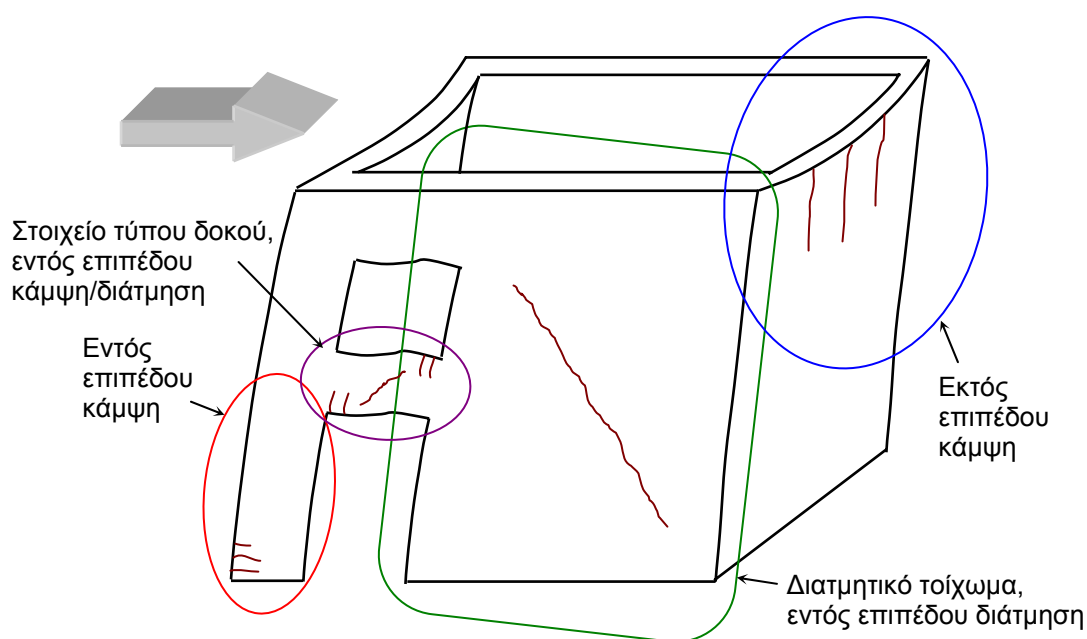


ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΟΙΧΟΠΟΪΑΣ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

8.1 Γενικά

Η ενίσχυση τοιχοποιίας με σύνθετα υλικά μπορεί να γίνει βάσει των αρχών που διέπουν την ενίσχυση στοιχείων από σκυρόδεμα, λαμβάνοντας υπόψη όμως ορισμένες ιδιαιτερότητες. Αυτές αναφέρονται αφενός στην απουσία αρχικού οπλισμού (εκτός αν η τοιχοποιία είναι οπλισμένη), αφετέρου στον τρόπο καταπόνησης των στοιχείων μίας κατασκευής από φέρουσα τοιχοποιία. Οι συνήθεις τύποι καταπόνησης (συμπεριλαμβανομένης της σεισμικής) δίνονται στο Σχ. 8.1.



Σχ. 8.1 Συνήθεις τύποι καταπόνησης τοιχοποιίας.

Με βάση την προέχουσα καταπόνηση, γενικά ένα στοιχείο τοιχοποιίας μπορεί να θεωρηθεί ως φορτιζόμενο σύμφωνα με μία από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- (α) Εκτός επιπέδου κάμψη, π.χ. λόγω φόρτισης κάθετα στο επίπεδο ενός τοίχου.
- (β) Εντός επιπέδου κάμψη, π.χ. σε πεσσούς ή υπέρθυρα.
- (γ) Εντός επιπέδου διάτμηση σε στοιχεία τύπου διατμητικού τοιχώματος.

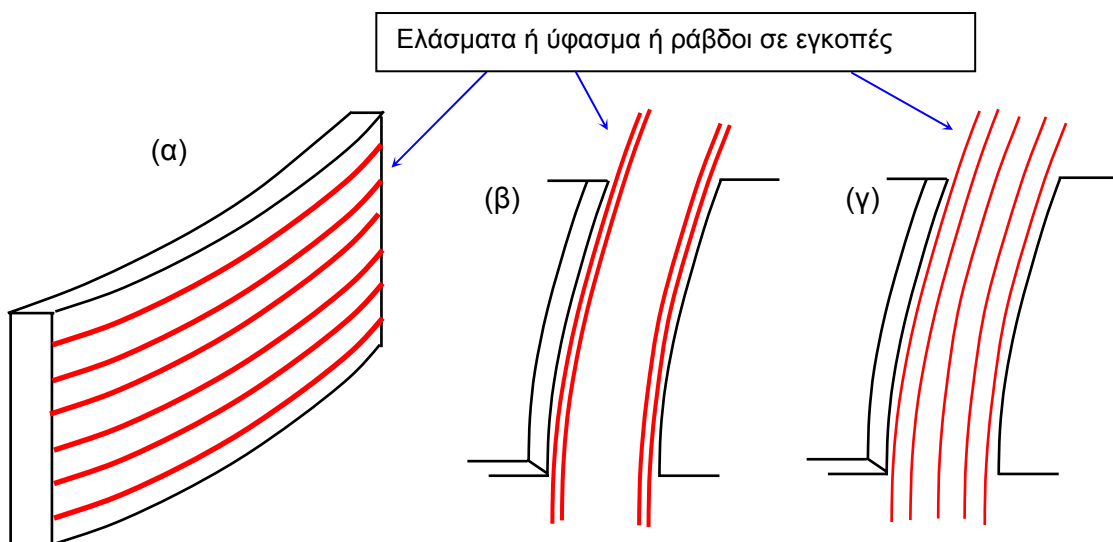
(δ) Εντός επιπέδου διάτμηση σε στοιχεία τύπου δοκού.

Για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις τα σύνθετα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν με διάταξη ινών κατά το δυνατόν παράλληλη στις τροχιές των κυρίων εφελκυστικών τάσεων, όπως περιγράφεται στην επόμενη ενότητα (Triantafyllou 1998).

8.2 Διατάξεις συνθέτων υλικών

Στην ενότητα αυτή δίνονται πιθανές διατάξεις οπλισμών από σύνθετα υλικά με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας για τις προαναφερθείσες περιπτώσεις καταπόνησης αλλά και για την περίπτωση που η επέμβαση στοχεύει στην αναβάθμιση μέσω περίσφιγξης (π.χ. σε υποστυλώματα).

8.2.1 Κάμψη εκτός ή εντός επιπέδου



Σχ. 8.2 Ενδεικτική διάταξη συνθέτων υλικών για ενίσχυση σε κάμψη (α) εκτός επιπέδου, (β) εντός επιπέδου με οπλισμούς κοντά στα πέλματα, (γ) εντός επιπέδου με ομοιόμορφα κατανεμημένους οπλισμούς στις πλευρές.

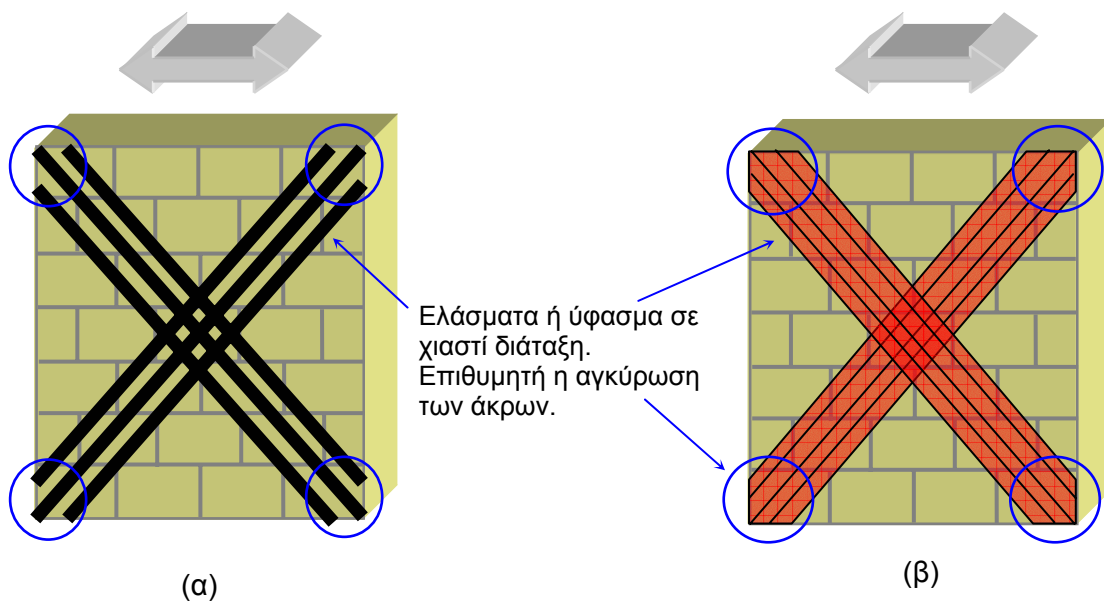
Για κάμψη εκτός επιπέδου οι οπλισμοί συνθέτων υλικών επικολλώνται επιφανειακά ή τοποθετούνται σε εγκοπές, παράλληλα στις τροχιές των κυρίων εφελκυστικών τάσεων (Σχ. 8.2α). Για κάμψη εντός επιπέδου (π.χ. σε πεσσούς ή υπέρθυρα) η τοποθέτηση οπλισμών στα εφελκυσμένα πέλματα είναι γενικά δύσκολη. Στις περιπτώσεις αυτές οι οπλισμοί μπορεί να τοποθετηθούν στις πλευρές, κατά προτίμηση πολύ κοντά στα πέλματα (Σχ. 8.2β), οπότε η συμπεριφορά (και η μέθοδος διαστασιολόγησης) είναι ουσιαστικά ίδια με την περίπτωση εκτός επιπέδου κάμψης. Εναλλακτικά, κυρίως για

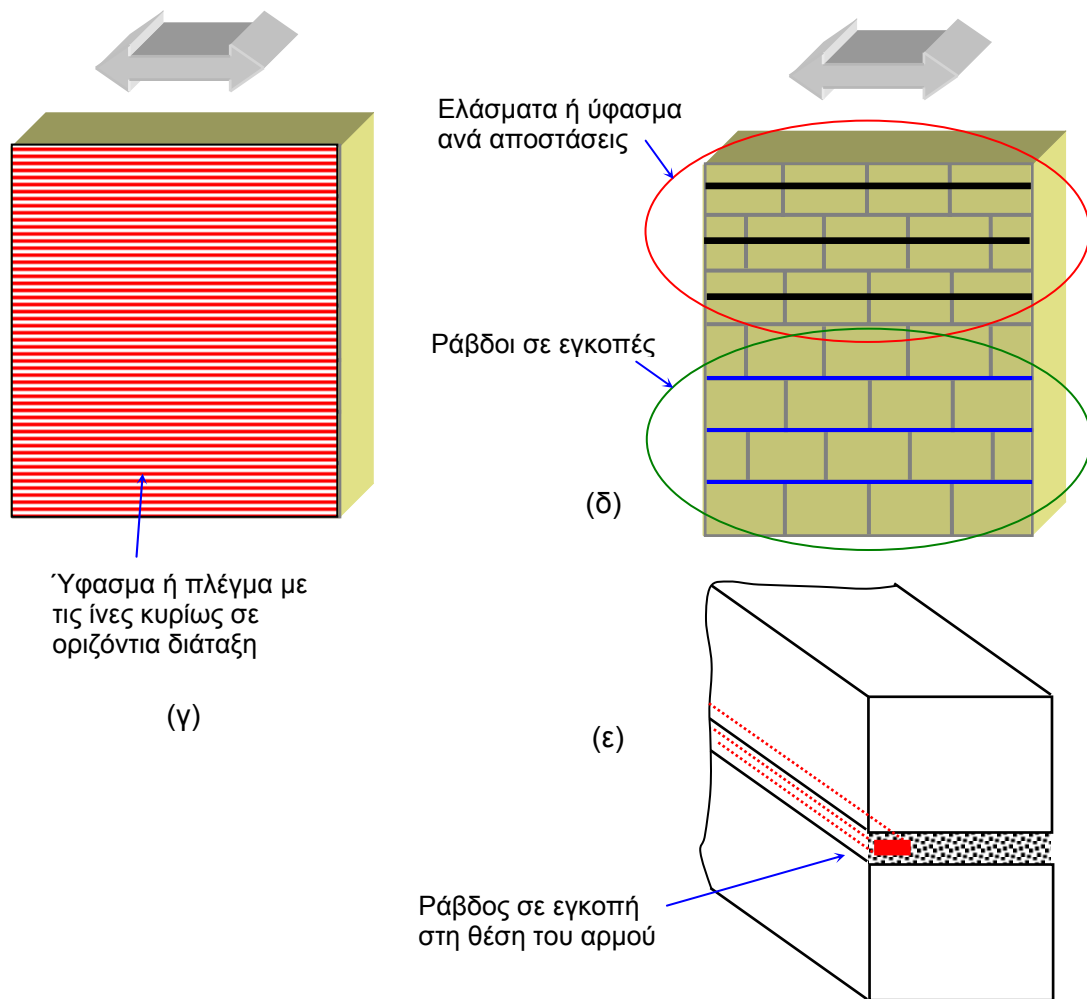
πρακτικούς λόγους (π.χ. όταν η ενίσχυση γίνεται μέσω υφάσματος ή πλέγματος), οι οπλισμοί είναι περίπου ομοιόμορφα κατανεμημένοι στις πλευρές (Σχ. 8.2γ).

8.2.2 Διάτμηση εντός επιπέδου

Πιθανές διατάξεις συνθέτων υλικών για δράση τέμνουσας δύναμης εντός του επιπέδου της τοιχοποιίας δίνονται στο Σχ. 8.3. Η χιαστί διάταξη ελασμάτων (Σχ. 8.3α, 8.4) ή υφάσματος (Σχ. 8.3β) έχει ως βασικό πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί καθολική αφαίρεση του επιχρίσματος. Όμως, για την αποτελεσματική ενεργοποίηση των οπλισμών σε τέτοιες περιπτώσεις απαιτείται η αγκύρωση των άκρων τους, που μπορεί να γίνεται είτε σε στοιχεία σκυροδέματος (π.χ. πλάκες ή οριζόντια διαζώματα) είτε πάνω στην τοιχοποιία (π.χ. σε ειδικά διαμορφωμένες εσοχές) ώστε οι εφελκυστικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στα σύνθετα υλικά να μεταφέρονται στην τοιχοποιία όχι μόνο μέσω διάτμησης στην διεπιφάνεια αλλά και μέσω θλίψης.

Αντί της χιαστί διάταξης οπλισμών μπορεί να γίνεται επικόλληση ελασμάτων ή υφάσματος με πρωτεύουσα διάταξη των ινών παράλληλα στη διεύθυνση της φόρτισης (Σχ. 8.3γ, 8.3δ – άνω τμήμα). Μία ενδιαφέρουσα λύση στην (συνηθισμένη) περίπτωση τοιχοποιίας με οριζόντιους αρμούς είναι η τοποθέτηση οπλισμών μορφής ελασμάτων μικρού πλάτους ή ράβδων μικρής διαμέτρου εντός των αρμών (δηλ. σε “εγκοπές”), αφού προηγηθεί βεβαίως η αφαίρεση του κονιάματος των αρμών κοντά στις εξωτερικές επιφάνειες (Σχ. 8.3δ-ε).





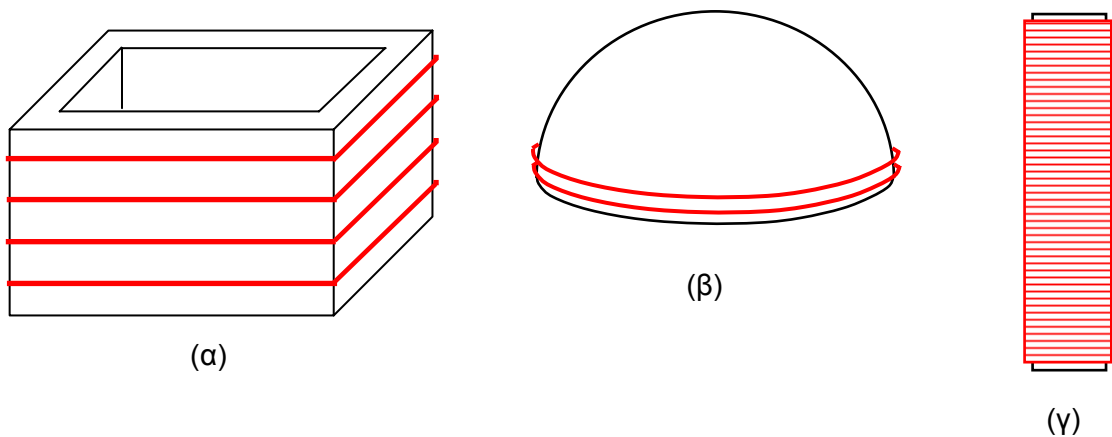
Σχ. 8.3 Διατάξεις συνθέτων υλικών για ενίσχυση σε διάτμηση εντός επιπέδου.



Σχ. 8.4 Χιαστί διάταξη λωρίδων σε τοιχοποιία.

8.2.3 Περίσφιγξη

Η ενίσχυση τοιχοποιίας μέσω περίσφιγξης μπορεί να γίνεται με στόχο την αύξηση της αντοχής (θλιπτικής, διατμητικής ή εφελκυστικής) και/ή της πλαστιμότητας, βάσει της παρεμπόδισης των παραμορφώσεων κάθετα στις τροχιές των κυρίων θλιπτικών τάσεων. Αυτό επιτυγχάνεται π.χ. με εξωτερικούς τένοντες που μπορεί να είναι σε επαφή με την τοιχοποιία σε επιλεγμένες θέσεις, κατά τρόπο αναστρέψιμο (π.χ. Triantafyllou and Fardis 1997), ή ακόμα και με μανδύες, όπως και στην περίπτωση του σκυροδέματος. Ενδεικτικές διατάξεις συνθέτων υλικών για περίσφιγξη δίνονται στο Σχ. 8.5 και παραδείγματα εφαρμογής στο Σχ. 8.6.



Σχ. 8.5 Περίσφιγξη τοιχοποιίας για αύξηση: (α) διατμητικής αντοχής, μέσω οριζόντιας προέντασης, (β) εφελκυστικής αντοχής στη βάση τρούλου μέσω οριζόντιας προέντασης και (γ) πλαστιμότητας ή διατμητικής αντοχής ή θλιπτικής αντοχής σε υποστύλωμα μέσω μανδύα με ίνες σε οριζόντια διάταξη.



(α)

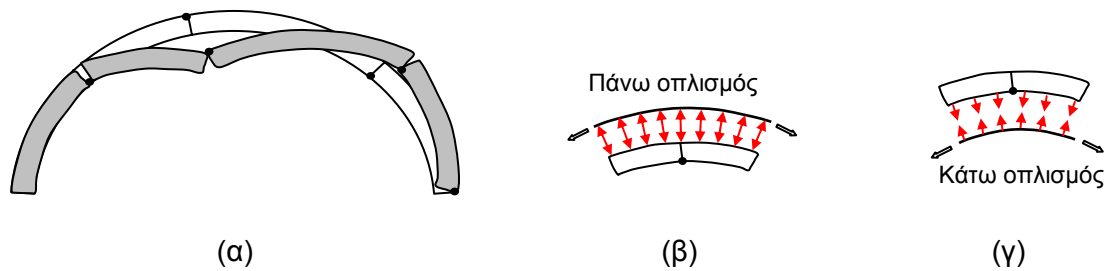


(β)

Σχ. 8.6 Περίσφιγξη (α) υποστυλωμάτων τοιχοποιίας και (β) μέσω οριζόντιων ελκυστήρων σε τρούλο.

8.2.4 Στερέωση θόλων και τόξων

Η στερέωση θόλων και τόξων με σύνθετα υλικά αποτελεί ουσιαστικά εφαρμογή ενίσχυσης για κάμψη εκτός επιπέδου. Στόχος τέτοιων επεμβάσεων (Σχ. 8.7) είναι η ενεργοποίηση των συνθέτων υλικών στις περιοχές “αρθρώσεων” κατά τον σχηματισμό μηχανισμού κατάρρευσης, με αποτέλεσμα την αποτροπή τέτοιου μηχανισμού και κατ’ επέκταση την σημαντική αύξηση φέρουσας ικανότητας έναντι σεισμικών φορτίων.



Σχ. 8.7 Στερέωση τόξων με σύνθετα υλικά στην εξωτερική (πάνω) και εσωτερική (κάτω) όψη.