

88
70A

" ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

ΔΥΟΡΟΦΗΣ

ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ

ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ

ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ "

Διπλωματική Εργασία Στο Μάθημα
Αντισεισμικές Κατασκευές

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Δ Ι Π Λ Ω Μ Α Τ Ι Κ Η Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α

ΜΑΘΗΜΑ : ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

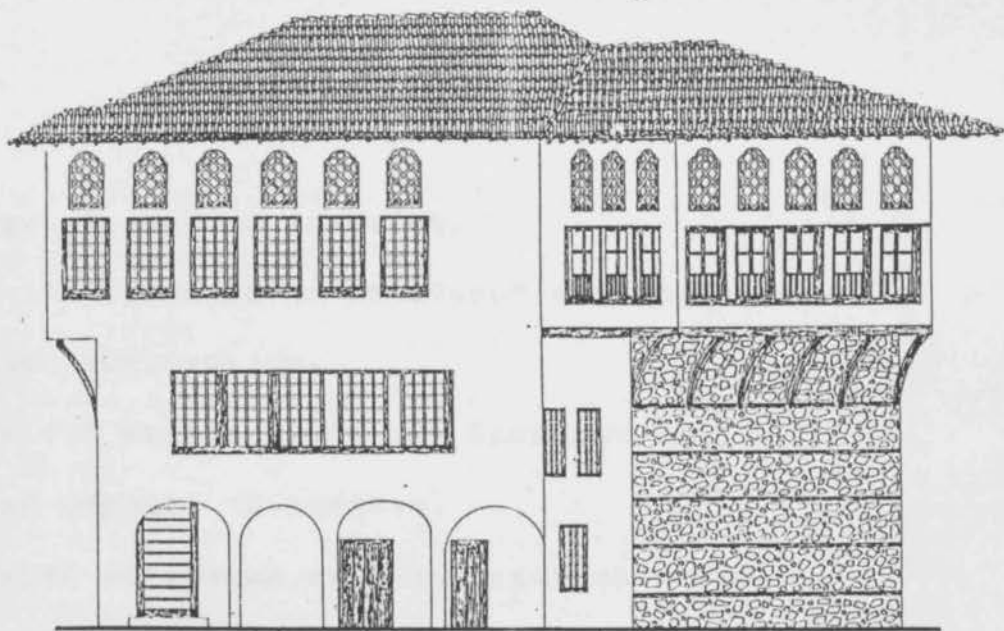
ΘΕΜΑ : ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ
ΔΥΟΡΟΦΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΑΠΟ
ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ.

ΣΧΟΛΗ : Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ : ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Ε. ΣΑΜΠΡΑΚΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : ΚΟΤΡΩΤΣΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ
ΑΣΠΡΟΓΕΡΑΚΑΣ ΝΙΚΗΦΟΡΟΣ



Π Ε Ρ Ι Ο Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1	Τρόπος γένεσης των σεισμών.	7-9
1.2	Σεισμοί στην Ελλάδα.	10-13
1.3	Σεισμοί και παρατηρήσεις αρχαίων Ελλήνων.	14-15
1.4	Το φαινόμενο του σεισμού και οι επιδράσεις του.	16-23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1	Γενικά περί τοιχοποιίας.	24-41
2.2	Κτίρια με φέροντα οργανισμό από τοιχοποιία.	42-46
2.3	Είδη τοιχοποιίας.	47-63
2.4	Μελέτη συμπεριφοράς των διορόφων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία.	64-68
2.5	Αρχές μορφώσεως φέροντα οργανισμού από τοιχοποιία.	69-92

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Διαστασιολόγηση κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία.		
3.1	Θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας.	93-102
3.2	Θλιπτικές παραμορφώσεις.	103-104
3.3	Λυγισμός υπό έκκεντρη θλίψη.	104-108
3.4	Εφελκυστική αντοχή.	109-111
3.5	Τοιχοποιία με κουφώματα (ανοίγματα).	112-117
3.6	Διατμητική αντοχή υπό θλίψη.	118-120

3.7	Σεισμική δράση σχεδιασμού.	121-122
3.8	Μηχανισμοί θραύσεως και αντίστοιχες αναλυτικές σχέσεις.	122-125
3.9	Επίδραση του σεισμού στη φέρουσα τοιχοποιία.	126-127

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

	Διαζωματική τοιχοποιία.	128
4.1	Κανόνες διαζωμάτων και αποτελέσματα.	128-130
4.2	Η μηχανική των διαζωμάτων ή ελκυστήρων.	130-133
4.3	Εντατική κατάσταση των διαζωμάτων λόγω οριζόντιων δυνάμεων.	134
4.4	Εντατική κατάσταση του δικτυώματος λόγω καθιζήσεως.	134-135
4.5	Εντατική κατάσταση του δικτυώματος λόγω ανατροπής.	135-136
4.6	Εντατική κατάσταση των διαζωμάτων λόγω στρέψεως.	136-138

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Παρεμβάσεις και ενισχύσεις στις φέρουσες τοιχοποιίες για καλύτερη αντισεισμική συμπεριφορά.

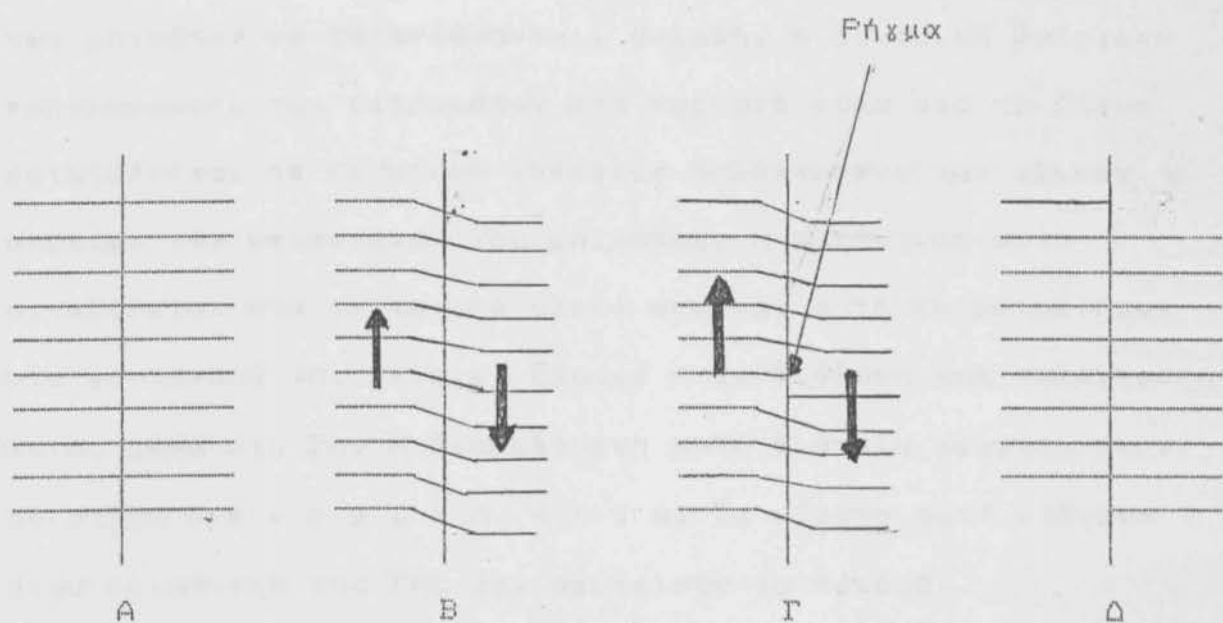
5.1	Εισαγωγή.	139-140
5.2	Ορολογία.	140-141
5.3	Βασικά βήματα.	141-142
5.4	Τεχνικές και υλικά επεμβάσεων.	143-147
5.5	Εντονες ρωγμές μεγάλου ανοίγματος.	147-148
5.6	Ενίσχυση με μανδύες.	148-149

5.7 Διαζώματα.	149
5.8 Επεμβάσεις στη θεμελίωση.	150-151
<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u>	152-153
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	154-155

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΤΡΟΠΟΣ ΓΕΝΕΣΗΣ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ

Αποτέλεσμα της σχετικής κίνησης και σύγκρουσης των λιθασφαιρικών πλακών είναι η αρχή παραμόρφωση των πετρωμάτων τους, κατά το κύριο λόγο κοντά στις επιφάνειες επαφής τους. Για το λόγο αυτό, μέσα στα πετρώματα που βρίσκονται κοντά στα όρια των λιθασφαιρικών πλακών συγκεντρώνονται μεγάλα ποσά δυναμικής ενέργειας (ενέργεια παραμόρφωσης των πετρωμάτων) και αναπτύσσονται μεγάλες τάσεις (δυνάμεις) οι οποίες συνεχώς αυξάνουν. Όταν οι τάσεις αυτές γίνουν πολύ μεγάλες σε ορισμένο σημείο, ώστε να μπορούν να υπερνικήσουν την αντοχή του υλικού της λιθόσφαιρας στο σημείο αυτό, το πέτρωμα σπάει και δημιουργείται έτσι ένα σεισμικό ρήγμα, δηλαδή μία επιφάνεια που χωρίζει το πέτρωμα σε δύο μέρη. (σχ.1)



σχ.1. Τρόπος γένεσης σεισμού.

Α. Λίγους μήνες μετά τον προηγούμενο σεισμό

Β. Πριν από το σεισμό.

Γ. Κατά τη γένεση του σεισμού.

Δ. Λίγους μήνες μετά το σεισμό.

Κατά το σπάσιμο των πετρωμάτων της λιθόσφαιρας οι δύο πλευρές του ρήγματος γλιστρούν η μία πάνω στην άλλη κατά αντίθετες κατευθύνσεις μέχρις ότου αποκτήσουν καινούργιες θέσεις ισορροπίας. Επειδή οι επιφάνειες των ρηχμάτων δεν είναι ομαλές, αναπτύσσονται έντονες δυνάμεις τριβής και αντιστασεις οι οποίες αναγκάζουν τα υλικά σημεία των πλευρών

των ρηγματών να ταλαντώνονται. Δηλαδή, η δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης των πετρωμάτων στη περιοχή γύρω από το ρήγμα μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια ταλάντωσης των υλικών σημείων των επιφανειών του ρήγματος. Η ταλάντωση αυτή μεταδίδεται στα γειτονικά υλικά σημεία, αυτά τη μεταδίδουν στα γειτονικά τους κ.ο.κ. Έχουμε έτσι διάδοση της ταλάντωσης αυτής μέσα στη Γη. Η διαδιδόμενη αυτή διάταξη λέγεται στην επιστήμη σ ε ι σ μ ι κ ό κ ύ μ α. Τα κύματα αυτά φτάνουν στην επιφάνεια της Γης και αποτελούν το σεισμό.

Η κατάταξη των σεισμών ανάλογα του είδους των αποτελεσμάτων τους είναι:

- * σ ε ι σ μ α τ ί ε ς, όταν προκαλούν ταλαντώσεις, παλιδρομικές δηλαδή κινήσεις.
- * χ α σ μ α τ ί ε ς, όταν ανοίχουν χάσματα στο έδαφος.
- * κ λ ι μ α τ ί ε ς, όταν προκαλούν πλάγιες μετατοπίσεις.
- * β ρ α σ μ α τ ί ε ς, όταν προκαλούν κατακάρυφες μετακινήσεις.

1.2 ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η χώρα μας έχει τη μεγαλύτερη σεισμικότητα από όλες τις χώρες της Μεσογείου, αλλά και από τις μεγαλύτερες ανάμεσα στις χώρες της Ευρασίας. Ενδεικτικό είναι το στοιχείο ότι η σεισμική ενέργεια που απελευθερώνεται κάθε χρόνο στον Ελλαδικό χώρο είναι σχεδόν ίση μ'αυτή που απελευθερώνεται στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η πρόσφατη σεισμική δράση έδειξε ότι ο σεισμικός κίνδυνος όχι μόνο δεν μειώνεται με το χρόνο, αλλά αντίθετα αυξάνεται. Ο κύριος λόγος για αυτό είναι η μεγάλη ανάπτυξη σε ύψος, έκταση και πληθυσμό των μεγάλων και μικροτέρων πόλεων.

Μετά τους πρόσφατους σεισμούς, αποτελεί κοινά παραδεκτό πιά γεγονός ότι σεισμοί στην Ελλάδα συνιστούν Εθνικό πρόβλημα πρώτου μεγέθους. Η επώδυνη εμπειρία των τελευταίων χρόνων και ειδικότερα οι τελευταίες σεισμικές εξάρσεις, που έπληξαν μεγάλα πολεοδομικά συγκροτήματα της χώρας (Θεσ/νίκη 1978, Αθήνα 1981) προσδιορίζουν τις πραγματικές διαστάσεις του προβλήματος και σαν ενδειμικού φαινομένου.

Η εμφάνιση του σεισμικού φαινομένου έχει σαν άμεσες επιπτώσεις:

1. Εμφάνιση ρηγματίων στο έδαφος.

Καταπτώσεις βράχων.

Ρευστοποίηση εδαφών.

Βλάβες στα δίκτυα συγκοινωνιών.

Βλάβες στα δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης και άρδευσης.

Βλάβες ηλεκτρικών σταθμών.

Καταρύσεις κτιρίων - εγκλωβισμούς ατόμων και οχημάτων.

Πυρκαγιές.

Εμφάνιση παλλιροεικών κυμάτων (TSUNAMIS).

2. Θανάτους και τραυματισμούς ατόμων, καθώς και μεγάλες κοινωνικοοικονομικές και ψυχολογικές συνέπειες.

Οι οικονομικές συνέπειες των σεισμών δεν οφείλονται μόνο στις καταστροφές και στις βλάβες των τεχνικών έργων, αλλά και στο γεγονός ότι επί μεγάλα χρονικά διαστήματα, σε περιόδους έντονης σεισμικής δράσης, έχουμε αποδιοργάνωση του κοινωνικού και οικονομικού ιστού της περιοχής.

Οι σεισμοί δεν αφήνουν μόνο τους άστεγους, καταστρέφοντας τα σπίτια τους, τους κάνουν επίσης να φοβούνται να επιστρέψουν σε κατοικίες που δεν έχουν υποστεί, ή έχουν υποστεί λίγες μόνο βλάβες, γιατί νομίζουν ότι υπάρχει πιθανότητα κατάρρευσης των κτιρίων αυτών από μετασεισμικές δονήσεις.

Πολλές χώρες της Ευρώπης, της Ασίας και της Αμερικής έχουν συνειδητοποιήσει την ανάγκη άμεσης αντισεισμικής θωράκισής τους και έχουν δώσει ιδιαίτερη βαρύτητα στα θέματα της ανάπτυξης προγραμμάτων έκτακτης ανάγκης σε σεισμό και της καλής ενημέρωσης και εκπαίδευσης του πληθυσμού, φθάνοντας (π.χ. Ιαπωνία) και σε ανώτερο επίπεδο δυνατότητας κινητοποίησης εφαρμόζοντας ασκήσεις ετοιμότητας του πληθυσμού.

Η χώρα μας αντιμετώπισε μέχρι σήμερα το Εθνικό αυτό πρόβλημα χωρίς μακρόπνοο σχεδιασμό και πρόγραμμα. Η προετοιμασία κατά την προσεισμική περίοδο, τόσο όσον αφορά τους σχεδιασμούς έκτακτης ανάγκης για την περίπτωση του σεισμού, το έργο της εκπαίδευσης και της ενημέρωσης του πληθυσμού, την αντισεισμική θωράκιση των πόλεων και των οικισμών, αλλά και τη συγκρότηση μονάδων άμεσης και αποτελεσματικής επέμβασης με συνεχή ετοιμότητα, ήταν σχεδόν ανύπαρκτη. Επίσης υπήρχαν σοβαρά προβλήματα στο συντονισμό των αρμοδίων φορέων παροχής βοήθειας. Η περιστασιακή δημιουργία ειδικών, ασύνδετων και μη ενταχμένων σε ένα συνολικό σχεδιασμό οργάνων σε επίπεδο υλοποίησης υπηρεσιών για την αντιμετώπιση των έκτακτων αναγκών, δεν μπόρεσαν σε καμμία περίπτωση να αντιμετωπίσουν συνολικά το πρόβλημα της χάραξης και υλοποίησης ενιαίας και αποτελεσματικής αντισεισμικής πολιτικής, που θα επέτρεπε και στον πληθυσμό να αισθάνεται ασφαλής και θα οδηγούσε σε αντισεισμική θωράκιση της χώρας.

Όμως οι τεράστιες κοινωνικές, οικονομικές και ψυχολογικές επιπτώσεις του φαινόμενου απαιτούν για την αντιμετώπισή τους μακροχρόνιο και ολοκληρωμένο σχεδιασμό, που να περιλαμβάνει τη σωστή, αποτελεσματική και προγραμματισμένη διάταξη, αξιολόγηση και κινητοποίηση όλου του σχετικού δυναμικού της χώρας. Η διαδικασία αυτή συνεπάγεται τη στενή συνεργασία κρατικών οργάνων, τοπικής αυτοδιοίκησης, επιστημονικών και κοινωνικών φορέων. Μέσα στα πλαίσια αυτά προέκυψε η άμεση

ανάγκη σύσταση ειδικού αντισεισμικού φορέα, του Ο.Α.Σ.Π., που έχει την ευθύνη της χάραξης και υλοποίηση της αντισεισμικής πολιτικής της χώρας συμμετέχοντας στους σχεδιασμούς έκτακτης ανάγκης για τη περίπτωση σεισμού, συντονίζοντας το έργο της εκπαίδευσης και ενημέρωσης του πληθυσμού πάνω στα προβλήματα του σεισμού και τα σχέδια έκτακτης ανάγκης συγκεντρώνοντας τις πληροφορίες γύρω από τα σεισμολογικά και άλλα σχετικά προβλήματα της χώρας. Τέλος πρέπει να τονισθεί η χρησιμότητα των διακρατικών συνεργασιών πάνω σε θέματα σεισμών, η ανταλλαγή απόψεων, εμπειριών και μεθόδων αντιμετώπισής τους και η συμμετοχή σε κοινά προγράμματα, που προωθούν την έρευνα και τη συνεργασία μεταξύ των λαών.

1.3 ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΑΡΧΑΙΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ

Ο σεισμός είναι ασφαλώς το πιο συνταρακτικό φυσικό φαινόμενο που προκαλεί δέος και τρόμο στον άνθρωπο. Γι' αυτό από τα πολύ παλιά χρόνια προσπάθησε αυτός να συλλάβει τη φύση του και να εξηγήσει τη γένεσή του, προχωρώντας όμως σ' αυτή του τη προσπάθεια με πάρα πολύ αρχικά βήματα γιατί ο χώρος ήταν ιδιαίτερα σκοτεινός και δύσκολος.

Στο δυσνόητο, μέχρι σχεδόν σήμερα, πρόβλημα αυτό του σεισμού αγωνίστηκαν οι πρόδρομοι εκείνοι της επιστήμης χωρίς όπλα και χωρίς βοηθήματα, με μόνο οδηγό τη διαίσθησή τους και βοηθήματα μερικές περιορισμένες σε χώρο και χρόνο παρατηρήσεις, μπόρεσαν όμως να κάνουν ότι καλύτερο ήταν δυνατό και να δώσουν ερμηνείες, που, εάν είναι κάπως απλοϊκές, δείχνουν πάντως ένα κριτικό και συνθετικό πνεύμα που δεν αφήνει καμμία παρατήρηση αναξιοποίητη.

Οι αρχαιότεροι Έλληνες φιλόσοφοι που ασχολήθηκαν με το φαινόμενο του σεισμού και προσπάθησαν να ανέρουν κάποια ερμηνεία του, φαίνεται ότι είναι ο Αναξιμένης ο Μιλήσιος (585 - 528 π.χ.) και ο μαθητής του ο Αναξαγόρας ο Κλαζομένιος (που με τη σειρά του υπήρξε δάσκαλος του Ευριπίδης).

Ο Αναξιμένης στα σωζόμενα αποσπάσματα των έργων του γράφει: "... Ο σεισμός γίνεται από αλλοιώσεις της γης, από μεταβολές της δηλαδή λόγω θερμάνσεώς της και ψύξεώς της".

Μερικές δεκαετίες αργότερα, στις αρχές του 6^{ου} π.Χ.

αιώνα, ο Αναξαγόρας σημειώνει: " Εμπλέκεται ο αέρας που είναι επάνω στην γη με εκείνον που είναι κάτω από αυτήν και κάνουν τη γη να σαλεύει. "

Ενα περίπου αιώνα αργότερα ο γνωστός Αβδηρίτης φιλόσοφος Δημόκριτος (460 - 351 π.Χ.) προβληματίσθηκε και αυτός με το φαινόμενο του σεισμού και έδωσε την εξήγηση ότι η γη είναι κεκορεσμένη από νερό, δεχόμενη δε πρόσθετα όμβρια ύδατα κινείται από αυτά, διότι διαταράσσεται η ισορροπία της.

Εκείνος όμως που, ξεκινώντας από τις αντιλήψεις των παλαιότερων του, αναπτύσσει διεξοδικά το πρόβλημα με παρατηρήσεις και ερμηνείες είναι ο μεγάλος Αριστοτέλης.

Στα " Μετεωρολογικά " του, γραμμένα περί του Δ π.Χ. αιώνας, καταγράφει εκτενώς τις up - to - date γνώσεις της εποχής του επάνω στο πρόβλημα των σεισμών.

Υπάρχει ειδικό βιβλίο που μας εξιστορεί λεπτομερώς ο Αριστοτέλης τις ερμηνείες του, τις γνώσεις του και τις παρατηρήσεις του για το σεισμό. Το λυπηρό όμως είναι ότι δεν υπάρχει ελληνική έκδοση του βιβλίου αυτού με μετάφραση και σχόλια, αντιθέτως υπάρχει έκδοση της Οξφόρδης - με αρχαίο κείμενο και αγγλική μετάφραση.

1.4 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ

Σύμφωνα με νεότερες επιστημονικές μελέτες οι σεισμοί όπου είναι ο μεγαλύτερος κίνδυνος για τις κατασκευές μας και ειδικά για τις τοιχοποιίες που είναι πολύ άκαμπτες και δεν μπορούν να παρακολουθήσουν της δονήσεις, με αποτέλεσμα να υπάρχει περιορισμός στο ύψος των κτιρίων αυτών και ακόμη και στην διάταξη των όψεων των ανοιγμάτων των κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία.

Οι σεισμοί είναι βασικά τριών ειδών:

- α) Τ Ε Κ Τ Ο Ν Ι Κ Ο Ι, προερχόμενοι από παραμορφώσεις του στερεού φλοιού της γης
- β) Ε Γ Κ Α Τ Α Κ Ρ Ι Μ Ν Η Σ Ε Ω Σ ή Κ Α Τ Α Π Τ Ω Σ Ε Ω Σ, προερχόμενοι από πτώσεις των πετρωμάτων της οροφής μεγάλων φυσικών υπόγειων σπηλαίων, εμφανιζόμενοι συνήθως σε ασβεστολιθικά - καρστικά εδάφη
- γ) Η Φ Α Ι Σ Τ Ε Ι Ο Γ Ε Ν Η Σ ή Η Φ Α Ι Σ Τ Ε Ι Α Κ Ο Ι, προερχόμενοι από δράσεις ηφαιστέων.

Οι σεισμοί διαχωρίζονται επίσης σε:

- α) Ε Π Ι Φ Α Ν Ε Ι Α Κ Ο Υ Σ ή Κ Α Ν Ο Ν Ι Κ Ο Υ Σ, όσους δηλαδή γεννιούνται σε βάθος μικρότερο από 60 Km από την επιφάνεια της γης, που είναι και οι περισσότεροι
- β) Ε Ν Δ Ι Α Μ Ε Σ Ο Υ Β Α Θ Ο Υ Σ, όταν έχουν εστιακά βάθη από 60 Km έως 300 Km.
- γ) Μ Ε Γ Α Λ Ο Υ Β Α Θ Ο Υ Σ ή Π Λ Ο Υ Τ Ω Ν Ι Ο Υ Σ

σεισμούς, με εστιακά βάθη μεγαλύτερα των 300 Km, που γίνονται στα τμήματα των λιθοσφαιρικών πλακών που βυθίζονται στην ασθενόσφαιρα.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι το 90% περίπου των επιφανειακών σεισμών είναι τεκτονικοί και οι βλάβες που προκαλούν μπορεί να φτάσουν τον 12ο βαθμό της κλίμακας MERCALLI. Οι εγκατακρημνήσεως (εγκατακρημνισιγενείς) σεισμοί είναι περίπου το 3% του συνόλου των επιφανειακών σεισμών και όντας φτωχότεροι σε ενέργεια προκαλούν βλάβες που σπάνια φτάνουν τον 7ο βαθμό της κλίμακας MERCALLI. Εξάλλου οι ηφαιστειαγενείς σεισμοί υπολογίζονται στο 7% των επιφανειακών σεισμών και οι βλάβες που προκαλούν σπάνια υπερβαίνουν τον 8ο βαθμό της κλίμακας MERCALLI.

Ο Γάλλος σεισμολόγος Ντέ Βαλλάρ μελέτησε 150.000 σεισμούς και βρήκε ότι το 94% εξ αυτών ήταν τεκτονικοί.

Ας ασχοληθούμε συνεπώς με το τρόπο γένεσης των τεκτονικών σεισμών.

Είναι σήμερα γνωστό ότι ολόκληρη η γη περιλαμβάνεται από ένα σκληρό επίστρωμα από πετρώματα το οποίο λέγεται λιθόσφαιρα. Έχει υπολογιστεί ότι το δύσκαμπτο αυτό στρώμα έχει μέσο πλάτος 80 Km. Η λιθόσφαιρα δεν είναι συνεχή και εννιάα αλλά χωρίζεται σε διάφορα τμήματα που λέγονται λιθοσφαιρικές πλάκες. Αμέσως κάτω από τη λιθόσφαιρα το υλικό είναι παχύρευστο και σχηματίζει ένα στρώμα που λέγεται ασθενόσφαιρα. Μέσα στην

ασθενόσφαιρα, δημιουργούνται ρεύματα μεταφοράς, ανάλογα με τα ρεύματα της ατμόσφαιρας, λόγω της κίνησής του αυτής, δυνάμεων κυρίως οριζοντίων, εφαιπτομενικών ως προς το πυθμένα της λιθόσφαιρας.

Λόγω της επίδρασης αυτών των δυνάμεων, τα διάφορα τμήματα της λιθόσφαιρας, οι λιθοσφαιρικές πλάκες δηλαδή, αναγκάζονται σε μία σχετική μεταξύ τους κίνηση.

Αλλού οι λιθοσφαιρικές πλάκες συγκλίνουν, αλλού αποκλίνουν και αλλού κινούνται εφαιπτομενικά μεταξύ τους. Έτσι οι λιθοσφαιρικές πλάκες μετατοπίζονται πάρα πολύ αργά (0,5 - 8.0 cm το χρόνο) και συγκρούονται μεταξύ τους. Σε ορισμένες περιοχές δε βυθίζονται μέσα στην ασθενόσφαιρα σε διάφορα βάθη που μπορούν να φθάσουν και τα 700 Km.

Αποτέλεσμα όλων αυτών των κινήσεων και συγκρούσεων των λιθοσφαιρικών πλακών είναι η εξάσκηση πάνω στη λιθόσφαιρα τεραστίων δυνάμεων και ή, σαν συνέπεια τους, παραμόρφωση των πετρωμάτων της, κατά κύριο λόγο κοντά στις επιφάνειες επαφής τους. Έτσι συγκεντρώνονται μεγάλα ποσά ενέργειας παραμόρφωσης των πετρωμάτων μέσα στα πετρώματα που βρίσκονται κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών και αναπτύσσονται μεγάλες τάσεις, διαρκώς αυξανόμενες. Όταν σε κάποιο σημείο οι τάσεις αυτές υπερβούν την αντοχή του υλικού της λιθόσφαιρας στο σημείο αυτό, επέρχεται ρηγματώση του πετρώματος (σπάζουν τα " κλειθρα "), δημιουργουμένου του σ ε ι σ μ ι κ ο ύ ρ ή χ μ α τ ο ς, δηλαδή μιάς επιφάνειας, που χωρίζει το

πέτρωμα σε δύο μέρη. Κατά το σπάσιμο των πετρωμάτων οι δύο πλευρές του ρήγματος κινούνται έως ότου σταθεροποιηθούν σε μία νέα θέση ισορροπίας. Επειδή οι επιφάνειες των ρηγμάτων δεν είναι ομαλές, αναπτύσσονται ισχυρές δυνάμεις τριβής που αναγκάζουν τα υλικά σημεία των πλευρών του ρήγματος να ταλαντώνονται. Τελικά δηλαδή η δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης που περιλαμβάνεται στα πετρώματα της περιοχής του ρήγματος μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια ταλάντωσης των υλικών σημείων του ρήγματος. Η ταλάντωση αυτή, μεταδιδόμενη στα γειτονικά υλικά σημεία, διαδίδεται μέσα στη Γη και αποτελεί το σ ε ι σ μ ι κ ό κ ύ μ α.

Τα σεισμικά αυτά σήματα φθάνουν ως στην επιφάνεια της Γης και δημιουργούν το φαινόμενο που ονομάζουμε σ ε ι σ μ ό.

Οι σεισμοί λοιπόν γεννιούνται μέσα στην λιθόσφαιρα και κυρίως στις επιφάνειες επαφής των λιθασφαιρικών πλακών. Είναι αυτοί που λέγονται τ ε κ τ ο ν ι κ ο ί σ ε ι σ μ ο ί.

Σύμφωνα με την ετήσια Γεωλογική επιθεώρηση των Η.Π.Α. (1976) "...ο φλοιός της Γης έχει τεμαχισθεί σε διάφορα κινητά τμήματα της λιθόσφαιρας (πλάκες). Υπάρχουν 7 μεγάλες πλάκες και 12 μικρότερεςΤα ηφαίστεια και οι σεισμοί γίνονται συνήθως στα όρια αυτών των πλακώνκαι οφείλονται στην σύγκλιση μεταξύ τους"

Το σημείο του ρήγματος απ' όπου αρχίζει η παρακωχή του πρώτου σεισμικού κύματος λέγεται ε σ τ ί α ή υ π ό κ ε ν τ ρ ο του σ ε ι σ μ ο ύ, ενώ το σημείο της

επιφάνειας της Γης ακριβώς πάνω από την εστία λέγεται
επιφανειακός σεισμός. Η απόσταση μεταξύ τους
λέγεται εστιακό βάθος. Ανάλογα με το εστιακό βάθος
διακρίνονται οι σεισμοί στα είδη που αναφέραμε πιο πάνω
(επιφανειακοί, ενδιάμεσου βάθους, μεγάλου βάθους).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στις παρυφές των λιθοσφαιρικών
πλάκων παρατηρούνται συχνοί σεισμοί αλλά γενικά είναι μικρής
έντασης λόγω της ευκολίας διάσπασης των συνδεόμενων
πετρωμάτων (π.χ. ρήγμα Ιονίου Πελάγους όπου συναντώνται η
πλάκα της Αφρικής με την πλάκα της Ευρασίας). Οι σεισμοί
αυτοί λέγονται " διατεμαχικοί ".

Στο σώμα των πλάκων εμφανίζονται σπανίως σεισμοί αλλά
αυτοί οι σπάνιοι σεισμοί είναι μεγάλης έντασης λόγω μεγάλης
συγκέντρωσης τάσεων και μεγάλης αντίστασης (π.χ. Αιγαίο
Πελάγος - Θήρα ή και ο τελευταίος της Ν. Ιταλίας), οι σεισμοί
αυτοί λέγονται " ενδοτεμαχικοί " .

Επίσης στα ηφαίστεια, όσο περνά ο χρόνος και κλείνουν οι
οδοί διαφυγής των αερίων και του μάγματος, παρατηρούνται
ισχυρότεροι σεισμοί λόγω μεγαλύτερης αντίστασης.

Σαν αίτια γέννησης των σεισμών αναφέρονται:

- α) εσωγενή φυσικά αίτια, όπως το πεδίο βαρύτητας,
η έκλυση θερμότητας που παράγεται από την διάσπαση
ραδιενεργών στοιχείων που βρίσκονται στο εσωτερικό
της Γης, οι συσταλοδιαστροφές της Γης καθώς και
μηχανικές δυνάμεις προερχόμενες από την περιστροφή της

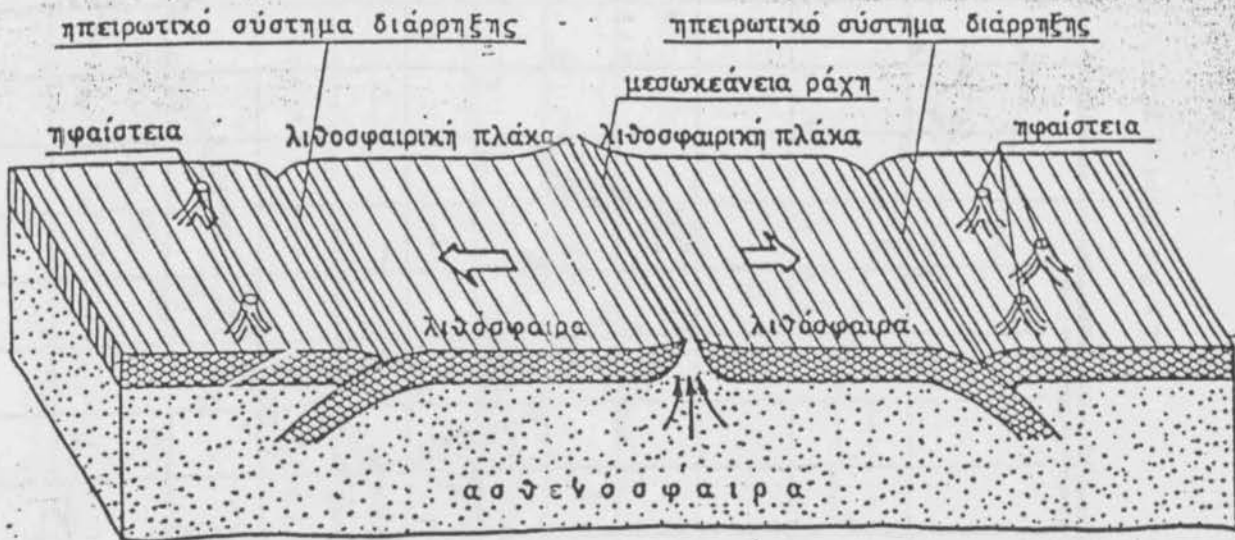
κ.λ.π. και

β) εξωγενή αίτια, όπως βροχές, άνεμοι, χιόνια, διαφορές βαρομετρικών πιέσεων, διαστρικές επιρροές κ.λ.π. Τα εξωγενή αίτια θα πρέπει μάλλον να θεωρηθούν σαν παράγοντες επίσπευσης και όχι σαν αίτια δημιουργίας των σεισμών. Δηλαδή μια έκλειψη σελήνης ή ένα βαρομετρικό ελάχιστο μπορούν να επισπεύσουν και όχι να δημιουργήσουν αυτόνομα σεισμό.



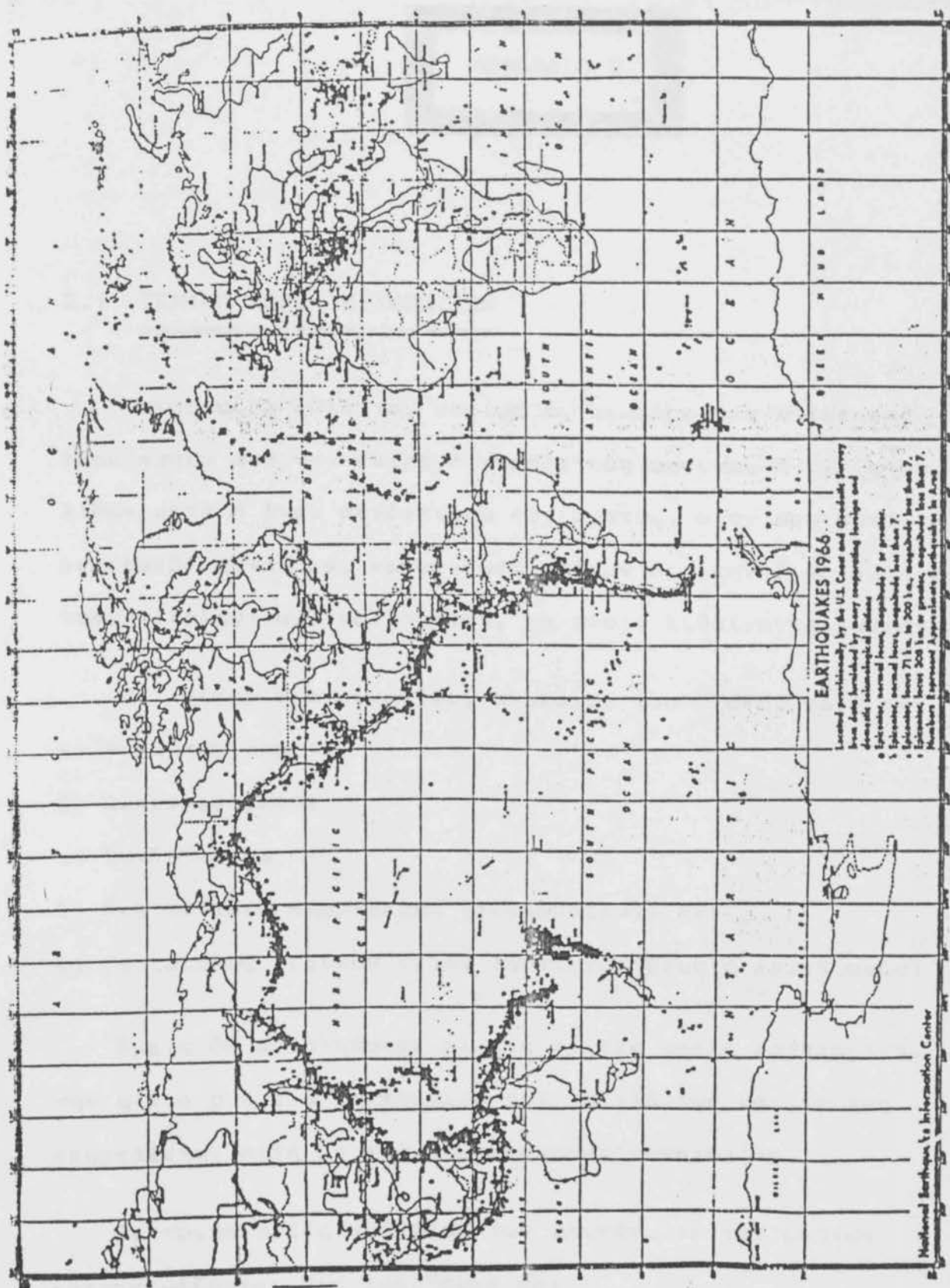


Σχ. 12. Κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών.



Σχ. 13. Σύστημα κινήσεως των λιθοσφαιρικών πλακών.

2.1. Γένεση-γεωγραφική κατανομή των σεισμών



Σχ. 14. Χάρτης γενικής σεισμικότητας του 1966 για σεισμούς μεγέθους άνω του 4.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ

Τοιχοποιία καλεῖται κυρίως οι οικοδομικές κατασκευές που προκύπτουν από την έντεχνη τοποθέτηση φυσικών ή τεχνητών λίθων μετά ή άνευ συνδετικού κονιάματος, στον όρο αυτό περιλαμβάνονται και κατασκευές τοίχων δια την διάστρωση εντός τύπων (καλουπίων) κονιαμάτων, τα οποία λιθάζονται αργότερα.

Οι τοίχοι διακρίνονται, αναλόγως του σκοπού τους σε:

- α) Φέροντας φορτία
- β) Διαχωριστικούς
- γ) Συνδετικούς
- δ) Εις τοίχους προστασίας (περιφράξεως) και
- ε) Σε τοίχους ειδικών έργων (αντιστηρίξεως η επενδύσεως)

Εμείς θα ασχληθούμε με τις πρώτες τρεις κατηγορίες, με την φέρο υ σ α τοιχοποιία επί το πλήστων και το πως επηρεάζεται αυτή με τις δύο επόμενες κατηγορίες.

Οι τοιχοποιίες αναλόγως των υλικών, εκ των οποίων κατασκευάζονται τις χωρίζουμε σε:

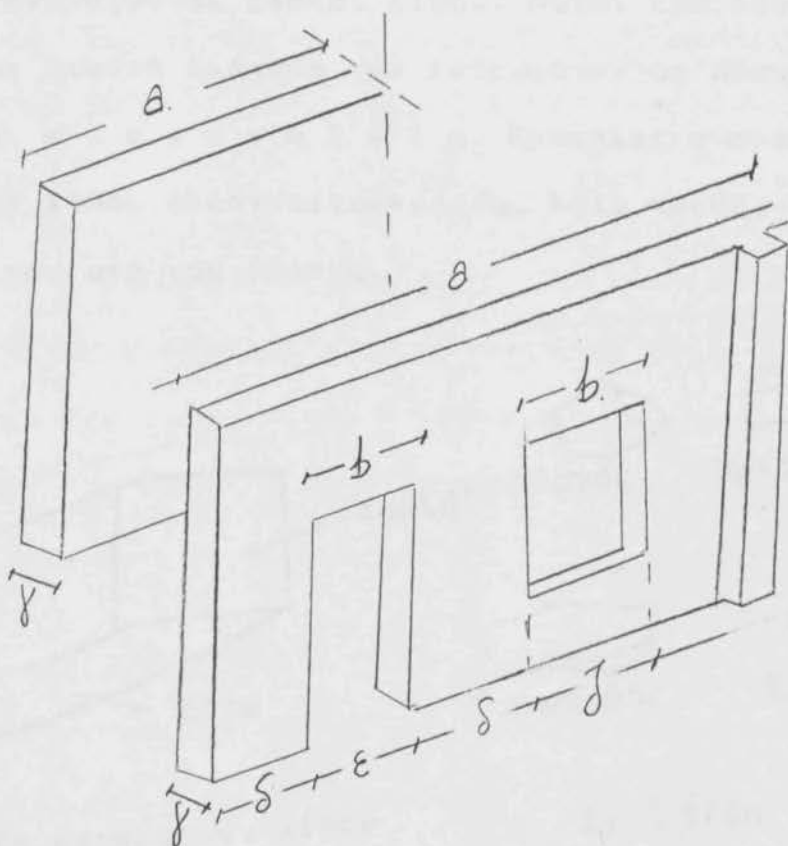
- α) Λιθοδομές με φυσικούς λίθους
- β) Λιθοδομές με τεχνητούς λίθους

ε) Χυτές τοιχοποιίες και

δ) Ειδικές τοιχοποιίες.

Κατά αρχάς ο πηλός χρησιμοποιήθηκε για την σύνδεση μεταξύ των λίθων (φυσικών ή τεχνητών), αλλά και για να κατασκευάζονται τεχνητοί λίθοι και χυτές τοιχοποιίες.

Αρχότερα χρησιμοποιήθηκαν απλοί πλίνθοι και κονιάματα που περιείχαν ασβέστη, ενώ κατά την νεώτερη εποχή με την χρήση των τσιμέντων επετύχθησαν ισχυρότερα συνδετικά κονιάματα λιθοδομών και κατασκευάστηκαν εξ αυτών άλλοι τεχνητοί λίθοι.



a = ζοίκος

b = ανώφριο ή πρέμει

h = παραστάδα ή γαμψή

d = πλάτος

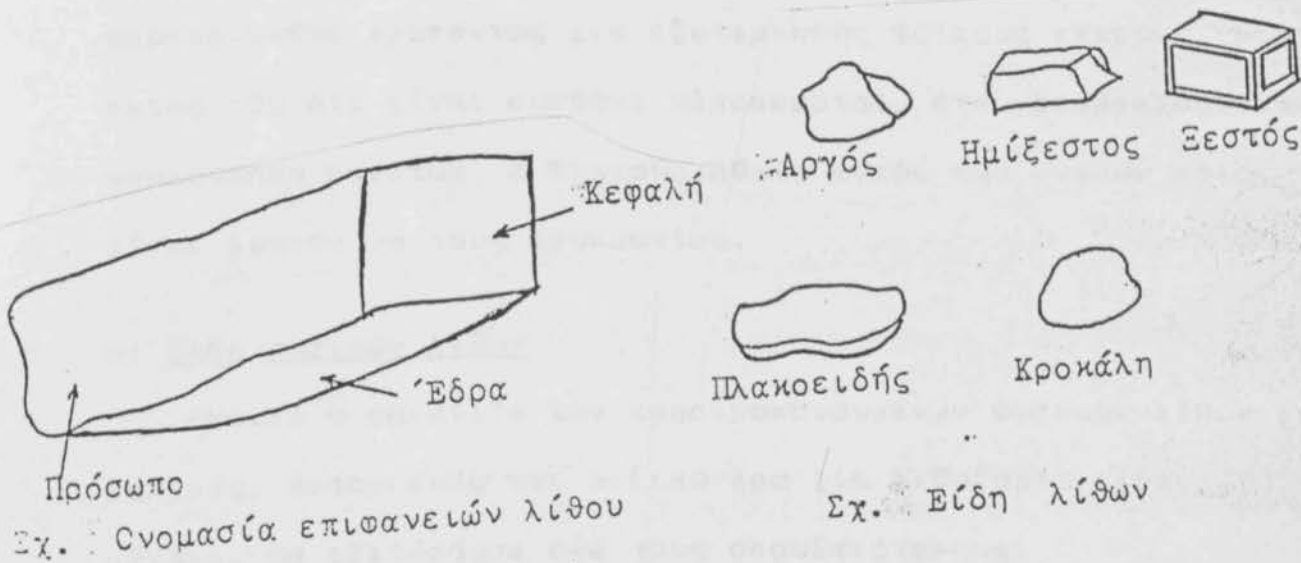
e = κατώφριο ή ποδιά θύρας

f = κατώφριο ή ποδιά παραθύρου

ΛΙΘΟΔΟΜΕΣ ΑΠΟ ΦΥΣΙΚΟΥΣ ΛΙΘΟΥΣ

Οι λιθοδομές από φυσικούς λίθους, οι ονομαζόμενοι ορυκτοί, προέρχονται συνήθως από εξόρυξη και τεχνητό τεμαχισμό πετρωμάτων. Σπανιότερα γίνεται χρήση συλλεκτών λίθων, δηλαδή προέρχονται από φυσικό τεμαχισμό πετρωμάτων.

Ως αργό λίθοι χαρακτηρίζονται ορυκτοί λίθοι, οι οποίοι δεν έχουν υποστεί καμμία επεξεργασία. Όσοι λίθοι υποστούν κάποια επεξεργασία καλούνται ημίξεστοι, ενώ όσοι κατόπιν πλήρους επεξεργασίας λαμβάνουν κανονικά σχήματα ονομάζονται ξεστοί λίθοι. Αυτοί που έχουν μορφή πλάκας με φυσική διάταξη των πετρωμάτων απ' όπου προέρχονται καλούνται πλακοειδοειδείς. Κροκάλες ονομάζονται συλλεκτοί λίθοι απεστρωχυλευμένοι λόγω τριβής εκ φυσικής συρσεως των υπό του ύδατος.



Την μεγαλύτερη επιφάνεια, με την οποία ο λίθος εδράζεται καλούμε έδρα αυτού. Πρόσωπο λέμε την επιφάνεια, με την οποία δημιουργείται η όψη της τοιχοδομής. Σαν κεφαλή χαρακτηρίζουμε την σχετικώς εκ των στενών πλευρών του ενώ την μικρότερη ονομάζουμε ουρά.

Οι λίθοι προέρχονται από επιφανειακά πετρώματα είναι ακατάλληλοι για την δόμηση, διότι συχνά δεν είναι ομοιογενούς ιστού. Και οι λίθοι που προέρχονται από μαλακά πετρώματα, οι οποίοι και με ελαφρά κρούση θραύονται, είναι ακατάλληλοι. Αντιθέτως λίθοι από συνεκτικά πετρώματα, οι οποίοι όταν θραύονται, δίνουν τραχεία, επιπέδους επιφανείας, είναι κατάλληλοι διότι οι επιφάνειες αυτές παρέχουν καλή σύνδεση και έδραση.

Λίθοι από σπές, ρωγμές, κενά σπογγώδη, πρέπει να αποκλειώνονται προπάντος για εξωτερικούς τοίχους κτιρίων, διότι εκτός του ότι είναι συνήθως υδροπερατοί, όταν διαβραχούν και ακολουθήση πασιετός, ο δημιουργηθείς εντός των ρωγμών πάχος είναι δυνατόν να τους θρυμματίση.

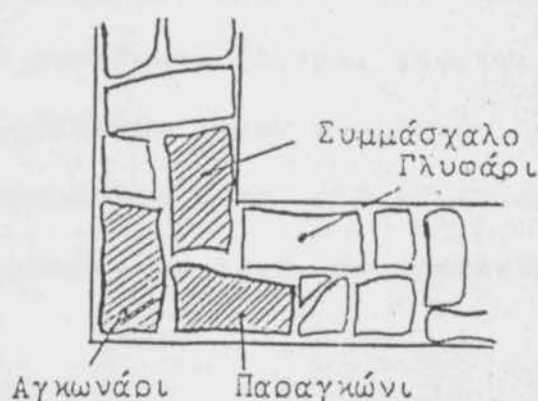
α) Είδη φυσικών λίθων

Επειδή η ποικιλία των χρησιμοποιουμένων φυσικών λίθων για δοκιμές, κατασκευές και ειδικώτερα για λιθοδομές είναι μεγάλη, θα εξετάσουμε εδώ τους σπουδαιότερους.

Ο πλέον εν χρήσει φυσικός λίθος για λιθοδομές είναι ο ασβεστόλιθος. Υπάρχει σε αφθονία στη χώρα μας, έχει σαν κύρια συστατικά τον ασβέστη ($CaCO_3$). Ο ασβεστόλιθος εμφανίζεται με διάφορους χρωματισμούς αναλόγως των προσμίξεων του. Ο ιστός

του είναι ακριβώς έως συμπαγής ή πορώδης. Ο ασβεστόλιθος ο χρησιμοποιούμενος για την παραγωγή αρχών λίθων ή αρχών υλικών για κονιάματα πρέπει να είναι συμπαγούς ιστού.

Ο πορώδους ιστού, οι οποίοι είναι ευκατέρχαστοι χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ημιξεστών (αγκωνάρι) ή ξεστών λίθων.



Σχ.2. Γωνία λιθοδομής σε κάτοψη με ονόμασλα ημιξεστων λίθων.

Στην Αττική υπάρχουν πολλών αποχρώσεων συμπαγείς ασβεστόλιθοι, από τους οποίους σπουδαιότερη για την παραγωγή δομικών υλικών είναι των τέων λατομείων περιοχής Τουρκοβουνίων.

Οι πορώδεις (πουριλά) ασβεστόλιθοι έχουν κίτρινη ή τεφρή απόχρωση, συνήθεις δε πορώδεις ασβεστόλιθοι στην Αττική είναι του Πειραιά, Καπανδριτίου Μεγάρων, Χαρβατίου και Βάρης. Πορώδεις μαλακοί ασβεστόλιθοι είναι και οι άλλοτε αποκλειστικώς χρησιμοποιούμενες πλάκες για επίστρωση δωματίων

η καλούμενη κοινώς μαλτεζόπλακες.

Άλλοι φυσικοί λίθοι για λιθοδομές είναι οι ψαμμίτες. Γεωλογικώς προέκυψαν από φυσική συγκόλληση λεπτότατων συντριμμάτων σκληρών πετρωμάτων. Το χρώμα τους ποικίλει και δυνατόν να είναι λευκό, κίτρινο, φαιόν, ερυθρόφαιον, πρασινότεφρον. Από αυτούς κυρίως παράγονται ημιξεστοί λίθοι. Άριστοι λίθοι παράγονται και από τους δολομίτες. Ο σχιστόλιθος χρησιμοποιείται για την κατασκευή λιθοδομών (διακοσμητικών συνήθως). Σήμερα, γίνεται συχνά χρήση και για επιστρώσεις εξωτερικών χώρων οικοδομών, πεζοδρομίων, πλατειών. Το χρώμα του είναι από λευκό έως κυανότεφρο. Γνωστότεροι σχιστόλιθοι είναι οι προελεύσεως Τήνου και Πεταλών.

β) Κονιάματα των λιθοδομών

Ονομάζουμε κονία τα σε κατάσταση κόψεως υλικά τα οποία όταν υποστούν ορισμένη επεξεργασία, παρουσιάζουν συγκολλητικές ιδιότητες. Η πήξη των κονίων οφείλεται συνήθως σε χημικές αντιδράσεις. Η εσβεσμένη άβεστος, όταν έλθει σε επαφή με το διοξειδίο του άνθρακος του αέρος, μετατρέπεται σε ανθρακικό ασβέστιο κατά την κατώτερη χημική αντίδραση:



δηλ. σε σώμα σκληρό, το οποίο είναι και το κύριο συστατικό των ασβεστόλιθων.

γ) Είδη κονιαμάτων λιθοδομών

Το είδος της λιθοδομής ρυθμίζει και το είδος του κονιάματος το οποίο θα χρησιμοποιηθεί. Πάντως τα συνηθισμένα

αερικά κονιάματα είναι τα ασβεστοκονιάματα. Αποτελούνται από πολτό εσβεσμένης ασβέστου, άμμο και ύδωρ. Προς ενίσχυση των ασβεστοκονιαμάτων και ταχύτερη πήξη γίνεται σήμερα προσθήκη σε αυτό με τσιμέντο. Τα κονιάματα αυτά ονομάζουμε ασβεστοτσιμεντοκονιάματα ή ενισχυμένα ασβεστοκονιάματα.

Γενικώς, πρέπει να σημειωθεί για να λαμβάνει υπ' όψη κατά την κατασκευή λιθοδομών ανεξάρτητα του είδους του χρησιμοποιημένου κονιάματος τα εξής:

α) Τα κονιάματα έχουν αντοχή μικρότερη από τις κονίες, εκ των οποίων συντίθεται, λόγω αραιώσεως της κονίας.

β) Αυτά που αποτελούν το συγκολλητικό μέσο σωμάτων (φυσικών ή τεχνητών λίθων) έχουν περισσότερες φορές μικρότερη αντοχή από αυτά, γιαυτό οι αρμοί που σχηματίζονται μεταξύ τους και καταλαμβάνονται υπό του κονιάματος, πρέπει να είναι μικροί (πράγμα που επιτυγχάνεται ευκολότερα, όταν το κονίαμα είναι λεπτόκοκκο).

γ) Συστέλλονται σε μικρότερο βαθμό κατά την πήξη των από τις κονίες που περιέχουν.

δ) Αναλογίες κονιαμάτων λιθοδομών

Είναι προφανές ότι για να προκύψει ένα κανονικό μίγμα και για να συγκολληθούν απολύτως μεταξύ τους τα κοκκία του αδρανούς υλικού θα πρέπει η ποσότητα της κονίας να είναι τόση, ώστε να περιβάλλονται υπ' αυτήν όλα τα κοκκία και να συμπληρώνουν τα μεταξύ τους κενά. Τότε θα έχουμε ένα απολύτως κανονικό κονίαμα.

Ειδικότερα οι αναλογίες κατ'όγκο άμμου και ασβέστου των ασβεστοκονιολιμάτων καθορίζονται ανάλογως της σημασίας του έργου και των επιδιωκόμενων σκοπών. Οι συνηθισμένες αναλογίες είναι:

1:2 (0.42m³ πολτού ασβέστου, 0.84m³ άμμου ανά m³ κονιάματος)

1:2.5 (0.36m³ πολτού ασβέστου, 0.90m³ άμμου ανά m³ κονιάματος)

1:3 (0.32m³ πολτού ασβέστου, 0.96m³ άμμου ανά m³ κονιάματος)

με προσθήκη ύδατος περί τα 0.20 του m³ ανά κυβικό κονιάματος.

Οι αναλογίες των τσιμεντοκονιολιμάτων επίσης είναι:

1:1 (900 Kg τσιμέντου 0.74m³ άμμου ανά m³ κονιάματος)

1:4 (350 Kg τσιμέντου 1.12m³ άμμου ανά m³ κονιάματος)

1:5 (275 Kg τσιμέντου 1.10m³ άμμου ανά m³ κονιάματος)

Η ποσότητα του ύδατος ρυθμίζεται τόση, ώστε το μίγμα να είναι πλαστικό και ευκατέρχαστο.

Τα συνηθισμένα ασβεστοτσιμεντοκονιολιμάτα αποτελούνται από 1 μέρος ασβέστου, 2.5 άμμου με προσθήκη από 150 έως το πολύ 200Kg τσιμέντου στο m³ έτοιμου κονιάματος (150Kg τσιμέντου, 0.29m³ πολτού ασβέστου, 0.90m³ άμμου ανά m³ κονιάματος).

ε) Κανόνες δομής της φέρουσας τοιχοποιίας

Η δόμηση λιθοδομών από φυσικούς (ή τεχνικούς) λίθους αρχίζει σχεδόν πάντοτε από βασικά σημεία των τοίχων, δηλ. από τα άκρα, τις γωνίες ή τις παραστάδες ανοιχμάτων και στη συνέχεια προχωρεί προς το κυρίως σώμα του.

Τα λίθινα τεμάχια παρουσιάζουν την μεγαλύτερη αντοχή σε δυνάμεις θλίψεως. Για αυτό πρέπει να τοποθετούνται όσο το

δυνατόν σε θέσεις που παρουσιάζουν μόνο αυτό το είδος της καταπόνησης. Έχει διαπιστωθή ότι όσο το ύψος του λίθινου τεμαχίου αυξάνει, τόσο ευκολότερα θραύεται. Την μεγαλύτερη αντοχή παρουσιάζει, όταν έχει μορφή κύβου περίπου. Από αυτό συνεπάγεται ότι τα λίθινα τεμάχια δεν πρέπει να έχουν ύψος μεγαλύτερο του πλάτους τους.

Καλύτερη σύνδεση μεταξύ των τεμαχίων επιτυγχάνεται, όταν συμπλέκεται κάθε τεμάχιο με τα παρακείμενα σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη έκταση κατά την έννοια του μήκους του τοίχου αλλά και του πλάτους. Σημασία δηλαδή έχει η μορφή των τεμαχίων, διότι εξ αυτής εξαρτάται η προσαρμογή ενός τεμαχίου προς τα παρακείμενα.

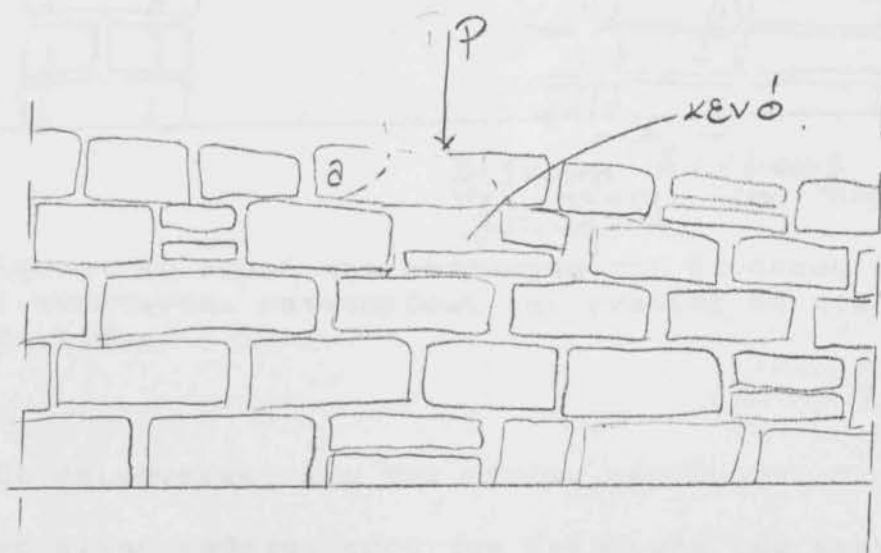
Το κονιάμα εξ άλλου, το οποίο είναι η συσκολλητική ύλη, αποτελεί βασικό στοιχείο συναρμογής στις λιθοδομές, στις οποίες οι λίθοι δεν είναι κανονικού σχήματος, ενώ ο ρόλος του περιορίζεται η ουδεμία σημασία σχεδόν έχει στις λιθοδομές συνισταμένες από κανονικού σχήματος λίθου.

Για να αναζητήσουμε τους κανόνες, κατά τους οποίους πρέπει να γίνεται η δόμηση, πρέπει να μελετήσουμε τις εσωτερικές δυνάμεις οι οποίες αναπτύσσονται εντός μιας λιθοδομής, όταν αυτή φορτισθή.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα τμήμα λιθοδομής, ως φαίνεται στο σχήμα, επί του οποίου ενεργεί συγκεκριμένο φορτίο P . Το λίθινο τεμάχιο α , το οποίο έχει κάτωθεν του κενό και επί του οποίου εφαρμόζεται το φορτίο P , θα θραυσθή, επειδή αυτό

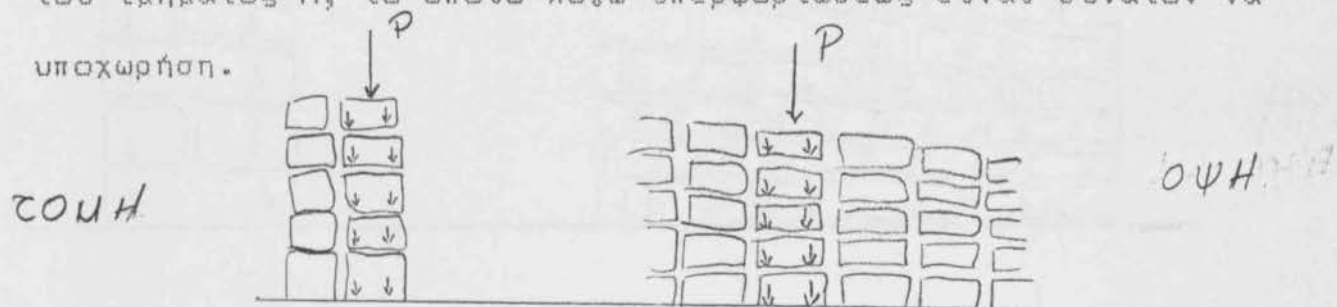
αντέχει κυρίως σε θλίψη και όχι σε κάμψη.

Επίσης πρέπει η τοιχοποιία να είναι αυστηρά κάθετη και καθόλου επικλινής διότι εάν συμβή αυτό η δύναμη P , αναλύεται σε δύο δυνάμεις P_x (κάθετη) και P_y (οριζόντια) και λόγω της οριζόντιας δυνάμεως θα εκτραπεί ο τοίχος.



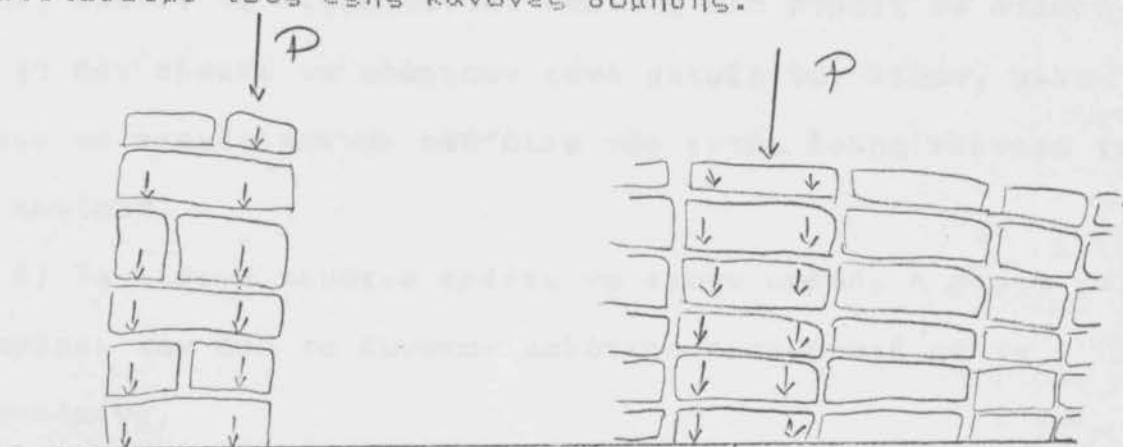
Σχ.3.: Το λιθινο τεμάχιο α θραύεται διότι δεν εδράζεται καθ'όλη την επιφανεία του.

Ας δούμε τώρα πως κατανέμεται η δύναμη σε μία λιθοδομή κατασκευασμένη από παρακείμενος απλώς λίθους. Όπως φαίνεται στο σχήμα 4 όλη η δύναμη διαβιβάζεται προς το έδαφος μόνο δια του τμήματος Α, το οποίο λόγω υπερφορτώσεως είναι δυνατόν να υποχωρήση.



Σχ.4.: Σχηματική μορφή δεικνύουσα πως διαβιβάζεται η δύναμη P , όταν δεν εμπλέκονται οι λίθοι.

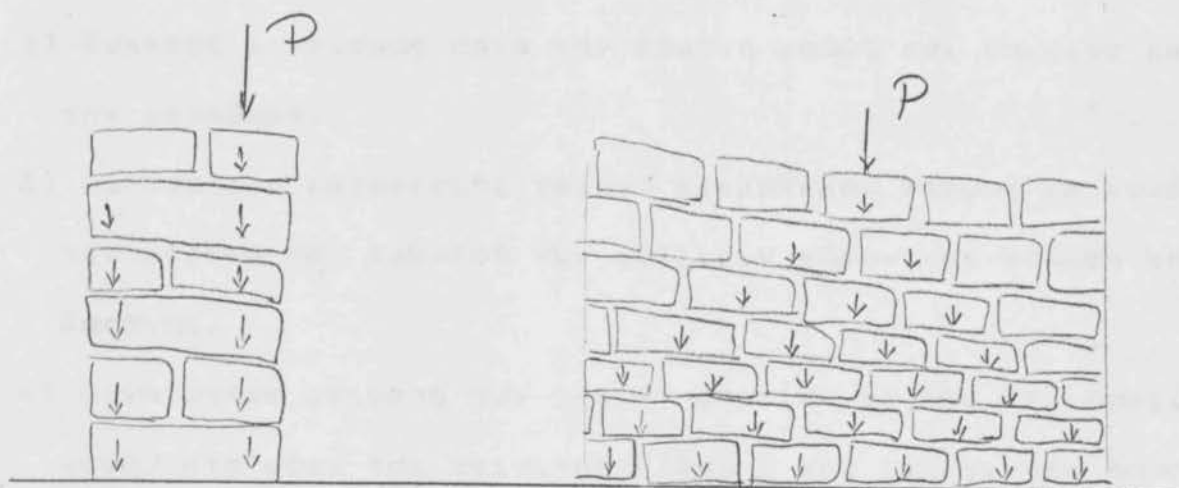
Εχοντας υπ' όψιν λοιπόν τα εκτεθέντα σχήματα μπορούμε να διαπιστώσουμε τους εξής κανόνες δόμησης.



Διανομή δύναμης καθ' ύψος σε πάχος του τοίχου στη περιοχή γύρω της ζώνης Α.

Σχ.5.: Σχηματική μορφή της κατανομής της δύναμης P, όταν διακόπτονται κατακόρυφως και εναλλάξ σε μία μόνο ζώνη οι λίθοι.

α) Οι επιφάνειες, δια των οποίων εδράζονται οι λίθοι, πρέπει να είναι κάθετοι προς την διεύθυνση των επενερχουσών επί της τοιχοποιίας δυνάμεων. Ευνόητο είναι ότι προκειμένου περί συνηθών λιθοδομών, στις οποίες οι δυνάμεις είναι κατακόρυφες, οι επιφάνειες πρέπει να είναι οριζόντιες.



Σχ.6.: Κατανομή της δύναμης P, όταν οι λίθοι εμπλέκονται πλήρως.

β) Οι επιφάνειες, δια των οποίων εφάπτονται μεταξύ των οι λίθοι, πρέπει να διακόπτονται εναλλάξ από στρώση σε στρώση.

γ) Δεν πρέπει να υπάρχουν κενά μεταξύ των λίθων, αλλά πρέπει να περιβάλλονται καθ'όλες της εντός δομής πλευράς των υπό κονίαμα.

δ) Τα λίθινα τεμάχια πρέπει να έχουν μορφή, η οποία να επιτρέπει την όσο το δυνατόν καλύτερη προσαρμογή με τα παρακείμενα.

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΛΙΘΟΙ

Ευρεία χρήση τεχνητών λίθων γίνεται σήμερα στην κατασκευή λιθοδομών ακόμη και όπου αφθονούν οι φυσικοί λίθοι, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που έχουν και τα κυριότερα είναι:

α) Ενισχύει ιδιότητες του υλικού.

β) Μεγέθη και σχήματα των τεμαχίων που εξηπυρετούν καλύτερα την κατασκευή τοίχων κατά διάφορα πάχη με πλήρη εφαρμογή των κανόνων δόμησης.

γ) Ευχερής χειρισμός κατά την δόμηση καθώς και ευκολία κατά την μεταφορά.

δ) Δυνατότητα κατασκευής τοίχων μικρότερου πάχους με συνέπεια την αύξηση του εμβαδού των ωφέλιμων χώρων και μείωση της δαπάνης.

ε) Δυνατότητα μείωσης των νεκρών φορτίων με την δημιουργία κενών στο σώμα του τεχνητού λίθου ή της κατασκευής τους από ελαφρά αδρανή υλικά.

* Είδη λιθοδομών από τεχνητούς λίθους.

Υπάρχουν διαφόρων ειδών τεχνητών λίθων, με τους οποίους γίνεται λιθοδομές. Οι περισσότεροι σε χρήση τεχνητοί λίθοι είναι οι ωμόπλινθοι, οι οπτόπλινθοι και οι τσιμεντόλιθοι.

* Ωμοπλινθοδομές

Με την χρήση αυτών που ήταν πολλούς αιώνες το στοιχείο που γινόταν οι κατασκευές σε αγροτικά και ευτελή κτίσματα και συνήθως σε περιοχές, όπου δεν υπήρχαν φυσικοί λίθοι.

Σχεδόν πάντοτε ήταν χειροποίητη και συνεπώς οι διαστάσεις δεν ήταν σταθερές. Οι ωμόπλινθοι κατασκευάζονται από πηλό, λίγη άμμο και νερό. Η άμμος προστίθεται για την μείωση της συστολής κατά την φυσική ξύρανση, συχνότατα δε προστίθεται και άχυρο για αύξηση της αντοχής (είδος οπλισμού).

** Οπτοπλινθοδομές

Οι οπτόπλινθοι είναι οι περισσότερο σε χρήση τεχνητοί λίθοι. Διακρίνονται σε συμπαχείς και διάτρητους.

Οι συμπαχείς έχουν από τη μία ή και από τις δύο έδρες εκβάθυνση (σκάφες) ή βαθειές ραβδώσεις για την καλύτερη συγκόλληση με το κονίαμα δομήσεως.

Για την σωστή δόμηση των παραστάδων, γωνιών και των διασταυρώσεων των τοίχων υπάρχουν ορισμένοι κανόνες απαραίτητοι:

α) Να μην συμπιπτουν κατακόρυφοι αρμοί οπτοπλινθοδομών σε δύο διαδοχικές στρώσεις.

β) Να χρησιμοποιούνται κατά το δυνατό ολόκληροι οπτόπλινθοι και τα τυχόν χρησιμοποιούμενα τμήματα αυτών, να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερων διαστάσεων.

γ) Κατά τις συναντήσεις των τοίχων να εναλλάσσονται οι στρώσεις των πλίνθων.

*** Λιθοδομές από τσιμεντόλιθο

Συχνότατα σήμερα κατασκευάζονται τοίχοι από τσιμεντόλιθους. Οι τσιμεντόλιθοι έχουν συνήθως μορφή ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου. Δυνατόν να είναι πλήρης, να έχουν κενά ή να είναι ειδικής μορφής. Πλήρης χρησιμοποιούνται συνήθως και ως γωνιόλιθοι. Πλεονεκτούν οι τσιμεντόλιθοι από τις οπτοπλινθοδομές κατά τα εξής:

α) Δυνατότητα να κατασκευαστούν και στα ερχοτάξια.

β) Γίνονται σε διαστάσεις μεγαλύτερης των οπτοπλίνθων με συνέπεια ταχύτερη δόμηση.

**** Λιθοδομές από ελαφρούς τεχνητούς λίθους.

Οι ελαφροί τεχνητοί λίθοι (συνήθως από κίσηρη, κίσηρόπλινθοι) είναι φυσικά ελαφρότεροι των τσιμεντολίθων αλλά και μικρότερης αντοχής και για αυτό το λόγο δεν χρησιμοποιούνται για φέρουσα τοιχοποιία αλλά μόνο για τα φερόμενα τμήματα της κατασκευής.

**** Μικτοί τοιχοποιίες

Μικτοί ονομάζονται οι τοιχοποιίες, που αποτελούνται από δύο (ή περισσότερα) είδη τοίχων, των οποίων η δόμηση γίνεται συνήθως ταυτόχρονα.

Οι τοιχοποιίες αυτού του είδους γίνονται για λόγους οικονομίας ή εμφάνισης.

Μικτές τοιχοποιίες υπάρχουν τριών ειδών:

- α) Κατά μήκος.
- β) Το πάχος.
- γ) Το ύψος των τοίχων.

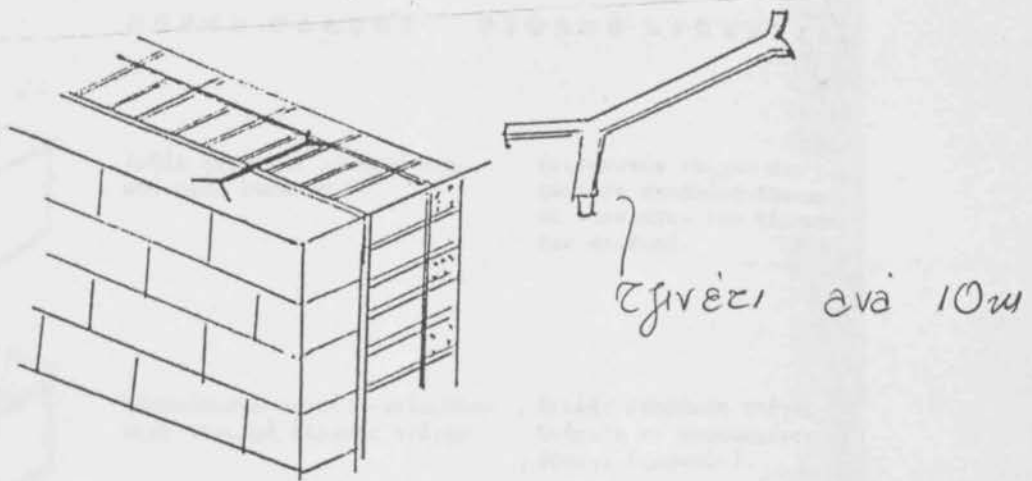
Η δόμηση των τοίχων αυτών γίνεται για κάθε είδος τοιχοποιίας κατά τους περιγραφέντας ήδη τρόπους. Επειδή συνίσταται από δύο (ή περισσότερα) είδη δομής, δεν είναι φυσικά να προκύψει ενιαία αντοχή και προπάντος ενιαίες αντιδράσεις στις φορτίσεις που θα δεχτούν.

Προς αντιμετώπιση του βασικού αυτού μειονεκτήματος επιδιώκεται η όσο το δυνατό πληρέστερα σύνδεση, εμπλοκή και ενοποίηση των διαδόρων ειδών τοίχων, εκ των οποίων συνίσταται η τοιχοποιία.

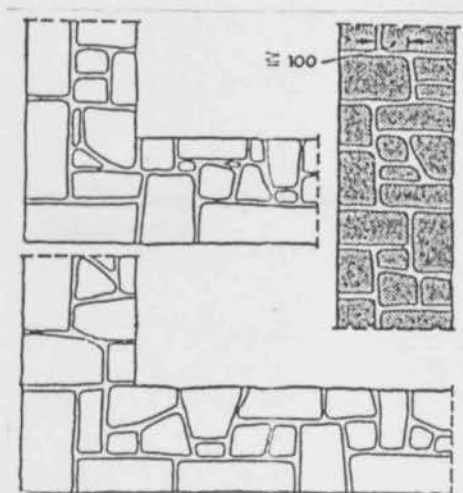
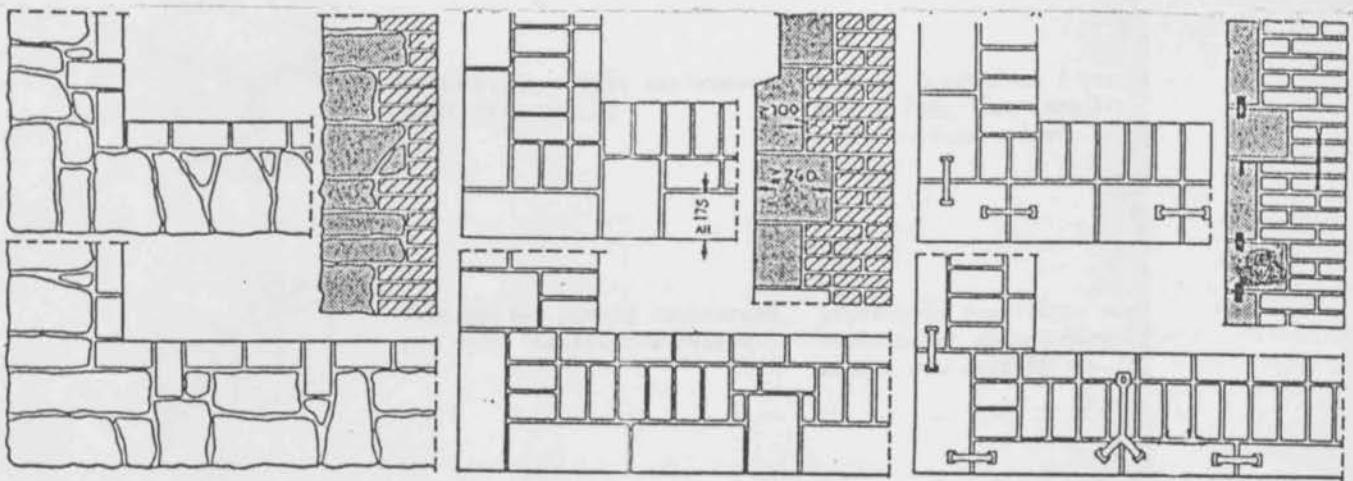
Αυτό επιτυγχάνεται:

- α) Με ειδικούς σιδερένιους συνδέσμους (τζινέτα) ή με την κατασκευή συνδετικών ζωνών κατ'αποστάσεις και κατά ύψος του.
- β) Για δόμηση κάθε είδους τοίχου της μικτής τοιχοποιίας σε ικανοποιητικό κατασκευαστικό πάχος και με την χρήση κονιαμάτων με σύνθεση κατάλληλη, ώστε να δημιουργηθούν ομοιόμορφοι στατικές ιδιότητες στα διάφορα είδη δομής, που αποτελούν το μικτό τοίχος.
- γ) Η δημιουργία αρμών διαστολής σε τοίχους μεγάλου μήκους εις τους οποίους η διαφορά των ιδιοτήτων (θερμικών, στατικών

κ.λ.π.) των τμημάτων, που τους αποτελούν είναι μεγάλη λόγω των μεγάλων διαστάσεων.

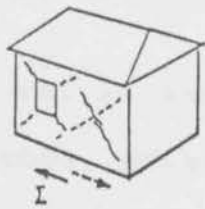


Τρόποι συνδέσεως μικτής τοιχοποιίας.



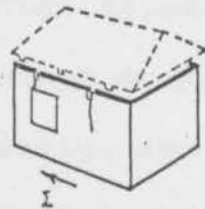
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΡΩΓΜΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ

ΜΟΡΦΗ ΒΛΑΒΗΣ ΠΙΘΑΝΗ ΕΡΜΗΝΕΙΑ



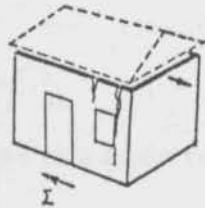
Λοξές (χιαστί) ρηγματώσεις από λοξό εφελκυσμό

Λειτουργία τοίχου σαν τοιχώματος ακαμψίας-Αδυναμία να παραλάβει την τέμνουσα του σεισμού.



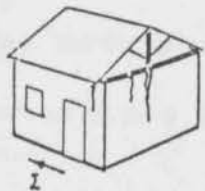
Κατακόρυφες ρωγμές εφελκυσμού στην περιοχή έδρασης στέγης

Ατελής στερέωση στέγης-Στήριξη σε μεμονωμένες θέσεις (ζευκτών).



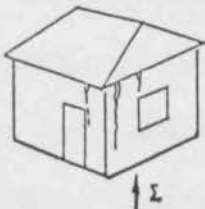
Κατακόρυφες ρωγμές εφελκυσμού κοντά στις γωνίες

Ελλειψη διαζωμάτων ή στερεής στέγης-Τάση αποκόλλησης εγκάρσιου τοίχου.



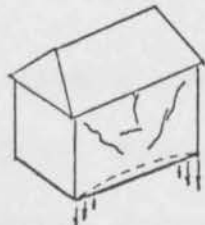
Κατακόρυφες ρωγμές εφελκυσμού στο μέσο περίπου του τοίχου

Λειτουργία του τοίχου σαν τριέρειστης πλάκας-Κάμψη κάθετη στο επίκεδρό του.



Ρηγματώσεις και αποκολλήσεις γωνιών (ακμών)

Ασχημη δόμηση-Ελλειψη συνεργασίας εγκάρσιου τοίχου-Ισχυρή κατακόρυφη συνιστώσα σεισμού.



Κατακόρυφες, οριζόντιες, λοξές ρηγματώσεις

Τοπικές καθιζήσεις εδάφους

ΕΙΔΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ με φέρουσες τοιχοποιίες.

Ειδικές κατασκευές με φέρουσες τοιχοποιίες αποτελούν οι εκκλησίες και οι καπνοδόχοι.

Οι παλιές εκκλησίες - μνημεία, αλλά και οι νεότερες που έχουν τόξα, θόλους και τρούλους, δεν διαθέτουν ούτε ισχυρές οριζόντιες επιφάνειες για το "δέσιμο" των τοίχων, ούτε διαζώματα ή συνδετικές δοκούς. Για το λόγο αυτό παρατηρούνται ρηγματώσεις, που ξεχωρίζουν τα επί μέρους κατακόρυφα φέροντα στοιχεία (πτεσσούς) και διασπούν την λειτουργία του ενιαίου φορέα.

Η λεπτομερέστερη ερμηνεία και αντιμετώπιση των βλαβών αυτών είναι δύσκολη λόγω των πολύπλοκων συστημάτων και των διαφόρων μετατροπών και επεμβάσεων που συνήθως έχουν γίνει στις κατασκευές αυτές.

Οι υψηλές πλινθόκτιστες καπνοδόχοι είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες. Η έντονη ρηγματώσή τους σε κάποια θέση δημιουργεί άρθρωση και καθιστά το σύστημα "μηχανισμό" έτοιμο να καταρρεύσει χωρίς άλλη αντίσταση.

Οι βλάβες παρουσιάζονται στο ανώτερο τμήμα των καπνοδόχων, πράγμα που δείχνει ότι οι ανώτερες μορφές ταλαντώσεις έχουν ουσιαστική συμμετοχή στην επιπόνηση και συνεπώς ο στατικός υπολογισμός των κατασκευών αυτών δεν παρέχει των απαιτούμενη ασφάλεια.

2.2 ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Η γνώση μας για την συμπεριφορά των κτιρίων από τοιχοποιία - και ιδίως όταν υποβάλλονται σε σεισμό - είναι ανεπαρκής, μολονότι η τοιχοποιία είναι ένα από τα αρχαιότερα δομικά " υλικά " .

Επιπλέον, ήταν - και εν μέρει είναι ακόμη - διαδεδομένη η άποψη, και μεταξύ των μηχανικών, ότι η τοιχοποιία είναι υλικό ακατάλληλο για την κατασκευή αντισεισμικών κτιρίων.

Είναι αλήθεια ότι, κατά την διάρκεια των σεισμών των τελευταίων δεκαετιών, τα κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία υπέστησαν συχνά σοβαρές βλάβες ή και κατέρρευσαν, ενισχύοντας την γενική δυσπιστία για την αντισεισμική ικανότητα της τοιχοποιίας.

Παρόλα αυτά, προσεκτικότερη εξέταση των κατασκευών που υπέστησαν σοβαρές βλάβες αποκαλύπτει τις πραγματικές αιτίες της τρωτότητας τους, οι οποίες είναι οι εξής:

- * απουσία οποιασδήποτε μελέτης
- * κακή ποιότητα υλικών
- * απουσία έστω και στοιχειώδους συντηρήσεων παλιών κατασκευών
- * προσθήκες κατ' επέκταση η καθύψως από φέρουσα τοιχοποιία ή και από οπλισμένο σκυρόδεμα με αποτέλεσμα την μεταβολή του στατικού σχήματος της κατασκευής.

Εξάλλου, τα λιθόκτιστα και πλινθόκτιστα κτίρια που κατασκευάστηκαν στην Κόρινθο μετά τον σεισμό του 1928, καθώς

και στην Μαχνησία και στα νησιά του Ιονίου μετά τους σεισμούς της δεκαετίας του 50 έδειξαν ικανοποιητική αντισεισμική συμπεριφορά. Είναι σημαντικό δε ότι όλα αυτά τα οικοδομήματα οφείλουν την ικανοποιητική αντισεισμική συμπεριφορά τους όχι σε λεπτομερείς και ακριβείς μεθόδους υπολογισμού, αλλά σε κανόνες ορθής συλλήψεως και καλής δομήσεως.

Το κύριο εμπόδιο για την κατασκευή αντισεισμικών κτιρίων από τοιχοποιία είναι η ψαθυρότητα του υλικού. Πράγματι, οι άοπλοι τοίχοι παρουσιάζουν σημαντική μείωση της αποκρίσεώς τους, όταν η μετατόπιση που τους επιβάλλεται ξεπεράσει την μετατόπιση που αντιστοιχεί στην αντοχή του τοίχου (μικρή πλαστικότητα). Η ιδιότητα αυτή της άοπλης τοιχοποιίας επιβάλλει σημαντικό περιορισμό στο πλήθος των ορόφων που μπορούν να κατασκευασθούν σε σεισμογενείς περιοχές: λόγω της μικρής πλαστικότητας της τοιχοποιίας η σεισμική δύναμη υπολογισμού θα ήταν πολύ μεγάλη και θα απαιτούνταν μεγάλα πάχη τοίχων για να την παραλάβουν.

Η ψαθυρότητα της τοιχοποιίας αέρεται με δύο τρόπους:

* Με κατασκευαστικές μεθόδους, οι οποίες έχουν αποδειχθεί πολύ αποτελεσματικές, χωρίς όμως να είμαστε ακόμη σε θέση να ποσοτικοποιήσουμε την συμβολή τους: προσθήκη διαζωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος στις στάθμες των ορόφων, προσεκτική εμπλοκή των δομικών μονάδων στις γωνίες των τοίχων, καλή αγκύρωση της στέγης σε διάζωμα οπλισμένου σκυροδέματος κ.λ.π.

* Με την εισαγωγή της οπλισμένης τοιχοποιίας.

Οπλισμένη τοιχοποιία είναι αυτή που διαθέτει οπλισμό από ράβδους χάλυβα σε οριζόντια ή σε κατακόρυφη διεύθυνση ή και στις δύο. Ο οριζόντιος οπλισμός τοποθετείται συνήθως στους οριζόντιους αρμούς κονιάματος, ενώ ο κατακόρυφος στις κατακόρυφες οπές των δομικών μονάδων, οι οποίες χτίζονται έτσι, ώστε οι οπές αυτές να σχηματίζουν έναν κατακόρυφο " σωλήνα " κατάλληλης σταθερής διατομής.

Η οπλισμένη τοιχοποιία είναι ένα " υλικό " με σημαντικά μεγαλύτερη αντοχή από την άοπλη τοιχοποιία και θεαματικά μεγαλύτερη πλαστικότητα ακόμη και για μικρά ποσοστά οπλισμού, μπορεί δε να χρησιμοποιηθεί για την ασφαλή κατασκευή ακόμη και πολυόροφων αντισεισμικών κτιρίων.

Τις δύο τελευταίες δεκαετίες εκτελούνται σε πολλές χώρες εκτεταμένα ερευνητικά προγράμματα, που αφορούν την συμπεριφορά των κτιρίων από τοιχοποιία υπό διάφορες εντάσεις.

Η γνώση που συγκεντρώθηκε έχει ήδη αποτυπωθεί σε μερικούς από τους πιά σύγχρονους κανονισμούς που ρυθμίζουν τον σχεδιασμό και την κατασκευή κτιρίων από τοιχοποιία, τόσο σε σεισμογενείς, όσο και σε μη σεισμογενείς περιοχές. Οι κατασκευές από τοιχοποιία αποτελούν σημαντικό ποσοστό του συνόλου των νεοκατασκευαζόμενων κτιρίων σε πολλές χώρες, μερικές από τις οποίες είναι ιδιαίτερος σεισμογενείς (Ν.Ζηλανδία, ΗΠΑ, Βαλκανικές χώρες κ.λ.π.).

Πιστεύουμε ότι και στην Ελλάδα τα κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία θα μπορούσαν να αποτελούν ένα σημαντικό ποσοστό των νεοσικοδομούμενων κτιρίων:

- * Είναι δυνατόν, χωρίς ιδιαίτερα υψηλές τεχνολογικές απαιτήσεις να κατασκευάζουμε μέχρι τριώροφα κτίρια από άοπλη και πενταώροφα από οπλισμένη τοιχοποιία. Τα περισσότερα κτίρια δε, κυρίως στις επαρχιακές πόλεις και στα χωριά, δεν έχουν περισσότερους από πέντε ορόφους.
- * Η τοιχοποιία επιτρέπει ταχύτητα κατασκευής και χαμηλότερο κόστος από τις κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος. Επιπλέον, είναι δυνατόν στο πάχος του τοίχου να εξασφαλίζουμε και επαρκή θερμομόνωση με την χρήση κατάλληλων τούβλων.
- * Όπως είναι γνωστό, η συμπεριφορά των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα κατά τη διάρκεια του σεισμού, εξαρτάται σημαντικά από τη συμπεριφορά των κόμβων. Έτσι, για την εξασφάλιση ικανοποιητικής αντισεισμικής συμπεριφοράς, απαιτούνται συχνά περίπλοκες κατασκευαστικές λεπτομέρειες και πολύ προσεκτική σκυροδέτηση. Σε μικρές πόλεις και χωριά (όπου η χρήση του οπλισμένου σκυροδέματος έχει σχεδόν γενικευθεί τα τελευταία χρόνια), συχνά δεν υπάρχει το κατάλληλο ειδικευμένο προσωπικό και οι απαιτήσεις καλής κατασκευής στα ευάλωτα σημεία του σκελετού οπλισμένου σκυροδέματος δεν ικανοποιούνται. Κατά τον τελευταίο μεγάλο σεισμό των Αλκυονίδων το 1981, είδαμε πολλές καινούργιες κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα (κυρίως ολιγοορές και σε χωριά) να έχουν πάθει σημαντικές βλάβες: απουσία συνδετήρων, μικρά μήκη αγκυρώσεως, κακή σκυροδέτηση ήταν μερικές από τις συνηθέστερες αιτίες. Αντίθετα, η ικανοποιητική αντισεισμική συμπεριφορά των

κτιρίων από τοιχοποιία δεν εξαρτάται από περίπλοκες και δύσκολες στην κατασκευή λεπτομέρειες κόμβων.

Προσφέρονται, επομένως, ιδίως για τις περιοχές όπου και η αναγκασία για κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος, τεχνολογική γνώση δεν υπάρχει και η επίβλεψη εκ μέρους του Πολιτικού Μηχανικού είναι δυσκολότερη.

- * Τέλος, υπάρχει και ένας άλλος λόγος για τον οποίο θα έπρεπε να " ξανα ανακαλύψουμε " την τοιχοποιία. Κι' αυτός ο λόγος δεν είναι καθόλου μικρής σημασίας: τα κτίρια από τοιχοποιία - και μάλιστα όταν η τοιχοποιία είναι εμφανής - προσφέρουν ιδιαιτέρως ευχάριστο αισθητικό αποτέλεσμα. Επιβάλλουν αρχιτεκτονικό σχεδιασμό αλλοιώτικο από εκείνον των κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος, πλησιάζουν την μορφή των παραδοσιακών κτιρίων που ταίριαζαν με το περιβάλλον τους. Και είναι σκόπιμο να επιτρέψουμε, τουλάχιστον στις επαρχιακές πόλεις και τα χωριά μας να διατηρήσουν (ή να ξανααποκτήσουν) το χρώμα τους και να μη μοιάζουν με συνοικίες της Αθήνας.

2.3 ΕΙΔΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Η τοιχοποιία των κτιρίων μπορεί να είναι από φυσικούς λίθους, από ωμόπλινθους, από οπτόπλινθους ή τσιμεντόλιθους.

Οι πιο πάνω τοιχοποιίες μπορούν να είναι πολλών ειδών ανάλογα με τη μορφή και το είδος των λίθων των πλινθών, ή την ποιότητα του κονιάματος ή τον τρόπο δόμησης του τοίχου και σύνδεσης των μεταξύ τοίχων.

2.3.1 Κτίρια με φέροντα οργανισμό λιθοδομή

Αυτά είναι τα πιο διαδεδομένα παλιά κτίρια στη χώρα μας. Γενικό χαρακτηριστικό είναι η κατασκευή προσθηκών στα κτίρια αυτά είτε καθ' ύψος είτε κατ' έκταση. Επίσης η χρήση τους σε αρκετά ποσοστά έχει αλλάξει κυρίως στα κέντρα των αναπτυσσόμενων περιοχών.

Εφόσον τηρούνται οι κανόνες της καλής δόμησης και εφόσον έχει γίνει καλή συντήρηση, τα κτίρια αυτά δείχνουν μάλλον καλή σεισμική συμπεριφορά. Έχουν βρεθεί αρκετά παλιά κτίρια ηλικίας 100 - 200 ετών σε καλή κατάσταση, έχοντας βέβαια εκτεθεί και σε σεισμικές δονήσεις.

Η πιο κοινή επισκευή ή και ενίσχυση έναντι μελλοντικών σεισμών ήταν η τοποθέτηση σιδερένιων ελκυστήρων είτε υπό μορφή περιμετρικού συνδετήρα είτε υπό την μορφή ενός εγκάρσιου συνδετήρα για τη σύνδεση δύο παράλληλων τοίχων ή μιας γωνίας. Οι ελκυστήρες αυτοί βρίσκονται στη στάθμη των

πατώματων των ορόφων, της στέγης, των προεκτιμών κ.λ.π. Πολλά από αυτά τα επισκευασμένα κτίρια συμπεριφέρθηκαν αρκετά ικανοποιητικά και στους πρόσφατους σεισμούς. Τέτοιοι ελκυστήρες έχουν βρεθεί και σε θόλους ή και τρούλους εκκλησιών που και εκεί η παρουσία τους ήταν θετική.

Ο τρόπος κατασκευής και σύνδεσης ή αγκύρωσης της στέγης και ο τρόπος θεμελίωσης παίζει σημαντικό ρόλο. Οπου είχε εξασφαλιστεί διαφραγματική λειτουργία είτε της στέγης ή κάποιου πατώματος ή και της θεμελίωσης ακόμα, οι ζημιές ήταν μειωμένες. Το ίδιο ισχύει και για το θέμα της αγκύρωσης καθ' ύψος και οριζοντίως της στέγης με τους τοίχους και των τοίχων με το σώμα της θεμελίωσης εφόσον η τελευταία γίνεται με άλλο υλικό ή τρόπο δόμησης (π.χ. σπλισμένο σκυρόδεμα). Πολλές από τις παλιές ξύλινες στέγες και πατώματα αντικαταστάθηκαν αρχότερα από πλάκες σπλισμένου σκυροδέματος. Παρά το μειονέκτημα του αυξημένου βάρους η επιρροή των πλακών αυτών υπήρξε θετική στη σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών.

Τα διαχωριστικά των παλιών λιθοδομών ήταν κυρίως μπαχδατί (ελαφρά ξύλινα με σοβά), βασικό χαρακτηριστικό όλων αυτών των διαχωριστικών την έλλειψη καλής σύνδεσης πάνω και κάτω όπως και πλευρικά. Οι ζημιές από τους σεισμούς στα διαχωριστικά αυτά υπήρξαν δυσανάλογα μεγάλες.

Πολύ σημαντικό ρόλο στην όλη απόκλιση αυτών των κατασκευών παίζει η ποιότητα και η διαμόρφωση του εδάφους θεμελίωσης. Όταν αυτά τα κτίρια έχουν κτιστεί σε πλαγιές η

εμφάνιση διαφορετικών καθιζήσεων καθώς και το διαφορετικό ύψος τοίχων επιδρά δυσμενώς. Επίσης δυσμενή επίδραση έχει σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις ποιότητας εδάφους και είδους θεμελίωσης και ο υψηλός υδροφόρος ορίζοντας.

Είναι αξιοσημείωτο το ότι μετά από διάφορους καταστρεπτικούς σεισμούς στη χώρα μας εφαρμόστηκαν κρατικά προγράμματα επανοίκησης. Στις περιπτώσεις όπου για αυτό το σκοπό χτίστηκαν λιθοδομές μονώροφες κατοικίες η συμπεριφορά των κατοικιών αυτών σε νεώτερους σεισμούς υπήρξε πολύ καλή. Μάλιστα, αν και πολύ συχνά στον αρχικό πυρήνα είχαν αρχότερα από τους ιδιοκτήτες προσθήκες και επεκτάσεις ενός το πολύ ορόφου ευκάμπτων και μάλλον κακής ποιότητας κατασκευών, η πολύ καλή ποιότητα του αρχικού πυρήνα διέσωσε το όλο σύστημα όπως π.χ. παρατηρήθηκε μετά τους σεισμούς Θεσσαλονίκης το 1978. Κατά κανόνα οι κατοικίες των κρατικών προγραμμάτων κτίζονται σε περιοχές που επιλέγονται με βασικό κριτήριο την καλή ποιότητα του εδάφους, και πάντα έξω από τα κέντρα των οικισμών.

Σε άλλες όμως περιπτώσεις οι προσθήκες έχουν γίνει κατά διάφορους άλλους τρόπους. Στα κέντρα των παλιών οικισμών στα οποία παρατηρείται ανάπτυξη την τελευταία δεκαεπταετία συχνά χρειάστηκε να γίνει αλλαγή χρήσης, π.χ. από κατοικία σε κατάστημα και να προστεθούν όροφοι. Ένας από τους πιο συχνά εφαρμοζόμενους τρόπους είναι με τη χρησιμοποίηση, συνήθως, υποστηλωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα τα οποία διαπερνούν το

υπάρχον κτίριο μέχρι τα θεμέλια. Με αυτόν τον τρόπο προστίθενται αρκετοί όροφοι. Η ίδια, εύκαμπτη, κατασκευή επεκτείνεται και στον ακάλυπτο χώρο όπου υπάρχει η φυσική και πολεοδομική δυνατότητα. Για την δημιουργία μεγάλων ανοιγμάτων όσοι τοίχοι ενοχλούν κατεδαφίζονται ενώ στα άκρα τους τοποθετούνται υποστηλώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα ή μεταλλικά. Σε μερικές περιπτώσεις μεταβιβάζονται κατακόρυφα φορτία στους περιμετρικούς τοίχους από τις πλάκες της προσθήκης. Κατά κανόνα σχεδόν δεν έχουν προστεθεί τοιχώματα ακαμψίας στην υπάρχουσα κατασκευή, με αποτέλεσμα τα σεισμικά φορτία ολόκληρης της κατασκευής να παραλαμβάνονται από την ήδη αποδεδειγμένη τοιχοποιία. Το αποτέλεσμα είναι οι γνωστές έντονες ρηγματώσεις ή και καταρρεύσεις της υπάρχουσας κυρίως λιθοδομής παρά το γεγονός ότι είχαν γίνει οι απαραίτητοι αντισεισμικοί υπολογισμοί και " δηλώσεις αντοχής υπάρχοντος "... Οι πιο θεαματικές ζημιές αυτού του τύπου παρατηρήθηκαν κατά σειρά στην Ηγουμενίτσα (1979), στον Αλυμυρό (1980), στα Μέγαρα (1981), στα Κέντρα της επαρχίας Θεσσαλονίκης - Χαλκιδικής (1978) και Κορινθίας - Βοιωτίας (1981).

Οι πιο συχνά απαντώμενες κακοτεχνίες των λιθοδομητών κτιρίων που υπέστησαν ζημιές από τους σεισμούς ήταν από:

- * Κακή ποιότητα εργασίας δόμησης των τοίχων (δύο ανεξάρτητες όψεις, κακή σύνδεση στις γωνίες των τοίχων).
- * Χρήση κακής ποιότητας λίθων και κονιαμάτων (στρογγυλό, κονιαμα χωρίς συνδετικό υλικό).
- * Ακατάλληλη θέση, διάταξη και αντοχή οριζοντίων συνδετήριων

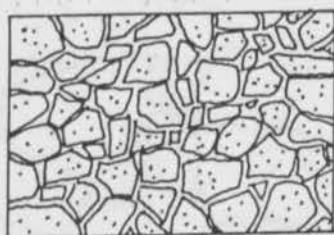
δοκών (σενάζ).

* Κακή στήριξη στέγης.

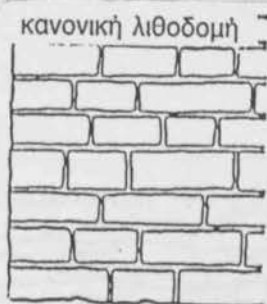
* Προβλήματα εδάφους θεμελίωσης όπως π.χ. κεκλιμένο έδαφος με θεμελίωση του πάνω τμήματος της οικοδομής στο σκληρό έδαφος και του κάτω στα κορύμματα, διαφορετικές καθιζήσεις, ύπαρξη μόνιμης ροής νερού από το σώματος των θεμελίων κ.λ.π.

Τέλος πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι υπήρξαν περιπτώσεις όπως στους σεισμούς της Τριχωνίδας (1975) όπου λιθοδομητά κτίρια θεμελιωμένα σε μεγάλου πάχους μαλακά εδάφη δεν έπαθαν τίποτα, ενώ περίπου ίδια κτίρια θεμελιωμένα σε περιοχές επαφής μαλακού εδάφους με τον υποκειμένο βράχο ή ακόμη και παρόμοια κτίρια θεμελιωμένα στο βράχο (Delibasis and Carydis 1977) έπαθαν μεγαλύτερες ζημιές.

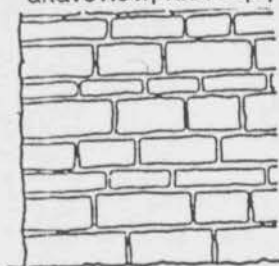
Οι κατηγορίες των λιθοδομών φαίνονται στα παρακάτω σχήματα:

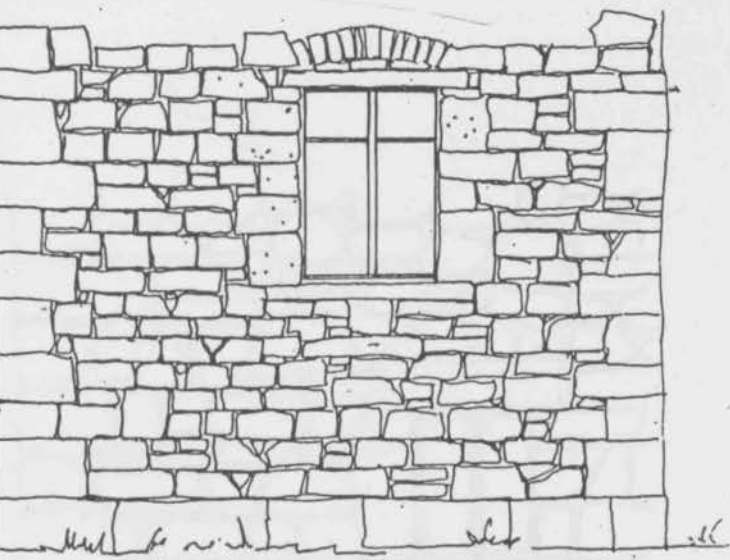


ΠΟΛΥΓΩΝΙΚΗ Η ΜΟΣΑΪΚΗ ΛΙΘΟΔΟΜΗ



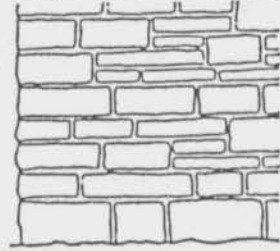
ακανόνιστη λιθοδομή





ΜΙΣΟΛΑΞΕΥΤΗ ΛΙΘΟΔΟΜΗ

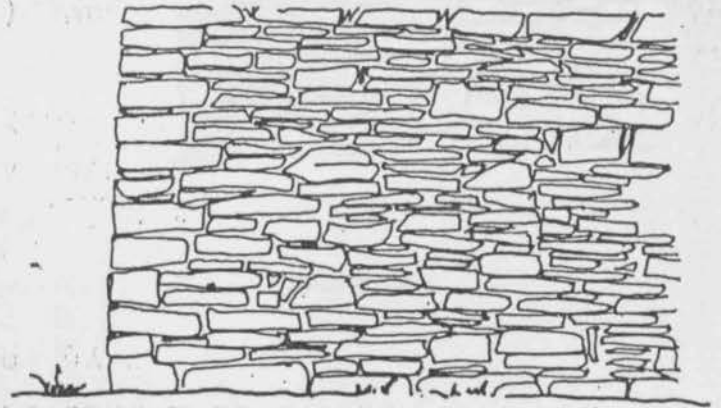
λαξευτή λιθοδομή



ημιλάξευτη λιθοδομή



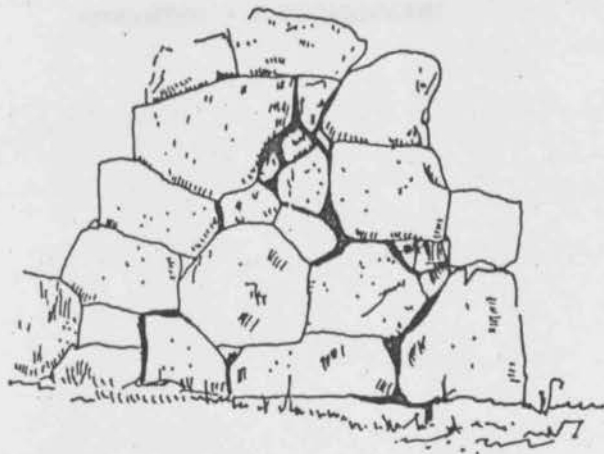
πλακολιθοδομή



κύκλωπεια λιθοδομή

πλακολιθοδομή

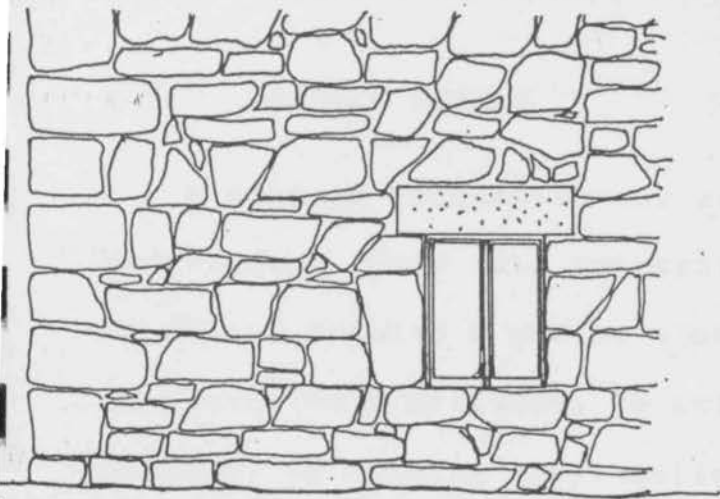
ξηρολιθοδομή



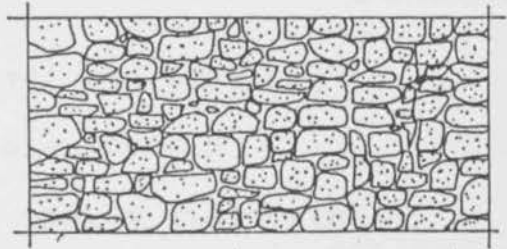
ΚΥΚΛΟΠΕΙΑ ΛΙΘΟΔΟΜΗ

ξηρολιθοδομή

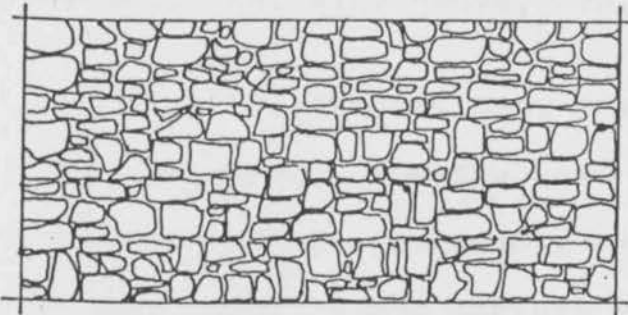




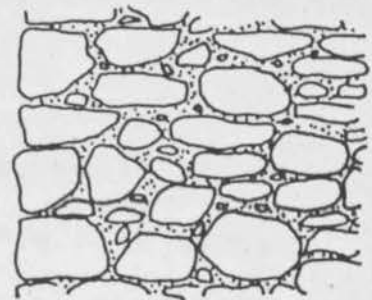
ΑΡΓΟΛΙΘΟΔΟΜΗ ΜΕ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ



ΞΗΡΟΛΙΘΟΔΗ



ΛΙΘΟΔΟΜΗ - ΑΡΓΟΛΙΘΟΔΟΜΗ



ΚΡΟΚΑΛΟΛΙΘΟΔΟΜΗ

2.3.2 Πλίσθινα κτίρια

Η φέρουσα τοιχοποιία των κτιρίων αυτών είναι από ωμοπλίνθους. Στην ίδια κατηγορία περιλαμβάνονται και κτίρια με ξύλινο σκελετό ο οποίος συμπληρώνεται με ωμόπλινθους ή με το υλικό των ωμοπλίνθων. Τα κτίρια αυτά είναι μονώροφα ή διώροφα. Σε σπάνιες περιπτώσεις υπάρχουν και υπόγεια τα οποία είναι από λιθοδομή. Η στέγη και τα πατώματα είναι ξύλινα.

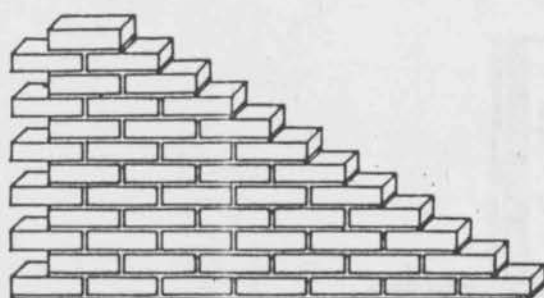
Πλίσθινα κτίρια δεν έχουν κατασκευαστεί στη χώρα μας τα τελευταία 30 χρόνια. Υπάρχουν όμως περιοχές όπου η πλειονότητα των κτιρίων πριν από μερικά χρόνια ήταν πλίσθινα. Τέτοια κτίρια μπορεί κανείς να βρει παντού όπως π.χ. στη Θεσσαλονίκη, στην Αθήνα, στο Ζωγράφου, στο Μαρούσι κ.λ.π.

Στις περιπτώσεις όπου τέτοια κτίρια είχαν καλή συντήρηση και υγραμόνωση, έδειξαν πολύ καλή συμπεριφορά στους σεισμούς, όπως σε πολλές περιπτώσεις στην Αττική και στη περιοχή του Κιλίκτου (1981) ή στη περιοχή των λιμνών Λαγκαδά και Βόλβης (1978), γιατί απορροφούν μεγάλη ενέργεια, η δομή έχει μεγάλη ομοιογένεια, υπάρχει μεγάλη συγκόλληση των πλίνθων μεταξύ τους, τα ανοίγματα στους τοίχους είναι μικρά, ενώ τα πάχη των τοίχων είναι σχετικώς μεγάλα.

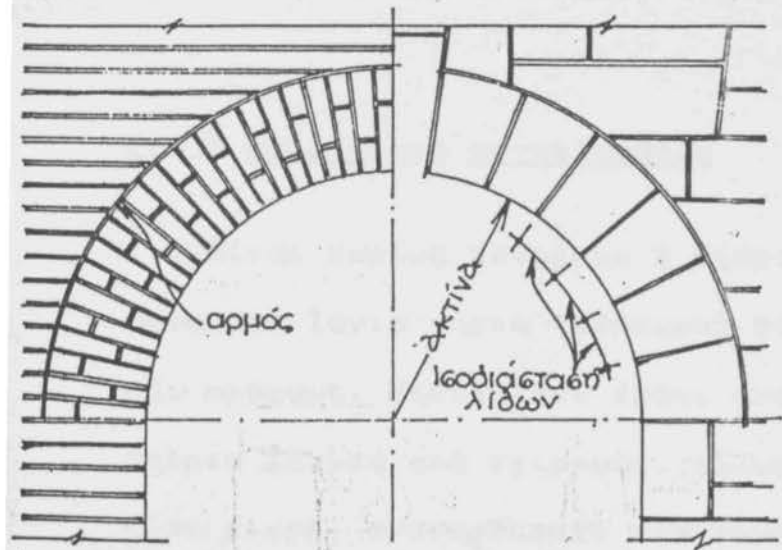
Επειδή τα κτίρια αυτά είναι αρκετά παλιά, πολλά απ' αυτά έχουν βρεθεί στο κέντρο των οικισμών και, λόγω ανάπτυξης, έχουν αλλάξει χρήση αρκετές φορές. Σε πολλά απ' αυτά έχουν γίνει προσθήκες ορόφων με άλλα πιά σύγχρονα υλικά όπως και σε άλλα έχουν αφαιρεθεί τοίχοι πολλές φορές σημαντικών

διαστάσεων. Εάν σ' αυτές τις επεμβάσεις προσθέσει κανείς και την κακή συντήρηση και έλλειψη υδατοστεχνότητας όπως και το ότι χωρίς ουσιαστική επισκευή έχουν δοκιμαστεί δύο και τρεις φορές στους σεισμούς μπορεί να δικαιολογήσει τις εκτεταμένες ζημιές και καταρρεύσεις τέτοιων κτιρίων στην περιοχή Αλμυρού (1980), Κιάτου (1981).

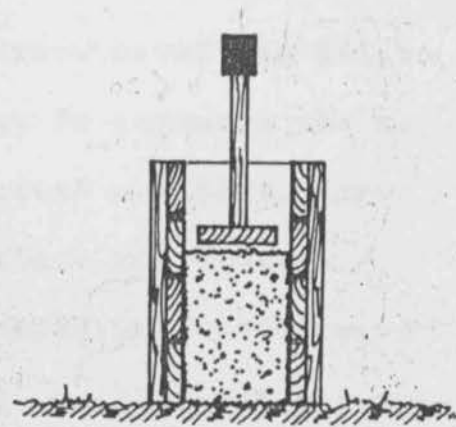
Πρέπει να σημειωθεί ότι σωστή επισκευή τέτοιων κτιρίων σήμερα θεωρείται ανέφικτη.



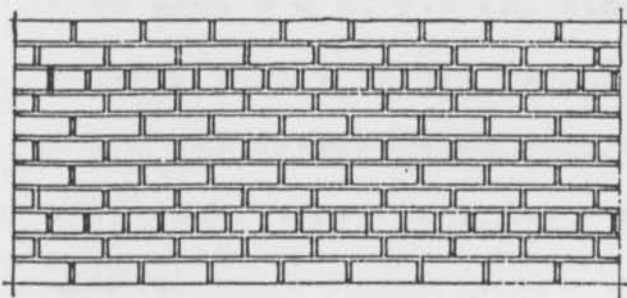
Δόμηση ώμοπλινθοδομης



Κατασκευή τόξου από τεχνητούς λίθους



Καλούπι ωμοπλίνθου



Τοιχοποιία τεχνητων λίθων.

2.3.3 Κτίρια από οπτοπλίνθους

Είναι κυρίως μονόροφα ή διώροφα. Υπάρχουν περιπτώσεις όπως στα Ιόνια νησιά (Κέρκυρα) που φτάνουν τους πέντε ή και έξι ορόφους. Επειδή δεν έχουν αναφερθεί σε τέτοια πολυόροφα κτίρια ζημιές από σεισμούς, άλλωστε η σεισμική ένταση εκεί ήταν μικρή, αναφερόμαστε στα χαμηλά κτίρια που υπάρχουν στην υπόλοιπη Ελλάδα.

Τα παλαιότερα κτίρια είναι συμπαγή τούβλα ενώ τα κτίρια με διάτρητα τούβλα είναι νεώτερα.

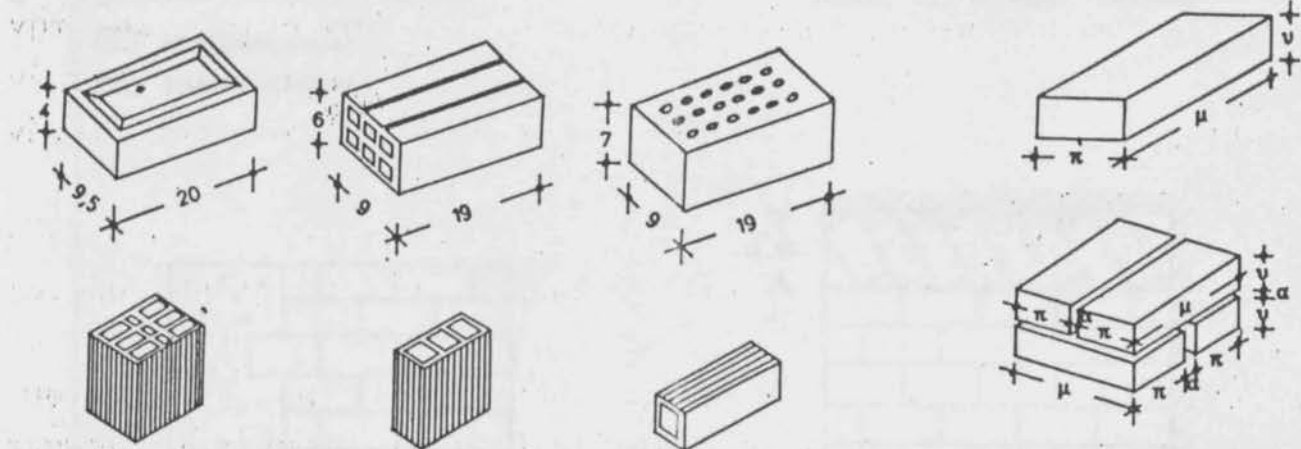
Στην πρώτη περίπτωση τα κτίρια έχουν σενάζ από ξύλινα μεταλλικά δοκάρια σε διάφορες θέσεις. Τα πατώματα και οι στέγες είναι ξύλινες και τα διαχωριστικά μπαρδατί. Στην δεύτερη περίπτωση και στα νεώτερα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί με συμπαγή τούβλα τα σενάζ, τα πατώματα, η θεμελίωση και η στέγη ή το δώμα είναι συνήθως από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Αν και πολλές φορές η διαφραγματική λειτουργία στον όροφο ή το δώμα στα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί από συμπαγή τούβλα, μπορεί να πει κανείς μετά τους πρόσφατους σεισμούς ότι η συμπεριφορά τους ήταν σαφώς καλλίτερη από αυτή των σύγχρονων κτιρίων που έχουν κατασκευαστεί από διάτρητα τούβλα.

Η ποιότητα των διάτρητων τούβλων είναι χειρότερη από αυτή των συμπαγών που συνδυαζόμενη με τον σημερινό τρόπο δόμησης έχει σαν αποτέλεσμα την κατασκευή χαμηλότερης ποιότητας

κτιρίων.

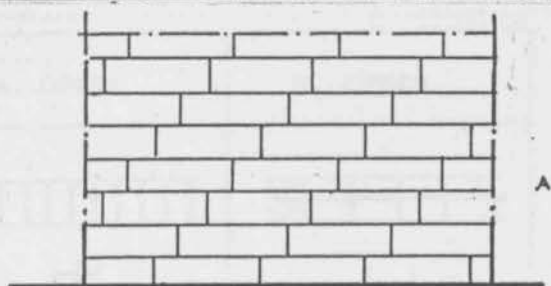
Στα κτίρια όπου η πλάκα της οροφής ή της στέγης είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα υπάρχει η απαραίτητη πρόσφυση μεταξύ της πλάκας αυτής και της τοιχοποιίας στην οποία στηρίζεται. Στην περίπτωση όμως που η πλινθοδομή εδράζεται πάνω σε επίπεδη - και πολλές φορές λεία - επιφάνεια μιας πλάκας ή σενάξ από οπλισμένο σκυρόδεμα έχει παρατηρηθεί πολλές φορές ολίσθηση και περιστροφή των τοίχων και ολόκληρου του κτιρίου ως στερεού σώματος πάνω στην εν λόγω επιφάνεια του σκυροδέματος, όπως π.χ. συνέβη στις καινούργιες κατοικίες στην Σκλάβαινα (1983). Σ' αυτές τις περιπτώσεις παρατηρήθηκαν μετακινήσεις του κτιρίου ως προς τη βάση του της τάξεως των 20cm ενώ οι μετακινήσεις των εσωτερικών διαχωριστικών ήταν της τάξεως των 50cm. Τα διαχωριστικά αυτά ήταν δρομικοί τοίχοι χωρίς στήριξη στο πάνω μέρος τους.



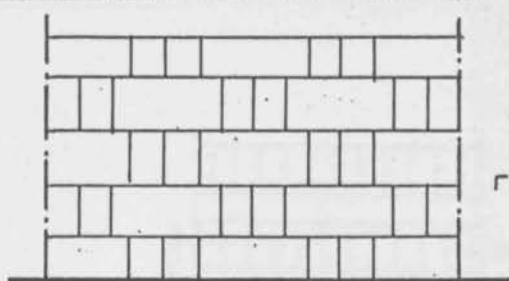
ΜΟΡΦΕΣ ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΩΝ

ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΩΝ

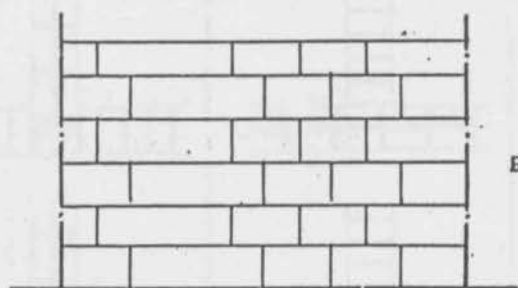
$$\begin{aligned} \pi &= 2\upsilon + \alpha = \frac{\mu - \alpha}{2} \\ \mu &= 2\pi + \alpha = 4\upsilon + 3\alpha \\ \upsilon &= \frac{\pi - \alpha}{2} = \frac{\mu - 3\alpha}{4} \end{aligned}$$



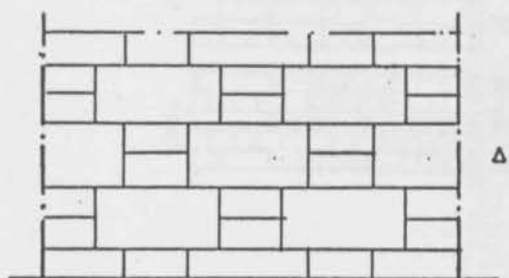
A



Γ

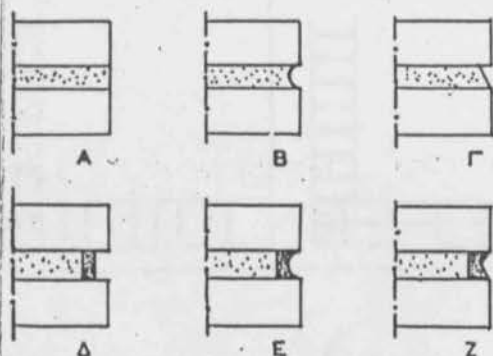


B





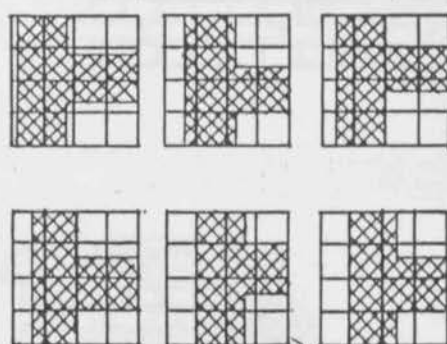
Δ

Α, Β, Γ, Δ. ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΙ ΔΟΜΗΣΗΣ ΕΜΦΑΝΟΥΣ ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗΣ

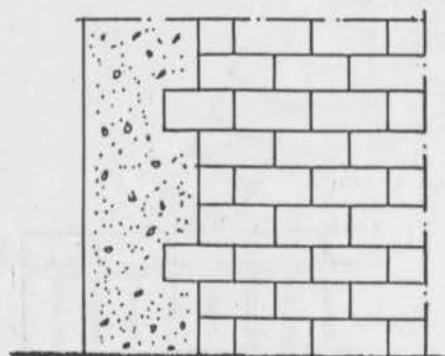


ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑΤΟΣ ΕΜΦΑΝΟΥΣ ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗΣ

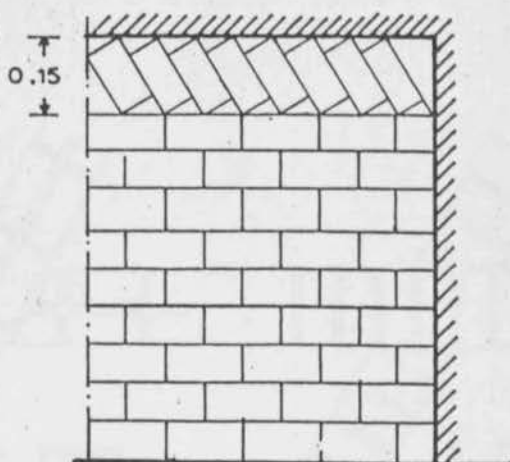
-  ΑΣΒΕΣΤΟΚΟΝΙΑΜΑ
-  ΣΙΜΕΝΤΟΚΟΝΙΑΜΑ



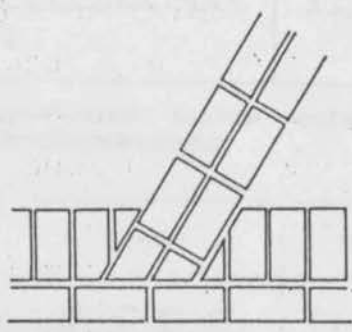
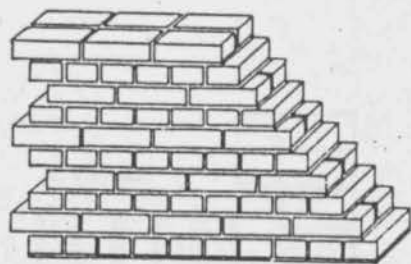
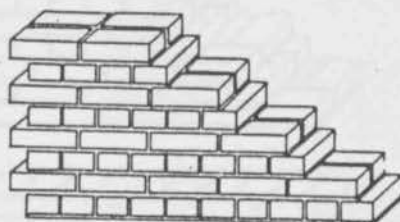
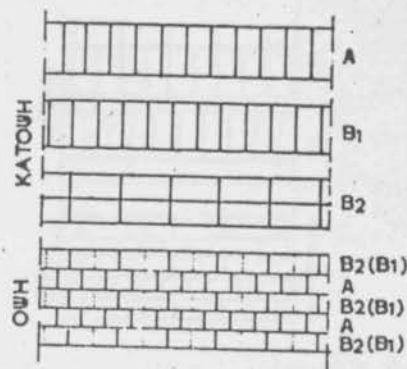
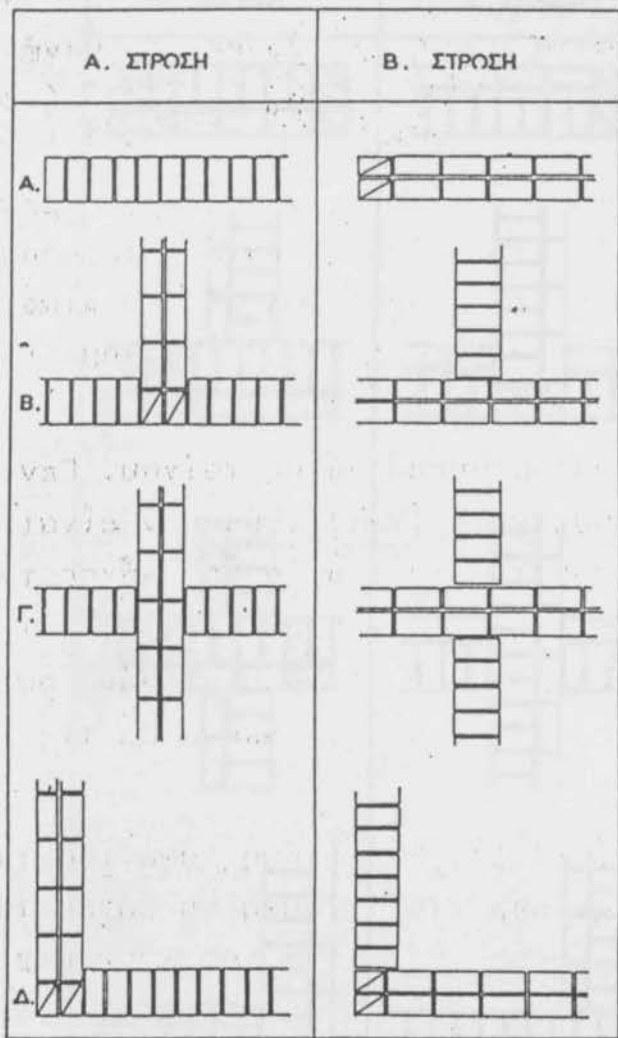
ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΟΙΧΟΥ ΣΕ ΚΑΝΑΒΟ ΚΑΤΩΣΗΣ



ΕΜΠΛΟΚΗ ΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΧΥΤΟ ΤΟΙΧΟ

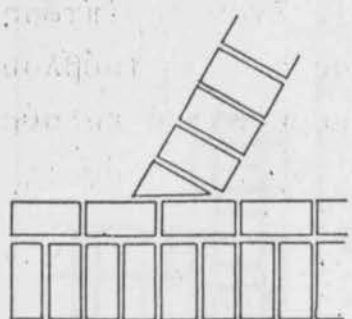


ΜΟΡΦΩΣΗ ΣΥΝΑΝΤΗΣΗΣ ΤΟΙΧΟΥ ΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΟΡΟΦΗ

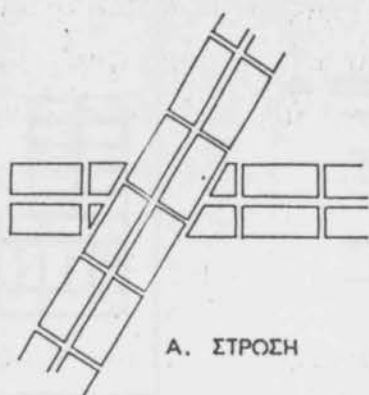


Α. ΣΤΡΟΣΗ

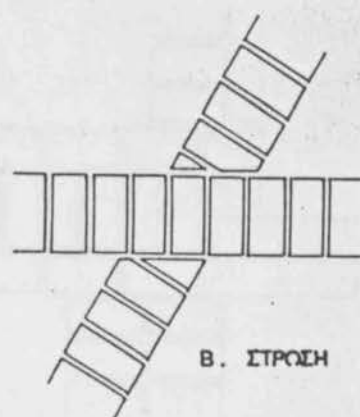
ΜΠΑΤΙΚΗ ΟΠΤΟΓΛΙΝΘΟΔΟΜΗ—ΜΟΡΦΗ ΣΤΑΥΡΟΕΙΔΗΣ



Β. ΣΤΡΟΣΗ

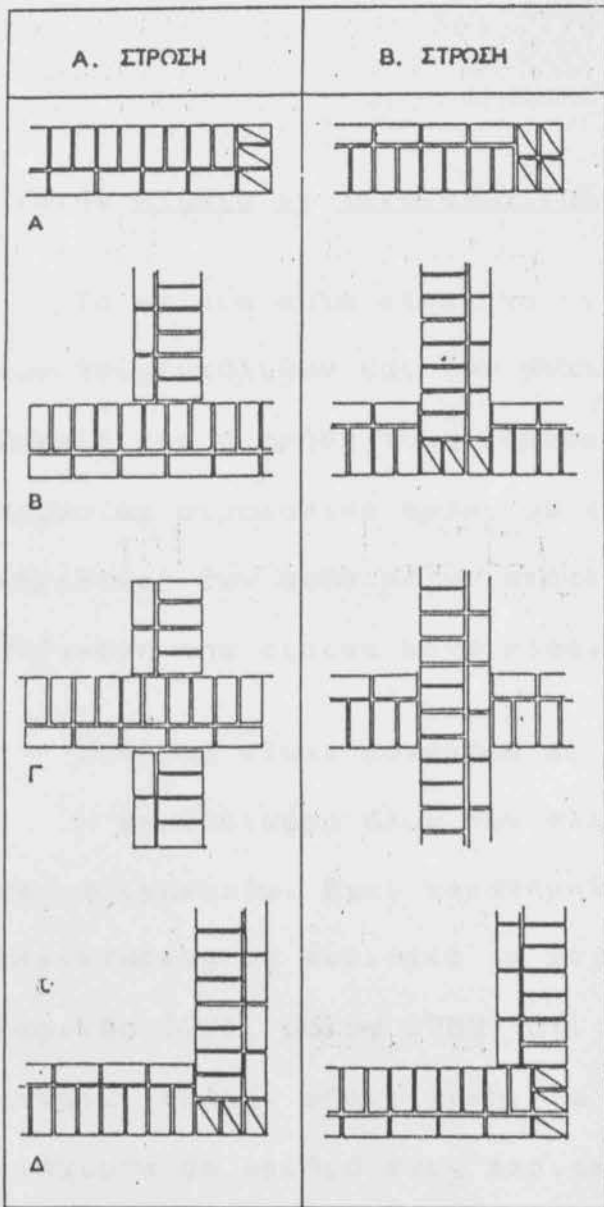


Α. ΣΤΡΟΣΗ

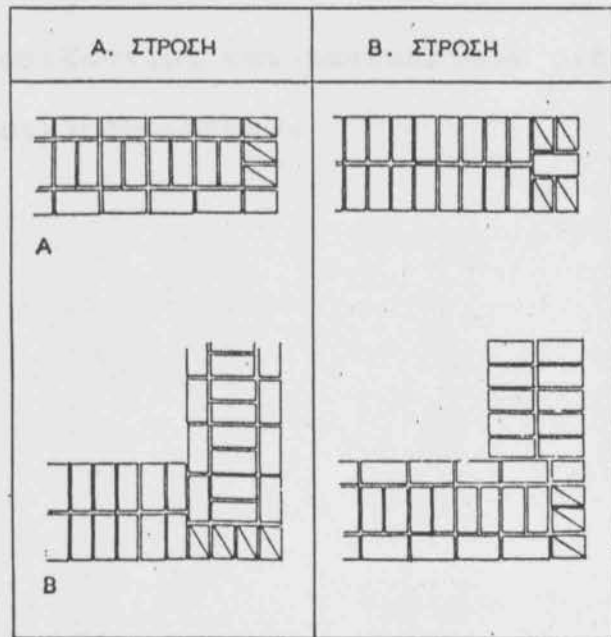


Β. ΣΤΡΟΣΗ

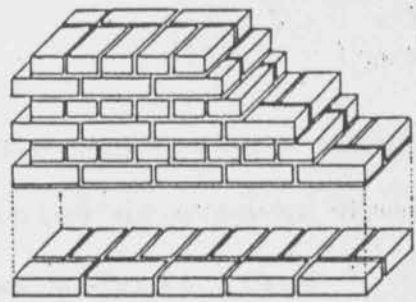
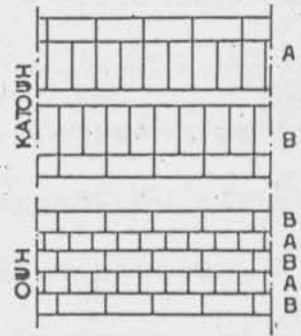
ΜΟΡΦΕΣ ΕΙΔΙΚΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΜΠΑΤΙΚΗΣ ΟΠΤΟΓΛΙΝΘΟΔΗΣ



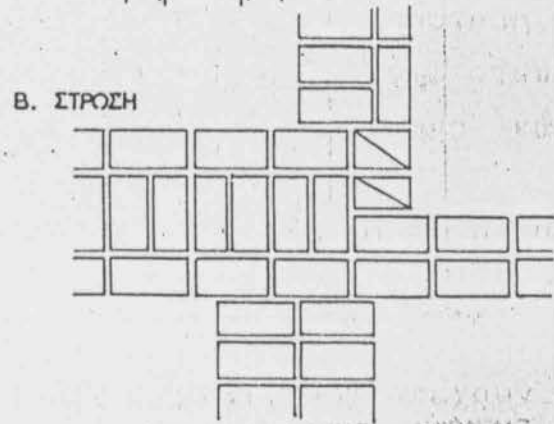
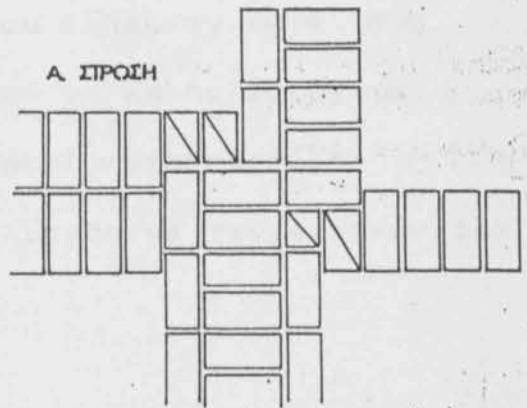
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΙΔΙΚΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΥΠΕΡΜΠΑΤΙΚΗΣ ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗΣ



ΜΟΡΦΩΣΗ ΕΙΔΙΚΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΔΥΟ ΠΛΙΝΘΟΥΣ



ΥΠΕΡΜΠΑΤΙΚΗ ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗ

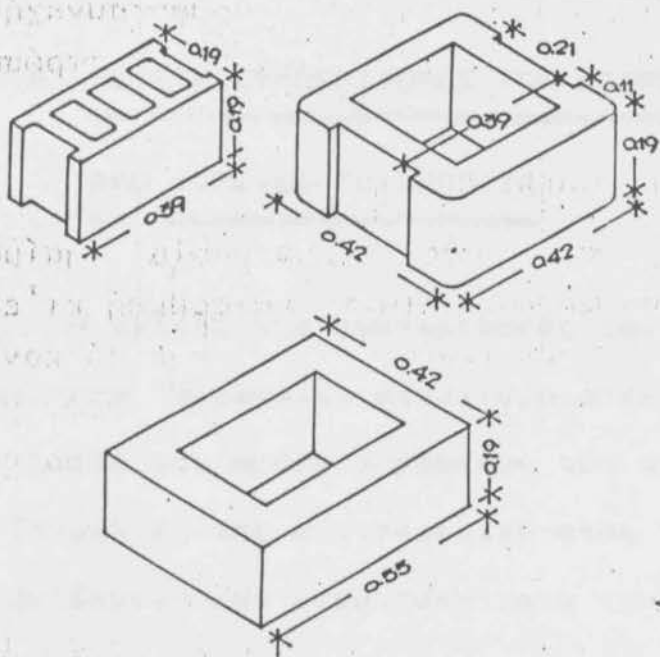


2.3.4. Κτίρια με τσιμεντολιθοδομές

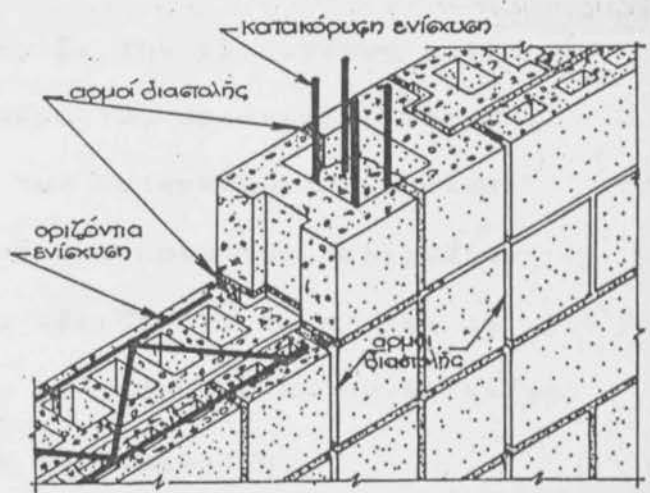
Τα κτίρια αυτά είναι τα πιο σύγχρονα. Γενικά η ποιότητα των τσιμεντόλιθων και των αντιστοίχων τοιχοποιιών είναι χαμηλή και η χρήση τους περιορίζεται σε δευτερευούσης σημασίας οικοδομικά έργα, με εξαίρεση, πιθανότατα, την περίπτωση των αυθαιρέτων οπότε και χρησιμοποιούνται για την ανέγερση της κύριας κατοικίας.

Συνήθως είναι μονώροφα με ξύλινη στέγη ή πλάκα οροφής.

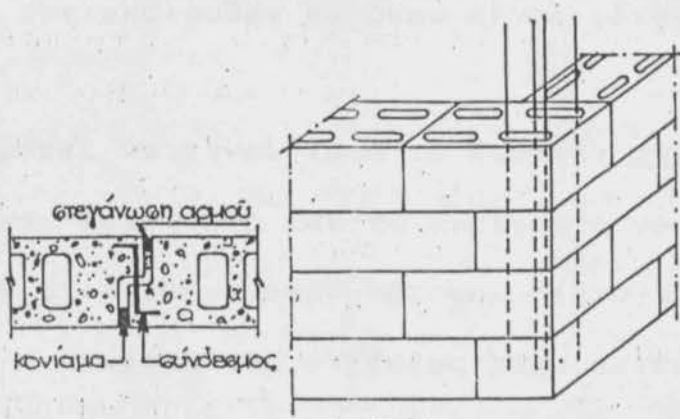
Η συμπεριφορά όλων των άλλων κτιρίων με φέροντα οργανισμό από τοιχοποιία. Έχει παρατηρηθεί όμως σε πολύ λίγες περιπτώσεις σε περιοχές με μεγάλη σεισμική ένταση (Κιάτο - Κόρινθο 1981, Βόλος 1980) ότι η σεισμική συμπεριφορά τέτοιων κτιρίων υπήρξε εξαιρετική. Τα συγκεκριμένα αυτά κτίρια - ελάχιστα σε αριθμό στις περιοχές που πλήγηκαν κατά τους τελευταίους σεισμούς - είχαν δομηθεί με καλής ποιότητας τσιμεντόλιθους με ειδικά κενά στα οποία ετοποθετείτο οριζοντίως και κατακορύφως σιδηροπλισμός με τσιμεντοκονίαμα ή μικροσκυρόδεμα.



Μορφές τσιμεντολίδων



Ενίσχυση τσιμεντολιθοδομής



Δόμηση τσιμεντολιθοδομής



Κιςερροπλινθοδομή

2.4 ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΙΟΡΟΦΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΑΠΟ ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Η μελέτη της συμπεριφοράς των διόροφων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία σε σεισμό απέδειξε την ιδιαιτέρως μεγάλη σημασία της ορθής μορφώσεως του φέροντος οργανισμού για την εξασφάλιση της αντισεισμικότητας των κατασκευών. Η ανάλυση των ζημιών που υπέστησαν κατά τους σεισμούς των τελευταίων δεκατιών τα κτίρια από τοιχοποιία έδειξε ότι τα κτίρια με κανονική, συμμετρική κάτοψη, όταν οι τοίχοι ήταν συνδεδεμένοι μεταξύ τους στη στάθμη των ορόφων με διαζώματα, συμπεριφέρθηκαν ικανοποιητικά, ακόμη και όταν δεν είχε γίνει κανένας ιδιαίτερος αντισεισμικός υπολογισμός. Γι' αυτόν τον λόγο η τήρηση των ακόλουθων κανόνων είναι ιδιαιτέρως σημαντική:

- * Το κτίριο πρέπει να είναι κατά το δυνατόν συμμετρικό εν κάτοψη. Είναι επιθυμητό και τα ανοίγματα να είναι συμμετρικά διατεταχμένα στην κάτοψη. Με το τρόπο αυτό αποφεύχεται η επιρροή της στρέψεως λόγω σεισμού και η συκέντρωση βλαβών σε ορισμένες κρίσιμες περιοχές της κατασκευής.
- * Απλές, τετραγωνικής ή ορθογωνικής μορφής κάτοψης προτιμώνται. Εξοχές και εσοχές εν κάτοψη είναι ανεκτές όταν δεν υπερβαίνουν το 25% της αντίστοιχης διαστάσεως του κτιρίου.

Όταν η χρήση του κτιρίου ή η καλύτερη εκμετάλλευση του γηπέδου επιβάλλουν την μόρφωση μη συμμετρικών κατόψεων, τότε είναι αναγκαίος ο χωρισμός τους σε κανονικής μορφής, συμμετρικά τμήματα, μέσω αρμών.

Χωρισμός του κτιρίου σε τμήματα συνίσταται να γίνεται και στην περίπτωση κανονικών και συμμετρικών, αλλά πολύ μακρών κατόψεων.

- * Το κτίριο συνίσταται να είναι κατά το δυνατό απλό, χωρίς πολλά προεξέχοντα διακοσμητικά, χωρίς μεγάλους προβόλους. Τα διακοσμητικά αυτού του είδους, όταν υπάρχουν, πρέπει να είναι οπλισμένα και καλά αγκυρωμένα στα φέροντα στοιχεία της κατασκευής.
- * Η γενική απαίτηση ομαλής κατανομής ακαμψιών εν κατόψει και καθ ύψος του κτιρίου, ισχύει και στη περίπτωση των κτιρίων από τοιχοποιία.
- * Μικτά συστήματα, στα οποία τα φέροντα στοιχεία να είναι και από τοιχοποιία και από οπλισμένο σκυρόδεμα καλό είναι να αποφεύγονται. Όταν η χρήση μεμονωμένων από οπλισμένο σκυρόδεμα δεν μπορεί να αποφευχθεί (για λόγους π.χ. λειτουργικούς) τότε κατά τον αντισεισμικό υπολογισμό θα θεωρείται ότι το σύνολο του σεισμικού φορτίου αναλαμβάνεται από την τοιχοποιία.
- * Τοίχοι επαρκείς ως προς την αντοχή και την διατομή πρέπει να διατάσσονται εν κατόψει και κατά τις δύο διευθύνσεις για να αναλαμβάνουν το σεισμικό φορτίο.
- * Τα δάπεδα των ορόφων πρέπει να είναι επαρκώς άκαμπτα στο οριζόντιο επίπεδο (εξασφάλιση διαφραγματικής λειτουργίας),

έτσι ώστε να κατανέμουν τα οριζόντια φορτία λόγω σεισμού στα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία ανάλογα με την ακαμψία τους. Για το λόγο αυτό, τα δάπεδα πρέπει να είναι πλάκες από οπλισμένο σκυρόδεμα ή ξύλινα δάπεδα καταλλήλως ενισχυμένα.

- * Το πάχος των φερόντων τοίχων δεν μπορεί να είναι μικρότερο από 200 mm για τοίχους από τούβλα και 400 mm για λιθοδομές. Το μέγιστο άνοιγμα ενός τοίχου μεταξύ δύο εσκαρσιών τοίχων εξαρτάται βεβαίως από το πάχος του, από το μέγεθος των κατακορύφων φορτίων τα οποία δέχεται, καθώς και από την αντοχή του σε κάμψη κάθετα στο επίπεδο του λόγω σεισμού.

Πάντως, κατά την μόρφωση του φέροντος οργανισμού συνιστάται η απόσταση μεταξύ φερόντων τοίχων από άοπλη τοιχοποιία να μην υπερβαίνει τα 6.0 m σε περιοχές υψηλής σεισμικότητας και τα 10.0 m σε περιοχές χαμηλής σεισμικότητας. Στην περίπτωση οπλισμένης τοιχοποιίας οι τοίχοι μπορούν να απέχουν μέχρι 8.0 m σε ζώνες υψηλής σεισμικότητας και 15.0 m σε ζώνες χαμηλής σεισμικότητας.

- * Κτίρια από άοπλη τοιχοποιία καλόν είναι να μην υπερβαίνουν τα 9 m ύψος (3 όροφοι) σε ζώνες χαμηλής σεισμικότητας. Το πλήθος των ορόφων περιορίζεται σε 2 και 1 για ζώνες μέσης και υψηλής σεισμικότητας αντιστοίχως.

Κτίρια από οπλισμένη τοιχοποιία δεν πρέπει να υπερβαίνουν τους 5 ορόφους (συνολικό ύψος 18 m) σε ζώνες χαμηλής σεισμικότητας. Το μέγιστο πλήθος ορόφων γίνεται 4 και 3 σε ζώνες μέσης και υψηλής σεισμικότητας αντιστοίχως.

* Ο ρόλος του μεγέθους και της θέσεως των ανοιγμάτων στην αντοχή των κτιρίων από τοιχοποιία έχει αποδειχθεί πολύ σημαντικός. Συχνότατα, οι περιοχές από τις οποίες αρχίζει η ρηγματώση κατά την διάρκεια του σεισμού, είναι οι περιοχές γύρω από τα ανοίγματα. Είναι σκόπιμο να τηρούνται οι ακόλουθες οδηγίες σε ότι αφορά τα ανοίγματα:

1. Τα ανοίγματα συνιστάται να διατάσσονται στις περιοχές που δέχονται τα μικρότερα κατακόρυφα φορτία και μακριά από τις περιοχές όπου δρουν συγκεντρωμένα φορτία.
2. Τα ανοίγματα πρέπει να διατάσσονται συμμετρικά εν κατόψει και να μην αλλάζουν θέση από όροφο σε όροφο.
3. Το πρέκι όλων των ανοιγμάτων πρέπει να βρίσκεται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.
4. Τα ανοίγματα δεν πρέπει να διακόπτουν τα διαζώματα.
5. Το συνολικό μήκος των ανοιγμάτων ενός τοίχου δεν πρέπει να υπερβαίνει το μισό του μήκους του τοίχου.

Όταν για λόγους λειτουργικότητας οι διαστάσεις των ανοιγμάτων γίνονται μεγαλύτερες από τις συνιστώμενες, απαιτείται ενίσχυση της περιμέτρου των ανοιγμάτων με την τοποθέτηση οπλισμού ή διαζωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

* Η παρουσία των διαζωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα στην στάθμη των δαπέδων των ορόφων έχει αποδειχθεί πραγματικά σωτήριο για τα κτίρια από τοιχοποιία ενώ, αντίθετα, η απουσία τους σε πολλά παλιά οικοδομήματα ήταν η κύρια αιτία αποκολλήσεων ακόμη και καταρρεύσεων τοίχων ή και ολόκληρων τμημάτων της οικοδομής. Ο ρόλος των διαζωμάτων είναι πολλαπλός: συνδέουν τους τοίχους μεταξύ τους και εμποδίζουν

την αποκόλλησή τους στις συνδέσεις τους. Μεταφέρουν τα οριζόντια σεισμικά φορτία από τα οριζόντια διαφράγματα στους τοίχους.

Συνδυαζόμενα με κατακόρυφα διαζώματα αυξάνουν σημαντικά την αντοχή και τη πλαστικότητα της τοιχοποιίας.

Διαζώματα οπλισμένου σκυροδέματος είναι αναγκαίο να κατασκευάζονται στην στάθμη όλων των ορόφων, κάτω από τη στέγη και στην κορυφή της θεμελιώσεως.

Ενδιάμεσα διαζώματα κατασκευάζονται όταν το ύψος του ορόφου υπερβαίνει τα 4.0 m.

* Τό μήκος των προβόλων δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1.20 m, απαγορεύεται δε η έδραση φερόντων τοίχων σε προβόλους.

2.5 ΑΡΧΕΣ ΜΟΡΦΩΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Είναι διαπιστωμένο ότι στην Ελληνική κατασκευαστική δραστηριότητα πολύ λίγα κτίρια είναι κατασκευασμένα με αυτό το τρόπο, και έχει επικρατήσει το σπλισμένο σκυρόδεμα σε κάθε είδους κατασκευής. Λόγο του ότι στους τελευταίους σεισμούς τα κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία υπέστησαν σοβαρές βλάβες ή κατέρρευσαν, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί η εντύπωση ότι η τοιχοποιία είναι ακατάλληλο υλικό, για την δόμηση κτιρίων. Αυτό έγινε διότι μέχρι και τα τελευταία χρόνια την τοιχοποιία την γνωρίζαμε μόνο από την οικοδομική, λόγω του ότι η τοιχοποιία έχει περίπλοκη μηχανική συμπεριφορά σαν υλικό πολυφασικό και γενικώς απεξοχικό, αλλά κατά τα τελευταία έτη και μετά από πολλές έρευνες και τη προσεκτικότερη εξέταση του ζητήματος έδειξε ότι η ακαταλληλότητα αυτή προήλθε από άλλους λόγους.

- * Κακή ποιότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών (χαμηλή θλιπτική και εφελκυστική αντοχή λιθοσώματος - κονιάματος).
- * Κακή ποιότητα του κτίσματος.
- * Κακή σύλληψη - μόρφωση του φέροντα οργανισμού και παντελής έλλειψης σχεδιασμού.
- * Έλλειψη συντηρήσεως των κτιρίων ή και ωρισμένων στοιχείων (στέγες).
- * Αυθαίρετες προσθήκες καθ' ύψος ή κατ' επέκταση (από φέρουσα τοιχοποιία ή από σκελετό σπλισμένου σκυροδέματος) χωρίς στοιχειώδη μελέτη, με συνέπεια την μεταβολή του στατικού σχήματος και του δομητικού συστήματος της κατασκευής.

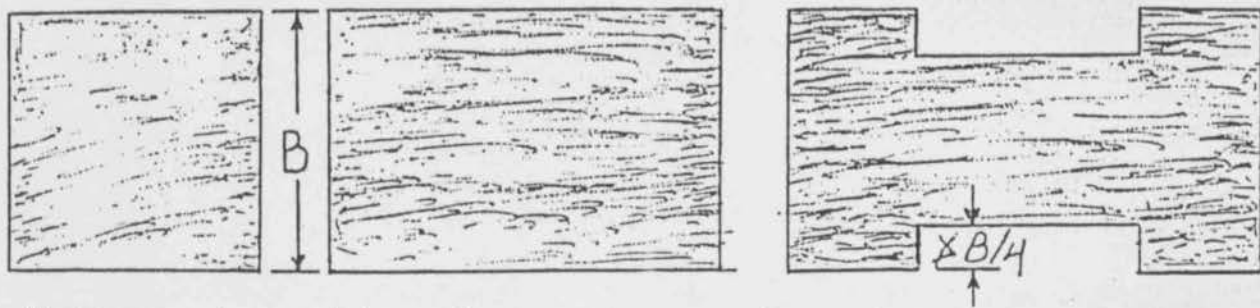
Αρχές μωρφώσεως του φέροντα οργανισμού

Για την εξασφάλιση ικανοποιητικής αντισεισμικής συμπεριφοράς, αποδίδεται ιδιαίτερα μεγάλη σημασία, στην ορθή μωρφωση του φέροντα οργανισμού κτιρίων από τειχοποιία.

Η επισταμένη ανάλυση των αιτιών των βλαβών που εμφανίστηκαν κατά τους σεισμούς των τελευταίων 30 - 40 έτων σε τέτοια κτίρια, κατέδειξαν ότι για συνήθη κτίρια, με περίπου κανονική - συμμετρική τις περισσότερες φορές κάτοψη, όταν οι φέροντες τοίχοι ήταν συνδεδεμένοι μεταξύ τους στην στάθμη των δαπέδων και της οροφής, είτε με διαζώματα είτε με διαφράγματα, συμπεριφέρθηκαν ικανοποιητικά, ακόμη και στις περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν είχαν συνταχθεί αναλυτικοί υπολογισμοί, ούτε είχε γίνει ιδιαίτερος αντισεισμικός έλεγχος.

Οι παρακάτω κανόνες και γενικές συστάσεις πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, κατά την μωρφωση του φέροντα οργανισμού:

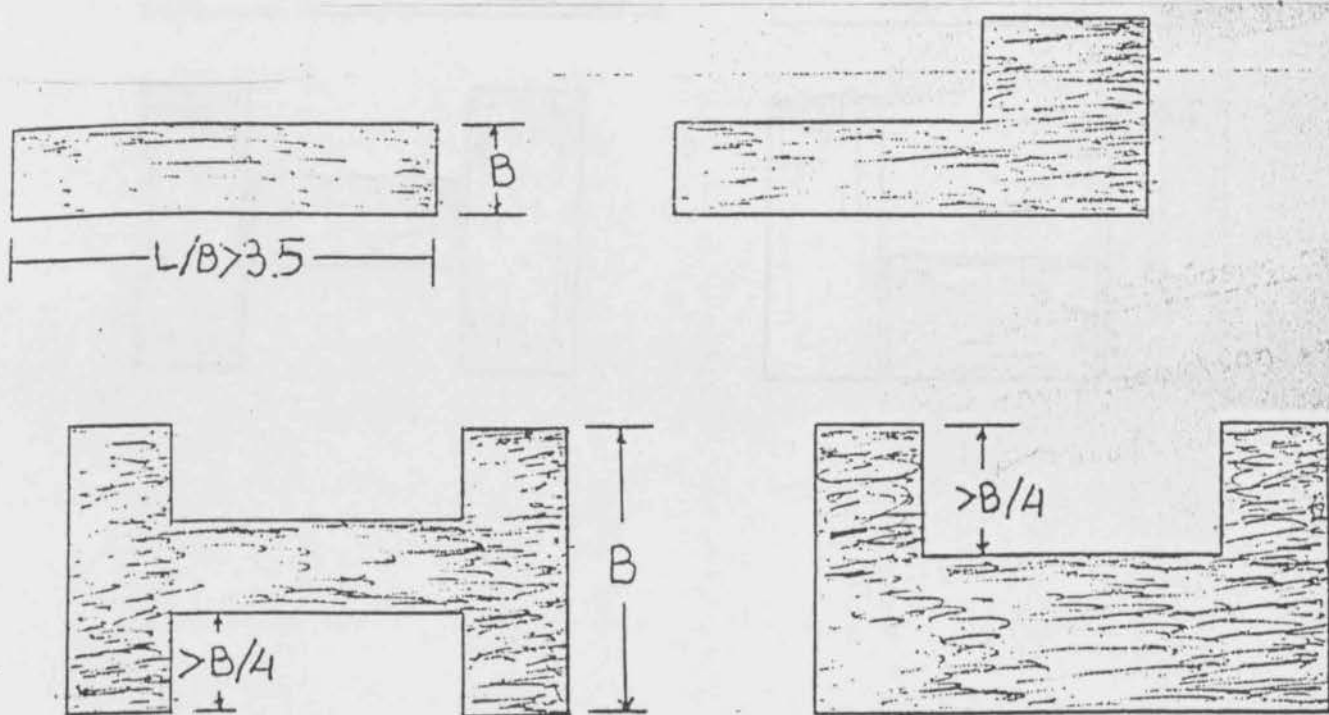
α) Το κτίριο πρέπει σε κάτοψη, κατά το δυνατό, να είναι συμμετρικό, ώστε να αποφεύγεται η επιρροή της στέψεως λόγω σεισμού και συνεπώς η συκέντρωση βλαβών σε ορισμένες κρίσιμες περιοχές.



Συμμετρικές, απλές ορθογωνικές - επιθυμητές κατόψεις.

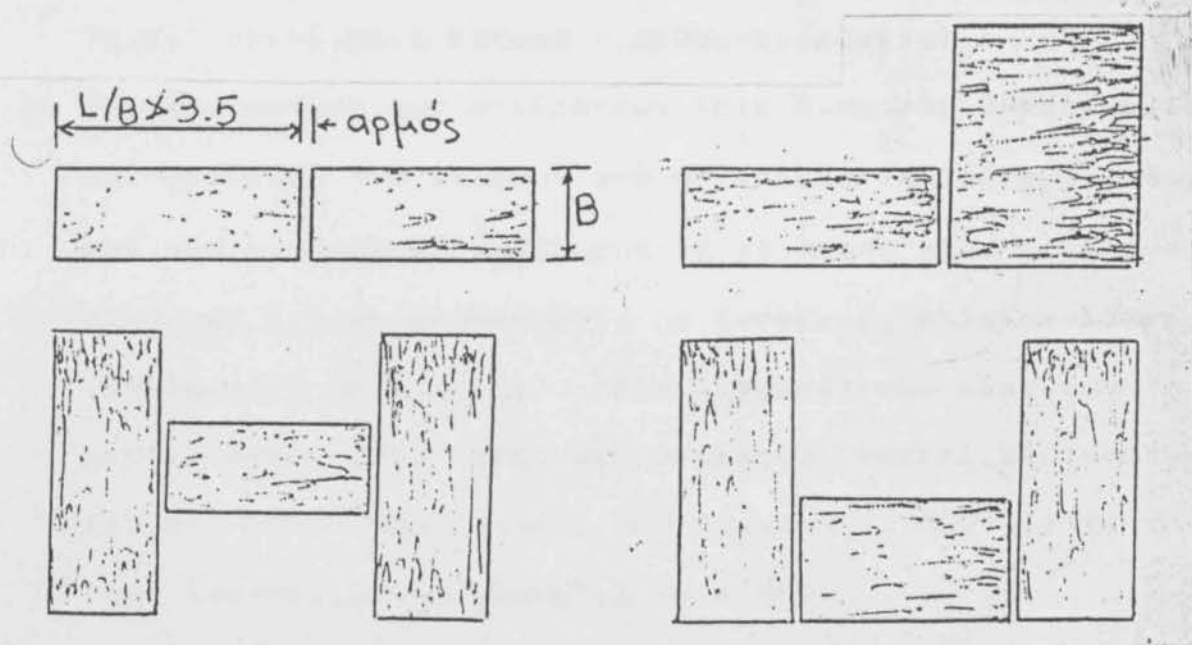
β) Οι απλές, τετραγωνικές ή ορθογωνικές κατόψεις είναι προτιμώτερες, καθ'όσον συμπεριφέρονται καλύτερα, όταν υπόκειται σε σεισμικές δράσεις. Είναι ανεκτές εσοχές και εσοχές στο κτίριο, εν κatóψει, όταν το βάθος εσοχής δεν υπερβαίνει το 25% της αντίστοιχης διάστασης της πλευράς του κτιρίου.

Ο λόγος των πλευρών του κτιρίου δεν μπορεί να υπερβαίνει το $L/B = 3.5$



Επιμήκειες μη συμμετρικές - ανεπιθύμητες κατόψεις.

ε) Αρχιτεκτονικοί λόγοι, είτε η χρήση του κτιρίου επιβάλλουν την μόρφωση μη συμμετρικής κάτοψης, τότε είναι αναγκαίος ο διαχωρισμός του, σε επί μέρους τμήματα, κανονικής μορφής, με αρμούς κατάλληλου πλάτους.



Διαχωρισμός του κτιρίου σε επιμέρους συμμετρικά ορθογωνικά τμήματα.

Ελάχιστο πλάτος αρμού < 30 mm (για 2-όροφο)

+ 10 mm (για κάθε επιπλέον όροφο)

Κτιριοδομικός Κανονισμός: $50 + H/2000$ (H = μέγιστο ύψος σε mm).

δ) Συνιστάται το κτίριο, στο σύνολο του, και κατά το δυνατόν να είναι απλό. Δηλαδή, δέον να αποφεύγονται τα υπερβολικά διακοσμητικά στοιχεία που προεξέχουν (κορνίζες - μαρκίζες) και οι μεγάλοι πλάτους εξώστες, σε πρόβολο. Όταν προβλέπονται τέτοια στοιχεία από την αρχιτεκτονική μελέτη, θα πρέπει να είναι οπλισμένα και να αγκυρώνονται ασφαλώς στα φέροντα στοιχεία του κτιρίου (π.χ. επενδύσεις πέτρας - ορθομαρμαρώσεις).

ε) Για την μείωση των επιδράσεων λόγω διαφοράς θερμοκρασίας και ερπυσμού των διαπέδων από οπλισμένο σκυρόδεμα, καθώς και της διαφορικής καθίζησης σε μεγάλους μήκους κτίρια, αλλά και για να αποφευχθούν οι δυσμενείς αλληλεπιδράσεις (ανωδομής - θεμελίωσης), λόγω διαφορετικών εδαφικών μετακινήσεων (στη περίπτωση σεισμού), πρέπει το συνολικό μέγιστο μήκος της πλευράς του κτιρίου (L MAX), είτε του κάθε διακεκριμένου τμήματος να είναι:

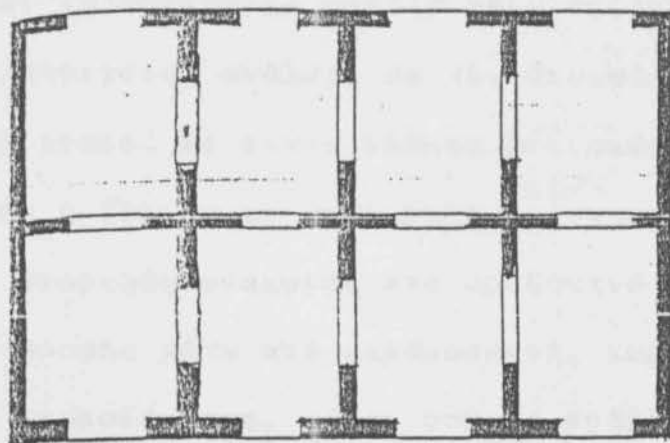
L MAX 40m για περιοχές μεγάλης σεισμικότητας (III).

L MAX 50m για περιοχές μετρίως - μικρής σεισμικότητας (I, II).

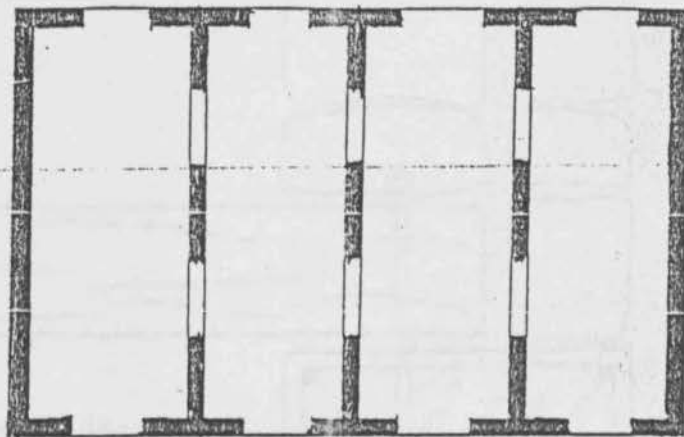
Οι διαστάσεις αυτές, στη περίπτωση μη συνεκτικών εδάφων και σε κακές εδαφικές συνθήκες, θα πρέπει να περιορίζονται, εξαρτώμενες κύρια από τα εδαφικά χαρακτηριστικά.

στ) Για να επιτύχουμε ικανοποιητική συμπεριφορά του κτιρίου, όταν υπόκειται σε σεισμική καταπόνηση, θα πρέπει οι φέροντες τοίχοι να είναι ομοιόμορφα ισοκατανεμημένοι και κατά τις δύο διευθύνσεις και σε αριθμό (επιφάνεια) και

ως προς τη φέρουσα ικανότητα - αντοχή τους, ώστε να παραλαμβάνουν τα σεισμικά φορτία και να αποφεύχονται οι εκκεντρότητες.



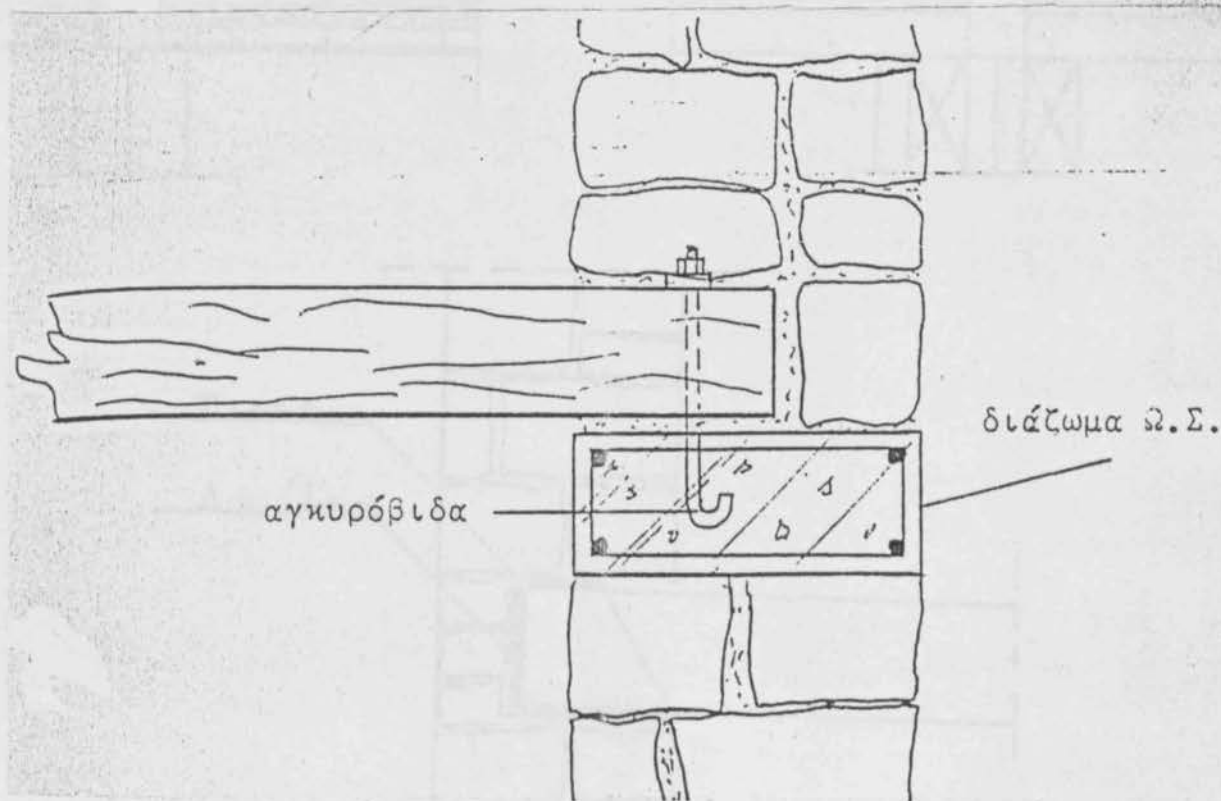
1. ομοιόμορφα ισοκατανεμημένοι τοίχοι



2. ανεπαρκής διάταξη στη μία κατεύθυνση

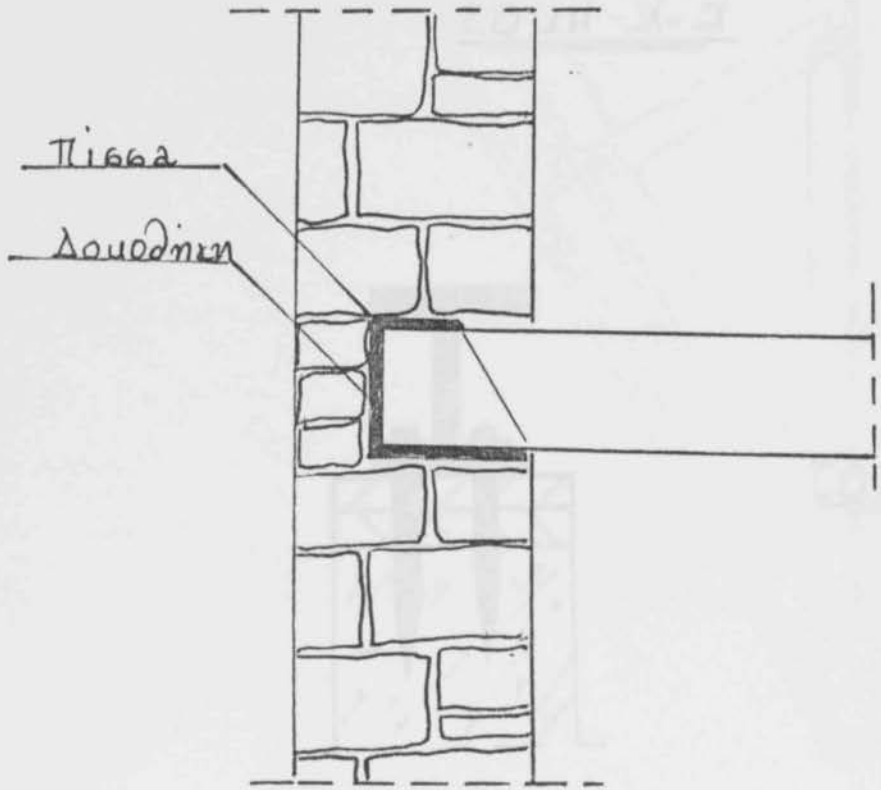
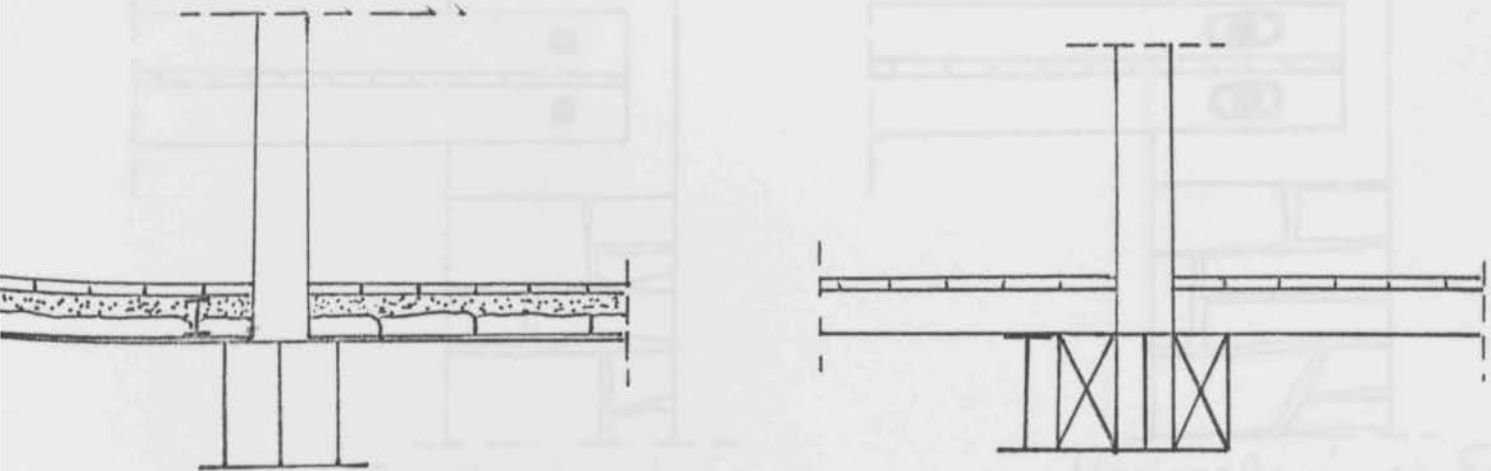
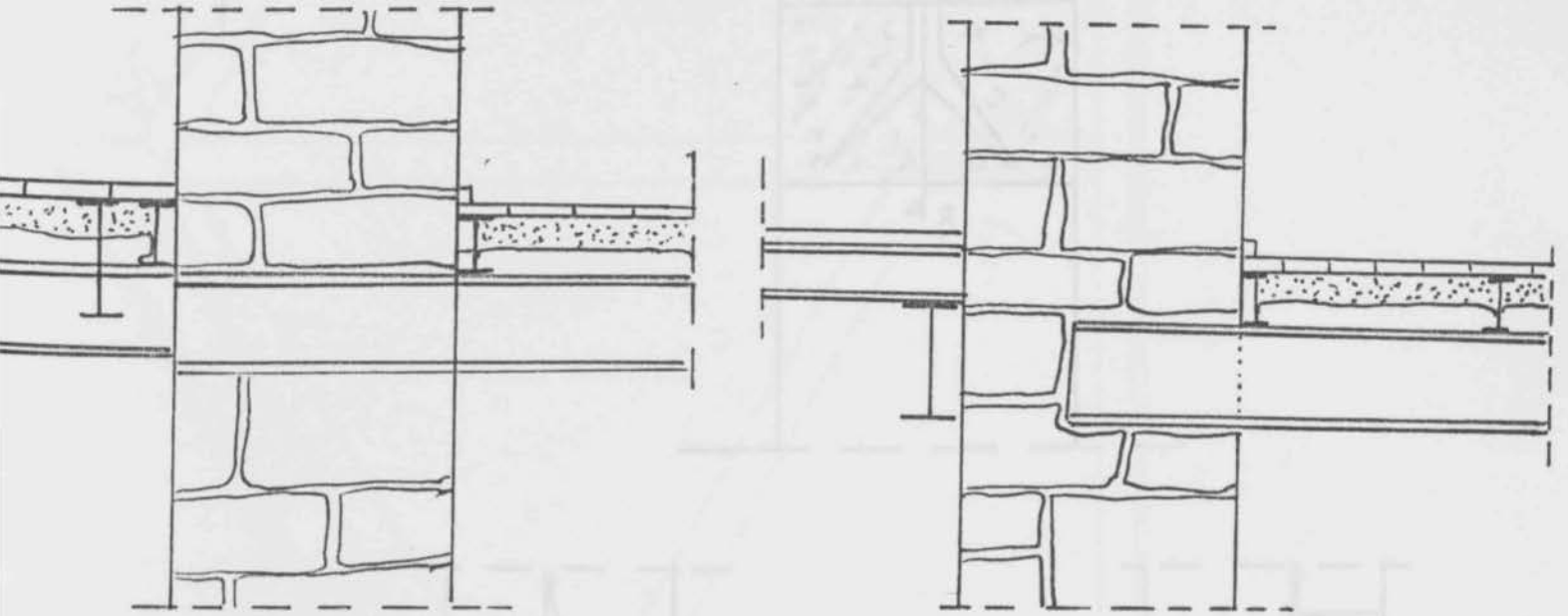
Διάταξη φερόντων τοίχων

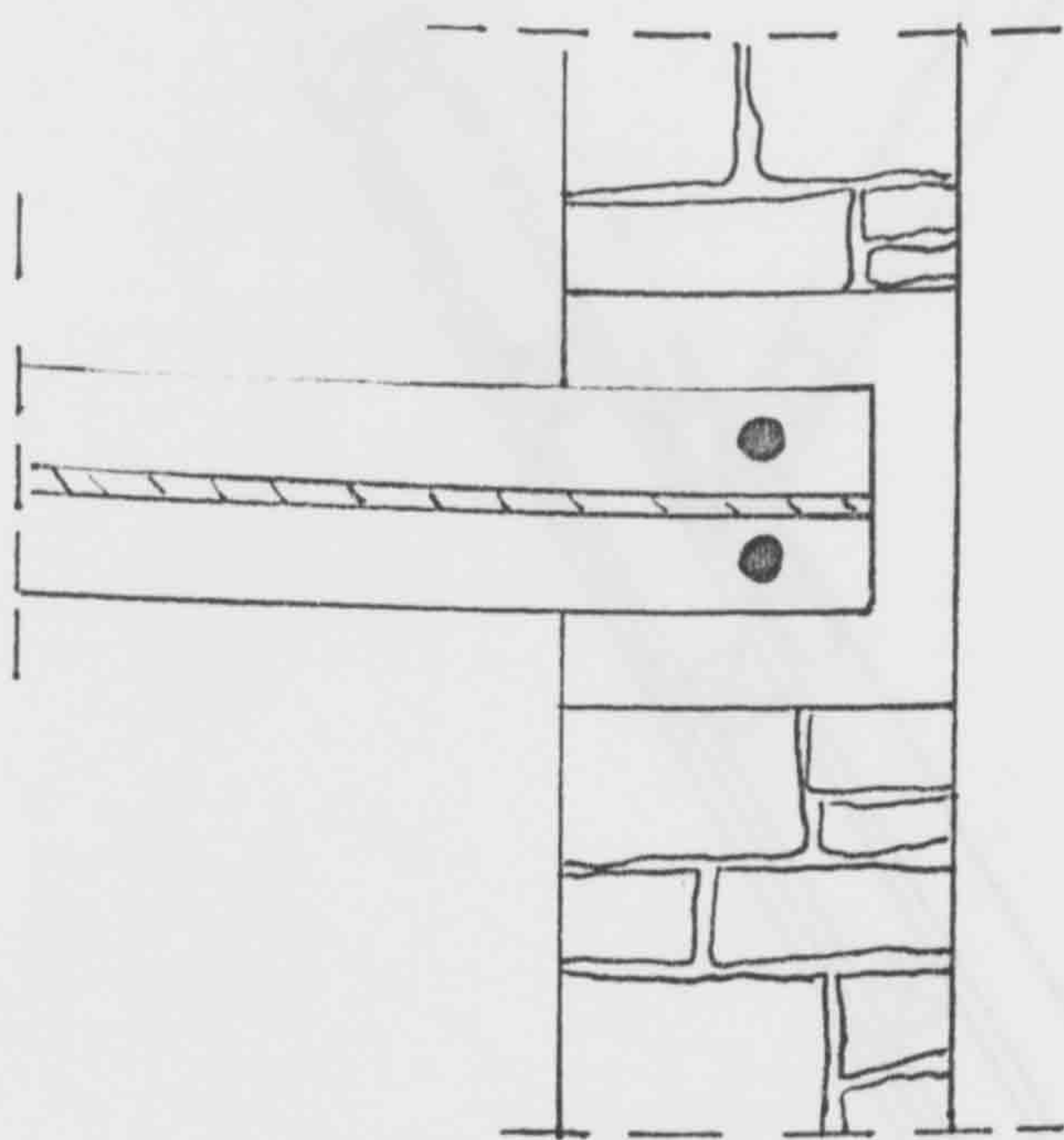
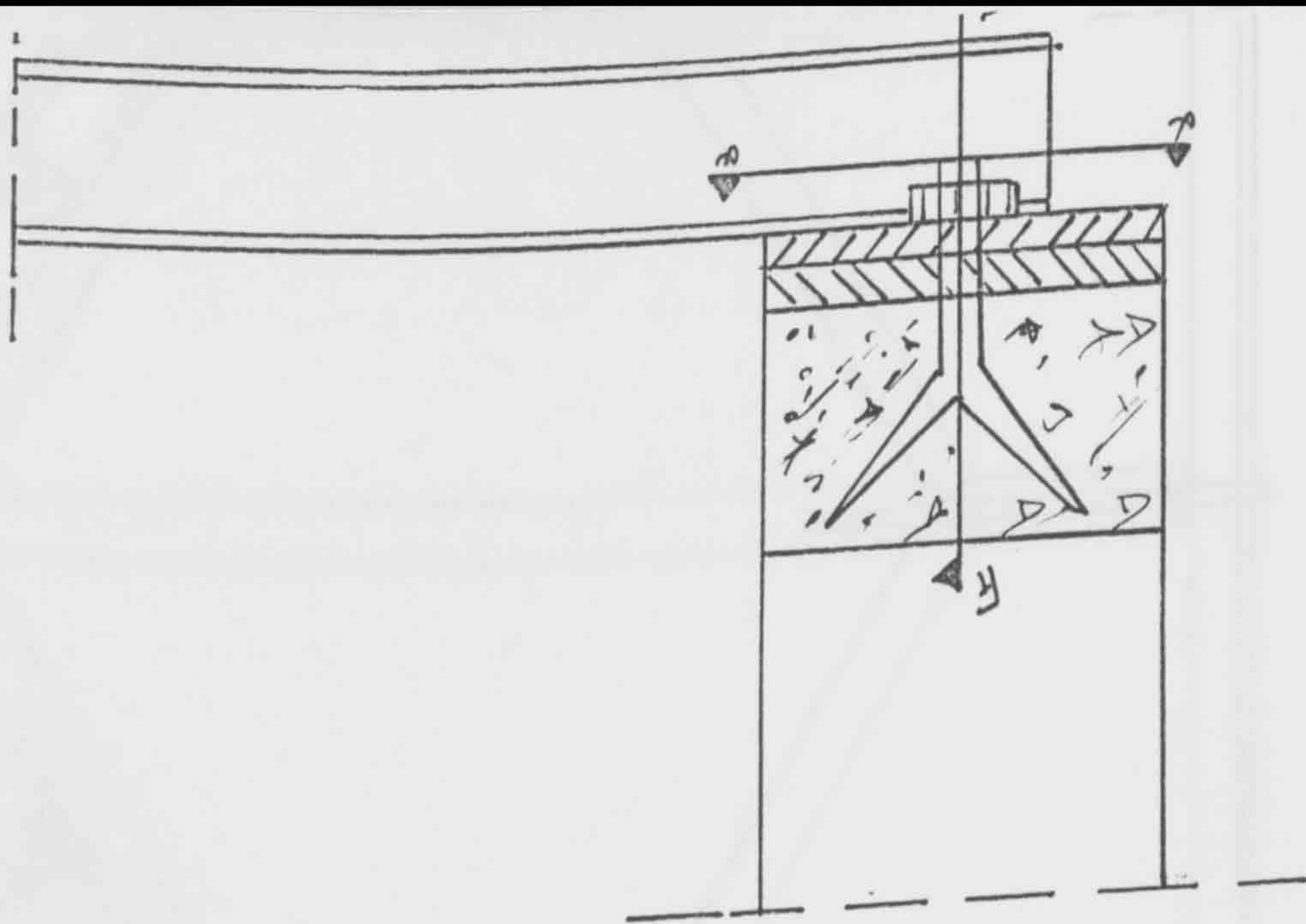
ζ) Οι φέροντες τοίχοι πρέπει να είναι ακλόνητα συνδεδεμένοι με τις πλάκες των δαπέδων. Τα δάπεδα των οροφών πρέπει να εξασφαλίζουν τη διαφραγματική λειτουργία (επαρκώς άκαμπτα στο οριζόντιο επίπεδο), ούτως ώστε να κατανέμονται τα οριζόντια φορτία λόγω σεισμού, στα κατακόρυφα στοιχεία, ανάλογα με την ακαμψία τους. Τα δάπεδα αυτά μπορεί να είναι πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος ή ξύλινα με κατάλληλη ενίσχυση. Η εξασφάλιση επαρκούς ακαμψίας στο οριζόντιο επίπεδο και στη στάθμη οροφής κάτω από κεραμοσκεπή, χωρίς πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος, είναι σοβαρό πρόβλημα και αντιμετωπίζεται με διάφορες τεχνικές (πύκνωση ελαστών, χιαστί συνδέσμοι, τοποθέτηση εντατήρων, άκαμπτα δικτυώματα, κ.λ.π.)



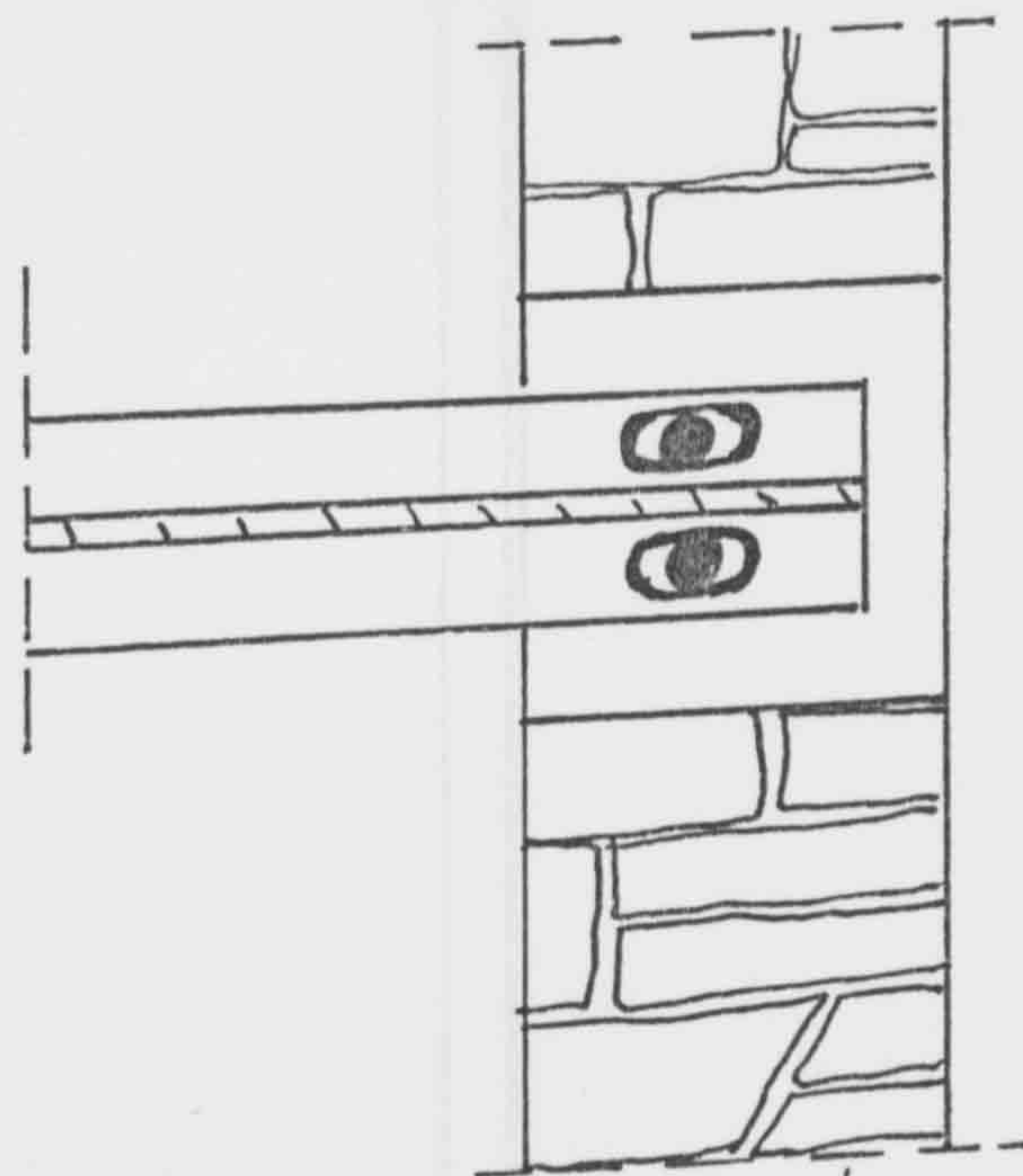
Αγκύρωση ξύλινων δοκών δαπέδου σε διάζωμα οπλ. σκυροδέματος.

ΣΟΜΕΣ ΠΑΖΩΜΑΤΩΝ



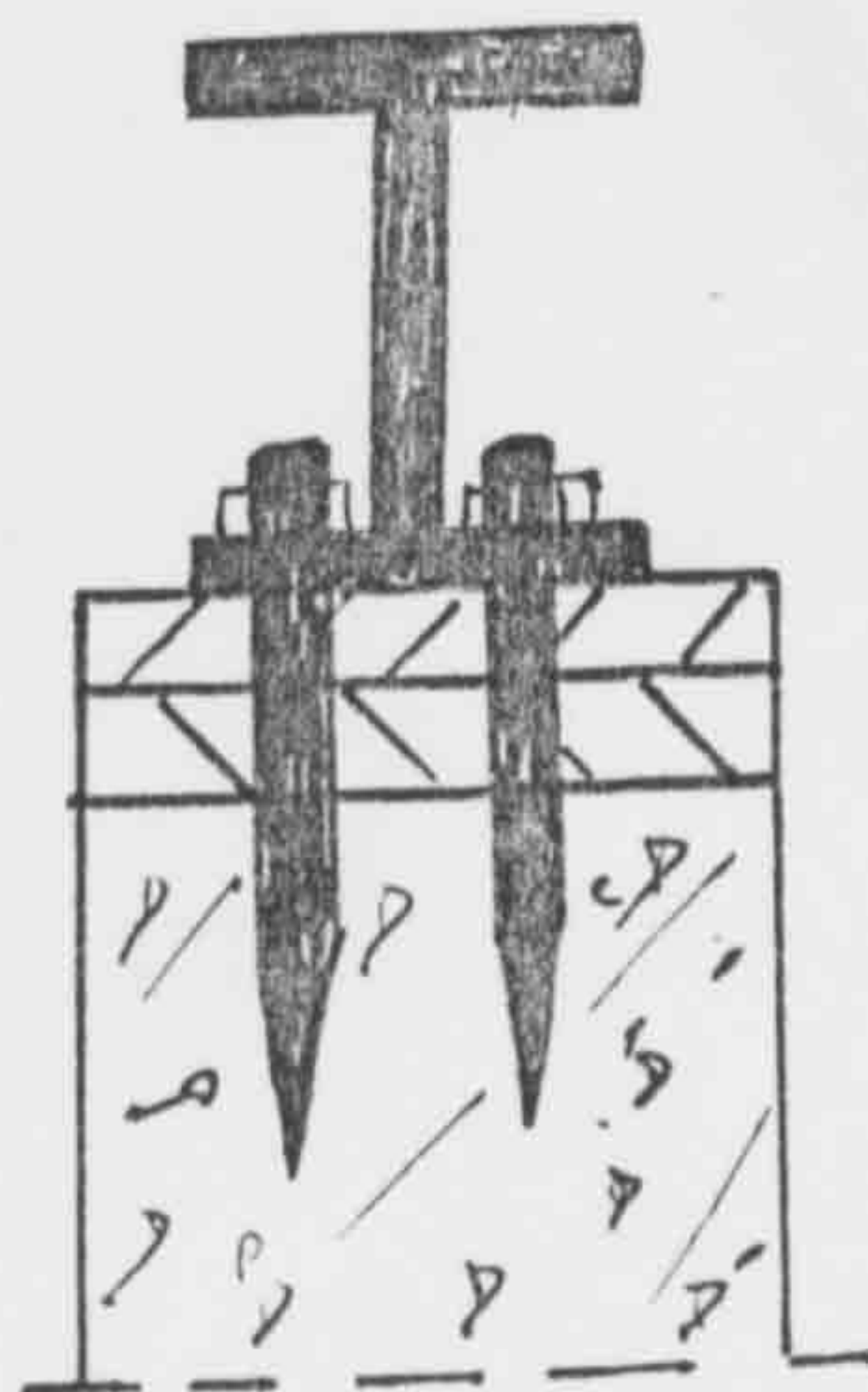


Σταθερή σύνδεση

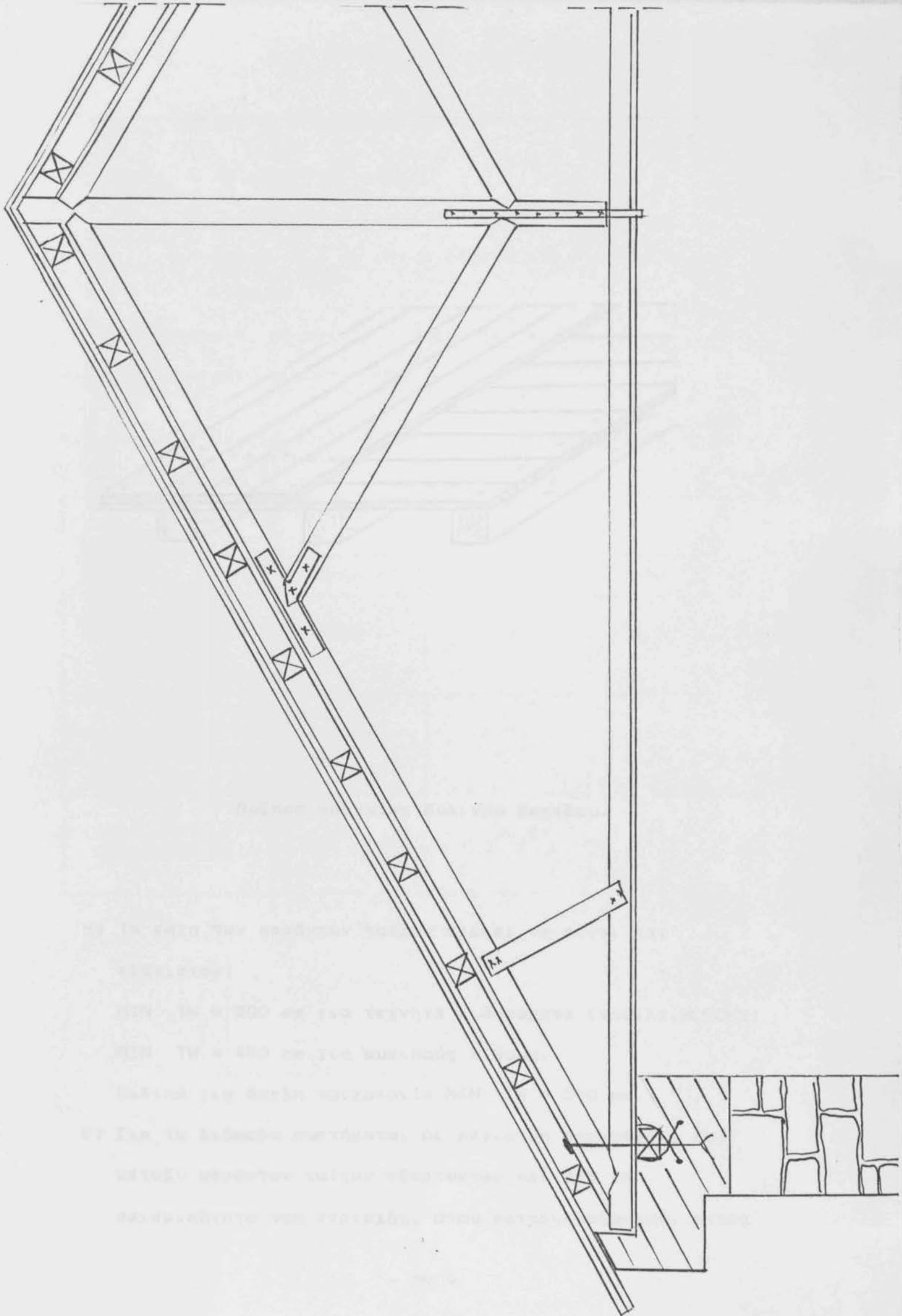


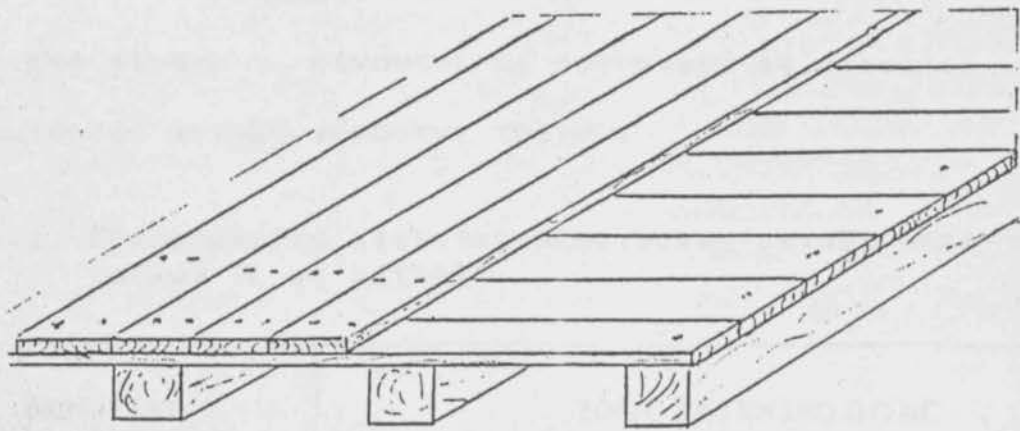
Μη σταθερή σύνδεση

Κ-Χ ΗΠΟ2



Κ-Υ ΗΠΟ2





Αύξηση ακαμψίας ξύλινου δαπέδου.

η) Τα πάχη των φερόντων τοίχων πρέπει να είναι κατ'

ελάχιστον:

MIN $TW = 200$ mm για τεχνητά λιθοσώματα (τούβλα, BLOCKS)

MIN $TW = 400$ mm για φυσικούς λίθους.

Ειδικά για άοπλη τοιχοποιία MIN $TW = 300$ mm.

θ) Για τα διάφορα συστήματα, οι μέγιστες αποστάσεις (L)

μεταξύ φερόντων τοίχων εξαρτώνται και από τη

σεισμικότητα της περιοχής, όπου κατασκευάζονται, εκτός

από: * το πάχος των τοίχων

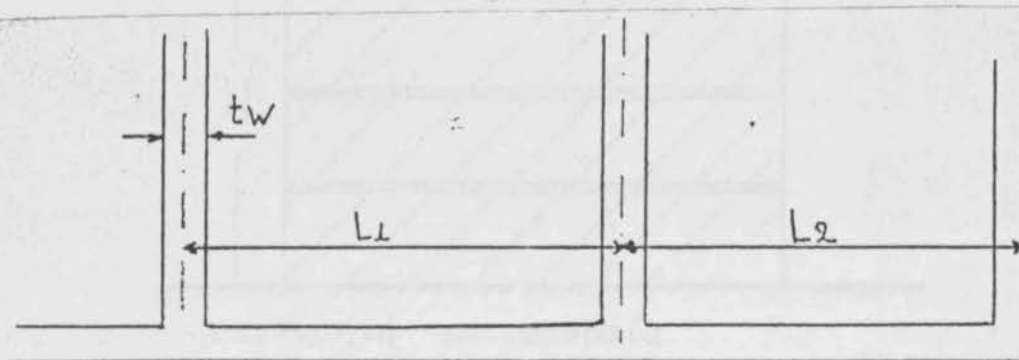
* το μέγεθος των κατακόρυφων φορτίων τους

* την αντοχή σε κάμψη κάθετα στο επίπεδο λόγω σεισμού.

Στο πινάκα 1. δίνονται οι συνισταμένες μέγιστες αποστάσεις μεταξύ φερόντων τοίχων.

Πιν.1. Συνιστώμενες μέγιστες αποστάσεις μεταξύ φερόντων τοίχων (L σε μέτρα)

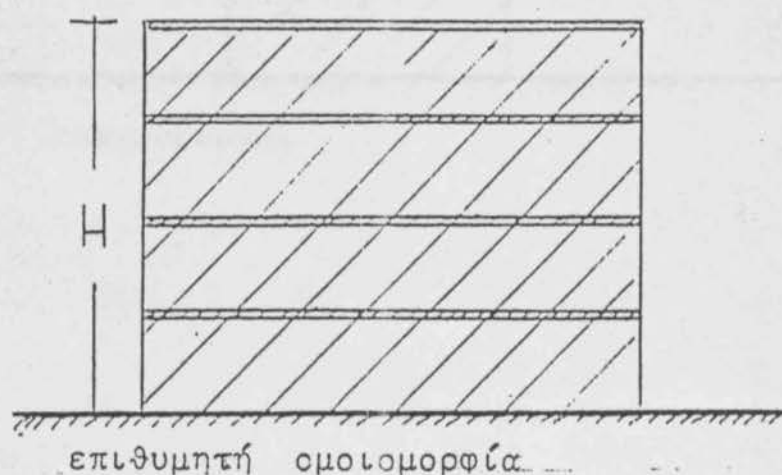
ΔΟΜΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ		
	ΧΑΜΗΛΗ (I)	ΜΕΤΡΙΑ (II)	ΥΨΗΛΗ (III)
ΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗ/ ΛΙΘΟΔΟΜΗ	4.50	4.50	4.50
ΑΘΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	10.00	8.00	6.00
ΔΙΑΖΩΜΑΤΙΚΗ/ ΟΠΛ.ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	15.00	12.00	8.00

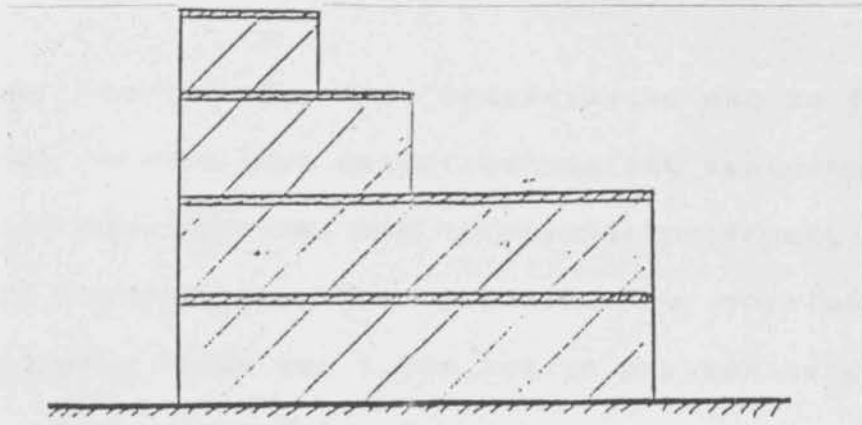


Πέραν από τη χρησιμοποίηση των άνω τιμών του πίνακα η προκύπτουσα διάταξη των τοίχων δεν απαλλάσσει από τους απαιτούμενους υπολογισμούς. Καθοριστικοί παράγοντες είναι η φέρουσα αντοχή σε θλίψη λόγω κατακόρυφων φορτίων και η κάμψη εκτός των τοίχων.

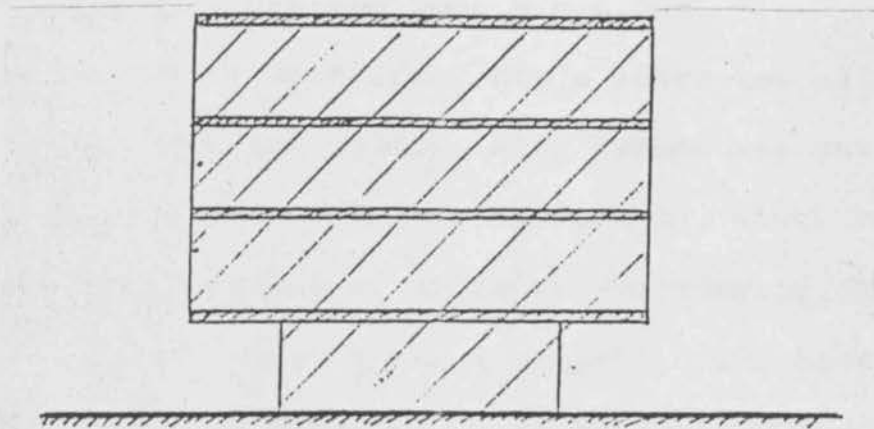
- υ) Η κατανομή της ακαμψίας και σε κάτοψη, αλλά και καθ' ύψος, θα πρέπει να είναι κατά το δυνατό ομοιόμορφη. Εντονες αλλαγές της ακαμψίας των ορόφων, λόγω μεταβολής της κάτοψης είτε του περιγράμματος (εσοχές, ERKER), οδηγούν σε συκέντρωση των βλαβών στις κρίσιμες αυτές περιοχές.

Σχ.7. Κατανομή ακαμψιών καθ' ύψος του κτιρίου
 α. Επιθυμητή ομοιομορφία
 β. Δεν ενδεικνύεται
 γ. Απαγορεύεται





δεν ενδείκνυται



απαγορεύεται

κ) Το μέγιστο ύψος (H) και ο αριθμός ορόφων (η) των κτιρίων

από τοιχοποιία, εξαρτάται αποκλειστικά από το δομητικό σύστημα και την ζώνη σεισμικότητας της περιοχής. Το μέγιστο ύψος μετράται από το περιβάλλον έδαφος ή από το δάπεδο του ισοχειλίου. Εάν το δάπεδο του ισοχειλίου είναι υπερυψωμένο πέραν του 1.50m από το περιβάλλον έδαφος, τότε πρέπει να ληφθεί υπόψη και το υπερυψωμένο υπόγειο στον προσδιορισμό του μέγιστου ύψους και του αριθμού των ορόφων.

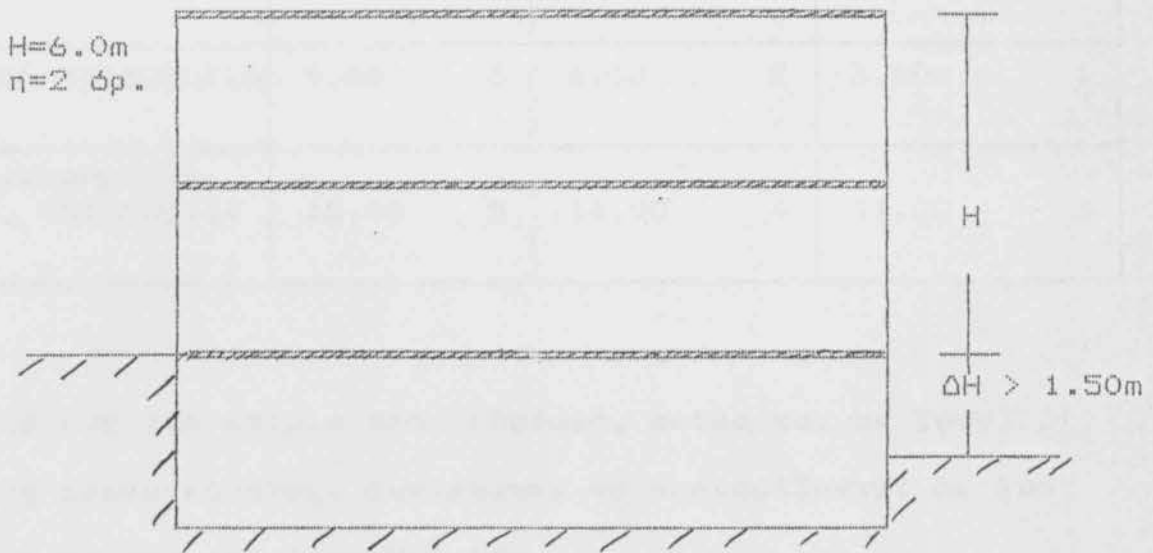
Στον Πίνακα 2. δίδονται τα μέγιστα συνιστώμενα ύψη (H σε m) και ο αριθμός των επιτρεπομένων ορόφων (n) ανάλογα με τη ζώνη σεισμικότητας.

Ειδικώς για τα κτίρια από λιθοδομή, ακόμα και σε ζώνη χαμηλής σεισμικότητας (I) συνιστάται να περιορίζονται σε (2) ορόφους με μέγιστο ύψος $H = 6.00m$.

κα) Η εμπειρία έχει αποδείξει, ότι ο ρόλος του μεγέθους και της θέσεως των ανοιγμάτων, στην αντοχή και την ακαμψία των πέλσων των κτιρίων από τοιχοποιία, είναι πολύ σημαντικός. Συνήθως οι διάφορες ρηγματώσεις, αρχίζουν στις περιοχές γύρω από τα ανοίγματα, είτε κατά την διάρκεια του σεισμού, είτε και λόγω άλλων αιτιών (π.χ. καθιζήσεις, φαινόμενο θόλου). Συνεπώς είναι σκόπιμο να τηρούνται οι παρακάτω συστάσεις, σε ότι αφορά τις διαστάσεις και την θέση των ανοιγμάτων (Σχ.8).

* Πρέπει να διατάσσονται συμμετρικά στη κάτοψη και να μην μετακινούνται από όροφο σε όροφο, εξασφαλίζοντας ομοιόμορφη κατανομή της ακαμψίας και της αντοχής και στις δύο διευθύνσεις του κτιρίου.

* Θα πρέπει να προβλέπονται ανοίγματα σε εκείνους τους φέροντες τοίχους, οι οποίοι υπόκεινται σε χαμηλή ένταση από τα κατακόρυφα φορτία (π.χ. λιγότερα ανοίγματα σε κεντρικούς τοίχους ή κάτω από προβόλους).

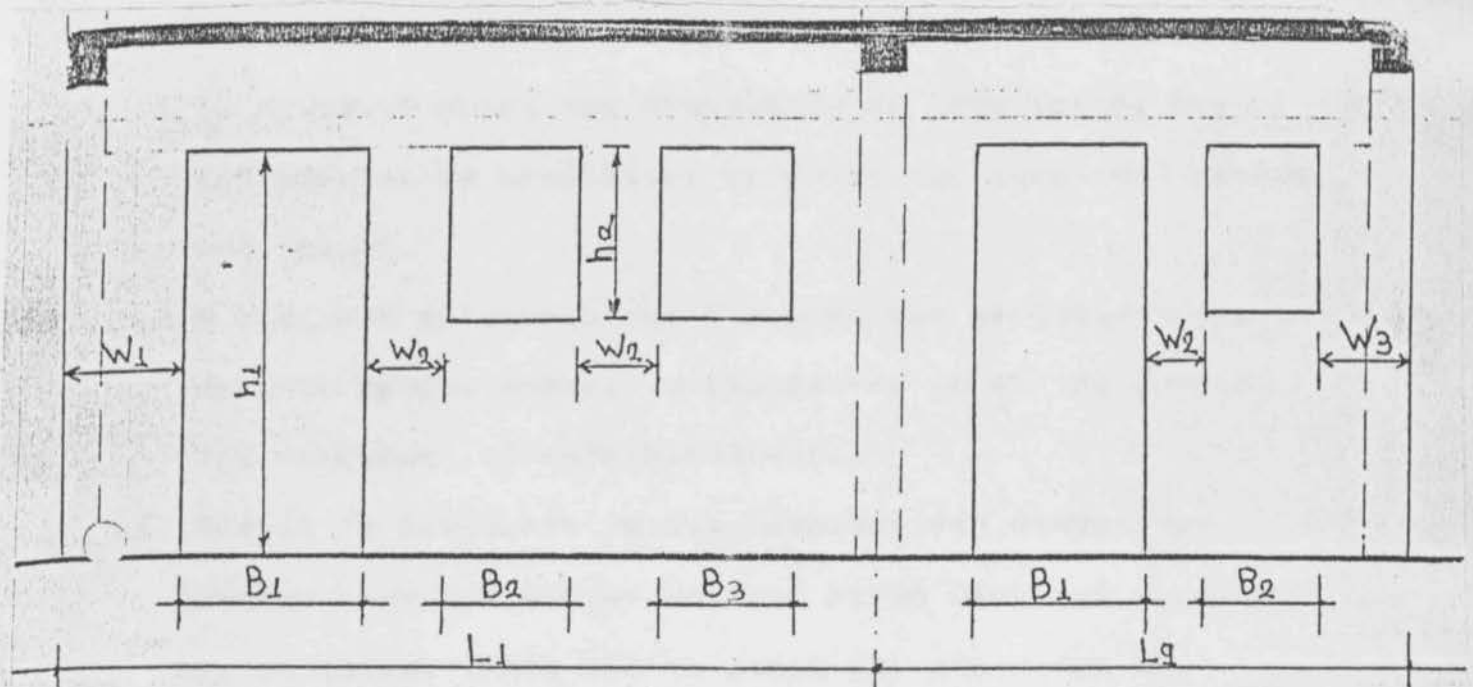


Αν $\Delta H > 1.50\text{m}$ τότε $H = 9.00\text{m}$, $\eta = 3$ όροφοι

Πιν.2. Συνιστώμενα ύψη (H σε m) και αριθμός ορόφων (n)

ΔΟΜΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ					
	ΧΑΜΗΛΗ (I)		ΜΕΤΡΙΑ (II)		ΥΨΗΛΗ (III)	
	H	n	H	n	H	n
ΠΛΙΝΘΟΔΟΜΗ	3.00	1	3.00	1	3.00	1
ΛΙΘΟΔΟΜΗ	6.00	2	6.00	2	3.00	1
ΑΟΠΛΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	9.00	3	6.00	2	3.00	1
ΔΙΑΖΩΜΑΤΙΚΗ ΟΠΛ. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	18.00	5	14.00	4	11.00	3

Ειδικώς για κτίρια από λιθοδομή, ακόμα και σε ζώνη (I) χαμηλής σεισμικότητας, συνίσταται να περιορίζονται σε δύο ορόφους με μέγιστο ύψος $H=6.00m$.



Σχ.8. Επιτρεπόμενες αποστάσεις ανοιγμάτων.

Για κάθε τοίχο πρέπει να ισχύουν:

$$\Sigma B_i < 0.50 L_i$$

$$W_1 > 0.50 n_1 \quad < 100 \text{ mm για σεισμικότητα I, II}$$

$$W_2 > 0.50 \text{ MIN } (n_1, n_2) < 100 \text{ mm για σεισμικότητα I, II, III}$$

$$W_3 > 0.50 n_2 \quad < 150 \text{ mm για σεισμικότητα III}$$

$$\Sigma A_W > 0.04 X_A \text{ σε κάθε διεύθυνση (A = εμβαδόν κατόψεως)}$$

Στην περίπτωση κατά την οποία, οι διαστάσεις των ανοιγμάτων υπερβαίνουν τις διαστάσεις τις οποίες αναφέρονται παραπάνω σε ποσοστό $> 30\%$, τότε απαιτείται να κατασκευάζονται διαζώματα οπλισμένου σκυροδέματος τοποθετείται οπλισμός γύρω από αυτά τα ανοίγματα.

* Πρέπει να τοποθετούνται εκτός των περιοχών, οι οποίες καταπονούνται άμεσα με συγκεντρωμένα φορτία (π.χ. στηρίξεις δοκών, είτε υπερκεκλιμένα κατακόρυφα διαζώματα, τα οποία κατασκευάζονται συνήθως στις γωνίες και στις θέσεις συνδέσεως των εσκαρσιών τοίχων).

* Όλα τα πρέκια πρέπει να βρίσκονται στην ίδια στάθμη.

* Το συνολικό μήκος των ανοιγμάτων σε κάθε τοίχο, δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το ήμισυ του συνολικού μήκους του τοίχου.

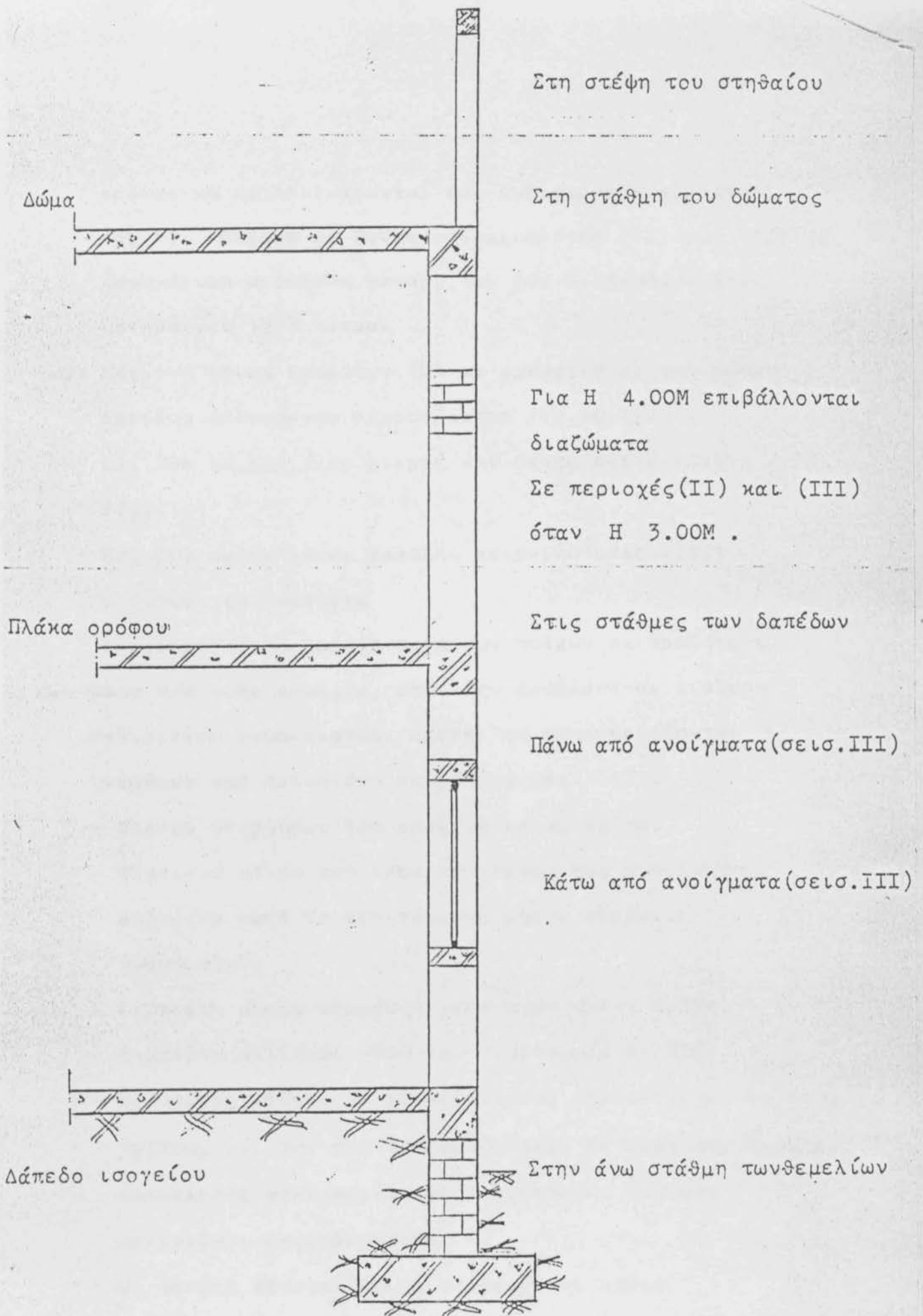
* Η ελάχιστη επιφάνεια της διατομής των φερόντων τοίχων, σε κάθε όροφο, πρέπει να υπερβαίνει το 4% του εμβαδού της κατόψεως, σε κάθε διεύθυνση.

κβ) Πρέπει τα διαζώματα να διατάσσονται στη στάθμη των δαπέδων όλων των ορόφων και στη στέψη όλων των φερόντων και μη τοίχων (κάτω από τη στέγη και στη στέψη των θεμελιών). Η παρουσία τους έχει αποδειχθεί σωτήρια ενώ

αντίθετα σε πολλά παραδοσιακά ή παλιά κτίρια, όπου δεν έχουν κατασκευασθεί διαζώματα οπλισμένου σκυροδέματος αποτέλεσαν την κύρια αιτία αποκολλήσεως ακόμη και καταρεύσεως τοίχων ή και ολοκλήρων τμημάτων.

Τα διαζώματα αντιπροσωπεύουν ένα πλαίσιακό σύστημα στο οριζόντιο επίπεδο το οποίο:

- Μεταφέρει τα οριζόντια σεισμικά φορτία από τα οριζόντια διαφράγματα (πλάκες, πατώματα) στους φέροντες τοίχους.
- Συνδέει ικανοποιητικά τους φέροντες τοίχους και εμποδίζει την αποκόλληση των εγκρασιών τοίχων στις γωνίες των συνδέσεων.
- Σε συνδυασμό με κατακόρυφα διαζώματα στις συνδέσεις εγκρασιών τοίχων και στις γωνίες του κτιρίου (ενδεχομένως και εκατέρωθεν μεγάλων ανοιχμάτων), συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση της αντοχής και της πλαστικότητας της τοιχοποιίας.
- Για την εξασφάλιση επαρκούς σύνδεσης μεταξύ εγκρασιών φερόντων τοίχων καθώς και τοίχων ακαμψίας, πρέπει οι δύο τοίχοι να έχουν κατασκευασθεί από υλικά με ανάλογη συμπεριφορά σε παραμορφώσεις, να έχουν κτιστεί ταυτόχρονα και να είναι επαρκώς συνδεδεμένοι με φουρκέτες οπλισμού και ράβδους αγκυρώσεως, οι οποίες αναλαμβάνουν τις εφελκυστικές τάσεις κατά μήκος της συνδέσεως.
- Εξασφαλίζουν ομοιόμορφη κατανομή των φορτίων, στην περίπτωση προκατασκευασμένων στοιχείων πλακών των δαπέδων. Όταν το ύψος του ορόφου υπερβαίνει τα 4 μέτρα,



Διάταξη διαζωμάτων Ω.Σ καθ' ύψος

πρέπει να κατασκευάζονται και ενδιάμεσα διαζώματα (σχ.9). Ειδικά σε ζώνες σεισμικότητας (II) και (III) η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των δύο διαζωμάτων δεν υπερβαίνει τα 3 μέτρα.

κχ) Μέγιστο μήκος προβόλων (L) σε συνέχεια με την πλάκα δαπέδου οπλισμένου σκυροδέματος (σχ.10,11):

$L > 1.20m$ σε περιοχές μικρής και μέσης σεισμικότητας (I, II).

$L > 1.00m$ σε περιοχές μεγάλης σεισμικότητας (III).

$L = 0.50m$ για μαρκίζες

Απαγορεύεται η έδραση φερόντων τοίχων σε πρόβλους.

κδ) Πάνω από κάθε άνοιγμα, όταν δεν προβλέπεται διάζωμα οπλισμένου σκυροδέματος, πρέπει να κατασκευάζονται υπέρθυρα από οπλισμένο σκυρόδεμα (σχ. 12).

- Πλάτος υπέρθυρων ίσο προς το πάχος τοίχου.

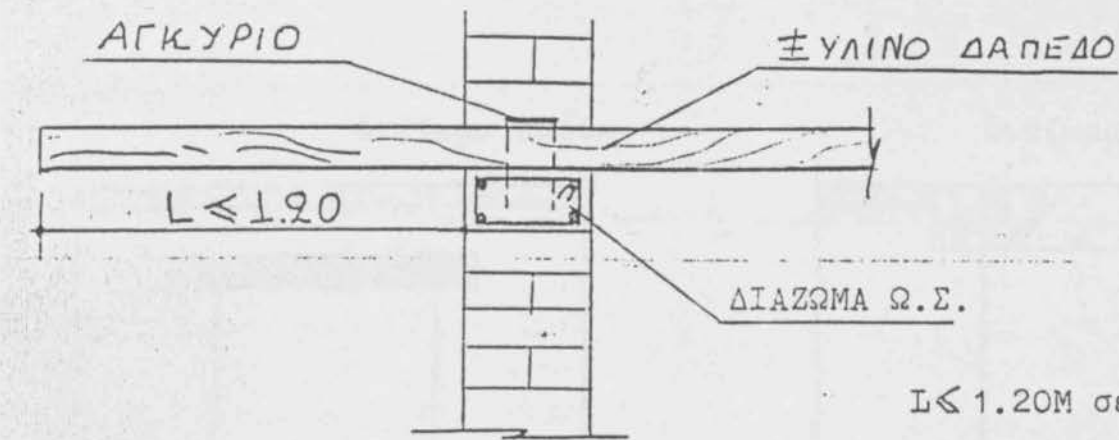
- Ελάχιστο μήκος ίσο προς το πλάτος του ανοίγματος, αυξημένο κατά το απαιτούμενο μήκος εδράσεως εκατέρωθεν.

- Ελάχιστο μήκος εδράσεως μέσα στον τοίχο 0.25m.

- Ελάχιστο οπλισμός 4Φ10 και συνδετήρες Φ6/250.

- Οι στέγες πρέπει να είναι επαρκώς συνδεδεμένες με τους τοίχους επί των οποίων εδράζονται. Συνεπώς απαιτούνται κατάλληλες αγκυρώσεις στο περιμετρικό διάζωμα οπλισμένου σκυροδέματος.

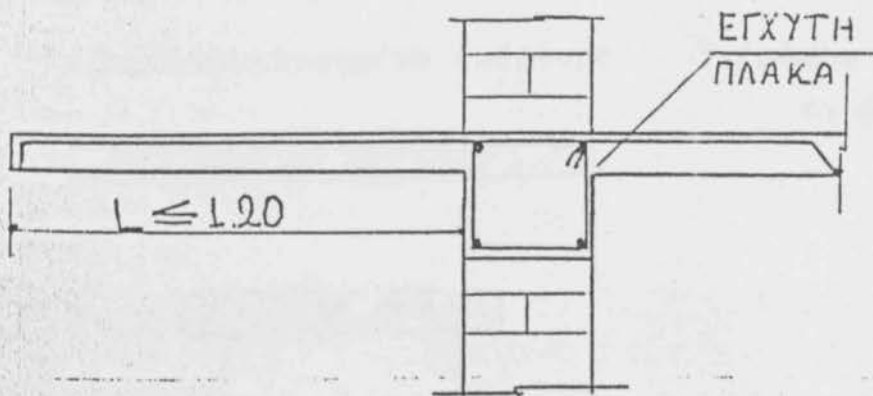
- Οι αψίδες εξασφαλίζουν, καλύπτοντας κύρια λειτουργικούς σκοπούς, από αρχαιολογικών χρόνων, την κάλυψη μικρών αλλά και μεγάλων ανοιγμάτων.



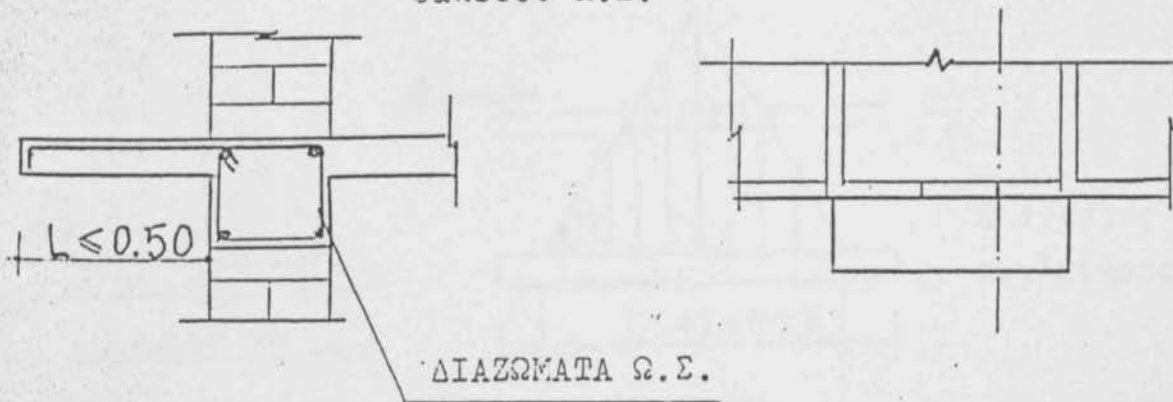
$L \leq 1.20\text{M}$ σε περ.σεισ. I, II

$L \leq 1.00\text{M}$ σε περ.σεισ. III

Απαγορεύεται η έδoαση
φερόντων τοίχων σε
προβόλους .

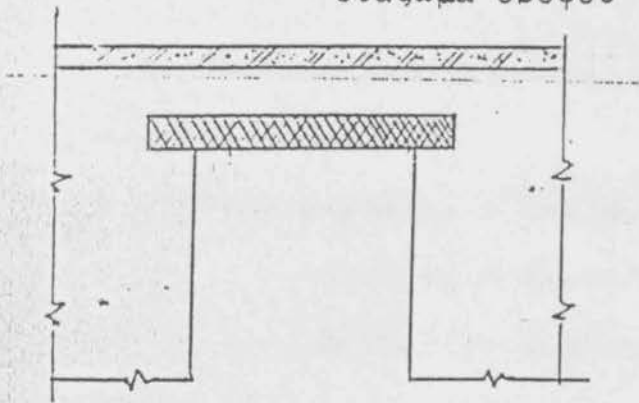


Σχ. 10 . Πρόβολος σε συνέχεια με την πλάκα
δαπέδου Ω.Σ.



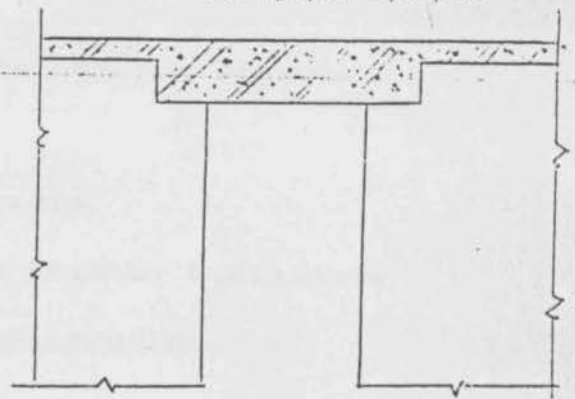
Μαρκίζα ενσωματωμένη στο διάζωμα Ω.Σ.

διάζωμα ορόφου

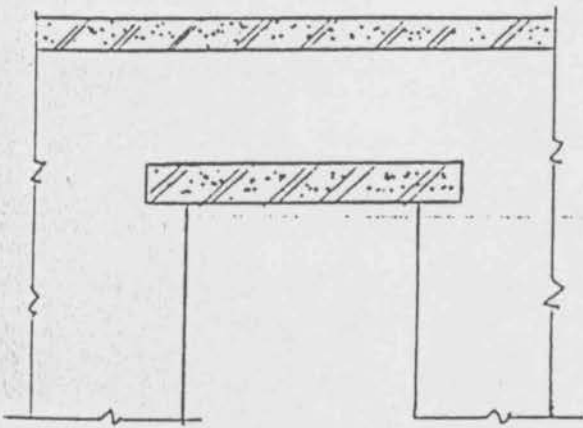


Προκατασκευασμένο υπέρθυρο

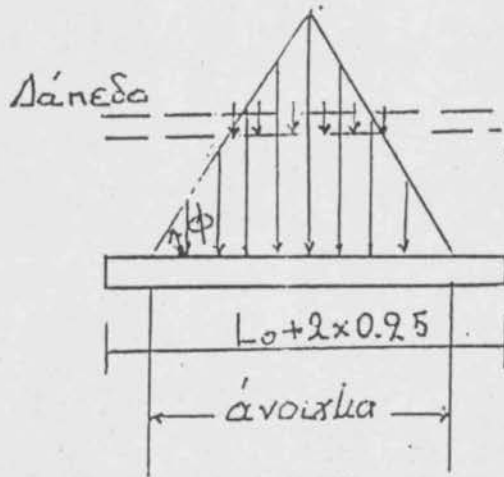
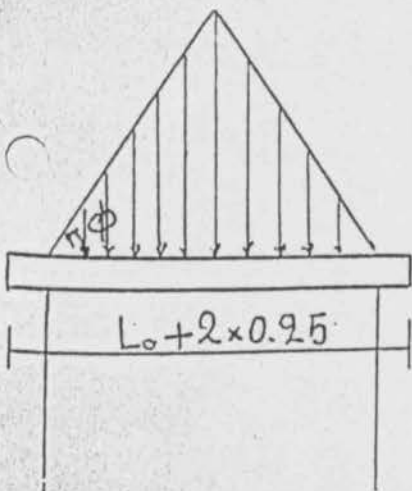
διάζωμα ορόφου



Υπέρθυρο Ω.Σ. χυτευόμενο μαζί με το διάζωμα του ορόφου



Υπέρθυρο Ω.Σ. χυτευόμενο επιτόπου



Ελάχιστος οπλ: 4Φ10 (S40C)
συνδετήρες: Φ6/250

Υπέοθυρα - φορτία υπολογισμού

Μια ενδεικτική αντιστοιχία με τα σύγχρονα φέροντα
στοιχεία είναι:

ταξωτά παράθυρα - όριζόντια πρέκια

καμάρες - δοκοί/κόλυψη μεγάλων ανοιχμάτων

θόλοι - πλάκες/δάπεδα, τρούλοι

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 3

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

3.1 ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Όλες οι τοιχοποιίες υπόκεινται συνήθως σε θλίψη και, θα δώσουμε ιδιαίτερο ενδιαφέρον στον καθορισμό της θλιπτικής τους αντοχής.

Βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας είναι:

- Η αντοχή και η γεωμετρία των λιθοσωμάτων.
- Η αντοχή του κονιάματος.
- Οι παραμορφώσεις των λιθοσωμάτων και του κονιάματος.
- Το πάχος του αρμού.
- Η υδροαπορροφητικότητα των λιθοσωμάτων.
- Το σύστημα δομήσεως.

α. Αντοχές τοιχοποιίας σε θλίψη.

Δίδεται συναρτήση της αντοχής των λιθοσωμάτων και του κονιάματος, καθώς και του λόγου "ύψος/μήκος" του τοίχου.

Χαρακτηριστική	Τύπος υφιάλατος			Μέση θλιπτική
θλιπτική αντοχή γιδωβωμάτων	M_3	M_2	M_1	αντοχή γιδωβ.
$F_{BC,K}$ (MPa)	$F_{WG,K}$ (MPa)			$F_{BC,M}$ (N/mm ²)
2,0	1,4	1,4	1,4	2,5
5,0	3,3	3,4	3,5	6,5
7,5	4,1	4,5	4,9	10,0
10,0	4,7	5,3	6,2	13,0
15,0	5,9	6,7	8,2	20,0
20,0	6,9	8,0	9,7	26,5
30,0	8,6	10,2	12,0	40,0
40,0	10,4	12,0	14,3	53,0
50,0	-	16,0	18,8	80,0

Πίνακας 1: Χαρακτηριστική αντοχή
τοιχοποιίας σε θλίψη για λόγο
πλευρών $H:L = 2:4$

Πίνακας 2 : Χαρακτηριστική αντοχή τοιχοποιίας σε θλίψη για λόγο πλευρών $H/L = 0,60$

Χαρακτηριστική θλιπτ.αντοχή λιθου. $F_{BC,K}$ N/MM ²	Τύπος κονιάματος		
	M ₃	M ₂	M ₁
5,0	2,5	2,5	2,5
7,0	3,2	3,2	3,4
10,0	4,1	4,2	4,4
15,0	5,0	5,3	6,0
20,0	5,8	6,0	7,4

- Ελάχιστη αντοχή θλίψεως φυσικών λίθων

Ομάδα	Πετρώματα	Ελάχιστη αντοχή θλίψεως σε KG/CM ²
A	Ασβεστόλιθοι, τραβερτίνης, ηφαιστειακοί τόφφοι ...	200
B	Μαλακοί φαμμίται (μετ'αργιλικής συνδετικής ύλης και παρόμοια)	300
C	Συμπαγείς ασβεστόλιθοι και δολομίται (περιλαμβανομένου και του μαρμάρου), βασαλτική λάβα & παρόμοια	500
D	Χαλαζιακοί φαμμίται, Γραουβάκης κλπ.	800
E	Γρανίτης, Συηνίτης Διορίτης, Χαλαζιακός πορφυρίτης . Διαβάσης κλπ....	1200

- Την ελάχιστη αντοχή θλίψεως των τεχνητων λίθων κολό θα είναι να την βρίσκουμε από το εκάστοτε εργοστάσιο που προμηθευώμαστε τους οπτόπλινθους η τους τσιμεντόλιθους . Αλλά συνήθως η μέση αντοχή σε θλίψη είναι από 6 εως 8 MPA .

- Την ελάχιστη αντοχή θλίψεως των τεχνικών λίθων καλό θα είναι να την βρίσκουμε από το εκάστοτε εργοστάσιο που προμηθευώμαστε τους οπτόλιθους ή τους τσιμεντόλιθους. Αλλά συνήθως η μέση αντοχή σε θλίψη είναι από 6-8 ΜΡα.

β. Κονιάματα

Για την κατασκευή φερόντων τοίχων χρησιμοποιούνται τσιμεντοκονιάματα ή ασβεστοτσιμεντοκονιάματα. Συνιστώμενες συνδέσεις κονιαμάτων είναι οι παρακάτω:

Πίνακας 3 .

Τύπος κονιά- ματος	Μέση θλιπτική αντοχή 28 ημερών (ΜΡα)	Σύνθεση κατ'όγκον Τσιμέντο Ασβέστης		Αμμος
M ₁	20	1	0 + $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{4}$ + 3
M ₂	10	1	$\frac{1}{4}$ + $\frac{1}{2}$	φορές τον όγκο τσιμ.+
M ₃	5	1	$\frac{1}{2}$ + $1\frac{1}{4}$	ασβες.

Οι θλιπτικές αντοχές αναφέρονται σε κυβικά δοκίμια πλευράς 70mm δοκιμασμένα σε εργοστάσια. Οι εργοστασιακές δοκιμές πρέπει να δίνουν αντοχές κατά 20% τουλάχιστον μεγαλύτερες από τις τιμές του πίνακα 3. Η ελάχιστη μέση θλιπτική αντοχή κονιάματος για φέρουσα τοιχοποιία είναι 5 ΜΡα.

γ. Χάλυβες

Όπως και για τις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα.

δ. Τύποι θλιπτικής αντοχής

Από τυποποιημένες δοκιμές της τοιχοποιίας σε θλίψη, (παρόλο που δεν αναπαράχουν με ακρίβεια την ένταση όλων των πραγματικών περιπτώσεων της πράξης), παρατηρήθηκε ότι:

ι. Για ομοιόμορφο θλιπτικό φορτίο μόνο, η τοιχοποιία αστοχεί με ταυτόχρονη δημιουργία εφελκυστικών ρωγμών παράλληλες προς τον άξονα φορτίσεως και

ιι. Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας F_{wc} συνδέεται με την θλιπτική αντοχή του λιθοσώματος F_{bc} και τη θλιπτική αντοχή του κονιάματος F_{mc} με τις παρακάτω σχέσεις:

$$F_{mc} = \begin{cases} (1 - 0.8 \alpha) F_{bc} & F_{bc} < F_{mc} \\ (1 - 0.8 \alpha) [F_{mc} + 0.4 (F_{bc} - F_{mc})] & F_{bc} > F_{mc} \end{cases}$$

όπου $\alpha = H_w : L_w$ ο λόγος προς πλάτους του τοίχου ή

$\tau_m : \tau_b$ (αρμός/λιθόσωμα)

ή $F_{wc} = \nu F_{bc}$

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη θλιπτική αντοχή των πρισμάτων από τοιχοποιία (πρισματική θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας) κατατάσσονται σε δύο ομάδες

- ι) Στην πρώτη ανήκουν οι παράγοντες που επηρεάζουν τον πραγματικό μηχανισμό αστοχίας του πρισματος, δηλαδή :
το είδος του λιθοσώματος, η ποιότητα του κονιάματος,
το πάχος του αρμού και η συνάφεια.

ιι) Στην δεύτερη ανήκουν οι παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των τάσεων (στατικό μοντέλο) του πρίσματος καθώς και ο τύπος δομής.

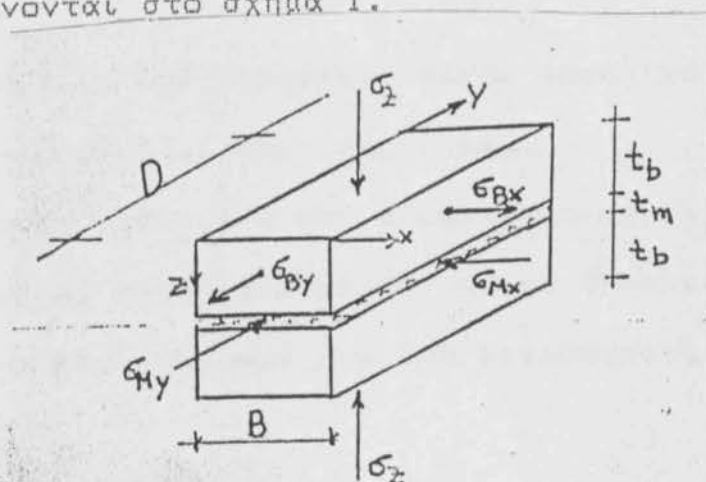
Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας επηρεάζεται σημαντικά από το είδος του συνδετικού υλικού μεταξύ των λιθοσωμάτων. Συστηματική πειραματική έρευνα, έδειξε ότι η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας μπορεί να υπερβεί την θλιπτική αντοχή του τούβλου για ορισμένα λεπτά "συνδετικά" υλικά, όπως χάλυβες, κόντρα πλακέ, κ.λ.π.

Αυτό συμβαίνει επειδή το συνδετικό υλικό παρεμποδίζει την πλευρική παραμόρφωση των τούβλων, δημιουργώντας έτσι μια ευνοϊκή τριαξονική εντατική καταπόνιση στα τούβλα.

δ1) Η Μηχανική της Θραύσεως σε Θλίψη.

Θεωρούμε ένα πρίσμα από τούβλα και κονιάμα, που υποκειται σε αξονική θλιπτική τάση σ_z .

Οι προκύπτουσες πλευρικές τάσεις στο τούβλο και στο κονιάμα φαίνονται στο σχήμα 1.



Σχ.1. Τάσεις σε στοιχείο τοιχοποιίας λόγω εξωτερικής θλιπτικής εντάσεως.

Σε αυτά που ακολουθούν, ο προσδιορισμός της θλιπτικής αντοχής του πρίσματος προϋποθέτει ελαστική συμπεριφορά των υλικών.

Για την εντατική κατάσταση του πρίσματος οι εγκάρσιες παραμορφώσεις για το τούβλο, κατά τις διευθύνσεις x και y αντίστοιχα, είναι:

$$\varepsilon_{Bx} = 1/E_B * (\sigma_{Bx} + \nu_B * (\sigma_z - \sigma_{By}))$$

$$\varepsilon_{By} = 1/E_B * (\sigma_{By} + \nu_B * (\sigma_z - \sigma_{Bx}))$$

Ομοίως για το κονίαμα:

$$\varepsilon_{Mx} = 1/E_M * (-\sigma_{Mx} + \nu_M * (\sigma_z + \sigma_{Mx}))$$

$$\varepsilon_{My} = 1/E_M * (-\sigma_{My} + \nu_M * (\sigma_z + \sigma_{Mx}))$$

όπου: E_B και E_M είναι τα μέτρα ελαστικότητας για το τούβλο και το κονίαμα αντίστοιχα.

ν_B και ν_M οι αντίστοιχοι λόγοι POISON.

$$E_{BC} = 400F_{BC}$$

$$E_{MC} = 900F_{MC}$$

$$\nu = 0.5 - 0.1 \nu F_C \quad \text{όπου } F_C = \text{αντοχή θλίψεως.}$$

Οι εγκάρσιες παραμορφώσεις είναι ίσες για το τούβλο και το κονίαμα $\varepsilon_{Bx} = \varepsilon_{Mx}$, και $\varepsilon_{By} = \varepsilon_{My}$.

Η ισορροπία απαιτεί η ολική εφελκυστική πλευρική δύναμη για το τούβλο να είναι ίση με την ολική θλιπτική πλευρική δύναμη για το κονίαμα, και τις δύο διευθύνσεις x και y ,

δηλαδή:

$$\sigma_{Bx} * D * \tau_B = \sigma_{Mx} * D * \tau_M \quad ; \quad \sigma_{Bx} = \alpha * \sigma_{Mx}$$

$$\sigma_{By} * D * \tau_B = \sigma_{My} * D * \tau_M \quad ; \quad \sigma_{By} = \alpha * \sigma_{My}$$

όπου: $\alpha = \tau_M : \tau_B < 1$

Από τις εξισώσεις παραμορφώσεων και τάσεων προκύπτει.

$$\sigma_{Bx} = \sigma_{B\omega} = \frac{\alpha (V_M - \beta V_B)}{1 + \alpha\beta - V_M - \alpha\beta V_B} * \sigma_z \quad (1)$$

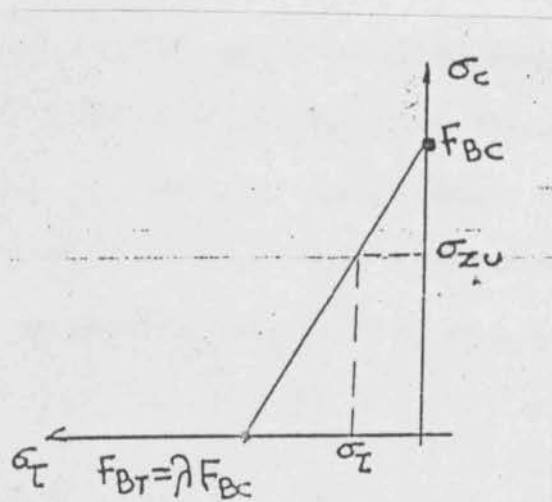
όπου $\beta = E_M : E_B < 1$

Μείωση της θλιπτικής αντοχής λιθοσώματος λόγω εγκάρσιας εφελκυστικής τάσεως.

Η παρουσία της σ_{Bx} μειώνει την τιμή της σ_z (σ_{zu}) για την οποία παρατηρείται θλιπτική αστοχία. Αν υποθεθεί ότι ισχύει γραμμική σχέση μεταξύ εφελκυστικών και θλιπτικών τάσεων για το λιθόσωμα (Σχ.2) τότε:

$$\frac{\sigma_{zu}}{F_{BC}} + \frac{\sigma_{\tau}}{\lambda F_{BC}} = 1 \quad (2)$$

$$\lambda = F_{B\tau} : F_{BC}$$



Σχ.2. Καμπύλη αστοχίας λιθοσώματος που υπόκειται σε διαξονική θλίψη - εφελκυσμό
 σ_{τ} = τάση εφελκυσμού, σ_z = τάση θλίψεως.

Για $\sigma_{zu} = F_{wc}$ προκύπτει από (1) και (2).

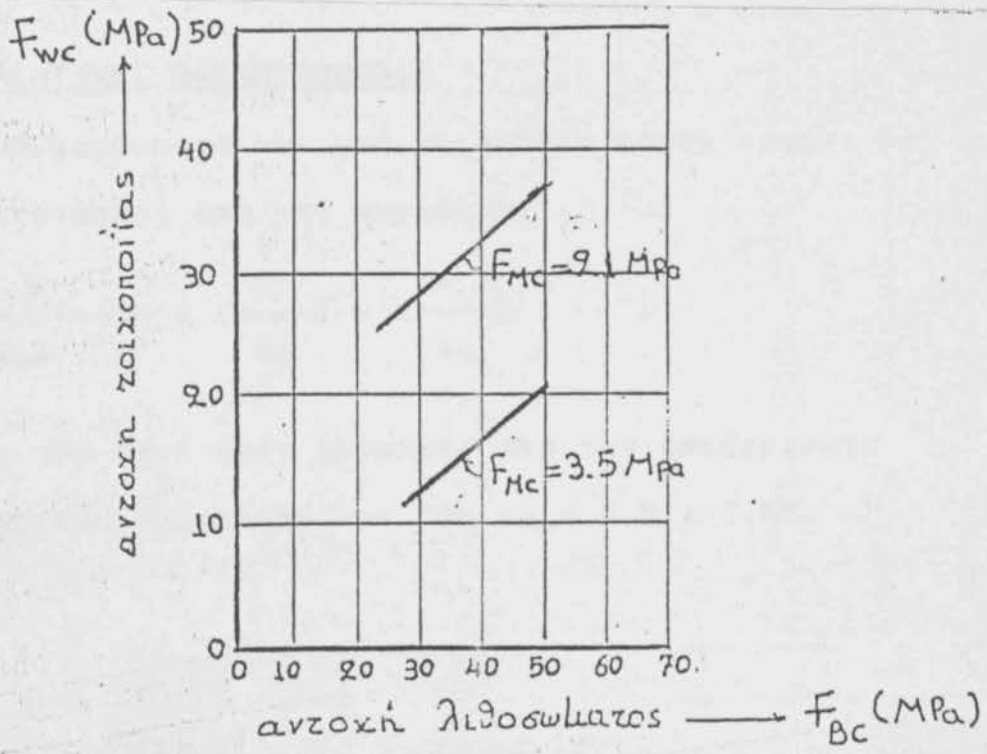
$$\frac{F_{wc}}{F_{bc}} = 1 : \left[1 + \frac{\alpha (V_M - \beta V_B)}{\lambda (1 + \alpha \beta + V_M - \alpha \beta V_B)} \right] \quad (3)$$

Παρατήρηση : Η σχέση (3) ισχύει για τις τιμές $F_{bc} > F_{wc}$, διότι μόνο τότε οι παραμορφώσεις των υλικών είναι τέτοιες ώστε το λιθόσωμα βρίσκεται υπό διαξονικό εφελκυσμό.

Παρατηρείται δε ότι για δεδομένο ύψος λιθασώματος, η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας μειώνεται εντυπωσιακά με την αύξηση του πάχους του αρμού.

Από πειραματικά παραδείγματα μπορούμε να συγκρατήσουμε δύο συμπεράσματα:

- α) Η αντοχή της τοιχοποιίας αυξάνει γρήγορα με την αντοχή των λιθασωμάτων, μόνο όταν χρησιμοποιούμε ένα πολύ ισχυρό κονίαμα. Αλλιώς, η αύξηση είναι βραδύτερη.
- β) Η αύξηση της αντοχής της τοιχοποιίας συναρτήσει της αντοχής του κονιάματος είναι φανερή, χωρίς όμως να είναι γραμμική. Για να διπλασιάσουμε την αντοχή της τοιχοποιίας πρέπει περίπου να 5-πλασιάσουμε την αντοχή του κονιάματος.



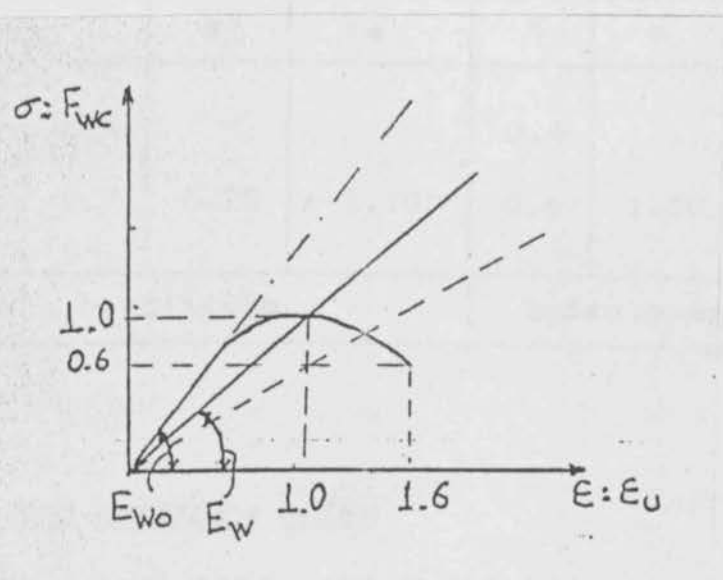
Σχ.3. Θεωρητική ελλειπτική αντοχή τοιχοποιίας συναρτήση των αντοχών λιθοσώματος και κονιάματος.

3.2 ΘΛΙΠΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

3.2.1. Διαγράμματα σ - ϵ υπό αδιάστατη μορφή μπορεί να εκφραστεί από την παραβολή:

$$\frac{\sigma}{F_{wc}} = 2 \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_u} \right) - \left(\frac{\epsilon}{\epsilon_u} \right)^2$$

Καμπύλη του σχ.4 έχει προκύψει από την επεξεργασία πειραματικών αποτελεσμάτων, με $\epsilon_u = 2.5 + 3.5\%$.



Σχ.4. Αδιάστατοποιημένη καμπύλη τάσεων-παραμορφώσεων τοιχοποιίας σε θλίψη.

3.2.2. Ενδεικτικές τιμές μηχανικών χαρακτηριστικών

α) Μέτρο ελαστικότητας

Μέτρα ελαστικότητας υλικών: $E_B = (300+400) F_{bc}$

$$E_M = 900 F_{mc}$$

Για την τοιχοποιία:

Μέτρο ελαστικότητας υλικών: $E_w = K \cdot E_B$

β) Συντελεστής POISSON : $\nu = 0,1+0,2$

γ) Συντελεστής ερπυσμού: $\varphi = 1.0+2.0$

Παραμορφώσεις στιχμιαίες: $\epsilon_s = \sigma/E_w$

Παραμορφώσεις χρόνιες: $\epsilon_c = \epsilon_B + \varphi \cdot \epsilon_s$

όπου ϵ_B = συστολή ξηράνσεως.

Πίνακας τιμών K , φ και ϵ_B τοιχοποιίας

Κονίαμα	K	φ	ϵ_B	K	φ	ϵ
- M_1	0.4			0.4		
- M_2, M_3	0.7	0.75	$\pm 1.10^{-4}$	0.6	1.50	-2.10^{-4}
Λιθασώματα	οπτόπλινθοι			ασβεστοπυριτικά		

3.3 ΛΥΓΙΣΜΟΣ ΥΠΟ ΕΚΚΕΝΤΡΗ ΘΛΙΨΗ

Θεωρούμε έναν μεμονωμένο τοίχο από άοπλη τοιχοποιία και χωρίς ανοίγματα (Σχ. 5). Λαμβάνεται υπόψη μόνον η εγκάρσια εκκεντρότητα $\epsilon_w = e_y/B_w = e/B_w$. Η διαμήκης εκκεντρότητα $\epsilon_x = e/L_w$ αμελείται, λόγω της σημαντικά μεγαλύτερης ευστάθειας του τοίχου κατά την διεύθυνση "x".

Εξετάζουμε διάφορες φάσεις της διατομής του τοίχου στη βάση του, και χρησιμοποιώντας γνωστές σχέσεις της τεχνικής αντοχής, καταλήγουμε σε θεωρητικές σχέσεις μηχανικής συμπεριφοράς της τοιχοποιίας.

3.3.1. Διάγραμμα εσωτερικών ροπών - καμπυλοτήτων

α) Μη ρηγματωμένη διατομή (σχ.6)

$$\text{καμπυλότητα} \quad \frac{1}{\delta} = \frac{M}{E_w I} = \frac{M}{E_w L_w B_w^3 : 12}$$

$$\text{εφελκυστική} \quad \sigma_{wt} = \frac{-N}{L_w B_w} + \frac{6M}{L_w B_w^2}$$

Στην οριακή κατάσταση ρηγματώσεως της τοιχοποιίας ισχύουν:

$$\sigma_{wt} = 0$$

$$M = M_{CR} \quad \frac{-N}{L_w B_w} + \frac{6M}{L_w B_w^2} = 0 \quad M_{CR} = \frac{N B_w}{6}$$

β) Ρηγματωμένη διατομή (με ουδέτερη ζώνη) (σχ.7)

$$\text{- Ισορροπία δυνάμεων: } N = \frac{1}{2} \sigma_{wc} \left(\frac{B_w}{2} - e \right) L_w$$

$$\sigma_{wc} = \frac{2M}{3L_w e \left(\left(\frac{B_w}{2} \right) - e \right)}$$

$$\text{- Παραμορφώσεις: } \epsilon_e = \frac{\sigma_{wc}}{E_w} = \frac{2}{3} \frac{M}{E_w L_w \left(\left(\frac{B_w}{2} \right) - e \right)}$$

$$\text{- Καμπυλότητα: } \frac{1}{\delta} = \frac{\epsilon_e}{3 \left(\left(\frac{B_w}{2} \right) - e \right)} = \frac{M}{4.5 E_w L_w e \left(\left(\frac{B_w}{2} \right) - e \right)^2}$$

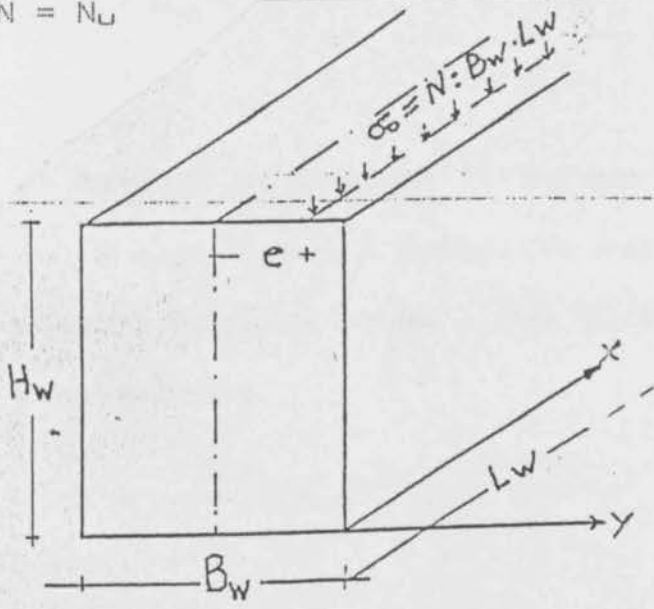
- Για την οριακή κατάσταση αποτυχίας από θλίψη της ακραίας ίνας με χρήση της στατικής I τάξεως προκύπτει η ακόλουθη σχέση:

$$\sigma_{wc} = \frac{2N}{3 L_w ((B_w/2) - e)}$$

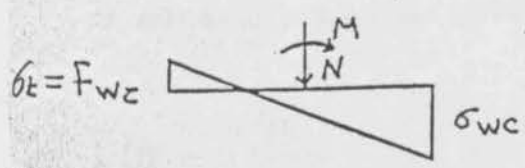
$$\left(\frac{N}{B_w L_w}\right) U = \frac{3}{2} F_{wc} ((1:2) - B_w)$$

$$\sigma_{wc} = F_{wc}$$

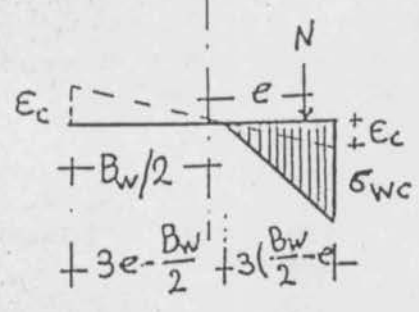
$$N = N_u$$



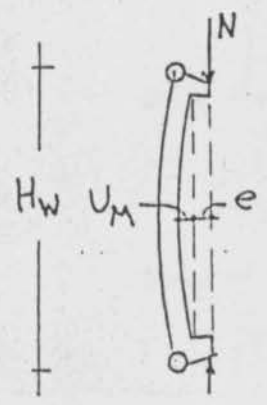
Μεμονωμένος τοίχος από άοπλη τοιχοποιία χωρίς ανοίγματα .



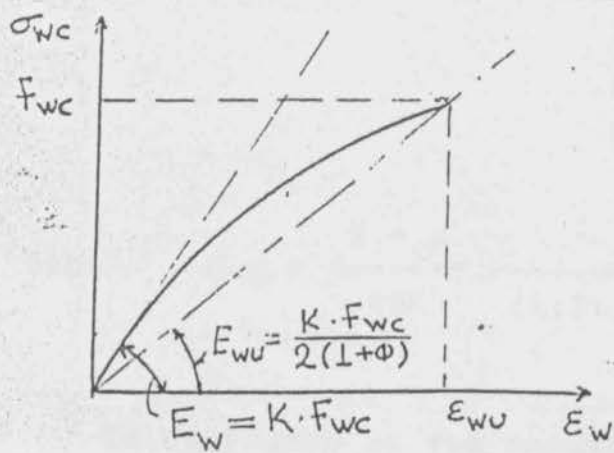
Μη-ρηγματωμένη διατομή της βάσεως του τοίχου



Ρηγματωμένη διατομή της βάσεως του τοίχου



Γραμμή κάμψης του τοίχου με στατική ΙΙ τάξεως



Διάγραμμα τάσεων - παραμορφώσεων της τοιχοποιίας

γ) Αστοχία με στατική ΙΙ τάξηως

Η εκκεντρότητα πρέπει να περιλαμβάνει και την αθέλητη εκκεντρότητα $e' = H_w : 300$ (CIB), έτσι να προκύπτει συνολική εκκεντρότητα.

$$e = \frac{M_{στ}}{N} + e' = \frac{M_{υπολ.}}{N}$$

Η οριακή εκκεντρότητα δίνεται ως εξής:

$$LIM = \frac{B_w}{\delta} - 1.2 \frac{M_{CR} H_w^2}{E_w L_w B_w^3} \quad \eta$$

$$\epsilon_{LIM} = \frac{1}{\delta} - 1.2 \frac{M_{CR} H_w^2}{E_w L_w B_w^4}$$

αφού: $\epsilon = \frac{e}{B_w}$

$$N = \frac{\delta M_{CR}}{B_w} = \frac{M_U}{LIM + \epsilon_{MU}}$$

$$M_{CR} = \frac{B_w}{\delta} \frac{M_U}{LIM + \epsilon_{MU}}$$

$$\text{όπου: } U_{\text{IMU}} = \frac{1 + \varphi}{15K} \frac{1}{(1:2) - (e: B_w)} \frac{H_w}{B_w} H_w$$

Σε συνδυασμό με τις παραπάνω σχέσεις και μετά την αριθμητική επεξεργασία καταλήγει στην ακόλουθη σχέση:

$$\varepsilon_{\text{LIM}} = \frac{1}{6} - 0.3 \frac{1 + \varphi}{K} \frac{\varepsilon_{\text{LIM}} (0.5 - \lambda_2)}{\varepsilon_{\text{LIM}} + \frac{1 + \varphi}{15K} \frac{1}{0.5 - \varepsilon_{\text{LIM}}} \lambda_2}$$

$$\text{όπου } \lambda = \frac{H_w}{B_w}$$

για ένα δεδομένο τοίχο από άοπλη τοιχοποιία, για τιμές $\varepsilon < \varepsilon_{\text{LIM}}$ θα επέρχεται αστοχία της μορφής.

$$\frac{\sigma_{\theta}}{F_w} = \left(\frac{1}{6} - \varepsilon \right) : \left(\frac{0.20 (1 + \varphi)}{K} \lambda^2 \right)$$

Αυτό ισχύει στην περίπτωση αστοχίας της διατομής στην ελαστική φάση για πολύ μικρές εκκεντρότητες ($\varepsilon < 1/6$).

Τέλος για την περίπτωση μηδενικής εκκεντρότητας ($e / B_w = 0$) χρησιμοποιούμε τη γνωστή από τη Μηχανική σχέση

$$N_U = \frac{\pi^2 EI}{H^2}, \text{ οπότε για την περίπτωση που εξετάζουμε είναι:}$$

$$\left(\frac{\sigma_{\theta}}{F_{w0}} \right) U = \frac{0.4K}{1 + \varphi} \frac{1}{\lambda^2}$$

3.4. ΕΦΕΛΚΥΣΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

3.4.1. Γενικά

Η εφελκυστική αντοχή δεν συνιστά ένα σαφές μηχανικό χαρακτηριστικό της τοιχοποιίας. Στην πραγματικότητα, ανάλογα με την γωνία εμφάνισης μιας εφελκυστικής ρωγμής, διαφορετική θα είναι και η αντίσταση της τοιχοποιίας σ' εφελκυσμό.

Ο κατακόρυφος εφελκυσμός οδηγεί σε αποσύνδεση του κονιάματος (Σχ.10) εφελκυστικής αντοχής του κονιάματος:

$$F_{wt} = \zeta * F_{MT} \quad (\zeta=2/3)$$

όπου το ζ εξαρτάται πάρα πολύ από την προσυμπύεση και τις συνθήκες συντηρήσεως.

Από την άλλη πλευρά, η Οριζόντια εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας προέρχεται

- είτε από την αντίσταση σε ολίσθηση μεταξύ κονιάματος και λιθοσώματος (Σχ.11α)

- ή από την εφελκυστική αντοχή του λιθοσώματος (Σχ.11β).

Εξάλλου, για λοξή εμφάνιση της κύριας εφελκυστικής τάσεως, δεν είναι γνωστό το πως υπολογίζεται η εφελκυστική αντοχή συναρτήσει της γωνίας.

Τέλος, σ'όλες αυτές τις σκέψεις δεν έχει υπεισεέλθει ακόμα ο δυσμενής ρόλος της εγκάρσιας θλιπτικής τάσεως.

Με αυτά τα δεδομένα, κάθε θεωρία διατμητικής συμπεριφοράς τοιχοποιίας που βασίζεται στην ψευδό-σταθερά " F_{wt} ", δεν αναμένεται ότι θα μπορεί να περιγράψει την πραγματικότητα με ακρίβεια.

3.4.2. Τιμές εφελκυστικής αντοχής

Με την παραδοχή ότι επέρχεται αστοχία στην τοιχοποιία όταν η κύρια εφελκυστική τάση υπερβεί την "εφελκυστική αντοχή" της τοιχοποιίας, πειράματα σε τούχους από άοπλη τοιχοποιία έδωσαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

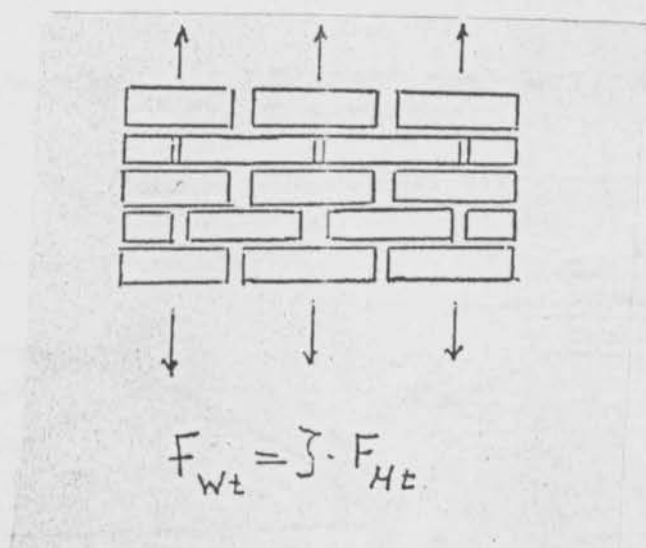
α) εφελκυστική αντοχή: $F_{wt} = 1.30 + 1.65$ (1967)

$$F_{wt} = 1.80 + 2.5$$
 (1970)

β) εφελκυστική αντοχή: $F_{wt} = 0.90 + 1.90$ (1968) (σε MPα)

$$F_{wt} = 1.80 + 3.70$$
 (1970) (σε MPα)

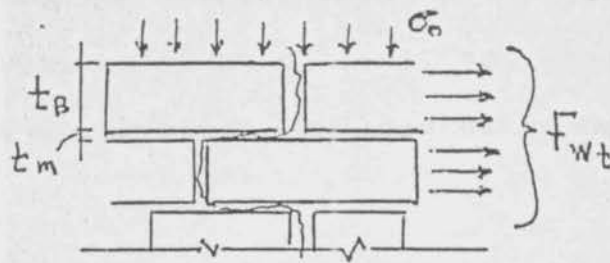
Οι παραπάνω τιμές της εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας είναι απλά ενδεικτικές, καθώς εξαρτώνται από τη ποιότητα του κονιάματος, το κατακόρυφο θλιπτικό φορτίο και το κριτήριο θραύσεως που χρησιμοποιήθηκε για την εξαγωγή τους.



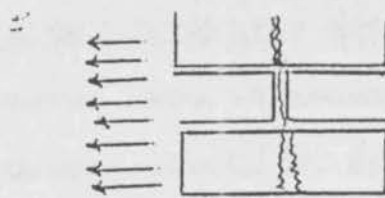
Σχ.10. "Κατακόρυφη" εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας.

$$(α) F_{wt} = 2(t_B + t_M) = L_B (C_{MB} + μσ_0) + 2t_B ζ F_{wt}$$

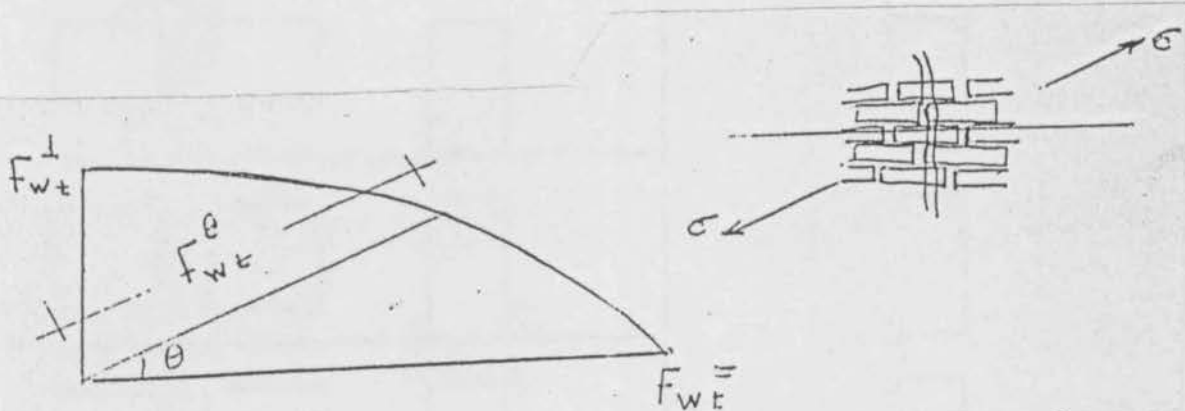
όπου C_{MB} : συνάφεια μεταξύ λιθοσώματος και κονιάματος.



$$(β) F_{wt} = 2(t_B + t_M) = t_B F_{Bt} + t_B ζ F_{Mt}$$



Σχ.11. Μηχανισμοί "οριζόντιας" εφελκυστικής αντοχής της τοιχοποιίας.



Σχ.12. Εφελκυστική αντοχή της τοιχοποιίας όταν η κύρια εφελκυστική τάση εμφανίζεται υπό γωνία θ .

3.5. ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΜΕ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ (ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ)

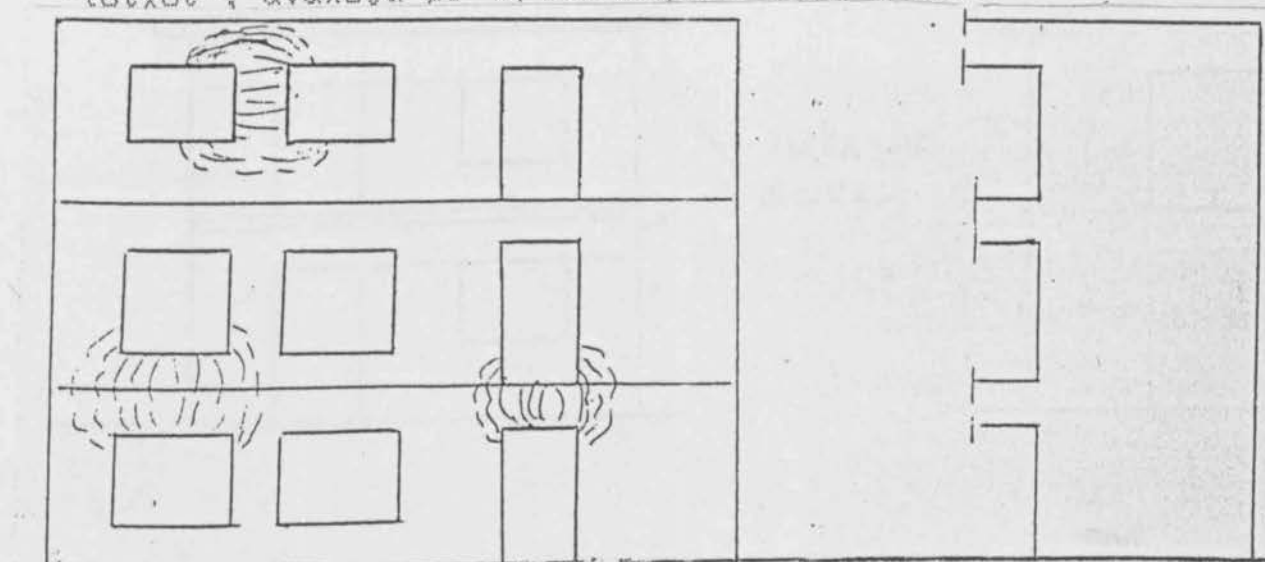
3.5.1. Γενικά

Στους τοίχους από τοιχοποιία συναντώνται κατά κανόνα ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα κ.λ.π.), που επηρεάζουν την όλη συμπεριφορά της τοιχοποιίας, ανάλογα με τη θέση και το μέγεθος τους.

Η έρευνα της συμπεριφοράς των τοιχοποιιών με ανοίγματα είναι περιορισμένη και τα αποτελέσματα της μη συγκρίσιμα, επειδή αφορούν διαφορετικά υλικά και εξετάζουν διαφορετικά μέγεθη.

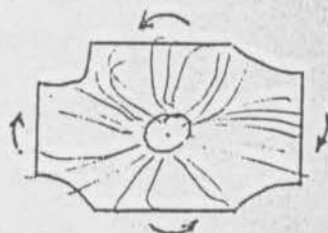
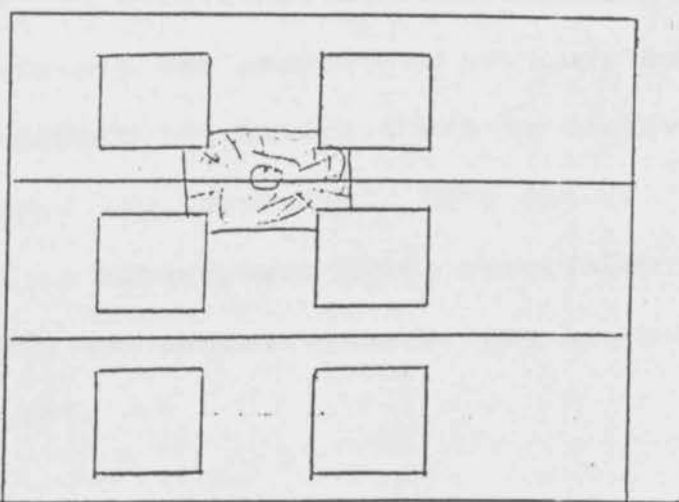
3.5.2. Ζώνες λειτουργίας τοιχωμάτων από τοιχοποιία.

Μεταξύ των ανοιγμάτων ενός τοιχώματος δημιουργούνται οριζόντιες και κατακόρυφες ζώνες. Οι οριζόντιες ζώνες βρίσκονται στις στάθμες των πατωμάτων και ονομάζονται "ζώνες συνδετικών δοκών". Οι κατακόρυφες ζώνες μπορεί να είναι στενότερες ή πλατύτερες και ονομάζονται "ζώνες πεσσών" ή απλά "τοίχοι", ανάλογα με τη λειτουργία τους (Σχ.13)



Σχ.13.

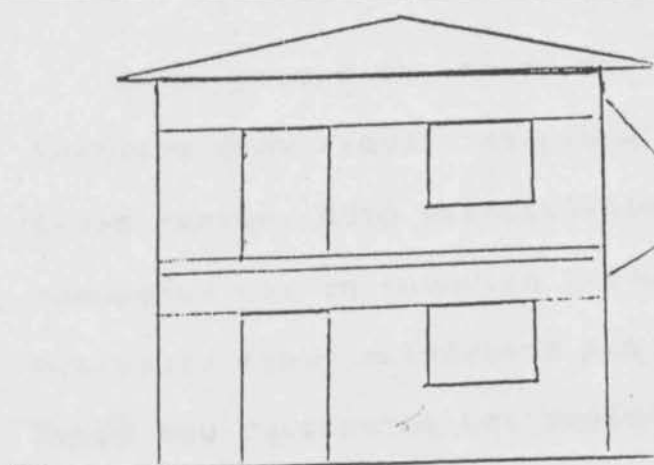
Λειτουργία συνδετικών δοκών και πεσσών



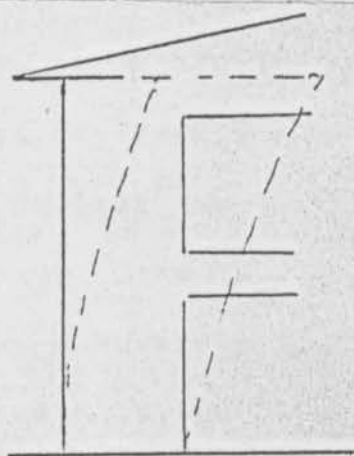
λειτουργία κόμβου

Σχ. 14

Λειτουργία τοίχων



ασθενείς
ζώνες



Όταν οι οριζόντιες ζώνες είναι ισχυρές (είτε με μεγάλες διαστάσεις, είτε διαμορφωμένες με ανθεκτικά υλικά), οι περιοχές διασταυρώσεως τους με τις κατακόρυφες ζώνες γίνονται ανθεκτικές και μπορούν να λειτουργήσουν σαν κόμβοι, μεταβιβάζοντας δυνάμεις από τα οριζόντια στα κατακόρυφα τμήματα του τοιχώματος. Τότε έχουμε "συνδετικές δοκούς" και όλες οι κατακόρυφες ζώνες συνεργάζονται μεταξύ τους και τα μεταξύ των ορόφων τμήματά τους λειτουργούν σαν "πέσσου" (Σχ.14).

Αντίθετα, όταν οι συνδέσεις των πατωμάτων είναι χαλαρές ή όταν οι ζώνες των συνδετικών δοκών είναι ασθενείς, δεν μπορεί να εξασφαλιστεί η συνεργασία όλων των κατακόρυφων ζωνών του τοιχώματος σε οριζόντιες επιπονήσεις και μετακινήσεις. Τότε οι συνδετικές δοκοί ρηγματώνονται και τα κατακόρυφα τμήματα κάμπτονται σε όλο το ύψος τους, λειτουργώντας σαν ανεξάρτητοι προβόλοι πακτωμένοι στο έδαφος. Τότε λέμε ότι έχουμε "λειτουργία τοίχων" (Σχ.14).

Είναι φανερό ότι τα τοιχώματα ενός κτιρίου συνεργάζονται καλύτερα όταν έχουμε ισχυρές συνδετικές δοκούς και σαφείς ζώνες πεσσών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σωστή σύνδεση των πατωμάτων και τη κανονική διάταξη των ανοιγμάτων. Όταν τα ανοίγματα έχουν ακανόνιστη διάταξη διακόπτεται η συνέχεια των ζωνών του τοιχώματος και υποβιβάζεται σημαντικά η γενική αντοχή του.

3.5.3. Επίδραση των ανοιγμάτων στην ακαμψία των τοίχων.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται συνήθως για τον υπολογισμό της ακαμψίας στο επίπεδο των μονόροφων διατμητικών τοίχων, είναι να θεωρείται ο τόίχος πακτωμένος στη βάση του και ελεύθερος ή πακτωμένος στη κορυφή και να λαμβάνονται υπόψη οι μετακινήσεις από κάμψη και από διάτμηση. Η μέθοδος αυτή (συμβατική μέθοδος) δίνει ακριβή αποτελέσματα για τοίχους χωρίς ανοίγματα, ενώ δεν είναι κατάλληλη για τοίχους με ανοίγματα.

Από αναλυτικά αποτελέσματα σε μονωρόφους τοίχους από οπλισμένο σκυρόδεμα τοιχοποιία με ένα συμμετρικό άνοιγμα, εφαρμόζοντας τη συμβατική μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων, προέκυψε ότι η συμβατική μέθοδος:

- α) δίνει τιμές των οριζοντιών δυνάμεων σχεδιασμού μεγαλύτερες από τις πραγματικές.
- β) δίνει λανθασμένη κατανομή διατμητικών δυνάμεων στους τοίχους της κατασκευής.
- γ) δίνει μικρότερες οριζόντιες μετατοπίσεις.

Τα παραπάνω σφάλματα μεγαλώνουν με την αύξηση του λόγου H_w/L_w πάνω από την μονάδα επειδή αυξάνουν οι πιθανότητες της καμπικής αστοχίας, παράγοντας που αγνοείται στη συμβατική μέθοδο. Το σφάλμα μπορεί να φτάσει μέχρι και 18%.

Για την εξάλειψη των σφαλμάτων δίνονται διορθωτικοί συντελεστές που διακρίνουν την ακαμψία των τοίχων που υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τα ανοίγματα.

- διορθωτικός συντελεστής για παράθυρα: από 1.0 + 2.7

(μεγαλώνει όταν έχει $> H_w/L_w$ μικρό λόγο ανοίγματος).

- διορθωτικός συντελεστής για πόρτες: από 1.0 + 1.8

3.5.4. Επίδραση των ανοιγμάτων στο πάχος και στον δείκτη αντιστάσεως των τοιχωμάτων.

Από πειραματική έρευνα (Ε.Μ.Π. Κοκκινόπουλος, 1963)

$$\text{Απαιτούμενο πάχος: } t_w = K \frac{V}{L_w} \frac{1}{F_{w\tau}}$$

$$\text{Δείκτης αντιστάσεως: } D = \lambda t_w E_w$$

όπου V : η διατμητική δύναμη.

$F_{w\tau}$: η εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος.

E_w : το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοποιίας.

K, λ : αδιάστατα μεγέθη.

3.5.5. Στοιχεία υπολογισμού

Σε περιπτώσεις που η απόσταση δύο γειτονικών ανοιγμάτων ενός τοίχου είναι πολύ μικρή (το πλάτος του τοίχου μεταξύ των ανοιγμάτων δεν υπερβαίνει το τετραπλάσιο του πάχους του), το τμήμα του τοίχου μεταξύ των ανοιγμάτων αποτελεί πεσσό. Στη περίπτωση αυτή η λυγνότητα του πεσσού ως προς τον άξονα $x-x$ είναι μεγαλύτερη από εκείνη του τοίχου και μικρότερη από εκείνη της μεμονωμένης κολώνας.

Το ενεργό ύψος του πεσσού καθορίζεται παρακάτω:

α) Όπου υπάρχει απλός περιορισμός στην οριζόντια μετακίνηση

του τοίχου, το ενεργό ύψος του σχηματιζόμενου πεσσού είναι ίσο με την απόσταση των στηρίξεων στη βάση και στη κορυφή του τοίχου.

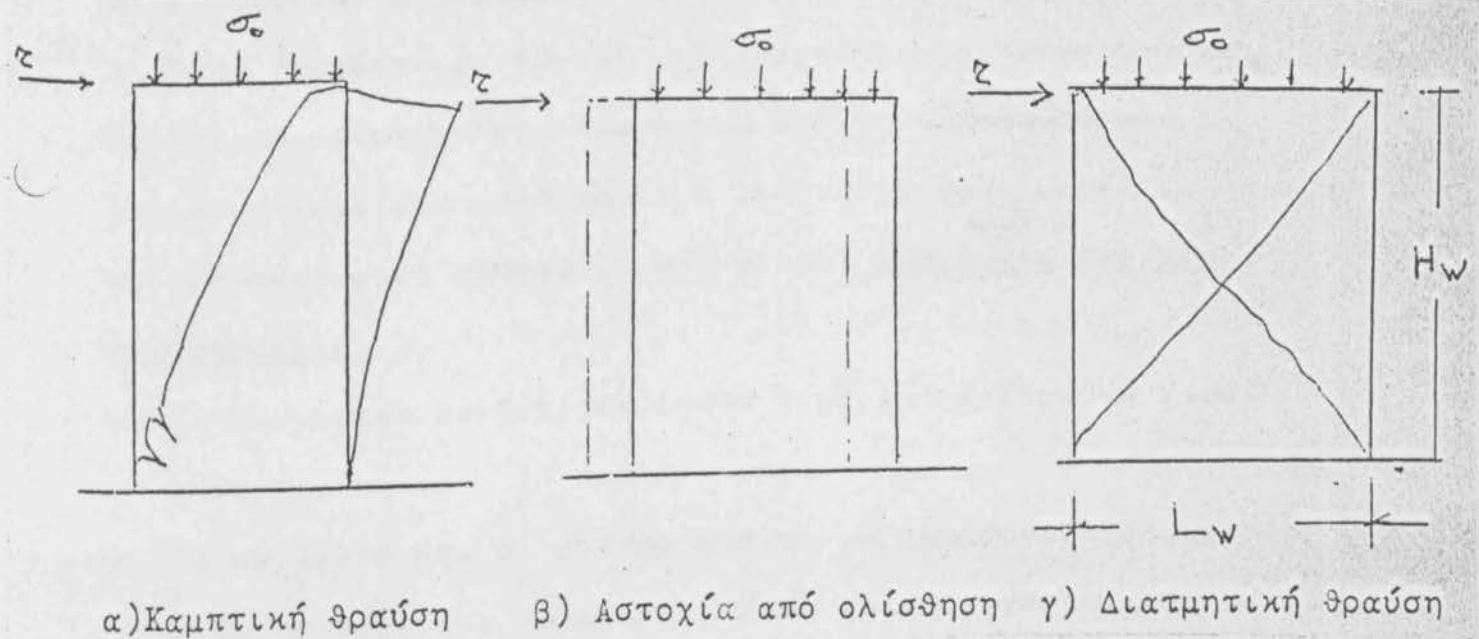
- β) Όταν εξασφαλίζεται αυξημένη αντίσταση στην οριζόντια μετακίνηση του τοίχου, τότε το ενεργό ύψος του προσύπτοντος πεσσού μπορεί να ληφθεί ίσο με 0.75 φορές την απόσταση των στηρίξεων συν 0.25 φορές το ύψος του μεγαλύτερου ανοίγματος.

3.6. ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΥΠΟ ΘΛΙΨΗ

3.6.1. Εισαγωγή

Ανάλογα με τις διαστάσεις του τοίχου και την εξωτερική φόρτιση διακρίνονται οι παρακάτω μορφές θραύσεως (Σχ.15).

- α) Καμπτική Θραύση: Παρατηρείται σε τοίχους με μεγάλες τιμές του λόγου H_w/L_w (συνήθως $H_w/L_w > 2.0$).
- β) Θραύση από ολίσθηση του τοίχου, σαν στερεό σώμα ως προς την βάση του. Συμβαίνει για μικρές τιμές του συντελεστή τριβής "μ".
- γ) Διατμητική Θραύση: Παρατηρείται σε τοίχους με μικρές τιμές του λόγου H_w/L_w (συνήθως $H_w/L_w < 1.0$).



Σχ.15. Μορφές θραύσεως τοίχων.

Όλα τα προηγούμενα προκύπτουν από την δυναμική καταπόνηση που δέχεται η φέρουσα τοιχοποιία, από το φαινόμενο του σεισμού. Γι αυτό όταν η σεισμικότητα της περιοχής είναι μεγάλη ή όταν η εξεταζόμενη κατασκευή δεν είναι απλή και μικρή, είναι απαραίτητη η διεξαγωγή αντισεισμικού ελέγχου. Αφού υπολογισθούν τα στατικά και σεισμικά φορτία πρέπει να γίνει ο υπολογισμός αυτός. Πρέπει να γίνεται με μία μέθοδο, που να εξασφαλίζει τη σωστή κατανομή των σεισμικών δυνάμεων στα διάφορα φέροντα τοιχώματα.

Μια τέτοια μέθοδος είναι αυτή που διατυπώθηκε από το καθηγητή Α. Ρουσόπουλο και κατά την οποία η κατανομή των σεισμικών δυνάμεων γίνεται ανάλογα με τις ακαμψίες και τις μετακινήσεις των φερόντων τοιχωμάτων. Στη συνέχεια υπολογίζονται οι δυνάμεις και οι εντάσεις των πεσσών και των πρεκτών (συνδετικών δοκών) και ελέγχονται οι αναπτυσσόμενες τάσεις. Η μέθοδος αυτή προτάθηκε αρχικά για μονόροφα συστήματα και για αυτό το λόγο μπορεί να εφαρμοσθεί σε κτίρια με περισσότερους ορόφους, μόνο με τις ακόλουθες βασικές προϋποθέσεις:

- α) Οι ζώνες των συνδετικών δοκών (πρέκια) πρέπει να είναι ισχυρές.
- β) Τα πατώματα και οι στέγες πρέπει να συνδέονται ισχυρά με τους τοίχους και να εξασφαλίζουν τη συνεργασία τους σε οριζόντιες επιπονήσεις.

Αν οι συνδέσεις στις στάθμες των ορόφων είναι χαλαρές, οι τοίχοι λειτουργούν ανεξάρτητα σαν προβόλοι από το έδαφος και

η μέθοδος δεν μπορεί να εφαρμοστεί. Τότε θα πρέπει οι τοίχοι να εξεταστούν σαν πρόβολοι και να αναζητηθούν άλλες μέθοδοι υπολογισμού, που να λαμβάνουν υπ' όψη τη συνερχασία των ορόφων.

3.6.2 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Όπως είναι γνωστό η μέθοδος Α.Ρουσόπουλου εξετάζει τις κινήσεις των δίσκων των πατωμάτων και υπολογίζει τις ενστάσεις των κατακόρυφων στοιχείων του ορόφου με βάση τις μετακινήσεις των κεφαλών τους.

Γι αυτό πρέπει οι φέρουσες τοιχοποιίες να έχουν απλές κατόψεις, τα τοιχώματά τους να έχουν κανονική ή και συμμετρική διάταξη. Τότε το Κ.Ε.Σ. και το Κ.Β. των κατόψεων πλησιάζουν ή σχεδόν συμπίπτουν και η επίδραση της στρωφής στις μετακινήσεις είναι αμελητέα. Στις περιπτώσεις αυτές η κατανομή της τέμνουσας του σεισμού γίνεται ανάλογα με τις ακαμψίες των τοιχωμάτων. Σε απλούστερες ακόμη κατασκευές μπορούν να γίνουν πιο χονδροειδείς παραδοχές και οι σεισμικές δυνάμεις να κατανεμηθούν στα διάφορα τοιχώματα, ανάλογα με τις ροπές αδράνειας ή ακόμη ανάλογα με τα εμβαδά των διατομών τους.

Ο έλεγχος των τάσεων των πεσσών γίνεται με τους γνωστούς τύπους της αντοχής των υλικών. Ειδικότερα, κατά τον υπολογισμό των τάσεων εφελκυσμού, προτείνεται να λαμβάνεται υπ' όψη κατακόρυφη προς τα πάνω σεισμική συνιστώσα με επιτάχυνση 0.56, οπότε τα κατακόρυφα θλιπτικά φορτία των πεσσών μειώνονται στο μισό.

3.7. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Σεισμικός συντελεστής:

$$\varepsilon = I * \alpha * (\alpha_{max}/G) * \beta * (1/Q)$$

όπου: α_{max}/G αναμενόμενη μέγιστη επιτάχυνση εδάφους
(σεισμολογικά στοιχεία περιοχής) ως προς ποσοστό της
επιταχύνσεως της βαρύτητας.

ΠΟΛΕΙΣ	α_{max}/G
ΡΟΔΟΣ	0.38
ΛΑΡΙΣΑ	0.37
ΠΑΤΡΑ	0.37
ΜΥΤΙΛΗΝΗ	0.30
ΘΕΣ/ΝΙΚΗ	0.26
ΚΑΛΑΜΑΤΑ	0.24
ΗΡΑΚΛΕΙΟ	0.23
ΙΩΑΝΝΙΝΑ	0.20
ΑΘΗΝΑ	0.17
ΚΑΒΑΛΑ	0.11

α : Συντελεστής δυναμικής ενισχύσεως (περ(που 2.50)

β : Φασματικός συντελεστής (αλληλεπίδραση εδάφους -
κατασκευής) (περ(που 1.0)

I : Συντελεστής σπουδαιότητας (περ(που = 1.0 - 1.5)

Q : Δείκτης συμπεριφοράς : 1.5 για άοπλη τειχοποιία

2.0 για διαζωματική τοιχοποιία

2.5 για σπλισμένη τοιχοποιία.

Πολλοί επιστήμονες έρευνητές προτείνουν ο σεισμικός συντελεστής να προσαυξάνεται κατά 30%, και να αυξάνει το ποσοστό αυτό ανάλογα της σπουδαιότητας του κτιρίου.

3.8. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΘΡΑΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

Για ένα μεμονωμένο τοίχο από άοπλη τοιχοποιία και χωρίς ανοίγματα, μπορούν να παρατηρηθούν οι παρακάτω τρόποι αστοχίας, υπό την επίδραση δυναμικών δυνάμεων.

3.8.1. Διατμητική ολίσθηση πencil το μέσον του τοίχου.

Η κατανομή του διαγράμματος των διατμητικών τάσεων είναι παραβολική με μέγιστη τιμή $\beta * \tau$ κατά μήκος του άξονα του τοίχου, όπου (περίπου 1.5) (Σχ.16).

Η αστοχία επέρχεται από την ολίσθηση του κονιάματος προς το λιθόσωμα και εκφράζεται από τη σχέση:

$$\tau_u = (C_{mb}/\beta + \mu \sigma_o/\beta)$$

όπου: C_{mb} η συνάφεια του κονιάματος προς το λιθόσωμα

$$C_{mb} = \xi * F_{bc}$$

κονίαμα	M1	M2	M3
ξ	1:40	1:30	1:20

μ : ο συντελεστής κατά μήκος του οριζόντιου αρμού που εκφράζεται ως συνάρτηση της κατακόρυφης θλιπτικής τάσεως σ_o από την εμπειρική σχέση.

$$\mu = 0.17 : (\sigma_o / F_{wc})^{2/3} > 2.0$$

3.8.2. Θραύση λιθοσώματος περί το μέσο του τοίχου

Οι διατμητικές τάσεις που δρουν στα λιθοσώματα παρουσιάζουν την μέγιστη τιμή τους κατά μήκος του άξονα του τοίχου, ενώ η κατακόρυφη θλιπτική τάση σ_o είναι πρακτικά σταθερή σε όλα τα σημεία. Ο συνδυασμός αυτός των διατμητικών και των θλιπτικών ρωγμών στο λιθόσωμα. Οι ρωγμές αυτές εμφανίζονται αρχικά περί το κέντρο του τοίχου, όπου ο συνδυασμός των θλιπτοδιατμητικών τάσεων λαμβάνει τη μέγιστη τιμή του.

Ένα απλοποιημένο κριτήριο θραύσεως για ένα λιθόσωμα υπό τις τάσεις είναι:

$$\frac{\tau_u}{F_{wc}} = \frac{1}{\beta} * \frac{(1 - \frac{\sigma_o}{F_{wc}}) (1 + \frac{\sigma_o}{F_{bt}})}{\frac{F_{wc}}{F_{bc}} + \frac{F_{wc}}{F_{bt}}}$$

3.8.3. Τοπική θλιπτική θραύση στη κάτω γωνία.

(α) Εξετάζουμε τη περίπτωση που για μικρές τιμές της σ_o επέρχεται θραύση στη περιοχή Β, μετά τη ρηξμάτωση στη θέση Α:

Ισοροπία δυνάμεων: $2 \left(\frac{L_w}{2} - e \right) F_{wc} B_w = \sigma_o L_w B_w$

Εκκεντρότητα $e = \frac{M}{P} = \frac{V H_w}{P} = \frac{\tau B_w L_w H_w}{\sigma_o B_w L_w} = \frac{\tau}{\sigma_o} H_w$

* Με επεξεργασία των δύο εξισώσεων προκύπτει

$$\tau_u = \frac{F_{wc} \sigma_o - \sigma_o^2}{2 \alpha F_{wc}} \quad \text{όπου } \alpha = H_w/L_w$$

όπου $V = \epsilon W$, οριζόντια δύναμη = σεισμικό συν. επί το βάρος.

(β) θεωρούμε την περίπτωση που για μεγάλες τιμές σ_o , δεν έχει ρηγματωθεί η περιοχή Α αλλά έχει επέλθει θλιπτική θραύση στη θέση Β:

$$\sigma_o = \frac{P}{W} + \frac{M}{W} = \frac{P}{B_w L_w} + \frac{V H_w}{B_w L_w^2}$$

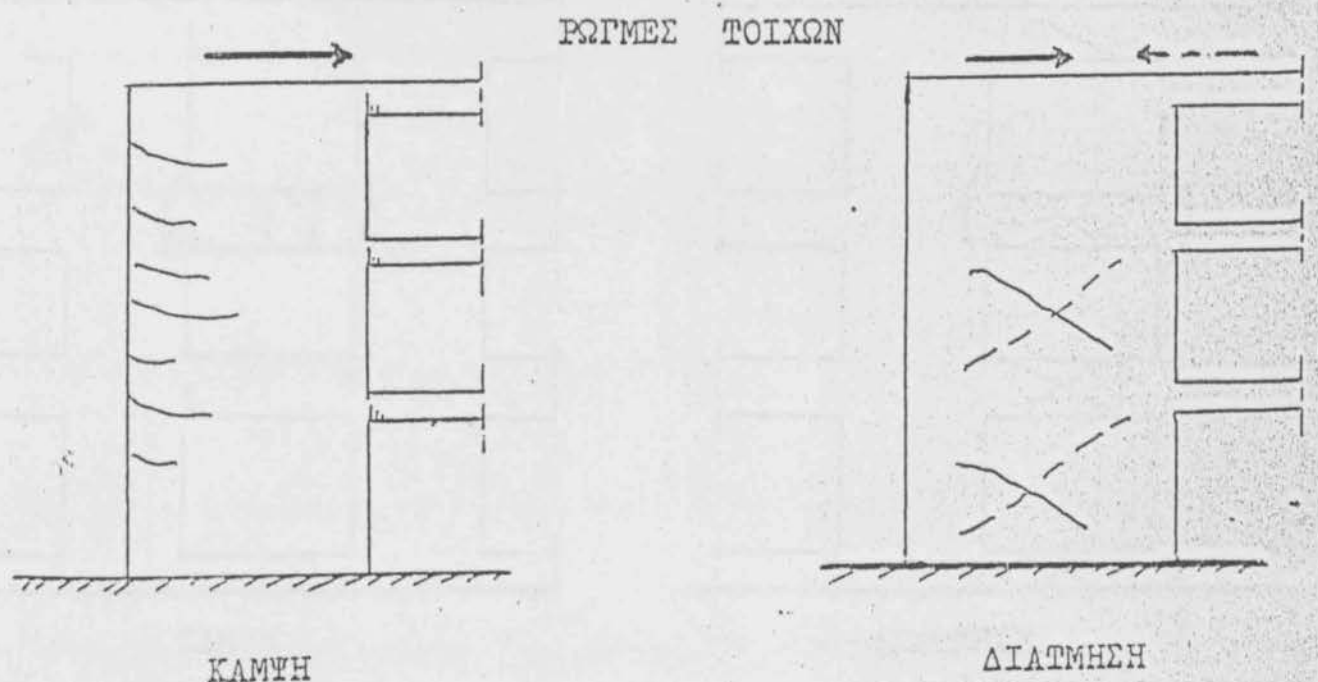
$$\tau_u = \frac{F_{wc} - \sigma_o}{\alpha}$$

3.9. Επίδραση του σεισμού στη φέρουσα τοιχοποιία.

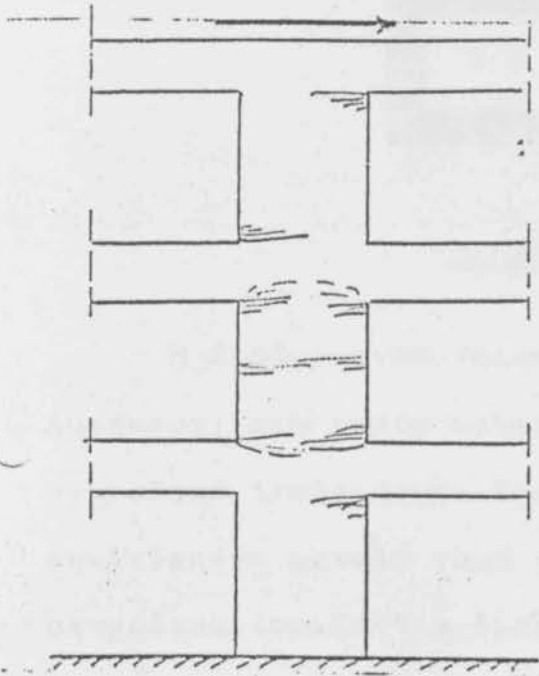
3.9.1. Ρηγματώσεις τοιχωμάτων

Στα σχήματα 17-19 φαίνονται οι βασικές ρηγματώσεις τοίχων πεσσών και συνδετικών δοκών, που οφείλονται σε κάμψη ή διάτμηση από οριζόντιες δυνάμεις που ασκούνται προς μία ή δύο αντίθετες μεταξύ τους διευθύνσεις.

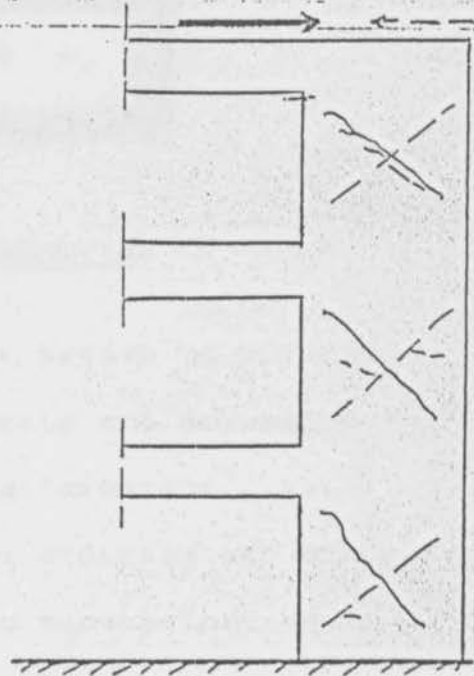
Τα σχήματα αυτά είναι χρήσιμα, επειδή η ικανότητα του μηχανικού να διακρίνει τον τρόπο λειτουργίας ενός τοιχώματος και να ερμηνεύσει σωστά στη πράξη και σημασία των διαφόρων ρωγμών, αποτελούν τη βασικότερη προϋπόθεση για μία σωστή σχεδίαση αλλά και επισκευή. Ο σεισμός είναι η "αχίλλειος πτέρνα" που έχει σαν αποτέλεσμα να υπάρχουν τόσοι περιορισμοί σε αυτό του είδους τις κατασκευές.



ΡΩΓΜΕΣ ΠΕΣΣΩΝ



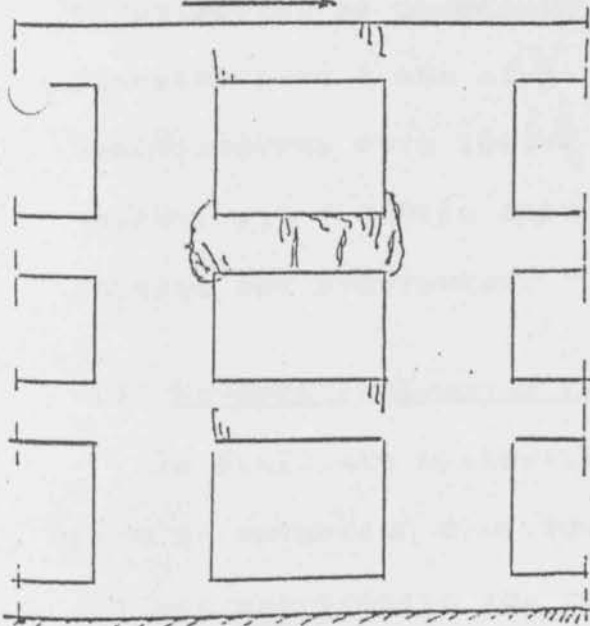
ΚΑΜΥΗ



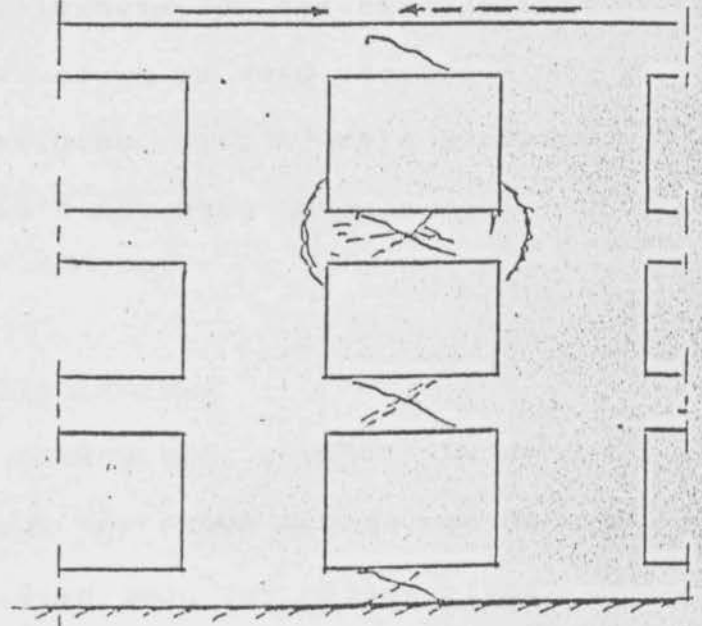
ΔΙΑΤΜΗΣΗ

Σχ. 18 .

ΡΩΓΜΕΣ ΣΥΝΔΕΤΙΚΩΝ ΔΟΚΩΝ



ΚΑΜΥΗ



ΔΙΑΤΜΗΣΗ

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 4

ΔΙΑΖΩΜΑΤΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Η διαζωματική τοιχοποιία είναι εκείνο το σύστημα δομής, στο οποίο κατακόρυφα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα (κατακόρυφα διαζώματα), κατ'αποστάσεις και συνδεδεμένα μεταξύ τους με οριζόντια στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα (οριζόντια διαζώματα), που περικλείουν την τοιχοποιία, έτσι ώστε να σχηματίζουν μια "γεμισμένη" πλαίσιακή κατασκευή.

Τα οριζόντια διαζώματα προστίθεται πάντοτε, τουλάχιστον δε στις στάθμες των ορόφων του κτιρίου. Τα κατακόρυφα διαζώματα προστίθονται σε οικοδομές που βρίσκονται σε περιοχές μεγάλης σεισμικότητας ή που είναι θεμελιωμένες σε κακό έδαφος.

Τοποθετούνται στις γωνίες του κτιρίου, στις ενώσεις φερόντων τοίχων, στα ελεύθερα άκρα τοίχων ή και στις κατακόρυφες παρειές των ανοιγμάτων.

4.1 Κανόνες διαζωμάτων και αποτελέσματα

Τα διαζώματα οριζόντια και κατακόρυφα, σκυροδετούνται μετά τη κατασκευή όλων των τοίχων του υπόψη ορόφου, εκτός από ειδικές περιπτώσεις που το ελεύθερο ύψος των ορόφων είναι μεγάλο όπου απαιτείται και ενδιάμεσο διάζωμα ή στη γλώσσα των κατασκευαστών "σενάζ".

- Εξασφαλίζεται καλύτερη σύνδεση μεταξύ ανωδομής και

θεμελιώσεως.

- Βελτιώνεται η συμπεριφορά των "λυγερών" τοίχων.
- Αυξάνει η αντοχή και πλαστικότητα του κτιρίου.
- Μειώνεται δραστικά ο κίνδυνος αποδιορχανώσεως των τοίχων κατά τη διάρκεια του σεισμού.
- Ελάχιστες διαστάσεις οριζοντίων διαζωμάτων: πλάτος ίσο προς το πάχος του τοίχου και ύψος ίσο προς το πάχος της πλάκας και κατ' ελάχιστο 150mm.
- Ελάχιστες διαστάσεις διατομής κατακορύφων διαζωμάτων 200X200 ποιότητα σκυροδέματος (C15)- $F_{ck} = 15.00$ MPa (B225).
- Κατακόρυφα διαδοχικά διαζώματα πρέπει να διατάσσονται σε απόσταση πάντα μικρότερη από 5.00m.
- Ελάχιστος διαμήκης οπλισμός: 4φ12 (S220) ή 4φ10 (S400) εξαρτώμενος από τις διαστάσεις του κτιρίου και τη ζώνη σεισμικότητας (Πιν.1).
- Ελάχιστοι συνδετήρες φ6/200 με πύκνωση στις περιοχές συναρτήσεως με οριζόντια διαζώματα.
- Απαιτούμενο μήκος υπερκάλυψης των ραβδών οπλισμού 60φ.
- Το πάχος του τοίχου δεν θα είναι μικρότερο από 240mm, ώστε για εξωτερικούς τοίχους, να δύναται να ενδωματοθελ και μόνωση στην εσωτερική πλευρά του διαζώματος, είτε να επενδυθελ με λιθοσώματα από την εξωτερική πλευρά.
- Ο λόγος μεταξύ ύψους ορόφου και πάχους τοίχου H_w/t_w δεν θα είναι μεγαλύτερος από 15.
Δεν θα λαμβάνονται υπόψη στο προσδιορισμό της διατομής που παραλαμβάνει πλευρικά φορτία, οι τοίχοι που έχουν

λόγο διατμήσεως H_w/L_w μεγαλύτερο από 2.50.

4.2. Η μηχανική των διαζώματων ή ελκυστήρων.

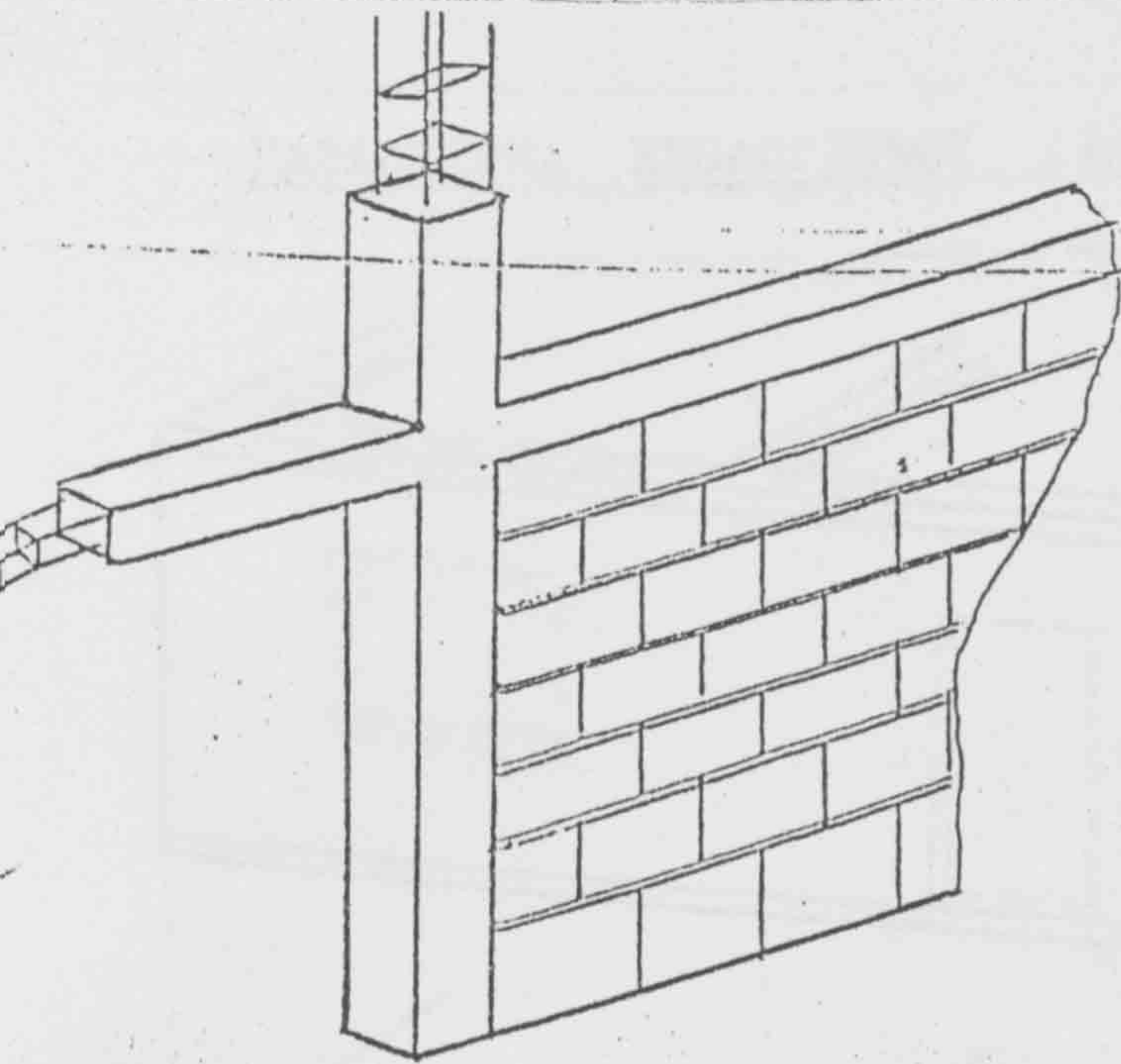
4.2.1. Οριζόντια διαζώματα.

Κατασκευή με οριζόντια διαζώματα μόνο. Τα οριζόντια διαζώματα σχηματίζουν ένα οριζόντιο πλαίσιο σύστημα που εκτελεί τις εξής λειτουργίες:

- α) από τα διαφράγματα (πατώματα) μεταφέρει στους φέροντες τοίχους τα οριζόντια φορτία που οφείλονται στο σεισμό.
- β) συνδέει τους φέροντες τοίχους μεταξύ τους.
- γ) στη περίπτωση δαπέδων από προκατασκευασμένα στοιχεία, εξασφαλίζει τη συνεργασία μεταξύ των στοιχείων αυτών και μεγάλώνει την ακαμψία των διαφραγμάτων αυτών.

Τα οριζόντια διαζώματα θεωρούνται οριζόντιες συνεχείς δοκοί μέσα σε οριζόντιο επίπεδο, στηριζόμενες στους εγκάρσιους τοίχους. Ελέγχονται σε κάμψη και τέμνουσα με τα εξής:

- Οριζόντια κατανομημένα φορτία, ίσα με το αδρανειακό φορτίο των υπερκαλυμμένων τοίχων. Το αδρανειακό αυτό φορτίο αντιστοιχεί στα κατακόρυφα φορτία που φέρουν οι τοίχοι.



Οριζόντια διαζώματα: πάχος t_w
 ύψος 150mm

Κατακόρυφα διαζώματα : 200X200mm

ποιότητα σκυροδέματος: C15 (B225)

απόσταση κατακορύφων : =5,00m

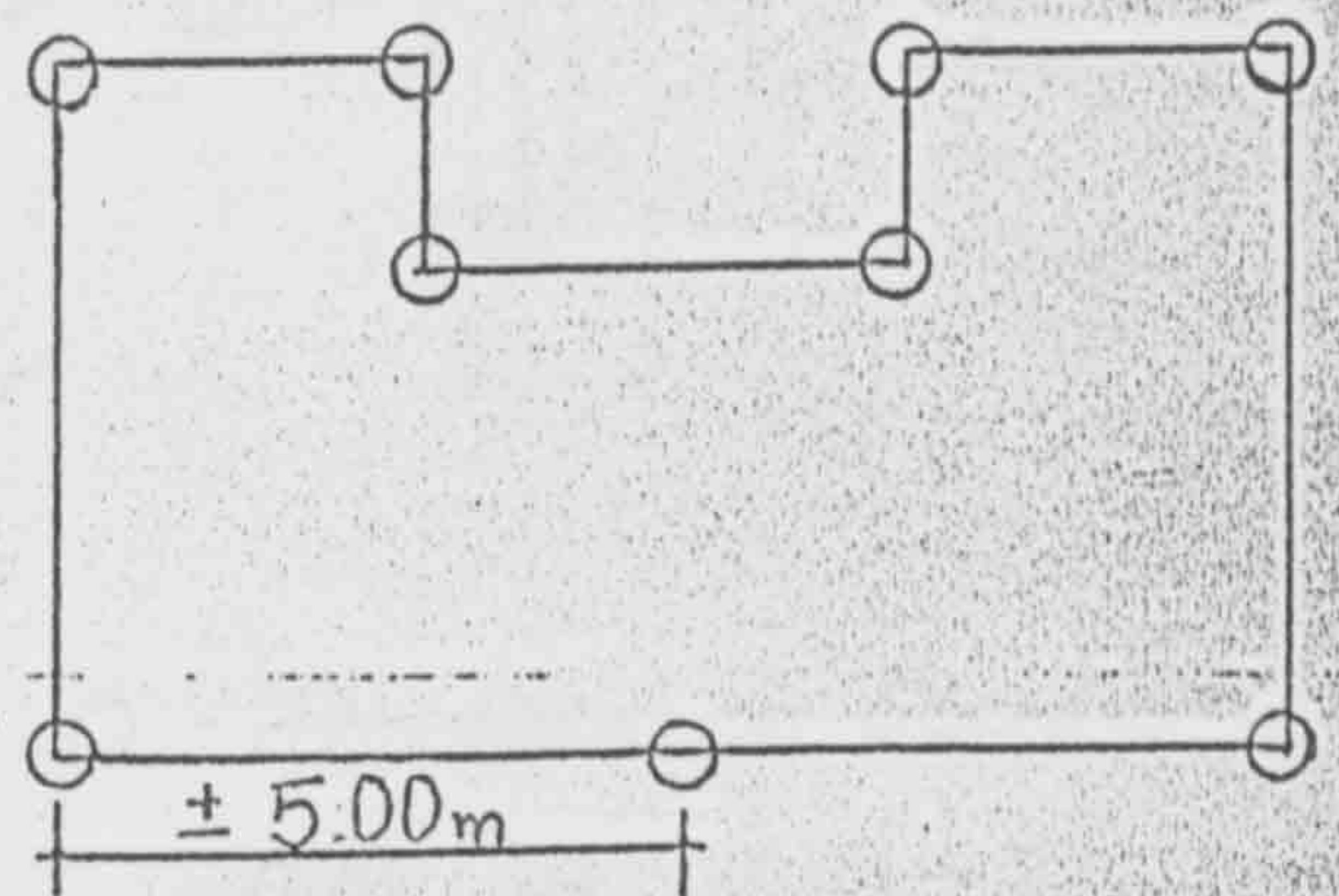
διαμήκης οπλισμός : 4Φ12 (S220)

ή 4Φ10 (S400)

ελάχιστοι συνδετήρες : Φ6/200

$$H_w/t_w \geq 15$$

διάταξη σε κάτοψη
 κατακορύφων διαζωμάτων

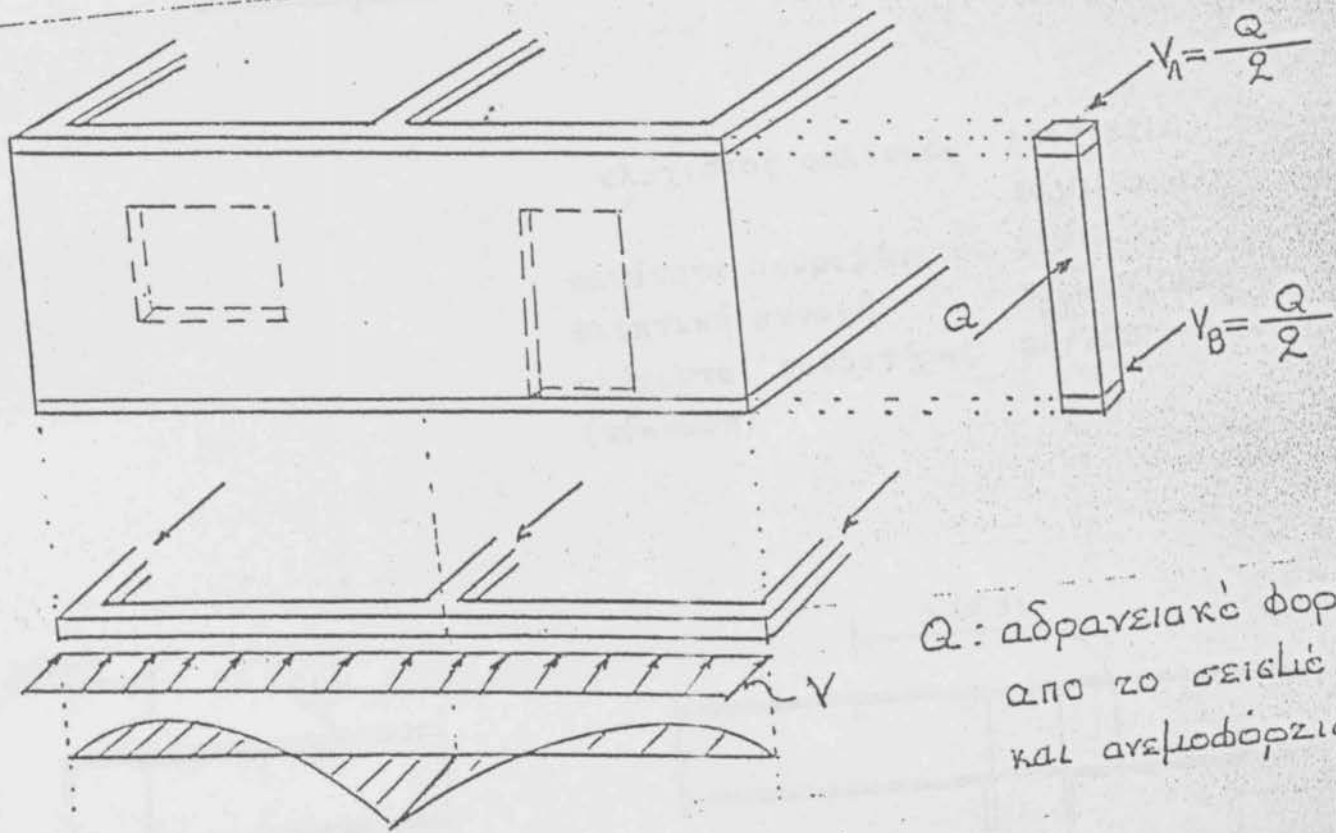


Σχ. 4.1. Διαζωματική τοιχοποιία

Πιν. 1 Συνιστώμενος ελάχιστος διαμήκης οπλισμός διαζωμάτων

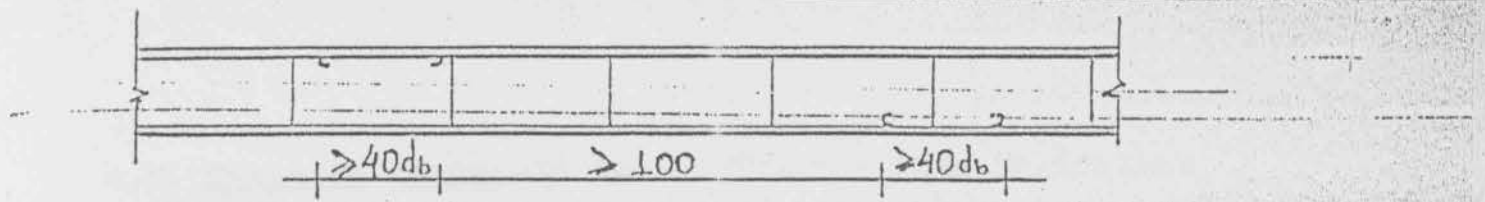
ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΡΟΦΩΝ	ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ		
	ΧΑΜΗΛΗ (I)	ΜΕΤΡΙΑ (II)	ΥΨΗΛΗ (III)
1	4Φ10	4Φ10	4Φ12
2	4Φ10	4Φ10	4Φ14
3	4Φ10	4Φ12	4Φ16
4	4Φ12	4Φ14	-
5	4Φ14	-	-

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΣΩΜΑΤΩΝ (ΣΕΝΑΖ) ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ

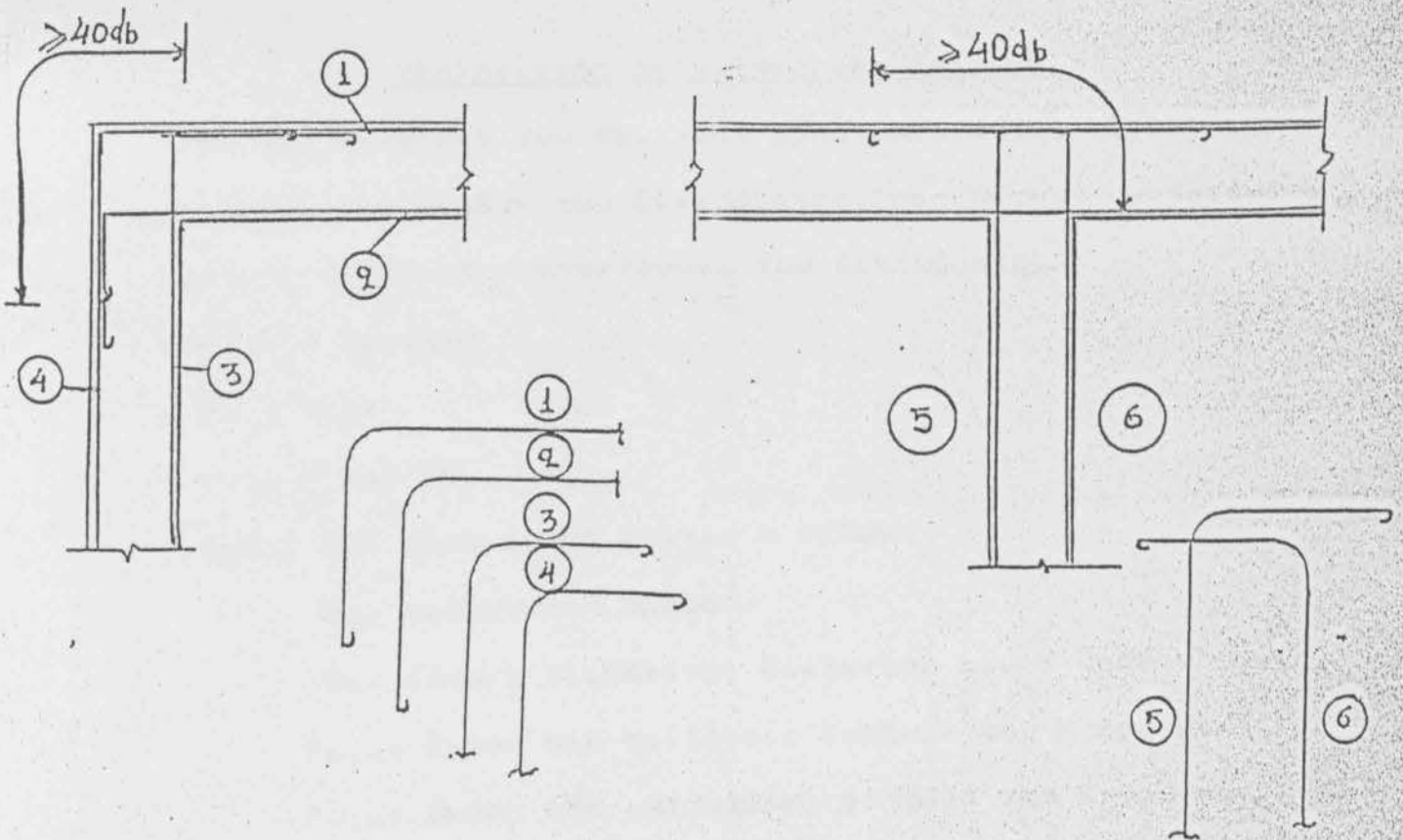


Q : αδρανηακὲ φορτίο
απο το σεισμικὲ
και ανεμοφόρτιση

Από το σχῆμα φαίνεται ὅτι το διάγραμμα
υπολογίζεται σαν οριζόντια δομὸ που στηρί-
ζεται στα ἐγκάρσια τοιχώματα και φορτίζεται
με τις οριζόντιες δυνάμεις των τοιχωμάτων.



ελάχιστος οπλισμός 4Φ12 (S220)
 4Φ10 (S400)
 ποιότητα σκυροδέματος C15 (B225)
 θλιπτική αντοχή $f_{CK} = 15.0 \text{ MPa}$
 ελάχιστοι συνδετήρες Φ6/200
 (πύκνωση)



Διάταξη οπλισμού οριζοντίων διαζωμάτων

4.3. Εντατική κατάσταση των διαζωμάτων λόγω οριζόντιων δυνάμεων.

Υπολογίζεται η εντατική κατάσταση του δικτυώματος που αποτελούν τα οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα μαζί με τις θλιβόμενες ζώνες της τοιχοποιίας.

(Οριζόντιες δυνάμεις είναι η παλινδρομική κίνηση και στις δύο διευθύνσεις του σεισμού και του ανέμου. Οι τύποι που θα ακολουθήσουν εφαρμόζονται για οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα δηλ. για μεγάλη σεισμικότητα - ζώνη III)

Υπολογισμός σε κατακόρυφο επίπεδο.

Με τις συνθήκες του σχ. και χρησιμοποιώντας εξισώσεις ισορροπίας των κόμβων του δικτυώματος, προκύπτουν οι παρακάτω εκφράσεις εντατικής κατάστασης του δικτυώματος:

$$S_{K+1} = V_K \cdot \sigma_{\text{συνα}}$$

$$F_{H,K} = V_K$$

$$F_{V,K} = \epsilon \varphi \Sigma V_K$$

όπου: E_K : αδρανειακό φορτίο K ορόφου

V_K : τέμνουσα K ορόφου

S_K : δύναμη θλιβόμενης διαχωνίου του K ορόφου

$F_{V,K}$: δράση στο οριζόντιο διάζωμα του K ορόφου

$F_{V,K}$: δράση στο κατακόρυφο διάζωμα του K ορόφου

4.4. Εντατική κατάσταση του δικτυώματος λόγω καθιζήσεως

α) Πλάτος ισοδύναμης τοιχοράβδου

Εξετάζουμε τη θλιβόμενη ισοδύναμη τοιχοράβδο του σχ. για οριζόντια μετατόπιση U του ορόφου υπό την επίδραση της

διατμητικής δύναμης V .

$$\text{Διατομή τοιχοράβδου: } A_w = B_w t_w$$

όπου: B_w το πάχος του τοίχου.

$$\text{και: } t_w = 1500 (F_{wt} L_w / E_w)$$

β) Διαφορική καθίζηση

Για διαφορική καθίζηση ΔS στο δικτύωμα του σχ αναπτύσσεται στη τοιχοράβδο θλιπτική δύναμη D τέτοια ώστε:

$$D = E_w A_w \varepsilon$$

$$\text{όπου: } \varepsilon = \Delta L / L,$$

$$\Delta L = \Delta S \eta_{μα}$$

$$A_w = B_w t_w$$

Η αντικατάσταση των παραπάνω σχέσεων στην έκφραση της θλιπτικής δύναμης D δίνει:

$$D = 1500 F_{wt} B_w \Delta S \eta_{μα}$$

και $F_H = D$ συνα εφελκυστική δράση στο οριζοντίο διάζωμα

$F_V = K D \eta_{μα}$ εφελκυστική δράση στο κατακόρυφο διάζωμα

με K το πλήθος των υπερκελιμενων ορόφων.

(η ανισότητα οφείλεται στη παραμόρφωση των υπερκελιμενων ορόφων).

4.5. Εντατική κατάσταση των κατακορύφων διαζωμάτων λόγω ανατροπής.

Για ένα κτίριο με K ορόφους θεωρούμε τυπική τριγωνική κατανομή του σεισμικού ορόφου καθ' ύψος του σχ. Για να μην υπάρχει κίνδυνος ανατροπής του κτιρίου, πρέπει οι αντιδράσεις των κατακορύφων διαζωμάτων να ικανοποιούν τη σχέση:

$$F_v < \left(\frac{2}{3} \frac{KH\epsilon}{L} - \frac{1}{2} \right) W_e$$

όπου: W_e το συνολικό φορτίο του κτιρίου.

4.6. Εντατική κατάσταση των διαζωμάτων λόγω στρέψεως.

Η εκκεντρότητα που υπάρχει μεταξύ κέντρου βάρους και κέντρου διαστρήσεως δημιουργεί τη στρεπτική ροπή M_e .

Εξετάζεται η επάνω στάθμη του ορόφου του σχήματος.

$$\text{Διατμητικό φορτίο: } T = \frac{E_k}{2L_w} \frac{e}{L_w}$$

όπου: E_k αδρανειακό φορτίο Κ ορόφου

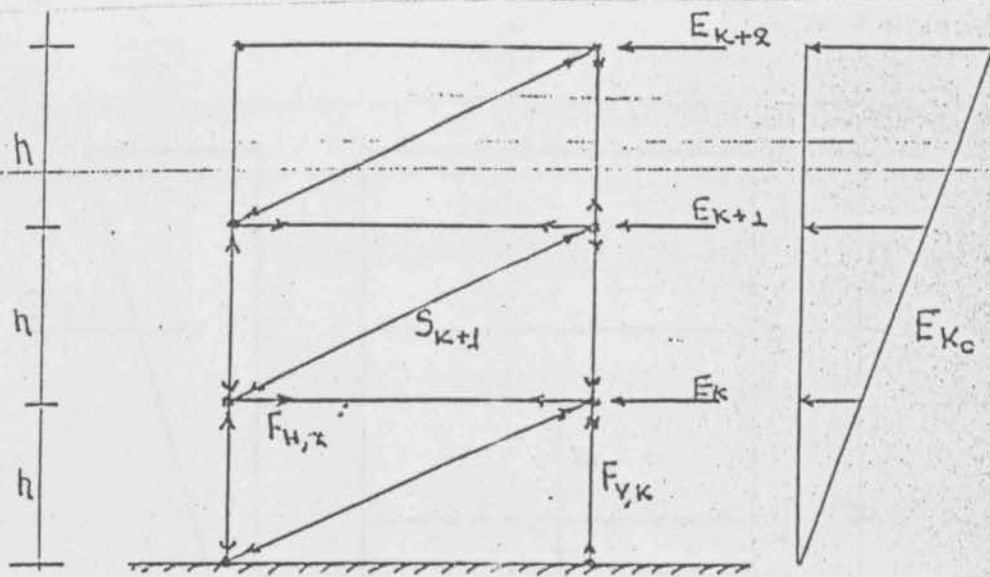
e εκκεντρότητα μεταξύ Κ.Β. και κέντρου διαστρήσεως
(Κ.Ε.Σ)

Το διατμητικό φορτίο T προκαλεί στα διαζώματα μία εφελκυστική οριζόντια δύναμη:

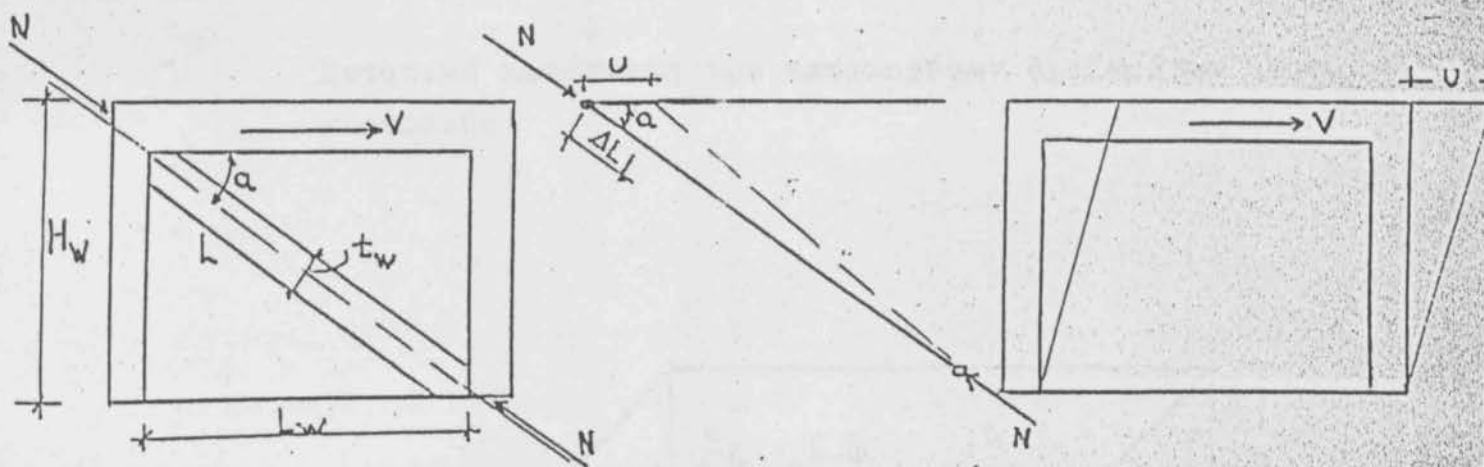
$$F_H = T H_w \quad \text{ή} \quad F_H = \frac{E_k}{2L_w} \frac{e}{L_w} H_w$$

και μία εφελκυστική κατακόρυφη δύναμη:

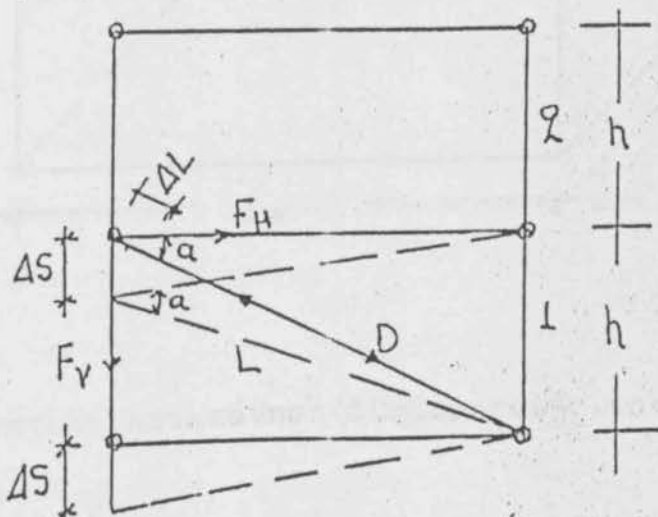
$$F_v = T L_w \quad \text{ή} \quad F_v = \frac{E_k}{2} \frac{e}{L_w} L_w$$



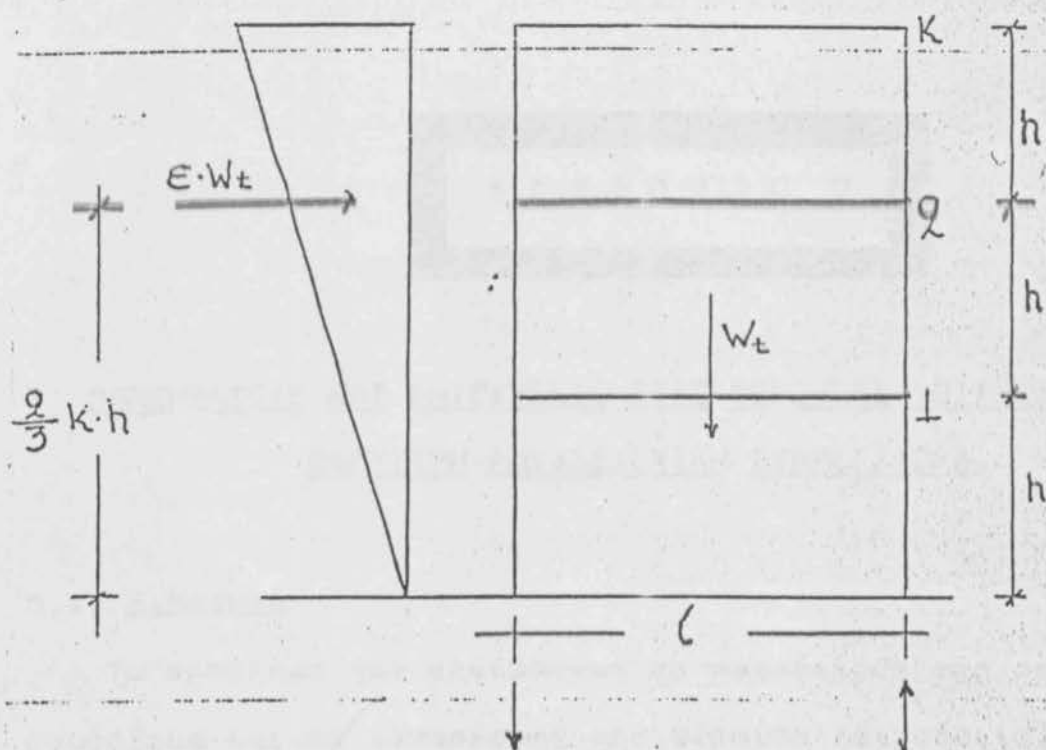
Εντατική κατάσταση του δικτυώματος σε κατακόρυφο επίπεδο



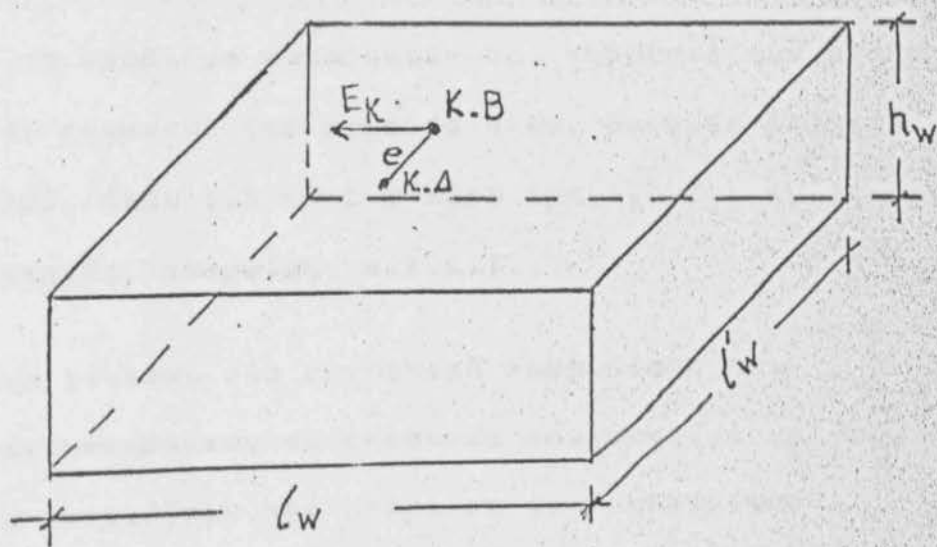
Ισοδύναμο πλάτος τοιχοράβδου για διατμητική καταπόνηση της διαζωματικής τοιχοποιίας .



Εντατική κατάσταση της διαζωματικής τοιχοποιίας για διαφορική καθίζηση .



Εντατική κατάσταση των κατακόρυφων διαζωμάτων λόγω ανατροπής



Στρεπτική καταπόνηση διαζωματικής τοιχοποιίας .

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 5

ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΦΕΡΟΥΣΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ ΓΙΑ ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ.

5.1. Εισαγωγή

Το πρόβλημα των επεμβάσεων σε κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα και σε κατασκευές από φέρουσα τοιχοποιία, παρουσιάζει τεράστιο κοινωνικό και οικονομικό ενδιαφέρον, δυσανάλογα μεγαλύτερο από την διαθέσιμη γνώμη, πείρα και τεχνολογία.

Ο τεχνικός, ιδιαίτερα στη χώρα μας, συχνά καλείται να αντιμετωπίσει το πρόβλημα κατασκευών που παρουσιάζουν βλάβες και χρειάζονται επισκευή (σε σοβαρές ή και βαρείες βλάβες μετά από σεισμό), όπου για κάποιο λόγο χρειάζονται ενίσχυση (για αύξηση αντοχής, ακαμψίας, κ.λ.π.).

Στα επόμενα γίνεται μία συνοπτική παρουσίαση του προβλήματος των επεμβάσεων σε φέρουσες τοιχοποιίες και των παραμέτρων που επηρεάζουν την απόκλιση και συμπεριφορά επισκευασμένων - ενισχυμένων τοιχοποιιών. Επισημαίνεται ότι πεδίο εφαρμογής των συστάσεων που δίνονται αμέσως μετά, είναι οι φέρουσες τοιχοποιίες (θεμελίωση και ανωδομή από λίθο ή πλινθοδομές, μεγάλου σχετικά πάχους 200+300mm) δεν εξετάζονται δηλαδή οι περιπτώσεις άλλων στοιχείων από

τοιχοποιία (όπως τόξα, αψίδες, κομινάδες κ.λ.π.) ή άλλων στοιχείων των κατασκευών (όπως στέγες, πατώματα κ.λ.π.). Επίσης, οι συστάσεις αυτές δεν αναφέρονται σε επεμβάσεις στον αρχαιισμό πληρώσεων (οπτοπλινθοδομές) κτιρίων με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα.

5.2. Ορολογία

Εκτίμηση κατάστασης

Εκτίμηση της γενικής κατάστασης των τοιχοποιιών, εκτίμηση των απομενόντων μηχανικών χαρακτηριστικών ή, γενικότερα, των πραγματικά διατιθεμένων μηχανικών χαρακτηριστικών κατά του χρόνου του επανελέγχου, εκτίμηση των περιθωρίων ασφαλείας κ.α.

Απομένοντα μηχανικά χαρακτηριστικά

Απομένοντα χαρακτηριστικά αποκρίσεως (κυρίως αντοχή, ακαμψία αλλά και πλαστικότητα, ανθεκτικότητα σε διάρκεια κ.λ.π.) μετά τις βλάβες ή κατά το χρόνο του επανελέγχου (επανασχεδιασμού) της κατασκευής.

Επέμβαση

Κάθε εργασία ανακατασκευής, επισκευής, ενισχύσεως ή γενικά κάθε εργασία διαφοροποιήσεως των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας, διαφοροποιήσεως της συμπεριφοράς, του στατικού σχήματος κ.λ.π.

Ανακατασκευή

Αντικατάσταση δομικού στοιχείου (καθάρωση και ανακατασκευή)

Επισκευή

Αποκατάσταση μηχανικών χαρακτηριστικών (βλαμένου στοιχείου).

Ενίσχυση

Βελτίωση μηχανικών χαρακτηριστικών (βλαμένου ή και αθηνούς στοιχείου)

Επανασχεδιασμός

Επανελέγχος της κατασκευής μετά τις επεμβάσεις (επισκευές - ενισχύσεις) νέα ανάλυση, αναδιαστασιολόγηση.

5.3. ΒΑΣΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ

Τα βασικά διαδοχικά βήματα, για την εκτίμηση της καταστάσεως βλαμένων ή και αθηνών τοιχοποιιών και για τον επανασχεδιασμό τους φαίνονται συνοπτικά στο διάγραμμα που ακολουθεί:

ΒΛΑΜΜΕΝΗ Η/ΚΑΙ "ΑΣΘΕΝΗΣ"
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Α Μ Ε Σ Α
(ΠΡΩΤΑ)
ΜΕΤΡΑ

ΕΠΕΙΓΟΝΤΑ ΜΕΤΡΑ

- διακοπή λειτουργίας
- ελάφρυνση
- υποστύλωση, αντιστηριξη

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ και
ΔΟΚΙΜΕΣ

- αποτύπωση κατασκευής
- έλεγχος διατάξεις- διατομών
- μετρήσεις ρωγμών, βελών, μετρήσεις αποκλίσεων
- ποιοτικός έλεγχος σωμάτων κονιαμάτων κλπ.
- δοκιμαστικές φορτίσεις και δυναμικές δοκιμές

ΕΚΤΙΜΗΣΗ
ΒΛΑΒΩΝ

- αυτοψία
- απογραφή βλαβών

ΕΚΤΙΜΗΣΗ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ

ΛΙΤΙΑ ΒΛΑΒΩΝ

ΛΗΨΗ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Α Λ Λ Α
Κ Ρ Ι Τ Η Ρ Ι Α

- κόστος
- χρόνος
- κοινωνικοί, πολιτικοί λόγοι
- άλλαιλόγοι

Τ Ε Χ Ν Ι Κ Α
Κ Ρ Ι Τ Η Ρ Ι Α

- απομένοντα χαρακτηρ.
- ανάλυση-ανακατανομή
- περιθώρια ασφαλείας
- διαθεσιμότητα = προσωπικού + μέσων + υλικών

ΕΠΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ε Π Α Ν Α Σ Χ Ε Δ Ι Α Σ Μ Ο Σ

- σύλληψη
- ανάλυση
- ανακατανομή
- διαστασιολόγηση
- ειδικοί έλεγχοι
- λεπτομέρειες
- άσκηση επιβλέφως
- ποιοτικός έλεγχοι
- αποτελεσματικότητα

Απαραίτητα διαδοχικά βήματα επανελέγχου

5.4. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

5.4.1. Γενικές αρχές :

- Άμεσα μέτρα (διακοπή λειτουργίας, κατάλληλα μελετημένα για τάξη προσωρινών υποστηλώσεων - αντιστηρίξεων).
- Ελάφρυνση από φορτία που μπορούν να απομακρυνθούν ή να μειωθούν (βαρειά επιστεγασματα ή στηθαία, δάπεδα μεγάλου βάρους κ.λ.π.)
- Χτίσιμο κουφωμάτων (πόρτες, παράθυρα) που φτάνουν πολύ κοντά σε χωνίες της κατασκευής (π.χ. που δημιουργούν ακραίους πεσσούς μήκους μικρότερους από 1.00 m, περίπου).
- Σε περιπτώσεις έντονης ασυμμετρίας γενικής διατάξεως (π.χ. μεγάλες εκκεντρότητες κέντρου βάρους και κέντρου διατομής) ή σε περιπτώσεις συνδέσεως κατασκευών με τελείως διαφορετικά χαρακτηριστικά αποκλίσεως, να είναι ενδεχόμενο να απαιτείται διακοπή συνέχειας, στίσιμο νέων τοίχων κ.λ.π.
- Σε περιπτώσεις προβληματικής συνεργασίας και συμπεριφοράς του συνόλου, είναι ενδεχόμενο να χρειαστεί εξασφάλιση της διαφραγματικής λειτουργίας της στέγης ή και των δαπέδων και καλή (σωστή και συνεχής) στερέωσή τους.

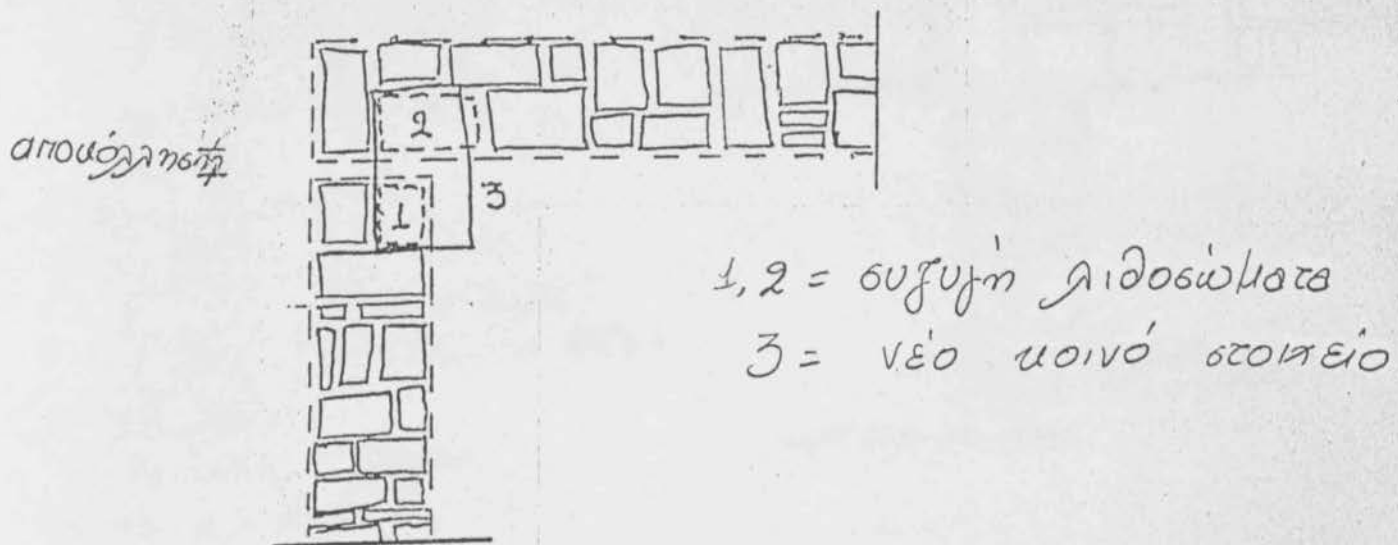
Συνήθως απαιτείται η κατασκευή ισχυρών διαζωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα (στις στάθμες δαπέδων και στέγης) και η αντικατάσταση δαπέδων και στέγης από ελαφρές πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος ή η ενίσχυσή τους:

- στερέωση σιδηροδοκών και πατοξύλων ή ελκυστήρων ζευκτών στέγης, με σιδερένιες λάμες και βλήτρα
- διάταξη χλιαστί συνδέσεων σε οριζόντιο (ή και σε κατακόρυφο) επίπεδο για στέγες
- ενίσχυση γωνιών (σε κάτοψη) με συνδέσμους κάθετους στη διχοτόμο, κ.λ.π.

5.4.2. Επανάσυνδεση αποκολλημένων εγκάρσιων τοίχων και ενίσχυση

Η επισκευή - ενίσχυση εγκάρσιων τοίχων που αποκολλήθηκαν ή και που δείχνει ότι θα αποκολληθεί λόγω μη έντεχνης εργασίας. Η σύνδεση γίνεται με μία από τις παρακάτω τεχνικές:

α) Λιθοσυρραφή



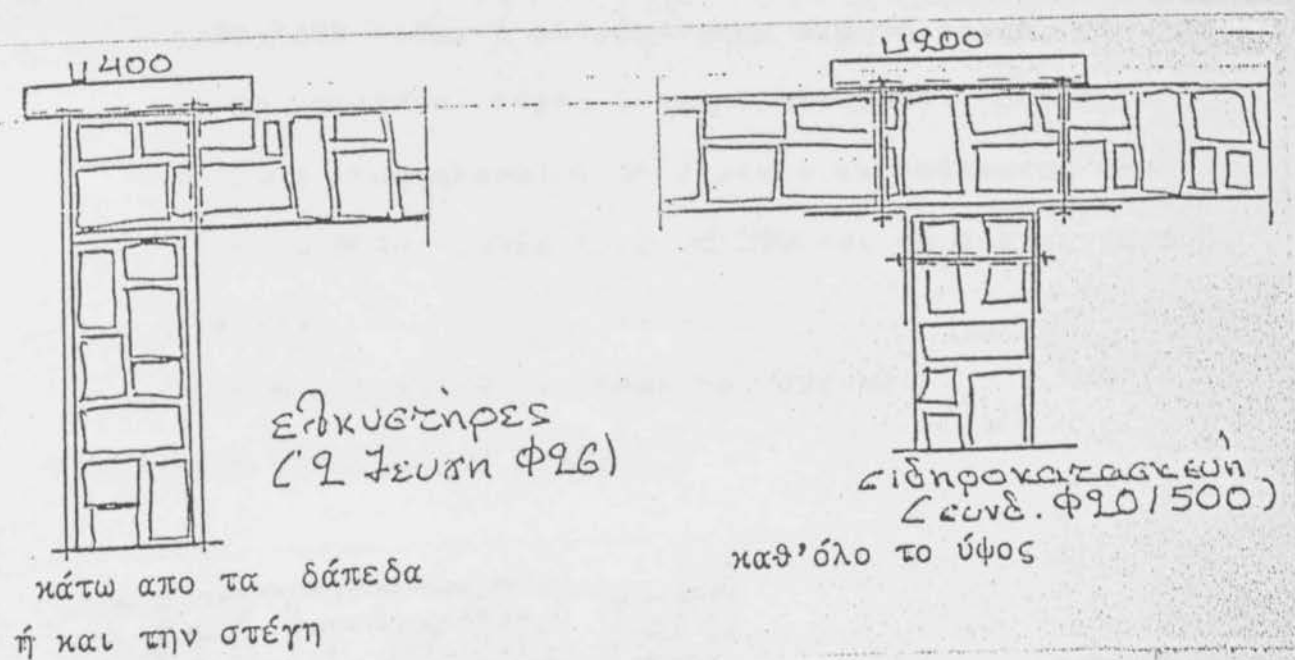
- καθαίρεση συζυγών λίθων ή πλινθών "1" και "2" από κάθε τοίχο
- προσθήκη νέου κοινού στοιχείου "3", κολυμπητά, με

πλούσιο τσιμεντοκονίαμα

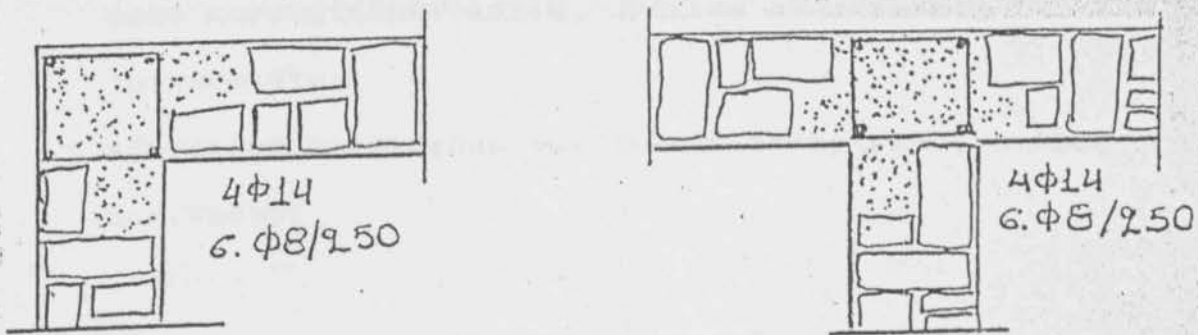
- επανάληψη της αφαιρέσεως - προσθήκης κάθε 500+1000mm, περίπου, μέσα - έξω
- συμπλήρωση κενού ανάμεσα στους τοίχους με πλούσιο τσιμεντοκονίαμα
- κάλυψη με κοτετσόσυρμα ή METAL DEPLOYE και τελικό επιχρισμα.

β) Συρραφή με ελκυστήρες ή σιδεροκατασκευή

Μετά τη διάταξη των ελκυστήρων ή της σιδεροκατασκευής, γίνεται προένταση με δυνακόκλειδο, για μία ελεγχόμενη ανόρθωση των τοίχων και σύσφιξη της γωνίας.

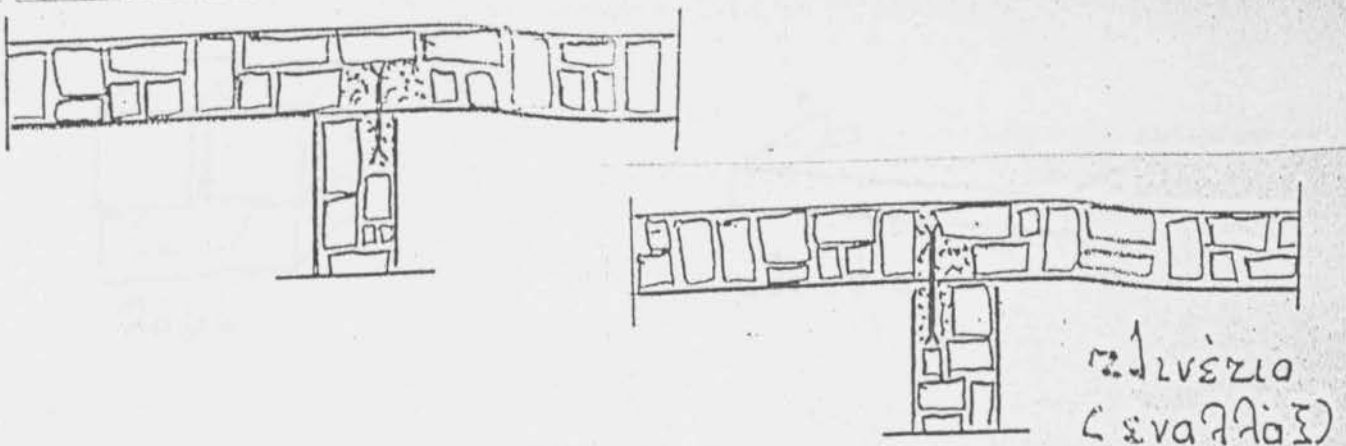


γ) Συροσκή με χύτευση στοιχείου οπλισμένου σκυροδέματος.



- καθαίρεση λίθων ή πλινθών γύρω από τη ρωχή, έτσι ώστε να δημιουργηθεί χώρος για υποστηλώματα.
- χύτευση υποστηλώματος οπλισμένου σκυροδέματος με οπλισμό 4Φ14, συνδετήρες Φ8/250 και φουρκέτες Φ8/500, εναλλάξ
- τελικό επίχρισμα (συνήθως οπλισμένο).

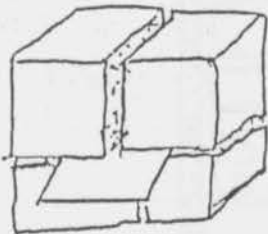
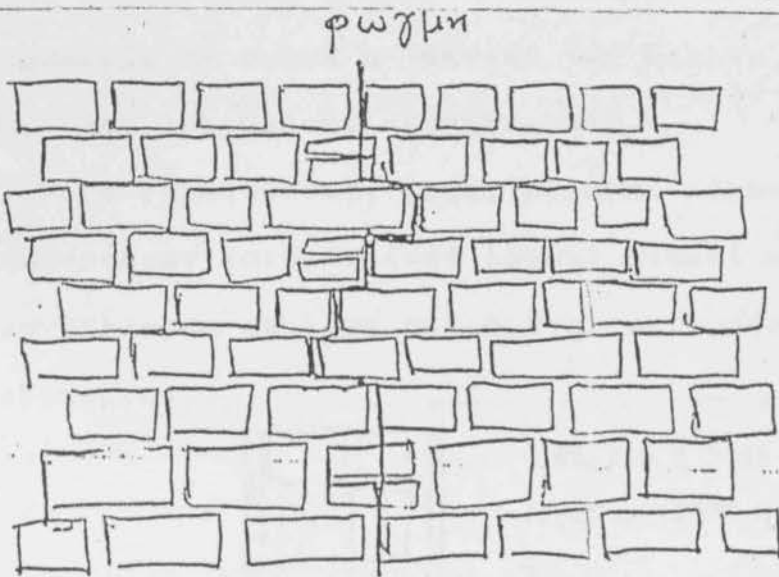
δ) Συροσκή με τζινέτιο ή λάμας



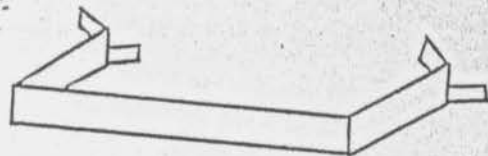
- καθαίρεση λίθων ή πλίνθων από τον κάθε τοίχο
- πλήρωση των κενών με ισχυρό και πηχτό τσιμεντοκονίαμα, αφού τοποθετηθούν τζινέτια ή ανάκατασκευή του τοίχου, αφού τοποθετηθούν λάμες, ανάμεσα σε στρώσεις τοιχωσωμάτων
- εξωτερικό αρμολόγημα και τελικό επίχρισμα (συνήθως οπλισμένο).

5.5. Εντονες ρωγμές μεγάλου ανοίγματος

α) Συρροφή με τζινέτια ή λάμες



λάμα



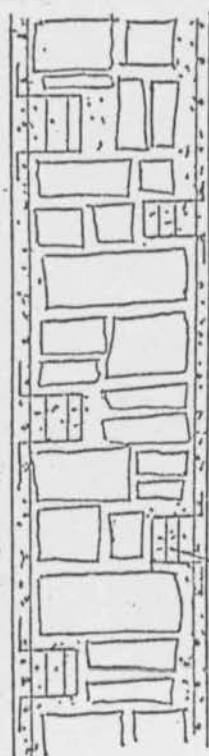
τζινέτιο

- καθαίρεση των βλαμμένων λίθων ή πλίνθων και στις δύο παρειές του τοίχου
- πλήρωση των κενών με ισχυρό και πηχτό τσιμεντοκονίαμα, αφού τοποθετηθούν τζινέτια, ή ανακατασκευή του τοίχου, αφού τοποθετηθούν λάμες, ανάμεσα σε στρώσεις τοιχοσωμάτων
- εξωτερικό αρμολόγημα και τελικό επίχρισμα (συνήθως οπλισμένο).

5.6. Ενίσχυση με μανδύες

Σε περιπτώσεις εκτεταμένων ζημιών και αποδιοργανώσεως της τοιχοποιίας ή όταν αποτελείται εκτεταμένη ενίσχυση, εφαρμόζεται συχνά η τεχνική των διπλών - αμφίπλευρων καταρχήν μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος.

Σε περιπτώσεις, όμως, μεγάλου πάχους τοιχοδομών ή μικρών κατασκευών (οικονομικοί λόγοι) μπορεί να εφαρμόζεται απλός - μονόπλευρος μανδύας οπλισμένου σκυροδέματος (εσωτερικά ή εξωτερικά).



Φ8/250 ή T196
 +έγχυτο 100MM ή GUNITTE 50MM
 ή
 +πεταχτό τσιμεντοκονίαμα 30+50MM

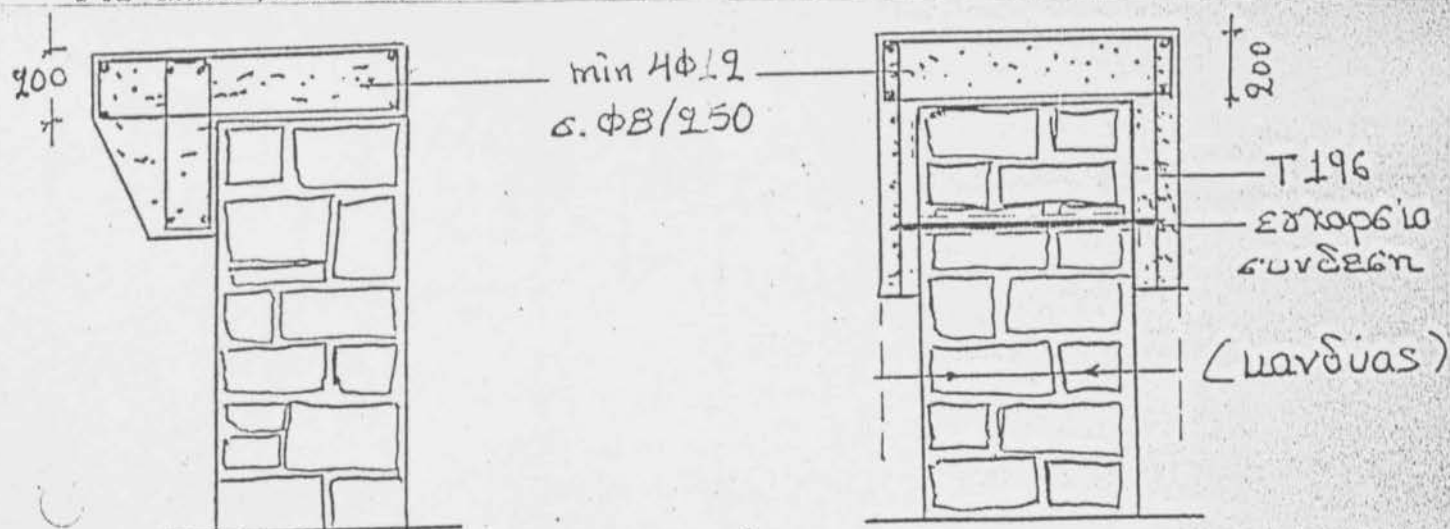
"φωληές"
 ή και διαμπερείς συνδέσεις

- καθαίρεση επιχρισματος (προσεκτική και συστηματική)
- αφαίρεση κονιάματος σε βάθος μέσα στους αρμούς
- δημιουργία φωλιών σε βάθος μέσα στο τοίχο
- πλύσιμο με νερό υπό πίεση

5.7. Διαζώματα

Ριζικότερη λύση για την επισκευή - ενίσχυση διαζωμάτων στέψεως (και περικιών) ή για τη προσθήκη διαζώματος είναι η ολική ανάσχυση ή υποστήλωση - αφήνωση της στέγης, οπότε μπορεί να εφαρμοσθεί μία από τις τεχνικές που παρουσιάζονται στα επόμενα σκετς.

Σε περιπτώσεις που η ανάσχυση της στέγης κρίνεται δύσκολη ή ανέφικτη (το ίδιο δε και σε περιπτώσεις χαμηλότερων διαζωμάτων), μπορεί να γίνει μερική υποστήλωση της στέγης και σταδιακή κατασκευή του διαζώματος πρώτα στο μισό πάχος του τοίχου, αφήνοντας κατάλληλες αναμονές συνδετήρων και ύστερα στο άλλο μισό πάχος.



ΔΙΑΖΩΜΑΤΑ (κατάλληλη πρόβλεψη για αγκύρωση στέγης)

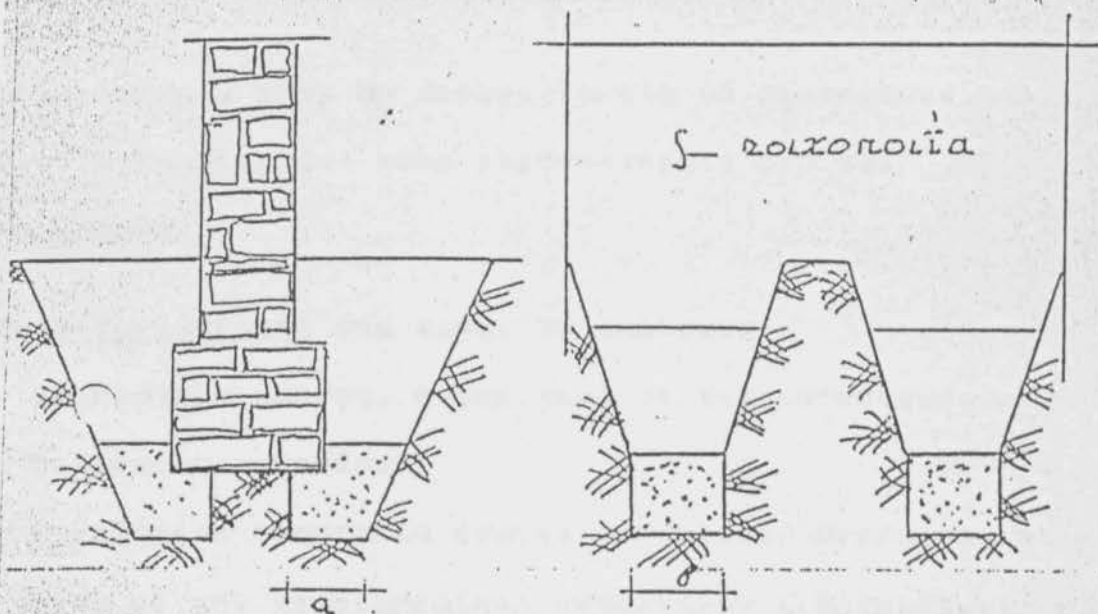
5.8. Επεμβάσεις στη θεμελίωση

Σε περίπτωση που έχει διαπιστωθεί βλάβη των τοίχων από διαφορετικές καθιζήσεις ή και ολισθήσεις λόγω σεισμού, ενδέχεται να πρέπει να μελετηθεί, εκτός από τις επισκευές - ενισχύσεις της ανωδομής και η εκτέλεση συμπληρωματικών έργων για την άρση των εδαφικών αυτών αιτιών.

Αμέσως μετά, παρουσιάζονται συνοπτικά διάφορες δοκιμές τεχνικές (απλές, αλλά και ειδικές) ενισχύσεως θεμελίων από τοιχοδομή, όπως η υποθεμελίωση, η ακαμπτοποίηση κ.λ.π.

α) Υποθεμελιώσεις με ντουλάπια

(αοπλο σκυρόδεμα)

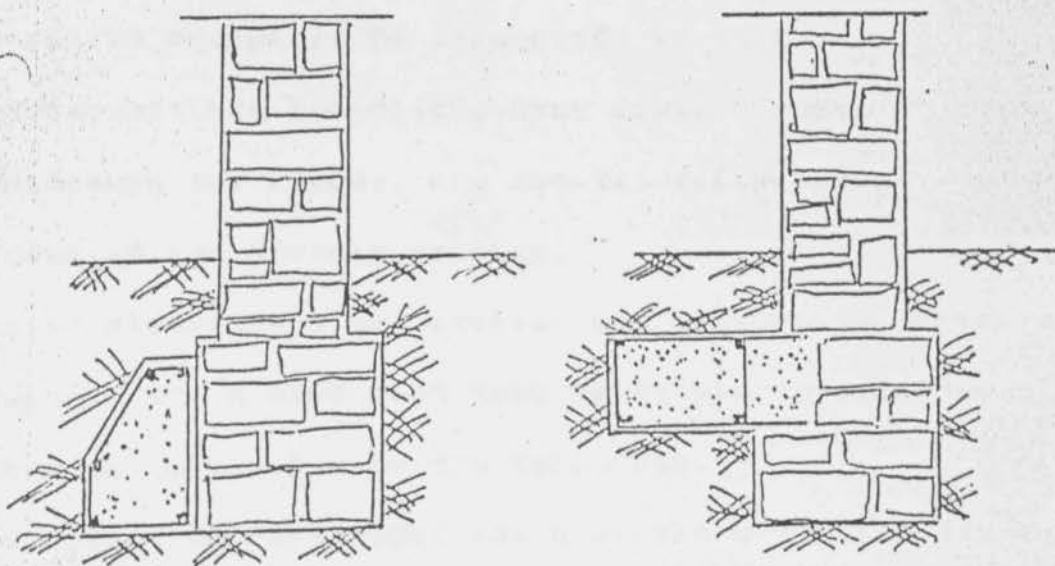


$a = 0.5 \text{ m}$

$b = 0.5 \div 1.0 \text{ m}$

$l \approx 3b$

β) Ενισχύσεις με χαλινούς



διαμήκεις οπλισμοί	: $\Phi 16$
εγκάρσιοι " "	: $\Phi 10$
ελάχιστες διαστάσεις	: 200/500

Σ Υ Μ Π Ε Ρ Α Σ Μ Α Τ Α

Ματά από όλα αυτά θα έπρεπε κανείς να συμπεράνει ότι η τοιχοποιία παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματά της είναι τα ακόλουθα:

- Χαμηλότερο κόστος, συγκριτικά με τις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Ευκολότερη προστασία έναντι πυρκαγιάς, θερμοκρασίας και ήχου με την χρησιμοποίηση κατάλληλων λιθοσωμάτων.
- Ταχύτητα και ευκολία στη κατασκευή. Αυτό έχει μεγάλη σημασία για τη κατασκευή στην ύπαιθρο όπου δεν υπάρχουν οι κατάλληλοι τεχνίτες και ο ανάλογος εξοπλισμός, ενώ η παρουσία του μηχανικού για επίβλεψη είναι συνήθως σπάνια. Υπό αυτές τις συνθήκες, μία κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα θα παρουσίαζε μεγάλες κατασκευαστικές δυσκολίες, όπως είναι η σωστή διαμόρφωση των κόμβων, που απαιτεί ειδικευμένο προσωπικό και δύσκολη τεχνική.
- Βασικό πλεονέκτημα των κτιρίων από τοιχοποιία πρέπει να θεωρηθεί και η αισθητική τους. Τα κτίρια αυτά δίνουν άμεσα με το περιβάλλον του τόπου μας.
- Δεν πρέπει να παραληφθεί και η μεγάλη ανθεκτικότητα της τοιχοποιίας μέσα στο χρόνο.

Ανάμεσα στα μελονεκτήματα της τοιχοποιίας θα μπορούσαν να αναφερθούν και τα ακόλουθα:

- Η ψαθυρή φύση της (που μπορεί να αρθρή εν μέρει με την χρήση διαζωμάτων και οπλισμού).
- Η σημαντική μείωση της αντοχής με την ανακύκλιση και η μικρή πλαστικότητα (που μας επιβάλλουν περιορισμένο αριθμό ορόφων στα κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία).
- Οι μικρότερες τιμές της θλιπτικής αντοχής, συγκριτικά με τις θλιπτικές αντοχές του οπλισμένου σκυροδέματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΤΟΜΟΣ 1, ΤΟΜΟΣ 2
ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ
ΕΥΓΕΝΙΔΕΙΟ ΙΔΡΥΜΑ 20-24 /2/84
2. ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΤΟΜΟΣ 1, ΤΟΜΟΣ 2
ΕΥΓΕΝΙΔΕΙΟ ΙΔΡΥΜΑ
3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ I, II
ΝΙΚΟΥ ΟΡ. ΦΙΝΤΙΚΑΚΗ
4. ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
Γ.Γ. ΠΕΝΤΕΛΗΣ - Α.Ι. ΚΑΠΠΟΣ, ΘΕΣ/ΝΙΚΗ 1992
5. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΟΥ
ΠΑΥΛΟΥ Χ. ΙΩΑΝΝΙΔΗ, ΑΘΗΝΑ 1989
6. Η ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ
Ε.Μ.Π. Θ.Π. ΤΑΣΙΟΥ
7. ΒΛΑΒΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, ΤΟΜΟΣ 1
RUDOLF RYBICKI, DUSSELDORF 1978
ΕΛ. ΜΕΤ. ΑΘΗΝΑ 1980
8. ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΤΩΝ ΖΗΜΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ
ΟΜΙΛΙΑ: ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕ Φ/Τ
ΟΜΙΛΗΤΗΣ: Ι.ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ, ΕΥΓΕΝΙΔΕΙΟ ΙΔΡΥΜΑ 2/4/1981
9. ΔΙΗΜΕΡΟ "ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ ΑΠΟ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ"
ΕΥΓΕΝΙΔΕΙΟ ΙΔΡΥΜΑ, 21-22/11/1991

10. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΕΣΕΙΣ - ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

Π. ΘΕΟΔΩΡΑΚΑΚΟΥ - ΒΑΡΕΛΙΔΟΥ

Γ. ΒΑΡΕΛΙΔΗΣ :

11. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Ν. ΤΣΙΝΙΚΑΣ

12. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

Ν. Ο. ΦΙΝΤΙΑΚΗ

Ρ. ΜΠΟΥΡΝΙΑ