狭隘部におけるベントナイト締固めによる側部緩衝材（低透水層）の施工性確認
－地下空洞型処分施設性能確証試験による－

（公財）原子力環境整備促進・資金管理センター　正会員　○中島貴弘、非会員　織田信明
ハザマ　正会員　千々松正和、非会員　高橋隆太郎、正会員　中越章雄　東電設計（株）　正会員　石橋勝彦

1.　地下空洞型処分施設性能確証試験の背景と目的[1)]

地下空洞型処分施設性能確証試験では，実際の地下空洞環境下において，図-1[2)]に示す概念に基づいた人工バリアで構成される放射性廃棄物処分施設を模擬した実規模の施工確認試験等を実施し，地下環境下でのバリア構築技術の適用性と，品質を確認するものである．人工バリアは，ベントナイト（緩衝材［低透水層］）やセメント系材料（低拡散材［低拡散層］やコンクリートピット）で構成され，周辺岩盤とあわせた多重バリアとして放射性核種の移行を長期にわたり抑制する．

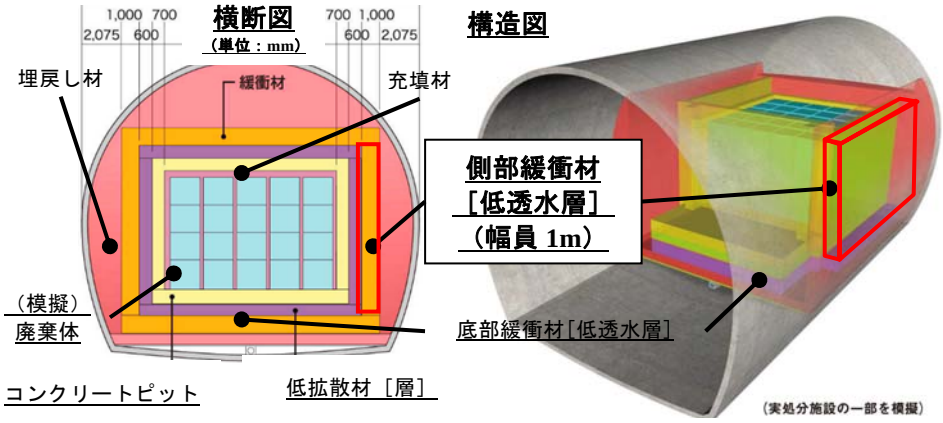

図-1　地下空洞型処分施設の概念

2.　側部緩衝材施工確認試験の概要

側部緩衝材は，部材に挟まれた幅 1m の狭隘部での施工となることから，適用可能と考えられる各種の施工方法が比較検討され，その中でも小型振動ローラを用いた振動締固め工法の適用可能性が示されている[3)]．平成 22 年度の側部緩衝材施工確認試験においては，この工法により地下空間内での原位置試験施工を行い，施工性と施工後の緩衝材（低透水層）の品質を把握し，振動締固め工法の実施工への適用性を検討した．図-2 にその施工範囲を示す．

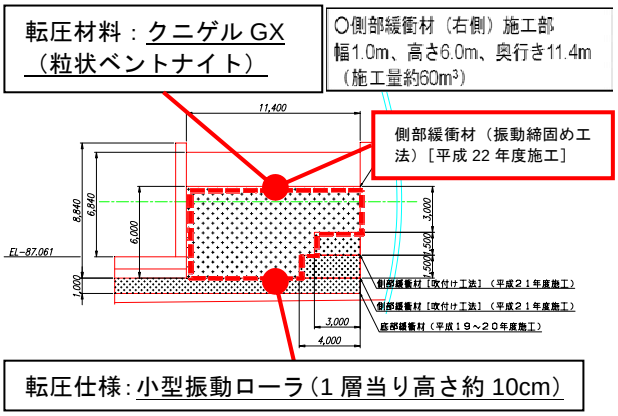

図-2　側部緩衝材施工範囲（平成 22 年度）

品質管理における各指標の目標値は，緩衝材に求められる建設初期の性能（主に低透水性）をもとに設定した．ここでの初期性能として，透水係数：5×10^{-13}m/s を定めた[4)]．透水係数は施工中の短期間では確認できないことから，品質管理指標として，透水係数と相関のある乾燥密度を採用し，透水係数と乾燥密度の相関関係[5)]と施工中のばらつきを考慮して，1.6±0.1Mg/m^3 と定めた．また，ベントナイトの含水比は，含水比と乾燥密度の相関関係[6)]と施工中のばらつきを考慮して，21±2%と定めた．

ベントナイトは，山形県月布産の粒状材料（クニミネ工業製クニゲル GX，最大粒径 10mm）を用いた．主な施工手順は図-3 に示すとおり

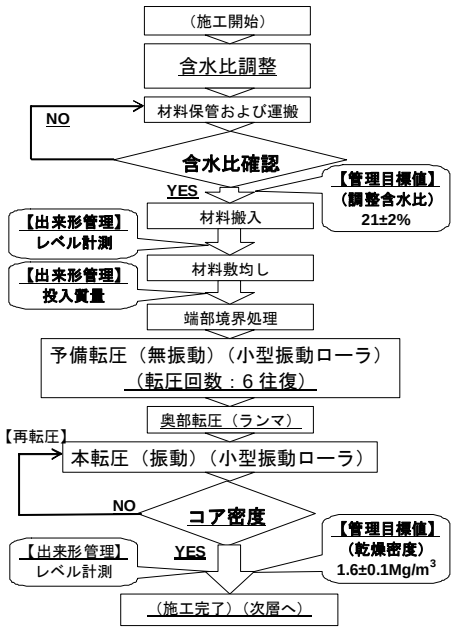

図-3　施工手順

キーワード：放射性廃棄物、地下空洞型処分、緩衝材、振動締固め工法、乾燥密度
連絡先：〒104-0052　東京都中央区月島1-15-7　TEL: 03-3534-4536　FAX: 03-3534-4567　E-mail: t-nakajima@rwmc.or.jp

とし，1 層の仕上り高さを約 10cm とし，高さ 6m まで施工した．含水比調整では，ミキサーを用いて液状水をベントナイトに混合させて，上述の所定の含水比に調整した．含水比調整した材料を施工箇所に運搬し，施工箇所上部の供給機から施工箇所に設置した敷均し機に供給し，敷均した．その後，小型振動ローラ（1.5t 級）を用いた振動締固めにより施工した．これらの施工状況は，図-4 および図-5 に示す．

図-4　ベントナイト供給と敷均し状況（左：供給、右：敷均し）

図-5　小型振動ローラによるベントナイト締固め状況

3.　試験の成果

3.1.　ベントナイトの含水比調整

図-6 に，調整前ベントナイトの含水比分布状況を示し，図-7 にベントナイトの含水比調整結果を示す．調整前含水比は幅 4.90%程度のばらつきを有したが，ばらつきを考慮した適切な加水量の設定（グルーピング）により，全て管理目標値 21±2%の範囲内に調整することができた．

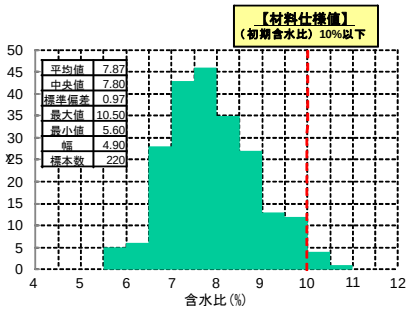

図-6　調整前含水比分布

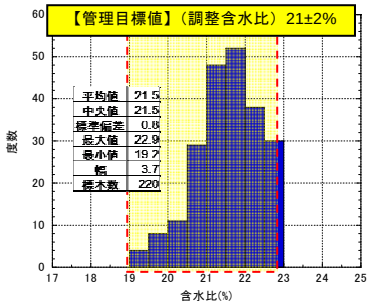

図-7　含水比調整結果

3.2　ベントナイトの振動締固め施工

図-8 に締固め単位層毎（1 層あたり 6 試験の平均値）の乾燥密度の分布を示す．平均値 1.598Mg/m^3 は管理目標値の中央値 1.6Mg/m^3 に概ね一致した．また，各層毎の平均値の分布において，平均値±3σの幅は 1.547 Mg/m^3～1.649Mg/m^3 で管理目標値の範囲内に収まり，振動締固め工法で所定の乾燥密度が得られることを確認した．したがって，前述の乾燥密度と透水係数の関係より，所定の低透水性を有する緩衝材を構築することができたと考えられる．

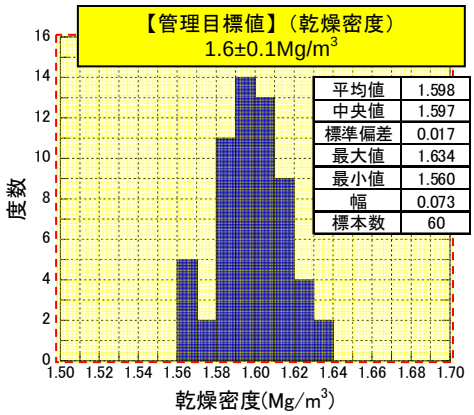

図-8　仕上り乾燥密度分布（各層毎）

4.　まとめ

調整含水比および仕上り乾燥密度において，全て管理目標値を満足した品質が得られた．このことから，本試験条件において，振動締固め工法が，狭隘な側部緩衝材（低透水層）の施工方法としても有効な工法であることがわかった．本報告は経済産業省からの委託による「管理型処分技術調査等委託費（地下空洞型処分施設性能確証試験）」の成果の一部である．

【参考文献】

1) （財）原子力環境整備促進・資金管理センター：平成 17 年度地層処分技術調査等 TRU 廃棄物関連処分技術調査地下空洞型処分施設性能確証試験報告書、pp.1-1～2、2006.3

2) 中島、寺田、秋山、織田、佐藤：放射性廃棄物処分におけるベントナイト緩衝材の施工方法について―地下空洞型処分施設性能確証試験結果による―、第 45 回地盤工学会研究発表会平成 22 年度発表講演集、959、pp.1917-1918,2010.8

3) （財）原子力環境整備促進・資金管理センター：平成 17 年度地層処分技術調査等 TRU 廃棄物関連処分技術調査地下空洞型処分施設性能確証試験報告書、p.4-53、2006.3

4) （財）原子力環境整備促進・資金管理センター：平成 17 年度地層処分技術調査等 TRU 廃棄物関連処分技術調査地下空洞型処分施設性能確証試験報告書、p.2-17、2006.3

5) （財）原子力環境整備促進・資金管理センター：平成 17 年度地層処分技術調査等 TRU 廃棄物関連処分技術調査地下空洞型処分施設性能確証試験報告書、p.4-133、2006.3

6) （財）原子力環境整備促進・資金管理センター：平成 17 年度地層処分技術調査等 TRU 廃棄物関連処分技術調査地下空洞型処分施設性能確証試験報告書、p.4-130、2006.3