

土壤力學概要

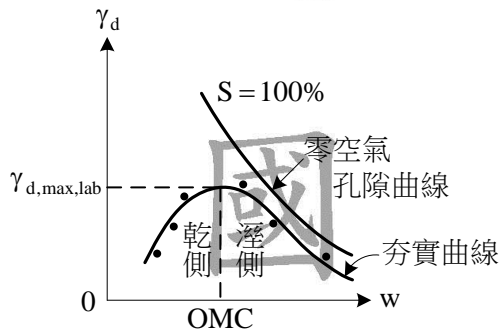
一、請試述下列名詞之意涵：(每小題5分，共25分)

- (一) 最佳含水量(OMC)
- (二) 完全補償基礎(Fully compensated foundation)
- (三) 有效應力原理(Principle of effective stress)
- (四) 莫爾庫倫破壞準則(Mohr-Coulomb failure criterion)
- (五) $\phi=0$ 觀念($\phi=0$ concept)

試題評析	1.最佳含水量已經考到爛了，有上課的學員直接上籃得分。 2.完全補償基礎的回答，記得要說應力增量為零喔。 3.莫爾庫倫破壞準則可說是上第七章剪力強度時，天天教的東西，學員直接灌籃得分。
考點命中	1.最佳含水量見《解說基礎工程》第6-1節。 2.完全補償基礎見《解說基礎工程》第4-3頁。 3.莫爾庫倫破壞準則見《解說土壤力學》第7-1節。

解：

(一) 進行夯實試驗，每一份試體，就可以在 w v.s. γ_d 的圖紙標定得到一點，6份試體就有6點，連點描繪成平滑曲線，此曲線常為碗口向下的鐘型曲線，稱為夯實曲線(Compaction Curve)，如下圖。試驗後，最好有一半點位落在乾側，另一半點位落在溼側，以免繪曲線時過度偏差。夯實曲線的最高點，其座標為 $(w_{opt}, \gamma_{d,max,lab})$ ，就是最佳含水量(Optimum Moisture Content, OMC)與最大乾密度。 w_{opt} 就是OMC， $\gamma_{d,max,lab}$ 也常寫成 $\gamma_{d,max}$ 。



(二) 基面處土壤的容許(allowable)承载力 $q_a = \frac{q_{net}}{FS} + \gamma D_f$ ，FS常取3.0。實際基面處使用掉的承载力可稱為 q_{used} ， $q_{used} = \frac{\text{筏基版目前所受的工作載重}}{\text{筏基版面積}}$ ， q_{used} 未必等於 q_a ，則當

下的安全係數 $FS = \frac{q_{net}}{q_{used} - \gamma D_f}$ 。

如果使用掉的承載力 $q_{used} = \gamma D_f$ ，則 FS 變成無限大，也就是挖除的土水重完全由相等的結構重替換，這樣基底處的土壤永遠不會被壓壞，基底處毫無應力增量，也不會有壓密沉陷量，當然 FS 無限大，此時稱為「完全補償式基礎」(Fully Compensated Foundation)。

(三)作用在土體內任一點的應力可分為總應力 σ 、水壓力 u_w 和有效應力 σ' 。而有效應力 $\sigma' = \text{總應力}\sigma - \text{水壓力}u_w$ 。

有效應力指的是在某一深度處，土壤接觸的有效力除以總面積，此總面積包含了顆粒接觸點和孔隙的面積，所以，有效應力並不等於顆粒對顆粒的接觸應力。但是，有效應力的大小會和顆粒對顆粒的接觸應力大小有關。接觸應力越大，有效應力越大；接觸應力越小，有效應力越小。

接觸應力越大，猶如正向應力越大，抗剪強度越高，所以有效應力越大，抗剪強度越高。壓縮性也和有效應力有關，有效應力越大，壓縮性越大。

(四) 莫爾庫倫破壞準則： $\tau_f = c + \sigma \times \tan \phi$ ，當莫爾圓切到 τ_f 線，試體即告破壞。

c 和 ϕ 是「剪力強度參數」(Shear Strength Parameters)， τ_f 是剪力強度(或抗剪強度)

土體裏任何一個微素受力，依據應力莫爾圓的觀念，可畫出專屬的莫爾圓，莫爾圓物理意義是「外力圓」，它表示微素的受力狀況，土體是否破壞，就是看強度與外力的鬥爭結果。當外力圓低於強度線，土體就未破壞；當外力圓切到強度線，土體就瀕臨破壞，此時代表某一切平面上的剪應力(指外力)，正好等於抗剪強度 τ_f ；當外力圓超過強度線，土體已經破壞。

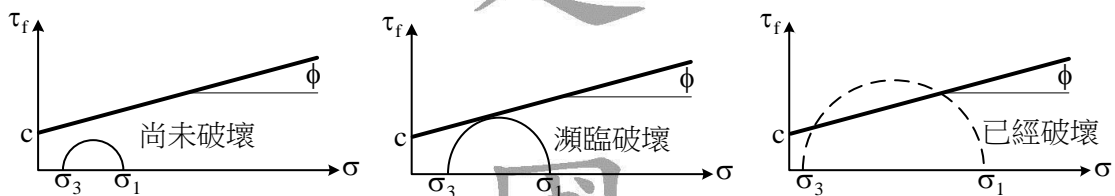


圖 7-3 安全(左)、瀕臨破壞(中)、已經破壞(右)

(五) $\phi=0$ 的概念係指總應力分析時，將土壤與水合併當作一個相位材料(類似把土+水看成一種複合材料，而非兩種材料)，因此不考慮地層孔隙水壓力或地下水位之變化。例如對飽和黏土而言，應該使用 $\phi=0$ 的概念進行應力分析，因為其分析隱含有效應力的原理。在 $\phi=0$ 的概念下，強度為單一定值(即不排水剪力強度 c_u)，有效應力不產生變化，水無法流進或流出土壤。 $\phi=0$ 的概念，常用於飽和黏土受力的短期分析，如基地開挖或加載的行為。

二、說明何謂圓錐貫入試驗(Cone Penetration Test, CPT)，並列舉三項其在大地上之應用。(25分)

試題評析	1.基礎工程部分題目屬於貝多芬(背多分)題型，本題即為典型。 2.在大地的應用比較容易舉例。
考點命中	《解說基礎工程》第3-7節開頭第一段就是答案，神書就是神書。

解：

(一)圓錐貫入試驗(Cone Penetration Test, CPT)又稱荷蘭錐貫入試驗(Dutch Cone Penetration Test)，裝置通常以車體載運至現場，故交通困難處，難以執行CPT。CPT錐頭斷面積為 10cm^2 ，錐尖張角 60° ，套筒側表面積 150cm^2 ，以 2cm/sec 穩定速度貫入土層，同時測量錐尖阻抗應力 q_c 、套筒側面摩擦阻力 f_s ，可由 f_s 及 q_c 研判 D_r 、OCR、 ϕ 、預壓密應力 σ'_c 、彈性係數 E 、土層種類及工程性質。

(二)估計砂土內摩擦角
估計黏土不排水剪力強度
估計土壤種類
估計砂土相對密度
估計地下水位位置
製作地層剖面圖
進行砂層樁基礎設計

三、說明統一土壤分類法(USCS)中對無機粗顆粒與細顆粒土壤分類之原則為何？需進行那些實驗？並說明其分類符號(group symbol)第一個字母如何決定？(25分)

試題評析	1.USCS四大演員G(礫石)、S(砂土)、C(黏土)、M(粉土)，演員特徵上課必教，屬於輕鬆得分題。 2.題目已說明是無機土壤，所以不要把有機土壤(O)寫進來喔。
考點命中	《解說土壤力學》第3-3與3-4節，這兩節的分類流程圖。

解：

(一)粗、細顆粒的分界點是#200篩，能通過#200篩者為細顆粒，不能通過#200篩者為粗顆粒。

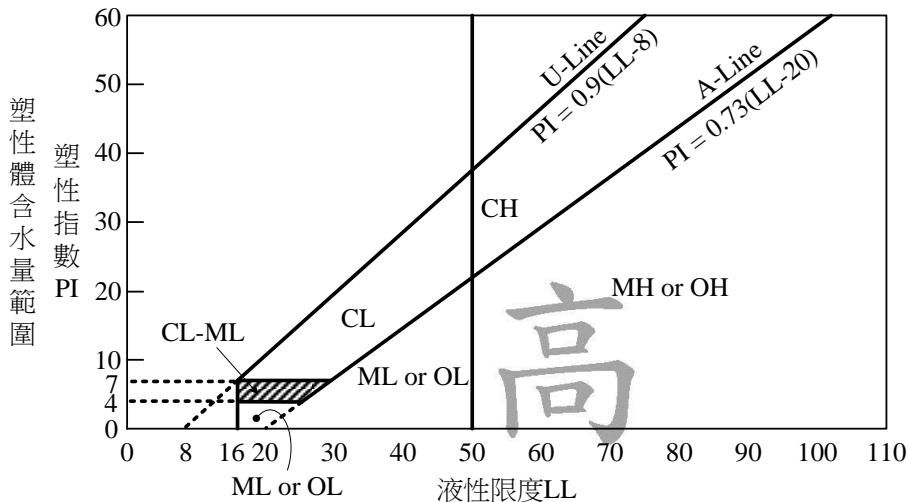
(二)需要進行篩分析試驗與液性限度試驗和塑性限度試驗(細顆粒的再細分)。

(三)分類符號的第一個字母可能是G(礫石)、S(砂土)、C(黏土)、M(粉土)。

W(礫石)、S(砂土)的決定：首先確定過#200的量不足50%，取出未過#200的部分，以#4篩選之。倘若留在#4的量較多，則給予字首G。倘若通過#4的量較多或者各佔一半，則給予字首S。

C(黏土)、M(粉土)的決定：首先確定過#200的量大於等於50%。再來進行液性限度試驗和塑性限度試驗，求得LL和PL， $PI=LL-PL$ 。在塑性圖上定位(LL,PI)。若定位點落在A-line之上，為黏土，給予C。若定位點落在A-line之下，為粉土，給予M。

【版權所有，翻印必究】



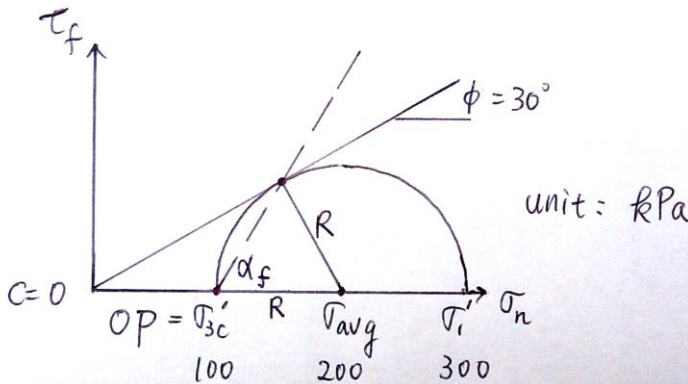
四、回答下列有關土壤強度問題：

- (一)一砂土試體進行三軸飽和壓密排水試驗(SCD)，試體破壞時應力狀態為：反水壓 100kPa，圍壓 200kPa，軸差應力為 200kPa，繪製破壞時莫爾圓並以極點法 (Pole method) 求取其破壞面與水平面之夾角。(15分)
- (二)承題(一)，推估此砂土之有效剪力強度參數 (c', ϕ')。(10分)

<p>試題評析</p>	<p>1.題目要求畫莫爾圓，歐陽上課強調要帶原圓規考場，果然用到。 2.本題因提到砂土，故直接令凝聚力 $c = 0$ kPa。否則資料不足。 3.這算是送分題喔。</p>
<p>考點命中</p>	<p>《解說土壤力學》第7-4節 CD試驗，例題7-4.1。</p>

解：

- (一) $\sigma_{3c}' = 200 - 100 = 100$ kPa
 $\sigma_1' = \sigma_{3c}' + \Delta\sigma_d = 100 + 200 = 300$ kPa
 圓心座標值 $\sigma_{avg} = 200$ kPa
 圓半徑 $R = 100$ kPa
 $\sin \phi = 100/200 = 0.5$
 故 $\phi = 30^\circ$
 莫爾圓極點(OP)與 σ_{3c}' 重合
 等腰三角形三內角和 $= 2\alpha_f + 60^\circ = 180^\circ$
 解出 $\alpha_f = 60^\circ$



(二) $c' = 0$ kPa

$$\sigma_1' = \sigma_3 \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) + 2c \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$300 = 100 \tan^2(45^\circ + 0.5\phi) + 0$$

解出 $\phi \equiv \underline{30^\circ}$

高 點 建 國

【版權所有，翻印必究】