



オールラウンド免震®の実建物への適用 (その2)

— 観測記録に基づく微振動対策ダンパーの適用効果 —

Application of All-round Isolation System to Actual Structure (Part 2)
- Effects of Viscous Dampers Based on Observational Records -

小山慶樹* 山上 聡* 舟木秀尊* 安井健治*
Yoshiki Koyama, Satoshi Yamagami, Hidetaka Funaki, Kenji Yasui

研究の目的

一般に免震建物は地震時の安全性と事業継続性を向上させるが、交通振動などにより生じる微振動を非免震建物よりも増幅させる傾向がある。そのため、精密・微細作業を行う施設では、常時に生じる微振動により測定精度や生産性の低下を招く恐れがあった。そこで、著者らは通常の免震装置に微振動対策ダンパーを組み合わせた「オールラウンド免震」を開発し、実建物に適用した。前報では、建物竣工前に行った起振実験や常時微動計測記録から、微振動対策効果を示した。本報は、オールラウンド免震の微振動対策効果を計画段階から把握可能であることを確認するため、起振実験をシミュレーションにより再現できることを確認する。また、建物稼働中に得られた常時観測および常時微動計測記録を分析し、オールラウンド免震の微振動対策効果を確認することを目的とする。

研究の概要

オールラウンド免震を適用した建物と微振動対策ダンパーを写真-1に示す。免震装置には支承材として、天然ゴム系および高減衰ゴム系の積層ゴム支承と弾性すべり支承を、減衰材としてオイルダンパーに加え微振動対策ダンパーを設置した。微振動対策ダンパーは、高粘度の粘性体を使用し、水平面内を自由に可動することで、極めて微小な変形から大きな減衰力が期待できる。また、震度5弱程度以上の大きな揺れで免震層から分離し、通常の免震建物に切り替わる特徴がある。

建物竣工前に、オイルダンパーおよび微振動対策ダンパーの有無をパラメータとした起振実験を行った。起振実験をシミュレーションで再現するように、カーブフィット法を用いて解析モデルの諸元を算定した。微振動対策ダンパーは、振幅が0.01mmから0.1mm程度の極めて微小な水平変位においてもMaxwellモデルでモデル化が可能で、設計時に考慮する特性変化の範囲内で精度よく起振実験を再現できた(図-1)。

また、本建物では強震観測を目的に常時観測を行っている。2021年2月13日に発生した福島県沖地震時に震度5弱の揺れを観測し、微振動対策ダンパーが想定通り免震層から分離した。地震前をオールラウンド免震、地震直後の微振動対策ダンパーが分離した状態を通常免震とし、振動特性を比較した(表-1)。微振動対策ダンパーを2基設けたオールラウンド免震は通常の免震に対して減衰定数を1.5倍程度とすることで耐圧盤に対する1階床のフーリエスペクトル比の最大値を概ね3割低減することが確認できた。

最後に、建物稼働中の常時微動計測記録より、1階床のフーリエスペクトル(速度振幅)は全ての振動数領域において、最大でも設計目標値の1/2以下に納まり、設計クライテリアを満たしていることを確認した(図-2)。



写真-1 対象建物

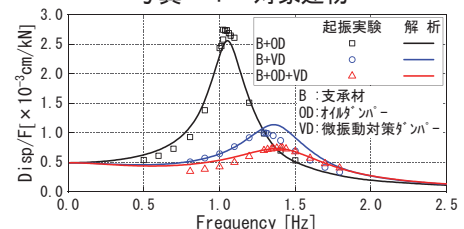


図-1 起振実験の再現

表-1 振動特性の比較

	入力レベル	f_0 [Hz]	h	最大スペクトル比
通常免震	微動	2.36	0.058	8.64
	震度2	1.06	0.118	4.24
オールラウンド免震	微動	2.55	0.084	5.94
	震度2	1.36	0.165	3.03

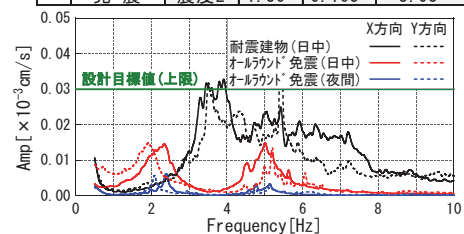


図-2 設計目標値との比較

研究の成果

通常の免震建物に微振動対策ダンパーを2基設けたオールラウンド免震建物において、起振実験結果をシミュレーションで再現できることを確認し、微振動対策ダンパーがMaxwellモデルでモデル化が可能で、設計段階から微振動対策効果が評価できることを確認した。また、建物稼働時の常時観測、常時微動計測から、オールラウンド免震の微振動対策効果を評価し、設計クライテリアを満たしていることを確認した。

*技術研究所建築研究グループ