

## ベントナイト混合土に使用する砂の違いが透水係数に与える影響

日本原燃(株) 正会員 ○工藤 淳 庭瀬 一仁 浪岡 翔吾  
 安藤ハザマ 正会員 千々松 正和 永井 裕之  
 東電設計(株) 正会員 矢込 吉則

### 1. はじめに

低レベル放射性廃棄物のピット処分施設における難透水性覆土として、低配合率のベントナイト混合土を用いることが計画されている<sup>1)</sup>。ベントナイト混合土に用いる材料のばらつきにより透水係数が変化することから、使用する材料の選定が重要である。透水係数を支配するベントナイトの品質については既往の検討成果<sup>2)</sup>から基準を設定している。しかし、ベントナイト混合土の大半を占める砂の品質については、コンクリート用細骨材の基準に適合することを規定しているのみであり、この規格内で変動する場合の影響については評価ができていない。実施工においては、使用する砂の産地が変わることも想定され、仮にベントナイト混合土の要求性能を満足できる砂の品質が限定されるような場合には、砂の品質管理基準をより厳密に定めるなどの対応が必要となる。よって、ベントナイト混合土に使用する砂の品質特性が透水係数に与える影響について比較試験を実施した結果を報告する。

### 2. 使用する砂の特性

ベントナイト混合土に使用する砂の品質は、コンクリート用細骨材の品質基準に適合していることが条件であるため、レディーミクストコンクリート製造工場で使用している骨材を調査し、7種類の砂を選定した。これらについて、室内試験を実施した結果を表-1に示す。なお、最大乾燥密度はベントナイト混合土（ベントナイトと砂を乾燥質量比で30%：70%で混合）で試験した値であり、使用したベントナイトはクニボンドRW（MBC=121mmol/100g）である。ベントナイト混合土の最大乾燥密度と砂の特性値との関係を図-1に示す。土粒子密度が大きく、吸水率が低い砂を用いた場合にベントナイト混合土の最大乾燥密度が大きくなる傾向であった。

表-1 砂の特性試験

試験項目	砂の種類						
	A	B	C	D	E	F	G
吸水率試験(%)	2.11	2.57	2.96	7.12	5.01	2.58	3.11
土粒子密度試験(Mg/m <sup>3</sup> )	2.719	2.835	2.737	2.672	2.756	2.737	2.722
土の粒度試験(均等係数U <sub>c</sub> )	5.3	2.6	2.1	2.5	4.2	3.7	2.5
最大乾燥密度(Mg/m <sup>3</sup> )※	1.753	1.808	1.756	1.582	1.699	1.810	1.721

※締固めはC法で実施

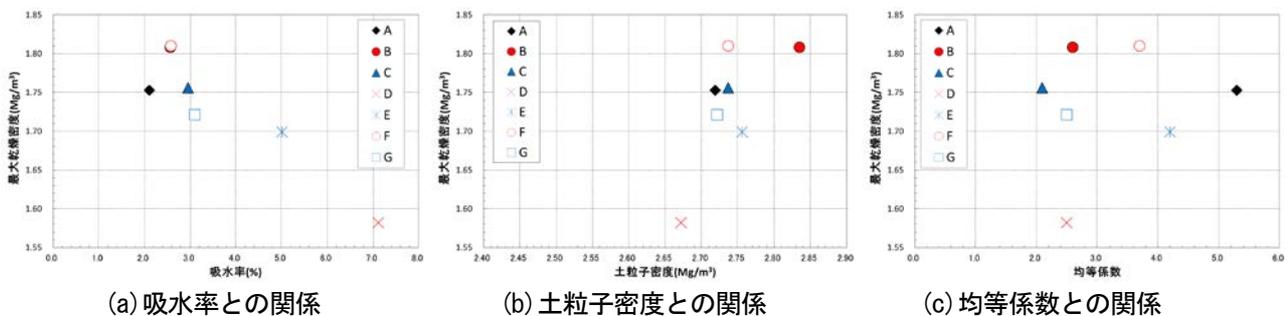


図-1 各砂を用いたベントナイト混合土の最大乾燥密度と各種試験との関係

キーワード：放射性廃棄物埋設施設、ベントナイト混合土、砂、最大乾燥密度、透水係数

連絡先：039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駱字野附504-22/TEL: 0175-72-3265/FAX: 0175-72-3226

3. 使用する砂の違いがベントナイト混合土の透水性に与える影響

ベントナイト混合土に使用する砂の品質の違いが透水性に与える影響を確認するため、表-1 に示した砂から 4 種類 (A,B,E,G) を選定してベントナイト混合土を作製し、初期含水比を水準として透水試験を実施した。なお、これら 4 種の砂は粒度や吸水率の試験結果に加え、実施工における材料調達の可能性 (埋蔵量など) を考慮して選定した。また、既往の検討で使用してきた A 砂については、JIS A 5005 に規定されている砂の粒度の上限 (細粒) および下限 (粗粒) で変動した場合の透水係数への影響を確認するため、粒度調整した試料を用いた。試験ケースを表-2 に、試験結果を有効モンモリロナイト湿潤密度<sup>2)</sup> で整理したものを図-2 に示す。本試験で使用した砂の品質範囲であれば、初期含水比のばらつきにより透水係数が最大で 1 オーダー程度の差があるが、 $1 \times 10^{-10} \text{m/s}$  以下の透水係数を達成できる結果が得られた。ただし、E 砂の試験結果が示すように、初期含水比が乾燥側に振れると透水係数が大きくなる砂を用いる場合は、乾燥側の含水比管理幅を狭めるなどの配慮が必要となる。図-3 には、各砂を用いたベントナイト混合土の透水係数と各種試験の関係性を整理したものを示す。均等係数と透水係数には有意な相関は見られず、吸水率が小さく土粒子密度が大きい砂を用いたベントナイト混合土の透水係数が幾らか小さくなる傾向を示したが、土粒子については混合土を製造する際のベントナイト混合率が質量比であるため、混合土中のベントナイト量が増えることによる影響が大きいと考えられる。

4. まとめ

今回使用した砂の品質範囲では、ベントナイト混合土 (クニボンド 30%混合) の締固め性は、砂の粒度よりは砂の密度や吸水率の方が影響は大きい結果となった。透水性に関しては、使用する砂が異なることで混合土の最大乾燥密度は変化するが、最適含水比より高めの含水比で透水係数が最小となることは既往の知見と齟齬がなく、透水係数にも大きな差がないことが確認できた。使用する砂の違いがベントナイト混合土の透水係数に与える影響としては、締固め性と同様に粒度より土粒子密度や吸水率の方が大きい結果となった。本試験では、ベントナイト混合土に購入砂を用いる場合には、概ねコンクリート用細骨材の品質に適合したものであれば、要求性能に有意な差がないことを確認したが、なるべく吸水率の小さい砂を用いることが推奨される。今後は、実施工時の管理基準を最適化するために、試験施工などを行い、使用する砂の品質がベントナイト混合土に与える影響を確認する必要があると考えている。

表-2 混合砂の特性試験

試験項目	条件 (密度は C 値 100%)	
	砂	初期含水比
透水試験	A	Wopt Wopt+2% Wopt+4% Wopt+6%
	B	
	E	
	G	
	A-1 (細粒)	
	A-2 (粗粒)	

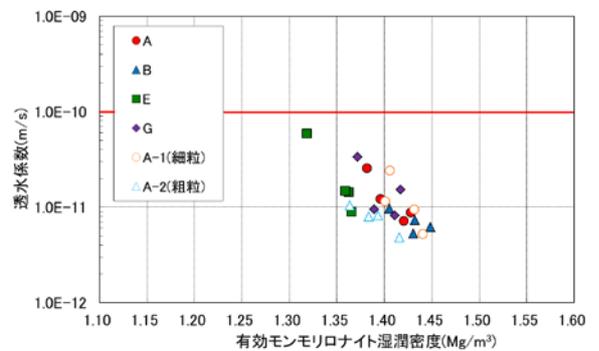


図-2 各種ベントナイト混合土の有効モンモリロナイト湿潤密度と透水係数の関係

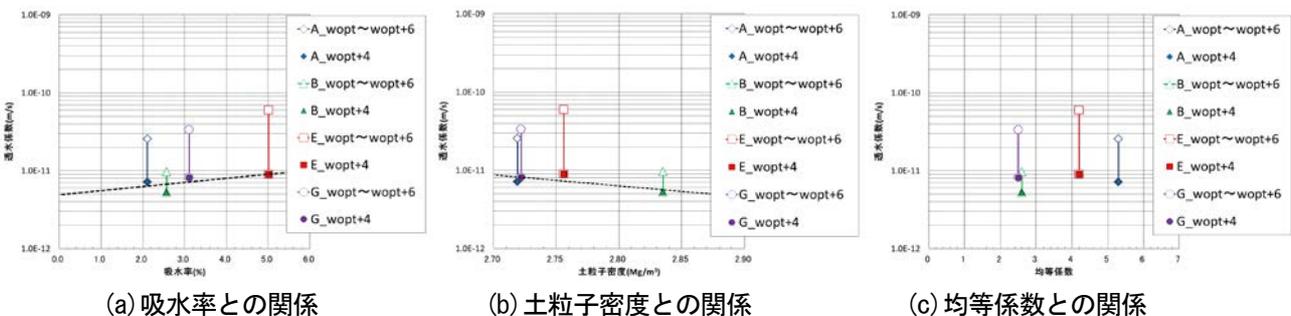


図-3 各砂を用いたベントナイト混合土の透水係数と各種試験との関係

【参考文献】

- 1) 伊藤他: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,土木学会第 65 回年次学術講演会,CS7-017,2010.
- 2) 工藤淳他: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透水性評価の一考察,土木学会第 69 回年次学術講演会,III-152,2014.