

低レベル放射性廃棄物処分施設における 難透水性覆土の品質評価方法に関する検討（その2） ー平均的な透水係数による品質評価方法の適用性の検討ー

日本原燃(株) 正会員 工藤 淳

東電設計(株) 正会員 田坂嘉章, 矢込吉則

鹿島建設(株) フェロー会員 森川誠司, 笹倉 剛, 正会員○並川 正, 須山泰宏

1. はじめに

前報文¹⁾では、低レベル放射性廃棄物処分における難透水性覆土の品質評価方法として、覆土全体の平均的な透水係数を評価する方法を覆土の試験施工データに基づいて検討し、計測による透水係数と平均的な透水係数の比較から、平均的な透水係数が計測による透水係数の局所的なばらつきに左右されにくく、難透水性覆土のより合理的な品質評価指標になり得る可能性を示した。本報文では、平均的な透水係数による品質評価方法を覆土の実際の施工に用いた場合の適用性を数値実験によって検討したので、その概要を報告する。

2. 平均的な透水係数の覆土の品質評価への適用性検討

前報文¹⁾で紹介した覆土の透水係数の不均質性を考慮した浸透流解析のモンテカルロシミュレーション(透水係数の対数平均値 $5.4 \times 10^{-11} \text{m/s}$ 、対数標準偏差 0.39、相関長 0.17m で平均的な透水係数の算術平均値 $7.2 \times 10^{-11} \text{m/s}$ 、対数標準偏差 0.0014 と算出された基本ケース) で用いた多数の試行解析モデルの中から1つを任意抽出し、これを不均質な透水係数を有する仮想的な覆土モデルとした。この覆土モデルに対し、図-1 および図-2 のように一定間隔(ここでは水平方向および高さ方向とも 5m 間隔)で透水係数を 14 箇所サンプリングし、これらを計測した透水係数とした。次に計測した透水係数の統計量(対数平均値・標準偏差・相関長)を求め、前報で示した浸透流解析のモンテカルロシミュレーションによって覆土の平均的な透水係数の統計量を算出した。その結果を表-1 に示す。計測間隔を 5m 間隔にしたため、本来の相関長 0.17m よりも相関長が大きく評価され、その結果平均的な透水係数の標準偏差 σ は 0.0014 から

0.13 と 2 オーダ大きくなっている。次に、計測点の近傍に図-3 に示すように計測を追加(今回は計測による透水係数が $10^{-10}(\text{m/s})$ よりも大きかった水平断面 A における 2 つの計測点から 0.6m 離れた 2×4 点=8 点のサンプリングを追加)し、22 点の計測した透水係数から改めて平均的な透水係数を求めた。この結果を表-1 の追加計測後の欄に示す。追加計測によって相互に近接した計測値が増えたため相関長が追加計測前より小さくなり、平均的な透水係数の標準偏差が追加計測前に比べ 1 オーダ小さくなった。平均的な透水係数の算術平均値+3 σ の結果を追加計測前後で比較す

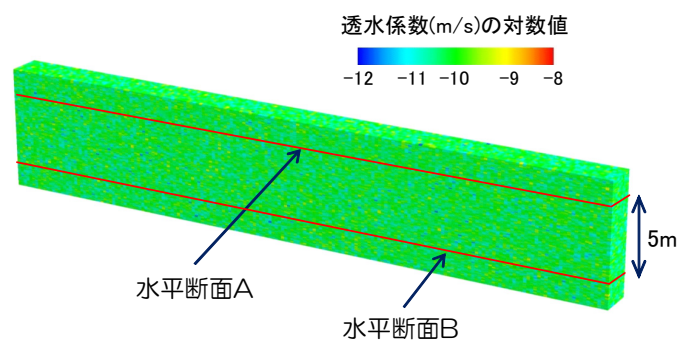


図-1 仮想的な覆土モデルとサンプリングした2断面

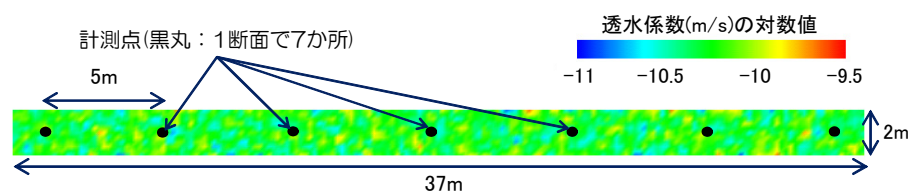


図-2 仮想的な覆土モデルの計測位置
(水平断面A、コンターは対数透水係数分布を表示)

キーワード 難透水性覆土、平均的な透水係数、モンテカルロシミュレーション、条件付きシミュレーション、品質評価、地球統計学
連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 KI ビル 鹿島建設(株)土木設計本部解析技術部 TEL:03-6229-6793

表-1 覆土のサンプリングによる透水係数と平均的な透水係数の追加計測前後の比較

覆土のサンプリングによる透水係数			覆土の平均的な透水係数		
	追加計測前	追加計測後		追加計測前	追加計測後
対数平均値(m/s)	4.1×10^{-11}	4.1×10^{-11}	算術平均値(m/s)	5.4×10^{-11}	5.4×10^{-11}
対数標準偏差	0.37	0.41	対数標準偏差(σ)	0.13	0.044
相関長(m)	12.7	2.3	平均値+3 σ (m/s)	1.3×10^{-10}	7.3×10^{-11}

ると、今回のケースでは、追加計測によって平均的な透水係数の算術平均値+3 σ が1/2程度に小さくなることわ
かる。

3. 条件付きシミュレーションによる平均的な透水係数の算出

これまでの平均的な透水係数の算出では、覆土の不均質な浸透流解析モデルを生成する際に、透水係数の対数
平均値、対数標準偏差、相関長を用いて確率場を生成し、モンテカルロシミュレーション(以下確率場シミュレ
ーションという)を行った。一方、図-1に示した覆土モデルではサンプリング位置での透水係数がわかっているた
め、この情報を用いることにより、より精度よく平均的な透水係数を求められることが考えられる。そこで、計
測位置ではサンプリングされた透水係数と一致させるように浸透流解析モデルを生成する条件付きシミュレー
ション²⁾を用い、その他は同じ条件で仮想的な覆土の平均的な透水係数を評価した。条件付きシミュレーションによ
る平均的な透水係数の算出結果を表-2に示す。確率場シミュレーションと比較し条件付きシミュレーションを用
いた場合、不確実性が低減

することで不均質モデル
の生成時に偏った透水係
数分布が発生しにくくな
り、平均的な透水係数のば
らつきが小さくなること
がわかる。

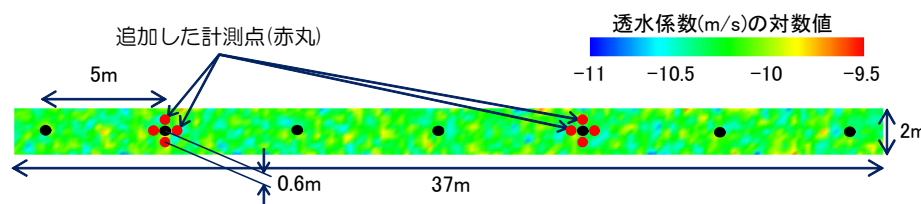


図-3 仮想的な覆土モデルの追加計測位置
(水平断面 A、コンターは対数透水係数分布を表示)

表-2 確率場シミュレーションと条件付きシミュレーションによる平均的な透水係数の追加計測前後の比較

確率場シミュレーションによる平均的な透水係数			条件付きシミュレーションによる平均的な透水係数		
	追加計測前	追加計測後		追加計測前	追加計測後
算術平均値(m/s)	5.4×10^{-11}	5.4×10^{-11}	算術平均値(m/s)	5.0×10^{-11}	5.2×10^{-11}
対数標準偏差(σ)	0.13	0.044	対数標準偏差(σ)	0.068	0.037
平均値+3 σ (m/s)	1.3×10^{-10}	7.3×10^{-11}	平均値+3 σ (m/s)	8.1×10^{-11}	6.7×10^{-11}

4. まとめ

以上の検討により、計測位置の近傍を追加計測することにより、平均的な透水係数の算術平均値や標準偏差の
推定精度が向上すること、また条件付きシミュレーションを用いることで、さらに合理的に平均的な透水係数を
算出できること等を示せた。これらの結果は、平均的な透水係数による覆土の品質管理方法を検討する際に資す
るものと考えられる。

参考文献 1) 低レベル放射性廃棄物処分施設における難透水性覆土の品質評価方法に関する検討(その1), 土木
学会第71回年次学術講演会論文集, 2016.9(投稿中) 2) 地盤統計学手法により不均質性を考慮した締固めたベン
トナイト地盤の透水性評価, 土木学会論文集 C, Vol.63 No.1, 207-223, 2007.2