

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΜΠΙΕΣΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ
ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ

Καθίζηση

(Dunn et al., 1980, Budhu, 1999)

- Υποχώρηση του επιπέδου έδρασης μιας κατασκευής λόγω παραμόρφωσης του υποκείμενου εδάφους, χωρίς πλευρική διόγκωση.
- Οφείλεται αποκλειστικά σε αναδιάταξη των κόκκων με το χρόνο και μείωση του δείκτη πόρων του εδάφους, με απομάκρυνση του νερού των πόρων, στην περιοχή της φόρτισης

Διαφορική καθίζηση

- Ονομάζεται η διαφορά καθίζησης δύο συνεχόμενων σημείων έδρασης ενός έργου.
- Ισούται με το λόγο των κατακόρυφων μετατοπίσεων προς την οριζόντια απόσταση των σημείων έδρασης.
- Η διαφορική καθίζηση εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους, την ακαμψία του έργου και τα δομικά υλικά

Οι διαφορετικές καθιζήσεις οφείλονται σε:

- Στην ανομοιογένεια του εδάφους καθώς και στην παρουσία ασυνεχειών
- Στην ανομοιόμορφη φόρτιση του εδάφους, που εξαρτάται τόσο από την ανομοιόμορφη κατανομή των φορτίων όσο και από το σχήμα της κατασκευής
- Στο γεγονός ότι ακόμη και στην περίπτωση ομοιόμορφης φόρτισης, τα κεντρικά σημεία της φορτιζόμενης επιφάνειας βυθίζονται περισσότερο από τα περιφερειακά (Θεωρία Bussinesq (1885))
- Στην παρουσία υπόγειου νερού
- Στην επίδραση φορτίων από γειτονικές κατασκευές

Στάδια καθίζησης

- Αρχική καθίζηση (άμεση ή αστράγγιστη ή διατμητική)
- Καθίζηση λόγω στερεοποίησης
- Δευτερογενής καθίζηση

Αρχική καθίζηση (άμεση ή αστράγγιστη ή διατμητική)

- Παρατηρείται μετά την εφαρμογή της φόρτισης.
- Είναι αποτέλεσμα των διατμητικών τάσεων που αναπτύσσονται και πραγματοποιείται με σταθερό όγκο και χωρίς αποστράγγιση του νερού των πόρων.
- Το σχετικό της μέγεθος είναι συνήθως μικρό.
- Αποτελεί την ολική καθίζηση σε ψαθυρά εδάφη και κορεσμένες ιλύες και αργίλλους.

Καθίζηση λόγω στερεοποίησης

- Πραγματοποιείται βαθμιαία, μετά το τέλος της αρχικής καθίζησης, με βαθμιαία απομάκρυνση του νερού των πόρων από το έδαφος και μεταφορά της φόρτισης από το νερό στο στερεό σκελετό.
- Η παρακολούθηση του φαινομένου γίνεται με τη μέτρηση της μεταβολής της πίεσης του νερού των πόρων.
- Το φαινόμενο τελειώνει όταν η πίεση του νερού των πόρων εξισωθεί με τις υπάρχουσες οριακές υδραυλικές συνθήκες.

Δευτερογενής καθίζηση

- Παρατηρείται μετά το τέλος της καθίζησης λόγω στερεοποίησης, σε συνάρτηση με το χρόνο, και δεν έχει σχέση με την μεταβολή της πίεσης των πόρων.
- Τα αίτια και ο μηχανισμός ανάπτυξης της δευτερογενούς καθίζησης φαίνεται ότι ποικίλλουν στα διάφορα εδάφη.

Υπολογισμός άμεσης καθίζησης

- Ελαστική συμπεριφορά του εδάφους - Νόμος Boussinesq
- Κατακόρυφη παραμόρφωση στη διεπαφή θεμελίου - εδάφους: $\underline{W_z} = p / (\pi C R)$ όπου $C = E_0 / (1 - \nu^2)$
- E_0 : Μέτρο ολικής παραμόρφωσης (ελαστικής + μόνιμης)

- Άμεση καθίζηση:
$$W = pB \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right) I_w$$

- W : καθίζηση, p : πίεση, B : μικρότερη διάσταση θεμελίου, ν : συντελεστής Poisson, I_w : συντελεστής σχήματος θεμελίου, E_s : μέτρο συμπίεσης εδάφους ($\Delta\sigma/\Delta\varepsilon$, ε : ανηγμένη παραμόρφωση)

Συντελεστές σχήματος (I_w) και στροφής (I_m) (Tsytonitch, 1986)

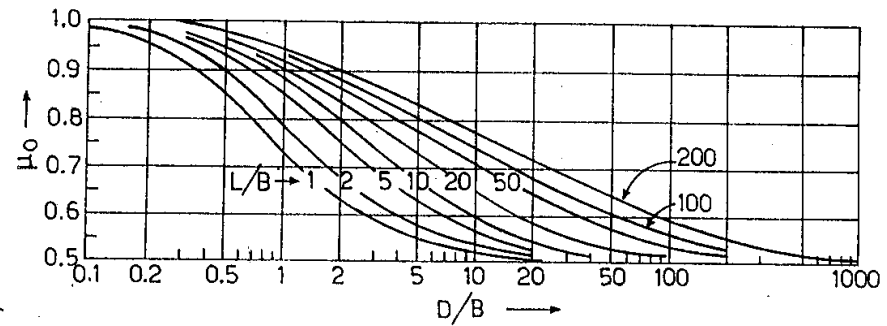
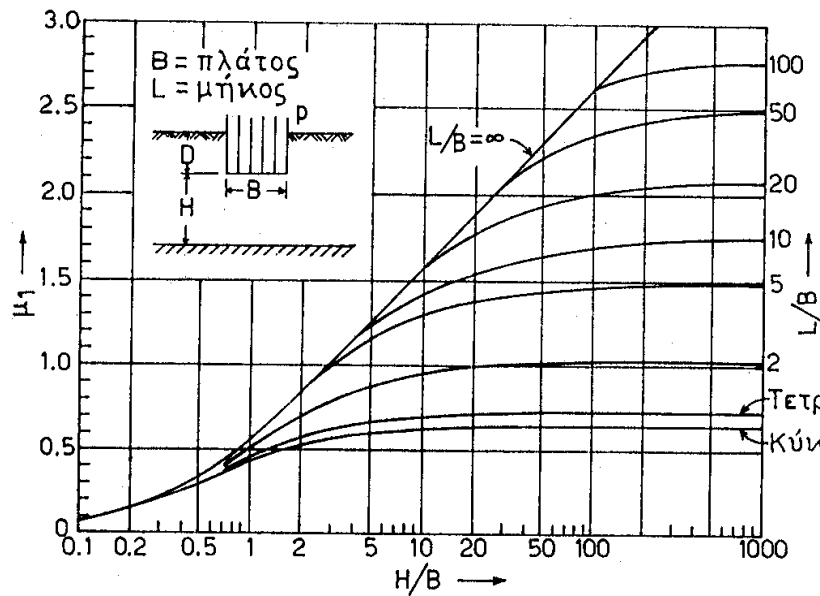
Λόγος διαστάσεων L/B	I _w -Εύκαμπτη θεμελίωση			Άκαμπτη θεμελίωση	
	Άκρη	Κέντρο	Μέση Τιμή	I _w	I _m
1 (κύκλος)	0.64	1.00	0.85	0.79	
1 (τετράγωνο)		1.12	0.95	0.88	3.7
2 (ορθογώνιο)	1/2 I _w κέντρου	1.53	1.30	1.22	4.33
3 "		1.78	1.53	1.44	-
4 "		1.96	1.70	1.61	-
5 "		2.10	1.83	1.72	4.82
10 "		2.53	2.25	2.12	4.93

Σε άκαμπτο θεμέλιο, η καθίζηση συνοδεύεται από στροφή του θεμελίου κατά γωνία θ , σύμφωνα με τη σχέση:

$$\tan \theta = \frac{P\chi}{BL^2} * \frac{1-\nu^2}{E_s} * I_m$$

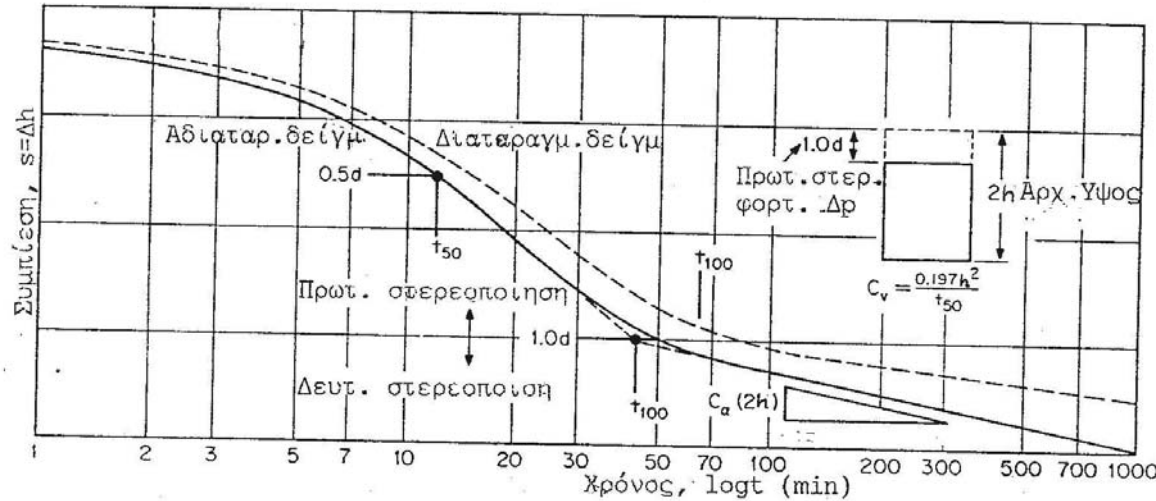
I_m : Συντελεστής στροφής

Μείωση άμεσης καθίζησης με το βάθος



$$W = \mu_0 \mu_1 p B \frac{1 - \nu^2}{E_s}$$

Καθίζηση λόγω στερεοποίησης (1)



Οιδήμετρα του Εργαστηρίου Τεχνικής Γεωλογίας & Υδρογεωλογίας, Τμήματος Γεωλογίας ΑΠΘ

$$C_v = 0.049 \frac{H^2}{t_{50}} [cm^2 / sec]$$

$$t = \frac{T_v}{C_v} * h^2 \Rightarrow C_v = 0.197 \frac{h^2}{t_{50}} = 0.049 \frac{H^2}{t_{50}}$$

$$U=50 \Rightarrow T_v=0.197$$

$$U=90 \Rightarrow T_v=0.848$$

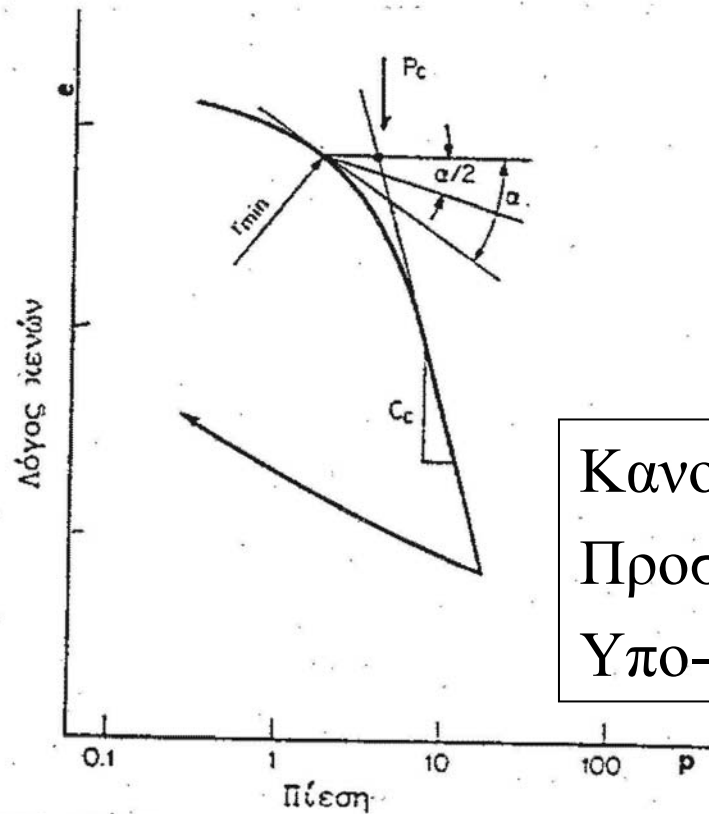
$$C_v = 0.212 \frac{H^2}{t_{90}}$$

$$C_v = \frac{K(1+e)}{\gamma_w a_v} = \frac{K}{\gamma_w m_v} [cm^2 / sec]$$

$$\alpha_v = \frac{(e_0 - e_1)}{(p_1 - p_0)} [cm^2 / gr]$$

$$m_v = \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta \sigma} = \frac{\alpha_v}{1+e} [cm^2 / gr]$$

Καθίζηση λόγω στερεοποίησης (2)



$$C_c = \frac{\Delta l}{\Delta \log p} = \frac{e_2 - e_1}{\log(p_2 - p_1)}$$

$$C_c \cong 0.009(LL - 10)$$

$$s = \frac{\Delta e}{1 + e_0} * H = H * \frac{C_c}{1 + e_0} * \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0}$$

Κανονικά στερεοποιημένο έδαφος: $p' = p_c$

Προστερεοποιημένο έδαφος: $p' > p_c$

Υπο-στερεοποιημένο έδαφος: $p' < p_c$

Αν $h > 1.5B \Rightarrow$ "s" για $h = 1.5B$

$$s = s_1 + s_2 + \dots + s_n$$

$$\Delta h' = \frac{h'}{1 + e_0} * C_c * \log \frac{p_0 + \Delta p}{p_0}$$

Βιβλιογραφία κεφαλαίου

- Bussinesq, V. J. (1885). Application des potentiels à l' étude de l' équilibre et du mouvements des solides élastiques. Gauthiers-Villars Ed.
- Budhu, M. (1999). Soil Mechanics and Foundations. John Wiley & Sons Inc. New York, 585 p
- Dunn, I. S., Anderson, L. R. & Kiefer, F. W. (1980). Fundamentals of geotechnical analysis. John Wiley & Sons, New York, 414 p.
- Tsyтовich, N. (1986). Soil mechanics. Mir Publ. (in English), Moscow, 302 p.