

大阪工業大学 正員 福田 護

1. まえがき

従来、砂のせん断強さは一般に応力履歴の影響を及ぼさないといわれていた。しかし、最近になって締固められたマサ土をはじめ水成岩系風化砂質土のせん断強さを考えるに際しても、含水比および密度のみが重視されているのが現状である。しかるに、著者が種々なせん断試験を行なっている過程において、この種の乱れ砂不飽和土のせん断強さは、応力履歴に大きく支配されるニヒが判明したので報告する。なお、この場合も飽和粘土と同じように正規圧縮状態と過圧縮状態に分けて取扱うことにする。

2. 試料および実験装置

1) 試料: マサ土(生駒B)は大阪府生駒山、流紋岩系風化砂質土(市之瀬A)は三田市、せん緑岩風化砂質土(花屋敷A)は川西市から採取した。各風化砂質土の粒径加積曲線を図-1に、そして基本的性質を表-1に示す。供試土は自然乾燥後、約1.5mの高さから落下調整し、2.0mm以下の粒子のものとした。

2) せん断試験機: 一面せん断試験機(せん断箱: 直径100mm, 高さ40mm)を用い、排気の状態で行なった。過圧縮試験の場合はある荷重(先行荷重)まで載荷した後、所定の荷重まで除荷してせん断応力を測定した。

3. 実験結果とその考察

1) 正規圧縮土: 図-3の7ヶみからわかるように、含水比が一足であると破壊包絡線(τ_{mf} 線)は原質を通る直線となり、強さは定数 c ($c=0$)として表現できる。図-2に示すように、不飽和マサ土の c は28~30°、流紋岩系およびせん緑岩風化砂質土の c は、それぞれ約29°~35°および30°~34°の値を示している。

2) 過圧縮土: 図-3~5はマサ土の応力履歴とせん断応力の関係、図-6および図-7は流紋岩系およびせん緑岩風化砂質土のそれを示したものである。各図からわかるように、過圧縮土の破壊包絡線(τ_{mf} 線)は各風化砂質土とも上

方に凸状の曲線となり、同じ値の垂直応力 σ において破壊せん断応力(τ_{mf})は先行荷重 σ_0 が大きほど大となり、過圧縮効

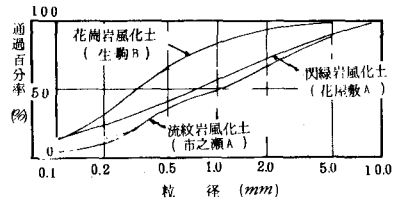


図-1 粒径加積曲線

表-1 自然含水比、乾物、比重、pHの試験結果例

風化土名	花崗岩系風化砂質土	せん緑岩風化砂質土	流紋岩系風化砂質土
試料名	生駒 B	花屋敷 A	市之瀬 A
細粒分の乾物	石英・長石・雲母・カオリナイト	石英・カオリナイト・イライト・ハロイナイト	石英・長石・カオリナイト・ハロイナイト・モンモリロナイト
自然含水比 (%)	9.8	16.8	17.8
比重 G_s	2.65	2.67	2.65
pH	5.4	4.4	5.3
焼熱減量	2.95	6.17	5.05

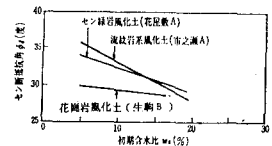


図-2 不飽和土の含水比とせん断抵抗角の関係(正規圧縮状態)

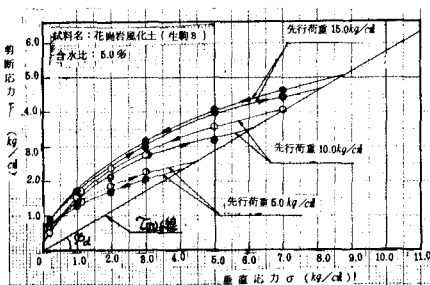


図-3 応力履歴と破壊せん断応力

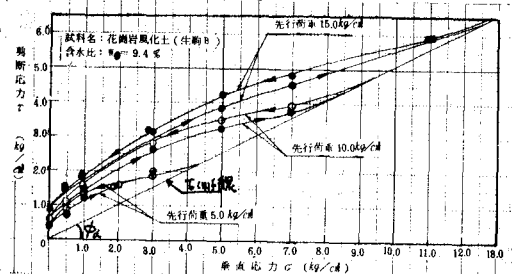


図-4 応力履歴と破壊せん断応力

果を知るこができる。例えば、図-3における実験結果をみると、 σ が2.0%の場合の過圧縮効果による τ_{mf} の増加割合は、正規圧縮土の破壊せん断応力(τ_{mf})に対し、 $\sigma_0=5\%$ では約1.6倍、 $\sigma_0=10\%$ では1.9倍、また $\sigma_0=15\%$ では約2.1倍の値を示している。図-8は、 $\sigma=5.0\%$ における τ と水平・垂直変位

を先行荷重別に示したものであり、図からわかるように5.0の差異によってその性状も異なる。つぎに、過圧密効果と含水比の関係を見るとき、各試料とも自然含水比付近でその効果は多少よいようであるが、それ程の差異は認められない(流紋岩系・せん緑岩風化砂質土の様々な含水比

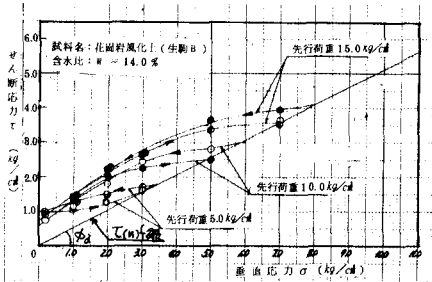


図-5 応力履歴と破壊せん断応力

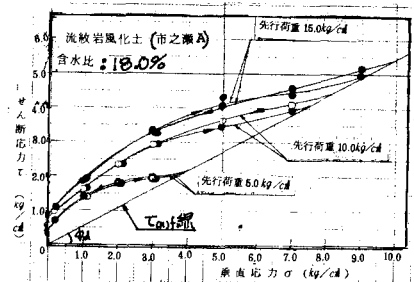


図-6 応力履歴と破壊せん断応力

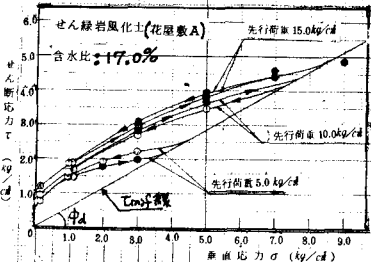


図-7 応力履歴と破壊せん断応力

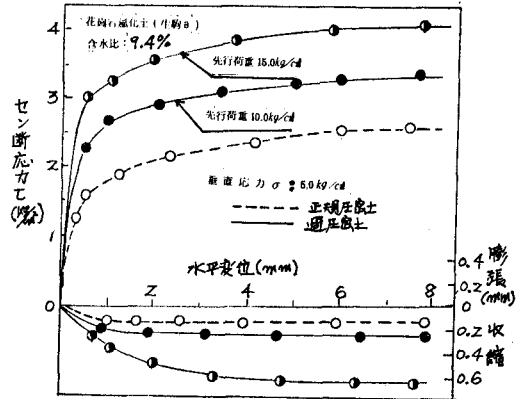


図-8 σ_v 垂直変位曲線例

における試験結果は紙面の都合上割愛)。ただし、ここで留意すべきは、ある過圧密比以下ではその効果はみられず τ_{conf} が τ_{conf} になることである。このようなことから過圧密された風化砂質土を強度定数C、中で表現することはあてはまらない。図-9は、マサ土($w_0=14.0\%$)の σ ($\sigma > \sigma_{conf}$)、 τ 、 σ および σ_v の4者の相互関係を示したもので、図からわかるように、 σ が同じであっても応力履歴次第では異なる。過去、不飽和マサ土などのせん断試験報告のうち、供試体を動的あるいは静的に締固め成形した後、締固め荷重(先行荷重)以下の応力条件でせん断試験を行ないC、中を示したものが多い。これは、図-10のA部、B部のように、過圧密状態で限られた範囲のせん断試験結果を示すものであり、風化砂質土の強さを十分に表わしたものとはいえないであろう。この限定されたC、中の値を一般的に設計へ適用すると図からも理解できるように、過大な設計せん断強さになりうることも考えられる。上述のことから、せん断試験結果には応力履歴条件を明記する必要がある。

4. あとがき

風化砂質土の応力履歴条件と $\sigma > \sigma_{conf}$ 強さについて述べたが、以上の結果からこの種の土について現場的にみると、較圧が十分な橋梁物ほどより堅固であることが理解できる。なお、浸水が予想される場合は別途の考慮を必要とすることを付記する。

参考文献

例えば、D.A.W. Bishop and K.G. Eldin: The effect of stress History on the Relation between ϕ and Porosity in sand, Proc. 3rd Int. Conf. on S.M.F.E. Vol.1 pp.100~105, 1953

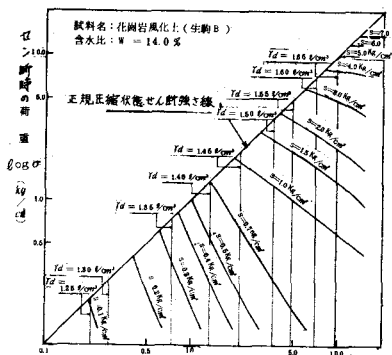


図-9 σ , τ , σ および σ_v の相互関係

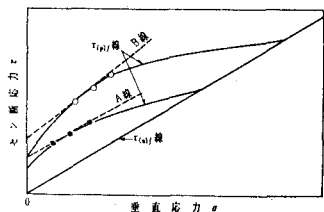


図-10 セン断強さの説明