

## 模擬坑道における埋め戻し材の巨視的透水係数の検討

安藤ハザマ 正会員 ○平井 哲 山田淳夫

原子力環境整備促進・資金管理センター 非会員 川久保政洋

### 1. はじめに

放射性廃棄物処分場の土質材料には、移行抑制機能を確保するための透水性能の指標として、巨視的透水係数(空間的なばらつきを考慮しても主要な部位ごとに全体として期待できる透水係数)<sup>1)</sup>を用いることが検討されている。本研究では、**図-1**に示す模擬坑道内において撒き出し・転圧工法による埋め戻し材(ベントナイト混合率 15%)の施工試験を実施し、埋め戻し材の乾燥密度のばらつきを考慮した巨視的透水係数を評価するために数値計算を実施した。

### 2. 巨視的透水係数の評価方法と計算条件

巨視的透水係数の評価は、**図-1**の模擬坑道内の転圧施工部を対象として、以下の手順で行った。

①現場密度試験(JIS A 1214)により埋め戻し材の乾燥密度を取得した。②乾燥密度の平均値と標準偏差(**図-2**)およびセミバリオグラム(**図-3**)を求めた。距離 0.5m~2.5m の範囲において乾燥密度のセミバリオグラムは距離との相関がみられないことから、乾燥密度の空間的相関性はないものとした。③乾燥密度の平均値と標準偏差を設定して累積確率分布を求めた。④転圧施工範囲をメッシュ分割し、全要素に対して③の累積確率分布と乱数(0~1)から乾燥密度を求め、転圧施工範囲の乾燥密度の空間分布を作成した(**図-4**)。⑤作成した乾燥密度の空間分布の全要素の乾燥密度について、室内試験で事前に求めた透水係数と乾燥密度の関係(**図-5**)を用いて透水係数に換算し、転圧施工範囲の透水係数の空間分布を作成した(**図-6**)。⑥作成した透水係数の空間分布を用いて、**図-7**の条件で浸透流解析を実施し、浸透流解析結果の通過流量  $Q$  と入力条件の通過面積  $A$  および動水勾配  $i$  を用いてダルシーの法則から透水係数  $k(=Q/A \cdot i)$  を求め、これを 1 空間分布当たりの巨視的透水係数とした。③~⑥の手順を 10,000 回繰り返し、10,000 個の空間分布の巨視的透水係数を総合して平均値および標準偏差等を求め、1 ケース当たりの巨視的透水係数として評価した。

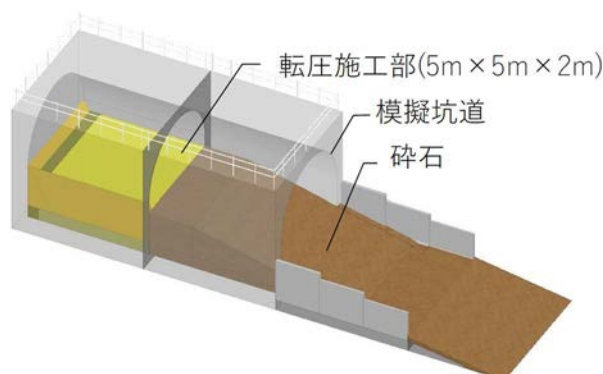


図-1 模擬坑道と転圧施工部

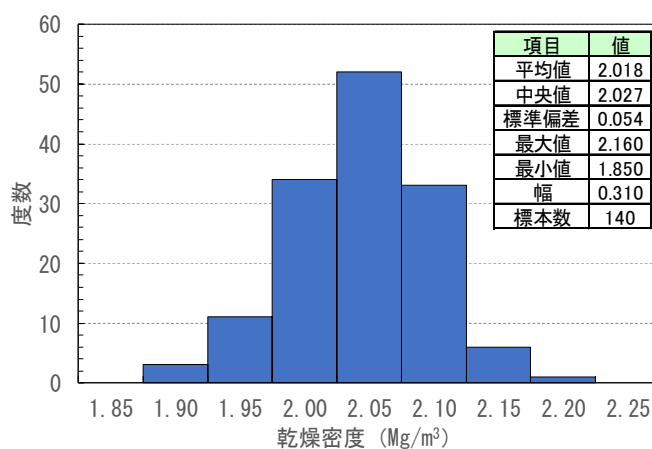


図-2 現場密度試験データ

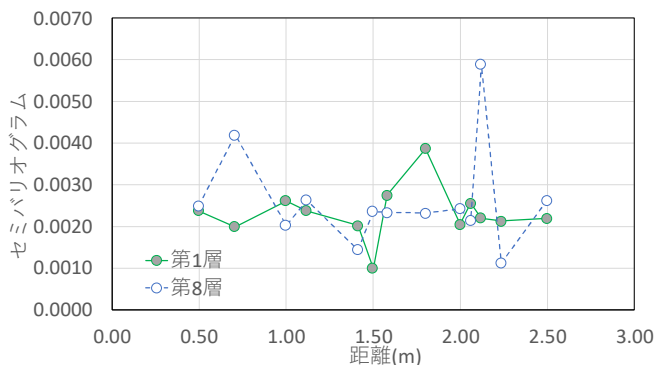


図-3 セミバリオグラム

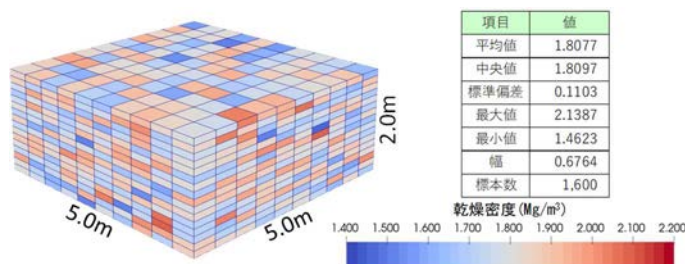


図-4 乾燥密度の空間分布の例(ケース 3)

キーワード 巨視的透水係数, ベントナイト混合土, 浸透流解析, 地盤統計学, 放射性廃棄物処分場  
連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1, TEL : 029-858-8810, E-mail : hirai.satoru@ad-hzm.co.jp

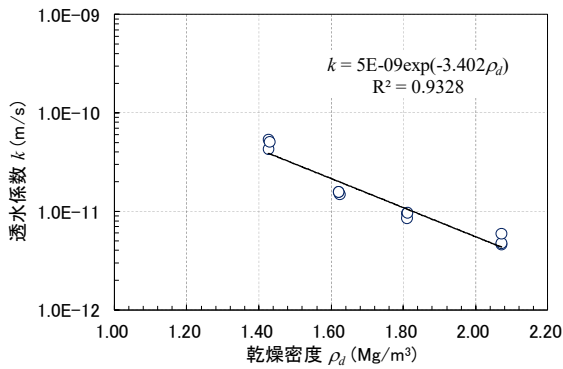


図-5 透水係数と乾燥密度の関係

3. 結果および考察

計算結果を表-2 に示す。巨視的透水係数の対数値は、いずれのケースも-12~-10(真数: 10<sup>-12</sup>~10<sup>-10</sup>m/s)を示し、十分な低透水性を有する結果となった。また、乾燥密度の平均値が同じケース(ケース2と3)において、乾燥密度の標準偏差を2倍に設定したケース(ケース3)の巨視的透水係数の対数値の平均値は、2倍にする前のケース(ケース2)の0.999倍(真数で1.03倍)であり、その変化量は小さかった。

図-8 に巨視的透水係数の計算結果で対数値が最も大きいケース3の透水係数の空間分布の要素単位の透水係数(図-6)および巨視的透水係数の対数値の頻度分布を示す。埋め戻し材の巨視的透水係数の標準偏差(表-2)は、乾燥密度の標準偏差(表-1)の1/26程度、要素単位の透水係数の対数値の標準偏差(図-8)に対しては1/39程度になる。このことは、ケース2からケース3のように乾燥密度の標準偏差が数倍になったとしても要素単位の透水係数や巨視的透水係数への影響が小さいことを意味している。

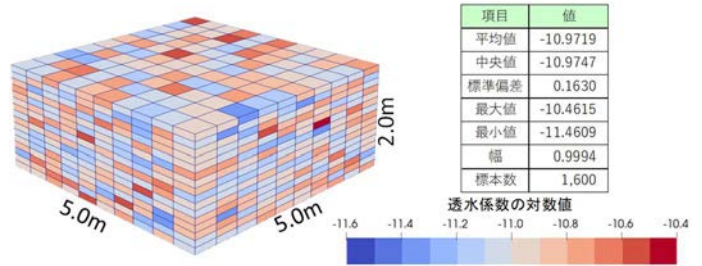
4. おわりに

模擬坑道の一部で実施した転圧施工試験結果を用いて巨視的透水係数の評価を行い、乾燥密度の標準偏差が2倍になったとしても巨視的透水係数に及ぼす影響は小さいことがわかった。今後、模擬坑道全体を対象に巨視的透水係数の評価を行うとともに、連続した低密度領域が巨視的透水係数に及ぼす影響についても検討を行う。

本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業「令和3年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業【JPJ007597】(地層処分施設閉鎖技術確証試験)」の成果の一部である。

参考文献

1) 原子力規制委員会ホームページ : <https://www.nsr.go.jp/data/000356647.pdf>,p46.



注) 本図の透水係数の対数値は、図-4の乾燥密度から換算した透水係数の対数値である。

図-6 透水係数の対数値の空間分布の例(ケース3)

表-1 解析ケース

ケース	乾燥密度(Mg/m³)		ケース設定の考え方
	平均値	標準偏差	
1	2.018	0.054	平均値・標準偏差は現場密度試験データの整理結果
2	1.810	0.054	平均値をケース1の90%とした場合
3	1.810	0.108	標準偏差をケース2の2倍とした場合

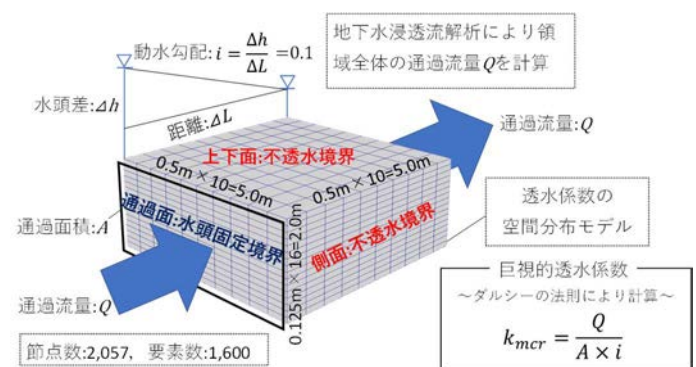


図-7 浸透流解析のメッシュと境界条件

表-2 巨視的透水係数の計算結果(m/sの対数値)

項目	単位	ケース1 <sup>※2</sup>	ケース2 <sup>※2</sup>	ケース3 <sup>※2</sup>
平均値	-	-11.2820	-10.9747	-10.9626
中央値	-	-11.2820	-10.9747	-10.9626
標準偏差	-	0.0020	0.0020	0.0041
最大値	-	-11.2736	-10.9663	-10.9459
最小値	-	-11.2907	-10.9834	-10.9801
幅 <sup>※1</sup>	-	0.0171	0.0171	0.0342
標本数	個	10,000	10,000	10,000

※1 幅: 最大値と最小値の差。

※2 表-1のケースに対応。

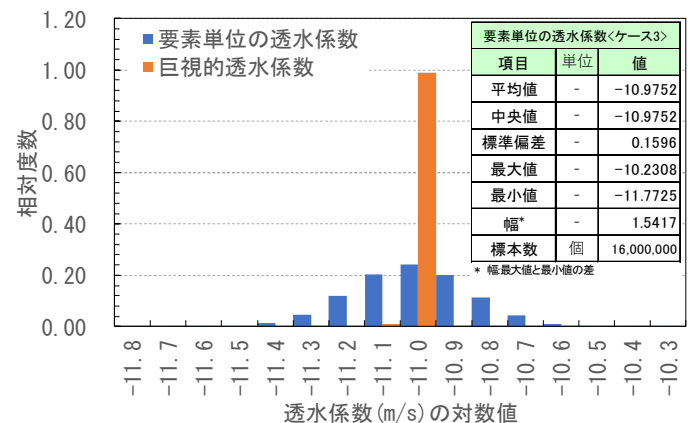


図-8 要素単位の透水係数と巨視的透水係数の比較