

地盤・地下構造物のEーディフェンス震動実験(その2) 土槽の振動特性

(独) 防災科学技術研究所 正会員 ○ 田端憲太郎
 神戸学院大学 フェロー 中山 学
 東京電機大学 フェロー 安田 進
 (独) 防災科学技術研究所 正会員 梶原 浩一

(独) 防災科学技術研究所 正会員 河又 洋介
 東京大学 フェロー 東畑 郁生
 東京大学 フェロー 前川 宏一

1. はじめに

平成24年2月末、Eーディフェンスを用いた大型地盤・地下構造物の震動実験を実施した¹⁾。試験体地盤の特性および実験結果例については、文献^{2) 3)}に譲る。本文では、加速度計で計測された加速度応答に注目して、土槽の振動特性について述べる。

2. せん断土槽, 加速度計設置位置と加振波

本実験で使用した円筒形せん断土槽の外観と、ベアリング部の構造を図1に示す。土槽は高さ6.5m、内径8mで、40段のせん断リング、円周方向とその直交方向に可動のリニアスライダから構成されている。リニアスライダは、リングが動く時の摩擦を軽減している。

試験体には、加速度計をはじめとして約900チャンネルの計測機器を設置した。図2に、土槽の外側および地表面に設置した加速度計の一部を示す。また、実験で使用した加振波を表1に示す。

3. せん断土槽の振動特性

ここでは、ステップサイン波50Gal、Y軸方向加振時の実験結果を例に、土槽の振動特性について述べる。

1) 鉛直軸周りの回転動

土槽の外側に設置した加速度計から算出した、せん断リングの回転加速度を図3に示す(それぞれ、CA1とCA3のY軸方向加速度、CA2とCA4のX軸方向から算出)。これらの図より、20秒付近および26秒以降において、土槽に顕著な回転動が生じていることが見て取れる。

図3(c)に、目標加振波と観測加振波を示す。震動台と試験体の相互作用により、11秒以降において、目標波と観測波に大きな差異が見られるが、土槽の回転動が顕著な時刻において、震動台の加速度が増幅する様子は見られない。

せん断リングの回転加速度および地表面の水平加速度から算出した加速度応答スペクトルを図4に示す。

リングの回転は、6.8Hzおよび13.5Hzでピークが生じているが、土槽中央部(GA1)および土槽近傍(GA2)の加速度応答スペクトルのピークは、それぞれ約4.5Hz、5Hzおよび13.5Hzである。したがって、1) 土槽中央付近(GA1)における土槽の回転動の影響は小さい、2) 土槽と土槽近傍(GA2)の応答には相関があり、土槽と地

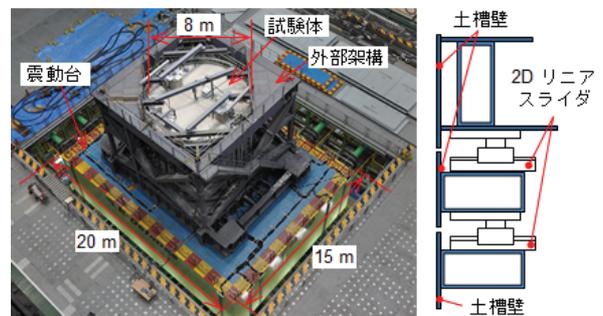


図1: せん断土槽外観とベアリング部の構造

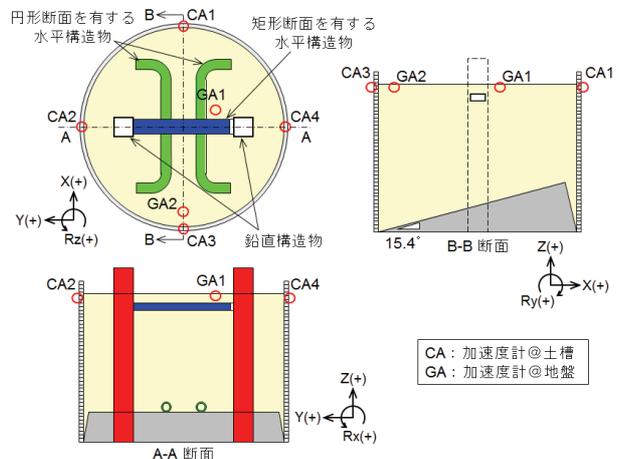


図2: 加速度計設置位置

表1: 加振波一覧

加振波	入力加速度レベル	加振方向
ステップサイン波 ^{※1}	最大10~50 Gal	0~135度 ^{※2}
JR鷹取波 ⁴⁾	観測波の50, 80%	※3

※1: 振動数のステップ0.25~0.5Hzとし、1~20Hzの振動を各2波ずつ入力(図3の入力波形を参照)

※2: X軸方向を0度、Y軸方向を90度と定義

※3: EW成分をX軸方向、NS成分をY軸方向に入力

キーワード Eーディフェンス, 模型実験, 地下構造物, 振動実験, 動的相互作用

連絡先 〒673-0515 兵庫県三木市志染町三津田西亀屋 1501-21 田端憲太郎 TEL: 0794-85-8964

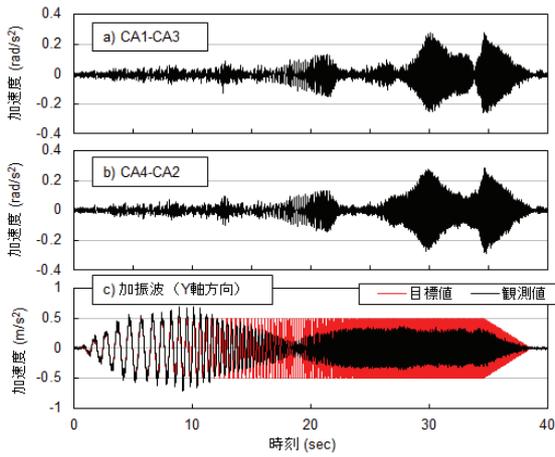


図3：せん断リング回転加速度と加振波（ステップサイン波 50Gal, Y 軸方向加振）

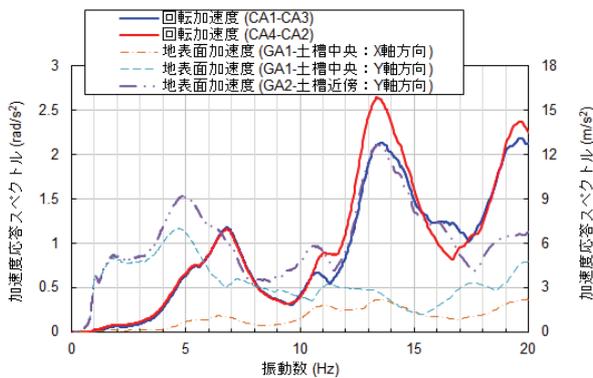


図4：応答スペクトルの比較（せん断土槽の回転および地盤地表面の水平応答）

盤の相互作用による。常時微動計測の結果，地盤部の一次固有振動数は 5.5Hz であり，土槽部の固有振動数 (7.0Hz) は，地盤部よりも高くなっている。

2) ロッキング動

土槽の鉛直動から算出したロッキング加速度を図 5 に示す。これらの図より，30 秒付近において，土槽が加振方向に倒れ込むようにロッキング動を示していることがわかる。

せん断リングのロッキング加速度および地表面の水平加速度から算出した加速度応答スペクトルを図 6 に示す。土槽の鉛直軸周りの回転動と同様，ロッキング動についても，約 13.5Hz に応答スペクトルのピークが見られる。しかしながら，土槽中央付近の地盤応答は，この振動数帯で増幅していないことから，地盤が大きく振動することによって，土槽のロッキングが増幅したとは考えにくい。鉛直軸周りの回転動と合わせて，複合的にデータ分析を行う必要があると思われる。また，今回は加速度計で直接計測された加速度応答を用いて論じたが，変位応答に基づいた検討も加える予定

である。

4. まとめ

実験・解析の両方にとって，土槽の境界条件は必要不可欠な情報である。しかしながら，内部に投入する地盤材料の振動特性とも密接な関係があり，かつ相互に影響を及ぼしていると考えられ，その挙動は複雑である。より詳細なデータ分析を進めると共に，今後の実験で，地盤投入済みの土槽の常時微動計測を行う等，土槽の特性を把握していきたい。

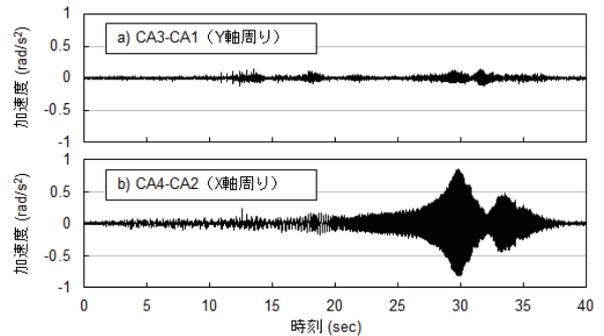


図5：せん断土槽のロッキング加速度

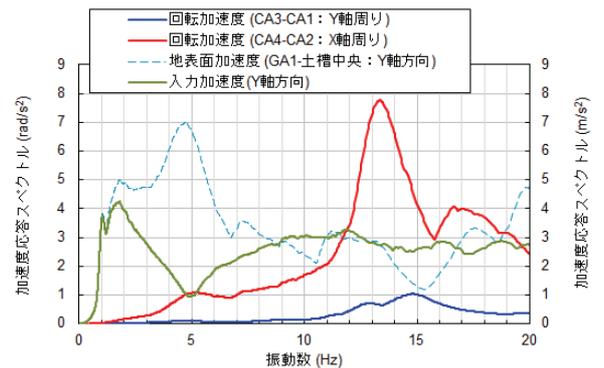


図6：応答スペクトルの比較（せん断土槽のロッキングおよび地盤地表面の水平応答）

参考文献

- 1) 河又洋介, 中山学, 梶原浩一 (2012) : E-ディフェンスを用いた地盤・地下構造物の震動実験, 第 67 回年次学術講演会議, 土木学会
- 2) 梶原他 (2013) : 地盤・地下構造物の E-ディフェンス震動実験 (その 1) 試験体地盤について, 第 68 回年次学術講演会議, 土木学会 (掲載予定)
- 3) 河又他 (2013) : 地盤・地下構造物の E-ディフェンス震動実験 (その 3) 実験結果例, 第 68 回年次学術講演会議, 土木学会 (掲載予定)
- 4) 中村他 (1996) : 1995 年兵庫県南部地震の地震動記録波形と分析 (II), JR 地震情報 No. 23d, (財) 鉄道総合技術研究所