

小型起振機を用いた構造物の振動特性の推定に関する研究

— その1. リニアモーターを利用した起振機の開発と性能評価 —

正会員 ○青木保夫*¹
 正会員 文 永奎*³
 正会員 山本俊雄*³

正会員 菊地敏男*²
 正会員 沈 堅貞*¹
 正会員 荻本孝久*³

起振機 リニアモーター 性能評価
 起振機実験 振動特性

1. まえがき

構造物や地盤の動的特性を調査する場合、一般には、常時微動を利用するが、さらに詳細に調査するには、起振機を用いた振動実験が行なわれる。

これまでの起振機の問題は、重いことその他、(1) 電動式の反転同期型では、低い振動数において加振力が不足すること、(2) 油圧サーボ式では、油圧源が必要なため、装置が大きくなること、(3) これまでのマスライド式では、通常のモーターや台車(重錘の移動)を用いるため、雑音や振動ノイズが多いこと等がある。

今回新しく開発した起振機は、リニアモーターを利用し、重錘を直線レール上で往復させ加振力を発生させる。また、リニアモーターの駆動力を重錘に直接変位フィードバック制御して与えるため、作動原理が直接的であり、良好な地震波、正弦波が出力できる。

本論文は、電磁駆動起振機の特徴、構成と原理、仕様および基本的な性能評価について紹介する。

2. 起振機の特徴

この起振機の特徴は、加振力となる重錘の移動にリニアモーターを用いたことと、分解できることである。

加振力は9kN、大きさは図-1のように長さ178cm×幅61cm×高さ29.8cm(固定用治具は除く)、重量は1140kgfである。写真-1(1)～(3)は起振機装置の実物である。

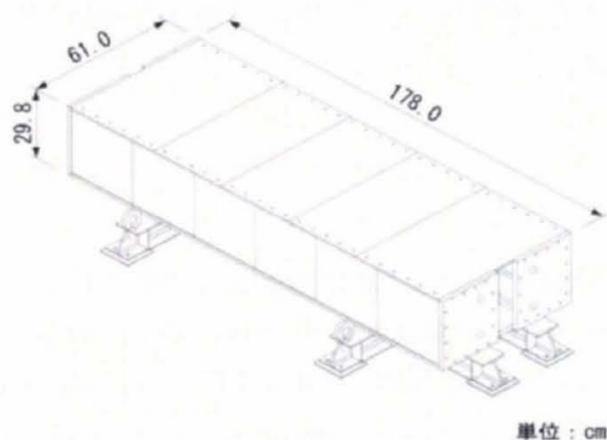


図-1 起振機の外観



写真-1(1) 起振機外形

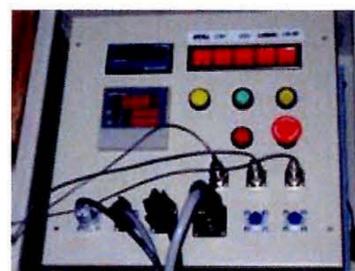


写真-1(2) 制御装置



写真-1(3) 出力装置

3. 起振機の構成と原理

構成は図-2と図-3のように、本体(底板、側板、カバー、重錘、コイル、永久磁石、ガイドレール、変位検出器)の他、コイルに供給するサーボ電源、配電盤等で、それぞれの部品は最大20kgf程度に分解できる。

作動原理は、コイルを重錘の両外側に固定、側板の両内側に永久磁石を配置し、コイルに制御電流を流すことにより、発生した磁力を駆動力として、重錘が2本のガイドレールに沿って水平方向へ直線に移動する。すなわち、起振力(重錘の目標変位)は、発振器の信号により振動周波数と振幅を設定し、サーボ増幅器に信号として再入力するので、確実に設定できる。

この他、重錘の位置を検知し、目標の位置にフィードバック制御する変位システムを用いている。

4. 起振機の仕様

各部品の重量は、建物への搬入の容易さを考慮して分解・組み立てが可能であるように、一つを20kgf程度とした。この他、最大振幅は±250mm、最大速度は±1500mm/sec、加振振動数は～20Hzである。

起振機の仕様を表-1に示す。

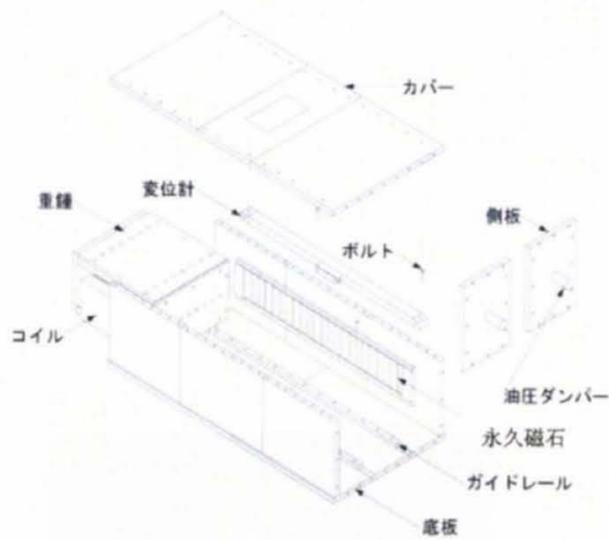


図-2 起振機の内部

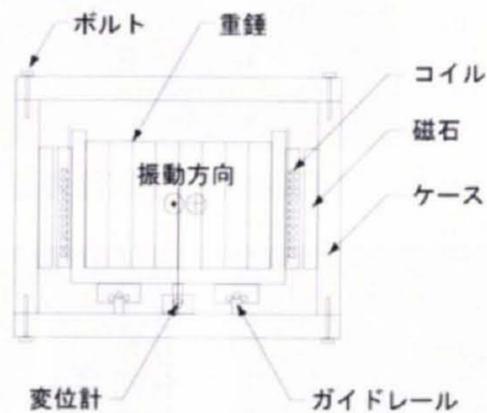


図-3 起振機断面

表-1 起振機の仕様

項目	仕様
加振力	3 KN × 3 = 9 KN
加振方向	水平
最大振幅	±250mm
最大速度	±1500mm/sec
加振振動数	～20Hz
寸法	長さ178cm × 幅61cm × 高さ30cm
重量	1140kgf
制御機能	変位制御

5. 基本的な性能

3.7Hz における重錘の変位波形と理論波形（正弦波）を図-4 に示す。図中、(a) は重錘の振幅 1.74cm, (b) は 0.83cm, (c) は 0.37cm である。また、これらの変位の誤差を表-2 に示す。この図、表より、変位が 1.74cm から 0.37cm になると、平均誤差は、1～4%程になるが、重錘の変位と理論値はほとんど一致していることから、実用上は問題ないと考えられる。

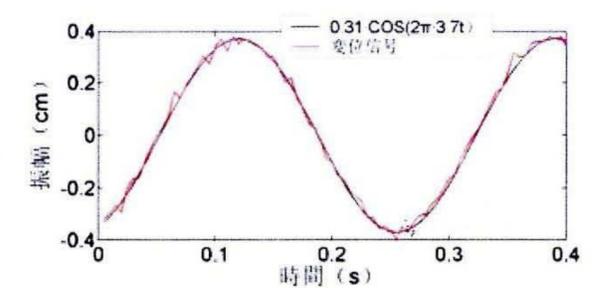
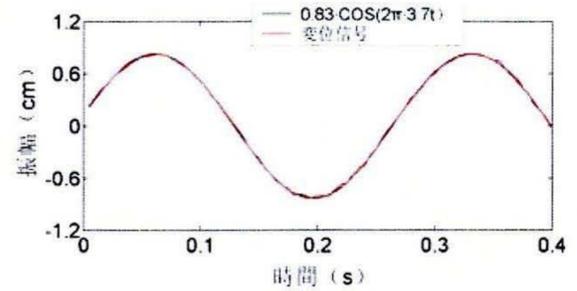
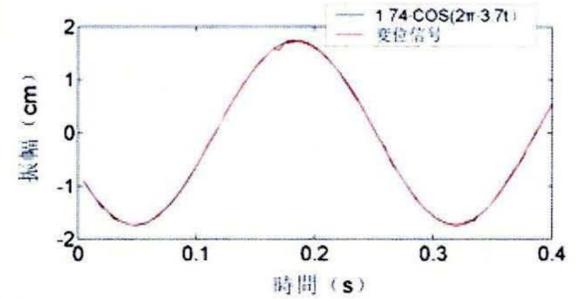


図-4 変位と理論値の比較 (a), (b), (c)

表-2 変位と理論値の比較

振幅 A (cm)	誤差の最大値 D (cm)	誤差比 D/A (%)	誤差の平均値 Dav/A (cm)	誤差比 Dav/A (%)
1.74	0.08	5	0.013	1
0.83	0.04	5	0.013	2
0.37	0.06	16	0.016	4

6. 結論

振幅が 0.37～1.74cm 程度（振動数は 3.7Hz）の場合、重錘の変位波形と理論波形（正弦波）は、ほぼ一致しており、実用上は問題ないが、今後は最大振幅で低い振動数に対し、検討する予定である。

参考資料

- ①リニアモータアクチュエータ IPROS エンジニア向け情報サイト <http://www.ipros.jp/products/000560009/>
- ②Enomoto, T., T. Yamamoto, T. Kuriyama (2002), "Dynamic characteristics of seismically isolated RC building using strong motions recorded by vertical array observation system". Fifth European Conference on Structural Dynamics.

*¹ ソリューション(株)

**² (株)大林組

**³ 神奈川大学工学部

*¹ Organization 1Solution Co. Ltd.

**² Obayashi-kumi Co. Ltd.

**³ Faculty of Engineering, Kanagawa University