

大手前合同庁舎におけるZEB化への取り組み

Efforts for Zero Energy Building in the Government Office Building

株式会社大林組 設計本部 設備設計部

古川 和彦、本多 順子

Furukawa Kazuhiko, Honda Yoriko

キーワード：ZEB (Net Zero Energy Building)、BEI (Building Energy Index)、
庁舎 (Government Office Building)、自然エネルギーの活用 (Utilization of Natural Energy)、
事業継続計画 (Business Continuity Plan)

1. はじめに

大阪城公園の西側に位置する大手前地区は、国のブロック機関が入居する合同庁舎等が複数存在し、官庁街を形成している。今回、災害応急対策活動を行う地方ブロック機関を核とする合同庁舎を整備し、将来想定される大規模災害の発生に備えた防災機能の強化、地域と連携した庁舎整備により新たなまちづくり空間やにぎわいの創出等、地域の活性化に積極的に貢献するとともに、効率的な維持管理を図ることを目的に、新合同庁舎の整備が行われた。本報は、本建物のZEB化に向けた取り組みの概要について報告する。

2. 建物概要

表-1に建物概要、図-1に建物外観を示す。

まちを活性化するコンセプトのもと、親しみやすい外観とし、周辺のまちなみとの連続性を意識し、前面道路の壁面については、隣接する大阪府警察本部の壁面線にそろえるとともに、大阪城の頂部、胴部、基壇部の特徴に合わせた三層構成とした。また、建物の周囲には「ウェルネスリンク」と称する歩行者動線を設けるとともに、庁舎の南北に、賑わいを創出する広場やカフェを効果的に配置して、地域の回遊性を高める起点となることを期待した。(図2)

表-1 建物概要

所在地	大阪府大阪市大手前3丁目
敷地面積	6,453.54 m ²
延床面積	48,901.90 m ²
建物高さ	72.915m
構造	鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造
規模	地上14階、地下1階、塔屋3階
用途	庁舎



図-2 ウェルネスリンク



図-1 建物外観

3. 災害時対応

「防災力の高い庁舎」として、災害時に備えた設備計画とした。エネルギー源の電気室と受水槽室は免震構造体の上に配置し、地震時の損傷を防止する。その上で、災害時に広域災害活動を継続できるよう、庁舎機能を維持するノンダウンシステムを整備した。(図-3)

3. 1 電力

平常時は複数回線引き込みによる最も信頼性の高い3回線スポットネットワーク受電方式を採用した。非常用発電機(1,500kVA×2台 燃料7日分)を整備し、停電時に必要な電力を継続的に供給する。高圧母線と非常用発電機・高圧幹線は二重化を図り、停電時、防災動力が動作した場合でも保安負荷へ電力供給を継続できる計画とした。

3. 2 給排水

上水は受水槽と屋上高架水槽を設け、災害時に必要な7日分の水量を確保した。雑用水槽についても7日分量を確保した。また、雑用水槽から上水へのろ過利用をするため、可搬式飲用ろ過装置を備え、給水確保に対応した。補給水管のルート確保を行い、給水車からの補給がスムーズに行えるよう配慮した。

災害時等で公共下水道機能停止時に備え、非常用排水槽を設け、排水切り替え柵の操作により、7日分の排水を貯められるようにし、災害時にすべてのトイレの利用が可能な計画とした。

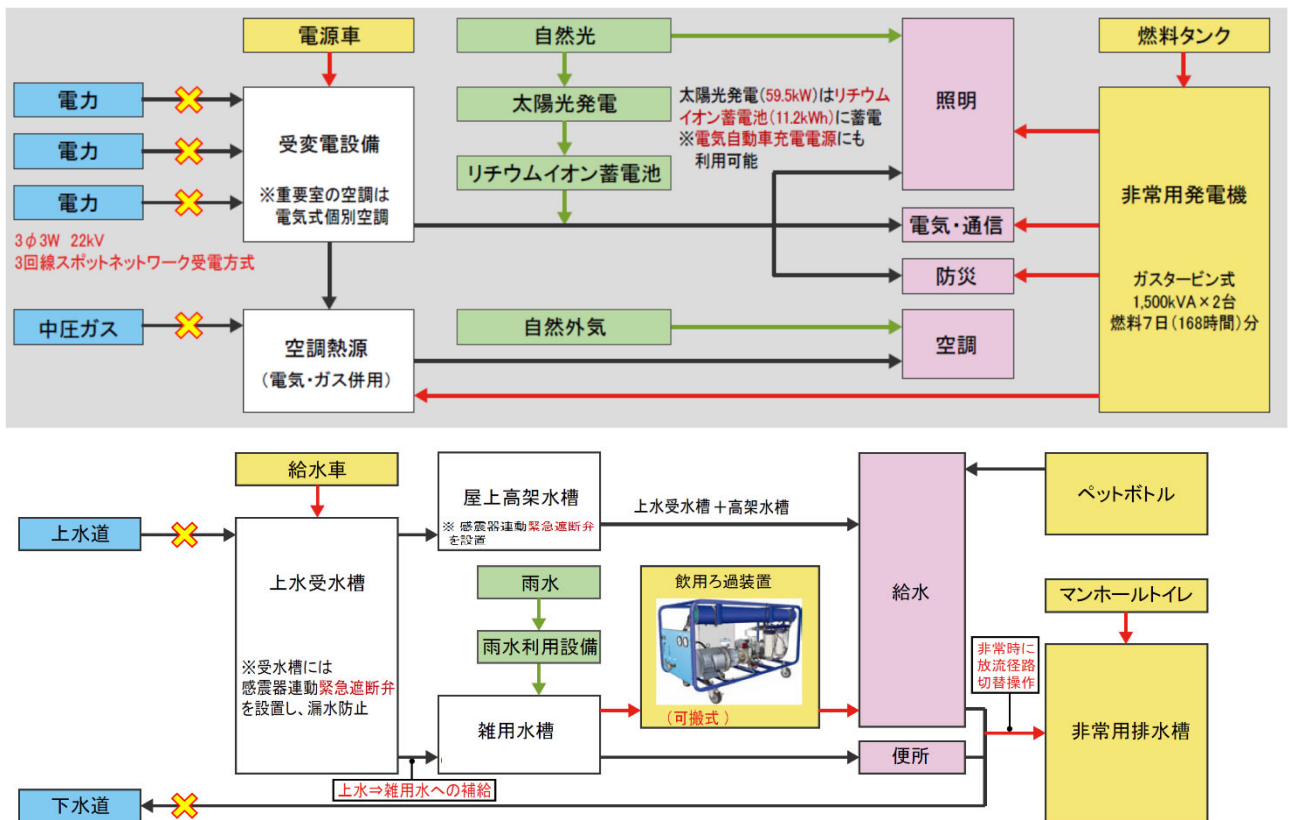


図-3 災害時におけるノンダウンシステム

4. ZEBへの取り組み

建築計画の特徴を活かした負荷軽減手法や自然エネルギー・再生可能エネルギーの活用、高効率熱源機器や搬送エネルギーの様々な削減手法、外調機、照明、昇降機の省エネ等、実績の多い手法により、確実な省エネを図り、一次エネルギー消費量を47%削減（BEI=0.53）とし、ZEB Orientedを達成した。図-4に、一次エネルギー削減量の概略を示す。

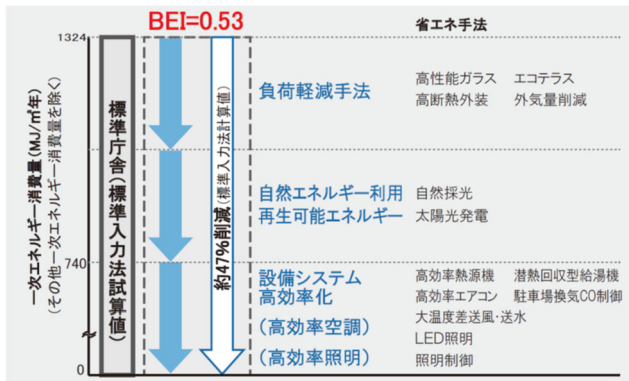


図-4 一次エネルギー削減消費量

4. 1 構造体を活かした外装による日射負荷抑制

外表面に格子状に現れる構造体の柱と梁は、庇や垂直ルーバーの役割も担い、陰影のある外観を創ることにより、熱負荷を軽減に配慮した計画とした。(図-5)

南側の窓は、水平庇（ライトシェルフ）を設けることで更に熱負荷を軽減すると共に、光を間接的に室内に導く。熱負荷の大きい西側の壁面は、環境負荷を低減するエコテラス（図-6）を設けて、特徴的な外観を創るとともに、壁面緑化等により、遮熱性能を高めた。執務空間の窓ガラスは全面 Low-E 複層ガラスを採用した。屋上は外断熱仕様とし、更にその上部に設備架台を設けることで、機能性を高めながら屋根面への直射日光の負荷を抑制した。



図-5 建物外観パース



図-6 エコテラス

エコポイドを利用した排気ファンアシストによる自然換気

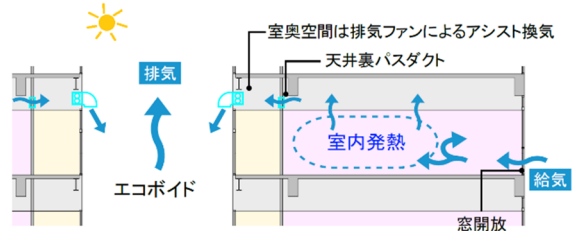


図-7 エコポイドを利用した自然換気

4. 2 エコポイドを用いた自然換気・自然採光システム

建物中央部にエコポイド（4.5×8.4m程度の外部空間シャフト）を設け、内部に自然の光を導き快適性を高めた。図-7にエコポイドを利用した自然換気の概要を示す。

自然換気が有効な時期における執務室の換気は、エコポイドを活用し、執務室の窓の開閉により外気を取入れ、執務室内の天井レタンチャンバー、エコポイドの煙突効果による上昇気流を利用して換気を行う。また、エコポイド上層階での逆流抑制を図るため、排気ファンを用いてアシスト換気を行える計

画とした。自然換気の有効時に館内アナウンスを行うことで、庁舎職員により窓の開閉を行う。また、エコボイドの上部に太陽光追尾採光システムを採用し、自然光をエコボイド下層階にまで導くようにした。

4. 3 地中熱利用

地下1階下部の免震層をクールピット・ウォームピットとして地中熱を有効活用し、エントランス等の共用空間の空調外気負荷を低減した。

4. 4 簡易エアバリア窓システム(図-8)

建物四隅に柱のないビューコーナーを設け、眺望を最大限確保する計画とした。ビューコーナー一部は外部からの熱負荷の影響が大きいため、簡易エアバリア窓システムを採用し、窓際の温熱環境への影響を低減するよう配慮した。

4. 5 クールスポット空調(図-9)

各階のエコボイドに面したリフレッシュコーナーにクールスポット空調を設置し、夏季のクールダウンに活用する。屋外から帰庁した際に体を冷ますクールスポット空調を活用し、手動スイッチ操作で一定時間冷風気流を浴び、体を冷ますことで執務空間の過度の冷房を抑える。参考文献1)2)の効果検証により、クールスポット空調を未使用時に建物入館着席後の室内環境に順応するのに20分程度要するのに対し、クールスポット空調を使用した場合、5分で室内環境に順応することが分かっている。

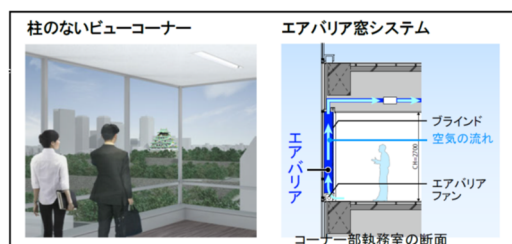


図-8 簡易エアバリア窓システム

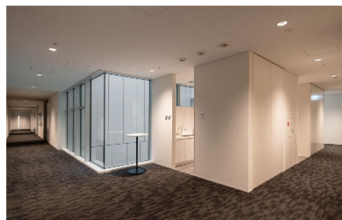


図-9 クールスポット空調設置状

4. 6 執務室の空調計画

(1) 熱源設備

一般空調室は中央方式とし、コスト、環境性、省エネ性能、信頼性等の総合的な観点から、電気・ガス併用方式とし、空冷ヒートポンプモジュールチラーと吸収式冷温水機を採用した。

熱源機器は、冷暖房負荷への柔軟な追従性や維持管理の向上を図るため、複数台に容量分割した。配管方式は4管式(冷水+冷温水)及び2管式とし、大温度差とインバーターによる変流量方式を採用し、搬送動力を低減した。

24時間使用室や特殊使用室、会議室等は個別空調方式とし、電気式空冷ヒートポンプエアコンにより空調を行う計画とした。

採用した熱源設備システムについて、ライフサイクルエネルギーマネジメント(以下、LCEM)ツールを用いてエネルギーに関する性能評価を行い、熱源設備の最適運転方式を検討した結果、低負荷時の部分負荷特性が良い空冷ヒートポンプモジュールチラーを優先的に運転することが最適運転となることを確認した。

(2) 空調設備 (図-10)

執務室の空調計画は、クールビズでも快適な温熱環境を実現する顕熱潜熱分離空調方式とし、Coil-to-Coil再熱式外気処理空調機の採用で、28°CDB45%RH程度を確保し、さらにコイルバイパス式空調機を採用することで、エネルギー消費を抑えながら低湿度環境を実現して、快適性を維持する計画とした。

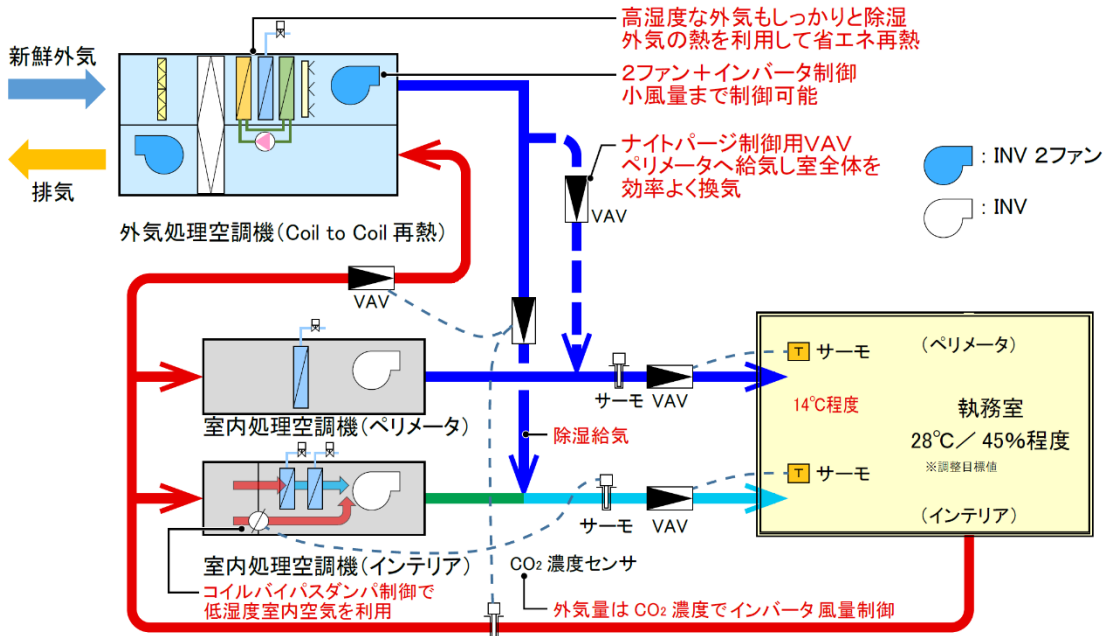


図-10 執務室の空調方式

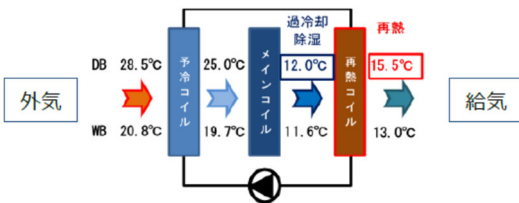


図-11 Coil-to-Coil 再熱方式 (温度変化)

a 外気処理空調機

南北各ゾーンに2台ずつ外気処理空調機を配置し、内1台をCoil-to-Coil再熱方式(図-11)を採用し、夏期は優先運転するようにした。本方式はメインコイルの前後に予冷コイルと再熱コイルを配置し、ポンプ循環による熱交換で予冷コイルの熱を再熱コイルで再利用して過冷却除湿+再熱を行う。これにより除湿再熱エネルギーを縮減しながら快適な湿度環境を確保することが可能となる。

また、外気処理空調機には全熱交換器を組み込むとともに、CO₂濃度による適正量の外気導入制御、外気冷房、ナイトパージ運転等の省エネを図っている。またファンは2ファン仕様のインバーター制御を採用し、低风量運用にも対応している。

b 室内処理空調機

室内負荷処理用の空調機は南北各ゾーンにペリメーター系統とインテリア系統の空調機を設置し、方位別及び室の間仕切り、面積に応じてVAVゾーニングを行った。インテリア系統はコイルバイパスダンパ制御付きとした。これにより、クールビズ時に目標の低湿度環境を確保できるよう、除湿時再熱は室内温熱を利用し省エネを図りながら室温を下げないように配慮した。

また、大温度差低温送風方式とし、送風動力を抑える。吹出口は低温送風対応高拡散型を採用し、不快な冷気の影響を防止する。

夏期や中間期の夜間には、中央監視制御によりナイトパーズを行い、夜間の冷気を利用した室内冷却を行う。その際、ペリメーター系統の給気ダクトを利用することで室内に冷気を行き渡らせる計画とした。

4. 7 太陽光発電

屋上と南壁面に太陽光発電装置を設置し、太陽光で発電された電力を有効利用できる計画とした。太陽光にて発電した電力の一部をリチウムイオン蓄電池に蓄電、放電するシステムを採用し、非常時にも利用可能とするシステム構成とした。1階エントランスに、表示設備として共用の表示モニターに発電電力、発電電力量を表示させる構成とした。

5. まとめ

本施設では、既存の技術を効果的に組み合わせることで省エネルギーとなる設計を行い、ZEB Orientedを達成した。

Coil-to-Coil 再熱方式の外調機、ファンインバータ制御・2ファン化、CO2制御・全熱交換器及び外気冷房等の手法を適用して、除湿性能の確保や搬送動力の低減及び外気負荷の低減及び自然エネルギー利用を行った。

2022年9月末が竣工となっており、今後運用実績を蓄積して効果の検証を行いながら、実際の運用形態との関係を把握して、さらに最適な運転を模索したいと考えている。

最後に、本施設の計画・設計・施工・運用段階のすべてのプロセスにおいて深いご理解とご指導をいただきました関係者の方々に、心より御礼を申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 石田、他：放射と自然対流によるタスク・アンビエント空調システムに関する研究：(第一報)被験者実験によるタスクパネルの性能評価、空気調和・衛生工学会大会学術講演文集, 2010. 09
- 2) 伊藤、他：放射と自然対流によるタスク・アンビエント空調システム「0-TASC」、ヒートポンプとその応用 2011. 3. No. 81