

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Faculty of Civil Engineering and Geosciences

Soil Mechanics

CTB2310 / AESB2330

BSc EXAMINATION 2016

THIRD PERIOD

DATE: 12 APRIL 2016

TIME: 13.30 – 16.30

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) A 5m deep and 5m wide temporary excavation is to be made in a saturated sandy soil layer overlying a clay layer located at 8m below the surface, as shown in Figure 1. The excavation is located 5 m from an existing building on one side and not on the other. The soil has been sampled and has been tested in a laboratory constant head test (permeameter) with a diameter of 100 mm, length of 250 mm and a groundwater head difference of 300 mm between the top and the bottom of the permeameter. The soil properties are: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$. The results from the permeameter are:

Time (seconds)	Cumulative water volume (ml)
0	0
10	2
60	40
120	86
180	131

- Calculate, based on the above information, the hydraulic conductivity of the soil. [5 marks]
- Draw an appropriate flow net on the figure (in the answer book) and highlight the key features. [7 marks]
- Based on the flow net, calculate the flow into the excavation. [6 marks]
- Select the worst case position in the excavation and based on the flow net determine whether the soil is at risk of liquefaction. [7 marks]

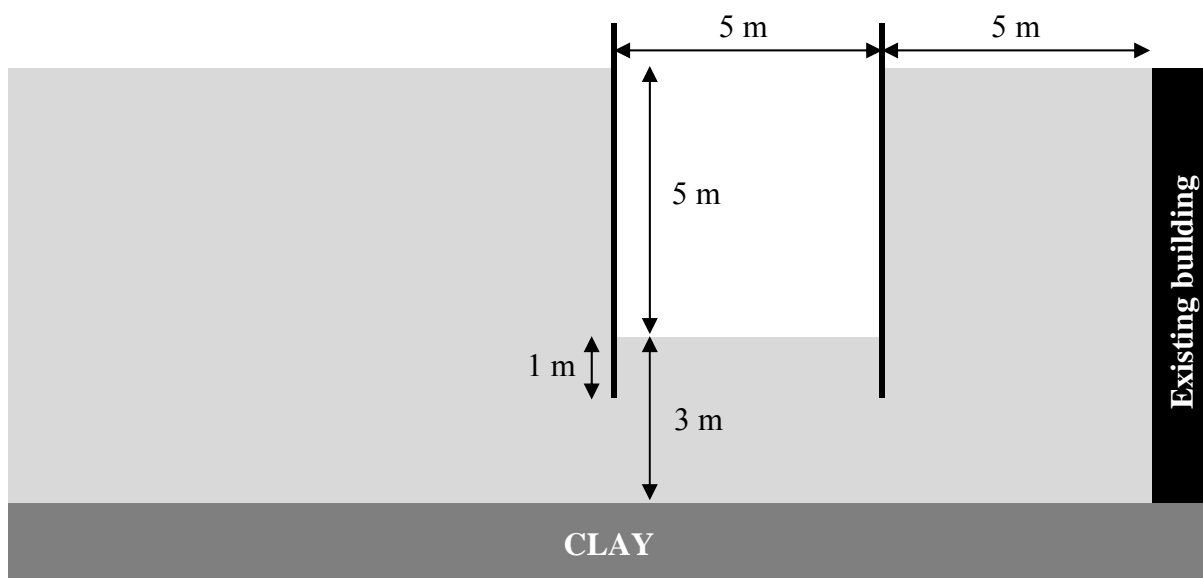


Figure 1 – excavation layout (to scale)

2) A site investigation has determined that the ground is made up of a number of soil layers. The ground level is at 0 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 -3.5 m NAP and that the soil has a capillary rise of 0.5 m. Below this is a 4 m thick clay layer, underlain by a permeable sandstone. A monitoring borehole gives a phreatic surface of 0 m NAP. The material properties have been determined in a laboratory as follows: $\gamma_{\text{clay}} = 16 \text{ kN/m}^3$, $C_{p, \text{clay}} = 20$, $c'_{\text{clay}} = 50 \text{ kPa}$, $\phi'_{\text{clay}} = 0^\circ$, permeability, $k_{\text{clay}} = 3.5 \times 10^{-9} \text{ m/s}$, $\gamma_{d, \text{sand}} = 17 \text{ kN/m}^3$ and $\gamma_{\text{sand}} = 19 \text{ kN/m}^3$, $c'_{\text{sand}} = 5 \text{ kPa}$, $\phi'_{\text{sand}} = 20^\circ$, $K'_{0, \text{sand}} = 0.5$.

- a. Draw the total vertical stresses, effective vertical stresses and pore water pressures as a function of depth, identifying clearly the main points and soil layers. [7 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 vertical stresses and effective vertical stresses before and after the embankment has been constructed (after all excess pore pressures have been dissipated). [3 marks]
- c. 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). [10 marks]
- d. Considering the middle of the sand layer, draw the Mohr-Coulomb failure envelope and the Mohr's circles of effective stress at (i) the initial condition, (ii) immediately after loading, and (iii) after excess pore pressures have reduced to zero. Comment on the result. [10 marks]

- 3) A large slope is constructed as shown in Figure 2. A relatively shallow failure surface is considered passing through the crest and the toe of the slope. The soil properties are $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $c = 0 \text{ kPa}$ and $\phi = 25^\circ$. The water table is well below the ground surface.
- Using the theory for the stability of an infinite slope, estimate the factor of safety. [5 marks]
 - Use Fellenius' method to determine the Factor of Safety against failure. [13 marks]
 - State which of the two factors of safety you have computed is nearest the critical factor of safety. [2 marks]

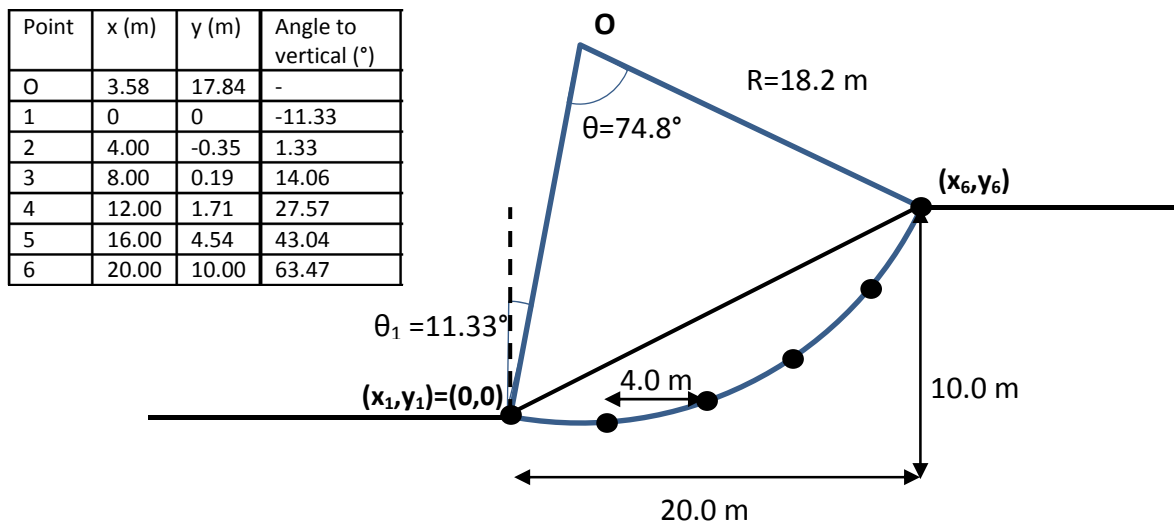


Figure 2 – slope constructed and slip circle (not to scale)

- 4) Two direct shear tests have been undertaken on soil samples taken from the same soil layer with the results shown in the table below. The shear box is square in surface area with a side length of 40 mm.
- Determine the effective shear strength parameters. [7 marks]
 - Draw the Mohr's circle at failure for the first test and highlight the main features. [10 marks]
 - Determine the principal stresses and the angles to the horizontal of the planes on which they act. [8 marks]

Normal force (N)	Shear force at failure (N)
500	265
750	365

[END OF EXAM]

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT

Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen

Grondmechanica

CTB2310 / AESB2330

BSc TENTAMEN 2016

DERDE PERIODE

DATE: 12 APRIL 2016

TIJD: 13.30 – 16.30

Beantwoord ALLE vragen
(vragen hebben verschillende wegingsfactoren)

Verdere instructies

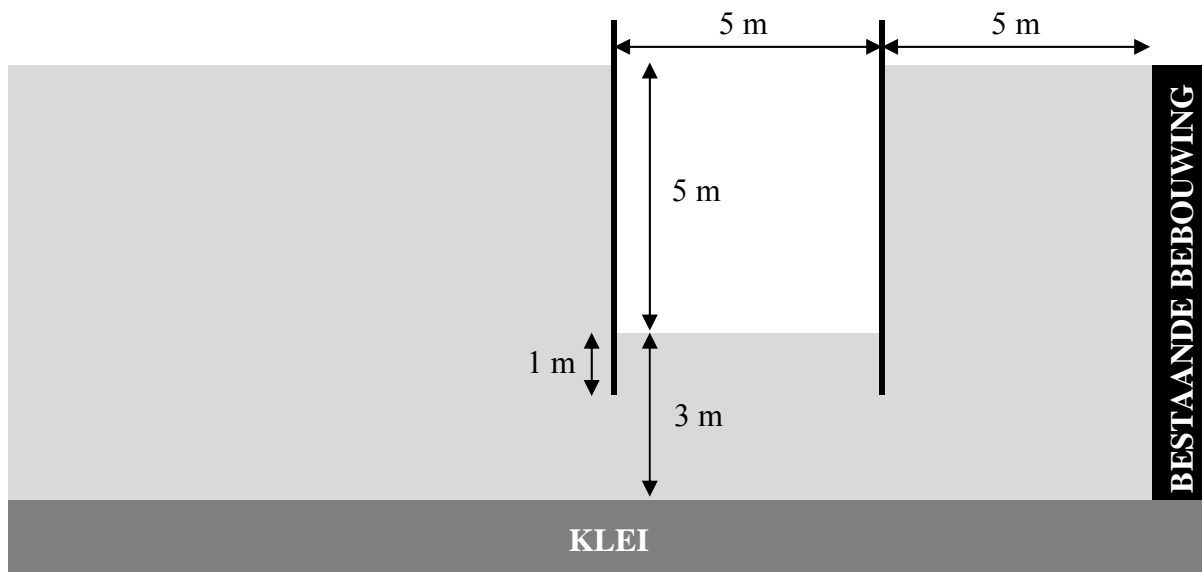
Schrijf je naam en studienummer op ELK antwoordblad

Geef antwoorden duidelijk aan in het antwoordveld

- 1) Er is een tijdelijke ontgraving met diepte en breedte van elk 5m gepland in een verzadigde zandige grondlaag. Onder dit zandpakket bevindt zich op 8m onder maaiveld een kleilaag zoals schematisch weergegeven in figuur 1. Aan één zijde van de ontgraving bevindt zich op 5m afstand bebouwing, aan de ander zijde is geen bebouwing aanwezig. Grondmonsters zijn getest in het lab in een doorlatendheidsproef (constante waterhoogte) met een kolomdiameter van 100 mm, lengte van 250 mm en een waterstand verschil van 300 mm tussen de boven en onderkant van de doorlatendheidsproef. Grondeigenschappen zijn; $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$. Resultaten van de doorlatendheidsproef zijn:

Tijd (seconden)	Cumulatief volume water (ml)
0	0
10	2
60	40
120	86
180	131

- Bereken, op basis van bovenstaande gegevens de doorlatendheid van de grond. **[5 punten]**
- Schets een passend vierkantennet in het figuur (op het antwoordblad) en licht de belangrijkste kenmerken toe. **[7 punten]**
- Bereken, aan de hand van het vierkantennet, de instroom van grondwater in de ontgraving. **[6 punten]**
- Wijs het meest kritische punt aan in de ontgraving en bepaal aan de hand van het vierkantennet of er een gevaar voor verweking is. **[7 punten]**



Figuur 1 – geplande ontgraving (op schaal)

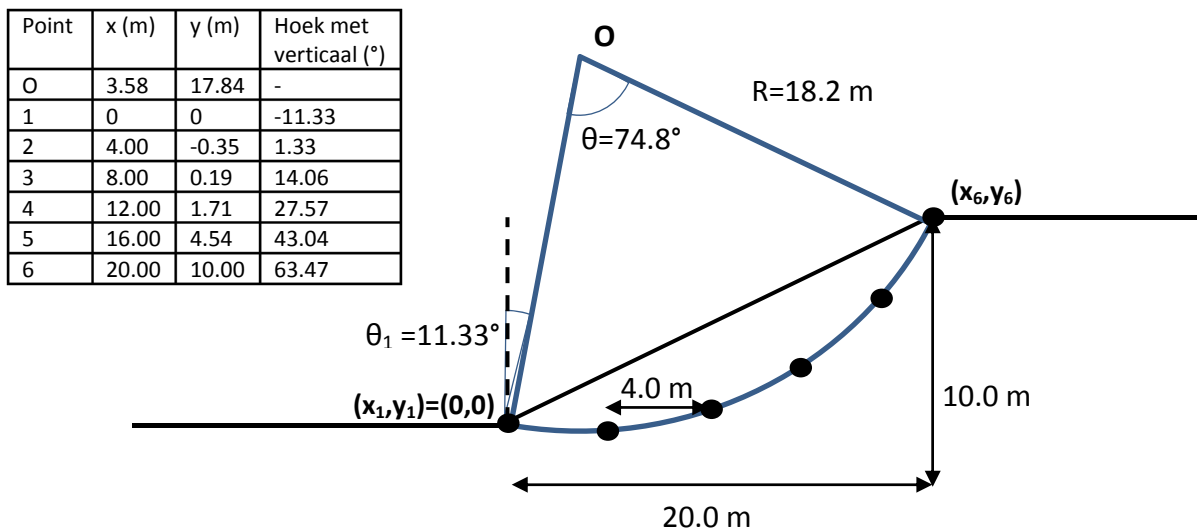
2) Onderzoek heeft uitgewezen dat de grond opgebouwd is uit een aantal lagen. Het maaiveld ligt op 0 m NAP. De eerste laag bestaat uit zand en is 7m dik; een testboring in deze laag toont aan dat het grondwater zich op -3.5m NAP bevindt en dat de capillaire stijghoogte 0.5m bedraagt. Onder de zandlaag bevindt zich een kleipakket met een dikte van 4 meter, direct op een doorlatende zandsteenlaag. Een peilbuis geeft een stijghoogte van 0m NAP in de zandsteenlaag. Materiaaleigenschappen zijn bepaald in het lab: $\gamma_{\text{klei}} = 16 \text{ kN/m}^3$, $C_{p,\text{klei}} = 20$, $c'_{\text{klei}} = 50 \text{ kPa}$, $\phi'_{\text{klei}} = 0^\circ$, doorlatendheid, $k_{\text{klei}} = 3.5 \times 10^{-9} \text{ m/s}$, $\gamma_{d,\text{zand}} = 17 \text{ kN/m}^3$ and $\gamma_{\text{zand}} = 19 \text{ kN/m}^3$, $c'_{\text{zand}} = 5 \text{ kPa}$, $\phi'_{\text{zand}} = 20^\circ$, $K'_{0,\text{zand}} = 0.5$.

- a. Schets een profiel met verticale totaalspanningen, effectieve verticale spanningen en waterspanningen als functie van diepte. Geef duidelijk belangrijke punten en de verschillende lagen aan. **[7 punten]**

Op deze locatie wordt een aardebaan aangelegd voor de bouw van een brede weg. Voor de aardebaan is een ophoging van 5m gepland. De ophoging zal bestaan uit zand met een droog volumegewicht van $\gamma_d = 18 \text{ kN/m}^3$.

- b. Bepaal voor een punt in het midden van de kleilaag de verticale totaalspanning en de effectieve verticale spanning voor en na de aanleg van de ophoging (nadat de wateroverspanningen volledig zijn gedissipeerd). **[3 punten]**
- c. Hoe lang duurt het voordat 99% van de consolidatie is voltooid? (voor deze vraag mag m_v voor de volledige laag benaderd worden als $\Delta\varepsilon/\Delta\sigma$, bepaald in het midden van de laag). **[10 punten]**
- d. Schets, voor het midden van de zandlaag, de Mohr-Coulomb bezwijkomhullende en de bijbehorende Mohr-cirkels voor effectieve spanning bij: (i) de beginsituatie, (ii) direct na belasting (iii) nadat water overspanning volledig is gedissipeerd. Geef een toelichting bij de resultaten. **[10 punten]**

- 3) Een helling wordt aangelegd zoals schematisch weergegeven in figuur 2. Een relatief ondiep glijvlak loopt van de kruin door de teen van de helling. Grondeigenschappen zijn $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$, $c = 0 \text{ kPa}$ and $\phi = 25^\circ$. Het grondwaterpeil ligt ver onder maaiveld.
- Maak een schatting van de veiligheidsfactor (FOS) door gebruik te maken van de theorie voor een oneindige helling. **[5 punten]**
 - Bepaal de veiligheidsfactor (FOS) met behulp van de methode van Fellenius. **[13 punten]**
 - Welk van de twee berekende veiligheidsfactoren ligt het dichtst bij de kritische veiligheidsfactor? **[2 punten]**



Figuur 2 – Helling met glijvlak (niet op schaal)

- 4) Twee directe-schuifproeven zijn uitgevoerd op grondmonsters van dezelfde laag. De resultaten van deze testen zijn gegeven in onderstaande tabel. Het oppervlak van de box is een vierkant met lengtes van 40 mm.
- Bepaal de parameters voor de effectieve schuifsterkte. **[7 punten]**
 - Teken de Mohrcirkel op het punt van bezwijken voor de eerste test en licht de belangrijkste kenmerken toe. **[10 punten]**
 - Bepaal de hoofdspanningen en de hoeken van de vlakken waarop deze spanningen werken met de horizontaal. **[8 punten]**

Normaalkracht (N)	Schuifkracht bij bezwijken (N)
500	265
750	365

[EINDE VAN TENTAMEN]