

加速度計を利用したバーチャル振動実験教材の開発について

和歌山工業高等専門学校 正会員 ○辻原 治
 和歌山工業高等専門学校 野尻晶友
 エスシー企画 正会員 山村 猛

1. はじめに

地震による揺れの強さは震度や加速度等で表される。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。

卓上で使用できる振動実験教材としては、各種「ぶるる」シリーズ¹⁾等がある。しかし、模型等の振動のようすを単に見せるのみならず、振動の波形やフーリエスペクトルおよび計測震度等がリアルタイムに表示することで、加速度や震度といった揺れの指標の直感的理解を支援し、また振動の現象を定量的に評価できるような教材の開発が望まれる。

筆者らは、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²⁾。しかし、費用や携帯性等の点で課題があった。

本研究では、利用者参加型のコンセプトを継承しつつ、導入費用の軽減と携帯性の改善を主眼として、加速度計を利用したバーチャル振動実験教材の開発を目的とした。

2. 装置の機器と構成

装置は、図-1 に示すように加速度計、シリアル通信用インターフェース、RS232-USB 変換アダプタおよび PC から構成される。加速度計と RS232 インターフェースは、それぞれ株式会社数理計画研究所の GID-SSS および GID-SSS/IF232³⁾を利用した。RS232-USB 変換アダプタも付属のものを利用した。それらは合わせて 5 万円程度で購入できる。

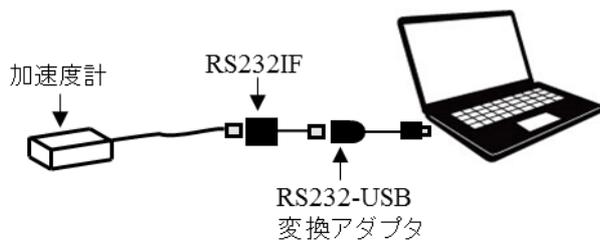


図-1 バーチャル振動台の機器構成

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

3. データの取得

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 x,y,z 軸方向の加速度のデータであり、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。このようにして送信されてくるデータを Microsoft Visual Basic 6.0 の MSComm コントロールを利用して受信しながら、種々のデータ処理を行う。

4. バーチャル振動台

一般に振動台といえは、予め用意された地震波形を電気信号に代え、アクチュエータでテーブルを動かすものをいう。本研究で開発したバーチャル振動台は、地震波を予め用意するのではなく、利用者自身が加速度計

キーワード：防災，教材，加速度計，バーチャル，振動台
 連絡先 〒644-0023 和歌山県御坊市名田町野島 77 和歌山高専・環境都市工学科 TEL0738-29-8455

を直接手に持って動かし、そのときに計測された加速度の時刻歴を地震波形とする。一方、振動台のテーブルは PC 上にあり、加速度計で計測されたデータを入力として、これに対応して動く。

振動台のテーブル上には、任意に設定できる固有周期と減衰定数を持つせん断型質点系モデルを配置することができ、その応答をリアルタイムで計算し、振動の波形や動態が表示される。さらに、設定された時間毎に計測震度やフーリエスペクトルを計算し、これを表示することもできる。多質点系の場合は、質点数を 1~3 から選択できる。固有値、固有ベクトルは、すべての質点と質点間ばねのばね定数の値をそれぞれすべて同じとし、基本周期が約 1.0 秒となるように求めている。バーチャル振動実験教材の PC 画面表示の例を図-2 に示す。

5. 利用効果

和歌山高専環境都市工学科の 5 年生を対象として、アンケート調査を実施した。対象は、実際に教材を操作した 6 名の学生と、操作はしないが教材を用いた授業を聴講した 21 人である。本教材は、揺れの大きさと地震動の指標（震度や加速度）の関係に対する感覚的な理解を支援することを第一の目的にしていることから、それらの理解に役立ったか否かを問う設問とした。また、フーリエスペクトルの理解において、本教材を用いた実験による効果を評価するための設問も設けた。具体的には、各設問に対して、「全く役立たなかった」の 1 から「大変役立った」の 5 まで 5 段階で回答してもらうこととした。

図-3 にこれらのアンケート結果を比較して示す。非操作者の理解度は操作者に比べて全体に低く出ていることがわかる。しかし、加速度と震度については、非操作者でも 4.0 以上あり、振動実験の例示でも効果があることがわかった。操作者の理解度が、加速度、震度、フーリエスペクトルの順に下がっている傾向は、非操作者に対するアンケートでも同様であった。フーリエスペクトルについては、操作者の評価が 4.0 であったのに対して、非操作者が 2.9 と差が大きい。非操作者に対しては、期待した効果が得られなかったが、その説明に手間がかかる項目ほど、実際に自ら操作しながら理解を深めていくことが重要であることを示唆する結果とみることができる。

6. おわりに

本実験システムは、利用者自身が振動台を操作する現実空間と、様々な条件設定が可能な仮想空間を融合させている。仮想空間を一部用いたことで、著者らが開発した振動実験教材²⁾と比較してリアリティーに欠けるというデメリットは否めない。しかし、仮想空間を充実させることで、実物のモデルでは困難な内容でも表現でき、比較的安価に構築できるメリットがある。また、携帯性に優れているため、授業等でも手軽に利用できる。目的に応じてソフトウェアを改良することで、講義等の補助教材として活用が期待できる。

【参考文献】1) 福和伸夫, 原徹夫, 小出栄治, 倉田和己, 鶴田庸介: 建物耐震化促進のための振動実験教材の開発, 地域安全学会論文集, No.7, pp.23-34, 2005. 2) 辻原治, 中谷優一, 山村猛: 揺れの強さの直感的理解を支援する防災教育教材の試作, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要集, CS1-006, pp.11-12, 2013. 3) 株式会社数理計画研究所: GID-SSS 地震計ハードウェア取扱説明書, URL: http://www.madlabo.com/mad/gid/jishin/pdf/GID-SSS_Hardware_Manual.pdf, 2013.5. 23閲覧.

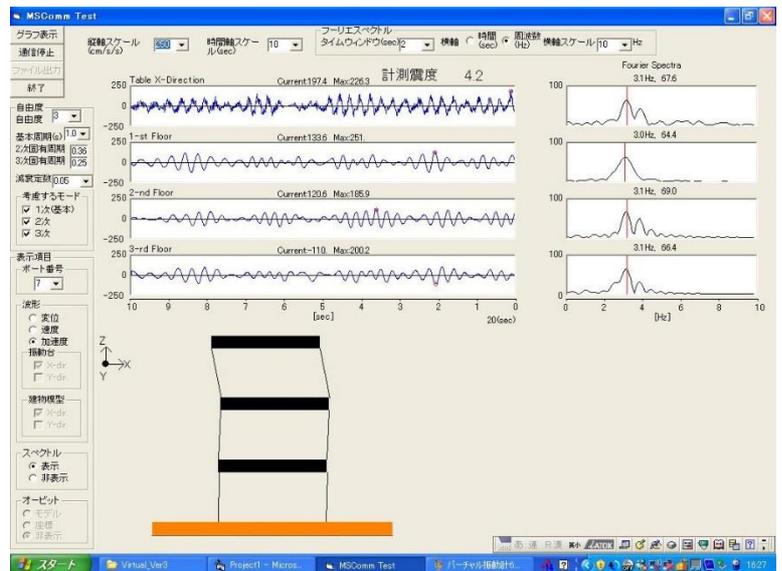


図-2 バーチャル振動実験教材の画面表示例

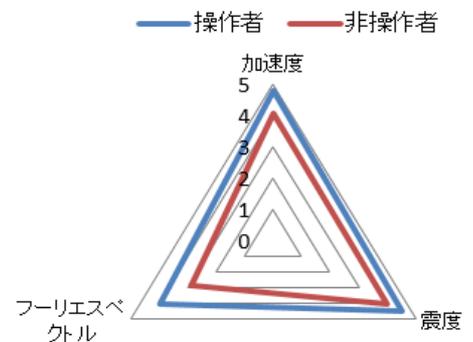


図-3 アンケート調査結果