

中間土のせん断特性に及ぼす砂分含有量の影響について

中央大学 学生会員 ○正木 芳明  
 中央大学 学生会員 齊藤 王二郎  
 中央大学 正会員 石井 武司  
 中央大学 正会員 齋藤 邦夫

1. はじめに 粘土分に比べ、シルト分や砂分を多く含み、相対的に  $I_p$  の小さな土は中間土と呼ばれる。これを定量化して砂分量 50~80%、 $NP < I_p < 30$  の条件を満たすものが中間土であるとの指摘もある。このため、中間土は試料採取に伴う乱れの影響が大きく、設計値の判定に苦慮することも多い。そこで本研究では中間土中の砂分量に着目して、圧密非排水せん断特性を調べ、砂分量がせん断特性に与える影響を検討した。

2. 使用試料 本研究では、塑性指数  $I_p=40$  の汐留粘土 (S40) と珪砂7号を混合し、人工的に砂分量を調整した試料を作成した。砂分含有量に応じて、試料はそれぞれ SK50、SK60、SK70 と呼ぶ。表-1 は各試料の物性

値である。表中の砂分量と塑性指数  $I_p$  に着目し、プロットした結果が図-1 である。各試料、砂分量の増加に伴い、塑性指数  $I_p$  が減少しているのがわかる。この特性を利用して再現性の高い人工調整試料を作成した。

3 試験方法

3.1 供試体作成方法 供試体の作成に際し、まず試料の含水比を液性限界の2倍にし、真空ポンプを用いて脱気した。これを  $\phi 200\text{mm} \times h 350\text{mm}$  のステンレス製容器に投入し、100kPa の下で圧密した。なお、円筒容器の内側およびピストンにはあらかじめグリースを塗布し、周面摩擦の軽減を図った。3t 法によって圧密終了を判定後、圧密土塊を押しぬき、六等分した。

3.2 三軸試験 本研究で用いた試験装置には、空圧サーボ制御式三軸圧縮試験機を用いた。圧密土塊より、 $\phi 50\text{mm} \times h 100\text{mm}$  の供試体を作成した。せん断試験は、供試体のB値が0.96以上であることを確認した後、有効拘束圧 200・250・300・400(kPa)の下で等方圧密を行った。圧密は体積変化量と時間関係に3t法を適用し、圧密終了時間を判断した。その後、せん断速度0.05%/min、非排水条件で、せん断試験(Cu b試験)を行った。

4.試験結果 図-2 は各試料における圧密非排水せん断試験から得られた応力比  $(\sigma_1' - \sigma_3')/\sigma_3$  と軸ひずみ関係である。図-2(a)は、S40、SK50 の応力~ひずみ関係である。共に応力比のピークを示した後に、一定値を保ち、軸ひずみ

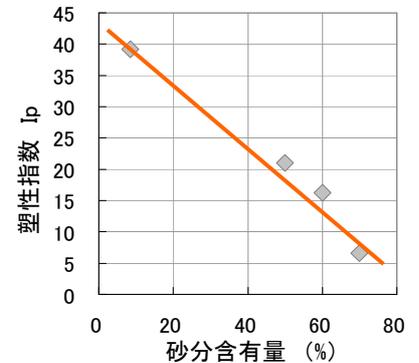


図-1 砂分量と  $I_p$  の関係

表-1 試料の物理特性

試料名	汐留粘土	SK50	SK60	SK70
土粒子密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.70	2.65	2.65	2.65
液性限界 $W_L$ (%)	66.4	42.9	39.1	30.6
塑性限界 $W_P$ (%)	27.2	21.9	22.9	24.0
塑性指数 $I_p$	39.2	21.0	16.2	6.6
砂分 (%)	8.5	50	60	70
シルト分 (%)	41.5	23.2	18.8	14.4
粘土分 (%)	50	26.8	21.2	15.6

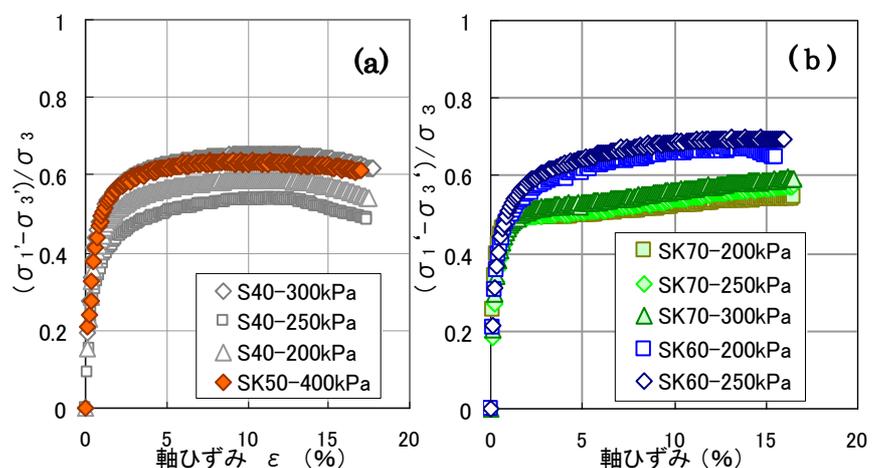


図-2  $(\sigma_1' - \sigma_3')/\sigma_3 \sim$  軸ひずみ関係

キーワード 中間土 せん断 砂分含有量

ずみが 13%を越えると低下する結果となった。図-2(b)では SK60、SK70 に関するグラフでひずみ軟化型の応力～ひずみになるのが窺える。つまり SK60 のせん断応力は応力が急激に上昇後、緩やかに増加。SK70 の応力比は軸ひずみ 1%まで急激に上昇し、その後、一旦応力は低下し後に軸ひずみの発達とともにせん断応力が緩やかに増加している。

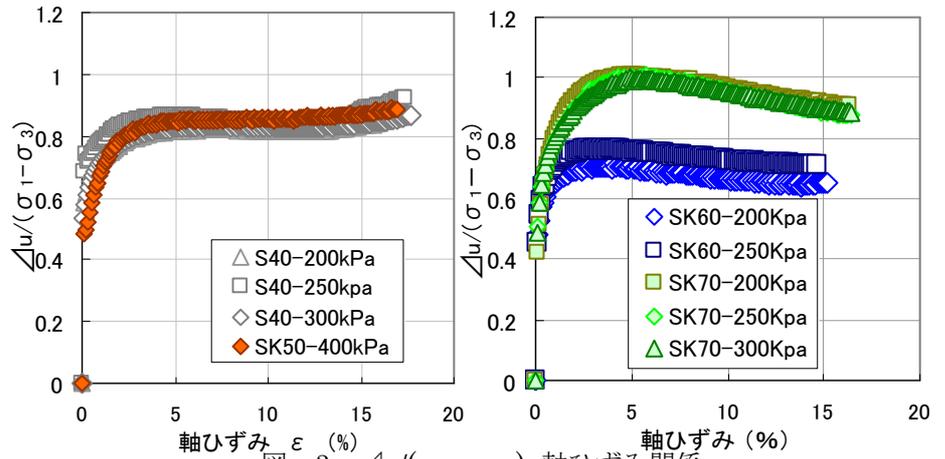


図-3  $\Delta u/(\sigma_1 - \sigma_3)$ ～軸ひずみ関係

図-3 は間隙水圧係数  $\Delta u/(\sigma_1 - \sigma_3)$  と軸ひずみ関係である。図-3(i) に示す S40、SK50 は、過剰間隙水圧がほぼ一様に増加する。一方、SK60、SK70 の間隙水圧挙動を示す図-3(ii) に注目すると初期に比較的早い段階でピークを示し、以後、一様に低下する傾向が認められた。

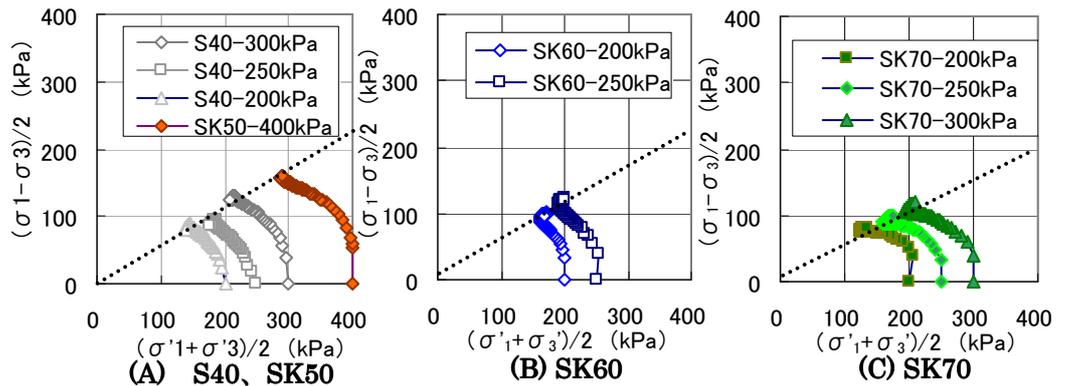


図-4 有効応力経路

先の二者に比べ砂分量の増加に伴ってせん断初期に間隙水圧が大きく上昇している。図-4 は各試験の有効応力経路である。図4-(A)での 2 つの試料に正規圧密的な挙動が認められる。対照的に図2-(B)、(C)に示す SK60、SK70 では、共通して大きなひずみレベルで応力経路の向きが反転し、破壊線に平行する過圧的な挙動となった。また、強度定数であるせん断抵抗角  $\phi'$  は有効応力経路から各々 S40 は  $31^\circ$ 、SK60 は  $30^\circ$ 、SK70 は  $27^\circ$  となり砂分含有量増加に伴ってせん断強度は低下した。図-5 は、UCT と CUb から求められた非排水せん断強度と砂分含有量の関係を示す。両試験共に砂分含有量の増加に伴って  $s_u/p$  は低下している。そこで砂分含有量の増加に伴う強度増加率の推移を UCT の  $s_u/p$  の平均と CUb の  $s_u/p$  の比をとって示したのが図-6 である。強度増加率は砂分量が 50%を越えると著しく低下する傾向が認められる。この低下は砂が増加することによって発生した乱れが影響しているものと考えられる。

**5.まとめ** 砂分量を変化させた中間土の正規圧密状態からのせん断変形について以下にまとめる。

- i) 砂分含有量 60%を境に、中間土のせん断挙動が変化する。
- ii) 砂分含有量 50%を越えると、強度増加率  $s_u/p$  に著しい低下が認められた。

**参考文献**

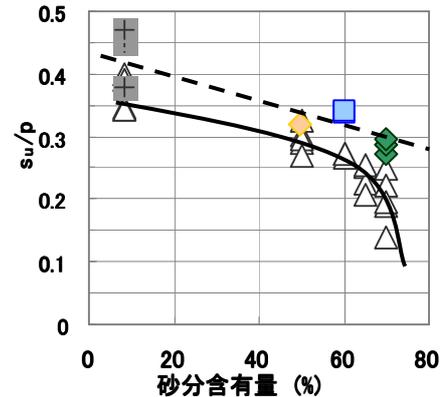


図-5  $s_u/p$ －砂分含有量

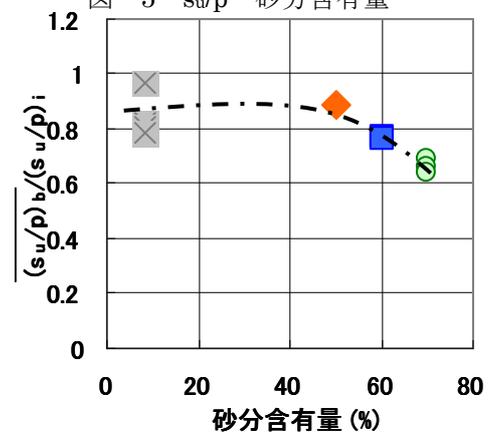


図-6  $(s_u/p)_b/(s_u/p)_i$ －砂分含有量



