

徳海屋ビル免震レトロフィット

32-001-2012 作成	発注者	株式会社 徳海屋	所在地	東京都千代田区
種別 耐震診断・耐震改修	改修設計	戸田建設㈱一級建築士事務所	竣工年	1975 年（昭和 50 年）
建物用途 事務所	改修施工	戸田建設㈱東京支店	改修竣工	2011 年（平成 23 年）

大震災で実証済：狭い敷地でも可能な「20cm 免震レトロフィット」の威力

●建物概要

構造規模 SRC造、地上11階、地下1階
建築面積 322.16㎡、高さ36.85m、免震位置 地下1階柱頭

●改修経緯

旧耐震基準で建設された徳海屋（とくみや）ビルは、2004 年に実施した耐震診断の結果、耐震補強が必要とされた。建物と敷地境界までの距離に余裕が無く、外部側からの耐震補強が困難であり、オーナーからは補強ブレース等でビルのデザインが損なわれることを避けたい意向もあった。一方、内部耐震壁の補強は各階のテナントに与える影響が大きい。そのため水平クリアランスを 20cm 以内に抑える免震レトロフィット工法が採用され、敷地いっぱい建つ都市型中小建築物に最適な、いわゆる「20cm 免震レトロフィット」が実現した。

2009 年 8 月に設計を開始し、2010 年 2 月に指定性能評価機関より性能評定を取得後着工し、インフラ移設、躯体補強などの関連工事を施工後、2010 年 7 月～11 月に免震化工事、2011 年 2 月 15 日に竣工に至った。

●耐震診断結果

「既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説―監修・建設省住宅局建築指導課編集・日本建築防災協会(1997 改定)」に従い、本建物の耐震診断が行われた。XY 正負両加力時の結果は、下層階で I s 値が 0.41～0.58 と Iso＝0.6 を下回った。

●耐震改修計画

設計上最大の課題は、一般の免震建物では 60cm 程度必要な隣地境界とのあき寸法が 20cm しかないことであった。戸田建設の「TO-HIS 構法」を基本にし、直動転がり支承を組合せた装置計画で長周期化と高い減衰力を確保することを可能とした。大地震時の等価周期は、短手方向 4.75 秒、長手方向 4.74 秒であることを確認した。地下1階の柱・梁部材は、大地震時の設計応力と免震装置からの付加応力に対し、短期許容応力度以内に納まるよう補強を行った。免震階の地下1階では、駐車場の台数を立体駐車 8 台、平面駐車 2 台を確保し、改修後の使用を可能とした。

使用した免震装置は、天然ゴム系積層ゴム 9 台(RB600、650)、直動転がり支承 6 台(TM-500H、TM-1000T)、オイルダンパー(OD)12 台、弾性すべり支承 1 台(SC300) 1 台である。

●改修コスト

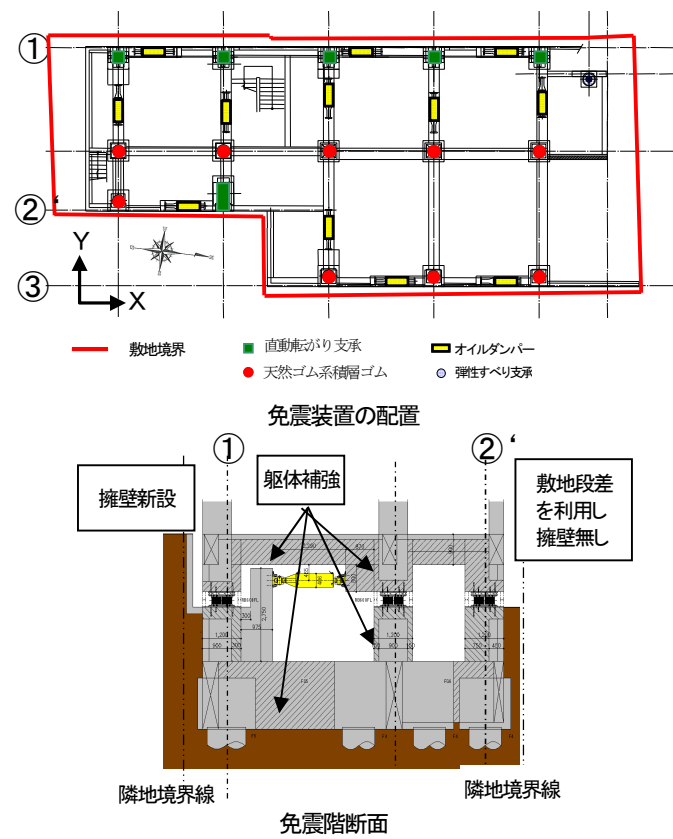
改修に要したコストは、設備電気工事を除き、地下階事務所の復旧、ドライエリア新設、機械式駐車施設新設などの関連工事も含め、延べ床坪当たり約 34 万円であった。



補強後もほぼ変わりのない正面外観



地下1階免震装置と壁



【要約】 本物件は、外壁と隣地境界までの距離が約 20cm などの条件下で免震化を実現した「都市型免震レトロフィット」の好事例である。

【耐震改修の特徴】大地震時の水平クリアランス 20cm 以下、供用しながらの施工、建物のデザインを損なわない、地下階（用途、事務室、駐車場）の柱頭免震

【耐震改修の方法】強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上改修 設備改修 液状化対策 その他（ ）

●改修技術の説明

免震装置設置のための補強内容は以下の 3 項目とした。

- ① B 1 階柱および 1 階梁の補強
- ② 基礎、基礎梁の補強
- ③ オイルダンパーの反力基礎の新設

この結果、「大地震時の免震層相対変位 20cm 以下」と「大地震時の耐震安全性確保」を実現し、上階での補強を不要とし執務しながらの施工を可能にした。工事中は、建物の挙動を管理する測定技術や建物の位置精度を維持するための変形制御技術を利用した。

また、工事期間中に発生する地震に対しては、仮設のブレース壁など地震力に耐える壁を設置しながら施工する等々免震改修に必要な技術は多岐にわたった。

●改修工事概要

免震レトロフィット工事に関連する必要工事は多い。建築工事としては、免震装置を支える既存の基礎・地中梁・柱・梁等の躯体補強工事およびオイルダンパーの受けとなる反力台躯体の新設、階段・エレベーターの分離、さらに建物外周では、地盤面より下で 20cm のクリアランスを確保するためのドライエリアと擁壁の施工などが挙げられる。

設備工事としては、上階からの汚水縦管やルーフドレイン管切換え処理、既存の汚水ピットの移設、給水ポンプや受水槽の移設などが挙げられる。また、複雑な既存躯体補強、狭小な隣地間での山留め掘削擁壁工事（左下図）、狭い南北の接道での限定された施工動線、1 階には振動を極端に嫌う歯科クリニックが営業していたことなど、様々な制約の中で施工であった。

●耐震改修の効果

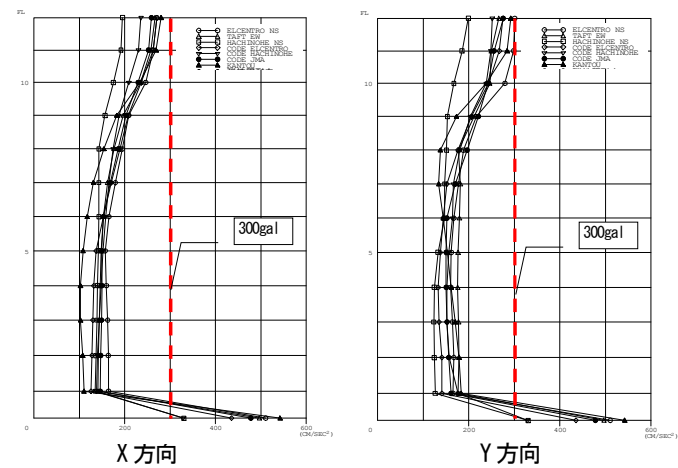
大地震時の層間変形角の最大値は、短手方向 1/283、長手方向 1/776 であり、いずれも目標値(1/200 以内)を満足している。居住性に関わる最大応答加速度は、1～9 階で 200gal、10、11 階で 300gal 程度となっており、備品・什器の転倒による被害を生じないレベルに低減している。レベル 2 地震（極めて稀に発生する地震）を超える地震に対しても変位の目標 20cm 以内を実現している。

●発注者コメント

要望として「テナントビルとして安心して執務できる耐震性能に優れた建物としたい」こと、「補強工事中もテナントビルとして継続使用したい」ことがあった。竣工直後の 2011 年 3 月 11 日の東日本大震災時には、震度 5 強の地震を経験したが、ほとんど揺れを感じず無被害であった。エレベーターも止まらず設計通りの性能を発揮して免震構造の良さを実感した。

目標性能

設計用入力地震動		レベル1	レベル2
入力レベル	入力最大速度	25cm/s	50cm/s
上部構造	部材の状態	弾性限耐力以下	
	応答層間変形角	1/400以下	1/200以下
免震装置	水平変位量	20cm以下	
	面圧（積層ゴム）	引張力を生じない	



最大応答加速度



地下のドライエリア（左 外壁、奥 擁壁、右 下屋）

●設計者コメント

竣工直後の地震において所定の耐震性能を発揮し、オーナーのニーズと厳しい条件の中、目標を満足した設計が出来たと感じている。今後もこの優れた技術を有効に活用したいと思っている。

●施工者コメント

色々な制約の中での施工であったが、最終的にお客様に満足いただけた施工が出来たことを喜びとしています。