

ベントナイト碎石による処分場遮水工の施工管理 その3 透水試験

大成建設（株）正会員 ○守屋 雅之 藤原 斉郁 大久保 英也
小松 寛 須網 功二

1. はじめに

最終処分場の構造基準で必要とされる遮水層の仕様が規定されているが、更なる安全性を確保するための追加遮水層として、粒度調整したベントナイト碎石を使用するベントナイト碎石工法が適用されることも増えている。そこで、ベントナイト碎石の「試料採取方法」、「締固め密度」が透水係数に与える影響について検討を実施した。

2. 試料採取方法が透水係数に与える影響

(1) 目的

設置されるベントナイト碎石層の厚さは設計厚 10cm の事例が多く、一般的な試料採取方法であるブロックサンプリング（省略時ブロック記す）の場合、サンプリングに伴う掘削エリアが大きくなるため、施工が完了した遮水層への影響が大きいと考えられた。そこで、遮水層への影響を少ない方法として、ベントナイトを満たした鋼製リング（φ150mm H=50mm）を埋設し転圧後に掘り起こす方法¹⁾と転圧後にコアカッター法（φ100mm H=50mm）により試料を採取する方法を選定し、試料採取方法の違いによる透水係数への影響を確認した。

(2) 試料採取方法

実機レベルの転圧試験を実施し、敷均し厚 14cm、転圧時沈下量の変化が小さくなる転圧回数 4 回目の試料を採取した。試験の概要を表-1、試料採取状況を写真-1、採取試範囲のイメージを図-1 に示す。

表-1 転圧試験の概要²⁾

転圧機械	転圧回数	振動	敷均し厚	仕上がり厚
4t 振動ローラ	2,4,6,8,10 回	無・有	14 cm	10cm



写真-1 試料の採取状況（左: ブロック, 中: 鋼製リング, 右: コアカッター法）

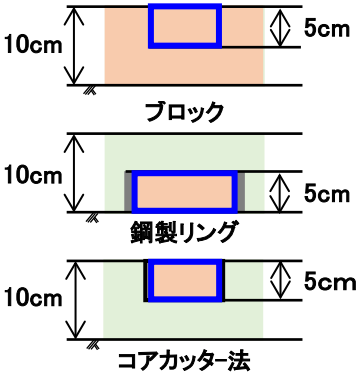


図-1 採取範囲イメージ
(青枠: 供試験体使用部)

(3) 透水試験

地盤工学会基準の「低透水材料透水試験方法（JGS 0312-2018）」の方法 2 に準拠して行った。

供試体設置状況を写真-2 に示す。

1) 供試体の緒元：試験に用いた供試体の緒元を表-2 に示す。両試験ケース共、鋼製リング埋設による供試体は、その他の試料採取方法に比べ、乾燥密度が小さく（間隙比が大きく）なる傾向にある。これは、試料採取深さがベントナイト碎石底面 5cm 上ま



写真-2

表-2 供試体の緒元一覧（試験前）

試験ケース	試料採取法	含水比 (%)	間隙比	乾燥密度 (g/cm³)	飽和度 (%)
無振動	B 法	18.04	0.871	1.390	53.8
	R 法	18.21	1.147	1.211	41.3
	C 法	17.22	0.931	1.347	48.1
有振動	B 法	16.55	0.764	1.474	56.3
	R 法	17.47	0.946	1.336	48.0
	C 法	16.29	0.829	1.421	51.1

注) B 法：ブロック, R 法：鋼製リング, C 法：コアカッター法

キーワード 最終処分場, ベントナイト碎石, ブロックサンプリング、コアカッター法、透水係数、乾燥密度

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設株式会社 TEL：03-5381-5194 E-mail：moriya@ce.taisei.co.jp

で、その他は表面から下 5cm までとなっていることによる転圧効果の大小、更には転圧時の鋼製リングによる内部の転圧への影響などが考えられる。

2) 透水試験結果

試験結果を図-2、図-3 に示す。また、最後 5 個データの平均を算定した結果を表-3 に示す。これより、ベントナイト碎石の透水係数は、 $k=1.0\times10^{-12}\text{m/s}$ オーダーの高い不透水性を有していること、試料採取方法の影響は、無振動に比べ有振動のほうが大きい傾向にあること、有振動のなかでは、鋼製リング埋設した場合の透水係数は、標準的な採取方法であるブロックサンプリングの試料よりも透水係数が大きいことが確認された。

3. 締固め密度が透水係数に与える影響について

ベントナイト碎石の透水係数は、同じ採取方法であれば密度が高い方が小さくなっている。そこで、密度の影響を調べるために、載荷装置を用いた静的な締固めによって、乾燥密度の異なる 3 種類の供試体を作成し透水試験を実施した。供試体の諸元を表-4、透水試験の結果を図-4 に示す。

これより、密度が透水係数に影響すると考えられるが、 1.2g/cm^3 以上あれば、 10^{-12}m/s オーダーの透水係数をもつことが確認された。

4. 考察

- (a) 試料採取方法の違いによる透水係数の差は殆どなかったが、乾燥密度で比較すると $\phi 150$ 鋼製リング埋設により得られた試料の乾燥密度が他の採取方法に比べ小さなものとなっていた。この理由としては、採取位置の違いや埋設したリングによる転圧への影響等が考えられる
- (b) 試料採取方法としては、ブロックサンプリングより簡便で同等な試料が得られ、さらに鋼製リングと同様に直接透水試験機に装着可能なコア Cutter 法が適しているものと考えられる。
- (c) 透水係数の密度依存性については、乾燥密度が大きいほど、つまり締まっているほど、透水係数は小さくなる傾向を示したが、前述の通り 10^{-12}m/s オーダーの範囲内で、有意といえるほど差はなかった。
- (d) 試料採取方法、締固め密度に着目したいずれの試験ケースにおいても 10^{-12}m/s オーダーの透水係数となった。これは、土質材料（粘性土）の遮水性能として基準省令に照らしても十分な値と言える。透水係数の優位な差が生じない理由として、ベントナイト碎石の透水係数の均一性が高いことが考えられる。
- (e) 1.2g/cm^3 以上あれば、 10^{-12}m/s オーダー透水係数になることが確認されたことから、乾燥密度が透水係数の品質管理における指標の一つになると考えられる。

参考文献

1) 柴崎 孝広・佐古田 又規・成島 誠一・大野 文雄・新井 靖典：安定型最終処分場におけるナチュラルブランケット工法の施工事例、第 26 回廃棄物資源循環学会研究発表会、2015

2) 守屋 雅之・大久保 英也・小松 寛・須網 功二・野本 裕：ベントナイト碎石による処分場遮水工の実証試験、第 50 回土木学会関東支部技術研究発表会、2023

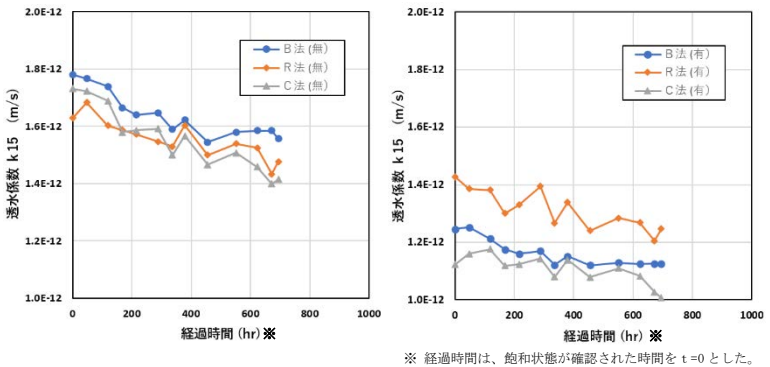


図-2 透水試験結果（無振動） 図-3 透水試験結果（有振動）

表-3 試料採取方法による透水係数 ($\times 10^{-12}\text{m/s}$) の比較

試験ケース	B 法	R 法	C 法
①無振動	1.570 (1.0)*	1.494 (0.95)	1.449 (0.92)
②有振動	1.125 (1.0)*	1.249 (1.11)	1.061 (0.94)
②/①	0.72	0.84	0.73

※ 括弧内の数値は、B 法の透水係数を 1.0 とした時の比率を示す。

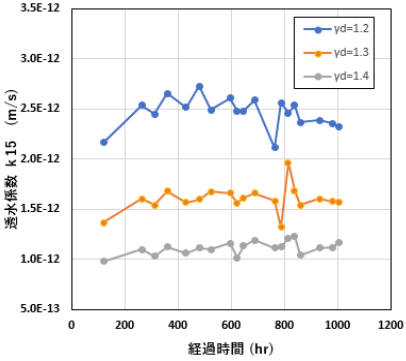


図-4 透水試験結果