

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Faculty of Civil Engineering and Geosciences

Soil Mechanics

CTB2310

BSc EXAMINATION 2014

THIRD PERIOD

DATE: 14 APRIL 2014

TIME: 14.00 – 17.00

Answer ALL Questions
(Note that the questions carry unequal marks)

Other instructions

Write your name and student number on each answer sheet

Clearly identify the answer in the answer box

1) During a site investigation it is found that the ground is made up of a number of soil layers. The ground level is at -1.5 m NAP. The first layer is a sand of 7 m thickness; a trial borehole in this layer reveals that the phreatic water level is at -3.25 m NAP and that the soil has a capillary rise of 0.75 m. Below this is a 6 m thick clay layer, underlain by a second sand layer. In this second sand layer a monitoring borehole gives a phreatic surface of 1 m NAP. The material properties have been determined in a laboratory as follows: $\gamma_{\text{clay}} = 16 \text{ kN/m}^3$, $C_{p, \text{clay}} = 15$, permeability, $k_{\text{clay}} = 3 \times 10^{-7} \text{ m/s}$, $\gamma_{d, \text{sand}} = 17 \text{ kN/m}^3$ and $\gamma_{\text{sand}} = 19 \text{ kN/m}^3$.

- a. Draw the total stresses, effective stresses and pore water pressures as a function of depth, identifying clearly the main points and soil layers. [12 marks]

An embankment for a wide road is going to be built in this location; therefore a 5 m high wide embankment is planned. This will be constructed from sand with a dry volumetric weight of $\gamma_d = 18 \text{ kN/m}^3$.

- b. For a point in the middle of the clay layer, determine the total stresses and effective stresses before and after the embankment has been constructed (after all excess pore pressures have been dissipated). [5 marks]
- c. Based on a single layer, what is the vertical deformation when the pore pressures due to the embankment construction have dissipated. [5 marks]
- d. At what time will 99% of the consolidation process have been completed? (Note that m_v can be approximated for the whole layer as $\Delta\varepsilon/\Delta\sigma$ at the centre of the layer for this question.) [8 marks]

2) A soil sample was delivered to a laboratory and weighed, and its mass was found to be 721g. The sampling tube used was 225 mm in length and 50 mm in diameter. The soil sample was dried in an oven overnight at 105°C and the soil was again weighed and found to have a mass of 612g. The dry soil was then put into a beaker of water, and the water displaced was weighed and found to have a mass of 197g.

- a. What is the soil porosity? [3 marks]
- b. Determine the saturated and dry volumetric weights. [4 marks]
- c. What was the initial soil saturation? [3 marks]
- d. What is the density of the solid particles in the sample? [3 marks]
- e. What is the void ratio of the sample? [2 marks]

- 3) Three direct shear tests were performed on samples of a clay. The results obtained at failure are shown in the table below.

Test No.	Normal force, N	Shear force, N
1	400	427
2	800	542
3	1200	655

The area of the sample is 3600 mm^2 .

- a. Estimate the effective strength parameters c' and ϕ' . [10 marks]
 - b. For Test No. 2:
 - i. Draw the Mohr's circle at failure and the Coulomb failure line. [5 marks]
 - ii. Determine the magnitude and orientation of the principle effective stresses at failure. [8 marks]
 - iii. Determine the magnitude of the maximum shear stress and the orientation of the plane on which it acts. [7 marks]
- 4) A harbour pier is constructed from concrete caissons (each of width = 12m, length = 20m, height = 5m, and wall and floor thickness = 0.25m; $\gamma_{conc} = 25\text{kN/m}^3$), founded on the sea floor. The caissons are then filled with a granular material ($\gamma = 17.5\text{kN/m}^3$) to provide resistance to lateral movements. A clayey-sand base to the harbour is anticipated from site investigation with soil properties of $\gamma = 18\text{kN/m}^3$, $c' = 15 \text{ kPa}$ and $\phi' = 20^\circ$.
- a. Determine the Factor of Safety against bearing failure for the finished pier [assume that the water level is at the top of the caisson]. [10 marks]
 - b. What is the Factor of Safety for a single caisson during construction [assume that the water level is at the base of the caisson]? [7 marks]
 - c. A lateral force of 100 kN per metre is expected due to wave motion. Calculate the Factor of Safety against bearing failure taking this into account for the final pier configuration. [8 marks]

[END OF EXAM]

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT
Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen

Grondmechanica

CT2310

BSc TENTAMEN 2014

DERDE PERIODE

DATUM: 14 APRIL 2014

TIJD: 14.00 – 17.00

Beantwoord ALLE vragen
(De weging voor het eindresultaat verschilt per vraag)

Verdere instructies

Schrijf je naam en studienummer op ALLE antwoordblad

Geef het antwoord duidelijk aan in het antwoordveld

1) Grondonderzoek laat zien dat ondergrond bestaat uit een aantal verschillende lagen. Het maaiveld ligt op -1.5 m NAP. De eerste laag bestaat uit zand en is 7 m dik. Door middel van een proefboring in deze laag wordt aangetoond dat het freatisch vlak zich op -3.25 m NAP bevindt en dat de capillaire zone 0.75 m hoog is. Onder deze laag bevindt zich een 6 m dikke kleilaag, gevolgd door een tweede zandlaag. Een standpijp in deze tweede zandlaag laat een freatisch vlak op 1 m NAP zien. De materiaaleigenschappen zijn in een laboratorium bepaald als: $\gamma_{\text{klei}} = 16 \text{ kN/m}^3$, $C_{p, \text{klei}} = 15$, doorlatendheid, $k_{\text{klei}} = 3 \times 10^{-7} \text{ m/s}$, $\gamma_{d, \text{zand}} = 17 \text{ kN/m}^3$ and $\gamma_{\text{zand}} = 19 \text{ kN/m}^3$.

- a. Schets de totaalspanningen, effectieve spanningen en waterspanningen als functie van de diepte. Geef duidelijk de verschillende punten en grondlagen aan. **[12 punten]**

Op deze locatie zal een weglichaam aangelegd worden. Daarvoor zal een 5 m hoog zandlichaam worden aangelegd, bestaande uit zand met een droog volumegewicht $\gamma_d = 18 \text{ kN/m}^3$.

- b. Bepaal de totaalspanningen en effectieve spanningen voor en na aanleg (als alle wateroverspanningen zijn gedissipeerd) van het weglichaam voor een punt in het midden van de kleilaag. **[5 punten]**
- c. Bereken de verticale zetting als alle wateroverspanningen zijn gedissipeerd, op basis van een berekening in één punt. **[5 punten]**
- d. Op welk tijdstip is het consolidatieproces voor 99% voltooid? (Neem in acht dat voor deze vraag m geschat kan worden als $\Delta \varepsilon / \Delta \sigma$ in het midden van de laag.) **[8 punten]**

- 2) Een grondmonster is gewogen in het laboratorium en de massa is bepaald op 721 g. De gebruikte monsterbus is 225 mm lang en 50 mm diameter. Het monster is gedurende een nacht gedroogd in de oven bij 105°C en opnieuw gewogen. Het monster weegt nu 612 g. Het gedroogde monster is ondergedompeld in een maatbeker water en het verplaatste water gewogen. Dit heeft een massa van 197 g.
- Wat is de porositeit van de grond? **[3 punten]**
 - Bepaal de natte en droge volumegewichten. **[4 punten]**
 - Wat was de oorspronkelijke verzadigingsgraad? **[3 punten]**
 - Wat is de dichtheid van het korrelmateriaal in het monster? **[3 punten]**
 - Wat is het poriëngetal van het monster? **[2 punten]**

- 3) Op een drietal kleimonster zijn directe schuifproeven uitgevoerd. De meetresultaten tijdens bezwijken staan in onderstaande tabel.

Test No.	Normaalkracht, N	Dwarskracht, N
1	400	427
2	800	542
3	1200	655

Het oppervlak van het monster is 3600 mm².

- Bereken de effectieve schuifsterkte parameters c' en ϕ' . **[10 punten]**
- Voor test No. 2
 - Teken de cirkel van Mohr bij bezwijken en de Coulomb omhullende. **[5 punten]**
 - Bepaal de grootte en richting van de effectieve hoofdspansingen bij bezwijken. **[8 punten]**
 - Bepaal de grootte van de maximale schuifspanning en de orientatie van het vlak waarin deze aangrijpt. **[7 punten]**

- 4) Een havenpier is opgebouwd uit betonnen caissons (elk 12 m breed, 20 m lang en 5 m hoog, met wand- en vloerdikten 0.25 m; $\gamma_{conc} = 25\text{kN/m}^3$) gefundeerd op de zeebodem. De caissons worden na plaatsing gevuld met een korrelmateriaal ($\gamma = 17.5\text{kN/m}^3$) om weerstand tegen horizontaal verplaatsen te bieden. Grondonderzoek heeft aangetoond dat de kleierig-zand grondslag in de haven de volgende eigenschappen heeft: $\gamma = 18\text{kN/m}^3$, $c' = 15\text{ kPa}$ en $\phi' = 20^\circ$.
- Bepaal de veiligheidsfactor tegen afschuiven van de pier na oplevering.
[*Neem aan dat het waterniveau gelijk is aan de bovenzijde van de caissons.*]
[10 punten]
 - Bepaal de veiligheidsfactor voor een enkel caisson tijdens de bouw. [*Neem aan dat het waterniveau gelijk is aan de onderzijde van het caisson.*] **[7 punten]**
 - Als gevolg van golfslag wordt een horizontale kracht van 100 kN per strekkende meter verwacht. Bereken de veiligheidsfactor tegen bezwijken voor de gereedgekomen pier met inbegrip van deze belasting. **[8 punten]**

[EINDE VAN HET EXAMEN]