

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ Η ΟΠΟΙΑ ΔΙΑΠΕΡΝΑΤΑΙ ΑΠΟ ΒΛΗΤΡΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετάται το πώς μεταβάλλεται η συνολική αντοχή διεπιφάνειας μεταξύ παλαιού και νέου σκυροδέματος η οποία διαπερνάται από βλήτρα όταν σε αυτά ασκείται αξονική εφελκυστική φόρτιση. Έστω ότι έχουμε μια τέτοια διεπιφάνεια. Ξέρουμε ότι όταν σε ένα βλήτρο ασκείται μια εφελκυστική δύναμη N_u τότε μειώνεται η διατμητική δύναμη V_u η οποία μπορεί να αναληφθεί από αυτό. Άρα μειώνεται και η διατμητική αντοχή της διεπιφάνειας. Παράλληλα όμως όταν το βλήτρο εφελκύεται τότε ενεργοποιείται και ένας άλλος μηχανισμός τριβής, που περιγράφεται παρακάτω, άρα η διατμητική αντοχή της διεπιφάνειας αυξάνεται. Η αλληλεπίδραση αυτών των δυο μηχανισμών μελετάται και περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.

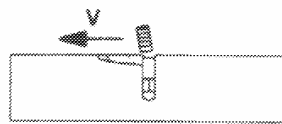
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ

Ως βλήτρα χαρακτηρίζονται οι μεταλλικοί σύνδεσμοι όταν καταπονούνται με διατμητικό φορτίο (V) ενώ ως αγκύρια χαρακτηρίζονται όταν καταπονούνται με αξονικό (συνήθως εφελκυστικό) φορτίο. Όταν ένας μεταλλικός σύνδεσμος καταπονείται σύγχρονος με αξονικό και διατμητικό φορτίο τότε ασκείτε συνδυασμένοι δράση βλήτρου και αγκυριου.

ΔΡΑΣΗ ΒΛΗΤΡΟΥ

Οι πιθανοί τρόποι αστοχίας για ένα βλήτρο περιγράφονται επιγραμματικά παρακάτω και είναι τρεις. Για την εκτίμηση της διατμητικής αντοχής του βλήτρου σε επίπεδο σχεδιασμού εξετάζονται ξεχωριστά οι τρεις τύποι αστοχίας. Εστί αν $V_{ud,a}$ $V_{ud,b}$ $V_{ud,c}$ είναι η τιμή σχεδιασμού του οριακού διατμητικού φορτίου για τους τρεις τρόπους αντίστοιχα, ισχύει ότι η αντοχή τελικά είναι:

$$V_{ud} = \min(V_{ud,a} \dots V_{ud,b} \dots V_{ud,c})$$



(α)

α τρόπος αστοχίας

Αυτός ο τρόπος αστοχίας (σχ α) αφορά την περίπτωση που αστοχεί ο χάλυβας του βλήτρου στη θέση της διεπιφάνειας.

Αυτός ο τύπος αστοχίας μπορεί να συμβεί όταν το βλήτρο βρίσκεται σε ικανές αποστάσεις από τα όρια του στοιχείου που αγκυρώνεται και το σκυρόδεμα είναι υψηλής αντοχής. Οφείλεται αποκλειστικά στην υπέρβαση των χαρακτηριστικών αντοχής του χάλυβα στη θέση της διεπιφάνειας.

$$V_{ud,a} = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

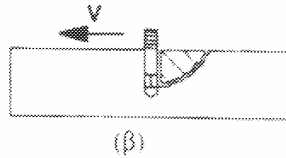
όπου :

A_s είναι το εμβαδόν διατομής του βλήτρου

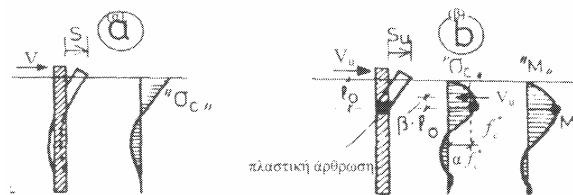
$\frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ είναι το όριο διαρροής σχεδιασμού του χάλυβα σε διάτμηση

β τρόπος αστοχίας

Αυτός ο τρόπος αστοχίας (σχ β) αφορά την περίπτωση που αστοχεί το σκυροδέμα στο περιβάλλον του βλήτρου λόγω της πλευρικής πίεσης που ασκεί το βλήτρο στην κατεύθυνση του διατμητικού φορτίου και διαρροής της ράβδου – βλήτρου.



Επέρχεται σύνθλιψη του περιβάλλοντος σκυροδέματος και δημιουργία πλαστικής άρθρωσης στο βλήτρο.



Σχήμα 3: Μοντέλα συμπεριφοράς βλήτρου
α) Ελαστικό μοντέλο, β) Πλαστικό μοντέλο

Αυτό είναι το ελαστικό και το πλαστικό μοντέλο συμπεριφοράς του βλήτρου καθώς επίσης και οι προβλεπόμενες κατανομές θλιπτικών τάσεων και των ροπών κατά μήκος του βλήτρου. Έτσι λοιπόν ένας τύπος που περιγράφει αυτή την αστοχία είναι ο εξής:

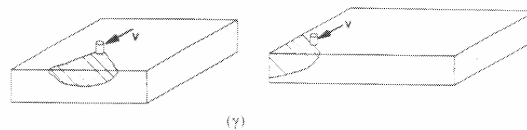
$$V_{ud,b} = \frac{1,65}{g_m} \cdot A_s \cdot \sqrt{f_{cd} \cdot f_{yd}}$$

όπου:

- γ_m είναι ο μέσος συντελεστής ασφάλειας των υλικών (1,3)
- f_{cd} είναι η αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος
- f_{ed} είναι η αντοχή σχεδιασμού του χάλυβα

γ τρόπος αστοχίας

Αυτός ο τρόπος αστοχίας (σχ γ) αφορά την περίπτωση αστοχίας του σκυροδέματος με τη μορφή απόσχισης ενός πλευρικού κώνου λόγω μικρών αποστάσεων του βλήτρου από τα όρια του στοιχείου ακύρωσης.



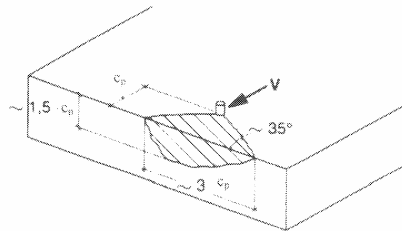
Αυτός ο τρόπος είναι συνήθης όταν το βλήτρο έχει μικρές επικαλύψεις είτε προς τη διεύθυνση εφαρμογής του διατμητικού φορτίου είτε σε κατεύθυνση κάθετη προς την

εφαρμογή του διατμητικού φορτίου. Ένας προσεγγιστικός τύπος για αυτή την αστοχία είναι ο εξής:

$$V_{ud,c} = \frac{1,1}{g_c} \cdot \sqrt{d_b \cdot f_{cd}} \cdot \left(\frac{l_b}{d_b} \right)^{1/5} \cdot c_p^{3/2}$$

όπου:

- γ_c ο συντελεστής ασφάλειας υλικού για σκυρόδεμα ίσος προς 1,5
- d_b η διάμετρος βλήτρου
- f_{cd} είναι η αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος
- c_p η επικάλυψη σκυροδέματος του βλήτρου στη ν κατεύθυνση εφαρμογής του διατμητικού φορτίου V



Σχήμα 5: Απόσχιση πλευρικού κώνου σκυροδέματος

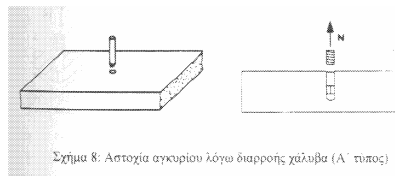
ΔΡΑΣΗ ΑΓΚΥΡΙΟΥ

Οι πιθανοί τρόποι αστοχίας για ένα αγκυριο περιγράφονται επιγραμματικά παρακάτω και είναι τρεις. Για την εκτίμηση της αντοχής του αγκυριου σε επίπεδο σχεδιασμού εξετάζονται ξεχωριστά οι τρεις τύποι αστοχίας. Εστί αν $N_{ud,a}$, $N_{ud,b}$, $N_{ud,c}$ είναι η τιμή σχεδιασμού του οριακού φορτίου για τους τρεις τρόπους αντίστοιχα, ισχύει ότι η αντοχή τελικά είναι:

$$N_{ud} = \min(N_{ud,a} \dots N_{ud,b} \dots N_{ud,c})$$

α τρόπος αστοχίας

Αυτός ο τύπος αστοχίας (σχ 8) οφείλετε σε διαρροή του χάλυβα.



Σχήμα 8: Αστοχία αγκυριου λόγω διαρροής χάλυβα (Α' τύπος)

Αυτός ο τύπος αστοχίας συμβαίνει όταν το αγκύριο έχει ικανό βάθος ακύρωσης και βρίσκεται μακριά από τα όρια του στοιχείου ακύρωσης. Οφείλεται αποκλειστικά σε υπέρβαση των χαρακτηριστικών αντοχής του χάλυβα. Σε αυτή την περίπτωση η τιμή σχεδιασμού του φορτίου αστοχίας δίνεται από τη σχέση:

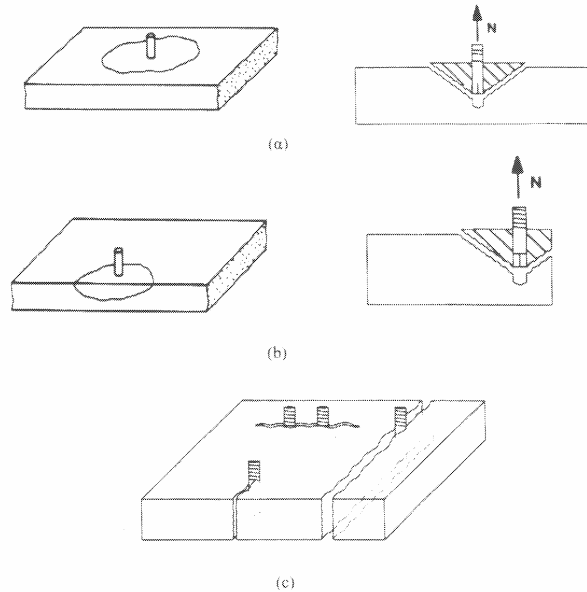
$$N_{ud,a} = A_s \cdot f_{yd}$$

όπου:

- A_s είναι το εμβαδόν διατομής του βλήτρου
- f_{yd} είναι η αντοχή σχεδιασμού του χάλυβα

β τρόπος αστοχίας

Αυτός ο τρόπος αστοχίας οφείλεται σε απόσχιση ή διάρρηξη του σκυροδέματος.



Σχήμα 9: Αστοχία λόγω απόσχισης ή διάρρηξης σκυροδέματος (Β' τύπος)

Αυτός ο τρόπος αστοχίας οφείλεται σε υπέρβαση των χαρακτηριστικών του σκυροδέματος. Η τυπική εικόνα αστοχίας σε αυτή την περίπτωση είναι με τη μορφή απόσχισης ενός κώνου σκυροδέματος του οποίου η κορυφή βρίσκεται στο άκρο του αγκυρίου όπως φαίνεται στα σχήματα 9a και 9b. Μερικές φορές η αστοχία μπορεί να εμφανιστεί με τη μορφή απόσχισης του σκυροδέματος όπως φαίνεται στο σχήμα 9c.

Για άγκυρα με χημική πάκτωση τα οποία και χρησιμοποιούνται κατά κόρον και τα οποία χρησιμοποιώ και εγώ στην Εργασία η σχέση που δίνει την αντοχή είναι η εξής:

$$N_{ud,b} = \frac{0,92}{g_c} \cdot \sqrt{f_{cd}} \cdot l_b^2$$

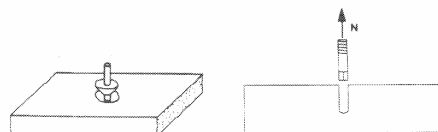
όπου:

- γ_c ο συντελεστής ασφάλειας υλικού για σκυρόδεμα ίσος προς 1,5
- f_{cd} είναι η αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος
- l_b το μήκος ακύρωσης

Ο παραπάνω τύπος προϋποθέτει ότι το αγκύριο βρίσκεται σε ικανή απόσταση από τα άκρα της επιφάνειας ακύρωσης και ότι απομένει ικανό πάχος του στοιχείου ακύρωσης μετά από το ακραίο σημείο εισχώρησης του αγκυρίου. συνθήκες οι οποίες υποθέτω ότι ισχύουν για την περίπτωση που μελετώ.

γ τρόπος αστοχίας

Αυτός ο τρόπος αστοχίας (σχ 10) οφείλεται σε ολίσθηση του αγκυρίου.



Αυτός ο τρόπος αστοχίας οφείλεται σε υπέρβαση της αντοχής συνάφειας του αγκυρίου με το περιβάλλον σκυρόδεμα. Για την περίπτωση χημικώς πακτωμένων αγκύρων η παρακάτω σχέση δίνει την τιμή σχεδιασμού του φορτίου αστοχίας.

$$N_{ud,c} = \frac{t_r}{g_m} \cdot p \cdot l_b \cdot d_0$$

όπου:

- t_r είναι η αντοχή συνάφειας του υλικού χημικής πάκτωσης με το σκυρόδεμα. Για πολυεστερική ρητίνη μπορεί να ληφθεί ίση προς 8 Μpa.
- g_m είναι ο μέσος συντελεστής ασφάλειας των υλικών (1,3)
- π 3,14
- l_b το μήκος ακύρωσης
- d_0 είναι η διάμετρος της οπής που διανοίχτηκε στο σκυρόδεμα για την πάκτωση του αγκυρίου.

ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΡΑΣΗΣ ΒΛΗΤΡΟΥ ΚΑΙ ΑΓΚΥΡΙΟΥ

Όταν ένα μεταλλικός σύνδεσμος καταπονείται συγχρόνως με διατμητικό φορτίο V_d και αξονικό εφελκυστικό N_d πρέπει να ικανοποιείτε η παρακάτω προσεγγιστική σχέση αλληλεπίδρασης.

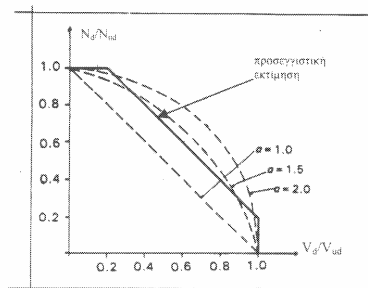
$$\left(\frac{V_d}{V_{ud}} \right)^{\alpha} + \left(\frac{N_d}{N_{ud}} \right)^{\alpha} = 1$$

όπου:

- V_d ασκούμενο διατμητικό φορτίο
- N_d ασκούμενο αξονικό εφελκυστικό φορτίο
- V_{ud} φορτίο αστοχίας σχεδιασμού μόνο από δράση βλήτρου
- N_{ud} φορτίο αστοχίας σχεδιασμού μόνο από δράση αγκυρίου
- α είναι ένας συντελεστής που παίρνει τιμές όπως φαίνεται παρακάτω

- $\alpha=2$ εάν οι τιμές σχεδιασμού V_{ud} και N_{ud} προκύπτουν από αστοχία του χάλυβα
- $\alpha=1,5$ εάν οι ως άνω τιμές προκύπτουν από άλλες μορφές αστοχίας
- $\alpha=1$ λαμβάνεται σαν μια συντηρητική απλοποίηση

Στην περίπτωση που μελετώ θεωρήσα το $\alpha=1$ σαν μια συντηρητική τιμή για τα αποτελέσματα που θα πάρω. Το φαινόμενο που περιγράφω παρίσταται γραφικά στο παρακάτω διάγραμμα.

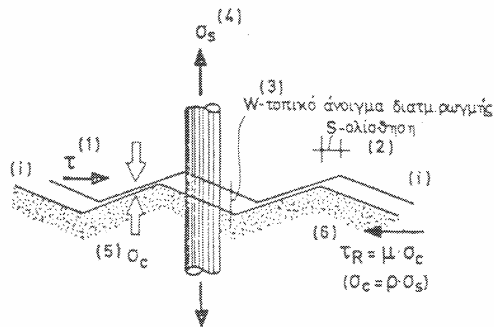


Σχήμα 14: Διάγραμμα αλληλεπίδρασης δράσης βλήτρου και αγκυρίου

Παρατηρούμε δηλαδή ότι όσο αυξάνεται το ασκούμενο αξονικό εφελκυστικό φορτίο τόσο μειώνεται το ασκούμενο διατμητικό φορτίο. Όταν εξαντλούνται τα περιθώρια ανάληψης εφελκυστικού φορτίου δεν μπορεί το βλήτρο να αναλάβει καθόλου διάτμηση.

ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΤΡΙΒΗ ΣΕ ΟΠΛΙΣΜΕΝΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

Η παρουσία οπλισμού που διαπερνά τραχιές διεπιφανείες σκυροδέματος η διεπιφανείες που το ένα υλικό είναι εκτοξευμένο σκυρόδεμα ενεργοποιεί έναν ακόμα μηχανισμό μεταφοράς τέμνουσας δύναμης λόγω τριβής.



Σχήμα 22: Ανάπτυξη μηχανισμού τριβής λόγω εγκάρσιου οπλισμού

Όταν δρα ένα διατμητικό φορτίο κατά μήκος της διεπιφανείας εμφανίζεται σχετική ολίσθηση s των παρειών στην ίδια κατεύθυνση. Λόγω όμως των ανωμαλιών της διεπιφανείας αυτό συνοδεύεται από απομάκρυνση των δυο παρειών κάθετα στη διεπιφάνεια κατά w (που είναι το άνοιγμα της ρωγμής) σε κάποιο τμήμα της διεπιφανείας. Η απομάκρυνση αυτή ενεργοποιεί λόγω συνάφειας τον εγκάρσιο οπλισμό και η εφελκυστική δύναμη που αναπτύσσεται εξισορροπείται από θλιπτικές τάσεις σ_c που αναπτύσσονται στο τμήμα της επιφάνειας που είναι σε επαφή. Έτσι για την περίπτωση οπλισμού κάθετου προς τη διεπιφάνεια ισχύει ο τύπος :

$$t_{fud} = 0,4 \cdot [f_{cd}^2 \cdot (s_{cd} + r \cdot f_{yd})]^{2/3}$$

όπου:

- f_{cd} είναι η αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος
- s_{cd} είναι η θλιπτική τάση στο σκυρόδεμα
- ρ το ποσοστό του οπλισμού που διαπερνά κάθετα την διεπιφάνεια
- f_{yd} είναι η αντοχή σχεδιασμού του χάλυβα

Η συνεισφορά του οπλισμού στην ανάληψη διατμητικού φορτίου τριβής προϋποθέτει ομοιόμορφη κατανομή του οπλισμού και πλήρη εγγυημένη ακύρωση του οπλισμού και προς τις δυο πλευρές. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με επαρκές μήκος ακύρωσης η εξωτερική περισφίξι. Στην περίπτωση που μελετώ θεωρώ ότι οι οπλισμοί είναι πλήρως αγκυρομενοι.

ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Για την αριθμητική εφαρμογή που γίνεται παρακάτω χρησιμοποιήθηκαν βλήτρα διαμέτρου 18mm φτιαγμένα από χάλυβα S500. Δέκα από αυτά τα βλήτρα ακυρώθηκαν με ικανό μήκος ακύρωσης σε μια επιφάνεια σκυροδέματος 2000 mm μήκος και 250 mm πλάτος. Το σκυρόδεμα είναι C20/25. Το μήκος της ακύρωσης είναι 180 mm. Αυτό το μήκος είναι ικανό για να μην αστοχεί το βλήτρο λόγω εφελκυστικών δυνάμεων αλλά και η ρητίνη που χρησιμοποιήθηκε είναι καλής ποιότητας για να μην ξεκολλήσει το βλήτρο. Κατά συνέπεια μπορεί να τεθεί σε εφαρμογή ο μηχανισμός που περιγράψαμε παραπάνω.

Οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν κατά την αριθμητική εφαρμογή είναι αυτή που περιγράφηκαν αναλυτικά παραπάνω. Για τους πίνακες και για τη δημιουργία των διαγραμμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα microsoft excel.

Αρχικά στο σκυρόδεμα δεν ασκείται καμία θλιπτική τάση. Μετά θα παρουσιαστεί και ένας πίνακας με μικρή τάση στο σκυρόδεμα.

Τα αποτελέσματα της αριθμητικής αυτής εφαρμογής παρατίθενται πινακοποιημένα παρακάτω. Στο τέλος επίσης δίνονται και μερικά διαγράμματα για την πιο εύκολη κατανόηση των αποτελεσμάτων.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|------------------|------|------------------------------------|----------|-------------------|--------|
| <u>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΒΛΗΤΡΟΥ</u> | (mm) | Φ = | 18 | <u>ΤΑΣΗ ΣΤΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑ</u> | (Mpa) | σ _{cd} = | 0,00 |
| <u>ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΧΑΛΥΒΑ</u> | | S = | 500 | <u>ΕΜΒΑΔΟ ΒΛΗΤΡΩΝ</u> | (m ^2) | As = | 0,0025 |
| <u>ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ</u> | | C = | 20 | <u>ΕΜΒΑΔΟ ΔΙΕΠΙΦΑΝΙΑΣ</u> | (m ^2) | Ac _δ = | 0,50 |
| <u>Χ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΙΑΣ</u> | (mm) | X = | 250 | <u>ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΗΤΡΩΝ</u> | (%) | ρ = | 0,0051 |
| <u>Υ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΙΑΣ</u> | (mm) | Y = | 2000 | <u>ΑΝΤΟΧΗ ΣΑΝ ΒΛΗΤΡΟ</u> | (KN) | V _{ud} = | 24,58 |
| <u>ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΗΤΡΩΝ</u> | | n = | 10 | <u>ΑΝΤΟΧΗ ΣΑΝ ΑΓΚΥΡΙΟ</u> | (KN) | N _{ud} = | 72,56 |
| <u>ΜΗΚΟΣ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ</u> | (mm) | l _b = | 180 | | | | |
| <u>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ</u> | (mm) | d _o = | 22 | | | | |

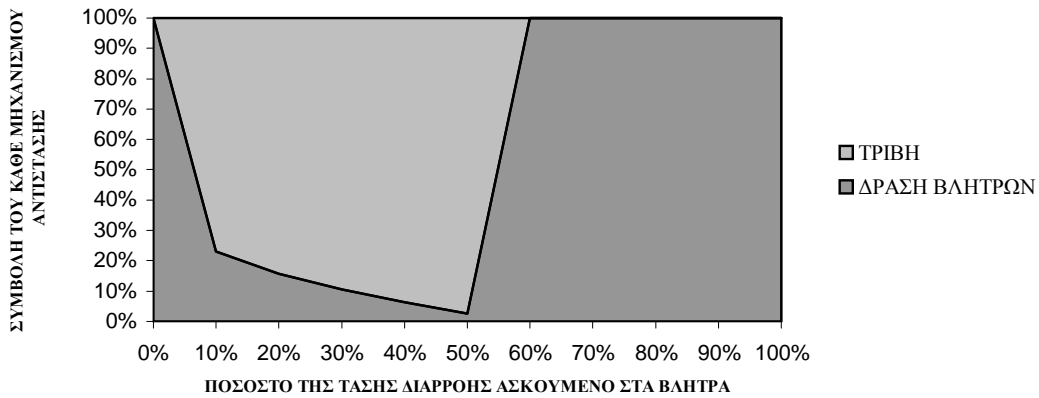
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

| σ _s =%f _y | σ _s | V _{ud} | N _{ud a} | N _{ud b} | N _{ud c} | N _{ud} | N _d | N _{d πρ} | V _d | V _{d ολ} | τ _{tud s} | T _{s+c} | To _λ | V _d /To _λ | T _{s+c} /To _λ | To _λ /V _{επ} |
|---------------------------------|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------------|------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| % | KN | KN | KN | KN | KN | KN | KN | KN | KN | KN | Mpa | KN | KN | % | % | % |
| 0% | 0 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 0,00 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 0,00 | 0,00 | 245,8 | 100,0% | 0,0% | 1,0 |
| 10% | 50 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 12,72 | 12,72 | 20,27 | 202,71 | 1,36 | 680,08 | 882,8 | 23,0% | 77,0% | 3,6 |
| 20% | 100 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 25,43 | 25,43 | 15,96 | 159,64 | 1,71 | 856,85 | 1016,5 | 15,7% | 84,3% | 4,1 |
| 30% | 150 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 38,15 | 38,15 | 11,66 | 116,56 | 1,96 | 980,85 | 1097,4 | 10,6% | 89,4% | 4,5 |
| 40% | 200 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 50,87 | 50,87 | 7,35 | 73,48 | 2,16 | 1079,56 | 1153,0 | 6,4% | 93,6% | 4,7 |
| 50% | 250 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 63,59 | 63,59 | 3,04 | 30,41 | 2,33 | 1162,92 | 1193,3 | 2,5% | 97,5% | 4,9 |
| 60% | 300 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 76,30 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 0,00 | 0,00 | 245,8 | 100,0% | 0,0% | 1,0 |
| 70% | 350 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 89,02 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 0,00 | 0,00 | 245,8 | 100,0% | 0,0% | 1,0 |
| 80% | 400 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 101,74 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 0,00 | 0,00 | 245,8 | 100,0% | 0,0% | 1,0 |
| 90% | 450 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 114,45 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 0,00 | 0,00 | 245,8 | 100,0% | 0,0% | 1,0 |
| 100% | 500 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 127,17 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 0,00 | 0,00 | 245,8 | 100,0% | 0,0% | 1,0 |

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ



ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΙΤΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ



ΠΟΣΕΣ ΦΟΡΕΣ ΥΠΕΡ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως βλέπουμε από τον πίνακα και τα διαγράμματα όταν αυξάνεται η εφελκυστική δύναμη που ασκείται στα βλήτρα τότε η γενική διατμητική αντοχή της διεπιφανειας αυξάνεται. Μπορεί από τη μια να μειώνεται η καθαρή διατμητική αντοχή του κάθε βλήτρου εξαιτίας της αλληλεπίδρασης με την αξονική εφελκυστική αλλά από την άλλη αυξάνεται η τριβή λόγω του εγκάρσιου οπλισμού που διαπερνά τη διεπιφάνεια. Αυτή η αύξηση μάλιστα είναι μεγαλύτερη από την μείωση της διατμητικής αντοχής των βλητρων.

Έτσι όπως βλέπουμε και από τον παρακάτω πίνακα η συνολική διατμητική αντοχή της διεπιφανειας αυξάνεται κατά την αξονική εφελκυστική ένταση των βλητρων.

| $\sigma_s = \%f_y$ | Vd ολ | Ts+c | Toλ |
|--------------------|--------|---------|--------|
| % | KN | KN | KN |
| 0% | 245,79 | 0,00 | 245,8 |
| 10% | 202,71 | 680,08 | 882,8 |
| 20% | 159,64 | 856,85 | 1016,5 |
| 30% | 116,56 | 980,85 | 1097,4 |
| 40% | 73,48 | 1079,56 | 1153,0 |
| 50% | 30,41 | 1162,92 | 1193,3 |
| 60% | 245,79 | 0,00 | 245,8 |
| 70% | 245,79 | 0,00 | 245,8 |
| 80% | 245,79 | 0,00 | 245,8 |
| 90% | 245,79 | 0,00 | 245,8 |
| 100% | 245,79 | 0,00 | 245,8 |

Επίσης όπως βλέπουμε από την τελευταία στήλη του πίνακα η διατομή όπως την σπλίζουμε εμείς είναι μέχρι και 5 φορές υπεροπλισμένη. Δηλαδή αντέχει μέχρι και 5 φορές πιο μεγάλο φορτίο από αυτό που αρχικά την έχουμε οπλίσει.

Παρακάτω έχει αναλυθεί η ίδια διεπιφάνεια με πριν μόνο που αυτή την φορά στο σκυρόδεμα προϋπάρχει μια θλιπτική τάση της τάξεως των 0,5 Pa. Όπως παρατηρούμε από τον πίνακα και από τα διαγράμματα η συνολική αναλαμβανόμενη διατμητική διατομή από τη διεπιφάνεια είναι λίγο μεγαλύτερη, εξαιτίας της τραγής του σκυροδέματος. η διατομή είναι παροπλισμένη κατά τον ίδιο βαθμό αλλά είναι υπεροπλισμένη από την αρχή.

Η πτώση που παρατηρούμε στα διγράμματα όταν φορτίζουμε αξονικά το χάλυβα με εφεκυστικο φορτίο γύρο στο 60% της τάσης διαρροής του οφείλεται στο ότι εκείνη τη στιγμή ο μεταλλικός σύνδεσμος αστοχεί ως αγκυριο. Χάνει δηλαδή την συνάφεια του με το σκυρόδεμα άρα μπορεί να μετακινείται παράλληλα προς τον άξονα του χωρίς πλέον να παραλαμβάνει καμία δύναμη αξονικά. Από τότε και μετά ο μεταλλικός σύνδεσμος λειτουργεί μόνο ως βλήτρο και μάλιστα στην ουσία αυξάνεται η διατμητική του αντοχή αφού πλέον δεν εντείνεται αξονικά. Οι τιμές αυτές στην ουσία δεν έχουν νόημα αφού στην ουσία δεν υπάρχει η κατάσταση που περιγράφεται στο διάγραμμα. Παρουσιάζονται όμως για να φανεί η αύξηση της διατμητικής δύναμης που παραλαμβάνει ο μεταλλικός σύνδεσμος μετά την διαρροή του ως αγκυριο.

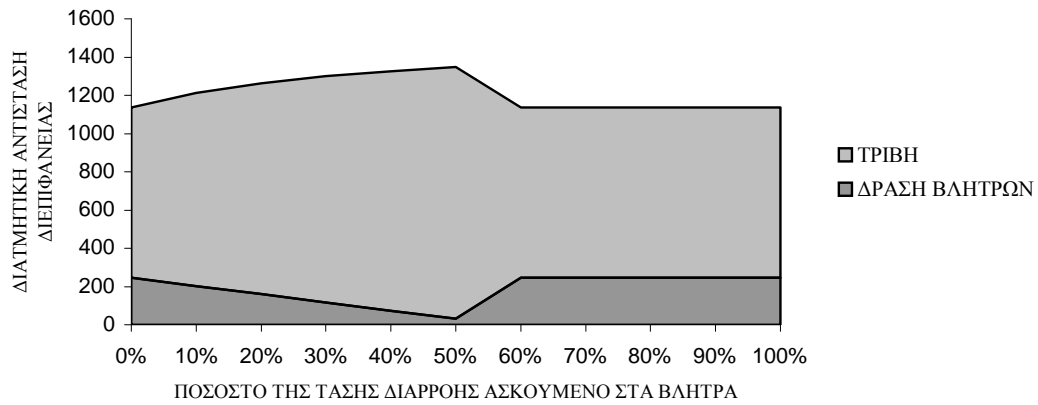
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

| | | | | | | | |
|-------------------------------|--------|------------------|------|-----------------------------|----------|-------------------|--------|
| <u>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΒΛΗΤΡΟΥ</u> | (mm) | Φ = | 18 | <u>ΤΑΣΗ ΣΤΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑ</u> | (Μpa) | σ _{cd} = | 0,50 |
| <u>ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΧΑΛΥΒΑ</u> | | S = | 500 | <u>ΕΜΒΑΔΟ ΒΛΗΤΡΩΝ</u> | (m ^2) | As = | 0,0025 |
| <u>ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ</u> | | C = | 20 | <u>ΕΜΒΑΔΟ ΔΙΕΠΙΦΑΝΙΑΣ</u> | (m ^2) | Ac _δ = | 0,50 |
| <u>Χ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΙΑΣ</u> | (mm) | X = | 250 | <u>ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΛΗΤΡΩΝ</u> | (%) | ρ = | 0,0051 |
| <u>Υ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΙΑΣ</u> | (mm) | Υ = | 2000 | <u>ΑΝΤΟΧΗ ΣΑΝ ΒΛΗΤΡΟ</u> | (KN) | V _{ud} = | 24,58 |
| <u>ΑΡΙΘΜΟΣ ΒΛΗΤΡΩΝ</u> | | n = | 10 | <u>ΑΝΤΟΧΗ ΣΑΝ ΑΓΚΥΡΙΟ</u> | (KN) | N _{ud} = | 72,56 |
| <u>ΜΗΚΟΣ ΑΓΚΥΡΩΣΗΣ</u> | (mm) | l _b = | 180 | | | | |
| <u>ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ</u> | (mm) | d _o = | 22 | | | | |

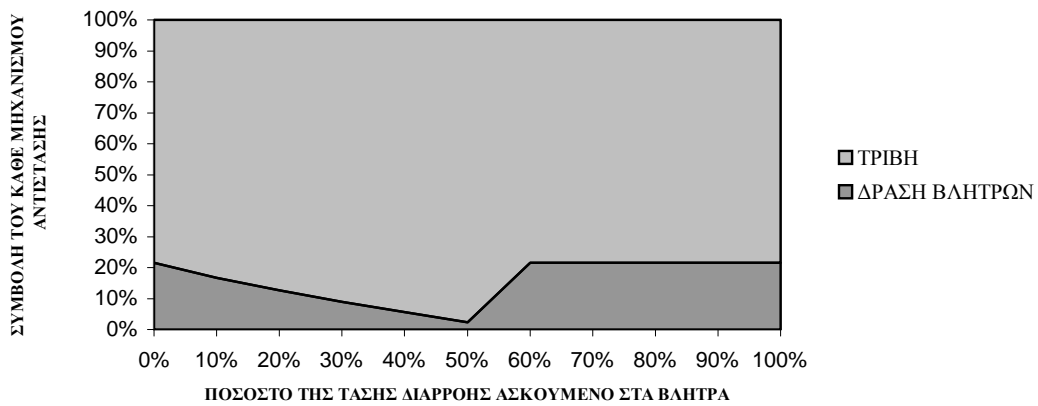
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

| σ _s =%f _y | σ _s | V _{ud} | N _{ud a} | N _{ud b} | N _{ud c} | N _{ud} | N _d | N _{d πρ} | V _d | V _{d ολ} | π _{tud s} | T _{s+c} | T _{ολ} | V _d /T _{ολ} | T _{s+c} /T _{ολ} | T _{ολ} /V _{επ} |
|---------------------------------|----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------------|------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| % | KN | KN | KN | KN | KN | KN | KN | KN | KN | KN | Μpa | KN | KN | % | % | % |
| 0% | 0 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 0,00 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 1,79 | 892,58 | 1138,4 | 21,6% | 78,4% | 4,6 |
| 10% | 50 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 12,72 | 12,72 | 20,27 | 202,71 | 2,02 | 1008,48 | 1211,2 | 16,7% | 83,3% | 4,9 |
| 20% | 100 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 25,43 | 25,43 | 15,96 | 159,64 | 2,21 | 1102,53 | 1262,2 | 12,6% | 87,4% | 5,1 |
| 30% | 150 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 38,15 | 38,15 | 11,66 | 116,56 | 2,37 | 1182,80 | 1299,4 | 9,0% | 91,0% | 5,3 |
| 40% | 200 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 50,87 | 50,87 | 7,35 | 73,48 | 2,51 | 1253,44 | 1326,9 | 5,5% | 94,5% | 5,4 |
| 50% | 250 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 63,59 | 63,59 | 3,04 | 30,41 | 2,63 | 1316,91 | 1347,3 | 2,3% | 97,7% | 5,5 |
| 60% | 300 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 76,30 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 1,79 | 892,58 | 1138,4 | 21,6% | 78,4% | 4,6 |
| 70% | 350 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 89,02 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 1,79 | 892,58 | 1138,4 | 21,6% | 78,4% | 4,6 |
| 80% | 400 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 101,74 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 1,79 | 892,58 | 1138,4 | 21,6% | 78,4% | 4,6 |
| 90% | 450 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 114,45 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 1,79 | 892,58 | 1138,4 | 21,6% | 78,4% | 4,6 |
| 100% | 500 | 24,58 | 110,58 | 72,56 | 95,65 | 72,56 | 127,17 | 0,00 | 24,58 | 245,79 | 1,79 | 892,58 | 1138,4 | 21,6% | 78,4% | 4,6 |

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ



ΣΥΜΒΟΛΗ ΑΙΤΙΩΝ ΣΤΗ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ



ΠΟΣΕΣ ΦΟΡΕΣ ΥΠΕΡ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

