

難透水性覆土の透水係数に与える透水試験方法の影響

榊安藤・間 正会員 ○千々松正和, 木村誠
東電設計(株) 正会員 矢込吉則
日本原燃(株) 正会員 工藤淳, 庭瀬一仁

1. はじめに

現行の JIS A 1218 で規定された透水試験法は、透水係数 $1 \times 10^{-9} \text{m/s}$ までが適用下限範囲であるが、それ以下の透水係数(例えば、低レベル放射性廃棄物処分施設の難透水性覆土の透水係数)に対しても JIS A 1218 で試験が実施されているのが実状である。しかし、透水性が低く試験に時間を要するため、様々な工夫が必要となっている。そこで、試験方法や試験時間を短縮する方法の違いにより得られる値に差が生じるのか確認を行った。ここでは、通常の変水位透水試験において、供試体長や動水勾配、飽和促進の有無が結果に与える影響について確認した。また、差圧型変水透水試験や三軸透水試験を行い変水位透水試験との比較も行った。

2. 試験ケース

変水位透水試験における影響確認については、表-1 に示す項目について確認を行った。また、実施前の飽和促進(水浸脱気)の有無の影響については、表-2 に示す試験条件で試験を行った。また、表-3 に示す条件で試験を行い、試験方法による結果の差について確認するとともに、三軸透水試験に関しては、供試体長、有効拘束圧の影響について確認を行った。試験は全て同一仕様の供試体(Ca 型ベントナイト 30%混合土, $W_{opt}+4\%$, 締固め規定値 C 値=100%)を対象に実施した。

表-1 変水位透水試験の影響確認項目

供試体長 $H(\text{mm})$	動水勾配 i	試験容器内面処理
20	10	あり
40	10~50	なし
60	100	—

表-2 飽和促進の有無の影響確認試験

供試体長 $H(\text{mm})$	動水勾配 i	飽和促進の有無
60	10~100	あり
		なし

表-3 試験方法の違いによる影響確認

試験方法	供試体長 $H(\text{mm})$	有効拘束圧 $P_c(\text{kN/m}^2)$
変水位	60	—
差圧型変水位	60	—
三軸	20, 60, 80	100, 200, 400

3. 試験結果

(1) 変水位透水試験における影響確認：図-1 に変水位透水試験における動水勾配の違いによる透水係数の測定結果の比較を示す。今回の試験では動水勾配として $i=10 \sim 100$ の範囲で試験を行ったが、動水勾配が小さい方が得られる透水係数は若干大きな値となった。しかし、動水勾配を試験初期から高い値に設定している方が供試体への浸潤が早く飽和に達するのが早くなるため、透水係数の値は動水勾配が低い場合に比べて早く得られている。また、動水勾配が $i=10 \sim 20$ の場合は、得られる値に比較的大きな変動が生じている。

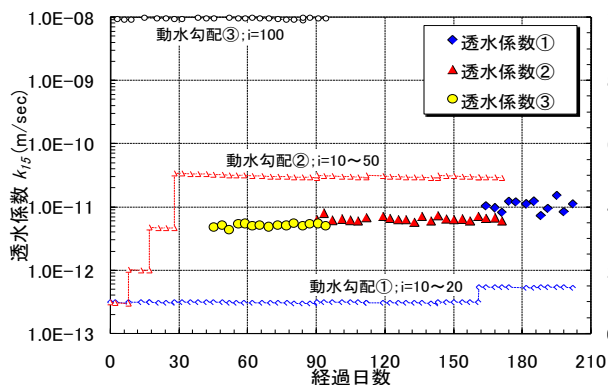


図-1 動水勾配の違いによる透水係数測定結果の比較

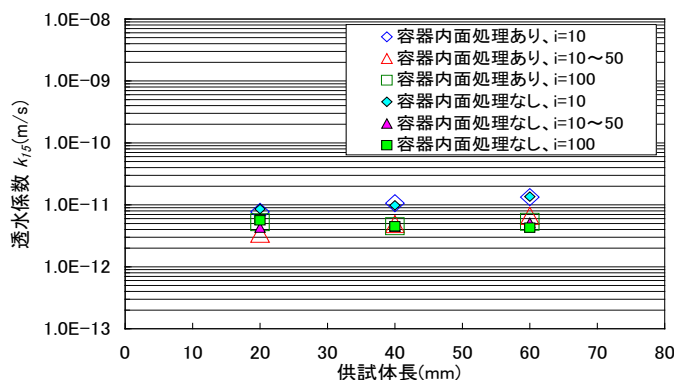


図-2 供試体長、動水勾配、試験容器内面の処理の有無による比較

キーワード：放射性廃棄物埋設設備、難透水性覆土、ベントナイト混合土、透水試験

連絡先：〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1/TEL:029-858-8810/FAX:029-858-8829

図-2には供試体長、動水勾配、試験容器内面の処理の有無による比較を示す。ここで、容器内面処理とは、容器内側の面と供試体との間からの浸水を防ぐために試料と壁面の密着性を高めるために容器の内側面の仕上りを粗くするような処理のことである。図-2からは、総じてこれらの影響は小さいが、図-1で見られた動水勾配が小さい方が透水係数が大きくなる傾向については、供試体長に関係なくいずれの供試長でも同様の傾向が見られる。

(2) 飽和促進の有無の影響確認：図-3には、飽和促進の有無の違いによる透水試験結果の比較を示す。この結果から、飽和促進（水浸脱気）を施しても得られる透水係数の値について差異はないこと、そして飽和促進を施すことにより透水係数は早く安定していることが分かる。

(3) 試験方法の違いによる影響確認：図-4には差圧型変水位透水試験の結果を示す。この試験では試験前に供試体の飽和促進を行い、動水勾配 $i=10$ で試験を行った。変水位透水試験の結果である図-3 とほぼ同じ透水係数の値が得られていることが分かる。図-5には三軸透水試験の結果（飽和促進あり）を示す。三軸透水試験の場合、拘束圧を負荷するため供試体が変形し拘束圧の値に応じて得られる透水係数の値が異なっていることが分かる。拘束圧が大きくなるほど透水係数の値は小さくなっている。そこで変形後の密度から有効モンモリロナイト密度を算出し、得られる透水係数との関係を既存値と比較した結果を図-6に示す。その結果、三軸透水試験で得られる透水係数は、有効拘束圧の影響による密度変化に整合していることが分かる。

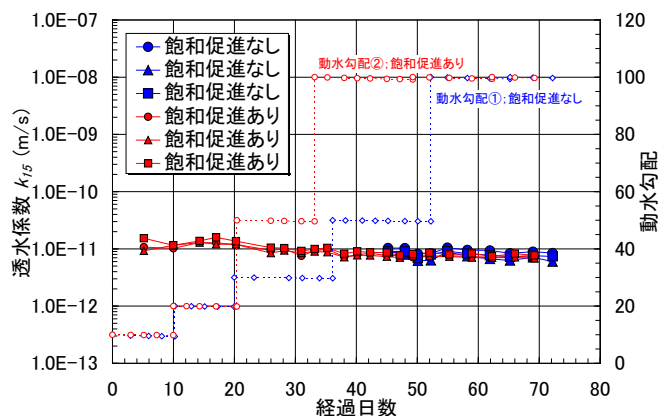


図-3 飽和促進の有無の影響；変水位透水試験結果

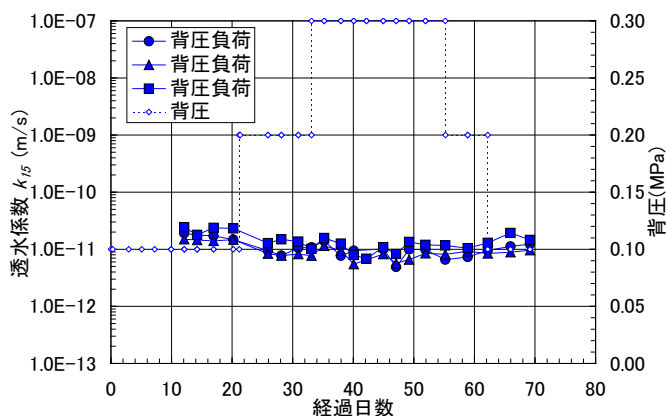


図-4 差圧型変水位透水試験結果

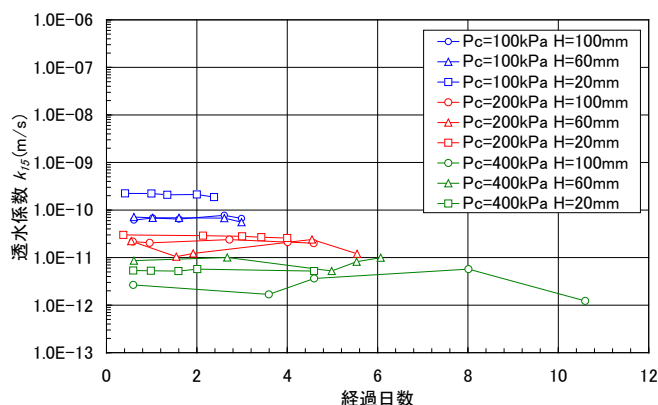


図-5 三軸透水試験結果

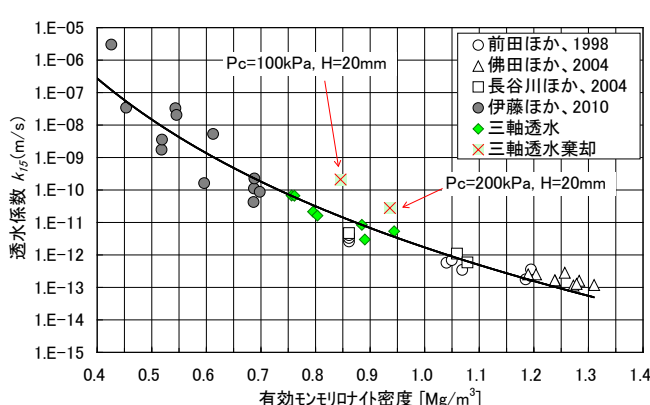


図-6 三軸透水試験結果と既存値の比較

4. まとめ

難透水性混合土を対象にした透水試験に関して、試験仕様や試験方法（変水位、差圧変水位、三軸）が結果に与える影響について確認を行った。その結果、いずれの試験で実施しても得られる透水係数には大きな差異はないことが分かった。ただし、三軸透水試験における有効拘束圧の影響については、十分に留意して試験を行う必要がある。

【参考文献】1) 前田ほか：カルシウム型化及びカルシウム型ベントナイトの基本特性—膨潤圧、透水係数、一軸圧縮強度及び弾性係数、PNC TN8410 98-021, 1998. 2) 佛田ほか：高圧圧密試験装置を用いたベントナイト系緩衝材の透水係数算出における試験方法の高度化、第39回地盤工学研究発表会、pp.1203-1204, 2004. 3) 長谷川ほか：ベントナイトの透水・浸潤特性への海水影響、電力中央研究所報告、研究報告 N04005, 2004. 4) 伊藤ほか：低配合ベントナイト混合土の長期状態変化を踏まえた設計手法に関する一考察、第65回年次学術講演会講演概要集、土木学会、CS7-017, 2010.