

ベントナイト系緩衝材の締固め管理への小型 FWD 試験の適用性について (その 1)

大成建設(株) 正会員 ○森川義人 大成建設(株) 正会員 根木政広
 大成建設(株) 正会員 藤原斉郁 大成建設(株) 正会員 三角真貴子
 大成ロテック(株) 正会員 城本政一 (株)東京測器研究所 正会員 大石浩晶
 東京電機大学 フェロー会員 松井邦人

1. はじめに

地下 50～100m のトンネル内に放射性廃棄体を埋設する余裕深度処分埋設施設の断面は、図-1 に示すようにコンクリートピット、低拡散層、低透水層および埋戻し材などの人工バリアにより廃棄体を包囲し、閉塞する計画となっている。これらの人工バリアの中でも、ベントナイト系材料からなる低透水層（ベントナイト系緩衝材）の側部は、低拡散層と埋戻し材（覆工コンクリート）で挟まれた幅約 1m の狭隘な条件下での施工が要求され、かつ所定の遮水性を満足する品質管理が要求されている。この低透水層の施工は、ベントナイト系材料による締固め施工の有効性が認められており、締固め密度管理が重要な管理項目となっている。

施工時の現場密度管理（確認）手法としては、通常の土工事等で実施される砂置換法や RI 法は、緩衝材に損傷を与えるのみならず、損傷部の適切な補修が要求されることから、多数箇所の試験適用は極めて難しい。また、RI 法は廃棄体の放射線が散乱している環境下ではバックグラウンドの較正などの問題が予想される。そこで、締固め密度の非破壊的締固め管理手法として小型 FWD 試験の適用性について実験的検討を行った。

2. 模擬土層実験による小型 FWD 試験

小型 FWD 試験は、動的载荷により载荷地盤の地盤反力係数 K 値や弾性係数 E を得ることができる可搬性に優れた平板载荷試験の一種である。ベントナイト系緩衝材は、締固め材料としてその適用が有力とされているベントナイト原鉱石加水調整造粒物であるクニゲル GX（クミネ工業製）を用いた。実験に使用したクニゲル GX の物理的性質を表-1 に示す。実験は、緩衝材側部の実施工条件を模擬するため、コンクリートピット内の側壁を利用した土層を作製しクニゲル GX の撒き出し、締固めにより全 7 層からなる土層を作製した。小型 FWD 試験は、各層毎に試験を実施し、低拡散層もしくはコンクリート覆工の壁を模擬したコンクリートピット側壁近傍における载荷とそれらの影響のない一般部において試験データの比較検討を行った。小型 FWD 試験機を図-1 に示す。実験概要図を図-2 に、実験土層の载荷位置平面図を図-3 に示す。なお、締固め転圧されたクニゲル GX の表面は比較的硬質のため、良好な平坦性が確保されないと試験データの精度に多大な

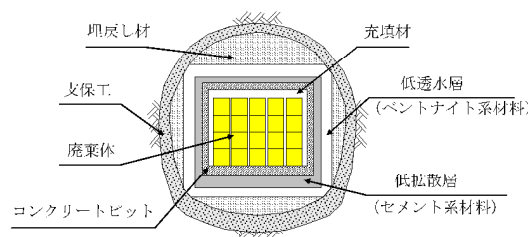


図-1 余裕深度処分埋設施設

表-1 クニゲル GX（乾燥品）の物理的性質

Moisture content (after adjustment)	8.1% (20.8%)
Particle size	10 mm max
Swell index	15.0 mL/2g
Plastic limit	21.2%
Methylene blue index	65.0 mmol/100g



図-1 小型 FWD 試験機

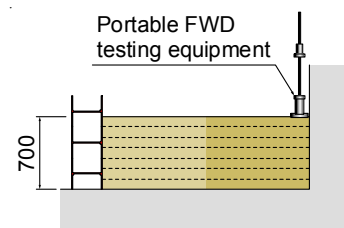


図-2 実験概要図（断面）

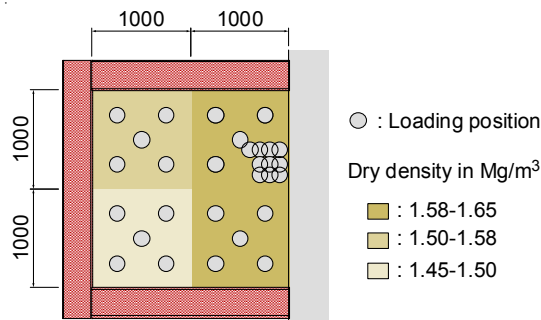


図-3 実験土層载荷位置平面図

キーワード 緩衝材, 小型 FWD 試験, 乾燥密度, 地盤反力係数

連絡先 〒163-6009 東京都新宿区西新宿 6-8-1 大成建設株式会社 原子力本部 TEL03-5381-5315

影響を与える。従って、常に均一で水平な仕上がり面となる載荷面の処理が非常に重要であることから、本実験では、専用の載荷面処理機を作製し、切削精度 10mm 以内での管理を行った。

3. 地盤反力係数 $K_{p,FWD}$ による締固め密度管理

小型 FWD 試験では、JIS A 1215 の道路平板載荷試験 K_{30} 相当となる地盤反力係数 $K_{p,FWD}$ を得ることができる。本実験では、クニゲル GX の締固め密度を小型 FWD 試験で得られる地盤反力係数 $K_{p,FWD}$ を指標値として適用できるかを検討した。ベントナイト系緩衝材の締固め管理値は乾燥密度 $\gamma_d = 1.6 \pm 0.1 \text{ Mg/m}^3$ に設定されている。1) 本実験では乾燥密度 $1.4 < \gamma_d \leq 1.7 \text{ Mg/m}^3$ の範囲で締固め密度の異なる土層を作製し小型 FWD 試験を実施した。試験で得られた全層の地盤反力係数 $K_{p,FWD}$ と載荷面直下（載荷面層）の乾燥密度 γ_d の関係を図-4 に示す。また、締固め各層毎の地盤反力係数 $K_{p,FWD}$ と乾燥密度 γ_d の関係について第 2～5 層の結果を図-5～図-8 に示す。小型 FWD 試験による地盤反力係数 $K_{p,FWD}$ と乾燥密度 γ_d の関係は、各層毎に比較的良好な相関性が得られることを確認した。締固め層厚の増加に伴う相関勾配の変化も想定（次第に緩勾配になる）した結果が得られた。データのばらつきは、材料内の鉱物塊の含有率、載荷面の含水状態の影響が考えられ、品質管理項目として検討したい。

4. 側壁近傍載荷時の影響

コンクリート側壁近傍における小型 FWD 試験への影響を評価するため、側壁近傍載荷（図-9）と一般部（側壁の影響のない）載荷を比較した。小型 FWD 載荷位置の変位と外部変位計の変位について壁体からの距離で整理したものを図-10、図-11 に示す。側壁近傍部の小型 FWD データへの影響を観察すると、壁体からの距離によりたわみ角（ D_0 - D_1 - D_2 、 D_0 - D_3 - D_4 ）の変化に特徴が見られ、層厚による違いが顕著である。特に、第 1 層のたわみ角が壁体から 20cm 以内で大きいことが判明した。

5. まとめ

現在、本実験の小型 FWD 試験データの波形解析と解析作業を進めており、試験条件を考慮した小型 FWD 試験による K 値指標による非破壊的密度管理手法の確立に向け、データの収集・解析と解析を行なう予定である。

参考文献

- 1) 財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター：管理型処分技術調査等 地下空洞型処分施設性能確認試験；pp2-77, 2007.3

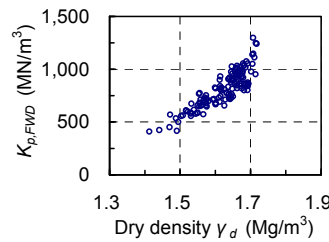


図-4 γ_d - $K_{p,FWD}$ 関係図
(全データ)

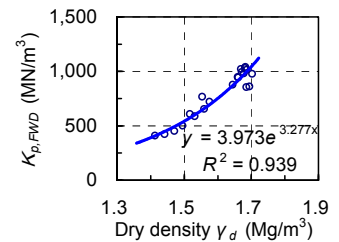


図-5 γ_d - $K_{p,FWD}$ 関係図
(第 2 層)

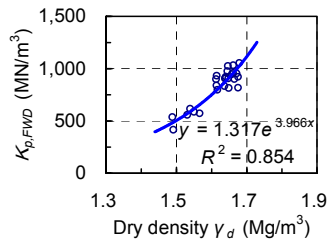


図-6 γ_d - $K_{p,FWD}$ 関係図
(第 3 層)

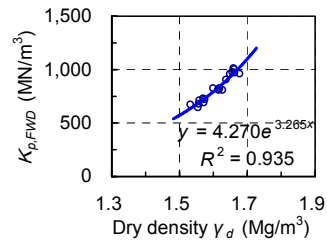


図-7 γ_d - $K_{p,FWD}$ 関係図
(第 4 層)

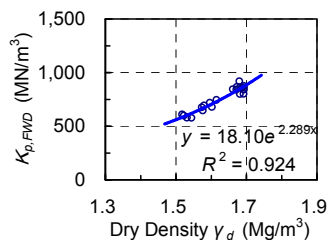


図-8 γ_d - $K_{p,FWD}$ 関係図
(第 5 層)

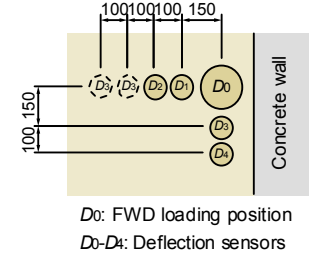


図-9 小型 FWD および外部変位計配置図

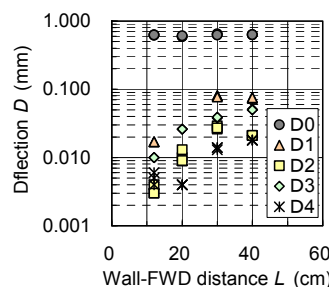


図-10 距離 L-変位 D 関係
図 (第 1 層)

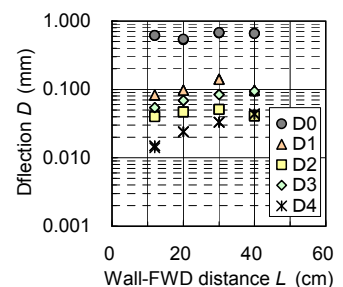


図-11 距離 L-変位 D 関係
図 (第 3 層)