

大型振動台実験による側方流動時の杭への作用力に関する検討(その1)

－実験概要－

(社)電力土木技術協会 正会員○須田 嘉彦
 鹿島建設(株) 正会員 林 寛 正会員 吉迫 和生
 基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 森本 巖 正会員 山本 裕司
 中央大学 正会員 國生 剛治
 東京理科大学 フェロー会員 石原 研而

1. はじめに

本検討では、液状化に起因した側方流動に対する杭基礎設計法の提案に向け、実規模大の地盤・杭を用いた大型振動台実験を行い、側方流動が杭に及ぼす影響を調べた結果を報告する。

実験は、上部の非液状化層が杭に及ぼす影響を定量的に把握することが主目的であったため、表-1に示すように非液状化層の厚さを変化させた2ケースの実験を行った。本報告では、大型せん断土槽を用いた側方流動の再現実験に関する実験方法や実験条件等について述べる。なお、具体的な結果については参考文献1)~4)に示す。

表-1 実験ケース

	非液状化層厚	液状化層厚
実験-1	1.0m	3.8m
実験-2	2.0m	2.8m



写真-1 大型せん断土槽全景

2. 実験装置

実験は、独立行政法人防災科学技術研究所の大型耐震実験施設を利用した。同施設の長さ12m、幅3.5m、高さ6mの大型せん断土槽（写真-1）にモデル地盤を作製し、それを15.0×14.5mの大型振動台の上に固定して実験を行った。

3. 実験モデル

実験モデルは、図-1に示すように厚さ4.8mの砂層に高剛性杭と低剛性杭を各1本設置した。砂地盤は霞ヶ浦砂（平均

粒径0.264mm、細粒分含有率2.0%、均等係数2.36）を用いて作製し、地下水位以深を液状化層、それ以浅を非液状化層とした。地盤の作製方法は、まず液状化層を水中落下法で作製し、地下水位以浅の非液状化層は湿潤砂を足踏みで締固めて作製した。目標の相対密度は液状化層、非液状化層共に50%としたが、不攪乱試料の密度から推定される液状化層の相対密度は、約76%とかなり大きくなっていた。しかし、試料の採取精度があまり正確ではなかったことから、実際にはもっと

小さな相対密度であったと考えられる。一方、非液状化層の相対密度は45~57%となっており、ほぼ目標通りの地盤が作製できた。実験には高剛性杭としてφ318.5mmの厚肉鋼管杭、低剛性杭としてφ300mmのPHC杭C種を用いた。高剛性杭の曲げ剛性は低剛性杭の6.3倍、 M_u は15.7倍である。2種類の杭を採用した理由は、高剛性杭は杭体が破壊せずに杭の抵抗力によって周辺の地盤が破壊するのに対して、低剛性杭は杭体が破壊して地盤と共に変位することを念頭に置いたためである。

4. 実験方法

側方流動を再現するために、本実験では、まず加振によって地盤を液状化させ、次にせん断土槽に外部から強

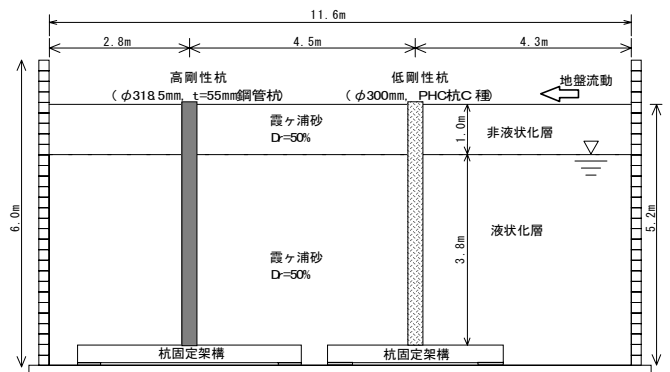


図-1 実験モデル（実験-1）

キーワード：液状化層、非液状化層、側方流動、杭基礎

連絡先：〒105-0003 東京都港区西新橋 2-19-4 Tel.03-3432-8905 Fax.03-3435-1778

制変位を与えて液状化層をせん断変形させる方法を採用した。また、強制変位時に液状化層上部の非液状化層が変形しないように、その部分のせん断土槽を固定した。なお、強制変位時に液状化状態を維持するため、微小加振を継続した。加振条件を図-2に示す。まず、2Hz、200galの正弦波で30秒間加振して液状化させた後、10Hz、50galの正弦波の微小加振を行いながら強制変位を行った。強制変位時に液状化層を計画値まで変位させるためには、約1372kN（安全率1.5倍）の荷重が必要であった。このため、強制変位装置として図-3に示すような機構を採用し、反力はせん断土槽の側方支持架構を連結して受け持たせることとした。また、強制変位速度(流動速度)は既往の事例等を参考に1%/秒とした。実験の結果、表-2に示すように、これらの目標値はほぼ達成できたが、実験-2では、強制変位の後半で、強制変位装置のローラーの一部が破損したため、最終変位量がやや小さくなっている。

5. 計測方法

地盤の液状化及び強制変位時における地盤・杭の挙動を把握するため、加速度計、水圧計、土圧計、変位計等の各種計測器を設置した。計測器の配置図は文献2)に示す。この他、地表面の杭・地盤の変位及び変状を視覚的に捉えるため、地表面にマーカーを設置し、これをビデオカメラで土槽上から撮影した。また、高剛性杭の周辺地盤の破壊性状を把握するため、非液状化層内に25cm間隔で色砂のラインマーカーを設置し、実験後に杭周辺部を掘削し、地盤の変状を観察した。

6. 実験結果

実験結果の詳細は文献1)~4)に示すが、実験は全体的に良好な結果が得られ、高剛性杭前面地盤の受働崩壊や低剛性杭の破壊性状等多くの成果が得られた。今後、これらの成果を反映して、側方流動に対する杭基礎設計法について検討していく予定である。

謝辞：本検討の関連報告は、経済産業省より(社)電力土木技術協会が受託した「液状化対策実証調査」の成果の一部をとりまとめたものである。実験計画の立案及び実験結果の検討に際してご指導いただいた委員会及びワーキンググループ関係者、実験実施に当たってご協力いただいた独立行政法人防災科学技術研究所の関係者に紙面を借りて感謝申し上げる。

《参考文献》1)亀井他：大型振動台実験による側方流動時の杭への作用力に関する検討(その2)－実験結果、土木学会第57回年次学術講演会 2002（投稿中） 2)山本他：大型振動台実験による側方流動時の杭への作用力に関する検討(その3)－杭への作用力と上限値、土木学会第57回年次学術講演会 2002（投稿中） 3)森本他：大型振動台実験による側方流動時の杭への作用力に関する検討(その4)－地盤反力係数、土木学会第57回年次学術講演会 2002（投稿中） 4)林他：大型振動台実験による側方流動時の杭への作用力に関する検討(その5)－杭への作用力の定式化、土木学会第57回年次学術講演会 2002（投稿中）

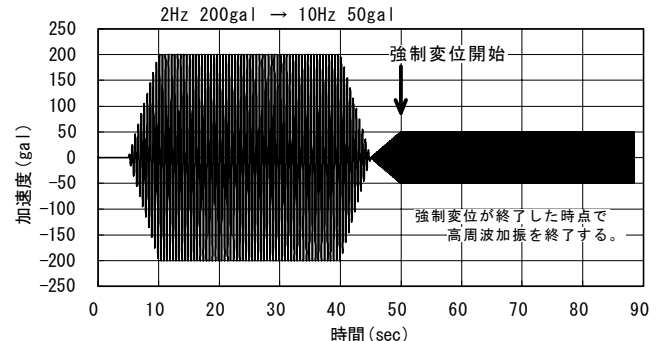
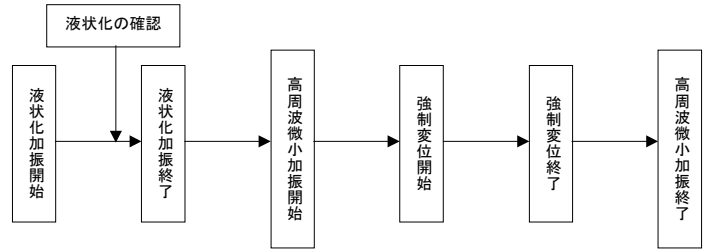


図-2 加振条件

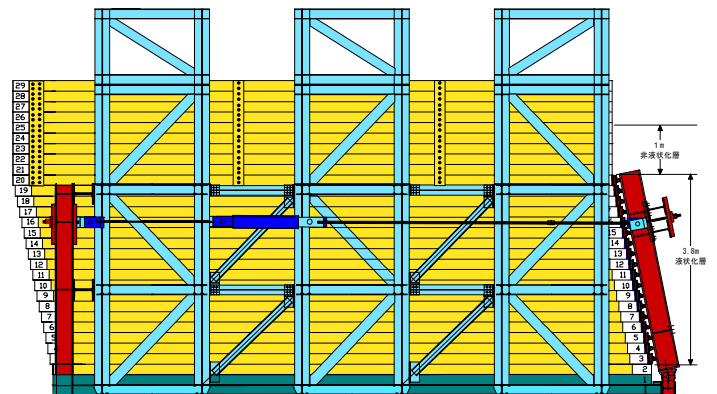


図-3 強制変位装置（実験-1）

表-2 強制変位時の実験条件と実験結果

	目標値	実験結果	
		実験-1	実験-2
流動速度	1.0%/秒	0.96%/秒	0.83%/秒
地盤の最大せん断ひずみ	23.0%	22.4%	20.4%
地盤の最大変位(流動量)	90cm(実験-1) 65cm(実験-2)	85cm	57cm
牽引荷重	1372kN	657kN	813kN