

PS I -14 免震建屋の設計と実測

正会員 塩尻 弘雄 正会員 青柳 栄
正会員 松田 泰治

1. はじめに

免震設計は、地震力に耐える頑丈な構造物を設計する従来の耐震設計と異なり、構造物の基礎部に地震動を構造物に伝えにくい装置を用いて構造物への地震の影響を減少させるもので、構造物及び内部機器・収納物等の耐震性の一層の向上、上部構造物の耐震設計の簡素化や設計の標準化による経済性の向上、精密加工等に適した振動レベルの低い空間の創造等が期待できる。昨年度より、主として自社使用を目的として免震ビルが相次いで建設されているが、今後、原子力発電所等重要構造物を含め、広範囲に実用化されるためには免震構造物の信頼性・安全性、設計手法の妥当性等について実証してゆくことが必要となる。ここでは昨年度完成した二つの免震ビルについて、実測結果、及びその設計値との比較等について述べる。

2. 対象構造物と免震装置

対象とした構造物の建屋概要を表-1に示した。免震装置は建屋の基礎版と1階床の間に設置されている。図-1, 2に免震装置の配置、図-3, 4, 5に免震装置を示す。積層ゴム支承は高い鉛直支持力、低い水平剛性、及び大きな水平変形能力を有し、建屋の固有周期を延ばして地震動の主要振動周期から外すため用いられる。鋼棒ダンパー及び鉛プラグはその塑性変形により構造物の振動エネルギーを吸収し、過大な変形を防止する。

表-1 建 築 概 要

	免 震 建 屋 A	免 震 建 屋 B
正 式 名 称	(株)奥村組 筑波研究所 管理棟	オイレス工業(株) 藤沢事業所 T C棟
面 積	建築面積 348.2㎡ (主要部 20.4m×15.0m)	1138.4㎡ (主要部 36.0m×30.0m)
延 べ 面 積	1330.1㎡	4786.1㎡
階 数	地上4階 (塔屋1階)	地上5階
高 さ	軒高 13.75m (最高部14.25m)	軒高 21.20m (最高部21.95m)
基 礎 構 造	場所打ち・コンクリート杭 0.8mφ~1.4mφ	場所打ち・コンクリート杭 1.2mφ~1.0mφ
立 体 構 造	鉄 筋 コ ン ク リ ー ト 造 (ラーメン+耐震壁)	鉄 筋 コ ン ク リ ー ト 造 (ラーメン+耐震壁)
免 震 装 置	積 層 ゴ ム 支 承 (500φ, 25ヶ) ループ状鋼棒ダンパー (50φ, 12ヶ)	鉛プラグ入り積層ゴム支承 (650~800φ, 35ヶ)
1 階 以 上 の 重 量	2250 t	7544 t

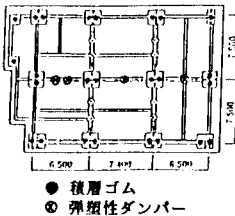
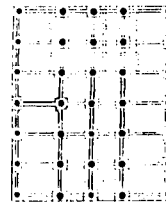


図-1 免震装置の配置 (免震建屋A)



● 鉛プラグ入り積層ゴム

図-2 免震装置の配置 (免震建屋B)

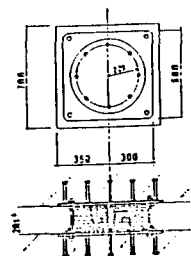


図-3 積層ゴム

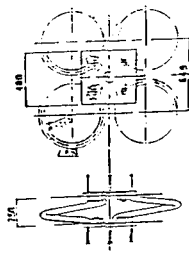


図-4 ループ状鋼棒ダンパー

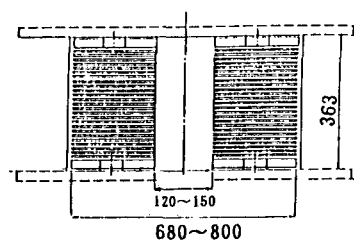


図-5 鉛プラグ入り積層ゴム

3. 実験結果

それぞれにつき、常時微動観測、起振実験、静的加力実験、自由振動実験を行った。表-2に共振振動数を示す。免震建屋A・B共、振動特性は変位依存性を示す。微小変位領域では積層ゴム支承、鉛プラグの非線形特性によるもので、大変位領域は塑性変形による。要素試験は通常数百ミリ程度の変位を加えて行うので、微小変位領域の精度は低く、それに基づく設計値と常時微動観測、起振実験結果との対応は良好ではない。しかし、比較的振幅の大きい静的加力実験、自由振動実験については、設計値、及びそれに基づく計算結果と実験結果とはおおむね一致する。（図-6、7）

表-2 共振振動数¹⁾²⁾³⁾

建 屋	実 験 方 法	水 平 ・ 並 進 振 動			ね じ り 振 動
	(変位レベル)	短 軸 方 向		長軸方向	
		1 次	2 次		
免震建屋 A	常 時 微 動 (数 μ ～ 数 + μ)	0.98	—	0.98	0.88
	起 振 実 験 (1.0mm ～ 2.0mm)	0.90	—	0.88	0.80
	自由振動(30mm)	0.77	—	—	—
	(50mm)	0.73			
	(75mm)	0.69			
	(100mm)	0.66			
免震建屋 B	常 時 微 動 (数 μ ～ 数 + μ)	2.40	—	2.24	2.56
	起 振 実 験 (0.1mm ～ 0.3mm)	2.25	7.90	—	2.45
	自由振動(30mm)	1.77	—	—	—
	(43mm)	1.48			

免震建屋Aは微小振幅時においても比較的周期を長くして免震性を期待し、免震建屋Bは、低レベルの水平荷重については高い初期剛性によって剛に抵抗する思想で設計されているが、実験結果はそれを裏付けている。地震応答結果、より詳細な設計値と実験値の比較は当日発表する。

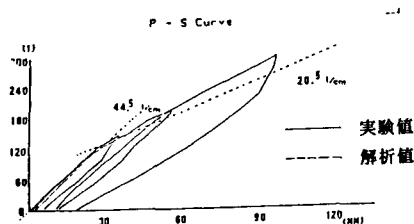


図-6 免震建屋Aの静的復元力特性

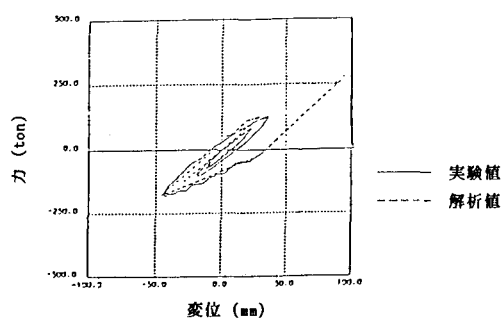


図-7 免震建屋Aの復元力の履歴

参考文献

- 1) 青柳他：「積層ゴムと弾塑性ダンパーで支持された実在免震構造物の振動特性—常時微動観測と起振実験による小変位領域の特性評価」 電力中央研究所報告 62年
- 2) 松田他：「積層ゴムと弾塑性ダンパーで支持された実在免震構造物の振動特性—静的載荷実験と自由振動実験による大変位領域の特性評価」 電力中央研究所報告 62年
- 3) (社)建築研究振興協会、L R B地震観測検討委員会：「L R B免震建物の実物実証実験（仮題）」 62年発表予定