神奈川大学23号館(免震棟)および新1号館の振動実験

その3.23号館(免震棟)免震層の復元力特性

免震棟	定常加振実験	自由振動実験	正会員	安達	直人 ^{*1}	正会員	引田	智樹 ^{*1}
復元力特性	等価せん断剛性	等価減衰定数	同	内山	正次*1	同	大熊	武司*2

1.<u>はじめに</u>

前報(その2)¹⁾では、常時微動測定および起振機によ る定常・自由振動実験から、固有振動数、減衰定数に強い 振幅依存性があることを明らかとした。本報(その3)で は、免震層の復元力特性の検討から免震層の振幅および振 動数依存性について述べる。

2. <u>免震層に作用するせん断力と相対変位の関係</u>

免震層の復元力特性を評価するために、免震層に作用す るせん断力と相対変位の関係を求めた。免震層に作用する せん断力は、免震層から上層の各階に配置された速度計の 記録を微分した加速度記録に各階の設計質量を乗じた総和 から求め、相対変位は免震層の上下階の積分した変位記録 の差から求めた。1次振動数における定常加振実験および 自由振動実験から得られた免震層のせん断力と相対変位の 関係を図1に示す。NS方向の定常加振実験による復元力 特性は、加振レベル(L1~L3)が大きくなり免震層の上下 階の相対変位が増大するに従いループの傾きが小さくなり、 ループの面積が大きくなる傾向が見られる。また、レベル 3加振のNSとEW方向では、EW方向の方がループの傾 きが小さい。自由振動実験による復元力特性では、より相 対変位の小さい部分においても定常加振実験と同様の傾向 が見られ、ループ形状は定常加振実験と概ね整合している。 3. <u>免震層の等価せん断剛性と等価減衰定数</u>

NS方向の定常加振実験による共振曲線データから免震 層の複素ばねを求め、その実部と虚部から各振動数におけ る等価せん断剛性(以後、せん断剛性と呼ぶ)と等価減衰 定数(以後、減衰定数と呼ぶ)を評価した。各加振レベル における1次振動数を含む 0.5Hz~3.2Hz での免震層のせ ん断剛性・減衰定数と相対変位の関係を図2に示す。図中 では、加振レベル毎に1次振動数を境に、低振動数側(0.5Hz

f < 1 次振動数)を白抜きで、高振動数側(1 次振動数) f 3.2Hz)を灰色塗りで示している。各加振レベルにおい て、1次振動数よりも低振動数側では免震層の相対変位の 増大に従い、せん断剛性が小さくなり減衰定数が大きくな る傾向が見られ、高振動数側でも同様の傾向が見られる。 また、同じ相対変位に対して、白抜きの点と灰色塗りの点 で若干のせん断剛性、減衰定数の差が見られ加振振動数に よって異なることがわかる。

加振レベル3の定常加振と自由振動実験から得られたせ ん断剛性と相対変位の関係を図3に示す。定常加振の凡例 は図2と同様である。また、自由振動実験におけるせん断 剛性は、免震層に作用するせん断力と相対変位の減衰波形 から半サイクル毎に評価して求めた。なお、自由振動実験 における免震棟の振動数は、前報(その2)で示したよう に 1.56Hz~1.62Hz の間で変化している。自由振動実験か ら得られたせん断剛性は、定常加振実験結果の1次振動数 よりも低振動数側と高振動数側の間にあり、同じ相対変位 に対して振動数に依存して若干変化している。この振動数 依存性は、加振振動数の違いにより、特に高振動数側で大 きい傾向を示している。

4.実験値と設計値の対応と今後の展望

設計における小変形から大変形時の免震層のせん断剛性 と実験値との対応を図4に示す。定常加振の結果は、各加 振レベルの1次振動数における値を表示している。定常加 振と自由振動実験の結果は整合している。また、NS方向 とEW方向では微小振幅時から免震層のせん断剛性が異な る。各方向の1次モードにおける屋上階に対する免震層直 上階のスウェイ・ロッキング比率を表1に示す。両実験に おける免震層直上階のスウェイ・ロッキング率は、EW方 向の方がNS方向よりも大きく、前報(その2)の図2・ 図3の伝達関数・共振曲線から EW 方向では南北方向に複 雑な振動モードを呈している。これらの影響により、両方 向のせん断剛性が異なっているものと考えられる。

屋上階に対する免震層直上階のスウェイ・ロッキング比率 表 1

	N S 方向			E W方向			
	ロッキンク゛	スウェイ	弾性	ロッキンク゛	スウェイ	弾性	
常時微動	3.4%	11.3%	85.3%	12.7%	22.5%	64.8%	
定常加振(L3)	3.1%	18.9%	78.0%	11.0%	36.7%	52.3%	

本実験では、設計のクライテリアに比較して小さい範囲 での結果であるため設計値とは直接比較できないが、実験 値は相対変位の増加に従い減少し、設計値に近づく方向に なっている。今後、地震観測による結果と併せて大変形時 の特性を報告したい。

5.まとめ

起振機加振・自由振動実験から免震層の復元力特性を評 価し、以下の知見を得た。

(a) 免震層の等価せん断剛性・等価減衰定数は、微小な相 対変位から強い非線形性を有し、相対変位の増加に伴って 等価せん断剛性は減少し、等価減衰定数は増加することが 明らかとなった。また、若干の振動数依存性も確認された。

(b) 起振機加振・自由振動の両実験から免震層の復元力特 性を評価し、同様の特性が得られた。

参考文献 1)引田智樹、安達直人、内山正次、大熊武司:神奈 川大学23号館(免震棟)および新1号館の振動実験(その2) 2001年日本建築学会大会(関東)掲載予定

Vibration Tests for The 23rd Building(base-isolated type) and The New 1st Building of Kanagawa University :Part 3. Restoring Force Characteristics of the Base-isolated Layer of The 23rd Building(base-isolated type)

ADACHI Naohito, HIKITA Tomoki, UCHIYAMA Shoji, OHKUMA Takeshi



*1 鹿島技術研究所

*2 神奈川大学教授

*1 Kajima Technical Research Institute

*2 Prof. of Kanagawa University