

木造架台を用いた戸建免震住宅の設計方法に関する研究

—木造架台縮小試験体を用いた静的水平加力試験に基づく剛性評価—

栗田研究室

4105067 中井 里実
4105080 宮木 志伸

1. はじめに

現在戸建免震住宅には、RC造やS造の免震架台が多く用いられているが、免震架台を木質材料で製作することができれば、施工性・経済性が向上し、戸建免震住宅をより普及させることが可能であると考えられる。

木造免震架台について、既往の研究⁴⁾では縮小試験体の載荷試験を行っている。しかし接合部部分の評価など、未だに解明されていない点も多い。そこで本研究では架台接合部の加力試験と解析を行い、端部接合部の剛性が架台の面内剛性に及ぼす影響について検討する。

2. 材料試験

免震架台に使用するベイマツ集成材 E120-F330 の曲げヤング係数 E_b を求めるため、9体の試験体について、4点荷重方式で曲げ試験を行った。表-1 に試験体概要を示す。曲げヤング係数 E_b は、試験から得られた降伏荷重 P_y ・歪度 ε を用いて式(1)によって算出した。試験結果の平均を表-2 に示す。

表-1 試験体概要

断面寸法[mm]	1/2 シェアスパン a
120×50	400
スパンL[mm]	断面係数 Z[mm ²]
1000	1.2×10^5

表-2 試験結果(平均)

降伏荷重 P_y [kN]	降伏時歪度 ε_y [μ]	ヤング係数 [N/mm ²]
25	3338	12760

$$E_b = \varepsilon P a / 2Z \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (1)$$

試験結果の平均値は $12.76 \text{ [kN/mm}^2\text{]}$ となり、設計値である $11.76 \text{ [kN/mm}^2\text{]}$ に近い値が得られた。よって今後は試験結果の曲げヤング係数 $12.76 \text{ [kN/mm}^2\text{]}$ を用いて検討を行う。

3. 静的水平加力試験

3.1 試験体概要

本研究では図-1のような木造免震住宅を考える。既往の研究で用いた試験体は、図-2から免震架台の一部を取り出し、実寸の1/3スケールに縮小した木製フレーム(図-3)である。本試験では、この木製フレームから端部接合部の一部を取り出した、縮小試験体(図-4)を使用する。試験体断面は全て $50 \text{ [mm]} \times 120 \text{ [mm]}$ とする。



図-1 対象建物立体図

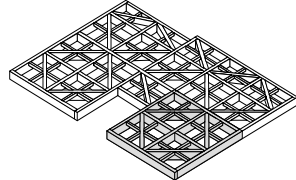


図-2 木造免震架台

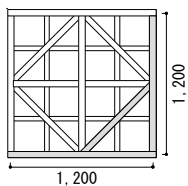


図-3 縮小木製フレーム

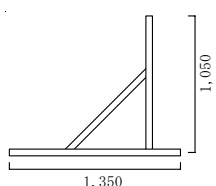


図-4 縮小試験体

3.2 試験方法

試験体詳細図を図-5に示す。試験体数は試験体①が1体、試験体②が2体である。加力点は図-6のA点とし、図中の矢印方向を正とする。試験は正負交番繰返し加力を行った。繰返し加力の制御は、B点における見かけの変形 H [mm] によって行う。

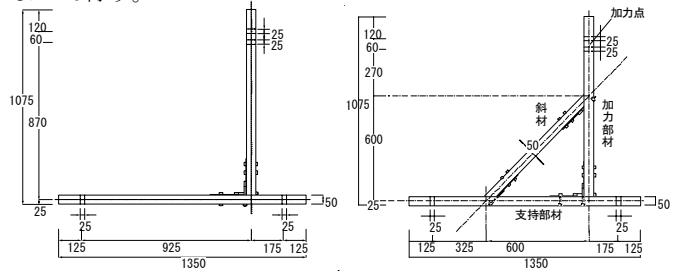


図-5 試験体詳細図

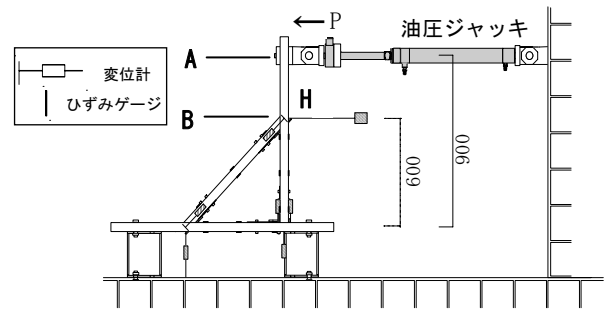


図-6 試験方法

3.3 試験結果

- 試験体①：加力を行ったところ、加力部材と支持部材の接合部の剛性はほぼゼロであり、ピン接合と仮定できることがわかった。
- 試験体②：最終破壊形式は、ともに加力部材と斜材の接合位置での曲げ破壊であった。荷重-変形関係を図-7に示す。履歴曲線は剛性低減型と考えられる。また同じ変形に対しては、正載荷時の荷重が負載荷時に比べて大きくなっている。試験体①の結果から、試験体②の剛性は斜材とその接合部に依存しており、正載荷時は負載荷時よりも斜材の影響を受けるからであると考えられる。接合部においては、正載荷時には斜材の加力部材へのめり込み、負載荷時には接合金物のボルトのめり込みが認められた(図-8)。

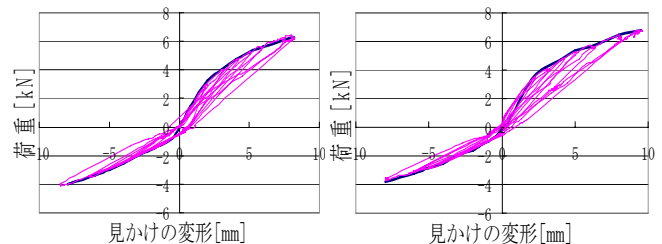
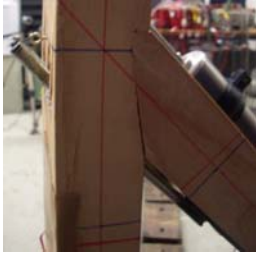


図-7 荷重-変形関係



斜材のめり込み



ボルトのめり込み

図-8 加力部材へのめり込み

4. 解析モデルを用いた剛性評価

4.1 解析方法

接合部試験体の水平剛性を、フレーム解析で求める。本研究では解析モデルに以下に示す2つの条件を与えた。

- 1) 支点、接合部は原則としてピン接合とする。
 - 2) 斜材の接合部には、加力時のめり込み剛性を考慮するためばね剛性 k を持つ軸方向ばねを与える(図-10)。
- 以上の条件で作成した解析モデルを図-9に示す。

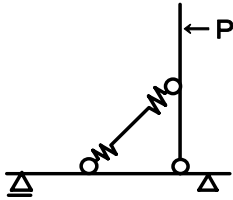


図-9 解析モデル

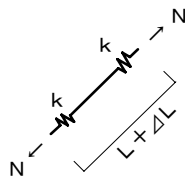


図-10 軸方向ばね

軸方向の変形には、正載荷時は斜材、負載荷時は接合金物のボルトのめり込みの他、斜材自体の変形も影響するが、本研究では全ての変形がめり込みによるものであると仮定し、接合部のばね剛性で評価する。

4.2 試験結果との比較

ばね剛性 k をパラメータとして解析を行う。正載荷・負載荷において、同一荷重条件の下、解析モデルに与えたばね剛性の値と、変形 H の関係をプロットし、試験結果と比較したものを図-11に示す。図-11からばね剛性 k を変化させることで、全ての変形量を再現することが可能であると考えられる。一例として、試験結果での変形 H が 4[mm](見かけの水平変形角が 1/150[rad.])となったときのばね剛性を考える。試験結果に解析結果を一致させるためには、正載荷時 6.5[kN/mm]、負載荷時 3.5[kN/mm]のばね剛性が必要と分かる。同様に各変形角において、試験結果の変形角に解析結果を一致させるために、接合部に与えたばね剛性の値を表-3、図-12に示す。

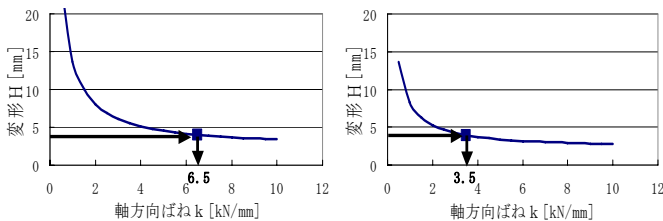


図-11 変形Hの比較 (水平変形角 1/150[rad.])

表-3 各変形角での軸方向ばねの剛性 k

変形角[rad.]	1/300	1/200	1/150	1/120	1/100	1/75
$k_{正}$ [kN/mm]	18	10	6.5	5	4.3	3.1
$k_{負}$ [kN/mm]	6	3.8	3.5	2.7	2.4	1.8

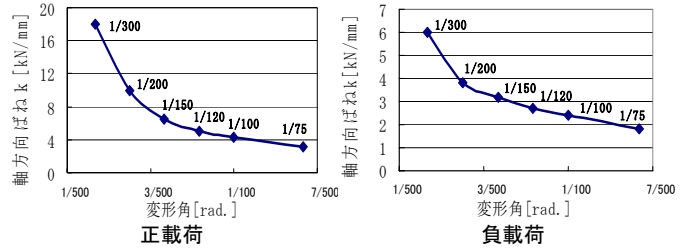


図-12 水平剛性の比較(接合部試験体)

4.3 縮小木製フレームの剛性評価

図-13で示した縮小木製フレームの解析モデルに、各変形状態において、解析で得られた剛性を持つ軸方向ばねを与え、水平剛性を算出する。なお縮小木製フレームについては、既往の研究で用いた試験体に合わせ、断面寸法を変えている。

斜材のばね剛性を変化させることで、すべてピン接合としていた既往の研究での解析結果に比べ、より試験結果に近い値を得ることができる。

他の変形時において、同様に軸方向の剛性を変えることで試験結果を再現したものを図-14に示す。

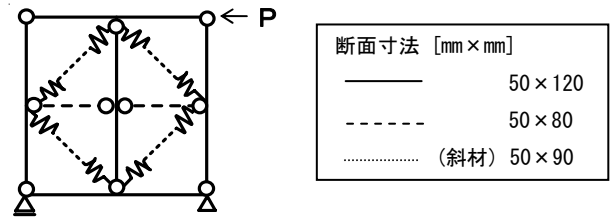


図-13 縮小木製フレーム解析モデル

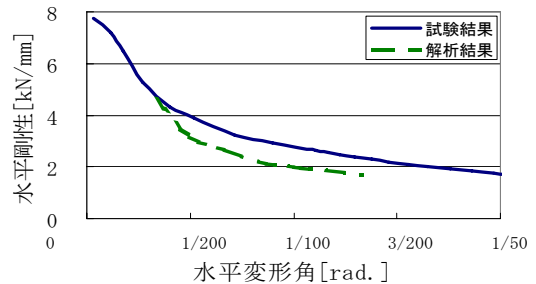


図-14 水平剛性の比較

5. 結論

木造免震架台の剛性評価において、斜材と接合金物のめり込みを考慮した解析モデルを用いると、より実際に近い剛性を評価できることがわかった。

今後は接合部のめり込み量の詳細な導出方法、各変形時に入力したばね剛性と変形との相関性を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法住宅の許容応力度設計法」2006
- 2) 日本建築学会「建築材料実験用教材」2008
- 3) 杉山佳孝「非剛床架台を用いた戸建免震住宅の地震応答特性」東北大学大学院工学研究科 2006年度修士学位論文
- 4) 上村徹「戸建免震住宅の木造架台の剛性評価に関する基礎的研究」東京理科大学工学部第一部建築学科 2007年度卒業研究論文