

大成札幌ビルの躯体蓄熱放射冷暖房システム

大成建設(株) 設計本部 設備グループ 森山 泰行・梶山 隆史

キーワード/事務所・空調計画・躯体蓄熱・放射冷暖房・フリークーリング

1. はじめに

弊社では環境に特に配慮した「スーパーエコビル (Super Ecological Building)」の建設を推進している。弊社の支店とテナントで構成される「大成札幌ビル」はその適用第1号プロジェクトである。

当ビルは札幌市中心部、テレビ塔のすぐ南側の商業地域に、老朽化した既存ビルの建て替えとして計画された。快適な次世代オフィスビルであるとともに省エネルギー、省資源、低環境負荷材料の採用など、環境配慮型建築をめざしている。今回は寒冷都市である札幌の気候を生かし、省エネルギーをめざした空調設備の概要を紹介する。

2. 建築概要

建物名称	大成札幌ビル
所在地	札幌市中央区南1条西1丁目
建築主	大成建設(株)
設計監理	大成建設(株)一級建築士事務所
施工	大成建設(株) 札幌支店
協力会社	北海電工・北弘電社・きんでん・関電工 東光電気JV(電気工事) 大成設備(衛生・空調工事)
用途地域	商業地域
建物用途	事務所・店舗・駐車場
構造	鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造
階数	地上8階、地下1階
建物高さ	34.57m
敷地面積	863m ²
建築面積	770m ²
延床面積	6,970m ²
工期	平成17年7月～平成18年6月

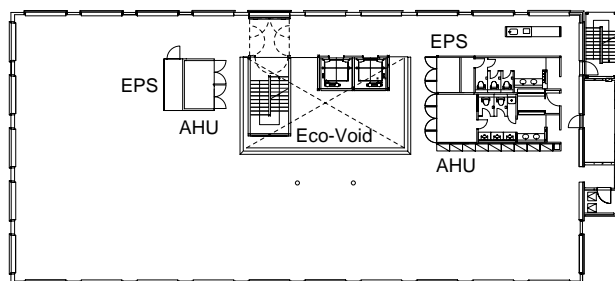


図-1 オフィス基準階平面図

3. 建築計画

建物はTASMOX TAisei Smart suppression system with MOnitor)と称する制震構造を採用。外壁自体を壁柱(構造躯体)とし、外壁構面に地震力を負担させている。外壁には100mmの外断熱、開口部にはLow-Eガラスを採用し、寒冷地に適した高断熱外皮とした。地下1階から3階は飲食およびサービス関連テナント、4階から8階が当社札幌支店のオフィスである。オフィスの基準階(図-1)では、プレキャスト・プレストレストコンクリート梁の採用で、柱のないオープンスペースとしフレキシビリティを向上している。また、建物中央部分にエコボイド(Eco-Void)と称する開放的な吹き抜け(写真-2, 図-2)を配置、上部トップライトから光を採り込み、開放窓により自然風が通るように工夫されている。効果的に自然光を取り入れる仕組みとして、新たに開発された太陽光採光システム「T-Soleil」を設置し、エコボイド底部やオフィス執務空間にグレアを抑えた目に優しい高質な光を届ける。エコボイドにはガラスで囲まれた階段とシャフトレスエレベータを設け、上下階を移動する人々と執務者が互いの存在を認識することができ、社員のコミュニケーションを促進する。



写真-1 建物全景



写真 - 2 エコポイド

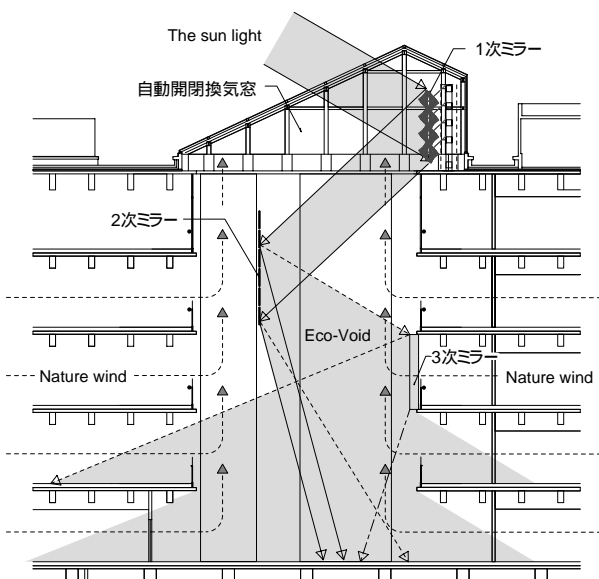


図 - 2 エコポイド断面図

4 . 空調設備概要

環境に配慮した寒冷地オフィスを実現するため、冬期の暖房負荷削減と夏期の冷涼な気候の有効利用を最重要ポイントとして計画した。外断熱の高断熱建物を前提として、この構造を生かしたシステムを構築した。

4 - 1 空調システム概要

外断熱の建物は断熱の切れ目がないためヒートブリッジが発生しにくく、外皮からの熱損失は非常に小さくなる。外壁を含めたコンクリート躯体がすべて断熱の内側になることで、建物の持つ熱容量を蓄熱体として利用する躯体蓄熱の考え方が有効に機能する。また、当ビルの4階から8階は当社の支店オフィスであり、機能美とコスト低減のため吊天井を張らないスケルトン天井としている。この天井構造を最大限に利用するため、床に冷温



写真 - 3 スケルトン天井

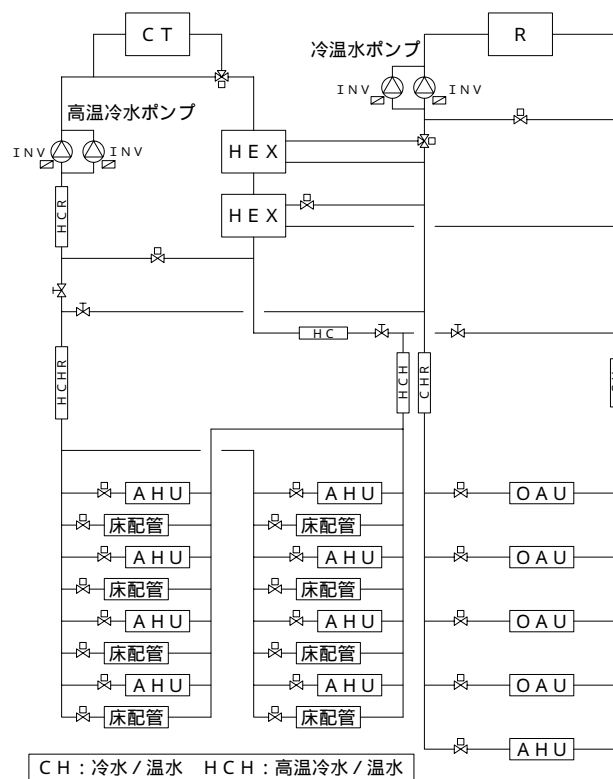


図 - 3 熱源系統図

水配管を埋設して蓄熱する方式を採用した。床躯体に蓄えられた熱が放射・対流により天井から下階室内に放熱され、熱負荷の一部を処理する。これにより空調機の風量を大幅に削減した。熱容量の大きいコンクリート躯体が天井部に露出することにより、床躯体からの放熱特性は良好である。また、室内の音響特性を向上するためグラスウールボードを吊り下げ、照明やスプリンクラーヘッドなどの設備器具をボード面に設置するデザインとした。(写真 - 3)

4 - 2 熱源設備

高効率空気熱源ヒートポンプチラーの採用と、ポンプ回転数制御による変流量方式、カスケード利用熱交換器による冷温水大温度差送水で搬送エネルギー低減をめざした。躯体冷却には結露防止と快適性確保のため一般冷水に比べ温度の高い17~20 の冷水(以降：高温冷水)

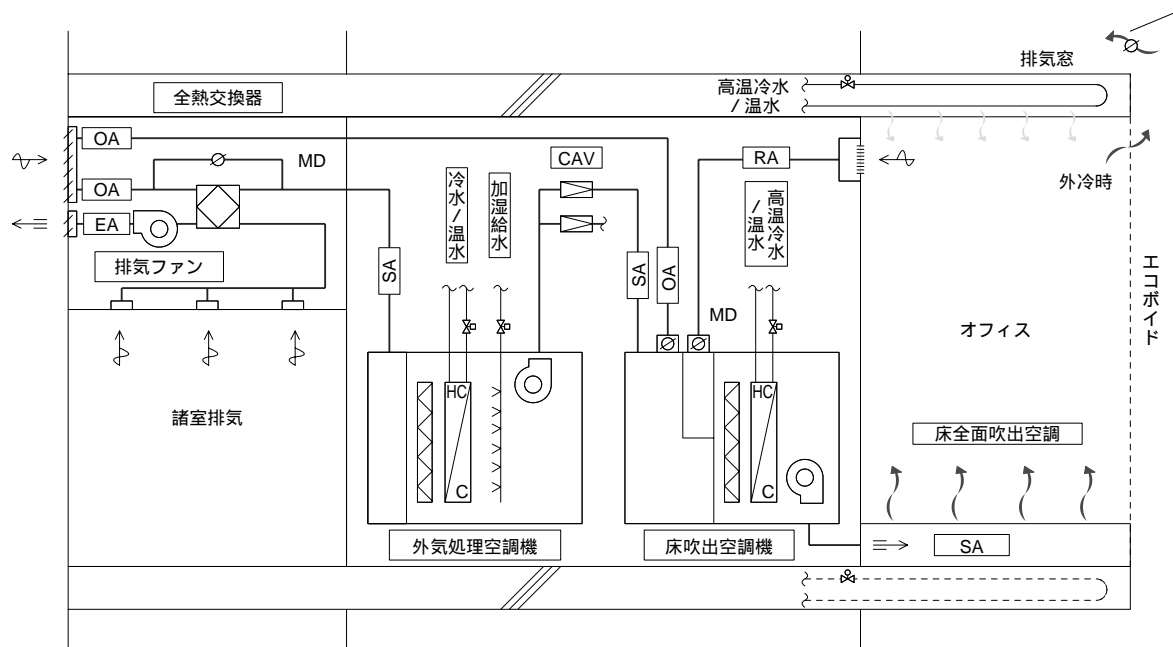


図 - 4 空調システム図

を使用するので、この系統の冷水に密閉式冷却塔によるフリークーリングを利用し、夏期夜間・中間期の冷涼な外気からの冷熱回収を行っている。図 - 3 に熱源系統図を示す。

〔主要構成機器〕

- ・空気熱源ヒートポンプチラー 212kW
- ・密閉式冷却塔 181kW
- ・プレート式熱交換器(高温冷水、カスケード利用)

4 - 3 空調設備

オフィスの空調は外調機 + 空調機と床打ち込み配管による天井放熱冷暖房併用としている。フロアごとに設置された外調機は室温により給気温度を制御し、冷水による除湿と加湿機能を持つ。1フロア南北2台の空調機は高温冷水による顕熱空調とし、通気性カーペットを使用した床全面吹出空調システム(T - Breeze Floor System)を採用した。ドラフトを感じない置換空調となるため、清浄で快適な空気環境とオフィスのフレキシビリティ向上を実現している。外壁開口部が非常に小さく、Low - Eガラスを採用していること、250mmの厚いコンクリート壁柱には100mmの外断熱を施したことから外皮からの負荷は小さく、特別なペリメータ処理をしない計画となっている。図 - 4 に空調システム図を、図 - 5 に天井躯体放熱と床全面吹き出し空調の組み合わせによるオフィス断面概念図を示す。

床打ち込み配管には架橋ポリエチレン管を使用し、一般的な温水床暖房の工法で施工した(写真 - 4)。床躯体への蓄熱は22:00より夜間電力を利用して行う。夏期冷房時には、スラブ下面(天井表面)温度が設定値になるまで冷却し、翌日の昼、負荷ピーク時間を過ぎるまで設定温度を維持するよう制御している。その後通水を停止し、次の蓄熱開始まで放熱する。

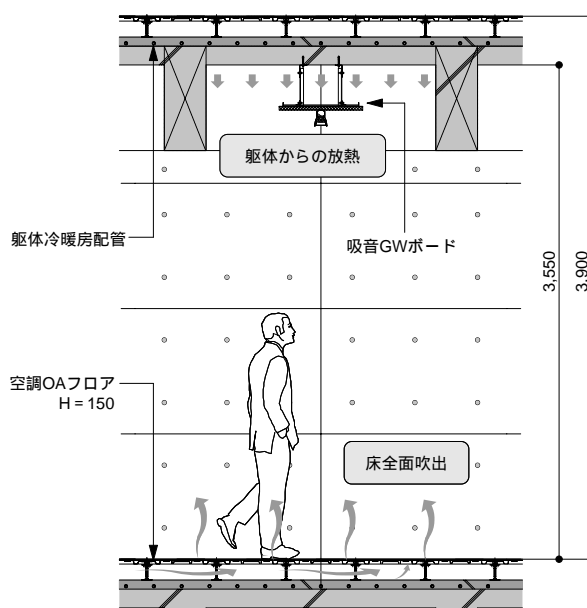


図 - 5 天井躯体放熱と床全面吹き出し空調概念図

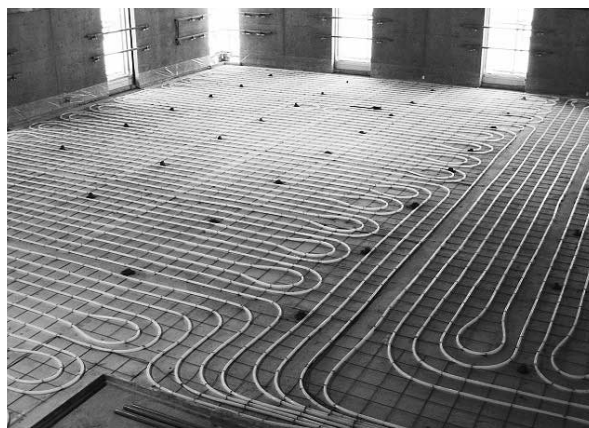


写真 - 4 床打ち込み配管敷設状況

図 - 6 に真夏の運転実績を示す。この日は前日22:00に蓄熱を開始し、明け方ごろ満蓄熱状態で床配管への通水が停止している。この床冷却により室内温度も設

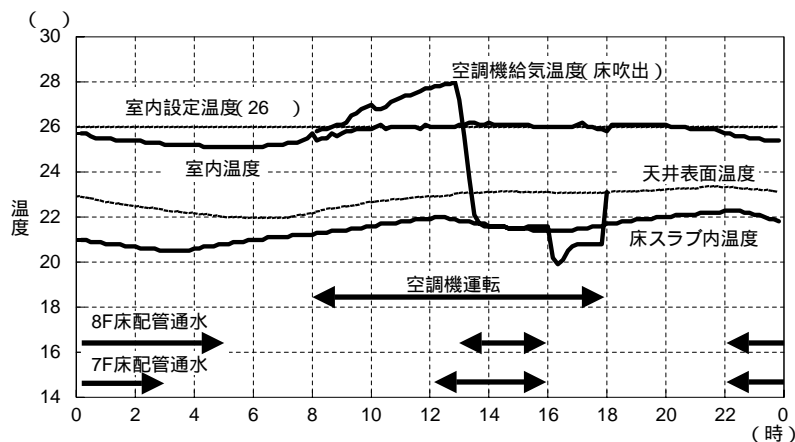


図 - 6 冷房運転時の温度変化(7階オフィス 2006.8.3)

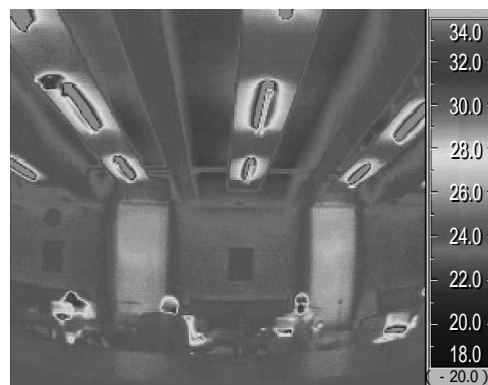


図 - 7 サーモカメラによる天井冷却状況

定温度(26°C)より約1°C下がり、室内の什器などにも蓄熱されていることが予想される。8:00から室内の空調が始まるが、給気温度より13:00ごろまで空調機の冷水弁は開かず、循環運転となっていることが分かる。この時間は床に蓄熱された冷熱が床吹き出しの気流により回収され、室内温度が設定値に保たれている。その後、昼過ぎごろから床配管・空調機とも冷却の追いかけ運転が行われ、16:00には床配管の通水が強制停止されて、蓄熱開始時刻まで放熱を行うという状況であった。また、当然のことながら、中間期に近づくにつれ床配管への通水時間は減少する。今後、これらの時刻設定や制御方法を工夫し、さらに効率の良い運転方法を模索していく予定である。

図 - 7 にサーモカメラによる天井の冷却状況を示す。天井面冷却による室冷却熱量は20~30W/m²程度であった。なお、冬期には床配管に温水を通水して蓄熱暖房を行う。

このほか、床吹き出し空調機は全風量外気による外気冷房運転が可能なシステムとなっており、中間期には冷涼な外気を有効に利用した冷房運転を行う。また、オフィスの小部屋、テナントエリアでは個別対応・計量が可能な空気熱源ヒートポンプマルチパッケージエアコンを採用している。

4 - 4 換気設備

居室部分は全熱交換器による換気を行っている。また、オフィスではエコボイドのドラフト効果を利用した自然換気が可能である。トップライト部に設けられた換気窓が室内外の条件をもとに自動的に開閉し、オフィス内に配置された外気取入口を開けることにより、浮力により外気が導入される(写真 - 5)。中間期には積極的に自然換気を利用し、空調エネルギーの削減をはかることができる。

4 - 5 自動制御, 中央監視設備

小規模な事務所ビルでありながら、データの蓄積と運用しながらの設定変更により最適な運転に調整できる中央監視設備を設置した。空調のみならず電力・照明・防犯などを一元的に監視できるようになっている。Icon



写真 - 5 トップライト換気窓と外気取入口

以下のローカル用プロトコルとしてLON WORKS[®]を、上位サブシステムとしてBACnet[™]を採用した。また、BACnet[™]からルータを介して当社のイントラネットに接続し、設計・技術センターなどの担当者が遠隔で監視、データ収集できるようにし、設計のねらいどおりの運用がなされているか、常時確認できるシステムとなっている。

また、基準階の2フロアおよびエコボイドのエレベータフレーム部分にワイヤレス温湿度センサを試験導入し、居住域のきめ細かな温湿度監視・制御と、エコボイドの垂直温度分布の常時監視を行っている。

5 . おわりに

当ビルには今回紹介した空調システム以外にも、さまざまな省エネルギー手法を取り入れている。これらが初期の目的を達成するよう、今後も蓄積されるデータ、および環境実測結果をもとに解析・評価を行い、さらなる省エネルギーを追求したいと考えている。

スーパーエコビル:

大成建設では、ビルの環境性能を、①CASBEE(建築物総合環境性能評価システム)、②建物外皮性能の評価指標であるPAL値、③運用エネルギーの指標であるERR値(1次エネルギー削減率)、④地球温暖化防止に関係の深いLCCO₂の4つの指標により評価している。①CASBEE: Aランク、②PAL値: 省エネルギー法の基準値の10%以上削減、③ERR値: 30%削減、④LCCO₂: グリーン庁舎計画指針による基準ビルに対し20%以上の削減、これらすべてを満たすビルを「エコビル」と称し、環境に配慮したビルと位置付けている。また、「エコビル」の中でさらに①CASBEE: Sランク、②PAL値: 25%以上削減、③ERR値: 40%以上削減、④LCCO₂: 30%以上削減のいずれか1つを満たすビルを「スーパーエコビル」と呼んで、特に環境に配慮したビルとしている。