

PSⅢ-7 遠心模型実験用振動発生装置の開発

東洋建設（株） 正会員 赤本弘文
同 上 三宅達夫

1. はじめに

遠心模型実験とは、遠心加速度を付与できる装置の中に幾何学的に縮小された小型模型を取り付け、遠心加速度が作用している場での小型模型の挙動を調べる実験をいい、土質力学の分野において、支持力や圧密問題等の静的な問題に対して行われてきた。しかし、最近では、遠心模型実験装置内で小型模型に振動を与える装置がいくつか開発され¹⁾、我が国においても、動的な問題に対して遠心模型実験が行われるようになってきている。

本報告は、筆者らが昭和62年度に導入したACサーボモーターを用いた振動発生装置、ならびに昭和63年度に導入した油圧を用いた振動発生装置を紹介するものである。

2. ACサーボモーターを用いた振動発生装置

ACサーボモーターを用いた振動発生装置を図-1に示す。試料容器を搭載する台はハンガースタンドよりハンガーロッドで吊下げられており、ハンガースタンドとハンガーロッド、ハンガーロッドと振動台はそれぞれラジアルボールベアリングによって接続されている。振動装置と試料容器はアルミニウム合金製で、試料容器の内寸法は長さ390mm、深さ300mm、幅150mmであり、これまで使用している容器より一回り小さくなっている。また、試料容器前面には透明な合成樹脂シートが取り付けられており試料の動きを観察できるようになっている。

本装置の駆動装置は応答特性の良い誘導型ACサーボモーターで、エンコーダにより制御されている。モーターには偏心カムが取り付けられており、振動台に緊結された円板型のブラケットで偏心カムを受けることにより変位制御の正弦波を発生させる。偏心カムを取り換えることによりストロークを $\pm 0.5\text{mm}$ 、 $\pm 1.0\text{mm}$ の二段に切り換えることができ、振動継続時間はタイマーにより多段階に制御できる。振動周波数は10回転調整ボリュームにより任意に設定できるが、遠心力場で特性実験をおこなったところ、遠心加速度50Gにおいて最大20Hzが限界であった。50Gの遠心力場において周波数20Hz、振幅 $\pm 1.0\text{mm}$ の正弦波を与えたときの振動台の振幅波形と加速度波形を図-2に示す。

3. 油圧を用いた振動発生装置

ACサーボモーターによる振動発生装置では正弦波しか発生させることができず、また、振動周波数も20Hzが限界であるため、任意波形を発生させることのできる振動装置として、油圧を用いた振動発生装置を開発した。

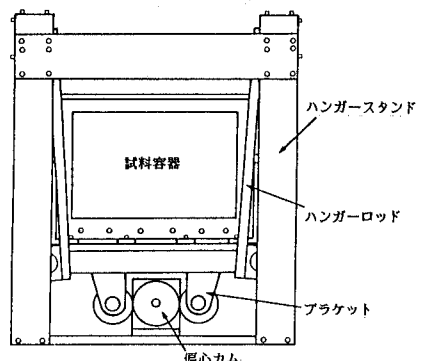


図-1 モーターによる振動装置

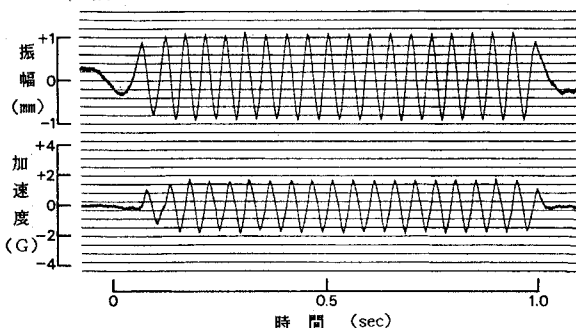


図-2 遠心力場における出力波形

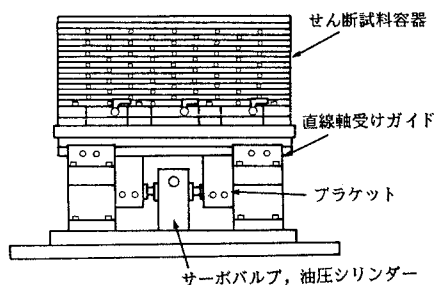


図-3 油圧による振動装置

油圧を用いた振動発生装置の振動台と小型のせん断試料容器を図-3、写真-2に示す。この振動台は450mm×240mm×20mmのアルミニウム合金製の板にレールを取り付け、それを直線軸受けガイドで受ける構造になっている。このアルミニウム板の下に振動入力用のブラケットが取り付けられており油圧シリンダーの動きを台に伝えるようになっている。また、このアルミニウム板の上に同じアルミニウム合金製の700mm×400mm×20mmの板を取り付けられるようになっており、いまだ筆者らが静的な実験に用いてきたのと同じ大きさの試料容器を搭載できるようになっている。

せん断試料容器は内寸が長さ400mm、深さ150mm、幅150mmで、厚み9mmのアルミニウム合金製の枠15個をゴム板で連結したものであり、各々の枠にはローラーベアリングが取り付けられており、枠の長手方向に水平移動し易くなっている。また、試料容器の内部にはゴムのメンブレンが張っており、試料内の液体がこぼれないようになっている。

本装置の油圧回路図を図-4に示す。また、油圧による振動発生装置の仕様を表-1に示す。アキュムレーター（以下ACC）、マニホールド、制御装置は遠心力载荷装置の回転腕上に取り付けられており、振動装置を動かす場合には外部に設置している油圧ユニットより元圧供給側のACCに蓄圧しておく。ACCに蓄圧された油圧はマニホールドを経てサーボバルブに供給され、制御装置からの制御信号によりバルブが開閉し油圧シリンダーを動かすようになっている。ACCに蓄圧される油圧は最大210kgf/cm²であり、ACC内の油圧が95kgf/cm²まで低下するとACCからの油の供給が止まる。

振動波形信号はROMにあらかじめ書込んでおき、この波形信号ROMを制御装置内のROMリーダーに取り付け、波形信号を読み込んで制御する。制御方法は、当初、比例動作（P）のみのサーボアンプによる制御であったが、重力場での振動特性実験により、30～40Hzにおいて共振現象が見られたため、微分動作（D）を付加し、いわゆるPD動作型サーボアンプに改造した。その結果、30～40Hzでの共振現象を取り除くことができた。振動装置のスタート信号はスリップリングを介して外部より与えるようになっている。また、振動発生装置を遠心力载荷装置に搭載してからスタート信号を与えるまでの間、試料容器をCenter-Zero近傍に自動的に維持するように制御されている。

4. おわりに

はじめに述べたように動的遠心模型実験はまだ始まったばかりであり、実際の問題に適用するには種々の問題が残っていると思われる。しかし、今後、動的遠心模型実験が土質工学における動的問題に対する技術の発展に寄与するものと思われる。

最後に、本装置の開発に当たり御助言をいただいた東京工業大学の木村教授、竹村助手、（株）協和コンサルタンツの斉藤氏、運輸省港湾技術研究所構造部振動研究室の稲富室長、風間技官に厚くお礼申し上げます。

参考文献 1) 日下部治、谷口栄一（1988）：講座「遠心模型実験」9。適用事例—動的問題—，土と基礎，Vol.36，No.8，pp.83～pp.89。

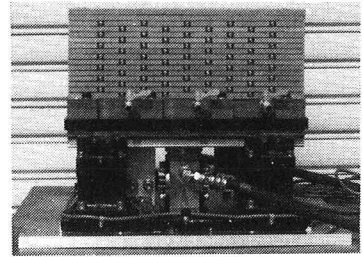


写真-2 油圧による振動装置

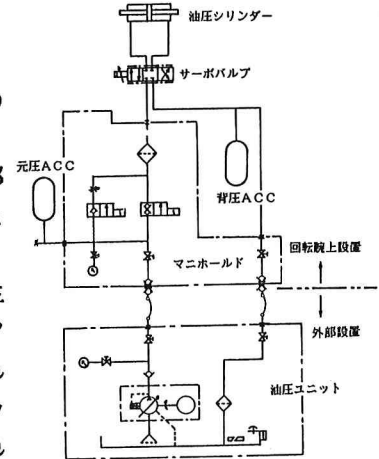


図-4 油圧回路

表-1 油圧による
振動装置の仕様

最大加振力	±2000kgf/cm ²
最大振幅	±2.5mm
最高周波数	100Hz
最大圧力	210kgf/cm ²