

恵比寿ガーデンプレイスタワー

12-022-2023 作成	発 注 者	サッポロ不動産開発株式会社	所 在 地	東京都渋谷区
種別 耐震改修	改修設計	鹿島建設株式会社	竣 工 年	1994 年（平成 6 年）
建物用途 事務所・物販・飲食	改修施工	鹿島建設株式会社	改修竣工	2022 年（令和 4 年）

大地震対応 TMD による居ながら制震改修

●建物概要

建物規模	地上 40 階、地下 5 階、塔屋 1 階
	敷地面積 82,366㎡、建築面積 5,890㎡、延床面積 161,980㎡
構造種別	（地上部）鉄骨造
	（地下部）鉄骨鉄筋コンクリート造
構造形式	（桁行方向）ラーメン構造
	（梁間方向）耐震要素付ラーメン構造

●改修経緯

本建物は、渋谷区恵比寿に建設された地上 40 階建ての事務所ビルである。平面形状は、34 階までの基準階では中央にコアを有する 75.6m×54.0 長方形の対角 2 隅を切り欠いた雁行形、35 階以上では 61.2m×36.0 の長方形で南側にセットバックしている点が特徴である。1994 年の竣工から 30 年近くが経過しているが、リニューアルやバリューアップを重ね、今もなお多数のテナントが入居している。本建物は現時点でも十分な耐震性能を有しているが、今後想定される長周期地震動や長時間継続する地震動に対してより一層の安全性の向上と安心感を醸成することを目的として制震改修を実施した。

●耐震改修計画

写真-1 に改修工事後の外観を、図-1 に制震改修の概要を示す。本工事では、テナントへの影響を最小限に抑えつつ、長周期地震動に対応した大きな制震効果を得ることを目的として、屋上に大型の TMD を設置する制震改修技術を開発・適用した。1 ユニット当たり 450ton の錘を有する TMD ユニートを 3 基、合計 1350ton の錘を、基準階重心に相当する平面位置に集約して配置する計画である。建物最上階のレストランの営業や屋上に配置された設備機器に影響を与えないよう直下階が機械室の範囲という限定されたスペースへ集約して配置すること、建物屋上まで揚重した構成部材を効率的に組み立てが可能であることが求められた。このため、平面・立面的にコンパクトであり、細かなパーツに分割可能な大地震対応の TMD ユニートを新たに開発・実用化した。

●大地震対応 TMD 「D°SKY-L」の概要

図-2 に装置の構成を示す。TMD1 ユニートは、鋼板を積層した 450ton の錘、鉄骨梁を介して 3 段に積み重ねられた 12 台の積層ゴム、各段に配置された 12 台のオイルダンパにより構成される。積層ゴムは支持荷重および変形能力に応じて形状を最適化、オイルダンパはコンパクトでありながら錘の振幅が過大になることを防止する高機能ダンパであり、それぞれ本装置用に専用開発した。全方向に±1.5m 以上の振幅に対応可能な機構とした本装置は、周囲に外周フレームを設け緊急退避所として利用することで、限られたスペースを有効活用している。



写真-1 建物外観（改修後）

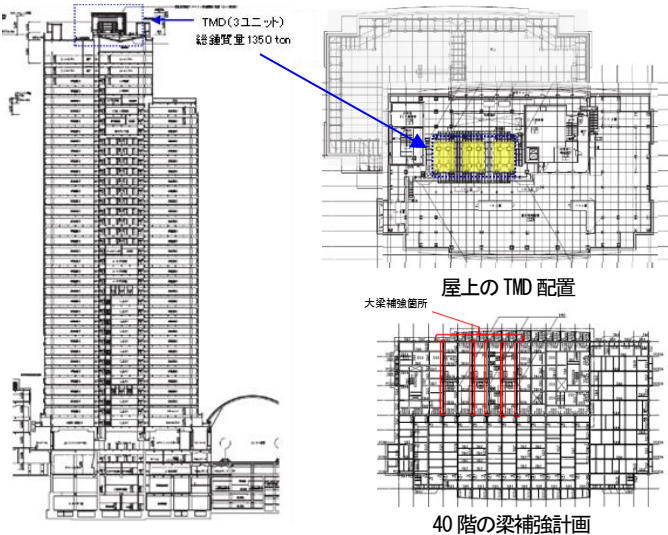


図-1 制震改修計画

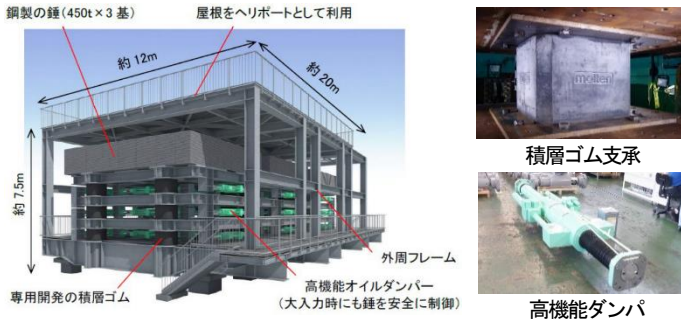


図-2 装置構成

【要約】	本建物は 1994 年に竣工した、複合施設「恵比寿ガーデンプレイス」における中心的存在の 40 階建ての超高層建物である。より一層の安全性の向上と安心感の醸成を目的とし、大地震対応 TMD による居ながらでの制震改修を実施した。
【耐震改修の特徴】	屋上 TMD 設置 居ながら補強 資産価値向上 BCP 向上
【耐震改修の方法】	強度向上 靱性向上 免震改修 制震改修 仕上げ改修 天井改修 設備改修 液状化対策 基礎の耐震改修その他

●改修工事概要

TMD の設置に当たり、荷重を受ける屋上の既存大梁を鉄骨架構により補強することで、安全性を確保している。補強部分の揚重、施工性を考慮し、小部材に分割できる架構、接合部計画としている。（図-3）

屋上での TMD 部分の施工は、タワークレーンを用いて、TMD 支持フレーム設置、積層ゴム・ダンパ・中間フレーム架構の組立、錘の設置、外殻フレーム組立の手順で行った。（図-4）

本工事ではテナント貸室階の工事が発生しないため、建物の運用に支障をきたすことなく、無事完工することができた。

●制震改修の効果

柱・梁を部材レベルで立体骨組解析モデルを用いて改修設計を実施した。なお作成した解析モデルは、改修前に得られた地震観測記録の分析結果との比較により、その妥当性を確認している。TMD 部分は、各ユニット設置位置に錘重量を考慮した節点を設け、積層ゴムを表すバネ要素とオイルダンパを表す減衰要素で接続してモデル化した。

東北地方太平洋沖地震時に本建物近傍で観測された地震動を 2 方向同時入力してシミュレーション解析を行い、改修前後の応答を比較した結果を図-5 に示す。本制震改修によって、建物頂部の最大応答変位は概ね半減、強い揺れの体感時間が大幅に短縮されることを確認した。

新たに L 2 既往波・告示波および長周期地震動 KA 1 に対する安全性を確認した。（図-6）本改修により、最大応答層間変形角および大梁の最大塑性率が大幅に改善され、一般的なクライテリア（層間変形角≦1/100、塑性率≦4.0）に収まっていることを確認、大臣認定を再取得している。

●設計者コメント

屋上への大型 TMD 設置による制震改修の実現には、コンパクトな装置開発によってホバリングスペースだけで設置スペースをまかなえたことと、その直下階が空調機械室であったことが大きく幸いした。皆に親しまれる当ビルの長寿化に一役担えたことは設計技術者として喜びである。

●施工者コメント

既存超高層ビル屋上への TMD 設置にあたり、ビル運営に影響を与えない施工のため、モックアップによる施工実験や、部材の揚重計画・設備切替え手順など綿密な事前検討の結果、入居者の執務を継続しながらビル運用に支障をきたすことなく、工程通りに無事完工する事ができた。

●発注者コメント

工事期間中もオフィス・レストラン街は通常通りの営業を続けることができ、また TMD 設置により、恵比寿ガーデンプレイスタワーに来訪されるお客様や入居頂いているテナント様に、より一層の安全・安心を提供しつつ、引き続き恵比寿ガーデンプレイス全体の価値向上を目指す。

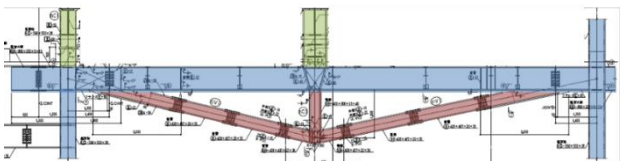


図-3 既存梁補強概要

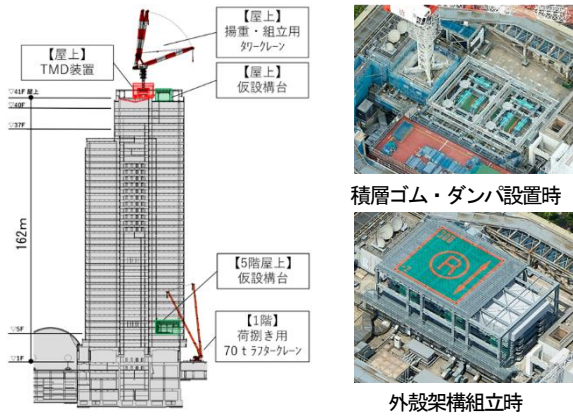


図-4 改修工事概要

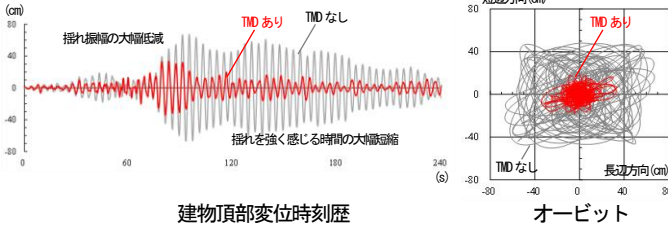


図-5 東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション例

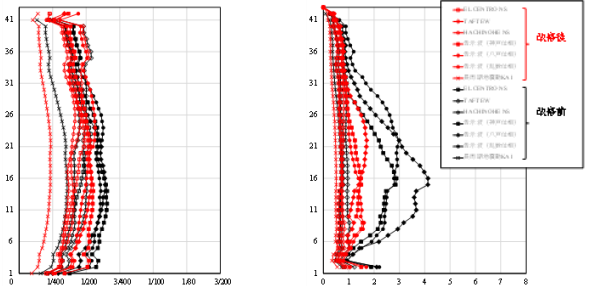


図-6 最大応答分布