

## Ανάσχεση των σεισμικών δράσεων και μετακινήσεων Γεφυρών μέσω ανάπτυξης δράσεων τριβής στην περιοχή των ακροβάθρων

**Ηλίας Παπαδόπουλος**

*Δρ. Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., ipapadopoulos@metesysm.gr*

**Βασίλης Παπανικολάου**

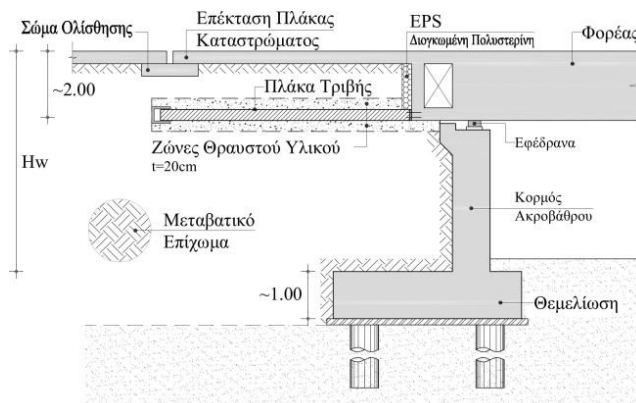
*Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Επίκουρος Καθηγητής Α.Π.Θ., billy@civil.auth.gr*

**Ιωάννης Τέγος**

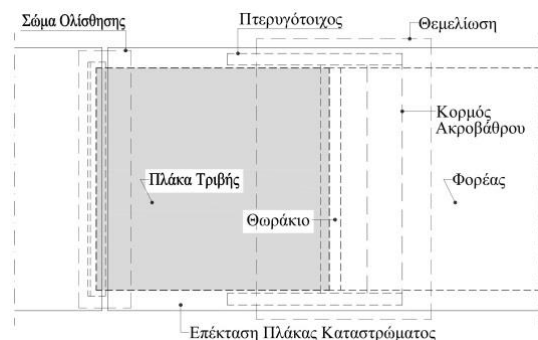
*Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ., itegos@civil.auth.gr*

### Εκτενής περίληψη

Προτείνεται μια νέα, ομοιογενής προς τον φέροντα οργανισμό διάταξη η οποία συνίσταται στην ενσωμάτωση ενός καινοτόμου μηχανισμού παρεμπόδισης της σεισμικής ταλάντωσης και απόσβεσης σεισμικής ενέργειας, για την ανάσχεση των σεισμικών μετακινήσεων, με απώτερο στόχο την ανακούφιση κατά το σεισμό των κρίσιμων μελών του φέροντος οργανισμού των γεφυρών. Τα μεταβατικά επιχώματα, τα οποία μέχρι σήμερα βρίσκονται στο «απυρόβλητο», μέσω τοποθέτησης εφεδράνων για την έδραση του φορέα στα άκρα, ενεργοποιούνται επωφελώς μέσω της εγκατάστασης ενός απλού μηχανισμού απόσβεσης της σεισμικής ενέργειας, εναλλακτικού των αποσβεστήρων, που χρησιμοποιούνται στα αντίστοιχα συμβατικά συστήματα σεισμικής μόνωσης. Ο μηχανισμός αυτός (Σχ. 1, 2) συνίσταται από μία κοινή οριζόντια πλάκα, όμοια με την άλλο σκοπό εξυπηρετούσα πλάκα προσβάσεως, ονομαζόμενη στο πλαίσιο της παρούσας “πλάκα τριβής”, στο ύψος περίπου του κάτω πέλματος του φορέα, του οποίου αποτελεί επέκταση προς και μέσα στο επίχωμα. Μέσω αυτής επιτυγχάνεται η ανάσχεση των διαμήκων σεισμικών μετακινήσεων του φορέα χάρη στις αναπτυσσόμενες δράσεις τριβής, που ενεργοποιούνται από το βάρος του υπερκείμενου της πλάκας επιχώματος.



Σχ. 1 Κατά μήκος τομή μηχανισμού



Σχ. 2 Κάτοψη μηχανισμού

Για τη συστηματική αξιολόγηση της αποδοτικότητας του προτεινόμενου μηχανισμού καθώς και του εύρους καταλληλότητας της εφαρμογής του εξετάζονται ζητήματα συμπεριφοράς υπό λειτουργικές

φορτίσεις και η αντιμετώπιση αυτών σε επίπεδο σχεδιασμού ενώ επιχειρείται μια πρώτη εκτίμηση της αντισεισμικής δυναμικής συμπεριφοράς του προτεινόμενου συστήματος, ώστε να αξιολογηθεί η δυνατότητα εφαρμογής του στην πράξη.

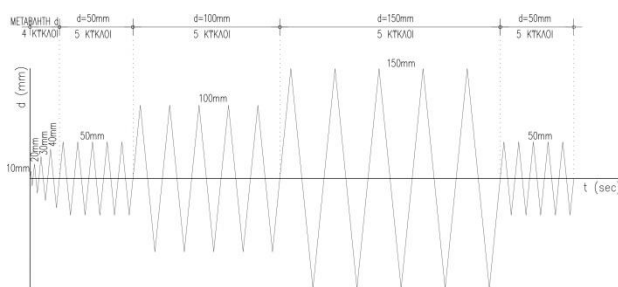
Με στόχο τον αξιόπιστο και ασφαλή προσδιορισμό των δυνάμεων τριβής, οι οποίες αναπτύσσονται αμφιπλευρώς στη διεπιφάνεια μεταξύ σκυροδέματος και αδρανών, διεξήχθη εκτεταμένη πειραματική διερεύνηση σε κατάλληλη διάταξη (Εικ. 1, 2), υπό φυσική περίπου κλίμακα, με τριβείς συνήθη αδρανή κανονικού μεγέθους, και ρεαλιστικά κατακόρυφα επιβαλλόμενα φορτία, για σεισμικού μεγέθους μετακινήσεις και ταχύτητες φόρτισης (Σχ. 3). Οι παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν ο τύπος των αδρανών, το μέγεθος του κατακορύφου φορτίου και ο ρυθμός επιβολής (ταχύτητα) της φόρτισης σε διάταξη μοναδιαίας επιφανείας, καθαρών διαστάσεων 1.0x1.0m. Με βάση τα αποτελέσματα (Σχ. 4), προτείνεται μεθοδολογία για τον υπολογισμό των δυνάμεων τριβής, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω για την αναλυτική διερεύνηση.



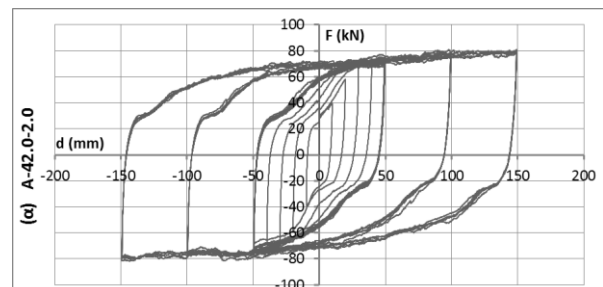
Εικ. 1 Αίθουσα ελέγχου - χειρισμού



Εικ. 2 Πειραματική διάταξη



Σχ. 3 Ιστορία Φόρτισης

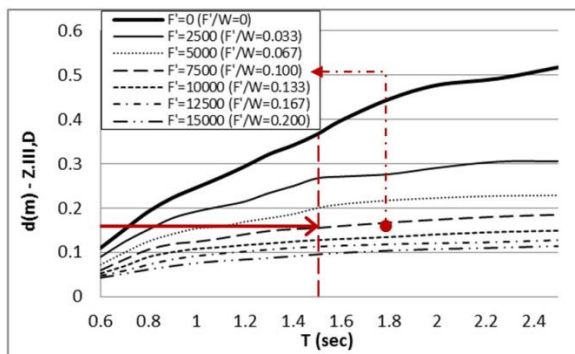


Σχ. 4 Ενδεικτικός βρόχος υστέρησης

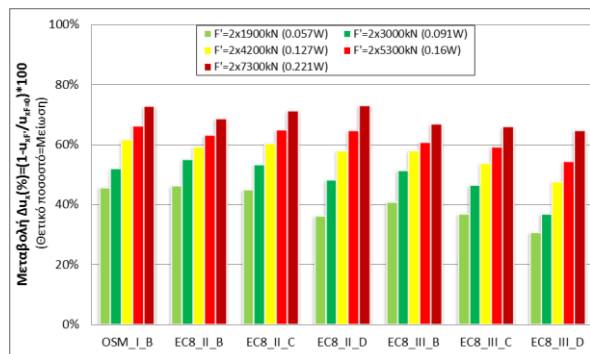
Η αναλυτική διερεύνηση διεξήχθη σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο έγινε προκαταρκτική παραμετρική ανάλυση μέσω της θεώρησης του ισοδύναμου μονοβάθμιου ταλαντωτή κατά τη διαμήκη διεύθυνση της γέφυρας, στην οποία λειτουργεί ο εν λόγω μηχανισμός. Μέσω μη γραμμικών δυναμικών αναλύσεων χρονοϊστορίας, εξετάστηκε ένα πλήθος παραμέτρων, προκειμένου να διερευνηθεί η αποδοτικότητα και το εύρος εφαρμογής του προτεινόμενου μηχανισμού. Οι παράμετροι περιλάμβαναν το μήκος και την ιδιοπερίοδο της γέφυρας, τις αναπτυσσόμενες δυνάμεις τριβής, την επιρροή της σεισμικότητας και της κατηγορίας εδάφους, την επιρροή της μετακίνησης διαρροής, την ενδεχόμενη ανελαστική απόκριση του συστήματος αλλά και την επιρροή και των υπολοίπων

παραμέτρων της προσομοίωσης. Αξιολογείται η επιρροή του συνόλου των παραμέτρων, καθώς και η αποδοτικότητα του προτεινόμενου μηχανισμού, ενώ προτείνεται μεθοδολογία για την αντισεισμική ενίσχυση νέων καθώς και υφιστάμενων γεφυρών με βάση τα αποτελέσματα (Σχ. 5).

Σε δεύτερο στάδιο εφαρμόζεται ο προτεινόμενος μηχανισμός σε τέσσερις περιπτώσεις πραγματικών γεφυρών. Οι εξεταζόμενες περιπτώσεις περιλαμβάνουν γέφυρες με μονολιθική σύνδεση μεσοβάθρων-φορέα (ευθύγραμμες ή καμπύλες), “πλωτές” επί εφεδράνων, καθώς και γέφυρες με συστήματα σεισμικής μόνωσης. Διεξήχθη πλήθος μη γραμμικών αναλύσεων χρονοϊστορίας για διάφορα επίπεδα των αναπτυσσομένων δυνάμεων τριβής (Σχ. 6), για διάφορες σεισμικότητες και κατηγορίες εδάφους και περαιτέρω με διάφορες τιμές παραμέτρων.



Σχ. 5 Αξιοποίηση αποτελεσμάτων ανάλυσης



Σχ. 6 Εφαρμογή μηχανισμού – Γέφυρα T5

Η μείωση των δράσεων ανέρχεται σε ποσοστά μέχρι και άνω του 70%, αναλόγως των παραμέτρων. Ο προτεινόμενος μηχανισμός είναι πολύ αποδοτικός και ικανοποιεί παράλληλα τα κριτήρια σχεδιασμού. Η μείωση του κόστους επιτυγχάνεται μέσω μείωσης των διαστάσεων των εφεδράνων και των αρμών, της διατομής και του οπλισμού των βάθρων και των απαιτήσεων θεμελίωσης.

## Βιβλιογραφία

- Papadopoulos, I. C. and Tegos, I. A. (2013), " An Innovative Friction-Based Seismic Isolator Utilizing Bridge Approach Embankments", *Indian Geotechnical Journal*, Vol. 44, No. 2, pp. 196-204.
- Tegos, I. A. and Papadopoulos, I. C. (2012), " An Innovative Friction-based Seismic Restrainer Utilizing Bridge Approach Embankments ", *15th World Conference on Earthquake Engineering*, Lisbon, Portugal, September 24-28.
- Παπαδόπουλος, Η. Χ. (2015). “Αναλυτική και Πειραματική Έρευνα επί ενός Καινοτόμου Μηχανισμού Τριβής για την Ανάσχεση των Σεισμικών Δράσεων και Μετακινήσεων των Γεφυρών.” Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή-Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Διδακτορική Διατριβή.