318 実物大モデルを用いた免震住宅振動台実験

Vibration Test of Base-Isolated Structure Using Full-Scale Model House

北村二郎(㈱ I A U) 永野智文(㈱ I A U) 近藤 崇(㈱ I A U)
森 俊之(大和ハウス工業㈱) 山下仁崇(大和ハウス工業㈱)

Jiro Kitamura, Institute of Architecture & Urban, Nakano-ku, Tokyo

Tomofumi Nagano, Institute of Architecture & Urban

Takashi Kondo, Institute of Architecture & Urban

Toshiyuki Mori, Daiwa House Industries

Yoshitaka Yamashita, Daiwa House Industries

The IAU-type seismic isolation system has enough base-isolation efficiency and high cost-performance. Further more, it needs less maintenance. This system is strong for the torsion caused by eccentric load. So it is easy to arrange this system devices in order to supply various plans of a house. This paper presents the base-isolation efficiency of this seismic isolation system based on full-scale vibration tests.

Key Words: Vibration Test, Base-Isolated Structure, Full-Scale Model House.

1. はじめに

「IAU型免震装置による大和ハウス免震住宅」=DAB ISの免震性能を、三軸振動台(西松建設㈱愛川衝撃振動研究所)を用いた実大実験により確認した。

2. IAU免震装置

IAU型免震装置は、転がり系の支承(BIG、BIRG)、流体系及び摩擦系のダンパー(Z)、風揺れ固定装置(A)からなる(Photo. 1、Fig. 1-1 参照)。以下に、装置概要を示すと、

(1) 支承

ボール型2重皿免震支承である、引抜き防止付2重すり鉢免震支承(BIG)、ローラーガイド型引抜き防止付免震支承

Photo. 1

Fig. 1-1

(BIRG) からなり、BIG は風時の上部構造の引抜き且つ回転 (風揺れ固定装置中央部一基配置のため) を防止し、BIRG は風時及び地震時の上部構造の引抜き且つ回転・振れを防止する機能を持つ。BIG は復元のためのすり鉢勾配 (= 1/40) を有し、BIRG は勾配を持たない。

(2) ダンパー

ダンパー(Z) は、ダンパー本体と上部受皿からなり、ダンパー本体は流体系機構であり、ダンパー本体と上部受皿との間の摩擦によってもダンピングを行う。上部受皿勾配の設計により変位に応じたダンピング能力を自由に変えることができる。また過大変位時のストッパー緩衝能力も持っている。

また、全方位型ダンパーで、戸建て住宅等では一基ですむ利点がある。

(3) 風揺れ固定装置

風揺れ固定装置(A) は、地震力を感知して上部構造の固定の自動解除、地震後自動復帰する全自動型のもので、地震力を利用し非常用電源等を必要としないものである。

3. 振動台実験の概要

実物大モデルの上部構造は総2階建の鉄骨軸組造プレハブ住宅(大和ハウス商品、6,430×7,340)であり、建物重量は約25tfである(Photo. 2参照)。本実験は、以下の免震装置の組合せで行った。

BIG×4、BIRG×4、Z×1、A×1

Photo. 2

Table. 1

Input						Response				
name	Velocity [kine]	Direction	No.	Acc. [gal]	Displ. [mm]	Acceleration[gal]			BSC	Angle of Torsion
						1F	2F	RF		
El Centro	NS+NS	Y	91	498	216	116	93	128	0.09	0.0019
Taft	EW+EW	X	60	441	145	90	96	90	0.09	0.0039
Hachinohe	NS+NS	Y	63	253	212	105	84	116	0.09	0.0051
JMA Kobe	NS+EW+UD	NS	75	801	235	110	95	136	0.09	0.0063

上記の免震装置の配置をFig. 1-2に示す。

実験にはTable. 1に示す4種類の地震動(El Centro 1940、Taft 1952、Hachinohe 1968、JMA Kobe 1995)を用いた。

入力加速度は、振動台上の鉄骨架台上部、応答加速度は1階床位置、2階床、軒桁の4レベルでのXYZ方向の計測を行った(軒桁のみ水平2成分)。計測位置は、各床レベルにおいて、南東角と北西角の2地点である。

応答変位は、免震層の鉄骨架台上部と1階下鋼製土台下との差での計測を行った。

なお、以下では、10～12.5Hzに余弦テーパをつけたローパスフィルターを掛けた実験結果を示す。

Fig. 1-2

4. 実験結果及び数値解析

(1) 実験結果

1) 入力値と応答最大値について

Table. 1に、上記地震動での入力(変位・加速度)と最大応答値(免震層変位・各階加速度・1階層せん断力係数BSC・免震層振れ回転角)を示す。

2) 復元力特性

Fig. 2に、復元力特性(1階層せん断力係数-免震層変位)を示す。

本免震システムの特徴である矩形履歴が確認された。

3) 入力加速度と応答加速度との比較

Fig.3には、上記地震動での入力と応答(2階床)との加速度時刻歴の重ね合わせを示す。

本免震システムの特徴である、応答加速度が入力加速度の大きさによらず一定であることが確かめられた。

(2) 実験値と数値解析との照合

本免震構造モデルを3質点系とし、4次のルンゲクッタ法を用い時刻歴数値解析を行った。

2階床レベルの実験値と数値解析値との重ね合わせを、Fig.4(Taft EW+EW 50kine)、Fig.5(JMA Kobe NS+EW+UD 101kine)に示す。

(3) 風揺れ固定装置の作動性と応答加速度への影響

1) 作動性の確認

風揺れ固定装置は、全ての実験において正常に解除し、自動復帰した。

初期微動が小さく本震までの時間的余裕のない神戸海洋等の直下型地震においても、本震前までに解除した (Fig.3-4 参照)。

2) 風揺れ固定装置による応答加速度への影響

風揺れ固定装置が無い場合と有る場合との比較を実験も行ったが、風揺れ固定装置による地震解除時の抵抗はほとんど見受けられなかった。

5. まとめ

IAU型免震装置は、免震性能、コスト及びメンテナンスに優れた装置である。また、この免震システムのメリットは他に、荷重偏心等による振れが生じにくいために、平面の多様性に対応して装置の配置設計が容易であることにある。

本稿では、上記のうち免震性能の優位性について、実大実験の結果をもとに紹介した。