

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

和歌山高専 非会員 中谷 優一
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

東日本大震災を契機に、継続的な防災教育の重要性が強く認識され、小・中学校でも地震や津波に関する正しい理解と災害時の対応に関する教育が始まっている。地震による揺れの強さは震度や加速度で表される。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。

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、卓上で使用でき、かつ振動波形などがリアルタイムに表示される教材はあまりない。

本研究では利用者自身が振動台を任意の速さで動かすことで揺れの大きさと地震動の指標(震度や加速度)の関係を感覚的に理解することができる防災教育教材としての振動実験装置の開発を目的とする。

2. 装置の機器と構成

装置の構成を図-1 に示す。装置は、自作で手動の振動台(木製)および建物模型(アルミ製)、加速時計、角型フルカラーLED、PC 等から構成される。使用機器を表-1 に示す。

1) 振動台

300×3000×15mm の棚板の底面に 4 個のキャスター、側面には取手を取り付けつける。

2) 建物模型

厚さ 1.5mm のアルミ板をカットし、高さ、幅、奥行きがそれぞれ 250mm, 200mm, 60mm の枠を組み立てる。また、振動台との取り付け用と耐震構造用金具設置用にボルト孔を空けておく。

建物模型の付属物として、免震装置や耐震補強の学習のためのキットも自作した。

3)LED 表示器

LED 表示器も自作であり、32 個の LED を予め孔を空けておいたアルミ板に格子状にセットし、それぞれの LED に付いている 4 つの端子に R, G, B および電源用のケーブルをハンダ付けする。ケーブルの他端を、MIL コネクタプラグを介して制御ボードに取り付ける。制御ボードには RS485 の通信方式で PC からデータを送信し、32 個

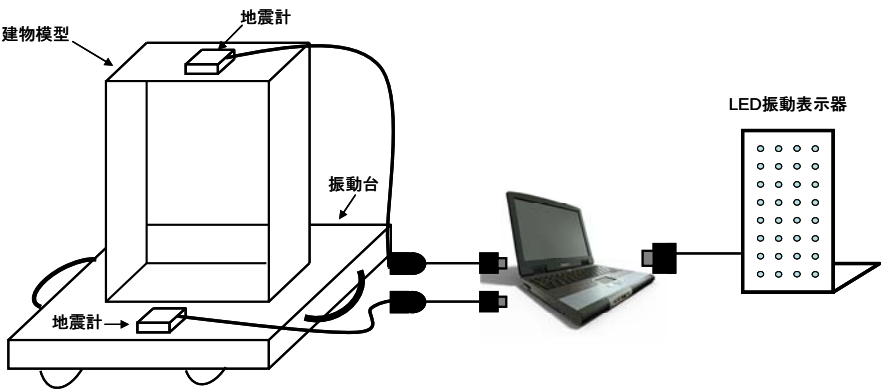


図-1 装置の構成

表-1 主な使用機器

品 名	数量	単価 (円)	金額 (円)
制御ボード	1	20,000	20,000
フルカラーLED(OSTA71A1D-A)	32	50	1,600
USB-RS485 ケーブル (コンテック COM-1PD(USB)H)	1	21,945	21,945
電源 (イーター電機 ERB05SA-P)	1	5,830	5,830
MIL コネクタプラグ (オムロン XG4C-1681)	8	80	400
フラットケーブル	1	300	300
収縮チューブ(5mm)	1	200	200
アルミ板 A1050P SPV 2mm (厚さ)×500mm×250mm	2	2,100	4,200
棚板	1	398	398
キャスター1	4	100	400
キャスター2	4	200	800
取手	2	698	1,396
ボルト・ナット類	1	498	498
地震計 (数理計画研究所 GID-SSS/S23)	2	49,800	99,600
合計			157,069

の LED の点滅と点灯時の色を制御する．震度を表示させる場合，0～7 までの数字として表示させることもできる．

3. ソフトウェア

ソフトウェアはつぎの機能からなる．

- 1) 建物と振動台に設置された 2 つの加速度センサーで観測されたデータの取り込み
- 2) 取り込んだ合計 6 成分の加速度値の波形表示と指定された時間間隔毎の計測震度およびフーリエスペクトルの計算およびリアルタイム表示
- 3) 指定された時間間隔毎の計測震度や最大加速度の LED 表示器への出力

ソフトウェアの開発は Microsoft Visual Basic を用いて行った．

4. 装置の利用例と利用効果

強制振動の実験の様子を写真-1 に示す．LED 表示器には，向かって左側の 2 列は建物の加速度，右側の 2 列は振動台の加速度をそのレベルで表示しており，時々刻々振動レベルに応じて表示が変化する．表示器には，一定時間毎に計算される計測震度を数字で表すこともできる．また，図-2 には PC にリアルタイムで表示される振動波形を示す．ここには，一定時間毎に計測震度，フーリエスペクトル，表示範囲内の最大加速度等が表示される．

教材としての利用と効果を以下に述べる．

- 1) 学生自身が振動台を動かし揺れの大きさと地震計の指標（震度や加速度）の関係を感覚的に理解できる．
- 2) 振動台（地面）の揺れに比べて模型（建物）の方が揺れが大きく，それが何倍になるかを PC や LED パネルから知ることができる．
- 3) 建物模型の自由振動の波形データをテキスト出力し固有周期や減衰定数を求めるために使える．
- 4) 地震波や模型の揺れが多くの成分波で構成されていることについてフーリエスペクトルの画面表示から理解できる．
- 5) 免震構造，耐震補強とは何か，またそれらにどの程度の効果があるかについて，揺れの違い等から定量的に評価し理解できる．

5. おわりに

本研究では，振動の大きさを定量的に評価できる振動実験装置を開発した．振動のレベルや地盤と建物の揺れの大きさの違いなどに対する直感的な理解を支援する教材として利用できると考えられる．対象者の知識レベルに応じて，振動の直感的理解のみの支援から高専・大学における振動論などの講義の補助教材まで幅広く利用できる．しかし，本装置は配線が多く準備に時間がかかることが欠点である．無線の地震計を利用するなどの改良の余地がある．

【参考文献】1) 福和伸夫他：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.

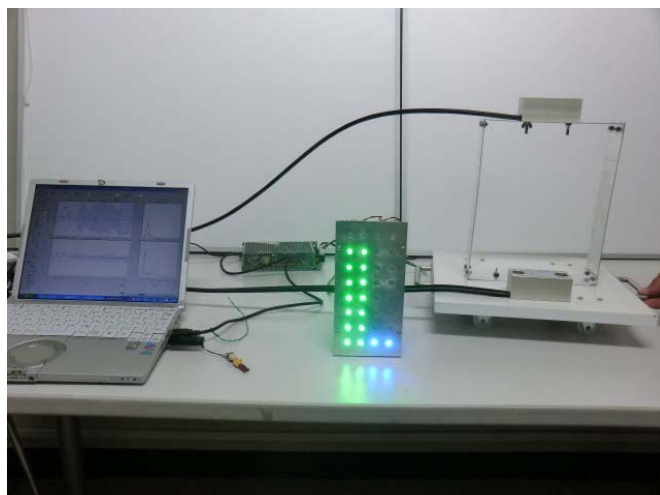


写真-1 実験の様子

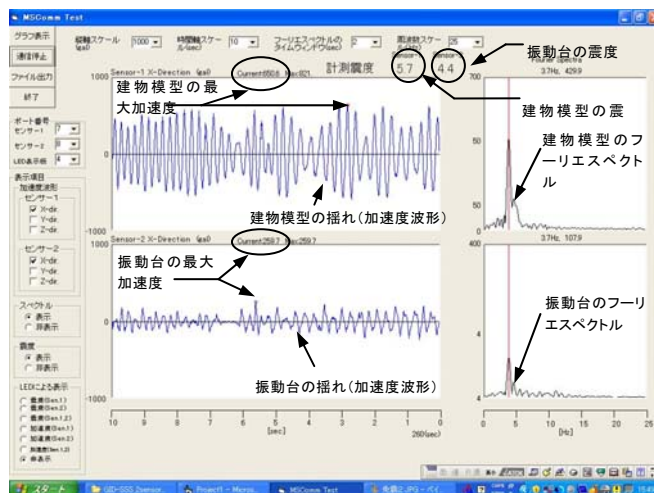


図-2 PC の画面表示