

砂分量を調節した中間土の圧密特性の把握

中央大学 学生会員 星名 雄介  
 正木 芳明  
 中央大学 正会員 斎藤 邦夫  
 石井 武司

1. はじめに

通常、地盤の設計は土を砂と粘土に分けて行われる。これは、砂と粘土で透水性が大きく異なり、砂が完全排水であるのに対し、粘土は非排水であると仮定するからである。しかしながら、砂か粘土か判定が難しい土もある。このような土は砂と粘土の中間的な性質を有するため、中間土と呼ばれ、これまでの研究から砂分量 50~80%、 $NP < I_p < 30\%$ の範囲にあるとされている。

そこで本研究では、中間土領域内である砂分含有量が 50~70%となるよう人工的に試料を調節し、段階載荷圧密試験を実施することにより、砂分含有量が中間土の圧密特性に及ぼす影響について検討を行った。

2. 使用試料

試料には、塑性指数  $I_p$  が約 40 の汐留粘土 (S40) に珪砂 7号を混合し、人工的に砂分量を 50%、60%、65%、70%に調節した中間土を用いた。中間土は、汐留・珪砂の頭文字と砂分含有量から、それぞれ SK50、SK60、SK65、SK70 と呼ぶものとする。表-1 に各試料の物理特性を示す。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。砂分量の増大に対し、塑性指数  $I_p$  は直線的に減少する傾向が認められた。

表-1 試料の物理特性

試料名	汐留粘土	SK50	SK60	SK65	SK70
土粒子密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.70	2.65	2.65	2.65	2.65
液性限界 $W_L$ (%)	66.4	42.9	39.1	34.2	30.6
塑性限界 $W_P$ (%)	27.2	21.9	22.9	20.0	24.0
塑性指数 $I_p$	39.2	21.0	16.2	14.0	6.6
砂分 (%)	8.5	50	60	65	70
シルト分 (%)	41.5	23.2	18.8	16.6	14.4
粘土分 (%)	50	26.8	21.2	18.4	15.6

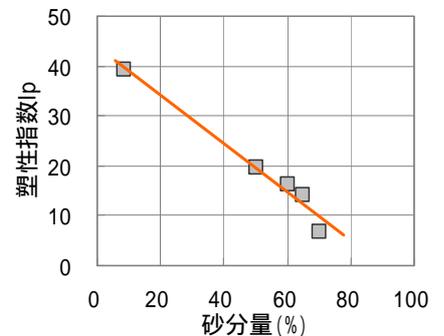


図-1 砂分量と  $I_p$  の関係

3. 試験方法

各試料は、含水比をおよそ液性限界の 2 倍に調節し、真空ポンプを用いて脱気した。これを内径 200mm × 高さ 350mm の円筒容器に投入し、100kN/m<sup>2</sup> の下で圧密した。その際、円筒容器内面を研磨し、高粘度グリースを塗布することによって摩擦の軽減を図った。圧密終了は 3t 法を適用して判断した。また、容器から取り出した土塊の含水比分布を計測し、材料分離が生じていないことを確認して供試体を作成した。

圧密試験は、載荷時間を 30 分 ~ 1 時間とする急速圧密を適用した。圧密開始から 3 秒間は 1 秒間隔での計測をした。これは、中間土は粘土と比べ透水係数が大きく、載荷初期における沈下速度が大きいためである。つまり、載荷初期の挙動を正確に捉えられない場合に、圧密係数  $c_v$  を過小評価する危険がある<sup>1)</sup>。

4. 圧密試験の結果と考察

得られた試験結果は t 法を用いて整理した。図-2 は各試料における代表的な  $e$ - $\log p$  曲線である。砂分含有量が多いほど、間隙比の減少は少なく、過圧密領域と正規圧密領域の明瞭な判断が難しい。表-2 に  $e$ - $\log p$  曲線より求めた、各試料の圧密降伏応力  $p_c$  と圧縮指数  $c_c$  を示す。

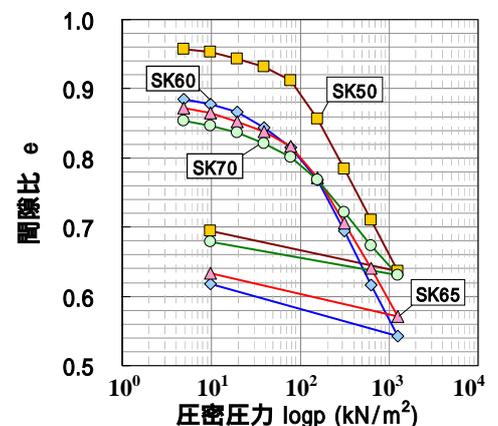


図-2 各試料の  $e$ - $\log p$  曲線

キーワード 中間土 砂分含有量 塑性指数 圧縮指数 圧密降伏応力

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 2-1-12 中央大学 土木工学科 地盤環境研究室 TEL 03-3814-1812

なお、圧密降伏応力  $p_c$  はキャサグランデ法を用いて求めた。SK50 への圧密降伏応力  $p_c$  が供試体作成時に作用させた  $100\text{ kN/m}^2$  となったが、他の試料ではこれを超える値となった。原因として、砂分含有量がより多くなると、供試体作成に伴う乱れの影響を強く受けることが考えられる。図-3は、圧縮指数  $C_c$  を砂分含有量と塑性指数  $I_p$  に対してプロットしたものである。

表-2 各試料の  $p_c$  と  $C_c$

試料名	$p_c(\text{kN/m}^2)$	$C_c$
SK50	100	0.25
SK60	115	0.23
SK65	120	0.21
SK70	110	0.15

圧縮指数  $C_c$  は、塑性指数  $I_p$  に対し直線関係があるとされ<sup>1)</sup>、図-3(a)からも、両者の間には直線関係が認められる。また、図-3(b)の、圧縮指数  $C_c$  と砂分含有量の間においても、同様の関係が成り立ちそうである。図-4は、圧密降伏応力  $p_c$  を砂分含有量と塑性指数  $I_p$  に対してプロットしたグラフである。e-log $p$  関係より求めた圧密降伏応力  $p_c$  のばらつきは大きいですが、砂分含有量の増加、塑性指数  $I_p$  の減少に伴い増加する傾向が認められる。これは前述した通り、乱れの影響を受けたために、このような結果になったと考えられる。

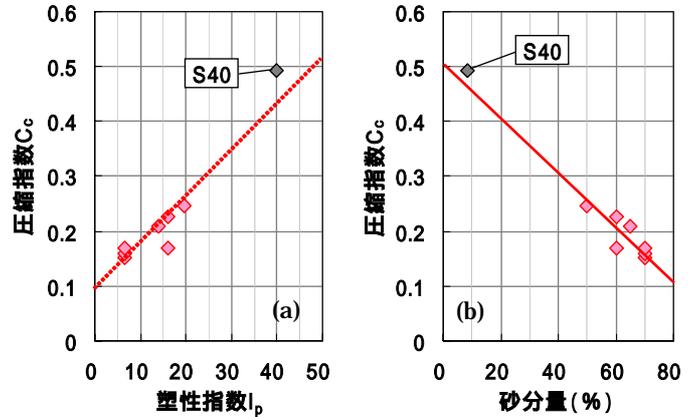


図-3  $C_c$  と砂分含有量、 $I_p$  の関係

図-5は各試料における、圧密係数  $c_v$ 、体積圧縮係数  $m_v$  と平均圧密応力の関係である。特に正規圧密領域における圧密係数  $c_v$  は図-5による限り、SK50 と SK 65 では約  $400 \sim 900\text{ cm}^2/\text{d}$ 、SK60 と SK70 では約  $3000 \sim 10000\text{ cm}^2/\text{d}$  の二つに区分される結果となった。圧密係数  $c_v$  は砂分含有量が 60%程度あるいは塑性指数  $I_p$  が 20%程度を境に変化傾向が大きく異なる<sup>1)</sup>とされており、これに近い傾向が認められたと言える。体積圧縮係数  $m_v$  は、砂分含有量が多い試料ほど初期の値から減少する傾向を示し、圧密降伏応力  $p_c$  を過ぎると砂分含有量 60%以上の試料の  $m_v$  の値は、砂分含有量 50%の値以下になっている。これより、正規圧密領域における試料の圧縮特性は、砂分含有量に関係していることがわかる。

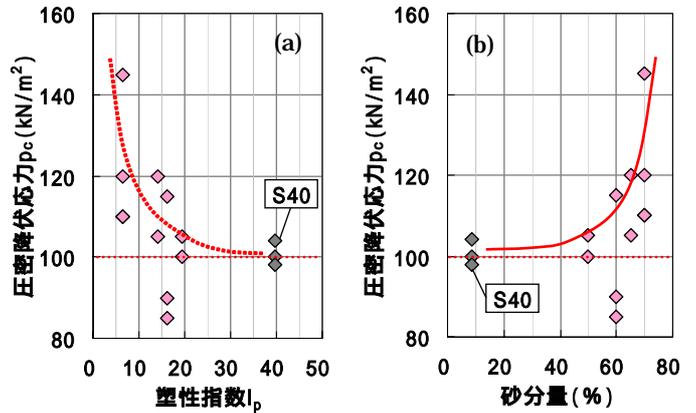


図-4  $p_c$  と砂分含有量、 $I_p$  の関係

5. まとめ

- 1) 圧縮指数  $C_c$  と塑性指数  $I_p$  の間に直線関係が認められ、圧縮指数  $C_c$  と砂分含有量の間にも同様の関係が成り立ちそうである。
- 2) 砂分含有量 60%以上の場合、試料が乱れの影響を強く受け、正確な圧密降伏応力  $p_c$  の評価が難しい。
- 3) 圧密係数  $c_v$  は、砂分含有量が 60~65%程度を境に変化傾向が異なり、既往の研究と近い傾向が認められた。
- 4) 圧密降伏応力  $p_c$  を過ぎると、砂分含有量がより多い試料の体積圧縮係数  $m_v$  は小さくなり、正規圧密領域における試料の圧縮特性は、砂分含有量に関係していることが認められる。

(参考文献)

- 1) 亀井建史、小林正樹、土田孝：中間土 砂か粘土か、1992年4月
- 2) 遠藤崇央：CPTを用いた中間土の力学特性の把握、地盤環境研究室卒業論文、2006年3月

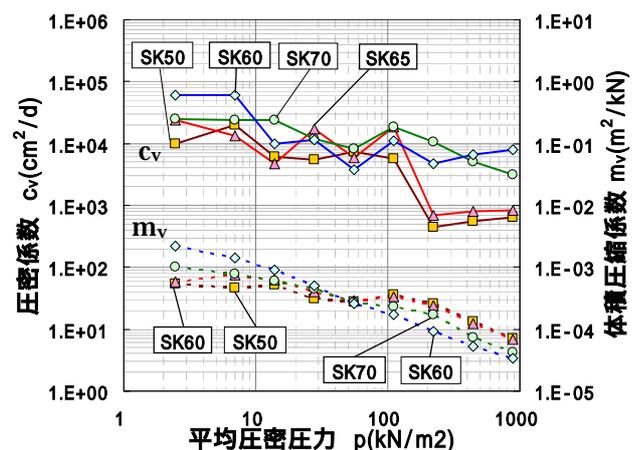


図-5 圧密係数  $c_v$  と体積圧縮係数  $m_v$