

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΜΟΝΩΜΕΝΗΣ ΕΞΑΩΡΟΦΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

ΜΠΑΓΚΡΑΤΟΥΝΙ ANNET & ΦΟΥΡΚΙΩΤΗ ΕΥΓΕΝΙΑ

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η μελέτη ενός εξώροφου κτιρίου, το οποίο μονώνεται σεισμικά με τη χρήση εφεδράνων. Για το σκοπό αυτό, κρίνεται απαραίτητη η χρήση λογισμικού (SAP 2000), που επιτρέπει την ανάλυση της πακτωμένης κατασκευής, αλλά και την ανάλυση αυτής με χρήση δύο εναλλακτικών τύπων εφεδράνων (LRB και FPS). Καταλήγοντας παρουσιάζονται, συγκρίνονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων, που αφορούν, συγκεκριμένα, τις ιδιοπεριόδους και τις δύο πρώτες ιδιομορφές της κατασκευής, τις τέμνουσες ορόφων καθώς και τις σχετικές μετακινήσεις αυτών, οδηγώντας στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

2. ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ

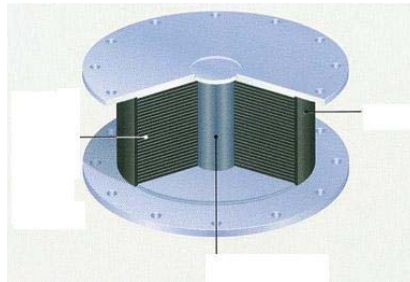
Τα σεισμικά εφέδρανα, που μελετούνται στην εν λόγω εργασία, συγκαταλέγονται στα λεγόμενα συστήματα σεισμικής μόνωσης, που αποβλέπουν στην απομείωση του μεγέθους των σεισμικών δυνάμεων που θα καταπονήσουν την ανωδομή. Ένα σύστημα σεισμικής μόνωσης ορίζεται ως η σύνθεση όλων των κατασκευαστικών στοιχείων που παρέχουν κατακόρυφη δυσκαμψία, οριζόντια ευκαμψία και προοδευτική ελάττωση του πλάτους ταλάντωσης της κατασκευής, στην οποία εφαρμόζεται. Συμπεριλαμβάνει το σεισμικό μονωτήρα (σεισμικό εφέδρανο) και το εκάστοτε χρησιμοποιούμενο σύστημα ελαστικής στήριξης. Το εφέδρανο είναι ένας εύκαμπτος κατά την οριζόντια και δύσκαμπτος κατά την κατακόρυφη έννοια φορέας, που επιτρέπει μεγάλες παραμορφώσεις στην κατασκευή υπό τα σεισμικά φορτία. Έχει, επίσης, τη δυνατότητα να απορροφά δυνητικά ενέργεια. Το ελαστικό σύστημα στήριξης συντίθεται από κατασκευαστικά στοιχεία που περιορίζουν τις μετατοπίσεις της σεισμικά μονωμένης κατασκευής για μη-σεισμικά, πλευρικά φορτία. Η στήριξη αυτή μπορεί να είναι είτε αναπόσπαστο τμήμα του εφεδράνου, είτε μια ανεξάρτητη διάταξη. Ορισμένα συστήματα σεισμικής μόνωσης, ενδεχομένως, συμπεριλαμβάνουν ως δικλείδα ασφαλείας μια επιπλέον διάταξη στήριξης, που σε περίπτωση αστοχίας ανταποκρίνεται σε πολύ μεγάλες μετατοπίσεις προς αποφυγή κατάρρευσης της κατασκευής.

Για το λόγο αυτό, ένα εύχρηστο σύστημα σεισμικής μόνωσης απαιτεί ένα στοιχείο ευκαμψίας για την επιδιωκόμενη μεταβολή της ιδιοπεριόδου της κατασκευής και μία διάταξη αποσβεστήρα για τη μείωση των μετατοπίσεων αυτής. Όταν συνδυαστούν αυτά τα δύο στοιχεία περιορίζουν τις προκαλούμενες από το σεισμό δυνάμεις που μπορούν να αποβούν εξαιρετικά καταστροφικές. {1}

Η απαιτούμενη ευκαμψία παρέχεται από τους μονωτήρες ή εφέδρανα, που περιγράφονται παρακάτω:

2.1. ΕΛΑΣΤΟΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΜΕ ΠΥΡΗΝΑ ΜΟΛΥΒΔΟΥ (LRB : Lead Rubber Bearings)

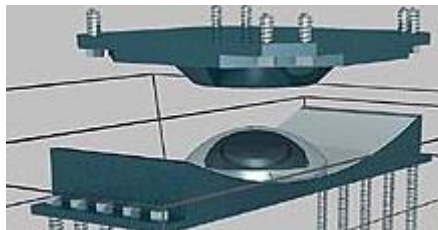
Είναι ικανά να παρέχουν οριζόντια ευκαμψία, καθώς επίσης, και απόσβεση στην κατασκευή. Κατασκευάζονται από εναλλασσόμενες στρώσεις χάλυβα επικολλούμενου σε φυσικό ή συνθετικό ελαστικό. Η επιθυμητή δυσκαμψία και τα χαρακτηριστικά απορρόφησης της ενέργειας μπορούν να επιτευχθούν μεταβάλλοντας το συνολικό ύψος ή και τις διαστάσεις σχεδιασμού του εφεδράνου ή ακόμα και το πάχος του ελαστικού των ενδιάμεσων στρώσεων. Ο πυρήνας μολύβδου των ελαστομεταλλικών εφεδράνων παρέχει αντίσταση έναντι δυνάμεων ανέμου και απορροφά τη σεισμική ενέργεια, ώστε να μην μεταφερθεί στην ανωδομή. {1}



Εικόνα 1: Ελαστομεταλλικό εφεδράνο με πυρήνα μολύβδου {3}

2.2. ΕΦΕΔΡΑΝΑ ΤΡΙΒΗΣ – ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ (FPS : Friction Pendulum Systems)

Χρησιμοποιούνται συνήθως για να εξομαλύνουν μετακινήσεις οφειλόμενες σε θερμοκρασιακές μεταβολές, ερπυσμό, συστολή ξήρανσης και προένταση. Τα τελευταία χρόνια, έχουν τροποποιηθεί, ώστε να συμπεριφέρονται και ως συστήματα σεισμικής μόνωσης. Κατασκευάζονται από δύο αρκετά διαφορετικά μεταξύ τους υλικά. Συγκεκριμένα, αποτελούνται από διεπιφάνειες τεφλόν και ανοξείδωτου χάλυβα που ολισθαίνουν σχετικά και μπορούν να είναι επίπεδες ή και καμπύλες. Μέσω των αναπτυσσόμενων δυνάμεων επαφής περιορίζουν τις μετακινήσεις, ώστε να αποφευχθεί η ολίσθηση της κατασκευής από την επιφάνεια του εφεδράνου. Αυτές οι δυνάμεις επαφής προέρχονται είτε από την επίδραση κατακόρυφων φορτίων μέσω της καμπύλης επιφάνειας ολίσθησης, είτε από μια ξεχωριστή διάταξη, όπως ένα ελατήριο. Περιορίζουν τη μεταφορά δυνάμεων στην κατασκευή χρησιμοποιώντας δυνάμεις τριβής κατά μήκος των ολισθαίνουσων επιφανειών. {1}



Εικόνα 2 : Εφεδράνο τριβής-ολίσθησης {4}

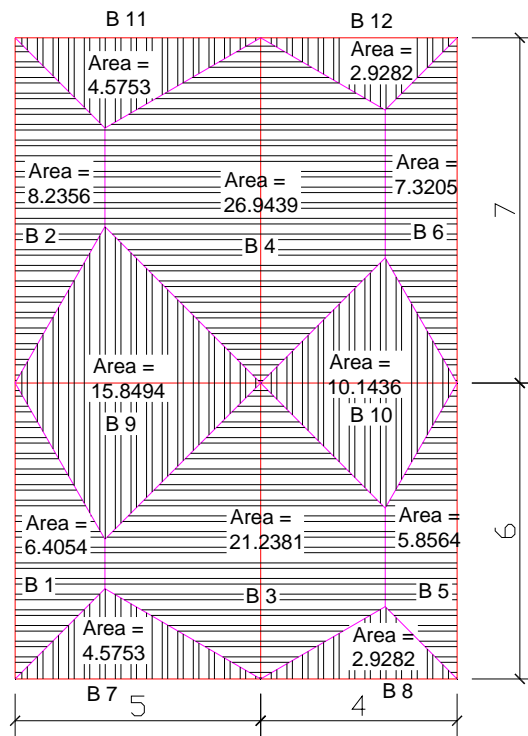
2.3. ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΕΦΕΔΡΑΝΑ

Για λόγους πληρότητας, αναφέρεται και αυτός ο τελευταίος τύπος εφεδράνων που στην παρούσα μελέτη δε θα αναλυθεί περαιτέρω. Ουσιαστικά, διαφοροποιείται από τους δύο προηγούμενους τύπους εφεδράνων. Στην πλειονότητά τους, τα εφεδράνα αυτά χρησιμοποιούν ανεξάρτητα στοιχεία για να προσφέρουν απόσβεση, απορρόφηση σεισμικής ενέργειας και περιορισμό των δυνάμεων ανέμου. Τα εν λόγω στοιχεία είτε συνδέονται μεταξύ τους σε κοντινές αποστάσεις, είτε διανέμονται καθ'όλη την επιφάνεια του εφεδράνου. {1}

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

3.1. ΜΟΝΙΜΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ

Το συνολικό φορτίο που εφαρμόζεται στην κατασκευή προέρχεται από τη συνιστώσα των μόνιμων φορτίων (I.B. Δοκού, I.B. Πλάκας, φορτίο επικάλυψης και φορτίο τοιχοποιίας) και από τη συνιστώσα του κινητού φορτίου (2KN/m^2). Η εξιδανίκευση του στα γραμμικά μέλη προκύπτει με χρήση του εμβαδού επιρροής για την κάθε δοκό (Σχήμα 1) και τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το συνδυασμό φόρτισης $G+0.3Q$ (της συνήθους κατάστασης σεισμικής καταπόνησης, που εξετάζεται) παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 του Παραρτήματος Α (Πίνακας Παραρτήματος 1). Στη συνέχεια υπολογίζονται κάποιες στοιχειώδεις ιδιότητες των σεισμικών εφεδράνων και των δύο τύπων, ώστε να καταστεί δυνατή η προσομοίωση αυτών με χρήση του επιλεγμένου λογισμικού (SAP 2000). Η ανάλυση αναφέρεται σε δεδομένη κατηγορία εδάφους (B) και σε δεδομένη σεισμική ζώνη (II) κατά τον ΕΑΚ 2000, που αφορά τον αντισεισμικό σχεδιασμό και που θα εισαχθούν μέσω του φάσματος ψευδοεπιταχύνσεων του EC8 από επιλογές που διαθέτει το SAP 2000.



Σχήμα 1: Εμβαδά επιρροής φορτίου (AutoCAD)

3.2. ΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΕΦΕΔΡΑΝΩΝ

Αρχικά υπολογίζεται η μάζα του συνόλου της κατασκευής για το συνδυασμό φόρτισης , $G+0.3Q$, που λαμβάνει το 100% του μόνιμου και το 30% του ωφέλιμου φορτίου ,που καταπονούν την κατασκευή ,καθώς ανταποκρίνεται στη συνήθη κατάσταση σεισμικής φόρτισης. Η συνολική μάζα, όπως προκύπτει από υπολογισμούς που παραπέμπουν στον Πίνακα 2 του Παραρτήματος Α (Πίνακας Παραρτήματος 2), έχει ως εξής:

$$M = M_{\text{Total}} = 766.8 \text{ KN} \cdot \text{sec}^2/\text{m}$$

Η συνολική πλευρική δυσκαμψία της κατασκευής για την παραπάνω μάζα και με δεδομένο ότι επιδιώκεται η επίτευξη ιδιοπεριόδου, $T \approx 2.3 \text{ sec}$, προκύπτει σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση:

$$K = K_{\text{Total}} = 4 \cdot \pi^2 \cdot M / T^2 \quad \{2\}$$

$$K = 5716.70 \text{ KN /m}$$

Επομένως, η πλευρική δυσκαμψία που αντιστοιχεί σε κάθε εφέδρανο, δεδομένου ότι θα τοποθετηθούν εννέα εφέδρανα, ένα κάτω από κάθε υποστύλωμα στη βάση της κατασκευής, είναι:

$$K_i = K / 9 = 635.18 \text{ KN /m}$$

Η ενέργεια που καταναλώνεται σε κάθε κύκλο φόρτισης ανά εφέδρανο υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$W_{Di} = 2 \cdot \pi \cdot K_i \cdot D^2 \cdot \beta_{\text{eff}} \quad \{2\}$$

Όπου:

- Η κυκλική συχνότητα της κατασκευής, ισούται με:

$$\omega = [K/M]^{1/2}$$

$$\leftrightarrow \omega^2 = 7.45 \text{ sec}^{-2}$$

- Το ποσοστό ισοδύναμης απόσβεσης των εφεδράνων LRB, β_{eff} ,θεωρείται ίσο με 15% (Προκύπτει από πειραματικούς υπολογισμούς). {2}
- Η μετακίνηση σχεδιασμού των εφεδράνων, είναι:

$$D = S_a(T) / \omega^2 = 0.206 \text{ m}, \quad \{2\}$$

με την ποσότητα $S_a(T)$ να ισούται με 0.157 m/sec^2 , για $T \approx 2.3 \text{ sec}$ από το φάσμα ψευδοεπιταχύνσεων του EC8 για κατηγορία εδάφους Β και ζώνη σεισμικότητας II (0.24g).

Οπότε:

$$W_{Di} = 25.4 \text{ KNm}$$

Εναλλακτική διατύπωση της καταναλισκόμενης ενέργειας οδηγεί στον υπολογισμό της παραμέτρου, Q (δύναμη που ασκείται στα εφέδρανα τη στιγμή της διαρροής αυτών), όπως φαίνεται στην παρακάτω σχέση:

$$W_{Di} = 4 \cdot Q \cdot [D - (Q/9 \cdot K_2)] \quad \{2\}$$

$$\leftrightarrow Q = 31.67 \text{ KN}$$

➤ Για ελαστομεταλλικά εφέδρανα (LRB):

- $K_1 = 10 K_2 = 6351.8 \text{ KN/m}$
- $Q = 31.67 \text{ KN}$
- $a = 0.1$

➤ Για εφέδρανα τριβής-ολίσθησης (FPS):

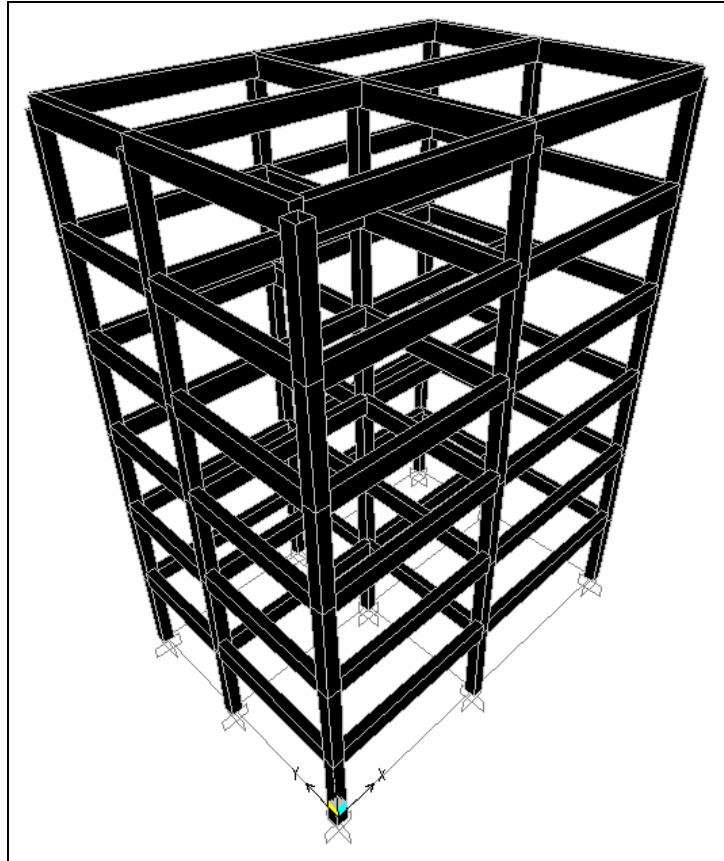
- $K_1 = 100 K_2 = 63518 \text{ KN/m}$
- $Q = 31.67 \text{ KN}$
- $a = 0.01$

Σημειώνεται ότι: K_1, K_2 είναι οι δυσκαμψίες του εφεδράνου πριν και μετά τη διαρροή του αντίστοιχα. Επίσης, η παράμετρος, a , ορίζεται ως ο λόγος των δυσκαμψιών K_2/K_1 .

4. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

4.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η κατασκευή οπλισμένου σκυροδέματος που μελετάται είναι ένα εξάωροφο κτίριο δύο ανοιγμάτων 6m & 7m κατά τη διεύθυνση X και δύο ανοιγμάτων 4m & 5m κατά τη διεύθυνση Y. Οι διαστάσεις που επιλέχθηκαν για τις διατομές των υποστυλωμάτων είναι 0.4 επί 0.4 και για τις διατομές των δοκών 0.3 επί 0.6 (πλάτος επί ύψος), όλες σε μέτρα (m). Τέλος, η πλάκα έχει πάχος 0.17 m. Τρισδιάστατη απεικόνιση του εξεταζόμενου φορέα από το γραφικό περιβάλλον του SAP 2000 φαίνεται στο ακόλουθο Σχήμα 2:



Σχήμα 2 : Τρισδιάστατη απεικόνιση της εξάώροφης κατασκευής

4.2. ΦΟΡΤΙΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Κάθε γραμμικό μέλος της κατασκευής επιφορτίζεται με τις δυνάμεις που του αναλογούν και το σύνολο της κατασκευής αναλύεται ως ένας τρισδιάστατος φορέας. Μετά την διαμόρφωση του φορέα στο SAP 2000 και την εφαρμογή των φορτίων του ακολουθεί η ελαστική ανάλυση της κατασκευής.

4.3. ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

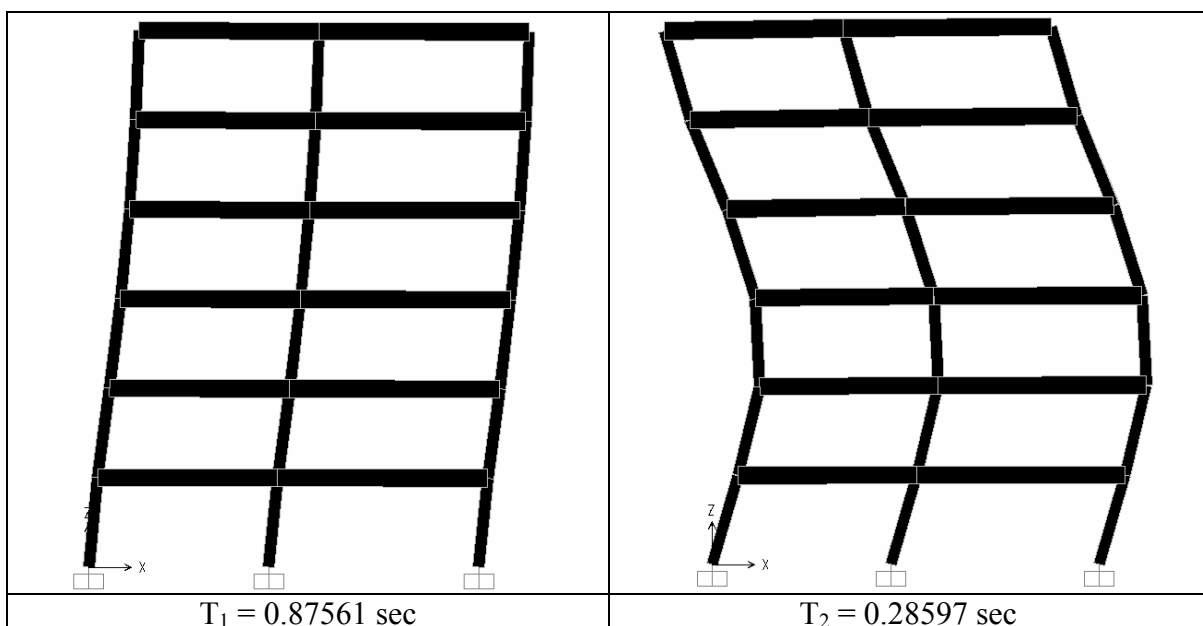
Οι σεισμικοί μονωτήρες της κατασκευής, ήτοι, τα σεισμικά της εφένδρανα εισάγονται στο SAP 2000 με τρόπο όμοιο που διαφοροποιείται, όμως, ως προς τις επιμέρους ιδιότητες τους, που υπολογίστηκαν στην παράγραφο 3.2. Ουσιαστικά, δηλαδή, το πρόγραμμα εισάγει έναν τύπο εφεδράνου (LRB), του οποίου οι ιδιότητες μεταβάλλονται κατά τρόπο κατάλληλο, ώστε να προσομοιώσει και τον έτερο τύπο εφεδράνου (FPS).

5. ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1. ΟΙ ΔΥΟ ΠΡΩΤΕΣ ΙΔΙΟΜΟΡΦΕΣ ΚΑΙ ΟΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΙΔΙΟΠΕΡΙΟΔΟΙ

Οι δύο πρώτες ιδιομορφές της κατασκευής κατά X παρατίθενται στα Σχήματα 3 έως 5 που ακολουθούν, συνοδευόμενες από τις ιδιοπεριόδους που τις χαρακτηρίζουν, όπου ο υποδείκτης «1» χαρακτηρίζει την ιδιοπερίοδο για την πρώτη και ο υποδείκτης «2» για την δεύτερη ιδιομορφή κατά X. Τα σχήματα προέρχονται και πάλι από το γραφικό περιβάλλον του SAP 2000:

[A] ΠΑΚΤΩΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

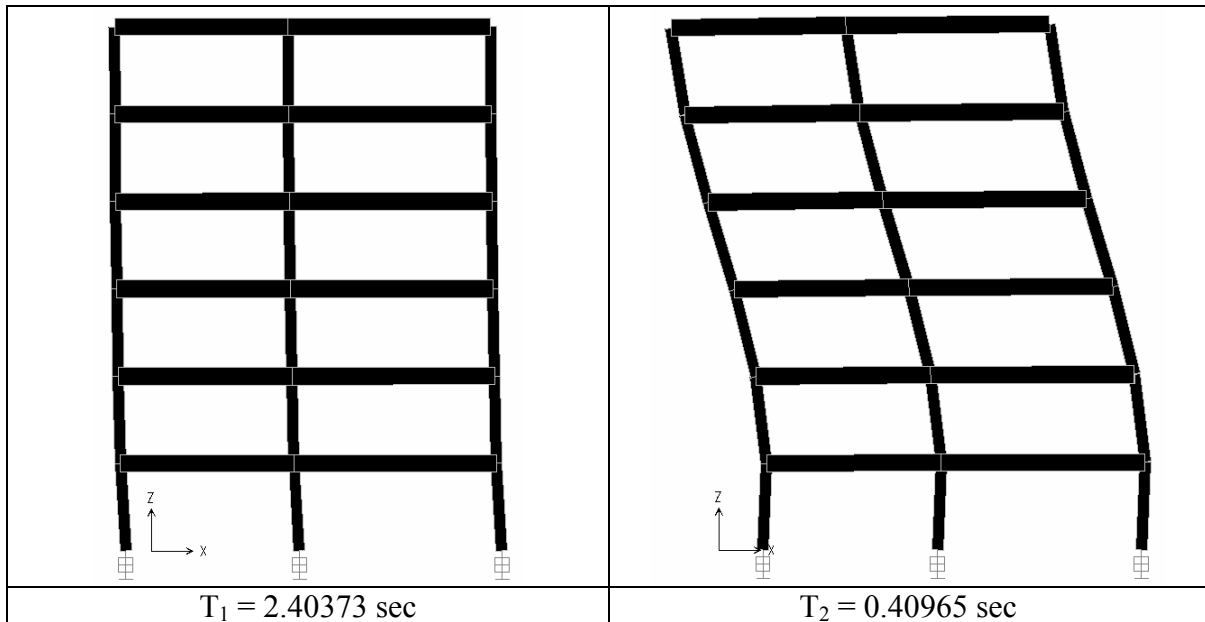


Σχήμα 3 (α)

Σχήμα 3 (β)

Σχήμα 3 : Οι δύο πρώτες ιδιομορφές της πακτωμένης κατασκευής με ιδιοπεριόδους
 (α) $T_1 = 0.87561 \text{ sec}$, (β) $T_2 = 0.28597 \text{ sec}$

[B] ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΩΜΕΝΗ ΜΕ LRB

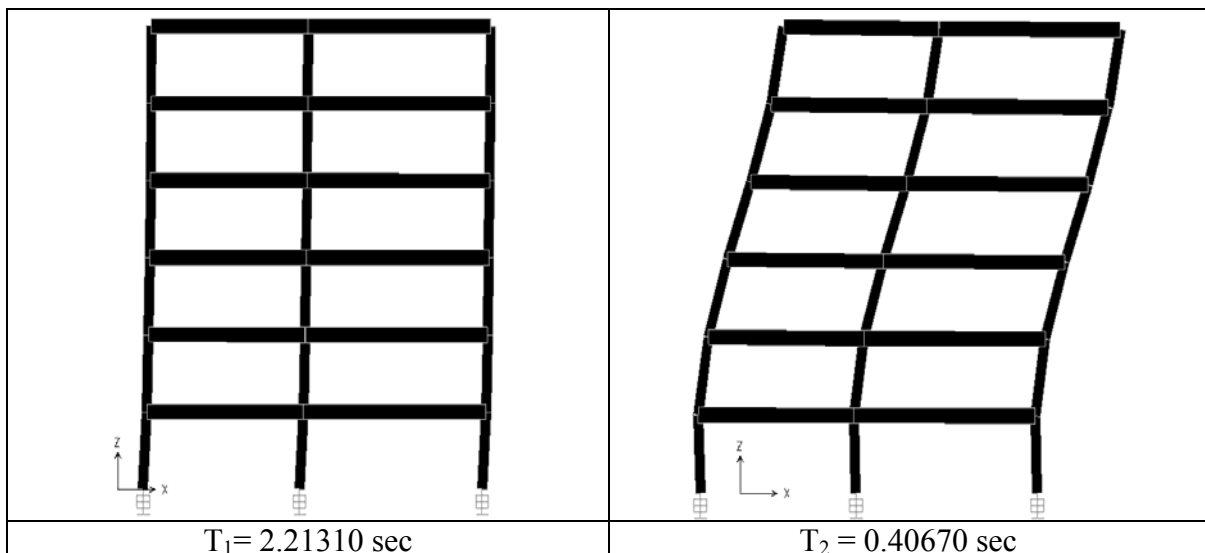


Σχήμα 4 (α)

Σχήμα 4 (β)

Σχήμα 4 : Οι δύο πρώτες ιδιομορφές της μονωμένης με LRB κατασκευής με ιδιοπεριόδους
 (α) $T_1 = 2.40373 \text{ sec}$, (β) $T_2 = 0.40965 \text{ sec}$

[Γ] ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΩΜΕΝΗ ΜΕ FPS



Σχήμα 5 (α)

Σχήμα 5 (β)

Σχήμα 5 : Οι δύο πρώτες ιδιομορφές της μονωμένης με FPS κατασκευής με ιδιοπεριόδους
 (α) $T_1 = 2.21310 \text{ sec}$, (β) $T_2 = 0.40670 \text{ sec}$

5.2. ΤΕΜΝΟΥΣΕΣ ΤΩΝ ΟΡΟΦΩΝ

Οι τέμνουσες δυνάμεις όλων των ορόφων παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 1 που ακολουθεί:

ΤΕΜΝΟΥΣΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ					
	Πακτωμένη κατασκευή	Μονωμένη με LRB	Μονωμένη με FPS	% Μείωση με LRB	% Μείωση με FPS
1ος όροφος	222,30	103,84	95,38	53,29	57,09
2ος όροφος	212,16	96,31	89,48	54,61	57,82
3ος όροφος	188,56	80,02	74,42	57,56	60,53
4ος όροφος	156,74	66,66	62,61	57,47	60,05
5ος όροφος	116,30	52,02	49,60	55,27	57,35
6ος όροφος	75,66	48,49	47,65	35,91	37,02

Πίνακας 1: Τέμνουσα δύναμη στο επίπεδο του κάθε ορόφου

5.3. ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΟΡΟΦΩΝ

Οι σχετικές μετακινήσεις των ορόφων παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους Πίνακες 2 έως 4 που ακολουθούν:

[Α] ΠΑΚΤΩΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

ΠΑΚΤΩΜΕΝΗ			
	Κομβικές Μετακινήσεις	Σχετική Μετακίνηση Ορόφου	
U ₁	0,0000	1ος όροφος	0,0053
U ₂	0,0053	2ος όροφος	0,0070
U ₃	0,0123	3ος όροφος	0,0064
U ₄	0,0187	4ος όροφος	0,0052
U ₅	0,0239	5ος όροφος	0,0037
U ₆	0,0276	6ος όροφος	0,0020
U ₇	0,0296		

Πίνακας 2: Κομβικές μετακινήσεις και σχετικές μετακινήσεις ορόφων πακτωμένης κατασκευής

[B] ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΩΜΕΝΗ ΜΕ LRB

ΜΟΝΩΜΕΝΗ ΜΕ LRB			
	Κομβικές Μετακινήσεις	Σχετική Μετακίνηση Ορόφου	
U ₁	0,0438	1ος όροφος	0,0088
U ₂	0,0526	2ος όροφος	0,0036
U ₃	0,0562	3ος όροφος	0,0026
U ₄	0,0588	4ος όροφος	0,0019
U ₅	0,0607	5ος όροφος	0,0013
U ₆	0,0620	6ος όροφος	0,0007
U ₇	0,0627		

Πίνακας 3: Κομβικές μετακινήσεις και σχετικές μετακινήσεις ορόφων μονωμένης με LRB κατασκευής

[Γ] ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΩΜΕΝΗ ΜΕ FPS

ΜΟΝΩΜΕΝΗ ΜΕ FPS			
	Κομβικές Μετακινήσεις	Σχετική Μετακίνηση Ορόφου	
U ₁	0,0500	1ος όροφος	0,0081
U ₂	0,0580	2ος όροφος	0,0033
U ₃	0,0613	3ος όροφος	0,0023
U ₄	0,0637	4ος όροφος	0,0017
U ₅	0,0654	5ος όροφος	0,0012
U ₆	0,0666	6ος όροφος	0,0006
U ₇	0,0672		

Πίνακας 4: Κομβικές μετακινήσεις και σχετικές μετακινήσεις ορόφων μονωμένης με FPS κατασκευής

Επίσης ,οι αντίστοιχες μειώσεις των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων όπως διαμορφώνονται για κάθε τύπο σεισμικού εφεδράνου που μελετήθηκε, παρουσιάζονται στον Πίνακα 5:

Σχετική Μετακίνηση Ορόφου		
	% Μείωση με LRB	% Μείωση με FPS
1ος όροφος	-67,64	-53,77
2ος όροφος	48,89	53,22
3ος όροφος	60,04	63,53
4ος όροφος	63,22	66,48
5ος όροφος	65,16	68,31
6ος όροφος	66,34	69,41

Πίνακας 5: Ποσοστό επί τοις εκατό της μείωσης των σχετικών μετακινήσεων των ορόφων με χρήση εφεδράνων τύπου LRB και FPS

6.ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

Ως επακόλουθο της ανάλυσης που προηγήθηκε εξάγονται ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα που αφορούν τη μόνωση των κατασκευών με σεισμικά εφέδρανα των τύπων που μελετήθηκαν. Μια πρώτη σημαντική παρατήρηση αφορά την αύξηση της ιδιοπεριόδου της κατασκευής σε τιμές άνω των 2 sec, που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των αδρανειακών δυνάμεων, που επιβάλλει στην κατασκευή η σεισμική φόρτιση. Επιπλέον, παρατηρείται η μείωση της τέμνουσας δύναμης σε όλους τους ορόφους της κατασκευής σε ποσοστό τουλάχιστον 35%, γεγονός ιδιαίτερα ενθαρρυντικό, αν αναλογιστεί κανείς, ότι ελάττωση της τέμνουσας μεταφράζεται σε λιγότερες και ασθενέστερες βλάβες για την μονωμένη κατασκευή σε ενδεχόμενες σεισμικές διεγέρσεις. Βέβαια, αξίζει να αναφερθεί, ότι η σεισμική μόνωση των κατασκευών είναι μία μέθοδος ενίσχυσης των κατασκευών, που εξαιτίας του υψηλού κόστους της δε δύναται να εφαρμόζεται σε συνήθεις κατασκευές. Αποδεικνύεται, όμως, αποτελεσματική και όχι αποτρεπτικού κόστους σε κατασκευές υψηλής σπουδαιότητας, από ιστορική και αρχιτεκτονική άποψη.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

{1} Highway Innovative Technology Evaluation Center (HITEC) , A service center of the Civil Engineering Research Foundation (CERF) , **Technical Evaluation Report , Summary of evaluation findings for the testing of seismic isolation and energy dissipating devices** , CERF Report : # 40404 , July 1999

{2} Farzad Naeim , Ph.D. , S.E. and James M.Kelly ,Ph.D., **Design of seismic isolated structures, From theory to practice**, John Wiley & Sons Inc.(1999)

{3} http://www008.upp.so-net.ne.jp/javit/co_html/pr_000.html

{4} <http://www.djc.com/news/co/11134804.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Δοκός	Μήκος (m)	Εμβαδόν Επιρροής (m ²)	γc (KN/m ³)	Επικάλυψη (KN/m ²)	Ύψος Πλάκας (m)	Κινητό Φορτίο (KN/m ²)	Εμβαδόν Δοκού (m ²)	Φορτίο τοιχοποιίας (KN/m)	Μόνιμο G (KN/m)	Κινητό Q (KN/m)
1st-5th floor										
B 1	6	6,4054	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	11,46	2,14
B 2	7	8,2356	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	12,09	2,35
B 3	6	21,2381	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	25,68	7,08
B 4	7	26,9439	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	27,46	7,70
B 5	6	5,8564	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	10,94	1,95
B 6	7	7,3205	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	11,34	2,09
B 7	5	4,5753	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	10,59	1,83
B 8	4	2,9282	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	9,53	1,46
B 9	5	15,8494	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	23,55	6,34
B 10	4	10,1436	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	19,91	5,07
B 11	5	4,5753	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	10,59	1,83
B 12	4	2,9282	25	1,5	0,17	2	0,129	2,1	9,53	1,46
6th floor										
B 1	6	6,4054	25	1,5	0,17	2	0,129	0	9,36	2,14
B 2	7	8,2356	25	1,5	0,17	2	0,129	0	9,99	2,35
B 3	6	21,2381	25	1,5	0,17	2	0,129	0	23,58	7,08
B 4	7	26,9439	25	1,5	0,17	2	0,129	0	25,36	7,70
B 5	6	5,8564	25	1,5	0,17	2	0,129	0	8,84	1,95
B 6	7	7,3205	25	1,5	0,17	2	0,129	0	9,24	2,09
B 7	5	4,5753	25	1,5	0,17	2	0,129	0	8,49	1,83
B 8	4	2,9282	25	1,5	0,17	2	0,129	0	7,43	1,46
B 9	5	15,8494	25	1,5	0,17	2	0,129	0	21,45	6,34
B 10	4	10,1436	25	1,5	0,17	2	0,129	0	17,81	5,07
B 11	5	4,5753	25	1,5	0,17	2	0,129	0	8,49	1,83
B 12	4	2,9282	25	1,5	0,17	2	0,129	0	7,43	1,46

Πίνακας Παραρτήματος 1 : Αναλυτικός υπολογισμός επιμέρους και συνολικών φορτίων

Μάζα από G+0,3Q		
	7,403	
	9,131	
	17,004	
	21,240	
	7,048	
	8,538	
	5,676	
	4,067	
	12,973	
	8,737	
	5,676	
	4,067	
	6,119	
	7,632	
	15,720	
	19,742	
	5,763	
	7,040	
	4,605	
	3,210	
	11,903	
	7,881	
	4,605	
	3,210	
M_{total}	766,8	kN*sec²/m

Πίνακας Παραρτήματος 2 : Υπολογισμός συνολικής μάζας για συνδυασμό φόρτισης G+0.3Q