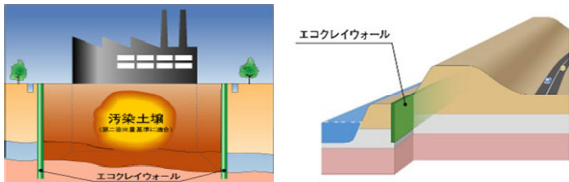


Ca 型ベントナイトを用いたソイルベントナイト鉛直遮水壁の海水混入地盤への適用

ライト工業(株) 正会員 ○荒木 豪, 飯尾 正俊

1. はじめに

ソイルベントナイト鉛直遮水壁は、大型等厚式施工機械等により少量の掘削液を用いて全層横引き掘削を行った後に、膨潤性の高い粉体状粘土鉱物である Na 型ベントナイト（以下、Na-Be）を混合攪拌することで、高い遮水性能を有する粘土遮水壁を造成する工法である。本工法は、図 1 に示すような汚染土壌の封じ込めや堤体の遮水対策等にて実績を重ねている



(a) 汚染土壌の封じ込め (b) 堤体の漏水対策
図 1 ソイルベントナイト鉛直遮水壁の適用例

1)。ソイルベントナイト鉛直遮水壁の特徴として、 10^{-10} m/s オーダの遮水性が長期に得られ、変形追随性及び自己修復性を有し、自然由来の材料を用い施工時の排泥が少なく環境配慮型であるなどの利点が挙げられる。

これまでにソイルベントナイト鉛直遮水壁の Na-Be に代わる新たな材料として、Ca 型ベントナイト（以下 Ca-Be）の検討を進めている 2)。Ca-Be は Na-Be と比較すると膨潤性能は劣るが、改質剤（無機アルカリ金属）を用いることで Na-Be と同等程度まで膨潤性能を高めることができる。室内試験にて、改質剤を添加することで Ca-Be を使用したソイルベントナイト試料が Na-Be とほぼ同等の遮水性能を有すること、Ca-Be 掘削液の高濃度化により遮水性が向上することを確認している 2)。

本稿では Ca-Be の海水混入地盤での適用性についての検証を行った。沿岸域等の地下水に海水が混入する地盤において、Na-Be を使用したソイルベントナイト遮水壁は、海水中の電解質イオンの影響により膨潤が阻害され、遮水性能が著しく低下することが確認されている。そこで、室内試験にて海水混入地盤を想定した模擬試料土を用い、Ca-Be のソイルベントナイト試料を作製して透水試験を実施した。

2. 実験概要

2.1 試料土

試料土については、海水混入地盤を模擬して 4.75mm 以下の乾燥砂(千葉県君津産)を使用し、含水比 20%で飽和度 100%となるように間隙水量を調整した。間隙水には人工海水(塩分濃度 3.2%)を用い、希釈海水を作製した。希釈海水はソイルベントナイト遮水壁の沿岸域での施工実績を参考に、2 倍・4 倍希釈(塩分濃度 1.6、0.8%)の 2 種類とした。試料土の物性を表 1 に示す。

2.2 ソイルベントナイト試料の作製方法

試料作製は、ソイルベントナイト鉛直遮水壁の施工方法に沿った方法で行った。まず掘削液を試料土 1m³ に対して 100~140L の配合で投入し、攪拌混合して掘削液混合試料を作製する。次に粉体混合として、掘削液混合試料 1m³ 当りにベントナイト粉体を各配合量で投入してソイルベントナイト試料を作製する。掘削液混合・粉体混合ともにホバートミキサを用いて、各 10 分間の攪拌混合を行う。改質剤の添加量は事前検討の膨潤力試験・掘削液の粘性試験 2)より、Ca-Be 量の 5%（重量比）とした。試料作製フローを図 2 に示す。

表 1 対象土の物性(君津砂)

土粒子密度 (g/cm ³)		2.694
含水比 (%)		20
湿潤密度 (g/cm ³)		2.088
粒度	礫分(2~75mm) (%)	9.7
	砂分(0.075~2mm) (%)	89.0
	シルト分(0.005~0.075mm) (%)	1.3
	粘土分(0.005未満) (%)	
	最大粒径 (mm)	4.75
	均等係数 U _c	3.73
曲率係数 U' _r		1.00
透水係数※ (m/s)		1.2×10^{-5}

※定水位透水試験

キーワード 遮水壁 Ca 型ベントナイト 改質剤

連絡先 〒300-2658 茨城県つくば市諏訪 C23 街区 3 画地 ライト工業(株)R&D センター TEL 029-846-6175

2.3 透水試験

透水試験は、JIS A 1218 の変水位法で実施した。透水液には間隙水と同濃度の希釈海水を用い、透水係数の決定は流入量と流出量がほぼ等しくなり、透水係数が安定した時点とした。本検討の目標透水係数は、汚染土壌対策における室内設定値である $2 \times 10^{-9} \text{m/s}$ 以下とした。

2.4 配合

試料土の間隙水は、希釈海水の塩分濃度 0.8、1.6%と水道水を用いた条件(塩分濃度 0%)の 3 パターンとし、各塩分濃度において表 2 の試験配合を実施した。

試験配合は、掘削液濃度が 5%(Ca-1~3)と 50%(Ca-4~6) に大別される。両ケースとも掘削液混合では掘削液量 100、120、140L/m³、粉体混合では Ca-Be 総量が 100、120、140kg/m³ となる粉体と改質剤を同時に添加している。掘削液濃度 5% 配合(Ca-1~3)では、掘削液中 Ca-Be 量の 5%(重量比)となる改質剤を掘削液中に添加している。全配合において、改質剤総量は Ca-Be 総量の 5%とした。試験は Ca-Be 総量が少ない配合から実施し、目標透水係数($2 \times 10^{-9} \text{m/s}$ 以下)を満足した時点で終了している。なお Na-Be でも海水濃度 0、25% 条件で Ca-Be 掘削液濃度 5%と同配合量で試験を実施している。ただし Na-Be は標準配合として改質剤は添加していない。

3 実験結果

試験結果を図 3 に示す。塩分濃度 0%では Ca-Be、Na-Be とともに Be 総量 100kg/m³ で透水係数は 10^{-10}m/s オーダであるが、塩分濃度 0.8%では全て配合で透水係数が上昇する。Na-Be では Be 総量 100kg/m³ で 10^{-7}m/s オーダとなり、Be 総量 140kg/m³ でも $1.1 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 程度であった。Ca-Be では Be 総量 100kg/m³(Ca-1,4)で $5 \times 10^{-9} \text{m/s}$ 程度であるが、Be 総量 120kg/m³(Ca-2,5)で目標とする透水係数を満足しており、掘削液濃度 50%では $8.2 \times 10^{-10} \text{m/s}$ となった。塩分濃度 1.6% では塩分濃度 0.8%より透水係数が上昇するが、掘削液濃度 5、50%ともに Be 総量 140kg/m³(Ca-3,6)で目標透水係数を満足している。両者を比較すると掘削液を高濃度化して粉体量の少ない掘削液濃度 50%(Ca-6)のほうが透水係数は小さい。

4. 考察

Na-Be と比較すると Ca-Be の耐海水性における優位性が確認された。これは Ca-Be 配合で添加する改質剤が、海水中の電解質イオンを不活性化させた効果と考えられる。また、海水混入条件でも掘削液を高濃度化して粉体量を低減させることで、分散性による遮水性能の向上が確認された。

参考文献：1) 一般財団法人土木研究センター，建設技術審査証明報告書 土木系材料・製品・技術、道路保全技術（建技審証 第 0701 号）無排泥粘土遮水壁工法「エコクレイウォールⅡ工法」内容変更・更新，2017。
2) 三中 淳平 荒木 豪 飯尾 正俊，アルカリ土類金属型(Ca 型)ベントナイトを用いたソイルベントナイト鉛直遮水壁の基礎的検討，令和元年度土木学会全国大会，2019。

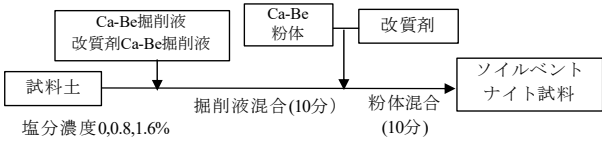


図 2 試料作製フロー

表 2 試験配合

配合 ケース No.	掘削液混合				粉体混合		Ca-Be の 総量	改質剤 の 総量
	掘削液 濃度 (%)	掘削液 (L)	掘削液中 Be量 (kg)	改質剤 (kg)	Be粉体 (kg)	改質剤 (kg)		
Ca-1	5	100	5	0.25	95	4.75	100	5.00 (5%)
Ca-2		120	6	0.30	114	5.70	120	6.00 (5%)
Ca-3		140	7	0.35	133	6.65	140	7.00 (5%)
Ca-4	50	100	42	—	58	5.00	100	5.00 (5%)
Ca-5		120	50		70	6.00	120	6.00 (5%)
Ca-6		140	59		81	7.00	140	7.00 (5%)

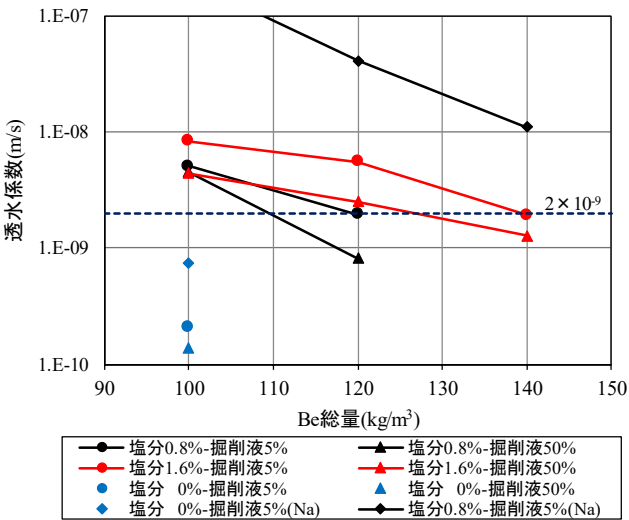


図 3 試験結果