

Ταχεία Αποτίμηση Σεισμικής Επάρκειας Υφιστάμενου Κτιρίου Ο.Σ. Κατασκευασμένου με Παλαιούς Κανονισμούς

Στυλιανός Ι. Παρδαλόπουλος

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ, stylpard@gmail.com

Βασίλειος Α. Λεκίδης

Διευθυντής Ερευνών, ΙΤΣΑΚ-ΟΑΣΠ, lekidis@itsak.gr

Σταυρούλα Ι. Πανταζοπούλου

Καθηγήτρια, Dept. of Civil Engineering, Lassonde Faculty of Engineering, York University, Canada, pantazo@yorku.ca

Εκτενής περίληψη

Τα κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος (Ο.Σ.) που κατασκευάστηκαν μέχρι και τα μέσα της δεκαετίας του 1980 αποτελούν σήμερα το 75% του κτιριακού αποθέματος της Ελλάδας. Αυτή η κατηγορία των κτιρίων περιλαμβάνει κατασκευές που είτε σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν με βάση κανονισμούς και πρακτικές που σήμερα θεωρούνται ανεπαρκείς, είτε κατασκευάστηκαν χωρίς καμία μελέτη επάρκειας της φέρουσας ικανότητάς τους. Κύριο χαρακτηριστικό των κτιρίων αυτών είναι η πλήρης απουσία της ικανοτικής φιλοσοφίας σχεδιασμού του φέροντα οργανισμού και η χρήση κατασκευαστικών πρακτικών όπως υποστυλώματα με μικρές διαστάσεις διατομής, συνδεδεμένα με σχετικά δύσκαμπτες δοκούς, ανεπαρκή περίσφιξη των κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων και ανεπαρκή αγκύρωση των διαμήκων και εγκάρσιων οπλισμών.

Ισχυρές σεισμικές δονήσεις που σημειώθηκαν στο πρόσφατο παρελθόν κοντά σε αστικά κέντρα της χώρας (Καλαμάτα 1986, Κοζάνη και Αίγιο 1995, Πάρνηθα 1999, Λευκάδα 2003, Αχαΐα-Ηλεία 2008, Κεφαλονιά 2014) κατέδειξαν ότι πολλά από τα υφιστάμενα κτίρια αποτελούν εν δυνάμει απειλή για την ασφάλεια των ενοίκων τους κατά τη διάρκεια ενός ισχυρού σεισμού. Από έρευνες αυτοψίας που πραγματοποιήθηκαν σε παλαιού τύπου κτίρια Ο.Σ. που υπέστησαν βλάβες, ή κατέρρευσαν μετά από ισχυρούς σεισμούς, προκύπτει ότι τα κτίρια αυτά χαρακτηρίζονται από έντονα ψαθυρή απόκριση και εκδήλωση σημαντικών βλαβών σε περιοχές υψηλής διατμητικής απαίτησης, όπως αποδιοργάνωση των κόμβων του φέροντα οργανισμού, διατμητική αστοχία υποστυλωμάτων χωρίς ιδιαίτερη περίσφιξη, βλάβες σε κοντά υποστυλώματα και διάτρηση πλακών σε περιοχές σύνδεσης πλάκας - υποστυλώματος χωρίς οπλισμό διάτρησης (Σχ. 1).



Σχ. 1 Βλάβες και καταρρεύσεις κτιρίων Ο.Σ. στην Ελλάδα μετά από ισχυρούς σεισμούς.

Ο μεγάλος αριθμός υφιστάμενων κτιρίων Ο.Σ. καθιστά πρακτικά αδύνατη την αποτίμηση της σεισμικής τους επάρκειας με τη χρήση αναλυτικών μεθόδων. Με επικείμενη την πρόθεση της πολιτείας για την εισαγωγή πλαισίου ταχείας αποτίμησης των υφιστάμενων κατασκευών και ιδιαίτερα των αυθαίρετων δομημάτων, είναι αναγκαία η απλοποίηση της διαδικασίας των απαραίτητων υπολογισμών και η μείωση της έντασης της προσπάθειας που απαιτείται στην αρχική διαπίστωση συστημικών ανεπαρκειών (π.χ. ασυνέχειες μάζας και δυσκαμψίας και στρεπτική ευαισθησία).

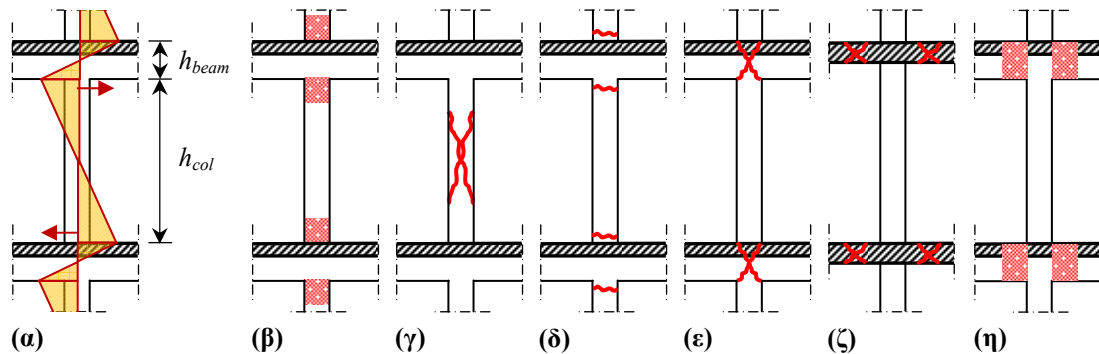
Η Μέθοδος Ταχείας Αποτίμησης Σεισμικής Επάρκειας Υφιστάμενων Κτιρίων (Παρδαλοπουλος 2012, Pardalopoulos *et al.* 2013a-b) επιτρέπει τη γρήγορη και αξιόπιστη εκτίμηση της σεισμικής απόκρισης υφιστάμενων κτιρίων Ο.Σ., απαιτώντας για την εφαρμογή της μόνο τη γνώση βασικών γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κτιρίου και της ποιότητας των υλικών των δομικών του στοιχείων, δεδομένα τα οποία είναι εύκολα διαθέσιμα. Το γεγονός αυτό καθιστά τη μέθοδο ιδανική για τον ταχύ προσεισμικό έλεγχο του κτιριακού αποθέματος της χώρας, τον άμεσο εντοπισμό ανάμεσα στο πλήθος των υφιστάμενων κτιρίων Ο.Σ. εκείνων που δεν ικανοποιούν τις σύγχρονες αντισεισμικές απαιτήσεις, καθώς και την επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής για την ενίσχυσή τους.

Σύμφωνα με τη Μέθοδο Ταχείας Αποτίμησης Σεισμικής Επάρκειας Υφιστάμενων Κτιρίων, η σεισμική τρωτότητα ενός υφιστάμενου κτιρίου Ο.Σ. παλαιού τύπου αποτιμάται βάσει μιας διαδικασίας δύο βημάτων-ελέγχων:

- (α) με τον έλεγχο διαθέσιμης αντίστασης των κατακόρυφων στοιχείων του κρίσιμου ορόφου και
- (β) με τον έλεγχο διαθέσιμης δυσκαμψίας του κτιρίου.

Ο έλεγχος διαθέσιμης αντίστασης περιλαμβάνει τον προσδιορισμό του ασθενέστερου μηχανισμού αντίστασης που μπορεί να αναπτυχθεί στα υποστυλώματα του εξεταζόμενου κτιρίου Ο.Σ., προκειμένου να υπολογισθεί το μέγεθος της πλευρικής αντίστασης του κτιρίου και να εκτιμηθεί ο τρόπος αστοχίας του. Κοινή βάση σύγκρισης των διαφόρων μηχανισμών αστοχίας των υποστυλωμάτων είναι η σεισμική τέμνουσα που αναπτύσσεται σε αυτά κατά την εκδήλωση κάθε μηχανισμού. Οι μηχανισμοί αστοχίας υποστυλωμάτων που εξετάζονται είναι (α) η διαρροή των κύριων οπλισμών, (β) η διατμητική αστοχία του κορμού, (γ) η αστοχία των αγκυρώσεων και (δ) η αστοχία των ματίσεων των κύριων οπλισμών, (ε) η αστοχία του πυρήνα κόμβων δοκών – υποστυλώματος σε διαγώνιο εφελκυσμό, (ζ) στην περίπτωση μκητοειδούς πλάκας η διάτρηση της περιοχής περιμετρικά του υποστυλώματος, ενώ (η) εξετάζεται και το ενδεχόμενο κυρίαρχος μηχανισμός περιορισμού των εισαγόμενων διατμητικών δυνάμεων στο υποστυλώμα να είναι η διαμόρφωση πλαστικών αρθρώσεων στις δοκούς του οριζοντίου διαφράγματος (πλάστιμη συμπεριφορά) (Σχ. 2, Pardalopoulos *et al.* 2013b).

Ο έλεγχος διαθέσιμης δυσκαμψίας επιτρέπει τον προσδιορισμό της μέγιστης επιτάχυνσης που το εξεταζόμενο κτίριο μπορεί να δεχθεί χωρίς την εκδήλωση βλαβών και την σύγκρισή της με τις αντίστοιχες τιμές επιτάχυνσης εδάφους που ισχύουν για τις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας της χώρας, σύμφωνα με τον ισχύοντα αντισεισμικό κανονισμό. Ο έλεγχος βασίζεται στο σχήμα παραμόρφωσης του κτιρίου τη στιγμή της μέγιστης σεισμικής του απόκρισης, το οποίο είναι συνάρτηση της μάζας και της δυσκαμψίας του κτιρίου.



Σχ. 2 (α) Κατανομή ροπής λόγω σεισμικής καταπόνησης καθ' ύψος ενός υποστυλώματος Ο.Σ. και (β)–(η) πιθανοί μηχανισμοί αστοχίας του: (β) Διαρροή κύριων οπλισμών, (γ) Διατμητική αστοχία κορμού, (δ) Αστοχία ματίσεων/αγκυρώσεων των κύριων οπλισμών, (ε) Διατμητική αστοχία κόμβων, (ζ) Διάτρηση πλακών, (η) Δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων στις δοκούς (πλάστιμη συμπεριφορά).

Η πρακτικότητα, η αμεσότητα εφαρμογής και η ακρίβεια της Μεθόδου Ταχείας Αποτίμησης Σεισμικής Επάρκειας Υφιστάμενων Κτιρίων σε πραγματικά κτίρια επιδεικνύεται μέσω ενός παραδείγματος αποτίμησης διώροφου κτιρίου Ο.Σ. στη Δυτική Ελλάδα, το οποίο κατέρρευσε κατά τον σεισμό της Αχαΐας-Ηλείας στις 8 Ιουνίου 2008 (Σχ. 3).



Σχ. 3 Φωτογραφίες του εξεταζόμενου κτιρίου μετά την κατάρρευσή του (Πηγή: www.itsak.gr).

Βιβλιογραφία

- Pardalopoulos, S., Thermou, G. E. and Pantazopoulou, S. J. (2013), "Preliminary seismic assessment method for identifying R.C. structural failures", *Computational Methods in Earthquake Engineering, Computational Methods in Applied Sciences*, Vol. 30, pp. 111-128, DOI: 10.1007/978-94-007-6573-3_6
- Pardalopoulos, S., Thermou, G. E. and Pantazopoulou, S. J. (2013), "Screening criteria to identify brittle R.C. structural failures in earthquakes", *Bull Earthquake Eng.*, Vol. 11, pp. 607-636, DOI: 10.1007/s10518-012-9390-7
- Παρδαλόπουλος, Σ. Ι. (2012), "Αντισεισμικές απαιτήσεις σχεδιασμού για τη δημιουργία δικτύων παροχής φυσικού αερίου σε υφιστάμενες και νέες κατασκευές", Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ξάνθη.