

## 感覚的理解を支援する体験型振動実験教材の開発

和歌山高専 非会員 中嶋 真也  
 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

地震による地盤や構造物の振動の大きさを表すために、震度や加速度等が用いられる。しかし、揺れに対する感覚がない者にとってはリアリティーがなく、直感的な理解にはつながらない。授業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が、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<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>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。さらに、土肥ら<sup>3)</sup>は、市販のアクチュエータやモーションコントローラを組み合わせ、卓上振動台を作成した。

本研究では、これまで開発してきた振動実験教材の長所を活かして、予め作成された入力波形データが再現でき、また利用者が自分自身の手の動きに合わせて振動台の動きを自由に制御できる教材としての卓上振動台の開発を目的とした。

### 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、加速度計、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。加速度計およびインターフェースは数理計画研究所のGID-SSSおよびGID-SSS/IF232<sup>4)</sup>を利用した。

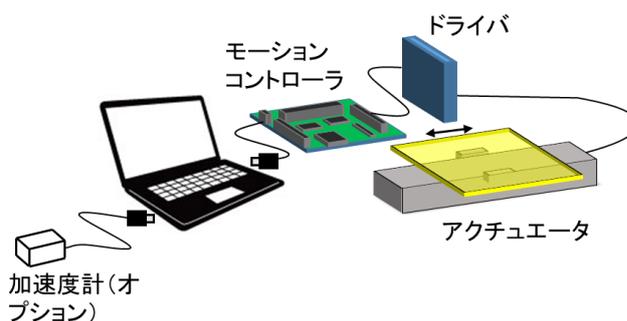


図-1 振動台の機器構成

### 3. ソフトウェア

ソフトウェアはVB.NETで作成した。アクチュエータの制御には、モーションコントローラ専用のモーター制御用API関数を用いている。アクチュエータの稼動にあたっては、図-2に示すように次の2つの方法が用意されている。

- 1) 予め用意した速度および変位のデータセットを読み込み、これをモーションコントローラに送信する方法
- 2) 加速度計を直接手にとって、これを机等の上で動かし、受信したデータをリアルタイムで積分した速度および変位のデータをモーションコントローラに送信する方法

加速度計からは各軸 100 サンプル/秒でデータを受信する。通信の仕様を表-1に示す。受信データの書式は「xxxx, yyyy, zzzz, m[CR]」の10進キャラクタ文字列でカンマ区切りである。xxxx, yyyy, zzzz はそれぞれ

れ  $x$ ,  $y$ ,  $z$  軸方向の加速度のデータであり, 取得した値からオフセット値を差し引き, スケーリングファクターを乗じることで加速度値が得られる.  $m$  は時刻標準信号値である. アクチュエータの制御には,  $x$  軸方向成分のみ用いている. このようにして加速度計から送信されてくるデータを VB.NET の SerialPort コンポーネントを利用して受信しながら, 同時に積分処理とモーションコントローラへの送信を行うプログラムを作成した.

振動台の計測震度や最大の加速度, 速度, 変位をある時間間隔ごとに PC に表示することで, 利用者自身が制御している振動台の動きと揺れの大きさの指標を関連付けることができ, 揺れに対する感覚的な理解の支援に役立つと考えられる.

#### 4. 振動模型の例

教育の目的や対象者の年齢に合わせて, 振動台に載せる模型は適宜製作することになる. 本研究では, 以下のことを念頭に, 積み木の使用を提案する.

- ・ 構造物の振動に関する基本を理解する.
- ・ 簡単に実験で確認できる.
- ・ 現象の理解に重きを置き, 理論の定量的な検証を行うものではない.
- ・ 模型は組立式とする (模型作成も体験型).

積み木(予めピアノ線を通すための穴を開けた物を含む)と径が異なるピアノ線を利用することで, 表-2 に示す内容を実験により確認あるいは学習することができる. 図-3 は積み木を使った模型の例である. 表-2 には, 本研究で提案する電動の振動台を使う必要のない学習の内容も含まれている.

#### 5. おわりに

本研究では, 手の動きでリアルタイム制御が可能な卓上振動台を開発した. 今後, 本教材の効果について検証していきたい. また, 2 台のアクチュエータを利用した教材の開発も検討している.

##### 【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. 3)土肥聖平, 辻原治, 山村猛: アクチュエータとモーションコントローラによる教材用一軸振動台の開発について, 土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集, CS1-016, pp.31-32, 2015. 4)数理計画研究所: GID-SSS パソコン接続型地震計, URL: [http://www.madlabo.com/mad/gid/jishin/image/gid-sss\\_datasheet.pdf](http://www.madlabo.com/mad/gid/jishin/image/gid-sss_datasheet.pdf) (2013.5.23 閲覧).

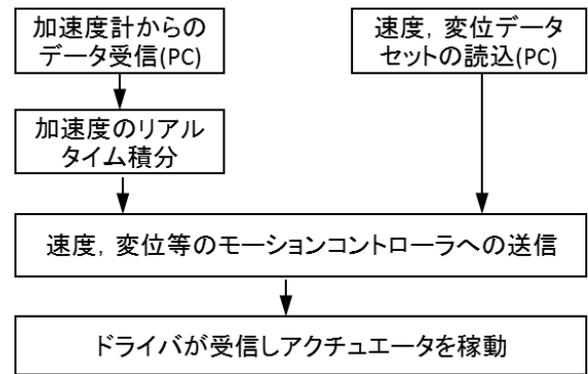


図-2 振動台の稼動方法

表-1 通信仕様

通信方式		RS-232C
伝送速度		19.2kbps
ビット構成	スタート	1bit
	データ	8bit
	パリティ	無し
	ストップ	1bit

表-2 模型による学習

1	振動台の変位や加速度と揺れの関係
2	屋根の重さの影響
3	壁の方向による影響
4	筋交いの効果
5	建物の高さ固有周期
6	柱の剛性と固有周期
7	減衰振動



図-3 積み木を使った模型の例