

免震層の復元力特性変動を考慮した鉄筋コンクリート建物の動的解析

社会システム工学科 中田研究室 4年 1080444 岡崎仁志
指導教員 中田慎介

1. 背景・目的

現行の耐震設計では、巨大地震時に被災を伴う。これにより、現在、免震構造が注目されている。免震RC建物を設計する場合、設計で免震層のコンピュータへ入力する緒元は免震カタログどおりで行われており、免震層の復元力特性を支配する数値なども、カタログどおり入力するようになっている。しかし、実際に現場で設置される場合、施工誤差などで図面どおり正確に設置されているとは限らないため、免震層の復元力特性に想定している以上の変動があるのではないかと考えた。本報告では、積層ゴム自体の復元力特性の数値を変動させ、免震層の動的応答量がどの程度変動するのかを検討した。これにより、設計クライテリアの設定範囲を検討した。

2. 解析対象建物の概要

解析対象建物の、免震構造のモデル化として図1に示すように上部構造は9質点の質点系せん断モデル(武田モデル)及び免震層はオイレス工業(株)LRB(歪依存バイリニア)として解析を行った。上部構造は鉄筋コンクリート造9階建免震建物である。

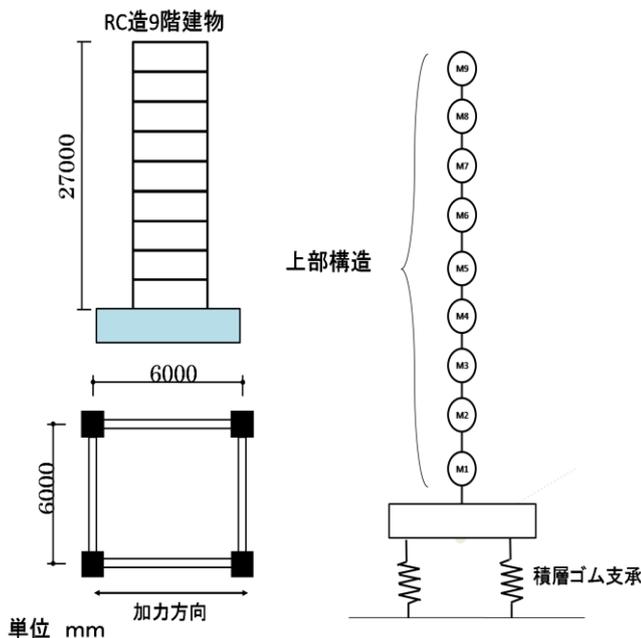


図1 解析対象建物とモデル化

3. 解析概要

図2に示す対象建物の免震層の復元力特性を変動させるにあたり以下の場合を想定した。1) Q_d (せん断歪度50%時の切片の値)を変動させず、 $K_1 = \alpha_1 \times K_p$

p (せん断歪度50%時の第一勾配) K_p (せん断歪度50%時の第二勾配) $\pm 15\%$ 変動させた場合 2) 設計値としての Q_d を -15% 、 K_1 、 K_p を $\pm 15\%$ 変動させた場合 3) 設計値として Q_d を $+15\%$ 、 K_1 、 K_p を $\pm 15\%$ 変動させた場合のこれらの結果と、何も変動させない状態のものとは、免震層及び上部構造の変位とせん断力にどのような違いが表れるかを検討した。この時、 K_1 には、 α_1 に K_p がかけられているため、 K_p と K_1 は同じように $\pm 15\%$ させて計算している。手法としては、解析対象建物に地震動を入力し建物全体の動的解析を行い、復元力特性の値を変動させない状態の免震装置の変位・建物の変位を確認しこれ基準として他の解析したものと比較した。入力地震動はEL CENTRO1940NS、TAF T1952EW、HACHINOHE1968NSの3波のL1、L2レベルを入力して水平変位の応答解析を行った。

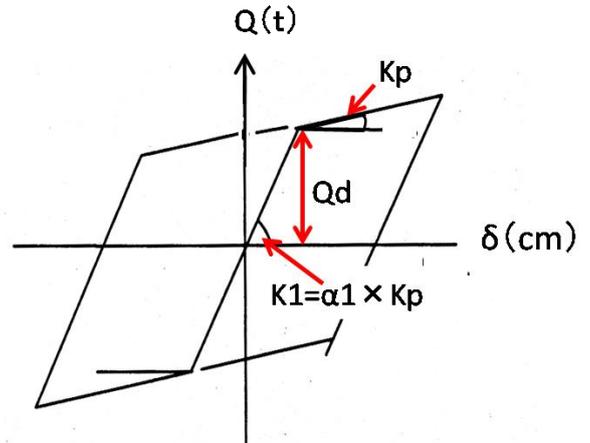


図2 免震層の復元力特性

4. 解析結果

今回、入力地震動の3波の中からEL CENTRO1940NSの応答が一番大きく表れたため、この結果のみ示す。図4はL1(表1 CASE1)、図5はL2(表2 CASE2)の地震動をうけた免震層の応答履歴の例である。表1にL1レベル地震(中程度)、表2にL2地震(大規模地震)時の免震層及び上部建物の最大応答変位を示した。この表中から、L1レベル地震動をうけたCASE6の応答履歴(図6)、L2地震動をうけたCASE4の応答履歴(図7)が一番大きな免震装置の変位として出た。これらの表から免震層の復元力特性の施工時の変位(特に作用軸に変動)による応答の変動は今回の解析では数cm大きくなる場

合があり、特に免震層の設計では免震層許容変形角を超えないためには、1.1 倍以上の安全率が必要ではないかと考えられた。

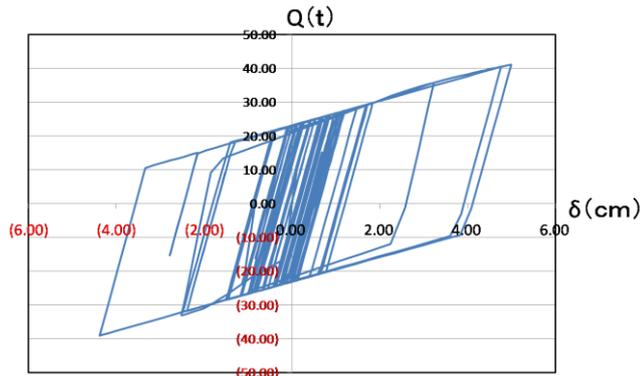


図 4 L1 をうけた免震層の応答履歴

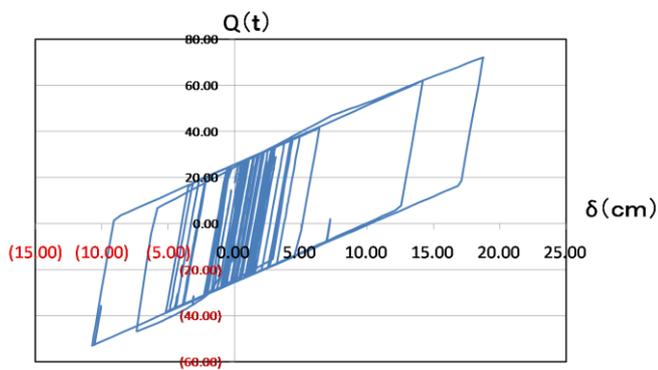


図 5 L2 をうけた免震層の応答履歴

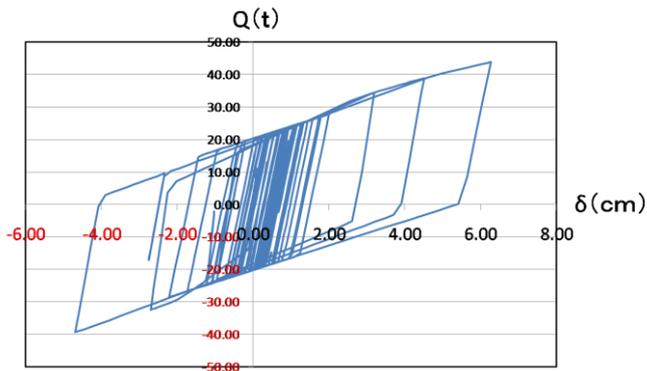


図 6 L1 をうけたCASE6の免震層の応答履歴

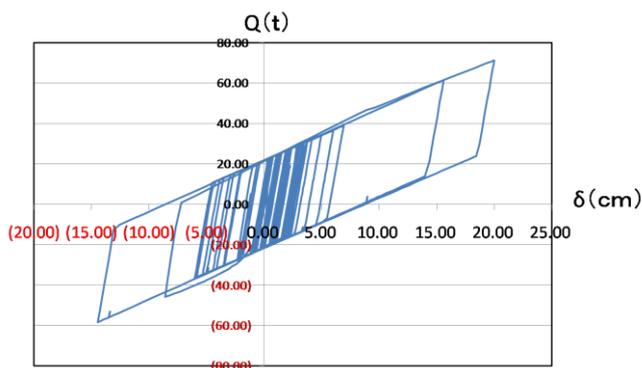


図 7 L2 をうけたCASE4の免震層の応答履歴

表 1 L1 時の免震層、上部建物の最大応答変位

L1地震動	Qd	K1,Kp	$\delta m(\text{cm})$	$\delta m(\text{比率})$	$\delta s(\text{cm})$	$\delta s(\text{比率})$
CASE1	1.00	1.00	4.99	1.00	5.57	1.00
CASE2	1.00	0.85	5.39	1.08	6.11	1.10
CASE3	1.00	1.15	5.33	1.07	5.95	1.07
CASE4	0.85	1.00	5.96	1.19	6.42	1.15
CASE5	0.85	0.85	5.68	1.14	6.25	1.12
CASE6	0.85	1.15	6.27	1.26	6.75	1.21
CASE7	1.15	1.00	4.41	0.88	5.31	0.95
CASE8	1.15	0.85	5.13	1.03	6.04	1.08
CASE9	1.15	1.15	4.40	0.88	5.22	0.94

表 2 L2 時の免震層、上部建物の最大応答変位

L2地震動	Qd	K1,Kp	$\delta m(\text{cm})$	$\delta m(\text{比率})$	$\delta s(\text{cm})$	$\delta s(\text{比率})$
CASE1	1.00	1.00	18.67	1.00	19.85	1.00
CASE2	1.00	0.85	18.18	0.97	19.08	0.96
CASE3	1.00	1.15	16.32	0.87	17.81	0.90
CASE4	0.85	1.00	20.01	1.07	21.33	1.07
CASE5	0.85	0.85	17.06	0.91	17.59	0.89
CASE6	0.85	1.15	19.06	1.02	20.48	1.03
CASE7	1.15	1.00	16.62	0.89	17.37	0.88
CASE8	1.15	0.85	18.50	0.99	19.20	0.97
CASE9	1.15	1.15	14.69	0.79	15.38	0.77

5 まとめ

本解析結果で、免震層の設計にあたりある程度の安全率を考えるべきであるということが解った。解析建物も 1 例しかないのではっきりとした設計クライテリアにはならないが、今後建物範例を増やして設計クライテリアに反映させていきたい。

謝辞

本報作成にあたり、オイレス工業株式会社の金子修平氏、株式会社構造計画研究所の伊藤瑞悦氏に指導を受けた。ここに謝意を表します。

参考文献

1. 日本建築学会大会学術講演梗概（九州）2007年8月「大振幅繰返し変形を受ける積層ゴム支承の熱・力学的連成挙動に関する研究」
- 1) 実験計画と予備地震応答解析 竹中 康雄 他
- 2) 鉛プラグ入り積層ゴム動的加力実験 引田 真規子 他
- 3) 実大な鉛プラグ入り積層ゴム動的加力実験 仲村 崇仁 他
- 4) エネルギーを指標にした熱・力学連成挙動評価 本間 友規 他
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. 構造計画研究所
RESP BIRD-21 ユーザーマニュアル
F3 ユーザーマニュアル
QDM ユーザーマニュアル
MII ユーザーマニュアル