

ΑΔΑΜΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή γίνεται μια προσπάθεια να παρουσιαστούν οι κυριότεροι τρόποι επισκευής και ενίσχυσης θεμελίων που έχουν υποστεί βλάβες. Πριν από αυτό όμως παρουσιάζονται διάφοροι τρόποι συμφωνά με τους οποίους γίνεται η αποτίμηση των βλαβών της θεμελίωσης υπάρχοντος κτηρίου κυρίως μετά από κάποιο σεισμό.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ [6]

Η παραμόρφωση και η μετακίνηση των θεμελίων, εξ αιτίας ενός σεισμού, μπορούν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη σεισμική απόκριση και την απόδοση των κατασκευών. Για αυτόν τον λόγο η συγκεκριμένη εργασία επικεντρώνεται στον τρόπο σύμφωνα με τον οποίο γίνεται η αποτίμηση της συμπεριφοράς και η ενίσχυση-επισκευή των βλαβών της θεμελίωσης ενός υφιστάμενου κτηρίου μετά από ένα σεισμό.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται συνήθως στη γενική ανάλυση κατασκευών είναι μια τεχνική μη-γραμμικής ανάλυσης με την οποία η συμπεριφορά των δομικών μελών αντιπροσωπεύεται από τις μη-γραμμικές σχέσεις φορτίου-μετατόπισης.

Η γενική μεθοδολογία αποτελείται από τη διατύπωση ενός αναλυτικού μοντέλου των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων ενός κτηρίου κατά τη διάρκεια ενός σεισμού.

Για να μπορέσουμε να οδηγηθούμε σε ασφαλή συμπεράσματα θα πρέπει κατά την ανάλυση το βασικό μοντέλο να επεκταθεί ώστε να περιληφθεί σε αυτό το σύστημα θεμελίωσης κατά τρόπο ανάλογο.

Ο στόχος είναι να διατυπωθεί μια σχέση μεταξύ της δύναμης που εφαρμόζεται και της αντίστοιχης μετατόπισης. Εξ' αιτίας, όμως, των ιδιοτήτων των εδαφικών υλικών υπάρχει μεγάλη αβεβαιότητα και ορισμένες προσεγγίσεις είναι απαραίτητες. Οι σχέσεις δύναμης-μετατόπισης για τα γεωτεχνικά συστατικά εξαρτώνται από τις ιδιότητες αντοχής και ακαμψίας των εδαφικών υλικών.[6]

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ [6]

Η προσέγγιση είναι ουσιαστικά μια ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων όπου οι συνεχείς ιδιότητες συγκεντρώνονται στους κόμβους για να απλοποιησουν τη διαδικασία. Η συμπεριφορά υστέρησης περιλαμβάνεται άμεσα από την ανελαστική δράση των μεμονωμένων πεπερασμένων στοιχείων. Η ιξώδης απόσβεση μέσα στο εδαφικό υλικό παραμελείται. Τα κινηματικά αποτελέσματα της αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής συμπεριλαμβάνονται στη μεθοδολογία. Αυτοί οι περιορισμοί είναι αρκετά συντηρητικοί για τη μεγάλη πλειοψηφία των κατασκευών και των θεμελίων όταν χρησιμοποιούνται οι απλουστευμένες, ανελαστικές διαδικασίες της μεθοδολογίας.

Τελικά η ανάλυση οδηγεί σε μια πρόβλεψη των παραμορφώσεων και των μετατοπίσεων που μπορούν να εμφανιστούν σε μια κατασκευή και στη θεμελίωσή της για ένα δεδομένο σεισμό. [6]

3. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΡΕΑΖΟΥΝ ΤΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ [6]

Η ανάλυση της σεισμικής απόδοσης ενός κτηρίου μπορεί να περιλάβει τα αποτελέσματα της θεμελίωσης άμεσα εάν συμπεριλάβουμε τα θεμέλια στο δομικό μοντέλο. Η φύση και η

έκτασή του δομικού μοντέλου, συμπεριλαμβανομένου και του συστήματος θεμελίωσης, εξαρτώνται από διάφορους αλληλένδετους παράγοντες.

Η ακαμψία και η αντοχή της θεμελίωσης επιρεάζουν τη σεισμική απόδοση μιας κατασκευής. Ο δομικός μηχανικός, σε συνεργασία με ένα γεωτεχνικό μηχανικό, καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο η θεμελίωση συμπεριλαμβάνεται στο μοντέλο ανάλυσης για την αξιολόγηση και την, τυχόν, επισκευή ενός υπάρχοντος κτηρίου. Οι γεωτεχνικοί μηχανικοί θα πρέπει να λάβουν υπόψη τους πως η 'δύσκαμπτη και ισχυρή' δεν είναι απαραίτητα καλύτερη από την 'εύκαμπτη και αδύνατη'. Οι μαλακές-αδύνατες υποθέσεις δεν είναι πάντα συντηρητικές για την κατασκευή. Τα μαλακότερα, πιο αδύνατα εδάφη μπορεί να επιρεάσουν τη σεισμική απόκριση. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα εάν υπάρχουν αισθητά σημάδια κινδύνου θεμελίωσης, όπως υπερβολικές μετατοπίσεις ή καθίζηση. Μια κοινή επίδραση στη θεμελίωση συμβαίνει στα πέδιλα, κυρίως κάτω από τα ψηλά, δύσκαμπτα, πλευρικά φορτιζόμενα στοιχεία. Τα δύσκαμπτα, ισχυρά υλικά κάτω από αυτά τα στοιχεία δεν περιορίζουν το 'κουνημα'. Τα θεμέλια για τα οποία τα υπάρχοντα ωφέλιμα και μόνιμα φορτία είναι ένα μεγάλο ποσοστό της αντοχής θραύσης τους είναι πιθανότερο να έχουν επιπτώσεις στη συμπεριφορά τους από άλλα. Αν τα υπάρχοντα φορτία είναι άνω του 50-67% της αντοχής, μεγάλες σεισμικές δυνάμεις μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές μόνιμες μετατοπίσεις στο πέδιλο.[6]

4. ΒΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ [6],[8]

Γενικά, τα κτήρια με λεπτούς, αντισεισμικούς τοίχους είναι τα πιο ευαίσθητα στο να παρουσιάσουν προβλήματα στη θεμελίωση κάτω από σεισμική φόρτιση. Από την άλλη, τα πλαίσια πολλών κόμβων μπορούν συχνά να αξιολογηθούν χωρίς να υπολογίζονται οι επιπτώσεις στη θεμελίωση εξ ολοκλήρου. Εντούτοις, τα περισσότερα κτήρια 'πέφτουν' ενδιάμεσα. Οι κατασκευές με περιόδους που κυμαίνονται μεταξύ 0.3-1.0 sec είναι πιο ευαίσθητες από άλλες. Σημειώνεται επίσης πως, αν και τα πλήρη κτίρια πλαισίων είναι, γενικά, λιγότερο ευαίσθητα στα αποτελέσματα της θεμελίωσης, τα ψηλά, στενά πλαίσια μπορεί να είναι ευαίσθητα στην άνοδο των θεμελίων λόγω των μεγάλων δυνάμεων ανατροπής. Αν και τα πλαίσια μεγάλου μήκους δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην περιστροφή της θεμελίωσης, η σταθερότητα των βάσεων των υποστηλωμάτων μπορεί να είναι σημαντική. Έχοντας ικανοποιητικά στοιχεία, είναι δυνατό να διαμορφωθεί μια ρητή λύση για την ακαμψία και την αντοχή της θεμελίωσης.[6],[8]

5. Η ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ [6],[8]

Η σωστή κατάρτιση του δομικού μοντέλου από τον μηχανικό είναι μια δουλειά αρκετά σημαντική και δύσκολη που απαιτεί μεγάλη εμπειρία και καλή κρίση ώστε να βρεθεί μια μέση λύση μεταξύ ακρίβειας και απλότητας. Ένα πρότυπο που παραλείπει ένα σημαντικό φυσικό χαρακτηριστικό μιας κατασκευής μπορεί να μας δώσει αναξιόπιστα αποτελέσματα. Από την άλλη, ένα μοντέλο που είναι σύνθετο χωρίς απαραίτητα να είναι αναγκαίο μπορεί να κρύψει μια βασική πτυχή της συμπεριφοράς ενός κτηρίου. Όταν το σύστημα θεμελίωσης συμπεριλαμβάνεται στο δομικό μοντέλο, είναι σημαντικό να συντονιστεί σωστά αυτό με την υπόλοιπη κατασκευή. Με αυτό τον τρόπο η συμπεριφορά του κτηρίου στο συγκεκριμένο σεισμό αντιπροσωπεύεται αποτελεσματικά. Το σχήμα 1απεικονίζει μια απλή δομή που αποτελείται από έναν τοίχο και ένα πλαίσιο που μπορούν να δράσουν μαζί ως ένα συστημά παραλαβής πλευρικού φορτίου. Το σύστημα θεμελίωσης αποτελείται από συμβατικά πέδιλα τα οποία συνδέονται με δοκούς ή πλακες. Τα διάφορα διδιάστατα μοντέλα που παρουσιάζονται κάτω από την πραγματική κατασκευή επεξηγούν τις διάφορες υποθέσεις

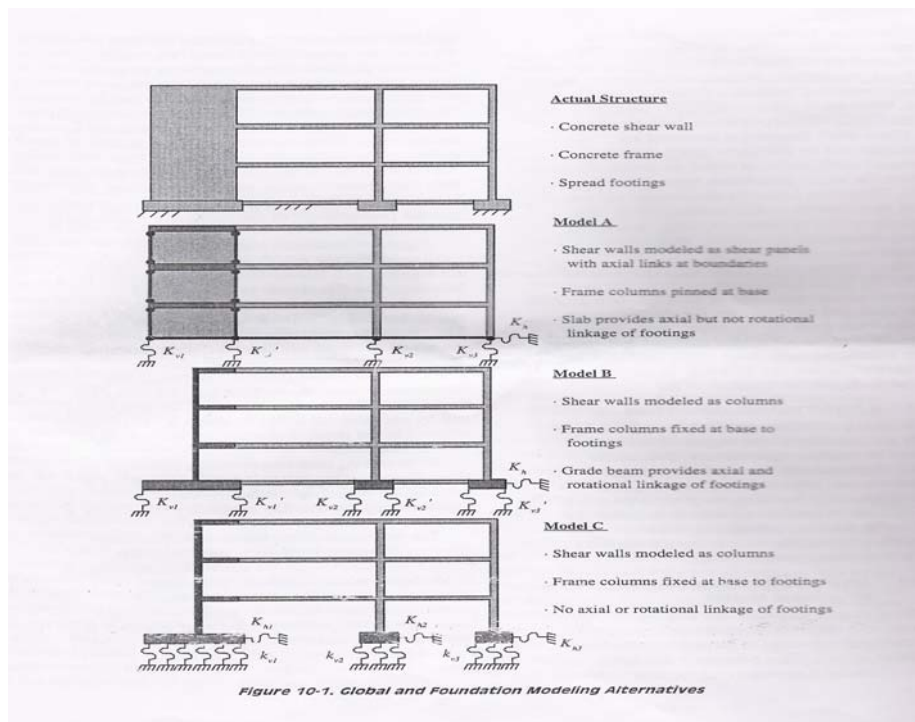
ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ-ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

ανάλογα με τα πραγματικά χαρακτηριστικά των συστημάτων, των στοιχείων και των συστατικών ολόκληρης της κατασκευής, συμπεριλαμβανομένης και της θεμελίωσης. Σε κάθε μοντέλο αντιπροσωπεύεται το ενισχυτικό έδαφος με ελατήρια με ιδιότητες K . Αυτά είναι τοποθετημένα στα μοντέλα για να αντιπροσωπεύσουν τα στοιχεία θεμελίωσης.

Στο **μοντέλο Α** τα ελατήρια κάτω από τον τοίχο αντιπροσωπεύουν τις ιδιότητες διατμητικής διαστρέβλωσης του τοίχου και ενεργούν από κοινού με τα αξονικά τμήματα συνδέσεων που συγκεντρώνουν τις καμπτικές ιδιότητες στις άκρες του τοίχου. Τα ελατήρια κάτω από τα υποστηλώματα του πρώτου πατώματος αντιπροσωπεύουν την κάθετη και την περιστροφική ακαμψία του στοιχείου θεμελίωσης.

Στα **μοντέλα Β και Γ** τα ελατήρια κάτω από τα υποστηλώματα αντιπροσωπεύουν τις διατμητικές και τις καμπτικές ιδιότητες του τοίχου. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το άκαμπτο στοιχείο δοκού στη βάση των τοίχων, μεταφέρει το περιστροφικό φορτίο του πεδύλου στη στήλη των τοίχων. Σε μερικές περιπτώσεις οι δοκοί σύνδεσης, οι πλάκες ή οι τοίχοι των υπογείων παρέχουν τον άκαμπτο και ισχυρό οριζόντιο σύνδεσμο των στοιχείων θεμελίωσης. Αυτό επιτρέπει την αντιπροσώπευση της οριζόντιας αντοχής και ακαμψίας του πεδύλου, K_h , στους κόμβους, όπως στα μοντέλα Α και Β. Το μοντέλο Γ απεικονίζει την κατάσταση όταν οι πλευρικές αντοχές και ακαμψίες των μεμονομένων θεμελίων υπερβαίνουν κατά πολύ εκείνες των στοιχείων συνδέσμων. Παραδείγματος χάριν, αυτό συμβαίνει για τις λεπτές, κακά ενισχυμένες, συνδετικές πλάκες. Σε μερικές περιπτώσεις, η οριζόντια ακαμψία θεμελίου μπορεί να είναι τόσο μεγάλη που η πλήρης σταθερότητα μπορεί να υποτεθεί.

Τα ελατήρια κάτω από τα υποστυλώματα των πλαισίων μπορεί να μην έχουν την ικανοποιητική αντοχή να ενεργοποιήσουν την περιστροφική αντίσταση ενός ενισχυτικού στοιχείου θεμελίωσης. Το μοντέλο Α αντιπροσωπεύει αυτόν τον όρο με ένα ελατήριο στη βάση των υποστυλωμάτων. Το στοιχείο θεμελίωσης παρέχει μόνο τον τοπικό κάθετο περιορισμό αλλά μπορεί να συνεργασθεί με ένα άλλο παρόμοιο στοιχείο για να αντισταθούν στην ολική ανατροπή του πλαισίου. Τα μοντέλα Β και Γ περιγράφουν την περίπτωση που τα υποστυλώματα είναι πακτωμένα στη βάση.[6],[8]

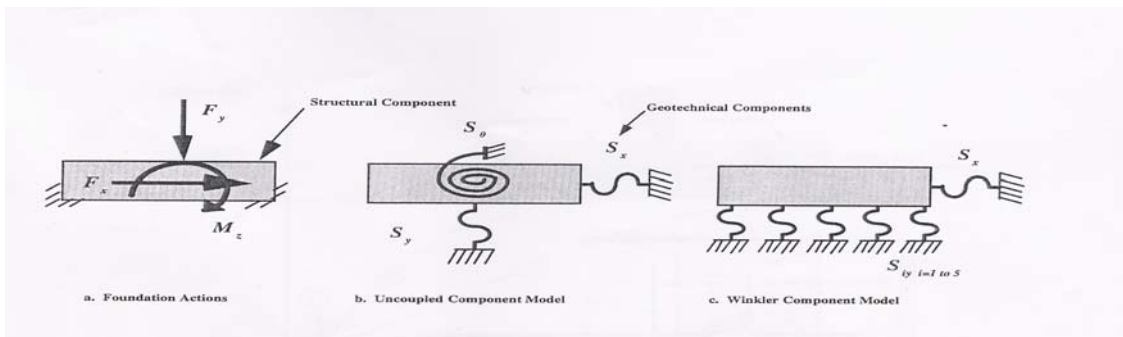


Σχ1. Διάφορα δομικά μοντέλα [6]

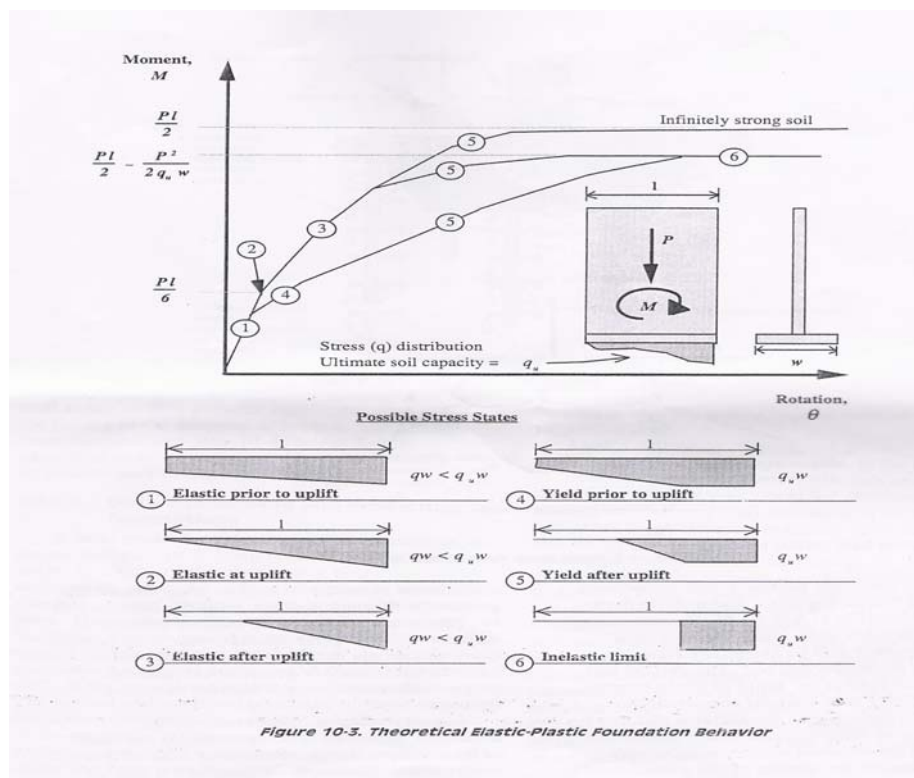
6. ΜΟΝΤΕΛΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ [6],[8]

Το μοντέλο ενός στοιχείου θεμελίωσης αντιπροσωπεύει τις σχέσεις δύναμης-παραμόρφωσης για τις δράσεις που επιβάλλονται πάνω σε αυτό. Αυτό φαίνεται στο σχήμα 2α όπου παρουσιάζεται ένα στοιχείο θεμελίωσης. Η κάθετη δύναμη F_y , η πλευρική F_x και η ροπή M_z δρουν επάνω στο στοιχείο αναγκάζοντας το να μετακινηθεί ($\Delta x, \Delta y$) και να περιστραφεί (θ_z). Ένα αποσυνδεδεμένο, απλό μοντέλο κόμβων παρουσιάζεται στο σχήμα 2β. Τα ελατήρια αντιπροσωπεύουν την ακαμψία και την αντοχή σε κάθε έναν από τους ανεξαρτητούς βαθμούς ελευθερίας (S_x, S_y, S_θ)

Τα στοιχεία θεμελίωσης μπορούν να αντιπροσωπευθούν από απλούς κόμβους όταν είναι σχετικά άκαμπτα και δεν αλληλεπιδρούν σημαντικά με το έδαφος. Εναλλακτικά, η σχέση φορτίου-μετατόπισης που διέπει ένα στοιχείο θεμελίωσης μπορεί να αντιπροσωπευθεί από ένα πρότυπο Winkler όπως φαίνεται στο σχήμα 2γ. Τα πρότυπα Winkler μπορούν να συλλάβουν επαρκέστερα τη θεωρητική πλαστική ικανότητα για τις αλληλένδετες δράσεις.



Σχ.2 Διάφορα μοντέλα στοιχείων θεμελίωσης [6],[8]



Σχ. 3 Θεωρητική ελαστική-πλαστική συμπεριφορά θεμελίωσης [6],[8]

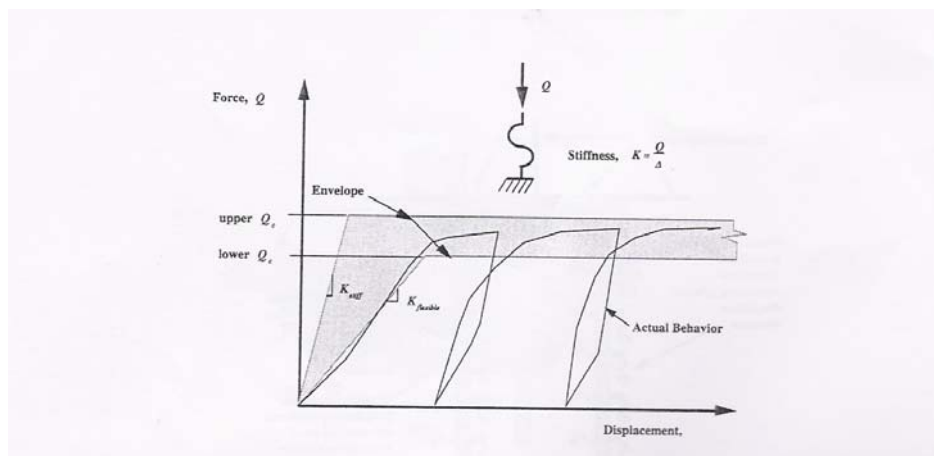
ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ-ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

Είναι επίσης αρμόζον όταν τα δομικά συστατικά είναι σχετικά εύκαμπτα και μπορεί να υπάρχει μια σημαντική αλληλεπίδραση με το εδαφικό υλικό.

Το σχήμα 3 επεξηγεί τη θεωρητική, ανελαστική αλληλεπίδραση των κάθετων και περιστροφικών δράσεων σε ένα πέδιλοκάτω από έναν αντισεισμικό τοίχο.

Η πλευρική δράση αποσυνδέεται κανονικά από την κάθετη και περιστροφική δράση και δεν συμπεριλαμβάνεται στο σχήμα 3 για απλότητα. Ο μέγιστος περιστροφικός περιορισμός και η μη γραμμική περιστροφική ακαμψία είναι ένα αποτέλεσμα της επιβολής του κάθετου φορτίου στο στοιχείο θεμελίωσης. Η υποτιθέμενη ελαστική-πλαστική διανομή της πίεσης επιφάνειας επαφών και η γενική της σχέση με την φέρουσα ικανότητα του εδαφολογικού υλικού είναι επίσης διευκρινισμένες.[6],[8]

7. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ [6],[8]



Σχ.4 Διάγραμμα δύναμης-μετατόπισης [8]

Στο σχήμα 4 φαίνεται το διάγραμμα δύναμης-μετατόπισης ενός ελατηρίου που αντιπροσωπεύει ένα τμήμα εδαφικού υλικού κάτω από ένα στοιχείο θεμελίωσης. Κατά την αρχική φόρτιση το ελατήριο (έδαφος) είναι σχετικά δύσκαμπτο όσπου επιτυγχάνεται μια οριακή πίεσηδύναμης διακένωσης υπερφορτίου ή ξύρασης. Σε αυτό το σημείο το υλικό μπορεί να μαλακώσει αρκετά έως ότου επιτευχθεί ένα όριο ικανότητας. Όταν το θεμέλιο ξεφορτίζεται η επαναφορά δεν είναι συνήθως πλήρης και αρχίζει να εμφανίζεται μόνιμη μετατόπιση. Για την επαναλαμβανόμενη κυκλική φόρτιση η μόνιμη μετατόπιση μπορεί να συσσωρευθεί. Όταν ξαναφορτίζεται το έδαφος κάτω από το θεμέλιο μπορεί να γίνει πιο άκαμπτο από ότι ήταν σε προηγούμενους κύκλους.[6],[8]

8. ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ [6],[8]

Τα αποτελέσματα των προκαταρκτικών αναλύσεων με τη χρήση του διαγράμματος δύναμης-μετατόπισης του σχήματος 3 δείχνουν, τελικά, την ευαισθησία ενός κτηρίου στις επιπτώσεις λόγω βλάβης της θεμελίωσης. Γενικά απαιτούνται δύο αναλύσεις – μια για εύκαμπτα και αδύναμα γεωτεχνικά στοιχεία και μια για δυσκαμπτα και ισχυρά. Εάν τα αποτελέσματα και των δύο αναλύσεων δείχνουν πων επιτυγχάνονται οι στόχοι απόδοσης της κατασκευής έχουμε ολοκληρώσει τις εργασίες μας όσον αφορά την αποτίμηση. Ομοίως, εάν και οι δύο αναλύσεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η κατασκευή χρειάζεται ενίσχυση για τις ίδιες ανεπάρκειες. Εάν όμως οι δύο αναλύσεις οδηγούν σε διαφορετικά συμπεράσματα, τα αποτελέσματά τους πρέπει να συγκριθούν προσεκτικά. Οι εύκαμπτες –αδύναμες υποθέσεις

θεμελίωσης τείνουν να οδηγήσουν σε λύσεις που δείχνουν χαμηλότερες δυνάμεις και μεγαλύτερες μετατοπίσεις στις κατασκευές σε σύγκριση με τις δύσκαμπτες-ισχυρές υποθέσεις. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μια ευνοϊκότερη πρόβλεψη της απόδοσης συνολικά εάν, για παράδειγμα, οι χαμηλότερες δυνάμεις είναι στα κρίσιμα μέλη διάτμησης και τα άλλα στοιχεία μπορούν να στηρίξουν τις μεγαλύτερες μετατοπίσεις

Οι ακριβείς προβλέψεις των μόνιμων μετατοπίσεων της θεμελίωσης, κυρίως λόγω σεισμού, δεν είναι απόλυτα δυνατές. Για τους στόχους απόδοσης πέρα από τη διάρκεια ζωής, εντούτοις, αυτές οι μόνιμες μετατοπίσεις και η επιρροή τους σε ολόκληρο το κτήριο μπορούν να είναι σημαντικές. Σαν εκτίμηση του μεγέθους των μόνιμων μετατοπίσεων θεμελίωσης φαίνεται λογικό να εστιάσει κανείς στο κομμάτι της μετακίνησης εξ αιτίας των ανελαστικών αποτελεσμάτων. Εξ ορισμού είναι οι μέγιστες μετατοπίσεις του στοιχείου και λιγότερο οι ελαστικές. Είναι πιθανώς υπερβολικά συντηρητικό να υποθέσει κανείς ότι αυτές είναι οι μόνιμες μετατοπίσεις σε κάθε περίπτωση, καθώς οι αντίστροφες φορτίσεις θα οδηγούσαν στην απόσβεση κάποιων από τις ανελαστικές μετακινήσεις. Εντούτοις μπορεί να εμφανιστεί μια συσσώρευση στην ανελαστική μετατόπιση.[6], [8]

9. ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ [1],[2],[3],[5]

Μετά τη διαδικασία της αποτίμησης είναι πολύ πιθανό να χρειαστεί επέμβαση για την ενίσχυση ή την επισκευή των στοιχείων της θεμελίωσης μιας κατασκευής. Παρακάτω αναφέρονται τέσσερις τρόποι επέμβασης, για την επισκευή και την ενίσχυση των θεμελίων:

- Ενίσχυση με αύξηση του ύψους του πέδιλου
- Ενίσχυση με αύξηση των διαστάσεων του πέδιλου
- Μεγέθυνση των πέδιλων
- Κατασκευή νέων θεμελίων

Στις δυο πρώτες περιπτώσεις χρησιμοποιείται κάποιος μανδύας από σκυρόδεμα σε συνδυασμό με την τοποθέτηση νέων οπλισμών, διαμηκών αλλά και συνδετήρων.

9.1 ΑΥΞΗΣΗ ΥΨΟΥΣ ΠΕΔΙΛΟΥ [1],[2],[5]

Μια τέτοια ενίσχυση γίνεται με την χρήση ενός μανδύα από σκυρόδεμα. Γενικά για να διασφαλίσουμε την αποτελεσματική συνεργασία μεταξύ του παλιού και του νέου σκυροδέματος και να βελτιώσουμε την συνάφεια στην διεπιφάνεια, είναι απαραίτητο να τηρήσουμε τις πιο κάτω συστάσεις κατά την προετοιμασία και την σκυροδέτηση :

- Να γίνει καθαίρεση του βλαμμένου ή αποδιοργανωμένου σκυροδέματος.
- Να διαμορφωθούν κοιλότητες για καλύτερο εγκιβωτισμό του νέου υλικού και να γίνει αποκάλυψη των οπλισμών και αγρίεμα της διεπιφάνειας.
- Να γίνει συμπληρωματική μηχανική εκτράχυνση της διεπιφάνειας με αμμοβολή.
- Να γίνει έκπλυση της διεπιφάνειας με άφθονο νερό υπό πίεση για να φύγει η σκόνη και διαβροχή του παλιού σκυροδέματος μέχρι κορεσμού πριν τη διάστρωση.
- Αφού γίνει η σκυροδέτηση να διατηρείται συνεχώς σε υγρή κατάσταση η επιφάνεια του στοιχείου με βρεγμένες λινάτσες.

Σ'αυτό το σημείο, θα πρέπει να εξασφαλίσουμε ότι η πυκνότητα του οπλισμού θα επιτρέπει τη διέλευση των χονδρών αδρανών και ότι θα γίνεται σωστά η συμπύκνωση του σκυροδέματος. Το νέο σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται, θα πρέπει να έχει αντοχή μεγαλύτερη από το παλιό, τουλάχιστον κατά 5 Μρα (οι συστάσεις του ΕΜΠ ορίζουν 10 Μρα) ώστε να επιτυγχάνονται καλύτερα χαρακτηριστικά συνάφειας και συνοχής στην διεπιφάνεια. Τα αδρανή υλικά που χρησιμοποιούνται κατά την παρασκευή του δεν πρέπει να

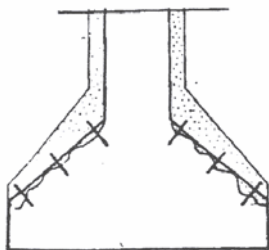
ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ-ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 2 cm. Τέλος, κατά την διάστρωση το σκυρόδεμα πρέπει να έχει ρευστότητα, διεισδυτικότητα, αλλά και πλαστικότητα. Επιβάλλεται η χρήση δονητή. Επιπλέον, πρέπει να δημιουργηθούν «φωλιές» στη διεπιφάνεια αλλά να τοποθετηθούν βλήτρα που να εξασφαλίζουν τη καλύτερη συνεργασία του παλιού υλικού με το νέο (σχήμα 5).

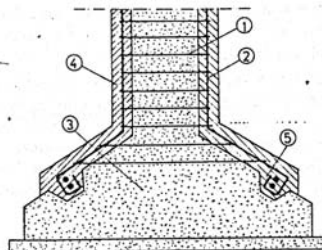
Ο μανδύας που θα κατασκευαστεί, θα πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το μισό του ύψους του πέδιλου και να περιλαμβάνει πάντοτε κλειστούς συνδετήρες με ελάχιστο το $\phi 12/10$ (σχήμα 6). Η μέθοδος αυτή ενίσχυσης του πέδιλου είναι άμεσα συσχετισμένη με την αντιμετώπιση του προβλήματος βλάβης σε υποστυλώματα του κατώτερου ορόφου μιας κατασκευής. Συγκεκριμένα στην περίπτωση που ενισχύεται με μανδύα το υπερκείμενο του θεμελίου υποστυλώμα, θα πρέπει ο μανδύας αυτός μαζί με τους νέους οπλισμούς να συνεχίζει και να καλύπτει το πέδιλο. Οι οπλισμοί αυτοί αγκυρώνονται μέσα σε «φωλιές» που δημιουργούνται πάνω στο πέδιλο.

Ταυτόχρονα πρέπει να τοποθετηθούν και οριζόντιοι συνδετήρες με ελάχιστο $\phi 12/10$. Ο μανδύας του υποστυλώματος πρέπει να συνεχίζεται πέραν του σημείου συνδέσεως του υποστυλώματος με το πέδιλο, ώστε οι οπλισμοί να έχουν το απαιτούμενο μήκος αγκύρωσης. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με τη διάταξη του σχήματος 6, είτε με τη διάταξη του σχήματος 7.

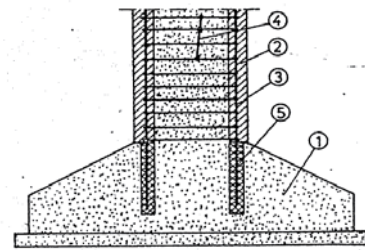
[1],[2],[5]



Σχ.: 5. Τρόπος τοποθέτησης Βλήτρων



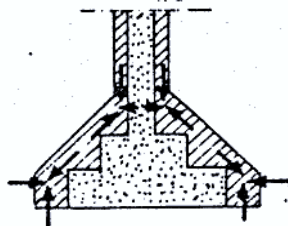
Σχ.:6. Αγκύρωση μανδύα υποστυλώματος, μέσα στο πέδιλο [2],[5]



Σχ.: 7. Αγκύρωση μανδύα υποστυλώματος, μέσα στο πέδιλο [2],[5]

9.2 ΑΥΞΗΣΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΠΕΔΙΛΟΥ [2],[3],[5]

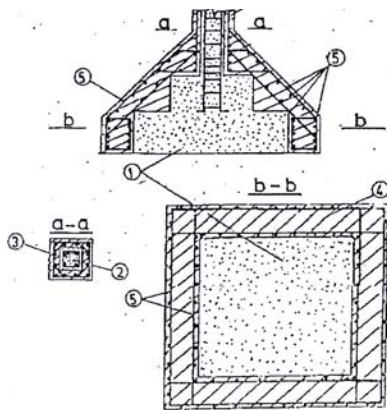
Η εφαρμογή της τεχνικής αυτής διευκολύνεται πάρα πολύ εάν ταυτόχρονα με την κατασκευή μανδύα στο πέδιλο, κατασκευαστεί και μανδύας για την αύξηση των διαστάσεων της διατομής του υπερκείμενου υποστυλώματος και μάλιστα ενιαίος, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη τεχνική. Στην περίπτωση που αυξάνεται και η διατομή του υποστυλώματος, η πρόσθετη τάση του εδάφους λόγω της αύξησης της διατομής του πεδίου εξισορροπείται από τις λοξές δυνάμεις στο νέο μανδύα του υποστυλώματος (σχήμα 8)



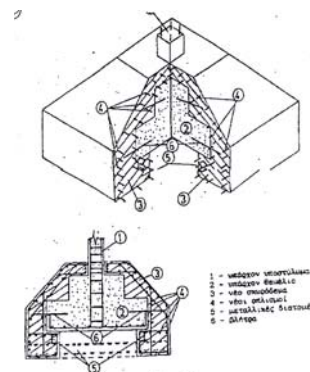
Σχ.: 8. Πρόσθετη τάση λόγω αύξησης της διατομής του πεδίου. [2]

Η «ζώνη» που, όπως φαίνεται στα σχήματα που ακολουθούν, δημιουργείται στο πόδι του θεμελίου, χρησιμεύει στην μεταφορά τόσο των πρόσθετων κατακόρυφων αντιδράσεων του εδάφους, όσο και των λοξών δυνάμεων στο μανδύα του πεδίου. Γι'αυτό και απαιτείται ισχυρή όπλιση με επαρκή αγκύρωση στην περιοχή εκείνη (σχήμα 9).

Στην περίπτωση όμως που δεν γίνεται ταυτόχρονη ενίσχυση του υποστύλωματος, η πίεση του εδάφους που ασκείται στο ενισχυμένο τμήμα του πεδίου, πρέπει να μεταβιβαστεί απευθείας στο υπάρχον σώμα του πεδίου. Η μεταβίβαση αυτή μπορεί να επιτευχθεί είτε με βλήτρα είτε με κάποιες πρότυπες μεταλλικές διατομές που τοποθετούνται κάτω από τα άκρα του υπάρχοντος πεδίου (σχήμα 10). Η αύξηση του ύψους του πεδίου πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτυγχάνεται αύξηση της ακαμψίας του πεδίου, ομοιόμορφη διανομή των τάσεων του εδάφους, αλλά και μείωση των απαιτήσεων του πεδίου για οπλισμό (λόγω κατασκευαστικής δυσκολίας, αλλά και για αποφυγή διαβρώσεων του).



Σχ.: 9. Ενίσχυση πέδλων με την τεχνική των μανδρών, όταν η επέμβαση περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου. [2],[5]



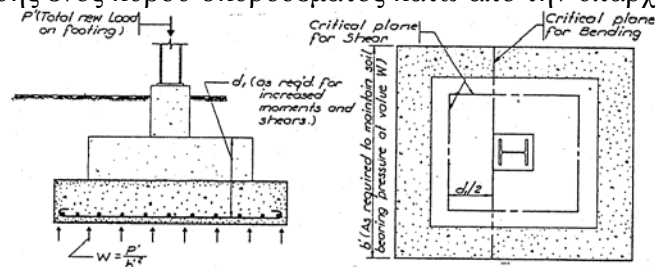
Σχ.: 10. Ενίσχυση πέδλων, όταν η επέμβαση δεν περιλαμβάνει ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου. [2],[5]

Η διεύρυνση υπαρχόντων θεμελίων με νέα συνεχόμενα σώματα μπετόν, εκτός του γεγονότος ότι το έδαφος έχει προφορτιστεί ήδη από τα υπάρχοντα, παρουσιάζει και δυσχέρειες κατά την μεταβίβαση τέμνουσων δυνάμεων και ροπών. Ο Gonther ασχολείται με τέτοιες εκ των υστέρων διευρύνσεις θεμελίων σε παλιά ευαίσθητα δομικά έργα. Για την μεταβίβαση των **τέμνουσων δυνάμεων** από τα νέα τμήματα θεμελίων που παραμένουν ελεύθερα τάσεων μέχρι την πραγματοποίηση περαιτέρω καθιζήσεων, προς το υπάρχον που ως επί το πλείστον θα παρουσιάζει λείες πλευρικές παρειές, χρειάζεται να δημιουργηθεί μια οδόντωση. Τη διάτμηση μπορούν να αναλάβουν ραβδοσίδηροι μέσα σε μπετόν, οι οποίες θα τοποθετηθούν σε οπές (κανάλια) που θα διατηρηθούν λοξά (χωρίς δονήσεις). Το μήκος προσφύσεως των ράβδων, η σύνδεση του καταθλιβόμενου κονιάματος και η κατά ανάγκη διάτμηση του παλιού θεμελίου, θα ρυθμιστούν ανάλογα προς τις ειδικές επιτόπιες συνθήκες.

Οι **ροπές κάμψης** που δημιουργεί η εκκεντρότητα των νέων τμημάτων θεμελίου ως προς τον άξονα του υπερκείμενου τοίχου, θα αναλυθούν σε ζεύγη δυνάμεων και θα αντιμετωπιστούν ξεχωριστά : η μεν επάνω θλιπτική δύναμη σαν εξ'επαφής μεταβίβαση προς την πλευρά του θεμελίου, οπότε η τοιχοποιία θα περιορίσει με την σχετικώς μικρή επιτρεπόμενη πίεση την θλιπτική δύναμη και συνεπώς το πλάτος της ενίσχυσης. Η δε κάτω εφελκυστική δύναμη, μέσω ράβδων χάλυβα που εισάγονται ύστερα από διάτμηση και περιβάλλονται από μπετόν και που μπορούν, όταν έχουμε στενά θεμέλια, να τεθούν με ανάκαμψη.[2],[3],[5]

9.3 ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΝ [3],[5]

Εκτός από την ενίσχυση του υπάρχοντος πέδιλου με την χρήση μανδύα, υπάρχει και η δυνατότητα κατασκευής ενός κύβου σκυροδέματος κάτω από την υπάρχουσα θεμελίωση



Σχ.: 11. Μεγέθυνση πέδιλου

9.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΝΕΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΝ [3],[5]

Η πιο συνηθισμένη αιτία για την δημιουργία πρόσθετων θεμελίων είναι η αύξηση των φορτίων μίας κατασκευής, πιθανόν εξαιτίας της προσθήκης νέων ορόφων. Η πιο συνηθισμένη εφαρμογή των παραπάνω, είναι η υποστήριξη τοίχων με την βοήθεια νέων πρόσθετων λωρίδων θεμελίων εκατέρωθεν του υπάρχοντος. Τα νέα πρόσθετα φορτία αναλαμβάνονται, το μεγαλύτερο τους μέρος, από τα νέα λωριδωτά θεμέλια με την μεσολάβηση διαδοκίδων που διαπερνούν την τοιχοποιία. Στο καινούργιο θεμέλιο χρησιμοποιούμε και πάσσαλους διατήρησης οι οποίοι δένονται (η κεφαλή τους) μέσα στο οπλισμένο σκυρόδεμα των δόκων θεμελίωσης. Οι πάσσαλοι αυτοί παρουσιάζουν μικρότερη μάζα καθίζησης, παρόλλου αυτά επηρεάζουν τα υπάρχοντα λόγω της αναπότρεπτης χαλάρωσης του εδάφους και της αρνητικής τριβής.

Σε περίπτωση όπου η καθίζηση θα πρέπει να περιοριστεί στην τάξη μερικών χιλιοστών, τότε χρησιμοποιούμε μια ειδική διάταξη πασσάλων διάτηρησης, τους ριζοπασσάλους. Στους ριζοπασσάλους, η έμπηξη τους γίνεται με την μέθοδο της περιστροφικής διείσδησης, οπλίζοντας με διαμήκειες ράβδους και ελικοειδή συνδετήρα.

10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Rybicki R.: «**Βλάβες δομικών έργων. Κατασκευές οπλισμένου μπετόν**». Τόμος 2. Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας Αθήνα 1981. Σελίδες: 87 - 94, 166 – 183
- [2] Πενέλης Γ. Γρ., Κάπος Α. Ι.: «**Αντισεισμικές κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα**». Εκδόσεις Ζήτη. Θεσσαλονίκη 1990. Σελίδες: 462 – 466
- [3] Sidney M. Johnson: «**Deterioration maintenance and repair of structures**». Σελίδες 355-357
- [4] Φαρδής Ν. Μιχαήλ: «**Μαθήματα οπλισμένου σκυροδέματος**». Μέρος 3. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών 2004. Σελίδα: 1
- [5] Δρίτσος Η. Σ.: «**επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα**». Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών 2004. Σελίδες: 158 -160
- [6] Applied Technology Council: «**Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings**». Μέρος 1. Κεφάλαιο 10.
- [7] FEMA 273: «**NEHRP GUIDELINES FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS**». Κεφ. 4
- [8] FEMA 274: «**Seismic Rehabilitation Guidelines**». Κεφ 4
- [9] FEMA 356: «**PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS**». Κεφ.8