

耐震性鉛直遮水壁の動的挙動に関する研究

松下 鈺彦 正会員 ○中村 宏彰 非会員 松下 眞矢 正会員 飯田 隆広
成 幸利根 非会員 上野 大輔 長谷川 雅章
愛知工業大学 正会員 渡邊 康司

1. はじめに

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ソイルセメント系遮水壁で封じ込め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クラックを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従性能（耐震性）を有する鉛直遮水壁の開発を進めている¹⁾。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。文献^{1) 2)}では、実物大の施工試験に関して報告するとともに、構築した壁体に対して実施した原位置での調査結果およびコア抜き試料に対する要素試験結果、基礎的な性能検証の結果を報告した。本報では、地震時における耐震性鉛直遮水壁の動的挙動を確認することを目的として、動的遠心模型実験により検証した結果を報告する。

2. 耐震性遮水壁の施工

耐震性鉛直遮水壁は、TRD (Trench cutting Re-mixing Deep wall method) 工法を用いて、Fig. 1 に示す施工手順で施工される。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、これ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。TRD 工法を用いることにより、地中連続壁の鉛直精度の確保や上下攪拌を行うことにより深度方向に均質な品質を確保することが可能となる。

3. 動的遠心模型実験の概要

動的遠心模型実験は、ビーム型の遠心模型実験装置を用いて、遠心加速度 25G にて実施した。本実験では、耐震性鉛直遮水壁の動的挙動を確認することを目的としているが、従来の対策工法として用いられるソイルセメント系遮水壁を模擬した模型に対する実験も比較として実施した。遠心模型実験に用いた模型およびセンサーの配置を Fig. 2 に示す。模型地盤は、珪砂 7 号 ($G_s=2.645$) を使用し相対密度 $D_r=40\%$ となるように空中落下法で作製した。また、模型地盤は、飽和地盤として間隙水には遠心模型実験の動的挙動の相似則を満足するように粘性流体（メトロース、粘性 $25\text{mPa}\cdot\text{s}$ ）を用いた。動的遠心模型実験に用いた耐震性鉛直遮水壁は、砂質土を主体とした母材で作製した砂質土 KB50%とした。耐震性鉛直遮水壁の壁体配合を Table 1 に示す。また、本実験では比較のためにソイルセメント壁模型も設置した。ソイルセメント壁模型の目標強度は、 $0.5\text{N}/\text{mm}^2$ とした。地下水の封じ込め

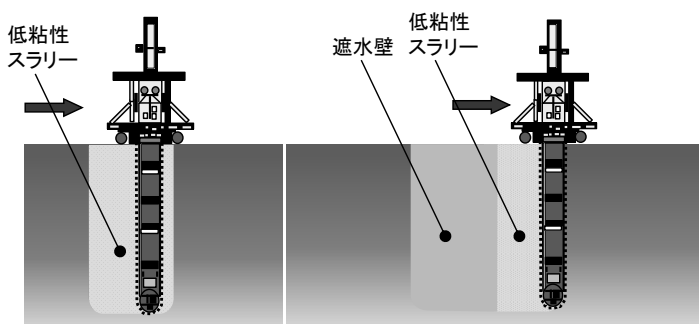


Fig. 1 耐震性鉛直遮水壁の施工手順

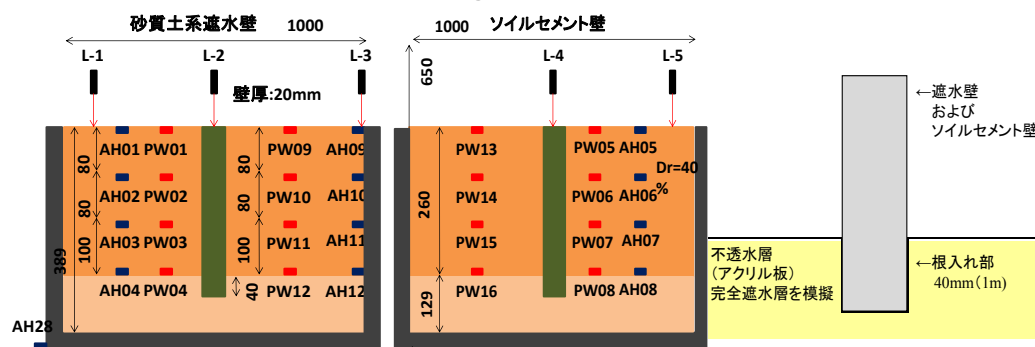


Fig. 2 模型およびセンサー配置

Fig. 3 壁体根入れ部

鉛直遮水壁、動的遠心模型実験、遮水性能

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

や遮水に対する対策は通常、遮水壁を透水性の低い不透水層に根入れする．耐震性鉛直遮水壁およびソイルセメント壁の根入れ部分の詳細を **Fig. 3** に示す．各壁体の根入れ部は、**Fig. 3** に示すようにアクリルにより作製した模擬不透水層に根入れした．本実験に用いた入力地震動は、正弦波（10 波）であり、周波数は 60Hz および 120Hz の 2 種類である．ここで、周波数の実大換算値は、2.4Hz および 4.8Hz となる．いずれの実験においてもステップ加振を行い、加振レベルは微小加振、L1 地震相当、L2 地震相当、極大地震相当の 4 段階である．

4. 遠心模型実験結果

加振前後の耐震性鉛直遮水壁とソイルセメント壁の壁体の変位を算出するために、アクリル面から撮影した動画に対して PIV 解析 (Particle Image Velocimetry) を行い、加振中において各壁体に生じる変位を算出した．**Fig. 4** に耐震性鉛直遮水壁およびソイルセメント壁の変位の深度分布を示す．なお、いずれも加振波 60Hz の結果を示す．耐震性鉛直遮水壁は、地表面付近の変位が大きな値を示し、水平方向に凸になる形状が確認された．また、耐震性鉛直遮水壁の壁体の変形は、水平力を受け壁体上部で変形が卓越するモードとなった．したがって、動的载荷を受けた場合の耐震性鉛直遮水壁の変形は、地盤の側方変形に対して追従していると考えられる．一方、ソイルセメント壁の変位は、深度 0m～2.5m での変位の差がさほど見られなく変形をしたままであると考えられる．これは、加振レベルの小さい段階でソイルセメント壁体にクラックが生じたことにより、変形に追従することができなくなったためであると考えられる．上述の傾向は、加振波 120Hz の場合にも同様の結果が得られた．また、加振後の各壁体を調査した結果、耐震性鉛直遮水壁ではクラックなど目立った損傷は見られず、地盤変形に対して追従した様子を確認できた．**Fig. 5** に加振中における過剰間隙水圧の最大値の深度分布を示す．耐震性鉛直遮水壁近傍の過剰

間隙水圧は、各加振段階で耐震性鉛直遮水壁の両側で大きな差が生じない結果となった．一方、ソイルセメント壁体近傍での過剰間隙水圧は、各加振段階で壁体両側における過剰間隙水圧の差がみられた．以上のことから、ソイルセメント壁は周辺地盤と一体となって挙動できずクラックが発生し、遮水性が低下したと推察される．

5. まとめ

耐震性鉛直遮水壁の地震時挙動を確認するために動的遠心模型実験を実施した．その結果、耐震性鉛直遮水壁は、地盤変形に追従する性質を有しているとともに、十分な遮水性能を発揮することがわかった．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． 2) 飯田，渡邊ほか (2019)：耐震性遮水壁の壁体性能に関する基礎的検討，第 54 回地盤工学研究発表会講演概要集，1437-1438．

Table 1 耐震性鉛直遮水壁の配合

ベース土砂	砂 (g)	カオリン (g)	水 (g)	Ca系ペントナイト (g)	イオン交換剤 (g)
砂質土KB50	1713	-	480.4	122.6	4.4

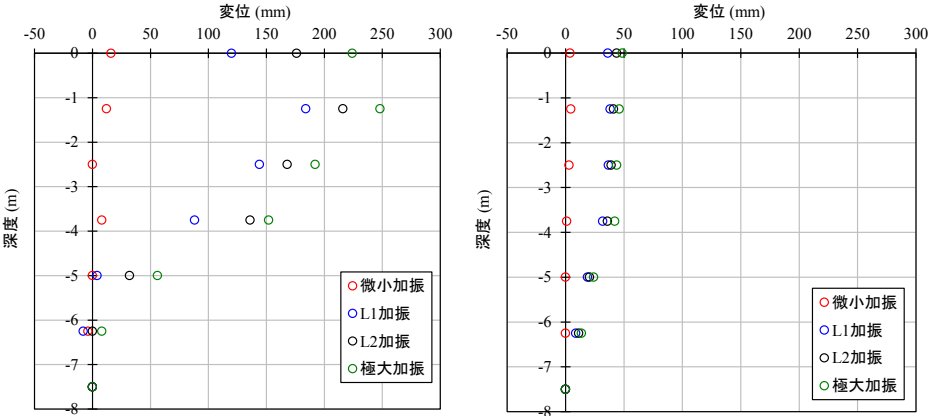


Fig. 4 加振中における壁体変位の深度分布 (加振波 60Hz)

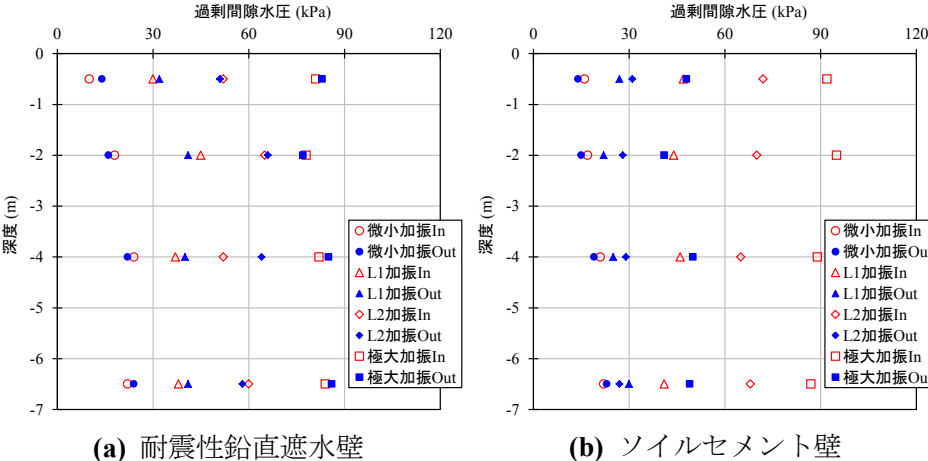


Fig. 5 加振中における過剰間隙水圧最大値の深度分布 (加振波 60Hz)