

RC 建物の免震化による構造躯体の断面の合理化

1080472 高橋 由嗣

1. 背景・目的

建築基準法が定める最低限の耐震性能の建物は、レベル2地震(1度遭うか遭わないかという大地震)に対して人命は守るが建物の損傷・機能喪失はやむを得ないというのが基本方針である。しかし、近い将来地震が起こる確率が高く、地震後、補修費用が多大なコストがかかる事が懸念されている。また RC 建物を免震化しても多大なコストがかかるため一般家庭では普及が困難である。

本研究では、免震構造に着目し構造躯体(柱、大梁及び鋼材量)を減少させる事により構造躯体のコスト縮減と免震化によるコスト増大の比較を行った。

2. 研究方法

既往の建築基準法に則って設計した中層、高層建物に柱、梁鉄筋本数を縮減した建物(以後、解析建物と記す)に静的荷重増分解析(以後、静的解析と記す)を行って、各層の水平力-層間変形に関する復元力特性を求める。これをもとに質点系におきかえて時刻歴動的応答解析(以後、動的解析と記す)を行い、応答値を求めて各建物の損傷度を検討する。解析建物をそのまま基礎免震化し、動的解析を行って応答値を求め、応答量から損傷度を検討する。

損傷制御の設計クライテリアとして動的解析による最大応答変位が現状では、レベル2地震で許容応力度設計1/200程度にしているが、レベル2で最大応答層間変形角1/150程度までとしても、損傷に対する補修費が低コストである事からこの1/150を今回のクライテリアとした。これら一連の解析をクライテリアが満たされるまでケースを増やして繰り返すこととする。

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(L2 レベル)で地震応答解析を行った。

4. 解析対象建物

対象建物の概要を図1に示した。建物は7層、15層建

物の2種で、これら2種の建物を原建物と基礎免震した場合、及び構造躯体の鉄筋本数変更、柱と大梁断面減少させた場合の建物と、この建物を基礎免震化した建物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。

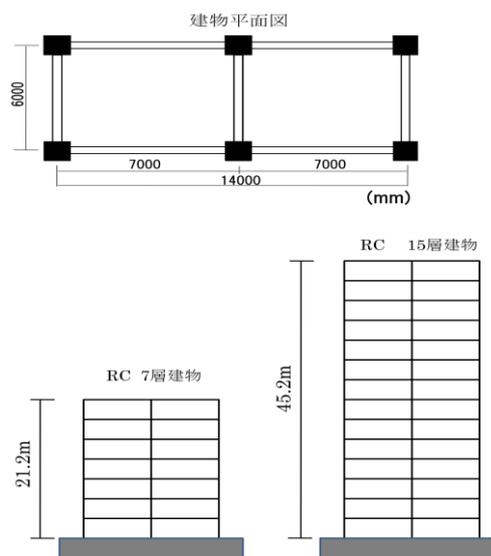


図1 建物概要

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つずつ設置して合計6基となる。なお、免震部材の大きさは各柱にかかる鉛直荷重を考慮して選択した。

6. 解析結果

図2-1、図2-2及び図3-1に建物の最大応答変位と最大応答層間変形角を示す。柱、大梁断面を減少させた7層建物の最大層間変形角は免震化後、EL CENTRO NSで、1/183、TAFT EWで1/149、HACHINOHE NSで1/239となり、層間変形角1/150cm以内の設計クライテリアを満たす事ができた。また、同じく柱、大梁断面を減少させた15層建物の最大層間変形角は免震化後 ENTRO NSで1/210、TAFT EWで1/167、HACHINOHE NSで1/222となり、こちらも設計クライテリアを満たす事ができ損傷度I~II以内に収める事ができた。

今回の解析結果では免震化した7層、15層建物において最大層間変形角が1/150より小さくなり、L2レベルの地震後でも損傷度をI~II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。

表2 7層建物断面リスト内訳

耐震建物					
各階	柱断面	大梁断面	鉄筋(柱)		鉄筋(梁)
6,7F	750×750	500×650	主筋X,Y方向	20-D25	12-D25
4,5F	800×800	600×700	"	20-D29	12-D29
2,3F	850×850	650×750	"	20-D32	12-D32
1F	850×850		"	20-D32	
免震建物					
各層	柱断面	大梁断面	鉄筋(柱)		鉄筋(梁)
6,7F	450×450	400×400	主筋X,Y方向	16-D25	10-D25
4,5F	550×550	450×450	"	16-D29	10-D29
2,3F	570×570	500×500	"	16-D32	10-D32
1F	570×570		"	16-D32	

※15層の場合も表3のように行ったので省略

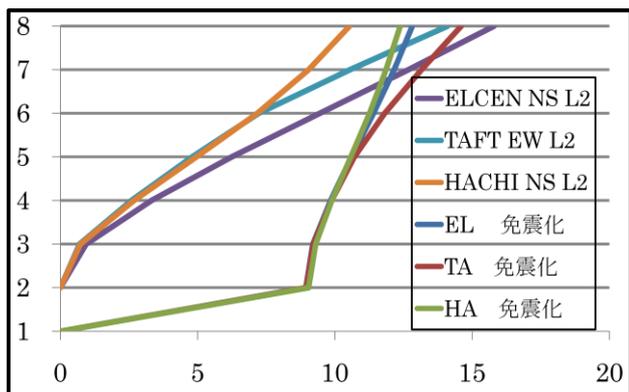


図3-1 断面及び鉄筋の変更後の7層建物の変位

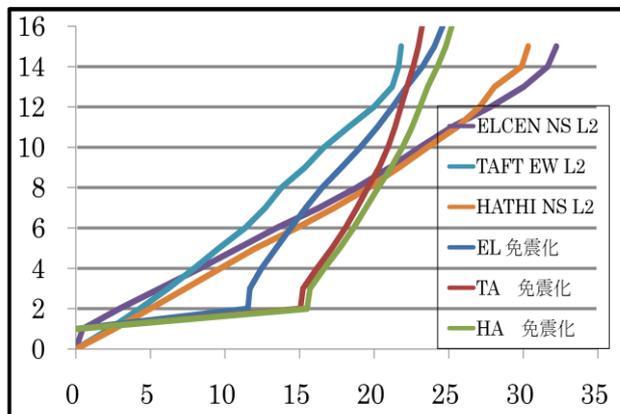


図3-2 断面及び鉄筋の変更後の15層建物の変位

表4 断面変化後の7、15層建物の最大応答層間変形角

7層 断面・鉄筋変更	免震化前	免震化後
ELCEN NS L2	1/ 81	1/ 183
TAFT EW L2	1/ 82	1/ 149
HACHI L2	1/ 129	1/ 239
15層 断面・鉄筋変更	免震化前	免震化後
ELCEN NS L2	1/90	1/ 210
TAFT EW L2	1/117	1/ 167
HACHI L2	1/102	1/ 222

7. 縮減コストについて

免震装置は鉛プラグ挿入型積層ゴム支承LRB G4丸型を使用し、単価は¥2,150,000なので合計12,900,000となる。柱、梁断面縮小によるコンクリート材料費は、7層で21.4844(m³)×13,600円(1m³当たり)=292,188円縮減。

15層では70.14875(m³)×13,600円(1m³当たり)=954,023円であった。

鉄筋では、縮減分は7層で325,274円。15層で合計883,945円となった。

トータル材料コスト縮減費は、7層合計=292,188円+325,274円=617,432円

15層合計=954,023円+883,945円=1,837,968円となりかなりの小額となった。

しかし、地震被災した場合、非免震建物は補修費が2千万円程度となり、免震化した場合とトータルコストはあまり変わらない。

8. まとめ

1) L2レベルの地震に対して、断面、鉄筋を縮減した7層、15層建物の層間変形角1/150程度におさめる事ができた。

2) 免震建物を普及するために構造躯体コストを下げたが、期待していたよりもコストが下がらなかった。だが、地震後の免震化していない建物の補修費を考慮すると、高層建物ではトータルコスト面では有利になると考えられる。

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
- ・ 建設物価 2007 (H19)
- ・ 日本建築学会 鉄筋コンクリート構造の設計 2002
- ・ 建築技術 制震、免震構造の設計
- ・ (株)構造計画研究所
- ・ RESP BIRD-21 ユーザーマニュアル 第6版
- ・ F3 ユーザーマニュアル
- ・ QDM ユーザーマニュアル 第1.7版
- ・ M/II ユーザーマニュアル
- ・ オイレス工業 免震カタログ