

粒状ベントナイトの効率的締固め技術の開発 (その 1)

大成建設(株)	正会員	○白瀬 光泰	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	木ノ村幸士
大成建設(株)	正会員	藤原 斉郁	酒井重工業(株)		月本 行則

1. 背景

放射性廃棄物の人工バリア施工には、高い遮水性能が要求されるため、ベントナイトが一般的に用いられる場合が多い。低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分埋設施設における低透水層（ベントナイト緩衝材）では100%ベントナイトの使用が要求されることから、加水調整粒状ベントナイトの締固め施工が提案されている。低透水層（ベントナイト緩衝材）は、図 1 に示すように低拡散層（セメント系材料）と埋戻し材（覆工コンクリート）で挟まれた範囲であり、特に側部は幅 1m の狭隘な条件下により小型の締固め機械を使用せざるを得ないため、所定の乾燥密度を得るためには多くの転圧回数が必要となる状況である。本研究では、狭隘な施工条件下において、加水調整粒状ベントナイト「クニゲル GX」(写 1) (以下「粒状ベントナイト」と記す) を従来の締固め方法に対して 2 倍以上の締固め効率を得る技術「効率的締固めプロセス」を開発した。(その 1) では、原理と基礎実験に関する報告、(その 2) では土槽ピット内における締固め実験、(その 3) では締固め実験の考察についての報告を行う。

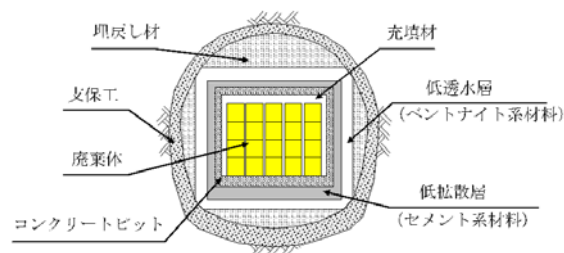


図 1 余裕深度処分埋設施設

2. 開発内容の原理

低透水層（ベントナイト緩衝材）は、飽和時の要求初期止水性能設定値を $5 \times 10^{-13} \text{m/s}$ 以下と設定しており、この設定値を満足するための代用特性として乾燥密度の施工管理目標値を $\rho_d = 1.6 \pm 0.1 \text{Mg/m}^3$ としている¹⁾。粒状ベントナイトを乾燥密度の管理目標値まで締固めるには、図 2 に示すように撒き出された粒状ベントナイトを締固め、連続体（一体）となるまで圧縮する必要がある。従来の締固め方法では、管理目標値を満足するためには、小型振動ローラもしくは振動コンパクターにて 12~14 パス程度の締固めエネルギーが必要とされる。したがって、狭隘な施工条件下での締固めの効率化は、大きなコスト低減効果と工期の短縮が期待される。本研究では粒状ベントナイトの振動特性と力学性状に着目し、従来とは発想の異なる新たな締固め技術の開発を行った。



写 1 加水調整粒状ベントナイト

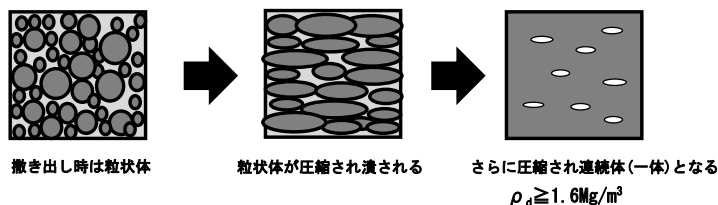


図 2 粒状ベントナイトの締固め模式図

粒状ベントナイトを管理目標値まで締固める際、従来の締固め方法で多くの締固めエネルギー（転圧パス数）を必要とする要因は、以下のことが考えられる。

粒状ベントナイトは、骨材などの土質材料に比べて容易に変形する。よって、最初から大きな起振力で締固

キーワード 粒状ベントナイト、ベントナイト緩衝材、締固め、振動特性、乾燥密度

連絡先 〒163-6009 東京都新宿区西新宿 6-8-1 新宿オークタワー9 階 大成建設(株)原子力本部 TEL 03-5381-5315

めた場合には、図 3 の下側フローに示すように締固めにより表面部の粒状体が容易に圧縮され（潰され）、空隙内の空気が排除されないまま締固めが進行し、内在する多くの空気が抵抗となり、密度増加が抑えられ非効率な締固めになると考えられる。

本研究では、粒状ベントナイトの粒状体を維持した状態で、できるだけ空隙部を減少（内在空気を排除）し、密度を大きく（空隙部を小さく）粒

状体の接触点を増やした後、大きな起振力による締固めにより粒状体を圧縮する（潰す）方が効率的な密度増加が得られると考えた。以上より、粒状ベントナイトが粒状体を維持した状態での締固めを模擬した振動特性の基本実験を行った。

3. 粒状ベントナイトの振動特性基本実験

粒状ベントナイトが粒状体を維持した状態で振動締固めを行った場合における密度増加の状況を把握するため、振動モーターの振動周波数 f を変えたモールド実験（写 2）を行った。実験ではモールド（ $\phi=100\text{mm}$, $h=200\text{mm}$ ）を使用し、粒状ベントナイトが圧縮変形しない程度の上乗荷重 $p=100\text{ kN/m}^2$ を載荷し、周波数毎に 30 秒間の振動荷重を与えた後、沈下量を計測しモールド内の密度を測定した。実験の結果、図 4 に示すように、密度増加が最大となる周波数帯（最適振動周波数帯 f_{opt} ）が存在する締固め曲線が得られることを確認した。密度増加量 $\Delta\rho_d$ は振動荷重により増加した密度増加量（振動荷重後の密度-静的荷重の密度）を示している。粒状ベントナイト以外の土質材料（砂利）についても同様の実験を行い、振動周波数 f と乾燥密度 ρ_d の関係を比較した結果が図 5 である。粒状ベントナイトの場合は、密度のピーク値が現れる締固め曲線が得られたのに対し、砂利の場合には密度の明確なピーク値は得られなかった。この密度のピーク値の振動周波数を最適振動周波数帯 f_{opt} と定義した。

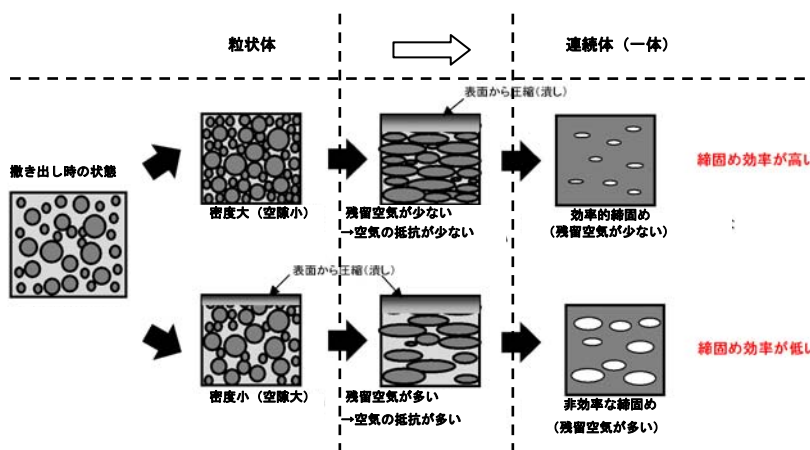


図 3 粒状ベントナイトの締固め模式図



写 2 実験装置

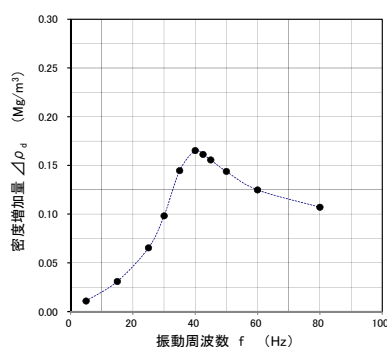


図 4 振動周波数 f -密度増加量 $\Delta\rho_d$ の関係

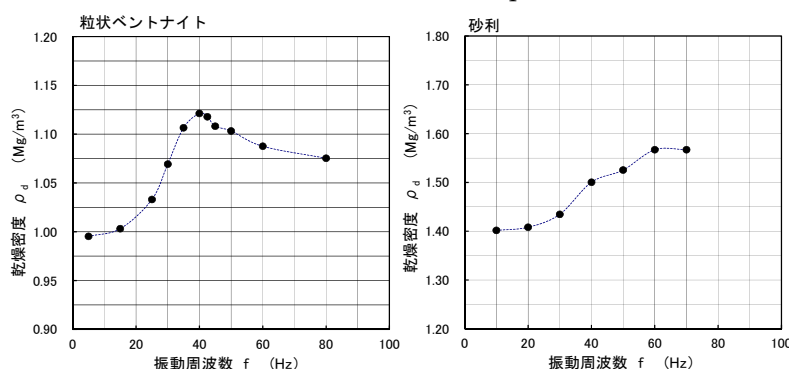


図 5 振動周波数 f -

乾燥密度 ρ_d 関係（粒状ベントナイト及び砂利）

4. まとめ

粒状ベントナイトの粒状体を維持したまま密度を最大（空隙を最小）にするための最適振動周波数帯 f_{opt} が存在する締固め曲線を確認し、効率的締固め技術の開発に有効であることを確認した。

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認試験報告書，pp. 4-53，2006