

耐震補強効果を実感できるペーパー振動模型の開発 (その2)耐震補強部材の設計・制作と実演

長谷川研究室
01412084 鈴木 悠太

1. はじめに

本報(その2)では、(その1)で設計・制作した振動模型に装着する耐震補強部材を設計・制作し、その耐震補強効果を確認できる実演方法について、免震レトロフィットも含めて検討した。

2. 耐震補強部材の設計・制作

(1) ブレースの設計・制作 (筋交い)

ブレースの組立て方法と装着方法を**写真1**に示す。ブレース材はアスペクト比の大きな長方形とし、点線部を山折りして実線部分に切込みを入れる。切込み部を凹型に挿入し、柱・床空間に装着すれば脱着可能なブレースが完成する。振動時に簡単に外れないよう、柱・床空間の対角線よりやや長めに設計することがポイントである。

(2) ブラケットの設計・制作 (耐震金物)

ブラケットの組立て方法と装着方法を**写真2**に示す。展開図のように短冊型とし、点線部を山折りして、各階柱と床に設けた切込み部に挿入する。挿入部を山折りすれば容易に固定することができる。ブレース同様、ブラケットも簡単に脱着可能とした。

3. 耐震補強効果の実験方法

(1) ブレースの補強効果

ここでは、**図1**のように上下階の「剛性バランス」に着目した実験方法を考えてみた。まず、**同図(a)**のように、ブレースのない場合と2階に装着した場合を比較すると、ブレースのない場合は大きく揺れるものの調和的な振動を示す。これに対し、2階にブレースを装着すると、2階部分が一体となって、1階を押し潰すように大きく揺れる。**同図(c)**に示した2階建て住宅の被害は、このようなメカニズムによるものと考えられる¹⁾。つぎに、**同図(b)**のように1階にも装着して実験すると、ブレース効果の大きさが分かる。これより、耐震補強では「剛性バランス」の重要なことが理解できる。

(2) ブラケットの補強効果

1987年の基準法改正により木造3階建て住宅が可能となった。耐震金物²⁾の改良もあって、宅地の狭い日本では3階建て住宅が普及の傾向にある。そこで、ブラケットの補強効果として、**図2**のように2階建てと3階建ての比較実験を考えてみた。まず、**同図(a)**のようにブラケットのない場合を比較してみると、3階建ての揺れ方は2階建てのように調和的でなく、頂部の鞭振り現象によって、層間変形角が著しく増大する。このため、**同図(c)**のような柱・梁接合部の補強がポイントになる。**同図(b)**のように、3階建て模型でブラケットの有無を比較すると、その効果の大きなことが実感できる。

(3) 免震効果

一般に、既存建物を免震で補強する手法は免震レトロフィットと呼ばれる。**図3**に示した国立西洋美術館はその代表例である。ここでは、ペーパー振動模型を使った免震効果の実験方法を考案してみた。まず、2枚の下敷きを用意し、下層に敷く下敷きを免震ピットに、模型を支える上層の下敷きを基礎に見立てる。それらの間に「ビー玉 (**同図(a)**)」または「丸鉛筆 (**同図(b)**)」を挟んで免震装置を模擬した。これより、下層の免震ピットを揺ると、その揺れが基礎から上部の建物へは伝わらず、いわゆる免震効果を体感することができる。

4. まとめ

本報では家屋の耐震補強効果を実感できる紙ベースの振動模型を開発し、その効果的な実演方法について検討した。工作用紙があれば誰でも容易に制作可能で、簡単な実験により耐震補強効果を実感できることから、今後は学習教材や防災教材としての活用が期待できる。

【参考文献】

- 1) 清水建設株式会社：1995年兵庫県南部地震調査報告書，1995.2
- 2) 株式会社タナカ：住宅関連金物カタログ，Vol.23 (<http://www.tanakanet.jp>)

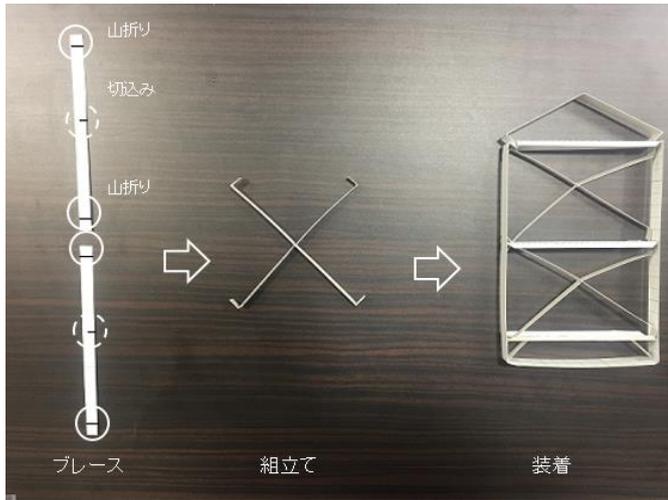


写真1: ブレース(筋交い)の組立てと装着

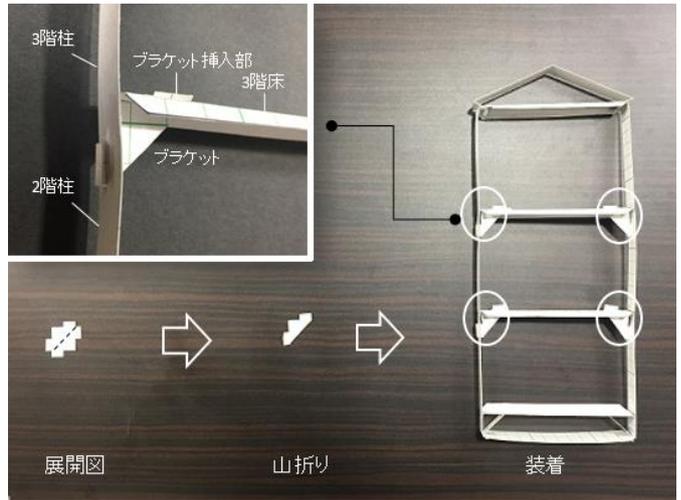
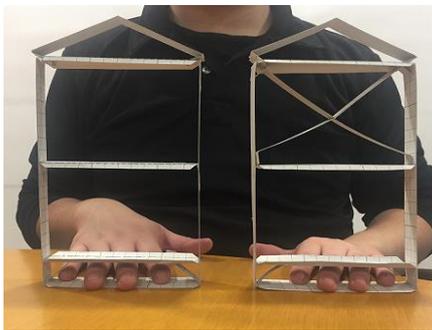


写真2: ブラケット(耐震金物)の組立てと装着



(a) ブレースの有無



(b) ブレース配置による剛性バランス

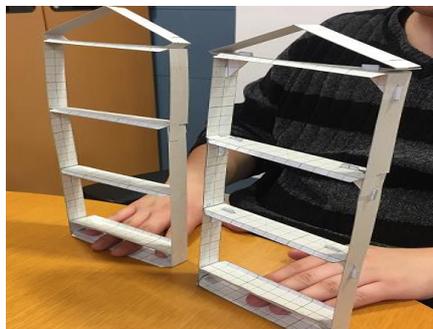


(c) 阪神大震災での被害事例¹⁾

図1: ブレースによる補強効果の実験方法



(a) 2階建てと3階建ての比較

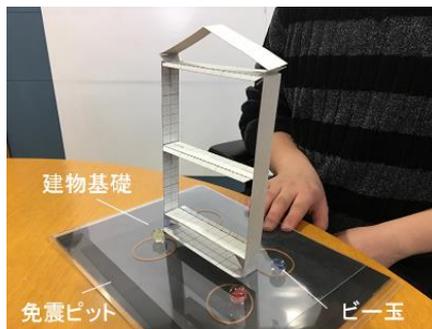


(b) ブラケットの有無

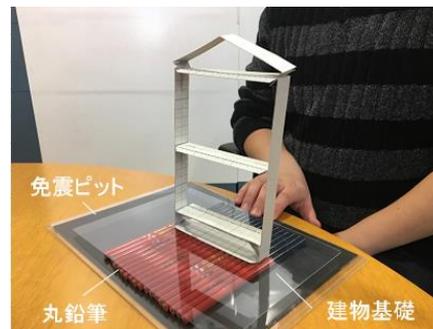


(c) 柱・梁接合部の補強金物の事例²⁾

図2: ブラケットによる補強効果の実験方法



(a) 「ビー玉」を利用した免震効果



(b) 「丸鉛筆」を利用した免震効果



(c) 免震レトロフィットの事例

図3: 免震効果の実験方法