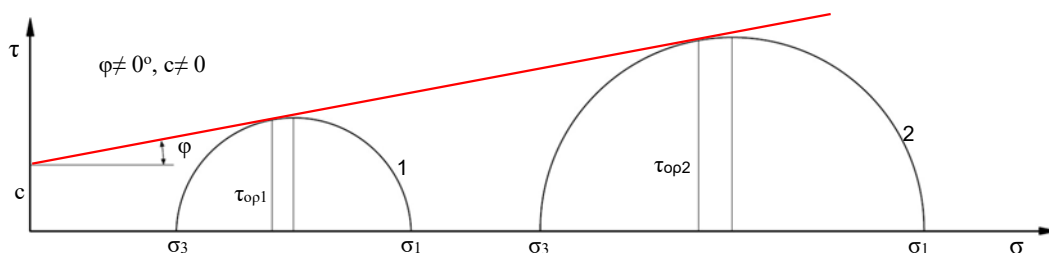


Διατμητικές παράμετροι συνεκτικών εδαφών

Τριαξονικό πείραμα. Δοκιμή CU: Στο Σχήμα 1 ο κύκλος 1 παριστάνει τον οριακό κύκλο (κύκλο θραύσης) ενός συγκεκριμένου συνεκτικού εδάφους, για παράδειγμα μιας συγκεκριμένης αργίλου. Ο κύκλος 2 τον οριακό κύκλο της ίδιας αργίλου, η οποία όμως λόγω της στερεοποίησής της σε μεγαλύτερη πίεση στερεοποίησης, σ_3 έχει περαιτέρω συμπιεστεί. Έχει ως εκ τούτου **μικρότερο** δείκτη πόρων.



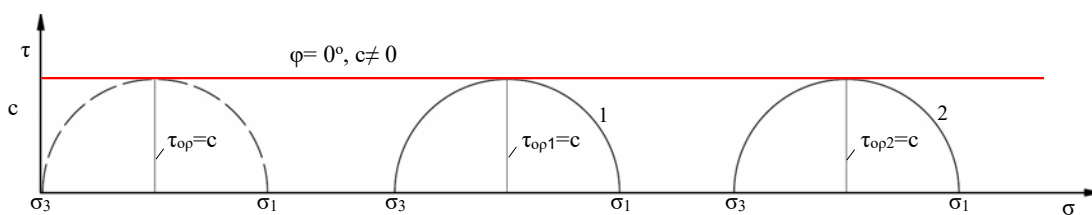
Σχ. 1. Δοκιμή CU

Η αύξηση της διατμητικής αντοχής από την $\tau_{ορ1}$ στην $\tau_{ορ2}$ οφείλεται: α) στην αύξηση της ορθής τάσης σ στο επίπεδο θραύσης και β) στη μείωση του δείκτη πόρων λόγω της εφαρμογής της υψηλότερης τάσης σ_3 .

Το ερώτημα που τίθεται είναι κατά πόσο η εφαπτόμενη στους δύο κύκλους ευθεία ορίζει τη διατμητική αντοχή της συγκεκριμένης αργίλου που εξετάζεται: μιας αργίλου συγκεκριμένου, μοναδικού δείκτη πόρων.

Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα είναι, όχι: Η πειραματική διαδικασία (διαδοχικές στερεοποιήσεις σε διαφορετικές πιέσεις σ_3) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι διατμητικές παράμετροι που ορίζονται από την εφαπτόμενη στους δύο αυτούς κύκλους αναφέρονται σε διαφορετικές τιμές πορώδους. Προσομοιώνει συνεπώς, το πείραμα CU, συνθήκες που επικρατούν σε μία **αργιλική εδαφική στρώση** (ικανού πάχους) συγκεκριμένης σύστασης στο πεδίο, της οποίας το πορώδες μειώνεται (μεταβάλλεται) με το βάθος λόγω της αύξησης με αυτό των γεωστατικών τάσεων. Το αποτέλεσμα της δοκιμής είναι $\phi \neq 0^\circ$, $c \neq 0$ (ϕ = η κλίση της εφαπτόμενης στους κύκλους θραύσης, c = η τεταγμένη για $\sigma=0$ στο διάγραμμα σ - τ).

Τριαξονικό πείραμα. Δοκιμή UU/Δοκιμή απλής θλίψης: Στο Σχήμα 2, ο κύκλος 1 παριστάνει τον οριακό κύκλο ενός συγκεκριμένου κορεσμένου συνεκτικού εδάφους, για παράδειγμα μιας συγκεκριμένης κορεσμένης αργίλου. Ο κύκλος 2 τον οριακό κύκλο της ίδιας αργίλου, η οποία όμως λόγω του ότι δεν προστεροποιήθηκε στη μεγαλύτερη πίεση σ_3 (δεν συμπιέστηκε περαιτέρω κατά την τριαξονική δοκιμή), διατηρεί τον ίδιο δείκτη πόρων.



Σχ. 2. Δοκιμή UU

Από το Σχήμα 2 παρατηρούμε τα εξής: Η σ_1 (η κύρια ορθή τάση στην οποία το δοκίμιο αστοχεί) αυξάνεται κατά την τιμή της σ_3 , όμως δεν μεταβάλλεται η διαφορά τους, $(\sigma_1 - \sigma_3)$. Η διατμητική αντοχή είναι δηλαδή ίδια και στις δύο περιπτώσεις (παράλληλη μετατόπιση του κύκλου προς τα δεξιά), κάτι που οφείλεται: α) στο ότι δεν μεταβλήθηκαν οι τιμές των αρχικών ενεργών γεωστατικών τάσεων κατά τη διεξαγωγή των δύο δοκιμών και β) στο ότι και στις δύο δοκιμές το πορώδες της αργίλου διατηρήθηκε το ίδιο. Το αποτέλεσμα της δοκιμής είναι $\phi=0^\circ$, $c \neq 0$.

Μιλούμε για **συνθήκη $\phi=0$** ή για **ανάλυση $\phi=0$** .

Συνθήκη/Ανάλυση $\phi=0$: κορεσμένο δοκίμιο + δοκιμή χωρίς στερεοποίηση + αστράγγιστη δοκιμή.

Από τα Σχήματα 1 και 2 προκύπτει συνεπώς ότι για ένα συγκεκριμένο κορεσμένο συνεκτικό έδαφος (συγκεκριμένης σύστασης όπως π.χ. οργανική άργιλος, με συγκεκριμένες τιμές: δείκτη πλαστικότητας, φυσικής υγρασίας, φαινόμενου βάρους, πορώδους, κ.λπ) οι παράμετροι της διατμητικής του αντοχής (της γωνίας τριβής ϕ και της συνοχής της, c) μπορεί να αναφέρονται α) σε παραμέτρους ενός εδάφους συγκεκριμένου δείκτη πόρων και β) σε διατμητικές παραμέτρους ενός εδάφους μεταβλητού, με το βάθος δείκτη πόρων (εδαφική στρώση).

Επιβάλλεται συνεπώς οι παράμετροι ϕ , c να εξειδικεύονται με δείκτες οι οποίοι να αποδίδουν το είδος της δοκιμής που εφαρμόστηκε για τον προσδιορισμό τους.

Οι διατμητικές παράμετροι που προσδιορίζονται από ολικούς κύκλους τάσεων θα συμβολίζονται με ϕ , c (αρχική αντοχή), οι παράμετροι που προσδιορίζονται από ενεργούς κύκλους θα συμβολίζονται με ϕ' , c' (τελική αντοχή).

Αρχική αντοχή=μειωμένη (έναντι της τελικής αντοχής) λόγω της δράσης των πιέσεων πόρων, u .

Τελική αντοχή=αυξημένη (έναντι της αρχικής αντοχής) λόγω μηδενισμού των πιέσεων πόρων, u .

$$\tau_{op} = (\sigma - u) \times \tan \phi + c$$

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα στα οποία μπορεί να οδηγήσει η εφαρμογή όλων των συμβατικών δοκιμών αντοχής και οι δείκτες που χρησιμοποιούνται για τον ορισμό της δοκιμής που εφαρμόζεται:

Διατμητικές παράμετροι οι οποίες αναφέρονται σε κορεσμένο συνεκτικό έδαφος συγκεκριμένου δείκτη πόρων

$\phi_u = 0^\circ$, $c_u \neq 0$: αποτελέσματα δοκιμών απλής θλίψης

$\phi_{uu} = 0^\circ$, $c_{uu} \neq 0$: αποτελέσματα μη προστερεοποιημένων, αστράγγιστων τριαξονικών δοκιμών σε κορεσμένο έδαφος

$\phi_{ui} = 0^\circ$, $c_{ui} \neq 0$: αποτελέσματα μη προστερεοποιημένων, αστράγγιστων δοκιμών άμεσης διάτμησης σε κορεσμένο έδαφος

Διατμητικές παράμετροι οι οποίες αναφέρονται σε συνεκτικό έδαφος μεταβλητού με το βάθος δείκτη πόρων (εδαφική στρώση)

$\phi_{cu} \neq 0^\circ$, $c_{cu} \neq 0$: αποτελέσματα προστερεοποιημένων, αστράγγιστων τριαξονικών δοκιμών (δοκιμές CU).

$\phi'_{cu} \neq 0^\circ$, $c'_{cu} \neq 0$: αποτελέσματα προστερεοποιημένων, αστράγγιστων δοκιμών άμεσης διάτμησης.

$\phi'_{cupp} \neq 0^\circ$, $c'_{cupp} \neq 0$: αποτελέσματα προστερεοποιημένων, αστράγγιστων τριαξονικών δοκιμών με μέτρηση της πίεσης πόρων (CUPP)

$\phi'_{cd} \neq 0^\circ$, $c'_{cd} \neq 0$: αποτελέσματα προστερεοποιημένων, αργής, ελεγχόμενης στράγγισης δοκιμών άμεσης διάτμησης.

Σημειώνεται ότι σε **απροφόρτιστες (στο πεδίο) αμιγείς αργίλους**, και μόνον όταν αυτές είναι **απροφόρτιστες**, το αποτέλεσμα των δοκιμών είναι:

$\phi_{cu} \neq 0^\circ$, $c_{cu} = 0$ αποτελέσματα προστερεοποιημένων, αστράγγιστων τριαξονικών δοκιμών (δοκιμές CU).

$\phi'_{cupp} \neq 0^\circ$, $c'_{cupp} = 0$ αποτελέσματα προστερεοποιημένων, αστράγγιστων τριαξονικών δοκιμών με μέτρηση της πίεσης πόρων (CUPP)

Τα παραπάνω προκύπτουν από πειραματικά αποτελέσματα του Hvorslev (1948) σύμφωνα με τα οποία για τα εδάφη αυτά: $c = k \times \sigma$, όπου k = παράμετρος που εξαρτάται μόνο από τη σύσταση της αργίλου. Έτσι για $\sigma = 0 \rightarrow c = 0$, $\phi \neq 0$.

Τις περισσότερες φορές συμβαίνει να έχουμε αποτελέσματα δοκιμών αντοχής από περισσότερα, διαφορετικά είδη δοκιμών: Από δοκιμές απλής θλίψης, άμεσης διάτμησης και από περισσότερες, διαφορετικού τύπου τριαξονικές δοκιμές. Στις πλέον συντηρητικές τιμές οδηγούν οι δοκιμές απλής θλίψης και οι δοκιμές χωρίς στερεοποίηση και χωρίς στράγγιση.

Ο γεωτεχνικός μηχανικός θα πρέπει, ανάλογα με το πρόβλημα που αντιμετωπίζει, και τις συνθήκες που επικρατούν στην κατασκευή του να επιλέξει εκείνες τις παραμέτρους, ο προσδιορισμός των οποίων προσομοιώνει καλύτερα τις συνθήκες της κατασκευής. Σε περίπτωση που διαθέτει μία μόνο τιμή ή αποτελέσματα και άλλων δοκιμών οι οποίες όμως δεν ταιριάζουν ικανοποιητικά στις συνθήκες του έργου, θα πρέπει να είναι προσεκτικός, και να εφαρμόζει πρόσθετα κριτήρια, όπως τη σπουδαιότητα του έργου, ή την απαιτούμενη ασφάλεια, το κόστος των ερευνητικών εργασιών, την προσωπική του εμπειρία, κ.λπ.

Έτσι για παράδειγμα, όταν θέλουμε να αξιοποιήσουμε καλύτερα τη διαθέσιμη φέρουσα ικανότητα μιας θεμελίωσης (ή πάλι όταν, σε οριακές περιπτώσεις είμαστε αναγκασμένοι να την εξαντλήσουμε), η εισαγωγή στις σχέσεις της φέρουσας ικανότητας των αποτελεσμάτων δοκιμών απλής θλίψης ($c_u \neq 0$, $\phi = 0$) δεν θα είναι σωστή. Όχι μόνο επειδή αγνοείται (ιδιαίτερα σε μεγάλων διαστάσεων θεμέλια) η μείωση με το βάθος του πορώδους (ισοδυναμεί με αύξηση της αντοχής*), αλλά και επειδή δεν συνεκτιμάται ικανοποιητικά η ευνοϊκή επίδραση της στηρικτικής δράσης που ασκεί το έδαφος που βρίσκεται πλευρικά (έξω από το περίγραμμα του θεμελίου) και κάτω από τη στάθμη θεμελίωσης. Είναι φανερό ότι στην περίπτωση αυτή πρέπει να εφαρμόσουμε τριαξονικές δοκιμές CU.

Τις ενεργές παραμέτρους ϕ' , c' τις χρησιμοποιούμε για την εκτίμηση της τελικής αντοχής των θεμελιώσεων. Όχι όμως όταν πρόκειται για προσθήκη σε παλαιά, υπάρχουσα κατασκευή (στην οποία είχε ήδη αναπτυχθεί η τελική αντοχή) για την οποία καθοριστικά θα είναι και πάλι τα αποτελέσματα δοκιμών CU.

Ενεργές παραμέτρους θα χρησιμοποιήσουμε επίσης για τον υπολογισμό των ωθήσεων σε τοίχους αντιστήριξης, σε αναλύσεις ευστάθειας πρανών ή σε ανάλογες περιπτώσεις (περιπτώσεις στις οποίες έχουν αναπτυχθεί πλήρως οι ενεργές τάσεις, και δεν αφορούν σε περιπτώσεις εφαρμογής νέων φορτίων).

* Τα δοκίμια θα έπρεπε πρώτα να στερεοποιηθούν στις γεωστατικές τάσεις που αντιστοιχούν στα βάθη από τα οποία πάρθηκαν τα δοκίμια και μετά να ακολουθήσει η διάτμηση (επιβολή του αξονικού φορτίου).

Δοκιμή CU: προστερεοποιημένη (consolidated), αστράγγιστη (undrained). Δοκιμή UU: μη προστερεοποιημένη (unconsolidated), αστράγγιστη (undrained). Δοκιμή CD: προστερεοποιημένη (consolidated), βραδεία (drained). Δοκιμή CUPP: προστερεοποιημένη (consolidated), αστράγγιστη (undrained) με μέτρηση της πίεσης πόρων (pore pressure measured).