

ベントナイト原鉱の締固め特性に関する検討 - 種々の材料に対する室内試験結果 -

ハザマ 正会員 ○雨宮清*、中越章雄、茂呂吉司、千々松正和
 （財）電力中央研究所 正会員 工藤康二、田中幸久
 中部電力(株) 山崎直 日本原燃(株) 庭瀬一仁 (株)CRS 小松進一

1. はじめに

余剰深度処分施設では、ベントナイト系材料にこれまで以上の遮水性能を求めつつコストを下げる方策が望まれている。遮水性の高いベントナイト系人工バリアの作製方法として最もコストダウンが見込める「現場締固め」に対して種々のベントナイト材料を用いて室内試験を実施し、その適用性の検討を行った。ここで、有効ベントナイト密度を高めることを目的にベントナイトの原鉱を対象材料として試験を実施した。

2. 試験に供した材料と

室内試験

試験には、クニゲル V1 原鉱（山形県月布産、クニマイン(株)採掘、クニミネ工業(株)製造・販売）、MX-80 原鉱、Lovell 原鉱（米国ワイオミング州産、アムコール・インターナショナル社採掘・製造、日商岩井ベントナイト(株)

販売）を用いた。各材料に対して粒度を調整し試験に供した。表-1 に試験に供した材料一覧、図-1 には各材料の粒径加積曲線、図-2 には各材料の初期含水比と自然充填した場合のかさ乾燥密度を示す。粒度の良い材料ほどかさ乾燥密度が高いことが分かる。これらの材料を用いて、締固め試験を「突固めによる土の締固め試験方法（JIS A 1210）」に準拠し、ランマー質量、落下高さおよび1層あたりの突固め回数を変えながら、1Ec、5Ec、15Ec の締固めエネルギーで実施した。

3. 締固め試験結果

図-3 には月布産材料の締固めエネルギーが 1Ec

の時の締固め曲線を示す。クニゲル V1 原鉱-20mm（非乾燥）が最大乾燥密度は最も大きくなっている。また、その他の材料に関しては、粒径の細かいクニゲル V1 原鉱-F に比べクニゲル V1 原鉱-C の方が最大乾燥密度は大きくなっており、クニゲル V1 原鉱-20mm～クニゲル V1 原鉱-2mm を比較すると、最大粒径の大きい材料ほど最大乾燥密度が大きくなっている。かさ密度の測定結果と比較すると、クニゲル V1 原鉱-20mm～クニゲル V1 原鉱-2mm では、最大粒径が大きいほどかさ密度が大きくなっており、最大乾燥密度の大小もこれ同様な傾向となっており、エネルギーが小さい場合には粒度分布の良し悪しが影響していると考えられる。図-4 にはワイオミング産材料の締固めエネルギーが 1Ec の時の締固め曲線を示す。月布産の材料に比

表-1 試験に供した材料

	No	材料名	製造方法・特徴	粒径(注)
月布産	1	クニゲル V1 原鉱-F	粘土乾燥後の材料から採取	0.5～2.0mm
	2	クニゲル V1 原鉱-C	粘土乾燥後の材料から採取	1.6～10mm
	3	クニゲル V1 原鉱-20mm	粘土乾燥後の材料から、20mm 以下をふるい出し	20mm 以下
	4	クニゲル V1 原鉱-10mm	粘土乾燥後の材料から、10mm 以下をふるい出し	10mm 以下
	5	クニゲル V1 原鉱-5mm	粘土乾燥後の材料から、5mm 以下をふるい出し	5mm 以下
	6	クニゲル V1 原鉱-2mm	粘土乾燥後の材料から、2mm 以下をふるい出し	2mm 以下
	7	クニゲル V1 原鉱-20mm（非乾燥）	クニゲル V1 の原鉱を非乾燥のまま破碎し、20mm 以下をふるい出し	20mm 以下
ワイオミング産	8	MX-80 原鉱-01	MX-80 の原鉱から、20mm 以下をふるい出し	20mm 以下
	9	MX-80 原鉱-01F	MX-80 原鉱-01 から 2mm 以下をふるい出し	2mm 以下
	10	MX-80 原鉱-02	MX-80 の原鉱から 4mm 以上 20mm 以下をふるい出し	4～20mm
	11	MX-80 原鉱-02C	MX-80 原鉱-02 から 2-10mm をふるい出し	2～10mm
	12	Lovell 原鉱	輸入品そのまま。粘性大きい	20mm 以下

(注) 粒径は、メーカーに注文する際に指定した値

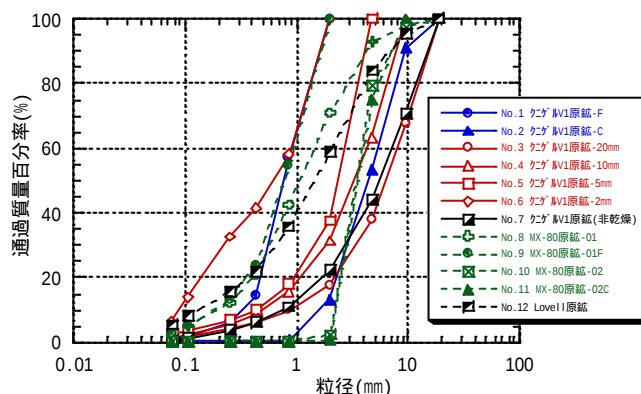


図-1 各材料の粒径加積曲線

*キーワード：放射性廃棄物、人工バリア、ベントナイト原鉱、締固め、粒度

連絡先：〒107-8658 東京都港区北青山 2-5-8、TEL：03-3405-1124、FAX：03-3405-1814

べ全体的に乾燥密度が低いことが分かる。また、Lovell 原鉱の締固め曲線はゼロ空隙曲線の直ぐ左寄りとなっており、一般的な締固め特性を示しているが、その他の MX-80 原鉱はゼロ空隙曲線より離れており、1Ec では湿潤側であってもまだ空隙が多いことを示している。

締固めエネルギーが 1Ec の時の試験結果を踏まえ、締固め性の良い材料に対して高締固めエネルギーの締固め試験を実施した。図-5 はクニゲル V1 原鉱-20mm、図-6 は MX-80 原鉱-01、図-7 は Lovell 原鉱の結果である。クニゲル V1 原鉱-20mm は 1Ec でも 1.4Mg/m^3 程度の乾燥密度となっており、締固めエネルギーの上昇とともに最大乾燥密度も大きくなっている。Lovell 原鉱は 1Ec の時こそ最大乾燥密度が 1.2Mg/m^3 程度と小さいがエネルギーの上昇とともに最大乾燥密度は大きくなっており、15Ec の時には 1.7Mg/m^3 程度になっている。一方、MX-80 原鉱-01 は 1Ec の時には Lovell 原鉱と同程度の最大乾燥密度となっているが、エネルギーが上昇しても最大乾燥密度は Lovell 原鉱ほど上昇していない。この材料のみ 30Ec まで試験を実施したが、それでも 1.6Mg/m^3 には到達しなかった。また、MX-80 原鉱-01 はほかの材料と比べ、ゼロ空隙曲線に沿うように締固め曲線が分布していないのが特徴的である。さらに最適含水比以下では、クニゲルに比べて締固め曲線がフラットであり、含水比での施工管理には優位であると思われる。

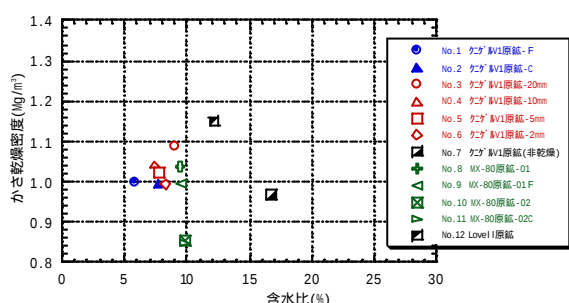


図-2 各材料の初期含水比とかさ乾燥密度

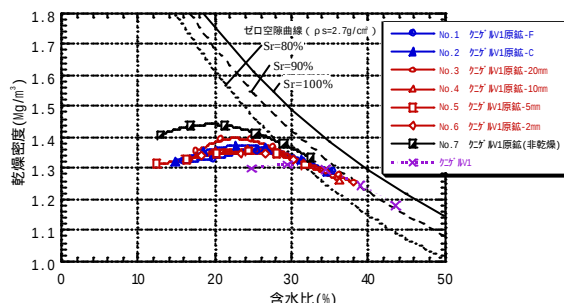


図-3 締固め曲線（月布産；1Ec）

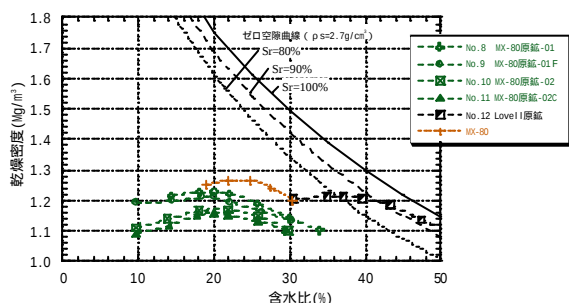


図-4 締固め曲線（ワイオミング産；1Ec）

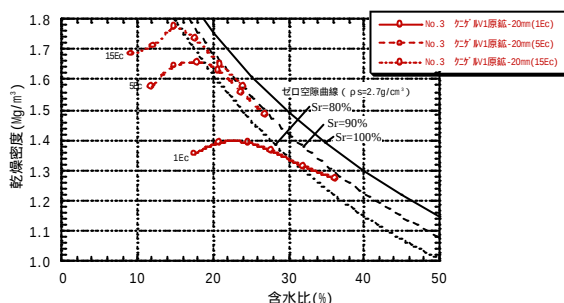


図-5 締固め曲線（クニゲル V1 原鉱-20mm）

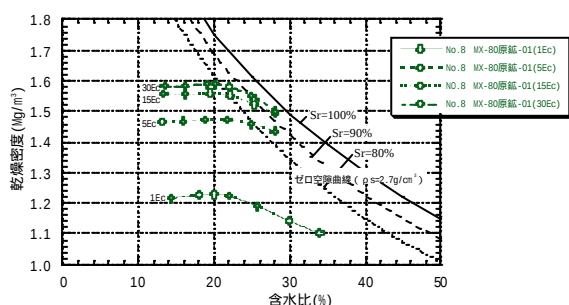


図-6 締固め曲線（MX-80 原鉱-01）

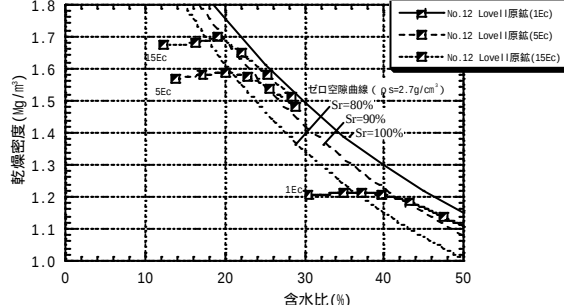


図-7 締固め曲線（Lovell 原鉱）

4. まとめ

今回種々のペントナイト原鉱を対象に締固め試験を実施した。その結果、(1)ワイオミング産の材料に比べ、月布産の材料の方が締固め性が良いこと、(2)材料の粒度を調整することにより締固め性の向上が図れること等がわかった。

本研究は電力共通研究として実施したものである。