

DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Faculty of Civil Engineering and Geosciences

Soil Mechanics

CTB2310 / AESB2330

BSc EXAMINATION 2016

FOURTH PERIOD

DATE: 28 JUNE 2016

TIME: 13.30 – 16.30

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 square (in plan) water tank is required to store water to a depth of 15 m and is to be founded at 1 m depth in a clayey sand, as shown in Figure 1. The ground material properties have been determined in a laboratory as follows: $\gamma_{\text{soil}} = 19 \text{ kN/m}^3$, $c' = 20 \text{ kPa}$, $\phi' = 15^\circ$. Assuming that (i) the ground water level at this location is well below the ground surface; and (ii) the weight of the structure of the tank (including foundation) is insignificant, calculate the following:
- The factor of safety against bearing capacity failure, without considering wind loads. [10 marks]
 - The factor of safety against bearing capacity failure, considering wind loads of 17.5 kPa as shown by the arrows in Figure 1. [8 marks]
 - An identical second water tank is proposed directly next to this water tank. To maintain the same factor of safety (from part b), how much deeper should the foundation be constructed? [Ignore any changes to the inclination factors.] [7 marks]

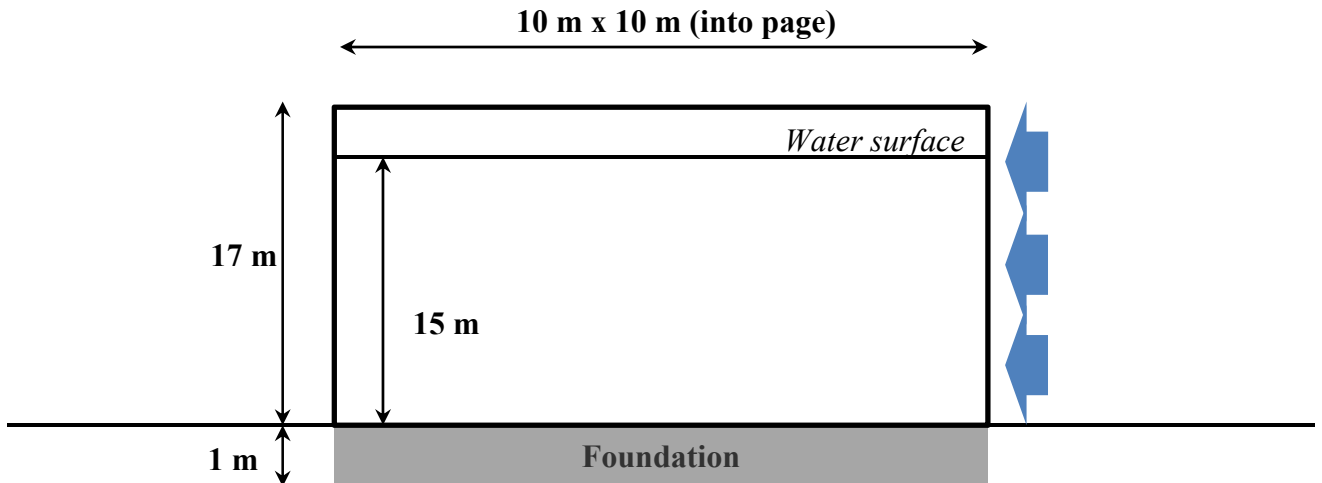


Figure 1 – proposed water tank (not to scale)

- 2) A site investigation has determined that the ground is made up of a number of soil layers. The ground level is at -1 m NAP. The first layer is a sand of 1 m thickness; a trial hole in this layer reveals that the phreatic surface is at ground level. Below this is a 4 m thick clay layer, followed by a 3 m thick sand layer underlain by an impermeable bedrock. A monitoring borehole in the second sand layer gives a phreatic surface of 1 m NAP. The material properties have been determined in a laboratory as follows: $\gamma_{\text{clay}} = 16 \text{ kN/m}^3$, $C_{p, \text{clay}} = 20$, permeability, $k_{\text{clay}} = 3.5 \times 10^{-9} \text{ m/s}$, $\gamma_{\text{sand}} = 19 \text{ kN/m}^3$, $k_{\text{sand}} = 5.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, $\gamma_{\text{rock}} = 22 \text{ kN/m}^3$.

- 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. [8 marks]

The second sand layer is used to extract drinking water via a 0.1m radius well.

- b. Calculate the maximum flow rate to ensure that the sand layer remains fully saturated (assume that there will be no impact on pore pressure at a distance of 10 km from the well). [9 marks]
- c. Considering the maximum pore pressure change due to pumping, what is the long term settlement of the clay layer? Consider the clay layer as 2 (2 m thick) sub-layers. [8 marks]
- 3) A dock wall is to be constructed from a sheet pile construction, as shown in Figure 2. The location for the dock is tidal and can drain fully. The soil properties are $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, $c' = 0 \text{ kPa}$ and $\phi' = 30^\circ$.

- a. Sketch the pore pressure and horizontal stress distributions in the worst case situation. Where it is close to the ground surface, assume that the water table is at the ground surface. [8 marks]
- b. Calculate the minimum length to which the pile should be embedded (d in Figure 2). [10 marks]
- c. Calculate the force in the tension anchor per metre length and its minimum length. [7 marks]

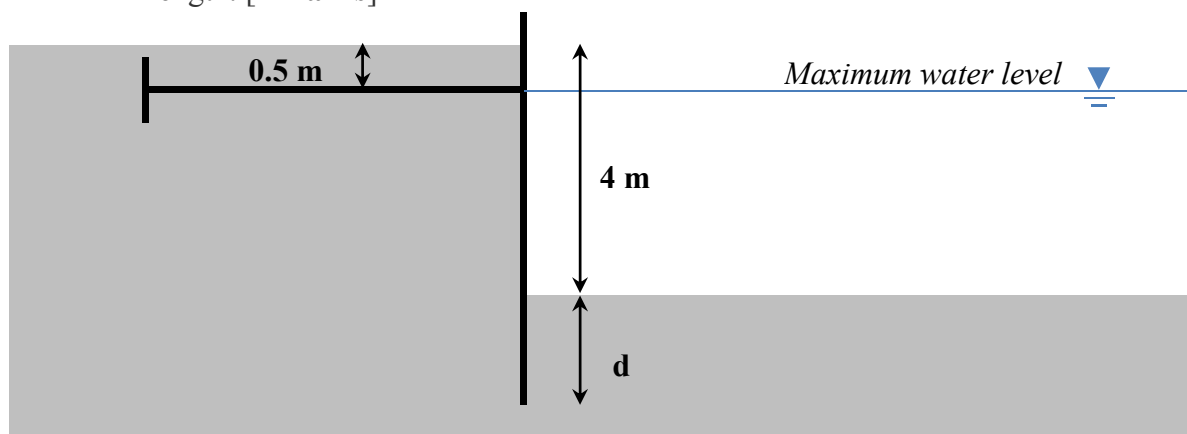


Figure 2 – retaining wall details (not to scale)

- 4) Two consolidated undrained triaxial tests have been undertaken on soil samples taken from the same soil layer, with the results shown in the tables below. The first test was consolidated at 200 kPa and the second at 300 kPa, with the pore pressures measured before consolidation being 140 kPa and 235 kPa, respectively. The samples were then failed by increasing the axial stress until failure.
- Determine the initial pore pressure and pore pressure parameter B. [6 marks]
 - Determine the effective shear strength parameters. [7 marks]
 - Draw the Mohr's circle at failure for the first test and highlight the main features. [8 marks]
 - Determine the angle to the horizontal of the plane along which shear failure will occur and also the shear stress acting on that plane. [4 marks]

Test 1	
Axial stress, σ_a (kPa)	Pore pressure, p (kPa)
200	0
225	24
250	48
275	80
300	110
323	137

Test 2	
Axial stress, σ_a (kPa)	Pore pressure, p (kPa)
300	0
350	52
400	103
450	142
500	170
525	180

[END OF EXAM]

TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT

Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen

Grondmechanica

CTB2310 / AESB2330

BSc TENTAMEN 2016

VIERDE PERIODE

DATUM: 28 JUNI 2016

TIJD: 13.30 – 16.30

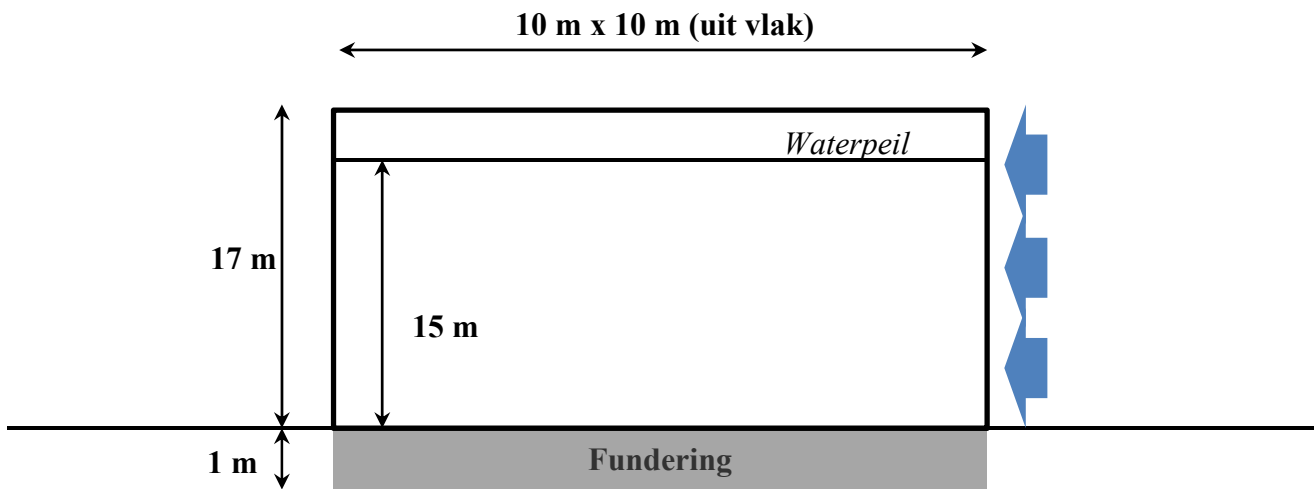
Beantwoord ALLE vragen

Verdere instructies

Schrijf je naam en studienummer op ELK antwoordblad

Geef antwoorden duidelijk aan in het antwoordveld

- 1) Een watertank met vierkant oppervlak moet water kunnen opslaan tot een hoogte van 15m. Een fundering voor de tank wordt geplaatst op een diepte van 1m in een kleiig zand, (zie Figuur 1). Materiaaleigenschappen van de grond zijn in het lab als volgt bepaald: $\gamma_{\text{grond}} = 19 \text{ kN/m}^3$, $c' = 20 \text{ kPa}$, $\phi' = 15^\circ$. Aangenomen dat (i) het grondwaterpeil op deze locatie ver onder maaiveld ligt; (ii) het gewicht van de tank zelf (inclusief fundering, exclusief water) verwaarloosbaar is, bereken het volgende:
- De veiligheidsfactor op het bezwijken op draagvermogen, zonder invloed van windbelasting **[10 punten]**
 - De veiligheidsfactor op het bezwijken op draagvermogen, onder een windbelasting van 17.5 kPa als aangegeven met pijlen in Figuur 1. **[8 punten]**
 - Een tweede tank wordt direct naast de bestaande tank geplaatst. Hoe veel dieper moet de fundering geplaatst worden om dezelfde veiligheidsfactor (uit vraag 1b) te behouden? (negeer eventuele veranderingen in inclination factors. **[7 punten]**)



Figuur 1 – ontwerp watertank (niet op schaal)

2) Een grondonderzoek heeft uitgewezen dat de grond bestaat uit een aantal grondlagen. Maaiveld ligt op -1m NAP. De eerste laag bestaat uit zand met een dikte van 1m; een proefboring in deze laag maakt duidelijk dat het freatisch vlak ter hoogte van maaiveld ligt. Onder de zandlaag ligt een 4m dikke kleilaag, gevolgd door een 3m dikke zandlaag. Daaronder bevindt zich een niet-permeabel rotslaag. Een peilbuis in de tweede zandlaag geeft een stijghoogte van 1m NAP. Materiaaleigenschappen zijn bepaald in het lab: $\gamma_{\text{klei}} = 16 \text{ kN/m}^3$, $C_{p, \text{klei}} = 20$, doorlatendheid, $k_{\text{klei}} = 3.5 \times 10^{-9} \text{ m/s}$, $\gamma_{\text{zand}} = 19 \text{ kN/m}^3$, $k_{\text{zand}} = 5.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, $\gamma_{\text{gesteente}} = 22 \text{ kN/m}^3$.

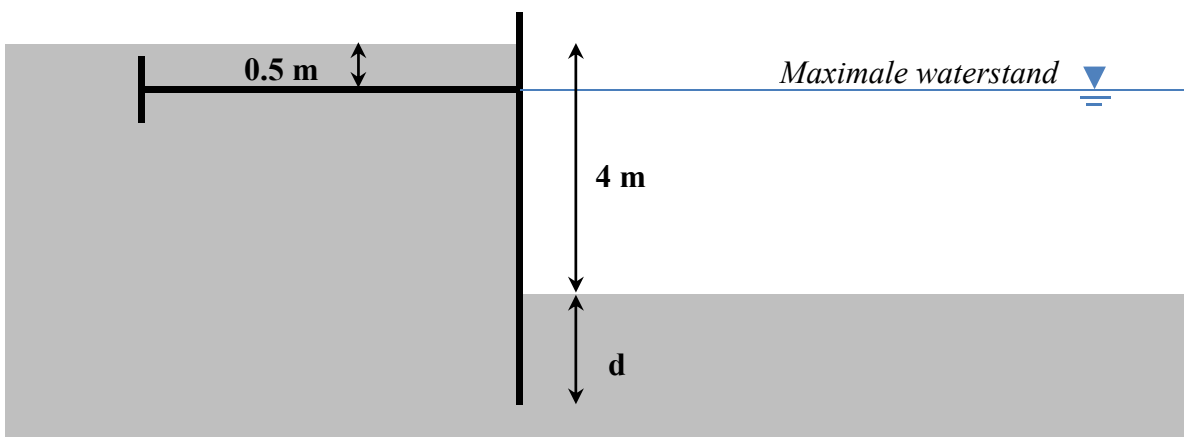
- a. Teken de verticale totaalspanning, effectieve verticale spanning en grondwaterspanning als functie van de diepte. Geef duidelijk de belangrijkste punten en de grondlagen aan. **[8 punten]**

De tweede zandlaag wordt gebruikt om drinkwater te onttrekken via een put met een straal van 0.1m.

- b. Bereken het maximale debiet om volledige verzadiging van de zandlaag te garanderen. (neem aan dat er geen invloed is op de poriedruk op 10km afstand van de put). **[9 punten]**
- c. Uitgaande van de maximale verandering in poriedruk als gevolg van onttrekking. Wat is de zetting van de kleilaag op lange termijn? Beschouw de klei laag als twee sublagen van elk 2m dikte. **[8 punten]**

3) Een muur van een dok wordt gebouwd met een damwand constructie, zoals gegeven in Figuur 2. De locatie van het dok kent getijdewerking en kan volledig droog komen liggen. Grondeigenschappen zijn $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, $c' = 0 \text{ kPa}$ en $\phi' = 30^\circ$.

- a. Schets de grondwaterspanningsverdeling en de horizontale spanningsverdeling in de meest kritische situatie. Neem aan dat dicht bij maaiveld het grondwaterpeil op maaiveld ligt. **[8 marks]**
- b. Bereken de minimale lengte waarover de damwand geplaatst dient te worden (d in Figuur 2) **[10 marks]**
- c. Bereken de kracht in het trekanker per strekkende meter damwand en zijn minimale lengte. **[7 marks]**



Figuur 2 – grondkerende wand (niet op schaal)

- 4) Twee geconsolideerde, ongedraineerde triaxiaal testen zijn uitgevoerd op grondmonsters van dezelfde grondlaag. Resultaten zijn gegeven in onderstaande tabel. De eerste test was geconsolideerd op 200kPa, de tweede op 300 kPa. Een waterspanning van respectievelijk 140 kPa en 235 kPa is gemeten voorafgaand aan de consolidatie. Beide monsters werden vervolgens tot bezwijking gebracht door de axiale spanning te verhogen.
- Bepaal de initiële waterspanning en poriedrukparameter B. **[6 punten]**
 - Bepaal de effectieve schuifsterkteparameters. **[7 punten]**
 - Schets Mohr's cirkel op het punt van bezwijken voor de eerste test en licht de belangrijkste punten toe. **[8 punten]**
 - Bepaal de hoek met de horizontaal die het vlak maakt waarlangs bezwijken dmv afschuiven zal plaatvinden. Bepaal ook de schuifspanning die op dat vlak wordt uitgeoefend. **[4 punten]**

Test 1	
Axiale spanning, σ_a (kPa)	Poriedruk, p (kPa)
200	0
225	24
250	48
275	80
300	110
323	137

Test 2	
Axiale spanning, σ_a (kPa)	Poriedruk, p (kPa)
300	0
350	52
400	103
450	142
500	170
525	180

[EINDE EXAMEN]