

高等學校交流講義

土力及土力學

下 冊

清華大學 陳櫟生編

(內部交流 * 僅供參考)

中央人民政府高等教育部教材編審處

土力及土力學下冊

目 錄

第七章	土的抗剪強度	1
1.	關於土的抗剪強度的一般概念	1
2.	土的剪應力試驗	2
第八章	土內應力的分佈	13
8—1	土內應力狀態及計算的方法	13
8—2	在垂直集中力作用下所產生的應力	14
8—3	在分佈荷載作用下所產生的應力——平面問題	21
8—4	在分佈荷載下所產生的應力——空間問題	27
8—5	在不均勻的土和各向異性的土內的應力分佈	35
8—6	直接在受載面積下的應力分佈	38
8—7	暫時荷載在土內所引起的應力	44
第九章	土對於外力的抵抗	45
9—1	關於土的穩定性的一般概念	49
9—2	地基變形的三個階段	60
9—3	土內發生剪裂的條件	44
9—4	地基內塑性變形的發生和發展	45
9—5	地基的極限平衡，地基的極限壓力	49
9—6	填方底下軟弱的土對於從側面擠出的抵抗	60
9—7	路基土的抵抗	62
9—8	關於土的基座係數的概念	64
9—9	土坡穩定	65
9—10	山坡上填土整體的穩定	77
9—11	斜坡的穩定及滑動壓力的計算	78
第十章	水及熱的情況對於路堤穩定的影響	80

10—1	關於土中水及熱的情況的一般概念	80
10—2	路堤土中水的情況的週年循環	81
10—3	水—熱情況對於路堤土抵抗外力的影響	84
10—4	凍結過程中土內水份的移動	84
10—5	土內水—熱情況的控制	86
10—6	永凍地	88
第十一章	土的現場調查	90
11—1	在道路勘測中土的現場調查的任務	90
11—2	藉垂直挖掘調查土的方法	92
11—3	土的剖面的描寫	96
11—4	現場調查材料的室內的整理	98
11—5	道路土壤和土的現場調查的報告	101
第十二章	土的性質的改善	101
12—1	改善土的性質的目的	101
12—2	改善土的性質的方法	102
12—3	土的壓實	103
12—4	改變土的粒徑組合藉以改善土的性質	106
12—5	應用膠結材料改善土的性質	108

第七章 土的抗剪強度

1 關於土的抗剪強度的一般概念

土的抗剪強度有非常重大的工程意義。為了計算挖方邊坡，填方，和堤壩的穩定，為了計算各種建築物基礎的尺寸，和砌置深度，為了決定汽車路和飛機跑道鋪面的強度都必須知道土的抗剪強度。圖7—1表明由於土內剪應力超過抗剪強度而引起的破壞的一些例子。

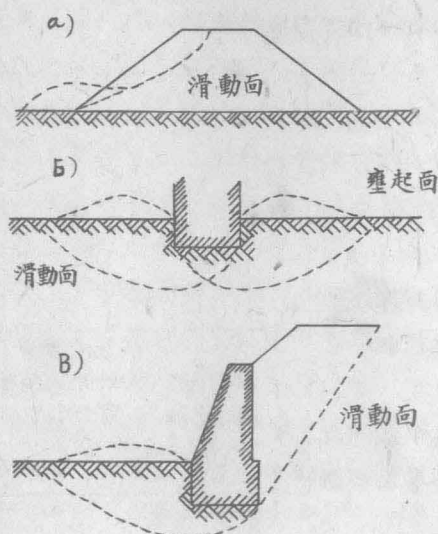


圖7—1 土的剪力破壞的工程實例。

a) 堤壩的坍方； B) 地基的剪裂； B) 擋土牆填土及地基的剪裂。

為說明準確測定抗剪強度的重要性，我們舉出下面兩個例子：(一)一個條形基礎造在砂層上，寬12公尺，砌置深度0.8公尺。根據砂層的內摩阻角中 $=35^\circ$ 計算地基的極限承载力等於57噸/平方公尺。如果保守一些，假定砂層的中 $=30^\circ$ ，那末地基的極限承载力就只有34噸/平方公尺了。(二)有一個運河的邊坡高5公尺，根據內摩阻角中 $=14^\circ$ ，粘聚力 $C=0$ ，及安全係數 $=1.3$ 計算，這個邊坡的坡度應

採用1:4。就是我們有把握認為邊坡的土有0.05公斤/平方公分，這樣輕微的粘聚力，那末邊坡的坡度就可以提高到1:1.5，而仍然滿足原定的安全係數。這樣，我們就能够在運河每公里的長度內節省土方61.500立方公尺。

土的抗剪強度由下列兩部分所組成：1)土粒間的粘聚力；2)土粒

間的摩阻力。

土粒間的粘聚力根源於：1)土內存在天然膠結物質，特別是膠態凍和水不溶鹽；2)土粒與黏結水之間的分子引力（內壓力）；3)微管浸濕區內的微管壓力。

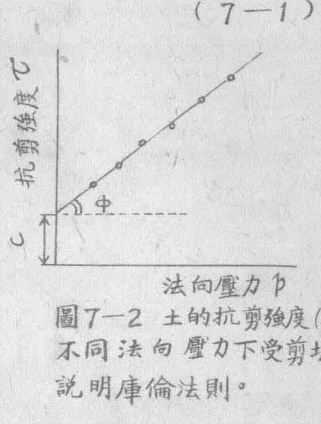
土內的摩阻力是由于土粒表面粗糙，並由于土粒交錯啣接。土內某一斷面上所能够產生的內摩阻力的最大值與法向壓力成正比。

當土在不同的法向壓力之下受剪切時，土的抗剪強度一般地可以用庫隆（C. A. Coulomb）方程式表示；即

$$\tau = c + p f \quad (7-1)$$

其中 τ — 抗剪強度，公斤/公分²；
 c — 粘聚力，公斤/公分²；
 p — 法向壓力，公斤/公分²；
 f — 內摩阻係數，無因次。

庫倫方程式可以用一個直線來表明（圖7-1）。這個直線在縱座標軸（ τ 軸）上的截距等於土的粘聚力 c ，它與橫座標軸（ p 軸）所成的角度中稱內摩阻角，而這個角的正切等於內摩阻係數 f ；



$$f = \tan \phi \quad (7-2)$$

土的粘聚力 c 與內摩阻係數 f 是一系列因素的函數。在這些因素當中特別要舉出土的壓實程度和含水量，剪應變的大小和剪應變發生的速度。

2. 土的剪應力試驗

土的抗剪強度通常用直接剪力試驗或三軸壓力試驗測定。直接剪力儀的構造比較簡單，用得比較廣泛，但是有若干缺點（剪應力分佈比較不均勻，排水控制不嚴密等），不及三軸壓力儀完善。

本節述剪力試驗的原理和剪力儀的一般構造。關於剪力試驗的步驟見試驗講義。

3 直接剪力試驗

圖7-3示直接剪力儀或直剪儀的梗概。如圖所示，直剪儀分上下兩半（通常稱上匣和下匣）。試驗的土樣放置在兩塊透水的板之間。為使剪力分佈比較均勻，板與土樣相接觸之面做成鋸齒形。土樣的法向壓力是由上面的板傳來。在圖中所示的式樣，

上匣在水平方向不能移動，下匣在水平方向可以移動。當移動下匣時，土樣在上匣與下匣之間的水平面上受剪切以至於破裂。

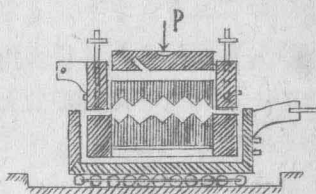


圖7-3 直接剪力試驗儀構造的原理。

在一回試驗中，法向壓力保持固定不變，剪力逐漸增加。因此，從試驗結果得到剪應力對剪力變形的關係圖(7-4)。如圖所示，在鬆砂

應力始終隨應變增加，但增加率逐漸減小

以至於零。剪應力最後到達的數值稱抗剪強度。在密砂，剪應力開始隨應變增加；以後應變增加應力反而減小，逐漸接近一個穩定的數值。

因此，在密砂必須區別抗剪強度的兩種數值，即最大數值（峯值）和最後數值（終值）。在黏性土，也有類似的情況。

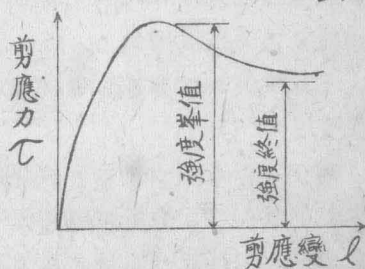
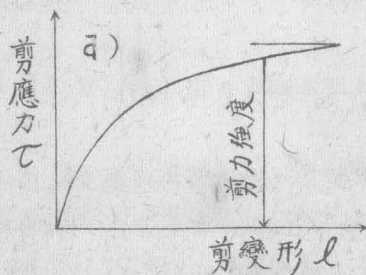


圖7—4 剪應力應變關係。a) 鬆砂； b) 密砂。

土的抗剪強度；隨法向壓力而變。一般符合庫隆方程式，像上面所述。

5) 三軸壓力試驗

圖7—5 表明三軸壓縮器構造的原理。土樣裝在橡皮套內，周圍受壓縮空氣或液體（例如蓖麻子油）傳來的壓力。當土樣還沒有受到其他的壓力時，土樣內部各處的三個主應力都相等（土樣自身重量和設備零件的重量不算），因此內部沒有剪應力。當經過傳力桿施以垂直的壓力時，土樣內部各處的垂直主應力就變成大於其他兩個相等的水平主應力了。這樣土樣內部就有了剪力。逐漸增加壓力 Q ，土樣終於受剪而破壞。因此藉這樣的一種壓縮試驗我們也能够研究土的抗剪強度。

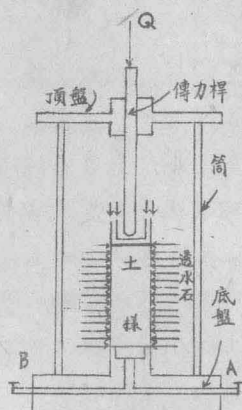


圖7—5
三軸壓縮原理。

莫爾 (O. Mohr) 破壞理論與土的抗剪強度

莫爾認為在混凝土、石料或土這些材料，當材料內部某一面積上的法向應力和剪應力的配合達到某種限度時材料即告破壞；說得更準確一些，當材料內某一點的最大主應力圓與 τ — p 平面上的某一個曲線（稱破壞包線）相切時，這個材料在這一點就發生破壞。莫爾破壞理論對於土是很適用的。

下面論述如何根據莫爾破壞理論從三軸壓力試驗的結果計算土的抗剪強度。

圖7—6 表明三軸壓力試樣在試驗某一階段時內部應力的情況。圖(a)中， p_3 是所謂周壓力， p_1 等於周壓力加傳力桿傳來的垂直壓力。試樣內任意一點的主應力如下：最大主應力 $= p_1$ ；最小主應力

力 = 中值主應力 = p_3 圖(5)是圖(a)中影線部分所表明的三角柱的放大圖。從圖中所標明的力系的平衡條件得到：

$$\left. \begin{aligned} \Sigma H=0, \quad p_3 ds \sin \alpha - p ds \sin \alpha + \tau ds \cos \alpha &= 0 \\ \Sigma V=0, \quad p_1 ds \cos \alpha - p ds \cos \alpha - \tau ds \sin \alpha &= 0 \end{aligned} \right\} (a)$$

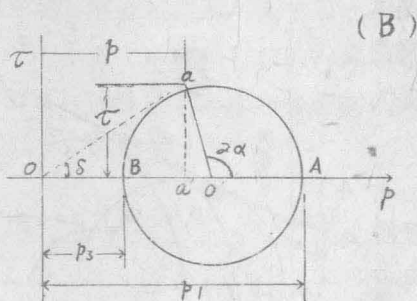
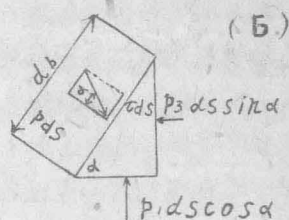
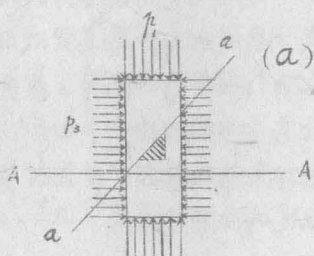


圖 7—6 三軸壓力試樣內的應力情況。

解方程式(a) 得任意一個斷面 $a-a$ 上的應力如下：

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{1}{2}(p_1 + p_3) + \frac{1}{2}(p_1 - p_3) \cos 2\alpha \\ \tau &= \frac{1}{2}(p_1 - p_3) \sin 2\alpha \end{aligned} \right\} (7-3)$$

其中： α ——斷面 $a-a$ 與水平面所成的角度。

莫爾首先證明在不同平面上的應力 p 和 τ 可以用一個圖——稱為莫爾應力圖來表示，如圖(B)。例如，圓周上 a 點的橫座標和縱

座標各等於圖(a)中平面 $a-a$ 上的垂直應力和剪應力，而 a 點的位置則由 aOA 角等於 2α 這個關係決定。

在三軸試驗進行中最小主應力 p_3 通常保持不变。而最大主應力 p_1 則繼續增加漸次達到最大值，直到土樣破裂。土樣破裂時，內部任意一點的應力情況仍然可以用一個莫爾應力圖來表示。這個應力圖稱莫爾破裂圓。如果將許多類似的土樣加以不同的周壓力後進行三軸試驗就可以得到一組的莫爾破裂圓，如圖7—7所示。一組莫爾破裂圓的色線稱莫爾破裂色線。莫爾破裂色線表明土內任意一個面上垂直應力與抗剪強度的關係。莫爾破裂色線上任意一點的切線與 p 軸所成的角度即土的內摩擦角。它在 S 軸上的截距即土的黏聚力。莫爾破裂色線通常近似一條直線。它的方程式，即上述的庫隆方程式

$$\tau = c + \rho + \alpha \pi \text{ 中}$$

圖7—7指明土的破裂面的法線與最大主應力方向所成的角度是

$$\alpha = 45^\circ + \frac{\phi}{2} \quad (7-4)$$

從圖7—7可得到証明，如果莫爾破裂色線是一條直線，土破裂時最大主應力與最小主應力適合下面方程式

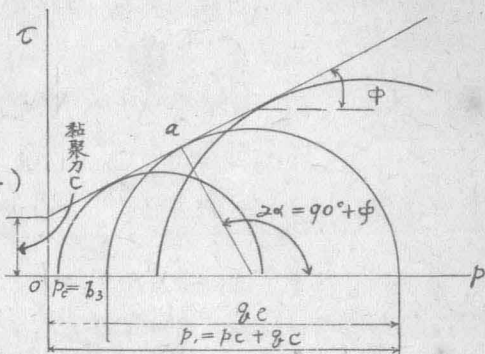


圖7—7 莫尔破裂圖。

$$p_1 = p_3 N_\phi + 2c\sqrt{N_\phi}; \quad N_\phi = 1 + \alpha \pi^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \quad (7-5)$$

從而得到

$$\left. \begin{aligned} p_c + \rho_c &= p_c N_\phi + 2c\sqrt{N_\phi} \\ \rho_c &= p_c (N_\phi - 1) + 2c\sqrt{N_\phi} \end{aligned} \right\} \quad (7-6)$$

與無側限強度 ρ_u 相對， ρ_c 稱土的側限強度。

3. 無黏性土的抗剪強度。

砂和礫石在乾燥或飽水狀態時，它們的抗剪強度根源於顆粒之間的摩阻力。這些土稱為無黏性土。濕潤但不飽水的砂，由於微管壓力，略有黏聚力。這個黏聚力一般是不重要的。

d 乾砂的抗剪強度

圖 7—8 (d) 示同一種但密度不同的乾砂在同一法向壓力下剪應力對剪應變的關係。注意密砂的終值強度接近鬆砂的強度。

如果用許多同一密度的乾的密砂及鬆砂試樣加不同的法向壓力作兩組直剪試驗，則得到如圖 7—8 (B) 所示的抗剪強度對法向壓力或 τ — p 關係。鬆砂的 τ — p 曲線非常接近一條直線，密砂的 τ — p 曲線的最初一段有若干曲度，但逐漸接近一條直線。在實用上密砂的 τ — p 曲線可以近似地用一條直線代表。圖中 τ — p 曲線的傾斜角稱內摩擦角，如上文所述。表 7—1 列舉乾砂的內摩擦角的大約數值（表中密砂的內摩擦角數值係根據相當於法向壓力在 0 至 3 公斤每平方公分的峯值抗剪強度的平均數計算）。

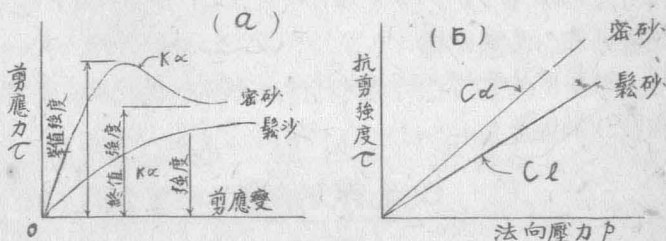


圖 7—8 (a) 砂受直剪試驗時應力應變關係，(B) 砂受直剪試驗時抗剪強度與法向壓力關係。

表 7 1 乾砂的內摩擦角數值

	圓粒粗細均勻	角粒級配良好
鬆砂	28.5°	34°

密砂 35° 46°

臨界隙度

上面曾經指出密砂的終值強度與鬆砂的強度相近（在同一法向壓力下）。這個事實可以藉Н.М.格爾賓凡諾夫教授所稱的臨界隙度（КРИТИЧЕСКАЯ ПОРИСТОСТЬ）說明。

密砂受剪時隙度一般增加；相反，鬆砂受剪時隙度一般減小（圖7—8）。可以想像，每一種砂在一定的法向壓力下，當剪力變形足夠大時，在塑性變形區域內將達到某一固定的隙度。這個隙度即臨界隙度。

因此，不論砂的原始狀態是密的還是鬆的，當它在一定的法向壓力下受剪而剪力變形足夠大時，在塑性變形區域內它將達到一定的隙度。這就說明為甚麼密砂的終值強度與鬆砂的強度相近。

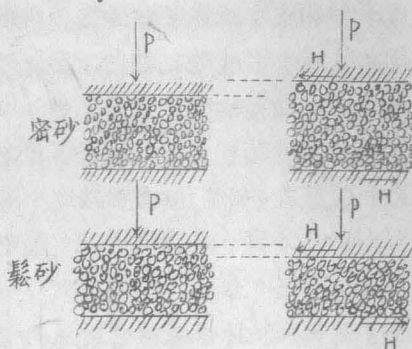


圖7-9 砂受剪時隙度的变化。

Б 飽水的砂的抗剪強度

對於飽水的砂必須區別快剪強度、滲實快剪強度和慢剪強度。以直接剪力試驗為例。如果飽水的試樣在加了垂直壓力之後有充分的時間滲實，而且在其後剪切的過程中土內有充分時間調節水量，不致產生較大的隙水壓力（超靜水壓力），這樣的剪切試驗就叫做慢剪試驗，所得的抗剪強度就叫做慢剪強度。如果飽水的試樣在加了垂直壓力之後得到充分的時間滲實，但在其後剪切過程中，由於剪切甚快，土

內水分不能調劑，剪裂區域產生超靜水壓力，這樣的剪切試驗，叫做滲實快剪試驗，所得的強度叫做滲實快剪強度。如果飽水的試樣在施加垂直壓力和剪切過程中，土內水分都沒有得到時間調劑，這樣的試驗叫做快剪試驗，所得的強度叫做快剪強度。

在工程中我們遇到慢剪，滲實快剪和快剪的實例。當建築物造在砂層的地基上，地基的受力過程相當於慢剪試驗，它的承載力可以根據慢剪強度計算。在砂土（假定土粒很細，滲透係數比較小）築成的堤，當蓄水庫水位急速降落時，上游邊坡受到額外的剪力，所發生的過程相當於滲實快剪（或快剪）試驗。在這個情形，堤身穩定的分析可以根據滲實快剪（或快剪）強度計算。

飽水的砂的慢剪強度與乾砂的慢剪強度相近，飽水的砂的內摩擦角較小一二度。

在圖7-10(d)中，曲線 C_s 表明飽水的砂受慢剪試驗時的 τ - p 關係。同樣的砂受滲實快剪試驗時， τ - p 關係如曲線 C_{cg} 。當垂直壓力小於臨界值時，砂受剪時有膨脹的傾向（圖7-9）。隙水對於這個傾向的反抗加大砂粒之間的有效壓力，因而加大砂的抗剪強度，當垂直壓力大於臨界值時，砂受剪時有收縮的傾向（7-9）。隙水對於這個傾向的反抗減少砂粒之間的有效壓力，因而減小砂的抗剪強度。根據現有試驗資料，飽水的砂的滲實快剪內摩擦角 ϕ_{cg} 約等於慢剪內摩擦

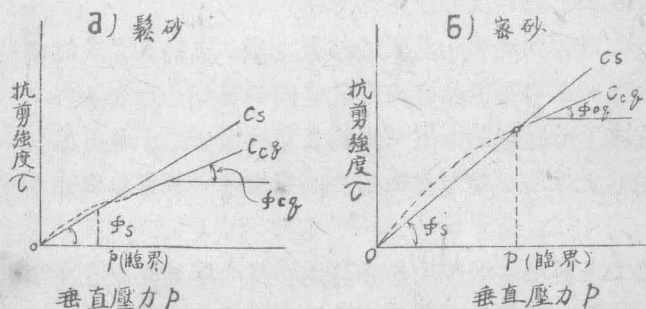
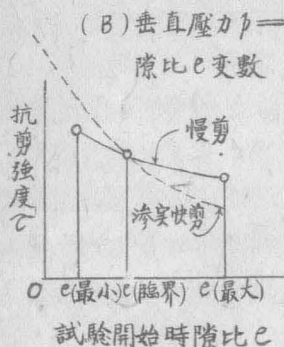


圖7-10 (d)及(e)飽水的鬆砂及密砂受慢剪及滲實快剪試驗時 τ - p

關係；(B)飽水的不同的密度的砂在相等的垂直壓力下受慢剪及滲實快剪時的抗剪強度對隙比關係。



角乎 s 的 $\frac{1}{2}$ 至 $\frac{2}{3}$ 。如果預備許多不同密度的飽水的砂的試件進行剪切試驗，各個試驗中垂直壓力，則得到如圖 7-10 (B) 所示的強度隙比關係，當隙比小於臨界隙比時，滲實快切強度比慢切強度大；當隙比大於臨界隙比時，與此相反。

4 黏性土的抗剪強度

(d) 黏聚力

上文曾經指出，土粒間的黏聚力根源於土內的膠結物質，土粒與黏結水間的分子引力（或內壓力）以及微管壓力。

在黏性土，由於微管壓力所產生的黏聚力，比較由於內壓力所產生的黏聚力一般是很小的，由於微管壓力而產生的黏聚力，往往由於地下水位的上昇或地面水的浸入而減小，甚至消失。因此在許多情形，不應當估算它對於土的穩定的影響。

由於土內膠結物質而產生的黏聚力稱為土的真實或結構黏聚力。在原狀土樣，土的真實黏聚力可能達到好幾個公斤/公分²。

在破壞了的結構的土樣，土的真實黏聚力很少超出 0.10—0.15 公斤/公分²。土受剪切破裂後，由於結構破壞，真實黏聚力幾乎不能恢復。

由於土粒與黏結水間的分子引力（或內壓力）而產生的黏聚力，主要隨土的緊密度和含水量而變。變化的範圍是很大的。土的含水量等於液性界限時，這項黏聚力實際上等於零。

由於內壓力而產生的黏聚力可以公式表明如下：

$$C = p_e + \gamma z \quad (7-7)$$

其中： p_e —— 土的內壓力。

5) 尼奇帕羅維奇教授的研究

如上所述，黏性土的抗剪強度可以方程式表明如下：

$$\tau = C + \sigma + \gamma z \quad (7-1)$$

根據蘇聯 A. A. 尼奇帕羅維奇教授的研究，同一種黏性土的黏聚力 C 與內摩阻角 σ 中主要隨土的緊密度或隙比 ε 而變（假定土內缺少膠結材料及微管壓力）。根據他的研究，土的黏聚力可以公式表明如下：

$$C = D (\varepsilon_m - \varepsilon) n \quad (7-8)$$

其中： ε_m —— 土的含水量等於液性界限時的隙比；

D, n —— 參變數，由實驗決定。

圖 7-11 表明 $C - \varepsilon$ 關係的一些實驗結果。

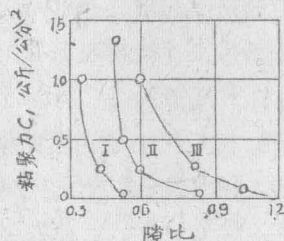


圖 7-11 不同土的黏聚力對隙比關係。

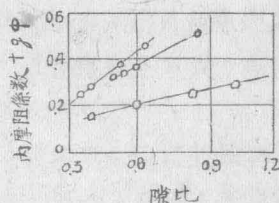


圖 7-12 不同土的內摩阻係數對隙比關係。

根據尼奇帕羅維奇教授的研究，土的內摩阻係數可以直線方程式表明如下：

$$+ \gamma z = \varepsilon + \gamma \alpha + \gamma z_0 \quad (7-9)$$

其中 ε —— 隙比

α —— 圖中直線與水平所成的角度；

γz_0 —— 圖中直線在縱座標軸上的截距 或 $\varepsilon = 0$ 時內摩阻係數的理想數值。

綜合方程式 (7-1) (7-8) 和 (7-9)，得到土的抗剪強度的式子如下：

$$\tau = p(\varepsilon_g \alpha + \varepsilon_g \sin \varphi) + D(\varepsilon_m - \varepsilon)^n \quad (7-10)$$

B) 黏性土的內摩阻角的平均數值

黏性土的內摩阻角的平均數值如表 7-2 所示

表 7-2. 黏性土的內摩阻角的平均數值

土 的 名 稱	內 摩 阻 角 φ , 度
粘土	9 — 10
重壤土	13 — 15
壤土	15 — 17
砂壤土及粉土	17 — 22

習 題

(習題 7-1) 下面是某黏性土的直剪試驗的結果。繪 $P-\tau$ 曲線並求黏聚力及內摩阻角。

垂直應力	剪應力
0.5 公斤/公分 ²	0.87 公斤/公分 ²
1.0 "	1.03 "
2.0 "	1.30 "
4.0 "	1.87 "

(習題 7-2) 有砂的試件受三軸壓縮試驗，當最小主應力 = $1.6 \text{ K}_2/\text{cm}^2$ ，最大主應力 = $5.75 \text{ K}_2/\text{cm}^2$ 時，試件破壞。繪莫氏圖，並求砂的內摩阻角 φ 及破壞面最小主應力的方向所成的角度 α 。

(習題 7-3) 有砂的試件受直剪試驗，當垂直應力 = $3 \text{ K}_2/\text{cm}^2$ 剪應力 = $2 \text{ K}_2/\text{cm}^2$ 時試件破壞。求內摩阻角及破壞時的最大與最小主應力。

複 習 問 題

1. 說明土的抗剪強度的庫倫方程式的涵義。

2. 說明直接剪力和三軸壓力試驗的一般步驟。
3. 如何從三軸壓力試驗的結果得到土的抗剪強度。
4. 乾砂的抗剪強度一般可以用甚麼式子表明？乾砂的內摩阻角一般在甚麼範圍以內？
5. 區別飽水的砂的慢剪，滲實快剪和快剪強度。飽水的砂的抗剪強度與乾砂比較如何？臨界隙比的意義如何？
6. 土的黏聚力的根源是甚麼？
7. 說明尼奇怕羅維奇教授關於粘性土的抗剪強度的研究結果。

第八章 土內應力的分佈

8-1: 土內應力狀態及計算的方法

當研究有關土體及建造在它上面的結構物的穩定性的一系列問題時，必須知道土在荷載作用下內部所產生的應力。只有在知道了土內的應力情況之後才能夠知道路堤本身和它的地基的變形，才能夠決定任何結構物的地基和基礎的變形。為計算地基的許可壓力和道路面層的厚度同樣需要關於土內應力分佈的知識。

當研究土的應力情況時，無需考慮各別土粒之間在接觸點處的實際壓力。這種實際壓力反映各別土粒的排列，對於土體整個的穩定性並沒有影響。

習慣上我們用假想的力代替作用在各個土粒上的實有的力，這些假想的力分佈在土體的全部體積（土粒本身以及土粒間空隙的體積）內。這些假想的力在單位斷面積上的數值就叫做土內的應力。

從荷載的作用點引到土內任意一點的直線叫做半徑矢線。作用在垂直於半徑矢線的面積上的法向應力叫做半徑法向應力。

如果採用直交座標體系，用平行於座標平面的一些面從土體內分出一個微小的立方體（圖 8-1），那末這個立方體的應力情況可以用下列應力^①來表明，

σ_z ——垂直的法向應力；

σ_y ——水平的法向應力，作用在 y 軸的方向上；

σ_x ——水平的法向應力，作用在 x 軸的方向上；

$\tau_{xy} \tau_{yx}$ ——切向應力對，作用在平行於 z 軸的界面上；

$\tau_{xz} \tau_{zx}$ ——切向應力對，作用在平行於 y 軸的界面上；

$\tau_{yz} \tau_{zy}$ ——切向應力對，作用在平行於 x 軸的界面上。

土在各種荷載作用下內部所產生的應力通常用彈性理論方法分析。要對任何一固體應用彈性理論的結論，必須應力和應變成直線關係，也就是，必須這個固體的材料遵從克氏法則。當應力的範圍比較狹小時，土差不多遵從直線變形的法則。因為這樣，彈性理論的成果對於有關土體在外來荷載作用下的穩定性和變形的計算得到廣泛的應用。

①在表明切向應力時，指標的第一個字母指垂直於所考慮的面積的方向，第二個字母指應力的方向。

當應力變化範圍很大或土很容易壓縮時，應力和變形關係遵對數曲線。在這些情形，應用非直線變形物體理論方法更為正確，但是這些方法到現在還很少成就。

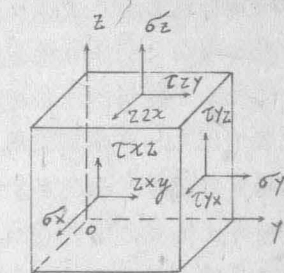


圖8—1 土的微小體積

當汽車在土的表面上行駛時，土（在不怎麼壓實的狀態下）承受荷載的面積（輪跡）很小，在荷載作用處的附近產生塑性變形。

塑性變形區內的應力情況遵從特殊的法則，這些法則與彈性理論中所探討的不同。

多量的實驗結果指明，當土內發生塑性變形時，測量得到的應力與按照彈性理論公式計算得到的相差很多，只有在塑性變形區範圍以外較遠處它們的數值才開始一致。

8—2 在垂直集中力作用下所產生的應力