

18. ポータブル振動台を用いた建築教育に関する研究

0910920065 高橋侑希
指導教員 藤井大地 教授

防災教材 振動教材 卓上振動台 振動模型 2 軸加振

1. はじめに

日本は世界でも有数の地震大国であり、地震が発生する度、多大な被害を受けてきた。2020 年東京でのオリンピック開催が決定し、近い将来起こる事が予想されている南海トラフ巨大地震や首都直下型地震などの巨大地震に対する問題が危惧される中、日本における建築振動工学の重要性が高まっているということに異論はないだろう。しかしながら、現在の日本では建築振動工学の重要性の高まりとは裏腹に理系離れの進行に伴う建築技術者の数の減少が顕著であり、伝統耐震工法が消えゆくおそれがある。地震災害を軽減するには人材育成・教材開発が重要であり、啓発の担い手を育てることと耐震性の重要性を伝える効果的な教材をつくるのが大切である。これにより、意識改革と耐震化対策の推進が可能となる。

本研究の目的は、高校生と大学生に向けて、制御ボックスと 2 軸振動台を用いた模型実験シミュレーションを取り入れた建築振動工学の講義を展開し、建築振動工学に対しての理解度や講義方法などを考慮していくことにより最も効果的な教材の開発を目指すことにある。

2. 実験概要

2. 1 実験模型の概要

作成した模型は、高さ 450mm、幅 30mm、柱断面 2mm×30mm、梁断面 30mm×30mm の平面骨組模型と高さ 350mm、450mm、550mm の 3 パターンで幅 30mm、柱断面 2mm×30mm、梁断面 30mm×30mm の平面連立骨組模型と高さ 340mm、幅 200mm、長さ 260mm、柱断面 100mm、スラブ厚さ 10mm の立体骨組模型であり、これらを図 1 に示す。また、図 2 に示すように平面骨組模型には耐震構造・制震構造を取り入れ、立体骨組模型には免震構造を取り入れることとし、耐震構造には筋交い、制震構造は制震ダンパーを入れた。さらに、免震構造にはビー玉を敷き詰めることとした。

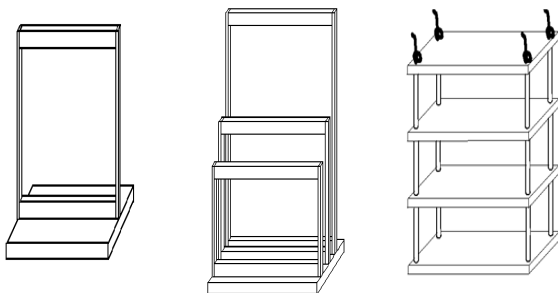


図 1. 実験模型図



図 2. 耐震・制震・免震の模型への応用

2. 2 実験方法

まず、ポータブル振動台を揺らすにあたって地震波のデータを手にする必要があり、K-NET と呼ばれる防災科学研究所により整備・運用されている強震観測網からインターネットを通じてデータを手にする。そしてパソコンと制御ボックスを USB ケーブルで繋ぎ、『Note shaker』というソフトを使用し地震波を入力する。最後に実験模型を振動台の上に設置し、実験を開始する。

2. 3 実験結果

振幅 5mm、周波数 2.8Hz の設定時の準ラーメン構造、耐震構造、制震構造の最大変位を図 3 に示す。最大振れ幅は準ラーメン 29mm、筋交い入り 7mm、摩擦ダンパー 16mm という結果になった。この結果より筋交いや摩擦ダンパーを用いることで、耐震効果・制震効果が得られていることがわかる。摩擦ダンパーより筋交いの方がこの条件での横揺れには強いと判断でき、揺れ方としては筋交いの方は振れ幅が短い分、振動が細かく早かった。これに対して摩擦ダンパーはゆっくりと揺れていた。

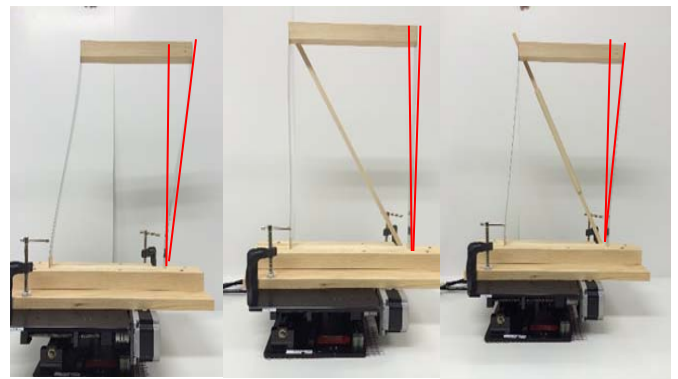


図 3. 平面骨組模型の最大変位

図 4 に東北地方太平洋沖地震の宮城県でとれた地震波を立体骨組模型に入力した時の挙動を示す。一階の柱は完全に折れ曲がった。一階部分が潰れるという大変危険な壊れ方である。しかし上部の構造にはあまり影響が出ないという結果になった。これが宮城でとれた地震波の特徴なのではないかと考える。

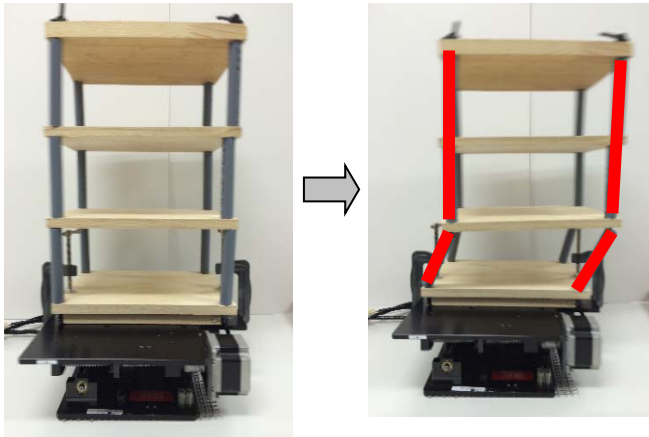


図 4. 宮城の地震波を使用した時の挙動(免震無し)

図 5 は東北地方太平洋沖地震の宮城県でとれた地震波を、ビー玉を模型の下に敷き詰めた転がり免震装置付き立体骨組模型に入力した時の挙動を示す。ビー玉を用いた免震模型でも比較的大きく揺れていることがわかる。この地震波は免震構造でも危ないということがいえる。東北地方太平洋沖地震の規模の大きさ、脅威が伝わってくる。地震波の特徴をしっかりと分析し、新たな構造の開発を進めていく必要があると考える。図 4 の免震なしの場合と図 5 の免震ありの場合を比較してわかるように、免震ありの場合の方が免震なしの場合よりも建物各階の変位の差が小さくなるという結果が得られた。このことから、建物下部に免震装置を導入することによって層間変位の減少に一定の効果があるということが示された。

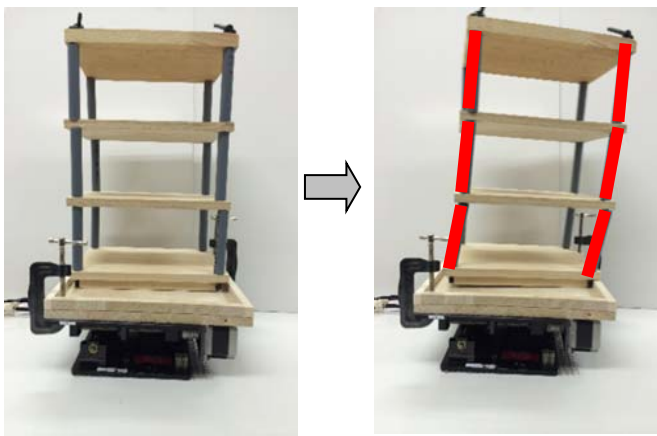


図 5. 宮城の地震波を使用した時の挙動(免震あり)

3. 理解度アンケートの結果

広島県立安芸南高校にて、学生 10 名と近畿大学工学部建築学科建築振動学受講者 67 名を対象に、建築振動工学の講義を展開しそれに基づく振動実験シミュレーションを行い、アンケートを実施した結果の一部を以下の図 6 に示す。約 8 割の学生が「よく理解できた」または「理解できた」との回答を示した。このことから、建築振動工学に対する学生の理解を得るという本研究の目的が満足されたことがわかった。このような結果が得られた要因としては、実験がスムーズに行えたこと、近畿大学工学部建築学科藤井大地教授の説明が適切であったことだろう。受講者が講義に興味を持っていたことは、態度、姿勢、熱いまなざしから察することができた。そして講義後の質問の時間には、建物の構造に対する質問や地震に対する質問が殺到した。受講者が建築振動工学に興味関心を抱いていたことはこのことからもいえる。

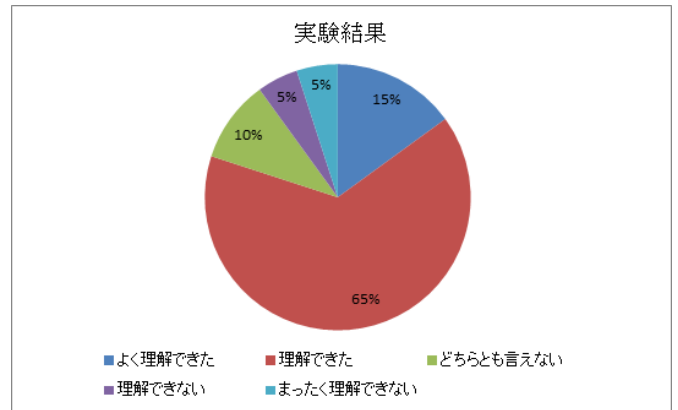


図 6. 理解度アンケートの結果

4. 結論

小型軽量でどこでも実験ができ、リアルな 2 次元の地震時挙動を模擬できる卓上 2 軸振動台及び模型を紹介した。この模型を用いて地震動の特性と関連づけて、建物のさまざまな挙動を説明することで、振動教材として学生の地震分野へのモチベーションを高めることができたと思われる。

参考文献

- 1) 地震動・建物挙動再現ツール (マイホームぶるる) THK
- 2) 高山峯夫, 田村和夫, 池田芳樹: 耐震・制震・免震が一番わかる, 技術評論社, 2012. 11
- 3) 斉藤大樹: 耐震・制震・免震のはなし, 日刊工業新聞社, 2006. 7
- 4) 大橋雄一: 地震と免震, 朝倉書店, 1996. 10
- 5) 大崎順彦: わかりやすい免震建築, 清水建設免震開発グループ, 1987. 5
- 6) 高橋俊介: 耐震・制震・免震の科学, 高層建築研究会, 2012. 10