

# すべり支承を用いた木造住宅免震システムの開発 その2 三次元振動台実験

すべり支承 免震 木造住宅  
ローコスト 振動台実験

正会員 ○西尾 浩治\*  
同 石原 哲哉\*

## 1. はじめに

本報では前報に引き続き、木造住宅向けに開発した免震システムの免震性能を確認する目的で行った基本架構試験体による振動台実験について報告するものである。

## 2. 実験

### 2.1 試験体および実験ケース

試験体は、下部構造（鋼製基礎に基礎パッキン・土台を敷設）の上部に床組を配しており、2m 間隔で土台・横架材に取り付けたすべり支承4組で支持している。また、復元ゴムを中央に1箇所設置し、設定周期を3.75秒としている。1階床組は、構造用集成材によるフレームに構造用合板を釘打ちした剛床パネル構造を基本とした。

また、実建物の柱軸力を考慮し、脚部を柱脚に模した形状の錘で柱4本分に相当する計65kN を載荷した（図-1）。

実験ケース一覧、材料を表-1、2に示す。

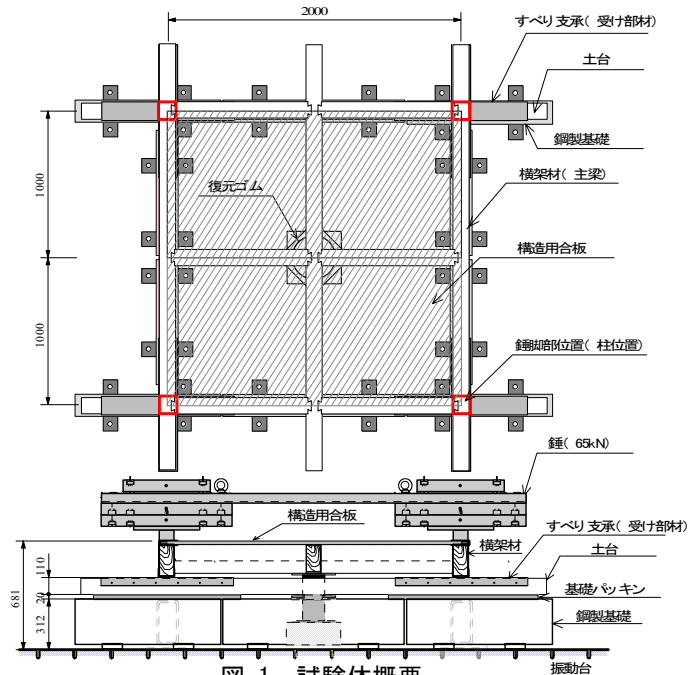


図-1 試験体概要

表-1 実験ケース一覧

実験ケース	実験パラメータ					
	接合方法	横架材主梁断面(mm)	床板厚さ(mm)	土台種別	面圧(N/mm <sup>2</sup> )	周期(秒)
①	在来仕口(大入蟻)	105×210	24,なし	米梃	1.5	3.75
②	+補強金物	105×270	28,なし			
③	金物工法による接合	105×210	24,なし	集成材	1.5	3.75
④		105×270	28,なし			
⑤*		105×270	なし			

\* 錘脚部スパンを2700mmに変更したケース

表-2 試験体使用材料

材料種別	内容
横架材	JAS 区分 構造用集成材：強度等級 E120 - F330 樹種：ベイマツ 使用環境：1
床板	構造用合板：24, 28mm 厚, N75@150 以下で四周釘打ち
補強金物	M12 羽子板ボルト、六角ボルト、スプリングワッシャ等 Zマーク同等認定品
金物工法接合方式	3.2mm 厚プレート+ドリフトピン方式
基礎パッキン	20mm 厚 降伏点荷重=27N/mm <sup>2</sup> 以上 市販品
復元ゴム	せん断弾性率 G=0.29 N/mm <sup>2</sup> 、ゴム径φ150mm 水平剛性 Kh=0.04kN/mm、天然ゴム系 住宅用市販品

### 2.2 測定項目と加振パターン

測定項目および加振内容を表-3に示す。観測地震波においては3軸同時加振で行った（6波×2回/ケース）。

表-3 測定項目と加振内容

測定項目	加速度	・振動台加速度 ・床組（中央部、端部、側面 各3軸の計9ch）
	変位	・2方向(X方向2箇所、Y方向1箇所の計3ch) ・たわみ：梁中央および端部（計2点）
膜厚	・膜厚計により加振前後の PTFE コーティング厚を計測	
加振内容	正弦波	・1Hz ±50mm（16秒間）X、Y方向 ・EL CENTRO 1940 : 0.5m/s ・TAFT 1952 : 0.5m/s ・HACHINOHE 1968 : 0.5m/s ・JMA KOBE 1995 : 0.91m/s ・OJIYA_NIG019 2004 : 1.03m/s、1.29m/s
	観測波(三軸)	ホワイトノイズ（上下方向0.5~49Hz 1m/s <sup>2</sup> 、64秒間）

## 3. 実験結果および考察

### (1) 加速度と変位

図-3に全ケースの最大応答変位-応答加速度の関係(正弦波加振は除く)を示す。また、図-2に時刻歴応答波形の一例、図-4に加速度低減関係を示すが、各ケース毎の応答波形の差は殆ど無く、応答値も安定していた

地震波入力加振による最大応答変位と応答加速度の関係は、直線近似すると切片は約1.33m/s<sup>2</sup>となる。したがって、すべり支承の摩擦係数は、0.136程度である事を示している。また全体の平均応答加速度は1.84m/s<sup>2</sup>であり、JMA Kobeや標準3波においては1.50~1.80m/s<sup>2</sup>程度であった。応答変位は全て限界変位（390mm）以下であった。

ケース毎に見ると、横架材断面の違いや床板の有無に

よる大きな差は生じなかったが、ケース①で羽子板ボルト等の補強金物を取り去ったパターンで応答加速度が大きかった。

### (2) 残留変位、ねじれ、たわみ

図-5に残留変位の一覧を示す。入力波形によって大きさは異なるが、概ね4~20mm程度であり、平均で14.6mmであった。12回の連続的な地震波加振後の残留変位は12mm前後となり、長期的使用に支障のない範囲だと考える。また、床板が無い状態では、若干大きな値となっていた。加振終了後のねじれ量（X方向2点の変位差分：スパン1m）は平均で3.5mmであった。

梁の動たわみ（加振中の上下変位最大値）については、平均で3.0mmであった。横架材断面の小さいケース①、③では大きくなり、床板の有効性が認められた。

## 3.2 すべり支承の評価

### (1) 加振後のコーティング面

加振前後のすべり支承コーティング膜厚の変化を膜厚計で測定した。支承摺動面中央部の平均値が加振前に40 $\mu$ mであったのが加振後には摩耗により28 $\mu$ mへと減少した。また、摺動面全体での最小値は11~30 $\mu$ mであったがステンレス地金が露出することなく、地震波入力を12回以上経験しても、焼き付きや大きな損傷はなかった。これは、摺動する間にPTFE膜片が摺動範囲内の他所に塗り込められていったものと考えられる。中央部の膜厚が加振前より厚くなっているデータが散見された事からも推測できる。

### (2) 加振後の接合部状況

ケース毎の加振が一通り終了した時点で、床組接合部のボルト緩み具合や取付部の損傷を調べたが、緩みや周辺のめり込み、および復元ゴム取付け部周辺に不具合箇所は無かった。

## 4. まとめ

本構法の基本架構試験体で振動台を用いて加振実験を行った結果、各ケースとも入力地震波と最大応答値の関係に大きな差はなく、安定した応答性状を示した。また、余震を考慮し一組の支承に12回以上の地震波を順次加振したが、免震性能の変化は僅少で十分な耐久性・エネルギー吸収能力を発揮した。

今後は風・フェイルセーフ機構、支承周辺部の納まり、施工法の確立を行っていく予定である。

### [謝辞]

本実験にあたっては、試験体製作において小林材木店の多大なる協力を得ました。また地震波データはK-netの観測データを活用しました。ここに謝意を表します。

### [参考文献]

- 1) 住宅金融支援機構監修 住宅金融普及協会発行；木造住宅工事仕様書 平成19年改訂全国版

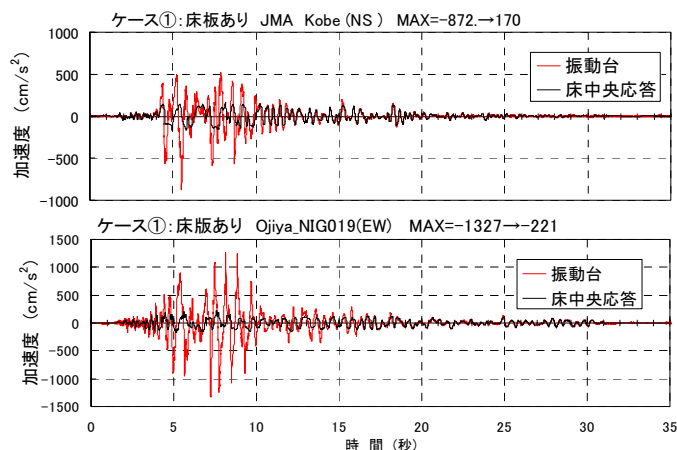


図-2 時刻歴応答波形 Case-1 d=210mm 在来接合

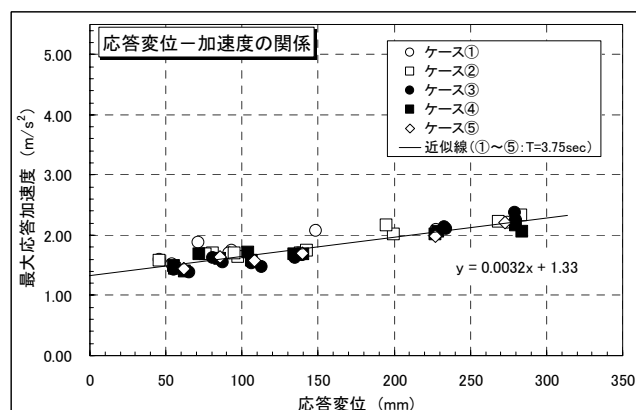


図-3 最大応答変位と最大応答加速度の関係

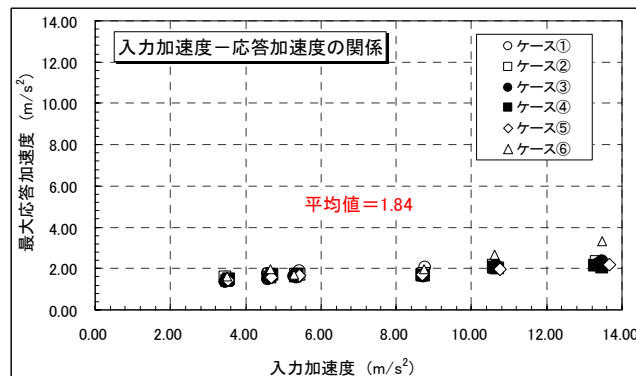


図-4 入力加速度と応答加速度の関係

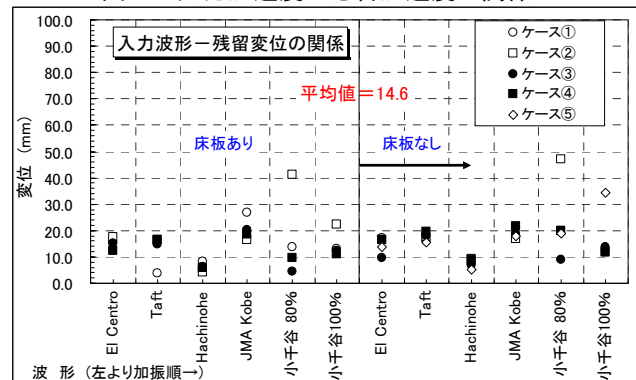


図-5 加振後の残留変位