

砂と粘土の混合土の非排水せん断強度

九州大学 工学部 学○大嶺 聖 正 落合 英俊
正 林 重徳

1. まえがき

自然地盤を成す土層には、砂と粘土の中間的な粒度組成を有するものも多く、中間土の特有な現象に対してさまざまな研究と区分がなされている^{(1),(2),(3)}。本報告では、中間土の非排水せん断特性を明らかにするためにカオリンと標準砂の混合土を用い、砂混入率の増減によりせん断特性にどのような差異が生じるか、三軸圧縮試験の結果をもとに考察する。

2. 試料および実験方法

試料はカオリン($G_s=2.70$, $I_p=23.6$)と標準砂($G_s=2.65$)を用い、砂の混入率は乾燥重量で、0, 20, 40, 60%の4種類とした。試料作成は、これらの混合土を液性限界の2倍程度の含水比で十分攪拌し、新たに作製した供試体作成用モールド内で、圧密荷重 0.7kgf/cm^2 を作用させ、一次元的に圧密を行った後、この試料塊から直径5cm, 高さ12cmの供試体を成形した。上下面にシリコングリスを塗布したメンブレンを貼付け、端面摩擦を軽減した。実施した試験は圧密非排水三軸圧縮試験であり、軸ひずみ速度を $0.07\%/min$ とし飽和度を高めるため、 2kgf/cm^2 のバックプレッシャーを用いた。

3. 実験結果と考察

1) 応力～ひずみ関係

図-1に、圧密圧力 p_c' が 1.5kgf/cm^2 の場合の軸差応力と軸ひずみの関係を示す。軸ひずみが1～2%の範囲では、軸差応力は砂混入率60%のときにやや大きな値を示す。しかし、全体的には砂混入の影響は明確ではない。

図-2に、軸差応力 $q=\sigma_1'-\sigma_3'$ を平均主応力 $p_m'=(\sigma_1'+2\sigma_3')/3$ で除した応力比 q/p_m' と軸ひずみの関係を示す。応力比～軸ひずみ曲線はいずれも類似した形状の曲線であり、軸ひずみが大きくなると応力比はほぼ一定値を示す。応力比は同一の軸ひずみに対して砂混入率の大きいほど高い値を示し、砂混入の影響が明瞭に現われていることがわかる。このような関係は、いずれの圧密圧力の場合も同様である。

2) 間隙水圧の発生量

図-3にストレスパスを示す。多少ばらつきはあるがストレスパスは砂混入率が大きいほど外側に膨らむ傾向があり、同一の軸差応力に対して砂混入率の大きいものほど間隙水圧の発生量は小さな値を示す。この傾向は軸ひずみが1%程度の小さなひずみ段階において顕著である。

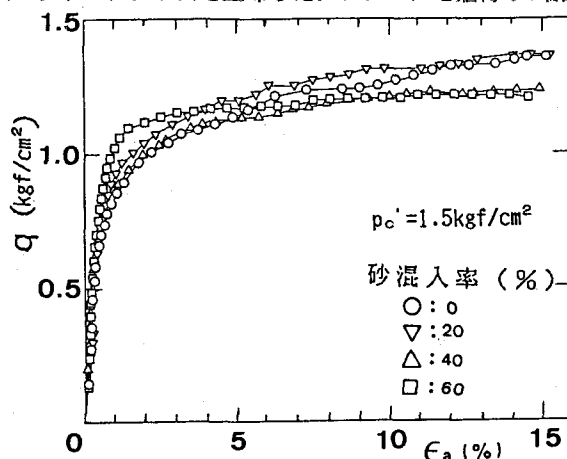


図-1 軸差応力～軸ひずみ関係

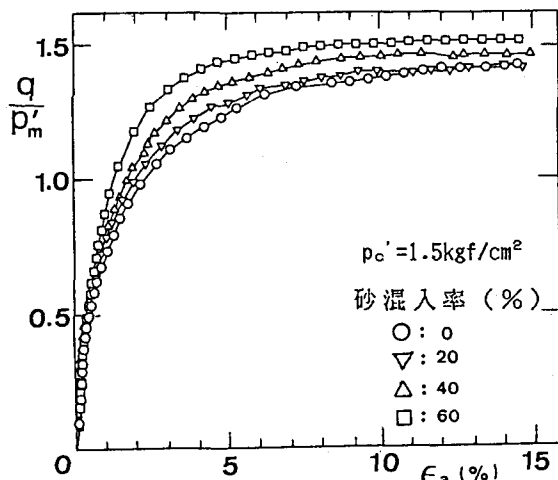


図-2 応力比～軸ひずみ関係

一方、主応力比 σ_1' / σ_3' が最大のときを破壊と定義し、この破壊時の間隙水圧と砂混入率の関係を図-4に示す。図の縦軸は破壊時の間隙水圧を圧密圧力 p_c' で無次元化した値である。全般的に破壊時の間隙水圧は砂混入率の増加とともに大きくなる。また、 $\Delta u_f / p_c'$ は、同一の砂混入率において圧密圧力の影響をあまり受けない。破壊時の間隙水圧が砂混入率の増加とともに大きくなることは、せん断初期における間隙水圧の発生量が砂混入率が高いほど小さくなることは反対の傾向である。

3) 強度特性

内部摩擦角 ϕ' と砂混入率の関係を図-5に示す。

内部摩擦角 ϕ' は砂混入率の増加とともに大きくなり、明らかに砂混入の影響が現われていることがわかる。このことは、図-2において同一の軸ひずみに対して応力比 q/p_m' が砂混入率の大きいものほど高い値を示していることと同様の結果である。

図-6に非排水せん断強度 q_f と圧密圧力 p_c' の関係を示す。いずれの圧密圧力においても、非排水せん断強度は砂混入率60%ではやや低い値を示すが、砂混入率0~40%では非排水せん断強度に明確な差異はみられない。砂混入率の増加とともに内部摩擦角 ϕ' が大きくなるにもかかわらず砂混入率60%では非排水せん断強度が低い値を示すということは、砂混入率の増加にともなう内部摩擦角の増加に比べ破壊時の間隙水圧の発生量が大きいことによるものである。

4. まとめ

砂混入率を0から60%まで変化させた混合土の非排水せん断特性は次のように要約される。

- 1) 軸差応力と軸ひずみの関係は明瞭ではないが、応力比 q/p_m' と軸ひずみの関係は同一の軸ひずみに対して砂混入率が高いほど応力比が高い値を示す。
- 2) 間隙水圧はせん断初期において砂混入率の小さいほど、また破壊時には砂混入率が高いほど高い値を示す。
- 3) 内部摩擦角 ϕ' は砂混入率の増加とともに大きくなる。
- 4) 非排水せん断強度は破壊時の間隙水圧の発生量の影響を受け、砂混入率が大きくなるとやや低い値を示す。

参考文献

- 1) 倉田、藤下：「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、第11巻第9号(1961)
- 2) 内田、村田：「砂と粘土を混合した不飽和土のせん断特性」九大工学集報、Vol. 47, No. 4(1974)
- 3) 川上、阿部：「飽和れき混じり粘土のせん断特性」土木学会論文報告集 第183号(1970.11)

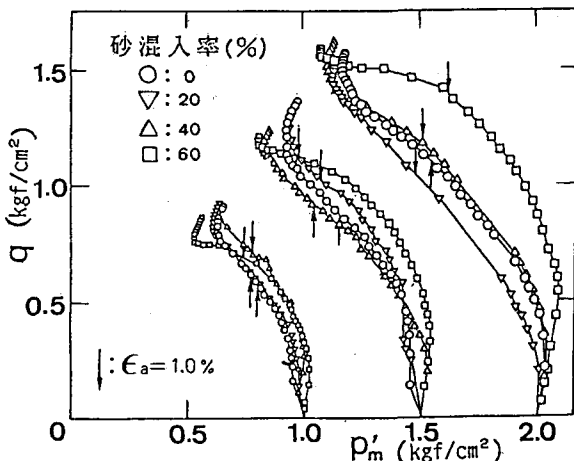


図-3 ストレスパス

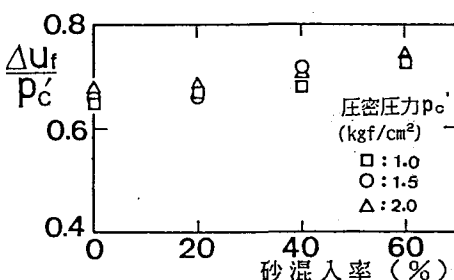


図-4 $\Delta u_f / p'_c$ ~ 砂混入率関係

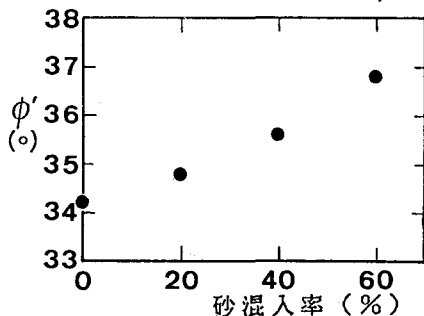


図-5 内部摩擦角 ~ 砂混入率関係

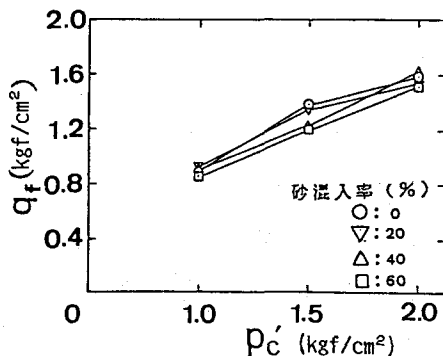


図-6 非排水せん断強度 ~ 圧密圧力関係