

# 大地工程學講義

## 第一回

504690-1



社團  
法人  
考  
法

考  
友  
社

出版  
發行

# 第一講 土壤指數性質與分類

## ◎ 命 題 重 點 ◎

### 一、土壤的生成

土壤是指地球外殼之火成岩、水成岩或變質岩等岩石，經風化作用所形成之疏鬆或不甚堅實的沈積物或堆積物，如卵石、礫石、砂、粘土及有機物等。土壤的全部成分，不但包括固體顆粒本身，尚包含其孔隙內所充滿的水份，水中溶解的鹽類及孔隙中的空氣。

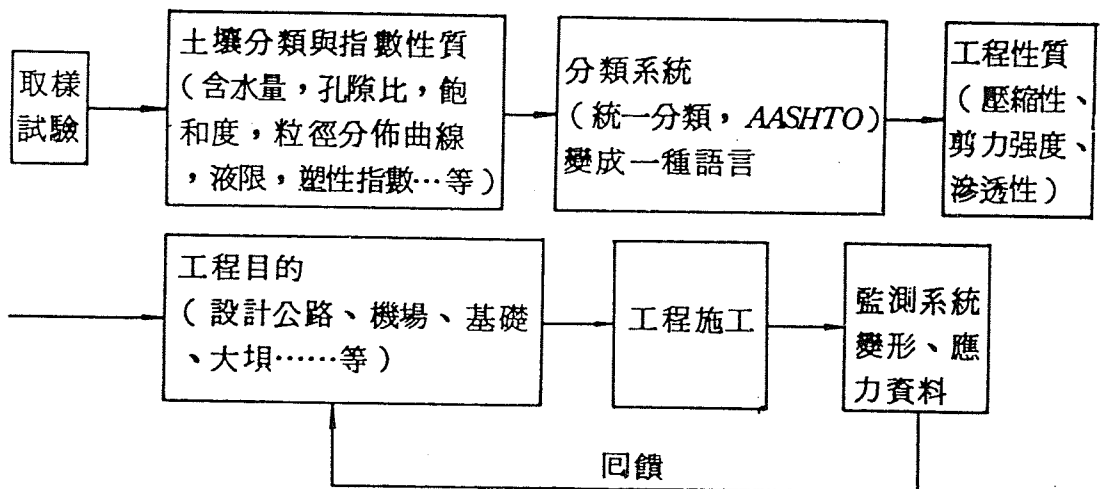
### 二、土壤指數性質與分類的目的

土壤是一種極為複雜的材料，而任何一種工程皆與土壤有關，為使工程設計與施工，能達到安全性、經濟性、耐用性，工程師必須了解土壤性質，並加以分類，而得到土壤的工程性質，為設計之依據。

土壤工程性質包括下列幾項：

1. 壓縮性質：了解土壤受載重後變形狀況。
2. 剪力強度性質：了解土壤的各種狀況下之剪力強度。
3. 滲透性質：了解土壤內水滲透與土壤排水問題。

其流程圖如下：



### 三、土壤的基本性質

(一) 組成土壤之三態：

固態包括岩石礦物，粘土礦物，粒間粘結劑及有機物。

液態包括水份及溶於水中之離子。

氣態包括空氣、水蒸氣。

土壤由複雜物質組成，結構變化很大非連體，故嚴格說土壤不適用於所有連體力學 ( *Continuous Mechanics* ) 。

(二) 名詞與定義

如圖 1.1 所示，為土壤體積成份圖，稱為土塊圖 ( *Block Diagram* ) ，這種表示方法只是一種假想，為了方便計算與了解。事實上，固、液、氣體不能完全分離。

- $V$  : 土壤總體積
- $V_s$  : 土粒淨體積
- $V_v$  : 孔隙總體積  
(  $V_v = V_w + V_a$  )

- $V_w$  : 孔隙水體積
- $V_a$  : 孔隙空氣體積

- $W$  : 土壤總重量
- $W_s$  : 土粒淨重量
- $W_w$  : 孔隙水重量
- $W_a$  : 空氣重量 (  $W_a \doteq 0$  )

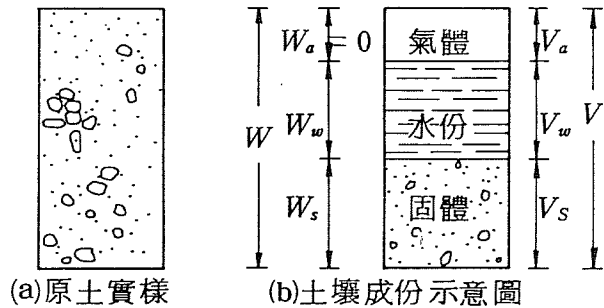


圖 1.1 土壤體積與重量間關係

1. 含水量 ( *Water Content* )  $w$        $w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \%$
2. 孔隙率 ( *Porosity* )  $n$        $n = \frac{V_v}{V} \times 100 \%$
3. 孔隙比 ( *Void Ratio* )  $e$        $e = \frac{V_v}{V_s}$
4. 飽和度 ( *Degree of Saturation* )  $S$        $S = \frac{V_w}{V_v} \times 100 \%$

飽和度大小影響土壤工程，尤其是粘土。

## 精選試題

1. 對不飽和土壤，試以已知值表示所求者：

(a) 已知孔隙比  $e$ ，求孔隙率  $n$ 。

(b) 已知飽和度  $S$ ，土粒比重  $G$ ，單位重  $\gamma$ ，求含水量  $w$ 。

(c) 已知孔隙率  $n$ ，土粒比重  $G$ ，求乾土單位重  $\gamma_d$ 。

$$\text{解 (a) 孔隙率 } n = \frac{V_v}{V} = \frac{V_v}{V_s + V_v} = \frac{V_v / V_s}{(V_s + V_v) / V_s} = \frac{e}{1 + e}$$

$$\therefore n = \frac{e}{1 + e}$$

$$\text{(b) 含水量 } w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{S e}{G} \quad e = \frac{w G}{S}$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w} = \frac{G \gamma_w}{1 + e} \quad \therefore \frac{\gamma (1 + e)}{G} - 1 = w$$

$$\therefore \frac{\gamma}{G} - 1 = \left(1 - \frac{\gamma}{S}\right) w \quad \therefore w = \frac{S (\gamma - G)}{G (S - \gamma)}$$

$$\text{(c) 乾土單位重 } \gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{W_s}{V_s + V_v} = \frac{\frac{W_s}{V_s}}{\frac{(V_s + V_v)}{V_s}} = \frac{G}{1 + e}$$

$$= \frac{G}{1 + \frac{n}{1 - n}} = \frac{G}{\frac{1 - n + n}{1 - n}} = G (1 - n)$$

## 2. 試述統一土壤分類法基本原則與分類方法。

層次	深度 (m)	濕重 (g)	乾重 (g)	體積 (cm <sup>3</sup> )	液限 (%)	塑限 (%)	粒徑分析			N值
							G	S	F	
1	0~3	81	75	44	15	10	3	32	65	8
2	3~6	73	60	40	NP	NP	5	75	20	12
3	6~15	89	55	45	55	25	0	8	92	4
4	15~19	79	68	42	10	7	4	51	45	18
5	19~	85	80	40	NP	NP	60	20	20	40

求(1)各層次之含水量  $w$ 、乾土單位重  $\gamma_d$ 、濕土單位重  $\gamma_m$  及土壤分類

**解** 統一土壤分類法主要係依據粒徑分佈曲線及阿太堡限度與指數。

其分類方法：

(a)通過 200 號篩 50 % 以上者為細粒土，50 % 以下者為粗粒土。

(b)將粗粒土依通過 4 號篩百分比而分成砂土與礫石兩類。

(c)粗粒土通過 200 號篩，區分為通過 5 % 以下，通過 12 % 以上，以及通過 5 % ~ 12 % 三區。

(d)細粒土壤依塑性圖表而分類：

層次	含水量 $w$ , %	乾土單位重 $\gamma_d$	濕土單位重 $\gamma_m$	分類
	$= \frac{W - W_s}{W_s}$	$= \frac{W_s}{V}, g/cm^3$	$= \frac{W}{V}, g/cm^3$	
1	8	1.705	1.841	CL-ML
2	21.7	1.50	1.825	SM
3	61.8	1.222	1.618	CH
4	16.2	1.629	1.881	SM
5	6.2	2.0	2.125	GM

3. 阿太堡限度 ( *Atterberg Limits* ) 中之液性限度試驗，一般要求取四點之含水量，以求流性曲線 ( *Flow Curve* )，此四點之打擊次數 (  $N$  ) 應以 40 ~ 30、30 ~ 25、25 ~ 20、20 ~ 10 次為理想，請