

ベントナイト混合土の現場締固め特性について

大林組技術研究所 正員 日笠山徹巳 正員 鳥井原誠
松尾龍之

1. まえがき

著者らは、廃棄物最終処分場のしゃ水構造のひとつである土質材料による難透水層（土質しゃ水層）とシートを合わせたしゃ水構造の内、土質しゃ水層の設計や施工、品質管理に関する研究を行っている。土質しゃ水層構築に当たって、常に懸念されるのが斜面部の締固めである。そこで、既存の締固め機械（振動コンパクタ、小型振動ローラ、湿地ブルドーザ）によるベントナイト混合土の締固め特性を調査・把握し、これらの機械を用いた効率の良い施工法を見いだすために、現場締固め試験を実施した。本文は、この試験より得られた知見を述べる。

2. 材料の基本物性

試験で用いた土砂は、細粒分を17%程度含有する山砂であり、ベントナイト混合土はこの山砂に乾燥質量比で10%のベントナイトを混合したものである。これらの基本物性を表-1に示す。なお、使用したベントナイトはNa型（#250）である。

3. 試験要領

3.1 施工機械及び締固めヤード 試験で用いた施工機械を表-2に示し、締固めヤードの概要を図-2に示す。また、写真-1にバックホウに装着した振動コンパクタ（油圧式）を示す。

3.2 現場測定項目 測定項目を表-3にまとめて示す。

4. 試験結果及び考察

4.1 転圧回数と現場密度の関係 現場より採取したコアの締固め度（3深度の平均）と締固め時間及び転圧回数との関係を示す。

表-1 試料の基本物性

項目		山砂	混合土
一般 粒度 特性	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.654	2.647
	自然含水比 w_n (%)	9.6	12.8
	最大粒径 D_{max} (mm)	9.5	9.5
	平均粒径 D_{50} (mm)	0.739	0.489
	細粒分含有率 (%)	17.0	29.0
	均等係数 U_c	37.6	596
	曲率係数 U'_c	1.49	6.53
分類	分類名	細粒分質礫質土	細粒分質礫質土
	分類記号	(SFG)	(SFG)
締固め	試験法	A-c	A-c
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.857	1.840
	最適含水比 w_{opt} (%)	14.7	13.5
透水	透水係数 k_{15} (cm/s)	7.25E-04	5.60E-09

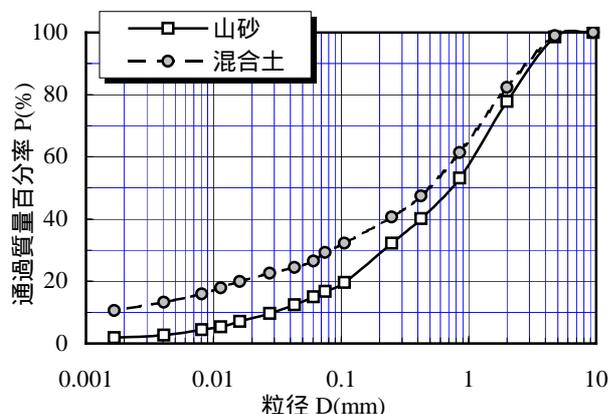


図-1 粒径加積曲線

表-2 施工機械

区分	機械名	仕様
混合	ミキサ	容量0.5m ³
敷均し	バックホウ	容量0.45m ³
締固め	振動コンパクタ	質量0.6t、起振力50kN、転圧面68.5×76cm
	振動ローラ	質量1.0t、起振力40kN、転圧幅75cm
	湿地ブルドーザ	質量15t、接地圧27.5kN/m ²

表-3 現場測定項目

区分	試験名	1ヤードあたりの頻度
一般	含水比	1点
	土粒子の密度	1点
	メチレンブルー吸着試験	1点
現場密度	RI密度（透過型）	3回×3点=9点
	コア密度（ノギス法）	3深度×3点=9点
透水	ブロックサンプリング法	1点

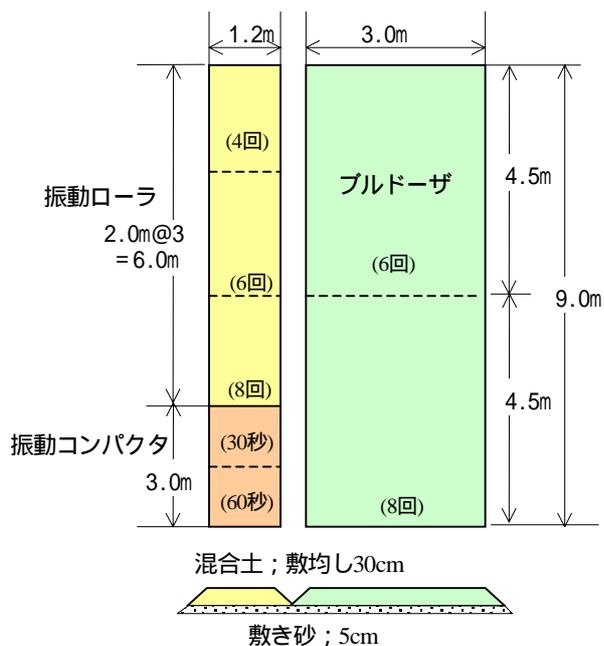


図-2 現場締固めヤードの概要

キーワード；砂質土、ベントナイト、締固め、密度、野外試験、機械

連絡先；〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 TEL 0424-95-0910 FAX 0424-95-0903

なお、同図には、初期地盤の締固め度としてRI法による値を採用し、近似曲線を引いた。

この図より、転圧回数（時間）の増加に伴い、締固め度は増加し、締固め度90%に達するのに振動コンパクタは30秒、振動ローラ及びブルドーザでは6回、8回である。

4.2 RI密度とコア密度の関係 RI密度計測とコア密度計測より得られた締固め密度 D_c の関係を図-4に示す。

両法を比較すると、コア密度計測が若干大きめの密度を示す。これはRI法が地盤の平均的な密度を評価するのに対し、コア密度法は成形作業の影響を受けたためではないかと思われる。

4.3 締固め度の深度分布 3種類の締固め機械による締固め度の深度分布を図-5に示す。

この図より、振動コンパクタは深度方向に一樣に締まっているのに対し、振動ローラは表層のみを締めるに過ぎないことがわかる。一方、ブルドーザは深度方向に密度勾配を有した締固め特性を呈している。今回使用した振動ローラは斜面施工を想定し、小型(1t)を採用したが、このクラスでは振動エネルギーがベントナイト混合土の粘性も相まって、深部に十分伝達しなかったものと考えられる。一方、ブルドーザは、振動ローラに比べて表層の締固め度は小さいものの、質量(15t)の影響もあり、深度への締固め効果が見られる。

なお、透水試験は、現地よりサンプリングした供試体(10cm×h10cm)を用いて、現在、変水位法(JGS 0311)にて実施中である。

5. まとめ

斜面締固めを想定した施工機械の現場締固め特性より、振動コンパクタで深部まで締固めて、さらに小型振動ローラで表層を転圧するのが効率的ではないかと考える。しかしながら、今後、実用化に向けて実斜面において振動コンパクタの締固め特性や施工性能を検証し、締固めエネルギーの制御方法(転圧面積、油圧制御方法、等)を検討する必要がある。



写真-1 バックホウに装着した振動コンパクタ

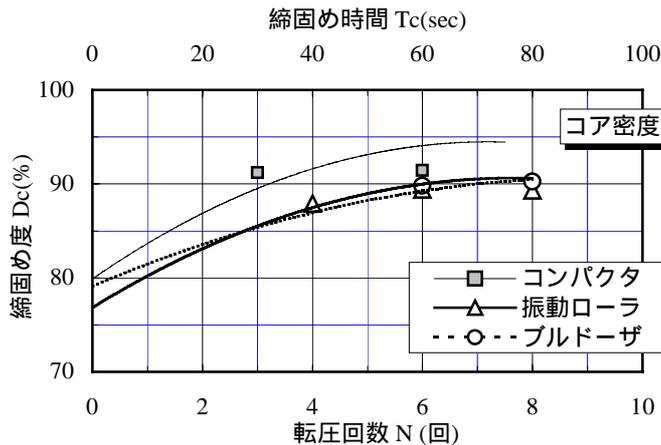


図-3 転圧回数とコア密度の締固め度の関係

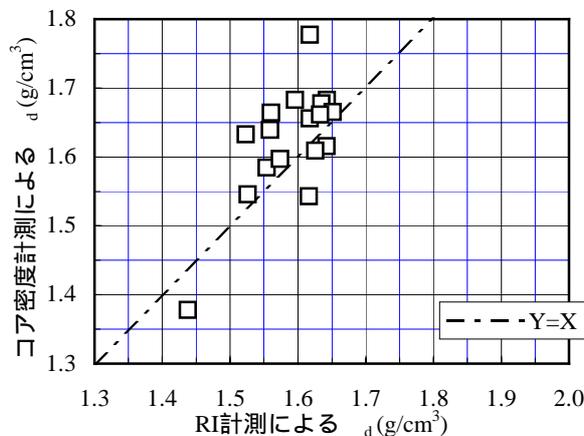


図-4 RI密度とコア密度の関係

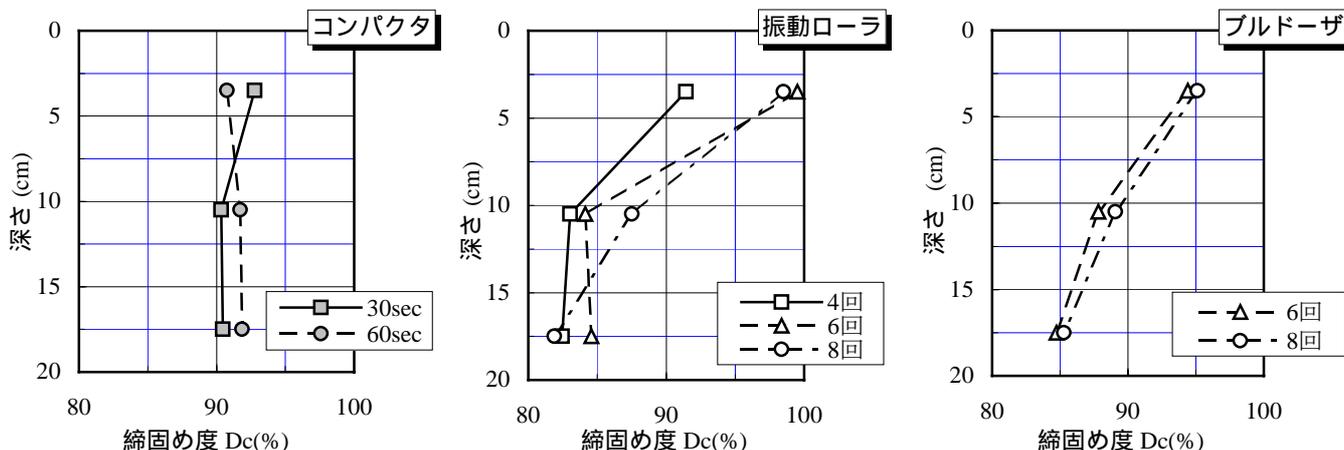


図-5 締固め度 D_c の深度分布