
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2009/2010

November 2009

EAG 442/4 – Advanced Geotechnical Engineering
[Kejuruteraan Geoteknik Lanjutan]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of **THIRTEEN (13)** printed pages including appendices before you begin the examination.

*[Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGA BELAS (13)** muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions: This paper consists of **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions only. All questions carry the same marks.

*[**Arahan:** Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]*

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

All questions **MUST BE** answered on a new page.

*[Semua soalan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru.]*

Write the answered question numbers on the cover sheet of the answer script.

[Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai]

1. A block of rock is bound by Joint 1, Joint 2, top bench, and slope cut. The general arrangement of the block is as shown in Fig. 1. Joint 1 dips 60°/N30W while Joint 2 dips 60°/N40E. Angle of friction for all joints is 35°. The block weighs 300 000 kN. Conduct a stability analysis on the given block of rock by following the steps of question (a) to question (e).

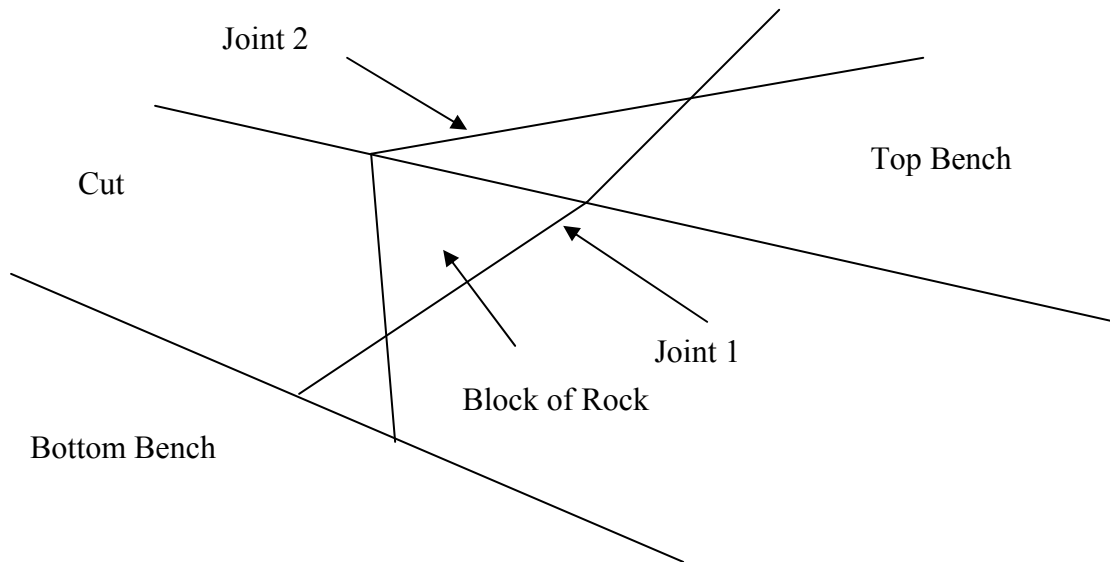


Figure 1

- a) On a stereographic projection, plot the normals of both joints and a small circle around each normal representing a safe area should the resultant force plotted within. Draw an area covering the two small circles representing a safe area should the resultant force associated with the block is plotted within. (4 marks)
- b) On the same stereographic projection, plot the vector representing the weight of the block. (4 marks)
- c) By assuming the use of only one rock bolt, determine the most economical orientation and magnitude such that Factor of Safety is 1.0. (4 marks)

d) By assuming the use of only one rock bolt, determine the most economical orientation and magnitude such that Factor of Safety is 2.0.

(4 marks)

e) By assuming the use of two rock bolts of equal tension, with each of them pointed perpendicular to each joint, determine their tensions such that Factor of Safety is 1.0.

(4 marks)

2. The following joint data Table 2 represent those of a rock mass. The cut is to be in EW direction, with dip of rock cut to face the direction of S. Assume the angle of friction for all joints as 30°.

Set	Dip Angle	Dip Direction
1	0°.	
2	40°	S50W
3	60°.	S30E

Table 2

a) Determine the steepest angle of cut to prevent any failure due to sliding.

(10 marks)

b) Determine the steepest angle of cut to prevent any failure due to toppling.

(10 marks)

3. a) What are the considerations in using geomembrane liner system in order to avoid risks and consequences during construction? List at least **FIVE (5)** considerations and explain why they are needed.

(10 marks)

- b) Design a vertical 5 m high geogrid-reinforced wall using a segmented concrete facing type. Check the all the necessary safety factors with the requirements given as follows:

Soil Data :

Soil with geogrid-reinforced

$$\phi'_r = 32^\circ$$

$$\gamma_r = 19 \text{ kN/m}^2$$

$$\delta_{fr} = 25^\circ$$

existing soil

$$\phi'_b = 30^\circ$$

$$\gamma_b = 18 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Bearing Capacity} = 150 \text{ kN/m}^2$$

(10 marks)

Data of Geogrid :

$$C_r = 0.75$$

$$T_{ult} = 150 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_p = 4$$

$$T_{allow} = 35 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_g = 1.2$$

$$T_{des} = 25 \text{ kN/m}^2$$

$$K = \tan^2(45 - \phi'_b / 2), \quad F = W\mu, \quad S_V \sigma_n / C_r = T_{des}, \quad L = L_e + L_R$$

4. a) What are the causes of landslide and where does a landslide usually occur? List **FIVE (5)** causes and describe their behaviour.

(5 marks)

- b) With the aid of sketches, illustrate the causes mentioned in (a) and show the remediations needed to counter the failure

(7 marks)

c) Is Site Investigation important after the occurrence of a landslide?. Explain why so if your answer is either yes or no

(8 marks)

5. a) List six methods for ground improvement and state their limitations.

(3 marks)

b) What is pre-compression? Show the principles of pre-compression with sketch.

(5 marks)

c) Following equation relates to the ground improvement by pre-compression. Define each parameter of the equation.

(4 marks)

$$U = \frac{\log \left[1 + \frac{\Delta \sigma'_{(p)}}{\sigma'_0} \right]}{\log \left\{ 1 + \frac{\Delta \sigma'_{(p)}}{\sigma'_0} \left[1 + \frac{\Delta \sigma'_{(f)}}{\sigma'_{(p)}} \right] \right\}}$$

d) For a 2.8 m thick clay layer in between sand layers with parameters as: $\sigma'_0=140$ kN/m^2 , $\sigma'_0+\Delta\sigma'=212kN/m^2$, $e_o = 0.92$ $C_c=1/3$, $C_v = 7.061$ mm^2/min , determine:

i) the expected maximum primary consolidation settlement.

(3 marks)

ii) time required for U to reach 45.7%.

(5 marks)

6. a) With a neat sketch show the detail layout of ground improvement by sand drains.

(5 marks)

b) During the design stage of ground improvement by pre-compression with sand drain for the construction of a highway bridge, it was found that the value of $\Delta\sigma'_{(p)}$ and σ'_0 were 115 kPa and 210 kPa respectively. If the thickness of the clay layer was 6 m and $C_c=0.28$, $e_0=0.9$, $C_v=0.36 \text{ m}^2/\text{month}$, determine:

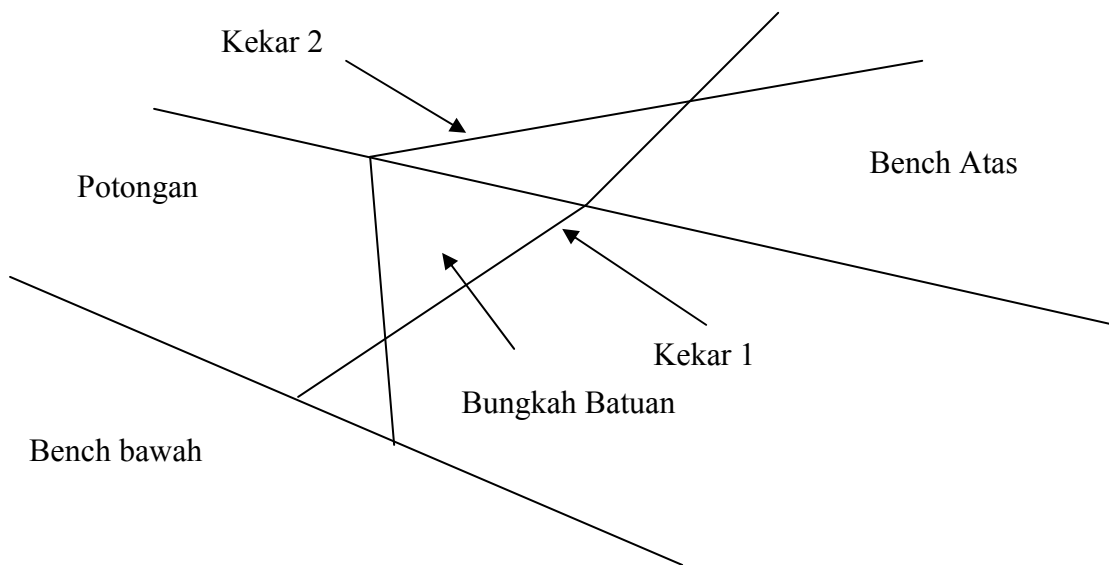
i) The total primary consolidation settlement of the bridge without pre-compression.

(5 marks)

ii) The surcharge, $\Delta\sigma'_{(p)}$, needed to eliminate the entire primary consolidation settlement in 6 months by pre-compression with sand drains, if $r_w=0.1 \text{ m}$, $d_e=3 \text{ m}$, $C_{vr}=C_v$. Assume normally consolidated clay, no smear, and surcharge applied instantly.

(10 marks)

1. Suatu bungkah batuan disempadani dengan Kekar 1, Kekar 2, Bench Atas, dan Permukaan Potongan. Gambaran keadaan bungkah ini seperti di tunjukkan di Rajah 1. Kekar 1 mempunyai dip $60/N30W$ sementara Kekar 2 mempunyai dip $60/N40E$. Sudut geseran bagi semua permukaan kekar 35° . Berat bungkah $300\ 000\ kN$. Jalankan analisa mengenai kestabilan bungkah batuan tersebut daripada gelongsoran menurut langkah-langkah yang dinyatakan dalam soalan (a) hingga soalan (e) di bawah.



Rajah 1

- a) Pada unjuran stereograf, plotkan normal kedua-dua kekar dan bulatan kecil disekelilingnya yang menunjukkan kawasan selamat jika paduan daya terplot didalamnya. Hubungkan kedua-dua bulatan kecil bagi menunjukkan kawasan selamat jika paduan daya yang terlibat dengan bungkah juga terplot didalamnya.

(4 markah)

- b) Pada unjuran stereograf yang sama, plotkan vector daya yang mewakili berat bungkah tersebut.

(4 markah)

c) Dengan menganggap penggunaan satu sahaja bolt batuan, tentukan arah dan magnitud daya minimum bolt agar Faktor Keselamatan mencapai 1.0.

(4 markah)

d) Dengan menganggap penggunaan satu sahaja bolt batuan, tentukan arah dan magnitud daya minimum bolt agar Faktor Keselamatan mencapai 2.0.

(4 markah)

e) Dengan menganggap penggunaan dua bolt sama kuat yang arah setiap satunya normal dengan setiap permukaan kekar, tentukan kekuatan daya bolt agar Faktor Keselamatan mencapai 1.0.

(4 markah)

2. Data kekar berikut (Jadual 2) mewakili struktur jasad batuan. Potongan batuan hendak dilakukan pada arah EW, iaitu dip permukaan potongan batuan akan menghala arah S. Anggap sudut geseran semua batuan 30°.

<i>Set</i>	<i>Sudut junam Dip</i>	<i>Arah Dip</i>
<i>1</i>	<i>0°</i>	
<i>2</i>	<i>40°</i>	<i>S50W</i>
<i>3</i>	<i>60°</i>	<i>S30E</i>

Jadual 2

a) Tentukan kedudukan pemotongan paling curam yang selamat dari sebarang gelinciran.

(10 markah)

b) Tentukan kedudukan pemotongan paling curam yang selamat dari sebarang tumbang.

(10 markah)

3. a) *Apakah keperluan dalam sistem liner geomembran untuk mengelak dari terdapat risiko dan akibat semasa pembinaan? Senaraikan **LIMA (5)** dan jelaskan kenapa ia di perlukan*

(10 markah)

- b) *Rekabentuk satu dinding geogrid bertetulang setinggi 5m yang menggunakan jenis konkrit bersegment di hadapan dinding tersebut. Kira semua faktor keselamatan yang sepatutnya dalam rekabentuk ini dan di beri parameter seperti berikut:*

(10 markah)

Data tanah :

Tanah dengan geogrid bertetulang

$$\phi'_r = 32^\circ$$

$$\gamma_r = 19 \text{ kN/m}^2$$

$$\delta_{fr} = 25^\circ$$

Tanah asal

$$\phi'_b = 30^\circ$$

$$\gamma_b = 18 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Bearing Capacity} = 150 \text{ kN/m}^2$$

Data Geogrid :

$$C_r = 0.75$$

$$T_{ult} = 150 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_p = 4$$

$$T_{allow} = 35 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_g = 1.2$$

$$T_{des} = 25 \text{ kN/m}^2$$

$$K = \tan^2 (45 - \phi'_b / 2), \quad F = W\mu, \quad S_V \sigma_n / C_r = T_{des}, \quad L = L_e + L_R$$

4. a) *Apakah penyebab tanah runtuh dan dimanakan fenomena ini selalu terjadi? Senarai **LIMA(5)** penyebab dan terangkan kelakuannya.*

(5 markah)

a) *Dengan bantuan lakaran, tunjukkan penyebab yang di beri di atas dan apakah penambahbaikan yang di perlukan untuk kegagalan ini.*

(7 markah)

b) *Adakah penyiasatan ini penting selepas terjadi tanah runtuh? Terangkan kenapa seandainya anda menjawab ia atau tidak.*

(8 markah)

5. a) *Senaraikan **ENAM (6)** kaedah pembaikan tanah dan nyatakan masalah-masalah yang berkaitan dengan setiap satu daripada kaedah-kaedah ini.*

(3 markah)

b) *Apakah yang di maksudkan dengan pra-pengukuhan? Tunjukkan dengan lakaran prinsip pra-tekanan.*

(5 markah)

c) *Berikut adalah persamaan yang berkait dengan pra-tekanan dalam kerja pembaikan tanah. Terangkan setiap parameter dalam persamaan tersebut.*

(4 marks)

$$U = \frac{\log \left[1 + \frac{\Delta \sigma'_v(z)}{\sigma'_0} \right]}{\log \left\{ 1 + \frac{\Delta \sigma'_v(z)}{\sigma'_0} \left[1 + \frac{\Delta \sigma'_v(z)}{\sigma'_v(z)} \right] \right\}}$$

d) *Lapisan lempung yang di lapsi dengan pasir atas dan bawah, mempunyai ketebalan 2.8m dan parameter-parameter lain adalah seperti berikut:*

$$\sigma'_0 = 140 \text{ kN/m}^2, \sigma'_0 + \Delta \sigma' = 212 \text{ kN/m}^2,$$

$$e_o = 0.92 \quad C_c = C_v / 3, \quad C_v = 7.061 \text{ mm}^2/\text{min}. \text{ Tentukan :}$$

i) *Enapan pengukuhan awal yang di jangka.*

(3 marks)

ii) *Masa di perlukan untuk pengukuhan U mencapai 45.7%.*

(5 marks)

6. a) *Dengan lakaran yang kemas tunjukkan butiran bagaimana pembaikan tanah dilakukan menggunakan saliran tegak pasir (sand drains)*

(5 markah)

- b) *Semasa merekabentuk pra-tekanan bagi pembaikan tanah menggunakan saliran tegak pasir untuk pembinaan jambatan lebuh raya, di dapati nilai $\Delta\sigma'_{(p)}$ adalah 115 kPa dan σ'_0 210 kPa. Sekiranya ketebalan lapisan lempung 6m dan $C_c=0.28$, $e_0=0.9$, $C_v=0.36$ m²/bulan Tentukan:*

- i) Jumlah Enapan Awal Pengukuhan jambatan tanpa pra-tekanan.*

(5 markah)

- ii) Beban kenaan, $\Delta\sigma'_{(f)}$, di perlukan untuk mencapai kesemua enapan awal pengukuhan dalam 6 bulan melalui pra-tekanan dengan saliran tegak pasir sekiranya $r_w=0.1$ m, $d_e= 3$ m dan $C_{vr}=C_v$. Anggap lempung terkukuh normal, saliran pasir sempurna dan beban dikenakan mendadak.*

(10 markah)

-ooOOOoo-

LAMPIRAN

Table 14.5 Variation of U_r for Various Values of T , and n , No-Smear Case [Eqs. (14.19) and (14.25)]

Degree of consolidation U_r (%)	Time factor T , for value of $n (= r_s/r_w)$				
	5	10	15	20	25
45	0.0700	0.1180	0.1473	0.1684	0.1849
46	0.0721	0.1216	0.1518	0.1736	0.1906
47	0.0743	0.1253	0.1564	0.1789	0.1964
48	0.0766	0.1290	0.1611	0.1842	0.2023
49	0.0788	0.1329	0.1659	0.1897	0.2083
50	0.0811	0.1368	0.1708	0.1953	0.2144
51	0.0835	0.1407	0.1758	0.2020	0.2206
52	0.0859	0.1448	0.1809	0.2068	0.2270
53	0.0884	0.1490	0.1860	0.2127	0.2335
54	0.0909	0.1532	0.1913	0.2188	0.2402
55	0.0935	0.1575	0.1968	0.2250	0.2470
56	0.0961	0.1620	0.2023	0.2313	0.2539
57	0.0988	0.1665	0.2080	0.2378	0.2610
58	0.1016	0.1712	0.2138	0.2444	0.2683
59	0.1044	0.1759	0.2197	0.2512	0.2758
60	0.1073	0.1808	0.2258	0.2582	0.2834
61	0.1102	0.1858	0.2320	0.2653	0.2912
62	0.1133	0.1909	0.2384	0.2726	0.2993
63	0.1164	0.1962	0.2450	0.2801	0.3075
64	0.1196	0.2016	0.2517	0.2878	0.3160
65	0.1229	0.2071	0.2587	0.2958	0.3247
66	0.1263	0.2128	0.2658	0.3039	0.3337
67	0.1298	0.2187	0.2732	0.3124	0.3429
68	0.1334	0.2248	0.2808	0.3210	0.3524
69	0.1371	0.2311	0.2886	0.3300	0.3623
70	0.1409	0.2375	0.2967	0.3392	0.3724
71	0.1449	0.2442	0.3050	0.3488	0.3829
72	0.1490	0.2512	0.3134	0.3586	0.3937
73	0.1533	0.2583	0.3226	0.3689	0.4050
74	0.1577	0.2658	0.3319	0.3795	0.4167
75	0.1623	0.2735	0.3416	0.3906	0.4288
76	0.1671	0.2816	0.3517	0.4021	0.4414
77	0.1720	0.2900	0.3621	0.4141	0.4546
78	0.1773	0.2988	0.3731	0.4266	0.4683
79	0.1827	0.3079	0.3846	0.4397	0.4827
80	0.1884	0.3175	0.3966	0.4534	0.4978
81	0.1944	0.3277	0.4090	0.4679	0.5137
82	0.2007	0.3383	0.4225	0.4831	0.5304
83	0.2074	0.3496	0.4366	0.4992	0.5481
84	0.2146	0.3616	0.4516	0.5163	0.5668
85	0.2221	0.3743	0.4675	0.5345	0.5868
86	0.2302	0.3879	0.4845	0.5539	0.6081
87	0.2388	0.4025	0.5027	0.5748	0.6311
88	0.2482	0.4183	0.5225	0.5974	0.6558
89	0.2584	0.4355	0.5439	0.6219	0.6827
90	0.2696	0.4543	0.5674	0.6487	0.7122

LAMPIRAN

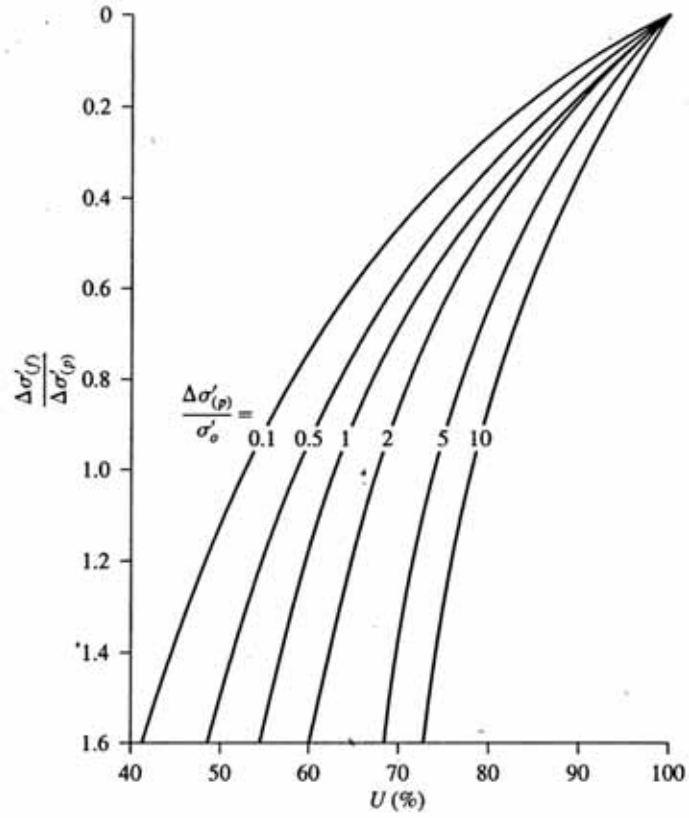


Figure 14.18 Plot of $\Delta\sigma'_{(f)}/\Delta\sigma'_{(p)}$ against U for various values of $\Delta\sigma'_{(p)}/\sigma'_o$ —Eq. (14.15)