

強震観測に基づく免震建物の振動特性評価

SATテクノロジー・ショーケース2023

■ はじめに

免震構造は、建築物の構造安全性だけでなく、機能維持にも有効な手段としてすでに広く普及している。しかし、経過年数による劣化やこれまで作用した地震に伴う部材の損傷等により建物の振動特性が変化し、設計時に想定した免震効果が得られない可能性がある。

建築研究所では、1957年から建築物と地盤を対象とした強震観測を行っており、これまで多くの記録を蓄積している。特に2011年東北地方太平洋沖地震では、多数の建物で貴重な強震記録が得られ、その分析結果がいくつか報告されている。本研究では、建築研究所が長年強震観測を行っている免震建物を対象に、振動記録を用いて地震時の応答低減効果および長期的な振動特性の変化を調査し、現時点での建物の保有性能を明らかにすることを目的とする。

■ 研究内容

建築研究所が強震観測を行っている免震建物4棟を対象に振動特性評価を行った。表1に対象建物の概要を示す。

(1) 応答低減効果の検証

観測期間中に最大の加速度が記録された地震動のデータを用いて、免震による建物の応答低減効果を検証した。その結果、免震層上の加速度は建物基部の加速度と比較し、35～55%低下していることから、免震による加速度の応答低減効果が確認できた。また、免震層の最大変位は、20～96mmとなり、設計許容変位と比べ十分小さかった。

(2) 経年特性変化の分析

観測開始時から現在までの強震観測記録を用いて、建物の固有振動数と減衰定数を同定し、地震を何度も繰り返して受けた際の建物の特性変化を評価した。

図1に一例として建物Aの結果を示す。応答振幅が大きくなるにつれて固有振動数は減少し、減衰定数は増加する、という振幅依存性が確認できた。最大の加速度が記録された2003年十勝沖地震より前、地震度1年間、それ以降の3区間に場合分けし、固有振動数の振幅依存性を比較すると、地震を境に固有振動数が約15%低下したが、その後徐々に増加し、約1年後には地震前と同等の値に近づくことがわかった。これは、大地震の際に変形の増大により免震部材の境界部や2次部材等の固定度が低下したことで、固有振動数が一時的に低下したが、余震が収まると再び

固着し始めたことで、固有振動数が回復傾向を示したと推察される。この結果より、20年近くにわたる観測期間中に免震部材に特性変化は生じていないことが確認できた。その他の建物においても、建物Aと同様の結果が得られた。

(3) 解析による地震応答の検証

建物設計時のモデルを用いて時刻歴応答解析を行い、強震観測データと比較することで、建物の地震応答を検証した。解析結果は観測記録と概ね一致し、設計で想定した免震建物の挙動が妥当であることが確認できた。他の建物でも同様の結果が得られた。

表1 建物概要

建物	階数	構造形式	免震装置	観測期間
A	9F	SRC造	NRB、鉛ダンパー、鋼棒ダンパー	2000.9-2021.10
B	10F	SRC造	LRB	2000.10-2016.11
C	11F	SRC造	NRB、LRB、オイルダンパー	2003.8-2022.3
D	36F	RC造	NRB、LRB	2011.3-2021.12

SRC: 鉄骨鉄筋コンクリート, RC: 鉄筋コンクリート,
NRB: 天然ゴム系積層ゴム, LRB: 鉛プラグ入り積層ゴム

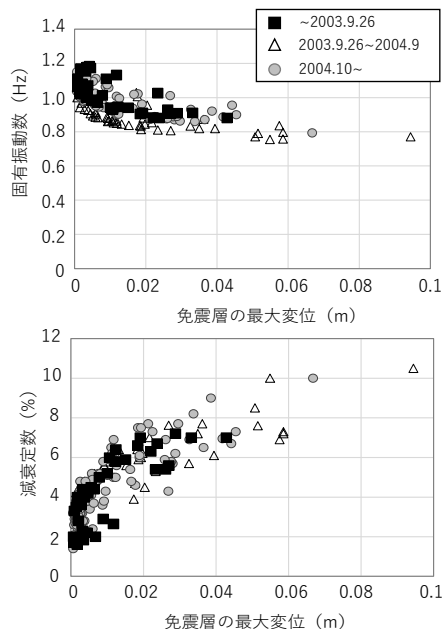


図1 固有振動数と減衰定数の振幅依存性(建物A)

代表発表者 伊藤 麻衣(いとう まい)
所 属 国立研究開発法人 建築研究所
国際地震工学センター
問合せ先 〒305-0802 茨城県つくば市立原1番地
TEL: 029-864-6646
mai_ito@kenken.go.jp

■キーワード: (1) 強震観測
(2) 免震建物
(3) 振動特性