

余裕深度処分における底部ベントナイト層の現場施工に関する検討 (その1)

—大型重機による施工の成立性と品質管理—

大成建設 (株) 正会員 ○石原 輝行, 五十嵐 孝文, 藤原 斉郁
 日本原燃 (株) 正会員 村上 利一
 東電設計 (株) 正会員 谷 智之

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分施設では, 所定の遮水性能を有する低透水層の人工バリア構築が必要とされている. 人工バリア材は, 高密度に締固められた100%ベントナイトの使用が見込まれている. このうち, 廃棄体埋設ピット下に配置される「底部ベントナイト層」の現場施工について, 余裕深度処分施設試験坑道の環境下において検討を行った. 底部ベントナイト層は施工幅10m以上の平面的な広がりを持つ部位であるため, 大型振動ローラを主とし, 一部小型振動ローラを用いて, 施工方法・施工手順の検討および品質管理に関する検討を行った.

本稿では, 大型重機による施工の成立性確認および品質管理に関する試験の結果について述べる.

2. 試験概要

本試験では, 余裕深度処分施設試験坑道内にて大型振動ローラを主として用いた底部ベントナイト層 (延長約12m, 幅約6m, 層厚1m) の転圧締固め施工を実施した. ベントナイト材はクニゲルGXとし, 坑道外に設置したパン型強制混合造粒ミキサーにより加水調整したものを用いた. 材料の含水比目標値は18.5%, 21.0%の2種類, 1層の仕上がり厚が10cm, 20cmの2種類について, 目標透水係数から設定された目標密度 (有効粘土乾燥密度 1.6Mg/m^3) を設定し, 密度達成性などの施工の成立性について検証した.

試験ヤードの配置図を図-1に, 試験に用いた大型振動ローラ (19t), 小型振動ローラ (2.5t) の諸元を表-1および表-2に, 予備試験により設定した本試験での施工手順を図-2に示す. 主として初期転圧回数の低減を目標とした. 妻壁近傍, 側壁近傍部は, 大型の振動ローラの寄りつきが困難であるため, 小型の振動トレンチローラ (タンピング型) による締固め施工を実施した.

3. 試験結果

(1) 密度達成状況

撒き出しから転圧締固め過程における層厚のレベル測量による測定結果の一部を図-3に示す. 転圧締固め施工は, 撒き出し厚約16cm, 仕上がり厚約10cmを目標に実施し, 代表的な転圧方法として, 予備転圧2pass (1往復) ~ 初期転圧8pass (4往復) ~ キーワード 底部ベントナイト, 締固め, 低透水層, 振動ローラ, 振動計測

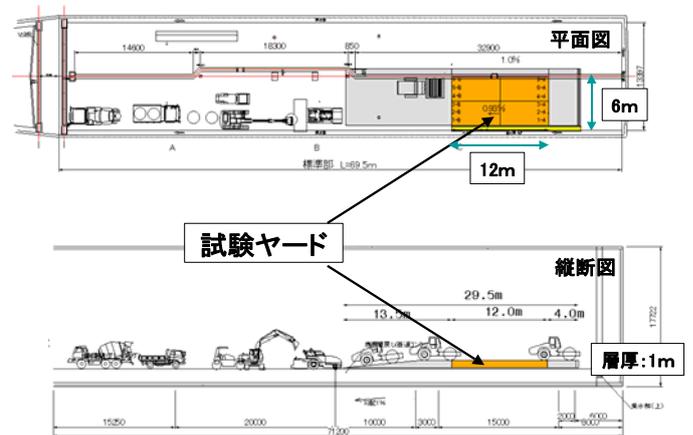


図-1 試験ヤード配置図

表-1 大型振動ローラ諸元

寸法(mm)	5,250×2,530×2,910 (全長×全幅×全高)
運転重量	19,000kg
起振力/振動数	343kN/23Hz (低振幅28Hz)
加振振幅 (高振幅/低振幅)	2.3/1.8mm
走行速度 (低速/高速)	0~4/0~10km/h

表-2 小型振動ローラ諸元

寸法(mm)	2,625×1,290×1,570 (全長×全幅×全高)
運転重量	2,450kg
起振力/振動数	20.6kN/55Hz
走行速度 (低速/高速)	0~8.5/0~11km/h

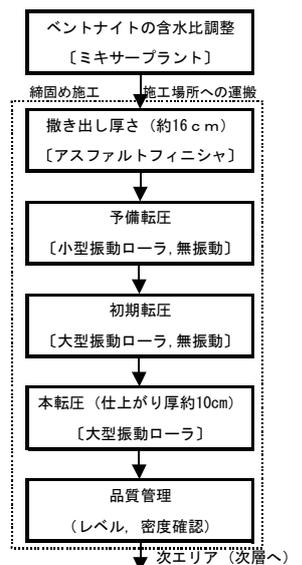


図-2 施工手順

本転圧6 pass (3往復) の例を示す。転圧が進むにつれ、各層ともほぼ同様の層厚変化を示した。締め固め施工完了後の密度測定結果の一部を図-4～図-6に示す。仕上がり厚約10cmの場合は、調整含水比18.5%、21%の場合ともに、目標とする平均乾燥密度 $1.6\text{Mg}/\text{m}^3$ を満足する見通しを得た。

密度分布の状況から含水比18.5%よりも21%の場合がばらつきが小さい結果を得た。また、21%の場合は、仕上がり厚18cmでも目標とする平均乾燥密度を達成できることから、今後は21%での施工が望ましいことが分かった。

(2) 振動計測

余裕深度処分を対象とした場合、大型振動ローラの振動が底版コンクリートなど地下空洞内の周辺構造物に影響を与えることが懸念されたため、底部ベントナイト層下部の底版コンクリートに設置した加速度計により転圧時の加速度の測定を行った。加速度の最大値を示した1層目6 pass 時の振動ローラ走行時の加速度測定結果（最大値約0.71G）を図-7に、速度算出値（2方向成分合成値）（最大約0.77kine）を図-8に示す。測定値は、試験坑道内で設定されている計測管理値（加速度12G、速度6kine）を大きく下回る結果となり、大型振動ローラの振動の影響が小さいことが分かった。ここで計測管理値は、弾性波の伝播により媒質内に生じる応力と弾性波伝播速度、媒質の振動速度の関係式から設定された。

(3) 品質管理

施工完了後の密度測定については、①コア採取による密度測定（パラフィン法による体積測定）、②表面透過型RI法、③表面散乱型RI法、④小型FWD試験等の異なる方法による測定を実施した。コア採取による密度測定は、密度測定値の信頼性の点で最も有効であるが、乾燥密度測定やコア採取に時間を要する等の課題がある。

迅速法としての表面透過型RI法は、コア供試体の乾燥密度に対し±3%程度の誤差範囲となることが確認された。また、表面散乱型RI法は、別途含水比を測定する必要がある点が課題である。

品質管理のための手法については、コア採取による密度測定と迅速法を併用し、コアを採取する箇所を極力少なくすることが望ましい。また、施工部位（一般部、壁近傍部）に応じた品質管理手法の選定が必要であると考えられる。

4. おわりに

本試験により、大型振動ローラを用いた底部ベントナイト層の施工方法および施工後の品質管理方法の見通しが得られた。具体的な施工方法として、調整含水比21%、仕上がり厚18cm、予備転圧（小型振動ローラ、無振動）2 pass、初期転圧（大型振動ローラ、無振動）4 pass、本転圧（大型振動ローラ、振動）6 passが望ましいと考えられた。

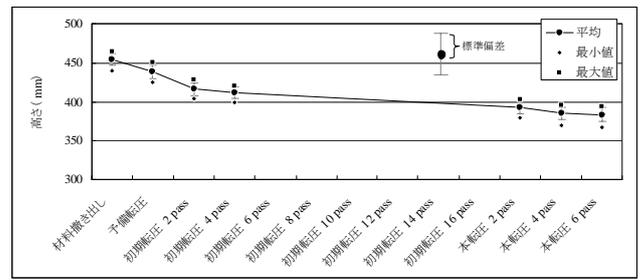


図-3 転圧による層厚変化

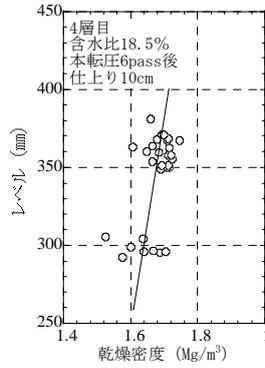


図-4 密度分布（層厚10cm, 含水比18.5%）

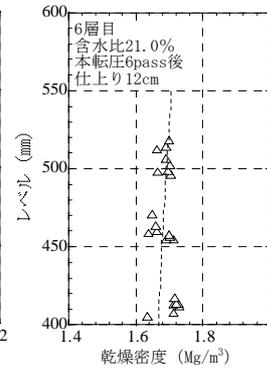


図-5 密度分布（層厚10cm, 含水比21%）

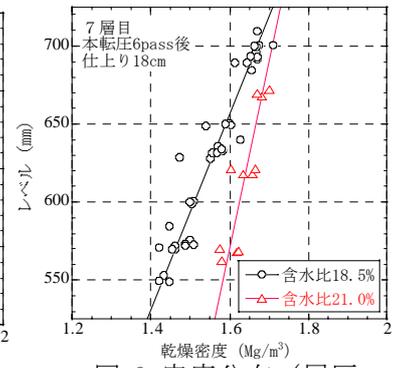


図-6 密度分布（層厚20cm, 含水比18.5%, 21%）

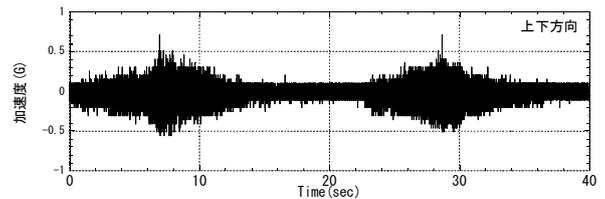


図-7 加速度計測結果（1層目、6パス）

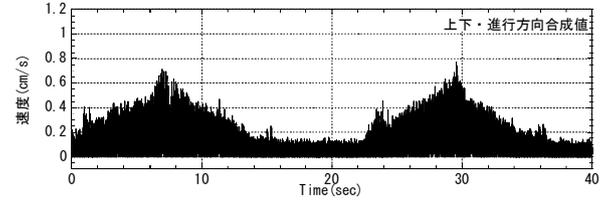


図-8 速度算出結果（2方向成分合成値）