

安価な教材用一軸振動台の試作と性能評価

和歌山高専 非会員 土肥 聖平
 エスシー企画 正会員 ○山村 猛
 和歌山高専 正会員 辻原 治

1. はじめに

振動工学や耐震工学の授業等の中で適宜実験を行うことで振動に対する理解が深まる。しかし、振動台の設備を有している場合でも、研究目的で導入していることが多く、また実験室のスペースの問題もあって、授業で頻繁に利用するのはあまり現実的ではない。

中谷ら¹⁾は、卓上で利用でき、かつ建物モデルや振動台の振動波形やフーリエスペクトル等をリアルタイムで表示できる利用者参加型の振動実験教育教材を開発した。また、野尻ら²⁾は加速度計を利用したバーチャル振動実験システムを開発した。これらは、利用者が加速度計を付けた振動台や加速度計を直接持って操作することで入力振動を与えるものである。

このように利用者が直接振動台を操作し、模型などを揺れとの関係を実感的に理解することは重要であるが、一方で正弦波や予め用意された入力用の振動が再現できるような振動台も必要である。しかし、振動台は卓上用であっても一般に高価である。本研究では、卓上振動台の普及を念頭におき、比較的安価な機器を組み合わせ試作し、その性能を評価した。

2. 装置の機器と構成

装置は、図-1 に示すようにアクチュエータユニット（アクチュエータ+ドライバ）、モーションコントローラ、PC から構成される。アクチュエータ部は、ステッピングモーターにボールねじが取り付けられており、モーターによってボールねじが回転し、それと連動してテーブルが動く仕組みになっている。アクチュエータはオリエンタルモーター製の EASM6X-D020-ARAC を利用している。ドライバにはデータ測定用のコネクタが付いており、PC と USB 接続することにより、テーブルの振動速度の一部を波形として表示させることができる。モーションコントローラは Y2 製の PMC-S4/00/00A-U を用いた。振動のデータについては、PC から任意の変位と速度を送信する。ただし、テーブルの振動速度の上限は 250mm/sec である。

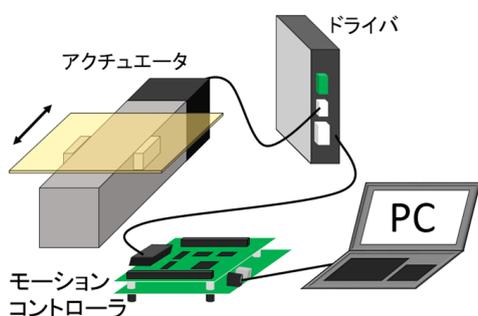
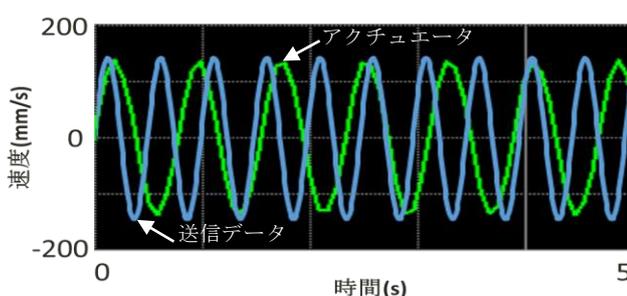


図-1 振動台の機器構成

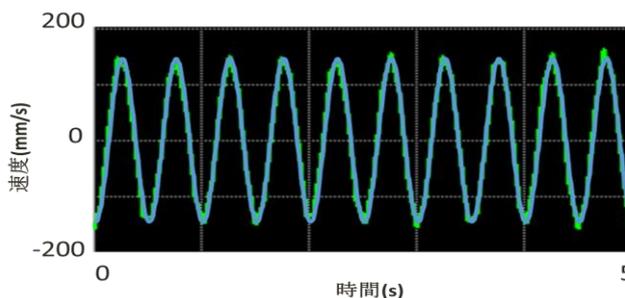
3. 正弦波入力に対する性能について

3.1 稼働時間の遅れ

地震動記録の再現を考えた場合、データの送信間隔は 0.01 秒に対応することが望ましい。正弦波のデータを、送信間隔 0.01~0.2 秒の間で種々変えて送信したところ、送信間隔を短くするとテーブルの稼働時間が伸びることがわかった。本研究で用いたアクチュエータは産業ロボット等の位置決め等に用いられることを想定して作られており、命令を出してもデータ送信間隔が短い場合、時間遅れが生じてしまう。データの送信間隔を 0.01 秒とした場合、56%の遅延が生じることがわかった。そこで、正弦波の場合は所望の周期に 1.56 を乗じて時刻歴のデータを作成することで対応することとした。これにより、時間遅れなく正弦波を再現できた。図-2 に周期が 0.5 秒の正弦波の送信データとテーブルの振動速度を比較して示す。図の(a)はデータをそのまま送った場合の波形で、(b)はデータに前述の処理を施して送信した場合の波形であるが、送信データとほぼ対応する振動が得られている。



(a)入力波形の処理を行わなかった場合



(b)入力波形の処理を行った場合

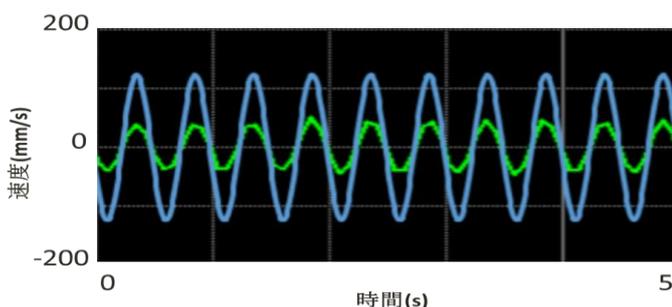
図-2 送信した速度波形と振動台のテーブルの速度の比較 (稼働時間の遅れへの対応)

3.2 振幅の再現

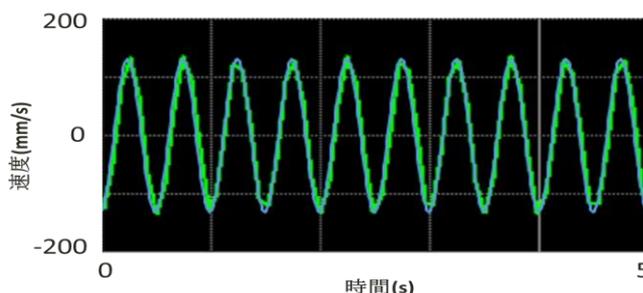
振幅の再現性について検討したところ、テーブルの振動の振幅が送信したものよりも小さくなってしまっていることがわかった。これには、送信する正弦波のデータを係数倍することで対応した。この係数は正弦波の周波数とほぼ線形関係があることがわかり、周波数と係数の関係を回帰式にして、周波数に応じた係数を元の正弦波のデータに乗じて送信することとした。図-3 に送信波形とテーブルの振動波形を示す。

3.3 積載荷重

振動台のテーブルに 1,2,3kg の重りを載せて同じ送信データに対して、振動台の揺れを計測した。振幅 20mm で周波数 1Hz の揺れと、振幅 20mm で周波数 2Hz の揺れの 2 種類で検証を行ったが、振動に変化はなくこの程度の積載物には対応可能であることがわかった。



(a)元の波形をそのまま送信した場合



(b)元の波形を係数倍して送信した場合

図-3 送信した速度波形と振動台のテーブルの速度の比較 (振幅の再現への対応)

4. 不規則波の入力に対する性能について

不規則波の入力に対しても、稼働時間の遅れおよび振幅に対する処理を行った。前者については波形を時間軸方向に圧縮し、後者については時々刻々擬似的に周波数を求めて対応する係数を乗じることで対応した。送信した波形とテーブルの振動波形を図-4 に示す。

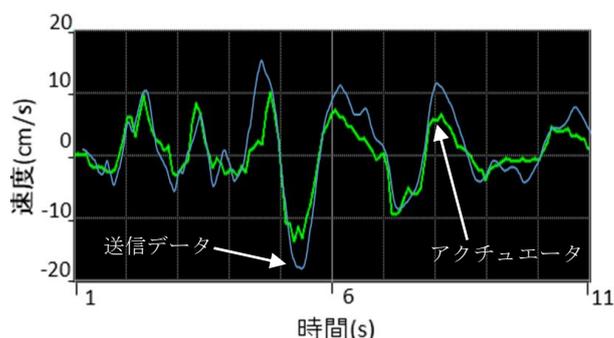


図-4 不規則入力波形とテーブルの振動の比較

5. おわりに

アクチュエータ、モーションコントローラなどを用いて一軸振動台を試作した。不規則波形の再現については課題が残ったものの、正弦波は 10Hz 程度までであれば再現でき、教材用としての利用の可能性を示すことができた。

【参考文献】1)中谷優一, 山村猛他: 防災教育教材としての建物模型振動実験システムの開発, 土木学会四国支部第 19 回技術研究発表会講演概要集, I-20, pp.39-40, 2013. 2) 野尻晶友, 山村猛他: 教材としてのバーチャル振動実験システムの開発について, 土木学会四国支部第 20 回技術研究発表会講演概要集, I-29, pp.57-58,2014.