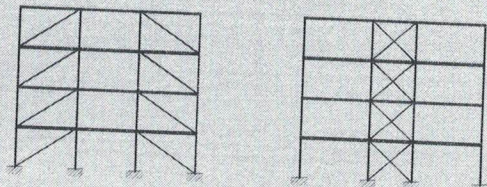


Σ.Γ.5 ΔΙΚΤΥΩΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΧΩΡΙΣ ΕΚΚΕΝΤΡΟΤΗΤΑ

Στο ακόλουθο σχήμα δείχνονται οι τύποι των συνδέσμων αυτών:



Διαγώνιοι Σύνδεσμοι

$V_M = (M_{RA} + M_{RB}) / \ell$ η τέμνουσα που αντιστοιχεί στην οριακή καμπτική αντοχή των άκρων της δοκού υπολογιζόμενη με την ανώτερη τιμή της τάσης διαρροής και

ℓ είναι το άνοιγμα της δοκού.

- [3] Οι συνδέσεις της δοκού στα υποστυλώματα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παρ. Γ.3 με θεώρηση της οριακής αντοχής σε κάμψη M_{pd} της διατομής πλαστικής άρθρωσης και τέμνουσα δύναμη ίση με $V_o + V_M$ όπως καθορίστηκε προηγουμένως.

Γ.4.3 Υποστυλώματα

- [1] Τα υποστυλώματα ελέγχονται σε κάμψη με ορθή δύναμη σύμφωνα με την παρ. 4.1.4.1 του Αντισεισμικού Κανονισμού.

- [2] Η δυσμενέστερη τέμνουσα του υποστυλώματος από τους σεισμικούς συνδυασμούς πρέπει να ικανοποιεί την συνθήκη:

$$V / V_{pd} \leq 0.50 \quad \dots \dots \dots \quad (\Gamma.3.1)$$

- [3] Σε κόμβο σύνδεσης δοκού με υποστυλώμα, η τέμνουσα δύναμη φατνώματος κορμού το οποίο περιβάλλεται και στις 4 πλευρές από πέλματα των συνδεομένων στοιχείων ή από επεκτάσεις τους, αρκεί να ικανοποιεί την συνθήκη:

$$V / V_{pd} \leq 1.00 \quad \dots \dots \dots \quad (\Gamma.3.2)$$

- [4] Συνδέσεις επέκτασης των υποστυλωμάτων θα σχεδιάζονται με αντοχή που υπερβαίνει εκείνη των συνδεομένων στοιχείων.

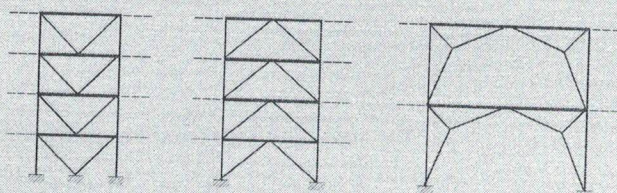
Γ.5 ΔΙΚΤΥΩΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΧΩΡΙΣ ΕΚΚΕΝΤΡΟΤΗΤΑ

Γ.5.1 Δράση και Πλάστιμα Στοιχεία

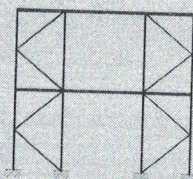
- [1] Σε δικτυωτούς συνδέσμους χωρίς εκκεντρότητα η ανάληψη των οριζοντίων δυνάμεων γίνεται κυρίως από ράβδους επιπονούμενες σε αξονική δύναμη. Πλάστιμα στοιχεία σε τέτοιους συνδέσμους είναι κατά κύριο λόγο οι εφελκόμενες διαγώνιοι.

- [2] Δικτυωτοί σύνδεσμοι κατάλληλοι για την ανάληψη σεισμικών δυνάμεων ανήκουν στους ακόλουθους 2 τύπους:

- **Διαγώνιοι σύνδεσμοι.** Στον τύπο αυτό οι οριζόντιες δυνάμεις εναλλασσόμενης φοράς αναλαμβάνονται συνήθως μόνο από τις εκάστοτε εφελκόμενες διαγωνίους, ενώ αγνοείται η συμμετοχή των θλιβομένων διαγωνίων (που δεν ελέγχονται σε θλίψη). Οι διαγώνιοι αντίθετης δράσης



Σύνδεσμοι Τύπου V ή Λ



Σύνδεσμοι Τύπου K (Ακατάλληλοι από Σεισμική Άποψη)

Σ.Γ.5.2 Διαγώνιοι

Η λυγνρότητα των διαγωνίων συνδέσμων πρέπει εν γένει να είναι περιορισμένη. Οι κύριες δυνάμεις αξονικού εφελκυσμού και αξονικής θλίψης που αναλαμβάνουν οι διαγώνιοι, έχουν σαν αποτέλεσμα την πολύ περιορισμένη δυνατότητά τους σε αναστρεφόμενες ανελαστικές παραμορφώσεις. Δοκιμές έδειξαν ότι αφού υποστεί λυγισμό, μία αξονικά φορτιζόμενη διαγώνιος χάνει γρήγορα την αντοχή της κάτω από επαναλαμβανόμενες ανελαστικές αντιστροφές του φορτίου, και δεν ξαναγυρίζει στην αρχική ευθύγραμμη θέση της {1}. Οι υστερητικοί βρόχοι παρουσιάζουν ένα έντονα οξυκόρυφο σχήμα.

Πολύ λεπτές διαγώνιοι δεν έχουν σχεδόν καθόλου ακαμψία στη λυγισμική θέση. Κατά την αναστροφή του φορτίου, η διαγώνιος αναλαμβάνει ταχύτατα εφελκυστική δύναμη ενώ ταυτόχρονα τείνει να επανακτήσει το ευθύγραμμο σχήμα. Αυτή η ταχεία αύξηση του φορτίου μπορεί να προκαλέσει κρουστική φόρτιση και να οδηγήσει σε ψαθυρή αστοχία της σύνδεσης.

Αντίθετα διαγώνιοι με μικρή τιμή του λόγου L/r καταναλώνουν περισσότερη σεισμική ενέργεια, διότι στην μετελαστική περιοχή υπόκεινται σε ανακυκλιζόμενη ανελαστική κάμψη, πράγμα που λεπτά μέλη δεν μπορούν.

Τέλος οι καμπυλότητες που αναπτύσσονται κατά την ανακυκλιζόμενη ανελαστική κάμψη λεπτών διαγωνίων, μπορεί να είναι μεγάλες με αποτέλεσμα να εμφανισθεί τοπικός λυγισμός.

{1} AISC Seismic Provisions for structural steel building, June 15, 1992

μπορούν να βρίσκονται στο ίδιο φάτνωμα (σύνδεσμοι τύπου Χ) ή σε διαφορετικό φάτνωμα. Στην τελευταία περίπτωση το μέγεθος $A\cos\phi$ (όπου Α η διατομή και φ η γωνία κλίσης της διαγωνίου ως προς την οριζόντιο) δεν πρέπει να μεταβάλλεται περισσότερο από 10% μεταξύ 2 αντιθέτων διαγωνίων του ίδιου ορόφου.

- **Σύνδεσμοι τύπου V ή Λ.** Στον τύπο αυτό η συμμετοχή της θλιβομένης διαγωνίου είναι απαραίτητη για την ανάληψη των οριζοντίων δυνάμεων. Οι διαγώνιοι μπορούν να έχουν μορφή V ή Λ και το κοινό σημείο τους βρίσκεται στο άνοιγμα του ζυγώματος χωρίς να διακόπτει την στατική του συνέχεια.

- [3] Σύνδεσμοι τύπου Κ, με σημείο τομής των διαγωνίων σε ενδιάμεσο σημείο του ύψους των υποστυλωμάτων, απαιτούν την συμμετοχή του υποστυλώματος στον μηχανισμό διαρροής και προκαλούν εξαιρετικά δυσμενείς επιρροές 2ας τάξεως, με συνέπεια να μην προσφέρουν δυνατότητα πλαστικής συμπεριφοράς ($\alpha = 1.00$). Η χρήση τους επιτρέπεται μόνο σε περιοχές σεισμικότητας Ι και για κατασκευές σπουδαιότητας Σ1.

Γ.5.2 Διαγώνιοι

- [1] Οι διαγώνιοι θα ικανοποιούν την συνθήκη

$$N_s / N_{pd} \leq 1.00 \quad \text{..... (Γ.4)}$$

όπου:

N_s είναι η μέγιστη εφελκυστική δύναμη που προκύπτει από τους σεισμικούς συνδυασμούς και

N_{pd} είναι η υπολογιστική οριακή αντοχή σε εφελκυσμό.

Επίσης θα ικανοποιούν τις συνθήκες των παρ. Γ.2 και Γ.3 του παρόντος.

- [2] Η ανηγμένη λυγηρότητα $\bar{\lambda}$ των διαγωνίων πρέπει να περιορίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{Af_y / N_{cr}} \leq 1.50 \quad \text{..... (Γ.5)}$$

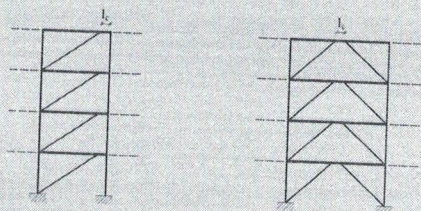
όπου:

A είναι το εμβαδόν της διατομής,

f_y είναι το όριο διαρροής και

$N_{cr} = \pi^2 EI / \ell^2$ είναι το ιδεατό κρίσιμο φορτίο Euler της διαγωνίου.

Σ.Γ.6 ΔΙΚΤΥΩΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΜΕ ΕΚΚΕΝΤΡΟΤΗΤΑ



Δικτυωτοί συνδέσμων με εκκεντρότητα

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η παραπάνω σχέση $\bar{\lambda} \leq 1.50$ είναι ισοδύναμη με λυγηρότητα $\lambda \leq 140$ για χάλυβα S235, $\lambda \leq 129$ για χάλυβα S275 και $\lambda \leq 114$ για χάλυβα S355, πρέπει δε να εφαρμόζεται και στην περίπτωση διαγωνίων συνδέσμων τύπου Χ στους οποίους η σεισμική τέμνουσα θεωρείται ότι αναλαμβάνεται εξ ολοκλήρου από τις εκάστοτε εφελκυσόμενες διαγωνίους. Η παραπάνω σχέση (Γ.5) θα εφαρμόζεται ακόμη και στην περίπτωση εφαρμογής της παρ. 4.1.4.[5] κατά την οποία δεν απαιτείται η ικανοποίηση των κανόνων εφαρμογής του παρόντος Παραρτήματος Γ.

Γ.5.3 Υποστυλώματα και Δοκοί

- [1] Τα υποστυλώματα και οι δοκοί κάθε ορόφου θα ελέγχονται σε λυγισμό υπό την επίδραση του σεισμικού *συνδυασμού* (4.1) αλλά με τα μεγέθη σεισμικής έντασης πολλαπλασιασμένα επί συντελεστή ικανοτικής μεγέθυνσης:

$$\alpha_{cd} = (1.20 N_{Pdi} - N_{vdi}) / N_{Edi} \leq q$$

όπου:

N_{Pdi} είναι η υπολογιστική αντοχή της εφελκυσόμενης διαγωνίου του ορόφου,

N_{vdi} είναι η εφελκυστική δύναμη της ίδιας διαγωνίου υπό την επίδραση των μη σεισμικών δράσεων του σεισμικού συνδυασμού (κατά κανόνα $N_{vdi} = 0$) και

N_{Edi} είναι η εφελκυστική δύναμη της διαγωνίου μόνον υπό τη σεισμική δράση του *συνδυασμού* (4.1).

- [2] Οι οριζόντιες δοκοί δικτυωτών συνδέσμων μορφής V ή Λ πρέπει να υπολογίζονται έτσι ώστε να μπορούν να παραλάβουν, τα κατακόρυφα φορτία χωρίς να ληφθεί υπόψη η ενδιάμεση στήριξη από τις διαγωνίους.

Γ.6 ΔΙΚΤΥΩΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΜΕ ΕΚΚΕΝΤΡΟΤΗΤΑ

Γ.6.1 Δράση και Πλάσιμα Στοιχεία

- [1] Το βασικό χαρακτηριστικό αυτών των συνδέσμων είναι ότι η σύνδεση του ενός τουλάχιστον άκρου της κάθε διαγωνίου με το ζύγωμα γίνεται με εκκεντρότητα ως προς τον αντίστοιχο κόμβο (υποστυλώματος-ζυγώματος ή ετέρας διαγωνίου-ζυγώματος). Το τμήμα του ζυγώματος που αποτελεί την έκκεντρη σύζευξη ονομάζεται «δοκός σύζευξης» και υπόκειται σε μεγάλη διατμητική και καμπτική καταπόνηση από οριζόντια φορτία. Στο τμήμα αυτό είναι συνεπώς ευκολότερο να συγκεντρωθούν οι απαιτήσεις πλαστιμότητας.
- [2] Ο μηχανισμός διαρροής της δοκού σύζευξης εξαρτάται από τον λόγο του μήκους της I_c προς το μήκος

$$I_0 = 2M_{pc} / V_{pc}$$

όπου M_{pc} και V_{pc} η αντοχή σε κάμψη και διάτμηση της διατομής της δοκού σύζευξης.

Όταν $I_c / I_0 \leq 0.80$ αναπτύσσεται κυρίως διατμητική διαρροή (διατμητική πλαστική άρθρωση).

Όταν $I_c / I_0 \geq 1.30$ η διαρροή είναι κυρίως καμπτική (ζεύγος καμπτικών πλαστικών αρθρώσεων).

Στην ενδιάμεση περιοχή η διαρροή είναι σύμμικτη. Σε όλες τις περιπτώσεις υπάρχει δυνατότητα μεγάλης πλαστιμότητας.

- [3] Οι δοκοί σύζευξης πρέπει να υπολογίζονται και να μορφώνονται έτσι ώστε να παρέχουν επαρκή πλαστιμότητα. Τα άλλα στοιχεία (στύλοι, διαγώνιοι και υπόλοιπο τμήμα των ζυγωμάτων) πρέπει να ελέγχονται με ικανοτικό σχεδιασμό, ώστε η διαρροή να περιορίζεται στις δοκούς σύζευξης.

Γ.6.2 Δοκοί Σύζευξης

- [1] Οι διατομές των δοκών σύζευξης πρέπει να είναι κατηγορίας A, σύμφωνα με τον Πίνακα 1. Στους κορμούς δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση ελασμάτων ενίσχυσης, ούτε η διάνοιξη οπών.
- [2] Τα άκρα των δοκών σύζευξης πρέπει να ενισχύονται με αμφίπλευρες νευρώσεις καθ' όλο το ύψος του κορμού. Το πάχος των νευρώσεων αυτών πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο προς $0,75 t_w$ ή 10 mm.
- [3] Όταν $I_c / I_0 \leq 1.40$ απαιτείται διάταξη και ενδιάμεσων νευρώσεων. Οι ενδιάμεσες νευρώσεις πρέπει να καταλαμβάνουν ολόκληρο το ύψος του κορμού, ώστε να εξασφαλίζουν τον κορμό και τα πέλματα από λυγισμό, επιτρέπεται δε να είναι μονόπλευρες σε δοκούς ύψους μέχρι 600 mm. Η μέγιστη απόσταση μεταξύ διαδοχικών νευρώσεων θα λαμβάνεται ίση με:

$$56t_w - d/5 \text{ για } I_c / I_0 \geq 1.15$$

ή

$$38t_w - d/5 \text{ για } I_c / I_0 \leq 0.80.$$

Για τιμές I_c / I_0 μεταξύ των προηγούμενων ορίων θα γίνεται γραμμική παρεμβολή.

- [4] Οι αντοχές των δοκών σύζευξης σε αξονική δύναμη, ροπή κάμψεως και τέμνουσα δύναμη δίδονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$N_{pc} = 2b_f t_f f_y + h_w t_w f_y \quad \dots\dots\dots (\Gamma.6.1)$$

$$M_{pc} = b_f t_f (h_w + t_f) f_y + 0.25 t_w h_w^2 f_y \quad \dots\dots\dots (\Gamma.6.2)$$

$$V_{pc} = h_w t_w f_y / \sqrt{3} \quad \dots\dots\dots (\Gamma.6.3)$$

όπου:

b_f και t_f είναι, αντίστοιχα, το πλάτος και το πάχος των πελμάτων,

h_w και t_w είναι, αντίστοιχα, το ύψος και το πάχος των κορμών και

f_y είναι το όριο διαρροής

[5] Δοκοί σύζευξης με μηχανισμό καμπτικών πλαστικών αρθρώσεων, διαστασιολογούνται όπως οι δοκοί των πλαισίων (βλ. παρ. 4.2).

[6] Δοκοί σύζευξης με μηχανισμό διατμητικών πλαστικών αρθρώσεων, πρέπει να ικανοποιούν τις ακόλουθες συνθήκες:

$$N_{sc} / N_{pc} \leq 0.10 \quad \dots\dots\dots (\Gamma.7.1)$$

$$M_{sc} / M_{pc} \leq 0.70 \quad \dots\dots\dots (\Gamma.7.2)$$

$$V_{sc} / V_{pc} \leq 1.00 \quad \dots\dots\dots (\Gamma.7.3)$$

όπου:

N_{sc}, M_{pc}, V_{sc} η αξονική, ροπή και τέμνουσα όπως προκύπτουν από τους σεισμικούς συνδυασμούς για $\max V_{sc}$.

Γ.6.3 Υποστυλώματα και Διαγώνιοι

[1] Θα ελέγχονται σε κάμψη και λυγισμό με τις δράσεις που ορίζονται στην παρ. 5.3 με ικανοτικό συντελεστή:

$$\alpha_{cd} = 1.20 \min(V_{pdi} / V_{sdi}, M_{pdi} / M_{sdi}) \quad \dots\dots\dots (\Gamma.8)$$

όπου:

V_{sdi}, M_{sdi} είναι, αντίστοιχα, η τέμνουσα και η ροπή από το σεισμικό συνδυασμό στην πλαστική άρθρωση (δοκό σύζευξης) του ίδιου ορόφου και

V_{pdi}, M_{pdi} είναι οι αντίστοιχες οριακές αντοχές της διατομής της δοκού σύζευξης.