

III-99

遠心力場における加振制御システムの開発

大成建設(株)技術研究所 名倉克博、田中 満
川崎宏二、○樋口雄一

1.はじめに

実際の地盤の挙動を調べる上で、遠心模型実験は一つの有用なアプローチ方法であると考え、遠心力載荷装置を導入した。すでに国内外で多くの動的遠心装置が稼働している^{1)~4)}が、本装置にも動的実験を行うための加振制御システムが組込まれている。このシステムを用いて、遠心力場における振動台の加振性能について調べた結果を報告する。

2.加振制御システムの特徴

遠心力載荷装置の基本性能を表-1に示す。振動台の制御方式は電気油圧サーボ式である。振動台の性能を表-2に、外観を写真-1に示す。本加振制御システムの特徴は、振動台を正確に制御するために、①遠心力により振れ上がったバスケットを強制的にアームに固定すること（これを「着座機構」と称する）、さらに②加振入力波を、搭載する供試体に応じて補正すること（「補正加振」と呼ぶ）である。これらの内容は以下の通りである。

①着座機構 振動台の加振方向は、バスケットが振れ上がった状態で鉛直方向である。バスケットはアームに対しピン結合されているために、バスケット上で加振を行うためには所定の遠心加速度において、バスケットをアームに固定し反力をとることが必要である。本装置では、バスケットの揺動中心から偏心させて取付けた軸受を、4本の油圧ジャッキを用いて回転させ、バスケットを軸受の偏心量だけアーム回転の外側へ移動させる。この動作により、バスケットはアームに着座する。

②補正加振 振動台の応答は、搭載する供試体により変化するため、それぞれの実験について、予

め入力波と応答波の関係、すなわち伝達関数 $G(j\omega)$ を求めておく。目的とする波形 $R(j\omega)$ で振動台を加振するためには、式(1)を用いて補正した入力波 $M(j\omega)$ で加振すればよい。

$$M(j\omega) = G^{-1}(j\omega) \cdot R(j\omega) \quad \dots\dots\dots (1)$$

3.応答波形の測定結果

目的とする加振波は表-3に示すように、加速度 a および周波数 f をそれぞれ、 $a=5, 10, 15g$ （実物換算でそれぞれ、98, 196, 294gal）、 $f=50, 100, 200Hz$ （実物換算でそれぞれ、1, 2, 4Hz）の範囲

表-1 遠心装置の基本性能

公称半径	2.65m
最大遠心加速度	200g
載荷能力	80g・ton
載荷スペース	1m×1m

表-2 振動台の性能

加振時最大遠心加速度	50g
最大加振加速度	20g
加振時最大積載量	180kg
加振周波数	30~300Hz
最大加振幅	±2mm

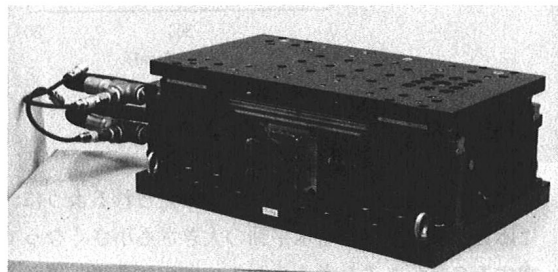


写真-1 振動台の概観

表-3 加振ケース

ケース	加速度 $a(g)$	周波数 $f(Hz)$
①	5	50
②	5	100
③	5	200
④	10	100
⑤	15	100

で組合わせた。振動台にダミーウェイト ($m=175\text{kg}$) を搭載し、遠心加速度 50g を与え、加振したときの応答波形を測定した。振動台の加速度応答波形およびフーリエスペクトルを図-1~5に示す。

加速度応答波形グラフより、各ケースとも第1波を除いて、ほぼ目的の加速度で加振されていることがわかる。また、スペクトル図から、目的の周波数において明瞭なピークが生じていることが認められる。

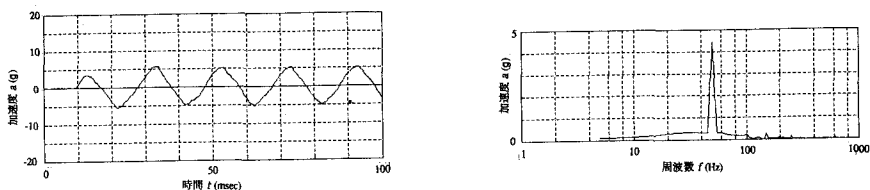


図-1 ケース①(加速度 $a=5\text{g}$ 、周波数 $f=50\text{Hz}$) に対する応答

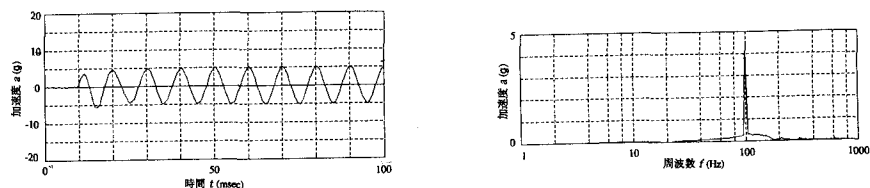


図-2 ケース②(加速度 $a=5\text{g}$ 、周波数 $f=100\text{Hz}$) に対する応答

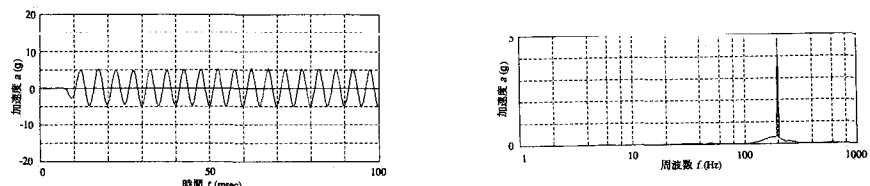


図-3 ケース③(加速度 $a=5\text{g}$ 、周波数 $f=200\text{Hz}$) に対する応答

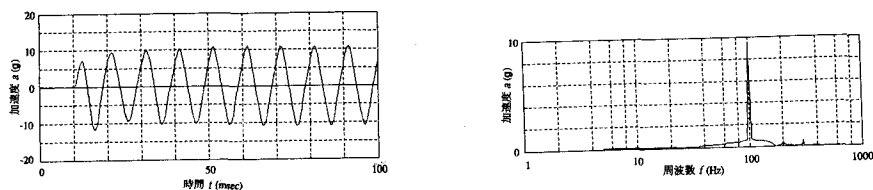


図-4 ケース④(加速度 $a=10\text{g}$ 、周波数 $f=100\text{Hz}$) に対する応答

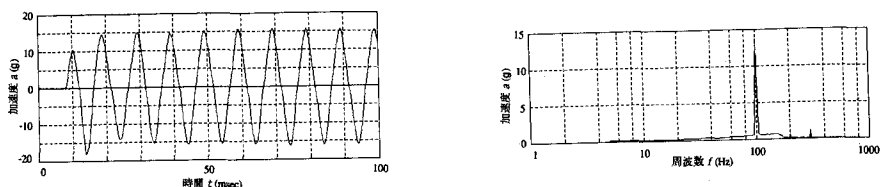


図-5 ケース⑤(加速度 $a=15\text{g}$ 、周波数 $f=100\text{Hz}$) に対する応答

4. まとめ

遠心力場において振動台を遠心装置のアームへ強制的に固定し、伝達関数を考慮した入力信号を振動台に与えることにより、比較的良好な加振を行うことができた。今後は、せん断容器の挙動についての確認を行い、地盤の動的挙動に関する遠心実験に供して行きたい。

参考文献 1) 斎藤ら: 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, 1987.、2) 古関ら: 砂地盤の液状化に関する遠心模型実験, 第23回土質工学研究発表会, 1988.、3) 風間ら: 遠心力場における振動実験装置の開発, 港湾技研資料, 1988.、4) 北ら: 動的遠心模型実験システムの開発, 第44回土木学会年次学術講演会, 1989.