

FONDAZIONI E STABILITA' DEI PENDII

Corso di laurea specialistica INGEGNERIA CIVILE (9 CFU)

FONDAZIONI

Corso di laurea specialistica INGEGNERIA AMBIENTE E TERRITORIO (6 CFU)

a.a. 2008-09

Il anno – II semestre (25 febbraio – 5 giugno 2009)

Docente: Ing. Paola Monaco

Università dell'Aquila – Dipartimento Ingegneria Strutture Acque e Terreno

paola.monaco@univaq.it

FINALITÀ DEL CORSO E COLLEGAMENTI CULTURALI

Obiettivo del corso è fornire allo studente conoscenze di base e linee guida per la progettazione di opere di INGEGNERIA GEOTECNICA (in particolare FONDAZIONI e OPERE DI SOSTEGNO DEI TERRENI) e per l'analisi delle condizioni di STABILITA' DI PENDII, con riferimento alle normative tecniche di recente introduzione.

Il corso presuppone la conoscenza dei principi della Meccanica dei Terreni (corso di Geotecnica). Si fa inoltre collegamento ai contenuti dei corsi di Scienza delle Costruzioni, Tecnica delle Costruzioni, Idraulica.

PROGRAMMA DEL CORSO

INTRODUZIONE ALLA PROGETTAZIONE GEOTECNICA

Il materiale "terreno". Problematiche peculiari in Ingegneria Geotecnica. Fattori che influenzano il progetto di una costruzione geotecnica. Fasi di progetto. Relazione Geotecnica di progetto. Coefficienti di sicurezza. Normativa italiana ed Eurocodici. Eurocodice 7. Categorie geotecniche 1, 2, 3 secondo Eurocodice 7.

RICHIAMI DI GEOTECNICA

Costituzione dei terreni. Proprietà fisiche. Terreni a grana grossa e a grana fine. Principio delle tensioni efficaci. Storia tensionale. Grado di sovraconsolidazione (*OCR*). Terreni NC e OC. Stato tensionale iniziale (K_0). Tensioni geostatiche. Rappresentazione stati tensionali: cerchi di Mohr, percorsi di sollecitazione. Relazione sforzi-deformazioni-tempo nei terreni. Coefficiente di permeabilità. Condizioni drenate e non drenate. Resistenza al taglio. Criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Riepilogo prove per determinazione resistenza al taglio in laboratorio e in sito. Prove triassiali. Formula di Skempton. Determinazione resistenza al taglio non drenata c_u da prove triassiali UU. Significato e uso di c_u . Profili di c_u in depositi NC e OC. Determinazione dei parametri di resistenza al taglio c' , Φ' da prove triassiali CU. Differenza di comportamento tra argille NC e OC in prove triassiali CU. Prove triassiali CD. Prove di taglio diretto. Scelta parametri di resistenza al taglio per analisi drenate e non drenate (condizioni critiche). Resistenza al taglio di terreni a grana grossa. Differenza di comportamento tra sabbie sciolte e dense. Dilatanza. Indagini geotecniche. Sondaggi. Prove geotecniche in sito (SPT, CPT-CPTU, Vane Test, pressiometro, DMT). Modalità di esecuzione, campi di applicazione e parametri ottenuti.

CENNI DI GEOTECNICA SISMICA

Normativa sismica recente (Eurocodice 8, Norme Tecniche Costruzioni 2008). Onde di compressione e onde di taglio. Velocità onde di taglio V_s . Categorie di sottosuolo. Significato del parametro $V_{s,30}$. Fattore di amplificazione (Soil Factor). Zonazione sismica del territorio nazionale. Accelazione max su sottosuolo rigido affiorante (PGA). Fenomeni di instabilità dovuti ad eventi sismici (frane, liquefazione). Effetti di sito. Analisi di risposta sismica locale. Tecniche per la misura di V_s in sito. Cenni su tecniche geofisiche (sismica a rifrazione e riflessione). Prove Cross-Hole, Down-Hole, SASW. Prove con cono sismico (SCPT) e dilatometro sismico (SDMT).

PROGRAMMA INDAGINI GEOTECNICHE

Criteri per la programmazione delle indagini geotecniche. Articolazione campagna di indagini (studio di fattibilità, progetto di massima, esecutivo, indagini in corso d'opera). Estensione volume da indagare per diversi casi (fondazioni dirette, pali, scavi). Numero e localizzazione punti di indagine. Tabella riepilogativa dei parametri di resistenza al taglio per vari terreni da prove di laboratorio e in sito.

PROGETTAZIONE GEOTECNICA AGLI STATI LIMITE

Criteri generali (NTC 2008). Stati Limite Ultimi e di Esercizio. Valori di progetto e valori caratteristici. Coefficienti di sicurezza parziali e loro combinazioni (approcci di calcolo) secondo NTC 2008.

OPERE DI SOSTEGNO

Tipologie opere di sostegno

Spinte su opere di sostegno

Spinta attiva e spinta passiva. Coefficienti di spinta K_A e K_P secondo Rankine. Spinte sui muri secondo diverse teorie (Rankine, Coulomb, Caquot-Kerisel). Ipotesi dei diversi metodi e formule per K_A e K_P . Influenza delle deformazioni sul regime di spinta. Spinta K_0 in caso di deformazioni impedito. Spinte dei terreni in presenza di coesione. Spinte a breve termine (condizioni non drenate) e a lungo termine (condizioni drenate) in argille. Percorsi di sollecitazione per spinta attiva e spinta passiva e passaggio da breve a lungo termine (condizioni più sfavorevoli). Spinte dovute all'acqua. Sistemi di drenaggio. Spinte dovute a sovraccarichi. Spinte dovute ad azioni sismiche (metodo pseudostatico). Coefficienti K_A e K_P secondo Mononobe-Okabe. Coefficienti moltiplicativi dei pesi per calcolo delle azioni sismiche sui muri secondo normativa sismica italiana previgente (D.M. 16.01.96) e normative recenti (OCPM 3274/2005, NTC 2008). Spinta dovuta all'acqua in condizioni sismiche.

Muri di sostegno

Verifiche SLU e SLE per muri di sostegno (fondazioni dirette e su pali). Verifiche di stabilità (SLU): traslazione orizzontale, ribaltamento, capacità portante, stabilità globale. Coefficienti di sicurezza parziali e loro combinazioni (approcci di calcolo) secondo NTC 2008.

Paratie

Aspetti esecutivi. Diaframmi in c.a., paratie di pali, palancolate in acciaio. Tiranti di ancoraggio. Puntoni. Problematiche di progetto e dati necessari. Verifiche SLU. Aspetti idraulici. Metodi di calcolo paratie: metodi dell'equilibrio limite, metodi di analisi dell'interazione terreno-struttura. Calcolo diaframmi a sbalzo e con un ancoraggio con metodi dell'equilibrio limite (*free-earth* e *fixed-earth support*). Coefficienti di sicurezza secondo NTC 2008. Introduzione problema interazione terreno-struttura. Calcolo paratie secondo metodo a molle. Schematizzazione terreno alla Winkler. Legge costitutiva delle molle. Significato coefficiente di reazione K_h . Deformazioni indotte da scavi profondi. Diagrammi empirici per stima cedimenti piano campagna in funzione di altezza scavo e spostamento orizzontale paratia.

FONDAZIONI

Tipologie di fondazione (superficiali e profonde)

Fondazioni superficiali

Tipologie di fondazioni superficiali (plinto, trave rovescia, platea). Curva carico-cedimento di fondazioni. Verifiche di sicurezza: SLU (capacità portante) e SLE (cedimenti). Meccanismi di rottura per capacità portante. Modello semplificato per derivazione formula trinomia di capacità portante (Terzaghi). Formula generale di Brinch-Hansen in tensioni efficaci (lungo termine). Fattori di capacità portante e coefficienti correttivi. Formula di Brinch-Hansen in tensioni totali (breve termine). Fondazione equivalente per carichi eccentrici (regola di Meyerhof). Coefficienti di sicurezza (NTC 2008). Calcolo dei cedimenti di fondazioni superficiali. Formule per calcolo dei cedimenti basate sulla teoria dell'elasticità. Tensioni indotte da carichi applicati in superficie (Boussinesq). Coefficienti di influenza. Moduli di deformazione. Cedimenti in terreni coesivi. Cedimento immediato (non drenato). Cedimento edometrico. Cedimento corretto. Decorso cedimenti nel tempo. Richiami teoria della consolidazione. Cedimento secondario. Cedimenti in terreni incoerenti. Cedimenti differenziali.

Pali di fondazione

Campi di utilizzazione. Tipologie e modalità esecutive (pali trivellati, pali infissi, micropali). Influenza delle modalità esecutive sul comportamento del palo. Calcolo del carico limite sotto carichi assiali secondo formule statiche. Portata di base e portata laterale. Formule penetrometriche. Formule dinamiche. Prove di carico. Coefficienti di sicurezza. Attrito negativo. Cedimenti. Pali in gruppo.

INTERAZIONE TERRENO-FONDAZIONE (*)

Problematiche relative all'interazione terreno-fondazione-sovrastuttura. Modello di Winkler. Determinazione K di Winkler per fondazioni superficiali. Interazione terreno-fondazione secondo i modelli di semispazio elastico (Boussinesq) e strato deformabile di spessore finito (Koenig & Sherif). Fondazioni rigide e flessibili. Differenze tra modello di Winkler, semispazio elastico e comportamento reale.

STABILITA' DEI PENDII (*)

Cause di instabilità dei pendii naturali. Cinematismi di rottura. Metodi di analisi di stabilità basati sull'equilibrio limite. Fattore di sicurezza. Pendio indefinito (asciutto, con moto di filtrazione parallelo al pendio, con coesione). Metodi delle strisce (esatti e semplificati). Scelta parametri di resistenza al taglio. Rottura progressiva. Primo distacco/riattivazione.

(*) Solo studenti Fondazioni e stabilità dei pendii (9 CFU)

MATERIALE DIDATTICO E TESTI CONSIGLIATI

Materiale didattico fornito dal docente (lucidi delle lezioni, dispense e schede monografiche, esercitazioni) scaricabile all'indirizzo: <http://ing.univaq.it/geo/fondazioni.html>

Testi consigliati per il corso di Fondazioni:

- Lancellotta R. e Calavera. J. (1999). *Fondazioni*. McGraw-Hill, 611 pp.
- Viggiani C. (1999). *Fondazioni*. Hevelius (2a ediz.), 565 pp.

Per approfondimenti su problematiche di Stabilità dei pendii:

- *Appunti del corso di Stabilità dei Pendii* del Prof. Gianfranco Totani

Per "ripasso" e approfondimento dei principi di Geotecnica:

- *Appunti del corso di Geotecnica* del Prof. Silvano Marchetti: <http://ing.univaq.it/geo/geotecnica.html>
- Lancellotta R. (2004). *Geotecnica*. Zanichelli (3a ediz.)
- Colombo P. e Colleselli F. (1996). *Elementi di Geotecnica*. Zanichelli.

MODALITÀ DI ESAME

Per tutte le sessioni d'esame dell'a.a. 2008-09 l'esame sarà svolto solo in forma orale.