

耐震性鉛直遮水壁の壁体性能に関する要素試験

松下 鈺産 正会員 ○中村 宏彰 非会員 松下 眞矢
 愛知工業大学 正会員 渡邊 康司
 成幸利根 非会員 上野 大輔

1. はじめに

近年、工場や処分場における汚染土壌や地下水の封じ込め、調整池などでの漏水対策に対する需要が高まっている。従来、セメント系固化材を用いた機械攪拌式の施工法により構築されたソイルセメント系遮水壁で封じ込めや漏水などの対策を講じてきた。しかしながら、ソイルセメント系遮水壁は、地震時に脆性的な破壊性状を示す可能性があることが指摘されている。したがって、地震時にクラックが生じる可能性があり、クラック発生後の遮水性能の低下が懸念されている。そこで、地震時において変形追随性を有する耐震性鉛直遮水壁の開発を進めている。本工法は、低粘性かつ高濃度な特殊ベントナイト系スラリーを1パス方式で地盤に注入・攪拌することで鉛直遮水壁を構築することを想定している。本報では、人工的に作製したモデル壁体に対して壁体性能に関する要素試験を実施し、鉛直遮水壁の壁体性能を確認した結果を報告する。

2. 耐震性遮水壁の施工

耐震性遮水壁は、TRD (Trench cutting Re-mixing Deep wall method) 工法を用いて施工される。TRD 工法は、地中に建て込んだチェーンソー型のカッターポストをベースマシンと接続し、それらを水平方向に移動させることにより、地中連続壁となる掘削溝の掘削および低粘性・高濃度な特殊ベントナイト系スラリーの注入、原位置地盤との攪拌混合を行い、地中に連続した遮水壁を造成する。Fig.1 に施工方法を示す。耐震性遮水壁の施工に TRD 工法を用いることで、鉛直精度の確保や上下攪拌により均質な品質の確保が可能となる。

3. 要素試験の概要

遮水壁の配合を Table 1 に示す。壁体の構成材料は、砂（珪砂 5 号）、カオリン（Case 2 のみ）、Ca 系ベントナイト、水およびイオン交換剤である。壁体の作製手順を以下に示す。

- ①所定量の珪砂 5 号に対して、所定量の水を添加後、モルタルミキサーで全体が均一になるよう攪拌する。
- ②所定量の水に対して、所定量の Ca 系ベントナイトを添加し攪拌する。
- ③所定量の水に対して、所定量のイオン交換剤を添加し分散させる。
- ④注入液を添加後のベース土砂に対して、所定量の注入活性化剤を添加し攪拌する。

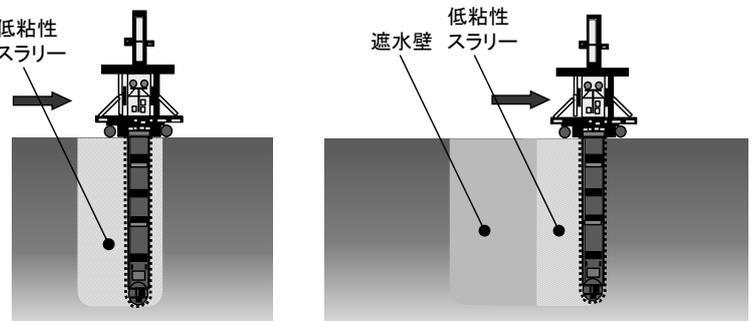


Fig.1 耐震性遮水壁の施工方法

Table 1 スラリーの配合

	ベース土砂	砂 (g)	カオリン (g)	水 (g)	Ca系ベントナイト (g)	イオン交換剤 (g)
Case 1	砂質土	1713		480.4	122.6	4.4
Case 2	混合土 (細粒分添加)	1486.6	165.2	541.6	122.6	4.4

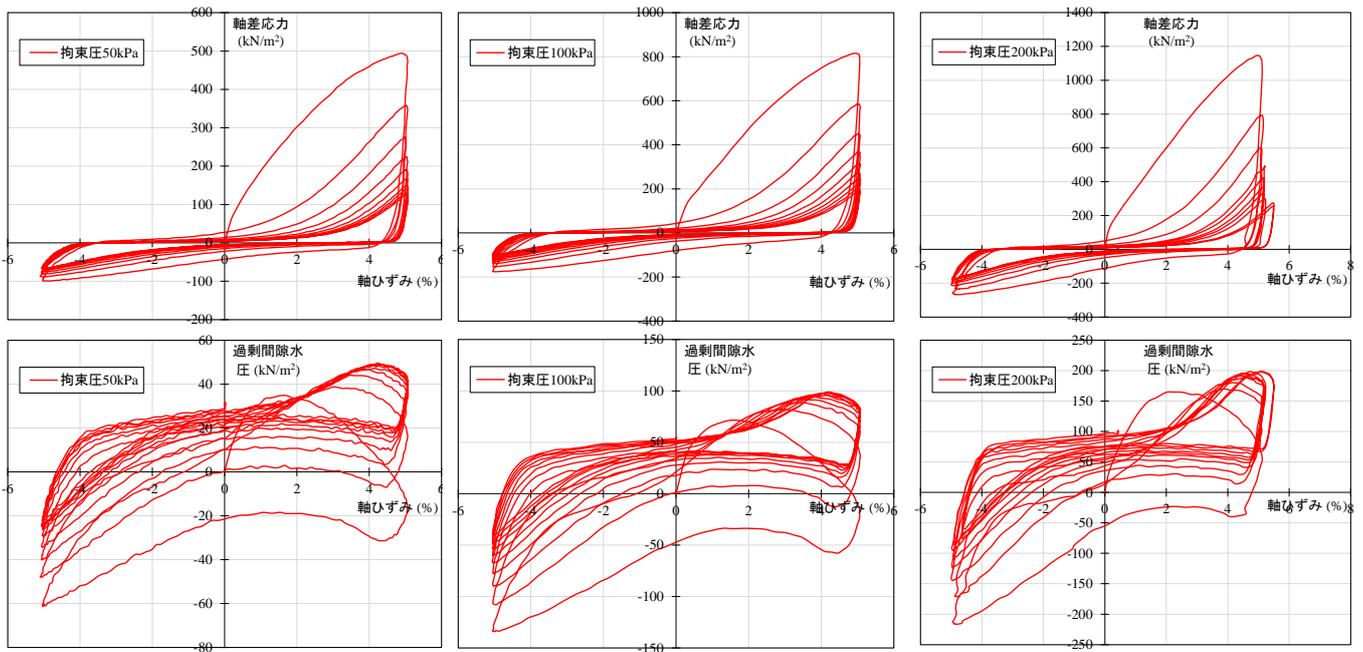
Table 2 スラリーの物理特性

Case 1		Case 2	
液性限界 w_L %	47.1	液性限界 w_L %	38.8
塑性限界 w_p %	16.0	塑性限界 w_p %	10.6
塑性指数 I_p	31.1	塑性指数 I_p	28.2

Table 2 に遮水壁の物理特性を示す。Table 2 より、Case 2 で用いた遮水壁材料の塑性指数が小さいことがわかる。本報では、人工的に作製したモデル壁体に対して、地震による損傷状態を模擬して繰返し非排水三軸試験の前前後で透水係数を評価した。試験時の条件は、有効拘束圧 $\sigma = 50, 100, 200 \text{ kN/m}^2$ 、周波数 0.1 Hz 、軸ひずみ両振幅 $DA=10\%$ ($\pm 5\%$) とした。なお、Case 2 (拘束圧 200 kN/m^2) においては、繰返し三軸を 2 回実施し、その前後で透水試験を実施した。

遮水壁、非排水繰返し三軸試験、三軸透水試験

〒486-0802 愛知県春日井市桃山町 3 丁目 183 松下鈺産株式会社 TEL: 0568-86-3100



(a) 拘束圧 50kPa

(b) 拘束圧 100kPa

(c) 拘束圧 200kPa

Fig. 2 繰返し三軸試験結果 (Case 1)

4. 試験結果

繰返し非排水三軸試験結果を Fig. 2 に示す。なお、紙面の都合により、Case 1 の非排水繰返し三軸試験結果を示す。これらの図より、各繰返し過程において、軸ひずみの増加に伴い、軸差応力や過剰間隙水圧が増加することがわかる。また、繰返し回数の増加に伴い、過剰間隙水圧が発生し、軸差応力が減少する傾向となる。これらの傾向は、Case 2 においても同様の傾向が得られた。Fig. 3 は、繰返し非排水三軸試験の前後で実施した三軸透水試験の結果である。繰返し三軸前の透水係数は、Case 1 で $2.93 \times 10^{-10} \sim 1.07 \times 10^{-9}$ (m/sec), Case 2 で $1.22 \times 10^{-10} \sim 4.94 \times 10^{-10}$ (m/sec) となった。一方、繰返し三軸後の透水係数は、Case 1 で $1.78 \times 10^{-10} \sim 8.09 \times 10^{-10}$ (m/sec), Case 2 で $8.81 \times 10^{-11} \sim 3.51 \times 10^{-10}$ (m/sec) となった。また、Case 2 の拘束圧 200kN/m² における 2 回目の繰返し三軸後の透水係数は、 7.25×10^{-11} (m/sec) となった。したがって、繰返し三軸後の透水係数は、低下する傾向が得られた。これは、繰返し三軸後に試験体の遮水壁材料が密実化したことに影響すると考えられる。また、Case 1, Case 2 ともに拘束圧が大きいほど、透水係数は小さくなる傾向にある。さらに、拘束圧の関数として、透水係数のフィッティングを行なうと、繰返し三軸の前後に関わらず、Case 1, Case 2 ともに良好な関係にあることがわかった。

4. まとめ

特殊ベントナイト系スラリーを用いた地震時に変形追随性(耐震性)を有する遮水壁について、遮水壁の性能を確認する目的で、モデル壁体を用いた非排水繰返し三軸試験および三軸透水試験を実施した。その結果、繰返し三軸試験の前後で透水係数が低下すること、透水係数が拘束圧の関数として表現できることがわかった。

参考文献 1) 中村, 渡邊ほか (2018) : 耐震性鉛直遮水壁の実大施工試験, 第 53 回地盤工学研究発表会講演概要集, 1437-1438.

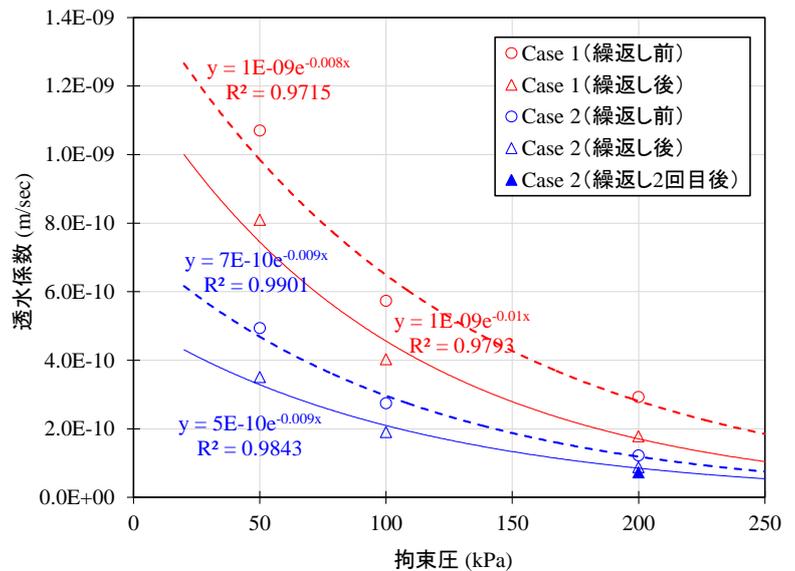


Fig. 3 三軸透水試験結果