

(VI-9) 実大三次元震動破壊実験施設 (E-Defense) を使用した地盤模型の振動実験

防災科学技術研究所 大谷圭一 正会員 佐藤正義
科学技術振興事業団 ○正会員 岡本 晋 正会員 岡正治郎

1.はじめに 現在、(独)防災科学技術研究所では、兵庫県南部地震後 10 年目に当たる平成 17 年完成を目指して、兵庫県三木市に実大三次元震動破壊実験施設 (E-Defense) の建設を進めている。当施設は重量 12MN(1200tonf)の試験体を兵庫県南部地震時に観測された地震動(たとえば、神戸海洋気象台観測波、最大 818Gal)で揺らすことが可能な、世界最大スベックの震動台を有する。本報は、この震動台で実施予定の杭基礎-地盤-構造物系の液状化実験計画を立案することにより、このような大きな地盤模型の作製方法等問題となる点を抽出することを目的として実施した結果をまとめたものである。

2.土槽実験の基本方針 大型土槽を用いた地盤模型の作成方法に関する基本方針を以下に示す。①実験を行う場合、震動台占有期間を短くするため、地盤模型を実験棟外で作成し、土槽とともに実験棟に運搬し震動台上に設置する。この方法により震動台の占有期間を 3~4 週間と、できるだけ短くする。②地盤模型の振動実験は年に 3~4 回行う。従って、実験棟外における 1 回の地盤作成および解体には、2~3 ヶ月の作業時間がとれる。③震動台の最大搭載重量(12MN)と実験棟に設置される 2 基の天井クレーンの定格荷重(1 基 4MN, 2 基 8MN)を考慮して、飽和させるために使用する水の重量を考慮した試験体の総重量を 12MN 以下、実験棟外から運搬しクレーンにより設置する土槽と地盤模型で 8MN 以下とする。

3.実験の目的 現在は、杭基礎の液状化時の設計では水平 1 方向加振しか考えていない。本実験は、水平 2 方向加振も行い、1 方向加振の結果と比較することにより、水平 2 方向加振の効果を評価することを目的とする。なお、入力地震波は、兵庫県南部地震のポートアイランド GL-16m で観測された、NS 成分波(max=565Gal)、EW 成分波(2 方向加振時のみ、max=543Gal)を使用する。

4.実験対象 境界の影響を除くため、せん断土槽を使用し砂礫の支持層(N=30 程度)上に緩い一様な液状化砂層(N=15 程度)が堆積した地盤を想定する。図-1 に本実験で使用する地盤模型を示す。土槽は正八角形で水平 2 方向加振が可能なものとする。最上段土槽フレームを水平ローラーにより押さえることによりロッキングを防止する。土槽フレームは外寸 15cm の鉄製角パイプを使用し、フレーム間に 6mm のボールベアリングを厚さ 2mm の補強板とともに設置し、このフレームを 41 段重ねる。土槽フレームの重量は地盤模型(飽和砂)の約 1/20 程度となる。土槽は内径約 8m、深さ約 6.5m で底板等の重量を合計すると約 2MN となる。また、試験体の吊り上げのため図-2 に示す剛なフレームが必要となる。地盤模型は乾燥状態で約 300m³ となり、杭を考慮した総重量は約 4.5MN となる。杭配列は 4 列×4 本の群杭、杭径 200mm、杭長 6.2m とする。上部工は平面寸法が 2.5m×2.5m で約 1.5MN のせん断変形卓越型の 1 質点系とする。飽和水を考慮すると総重量は約 10MN となる。

5.地盤模型の作製方法 地盤模型は実験棟に隣接する実験準備棟で作成する。地盤作成方法として、①CO₂置換による空中落下法、②真空法による空中落下法、③締め固め法、④水中落下法などが考えられる。今後、これらの方法のうち、密度や飽和度の管理がやりやすく、かつ、土槽壁近傍においても均質性が得られやすい等の特長がある③締め固め法を中心に検討していくこととする。この方法では、写真-1 および写真-2 に示すように乾燥砂をトンバックから土槽内に投入し、プレートコンパクタで締め固め、真空槽を利用して地盤内の空気を脱気してから注水することにより良好な地盤を作成する。作成した地盤模型はエアーローラーなどを用いて液状化させないで運搬できると考えられる。

6.地盤模型の解体方法 砂地盤に注水しながら土層表面からサンドポンプで土槽外に排土し、下部に網目を設けた水切槽に投入し真空引きで脱水を行う。

7.計測方法 計測は地盤、杭および上部構造の加速度、杭のひずみ、上部工および土槽の変位、さらに液状化地盤の傾斜角度を計測する。なお、加振前後にベンダーエレメントによる計測や常時微動の計測によって地盤剛性を把握する。

キーワード : E-Defense, 振動実験, 破壊実験, 液状化地盤, せん断土槽

連絡先 : 茨城県つくば市天王台 3-1 TEL:0298-51-1640 FAX : 0298-51-1641

8.工程 表-1に土槽実験の概略工程を示す。この工程は、ある程度土槽実験に慣れてきたことを想定しており、初回の実験ではこの1.5倍程度の日数がかかることが予想される。

9.まとめ 現在急ピッチで建設が進められている実大三次元震動破壊実験施設で砂地盤の液状化実験を実施する場合の高品質な地盤の作成方法について検討した。解決しなければならない問題点も残るが、現実的なレベルで実験が可能であることがわかった。今後、平成17年稼働開始時に良い精度の実験ができることを目指して、より詳細な実験計画を立案していきたい。

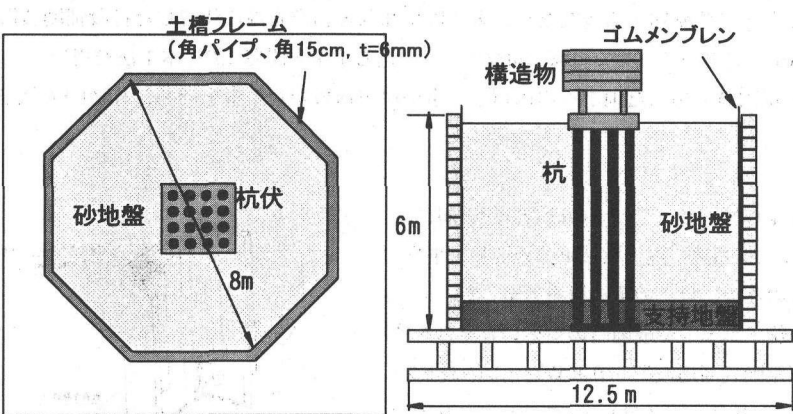


図-1 2次元大型せん断土槽と地盤・杭模型

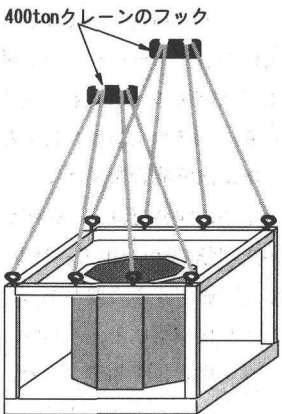


図-2 試験体吊上げ用フレームのイメージ

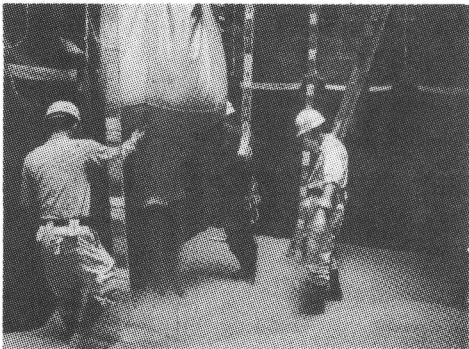


写真-1 トシバックによる砂の投入状況(例)

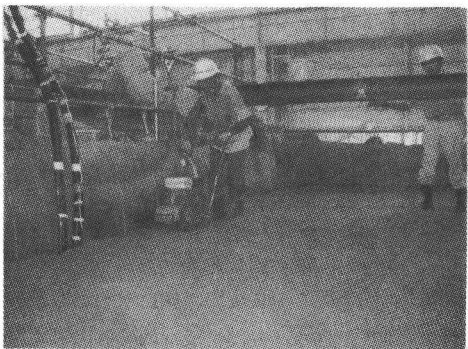


写真-2 プレートコンパクタによる締め固め状況(例)

表-1 液状化地盤中の杭基礎の模型振動実験概略工程表

項 目	1ヶ月目				2ヶ月目				3ヶ月目			
	1週	2週	3週	4週	1週	2週	3週	4週	1週	2週	3週	4週
実験準備[実験準備棟] (せん断土槽のセットなど)												
乾燥砂地盤の作成[実験準備棟] (実験棟への移動を含む)												
地盤飽和[実験棟] (震動台への設置を含む)												
震動実験[実験棟] (土槽の実験棟外への撤去を含む)												
地盤解体[実験準備棟]												