

地盤改良杭によるもたれ壁の耐震補強工法に関する振動台実験

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○水野 弘二・藤原 寅士良
正会員 高崎 秀明・池本 宏文

1. はじめに

JR 東日本では、首都直下地震に備えた耐震補強対策を進めており、その対象となる線区には多くのもたれ壁が存在する。筆者らは、もたれ壁の前面から補強が困難な場合において、図-1のように盛土内に地盤改良杭(以下、改良杭と称す)を施工することで、耐震性を向上させる工法の開発を行った¹⁾。本稿では、盛土法面に付帯構造物や支障物等がある場合を想定し、もたれ壁に近接した位置に改良杭を施工した場合の補強効果について、重力場の模型振動台実験により確認したことから、その内容を報告する。

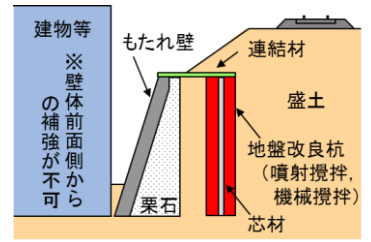


図-1 耐震補強工法のイメージ

2. 振動台実験の概要

実験は模型縮尺 1/10 とし、もたれ壁と 2 本の改良杭(φ100mm)を剛土槽内に配置して、各々の天端を連結材により繋ぐことにより模擬した。実験ケースは図-2 に示すもたれ壁と改良杭の離隔が異なる 2 ケースとした。図-3 に Case2 の模型概要及び計測機器の配置を示す。紙面の都合上、模型諸元の詳細については、文献¹⁾を参照されたい。加振波形は正弦波 5Hz、10 波とし、100~1000gal まで 1 ステップ 100gal 間隔で段階的に増加させた。なお、本稿で記載している加速度の数値は、振動台実験の目標加速度であり、実際に入力されている加速度とは若干の差がある。

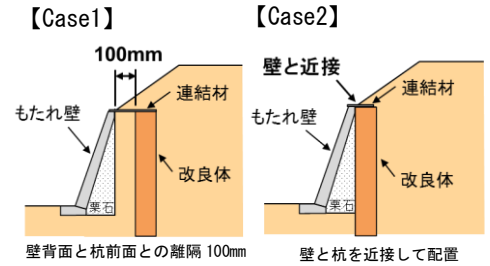


図-2 実験ケース

3. 実験結果

3.1 もたれ壁・背面盛土の崩壊形状

図-4, 5 は 1000gal 加振後のスケッチ図を示したものである。Case1 では壁面上部で 45mm、壁面下部で 25mm の水平変位が生じたのに対し、Case2 では壁面上部で 55mm、壁面下部で 20mm の水平変位が生じた。また、改良杭は何れのケースにおいても、当初の位置から上方に 20mm の変位が生じた。

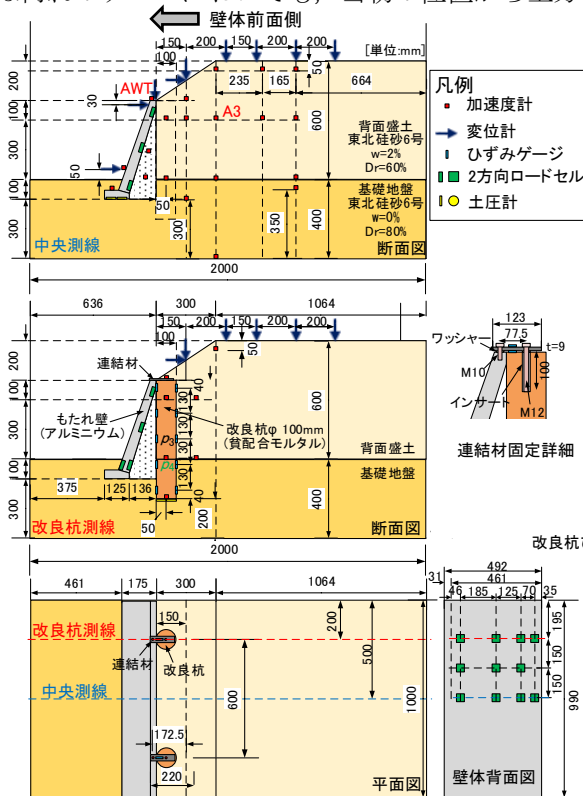


図-3 模型概要及び計測位置図 (Case2)

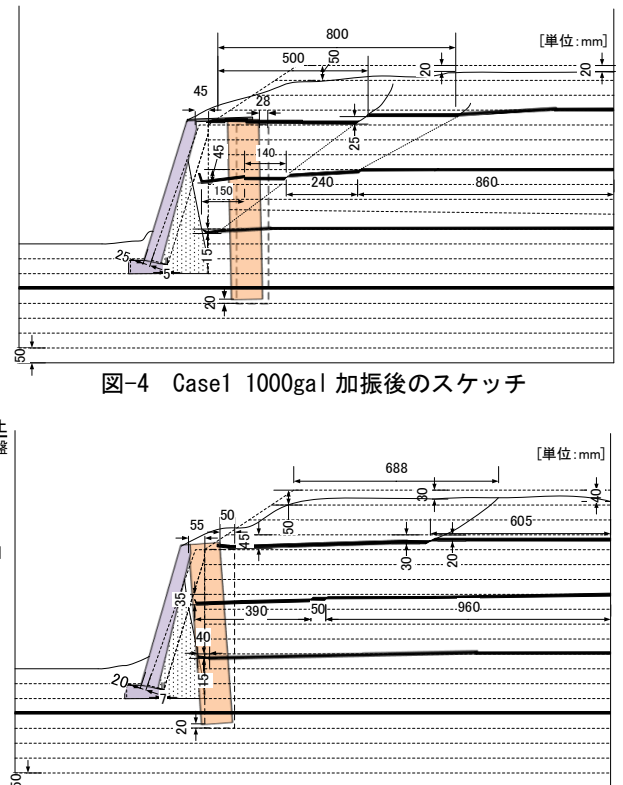


図-4 Case1 1000gal 加振後のスケッチ

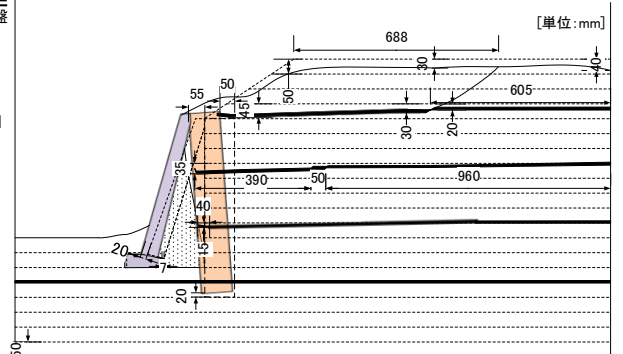


図-5 Case2 1000gal 加振後のスケッチ

キーワード もたれ壁 地盤改良杭 耐震補強 振動台実験
連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター TEL03-6276-1251

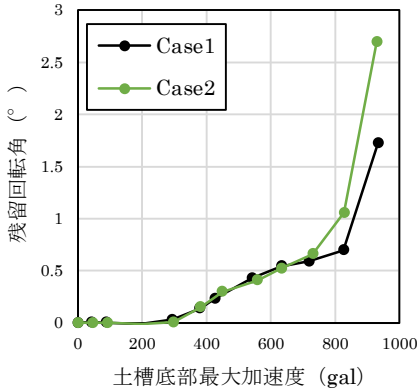


図-6 もたれ壁の残留回転角

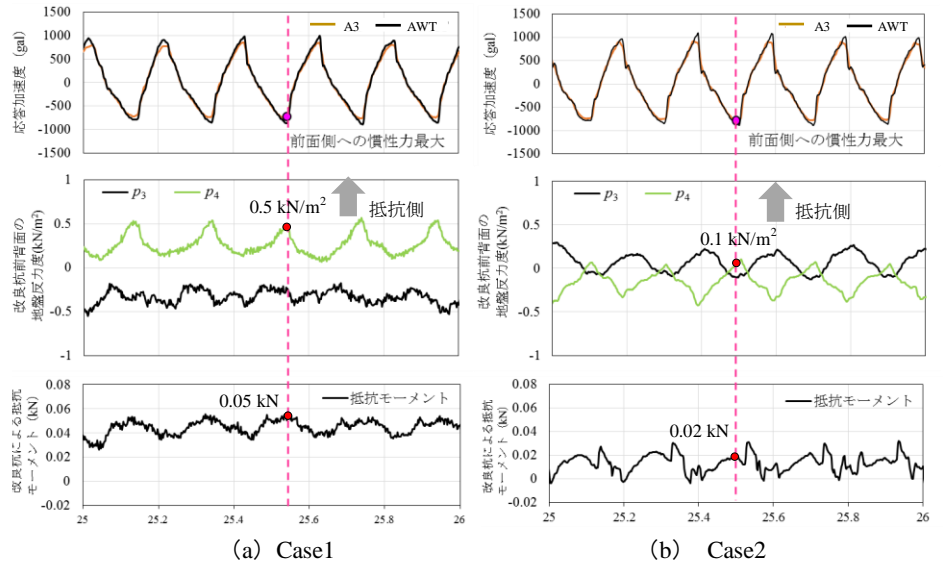


図-7 時刻歴応答の比較 (800gal 加振時)

3.2 もたれ壁の回転角

図-6 は、土槽底部の最大加速度（壁体前面側への慣性力最大）ともたれ壁の残留回転角の関係を示したものである。両ケースともに回転変形は 400gal から発生し始め、700gal 程度までは同様の回転角となった。その後、Case2 は 800gal 以降に、Case1 は 900gal 以降に回転角が増大するようになり、1000gal 加振後には Case1 の回転角は 1.7°、Case2 では 2.7° となった。800gal 以降は、Case1 より Case2 の方が回転変形に対する抵抗力が低い結果となった。

3.3 改良杭の抵抗力

図-7 に 800gal 加振時における背面盛土 A3・壁体天端 AWT の応答加速度、改良杭の前背面の地盤反力度、および改良杭の抵抗モーメントの時刻歴波形を示す。改良杭の前背面の地盤反力度は、改良体に発生する曲げモーメントを深度方向に 2 階微分して求めたものであり、改良杭の前面側（壁体側）から背面側（盛土側）に作用する力をプラスとしている。また、抵抗モーメントは杭頭部（Case1 : p_1 、Case2 : p_2 ）に発生する軸力に、もたれ壁のつま先を回転中心とした場合の改良杭の中心位置までの距離を掛け合わせて求めている（図-8）。

改良杭前背面の地盤反力度は、基礎地盤内に位置する p_4 において、Case1 では壁体前面側への慣性力最大時に抵抗側（盛土側）に 0.5kN/m^2 となっているが、Case2 では 0.1kN/m^2 と小さい。これは、Case2 では改良杭が壁体に近接していること、および改良杭の前面側が自立性の低い栗石層であることから、背面盛土による改良杭前面側の拘束力が小さくなったと考えられる。また、改良体の抵抗モーメントは、Case1 では壁体前面側への慣性力最大時に 0.05kN となっているが、Case2 では 0.02kN と小さくなっている。これは Case2 が Case1 に比べ、回転中心から改良杭の中心位置までの距離が短いためであると考えられる。以上の結果をもとに、もたれ壁と改良杭の離隔による抵抗メカニズムのイメージを図-9 に示す。改良杭が壁体に近接する場合は、改良杭前面の地盤反力、および抵抗モーメントが小さくなるため回転変形が生じやすくなる。全体構造の安定性を高めるためには、もたれ壁と改良杭の離隔を確保するように配置するのがよいと考えられる。

4. まとめ

本稿ではもたれ壁の耐震補強工法について、もたれ壁に近接して改良杭を設置した場合の振動台実験の結果を報告した。その結果、もたれ壁に近接して改良杭を設置した場合、改良杭前面の地盤反力や抵抗モーメントが小さくなるため、全体構造の安定性が低下し回転変形が生じやすくなることが分かった。

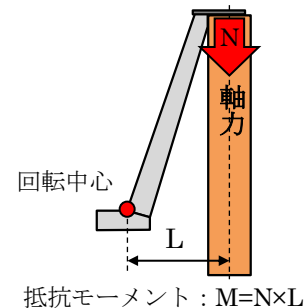


図-8 抵抗モーメントの求め方

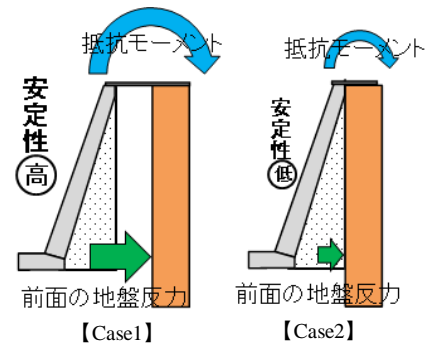


図-9 抵抗力のイメージ図

参考文献 1) 池本ら：地盤改良杭によるもたれ壁の耐震補強工法に関する検討，土木学会論文集 A1(構造・地震工学)Vol. 71, 2015(投稿中)