

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Faculty of Civil Engineering and Geosciences

Soil Mechanics

CTB2310 / AESB2330

BSc EXAMINATION 2015

THIRD PERIOD

DATE: 14 APRIL 2015

TIME: 14.00 – 17.00

Answer ALL Questions

Other instructions

Write your name and student number on each answer sheet

Clearly identify the answer in the answer box

1) A site investigation has yielded the following borehole record.

NAP, m	BOREHOLE RECORD		DESCRIPTION OF STRATA
1	Ground level Dense medium yellow sand		$\gamma_{wet} = 21 \text{ kN/m}^3, \gamma_{dry} = 18.5 \text{ kN/m}^3,$ $k = 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
-2	Water first encountered in soil		
-2.5	Water free standing in borehole		
-3.5			
	Brown stiff clay	CLAY	$\gamma_{wet} = 17 \text{ kN/m}^3, \gamma_{dry} = 16 \text{ kN/m}^3,$ $k = 1 \times 10^{-10} \text{ m/s}, C_p = 25, C_s = 100$
-6.5	Dense sand	SAND	$\gamma_{wet} = 20 \text{ kN/m}^3, \gamma_{dry} = 19 \text{ kN/m}^3$
-7	Coarse gravel	GRAVEL	$\gamma_{wet} = 22 \text{ kN/m}^3, \gamma_{dry} = 20 \text{ kN/m}^3$ Phreatic surface at -1 m NAP

- a. Calculate and draw, based on the above information, the evolution of total stresses, effective stresses and pore water pressures in the different layers. [10 marks]

A 1 meter deep excavation will be dug for the foundations of a large factory. The factory will place a 150 kPa load over the extent of the structure base.

- b. What are the total and effective stresses just after construction at the centre of the clay layer? [3 marks]
- c. Determine the settlement due only to primary consolidation at the end of primary consolidation. Use three 1 m thick sub-layers to analyse the clay layer. [8 marks]
- d. What will be the total settlement after 20 years, assuming that primary consolidation has finished (where the reference time is $t_0 = 1$ day). [4 marks]

- 2) A series of conventional consolidated undrained triaxial tests have been carried out and the pore pressures have been measured. The samples were initially saturated and the pore pressure fixed at zero. The pore pressures were then measured after the confining pressure was applied prior to consolidation. The pore pressures were then allowed to fully dissipate before undrained shearing. The results are given in the table below.
- Determine the pore pressure parameters A and B. **[8 marks]**
 - Determine the effective shear strength parameters c' and ϕ' . **[8 marks]**
 - Determine the maximum shear stress in the third test and the orientation of the plane on which it acts. **[6 marks]**
 - Would the material dilate or compress during drained shear? Explain your answer. **[3 marks]**

Test	Confining pressure (kPa)	Pore pressure before consolidation (kPa)	Pore pressure at failure (kPa)	Deviator stress at failure (kPa)
1	150	50	-47	410
2	250	85	-70	597
3	350	120	-90	780

- 3) A strip foundation is being constructed for a building, with a load of 350 kN/m being applied along the foundation length. The soil is a sandy soil with the following properties: $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$, $c' = 15 \text{ kPa}$ and $\phi' = 20^\circ$ at 0.5 m below the ground surface, with the effective strength properties increasing to $c' = 35 \text{ kPa}$ and $\phi' = 30^\circ$ at 1.5 m below the ground surface. The water table is found to be at the ground surface. For simplicity, ignore the self-weight of the foundation.
- What is the minimum required width of the foundation if it is founded at 0.5 m depth? A factor of safety (FOS) of 2 is required. **[8 marks]**
 - What is the minimum required width of the foundation if it is founded at 1.5 m depth? A factor of safety (FOS) of 2 is required. **[5 marks]**
 - If the undrained shear strength of the soil can be estimated by $c_u = c' + (\sigma'_1 - \sigma'_3) \tan \phi'$ (where the stresses are the initial stresses prior to the foundation construction), what is the short term FOS for the foundation depth of 1.5m? **[7 marks]**
 - What is the maximum wind (lateral) load (per metre length of foundation) that can be withstood by the foundation in the long term situation, with the foundation founded at 1.5m depth? The FOS must not fall below 1.5. **[5 marks]**

- 4) A soil has been sampled from a potential construction site, using a 200 ml sampler. The soil was fully saturated and was weighed on site and found to weigh 375 grams. After being placed in an oven at 105°C in the laboratory for 24 hours, the sample was used for a grain size analysis. Another sample was used to find the Consistency Limits. The Plastic Limit was determined to be 32 % and the Liquid Limit to be 73 %. The results of the grain size distribution are given in the table below.
- Draw the grain size distribution. [8 marks]
 - What is the Plasticity Index? [2 marks]
 - What was the initial water content? [3 marks]
 - Determine the porosity. [3 marks]
 - What was the dry density? [3 marks]
 - Classify the soil. [3 marks]
 - What is the likely range of hydraulic conductivity for the soil? [3 marks]

Sieve size, μm	Mass, g
Tray	15
10	51
20	63
30	20
40	24
63	19
150	3
212	10
300	7
425	12
600	9
1180	5
2000	0

[END OF EXAM]

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT
Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen

Grondmechanica
CT2310 / AESB2330

BSc TENTAMEN 2015

DERDE PERIODE

DATUM: 14 APRIL 2015

TIJD: 14.00 – 17.00

Beantwoord ALLE vragen

Verdere instructies

Schrijf je naam en studienummer op ALLE antwoordblad

Geef het antwoord duidelijk aan in het antwoordveld

1) Een grondonderzoek heeft het volgende boorprofiel opgeleverd.

NAP, m	BOORSTAAT		BESCHRIJVING VAN DE LAGEN
1	Maaiveld Dichtgepakt middelfijn geel zand		$\gamma_{\text{nat}} = 21 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_{\text{droog}} = 18.5 \text{ kN/m}^3$, $k = 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$
-2	Water aangetroffen in het monster		
-2.5	Grondwaterstand in het boorgat		
-3.5			
	Bruine stijve klei	KLEI	$\gamma_{\text{nat}} = 17 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_{\text{droog}} = 16 \text{ kN/m}^3$, $k = 1 \times 10^{-10} \text{ m/s}$, $C_p = 25$, $C_s = 100$
-6.5	Dichtgepakt zand	ZAND	$\gamma_{\text{nat}} = 20 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_{\text{droog}} = 19 \text{ kN/m}^3$
-7	Grof grind	GRIND	$\gamma_{\text{nat}} = 22 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_{\text{droog}} = 20 \text{ kN/m}^3$ Stijghoogte gelijk aan -1 m NAP

- a. Bereken en teken, op basis van bovenstaande gegevens, het verloop van de totaalspanningen, effectieve spanningen en waterspanningen in de verschillende lagen. [10 punten]

Voor de fundering van een grote fabriek wordt een 1 m diepe ontgraving gerealiseerd. De fabriek leidt tot een gemiddelde funderingsdruk van 150 kPa.

- b. Wat worden de totaal- en effectieve spanningen in het midden van de kleilaag direct na de bouw van de fabriek? [3 punten]
- c. Bepaal de zetting ten gevolge van primaire consolidatie aan het einde van de consolidatietijd. Verdeel de kleilaag in drie 1 m dikke lagen voor deze berekening. [8 punten]
- d. Hoe groot is de totale zetting na 20 jaar, aangenomen dat de primaire consolidatie volledig voltooid is (de referentietijd $t_0 = 1$ dag). [4 punten]

- 2) Tijdens belasten van een serie isotroop geconsolideerde ongedraineerde (CU) triaxiaalproeven zijn de waterspanningen gemeten. De monsters zijn aan het begin van de proef verzadigd en de waterspanningen zijn op 0 gezet. Vervolgens zijn waterspanningen gemeten nadat de celdruk is aangebracht en voor consolidatie. Daarna heeft men de waterspanningen volledig laten afvloeien voordat het monster ongedraineerd tot afschuiven is gebracht. De resultaten zijn gegeven in onderstaande tabel.
- Bepaal de waterspanningsparameters A en B. [8 punten]
 - Bepaal de effectieve sterkteparameters c' and ϕ' . [8 punten]
 - Bepaal de maximale schuifspanning in de 3e proef en de oriëntatie van het vlak waarin deze werkt. [6 punten]
 - Dilateert of contracteert dit materiaal tijdens gedraineerde schuifcondities? Verklaar uw antwoord. [3 punten]

Proef	Celdruk (kPa)	Waterspanning voor consolidatie (kPa)	Waterspanning bij bezwijken (kPa)	Deviatorspanning bij bezwijken (kPa)
1	150	50	-47	410
2	250	85	-70	597
3	350	120	-90	780

- 3) Ten behoeve van een gebouw wordt een strokenfundering aangelegd, waarop over de gehele lengte een verdeelde last van 350 kN/m wordt aangebracht. De ondergrond is zandig met de volgende eigenschappen: $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$, $c' = 15 \text{ kPa}$ en $\phi' = 20^\circ$ op 0.5 m onder het maaiveld, waarbij de effectieve sterkte toeneemt tot $c' = 35 \text{ kPa}$ en $\phi' = 30^\circ$ op 1.5 m onder het maaiveld. De grondwaterstand is gelijk aan het maaiveld. Verwaarloos het eigengewicht van de fundering.
- Wat is de minimaal benodigde breedte van de fundering bij een funderingsdiepte van 0.5 m? De benodigde veiligheidsfactor (FOS) is 2. [8 punten]
 - Wat is de minimaal benodigde breedte van de fundering bij een funderingsdiepte van 1.5 m? De benodigde veiligheidsfactor (FOS) is 2. [5 punten]
 - Aangenomen dat de ongedraineerde schuifsterkte van de grond geschat kan worden met $c_u = c' + (\sigma'_1 - \sigma'_3) \tan \phi'$ (met de spanningen gelijk aan de initiële spanningen voor het aanbrengen van de fundering en bovenbelasting), wat is de korte termijn FOS voor de fundering met een diepte van of 1.5m? [7 punten]
 - Wat is de maximale (dwars-) windbelasting (per meter funderingslengte) die door de fundering gedragen kan worden in de uiteindelijke situatie, bij een funderingsdiepte van 1.5m? De FOS mag nooit lager zijn dan 1.5. [5 punten]

- 4) Een grondmonster is verkregen op een mogelijke bouwlocatie met behulp van een 200 ml grote monsterbus. De grond was volledig verzadigd en woog ter plaatse 375 gram. Na plaatsing in een oven op 105 C gedurende 24 uur is een zeefanalyse uitgevoerd op het monster. Een ander monster is gebruikt om de consistentiegrenzen te bepalen. De plasticiteitsgrens is bepaald op 32% en de vloeigrens op 73%. De resultaten van de zeefanalyse zijn gegeven in onderstaande tabel.
- Teken het korrelverdelingsdiagram. [8 punten]
 - Wat is de plasticiteitsindex? [2 punten]
 - Wat was het oorspronkelijke watergehalte? [3 punten]
 - Bepaal de porositeit. [3 punten]
 - Wat was de droge dichtheid? [3 punten]
 - Classificeer deze grond. [3 punten]
 - Wat is een waarschijnlijke orde van grootte van de hydraulische conductiviteit van deze grond? [3 punten]

Zeefopening, μm	Massa, g
Tray	15
10	51
20	63
30	20
40	24
63	19
150	3
212	10
300	7
425	12
600	9
1180	5
2000	0

[EINDE VAN HET TENTAMEN]