

Μελέτη Πολυωρόφου Κτηρίου Μεγάλων Ανοιγμάτων Χωρίς Δοκούς

Μαρία Παπάντου

Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., MSc, mpapantou@hotmail.com

Γεώργιος Μαντίκας

Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., MSc, mantipf@hotmail.com

Κωνσταντίνος Ψάρρας

Δρ Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., ko_psar@yahoo.gr

Ιωάννης Τέγος

Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ., itegos@civil.auth.gr

Πεδίο Θεματολογίας: Διαστασιολόγηση

Εκτενής περίληψη

Η παρούσα εργασία εντάσσεται στα πλαίσια μιας γενικότερης προσπάθειας για την επαναφορά των κτηρίων χωρίς δοκούς εις το κατασκευαστικό γίγνεσθαι, επειδή είναι γνωστό ότι για πολλές δεκαετίες τα συστήματα χωρίς δοκούς επιστεύετο ότι ήταν επικίνδυνα σε περιοχές υψηλής σεισμικότητας. Με στόχο την άρση αυτής της παρεξηγήσεως (και επειδή οι εν λόγω κατασκευές διαθέτουν πλείστα όσα πλεονεκτήματα), αντιμετωπίστηκε μία ακραία περίπτωση για τα κατασκευαστικά δεδομένα κτηρίου, με κάτοψη $40 \times 40 \text{ m}^2$, κεντρικό πυρήνα τοιχωμάτων, μεγάλα εσωτερικά ανοίγματα, χωρίς εσωτερικά υποστυλώματα και προβόλους πλακών 4 m, που περιλαμβάνουν μάλιστα και γωνιακούς διασταυρωμένους.

Είναι γνωστό ότι ένα από τα πιο χρονοβόρα τμήματα της κατασκευαστικής διαδικασίας αποτελεί η αφίδωση και το σιδέρωμα των δοκών των πλαισίων του συστήματος. Οι δοκοί μέχρι σήμερα θεωρούνται απαραίτητες καθόσον με την παρουσία τους εξυπηρετούνται τα κριτήρια συμμόρφωσης που σχετίζονται με την ασφάλεια και τη λειτουργικότητα. Με την ασφάλεια καθόσον εξαλείφουν τον κίνδυνο της διατρήσεως των πλακών, ενώ προσφέρουν βελτιωμένη κατανομή των σεισμικών καταπονήσεων εις τους στύλους και τα τοιχώματα καθώς και περιορισμό των σεισμικών μετακινήσεων από τις οποίες εξαρτώνται αφενός μεν το μέγεθος των ροπών δευτέρας τάξεως (P-Δ effect) και αφετέρου οι βλάβες στον οργανισμό πληρώσεως (drift ορόφων). Από την άλλη μεριά η δυσμενής επιρροή της απουσίας δοκών στη λειτουργικότητα σχετίζεται με τα αυξημένα βέλη παραμορφώσεων των πλακών, γεγονός που οδηγεί στην απαίτηση μεγάλων παχών πλακών, και συνεπώς επιδείνωση του κριτηρίου της οικονομίας.

Εκτός των δύο βασικών κριτηρίων συμμόρφωσης που προαναφέρθηκαν υπάρχουν και τα κριτήρια οικονομίας, αισθητικής, ανθεκτικότητας και κατασκευασιμότητας. Εάν εξαιρεθεί το ουδέτερο κριτήριο της ανθεκτικότητας, τα άλλα τρία συνηγορούν μάλλον υπέρ της λύσεως χωρίς δοκούς, καθόσον απουσιάζουν από το Φέροντα Οργανισμό οι αντιαισθητικές "κρεμάσεις" των δοκών, οι οποίες εκτός του ότι απαιτούν δαπανηρές ψευδοροφές για την απόκρυψη τους δημιουργούν περαιτέρω προβλήματα εγκαταστάσεως του μηχανολογικού εξοπλισμού και στερούν τη δυνατότητα ευελιξίας στη διαμόρφωση των επιμέρους χώρων, αφού οι θέσεις των διαχωριστικών τοίχων πρέπει να συμπίπτουν με τις γραμμές των δοκών. Αξίζει να σημειωθεί μάλιστα ότι χάρη στην εξάλειψη των

ψευδοροφών για τον ίδιο ωφέλιμο χώρο είναι δυνατόν στους 6 ορόφους να κερδηθεί το ύψος ενός ορόφου.

Το άλλο σημαντικό πλεονέκτημα το οποίο διαθέτουν τα συστήματα χωρίς δοκούς είναι η ευχέρεια της κατασκευής (Κατασκευασιμότητα) και η δραστική μείωση του απαιτούμενου χρόνου κατασκευής με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση εργατοωρών και τη δυνατότητα συναγωνισμού με το χάλυβα όταν οι απαιτήσεις ταχείας ανέγερσης είναι αναγκαίες. Με κατάλληλη αξιοποίηση των μέσων που παρέχονται σήμερα είναι δυνατόν ο χρόνος αποπεράτωσης μίας πλάκας να μειωθεί από τις 10 στις 4 ημέρες.

Όπως συμβαίνει πάντοτε η απόκτηση κάθε πλεονεκτήματος συνοδεύεται κατά κανόνα από την ανάγκη αντιμετώπισης των συμφύτων με το πλεονέκτημα μειονεκτημάτων. Στην προκειμένη περίπτωση τα αναφερόμενα μειονεκτήματα σχετίζονται με τη φοβία που δικαιολογημένα ή αδικαιολόγητα δημιουργεί ο σεισμός έναντι του κινδύνου διατρήσεως των πλακών καθώς και όπως προαναφέρθηκε και με τις μεγάλες σεισμικές μετακινήσεις που τροφοδοτούν τα φαινόμενα δευτέρας τάξεως, ιδίως στα πολυώροφα κτήρια. Αξίζει να αναφερθεί ότι η φοβία για τα συστήματα χωρίς δοκούς προήλθε από τα αποτελέσματα των σεισμών που έπληξαν την κεντρική Αμερική και την Αλάσκα γύρω στο 1960, εξαιτίας της οποίας οι κατασκευές αυτές ετέθησαν σε κατά το κοινώς λεγόμενον σε "καραντίνα". Έκτοτε όμως η αντισεισμική έρευνα, τα αποτελέσματα της οποίας ενισχύονται διαρκώς, με αποτέλεσμα τον εκσυγχρονισμό των Κανονισμών, έχει κάνει σημαντικά βήματα προόδου στους τομείς της ασφάλειας έναντι διατρήσεως καθώς και στα διαθέσιμα μέσα περιορισμού των σεισμικών μετακινήσεων, εις την αντιμετώπιση των οποίων δίδεται ιδιαίτερη έμφαση στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

Ως κύριες παράμετροι του προβλήματος αναφέρονται:

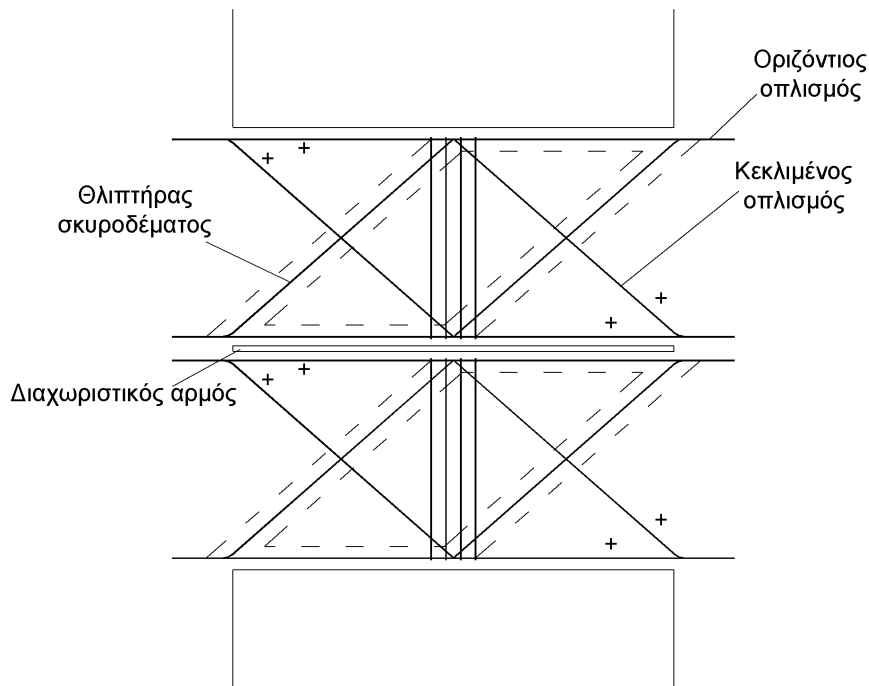
- (i) Το μέγεθος των ανοιγμάτων των πλακών
- (ii) Η παρουσία και το άνοιγμα των προβόλων
- (iii) Η παρουσία τοιχωμάτων
- (iv) Η δυνατότητα τοποθέτησης περιμετρικού στηθαίου
- (v) Οι διαστάσεις και η γεωμετρία της κάτοψης.
- (vi) Η παρουσία του Υπογείου
- (vii) Η γεωμετρία της γενικής κοιτόστρωσης

Εξυπακούεται ότι στην περίπτωση των μεγάλων ανοιγμάτων στις πλάκες η προένταση αποτελεί την απαραίτητη προσφυγή καθώς είναι γνωστό ότι η παρουσία της μειώνει δραστικά τον κίνδυνο διατρήσεως, περιορίζει τα κατακόρυφα βέλη των πλακών και ως εκ τούτου δίνει τη δυνατότητα απομείωσης του πάχους αυτών και τον ως εκ τούτου περιορισμό του ιδίου βάρους των.

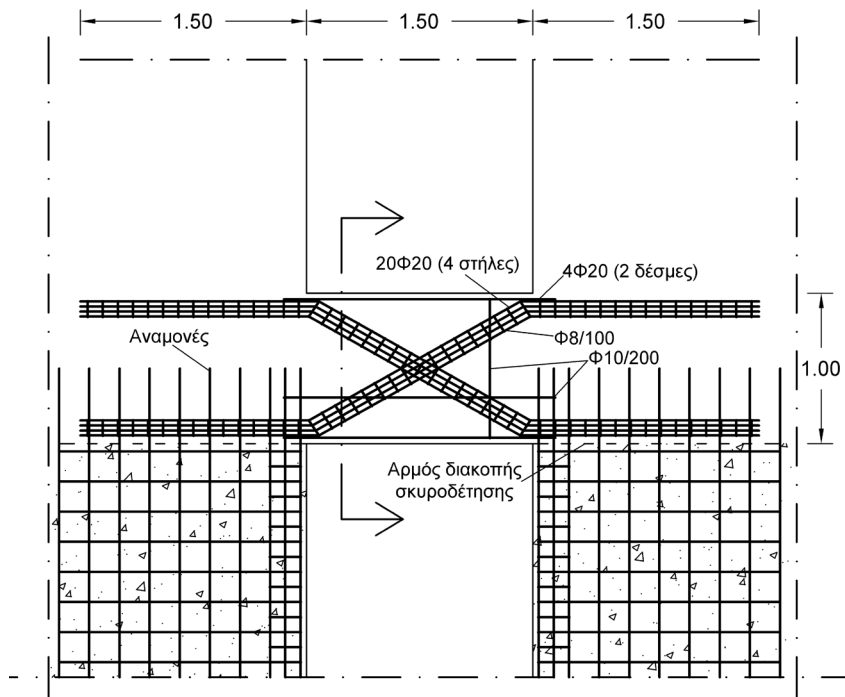
Εκτός των τοιχωμάτων τα οποία είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν για την αύξηση της δυσκαμψίας είτε ως μεμονωμένα είτε ως πυρήνες, είναι δυνατόν προς περιορισμό των σεισμικών μετακινήσεων να αξιοποιηθούν και οι δοκοί συζεύξεως τοιχωμάτων και η αναζήτηση καταλλήλων τρόπων οπλίσεως που θα εξασφαλίζουν τη βιωσιμότητα τους στη διάρκεια ενός ισχυρού σεισμού, γεγονός που αποτελεί ένα πολύ ενδιαφέρον πρόβλημα.

Όσον αφορά την αντιμετώπιση των δύσκολων προβλημάτων θεμελίωσης, αναφέρεται ότι η παρουσία ενός ή περισσότερων υπογείων αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα καθώς έχει αποδειχθεί ότι το κόστος ενός υπογείου αποσβένεται χάρη στις ευνοϊκές συνθήκες που δημιουργούν ως υψίκορμες δοκοί τα περιμετρικά τοιχώματα του υπογείου. Επίσης, η προένταση είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί ώστε να ενεργοποιηθούν στις περιπτώσεις των μεγάλων ανοιγμάτων και περιοχές της κάτοψης της γενικής κοιτόστρωσης σχετικώς απομεμακρυσμένες από τις θέσεις των στύλων και με αυτόν τον τρόπο να επιτευχθούν πολύ μικρότερα πάχη πλακών γενικής κοιτόστρωσης.

Πρόεκυψαν από την Εργασία πολλά και ενδιαφέροντα συμπεράσματα αναφορικά με τις εξετασθείσες παραμέτρους και γενικώς πιστεύεται ότι η Εργασία συμβάλλει στην αποβολή της αδικαιολόγητης φοβίας που εμπνέουν μέχρι σήμερα οι κατασκευές χωρίς δοκούς στις σεισμογενείς περιοχές.



Σχ. 1 Δοκός συζεύξεως με λόγο $l/h < 1.0$



Σχ. 2 Δοκός συζεύξεως με λόγο $l/h \geq 1.0$