



ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ:
ΠΡΟΣΕΓΓΙΜΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
80027P16

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

“Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα”



➤ καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Αθήνα, 13/04/2016

1

ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

- Τι Είναι;
- Γιατί Χρησιμοποιείται;
 - Υψηλή Θλιπτική Αντοχή
 - Πολύ Καλή Πρόσφυση
 - Αυτοσφριζεται
 - Κινητή Εγκατάσταση

“Αν υπάρχει χώρος για έναν άνθρωπο και έναν σωλήνα, μπορούμε να σκυροδετήσουμε”

- Διαδικασίες

2



Εκτόξευση Μανδύα Υποστυλώματος

3



4



5

Πειραματικά αποτελέσματα δοκιμών εκτοξευόμενου σκυροδέματος

Δείγμα Νο.	Θλιπτική Αντοχή Ε.Σ. (MPa)	Διατμητική Αντοχή Διεπιφάνειας (MPa)
------------	-------------------------------	---

Α. Εκτοξευόμενο Ξηράς ανάμιξης πάνω σε παλιό

1	33,0	3,9
2	30,1	3,7
3	32,1	3,4

Β. Εκτοξευόμενο Υγράς ανάμιξης πάνω σε παλιό

4	33,2	0,9
5		1,3
6	30,5	1,7
7		1,5
8	33,5	2,3

6

ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ - ΞΗΡΑΣ ΑΝΑΜΙΞΗΣ

Αεροσυμπιεστής

- Απαιτούμενη πίεση
 - Μήκος Σωλήνα
 - Ειδικό Βάρος Μίγματος
 - Διαφορά ύψους ακροφυσίου - θέσης εγκατάστασης
 - Καμπύλες στον λαστ. σωλήνα διανομής κ.α.

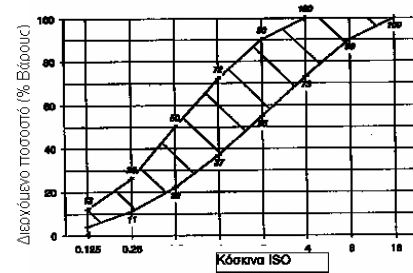
Πρακτική Εκτίμηση

$$P = 200 + 2,5 (l + 2h) \text{ KPa}$$

όπου: l (m) μήκος σωλήνα
h (m) διαφορά ύψους ακροφυσίου

- Προδιαγραφές Αεροσυμπιεστή
- Πολλοί παράγοντες

7



Όρια Κοκκομετρικής Διαβάθμισης Αδρανών για Χρήση Ε.Σ.

8

Ανακλώμενο Υλικό και Υπερψεκαζόμενο (Overspray)

- Ανεπιθύμητα προϊόντα εκτόξευσης
- Έλεγχος και ελαχιστοποίηση από χειριστή
- Υπερψεκαζόμενο είναι...

Προβλήματα

- Ανακλώμενο Υλικό είναι...

Μειώνεται προοδευτικά

Δεν ξαναχρησιμοποιείται

-Σπατάλη

-Συνθήκες εργασίας χειριστή

- Αδύναμα σημεία

Περισσότερο Ανακλώμενο → Αυξημένη Αντοχή (!)

Αλλά Αυξημένη Συστολή Ξήρανση

9

Ποσοστά ανακλώμενου υλικού

Εκτοξευόμενη Επιφάνεια	Ξηρά Ανάμιξη	Υγρή Ανάμιξη
Δάπεδα	5-15%	0-5%
Κεκλιμένοι ή κατακόρυφοι τοίχοι	15-25%	5-10%
Οροφή	25-50%	10-20%

10

Εκτέλεση Εργασίας

- Προετοιμασία Επιφάνειας**
 - Απομάκρυνση κάθε αποσαθρωμένου
 - Αγρίεμα επιφάνειας
 - Διαβροχή με νερό

- Έλεγχος Νερού**

Τόσο όσο χρειάζεται για να φαίνεται ελαφρά γυαλιστερό

Πολύ νερό → κυλάει, κρεμάνει

Λίγο νερό → αυξάνει το ανακλώμενο

(Ξηρά, σκούρα αμμόδη επιφάνεια χωρίς να γυαλίζει)

Συσώρευση αδρανών
κακή τελική επιφάνεια
κακή σύνδεση στρώσεων
μικρή αντοχή

Δείγματα έδειξαν ανεπαρκή διαβροχή

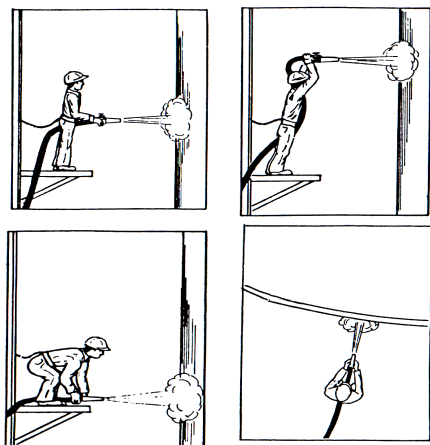
Πίεση νερού = Πίεση αέρα + (100 - 200) KPa

11

ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ

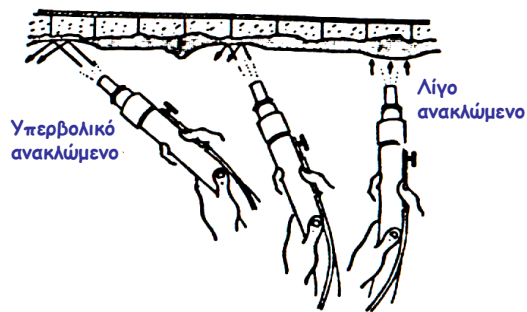
- Αποτελεσματικός χειρισμός
- Λιγότερες δυνατόν στρώσεις
- Σταθερή ροή χωρίς διακυμάνσεις
- Απόσταση 0,6 m έως 1,8 m
- Εν γένει κάθετα στην επιφάνεια
 - Ποτέ σε γωνία > 45°
- Κυκλική περιστροφή ακροφυσίου
 - Όχι μπρος-πίσω
- Σε μεγάλα πάχη κάθετα στην επιφάνεια υλικού σε γωνία 45° προς την επιφάνεια βάσης
- Όχι ανακλώμενο και overspray στην επιφάνεια βάσης π.χ. πλάκες
- Εσωτερικές γωνίες προηγούνται
- Υγρότερη πρώτη στρώση

12



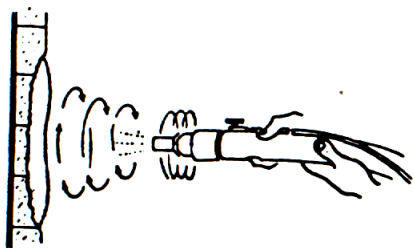
Σωστές θέσεις εκτόξευσης

13



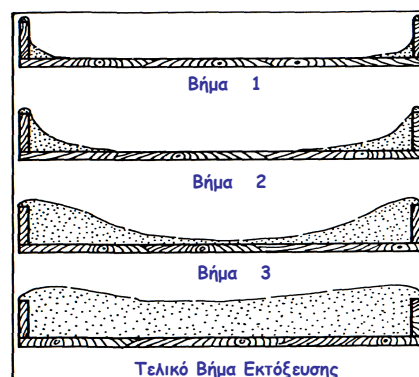
Σχέση ανακλώμενου υλικού και γωνίας πρόσπτωσης

14



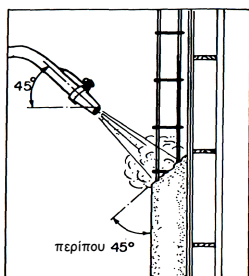
Οι στρώσεις συμπληρώνονται με επάλληλες μικρές κυκλικές ή ελλειπτικές κινήσεις του ακροφυσίου

15



Κατάλληλη διαδικασία εκτόξευσης σε εσωτερικές γωνίες

16



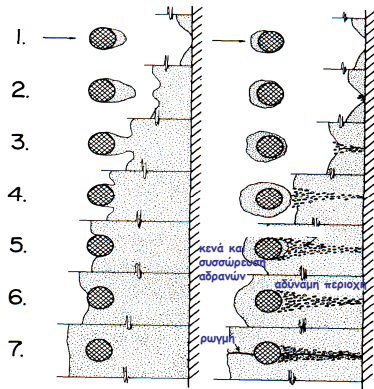
Συνιστώμενος τρόπος εκτόξευσης για μεγάλα πάχη

17

Εγκιβρωτισμός Οπλισμών

- Σκοπός: Να πάει καλά πίσω από τις ράβδους
 Να μην προηγείται συσσωμάτωμα με το σίδερο
- Μικρότερη Απόσταση
- Ελαφρά γωνία από πάνω
 (για οριζόντιες ράβδους)
- Λίγο πιο υγρό μίγμα
- Δύο στρώσεις οπλισμοί
 12 Φ αποστάσεις εξωτερικής στρώσης
 6Φ αποστάσεις εσωτερικής στρώσης

18



Εκτόξευση παρουσία σπλισμού

ΕΛΕΓΧΟΙ

- (α) ΟΠΤΙΚΟΣ
- (β) ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ
- (γ) ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ (ΚΡΟΥΣΤΙΚΟΣ)
- (δ) ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ
 - (i) Έλεγχος Θλιπτικής Αντοχής
 - (ii) Έλεγχος Συνάφειας
- (ε) ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ



Κατηγοριοποίηση ποιότητας Ε.Σ. με βάση τον οπτικό έλεγχο
Πιθανές εικόνες των πέντε κατηγοριών



ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ:
ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΞΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ
ΥΨΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
80027P16

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

“Μη Συρρικνούμενα Κονιάματα”



➤ καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

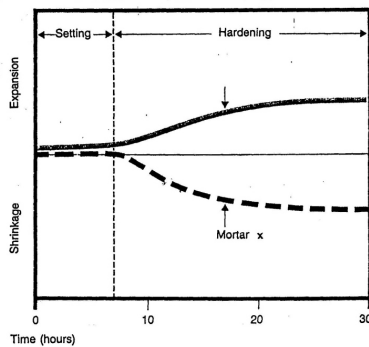
Αθήνα, 13/04/2016

1

ΜΗ ΣΥΡΡΙΚΝΟΥΜΕΝΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

- Τι είναι;
- Πότε χρησιμοποιούνται;
- Πλεονεκτήματα
 - Υψηλές αντοχές
 - Χαρακτηριστικά παραπλήσια με αυτά του σκυροδέματος
 - Μικρός χρόνος απόκτησης αντοχών
 - Ρευστότητα
 - Όχι συρρίκνωση
- Επιτυγχάνεται
 - Πολύ καλή πρόσφυση
 - όχι ρηγματώσεις
 - όχι κενά
- Μειονέκτημα
 - το κόστος
 - όμως...

2



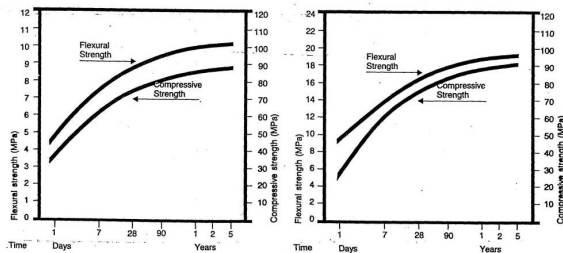
3

Ιδιότητες-Χαρακτηριστικά	Συμβατική Ονομασία Υλικού						Κατηγορία Σκυροδέματος	
	MA	MB	MC	MD	ME	MF	C16/20	C25/30
Θλιπτική Αντοχή (MPa)	74	70	75	63	68	42	24	33
Μέτρο Ελαστικ. σε Θλίψη (MPa)	25000	25000	30000	*	*	27500	30500	*
Παραμόρφωση Αστοχίας (‰ _∞)	6	6	6	*	*	*	3,7	3,5
Εφελκ. Αντοχή σε Κάμψη (MPa)	8,8	8	8,5	8	11,3	6,3	2,1	2,8
Συνάφεια με παλιό Σκυρ. (MPa)	6	6	6,5	*	*	*	1,5	1,5
Συνάφεια με Χάλυβα (MPa)								
Για Λείους Ραβδούς	3	3	4	*	*	*	*	*
Για ραβδούς με ραβδώσεις	20	20	30					

* δεν διατίθενται στοιχεία

Ιδιότητες και χαρακτηριστικά επισκευαστικών κονιαμάτων με βάση το τσιμέντο

4



5

Θλιπτική Αντοχή (MPa)	Συμβατική Ονομασία Υλικού				
	MA	MB	MC	MD	ME
1 ημ.	33	26	30	3	16
4 ημ.	*	40	45	33	38
8 ημ.	*	50	60	48	48
28 ημ.	74	70	75	63	68

* δεν διατίθενται στοιχεία

Εξέλιξη της ανάπτυξης της αντοχής επισκευαστικών κονιαμάτων με βάση το τσιμέντο

6

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΟΝΙΑΜΑΤΟΣ

- Αποθήκευση - Συσκευασία
- Ανάμιξη (2 στάδια)
- Συνθήκες Περιβάλλοντος και Αναλογίες;
- Θερμοκρασία και Χρόνος Απόκτησης Αντοχής

7

ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

1. Τραχεία επιφάνεια πρόσφυσης
2. Περιμετρική απότμηση 10 mm
3. Καθαρισμός οπλισμού και σκυροδέματος βάσης
4. Ελαφρύς οπλισμός όταν...
5. Διαβροχή σκυροδέματος βάσης
6. Διαβροχή καλουπιών

8

ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**7. Τοποθέτηση κονιάματος**

- Από τη μία πλευρά σε ρευστά κονιάματα
- Πιέζοντας σε πλαστικά κονιάματα
- Καλύπτοντας κατά 10 mm τους οπλισμούς

8. Συντήρηση

- ρευστών κονιαμάτων
- πλαστικών κονιαμάτων

9



ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ:
ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ
ΥΠΕΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
80027P16

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

“Πολυμερικές Κόλλες - Ρητίνες”



➤ καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Αθήνα, 13/04/2016

1

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ Α.Σ.Ι.

Συνθήκες περιβάλλοντος	Μέγιστο επιτρεπόμενο εύρος ρωγμής
Ξηρό περιβάλλον	0,41 mm
Υγρό περιβάλλον ή έδαφος	0,30 mm
Χημικές προσβολές	0,18 mm
Θαλάσιες κατασκευές	0,15 mm
Δεξαμενές κ.λ.π.	0,10 mm

2

ΣΤΑΔΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ

- Καθαρισμός
- Διάνοιξη οπών διαμέτρου 5~10mm και πάλι καθαρισμός
- Προσαρμογή επιστομίων
- Επιφανειακό σφράγισμα (ρητινόστοκος)
- Ανάμιξη ρητίνης και σκληρυντή
- Εκτέλεση ρητινένεσης από το χαμηλότερο σημείο
- Αφαίρεση υλικού σφραγίσματος μετά από 24 h

3

ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΟΥ

- Κατάλληλο:
 - Πληροφορίες = σύγκριση τεχνικών χαρακτηριστικών
 - Θλιπτική αντοχή
 - Πρόσφυση
 - Μέτρο Ελαστικότητας: Όσο γίνεται μεγάλο
(όχι $E < 20.000 \text{ kgf/cm}^2$)
- “Ενεργές” και “Μη Ενεργές” ρωγμές
- Επιτυχία εκτέλεσης:
 - τέλεια πλήρωση ρωγμής ή τουλάχιστον κατά 90%

4

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗ ΡΩΗ

- Γεωμετρία ρωγμής
- Θέσεις επιστομίων
- Πίεση ενέματος
- Ιξώδες } Χρόνος
- Rot-Life = Χρόνος Εργασιμότητας
- Θερμοκρασία

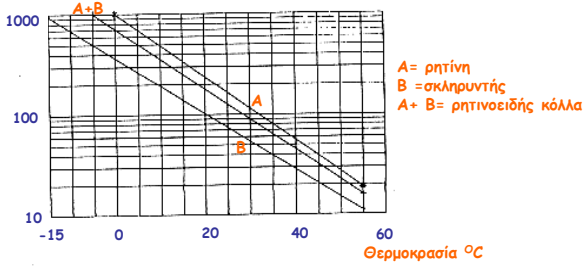
5

ΠΡΟΣΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

- Καλός καθαρισμός
- Πυκνότητα σημείων ενέσεων
- Καλό σφράγισμα της ρωγμής παντού.
Για διαμπερή ρωγμή, όχι μόνο στη μία πλευρά
- Πολύ καλή ανάμιξη
- Εισαγόμενη πίεση (όχι υψηλή)
- Έλεγχος δοκιμασίας

6

Ιξώδες (PS)



Επίδραση θερμοκρασίας στο ιξώδες

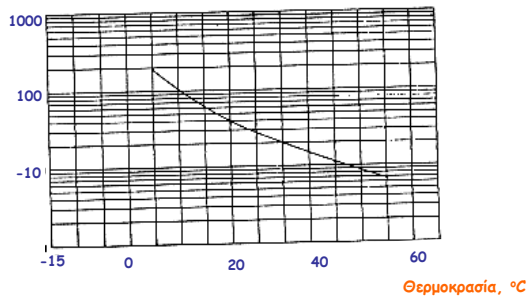
7

Συμβατική ονομασία	Ποσότητα	Μίγματος
ρητινοειδούς κόλλας	4260 gr	4260:4=1065 gr
I	50 min	60 min
II	120 min	300 min

Εργάσιμος χρόνος για διαφορετικές ποσότητες μίγματος

8

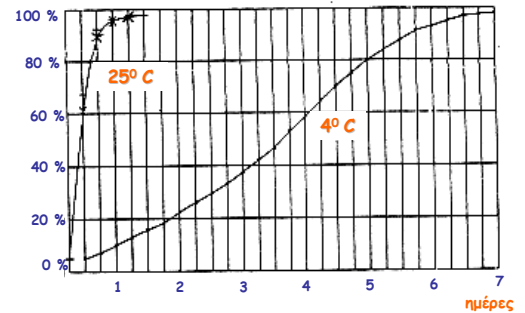
Χρόνος εργασιμότητας (min)



Ενδεικτικό διάγραμμα για την επίδραση της θερμοκρασίας στο χρόνο εργασιμότητας

9

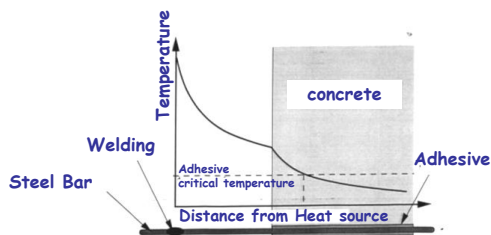
ποσοστό αντοχής



Ενδεικτικό διάγραμμα για την επίδραση της θερμοκρασίας στο χρόνο απόκτησης αντοχής

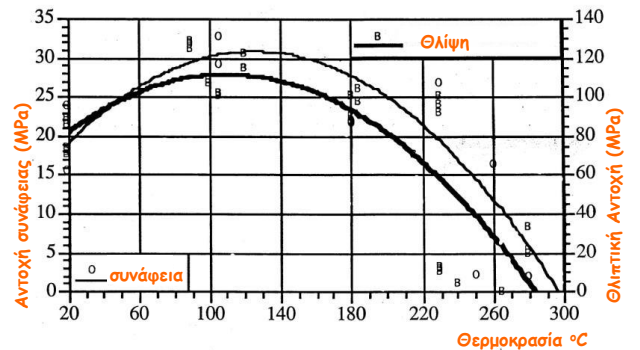
10

TEMPERATURE DISTRIBUTION DUE TO WELDING PROCESS



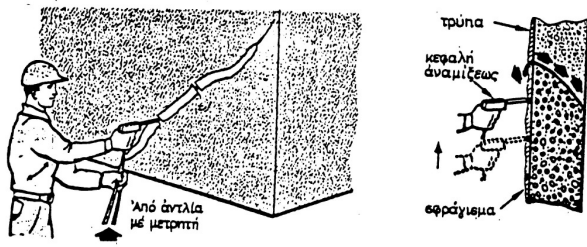
11

ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΕΣ ΡΗΤΙΝΕΣ



Εναπομένουσα συνάφεια και θλιπτική αντοχή σε συνάρτηση με την θερμοκρασία

12



13



14



15



ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ:
ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
80027P16

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

“Συγκολλήσεις Χαλύβων Οπλισμού Σκυροδέματος”



➤ καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Αθήνα, 13/04/2016

1

Σε ποιες περιπτώσεις χρειάζεται:

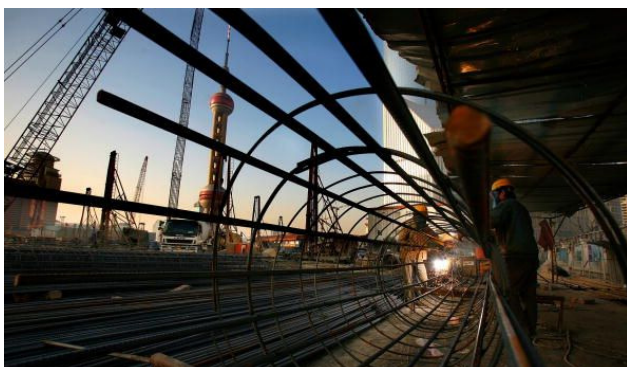
Κυρίως σε επεμβάσεις σε υφιστάμενες κατασκευές

- Για αποκαταστάσεις μετά από βλάβες
- Για ενισχύσεις
- Για αλλαγή χρήσης

Όμως και σε νέες κατασκευές

- Νέα μορφοποιημένα υλικά
- Συστήματα αγκυρώσεων
- Συγκράτηση Ράβδων

2



3



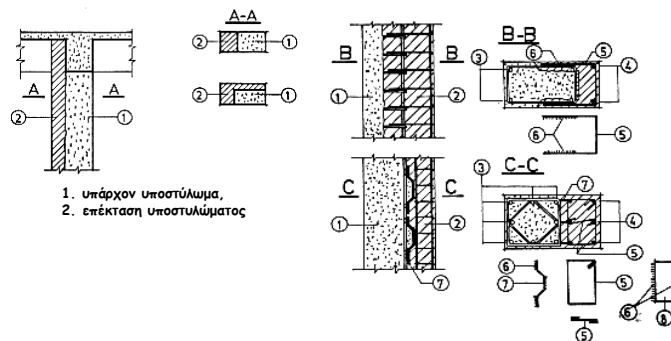
4



5

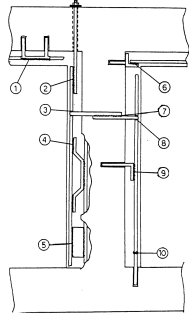
- Προσθήκη νέων στρώσεων σκυροδέματος

(ιδιαίτερα απαραίτητη σε μονόπλευρη επέκταση ή “ανοιχτό” μανδύα υποστυλωμάτων)



1. παλιό υποστυλωμα, 2. ενίσχυση, 3. παλιό οπλισμό,
4. πρόσθετοι οπλισμοί, 5. πρόσθετοι συνδετήρες,
6. συγκολλήσεις, 7. αναρτήρες “πάπιες”.

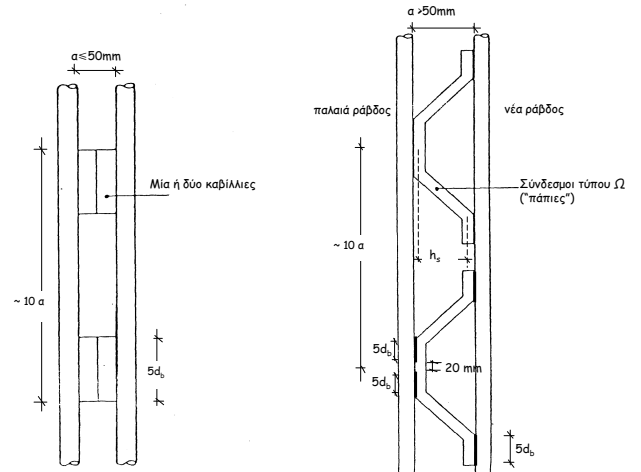
ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΙΣ ΡΑΒΔΩΝ ΟΠΛΙΣΜΟΥ



Είδη συγκολλήσεων:

(1,8) "Ουρανός", (2,4,5,9) "Ανεβατό" (ή "Κατεβατό"), (3) "Πλάκα",
(6,7) "Οριζόντιο", (10) "Μετωπική"

7



ΔΥΣΚΑΜΠΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ



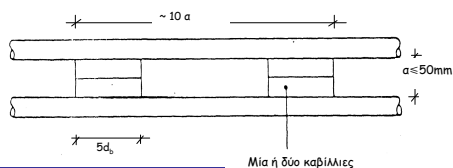
Χρήση Ηλεκτροσυγκολλημένων Συνδέσμων

9

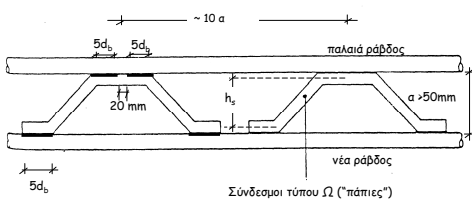


10

Σύνδεσμοι Παλαιών-Νέων Ράβδων Οπλισμού

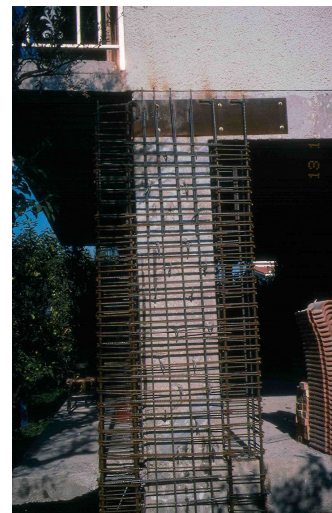


ΔΥΣΚΑΜΠΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ



ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

11

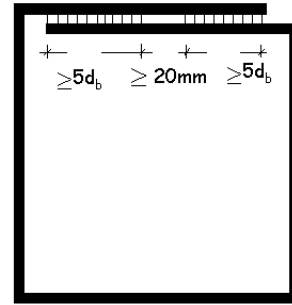


12



Άνοιγμα Συνδετήρων

13



Μορφή συνδετήρα με ηλεκτροσυγκολλημένα άκρα

14



Ηλεκτροσυγκόλληση Άκρων Συνδετήρων Μανδύα

15

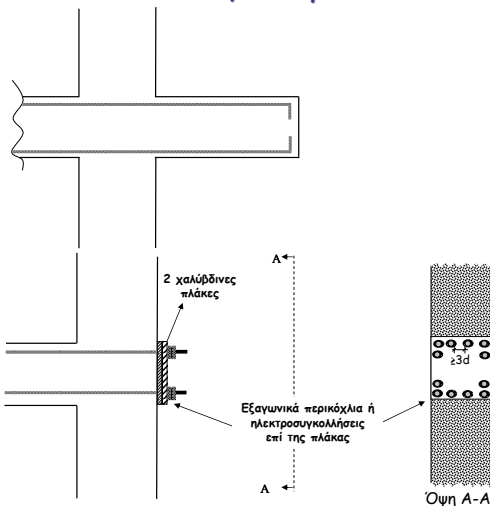


Ορθγωνικοί συνδετήρες με συγκόλληση 2 τμημάτων Π

Συνδετήρες εκτός του κόμβου

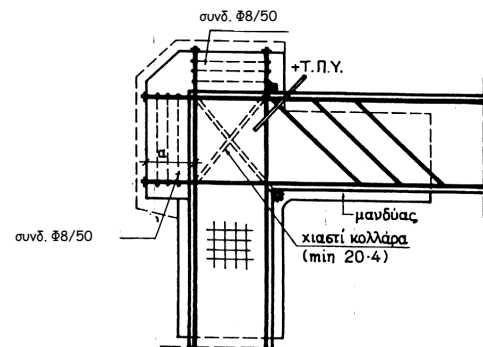
16

Αποκοπή Οπλισμού και Πλάκα Αγκύρωσης



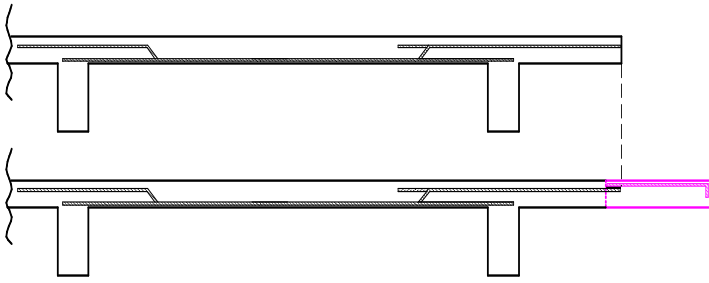
17

Προσθήκη μήκους αγκύρωσης - τεχνική "καμπούρας"

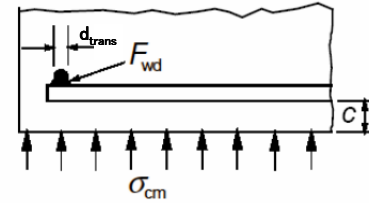


18

Επέκταση Οπλισμού Προβόλων

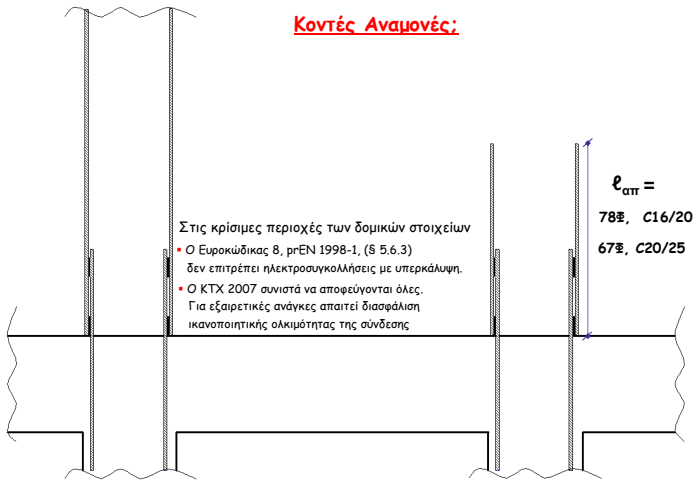


Συγκολλημένη Εγκάρσια Ράβδος Εκτός της Μάζας του Σκυροδέματος ως Σύστημα Αγκύρωσης



Μείωση απαιτούμενου μήκους αγκύρωσης κατά 30% (ΕΚΩΣ § 17.6.1)

Κοντές Αναμονές:



Συγκόλληση ράβδων ορόφου

Συγκόλληση αναμονών

$$P \frac{l_s}{3} = F_s \alpha \rightarrow P = \frac{3F_s \alpha}{l_s}$$

$$\frac{1}{2} \sigma_b l_s \Phi = P \rightarrow$$

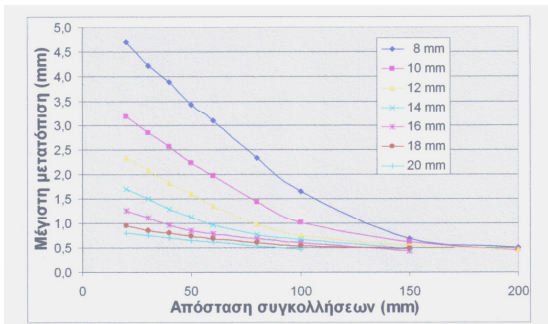
$$\sigma_{b,max} = \frac{2P}{l_s} = \frac{6F_s \alpha}{l_s} = \frac{6F_s \alpha}{\Phi l_s^2} = \frac{6F_s}{l_s^2}$$

Έστω Φ20

$$F_s = f_y A_s \rightarrow F_s = 500 \times 3,14 \times 10^{-3} = 157 \text{ KN}$$

Έστω $l_s = 12\Phi$

$$\sigma_{b,max} \rightarrow \frac{6 \times 157 \times 10^{-3}}{12^2 \times 20^2} = 16,3 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_b}{2} = \frac{16,3}{2} = 8,15 \text{ MPa}$$


Η μέγιστη εγκάρσια μετατόπιση των συγκολλημένων ράβδων σαν συνάρτηση της απόστασης συγκόλλησης για τις διάφορες τιμές της διαμέτρου d για μήκος σύγκλησης 4d (Αποστολόπουλος, 2007)

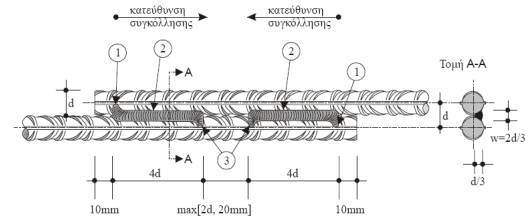
Πεδίο Εφαρμογής Μεθόδων Συγκόλλησης για Συγκολλησίμους Χάλυβες

Μέθοδος συγκόλλησης	Τύπος σύνδεσης	Περιοχή ονομαστικών διαμέτρων σε mm	
		Κ.Τ.Χ.2007	Άλλού
Συγκολλήσεις τόξου	Μετοπική χωρίς υποστήριξη της ρίζας	≥16	≥Φ20 EC2
	Μετοπική με μόνιμη υποστήριξη της ρίζας	≥12	
	Κατά παράθεση	6-32	
	Με λωρίδες	6-40	
• Ημιαυτόματη συγκόλληση τόξου σε προστατευτική ατμόσφαιρα Ar-CO2 (GMAW, MAG)	Σταυρωτή	6-40	≤Φ16 EC2
	Με άλλα χαλύβδινα στοιχεία	6-40	
• Ημιαυτόματη αυτοπροστατευόμενη συγκόλληση τόξου με σοληνωτά ηλεκτρόδια (FCAW)	Κατά παράθεση	-	
	Σταυρωτή	5-20	≤Φ16 EC2
	Μετοπική	6-25	
Συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση	Κατά παράθεση	-	
	Σταυρωτή	5-20	
Συγκόλληση με προεξοχή (project welding)	Σταυρωτή	5-20	
Αυτογενής συγκόλληση με συμπίεση και θέρμανση με αέριο	Μετοπική	6-40	
Αυτογενής συγκόλληση με σπινθηρισμούς	Μετοπική	6-40	
Συγκόλληση με τριβή	Μετοπική	6-40	
	Με άλλα χαλύβδινα στοιχεία	6-40	

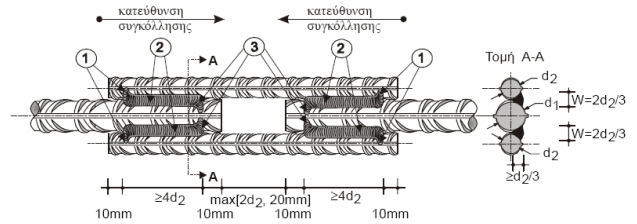
Κανονιστικό Πλαίσιο

1	International standard ISO 17660 (2006)	Welding of reinforcing steel Part 1: Load-bearing welded joints Part 2: Non load-bearing welded joints
2	American National Standard ANSI/AWS D1.4-92	Structural welding code-reinforcing steel
3	BS 7123 (1989)	Metal arc welding of steel for concrete reinforcement
4	DIN 241 (1997)	Welding of reinforcing steel for concrete quality requirements
5	DIN 4099 (1978)	Welding of reinforcing steel Execution of welding work and testing
6	ΠΕΤΕΠ 14-01-10 (www.iok.gr)	Προσθήκη οπλισμού με ηλεκτροσυγκόλληση
7	Κ.Τ.Χ. (2007) Σχέδιο	Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων

25



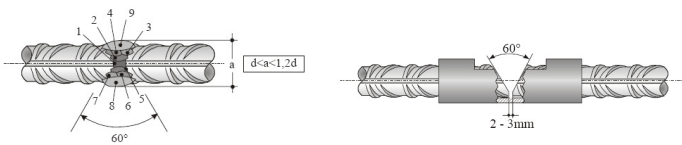
Σύνδεση κατά παράθεση με τεχνικές τόξους (Κ.Τ.Χ. 2007)



Σύνδεση με λωρίδες - strip joint (Κ.Τ.Χ. 2007)

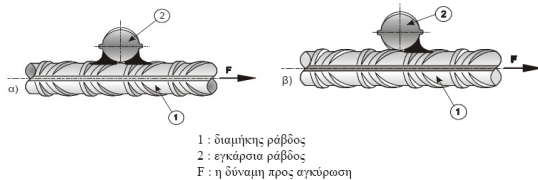
26

Μετωπική Συγκόλληση - butt joint (Κ.Τ.Χ. 2007)



Διαδοχική εκτέλεση κορδονιών και πάσων Μετωπική σύνδεση με υποστήριγμα της ρίζας της συγκόλλησης

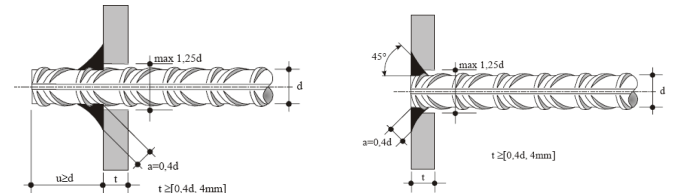
Σταυρωτή Συγκόλληση - cross joint (Κ.Τ.Χ. 2007)



1 : διάμετρος ράβδος
2 : εγκάρσια ράβδος
F : η δύναμη προς αγκύρωση

27

Συγκολλήσεις επί Εγκαρσίου Χαλύβδινου Στοιχείου (Σχέδιο Κ.Τ.Χ. 2007)



Ράβδος διερχόμενη από χαλύβδινο στοιχείο

Ράβδος αγκυρούμενη εντός του πάχους του χαλύβδινου στοιχείου

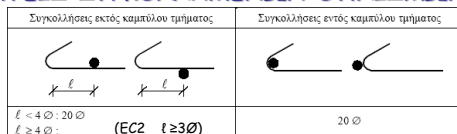
Μετωπική συγκόλληση ράβδου επί χαλύβδινου στοιχείου

- Για περισσότερες από μία ράβδους $e \geq 3d$

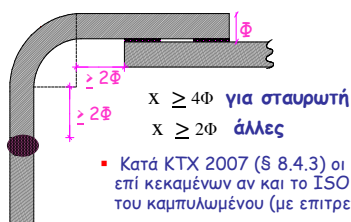
- Στις περιπτώσεις αγκυρώσεων ο ΕΚΩΣ απαιτεί δοκιμές και "εγκριτικές αποφάσεις"

28

ΚΑΜΨΕΙΣ ΣΥΓΚΟΛΗΜΕΝΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ



Ελάχιστη διάμετρος D καμπύλωσης για συγκολλημένους σταυρωτούς οπλισμούς
Κάμψη οπλισμού μακριά από θέσεις ηλεκτροσυγκόλλησης
ΚΤΧ2007→ΕΚΩΣ (§ 17.2.3.2)



$X \geq 4\phi$ για σταυρωτή
 $X \geq 2\phi$ άλλες

Κατά ΚΤΧ 2007 (§ 8.4.3) οι ίδιοι περιορισμοί πρέπει να ισχύουν και επί κεκαμμένων αν και το ISO 17660-1 επιτρέπει συγκολλήσεις επί του καμπυλωμένου (με επιτρεπόμενες καμπυλότητες) τμήματος

Προτιμότερο η κάμψη να προηγείται της συγκόλλησης

29

Αναγνώριση Υλικού

Απαιτείται: Χημική Ανάλυση

- Δοκίμιο μικρών διαστάσεων (2-3εκ.) - Φασματοσκοπική μέθοδος
- Δείγμα σε μορφή ρινισμάτων - Τεχνική ατομικής αναρρόφησης

Συνιστάται (για επιβεβαίωση):

Μέτρηση σκληρότητας και μεταλλογραφικός έλεγχος

Συνιστάται (αν δεν γίνεται ζημιά λόγω του απαιτούμενου μήκους δοκιμίου):

Δοκιμή εφελκυσμού

30

Πότε Επιτρέπεται η Συγκόλληση:

Av

$C < 0.24\%$ και $C_{eq} < 0.52\%$

➔ Συγκολλησιμος (ΕΛΟΤ 10080)

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$$

Όλοι οι νέοι χάλυβες B500A και B500c
Παλαιοι χάλυβες S500s, S400s
S220, StI

$0.25\% \leq C < 0.45\%$ και $C_{eq} < 0.70\%$ ➔ Συγκολλησιμος υπό προϋποθέσεις (ΣΧΕΔΙΟ Κ.Τ.Χ.2007)

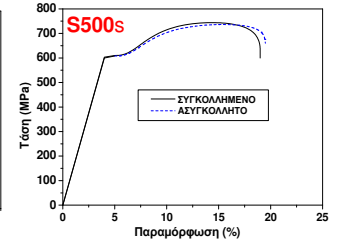
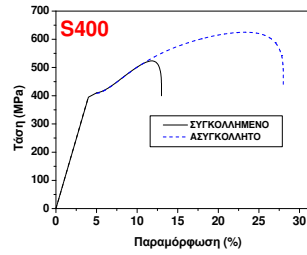
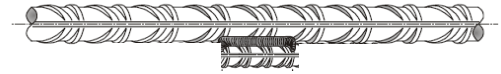
STIII, S400 ;

$C \geq 0.45\%$ ή/και $C_{eq} \geq 0.70\%$ ➔ Μη Συγκολλησιμος (ΣΧΕΔΙΟ Κ.Τ.Χ.2007)

(Για εξαιρετικές ανάγκες - Συγκόλληση μετά από ειδική μελέτη - Σύνταξη ειδικής προδιαγραφής - Επίβλεψη ειδικών)

Ενδεικτικές αναλογίες χημικής σύστασης χάλυβα S400 και S500s (%)

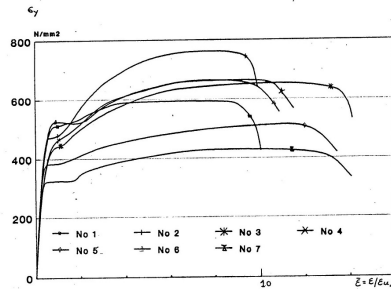
	C	Mn	Si	N	Ni	Cu	Cr	S	P	Ceq
S400	0.37	1.28	0.29	0.007	0.066	0.194	0.09	0.03	0.02	0.62
S500s	0.23	1.06	0.21	0.009	0.114	0.435	0.08	0.07	0.03	0.46



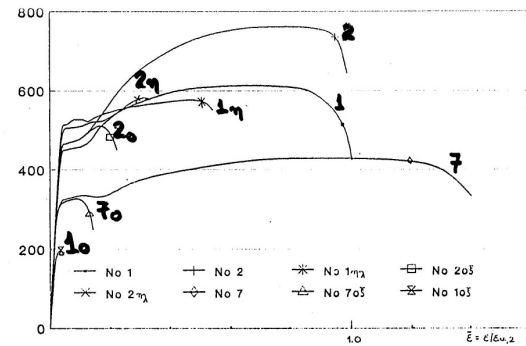
Τυπική εικόνα της επίδρασης της προθέρμανσης στο διάγραμμα τάσης-παραμόρφωσης των χάλυβων

32

- χάλυβας No 1 C: 0.14%, Mn = 0.86%, S = 0.036%, Si = 0.28%, P: 0.010%, Ni = 0.10%, Cr = 0.12%, Cu = 0.25%
- χάλυβας No 2 C: 0.42%, Mn = 1.02%, S = 0.025%, Si = 0.26%, P: 0.015%, Ni = 0.06%, Cr = 0.09%, Cu = 0.20%
- χάλυβας No 3 C: 0.30%, Mn = 1.03%, S = 0.045%, Si = 0.36%, P: 0.020%, Ni = 0.09%, Cr = 0.13%, Cu = 0.18%
- χάλυβας No 4 C: 0.35%, Mn = 0.97%, Cr = 0.15%, Si = 0.18%, P: 0.026%, Ni = 0.07%, Cr = 0.14%, Cu = 0.033%
- χάλυβας No 5 C: 0.26%, Mn = 0.78%, S = 0.021%, Si = 0.18%, P: 0.013%, Ni = 0.07%, Cr = 0.14%, Cu = 0.033%

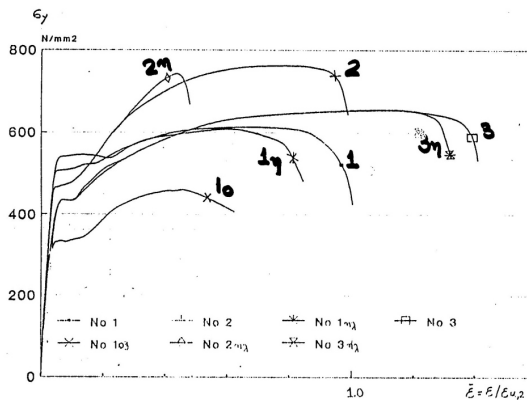


Διαγράμματα τάσεων παραμορφώσεων δοκιμασθέντων χάλυβων" (Τζωρτζάκης κ.α., 1990)



Σύγκριση διαγραμμάτων πριν και μετά την συγκόλληση "μετωπική" (Τζωρτζάκης κ.α., 1990)

34



Σύγκριση διαγραμμάτων τάσεων παραμορφώσεων πριν και μετά την συγκόλληση με διπλή παράθεση (Τζωρτζάκης κ.α., 1990)

35

Συγκόλληση Χαλύβων "Συγκολλησιμων υπό προϋποθέσεις"

Τύποι Σύνδεσης

- Κατά παράθεση
- Με λωρίδες
- Μετωπική
- Με άλλα στοιχεία

Βήματα Εργασίας

Βήμα 1^ο: Καθαρισμός παλαιού σπλισμού

- Σκουριά
- Οργανικές και λιπαρές ουσίες

Βήμα 2^ο: Προθέρμανση

- T=200°C -250°C σε όλο το μήκος της σύνδεσης + 50mm εκατέρωθεν
- Μέτρηση T με φορητό θερμοστοιχείο
- Εναλλακτικά με θερμοευαίσθητους χρωματοδείκτες (κιμωλίες)

36

Βήμα 3^ο: Εργασία Συγκόλλησης

Κατά παράθεση ή με λωρίδες

Μέθοδος: Συγκόλληση τόξου

(α) Χειρονακτική με επενδεδυμένα ηλεκτρόδια (SMAW)

Συνοιστώνται:

- Ηλεκτρόδια ρουτιλίου E6013
($f_y=340-380MPa$, $f_t=430-460MPa$, $\epsilon_s=17-22\%$)
- Ηλεκτρόδια χαμηλού υδρογόνου E9018
($f_y=530-620MPa$, $f_t \sim 620MPa$, $\epsilon_s=14-24\%$)

(β) Ημιαυτόματη σε ατμόσφαιρα Ar-CO₂ (GMAW ή MAG)

- Να προτιμηθεί εφόσον υπάρχει δυνατότητα
- Δεν απαιτεί ιδιαίτερη επιδεξιότητα συγκολλητή

Συνοιστώνται:

- Ηλεκτρόδιο-σύρμα ER-70S6
($f_y=420MPa$, $f_t=540MPa$, $\epsilon_s=25\%$)
- ή υψηλότερης αντοχής ER-80S-G
($f_y=460MPa$, $f_t=570MPa$, $\epsilon_s=22\%$)

37

Μετωπική Συγκόλληση

Μέθοδος: Ημιαυτόματη συγκόλληση σε ατμόσφαιρα Ar-CO₂

(GMAW ή MAG)

Δεν επιτρέπεται η χειρονακτική (SMAW)

- κίνδυνος παρουσίας μη μεταλλικών εγκλεισμάτων
- διασπορά στα μηχανικά χαρακτηριστικά

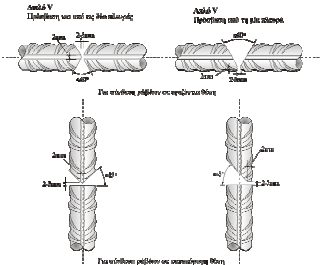
Ηλεκτρόδια όπως και στην κατά παράθεση

- ER-70S6 για S400
- ER-80S-G για S500

- Λοξοτομές όπως και για τους νέους σπλισμούς (καλλίτερη το κατακόρυφο διπλό V)

- Προσεκτική αφαίρεση σκουριάς μεταξύ διαδοχικών πάσων

- Έλεγχος θερμοκρασίας μετάλλου σε κάθε πάσο στα όρια των (200-250) °C



Οδηγίες Τεχνικής Αριότητας

Επιλέγεται:

- Καλός καιρός και ξηρός
- Δεν επιτρέπεται σε περίπτωση βροχής, υγρό περιβάλλον, άνεμο
- Θερμοκρασίες κάτω του μηδενός (Σε περίπτωση ανάγκης: λήψη ειδικών μέτρων)
- Εκτελείται αργά
- Ήρεμη ψύξη στον αέρα (Απαγορεύεται η επιτάχυνση της απόψυξης π.χ. με νερό)

Έλεγχος Ποιότητας

- Ίδιες δοκιμές που προβλέπονται για τις νέες ράβδους
- Έλεγχος σκληρότητας στην συγκόλληση + ΘΕΖ (~Φ/2)

< 350 HV (300HV)

39

Πιστοποίηση και Έλεγχος

Απαιτούνται:

- Πιστοποιημένες διαδικασίες (μονάδες διαμόρφωσης)
- Πιστοποιημένοι συγκολλητές
- Μη πιστοποιημένος συγκολλητής: Επιτρέπεται για συγκεκριμένη μέθοδο και τύπο συγκόλλησης, από διπλωματούχο συγκολλητή Α' τάξης (Επαγγ. Άδεια από τις Υπηρεσίες Βιομηχανίας του Υπουργείου Εθνικής Οικονομίας), εφόσον προηγουμένως κατασκευάσει δοκίμια και ελεγχθούν επιτυχώς.

- Σε αυτοματοποιημένες διαδικασίες συγκόλλησης στο εργοστάσιο ή μονάδα διαμόρφωσης Ελέγχεται το τελικό προϊόν

- Σε χειρονακτικές ή ημιαυτόματες διαδικασίες στο εργοτάξιο Ελέγχεται η ικανότητα του ηλεκτροσυγκολλητή

40

Πεδίο Εφαρμογής και Πλήθος Δοκιμών για Έλεγχο Ποιότητας Συγκόλλησης (ΣΧΕΔΙΟ Κ.Τ.Χ.2007)

Μέθοδος συγκόλλησης	Τύπος σύνδεσης	Πλήθος δοκιμών		
		Δοκιμή εφελκυσμού	Δοκιμή κάμψης	Δοκιμή διάτμησης
Συγκόλληση τόξου	Μετωπική	3	3	-
	Κατά παράθεση/ Με λωρίδες	3	-	-
	Σταυρωτή	3	3*	3*
	Με άλλα μεταλλικά στοιχεία	3	-	-

* Δοκιμή διάτμησης στην ράβδο που ενδιαφέρει

Αν αστοχήσει ένα δοκίμιο κατασκευάζονται 2 πρόσθετα

Αν αστοχήσει ένα από τα πρόσθετα ➡️ απόρριψη

41

Έλεγχοι Συγκολλήσεων

Οπτικός έλεγχος (ρωγμές, ατελής διείσδυση)

Μηχανικές Δοκιμές

- Εφελκυσμού
- Κάμψης

Διάμετρος ράβδου (mm)	Διάμετρος στη δοκιμή κάμψης (mm)
d≤8	5d
8<d≤12	6d
12<d≤20	8d
20<d≤32	10d
32<d	12d

Έλεγχος: όχι ρωγμές στην ράβδο

42

- Διάτμησης

$$F \geq S_F A_b f_{yk}$$

S_F = Συντελεστής Διάτμησης

$\geq 0,3$ για φέρουσες συνδέσεις

Επιπλέον

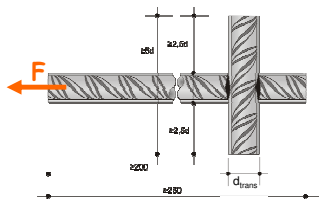
$$d_{\min} \geq 0,5d_{\max} \text{ εν γένει } (\geq 0,57EC2)$$

$$d_{\min} \geq 0,6d_{\max} \text{ για δομικά πλέγματα}$$

$$\text{πάχος ραφής} \geq \max(0,3d_{\min}, 4\text{mm})$$

$$\text{πάχος ραφής} \geq \max(0,5d_{\min}, 6\text{mm})$$

Για περισσότερες εγκάρσιες ράβδους $S \geq 3d_{\text{trans}}$



43

Σχέδιο Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμένου Σκυροδέματος (ΚΤΧ 2007)

www.ggde.gr

www.episkeves.civil.upatras.gr

44



ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ:
ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ
ΥΠΕΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
80027P16

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

“Τα Σύνθετα Υλικά σε Νέες Κατασκευές
και Ενισχύσεις”



➤ καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Αθήνα, 13/04/2016

1 1

Σύνθετα Υλικά

Ορισμός

$$\Sigma = A + B$$

$$\Sigma = \text{Ίνες} + \text{Ρητίνη}$$

Τα σύνθετα υλικά αποτελούνται από ίνες υψηλής εφελκυστικής αντοχής εμποτισμένες με “θερμοσκληρυνόμενη ρητίνη”

Οι συνήθεις τύποι ινών που χρησιμοποιούνται είναι από γυαλί ή αραμιδίδο ή άνθρακα. Νέοι τύποι ινών είναι υπό διερεύνηση (π.χ. βασάλτης).

2

Υλικά



Ίνες Άνθρακα



Ίνες Γυαλιού



Ίνες Αραμιδίου



Ρητίνες



Φίλερ

3

Εφαρμογές

- Ράβδοι ή πλέγματα ως οπλισμός
- Τένοντες προέντασης
- Υφάσματα ή ελάσματα για ενίσχυση στοιχείων
- Ειδικές ολόσωμες κατασκευές

4

Γιατί τα Σύνθετα Υλικά;

- Υψηλή εφελκυστική αντοχή
- Μικρό βάρος
- Υψηλή αντοχή σε διάβρωση
- Ουδέτερα σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία

5

Τυπικές Ιδιότητες Ινών Σύνθετων Υλικών

Ίνες	Πυκνότητα (kg/m ³ x 10 ³)	Μέτρο Ελαστικότητας (GPa)	Εφελκ.Αντοχή (MPa)	Παραμόρφ.Αστοχίας (%)
Άνθρακα				
Υψηλής αντοχής	1.80	215-235	3500-4800	1.40-2.00
Πολύ υψηλής αντοχής	1.80	215-235	3500-6000	1.50-2.30
Υψηλού μέτρου ελαστικότητας	1.90	350-500	2500-3100	0.50-0.90
Πολύ υψηλού μέτρου ελαστικότητας	1.90	500-700	2100-2400	0.20-0.40
Γυαλιού				
Τύπου E	2.55	70-75	1900-3000	3.00-4.50
Τύπου S	2.45	85-90	3500-4800	4.50-5.50
Αραμιδίου				
Χαμηλού μέτρου ελαστικότητας	1.45	70-80	3500-4100	4.30-5.00
Υψηλού μέτρου ελαστικότητας	1.45	115-130	3500-4000	2.50-3.50
Χάλυβας	7.86	200	400-1700	12.0-25.0

$$E_{FRP} = E_f V_f + E_r V_r \quad f_{FRP} \approx f_f V_f + f_r V_r$$

6

Αδυναμίες Σύνθετων Υλικών

- > Παντελής έλλειψη ολκιμότητας
- > Χαμηλή αντίσταση σε μέτριες και υψηλές θερμοκρασίες
 - Θερμοκρασία μετάπτωσης υάλου (60°C)
 - Η ρητίνη καίγεται (200-250)°C
- > Η εφελκυστική αντοχή των υλικών μειώνεται σημαντικά, όταν βρίσκονται σε μόνιμη τάση
- > Ανθεκτικότητα σε διάρκεια;
 - Υπεριώδης ακτινοβολία
 - Αυξομειώσεις της θερμοκρασίας
 - Δράση χημικών

7

Ποιοτική Αξιολόγηση Ινοπλισμένων Πολυμερών

Χαρακτηριστικό	ΙΟΠ-Ανθρακας	ΙΟΠ-Αραμιδιου	ΙΟΠ-Γυαλιού
Ανθεκτικότητα σε διάρκεια	πολύ καλή	καλή	οριακή
Αντοχή σε κόπωση	πολύ καλή	καλή	οριακή
Ανθεκτικότητα σε αλκαλικό περιβάλλον	πολύ καλή	καλή	απειθαλήσιο υλικό
Αντοχή σε κρούση	μικρή	πολύ καλή	καλή
Αντοχή σε φθορά λόγω τριβής	μέτρια	πολύ καλή	καλή
Γαλβανικό φαινόμενο	ναι	όχι	όχι
Αντοχή σε υπεριώδεις ακτινοβολίες	καλή	μικρή	καλή
Πυκνότητα (kg/m ³ x10 ³)	~1.80	~2.50	~1.50
Κόστος (συγκριτικά μεταξύ τους)	υψηλό	μέτριο	χαμηλό
Αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες	(800-1600) °C	200°C	(300- 1000) °C

8

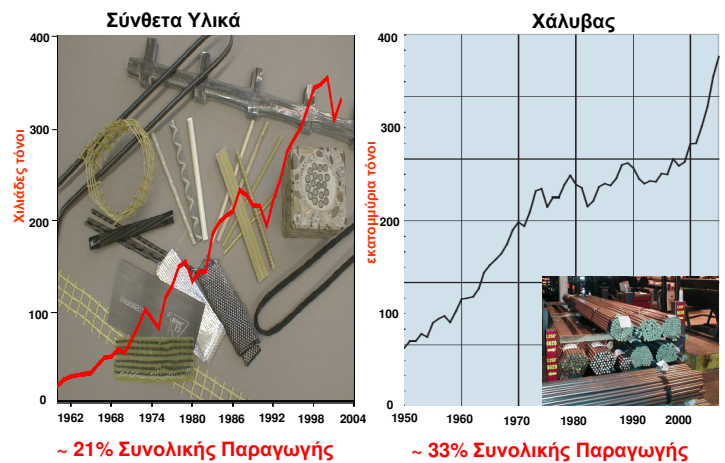
Υλικό	Συντελεστής Θερμικής Διαστολής x 10 ⁻⁶	
	Διαμήκη	Εγκάρσια
Ίνες-Ανθρακα	-0.9 έως +0.7	8 έως 18
Ίνες-Αραμιδιου	-6.0 έως -2.0	55 έως 60
Ίνες-Γυαλιού	5 έως 15	5 έως 15
Ρητίνες	60 έως 140	
ΙΟΠ-Ανθρακας	-0.9 έως 0	74 έως 104
ΙΟΠ-Αραμιδιου	-6.0 έως -2.0	60 έως 80
ΙΟΠ-Γυαλιού	6 έως 10	21 έως 23
Σκυρόδεμα	6 έως 13	
Χάλυβας	12x10 ⁻⁶	

fib Bulletin 35, (2006) και ACI 440.1R (2002)

ΔT= ± 25 °C Δεν επηρεάζει την συνάφεια ACI 440.2R-02)

9

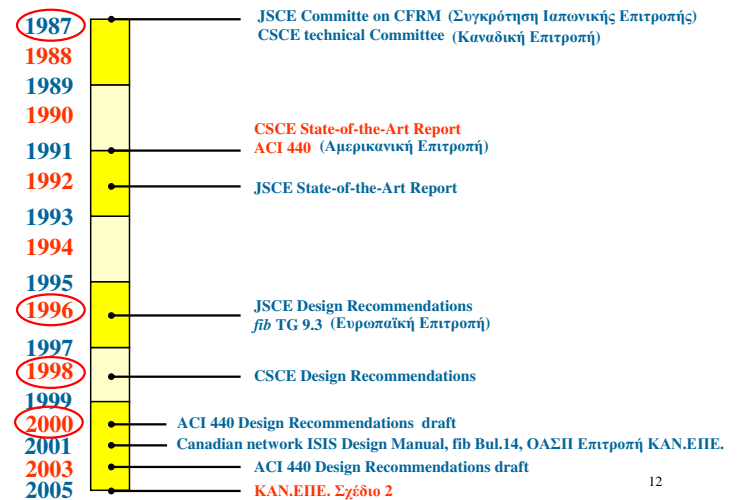
Παραγωγή για Χρήση στις Κατασκευές



Γιατί Τελικά Έχουν Περιορισμένη Εφαρμογή στη Πράξη;

- > Υψηλό κόστος
- > “Υψηλής Κλάσης” αντίπαλος ο χάλυβας
- > Έλλειψη εγκεκριμένων προδιαγραφών & προτύπων (κώδικας για το σχεδιασμό)

11



12

Εφαρμογές

μικρό βάρος

Pedestrian bridge, Kolding (DK) - 1997



13

Εφαρμογές



14

Εφαρμογές

Αντοχή σε διάβρωση



15

Εφαρμογές

Αντοχή σε διάβρωση



16

Εφαρμογές

Αντοχή σε διάβρωση



17

Απαιτήσεις Απουσίας Μαγνητικών Υλικών



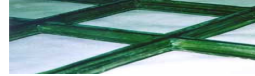
Magnetic Levitation Railways (Japan)

18



19

Οπλισμοί



NEFMAC (FRP Grid) Nefcom CO., Ltd.



C-Bar Reinforcing Rods
Marshall Industries Composites Inc.



CFPR Rod LEADLINE
Mitsubishi Kasei Corporation

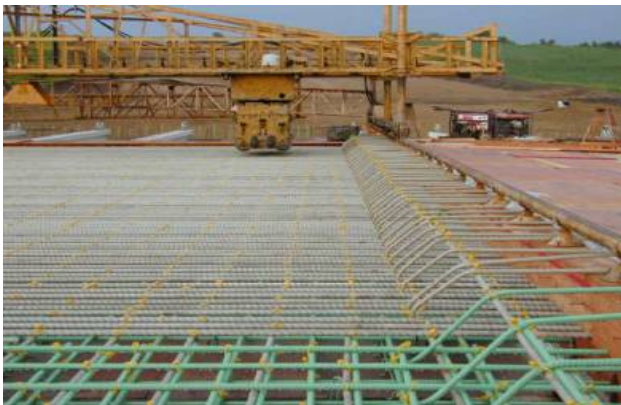
Τένοντες



TECHNORA ROD Teijin Ltd.

20

Τα Σύνθετα ως Οπλισμός σε Νέες Κατασκευές



IOWA USA

21

Τα Σύνθετα ως Οπλισμός σε Νέες Κατασκευές



53 rd AVENUE BRIDGE

22

Τα Σύνθετα ως Οπλισμός σε Νέες Κατασκευές

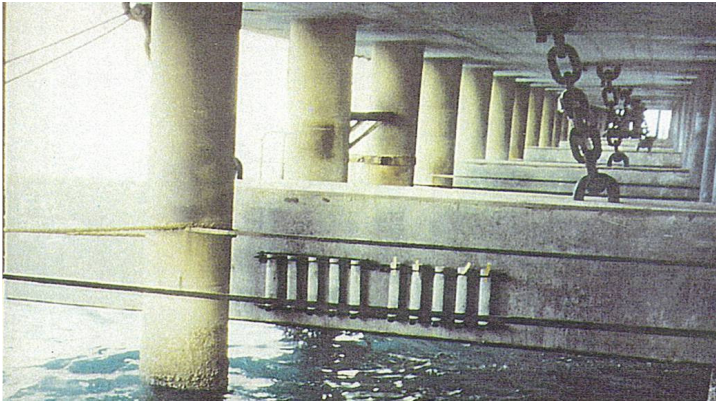


23



24

Τα Σύνθετα ως Οπλισμός σε Νέες Κατασκευές



25

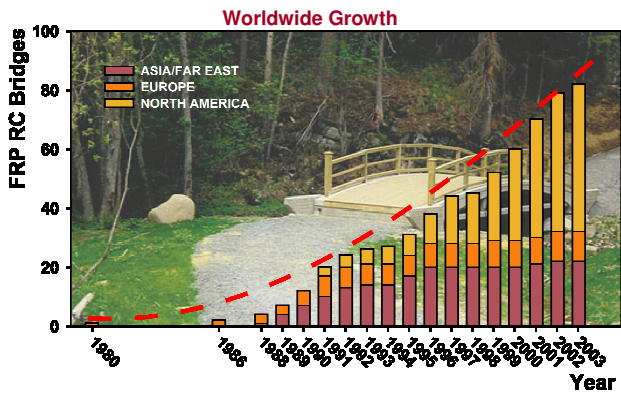
Τα Σύνθετα ως Οπλισμός σε Νέες Κατασκευές



Birdie Bridge - Ibaragi Prefecture, Japan

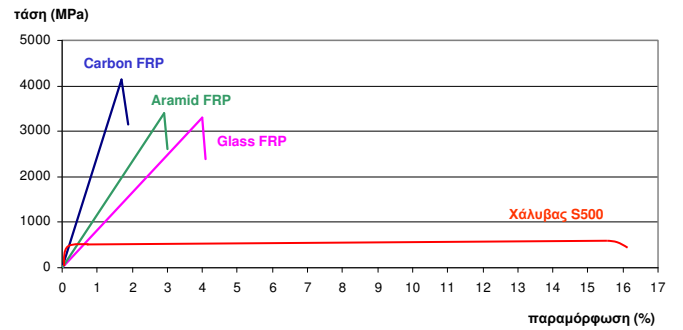
26

Γέφυρες με Οπλισμό από Σύνθετα



27

Σχεδιασμός με Οπλισμό από Σύνθετα Υλικά



*Παρατήρηση: όχι για ανάληψη θλιπτικών δυνάμεων

28

Μείωση Αντοχής

Μειωτικός συντελεστής C_E για διάφορες συνθήκες περιβάλλοντος (ACI- 440)

Συνθήκες Περιβάλλοντος	ΙΟΠ - Άνθρακας		ΙΟΠ - Αραμίδιο		ΙΟΠ - Γυαλί	
	Εσ. οπλισμός	ένισχυση	Εσ. οπλισμός	ένισχυση	Εσ. οπλισμός	ένισχυση
Εσωτερικοί χώροι	1.0	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75
Εξωτερικοί χώροι	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65
Ιδιαίτερα διαβρωτικό περιβάλλον	n/s	0.85	n/s	0.70	n/s	0.50

$$f_{fk} = C_E f_{fk}$$

Επιρροή μόνιμης σταθερής τάσης (ερπυσμός)

Στατική κόπωση - Creep Rapture Stress (ACI- 440)

	ΙΟΠ - Άνθρακας	ΙΟΠ - Αραμίδιο	ΙΟΠ - Γυαλί
όριο αντοχής	0.55 f_{fk}	0.3 f_{fk}	0.20 f_{fk}

➔ προβληματική η ανάληψη μόνιμων φορτίων

29

Σχεδιασμός με Οπλισμό από Σύνθετα Υλικά

συντελεστές ασφαλείας

$\gamma_{Rd} = 2.0$ Για αστοχία οπλισμού στην εφ. ζώνη

$\gamma_{Rd} = 1.4$ Για αστοχία σκυροδέματος στην θλιβ. ζώνη

$$\mu_{\theta} \sim 1.0, \quad \rho = 1.0$$

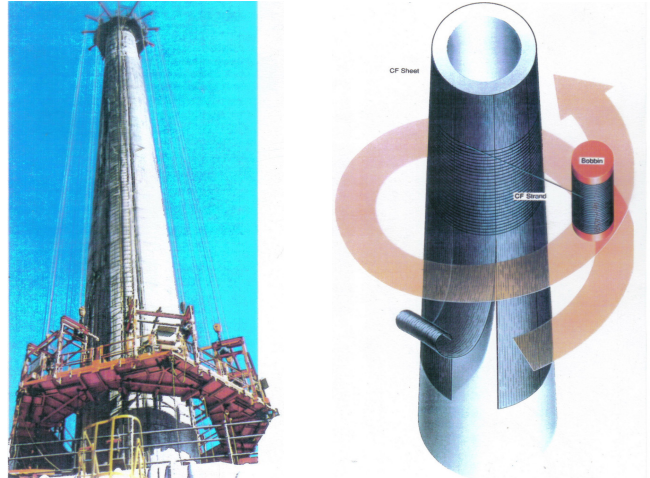
30

Συγκριτικό Κόστος για Ράβδους Οπλισμού

	Συνήθης χάλυβας	Σύνθετα υλικά με ίνες άνθρακα			Ανοξειδωτος χάλυβας	
		Κόστος ανά m	Κόστος ανά m	Σχέση κόστους ανά m	Σχέση κόστους με αναγωγή σε ίση αντοχή	Κόστος ανά m
Φ8	0.50€/kg x 0.40=0.20€/m	12.00 €/m	50:1	12.5 :1	6 €/kg x 0.40=2.4€/m	12:1
Φ16	0.50€/kg x 1.58=0.80€/m	25.00 €/m	30:1	7.5 :1	5 €/kg x 1.58=7.9€/m	10:1

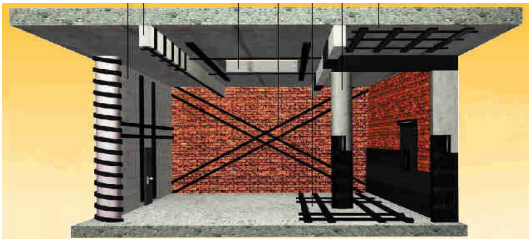
31

ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ



ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

- > Επικουρικός ρόλος παρουσία υφιστάμενου οπλισμού
- Προϋπόθεση (ACI. 440-2R):
- Ανάληψη φορτίων από την υπάρχουσα κατασκευή: **1.2G + 0.85Q**



- Υφάσματα
- Ελάσματα
- Φύλλα
- Λωρίδες
- Πλέγματα

- > Μεγιστοποίηση ταχύτητας εκτέλεσης εργασίας
- > Ελαχιστοποίηση αναστάτωσης
- > Όχι για καμπτική ενίσχυση υποστυλωμάτων

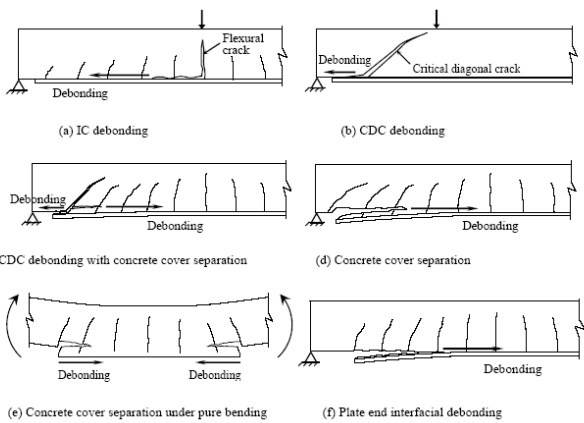
33

Καμπτική Ενίσχυση

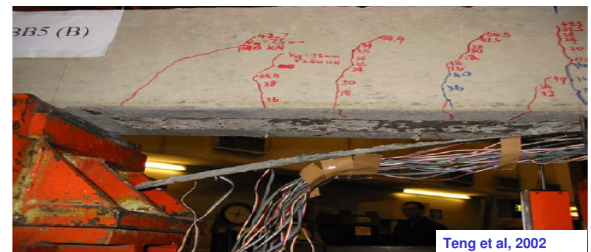
Μικρό βάρος



34



35

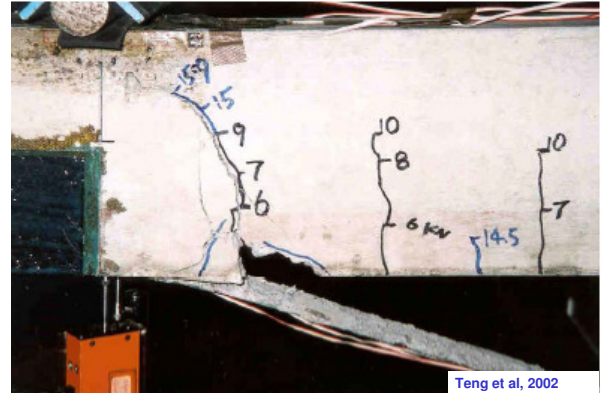


Αναλαμβάνομενη δύναμη επικολητών φύλλων συναρτήσει του μήκους αγκύρωσης

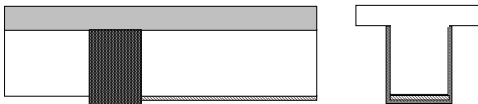
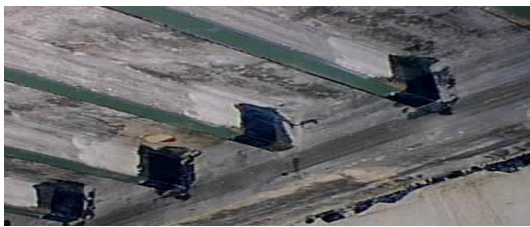


Απόσχιση επικάλυψης σκυροδέματος στο πέρας του σύνθετου υλικού

37



38

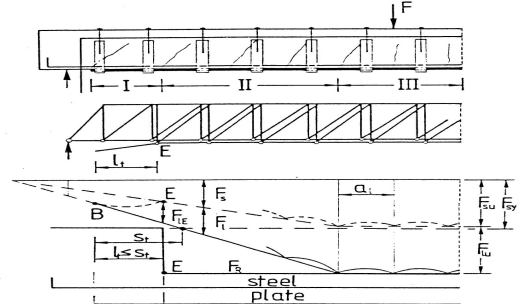


Χρήση στοιχείων αγκύρωσης στα άκρα

39

Έλεγχος Απόσχισης Άκρου

$$V_{sd, απολ.} \leq V_{cd, απολ.} \quad M_{sd, απολ.} \leq 0.67 M_{Rd, απολ.}$$

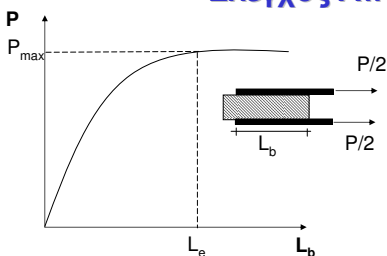


Rostasy, 1997

$$V_{sdj} = \frac{A_j \sigma_{jd}}{A_{so} f_{ydo} + A_j \sigma_{jd}} V_{sd, απολ.}$$

40

Έλεγχος Αποκόλλησης



$$L_e = \sqrt{\frac{E_j t_j}{2 f_{ctm}}}$$

$$P_{max} = k f_{ctm} b_j L_e$$

$$\sigma_{j,crit.} = \frac{P_{max}}{b_j t_j} \cong 0.4 \sqrt{\frac{E_j f_{ctm}}{2 t_j}}$$

Ας θεωρηθεί η περίπτωση μίας δοκού από σκυρόδεμα C16/20 που ενισχύεται στο εφελκόμενο πέλαμα με ένα έλασμα ΙΟΠ-Ανθρακα, πάχους $t_j=1\text{mm}$ και πλάτους $b_j=1/2b_w$. Εξετάζοντας την 2η μορφή αστοχίας λαμβάνεται:

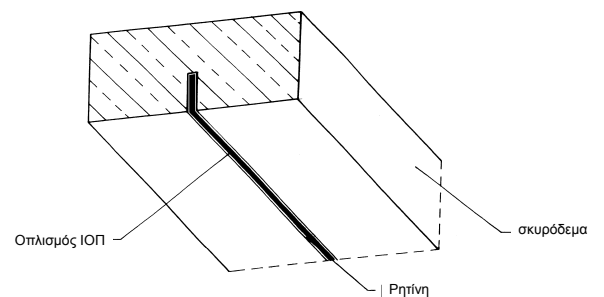
$$f_{ctm} \cong 0.3 f_{ck}^{2/3} = 0.316^{2/3} = 1.92 \text{ MPa} \quad \text{και}$$

$$\sigma_{j,crit.} = 0.4 \sqrt{\frac{200 \cdot 1.92 \cdot 10^3}{2}} = 175 \text{ MPa}$$

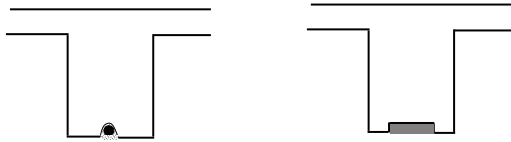
41

▪ Χρήσιμη τεχνική για ενισχύσεις γύρω από νέα ανοίγματα σε πλάκες, τοιχώματα

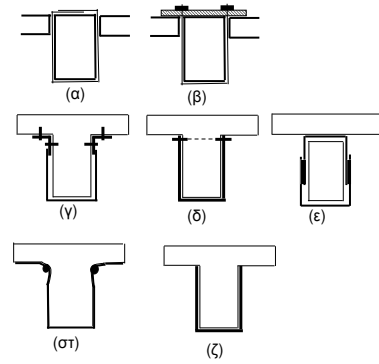
Καμπτική Ενίσχυση με Οπλισμούς εντός "Αυλακιών"



42



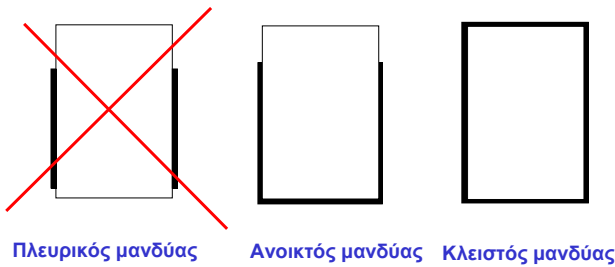
43



Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας οπλισμού διάτμησης :
 (α), (β) "κλειστή" ενίσχυση, (γ), (δ),(ε),(στ) "ανοικτή" ενίσχυση με αγκυρωμένα άκρα και
 (ζ) "ανοικτή" ενίσχυση αποδεκτή κατά παρέκκλιση

44

Διατμητική Ενίσχυση

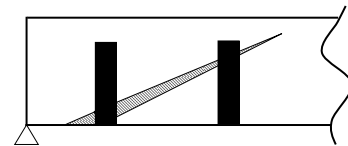


Πλευρικός μανδύας

Ανοικτός μανδύας

Κλειστός μανδύας

45



Απόσχιση επικάλυψης σκυροδέματος στο πέρας του σύνθετου υλικού

46

Διατμητική Ενίσχυση



47



48

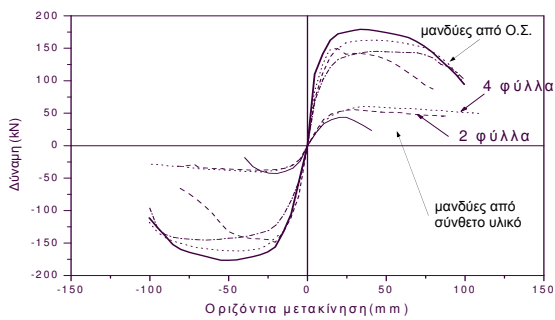


49

Γιατί Περίσφιγξη;

- Αύξηση της πλαστιμότητας του υποστυλώματος
- Αύξηση της θλιπτικής αντοχής του υποστυλώματος
- Αποφυγή αστοχίας συνάφειας των κατακόρυφων ράβδων του υποστυλώματος, στην περιοχή της υπερκάλυψής τους
- Αύξηση της διαμητικής αντοχής του υποστυλώματος
- Ικανοποίηση απαιτήσεων ικανοτικού σχεδιασμού

50



Διαγράμματα φορτίου-οριζόντιας μετακίνησης υποστυλωμάτων ενισχυμένων με μανδύες από σύνθετα υλικά και Ο.Σ.

51



Αποκατάσταση περιοχών με ανεπαρκή μήκη μάτισης

Γενικώς

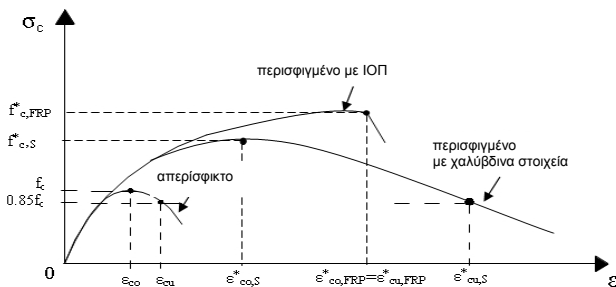
$$t_j = Y_{Rd} \frac{(1-\lambda_s) 1 f_{yk} A_b}{\beta \mu \sigma_{jd} l_s} \quad Y_{Rd} = 1.5$$

Για γωνιακές ράβδους

$$t_j \geq \frac{7}{\delta^{5/3}} [(1-\lambda_s) d_s / \ell_s]^3 \frac{f_{yk}^3}{E_j f_{ck}^2} \bar{b} (c + d_s) \quad (N, mm)$$

(ΚΑΝ.ΕΠΕ., 2005)

54



(α) για κυκλικές διατομές

$$f_c^* = \frac{1}{Y_{Rd,1}} (1 + 1.4 a \omega_w) f_c \quad Y_{Rd,1} = 1.4 \quad \epsilon_{cu}^* = \frac{1}{Y_{Rd,2}} [0.003 (1 + 1.4 a \omega_w)^2]$$

(β) για ορθογωνικές διατομές

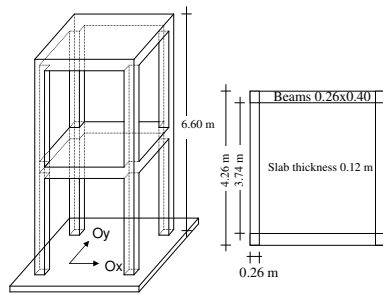
$$f_c^* = \frac{1}{Y_{Rd,3}} (1 + 1.4 a \omega_w) f_c \quad Y_{Rd,3} = 1.7$$

$$\epsilon_{cu}^* = \frac{1}{Y_{Rd,4}} [0.003 (1 + 1.4 a \omega_w)^2] \quad Y_{Rd,4} = 3.1$$

53

Ecoleader Project

Πειράματα στην Σεισμική Τράπεζα σε Διώροφο Κτίριο



CEA Laboratories, Sacley, France

55



CEA, Sacley

56



CEA, Sacley

57



CEA, Sacley

58

Επισκευή με ρητινενέσεις



CEA, Sacley

59

Ενίσχυση κόμβων



CEA, Sacley

60



CEA, Sacley

61



CEA, Sacley

62



CEA, Sacley

Πειράματα στο Εργαστήριο Κατασκευών του Πανεπιστημίου Πατρών



Fardis and Bousias

64

Συνήθη Προβλήματα Εφαρμογής

- Δεν ελέγχεται η κατάσταση και η αντοχή των επιφανειακών στιβάδων σκυροδέματος
- Δεν προετοιμάζεται επιμελώς η επιφάνεια βάσης
- Δεν γίνονται κατάλληλες στρογγυλεύσεις των ακμών του στοιχείου
- Δεν χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες κόλλες για το συγκεκριμένο υπόβαθρο
- Χρήση ρητινών πέραν των αποδεκτών χρονικών ορίων χρήσης τους
- Συνεργεία με μικρή εμπειρία:
 - Εσφαλμένη ή πρόχειρη διαδικασία εφαρμογής
 - Έλλειψη κατάλληλων βοηθητικών μέσων
 - Εγκλωβισμός αέρα

65

Μερικά Ερωτήματα από την Πράξη

- Προστασία από φωτιά ?
- Όταν έχουν χρησιμοποιηθεί φαλτσογωνιές, χρειάζεται στρογγύλευση στις ακμές ?



- Επιτρέπεται να "τρυπηθεί" το ύφασμα ή το έλασμα?
- Επιτρέπεται να υπάρχει επαφή του σύνθετου υλικού με στοιχεία χάλυβα?
- Η πλήρης κάλυψη στοιχείων βοηθά την προστασία σε διάβρωση ?
 - Σε στοιχεία από σκυρόδεμα ?
 - Σε στοιχεία τοιχοποιίας ?

66

Τι Καινούριο Έρχεται ?

Οπλισμοί σε Νέες Κατασκευές

➤ Από νέα μητρικά υλικά (π.χ. βασάλτης-Ρωσία και Ουκρανία)

Ενισχύσεις

➤ Αντικατάσταση συνδετικού μέσου ρητίνης με κονίαμα

- Πλέγματα με βροχίδες από δέσμες συνήθων ινών (για στοιχεία από Ο.Σ. και για τοιχοποιία – Πανεπιστήμιο Πατρών, Εργαστήριο Μηχανικής)
- Πλέγματα με βροχίδες από δέσμες χαλύβδινων συρμάτων (ψαθурών) (μανδύες σε στοιχεία Ο.Σ.– Πανεπιστήμιο Θεσ/κης, Δ.Π.Θ.)

➤ Κατάργηση συνδετικού μέσου

(Πανεπιστήμιο Πατρών, Εργαστήριο Μηχανικής)

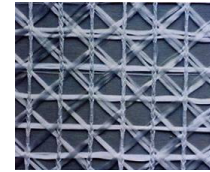
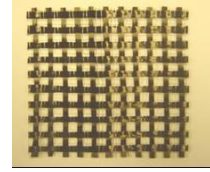
➤ Χρήση σύνθετων ελασμάτων σε επιφανειακές εγκοπές

➤ Αγκύρια από θύσανο ινών

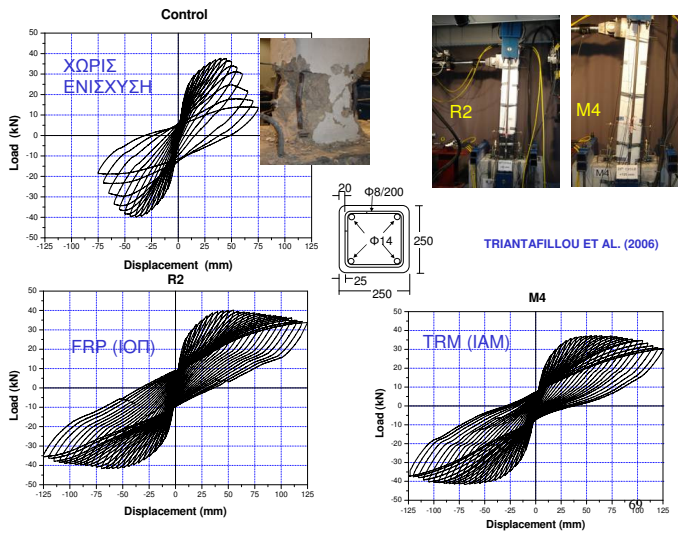
➤ Χρήση για αναβάθμιση διαβρωμένων στοιχείων

67

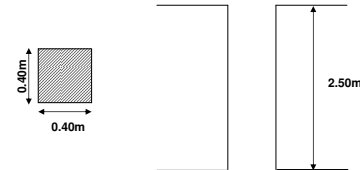
- Μανδύες νέου τύπου: Ινοπλέγματα σε Ανόργανη Μήτρα (IAM)
- [Textile-Reinforced Mortars – TRM (fib. Bul.35, Triantafillou et al. 2006)]



68



Εκτίμηση Κόστους Ενίσχυσης με Σύνθετα Υλικά



▪ Έστω ανθρακονήματα C200 ($t_f=0.11\text{mm}$)

$$2 \times 5\text{m}^2 \times 21 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 210 \text{ €}$$

Αν ανθρακονήματα C300 ($t_f=0.165\text{mm}$)

$$2 \times 5\text{m}^2 \times 28 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 280 \text{ €}$$

Αν υαλοφάσματα G60 AR ($t_f=0.23\text{mm}$)

$$t_a = 0.23 \rightarrow 0.23 \frac{E_a}{E_c} = 0.062 \rightarrow \frac{110}{62} = 1.77$$

2 φύλλα CFRP $\approx 2 \times 1.77 = 3.5$ φύλλα GFRP

$$3.5 \times 5\text{m}^2 \times 14.4 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 252 \text{ €}$$

$\approx 250 \text{ €}$ έως 300 €

70

ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

$\approx 250 \text{ €}$ έως 300 €

ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΥΛΙΚΑ

$$1.6\text{m} \times 2.5\text{m} \times 25 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 100 \text{ €} \text{ έως } 150 \text{ €}$$

ΕΡΓΑΤΙΚΑ

$$1.6\text{m} \times 2.5\text{m} \times 60 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 240 \text{ €} \text{ έως } 350 \text{ €}$$

$\approx 600 \text{ €}$ έως 800 €

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΚΛΩΒΟ

περίπου 350 € έως 400 €

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

➤ Ως εσωτερικός οπλισμός σε νέες κατασκευές:

- Δεν ενδιαφέρει για κτιριακά έργα
- Ενδιαφέρει για έργα υποδομής π.χ. σε έντονο διαβρωτικό περιβάλλον (π.χ. λιμενικά έργα)
- Ναι για εξειδικευμένες απαιτήσεις π.χ.
 - κατασκευές που απαιτούν χαμηλή ηλεκτρική ή θερμική αγωγιμότητα
 - κατασκευές για τις οποίες δεν είναι αποδεκτή η χρήση μαγνητικών υλικών (π.χ. ιατρικός εξοπλισμός)

➤ Ως τένοντες προέντασης:

- Αισιόδοξες προοπτικές

71

72

➤ Σε ενισχύσεις κατασκευών

κυρίως για μεμονωμένα μέλη

προϋπόθεση: ικανοποιητική αντοχή σκυροδέματος

- Ελάχιστη η προσφορά “ανοικτών” ενισχύσεων
- Μικρή βελτίωση καμπτικής ικανότητας πλακών και δοκών
- Υποσχόμενη τεχνική η τοποθέτηση ράβδων ή ελασμάτων εντός αυλακιών (υπό έρευνα)
- Μικρή βελτίωση διατμητικής αντοχής δοκών
- Ενδιαφέρουσα εφαρμογή για ενισχύσεις κόμβων
- Χρήσιμη εφαρμογή ως εγκάρσιος σπλισμός σε υποστυλώματα (κυρίως) και τοιχώματα
 - ✓ Πλαστιμότητα
 - ✓ Διατμητική αντοχή
 - ✓ “Κοντές” αναμονές
- Χρήσιμη εφαρμογή για ειδικές απαιτήσεις
Π.χ. ελαχιστοποίηση χρόνου επέμβασης, ενίσχυση καμινάδων

73

www.episkeves.civil.upatras.gr

74



ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ:
ΠΡΟΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ: ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ
ΥΨΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ
80027P16

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

“Τεχνολογία Επεμβάσεων”



➤ καθ. Στέφανος Η. Δρίτσος
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Αθήνα, 13/04/2016

1



Unacceptable steel bar overlap. Lack of stirrups

2



3



Lack of stirrups

4



Congestion of reinforced steel bars

5



6



7



8



9



10



11



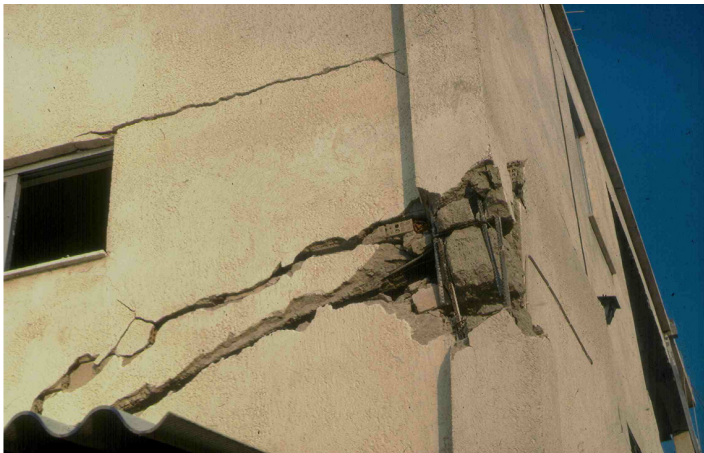
12



13



14



15

ΜΑΝΔΥΕΣ Ο.Σ.



16



Εκτράχυνση με Αμμοβολή

17



Προετοιμασία Επιφάνειας με Αεροματσάκονο

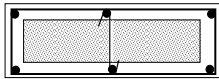
18



19



20

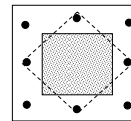


Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε επιμήκεις διατομές

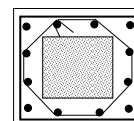
21

Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε τετραγωνικές διατομές

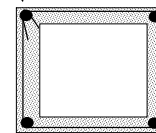
ΟΧΙ



ΝΑΙ



γωνία 45°



22



Άνοιγμα Συνδετήρων

23



Ηλεκτροσυγκόλληση Άκρων Συνδετήρων Μανδύα

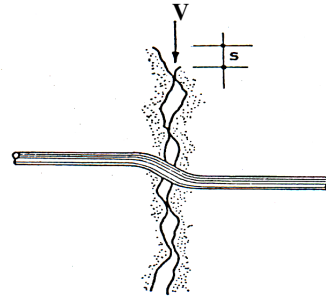
24

Εκτράχυνση και Χρήση Χαλύβδινων Βλήτρων



25

Οπλισμένες Διεπιφάνειες



Μηχανισμός Δράσης Βλήτρου

26



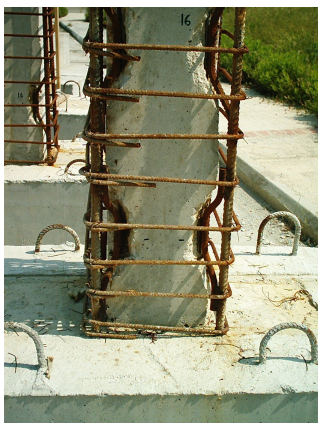
Βλάβες σε Δοκίμιο με Έγχυτο Σκυρόδεμα, Λεία Διεπιφάνεια χωρίς Διατμητικούς Συνδέσμους

27



28

Οπλισμένες Διεπιφάνειες



Χαλύβδινοι Ηλεκτροσυγκολλημένοι Σύνδεσμοι (Αναρτήρες)

29

Αποκατάσταση Ίσης Διατομής

30



31



32



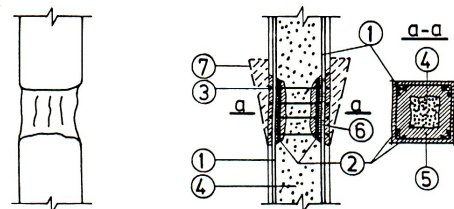
33



34



35



1. παλιός οπλισμός, 2. νέος οπλισμός, 3. νέοι συνδετήρες, 4. παλιό σκυρόδεμα, 5. νέο σκυρόδεμα, 6. συγκόλληση, 7. προσωρινός ξυλότυπος.

Αποκατάσταση υποστυλώματος, με πλήρη αποδιοργάνωση του σκυροδέματος της βλαβεράς περιοχής

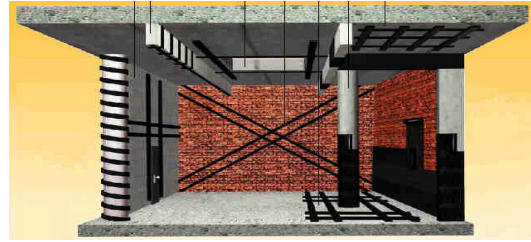
36

ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ

➤ Επικουρικός ρόλος παρουσία υφιστάμενου οπλισμού

Προϋπόθεση (ACI. 440-2R):

Ανάληψη φορτίων από την υπάρχουσα κατασκευή: **1.2G + 0.85Q**

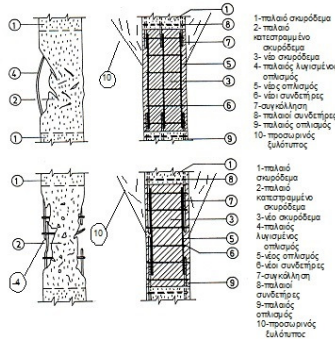


- Υφάσματα
- Ελάσματα
- Φύλλα
- Λωρίδες
- Πλέγματα

➤ Μεγιστοποίηση ταχύτητας εκτέλεσης εργασίας

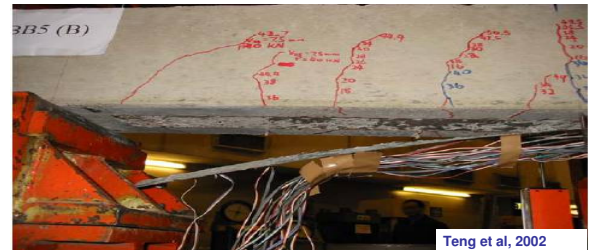
➤ Ελαχιστοποίηση αναστάτωσης

➤ Όχι για καμπτική ενίσχυση υποστυλωμάτων



Αποκατάσταση υποστυλώματος, με πλήρη αποδιοργάνωση του σκυροδέματος της βλαβείας περιοχής

Καμπτική Ενίσχυση



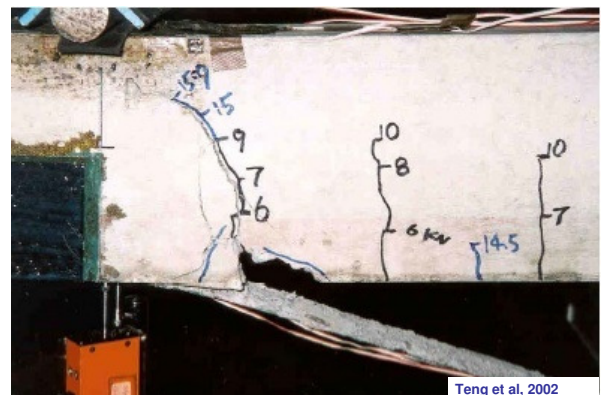
Teng et al, 2002



Αναλαμβανόμενη δύναμη επικολητών φύλλων συναρτήσει του μήκους αγκύρωσης

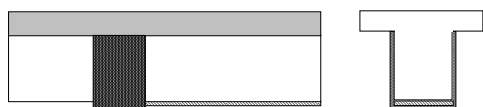


Teng et al, 2002



Teng et al, 2002

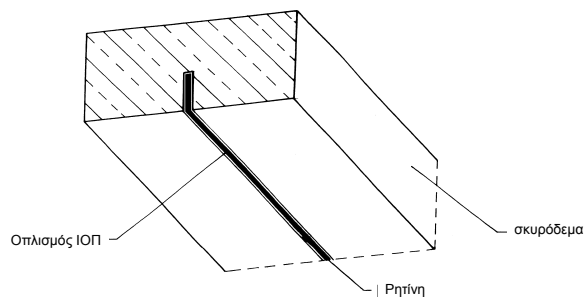
Απόσχιση επικάλυψης σκυροδέματος στο πέρας του σύνθετου υλικού



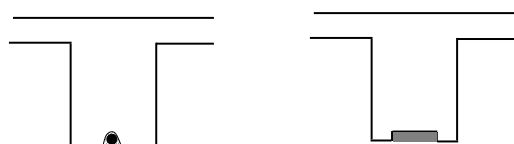
Χρήση στοιχείων αγκύρωσης στα άκρα

43

Καμπτική Ενίσχυση με Οπλισμούς εντός “Αυλακιών”

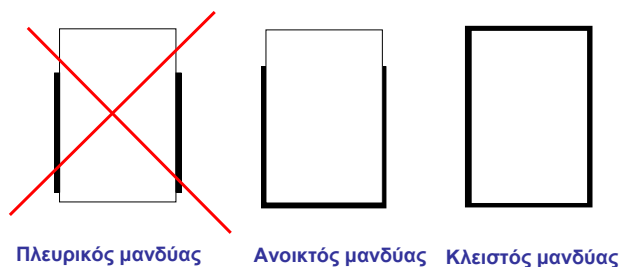


44



45

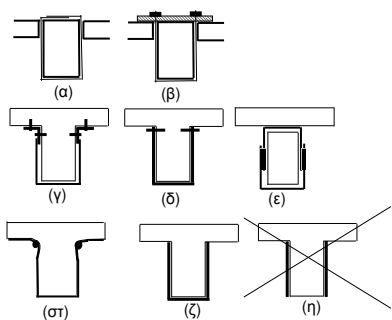
Διατμητική Ενίσχυση



46

Ανεπάρκεια Οπλισμού Διάτμησης ($V_{sd} > V_{Rd3}$)

- Με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος
- Με εξωτερικά στοιχεία από χάλυβα ή ΙΟΠ



Ενδεικτικοί τρόποι ενίσχυσης σε διάτμηση έναντι ανεπάρκειας οπλισμού διάτμησης:
 (α), (β) “κλειστή” ενίσχυση, (γ), (δ),(ε),(στ) “ανοικτή” ενίσχυση με αγκυρωμένα άκρα & (ζ) “ανοικτή” ενίσχυση αποδεκτή κατά παρέκκλιση

47

Περίσφιξη με ΙΟΠ



48

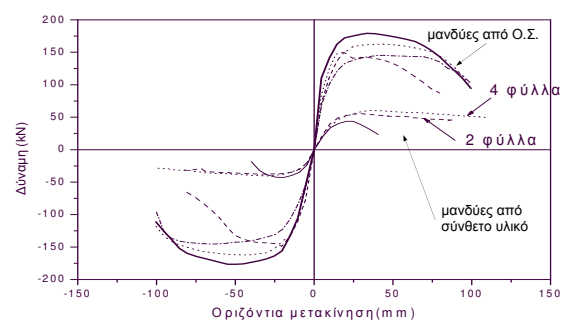
Γιατί Περίσφιξη;

- Αύξηση της πλαστιμότητας του υποστυλώματος
- Αύξηση της θλιπτικής αντοχής του υποστυλώματος
- Αποφυγή αστοχίας συνάφειας των κατακόρυφων ράβδων του υποστυλώματος, στην περιοχή της υπερκάλυψής τους
- Αύξηση της διατμητικής αντοχής του υποστυλώματος
- Ικανοποίηση απαιτήσεων ικανοτικού σχεδιασμού

49



50



Διαγράμματα φορτίου-οριζόντιας μετακίνησης υποστυλωμάτων ενισχυμένων με μνδύες από σύνθετα υλικά και Ο.Σ.

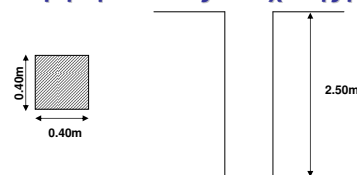
52

Περίσφιξη με Μεταλλικό Κλωβό



53

Εκτίμηση Κόστους Ενίσχυσης με Σύνθετα Υλικά



- Έστω ανθρακονήματα C200 ($t_f=0.11\text{mm}$)

$$2 \times 5\text{m}^2 \times 21 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 210 \text{ €}$$

Αν ανθρακονήματα C300 ($t_f=0.165\text{mm}$)

$$2 \times 5\text{m}^2 \times 28 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 280 \text{ €}$$

Αν υαλοφάσματα G60 AR ($t_f=0.23\text{mm}$)

$$t_a = 0.23 \rightarrow 0.23 \frac{E_a}{E_c} = 0.062 \rightarrow \frac{110}{62} = 1.77$$

2 φύλλα CFRP $\approx 2 \times 1.77 = 3.5$ φύλλα GFRP

$$3.5 \times 5\text{m}^2 \times 14.4 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 252 \text{ €}$$

$\approx 250 \text{ €}$ έως 300 €

54

ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ $\cong 250 \text{ €}$ έως 300 €

ΥΠΟΛΟΙΠΑ ΥΛΙΚΑ $1.6\text{m} \times 2.5\text{m} \times 25 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 100 \text{ €}$ έως 150 €

ΕΡΓΑΤΙΚΑ $1.6\text{m} \times 2.5\text{m} \times 60 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} = 240 \text{ €}$ έως 350 €
 $\cong 600 \text{ €}$ έως 800 €

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΚΛΩΒΟ περίπου 350 € έως 400 €

55

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη χιαστί κολλάρων από χαλύβδινα στοιχεία



56

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

Προσθήκη επικολλητών ελασμάτων από χάλυβα



57

Ενίσχυση κόμβων με ΙΟΠ



CEA, Sacley

58



CEA, Sacley



CEA, Sacley

60

Πειράματα στο Εργαστήριο Κατασκευών του Πανεπιστημίου Πατρών



Fardis and Bousias

61

Επισκευή με ρητινενέσεις

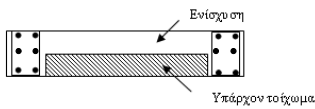


CEA, Sacley

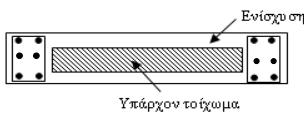
62

Ενίσχυση Τοιχωμάτων

- Αποκατάσταση Ανεπαρκών Αναμονών Όπως και στα υποστυλώματα
- Αύξηση Φέρουσας Ικανότητας Έναντι Κάμψης
 - ✓ Προσθήκη υποστυλωμάτων στα άκρα
 - ✓ Μονόπλευρη ενίσχυση και προσθήκη υποστυλωμάτων



- ✓ Ολόπλευρος κλειστός μανδύας (συνιστάται)



63

Ενίσχυση Υφισταμένων Τοίχων Πληρώσεως

- Με αμφίπλευρες οπλισμένες στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος χωρίς υποχρεωτική αγκύρωση στο περιβάλλον πλαίσισμα.
Ελάχιστο πάχος στρώσης 50 mm
Min $\rho_v = \rho_h = 0,005$

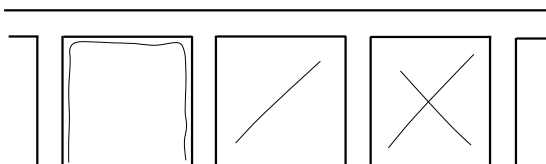
Εξασφάλιση της από κοινού λειτουργίας υφιστάμενης τοιχοποιίας με τις δύο στρώσεις ενίσχυσης μέσω διαμετρών κοχλιωτών συνδέσμων:

- Αντίσταση ενισχυμένου τοίχου = Αντίσταση λοξού θλιπτήρα



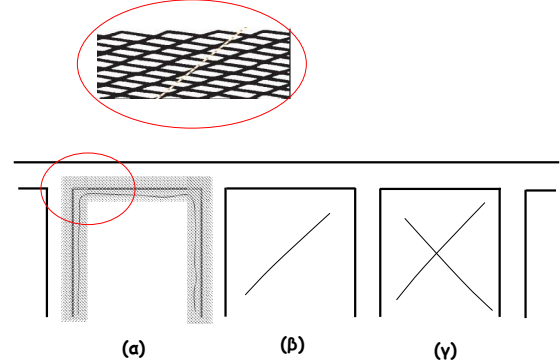
64

Βλάβες Τοιχοπληρώσεων



65

Επισκευή Τοιχοπληρώσεων



- (α) και (β) με λωρίδες υαλοπλέγματος ή γαλβανισμένο πλέγμα και κονίαμα επικάλυψης
- (γ) πιθανότατα ανακατασκευή

66

Εμφάνωση Πλαισίων

- Σημαντική Αύξηση της Δυσκαμψίας και της Σεισμικής αντίστασης του φορέα

Μορφές:

- Προσθήκη Απλού "Γεμίματος"
- Τοιχωματοποίηση Πλαισίου
- Ενίσχυση Υφισταμένων Τοίχων Πληρώσεως

Κρίσιμα σημεία της μελέτης

- Έλεγχος επάρκειας μεταφοράς τέμνουσας στις στάθμες των ορόφων
- Μικρή Αξονική → Μειωμένη Ενεργός Δυσκαμψία, Μεγάλη Στροφή στο Θεμέλιο

Κατασκευαστικά θέματα

- Δυσκολία σκυροδέτησης (ανεπαρκής πρόσβαση στην κορυφή)
- Αντιμετώπιση συστολής ξήρανσης

67

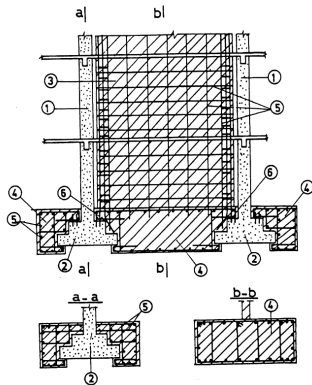
Προσθήκη Απλού "Γεμίματος"

- Τοιχώματα από: α) Άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα (επί τόπου κατασκευαζόμενα ή προκατασκευασμένα)
β) Άοπλη ή οπλισμένη τοιχοποιία
- Δεν λαμβάνονται ειδικά μέτρα σύνδεσης του γεμίματος με το πλαίσιο
- Προσομοίωση του γεμίματος μέσω διαγώνιου θλιπτήρα
- Χαμηλή πλαστιμότητα. Συνιστάται $\mu \leq 1,5$

Προσοχή

Πρόσθετες Τέμνουσες σε Δοκούς και Υποστυλώματα

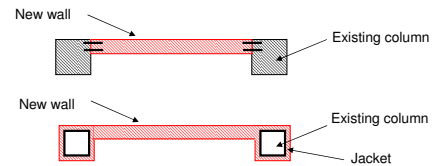
68



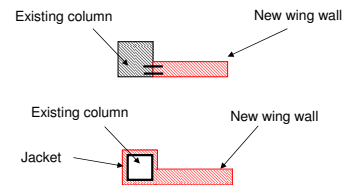
1. υφιστάμενα υποστυλώματα, 2. υφιστάμενα θεμέλια, 3. νέο τοίχωμα, 4. νέο οπλισμένο σκυρόδεμα, 5. πρόσθετοι οπλισμοί, 6. πρόσθετα στοιχεία για την αγκύρωση των νέων οπλισμών.

Παράδειγμα θεμελίωσης νέου τοιχώματος εντός υφισταμένου πλαισίου

69

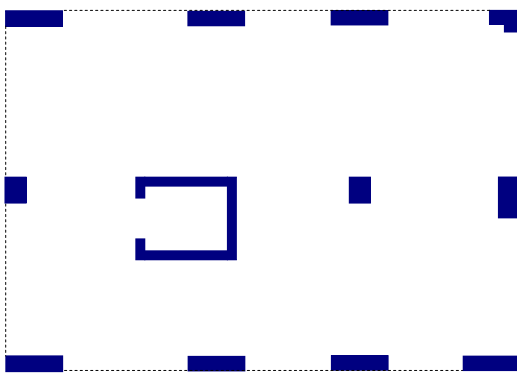


Infilling new shear walls



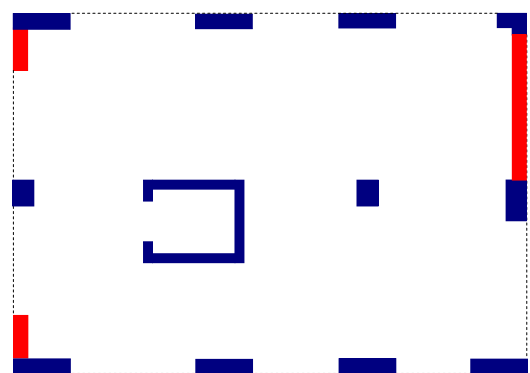
Addition of new wing walls

70



Existing vertical element configuration (PLAN)

71

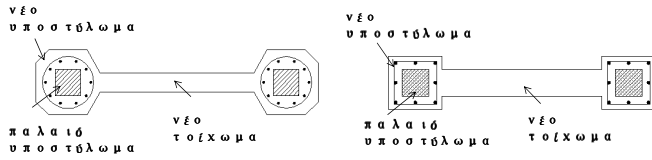


Strengthening proposal

72

Τοιχματοποίηση Πλαισίου

Εμφαντώσεις πάχους μικρότερου ή ίσου με το πλάτος της δοκού



Εμφαντώσεις πάχους μεγαλύτερου του πλάτους της δοκού



73



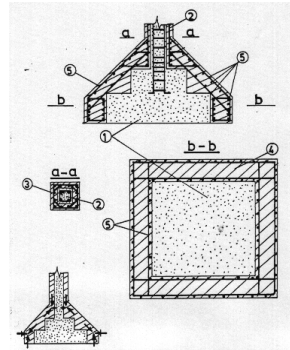
74



75

ΕΝΙΣΧΥΣΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

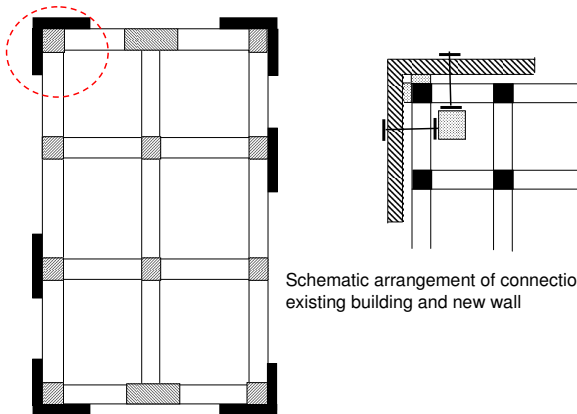
- Ανεπάρκεια επιφάνειας έδρασης
 - Ανεπαρκές ύψος
- ➔ Αύξηση διαστάσεων
Συνδυασμός με ενίσχυση κατακόρυφων μελών



$$\sum A_{sw} \geq \frac{P_n \tan \alpha}{f_{ywd}}$$

Ενδεικτική ενίσχυση πεδίων με την τεχνική των μανδουλών, όταν η επέμβαση περιλαμβάνει και ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου

76



Schematic arrangement of connections between existing building and new wall

Addition of new external walls

77



Addition of a bracing system

78



79



80

ΚΡΥΜΜΕΝΕΣ ΚΑΚΟΤΕΧΝΙΕΣ

81



Water drainage pipe in column
Not allowed by codes

82



Warning: Supervision does not end with last concrete pour
Damage by electrician as no specific path for cables was allowed
Note the electric cable pipes are inside the reinforcement!!

83

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

8.1 Γενικές Απαιτήσεις

- Έλεγχος διεπιφανειών

Σκυρόδεμα Χάλυβας Σύνθετα



8.2 Επεμβάσεις σε Κρίσιμες Περιοχές Ραβδόμορφων Δομικών Στοιχείων

- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της ικανότητας έναντι μεγθών ορθής έντασης
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας έναντι τέμνουσας
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστιμότητας
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας



8.3 Επεμβάσεις σε Κόμβους Πλαισίων

- Ανεπάρκεια λόγω διαγωνίας θλίψης κόμβου
- Ανεπάρκεια σπλισμού κόμβου



8.4 Επεμβάσεις σε Τοιχώματα

- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση ικανότητας έναντι μεγθών ορθής έντασης
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της φέρουσας ικανότητας τέμνουσας
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της τοπικής πλαστιμότητας
- Επεμβάσεις με στόχο την αύξηση της δυσκαμψίας



8.5 Εμφάνωση Πλαισίων

- Προσθήκη απλού "γεμίματος"
- Τοιχωματοποίηση πλαισίων
- Ενίσχυση υφιστάμενων τοίχων πληρώσεως
- Προσθήκη ράβδων δικτύωσης, μετατροπή πλαισίων σε κατακόρυφα δικτυώματα



8.6 Προσθήκη Νέων Παράπλευρων Τοιχωμάτων και Δικτυωμάτων

- Σύνδεσμοι
- Θεμελίωση νέων τοιχωμάτων
- Διαφράγματα



8.7 Επεμβάσεις σε Στοιχεία Θεμελίωσης

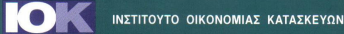


84

ΚΩΔΙΚΟΣ 14-x-xx

Ημερομηνία δημοσίευσης	T1 = Κατηγορία	T2 = Τύπος	T3 = Αντικείμενο	T4 = Τύπος	Αντικείμενο εργασιών	Ημερομηνία αρχικής αναρτήσεως
(Ημερομηνία τελευταίας ενημέρωσης : ΜΑΪΟΣ 2006)						
	14				ΕΡΓΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΖΗΜΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	
		1			Επεξεργασία επιφανειακής στρώσης σκυροδέματος	
19/12/2006			1		Καθαρισμός επιφανείας σκυροδέματος από αποσπασθιαστές ή ξένα υλικά	29/12/2005
19/12/2006			2		Προτοιμασία επιφανείας σκυροδέματος	29/12/2005
19/12/2006			2		Τοπικές αφαιρέσεις σκυροδέματος	
19/12/2006			1		Τοπική Καθάριση Σκυροδέματος με Διατήρηση του Οπλισμού	29/12/2005
19/12/2006			2		Τοπική Καθάριση Σκυροδέματος χωρίς Διατήρηση του Οπλισμού	29/12/2005
			3		Διάτρηση σκυροδέματος	
19/12/2006			1		Διάτρηση σπών χωρίς αποκοπή του υπάρχοντος οπλισμού	29/12/2005
19/12/2006			2		Διάτρηση σπών με Αποκοπή του Οπλισμού	29/12/2005
19/12/2006			4		Αποκατάσταση τοπικής βλάβης σκυροδέματος και οπλισμού λόγω τοπικής οξείδωσης οπλισμού	29/12/2005
19/12/2006			5		Αποκατάσταση διαταγής σκυροδέματος σε στοιχεία που έχει υποστεί τοπικές βλάβες οπλισμός	29/12/2005
19/12/2006			6		Αποκατάσταση «ελασ διαταγής» σε στοιχεία με βλάβες στο σκυρόδεμα και τους οπλισμούς	29/12/2005
19/12/2006			7		Σφράγιση ρωγμών σκυροδέματος	
19/12/2006			1		Πλήρωση ρωγμών σκυροδέματος μικρού εύρους	29/12/2005
19/12/2006			2		Σφράγιση ρωγμών μεγάλου εύρους	29/12/2005
			8		Επικόλληση ινολιμένων πολυμεριών	
19/12/2006			1		Επικόλληση Ύφασμάτων	29/12/2005
19/12/2006			2		Επικόλληση Ελαστικών	29/12/2005
			9		Αποκαταστάσεις σιδηροπλισμού	
19/12/2006			1		Καθαρισμός επιφανείας χάλυβα	29/12/2005
19/12/2006			4		Αποκατάσταση συνεχείας ανοιχτών συνδέτηρων	29/12/2005
			10		Προσθήκη οπλισμού με ηλεκτροσυγκόλληση	

ΦΕΚ 2221/30-07-2012



ΙΟΚ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΠΡΩΨΗΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ (ΠΕΤΕΠ)

Εργασίες Αποκατάστασης Ζημιών Κατασκευών από τον Σεισμό και λοιπούς Βλαπτικούς Παράγοντες

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας
Αθήνα 2008

19/12/2006			1		Επί υπάρχοντος συγκολλημένου οπλισμού	29/12/2005
19/12/2006			2		Επί υπάρχοντος οπλισμού, συγκολλημένοι υπό προεπιβέβαιες	29/12/2005
19/12/2006		11			Αγκύρωση νέων ράβδων οπλισμού στο σκυρόδεμα	29/12/2005
		12			Εφαρμογή στερεωτικών μέσων (fixing elements)	
19/12/2006			1		Βλήτρα	29/12/2005
19/12/2006			2		Αγκύρα	29/12/2005
		13			Ενωτικός - αποκαταστάσεις με χαλύβδινα στοιχεία	
19/12/2006			1		Επικόλληση Χαλύβδινων Ελαστικών	29/12/2005
19/12/2006			2		Εμφάνιση πλαισίων από δομικό χάλυβα	29/12/2005
19/12/2006			3		Προσθήκη διατομών σκυροδέματος με στοιχεία δομικού χάλυβα	29/12/2005
19/12/2006			14		Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα σε Έργα επιμεμβράτων	29/12/2005
		2			ΦΕΡΟΥΣΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣΕΙΣ	
			1		Προτοιμασία επιφανείων	
19/12/2006			1		Καθάριση επιχρισμάτων	29/12/2005
19/12/2006			2		Καθαρισμός τοιχοποιίας	29/12/2005
19/12/2006			3		Διευκρίνηση αρμών τοιχοποιίας	29/12/2005
		2			Τοπική αφαίρεση τοιχοποιίας	
19/12/2006			1		Με μηχανική μέθοδο	29/12/2005
19/12/2006			2		Με εργαλεία χεριών	29/12/2005
19/12/2006			3		Με θερμικές μεθόδους	29/12/2005
19/12/2006			3		Πλήρωση αρμών τοιχοποιίας	29/12/2005
19/12/2006			4		Αποκατάσταση τοιχοποιίας με εφαρμογή ενυδριτών	29/12/2005
		5			Επισκευές μεγάλων ρωγμών	
19/12/2006			1		Αεροσφράγιση	29/12/2005
19/12/2006			2		Σφράγιση με ελαστικές λεπτές ζώνες ραφής	29/12/2005
19/12/2006			7		Οπλισμένα / ενισχυμένα επιχρισματα	29/12/2005
		8			Ενίσχυση υπάρχουσας τοιχοποιίας με κατασκευή νέας επάλληλης στρώσης τοιχοποιίας	29/12/2005
19/12/2006			9		Εφαρμογή στρώσης σκυροδέματος (έγχυτου ή εκτοξευόμενου) για την ενίσχυση υπάρχουσας τοιχοποιίας	
19/12/2006			1		Μονόπλευρη στρώση οπλισμένου σκυροδέματος	29/12/2005
19/12/2006			2		Διπλόπλευρη στρώση οπλισμένου σκυροδέματος	29/12/2005
		3			ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΤΟΙΧΩΝ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	
19/12/2006			1		Αποκατάσταση τυχών πληρώσεως από τον φέροντα οργανισμό	29/12/2005
19/12/2006			2		Αποκατάσταση σιδημάτωσης	29/12/2005
		15			ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ - ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΕΙΣ - ΑΠΟΞΗΛΩΣΕΙΣ	

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΗΓΜΑΤΩΣΗΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	1
2. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΑΥΤΩΝ	1
2.1 ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ	1
2.2 ΑΠΟΔΕΚΤΑ ΥΛΙΚΑ	1
3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ - ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1
3.1 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ - ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	1
3.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ	2
3.3 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	3
3.4 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	3
4. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ	3
4.1 ΕΛΕΓΧΟΙ	3
4.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ	3
5. ΟΡΟΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΓΙΕΙΝΗΣ – ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	3
5.1 ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	3
5.2 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΚΩΝ ΚΙΝΔΥΝΩΝ	3
6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	4
6.1 ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	4
6.2 ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ	4

ΕΤΕΠ:

<http://www.episkeves.civil.upatras.gr/ETEP.aspx>

ΓΕΝΙΚΑ:

<http://www.episkeves.civil.upatras.gr/>

ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

- Τι Είναι;
- Γιατί Χρησιμοποιείται;
Υψηλή Θλιπτική Αντοχή
Πολύ Καλή Πρόσφυση
Αυτοσπνιζεται
Κινητή Εγκατάσταση

"Αν υπάρχει χώρος για έναν άνθρωπο και έναν σωλήνα, μπορούμε να σκυροδετήσουμε"

- Διαδικασίες



Εκτόξευση Μανδύα Υποστρώματος

91



92



93

Πειραματικά αποτελέσματα δοκιμών εκτοξευόμενου σκυροδέματος

Δείγμα Νο.	Θλιπτική Αντοχή Ε.Σ. (MPa)	Διατμητική Αντοχή Διεπιφάνειας (MPa)
------------	----------------------------	--------------------------------------

Α. Εκτοξευόμενο Ξηράς ανάμιξης πάνω σε παλιό

1	33,0	3,9
2	30,1	3,7
3	32,1	3,4

Β. Εκτοξευόμενο Υγράς ανάμιξης πάνω σε παλιό

4	33,2	0,9
5		1,3
6	30,5	1,7
7		1,5
8	33,5	2,3

94

ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ - ΞΗΡΑΣ ΑΝΑΜΙΞΗΣ

Αεροσυμπιεστής

- Απαιτούμενη πίεση
- Μήκος Σωλήνα
- Ειδικό Βάρος Μίγματος
- Διαφορά ύψους ακροφυσίου - θέσης εγκατάστασης
- Καμπύλες στον λαστ. σωλήνα διανομής κ.α.

Πρακτική Εκτίμηση

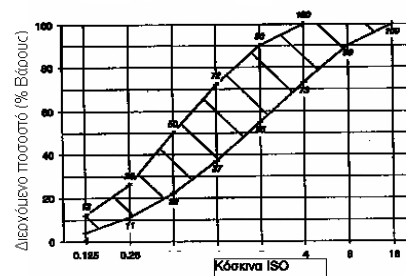
$$P = 200 + 2,5 (l + 2h) \text{ KPa}$$

όπου: l (m) μήκος σωλήνα

h (m) διαφορά ύψους ακροφυσίου

- Προδιαγραφές Αεροσυμπιεστή
- Πολλοί παράγοντες

95



Όρια Κοκκομετρικής Διαβάθμισης Αδρανών για Χρήση Ε.Σ.

96

Ανακλώμενο Υλικό και Υπερψεκαζόμενο (Overspray)

- Ανεπιθύμητα προϊόντα εκτόξευσης
- Έλεγχος και ελαχιστοποίηση από χειριστή
- Υπερψεκαζόμενο είναι...

Προβλήματα

- Ανακλώμενο Υλικό είναι...

Μειώνεται προοδευτικά

Δεν ξαναχρησιμοποιείται

- Σπατάλη
- Συνθήκες εργασίας χειριστή
- Αδύναμα σημεία

Περισσότερο Ανακλώμενο → Αυξημένη Αντοχή (!)

Αλλά Αυξημένη Συστολή Ξήρανση

97

Ποσοστά ανακλώμενου υλικού

Εκτοξευόμενη Επιφάνεια	Ξηρά Ανάμιξη	Υγρά Ανάμιξη
Δάπεδα	5-15%	0-5%
Κεκλιμένοι ή κατακόρυφοι τοίχοι	15-25%	5-10%
Οροφή	25-50%	10-20%

98

Εκτέλεση Εργασίας

- Προετοιμασία Επιφάνειας

- Απομάκρυνση κάθε αποσπασμένου
- Αγρίεμα επιφάνειας
- Διαβροχή με νερό

- Έλεγχος Νερού

Τόσο όσο χρειάζεται για να φαίνεται ελαφρά γυαλιστερό

Πολύ νερό → κυλάει, κρεμάει

Λίγο νερό → αυξάνει το ανακλώμενο

(Ξηρά, σκούρα
αμμώδης επιφάνεια
χωρίς να γυαλίζει)

Συσώρευση αδρανών
κακή τελική επιφάνεια
κακή σύνδεση στρώσεων
μικρή αντοχή

Δείγματα έδειξαν ανεπαρκή διαβροχή

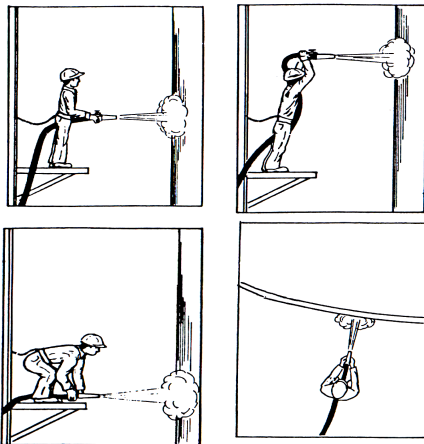
Πίεση νερού = Πίεση αέρα + (100 - 200) KPa

99

ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ

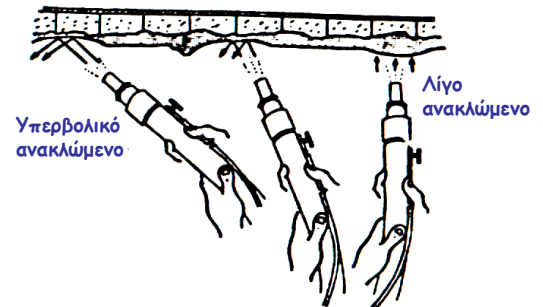
- Αποτελεσματικός χειρισμός
- Λιγότερες δυνατόν στρώσεις
- Σταθερή ροή χωρίς διακυμάνσεις
- Απόσταση 0,6 m έως 1,8 m
- Εν γένει κάθετα στην επιφάνεια
Ποτέ σε γωνία > 45°
- Κυκλική περιστροφή ακροφυσίου
Όχι μπρος-πίσω
- Σε μεγάλα πάχη κάθετα στην επιφάνεια υλικού σε γωνία 45°
προς την επιφάνεια βάσης
- Όχι ανακλώμενο και overspray στην επιφάνεια βάσης π.χ. πλάκες
- Εσωτερικές γωνίες προηγούνται
- Υγρότερη πρώτη στρώση

100



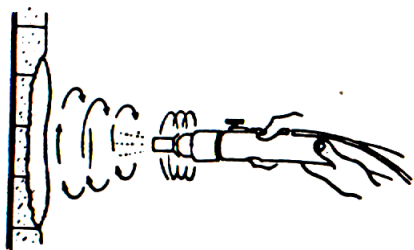
Σωστές θέσεις εκτόξευσης

101



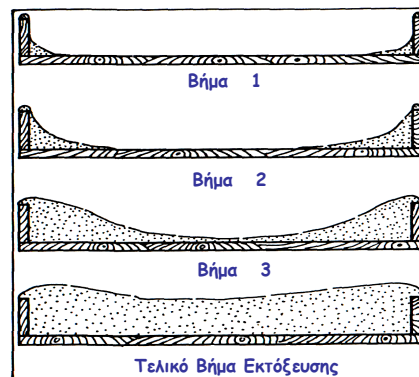
Σχέση ανακλώμενου υλικού και γωνίας πρόσπτωσης

102



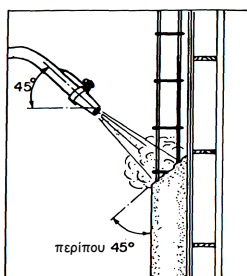
Οι στρώσεις συμπληρώνονται με επάλληλες μικρές κυκλικές ή ελλειπτικές κινήσεις του ακροφυσίου

103



Κατάλληλη διαδικασία εκτόξευσης σε εσωτερικές γωνίες

104



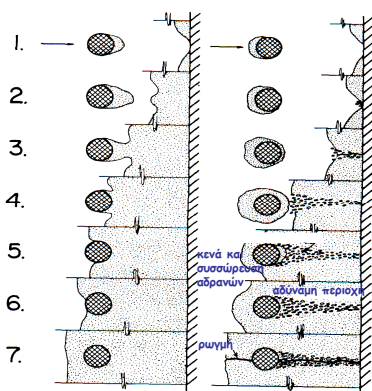
Συνιστώμενος τρόπος εκτόξευσης για μεγάλα πάχη

105

Εγκιβωτισμός Οπλισμών

- Σκοπός: Να πάει καλά πίσω από τις ράβδους
 Να μην προηγείται συσσωμάτωμα με το σίδηρο
- Μικρότερη Απόσταση
- Ελαφρά γωνία από πάνω
 (για οριζόντιες ράβδους)
- Λίγο πιο υγρό μίγμα
- Δύο στρώσεις οπλισμοί
 12 Φ απόστάσεις εξωτερικής στρώσης
 6Φ απόστάσεις εσωτερικής στρώσης

106



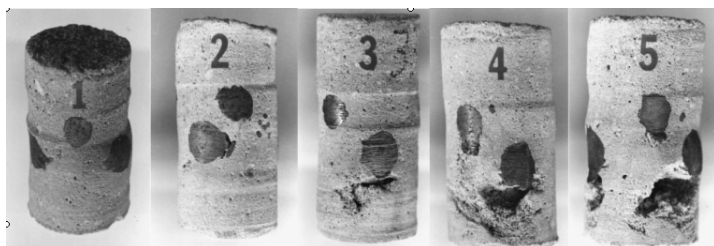
Εκτόξευση παρουσία οπλισμού

107

ΕΛΕΓΧΟΙ

- (α) ΟΠΤΙΚΟΣ
- (β) ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ
- (γ) ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ (ΚΡΟΥΣΤΙΚΟΣ)
- (δ) ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΣ
 - (i) Έλεγχος Θλιπτικής Αντοχής
 - (ii) Έλεγχος Συνάφειας
- (ε) ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ

108



Κατηγοριοποίηση ποιότητας Ε.Σ. με βάση τον οπτικό έλεγχο
Πιθανές εικόνες των πέντε κατηγοριών

109

ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΕΣ ΚΟΛΛΕΣ

ΡΗΤΙΝΕΣ

110

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ Α.Σ.Ι.

Συνθήκες περιβάλλοντος	Μέγιστο επιτρεπόμενο εύρος ρωγμής
Ξηρό περιβάλλον	0,41 mm
Υγρό περιβάλλον ή έδαφος	0,30 mm
Χημικές προσβολές	0,18 mm
Θαλάσσιες κατασκευές	0,15 mm
Δεξαμενές κ.λ.π.	0,10 mm

111

ΣΤΑΔΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ

- Καθαρισμός
- Διάνοιξη οπών διαμέτρου 5~10mm και πάλι καθαρισμός
- Προσαρμογή επιστομιών
- Επιφανειακό σφράγισμα (ρητινόστοκος)
- Ανάμιξη ρητίνης και σκληρυντή
- Εκτέλεση ρητινένεσης από το χαμηλότερο σημείο
- Αφαίρεση υλικού σφραγίσματος μετά από 24 h

112

ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΟΥ

- Κατάλληλο:
 - Πληροφορίες = σύγκριση τεχνικών χαρακτηριστικών
 - Θλιπτική αντοχή
 - Πρόσφυση
 - Μέτρο Ελαστικότητας: Όσο γίνεται μεγάλο
(όχι $E < 20.000 \text{ kgf/cm}^2$)
- "Ενεργές" και "Μη Ενεργές" ρωγμές
- Επιτυχία εκτέλεσης:
 - τέλεια πλήρωση ρωγμής ή τουλάχιστον κατά 90%

113

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗ ΡΩΗ

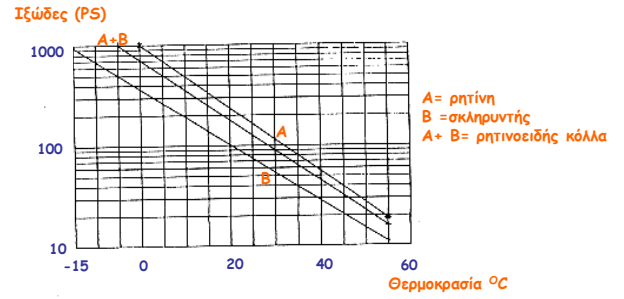
- Γεωμετρία ρωγμής
- Θέσεις επιστομιών
- Πίεση ενέματος
- Ιξώδες } Χρόνος
- Pot-Life = Χρόνος Εργασιμότητας
- Θερμοκρασία

114

ΠΡΟΣΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΞΑΡΜΟΓΗ

- Καλός καθαρισμός
- Πυκνότητα σημείων ενέσεων
- Καλό σφράγισμα της ρωγμής παντού.
Για διαμπερή ρωγμή, όχι μόνο στη μία πλευρά
- Πολύ καλή ανάμειξη
- Εισαγόμενη πίεση (όχι υψηλή)
- Έλεγχος δοκιμασίας

115



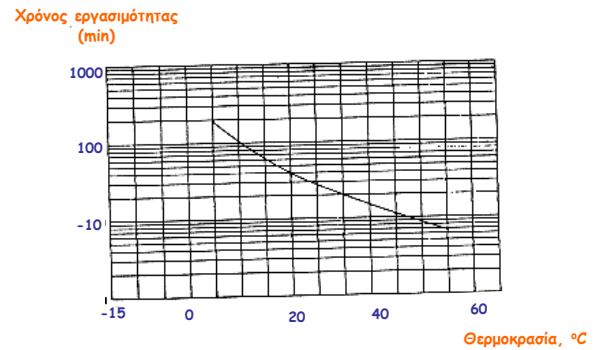
Επίδραση θερμοκρασίας στο ιξώδες

116

Συμβατική ονομασία ρητινοειδούς κόλλας	Ποσότητα	Μίγματος
	4260 gr	4260:4=1065 gr
I	50 min	60 min
II	120 min	300 min

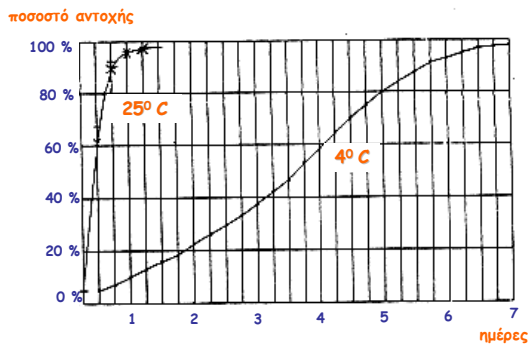
Εργάσιμος χρόνος για διαφορετικές ποσότητες μίγματος

117



Ενδεικτικό διάγραμμα για την επίδραση της θερμοκρασίας στο χρόνο εργασιμότητας

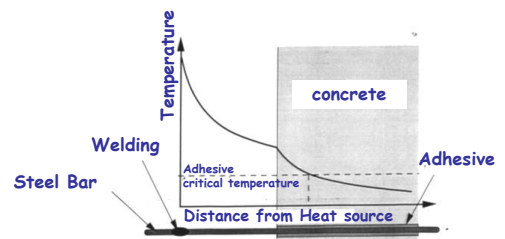
118



Ενδεικτικό διάγραμμα για την επίδραση της θερμοκρασίας στο χρόνο απόκτησης αντοχής

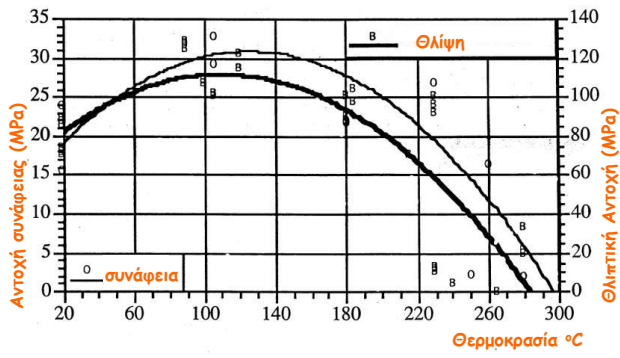
119

TEMPERATURE DISTRIBUTION DUE TO WELDING PROCESS



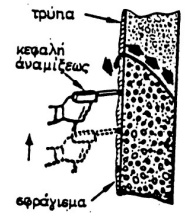
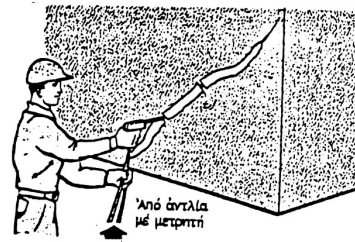
120

ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΕΣ ΡΗΤΙΝΕΣ



Εναπομένουσα συνάφεια και θλιπτική αντοχή σε συνάρτηση με την θερμοκρασία

121



122



(C) Applied Technologies

123



124