

免震レトロフィット建物の地震観測記録と応答解析

D1-08017 井崎 沙耶

1. はじめに

免震レトロフィットは、既存の建築物の外観や基本的な骨組みを残しながら、免震補強工事をして耐震性能を高める方法である。歴史的建造物の文化的な価値を保存しながら耐震補強が可能な先端技術として、国内で国立西洋美術館に初めて採用された免震レトロフィットは、近年、庁舎や一般の事務所ビルなどにも多く活用され、さらに東北地方太平洋沖地震の影響により今まで以上に注目される事が予想される。一方、免震レトロフィットを実施した建物の実際の免震効果に関して、微動や低振幅レベルの地震観測記録に基づく検討例は多くみられるが、比較的大きな地震観測記録に基づく検討例は少ない。

そこで、本研究では、先ず最近までの国内における免震レトロフィット事例に見られる傾向について、2年前前に実施した調査結果との比較を交えて分析する。次に、免震レトロフィットを実施した建物のうち、東北地方太平洋沖地震を含む複数の比較的大きな地震を観測した山梨県庁舎本館を対象に、観測記録を用いた免震効果の検証を行う。

2. 免震レトロフィットの傾向

2.1 調査対象

本研究における調査対象は、文献、インターネットなどにおける公開情報および一部ヒアリングに基づき、国内において2011年7月までに免震レトロフィットによる耐震改修工事の竣工が確認できた101件の実施例における102棟の建物である。

2.2 調査結果

2.2-1. 居付き工事と建物用途の関係

図1より、居付き工事を行っている免震レトロフィットの建物70棟のうち、半分以上を庁舎が占めている事がわかる。事務所、校舎を合わせると、上位3つで全体の3/4を占めている事がわかる。ここから、常に特定の人を使用している建物は居付き工事を行う傾向が見られるが、この上位3つは免震レトロフィット工事を行っている棟数自体が多い為、このような結果になったとも考えられる。また表1は、建物用途別の居付き工事率を表している。例えば、免震レトロフィット工事を行った庁舎のうち、80%が居付き工事を行っているという事になる。表より、事例数自体が少ない研究所、百貨店、病院

が100%という1番高い割合になった。これは、移転費などの金銭的な問題だけではなく、居付き工事を行わないで工事期間だけ移転させる事が困難な建物である事が理由なのではないかと考えられる。寺社や集会場などに関しては、レトロフィットの物件はいくつかあるが、居付き工事の割合は少ない。これは、常に人が使用する場所ではないため、居付き工事を行う必要がない為と考えられる。

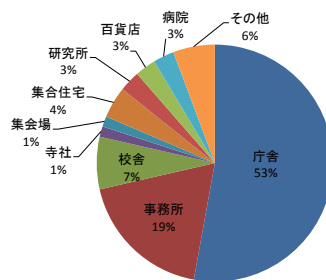


図1 居付き工事を行っている建物用途の割合 (現在)

表1 建物用途の別の居付き工事率 (%)

建物用途	居付き工事率 (%)
庁舎	80
事務所	76
校舎	83
寺社	13
集会場	17
集合住宅	60
文化施設	0
研究所	100
百貨店	100
公邸	0
病院	100
その他	67

3. 調査建物の概要

山梨県庁舎本館建物の概要を以下に示す。

建物名称：山梨県庁舎本館
所在地：山梨県甲府市丸の内1丁目6番1号
構造規模：RC造（地下1階、地上8階、塔屋3階）
建物規模：建築面積 1,174.20 m ²
延床面積 10,187.83 m ² （改修前）
10,035.45 m ² （改修後）
竣工年月：昭和38年5月
耐震改修工事工期：平成13年6月～平成14年9月
免震装置設置場所：地下1階柱の柱頭部

4. 地震観測記録の概要

山梨県庁舎本館建物には、8階、1階、地下1階、建物外の自由地盤の計4ヶ所に水平方向2成分、鉛直方向1成分の加速度センサーが設置されている。本建物では、3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震以降、5つの地震の記録が観測された。表2には、自由地盤における観測記録3成分の最大加速度を示す。また、図2には自由地盤における水平方向（長辺方向）成分の加速度時刻歴波形を示す。

表 2 地震観測記録一覧(自由地盤の最大加速度)

地震名	起動年月	最大加速度(cm/s ²)		
		長辺方向	短辺方向	上下方向
東北太平洋沖地震	'11/3/11 14:47:53	50.734	44.211	20.053
静岡県東部の地震	'11/3/15 22:31:54	65.353	62.973	44.513
茨城県南部の地震	'11/4/16 11:20:14	7.699	6.143	4.093
茨城県南部の地震	'11/7/15 21:01:53	6.81	6.396	3.702
駿河湾の地震	'11/8/1 23:58:29	33.313	42.29	15.525

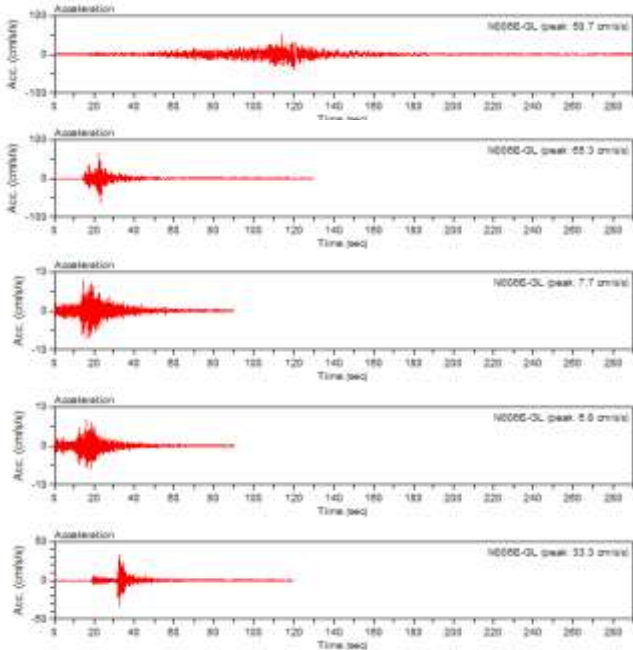


図 2 自由地盤における長辺方向の加速度時刻歴波形

5. 対象建物の地震応答解析

SNAP ver.5 を使用して解析を行う。解析モデルは、剛床が成り立ち建物形状も整形であるので、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、上部構造が 3% (瞬間剛性比例型)、免震部材が 0%とする。

復元力特性については、上部構造は標準トリリニアモデル、免震層は鉛プラグの降伏を考慮した歪依存型のバイリニアーとしている為、SNAP 中では、軸成分の復元力特性として軸変形逆行型モデル (AE1) を採用している。図 3 は、本解析モデルのイメージ図である。対象建物で観測された地震波を応答させる。

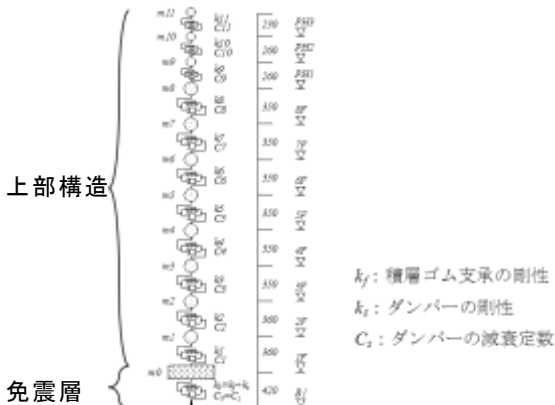
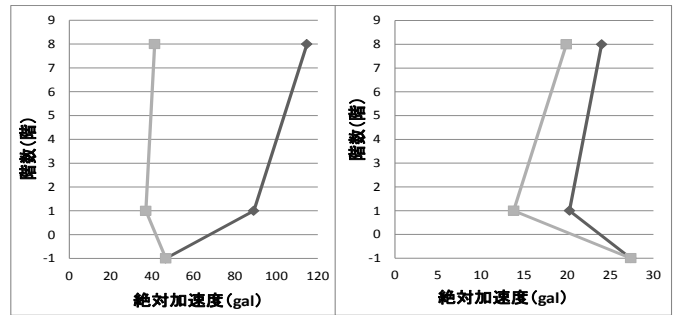


図 3 解析モデルイメージ

6. 解析結果

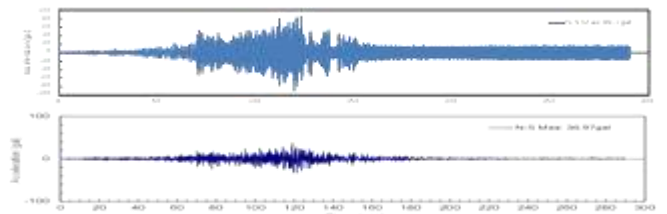
対象建物の解析結果と観測記録の最大加速度の比較、加速度波形の比較は以下のとおりである。加速度波形は上が解析家か、下が観測記録である。



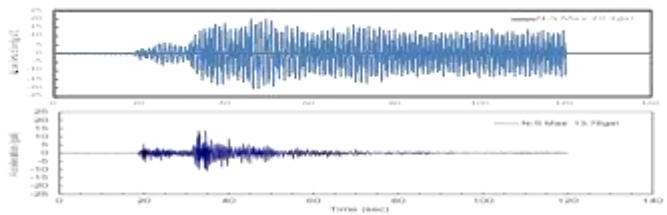
3/11 東北地方太平洋沖地震 8/1 駿河湾の地震

○ 解析結果 (gal) ■ 観測記録 (gal)

図 3 最大加速度の比較



3/11 東北地方太平洋沖地震



8/1 駿河湾の地震

図 4 加速度波形 (1F)

7. まとめ

今回行った調査より、以下の事がわかった。

- ・免震レトロフィットは近年、庁舎や一般の事務所ビルなどにも多く活用され、さらに東北地方太平洋沖地震の影響により今まで以上に注目される事が予想される。
- ・観測記録と解析結果に大きな差が表れた。設計用モデルと解析モデルの免震層の情報に誤差がある事も理由の一つではあるが、免震層の情報の入力に間違いがある事が大きな理由として考えられる。

参考文献

- 1) 山梨県庁舎本館耐震診断及び改修計画 報告書, 株式会社 横河建築設計事務所, 2001. 2.
- 2) 防災拠点の耐震化促進資料, 総務省消防庁, 2007. 12.
- 3) 山梨県庁舎本館 免震建物通常点検要領書, 株式会社 横河建築設計事務所, 2003. 6.
- 4) テクニカルマニュアル 5 章, SNAP ver.5, pp. 72-74