

クロマイトサンドのせん断特性

中央大学 学生会員 高橋 彬
 中央大学大学院 学生会員 斉藤 正幸
 中央大学 正会員 斎藤 邦夫
 中央大学 正会員 石井 武司

1. はじめに

クロマイトサンドは一般に鋳物の剥離材として用いられているが、その自重を活かすことで模型実験に好都合な材料として利用することが可能である。既に、当研究室で泥水掘削溝壁の安定問題に使用しているが、結果を解釈するに当たり同試料のせん断特性を十分に把握する必要がある。

そこで本文では、一般に広く利用されている硅砂 7 号との比較を通じ、クロマイトサンドのせん断特性を検討した。

2. 試料の物理特性

硅砂 7 号は石英質の天然材料であるのに対し、クロマイトサンドは酸化クロム鉄(CrO₂)を 46.5%以上含む金属質の材料である。両試料について行った土粒子密度試験、粒度試験等の結果を表-1 に示す。クロマイトサンドの土粒子密度 ρ_s は、硅砂 7 号のおよそ 1.7 倍であり、自重効果が期待できる。しかし、間隙比の調整範囲は $0.507 \leq e \leq 0.841$ であり、硅砂 7 号に比べて小さい。

また、両試料の粒径加積曲線は、図-1 に示す通り殆んど一致し、有効粒径 D_{50} 、均等係数 U_c の差も僅かである。

写真-1 は、クロマイトサンドの顕微鏡の写真である。クロマイトサンドの粒子表面は平滑であり、丸みを帯びていることが分かる。

3. 試験概要

3.1 供試体の作成

気乾状態のクロマイトサンド、硅砂 7 号を特別に作成したホッパーに入れ、これより空中落下法で相対密度 $D_r=30 \sim 95\%$ の供試体に調整した。供試体の寸法は、図-2 に示すように直径 $\phi=50\text{mm}$ 、高さ $h=100\text{mm}$ である。

3.2 実験方法

供試体中の間隙を水で飽和させるため、まず CO₂ ガスを底部より透気させた。この後、脱気した蒸留水を同じく供試体底部より通水させ、CO₂ ガスを水で置き換えた。さらに供試体に背圧 100kPa 作用させながら、横圧 $\sigma'_3 = 50, 100, 200\text{kPa}$ の下で圧密した。

表-1 試料の物理特性

	クロマイトサンド	硅砂7号
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	4.531	2.647
最大間隙比 e_{max} (g/cm ³)	0.841	1.234
最小間隙比 e_{min} (g/cm ³)	0.507	0.668
有効粒径 D_{50} (mm)	0.171	0.176
均等係数 U_c	1.536	1.549

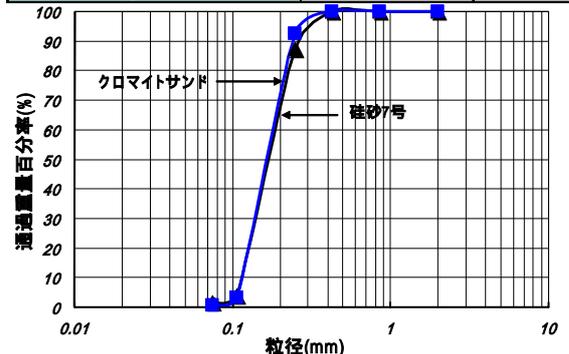


図-1 粒径加積曲線



写真-1 顕微鏡写真によるクロマイトサンドの表面形状

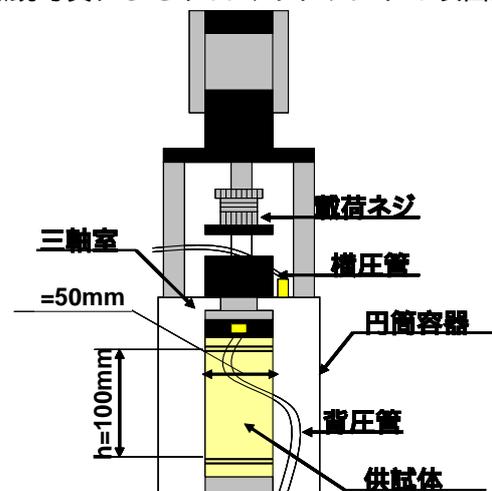


図-2 3軸試験機概要

キーワード 内部摩擦角, 相対密度, ダイレイタンシー角, 表面形状

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel 03-3817-1812

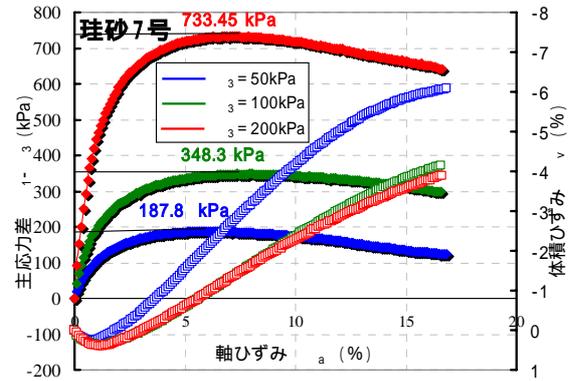
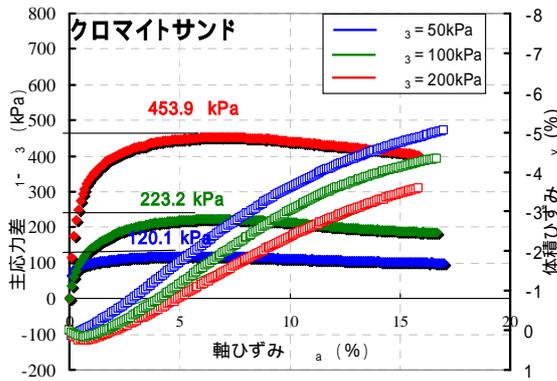


図-3 応力～ひずみ～体積変化関係(クロマイトサンド)

図-4 応力～ひずみ～体積変化関係(珪砂 7号)

せん断に先立ち、供試体の B 値が 0.95 以上になっていることを確認した後、排水条件でせん断した。せん断速度は 0.2mm/min である。

4. 実験結果と考察

図-3, 図-4 はそれぞれクロマイトサンド・珪砂 7号の相対密度 $D_r = 70\%$ の応力～ひずみ～体積変化関係を表したものである。どの試料も応力は～ひずみ関係にひずみ軟化挙動が、体積変化ではせん断初期に収縮し、その後膨張する挙動が共通して認められた。また二試料を比較すると、クロマイトサンドは、珪砂 7号よりも低い応力レベルでせん断破壊が生じ、体積変化量は同程度である。

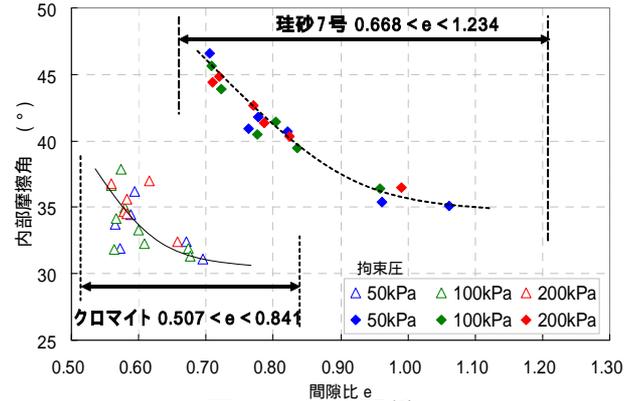


図-5 ϕ - e 関係

図-5 は、間隙比 e と一点法で算出した内部摩擦角 ϕ ののである。両試料の間隙比範囲は異なり、同一の間隙比に対する ϕ の値には約 15° の相違が認められる。図-6 は相対密度と内部摩擦角の関係であり、両試料の ϕ は概ね平行し、およそ 5° の違いとなった。これは、写真に示すクロマイトサンドの表面形状によるものと考えられる。図-7 は、ダイレイタンシー角と相対密度の関係である。内部摩擦角と同様に相対密度が小さくなるにつれ、ダイレイタンシー角も小さくなる。また、内部摩擦角に比べ、ダイレイタンシー角は試料の違いによる差は小さい。これは、両試料のインターロッキング効果の共通性を意味している。

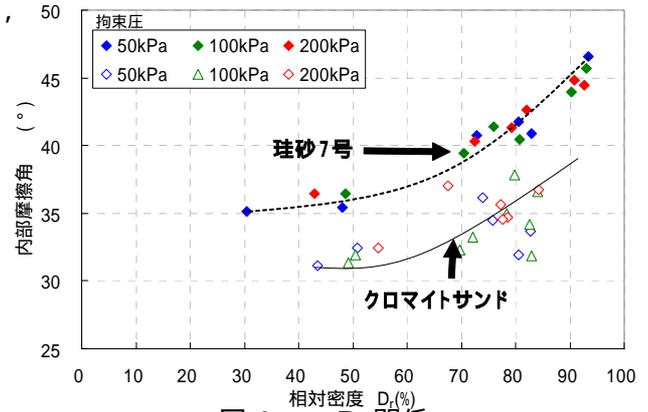


図-6 ϕ - D_r 関係

5. まとめ

クロマイトサンド及び珪砂 7号に対し三軸試験を行った結果、以下のことが分かった。

- 1) クロマイトサンドは、珪砂 7号に比べて内部摩擦角が小さい。
- 2) その原因は表面形状の違いによるものと考えられる。

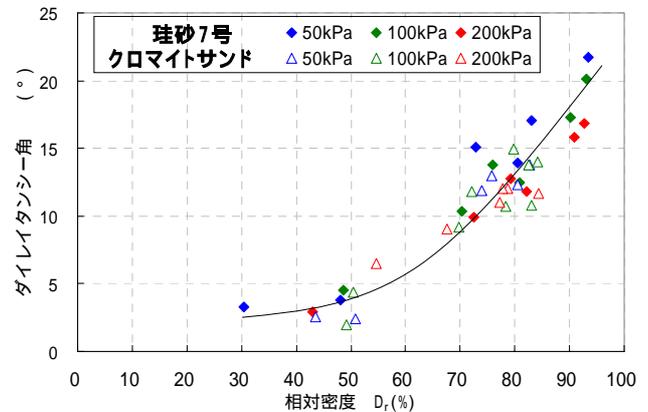


図-7 ψ - D_r 関係

[参考文献]

- 1) 社団法人 地盤工学会:地盤技術者のための FEM シリーズ 弾塑性有限要素法がわかる
- 2) 榎木亮平:砂地盤内の 2 次元泥水掘削溝壁の崩壊挙動(地盤環境研究室卒業論文発表会:2006 年度 3 月)