

“ PROHITECH ”

Τίτλος: PROHITECH – Αντισεισμική Προστασία Ιστορικών κτιρίων με Αναστρέψιμες Μικτές Τεχνολογίες

Χρηματοδότηση: Ευρωπαϊκή επιτροπή – Εκτο Πρόγραμμα Πλαίσιο

Συμμετέχοντες: Πανεπιστήμιο Νάπολης Federico II – Σχολή Μηχανικών (Ιταλία), Πανεπιστήμιο Λιέγης (Βέλγιο), Πανεπιστήμιο "Αγ. Κύριλλος και Μεθόδιος" Σκοπίων (ΠΓΔΜ), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (Ελλάδα), Πανεπιστήμιο Νάπολης Federico II – Σχολή Αρχιτεκτονικής (Ιταλία), Ανώτατο τεχνικό ινστιτούτο Λισσαβώνας (Πορτογαλία), Πολυτεχνείο Τιμισσάρας (Ρουμανία), Πολυτεχνείο Βουκουρεστίου (Ρουμανίας), Πανεπιστήμιο Λιουμπλιάνας (Σλοβενία), Πανεπιστήμιο του Βοσπόρου (Τουρκία), ΤΕΧΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΧΑΙΦΑΣ (ΙΣΡΑΗΛ), Κέντρο Μηχανικής για αρχαιολογία και περιβάλλον – Σχολή Μηχανικών – Πανεπιστήμιο Καΐρου (Αιγυπτος), ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ (ΜΑΡΟΚΟ), ΔΕΥΤΕΡΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΝΑΠΟΛΗΣ (Ιταλία), Πολυτεχνική Σχολή Αρχιτεκτονικής και χωροταξίας (Ε.Ρ.Α.Υ) Αλγέρι (Αλγερία)

Επιστημονικός υπεύθυνος: Καθ. Ιωάννης Βάγιας (ΕΜΠ)

Ερευνητική ομάδα: Α. Μαρινέλλη, Μ.Ε. Δασιού, Μ. Παπαγεωργίου, Κ. Παπαντωνόπουλος, Σ.Κ. Κουρκουλής, Ι. Ψυχάρης

Διάρκεια: 01/10/2004 - 30/09/2007

Χρηματοδότηση: 2.400.000 €

Περίληψη

Το ερευνητικό αυτό πρόγραμμα έχει ως αντικείμενο την αντισεισμική προστασία ιστορικών και μνημειακών κατασκευών, και συγκεκριμένα κατασκευών από τα αρχαία χρόνια μέχρι τα μισά του 20^{ου} αιώνα. Ο βασικός στόχος είναι η ανάπτυξη βιώσιμων μεθοδολογιών για τη χρήση αναστρέψιμων μικτών τεχνολογιών στην αντισεισμική προστασία υφιστάμενων κατασκευών, με ιδιαίτερη έμφαση σε κτίσματα ιστορικού και καλλιτεχνικού ενδιαφέροντος. Μέσω αναστρέψιμων μικτών τεχνολογιών διερευνώνται οι δυνατότητες καινοτόμων υλικών και ειδικών συσκευών, που επιτρέπουν την αφαίρεσή τους αν χρειαστεί. Η έρευνα καταλήγει σε μια πρόταση κωδικοποίησης για τη χρήση τέτοιων τεχνολογιών στην αντισεισμική προστασία υπαρχουσών κατασκευών, συμβατή με τους κανονισμούς σε ευρωπαϊκό επίπεδο και ειδικά ως προς τη δομή, τη γλώσσα και τη φιλοσοφία των Ευρωκωδίκων δομικών έργων.

Δημοσιεύσεις

Περιοδικά:

1. Vayas, I., Dasiou, M.-E., Marinelli, A.: Säulen Griechischer Tempeln unter Erdbebenbeanspruchung, Bautechnik 84 (2007), H. 6, 388-396 DOI: 10.1002/bate.200710034
2. S. K. Kourkoulis, S.-A. Papanicolopoulos, A. Marinelli, I. Vayas: Restaurierung antiker Tempel: Experimentelle Untersuchungen zum Ausziehverhalten von Verankerungen im Marmor, Bautechnik 85 (2008), H. 2, 109-119 DOI: 10.1002/bate.200810010
3. A. Marinelli, I. Vayas, S.-A. Papanicolopoulos, S. Kourkoulis: The pull-out problem in restoring marble fragments : A design criterion based on experimental results. Strain, Vol. 45, No. 5, (2009), p. 433-444. DOI: 10.1111/j.1475-1305.2008.00519.x

Συνέδρια:

1. I. Vayas, M.E. Dasiou, A. Marinelli: Dynamic behavior of ancient columns, COMPDYN 07, ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering, Rethymnon, Crete, Greece, 13–16 June 2007
2. M.E. Dasiou, C. Mouzakis, I. Psycharis, I. Vayas: Influence of metallic connectors on the seismic response of ancient monuments, 6th National Conference of Metal Structures, Ioannina, 2008. 419-42
3. M.E. Dasiou, C. Mouzakis, I. Psycharis, I. Vayas: Experimental investigation and analysis of the seismic behaviour of ancient Greek columns, 3rd Panhellenic conference on Seismic Technology, Athens, 2008, article 1832,1833.
4. I. Vayas, M. Papageorgiou: Innovative technologies for strengthening of an irregular r.c. building,

PROHITECH 09 Conference, Rome, 1083-1088, CRC Press

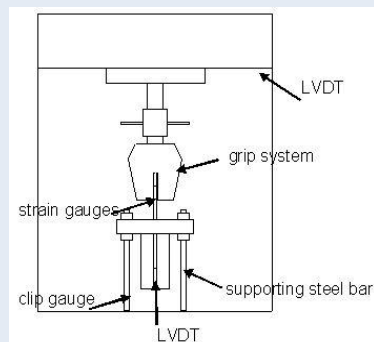
5. M.E. Dasiou, I. Psycharis, I. Vayas : Verification of numerical models used for the analysis of ancient temples, PROHITECH 09 Conference, Rome, 1269-1274, CRC Press
6. I. Vayas, A. Marinelli, S. Kourkoulis, S. Papanicolopoulos: The pull-out problem in restoring marble fragments, PROHITECH 09 Conference, Rome, 1357-1362, CRC Press
7. I. Vayas, A. Marinelli, S. Kourkoulis, S. Papanicolopoulos: Investigating the fracture behaviour of Dionyssos marble: An experimental study, PROHITECH 09 Conference, Rome, 1699-1704, CRC Press

Περιγραφή (ΕΜΠ)

Για τη σύνδεση κατακερματισμένων δομικών μελών αρχαίων μνημείων, έχει αναπτυχθεί μια καινοτόμος τεχνική, βασιζόμενη στη χρήση κοχλιοτομημένων ράβδων τιτανίου που έχουν εισαχθεί σε προδιανοιχθήσεις οπές, πληρωμένες με τσιμεντοκονίαμα ως συνδετικό υλικό. Η μελέτη μέσω συνδυαστικής πειραματικής και αριθμητικής προσομοίωσης αποσκοπεί στη διερεύνηση των μηχανισμών αστοχίας που συνδέονται με φαινόμενα εξόλκευσης των ράβδων οπλισμού και στην παραμετρική διερεύνηση των παραγόντων που καθορίζουν την τελικώς προκύπτουσα συμπεριφορά. Δεύτερο πεδίο έρευνας αποτελεί η δυναμική συμπεριφορά των κιονοστοιχιών αρχαίων ναών, που καθορίζεται από την ανεξάρτητο λικνισμό και ολίσθηση των λίθινων όγκων, φαινόμενα που κατά τη διάρκεια σεισμικής δόνησης, δημιουργούν εξωτερικό μηχανισμό απορρόφησης ενέργειας. Λόγω της έντονης μη γραμμικής συμπεριφοράς που καθιστά δυσχερή την αναλυτική μελέτη τέτοιων κατασκευών, έγινε πειραματική και αριθμητική μελέτη των επεμβάσεων που χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση μνημείων των κλασικών χρόνων.

Πειραματικές διερευνήσεις

Η πειραματική εργασία περιελάμβανε πειράματα κάμψης τριών/τεσσάρων σημείων και εφελκυσμού σε δοκίμια με αντικρυστές εγκοπές, καθώς και δοκιμές εξόλκευσης σε πρισματικά δοκίμια μαρμάρου Διονύσου. Παράμετροι μελέτης ήταν το βάθος και το βήμα του σπειρώματος της ράβδου οπλισμού ενώ καθορίστηκαν κριτήρια συμπεριφοράς που κατέδειξαν τα χαρακτηριστικά του βέλτιστου σχεδιασμού.

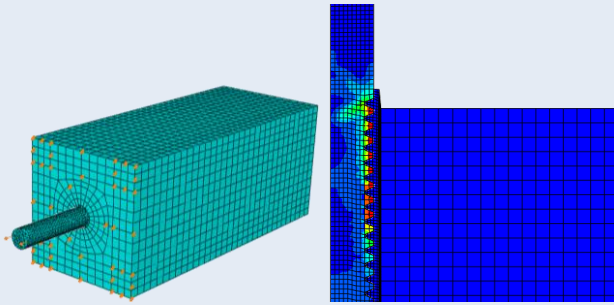


Εξετάστηκαν επίσης σε μεγαλύτερη κλίμακα, τρεις διαφορετικές διατάξεις κίονων, χαρακτηριστικές για την περιοχή της ανατολικής Μεσογείου: μεμονωμένοι ασύνδετοι κίονες, κίονες σε σειρά και διατεταγμένοι σε γωνία, συνδεόμενοι με επιστήλια. Μετά την πειραματική μελέτη της συμπεριφοράς αυτών των ομάδων κίονων, έγινε ακολούθως πειραματική αποτίμηση της αντισεισμικής απόκρισης των διατάξεων μετά από θέρωση επεμβάσεων αποκατάστασης.

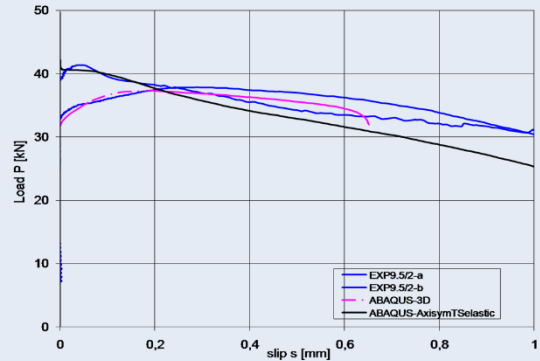


Αριθμητικές διερευνήσεις

Έγινε τρισδιάστατη και αξονοσυμμετρική προσομοίωση του πιθανού μηχανισμού αστοχίας των αποκατεστημένων μέσω κοχλιοτομημένων ράβδων σπλισμού δομικών μελών, με υλοποίηση της εξόλκευσης μεταξύ του συνδετικού κονιάματος και του περιβάλλοντος μαρμάρου. Εξετάστηκε η ευαισθησία της εξόλκευσης σε παραμέτρους όπως το μήκος αγκύρωσης, το βάθος και το βήμα του σπειρώματος. Ένα απλοποιημένο προσομοίωμα του μηχανισμού σύνδεσης δημιουργήθηκε με χρήση του κώδικα ABAQUS και βαθμονομήθηκε ως προς πειραματικά δεδομένα από κάμψη πολλαπλών σημείων επιστυλίου, ώστε να αποτελέσει ένα εύχρηστο και αποτελεσματικό εργαλείο σχεδιασμού επεμβάσεων.

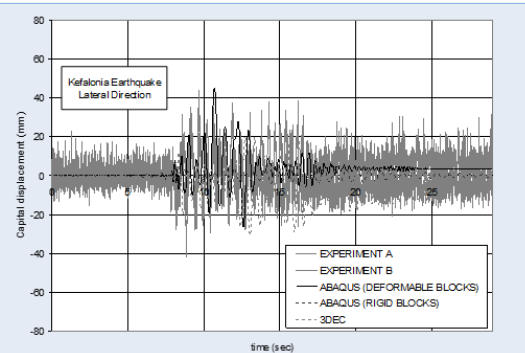
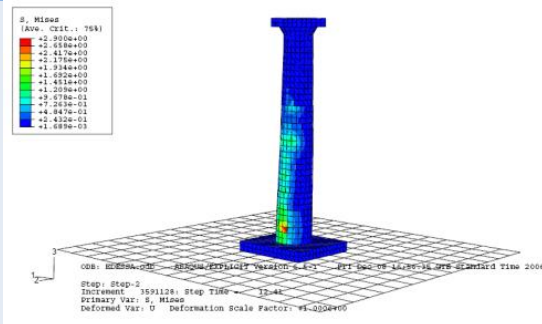


Σχ. 1: Προσομοίωμα ABAQUS σε τρεις διαστάσεις και αξονοσυμμετρικό.

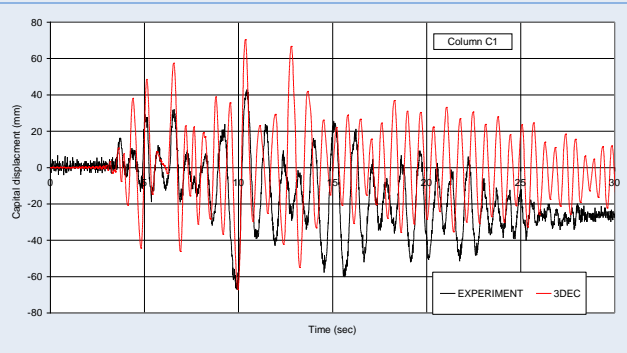


Σχ. 2: Σύγκριση πειραματικών και αριθμητικών αποτελεσμάτων εξόλκευσης σε όρους Φορτίου-Ολίσθησης

Σε μεγαλύτερη κλίμακα, η επαλήθευση, βαθμονόμηση και επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου αριθμητικής προσομοίωσης κίονοστοιχίας υπό σεισμική καταπόνηση έγινε μέσω της σύγκρισης των αριθμητικών αποτελεσμάτων ως προς τα πειραματικά. Τρεις εναλλακτικές μέθοδοι προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκαν με εφαρμογή των κωδικών γενικής χρήσης ABAQUS και 3DEC και τα αποτελέσματά τους συγκρίθηκαν με τα πειραματικά, που ελήφθησαν από δοκιμές στη σεισμική τράπεζα του Εργαστηρίου Αντισεισμικής τεχνολογίας του ΕΜΠ.



Σχ. 3: Προσομοίωμα ABAQUS: Σύγκριση πειραματικών και αριθμητικών αποτελεσμάτων σε όρους μετακίνησης σημείου επιστυλίου ως προς το χρόνο



Σχ. 4: Προσομοίωμα 3DEC: Σύγκριση πειραματικών και αριθμητικών αποτελεσμάτων σε όρους μετακίνησης σημείου επιστυλίου ως προς το χρόνο