

Ετος Υποβολής: 1986

Τίτλος Ερευνητικού Προγράμματος:

## **ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΒΛΑΒΩΝ ΑΝΩΔΟΜΩΝ ΣΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ ΤΗΣ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ (ΚΑΙ ΕΠΕΚΤΑΣΗ)**

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Μιχαήλ Ν. Φαρδής (Πανεπιστήμιο Πατρών)

### **ΣΥΝΟΨΗ**

Ο σεισμός του Σεπτεμβρίου 1986 στην Καλαμάτα έδωσε πλήθος τεχνικών στοιχείων για τη συμπεριφορά των κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος και από φέρουσα τοιχοποιία, τα οποία αξιοποιήθηκαν από το ερευνητικό πρόγραμμα για τους εξής σκοπούς:

1) Για τη συλλογή στοιχείων για τη συμπεριφορά και τους τρόπους αστοχίας στοιχείων και κατασκευών από οπλισμένο σκυροδέμα, και για τη συναγωγή συμπερασμάτων για την επάρκεια ή όχι των σχετικών διατάξεων των Κανονισμών Οπλισμένου Σκυροδέματος και Αντισεισμικού, τόσο των παλαιών που εφαρμόστηκαν για τη μελέτη και την κατασκευή της συντριπτικής πλειονότητας των κτιρίων της Καλαμάτας, πληγέντων και μή, όσο και των νέων, οι οποίοι ήταν υπό διαμόρφωση και τελική επεξεργασία κατά το στάδιο διεξαγωγής της έρευνας. Μερικά από τα βασικά συμπεράσματα ήταν τα εξής: α) Δοκοί και κόμβοι συμπεριφέρθηκαν αρκετά ικανοποιητικά, παρά το ότι γενικά δεν είχαν μελετηθεί και διαμορφωθεί κατασκευαστικά για σεισμό. β) Το ποσοστό και οι τρόποι αστοχίας υποστυλωμάτων, σε κάμψη ή διάτμηση ή συνδυασμό τους, ήταν μεγάλο και επιβεβαιώνουν τις διατάξεις του υπό διαμόρφωση Νέου Κανονισμού Οπλισμένου Σκυροδέματος. Ιδιαίτερα ανησυχητικό ήταν το ποσοστό αστοχίας υποστυλωμάτων που συνέτρεχαν σε κόμβους όπου ικανοποιείτο ο κανόνας ικανοτικού σχεδιασμού δοκών/υποστυλωμάτων. γ) Το ποσοστό αστοχίας τοιχωμάτων σε διάτμηση ήταν επίσης μεγάλο, θέτοντας ενδεχόμενα σε αμφισβήτηση την υπέρ των τοιχωμάτων δυσκαμψίας άποψη των νεώτερων Αντισεισμικών Κανονισμών. Το σημαντικό αυτό ποσοστό μπορεί να οφείλεται και στο μεγάλο περιεχόμενο της διέγερσης σε υψηλές συχνότητες, που έπληξαν ιδιαίτερα τα δύσκαμπτα τοιχωματικά κτίρια. δ) Εντυπωσιακή ήταν η συμμετοχή στοιχείων που θεωρούνται σαν μή-φέροντα, όπως τοιχοποιίες πλήρωσης και κλίμακες, στην απόκριση και τη σεισμική αντοχή. Η συμμετοχή αυτή ήταν γενικά ευεργετική, πλην περιπτώσεων έντονα μή-κανονικής κατανομής τους (δημιουργία μηχανισμού μαλακού ορόφου σε κτίρια τύπου Pilotis, έντονες εκκεντρότητες σε κάτοψη, κ.α.), οι οποίες οδηγούν σε συγκέντρωση σοβαρών βλαβών στα φέροντα στοιχεία του τμήματος με τη μικρότερη παρουσία των ανωτέρω μή-φερόντων.

2) Για την αποτίμηση εναλλακτικών τρόπων ανάλυσης κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος για σεισμικές δράσεις, μέσω συγκρίσεων αποτελεσμάτων των μεθόδων μεταξύ τους και με τις βλάβες. Οι συγκρίσεις αυτές κατέδειξαν ότι η συμβατική γραμμική ελαστική ανάλυση, ισοδύναμη στατική ή δυναμική, δίνει καλή συμφωνία όσον αφορά την κατανομή της έντασης και των βλαβών με ρεαλιστικές μή-γραμμικές δυναμικές αναλύσεις στο χώρο. Όμως, καθοριστικό της συμφωνίας των αποτελεσμάτων με τις βλάβες είναι το αν συμπεριλαμβάνονται στις αναλύσεις οι τοιχοπληρώσεις ή όχι.

3) Για τη συλλογή και επεξεργασία στοιχείων για τη σεισμική συμπεριφορά και τις βλάβες κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία. Συνελέγησαν και τεκμηριώθηκαν με φωτογραφικό υλικό στοιχεία για υπερεκατό κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία, τυπικά του δομικού πλούτου της πόλης. Τα στοιχεία αυτά και η επεξεργασία τους κατέδειξαν τη μεγάλη σημασία της κάμψης των τοίχων κάθετα στο επίπεδό τους, λόγω των αντιστοίχων σεισμικών δυνάμεων, και τη μικρή σημασία της μορφολογίας των τοίχων και του συνόλου του κτιρίου για τη συμπεριφορά και τις βλάβες. Επίσης τα στοιχεία αυτά έδωσαν τη βάση για τη συναγωγή συμπερασμάτων για τους ενδεδειγμένους τρόπους ενίσχυσης κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία (κυρίως με οριζόντια στοιχεία, όπως σενάζ και πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος, ιδιαίτερα στο ανώτερο τμήμα του κτιρίου).

4) Για την αποτίμηση εναλλακτικών τρόπων ανάλυσης κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία για σεισμικές δράσεις, και συγκεκριμένα της μεθόδου Πεπερασμένων Στοιχείων, της μεθόδου του Ισοδύναμου Πλαισίου στο χώρο και της απλής μεθόδου των πεσσών κατά Κοσμόπουλο. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων των μεθόδων μεταξύ τους και με τις βλάβες κατέδειξε ότι μόνο η μέθοδος Πεπερασμένων Στοιχείων μπορεί να αναπαραγάγει ικανοποιητικά τις βλάβες σε 3 τυπικά κτίρια που αναλύθηκαν λεπτομερώς.

5) Για τη συναγωγή συμπερασμάτων, με βάση την κατανομή των βλαβών στους διάφορους τύπους κατασκευών ανά την πόλη, για την επιρροή των τοπικών εδαφικών συνθηκών στη σεισμική διέγερση στην επιφάνεια του εδάφους. Τα συμπεράσματα αυτά οδήγησαν σε αντίστοιχα για τα φάσματα σχεδιασμού σε διάφορες ζώνες της πόλης της Καλαμάτας.

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΩΝ

1. F. KARANTONI, and M.N. FARDIS, Computed vs Observed Seismic Response and Damage of Masonry Buildings, *Journal of Structural Engineering*, ASCE, Vol.118, No.7, July 1992.
2. F. KARANTONI and M.N. FARDIS, Assessment of Analysis Methods and of Strengthening Techniques, for Earthquake Resistant Masonry Structures, *Proc. of the International Conference on Structural Conservation of Stone Masonry (Diagnosis, Repair and Strengthening)*, Athens, Oct. 1989.
3. M.G. SFAKIANAKIS, M.N. FARDIS and S.E. DRITSOS, Analysis of the Response of Reinforced Concrete Buildings to the 1986 Kalamata Earthquake using Alternative Methods and Comparisons with the Observed Damage, *Proc. 9th European Conference on Earthquake Engineering*, Moscow, September 1990.
4. F.V. KARANTONI and M.N. FARDIS, Analytical Study of Strengthening Techniques for Earthquake Resistant Masonry Buildings, *Proc. 9th European Conference on Earthquake Engineering*, Moscow, September 1990.
5. F.V. KARANTONI and M.N. FARDIS, Assessment of Intervention Techniques for Seismic Strengthening of Masonry, *Proc. Intern. Cong. on Restoration of the Architectural Heritage and Building (Canarias '92)*, Canarias, July 1992.
6. M.N. FARDIS, Lessons Learned in Past Earthquakes, Invited State-of-the-Art Lecture, 10th European Conference on Earthquake Engineering, Vienna, Aug. 1994.
7. Μ.Ν. ΦΑΡΔΗΣ, Η Συμπεριφορά των Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος στους Σεισμούς της Καλαμάτας, και οι Σχετικοί Κανονισμοί, (Προσκεκλημένη Ομιλία), Πρακτικά 8ου Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος, Καβάλα, Μάιος 1987, Τόμ. ΙΙ, σελ. 323-343.
8. Μ. ΣΦΑΚΙΑΝΑΚΗΣ, Μ.Ν. ΦΑΡΔΗΣ, και Στ. ΔΡΙΤΣΟΣ, Ανάλυση της Απόκρισης Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα στο Σεισμό της Καλαμάτας, με Εναλλακτικές Μεθόδους και Προσομοιώματα, και Σύγκριση με τις Βλάβες. Πρακτικά 9ου Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος, Καλαμάτα, Φεβρ. 1990, Τόμ. ΙΙ, σ. 276-283.
9. Φ.Β. ΚΑΡΑΝΤΩΝΗ και Μ.Ν. ΦΑΡΔΗΣ, Συγκριτική Μελέτη Ενισχύσεων Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία, με Στοιχεία Οπλισμένου Σκυροδέματος ή Προένταση, Πρακτ. 10ου Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος, Τόμ. ΙΙ, Ρόδος, Οκτ. 1991, σ. 258-265.
10. Φ.Β. ΚΑΡΑΝΤΩΝΗ και Μ.Ν. ΦΑΡΔΗΣ, Πρόβλεψη Τρωτότητας Κτιρίων από Λιθοδομή με Εμπειρικές ή Αναλυτικές Μεθόδους, Πρακτ. 1ου Ελληνικού Συνεδρίου Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας, 2ος Τόμος, Αθήνα, Μάιος 1992, σ. 392-402.