

加速度センサを活用した建物構造振動教育の充実化ツールの開発

池田 雄一¹⁾, 上田真也²⁾

1) 高知工業高等専門学校 まちづくり・防災コース (建築)

yikedada@ce.kochi-ct.ac.jp

Development of Tool to Enhance Building Structural Vibration Education using Acceleration Sensor

Yuichi Ikeda¹⁾, Shinya Ueta²⁾

1) Dept. of Social Design Engineering, Architecture and Disaster Prevention Course, National Institute of Technology, Kochi College

2) Dept. of Education and Research Support Center, National Institute of Technology, Kochi College

概要

高知工業高等専門学校の建築構造教育において、建築構造学の振動分野を必要とする耐震工学や免震構造の振動模型実験時に、加速度を計測する安価な加速度センサを製作した。この加速度センサを活用した実験実習の授業内容の一例を紹介し、加速度センサを活用した建築構造振動教育の充実化を図る今後の展望を説明する。

1 はじめに

少子化に伴って、建築学科・建築学コースを設置する大学や高専には、入学前のオープンキャンパスに訪れる学生、そして入学後の一般教養科目を主に修学する1年・2年生の在学期間において、その学生にいかにして建築の魅力を発信することが、今、建築学科・建築学コースのある教育機関には求められている¹⁾。これは全国の大学・高専・工業高校の建築学科・建築コースのある教育機関の共通の課題でもある。特に、「建築構造に関する科目」については、建築教育科目の中にあつて、学生からなかなか興味・関心を持ってもらうことができない科目に掲げられるからである。

そこで、この提案する安価な加速度センサを使用した建築構造振動教育ツールのよつて、効果的な講義・実験実習の充実・改善を図るために、加速度センサを活用方法の一例を紹介し、そして、建物構造振動教育の充実化ツールの開発、及び開発した加速度センサの今後の展望について説明する。

2 建築構造学の振動学を必要とする分野

2.1 大学・高専における建築構造学の振動学分野の現状

大学や高専では、各学校の昨今の教育状況に鑑みると、建築構造の振動学に詳しい教員が必ず

いるとは限らない。そこで、できるだけシンプルでわかりやすい建築構造振動教育ツールの需要が高まっている。実験実習において、学生が初心者でもある程度使いこなせるハードルの低い建築構造振動教育ツールとすることが求められている。

2.2 製作した加速度センサ

講義・実験において、建築構造の模型を作成し、この模型を揺らして、その建築構造模型の耐震効果や耐震補強の効果をすぐに確認することは容易ではない。その理由は、メーカー製造の加速度計は1台30万円の費用がかかり、その計測データを動ひずみ計で変換する必要がある。この動ひずみ計は100~200万円程度の費用がかかる。このコストを解消することを目的として、建築模型の揺れを簡単にすぐに計測できる図1に示す加速度センサ(製作費用2.5万円)を開発した。

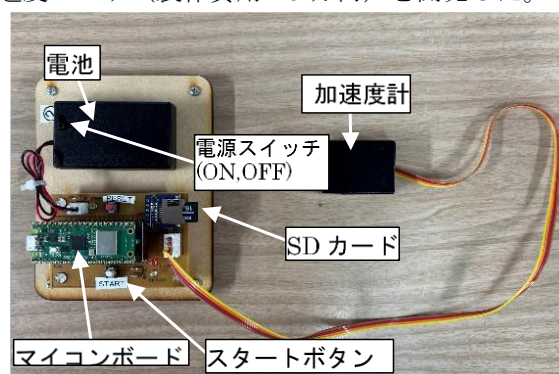


図1 開発した加速度センサ

3 高知工業高等専門学校・まちづくり・防災コース（建築）の実験実習の参考例

3.1 木造軸組模型について

木造軸組模型は、ホームセンターで購入可能な9mm×9mm角、長さL=900mmのヒノキ木材3本で製作することができる比較的簡単な振動模型となっている。完成した木造軸組の建物振動模型を図2に示す。

この木造軸組模型は、現在高知工業高等専門学校のデザイン演習Ⅰ（高専1年生）の実習で製作している。木造軸組の梁骨組（長方形）と土台骨組（長方形）は、4カ所を木工釘留めする。柱梁接合部と柱土台接合部には、図3のように両面テープで接着し、L型の薄いアルミ板を用いて、結束線（園芸用の針金）を用い結んで、接合部を固定する。

3.2 木造軸組模型を揺らす

振動実験では、図4に示すように木造軸組模型に錘を隅角部に載せ、高知高専では、図4のような手動の簡易振動台を作成して、各班に1台この手動簡易振動台を配布して、木造軸組模型を揺らしている。

図3に示すように、土台・柱と、柱・梁接合部の接触面を両面テープ、L型の薄いアルミ板で接合させた理由は、ある程度の揺れによって接合部から壊れることを狙い（意図）としている。揺れによって、木造軸組の建物振動模型の接合部が外れて壊れても、すぐに修復可能である。図5のように、木造軸組模型が揺れによって、倒壊・壊れてもすぐに修理できる。接合部を再度両面テープで接着させ、結束線を再び結び直すと、元の木造軸組模型を再現できる。

3.3 木造軸組模型の補強による構造耐力の向上

壊れた木造軸組模型を修理したあと、次に、各グループ毎に木造軸組模型を補強して、揺れに抵抗できるような補強案を提案してもらおう。このとき、材料の追加は最小限にとどめ、学生の創意工夫を促す。学生が工夫して木造軸組模型に補強を加えた模型写真を図6・7に示す。

3.4 加速度センサでの計測

加速度センサを木造軸組模型に取り付けて、そ



図2 木造軸組模型



図3 柱・梁接合部の接合



図4 木造軸組模型に錘を載せる



図5 木造軸組模型が倒壊して、壊れる



図6 学生による補強案1

の揺れを計測する。1) まず、木造軸組が壊れなかった揺れを計測、2) 次に、木造軸組模型に錘を載せて、木造軸組模型が壊れた揺れを計測する。

以上2つの計測を加速度センサで行って、計測結果を図8のように、すぐにその場において、パソコンで図にして視覚化する。

木造軸組模型が壊れなかった加速度波形（一青色）と、木造軸組模型が壊れた揺れの加速度波形（一赤色）を、見比べる実験演習を行っている。木造住宅が地震の揺れで壊れるときに、どのような壊れ方をするかを、加速度波形によって、考察する授業展開を行って、学生に木造住宅の耐震性に関心を寄せる視覚化の工夫を行っている。

用いている加速度センサを再度、図9に示す。加速度センサは、電池、マイコンボード（パソコン）、加速度計、SDカード（データ記憶）から構成される。

スイッチで電源を入れて、スタートボタンを押すと、60秒間揺れ（加速度）感知して、SDカードに加速度データを記憶するしくみとなっている。

（データの種類：CSV ファイル形式で加速度データが保存されている）

「①スタート」→「②計測」→「③データの記憶」という、非常にシンプルなくみによって、簡単に加速度を計測できることが利点である。

計測後、SDカードを取り出すと、パソコンにデータを移送できる。データがパソコンに移送できると、パソコンのソフト（エクセル）等を用いれば、先に示した図8のような図を、簡単に初心者でもすぐに図化できる。図8は、高知工業高等専門学校が、実験実習の中で、加速度を計測して、図化したものである。

この加速度センサは、初心者でも簡単に計測できる利点に加えて、この加速度センサの最大の利点は、低コストの2.5万円で作成できるということである。そのため、実験実習の各班に1台ずつ配布することも可能となる。

4 加速度センサを利用した実験実習の今後の展望

加速度センサによって計測した加速度データを積分することによって速度波形に、そして、加速度波形を2回積分することによって変位波形にすることが可能となる。このような処理を行うと、木造軸組模型が壊れた時の変形量を求めることができ、これは学生が実際に目にする木造軸組模型

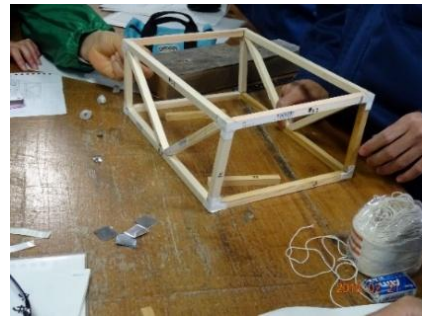


図7 学生による補強案2

一青色：木造軸組模型が壊れなかった加速度波形
一赤色：木造軸組模型が壊れた揺れの加速度波形

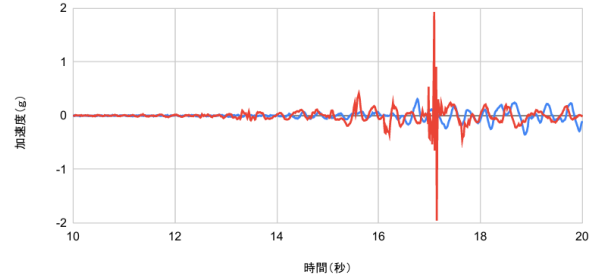


図8 加速度センサで計測した加速度データを図化

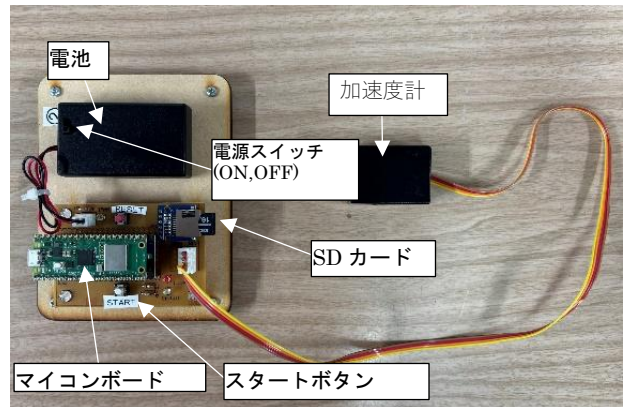


図9 加速度センサの構成

の変位量となって、加速度よりも変位の数値の方が、より現実的になる。

加速度から変位に積分するソフトを作成して、実験実習の各班に配布すると、よりいっそう実験実習の充実化が図れると考えている。

また、振動模型を、免震構造を模擬した振動模型と、非免震の振動模型を使用すれば、それぞれの加速度を計測すると、免震振動模型の免震効果が加速度データによって確認できる。

参考文献

- [1] 福和伸夫, 原徹夫, 小出栄治, 生田領野: 携帯手回し振動台「ぶるる」の開発(構造), 日本建築学会技術報告集, 巻号 17, pp. 83-86, 2003. 6