

III-319

遠心力場における動的载荷装置の開発

—油圧を用いた振動台について—

運輸省港湾技研 正会員 ○風間基樹 稲富隆昌

" " 大塚幸治 井合 進

" " 寺師昌明 北詰昌樹

1. まえがき

土質工学上の試験技術の一つに遠心力载荷実験手法がある。この手法の長所は、遠心力を用いることで、実物と同じ応力状態を模型中に再現できることである。地盤、あるいは構造物の自重が目的とする現象に複雑に関与する場合に有効な模型実験手法である。この手法の適用は、すでに半世紀以上に逆のぼり、国内でもすでに土質工学上の静的問題に適用されて来た。地盤や構造物の動的物性も、その応力状態に大きく左右されるので、本手法の動的問題への適用も古くから考えられていた。しかしながら、遠心力場における振動発生装置が開発され、動的問題への適用が本格化したのは最近のことである。現在、諸外国においてはいくつかの動的問題に適用され、その成果が期待されている。^{1)・2)}

当所においても、昭和60年度から遠心力場における動的载荷装置の開発が着手された。本文は、昭和61年度に開発された油圧を用いた振動台の概要を報告するものである。

2. 装置の目標とする性能

模型と実物を対応づけるものは相似則であるから、遠心力場における振動台の仕様もその相似則に適合したものでなくてはならない。遠心力場における動的問題に関する相似則をまとめると表-1のようになる。³⁾例えば、遠心力場において模型の幾何スケールが実物の $1/\lambda$ ならば、振動数と加速度は実物の λ 倍となる。すなわち、実際の地震動の周波数成分が0.5~6Hz程度で、入力加速度200Gal程度のものを想定し、遠心加速度50Gの場合において実験を実施するとすれば、振動数25~300Hzで約10Gの加速度の出力できる振動台が必要となる。また、その起振力は、振動する部分の重量が100kgとすれば、それを10Gで振動させるのであるから、約1tの力が必要である。（なお、熱の放射や間ゲキ水圧等の消散現象においては、時間のスケールは $1/\lambda^2$ となる）

項 目	相似比
長 さ	$1/\lambda$
振動数	λ
質量密度	1
変 位	$1/\lambda$
速 度	1
加 速 度	λ
応 力	1
ひずみ	1

表-1 動的実験の相似則
(遠心力場)

このような性能を満足する装置を開発するための、制約条件としては以下のものがあつた。

- (1) 遠心ブラットフォームに搭載可能な大きさで、1t程度以上の起振力があること。
- (2) 50G程度の遠心加速度下で破壊せず、正常に動作する機構であること。
- (3) 遠隔操作が容易であること。

以上の条件のもとに、種々の方式が比較検討されたが、小さくて大きな起振力を出せる方式ということで、油圧を動力源とする機構が採用された。また、実際に製作を開始する前に、遠心力場でのアキュムレータの安全性、サーボバルブ、シャットオフバルブの正常動作を確かめる実験を実施した。さらに、現象を計測するためのシステムについても検討が行なわれ、スリップリングを介してデータを取得するよりも、遠心力载荷装置本体にアンプとAD変換器を搭載し、データを取得する方法がノイズの少ない良好なデータを供給することが確認された。

3. 装置の概要

動的载荷装置は、加振装置、油圧動力源、制御装置、排油タンクから構成される。図-1に、港湾技術研究所所有の遠心力载荷装置のプラットフォーム上に搭載した場合の平面図を示す。加振装置は、振動箱（内のり400L×1800×270Hmm）、アクチュエータを含むシステムの中核部分である。振動箱は、その重さなるべく軽量化するために、チタン合金で製作した。アクチュエータの限界性能を表-2に示す。油圧動力源は、最高使用圧力300kg/cm²のアクムレータ、油の漏洩を少なくするためのシャットオフバルブから構成される。制御装置は、装置全体を総合的に制御するもので、実験時には操作室からのボタン一つで実験ができるようなシーケンス回路が組み込まれている。また、入力できる波形は正弦波、および任意波入力のための8000データのROMが4つ用意されており、時間間隔、波数、振幅レベルが任意に設定できる。

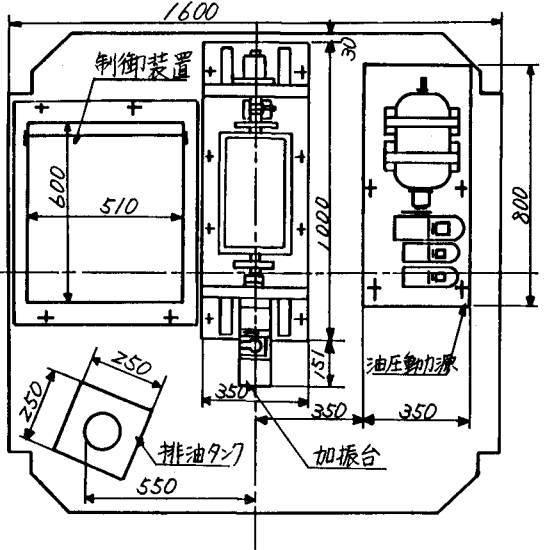


図-1 装置の配置平面図

本装置の実験問題への適用に先だち、装置自身の耐G試験、遠心力場での動作試験が実施された。図-2に、遠心加速度30Gのもとでの正弦波100Hzの加速度波形を示す。波形は、振動箱底面と振動箱内の砂地盤表層の加速度波形である。

なお、このデータは、プラットフォーム上に同時に搭載したアンブとAD変換器によって取得されたものである。

最大出力	±1200kg
最大振幅	±3mm
最大速度	±30cm/sec
最大圧力	210kg/cm ²
負荷	92kg
最高振動数	300Hz

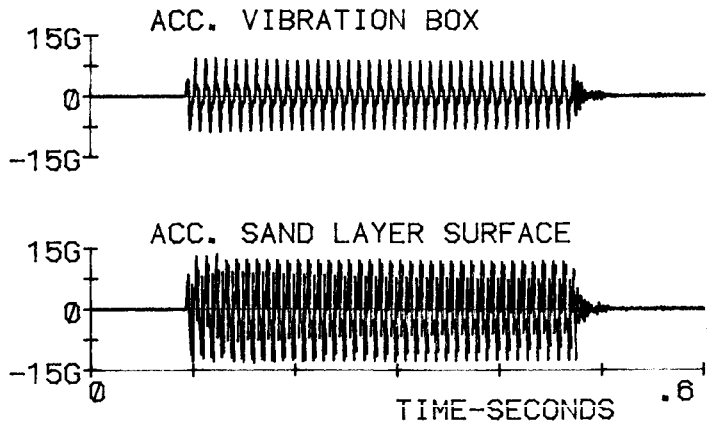


図-2 遠心力場における出力波形

表-2 アクチュエータの限界性能

4. あとがき

本文では、港湾技術研究所で開発された遠心力場における動的载荷装置の概要を報告した。開発の過程では、未知の部分も多く何回かの改良を加えた。また、実際問題への適用に当たっては別の問題も生じて来ることが予想される。現在、本装置を用いた種々の実験が計画されている。

【参考文献】

- 1) A.N.Schofield, "Dynamic and Earthquake Geotechnical Centrifuge Modelling", Proc.International Conf. on Recent Advances in Geotechnical Earthquake and Soil Dynamics, St.Louis, 1981, pp.1081~1100.
- 2) R.Scott, "Centrifuge Model Testing at Caltech", Proc.of Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 1983, Vol.2, No.4, pp.188~198.
- 3) 香川崇章, "土構造物の模型振動実験における相似則", 土木学会論文報告集, 第275号, 1978, PP.69~77.