# 粘性土における境界面の粗度の影響を考慮した透水特性の実験的検討

横浜国立大学	学生会員	○福谷	準也		
横浜国立大学	正会員	大向	直樹、	谷 和	夫
五洋建設㈱	正会員	上野	一彦		

### 1. はじめに

海面における廃棄物処分場は、難透水性の粘性土地盤に鋼矢板等を設置し、遮水護岸を構築することが多い。この場合、粘土と鋼矢板の境界面における透水係数は、粘土自体の透水係数より大きくなることも予想されるため、境界面の透水性を把握しておくことは極めて重要である<sup>1)</sup>。そこで、本研究では、圧密容器内面の粗度の違いが粘土と圧密容器境界部の透水特性に及ぼす影響について実験的に検討した。

### 2. 試験方法

試料は、中国地方で採取した海成粘土を425µm以下に粒度調整した。 表1に物理特性、図1に粒径加積曲線を示す。試験装置の概要を図2 に示す。給水槽から計測容器までの管路と圧密容器は、背圧 u<sub>B.P</sub>をか けて試料を飽和させた。給水槽の水位が変動しても計測容器中のシャ ーレの上面との水頭差 h が一定となるようにマリオット管を設けた。圧密 圧力pは周面にOリングを設けた載荷板を介して空圧で載荷す る。圧密容器の構造は上部がステンレス、下部はアクリルである。 径 dgの異なるガラスビーズを貼り付けて粗度を変えたアクリル円 給水 筒(内径 D=200mm)を用意した。透水量 Q の計測には、感量 0.001g の電子天秤を用いた。

#### 3. 実験手順

①管路を飽和させて、圧密容器に初期高さ $H_0$ が 90.0mm と なるように含水比 120%に調整した試料を投入する。②空圧 2kPa を載荷し、載荷板と試料を密着させる。③背圧  $u_{B,P}(=100kPa)$ を負荷する。④圧密圧力p=5,10,20,40kPaで段階 的に圧密する。⑤p=20, 40kPaで $\sqrt{t}$ 法で一次圧密の終了を確 認した後に、動水勾配i(=h/H)を2.6~7.0の範囲で変化させて 定水位透水試験を行う。試験ケースを表2に示す。アクリル円 筒にガラスビーズを貼り付けないケース( $d_g=0\mu m$ )と、ガラス ビーズ( $d_g=153, 513\mu m$ )を貼り付けたケースを実施した。

#### 4. 試験結果

ダルシー則に従って求めた平均的な透水係数 k(=(QH)/(Aht),tは時間)とdgの関係を図3に示す。ケース2

の *p*=40kPaの間隙比 *e* はケース1&3 に比べて大きく、透水係数がやや大きい。しかし全般的に見ると、平均的な透水 係数 *k* はガラスビーズの粒径 *d<sub>g</sub>* が大きくなると高くなる傾向があり、境界面が粗くなると水が流れやすくなることが分か った。

キーワード 圧密圧力 海成粘土 間隙比 透水係数 連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学土木工学棟 TEL045-339-4038

#### 2.586 $\rho_{s}$ (g/cm<sup>3</sup>) 122.1 w<sub>n</sub> (%) $w_{\rm L}$ (%) 111.6 w<sub>P</sub> (%) 45.4 $I_{\rm P}$ 66.2 秒分 (%) 参 (%) 参 (%) 重 40 管 團 20 D<sub>50</sub>=0.0044mm 闿 0 0.001 0.01 0.1 1 10 粒径(mm) 図1 粒径加積曲線 $l_{\rm B.P}$ マリオット管 給水槽 下密容器 ステンレス円筒 クリル円筒 載荷板 $u_{\rm BF}$ $|u_{\rm B.P}|$ 準備用溢流槽 h 計測容器 シャーレ - 電子天秤 図2 装置の概要 表2 透水試験ケース

表1 試料の物理特性

ケース	$d_{\rm g}~(\mu{\rm m})$	p (kPa)	i			е
1	0	20	2.6	3.6	6.6	2.41
		40	2.9	3.9	6.9	1.92
2	153	20	2.8	3.8	6.8	2.39
		40	3.0	4.0	7.0	2.02
3	513	20	2.7	3.7	6.7	2.31
		40	3.0	4.0	7.0	1.92

5.0x10<sup>-9</sup>

4.0x10

 $1.0 \times 10^{-9}$ 

図3

 $k_{\rm t}$ 

 $k_{\rm c}$ 

0.0

20kPa

40kPa

200

 $d_{\rm g}^{300}(\mu\,{\rm m})^{400}$ 

粒径 dg と平均的な透水係数 k の関係

境界部(幅 t)

600

500

✔ 境界面

0

100

非影響部

## 5. 境界面のモデル化

図4に示すように、境界面に沿って粗度の影響を受ける幅tの 境界部(透水係数 $k_t$ )と影響を受けない非影響部(透水係数 $k_c$ )か ら成る二層モデルを仮定した。両層の透水則としてダルシー則を 仮定し、連続の式を連立させることにより、次式が得られる。  $k_t/k_c=\{(k/k_c)(D/2)^2-(D/2-t)^2\}\cdot\cdots$ 式(1) 式(1)にD=200mmと図5に示す $e-\log k$ 関係とlog $k-\log p$ 関係 より推定される非影響部の $k_c$ と図3に示す平均的な透水係数kを代入して、境界部の透水係数 $k_t$ と非影響部の透水係数 $k_c$ との 比 $k_t/k_c$ と境界部の幅tの関係を求め図6に示す。tが小さいと $k_t/k_c$ の 値が非常に大きい。また、t=D/2=100mmのとき、すなわち容器全体 が境界部と仮定したとき、 $k_t/k_c$ の値は $k/k_c$ になり、透水試験から得られ た平均的な透水係数kは圧密試験から推定された $k_c$ に比べて、ガラ スビーズを貼り付けないケース( $d_g=0$ mm)においても $2\sim3$ 倍大きい。 令回の実験では、影響部の幅tの大きさを把握していないため、境界 部の透水性が粘土自体の透水性に比べてどの程度大きくなるのか

は明らかでない。しかし図 6より、ダルシー則が成り 立つと仮定した境界部で は、粘土自体(非影響部) よりも透水性がはるかに高 いことが分かる。

### 6. まとめ

圧密容器の側面の粗 度を変えて透水試験を行 った結果、境界面が粗くな るほど平均的な透水係数 k が大きくなる傾向が見ら れた。またダルシー則を仮 定した 2 層モデルを用い て、境界面の粗さを考慮し た境界部の幅 t と境界部 の透水係数 kt の関係を示 した。その結果、境界部の 透水係数は非影響部の透 水係数に比べてはるかに 大きくなった。



今後の課題としては、境界部の幅tの合理的な設定方法、境界部の透水則がダルシー則に従うかどうかや境界面の材質の違い・スケール効果等が挙げられる。

# 【参考文献】

1) 嘉門, 勝見, 濱田, 乾: 京都大学防災研究年表, 第 42 号, B-21, 2004.

3 - 250