

# 鉄建建設本社ビル免震レトロフィット



織本匠構造設計研究所 山竹美尚

三菱地所 加藤晋平

大成建設 小山 実

## 1. はじめに

既存建物の耐震診断補強を促す「建築物の耐震改修の促進に関する法律」が施行されてから3年以上が経過し、免震システムを建物に導入した免震レトロフィットによる改修もいくつか実施されている。

鉄建建設本社ビルは都心中央部（JR水道橋から徒歩5分）にある事務所ビルで、ビルが密集する中で“居ながら施工”にて改修が行われている。

今回は、鉄建建設技術研究所の林郁夫氏の案内で、須賀川委員長及び出版委員の山竹、加藤、小山等が改修工事中の当ビルを訪問した。

## 2. 建物概要

鉄建建設本社ビルは、昭和56年に施行された新耐震設計基準以前の昭和54年に竣工した建物で、地下1階、地上9階、塔屋3階の鉄骨鉄筋造耐震壁付き構造（一部鉄骨造）である。

新耐震基準に基づき建物の保有水平耐力を検討したところ、ほぼ全層にわたって必要保有水平耐力の60%程度でしかなかったため、免震レトロフィットによる耐震改修を行うことになった。

所在地：東京都千代田区三崎町2-5-3

平面形状：長辺方向30.55m、短辺方向26.55m

規模：軒高31.01m、最高高さ41.18m

階数：地下1階、地上9階、塔屋3階

構造形式：鉄骨鉄筋造耐震壁付き

ラーメン構造（一部鉄骨造）

基礎形式：場所打ち杭

## 3. 構造計画

既存建物の耐震性を向上させる方法には、柱の補強や耐震壁を増設する強度型補強、ダンパーなどを建物に組み込む制震補強及び免震システムを導入する免震補強などがある。

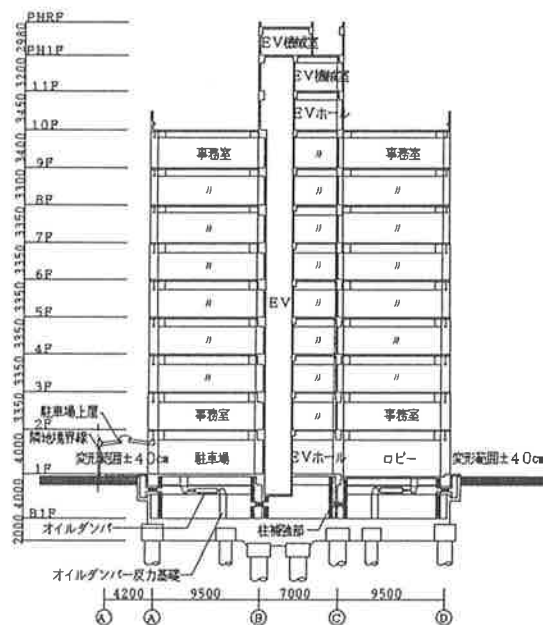


図-1 断面図

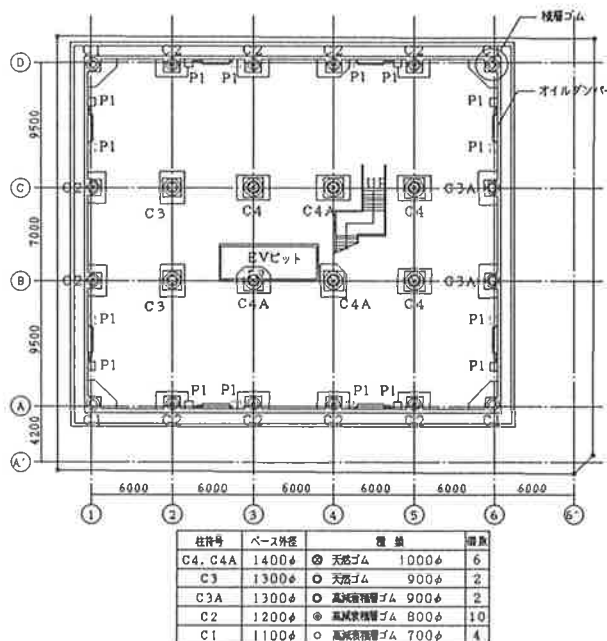


図-2 免震部材の配置

今回、当ビルで免震レトロフィット工法を採用した理由について、以下のような説明があった。

- ・地震時の安全性のみならず、建物の機能維持、被災後の修復などに大変優れている。
- ・性能設計法に基づく保有性能レベルを明確にすることができ、揺れに対する建物の基本性能レベルを設定できる。
- ・工事箇所が免震部材設置階にほとんど集中するため、建物の外観を継承でき、かつ建物を使用しながら施工する「居ながら施工」が可能である。

図-2に免震部材の配置を示し、表-1に積層ゴムの仕様を示す。

上部構造の応答低減効果を損なわずに、免震層の変形量を小さく抑えるため、低弾性タイプの高減衰積層ゴムと天然系積層ゴムを合計24基設置するとともに、オイルダンパーを各方向に計8基併用している。

また、免震部材を地下1階柱頭に設置した中間階免震を採用した理由について、以下のような説明があった。

- ・基礎免震に比べ、外周部に設ける免震ピットが浅くできたため、コストメリットがある。
- ・地上部、特に1階部分に免震部材を設置する場合に比べ、建物外観の変化が少なく、建物機能の制約が小さい。

#### 4. 免震効果

図-3に振動解析モデルを示す。

地震応答解析モデルは、弾塑性の等価せん断ばねを持つ10質点系モデルである。免震層は、高減衰積層ゴムをひずみ依存型修正 Bi-Linear でモデル化し、天然系積層ゴムを線形ばねにモデル化している。また、オイルダンパーは速度比例型の付加減衰機構として考慮している。

表-2及び表-3に耐震性能目標と設計用入力地震動を示し、図-4にレベル2地震動におけるX方向の解析結果を示す。

設計用入力地震動は、過去の観測波及び建設地地盤の地震応答解析から求めた模擬地震波、歴史的被害地震の断層シミュレーションから求めた地震動（関東地震、区部直下地震）としている。

レベル2地震動による免震層の最大応答変位は35cm程度と耐震性能目標の40cm以下であり、最大応答せん断力も現状の保有耐力を大きく下回っている。

表-1 免震部材の仕様

種類	高減衰積層ゴム			天然ゴム積層ゴム	
	φ700	φ800	φ900	φ900	φ1000
項目	IIM070I16	IIM080I16	IIM090I16	NM090G4	NM100G4
内部鋼板厚さ (mm)	2.2	2.2	2.2	2.2	3.1
ゴム外径 (mm)	700	800	900	900	1000
ゴム厚 (mm)	6.0	8.0	8.0	8.0	8.0
層数 (層)	27	20	20	20	20
ゴム部総厚さ (mm)	162	160	160	160	160
1次形状係数	25.0	20.3	23.4	23.4	25.0
2次形状係数	4.3	5.0	5.6	5.6	6.3
せん断弾性率 (kgf/cm <sup>2</sup> )	4.3	5.0	5.6	5.6	6.3

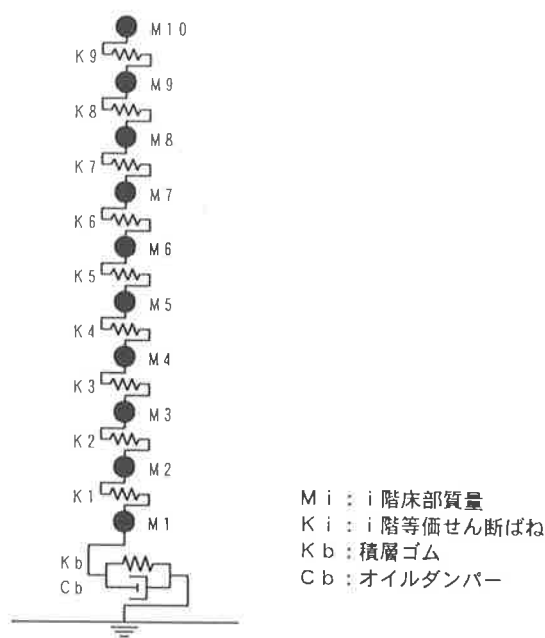


図-3 振動解析モデル

表-2 耐震性能目標

レベル	レベル1	レベル2	
カテゴリー	C11	C2	
耐震性能目標	上部構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・許容応力度以内</li> <li>・層間変形角 1/200以内</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保有耐力以内</li> <li>・層間変形角 1/100以内</li> </ul>
	免震装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安定変形以内</li> <li>[最大せん断ひずみ <math>\gamma = 150\%</math> (24cm) 以内]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・性能保証変形以内</li> <li>[最大せん断ひずみ <math>\gamma = 250\%</math> (40cm) 以内]</li> </ul>
	基礎構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・許容応力度以内</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・弾性限耐力以内</li> <li>・杭頭の変形制限以内 (1/300程度)</li> </ul>

表-3 入力地震動

レベル カテゴリー	レベル1			レベル2		
	C1			C2, C3		
地震動の 最大値	Amax cm/s <sup>2</sup>	Vmax cm/s	Dmax cm	Amax cm/s <sup>2</sup>	Vmax cm/s	Dmax cm
EL CENTRO 1940 NS	274.0	23.0	7.5	552.0	46.0	15.0
TAFT 1952 EW	320.0	24.0	9.8	548.0	41.0	15.8
HACHINOHE 1968 NS	236.0	24.0	14.6	404.0	42.0	25.1
HACHINOHE 1968 EW	149.0	21.0	8.6	298.0	42.0	17.2
模擬地震動 MISAKI-SITE L1	418.0	35.0	14.8	-	-	-
模擬地震動 関東地震	-	-	-	686.0	41.0	25.1
模擬地震動 区部直下地震	-	-	-	682.0	41.0	22.5
模擬地震動 MISAKI-SITE L2	-	-	-	784.0	67.0	32.6

\* MISAKI-SITE L2はカテゴリーC3である  
上記の数値はMS<sub>AVD</sub>による

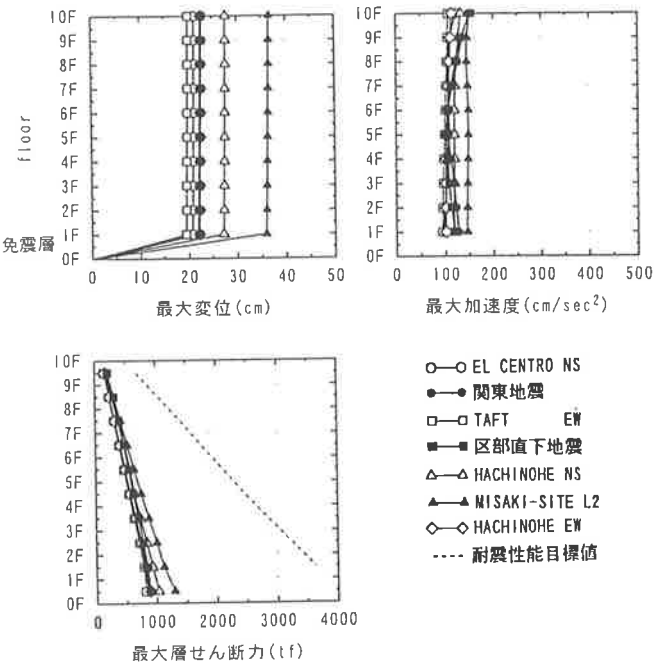


図-4 X方向の応答解析結果 (レベル2)

### 5. 施工方法

施工手順を図-5に示し、写真-1~6に施工状況を示す。

施工中の耐震安全性を確保し、居ながら施工を実現するため、下記のような耐震対策を行い、最大加速度200cm/sec<sup>2</sup>程度の入力地震動に対して、施工中の建物の耐力が1.6倍以上確保できるようにしている。

- ・地下外壁をできる限り残す。
- ・外周部に新設したピット部に切梁補強 (写真-4) を行う。
- ・積層ゴムに円筒形の鋼板 (フィクサリング、写真-5) を取り付け、水平力を確保する。

また、免震部材の据付け用装置SPLセッター (写真-6) などを開発し、コスト低減、施工の省力化を行っている。

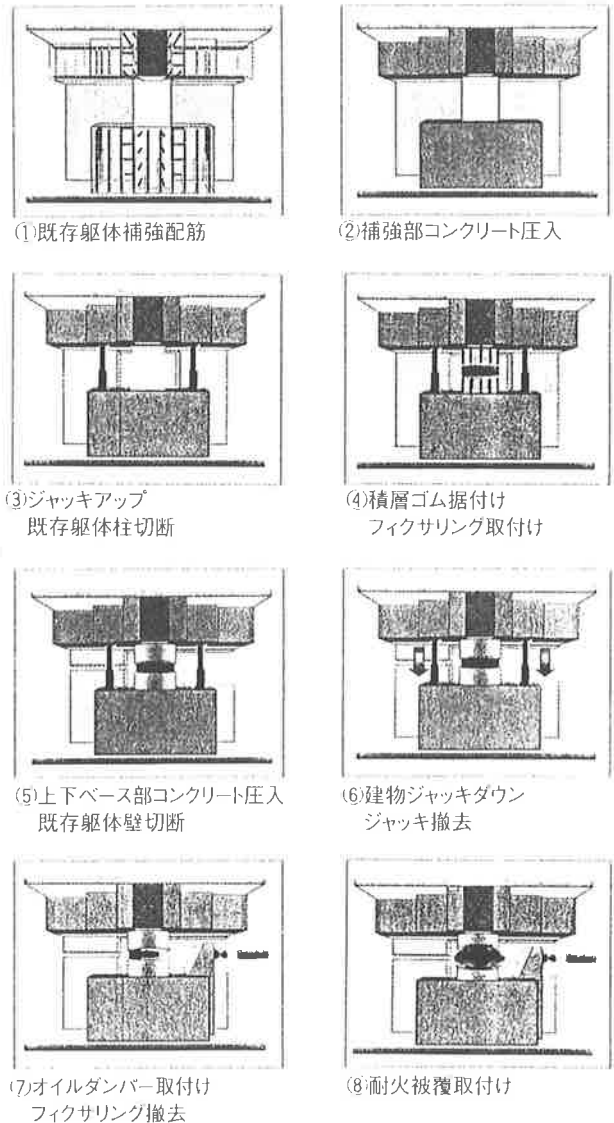


図-5 施工手順



写真-1 ジャッキアップ状況

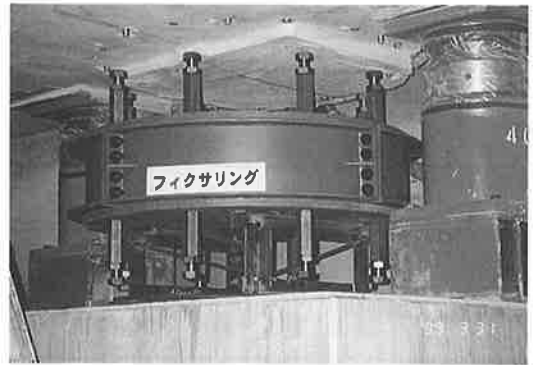


写真-5 フィクサリング



写真-2 既存躯体柱切断状況



写真-6 SPLセッター

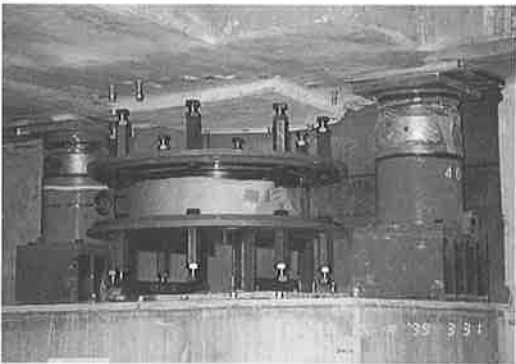


写真-3 積層ゴム据付け状況

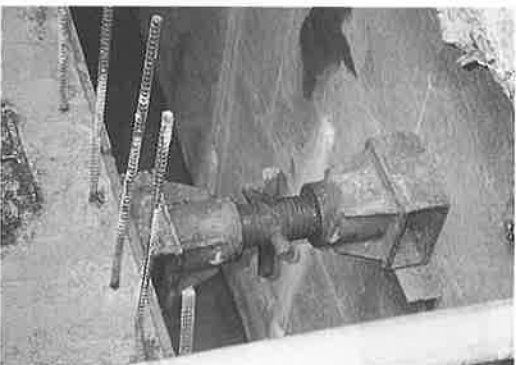


写真-4 ピット部の切梁補強

## 6. おわりに

免震レトロフィットによる改修は、改修後の建物の耐震性が大きく向上するのみならず、工事箇所が免震部材設置階に集中するため、建物の外観や建物機能を変化させることが少ない。

さらに、今回のような居ながら施工の場合、通常業務に支障をきたすことなく、客先サービスも維持できることから、都心のオフィスビルに適した改修だと言える。

最後に、御忙しい中、貴重なお話を聞かせて頂きました鉄建建設(株)関係者の方々に感謝の意を表わします。

参考文献

- ・「(仮称) 鉄建本社ビル免震化工事」  
ビルディングレター、1998年10月