

シルト地盤上に施工した河川堤防における地震時液状化に伴う側方流動に関する遠心模型試験

東京大学大学院 学 福井 聡 正 本多 剛 正 東畑郁生
産業安全研究所 正 玉手 聡

東京電機大学大学院 学 田中智宏 学 内山純一 正 安田 進

1. はじめに

大地震が発生すると、その地震動により大規模な被害が生じる。地盤工学の観点から見ると、過去の様々な地震において液状化、それに伴って起こる側方流動によって多数の被害が報告されている。本研究では、浚渫土を地盤材料とした河川堤防の、液状化対策工法の効果の検証を目的として、遠心模型実験を行った。現在のところ今まで浚渫土は廃棄物と考えられていたが、建設リサイクル法の施行により、地盤への再利用は今後ますます増加すると考えられるためである。

2. 実験概要

本研究では、地震時液状化地盤における鋼矢板工法及び薬液注入工法の効果を検討した。本遠心実験に用いた土槽は幅 450 × 高さ 250 × 奥行き 150mm の剛土槽である。その中に飽和した試料を投入し、遠心圧密を行った。その後高さの制約のため、鉛散弾を使用し盛土を作成した。続いて 30g 場における振動実験を行った。

地盤材料として用いたのは、2000 年に発生した鳥取県西部地震の際に液状化した鳥取県米子市の竹内工業団地から採取した試料を用いた。図 1 が粒径加積曲線である。土粒子の密度は 2.618g/cm³、平均粒径は 0.045mm、Fc=78.6% で、非常に細粒分を多く含む試料である。透水係数が非常に小さいため (k=6.84 × 10⁻⁵cm/s)、シリコンオイルを用いての飽和は困難であった。そのため間隙流体として脱気水を用いた。模型地盤の作成であるが、まず採取した試料と脱気水を混ぜてスラリー状にし、ミキサーを使って攪拌し飽和度が高まるように工夫した。模型地盤中には加速度計、間隙水圧計を設置し、また盛土の変形を調べるために変位計を設置した。また、対策工法は、盛土の法尻部地盤中に施した。図 2 と図 3 が模型地盤の概要である。スケールは模型地盤上 (30g 場) で示している。

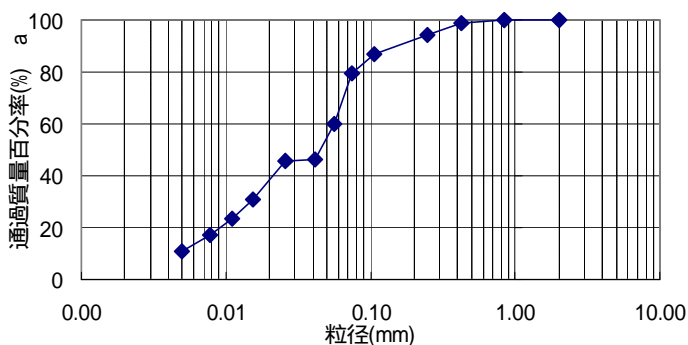


図 1 米子砂の粒径加積曲線

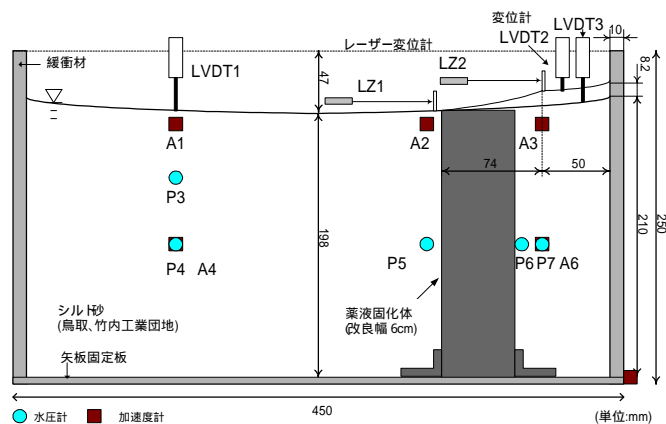


図 2 計測器の配置 (薬液固化体工法)

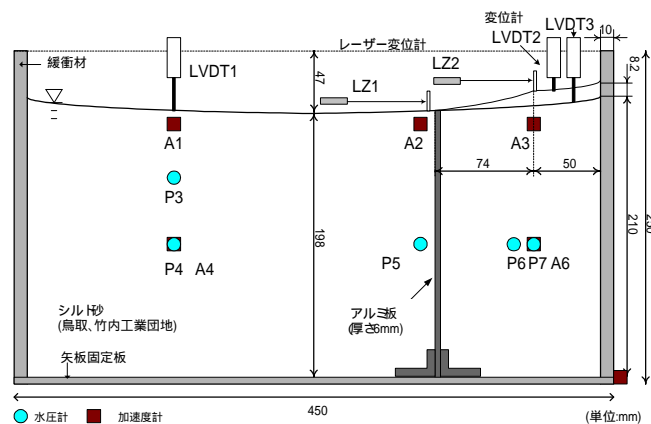


図 3 計測器の配置 (矢板工法)

キーワード：遠心力模型実験 液状化 側方流動 シルト

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL:03-5841-6123 FAX:03-5841-8504

3. 実験結果

以下に実験の結果を示す。ここからの結果は、実物換算した値で表している。各種工法の効果の検証は、盛土の沈下、及び水平変位で判定するものとする。そして図4が入力地震波である。まず、図5は未対策ケース時のLVDT1の下、GL-5cmにある水圧計P1の時刻歴であるが、初期有効応力比を見ると1に達しているために液状化していることがわかる。よって、細粒分を多く含む竹内工業団地の砂は液状化することがわかった。また、盛土の鉛直変位について考える。LVDTは鉛直上向きの変位を正としている。図7より、LVDT3（盛土下端の沈下）は未対策＞薬液工法＞矢板工法となっているが、LVDT2（盛土天端の沈下）は矢板工法＞未対策＞薬液工法となっている。これは、矢板工法の加振中にLVDT2がターゲットから外れてしまっていることに起因している。よってLVDT3が地盤状況をよく示している。レーザー変位計LZ1、LZ2に関しては、ターゲットが右に動いた場合を正としている。図8と図9より、LZ2（盛土法肩）の水平変位は、盛土の沈下に引き込まれるように右側に移動している。LZ1に関しては、未対策時と矢板工法時はLZ2と同様の挙動を示しているが、薬液固化工法時は、薬液固化体が左に移動しているために、ターゲットも左に動いている。図10が未対策条件での実験終了後の供試体の状態である。

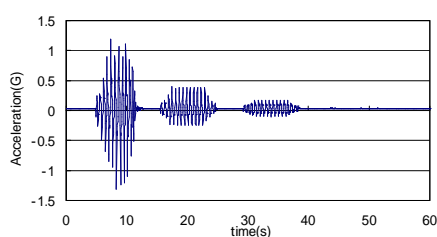


図4 入力地震動の時刻歴

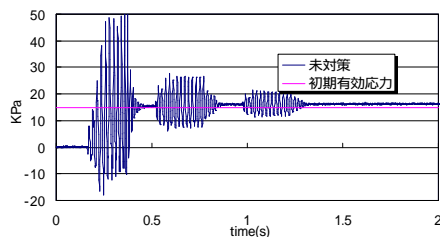


図5 P3の挙動（未対策時）

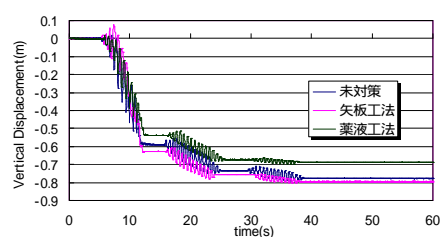


図6 LVDT 2の時刻歴

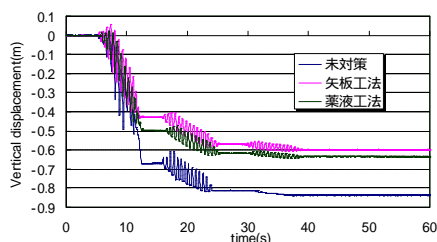


図7 LVDT 3の時刻歴

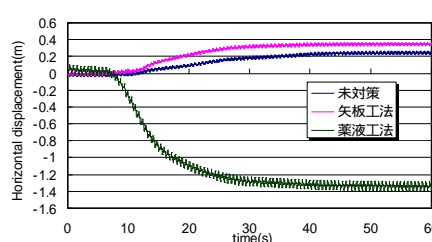


図8 LZ1の時刻歴

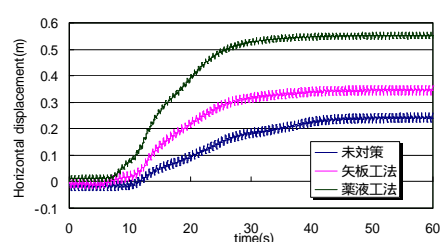


図9 LZ2の時刻歴

4. まとめ

本実験では、液状化に対する対策工法の効果の検証を行った。実験結果より、矢板工法や薬液固化工法を用いることで鉛直方向の盛土の変位を小さくすることができた。薬液固化体工法は、若干水平変位が大きいが、これは1g場の自重圧密後に薬液注入を行っているために、薬液の効果が発揮されていない可能性がある。今後は30g場で自重圧密させた後に薬液注入を行えば、より変形に対して強固な地盤を作ることができると考えられる。今後の検討課題である。

5. 謝辞

本研究は文部科学省の大都市大震災特別プロジェクトの一環として行った。実験に当たっては(社)地盤工学会、東亜建設工業(株)、及び(社)日本鉄鋼連盟に多大なるご協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会；阪神・淡路大震災調査報告（河川・砂防関係施設），pp.405～465，1997.12.

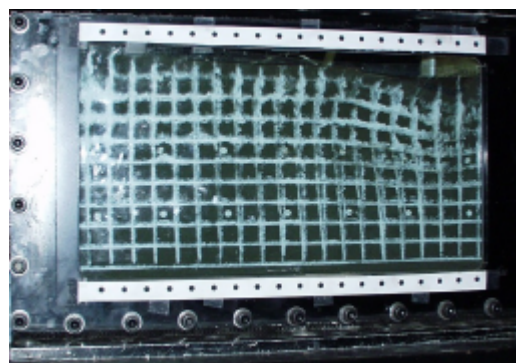


図10 実験後の供試体(未対策のケース)