

中間免震構造化への検討

1070503 窪田一希

1. 背景・目的

構造物を免震化すれば建物の最大加速度を1/3～1/4程度低減することが可能であると言われている。既存建物を基礎免震構造とした場合、クリアランスを確保する為基礎周辺を掘削する必要がある。しかし、都市における建物密集地では基礎免震構造にするためのクリアランスの確保が困難である。そこで、中間免震構造化することで、基礎免震構造化する場合に必要とされていた土工事が不必要となるためコスト面で有利ではないかということに着目した。建物密集地などの周辺敷地を十分に確保する余裕がない地域でも建物を免震化にすることが出来るのではないかと考えた。

中間免震構造の地震応答解析を行い、その損傷度がどの程度に収まるをどうか確認する。またコスト計算を行い、中間免震構造と基礎免震構造の比較を行うことを本研究の目的とした。

2. 中間免震構造について

図1に中間免震構造モデルを示す。構造物を上層階と下層階に分け、下層階の柱頭部分に免震装置を設置し下層階は耐震構造にする。この柱頭部分の免震ゴムが変形することで地震のエネルギーを吸収する構造である。

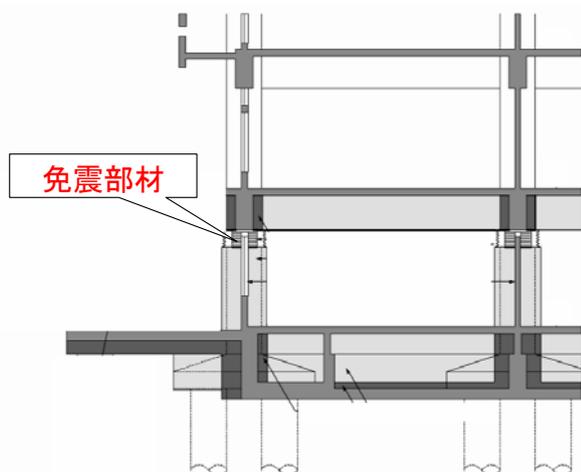


図1 中間免震構造モデル

3. 解析概要

建物の構造設計は(株)構造計画研究所の構造計算ソフトRESP-Bird21(許容応力度設計法)、RESP-F3(静的弾塑性解析)、RESP-QDM(復元力特性モデル化プログラム)、RESP-M/II(動的応答解析)を使用し、設計及び解析を行った。

入力地震動は、EL CENTRO 1940 NS、TAFT 1952 EW、HACHINOHE 1968 NSの3波をそれぞれ最大加速度50カインに基準化した波で地震応答解析を行った。

減衰定数は剛性比例型で3%とした。

4. 解析対象建物

対象建物の概要を図2に示した。建物は5層、15層建物の2種で、これら2種の建物を、基礎免震化した場合と中間免震化した場合に分けて地震波を入力し、それぞれの建物がどのような応答を示すのか解析を行う。

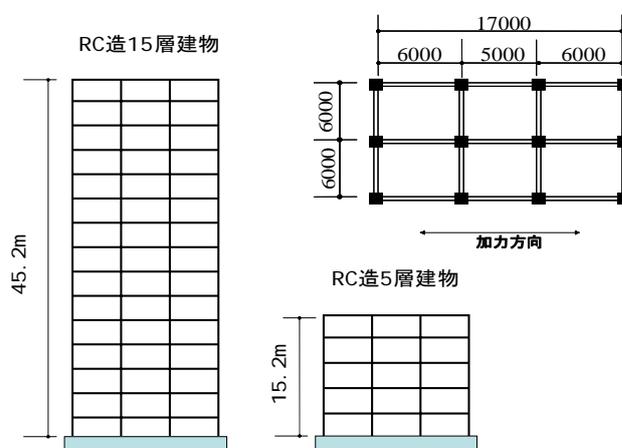


図2 建物概要

5. 免震部材の決定

本研究で使用する免震部材は「オイレス工業株式会社の「鉛プラグ挿入型積層ゴム支承 LRB）」とした。免震部材は建物の柱に1つつ設置して合計12基となる。なお、免震部材の大きさは各柱にかかる軸力を考慮して選択する。

6. 解析結果

図3,4に建物の最大応答変位を示す。基礎免震化した5層建物の最大層間変位はEL CENTRO NSで0.682cm、TAFT EWで0.743cm、HACHINOHE NSで0.582cmとなり、層間変形角1/200cm以内の損傷度I以内になる。中間免震化するとEL CENTRO NSでの最大層間変位が0.772cm、TAFT EWで0.959cm、HACHINOHE NSで0.918cmとなり、こちらも損傷度I以内に収まる。

また基礎免震化した15層建物は同様の条件で最大層間変位が、0.286cm、0.481cm、0.3825cmとなる。この15層建物も免震化すると最大層間変位が、0.740cm、0.831cm、0.559cmとなり、損傷度I以内に収まった。

今回の解析結果では免震化した5層、15層建物にお

いて最大層間変形角が 1/200 より小さくなり、L2 レベルの地震後でも損傷度を I 以内に収め、引き続き使用可能と判断できる結果となった。

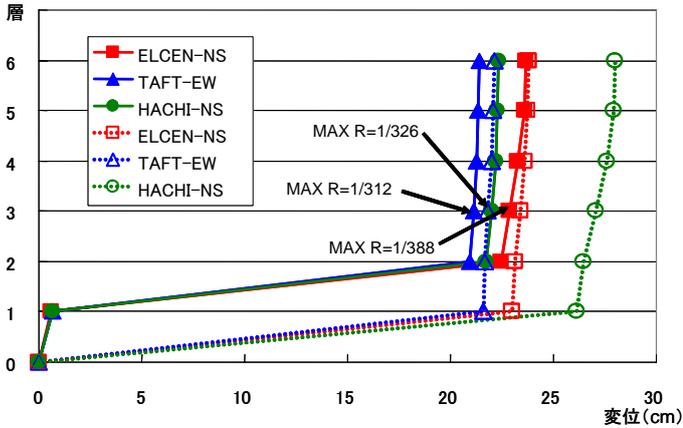


図 3 5層建物の最大応答変位

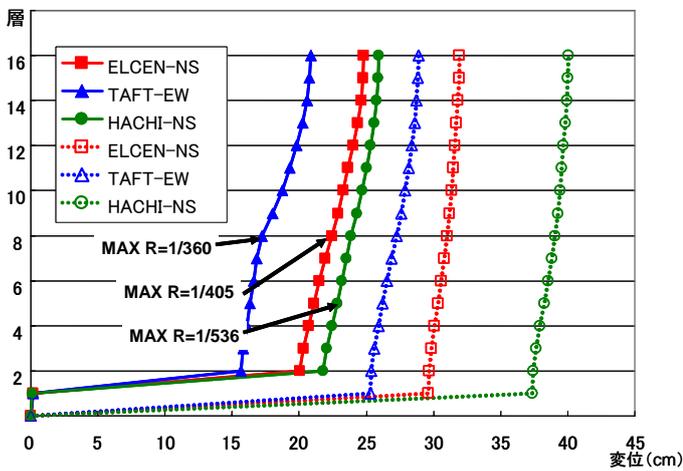


図 4 15層建物の最大応答変位

7. コスト計算

基礎免震化コスト計算

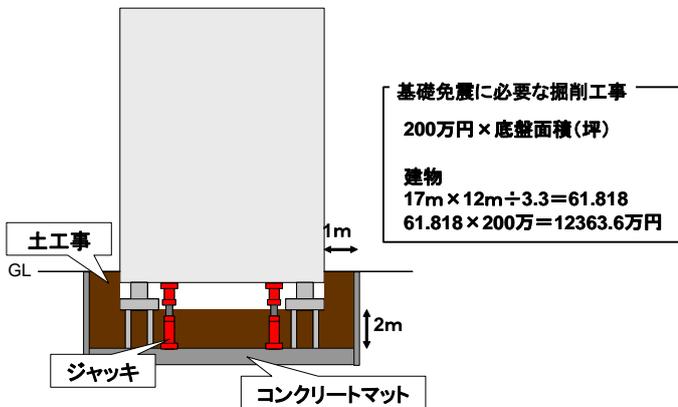


図 5 基礎免震に必要な掘削工事費

使用する LRB

鉛プラグ挿入型積層ゴム支承 LRB G4 丸型
ゴム層総厚 200mm H シリーズ

LRB-R-4060130200 - H 10 個 ¥2,180,000/個

LRB-R-4065100200 - H 2 個 ¥2,330,000/個

$2,180,000 \times 10 = 21,800,000$ 円

$2,330,000 \times 2 = 4,660,000$ 円

合計

$21,800,000$ 円 + $4,660,000$ 円 = $26,460,000$ 円

総費用

$123,636,364$ 円 + $26,460,000$ 円 + $10,089,480$ 円

= 1 億 6018 万 5844 円

中間免震化コスト計算

柱補強

(単価 × 柱の箇所数) = $1,318,443 \times 12 = 15,821,316$ 円

ジャッキ

(単価 × 柱の箇所数) = $1,412,124 \times 12 = 16,945,488$ 円

柱切断

(単価 × 柱の箇所数) = $569,661 \times 12 = 6,835,932$ 円

梁補強

(単価 × 柱の箇所数) = $492,557 \times 12 = 5,910,684$ 円

LRB 材料

$21,800,000$ 円 + $4,660,000$ 円 = $26,460,000$ 円

LRB 据付

(単価 × 柱の箇所数) = $840,790 \times 12 = 10,089,480$ 円

E V 躯体関連工事

(単価 × 柱の箇所数) = $7,959,128$ 円 × 1 = $7,959,128$ 円

総費用

9002 万 2028 円

中間免震化した場合、基礎免震化に比べ掘削工事が不必要となるため、工事費を 5 層 15 層とも 56% 程度抑えることが可能である。

8. まとめ

- 1) 中間免震構造化した建物も、免震化による建物被害が低減できることが確認できた。
- 2) 掘削工事を無くすことで、コストを大幅に抑えることが出来る。

参考文献

- ・ 日本建築学会 鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説
- ・ 日本建築学会 鉄筋コンクリート構造 計算用資料集