

上町断層帯地震に対する設計用地震動ならびに設計法に関する研究
(その25 低層・高層モデルを用いた免震建物の衝突応答解析結果)

正会員 鈴木昭司 *1 同 大住和正 *2 同 前野敏元 *3 同 貝谷淳一 *4

耐震性向上 免震構造 応答比較検証
よう壁衝突 クリアランス 限界状態

1. はじめに

本報では前報(その24)で示した衝突解析モデルの基礎的検討を受けて、低層モデルに高層モデルを加える事
でよう壁衝突が建物の応答に与える影響を整理する。

2. 検討方針

本報ではよう壁に質量を考慮しない解析モデルにより
検討を行う。その上でよう壁の耐力と剛性については、
設定したよう壁諸元をそのまま用いるケースと、衝突の
影響が大きく表れるように強度:10倍・剛性:30倍、強
度:30倍・剛性:100倍および強度:100倍・剛性:300
倍に割り増した4ケースにてよう壁諸元が衝突応答に与
える影響を考察する。

3. 解析ケースおよび衝突解析モデル

衝突事象の特徴的な応答性状を確認する為に低層モデル
(RC造7階建)と高層モデル(RC造40階建)を設定す
る。低層モデルの上部建物諸元は(その24)で用いた諸
元とするが免震層には表1に示す減衰(約16%)性能を
与えたモデル化にて行う。高層モデルの諸元は表2に示す。
積分法は、New Mark 法($\alpha=0.25$)とし、衝突検討に
用いる地震動は大震研既報に示されるレベル3bとレベル
3c地震波を用い、1波長分が3.0秒の正弦パルス波(以
下、パルス3B、パルス3Cと記す)と上町断層地震想定フ
ラット波(以下、フラット3B、フラット3Cと記す)の4
波とした。また、図1に本件証に用いたよう壁衝突も模擬
したスリップモデルを示す。

4. 検討結果

図2は、横軸を衝突が見られたよう壁の最大変形時にお
ける等価剛性とし、縦軸を衝突が生じない場合の応答値に
対する衝突による応答増大率(以下、増大率と称す)とし
た。また、図中には衝突時の速度を記載する。

低層モデルにおける1階の応答層間変形角に対する増大
率は、よう壁の等価剛性が大きくなるに従って1.0~4.5倍
程度と大きくなる。応答加速度に対する増大率についても
同様な傾向を示し、1.0~30倍程度となった。高層モデル
では低層モデルに比べて応答層間変形角に対する増大率
は、1.0~1.8倍程度と低く、応答加速度に対する増大率
は低層モデルと同様の傾向となり、1.0~45倍程度となっ
ている。低層モデルでの応答転倒モーメントに対する増大
率は、よう壁の等価剛性が大きくなるに従って大きくなる

表1 低層解析モデル 免震層諸元

項目	諸元
固有周期	200%歪み時の等価周期が4秒
支承装置 (減衰装置)	鉛プラグ挿入型積層ゴム支承(LRB) (LRB900-140 16基、LRB750-160 20基)
非線形特性	ノーマルバイリニア $Q_y=5599\text{kN}$ 、 $K_1=447395\text{kN/m}$ $K_2/K_1=0.077$
クリアランス	600mm

上記以外の諸元は(その24)に示す値とする。

表2 高層解析モデル諸元、解析手法一覧

項目	諸元
建物規模	鉄筋コンクリート造 40階建 平面形状 40m×40m 階高 3.2m
建物重量	2~R階 1.1t/m ² 1760t 1階(免震層) 2.0t/m ² 3200t 建物総重量 73600t
非線形特性	トリリニア(履歴特性 武田モデル)
第一折点 Q1	ひび割れ発生時想定 Q1/ W比 0.03
第二折点 Q2	降伏時想定 31F~40F Q2/ W比 0.23 21F~30F Q2/ W比 0.20 11F~20F Q2/ W比 0.16 1F~10F Q2/ W比 0.1
各層剛性の 設定	最上層から最下層まで面積比例則設定 初期剛性:最上層 1.1~最下層 5.0tf/cm ² 第二分枝剛性比 $K_2/K_1=0.4$ 第三分枝剛性比 $K_3/K_1=0.05$
内部粘性減衰	瞬間剛性比例型 3%
免震層	固有周期 建物総質量に対して5秒 減衰係数 $C=369.95\text{ kN}\cdot\text{s/cm}$ (20%等価減衰) クリアランス 600mm
よう壁	概要 剛性 226.7kN/mm、強度 1712.5kN (壁厚 300mm、高さ 3m、長さ 40m) 質量 無し

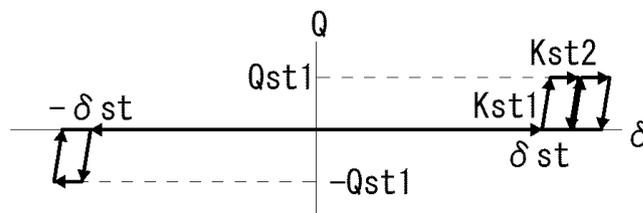


図1 免震建物よう壁衝突スリップモデル

が、増大率 1.50 倍程度にて頭打ちとなっており、高層モデルでの増大率は、よう壁の等価剛性に関わらず極微少な増大に止まった。

図 3 に示す高さ方向の傾向については、低層モデルではほぼ全層に渡りよう壁衝突により増大率が大きくなっているが、高層モデルではよう壁衝突により層間変形角について 1F~10F 部分が最大 1.35 倍、加速度については 1F~25F 部分で最大 5.50 倍、応答転倒モーメントについては 1F~10F 部分で最大 1.03 倍程度の増大率となった。

5. まとめ

免震層直上階ではよう壁等価剛性が大きくなると加速度増大率が極端に大きくなる傾向を示すが、層間変形角の増大率は大きくなるが、それほど極端に大きくならない。これは衝突により生じる応答加速度増大が極微少な時間刻みにて生じている事に起因しているものと考えられる。

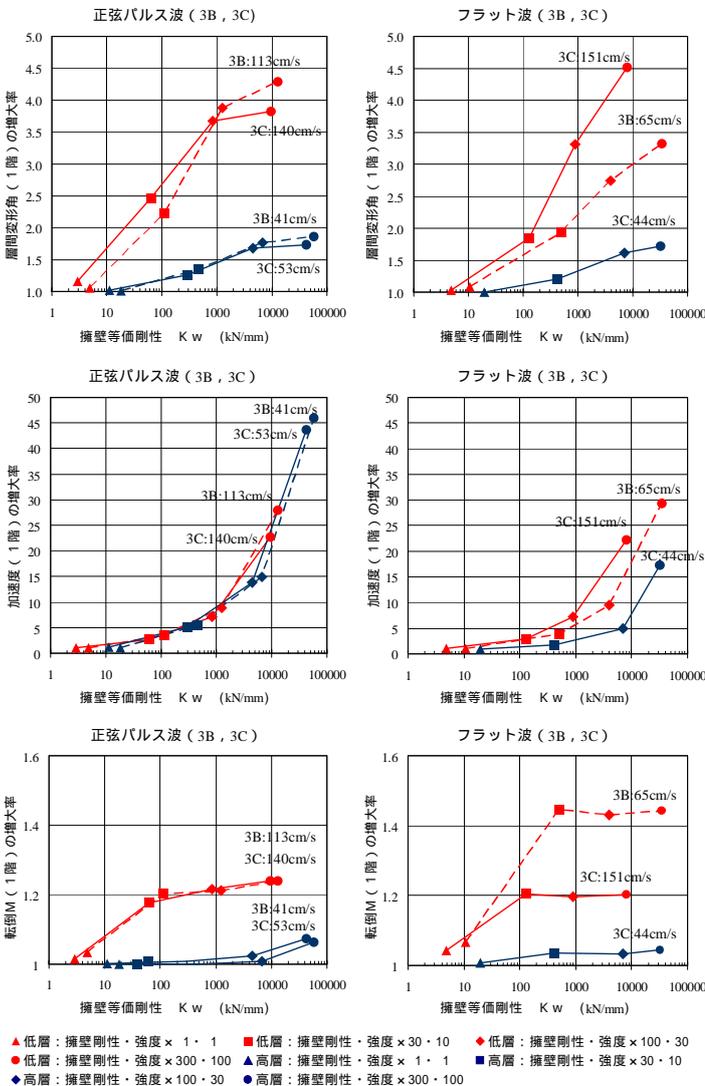


図 2 衝突時のよう壁等価剛性に対する増大率

高さ方向の分布については、高層モデルにてよう壁衝突による影響は、今回のモデル階数にて層間変形角で下層約 1/4 部分、加速度では下層約 1/2 部分、転倒モーメントで下層約 1/4 部分に増大が見られるが、全層に影響を及ぼさない結果を得た。また、転倒モーメントについての増大は小さく、よう壁の強度：10 倍・剛性：30 倍のモデル最下層で約 3.0%の増大率となった。

謝辞

本報の検討にあたり、免震よう壁衝突モデルの作成では、大阪大学 宮本裕司教授にご協力をいただきました。記して感謝いたします。

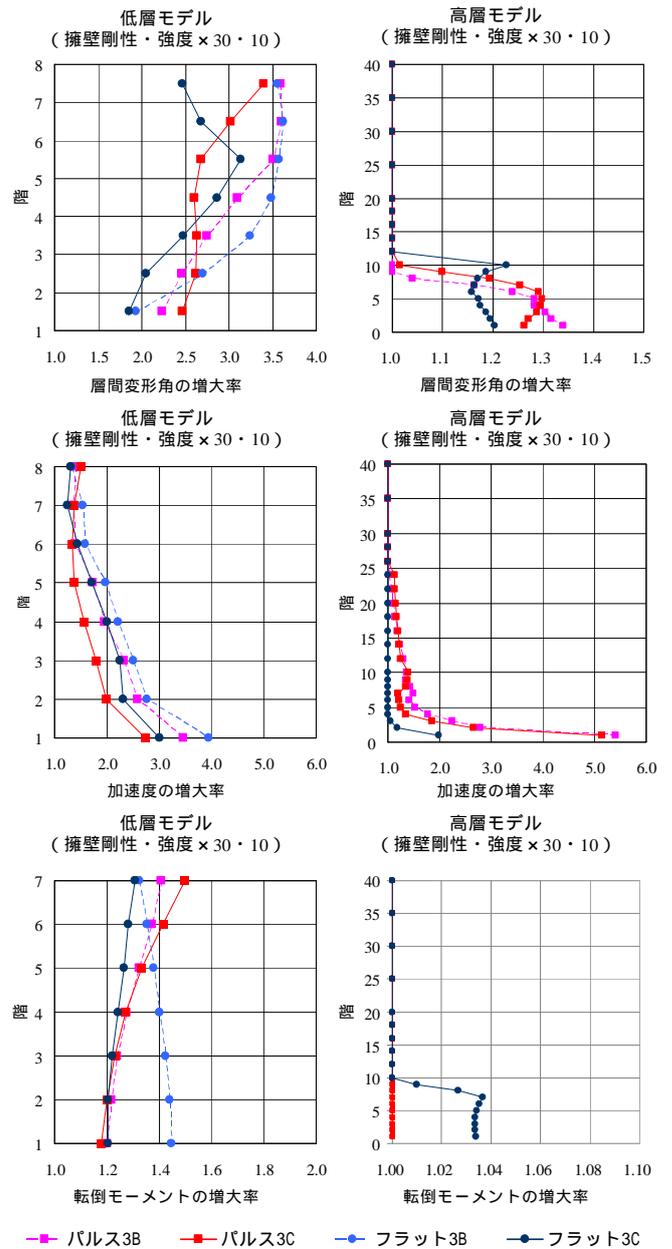


図 3 増大率の高さ方向分布

- *1 伸構造事務所
- *2 大林組大阪本店構造設計部
- *3 竹中工務店設計本部
- *4 能勢建築構造研究所

Nobi Structural Design Office Inc.
Design Dept., Osaka Head Office, Obayashi Corporation
Building Design Department, Takenaka Corp.
Nose Structural Engineering Inc.