



UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA

**FINAL EXAMINATION
SEMESTER II
SESSION 2011/2012**

COURSE NAME : ADVANCED GEOTECHNICS
COURSE CODE : BFG 4023
PROGRAMME : BFF
EXAMINATION DATE : JUNE 2012
DURATION : 3 HOURS
INSTRUCTION : ANSWER **FOUR (4)** QUESTIONS ONLY

THIS QUESTION PAPER CONSISTS OF **THIRTEEN (13)** PAGES

- Q1** (a) Shear strength parameters of soils can be determined in the laboratory using triaxial tests. Briefly described the three commonly used triaxial tests methods to determine the strength of the soil and the Mohr-Coulomb shear strength parameters associated with each method.

(6 marks)

- (b) Table 1 shows the results of two drained triaxial tests on saturated clay.

Table 1

Specimen No	1	2
All-round pressure (kPa)	104	170
Principal stress difference (kPa)	217	325

- (i) Determine the Mohr-Coulomb shear strength parameters of the soil.
- (5 marks)
- (ii) For Specimen No. 1, determine the failure angle Θ that the failure plane makes with the major principal plane.
- (3 marks)
- (iii) For Specimen No. 2, determine the effective normal stress on the plane of maximum shear stress.
- (3 marks)
- (iv) If the same clay is tested in a triaxial apparatus with an all-round pressure of 173 kPa, determine the value of the major principal stress at failure.
- (3 marks)
- (c) In designing a long stability of a foundation, comment on the shear strength parameters that should be used and briefly state the reasons of using these parameters.
- (5 marks)

- Q2** (a) A rigorous phase diagrams for unsaturated soil consist of four phases. Name and draw the phases in a rigorous phase diagrams for unsaturated soil. (6 marks)
- (b) For an unsaturated soil, derive the relationship between the dry unit weight (γ_d) in terms of saturation (S_r), void ratio (e), moisture content (w) and unit weight of water (γ_w) (6 marks)
- (c) An unsaturated soil has a void ratio (e) of 0.75, a moisture content (w) of 21.5% and specific gravity of the soil grains(G_s) of 2.71, determine the:
 (i) bulk unit weight (γ_b),
 (ii) dry unit weight (γ_d), and
 (iii) the degree of saturation (S_r).
 Given unit weight of water (γ_w) is 9.81 kN/m^3 . (8 marks)
- (d) In Malaysia and other tropical humid areas having heavy rainfall, the understanding of unsaturated soils is very important. Discuss the importance of unsaturated soil in failures of natural slope. (5 marks)

- Q3** (a) Drained shear tests were conducted on **two (2)** samples, that is, the wet side and the dry side of critical. Briefly described the results obtained from these tests with regards to the change in volumetric strain, the void ratio and the shear stress with respect to the strain. (8 marks)
- (b) **Table 3** shows the results at failure of a series of drained and undrained triaxial compression tests carried out on the same soil.

Table 3

Test No. (D= drained, U= undrained)	D1	U1	D2	U2	D3	U3
Cell pressure (kPa)	120	120	200	200	400	400
Total axial stress (kPa)	284	194	493	320	979	645
Pore pressure (kPa)	0	69	0	117	0	230
Specific volume	1.80	1.97	1.70	1.86	1.54	1.72

- (i) Plot the critical state line and obtain the critical state parameters M , N , Γ and λ . (12 marks)

- (ii) Based on the parameters obtained in (i) above, estimate the values of principal stress difference and void ratio at failure in undrained and drained triaxial tests on specimens of the same clay consolidated under a cell pressure of 300 kPa.

(5 marks)

- Q4** (a) The shear strength of a soil mass is the internal resistance per unit area that the soil mass can offer to resist failure and sliding along any plane inside it. One must understand the nature of shearing resistance in order to analyze soil stability problems, such as bearing capacity, slope stability and lateral pressure on earth retaining structures.

- (i) Briefly, explain the Mohr-Coulomb theory and Mohr-Coulomb failure criterion.

(3 marks)

- (ii) Show that by using two sketches of inclination of failure plane in soil with major principal plane, and the Mohr's circle and failure envelope, the effective stress terms of major and minor stresses is given by the equation:

$$\sigma_1' = \sigma_3' \tan^2(45 + \phi'/2) + 2c' \tan(45 + \phi'/2)$$

(5 marks)

- (b) The Cam-clay and Modified Cam-clay models are best suited for use with slightly overconsolidated soils, not heavily overconsolidated soils.

- (i) Briefly, explain the between Cam-clay and Modified Cam-clay.

(3 marks)

- (ii) The Cam-clay model is an effective stress model which requires the following soil properties, namely (i) M ; (ii) Γ ; (iii) κ ; (iv) λ ; and (v) v . By sketching two graphs between v versus $\ln p'$, and q versus p' , describe how Cam-clay model parameters are obtained.

(4 marks)

- (c) **Table 4 (a)** and **Table 4 (b)** show the results of a laboratory consolidation test, and shear stage of a consolidated undrained triaxial test on a clay sample up to failure.

- (i) Draw an e - $\log \sigma_o'$ graph, allocates clearly normal consolidation line and overconsolidation line,

(3 marks)

(ii) determine the preconsolidation pressure, σ_c' , compression index, C_c and swell index, C_s .
(2 marks)

(iii) Draw v versus $\ln p'$, allocates clearly for isotropic normal consolidation line, overconsolidation line, and critical state line. Also, determine the Γ , λ , and κ .
(5 marks)

Q5 (a) Over the years, many different methods have been developed for computing factor of safety, namely SLOPE/W and Plaxis. In SLOPE/W, all the methods are based on limit equilibrium formulations. The methods which available lies within the software are Fellenius', Bishop's simplified, Janbu's. Spencer's, and Morgenstern-Price's method.

By using a free body diagrams, sketch for every types that were been mentioned together with its shear forces, and normal forces.
(7 marks)

(b) A 6.0 m cut slope for a highway is shown in **Figure Q5(b)(i)**. Previous soil explorations showed that the cut slope soil parameters are as described: undrained cohesion is 20 kPa; effective friction angle is 15° , and bulk unit weight of soil is 19 kN/m^3 . The complete data is shown in Table 3.

By using the Bishop's simplified analysis for determination of factor of

$$\text{safety: } FS = \frac{1}{\sum W \sin \alpha \sum \left([c' b + W(1 - r_u) \tan \theta'] \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \tan \theta'}{FS}} \right)}$$

estimate the factor of safety for the slope on trial surface as summarized in Table 3. You may apply suggested factor of safety as minimum as 1.00 and as maximum as 1.75.

You may use chart in **Figure Q5(b)(ii)** to solve the problems.

(18 marks)

- S1 (a) Parameter-parameter kekuatan ricih tanah boleh ditentukan dimakmal menggunakan ujikaji-ujikaji tiga paksi. Secara ringkas terangkan tiga kaedah ujikaji-ujikaji tiga paksi yang biasa digunakan bagi menentukan kekuatan ricih tanah dan parameter-parameter kekuatan ricih Mohr-Coulomb yang berkaitan bagi setiap kaedah yang dinyatakan.

(6 markah)

- (c) **Jadual 1** menunjukkan keputusan-keputusan dua ujikaji tiga paksi tersalir yang dijalankan keatas tanah liat tepu sepenuhnya.

Jadual 1

No. spesimen	1	2
Tekanan kurungan (kPa)	104	170
Tegasan sisih utama (kPa)	217	325

- (i) Tentukan parameter-parameter kekuatan ricih Mohr-Coulomb untuk tanah berkenaan.
- (5 markah)
- (ii) Untuk spesimen No. 1, tentukan sudut kegagalan Θ iaitu sudut antara satah kegagalan dengan satah utama major.
- (3 markah)
- (iii) Untuk spesimen No. 2, tentukan tegasan kesan normal diatas satah tegasan ricih maksimum.
- (3 markah)
- (iv) Jika ujikaji menggunakan radas tiga paksi dilakukan atas tanah liat yang serupa dengan tekanan kurungan bernilai 173 kPa, tentukan nilai tegasan utama major ketika gagal.
- (3 markah)
- (c) Dalam rekabentuk kestabilan jangka panjang sesuatu asas, sila beri ulasan mengenai parameter-parameter kekuatan yang mana yang harus digunakan dan nyatakan secara ringkas sebab-sebab pemilihan parameter-parameter ini.

(5 markah)

- S2** (a) Gambarajah fasa secara teliti untuk tanah-tanah tak tepu mengandungi empat fasa. Nama dan lukiskan fasa-fasa berkenaan untuk rajah fasa teliti bagi tanah-tanah tak tepu. .
(6 markah)
- (b) Untuk tanah tak tepu, terbitkan hubungan antara berat unit kering (γ_d) dengan ketepuan (S_r), nisbah lompong (e), kandungan lembapan (w) dan berat unit air (γ_w)
(6 markah)
- (c) Suatu tanah tak tepu mempunyai nisbah lompong 0.75, kandungan lembapan (w) bernilai 21.5% dan gravity tentu bijian tanah (G_s) bernilai 2.71, tentukan:
(i) berat unit pukal (γ_b),
(ii) berat unit kering (γ_d), dan
(iii) peratus ketepuan (S_r).
Diberi berat unit air (γ_w) ialah 9.81 kN/m^3 .
(8 markah)
- (d) Di Malaysia dan kawasan-kawasan beriklim lembap lain yang mengalami hujan yang lebat, pemahaman mengenai tanah tak tepu adalah sangat mustahak. Bincangkan betapa mustahaknya pemahaman kelakunan tanah tak tepu dalam kegagalan cerun-cerun tabii.
(5 markah)
- S3** (a) Ujikaji-ujikaji ricih tersalir telah dilakukan keatas dua sampel tanah iaitu disebelah basah dan kering dari kritikal. Dengan secara ringkas bincangkan keputusan-keputusan yang didapati dari ujikaji-ujikaji ini yang berkaitan dengan keterekan isipadu, nisbah lompong dan tegasan ricih berbanding dengan keterikan.
(8 markah)
- (b) **Jadual Q3** menunjukkan keputusan-keputusan ujikaji ketika gagal untuk siri-siri ujikaji-ujikaji mampatan tiga paksi tak tersalir yang dijalankan keatas tanah yang serupa.

Jadual Q3

No. Ujikaji (D= tersalir, U= tak tersalir)	D1	U1	D2	U2	D3	U3
Tekanan sel (kPa)	120	120	200	200	400	400
Tegasan sisih jumlah (kPa)	284	194	493	320	979	645
Tekanan liang (kPa)	0	69	0	117	0	230
Isipadu spesifik	1.80	1.97	1.70	1.86	1.54	1.72

- (i) Plot garisan keadaan kritikal dan tentukan parameter-parameter the M, N, Γ dan λ .

(12 markah)

- (ii) Berdasarkan parameter-parameter yang ditentukan di (i) diatas, anggarkan nilai-nilai tegasan sisih utama dan nisbah lompong ketika gagal untuk ujikaji-ujikaji tersalir dan tak tersalir bagi sampel-sampel tanah liat serupa yang dikenakan tekanan sel bernilai 300 kPa.

(5 markah)

S4 (a) Kekuatan ricih bagi satu jisim tanah merupakan rintangan dalaman per unit luas yang mana jisim tanah tersebut mampu untuk mewujudkan rintangan kegagalan dan gelinciran di sepanjang sesuatu satah di dalamnya. Kita hendaklah memahami berkenaan dengan rintangan ricihan dalam menganalisis masalah kestabilan tanah, seperti keupayaan galas, kestabilan cerun dan tegasan sisi pada struktur penahan tanah.

- (i) Secara ringkas, terangkan teori Mohr- Coulomb dan kriteria kegagalan Mohr-Coulomb.

(3 markah)

- (ii) Tunjukkan dengan menggunakan dua lakaran kecondongan dalam satah kegagalan di dalam tanah dengan satah prinsipal major, dan bulatan dan liputan kegagalan Mohr, bagi persamaan dalam sebutan tegasan berkesan:

$$\sigma_1' = \sigma_3' \tan^2(45 + \phi'/2) + 2c' \tan(45 + \phi'/2)$$

(5 markah)

- (b) Model-model Cam-clay dan Cam-clay terubahsuai merupakan model yang terbaik yang digunakan bersama tanah terkukuh lebih yang sangat rendah, dan bukan terkukuh lebih yang terlalu tinggi.
- (i) Secara ringkas, terangkan antara model Cam-clay dan Cam-clay terubahsuai. (3 markah)
- (ii) Model Cam-clay merupakan satu model tegasan berkesan yang memerlukan beberapa parameter tanah seperti (i) M ; (ii) Γ ; (iii) κ ; (iv) λ ; dan (v) ν . Dengan menggunakan dua lakaran graf antara ν melawan $\ln p'$, dan q melawan p' , bagaimana parameter tersebut diperolehi dalam model Cam-clay. (4 markah)
- (c) **Jadual Q4 (a) dan Jadual Q4(b)** menunjukkan keputusan bagi satu ujian makmal pengukuhan, dan peringkat ricihan bagi satu ujian tigapaksi sampel tanah liat terkukuh taktersalir sehingga gagal.
- (i) Plotkan graf e - $\log \sigma'_o$, dan tentukan dengan jelas kedudukan garisan pengukuhan normal dan garisan terkukuh lebih, (3 markah)
- (ii) tentukan tekanan prapengukuhan, σ'_c , indeks mampatan, C_c , dan index ampulan, C_s . (2 markah)
- (iii) Plotkan ν - $\ln p'$, tentukan dengan jelas kedudukan garisan pengukuhan istrofik normal, garisan terkukuh lebih, dan garisan keadaan kritikal. Dan, tentukan Γ , λ , dan κ . (5 markah)
- S5 (a) Beberapa tahun kebelakangan ini, pelbagai kaedah yang berbeza telahpun dibangunkan dalam menentukan faktor keselamatan, iaitu SLOPE/W dan Plaxis. Dalam SLOPE/W, kesemua kaedah adalah berasaskan persamaan had keseimbangan. Kaedah-kaedah yang terkandung di dalam perisian tersebut ialah Fellenius, Bishop dipermudahkan, Janbu, Spencer dan Morgenstern-Price.
- Dengan menggunakan rajah jasad bebas, lakarkan bagi setiap jenis yang telah dinyatakan di atas bersama dengan daya ricih dan daya normal. (7 markah)

- (b) Satu cerun potongan jalan raya berketinggian 6.0 m ditunjukkan dalam Rajah Q5(b)(i). Penyiasatan tapak sebelumnya menunjukkan ciri-ciri parameter cerun tanah adalah: kejeleketan tak tersalir 20 kPa; sudut geseran berkesan 15° , dan unit berat gembur tanah 19 kN/m^3 . Data yang lengkap ditunjukkan dalam Jadual 3.

Dengan menggunakan analisis Bishop dipermudahkan dalam menentukan faktor keselamatan:

$$FS = \frac{1}{\sum W \sin \alpha \sum \left([c' + W(1 - r_u) \tan \theta'] \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \tan \theta'}{FS}} \right)}$$

anggarkan faktor keselamatan cerun bagi cubaan permukaan seperti yang telah diringkaskan di dalam Jadual 3. Anda boleh anggapan faktor keselamatan minimum sebagai 1.00 dan maksimum sebagai 1.75.

Anda boleh menggunakan carta di dalam Rajah Q5(b)(ii) untuk menyelesaikan masalah ini.

(18 markah)

FINAL EXAMINATION

SEMESTER/SESSION : II/2011/2012
 COURSE NAME : ADVANCED GEOTECHNICS

PROGRAMME : 4 BFF
 COURSE CODE : BFG 4023

Table 4 (a)

Void ratio	Pressure (kN/m ²)
1.03	25
1.02	50
0.98	100
0.91	200
0.79	400
0.71	800
0.62	1600
0.635	800
0.655	400
0.670	200

Table 4 (b)

ln p'	Specific volume, v		
	NCL	OCR	CS
1.00	2.50	1.15	1.99
2.00	1.74	1.04	1.22
3.00	1.29	0.96	0.78
4.25	0.90	0.90	0.39
5.00	0.72	-	0.20
8.00	0.20	-	-

NCL: isotropic normal consolidation line; OCR: overconsolidation line; CS: critical state line.

FINAL EXAMINATION

SEMESTER/SESSION : II/2011/2012
 COURSE NAME : ADVANCED GEOTECHNICS

PROGRAMME : 4BFF
 COURSE CODE : BFG 4023

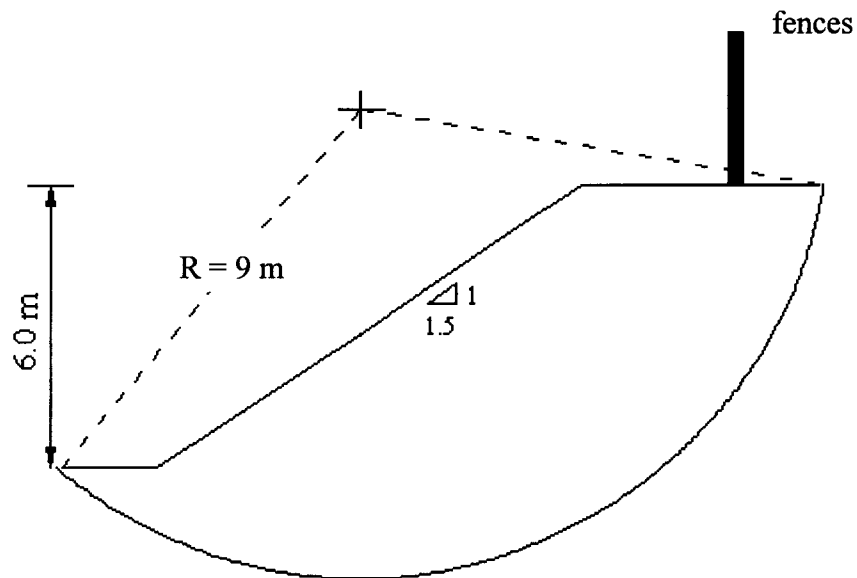


Figure Q5(b)(i)

Table 3

Slice number	γ (kN/m^3)	c_u (kPa)	ϕ' ($^\circ$)	α ($^\circ$)	Height of slice, h (m)	Width, b (m)
1	19	20	15	-8	0.51	2
2	19	20	15	15	2.06	2
3	19	20	15	25	2.81	2
4	19	20	15	40	2.80	2
5	19	20	15	58	2.11	2

FINAL EXAMINATION

SEMESTER/SESSION : II/2011/2012
 COURSE NAME : ADVANCED GEOTECHNICS

PROGRAMME : 4BFF
 COURSE CODE : BFG 4023

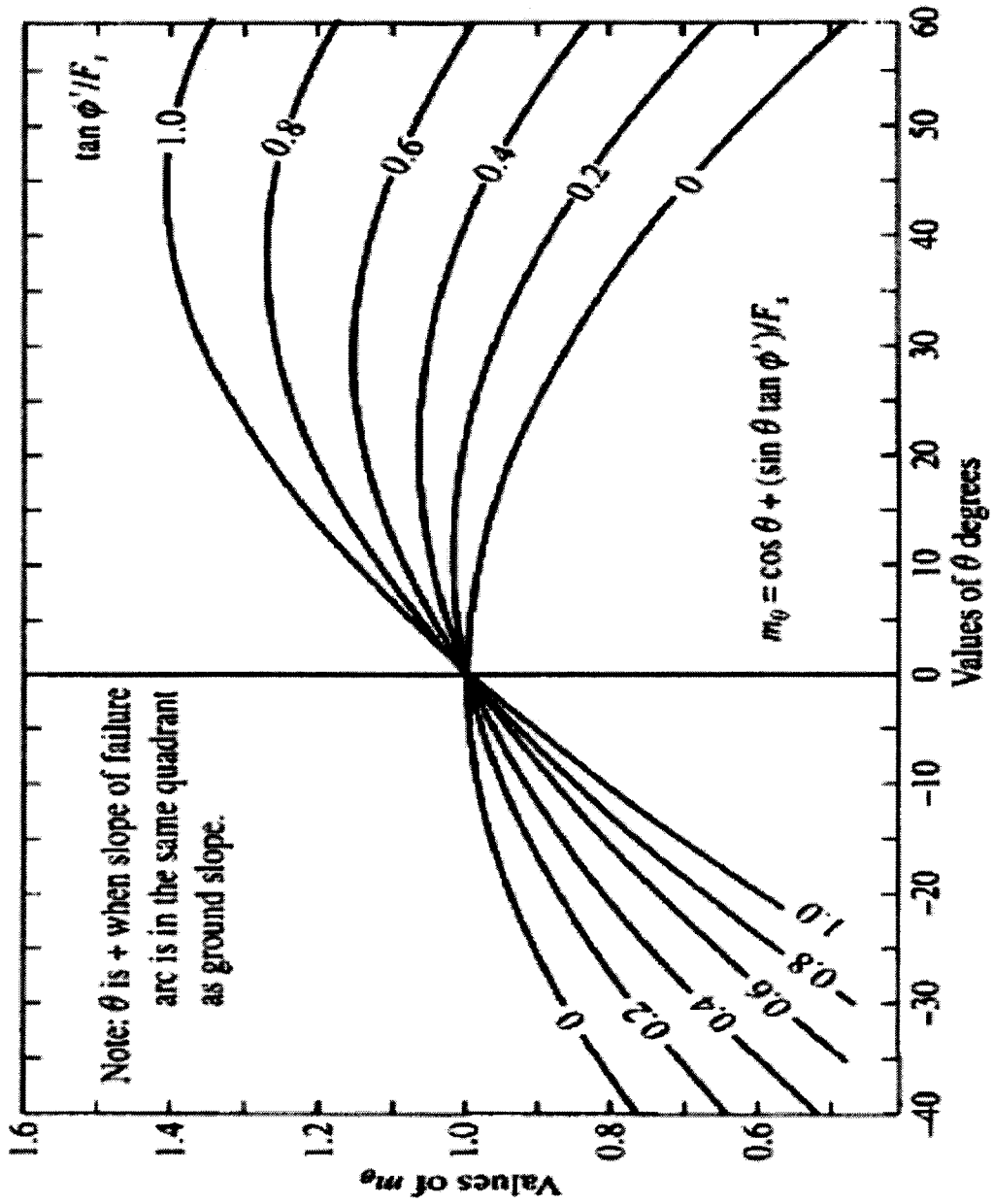


Figure Q5(b) (ii)