

# 《土壤力學》

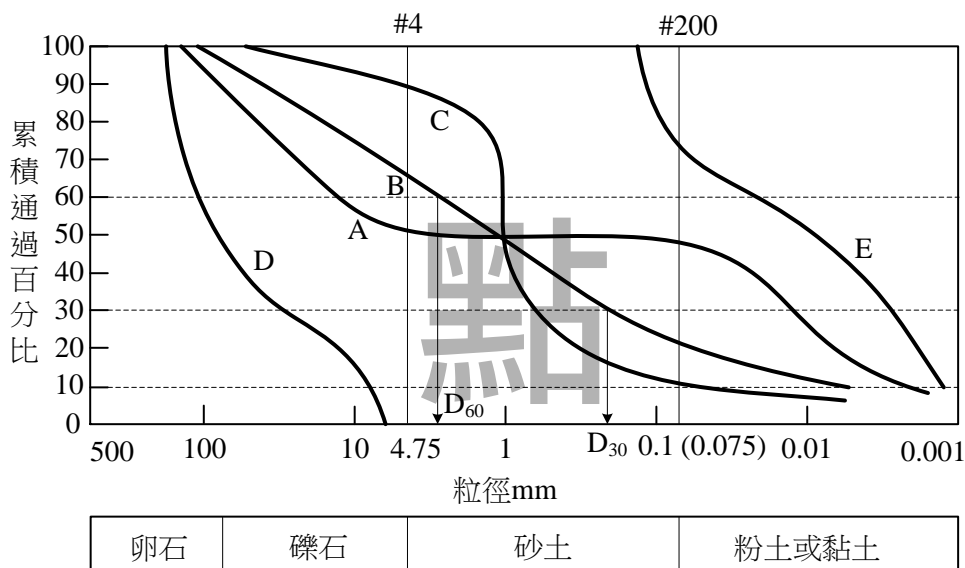
一、解釋下列土壤力學領域之名詞或符號，並註明其單位：（每小題5分，共25分）

- (一) $D_{60}$
- (二)比重 (specific gravity)
- (三)臨界水力坡降 (critical hydraulic gradient)
- (四)壓密係數 (coefficient of consolidation)
- (五)主動土壓力係數 (active earth pressure coefficient)

試題評析	基本名詞，有做考古題都能得分。如果能畫圖或寫公式，建議要做，可勝於單純只寫文字。你找土壤力學的原文書可以找到，你找基礎工程的原文書也可以找到，兩邊都有。分類是人為的，命題者為了考你，一定說它出自土壤力學。
考點命中	1.《解說土壤力學》，歐陽編著，第二章、第三章、第五章、第六章。 2.《解說基礎工程》，歐陽編著，第一章。Rankine土壓力理論。

答：

(一) $D_{60}$ ：進行篩分析試驗，得到粒徑分布曲線，該曲線上累積通過百分比 60%所對應的粒徑，稱為  $D_{60}$ 。也就是試樣中，有 60%的重量，其直徑小於  $D_{60}$ ，可通過  $D_{60}$ 。其單位可為 mm，可參考下圖。



(二)比重 (specific gravity)：土顆粒比重  $G_s = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{\rho_s g}{\rho_w g} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$ ，無單位。也就是土顆粒的密度，和攝氏 4 度水的密度之比。

(三)臨界水力坡降 (critical hydraulic gradient)： $i_{cr} = \frac{\Delta h}{H_2} = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{G_s - 1}{1 + e} = \frac{\gamma_{sat} - \gamma_w}{\gamma_w}$ ，當向上水流的水力坡降等於或大於臨界水力坡降時，土體將發生稱為砂湧(sand boiling)的不穩定現象。臨界水力坡降值若越大，相對越安全，這可透過增加土顆粒比重或降低孔隙比的手段達成。

(四)壓密係數 (coefficient of consolidation)：壓密係數  $c_v$  是進行單向度壓密試驗，人為推導中所創出來的參數， $c_v = \frac{k}{m_v \gamma_w}$ ，其中  $k$  是鉛垂向滲透係數，是  $m_v$  體積壓縮係數。壓密係數  $c_v$  越大，壓密沉陷速率越快。若結合時間因素  $T$ ，則得  $TH_{dr}^2 = c_v t$ ， $H_{dr}$  是最長排水路徑， $t$  是真實經歷時間。

(五)主動土壓力係數 (active earth pressure coefficient)：若持續對土體側向解壓，當側向解壓應變量夠多，土體終將來到了塑性平衡狀態，或稱極限平衡，這是臨界破壞狀態， $\sigma'_h \leq \sigma'_v$ ，此時稱為達到主動土壓力 (Active Earth Pressure) 狀態，在塑性平衡區域內，水平有效應力對垂直有效應力的比值稱為主動土壓力係數 (Coefficient of Active Earth Pressure)  $K_a$ 。若地表為水平，則  $K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi'}{2} \right)$ 。

二、何謂變水頭試驗？請詳述此一試驗目的、試驗步驟並推導數據處理所需相關公式。（25分）

試題評析	此試驗講過太多次，多次說過一定要自己推導兩遍，圖要練習畫，否則會臨時寫不出來。
考點命中	《解說土壤力學》，歐陽編著，第五章。

答：

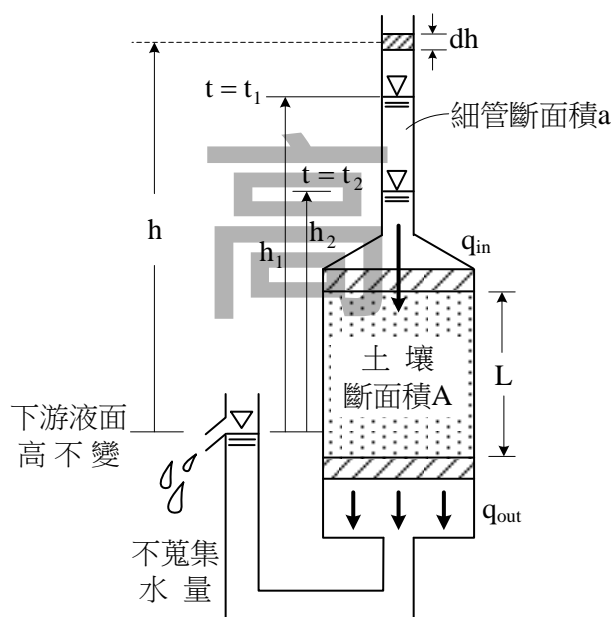


圖 1 變水頭試驗

變水頭(Falling Head)試驗裝置如圖 1，其目的是要算出土壤的滲透係數  $k$ ，主要求低滲透土壤的滲透係數。試驗中，下游出水口位置不變，上游細管內液面緩緩下降，上下游的總水頭差隨時間逐漸改變，故稱「變水頭」。裝置的上游有一細管，斷面積  $a$ ，試驗開始的時刻是  $t_1$ ，結束的時刻是  $t_2$ ；試驗開始的液面高差是  $h_1$ ，結束的液面高差是  $h_2$ 、土樣長度  $L$  以及土壤斷面積  $A$ 。

在試驗中的某一時刻  $t$ ，上下游液面高差為  $h$ ， $h$  是時間  $t$  的函數，即  $h=h(t)$ 。在微小的單位時距  $dt$  內，細管內水位下降  $dh$ ，該單位時距內離開細管而進入土樣的水量  $q_{in} = -\frac{a \cdot dh}{dt}$ ，同時距，土體末端，單位時距

離開的水量以達西定律計算得  $q_{out} = k i A = k \left( \frac{h}{L} \right) A$ 。推導中，把  $i$  視為 uniform，不隨地點改變而改變，面積  $A$  係垂直於流線。

設水密度維持常數，質量不減就變成體積不減，依連續方程式， $q_{in} = q_{out}$

$$\Rightarrow -a \cdot \frac{dh}{dt} = k \left( \frac{h}{L} \right) A \quad \Rightarrow -\frac{dh}{h} = \frac{Ak}{aL} \cdot dt \quad (\text{正數}=\text{正數})$$

$$\text{等號兩邊同時取積分，} -\int_{h_1}^{h_2} \frac{dh}{h} = \int_{t_1}^{t_2} \frac{Ak}{aL} \cdot dt$$

$$\text{得 } \ln \frac{h_1}{h_2} = \frac{Ak}{aL} (t_2 - t_1)$$

$$\text{故 } k = \frac{aL \left( \ln \frac{h_1}{h_2} \right)}{A(t_2 - t_1)} = \frac{aL \left( \ln \frac{h_1}{h_2} \right)}{A \Delta t}$$

如果是高滲透性土壤，水位在細管內下降太快，會來不及觀察。不蒐集水量是因為流出的水甚少，可能被蒸發或因為容器刻度過寬，不易計量，故試驗規劃不蒐集水量。

三、根據土壤分類法 (Unified Soil Classification System, USCS) 下列土壤分類符號，分別代表什麼意義？並請說明分類研判之準則。（每小題 5 分，共 25 分）

(一) C 及 M

(二) L 及 H

(三) P 及 W

(四) G 及 S

(五) O

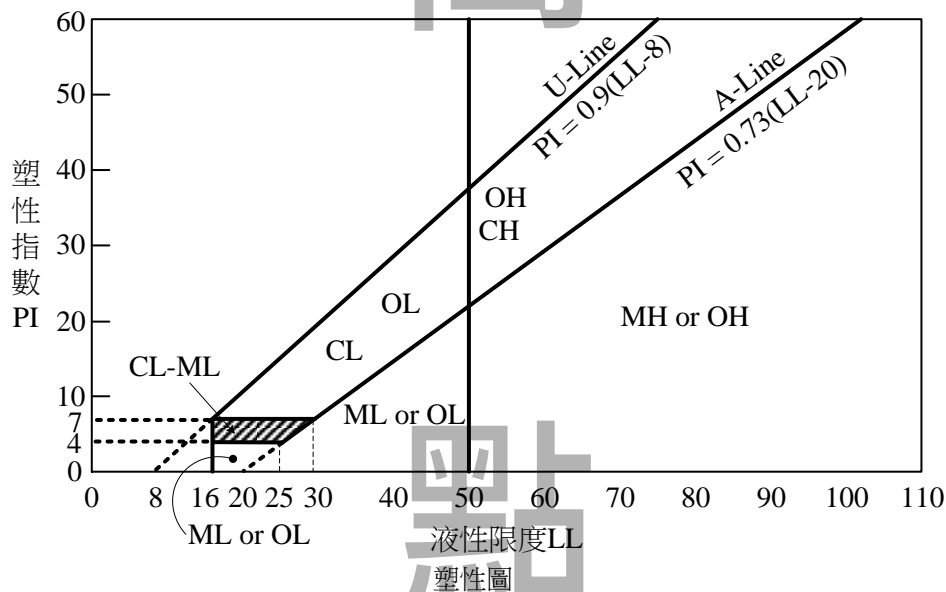
試題評析	基本名詞，有做考古題都能得分。
考點命中	《解說土壤力學》，歐陽編著，第三章。

答：

(一)C及M：以名詞來講，C為黏土，M為粉土。以形容詞來講，C為黏土質的，M為粉土質的。

以名詞來講，黏土落於A-line之上，粉土落於A-line之下。以形容詞來講，是講粗粒土壤，當細粒料含量大於12%，要做塑性圖分析，落於A-line之上或壓線，得「黏土質的」；落於A-line之下，得「粉土質的」。可參考下一小題之圖。

(二)L及H：以形容詞來講，L為低塑性的，H為高塑性的。做塑性圖分析，若 $LL \leq 50$ ，稱為低塑性的；若 $LL > 50$ ，稱為高塑性的。可參考下圖。



(三)P及W：以形容詞來講，P為不良級配的，W為優良級配的。對於礫石，若「 $C_u \geq 4$ 且 $1 \leq C_d \leq 3$ 」，稱為「優良級配的」(Well-graded)，給予符號“W”，否則得符號“P”(Poorly-graded，不良級配的)。對於砂土，若「 $C_u \geq 6$ 且 $1 \leq C_d \leq 3$ 」，稱為「優良級配的」，給予符號“W”，否則得符號“P”。

(四)G及S：以名詞來講，G為礫石，S為砂土。取出留在#200上的土壤，以#4篩選之，若留在#4的重量>通過#4的重量，則此土壤被歸為礫石(Gravel)，以符號“G”表之；反之若通過#4的重量 $\geq$ 留在#4的量，則此土壤被歸類為砂，以符號“S”表之。若剛好一半重量留在#4，則被分類為“S”。

(五)O：以名詞來講，O為有機土。判別式“ $\frac{\text{烘乾土壤液性限度}(LL_{\text{oven dried}})}{\text{未烘乾土壤液性限度}(LL_{\text{not dried}})} < 0.75$ ”可用於決定有機土。有機質

在烘乾過程中會蒸散部分質量，如果烘乾後再進行液性限度試驗，所得的LL值少於原先LL之75%，則判定土壤為有機土壤。有機土壤常呈暗棕色至黑色，而且有特殊氣味，剪力強度低，適合園藝使用，不適合工程使用。

四、某一正常壓密飽和黏土進行單向度壓密試驗，初始試體厚度2公分，在雙向排水條件下，施加100kPa之壓密壓力，1小時後，試體厚度減為1.9公分；24小時後（主要壓密完成時）之試體厚度減為1.8公分。請問：

(一)此一土壤之壓密係數是多少？(10分)

(二)現地相同之黏土層，厚度2公尺，黏土層下為岩盤，上為砂土層，同樣承受100kPa之壓密壓力，請估算主要壓密沉陷達50%需要多少年？(10分)

(三)承第(二)小題，主要壓密沉陷達90%需要多少年？(5分)

試題評析	基本計算題，有做考古題都能得分。如果您設岩盤透水，則會有另一套答案，記得要向考選部反映題意不清。
------	--

**考點命中** 《解說土壤力學》，歐陽編著，第六章。

**答：**

(一)依據題意，試體壓密1小時，其平均壓密度達到50% ( $\frac{2-1.9}{2-1.8}=50\%$ )，按 $TH_{dr}^2 = c_v t$

$$\text{得 } 0.197(1)^2 = c_v (1)$$

$$\text{解出 } c_v = \underline{0.197 \text{ cm}^2/\text{hr}}$$

(二)設岩盤不透水，按 $TH_{dr}^2 = c_v t$

$$\text{得 } 0.197(200)^2 = 0.197 (t)$$

$$\text{解出 } t = 40000 \text{ hr} = 1666.667 \text{ days} = \underline{4.566 \text{ yr}}$$

(三)按 $TH_{dr}^2 = c_v t$

$$\text{得 } 0.848(200)^2 = 0.197 (t)$$

$$\text{解出 } t = 172183 \text{ hr} = 7174.28 \text{ days} = \underline{19.656 \text{ yr}}$$

高

點

【版權所有，翻印必究】