

## **ΑΝΑΚΑΤΑΝΟΜΕΣ ΔΡΑΣΕΩΝ ΣΕ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΒΛΑΒΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ**

**ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΝΙΚΗ – ΚΟΥΚΟΥΝΑ ΟΛΥΜΠΙΑ**

### **Περίληψη**

Ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα των επισκευών και / ή ενισχύσεων κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι οι ανακατανομές δράσεων, οι οποίες συμβαίνουν τόσο αμέσως μετά τις βλάβες, όσο και αμέσως μετά τις επεμβάσεις. Οι ανακατανομές αυτές επιβάλλουν μια νέα σύλληψη και επανεκτίμηση των δράσεων (κυρίως από αντισεισμικής απόψεως) και μια νέα ανάλυση της κατασκευής όπως θα διαμορφωθεί μετά τις επεμβάσεις και ενισχύσεις. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο σεπενέλεγχος πρέπει να καλύψει όχι μόνο τις μηχανικές δράσεις (κυρίως κατακόρυφα και οριζόντια φορτία, εδαφικά αίτια), αλλά και τις φυσικές δράσεις (κυρίως πυρκαγιά) και τις χημικές δράσεις (κυρίως διάβρωση). Επίσης πρέπει να καλύψει τα προβλήματα ευστάθειας, αντοχής, λειτουργικότητας και ανθεκτικότητας τόσο για τα επισκευασμένα / ενισχυμένα δομικά στοιχεία όσο και για τα υπόλοιπα στα οποία δεν έχουν γίνει επεμβάσεις.

Στην εργασία αυτή, το πρόβλημα της ανακατανομής δράσεων προσεγγίζεται με την βοήθεια συγκεκριμένων εργασιών και πειραμάτων που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν και έχουν αναζητηθεί μέσω βιβλιογραφίας.

### **ΛΟΓΟΙ ΑΝΑΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ**

Οι ανακατανομές των δράσεων οφείλονται:

1. Στις διαφοροποιήσεις των ακαμψιών των δομικών στοιχείων (μείωση ακαμψίας λόγω εντόνων ρηγματώσεων και ολισθήσεων του χάλυβα ή αύξηση ακαμψίας σε περίπτωση ενισχύσεων).
2. Στις τροποποιήσεις του στατικού σχήματος των φορέων (δημιουργία πλαστικών αρθρώσεων κατά τις βλάβες, μετατροπή συνεχών φορέων σε αμφιέριστους κατά τις επεμβάσεις).
3. Στη συστολή ξήρανσης και στον διαφορικό ερπυσμό μεταξύ παλιών και καινούριων στοιχείων.
4. Στη δυνατότητα τροποποίησης των ίδιων των φορτίων.
  - § Όσο αφορά τα κατακόρυφα φορτία η αλλαγή χρήσεως έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των ωφέλιμων φορτίων, ενώ αντίθετα επισκευές και/ή ενισχύσεις έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση των νεκρών φορτίων.
  - § Όσο αφορά τα οριζόντια φορτία λόγω σεισμού, η μείωση λόγω βλαβών ή η αύξηση λόγω επισκευών των ακαμψιών προκαλεί μείωση ή αύξηση των σεισμικών φορτίων αντίστοιχα.

### **ΒΛΑΒΕΣ**

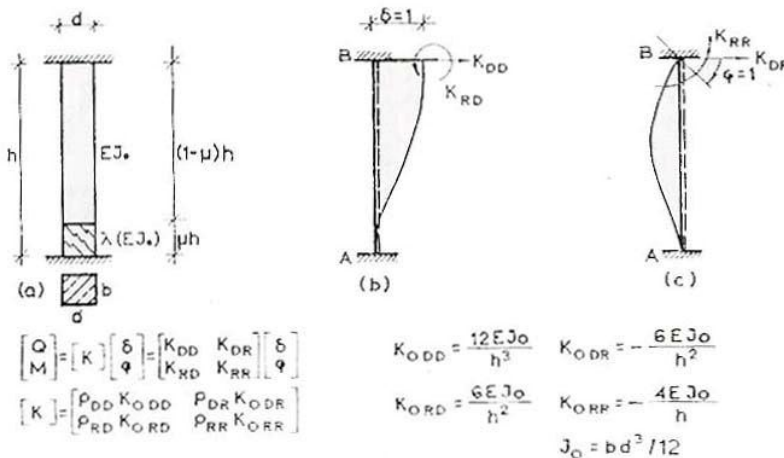
Η διερεύνηση της συμπεριφοράς ελαφρώς έως μετρίως βλαμμένων δομικών στοιχείων γίνεται μέσω της μείωσης του μέτρου ελαστικότητας (E) ή της διατομής (A) ορισμένων τμημάτων των δομικών στοιχείων. Οι μειώσεις αυτές συνεπάγονται αντίστοιχη μείωση των

ακαμψιών των στοιχείων αυτών (της καμπτικής ακαμψίας 'E.I', της διατμητικής ακαμψίας 'G.A' και της ατενείας 'E.A'). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μεταβολή της ακαμψίας μετά από μια βλάβη υφίσταται όχι μόνο για τα εμφανώς βλαμμένα στοιχεία αλλά σε κάποιο βαθμό και για τα υπόλοιπα, λόγω πολλαπλών τριχοειδών αόρατων ρηγματώσεων που υφίστανται εξ' αιτίας του αίτιου της βλάβης. Λόγω της μεταβολής των ακαμψιών, παρατηρείται ανακατανομή της έντασης.

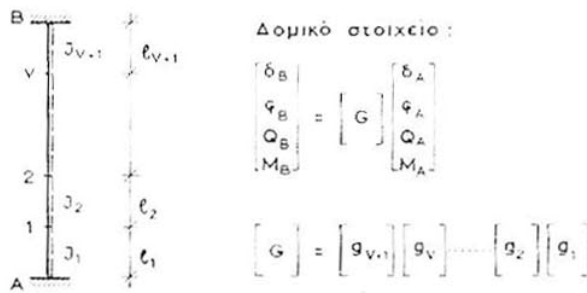
A. Ανακατανομή της Έντασης λόγω Βλάβης σε κατασκευές από Οπλισμένο Σκυροδέμα.  
(6 ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος)

Εδώ εξετάζεται το πρόβλημα του υπολογισμού του μητρώου ακαμψίας ενός ή περισσοτέρων βλαμμένων στοιχείων μιας κατασκευής (π.χ υποστύλωμα), που έχουν υποστεί βλάβη είτε στο ένα άκρο είτε και στα δύο τους άκρα και στη συνέχεια, της επιρροής στη καθολική συμπεριφορά της κατασκευής.

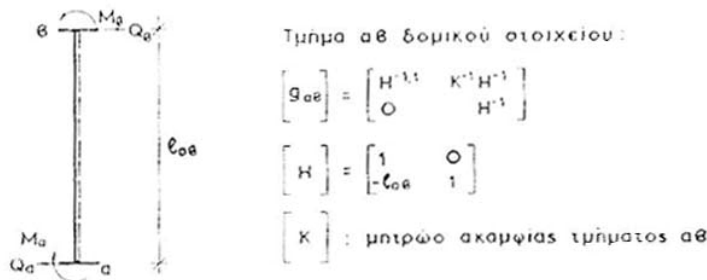
Η γενική έκφραση του μητρώου ακαμψίας για ένα τέτοιο βλαμμένο υποστύλωμα φαίνεται στο σχήμα -1. Για τον υπολογισμό του μητρώου αυτού γίνεται χρήση της μεθόδου των μητρώων μεταβίβασης, σύμφωνα με την οποία το βλαμμένο στοιχείο AB διαιρείται σε βλαμμένα και άβλαπτα τμήματα, από τα μητρώα μεταβίβασης g, των οποίων, συντίθεται το ολικό μητρώο μεταβίβασης g του στοιχείου, όπως φαίνεται στο σχήμα - 2. Στο σχήμα - 3, φαίνεται η έκφραση του μητρώου g για ένα τμήμα αβ του βλαμμένου στοιχείου. Προφανώς, από το μητρώο G προκύπτει άμεσα το μητρώο ακαμψίας του στοιχείου.



Σχ. 1



Σχ. 2



Σχ. 3

Για την εφαρμογή της παραπάνω μεθόδου πρέπει να προηγηθεί είτε εκτίμηση είτε υπολογισμός των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των βλαμμένων περιοχών του στοιχείου. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με την βοήθεια συγκεκριμένων αναλυτικών μοντέλων, διαφορετικών για κάθε επίπεδο βλάβης, τα οποία οδηγούνται τελικά στον υπολογισμό του ποσοστού μείωσης  $\lambda$  της αρχικής ακαμψίας  $EJ_0$  του στοιχείου για την κάθε βλαμμένη περιοχή.

Ανεξάρτητα πάντως από την δυνατότητα αναγωγής στα αναλυτικά μοντέλα βλαμμένων περιοχών, εκτιμώντας κανείς κατά οποιοδήποτε τρόπο το ποσοστό μείωσης  $\lambda$  της ακαμψίας τους, μπορεί να υπολογίσει άμεσα το μητρώο ακαμψίας του στοιχείου, που τελικά, όπως φαίνεται και στο σχήμα -1, εκφράζεται μέσω τριών σταθερών  $r_{DD}$ ,  $r_{DR} = r_{RD}$  και  $r_{RR}$ .

#### Παράδειγμα (6ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος)

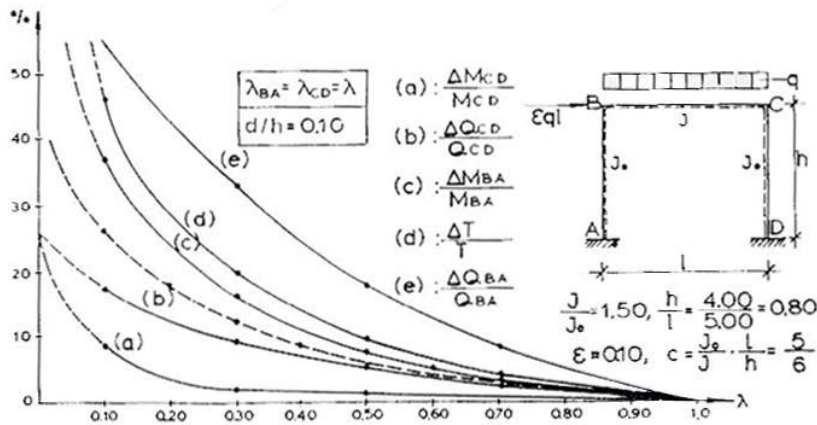
Για τη διερεύνηση της επιρροής των βλαμμένων στοιχείων στη συνολική συμπεριφορά μιας κατασκευής, εξετάζεται η περίπτωση ενός μονόροφου αμφίπακτου πλαισίου που φαίνεται στο σχήμα -4, με τη φόρτιση και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του σχήματος. Τα υποστυλώματα θεωρούνται βλαμμένα μόνο στη βάση τους και με τον ίδιο βαθμό βλάβης  $\lambda$ . Στο διάγραμμα του σχήματος -4 δίνονται οι ποσοστιαίες μεταβολές ως προς το άβλαπτο

πλαίσιο , πέντε χαρακτηριστικών μεγεθών του πλαισίου και συγκεκριμένα των ροπών MCD , MBA , των τεμνουσών QCD , QBA και της ιδιοπεριόδου T. Τα ποσοστά αυτά είναι τόσο μεγαλύτερα , όσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός της βλάβης λ (μικρότερες τιμές λ) των υποστυλωμάτων , ιδίως για τις τέμνουσες και την ιδιοπερίοδο (μεταβολή μέχρι 50%).

Βέβαια , αμέσως μετά την βλάβη και πριν από την επισκευή , η κατασκευή καλείται να αναλάβει κυρίως τα κατακόρυφα φορτία.

Και σ' αυτή την περίπτωση οι ποσοστιαίες διαφορές των εντατικών μεγεθών πριν και μετά την βλάβη , παραμένουν σημαντικές.

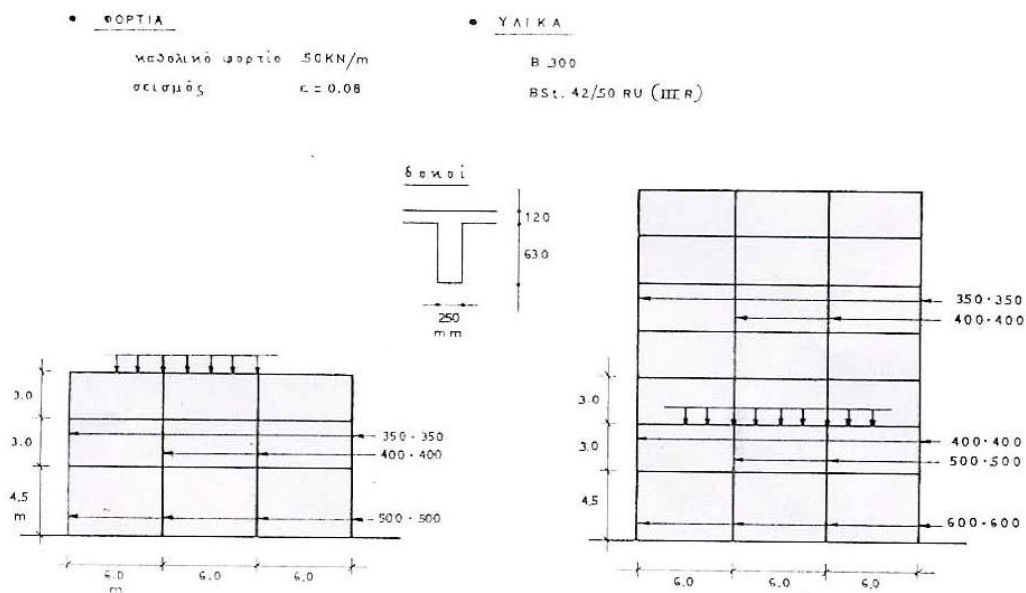
Ενδεικτικά , στο σχήμα 10 , με διακεκομμένη γραμμή δίνεται η ποσοστιαία μεταβολή της τέμνουσας Q<sub>BA</sub> μετά την βλάβη ως προς την αρχική της τιμή πριν την βλάβη.



Σχ. 4

**B. Ανάλυση Πλαισίων με τη Μέθοδο Θεώρησης Αρθρώσεων.**  
(7ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος)

Μια άλλη μέθοδος αντιμετώπισης των βλαβών είναι η θεώρηση αρθρώσεων (πλήρων ή ελαστικών) στα άκρα βλαμμένων δομικών στοιχείων (κατακόρυφων ή οριζόντιων) για να ληφθεί υπόψη η μείωση ακαμψιών. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε στην διπλωματική εργασία του πολιτικού μηχανικού Αλεξανδράκη Αλ.: "Ανακατανομές Δράσεων σε Κατασκευές από Ο.Σ. αμέσως μετά από βλάβες και αμέσως μετά από Επισκευές/Ενισχύσεις", όπου αναλύονται δύο τυπικά πλαίσια από Ο.Σ. , ένα τετράστυλο τριόροφο και ένα τετράστυλο επτάοροφο.



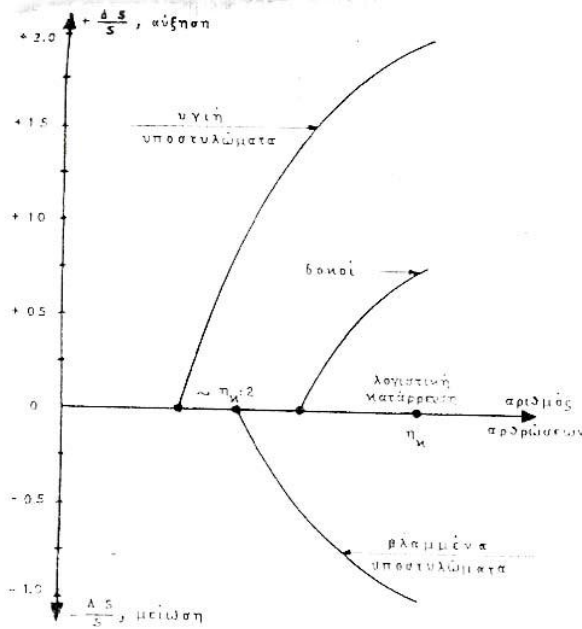
Σχ. 5 : Τυπικά πλαίσια και παραδοχές που χρησιμοποιήθηκαν για την έρευνα.

Τα πλαίσια επιλύθηκαν για διάφορες διαδοχικές περιπτώσεις βλαβών (αρθρώσεις σε άκρα στοιχείων ή αρθρώσεις σε άκρα υποστυλωμάτων και βυθίσεις του αντίστοιχου κόμβου) ξεκινώντας αυθαιρέτως από μια άρθρωση σε ένα άκρο στοιχείου ή μια άρθρωση σε ένα άκρο υποστυλώματος και βύθιση του κόμβου, και προχωρώντας μέχρι καταρρέυσεως των πλαισίων. Η αμέσως επόμενη περίπτωση βλάβης αποφασιζόταν για μεν τις δοκούς με βάση την ροπή κατά τη διαρροή του σπλισμού, για δε τα υποστυλώματα με βάση τα διαγράμματα αλληλεπιδράσεως ροπών κάμψεως-αξονικών δυνάμεων.

Τα κύρια συμπεράσματα της εργασίας αυτής είναι τα εξής:

1. Οι τιμές της φυσικής περιόδου ταλαντώσεως των κτιρίων για ελαφρές έως μέτριες βλάβες δεν μεταβάλλονται, ενώ για σοβαρές και βαριές βλάβες είναι δυνατόν να αυξηθούν έντονα.
2. Οι ανακατανομές όλων των εντατικών μεγεθών (ροπών κάμψεως, τεμνουσών και αξονικών δυνάμεων) για τα υποστυλώματα που έχουν υποστεί βράχυνση είναι αμελητέες. Στις δοκούς οι βυθίσεις κόμβων επιφέρουν έντονες ανακατανομές ροπών και τεμνουσών.
3. Στην περίπτωση δημιουργίας αρθρώσεων στα άκρα μελών παρατηρούνται τα εξής:
  - § Οι ανακατανομές των αξονικών δυνάμεων στα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία είναι πρακτικώς αμελητέες.
  - § Οι ανακατανομές ροπών και τεμνουσών στα υποστυλώματα για ελαφρές έως μέτριες βλάβες είναι πρακτικώς αμελητέες. Για σοβαρότερες βλάβες, τα βλαμμένα υποστυλώματα ανακουφίζονται ενώ τα υγιή επιβαρύνονται έντονα.

§ Οι ανακατανομές ροπών και τεμνουσών στις δοκούς είναι μικρότερες απ' ότι στα υποστυλώματα και παρουσιάζονται μόνο σε περίπτωση έντονων βλαβών.



Σχ. 6 : Περιβάλλουσες μέγιστων πιθανών ανακατανομών εντατικών μεγεθών για τα πλαίσια του Σχ. 5 μετά από βλάβες.(S: ροπή κάμψεως ή τέμνουσα δύναμη)

### Γ. Διερεύνηση Ανακατανομής Έντασης Πολυόροφου Αθηναϊκού Κτιρίου μετά από Ισχυρή Έκρηξη.

(7ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος)

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι η διαπίστωση των περιθωρίων αντοχής που απομένουν μετά τις βλάβες για την αντιμετώπιση του προβλήματος στη συνέχεια. Οι βλάβες εκτάθηκαν σε όλο το κτίριο αλλά κυρίως στο υπόγειο και ισόγειο όπου και διερευνούνται.

Καταστροφές στο ισόγειο. Παρουσιάστηκαν πολλαπλές ρηγματώσεις και αστοχία ενός υποστυλώματος και δύο δοκών.

Καταστροφές στο υπόγειο. Η έκρηξη παραμόρφωσε σε ολοσχερή αστοχία τα εμπρός τμήματα τριών δοκών και των τριών πλακών.

Η ανάλυση έγινε με τη μέθοδο των επιφανειακών τάσεων και τα κύρια συμπεράσματά της είναι τα εξής:

1. Τονίζεται ένα ακόμα επικίνδυνο περιστατικό βλάβης έργου.
2. Η διερεύνηση αποδεικνύει την ύπαρξη περιθωρίων αντοχής που εφείλονται εκτός από τους συντελεστές ασφαλείας και στις απλοποιητικές παραδοχές υπολογισμού όπως και σε διάφορες κατασκευαστικές διατάξεις κλπ. που όμως ως προς τα περιστατικά αυτά είναι «τυχαίες».

3. Αυτή η τελευταία παρατήρηση γεννάει την ιδέα μήπως είναι σκόπιμη η λήψη μέτρων αντιμετώπισης των περιπτώσεων , όπως π.χ. η ενίσχυση στοιχείων όψεων ισογείων , κανάλια εκτονώσεως ενέργειας κλπ. Τα μέτρα αυτά συνδιαζόμενα με την αντιμετώπιση και άλλων έκτακτων δράσεων , όπως σεισμών , πυρκαγιάς κλπ., πιθανώς να μην επιβαρύνουν ουσιωδώς τις κατασκευές. Η τυχόν επιβολή τους βέβαια θα πρέπει να γίνει μέσω κανονισμών.

## ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

Για την εκτίμηση των αναμενομένων ανακατανομών μετά από επισκευές / ενισχύσεις βλαμμένων δομικών στοιχείων παραθέτουμε τις ακόλουθες εργασίες.

- A. Ανακατανομές Δράσεων σε Κατασκευές από Ο.Σ. αμέσως μετά από Βλάβες και αμέσως μετά από Επεμβάσεις. (Διπλωματική εργασία του Αλεξανδράκη Αλ.)

Για τα παραπάνω τυπικά πλαίσια (Σχ. 5 ) επιλέγησαν οι εξής περιπτώσεις επεμβάσεων:

Τοπικές επεμβάσεις:

- α Τεχνική "ίσης διατομής". Ελήφθη υπόψη μειωμένο μέτρο ελαστικότητας σκυροδέματος στην περιοχή επεμβάσεως.
- α Τεχνική τοπικών μανδύων. Ελήφθη υπόψη επιμέρους συντελεστής ασφάλειας για τις ακαμψίες.
- α Τεχνική ειδικών σκυροδεμάτων.

Γενικοί μανδύες υποστυλωμάτων. Όμοια με τους τοπικούς.

Στοιχεία πληρώσεως.

- α Τουβλοδομές. Έγινε ανάλυση με θλιβόμενες διαγωνίους.
- α Τοιχεία Ο.Σ.. Έγινε ανάλυση με εφελκόμενα και θλιβόμενα μέλη.

Κατακόρυφοι σιδηροί σύνδεσμοι. Έγινε ανάλυση με εφελκόμενα και θλιβόμενα μέλη , πλήρως αγκυρωμένα στους κόμβους των πλαισίων.

Τα κύρια συμπεράσματα της εργασίας ως προς τις επεμβάσεις είναι τα παρακάτω.

Τοπικές επεμβάσεις. Οι ανακατανομές όλων των εντατικών μεγεθών , τόσο για τα υποστυλώματα όσο και για τις δοκούς , είναι αμελητέες.

Γενικοί μανδύες υποστυλωμάτων.

§ Οι ανακατανομές των αξονικών δυνάμεων στα υποστυλώματα είναι πρακτικώς αμελητέες.

§

§ Στα επισκευασμένα / ενισχυμένα υποστυλώματα παρατηρούνται αυξήσεις ροπών κάμψεως και τεμνουσών δυνάμεων. Αντίθετα σε αυτά που δεν έχουν γίνει επεμβάσεις παρατηρούνται μειώσεις των αντίστοιχων μεγεθών.

§ Στις δοκούς , αντίθετα , παρατηρούνται μειώσεις ροπών κάμψεως και τεμνουσών δυνάμεων.

Τοιχεία πληρώσεως – Κατακόρυφοι σιδηροί σύνδεσμοι.

§ Οι ανακατανομές των αξονικών δυνάμεων στα υποστυλώματα είναι αμελητέες.

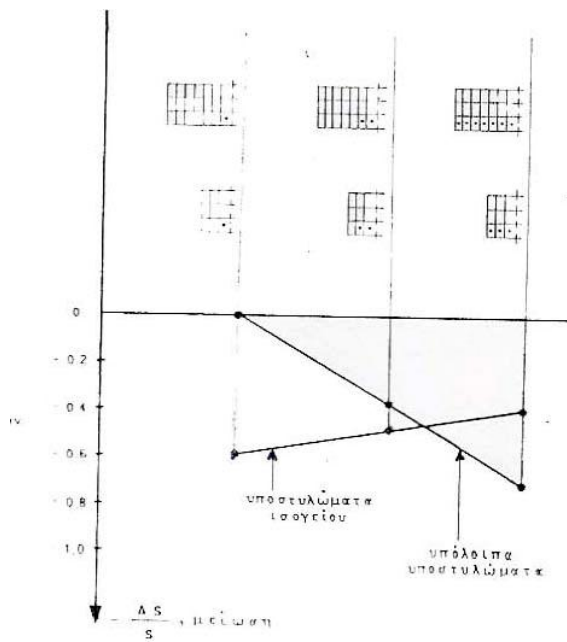
§ Στα υποστυλώματα παρατηρούνται μειώσεις ροπών κάμψεως και τεμνουσών δυνάμεων.

ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΝΙΚΗ-ΚΟΥΚΟΥΝΑ ΟΛΥΜΠΙΑ

§ Στις δοκούς , αντίθετα , παρατηρούνται μειώσεις ροπών κάμψεως και τεμνουσών δυνάμεων.

Επισημαίνονται επίσης τα εξής.

- § Η διάταξη τοιχείων Ο.Σ. υπερτερεί της διατάξεως τουβλοδομών ή κατακόρυφων σιδηρών συνδέσμων από απόψεως μειώσεως των εντατικών μεγεθών.
- § Η επέμβαση σε περισσότερα από ένα φατνώματα ανά όροφο δεν συνεπάγεται σημαντικές πρόσθετες ανακατανομές και μειώσεις εντάσεως για τα υποστυλώματα και τις δοκούς.
- § Η μείωση των τιμών της φυσικής περιόδου ταλαντώσεως των κτιρίων στα οποία γίνονται επισκευές / ενισχύσεις πρέπει να λαβαίνεται ιδιαίτερα υπόψη κατά τον αντισεισμικό επανέλεγχο (έχουν υπολογιστεί υποδιπλάσιες και υποτριπλάσιες τιμές απ' ότι για την πριν απ' τις επεμβάσεις κατάσταση).



Σχ. 7

**B. Συμπεριφορά Επισκευασμένων Τοιχωμάτων σε Μονοτονική Φόρτιση.**  
(9ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος)

Η εργασία αυτή πραγματεύεται:

- § Την αποτελεσματικότητα δύο διαφορετικών μεθόδων επισκευής σε έξι τοιχώματα με μεταβλητό λόγο ύψους προς πλάτους ( $h / l$ ) που είχαν αρχικά αστοχήσει σε κάμψη όταν υποβλήθηκαν σε μονοτονική φόρτιση.



§ Τη συγκριτική συμπεριφορά των δοκιμίων πριν και μετά την επισκευή.

Μια σειρά από 16 τοιχώματα ορθογωνικής διατομής και λόγου ύψους προς πλάτους 1 και 2 είχαν αρχικά υποβληθεί σε μονοτονική φόρτιση μέχρι τελικής αστοχίας. Τα δοκίμια είχαν αστοχήσει σε κάμψη, χωρίς σημαντική αποδιοργάνωση του σκυροδέματος κορμού του τοιχώματος. Έξι από τα δοκίμια επισκευάστηκαν με δύο διαφορετικούς τρόπους και υποβλήθηκαν σε νέα μονοτονική μεταλαστική πλευρική φόρτιση χωρίς την παρουσία αξονικού φορτίου μέχρι αστοχίας.

Οι μέθοδοι επισκευής που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

- § Καθαίρεση και αντικατάσταση του βλαμμένου σκυροδέματος της θλιβόμενης περιοχής του τοιχώματος κοντά στη βάση με νέο της ίδιας αντοχής.
- § Καθαίρεση και αντικατάσταση του βλαμμένου σκυροδέματος της θλιβόμενης περιοχής καθώς και εμποτισμός των καμπτικών και καμπτοδιατμητικών ρωγμών με άνοιγμα μεγαλύτερο από 0.2 mm με εποξειδική ρητίνη μεγάλης ρευστότητας και διεισδυτικότητας.

Τα κύρια συμπεράσματα της εργασίας αυτής είναι:

1. Η αντοχή των επισκευασμένων τοιχωμάτων που υποβλήθηκαν σε μονοτονική φόρτιση ήταν υψηλότερη από αυτή των αντίστοιχων προτύπων.
2. Η συμπεριφορά των επισκευασμένων δοκιμίων ήταν μη γραμμική.
3. Τα επισκευασμένα δοκίμια παρουσίασαν μειωμένη ακαμψία. Για τα δοκίμια που είχαν λόγο  $h/l=1$  η μέση αρχική ακαμψία μειώθηκε κατά 45%, ενώ για τα δοκίμια με λόγο  $h/l=2$  μειώθηκε κατά 65%.
4. Ο εμποτισμός των βασικών καμπτικών και καμπτοδιατμητικών ρωγμών με εποξειδική ρητίνη δεν φάνηκε να επηρεάζει σημαντικά το φορτίο αστοχίας και την πλαστιμότητα των τοιχωμάτων, είχε όμως ευεργητικό αντίκτυπο στην πιο άκαμπτη αρχική συμπεριφορά των σχετικών δοκιμίων και στην αυξημένη ικανότητα τους για απορρόφηση ενέργειας.

Γ. Αντοχή και Πλαστιμότητα Ενισχυμένων με Σπυράλ Τετραγωνικών Υποστυλωμάτων από Σκυρόδεμα.

(Construction and Building Materials)

Το αντικείμενο του παρακάτω πειράματος είναι η διερεύνηση των αποτελεσμάτων που επιφέρει η ενίσχυση με σπυράλ στην αντοχή και πλαστιμότητα τετραγωνικών υποστυλωμάτων. Συγκεκριμένα γίνεται έλεγχος κοντών υποστηλωμάτων με σπυροειδή περίσφυξη και σύγκριση αυτών με άλλα χωρίς περίσφυξη.

Πάρθηκαν 36 δείγματα κοντών υποστυλωμάτων τα οποία οπλίστηκαν με 8 διαμήκη σίδερα 8 mm και 5 συνδετήρες 4 mm. Τα δείγματα χωρίστηκαν σε 2 σειρές ισάριθμων δειγμάτων. Η πρώτη σειρά κατασκευάστηκε με κανονικό σκυρόδεμα, ενώ η δεύτερη έχοντας ίνες χάλυβα σε ποσοστό 4%. Για κάθε μία από τις σειρές, 5 ομάδες τριών δειγμάτων ενισχύθηκαν με διαφορετικά είδη σπυράλ ενώ τα υπόλοιπα τρία δεν ενισχύθηκαν.

Στη συνέχεια υποβλήθηκαν σε αυξανόμενη μονοτονική αξονική φόρτιση με σταθερό ρυθμό από μηδέν μέχρι την στιγμή αστοχίας.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το πείραμα αυτό είναι:

1. Όσο αφορά τα δείγματα από κανονικό σκυρόδεμα, τα ενισχυμένα με σπυράλ παρουσιάζουν μεγαλύτερη ικανότητα παραλαβής φορτίου απ' ό,τι τα μη ενισχυμένα. Επισημαίνεται ότι δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην

## ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΝΙΚΗ-ΚΟΥΚΟΥΝΑ ΟΛΥΜΠΙΑ

χρησιμοποίηση διαφορετικών διαμέτρων σπυράλ. Επίσης η χρησιμοποίηση σπυράλ επιφέρει αύξηση στην πλαστιμότητα.

2. Ομοίως όσον αφορά τα δείγματα από σκυρόδεμα με ίνες χάλυβα, τα ενισχυμένα με σπυράλ παρουσιάζουν μεγαλύτερη ικανότητα παραλαβής φορτίου απ' ό,τι τα μη ενισχυμένα. Ωστόσο η ύπαρξη ινών χάλυβα στο σκυρόδεμα επιφέρει γενικά σημαντική μείωση της ικανότητας παραλαβής φορτίου λόγω της χαμηλής εργασιμότητας του σκυροδέματος. Τέλος τα ενισχυμένα με σπυράλ δείγματα παρουσιάζουν μεγαλύτερη πλαστική συμπεριφορά (Table 2).

Table 1

Δείγματα No.	Iκανότητα παραλαβής φορτίου (KN)	Μετακινήσεις(mm)	
		Στο μέγιστο φορτίο	Στην αστοχία
1 S0	486,8	3,44	3,44
2 S 100/150	519,3	3,93	5,36
3 S100/100	569,8	5,20	5,90
4 S 100/50	582,1	5,15	9,00
5 S 60/150	521,3	3,85	6,43
6 S 60/100	564,4	4,27	6,89

Table 2

Δείγματα No	Iκανότητα παραλαβής φορτίου (KN)	Μετακινήσεις(mm)	
		Στο μέγιστο φορτίο	Στην αστοχία
1 FS 0	434,9	4,91	6,12
2 FS 100/150	434,6	4,94	4,94
3 FS 100/100	487,6	5,24	6,85
4 FS 100/50	481,7	6,07	13,23
5 FS 60/150	533,5	4,91	10,74
6 FS 60/100	514,6	4,75	7,62

### Δ. Επισκευή / Ενίσχυση Υποστυλωμάτων από Ο.Σ. (Construction and Building Materials)

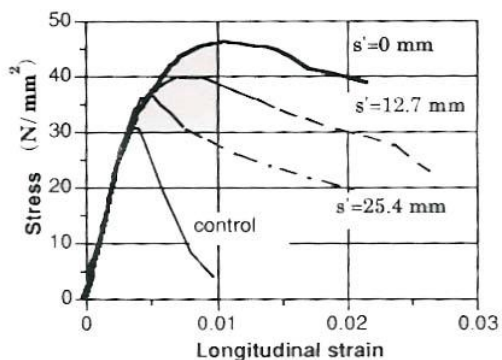
Η παρακάτω μελέτη αποσκοπεί να επιβεβαιώσει την αποτελεσματικότητα της επισκευής / ενίσχυσης υποστυλωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιώντας την τεχνική των μεταλλικών ελασμάτων. Συγκεκριμένα τα υποστυλώματα υπόκεινται σε αξονική δύναμη και λυγισμό.

Το σχετικό πείραμα που πραγματοποιήθηκε στο πανεπιστήμιο του Sheffield περιλαμβάνει δύο σειρές ελέγχων. Στην πρώτη τα δείγματα εξετάστηκαν σε αξονική φόρτιση και στη δεύτερη σε λυγισμό.

#### Εξέταση σε αξονική φόρτιση:

Χρησιμοποιήθηκαν 18 κυλινδρικά δοκίμια διαμέτρου 100mm και ύψους 200mm. Η περίσφυξη των δοκιμίων έγινε με δύο ειδών μεταλλικούς κλωβούς, Bryten και Extraten, 12.7mm πλάτους και 0.5mm πάχους. Τα δύο αυτά είδη διαφέρουν μόνο στην αντοχή.

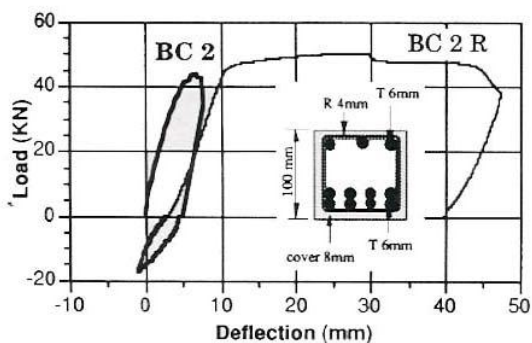
Τα αποτελέσματα φαίνονται στο Σχ.8 το οποίο δείχνει την αύξηση της ικανότητας παραλαβής φορτίου καθώς και την αύξηση της θλιπτικής αντοχής σε συνάρτηση με την απόσταση  $s$  των μεταλλικών ελασμάτων.



Σχ. 8

Εξέταση σε λυγισμό:

Η καμπύλη της σχέσης φορτίου-μετατόπισης για το δοκίμιο BC 2 το οποίο υποβλήθει σε λυγισμό , πριν και μετά την ενίσχυση , φαίνεται στο Σχ. 9.



Σχ. 9

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

‘Ανακατανομή της Έντασης λόγω Βλάβης σε Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα’  
Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος , Γιάννενα.

‘Έρευνα Ανακατανομής Εντάσεως Φορέων Ο.Σ ύστερα από Καταστροφές-Διερεύνηση της  
Επάρκειας Σκελετού Πολυόροφου Αθηναϊκού Κτιρίου Μετά από Ισχυρή Έκρηξη’  
Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος , Κύπρος

‘Συμπεριφορά Επισκευασμένων Τοιχωμάτων σε Μονοτονική και Ανακυκλιζόμενη Φόρτιση’  
Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος, Καλαμάτα

‘Ανακατανομή Δράσεων σε Κατασκευές απο Ο.Σ μετά από Βλάβες και μετά απο  
Επεμβάσεις’  
Διπλωματική Εργασία του Πολιτικού Μηχανικού Αλεξανδράκη

‘Structural Repair / Strengthening of RC Columns’ Construction and Building Materials

‘Strength and Ductility of Spirally Reinforced Rectangular Concrete Columns’ Construction  
and Building Materials