

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ Ο.Σ. ΑΠΟ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ ΤΟ ΣΕΠΤΕΜΒΡΗ ΤΟΥ 1999

ΞΑΓΟΡΑΡΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ – ΛΑΟΥΡΔΕΚΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

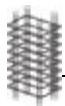
ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται ορισμένες (όχι όλες) από τις χαρακτηριστικότερες βλάβες που προκλήθηκαν σε κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος στην περιοχή της Αθήνας ύστερα από το σεισμό του Σεπτεμβρίου του 1999. Περιοριστήκαμε στις περιοχές Μενιδίου, Πάρνηθας και Θρακομακεδόνων. Για κάθε βλάβη χρησιμοποιούνται μια ή περισσότερες φωτογραφίες οι οποίες συνοδεύονται από τον ,απαραίτητο, σχολιασμό. Πριν ,όμως, ακολουθήσει η παρουσίαση αυτή, παραθέτονται οι βασικοί λόγοι που καθιστούν τον οπτικό έλεγχο και την καταγραφή των βλαβών αναγκαία και αναντικατάστατη διαδικασία.

A. Η ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΩΝ ΒΛΑΒΩΝ ΥΣΤΕΡΑ ΑΠΟ ΕΝΑ ΜΕΓΑΛΟ ΣΕΙΣΜΟ

Η καταγραφή των βλαβών που έχουν υποστεί τα κτίρια ύστερα από ένα σεισμό χρησιμοποιείται για τους εξής λόγους:

- Κατάταξη των πληγέντων κτιρίων στις κατηγορίες σεισμικής επικινδυνότητας. Πράσινα χαρακτηρίζονται τα κτίρια που είναι ουσιαστικά αβλαβή. Κίτρινα αυτά που έχουν υποστεί βλάβες ,αλλά, σε μικρή έκταση και ένταση ώστε η υποστήλωσή τους, πριν την οριστική επισκευή, να είναι αρκετή. Κόκκινα χαρακτηρίζονται αυτά που έχουν υποστεί σημαντικές σε έκταση και ένταση βλάβες που να απαιτείται άμεση επισκευή-ενίσχυση ή ακόμα και κατεδάφισή τους. Θα πρέπει να τονισθεί ότι για να καταταγεί ένα κτίριο στην κίτρινη ή κόκκινη κατηγορία δεν αρκεί η εξέταση των βλαβών των μελών μεμονωμένα, αλλά απαιτείται να ληφθεί υπόψη η συνολική εικόνα του φέροντος οργανισμού (γεωμετρία, υπερστατικότητα...) προκειμένου ο μηχανικός να αποφανθεί.
- Συντηρητική εκτίμηση της απομένουσας φέρουσας ικανότητας των διατομών βλαβέντων μελών ανάλογα με το μέγεθος της βλάβης. Η απομένουσα Φ.Ι. πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στη μελέτη επισκευής-ενίσχυσης των μελών σε συνδυασμό με την εκτίμηση που προκύπτει από την ανάλυση με τα κατάλληλα λογισμικά πακέτα H/Y.
- Έλεγχος της αξιοπιστίας των προγραμμάτων H/Y επισκευής-ενίσχυσης.
- Εμπειρία και πρόληψη σε μελλοντικές κατασκευές. Με την καταγραφή που γίνεται και την οργανωμένη μελέτη που την ακολουθεί αποκομίζεται εμπειρία για τον τρόπο αστοχίας των μελών λόγω των διαφόρων ειδών έντασης. Έτσι οι ερευνητές κατανοούν όλο και περισσότερες λεπτομέρειες της μηχανικής λειτουργίας των μελών με αποτέλεσμα η διαστασιολόγηση να γίνεται πιο ρεαλιστική. Όσον αφορά στην πρόληψη οι ερευνητές ,πάλι, και οι μηχανικοί των κρατικών οργανισμών έχουν τη δυνατότητα να διακρίνουν τις βλάβες που οφείλονται σε ανεπάρκεια και λανθασμένες οδηγίες των ισχυόντων κανονισμών και τελικά να τους τροποποιούν.



B. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΒΛΑΒΕΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

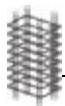
ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Τα κτίρια στην συντριπτική τους πλειοψηφία ήταν κίτρινα. Πράσινα κτίρια δεν μπορούσες πλέον να ξεχωρίσεις, γιατί είχαν επισκευασθεί άμεσα και δυο χρόνια μετά το σεισμό δεν είναι αναγνωρίσιμα.
- Έστω και σπάνια παρατηρήθηκαν κτίρια των οποίων ο φέρον οργανισμός δεν είχε τοιχώματα (φωτ.1). Η αιτία του φαινομένου αυτού ίσως πρέπει να αναζητηθεί στο γεγονός ότι οι προηγούμενοι κανονισμοί ενώ αναφέρονταν στη χρήση τοιχωμάτων, δεν ωθούσαν τόσο έντονα όσο οι νεότεροι τον μηχανικό προς την κατεύθυνση αυτή. Σ' αυτά τα κτίρια έγινε ενίσχυση μέρος της οποίας υλοποιήθηκε με μετατροπή ορισμένων υποστυλωμάτων σε τοιχώματα (αύξηση της διατομής με μανδύα).



Φωτογραφία 1

- Οι ενισχύσεις που παρατηρήσαμε ήταν τύπου μανδύα αποκλειστικά (φωτ. 2). Αυτό οφείλεται στην έλλειψη εξειδικευμένου σε άλλους τρόπους ενίσχυσης (π.χ. χρήση FRP) προσωπικού αλλά και στην μη διαδεδομένη στη χώρα μας τεχνογνωσία που τους συνοδεύει.
- Τα μέλη του φέροντος οργανισμού που επλήγησαν από το σεισμό ήταν στην συντριπτική τους πλειοψηφία υποστυλώματα. Αυτό ήταν αναμενόμενο αφού κυρίως τα κατακόρυφα στοιχεία του Φ.Ο. είναι υπεύθυνα για την ανάληψη οριζοντίων δράσεων.



1. ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

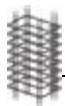
Η **καμπτική αστοχία** των υποστυλωμάτων εμφανίζεται στα άκρα τους, εκεί δηλαδή που η ροπή κάμψης μεγιστοποιείται (φωτ. 2). Οι ρωγμές που εμφανίζονται εξ' αιτίας της είναι σχεδόν οριζόντιες. Η καμπτική καταπόνηση είναι δυνατόν να προκαλεί απλώς βλάβη στη διατομή του μέλους, όχι αστοχία, όπως είναι για παράδειγμα η αστοχία του θλιβόμενου σκυροδέματος στις ακμές του υποστυλώματος, το γνωστό φάγωμα (φωτ. 3,φωτ.4).



Φωτογραφία 2



Φωτογραφία 3

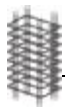


Φωτογραφία 4

Όταν η κάμψη συνδυάζεται με χαμηλή ποιότητα σκυροδέματος τότε κατακερματίζεται και το σκυρόδεμα του πυρήνα της διατομής, δηλαδή μεταξύ των ράβδων οπλισμού, και μάλιστα για ένα σχετικά μεγάλο εύρος του ύψους του υποστυλώματος. Επομένως τέτοιου είδους βλάβη είναι ενδεικτική χρήσης σκυροδέματος μικρής αντοχής (φωτ. 6). Το ίδιο συμβαίνει και όταν η κάμψη συνοδεύεται από ισχυρή θλιπτική δύναμη με την διαφορά ότι το σκυρόδεμα του πυρήνα δεν έχει ρηγματωθεί πλήρως (φωτ. 5).



Φωτογραφία 5

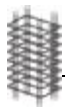


Φωτογραφία 6

Η **διατμητική αστοχία** εμφανίζεται σε οποιαδήποτε θέση του ύψους του υποστυλώματος και αυτό γιατί η τέμνουσα είναι σταθερή κατά μήκος του. Το εύρος τέτοιων ρωγμών, δεδομένου ότι δεν οφείλονται ταυτόχρονα και σε κάμψη, είναι μικρό. Η κλίση τους εξαρτάται από το μέγεθος της αξονικής δύναμης που καταπονεί το μέλος. Έτσι για μικρή θλιπτική δύναμη οι ρωγμές έχουν κλίση σχεδόν 45° (φωτ.7). Όταν η θλιπτική δύναμη είναι μεγάλη τότε η ρωγμή τείνει να γίνει κατακόρυφη (φωτ.8).



Φωτογραφία 7

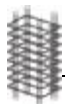


Φωτογραφία 8

Η **καμπτοδιατμητική αστοχία** παρουσιάζεται στα άκρα των υποστυλωμάτων όπου καθοριστική είναι η μεγιστοποίηση της ροπής κάμψης (φωτ. 9). Σε αντίθεση με τις διατμητικές ρωγμές το εύρος τους είναι μεγάλο. Αυτό είναι που τις ξεχωρίζει από τις διατμητικές που συμβαίνουν στα άκρα και όχι η κλίση τους, η οποία είναι σχεδόν 45° .



Φωτογραφία 9



Ένας χαρακτηριστικός τρόπος αστοχίας από καθαρή κάμψη που χρίζει ιδιαίτερης αναφοράς γιατί συναντάται κατά κόρον στις νεότερες πολυκατοικίες (δεκαετία '90) είναι αυτός των υποστυλωμάτων των **πυλωτών**. Μια τέτοια περίπτωση φαίνεται στην φωτογραφία 4. Εν συντομία αναφέρουμε ότι η διαφορετική δυσκαμψία του ισογείου και του τοιχοπληρωμένου 1^{ου} ορόφου έχει ως συνέπεια την επιπλέον καμπτική καταπόνηση του υποστυλώματος της πυλωτής. Επιπλέον καταπόνηση που δε λαμβάνεται υπ' όψη στην ανάλυση με τον H/Y, αφού στις συνηθισμένες μελέτες η τοιχοποιία παραλείπεται.

2. ΔΟΚΑΡΙΑ

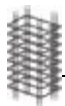
Στα δοκάρια των κατασκευών που παρατηρήσαμε δεν εντοπίστηκαν σοβαρές αστοχίες, γι' αυτό και δεν ακολουθεί ιδιαίτερη αναφορά. Μια από τις συνηθισμένες βλάβες που παρατηρήσαμε ήταν η ολοκληρωτική αποκόλληση της επικάλυψης οπλισμού στο κάτω πέλμα των δοκαριών (φωτ.10). Η φωτογραφία αυτή είναι ενδεικτική του ανεπαρκούς ποσοστού οπλισμού διάτμησης που πολλές φορές χαρακτηρίζει παλαιότερες κατασκευές.



Φωτογραφία 10

3. ΚΟΝΤΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ

Πρόκειται για μέλη με μικρό λόγο διάτμησης $M / (V * h)$. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αστοχία τους σε διάτμηση. Μάλιστα η διατμητική αστοχία οφείλεται πολύ συχνά σε αστοχία των θλιβόμενων διαγωνίων του σκυροδέματος. Γι' αυτό, τότε, το πρόβλημα δε λύνεται με αύξηση του οπλισμού. Επιπλέον αυτής της εγγενούς τρωτότητάς τους πολύ συχνά υποδιαστασιολογούνται κατά την ανάλυση, αφού λαμβάνονται υπ' όψη με το πλήρες τους ύψος (όταν δημιουργούνται από τοιχοποιία εκατέρωθέν τους) και κατά συνέπεια σχεδιάζονται για μικρότερη από την πραγματική



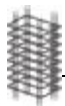
τέμνουσα δύναμη. Για την κλίση των διατμητικών ρωγμών ισχύουν τα ίδια με αυτά των κοινών υποστυλωμάτων. Παραδείγματα αστοχίας κοντών υποστυλωμάτων φαίνονται στις παρακάτω φωτογραφίες. (φωτ. 11, 12, 13)



Φωτογραφία 11



Φωτογραφία 12



Φωτογραφία 13

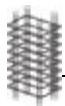
4. ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ

Η αστοχία των τοιχωμάτων που παρατηρήσαμε στις κατασκευές των εν λόγω περιοχών μπορεί κυρίως να εντοπισθεί στους εξής λόγους:

- Ελαφρύς σπλισμός και στις δύο διευθύνσεις (φωτ. 14).
- Μη ενισχυμένα άκρα (φωτ. 14).
- Ανακριβής προσομοίωση των μελών αυτών στην ανάλυση.

Η αστοχία τους μπορεί να είναι είτε καμπτική είτε διατμητική, όπως δείχνεται στις φωτογραφίες 14 και 15 αντίστοιχα. Στη 15 φαίνεται η περίπτωση μιας μη διαμπερούς ρωγμής. Οι ρωγμές των τοιχωμάτων ακόμα και όταν δε συνοδεύονται από τον κατακερματισμό του σκυροδέματος οδηγούν στην απώλεια του μεγαλύτερου ποσοστού της αντοχής του μέλους. (Κάτω Φωτογραφία 14)





Φωτογραφία 15

5. ΣΚΑΛΕΣ

Δεν παρατηρήσαμε σοβαρές βλάβες στις σκάλες παρά μόνο ρωγμές μικρής έκτασης. Στη φωτογραφία 13 απεικονίζεται μια τέτοια περίπτωση. Είναι χαρακτηριστικό ότι τοιχώματα δε χρησιμοποιούνται ούτε στη στήριξη της σκάλας ούτε κοντά σ' αυτή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η σκάλα να παραλαμβάνει μεγάλη σεισμική δύναμη για την οποία στις συνηθισμένες μελέτες αγνοείται (Οι σκάλες σχεδιάζονται μόνο για τα κατακόρυφα φορτία).



Φωτογραφία 16