

実大振動実験による戸建て免震住宅の装置別応答性状比較

その2 入力地震動と免震装置・上部建物特性

正会員 西畑 尚\*<sup>1</sup> 同 中田 信治\*<sup>2</sup>  
同 三輪 正保\*<sup>2</sup> 同 飯田 秀年\*<sup>3</sup>  
同 花井 勉\*<sup>3</sup> 同 福和 伸夫\*<sup>1</sup>

戸建て免震住宅 実大振動実験 入力地震動  
免震装置特性 建物特性

1. はじめに

本報(その 2)では入力地震動及び免震装置の特性について述べる。また上部構造の振動特性について検討する。

2. 入力地震動

入力地震動は表 1 のように 5 つの実地震動、建築基準法施行令第 82 条の 6 で示される解放工学的基盤の応答スペクトルに同告示第 1457 号に倣い弾性地盤周期の異なる 3 種類の表層地盤を想定した模擬地震動(以下告示波 ySa)、及び免震層初動を確認する為の中地震動記録と調和正弦波を用いた。

図 1 には強震波として用いた Kobe 波、Tarzana 波、告示波および中地震動の擬似速度応答スペクトルを示す。図中には加振時における架台位置での応答スペクトルも示しているが、振動台の安全確保の為にローカットフィルターがかかっており、特に告示波において長周期成分が目標に達していない入力となっている。

表 1 入力地震動

入力地震動	Amax	Vmax	Dmax	備考
	(cm/s <sup>2</sup> )	(cm/s)	(cm)	
El Centro 1940 NS	486	50.0	13.7	入力レベル:50, 100%
Taft 1952 EW	529	50.0	22.7	
Hachinohe 1968 EW	266	50.0	14.7	
JMA Kobe 1995 NS	813	93.3	19.0	
" EW	619	81.3	15.7	入力レベル:50 ~ 150%
" UD	333	41.5	13.0	
Northridge 1994* <sup>1</sup> NS	971	74.5	26.5	本文中では Tarzana と表記
" EW	1745	114.7	26.3	
" UD	1028	70.5	13.4	入力レベル:50 ~ 100%
告示波 1 (ySa 050)	490	65.6	28.6	Tg = 0.5 秒
告示波 2 (ySa 075)	433	68.4	31.6	Tg = 0.75 秒
告示波 3 (ySa 100)	364	68.8	35.8	Tg = 1.0 秒
Taft 1952 EW 位相、入力レベル:50 ~ 140%				
中地震動* <sup>2</sup> (3波)	62 ~ 153	1.9 ~ 4.2	1.0 ~ 1.1	静岡県 2001.4.3
調和正弦波	周期 3 秒、振幅 ± 10 ~ ± 250 mm			

特記のない入力波は 100% (=表中数値)を目標として加振を行った。

\*<sup>1</sup> 京都大学原子炉実験所原子炉安全管理研究部門 釜江克宏 助教授より提供頂いたデータを用いた

\*<sup>2</sup> Kyoshin Net (K-NET) WWW サイトよりダウンロードしたデータを用いた

3. 免震層の荷重変形特性

図 2(a)に免震層の静的加力及び設計公称値モデル(又は装置単体試験値)による荷重変形特性を示す。また、同図(b)には免震層の動的加振(3 秒調和正弦波)による荷重変形特性を示す。尚、荷重は (各階質量 × 各階加速度)とし

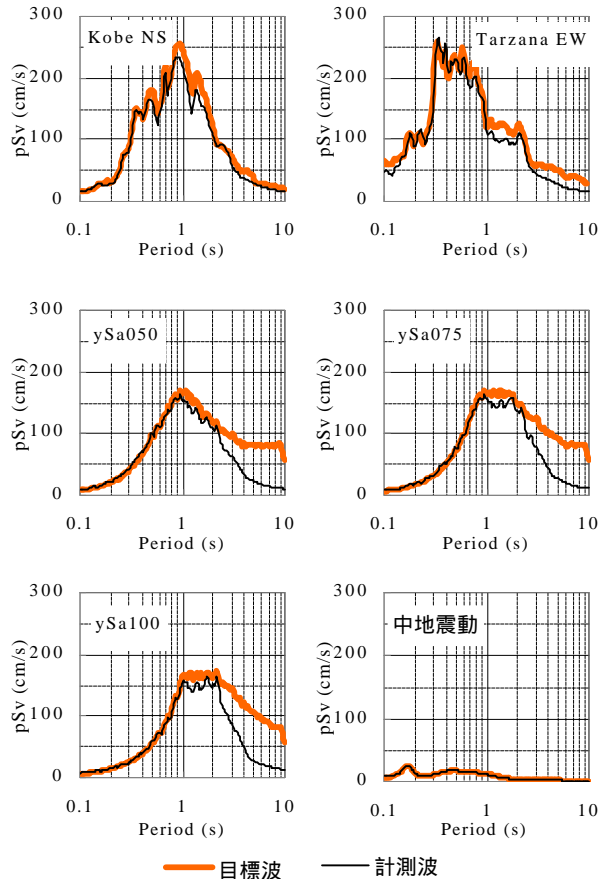


図 1 入力目標波と架台部での計測波の速度応答スペクトル

で算定した。粘性ダンパーを含む装置 A では静的加力でもダンパーの負担は半分以上あり、ドラムの回転による摩擦抵抗が入っているものと思われる。動的加振では速度依存性により、さらにダンパーの影響が大きくなっている。装置 B のダンパーは静的加力ではほとんど負担がなく、動的加振には変動を伴いながら大きく負担している。又、原点付近の負担がほとんど無く、上皿曲面にダンパーのヘッドを押しつける構造の特徴が出ているものと思われる。装置 C はダンパーがなく、公称値とよく合う履歴である。動的加振でもそれ程変化がなく、速度依存が小さいと言える。

4. 建物の振動特性

次に免震層上の上部建物の振動特性を調べる。X, Y 方向それぞれにホワイトノイズ(20cm/s<sup>2</sup>)を入力した場合と

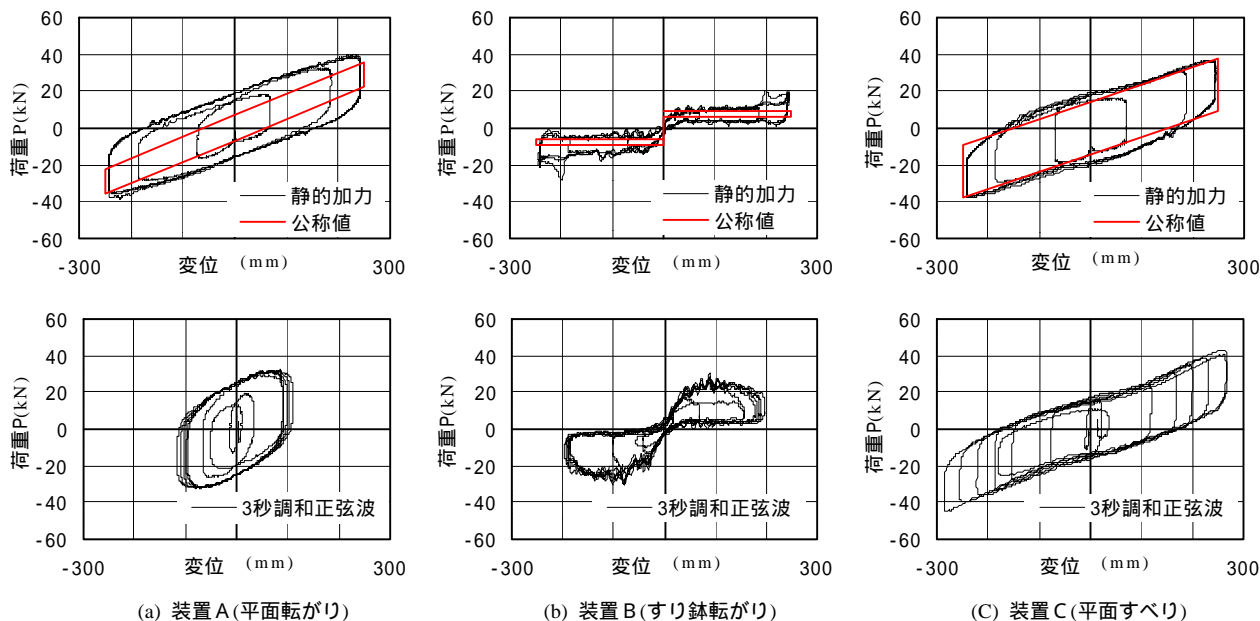


図2 免震層荷重変形特性

Kobe 原波を入力した場合の1Fに対するRFの伝達関数と、それを1自由度系振動システムの理論解を用いてカーブフィッティングした曲線を図3に示す。この入力地震動の採用理由は、入力がパルス的で上部建物が振動しやすいと考えられるからである。カーブフィッティング法より推定した各方向の固有振動数と減衰定数を入力レベルごとに表2に示す。表中には耐力パネルのみを考慮して立体振動解析から求めた固有振動数も合わせて示す。これを見ると、固有振動数は水平2方向で非常に近接している。減衰定数は各方向とも通常の鉄骨造(h=数%)に比べ大きな値となっている。これは、躯体に取り付く2次部材の影響と、水平2方向の振動数が近接していることなどが関係していると考えられるが詳細については今後の課題である。

次に、振幅依存性に注目してみる。ホワイトノイズ入力時に対して Kobe 波入力時は固有振動数が低下し、減衰定数が増加している。但し、振動数はまだ3Hz程と立体振動解析の値1.88Hzよりかなり高く、2次部材が健全で寄与の大きい応答領域であることが分かる。ちなみに、架台入力レベルは約800 cm/s<sup>2</sup>であるが、免震効果により1階床での入力レベルは100 cm/s<sup>2</sup>程度となっている。

免震建物のクライテリアである免震層の変位は上部建物の剛性を小さく評価すると減少する傾向があり、危険側の評価になる場合があるので、本建物のように上部建物の剛性に対する2次部材の寄与率が大きい場合には、これによる影響を適切に評価して免震応答を求める必要がある。

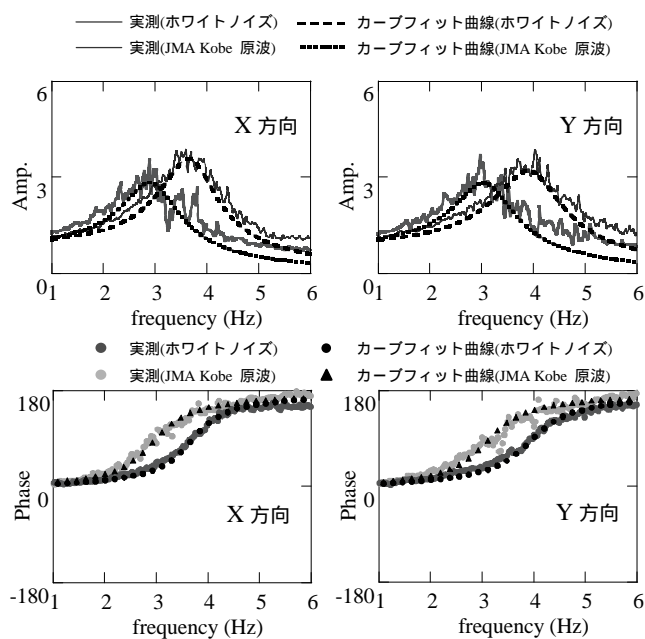


図3 伝達関数とカーブフィッティング曲線

表2 各方向の固有振動数と減衰定数

方向	ホワイトノイズ 入力:約 20 cm/s <sup>2</sup>		地震動入力 入力:約 100 cm/s <sup>2</sup>		解析値	
	f (Hz)	h(%)	f (Hz)	h(%)	f (Hz)	h(%)
X	3.71	14.06	2.99	17.87	1.88	-
Y	3.99	15.73	3.13	17.94	1.89	-

\*<sup>1</sup> 名古屋大学大学院環境学研究所  
 \*<sup>2</sup> 旭化成  
 \*<sup>3</sup> 日本システム設計

\*<sup>1</sup> Grad.School of Environmental Studies,Nagoya Univ.  
 \*<sup>2</sup> Asahi Kasei Co.,  
 \*<sup>3</sup> Nihon System Sekkei Co.,