

ベ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－

ハザマ 正会員 ○中越章雄*、雨宮清、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

余裕深度処分施設では、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施工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実施した室内試験の結果¹⁾から締固め性の良いと判断された材料に対して、土槽を用いて実機を用いての締固め試験を実施し、施工性・品質等についての確認を行ったので、その結果を報告する。

表-1 試験ケース

試験 ケース	材料の種類	設定含水比 (%)	仕上がり厚 さ (cm)
I	クニゲル V1 原鉱-20mm	17	5
II	クニゲル V1 原鉱-20mm	17	10
III	クニゲル V1 原鉱-20mm	17	15
IV	クニゲル V1 原鉱-20mm	12	10
V	クニゲル V1 原鉱-20mm	19	10
VI	クニゲル V1 原鉱-20mm	22	10
VII	クニゲル V1 原鉱-20mm	24	10
VIII	MX-80 原鉱-20mm	20	10
IX	MX-80 原鉱-20mm	25	10

2. 試験に供した材料と土槽試験

試験には、室内締固め試験の結果、締固め性が良いと判断されたクニゲル V1 原鉱-20mm（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-20mm（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。試験ケースを表-1 に示す。試験ケース I～III は、クニゲル V1 原鉱-20mm を対象とし、室内試験で得られた最適含水比 17%（5Ec）のもとで仕上がり厚さを変化させた時の施工品質を確認することとした。また、試験ケース IV～VII は含水比の影響を確認することを目的に実施した。試験ケース VIII、IX は MX-80 原鉱の施工性を確認することを目的に実施した。試験に使用した土槽の大きさは、内寸 60cm×49cm×H50cm であり、締固めはランマーを用いて実施した。図-1 に試験の様子を示す。1 回あたりの締固め時間は 5 分とし、そのつどベントナイトの締固め高さを測定し、締固まった体積と投入質量から、その層の全体の乾燥密度を算出した。一定時間ごとに、乾燥密度をグラフにプロットすることにより、試験ケースごとのベントナイトの到達（全体）密度を把握した。また、試験終了後、コアボーリングによるサンプリングを行い、乾燥密度の深度方向分布の把握を行った。



図-1 締固め状況

3. 試験結果

図-2 には、ケース VII について、締固め層厚さから求めた土槽内における乾燥密度と締固め時間の関係を示す。この場合は 3 層施工したが、それぞれの層を施工中に全体の体積と投入重量から全体の乾燥密度をもとめた。すべてのケースについて、このような図を作成し、時間で施工を管理した。図-3 には、締固め層厚さから求めた土槽内における各材料の乾燥密度と締固め時間の関係を示す。これは各ケースの最後の層を施工しているときの全層の高さと投入重量から計算したものである。今回 MX-80 原鉱に関しては、室内試験の結果から得られた最適含水比およびそれより高い含水比の 2 種類の含水比で試験を実施したが、どちらも十分な締固めは実施出来なかった。クニゲル V1 原鉱に関しては、室内試験の結果得られた最適含水比（17%）より含水比が低いケース（ケース IV）では十分な締固めが実施出来なかったが、その他のケースではほぼ乾

*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

乾燥密度 1.6Mg/m^3 が得られていることがわかる。また、同図より締固め時間 5 分でほぼ乾燥密度 1.6Mg/m^3 が得られていること、および、層厚が薄いほど得られる乾燥密度が高いことが分かる。図-4 および図-5 には締固め後の層内における密度の上下方向の分布を示す。どちらの図も材料はクニゲル V1 原鉱の場合である。図-4 は仕上がり層厚の違いによる影響、図-5 は含水比の影響を示したものである。図-4 より層全体平均の乾燥密度は層厚が薄いほど大きくなっていることが分かるが、層内の密度のばらつきも層厚が薄くなれば小さくなっていることが分かる。図-5 からは、今回設定した含水比のうち締固めが出来なかった含水比 12% のケースを除けば全て目標乾燥密度を達成しているが、層内の密度のばらつきは含水比により大きく異なっていることが分かる。なお、コアサンプリング後の試料の含水比は設定含水比より全て小さくなっているが、これは、施工・コアボーリング・整形等の各工程時に試料が乾燥していったものと思われる。図-5 よりランマーを用いた施工の場合の最適含水比は約 21%（設定時）であり、これより含水比が低い場合は層内での密度のばらつきが大きくなってしまいうことが分かる。なお、土槽試験の結果、ランマーを用いた施工における最適含水比は 21%程度であったため、この含水比で試料調整を行い、現場での施工試験を実施する。

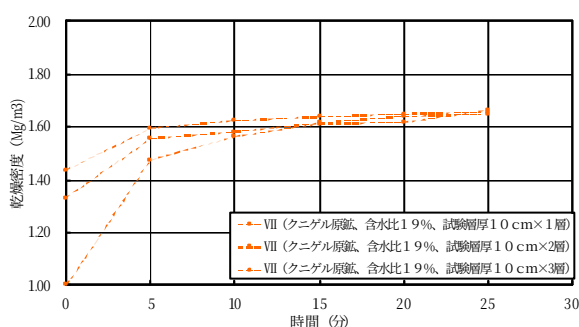


図-2 ケースVIIの締固め時間と乾燥密度の関係

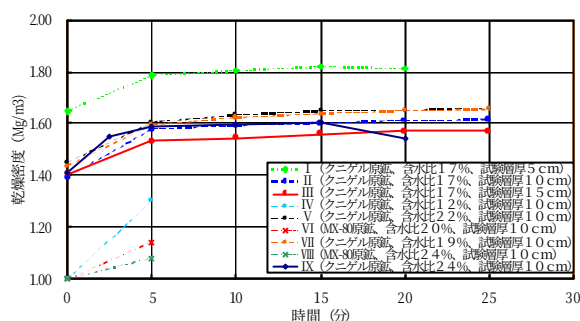
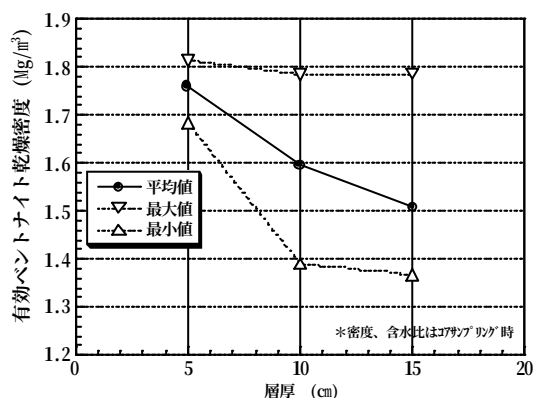
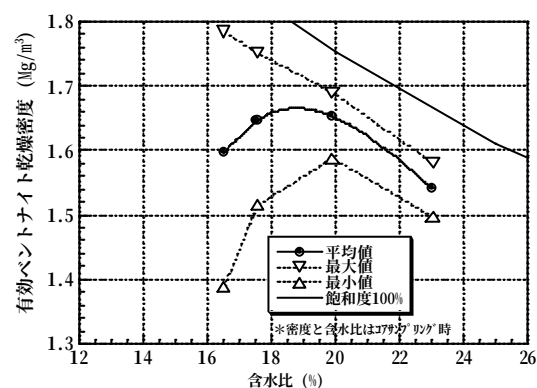


図-3 各試験ケースの締固め時間と乾燥密度の関係

図-4 層内の密度の上下方向分布
(層厚の影響)図-5 層内の密度の上下方向分布
(含水比の影響)

4. まとめ

今回、ベントナイト原鉱を用いて実機（ランマー）での締固め試験を実施した。その結果、(1)原鉱を用いることにより高い有効ベントナイト密度を得ることが可能であること、(2)最適な含水比および層厚を設定することにより層内の密度差を低減させることが可能であ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。

【参考文献】1) 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）：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—、土木学会第58回年次学術講演会（投稿中）