

住宅分譲地の分譲敷地の免震化の可能性に関する研究

社会システム工学科 中田研究室 1080474 瀧本 亮太

1 背景・目的

木造住宅の免震化が現在クローズアップされているが、高知市のように巨大地震の発生確率が高い場合、都市単位で地震時に機能を果たさなければならない人たちのための住宅を造る際に広域敷地を免震化することで、地震時にすぐ出勤できるし、またその敷地内を公園としておけば、有効な避難地にもなり、余震に対する一般避難住民の精神的リスクが解消される。本研究は、広域敷地を免震化することの可能性を、コストや安全性能の観点から検討した。

2 解析対象建物の概要

本報で解析する対象は図1に示すように、免震化を検討する敷地は32m×24mとした。免震化するコンクリート免震マットの厚さは、長期の曲げモーメントがひび割れ発生モーメント以下になるように、0.5~0.9mとした。このコンクリート免震マット上に建つ2階建て木造住宅はX方向、Y方向ともに4mの2スパンからなり、8m×8mの64㎡の面積をもち、各階の高さを3mとした。この建物を4棟建てることとした。免震部材は、オイレス工業株式会社の免震カタログに記載されている中から、コンクリート免震マットと上部構造による長期推奨荷重から、「LRB-R-4070170200」を使用した。

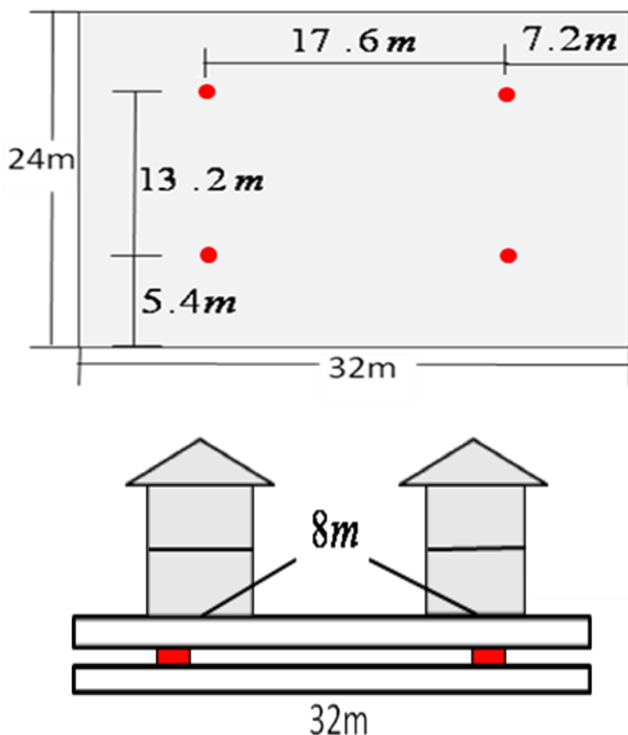


図1 解析対象

3 研究方法

1) 解析手法

解析手法として、免震化しない上部構造(木造)のみの動的解析を行い、さらに免震化した場合との2パターンを比較・検討を行った。地震動解析には(株)構造計画研究所の解析プログラム「建築構造物の振動解析プログラム・RESP-M/II」を使用した。また、免震構造のモデル化として図2に示すように、上部構造は2質点系の復元力モデルとして木造建物に使われる原点志向モデルを使用し、入力地震波の波形データはELCEN NS、TAFT EW、HACHIN NSの3種類と地震動レベルL1、L2の2ケースを組み合わせ合わせた計6ケースの解析を行った。本報では解析結果から最大層間変

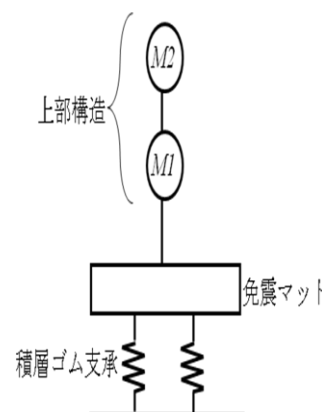


図2 免震建物のモデル化

形角が許容内に収まっているかどうかの検討と、コンクリート免震マットの自重による曲げ応力と上部構造の自重及び最大オーバーターンニングモーメントによる付加軸力が免震マットにひび割れが発生しないよう免震マットのサイズを決定し免震化の可能性を検討した。

2) コスト比較方法

コストの比較方法として、1棟1棟を個別に免震化させた通常の免震住宅と複数の住宅を1つのコンクリート免震マットに建てた場合にかかるコストをそれぞれ算出し、それを比較・検討した。コスト算出には「建設物価 2007」を参考に、基礎に使うコンクリート・鉄筋・型枠の単価、そして配管の単価などを調査した。免震マットのコンクリート量は、上部構造が免震マットに与えるモーメントによってひび割れが発生しない程度の量を設定した。1棟を免震化させた通常の免震住宅のコストは、住宅の建設費を20万円/㎡、免震化をその1.2倍として計算した。

4 解析結果

免震化しない場合と免震化した場合の上部構造1階の最大層間変形角は、それぞれ表1のようになった。同表に示すように、免震化後の最大層間変形角は、地震動レベルがL2の場合、免震化前の応答に比べて10分の1程度の値となり十分な安全性能をもっているこ

とがわかる。表を見て分かれるとおり、全ケースの中で最大層間変形角は免震化前では L2 ELCEN NS、TAFT EW の 1/16、免震化後では L2 ELCEN NS の 1/338 となり、十分なクライテリアを満たした。上部構造の応答からの最大オーバーターニングによる鉛直荷重は 4.73t となり、免震マットの自重による長期の曲げモーメントと比べてわずかであり、ひび割れモーメント以下となった。

表 1 免震化前と免震化後の
上部構造 1 階の最大層間変形角

	免震化前	免震化後
L1 E	1/27	1/462
L1 T	1/30	1/397
L1 H	1/139	1/464
L2 E	1/16	1/421
L2 T	1/16	1/366
L2 H	1/27	1/338

5 免震マットの健全性の検討

免震マットのサイズを決めるにあたって、最も考慮すべきは、免震マットの自重による曲げモーメントであった。自重によるひび割れ発生モーメントのチェックを行った。図 3 のようにコンクリート免震マットを短スパン方向、長スパン方向で半分に切り、梁として考えた。ここでは短スパンの場合の計算・数値を省略し、モーメントが大きくなる長スパンの場合のみの計算・数値を示した。支承にかかるひび割れ発生モーメント M_{c1} と梁中央部にかかる M_{c2} は以下の式によった。

$$M_c = 1.8\sqrt{F_c} \times Z \quad F_c = 270(\text{kg/cm}^2)$$

M_{c1} は $591.54\text{t} \cdot \text{m}$ 、 M_{c2} は $274.17\text{t} \cdot \text{m}$ となった。自重によってかかるモーメントは M_1 で $483.23\text{t} \cdot \text{m}$ 、 M_2 で $241.61\text{t} \cdot \text{m}$ となるので、ひび割れ発生モーメント以下におさまり、上部建物のオーバーターニングによる軸力変動の影響を考慮しても十分に安全であった。コンクリート免震マットは $24\text{m} \times 32\text{m}$ で健全であると考えた。

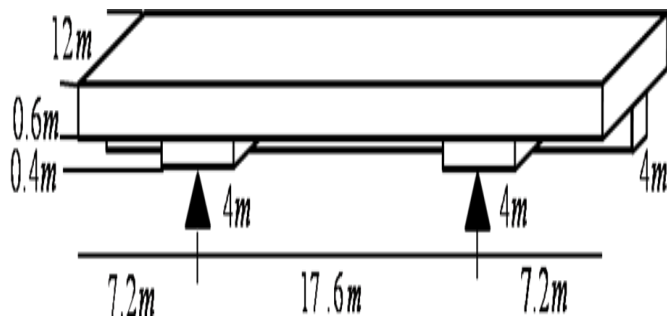


図 3 解析対象を長スパンに切った図

6 コスト算出・比較

5. で決定したコンクリート免震マットの鉄筋量は必要鉄筋量から X 方向、Y 方向ともに算出した。本研究の複数の住宅を 1 つの免震マットに建てた場合のコストは表 2 のようになり、13,879 万円だった。内訳は建物工事費の中にフレキシブル配管工事費、コンクリート工事費の中に鉄筋費と型枠工事費、免震工事費の中に掘削費が含まれている。また、1 棟を免震化させた通常の免震住宅のコストは 3.2) で示した計算方法で、12,288 万円となった。通常の免震住宅と比べ、敷地全体の免震化を行うため 1,500 万円程度割増となった。

表 2 広域敷地を免震化した場合と
個別免震 4 棟の場合の建設費

広域免震		個別免震
建物工事費	9,566	10,240
コンクリート工事費	1,583	
免震工事費	2,729	2,048
合計	13,879	12,288

単位: 万円

7 結び

今回は、住宅分譲地の分譲敷地の免震化の可能性に関して検討した。解析結果として、免震化させることで免震化前の応答に比べて、大幅に安全性能を高めることができた。本報で提案する免震化のコストは、通常の免震住宅 4 棟のコストより 1,500 万円程度割増となったが、官公庁舎やそれに属する人の住宅などにすることで、災害時の都市機能の確保につながり、また、公園や公民館を設置することで避難地の確保にもなり、地域防災に適した提案といえ、コスト以上の成果を得ることができると考えた。今後の課題として、今回は一般的な木造住宅 1 棟で解析を行ったが、今後は形や階数が違った複数の建物を同時に解析にかけ、どのような応答を示すか検証していきたい。コストに関しては、費用対効果や維持管理、実際に地震が起こった時の補修費などの長期的なコストを算出し、より細かく検討していきたい。

謝辞

本報作成にあたり、株式会社構造計画研究所の伊藤瑞悦氏、和建設株式会社の田部浩史郎氏に指導を受けた。ここに謝意を表します。

参考文献

1. 田部浩史郎 高知工科大学卒業論文 「2 つの建物を 1 つの免震基礎に設けた場合の免震基礎に要求される構造性能」
2. 株式会社オイレス工業 建築用免震・制振総合カタログ
3. 建設物価 2007
4. 建築基礎 耐震・振動・制御 共立出版株式会社