

免震レトロフィットを施した山梨県庁舎本館の低ひずみレベルでの振動特性
その2 地震観測記録による応答解析結果

正会員 ○鱒沢 曜*, 同年縄 巧**, 同 鹿嶋俊英***,
同 久田嘉章****, 同 小山 信*****

免震レトロフィット 固有周期 地震観測
応答解析 復元力特性 L R B

1. はじめに

山梨県庁舎本館は、免震レトロフィットによる耐震改修¹⁾により建物の地震応答の低減を期待していることから、設計において時刻歴応答解析により建物の耐震性能評価を行っている。本稿では、免震レトロフィット設計時における地震応答解析の概要について述べ、次に(その1)にて報告している、建物の免震化工事後の地震観測により得られた地震記録を用いて建物の応答解析結果について報告する。

2. 設計時における時刻歴応答解析概要

地震動レベルの設定及び入力地震動として、H12 建設省告示第 1461 号によるものと、糸魚川-静岡構造線の震源近傍で発生する強震動予測に基づく地域特性を考慮した入力地震動を設定している。

時刻歴応答解析モデルに用いる解析モデルおよび検討の概要は以下のとおりである。

- ① 構造物のモデル：剛床が成り立ち建物も整形であるので12質点直列質点系振動モデルとする。なお、下部構造は剛とし基礎固定とする。減衰定数は、上部構造3% (瞬間剛性比例型)、免震部材0%とする。
- ② 復元力特性と履歴則：擬似立体の弾塑性荷重増分解析を行い、得られた各層のせん断力-層間変形関係よりトリリニア型の復元力特性を定める。履歴則は武田モデルとする。なお、増分解析時の外力分布は、レベル2相当の地震動におけるせん断力分布とする。
- ③ 免震部材 (LRB 支承) の復元力と履歴則：免震部材の復元力特性は、鉛プラグの降伏を考慮したひずみ依存型のバイリニア型とする。履歴則はノーマルバイリニアとする。また、LRB 支承の温度依存性・経年変化等を考慮して標準状態、剛性・耐力硬化時および軟化時の3ケースを設定している。

上部構造・免震層の諸元を表1、応答解析モデルを図1に示す。以上の設定により定めたモデルに対して行われた応答解析結果の主要な最大応答値を、性能目標と比較して表3に示す。

表1 解析モデル諸元

ΣW		117,199 kN
固有周期 (免震層固定)	X方向	0.5102 sec
	Y方向	0.6090 sec
減衰定数	上部構造	$h_0 = 0.03$
	免震層	$h_0 = 0.00$

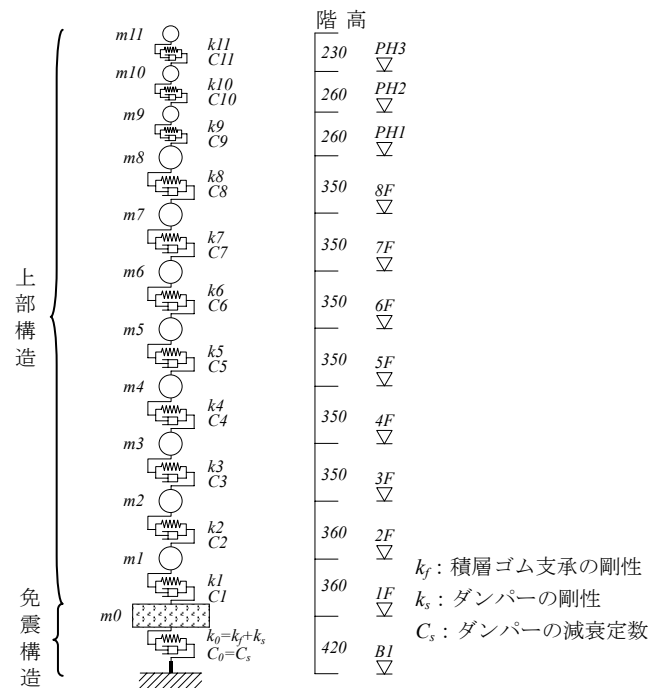


図1 解析モデル

表2 設計時における応答解析結果

<ul style="list-style-type: none"> • LRB 支承の最大せん断ひずみ LONG 方向 (南北方向) : 192% ≤ 200% TRNS 方向 (東西方向) : 190% ≤ 200% • 上部構造1階最大せん断力係数 LONG 方向 (南北方向) : 0.167 ≤ 0.232 TRNS 方向 (東西方向) : 0.166 ≤ 0.224 • 上部構造1階最大層間変形角 LONG 方向 (南北方向) : 1/824 ≤ 1/500 TRNS 方向 (東西方向) : 1/513 ≤ 1/500
--

3. 地震観測記録による応答解析

免震化した建物の低ひずみレベルにおける振動特性について観測記録と応答解析結果との比較を行う。さらに、免震層を固定した場合の応答値も解析により求め、免震効果を確認する。なお、地震応答解析に用いる上部構造および免震層の復元力特性は、設計時に設定された解析モデルを用いている。

4. 観測結果と解析結果の比較

建物8階で観測された LONG 方向の加速度波形および応答解析結果の同一階・同一方向の加速度波形を図2に示す。最大加速度値では解析結果が観測結果をやや上回るが、概ね近似した波形となっている。フーリエ加速度スペクトルによる観測結果と解析結果との比較を図3に示す。波形解析においては周期6秒から10秒の長周期側にバンドパスフィルターをかけている。応答解析においては、免震効果の確認のために免震層を固定したモデルについても比較している。観測記録が得られている1階と8階で比較した結果を要約すると、1階では、長周期側の卓越周期における振幅が観測結果のほうが大きくなった。8階では、振幅は観測結果と免震建物の解析結果がほぼ等しく、卓越周期の大小関係は、免震層固定時解析結果<免震建物解析結果<観測結果となり、免震建物の解析結果が観測値に比べて若干短周期になる結果となったが、低ひずみレベルにおける免震効果は解析結果からも確認することができた。

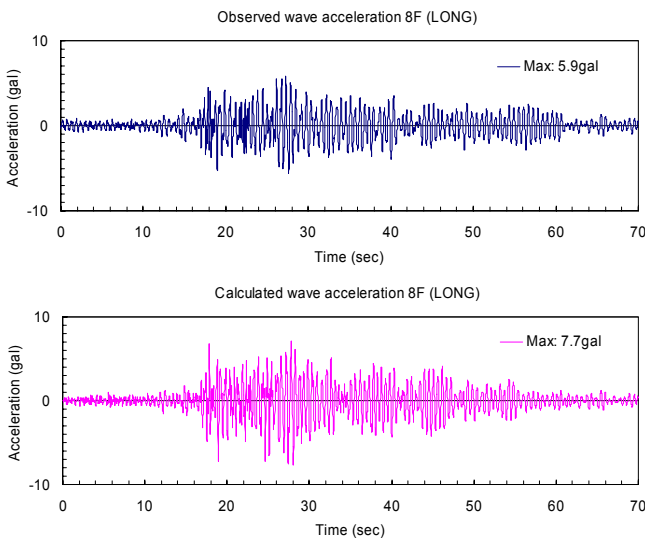


図2 加速度時刻歴波形（上：観測／下：解析）

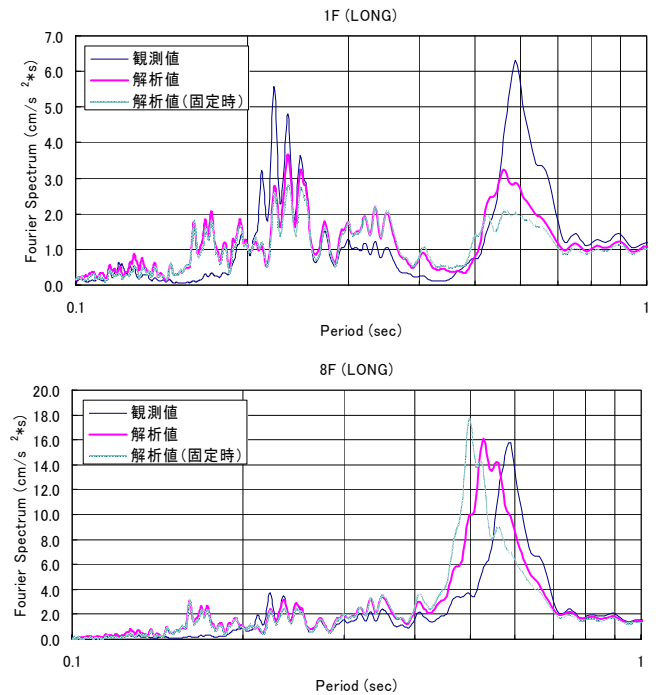


図3 フーリエ加速度スペクトルによる比較

5. おわりに

免震レトロフィットを行った山梨県庁舎本館建物の設計時における地震応答解析の概要について述べ、設計時に設定された解析モデルにより、建物の免震化工事後の地震観測により得られた記録を用いて行った時刻歴応答解析結果について報告した。時刻歴波形及びフーリエスペクトルによる比較から、卓越周期については解析結果が観測値に比べて若干短周期になる傾向が見られたが、低ひずみレベルにおける免震効果が確認できた。今後、免震層の復元力特性等の見直しにより、低ひずみレベルにおける免震建物の振動特性についてさらに検討を進める予定である。

謝辞

建物および敷地への加速度計の設置に際しては山梨県総務部営繕課ならびに管財課にご協力いただきました。深く御礼申し上げます。なお、本稿で使用した地震記録は独立行政法人建築研究所に帰属します。

参考文献

- 1) Masuzawa, Y., Hisada, Y. "Seismic Isolation Retrofit of A Prefectural Government Office Building." Proceedings of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, Canada, No.1199, 2004.

* 榎横河建築設計事務所構造設計部
 ** 明星大学理工学部
 *** 独立行政法人建築研究所国際地震工学センター
 **** 工学院大学建築学科
 ***** 独立行政法人建築研究所構造研究グループ

* Structural Design Div., Yokogawa Architects & Eng., Inc.
 ** Department of Civil Engineering, Meisei University
 *** International Institute of Seism. & Earthq. Eng., B. R. I.
 **** Department of Architecture, Kogakuin University
 ***** Structural Eng. Dept., B. R. I.