

(仮称) デンソー新ビル

清水建設 吉田 守

同 中村庄滋



1. はじめに

本建物は刈谷市のデンソー本社工場敷地内に計画された地上15階地下3階の事務所ビルである(図-1)。

大地震時にも防災拠点としての機能を保持させるため免震構造を採用している。

免震装置は地下1階機械室と地下2階駐車場の間の免震ピット階に設置し、地上事務室ならびに地下機械室を免震化している。



図-1 模型写真

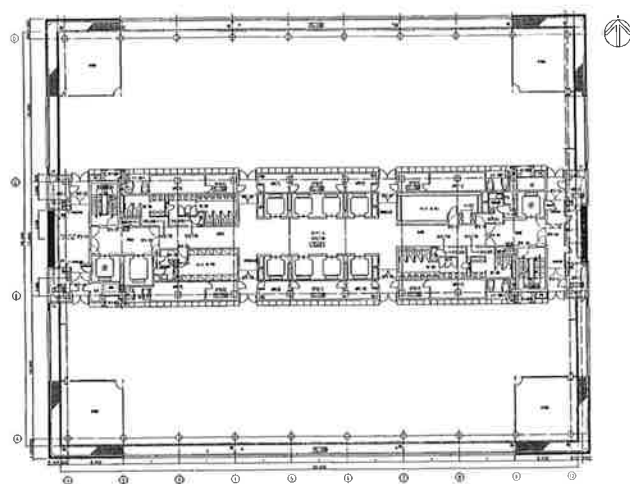


図-2 基準階平面図

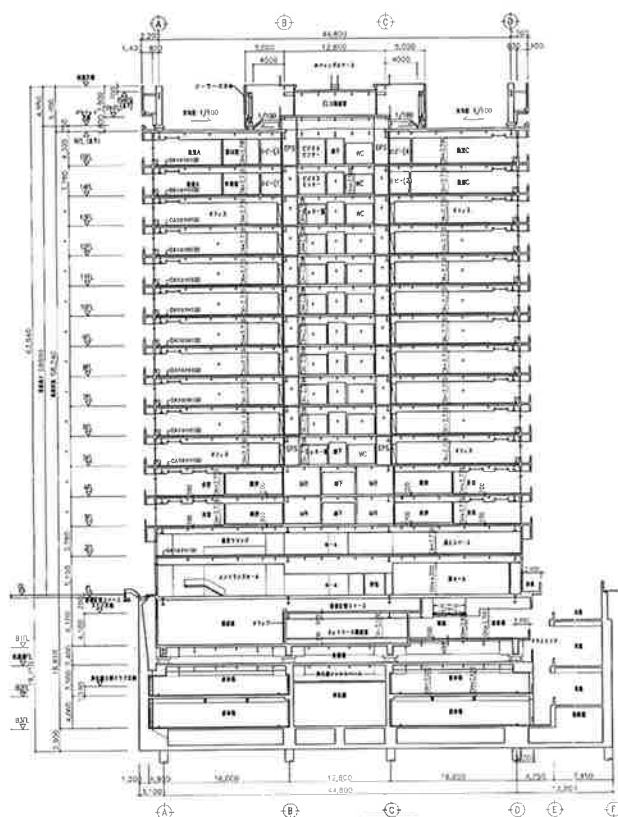


図-3 断面図

2. 建物概要

建設地	愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地他
建築主	株式会社デンソー
設計	清水建設株式会社 一級建築士事務所
施工	清水建設竹中工務店 共同企業体
主用途	事務所
建築面積	2874m ²
延床面積	52132m ²
階数	地上15階、地下3階
軒高	58.24m
最高高さ	58.99m
基準階	階高3.78m 床面積2778m ²

3. 構造計画概要

地上部は柱にコンクリート充填鋼管柱(CFT柱)を用いた鉄骨造で計画されている。スパン方向には建物の剛性を高めるため当社開発のアンボンドブレースを組み込んでいる。

階高は既存建物との接続を考慮し、既存と同一階高3,780mmとなっており、事務室部16mスパンで梁成600mmを実現するため、鉄骨格子梁構造とした。

B1階は柱をコンクリート充填被覆鋼管、梁を鉄骨造としたSRC造であり、スパン方向に地上階と同じアンボンドブレースを配置している。また免震ピット階上下梁は剛性を高めるためSRC梁としており、B2、B3階はRC耐震壁を配置したSRC造としている。

本建物はB1階とB2階の間に免震階を設けた15階建の鉄骨造となっており、免震装置からの高さは60mを超えているため、上部構造固定時の固有周期は2.3～2.4secとなっている。今回採用した免震システムはこのような比較的長周期となる建物においても十分な免震効果が期待できるよう開発された高層対応免震システムSSI-SR (Shimz Seismic Isolation System-Sliding & Rubber bearings) を用い、長周期免震(ゴムせん断ひずみ200%時の建物固有周期4.5秒)を実現し、免震効果の増大を図っている。

免震装置は高減衰積層ゴム支承24基ならびに天然ゴム系積層ゴム支承とすべり支承を組み合わせた「ゴム・すべり支承」を8基、さらに地震時の軸力変動が大きな建物側部の高減衰積層ゴムは極大地震時に積層ゴムに引張力を生じないようにシアキーを介して積層ゴムを上下に分離させたセンターシアキー方式高減衰積層ゴム支承を8基の計40基配置している。

基礎はGL-53m以深の砂層を支持層とした場所打ち鋼管コンクリート拡底杭としている。

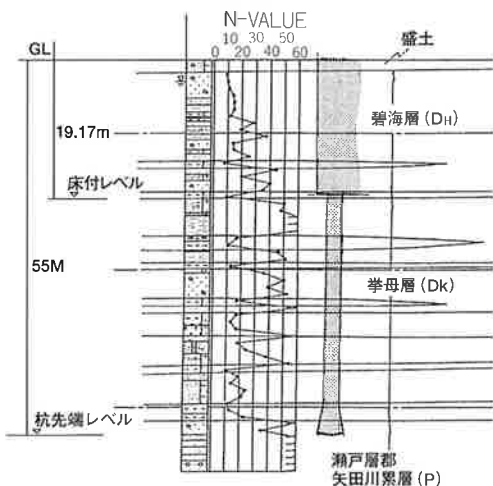


図-4 土質断面図

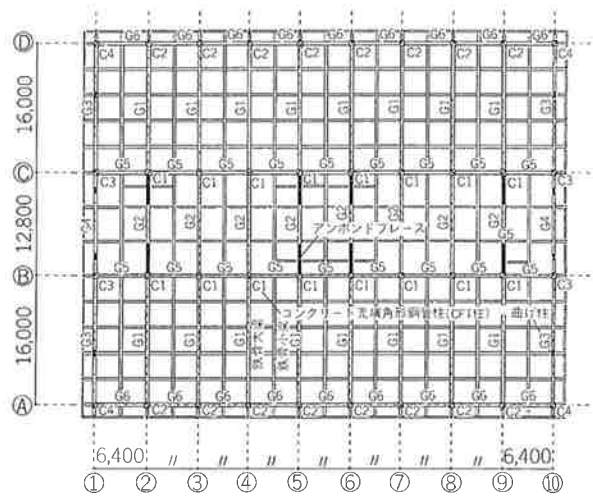


図-5 基準階床梁伏図

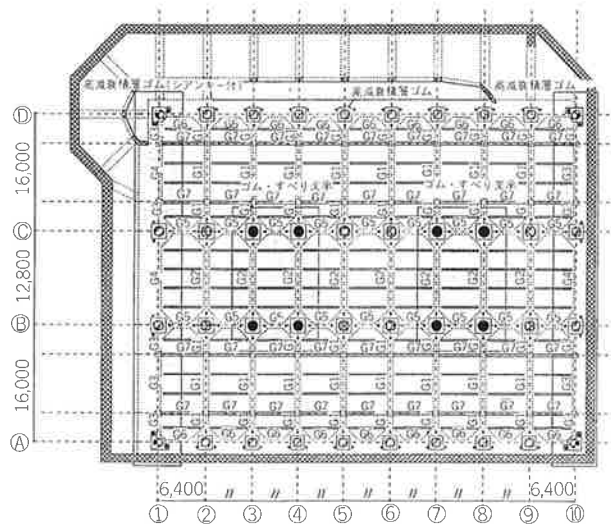


図-6 免震ピット床梁伏図

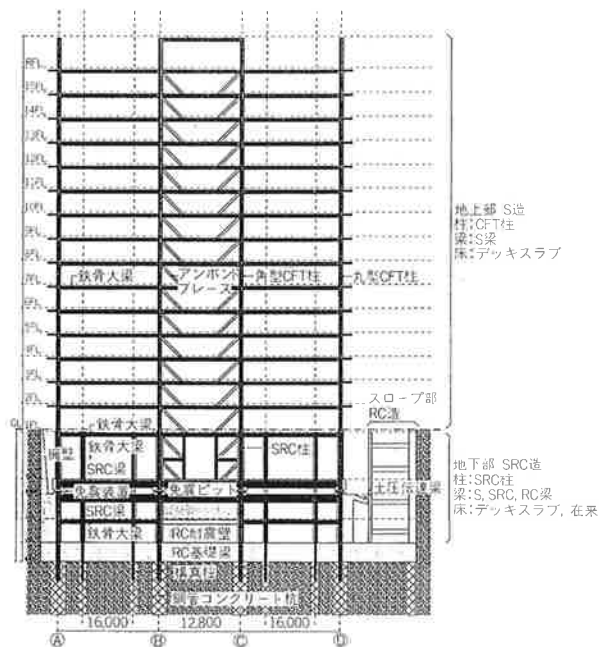


図-7 軸組図

4. 免震装置概要

高層対応免震システムSSI-SRでは高減衰積層ゴム、ゴム・すべり支承、センターシアキー方式積層ゴムの3種類の免震装置を設置している。

高減衰積層ゴム (HRB: High-damping Rubber Bearing) は使用しているゴム材料自体が減衰機能を有しており、中小地震から大地震まで減衰効果を発揮する積層ゴムでゴム径は1200~1500φとしている。

ゴム・すべり支承は天然ゴム系積層ゴムの上部にPTFE板(四フッ化エチレン樹脂)とステンレス板からなるすべり支承を設けたものであり、中小地震時には下部の天然ゴム系積層ゴムが変形し、大地震時には下部の天然ゴム系積層ゴムが変形し、大地震時にはPTFE板とステンレス板の間ですべりが生じ、建物に伝わる地震力を軽減するとともに、その摩擦力がダンパーとしての役割を果たし地震エネルギーを吸収する。ゴム径は1500φ、PTFE板は1000φであり、軸力変動の少ない中柱に配置している。

センターシアキー方式積層ゴムは極大地震時に積層ゴムに引張力を生じないようにシアキーを介して積層ゴムの上下に分離させた高減衰積層ゴムであり、建物側部に設置している。使用径は1200~1400φとしている。シアキーをゴム高さ中央に設置することにより、シアキーの回転量を小さくおさえることができる。積層ゴムの長期面圧は84~100kg/cm²、レベル2地震時面圧は23~150kg/cm²程度となっている。

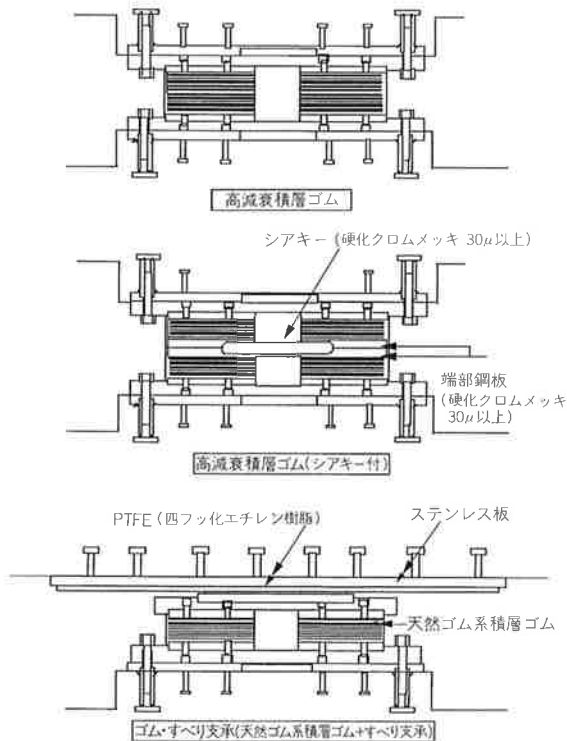


図-8 免震装置概要

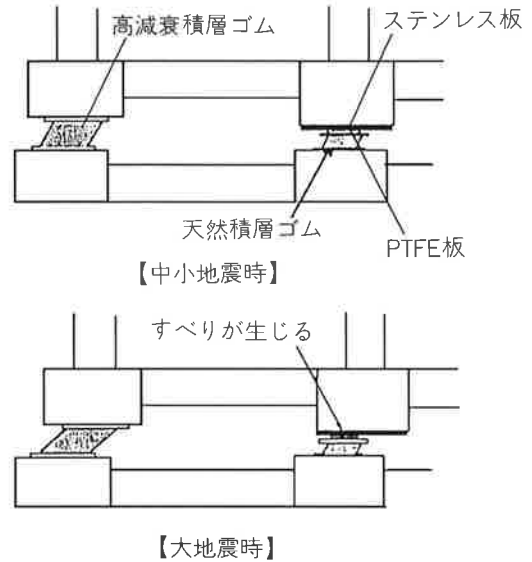


図-9 ゴム・すべり支承の考え方

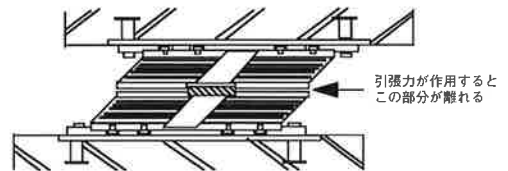


図-10 センターシアキー付高減衰積層ゴム機構図

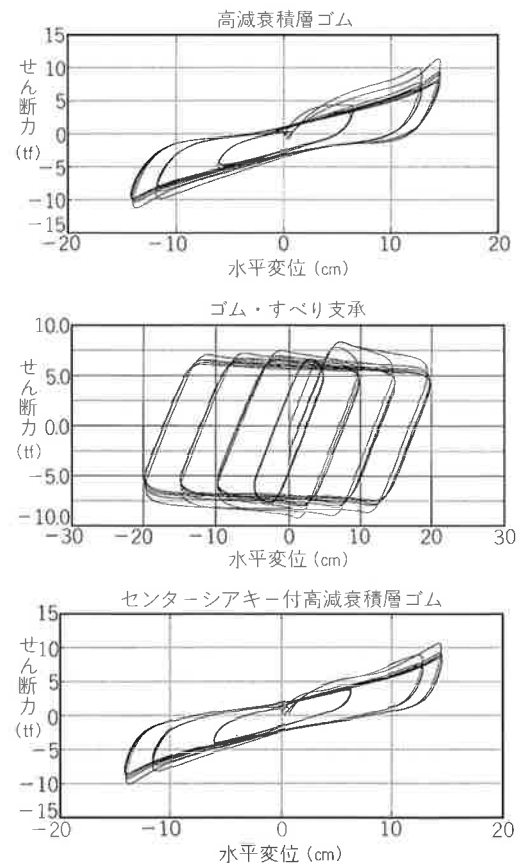


図-11 性能確認実験結果(荷重-変形関係)

図-11に各免震装置の荷重-変形関係を示すが、引き抜き対応免震装置であるセンターシアキー付高減衰積層ゴムは水平荷重に対して、一般の高減衰積層ゴムとかわらない性能を有することが確認できた。

またPTFEすべり板を積層ゴムの上に設けたゴム・すべり支承は、エネルギー吸収能に富んだ完全弾塑性型の履歴を描いており、すべり材のみの場合にみられる始動時の静摩擦係数の影響はあまり見られない。

図-12は摩擦係数と変形速度の関係を示す。これによると、摩擦係数は面圧による変動は大きいですが、速度依存性は今回実験を行なった範囲で少ないと判断できる。

また、図-13は摩擦係数と面圧の関係を示す。これによると摩擦係数は面圧が大きくなるほど低下する傾向にあり、面圧200kgf/cm²では約0.1程度である。各試験体のばらつきはあまりなく、摩擦係数は安定している。

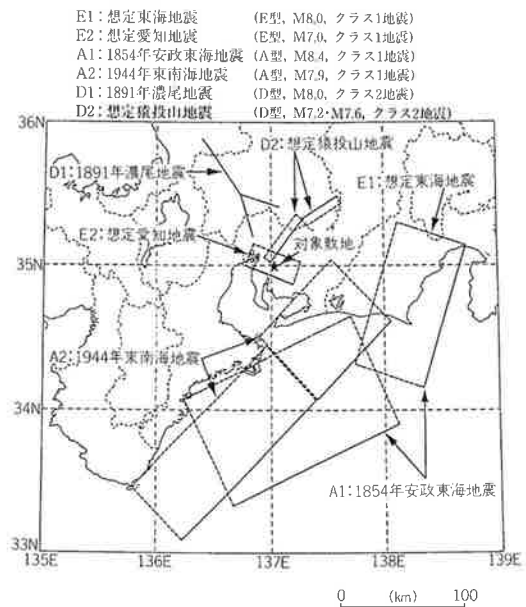


図-14 検討対象地震

表-1 設計用入力地震動

レベル	地震波	最大速度	最大加速	解析時
レベル1	EL CENTRO	25	255.4	40.0
	TAFT	25	248.3	40.0
	HANCHINOHE	25	165.1	36.0
	想定愛知地震	36.9	313.8	100.0
レベル2	EL CENTRO	50	510.8	40.0
	TAFT	50	496.7	40.0
	HANCHINOHE	50	330.1	36.0
	東南海地震	53.7	336.6	163.8
余裕度検討レベル	EL CENTRO	100	1020.0	40.0
	TAFT	100	992.0	40.0
	HANCHINOHE	100	660.0	36.0
	想定猿投山地	85.2	657.1	93.6

表-2 耐震性能目標値

		レベル1	レベル2	余裕度検討レベル
耐震性能目標	上部構造	A	B	C
	免震構造	A	B	B
	下部構造	A	B	B

躯体：A：許容応力度以内 B：弾性限界耐力以内 C：終局耐力以内
免震装置：A：安定変形以内 B：性能保証変形以内 C：限界変形以内

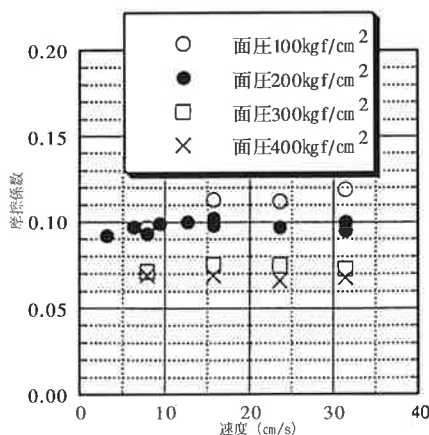


図-12 摩擦係数-加振速度関係図

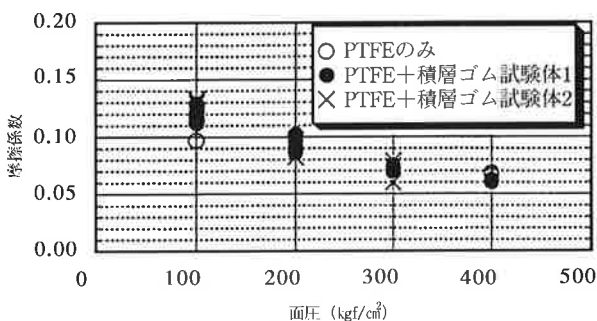


図-13 摩擦係数-面圧関係図

5. 構造設計概要

a) 設計用入力地震動と設計クライテリア

建設地周辺での地震環境や地理的条件、建物の供用期間等をもとに図-12のような地震を設定した。この想定地震に対して作成した模擬地震動ならびに既往の観測地震波を設計用入力地震動とし(表-1)、それぞれのレベルに対して耐震性能目標値(表-2)を設定し、設計を行った。

b) 応答解析

解析モデルは免震ピット階固定のパネーマスモデルであり、免震ゴムは高減衰積層ゴムとゴム・すべり支承の並列swayパネとrockingパネにモデル化した。ゴム・すべり支承は積層ゴムとすべり支承の直列パネとなっている。また、免震システムの上下水平同時加振下での挙動を把握するために立体骨組系モデルによる検討を行っている。解析コードは当社開発「三次元弾塑性応答解析プログラムSERA」を用いた。解析の結果、レベル2入力で応答加速度が200GAL程度、層間変形角で1/200程度となっており、高い耐震性を有していることが確認できた。

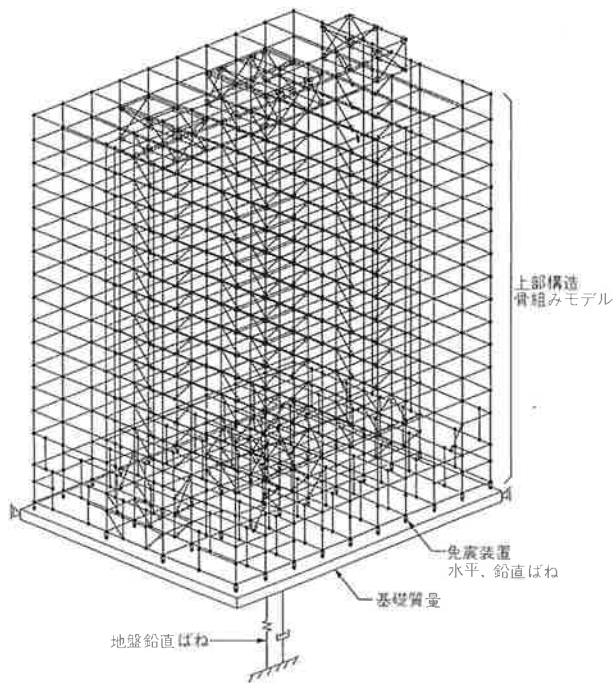


図-15 解析モデル

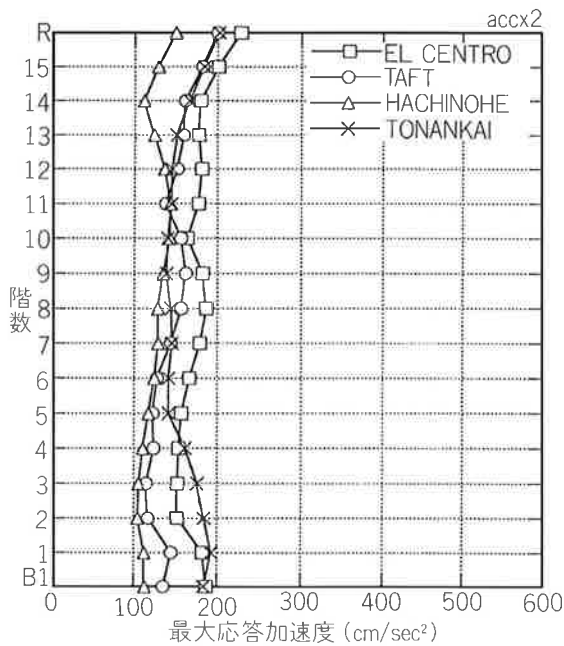


図-16 解析結果

c) 地盤-杭-建物連成応答解析

前述の免震ピット階固定モデルと合わせて、地盤-杭-建物連成応答解析を実施し、杭、地下部、擁壁を含めた地震時の安全性を確認している。

解析モデルは下図に示すように自由地盤系、杭-建物系をそれぞれ多質点系に置換したモデルを用いた。解析コードは当社開発「地盤-杭-建物連成応答解析システムLiPSS」を用いた。解析の結果、基礎構造についても高い耐震性を有していることが確認できた。

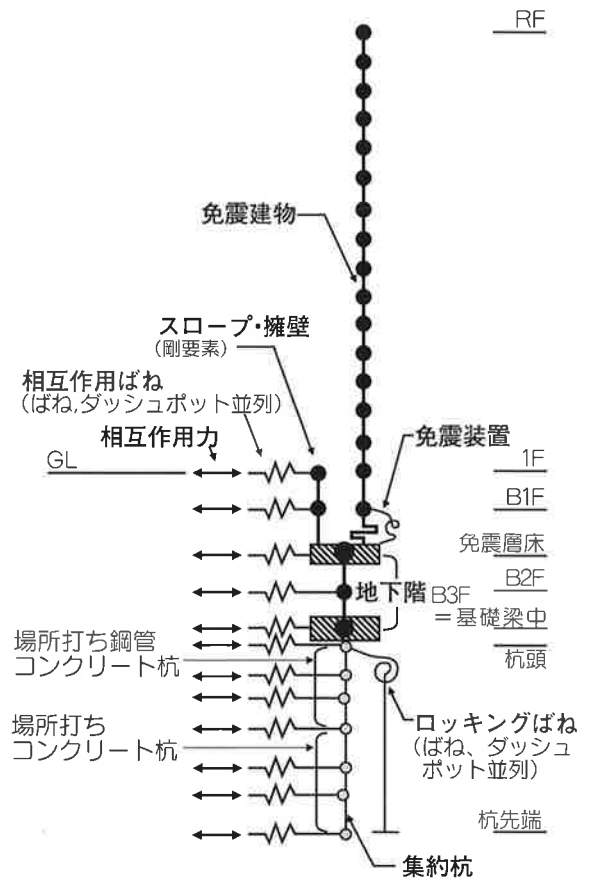


図-17 解析モデル

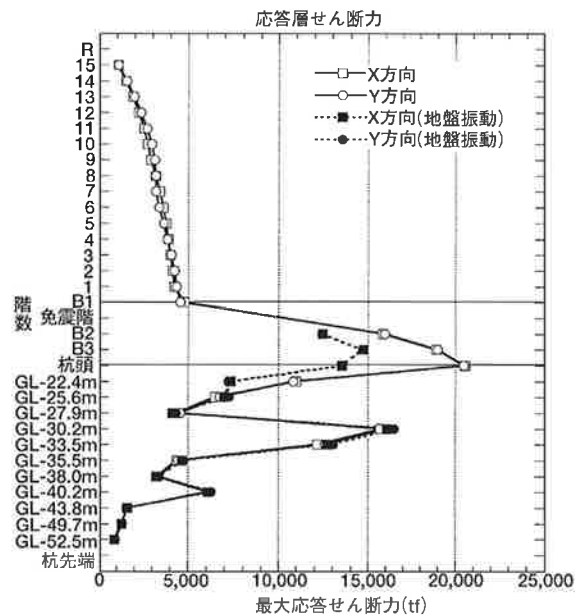


図-18 解析結果

6. まとめ

本建物のような高層の建物に免震を適用する場合の課題である免震装置の長周期化、引き抜き対応に対し、高層対応免震システムSSI-SRを導入することにより、十分な免震効果を得ることができた。

現在、2000年早々の竣工に向けて施工中である。