

混合土の強度特性

九大大学院 学○井料 達生 九大工学部 正 落合英俊
九大工学部 正 林 重徳 福大工学部 正 大嶺 聖

1. はじめに

自然地盤を成す土は幅広く様々な粒度組成を有しており、砂と粘土の力学特性では判別しにくい、いわゆる中間土が存在している。また、細粒土と粗粒土を混合した混合土を盛土材料として用いる場合もある。このため、細粒土と粗粒土からなる混合土の強度特性を定量的に評価することは重要であると考えられる。本研究では、強度の異なる2種類の細粒分についてそれぞれ粗粒分を混合した混合土を用いて、混合土の強度と細粒分の含有率について実験的に検討したのでその結果を報告する。

2. 試験概要

試料は、粗粒分には豊浦標準砂($e_{max}=0.97, e_{min}=0.61$)を、細粒分には市販のカオリン(細粒分A, $Ip=23.6$)、カオリンとベントナイトを重量比 6:1に調整したもの(細粒分B, $Ip=50.2$)の2種類を用いて、F(全土粒子体積に対する細粒分体積分含有率) = 20%, 30%, 40%, 50%の混合土と成るように細粒分と粗粒分を混合した。供試体は、液性限界の2倍の含水状態にある細粒分に、所定の量の粗粒分を混合した液状試料をせん断箱内で圧密し、直径 6cm高さ 2cmの円盤型となるように作成した。粗粒分のみ場合はゆる詰め状態($Dr=10\%$)で試験を行った。試験は、改良型一面せん断試験機を用いて、せん断速度 0.05mm/minで初期の垂直応力 $\sigma_{v0} = 1.0, 2.0, 4.0 \text{ kgf/cm}^2$ と変化させた。また、混合土の強度を有効応力で検討するために定体積試験を行った。圧密過程における圧密の打ち切り時間は、3t法により決定し、いずれの試料もせん断過程においては正規圧密状態にある。

3. 試験結果とその考察

3.1 混合土の間隙比とFの関係

今回の試験における混合土(細粒分 Aを用いた場合)の、初期状態から各圧密段階終了までの状態の変化の間隙比 e の変化で図-1に示す。

$$\text{ここで, } e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_v}{V_{ss} + V_{sc}} \quad (1)$$

$$V_{ss} : V_{sc} = 100 - F : F \quad (2)$$

V_v : 混合土中の間隙の体積 V_s : 土粒子の体積

V_{ss} : 粗粒分の体積 V_{sc} : 細粒分の体積

V_v/V_{sc} は初期状態において Fにかかわらず一定であるため、混合土の初期の間隙比 e は図中に示すようにFの減少にともない減少する。また、圧縮指数

C_c は粗粒分の増加にともない減少するので¹⁾、垂直応力の増加にともないそれぞれの混合土の間隙比の差は小さくなる。このことは 細粒分 Bを用いた混合土でも同様である。

3.2 試験結果

細粒分のみの場合(細粒分 A, $F=100\%$)のせん断応力 τ と垂直応力 σ_v' の関係を図-2に示す。強度を有効応力に関する強度定数で表すと、 $F=100\%$ の場合は $C'=0$ とみなして、図に示した応力経路を用いて原点を通る直線から ϕ' を得ることができる。

次に、混合土の τ と σ_v' の関係を図-3-a、図-3-bにそれぞれ細粒分 Aを用いた $F=50\%, 30\%$ の混合土の場合を例にあげて示す。混合土においても細粒分のみの場合と同様に、 $C'=0$ とみなしてして応力経路と原点を

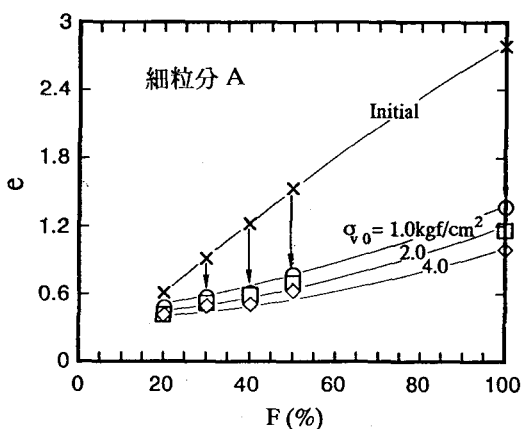


図-1 各圧密段階における間隙比とFの関係

通る直線から強度定数 ϕ' を得ることができる。これらのことは、細粒分 B を用いた混合土においても同様である。

このようにして得られた強度定数 ϕ' と F の関係を図-4に示す。細粒分に、細粒分 A を用いた場合、細粒分 B を用いた場合ともに、 F の減少にともない ϕ' の値は増加する。特に F が50%を下回ると強度が急増する傾向がある。

F が減少し粗粒分の体積含有割合が増加すると、混合土中において粗粒子同士が近接しあい骨格を形成し次第に粗粒分だけの強度に近づくことが指摘されているが¹⁾、今回の実験結果もそれを裏付けるものである。

また、これらのことから、細粒分だけの強度と粗粒分だけの強度の差が大きいほど混合土の強度は F の変化にともない大きく変化するものと思われるが、実際に、強度のより小さい細粒分 B を用いた混合土の強度の増加割合の方が細粒分 A を用いた混合土の強度の増加割合よりも大きくなっている。

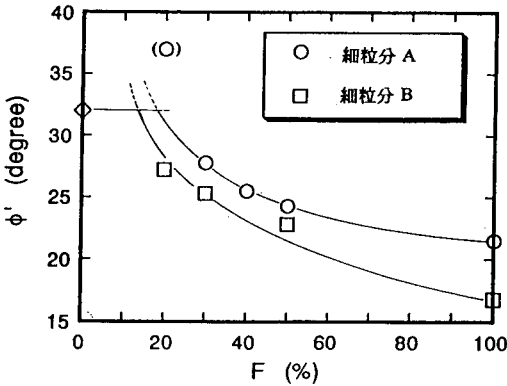


図-4 F と ϕ' の関係

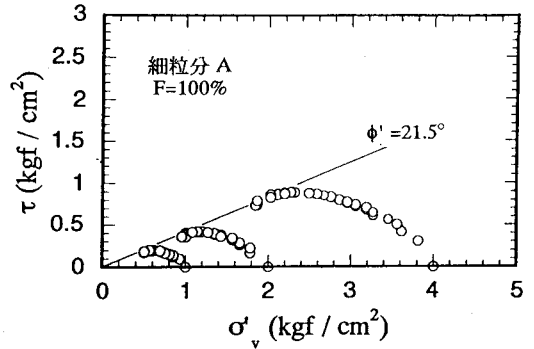


図-2 細粒分 A ($F=100\%$) の τ と σ'_v の関係

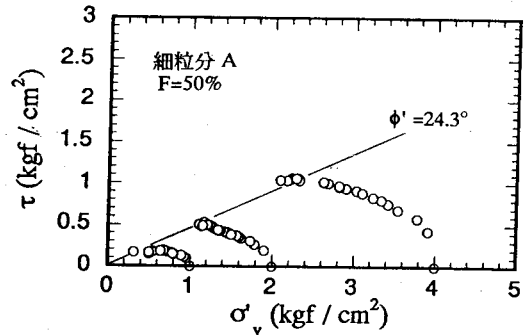


図-3-a 混合土の(細粒分A, $F=50\%$)の τ と σ'_v の関係

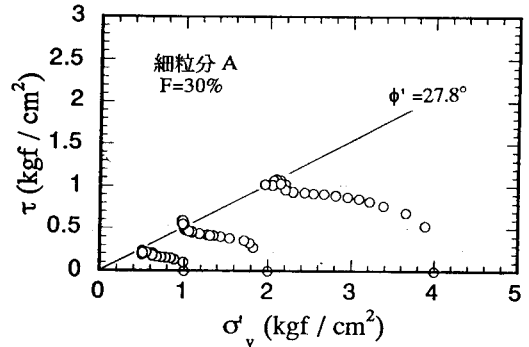


図-3-b 混合土の(細粒分A, $F=30\%$)の τ と σ'_v の関係

4. まとめ

今回の試験で得られた知見は以下の通りである。

- 1) 正規圧密状態にある混合土のせん断強度を有効応力に関する強度定数 (c' , ϕ') で表す場合、 $c'=0$ とみなして ϕ' で表すことができる。
- 2) 混合土の強度は F (全土粒子に対する細粒分体積含有率) の減少にともない、粗粒分だけの強度に近づく傾向があり、細粒分の強度と粗粒分の強度の差が大きいほど強度の変化割合は大きい。

参考文献

- 1) 大嶺ら, 「砂と粘土の混合土の圧縮および強度特性」, 土と基礎 vol. 41 No. 7.