

低配合ベントナイト混合土の現場施工性試験における透水試験結果と配合設定に関する検討

ハザマ 正会員 ○千々松正和, 正会員 木村誠
 日本原燃(株) 正会員 庭瀬一仁, 正会員 工藤淳
 東電設計(株) 非会員 矢込吉則, 正会員 河原忠弘

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物の浅地中処分における難透水性覆土として低配合のベントナイト混合土を用いることが計画されている¹⁾。所要の透水係数を確保するためには、施工時に所要の有効モンモリロナイト密度を確保することが重要であり、そのためには適切な材料（混合率，含水比）を用いて適切に施工（締固め）を行うことが重要である。そこで、余裕深度処分の施工確認試験において適用性が高かった小型振動ローラ²⁾を用いて低配合ベントナイト混合土の施工性および施工品質についての確認試験を実施し³⁾、施工後の性能（透水性）の確認を行った。その結果、施工後のサンプリング試料で実施した透水試験の結果は、想定より高い値であった。これは使用したベントナイトの品質（モンモリロナイト含有率）に起因するものであると推察された。そこで、ベントナイトの品質，初期含水比，締固め度をパラメータとして透水試験を実施し、これらが混合土に与える影響について確認を行った。

2. 現場施工性試験後の透水試験結果

現場施工性試験後のサンプリング試料を用いて実施した透水試験結果を、既存の室内試験結果¹⁾と合わせて図-1に示す。同図の回帰曲線は室内試験の結果から得られたものであるが、この曲線からは有効モンモリロナイト密度（有効 M_o 密度）が 0.75Mg/m^3 程度以上であれば、平均的な透水係数は $1.0 \times 10^{-10}\text{m/s}$ 以下になることが分かる。施工試験の結果から、今回の設定では最も混合率の高かった 25%混合のケースにおいては 10^{-10}m/s 以下の透水係数の値が得られているものもあるが

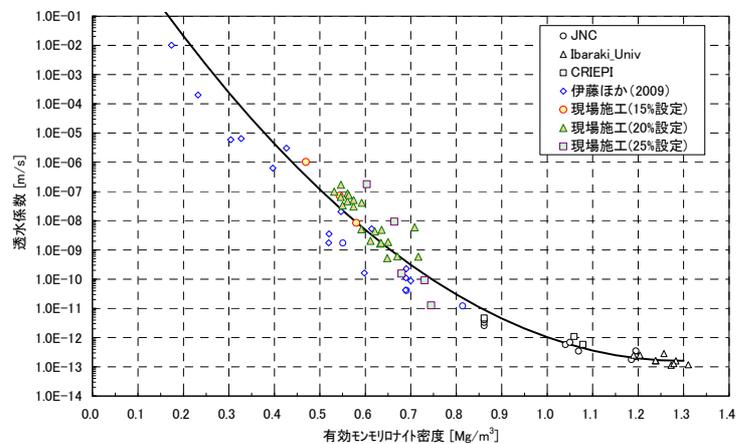


図-1 施工性試験後の透水試験結果

有効 M_o 密度が低く、その結果として透水係数の値の高いものも多く見られた。これは、仕上がり密度は締固め度として 95%程度は確保できていたものの、使用したベントナイトのモンモリロナイト含有率が低かったことに起因するものであった。そこで、使用したベントナイト（クニボンド）のメチレンブルー吸着量（MBC）のこれまでの出荷データを調べたところ約 $100 \sim 120\text{mmol}/100\text{g}$ の範囲でばらついていることが分かった。今回の施工性試験では、このうち MBC の値の低いベントナイトを使用していた。そこで、MBC の値等が透水性にどの程度の影響を与えるのかを確認するための室内試験（突き固め試験，透水試験）を実施することとした。

3. 室内試験概要および結果

室内試験として、Ca 型ベントナイトの MBC，混合率をパラメータとして混合土の突き固め試験（C 法）を最初に実施した。そして、その結果得られた最適含水比 ω_{opt} および含水比が $\omega_{\text{opt}}-4\%$ ， $\omega_{\text{opt}}+2\%$ ， $\omega_{\text{opt}}+4\%$ ， $\omega_{\text{opt}}+6\%$ の時の締固め曲線上の密度の供試体をそれぞれの含水比で作製し JIS A 1218 に準拠した透水試験（変水位透水試験）を実施した。また、締固め規定値 95%（締固め曲線における各含水比の時の密度の 95%の密度）の供試体についても透水試験を実施した。図-2 に MBC の異なるベントナイトを用いた時の締固め曲線およびそれに対応する初期含水比・密度の時の透水試験結果を示す。混合率は 30%である。MBC としては約 100, 110, 120mmol/100g の 3 種類のベントナイトを用いた。結果として、MBC が 100mmol/100g のベントナイトを使用した混合土の締固め性が他に比べて若干低いが、それほど大きな違いは見られない。一方、透水係数に関しては、MBC が低い時には、他に比べて透水係数の値が大きくなっていることが分かる。また、図-3 には締固め度の影響を示すが（MBC は 110mmol/100g），締固め規定値が 95%となることにより透水係数は 1 オーダー程度大きくなっていることが分

かる。図-4 は混合率が異なる時の比較で、MBC は 110mmol/100g である。混合率が高くなるにつれて最大乾燥密度が小さくなり最適含水比は高くなる。図-4 の結果について混合率とモンモリロナイト混合率から有効 Mo 密度を算出し、含水比および透水係数との関係に整理したものを図-5 に示す。配合が高くなることにより最大乾燥密度は小さくなっているが、有効 Mo 密度としては配合率が高い方が大きくなっている。なお、透水係数は最適含水比より高い含水比側で最小となっている。最小となるのは最適含水比 $\omega_{opt}+2\% \sim \omega_{opt}+4\%$ の範囲内である。また、今回の室内試験で得られた有効 Mo 密度と透水係数の関係を図-1 に追加したものを図-6 に示す。これまでの室内試験結果で得られた回帰曲線は、今回の室内試験結果では最適含水比および最適含水比より低い時の結果と相関があるが、初期含水比が高い時の透水係数はこの回帰曲線より低い値であることが分かる。

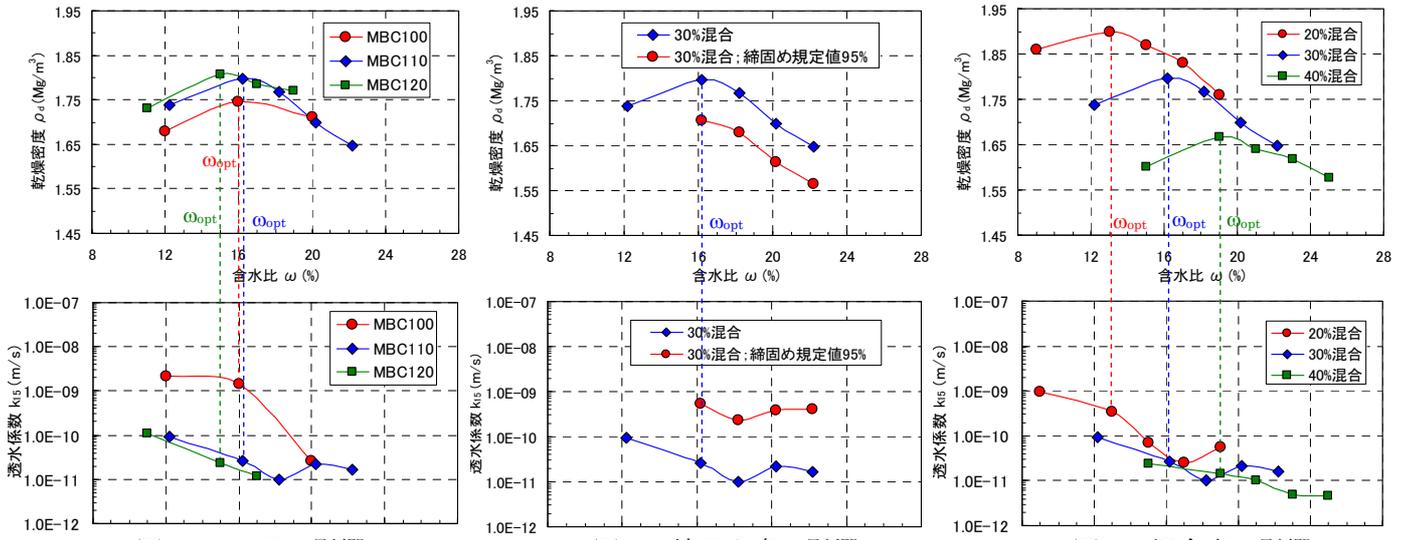


図-2 MBC の影響

図-3 締固め度の影響

図-4 混合率の影響

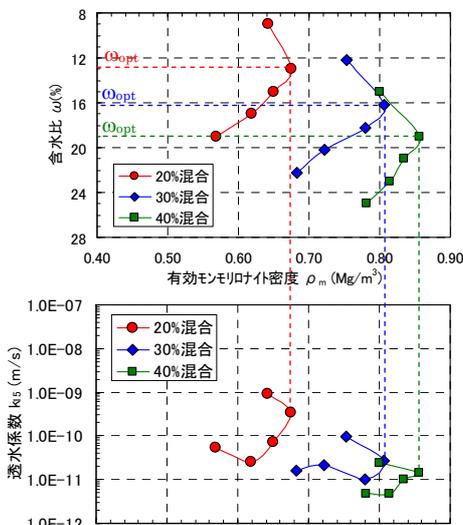


図-5 含水比-有効 Mo 密度-透水係数の関係

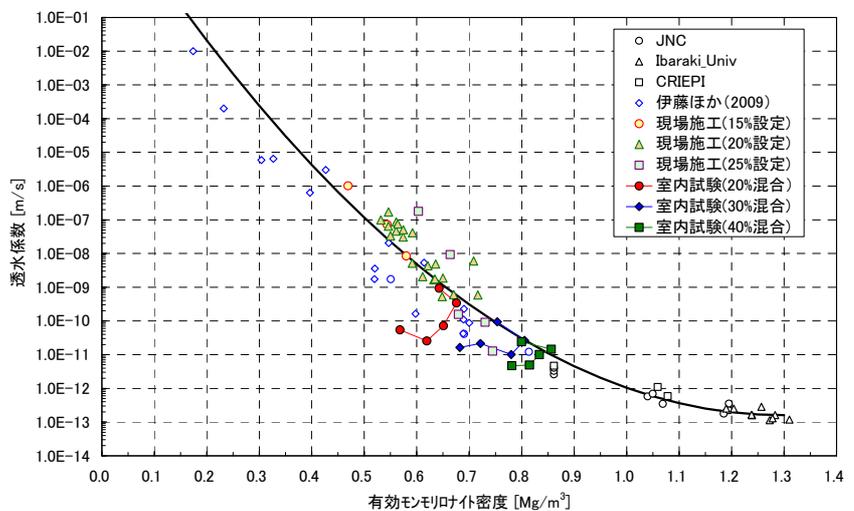


図-6 有効 Mo 密度と透水係数の関係

4. まとめ

低配合ベントナイト混合土に関して、ベントナイトの品質・混合率および初期含水比が混合土の透水性に与える影響について確認を行った。その結果、透水性はこれらにより大きく影響を受けることが分かった。今後は、これまで品質としてMBC等の規定の無かったCa型ベントナイトに対する品質規定を行うとともに、所要の品質を確保するために必要な混合率および初期含水比に関して配合設定を行い、その配合設定された材料に対する施工性および施工後の品質確認を実施していく必要がある。

【参考文献】1) 伊藤ほか; 低配合ベントナイト混合土の長期状態変化を踏まえた設計手法に関する一考察, 第65回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, CS7-017, pp.33~34, 2010, 2) 村上ほか; 余裕深度処分における側部ベントナイト層の現場施工に関する検討, 第62回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, CS5-003, 2007, 3) 荻原ほか; 低配合ベントナイト混合土の施工性に関する検討, 第66回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, CS3-029, pp.57-58, 2011