

**DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**  
**Faculty of Civil Engineering and Geosciences**

**Soil Mechanics II**

**CT2091**

**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**

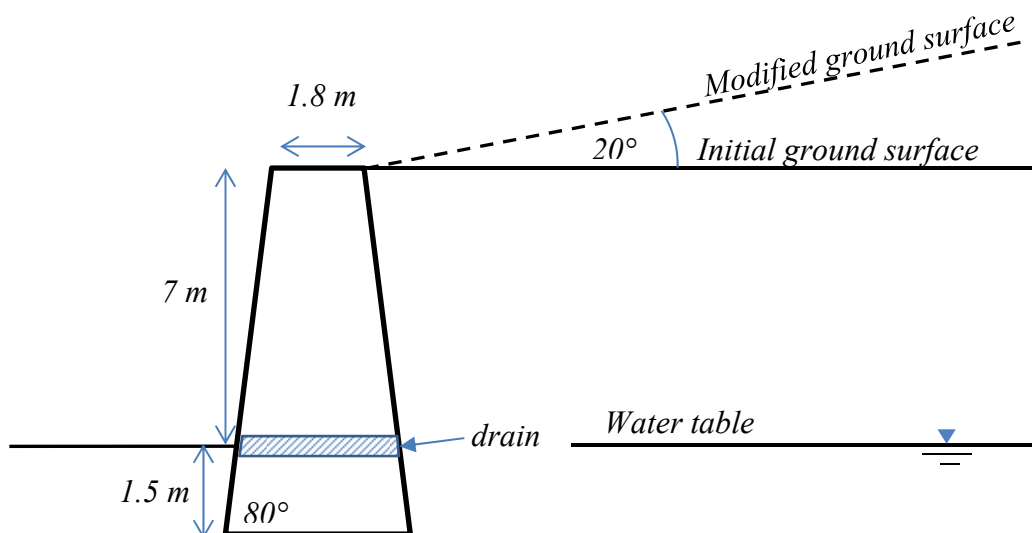
- 1) A series of conventional consolidated undrained triaxial tests have been carried out and the pore pressures have been measured. The samples were initially saturated and the pore pressure fixed at zero. The pore pressures were then measured after the confining pressure was applied prior to consolidation. 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  $\phi'$ . **[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

- 2) 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]**

3) A 7m tall retaining wall is constructed as shown in the figure below. The properties of the soil are:  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ ,  $\phi' = 32.5^\circ$ , cohesion is  $c' = 0 \text{ kPa}$ . The concrete is:  $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$  and the friction angle between concrete and soil,  $\delta$ , is assumed to be  $3/4 \phi$ . The water table is at the lower ground surface.

- Considering no effects of the soil-concrete friction along the front face of the wall, calculate the factor of safety (FOS) against sliding for the case where the upper ground level is shown in the figure as the 'initial ground surface'. [10 marks]
- The upper ground level is to be increased by means of a slope away from the wall, denoted in the figure as the 'modified ground surface'. Re-calculate the FOS taking into account the effects of soil-concrete friction on the near vertical wall face. [10 marks]
- The drain blocks due to a lack of maintenance. Calculate the FOS for the case given in part a. [5 marks]



- 4) Two consolidated undrained triaxial tests have been undertaken. During the undrained shearing stage of the tests, the first recorded axial stress is the confining pressure and the last recorded axial stress is when the sample failed. Results for both tests are given in the table below.

**Test 1**

Axial stress, $\sigma_1$ (kPa)	Pore pressure, p (kPa)
450	0
500	30
550	70
600	110
650	155
723	263

**Test 2**

Axial stress, $\sigma_1$ (kPa)	Pore pressure, p (kPa)
150	0
200	10
250	30
300	60
350	105
365	125

- Define the effective principle stresses at failure for both tests. **[4 marks]**
- Draw the Mohr's effective stress circle for both tests at failure, highlighting the key features, and draw the Mohr-Coulomb failure envelope. **[8 marks]**
- Estimate the effective strength parameters  $c'$  and  $\phi'$ . **[5 marks]**
- Draw the effective stress path (i.e.  $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$ ) versus  $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ ) for both tests and draw the modified failure envelope, again highlighting the key features. **[8 marks]**

**[END OF EXAM]**

**TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT**  
**Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen**

**Grondmechanica II**

**CT2091**

**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**

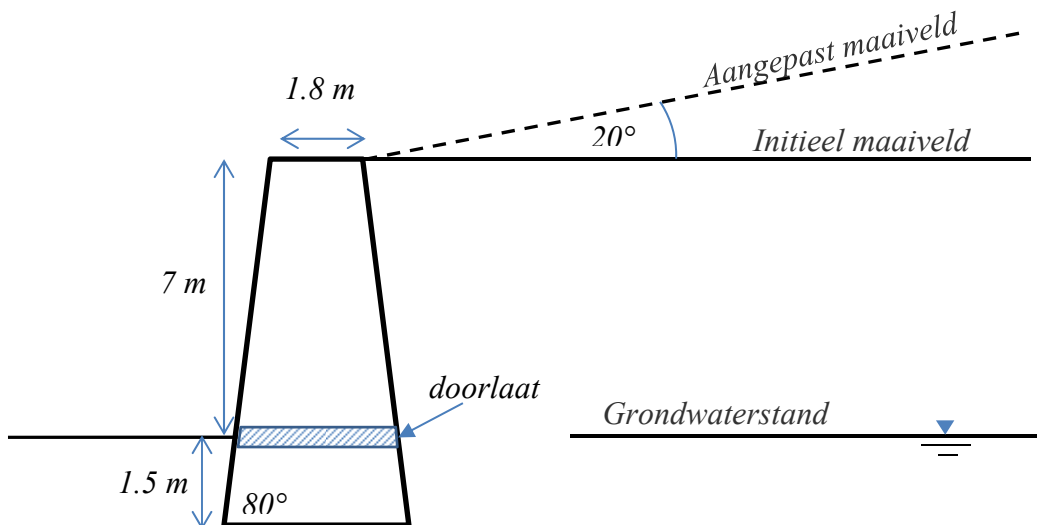
- 1) Tijdens belasten van een serie isotroop geconsolideerde ongedraineerde (CU) triaxiaalproeven zijn de waterspanningen gemeten. De monsters zijn aan het begin van de proef verzadigd en de waterspanningen zijn op 0 gezet. Vervolgens zijn waterspanningen gemeten nadat de celdruk is aangebracht en voor 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  $c'$  en  $\phi'$ . [8 punten]
  - Bepaal de maximale schuifspanning in de derde 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

- 2) 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 1.5 m? [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]

3) Een 7 m hoge keermuur is aangelegd zoals geschetst in onderstaande figuur. De grondeigenschappen zijn:  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ ,  $\phi' = 32.5^\circ$ , cohesie is  $c' = 0 \text{ kPa}$ . De eigenschappen van het beton zijn:  $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$  en de wandwrijvingshoek tussen grond en beton,  $\delta$ , wordt aangenomen als  $3/4 \phi$ . De grondwaterstand is gelijk aan het onderste maaiveld.

- Aangenomen dat er geen invloed is van de wandwrijving tussen beton en grond aan de voorzijde van de wand, bereken de veiligheidsfactor (FOS) tegen afschuiven voor de situatie waar het maaiveld achter de wand horizontaal is ('initieel maaiveld' in onderstaande figuur). [10 punten]
- Het bovenste maaiveld wordt verhoogd met een helling zoals aangegeven in onderstaande figuur als 'aangepast maaiveld'. Bereken de veiligheidsfactor voor dit geval. Neem daarbij de effecten van de wandwrijving tussen grond en beton op de verticale wand mee. [10 punten]
- De aangegeven doorlaat verstopt door gebrekkig onderhoud. Bereken de veiligheidsfactor voor dit geval, met de verdere aannames gelijk aan deelvraag a. [5 punten]



- 4) Twee isotroop geconsolideerde ongedraineerde triaxiaalproeven zijn uitgevoerd. De resultaten zijn gegeven in onderstaande tabel. Tijdens het ongedraineerd afschuiven zijn de axiale spanningen gemeten. De eerste waarde in onderstaande tabel is gelijk aan de celdruk, de laatste waarde is gemeten tijdens bezwijken.

**Test 1**

Axiale spanning, $\sigma_1$ (kPa)	Waterspanning, p (kPa)
450	0
500	30
550	70
600	110
650	155
723	263

**Test 2**

Axiale spanning, $\sigma_1$ (kPa)	Waterspanning, p (kPa)
150	0
200	10
250	30
300	60
350	105
365	125

- Bepaal de effectieve hoofdspansingen tijdens bezwijken in beide proeven. [4 punten]
- Teken de cirkel van Mohr voor effectieve spanningen tijdens bezwijken voor beide proeven. Geef de belangrijkste onderdelen van de grafiek aan en teken de Mohr-Coulomb bezwijkomhullende. [8 punten]
- Schat de effectieve sterkteparameters  $c'$  en  $\phi'$ . [5 punten]
- Teken het effectieve spanningspad (i.e.  $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$  tegen  $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ ) voor beide proeven en teken de bezwijkomhullende in dit assenstelsel. Geef de belangrijkste onderdelen van de grafiek aan. [8 punten]

[EINDE VAN HET TENTAMEN]