

ベントナイト原鉱の締固め特性に関する検討 - 材料の違いによる締固め特性の検討 -

(財)電力中央研究所 正会員 ○工藤康二* 田中幸久
ハザマ 正会員 雨宮清 中越章雄 茂呂吉司 千々松正和
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地盤の作成方法として最もコストダウンが見込める「現場締固め」で高密度が得られているベントナイト原鉱に着目し、その利用法について検討を開始した。その結果、「締固めエネルギーと含水比を一定にした場合、MX-80に比べてクニゲルV1の方が有効ベントナイト乾燥密度が大きくなる傾向にある。クニゲルV1では、粉末状態のものよりも原鉱の方が締固め性が高い。MX-80では、礫を混合すると有効ベントナイト乾燥密度が低下する。」¹⁾ことが判った。

本報告では、高い止水性を確保するための高密度ベントナイト地盤の作成を目的として実施した締固め試験²⁾³⁾において、ベントナイト原鉱材料の違いによる締固め特性と塑性限界やメチレンブルー吸着量等との関係について述べる。

2. 実験概要

使用材料の物理・化学的特性を表1に、粒度分布を図1に示す。試験に供した材料は、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）である。いずれも粒径が20mm以下に調整した原鉱材料である。

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、ランマーおよび層あたりの突固め回数を変えながら、1Ec、5Ec、15Ecで実施²⁾した。

3. 結果と考察

図2に締固めエネルギーと有効ベントナイト密度の関係を示す。

表1 使用材料の物理・化学的性質

	クニゲルV1原鉱-20mm	MX-80原鉱-01	Lovell原鉱
含水比 ^{*1)}	9.0%	9.5%	12.2%
かさ密度 ^{*2)} (Mg/m ³)	1.089	1.037	1.15
膨潤度 ^{*3)} (mL/5g/90日)	26.7	38.5	35.0
メチレンブルー吸着量 ^{*4)} (mmol/100g)	72	110	86

*1) 土の含水比試験方法（JIS A 1203）
*2) φ15cm、H15cmのモールドに静かに試料を投入して得られた密度
*3) 「ベントナイト（粉状）の膨潤試験方法（JBAS-106-77）」に準拠
*4) 「ベントナイト（粉状）のメチレンブルー吸着量測定方法（JBAS-107-91）」

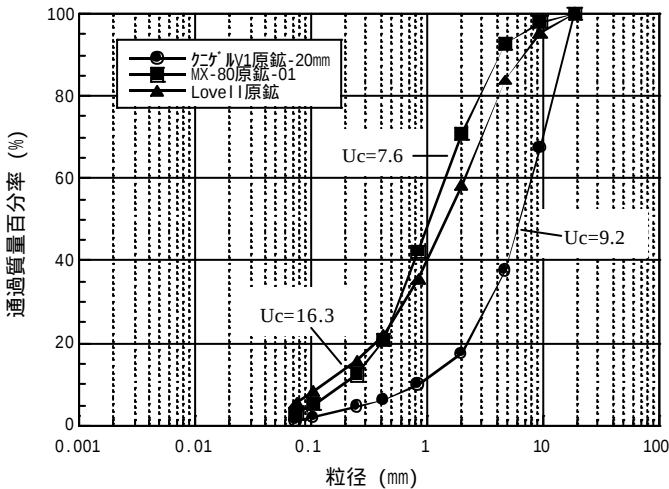


図1 ベントナイト原鉱の粒度分布

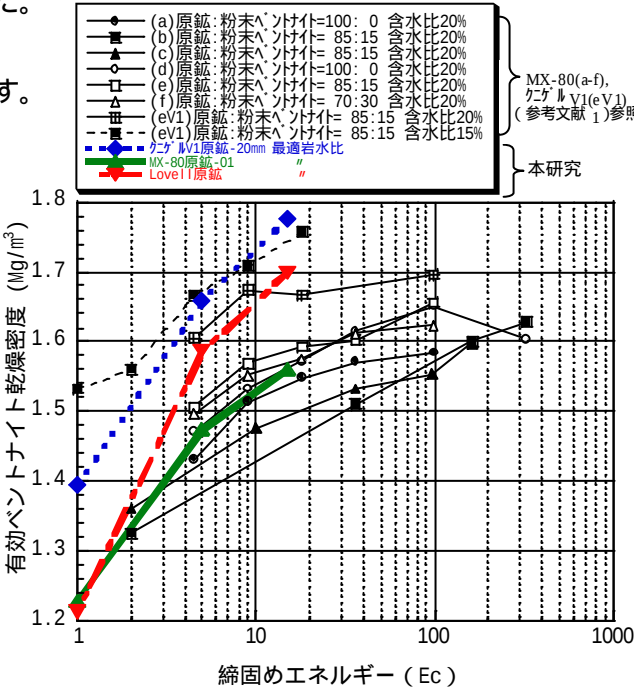


図2 締固めエネルギーと有効ベントナイト密度の関係

キーワード：放射性廃棄物、人工バリア、ベントナイト原鉱、止水材料、締固め、塑性指数、メチレンブルー吸着量

*連絡先：〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1646 TEL 04-7182-1181 FAX 04-7184-2941

この図から本研究と既往の研究は含水比が異なり直接は比較できないものの、クニゲルV1原鉱とMX-80原鉱は同様な傾向、同様な値を示しており、ペントナイト原鉱を締固めるとワイミング産（MX-80原鉱、Lovell原鉱）より月布産（クニゲルV1原鉱）の方が高密度になることを示している。

図3に締固め試験²⁾における最大(有効ペントナイト)乾燥密度と均等係数の関係を示す。図中に示す $E_c=0$ (かさ密度)に着目すると、均等係数が大きくなるに従い密度は大きくなり、粒度分布の善し悪しが密度に影響している。しかし、締固めエネルギーが $1E \sim 15Ec$ では、最大(有効ペントナイト)乾燥密度は大きくなるが、その値は均等係数には依らない結果となっている。

図4に最大(有効ペントナイト)乾燥密度と塑性限界の関係を示す。この図より、塑性限界が大きいほど最大(有効ペントナイト)乾燥密度が小さくなる傾向にあることが判る。これは既往の静的締固め試験結果⁴⁾と同様であり、塑性限界から判断しても月布産（クニゲルV1原鉱）の方がワイミング産（MX-80原鉱、Lovell原鉱）より高密度が得られるものと考えられる。

図5に最大(有効ペントナイト)乾燥密度とメチレンブルー吸着量の関係を示す。この図より、メチレンブルー吸着量が大きいほど最大(有効ペントナイト)乾燥密度が小さくなる傾向にあることが判る。このメチレンブルー吸着量は原鉱に含まれているモンモリロナイトを定量的に示すものであり、この図からモンモリロナイト含有量が少ないものほど、高密度が得られることが推察される。

4. まとめ

得られた知見を以下に示す。

同一締固めエネルギーの場合、最大(有効ペントナイト)乾燥密度はワイミング産（MX-80原鉱、Lovell原鉱）より月布産（クニゲルV1原鉱）の方が大きい。

$E_c=0$ （かさ密度）では均等係数が大きくなるに従い最大(有効ペントナイト)乾燥密度は大きくなるが、締固めエネルギーを加えると、均等係数には依らない傾向にある。最大(有効ペントナイト)乾燥密度は塑性限界が大きいほど、またメチレンブルー吸着量が大きいほど、小さくなる傾向がある。

本研究は電力共通研究として実施したものである。

【謝辞】本研究の塑性限界試験を実施するにあたり、(株)CRSの伊藤操氏には多大なご協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】1) 工藤康二、田中幸久、吉澤勇二、小松進一(2002)「ペントナイト原鉱石の締固め特性に関する検討」, 土木学会第57回年次学術講演会、CS10-033、PP447-448 2) 雨宮清、中越章雄、茂呂吉司、千々松正和、工藤康二、田中幸久、山崎直、小松進一(2003)「ペ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 - 」, 土木学会第58回年次学術講演会（投稿中） 3) 中越章雄、雨宮清、茂呂吉司、千々松正和、工藤康二、田中幸久、山崎直、小松進一(2003)「ペントナイト原鉱の締固め特性に関する検討 - 土槽を用いた締固め試験結果 - 」, 土木学会第58回年次学術講演会（投稿中） 4) 小峯秀雄、緒方信英(1990)「膨潤性土質材料の物理的性質と締固め特性」, 電力中央研究所研究報告U90024

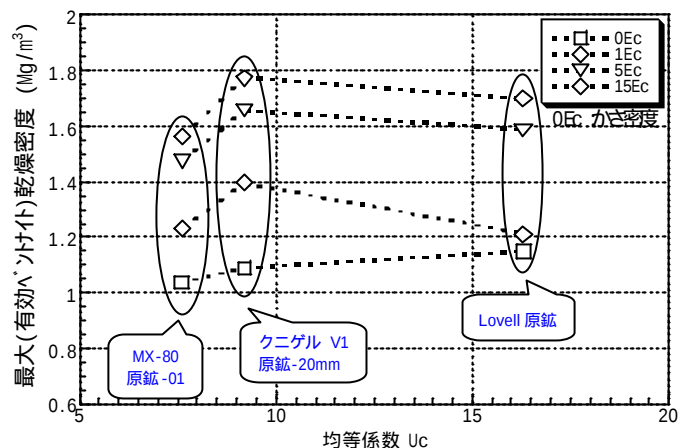


図3 最大(有効ペントナイト)乾燥密度と均等係数の関係

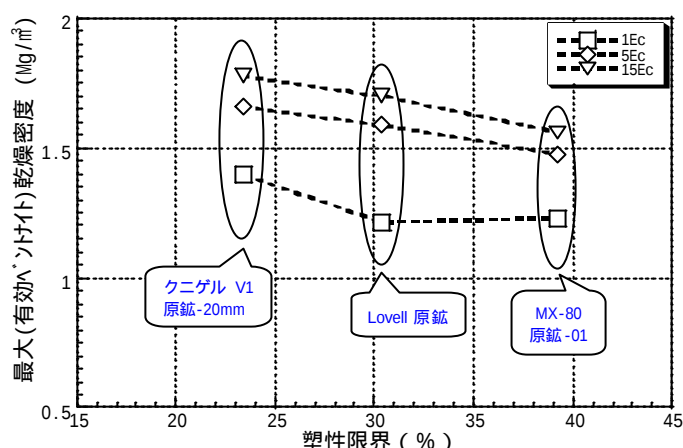


図4 最大(有効ペントナイト)乾燥密度と塑性限界の関係

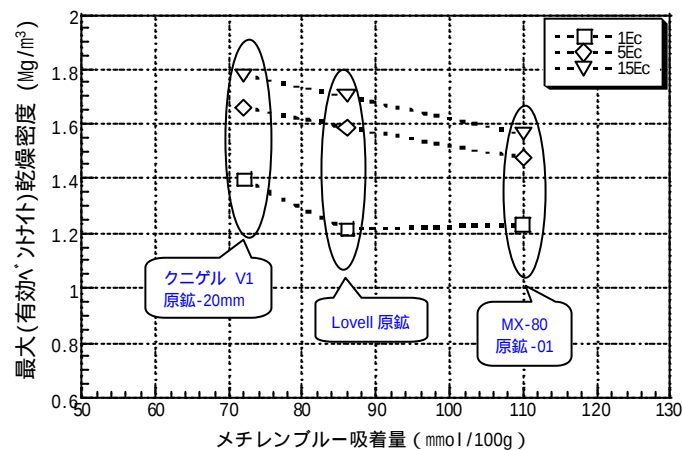


図5 最大(有効ペントナイト)乾燥密度とメチレンブルー吸着量の関係