

薬液注入による改良護岸の液状化対策に関する小型模型振動台実験

東京都市大学 学○王シイハン

東京都市大学大学院 学 小澤末莉 学 佐野和弥

東京都市大学 正 伊藤和也 正 田中剛 正 末政直晃

強化土エンジニアリング(株) 正会員 佐々木 隆光

1. はじめに

多くの護岸が存在する埋立地では、写真-1 に示すように地震によって液状化被害が多く発生している。液状化対策は、地震力や地盤の液状化に関する知見が十分でなかったりことから、高度経済成長期に築造された構造物は十分な液状化対策が施されていないため、現在、これらの既設構造物の液状化対策が進められており、薬液注入工法が主に使用されている。2011年に発生した東日本大震災では、東日本の広範囲にわたって液状化が発生した。しかし、薬液注入工法により改良された地盤では、設計外力以上の地震動が作用した場合でも、写真-2 のように液状化の痕跡やそれによる被害は報告されていない²⁾。

このような背景から、薬液注入工法での効率的かつ経済的な対策について検討する必要があると考えられる。本研究では、遠心場振動台実験を行い、薬液注入工法による護岸耐震化の改良効果について検討する。本報告では、その前段階として、重力場での無対策と対策地盤での小型模型での振動台実験を行った。

2. 実験概要

図-1 は無対策地盤の実験模型の概要図である。土槽は幅 300mm×高さ 200mm×奥行 100mm のアクリル製である。排水層は土槽底部に珪砂 3 号を厚さ 10mm まで締固めて作製した。そして、土槽側面より 50mm に、岸壁を模擬した塩化ビニール製の矢板模型を鉛直に設置し、矢板下端部の水平方向の変位を拘束するため、珪砂 7 号を相対密度 90%となるように締固めて地盤内に根入れさせた。なお、排水層の砂と密な砂層の砂が混ざらないように、透水性の不織布を敷設した。矢板模型の左側には珪砂 7 号を空中落下法にて相対密度 60%となるように地盤を作製した。地盤作製中の矢板の曲げやズレを防ぐため、矢板模型の上端部を固定治具で固定した。模型地盤の作製後、水頭差を制御して、土槽右側の下部より脱気水を注入することで、地盤表面まで通水させた。

図-2 に示すように、対策地盤は、改良体を設置すること以外、無対策地盤の作製方法と同じである。改良体は高さ 90mm、直径 50mm の円柱体である。薬液は、水ガラス、酸性反応剤と水を 3 : 2 : 13 の配合比で作製した。地盤作成時、根入れ層の上に 4 本の改良体を矢板模型の隣に設置した。間隙は、空中落下法により珪砂 7 号で充填した。



写真-1 岸壁背後地盤の液状化被害



写真-2 薬液注入工法により改良済地盤

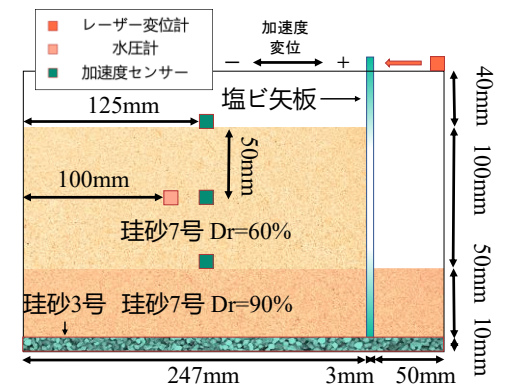


図-1 無対策地盤の実験概要図

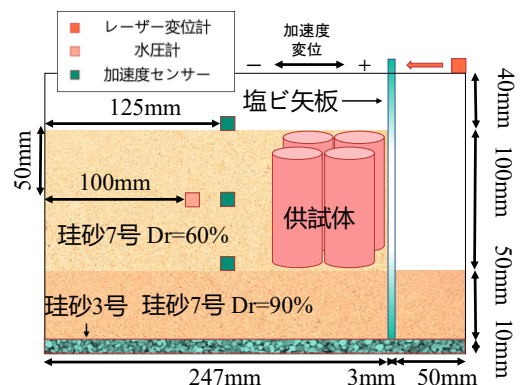


図-2 対策地盤の実験概要図

キーワード 液状化, 模型振動実験, 埋立地, 岸壁, 薬液注入

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL : 03-5707-0104

使用した振動台は偏心カム式のメカニカル振動台である。ボリューム調整によってモータースピードが可変でき、振幅は同じであるが、加振振動数と加速度を変化することができる。今回、モータースピードを変化させて、7段階に加速度を増加させた。地盤内の動的挙動を把握するため、地盤上層部の地表面、中部と一番下に加速度計を設置した。また、矢板模型上端部の変位を計測するため、レーザー変位計を取り付けた。さらに、地盤の中部に間隙水圧計を設置し、地盤内の間隙水圧の上昇を測定した。

3. 実験結果

各位置の加速度を振動台の加速度で割った数値が加速度増幅率になる。図-3, 4 に示すように、無対策地盤と対策地盤ケースのステップ1では、各位置の加速度増幅率は明らかな上昇はしていないが、ステップ2以降、加速度増幅率の上昇が始まり、地表面に近いほど増幅率が大きくなった。しかし、無対策ケースのステップ5以降に、中部と地表面の加速度増幅率の差が少なくなり、ステップ6では地表面の加速度増幅率が低下した。これは、液状化によって振動伝播が低下したためだと考えられる。また、無対策ケースと対策ケースを比べると、ステップ2以降、各位置の加速度増幅率が無対策ケースより低くなっていることから、対策ケースでは改良効果があったと考えられる。

図-5 はレーザー変位計により測定した矢板模型の変位を示した図である。加振ステップ2以降では、加速度増幅率の増加に伴って、矢板の変位が急増し、模型地盤の安定性が失われ始めたことが分かった。また、対策ケースのステップ6, 7では、矢板模型の変位が急増し、無対策ケースより大きく変位した。これは、地表面にある砂が矢板と供試体の間に流れ込むことで、矢板の変形を促進したためだと思われる。

5. まとめ

本報告では、薬液注入工法の改良効果を検討するため、無対策（液状化）地盤と対策地盤での重力場模型振動実験を行った。その結果、加振ステップの増加に伴い液状化が発生し、液状化が発生した場合には、加速度増幅率が小さくなることが分かった。また、液状化により矢板が前傾し、模型地盤の安定性が失われる様子が分かった。さらに、対策ケースの加速度増幅率と矢板模型の変位を無対策ケースと比べると、改良効果があったと考えられる。今後、導入予定の遠心場振動台によって詳細な実験を行っていきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省 港湾局：港湾における護岸等の耐震性調査・耐震改良のためのガイドライン，
- 2) 山本敦：液状化対策[港湾事業例]仙台塩釜港における岸壁背後の液状化対策-浸透固化処理工法-，土木施工，2012，vol53，no.5. p22-25.

表-1 各ステップの加速度

未改良地盤							
ステップ	1	2	3	4	5	6	7
加速度 (G)	0.293	0.608	0.679	0.880	1.467	1.740	1.884
改良地盤							
ステップ	1	2	3	4	5	6	7
加速度 (G)	0.182	0.497	0.628	0.919	1.336	1.753	2.268

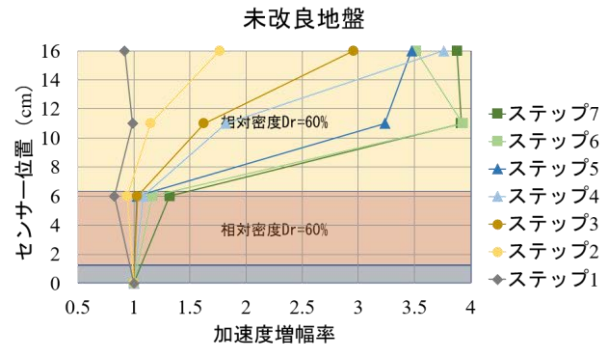


図-3 加速度増幅率とセンサー位置関係（無対策）

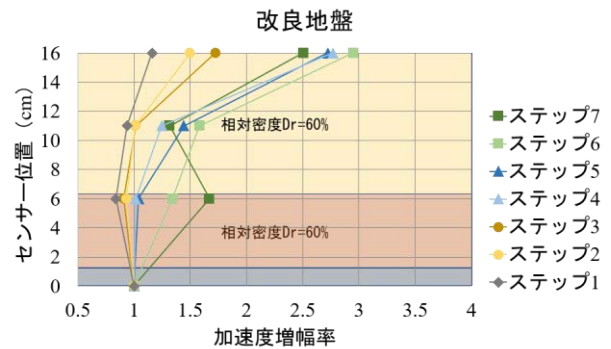


図-4 加速度増幅率とセンサー位置関係（対策）

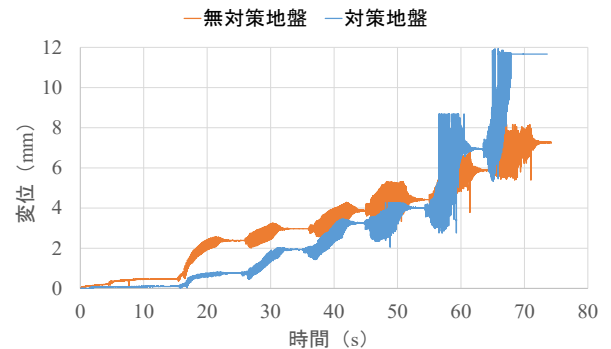


図-5 各加振ステップの矢板模型の変位