

現在、土の工学的性質が統一的に研究されているのは、粗粒土だけからなる砂・礫、または細粒土だけからなるシルト・粘土である。従来、土の基本モデルとしては、三相モデルが考えられている。このモデルでは、粘着成分と非粘着成分という全く異質の成分を一つの固体部分として扱っている。しかし、概念的には土の基本モデルも粘着・非粘着成分に分けて図-1¹⁾の様な四相モデルで考えることができる。

一般に、砂質・粘土質の区分は、非粘着粒子間の接触による摩擦抵抗があるかどうかによって可能である²⁾。本研究では、多くの粘土鉱物が粘土の粒径範囲に含まれることや、シルト以上の粒径を有する土粒子のほとんどが、非粘着成分であることから、粘着・非粘着成分を粒径0.005mmで分けて砂質・粘土質の区分方法について検討する。

摩擦抵抗は非粘着土粒子の接触によるという仮定から、土の状態を表す指標として、混合土の非粘着成分の体積量 S 、または、非粘着成分の間隙比 e_s を定義する。すなわち、図-1から、

$$S = \frac{V_{ss}}{V} \quad (1)$$

$$e_s = \frac{V - V_{ss}}{V_{ss}} = \frac{\rho_w G_{ss}(1+M)}{\rho_d} - 1 \quad (2)$$

となる。

ここで、 ρ_w は間隙液体の密度、 ρ_d は土の乾燥密度、 G_{ss} は非粘着成分の比重 M は非粘着成分と粘着成分の乾燥質量比である。

図-2は砂³⁾⁴⁾と混合土²⁾の e_s に対してみかけの内部摩擦角をプロットしたものである。これらの間には、実験条件に多少の違いはあるものの、みかけの内部摩擦角は e_s が0.87~0.95 ($S=0.512 \sim 0.534$)の範囲で急激に変化していることがわかる。図-3は M が0.25から

1.22までの混合土における一軸圧縮強度と e_s の関係を示したものであり、図中の曲線は、各 M の値における粘着成分の含水比 $w_c = 50\%$ の点をむすんだものである。

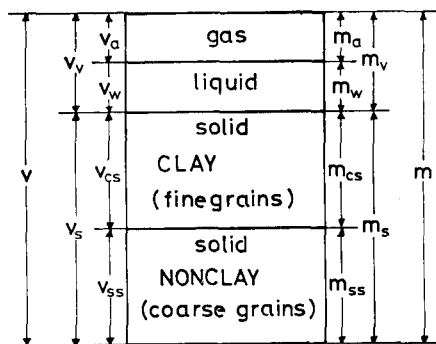


Fig 1. Idealised four-phase soil system

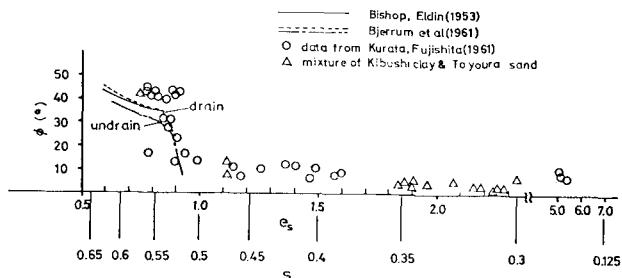


Fig 2. Relationship between apparent angle of friction and S or e_s

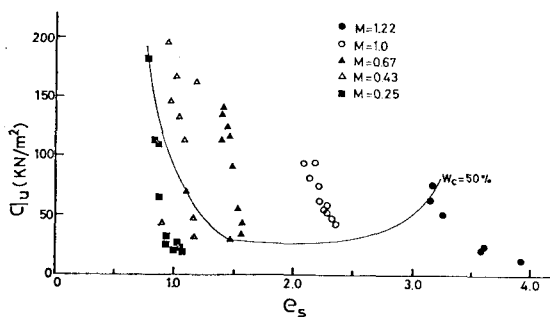


Fig 3. Relationship between q_u and e_s at various value of M

$w_c = 50\%$ についてみると、一軸圧縮強度 q_u もみかけの内部摩擦角 ϕ と同様に、 e_s が約1.3以下で急激に増加している。これらのことから、 e_s の値が約1.0前後以下においては、非粘着粒子間の接触があらわれ、摩擦抵抗が顕著になっていると考えられる。

図-4は、 $w_c = 50\%$ のときの引っ張り強度 σ_t ・一軸圧縮強度 q_u と M の関係を表わしており、各プロットにおける e_s の値も示してある。なお、引っ張り強度の測定については、「遠心力を利用した土の引っ張り強度測定法」⁵⁾に依った。この図において、引っ張り強度 σ_t は e_s が1.0以下になっても増加していない。このことは、引っ張りによる土の破壊の場合には、摩擦抵抗が引っ張り抵抗に何ら寄与していないためと考えられる。また e_s が小さいとき、 q_u が大きな値を示すのは摩擦抵抗によることを裏づけている。

図-5は式-2より、代表例として $G_{ss} = 2.65$ のときの e_s ・ P_d ・ M の関係である。したがって、 M ・ G_{ss} ・ P_d を知ることにより、 e_s が求められる。従って、非粘着成分間の摩擦が顕著になる e_s がわかれば、与えられた試料の性状が砂質-粘土質のいずれであるかを判別することが可能となる。

非粘着土粒子間の接触が発生する限界の e_s については、今回の結果では約1.2であるが今後さらに検討を加える必要があると思われる。この問題に関しては非粘着土粒子の角ばり度や粒径分布の影響を考慮する必要があるだろう。しかし、従来の砂の研究では、その最大間隙比が種々の角ばり度に対して約0.9~1.2程度である。⁶⁾これから、限界の e_s も0.9~1.2に近い値と推察される。

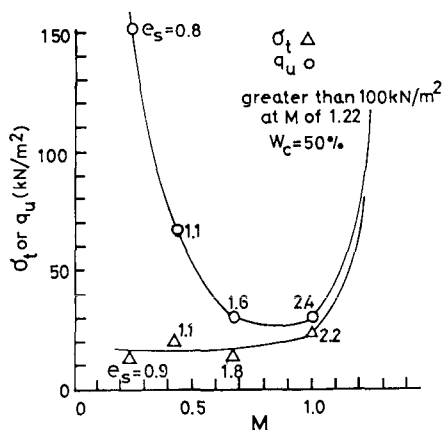


Fig 4. Relationship between strength and M at a constant water content of clay

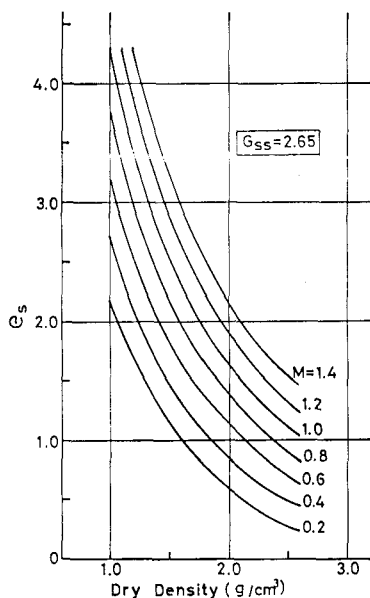


Fig 5. Typical relationship between e_s , M , and P_d at a given G_{ss} of 2.65

参考文献

- 1) 福江正治・大草重康 (1981) : 砂と粘土の混合土の工学的性質の新しい評価方法について。東海大学紀要海洋学部, 第14号, 241~247.
- 2) 倉田進・藤下利男 (1961) : 砂と粘土の混合土の工学的性質に関する研究。運輸技術研究所報告, 11(9), 389~424.
- 3) Bishop, A.W. and A.K. Eldin (1953) : The effect of stress history on the relation between ϕ and porosity in sand. Proc. 3rd. Int. Conf. SMFE, 1, 100~105.
- 4) Bjerrum, L., S. Kringstad and O. Knammeneje (1961) : The shear strength of a fine sand. Proc. 5th. Int. Conf. SMFE, 1, 29~37.
- 5) 福江正治・大草重康・本宮榮二 (1981) : 遠心力を利用した土の引っ張り強度測定法について。土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 146~147.
- 6) 渡辺進・鈴木豊・沢田彰二 (1973) : 砂のセン断特性と粒子形状との関係。第8回土質工学研究発表会講演概要集, 149~152.