

ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

Κεφάλαιο 2

- Φυσικές παράμετροι εδαφών
- Μηχανικές παράμετροι εδαφών

ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

A. Φυσικές παράμετροι

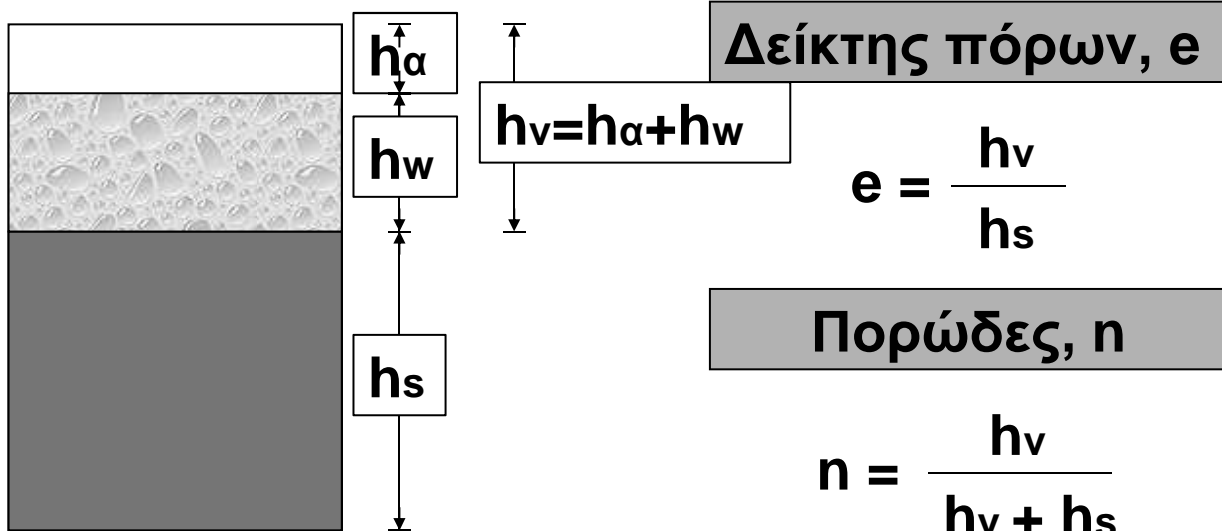
B. Μηχανικές παράμετροι

Γ. Παράμετροι που καθορίζουν το ρυθμό της στερεοποίησης

Α. Φυσικές παράμετροι

- Δείκτης πόρων, e
- Πορώδες, n
- Σχετική πυκνότητα, D_r
- Ειδικό βάρος, γ_s
- Υγρό φαινόμενο βάρος, γ
- Ξηρό φαινόμενο βάρος, γ_d
- Βαθμός κορεσμού, S_r

Ορισμός των φυσικών παραμέτρων



h_s = ύψος στερεών

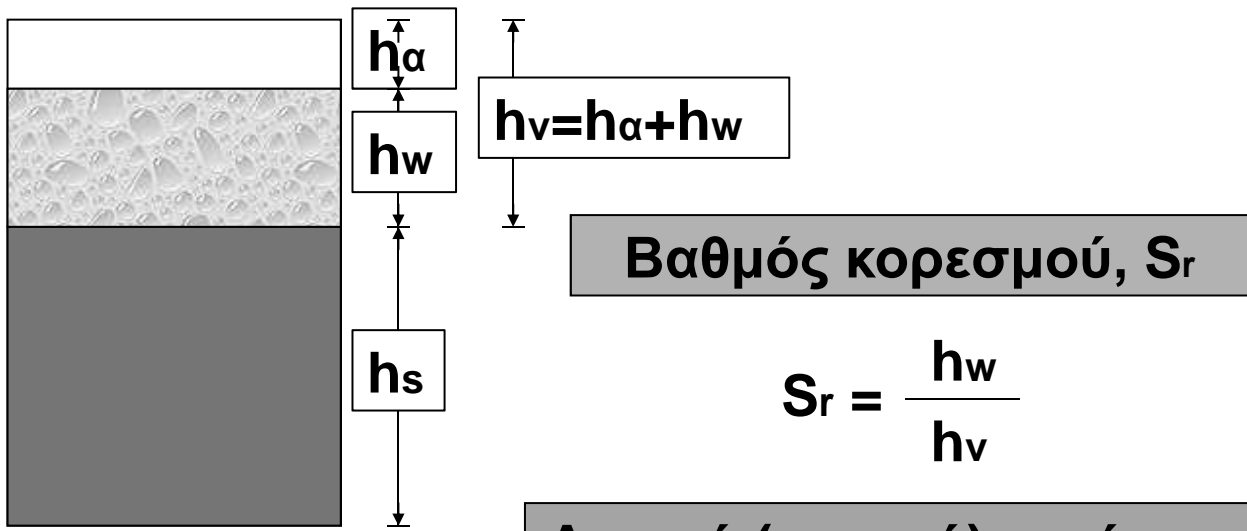
h_v = ύψος κενών

h_w = ύψος κενών με νερό

h_α = ύψος κενών με αέρα

Σχετική πυκνότητα, D_r

$$D_r = \frac{e_{\max} - e_0}{e_{\max} - e_{\min}}$$



Αρχική (φυσική) κατάσταση

h_s = ύψος στερεών

h_v = ύψος κενών

h_w = ύψος κενών με νερό

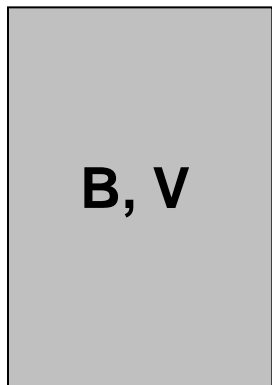
h_a = ύψος κενών με αέρα

e_0 = αρχικός δείκτης πόρων

n_0 = αρχικό πορώδες

γ_0 = αρχικό φαινόμενο βάρος

S_{r0} = αρχικός βαθμός κορεσμού



Φαινόμενο βάρος, γ

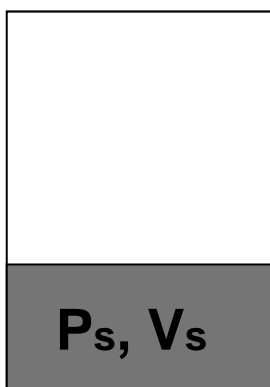
$$\gamma = \frac{B}{V}$$

Ειδικό βάρος στερεών, γ_s

$$\gamma_s = \frac{P_s}{V_s}$$

P_s = βάρος στερεών

V_s = όγκος στερεών



B. Μηχανικές παράμετροι

1. Παράμετροι αντοχής

- Γωνία τριβής φ
- Συνοχή c

2. Παράμετροι παραμόρφωσης

- Μέτρα παραμόρφωσης E, E_s, E_d
- Δείκτης συμπίεστικότητας C_c
- Δείκτης επανασυμπίεσης C_r

Παράμετροι αντοχής

Στις περισσότερες περιπτώσεις εφαρμογών τα εδάφη αστοχούν διατμητικά. Καθοριστική αντοχή για τα εδάφη είναι λοιπόν η διατμητική αντοχή.

Η διατμητική αντοχή ορίζεται με τη σχέση του **Coulomb**:

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

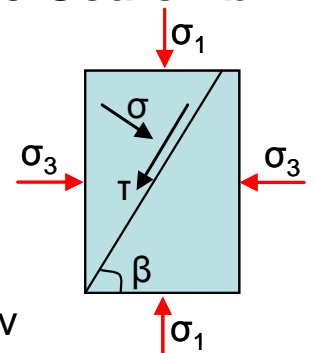
τ = διατμητική αντοχή

σ = ορθή τάση

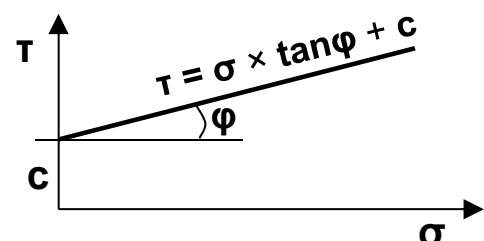
φ = γωνία τριβής εδάφους

c = συνοχή εδάφους - οφείλεται στο ηλεκτρικό καθεστώς των

λεπτόκοκκων σωματιδίων, λόγω των μικρών διαστάσεων τους.



Σε διάγραμμα τ - σ (διατμητικών τάσεων-ορθών τάσεων) η σχέση αυτή παριστάνεται με την ευθεία:



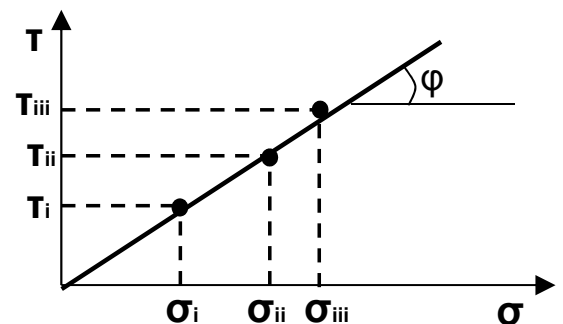
Κοκκώδη εδάφη: ΑΜΜΟΙ - ΑΜΜΟΧΑΛΙΚΑ

Η παραπάνω εξίσωση ισχύει όταν το έδαφος δεν περιέχει νερό στους πόρους του ή έχει νερό αλλά είναι τόσο διαπερατό ώστε η εφαρμογή του φορτίου να μην προκαλεί πιέσεις του νερού, u . Αυτό συμβαίνει σε άμμους με ή χωρίς νερό. Πέραν αυτού οι άμμοι έχουν μηδενική συνοχή: $c=0$. Έτσι για άμμους η σχέση του Coulomb γίνεται:

$$\tau = \sigma \times \tan\phi$$

Η ϕ προσδιορίζεται πειραματικά με **τριαξονικές δοκιμές** ή με **δοκιμές άμεσης διάτμησης**:

Εφαρμόζουμε διαφορετικές τάσεις σ και μετρούμε κάθε φορά τη διατμητική τάση τη στιγμή της θραύσης, τ . Η γωνία ϕ είναι η κλίση της ευθείας.



Εδαφομηχανική - Μαραγκός Ν. (2009). Προσθήκες Κίρτας Ε. (2010)

σελ. 2.9

Ρευστοποίηση εδάφους

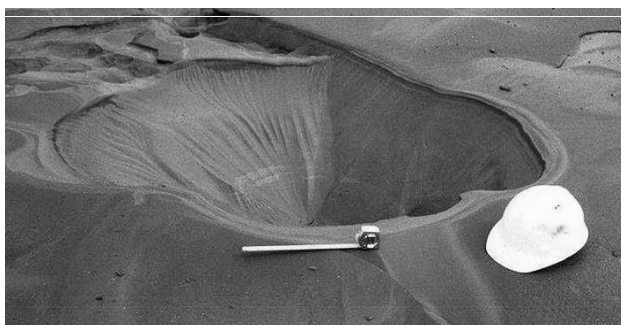
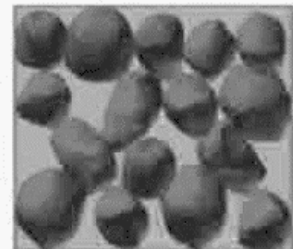
Το φαινόμενο της ρευστοποίησης παρατηρείται σε πολύ λεπτόκοκκα αμμώδη εδάφη που είναι κορεσμένα όταν αυτά δεχτούν με ταχύ ρυθμό φορτία (π.χ. λόγω σεισμού).

Η αντοχή του εδάφους ορίζεται με τη σχέση: $\tau = (\sigma - u) \times \tan\phi + c$

Για άμμους $c=0$. Άρα

$$\tau = (\sigma - u) \times \tan\phi$$

Αν λοιπόν κατά τη φόρτιση η πίεση του νερού u γίνει ίση με τη σ (ταχεία φόρτιση, μικρή διαπερατότητα) τότε ο όρος $(\sigma - u)$ μηδενίζεται και το έδαφος έχει μηδενική αντοχή $\tau=0$.



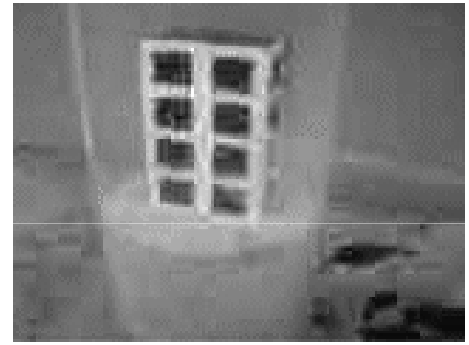
Το νερό προσπαθεί με πίεση να βρει διέξοδο με αποτέλεσμα συχνά να «εκτινάσσεται» πάνω από την επιφάνεια του εδάφους σχηματίζονται μικρούς κρατήρες.

Εδαφομηχανική - Μαραγκός Ν. (2009). Προσθήκες Κίρτας Ε. (2010)

σελ. 2.10

Ρευστοποίηση εδάφους

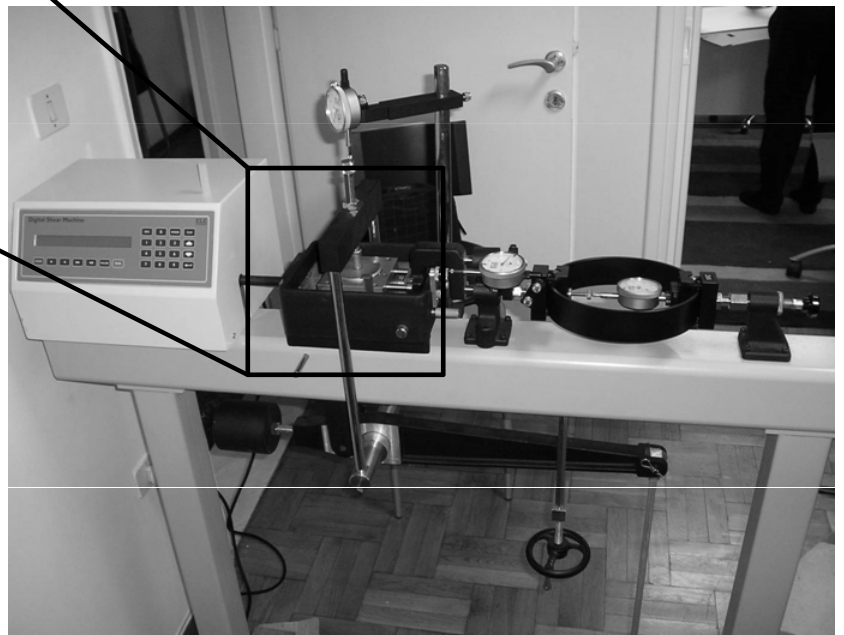
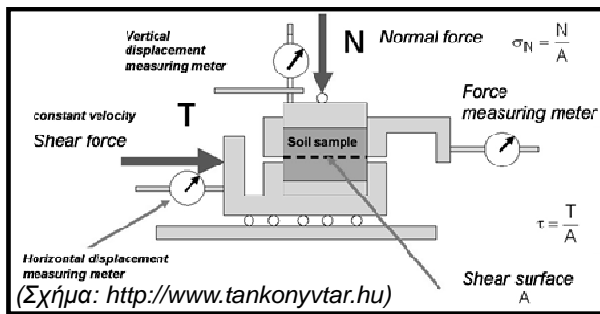
Αν σε τέτοια περίπτωση υπάρχει θεμελιωμένο κτίριο, υπάρχει κίνδυνος αυτό να βυθιστεί στο έδαφος λόγω ρευστοποίησης.



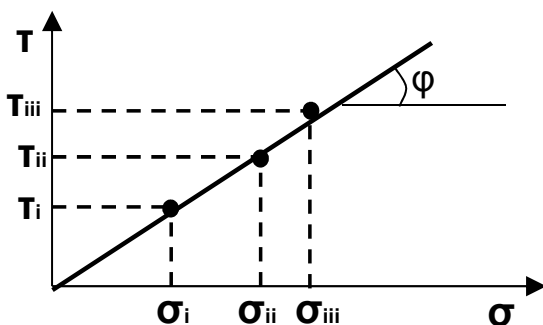
Ανατροπή πολυκατοικιών λόγω ρευστοποίησης του εδάφους κατά τη διάρκεια σεισμού.

Σεισμός μεγέθους $M_s=7,5$
Niigata, Japan, 1967

Δοκιμή άμεσης διάτμησης



$$\tau_i = \frac{T}{A} \quad \sigma_i = \frac{N}{A}$$



Ενδεικτικό διάγραμμα για μη συνεκτικά εδάφη

Ο προσδιορισμός της φ των κοκκωδών εδαφών (άμμων, αμμοχαλίκων κ.τ.λ.) με εργαστηριακές δοκιμές είναι δύσκολος.

Έτσι:

Η τιμή της φ προσεγγίζεται με επιτόπου δοκιμές κρούσεων (για παράδειγμα ο αριθμός κρούσεων για έμπηξη κώνου κατά 10 cm, αριθμός N_{10}) και εμπειρικές συσχετίσεις μεταξύ N_{10} και φ .



Πιν. 1. Συσχετίσεις $N_{10}-N_{SET}$ κοκκωδών εδαφών
(*Interpretazione del diagramma penetrometrico, Pagani*)

| | ΠΟΛΥ ΧΑΛΑΡΕΣ | ΧΑΛΑΡΕΣ | ΜΕΣΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ | ΠΥΚΝΕΣ | ΠΟΛΥ ΠΥΚΝΕΣ |
|----------------------|-----------------------|---------|------------------|--------|-------------|
| N_{10} | <4 | 4-10 | 10-35 | 35-60 | 60 |
| N_{SET} | <4 | 4-10 | 10-35 | 35-50 | >50 |
| ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ | <15 | 15-35 | 35-65 | 65-85 | 85-100 |
| ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ ΞΗΡΟ | <14 kN/m ³ | 14-16 | 16-18 | 18-20 | >20 |
| φ | <30 | 30-35 | 35-40 | 40-45 | >45 |

Γενικά ισχύει:

- Η γωνία φ κυμαίνεται από <30 έως 60°
- Η φ αυξάνεται με την πυκνότητα της άμμου
- Καλή κατανομή των κόκκων αυξάνει τη φ
- Γωνιώδεις κόκκοι και μεγαλύτεροι κόκκοι δίνουν μεγαλύτερη φ

Συνεκτικά εδάφη: ΑΡΓΙΛΟΙ, ΙΛΕΙΣ, ΜΙΓΜΑΤΑ

Κατά την εφαρμογή φορτίου σε μικρής διαπερατότητας εδάφη αναπτύσσονται πιέσεις του νερού των πόρων, u οι οποίες μειώνουν την ορθή τάση σ κατά u .

Έτσι η εξίσωση της διατμητικής αντοχής ορίζεται με την θεμελιώδη εξίσωση του *Terzaghi*:

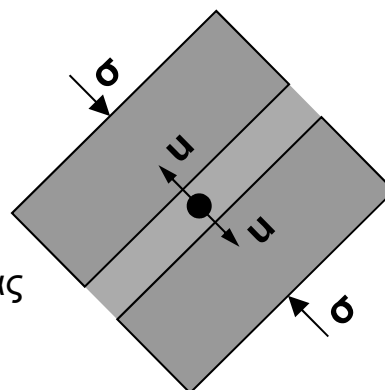
$$\tau' = (\sigma - u) \times \tan\varphi' + c' = \sigma' \times \tan\varphi' + c'$$

σ = ολική τάση, $\sigma = \sigma' + u$

σ' = ενεργός τάση, $\sigma' = \sigma - u$

φ' , c' = ενεργές παράμετροι αντοχής

(Στη συνέχεια θεωρείται πως οι τιμές της γωνίας τριβής και της συνοχής αναφέρονται πάντα σε ενεργές τιμές και συμβολίζονται απλώς φ , c)



Η τιμή της u δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται με το χρόνο:

Η μέγιστη τιμή της εμφανίζεται κατά τη στιγμή που εφαρμόζουμε το φορτίο. Με την πάροδο του χρόνου το νερό μπορεί και στραγγίζει, οι πιέσεις u εκτονώνονται σταδιακά έως ότου τελικά $u=0$.

Η αντοχή στην αρχή της εφαρμογής του φορτίου έχει συνεπώς την ελάχιστη τιμή της ενώ στο τέλος τη μέγιστη τιμή της.

Για τα συνεκτικά εδάφη διακρίνουμε έτσι μεταξύ:

**της ελάχιστης,
ΑΡΧΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ
και των
ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΩΝ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΑΝΤΟΧΗΣ**

και

**της μέγιστης,
ΤΕΛΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ
και των
ΕΝΕΡΓΩΝ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΑΝΤΟΧΗΣ**

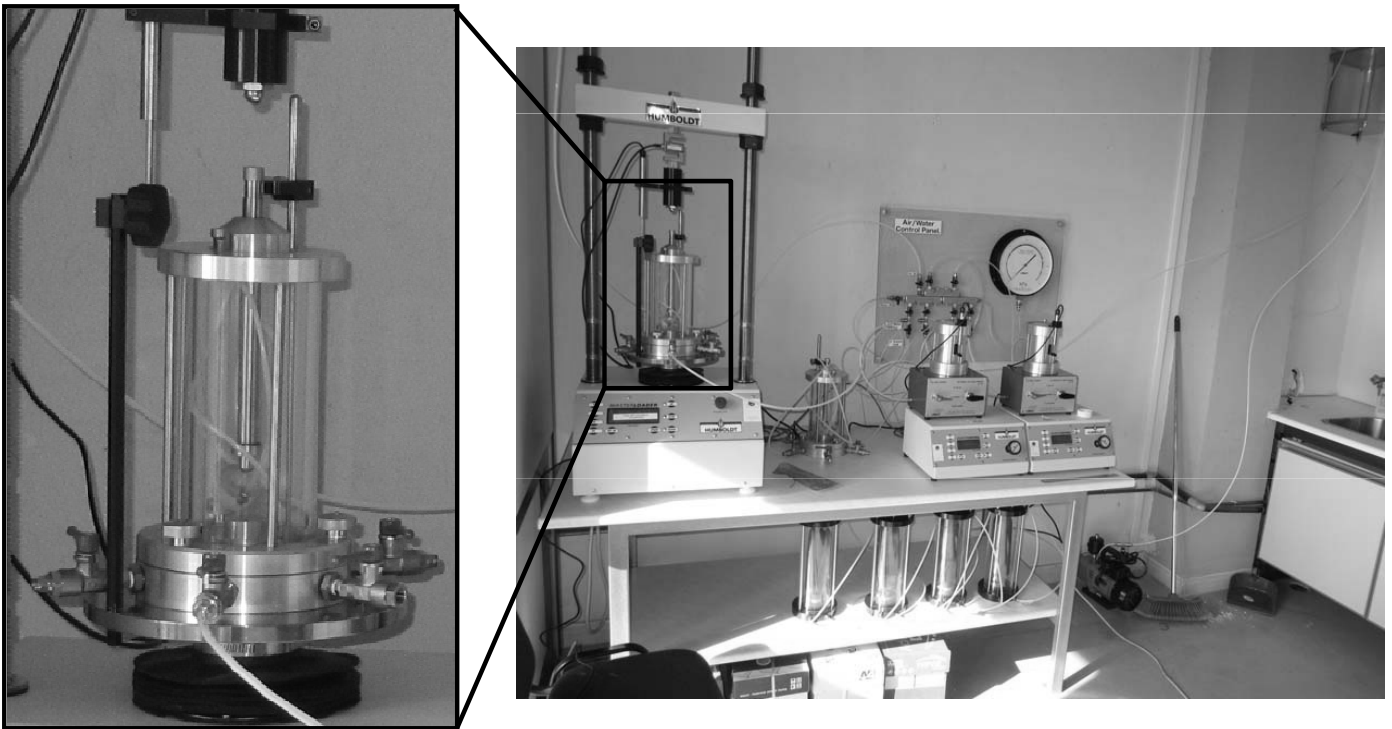
Επίσης υπάρχει διαφοροποίηση με το βάθος:

**Όσο αυξάνεται το βάθος,
λόγω του αυξημένου
βάρους του υπερκείμενου
εδάφους, ο δείκτης πόρων
μειώνεται, άρα οι
διατμητικές παράμετροι
αντοχής μιας συνεκτικής
εδαφικής στρώσης
αυξάνονται**

**Σε συγκεκριμένο βάθος
οι διατμητικές
παράμετροι ενός
συνεκτικού εδάφους
αναφέρονται σε
συγκεκριμένο δείκτη
πόρων**

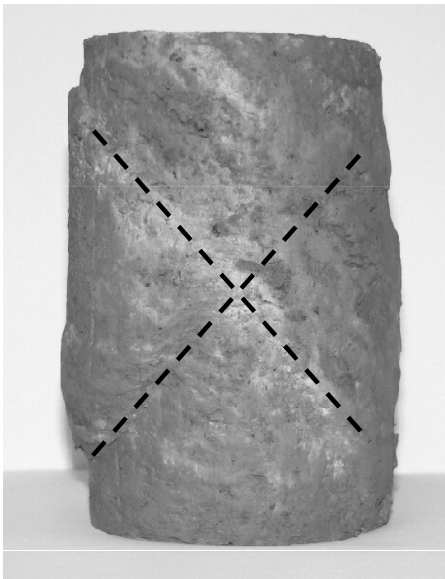
Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στις αστράγγιστες και στις ενεργές παραμέτρους διατμητικής αντοχής

Τριαξονική δοκιμή

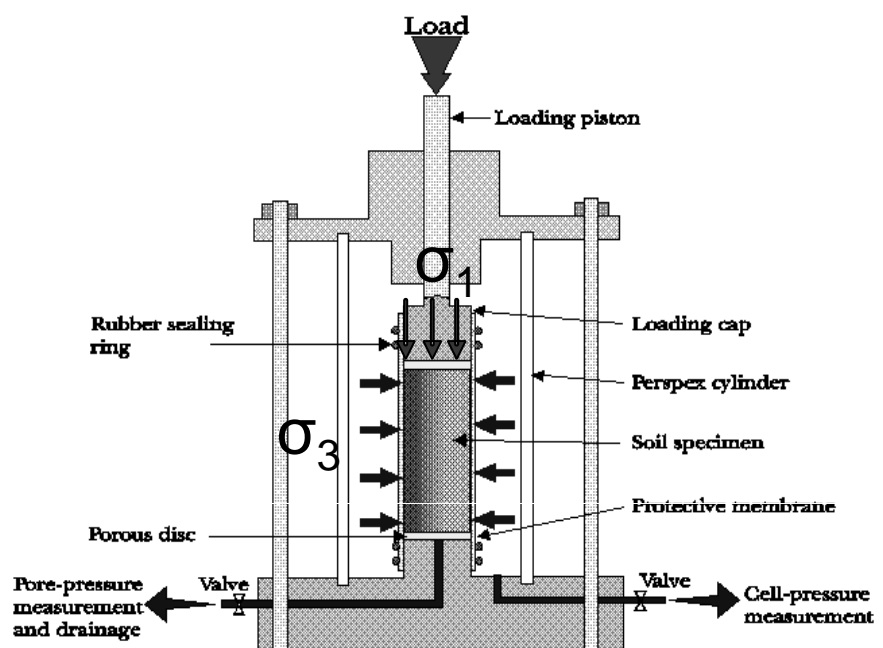


Συσκευή τριαξονικής δοκιμής (Εργαστήριο Εδαφομηχανικής Κατεύθυνσης Πολιτικών Μηχανικών ΤΕ)

Τριαξονική δοκιμή



Εδαφικό δείγμα μετά από δοκιμή CU
(Σχήμα: <http://www.test-llc.com>)



Triaxial apparatus

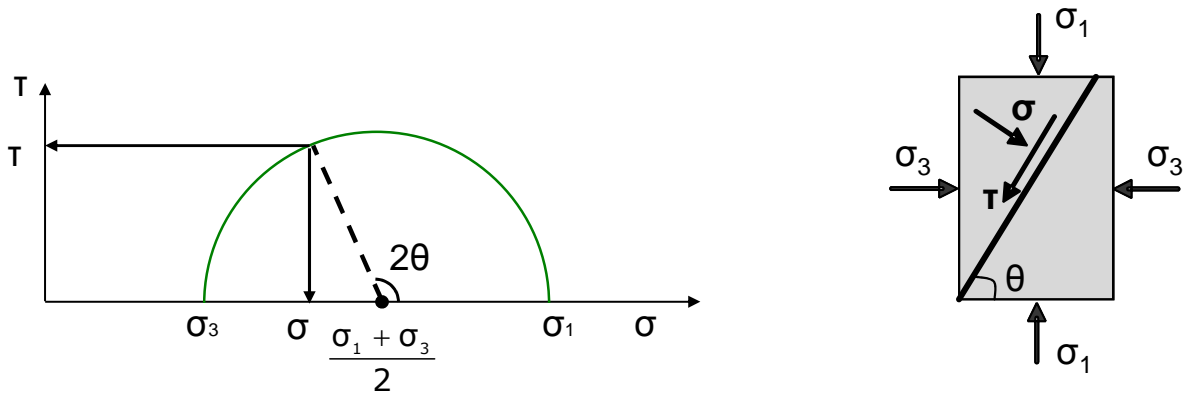
Συσκευή τριαξονικής δοκιμής (Σχήμα: <http://civilblog.org>)

Κύκλος του Mohr (θεωρία Mohr-Coulomb)

Ο κύκλος του Mohr αποτελεί μια εύχρηστη μέθοδο για την αντιμετώπιση θεμάτων εδαφικής αντοχής σε διάτμηση.

Έστω σ_1 και σ_3 η μέγιστη και ελάχιστη κύρια τάση (σχήμα)

Χαράσσεται κύκλος με κέντρο $(\sigma_1 + \sigma_3)/2$ και διάμετρο $(\sigma_1 - \sigma_3)$ σε διάγραμμα τ-σ (διατμητικών-ορθών τάσεων)



Αν θέλουμε να βρούμε την σ και τ σε επίπεδο που σχηματίζει γωνία θ με την οριζόντιο, από το κέντρο του κύκλου φέρουμε ευθεία με γωνία 2θ με τον οριζόντιο άξονα. Το σημείο τομής με τον κύκλο δίνει τις σ και τ .

A) ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΝΤΟΧΗΣ

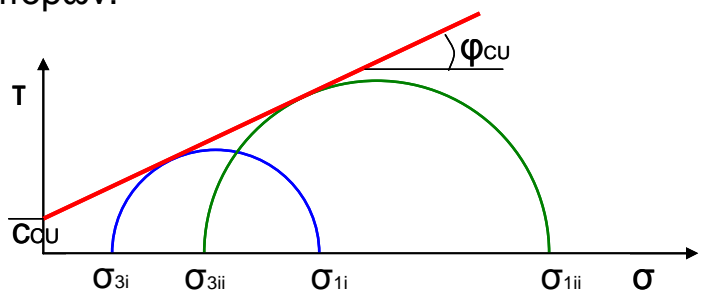
Προσδιορίζονται με τις παρακάτω δοκιμές:

1) Προστερεοποιημένη (Consolidated), αστράγγιστη (Undrained) τριαξονική δοκιμή: Δοκιμή CU δίχως μέτρηση της πίεσης του νερού των πόρων

Προστερεοποιημένη δοκιμή: Μετά την εφαρμογή των πλευρικών πιέσεων σ_3 , αφήνουμε το έδαφος να στερεοποιηθεί επί 24 ώρες και μετά το σπάζουμε (η δοκιμή επαναλαμβάνεται για διάφορα επίπεδα σ_3).

Αστράγγιστη δοκιμή: Η επιβολή της κατακόρυφης τάσης σ_1 γίνεται με γρήγορο ρυθμό ώστε να μην προλαβαίνει το έδαφος να απομακρύνει το νερό, οπότε αναπτύσσεται υπερπίεση του νερού των πόρων.

Μετρούμε τη μέγιστη κατακόρυφη τάση σ_1 κατά τη στιγμή της θραύσης και χαράσσουμε τους αντίστοιχους ολικούς κύκλους θραύσης του Mohr (οριακούς ολικούς κύκλους)



Η γωνία τριβής ϕ_{CU} και η συνοχή c_{CU} αφορούν μία εδαφική στρώση καθώς σε κάθε δοκιμή CU αντιστοιχεί άλλο σ_3 άρα και διαφορετικός δείκτης πόρων (λόγω βάθους)

2) Μη προστερεοποιημένη (Unconsolidated), αστράγγιστη (Undrained) τριαξονική δοκιμή: Δοκιμή UU δίχως μέτρηση της πίεσης του νερού των πόρων

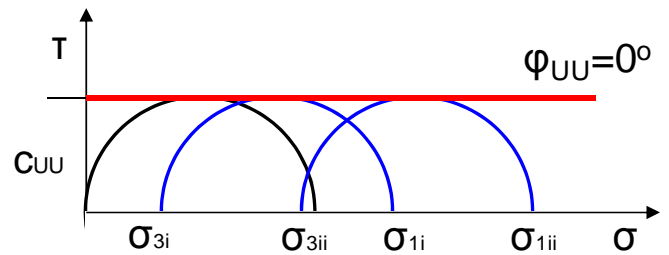
Μη προστερεοποιημένη δοκιμή: Μετά την εφαρμογή των πλευρικών πιέσεων σ_3 εκτελείται άμεσα η επιβολή της κατακόρυφης τάσης, δίχως να αφήσουμε το έδαφος να στερεοποιηθεί. Συνεπώς, η εφαρμογή της σ_3 δεν μειώνει τον δείκτη πόρων καθώς δεν απομακρύνεται νερό. Προκαλεί μόνο αύξηση των πιέσεων των πόρων u η οποία όμως εξισορροπείται από την σ_3 .

Αστράγγιστη δοκιμή: Η επιβολή της κατακόρυφης τάσης σ_1 γίνεται με γρήγορο ρυθμό ώστε να μην προλαβαίνει το έδαφος να απομακρύνει το νερό, οπότε αναπτύσσεται υπερπίεση του νερού των πόρων.

Μετρούμε τη μέγιστη κατακόρυφη τάση σ_1 κατά τη στιγμή της θραύσης.

Το αποτέλεσμα είναι παράλληλοι κύκλοι ίδιας ακτίνας μετατοπισμένοι κατά τον άξονα των σ . Δηλαδή προκύπτει $\phi_{uu} = 0$.

Τελικά υπολογίζεται η τιμή της αστράγγιστης διατμητικής αντοχής $c_u = c_{uu} \neq 0$



Οι παράμετροι c_u , $\phi_{uu}=0$ αφορούν συγκεκριμένο δείκτη πόρων (συγκεκριμένο βάθος) και ορίζουν τη δυσμενέστερη περίπτωση φέρουσας ικανότητας του εδάφους.

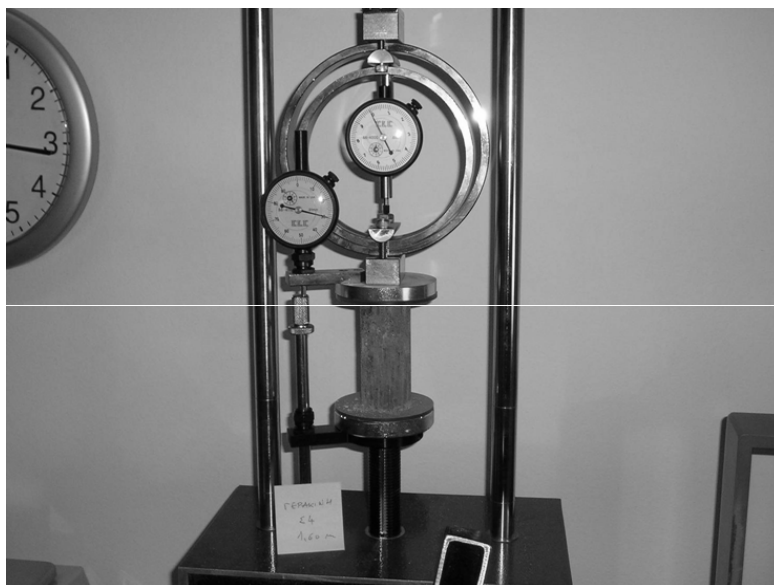
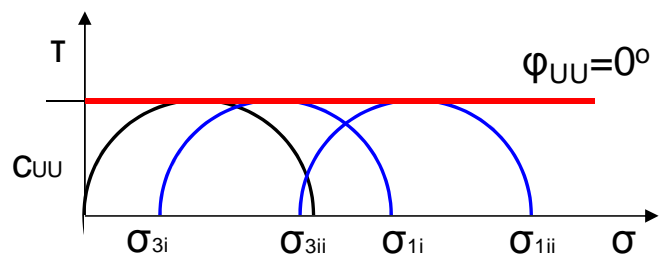
Εδαφομηχανική - Μαραγκός Ν. (2009). Προσθήκες Κίρτας Ε. (2010)

σελ. 2.23

Μονοαξονική δοκιμή εδαφών (δοκιμή απλής θλίψης)

Πρόκειται για δοκιμή αντίστοιχη της τριαξονικής, όπου όμως δεν εφαρμόζονται πλευρικές πιέσεις, δηλαδή $\sigma_3=0$ (μαύρος κύκλος στο σχήμα).

Οδηγεί σε όμοιο αποτέλεσμα με σειρά δοκιμών UU.



Εδαφομηχανική - Μαραγκός Ν. (2009). Προσθήκες Κίρτας Ε. (2010)

σελ. 2.24

Η διαφορά των πειραμάτων CU και UU έγκειται στο ότι:

(α) με τις δοκιμές CU

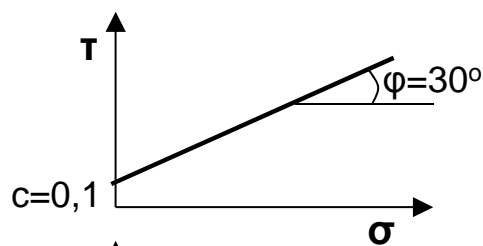
Λαμβάνεται η γωνία τριβής και η συνοχή μιας ολόκληρης εδαφικής στρώσης της οποίας η αντοχή βελτιώνεται με το βάθος (εξαιτίας του ότι μειώνεται ο δείκτης πόρων)

(β) με τις δοκιμές UU ή τη δοκιμή απλής θλίψης

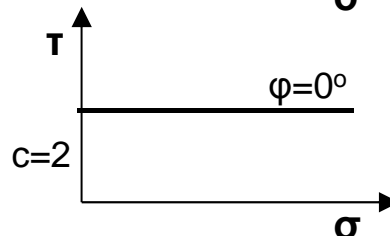
Λαμβάνεται η αντοχή μιας αργίλου συγκεκριμένου δείκτη πόρων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορώ να έχω για το ίδιο συνεκτικό έδαφος και ανάλογα με τον τύπο της δοκιμής που εφαρμόσα:

1) $\phi=30^\circ$, $c=0,1 \text{ kp/cm}^2$



2) $\phi=0^\circ$, $c=2 \text{ kp/cm}^2$



Για το λόγο αυτό θα πρέπει να δίνουμε πάντοτε τον τύπο της δοκιμής που εφαρμόσαμε για τον προσδιορισμό των ϕ και c .

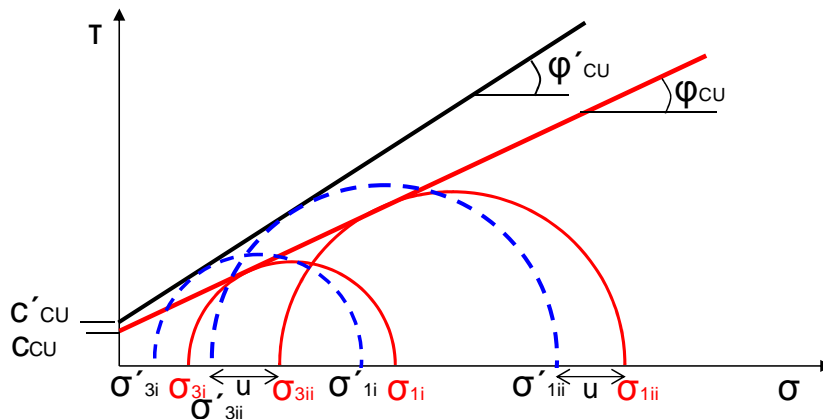
Έτσι είμαστε υποχρεωμένοι να συμβολίζουμε τα αποτελέσματα με δείκτες:

- $\phi_{\text{CU}}=30^\circ$, $c_{\text{CU}}=0,1 \text{ kp/cm}^2$
- $\phi_{\text{UU}}=0$, $c_{\text{UU}}=2 \text{ kp/cm}^2$

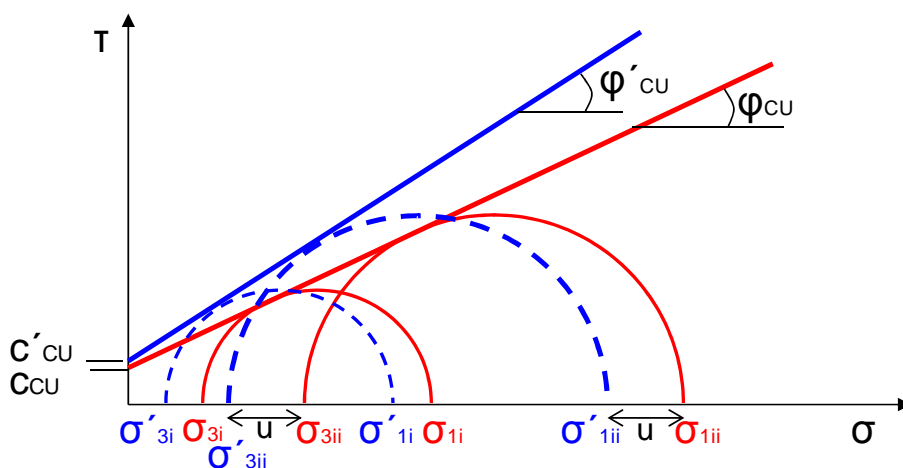
B) ΕΝΕΡΓΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΑΝΤΟΧΗΣ

Προσδιορίζονται με βραδείες, στραγγιζόμενες τριαξονικές δοκιμές CD (Consolidated Drained) ή με αστράγγιστες δοκιμές CU με μέτρηση της πίεσης του νερού των πόρων.

Αστράγγιστες τριαξονικές δοκιμές CU με μέτρηση της πίεσης του νερού των πόρων (κόκκινοι κύκλοι)



Έχοντας μετρήσει τις πιέσεις u μπορούμε να χαράξουμε τους ενεργούς κύκλους $\sigma'_1 - \sigma'_3$.

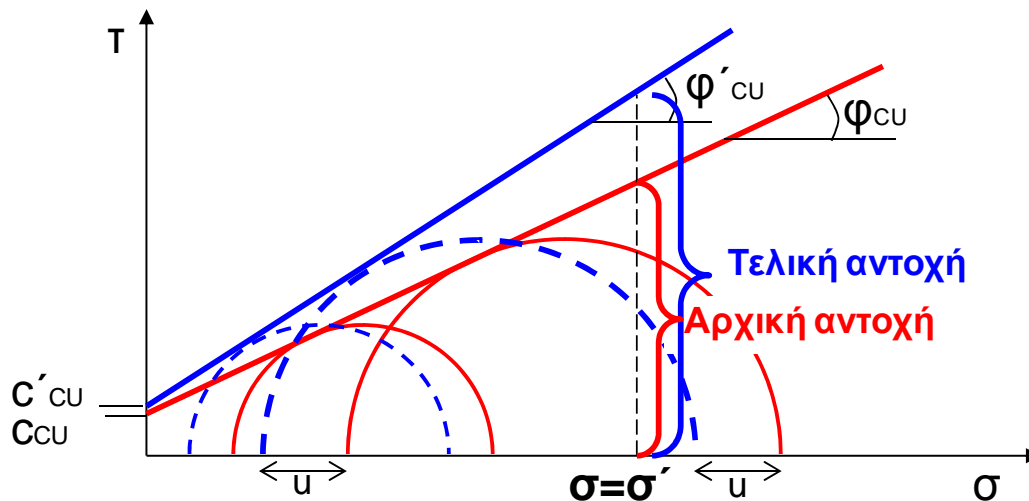


Οι ενεργοί κύκλοι Mohr μετατοπίζονται προς τα αριστερά κατά u με συνέπεια να έχουμε διαφορετικές τιμές των ενεργών παραμέτρων. Η εφαπτόμενη στους ενεργούς κύκλους ορίζει τις ενεργές παραμέτρους ϕ'_{CU} , c'_{CU} .

Οι παράμετροι αυτές είναι:

- $c'_{CU} \neq 0$, $\phi'_{CU} \neq 0$

Τις ενεργές παραμέτρους αντοχής τις χρησιμοποιούμε για τον υπολογισμό της τελικής αντοχής μιας εδαφικής στρώσης.



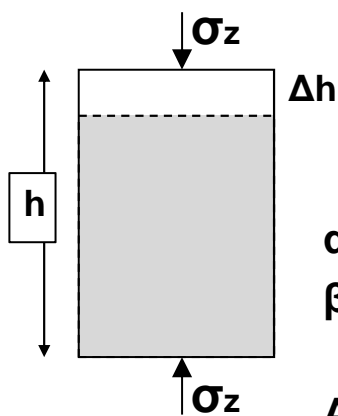
Για να είμαστε ασφαλείς, οι έλεγχοι της φέρουσας ικανότητας γίνονται για την περίπτωση που η πίεση u έχει τη μέγιστη τιμή της (αρχική αντοχή). Για συνθήκες δηλαδή που ακόμη δεν έχει αρχίσει η στράγγιση του νερού → **ΑΣΤΡΑΓΓΙΣΤΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**

Στις αναλύσεις εφαρμόζονται οι ολικές τάσεις και οι αστράγγιστες παράμετροι αντοχής.

2. Παράμετροι παραμόρφωσης

Κατακόρυφα Μέτρα Παραμόρφωσης E , E_s , E_d

Σε όλες τις περιπτώσεις: Είναι ο λόγος της κατακόρυφης τάσης σ_z προς την ανηγμένη παραμόρφωση ϵ_z .



$$E_z = \frac{\sigma_z}{\epsilon_z}$$

$$\epsilon_z = \frac{\Delta h}{h}$$

Η τιμή του E_z εξαρτάται:

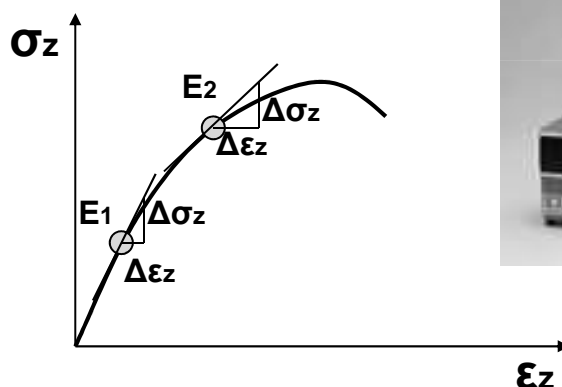
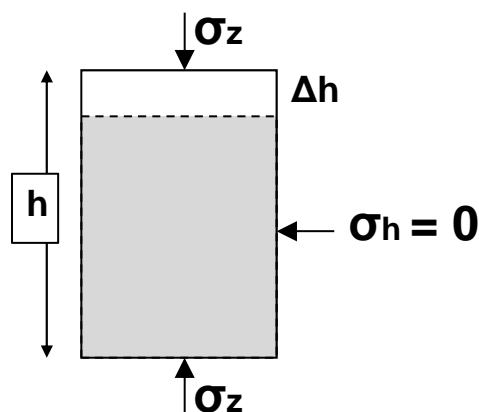
- α) από το μέγεθος της κατακόρυφης τάσης σ_z
- β) από τον τύπο της δοκιμής, δηλαδή από τις συνθήκες που επικρατούν κατά τη διεξαγωγή της δοκιμής

Ανάλογα με τον τύπο της δοκιμής διακρίνουμε:

- α) Μέτρο απλής θλίψης (μέτρο του Young)
- β) Οιδημετρικό μέτρο
- γ) Μέτρο τριαξονικής θλίψης

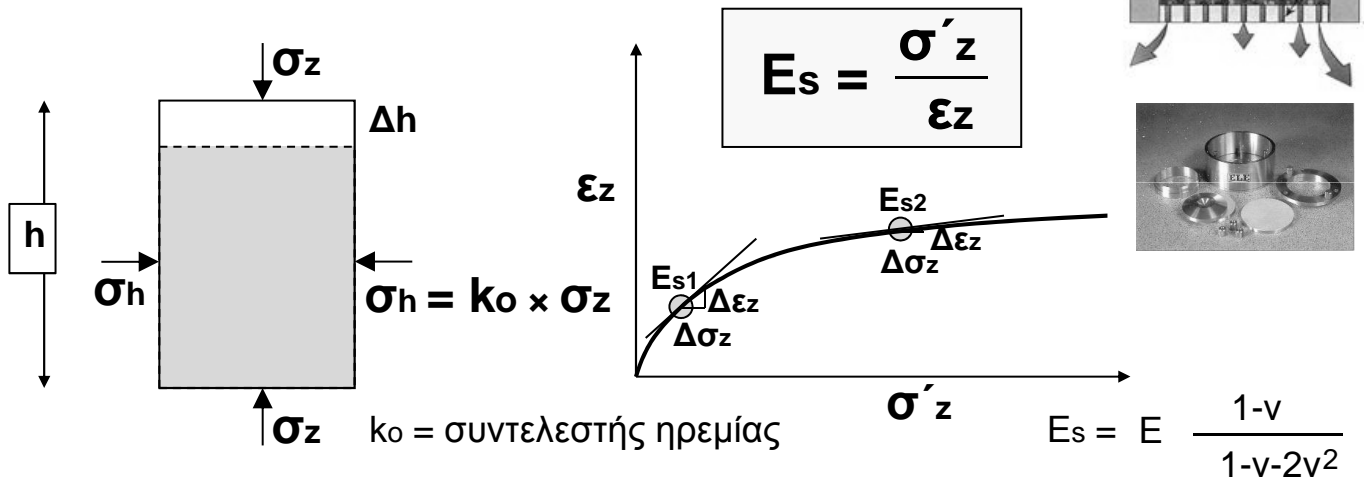
α) Δοκιμή απλής θλίψης ($\sigma_h = 0$)

$$E = \frac{\sigma_z}{\epsilon_z}$$



Το μέτρο παραμόρφωσης (η κλίση της εφαπτόμενης σε διάφορα σημεία της καμπύλης) **μειώνεται** με την αύξηση της τάσης

β) Οιδημετρική δοκιμή (μονοδιάστατη στερεοποίηση)



Το οιδημετρικό μέτρο (η κλίση της εφαπτόμενης σε διάφορα σημεία της καμπύλης) **αυξάνεται** με την αύξηση της τάσης (**ΠΡΟΣΟΧΗ** στους ανάποδους άξονες σ - ϵ στο διάγραμμα).

Το οιδημετρικό μέτρο είναι μεγαλύτερο από το μέτρο παραμόρφωσης της απλής θλίψης εξαιτίας της πλευρικής παρεμπόδισης των παραμορφώσεων.

Εδαφομηχανική - Μαραγκός Ν. (2009). Προσθήκες Κίρτας Ε. (2010)

σελ. 2.33

Δείκτης συμπίεστικότητας C_c

Ο δείκτης συμπίεστικότητας C_c συνδέει την παραμόρφωση με την τάση μέσω της μεταβολής του δείκτη πόρων και ορίζεται με τη σχέση:

$$C_c = \frac{e_o - e}{\log \frac{\sigma'_{\text{TEΛ}}}{\sigma'_{\text{ΑΡΧ}}}}$$

Κατά την οιδημετρική δοκιμή (μονοδιάστατη στερεοποίηση), όπου παρεμποδίζεται η πλευρική παραμόρφωση του δοκιμίου, η μεταβολή του ύψους Δh προς το αρχικό ύψος του δοκιμίου, h ισούται με τη μεταβολή του όγκου ΔV προς τον αρχικό όγκο V_o του:

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta V}{V_o}$$

Εισάγοντας παραπάνω τις σχέσεις που συνδέουν τα e_o και e προκύπτει ότι:

$$\Delta h = \frac{(e_o - e)}{(1 + e_o)} h \Rightarrow (e_o - e) = \frac{\Delta h}{h} (1 + e_o)$$

$$C_c = \frac{e_o - e}{\log \frac{\sigma'_{\text{TEΛ}}}{\sigma'_{\text{ΑΡΧ}}}} \Rightarrow (e_o - e) = C_c \cdot \log \frac{\sigma'_{\text{TEΛ}}}{\sigma'_{\text{ΑΡΧ}}}$$

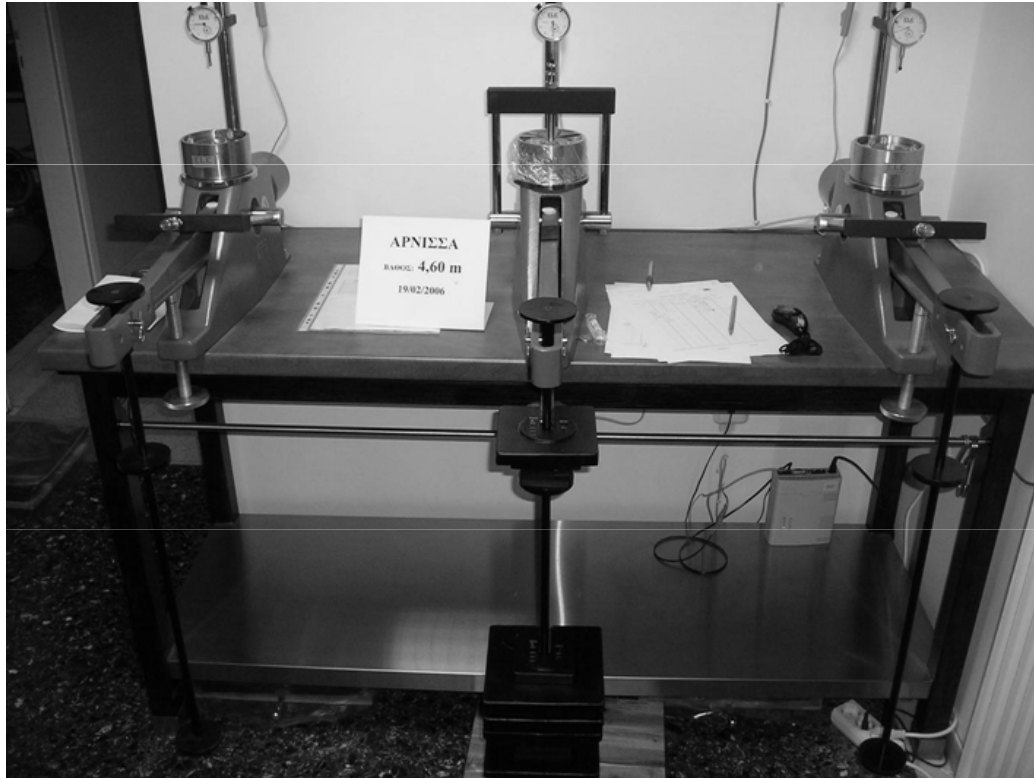
$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{C_c}{(1 + e_o)} \cdot \log \frac{\sigma'_{\text{TEΛ}}}{\sigma'_{\text{ΑΡΧ}}}$$

σχέση που δίνει την καθίζηση Δh

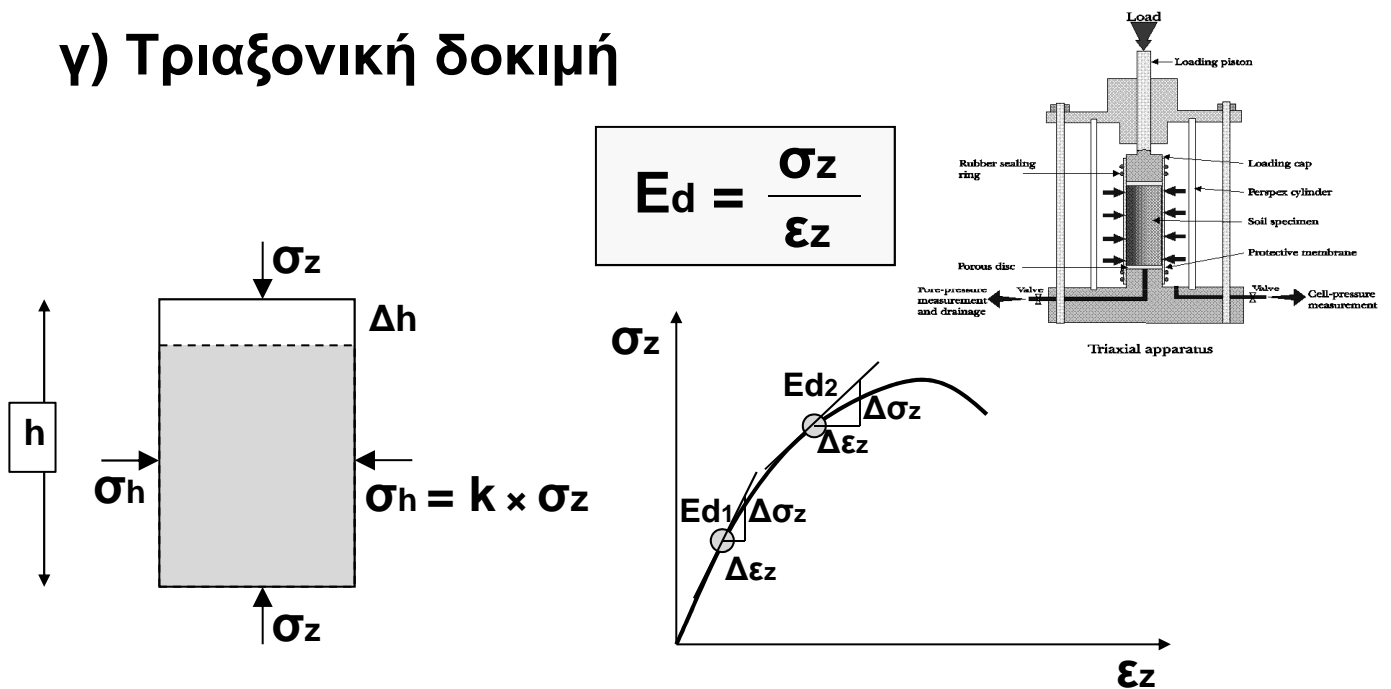
Εδαφομηχανική - Μαραγκός Ν. (2009). Προσθήκες Κίρτας Ε. (2010)

σελ. 2.34

Δοκιμές οιδημέτρου



γ) Τριαξονική δοκιμή



Το μέτρο παραμόρφωσης τριαξονικών δοκιμών, E_d **μειώνεται** με την αύξηση της κατακόρυφης τάσης.

Το μέτρο παραμόρφωσης E_d προσδιορίζεται υπό συνθήκες μερικής πλευρικής παρεμπόδισης.

Ισχύει

$$E < E_d < E_s$$

Στην πράξη χρησιμοποιούμε εκείνο το μέτρο παραμόρφωσης που αντιστοιχεί στις συνθήκες της κατασκευής.

Θεμελίωση στο όριο κατακόρυφου πρανούς:



Χρησιμοποίηση του μέτρου παραμόρφωσης E

Η θεμελίωση είναι εγκιβωτισμένη:



Χρησιμοποίηση του οιδημετρικού μέτρου E_s

Γ. Παράμετροι που καθορίζουν το ρυθμό της μονοδιάστατης στερεοποίησης

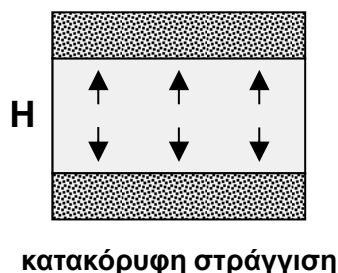
Η συμπεριφορά των αμμωδών και των αργιλικών εδαφών είναι διαφορετική

Αμμώδη

→ οι καθιζήσεις πραγματοποιούνται άμεσα

Συνεκτικά

→ Αργούν να πραγματοποιηθούν οι καθιζήσεις. Ο χρόνος πραγματοποίησης τους εξαρτάται από το συντελεστή στερεοποίησης για στράγγιση στην κατάκόρυφη διεύθυνση, C_v που είναι συνάρτηση της διαπερατότητας K και του συντελεστή της κατ' όγκον συμπιεστότητας, m_v .



$$C_v = \frac{K}{m_v} \frac{1}{\gamma_w}$$

$$C_v \text{ [cm}^2\text{/sec] ή [m}^2\text{/έτος]}$$

$$m_v = \frac{\Delta H}{H} \frac{1}{\Delta \sigma'} \text{ [cm}^2\text{/kg]}$$

ΔH : καθίζηση

Ο συντελεστής m_v δίνει την καθίζηση στρώσης μοναδιαίου πάχους για μοναδιαία αύξηση τάσης.

Στην περίπτωση τρισδιάστατης στράγγισης χρησιμοποιείται και ο συντελεστής στερεοποίησης για στράγγιση στην οριζόντια διεύθυνση, C_h

