

第 III 部門

高濃度スラリーを用いたソイルベントナイト供試体の透水試験

京都大学大学院	学生会員	○清水 稔介
京都大学大学院	正会員	加藤 智大
京都大学大学院	正会員	高井 敦史
京都大学大学院	フェロー会員	勝見 武

1. はじめに

ソイルベントナイト (SB) 遮水壁は、原位置土とベントナイトを混合して造成される地中連続壁で、遮水性・変形追従性・長期安定性に優れており、地盤汚染の封じ込めに用いられる。一般的な SB 遮水壁の施工は等厚式施工機を用いて行われる。従来の施工では、先行掘削 (原位置土にベントナイトスラリー注入・攪拌)、戻り掘削 (掘削開始位置への引き返し)、掘削造成 (粉体ベントナイト混合・攪拌) の3つの過程を繰り返す必要がある²⁾。ここで、従来と比べて水に対するベントナイトの質量比が高い高濃度ベントナイトスラリーを導入することで、先行掘削の段階で従来施工より多くのベントナイトを注入でき、上記のような施工過程を効率化できる可能性がある。

ベントナイトの主成分であるモンモリロナイト粒子は、各アルミノシリケート層の間に水分子を引き付け層間間隔が増大することで膨潤するが、周囲の塩濃度が高いと層間に水分子を取り込むことが出来ず膨潤が抑制される。ベントナイトの膨潤が抑制されることでスラリーの粘性が低下し、現場において送液可能な高濃度スラリーが作製できる可能性がある一方、高濃度スラリーに含まれる塩による膨潤阻害により、SB が十分な遮水性を発揮しない可能性がある。

そこで本研究では、塩添加した高濃度ベントナイトスラリーを用いて SB を作製し遮水性を評価することを目的として、高濃度スラリーを用いた SB の透水係数を柔壁型変水位透水試験により測定した。

2. 試験方法

使用材料として、ベントナイトにはクニミネ工業製のクニゲル V1、SB の母材には真砂土、スラリーを高濃度化するための塩にはアルカリ金属塩を用いた。クニゲル V1 と真砂土の土粒子密度はそれぞれ 2.79 g/cm^3 , 2.69 g/cm^3 であり、真砂土の粒度分布は、砂分 85.9%、シルト分 7.7%、粘土分 6.4%、均等係数は 20.2 であった。

高濃度ベントナイトスラリーは、まずアルカリ金属塩溶液を作製し、そこにベントナイトを添加し攪拌するという手順で作製した。本研究では、現場でポンプ圧送可能な粘度であるファンネル粘度 50 sec 以内を管理値として、高濃度ベントナイトスラリーの配合条件を検討し、ソイルベントナイト作製に使用する高濃度スラリー (以下、高濃度スラリー α) の配合条件を決定した。高濃度スラリー α の配合条件は、塩添加量 60 g/L、ベントナイト濃度 50% とした。

SB は、原位置土を模擬した真砂土にベントナイトスラリーを添加したあと、必要な場合は粉体のベントナイトを添加するという手順で作製した。SB の配合条件を表 1 に示す。ケース A は従来の施工を想定し、模擬土にベントナイト濃度 5% の通常スラリーを添加したのち不足分を粉体のベントナイトで添加した。ケース B は、高濃度スラリー α を導入して粉体添加量を低減した。ケース C は、高濃度スラリー α のみで必要量のベントナイトをすべて添加し、粉体のベントナイトは添加しなかった。なお、ケース A, B, C とともに、自然含水比状態のベントナイト (含水比 10.9%) の総添加量が真砂土に対して 7.5% の質量比となるように添加量を調整した。

各ケースについて、ASTM D 5084 に従い柔壁型変水位透水試験を行った。予備圧密を 39.2 kPa 载荷で 48 時間、真空脱気を 48 時間以上行った後に、供試体を柔壁試験装置にセットして水頭差を与えた。通水液には蒸留水を使用し、拘束圧は 30 kPa 作用させた。試験期間中、定期的に採水を行って通水量を測定して、ダルシー則に従って透水係数を算出し、pH メーターで pH も測定した。試験容器はケース A を 1 台、ケース B, C をそれぞれ 2 台ずつ、計 5 台設置した。

Ryosuke SHIMIZU, Atsushi TAKAI, Tomohiro KATO and Takeshi KATSUMI

shimizu.ryosuke.68r@st.kyoto-u.ac.jp

表1 ソイルベントナイトの配合条件

ケース	模擬土		スラリー				粉体	総ベントナイト量
	真砂土	水	濃度	水	塩	ベントナイト	ベントナイト	
ケース A (通常スラリー+粉体)	1330 g	333 g	通常	100 g	0 g	5 g	95 g	100 g
ケース B (スラリー α +少量粉体)	1330 g	333 g	高濃度	80 g	4.8 g	40 g	60 g	100 g
ケース C (スラリー α のみ)	1330 g	333 g	高濃度	200 g	12.0 g	100 g	0 g	100 g

3. 結果と考察

透水係数と Pore Volumes of Flow (PVF) の関係を図1に示す。ケース A, B, C の透水係数は、いずれも基準値 1.0×10^{-9} m/s 以下を満たす結果となった。高濃度スラリー α を用いたケース B, C が十分な遮水性を示した原因として、高濃度スラリー α を母材に添加したとき母材に含まれる水分で高濃度スラリー α が希釈され塩濃度が低下したことで、モンモリロナイト層間と粒子周囲の溶液との間のイオン濃度勾配が発生し、ベントナイトが十分に浸透膨潤をしたことが考えられる。ただし、いずれのケースも透水係数が安定しておらず、今後も長期的に実験を継続する必要がある。

pH と PVF の関係を図2に示す。に示す。pH は、ケース A で 7.0-9.0 程度、ケース B で 9.0-9.5 程度、ケース C で 9.5 程度となった。pH の大小関係はおおよそ $A < B < C$ となり、アルカリ金属塩を含む高濃度スラリー α の添加で pH が上昇したと考えられる。一方、高濃度スラリー α の作製に使用したアルカリ金属塩水溶液の pH は 11.5-12.0 程度で、模擬土に含まれる水分で希釈されることを考慮しても pH は 11.5 を下回らないが、浸出液の pH は 9.5 程度に留まっており、ベントナイトの pH 緩衝作用が発揮されたことが考えられる。

4. まとめ

高濃度スラリーを用いたソイルベントナイト遮水壁の透水係数を実験で測定した。高濃度スラリー α (アルカリ金属塩添加量 60 g/L、ベントナイト濃度 50%) を用いて作製したソイルベントナイトの透水係数は、基準値 1.0×10^{-9} m/s 以下となった。高濃度スラリー α を用いたソイルベントナイト遮水壁は十分な遮水性能を示すといえる。

謝辞：ライト工業株式会社の宇梶 伸 氏、荒木 豪 氏に多大なご助言をいただいた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 高井ら (2012). ソイルベントナイト連続遮水壁の遮水性能に及ぼす影響因子, 土木学会論文集 C, 68(1), 1-14.
- 2) Katsumi et al., 2008. Hydraulic Barrier Performance of SBM Cut-Off Wall Constructed by the Trench Cutting and Re-Mixing Deep Wall Method, GeoCongress 2008: Geotechnics of Waste Management and Remediation, 628-635.

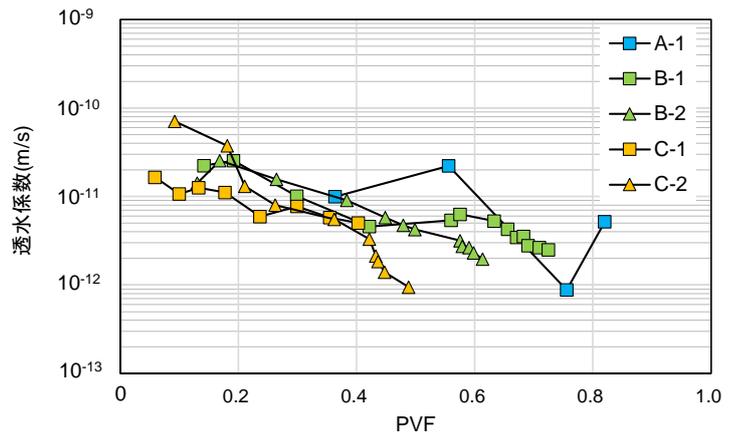


図1 ソイルベントナイトの透水係数と PVF の関係

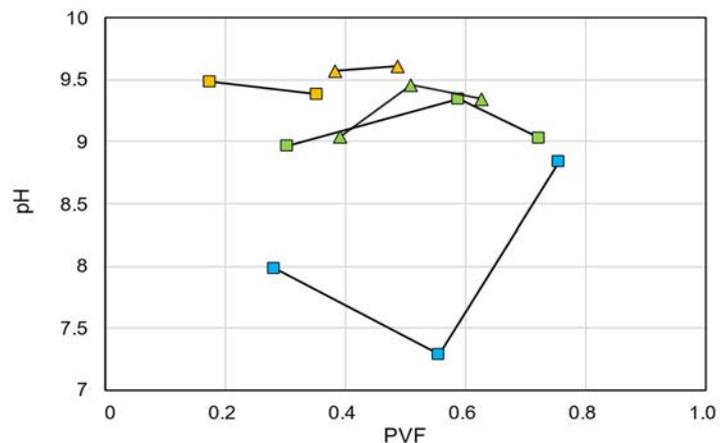


図2 浸出液の pH と PVF の関係