

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

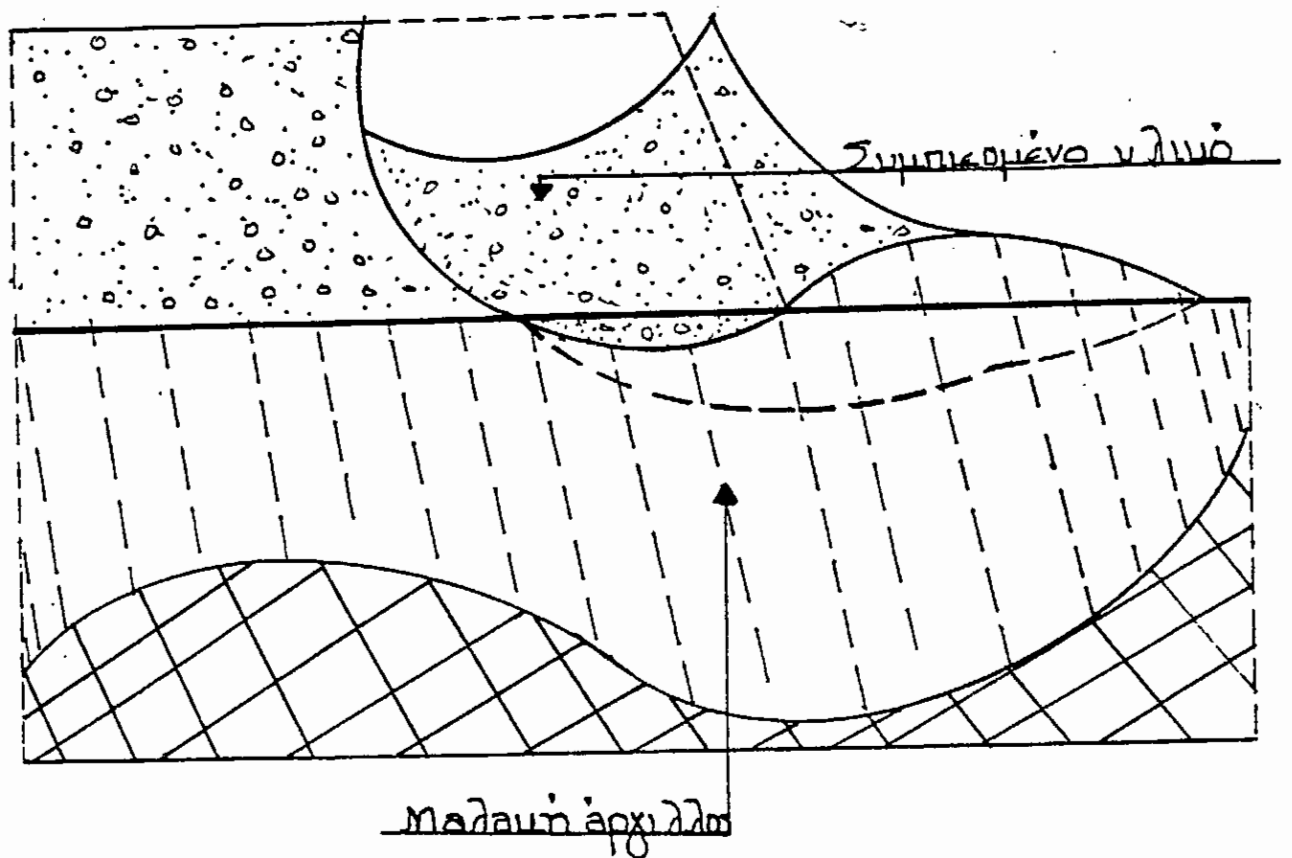


ΤΕΙ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	1564
----------------------	------

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : 1. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΔΑΦΩΝ
2. ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ



Συντάχθηκε από τις σπουδάστριες α) Καρέτσου Βασιλική β) Λαμπροπούλου Χριστίνα γ) Μουρατίδου Παναγιώτα της Σχολής Πολιτικών Υπομηχανικών του τμήματος Πολιτικών Έργων Υποδομής.

Ευχαριστούμε πολύ για την βοήθεια που μας
προσέφεραν : το ΚΕΔΕ Αθηνών
το ΚΕΔΕ Πατρών
και κυρίως την βοήθεια του κ. Καλτεζιώτη
καθώς επίσης και τον καθηγ. κ. Παγουλάτο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

σελίδα:

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο : ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΣΗΡΑΣ ΓΙΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ.....	9
1. Γενικά.....	9
2. Μεταφορά και εγκατάσταση γεωτρύπανου.....	10
2.1 Προσκόμιση και αποκόμιση γεωτρητικού συγκροτήματος.....	10
2.1.1 Περιγραφή.....	10
2.1.2 Επιμέτρηση-Πληρωμή.....	10
2.2 Μετακίνηση γεωτρητικού συγκροτήματος από την θέση μιας γεωτρήσεως σε άλλη θέση.....	11
2.2.1 Περιγραφή.....	11
2.2.2 Επιμέτρηση-Πληρωμή.....	11
2.3 Προμήθεια νερού για τις ανάγκες της γεωτρήσεως.....	11
2.3.1 Γενικά.....	11
2.3.2 Κατασκευή δικτύου νερού.....	12
2.3.3 Εγκατάσταση και λειτουργία υδραντλίας.....	12
2.3.4 Μεταφορά νερού με βυτιοφόρο όχημα.....	12
2.3.5 Επιμέτρηση-Πληρωμή.....	12

2.4	Πλήρωση οπής γεωτρήσεως.....	12
2.4.1	Περιγραφή.....	12
2.4.2	Επιμέτρηση-Πληρωμή.....	13
2.5	Σήμανση και εξάρτηση γεωτρήσεως.....	13
2.5.1	Περιγραφή.....	13
2.5.2	Επιμέτρηση-Πληρωμή.....	13
3.	Γεωτρήσεις.....	14
3.1	Γεωτρητικές μέθοδοι.....	14
3.2	Δελτία γεωτρήσεων.....	20
4.	Δειγματοληψίες.....	22
4.1	Σκοπός.....	22
4.2	Πυρήνας βράχων.....	22
5.	Εδαφικά παράμετρα για ανάλυση σωρού και σχεδίου.....	25
6.	Χρήση αδαμαντοκορώνας.....	26
6.1	Περιγραφή.....	26
7.	Απόληψη πυρήνα.....	27
7.1	Μέτρα βελτίωσης της πυρηνοληψείας.....	29
ΟΡΙΣΜΟΙ :	ΙΛΥΣ-ΑΡΓΙΛΟΣ.....	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο : ΤΑ ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΕΔΑΦΗ.....	42
1. Εισαγωγή.....	42
2. Αντοχή της αργίλου.....	43
2.1 Σχέση του COULOMB.....	43
2.2 Η τιμή της συνοχής.....	45
2.3 Η γωνία της τριβής.....	47
2.4 Η τιμή της ορθής τάσεως σ	47
3. Η επίδραση της περιεκτικότητας σε ύδωρ.....	49
4. Χημική σύσταση και υφή της αργίλου.....	54
5. Παραμορφώσεις της αργίλου.....	57
6. Διαπερατότητα.....	65
7. Αναζύμωση.....	66
8. Ευαισθησία.....	66
9. φυσική υγρασία.....	67
10. Διόγκωση.....	68
11. Όρια Atterberg.....	68
12. Στερεοποίηση.....	68
13. Προφόρτιση.....	70

14. Σχόλια.....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο : ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΣ.....	73
3.1 Γενικά.....	73
3.2 Επιμέτρηση-Πληρωμή.....	77
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο : ΑΜΜΩΔΗ ΕΔΑΦΗ.....	79
4.1 Ορισμός.....	79
4.2 Παραμορφώσεις της άμμου.....	84
4.2.1 Χαρακτηριστικοί συντελεστές.....	84
4.2.2 Κρίσιμος δείκτης πόρων.....	88
4.3 Γωνία τριβής της άμμου.....	89
4.3.1 Γωνία τριβής.....	89
4.3.2 Περιβάλλουσα θραύσεως.....	93
4.3.3 Συμπεράσματα σχετικά με την μηχανική συμπεριφορά των αμμωδών εδαφών.....	95
4.4 Ανισοτροπία άμμου.....	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο : ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΕ ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΤΑΡΑΓΜΕΝΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΓΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ.....	100
1. Σκοπός.....	100
2. Προσδιορισμός φυσικής υγρασίας εδάφους.....	100

1. Εισαγωγή.....	100
3. Προσδιορισμός ειδικού βάρους εδαφών.....	100
1. Ειδικό βάρος λεπτόκοκκου (μέθοδος Ι).....	100
1.1 Εισαγωγή.....	100
4. Μέθοδος προσδιορισμού ορίου υδαρότητας.....	100
1. Εισαγωγή.....	100
5. Προσδιορισμός του ορίου πλαστικότητας και του δείκτη πλαστικότητας.....	101
1. Εισαγωγή.....	101
6. Πρότυπη μέθοδος δοκιμής κοκκομετρικής αναλύσεως λεπτόκοκκων και χονδροκοκκων αδρανών υλικών.....	101
1. Ξηρή μέθοδος-Σκοπός.....	101
7. Πρότυπη μέθοδος προσδιορισμού υλικού λεπτότερου του κόσκινου Νο 200 σε αδρανή υλικά.....	101
1. Σκοπός.....	101
8. Κοκκομετρική ανάλυση με αραιόμετρο.....	102
1. Εισαγωγή.....	102
9. Μέθοδος προσδιορισμού της σχέσεως υγρασίας και πυκνότητας εδαφών με την χρησιμοποίηση κόπανου βάρους 2,5 kgf και ύψους πτώσεως 305 mm. (PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ).....	102
1. Εισαγωγή.....	102

10. Μέθοδος δοκιμής του Καλιφορνιακού λόγου φέρουσας ικανότητας (CBR).....	102
1. Εισαγωγή.....	102
11. Δοκιμή ανεμπόδιστης θλίψεως.....	102
1. Ορισμός.....	102
12. Τριαξονική δοκιμή σε συνεκτικά εδάφη.....	103
1. Σκοπός.....	103
13. Δοκιμή άμεσης διάτμησης.....	103
1. Ορισμός.....	103
ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ.....	107

Εισαγωγή

Το έδαφος είναι ο ένας από τους τρεις συντελεστές της παραγωγής. Το έδαφος μαζί με το κλίμα παρουσιάζουν διαφορές από τόπο σε τόπο και η μορφή τους επηρεάζει πάρα πολύ τα τεχνικά έργα που γίνονται για την ανάπτυξη κάποιου έργου. Κάθε έδαφος αποτελεί ένα πολύπλοκο σύστημα και επομένως είναι αναγκαία η εξεύρεση κάποιου συστηματικού μέσου που με αυτό το έδαφος θα μπορεί να μελετηθεί αποτελεσματικότερα. Έτσι επιτεύχθηκαν διάφορα συστήματα κατατάξεως και ταξινομήσεως των εδαφών.

Με τα συστήματα αυτά ο άνθρωπος μπόρεσε κατά κάποιο τρόπο να επηρεάσει τη μορφολογία του εδάφους και να επέμβει στην χημική του σύσταση και στις φυσικές του ιδιότητες.

Στις φυσικές ιδιότητες αναφέραμε τη δομή δηλ. τον τρόπο διάταξης των κόκκων. Ανάλογα μ' αυτό τα εδάφη ονομάζονται αμμώδη (κόκκοι 2 - 0,05 mm), αργιλώδη (κόκκοι 0,02 - 0,002 και λιγότερο) και συνδυασμοί των παραπάνω. Η κατάταξη αυτή των εδαφών συμβάλλει στην γεωτεχνική έρευνα, διότι πληροφορεί τον μελετητή και κατασκευαστή του έργου ορισμένα χαρακτηριστικά που θα ελέγχουν δεδομένη κατάσταση και παρέχει βάση κρίσεις στην ωτίμοχη και στην πρακτική εφαρμογή πραγματικών πληροφοριών που αφορούν την ταυτότητα και τον χαρακτήρα των εδαφών. Γι' αυτό το σκοπό γίνονται οι εργαστηριακές δοκιμές τις οποίες θα εξετάσουμε αργότερα αναλυτικά. Επίσης ένας τρόπος που χρησιμοποιούμε για να διεισδύσουμε στο έδαφος είναι οι γεωτρήσεις. Με τις γεωτρήσεις ανοίγουμε τρύπες με μικρό σχετικά άνοιγμα και διαφορετικό κάθε φορά βάρος. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται με γεώτρηση είναι η αναζήτηση και η άντληση πετρελαίου αερίου ή νερού ή εξακρίβωση της σύστασης του υπεδάφους.

Επίσης ένα άλλο μέσο το οποίο χρησιμοποιείται είναι η διείσδυση. Οι διεισδύσεις είναι σύγχρονη τεχνική με ευρύτατη εφαρμογή που αποσκοπεί στον επιτόπιο προσδιορισμό εδαφοτεχνικών χαρακτηριστικών. Η μέθοδος των διεισδύσεων βασίζεται σε συγκριτικές παρατηρήσεις μεταξύ των ιδιοτήτων του εδάφους και της αντίστασης που παρουσιάζουν στην είσδυση ενός αιχμηρού οργάνου.

Σ' αυτήν την πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με τα εξής :

1. Γενικές πληροφορίες για δειγματοληψία εδαφών.
2. Είδη δειγμάτων εδάφους (αδιατάρακτα - διαταραγμένα - αναζυμωμένα)
3. Τρόποι παραλαβής - συντήρησης - διαμόρφωσης
4. Καταγραφή των εργαστηριακών δοκιμών και αντιστάχηση των χρησιμοποιημένων δειγμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

**ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ
ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ
ΞΗΡΑΣ
ΓΙΑ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ (Ε 101 - 83)**

1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα στοιχεία των παρακάτω Τεχνικών Προδιαγραφών, καλύπτουν γενικά τις απαιτήσεις των δειγματοληπτικών Γεωτρήσεων κάθε είδους γεωτεχνικών ερευνών, με βάση τους κανόνες της Τεχνικής και της Επιστήμης.

Σε ορισμένες όμως ειδικές περιπτώσεις Γεωτεχνικών Ερευνών, που ανάγονται σε ειδικά θέματα μελέτης, θα συμπληρώνονται από τον Μελετητή με ειδικές προδιαγραφές.

Σκοπός των υπόψη δειγματοληπτικών γεωτρήσεων είναι :

- (α) Η συγκέντρωση στοιχείων για τη δομή και σύσταση των γεωλογικών σχηματισμών.
- (β) Η λήψη δειγμάτων από διάφορα βάθη για εργαστηριακές δοκιμές.
- (γ) Η εκτέλεση μέσα στη γεώτρηση δοκιμών για τον προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων των σχηματισμών στο φυσικό τους περιβάλλον.
- (δ) Ο προσδιορισμός του προσανατολισμού των στρώσεων, ρηγμάτων και άλλων τεκτονικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών.
- (ε) Η ανίχνευση και ο εντοπισμός υδροφόρων στρωμάτων και ο προσδιορισμός των υδραυλικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών, όπως π.χ. η υδροπερατότητα.

Το είδος του υπεδάφους και οι απαιτήσεις του έργου που μελετάται, καθορίζουν το είδος και τον τρόπο της δειγματοληψίας ή των επί τόπου δοκιμών, που πρέπει να γίνουν.

Την ευθύνη για τον καθορισμό του προγράμματος της γεωτεχνικής έρευνας και των διαφόρων στοιχείων που χαρακτηρίζουν μία προς εκτέλεση δειγματοληπτική γεώτρηση έχει ο Μελετητής του έργου, ως και ο ειδικός, για τις υπόψη εργασίες Μελετητής.

Έτσι θα καθορίζεται από αυτόν :

α) Ο σκοπός της γεωτρητικής έρευνας. β) Η θέση κάθε γεωτρήσεως, τόσο πάνω στον τοπογραφικό χάρτη με κατάλληλη κλίμακα, όσο και

επί τόπου. γ) Το ενδεικτικό βάθος κάθε γεωτρήσεως. δ) Η ελάχιστη διάμετρος της οπής της γεωτρήσεως, η κλίμακα και η διεύθυνσή της. ε) Το είδος, η διάμετρος και η συχνότητα των δειγμάτων που θα ληφθούν καθώς και τα είδη και η συχνότητα όλων των επί τόπου δοκιμών και μετρήσεων που θα γίνουν κατά τη διάρκεια της εκτελέσεως της γεωτρήσεως.

στ) Σύντομη περιγραφή των γεωλογικών σχηματισμών που αναμένονται να βρεθούν στη γεώτρηση.

2. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟΥ

2.1 Προσκόμιση και Αποκόμιση Γεωτρητικού Συγκροτήματος

2.1.1 Περιγραφή

Η παράγραφος 2.1 αφορά στην μεταφορά ενός γεωτρυπάνου με το σύνολο του γεωτρητικού εξοπλισμού από την αποθήκη του αναδόχου της εκτελέσεως του έργου μέχρι την πρώτη θέση της γεωτρήσεως καθώς και την αντίστροφη κίνηση για την αποκόμιση αυτών μετά το τέλος της εργασίας από την τελευταία θέση γεωτρήσεως.

2.1.2 Επιμέτρηση - Πληρωμή

Η αποζημίωση του Αναδόχου αφορά την δαπάνη για την εισκόμιση και αποκόμιση ενός γεωτρητικού συγκροτήματος απ' την αποθήκη του αναδόχου στην πρώτη θέση της γεωτρήσεως και εγκατάστασή του στη θέση αυτή, περιλαμβανομένων των κάθε φύσεως εξαρτημάτων και σχετικών υλικών σωληνώσεων επενδύσεων γεωτρήσεων, συσκευών εισπιάσεως, κλπ, αντλιών προμηθείας και ανυψώσεως ύδατος, εργαλείων, μεταφορικών μέσων, ανταλλακτικών και κάθε εν γένει μηχανήματος, καθώς και των δαπανών προετοιμασίας συσκευασίας φορτοεκφορτώσεων, ασφαλιστρών, τυχόν φθορών, ναύλων και μηχανημάτων και του προσωπικού (όταν μεσολαβεί και θαλάσσια διαδρομή), δαπανών για την διαμόρφωση χώρου εργασίας και την εγκατάσταση του γεωτρυπάνου, κλπ.

Στην τιμή δεν συμπεριλαμβάνονται οι δαπάνες για την διάνοιξη, επισκευή ή συντήρηση των οδών προσπελάσεων μέχρι τη θέση της πρώτης γεωτρήσεως. Τυχόν απαιτούμενη μεταφορά του γεωτρητικού συγκροτήματος με την χρήση του βαρούλκου του γεωτρυπάνου αποζημιώνεται με τις ώρες εργασίας γεωτρυπάνου και προσωπικού που διαρκεί η εργασία αυτή.

2.2 Μετακίνηση Γεωτρητικού Συγκροτήματος από την θέση μιας Γεωτρήσεως σε άλλη θέση.

2.2.1 Περιγραφή

Το άρθρο αυτό αφορά στην μετά το τέλος κάθε γεωτρήσεως διαδικασία που ακολουθείται για την προετοιμασία και την μεταφορά του γεωτρυπάνου και του γεωτρητικού εξοπλισμού με την βοήθεια άλλου μηχανήματος ή με αυτοκίνηση από την προηγούμενη στη νέα θέση και εγκατάσταση για την έναρξη της νέας γεωτρήσεως.

2.2.2 Επιμέτρηση - Πληρωμή

Οι μετακινήσεις του γεωτρυπάνου και του γεωτρητικού εξοπλισμού από θέση γειτονική σε θέση γεωτρήσεως, θα πληρώνονται με βάση την εργασία του γεωτρητικού συγκροτήματος κατά τους χρόνους αποσυναρμολογήσεως, μετακινήσεως, συναρμολογήσεως και εγκαταστάσεως.

2.3 Προμήθεια νερού για τις ανάγκες της Γεωτρήσεως.

2.3.1 Γενικά

Ο Ανάδοχος έχει την υποχρέωση να προμηθεύσει το αναγκαίο νερό για την εκτέλεση των γεωτρήσεων και των σχετικών δοκιμών. Το νερό της γεωτρήσεως θα είναι καθαρό, εκτός αν υπάρχουν διάφορες οδηγίες του Μελετητή ή του Επιβλέποντος.

Η δαπάνη για τη χρήση νερού στις γεωτρητικές εργασίες συμπεριλαμβάνεται στις τιμές διατρήσεως μέχρι του ποσού που αντιστοιχεί στο ποσοστό 10% της αξίας των εργασιών διατρήσεως. Το υπόλοιπο της δαπάνης για τη χρήση νερού αποζημιώνεται ανάλογα με τον τρόπο προμήθειας νερού, όπως προσδιορίζεται παρακάτω.

Για να διατυπωθεί η αξίωση καταβολής του υπολοίπου της δαπάνης (πέραν του ποσοστού 10%) πρέπει α) η προμήθεια και η μεταφορά του νερού να έχουν γίνει κατά το οικονομικότερο τρόπο (χρήση βυτιοφόρου, αγωγός πεταφοράς, αντλητικά ζεύγη) πάντοτε με την παραδοχή αποθηκεύσεως του νερού για μείωση του κόστους και β) να έχει προηγηθεί σχετική έγκριση του εργοδότη για το σύστημα προμήθειας και μεταφοράς νερού.

2.3.2 Κατασκευή δικτύου νερού

Το νερό θα μεταφέρεται με κατάλληλο δίκτυο σωλήνων. Η διάταξη των δικτύων μεταφοράς νερού θα λαμβάνει υπόψη την τοπογραφία που υπάρχει, τις θέσεις και την προτεραιότητα των γεωτρήσεων όπως αυτές δίνονται από τον Μελετητή και τις υψομετρικές διαφορές που υπάρχουν.

2.3.3 Εγκατάσταση και λειτουργία υδραντλίας

Ο Ανάδοχος έχει την υποχρέωση να εγκαταστήσει τις αντλίες που χρειάζονται για την τροφοδοσία του νερού που είναι απαραίτητο για τις ανάγκες των ερευνητικών εργασιών.

2.3.4 Μεταφορά νερού με βυτιοφόρο όχημα

Στην περίπτωση που θα απαιτηθεί η μεταφορά του νερού με βυτιοφόρο όχημα, τότε ο Ανάδοχος θα φροντίσει να διαθέσει στο εργατάξιο βυτιοφόρο όχημα κατάλληλο να κινηθεί προς τις θέσεις των γεωτρήσεων. Το πλήθος των βυτιοφόρων οχημάτων θα οριστεί ανάλογα με τις ανάγκες των γεωτρήσεων και με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται αδιάκοπα η τροφοδοσία του γεωτρυπάνου με νερό.

2.3.5 Επιμέτρηση - Πληρωμή

α. Η μέτρηση και η πληρωμή του δικτύου γίνεται με βάση το πραγματικό συνολικό μήκος του δικτύου σωλήνων που θα πρέπει επίσης να αναγράφεται στα ημερήσια δελτία ή το ημερολόγιο του έργου.

β. Η μέτρηση και η πληρωμή των ωρών λειτουργίας των υδραντλιών γίνεται με βάση τις πραγματικές ώρες λειτουργίας των υδραντλιών, που θα πρέπει επίσης να αναγράφονται στα ημερήσια δελτία ή το ημερολόγιο του έργου.

γ. Η μέτρηση και η πληρωμή του χρόνου απασχολήσεως των βυτιοφόρων γίνεται με βάση τις ώρες απασχολήσεως κάθε βυτίου στο εργατάξιο που θα πρέπει επίσης να αναγράφεται στα ημερήσια δελτία ή το ημερολόγιο του έργου.

2.4 Πλήρωση οπής Γεωτρήσεως

2.4.1 Περιγραφή

Μετά το τέλος της γεωτρήσεως και αν δεν απαιτείται η διατήρηση της οπής της γεωτρήσεως με κατάλληλο υλικό, σύμφωνα με τις υποδείξεις του εποπτεύοντος Εδαφομηχανικού ή Γεωλόγου.

Η πληρωμή της οπής είναι τελείως απαραίτητη για λόγους ασφαλείας σε περίπτωση οπών μεγάλης διαμέτρου και κατά την κρίση του Εργοδότη στις άλλες περιπτώσεις.

2.4.2 Επιμέτρηση - Πληρωμή

Η μέτρηση και η πληρωμή της πληρώσεως της γεωτρήσεως θα γίνεται με βάση τα πραγματικά μέτρα πληρώσεως οπής γεωτρήσεως.

2.5 Σήμανση και εξάρτηση γεωτρήσεως

2.5.1 Περιγραφή

Όταν τελειώνει η εκτέλεση μιας γεωτρήσεως θα γίνεται σήμανση της γεωτρήσεως με την κατασκευή βάσης από σκυρόδεμα με διαστάσεις 30 εκ. και με βάθος 40 εκ. από την επιφάνεια του εδάφους. Πάνω στη βάση αυτή θα σημειώνονται τα στοιχεία της γεωτρήσεως με χάραξη ή με ανεξίτηλο βαφή. Η εργασία αυτή μπορεί να παραληφθεί στις περιπτώσεις εκείνες που δεν κρίνεται απαραίτητη η σήμανση της γεωτρήσεως, μετά το τέλος της εκτελέσεώς της.

Μετά το τέλος της εκτελέσεως της γεωτρήσεως θα γίνεται οριζοντιογραφική και υψομετρική εξάρτηση της κεφαλής της.

2.5.2 Επιμέτρηση - Πληρωμή

Η μέτρηση και πληρωμή των εργασιών σήμανσης και εξάρτησης των γεωτρήσεων θα γίνει με βάση τον πραγματικό αριθμό των γεωτρήσεων, οι κεφαλές των οποίων σημάνθηκαν και εξαρτήθηκαν.

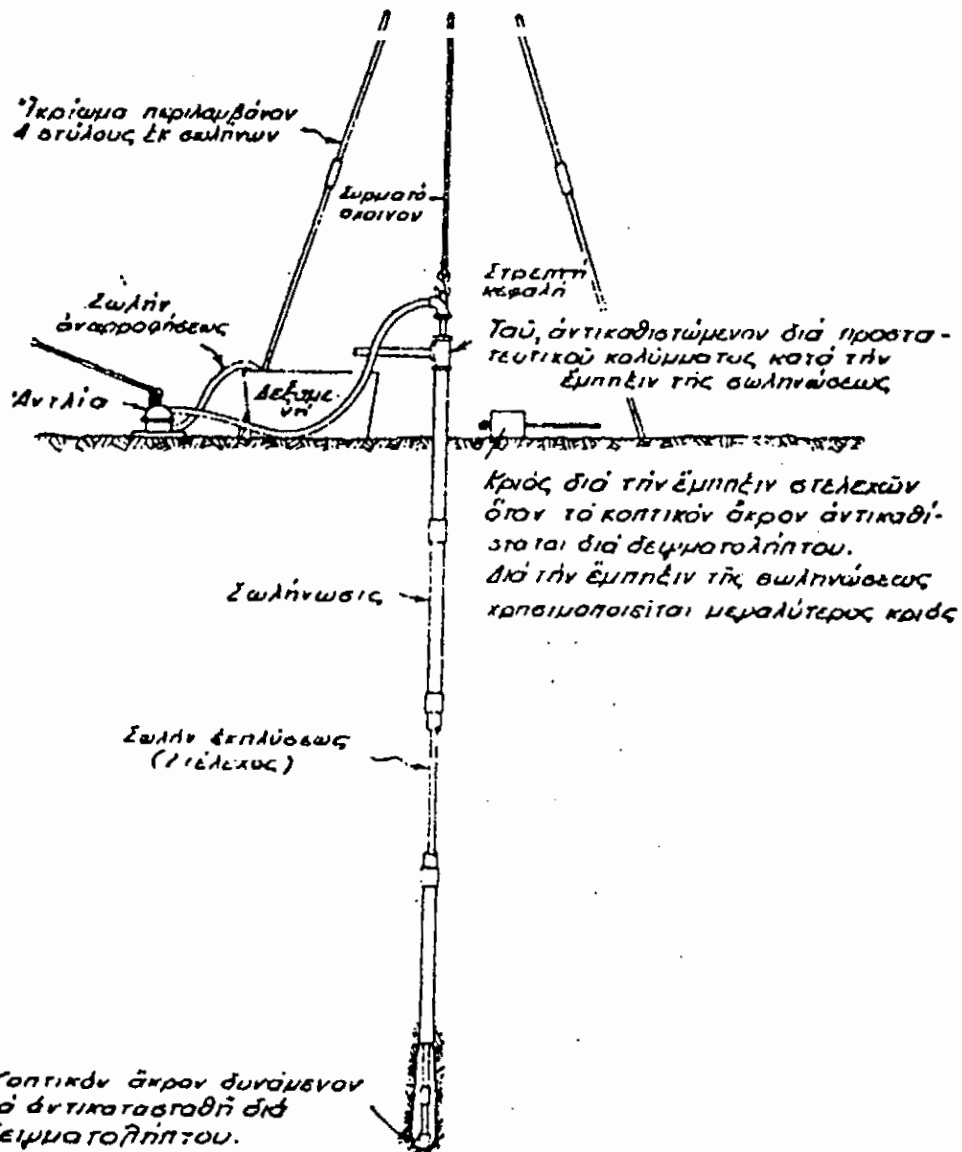
3. ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

3.1 ΓΕΩΤΡΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ. Οι προσφορότερες και οι λιγότερο δαπανηρές μέθοδοι εκτελέσεως γεωτρήσεων είναι η δι' εκπλύσεως, η περιστροφική και η μέσω χειροκίνητου εδαφολήπτου τύπου Auger. Οι οπές μικρού βάθους, μέχρι 3,00 m περίπου, διανοίγονται συνήθως δι' εδαφοληπτών Auger. Για γεωτρήσεις μεγαλύτερου βάθους δύναται να εφαρμοσθεί οποιαδήποτε των πιο πάνω μεθόδων.

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΔΙ' ΕΚΠΛΥΣΕΩΣ. Το απλούστερο συγκρότημα εκτέλεσης γεωτρήσεων δι' εκπλύσεως (Mohr 1943) περιλαμβάνει κατά κανόνα τα εξής κύρια εξαρτήματα : α) Αριθμός τεμαχίων σωλήνος, μήκους 1,50 m και διαμέτρου 2,5 ιντσών (64 mm), τα οποία χαρακτηρίζονται ως σωλήνωση (ή επένδυση) της γεωτρήσεως και χρησιμεύουν για την συγκράτηση των τοιχομάτων της διανοιγόμενης οπής. β) Κριός για την έμπηξη της σωληνώσεως εντός του εδάφους. γ) Ικρίωμα για τον χειρισμό του κριού και της σωληνώσεως και δ) Σωλήνα εκλύσεως, διαμέτρου 1 ίντσας (25 mm) σε τεμάχια μήκους 1,50 ή 3,00 m. Μέσω καταλλήλου ελεύθερης στρεπτής κεφαλής, το ανώτερο άκρο του σωλήνα εκπλύσεως συνδέεται με εύκαμπτο σωλήνα. Το κατώτερο άκρο του σωλήνα εκπλύσεως εφοδιάζεται με κοπτικό άκρο (κοπίδι), φέρνει οπές, για των οποίων διοχέτευεται νερό υπό πίεση εντός της σωληνώσεως της γεωτρήσεως. Το εν λόγω συγκρότημα περιλαμβάνει επίσης μικρή δεξαμενή για την αποχέτευση του νερού, καθώς και χειροκίνητη ή μηχανοκίνητη αντλία.

Προκειμένου να αρχίσει η εκτέλεση γεωτρήσεως δι' εκπλύσεως (βλ. σχήμα 1), διαμορφώνεται το ικρίωμα και στη συνέχεια εμπηγνύεται εντός του εδάφους των τεμαχίων σωληνώσεως μέχρι βάθους 1,20 m περίπου. Στο ανώτερο άκρο της σωληνώσεως προσαρμόζεται ταυ με τη διακλάδωση αυτού οριζοντίως. Εντός της διακλαδώσεως εισάγεται οριζόντιος σωλήνας μικρού μήκους.

Ακολούθως, τοποθετείται η δεξαμενή στο κάτω άκρο του οριζόντιου σωλήνα και πληρείται με νερό. Ο σωλήνας εκπλύσεως τίθεται σε κατακόρυφη θέση μέσω συρματοσχοίνου, διερχόμενου από τροχαλία κειμένης στην κορυφή του ικριώματος, και καταβιβάζεται μέχρις ότου εισέλθι στο πάνω άκρο της σωληνώσεως. Μετά ταύτα, τίθεται σε λειτουργία η αντλία, οπότε το νερό διοχετεύεται μέσω της στρεπτής κεφαλής από την δεξαμενή προς τον σωλήνα εκπλύσεως και στη συνέχεια μέχρι του κοπτικού άκρου, από του οποίου εκρέει και ανυψώνεται δια μέσου του δακτυλοειδούς χώρου, του σχηματιζόμενου μεταξύ του σωλήνα εκπλύσεως και της σωληνώσεως της γεωτρήσεως. Μ' αυτό το τρόπο, το νερό επιστρέφει τελικά μέσω του ταυ και του εν συνεχεία αυτού του οριζόντιου σωλήνα στην δεξαμενή, και μεταφέρει θραύσματα



ἔχ. 1. Συγκρότημα ἐκτελέσεως γεωτρήσεων δι' ἐκπλύσεως (κατὰ τὸν Mohr 1943)

εδαφικού υλικού. Κατά τη διάρκεια της κυκλοφορίας αυτής του νερού, ο σωλήνας εκπλύσεως υποβάλλεται σε κατακόρυφη παλινδρόμηση και περιστρέφεται σε κάθε πρόσκρουση αυτού στον πυθμένα της οπής, με τέτοιο τρόπο ώστε να προκαλεί τεμαχισμό του εδάφους. Ούτε, η γεώτρηση προχωρεί με τέτοια παλινδρόμηση του σωλήνα και της ταυτοχρόνου εκπλύσεως της οπής. Πρόσθετα τεμάχια σωληνώσεως εμπηγνύονται, οσάκις αυτό είναι αναγκαίο. Κατά τη πρόοδο της γεωτρήσεως εξετάζεται συνεχώς το χρώμα και η γενική εμφάνιση του μείγματος εδάφους και νερού, το οποίο εξέρχεται δια της οπής. Οσάκις παρατηρείται εμφανής μεταβολή, διακόπτεται η διοχέτευση του νερού και λαμβάνεται δείγμα του εδάφους μέσω δειγματολήπτη (βλ. περαιτέρω δειγματοληψίες). Τέτοια δείγματα λαμβάνονται οπωσδήποτε ανά 1,50 m βάθους, έστω και αν ο χαρακτήρας του εδάφους εμφανίζεται αμετάβλητος.

Η διαδικασία αυτή πρέπει να τηρείται επιμελώς, διότι αλλιώς ενδέχεται να προκύψουν εσφαλμένα συμπεράσματα περί των συνθηκών του εδάφους. Εν τούτοις, ακόμη και όταν η δειγματοληψία γίνεται λείαν ευσυνειδήτως, είναι δυνατόν να μην εντοπισθεί η παρουσία αργιλικών ενστρώσεων πάχους μέχρι 1,00 m περίπου, κειμένων μεταξύ στρωμάτων άμμου.

Όταν διακόπτεται η γεώτρηση προκειμένου να ληφθεί δείγμα, το εντός της σωληνώσεως νερό πρέπει να αφήνεται να έρχεται σε κατάσταση ισορροπίας. Κατά το στάδιο αυτό δέον όπως προσδιορίζεται το υψόμετρο της στάθμης του φρεατίου ορίζοντος. Το υψόμετρο αυτό καταγράφεται στη συνέχεια στο τηρούμενο δελτίο της γεωτρήσεως. Δεν είναι σπάνιο να παρατηρηθεί ανύψωση του νερού των βαθύτερων στρωμάτων, τα οποία κείνται εγγύτερον της επιφάνειας του εδάφους. Πιθανή αποτυχία στη εξακρίβωση μιας τέτοιας καταστάσεως ενδέχεται να έχει σοβαρές συνέπειες. Σημειωτέον ότι η αντίθετη κατάσταση σε σπάνιες μόνο περιπτώσεις απαντάται.

Η προηγούμενη περιγραφή απλούν συγκρότημα πλεονεκτεί κατά το ότι ο πεπειραμένος και ευσυνειδήτος εργοδηγός δύναται συνήθως να εντοπίσει μεταβολές του χαρακτήρα των εδαφικών υλικών εκ της αντιστάσεως, την οποία συναντά ο σωλήνας εκπλύσεως κατά την παλινδρόμηση και περιστροφή αυτού, καθώς και εκ του χρώματος του νερού εκπλύσεως. Ως εκ τούτου, δύναται συχνά να προσδιορίζει τα υψόμετρα των ορίων μεταξύ διαφόρων στρωμάτων ή φακών με καλή προσέγγιση και να διακόπτει τη γεώτρηση για τη λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων εξ' όλων των συναντώμενων υλικών. Οι άλλοι μέθοδοι γεωτρήσεως, καθώς και τα τελειότερα συγκροτήματα εκτελέσεως γεωτρήσεων δι' εκπλύσεως, δεν εμφανίζουν το πλεονέκτημα αυτό. Εν τούτοις χρησιμοποιούνται ευρέως, διότι είναι οικονομικότερα και ταχύτερα. Οι ατέλειές τους,

σε ότι αφορά τον εντοπισμό των μεταβολών των συνθηκών του υπεδάφους, δέον όπως αντασταθμίζονται δια της συχνότερης και συνεχούς λήψεως δειγμάτων.

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ. Τα κύρια χαρακτηριστικά των περιστροφικών γεωτρήσεων ως και στην περίπτωση των εκτελούμενων δι' εκπλύσεως, με τη διαφορά ότι, προκειμένου τα στελέχη του γεωτρύπανου και το κοπτικό άκρο περιστρέφονται μηχανικώς καθώς προχωρεί η γεώτρηση. Το κοπτικό άκρι έχει οπές, εκ των οποίων εκρέει το κυκλοφοριακό νερό και ανυψώνει τα θραύσματα του εδάφους καθώς διέρχεται δια του δακτυλοειδούς χώρου πέριξ των στελεχών. Κατά την περιστροφή των, τα στελέχη πιέζονται προς τα κάτω μηχανικώς ή υδραυλικώς. Οσάκις απαιτείται η λήψη δείγματος, τα στελέχη δύναται να ανασύρονται και να αντικαθίσταται το κοπτικό άκρο δια δειγματολήπτη.

Στις περιστροφικές γεωτρήσεις χρησιμοποιείται συχνά ως κυκλοφορούν ρευστό, αντί του νερού, γεωτρητικός πολτός, αποτελούμενος συνήθως εκ συνεκτικού αιωρήματος μπεντονίτου, με ειδικό βάρος 1,09 έως 1,15 gm / cm³. Το μεγαλύτερο ειδικό βάρος του ρευστού διευκολύνει την απομάκρυνση των θραυσμάτων, ο δε ελαφρώς θιξοτροπικός χαρακτήρας αυτού συντελεί στην παρεμπόδιση συσσωρεύσεως θραυσμάτων στον πυθμένα της οπής κατά τον ενδιάμεσο χρόνο μεταξύ διατρήσεως του εδάφους και δειγματοληψίας. Επί πλέον, ο πολτός σχηματίζει λεπτή στρώση εκ συνεκτικού υλικού στα τοιχώματα της οπής. Η στρώση αυτή παρεμποδίζει συνήθως την κατάπτωση των τοιχωμάτων στα τμήματα της οπής, τα ευρισκόμενα εντός εδάφους με μικρή ή και με μηδενική συνοχή. Ως εκ τούτου, είναι πολύ πιθανό να μην απαιτείται η χρησιμοποίηση σωληνώσεως, εκτός βραχέος τμήματος παρά τα χείλη της οπής.

Η χρησιμοποίηση του γεωτρητικού πολτού αποκλείει τη δυνατότητα προσδιορισμού της πιεζομετρικής στάθμης στα διάφορα διαπερατά στρώματα, τα οποία συναντά, ενδεχομένως, η γεώτρηση.

ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΔΙ' ΕΔΑΦΟΛΗΠΤΩΝ AUGER. Οι γεωτρήσεις μικρού βάθους γίνονται σχεδόν, κατά κανόνα, μέσω χειροκίνητου εδαφολήπτη auger. Ο εδαφολήπτης αυτός, ο οποίος είναι συνήθως παρόμοιος προς τον εμφανόμενο στο σχήμα 2α, περιστρέφεται εντός του εδάφους, ότως ώστε να εισχωρήσει σε μικρό βάθος, ακολούθως δε ανασύρεται μετά του περικλειομένου υπ' αυτού εδαφικού υλικού.

Το υλικό τούτο αφαιρείται προς εξέταση, ο δε εδαφολήπτης επανεισάγεται στην οπή και περιστρέφεται εκ νέου. Εάν, συνέπεια πλευρικής συνθλίψεως ή καταπτώσεως, η οπή δε διατηρείται ανοιχτή, με τρόπο ώστε να επιτρέπει την εκ νέου εισαγωγή του

εδαφολήπτη, θα πρέπει να επενδύεται αυτή δια σωλήνώσεως με διάμετρο κατά μεγαλύτερη από την διάμετρο του εδαφολήπτη. Η σωλήνωση πρέπει να εισάγεται μέχρι την άνω επιφάνεια του επόμενου προς απόληψη δείγματος, ο δε υπ' αυτής περικλειόμενος χώρος να καθαρίζεται δια του εδαφολήπτη. Εν συνεχεία τοποθετείται ο εδαφολήπτης εντός της καθαρής οπής και περιστρέφεται υπό το κατώτερο άκρο της σωλήνωσης προς λήψη του δείγματος. Γεωτρήσεις δι' εδαφολήπτη auger δε δύναται να εκτελεσθούν σε αμμώδη αδάφη κάτω από την στάθμη του φρεατίου ορίζοντος, διότι στην περίπτωση αυτή το εδαφικό υλικό δεν προσφύεται στον εδαφολήπτη.

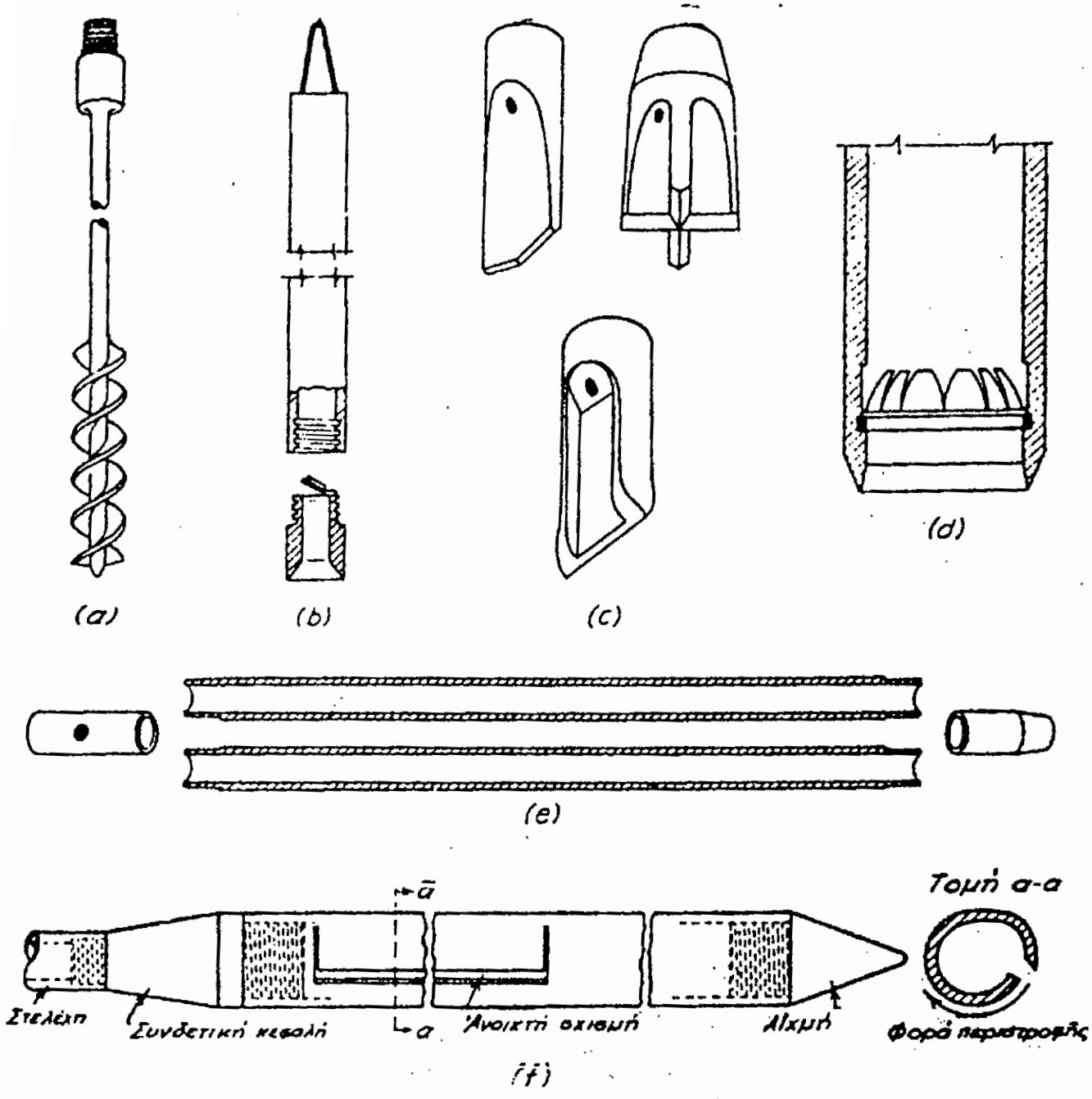
Τα λαμβανόμενα δείγματα συνεκτικών εδαφών περιέχουν όλα τα στερεά συστατικά των, η δομή όμως αυτών έχει τελείως καταστραφεί και η σε νερό περιεκτικότητα των ενδέχεται να είναι μεγαλύτερη σε σχέση στο επί τόπου έδαφος.

Ετσι στις διενεργούμενες δι' εδαφοληπτών auger γεωτρήσεις εξακολουθεί να υφίσταται η ανάγκη χρησιμοποίησης πραγματικών δειγματοληπτών, πρέπει να θεωρούνται ως αντιπροσωπευτικά του χαρακτήρα του αδιατάρακτου εδάφους.

Εάν σχετικώς σταθερό έδαφος ως π.χ. στρώση χαλίκων, κείται υπεράνω λείαν μαλακού στρώματος, δεν είναι σπάνιο να μη καταστεί δυνατός, δια του εδαφολήπτη auger, ο εντοπισμός της πραγματικής θέσεως του μεταξύ των δύο στρωμάτων ορίου.

Αναφέρεται περίπτωση καθ'ην δεν γίνεται αντιληπτή η ύπαρξη ενστρώσεως εκ μαλακής αργίλου, πάχους 2,50 m, κειμένης μεταξύ χαλικωδών στρωμάτων μεγάλου πάχους. Αλλοτε πάλι, το όριο μεταξύ στρώσεως χαλίκων και του υπερκειμένου στρώματος μαλακής αργίλου προσδιορίστηκε σε θέση ευρισκόμενη περί τα 3,00 m κάτωθεν της πραγματικής. Τέτοια σφάλματα παρατηρούνται, οσάκις η σωλήνωση προχωρεί κάτωθεν της στάθμης στην οποία εργάζεται ο εδαφολήπτης, με αποτέλεσμα να προωθεί ή παρασύρει χάλικα εντός της αργιλικής στρώσεως. Τα σφάλματα αυτά δύναται να αποφευχθούν, εάν τηρήται το κοπτικό άκρο βαθύτερο της σωλήνωσης και στη μεγαλύτερη δυνατή απόσταση, την οποία επιτρέπει η φύση του εδάφους.

Με τη χρησιμοποίηση κατάλληλου μηχανοκίνητου συγκροτήματος, δύναται να εκτελεσθούν γεωτρήσεις δι' εδαφολήπτη auger, ξεκινώντας σε βάθος μεγαλύτερο των 30 μ. και με διάμετρο της τάξεως του ενός μέτρου. Οι μετά συνεχείς πτερυγίου εδαφολήπτες auger περιλαμβάνουν λεπίδες (πτερύγια) σε ολόκληρο το μήκος των, οι οποίοι περιστρέφονται εντός του εδάφους. Καθώς προχωρεί η γεώτρηση, προσαρμόζονται διαδοχικώς πρόσθετα πτερύγια στο ανώτερο άκρο το εδαφολήπτη, εν συνεχεία δε περιστρέφεται το όλο συγκρότημα κ.ο.κ. Τα προϊόντα εκσκαφής φθάνουν στην επιφάνεια του εδάφους μέσω των πτερυγίων, η εξακρίβωση όμως του βάθους εκ



Σχ. 2. Έργαλεία λήψεως δειγμάτων εξ έρευνητικών γεωτρήσεων. (α) Έδαφολήπτης auger. (β) Συλλέκτης καθαρισμού. (γ) Κοπτικά άκρα. (δ) Έλατηριωτή στεφάνη συγκράτησεως δείγματος. (ε) Διαιρετός δειγματολήπτης. (ς) Δειγματολήπτης μετά λεπίδος.

του οποίου προέρχονται αυτά δεν είναι δυνατή. Ως εκ τούτου, ο εδαφολήπτης πρέπει να ανασύρεται επανειλημμένως, για να εξετάζεται το υφιστάμενο στον πυθμένα της οπής υλικό, ή, κατά προτίμηση, για τη λήψη κανονικού δείγματος. Ο μετά κοίλο στελέχους εδαφολήπτης auger (βλ. σχήμα 3) αποτελεί παραλλαγή του μετά συνεχούς πτερυγίου, επιτρέπει δε τη λήψη δείγματος υπό το κατώτερο άκρο του, χωρίς να είναι αναγκαία η εξαγωγή αυτού εκ της οπής.

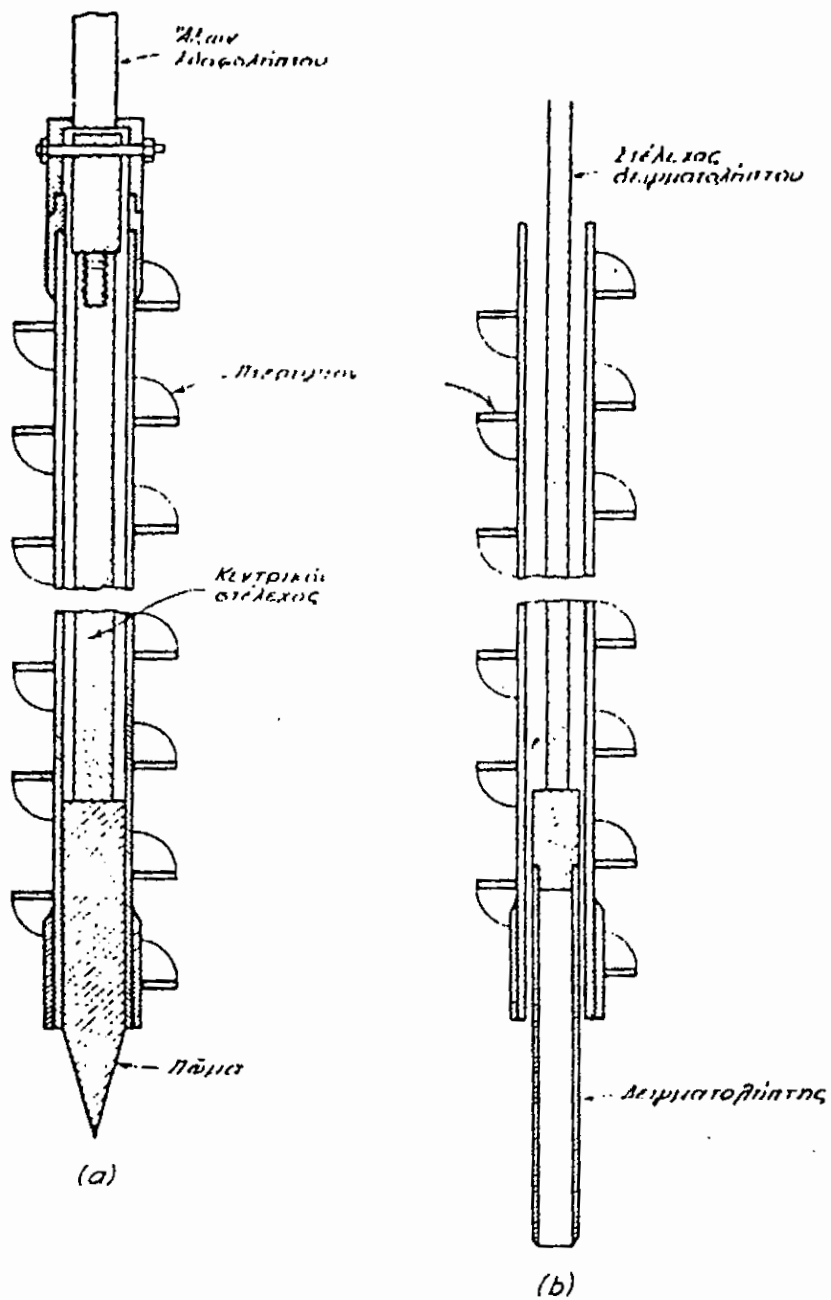
Επί πλέον, ο εδαφολήπτης δεν απαιτεί τη διάταξη σωληνώσεως.

3.2 ΔΕΛΤΙΑ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ. Ανεξαρτήτως της μεθόδου εκτελέσεως των ερευνητικών γεωτρήσεων, τα υπό του επιβλέποντος μηχανικού ή του εργοδηγού τηρούμενα επί τόπου δελτία πρέπει να αναφέρουν την ημερομηνία διενεργείας της γεωτρήσεως, τη θέση αυτή αναφορικός προς το δεδομένο σύστημα συντεταγμένων, καθώς και το υψόμετρο της επιφάνειας του εδάφους εν σχέσει προς γνωστή μόνιμο χωροσταθμική αφετηρία.

Επίσης πρέπει να περιλαμβάνουν τα υψόμετρα του φρεατίου ορίζοντος και της άνω επιφάνειας των συναντωμένων διαδοχικών στρωμάτων, καθώς και τις τιμές της αντοχής, οι οποίες προσδιορίζονται εκ της προτύπου δοκιμής διεισδύσεως (βλ. περαιτέρω). Επί πλέον, πρέπει να σημειώνεται ο τύπος των χρησιμοποιούμενων εξαρτημάτων, το βάθος στον οποίο γίνεται τυχόν αλλαγή αυτών, καθώς και η αιτία, που προκάλεσε την αλλαγή αυτή. Οι ημιτελείς ή εγκαταλειφθείσες γεωτρήσεις πρέπει να περιγράφονται με την αυτήν προσοχή, ως εάν είχαν αποπερατωθεί επιτυχώς. Τα δελτία αυτά πρέπει να περιέχουν οτιδήποτε παρατηρηθεί κατά τη διάρκεια της εργασίας αξιόλογο στοιχείο, ως π.χ. τα υψόμετρα στα οποία το νερό εκπλύσεως χάνεται εκ της οπής κ.λ.π.

Εάν η βάση των θεμελίων πρόκειται να τοποθετηθεί υπό το φρεάτιο ορίζοντα, συνιστάται όπως τουλάχιστον μία γεώτρηση μετατρέπεται σε φρέαρ παρατηρήσεως, εκ του οποίου να λαμβάνονται στοιχεία περί της διακυμάνσεως του φρεατίου ορίζοντος κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Εάν δεν προβλέπεται διάστρωση σκυροδέματος υπό το φρεάτιο ορίζοντα, δέον όπως λαμβάνονται εκ διαφόρων γεωτρήσεων δείγματα νερού, βάρους 4 χιλιογράμμων περίπου, προκειμένου να υποβληθούν σε χημική ανάλυση, για να εξακριβωθεί εάν το εδαφικό νερό περιλαμβάνει επιβλαβή συστατικά σε ποσότητα επαρκή ώστε να προσβάλλεται το σκυρόδεμα. Εάν τέλος υπάρχουν ενδείξεις ότι το νερό περιέχει αέρια, η ανάλυση πρέπει να εκτελείται επί τόπου, αμέσως μετά τη λήψη των δειγμάτων.

Τα στοιχεία των εν λόγω δελτίων πρέπει να παρουσιάζονται υπό την μορφή τομής της γεωτρήσεως. Στην τομή αυτή τα όρια μεταξύ



Σχ. 3. Έδαφολήπτης αугер μετά κοίλου στελέχους. (α) Έδαφολήπτης εφοδιασμένος με πώμα εις το κατώτερον άκρον του κατά την διάνοιξιν της όψης. (β) Αντικατάστασις του πώματος με δειγματολήπτην, διατασσόμενον υπό το κατώτερον άκρον του έδαφολήπτη.

των διαφόρων στρωμάτων δέον όπως σχεδιάζονται στα πραγματικά των υψομέτρων. Προς τούτο πρέπει να χρησιμοποιείται κατάλληλη κλίμακα για τις κατακόρυφους διαστάσεις.

4. Δειγματοληψίες

4.1 ΣΚΟΠΟΣ. Τα προϊόντα ανορύξεως των ερευνητικών γεωτρήσεων είναι ανεπαρκή για να παράσχουν ικανοποιητικά στοιχεία περί των τεχνικών χαρακτηριστικών των απαντώμενων εδαφών, ή έστω περί του πάχους και του βάθους των διαφόρων στρωμάτων.

Αντιθέτως, οι ενδείξεις αυτές οδηγούν συχνά σε παρερμηνείες, έχει γίνει δε πολλές φορές υπαίτιοι καταστροφής των θεμελίων. Για την ορθή διαπίστωση του τύπου των υλικών του υπεδάφους απαιτείται όπως ληφθούν δείγματα, που περιέχουν όλα τα συστατικά των υλικών αυτών στις πραγματικές τους αναλογίες.

Επί πλέον, ο προσδιορισμός των ενδιαφερόντων τη εδαφομηχανική ιδιοτήτων, όπως είναι η αντοχή, η συμπιεστικότητα και η διαπερατότητα, ενδέχεται να καθιστά επιβεβλημένη τη διενέργεια εργαστηριακών δοκιμών επί σχετικώς άθικτων ή ακόμα και επί τελείως αδιατάρακτων δειγμάτων. Ο αναγκαίος χρόνος και η αντίστοιχη δαπάνη αυξάνονται με ταχύ ρυθμό, όσο αυστηρότερες είναι οι τιθέμενες απαιτήσεις αναφορικός προς το ανεκτό βαθμό διαταράξεως του δείγματος και όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος αυτού. Βάση των στοιχείων, τα οποία προκύπτουν από τα δείγματα, δύναται να ληφθεί απόφαση περί της ενδεχομένης ανάγκης εφαρμογής τελειότερων μεθόδων δειγματοληψίας.

4.2 Πυρήνα Βράχων : Τα βράχια σε αντίθεση των εδαφών δεν μπορούν να διασπαστούν αμέσως με το χέρι και δεν θα διαλυθούν σε πρώτο, στεγνοί και υγροί κύκλοι. Αθικτα βράχια είναι πολύ δυνατά, αλλά συνήθως κομμάτια βράχων χωρίζονται από διακοπές όπως ενώσεις, ρήγματα, υποστρώσεις και τέμνουσα πλάνα. Αυτές οι διακοπές μειώνουν την δύναμη μεγάλων μαζών άθικτου βράχου. Ο διεθνής σύλλογος Μηχανικών βράχων συστήνει ότι το βράχος πρέπει να ταξινομηθεί βάσει του υλικού βράχου, απόσταση, προσανατολισμό, σκληρότητα και γέμιση της μάζας βράχου. (Deere 1963). Οπότε σε καταστάσεις όπου οι βάσεις πρόκειται να μεταφερθούν σε μέσα υπόστρωμα, έρευνα του υποστρώματος γίνεται να αποφασισθεί η ανάβαση επιφάνεια βράχους, το είδος βράχου, βάθος και σχέδιο ασβεστόλιθο, και διακοπές όπως πλάνα στρωμάτων και ενώσεων. Τα 3 ιντσών (75 mm) εξωτερική διάμετρο, διπλού σωληναρίου, μέγεθος N πυρήνα διάτρηση κυλίνδρου με μη κυλινδρικό εσωτερικότερα κύλινδρο γενικά χρησιμοποιούνται για καλής ποιότητας πυρήνα βράχων. Μετά από την αφαίρεση των πυρήνων από τον κύλινδρο του πυρήνα, θα πρέπει να τοποθετούνται σε

ξύλινες ή μεταλλικές πυρήνες στην σειρά που παίρνονται. Αυτές οι πυρήνες μετά εξετάζονται για ταυτότητα και ταξινόμηση σε εργαστήριο πυρήνων.

Για μηχανολογικούς σκοπούς, αναγνώριση βράχων και ταξινόμηση περιορίζονται μόνο σε πλατιές βασικές τάξεις. Βασισμένο στη σειρά μη περιορισμένη συμπιεσμένη δύναμη και αναγνώριση πεδίου περιγραφής, τα βράχια μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με την δύναμή τους. Σύμφωνα με την ταξινόμηση που βλέπουμε στον πίνακα 4.1, βράχια βαθμολογούνται από ταξινόμηση R0 έως R6. Το R0 είναι εξαιρετικά αδύναμο βράχο που μπορεί να χαραχθεί από το νύχι του αντίχειρα και έχει μία απεριόριστη συμπιεσμένη δύναμη λιγότερο από 20 Kips / τετραγ. πόδια (1 MPa) ενώ το R6 είναι εξαιρετικά δυνατό βράχο έχοντας απεριόριστη συμπιεστική δύναμη μεγαλύτερη από 5000 Kips / τετραγ. πόδια (250 MPa) που μπορεί μόνο να χτυπηθεί από γεωλογικό σφυρί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 Ταξινόμηση βράχου σε σχέση με την δύναμη
(Καναδέζικο Ιδρυμα Μηχανολογικό Βοήθημα εγχειρίδιο 1985)

Δύναμη	Πεδίο	Σειρά Απεριόριστης
Βαθμό	Αναγνωριστικής	Συμπιεστικής
Ταξινόμηση	Μεθόδου	Δύναμης
		MPa Kip/ft ²

R0 Εξαιρετικά αδύναμο	Χαραγμένο με νύχι αντίχειρα	<1	<20
R1 Πολύ αδύναμο	Τρίβεται υπό δυνατά κτυπήματα γεωλογικού σφυριού, μπορεί να ξεφλουδισθεί με σουγιά	1-5	20-100
R2 αδύναμο βράχο	Μπορεί να ξεφλουδισθεί από σουγιά με δυσκολία, ελαφρές χαραξιάς γίνονται	5-25	100-500
R3 Μετρίως δυνατό	Δεν μπορεί να ξυσθεί ή ξεφλουδισθεί με σουγιά. Δείγμα μπορεί να ραγισθεί με ένα έντονο κτύπημα γεωλογικού σφυριού	25-50	500-1000
R4 Δυνατό	Δείγμα απαιτεί περισσότερο από ένα κτύπημα γεωλογικού σφυριού να ραγισθεί	50-100	1000-2000
R5 Πολύ δυνατό	Δείγμα απαιτεί πολλά κτυπήματα γεωλογικού σφυριού να ραγισθεί	100-250	2000-5000
R6 Εξαιρετικά δυνατό	Δείγμα μπορεί μόνο να χτυπηθεί από γεωλογικό σφυρί	> 250	> 5000

5. ΕΔΑΦΙΚΑ ΠΑΡΑΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΩΡΟΥ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΟΥ.

Η ποιότητα και η δύναμη βραχικής μάζας είναι εξαιρετικά εξαρτώμενο στα διαστήματα μη συνέχισης (συνέπειας) που μπορούν να μετρηθούν επανθήσεις στρώματος (προεξοχές βράχου από το έδαφος), αυλάκια, πυρήνες τρυπανιού και παρατηρώντας τις οπές γεωτρήσεων με φωτογραφικές μηχανές οπής γεώτρησης και περισκόπια. Καθώς υποδεικνύεται στο πίνακα 2, τα διαστήματα ασυνεπειών μπορούν να ποικίλουν από εξαιρετικά κοντά (λιγότερο από 0,06 πόδια, 0,02 m), ως εξαιρετικά πλατύ (μεγαλύτερο από 18 πόδια, 6 m). Αυτές οι ασυνέπειες θα πρέπει να αποφασίζονται μετρώντας τις αποστάσεις μεταξύ παρακείμενων ασυνεπειών πάνω από ένα ελάχιστο, δειγματολογικό μήκος 10 ποδιών.

Ποιότητα : Ονομασία ποιότητας βράχου (RQD) εξηγείται ως :

$$RQD = \frac{\text{Μήκος πυρήνας σε κομμάτια 4 ιντσών \& μακρύτερα}}{\text{Μήκος διαδρομής πυρήνας}} \times 100$$

Το RQD είναι ένα ευρετήριο γενικής ποιότητας βράχου για μηχανολογικούς σκοπούς. Εμμέσως μετρά τον αριθμό ραγίσματα και ποσό μαλάκωσης ή αλλαγής σε μάζα βράχου.

Είναι αποφασισμένο ότι από τους πυρήνες των βράχων που έχουν αποκτηθεί χρησιμοποιώντας διπλοσωλήνες πυρηνικών βαρελιών (κυλίνδρων) τουλάχιστον NX μέγεθος (54 mm σε διάμετρο) αθροίζοντας το μήκος πυρήνα επαναφερόμενο και μετρώντας μόνο αυτά τα κομμάτια πυρήνα ήχου που είναι 4 ίντσες (100 mm) μακρός ή περισσότερο. Αποφασίζοντας για το RQD εάν ο πυρήνας σπασμένος από τον χειρισμό ή κατά τη διάρκεια γεώτρησης (διάτρησης), τα σπασμένα κομμάτια θα πρέπει να προσαρμοστούν και να μετρηθούν ως άθικτο κομμάτι. Πίνακα 3 διαθέτει RQD ταξινόμηση και αντιστοιχία RQD αξίες που χρησιμοποιούνται σαν ευρετήριο ποιότητας βράχων για βάσεις μηχανολογικών σκοπών.

Για περαιτέρω λεπτομέρειες πάνω στην Βόρειο Αμερικάνικη εξάσκηση γεωτεχνικής εξερεύνησης, οι αναγνώστες μπορούν να παραπεμφθούν στο Riggs (1986).

Πίνακα 2 Ταξινόμηση βράχου όσων αφορά στα διαστήματα και μη συνέχισης (Καναδέζικο εγχειρίδιο, Ιδρυμα Μηχανολογίας 1985)

Ταξινόμηση διαστημάτων	Πλάτος διαστημάτων	
	(m)	πόδια(ft)
Εξαιρετικά κοντά	< 0.02	< 0.06
Πολύ κοντά	0.02-0.06	0.06- 0.18
Κοντά	0.06-0.20	0.18- 0.60
Μετρίως κοντά	0.20-0.60	0.60- 1.80
Πλατιά	0.60-2.00	1.80- 6.00
Πολύ πλατιά	2.00-6.00	6.00-18.00
Εξαιρετικά πλατιά	> 6	> 18

Πίνακα 3 Προσδιορισμό ποιότητας βράχου RQD (Deere et al 1967).

RQD Ταξινόμηση	RQD Αξία (%)
Εξαιρετικό	790
Καλώς	75-90
Μέτριο	50-75
Φτωχό	25-50
Πολύ φτωχό	< 25

6. Χρήση Αδαμαντοκορώνας.

6.1 Περιγραφή.

Η χρησιμοποίηση κοπτικού άκρου με διαμάντια θα γίνεται στις ακόλουθες περιπτώσεις :

- α. Όταν συναντιέται σκληρός βραχώδης σχηματισμός.
- β. Όταν απαιτείται βελτίωση στην απόληψη πυρήνα για το πέτρωμα που διατρείται
- γ. Όταν επιβάλλεται ο περιορισμός της πιθανής αποκλίσεως της γεωτρήσεως.

7. ΑΠΟΛΗΨΗ ΠΥΡΗΝΑ.

Η λήψη δειγμάτων μέσω της εμπήξεως σωλήνων με λεπτά τοιχώματα μέσα στο έδαφος δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί, αν το έδαφος είναι πολύ σκληρό ή συμπαγές, ώστε να μην επιτρέπει τη διείσδυση του δειγματολήπτη χωρίς σπάσιμο της αιχμής του ή της παραμόρφωσης του σωλήνα.

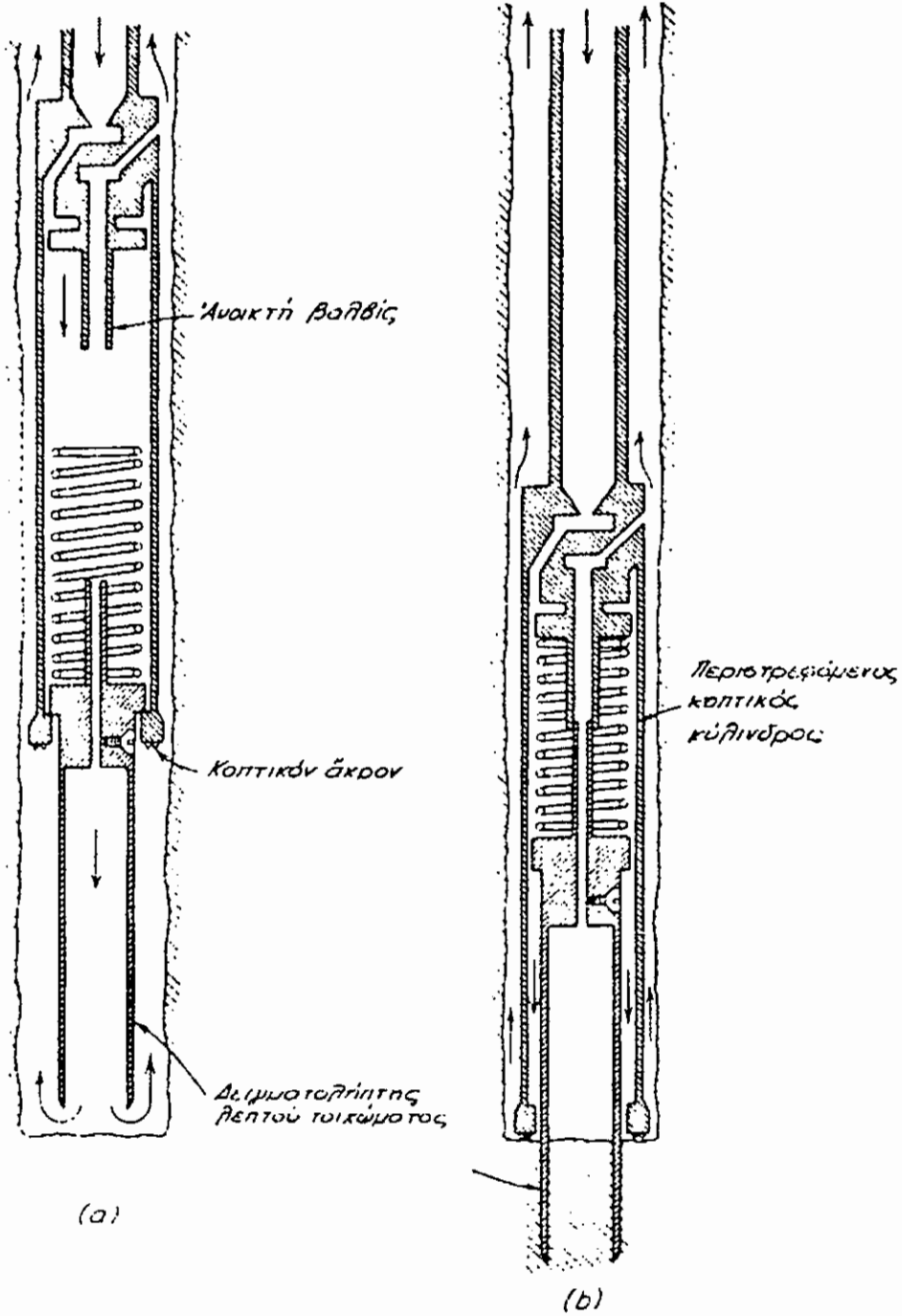
Εξάλλου, στην περίπτωση εμπήξεως του σωλήνα μέσω κρούσεων με το επάνω μέρος αυτού, προκαλείται υπερβολική διατάραξη του εδαφικού υλικού, ιδιαίτερα αν αυτό είναι μαλακό. Όταν οι αποθέσεις περιέχουν διαδοχικά μαλακές και σκληρές στρώσεις, η επιτυχής απόληψη δειγμάτων μέσω σωληνωτών ή μέσω εμβόλου δειγματοληπτών είναι πολύ αμφίβολη.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες η εφαρμογή του δειγματολήπτη Pitcher μπορεί να αποδειχτεί ικανοποιητική. Αυτός αποτελεί ουσιαστικά σωληνωτό δειγματολήπτη, στον οποίον γίνεται εφαρμογή της μεθόδου για την απόληψη πυρήνα από τον βράχο. Τα κύρια χαρακτηριστικά του δειγματολήπτη Pitcher φαίνονται στο σχήμα 4. Κατά τη διάρκεια της γεώτρησης και κατά τον καταβιβασμό του δειγματολήπτη, ο σωλήνας με τα λεπτά τοιχώματα είναι αναρτημένος από τον κοπτικό κύλινδρο.

Συγχρόνως διοχετεύεται γεωτρητικός πολτός προς το κάτω μέρος μέσω του σωλήνα ο οποίος απομακρύνει τα θραύσματα του εδαφικού υλικού από τον πάτο της γεωτρήσεως.

Όταν συναντήσει ο σωλήνας τον πυθμένα, αυτός ωθείται προς τα πάνω σε σχέση προς τον κύλινδρο, έτσι ο γεωτρητικός πολτός συνεχίζει την εξής διαδρομή : αρχικά διοχετεύεται στο κάτω μέρος του δικτυλιοειδούς χώρου μεταξύ του σωλήνα και του κυλίνδρου, και στη συνέχεια στο κάτω μέρος του περιστρεφόμενου κυλίνδρου, και τελικά προς τα πάνω παράλληλα με τον κύλινδρο. Αν το έδαφος το οποίο προορίζεται για δειγματοληψία, είναι μαλακό, το ελατήριο το οποίο βρίσκεται στη κεφαλή του σωλήνα διατηρεί την αιχμή του αρκετά στο κάτω μέρος του κυλίνδρου τότε ο σωλήνας τοποθετείται μέσα στο έδαφος όπως ακριβώς στην περίπτωση του συνηθισμένου σωληνωτού δειγματολήπτη. Αν όμως το έδαφος είναι σκληρό τότε το ελατήριο συμπιέζεται μέχρι να ακουμπήσει η αιχμή του σωλήνα πάνω στο σημείο του κατώτερου άκρου του κυλίνδρου.

Καθώς περιστρέφεται ο κύλινδρος, ανοίγει ένα δακτυλιοειδές κενό γύρω από την εδαφική μάζα, πάνω στην οποία τοποθετείται ο σωληνωτός δειγματολήπτης. Έτσι προστατεύεται το δείγμα από την παραπάνω διάβρωση από τον κυκλοφορούντα πολτό. Με αυτή τη διάταξη ο δειγματολήπτης προσαρμόζεται από μόνος του στη συνεκτικότητα του εδάφους. Μια άλλη παραλλαγή της μεθόδου απόληξης του πυρήνα από το βράχο, παράλληλη με την εισαγωγή του δείγματος μέσα στον κύλινδρο έχει εφαρμοστεί ευρύτατα από



Σχ. 4 Σχηματική παράσταση δειγματολήπτη Pitchee. (α) Σωληνωτός δειγματολήπτης, ἀνηρτημένος ἐκ τοῦ κοπτικοῦ κυλίνδρου, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς εἰσαγωγῆς τοῦ ἐντὸς τῆς γεωτρήσεως. (β) Ἐμπηξίς τοῦ σωλῆνος ἐντὸς μαλακοῦ ἐδάφους, μέσφ τοῦ ἐλατηρίου.

το Στρατιωτικό Σώμα Μηχανικού και από την υπηρεσία Εγγείων Βελτιώσεων των ΗΠΑ. Σύμφωνα μ' αυτή την παραλλαγή χρησιμοποιείται κατάλληλη συσκευή η οποία χαρακτηρίζεται ως δειγματολήπτης Denison (Johnson, 1940). Ο γεωτρητικός πολτός εισάγεται μέσα στην γεώτρηση, ενώ αιωρείται, μέσω σειράς κοίλων στελεχών. Ο κύλινδρος απόληψης του πυρήνα είναι διατεταγμένος μέσα σ' έναν άλλον μεγαλύτερο κύλινδρο (σχήμα 5), ο οποίος είναι εφοδιασμένος με κοπτικούς οδόντες στο κατώτερο σημείο του. Καθώς συνεχίζεται η γεώτρηση ο εξωτερικός κύλινδρος περιστρέφεται. Ο γεωτρητικός πολτός διοχετεύεται προς τα κάτω μέσα από τον δακτυλιοειδή χώρο μεταξύ των δύο κυλίνδρων, και ρέει μέσα από τα κενά των κοπτικών οδόντων και υψώνεται προς το πάνω μέρος της γεώτρησης, διερχόμενος μεταξύ του εξωτερικού κυλίνδρου και των τοιχωμάτων της οπής. Ο δειγματολήπτης έχει μήκος 61 cm (24 ιντσών) και εξωτερική διάμετρο 15 cm περίπου (6 ιντσών) και περιλαμβάνει κυλινδρική επένδυση μικρού πάχους, η οποία παραμένει στο δείγμα κατά τη διάρκεια της αφαίρεσής του από τον δειγματολήπτη. Επίσης έχει στεφάνι συγκράτησης του δείγματος, παρόμοια μ' αυτή που φαίνεται στο σχήμα 2d.

Καθώς συνεχίζεται η γεώτρηση, ο δειγματολήπτης τοποθετείται μέσα στο έδαφος μέσω γρύλλων οι οποίοι ασκούν πίεση η οποία κυμαίνεται μεταξύ ενός και δύο τόννων. Η αντίδραση των γρύλλων εξισορροπείται με το ικρίωμα της γεώτρησης.

Με το δειγματολήπτη Denison έχουν ληφθεί με επιτυχία δείγματα από ξερών έως και σκληρών συνεκτικών εδαφών, καθώς και από μαλακούς αργιλικούς σχιστόλιθους. Σε πολλές περιπτώσεις ήταν δυνατή η απόληψη δειγμάτων, με μικρή διατάραξη ακόμα και από ελαφριά συνεκτική ή βρώμικη άμμο. Παρ' όλα αυτά στην περίπτωση χρησιμοποιήσεώς του σε καθαρή άμμο που βρίσκεται κάτω από το φρεάτιο ορίζοντα, είναι δυνατόν να εξαρθεί ο δειγματολήπτης κενός από την γεώτρηση. Τέλος, εάν συναντήσουμε χαλικοειδείς στρώσεις, υπάρχει το ενδεχόμενο να παρεμποδίζεται η εκτέλεση της γεώτρησης σε τέτοιο βαθμό, ώστε να εγκαταληφθεί.

7.1 Μέτρα βελτίωσης της πυρηνοληψίας

Η δειγματοληψία στα διάφορα πετρώματα δεν είναι πάντοτε ικανοποιητική. Κριτήριο της ικανοποιητικής ή μη πυρηνοληψίας, αποτελεί το ποσοστό επί τοις εκατό απολήψεως πυρήνα σε σχέση με το όλο μήκος του πετρώματος που έχει διατρηθεί. Το εν λόγω επί τοις εκατό ποσοστό απολήψεως πυρήνα, εξαρτάται κυρίως από :

α. Το είδος του πετρώματος και τη φυσική κατάστασή του (αποσαθρωμένο ή μη, κερματισμένο, βαθμός διαγενέσεως και μεταμόρφωσης κλπ.).

β. Το είδος του εξοπλισμού διατρήσεως που χρησιμοποιείται και της μηχανικής καταστάσεως αυτού.

γ. Την τεχνική της διατρήσεως και πυρηνοληψίας που ακολουθείται, το είδος, για την συγκεκριμένη περίπτωση δειγματολήπτη - πυρηνολήπτη που χρησιμοποιείται, καθώς και το είδος του κοπτικού άκρου (σκληρομέταλλο ή από διαμάντια).

δ. Την εμπειρία χειριστού εκτέλεσης της γεώτρησης.

ε. Το μέγεθος των κραδασμών της γεωτρητικής στήλης και την ταχύτητα διάτρησης.

στ. Το νερό που διοχετεύεται κάθε φορά στη γεώτρηση καθώς και την πίεσή του.

ζ. Την λειοτρίβηση του πυρήνα που λαμβάνεται κλπ.

Κατόπιν όλων των ανωτέρω, για τη βελτίωση της πυρηνοληψίας, τόσο από την πλευρά ποσοστού πυρηνοληψίας, όσο και από την πλευρά καταστάσεως του πυρήνα που λαμβάνεται, θα παίρνονται διάφορα προληπτικά μέτρα όπως :

1. Μείωση, όσο γίνεται των κραδασμών της γεωτρητικής στήλης που έχουν σαν αποτέλεσμα να θραύεται ο πυρήνας που λαμβάνεται. Αυτό πραγματοποιείται με το να διατηρείται το σύνολό του γεωτρητικού μηχανικού εξοπλισμού σε καλή κατάσταση και με κατάλληλη μείωση της ταχύτητας προώσεως (Feed Rate) της ατράκτου (τσοκ), καθώς και της ταχύτητας περιστροφής της γεωτρητικής στήλης.
2. Μείωση της ταχύτητας διατρήσεως [με μείωση της περιστροφής και προώσεως της ατράκτου (τσοκ) - διατρητικής στήλης] ιδιαίτερα σε κατακερματισμένα ή μαλακά πετρώματα.
3. Μείωση στο ελάχιστο της παροχής του διοχετευμένου στη γεώτρηση νερού και της πίεσέως του, ιδίως σε μαλακές αργίλους και μάργες και σε αποσαθρωμένα γενικά πετρώματα. Κατά περίπτωση, η παροχή νερού μπορεί να διακοπεί πλήρως και η γεώτρηση να εκτελεσθεί εν ξηρώ.
4. Διακοπή της προχωρήσεως της γεωτρήσεως σε περίπτωση ενφράξεως της εισόδου του πυρηνολήπτη με θραύσματα πυρήνα, που θα είχε σαν συνέπεια τη περαιτέρω καταστροφή του

πυρήνα λόγω αδυναμίας εισόδου του στον πυρηνολήπτη. Η εν λόγω ένφραξη συμβαίνει συνήθως σε κερματισμένα πετρώματα ή σε περίπτωση συχνών εναλλαγών διαφόρων πετρωμάτων και συνοδεύεται από απότομη αύξηση της πίεσεως του νερού της διατρήσεως και από απότομη μείωση της ταχύτητας της διατρήσεως.

Η προσπάθεια αποφράξεως μπορεί να γίνει με αύξηση της παροχής και της πίεσεως του νερού με σύγχρονη ανύψωση της διατρητικής στήλης, κατά ορισμένα εκατοστά από τον πυθμένα της οπής.

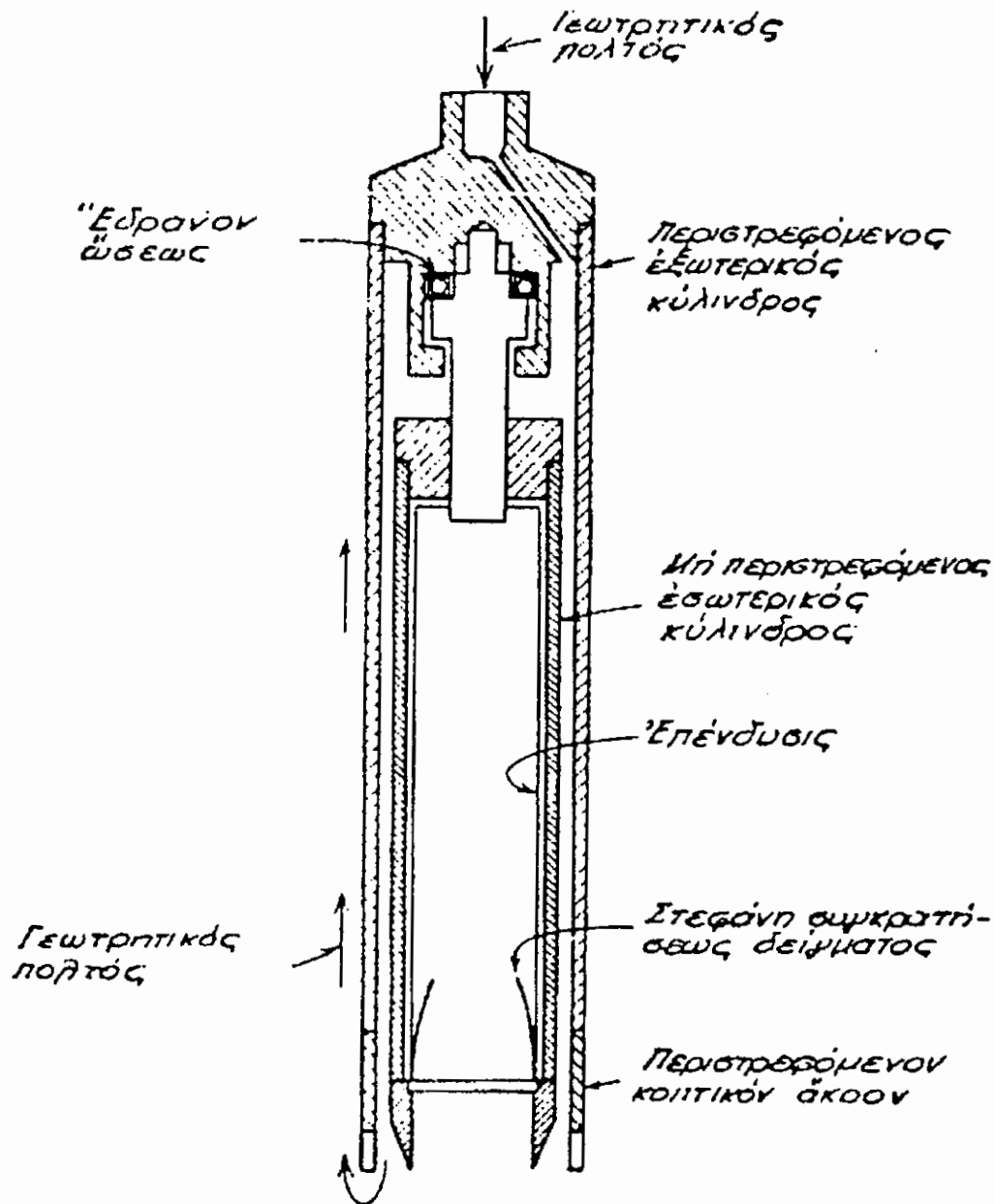
Στην περίπτωση που δεν υπάρξουν αποτελέσματα η διατρητική στήλη θα πρέπει να εξαχθεί ώστε να καθαριστεί η είσοδος του πυρηνολήπτη. Σε περιπτώσεις πετρωμάτων που δημιουργούν κινδύνους τέτοιων εμφράξεων, η μεθοδολογία της διατρήσεως θα πρέπει να περιλαμβάνει την επανεξαγωγή του δειγματολήπτη σε συχνότερα διαστήματα της τάξεως των 50 έως 100 εκατοστών.

5. Αύξηση της διαμέτρου της γεωτρήσεως, ιδίως σε κατακερματισμένα ή αποσαθρωμένα πετρώματα.
6. Αντικατάσταση της κορώνας από σκληρομέταλλο με αδαμαντοκορώνα. Επίσης χρησιμοποίηση ειδικού τύπου κοπτικών άκρων, όπως πολυβαθμιδωτών αδαμαντοκορώνων κλπ.
7. Χρησιμοποίηση του πλέον κατάλληλου κάθε φορά δειγματολήπτη (πυρηνολήπτη) ανάλογα με το είδος και την φυσική κατάσταση του πετρώματος που γίνεται η γεώτρηση, (π.χ. δειγματολήπτης απλού ή διπλού τοιχώματος, δειγματολήπτης τύπου Denison κλπ.).

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΕΣ ΜΕ ΕΜΒΟΛΟ

Μέρος της διατάραξης που έχει σχέση με τους σωληνωτούς δειγματολήπτες, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μαλακά ανομοιόμορφα, συμπαγή εδάφη, παρατηρείται γιατί τα διάφορα τμήματα του επί τόπου εδάφους δεν αντιπροσωπεύονται μέσα στο δείγμα στο πραγματικό τους πάχος. Πράγματι, όταν ο κενός δειγματολήπτης αρχίζει να προχωρεί προς τα κάτω, η πρόσφυση και η τριβή πάνω στην εξωτερική επιφάνειά του, σε συνδυασμό με την υπάρχουσα αστάθεια του πυθμένα της γεώτρησης, είναι δυνατό να προκαλέσουν εισχώρηση του εδάφους μέσα στο σωλήνα με γρηγορότερο ρυθμό από την ταχύτητα της καθόδου αυτού.

Εξάλλου, όταν ο δειγματολήπτης γεμίσει εν μέρει, η πρόσφυση και η τριβή μεταξύ του σωλήνα και του δείγματος έρχονται σε



Σχ. 5 . Σχηματική παράστασις τών κυρίων χαρακτηριστικῶν τοῦ δειγματολήπτου Denison.

αντίθεση με την παρακάτω λήψη εδαφικού υλικού. Σε ακραίες περιπτώσεις το αρχικό τμήμα του δείγματος ενδέχεται να ενεργεί σαν πάμα, το οποίο μπορεί να απωθεί τις μαλακές φλέβες ή τις ενστρώσεις, οι οποίες χωρίς άλλο, εισχωρούν μέσα στον δειγματολήπτη. (Hvorslev, 1948).

Τα μειονεκτήματα αυτά μπορούν να περιορισθούν σημαντικά με την τοποθέτηση εμβόλου μέσα στο σωληνωτό δειγματολήπτη. (βλ. σχήμα 44.7). Αυτό το έμβολο φράζει το κατώτερο άκρο του σωλήνα, μέχρι ο δειγματολήπτης να φτάσει στη στάθμη της πάνω επιφάνειας του δείγματος που έχει ληφθεί. Στη συνέχεια, το έμβολο παραμένει σ' αυτή τη στάθμη και σε επαφή με το έδαφος, ενώ ο σωλήνας συνεχίζει γύρω από το έμβολο και περνάει μέσα από το έδαφος. Κατά τη διάρκεια του αρχικού σταδίου της διεισδύσεως του σωλήνα, η παρεμβολή του εμβόλου εμποδίζει την εισαγωγή δείγματος που να έχει μεγαλύτερο μήκος από το τμήμα του σωλήνα που έχει περάσει μέσα στο έδαφος. Στο τελικό στάδιο, η πάνω επιφάνεια του δείγματος δεν μπορεί να αποκολληθεί από το έμβολο χωρίς να δημιουργηθεί κενό.

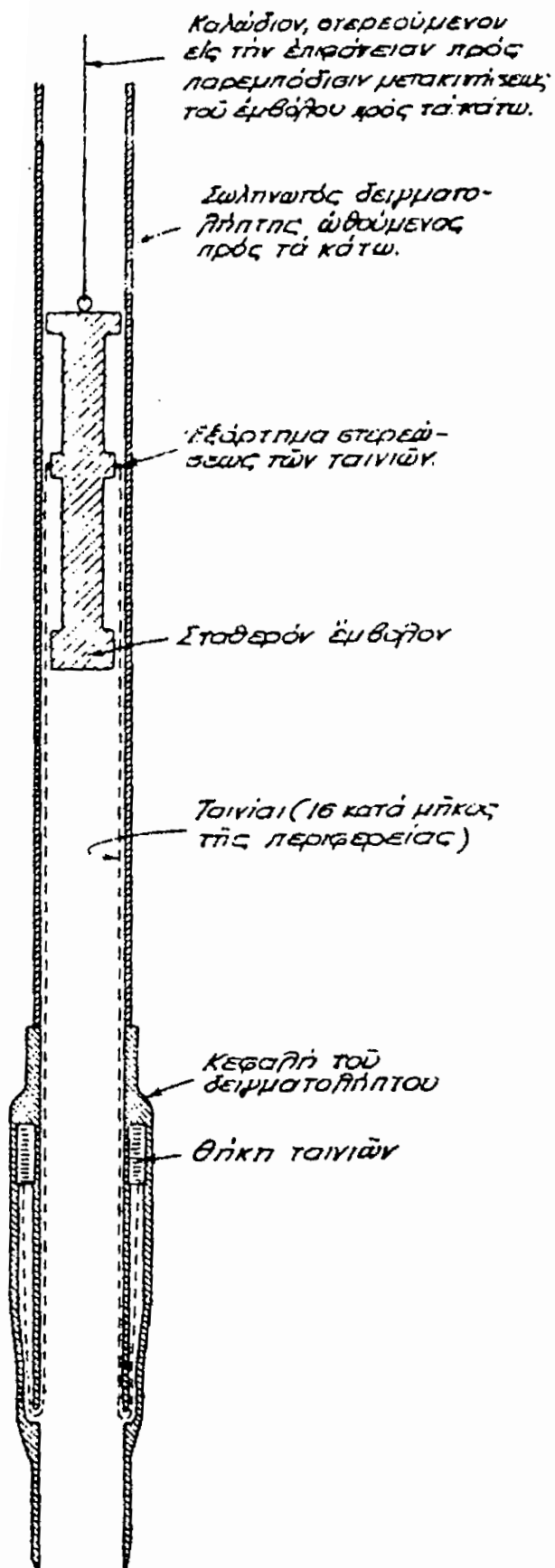
Συμπερασματικά, κάτω το αναφερόμενο στάδιο, το έμβολο υποβοηθάει την εισχώρηση του δείγματος μέσα στο σωλήνα. Αφού προχωρήσει ο σωλήνας το έμβολο σταθεροποιείται στη νέα θέση του, και ολόκληρο το συγκρότημα περιστρέφεται, έτσι ώστε να επιτευχθεί ο διαχωρισμός του δείγματος από το προκείμενο έδαφος. Στη συνέχεια, το έμβολο και ο σωλήνας ανασύρονται από την οπή.

Οι δειγματολήπτες με έμβολο, που έχουν μικρό δείκτη επιφανειών, μπορούν να παράσχουν άριστης ποιότητας δείγματα συμπαγών εδαφών, ακόμα και όταν αυτά είναι πολύ μαλακά και ευαίσθητα. Η ανάγκη τοποθέτησης ιδιαίτερου στελέχους για το έμβολο, που διέρχεται μέσα από τα στελέχη του γεωτρύπανου μπορεί να παραμερισθεί με τη χρησιμοποίηση ενός κατάλληλου υδραυλικού μηχανισμού (Osterberg, 1952).

ΣΟΥΗΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗΣ

Ακόμη και στους δειγματολήπτες με έμβολο, το μήκος του εξασφαλιζομένου δείγματος είναι αρκετά περιορισμένο και δεν μπορεί να υπερβεί τα 1,00 έως 1,50 m. Επιπλέον, καθώς το μήκος του δείγματος αυξάνεται, ο βαθμός διατάραξης του εδάφους γίνεται μεγαλύτερος. Αν εξουδετερωθούν η πρόσφυση και η τριβή μεταξύ του σωλήνα και του δείγματος, αυτό θα μπορεί να εισχωρεί ελεύθερα μέσα στο δειγματολήπτη, χωρίς να προκαλείται διαταραχή του εδάφους στο κάτω μέρος του κοπτικού άκρου. Επίσης, θα είναι δυνατή η λήψη δειγμάτων, με πολύ μεγαλύτερο μήκος. Οι επιδιώξεις αυτές πραγματοποιούνται στον Σουηδικό δειγματολήπτη (σχήμα

6), στον οποίο το εσωτερικό του σωλήνα επενδύεται



Σχ. 6 Σουηδικός δειγματολή-
πτης (Κατὰ τὸν Kjellman κ.ἄ.
1950).

με μία σειρά λεπτών κατακόρυφων χαλύβδινων ταινιών (Kjellman κ.ά., 1950). Οι εν λόγω ταινίες εκτυλίσσονται σε κατάλληλες θήκες που είναι διατεταγμένες δίπλα από το κατώτερο άκρο του δειγματολήπτη, και διατηρούνται σε επαφή με το έδαφος αμέσως μόλις αυτό εισχωρήσει μέσα στο σωλήνα. Οι ταινίες δεν μετακινούνται κατακόρυφα με το έδαφος, καθώς ο σωλήνας προχωρεί γύρω απ' αυτά, προς τα κάτω . Οι θήκες των ταινιών είναι διατεταγμένες στο τμήμα της αιχμής του σωλήνα το οποίο έχει μεγαλύτερη διάμετρο, αλλά βρίσκεται αρκετά ψηλότερα από το άκρο της, έτσι ώστε ο δείκτης επιφανειών να έχει μικρή τιμή. Παρ' όλο που η συσκευή αυτή είναι πολύπλοκη, έχουμε λάβει απ' αυτή αδιατάρακτα δείγματα, με πολύ μεγάλο μήκος μέχρι π.χ. 18,00 m από πολύ ευαίσθητους αργίλους και ιλείς.

ΔΙΑΙΡΕΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗΣ

Για την λήψη δειγμάτων από ερευνητικές γεωτρήσεις, ο δειγματολήπτης προσαρμόζεται στο κάτω άκρο εκπλύσεως του σωλήνα ή των στελεχών, για αντικατάσταση του κοπτικού άκρου.

Ο δειγματολήπτης κατεβαίνει μέχρι τον πάτο της οπής και στη συνέχεια πιέζεται ή μπαίνει μέσα στο έδαφος για τη λήψη του δείγματος, η οποία τελικά βγαίνει από την οπή.

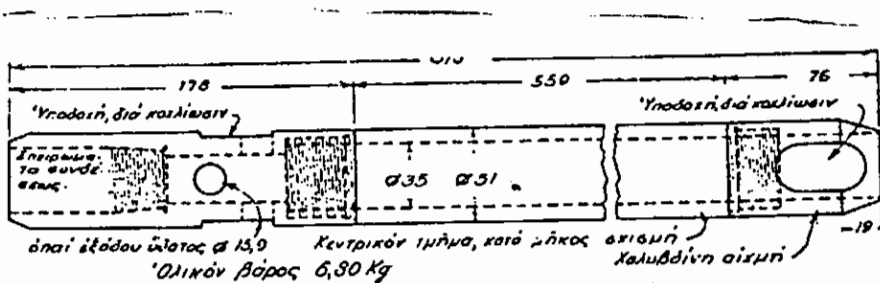
Οι δειγματολήπτες που, συνήθως, χρησιμοποιούνται για ερευνητικές γεωτρήσεις αποτελούνται από ένα μέρος σωλήνα, μήκους 30 ως 60 cm και έχουν εσωτερική διάμετρο 38 mm (1,5 ίντσα) περίπου. Ολος ο σωλήνας είναι χωρισμένος σε δύο ίσα τμήματα, όπου το καθένα έχει μορφή ημικυκλίου στο σημείο της τομής. (βλ. σχήμα 2 e). Γι' αυτό το λόγο ονομάζεται διαιρετός δειγματολήπτης. Όταν γίνεται η λήψη του δείγματος, τα δύο τμήματα του δειγματολήπτη συγκρατούνται από τα άκρα των εσωτερικών κοχλιωμένων μερών του σωλήνα μικρού μήκους. Το ένα από τα τεμάχια χρησιμεύει για την σύνδεση του δειγματολήπτη με το σωλήνα εκπλύσεως. Το δεύτερο, έχει αιχμηρό " τελείωμα " και χρησιμεύει για κοπτικό άκρο κατά τη διάρκεια της έμπηξης του δειγματολήπτη μέσα στο έδαφος.

Κατά την τεχνική αυτή, η οποία συνήθως ακολουθείται, ο δειγματολήπτης βγαίνει από το έδαφος με τον εργοδηγό, ο οποίος εξετάζει και κατατάσει το υλικό και στη συνέχεια τοποθετεί μία μικρή ποσότητα μέσα σ' ένα γυάλινο δοχείο, το οποίο κλείνεται καλά και μετά στέλνεται στον αρμόδιο μηχανικό για μικροσκοπική εξέταση. Κατά προτίμηση πρέπει να εξάγονται δείγματα μεσαίου μεγέθους, με το δειγματολήπτη, τα οποία στη συνέχεια συσκευάζονται αεροστεγώς ; ονομάζονται κάπως με προσδιοριστούν οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του εδάφους. Κατά τη διάρκεια των δοκιμών πρέπει να χρησιμοποιείται κάποια

ποσότητα από κάθε δείγμα. Το υπόλοιπο πρέπει να διατηρείται μέσα στο δοχείο για να είναι δυνατή η εξέτασή του από τους ενδιαφερόμενους.

Τα αργιλικά δείγματα που προέρχονται από πολύ διαπερατά εδάφη είναι πάντα συμπυκνωμένα, έστω και αν το επί τόπου έδαφος είναι "χαλαρό" ή όχι πολύ πυκνό. Έτσι, τα τελευταία αυτά δείγματα, δεν μπορούν να μας δώσουν στοιχεία για την σχετική πυκνότητα του εδάφους αν και η ιδιότητα αυτή έχει πολύ μεγαλύτερη σημασία από τα χαρακτηριστικά των μεμονομένων κόκκων του εδάφους.

Η πιο απλή μέθοδος για την απόκτηση ορισμένων στοιχείων που αφορούν το βαθμό συμπύκνωσης του εδάφους, απαιτούνται για την διείσδυση του διαιρετού δειγματολήπτη μέσα στο έδαφος σε βάθος 30 cm. Το βάρος του πρότυπου κριού ανέρχεται σε 64 Kg, και το ύψος της πτώσης του σε 76 cm. Ο πρότυπος διαιρετός δειγματολήπτης έχει τις διαστάσεις που φαίνονται στο σχήμα. 7 Αυτός προσαρμόζεται στα στελέχη και κατεβαίνει μέχρι το πάτο της γεωτρήσεως, ύστερα από τον καθαρισμό της, με ρεύμα νερού ή με εδαφολήπτη auger. Αφού φτάσει ο δειγματολήπτης στο πάτο, ο κριός αρχίζει να ενεργεί στην κεφαλή των στελεχών, μέχρι να εισχωρήσει ο δειγματολήπτης περίπου 15 cm μέσα στο έδαφος. Σ' αυτό το σημείο αρχίζει η δοκιμή διείσδυσης, καθώς ο εργοδηγός σημειώνει τον αριθμό κρούσεων, οι οποίες απαιτούνται για την διείσδυση του δειγματολήπτη κατά 30 cm που θα γίνει στη συνέχεια. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται "πρότυπος δοκιμή διεισδύσεως" και πρέπει να διεξάγεται σ' όλες τις περιπτώσεις, δεδομένου ότι παρέχει ουσιαστικότερα στοιχεία με πολύ λιγότερη πρόσθετη εργασία.



Διαστάσεις (εις mm) διαιρετού δειγματολήπτη διά την εκτέλεσιν της πρό-
τυπου δοκιμής διεισδύσεως.

Σχ. 7

Κατά τη λήψη δείγματος από τελείως ή σχεδόν μη συμπαγή άμμου, η οποία βρίσκεται κάτω από το φρεάτιο ορίζοντα, το εδαφικό υλικό ενδέχεται να πέσει από το δειγματολήπτη, καθώς αυτός σηκώνεται από τον πάτο της οπής. Ο συλλέκτης καθαρισμού (βλ. σχήμα 2 b) δεν παρέχει, στην προκειμένη περίπτωση,

ικανοποιητικά αποτελέσματα γιατί η ανακίνηση που χρειάζεται για το τελειώμά της προκαλεί αποβολή των λεπτών συστατικών.

Για την εξασφάλιση δειγμάτων άμμου, με όλα τα συστατικά τους, είναι ανάγκη να χρησιμοποιηθούν άλλες συσκευές, όπως είναι ο δειγματολήπτης με χαλύβδινη ελατηριωτή στεφάνη που συγκρατεί το δείγμα (βλ. σχήμα 2 d). Η στεφάνη προσαρμόζεται στα τοιχώματα του κατώτερου άκρου του δειγματολήπτη. Κατά την ανύψωση του δειγματολήπτη τα ελατηριωτά εξαρτήματα λυγίζουν προς το κέντρο του δείγματος και άμα δεν παρεμβληθούν μεταξύ τους χονδρόκοκκα σωματίδια, ενώνονται και σχηματίζουν κυρτή βάση, η οποία συγκρατεί το δείγμα.

Αν δεν γίνει, τελικά, η συγκράτηση του δείγματος από τον δειγματολήπτη με ελατηριωτή στεφάνη, τότε μπορούν να ληφθούν δείγματα, που περιλαμβάνουν σχεδόν όλα τα συστατικά του εδάφους από τρύπες που έχουν διάμετρο 10 cm (4 ιντσών) μέσω του δειγματολήπτη με λεπίδα ο οποίος φαίνεται στο σχήμα 2 f. Αυτός έχει εσωτερική διάμετρο 64 mm (2 1/2 ιντσών) και μήκος 760 mm (30 ιντσών). Το κατώτερο άκρο του φράζεται με κωνικό πώμα. Το μισό μέρος του δειγματολήπτη που βρίσκεται στο επάνω μέρος, έχει κατακόρυφη σχισμή. Η μία πλευρά της σχισμής προεξέχει και είναι μυτερή και σχηματίζει έτσι λεπίδα. Ολος ο δειγματολήπτης μπαίνει μέσα στον πυθμένα της οπής και περιστρέφεται με την φορά που φαίνεται στο σχήμα 2 f. Με αυτό τον τρόπο, η λεπίδα διώχνει το εδαφικό υλικό, το οποίο συσσωρεύεται αρχικά στο κάτω μέρος του δειγματολήπτη και στη συνέχεια και στο πάνω μέρος αυτού. Αυτό το δείγμα που λαμβάνεται είναι διαταραγμένο και τα συστατικά του, εν μέρει διαχωρισμένα. Η απώλεια όμως λεπτών συστατικών είναι πολύ περιορισμένη.

Αν συναντηθεί στρώμα χαλίκων τότε δεν είναι δυνατή η λήψη δειγμάτων από τρύπες μικρής διαμέτρου, όπως π.χ. 6,5 cm (2 1/2 ιντσών). Υπάρχει ακόμα η περίπτωση να είναι αδύνατη η έμπηξη του σωλήνα μέσα σ' αυτό το στρώμα, με αποτέλεσμα να εγκαταληφθεί η γεώτρηση. Ετσι, η επόμενη γεώτρηση θα πρέπει να έχει σωλήνωση η οποία θα έχει διάμετρο τουλάχιστον 10 cm (4 ιντσών).

ΣΩΛΗΝΩΤΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΗΣ ΛΕΠΤΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ

Εάν η φύση του έργου που προορίζεται για κατασκευή, απαιτεί την εξασφάλιση βασίμων στοιχείων για την διατμητική αντοχή ή για την σχέση τάσεως - παραμορφώσεως του εδάφους, τότε ο βαθμός διαταράξεως των δειγμάτων πρέπει να ελαττώνεται στην ελάχιστη τιμή, η οποία επιτρέπει την επωφελή χρησιμοποίηση αυτών των στοιχείων. Οποσδήποτε κάποια διατάραξη του εδάφους είναι αναπόφευκτη, ανεξάρτητα από τον τύπο του δειγματολήπτη

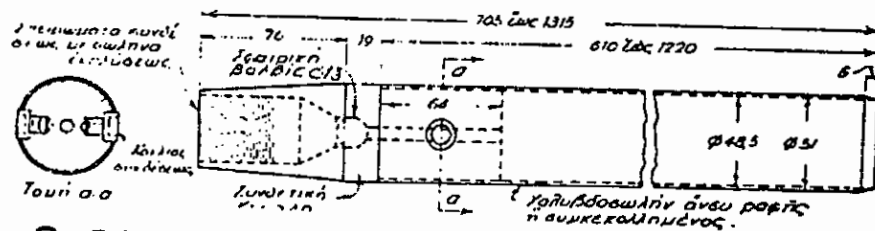
που χρησιμοποιούμε.

Ο βαθμός διαταράξεως εξαρτάται απ' τον τρόπο που ο δειγματολήπτης να εισχωρήσει μέσα στο έδαφος με διαδοχικές κρούσεις, ενώ τα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται όταν ο δειγματολήπτης ωθείται μέσα στο έδαφος με μεγάλη αλλά σταθερή ταχύτητα. Για δειγματολήπτες με δεδομένη διάμετρο, που εισάγονται μέσα στο έδαφος μ' αυτό τον τρόπο ο βαθμός διαταράξεως εξαρτάται από το δείκτη επιφανειών,

$$A_r (\%) = 100 \frac{D_e^2 - D_i^2}{D_i^2}$$

όπου στο D_e είναι η εξωτερική διάμετρος του δειγματολήπτη και D_i η εσωτερική. (Hvorslev 1948). Ο δείκτης επιφανειών του δειγματολήπτη που έχει χρησιμοποιηθεί στην πρότυπη δοκιμή διεισδύσεως είναι 112%. Η τιμή πάντως του A_r δεν πρέπει να ξεπερνάει το 20% περίπου, για να περιορίζεται η διατάραξη στο ελάχιστο.

Αν οι ερευνητικές γεωτρήσεις έχουν σωληνώσεις εσωτερικής διαμέτρου 6,5 cm (2,5 ίντσών), ο μεγαλύτερος δειγματολήπτης, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί, είναι αυτός που έχει εξωτερική διάμετρο 5 cm (2 ίντσες).



Σχ. 8 Σωληνώτος δειγματολήπτης διαμέτρου 51 mm (2 ίντσών). Διαστάσεις εις mm.

ΟΡΙΣΜΟΙ : Ι Λ Υ Σ - Α Ρ Γ Ι Λ Ο Σ

Ιλύς :

Λεπτόκοκκο έδαφος με ορυκτούς κόκκους με κυμαίνονται σε μέγεθος από 0,002 - 0,005 χιλιοστά μέχρι 0,05 - 0,074 χιλιοστά. Είναι έδαφος σχετικά αδιαπέραντο από το νερό και παρουσιάζει συνήθως κάποια συνοχή. Εάν η ιλύς περιέχει προσμίξεις λεπτών σωματιδίων οργανικής ύλης χαρακτηρίζεται ως " οργανική ιλύς " διαφορετικά ονομάζεται " ανόργανος ιλύς ".

Αργίλλος :

Πολύ λεπτόκοκκο έδαφος που συνίσταται από ορυκτούς κόκκους μικρότερους από τους κόκκους της ιλύος. Κάθε κόκκος συνίσταται από ένα μόνο ορυκτό. Αυτό συμβαίνει πάντοτε στα πολύ λεπτόκοκκα εδάφη.

Εάν οι κόκκοι είναι μικρότεροι περίπου από 0,001 χιλιοστά (1 μ) το έδαφος ονομάζεται " κολλοειδές ". Η άργιλλος προέρχεται από χημική αποσύνθεση των συστατικών των πετρωμάτων και είναι έδαφος που παρουσιάζει συνοχή. Έχει πολύ μικρή διαπερατότητα και εμφανίζει σημαντική αντοχή σε ξηρή κατάσταση. Τα σωματίδια είναι γωνιώδη ή πλακοειδή. Τα λεπτότερα σωματίδια της αργίλλου είναι πλακοειδή. Εάν η άργιλλος περιέχει λεπτώς καταμερισμένα σωματίδια οργανικής ύλης χαρακτηρίζεται ως " οργανική άργιλλος " διαφορετικά ονομάζεται " ανόργανος άργιλλος ".

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2ο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ .2

ΤΑ ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΕΔΑΦΗ

1.Εισαγωγή

Σύμφωνα με τον ορισμό της Εδαφομηχανικής αργιλικά εδάφη είναι αυτά που αποτελούνται από κόκκους μικρότερους από 2 μικρά, με τα δεδομένα της γαλλικής ταξινομήσεως (2 μ ή 0,002 mm). Αμερικανικές ταξινομήσεις δέχονται σαν μέγιστο όριο τα 4 μικρά. Πρόκειται για το πιο λεπτόκοκκο έδαφος. Το μικρότερο όριο των διαστάσεων των κόκκων είναι της τάξεως των 0,2 μ . Αν υπάρχουν μικρότεροι κόκκοι στο έδαφος πρόκειται για τα κολοειδή, η επίδραση των οποίων δεν αποτελεί αντικείμενο της Εδαφομηχανικής.

Για την άμμο η κοκκομετρική σύνθεση και η μορφολογία των κενών αποτελούν τα βασικά στοιχεία που επηρεάζουν τη μηχανική συμπεριφορά.

Στην περίπτωση της αργίλου σημαντική επίδραση έχουν οι εξής παράγοντες :

- Η περιεκτικότητα σε νερό.
- Η χημική σύνθεση των κόκκων.
- Η υφή του εδάφους.
- Η προϊστορία του εδάφους.

Η συμπεριφορά της αργίλου εξαρτάται και από διάφορους δευτερεύοντες παράγοντες, όπως είναι η θερμοκρασία, η ταχύτητα αυξήσεως των τάσεων και των παραμορφώσεων, και άλλοι των οποίων ο ρόλος δεν θα εξετασθεί εδώ.

Η πλήρης μελέτη της μηχανικής συμπεριφοράς της αργίλου είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και απαιτεί εξειδίκευση. Η σχετική βιβλιογραφία είναι υπερβολικά εκτεταμένη. Η αξιοποίηση της βιβλιογραφίας αυτής είναι εξάλλου δυσχερής, γιατί αναφέρεται συχνά σε θέματα τελείως δευτερεύοντα ή ασχολείται με τη συμπεριφορά αργίλων ορισμένων περιοχών που δεν παρουσιάζει γενικότερο ενδιαφέρον.

Θα προσπαθήσουμε να περιορίσουμε την παρουσίαση του θέματος στα βασικά και απαραίτητα στοιχεία. Αλλά αυτό βέβαια υποθέτει ότι θα μείνουν έξω από την παρουσίαση πολλά προβλήματα τα οποία θα πρέπει να αναζητηθούν στη βιβλιογραφία. Ένα καλό βοήθημα είναι το σύγγραμμα του J. K. MITCHELL (1976), αλλά για κάθε περίπτωση περισσότερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα άρθρα των περιοδικών GEOTECHNIQUE (Λονδίνο),

JOURNAL OF SOIL MECHANICS AND FOUNDATIONS της A.S.C.E. (Αμερικανική Ένωση Πολιτικών Μηχανικών).

Πριν εξετάσουμε την επίδραση των διαφόρων παραγόντων που αναφέραμε θα ασχοληθούμε με την παρουσίαση του θέματος της αντοχής και της παραμορφώσεως της αργίλου.

2. Αντοχή της αργίλου

2.1. Σχέση του COULOMB

Η σχέση του COULOMB που χαρακτηρίζει την αντοχή της αργίλου είναι,

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c \quad (1)$$

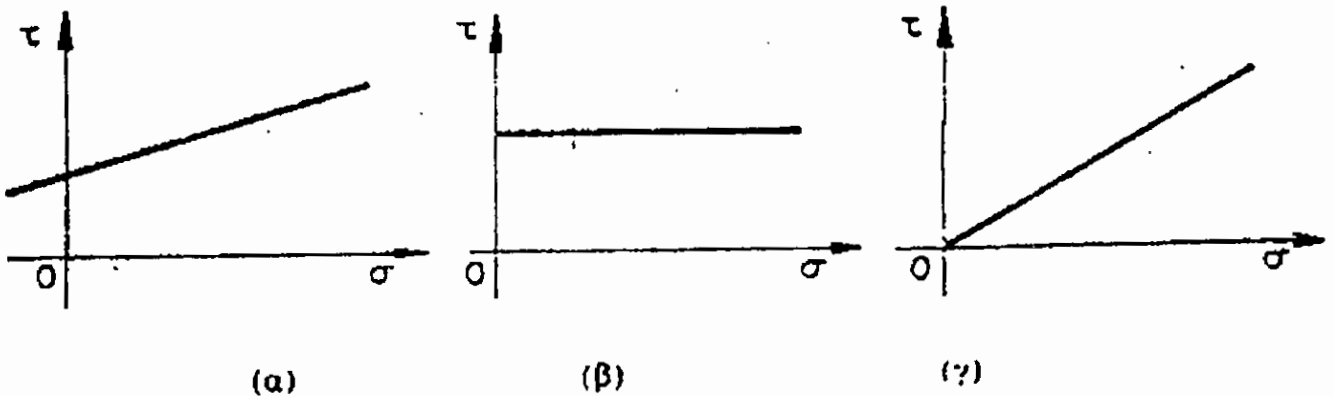
όπου,

τ η οριακή διάτμητική τάση θραύσεως,

σ η ορθή τάση στο επίπεδο θραύσεως

φ η γωνία τριβής

c η συνοχή



Σχ. 9

Η αντοχή εξαρτάται για την άργιλο από την αντοχή στη διάτμηση όπως και για την άμμο. Αλλά η άργιλος παρουσιάζει και αντοχή στις ορθές τάσεις : Η αντοχή στην ανεμπόδιστη θλίψη, σύμφωνα με τη θεωρία του RANKINE έχει τιμή,

$$\sigma_p = c_0 \cot g \varphi (K_p - 1)$$

και η αντοχή στον εφελκυσμό,

$$\sigma_a = -c \operatorname{tg} \varphi (1 - K_a)$$

όπου $K_a = 1/K_p = \operatorname{tg}^2 (\pi/4 - \varphi/2) =$ συντελεστής ενεργού ωθήσεως.

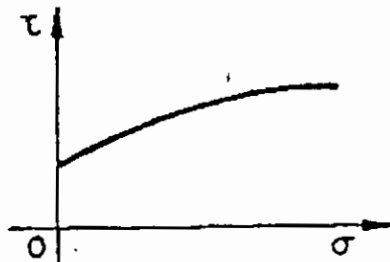
Η μορφή της περιβάλλουσας του MOHR - COULOMB είναι μία ευθεία που δεν περνά από την αρχή 0 των συντεταγμένων. (βλ. Σχ. 9.α).

Στην περίπτωση που $\varphi = 0$ ή που, επειδή σ είναι ίσο με μηδέν, η τριβή δεν επεμβαίνει, η περιβάλλουσα γίνεται παράλληλη προς τον άξονα των σ (Σχ. 9 β). Υπάρχει θεωρία που δέχεται ότι και για τα συνεκτικά εδάφη η πραγματική συνοχή μηδενίζεται και συνεπώς η περιβάλλουσα περνά από το σημείο 0 (Σχ. 9 γ)

Αλλά στην περίπτωση αυτή η συνοχή αντιστοιχεί σε μία αύξηση της ορθής τάσεως σ που γίνεται $\sigma_1 = \sigma + \sigma_0 \operatorname{tg} \varphi$ και τελικά εμφανίζεται με τη μορφή $c = \sigma_0 \operatorname{tg} \varphi$.

Η ευθύγραμμη περιβάλλουσα αποτελεί μια πρώτη προσέγγιση. Τις περισσότερες φορές παρατηρείται μια καμπυλότητα, σχήμα 1.0, που στις πρακτικές εφαρμογές δεν λαμβάνεται υπόψη.

Η εξίσωση (1) αποτελεί κριτήριο θραύσεως. Σημαίνει δηλαδή ότι όταν η τάση τ που ενεργεί για να προκαλέσει μετακίνηση των κόκκων κατά την διεύθυνσή της, δεν ξεπερνά την τιμή που δίνει η σχέση αυτή, δεν παρατηρείται απαράδεκτη μετατόπιση των κόκκων, που μπορεί να θεωρηθεί σαν θραύση του εδάφους.



Σχ. 10

Η σχέση (1) δεν επιτρέπει να υπολογισθεί η τάση τ όταν είναι γνωστή η τάση σ . Σημαίνει μόνο ότι για μια ορισμένη τιμή του σ , το τ δεν πρέπει να ξεπεράσει μια οριακή τιμή, γιατί πέρα από την τιμή αυτή το έδαφος υφίσταται θραύση. Θα έπρεπε λοιπόν όπως και για την άμμο, η σχέση να γράφεται σε μορφή ανισότητας,

$$\tau \leq \sigma \operatorname{tg} \varphi + c$$

Το κριτήριο θραύσεως παρουσιάζεται με μορφή όσο δυνατό πιο απλή αφού καταλήγει σε μια γραμμική σχέση. Όταν όμως κανείς επιχειρήσει τη λεπτομερή ανάλυση της σχέσεως αυτής, διαπιστώνει ότι είναι τόσο πολύπλοκη που τελικά καταλήγει να είναι ανεφάρμοστη. Για το λόγο αυτό εξάλλου γίνονται προσπάθειες να

αντικατασταθεί με άλλη σχέση. Η πιο ενδιαφέρουσα είναι η χρησιμοποίηση εμπειρικών σχέσεων που βασίζονται στη χρησιμοποίηση των επί τόπου δοκιμών. Θα προσπαθήσουμε να αναπτύξουμε τους λόγους για τους οποίους το κριτήριο θραύσεως δημιουργεί προβλήματα. Αφού η μορφή του είναι απλή οι δυσκολίες βεβαίως πρέπει να αναζητηθούν στον προσδιορισμό των διαφόρων μεγεθών που υπεισέρχονται.

2.2. Η τιμή της συνοχής

Οι κόκκοι είναι ηλεκτρισμένοι και αυτό δημιουργεί δυνάμεις έλξεως στις οποίες οφείλεται η συνοχή. Οι δυνάμεις αυτές έχουν πρακτική σημασία μόνο για τους πολύ μικρούς κόκκους και τελικά μόνο για την άργιλο. Οι δυνάμεις αυτές αντιστοιχούν σε μια μέση τάση σ_{η} κάθετη στην επιφάνεια ολισθήσεως. Η τάση σ_{η} εξαρτάται από την σύσταση των κόκκων, την μορφή και τον αριθμό των σημείων επαφής μεταξύ των κόκκων που είναι συναρτήσεις της δομής της αργίλου.

Εξάλλου, αν η άργιλος έχει υποστεί μία προσυμπίεση που προκάλεσε μείωση του δείκτη πόρων, δηλαδή αύξηση των σημείων επαφής και νέα διάταξη των κόκκων, δημιουργείται μία νέα εντατική κατάσταση, γιατί οι τάσεις που εφαρμόστηκαν αρχικά παραμένουν. Τελικά δημιουργείται μια συμπληρωματική ορθή τάση σ_{π} .

Η συνοχή μπορεί τελικά να θεωρηθεί σαν συνέπεια της τριβής των κόκκων υπό την ενέργεια των ορθών τάσεων σ_{η} και σ_{π} έχουμε

$$c = (\sigma_{\eta} + \sigma_{\pi}) \tan \varphi$$

Επί πλέον υπάρχουν οι τάσεις έλξεως που οφείλονται στην τριχοειδή ανύψωση καθώς και συνδέσεις που οφείλονται στις χημικές αλλοιώσεις των επιφανειών.

Με τον ορισμό αυτό η συνοχή εμφανίζεται σαν μία συνέπεια της τριβής. Η διαφορά μεταξύ άμμου και αργίλου οφείλεται έτσι στην ύπαρξη δυνάμεων στην επιφάνεια των κόκκων. Οι προχωρημένες αναλύσεις της συμπεριφοράς των εδαφικών υλικών καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η άμμος και η άργιλος έχουν την ίδια συμπεριφορά.

Η πιο πάνω ανάλυση είναι αναγκαία για να καταλάβει κανείς την συμπεριφορά της αργίλου, αλλά για τις πρακτικές εφαρμογές είναι πιο απλό να χρησιμοποιείται το μέγεθος συνοχή c , αντί του πιο πολύπλοκου μεγέθους επιφανειακή τάση έλξεως $(\sigma_{\eta} + \sigma_{\pi})$.

Η συνοχή c μεταβάλλεται :

- Όταν μεταβάλλεται η περιεκτικότητα σε νερό
- Όταν γίνεται μάλαξη του υλικού που μεταβάλλει τη δομή.

Μία άργιλος τελείως ξερή έχει συμπεριφορά στερεού σώματος. Μία άργιλος με μεγάλη ποσότητα νερού έχει τη συμπεριφορά ενός υγρού. Μεταξύ των δύο ακραίων αυτών καταστάσεων υπάρχουν όλες οι ενδιάμεσες και για το λόγο αυτό η συνοχή παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές.

Σημασία έχει επίσης ο βαθμός κορεσμού της άργιλου. Επειδή στο έδαφος η άργιλος είναι συνήθως κορεσμένη, αλλά περισσότερο εξαιτίας της δυσκολίας της μελέτης των ακόρεστων εδαφών (στα οποία συνυπάρχουν οι τρεις φάσεις, στερεή, υγρή και αέρια), περιορίζουμε την ανάλυση των φαινομένων της αντοχής στις κορεσμένες άργιλους.

Η μάλαξη της άργιλου ή μια απλή δόνηση ή ακόμη και η μεταφορά του δοκιμίου από τη γεώτρηση στο εργαστήριο, μεταβάλλουν τη δομή και μπορεί να έχουν εξαιρετικά μεγάλη επίδραση στη συνοχή.

Πρόκειται για το φαινόμενο της ευαισθησίας της άργιλου. Μετά την παρέλευση ενός ορισμένου χρόνου η συνοχή ξαναπαίρνει περίπου την αρχική της τιμή εξαιτίας του φαινομένου της θιξοτροπίας.

Ο TERZAGHI χαρακτήρισε την ευαισθησία με το συντελεστή,

$$\text{Ευαισθησία} = \frac{\text{αντοχή ανεμπόδιστης θλίψεως του αδιατάραχτου δοκιμίου}}{\text{αντοχή ανεμπόδιστης θλίψεως του δοκιμίου μετά τη μάλαξη}}$$

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τις τιμές της ευαισθησίας για τις διάφορες ποιότητες άργιλου.

Ευαισθησία	Χαρακτηρισμός της ευαισθησίας
< 2	Χωρίς ευαισθησία
2 - 4	Μικρή ευαισθησία
4 - 8	Ευαίσθητη
8 - 16	Πολύ ευαίσθητη
16 - 64	Ρέουσα
64 >	Πολύ μεγάλης ρευστότητας

Η ευαισθησία των περισσότερων άργιλων είναι μικρότερη του 4. Οι άργιλοι της Θεσσαλονίκης έχουν γενικά ευαισθησία μικρότερη του 2.

Αλλά πρέπει να σημειωθεί ότι είναι σχεδόν αδύνατο να υπάρξει τελείως αδιατάρακτο δοκίμιο και συνεπώς η ευαισθησία είναι πάντα μεγαλύτερη από αυτή που προσδιορίζεται εργαστηριακά.

Το μέγεθος συνοχή δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί με πολύ ακρίβεια. Για τις πρακτικές εφαρμογές ιδίως φαίνεται ματαιοπονία

να αναζητά κανείς ακρίβεια για μεγέθη, που για λόγους ανεξέλεγκτους, μεταβάλλονται κατά 300 - 400%, χωρίς αυτό να θεωρείται ότι αποτελεί εξαίρεση.

Για δοκιμές που γίνονται στο εργαστήριο συνήθως δίδεται η αντοχή μετά τη μάλαξη, δηλαδή δίνεται η ελάχιστη τιμή του c .

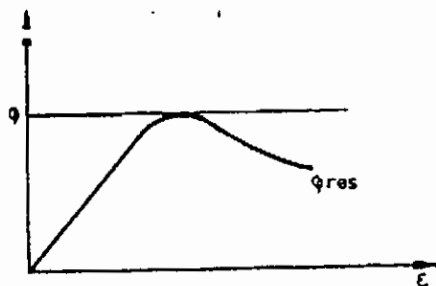
Για τις επί τόπου δοκιμές έχουμε κάτι το ενδιάμεσο, μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής.

Από την ανάλυση που προηγήθηκε φαίνεται ότι δεν υπάρχει μία τιμή της συνοχής. Τα περιθώρια μέσα στα οποία μεταβάλλεται η συνοχή δεν είναι όμως πολύ εκτεταμένα. Μία μέση τιμή της συνοχής ενδεικτικά, είναι $c = 2t / m^2$

2.3. Η γωνία της τριβής

Για τις άργιλους όπως και για την άμμο, υπάρχει μια γωνία μέγιστης αντοχής ϕ και μια γωνία ϕ_{res} που αντιστοιχεί στη φάση των μεγάλων παραμορφώσεων, ($\phi_{res} < \phi$) (Σχ. 11)

Οι γωνίες είναι σχετικά σταθερές και της τάξεως των $20^\circ - 25^\circ$. Μεταβάλλονται σε συνάρτηση με το δείκτη πλαστικότητας. Στα σχήματα 12 και 13 δίνονται οι τιμές των γωνιών αυτών από μετρήσεις που έκανε ο KENNEY το 1959 και ο DEERE το 1974.

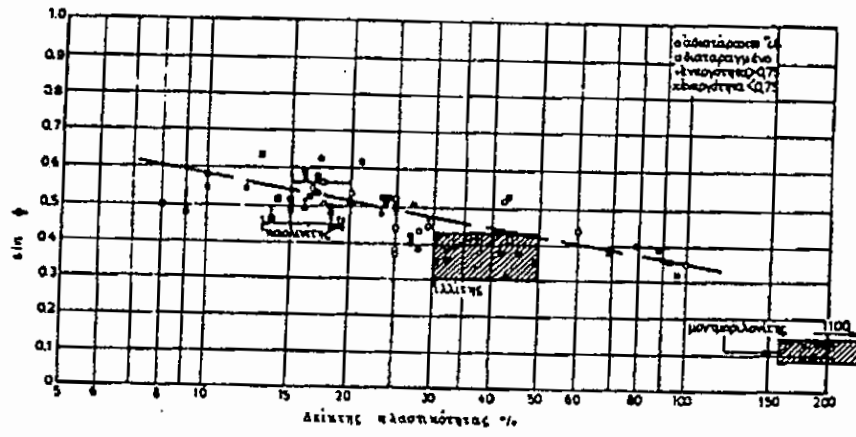


Σχ. 11

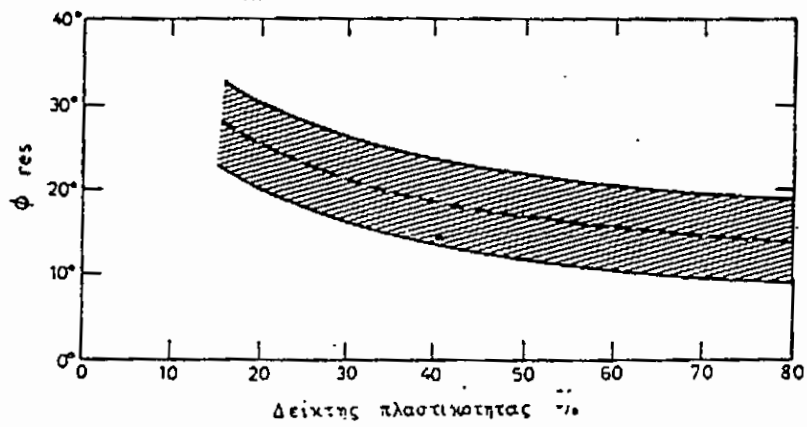
2.4. Η τιμή της ορθής τάσεως σ

Η ορθή τάση σ , που οφείλεται στις εξωτερικές φορτίσεις, έχει ιδιαίτερη σημασία για τον υπολογισμό της αντοχής στη διάτμηση αφού από αυτή εξαρτάται το ένα από τα δύο σκέλη της αντοχής.

Για την ξηρή άμμο ο προσδιορισμός του σ είναι ένα απλό πρόβλημα στατικής, αφού η τιμή του αντιστοιχεί ακριβώς στα εξωτερικά φορτία. Για την άργιλο το πρόβλημα είναι τελείως διαφορετικό εξαιτίας της μεταβολής της πίεσεως του ύδατος πόρων που παρατηρείται όταν το έδαφος φορτιστεί.



Σχ. 12



Σχ. 13

Αν σ είναι η ολική τάση που οφείλεται σε μια ορισμένη φόρτιση και u η πίεση του ύδατος πόρων που δημιουργεί η φόρτιση αυτή, η ενεργός τάση σ' που μεταφέρεται στο στερεό σκελετό, που αποτελούν οι κόκκοι, είναι, κατά προσέγγιση, σύμφωνα με την κλασσική ανάλυση του TERZAGHI.

$$\sigma' = \sigma - u$$

Χάνεται έτσι ένα μέρος της αντοχής τριβής

$$u \text{ t g } \varphi$$

όταν δημιουργείται υπερπίεση στους πόρους.

Η εκτίμηση της τιμής της πίεσεως u είναι προβληματική. Ούτε είναι βέβαιο ότι η τιμή αυτή μένει σταθερή από σημείο σε σημείο.

Το u μπορεί να μετρηθεί πειραματικά, να υπολογισθεί με τη βοήθεια διαφόρων θεωρητικών μεθόδων ή να εκτιμηθεί με εμπειρικές σχέσεις που βασίζονται στη μελέτη της μεταβολής του όγκου των δοκιμίων. Οπωσδήποτε όμως η εκτίμηση του u , που μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το χρόνο λωω της σταθεροποίησης, είναι δύσκολη και σε πολλές περιπτώσεις σχεδόν αδύναμη. Γι' αυτό συχνά γίνεται η παραδοχή,

$$\varphi = 0$$

οπότε το πρόβλημα του προσδιορισμού του u είναι χωρίς ενδιαφέρον, αφού η αντοχή στην διάτμηση γράφεται απλά

$$\tau = c$$

3. Η επίδραση της περιεκτικότητας σε ύδωρ

Ορια του ATTERBERG

Στην άργιλο και γενικότερα σε λεπτόκοκκα εδάφη, που έχουν διαστάσεις μικρότερες των 75 μ (που περνούν δηλαδή από το κόσκινο No.200), η επίδραση του ύδατος των πόρων είναι βασική για τη μηχανική τους συμπεριφορά. Ανάλογα με το ποσοστό ύδατος το έδαφος γίνεται στερεό, ημιστερεό, πλαστικό ή ρευστό.

Χαρακτηριστικότερη μορφή είναι η πλαστική. Στην πλαστική κατάσταση το έδαφος μπορεί να υποστεί συνεχή παραμόρφωση υπό σταθερό φορτίο και να μην επανέλθει στην αρχική του μορφή όταν αφαιρεθεί το φορτίο. Αντίθετα στη στερεή μορφή το υλικό θεωρείται σαν ελαστικό. Τέλος στη ρευστή δεν μπορεί να δεχτεί

καθένα φορτίο. Τα περισσότερα λεπτόκοκκα εδάφη βρίσκονται συνήθως σε πλαστική κατάσταση.

Οι περιεκτικότητες σε νερό που αντιστοιχούν στα όρια μεταξύ των διαφόρων καταστάσεων ονομάζονται όρια ATTERBERG, προς τιμή του Σουηδού ερευνητή που πρώτος ασχολήθηκε το 1911 με το θέμα αυτό, και ορίζονται στον πίνακα.

Κατάσταση του εδάφους	Περιεκτικότητα σε ύδωρ
Ρευστή	W_L = όριο υδαρότητας
Πλαστική	W_P = όριο πλαστικότητας
Ήμι-στερεή	W_S = όριο συρρικνώσεως
Στερεή	

Εχουμε $W_L > W_P > W_S$.

Χρησιμοποιείται επίσης συχνά ο δείκτης πλαστικότητας

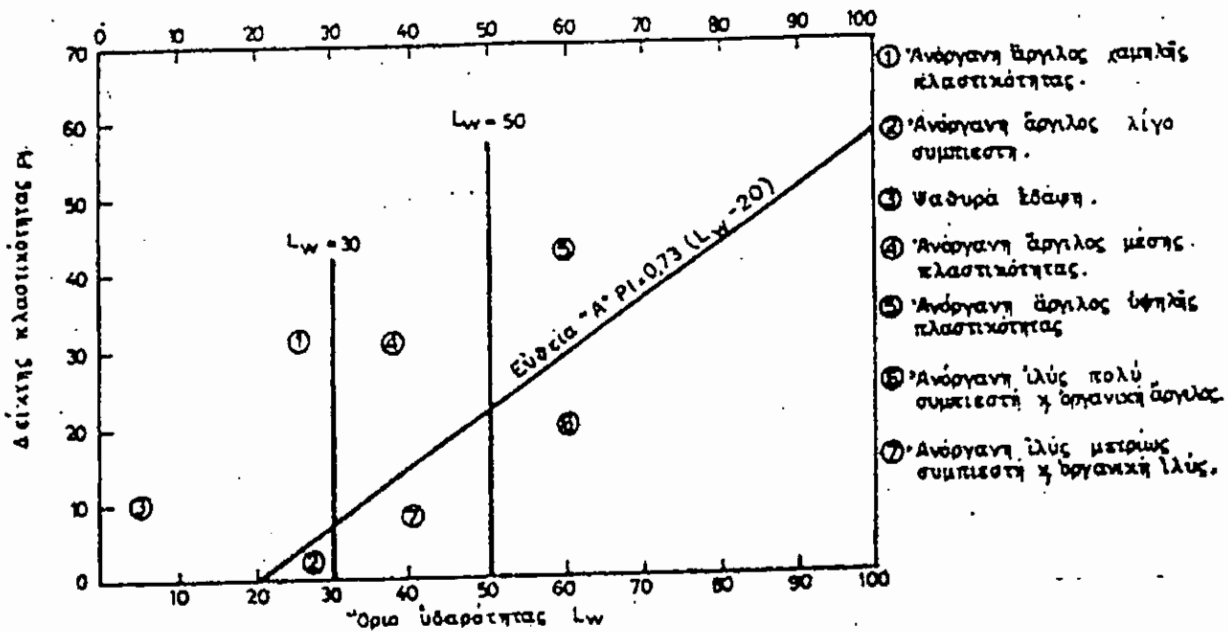
$$IP \text{ (ή } PI) = W_L - W_P$$

Για τα περισσότερα εδάφη η τιμή της περιεκτικότητας σε νερό w κυμαίνεται μεταξύ W_P και W_L . Η πλαστικότητα ενός συγκεκριμένου εδάφους χαρακτηρίζεται από το δείκτη υδαρότητας LI ,

$$LI = w - W_P / W_L - W_P$$

Το όριο συρρικνώσεως δεν παρουσιάζει ενδιαφέρον στην Εδαφομηχανική, σε αντίθεση με τα άλλα όρια και το δείκτη πλαστικότητας, που χρησιμοποιούνται συστηματικά, ιδίως για το χαρακτηρισμό και την ταξινόμηση των λεπτόκοκκων εδαφών. Ετσι το νομογράφημα του σχήματος 14 επιτρέπει να γίνει ο διαχωρισμός των διαφόρων εδαφών με βάση μόνο τις τιμές W_P και W_L . Από το νομογράφημα αυτό φαίνεται εξάλλου ότι για ένα ορισμένο έδαφος υπάρχει μια στενή συσχέτιση μεταξύ W_P και W_L , και πρακτικά η άργιλος μπορεί να χαρακτηριστεί από ένα μόνο συντελεστή, π.χ. το δείκτη πλαστικότητας. Ο πίνακας που ακολουθεί δίνει, κατά προσέγγιση, τα χαρακτηριστικά της πλαστικότητας ενός εδάφους.

Δείκτης πλαστικότητας IP	0,5	5 - 15	15 - 40	> 40
Βαθμός πλαστικότητας του εδάφους:	Όχι πλαστικό	Λίγο πλαστικό	Πλαστικό	Πολύ πλαστικό



Σχ. 14

Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή του IP τόσο πιο ανεπαρκής είναι η συμπεριφορά του εδάφους. Για το λόγο αυτό στην οδοποιία χρησιμοποιούνται μόνο εδάφη μικρής πλαστικότητας. Εν τούτοις για $IP < 5$ η άργιλος σε περίπτωση ξηρασίας ρηγματώνεται εύκολα και χάνει την αντοχή της όταν ενεργούν τα φορτία των τροχοφόρων.

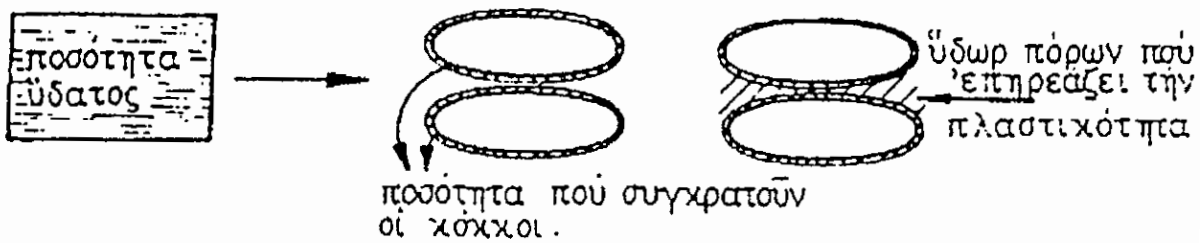
Για τον πλήρη χαρακτηρισμό του βαθμού πλαστικότητας είναι εν τούτοις αναγκαίος ο προσδιορισμός των δύο ορίων του ATTERBERG

Οι τιμές των W_L και W_P προσδιορίζονται με τρόπο πολύ απλό. Το όριο υδαρότητας προσδιορίζεται μετρώντας τον αριθμό των κτύπων που χρειάζονται για να κλείσει μια εγκοπή σε μια τυποποιημένη ημισφαιρική κάψα. Πρόκειται στην ουσία για μια δοκιμή αντοχής στη διάτμηση. Αποδεικνύεται ότι το W_L αντιστοιχεί σε έδαφος αντοχής $2,5 \text{ Kn} / \text{m}^2$ (ή $0,025 \text{ Kg} / \text{m}^2$). Ο προσδιορισμός του ορίου πλαστικότητας, που βασίζεται στον έλεγχο αντοχής ενός κυλίνδρου διαμέτρου $1 / 8 \text{ in.}$, δεν μπορεί να ερμηνευθεί με τρόπο εξίσου απλό.

Τα δύο αυτά όρια επιτρέπουν μια καλή απεικόνιση της συμπεριφοράς των λεπτόκοκκων εδαφών, γιατί εξαρτώνται από τους παράγοντες που επηρεάζουν την αντοχή και τη διαπερατότητα (μορφή των κόκκων, μέγεθος και βαθμός ομοιομορφίας). Η διαπίστωση αυτή όμως βασίζεται περισσότερο στην μέχρι τώρα εμπειρία παρά σε μια αυστηρά επιστημονική ανάλυση.

Τα όρια του ATTERBERG εξαρτώνται από τα λεπτότερα συστατικά του εδάφους, τα μικρότερα από 2μ , δηλαδή από τα αργιλικά υλικά.

Η συμπεριφορά των συστατικών της αργίλου εξαρτάται πολύ από τη χημική σύσταση των κόκκων, πιθανώς γιατί κάθε ένα από τα συστατικά έχει διαφορετικό αριθμό ελεύθερων ιόντων και συγκρατεί διαφορετική ποσότητα ύδατος. Το νερό που επηρεάζει την πλαστικότητα και συνεπώς τις τιμές των ορίων, είναι η διαφορά μεταξύ της ολικής ποσότητας (για την οποία υπολογίζουμε τα όρια) και της ποσότητας που απορροφάται (και δεν έχει καμμία επίδραση στη μηχανική συμπεριφορά



Σχ. 15

του εδάφους γιατί συμπεριφέρεται σαν στερεό). (Σχ.15). Αυτό εξηγεί τις μεγάλες διαφορές μεταξύ των τιμών των ορίων που φαίνονται και στον πίνακα.

Συστατικά της αργίλου	W_L	W_P
Μοντομοριλονίτης	100 - 900	50 - 100
Ίλλίτης	60 - 120	35 - 60
Καολινίτης	30 - 110	25 - 40
Χλωρίτης	44 - 47	36 - 40

Θεωρητική ερμηνεία του τρόπου με τον οποίο οι τιμές των ορίων του ATTERBERG συνέονται με τη σύσταση της αργίλου δεν υπάρχει. Εχουν εν τούτοις γίνει διάφορες ικανοποιητικές προσπάθειες αναλύσεως του προβλήματος. (Βλέπε SEED 1964 και ΛΑΓΓΙΩΤΗ 1971).

έλεγχος και να δίνεται στο A η σωστότερη τιμή. Η σχέση αυτή χρησιμοποιείται συστηματικά για τον έλεγχο των καθιζήσεων.

Μία άλλη συσχέτιση πιο πάνω (βλ. σχ.16), μεταξύ της γωνίας τριβής και του δείκτη πλαστικότητας : Η τιμή του ϕ μειώνεται όταν αυξάνεται ο δείκτης πλαστικότητας.

Πρέπει να σημειωθεί εξάλλου ότι, αφού ο προσδιορισμός των ορίων γίνεται στο εργαστήριο με διαταραγμένη άργιλο, οι τιμές W_L και W_p δεν επηρεάζονται από την υφή των υλικών, η οποία καταστρέφεται κατά τη μάλαξη. Τα όρια αυτά λοιπόν δεν μπορεί να χαρακτηρίσουν πλήρως τη συμπεριφορά του εδάφους. Εν τούτοις λόγω της απλότητας του προσδιορισμού τους και του μεγάλου πλήθους σχετικών πειραματικών δεδομένων, αποτελούν πολύτιμα στοιχεία για τη μελέτη των λεπτόκοκκων εδαφών.

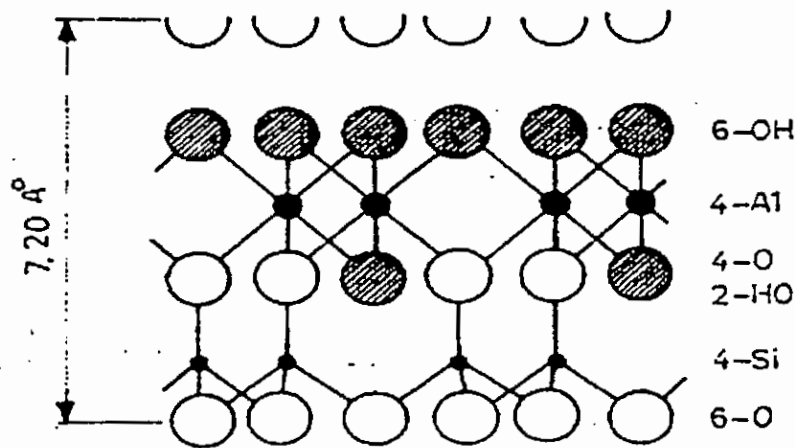
4.Χημική σύσταση και υφή της αργίλου

Ο γεωτεχνικός ορισμός της αργίλου βασίζεται αποκλειστικά στις διαστάσεις των κόκκων. Εν τούτοις έχει διαπιστωθεί ότι η ύπαρξη κόκκων μικρότερων των 2 μικρών είναι δυνατή για ορισμένα βασικά υλικά και συγκεκριμένα για τετραεδρικούς σχηματισμούς ιόντων οξυγόνου γύρω από έναν ιόν Si ή οκταεδρικούς σχηματισμούς οξυγόνου γύρω από έναν ιόν Al ή Mg.

Οι κόκκοι αποτελούνται από στρώσεις των δύο αυτών σχηματισμών μαζί με νερό και δημιουργούνται έτσι διάφορα βασικά ορυκτά που καθορίζουν χαρακτηριστικούς τύπους αργίλων, οι κυριότεροι των οποίων είναι ο καολινίτης, ο πυροφυλίτης, ο μοντμοριλονίτης και ο χλωρίτης. Στο σχ.17 δίνεται σχηματικά η δομή του καολινίτη.

Κάθε ένα από τα υλικά αυτά αποτελείται από διάφορες στρώσεις μεταξύ των οποίων ενεργούν οι δυνάμεις των επιφανειακών ιόντων.

Γενικά οι κόκκοι της αργίλου έχουν πεπλατυσμένη μορφή και χαρακτηρίζονται από τη διάταξη των ιόντων O, Si, Al και Mg καθώς και OH. Η δομή των κόκκων επιτρέπει να εξηγηθεί η συμπεριφορά της αργίλου και οδηγεί σε ενδιαφέροντα ποιοτικά συμπεράσματα, αλλά όχι σε ποσοτικά. Οι ποσοτικού προσδιορισμοί γίνονται με τις εργαστηριακές εδαφοτεχνικές δοκιμές και όχι με χημικές αναλύσεις.



Σχ. 17

Ο μοντιμοριλονίτης παρουσιάζει τα πιο λεπτόκοκκα συστατικά. Έχει μικρότερη αντοχή και μεγαλύτερη πλαστικότητα. Ο καολινίτης έχει μεγαλύτερες διαστάσεις, μικρότερη πλαστικότητα και μεγαλύτερη αντοχή. Ο χαλαζίας είναι αδρανής χωρίς καμμία πλαστικότητα αλλά με μεγάλη γωνία τριβής.

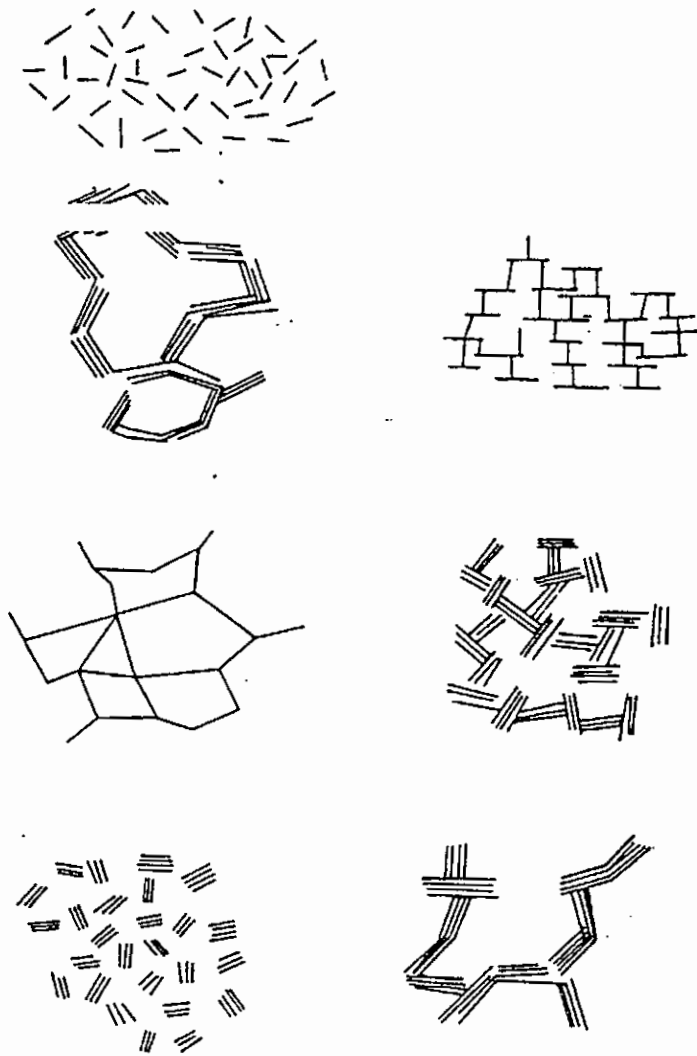
Με τον όρο υφή μεταφράζουμε τον αγγλικό όρο fabric που σημαίνει διάταξη των κόκκων, των ομάδων κόκκων και των πόρων μέσα στο έδαφος. Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και ο όρος δομή (Structure) αλλά είναι καλύτερα να θεωρηθεί ότι ο τελευταίος όρος λαμβάνει υπόψη, εκτός από την υφή, το μέγεθος των κόκκων και τις δυνάμεις που ενεργούν μεταξύ των κόκκων.

Πάντως η διαφορά μεταξύ των δύο όρων είναι ελάχιστη, γιατί κάθε υφή αντιστοιχεί σε μια ορισμένη δομή.

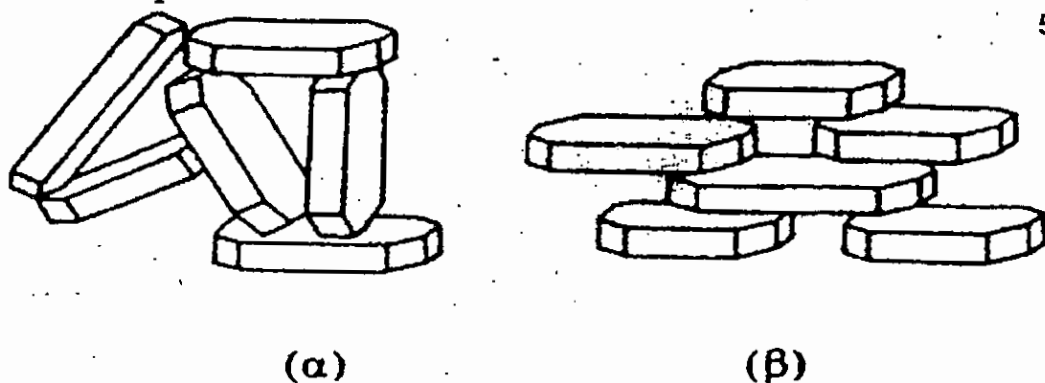
Η μελέτη της υφής που απαιτεί τη χρήση του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου αναπτύχθηκε τις τελευταίες δεκαετίες. Επιτρέπει την εξήγηση της συμπεριφοράς των εδαφών και ειδικότερα της αργίλου, αλλά δεν έχει ακόμα πρακτικές εφαρμογές. Μία καλή παρουσίαση του θέματος γίνεται από τον MITCHELL (1976).

Οι βασικοί τρόποι συνδέσεως των κόκκων της αργίλου δίνονται στο σχήμα **18** . Από πρακτική άποψη δύο είναι οι τρόποι επαφής των κόκκων που ενδιαφέρουν τον μηχανικό, δίνονται στο σχήμα **19** . Στην περίπτωση (α) οι επαφές γίνονται μεταξύ των κόκκων ενώ στην περίπτωση

(β) δημιουργούνται κενά μεταξύ των κόκκων, οι δε τάσεις μεταφέρονται υπό μορφή ηλεκτρικού φορτίου. (Βλέπε LAMBE και WHITMAN. 1969, παρ. 5.5)



Σχ. 18. Βασικοί τρόποι συνδέσεως των κόκκων της άργιλου.



Σχ. 19 Τρόποι επαφής των κόκκων.

Στη μορφή (α) η άργιλος παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή και μικρότερη τάση προς παραμόρφωση καθώς και αυξημένη διαπερατότητα. Όταν διαταραχθεί η άργιλος περνά από την μορφή (α) στη μορφή (β) των παράλληλων κόκκων, χάνεται ένα μεγάλο μέρος της αντοχής της και παρουσιάζονται τάσεις για μεγάλες παραμορφώσεις προς την διεύθυνση των κόκκων. Οι δύο δομές που μπορεί να αντιστοιχούν στον ίδιο δείκτη πόρων έχουν έτσι διαφορετική μηχανική συμπεριφορά. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι ενώ η μορφή (α) είναι πρακτικά ισότροπη η μορφή (β) είναι ανισότροπη. Η μείωση της αντοχής και η αύξηση της παραμορφώσεως αντιστοιχεί στη διεύθυνση του μεγάλου άξονα των κόκκων. Στην κάθετη διεύθυνση η άργιλος θα πρέπει να παρουσιάζει αντίθετα αυξημένα μηχανικά χαρακτηριστικά.

Η μελέτη της υφής γίνεται πιο πολύπλοκη στην περίπτωση που δεν έχουμε μια καθαρή άργιλο, αλλά μίγμα αργίλων ή ακόμα όταν υπάρχουν και μεγαλύτεροι κόκκοι (ιλύος και άμμου) μέσα στο έδαφος.

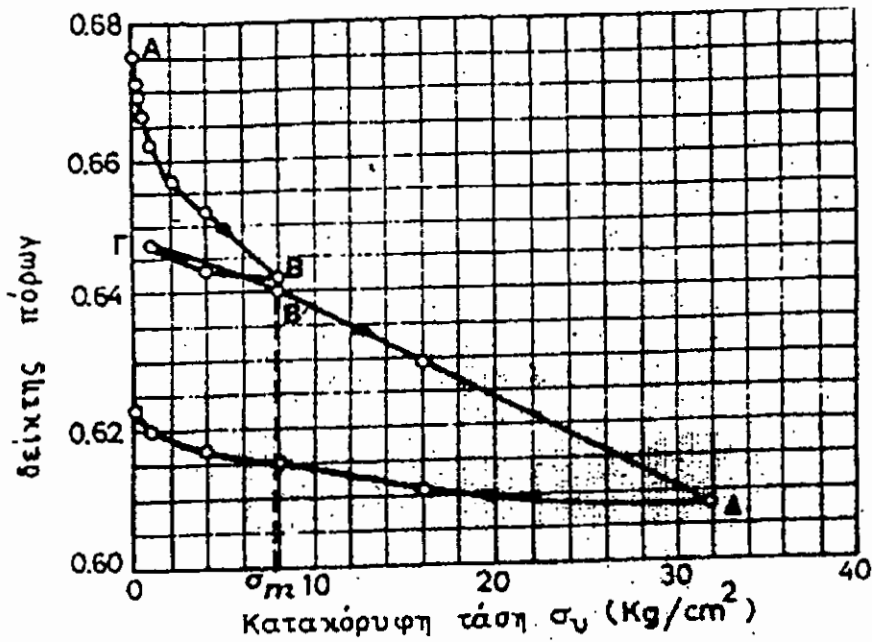
Η σχηματική παρουσίαση της υφής επιτρέπει να ερμηνευτούν τα φαινόμενα της ευαισθησίας και του ερπυσμού της αργίλου.

5. Παραμορφώσεις της αργίλου

Στο σχ. 20. δίνεται η καμπύλη της παραμορφώσεως της αργίλου για μία φόρτιση και μία αποφόρτιση.

Η καμπύλη της αποφορτίσεως ΒΓ είναι διαφορετική από την καμπύλη φορτίσεως ΑΒ. Για μια ορισμένη τάση σι ο δείκτης πόρων e_i , μετά τη φόρτιση και την αποφόρτιση είναι μικρότερος από το δείκτη e_i , πριν από την φόρτιση. Η άργιλος συνεπώς άλλαξε συμπεριφορά και συγκεκριμένα έγινε πιο συμπαγής.

Αν συνεχισθούν οι κύκλοι φορτίσεως, για τάσεις μικρότερες από τη μέγιστη τάση σι που έχει αρχικά εφαρμοσθεί,



Σχ. 20

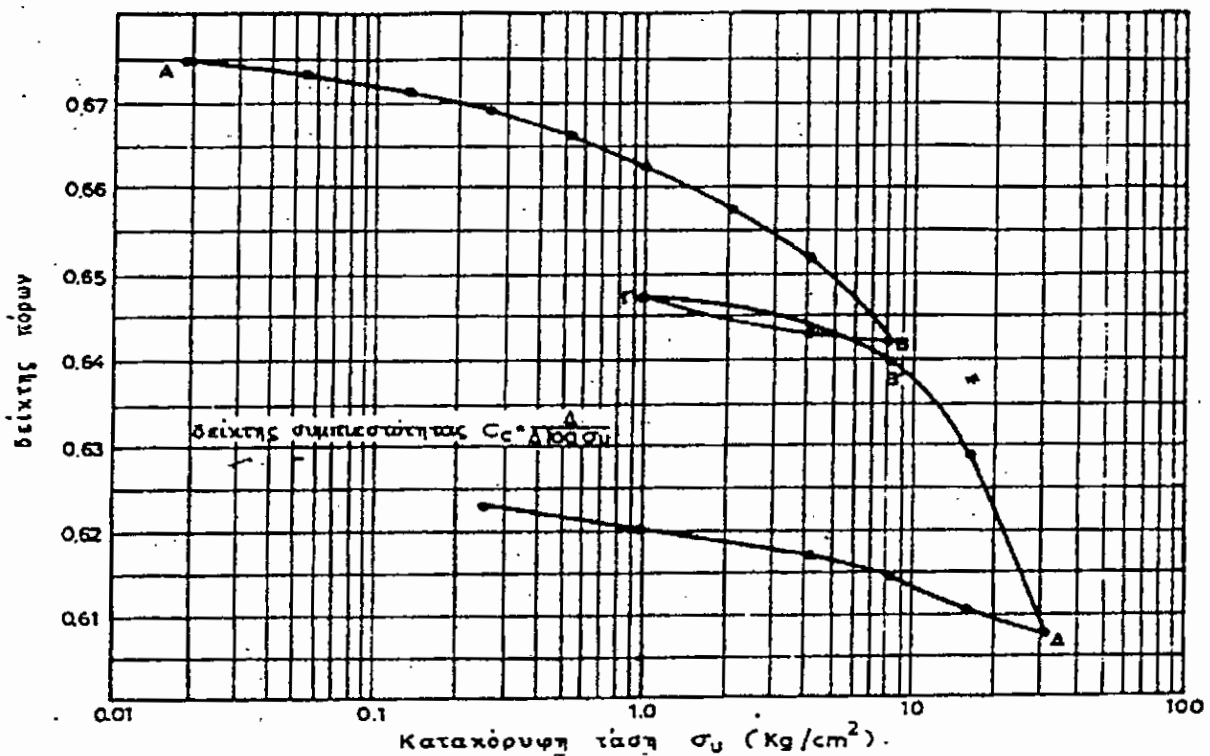
οι παραμορφώσεις θα είναι μικρές και θα γίνουν σύμφωνα με την καμπύλη ΓΒ'. Αλλά για τάσεις μεγαλύτερες από την σ_m , πέρα από το σημείο Β' η καμπύλη της παραμορφώσεως Β' Δ θα είναι η προέκταση της αρχικής καμπύλης ΑΒ.

Στο σχ. 21 δίνονται οι ίδιες καμπύλες αλλά σε κλίμακα ημιλογαριθμική. (Στις τεταγμένες βάζουμε το λογάριθμο του σ).

Στην περίπτωση αυτή τα διάφορα τμήματα των καμπυλών είναι περίπου ευθύγραμμα. Η κλίση τους είναι συνεπώς σταθερή και επιτρέπει τον ορισμό ενός συντελεστή παραμορφώσεως που ονομάζεται δείκτης συμπίεστος C_c .

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \log \sigma}$$

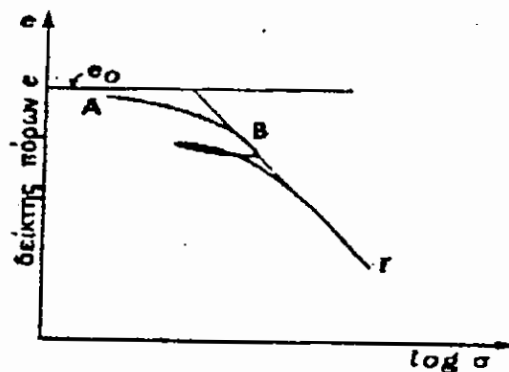
Στο σχ. 22 δίδεται σχηματικά μία καμπύλη παραμορφώσεως ($\log \sigma, e$). Αποτελείται από ένα ελαφρά καμπύλο τμήμα ΑΒ μικρών παραμορφώσεων, και ένα περίπου ευθύγραμμο τμήμα ΒΓ μεγάλων παραμορφώσεων. Ο ορισμός του C_c αντιστοιχεί στο τμήμα ΒΓ. Για το τμήμα ΑΒ δεν είναι εύκολο να προσδιορισθεί ένας σταθερός συντελεστής. Επειδή



Σχ. 21.

όμως στην περιοχή αυτή οι παραμορφώσεις είναι μικρές, μπορεί κατά προσέγγιση να αντικατασταθεί το τόξο AB με τη χορδή AB, και έτσι να ορισθεί και στη ζώνη αυτή μια τιμή της C_c .

Η τάση σ_0 που αντιστοιχεί στο σημείο B είναι η τάση της προστερεοποίησεως. Για φορτίσεις που αντιστοιχούν σε τάσεις μικρότερες της σ_0 η άργιλος θεωρείται προστερεοποιημένη. Για τάσεις μεγαλύτερες της σ_0 η άργιλος ονομάζεται κανονική. Η τάση σ είναι συνήθως η κατακόρυφη τάση που αντιστοιχεί στο άθροισμα των εξωτερικών φορτίων και του ίδιου βάρους. Η ίδια άργιλος μπορεί έτσι να είναι προστερεοποιημένη

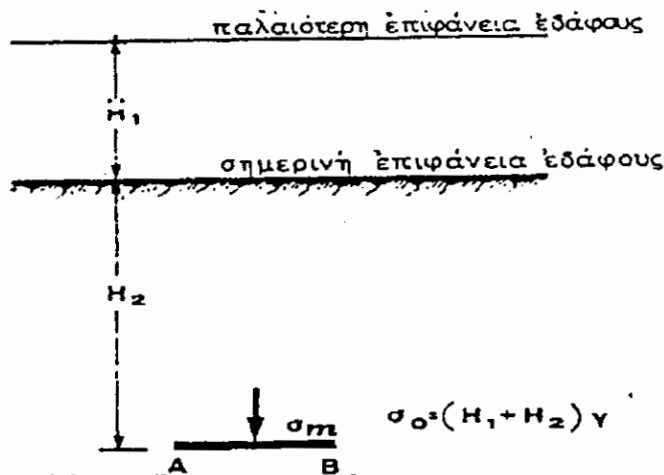


Σχ. 22

για ένα φορτίο και μη προστεροποιημένη ή κανονική για ένα άλλο φορτίο. Τα περισσότερα στρώματα προστεροποιημένης αργίλου έχουν υποστεί την προσυμπίεση που αντιστοιχεί στο σημείο B, για πολύ μεγάλα φορτία που οφείλονταν σε στρώσεις (Σ) εδάφους F μεγάλου πάχους H_1 .

Έτσι η τιμή $\sigma_0 = H_1 \gamma$ της προφορτίσεως, η οποία αφαιρέθηκε κατά τη διάβρωση του στρώματος Σ , είναι μεγαλύτερη από αυτές που μπορεί να προσθέσει εκ των υστέρων ένα τεχνικό έργο.

Πράγματι αν



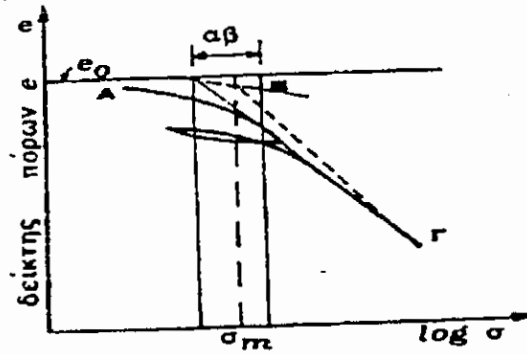
Σχ. 23

$H_1 = 100 \text{ m}$, έχουμε περίπου

$$\sigma_0 = 170 \text{ t/m}^2 = 17 \text{ Kg/cm}^2$$

ενώ οι συνηθισμένες τάσεις φορτίσεως που μεταφέρουν οι κατασκευές είναι της τάξεως των $2 - 3 \text{ Kg/cm}^2$. Μια προστεροποιημένη άργιλος μπορεί έτσι να ορισθεί ανεξάρτητα από τα φορτία τα οποία θα προσθέσει μία θεμελίωση.

Ο προσδιορισμός της τάσεως σ_0 ή καλύτερα του σημείου B, φαίνεται από τα παραπάνω σαν βασικής σημασίας. Θεωρητικά το πρόβλημα δεν είναι απλό γιατί τα τμήματα AB και BΓ δεν είναι ευθύγραμμα. Υπάρχει μια ζώνη ($\alpha\beta$) (σχ. 24) μέσα στην οποία μπορεί να τοποθετηθεί το σημείο B ανάλογα με τον τρόπο προσδιορισμού που θα χρησιμοποιηθεί .



Σχ. 24

Ο LEONARDS (1962) δίνει διάφορους τρόπους κατασκευής του σημείου Β. Στην πράξη όμως βρισκόμαστε συνήθως μακριά από τη ζώνη (α β).

Η προστερεοποιημένη άργιλος παρουσιάζει πολύ μικρότερες παραμορφώσεις από την κανονικά στερεοποιημένη άργιλο. Για το λόγο αυτό η τελευταία, που ονομάζεται και μαλακή άργιλος, δεν χρησιμοποιείται σαν έδαφος θεμελιώσεως. Η χρησιμοποίησή της απαιτεί βελτίωση του εδάφους, σύμφωνα με την τεχνολογία της βελτιώσεως των κακών εδαφών (Βλ. κεφ. 7 των Αντιστηρίξεων - Θεμελιώσεων). Ένας απλός έλεγχος της προστερεοποιήσεως γίνεται με τη σύγκριση της περιεκτικότητας W_p . Όσο πιο κοντά είναι το w στο W_p τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να πρόκειται για προστερεοποιημένο έδαφος.

Υπάρχουν ακόμα άργιλοι πιο παραμορφώσιμες από τις μαλακές.

Είναι οι υπο - στερεοποιημένες άργιλοι. Πρόκειται για εδάφη που δεν έχουν ακόμα στερεοποιηθεί. Για τα εδάφη αυτά, στην περίπτωση κατασκευής μιας θεμελιώσεως, η καθίζηση θα είναι το άθροισμα της καθιζήσεως λόγω των τάσεων θεμελιώσεως και της διαφοράς της ολικής καθιζήσεως από το ίδιο βάρος και αυτής που παρατηρείται τη στιγμή της κατασκευής της θεμελιώσεως. Τα υπό - στερεοποιημένα εδάφη είναι τελείως ακατάλληλα για θεμελιώσεις.

Οι παραμορφώσεις της άργιλου, για τις οποίες έγινε λόγος παραπάνω, δεν πραγματοποιούνται αμέσως μετά την εφαρμογή του φορτίου, όπως συμβαίνει με τα ελαστικά σώματα και με την άμμο. Η ολοκλήρωση της παραμορφώσεως μπορεί να απαιτήσει πολύ χρόνο και σε ορισμένες περιπτώσεις αιώνες. Αυτό οφείλεται στο ότι για να παραμορφωθεί μία κεκορεσμένη άργιλος, πρέπει να εκδιωχθεί το νερό των πόρων. Επειδή δε η διαπερατότητα της άργιλου είναι μικρή, όταν το πάχος των στρωμάτων είναι μεγάλο, η απομάκρυνση του νερού γίνεται με πολύ αργό ρυθμό.

Το φαινόμενο της παραμορφώσεως λόγω απομαρύνσεως του ύδατος λέγεται στερεοποίηση της άργιλου. Είδαμε πιο πάνω ότι για ορισμένες άργιλους ή στερεοποίηση δεν έχει ακόμα περατωθεί.

Αλλά και όταν περατωθεί η στερεοποίηση, η παραμόρφωση δεν σταματά υποχρεωτικά γιατί μπορεί να συνεχίζεται η κίνηση των

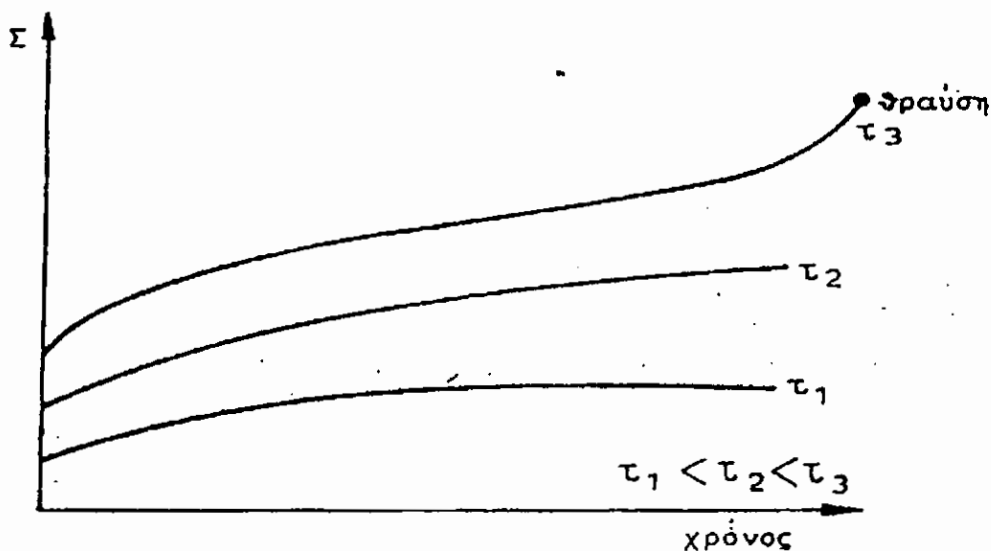
κόκκων. Η δευτερεύουσα στερεοποίηση δεν έχει μελετηθεί αρκετά.

Μια σχετική ερμηνεία της συμπεριφοράς της αργίλου για ότι αφορά την παραμόρφωσή της δίδεται στο σχ. 25, η φάση 1 αντιστοιχεί στο τέλος της στερεοποίησης η φάση 2, στην εξέλιξη της δευτερεύουσας στερεοποίησης, και η φάση 3 στη θραύση λόγω μεγάλης παραμόρφωσης.



Σχ. 25

Ο μηχανισμός αυτός εξηγεί γιατί η άργιλος υφίσταται μεγάλες παραμορφώσεις με σταθερό φορτίο, και γιατί τελικά υφίσταται θραύση. Στο σχήμα 26, δίνονται οι καμπύλες παραμόρφωσης με σταθερό διατμητικό φορτίο συναρτήσει του χρόνου. Πρόκειται όμως για ποιοτική παρουσίαση, αφού η κλίμακα του χρόνου δεν είναι καθορισμένη. Για τον καθορισμό της χρονικής στιγμής της θραύσεως, ο έλεγχος των παραμορφώσεων, μπορεί να αποτελέσει μια σχετική ένδειξη. Προσπάθειες υπολογισμού γίνονται σήμερα με τη βοήθεια ροολογικών μοντέλων. (Βλ. MITCHELL 1976).



Σχ. 26

για την αντοχή και τις παραμορφώσεις της αργίλου. Είδαμε ότι οι παραμορφώσεις της αργίλου εξαρτώνται από το βαθμό προφορτίσεως, δηλαδή τελικά από την τιμή του δείκτη πόρων.

Εξάλλου η μελέτη των ορίων του ATTERBERG οδηγεί στη διαπίστωση ότι ανάλογα με την περιεκτικότητα σε νερό μια κορεσμένη άργιλος έχει αντοχή που μεταβάλλεται από μια πολύ υψηλή τιμή ως το μηδέν, που αντιστοιχεί στην υδαρή κατάσταση.

Για μια κορεσμένη άργιλο όμως η περιεκτικότητα σε νερό εξαρτάται μόνο από το δείκτη πόρων.

Προκύπτει έτσι ότι για τις κορεσμένες αργίλους και η αντοχή και η παραμόρφωση είναι συναρτήσεις της τιμής του δείκτη πόρων. Μπορούμε να πούμε ότι για κάθε συγκεκριμένη τιμή του δείκτη πόρων, το υλικό άργιλος έχει διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες. Έτσι κατά τη διάρκεια μιας εργαστηριακής δοκιμής, αν μεταβάλλεται το e , έχουμε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο υλικό, και στο τέλος της δοκιμής το υλικό είναι διαφορετικό από αυτό που ήταν πριν από τη δοκιμή. Πώς μπορεί συνεπώς να μελετηθεί εργαστηριακά η άργιλος με τρόπο απόλυτα ικανοποιητικό ;

Είναι γνωστή η προσπάθεια του HVORSLEY, ο οποίος το 1937 μελέτησε δύο δοκίμια με τον ίδιο δείκτη πόρων και διαφορετική φόρτιση (αντιστοιχούν στα σημεία A και A' του σχ. 27) χάραξε έτσι την περιβάλλουσα θραύσεως KL, και υπολόγισε τις τιμές c_e και φ_e που ονόμασε πραγματικές τιμές της συνοχής και της γωνίας τριβής.

Η γωνία φ_e είναι ανεξάρτητη από την τιμή του δείκτη πόρων, ενώ η συνοχή c_e εξαρτάται μόνο από το δείκτη πόρων που έχει αμελητέα τιμή όταν δεν εφαρμόζεται καμμία ενεργός τάση συμπίεσεως ή δεν υπάρχουν χημικές συνδέσεις των κόκκων.

Αν όμως ληφθεί υπόψη ότι η υφή της αργίλου, από την οποία εξαρτάται η ευαισθησία που τόσο έντονα μεταβάλλει την αντοχή, δεν είναι η ίδια για τα δύο δοκίμια, προκύπτει ότι η άργιλος των σημείων A και A' δεν είναι πάλι η ίδια, έστω και αν έχει τον ίδιο δείκτη πόρων. Έτσι η προσπάθεια να προσδιοριστεί η πραγματική αντοχή της αργίλου δεν είναι απόλυτα ικανοποιητική. Επειδή δε η διαδικασία του προσδιορισμού των c_e και φ_e είναι αρκετά πολύπλοκη, η μέθοδος αυτή έχει σχεδόν εγκαταληφθεί.

Θα συμπεράνουμε συνεπώς ότι το μόνο που μπορεί να γίνει είναι να μελετούνται οι μηχανικές ιδιότητες της αργίλου για περιορισμένο φάσμα μεταβολής του δείκτη πόρων.

6 Διαπερατότητα

Η άργιλος είναι πρακτικά αδιαπέρατη όταν βρίσκεται σε μεγάλο πάχος. Ο συντελεστής διαπερατότητας K έχει τιμή μικρότερη από

$$10^{-7} \text{ cm / sec}$$

Η ροή μέσα στην άργιλο προχωρεί έτσι με ταχύτητα της τάξεως εκατοστών του μέτρου το έτος. Η ποσότης του νερού που περιέχεται σε ένα στρώμα αργίλου μπορεί όμως να είναι πολύ μεγάλη.

7. Αναζύμωση

Πολλά λεπτόκοκκα υλικά, όπως η άργιλος και άλλα κολλοειδή εδάφη, όταν υποβάλλονται σε αναμόχλευση χωρίς μεταβολή της περιεκτικότητάς τους σε νερό, γίνονται μαλακότερα. Η αναμόχλευση του εδάφους ονομάζεται συνήθως " αναζύμωση " του εδάφους και έχει αποτέλεσμα τη μείωση της αντοχής του εδάφους.

Η μείωση αυτή οφείλεται στη διάσπαση της δομής του εδάφους και την καταστροφή της διατάξεως των προσροφημένων στρώσεων, που οδηγεί σε ελάττωση των δεσμών (δυνάμεων έλξεως κλπ.) μεταξύ των σωματιδίων του εδάφους.

Η συνεκτικότητα των εδαφών μετά την αναζύμωση μπορεί να μεταβληθεί με τη μεταβολή της περιεκτικότητάς τους σε νερό.

8. Ευαισθησία

Ευαισθησία ονομάζεται η επίδραση της αναζυμώσεως στη συνεκτικότητα του εδάφους. Αναφέρεται συνήθως σε αργιλικά εδάφη και εκφράζεται ποσοτικά από το " βαθμό ευαισθησίας ", που ορίζεται από το πηλίκο των αντοχών :

$$S = \frac{q_u}{q'_u}$$

Στη σχέση αυτή είναι :

q_u η αντοχή σε ανεμπόδιστη θλίψη, αδιατάρακτου δείγματος, και

q'_u η αντοχή σε αναμπόδιστη θλίψη, αναζυμωθέντος δείγματος (χωρίς τη μεταβολή της περιεκτικότητας του δείγματος σε νερό)

Σε αργίλους με διασκορπισμένη δομή η απώλεια της αντοχής τους μετά την αναζύμωση είναι μικρή, ενώ σε αργίλους με καλώς ανεπτυγμένη σκελετική δομή η απώλεια μπορεί να είναι μεγάλη.

Πολλές φορές η ευαισθησία της αργίλου μπορεί να είναι τόσο μεγάλη, ώστε μετά την αναζύμωση το δείγμα να μην μπορεί να σταθεί ούτε με το δικό του το βάρος.

Ανάλογα με τις αριθμητικές τιμές του συντελεστού S τα αργιλικά εδάφη διακρίνονται κατά τον επόμενο πίνακα.

Ευαισθησία αργίλου	S
Μικρή	2 ÷ 4
Μέση (ευαίσθητη)	4 ÷ 8
Μεγάλη (ρέουσα)	8 ÷ 16

9. Φυσική υγρασία

Η άργιλος ειδικά είναι πάντοτε σχεδόν ή τελείως κορεσμένη, με εξαίρεση την επιφανειακή στρώση της, που υπόκειται στις εποχιακές μεταβολές της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Η άργιλος περιέχει ενίοτε και αέρια με μορφή φυσσαλίδων διασκορπισμένων στη μάζα της. Οι φυσσαλίδες συνίστανται από ατμοσφαιρικό αέρα, που εισεχώρησε στην αποθήκη κατά τον σχηματισμό της, ή από αέρια που παρήχθησαν μέσα στη μάζα του εδάφους μεταγενέστερα, από χημικές διεργασίες, π.χ. από αποσύνθεση οργανικών συστατικών, κ.λ.π.

Εάν μεταβληθή η περιεκτικότης της αργίλου σε νερό τότε αλλάζει και η εμφάνισή της μαζί με τις άλλες ιδιότητές της.

Βαθμιαία μείωση του περιεχομένου νερού με βραδεία αποξήρανση, οδηγεί στην μετάπτωση του εδάφους από την "υγρή", στην "πλαστική" και ακολούθως στη "στερεή" κατάσταση (αργιλικό έδαφος με βαθμό κορεσμού $S = 90\%$, είναι τόσο σκληρό, που δίνει την εντύπωση ξηρού εδάφους).

Στην υγρή κατάσταση τα σωματίδια του εδάφους βρίσκονται σε απόσταση τα μεν από τα δε και οι σχετικές μεταξύ τους κινήσεις είναι ευχερείς. Στην πλαστική κατάσταση τα σωματίδια βρίσκονται πλησιέστερα μεταξύ τους και αλληλοσυνδέονται, μέσω των προσροφημένων στρώσεων, η σχετική μεταξύ των σωματιδίων κίνηση είναι δυσχερής διότι παρεμποδίζεται η απομάκρυνσή τους. Στη στερεή κατάσταση τα σωματίδια βρίσκονται ακόμη πλησιέστερα μεταξύ τους, τόσο ώστε σε μερικά σημεία να εφάπτονται σ' αυτήν την περίπτωση η εκδήλωση εσωτερικών τριβών.

10. Διόγκωση

Εάν η ασκούμενη πίεση σε αργιλικό έδαφος αυξηθή, λόγω επισωρεύσεως πάνω σ' αυτό άλλων εδαφών, ή λόγω επιβολής εξωτερικών φορτίων, η περιεκτικότης του αργιλικού εδάφους σε νερό μειώνεται διότι τα σωματίδια του εδάφους αναγκάζονται να πλησιάσουν μεταξύ τους, ως στερεοποιούμενο. Κατά τη συμπίεση αυτή έχουμε παράλληλα μεταβολή της δομής του εδάφους, εξουδετέρωση των μεταξύ των σωματιδίων ασκούμενων ενδεχομένως απωστικών δυνάμεων και ελαστική παραμόρφωση των σωματιδίων.

Όταν η πρόσθετη πίεση αναιρεθεί και με την προϋπόθεση ότι υπάρχει διαθέσιμο ελεύθερο νερό, η περιεκτικότης του εδάφους σε νερό αυξάνεται παράλληλα με την αύξηση του όγκου του εδάφους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται " διόγκωση " και οφείλεται σε πορεία αντίστροφη από την ακολουθούμενη κατά τη στερεοποίηση, δηλ. στην εκδήλωση απωστικών δυνάμεων που έχουν αποτέλεσμα την αύξηση των μεταξύ των σωματιδίων αποστάσεων, και στην απόδοση των ελαστικών παραμορφώσεων..

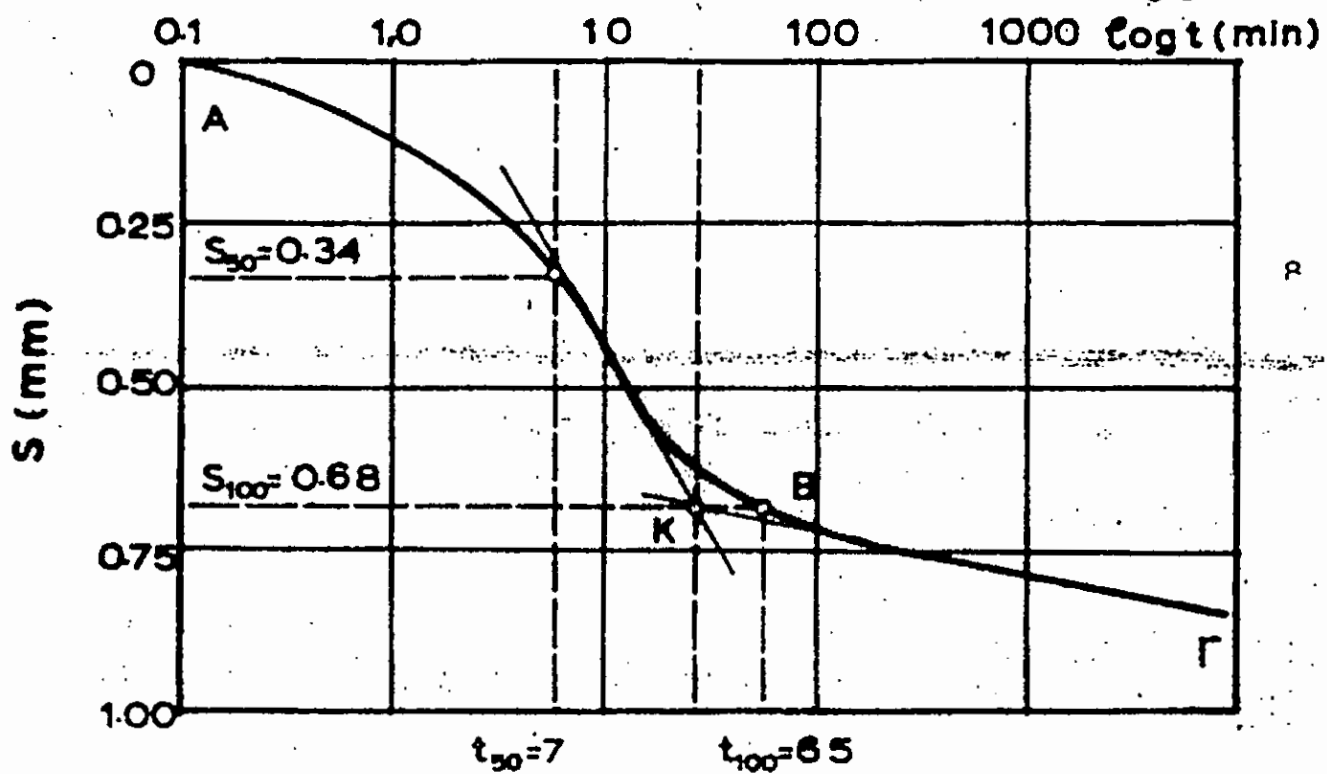
Κατά τη στερεοποίηση και διόγκωση των λεπτοκόκκων εδαφών υπερिशύουν τα φαινόμενα που οφείλονται στα ηλεκτρικά φορτία, ενώ κατά τη στερεοποίηση και διόγκωση των μιγμάτων (π.χ. άμμου - αργίλου), υπερिशύουν αυτά που οφείλονται στην ελαστική παραμόρφωση των κόκκων.

11. Όρια Atterberg.

Η αυξομείωση της περιεκτικότητος σε νερό των λεπτοκόκκων εδαφών μεταβάλλει τη συνεκτικότητά τους, όπως έχουμε αναφέρει. Η περιεκτικότης σε νερό με την οποία τα διάφορα είδη αργίλου μεταπίπτουν από την " υγρή "

12. Στερεοποίηση

Ο διαχωρισμός γίνεται πρακτικά από την παραστατική καμπύλη του εδάφους, καθίζηση - λογάριθμος χρόνου ($S - \log t$), για σταθερή πίεση p . Στην καμπύλη αυτή (βλ. σχήμα) διακρίνουμε δύο



Σχ. 28

τμήματα που μπορεί να θεωρηθούν ευθύγραμμα και των οποίων οι προεκτάσεις τέμνονται στο σημ. Κ. Το τμήμα ΑΒ παριστά την πρωτεύουσα στερεοποίηση και το ΒΓ τη δευτερεύουσα, που η εξέλιξή της είναι πολύ βραδύτερα της πρωτευούσης.

Η ολική καθίζηση από στερεοποίηση είναι λοιπόν το άθροισμα της πρωτευούσης στερεοποίησης, που είναι αποτέλεσμα της βραδείας τακτοποιήσεως της δομής του εδάφους.

Η καμπύλη του σχήματος κατασκευάζεται : από πληροφορίες που παίρνουμε εργαστηριακά, καταγράφοντας τις καθιζήσεις δείγματος εδάφους σε συνάρτηση με το χρόνο, για διάφορες βαθμίδες φορτίσεως. Ο χρόνος ο απαιτούμενος για την ολοκλήρωση (100%) της πρωτευούσης στερεοποίησης, μετά την οποία η πίεση των πόρων μηδενίζεται μπορεί να εκτιμηθεί για κάθε φόρτιση, με τη βοήθεια του "συντελεστού στερεοποίησης" c_u :

$$c_u = \frac{T_u H^2}{t}$$

Στη σχέση αυτή είναι :

T_u = παράγων "χρόνου", συνάρτησις του βαθμού της στερεοποίησης, που εκφράζεται ως ποσοστό %.

t = χρόνος απαιτούμενος για την προσέγγιση κάποιου ποσοστού (%) στερεοποιήσεως, π.χ. t 20 ή t 50 που αναφέρονται σε 20 ή 50% της στερεοποιήσεως. Από το διάγραμμα, έχοντας τα S 100, t 100 μετά τον ορισμό του K , βρίσκουμε π.χ. το S 50 = S 100 : 2, και απ' αυτό το t 50.

H = το μεγαλύτερο μήκος της διαδρομής που πρέπει να ακολουθήσουμε ένα μόριο ύδατος, ώστε να μηδενισθεί η πίεση. (Στην εργαστηριακή συσκευή είναι συνήθως το μισό του πάχους του δείγματος).

Σημείωση

Όταν το έδαφος είναι λεπτόκοκκο, όπως π.χ. η άργιλος τα κενά είναι πολύ μικρά και η αντίσταση στη ροή του ύδατος πολύ μεγάλη με συνέπεια τονερό να εκτοπίζεται από το έδαφος πολύ αργά. Η στερεοποίηση σ' αυτή την περίπτωση εκτείνεται σε μεγάλη χρονική περίοδο, μετά την επιβολή της φορτίσεως, που πολλές φορές φθάνει σε πολλά χρόνια. Αντίθετα στα πλέον χονδρόκοκκα εδάφη, όπως π.χ. οι χάλικες, τα κενά είναι μεγάλα και η διαφυγή του ύδατος γίνεται γρήγορα παράλληλα με τη φόρτιση. Τα άλλα υλικά, όπως η ιλύς, η λεπτόκοκκος άμμος κ.λ.π., υπόκεινται στο φαινόμενο της στερεοποιήσεως σε ενδιάμεσα χρονικά διαστήματα από τις αναφερθείσες οριακές περιπτώσεις.

Από τα παραπάνω συνεπάγεται ότι η αύξηση της αντοχής του αργιλικού εδάφους επέρχεται συνήθως σε χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από όσο απαιτείται για την κατασκευή των περισσοτέρων κατασκευών, και γι' αυτό αφνοείται στους υπολογισμούς. Εξαίρεση αποτελούν τα γήινα φράγματα, που επειδή έχουν μακρά περίοδο κατασκευής δικαιολογείται η θεώρηση της αυξήσεως της αντοχής του εδάφους.

13. Προφόρτιση

Οι φυσικές αποθέσεις των συνεκτικών εδαφών έχουν υποστεί ενίοτε συμπίεση κατά τη διάρκεια της γεωλογικής τους ιστορίας. Πολλές φορές η συμπίεση αυτή είναι τόσο ισχυρή, ώστε οι αποθέσεις αυτές να είναι σχετικά ασυμπιέστες. Τα εδάφη αυτά λέγονται " προφορτισμένα ", για διάκριση από τα άλλα εδάφη, τα " απροφόρτιστα ", τα οποία δεν έχουν υποστεί πίεση μεγαλύτερη απ' αυτή που υφίστανται τώρα.

Τα προφορτισμένα εδάφη είναι πυκνότερα από τα απροφόρτιστα γι' αυτό η φυσική υγρασία w , κορεσμένου προφορτισμένου εδάφους

είναι μικρότερη από την w του ίδιου εδάφους, που δεν έχει υποστεί λωμώς προφόρτιση. Συνεπώς η περιεκτικότης φυσικής υγρασίας μπορεί να χαρακτηρίσει το έδαφος από πλευράς προφορτίσεως.

Η άργιλος είναι σχεδόν βέβαιο ότι είναι προφορτισμένη εάν η φυσική υγρασία είναι πλησιέστερα προς το PL ή το LL. Εάν η w είναι πλησιέστερα ή μεγαλύτερη από το LL, η άργιλος είναι απροφόρτιστη. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των απροφορτίστων αργίλων είναι ότι κανά κανόνα παρουσιάζονται " μαλακές " μέχρι μεγάλου βάθους.

Σαν βοηθητικό στοιχείο για τον χαρακτηρισμό των αργιλικών εδαφών μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον δείκτη υδαρότητας J_L , έτσι για,

$J_L = 0 \div 0,6$, το έδαφος είναι προφορτισμένο και για

$J_L = 0,6 \div 1,0$, το έδαφος είναι απροφόρτιστο.

14.Σχόλια

Το αργιλικό έδαφος :

- α. Είναι κακό υλικό επιχώσεως λόγω των σημαντικών ωθήσεων που παράγει.
- β. Είναι κακό υλικό για την κατασκευή επιχωμάτων, διότι έχει περιορισμένη αντοχή σε διάτμηση και παρουσιάζει δυσχέρειες στη συμπίεση.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 3ο

3. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΣ

3.1 Γενικά

Η λήψη διαφόρων δειγμάτων από το υπέδαφος, θα γίνεται με την εφαρμογή των κανόνων της Τεχνικής και τη χρήση κατάλληλων δειγματοληπτών. Σκοπός της δειγματοληψίας, είναι ο καθορισμός της δομής και της γεωτεχνικής τομής του υπεδάφους, καθώς και η διαμόρφωση κατάλληλων δοκιμίων για το προσδιορισμό στο εργαστήριο εδαφομηχανικής των φυσικών και των μηχανικών ιδιοτήτων του υπεδάφους.

Η δειγματοληψία διαχωρίζεται σε δύο κατηγορίες δειγμάτων :

α. Αδιατάρακτο δείγμα θεωρείται κάθε δείγμα που λαμβάνεται με κατάλληλη τεχνική λήψη του και με χρήση δειγματολήπτη, που εξασφαλίζει την ελάχιστη διατάραξη του εδαφικού ιστού του, ώστε το δείγμα αυτό να είναι κατάλληλο για τον προσδιορισμό των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους

Τρόπος Λήψεως

Αδιατάρακτα δείγματα θα λαμβάνονται κυρίως σε μαλακά συνεκτικά εδάφη με ειδικούς δειγματολήπτες. Η συχνότητα δειγματοληψίας αδιατάρακτων δειγμάτων καθορίζεται από τον Μελετητή.

Για την επιτυχία της δειγματοληψίας θα πρέπει :

α. Ο δειγματολήπτης να εισχωρεί στο υπέδαφος αργά με πίεση που ασκείται με τη βοήθεια του υδραυλικού συστήματος του γεωτρυπάνου και όχι με κρούσεις.

β. Να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο μήκος, εισχωρήσεως του δειγματολήπτη μέσα στο έδαφος. Το μήκος αυτό θα πρέπει οπωσδήποτε να είναι μικρότερο από το μήκος του πουκάμισου του δειγματολήπτη ώστε να αποφεύγεται συμπίεση και επομένως διαταραχή του δείγματος.

γ. Κατά την είσοδο του δείγματος μέσα στο δειγματολήπτη να μειωθεί το ελάχιστο η υπερπίεση που δρα στην επάνω επιφάνεια του δείγματος. Γι' αυτό επιβάλλεται η προσαρμογή κατάλληλης βαλβίδας εκτονώσεως της υπερπίεσεως.

δ. Να χρησιμοποιούνται δειγματολήπτες με το ελάχιστο δυνατό πάχος τοιχωμάτων, ώστε να μειωθούν αντίστοιχα οι τριβές κατά την είσοδο του δειγματολήπτη στο έδαφος.

ε. Για όλους τους τύπους δειγματοληψίας, ο δειγματολήπτης να συντηρείται με επιμέλεια και να διατηρείται εντελώς καθαρός ώστε όλες οι συνδέσεις και τα κινούμενα τεμάχια να εργάζονται ελεύθερα. Πριν από την έναρξη της δειγματοληψίας να ελέγχεται η κανονική λειτουργία του δειγματολήπτη.

στ. Για όλα τα είδη δειγματοληπτών να διανοίγεται η οπή μέχρι τα βάθος που θα ληφθεί το αδιατάρακτο δείγμα. Η οπή να καθαρίζεται με επιμέλεια από τα διάφορα εδαφικά υλικά έτσι ώστε να μην διαταράσσεται το έδαφος που προορίζεται για τη δειγματοληψία.

Εάν η στάθμη δειγματοληψίας βρίσκεται πάνω από τον υπόγειο ορίζοντα και το έδαφος διαταράσσεται με διαβροχή (π.χ. λεπτή χαλαρή άμμος), συνιστάται ο καθαρισμός της οπής να γίνεται με κοχλιωτό δειγματολήπτη τύπου Auger " εν ξηρώ ". Στα λεπτόκοκκα υλικά με μικρή υδατοπερατότητα ή σε ήδη κορεσμένα υλικά, ο καθαρισμός συνιστάται να γίνεται με πλύση και με χρησιμοποίηση πτερυγιωτών κοπιδίων που βοηθούν στην αναμόχλευση του διαταραγμένου τμήματος του υπεδάφους.

Στην περίπτωση που είναι απόλυτα επιθυμητή η λήψη δείγματος και δεν είναι δυνατή η εισχώρηση του δειγματολήπτη με πίεση μέσα σε σκληρό υπέδαφος είναι δυνατόν, ύστερα από έγκριση του Επιβλέποντα να εφαρμοστούν ελαφρές κρούσεις στον δειγματολήπτη με τη βοήθεια των διατρητικών στελεχών.

Επίσης δεν θα χρησιμοποιείται ελετηριωτή στεφάνη συγκρατήσεως του δείγματος, γιατί κατά την είσοδο του στο δειγματολήπτη διαταράσσεται περιορισμένα. Όταν επιβάλλεται η χρησιμοποίηση ελατηριωτής στεφάνης για την συγκράτηση του δείγματος λόγω της φύσεως του εδάφους, απαιτείται η έγκριση του Επιβλέποντα.

Επίσης στην περίπτωση που χρησιμοποιείται για λίπανση της γεωτρήσεως θιξοτροπικό αιώρημα αντί για καθαρό νερό, αυτό θα έχει την μικρότερη δυνατή πυκνότητα.

Τυχόν παρεκκλίσεις ή παραλλαγές, στα παραπάνω, που επιβάλλονται λόγω της φύσεως του εδάφους για να καταστεί δυνατή η δειγματοληψία, θα σημειώνονται στο μητρώο γεωτρήσεως ιδιαίτερα.

β. Διαταραγμένο δείγμα θεωρείται κάθε δείγμα που από την τεχνική λήψη του και τον δειγματολήπτη που χρησιμοποιήθηκε, έχει υποστεί διατάραξη του εδαφικού του ιστού, ώστε να θεωρείται ακατάλληλο για τον προσδιορισμό των μηχανικών

ιδιοτήτων και να είναι κατάλληλο μόνο για τον προσδιορισμό των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους. Είναι δυνατόν κατά την κρίση του Μελετητή και σύμφωνη γνώμη του Επιβλέποντα, ορισμένα από τα δείγματα αυτά, λόγω της φύσεως του εδάφους και του τρόπου δειγματοληψίας, να θεωρηθούν ημιδιαταραγμένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Η τεχνική λήψεως ενός δείγματος καθώς και ο τύπος δειγματολήπτη που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτώνται και καθορίζονται από το είδος και τη δομή του υπεδάφους.

Τρόποι λήψεως διαταραγμένου δείγματος.

Αντιπροσωπευτικά διαταραγμένα δείγματα από το υπέδαφος μπορούν να λαμβάνονται με κρούσεις ή και με περιστροφή

Δείγματα με κρούσεις

Η λήψη των δειγμάτων γίνεται με τον πρότυπο δειγματολήπτη TERZAGHI κατά την εκτέλεση της πρότυπης δοκιμής διεισδύσεως (S.P.T.) ή με ειδικούς δειγματολήπτες παχέος τοιχώματος με ποδοβαλβίδα, εφ' όσον απαιτείται, για την συγκράτηση του δείγματος. Η προδιαγραφή (SPT) περιγράφεται στο τεύχος " Προδιαγραφές Δοκιμών Υπαίθρου ".

Δείγματα με περιστροφή

Δειγματολήπτης απλού σωλήνα.

Η δειγματοληψία θα γίνεται με περιστρεφόμενο δειγματολήπτη απλού χαλύβδινου σωλήνα κατάλληλου μήκους και διαμέτρου κατά περίπτωση. Στο κάτω μέρος του δειγματολήπτη βιδώνεται κοπτικό άκρο, ενώ στο επάνω μέρος προσαρμόζεται κεφαλή για την σύνδεσή του με τα στελέχη διατρήσεως. Η κυκλοφορία του νερού γίνεται μέσα από τον δειγματολήπτη κατά την προχώρηση της γεωτρήσεως και το δείγμα διαταράσσεται από τον συνδυασμό διαβροχής και περιστροφής.

Η συγκράτηση του δείγματος συνήθως γίνεται με τη διακοπή της κυκλοφορίας του υγρού διατρήσεως 20 εκ. περίπου πριν από το τέλος της δειγματοληψίας (φραγμός).

Δειγματολήπτης λεπτού τοιχώματος.

Δειγματολήπτης αδιατάρακτου δείγματος είναι ο δειγματολήπτης λεπτού τοιχώματος τύπου Shelby, ο οποίος είναι κατάλληλος για

δειγματοληψίες όλων των εδαφών που έχουν κάποια συνοχή, εκτός από τα σκληρά ή χαλικομιγή συγκολλημένα εδάφη.

Δεν συνιστάται η χρήση του σε εδάφη πολύ μαλακά και υγρά, γιατί στην περίπτωση αυτή δεν συγκρατείται το μείγμα μέσα στον δειγματολήπτη κατά την εξαγωγή του.

Αποτελείται από απλό σωλήνα λεπτού τοιχώματος μέγιστου πάχους 2 χλστ περίπου που επάνω άκρο του βιδώνεται σε κεφαλή που φέρει βαλβίδα απομονώσεως του νερού και του αέρα, ενώ το κάτω άκρο του διαμορφώνεται σε κοπτικό πέλμα.

Ο δειγματολήπτης προσαρμόζεται στο άκρο της διατρητικής στήλης και προωθείται κατά τη δειγματοληψία με αργό ρυθμό, με την υδραυλική πίεση του γεωτρυπάνου, μέσα στο έδαφος. Μετά το τέλος της δειγματοληψίας και την εξαγωγή του δείγματος στην επιφάνεια, αποχωρίζεται ο σωλήνας με το περιεχόμενο εδαφικό δείγμα από την κεφαλή του δειγματολήπτη και στη συνέχεια το σύνολο σωλήνας - δείγμα συσκευάζεται με κατάλληλο τρόπο για την μεταφορά του στο Εργαστήριο Εδαφομηχανικής.

Δειγματολήπτης με εσωτερικό πλαστικό πουκάμισο.

Αποτελείται από σωλήνα με τοιχώματα πάχους 6 χλστ περίπου και κεφαλή που συνδέεται στην κορυφή του με τα στελέχη της διατρητικής στήλης. Στο σημείο συνεδέσεως παρεμβάλλεται σφαιρική βαλβίδα για την απομόνωση των νερών. Στο κάτω άκρο του βιδώνεται κοπτικό πέλμα. Μέσα στο σωλήνα υπάρχει δεύτερος σωλήνας πλαστικός ο οποίος και δέχεται το εδαφικό δείγμα κατά τη διεύσδυση του δειγματολήπτη στο έδαφος. Η προώθηση του δειγματολήπτη γίνεται αργά με την υδραυλική πίεση της κεφαλής γεωτρυπάνου. Ο εξωτερικός σωλήνας του δειγματολήπτη μπορεί να είναι διαιρετός (Split Tube Sampler) ή μη διαιρετός (Solid Tube Sampler) και στο κάτω άκρο του κοντά στο κοπτικό πέλμα, είναι δυνατόν να τοποθετηθούν βαλβίδες (Trap Valve) ή ελασματοφόρες στεφάνες (Basket Valve) για τη συγκράτηση των εδαφών που διαρρέουν. Μετά την αφαίρεση του εξωτερικού σωλήνα, το δείγμα διατηρείται μέσα στον εσωτερικό σωλήνα (πουκάμισο), με το οποίο και μεταφέρεται στο εργαστήριο Εδαφομηχανικής, αφού συσκευαστεί.

Δειγματοληψία " εν ξηρώ "

α. Δειγματοληψία με διακοπή του κυκλοφορούντος ύδατος (φραγμός) στο χαμηλότερο τμήμα του δείγματος, με μήκος περί τα 20 εκ. Με την χρησιμοποίηση περιστροφικού δειγματολήπτη απλού ή διπλού σωλήνα και με διακοπή της κυκλοφορίας του νερού κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας (φραγμός), λαμβάνεται

διαταραγμένο δείγμα από το υπέδαφος που υφίσταται διαταραχή του ιστού του και παρουσιάζει αλλοιώσεις των ιδιοτήτων του (κυρίως ως προς την φυσική υγρασία) λόγω υπερθερμάνσεώς του.

Ετσι θα πρέπει να αποφεύγεται η σε μεγάλος μήκος συνεχής εν ξηρώ διάτρηση (φραγμός) και δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα είκοσι (20) εκατοστά. Επίσης η ταχύτητα περιστροφής του δειγματολήπτη κατά την εν ξηρώ δειγματοληψία διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα ώστε να περιορίζεται κατά το δυνατό η υπερθέρμανση που αναπτύσσεται στο κοπτικό άκρο του δειγματολήπτη και στο εδαφικό δείγμα.

Κατά την αφαίρεση του εδαφικού δείγματος από τον δειγματολήπτη αποκόπτεται και απορρίπτεται το τμήμα εκείνο του δείγματος, που έχει επηρεαστεί υπερβολικά από την υψηλή θερμοκρασία που έχει αναπτυχθεί κατά την εν ξηρώ διάτρηση και που δεν είναι κατάλληλο για εργαστηριακές εξετάσεις και δοκιμές.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε εδάφη που είναι αδύνατη η διείδυση με απλή πίεση και που η περιστροφική κίνηση του δειγματολήπτη με σύγχρονη κυκλοφορία ύδατος προκαλεί θρυμματισμό και απόπλυση του εδαφικού υλικού.

β. Διάνοιξη κατακόρυφης γεωτρήσεως σε μαλακά πετρώματα χωρίς τη χρησιμοποίηση νερού (εν ξηρώ διάτρηση).

Πολλές φορές, λόγω της φύσεως του εδάφους καθώς και σε ειδικές περιπτώσεις γεωτρήσεων ειδικού ελέγχου, χρησιμοποιείται η εν ξηρώ διάτρηση σε τμήμα της γεωτρήσεως ή ακόμη και σε όλο το μήκος της (εν ξηρώ γεώτρηση).

3.2 Επιμέτρηση - Πληρωμή

α. Στη δειγματοληψία με διακοπή του κυκλοφορούντος ύδατος (φραγμός) θα καθορίζεται πρόσθετη αποζημίωση για το φραγμό ανά τεμάχιο.

β. Στην εν ξηρώ διάτρηση θα καθορίζεται πρόσθετη αποζημίωση για την ανά μέτρο εν ξηρώ προχώρηση, ανάλογα με τη διάμετρο της διατρήσεως και πέρα από την ανά μέτρο αποζημίωση γεωτρήσεως.

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 4ο

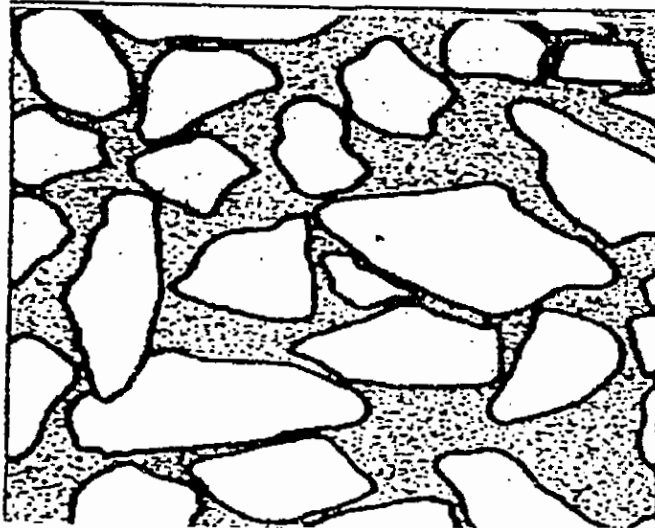
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

ΑΜΜΩΔΗ ΕΔΑΦΗ

4.1 Ορισμός

Άμμος είναι το έδαφος που αποτελείται από κόκκους των οποίων οι διάμετροι έχουν διαστάσεις μεταξύ 2 - 0,02 χιλιοστών του μέτρου. Ο ορισμός αυτός είναι αρκετά αυθαίρετος και αντιστοιχεί στη γαλλική ταξινόμηση. Οι αμερικανικές ταξινομήσεις, εδώ δίνουν σχεδόν όλες το ίδιο ανώτερο όριο των 2 mm, που φθάνουν και στο 0,1 mm. Τα όρια μεταξύ άμμου και ιλύος δεν είναι τελείως καθορισμένα. Για το λόγο αυτό σε διάφορα συγγράμματα αναφέρεται ότι η ιλύς έχει ιδιότητες ανάλογες με την άμμο. Τα υλικά από τα οποία αποτελούνται οι κόκκοι δεν έχουν σημασία. Αλλά είναι φυσικό ότι πρόκειται για σκληρά υλικά. Αν τα υλικά ήταν μαλακά θα είχαν θρυμματιστεί και θα παρουσίαζαν πολύ μικρότερες διαστάσεις.

Η έννοια " διάσταση των κόκκων " δεν είναι απόλυτα σαφής. Αν οι κόκκοι ήταν σφαιρικοί, θα αντιστοιχούσαν στη διάμετρο. Αλλά για ανώμαλες μορφές κόκκων δεν μπορεί να δοθεί ορισμός της διαστάσεως με ένα μόνο αριθμό. Μερικές φορές η μορφή των κόκκων χαρακτηρίζεται από το λόγο του μήκους L προς το πλάτος W του κόκκου (L / W). Για τις συνηθισμένες άμμους που αποτελούνται ιδίως από χαλαζία έχουμε $L / W = 1,40$. Οι κόκκοι έχουν λοιπόν μορφή που πλησιάζει προς τη σφαιρική. (Σχ. 29).



Σχ. 29

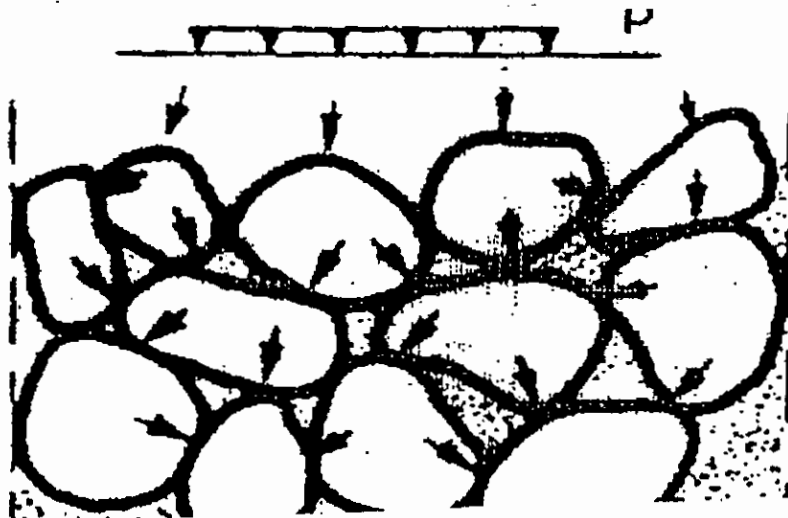
Από πρακτική άποψη θα πούμε ότι ένας κόκκος άμμου που περνά από ένα κόσκινο που έχει ανοίγματα διαμέτρου d ή πλευράς d θα έχει διάσταση d .

Οι κόκκοι της ξηρής άμμου εμφανίζονται σαν ανεξάρτητοι ο ένας

από τον άλλο. Δε συνδέονται μεταξύ τους σε καμιά επιφανειακή δύναμη. Θα πούμε ότι δεν έχουν καμιά συνοχή. Οι μόνες δυνάμεις που μπορούν να δημιουργηθούν μεταξύ των κόκκων είναι έτσι οι δυνάμεις τριβής και οι δυνάμεις που οφείλονται στην αλληλοσύνδεσή τους.

Η άμμος παρουσιάζει εν τούτοις μερικές φορές μια μικρή συνοχή που οφείλεται σε δύο αιτίες : στη χημική αλλοίωση της επιφάνειας των κόκκων, που προκαλεί συγκόλληση με δυνάμεις έλξεως μέχρι 5 Kg/cm^2 (MITCHELL 1976, Fig. 14.42 σελ. 320), και στις δυνάμεις της τριχοειδούς ανυψώσεως που για την άμμο έχουν τιμή της τάξεως των 7 gr/cm^2 .

Τα εδάφη που δεν παρουσιάζουν δυνάμεις συνοχής λέγονται ψαθυρά. Και το πιο χαρακτηριστικό ψαθυρό έδαφος είναι η άμμος. Στην ίδια κατηγορία ανήκουν και τα χαλίκια καθώς και ένα μέρος από τη χονδρή ιλύ. Ολα αυτά τα εδάφη ονομάζονται χονδρόκοκκα για να διακρίνονται από τα λεπτόκοκκα στα οποία κατατάσσονται κυρίως οι άργιλοι.



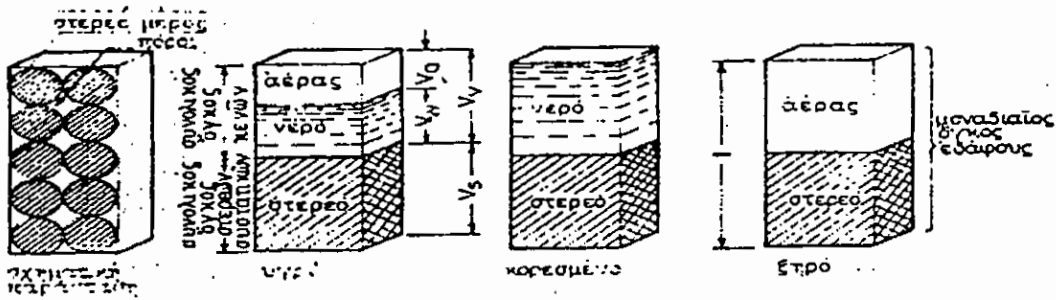
Σχ. 30

Αφού στα αμμώδη εδάφη δεν εμφανίζονται επιφανειακές δυνάμεις κάθετες προς την επιφάνεια, αλλά μόνο δυνάμεις τριβής, η μηχανική συμπεριφορά τους δεν εξαρτάται από την παρουσία νερού μέσα στο έδαφος. Οι ιδιότητές τους μπορούν να μελετηθούν καλά στο ξηρό έδαφος και στο τελείως βυθισμένο έδαφος και αυτό απλοποιεί πάρα πολύ και την έρευνα και τους υπολογισμούς. Εξάλλου τα αμμώδη εδάφη δεν συγκρατούν μεγάλες ποσότητες νερού σε αντίθεση με τα αργιλικά. Το μέγιστο ποσοστό νερού μέσα στην άμμο είναι της τάξεως του 40%.

Τελικά το αμμώδες έδαφος εμφανίζεται σαν ένα υλικό που αποτελείται από δύο φάσεις, τη στερεή δηλαδή τους κόκκους, και την αέριο δηλαδή τα κενά που υπάρχουν μεταξύ των κόκκων και τα οποία αποτελούν τους πόρους.

Ο δείκτης πόρων e , λόγος του όγκου των κενών V_v προς τον όγκο της στερεάς φάσεως V_s εκφραζόμενος σε ποσοστά επί τοις εκατό ($e = V_v / V_s \times 100$) χαρακτηρίζει το ποσοστό των κενών ενός εδάφους (Σχ.31).

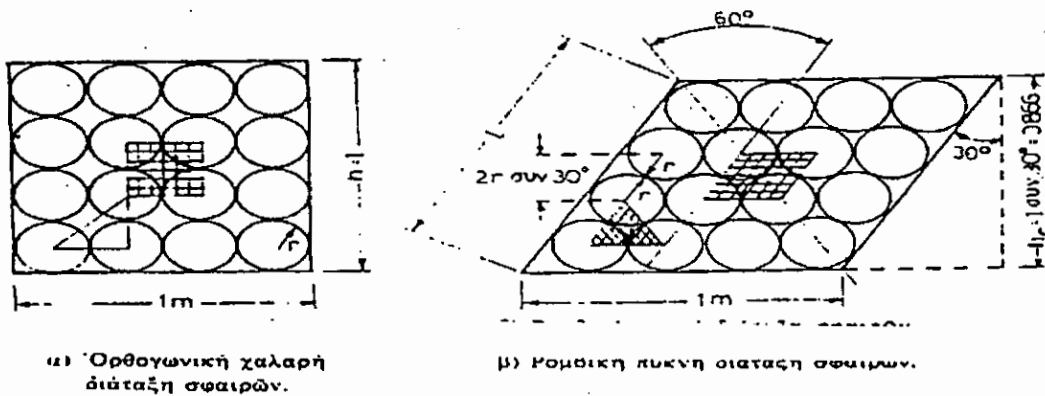
Χρησιμοποιείται πολλές φορές και το πορώδες n , λόγος του όγκου των κενών V_v προς τον ολικό όγκο V του δοκιμίου ($n = V_v / V \times 100$) αλλά είναι λιγότερο εύχρηστος από το e , γιατί ο παρανομαστής είναι μεταβλητός. Εξάλλου οι δύο δείκτες συνδέονται με τη σχέση $n = e / 1 + e$.



Σχ.31 Σχηματική παράσταση των εδαφικών φάσεων.

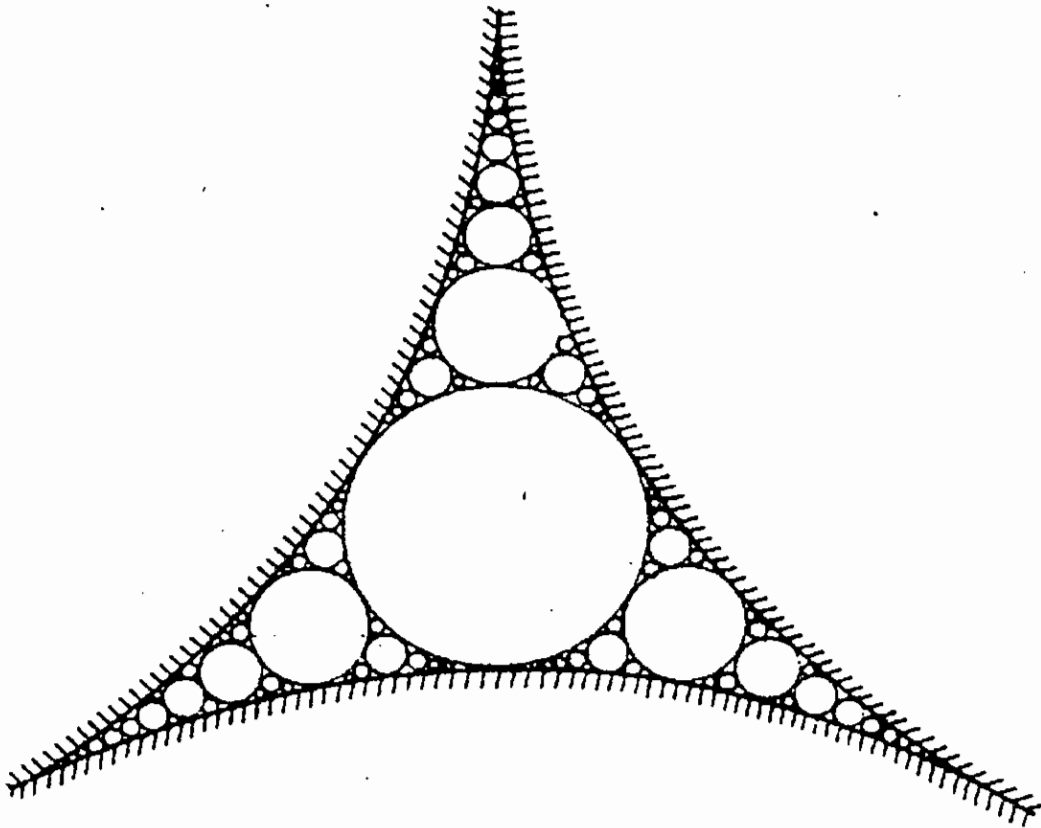
Η τιμή του δείκτη πόρων μιας άμμου κυμαίνεται ανάμεσα σε πολύ εκτεταμένα όρια : Για κόκκους σφαιρικούς σταθερής διαμέτρου υπάρχουν πέντε διατάξεις. Για τις δύο ακραίες που δίνονται στο σχήμα 32 οι τιμές του δείκτη πόρων είναι :

μεγίστη $e_{max} = 91$ ελαχίστη $e_{min} = 34$



Σχ. 32

Για ένα πραγματικό έδαφος η διάμετρος των κόκκων δεν είναι σταθερή. Μπορεί λοιπόν τα κενά μεταξύ των μεγάλων κόκκων να γεμίζουν με μικρότερους κόκκους. (Σχ. 33). Θεωρητικά ο ελάχιστος δείκτης πόρων μπορεί να έχει τιμές μικρότερες στην περίπτωση ενός ανομοιόμορφου αμμώδους υλικού. Γι' αυτό ονομάζουμε άμμο καλής κοκκομετρικής συνθέσεως την άμμο που έχει κόκκους διαφορετικών διαμέτρων, και άμμο κακής κοκκομετρικής συνθέσεως την άμμο που έχει σχετικά ομοιόμορφους κόκκους.



Σχ. 33

Από την άλλη μεριά οι πραγματικοί κόκκοι δεν έχουν λεία επιφάνεια όπως έχουν οι σφαίρες και αυτό εμποδίζει τη μετατόπισή τους που θα οδηγούσε σε μείωση των κενών. Οι επιδράσεις των δύο αυτών φαινομένων είναι αντίθετες και γι' αυτό οι ακραίες τιμές του δείκτη πόρων των πραγματικών αμμωδών εδαφών δεν απομακρύνονται πολύ από τις παραπάνω και μπορούμε να δεχθούμε, κατά μέσο όρο :

$$\begin{aligned} e_{\max} &= 100 \\ e_{\min} &= 30 \end{aligned}$$

Σε ειδικές περιπτώσεις όμως η ελάχιστη τιμή μπορεί να κατέβει και μέχρι $e_{\min} = 15$.

Η τιμή του δείκτη πόρων χαρακτηρίζει τη δυνατότητα που έχει ένα έδαφος να παραμορφωθεί. Όταν τα κενά είναι πολλά είναι δυνατό να μετατοπισθούν οι κόκκοι και να μειωθεί ο όγκος του υλικού. Όταν όμως ο δείκτης πόρων έχει χαμηλές τιμές τέτοια μετατόπιση δεν είναι δυνατή. Η ικανότητα παραμορφώσεως της άμμου μπορεί να χαρακτηριστεί από το δείκτη D_r , της σχετικής πυκνότητας :

$$D_r = \frac{e_{\max} - e}{e - e_{\min}} 100$$

όπου e είναι ο δείκτης πόρων του υλικού.

Ο βαθμός της άμμου χαρακτηρίζεται με τη βοήθεια του δείκτη D_r σύμφωνα με τον πίνακα :

Σχετική πυκνότητα D_r	Κατάσταση αμμόδους εδάφους
0 - 15	Πολύ χαλαρό
15 - 35	Χαλαρό
35 - 65	Μέσης πυκνότητας
65 - 85	Πυκνό
85 - 100	Πολύ πυκνό

Σε ένα ξηρό έδαφος το βάρος του εδάφους είναι ίσο με το βάρος των κόκκων και συνεπώς είναι συνάρτηση του δείκτη πόρων.

Αν γ_d = φαινόμενο ξηρό βάρος και

γ_s = φαινόμενο βάρος της συμπαγούς ύλης των κόκκων

τότε

$$\gamma_d = \gamma_s / (1 + e)$$

Για μια μέση τιμή

$$\gamma_s = 2,7 \text{ t / m}^3$$

έχουμε :

$$1,4 \geq \gamma_d \geq 2 \text{ t/m}^3$$

4.2. Παραμορφώσεις της άμμου

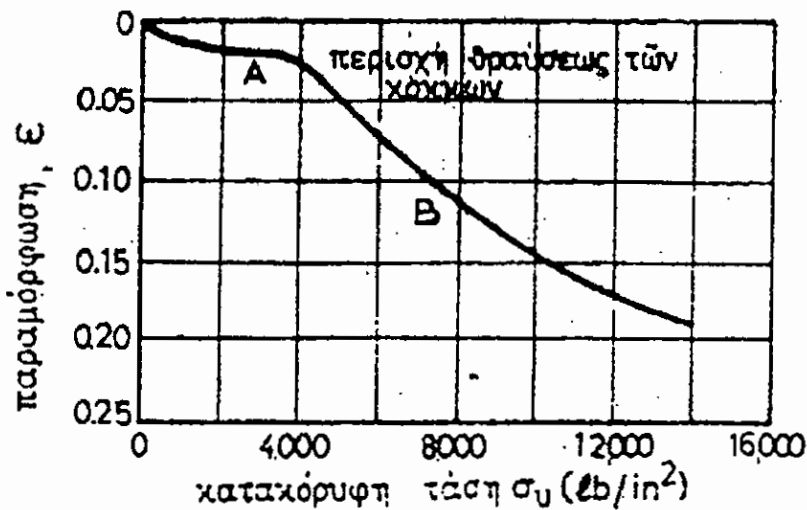
4.2.1 Χαρακτηριστικοί συντελεστές

Για τις συνηθισμένες τάσεις φορτίσεως οι κόκκοι της άμμου δεν υφίστανται θραύση και οι ελαστικές παραμορφώσεις τους είναι αμελητέες. Έτσι οι παραμορφώσεις του εδάφους οφείλονται αποκλειστικά στη μεταβολή του δείκτη πόρων. Η μελέτη των παραμορφώσεων της άμμου περιορίζεται στη μελέτη της μεταβολής του δείκτη πόρων σε συνάρτηση με τις τάσεις.

Για υψηλές τιμές των τάσεων όμως οι κόκκοι σπάζουν. Η παραμόρφωση τότε οφείλεται και στη θραύση.

Όσο προχωρεί η παραμόρφωση, δηλαδή όσο μειώνεται ο δείκτης πόρων, τόσο πιο δύσκολα μετατοπίζονται οι κόκκοι και τόσο πιο δύσκολα παραμορφώνεται η άμμος. Συνεπώς η σχέση μεταξύ τάσεων και παραμορφώσεων δεν μπορεί να είναι γραμμική. Εξάλλου όταν αφαιρεθούν τά φορτία δεν υπάρχει κανένας λόγος να γυρίσουν οι κόκκοι πίσω στην αρχική τους θέση. Η καμπύλη της αποφορτίσεως δεν συμπίπτει με την καμπύλη φορτίσεως.

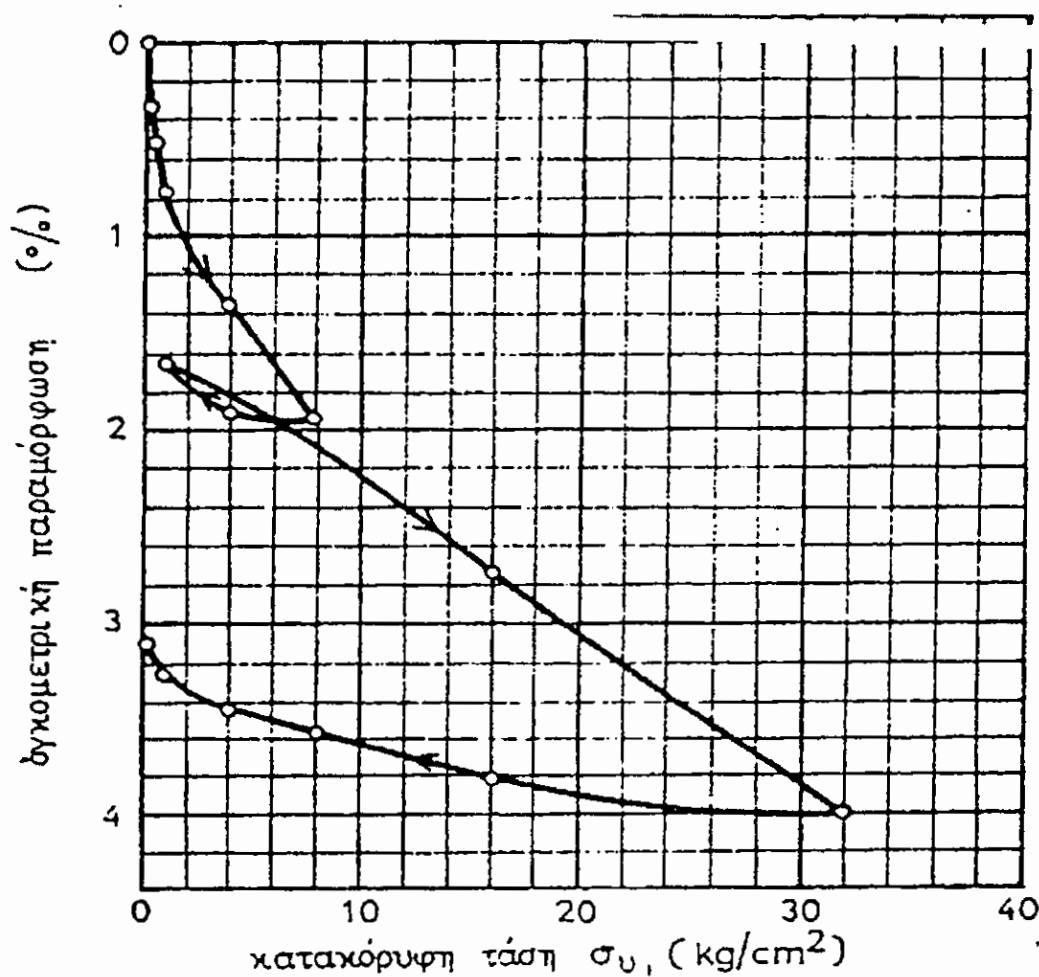
Στο σχήμα **34** φαίνεται η γενική μορφή της καμπύλης παραμορφώσεως για μεγάλη φόρτιση.



Σχ. 34

Για τα συνηθισμένα φορτία χρησιμοποιείται το τμήμα OA της καμπύλης (πριν από τη θραύση των κόκκων). Η τάση φορτίσεως που αντιστοιχεί στο σημείο A είναι της τάξεως των 150 Kg / cm^2 (ή 2000 psi). Στο σχήμα **35** φαίνεται η μορφή του τμήματος OA της καμπύλης (ϵ, σ_v) μετά από αρκετούς κύκλους φορτίσεως. Μετά από το δεύτερο κύκλο φορτίσεως το υλικό αποκτά μια σχετικά σταθερή

παραμόρφωση. Μπορούμε να δεχθούμε σε πρώτη προσέγγιση ότι η καμπύλη (e, s_u) της δεύτερης φορτίσεως αντιστοιχεί στην συμπεριφορά που έχει το υλικό επί τόπου. (Όταν γίνεται η δειγματοληψία της άμμου για το δοκίμιο που θα χρησιμοποιηθεί στις δοκιμές παραμορφώσεως η άμμος διογκώνεται οπωσδήποτε και αλλάζει πυκνότητα. Με αυτά που λέμε παραπάνω δεχόμαστε ότι

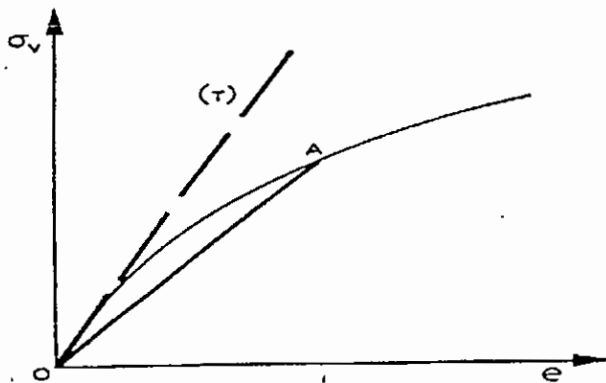


Σχ 35

η πρώτη φόρτιση έχει σαν αποτέλεσμα να επαναφέρει το υλικό στην κατάσταση που είχε μέσα στο έδαφος πριν από τη δειγματοληψία).

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η άμμος δεν έχει ελαστική συμπεριφορά. Μετά από την πρώτη φόρτιση το έδαφος ξαναβρίσκει σε κάθε αποφόρτιση την πυκνότητα που είχε πριν φορτισθεί.

Αλλά εξακολουθεί να μην παρουσιάζει γραμμική παραμόρφωση σε συνάρτηση με τη φόρτιση. Για τις συνηθισμένες τάσεις φορτίσεως, δηλαδή για ένα μικρό μέρος της καμπύλης, η σχέση (e , σ_v) πλησιάζει εν τούτοις τη γραμμική και μπορεί να προσδιορισθεί μια μέση τιμή του μέτρου ελαστικότητας E . Το μέτρο αυτό αντιστοιχεί στην κλίση της εφαπτομένης (T) στην αρχή O , ή της χορδής OA που ενώνει το O με το σημείο της καμπύλης (Σχ.36). Το σημείο A αντιστοιχεί συνήθως σε τάση φορτίσεως ίση προς το ήμισυ της τάσεως θραύσεως της άμμου. Η καμπύλη OA μπορεί να θεωρηθεί παραβολικής μορφής.



Σχ. 36

Στον πίνακα δίνονται ενδεικτικά τιμές του E για διάφορες περιπτώσεις :

Περίπτωση εδάφους και φορτίσεως	E (σε $\rho\sigma\iota$)	E (σε kg/cm^2)
<i>α) Πρώτη φόρτιση</i>		
Γωνιώδη εϋθραυστα υλικά - Χαλαρά	2000	140
» » » Πυκνά	5000	350
Στρογγυλεμένα σκληρά υλικά - Χαλαρά	8000	560
» » » Πυκνά	15000	1050
<i>β) Διαδοχικές φορτίσεις</i>		
Γωνιώδης λεπτή άμμος - Χαλαρή	17000	1190
» » » Πυκνή	30000	2100
Μέση στρογγυλεμένη άμμος - Χαλαρή	30000	2100
» » » Πυκνή	52000	3640

Η τιμή του E μεταβάλλεται σε μεγάλο βαθμό (1 προς 25) ανάλογα με την πυκνότητα, τη μορφή και τη σκληρότητα των κόκκων και τη διαδικασία φορτίσεως.

Το μέτρο ελαστικότητας των συστατικών των κόκκων είναι λίγες περίπου φορές μεγαλύτερο. Γι' αυτό η παραμόρφωση των κόκκων είναι αμελητέα μπροστά στις παραμορφώσεις της άμμου, έστω και αν, λόγω του περιορισμένου αριθμού των σημείων επαφής των κόκκων, η τάση φορτίσεως των κόκκων είναι υψηλότερη από την τάση του εδάφους.

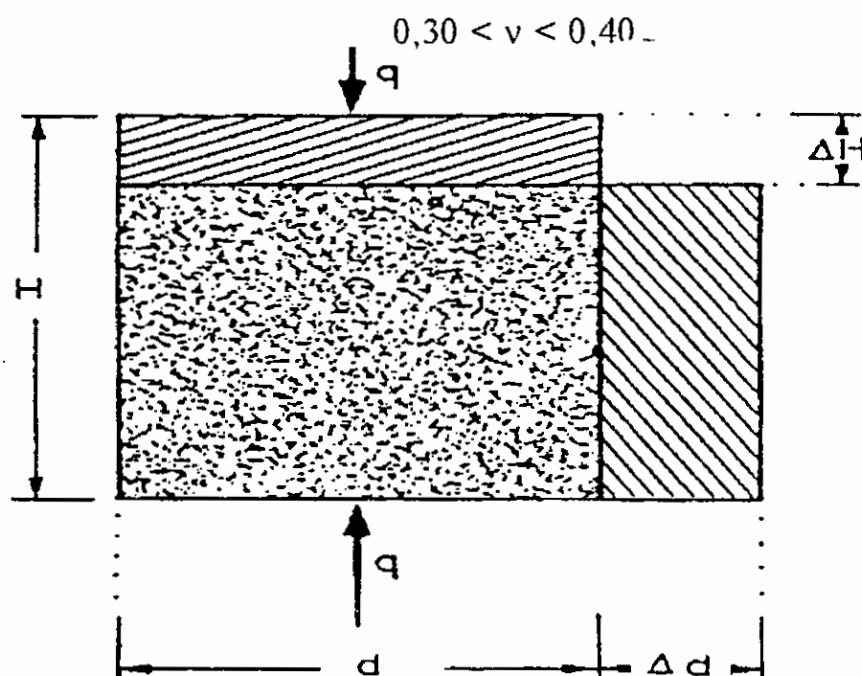
Ο λόγος του POISSON

$$\nu = \frac{\Delta d}{d} : \frac{\Delta H}{H} = \frac{\text{εγκάρσια γραμμική παραμόρφωση}}{\text{αξονική γραμμική παραμόρφωση}}$$

αποτελεί το δεύτερο μέγεθος που χαρακτηρίζει την εκλαστική συμπεριφορά ενός υλικού.

Στην περίπτωση της άμμου είναι πολύ δύσκολο να προσδιορισθεί η τιμή του ν . Η τιμή όμως αυτή επηρεάζει ελάχιστα τους υπολογισμούς. Εξαρτάται από τις συνθήκες φορτίσεως και μπορεί να είναι και μεγαλύτερη από 0,50, πράγμα που δείχνει ότι το υλικό δεν έχει ελαστική συμπεριφορά (γιατί είναι γνωστό ότι στα ελαστικά σώματα η μέγιστη τιμή του ν είναι 0,50).

Στην περίπτωση επανειλημμένων φορτίσεων μπορούμε να γράψουμε

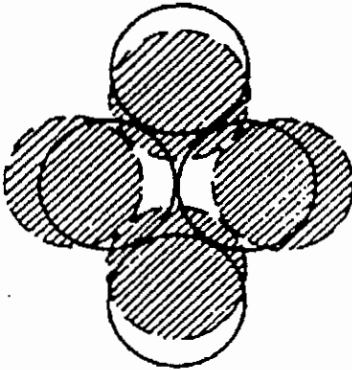


Σχ. 37

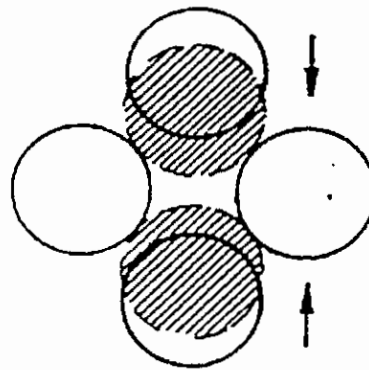
4.2.2 Κρίσιμος δείκτης πόρων

Όταν φορτίζουμε μια χαλαρή άμμο παρατηρείται μείωση του όγκου δηλαδή μείωση του δείκτη πόρων. Η μείωση αυτή εξηγείται απλά αν δεχθεί κανείς ότι οι μικροί κόκκοι μετατοπίζονται και καταλαμβάνουν τα κενά που αφήνουν οι μεγάλοι κόκκοι.

Όταν όμως το έδαφος είναι αρκετά πυκνό και φορτίζεται με τρόπο που να δημιουργούνται διατμητικές τάσεις, τότε η μετατόπιση των κόκκων δεν μπορεί να γίνει με τον ίδιο τρόπο, γιατί τα κενά των πόρων δεν είναι αρκετά μεγάλα για να δεχθούν τους κόκκους.



Πυκνό έδαφος. αύξηση
του δείκτη πόρων.



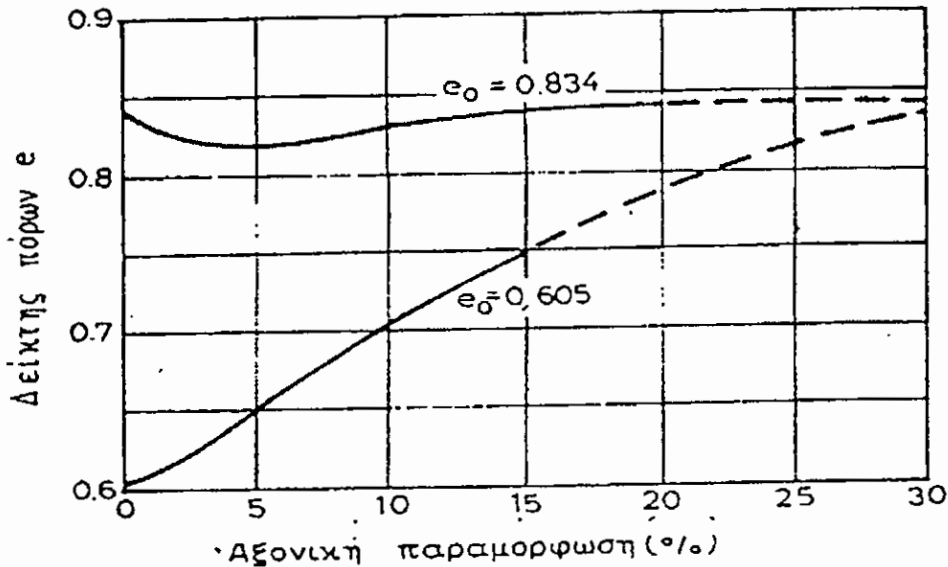
Χαλαρό έδαφος. μείωση
του δείκτη πόρων.

Σχ. 38

Στην περίπτωση αυτή οι μετατοπίσεις ορισμένων κόκκων προκαλούν την απομάκρυνση των κόκκων και εμποδίζουν την κίνηση. Το αποτέλεσμα είναι η αύξηση των κενών και συνεπώς η αύξηση του δείκτη πόρων (Σχ. 38). Συνεπώς η συμπεριφορά της άμμου, σε ότι αφορά τις παραμορφώσεις είναι διαφορετική, ανάλογα με την αρχική της πυκνότητα.

Πειραματικά έχει παρατηρηθεί ότι η τελική πυκνότητα, και η τιμή του δείκτη πόρων κατά τη θραύση, είναι η ίδια για μια άμμο πυκνή. Στο σχήμα 39 φαίνεται πως μεταβάλλεται η παραμόρφωση σε συνάρτηση με τη διατμητική τάση για μια αρχικά χαλαρή και για μια αρχικά πυκνή άμμο. Η τελική πυκνότητα είναι ανεξάρτητη από τις αρχικές πυκνότητες και αποτελεί έτσι χαρακτηριστικό μέγεθος της άμμου. Ο αντίστοιχος δείκτης ονομάζεται κρίσιμος δείκτης πόρων e_{cr} . Αφού ο δείκτης αυτός αντιστοιχεί σε μεγάλες παραμορφώσεις είναι φυσικό να αντιστοιχεί στην κατάσταση θραύσεως του υλικού. Ένας δεύτερος ορισμός του κρίσιμου δείκτη πόρων είναι λοιπόν ότι είναι ο δείκτης πόρων που αντιστοιχεί στην κατάσταση θραύσεως της άμμου.

Εξάλλου αφού ορίζεται από το σημείο συναντήσεως των δύο καμπυλών παραμορφώσεως που αντιστοιχούν στην αύξηση και στη μείωση του όγκου, χαρακτηρίζει μια κατάσταση της άμμου στην οποία δεν παρατηρείται ούτε μείωση ούτε αύξηση του όγκου. Τελικά βλέπουμε ότι για την άμμο υπάρχει μια κρίσιμη τιμή του δείκτη πόρων, χαρακτηριστική του υλικού, που δημιουργείται υποχρεωτικά τη στιγμή της θραύσεως του υλικού,



όταν η παραμόρφωση αυξάνεται υπό σταθερό διατμητικό φορτίο, και η οποία αντιστοιχεί σε μια μηδενική μεταβολή του όγκου του υλικού. Τη στιγμή της θραύσεως συνεπώς έχουμε για το λόγο του Poisson

$$\nu = 0,50$$

Ο προσδιορισμός του e_{cr} δεν μπορεί να γίνει με τρόπο απλό, και γι' αυτό ο συντελεστής αυτός δε χρησιμοποιείται συχνά.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι για τα αμμώδη εδάφη με $e > e_{cr}$ υπάρχει κίνδυνος ρευστοποίησης και ρηγματώσεως. Αλλά αυτό μπορεί να εξηγηθεί απλά αφού στην περίπτωση αυτή η άμμος είναι χαλαρή.

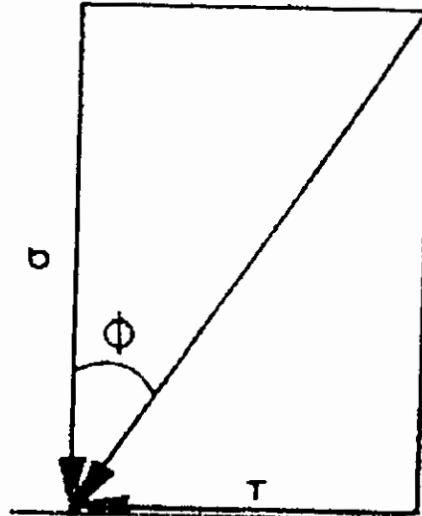
4.3 Γωνία τριβής της άμμου

4.3.1 Γωνία τριβής

Δεχόμαστε ότι η άμμος υφίσταται θραύση, όταν παρατηρείται για ένα ορισμένο εξωτερικό φορτίο σημαντική μετατόπιση των κόκκων, σε μια ολόκληρη περιοχή.

Οι δυνάμεις που μπορούν να εμποδίσουν τη μετατόπιση είναι αποκλειστικά οι δυνάμεις τριβής. Αν δεχθούμε ότι οι επιφάνειες

επαφής μεταξύ κόκκων βρίσκονται μέσα στο ίδιο επίπεδο, τότε η θραύση θα πραγματοποιηθεί όταν η κλίση της τάσεως που ενεργεί στο επίπεδο επαφής σχηματίζει με την κάθετο στο επίπεδο γωνία μεγαλύτερη από μία γωνία ϕ , που αποτελεί την γωνία τριβής του εδάφους (Σχ. 40).



Σχ. 40.

Το κριτήριο αυτό οδηγεί στη σχέση του COULOMB

$$\tau \leq \sigma \operatorname{tg} \phi$$

όπου τ και σ είναι η διατμητική και η ορθή τάση.

Επικράτησε η συνήθεια η σχέση αυτή να γράφεται με τη μορφή

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \phi$$

Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι στην περίπτωση αυτή το σύμβολο " τ " δεν είναι πια η διατμητική τάση αλλά η μέγιστη τιμή που μπορεί να έχει η τάση αυτή. Πρόκειται συνεπώς για ένα όριο θραύσεως. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να υπολογισθεί η πραγματική τιμή της διατμητικής τάσεως τ , όταν είναι γνωστή η τιμή της σ , με τη βοήθεια της παραπάνω σχέσεως.

Θα ήταν καλύτερα να γράψουμε τη σχέση με τη μορφή

$$\tau_0 = \sigma \operatorname{tg} \phi$$

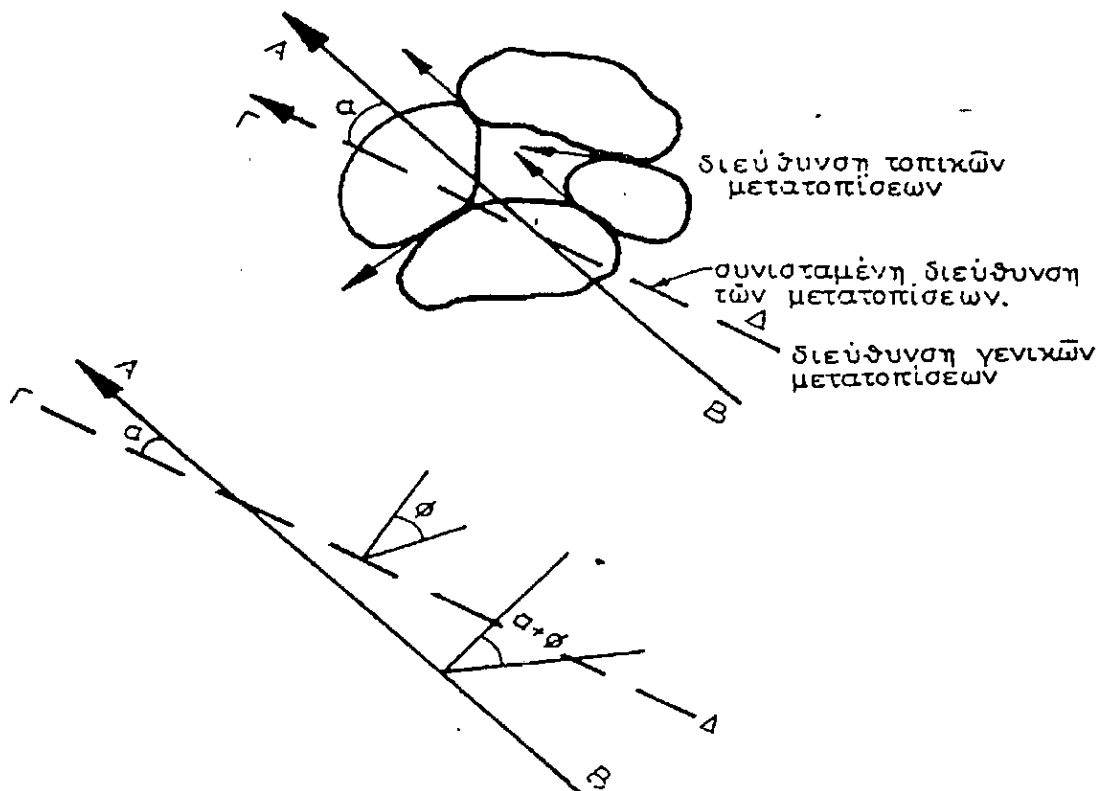
όπου τ_0 μέγιστη τιμή της διατμητικής τάσεως.

Αλλά επικράτησε να χρησιμοποιείται στη σχέση το τ αντί του τ_0 θα σεβαστούμε τη συνήθεια αυτή.

Ο αριθμός της γωνίας, ϕ , φαίνεται να είναι απλός. Μια πιο προχωρημένη ανάλυση όμως δείχνει ότι τα πράγματα δεν είναι απλά και χρειάζεται πολλή προσοχή, γιατί μπορεί να υπάρξουν

διαφορετικοί ορισμοί της γωνίας φ . Ετσι έχουμε :

- Γωνία τριβής ψ των επιφανειών των κόκκων : Είναι ένα φυσικό μέγεθος που μπορεί να μετρηθεί στο εργαστήριο και αντιστοιχεί στην τριβή δύο επίπεδων επιφανειών. Είναι η πραγματική τριβή των κόκκων.
- Μέγιστη γωνία τριβής φ , που αντιστοιχεί στην περίπτωση που το έδαφος αρχίζει να υποχωρεί. Στη φάση αυτή η μετατόπιση των κόκκων δεν εμποδίζεται μόνο από την επιφανειακή τριβή τους αλλά και από το γεγονός ότι η μετατόπιση ενός κόκκου δεν είναι δυνατή χωρίς μετατόπιση ενός άλλου κόκκου ή με άλλα λόγια ότι η θεωρητική μετατόπιση δεν γίνεται κατά τη διεύθυνση των επιπέδων επαφής των κόκκων $\Gamma\Delta$, αλλά κατά μία διεύθυνση AB ανεξάρτητη από τα επίπεδα αυτά.



Σχ. 41

Έτσι στην περίπτωση του επιπέδου ΓΔ του σχήματος 41 η γωνία τριβής που πραγματικά εμποδίζει την κίνηση κατά μήκος του επιπέδου ΑΒ δεν είναι φ αλλά $\varphi + \alpha$, όπου α γωνία μεταξύ ΑΒ και ΓΔ.

Αν δεχθούμε ότι όλες οι διευθύνσεις ΓΔ έχουν την ίδια πιθανότητα αποδεικνύεται ότι

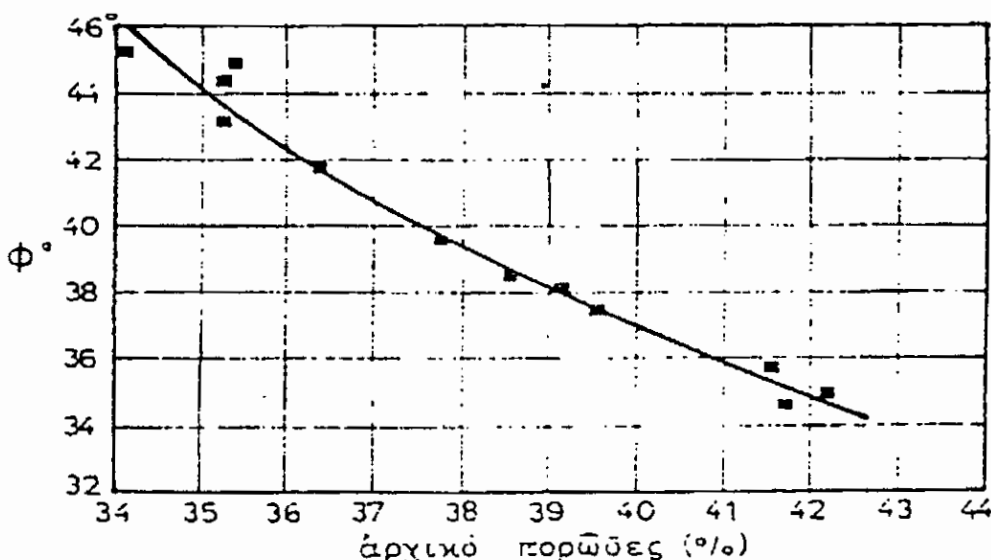
$$\operatorname{tg} \varphi = \pi / 2 \operatorname{tg} \alpha$$

Η αλληλεπίδραση των κόκκων αυξάνει έτσι τις δυνάμεις τριβής πάνω από 50%. Πρόκειται για μια πρώτη προσέγγιση γιατί η πραγματική κατανομή των επιπέδων τριβής εξαρτάται από την πυκνότητα.

- Γωνία τριβής φ_{cr} στην κρίσιμη κατάσταση θραύσεως της άμμου. Κατά τη θραύση οι μετατοπίσεις αυξάνονται και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της γωνίας τριβής. Δεν υπάρχει λόγος να χρησιμοποιήσουμε την τιμή αυτή στους υπολογισμούς, αφού συνήθως βρισκόμαστε στις πρακτικές εφαρμογές μακριά από τις συνθήκες θραύσεως.

- Γωνία φυσικού πρανούς α , που είναι η μέγιστη γωνία πρανούς μιας ξηρής άμμου. Η γωνία αυτή είναι σταθερή και εξαρτάται από τη γωνία εσωτερικής τριβής φ . Παλαιότερα, όταν δεν υπήρχε ακριβέστερος τρόπος εργαστηριακού προσδιορισμού, ίσχυε η σχέση $\varphi = \alpha$.

Αφού η γωνία τριβής φ επηρεάζεται από τη δυσκολία της σχετικής μετακινήσεως των κόκκων, η τιμή της υποχρεωτικά είναι συνάρτηση του δείκτη πόρων. Όσο πιο χαλαρή είναι μία άμμος τόσο πιο μικρή



Σχ. 42

είναι η τιμή της γωνίας τριβής φ . Έχουν δοθεί διάφορες εμπειρικές σχέσεις (φ , e_0), όπου e_0 ο αρχικός δείκτης πόρων. Αλλά δεν φαίνεται ότι καμμία από αυτές μπορεί να θεωρηθεί ως αρκετά γενική. Πάντως ισχύουν τα εξής ποιοτικά αποτελέσματα :

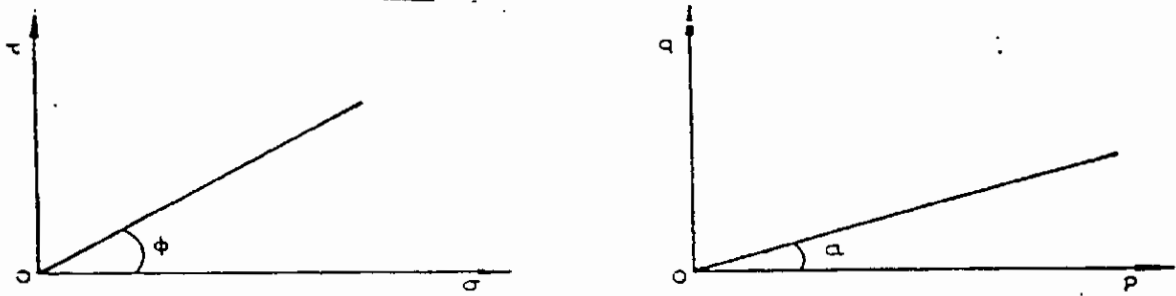
- Οσο πυκνότερη είναι η άμμος τόσο μεγαλύτερη είναι η γωνία τριβής φ . Δηλαδή φ είναι η φθίνουσα συνάρτηση του e . Η μεταβολή αυτή φαίνεται ενδεικτικά στο σχήμα 42.
 - Η μέγιστη μεταβολή είναι μεγαλύτερη για υψηλές τιμές του φ και της τάξεως των 4 - 8 μοιρών. Επειδή όταν γίνεται δειγματοληψία της άμμου αυξάνεται η τιμή του δείκτη πόρων εξαιτίας της μείωσης της παράπλευρης πίεσεως, οι τιμές του φ που προσδιορίζονται στο Εργαστήριο είναι συστηματικά μικρότερες από τις πραγματικές. Γνωρίζουμε έτσι τη γωνία τριβής φ με μια σχετική προσέγγιση που μπορεί να είναι της τάξεως των ...
- Ενδεικτικά παραθέτουμε ένα πίνακα των γωνιών τριβής σε μοίρες.

	Γωνία θραύσεως φ_{ca}	Γωνία μέγιστης τριβής φ		Κλίση πρανός α
		πυκνή	χαλαρή	
Άμμος κακής συνθέσεως (όμοιομορφη)	26-30	32-36	30-34	26-30
Άμμος καλής συνθέσεως (άνομοιομορφη)	30-34	38-45	34-40	30-34
Άμμοχάλικο	32-38	40-48	35-40	32-38

Οι μέγιστες τιμές αντιστοιχούν σε κόκκους που προκύπτουν από θραύση των πετρωμάτων. Η γωνία πραγματικής τριβής ψ της τάξεως των 25°.

4.3.2 Περιβάλλουσα θραύσεως.

Στα επίπεδα των κύκλων του MOHR (σ , τ), η περιβάλλουσα θραύσεως



Σχ. 43

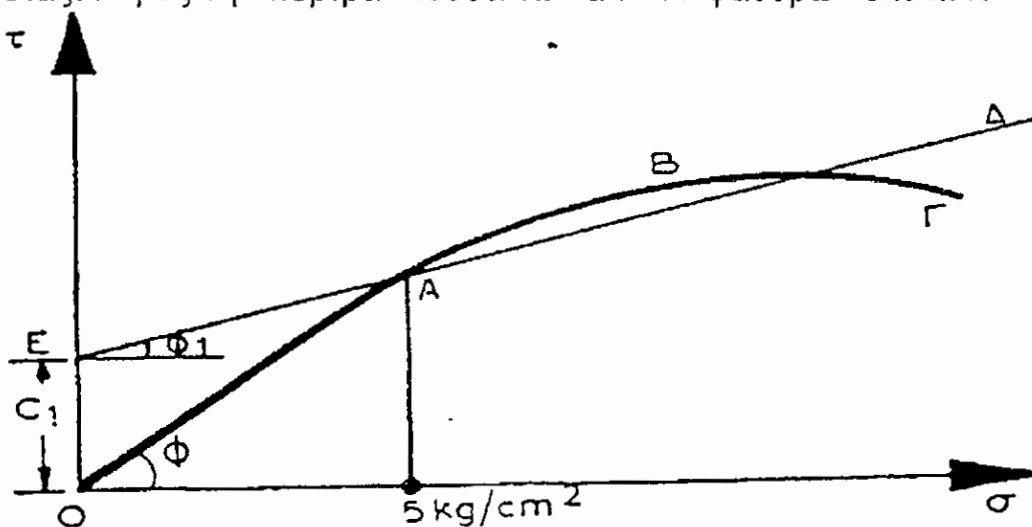
της άμμου είναι ευθεία γραμμή κλίσεως φ , που περνά από σημείο 0 (Σχ.43).

Στα επίπεδα (ρ, ρ) είναι ευθεία κλίσεως α που περνά από 0. Εχουμε

$$\text{tg } \alpha = \sin \varphi$$

Η γραμμική μορφή της περιβάλλουσας είναι η απλούστερη που υπάρχει. Γι' αυτό η μελέτη της θραύσεως της άμμου γίνεται πολύ εύκολα με τη βοήθεια της θεωρίας του MOHR. Ενώ αντίθετα για άλλα υλικά, όπως το σκυρόδεμα, η περιβάλλουσα χρησιμοποιείται λιγότερο γιατί δεν έχει γραμμική μορφή.

Η ευθύγραμμη μορφή της περιβάλλουσας ισχύει για την άμμο για σχετικά χαμηλές τιμές του σ , ως $5 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ περίπου. Για μεγαλύτερες τιμές η περιβάλλουσα παύει να είναι ευθύγραμμη και πλησιάζει προς την περιβάλλουσα των άλλων ψαθυρών υλικών.



Σχ. 44

Αν για μεγάλες τιμές του σ θέλουμε να εφαρμόσουμε τη θεωρία που βασίζεται στη γραμμική τιμή της περιβάλλουσας θα πρέπει να αντικαταστήσουμε το καμπύλο τμήμα ΑΒΓ με το ευθύγραμμο ΕΔ. Στην περίπτωση αυτή η άμμος εμφανίζεται με γωνία τριβής ϕ (μικρότερης της ϕ) και με συνοχή s . Έτσι εμφανίζεται μια συνοχή που δεν αντιστοιχεί σε πραγματικές δυνάμεις επιφανειακής έλξεως των κόκκων, αλλά στην μορφή της περιβάλλουσας των κύκλων του MOHR.

4.3.3 Συμπεράσματα σχετικά με την μηχανική συμπεριφορά των αμμωδών εδαφών.

Για τις συνηθισμένες εφαρμογές η άμμος μπορεί να θεωρηθεί σαν ελαστικό υλικό με σταθερή γωνία τριβής ϕ , δηλαδή με περιβάλλουσα ευθύγραμμη που περνά από την αρχή Ο. Οι τιμές E και ϕ εξαρτώνται από τον δείκτη πόρων. Επειδή η μορφή των σχέσεων και η τιμή του e δεν είναι γνωστές με ακρίβεια, οι θεωρίες αντοχής και παραμορφώσεως της άμμου πρέπει να χρησιμοποιούνται με επιφύλαξη. Αν όμως παρατηρήσουμε ότι οι παραμορφώσεις είναι μικρές και ότι η γωνία ϕ είναι συνήθως μεγαλύτερη από ότι χρειάζεται για να εξασφαλιστεί η αντοχή στις διάφορες περιπτώσεις εφαρμογής, βλέπουμε ότι η επιφύλαξη αυτή είναι χωρίς μεγάλη πρακτική σημασία.

Για φορτίσεις της άμμου μεγαλύτερες από 5 Kg / cm^2 οι παραμορφώσεις παύουν να είναι αμελητέες. Μπορεί να είναι της τάξεως 2 - 4% για τα λιθόρριπτα εδάφη, όπως τα σώματα των λιθόριπτων φραγμάτων, οι παραμορφώσεις φθάνουν στα 6 - 7%.

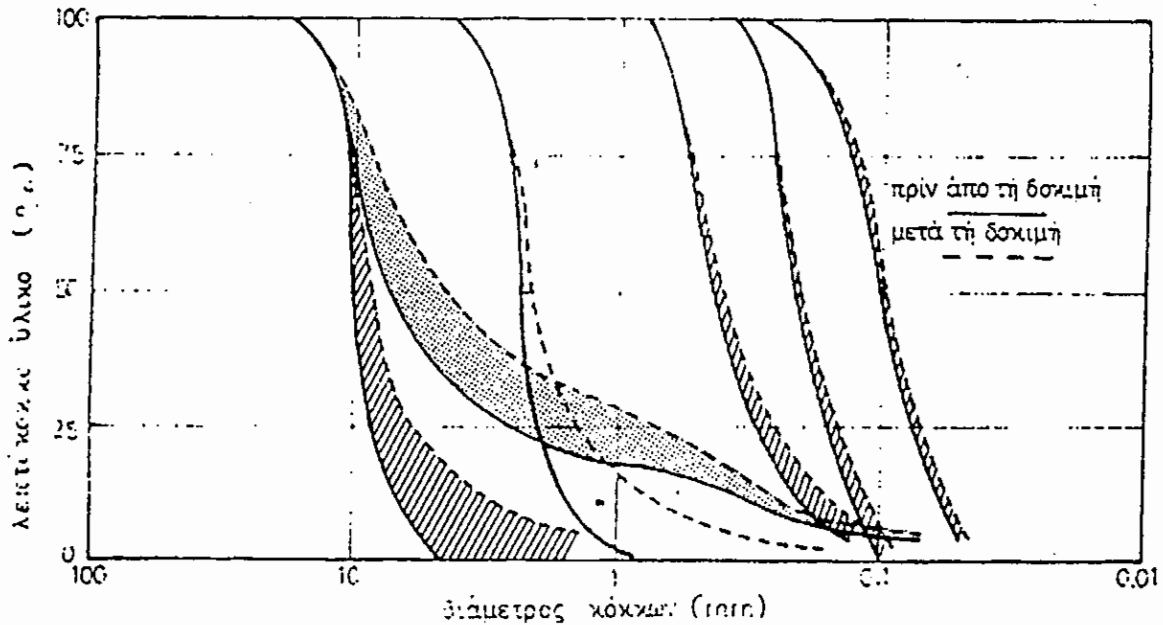
Σε μεγαλύτερες φορτίσεις οι κόκκοι σπάζουν και το υλικό μεταβάλλεται. Στο σχήμα 45 δίνονται οι μετατροπές της κοκκομετρικής καμπύλης μετά από φόρτιση 80 Kg / cm^2 . Στο σχήμα 46 δίνονται οι τιμές της ογκομετρικής μεταβολής της άμμου για πιο μεγάλες πιέσεις. Οι μεταβολές είναι σημαντικές. Τα γωνιώδη εδάφη παραμορφώνονται πολύ περισσότερο από τα στρογγυλεμένα.

4.4 Ανισοτροπία της άμμου.

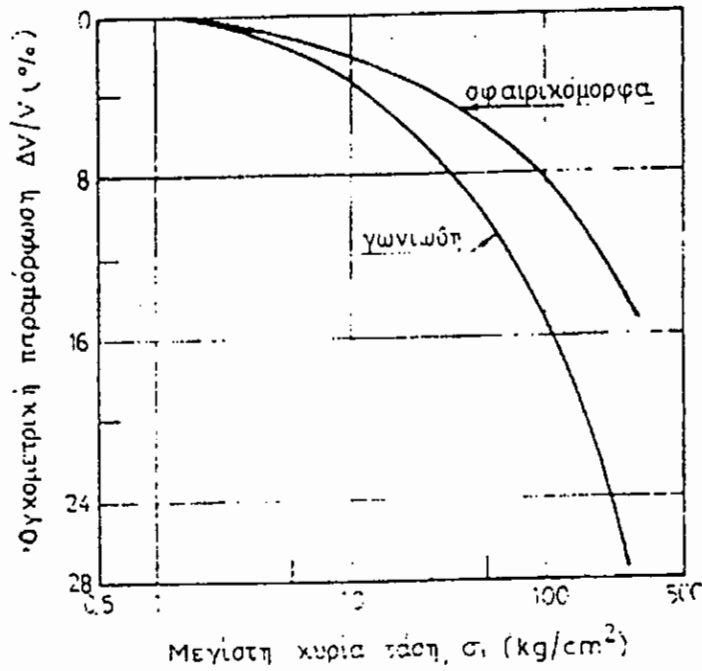
Όταν οι κόκκοι απομακρύνονται από την σφαιρική μορφή, παρατηρείται μια σχετική ανισοτροπία ιδίως για τις υψηλές τιμές του δείκτη πόρων (MITCHELL, 1976, παρ. 12.4). Η ανισοτροπία οφείλεται στο ότι οι κόκκοι παίρνουν ορισμένο πρσανατολισμό. Όταν π.χ. τοποθετούνται σε στρώσεις το ποσοστό των οριζόντιων κόκκων είναι αυξημένο. Αποτέλεσμα της ανισοτροπίας αυτής είναι να παρατηρούνται μεταβολές της τάξεως των 10% στην τιμή της αντοχής θραύσεως και στη γωνία τριβής ϕ και πολύ μεγαλύτερες ελαστικότητας E .

Η πειραματική μελέτη της επιδράσεως της ανισοτροπίας είναι δύσκολη.

Για τα ανισότροπα σώματα, θεωρητικά δεν ισχύει η θεωρία του κύκλου του MOHR και κατά συνέπεια, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το κριτήριο θραύσεως των MOHR - COULOMB στην πράξη η μικρή ανισοτροπία της άμμου δεν λαμβάνεται υπόψη και έτσι χρησιμοποιείται συστηματικά το κριτήριο αυτό. Για τις περιπτώσεις υψηλής ανισοτροπίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα το ίδιο κριτήριο αν υπολογιστεί σε κάθε σημείο ένας συμπληρωματικός τανυστής ανισοτροπίας, που προστίθεται στο πραγματικό τανυστή. Το κριτήριο θραύσεως ισχύει για τον τανυστή που προκύπτει από το άθροισμα των δύο τανυστών. Περιγραφή της μεθόδου δίνεται στο σύγγραμμα των CAQUOT - KERISEL, κεφ. X, παρ. 6.



Σχ. 45



Σχ. 46

και οδηγεί σε ικανοποιητικά αποτελέσματα ιδιαίτερα για την εμνηεία των δοκιμών θλίψεως της άμμου.

Επίδραση του ύδατος πόρων

Όταν οι πόροι της άμμου είναι γεμάτοι με νερό το έδαφος είναι κορεσμένο.

Η περιεκτικότητα σε νερό w έχει τιμή

$$w = W_w / W_s$$

όπου W_w = βάρος του ύδατος πόρων

W_s = βάρος των στερεών συστατικών του εδάφους.

Στην περίπτωση του κεκορεσμένου εδάφους

$$w = 100 e / G$$

όπου $G =$ σχετικό ειδικό βάρος του στερεού μέρους $= \gamma_s / \gamma_0$ με

$\gamma_0 = \gamma_w =$ φαινόμενο βάρος του νερού στους 4°C .

Στην περίπτωση που οι πόροι είναι μερικά γεμάτοι νερό, το έδαφος είναι ακόρεστο. Ο βαθμός κορεσμού ορίζεται από τη σχέση :

$$S = V_w / V_v$$

όπου $V_w =$ όγκος πόρων γεμάτων νερό

$V_v =$ όγκος πόρων

Εχουμε ακόμα

$$S = w / w_{sat}$$

όπου $w_{sat} =$ περιεκτικότητα του κεκορεσμένου εδάφους.

Το φαινόμενο βάρος του υγρού εδάφους (χωρίς άνωση), είναι

$$\gamma_\mu = \frac{G + S e}{1 + e} \quad \gamma_w = \frac{1 + w}{1 + e} \gamma_s ,$$

και του βυθισμένου εδάφους

$$\gamma_b = \gamma_\mu - \gamma_w = \frac{G - 1 - e(1 - S)}{1 + e} \gamma_w$$

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 5ο

1. ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΣΕ ΞΗΡΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΤΑΡΑΓΜΕΝΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΕΔΑΦΟΥΣ ΓΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

1. Σκοπός

1.1. Η προδιαγραφή αυτή περιγράφει την προπαρασκευή των δειγμάτων εδάφους, όπως αυτά λαμβάνονται από τον τόπο προελεύσεώς τους για μηχανική ανάλυση, για τον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών του εδάφους και την δοκιμή συμπυκνώσεως.

2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

1. Εισαγωγή

Μεταξύ των χαρακτηριστικών του εδάφους που προσδιορίζονται πολύ συχνά είναι και η υγρασία.

Η υγρασία μιας εδαφικής μάζας καθορίζεται σαν ο λόγος (συνήθως εκφρασμένος επί τοις εκατό) του βάρους του νερού προς το βάρος των ξηρών κόκκων του εδάφους.

3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΕΔΑΦΩΝ

1. Ειδικό βάρος λεπτόκοκκου (Μέθοδος I)

1.1. Εισαγωγή

Η μέθοδος αυτή αποσκοπεί στον προσδιορισμό του ειδικού βάρους εδαφών. Το ειδικό βάρος ενός εδάφους είναι ο λόγος του βάρους ορισμένου όγκου κόκκων εδάφους προς το βάρος ίσου όγκου απεσταγμένου νερού θερμοκρασίας 4°C.

Το ειδικό βάρος ενός εδάφους συνήθως χρησιμοποιείται για το συσχετισμό του βάρους του εδάφους προς τον όγκο του.

4. ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΟΡΙΟΥ ΥΔΑΡΟΤΗΤΑΣ

1. Εισαγωγή

Το όριο υδαρότητας εδάφους αντιστοιχεί εξ ορισμού στην υγρασία στην οποία το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην υδαρή κατάσταση, όπως αυτή προσδιορίζεται από τη δοκιμή του ορίου υδαρότητας.

5. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΡΙΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

1. Εισαγωγή

Το όριο πλαστικότητας εδάφους αντιστοιχεί, εξ ορισμού, στο χαμηλότερο ποσοστό υγρασίας, στο οποίο το έδαφος μεταβαίνει από την πλαστική στην ημιστερεά κατάσταση και μπορεί να κυλινδρωθεί σε ραβδίσκο διαμέτρου 3 mm χωρίς ο ραβδίσκος να θραύεται.

6. ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΕΩΣ ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΩΝ ΚΑΙ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.

ΞΗΡΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

1. Σκοπός

1.1. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει την διαδικασία για τον προσδιορισμό της κατανομής των διαφόρων μεγεθών κόκκων σε λεπτόκοκκα και χονδρόκοκκα αδρανή υλικά, με τη χρησιμοποίηση κοσκίνων τετραγωνικών οπών. Επίσης η μέθοδος είναι εφαρμόσιμη και για τη χρησιμοποίηση Εργαστηριακών κόσκινων κυκλικών οπών. Η μέθοδος αυτή, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κοκκομετρική ανάλυση αδρανών υλικών, που ανακτήθηκαν από ασφατικά μίγματα ή για την κοκκομετρική ανάλυση ορυκτής παιπάλης.

7. ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΛΕΠΤΟΤΕΡΟΥ ΤΟΥ ΚΟΣΚΙΝΟΥ Νο 200 ΣΕ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ.

1. Σκοπός

1.1. Η μέθοδος αυτή περιγράφει τη διαδικασία προσδιορισμού της ολικής ποσότητας υλικού λεπτότερου του προτύπου κοσκίνου Νο 200 (74 μ) σε αδρανή υλικά (Σημείωση Ι).

Σημείωση Ι. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ολική ποσότητα του υλικού λεπτότερου του κοσκίνου Νο 200 μπορεί να μην προσδιοριστεί με τη διαδικασία αυτή. Τέτοιος προσδιορισμός μπορεί να εκτελεσθεί με το συνδυασμό υγρού και ξηρού κοσκινίσματος.

8. ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟ

1. Εισαγωγή

Η μέθοδος αυτή περιγράφει τον τρόπο εργασίας για τον ποσοτικό προσδιορισμό της κατά μέγεθος κατανομής των κόκκων στα λεπτόκοκκα εδάφη.

9. ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΣΧΕΣΕΩΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ - ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΠΑΝΟΥ ΒΑΡΟΥΣ 2,5 Kg ΚΑΙ ΥΨΟΥΣ ΠΤΩΣΕΩΣ 305 mm (PROCTOR ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ).

1. Εισαγωγή

Οι δοκιμές αυτές έχουν σαν σκοπό τον προσδιορισμό της σχέσεως μεταξύ της περιεχόμενης υγρασίας και της πυκνότητας των εδαφών με συμπύκνωση αυτών μέσα σε τύπο ορισμένου μεγέθους με κόπανο βάρους 2,49 Kg που πέφτει από ύψος 304,8 mm. Προβλέπονται τέσσερις διαφορετικές διαδικασίες.

10. ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ ΤΟΥ ΚΑΛΙΦΟΡΝΙΑΚΟΥ ΛΟΓΟΥ ΦΕΡΟΥΣΑΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ (CBR)

1. Εισαγωγή

Με τη δοκιμή αυτή, επιδιώκεται ο καθορισμός της τιμής της φέρουσας ικανότητας εδαφών και μιγμάτων εδαφών - αδρανών όταν συμπυκνωθούν στο Εργαστήριο στη βέλτιστη υγρασία και σε διάφορους βαθμούς πυκνότητας με χρησιμοποίηση σφύρας βάρους 2.49 Kg και πτώση ύψους 304,8 mm, (Πρότυπη Μέθοδος). Σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να γίνει και η τροποποιημένη μέθοδος συμπύκνωσης με χρησιμοποίηση σφύρας βάρους 4.54 Kg και ύψους πτώσεως 457,2 mm, (βλ. σημείωση 5).

11. ΔΟΚΙΜΗ ΑΝΕΜΠΟΔΙΣΤΗΣ ΘΛΙΨΕΩΣ.

1. Ορισμός

Είναι η δοκιμή κατά την οποία εφαρμόζεται στο δοκίμιο, ελεύθερο από πλευρική πίεση, ένα αξονικό φορτίο. Σαν αντοχή σε ανεμπόδιση θλίψη ορίζεται η τάση στην οποία το δοκίμιο εμφανίζει 2 από τις ακόλουθες καταστάσεις :

- α) Αρχίζει να παρουσιάζει επιφάνεια θραύσεως.
- β) Η παραμόρφωση συνεχίζεται χωρίς την αύξηση φορτίου.

Εάν καμιά από τις παραπάνω καταστάσεις δεν συμβαίνει, τότε σαν αντοχή λαμβάνεται η τάση που αντιστοιχεί σε ανοιγμένη παραμόρφωση 20%.

12. ΤΡΙΑΞΟΝΙΚΗ ΔΟΚΙΜΗ ΣΕ ΣΥΝΕΚΤΙΚΑ ΕΔΑΦΗ

1. Σκοπός

1.1. Η δοκιμή αυτή καλύπτει τον προσδιορισμό της διατμητικής αντοχής κυλινδρικών δοκιμίων συνεκτικών εδαφών, σε αδιατάρακτη κατάσταση, ή ύστερα από αναζύμωση. Η εφαρμογή του κατακόρυφου φορτίου, που εξασκείται κατά τον άξονα του δοκιμίου, που υπόκειται ταυτόχρονα σε μια πλευρική πίεση, ελέγχεται με τη μέτρηση των παραμορφώσεων του δοκιμίου και των τάσεων που εξασκούνται σ' αυτό.

1.2. Η δοκιμή αυτή παρέχει τα δεδομένα για τον προσδιορισμό των διατμητικών ιδιοτήτων και της σχέσεως της τάσεως - παραμορφώσεως των εδαφών.

13. ΔΟΚΙΜΗ ΑΜΕΣΗΣ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ

1. Ορισμός

1.1. Είναι η δοκιμή κατά την οποία μετριέται η μεταβολή της διατμητικής αντοχής τους εδάφους με τη μεταβολή της ορθής τάσεως, που εφαρμόζεται κάθετα στην επιφάνεια διατμήσεως.

Η δοκιμή εφαρμόζεται σε συνεκτικά και μη συνεκτικά εδάφη.

Υπάρχουν τρεις (3) τύποι δοκιμών :

(α) Ταχεία δοκιμή μη στερεοποιημένου δοκιμίου.

(β) Ταχεία δοκιμή στερεοποιημένου δοκιμίου.

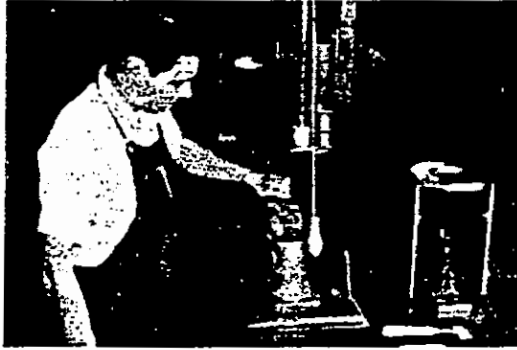
(γ) Βραδεία δοκιμή στερεοποιημένου δοκιμίου.

Οι τύποι (α) και (β) εφαρμόζονται σε γεωτεχνικά προβλήματα όπου εξετάζεται η θραύση του εδάφους λόγω επιβολής φορτίου σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα έτσι ώστε να μην είναι δυνατόν να γίνει εκτόνωση της πιέσεως του νερού των πόρων που δημιουργείται λόγω της φορτίσεως, (στάδιο αμέσως μετά την κατασκευή). Ο τύπος της δοκιμής (γ) εφαρμόζεται σε γεωτεχνικά προβλήματα όπου το έδαφος οδηγείται σε θραύση αργά ώστε να είναι δυνατή η εκτόνωση της πιέσεως του νερού των πόρων, (στάδιο λειτουργίας).

2.2. Από τους τρεις τύπους των δοκιμών της άμεσης διάτμησης, ο πιο αντιπροσωπευτικός τύπος είναι η βραδεία δοκιμή σε στερεοποιημένα δοκίμια, γι' αυτό και η εκτέλεση της δοκιμής αυτής συνιστάται, σε σύγκριση με τους άλλους δύο τύπους που πρέπει να αποφεύγονται.

στην παλάμη και την εκτινάζουμε οριζόντια, με απότομες κινήσεις, μεταξύ των χειρών. Εάν το δείγμα είναι ιλύς ή εάν σ' αυτό υπερτερεί η ιλύς, τότε η επιφάνεια του δείγματος καθίσταται υγρή και λαμπρή, πράγμα που δεν γίνεται όταν το δείγμα είναι άργιλλος. Αυτό συμβαίνει διότι το νερό διασχίζει σχετικά εύκολα τα σωματίδια της ιλύος (και όχι της αργίλλου) και καταλήγει στην επιφάνεια με τις δυνάμεις αδράνειας.

1. Πριν από την κατασκευή τὰ ἐδάφη δοκιμάζονται στο ἐργαστήριο, για τόν προσδιορισμό τῆς ἀναλογίας τοῦ τσιμέντου, τῆς βέλτιστης ὑγρασίας καί τῆς μέγιστης πυκνότητας.



5. Ἐλεγχος τοῦ ὑγροῦ μίγματος. Ἐνα μίγμα ἐδάφους - τσιμέντου μέ τήν βέλτιστη ὑγρασία πρέπει νά δίνει ἕνα συμπαγές βῶλο, ὅταν πιεσθεῖ μέσα στήν παλάμη. Μπορεῖ νά θραυσθεῖ σέ δύο κομμάτια, χωρίς νά θρυμματισθεῖ.



ΚΟΠΑΝΟΣ



ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ :

Κεντρικό και περιφερειακό ΚΕΔΕ Αθηνών Πατρών.

Βιβλιογραφίες : ΒΑΛΑΛΑΣ - ΤΕΡΖΑΚΗΣ - ΛΟΙΖΟΣ