σκυρόδεμα καθώς και τα θραύσματα και η σκόνη .

4.3.2 Ρηγματώσεις της πλάκα οροφής

Η αποκατάσταση της ρηγμάτωσης της πλάκα οροφής γίνεται με ενέσεις εποξειδικής ρητίνης όπως περιγράφεται στη συνέχεια:

1. Καθαίρεση των τυχόν επιχρισμάτων κατά μήκος της ρωγμής και πλάτος 10cm εκατέρωθεν αυτής, επεκτεινόμενης και κατά 30cm εκατέρωθεν των άκρων της για τον εντοπισμό της ρωγμής.
2. Καθαρισμός με συρμάτινη βούρτσα της ρωγμής και την απομάκρυνση ελλειμμάτων επιχρισμάτων και σαθρών τμημάτων σκυροδέματος.
3. Επιμελής καθαρισμός με πεπιεσμένο αέρα της ρωγμής σε όλο το μήκος και βάθος της για την αφαίρεση της σκόνης.
4. Έκπλυση των ρωγμών με νερό και ξήρανση με πεπιεσμένο αέρα.
5. Τοποθέτηση σωληνίσκων μικρής διαμέτρου σε αποστάσεις ανάλογες με το εύρος της ρωγμής. Σε τριχοειδής ρωγμές οι αποστάσεις κυμαίνονται μεταξύ 10-15cm, ενώ σε μεγαλύτερες ρωγμές φτάνουν τα 20-30cm. Η στερέωση των σωληνίσκων γίνεται με πλαστικό στόκο 30-60 λεπτά νωρίτερα από την σφράγιση της ρωγμής, ώστε ο στόκος να έχει σωληνωθεί και να μην μετακινούνται οι σωληνίσκοι κατά την σφράγιση της ρωγμής.
6. Επιφανειακή σφράγιση της ρωγμής με στόκο και των σωληνίσκων μετά το μεγαλύτερο του ύψους αυτών.

Διεξαγωγή των ενέσεων εποξειδικής ρητίνης κατά την μέθοδο με εποξειδικά CONCRETSIVE 1380 & 1411, μετρούμενο κατά τις προδιαγραφές και AASHTO.

5.Επιθεώρηση του Σχολείου μετά την ενίσχυση- Αποτύπωση Φέροντος οργανισμού

Τμήμα 2:

Οι κυριότερες βλάβες εντοπίστηκαν στην βόρεια όψη του τμήματος II και οφείλονται κυρίως στο φαινόμενο του “κοντού» υποστυλώματος. Στις φωτογραφίες που τραβήξαμε φαίνεται να έχει κατασκευαστεί τοίχιο εξωτερικά του κτιρίου καθ’ ύψος της κατασκευής το οποίο συνδέθηκε στα φατνώματα μεταξύ των στύλων K27-K24 . Μεταξύ των στύλων K27 - K26 και K25-K24 μειώθηκαν τα παράθυρα σε δύο. Πιθανολογούμε ότι αφού ενισχύθηκαν τα δύο ζεύγη υποστυλωμάτων K27 - K26 και K25-K24 με ολόσωμους μανδύες κατασκευάστηκε τοίχιο ανάμεσα σε κάθε ζεύγος το οποίο σε συνδυασμό με την ενίσχυση των δοκών Δ24, Δ25, Δ26 σε όλες τις στάθμες δημιουργήθηκε ένα σύστημα που αυξάνει σημαντικά την δυσκαμψία του κτιρίου για σεισμό κατά την μεγάλη του διεύθυνση. Τίθενται βέβαια το ερώτημα εάν υπάρχει υπεραντοχή τοπικά στην μία πλευρά και πιθανότητα στροφής του κτιρίου.



Σχ7. Βόρεια όψη τμήματος II μετά την επισκευή

Τμήμα 3:

Η δυσκαμψία του τρίτου τμήματος βελτιώθηκε με τοιχοπλήρωση ενός μεγάλου τμήματος του μαλακού ορόφου και συγκεκριμένα ανάμεσα στα υποστυλώματα Κ1-Κ4, Κ1-Κ2, Κ2-Κ3, Κ8-Κ10, Κ10-Κ12 και Κ12-Κ14. Συγχρόνως φαίνεται να έχουν κατασκευαστεί τοιχία στον πρώτο όροφο της δυτικής όψης στα βαμμένα πράσινα τμήματα όπου απομακρύνθηκαν και μερικά παράθυρα. Στην ανατολική όψη έχει γίνει επίσης χτίσιμο της πληρώσεως μεταξύ των υποστυλωμάτων Κ14-Κ8 και έχουν φτιαχτεί νέες αίθουσες.



Σχ8. Δυτική όψη τμήματος III πριν την επισκευή



Σχ4. Δυτική όψη τμήματος III μετά την επισκευή

Βιβλιογραφία

1. Σ. Η. ΔΡΙΤΣΟΣ
Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα.
2. Θ. Χ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ
Προηγμένες τεχνολογίες υλικών και κατασκευών.
3. ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ (Αθήνα 1981)
Συστάσεις για τις επισκευές κτιρίων βλαμμένων από το σεισμό.
4. Κ. ΣΠΥΡΑΚΟΣ (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας – Αθήνα 2004)
Ενισχύσεις κατασκευών για σεισμικά φορτία
5. Κ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΑΡΟΥ
Μέθοδοι επισκευής και ενίσχυσης δοκών (Πάτρα 1994)
6. ΥΠΕΧΩΔΕ (Θεσσαλονίκη 1978)
Κατευθυντήριες Προδιαγραφές και Οδηγίες για επισκευές κτιρίων με βλάβες από σεισμό
7. 14° ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ – ΤΟΜΟΣ Β'
8. Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 (ΟΑΣΠ)
9. ΝΕΑΚ 2000 (ΟΑΣΠ)
10. NEXT manual ("Software Computec")
11. Περιοδικό «ΚΤΙΡΙΟ» ΤΕΥΧΟΣ 82