

現場透水試験装置のベントナイト混合土への適用

飛島建設 正会員○松崎達也 正会員 沼田淳紀
 飛島建設 正会員 筒井雅行 薫田正春 平松勝二
 岡山大学 正会員 花村哲也

1. はじめに

最終処分場の遮水層の品質管理に用いることを目的として新たに開発した、現場で簡単にベントナイト混合土の透水係数を求めることができる現場透水試験装置と室内実験の結果を示す。室内実験では、2試料によって模型地盤を作製し、今まで現場で行われてきた現場透水試験、新たに開発した透水試験、模型地盤より不攪乱試料を採取して三軸セルより厳密に行った透水試験により求められた透水係数を比較し、適用性について考察する。

2. 開発した現場透水試験装置¹⁾

開発した現場透水試験装置については文献1)に譲るが、本装置は、ある程度の礫も切って貫入できるような刃先を持つサンプラー部と、その内部に貫入されてきた試料に圧力を載荷できるピストンからできており、現場では、電源など不要である。載荷機構は、空圧式（A型）とばね式（S型）の2種類の装置を開発した。載荷ピストンを付けたのは、

- ①採取した試料に亀裂などが生じないように10～15kPa程度の圧力を載荷できるようにすること、
 - ②処分場の遮水層がその機能を発揮するのは一般に廃棄物の載荷がある程度行われた状態の時であり、このような応力状態を再現する必要があること、
 - ③鉛直有効応力を σ_v' とすると水平方向の有効応力 σ_h' は $K_0\sigma_v'$ となり、水平方向の有効応力が透水試験時サンプラー内壁と供試体との間の止水効果に大きく寄与すること（ただし K_0 は、静止土圧係数）、
- のためである。また、ベントナイト混合土に対しては、通水により膨潤するので拘束圧を付加できることは重要である。ピストン下端の載荷板にはポーラスストーンが付けられており試料への通水が可能になっている。また、載荷板とサンプラー内壁との接触面はオーリングで止水されている。底板にもポーラスストーンが設置され排水可能となっている。底板とサンプラー外壁との接触面は、オーリングによって止水されている。なお、本装置にはピストンの移動量読み取りスケールが付いており、供試体の厚さが常に分かるようになっている。

図-1は、試料採取からの試験手順フロー図である。現場での試料採取は1分程度、透水試験時のセットも、10分程度で簡単に行える。

3. 試験装置の室内実験

試料は、A市（試料A）およびH市（試料H）の廃棄物処分場の実施工で用いられたものあるいは用いられる予定のものである。表-1と図-2に用いた試料の物理的性質と粒度組成を示す。母材は、試料Aが最大粒径38mm、粒度配合の良い礫質砂の北海道産火山灰、試料Hがまさ土である。ベントナイトは、試料Aがアメリカワイオミ

キーワード：最終処分場、ベントナイト混合土、現場透水試験

連絡先：〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬 5472 TEL 04-7198-1101 FAX 04-7198-7586

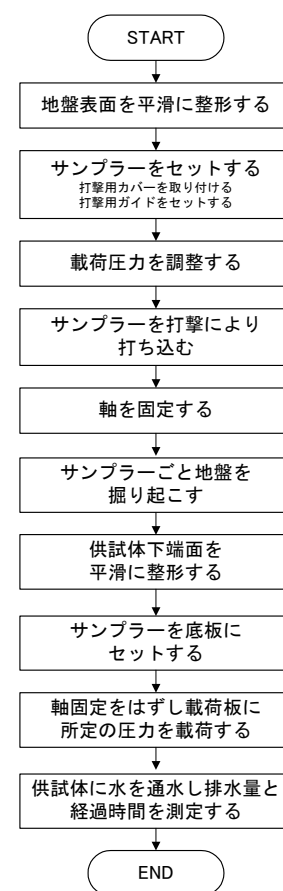


図-1 現場透水試験のフロー図

ング産のスーパークレイ，試料 H が赤城産である．母材とベントナイトをそれぞれ単体で試験室に搬入し試料が均一となるように十分調整した後，配合率（ベントナイト乾燥質量/母材乾燥質量×100(%)） $\alpha = 14.3\%$ （試料 A）， $\alpha = 10.0\%$ （試料 H）で両者を配合し，それぞれの目標含水比になるように噴霧器で加水しながら混合機で十分攪拌して混合土を作製した．

実験は，高さ 40cm×幅 60cm×奥行き 60cm の矩形土槽に混合土を 4 層に分けて投入し，各層ごとに模型地盤全体の密度が目標密度となるように締め付けた模型地盤を作製し，現場透水試験装置を用いて透水係数を求めた．これと比較するために同じ地盤より不攪乱試料を採取し，三軸セルを用いて透水係数を求めた²⁾．さらに，同じ試料を用いて再度同密度の模型地盤を作製し，USBR 法により透水係数を求めた．図-3 にそれぞれの方法で求められた透水係数（15℃換算）の経時変化を示す．

4. まとめ

USBR 法により求めた透水係数は，他の方法と比較すると 2～3 オーダー程度大きいことがわかる．USBR 法では，ベントナイトの吸水膨張に水が消費され数週間程度では安定した状態とはならないので，透水係数はかなり大きく評価され，実際の透水係数が求められないという問題がある．今回開発した現場透水試験装置より求めた透水係数は，試料 A が $1 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ 程度，試料 H が $8 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ 程度であった．

三軸セルにより厳密に透水係数を求めた結果は，試料 A が $6 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ 程度，試料 H が $4 \times 10^{-9} \text{cm/s}$ であり，オーダー的には現場透水試験装置による実験結果と一致している．異なる 2 種類の試料での実験結果から，本装置によって原地盤の透水係数を計測できることが確かめられた．今後，実施工での適用性の検証を行っていききたい．

表-1 用いた試料の物理的性質

		試料A			試料H		
		母材 (火山灰)	ベントナイト (スーパークレイ)	混合土 (配合率=14.3%)	母材 (まさ土)	ベントナイト (赤城産)	混合土 (配合率=10.0%)
土粒子の密度(2.00mm)	$\rho_s, \text{g/cm}^3$	2.442	2.586	2.489	2.646	2.594	2.646
土粒子の密度(9.52mm)	$\rho_s, \text{g/cm}^3$	2.375	—	2.418	—	—	2.418
土粒子の密度(37.5mm)	$\rho_s, \text{g/cm}^3$	2.364	—	2.396	—	—	2.396
液性限界	G_L	2.136	—	—	—	—	—
塑性限界	G_P	1.435	—	—	—	—	—
縮小率(+2.00mm)	G_s	1.763	—	—	—	—	—
縮小率(+2.00mm)	G_s	—	—	—	—	—	—
含水比	w %	13.2 (自然状態)	11.5 (自然状態)	15.3 (調整後)	16.4 (自然状態)	7.5 (自然状態)	15.1 (調整後)
液性限界	w_L %	—	673	79	—	328	68
塑性限界	w_P %	—	39	25	—	28	21
塑性指数	I_p	—	634	54	—	300	47
最大粒径	D_{max} mm	38	—	38	19	—	27
細分含有率	P_0 %	25	—	15	20	—	19
砂分含有率	P_5 %	55	—	43	57	—	50
シルト分含有率	P_{M1} %	15	—	17	14	—	14
粘土分含有率	P_C %	5	—	25	9	—	18
細粒分含有率	P_{F1} %	20	—	42	23	—	32
60%粒径	D_{60}	0.80	—	0.25	0.60	—	0.58
50%粒径	D_{50}	0.50	—	0.125	0.48	—	0.430
30%粒径	D_{30}	0.135	—	0.011	0.190	—	0.043
10%粒径	D_{10}	0.027	—	—	0.006	—	—
均等係数	U_C	30	—	—	100	—	—
曲率係数	U'_C	0.8	—	—	10.0	—	—
最大乾燥密度(IEc)	$\rho_{max}, \text{g/cm}^3$	1.339	—	1.546	—	—	1.825
最適含水比(IEc)	w_{opt} %	23.0	—	16.4	—	—	14.6

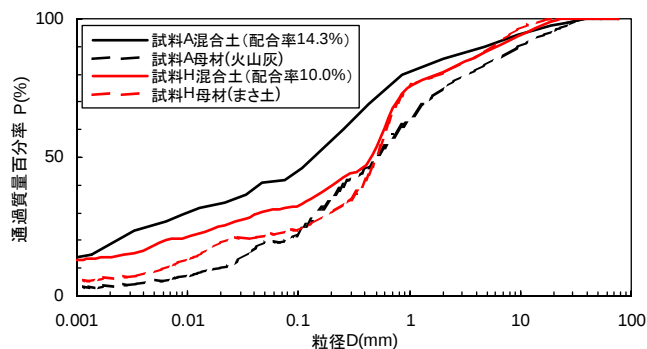
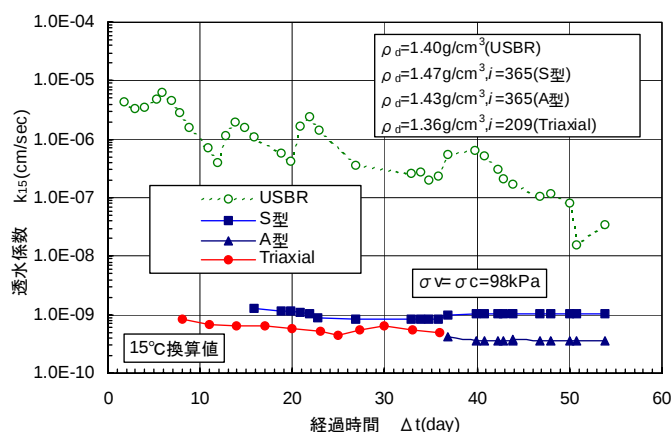
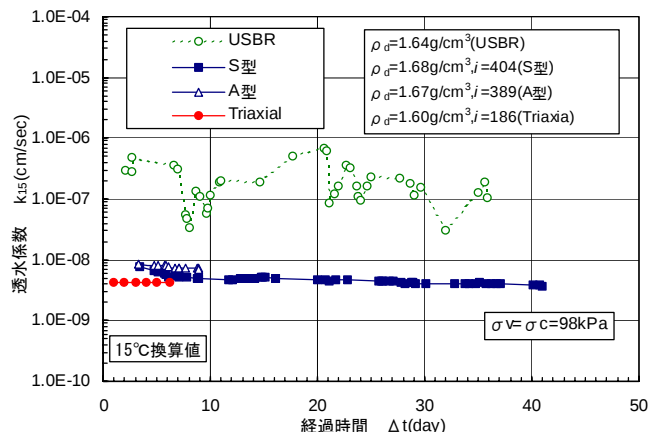


図-2 用いた試料の粒度組成



(a) 試料 A



(b) 試料 H

図-3 透水試験結果

参考文献

- 1) 松崎，沼田，筒井，花村，平松，薫田：現場透水試験装置の開発と締め付けたベントナイト混合土への適用性，第 6 回環境地盤工学シンポジウム，地盤工学会，2005.5.（投稿中）
- 2) 筒井，沼田，松崎，染谷：三軸圧密透水試験装置，第 40 回地盤工学研究発表会，2005.7.（投稿中）