

新宿三井ビルディング

12-008-2015 作成	発注者 三井不動産株式会社	所在地 東京都新宿区
種別 耐震改修	監修 株式会社日本設計	竣工年 1974年（昭和49年）
建物用途 事務所、店舗、駐車場	改修設計・施工 鹿島建設株式会社	改修竣工 2015年（平成27年）

既存超高層ビルの長周期地震に対する安全・安心を実現した巨大TMD

●建物概要

建物規模	地上55階・地下3階・塔屋1階
	敷地面積約14449㎡、建築面積9819㎡、延床面積約179579㎡
構造種別	（地下部）鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造
	（地上部）鉄骨造
構造形式	（桁行方向）スリット壁付ラーメン構造
	（梁間方向）スリット壁付ラーメン構造＋妻面ブレース

●改修経緯

本建物は1974年に竣工した地上55階建ての超高層事務所ビルである。構造は鉄骨造で、外周面に箱型鋼管柱を列柱状に配したチューブ架構である。耐震要素として、コア部にRCスリット壁（縦にスリットを設けたプレキャスト製の耐震壁）および建物妻面に鉄骨ブレースを配している。建設時に大臣認定を取得した高い安全性を有する構造で、現時点でも十分な耐震性能を保持しているが、長周期地震動対策および居住者の安心感の醸成を目的として制震改修を実施した。

●制震改修計画

写真-1に改修竣工後の外観を、図-1に制震改修概要を示す。本改修では、D²SKY（Dual-direction Dynamic Damper of Simple Kajima sTyle）と名付けた大型のTMDを新規開発し、これを6基屋上に設置した（図-2）。TMDの設計にあたっては、大きな制震効果を狙うだけでなく、建物周期の変動や同調ずれに対するロバスト性を確保するため、地上部総重量の約2.5%（有効質量の6%強）の錘重量を確保している。なお、D²SKYは平面2方向に対して効果を発揮するが、相対的に周期が長い短辺方向には、テナントへの影響が比較的小さい5～10階のコア内の壁面に、減衰係数切替え型オイルダンパー（HiDAX-e）を計48台設置し、さらなる耐震余裕度の向上を図っている（図-3）。

●D²SKYの構成

D²SKY 1ユニットの構成を図-4に示す。D²SKYは、既存梁の上に構築した支持フレーム上に設置するものとし、①錘（重さ300ton、60mmの鋼板を重ねてPC鋼線で緊結）、②吊ワイヤ（計8本、吊長8.0m）、③水平オイルダンパー（計4本、ストローク±2m）、④鉛直オイルダンパー（計4本、上下動地震動対策）、および⑤鉄骨架構により構成される（図-5、6）。水平オイルダンパーにはストローク制御機能を持たせており、設計想定を上回る大地震時においても錘と鉄骨架構の衝突を防止している¹⁾。

なお、D²SKYの開発にあたっては、事前に1ユニット分の実大試験体を用いた性能確認実験を行っており、錘の可動範囲や水平オイルダンパーの性能、および施工方法の確認を行っている。

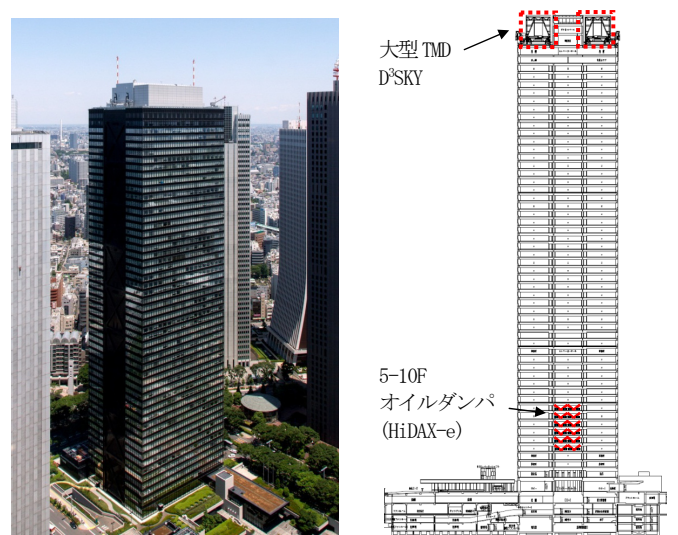


写真-1 竣工後外観

図-1 制震改修概要

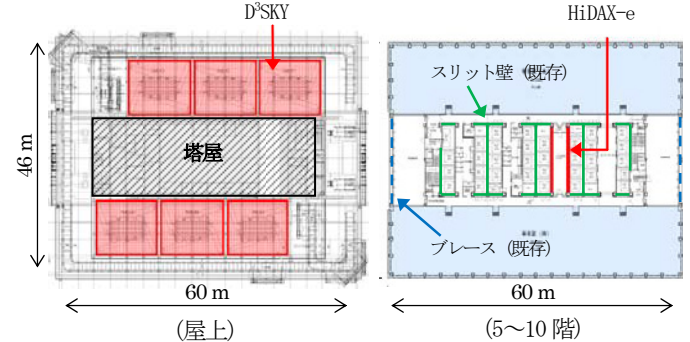


図-2 D²SKY配置計画

図-3 HiDAX-e配置計画

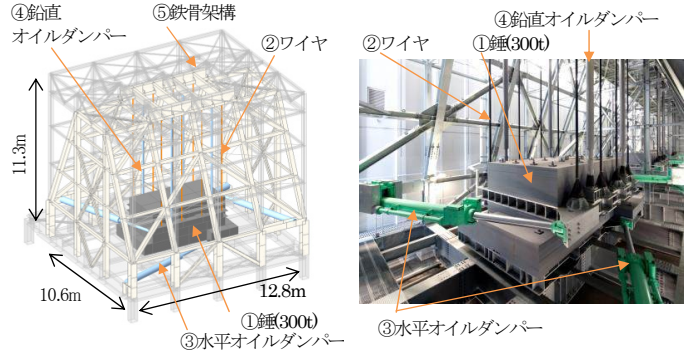


図-4 D²SKYの構成

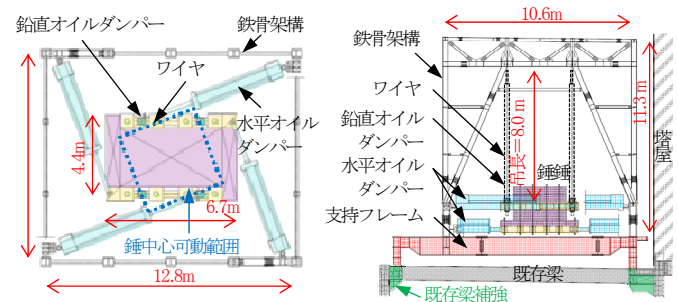


図-5 D²SKY平面画

図-6 D²SKY断面画

【要約】 1974年に竣工した55階建ての超高層建物の安心感および制震性能の向上を目的として、屋上設置TMDによる制震改修を行った。1ユニット当たりの錘の重量300ton、錘の最大振幅約2mの2方向対応のTMDを新規開発しており、シミュレーション解析および実大試験体による実験によって、想定通りの性能を発揮することを確認している。

【耐震改修の特徴】 供用しながらの補強、高制震性能、長周期地震動対策、資産価値向上、BCP（事業継続性）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 その他（ ）

●TMDとは

本物件に採用したTMD（Tuned Mass Damper）は動吸振器とも呼ばれ、建物の固有周期に同調させた錘の揺れを利用することで、大きな減衰効果を得る技術である（図-7）。この技術は、高層ビルの風揺れ対策としては一般に用いられているが、大地震時には錘の揺れ幅が大きくなりすぎるという問題があった。今回開発したD²SKYは、これを初めて大地震に対応できるように改良したものである。

●改修工事概要

写真-2にD²SKY施工中の写真を示す。D²SKYは、屋上に設置した2基のタワークレーンを用いて、1基ずつ組立を行った。最初に錘と水平オイルダンパーを配置し、それを覆う形で鉄骨架構を組み立てる。その後、ワイヤと鉛直オイルダンパーを設置し、錘の下部に設置したジャッキを上下させて錘を懸垂させた。最後に外装を取り付けて完了である。

施工は、入居者が居ながらの状態、夜間および休日を中心に実施した。写真-3に低層部ダンパーの、写真-4にD²SKYの竣工写真を示す。

●制震改修の効果

東北地方太平洋沖地震の際に、当該敷地で記録された地震動（速度スペクトル最大値約40cm/s）を用いてシミュレーション解析をおこない、補強効果を確認した（図-8）。改修前に比べて頂部変位がおおむね半減しており、後揺れも大きく短縮されている。また本建物は旧38条に基づく大臣認定建物であったが、この機にL2既往波、告示波に対する安全性を確認し（図-9）、新たに現行法の大員認定を取得している。

●設計者コメント

一般的に風揺れ対策とされているTMDを、約40年前に建設された超高層建物の長周期地震動対策に実用化した意義は大きく、今後のストック型社会の安全・安心に大きく貢献する技術であると考えている。

●施工者コメント

超高層建物の屋上で大質量のTMDを組み立てるという前例のない工事であったため、モックアップによる施工実験や、部材の揚重計画など、綿密な事前検討を行った。その結果、入居者が執務を行いながら、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ことができた。

●発注者コメント

東日本大震災以降、テナントの安心感と建物の安全性を高める必要を感じ、設計者・施工者と協働して改修法を検討した。今回採用した屋上TMDによる制震改修工法は、眺望や有効床面積の維持が可能であるため、既存超高層建物に対して極めて有効であると考えている。

●参考文献

1）栗野治彦他：ストローク制御機能を有する超高層ビル用大地震対応TMDの開発、AIJ大会梗概集2014、21375～21377

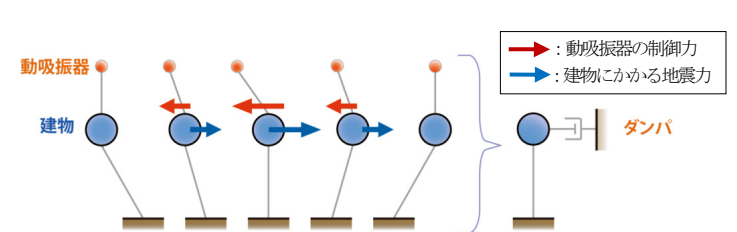


図-7 動吸振器（TMD）の原理



写真-2 屋上D²SKY施工中の写真



写真-3 低層部ダンパー

写真-4 D²SKY外観

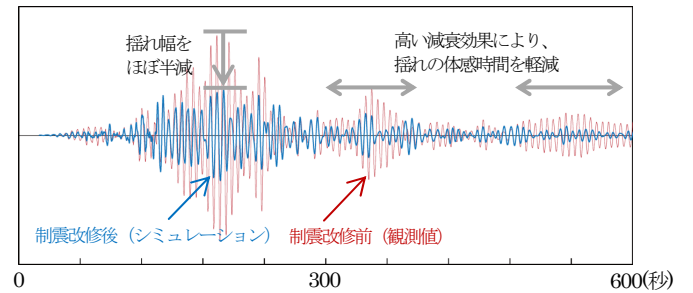


図-8 東北地方太平洋沖地震に対する頂部変位

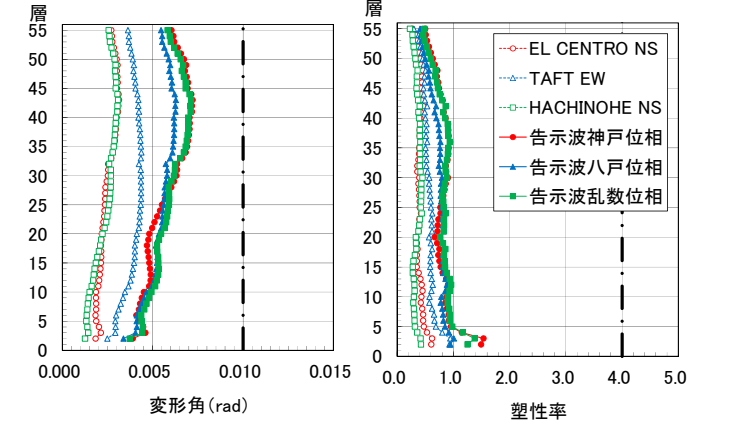


図-9 補強後の応答結果（レベル2、短辺方向）