

## 粘土分を含む砂質土の変形・強度に関する一考察

信州大学大学院 学生員 ○吉田幸司  
信州大学工学部 正員 小西純一

### 1. はじめに

本研究では、一種の中間土として、粘土分を含む砂質土の強度および変形特性について調べるため、非排水三軸圧縮伸張試験と非排水繰返し三軸試験を行った。また試料の性質上、相対密度が求められないため、その代わりとして、粒状間隙比<sup>1)</sup>の概念を導入して比較を試み、その適合性も検討した。

$$\text{粒状間隙比 } e_g = \frac{V_v + V_c}{V_s} \quad (1)$$

$V_v$ : 間隙の体積  $V_c$ : 粘土分の体積  $V_s$ : 粒状相(砂分, シルト分)の体積

粒状間隙比とは、式1で示される間隙比で、砂分やシルト分を粒状相とし、この粒状相が骨格を成すと考えられるものである。

### 2. 試料および試験方法

本研究に用いた試料は、豊浦標準砂にカオリンを所定の含有率(粘土分含有率10%, 5%)にて混合したものである。便宜上、粘土分含有率が10%のものを粘質砂A、5%を粘質砂Bと呼ぶこととする(表1, 図1参照)。供試体は初期含水比を8%でWT法により静的試験においては、直径7cm, 高さ14cmに、動的試験においては、直径5cm, 高さ12cmに作成する。また比較のために豊浦標準砂も用いた。既存のデータを用いたため、豊浦標準砂の供試体はAP法である。供試体の作成方法が異なることによる強度や変形への影響が懸念されるが<sup>2)</sup>, やはり若干, WT法による供試体の方が強めになる傾向があった。

試験方法は、三軸試験装置を用いて、有効拘束圧1kgf/cm<sup>2</sup>, 背圧2kgf/cm<sup>2</sup>の下で、静的試験は側圧一定のひずみ制御で、荷重速度は0.25%/min.で行い、動的試験は側圧一定の荷重制御で、0.05Hzの正弦波を圧縮側からかけて行った。

### 3. 試験結果および考察

粘質砂Aの静的試験における有効応力経路を図2に示す。これらの供試体の間隙比は約0.66であり、敢えて相対密度を求めると約115%になり、非常に密詰めの供試体ということになる。しかし、この有効応力経路の挙動は、ゆる詰めの砂のそれに近く、特に伸張側においてはその傾向が顕著である。すなわち、粘質砂の挙動を捕らえるには、間隙比や相対密

表1 試料の物理特性

| 試料名   | 粘土分含有率 | 比重 $G_s$ | 最大粒径 $D_{60}$ | 平均粒径 $D_{50}$ | 均等係数 $U_c$ |
|-------|--------|----------|---------------|---------------|------------|
| 粘質砂A  | 10%    | 2.653    | 0.420         | 0.172         | 36.60      |
| 粘質砂B  | 5%     | 2.647    | 0.420         | 0.172         | 2.647      |
| 豊浦標準砂 | 0%     | 2.640    | 0.420         | 0.172         | 1.412      |

粘質砂…豊浦標準砂とカオリンを混合したもの。

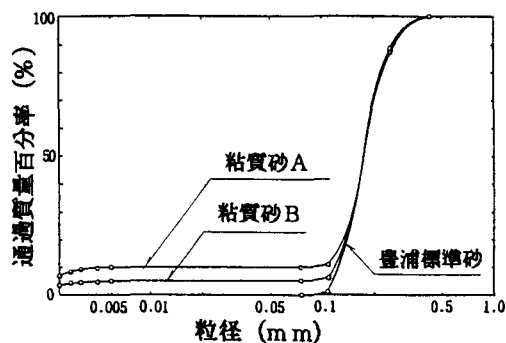


図1 試料の粒径加積曲線

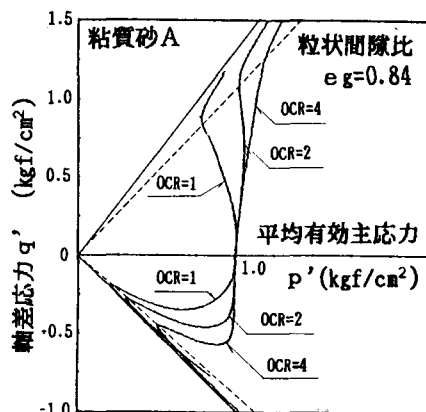


図2 粘質砂Aの有効応力経路

度に代わる別の指標を適用する必要がある。そこで先の式1より粘質砂Aの粒状間隙比を求めると約0.84となった。この値に近い粒状間隙比(約0.82:豊浦標準砂の場合は通常の間隙比と等しい)の豊浦標準砂の応力経路と重ねた図を図3に示す。両者の応力経路を比較すると、伸張側においては似通った形状をしているのに対し、圧縮側においては粘質砂の方が、剛性を持っており、粘質砂の方が圧縮・伸張の異方性が顕著あると思われる。また、図4に図3で示した供試体の応力-ひずみ曲線を示す。この図からも、粘質砂の圧縮・伸張の強度の異方性の卓越がみられる。さらに、図3、図4を詳細にみれば、圧縮側では明らかに粘質砂の方が剛であるが、伸張側においても、初期ピーク強度がほぼ等しいにも関わらず、豊浦標準砂の方は有効応力がほぼ0になるまで減少している。

次に、動的試験の結果として、図5に粒状間隙比が約0.81の強度曲線を示す。粘質砂の方が強度が高いが、粘質砂AとBを比べると、粘土分の多い方が弱いことが分かる。この粘土分含有率の相違による強度の違いに関しては今後の課題である。また、図6は、 $DA=10\%$ に達するのに必要な繰り返し回数 $N_{10}$ から、 $DA=2\%$ に達するのに必要な繰り返し回数 $N_2$ を引いたものに、その時の応力比を掛けてパラメータ $\{N_{10}-N_2\} \times \sigma_d/2\sigma_c'$ とし、これを粒状間隙比について取ったものである。各試料とも、おおむね1本の直線上にあり、軸ひずみ急増後においては粘質砂も砂質土も差異はないと推察される。つまり、粘質砂の強度の増加は、変相線に至るまでの過程で粘土分が粒子間の接着剤の様な働きをしているためと考えられる。

#### 4. まとめ

粘土分含有率が10%程度までの砂質土ならば、中間土的というよりは、十分に砂質土的な挙動を示している。また①粘質砂の性質を捉える上で、粒状間隙比の概念は有効である。②粘質砂は圧縮・伸張の異方性が顕著である。③粘土分を含むことによって、静的・動的に強度が増加する。

#### 【参考文献】

- 1) Georgiannouら: Undrained Behavior of Natural and Model Clayey Sands, S & F, 31-3, 1991
- 2) 土質工学会: 砂質土および砂地盤の変形・破壊強度の評価に関するシンポジウム, pp. 7-46, 1984

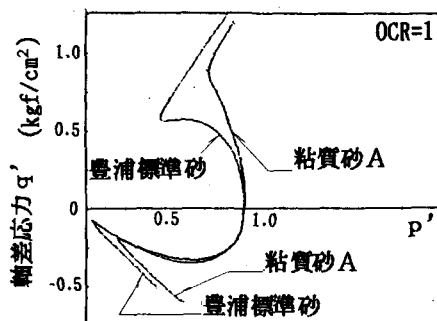


図3 粘質砂Aと豊浦標準砂の応力経路

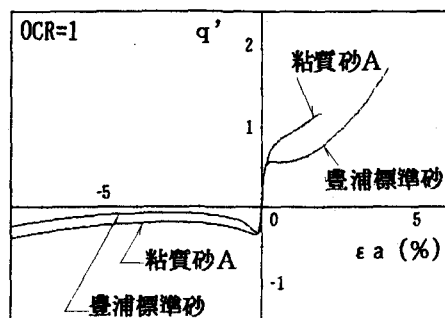


図4 粘質砂Aと豊浦標準砂の応力-ひずみ曲線

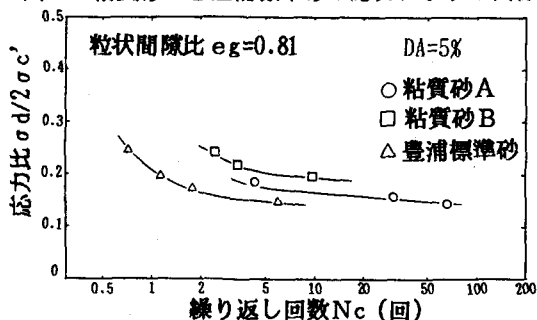


図5 強度曲線(粒状間隙比 $eg=0.81$ )

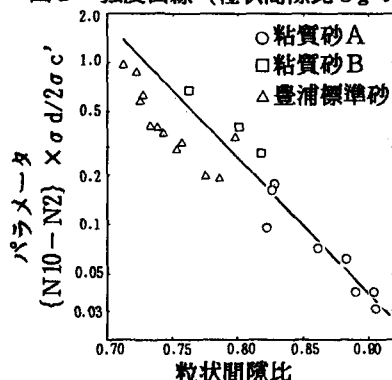


図6 パラメータと粒状間隙比の関係