Roberto Nova

UNIVERSITÀ D. STUDI DI TRENTO
BIBLIOTECA

Fondamenti di meccanica delle terre

McGraw-Hill

Milano • New York • St. Louis • San Francisco • Auckland
Bogotá • Caracas • Lisboa • London • Madrid • Mexico City • Montreal
New Delhi • San Juan • Singapore • Sydney • Tokyo • Toronto

Indice

Prefazione XI

Capitolo 1 Concetti introduttivi 1

1.1 Terre e rocce 1
1.2 Classificazione ingegneristica delle terre 3
1.3 Le terre come aggregati di particelle 7
1.4 Relazioni con l'acqua interstiziale 8
1.5 Trasmissione dello stato tensionale in un terreno granulare 10
1.6 Trasmissione dello stato tensionale in presenza di un fluido interstiziale 13
1.7 Dal discreto al continuo 15
1.8 I tensori di sforzo e deformazione 19
Bibliografia 22

Capitolo 2 Equazioni di campo per un mezzo poroso 25

2.1 Equazioni di equilibrio 25
2.2 Equazioni di congruenza 28
2.3 Il legame costitutivo 30
2.4 Stato tensionale geostatico e sovraconsolidazione 37
2.5 L'equazione di continuità e la legge di Darcy 40
2.6 Casi particolari 44
2.6.1 Terreno secco 45
2.6.2 Terreno saturo con falda in quiete 45
2.6.3 Terreno saturo con acqua in movimento; a regime 45
2.6.4 Terreno saturo con acqua in movimento; transitorio 46
Bibliografia 50

Capitolo 3 Filtrazione in regime stazionario 51

3.1 Introduzione 51
3.2 Il metodo delle differenze finite 54
3.3 Il reticolo idrodinamico 56
3.4 Pressione neutra in eccesso 57
3.5 Sifonamento 59
3.6 Coefficiente di sicurezza al sifonamento 60
3.7 Anisotropia della permeabilità 62
3.8 Transizione tra due terre caratterizzate da diversi coefficienti di permeabilità 66
3.9 Problemi a frontiera libera 67
3.10 Misura della permeabilità in sito 68
Bibliografia 71

Capitolo 4 Filtrazione in regime transitorio 73

4.1 Equazione monodimensionale della consolidazione 73
4.2 Isocrone della pressione neutra in eccesso 76
4.3 Andamento dei cedimenti nel tempo 79
4.4 Andamento dei cedimenti nel tempo. Soluzione approssimata 81
4.5 Consolidazione con differenti condizioni al contorno o iniziali 84
4.6 Carico linearmente crescente nel tempo. Sottoconsolidazione 87
4.7 Consolidazione in condizioni di assialsimmetria 90
4.8 Problemi di consolidazione in più dimensioni. Effetto Mandel-Cryer 92
4.9 L'edometro e la misura di c_v 99
4.10 Influenza della viscosità dello scheletro solido 104
Bibliografia 109

Capitolo 5 Il legame costitutivo: prove e risultati sperimentali 111

5.1 Generalità 111
5.2 Requisiti fondamentali di una apparecchiatura di prova 113
5.3 Principali apparecchi di prova 115
5.3.1 L'apparecchio triassiale "vero" (TTA). Ellissoide di Lamé e arbelo di Mohr 115
5.3.2 L'apparecchio triassiale (ordinario). Polo del cerchio di Mohr 120
5.3.3 L'edometro 127
5.3.4 Apparecchio biassiale 127
5.3.5 Apparecchi di taglio diretto e di taglio semplice (SSA) 130
5.3.6 Il cilindro cavo 135
5.4 Concetto di percorso tensionale 139
5.5 Risultati sperimentali in prove isotrope su terreni vergini 145
5.6 Risultati sperimentali in prove radiali su terreni vergini. Legge di sforzo. Dilatanza 149

5.7 La prova edometrica su terreno vergine come particolare prova radiale. Coefficiente di spinta a riposo 154
5.8 Prove triassiali drenate su sabbie sciolte. Condizione di rottura di Mohr-Coulomb 156
5.9 Prove triassiali non drenate su sabbie sciolte. Linea di instabilità e liquefazione statica 160
5.10 Prove drenate su sabbie dense e mediamente addensate. Dilatanza e stato critico 166
5.11 Localizzazione delle deformazioni in bande di taglio 171
5.12 Prove non drenate su sabbie dense e sabbie mediamente addensate. Linea di trasformazione di fase 176
5.13 Comportamento delle sabbie in prove in cui vengono controllati indipendentemente i tre sforzi principali. Condizione di rottura nel piano deviatorico 178
5.14 Argille normalmente consolidate e argille sovraconsolidate. Prove edometriche con cicli di scarico e ricarico. Rottura in estensione 181
5.15 Prove triassiali drenate e non drenate su argille normalconsolidate. Normalizzazione del comportamento meccanico 188
5.16 Argille sovraconsolidate 194
5.17 Lo stato critico. Indice di plasticità 199
5.18 Terre naturali. Sovraconsolidazione apparente. Superficie di plasticizzazione 204
5.19 Il comportamento delle terre sotto carico ciclico. Mobilità ciclica e degradazione della rigidezza 208
Bibliografia 214

Capitolo 6 Il legame costitutivo: modellazione matematica del comportamento sperimentale 219

6.1 Introduzione 219
6.2 Elasticità non lineare 219
6.3 Elastoplasticità perfetta 220
6.4 La condizione di snervamento nei metalli 225
6.5 Gli esperimenti di Taylor e Quinney: il postulato di normalità 228
6.6 Le variabili generalizzate di sforzo e deformazione 234
6.7 Deformazioni plastiche per un materiale che obbedisce al criterio di Mohr-Coulomb 234
6.8 Criteri di rottura di Drucker-Prager e di Matsuoka-Nakai 237
6.9 Dilatanza: legge di scorrimento non associata 242
6.10 Formulazione di una legge elastoplastica perfetta 243
6.11 Il modello di Cam Clay 246
6.12 Riformulazione del modello di Cam Clay come modello elastoplastico incrudente 254
6.13 Confronti tra comportamento sperimentale e modellazione matematica per argille normalconsolidate 257

6.14 Argille debolmente sovraconsolidate 261
6.15 Argille fortemente sovraconsolidate 264
6.16 Successivi sviluppi e applicazioni 269
6.17 Legge di scorrimento non associata: il modello di Nova e Wood 272
6.18 Sinfonietta classica: un modello per terre e rocce tenere 280
6.19 Modelli per terreni sottoposti a carichi ciclici 286
6.20 Uso concettuale dei modelli costitutivi del comportamento del terreno 289
6.20.1 Prova edometrica 289
6.20.2 Prova non confinata, non drenata (UU) 290
6.20.3 "Anisotropia" del modulo di taglio 294
Bibliografia 297

Capitolo 7 Soluzione numerica di problemi al contorno 301

7.1 Introduzione 301
7.2 Il metodo degli elementi finiti per problemi in deformazione piana 302
7.3 Spinta delle terre 314
7.4 Assestamenti e capacità portante di fondazioni superficiali 322
7.5 Soluzione numerica di problemi al contorno in presenza di terreno saturo 332
7.6 Condizioni non drenate: capacità portante di una fondazione a breve termine 336
7.7 Stabilità di uno scavo a breve e lungo termine 345
Bibliografia 354

Postfazione Dalla Meccanica delle Terre all'Ingegneria Geotecnica 357

Indice analitico 361