

実免震建物における免震装置の水平剛性の評価

Evaluation of the Dynamic Characteristics of the Base-isolation System on the Actual Building

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

研究の目的

近年発生した巨大地震において、免震構造の優れた地震時安全性が証明され、その普及に大きな期待が掛けられている。しかし、我が国で免震構造が実用化されて30年程度であり、免震建物を供用する数十年という長期間にわたる構造性能の評価と耐久性に関しては実証されていない。その中で奥村組技術研究所管理棟(1986年竣工)は日本初の実用免震ビルとして30年が経過し、竣工以来、建物と免震装置に関する様々な実験・計測を継続して行っている。

免震建物の地震時の動的挙動を予測するには、免震装置の力学特性を適切にモデル化することが重要である。設計では通常、免震装置単体での静的加力試験より得られた特性を用いて免震層全体をモデル化する。しかし、実建物での免震装置の動的特性と静的特性を実測した例は少ない。そこで、実建物を用いて静的加力実験と自由振動実験を行い、免震装置の変位と荷重および周期の関係から水平剛性を比較検討した。

研究の概要

1. 実験の概要

建物の外部に構築した反力体に、2台の油圧ジャッキを取り付けた載荷装置を設置し、静的加力実験と自由振動実験を行った。載荷状況を写真-1に示す。竣工時、2年目、19年目、30年目とも同じ載荷装置を用いて実験を実施した。実験は、鋼棒製ダンパーの有無による2ケースである。

2. 免震層の水平剛性(積層ゴム+鋼棒製ダンパー)

鋼棒製ダンパーがある場合の静的加力実験から得られた荷重と変位の関係を図-1に示す。静的加力実験から求めた剛性と設計値はほぼ一致しており、19、30年目での大きな変化は見られなかった。

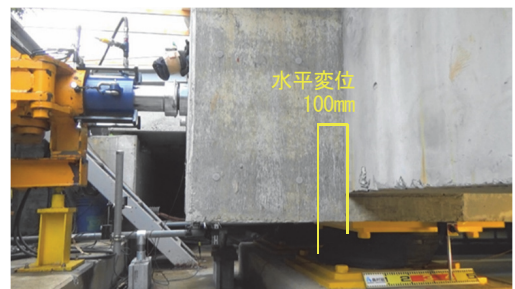


写真-1 載荷状況

自由振動実験より得られた変位の時刻歴波形の比較を図-2に示す。自由振動10回繰り返しに要した時間は、2年目が12.06秒に対し、19年目は12.15秒、30年目は11.66秒であり、免震装置としての周期特性に大きな変化は見られない。

自由振動実験で得られた振幅(変位)と周期の関係を、建物質量を2,150tと仮定し、各変位での剛性に変換したものと、静的加力実験で得られた変位と荷重の関係の包絡線から、各変位における割線剛性を求めたものをあわせて図-3に示す。自由振動実験と静的加力実験から求めた剛性は各変位で良く一致しており、免震建物の変位と周期の関係は、免震装置の静的加力試験から得られる割線剛性により評価できることを確認した。

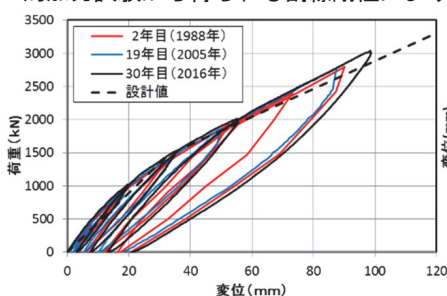


図-1 荷重と変位の関係

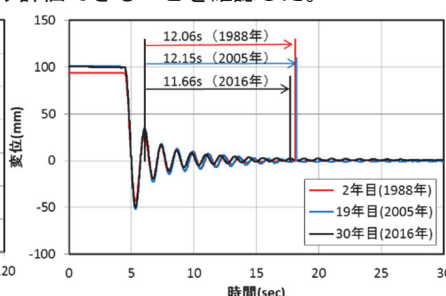


図-2 変位の時刻歴波形

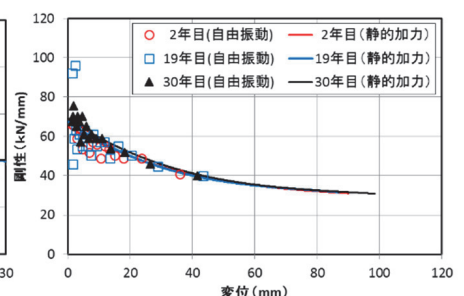


図-3 剛性の比較

研究の成果

免震建物を用いて静的加力実験と自由振動実験を行い次のことが明らかになった。

- i. 静的加力実験と自由振動実験から得られた免震装置の水平剛性を比較し、免震建物の変位と周期の関係は、免震装置の静的加力試験から得られる割線剛性により評価できることを確認した
- ii. 天然ゴム系積層ゴムは、せん断変形率100%の範囲での繰返し変形による水平剛性の変化はほとんど見られなかった
- iii. 積層ゴムの水平剛性に及ぼす温度変化の影響は、ゴムの材料試験結果により評価できることを確認した