

ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

ασκήσεις και προβλήματα

Γ. ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΠΟΥΛΟΣ
Ν. ΜΑΝΟΥ-ΑΝΔΡΕΑΔΟΥ
Θ. ΧΑΤΖΗΓΩΓΟΣ

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ
Αδελφών Κυριαζίδη α.ε.



003	003
	003
002	002
	002
008	008
	101
101	101
	00313
	129
	112
	000
113	113
	008
	129
129	129
	104
112	112
	113
	129
000	000
	000
	000
324	324
	324
543	543
	543
	236
236	236

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ - ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΤΑΣΕΩΝ - ΚΥΚΛΟΙ ΜΟHR

4.1 Είσαγωγή

Η διατμητική αντοχή του εδάφους συνδέεται άμεσα με τα προβλήματα της ευστάθειας των πρανών, του υπολογισμού των ώθησεων σε τοίχους αντιστήριξης και του ελέγχου της αντοχής σε θραύση των θεμελιώσεων.

Τά μηχανικά χαρακτηριστικά του εδάφους, που σχετίζονται με τη διατμητική αντοχή του υπολογίζονται σε δοκίμια στο εργαστήριο που ελέγχονται συνήθως είτε στη συσκευή της άπλης διάτμησης είτε στην τριαξονική συσκευή.

Ο υπολογισμός της διατμητικής αντοχής γίνεται πολύ συχνά γραφικά με τη βοήθεια της παράστασης των τάσεων με τους κύκλους του Mohr.

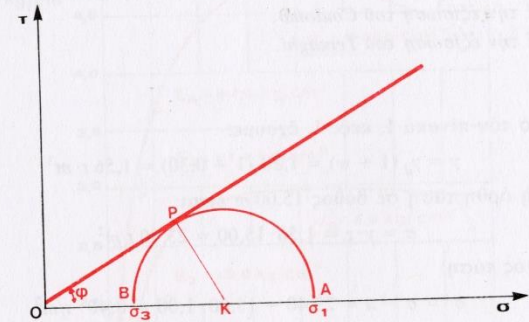
4.2 Σχέσεις μεταξύ των τάσεων - Κύκλοι Mohr

Στην παράγραφο αυτή δίνονται οι βασικές έννοιες, οι γνωστές από τη θεωρία αντοχής των υλικών, που είναι απαραίτητες για να γίνει κατανοητό το πρόβλημα του υπολογισμού των τάσεων σε μία φορτιζόμενη εδαφική μάζα.

Θεωρούμε ένα σύστημα ορθογώνιων συντεταγμένων Ox, Oy (σχήμα 4.1). Στο σημείο O οι τάσεις που αναπτύσσονται είναι οι σ_x, σ_y και τ_{xy} . Ζητούμε να υπολογίσουμε, σαν συνάρτηση των παραπάνω τάσεων τις τάσεις στο σημείο O ως προς ένα άλλο ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων $O\xi-O\eta$, δηλαδή τις σ_ξ, σ_η και $\tau_{\xi\eta}$. Ο άξονας $O\xi$ σχηματίζει γωνία α με τον άξονα Ox .

και

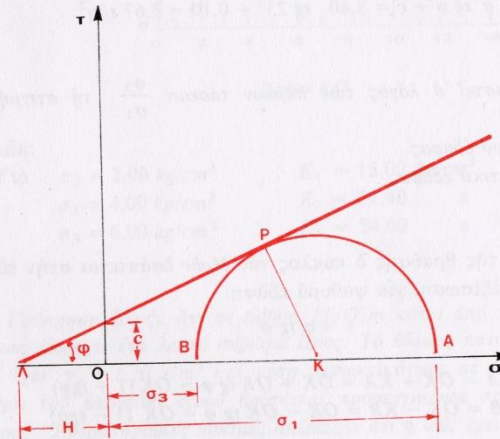
$$\frac{\sigma_3}{\sigma_1} = \frac{1 - \tan \varphi}{1 + \tan \varphi} = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) = k_A = \frac{1}{k_p}$$



Σχήμα 4.18

Β) Για συνεκτικό έδαφος, ή σχέση του Coulomb είναι:

$$\tau = c + \sigma \tan \varphi$$



Σχήμα 4.19

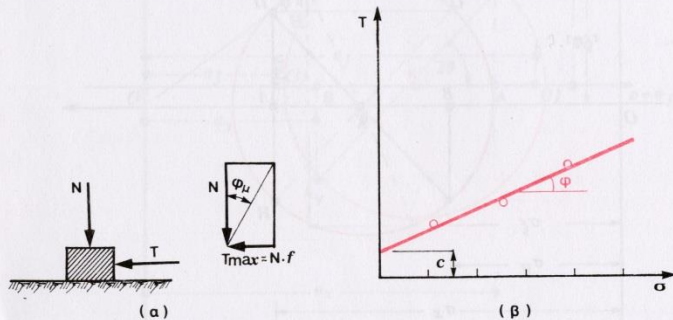
$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c \quad (4.5)$$

όπου σ = ή όρθή τάση στο επίπεδο.

φ = ή γωνία έσωτερικής τριβής του εδάφους.

c = ή συνοχή

Ή εξίσωση (4.5) στο επίπεδο σ, τ παριστάνει εϋθεία (σχήμα 4.4 β).



Σχήμα 4.4

Ο Terzaghi τροποποίησε τή βασική εξίσωση του Coulomb και έδωσε τήν παρακάτω σχέση:

$$\tau = (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi' + c'$$

ή

$$\tau = \sigma' \operatorname{tg} \varphi' + c' \quad (4.6)$$

όπου σ' = ή ένεργός τάση, και

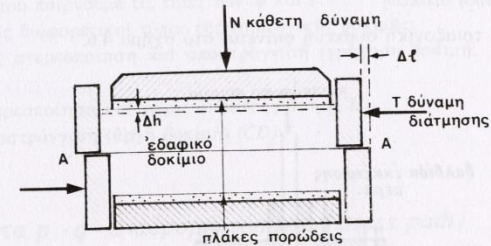
φ' και c' = ή γωνία έσωτερικής τριβής και ή συνοχή έκφρασμένες σε όρους ένεργού τάσης.

Ή θραύση του εδάφους λόγω διάτμησης έπέρχεται γιά τίσ τάσεις που αντίστοιχούν στους κύκλους του Mohr και έφάπτονται στην εϋθεία του Coulomb.

4.4 Συσκευή άπλης διάτμησης - Τριαξονική συσκευή.

Συσκευή άπλης διάτμησης.

Ή διατμητική άντοχή των εδαφών μπορεί νά ύπολογιστεί στο έργαστήριο με τή δοκιμή άπλης διάτμησης που χρησιμοποιείται κυρίως στα άμμόδη εδάφη, και γίνεται στή συσκευή του Casagrande (σχήμα 4.5).



Σχήμα 4.5 Συσκευή άπλης διάτμησης

Ή συσκευή άποτελείται από ένα κιβώτιο χωρισμένο σε δύο τμήματα που μπορούν νά κινηθούν άνεξάρτητα κατά μήκος του επίπεδου AA.

Έφαρμόζεται μία κατακόρυφη σταθερή δύναμη N και προκαλείται μία όριζόντια μετακίνηση των δύο τμημάτων του κιβωτίου, με σταθερή ταχύτητα περίπου ίση με $v = 0.05 \text{ cm/min}$, με άποτέλεσμα τήν άνάπτυξη μιάς διατμητικής δύναμης T , μέχρι τή θραύση του εδάφους.

Κατά τή στιγμή τής θραύσης ή διατμητική τάση είναι :

$$\tau = \frac{T}{S}$$

και ή αντίστοιχη όρθή τάση

$$\sigma = \frac{N}{S}$$

όπου S ή διατομή του κιβωτίου.

Ή δοκιμή έπαναλαμβάνεται γιά διάφορες τιμές τής κατακόρυφης δύναμης N .

Σχεδιάζοντας σε διάγραμμα (σ, τ) τίσ παραπάνω αντίστοιχες τιμές, μπορούμε νά ύπολογίσουμε τίσ τιμές των φ και c .

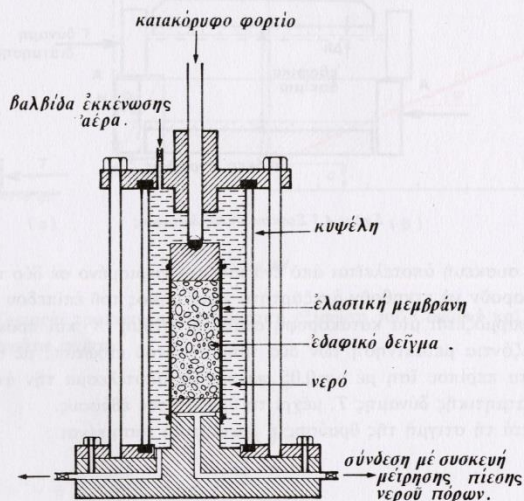
ΔΗΜ ΚΑΞΙΔΑΚΗΣ

Ἡ μέθοδος τῆς ἀπλῆς διάτμησης παρουσιάζει δύο βασικά μειονεκτήματα:

- Στὴ διάρκεια τῶν δοκιμῶν ἡ διατομή S τοῦ δοκιμίου μειώνεται.
- Ἡ θραύση τοῦ ἐδάφους γίνεται σὲ μιά προκαθορισμένη ἐπιφάνεια, συγκεκριμένα τὴ ὀριζόντια ἐπιφάνεια AA , μὲ ἀποτέλεσμα τὴν αὔξησιν τῆς γωνίας ἐσωτερικῆς τριβῆς φ .

Τριαξονικὴ συσκευή

Ἡ τριαξονικὴ συσκευή φαίνεται στὸ σχῆμα 4.6.



Σχῆμα 4.6. Τριαξονικὴ συσκευή.

Κυλινδρικό ἐδαφικό δοκίμιο περιβάλλεται ἀπὸ μιά ἐλαστικὴ μεμβράνη μὲ πορώδεις λίθους στῆς δύο θάσεις του (κατὰ περίπτωσιν) καὶ τοποθετεῖται μέσα στὴν κυψέλη τῆς συσκευῆς. Ἡ κυψέλη γεμίζει μὲ νερό καὶ τὸ δοκίμιο δέχεται μιά ὁμοιόμορφη τάση σ_3 . Οἱ διατμητικὲς τάσεις στὸ δοκίμιο ἐμφανίζονται μὲ τὴν ἐφαρμογὴ μιάς πρόσθετης ἀξονικῆς κατακόρυφης τάσης, πού αὐξάνεται συνεχῶς μέχρι τῆ θραύση τοῦ δοκιμίου. Ἡ

ὀλικὴ κατακόρυφη τάση εἶναι ἐπομένως $\sigma_1' = \sigma_3 + \Delta\sigma$ (μέγιστη κύρια τάση).

Ἡ δοκιμὴ ἐπαναλαμβάνεται σὲ ἴδια δοκίμια δίνοντας διάφορες τιμὲς στῆ σ_3 .

Ἀπὸ τὰ ἀποτελέσματα τῶν δοκιμῶν σχεδιάζεται μιά σειρά κύκλων τοῦ Mohr.

Ἡ κοινὴ ἐφαπτομένη ὅλων τῶν κύκλων ἀντιπροσωπεύει τὴν ἐξίσωση τοῦ Coulomb, ἀπ' ὅπου παίρνουμε τῆς τιμὲς τῶν φ καὶ c .

Ὑπάρχουν τρεῖς διαφορετικοὶ τύποι τῆς τριαξονικῆς δοκιμῆς:

- A. Δοκιμὴ χωρὶς στερεοποίηση καὶ ἀποστράγγιση (γρήγορη δοκιμὴ, UU).
- B. Δοκιμὴ μὲ στερεοποίηση καὶ χωρὶς ἀποστράγγιση (CU).
- Γ. Δοκιμὴ μὲ ἀποστράγγιση (ἀργὴ δοκιμὴ) (CD).

4.5 Διαγράμματα p - q - Διαδρομὴ τάσεων (stress path)

Διαγράμματα p - q .

Ἐνας ἄλλος τρόπος γιὰ νὰ παραστήσουμε τὴν ἐντατικὴ κατάσταση τοῦ ἐδάφους εἶναι τὰ διαγράμματα p - q . Στὴν περίπτωσιν αὐτὴ ἡ ἐντατικὴ κατάσταση ἑνὸς σημείου μὲ κύριες τάσεις σ_1 καὶ σ_3 ἀντιστοιχεῖ σὲ ἕνα σημεῖο τάσεων (stress point) μὲ συντεταγμένες:

$$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$$

$$q = \pm \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

$\left\{ \begin{array}{l} + \text{ ἀντιστοιχεῖ ὅταν ἡ τάση σχηματίζει γωνία } \leq \pm 45^\circ \\ \text{ἀπὸ τὴν κατακόρυφη} \\ - \text{ ἀντιστοιχεῖ ὅταν ἡ τάση } \sigma_1 \text{ σχηματίζει} \\ \text{γωνία } \leq \pm 45^\circ \text{ ἀπὸ τὴν ὀριζόντια} \end{array} \right.$

Ἐπίσης σὲ πολλὲς περιπτώσεις οἱ δύο κύριες τάσεις ἐνεργοῦν στὸ κατακόρυφο καὶ ὀριζόντιο ἐπίπεδο ἀντίστοιχα. Τότε:

$$p = \frac{\sigma_v + \sigma_h}{2}, \quad q = \frac{\sigma_v - \sigma_h}{2}$$

ὅπου σ_v καὶ σ_h ἡ κατακόρυφη καὶ ὀριζόντια τάση ἀντίστοιχα.

Δηλαδή ὑπάρχει ἀντιστοιχία μεταξὺ ἑνὸς κύκλου Mohr καὶ ἑνὸς σημείου τάσεων.

▼ Βασικές Επιλογές

🎓 Μαθήματα

📖 Εγχειρίδια

☰ Σχετικά

📞 Επικοινωνία

> Επιλογές Χρήστη

🏠 Χαρτοφυλάκιο

Χαρτοφυλάκιο χρήστη

Τα μαθήματά μου

Όλα τα μαθήματα

Αναζήτηση...



ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ (ΕΥ198)
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΣΙΔΑΚΗΣ



ΒΡΑΧΟΜΗΧΑΝΙΚΗ & ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ (ΕΥ101)
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΣΙΔΑΚΗΣ



ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ (ΕΥ100)
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΣΙΔΑΚΗΣ



Εμφανίζονται 1 έως 3 από 3 συνολικά αποτελέσματα



1



Οι τελευταίες μου ανακοινώσεις

Το ημερ

Κυρια

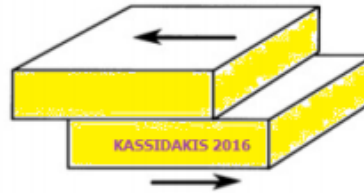
2

1

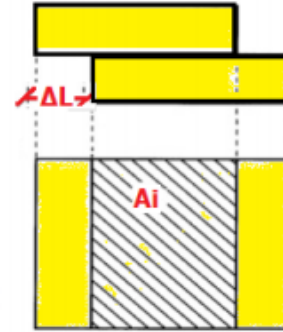
2



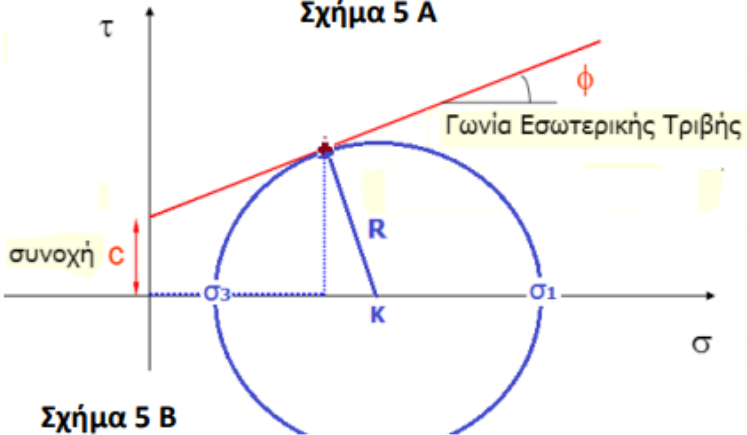
**ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΠΙΠΕΔΟ
ΚΙΒΩΤΙΟ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ**



**ΕΝΕΡΓΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗ A_i ΛΟΓΩ ΤΗΣ
ΤΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΔL**

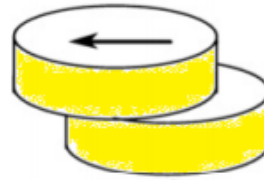


Σχήμα 5 Α

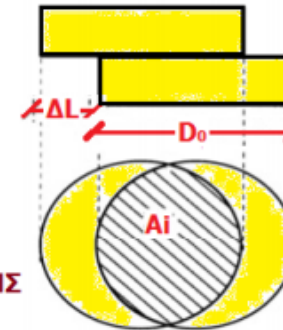


Σχήμα 5 Β

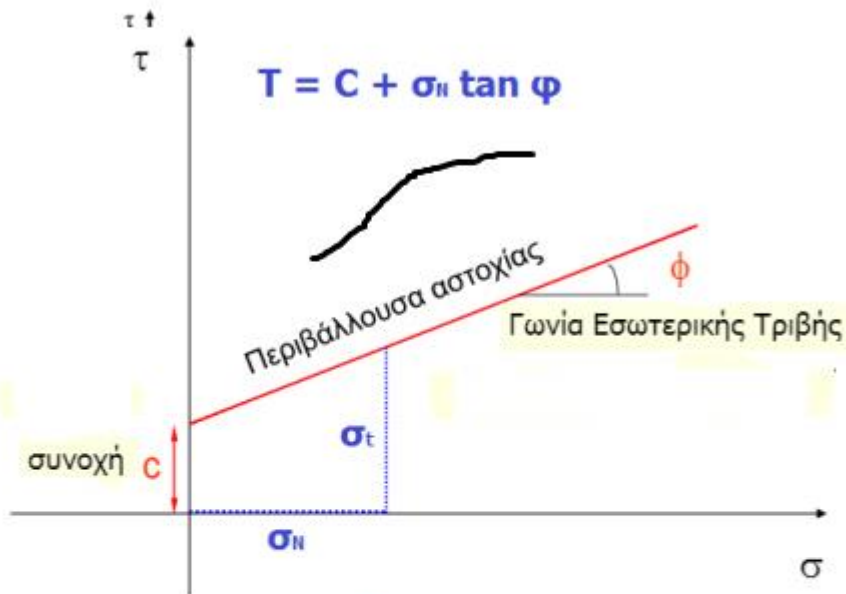
**ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΟ
ΚΙΒΩΤΙΟ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ**



**ΕΝΕΡΓΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗ A_i ΛΟΓΩ ΤΗΣ
ΤΗΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΔL**



06-03-2017	⚙
15-03-2016	⚙
01-03-2017	⚙
07-03-2017	⚙
28-03-2017	⚙
25-04-2017	⚙
15-03-2017	⚙
28-01-2017	⚙
28-03-2017	⚙
17-04-2017	⚙
25-04-2017	⚙
25-04-2017	⚙



ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ

$$T = C + \sigma_N \cdot \epsilon \phi$$

ΚΑΘΕΤΗ ΤΑΣΗ:

$$\sigma_N = \frac{P_N}{A}$$

ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:

$$\sigma_t = \frac{P_t}{A}$$

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ:

$$A_0 = \frac{\pi D^2}{4}$$

ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ:

$$\epsilon = \frac{\Delta L_i}{D}$$

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ:

$$A_i = D \cdot \Delta l$$

ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

$$A_\Delta = A_0 - A_i$$

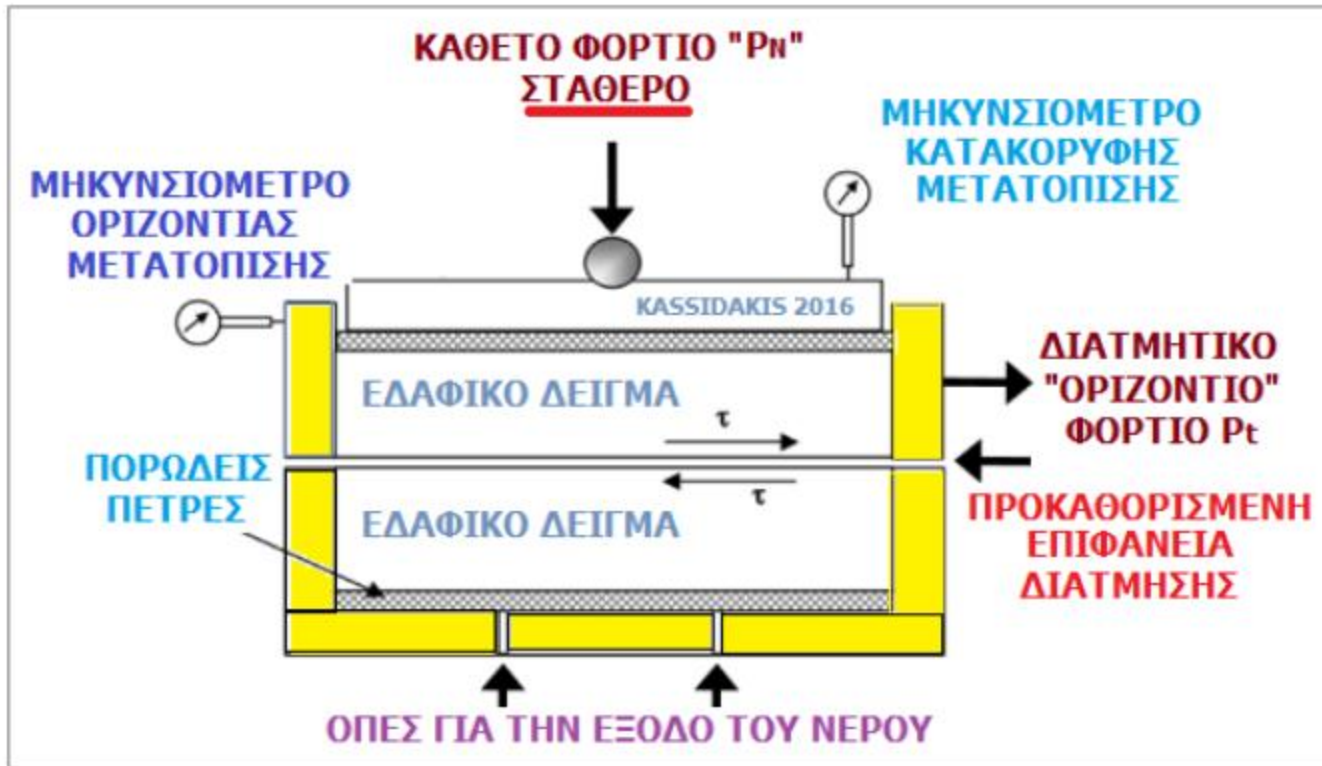
ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΤΑΣΗ

$$\sigma_t = \frac{P_t}{A_\Delta}$$

ΣΥΝΟΧΗ:

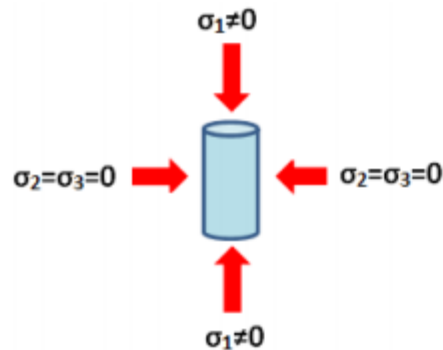
$$C = \sigma_t - \sigma_N \cdot \epsilon \phi$$

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΟΚΙΜΗ ΔΙΑΤΜΗΣΕΩΣ ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΜΜΕΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ



ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ: ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ – ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΟΚΙΜΗ ΜΟΝΟΑΞΟΝΙΚΗΣ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ

Η δοκιμή αυτή είναι από τις απλούστερες στη κατηγορία τους και μπορεί να πραγματοποιηθεί και στο πεδίο (επί τόπου δηλ. στο εργοτάξιο). Η συσκευή μπορεί να είναι ηλεκτροκίνητη ή μηχανοκίνητη. Η δοκιμή έχει εφαρμογές στην κατασκευή τεχνικών έργων (δομικές κατασκευές, γέφυρες, φράγματα, έργα οδοποιίας κ.α)



Η δοκιμή πραγματοποιείται φορτίζοντας το κυλινδρικό δείγμα στα άκρα του μέχρι τη θραύση ή την διαρροή του. Όπως διακρίνεται στο σχήμα η πλευρική τάση $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$ για το λόγο αυτό ονομάζεται ανεμπόδιση θλίψη.

Για να πραγματοποιηθεί η δοκιμή θα πρέπει το έδαφικό δείγμα να διαθέτει την απαιτούμενη συνοχή ώστε να διατηρεί το σχήμα του. Διαφορετικά εφαρμόζεται η δοκιμή τριαξονικής θλίψης η οποία είναι πολυπλοκότερη.

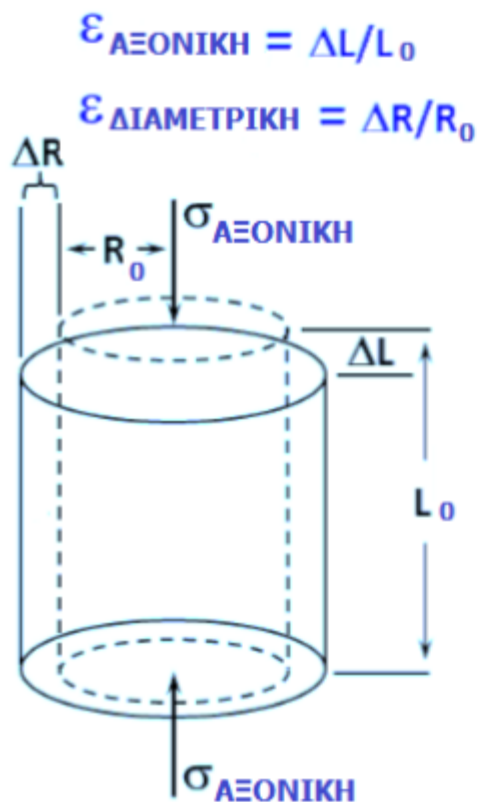
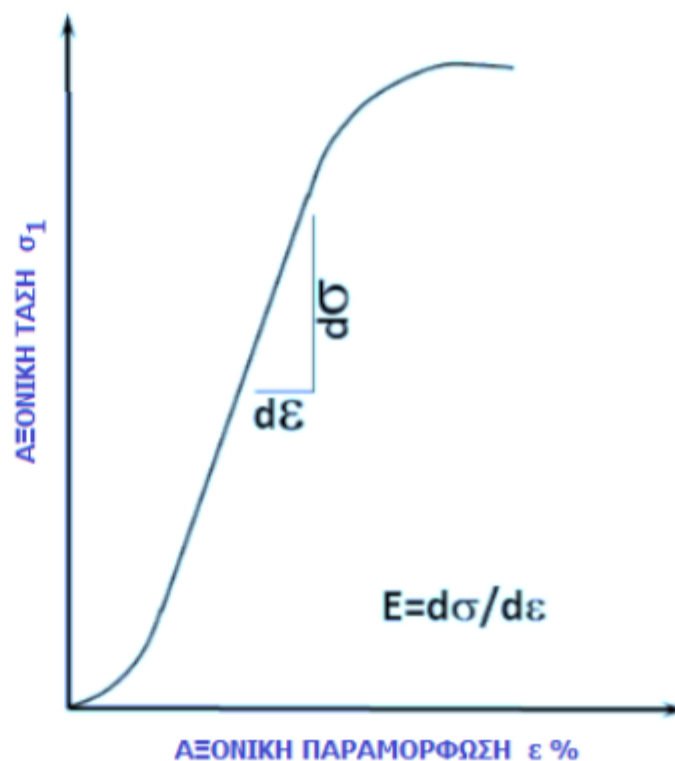
Τρόποι αστοχίας: Το δείγμα θεωρείται ότι αστόχησε εάν εμφανίζονται οι παρακάτω καταστάσεις.

- 1] Εάν υπάρχει εμφανής επιφάνεια θραύσης
- 2] Εάν η παραμόρφωση συνεχίζεται χωρίς αντίστοιχη αύξηση του φορτίου.

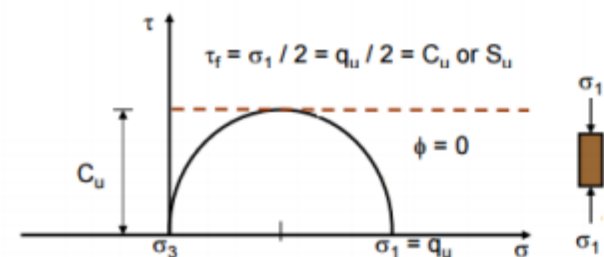
Οπότε σαν αντοχή σε θλίψη ορίζεται η τάση που ορίζεται σε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις.

ΣΥΣΚΕΥΗ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΛΙΨΗΣ – ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ



ΚΑΜΠΥΛΗ ΤΑΣΗΣ - ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ σ/ϵ 

Μεταβολές στις διαστάσεις του δοκίμου ως προς τον άξονα και την διάμετρο – σχεδίαση της καμπύλης τάσης παραμόρφωσης και προσδιορισμός του μέτρου ελαστικότητας E.

**ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ**

ΘΛΙΠΤΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ: $q_u = \frac{F}{A}$

ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ: $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: $A_i = \frac{A_0}{(1-\varepsilon)}$

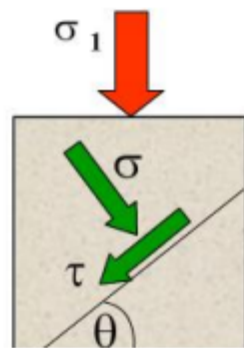
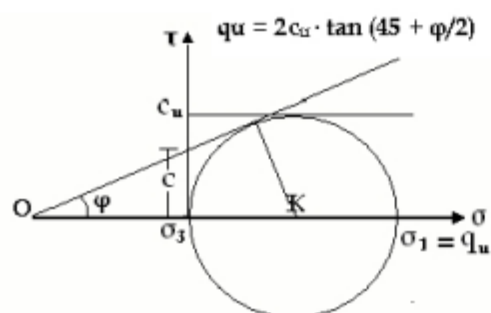
ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΤΑΣΗ: $\tau = c + \sigma \tan \phi$

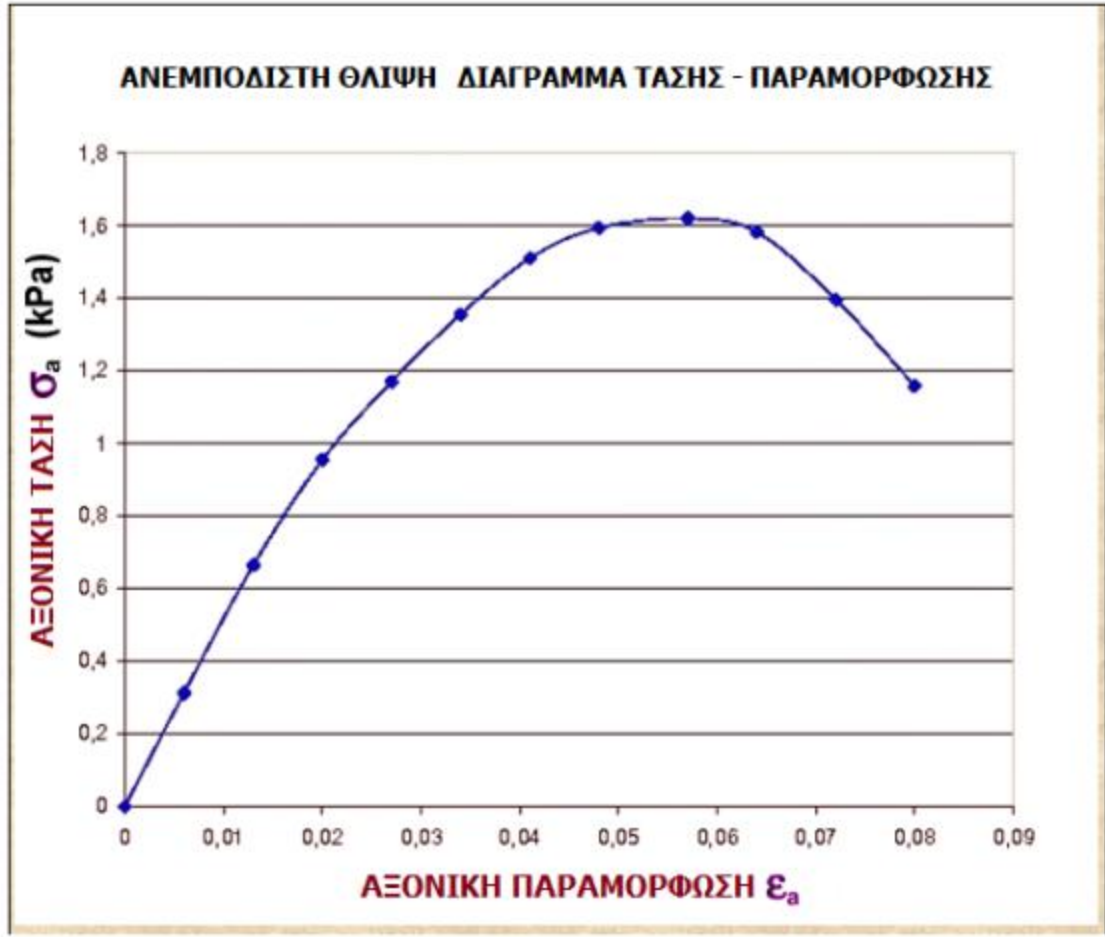
c = ΣΥΝΟΧΗ

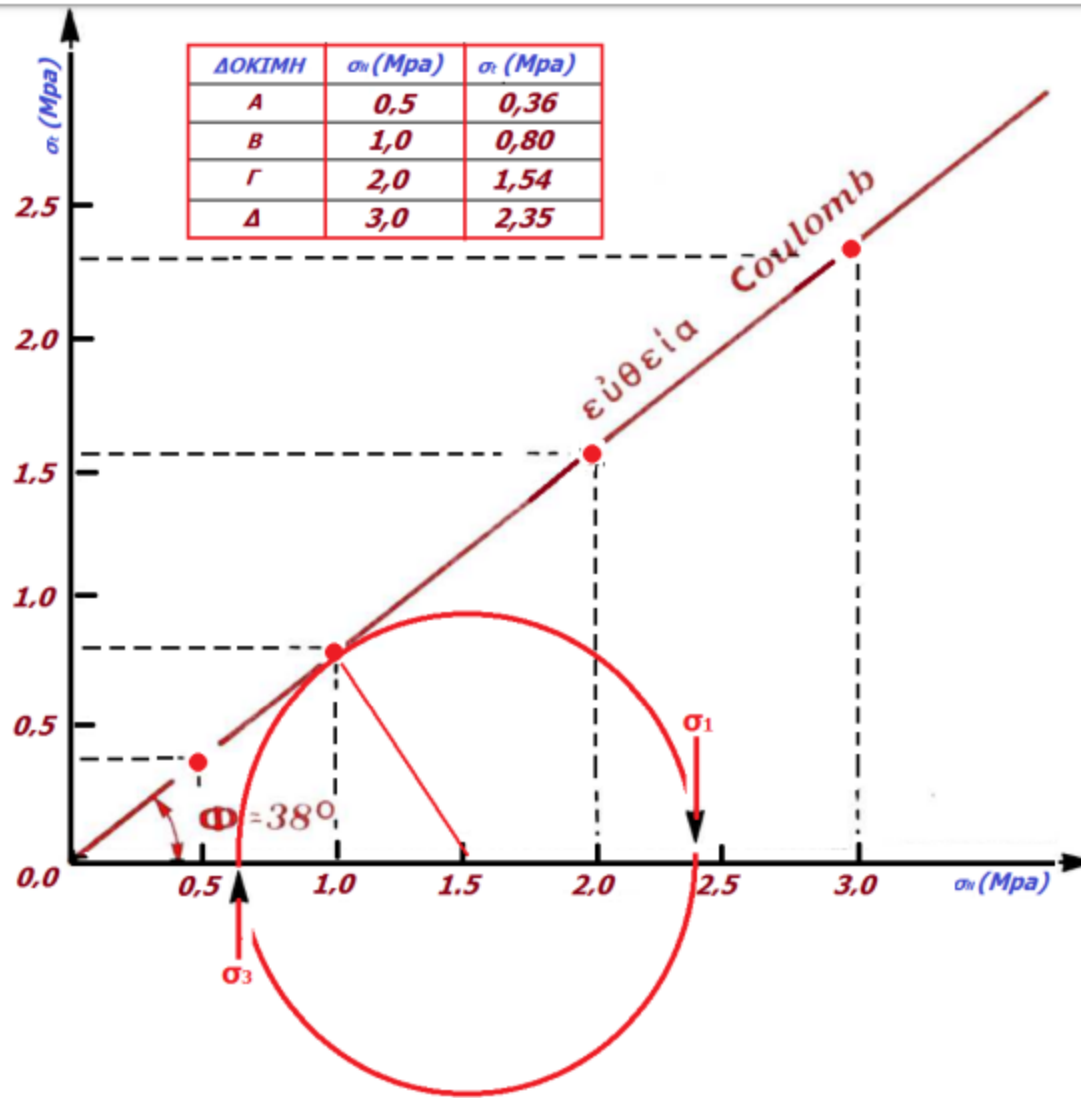
σ = ΟΡΘΗ ΤΑΣΗ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

$\tan \phi$ = ΓΩΝΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΡΙΒΗΣ

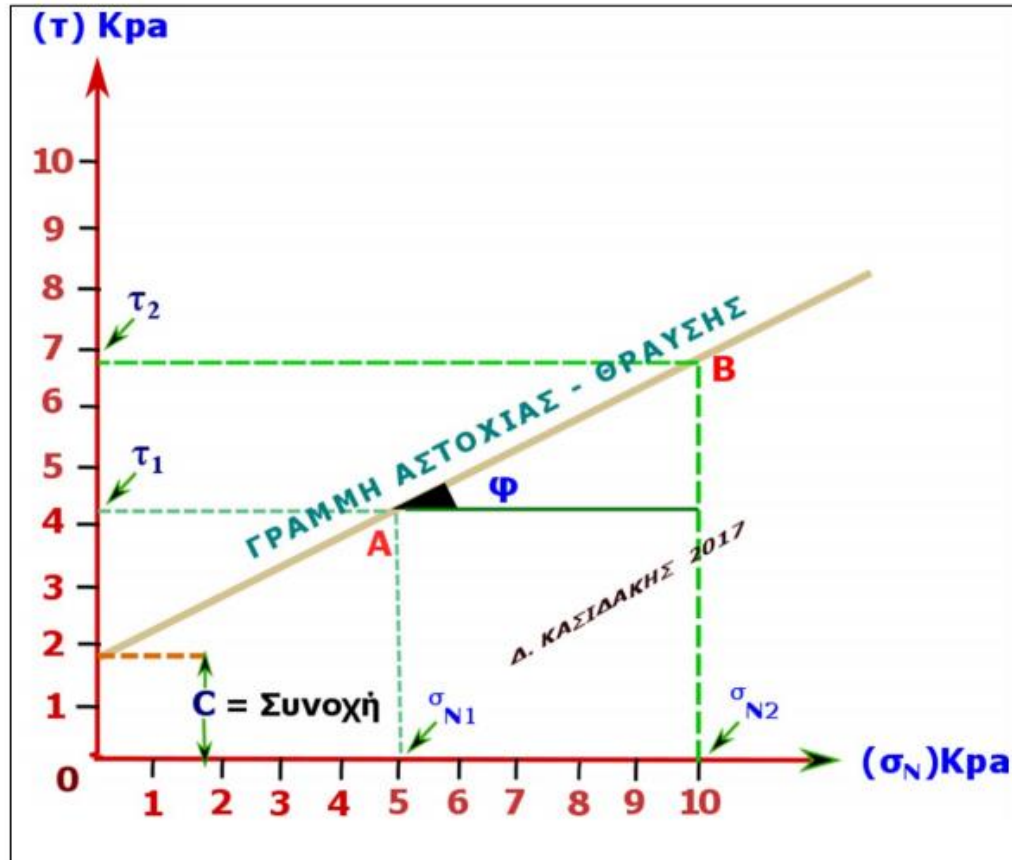
Στην μονο/κη θλίψη η **ΣΥΝΟΧΗ:** $C_u = \frac{q_u}{2}$







**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
Φ ΚΑΙ C ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΤΕ/ΣΜΑΤΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΑΜΕΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ**



Έστω τα ζευγάρια τιμών : $\sigma_{N1} = 0,5 \text{ Κρα}$ και $\tau_1 = 0,409 \text{ Κρα}$
 $\sigma_{N2} = 1,0 \text{ Κρα}$ και $\tau_2 = 0,680 \text{ Κρα}$

Με βάση τα παραπάνω σχεδιάζουμε την ευθεία θραύσης προσοχή όμως με άξονες στην ίδια κλίμακα οπότε για την γωνία εσωτερικής τριβής και συνοχή εργαζόμαστε όπως παρακάτω: $\text{tg}\phi = \frac{0,68-0,409}{1,0-0,5} = \frac{0,271}{0,5} = 0,542 \Rightarrow \phi \cong 28^\circ$

Από τη σχέση: $\tau = C + \sigma_N \cdot \text{tg}\phi$ $C = 0,49 - 0,5 \cdot \text{tg}\phi = 0,49 - 0,50 \cdot 0,542 =$
 $0,409 - 0,271 = 0,138 \text{ Κρα}$ $C = 0,138 \text{ Κρα}$