

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

ライト工業(株) 正会員 ○三中 淳平, 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、粉体状の粘土鉱物である Na 型ベントナイト（以下、Na-Be）にて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調整池並びに遊水池の遮水対策等にて実績を重ねている。ソイルベントナイト鉛直遮水壁の特徴として、 10^{-10}m/s オーダー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。

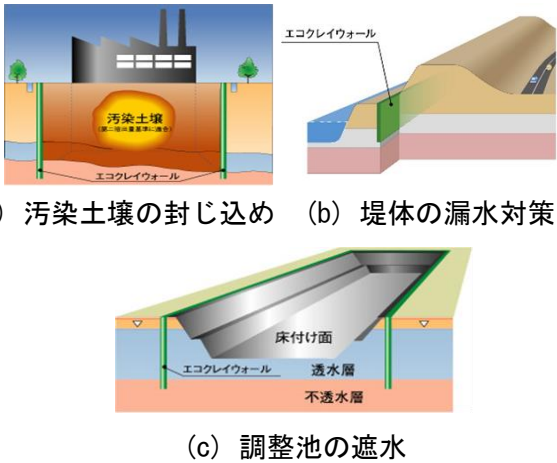


図 1 ソイルベントナイト鉛直遮水壁の適用例

本稿では、主材料として用いる膨潤性の高い Na 型ベントナイトに代わる新たな材料として、アルカリ土類金属型ベントナイト（Ca 型ベントナイト:以下 Ca-Be）の検討を行った。具体的には室内試験にて Ca-Be を攪拌混合した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。Ca-Be は Na-Be と比較すると膨潤性能は劣るが、改質剤（無機ナトリウム塩）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。Ca-Be を使用する利点としては、改質剤の添加方法を検討することで、掘削液の高濃度化や粉体投入時における攪拌効率の向上などが挙げられる。

2. 実験概要

2.1 試料土

試料土については、砂質飽和地盤を模擬して 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。対象土の透水係数は、 $1\times 10^{-5}\text{m/s}$ 程度になる。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 1m^3 に対して 100L 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 1m^3 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。試料作製フローを図 2 に示す。

2.3 透水試験

透水試験は、「土の透水試験方法」JIS A 1218 に準ずる変水位試験で実施した。試料寸法（透水円筒寸法）は直径 100mm、動水勾配は 12 程度とした。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

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'		1.00
透水係数※ (m/s)		1.2×10^{-5}

※変水位透水試験

キーワード 遮水壁 アルカリ土類金属型ベントナイト 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

安定した時点とした。

2.4 配合

配合は掘削液濃度により 2 ケースに分けられる。

Case1 は掘削液濃度 5%で、改質剤の添加量を変えた 3 配合(Ca-1～3)とした。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、掘削液・粉体配合ともに Ca-Be 量の 0, 3, 5%（重量比）とした。改質剤の添加方法は、掘削液混合には作液時に、粉体混合時には Ca-Be と同時に試料へ投入した。また比較対象として通常のソイルベントナイト配合（Na-Be）も実施している。

Case2 は掘削液濃度 50%として、改質剤添加量を 5%（重量比）定量して Ca-Be 粉体量を変えた 5 配合(Ca-4～8)とした。改質剤の添加方法は、掘削液混合時には掘削液と同時に試料土に投入し、粉体混合時には Case1 と同じとした。Ca-Be の掘削液濃度については、実施工時の圧送限界を考慮すると 50%程度まで高濃度化できることを確認している²⁾。

3 実験結果

配合、透水試験結果を表 2、3 に示す。まず Case1 について、改質剤を添加していない配合(Ca-1)の透水係数は 10^{-8} m/s オーダーであったが、改質剤を添加した配合 (Ca-2,Ca-3)は 10^{-10} m/s オーダーとなり、ソイルベントナイト鉛直遮水壁の標準スペックを満足している。改質剤を添加することで、改質剤無添加と比べて 2 オーダーほど透水係数が小さくなっていることが判る。改質剤添加の Ca-3(5%)と Ca-2(3%)を比較すると改質剤添加量の多い Ca-3 のほうが透水係数は小さくなっており、Ca-3 は通常のソイルベントナイト配合である Na-1 とほぼ同等の透水係数であった。

次に Case2 の結果だが、Ca-Be 粉体無添加の配合(Ca-4)の透水係数は 10^{-7} m/s オーダーであったが、Ca-Be 粉体を添加した Ca-5～8の透水係数は 10^{-10} m/s オーダーとなった。特に Ca-5 の粉体量は 28kg/m^3 (総量 70kg/m^3) と低量あるが 10^{-10} m/s オーダに達しており、総量 90kg/m^3 までは粉体量が増えるほど、透水係数は小さくなっている。また Ca-6～8 は、Case1 の Ca-3 よりも透水係数が小さくなっており、Ca-Be 総量が同じまたはそれ以下であっても掘削液の高濃度化（粉体量の低減）による攪拌効率の向上が遮水性を高めたと考えられる。

4. まとめ

ソイルベントナイト鉛直遮水壁の主材料である Na-Be に代わる新たな材料として Ca-Be の基礎的検証を室内試験にて実施した。その結果、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でもNa-Be とほぼ同等の遮水性能を確認した。また掘削液の高濃度化による遮水性能の向上も確認された。今後、Ca-Be を使用したソイルベントナイト鉛直遮水壁の実用化に向けて、更なる検討を進めていきたい。

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) 荒木 豪 飯尾 正俊，ソイルベントナイト鉛直遮水壁におけるアルカリ土類金属型(Ca 型)ベントナイトの活用，第 54 回地盤工学研究発表会(投稿中)，2019.

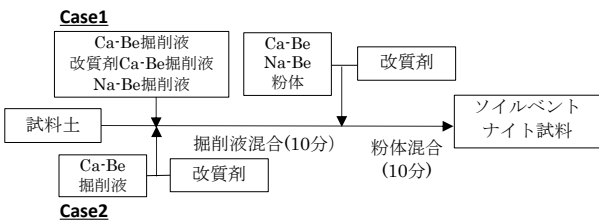


図 2 試料作製フロー

表 2 試験結果 Case1

配合ケース		掘削液混合			粉体混合		Be の総量	改質剤の総量	透水係数
No.	Be種別	5%濃度掘削液 (L)	改質剤 (kg)	掘削液中Be量 (kg)	Be粉体 (kg)	改質剤 (kg)			
Ca-1	Ca-Be	100	0	5	95	0	100	0	2.25×10^{-8}
Ca-2			0.15 (3%)			2.85 (3%)		3.00 (3%)	9.47×10^{-10}
Ca-3			0.25 (5%)			4.75 (5%)		5.00 (5%)	2.09×10^{-10}
Na-1	Na-Be		0			0		0	1.92×10^{-10}

表 3 試験結果 Case2

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	透水係数
	50%濃度掘削液 (L)	改質剤 (kg)	掘削液中Be量 (kg)	Be粉体 (kg)	改質剤 (kg)			
Ca-4	100	2.10 (5%)	42	0	0	42	2.10 (5%)	2.03×10^{-7}
Ca-5				28	1.40 (5%)	70	3.50 (5%)	3.51×10^{-10}
Ca-6				38	1.90 (5%)	80	4.00 (5%)	1.80×10^{-10}
Ca-7				48	2.40 (5%)	90	4.50 (5%)	1.52×10^{-10}
Ca-8				58	2.90 (5%)	100	5.00 (5%)	1.53×10^{-10}