

大年寺層泥岩を用いたベントナイト混合土の透水係数

清水建設(株) 正会員 ○中島 均 正会員 齋藤 亮

正会員 浅田素之 正会員 郷家光男

興亜開発(株) 鳥越 崇 西川昌芳

1. はじめに

福島第一原子力発電所の事故による環境汚染に対処するために除染工事が行われている。福島県では除染工事によって生じた除去土壌等は中間貯蔵を経たのちに、最終処分される計画である¹⁾。この土壌貯蔵施設は管理型の廃棄物最終処分場と同等以上の設備となることが考えられるが、国内の一般的な廃棄物最終処分場に比べて施設規模が桁違いに大きい。このため遮水層としてベントナイト混合土を用いることを考えた場合、通常行われているように母材として砂や砂礫を購入することは現実的ではなく、現地発生土を用いることがコスト低減のみならず、工事の円滑な推進にも有効である。敷地周辺で採取可能な代表的なものとして大年寺層泥岩が考えられる。泥岩は一般的にはベントナイト混合土に不向きと考えられているが、容易に破碎する性質などから十分ベントナイト混合土の母材として使用できると考えた。本報告では、大年寺層泥岩を用いたベントナイト混合土の透水性を検討した。

2. 大年寺層泥岩の採取

大年寺層は新第三紀鮮新世の仙台層群に属する泥岩層であり、中間貯蔵施設予定地の周辺に広範囲に分布している。試験に用いる大年寺層泥岩は大熊町にて採取した。図1(a)(b)に示すようにバックホウで容易に掻きとれる。また、破碎性などを確認するために図1(c)に示す30cm程度の塊も採取した。なお、採取場所の大年寺層は黒色の層に部分的に茶色の層が互層になっており、それぞれを個別に採取した。



(a) 大年寺層の採取状況（黒色） (b) 大年寺層の採取状況（茶色） (c) スレーキング試験用サンプル

図1 大年寺層のサンプリング状況

3. 大年寺層泥岩の特性

採取した大年寺層泥岩の基本物性は、表1に示すように色の違う2種類の泥岩（材料A、材料B）毎に求めた。ベントナイト混合土の母材として使用することを考え、破碎性などを確認する試験として岩のスレーキング率試験（JHS 110-2006²⁾）と岩の破碎率試験（JHS 109-2006²⁾）を実施した。スレーキング率は非常に高いが、破碎率はそれほど高くないことから、スレーキングによる土砂化が有効である材料と言える。また、泥岩そのものに含まれる膨潤性鉱物を推定するためにメチレンブルー吸着量試験³⁾を行った。モンモリロナイト含有率を算定した結

表1 大年寺層の基本物性

項目		大年寺層	
		材料A (黒色)	材料B (茶色)
物理的性質	含水比 (%)	26.1	29.0
	粒子密度 (g/cm ³)	2.644	2.678
	スレーキング率 (%)	93.6%	94.2%
	破碎率 (%)	45.9%	41.3%
化学的性質	MB吸着量 (mmol/100g)	12	10
	モンモリロナイト含有率※(%)	9	7

※モンモリロナイト100%のMB吸着量を140mmol/100gとして換算した

キーワード 福島第一原発，中間貯蔵施設，ベントナイト混合土，透水係数，大年寺層

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設(株)技術研究所 TEL：03-3820-8431

果、それほど多くの膨潤性鉱物は含まれていないことがわかった。ベントナイト混合土としたときに低透水性を確保するためには、砂などを母材とする場合と同等にベントナイトを混合する必要があることが推察される。

図2は締固め試験および透水試験に使用した大年寺層泥岩の粒度分布である。

4. ベントナイト混合土の透水試験

大年寺層泥岩にベントナイトを添加し、透水試験を実施した。泥岩は材料A(黒色)と材料B(茶色)を80:20で混合したもの(混合材料)を基本とし、乾燥重量比で5, 10, 15%のベントナイト(クニゲル V1:クミニネ工業製)を添加した。混合材料、材料A、材料Bを単体で用いた透水試験もあわせて実施した。透水試験供試体の作製条件は、締固め試験(JIS A 1210:A-c 法)で最大乾燥密度と最適含水比を求め、締固め曲線上で締固め度 95%となる湿潤側の状態とした。図3に締固め曲線、表2に締固め試験結果と透水試験の供試体条件を示す。透水試験は直径10cm、高さ10cmの亚克力モールド内で所定密度に締固め、変水位透水試験(JIS A 1218に準拠)で実施した。

図4に透水試験結果を示す。泥岩のみでは廃棄物最終処分場の遮水工として要求される透水係数($1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$)以下を満足できない。ベントナイトの添加量が増加するにつれて透水係数が小さくなり、5%配合以上で要求透水係数を下回る。実際にベントナイト混合土を施工した場合の透水係数は施工可能な密度に依存するため、試験施工等を実施して確認する必要があるが、ベントナイトを10~15%程度混合することで要求透水係数を十分満足できると考えられる。

5. おわりに

中間貯蔵施設の遮水層を念頭に、破碎した大年寺層泥岩を用いたベントナイト混合土の透水性について検討した。ベントナイト配合率を変えて透水試験を行った結果、購入砂を用いた場合と同等にベントナイトを10~15%程度混合すれば要求を満足するベントナイト混合土となることがわかった。大年寺層泥岩はスレーキングによる土砂化が顕著な材料であるため、実施工を想定した効率的な土砂化について検討を進める必要がある。また、採取場所等による大年寺層のバラツキについても確認が必要である。今後、混合率の最適化を行うためには試験施工の実施などが必要となる。

参考文献

1) 環境省: 除染土壌などの中間貯蔵施設について, http://josen.env.go.jp/chukanchozou/material/pdf/dojyou_cyuukan.pdf, 平成26年5月。2) NEXCO 東日本・中日本・西日本: NEXCO 試験方法第一編土質関係試験方法, pp.17-22, 2006。3) ベントナイト工業会: 標準試験方法 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), 1991。

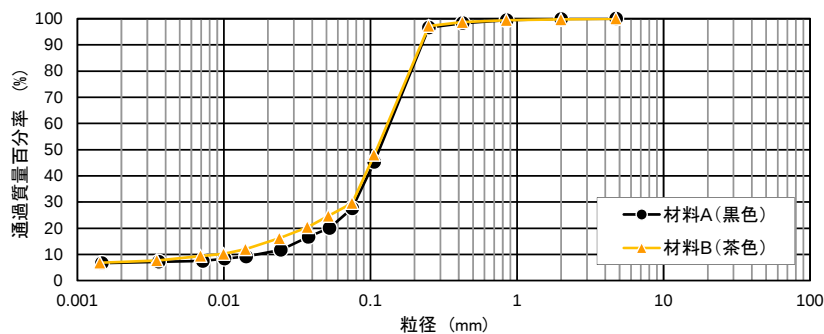


図2 大年寺層泥岩の粒度分布

表2 締固め試験結果と透水試験条件

試験材料	締固め試験		透水試験	
	最大乾燥密度 (g/cm^3)	最適含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm^3)	含水比 (%)
材料A(黒色)	1.37	27.9	1.31	34.4
材料B(茶色)	1.37	27.3	1.30	34.4
混合材料(A80+B20)	1.37	27.9	1.29	35.1
混合材料+ベントナイト5%	1.41	28.4	1.34	34.1
混合材料+ベントナイト10%	1.44	27.5	1.36	32.9
混合材料+ベントナイト15%	1.46	26.4	1.36	32.3

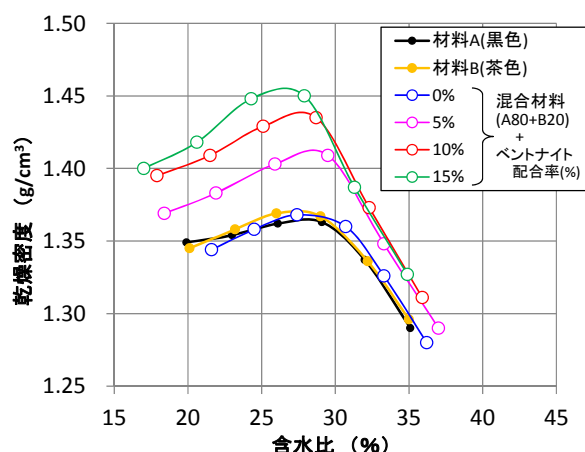


図3 締固め曲線

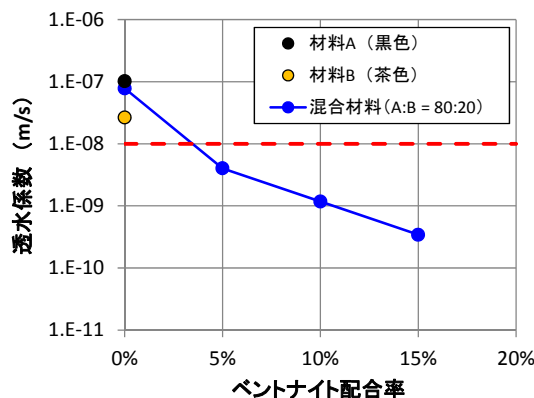


図4 透水試験結果