

# 《大地工程學》

一、請敘述下列名詞之意涵：(每小題5分，共30分)

- (一) 逆向坡
- (二) 順向坡
- (三) 剪裂帶(Shear zone)
- (四) 岩心品質指標(RQD)
- (五) 呂琴漏水試驗(Legeon test)
- (六) 震測折射法

**試題評析** 順向坡、逆向坡、剪裂帶與RQD屬送分題。

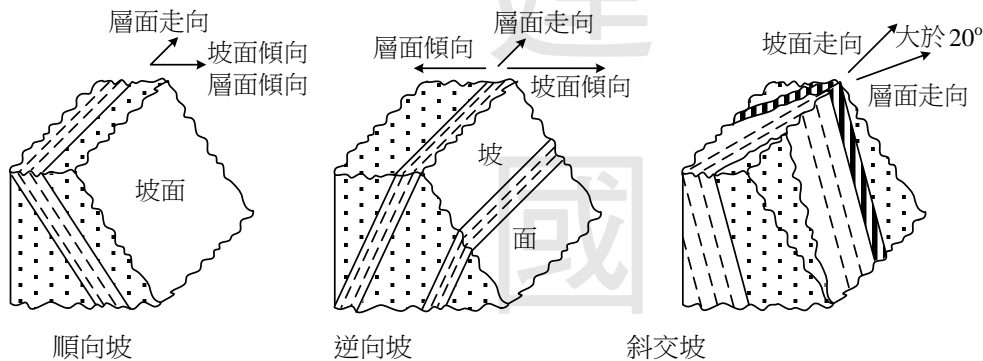
**考點命中** 《高點建國技師題庫班教材》，解說工程地質，歐陽老師編撰。

**解：**

## (一) 逆向坡與(二) 順向坡

依據《水土保持技術規範》第三十一條，依坡面與岩層不連續面之位態關係，所形成之順向坡、逆向坡及斜交坡，定義如下：

1. 順向坡：凡坡面與層面之走向大致平行（或兩面走向之交角在二十度以內），且坡面傾向與層面傾向一致者。
2. 逆向坡：凡坡面與層面之走向大致平行（或兩面走向之交角在二十度以內），且坡面傾向與層面傾向相反者。



## (二) 剪裂帶

對於斷層層面加以詳細觀察，發現其滑動面不只一組，經常有數組滑動面或剪動面交會於一相當厚度，此厚度稱為剪裂帶(Shear Zone)。

## (三) 岩心品質指標

RQD = (在一地質鑽孔中，超過10公分長度的岩心總和) / 該次鑽孔長度

RQD	0 ~ 25	25 ~ 50	50 ~ 75	75 ~ 90	90 ~ 100
岩石品質	very poor 惡劣	poor 劣	fine 可	good 良	very good 優

RQD的分割，原則上以25%為一切割，只有在75%到100%之間，再細分90%。

## (四)

其目的是要了解岩盤的透水性。Lugeon試驗(又稱Packer test)屬於現地試驗，通常採用兩個橡膠質封套，在現地鑽孔中封塞出淨長度1公尺的試驗段，將此試驗段灌水並增加水壓力，水只能由試驗段周圍的岩壁滲漏出去(因岩壁存在不連續面)，無法往上或往下穿越橡膠質封套。

本試驗為定水頭試驗，通常試驗壓力為 $10\text{kgf/cm}^2$ 。若每分鐘漏水量為1公升，則該段岩盤之透水性稱為1 Lugeon，大約為 $1.3 \times 10^{-5}\text{cm/sec}$ 。

由於岩體的透水性和它的裂面數量有關，若裂面多，則易透水，岩體強度就差，所以Lugeon test在意義上也可以判斷不連續面數量與岩體品質。

## (五)震測折射法

此法主要是根據折射波採測地層構造，為大地工程初步調查經常使用的方法。依據經驗及室內試驗，顯示震波速度大小與地層岩性、岩層軟硬度、坡面傾斜、...、等特性有關。因此，分析地層震波速度大小可用以間接瞭解地下地層的物理特性及地層結構。

折射震測法(Refraction Seismic Method)藉炸藥爆炸或重錘下落之衝擊力產生人造震波，傳播於地下地層，因地層傳波特不同，震波在地層界面處依斯奈爾定律(Snell's Law)發生折射現象折回地表，再藉設置於地表一系列的受波器(Geophone)接收。根據初達波(First Arrival)到達時間及受波器與震源距離關係，繪製震波走時曲線(Travel Time Distance Curve)，由震波走時曲線圖逆推(Inversion)運算後，即可獲得代表測線下方之地層速度分佈，並可反算土層厚度，評估開挖方法或地質改良成效。

## 二、何謂流砂(Quick sand)?何謂隆起(Heaving)?(10分)

試題評析	此為基本名詞解釋，建議畫圖以及寫公式回答。
考點命中	《高點建國技師班教材》，流砂《解說土壤力學》5-59頁，隆起《解說基礎工程》4-10頁，歐陽老師編撰。

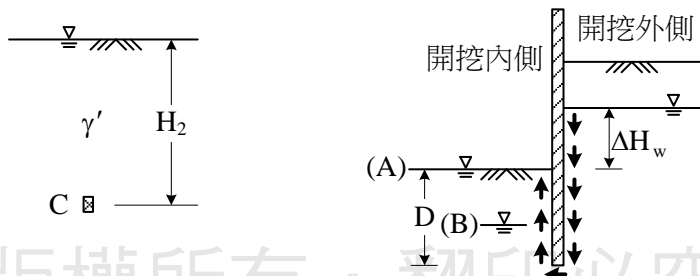
解：

## 流砂

對於無凝聚力的砂土，若承受向上水流作用，當有效應力變成零時，砂土顆粒無法傳遞應力，正向應力為零就沒有抗剪強度，砂宛如懸浮在水中，此稱為砂湧(Sand Boiling, Quick Sand, Quick Condition)現象或流砂現象。

參考圖，下游側水位在(A)，開挖內外側有水頭差 $\Delta H_w$ ，不透水壁體貫入深度為D，則抗砂湧之

$$FS = \frac{i_c}{i_{avg}} = \frac{\text{臨界水力坡降}}{\text{平均水力坡降}} = \frac{\gamma' / \gamma_w}{\left( \frac{\Delta H_w}{\Delta H_w + 2D} \right)} = \frac{\gamma'(\Delta H_w + 2D)}{\gamma_w(\Delta H_w)}$$



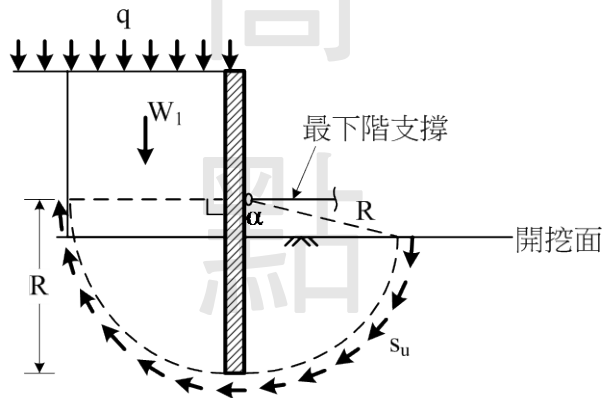
## 隆起

隆起現象是黏土層底部的承載力破壞，通常是地表超載加上未開挖部分的土壤過重，導致新承載面承載力不足，發生土壤往開挖區的塑性流動，破壞時來不及排水，故以不排水剪力強度 $s_u$ 分析。

可依《建築物基礎構造設計規範》公式計算其安全性：

$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{R \int_0^{\frac{\pi}{2} + \alpha} s_u (R d\theta)}{W \cdot \frac{R}{2}} \geq 1.2$$

式內 $M_r$  = 抵抗力矩(tf-m/m)， $M_d$  = 傾覆力矩(tf-m/m)， $s_u$  = 黏土之不排水剪力強度(tf/m<sup>2</sup>)， $R$  = 半徑(m)， $W$  = 開挖底面以上，等於擋土設施外側 $R$ 寬度範圍內土壤重量( $W_1$ )與地表上方載重( $q$ )之重量和(tf/m)。常見的 $q$ 來自建材堆放、臨時工寮、機具、卡車或人行道路載重。



三、(一)試繪圖說明三軸室設備及試體之剖面圖。(10分)

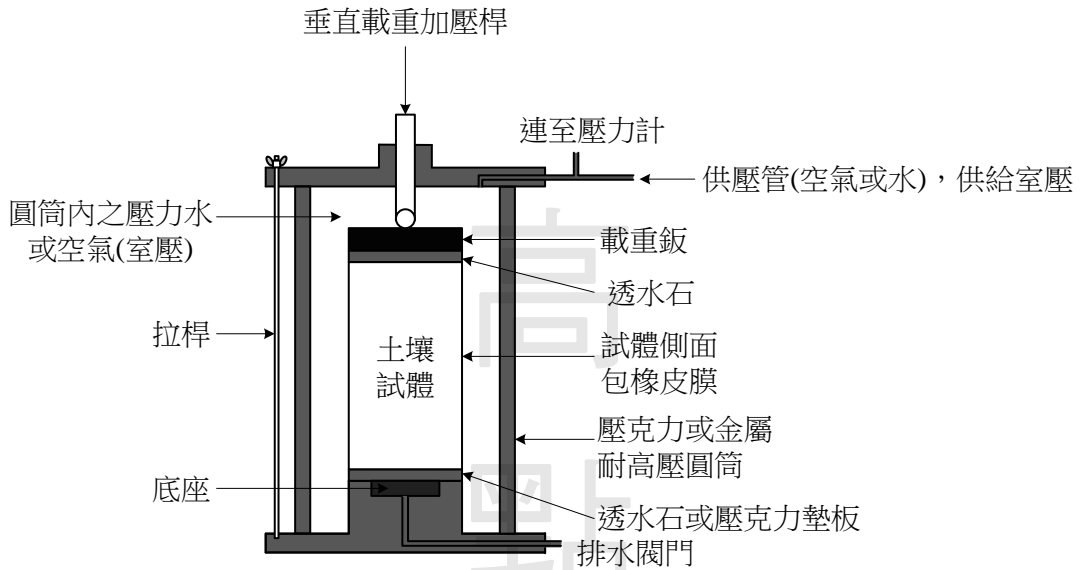
(二)對某黏土試體施作一系列壓密不排水試驗(CU)，並量測孔隙水壓，得到如下表所列結果。試計算此黏土之有效應力之剪力強度參數 $c'$ 及 $\phi'$ 。(20分)

	圍壓(kN/m <sup>2</sup> )	主要軸差應力(kN/m <sup>2</sup> )	孔隙水壓(kN/m <sup>2</sup> )
試體1	150	192	80
試體2	300	341	154
試體3	450	504	222

<b>試題評析</b>	計算題為CU試驗的基本題型，考生應能得分。題目給三個試體，實際上用二個就可以算出強度參數，考生可任取，答案若有些微不同，不必擔心，此為試驗正常現象。
<b>考點命中</b>	《高點建國技師班教材》，解說土壤力學，7-23頁，歐陽老師編撰。

**解：**  
(一)

【版權所有，翻印必究】



(二)

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 \tan^2(45^\circ + \frac{\phi'}{2}) + 2c' \tan(45^\circ + \frac{\phi'}{2})$$

$$\text{樣品一: } 150 + 192 - 80 = (150 - 80) \tan^2(45^\circ + \frac{\phi'}{2}) + 2c' \tan(45^\circ + \frac{\phi'}{2})$$

$$262 = 70 K_p + 2c' \sqrt{K_p} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

$$\text{樣品二: } 300 + 341 - 154 = (300 - 154) \tan^2(45^\circ + \frac{\phi'}{2}) + 2c' \tan(45^\circ + \frac{\phi'}{2})$$

$$487 = 146 K_p + 2c' \sqrt{K_p} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

由②-① 解出  $K_p = 2.961$ , 故  $\phi' = 29.67^\circ$

$\phi' = 29.67^\circ$  代回①, 解出  $c' = 15.9 \text{ kPa}$

四、(一)試說明基樁在那些情況會產生負摩擦力?(15分)

(二)如何計算基樁之負摩擦力?(15分)

**試題評析** 負摩擦力成因亦為基本題目，屬於送分。

**考點命中** 《高點建國技師班教材》，解說基礎工程，5-46頁與5-48頁，歐陽老師編撰。

**解：**

(一)負摩擦力發生的主要原因大致為：

- (1)基樁座落於回填土地層中，當樁周圍之壓縮性土壤受回填土之載重而發生壓縮沉陷現象，導致負摩擦力之發生。有時施工順序錯誤也會發生這種情形，例如高速公路某交流道附近欲做樁並填土，承包商先做樁再填土滾壓，造成基樁承受未料想到的負摩擦力。
- (2)基樁座落於高敏感性之黏土地層中，於打樁過程中，樁體四周土層發生擾動，完工後逐步壓密而生負摩擦力。
- (3)由於抽取地下水，而產生區域性的地盤下陷，此現象在正常壓密或輕度過壓密的黏土地層中最為明顯，如雲林縣沿海地區。一般人常以為負摩擦力只發生於軟弱黏土層中，其實並不完全正確，只要樁周邊地層發生相對於基樁之位移就有可能發生負摩擦力，例如開挖工地在工區內外降水，在砂層內抽水，水抽走砂會往下沉陷，有可能對鄰近既有之基樁產生

負摩擦力。

(二)

計算負摩擦力之方式有很多種，若是壓密沉陷引起負摩擦力，因超額孔隙水壓消散，應以有效應力法估算負摩擦力，則可依下式計算：

$$f_n = \sigma'_v K \tan \delta_f = \beta \sigma'_v$$

式中， $f_n$  = 樁身負摩擦應力(tf/m<sup>2</sup>) (下標 n 是 negative 之意)

K = 土壤側壓係數

$\delta_f$  = 土壤與基樁表面間之有效摩擦角(度)

$\sigma'_v$  = 地層之有效覆土壓應力(tf/m<sup>2</sup>)

上式中， $\beta$  為無單位之係數，其值大小不僅與地層特性有關，亦受基樁施工方式之影響，打入式基樁之  $\beta$  值即較鑽掘式基樁為大。

表 5-9

土層	黏土	粉土	砂土
$\beta$ 建議值	0.2~0.25	0.25~0.35	0.35~0.5

【版權所有，翻印必究】