

木造免震住宅の実大振動実験

その1 実験の概要

正会員○坂本 功*¹ 正会員 大橋好光*²
 正会員 平野 茂*³ 正会員 岡村光裕*³
 正会員 深堀美英*⁴ 正会員 花井 勉*⁵

1. はじめに

木造住宅は我国における平成8年度の新築総延べ床面積の約40%を占め¹⁾、木造住宅の免震化は社会環境の耐震性向上に寄与するところが大きい。しかしながら木造住宅のような小規模建築物では免震化に対する技術的・経済的制約が厳しく、それが免震化を阻害する一つの要因になっている。

免震建築物に用いる免震装置の力学的機能は次の三点に分けて考えることができる。一点目は地盤との水平力伝達を絶縁しつつ建物の重量を支える鉛直荷重支持、二点目は変位を原点に引き戻すための弾性剛性、三点目は応答を抑制するための減衰性である。この三つの機能を一種類の装置で果たすものとして、高減衰積層ゴム支承および鉛プラグ入り積層ゴム支承がある。これらの積層ゴム支承は信頼性が高く、RC造建築のような重量建築物の免震化に多用されている。しかし木造住宅のような軽量建築物の免震化を行う場合には弾性剛性を極めて小さくする必要があり、積層ゴム支承を用いる場合は鉛直荷重支持機能との両立が困難になる。よって免震装置に特別の工夫が必要となり、多くの場合、免震化の経済性を悪化させる原因となる。さらに軽量建築物では地震力に対する風圧力の比率が大きいので、風圧力による免震層の変形に対して何らかの配慮が必要になる。

また地震動はいまだ不確実性が強く、建物に作用する地震動の上限を厳密に規定することはできない。ゆえに免震層の最大応答量も厳密には把握できず、想定を超える地震動による免震層の破壊に対する不安を完全に払拭することはできない。一方、木造住宅では上部架構を非免震建築として設計しても、それによる建設費の増加率はわずかである。したがって、少なくとも木造住宅の免震化については免震層の過大な水平変位を防止するためのストッパーを設け、ストッパーが作用した場合の上部構造の損傷を非免震建築と同等以下に止めるようにすることが現時点における現実的な設計方針と言える。

筆者らはこれらの問題を踏まえて開発された積層ゴム・滑り支承併用木造免震住宅の性能確認を目的として実大振動実験を行った。本振動実験では三軸振動台を用いて、入力波、免震装置、入力方向、免震層の偏心量、

ストッパーの有無などをパラメータとして百数十回の加振を行った。本論その1から9では本実験の結果を述べるとともに、上述の各パラメータが応答量に与える影響について考察する。本報(その1)では実験の概略を述べる。

2. 試験体

試験体の構成を図1.1および表1.1に示す。上部架構は2階建ての在来軸組木造住宅であり、鉄骨土台および免震装置を介して基礎に相当する鉄骨架台に接合される。鉄骨架台は振動台に固定される。上部架構土台と鉄骨土台は1.8m以下の間隔でボルト(M12,SS400)により接合した。上部架構の耐力壁は主としてたすき掛けの筋かいで構成され、その平面長さの合計は各階とも建築基準法施行令第46条に規定される必要量の約1.5倍である。内装下地は厚さ12.5mmの石膏ボード、外壁下地は厚さ12mmのセメント系サイディングであり、釘により軸組みに固定されている。内装の仕上げはクロス貼りとし、外壁は1階西面をタイル張りとするほかは仕上げを行っていない。屋根面は本来瓦を敷設するが本実験では瓦と同重量の砂袋を載せた。また室内空間の被害状況を観察する目的で各階に家具などの什器を配置した。家具の奥行きに対する高さの比は最大のもので5.14となっている。このほか人荷重などの積載荷重の不足を補うために石膏ボードを平積みにして床に固定した。

免震層の偏心量を増加するための偏心重量は計5tfであり、図1.1に示すように南面に持ち出した鉄骨土台上に載荷する。偏心重量が無い状態を標準状態、有る状態を偏心状態と称する。構成材の公称重量から算定される、本試験体の鉄骨土台から上の部分の総重量は標準状態で38.3tf、偏心状態で43.3tfである。同部分の重心は図1.1中の1階平面図に示す位置にあり、標準状態では概ね図心に一致している。

免震装置については「その2」で詳しく述べる。本試験体は図2.1に示すA,Bいずれかの積層ゴム支承と滑り支承を併用している。これらの免震装置はボルト(M16,F10T)により鉄骨土台および鉄骨架台に固定される。積層ゴム支承は建物平面の4隅近傍に配置し、その他の部分に滑り支承を配置する。建物重量は主として滑り支承によって支持されるが、積層ゴム支承に重量の一部が支持され

*An Experiment of Base-Isolated Wooden House
 Part 1 Outline of The Experiment*

SAKAMOTO Isao et al.

表 1.1 試験体の構成材料

| 部位 | 断面 | 材質 |
|------|-----------------|-------------------|
| 鉄骨架台 | H-600×200×11×17 | SS400 |
| 鉄骨土台 | 土台梁 | H-250×125×6×9 |
| | アレス | M20 ターンバックル付きブレース |
| 上部架構 | 土台 | 120×120 |
| | 通し柱 | 120×120 |
| | 管柱 | 120×120 |
| | 梁 | 105×120~120×330 |
| | 筋かい | 105×45 |

る状態も実験の対象とし、その場合は建物平面隅角部の4つの滑り支承を取り外した。

3. 加振・測定方法

加振装置は間組技術研究所所有の大型三軸振動台を用いた。本装置は直交する水平2方向(X・Y軸)と上下方向(Z軸)の同時入力が可能であり、試験体平面の長辺(南北)方向をX軸、短辺(東西)方向をY軸に割り当てた。

計測器の配置状態を図1.1に示す。変位計は鉄骨架台と鉄骨土台の間に配置し、外周4辺(X0, X3, Y0, Y2通り)における免震層の変形を測定した。加速度計は図1.1の配置の他、振動台上に試験体平面中央位置のX, Y, Z各方向に配置した。また主要な筋かいと柱に歪み計を貼付し部材の軸歪みを測定した。

入力波は実地震波としてKobe(JMA)1995を用いたほか、本実験用に作成した人工地震波を用いた。入力波につい

表 1.2 試験体の状態

| 期 | 積層ゴム支承 | | 備考 |
|---|--------|------|------------|
| | 種類 | 重量支持 | |
| 1 | A | 無し | — |
| 2 | B | 有り | — |
| 3 | | | 対風トリガ設置 |
| 4 | | | 偏心状態 |
| 5 | 非免震 | | — |
| 6 | B | 無し | — |
| 7 | | | ストッパー設置 |
| 8 | A | 有り | 積層ゴム座屈性状確認 |

ては「その3」で詳しく述べる。

4. 実験の種類

積層ゴム支承の種類、積層ゴム支承の重量支持の有無、および偏心重量の有無などにより表2のように1~8期の状態を設定し、この順序で実験を行った。ストッパー装置の概要は「その6」に示す。対風トリガは風圧力による免震層の変形を防止するための装置であり、その概要は「その7」に示す。また「非免震」時には免震装置に代えて鋼製ブロックを配置し、それを介して鉄骨土台と鉄骨架台をボルトにより接合した。

5. まとめ

本報「その1」では試験体と実験計画の概要を述べた。

参考文献

- 1) 住宅産業情報サービス：住宅産業ハンドブック'98, 1998.2

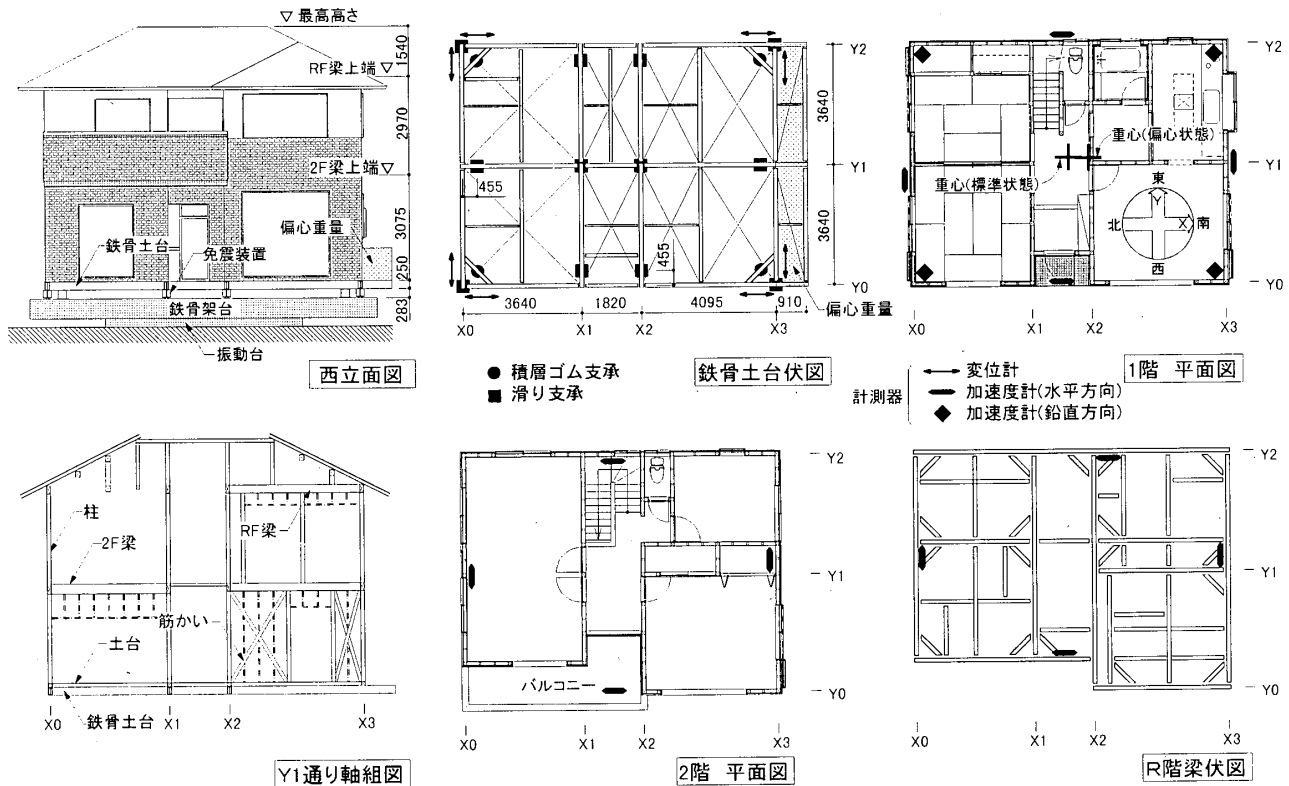


図 1.1 試験体の構成

*1 東京大学 教授・工博 Prof., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

*4 (株)ブリヂストン・工博 Bridgestone Co., Dr. Eng.

*2 東京大学 助手・工博 Research Assist., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

*5 (株)日本システム設計 Nihon System Sekkei Co.

*3 (株)一条工務店 Ichijo Housing Company Co., Ltd.