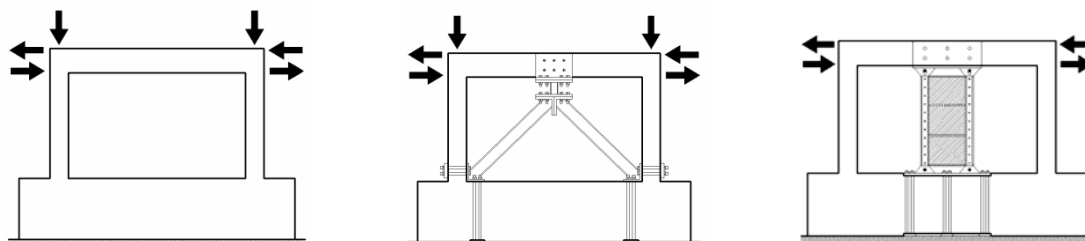


ΕΡΓΟ

Ενίσχυση Υφισταμένων Κτιρίων Οπλισμένου Σκυροδέματος με πιλοτή μέσω μεταλλικών διατάξεων υψηλής απόσβεσης (ΕΝΥΚΟΣ)



ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΡΓΟΥ

Κοσμάς – Αθανάσιος Στυλιανίδης
Καθηγητής Α.Π.Θ.

Εργαστήριο Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος και Φέρουσας Τοιχοποιίας
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

ΙΟΥΝΙΟΣ 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελ.

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

I. ΣΥΝΟΨΗ ΤΟΥ ΠΡΟΤΑΘΕΝΤΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

1. Στόχοι	1
2. Πειραματικό σκέλος	2
3. Αναλυτικό σκέλος	2
4. Χρονοδιάγραμμα	3

II. ΣΥΝΟΨΗ ΤΟΥ ΕΚΤΕΛΕΣΘΕΝΤΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

1. Φυσικό αντικείμενο του προγράμματος	5
2. Χρονοδιάγραμμα εκτέλεσης	5
3. Επιστημονικά επιτεύγματα	5
4. Δημοσιεύσεις	5
5. Επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό	6

B. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Μέθοδοι επισκευής - ενίσχυσης κατασκευών	8
1.1.1 Γενικά	8
1.1.2 Μορφές επέμβασης	8
1.2 Μεταλλικές διατάξεις ενίσχυσης	10
1.2.1 Γενικά	10
1.2.2 Πλεονεκτήματα της μεθόδου ενίσχυσης με μεταλλικές διατάξεις	12
1.2.3 Εξεταζόμενες μορφές ενίσχυσης	13
1.3 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	15

2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ - ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ

2.1 Προβληματισμοί και αποφάσεις	43
2.2 Πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος	45
2.2.1 Γεωμετρία δοκιμίων	45
2.2.2 Όπλιση δοκιμίων	46
2.2.3 Όγκος σκυροδέματος δοκιμίων	52
2.2.4 Μεταλλότυπος σκυροδέτησης	53
2.2.5 Υλικά – εξοπλισμός σκυροδέτησης	53
2.3 Διάταξη ενίσχυσης με μεταλλικούς συνδέσμους μορφής Λ	60
2.3.1 Μεταλλική διάταξη ενίσχυσης	60
2.3.2 Σχεδιασμός κατακόρυφου μεταλλικού συνδέσμου	67

2.4	Διάταξη ενίσχυσης με πετάσματα αλουμινίου	69
2.4.1	Μεταλλική διάταξη ενίσχυσης	69
2.4.2	Σχεδιασμός πετάσματος	72
2.5	Αναλυτική παρουσίαση πειραματικών δοκιμών	73
2.5.1	Δοκίμιο F1	73
2.5.2	Δοκίμιο F1,N	74
2.5.3	Δοκίμιο F2	74
2.5.4	Δοκίμιο F2,N	75
2.5.5	Δοκίμιο F3	76
2.5.6	Δοκίμιο F3,N	76
2.5.7	Δοκίμιο F4	77
2.5.8	Δοκίμιο F4,N	77
2.5.9	Δοκίμιο F5	78
2.5.10	Δοκίμιο F5,N	78
2.5.11	Δοκίμιο P1	79
2.5.12	Δοκίμιο P2	79
2.6	Αντοχές και μηχανικά χαρακτηριστικά υλικών	80
2.6.1	Σκυρόδεμα	80
2.6.2	Οπλισμοί πλαισίων	80
2.6.3	Κατακόρυφος μεταλλικός σύνδεσμος	81
2.6.4	Πετάσματα αλουμινίου	83
3.	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	
3.1	Έμβολα επιβολής φόρτισης	85
3.2	Μεταλλικό πλαίσιο αντίδρασης	87
3.3	Καταγραφή αποτελεσμάτων	90
3.4	Πρόγραμμα φόρτισης	90
3.5	Ενοργάνωση πειραμάτων ενίσχυσης με συνδέσμους Λ	92
3.6	Ενοργάνωση πειραμάτων ενίσχυσης με πετάσματα αλουμινίου	93
4.	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	
4.1	Δοκίμιο F1	97
4.2	Δοκίμιο F1,N	101
4.3	Δοκίμιο F2	105
4.4	Δοκίμιο F2,N	110
4.5	Δοκίμιο F3	114
4.6	Δοκίμιο F3,N	119
4.7	Δοκίμιο F4	123
4.8	Δοκίμιο F4,N	129
4.9	Δοκίμιο F5	134
4.10	Δοκίμιο F5,N	139

4.11 Δοκίμιο P1	144
4.12 Δοκίμιο P2	149
4.13 Σύνοψη στοιχείων	154
5. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	
5.1 Επίπεδο ενίσχυσης πλαισίου Ο.Σ.	157
5.1.1 Δοκίμια χωρίς αξονικό φορτίο στους στύλους	157
5.1.2 Δοκίμια με αξονικό φορτίο στους στύλους	163
5.2 Ύπαρξη αξονικού φορτίου στους στύλους	166
5.2.1 Φέρουσα ικανότητα	166
5.2.2 Απορροφώμενη ενέργεια	169
5.2.3 Ανηγμένη απορροφώμενη ενέργεια	171
5.2.4 Ισοδύναμη ιξώδης απόσβεση	173
5.3 Πλαστιμότητα	175
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	
6.1 Γενικά στοιχεία	177
6.2 Διαστάσεις και σχήμα διατομής κατακόρυφου συνδέσμου	177
6.3 Κατακόρυφο πέτασμα αλουμινίου	179
6.4 Ύπαρξη αξονικού φορτίου στους στύλους	182
6.5 Σύνοψη συμπερασμάτων	182
6.6 Προτάσεις για μελλοντική έρευνας	183
6.7 Σχολιασμός της κλίμακας 1:3	184

Γ. ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΛΕΙΩΝ ΥΣΤΕΡΗΤΙΚΩΝ ΒΡΟΓΧΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΝΤΕΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥΣ	185
7.1 Εισαγωγή	185
7.2 Αριθμητική προσομοίωση μεταλλικών συνδέσμων	189
7.3 Αριθμητική προσομοίωση πετάσματος αλουμινίου	192
7.4 Αποτελέσματα αριθμητικών αναλύσεων	
8. ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	
8.1 Εισαγωγή	196
8.2 Αριθμητική προσομοίωση τρισδιάστατου προβλήματος μέσω δισδιάστατου προσομοιώματος	196
8.2.1 Γεωμετρικές ιδιότητες	196
8.2.2 Ιδιότητες υλικών	199

8.2.3	Συνοριακές συνθήκες – διαδικασία επιβολής της φόρτισης	200
8.2.4	Διαδικασία αριθμητικής επίλυσης	203
9.	ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ	
9.1	Γυμνά πλαίσια	204
9.1.1	Πλαίσιο F1	204
9.1.2	Πλαίσιο F1,N	206
9.2	Πλαίσια ενισχυμένα με μεταλλικούς συνδέσμους	208
9.2.1	Πλαίσιο F2	208
9.2.2	Πλαίσιο F2,N	210
9.2.3	Πλαίσιο F3	212
9.2.4	Πλαίσιο F3,N	214
9.2.5	Πλαίσιο F4	216
9.2.6	Πλαίσιο F4,N	218
9.2.7	Πλαίσιο F5	220
9.2.8	Πλαίσιο F5,N	222
9.3	Πλαίσιο ενισχυμένο με πέτασμα αλουμινίου	224
9.4	Σύνοψη αποτελεσμάτων	225
10.	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΛΗΡΟΥΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ	
10.1	Εισαγωγή	227
10.2	Προδιαστασιολόγηση των συνδέσμων	228
10.3	Εφαρμογή της μεταλλικής ενίσχυσης σε εννιαώροφο κτίριο	232
10.4	Συμπεράσματα	240
11.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	241