

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### **ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ**

Στο κεφάλαιο αυτό ορίζονται οι μηχανικές παράμετροι οι οποίες συσχετίζονται με τα αποτελέσματα των δοκιμών πεδίου: Οι παράμετροι διατμητικής αντοχής, το οιδημετρικό μέτρο και οι παράμετροι που το ορίζουν, η πυκνότητα και η συνεκτικότητα των εδαφών.

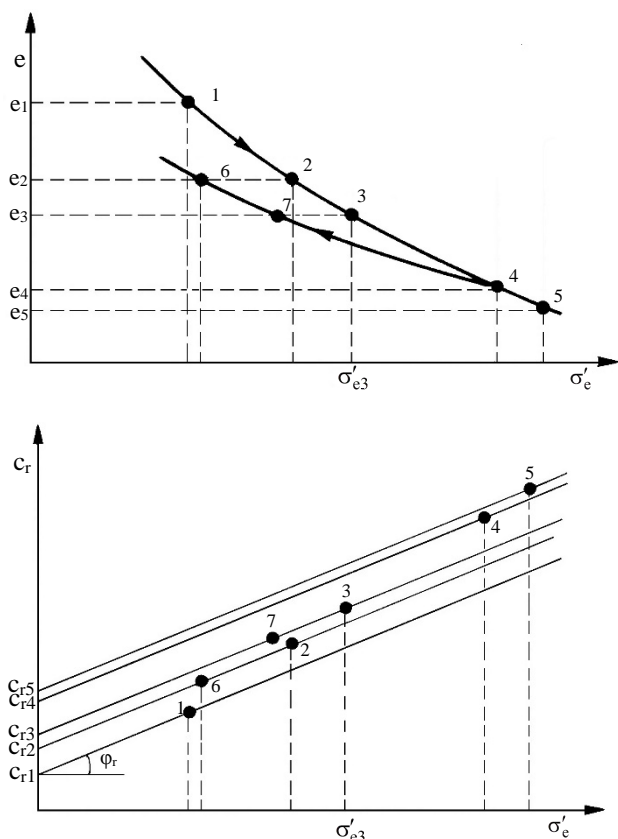
Οι έννοιες των παραμέτρων της διατμητικής αντοχής των συνεκτικών εδαφών δεν είναι απλές και οι σχετικοί ορισμοί που δίνονται στη βιβλιογραφία διαφορετικοί και ασαφείς, πράγμα που δημιουργεί προβλήματα στο χειρισμό τους.

Σκοπός του Κεφαλαίου αυτού είναι να ορίσει με απλό τρόπο τα μεγέθη αυτά, η γνώση των οποίων αποτελεί προϋπόθεση για τη σωστή αντιμετώπιση, ακόμη και απλών προβλημάτων εφαρμογών αλλά και για την ορθή ερμηνεία και χρήση των αποτελεσμάτων των επιτόπου δοκιμών.

### **ΑΡΧΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΤΩΝ ΣΥΝΕΚΤΙΚΩΝ ΕΔΑΦΩΝ**

Σε κάθε μεταβολή της εντατικής κατάστασης που προκαλεί στο έδαφος η εφαρμογή μιας εξωτερικής φόρτισης, π.χ. με την κατασκευή ενός οικοδομικού έργου, αντιστοιχεί μία συγκεκριμένη μεταβολή του δείκτη πόρων του εδάφους. Στα χαλαρά αμμώδη εδάφη και στα κανονικά στερεοποιημένα έως τα ελαφρώς υπερστερεοποιημένα συνεκτικά εδάφη, ο δείκτης πόρων τείνει να μειωθεί. Αν η διαπερατότητα είναι μεγάλη, όπως συμβαίνει στα αμμώδη εδάφη, το νερό των πόρων δεν αντιδρά στη μείωση αυτή επειδή μπορεί και διαφεύγει χωρίς καθυστέρηση.

Τα συνεκτικά εδάφη χαρακτηρίζονται με χαμηλές τιμές διαπερατότητας και η απομάκρυνση του νερού χρειάζεται χρόνο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αναπτύσσονται πιέσεις πόρων, οι οποίες εξισορροπώντας ένα μέρος των ορθών τάσεων,  $\Delta\sigma$  -αυτών που προκαλούνται από τα φορτία της κατασκευής- δεν τις αφήνουν να μεταφερθούν εξ ολοκλήρου υπό μορφή ενεργών τάσεων



Σχ. 1-3. Αποτελέσματα *Hvorslev*. Εξάρτηση της πραγματικής συνοχής από την ισοδύναμη ενεργό τάση

Στην περίπτωση **κανονικά στερεοποιημένης αργίλου** θα έχουμε λοιπόν:

$$\tau = k \sigma'_e + \sigma' \operatorname{tg} \varphi_r$$

Η πραγματική διατμητική αντοχή για μία απροφόρτιστη άργιλο είναι συνεπώς συνάρτηση μόνο των ενεργών τάσεων.

Η σχέση αυτή παριστάνεται στο Σχήμα 1-4. Οι κύκλοι 1, 2 παριστάνουν τους οριακούς κύκλους δύο δοκιμών τα οποία στερεοποιήθηκαν κανονικά με διαφορετικές ολομερείς πιέσεις. Αφορούν συνεπώς δοκίμια με διαφορετικό δείκτη πόρων. Η τιμή  $e_2$  θα είναι μικρότερη από την  $e_1$ , επειδή το δοκίμιο 2 στερεοποιήθηκε με μεγαλύτερη πίεση. Σύμφωνα με τη σχέση του *Hvorslev* θα έχουμε:  $c_r = k \sigma'_e$  η οποία για το τριαξονικό πείραμα ισοδυναμεί με  $c_r = k \sigma'_3$ .



Εργασίες εδαφοτεχνικής έρευνας στην πόλη



Δείγματα φραγμού



Δείγματα εδάφους σε κιβώτιο



Γρήγορη δειγματοληψία με βενζινοκίνητη δονητική σφύρα και δειγματολήπτη με παράθυρο



Δειγματολήπτης με παράθυρο (window sampler)



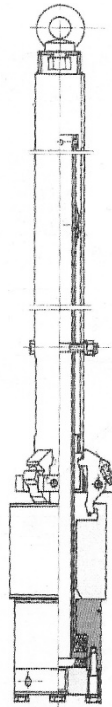
Σύγχρονο εργαστήριο Εδαφομηχανικής



Πρότυπη δοκιμή διείδυσης (SPT).  
Σφύρα Donut, σχοινί και τροχαλία



Πρότυπη δοκιμή διείδυσης (SPT). Αυτοματοποιημένη διάταξη.  
Εξασφαλίζει σταθερό ύψος πτώσης



| ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ  | ΠΡΟΤΑΣΗ   |
|--|---|
| <i>Liao/Whitman, 1986</i>  | $C_N = \left[ \frac{1}{\left( \frac{\sigma'_o}{p_\alpha} \right)} \right]^{0,5}$  |
| <i>Skempton, 1986</i>  | $C_N = \frac{2}{1 + \left( \frac{\sigma'_o}{p_\alpha} \right)}$ Για κανονικά στερεοποιημένη χοντρή άμμο   |
|  | $C_N = \frac{3}{2 + \left( \frac{\sigma'_o}{p_\alpha} \right)}$ Για υπερστερεοποιημένη άμμο   |
|  | $C_N = \frac{1,7}{0,7 + \left( \frac{\sigma'_o}{p_\alpha} \right)}$ Για κανονικά στερεοποιημένη λεπτή άμμο  |
| <i>Tokimatsu/Yoshimi, 1983</i>                                       | $C_N = \frac{1,7}{0,7 + \left( \frac{\sigma'_o}{p_\alpha} \right)}$   |
| <i>Seed et al., 1975</i>   | $C_N = 1 - 1,25 \log \left( \frac{\sigma'_o}{p_\alpha} \right)$   |
| <i>Peck et al., 1974</i>   | $C_N = 0,77 \log \left[ \frac{20}{\left( \frac{\sigma'_o}{p_\alpha} \right)} \right] \quad \text{για } \frac{\sigma'_o}{p_\alpha} \geq 0,25$  |
| <i>Salgado et al., 1997, 2008</i>                                    | $C_N = \left[ \frac{1}{\left( \frac{\sigma'_o}{p_\alpha} \right)} \times \frac{K_{o,NC}}{K_o} \right]^{0,5}$ <p> <math>K_{o,NC} = 1 - \sin \phi</math> = πίεση ηρεμίας για κανονικά στερεοποιημένο έδαφος<br/> <math>K_o = (1 - \sin \phi) \sqrt{OCR}</math> = πίεση ηρεμίας για υπερστερεοποιημένο έδαφος<br/> <math>OCR = \sigma'_o / \sigma'_c</math> = βαθμός υπερστερεοποίησης<br/> <math>\sigma'_o</math> = ενεργός πίεση προστερεοποίησης </p> |
| <i>Bazaraa, 1967</i>   | $N_1 = \frac{3,7}{1 + 4,11 \sigma'_o / p_\alpha} N \quad \text{για } \sigma'_o / p_\alpha \leq 0,73$  |
|  | $N_1 = \frac{3,7}{3,25 + 1,03 \sigma'_o / p_\alpha} N \quad \text{για } \sigma'_o / p_\alpha > 0,73$  |
| <i>Bazaraa, 1967</i><br><i>Alpan, 1964</i><br><i>Thornburn, 1963</i> | Σχήμα 4-5, Σχήμα 4-7  |

Πίν. 4-II. Προτάσεις για την προσέγγιση του συντελεστή  $C_N$

Εφαρμογή για τον προσδιορισμό του  $N_1$  βρίσκουν επίσης τα γραφήματα των *Bazarra (1963)*, *Alpan (1964)* και *Gibbs/Holz (1957)* (Σχ. 4-5 και 4-7).

Δείχνεται ότι οι διαφορές στις οποίες οδηγεί η εφαρμογή των διαφόρων προτάσεων του Πίνακα 4-Π είναι μικρές, σε βαθμό που, για πρακτικούς λόγους να κρίνεται αρκετή μόνο η εφαρμογή της απλούστερης σχέσης των *Liao/Whitman (1986)*. Στον Ευρωκώδικα προτείνεται η εφαρμογή των σχέσεων του *Skempton (1986)*, Πίν. 4-Π.

#### **Συνεκτίμηση του ενεργειακού λόγου και των τοπικών συνθηκών:**

Υπάρχουν και άλλες αιτίες που επηρεάζουν τον αριθμό  $N$  της πρότυπης δοκιμής διείδυσης. Οι κυριότερες είναι ο βαθμός της μεταφερόμενης στο δειγματολήπτη ενέργειας της σφύρας (**ενεργειακός λόγος**), η διάμετρος της γεώτρησης, το μήκος της στήλης των στελεχών και η μέθοδος διάτρησης.

#### **Αποδοτικότητα της σφύρας**

Η αποδοτικότητα της σφύρας ορίζεται:

$$ER_r \% = \frac{\text{πραγματικά μεταβιβαζόμενη ενέργεια στο δειγματολήπτη}}{\text{θεωρητική μεταφερόμενη ενέργεια}} \times 100$$

Θεωρητική μεταφερόμενη ενέργεια =  $W \times h$

$ER_r \%$  = ενεργειακός λόγος

$W$  = βάρος της σφύρας = 0,623 kN

$h$  = ύψος πτώσης = 0,76 m

$W \times h$  = 0,623 × 0,76 = 0,474 kNm

Στην πράξη, το μέγεθος του ενεργειακού λόγου,  $ER_r$  μεταβάλλεται από 40 μέχρι 90%. Η συνήθης πρακτική είναι, οι τιμές του  $N$  να αναφέρονται σε μία μέση τιμή του ενεργειακού λόγου, της τάξης του 60% (αναγωγή του  $N$  ως προς τιμή του ενεργειακού λόγου ίση με 60%):  $N_{60}$ .

Για να συνεκτιμηθεί το σύνολο των παραπάνω επιρροών, η τιμή του  $N$  συνδέεται με το μέγεθος της μεταφερόμενης ενέργειας και το βαθμό διαταραχής της γύρω (από το δειγματολήπτη) εδαφικής περιοχής με την εμπειρική σχέση:

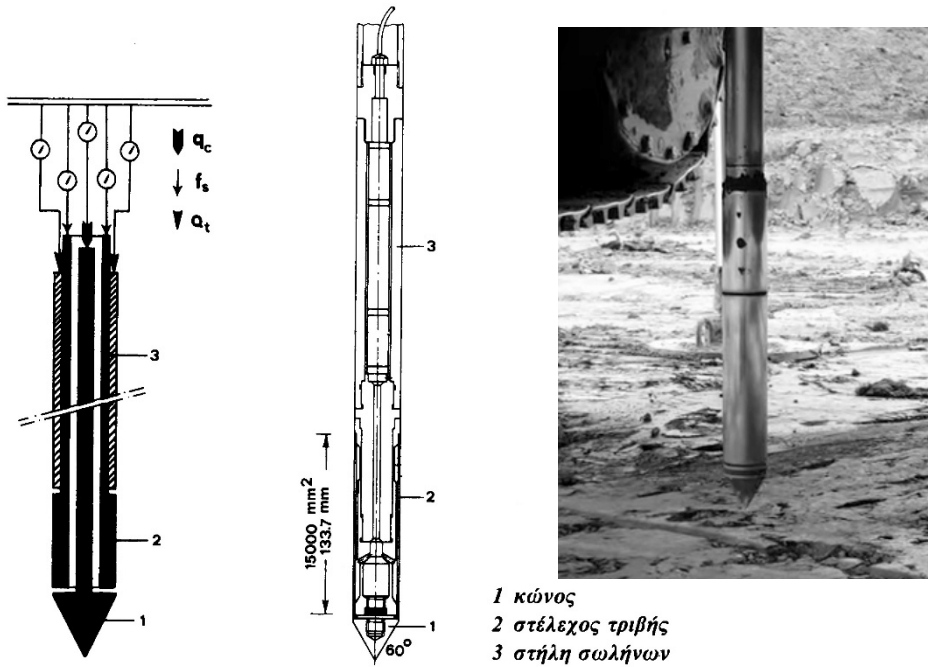
$$N_{60} = N \times \eta_H \% \times \eta_B \times \eta_S \times \eta_R / 60$$

$N_{60}$  = ο αριθμός  $N$ , διορθωμένος ως προς την αποδοτικότητα της σφύρας και ως προς τις συνθήκες πεδίου με αναγωγή ως προς ενεργειακό λόγο ίσο με 60%

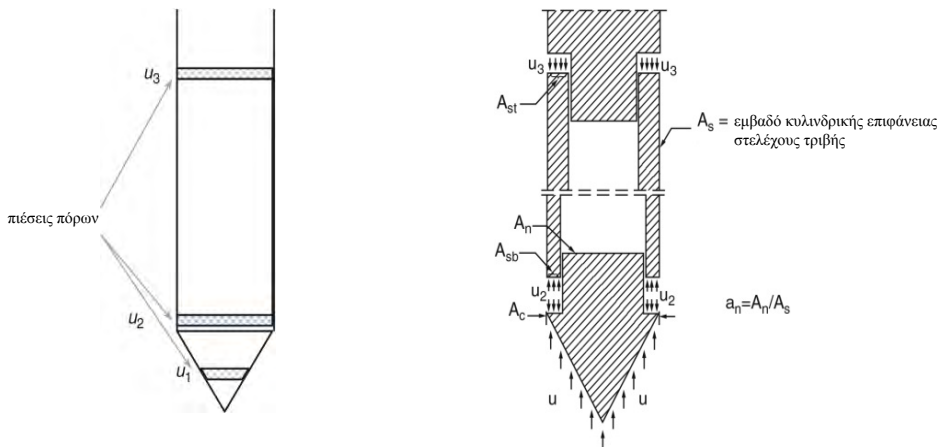
$N$  = μετρημένος αριθμός κρούσεων

$\eta_H \%$  = αποδοτικότητα σφύρας %

$\eta_B$  = διόρθωση που αφορά στη διάμετρο της γεώτρησης



Σχ. 5-1. Κάτω άκρο στατικού πενетроμέτρου

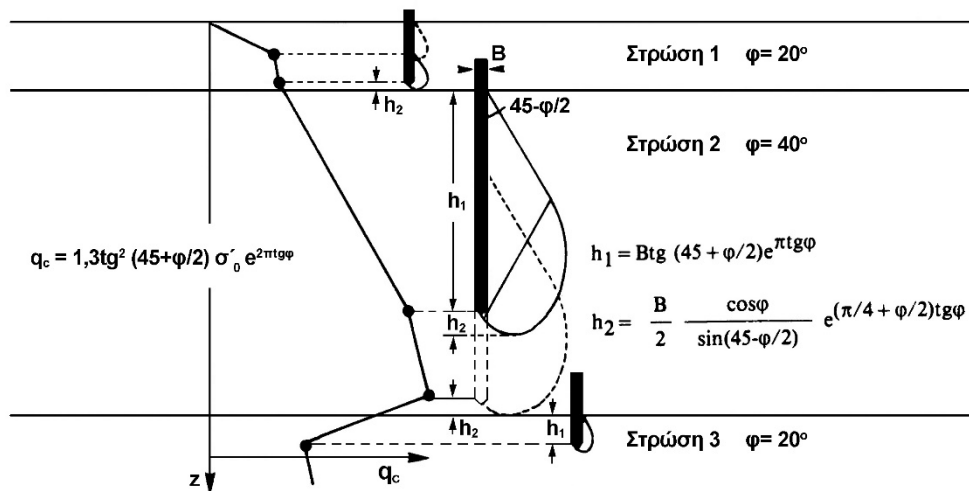


Σχ. 5-2. Πιεζοκώνος. Γεωμετρία του κώνου και πιέσεις νερού

| ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ                                 | ΠΡΟΤΑΣΗ  | ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ  |
|---|--|---|
| <i>Trofimenkov, 1964</i>                  | $E_s = 100 + 5q_c$ kp/cm <sup>2</sup>  |   |
| <i>Meyerhof, 1965</i>                     | $E_s = 1,9 q_c$  |   |
| <i>De Beer, 1965</i>                      | $E_s = 1,5 q_c$  | θεωρητική σχέση   |
| <i>Bachelier/Parez, 1965</i>              | $E_s = (0,8 \div 0,9) q_c$<br>$E_s = (1,3 \div 1,9) q_c$<br>$E_s = (2,9 \div 3,8) q_c$   | λεπτή έως μέση άμμος<br>λεπτή έως μέση άμμος,<br>ιλυώδης<br>λεπτή έως μέση άμμος,<br>αργιλωδής  |
| <i>Melzer, 1965</i>                       | $v=301,1 \log q_c - 382,3 \sigma'_o +$<br>$+60,3 \pm 50,3$ kp/cm <sup>2</sup><br>$v=506,1 \log q_c - 822,6 \sigma'_o$<br>$+329,2 \pm 126,6$ kp/cm <sup>2</sup> | άμμος, $w = 0,522$ ,<br>$\sigma'_o \leq 0,8$ kp/cm <sup>2</sup><br>αμμοχάλικο, $w = 0,491$ ,<br>$\sigma'_o \leq 1,0$ kp/cm <sup>2</sup> |
| <i>Vesic, 1967</i>                        | $E_s = 25(1 + D_r^2) q_c$<br>$E_s = 5,5(1 + D_r^2) q_c$<br>$E_s = 2(1 + D_r^2) q_c$  | εμπηγν. πάσσαλοι<br>πάσσαλοι, μεγάλης<br>διαμέτρου με αφάι-<br>ρηση υλικού<br>επιφ. θεμελιώσεις   |
| <i>Thomas, 1968</i>                       | $E_s = (3 \div 12) q_c$  |   |
| <i>Schmertmann, 1970</i>                  | $E_s = 2q_c$   |   |
| <i>Paproth, 1971</i>                      | $E_s = 7q_c$   | πάσσαλοι μεγάλης<br>διαμέτρου με αφάιρηση<br>υλικού   |
| <i>Muhs/Weiss, 1971</i>                   | $E_s = 265 + 2,8 q_c$ kp/cm <sup>2</sup>   |   |
| <i>Franke, 1973</i>                       | $E_s = 100 + 5q_c$ kp/cm <sup>2</sup>  |   |
| <i>Τάσιος/Αναγνωστό-<br/>πουλος, 1974</i> | $E_s = 1,5 q_c$<br>$E_s = 3 q_c$   | για $q_c > 30$ kp/cm <sup>2</sup><br>για $q_c = 5 \div 15$ kp/cm <sup>2</sup>   |
| <i>Trofimenkov, 1974</i>                  | $E_s = 3 q_c$<br>$E_s = 130 + 3,4 q_c$ kp/cm <sup>2</sup>  |   |

Πίν. 5-VI. Εμπειρικές σχέσεις  $q_c$  προς  $E_s$





Σχ. 5-20. Μεταβολή της  $q_c$  κατά τη διείδυση του κώνου σε πολυστρωματικό έδαφος κατά τον *De Beer*

Στο Σχήμα 5-20 παρουσιάζεται η μεταβολή με το βάθος της  $q_c$  στην περίπτωση τριών εδαφικών στρώσεων.

Στο Σχήμα 5-21 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα υπολογισμών του *De Beer*. Αφορούν τις αντιστάσεις αιχμής ενός κώνου διαμέτρου 3,6 cm και ενός πασσάλου διαμέτρου 36 cm σε μία πυκνή άμμο και σε μία άμμο μέσης πυκνότητας. Οι υπολογισμοί έγιναν με τη θεώρηση ότι η υπερκείμενη αργιλική στρώση έχει αμελητέα αντοχή. Η τιμή της  $q_c$  μετά από διείδυση 40 cm στην άμμο μέσης πυκνότητας είναι 100 kpc/m<sup>2</sup>. Την τιμή αυτή παίρνει η  $q_{c\text{pile}}$  μετά από διείδυση 4 m. Στην πυκνή άμμο η τιμή της  $q_c$  μετά από διείδυση 60 cm είναι 250 kpc/m<sup>2</sup>, τιμή η οποία στον πάσσαλο θα εκδηλωθεί μετά από διείδυση 6 m. Για μικρά μήκη πάκτωσης του πασσάλου, η  $q_c$  είναι λοιπόν πολύ μεγαλύτερη από την  $q_{c\text{pile}}$ · οι διαφορές αυξάνονται με την αύξηση της πυκνότητας της άμμου.

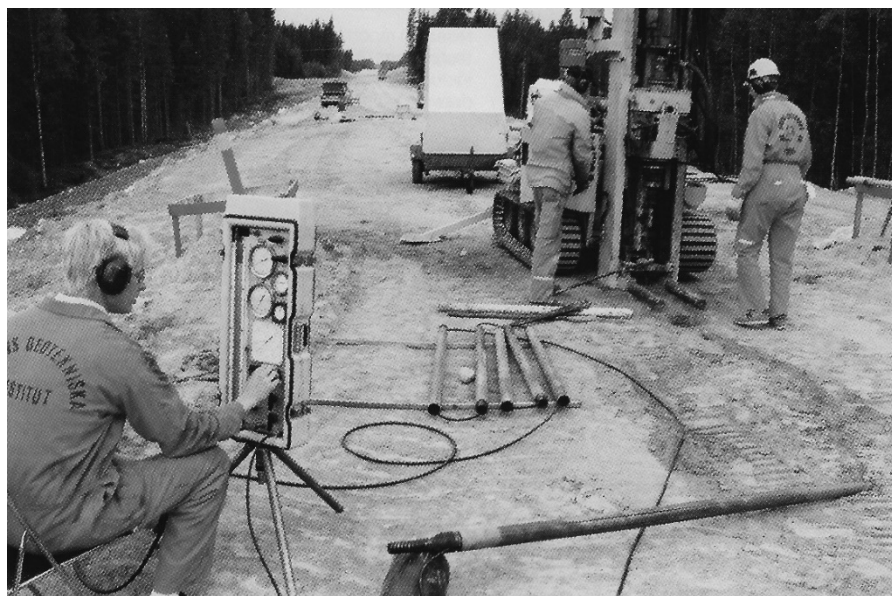
Για τον προσδιορισμό της φέρουσας ικανότητας ενός πασσάλου σε συνάρτηση με το μήκος πάκτωσης του στη φέρουσα στρώση, ο *De Beer* προτείνει τον παρακάτω απλοποιημένο τρόπο. Αυξάνουμε το ύψος του τριγώνου ABC πολλαπλασιάζοντάς το με το λόγο της διαμέτρου του πασσάλου προς τη διάμετρο της αιχμής. Η ευθεία AE του νέου τριγώνου AED ορίζει την  $q_{c\text{pile}}$  για μήκη πάκτωσης στη φέρουσα στρώση τα οποία κυμαίνονται ανάμεσα στα A και D.



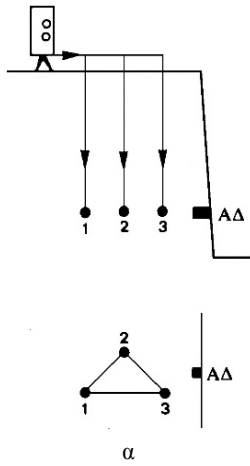
Έλεγχος της λειτουργίας διαστολής του πρεσσομετρικού στελέχους πριν την εκτέλεση της δοκιμής



Εισαγωγή του πρεσσομετρικού στελέχους στη γεώτρηση



Εκτέλεση της πρεσσομετρικής δοκιμής



β



γ



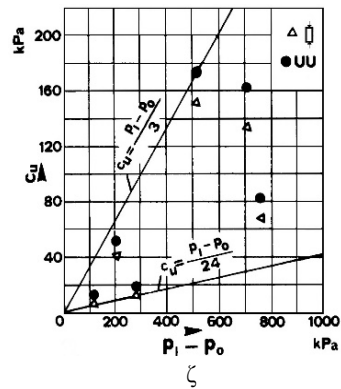
δ



ε

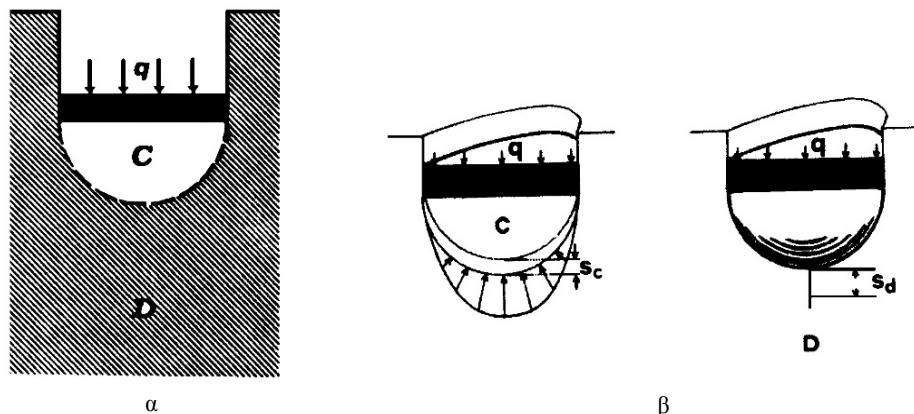


στ



ζ

Σχ. 6-8. Ερευνητικό πρόγραμμα συσχέτισμού πρεσσιομετρικών παραμέτρων-μηχανικών παραμέτρων συνεκτικών εδαφών. α) Διάταξη των πρεσσιομετρικών δοκιμών και θέση στην οποία έγινε αδιατάρακτη δειγματοληψία από το πρανές: θέση ΑΔ. β) Πρεσσιομέτρηση. γ) και δ) Εργασίες αδιατάρακτης δειγματοληψίας από το πρανές. ε) Εργαστηριακός έλεγχος. στ) Δοκίμια. ζ) Αποτελέσματα συσχέτισης  $p_1^*$  προς  $c_u$ : μεγάλη διασπορά των σημείων (Μαραγκός, 1992)



Σχ. 6-19. α) Διάκριση της εδαφικής περιοχής κάτω από κυκλικό θεμέλιο στο σφαιρικό, C και στον εκτροπικό χώρο, D. β) Σφαιρική και εκτροπική συνιστώσα καθίζησης

οποία ορίζεται από το σφαιρικό χώρο- και η οποία δέχεται το ίδιο φορτίο με το θεμέλιο. Η σφαιρική συνιστώσα θα προκύψει από τη συμπίεση του εδαφικού ημισφαιρίου για το οποίο γίνεται δεκτό ότι καταπονείται ισοθλιπτικά. Χρησιμοποιούνται έτσι, για μεν τον υπολογισμό της εκτροπικής συνιστώσας η λύση του *De Josselin de Jong* η οποία ορίζει την καθίζηση μιας, στο εσωτερικό του εδάφους, τοποθετημένης άκαμπτης σφαίρας που δέχεται κατακόρυφο φορτίο, για δε τη σφαιρική καθίζηση οι σχέσεις της ελαστικής θεωρίας οι οποίες ορίζουν τη μείωση της ακτίνας μιας σφαίρας που υπόκειται σε εξωτερική πίεση. Η πίεση αυτή προσεγγίζεται με την εφαρμογή της σχέσης του *Fröhlich* η οποία δίνει στο σφαιρικό όριο των δύο περιοχών την κατανομή των τάσεων που προκαλεί μοναχικό κατακόρυφο φορτίο στην επιφάνεια του ελαστικού ανισότροπου ημίχωρου.

Προκύπτουν έτσι οι σχέσεις:

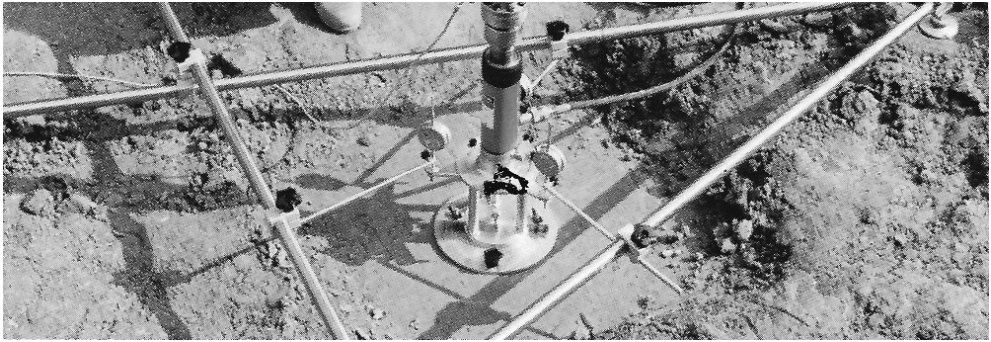
$$s_d = \frac{1}{12G_M} qB_o \left( \lambda_d \frac{B}{B_o} \right)^a \quad \text{εκτροπική καθίζηση}$$

$$s_c = \frac{1}{9K_M} qB\lambda_c \quad \text{σφαιρική καθίζηση}$$

όπου  $q$  η αύξηση -λόγω των φορτίων της κατασκευής- της τάσης στο επίπεδο θεμελίωσης,  $\lambda_c$ ,  $\lambda_d$  συντελεστές σχήματος θεμελίου (Πίν. 6-VI),  $B$  το πλάτος του θεμελίου,  $B_o$  ένα πλάτος αναφοράς ίσο με 60 cm και  $a$  εμπειρικός συντελεστής μικρότερος της μονάδας που εξαρτάται από τη δομή του



Δοκιμή πτερυγίου (VT)



Δοκιμή φόρτισης πλάκας



Δοκιμή φόρτισης πλάκας

### Σχέσεις $N-q_c$ συνεκτικών εδαφών

Για τα συνεκτικά εδάφη ο *Meyerhof (1956)* πρότεινε τη γενική σχέση:

$$q_c = 2,5N \quad \text{kp/cm}^2$$

Μεταγενέστερες σχέσεις διαφοροποιημένες ως προς το είδος του συνεκτικού εδάφους παρουσιάζονται στον Πίνακα 8-II.

| ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ                                | ΣΧΕΣΗ                                | ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ  |
|--|--------------------------------------|---|
| <i>Meyerhof, 1956</i>                    | $q_c = 2,5N$ kp/cm <sup>2</sup>      | συνεκτικά εδάφη γενικά  |
| <i>Schultze/Knausenberger, 1957</i>      | $q_c = 2N$ kp/cm <sup>2</sup>        | άργιλος   |
| <i>Caquot/Kerisel, 1960</i>              | $q_c = 3N$ kp/cm <sup>2</sup>        | άργιλος   |
|  | $q_c = 4N$ »                         | ιλύς  |
| <i>Malcev, 1964</i>                      | $q_c = 4 \div 6N$ kp/cm <sup>2</sup> | CL εδάφη  |
|  | $q_c = 2 \div 4N$ »                  | CH και OH εδάφη   |
|  | $q_c = 6 \div 8N$ »                  | ML εδάφη  |
| <i>Sanglerat, 1965</i>                   | $q_c = 3N$ kp/cm <sup>2</sup>        | άργιλος, ιλυώδης  |
|  | $q_c = 4N$ »                         | άργιλος, αμμώδης  |
|  | $q_c = 5N$ »                         | ιλύς αμμώδης  |
| <i>Belshaw, 1967</i>                     | $q_c = 3N$ kp/cm <sup>2</sup>        | άργιλος, Ιλύς   |
| <i>Frankipfahl/Baugesellschaft, 1967</i> | $q_c = 5 \div 6N$ kp/cm <sup>2</sup> | ιλύς αμμώδης  |
|  | $q_c = 3 \div 4N$ »                  | { άργιλος, αμμώδης  |
|  | $q_c = 2N$ »                         | { άργιλος, ιλυώδης έως αμμώδης<br>άργιλος, ιλυώδης άργιλος<br>και αργιλική ιλύς |
| <i>DIN 4014/2, 1977</i>                  | $q_c = 2N$ kp/cm <sup>2</sup>        | { ιλύς<br>ιλύς, αμμώδης<br>ιλύς, ελαφρά συνεκτική                               |
|  | $q_c = 3N$ »                         | άργιλος, ιλυώδης  |
|  | $q_c = 2 \div 4N$ »                  | άργιλος, αμμώδης  |

Πίν. 8-II. Εμπειρικές σχέσεις  $q_c$  προς  $N$  συνεκτικών εδαφών



Δοκιμαστική φόρτιση πασσάλου

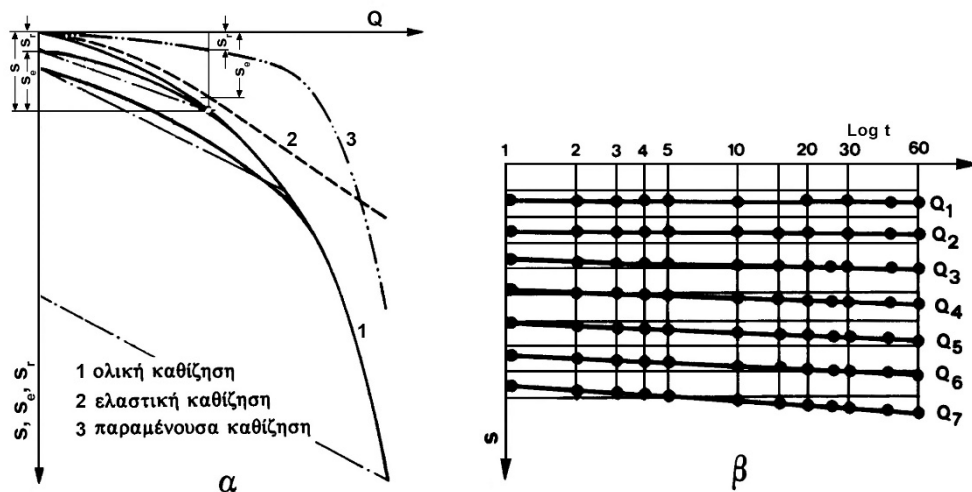


Δοκιμαστική φόρτιση πασσάλου. Φορτίο δοκιμής 2300 kN, *Rombachtal Bridge, West Germany, 1982/83*



- Λεπτομερής περιγραφή του τρόπου κατασκευής του πασσάλου. Σε περιπτώσεις πασσάλων έμπηξης, η ενέργεια που απαιτήθηκε για την έμπηξη του πασσάλου, η ισχύς των μηχανημάτων, τυχόν διακοπές κατά την έμπηξη κ.λπ.
- Τρόπος με τον οποίο ασκήθηκαν τα φορτία. Στοιχεία σχετικά με τη μέγιστη ικανότητα των γρύλλων, τύποι μηκυνσιομέτρων, βαθμός ακρίβειας κ.λπ.
- Οι καμπύλες φορτίου-καθίζησης και καθίζησης-χρόνου.
- Ειδικές παρατηρήσεις. Μεταβολές που παρατηρήθηκαν στην επιφάνεια του εδάφους γύρω από τον πάσσαλο. Τυχόν μετατοπίσεις στους βοηθητικούς πασσάλους και στις αγκυρώσεις τους.
- Στοιχεία αναφορικά με την εξαγωγή του πασσάλου μετά τη δοκιμαστική φόρτιση. Τρόπος που χρησιμοποιήθηκε, δυνάμεις που απαιτήθηκαν κ.λπ. Κατάσταση του πασσάλου και περιγραφή τυχόν ζημιών στο σώμα του.
- Χρόνος έναρξης και πέρας των φάσεων της δοκιμαστικής φόρτισης.

Το αποτέλεσμα μιας δοκιμαστικής φόρτισης είναι η καμπύλη φορτίου-καθίζησης\* και η καμπύλη καθίζησης-χρόνου (Σχ. 9-2). Σχεδιάζονται η καμπύλη φορτίου-ελαστικής καθίζησης, η καμπύλη φορτίου-παραμένουσας καθίζησης και η καμπύλη φορτίου-ολικής καθίζησης (Σχ. 9-2). Η διαφορά της ολικής και της παραμένουσας καθίζησης είναι ίση με το άθροισμα της



Σχ. 9-2. Αποτελέσματα δοκιμαστικής φόρτισης πασσάλου. α) Καμπύλες φορτίου-καθίζησης. β) Καμπύλες ολικών καθιζήσεων-χρόνου

\* Από την καμπύλη φορτίου-καθίζησης προκύπτουν συμπεράσματα για τη συμπεριφορά -κατά τη δοκιμαστική φόρτιση- του σώματος του πασσάλου. Απότομες μεταβολές στην καμπύλη αυτή δείχνουν συνήθως αστοχία του πασσάλου εξαιτίας ελαττωματικής κατασκευής.

## 1. Παράμετροι διατμητικής αντοχής των αργιλικών εδαφών

Σε δοκίμια μιας συγκεκριμένης αργίλου έγιναν εργαστηριακές δοκιμές αντοχής και βρέθηκαν τα εξής αποτελέσματα (παράδειγμα):

**Δοκιμές απλής θλίψης**

$$c_u = 120 \text{ kPa}$$

$$\varphi = 0^\circ$$

**Δοκιμές UU**

$$\varphi_{uu} = 0^\circ$$

$$c_{uu} = 87 \text{ kPa}$$

**Δοκιμές CU**

$$\varphi_{cu} = 29^\circ$$

$$c_{cu} = 112 \text{ kPa}$$

**Δοκιμές CUPP**

$$\varphi' = 38^\circ$$

$$c' = 58 \text{ kPa}$$

**Δοκιμές CUPP**

$$\varphi' = 42^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa} \quad \left. \vphantom{c'} \right\} \text{ (κανονικά στερεοποιημένη, αμιγής αργιλική στρώση)}$$

«Τόσες πολλές τιμές αντοχής για μία άργιλο; Τι είναι τελικά αυτό που προσδιορίζουν όλες αυτές οι διαφορετικές τιμές»;

α) Καταρχάς δεν πρόκειται για ένα μόνο υλικό αλλά για δύο υλικά της αυτής μεν σύστασης (άργιλος) αλλά διαφορετικής αντοχής. Συγκεκριμένα: οι δοκιμές απλής θλίψης και οι τριαξονικές δοκιμές UU προσομοιώνουν μία άργιλο ενός μόνο (μοναδικού) δείκτη πόρων, ενώ οι δοκιμές CU μία ολόκληρη αργιλική στρώση της οποίας ο δείκτης πόρων μειώνεται με το βάθος, μία παράμετρος η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στην αντοχή του υλικού: Με την μείωση του δείκτη πόρων η αντοχή αυξάνεται. Υπό κανονικές συνθήκες η αντοχή μιας αργιλικής στρώσης θα είναι μεγαλύτερη από ότι η αντοχή μιας αργίλου σταθερού δείκτη πόρων.

β) Κάθε ζεύγος παραμέτρων  $\varphi$  και  $c$  αναφέρεται σε διαφορετικές συνθήκες στράγγισης: Σε αστράγγιστες συνθήκες και σε στραγγιζόμενες (ενεργές) συνθήκες.

Θα υπάρχουν συνεπώς διαφορετικές παράμετροι αντοχής (διαφορετικές αντοχές) για φόρτιση υπό αστράγγιστες συνθήκες και διαφορετικές παράμετροι αντοχής (διαφορετικές αντοχές) για φόρτιση υπό στραγγιζόμενες συνθήκες. Οι τιμές των παραμέτρων  $\varphi$  και  $c$  υπό αστράγγιστες συνθήκες θα προσδιορίζονται από κύκλους ολικών τάσεων, οι τιμές των παραμέτρων  $\varphi$  και  $c$  υπό στραγγιζόμενες συνθήκες από κύκλους ενεργών τάσεων και θα αναφέρονται οι πρώτες στην **αρχική αντοχή** (πριν αρχίσει η