

鹿児島工専

正員 ○村田秀一

九州大学工学部

正員 山内豊聡

1. はじめに

著者等はさきに比較的に乱さないシラス供試体を用いて、その引張り強さに着目して乱さないシラス供試体のぜい性破壊について報告した¹⁾。その結果、乱さないシラス供試体のように添結効果を持つ材料には岩石力学的な取扱いが必要であった。しかしながら、ゆるい状態で堆積している乱さないシラス層において同じ考え方が適用出来るかどうか問題である。その後、ゆるく堆積しているシラス層より乱さないシラス供試体を採取して、自然含水比の状態で行張り試験、一軸および三軸圧縮試験を行った。本文では、その試験結果と破壊規準として修正Griffith理論を検討してみた。

2. 供試体および試験方法

試験に用いたシラスは鹿児島県姶良郡牟婁町で採取したもので固分層群と考えられる。採取現場は図-1に示すように表層として2層、その下に密度の異なる2層のシラス層が堆積している山であるが、シラス層には層理はみられなかった。以下 $e=1.207$ の層より採取した供試体と供試体 V_1 、 $e=0.970$ の層よりのものを供試体 V_2 とする。供試体の採取は内径4.8cm、高さ13.5cmの真鍮のサンプラーを徐々に鉛直方向に押し込んで行った。各々の粒度分布はシラス V_1 でレキ分14%、砂分58%、シルト分19%、粘土分9%；シラス V_2 で14%、63%、20%、3%であった。また、図-1に各々の土層の指数的性質を示した。

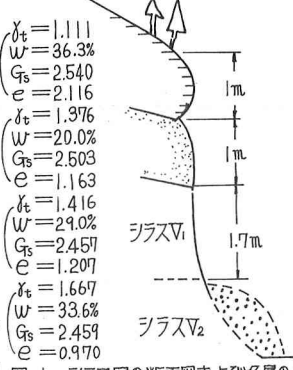


図-1 シラス層の断面図および各層の自然状態における指数的性質

これらの供試体を用いて自然含水比状態で、圧裂引張り試験(直径5cm)、一軸圧縮試験および三軸圧縮試験(CD試験とCU試験)を行った。圧縮用供試体の直径は4.8cm高さは約11cmである。また三軸試験は拘束圧を1.0~4.0 kg/cm²の範囲にとり、拘束圧による圧密の終了後圧縮速さを供試体の高さの1.2%/minとして行った。圧裂試験より求められる引張り強さ係数は周知の次式で求めた。 $\sigma_t = 2P/\pi \cdot d \cdot l$ (kg/cm²)。ここに、P；加えた全荷重、d；円板の直径、l；円板の厚みである。

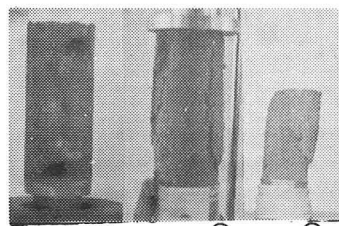


写真 ① 乱さないシラス供試体 ② 破壊状況(一軸試験) ③ 破壊状況(三軸試験 $\sigma_3=2.19$ kg/cm²)

3. 試験結果および考察

圧裂引張り試験結果を図-2に示す。図中の値は、円板供試体の中心線に沿ってキレツを生じた時を破壊とみなした結果である。前報¹⁾によると、 $l/d=0.5$ のとき、 σ_t と一軸引張り強さは等しかったので今回も $l/d=0.5$ の平均値から供試体 V_1 の引張り強さを0.044 kg/cm²、供試体 V_2 で0.063 kg/cm²と推定してよいと思われる。この値はかなり小さいが、鹿児島市坂元町における原位位置引張り試験に

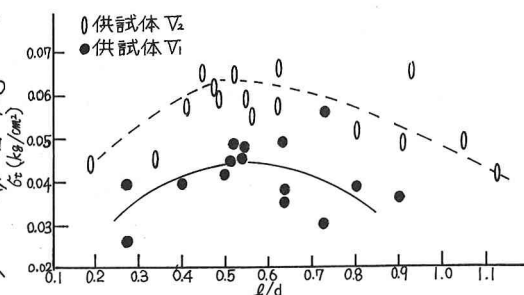


図-2 圧裂引張り強さ係数と l/d の関係

よる値とはほぼ等しい。また、この引張り強さを知ることが乱さないシラスの持つ溶結効果の程度と決める一方法ではないかと考える。一軸引張り試験は供試体ばかりゆるいため、現在の試験機では行えなかった。一軸圧縮試験時の破壊様相は供試体の鉛直方向に1~2本のフラックを生じて割裂するタイプ(写真-2)とある破壊角度でセン断されるタイプに分けられる。現在の所、この2つのタイプの支配的要因は明確でない。一軸圧縮強さは供試体V₁で0.33kg/cm²($E_f=3.2\%$)、供試体V₂で0.76kg/cm²($E_f=1.9\%$)である。また、各々の変形係数 E_{50} は11kg/cm²および63kg/cm²で前回報告した密な供試体の値より著しく小さい。実際に観察される破壊様相もぜい性적であるとはいえない。三軸圧縮試験における変形の状態は写真-3で示すようにヒズミが進行するに従ってセン断面が徐々に明確に現われる。また、CUおよびCD試験とも最大軸差応力 $(\sigma_1-\sigma_3)_f$ と終向セン断強さ $(\sigma_1-\sigma_3)_u$ との差が著しく大きい。図-3に自然含水状態の $M_{0.5}$ の円に対する包絡線を示す。供試体V₁では σ_3 が1~4kg/cm²の範囲内では排水セン断強さが大きい。これはCD試験において、圧密あるいはセン断中に構造変化を起し体積が減少しCD試験によるセン断強さが大きくなり、ゲイレンシーは負になるわけであるが先に述べたように $(\sigma_1-\sigma_3)_f-(\sigma_1-\sigma_3)_u$ が密な乱さないシラス供試体のときと同様に大きい。したがって、引張り強さの影響をかなり交けていると考えられる。供試体V₂は非排水強さが大きくゲイレンシーは正である。

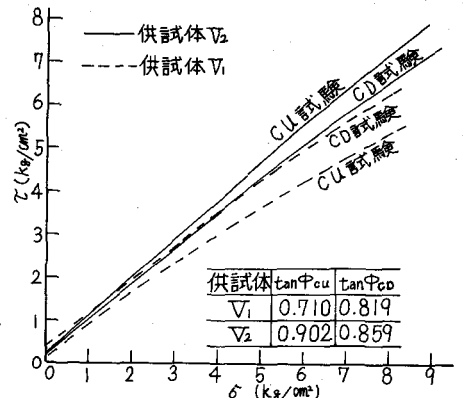


図-3 乱さないシラス供試体の破壊包絡線

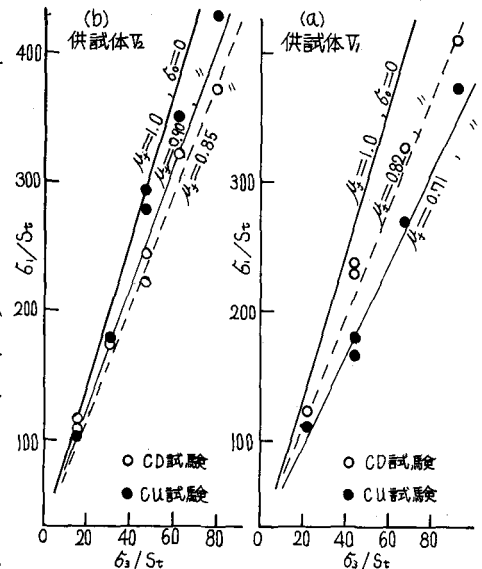


図-4 乱さないシラス供試体の三軸圧縮試験結果と修正Griffith理論

春山は、この程度の乱さないシラス供試体は圧密中に構造変化を起すので $(\sigma_1-\sigma_3)_f$ は溶結効果を含みインターロッキングによるものとしている。溶結効果とインターロッキングによる強さ成分を分けるのはゆるい供試体においては困難であるが、溶結効果の影響でぜい性材料になると思われるのでこの限界点を追求してみたい。先に、密な供試体の破壊規準として、修正Griffith理論が適用できると報告した。つまり、次式において： $M_f(\sigma_1+\sigma_3-2\sigma_0)-(\sigma_1-\sigma_3)\sqrt{1+M_f^2}=-4S_0\sqrt{1-\sigma_0/S_0}$ 、 $M_f=1$ 、 $\sigma_0=0\sim S_0$ の条件と一致した。供試体V₁、V₂の三軸試験結果を図-4(a)(b)に示す。これによると、 $\sigma_0=0$ 、 $M_f=0.7\sim 1.0$ の直線によく一致する。 M_f つまり、潜在的なフラック面での摩擦係数に支配される。また、 M_f の値は各々の試験から求められる $\tan \phi$ に近似しているようである。このことは密な状態の乱さない供試体は σ_0 つまり潜在的なフラックと閉じさせるに必要な応力であるから粒子間の引張り強さに支配されにのちに比べ、ゆるくなると、その及ぼす影響が引張り強さのセン断強さに及ぼす影響よりむしろである。

参考文献：①村田・山内：引張り強さと持つ乱さないシラス供試体のぜい性破壊について、第3回全国力学会シンポジウム、横浜、1970
②春山元寿：乱さないシラスの排水セン断特性について、土木学会第52回研究発表会論文集、BB-45-2。