

ΕΠΙΣΚΕΥΗ – ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΨΥΧΟΓΙΟΣ

Περίληψη

Μια εναλλακτική και πρακτική μέθοδος σεισμικής ενίσχυσης και επισκευής κατασκευών είναι η χρήση σεισμικής μόνωσης η οποία μπορεί να περιορίσει σημαντικά την ένταση που δέχεται μια κατασκευή από σεισμικά φορτία. Στην παρούσα εργασία γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση του τρόπου με τον οποίο λειτουργεί η σεισμική μόνωση, γίνεται περιγραφή της διαδικασίας εγκατάστασής της σε υφιστάμενα κτίρια, διακρίνονται οι συνηθέστεροι τύποι σεισμικών μονωτήρων που χρησιμοποιούνται στην πράξη και παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η μέθοδος σε σχέση με συμβατικές μεθόδους ενίσχυσης κτιρίων.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

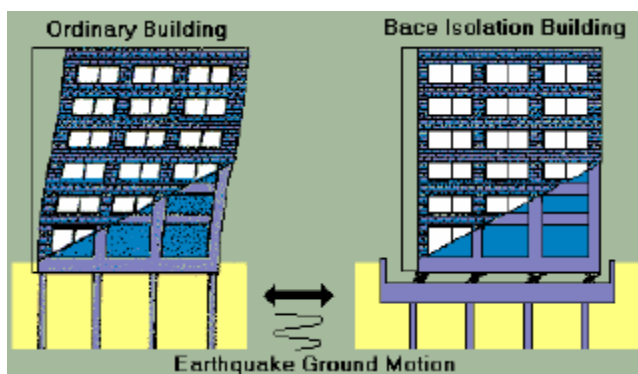
Η αντισεισμική θωράκιση κατασκευών ευρισκομένων σε σειсмоγενείς περιοχές επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο αντισεισμικό σχεδιασμό, είτε στο στάδιο της μελέτης αν πρόκειται για νέες κατασκευές είτε ως μελέτη σεισμικής ενίσχυσης υφιστάμενων κτιρίων. Ο βασικός στόχος κατά τον αντισεισμικό σχεδιασμό είναι να μελετηθεί η κατασκευή ώστε να μπορεί με ασφάλεια να φέρει τα επιβαλλόμενα σεισμικά φορτία σχεδιασμού και την ένταση που αυτά προκαλούν στα φέροντα στοιχεία της κατασκευής καθώς και ο περιορισμός και η ελαχιστοποίηση των μετακινήσεων και των ζημιών του κτιρίου ανάλογα με την στάθμη επιτελεστικότητας για την οποία σχεδιάζεται. [1]

Μπορεί να γίνει διαχωρισμός σε δύο μεθοδολογίες – φιλοσοφίες αντισεισμικού σχεδιασμού. Η πρώτη στοχεύει στον να προσδώσει στην κατασκευή την απαιτούμενη αντοχή ώστε να μπορεί να φέρει τα αναμενόμενα σεισμικά φορτία σχεδιασμού. Συνήθως επειδή τα φορτία που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της σεισμικής φόρτισης είναι αρκετά μεγάλα σε μέγεθος, καθιστώντας την ελαστική απόκριση της κατασκευής από μη οικονομική έως και ανέφικτη, σημεία της κατασκευής σχεδιάζονται ώστε να διαρρέουν προσφέροντας έτσι μηχανισμούς απορόφησης της σεισμικής ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο η κατασκευή θεωρείται ότι συμπεριφέρεται ελαστοπλαστικά και πρέπει να εξασφαλιστεί μέσω του σχεδιασμού της η απαιτούμενη πλαστιμότητα. Σε συνδυασμό με τα παραπάνω πρέπει οι παραμένουσες πλαστικές παραμορφώσεις της κατασκευής να παραμένουν εντός κάποιων ορίων ώστε να περιορίζονται οι ζημιές σε μη δομικά στοιχεία και να διατηρεί τη λειτουργικότητά της και μετά το σεισμικό γεγονός. Όλα αυτά είναι ενταγμένα σε μεγάλο αριθμό αντισεισμικών κανονισμών με διάφορες μορφές όπως η απαίτηση ελάχιστου αριθμού τοιχωμάτων, η απαίτηση οπλισμού περίσφιγξης, ο ικανοτικός σχεδιασμός των κατασκευών κ.α. [1],[2]

Σε αντίθεση με τη πρώτη αυτή θεώρηση που έχει ως στόχο να εξασφαλίσει επαρκή αντοχή σε μια κατασκευή, σε συνδυασμό με την απαιτούμενη πλαστιμότητα, η προαναφερθείσα δεύτερη φιλοσοφία σχεδιασμού στοχεύει στην απομείωση των δράσεων, δηλαδή των δυναμικών και αδρανειακών φορτίων που δέχεται η κατασκευή κατά τη διάρκεια του σεισμού. Με την απομείωση των σεισμικών φορτίων οι απαιτήσεις σε αντοχή και πλαστιμότητα των φερόντων στοιχείων μπορούν να μειωθούν σε μεγάλο βαθμό. Αυτή η μείωση είναι δυνατόν να επιτευχθεί με τη χρήση σεισμικών μονωτήρων οι οποίοι είναι εύκαμπτα στοιχεία κατά την οριζόντια διεύθυνση που είναι σε θέση να παραλάβουν το σημαντικότερο μέρος των επιβαλλόμενων σεισμικών παραμορφώσεων. Οι σεισμικοί μονωτήρες πρέπει να έχουν τέτοια ευκαμψία και να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι σε θέση να απορροφούν σημαντικό μέρος της σεισμικής ενέργειας και να

παραλαμβάνουν μεγάλες παραμορφώσεις χωρίς βλάβες και χωρίς να χάνουν την ακαμψία τους στην κατακόρυφη διεύθυνση.

Οι σεισμικοί μονωτήρες σηνήθως εγκαθίστανται σε μία συγκεκριμένη στάθμη της κατασκευής (συνηθέστερα αλλά όχι κατ' αποκλειστικότητα στην οροφή του υπογείου ή στη στάθμη του ισογείου). Με αυτό τον τρόπο οι απαιτήσεις αντισεισμικότητας συγκεντρώνονται στη συγκεκριμένη αυτή στάθμη, οι επιβαλλόμενες σεισμικές μετακινήσεις παραλαμβάνονται από τους μονωτήρες, ενώ η υπόλοιπη κατασκευή μετακινείται από αυτή τη στάθμη και άνω ως οιονεί άκαμπτο στερεό σώμα χωρίς να προκαλείται σε αυτή επιπλέον ένταση. Αυτό δείχνεται σχηματικά στο σχήμα 1. [3] Στην ουσία οι μονωτήρες λειτουργούν σαν μια ελαστική στήριξη που απορροφά το σεισμικό κραδασμό, μην αφήνοντας τον να εισέλθει στην κατασκευή και μειώνοντας παράλληλα τη συνολική τέμνουσα βάσης που ασκείται στην κατασκευή.



Σχήμα 1: Συμπεριφορά κτιρίου με και χωρίς σεισμική μόνωση υποκείμενο σε σεισμική κίνηση εδάφους. [3]

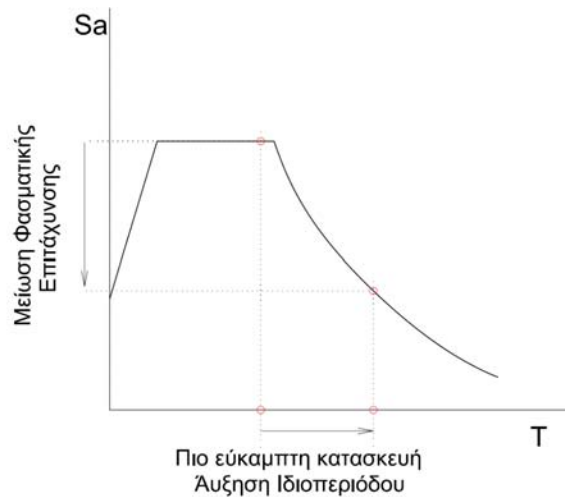
Οι σεισμικοί μονωτήρες μπορούν να αποτελέσουν αξιόπιστη εναλλακτική λύση στον αντισεισμικό σχεδιασμό αλλά και στην επισκευή και ενίσχυση υφιστάμενων κτιρίων αφού προσφέρουν έναν αποτελεσματικό τρόπο απορρόφησης της σεισμικής ενέργειας. Η χρήση μονωτήρων (εφεδράνων) δεν περιορίζεται μόνο στον τομέα της Αντισεισμικής Μηχανικής αλλά εφαρμόζεται και στην Γεφυροποιία ως κλασσική μέθοδος παραλαβής και μεταβίβασης των οριζόντιων φορτίων του καταστρώματος στα βάθρα χωρίς να δημιουργείται σε αυτά πρόσθετη ανεπιθύητη καταπόνηση. [4]

2. ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ

Η δυναμική συμπεριφορά μιας κατασκευής καθορίζεται πρωτίστως από την ιδιοπερίοδο της T , η οποία είναι συνάρτηση της μάζας m και της ακαμψίας της k . Δίδεται δε από τη γνωστή σχέση της δυναμικής:

$$T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (1)$$

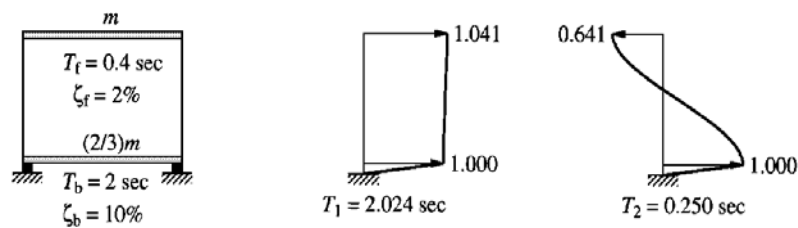
Η ιδιοπερίοδος καθορίζει την σεισμική επιτάχυνση και επομένως και τη συνολική σεισμική δύναμη που θα αναπτυχθεί στην κατασκευή ανάλογα με το φάσμα σχεδιασμού στην περιοχή του έργου. Η ύπαρξη μιας ελαστικής στήριξης ή πολύ εύκαμπτων στοιχείων, όπως είναι οι σεισμικοί μονωτήρες, έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ακαμψίας της κατασκευής με συνεπακόλουθη αύξηση της ιδιοπεριόδου, σύμφωνα με τη σχέση (1). Επομένως η συμπεριφορά της κατασκευής μεταφέρεται προς τον δεξιό φθίνοντα κλάδο του φάσματος αποκρίσεως μειώνοντας δραστικά τις σεισμικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στην κατασκευή. Αυτό γίνεται εμφανές και από το σχήμα 2.



Σχήμα 2: Μείωση της φασματικής απόκρισης με αύξηση της ιδιοπεριόδου

Επιπροσθέτως οι σεισμικοί μονωτήρες λόγω της μεγάλης τους ευκαμψίας και παραμορφωσιμότητας αυξάνουν την ιξώδη απόσβεση της κατασκευής όταν υπόκειται σε δυναμικές φορτίσεις, μειώνοντας το εύρος των ταλαντώσεων που εκτελεί. Αυτή η επίδραση στην απόσβεση προσφέρει επιπλέον οφέλη στον αντισεισμικό σχεδιασμό.

Για να γίνουν σαφή τα πλεονεκτήματα χρήσης της σεισμικής μόνωσης παρατίθεται μια σύγκριση των δυναμικών χαρακτηριστικών μιας απλής κατασκευής με και χωρίς σεισμική μόνωση. Έστω ένα απλό μονώροφο κτίριο με ιδιοπερίοδο $T_f = 0.4$ s και απόσβεση $\zeta_f = 2\%$. Αν στο ίδιο κτίριο τοποθετηθεί σεισμική μόνωση στη βάση, μεταβάλλοντας την ιδιοπερίοδό του σε $T_b = 2.0$ s και την απόσβεση σε $\zeta_b = 10\%$, τότε οι σεισμικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μειώνονται έως και 5 φορές υιοθετώντας το σύνηθες ελαστικό φάσμα αποκρίσεως που προτείνεται στους περισσότερους αντισεισμικούς κανονισμούς. [5] Η ευεργετική επίδραση της σεισμικής μόνωσης διαφαίνεται και στο σχήμα 3 όπου δείχνονται οι δύο θεμελιώδεις ιδιομορφές του σεισμικά μονωμένου συστήματος. Παρατηρείται ότι η πρώτη ιδιομορφή, η οποία και δεσπόζει και χαρακτηρίζει την κίνηση του συστήματος, ουσιαστικά περιγράφει μια κίνηση σχεδόν όμοια με μετακίνηση της ανωδομής (πάνω από τη στάθμη της μόνωσης) ως άκαμπτο σώμα. [5]



Σχήμα 3: Σεισμικά μονωμένο κτίριο και θεμελιώδεις ιδιομορφές [5]

3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ – ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ

Η επισκευή και σεισμική ενίσχυση υφιστάμενων κτιρίων με τη μέθοδο της σεισμικής μόνωσης είναι ενδεδειγμένη σε πολλές περιπτώσεις λόγω της μειωμένης όχλησης κατά τη διάρκεια των εργασιών επισκευής και του μειωμένου χρόνου εκτέλεσης των εργασιών σε σχέση με κλασσικές μεθόδους ενίσχυσης κτιρίων (κατασκευή μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος σε δοκούς και υποστυλώματα και κατασκευή πρόσθετων τοιχωμάτων). Επιπλέον με κατάλληλο σχεδιασμό το κόστος μπορεί να μειωθεί αισθητά, έως και μέχρι 2/3 λιγότερο από τις κλασσικές μεθόδους. [6] Η διαδικασία εφαρμογής μπορεί να ποικίλλει

ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου και τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα, ωστόσο τα βασικά βήματα της διαδικασίας περιγράφονται παρακάτω.

Αρχικά επιλέγεται το επίπεδο στο οποίο θα τοποθετηθεί η σεισμική μόνωση. Αυτό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διαρρύθμιση του κτιρίου καθώς και το διαθέσιμο τεχνολογικό εξοπλισμό. Σε γενικές γραμμές, για κτίρια με υπόγεια, μπορεί να λεχθεί ότι η προσφερότερη στάθμη για την εγκατάσταση των σεισμικών μονωτήρων είναι η οροφή του υπογείου ή η βάση του ισόγειου όπου το πρόσθετο κατασκευαστικό κόστος ελαχιστοποιείται και τα υποστυλώματα μπορούν εύκολα να ενωθούν με διάφραγμα στο επίπεδο της μόνωσης ώστε να αποτρέπονται τυχόν διαφορικές μετακινήσεις. Ωστόσο ενδέχεται να χρειαστούν ειδικές ρυθμίσεις για ανελκυστήρες, κλίμακες και μη φέρουσες τοιχοποιίες. Σε περίπτωση που τέτοιες ρυθμίσεις δεν είναι εφικτές η σεισμική μόνωση μπορεί να τοποθετηθεί στο επίπεδο της θεμελίωσης με αντίτιμο το αυξημένο κόστος. Σε πολλές περιπτώσεις είναι απαραίτητη η τοπική ενίσχυση δοκών και υποστυλωμάτων με κλασσικές μεθόδους στη στάθμη που θα τοποθετηθεί η μόνωση αφού θα έχει αυξημένες απαιτήσεις σε αντοχή και θα είναι η στάθμη που θα παραλάβει το σημαντικότερο μέρος των σεισμικών παραμορφώσεων του κτιρίου. Το γεγονός αυτό επίσης επηρεάζει την επιλογή στάθμης για τη σεισμική μόνωση.

Αφού επιλεγεί το επίπεδο της μόνωσης αποκόπτεται τμήμα όλων των υποστυλωμάτων στη συγκεκριμένη στάθμη δημιουργώντας ένα κενό περίπου 40-50 cm. Προσωρινή υποστύλωση είναι απαραίτητη ώστε να παραλαμβάνει με ασφάλεια τα κατακόρυφα φορτία βαρύτητας κατά τη διάρκεια των εργασιών η οποία μπορεί να επιτευχθεί με προσωρινά στηρίγματα ή με χρήση γρύλων. Στη συνέχεια τοποθετείται ο κατάλληλος τύπος σεισμικού μονωτήρα στο διάκενο που έχει δημιουργηθεί. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στη σύνδεση του μονωτήρα με τα υπόλοιπα φέροντα στοιχεία της κατασκευής ώστε να εξασφαλίζεται ενιαία λειτουργία του φέροντος οργανισμού. Αφού ο μονωτήρας συνδεθεί κατάλληλα με τα υπόλοιπα μέλη, με τη χρήση ειδικών εποξειδικών κονιαμάτων, αφαιρούνται τα προσωρινά μέτρα υποστήριξης του κτιρίου. Στα σχήματα 4 και 5 φαίνονται λεπτομέρειες εγκατάστασης σεισμικών μονωτήρων σε υφιστάμενα κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος. [7] Στο σχήμα 6 δείχνεται η προσωρινή υποστήριξη επισκευαζόμενου κτιρίου με προσωρινά μεταλλικά υποστυλώματα.[8]



Σχήμα 4: Σεισμικός μονωτήρας [7]



Σχήμα 5: Εγκατάσταση σεισμικού μονωτήρα [7]

Ειδική πρόβλεψη είναι απαραίτητο να γίνει για τις αναμενόμενες μετακινήσεις του κτιρίου και να έχουν εξασφαλιστεί κατάλληλες αποστάσεις και αντισεισμικοί αρμοί από γειτονικά κτίσματα για να αποφευχθούν ζημιές λόγω σύγκρουσης των κτιρίων. Στην ειδική περίπτωση που οι μονωτήρες τοποθετούνται στη θεμελίωση ή στη βάση του υπογείου υφιστάμενων κτιρίων, ειδική τάφρος καθώς και επιπρόσθετα έργα αντιστήριξης είναι απαραίτητο να προβλεφθούν ώστε να μπορούν να παραληφθούν οι οποιεσδήποτε μεγάλου μεγέθους επιβαλλόμενες παραμορφώσεις.

Κατάλληλη και περιοδική συντήρηση των σεισμικών μονωτήρων είναι απαραίτητη καθ'όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου. Μονωτήρες αποτελούμενοι από ελαστικά φυσικά ή συνθετικά υλικά μπορούν να σκληρύνουν ή να απωλέσουν την ελαστικότητά τους κατά τη διάρκεια ζωής του έργου ενώ σεισμικοί μονωτήρες ολίσθησης μπορεί να μετακινηθούν σε οριακά επίπεδα σε περίπτωση εξαιρετικά ισχυρών δονήσεων. Σε κάθε περίπτωση και σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών, οι μονωτήρες πρέπει να συντηρούνται και να ελέγχονται μετά την αρχική τους εγκατάσταση ώστε να διασφαλίζεται ότι επιτελούν το σκοπό για τον οποίο τοποθετήθηκαν. [7]



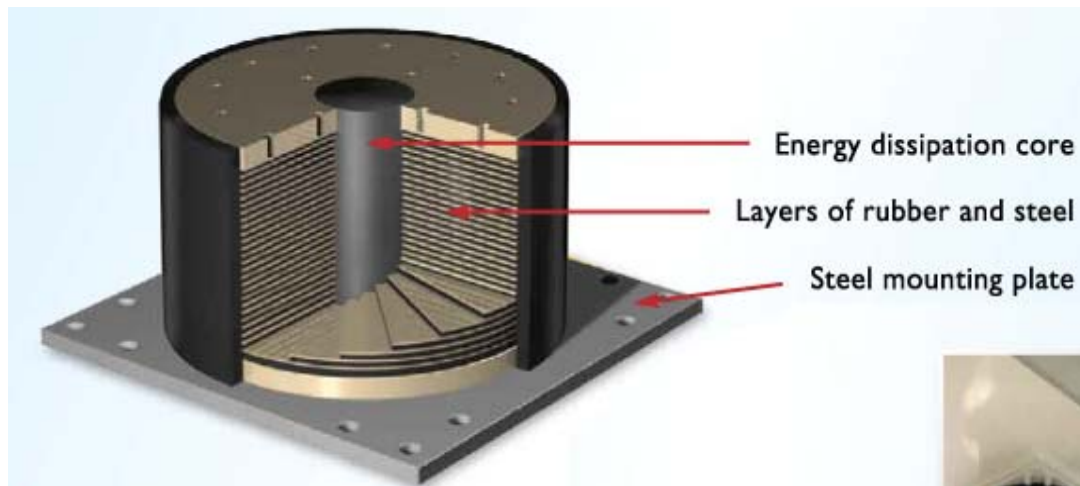
Σχήμα 6: Προσωρινή υποστήριξη με μεταλλικά υποστυλώματα [8]

4. ΕΙΔΗ ΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΜΟΝΩΤΗΡΩΝ

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι σεισμικοί μονωτήρες είναι συσκευές με μεγάλη ευκαμψία και ελαστικότητα κατά τις πλευρικές οριζόντιες διευθύνσεις επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο τη σημαντική απορρόφηση σεισμικής ενέργειας, χωρίς να μεταφέρεται καταπόνηση στο υπόλοιπο κτίριο. Στην κατακόρυφη διεύθυνση ωστόσο έχουν σημαντική ακαμψία και αντοχή ώστε να είναι σε θέση να φέρουν όλα τα φορτία βαρύτητας και λειτουργίας της κατασκευής. Διατίθενται διάφοροι τύποι σεισμικών μονωτήρων, με διαφορετικό τρόπο λειτουργίας που χρησιμοποιούνται στην πράξη για τη σεισμική μόνωση κατασκευών.

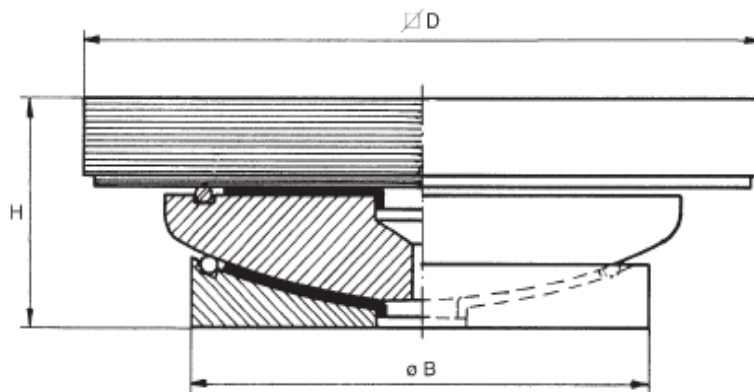
Οι ελαστομεταλλικοί μονωτήρες με πυρήνα μολύβδου είναι από τους πλέον διαδεδομένους τύπους μονωτήρων και αποτελούνται από εναλλαγές στρώσεων ελαστικού (φυσικού ή συνθετικού) υλικού και χάλυβα. Ο πυρήνας τους είναι συμπαγής, κατασκευασμένος από μολύβδο. Στο Σχήμα 7 φαίνεται ένας σεισμικός μονωτήρας τέτοιου τύπου [7].

Η επιτυχής λειτουργία των ελαστομεταλλικών σεισμικών μονωτήρων επιτυγχάνεται χάρη στο ελαστικό υλικό τους το οποίο μπορεί να παραλάβει σημαντικές πλευρικές παραμορφώσεις απορροφώντας σε μεγάλο βαθμό τη σεισμική ενέργεια. Οι ενδιάμεσες στρώσεις χάλυβα προσδίδουν αντοχή στο μονωτήρα και υψηλή δυνατότητα παραλαβής κατακόρυφων φορτίων. Ο πυρήνας μολύβδου συντελεί στη απορρόφηση της σεισμικής ενέργειας, ελέγχοντας τις πλευρικές μετακινήσεις ενώ αποτρέπει το κτίριο από το να κινηθεί πλευρικά όταν υποβάλλεται σε φορτία ανέμου ή άλλα μικρά σε μέγεθος οριζοντια φορτία λειτουργίας. [7]



Σχήμα 7: Ελαστομεταλλικός σεισμικός μονωτήρας με πυρήνα μολύβδου [7]

Οι σεισμικοί μονωτήρες ολίσθησης αποτελούνται από δύο καμπύλες ή επίπεδες επιφάνειες ολίσθησης που επιτρέπουν τις πλευρικές μετακινήσεις χάρη στη πολύ μικρή τριβή που έχουν ανάμεσά τους. Συνηθέστερα κατασκευάζονται από PTFE (πολυτετραφθοροαιθυλένιο) το οποίο είναι υλικό με πολύ μικρό συντελεστή τριβής. Στο σχήμα 8 φαίνεται σχηματικά ένας σεισμικός μονωτήρας τέτοιου τύπου.



Σχήμα 8: Σεισμικός μονωτήρας ολίσθησης

Όταν η ασκούμενη πλευρική δύναμη ξεπεράσει τη τιμή της στατικής τριβής μεταξύ των δύο επιφανειών του μονωτήρα, τότε οι δύο πλάκες μετακινούνται σχετικά, αναγκάζοντας και την ανωδομή να μετακινηθεί χωρίς να εντείνεται. Το βάρος της κατασκευής αναγκάζει το μονωτήρα να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση μετά το πέρας της οριζόντιας φόρτισης. Ωστόσο σε περιπτώσεις πολύ μεγάλων μετακινήσεων οι δύο επιφάνειες μπορεί να οδηγηθούν η μία στην άκρη της άλλης δημιουργώντας προβλήματα στην επαναφορά του μονωτήρα και στη λειτουργία του.

Οι σεισμικοί μονωτήρες υψηλής απόσβεσης πρόκειται για μονωτήρες από ελαστομερή υλικά με πολύ μεγάλη ελαστικότητα και ευκαμψία, συνήθως με παρουσία πυρήνα μολύβδου ο οποίος συνεισφέρει στην κατακόρυφη ακαμψία και συγκρατεί το μονωτήρα αλλά χωρίς τις εναλλακτικές μεταλλικές ή χαλυβδίνες στρώσεις. Αυτοί οι μονωτήρες έχουν πολύ μεγάλες δυνατότητες πλευρικής μετακίνησης και δίνουν στην κατασκευή πολύ μεγάλη απόσβεση μειώνοντας σε μεγάλο βαθμό το εύρος των σεισμικών μετακινήσεων.

5. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΕΝΑΝΤΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Τα πλεονεκτήματα της ενίσχυσης κτιρίων με τη μέθοδο της σεισμικής μόνωσης είναι πολλαπλά, καθιστώντας τη σεισμική μόνωση την πλέον ενδεδειγμένη μέθοδο ενίσχυσης σε πολλές περιπτώσεις κατασκευών. Η όχληση που προκαλείται από τις εργασίες ενίσχυσης καθώς και ο απαιτούμενος χρόνος για τις εργασίες αυτές είναι σημαντικά μειωμένος συγκρινόμενος με τις συμβατικές μεθόδους ενίσχυσης όπου σημαντικό μέρος του κτιρίου καθίσταται μη λειτουργικό κατά τη φάση των εργασιών ενίσχυσης. Επομένως η ενίσχυση με σεισμική μόνωση είναι πολύ ελκυστική λύση για την ενίσχυση υφιστάμενων κτιρίων. Επιπλέον με κατάλληλη μελέτη το κόστος εγκατάστασης σεισμικών μονωτήρων μπορεί να μειωθεί περαιτέρω.

Η σεισμική μόνωση προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα και σε κτίρια με ειδικές αρχιτεκτονικές απαιτήσεις, όπου οι διατάξεις της συμβατικής ενίσχυσης δεν μπορούν να εφαρμοστούν καθώς και σε ιστορικά ή συμβολικά μνημεία όπου η εξωτερική εμφάνιση δεν μπορεί να αλλοιωθεί με την προσθήκη τοιχωμάτων ή μανδύων. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις επιτυγχάνεται ασφαλής αντισεισμική θωράκιση χωρίς την παραμικρή αλλοίωση του χαρακτήρα των υφιστάμενων κτιρίων ή των λειτουργικών και αισθητικών τους απαιτήσεων. Τέλος, για κτίρια που επιτελούν λειτουργίες ύψιστης σημασίας, όπως νοσοκομεία, εργοστάσια παραγωγής ενέργειας κ.λ.π. των οποίων η άμεση και ανεμπόδιστη λειτουργία είναι απαραίτητη αμέσως μετά το πέρας του σεισμού, η σεισμική μόνωση προσφέρει πολύ αξιόπιστο τρόπο αντισεισμικού σχεδιασμού.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η σεισμική μόνωση, αν και δεν είναι ευρέως διαδεδομένη μέθοδος σεισμικής ενίσχυσης, είναι πολύ αποτελεσματική ως μέθοδος και προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους ενίσχυσης, ειδικά για την περίπτωση της ενίσχυσης υφιστάμενων κτιρίων.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] European Standard EN 1998-1:2004: Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
- [2] Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2003
- [3] Simon Foo et. al., “Seismic hazard, building codes and mitigation options for Canadian buildings”, Department of Civil Engineering, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada, June 2001
- [4] Ι. Χ. Ερμόπουλος, “Σιδηρές και σύμμικτες γέφυρες”, Κλειδάριθμος, Αθήνα 2000
- [5] Α. Κ. Chopra, “Dynamics of Structures”, 3rd edition, Prentice Hall, New Jersey, 1995
- [6] Μ. Melkumyan, “The Behavior of Retrofitted Buildings during Earthquakes: New Technologies”, www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd46/cap20-beha.pdf
- [7] Dynamic Isolation Systems www.dis-inc.com
- [8] Y. Masuzawa and Y. Hishada, “Seismic isolation retrofit of a prefectural government office building”, <http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/Member/Boss/Paper/2004/001199.pdf>