

レーザースキャナによる放射性廃棄物処分施設の遮水層の非破壊密度推定

安藤ハザマ 正会員 ○石濱裕幸, 田嶋宏之, 永井裕之, 千々松正和

1. はじめに

図-1に示す低レベル放射性廃棄物処分施設の浅地中ピット処分施設では、廃棄物を収容するピットの外側に施設内への地下水の移行を抑制するために遮水層が設けられる。遮水層はベントナイト混合土で施工され、地下水の移行を抑制するために設定された透水係数を確保する必要がある。

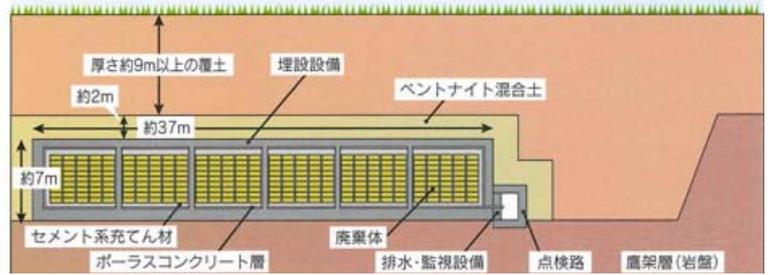


図-1 放射性廃棄物処分施設の断面図【日本原燃ホームページより】

ベントナイト混合土の透水係数は有効粘土密度と相関がある¹⁾ので、材料のベントナイト混合率、転圧後の密度から遮水層の透水係数を推定できる。遮水層の施工管理における計測頻度はまだ設定されていないが一般的な道路や造成よりも高頻度の計測が設定される可能性がある。

2. 目的

遮水層構築時に高頻度にサンプリングなどの破壊型計測を行うと施工速度の低下が著しくなると予想され、非破壊かつ効率のよい密度推定手法の開発が望まれる。非破壊での密度推定手法は様々なものが提案されているが、レーザースキャナを利用することで面的な高さ計測の効率化が期待できると考えられる²⁾。遮水層の施工厚さから密度を推定する方法により、遮水層の施工試験を実施しレーザースキャナと水準測量による高さ計測結果との比較および、高さ計測とかさ密度から推定した密度とサンプリングした材料による密度測定結果との比較を行った。

3. 遮水層の施工試験概要

図-2 に遮水層構築を模擬した施工試験のイメージを示す。ピットを模擬したコンクリート壁の側部にベントナイト混合土をアスファルトフィニッシャーにより敷き均し、コンバインドローラおよび小型振動ローラにより転圧する。転圧する際、ベントナイト混合土が側方に引き延ばされないように、コンクリート壁の反対側には押さえ盛土を施した。ベントナイト混合土はCa型ベントナイト

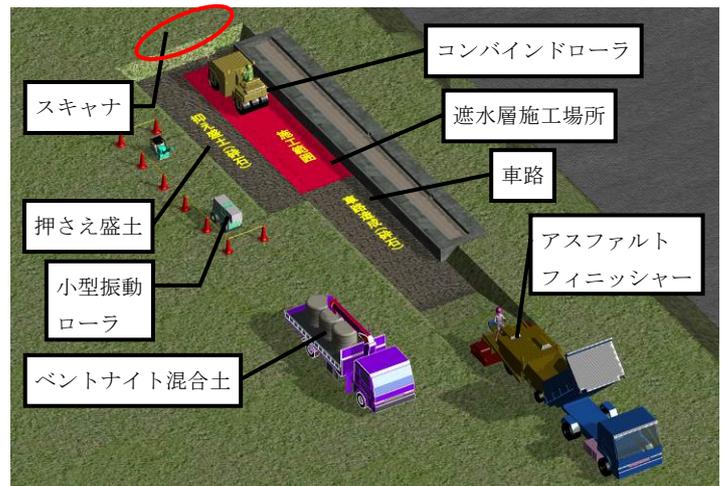


図-2 遮水層施工試験イメージ

表-1 高さ計測器の機能概要

		GLS1500	X330	TM50	備考
データ形式	専用形式	○	○	—	変換処理必要
	CSV	○	—	○	
任意座標系データ出力		○	—	○	
エリア指定スキャン		○	—	○	
ワンマンスキャン		○	○	△	△: オプション購入必要
スキャン速度(点/秒)		30,000	976,000	1	

4. 高さ計測に使用する機械

遮水層の高さ計測は1ピットずつ計測するものとする。幅 2m, 奥行き 40m 程度の範囲が対象となる。これは既往検討²⁾によると、計測範囲の片側から地上に設置したレーザースキャナ(LS)測定するものとする。精度が確保できるほぼ限界の距離となる。高さ計測には地上に設置したLS2種と自動旋回トータルステーション(TS)を使用した。それぞれの特徴を表-1に示す。LSは測定エリアを指定できるトプコン GLS1500と、全球を高速で取得する FARO X330を使用した。

キーワード：放射性廃棄物埋設設備, ベントナイト混合土, 品質管理, 非破壊測定

連絡先：〒107-8658 東京都港区赤坂6-1-20/TEL:03-6234-3670/FAX:03-6234-3704

GLS1500 は入手性に劣るが、エリアを設定することで短時間でスキヤンが可能で、設定した工事座標でのデータが即時に確認できる。X330 は入手、操作が容易でスキヤン速度も非常に速いが、データ形式が独自で全球のデータを一度に取得するのでデータ取得後に PC 処理を要し、結果の即時性がない。自動巡回 TS は低コストで調達可能なライカ TM50 を使用した。エリアを指定し、設定した工事座標でのデータ取得が可能だが、一点あたりの計測時間が長いため、計測点をピンポイントで指定する設定とした。

5. 高さ計測概要

敷き均し後と転圧後にそれぞれ高さ計測と材料サンプリングを行った。サンプリング密度と比較するため、高さ計測は図-3 に示すように、A1~D5 の 20 点を測定点としてサンプリングに使用するシンウォールサンプラー径と同程度の、半径 5cm の範囲の計測値を平均することとした。ただし TM50 の計測結果は基準点からの測定点割り当てがうまく機能せず、半径 5cm 以内に計測値がない箇所が多かったため、半径 15cm 以内の値を使用した。X330 は PC 処理を伴うので変換にあわせて間引き処理も同時に行った。

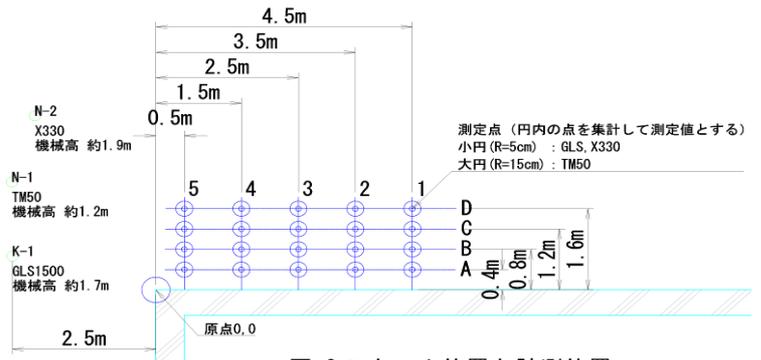


図-3 スキャナ位置と計測位置

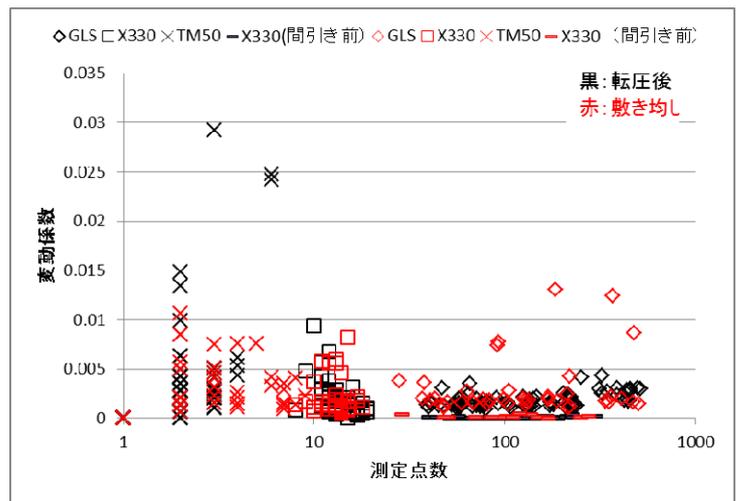


図-4 測定値のばらつき

6. 高さ計測結果

図-4 に図-3 の測定点毎の円内の計測値の数と標高の変動係数を示す。全体的にばらつきは小さい。敷き均し後は計測点数にかかわらずばらつきは同程度だが、転圧後は一定以上の点数になるとばらつきが少なくなる。

7. 密度推定結果

高さ計測結果から求めた施工層厚とかさ密度より密度を推定した結果を図-5 に示す。スキャナからの距離 3m の測定点の密度推定結果とサンプリングでの密度試験結果の差が大きい。これは敷き均し後の高さ測定結果がスキャナでは高めに、レベルでは低めに計測されたことが影響していると思われる。そこで距離 3m のデータを除いて再比較を行った結果を表-2 に示す。TM50 以外はサンプリング密度に近い結果が得られた。

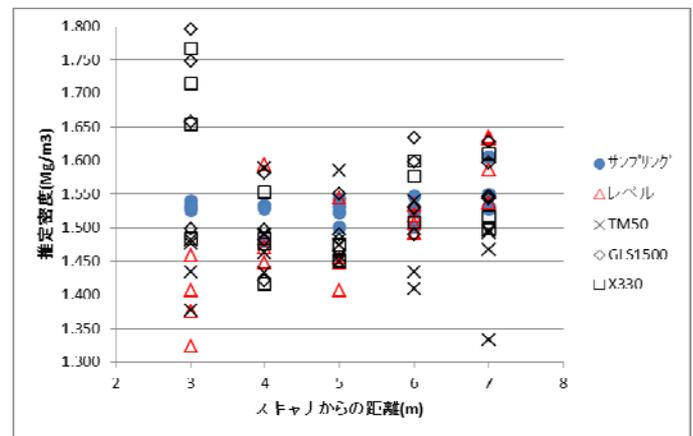


図-5 サンプリング密度と推定密度

表-2 サンプリング密度と推定密度の比較

	サンプリング	レベル	TM50	GLS1500	X330
平均値	1.530	1.519	1.475	1.534	1.509
中央値	1.530	1.514	1.468	1.536	1.500
標準偏差	0.027	0.068	0.065	0.062	0.060
変動係数	0.017	0.045	0.044	0.040	0.040
最大値	1.605	1.635	1.589	1.634	1.611
最小値	1.480	1.407	1.334	1.421	1.416
幅	0.125	0.229	0.255	0.213	0.194
標本数	16	16	15	16	13

8. おわりに

ベントナイト混合土による遮水層構築時の密度管理方法として、施工層厚とかさ密度による推定のために、レーザースキャナによる方法を試行した。測定点毎の密度推定精度は改善が必要と思われるが、測定点全体ではサンプリング密度に近い結果が得られたことから、遮水層の密度管理に適用できる可能性がある。

【参考文献】

- 1) 土木学会：余裕深度処分における地下施設の設計、品質管理および検査の考え方, p.151, 2009
- 2) 村山盛行ほか：3次元レーザースキャナーを用いた路面形状計測に関する検討, 土木学会第 63 回年次学術講演会