

大成札幌ビル



小室 努
大成建設



藤野 宏道
同



河本 慎一郎
同

1 はじめに

建築に求められる性能は多様化しており、安全性、地球環境配慮、長寿命および計画自由度の拡大が重要視されている。これらの性能を大幅に向上させることを目的として、高い耐震性能および自由な空間を有した長寿命建築を可能にした制振システムを開発し、大成札幌ビルに適用した(写真1)。地震時のエネルギーを吸収する部位と常時の鉛直荷重を支持する部位を完全に分離することで、高い耐震性能を確保し、新しい建築架構を実現した。本建物では、構造体と外壁デザインの融合を計り、建物内部には柱のない広い建築空間を可能とした。

2 建築概要

建物名称：大成札幌ビル
 建物用途：事務所、店舗、駐車場
 設計監理：大成建設株式会社一級建築士事務所
 施工：大成建設株式会社 札幌支店
 構造：鉄筋コンクリート造 及び 鉄骨造
 階数：地上8階、地下1階
 建物高さ：34.57m
 敷地面積： 863m² (261坪)
 建築面積： 770m² (233坪)
 延床面積：6,970m² (2,108坪)
 施工期間：2005年7月～2006年6月



写真1 建物外観

大成札幌ビルは、地下階および1階から3階を店舗とし、4階から8階までを事務所としている。平面形状は約40×20mの整形な長方形である。事務所階平面図を図1に、断面図を図2に示す。建物全体の計画では、①環境配慮型建築、②高い耐震安全性と長寿命、③ローコストの3点を設計コンセプトとした。環境の点においては、建築物総合環境性能評価(CASBEE)指標を取り入れ、建築計画に反映させた。その建築計画の1つとして、熱負荷効率の向上があり、外壁開口率の低減を検討した。外壁を構造躯体として利用し窓を極力小さくして、開口率を25%程度とし、建物の外皮性能を向上させる計画とした。光および風を効率的に取り込むため、屋上階床から5階床までの中央部に開口を設け、吹抜空間を計画した。図3に示すように、この吹抜を利用し、太陽光採光システムを導入した。ここでは、太陽光を効率よくとらえることができる太陽自動追尾型ミラーを用いている。さらにこの吹抜は自然換気にも利用されている。

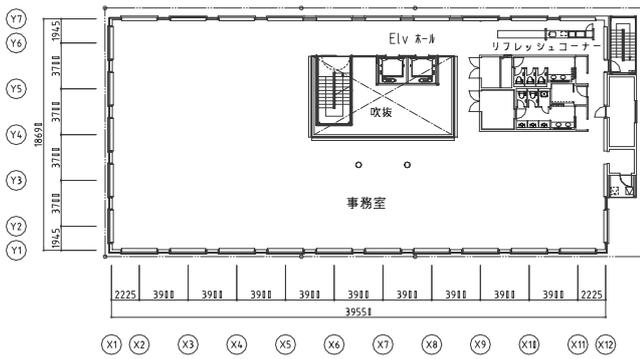


図1 事務所階平面図

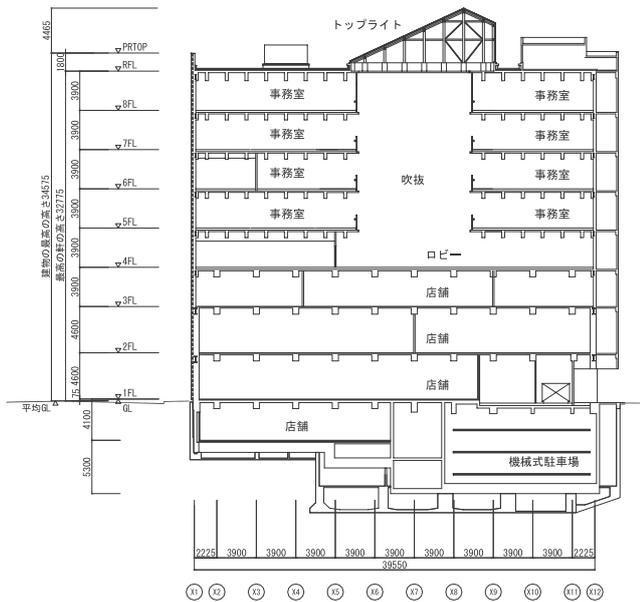


図2 断面図

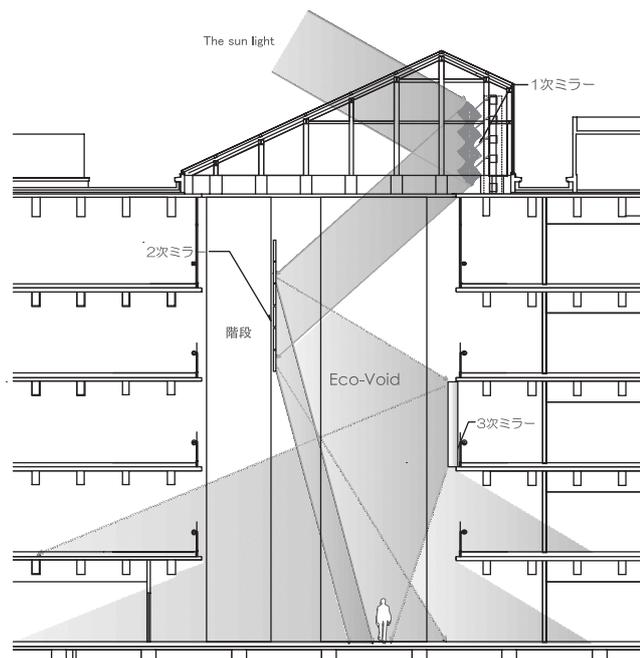


図3 太陽光採光システム

3 構造概要

3.1 制振システム TASMO

「制振システムTASMO(タスモ・TAisei Smart suppression system with MOonitor)」は、地震時のエネルギーを吸収する部位と常時の鉛直荷重を支持する部位を完全に分離することで、新たな建築空間を創り出すシステムとして開発された。地震時のエネルギーを吸収する部位は、剛性の高い壁柱間をつなぐ境界梁および壁柱脚部のオイルダンパーの制振装置である(図4)。境界梁は梁中央せん断パネル部分に極低降伏点鋼を用いた鋼材ダンパーとし、壁柱脚部のオイルダンパーとともに制振装置として機能する。壁柱、鋼材ダンパーおよびオイルダンパーを図4のように組み合わせることにより、地震時のエネルギーを集中的に制振装置に吸収させる構造である。本制振システムでは、地震力のほとんどの割合を制振装置に入力させる架構としており、さらに地震時の建物固有周期を長周期化させることで、制振装置が効率よく地震エネルギーを吸収し、揺れを制御できることが確かめられている¹⁾。

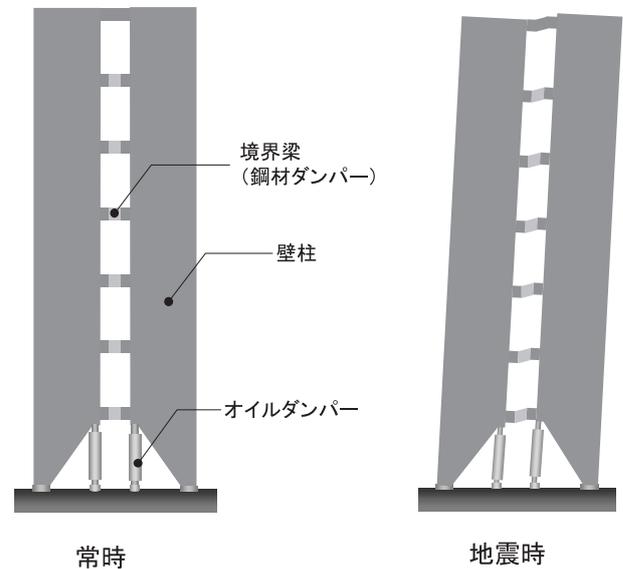


図4 制振システムTASMOの架構概念

3.2 架構計画

大成札幌ビルでは、建物外周にチューブ状に配置された外壁を壁柱に利用し、本システムを適用している。剛性の高いRC造壁柱を外周に設置し、壁柱同士は、四隅を除き、鋼材ダンパーを有する境界梁(最上階のみ弾性の境界梁とする)で連結している(図5)。境界梁には中央部ウェブに極低降伏点鋼材

(LY100)を使用し、壁柱に埋め込んだ鉄骨ブラケットとボルト接合することで、交換可能な方式とした。壁柱は、2階の中間部から下方に向かって順次幅を縮め、外壁デザインとの整合性を図り、かつ、壁柱脚部と地下階との接合をピン支持としている(図6)。短辺方向の壁柱脚部には、1辺あたり4台(計8台)のオイルダンパーを設置している。オイルダンパーは1,500kNのものをV字型に配置している。

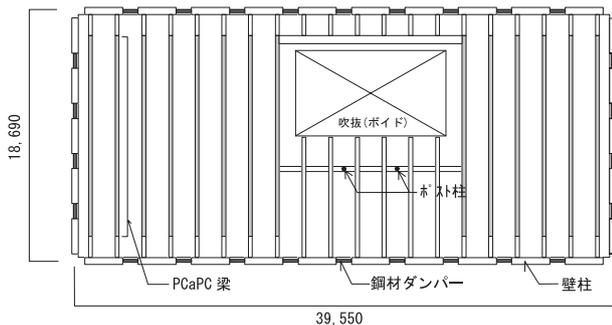


図5 基準階構造伏図

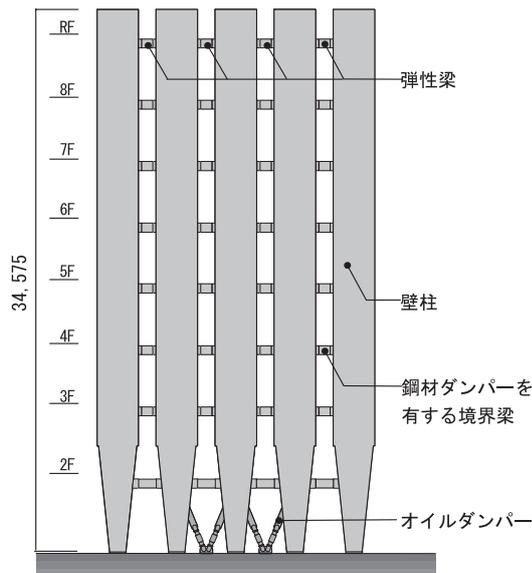


図6 短辺方向軸組図

4 耐震設計

4.1 耐震設計方針

鋼材ダンパーおよびオイルダンパーの地震時の性能と効果をより正確に把握するため、耐震保有性能の確認は、設計用地震動を用いた非線形時刻歴応答解析に基づいて行った。稀に発生する地震動および極めて稀に発生する地震動に対し、それぞれ表1に示す設計クライテリアを設定し、複数の設計用地震動を用いたフレームモデルによる非線形時刻歴応答解析によって性能を確認した。

表1 耐震設計クライテリア

	稀に発生する地震動 (レベル1)	極めて稀に発生する地震動 (レベル2)
地上部	層間変形角1/200以下 壁柱：短期許容応力度以内	層間変形角1/100以下 壁柱：短期許容応力度以内 境界梁：許容累積損傷以内
地下階	許容応力度以内	許容応力度以内
基礎	許容応力度以内	許容応力度以内

4.2 時刻歴応答解析

短辺方向および長辺方向は地震抵抗架構が独立しているため、おのおの別途に平面フレームを用いて非線形時刻歴応答解析を行った。非線形時刻歴応答解析時の壁柱の構造減衰は内部粘性型で、1次振動数に対し $h=0.02$ とした。図7にレベル2での時刻歴応答解析結果の最大応答値を示す。最大応答層間変形角は、設計クライテリアの1/100以内である。最大応答加速度は、入力地震波よりも小さな値となっており、本制振システムが地震動による応答の増幅を抑えている。

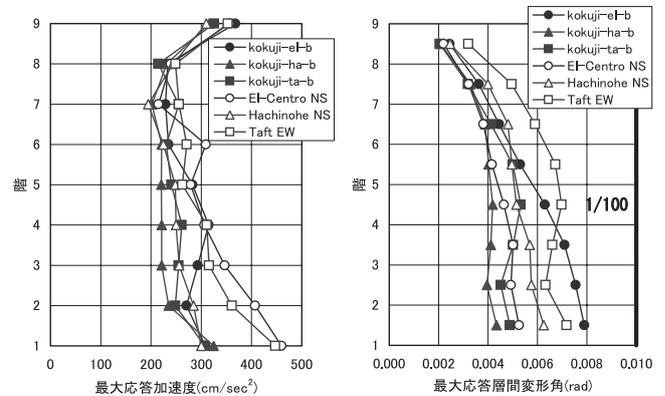


図7 時刻歴応答解析結果 (レベル2)

図8に告示波(エルセントロ位相、レベル2)を入力した場合のエネルギー吸収状況を示す。オイルダンパーの減衰エネルギー吸収が15%、極低降伏点鋼の履歴エネルギー吸収が73%と、制振装置で総地震入力エネルギーの約90%を吸収しており、本制振システムが効率良く地震エネルギーを吸収していることが分かる。

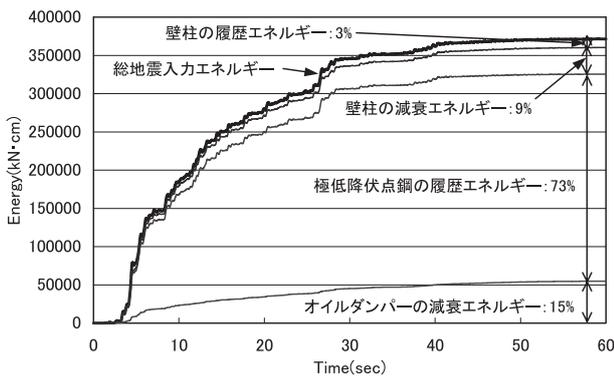


図8 エネルギー吸収状況

5 床組架構計画

事務所空間に柱をなくすことおよび天井仕上材を用いず見上げの構造躯体を直接表現することを目的として、プレキャストプレストレストコンクリート梁(PCaPC梁)を使用する床組架構を計画した。PCaPC梁は短辺方向に単純小梁として配置し、壁柱に架け渡すこととした。長辺方向に並ぶ壁柱は3.90m間隔であるが、梁同士の間隔を1.95mと細かくし、梁断面を極力小さくすることで、デザイン上繊細かつ軽快に表現することとした(図4、写真2)。

PCaPC梁の断面寸法を最小限にする解決策として、高強度材料の使用と、高い応力レベルのプレストレスト力を検討した。設計基準強度70N/mm²のコンクリートおよび緊張材としてUSD685高強度異形鉄筋を使用することで、B×D=300mm×750mmの断面が可能となった。

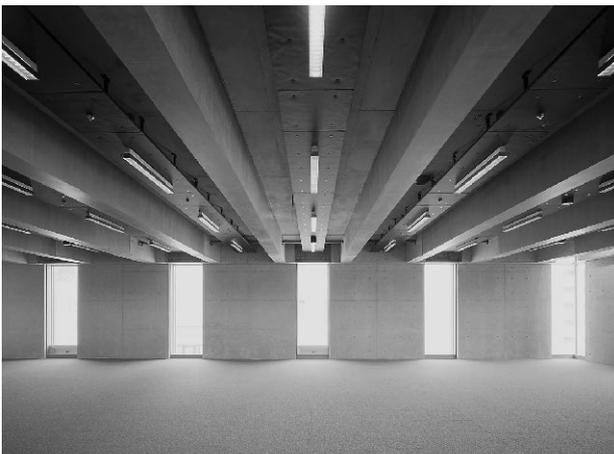


写真2 建物内部

6 モニタリングシステム

本建物には、制振装置および建物全体の健全性を常に監視できるモニタリングシステムを導入した。

図9にシステムの概要を示す。3成分加速度計を1階、3階、6階および8階床に設置し、制振装置である境界梁の極低降伏点鋼パネル部分にひずみ計を12箇所を設置し、毎日定時における常時測定と地震時測定を行う。常時微動測定から建物の固有振動数を把握し、ひずみ計から累積塑性変形を算定し、建物の健全性を遠隔地においても把握できるシステムとしている。

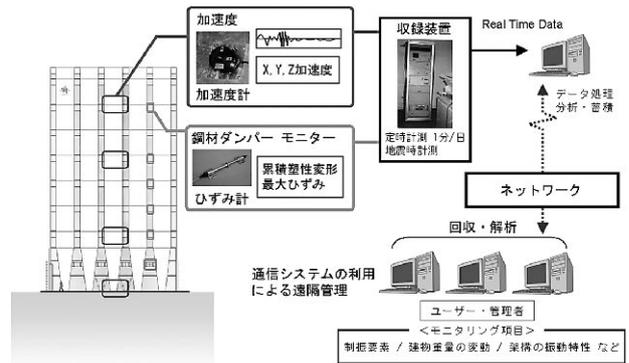


図9 モニタリングシステム

7 おわりに

大成札幌ビルは、地震時のエネルギーを吸収する部位と常時の鉛直荷重を支持する部位を完全に分離する新しい制振システムを取り入れることにより、高い耐震性能を確保し、広い建築空間を設計することができた。今後は、本制振システムを多くの用途の建築物に取り入れ、積極的に展開していく予定である。

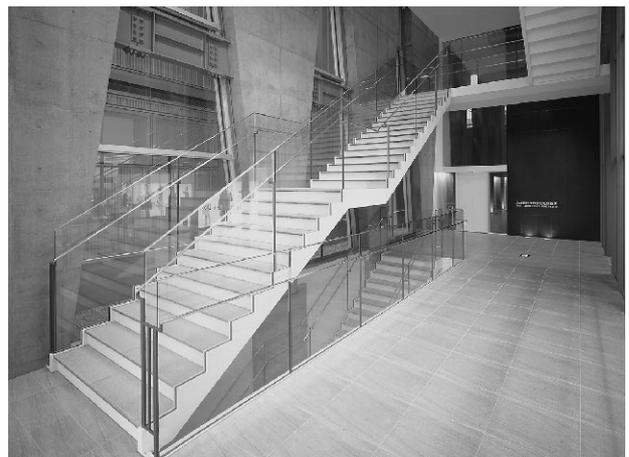


写真3 1階エントランス部

【参考文献】

- 1) 小室 努 他：エネルギー吸収集約型制振システムの開発(その1～3)、日本建築学会大会学術講演梗概集、2006年(関東)