連続式ミキサーを用いた難透水性覆土材料の製造方法に関する検討

日本原燃㈱ 正会員 ○塚尾伸，工藤淳
東電設計㈱ 正会員 矢込吉則
㈱大林組 正会員 松田武，山本修一，木村志照
安藤ハザマ 正会員 千々松正和，山田淳夫，小栗光

１．はじめに

低レベル放射性廃棄物処分施設における難透水性覆土については，Ca 型ベントナイトを質量比で 30%混合した混合土を用いることが計画されている．所要の透水係数（1×10^{-10}m/s）を確保するためには，締固め規定値Ｃ値で 95%以上 [1] を確保しておくことが重要である．そこで汎用機械を用いたベントナイト混合土の製造方法の比較試験と製造時のベントナイト混合土の品質が締固め施工に与える影響を確認した．

２．混合土材料と製造方法

ベントナイト混合土の製造は連続式二軸ミキサーを用いて実施した．使用材料を表-1 に，試験ケースを表-2 に示す．ベントナイトの混合率は，標準仕様である 30%と混合率のバラツキを考慮し，35%とした．混合土の初期含水比は，35%混合土のケースも含め，30%混合土の室内締固め試験の結果から得られた最適含水比＋4%とした．ケース 1 は，ベントナイト・砂・水を同時に混合し，ケース 2 は，ベントナイト・砂を混合（空練り）した後，加水混合を行うこととした．製造方法の概念図を図-1 に示す．

表-1　使用材料

母材	青森県三沢産陸砂
添加材	Ca 型ベントナイト MBC=130mmol/100g

表-2　試験ケース

試験ケース	製造試験		施工試験	
	混合率 Mr (%)	含水比 ω (%)	敷均し機械	締固め機械
ケース 1	30, 35	19	舗装施工機械 幅 2.5～5.0m	振動マカダムローラ 機械質量 8.0t
ケース 2-1	30		舗装施工機械 幅 1.4～2.5m	小型転圧機 機械質量 1.5t
ケース 2-2	30, 35			振動ローラ 機械質量 6.5t

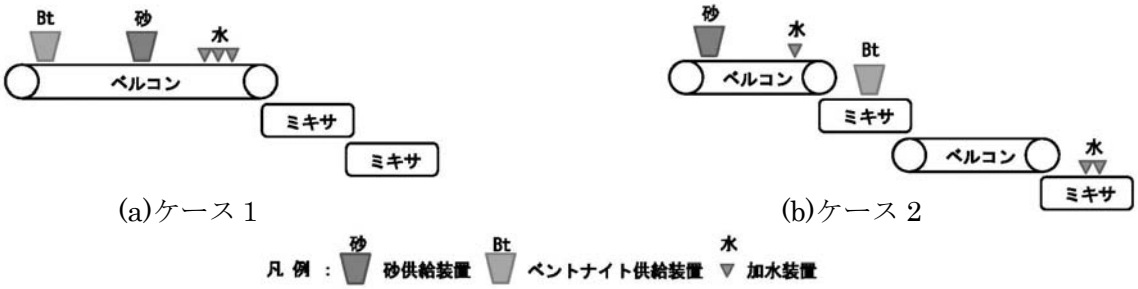

図-1　製造方法の概念図

３．締固め試験方法

施工試験は実際の施工を想定して大型土槽内で実施した．ベントナイト混合土の敷均しは，アスファルトフィニッシャを用いて，敷均し厚さ 10cm，敷均し幅 2m を目標とした．締固め回数は，事前に締固め回数に対する層厚変化を測定した結果からケース 1 では 4 往復（8 パス），ケース 2-1 およびケース 2-2 では 3 往復（6 パス）と締固め回数を規定した．また各ケースとも無振動で 1 往復した後，規定の締固め回数まで振動締固めを行った．

キーワード　放射性廃棄物埋設設備，難透水性覆土，ベントナイト混合土，混合率，含水比
連絡先　〒039-3212　青森県上北郡六ヶ所村大字尾駮字野附 504-22/TEL:0175-72-3323/FAX:0175-72-3226

４．製造試験の結果

図-2 および図-3 にベントナイト混合率および含水比の時間変化を示す．サンプリングは，約 0.5m³ ごとに 3 点実施し，混合率（JIS A 1223:2009 細粒分含有率試験）および含水比（JIS A 1203:2009 含水比試験）の測定を行った．30%混合土については，ベントナイト混合率および含水比のバラツキがケース 1 に比べケース 2 のバラツキが大きくなっているが，各ケースとも±2%程度であり，許容範囲内のバラツキである．よって，30%混合においては，加水タイミング等の製造過程の違いによる混合土品質に大きな違いは無いと考える．一方、35%混合土では，目標値の 35%に対してケース 1，2 共に－0.5%～－2.5%程度で低い値となった．35%混合土製造に関しては、ベントナイトの供給量が母材の供給量に対して遅くなったことが原因として挙げられ，材料供給装置のキャリブレーションが不十分であった可能性がある．

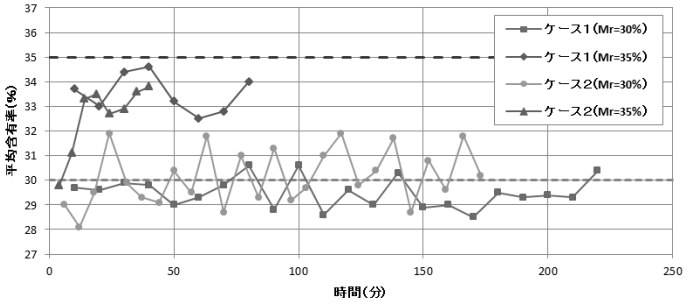

図-2　混合率の時間変化

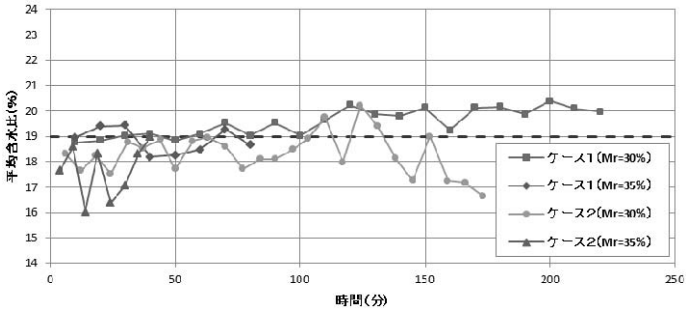

図-3　含水比の時間変化

５．締固め施工試験結果

締固め後に原位置サンプリングした供試体を用いた透水試験（低透水性材料の透水試験方法（基準案））の結果と有効モンモリロナイト湿潤密度との関係を図-4 に示す．同図には既往検討[2]の結果より示された相関関数を併記している．ケース 1 の透水係数は、1×10^{-11}m/s オーダーの結果が得られ，目標を満足したが，ケース 2-1 およびケース 2-2 では 1×10^{-10}m/s オーダーとなった．これは締固め特性の違いによるものと考えられる．一般にマカダムローラは締固め回数に依存するが，振動ローラは締固め速度（滞在時間）が長くなれば，その作用も多く受ける．よって，ケース 2-1 およびケース 2-2 においては，締固め速度の調整が必要であると考えられる．また，30%混合土より 35%混合土の透水係数が大きいのは，初期含水比が 30%混合土ではWopt＋4%に対し，35%混合土ではWopt 程度となったことが挙げられる．図-5 に示した室内突き固め試験結果からも 35%混合土の方が 30%混合土に比べ，最大乾燥密度が小さく，最適含水比が大きい結果が得られている．よって，混合率の下限値を 30%と規定した場合，ベントナイトの供給量のバラツキを考慮した上で適切な設定混合率を定め，その締固め曲線に基づいて含水比を設定する必要がある．

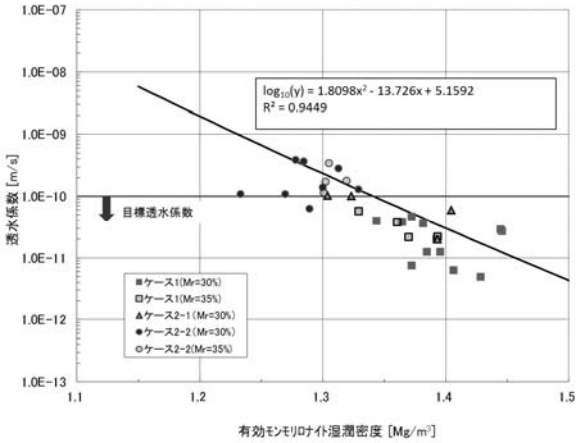

図-4　有効モンモリロナイト湿潤密度と透水係数の関係

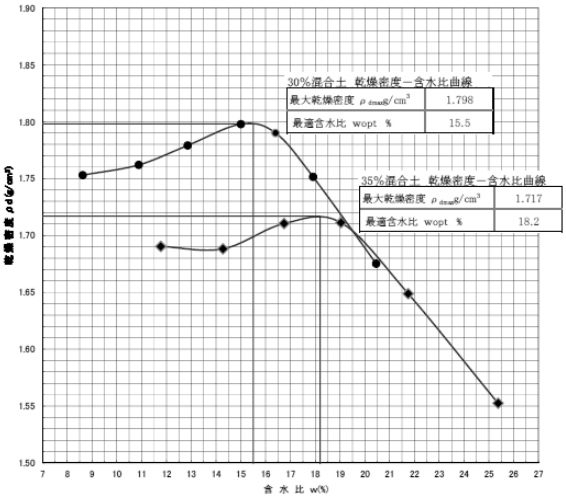

図-5　室内締め固め試験結果

【参考文献】1）工藤ほか；低レベル放射性廃棄物処分施設における難透水性覆土の施工性試験，第 68 回年次学術講演会講演概要集，土木学会，CS11-018，2013．2）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，CS7-017，2010．