

## ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΕΝΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

### ΜΠΕΛΙΟΒΑΝΗΣ ΠΟΛΥΧΡΟΝΗΣ

#### Περίληψη

Στην παρούσα εργασία θα παρουσιάσουμε τις μεθόδους ενίσχυσης της ακαμψίας ενός κτηρίου, τους λόγους που το επιβάλλουν, τα υλικά καθώς και μερικές από τις μεθόδους διαστασιολόγησης τους.

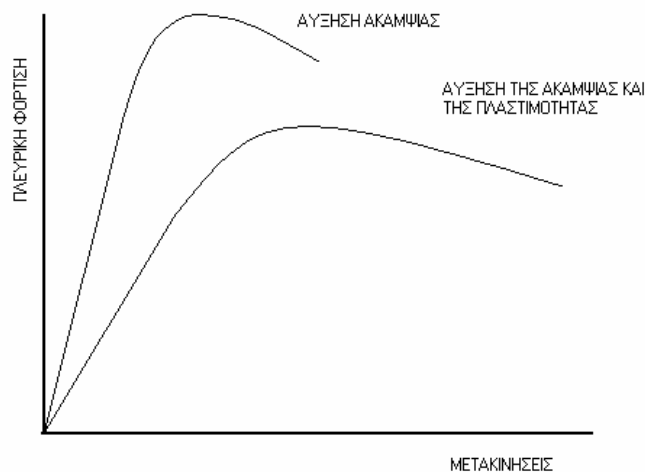
#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις όπου αναγκαζόμαστε να ενισχύσουμε την ακαμψία ενός υπάρχοντος κτηρίου. Υπάρχουν αρκετοί λόγοι για τους οποίους θα κάναμε κάτι τέτοιο, μερικοί από αυτούς είναι οι εξής :

- Αλλαγή του κανονισμού και συμμόρφωση με τον νέο. Ιδιαίτερα για κτίρια υψηλής σημασίας όπως Νοσοκομεία, Πυροσβεστική και κτίρια τηλεπικοινωνιών τα οποία πρέπει να παραμείνουν σε λειτουργία μετά το πέρας ενός ισχυρού σεισμού
- Αλλαγή χρήσης του κτηρίου
- Απαίτηση του ιδιοκτήτη λόγω ανησυχίας για υποκείμενο σεισμό
- Ενίσχυση του κτηρίου για αποφυγή φαινομένων 2ας τάξης λόγω ιδιαίτερα εύκαμπτων υποστυλωμάτων και αποφυγή κατάρρευσης
- Απαίτηση περιορισμού των βλαβών μη φερόντων στοιχείων (π.χ. Υαλοστάσια, τοιχοποιία)
- Αποκατάσταση βλαβών έπειτα από έναν σεισμό και ενίσχυση για καλλίτερη συμπεριφορά σε ένα μελλοντικό σεισμό

#### ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ ΤΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ-ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Όπως αναφέρθηκε η ενίσχυση της ακαμψίας εφαρμόζεται για την βελτίωση της συμπεριφοράς σε έναν μελλοντικό σεισμό. Ένα τυπικό διάγραμμα Οριζόντιων Δυνάμεων-οριζόντιων μετακινήσεων για ενίσχυση της ακαμψίας είναι το εξής :



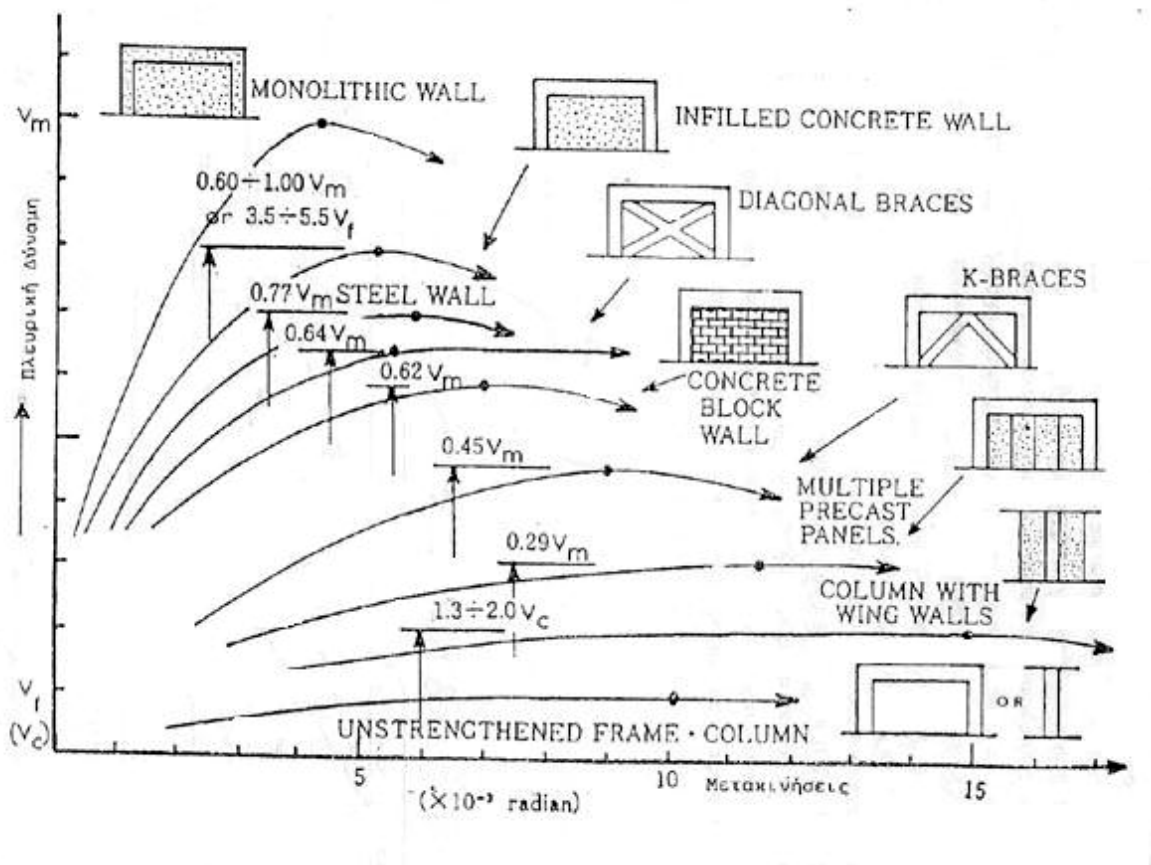
ΣΧΗΜΑ 1

Όπως φαίνεται από το ΣΧΗΜΑ 1 η ενίσχυση της ακαμψίας προκαλεί αύξηση των επιβαλλόμενων δυνάμεων και μικρές ανελαστικές παραμορφώσεις. Ωστόσο υπάρχουν μέθοδοι αύξησης της ακαμψίας και ταυτόχρονης αύξησης της πλαστιμότητας.

Η επιλογή της κατάλληλης μέθοδο προϋποθέτει ερευνά εις βάθος από τον μηχανικό ώστε να έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα από πλευράς ασφάλειας, κόστους και λειτουργικότητας. Επιγραμματικά οι μέθοδοι αυτοί είναι:

1. Κατασκευή τοιχωμάτων εντός των πλαισίων του Φ.Ο. της κατασκευής – γέμισμα πλαισίων. Έχει σαν στόχο κυρίως την αύξηση της ακαμψίας και της αντοχής της κατασκευής
2. Κατασκευή δικτυωμάτων από μορφοσίδηρο εντός των πλαισίων του Φ.Ο. Έχει σαν στόχο μέτρια αύξηση της αντοχής, της ακαμψίας και της πλαστιμότητας
3. Κατασκευή πλευρικών τοιχείων από Ο.Σ. ή από μορφοσίδηρο με σύνδεση με υπάρχοντα υποστυλώματα της κατασκευής. Στοχεύει σε μερική αύξηση αντοχής και ακαμψίας και βελτίωση της πλαστιμότητας της κατασκευής

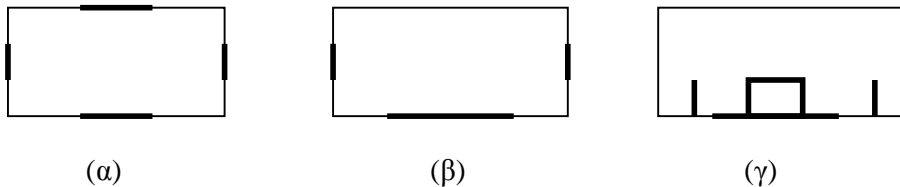
Η αποτελεσματικότητα των μεθόδων ενισχύσεως φαίνεται στο ΣΧΗΜΑ 2



ΣΧΗΜΑ 2 – Αποτελεσματικότητα των ενισχύσεων

### Α. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Τα τοιχώματα αυτά κατασκευάζονται σε επιλεγμένα πλαίσια της κατασκευής περιμετρικά της κάτοψης (όπως και στην περίπτωση των τοιχωμάτων δυσκαμψίας ) έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του κανονισμού ( ΣΧΗΜΑ 3)



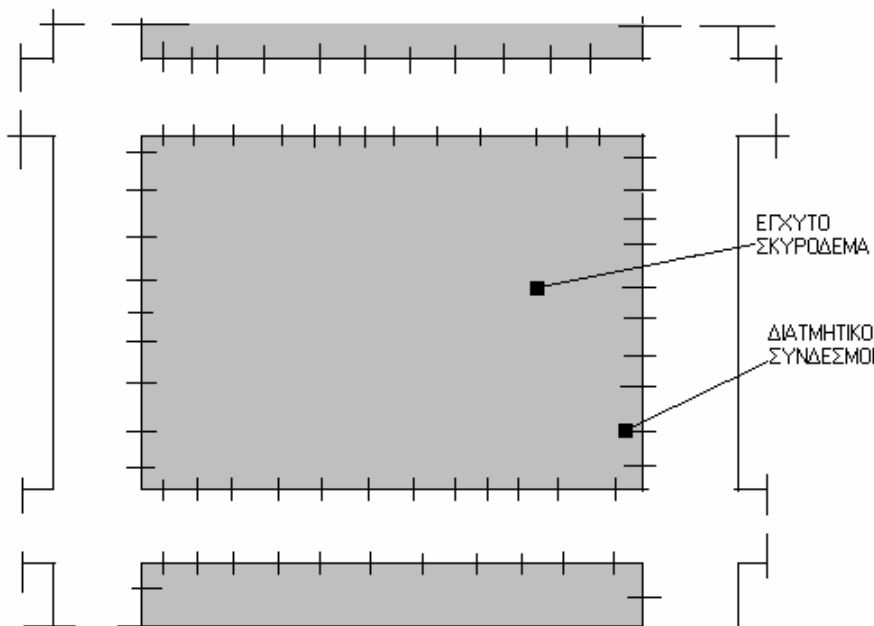
ΣΧΗΜΑ 3 κατάλληλες θέσεις τοιχωμάτων

Η σύνδεση γίνεται είτε με όλα τα μέλη του πλαισίου (υποστυλώματα-δοκοί) είτε μόνο με τους δοκούς ( όταν επιδιώκεται μια περισσότερη πλάσσιμη συμπεριφορά) οπότε στα πλάγια αφήνεται ένα μικρό κενό.

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την περίπτωση αυτή είναι οι εξής :

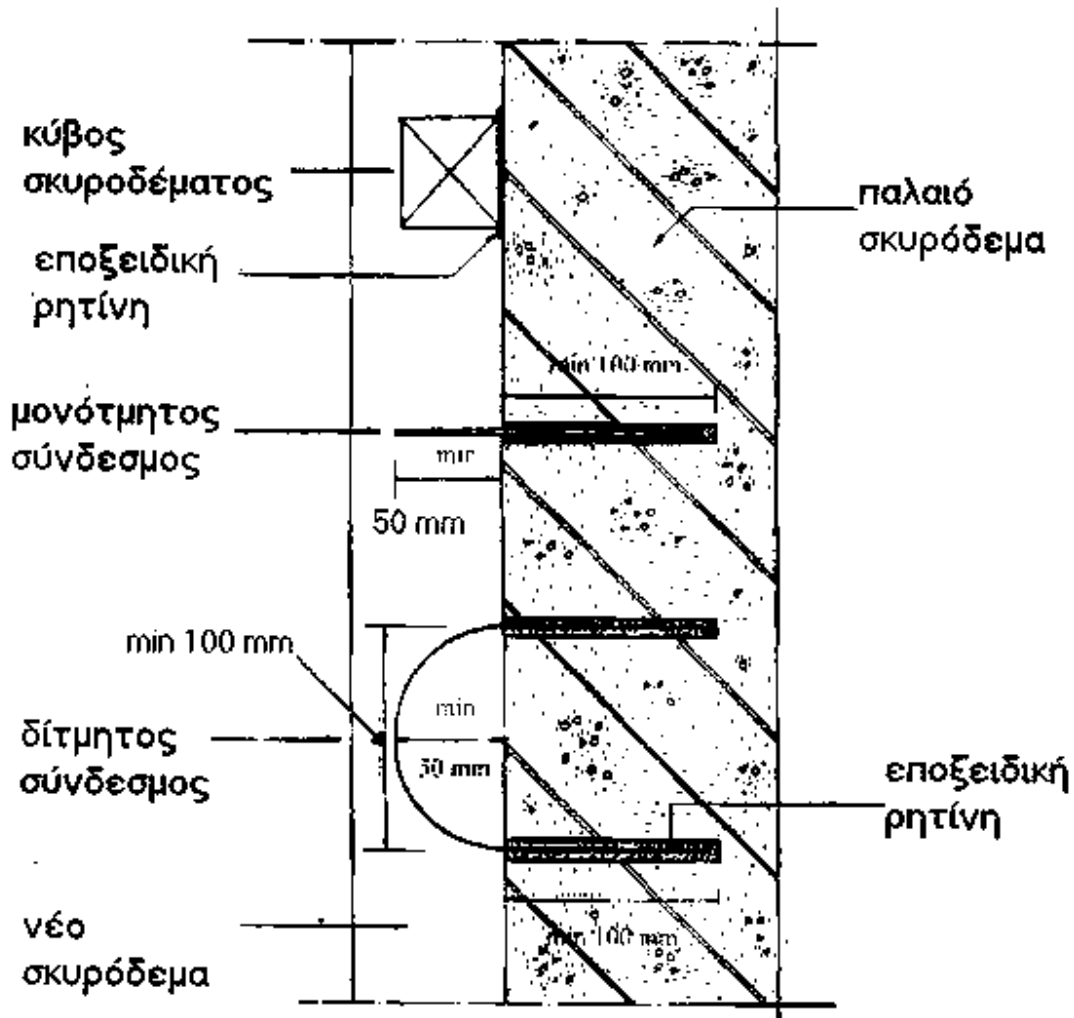
- 1) Με έγχυτο Ο.Σ.
- 2) Με προκατασκευασμένα panels από Ο.Σ.
- 3) Με ενισχυμένα μεταλλικά φύλλα
- 4) Με χρήση της ήδη υπάρχουσας τοιχοποιίας ή κατασκευή νέας οπλισμένης ή άοπλης

#### ΕΓΧΥΤΟ Ο.Σ.



ΣΧΗΜΑ 4 – Ενίσχυση της ακαμψίας με έγχυτο σκυρόδεμα εντος πλαισίου

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται για την εξασφάλιση της συνέχειας στις διεπιφάνειες παλαιού και νέου σκυροδέματος. Αυτό επιτυγχάνεται με χρήση κατάλληλων διατμητικών συνδέσμων που είναι είτε χημικά βλήτρα-αγκύρια, είτε δίδυμοι κλειστοί σύνδεσμοι, είτε μικροί κύβοι από σκυρόδεμα επικολλημένοι στα παλαιά στοιχεία και με την προϋπόθεση είναι πως σε κάθε περίπτωση να έχει εκτραχυνθεί η επιφάνεια του «παλαιού» στοιχείου όπως φαίνεται στο ΣΧΗΜΑ 5



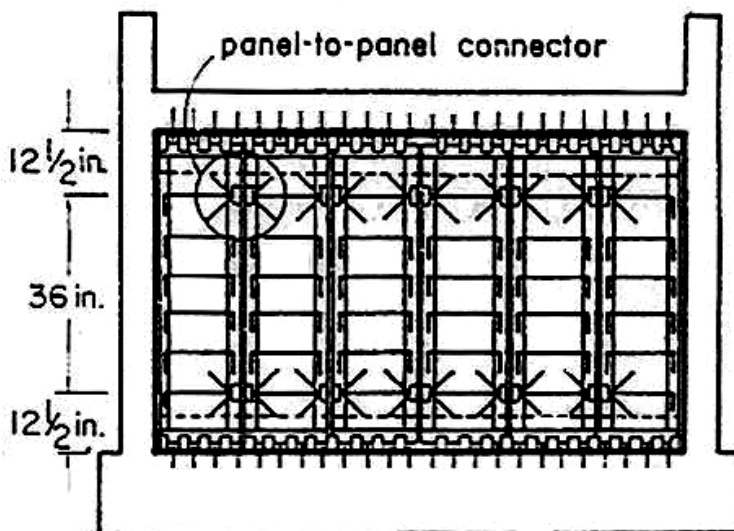
ΣΧΗΜΑ 5 –τρόποι σύνδεσης παλαιού και νέου σκυροδέματος

Επίσης άλλα κατασκευαστικά προβλήματα που προκύπτουν είναι η συστολή ξήρανσης (με συνέπεια την ρηγμάτωση της διεπιφάνειας) και η δυσκολία σκυροδέτησης . Για την αντιμετώπιση του πρώτου προβλήματος υπάρχουν ειδικά σκυροδέματα όπως το π.χ. το πολυμερικό καθώς και διάφορα κονιάματα τα οποία χαρακτηρίζονται κυρίως για την υψηλή πρόσφυση και την μικρή συστολή ξήρανσης και χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία των επιφανειών διάστρωσης . Για το δεύτερο πρόβλημα που συμβαίνει λόγω της ανεπαρκούς πρόσβασης στην κορυφή με αποτέλεσμα την δημιουργία αρμού στο πάνω μέρος, αντιμετωπίζεται με τσιμεντενέσεις.

Από μια εκτεταμένη θεωρητική και πειραματική έρευνα για το θέμα έχουν προκύψει τα παρακάτω συμπεράσματα

- 1) Το «γέμισμα» ενός πλαισίου αυξάνει την φέρουσα ικανότητα (2 έως 5 φορές ) και κυρίως την ακαμψία (5 έως 20 φορές ) μειώνει όμως την πλαστιμότητα ( έως και 50%)
- 2) Η αντοχή και η ακαμψία είναι σαφώς μικρότερη από τις αντίστοιχες του μονολιθικού στοιχείου
- 3) Η δύναμη και η ακαμψία των «γεμισμένων» πλαισίων είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται διατμητικοί σύνδεσμοι
- 4) Η ύπαρξη ανοιγμάτων μειώνει δραστικά την αποτελεσματικότητα της μεθόδου όταν δεν χρησιμοποιούνται διατμητικοί σύνδεσμοι ενώ με αυτούς η μείωση είναι μέτρια.

#### ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ PANELS ΑΠΟ Ο.Σ.



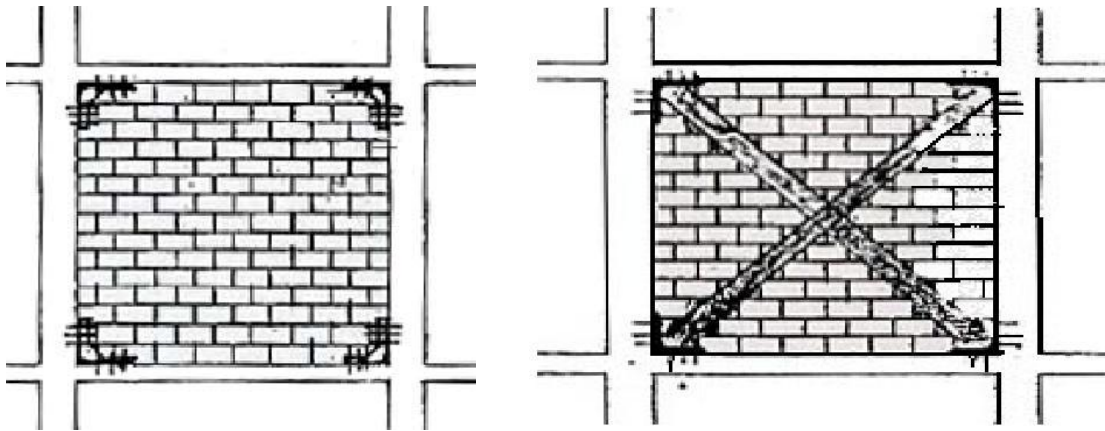
ΣΧΗΜΑ 6 – Panels από Ο.Σ.

Η τεχνική αυτή είναι αρκετά πιο οικονομική απαιτεί όμως εξειδικευμένα συνεργία και μονάδες παραγωγής τα οποία στην Ελλάδα δεν υπάρχουν. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην σύνδεση του παλαιού και νέου στοιχείου η οποία γίνεται με ειδικές τεχνικές και είναι αυτή που κρίνει και την αποτελεσματικότητα της τεχνικής. Εάν επιδιώκεται μια περισσότερη πλάστιμη συμπεριφορά τότε η σύνδεση γίνεται μόνο με τους δοκούς.

### ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΦΥΛΛΑ

Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται μεταλλικά φύλλα κυματοειδούς μορφής τα οποία συνήθως συνδυάζονται με διαχωριστικά λειτουργικά στοιχεία της κατασκευής. Η τεχνική αυτή απαιτεί ιδιαίτερη μέριμνα για προστασία από σκουριά και πυρκαγιά και δεν εφαρμόζεται στην Ελλάδα

### ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ



ΣΧΗΜΑ 7 - Τοιχοποιία

ΣΧΗΜΑ 8 – Τοιχοποιία με Διαζώματα

Η τεχνική της ενίσχυσης με τοιχοποιία (ισχυρή) από συμπαγή τούβλα ή τσιμεντόπλινθους είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη και αρκετά οικονομική αλλά δεν είναι πολύ αποτελεσματική. Χρησιμοποιείται συνήθως οπλισμένη στην οποία οι οπλισμοί αγκυρώνονται στο περιμετρικό πλαίσιο με ειδικές ρητίνες αγκύρωσης ή με ειδικά αγκύρια και ηλεκτροσυγκόλληση των οπλισμών (ΣΧΗΜΑ 7). Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για καλλίτερα αποτελέσματα τοιχοποιίες ενισχυμένες με χιαστί διαζώματα (ΣΧΗΜΑ 8) . Ακόμα χρησιμοποιείται και άοπλη τοιχοποιία στην οποία η ανεπάρκεια της σύνδεσης της διεπιφάνειας και η σημαντικά μικρότερη αντοχή του υλικού σε σχέση με το σκυρόδεμα δεν επιτρέπει μια εγγυημένη προβλεπόμενη συμπεριφορά και η χρησιμοποίηση στην πράξη γίνεται για να εξισορροπηθούν υφιστάμενες ακαμψίες του ίδιου τύπου (εκκεντρότητες σε κάτοψη ή ασυμμετρίες καθ' ύψος). Τέλος για ήδη υπάρχουσες τοιχοποιίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί μανδύας με έγχυτο ή εκτοξευμένο σκυρόδεμα

### ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

Οι μέθοδοι διαστασιολόγησης αυτών των τοιχωμάτων διακρίνονται κατά σειρά αύξουσας ακρίβειας σε:

- Ελαστικότητας
- Θλιβόμενη διαγώνιου
- Δικτυώματος (για τοιχώματα που συνδέονται με το πλαίσιο μέσω διατμητικών συνδέσμων)
- Πεπερασμένων στοιχείων

Σημ. Στην παρούσα εργασία θα αναπτυχθεί η μέθοδος της θλιβόμενης διαγώνιου

Μία από τις παραδοχές που κάνουμε είναι πως η σεισμική δύναμη "V" παραλαμβάνεται εξ' ολοκλήρου από το τοιχογέμισμα κάτι που δεν είναι εξωπραγματικό ιδιαίτερα στην περίπτωση εύκαμπτων πλαισίων (εξάλλου γι' αυτό το λόγο γίνεται συνήθως τέτοιου είδους ενίσχυση).

#### Αντοχή τοιχογεμίματος

Όπως αναφέρθηκε το τοίχωμα σχεδιάζεται για να παραλάβει ονομαστική διατμητική τάση ΣΧΗΜΑ 9 (c)

$$\tau_d := \frac{V}{l_w \cdot t_w}$$

Όταν το τοίχωμα δεν συνδέεται επαρκώς με το πλαίσιο μέσω διατμητικών συνδέσμων πρέπει να γίνει έλεγχος της διαγώνιου (πλασματικού πλάτους "b<sub>w</sub>") ΣΧΗΜΑ 9 (a) ώστε να μπορεί να αναλάβει τη θλιπτική τάση που προκύπτει απ' τη δυσμενή υπόθεση απουσίας διατμ. συνδέσμων.

$$\gamma_w \frac{N_w}{b_w \cdot t_w} := \gamma_n \frac{V \cdot L}{l_w \cdot b_w \cdot t_w} \geq \frac{f_c}{2 \cdot \gamma_m}$$

Όπου:

t<sub>w</sub> = το πάχος γεμίματος

$$= 0,1 \cdot L \text{ για τοιχοποιία}$$

$$b_w = 3 \cdot K \cdot (F_w t / E_w) \cdot l_w$$

$$= 0,3 \cdot L \text{ για σκυρόδεμα}$$

και είναι το πλασματικό πλάτος της διαγώνιας "ράβδου"

$$500 (\pm 50\%) \text{ για τοιχοποιία}$$

K=

$$5000 (\pm 50\%) \text{ για σκυρόδεμα}$$

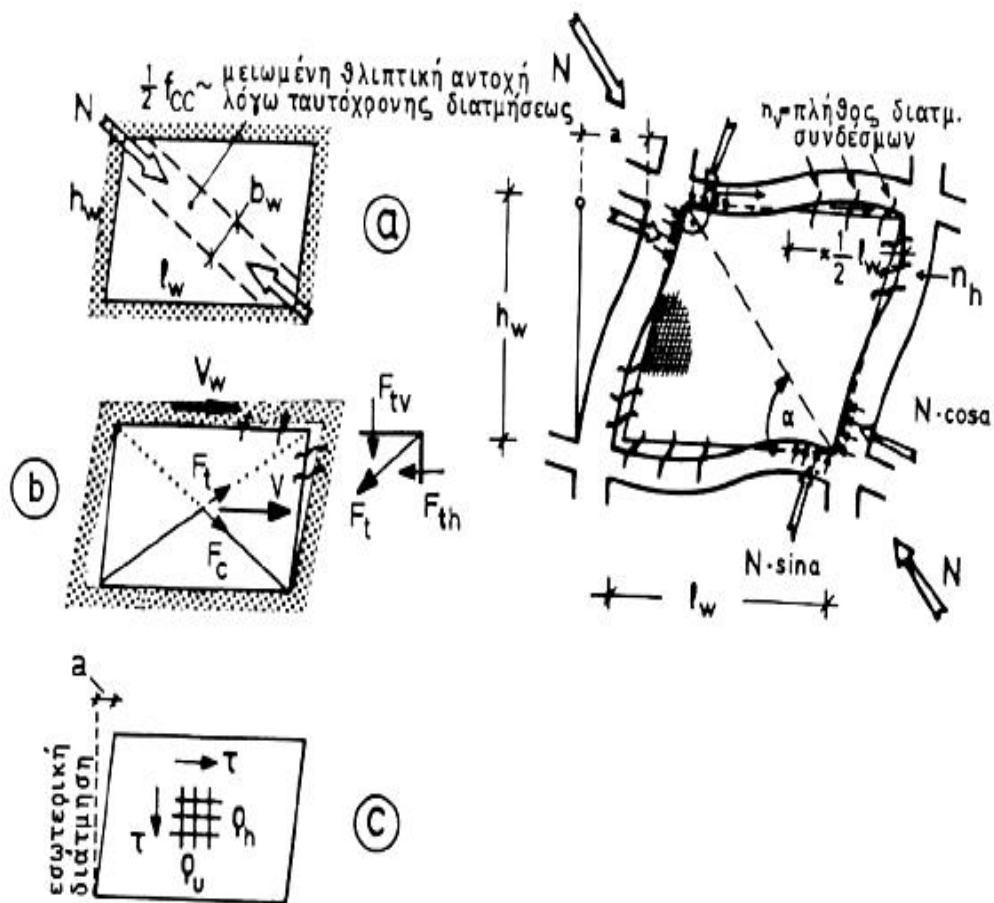
$F_w, E_w$  = εφελκυστική αντοχή και μέτρο ελαστικότητας του υλικού του τοίχου  
 $\gamma_m$  = συντελεστής αβεβαιότητας ( $\gamma_m = 1$  όταν ολόκληρη η σεισμική δύναμη ανατίθεται στο τοίχωμα )

$f_c$  = θλιπτική αντοχή του υλικού του τοιχώματος

1,5 για σκυρόδεμα

$\gamma_m =$

2 για τοιχοποιία



ΣΧΗΜΑ 9



### Διατμητικοί σύνδεσμοι

Κάνουμε συντηρητικά την παραδοχή ότι στο στοιχειώδη δικτύωμα του σχήματος 9-β η εφελκυστική ατένεια ισούται με την θλιπτική ατένεια. Αναλύουμε την δύναμη "V" σε μια εφελκυστική "Ft" και σε μια θλιπτική "Fc" και στη συνέχεια η δύναμη "Ft" που ασκείται στην πάνω δεξιά ( και στην κάτω αριστερά) γωνία του τοιχώματος αναλύεται στις δυνάμεις :

$$F_{tv} := \frac{V \cdot h_w}{2 \cdot l_w} \quad F_{th} := \frac{V}{2}$$

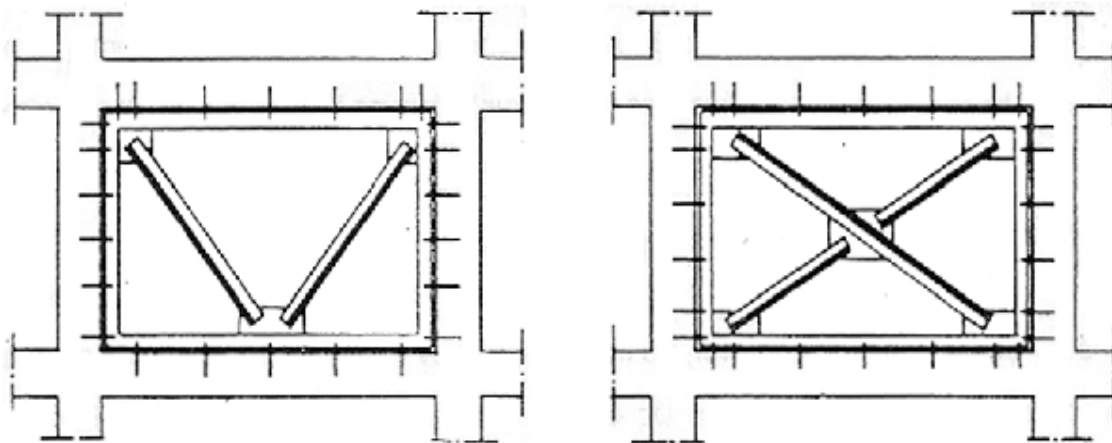
Οι οποίες πρέπει να αναληφθούν αντιστοίχως:

- απ' τους " Nv" κατακόρυφους συνδετήρες που διατάσσονται στο μισό μήκος του τοιχώματος
- απ' τους " Nh" οριζόντιους συνδετήρες που διατάσσονται στο μισό ύψους του τοιχώματος

Επομένως κάθε σύνδεσμος θα πρέπει να αντέχει διατμητική δύναμη:

$$D_v = V / 2 \cdot N_v \quad \text{ή} \quad D_h = V / 2 \cdot N_h$$

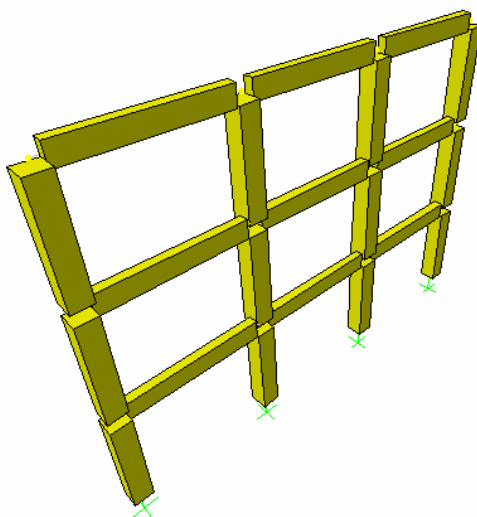
### **B. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ**



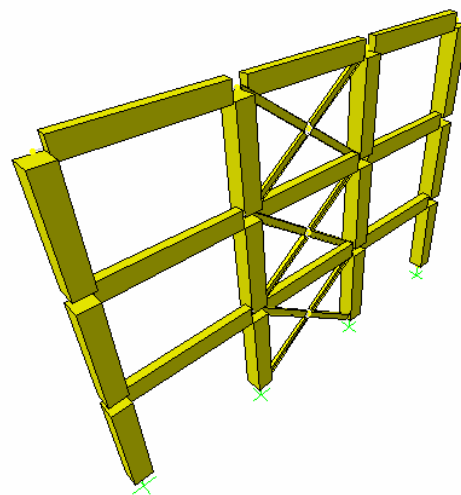
**ΣΧΗΜΑ 10** - Ενίσχυση με δικτύωματα

Μια από τις κλασικές μεθόδους ενίσχυσης της ακαμψίας είναι αυτή των μεταλλικών συστημάτων εντός πλαισίων . Η πιο διαδεδομένη διάταξη που χρησιμοποιείται στην πράξη είναι αυτή των χιαστί διαγωνίων (ΣΧΗΜΑ 10-α ) ενώ άλλες διατάξεις που συνηθίζονται είναι αυτές με μορφή Κ (ΣΧΗΜΑ 10-β), ή ρόμβου εντός ή ακόμα και εκτός πλαισίου . Η μέθοδος αυτή προσφέρει μέτρια αύξηση της αντοχής σε πλευρική φόρτιση αλλά υψηλή αύξηση της ακαμψίας και της πλαστιμότητας. Εξάλλου η δυνατότητα ανελαστικής παραμόρφωσης των μεταλλικών στοιχείων προσφέρει ένα σημαντικό παράγοντα απορρόφησης ενέργειας. Επίσης έχει το πλεονέκτημα του μικρού ίδιου βάρους και της ταχύτητας κατασκευής. Τέλος ένας σημαντικός παράγοντας προτίμησης , κυρίως από αρχιτέκτονες ,είναι ότι επιτρέπει τον φωτισμό των εσωτερικών χώρων.

Παρακάτω παρουσιάζεται τα αποτελέσματα της επίλυσης ενός 3-όροφου πλαισίου πριν και μετά την ενίσχυση με χιαστί στοιχεία ΣΧΗΜΑ 11-α και 11-β αντίστοιχα:



ΣΧΗΜΑ 11-α



ΣΧΗΜΑ 11-β

Ύψος ορόφου 3 μέτρα

Ανοίγματα όλα 4 μέτρα

Υποστυλώματα 35X35 (8Φ18) τα κεντρικά και 30X30 (8Φ16) τα ακριανά

Δοκοί 25X50 -|- 4Φ14 πάνω κάτω σε όλο το μήκος

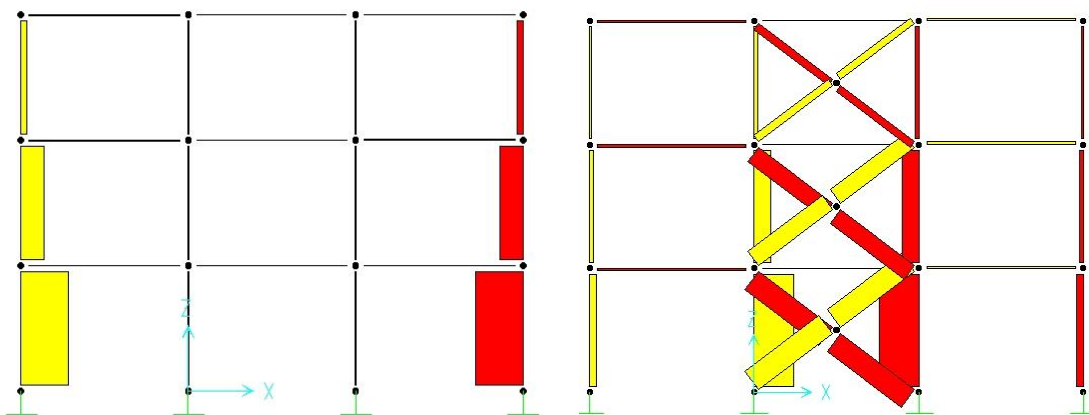
Χιαστί μεταλλικά στοιχεία IPE240 στο ισόγειο, IPE160 στο 1<sup>ο</sup> όροφο και IPE100 στο 2<sup>ο</sup>

Φορτία : Ίδιο βάρος και νεκρό 10 KN/m στους δοκούς

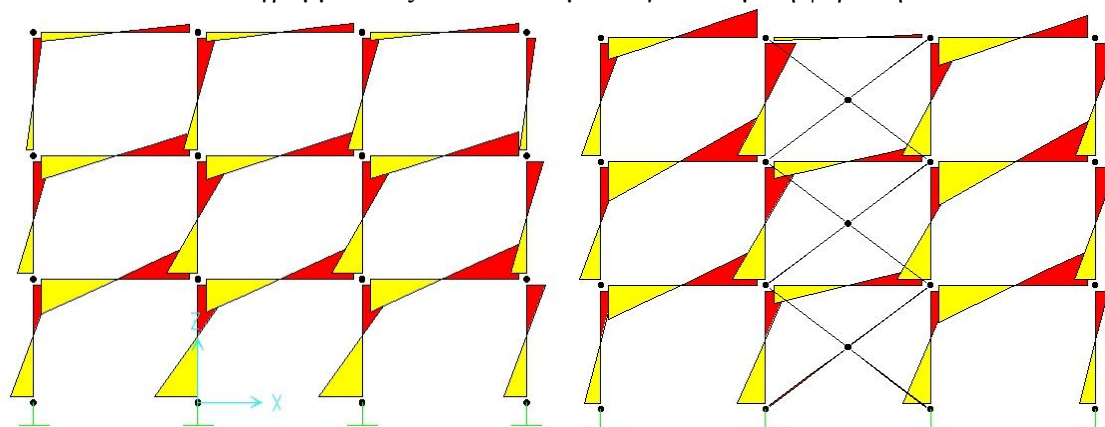
### ΕΠΙΛΥΣΗ

Ιδιοπερίοδος μη ενισχυμένου πλαισίου  $T=0,218$  sec

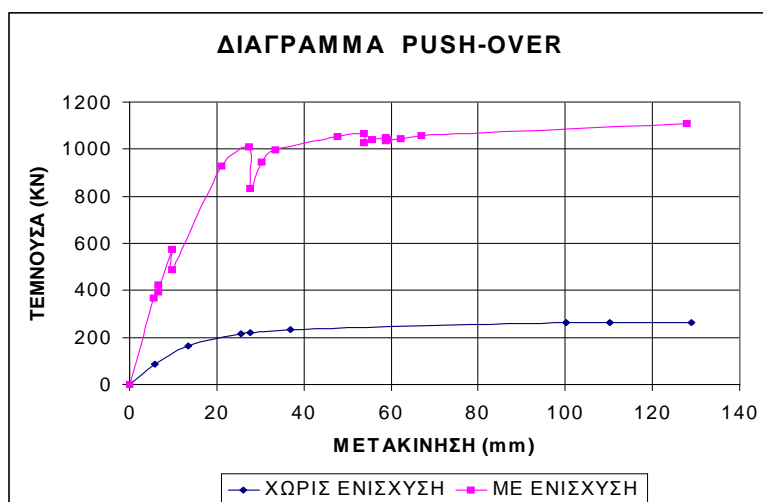
-|- ενισχυμένου -|-  $T=0,944$  sec



(α) (β)  
**ΣΧΗΜΑ 12** Διαγράμματα αξονικών δυνάμεων για σεισμική φόρτιση



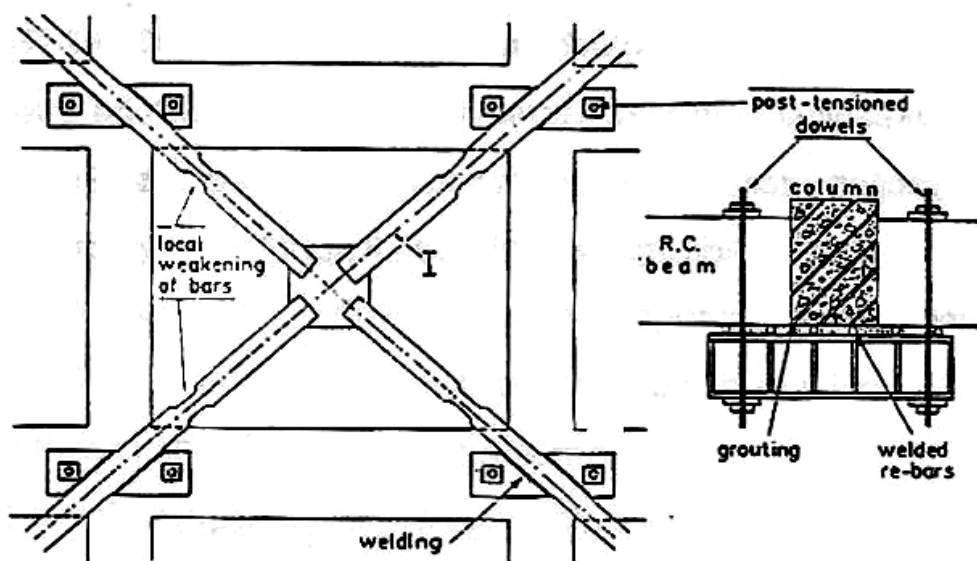
(α) (β)  
**ΣΧΗΜΑ 13** Διαγράμματα καμπτικών ρομών για σεισμική φόρτιση



**ΣΧΗΜΑ 14**

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Όπως φαίνεται από τα διαγράμματα των σχημάτων 12 και 13 η ενίσχυση με χιαστί διαγώνιους έχει σαν αποτέλεσμα την ανακατανομή της σεισμικής έντασης ιδιαίτερα στα στοιχεία που περιβάλουν το πλαισίωμα και είναι πιο έντονο στις αξονικές δυνάμεις οι οποίες μεταφέρονται στο μεταλλικό δίκτυωμα και στα υποστυλώματα όπου συνδέεται ενώ οι καμπτικές ροπές μεταβάλλονται ελάχιστα και μάλιστα στα μεταλ. στοιχεία είναι ελάχιστη. Η ιδιοπερίοδος του Φ.Ο. φυσικά είναι μικρότερη (λιγότερο από το ήμισυ της αρχικής.) Ενδιαφέρον είναι το αποτέλεσμα της ανάλυσης push-over αν και αναμενόμενο όπου παρατηρούμε αύξηση της αντοχής σε πλευρική φόρτιση της τάξης του 500 % ενώ η πλαστιμότητα παραμένει σχεδόν ίδια . Βέβαια το επιθυμητό αποτέλεσμα της ανάλυσης pushover προέκυψε ύστερα από πολλές προσπάθειες από τις οποίες μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα: α) Όσο αυξανόταν η ακαμψία των χιαστί διαγωνίων τόσο λιγότερο πλάστιμος γινόταν ο Φ.Ο. β) Η χρήση καθ' ύψος όμοιων μεταλ. στοιχείων δεν είχε καλά αποτελέσματα αφού δεν προλάβαιναν να «λειτουργήσουν» με αποτέλεσμα την δημιουργία «μαλακού» ορόφου ή την δημιουργία πρώιμων πλαστικών αρθρώσεων στα υποστυλώματα κάτι που σημαίνει ότι σε ένα σεισμό μικρότερο από τον σεισμό σχεδιασμού θα εμφανιστούν βλάβες στα υποστυλώματα που είναι περισσότερο ανεπιθύμητες από εκείνες των δοκών γ)Ο λυγισμός των ράβδων του δικτύωματος εξαρτάται από την λυγηρότητα τους και μάλιστα σε συνθήκες αμφιάκτης στύλου. γ) Τέλος για ακόμη καλλίτερα αποτελέσματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μεταβλητού τρόπου λειτουργίας ώστε να ενεργοποιούνται εφόσον οι μετατοπίσεις υπερβούν μια ορισμένη τιμή όποτε το όλο σύστημα να έχει μεταβαλλόμενη ακαμψία και να δρα τελικά σαν αποσβεστήρας, όμως αυτό είναι πολύ δύσκολο να πραγματοποιηθεί κατασκευαστικά , όποτε απορρίπτεται



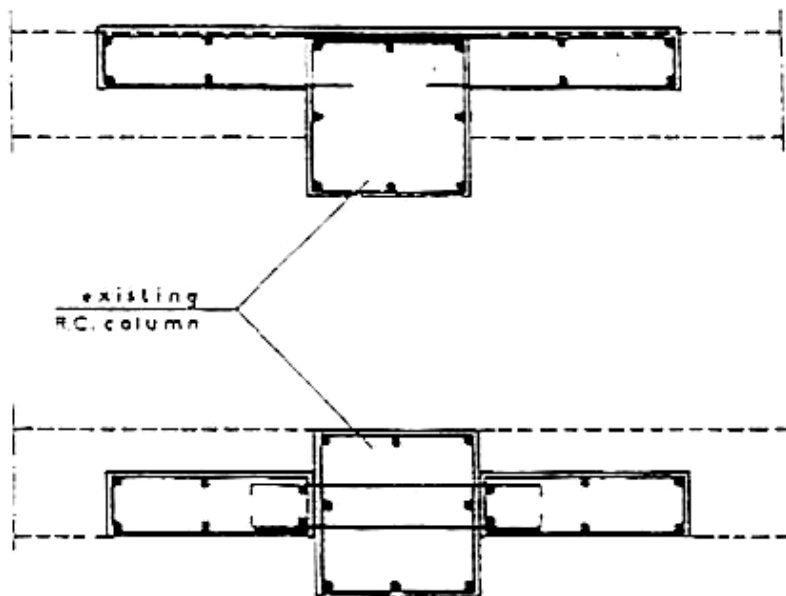
ΣΧΗΜΑ 15 Λεπτομέρεια σύνδεσης

### ΚΡΙΣΙΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΕΝΤΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

- 1 Η σύνδεση με τον Φ.Ο αποτελεί το αγκάθι της μεθόδου. Γι' αυτό πρέπει να εφαρμόζονται αυστηρά οι κατασκευαστικές διατάξεις (σχήμα 15)
- 2 Τα δύο υλικά (δομικός χάλυβας – σκυρόδεμα) έχουν διαφορετική μεταελαστική συμπεριφορά με συνέπεια να μειώνεται η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της ελαστικής ανάλυσης που γίνεται για την διαστασιολόγηση
- 3 Στον ελληνικό κανόνισμο δεν υπάρχουν διατάξεις για τέτοιου είδους ενισχύσεις (όπως και για άλλης μορφής )
- 4 Υπάρχει έλλειψη εμπειρίας τόσο σε επίπεδο μελέτης όσο και κατασκευής στον ελλαδικό χώρο

### Γ. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΛΕΥΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ

#### ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ



ΣΧΗΜΑ 15

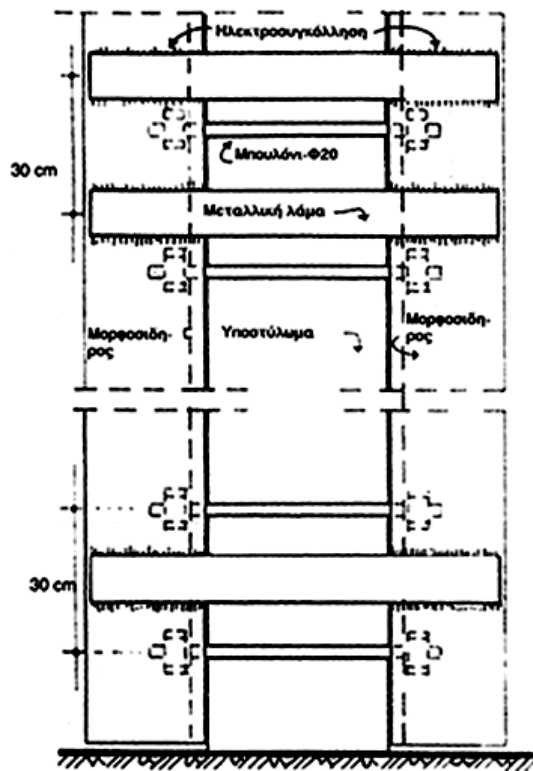
Σύμφωνα με αυτή την μέθοδο συνδέονται τοιχώματα από Ο.Σ. με υπάρχοντα υποστυλώματα της κατασκευής σε κατάλληλα επιλεγμένες θέσεις του φορέα (όπως στο σχήμα 3) αν και σε ορισμένες περιπτώσεις η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε γωνιακά υποστυλώματα με προσθήκη τοιχείων σε δύο κατευθύνσεις . Τα τοιχώματα κατασκευάζονται από έγχυτο σκυρόδεμα ή χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένα στοιχεία.

Κρίσιμα στοιχεία της μεθόδου είναι η σύνδεση των παλαιών και των νέων στοιχείων και η ανακατανομή ένταση. Ειδικότερα:

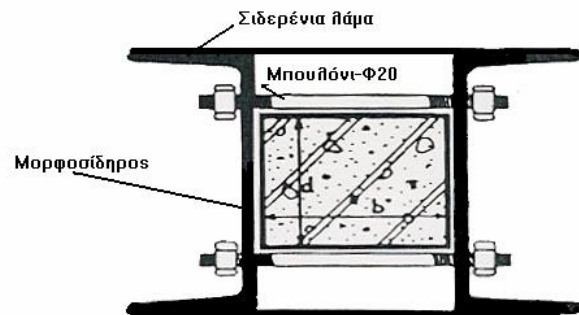
- Η σύνδεση παλαιού και νέου σκυροδέματος πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις τεχνικές που αναφέρθηκαν στη μέθοδο κατασκευής με τοιχώματα εντός πλαισίου
- Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα άκρα των δοκών στις οποίους η προσθήκη τοιχωμάτων αυξάνει την καμπτική ένταση

### ΑΠΟ ΜΟΡΦΟΣΙΔΗΡΟ

Ισχύουν ακριβώς τα ίδια με τα παραπάνω μόνο που στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε αντί για Ο.Σ. στοιχεία από μορφοσίδηρο όπως δείχνουν τα σχήματα 16 και 17



ΣΧΗΜΑ 16 όψη



ΣΧΗΜΑ 17 κάτοψη

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ, Δρίτσος Σ., Εκδόσεις Πανεπιστήμιου Πατρών, Πάτρα, 2000
2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΩΣ ΣΥΝΟΛΟΥ, Δρίτσος Σ., Σεμινάριο Τ.Ε.Ε- Αποκατάσταση Βλαβών μετά από σεισμό, Πάτρα, 1993

3. **ΧΩΡΟΔΙΚΤΥΩΤΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΕ ΣΕΙΣΜΟ (ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ – ΡΑΒΔΟΙ ΠΑΓΙΩΣΗΣ**, Βασιλείου Φ., Μαριδάκης Α., Συνέδριο - Σεισμοί και Κατασκευές , Ο.Α.Σ.Π., Τόμος Ι, Αθήνα ,1984
4. **ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ**, Τάσιος Θ., Συνέδριο -Σεισμοί και Κατασκευές , Ο.Α.Σ.Π., Τόμος Ι, Αθήνα ,1984
5. **ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΤΗΡΙΩΝ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΔΙΑΓΩΝΙΟΥΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ** , Μητσοπούλου Ε., Παπαδόπουλος Π., Δημητρακούδη Κ., Σαραφίδης Κ., Πρακτικά 13<sup>ου</sup> Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος , Ρέθυμνο,1999
6. **ΚΤΗΡΙΟ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΡΑΒΔΟΥΣ**, Παπαδόπουλος Π., Αθανατοπούλου Α., Πρακτικά 13<sup>ου</sup> Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος , Ρέθυμνο,1999
7. **ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ** , Φαρδής Μ., Εκδόσεις Πανεπιστήμιου Πατρών, Μέρος ΙΙ Πάτρα ,1999
8. **ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΣΕΙΣΜΟ**, Εφημερίδα Καθημερινή-Ειδική Έκδοση ,1999