

III-274

動的遠心模型実験システムの開発

京都大学大学院 ○北 勝利, 上田孝行
 京都大学防災研究所 八嶋 厚, 柴田 徹

1. はじめに 近年、地盤工学に関連する分野において、力学的及び幾何学的相似性を考慮しうる模型実験手法の一つとして遠心模型実験が注目を集め、国内外において装置の開発、実験が精力的に行われている。特に振動実験システムの開発に関してはここ数年来盛んとなり、日本国内でも既にいくつかの研究機関において振動実験装置が開発され、液状化問題などへの応用が試みられている^{1)~3)}。

このような状況のもと、京都大学防災研究所においても1987年度に遠心模型実験装置が設置され、遠心力載荷条件下において振動実験を行うためのシステムが開発された。本報では、その遠心模型実験装置及び振動実験システムの概要について説明する。

2. 遠心模型実験装置と振動実験システムの概要 遠心模型実験装置の概略仕様を表-1に示す。アーム回転軸より試料中心までの有効回転半径は2.5mであり、設計最大遠心加速度は200g、スイングングブラットホームの積載重量は120kgfである。模型試料容器は静的実験用で高さ30cm×横幅50cm×奥行15cm、振動実験用で高さ10cm×横幅45cm×奥行15cmであり、他機関の装置仕様と比較して有効回転半径に対する試料横幅が小さく、試料中央部と側端部での遠心加速度の差異が小さい点が特長である。また圧密など長時間実験における試料周辺の温度変化防止のために、エアコンディショナーよりビット内に冷風を送ることができる。ビット内外間の電気信号の伝達には、制御信号用20極、計測信号用40極のスリップリングを用いている。振動アクチュエータの駆動などに必要な油圧は、ロータリージョイントを介して、アーム回転中にアーム上のアキュムレータに供給することができる。また静的実験時に用いる水圧、空気圧も、アーム回転中にロータリージョイントを介してビット内に供給できる。現在のところロータリージョイントの耐圧制限より、最大供給圧は150kgf/cm²である。

振動実験装置は、実験の作業性、起振力、任意波形の入力可能性を考慮して、油圧サーボ制御方式を採用した。振動アクチュエータと油圧回路系統を図-1に示す。振動制御は非接触式変位計による変位制御である。設計最大加速度は10gで、振動実験時の最大遠心加速度50gの条件下では通常重力場の200galの加振能力に相当する。アクチュエータピストンの断面積は8.81cm²、ストロークは±2.5mmであり、模型重量を38kgfとした場合の固有振動数は500Hzである。

表-1 遠心模型実験装置仕様

有効回転半径	2.5m
最大遠心加速度	200g (静的負荷時) 50g (動的負荷時)
モーター容量	37kw
模型寸法	50×30×15cm (静的実験用) 45×10×15cm (振動実験用)
最大模型重量	120kgf (試料容器含む)
実験容量	24g
スリップリング	60極 (内制御用20極)
ロータリージョイント	3系統

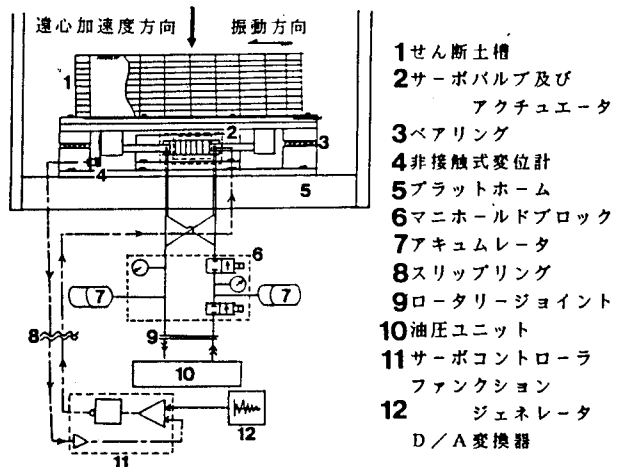


図-1 振動アクチュエータと油圧回路系統図

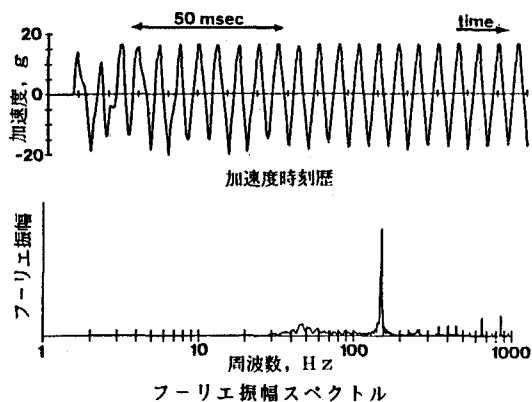


図-2 振動台加速度波形とフーリエ振幅スペクトル
(加振周波数 150Hz)

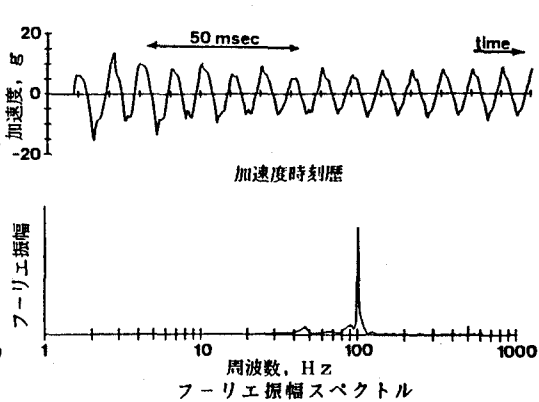


図-4 振動台加速度波形とフーリエ振幅スペクトル
(加振周波数 100Hz)

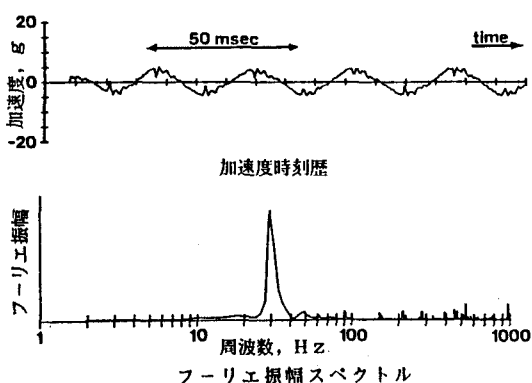


図-3 振動台加速度波形とフーリエ振幅スペクトル
(加振周波数 30Hz)

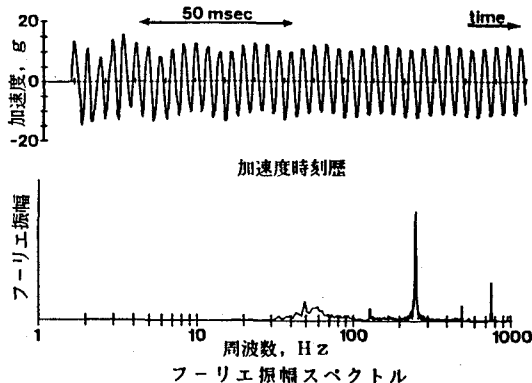


図-5 振動台加速度波形とフーリエ振幅スペクトル
(加振周波数 250Hz)

振動実験容器は、矩形アルミ枠を10段に積層したせん断土槽である。アルミ層間はローラーベアリングにより摩擦の低減が図られている。また土槽底面における排水条件のコントロールが可能である。

遠心加速度50gにおける150Hz正弦波加振時(プロトタイプの3Hz加振に相当)の振動台加速度の測定波形とフーリエ振幅スペクトルを図-2に示す。模型試料重量は11.5kgfである。またスペクトルの縦軸は最大値で正規化している。加速度振幅は15gであり、設計最大加速度10gを満足している。スペクトル図より、加振周波数150Hzにおいて著しく卓越しており、振動が良好に制御されていることがわかる。同様に加振周波数30Hz(プロトタイプの0.6Hz加振に相当)、100Hz(2Hz)、250Hz(5Hz)の場合の台加速度波形と振幅スペクトルをそれぞれ図-3～5に示す。振幅スペクトルに着目すると、いずれの場合も加振周波数において大きな卓越が認められる。

3. おわりに 以上より本振動実験システムは、広い周波数帯域において十分に制御された正弦振動を負荷しうと考えられる。今後、本システムを用いて液状化に関する実験等を行う予定である。また地盤深層部までのモデル化を可能とするために、せん断土槽の改造を予定している。

参考文献 1) 斎藤, 竹村, 木村, 中瀬(1987): "遠心力場における振動実験システムの開発", 第22回土質工学研究発表会講演概要集, pp. 641-642. 2) 古賀, 谷口, 古閑, 森下(1988): "新しく導入した動的遠心模型実験装置", 土木技術資料, No. 30-5. 3) 風間, 稲富, 大塚(1988): "遠心力場における振動実験装置の開発", 港湾技研資料, No. 607.