

ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΧΑΛΥΒΑΙΝΩΝ ΡΑΒΔΩΝ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις σύγχρονες κατασκευές παρουσιάζεται η ανάγκη συγκόλλησης χάλυβων οπλισμού.[2]Είναι απαραίτητη η γνώση της συμπεριφοράς του συγκολλημένου δομικού χάλυβα καθώς απαιτούνται συγκολλήσεις πάνω στον υπάρχοντα οπλισμό στοιχείων που πρόκειται να ενισχυθούν ή να επισκευασθούν μετά από βλάβη λόγω σεισμού.Οι συγκολλήσεις αυτές καλούνται να μεταφέρουν,μέσω αναρτήρων(πάπιες) ή και άλλων στοιχείων,φορτία από τον παλιό στον νέο οπλισμό κάποιου επισκευασμένου στοιχείου και αντίστροφα.[1],[5]-[11]

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο τρόπος εκτέλεσης των συγκολλήσεων ποικίλει ανάλογα με τη θέση που βρίσκονται τα προς συγκόλληση κομμάτια,πράγμα που επιρρεάζει την ικανότητα διείσδυσης άρα και πρόσφυσης της συγκόλλησης,στο μέταλλο στο οποίο γίνεται η συγκόλληση καθώς και τον τρόπο καταπόνησής της(διάτμηση ή εφελκυσμός).[1],[5]-[11]Υπάρχουν διάφοροι τύποι συγκολλησίμων και υπό προϋποθέσεις συγκολλησίμων χάλυβων[3].Κατά τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται συνεχώς νέες ποιότητες χάλυβα που παράγονται με διάφορες νέες τεχνικές και κυκλοφορούν παράλληλα προς τις παλαιότερες συμβατικές.[2]

2.ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

Σε κάθε περίπτωση η συγκόλληση συνεπάγεται τοπική αύξηση της θερμοκρασίας και διαφοροποίηση της δομής και των ιδιοτήτων του χάλυβα στην περιοχή της συγκόλλησης.Η εξασθένηση της αντοχής του χάλυβα από την εμφάνιση μαλακών συστατικών ή αντίθετα η εμφάνιση σκληρών και ψαθυρών συστατικών που προσδίδουν στον χάλυβα ευθραυστότητα εξαρτάται τόσο από την χημική σύνθεση του χάλυβα,όσο και από την τεχνολογία παραγωγής του και χαρακτηρίζει την συγκολλησιμότητά του.[2] Οι συγκολλήσεις πρέπει πάντα να γίνονται υπό αυστηρή τήρηση των σχετικών μέτρων ασφαλείας,από τεχνίτες πεπειραμένους και ικανούς.Η θέση συγκολλήσεως πρέπει να επιλέγεται σε ευθύγραμμο τμήμα της ράβδου.[4]

3.ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΩΣ

Συγκολλησιμοι θεωρούνται οι χάλυβες με ποσοστό περιεχομένου άνθρακα μικρότερο από 0,25 %.Για χάλυβα με περιεκτικότητα άνθρακα από 0,25% μέχρι 0,4% απαιτούνται **ειδικά ηλεκτρόδια**(βασικά),καθώς και ιδιαίτερες συνθήκες συγκόλλησης(προθέρμανση).Για περιεκτικότητα σε άνθρακα μεγαλύτερη από 0,4% οι χάλυβες θεωρούνται μη συγκολλησιμοι.Τα ισχύοντα για τους χάλυβες προδιαγράφονται στο Πρότυπο ΕΛΟΤ 971 καθώς και στο παλαιότερο Πρότυπο ΕΛΟΤ 959.[3]

4.ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ 971

Οι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος του Προτύπου ΕΛΟΤ 971 είναι συγκολλησιμοι με τις μεθόδους συγκόλλησης και για τους τύπους σύνδεσης που αναφέρονται στον **Πίνακα 1**.Η συγκολλησιμότητα θεωρείται αυταπόδεικτη αν η χημική σύσταση του υλικού σε C,P,S και N δεν υπερβαίνει τις μέγιστες τιμές που αναφέρονται στον **Πίνακα 2** και το ισοδύναμο σε άνθρακα δεν υπερβαίνει το 0,50 % στη σύνθεση του ρευστού χάλυβα κατά τη χύτευσή του

και το 0,53% στη σύνθεση του τελικού προϊόντος. Το ισοδύναμο σε άνθρακα εκφράζεται με το άθροισμα:[3]

$$C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+\gamma}{5} + \frac{Cu+Ni}{15}$$

όπου C,Mn,Cr,Mo,γ,Cu και Ni είναι τα ποσοστά % των στοιχείων αυτών,όπως προσδιορίζονται με χημική ανάλυση.[3]

5.ΔΟΚΙΜΕΣ

Κατά τη **δοκιμή εφελκυσμού** προσδιορίζεται μόνο η εφελκυστική αντοχή του συγκολλημένου δοκιμίου, η οποία δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 90 % της αντίστοιχης τιμής που έχει προσδιοριστεί σε ασυγκόλλητο δοκίμιο από το ίδιο δείγμα,υπό την προϋπόθεση το συγκολλημένο δοκίμιο να ανταποκρίνεται στην ελάχιστη τιμή του ορίου αντοχής σε εφελκυσμό όπως αναφέρεται στον Πίνακα 3. [3]

Κατά τη **δοκιμή κάμψης** συγκολλημένων δοκιμίων γύρω από κυλινδρικά στελέχη των οποίων η διάμετρος αναφέρεται στον Πίνακα 4 και κατά γωνία 90° ,δεν πρέπει να εμφανιστεί καμιά ρωγή στο βασικό μέταλλο.Αν όμως μία ρωγή αρχίσει από την περιοχή της συγκόλλησης και σταματήσει στο βασικό μέταλλο,τότε το αποτέλεσμα της δοκιμής γίνεται επίσης αποδεκτό.[3]

6.ΗΛΕΚΤΡΟΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

Όταν μιλούμε για συγκόλληση στο εργοτάξιο των χαλύβων οπλισμού σκυροδέματος, εννοούμε πάντα **ηλεκτροσυγκόλληση**. [4] Η ηλεκτροσυγκόλληση των **χαλύβων S400 και S500** εκτελείται στο έργο μόνο εφόσον τα κατασκευασθέντα προηγούμενως δοκίμια περάσουν επιτυχώς τις παραπάνω δοκιμές. Η εφελκυστική αντοχή του συγκολλημένου δοκιμίου δεν πρέπει να είναι μικρότερη από το 90 % της αντοχής του ασυγκόλλητου δοκιμίου από το ίδιο δείγμα. Η αποδοχή της κατά 10 % μειωμένης αντοχής, δικαιολογείται(χωρίς να αναγράφεται στο Πρότυπο) από την εκκεντρότητα των αξόνων των παρατιθεμένων ράβδων και την εκκεντρότητα της συγκόλλησης. [4]

Η ηλεκτροσυγκόλληση άκρη με άκρη εκτελείται σε ράβδους ονομαστικής διαμέτρου ίσης ή μεγαλύτερης από 20 mm ως εξής: Τα προς συγκόλληση άκρα των ράβδων διαμορφώνονται και ενώνονται ακολουθώντας την αρίθμηση των ραφών όπως περιγράφεται στο Σχήμα 1. Στο σημείο συγκόλλησης η διάμετρος της ράβδου μπορεί να ενισχυθεί μέχρι 1,2d ,όπου d είναι η ονομαστική διάμετρος των ράβδων. [3]

Η **μετωπική ηλεκτροσυγκόλληση** εκτελείται μόνο σε ράβδους με ονομαστική διάμετρο d ίση ή μεγαλύτερη των 20 mm και **μόνο** για συγκολλησίμους χάλυβες. Τα προς συγκόλληση άκρα κόβονται έτσι ώστε να αποκτήσουν σχήμα άκρου κατσαβιδιού και φέρονται σε απόσταση 2 mm περίπου. Το ενδιάμεσο γεμίζει με διαδοχικές στρώσεις κολλήσεως όπως φαίνεται στο Σχήμα 1 του ΕΛΟΤ 971 .Στο σημείο συγκόλλησης η διάμετρος μπορεί να φτάσει μέχρι 1.2d .Κατά τον έλεγχο της συγκόλλησης η θραύση πρέπει να γίνει έξω από τη συγκόλληση ,αν αυτή γίνει σωστά, για εφελκυστική δύναμη σύμφωνη με την πραγματική διατομή της ράβδου και την επιλεγμένη τάση θραύσεως, χωρίς μείωση. [4],[3]

Η **ηλεκτροσυγκόλληση σταυρωτά** εκτελείται χωρίς καμία προετοιμασία των ράβδων. Η **ηλεκτροσυγκόλληση σταυρωτά** γίνεται χωρίς προετοιμασία. Συνήθως γίνεται για την βελτίωση της αγκύρωσης και πρέπει να μπορεί να αναλάβει δύναμη ίση προς 0.3 fyk As. [4]

Οι υπόλοιποι τρόποι συγκόλλησης(σημειακή με ηλεκτρική αντίσταση , αυτογενής,σε προστατευτική ατμόσφαιρα αδρανούς αερίου, με ηλεκτρόδιο) καθορίζονται από τους κατασκευαστές των μηχανών συγκόλλησης που χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση.[3]
Η ηλεκτροσυγκόλληση με παράθεση καθ'υπερκάλυψη γίνεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ,με παράθεση των δύο ράβδων, ονομαστικής διαμέτρου d,στην απόσταση που επιτρέπουν οι γλυφές(σχεδόν εν επαφή) και εφαρμογή δύο ραφών συγκόλλησης, μήκους 5d καθεμιάς ,με τρόπο που να μένιε αναμεσά τους διάκενο 20 mm περίπου, κατά το Σχήμα 1.Η εφαρμογή της ραφής ξεκινάει από έξω προς τα μέσα(για κάθε τμήμα της και για την τοποθέτηση των ράβδων κατά την οριζόντια έννοια) και **δεν επιτρέπεται** να γίνει και από τις δύο πλευρές του δοκιμίου. Για τοποθέτηση των ράβδων κατά την κατακόρυφη έννοια,η συγκόλληση πρέπει πάντα να έχει κατεύθυνση από κάτω προς τα πάνω.Για τη συγκόλληση πρέπει να χρησιμοποιηθούν ηλεκτρόδια με επένδυση όξινη ,διοξειδίου του τιτανίου (ρουτιλίου) ή με επένδυση βασική,με χαρακτηριστικά ανάλογα με εκείνα του βασικού μετάλλου και με διάμετρο ηλεκτροδίων που καθορίζεται από τη διάμετρο των δοκιμίων ως εξής:για Φ5 ως Φ10 2 mm,για Φ12 ως Φ14 2,5 mm,για Φ16 ως Φ20 3,25 mm και για Φ22 και άνω 4 ως 5 mm.Τα πιο ενδεδειγμένα ηλεκτρόδια είναι τα **βασικά ηλεκτρόδια**,δηλαδή αυτά του ρουτιλίου,γιατί δεν είναι ακριβά,έχουν μικρές απαιτήσεις εντάσεως ηλεκτρικού ρεύματος,αλλά με την απαίτηση να είναι «ξερά»,χωρίς υγρασία).[4],[3]

7.ΧΑΛΥΒΕΣ S220,S400 ΚΑΙ S500

Οι χάλυβες S220 είναι (σε συντριπτική πλειοψηφία) πάντα συγκολλησιμοι.Οι χάλυβες S400 και S500 επιδέχονται συγκόλληση υπόπροϋποθέσεις,που αφορούν κυρίως στις συνθήκες συγκόλλησης(τη θερμοκρασία περιβάλλοντος,τη μέθοδο και τη μηχανή συγκολλήσεως,την ένταση του χρησιμοποιουμένου ηλεκτρικού ρεύματος κ.λ.π.),που δεν είναι δυνατόν να προσδιορισθούν με γενικό τρόπο.Για τιςκατάλληλες,πραγματικές συνθήκες του έργου,συγκολλούνται και ελέγχονται δοκίμια κατά το Πρότυπο ΕΛΟΤ 971 μόνο με παράθεση καθ' υπερκάλυψη και ηλεκτροσυγκόλληση που ελέγχεται με τη δοκιμή εφελκυσμού και τη δοκιμή κάμψεως.[4]

8.ΧΑΛΥΒΕΣ S400s ΚΑΙ S500s

Οι χάλυβες S400s και S500s είναι αυτονόητα συγκολλησιμοι(εφόσον η χημική τους σύνθεση ικανοποιεί τις προαναφερθείσες απαιτήσεις) ανεξαρτήτως συνθηκών ,για τους τύπους σύνδεσης(σταυρωτά,με υπερκάλυψη,μετωπικά) και με τις μεθόδους συγκόλλησης(σημειακή με ηλεκτρική αντίσταση,ημιαυτόματη σε προστατευτική ατμόσφαιρα CO₂/Ar ,με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια,αυτογενής) που αναφέρονται στον Πίνακα 1 .[4],[3]

9.ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- η συγκόλληση επιρρεάζει την ολκιμότητα του χάλυβα [4]
- απαγορεύεται η συγκόλληση με φλόγα οξυγόνου ή με σφυρηλάτηση [4]
- η μικρή ένταση του ρεύματος που σημαίνει μικρή θερμότητα συγκολλήσεως είναι πάντα επιθυμητή. [4]
- Η συγκόλληση γίνεται μόνο με παράθεση,όχι μετωπικά. [4]
- Η αντοχή της συγκόλλησης μπορεί να ανταποκρίνεται στη φέρουσα ικανότητα του ισχυρότερου από τους συγκολλημένους χάλυβες,που όμως σε εκείνη τη θέση θα θεωρείται από στους υπολογισμούς ως χάλυβας της κατώτερης εκ των δύο κατηγορίας [4]
- Η πιθανώς απαιτούμενη απανευθυγράμμιση της παλαιάς ράβδου θα γίνεται μόνο με σύγχρονη,προσεγμένη θέρμανσή της. [1],[5]-[11]

- Σε όλους τους τύπους συγκολλήσεων η απότομη ψύξη με κατάβρεγμα απαγορεύεται. [4]
- Τα συγκολλημένα δοκίμια ελέγχονται σε εφελκυσμό και κάμψη, χωρίς θερμική κατεργασία πριν και μετά τη συγκόλληση. [4]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Γ.ΤΖΩΡΤΖΑΚΗΣ,Γ.ΛΑΜΠΡΗΣ,Σ.ΔΡΙΤΣΟΣ,ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΑΤΡΩΝ,“ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΙΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ”,9Ο ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ,ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ,ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ,ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 14-16 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 1990
- [2] ΓΕΩΡΓ.Δ.ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ,ΣΤ.ΣΟΥΤΗΣ,ΕΛ.ΜΠΟΥΡΙΘΗΣ, “ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΧΑΛΥΒΩΝ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ”,ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΟΓΝΩΣΙΑΣ Ε.Μ.Π., ΣΑΡΑΝΤΟΣ ΜΟΥΓΙΑΚΟΣ,ΚΕΛΕ,ΑΘΗΝΑ
- [3] Σ.ΜΟΥΓΙΑΚΟΣ,ΜΕΤΑΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ,Γ.ΑΓΝΑΝΤΙΑΡΗ ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ,“ΧΑΛΥΒΕΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ”, ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ ΣΕΙΣΜΟΠΛΗΚΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ,ΤΜΗΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ, ΤΕΕ,ΙΩΑΝΝΙΝΑ 12-10-1996
- [4] ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΡΑΒΔΩΝ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ,ΤΕΕ,ΑΘΗΝΑ,1995
- [5] ΚΑΛΕΒΡΑΣ V.:“ISSRA SYSTEM RESPONSE ANALYSIS”,ΧΑΝΘΗ ,1987
- [6] ΚΑΛΕΒΡΑΣ V.:“RCOSA”,ΧΑΝΘΗ,1987
- [7] ΚΑΛΕΒΡΑΣ V.:“CESS”,ΧΑΝΘΗ,1988
- [8] ΚΑΛΕΒΑΣ Β.:“Έλεγχος και επεμβάσεις στις κατασκευές”,Ξάνθη,1988
- [9] ΚΑΛΕΒΡΑΣ V.:“Structural Re-Evaluation”, DABI,Copenhagen,June,1988
- [10] ΚΑΛΕΒΑΣ Β.:“Βαθμός Τοπικής και Γενικής Ασφαλείας ΚΩΣ για Σεισμό”,9ο Ελληνικό Συν.Σκυρ/τος, Καλαμάτα,Φεβρ.1990
- [11] ΚΑΛΕΒΑΣ Β.:“Σχεδιασμός ΚΩΣ για Ηπιες Περιβαλλοντικές Θερμοκρασιακές Δράσεις”,9ο Ελλην.Συνέδριο Σκυρ/τος,Καλαμάτα,Φεβρ.1990