

(Ⅲ－17) 遠心力場における地震時地盤挙動のシミュレーション

清水建設(株) 技術研究所 正会員 佐藤 正義

1. まえがき

最近、遠心力場における振動実験が注目されており、各研究機関で地盤の液状化等の再現実験が試みられている。当社でも1991年遠心力場で振動台実験を行うことを目的とした遠心模型実験装置を導入し、これまで振動台性能試験¹⁾、せん断土槽による地盤の基本的振動特性の実験²⁾を実施してきた。実構造物の耐震性検討の実務に適用するには、さらに実地盤の地震時挙動を模型実験により再現できる必要がある。そのためには、模型地盤への地震力として実地震記録を再現できることが重要な条件としてあげられる。この条件を満たすため当社の装置は、コンピューター制御によるデジタルフィードバック補正加振の機能をもっている。本報では、重要構造物の耐震設計でよく用いられる入力地震波による加振および地震波加振による地盤の応答性状に関する実験の結果について報告する。

2. 地震波加振による地盤挙動の再現実験

(1)実験概要

遠心模型実験用のせん断土槽の外観および計器配置を図1に示す。せん断土槽の内寸法は、長さ76cm(加振方向)、幅34cm、高さ50cmである。実験に用いた模型地盤材料は豊浦標準砂で、模型地盤高さは48cmとした。計器配置は図1に示すように、基盤(土槽底面)と土槽中心の下部から上部に加速度計A-G1～A-G4を設置した。模型地盤の重心位置における遠心加速度は25 g($g=980\text{Gal}$)で、振動台加振方法は一方向の地震波加振である。地震波の種類は、重要構造物の耐震設計によく用いられるエルセントロ波NS成分・十勝沖八戸港波EW成分・タフト波NS成分の3種類で、最大加速度は3波とも2.0 gを目標とした。模型地盤と実地盤の縮尺比は1:25であり、実験に用いた相似則の一覧を表1に示す。この模型実験は深度12mの実地盤(48cm×25)、最大加速度約80Galの加振(2.0g/25)、継続時間が25秒の実地震(1秒×25)に対応する。

(2)実験結果

3種類の地震波加振におけるせん断土槽の実験結果について、基盤(土槽底面)で計測した時刻歴とターゲット地震波の時刻歴を図2(a),(b),(c)に示す。3種類の地震波加振ともフィードバック補正加振を2回行った結果である。いずれの加振とも基盤とターゲット地震波の時刻歴が良く一致しており、2回程度

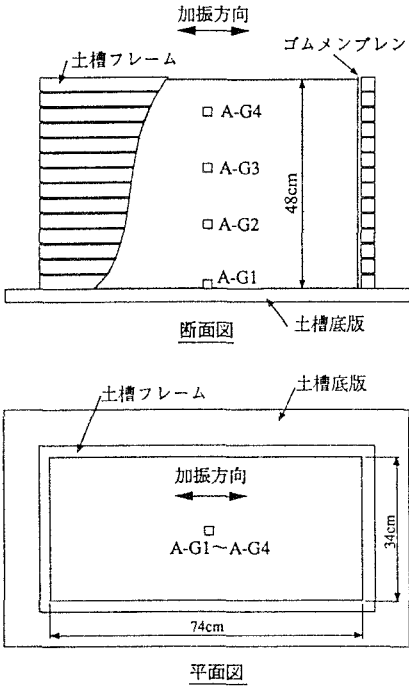


図1 セン断土槽外観および計器配置

表1 実験に用いた相似則

	縮尺比	模型地盤	実地盤
地盤深度 H	$1/\lambda$	0.48 m	12.0 m
固有振動数 f_g	λ	90 Hz	3.6 Hz
せん断剛性 G_0	1	750 kgf/cm ²	750 kgf/cm ²
せん断応力 τ	1	1.0 kgf/cm ²	1.0 kgf/cm ²
せん断ひずみ γ	1	1×10^{-6}	1×10^{-6}
遠心加速度 g	λ	25 g	1 g
加振加速度 α	λ	2 g	80 Gal
加振時間 T	$1/\lambda$	1.0 sec	25 sec

註) ・縮尺比=模型/実物
・ g =重力加速度(980Gal)

の補正加振でせん断土槽を用いた実験においても、実地震波入力との再現ができることが確かめられた。

次に、エルセントロ波NS成分の加振実験における地盤の各深度の加速度時刻歴を図3に示す。最下段が基盤入力地震波で、上段にゆくにしたがって地表近くの応答加速度になる。基盤近くのA-G2の時刻歴は基盤と似ているが、地表近くになるにしたがって地盤の固有振動数で震動しており、地震波が基盤から地表へと伝播してゆくようすがわかり、地震時における地盤の応答性状が再現されていると評価できる。基盤(A-G1)に対する地盤の各深度の周波数伝達関数を図4に示す。地盤の固有振動数約90Hzにおいて、地盤下部から上部になるにしたがって応答倍率は大きくなっており、模型地盤は妥当なせん断振動をしていることが分かる。

3. あとがき

遠心実験用せん断土槽を用いて地盤の振動実験を実施し、設計に用いる入力地震波を十分に再現でき、地盤の地震時応答性状を再現できることが分かった。実際の地盤と構造物の耐震性検討の研究・開発に適用するためには、さらに砂地盤の液状化現象や基礎構造物の動的挙動の再現、等の課題に取り組む必要があると考えている。

【参考文献】

- 1) 社本、佐藤、吉見：遠心力場における振動台実験 (その1)地震波記録波形の再現、第27回土質工学研究発表会、1992年
- 2) 佐藤、社本、吉見：遠心力場における振動台実験 (その2)せん断土槽を用いた地盤の振動実験、第27回土質工学研究発表会、1992年

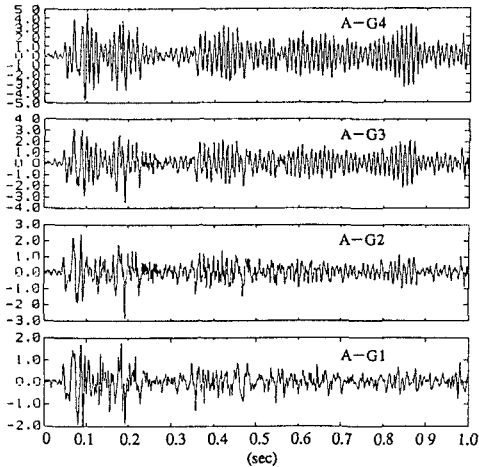
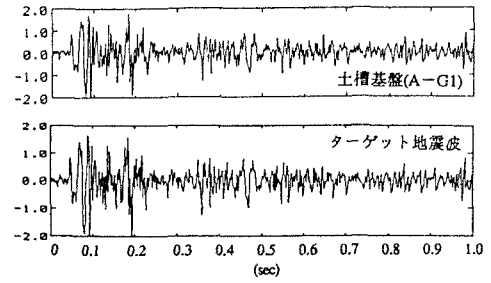
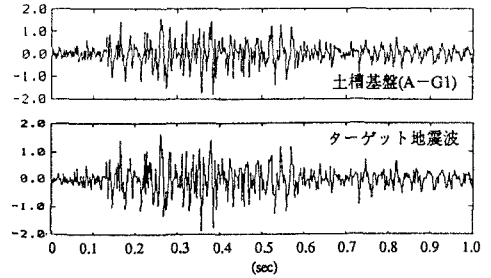


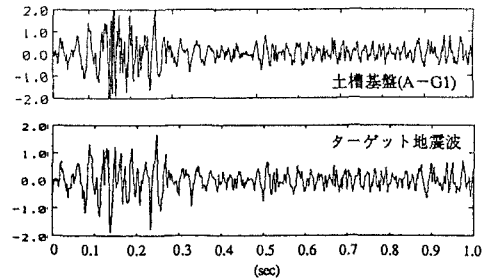
図3 地盤の各深度の加速度時刻歴
(エルセントロ波NS成分入力)



(a)エルセントロ波NS成分



(b)十勝沖八戸波EW成分



(c)タフト波NS成分

図2 土槽の基盤とターゲット地震波の時刻歴

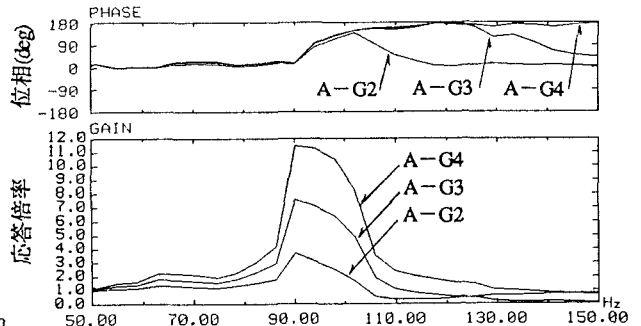


図4 地盤の各深度の周波数伝達関数
(エルセントロ波NS成分入力)