

札幌三建ビル 寒冷地ZEBを実現

三建設備工業(株) 技術統括本部 技術企画グループ 成 松 学
三建設備工業(株) 技術統括本部 開発グループ 佐 藤 英 樹

■キーワード／事務所・新築・ZEB・省エネルギー・地下水

1. はじめに

築50年が経過し、老朽化したオフィスビルを建て替えるにあたり、一次エネルギー消費量の削減を主としたスマートウェルネスオフィスとして、寒冷地でのモデル建物の一つとすることをめざして2018年10月に札幌三建ビルを完成させた(写真-1)。

本稿では、スマートウェルネスオフィスとして導入した要素技術について紹介するとともに、基準一次エネルギー消費量に対する完成後1年間の一次エネルギー消費量実績(ZEBの評価)について紹介する。



写真-1 建物外観

2. 建物概要

建物名称 札幌三建ビル
所在地 北海道札幌市北区北15条西2丁目1番1号
建築主 (株)三建ビルディング
用途 事務所
敷地面積 1,155.12㎡
建築面積 972.05㎡
延床面積 1,949.58㎡
構造 RC造
階数 地上2階
工期 2017年10月～2018年10月
設計 三建設備工業(株)・(株)岩見田・設計
監理 三建設備工業(株)・(株)岩見田・設計
施工 三建設備工業(株)
施工協力 [建築] 岩田地崎建設(株)

慮している建物であることを一目で認識できる太陽光発電パネルを設置し、外壁下部には木目調の外装材を施している(写真-1)。

3-1 断熱・日射遮へい計画

熱容量の大きいコンクリートの蓄熱効果を生かすため、建物外周を100mm厚の断熱材で覆う外断熱方式を採用している(図-2)。ヒートブリッジとなりやすい部分を可能な限り減らすため、バラベット部分やピロティ駐車場の柱にも断熱を施している。また、ピロティ上部居室での足元の底冷え対策として、スラブ下に硬質ウレタンを250mm吹き付けている(表-1)。

窓は16mmの空気層を持つLow-E複層ガラスと断熱サッシを標準としており、日射負荷の大きい東面には「遮熱タイプ」、その他南面等では「断熱タイプ」を採用するなど、方位による使い分けを行っている。

3. 建築計画

本計画は、寒冷地における次世代のオフィスビルとして、省エネルギー・省CO₂に加え、業務効率化につながる快適性・知的生産性に配慮した計画としている。図-1に建物概要を示す。建物構成は1階に共用施設、ピロティ駐車場、2階に事務室を配置し、建物中央部には採光・換気兼用のハイサイドライトを設けており、吹抜階段の回りには、在室者が休憩やコミュニケーションの場として利用できるリフレッシュコーナーを配置している。また、無柱空間の事務室を実現するために、PC梁を採用している。

建物の外観は、外壁上部に歩行者が環境に配

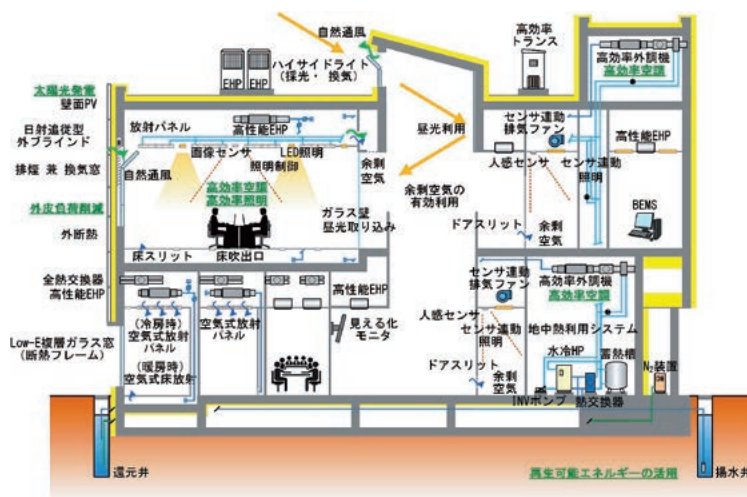
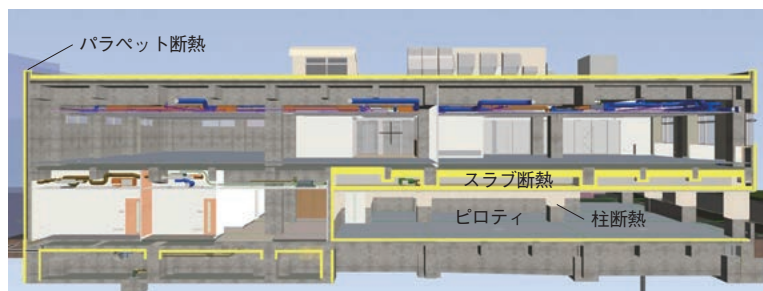


図-1 建物概要



断熱部分は

図-2 建物断熱状況

表-1 主な断熱仕様

外壁・屋根	押出ポリスチレンフォーム保温板 有効100mm 0.028W/(m・K)
床スラブ (ピロティ上部)	発泡硬質ウレタン吹付 有効250mm 0.026W/(m・K)
柱 (ピロティ)	押出ポリスチレンフォーム保温板 58mm 0.028W/(m・K)

窓外部に外付ブラインドを設置しており(写真-2)、夏期の日射を遮へいし負荷の削減を行っている。外付ブラインドは、太陽高度により自動的にフラップ角度を変更する日射追従型ブラインドとしている。また、上部下部で異なるフラップ角度となっており、上部で採光・通風を行いながら下部で日射遮へいを行うことが可能である(図-3)。

3-2 通風計画

札幌の卓越風は冬期の北北西から北西の風を除くと、南東から南南東の風が多い傾向があることから、建物全体として南東からの風を取り込みやすい配置や形状の窓を採用している(図-4・5)。寒冷地では中間期だけでなく、夏期の朝夕でも外気による冷房が可能であり、自然通風を有効に活用することで、中間期から夏期の空調に要するエネルギーの削減が期待できる。



写真-2 外付ブラインド(左：外側、右：室内側)

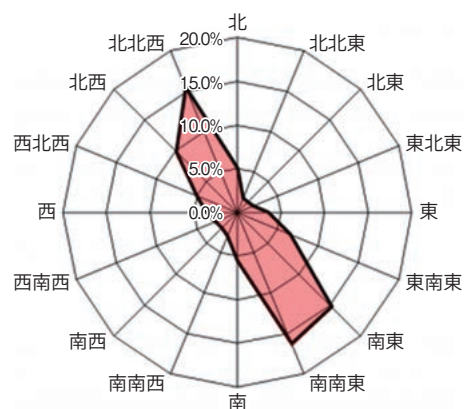


図-4 札幌風配図

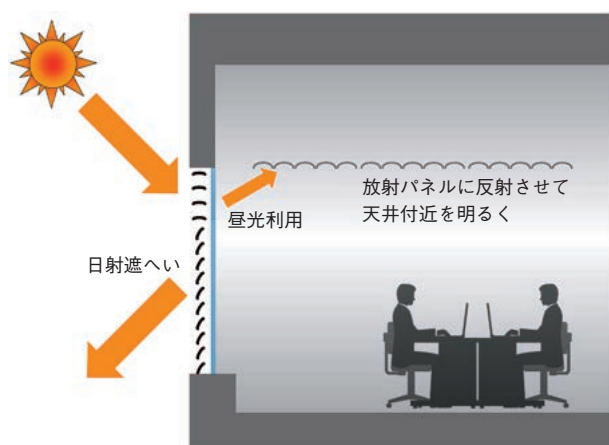


図-3 昼光利用ブラインド概念

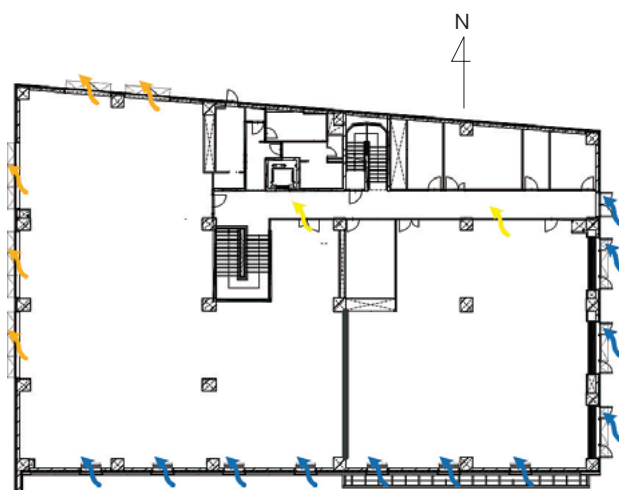


図-5 窓配置と通風時の流れ

4. 空調換気設備計画

4-1 熱源設備

再生可能エネルギー利用の一つとして、採熱量の多い地中熱利用オープンループ還元井方式を採用している。揚水井は120mの深さがあり、くみ上げの水温は11～12℃程度である。揚水井に設置したポンプにより揚水し、熱交換器にて採熱した後、還元井から地下の帯水層へ戻している。還元井はメンテナンス性や涵養量の確保を考慮して2本設け、おのおので深さの異なる帯水層に還元している(図-6)。

冷房時は地下水との直接熱交換して生成した冷水を天井放射冷房と外気予冷に用いることで、空調エネルギーの削減をはかっている。

暖房時は地下水を水冷チラーの熱源として利用し、蒸発器側に地下水の熱を利用した水を供給することにより、凝縮器側で温水を生成し、天井放射暖房と外気の加熱に用いている。

地中熱利用システム以外にも、寒冷地仕様の空気熱源ビル用マルチエアコンを併設しており、水冷(地中熱利用システムと放射パネルの組み合わせ)と空冷(ビルマルチ)のうち、効率の良い方を運転するハイブリッド運用を行っている。図-7に熱源運用概念図を示す。

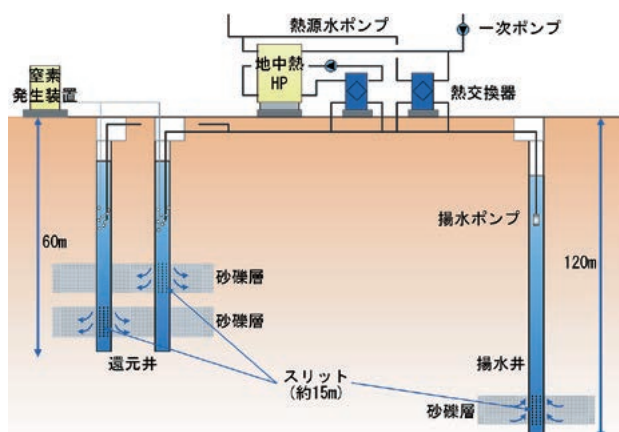


図-6 地中熱利用熱源システム

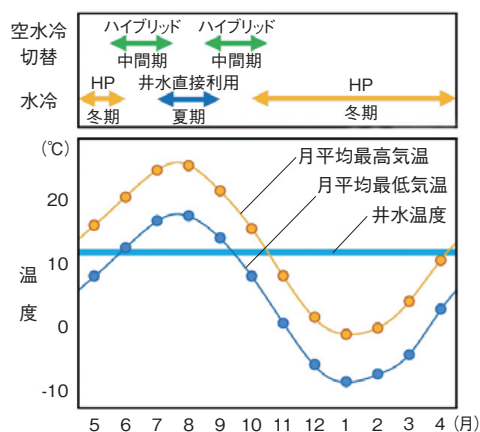


図-7 熱源運用概念図

4-2 空調設備

空調は潜熱顕熱分離空調をベースとしている。2階事務室は顕熱処理として水式放射パネルおよびビルマルチを併用し、外気潜熱処理として顕熱交換器を組み合わせた空調システムを導入している(図-8)。

天井放射パネルは、放射効果に加え、室内と天井裏の自然対流効果が促進するように、スリットを設けている。また、極力天井材を省くことで、施工の合理化に加え、室内を天井裏も含めた一つの大きな空間としてとらえ、自然対流による緩やかな循環流の促進をはかっている(写真-3)。このような放射パネルの効果を正しく評価するためには、建築条件と放射パネルの条件から、放射熱と対流熱を分離し、放射パネルの各熱伝達量と形成される温熱環境を同時に評価する必要がある。本事例においても、放射と対流を区別してパネル熱量や室内環境を実用的に計算する方法を適用し、放射パネルの送水条件や配置を考慮している¹⁾(図-9)。

天井放射パネルは冬期ピーク負荷時において、送水温度31℃で温熱的に快適となるように設置率を約63%としており、放射パネルの温度ムラに伴う局所的な不快感が生じないように、ブリードイン方式を採用している。

1階の応接室(写真-4)では空気式放射システムを導入し、天井放射、床放射の切り替えが可能としており(図-10)、季節ごとに切り替えることで快適性の高い運用をしている。

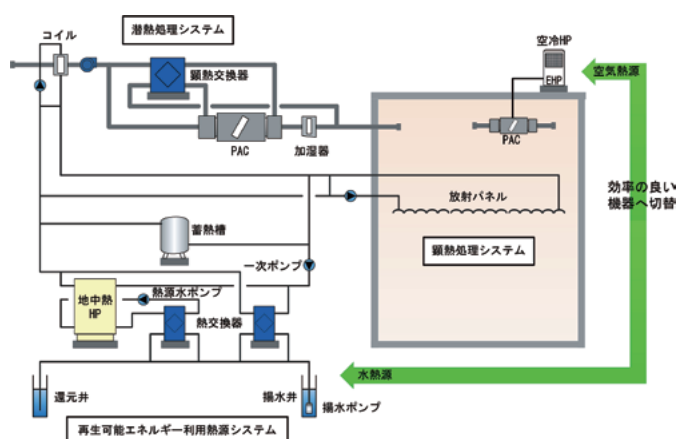


図-8 空調システムフロー



写真-3 事務室(水式天井放射)

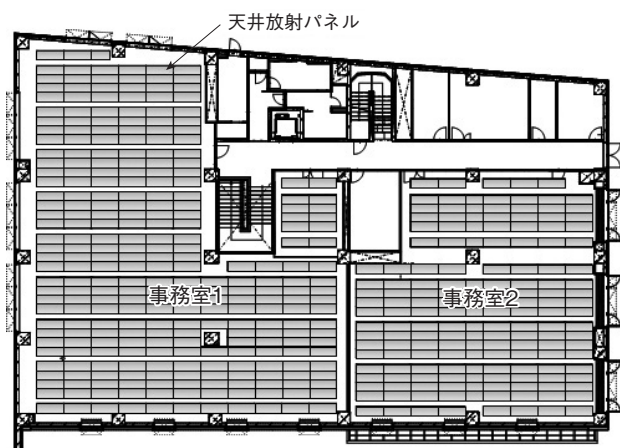


図-9 天井放射パネル配置図(水式)



写真-4 応接室(空気式天井放射)

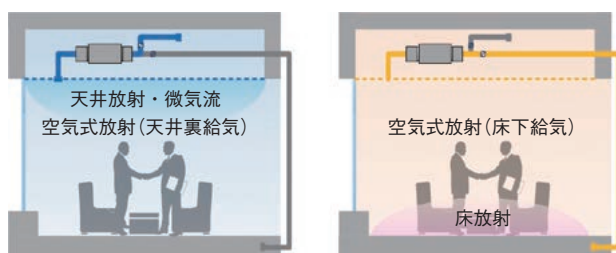


図-10 空気式放射空調切替システム

4-3 外気潜熱処理システム

外気潜熱処理は顕熱交換器を組み込んだシステムを導入している。図-11に冷房時のフローを空気線図上に示す。地下水の熱で予冷した外気を顕熱交換器によって外調機出口空気と熱交換している。これにより外気予冷空気はさらに除湿され、外調機の処理負荷を削減し、安定した除湿が可能になる。一方、外調機出口空気は顕熱交換器で再熱して吹出温度を調整している。

暖房時は、顕熱交換器をバイパスさせてコイルおよび外調機により加熱し室内に供給する。外調機は気化式加湿器のON/OFFによる吹出温度の低下を抑制するため、吹出温度制御により常に室温程度で外気を供給できるようにしている。

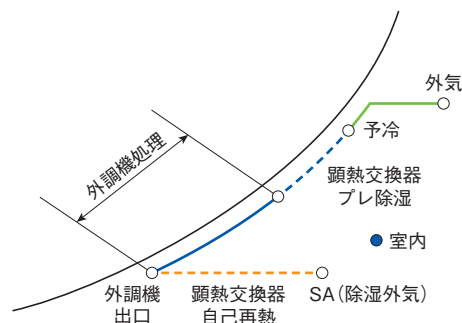


図-11 冷房時の外気潜熱処理

4-4 換気設備

事務室内において、天井放射パネルで結露が起らないよう、新鮮な外気処理空気を供給し、意図的に事務室を陽圧管理している(図-12)。

事務室内から空調空気は廊下共用部に流れ、その後、トイレや倉庫から排気される。そのため、事務室からの空調空気が共用部の空調空気としても利用できるため、高断熱・高気密の建物では、結果として廊下共用部の空調エネルギーを削減することが可能になる。また、トイレ等の排気は人感センサ連動としており、建物全体として陽圧を保つことで高湿の空気や冷気の侵入を防ぐことが可能になる。

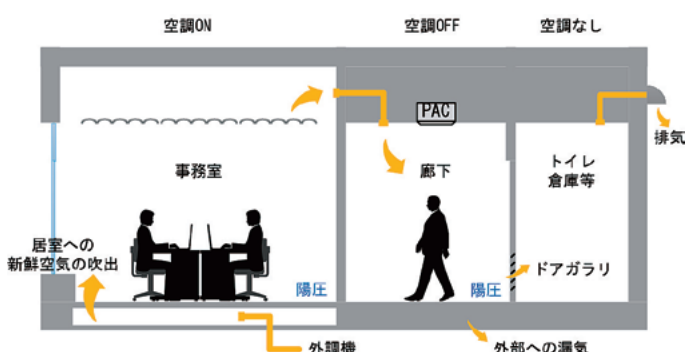


図-12 換気フロー

5. 電気設備計画

5-1 照明設備

照明は全館でLEDを採用しており、内部発熱負荷も抑制している。各場所に適したセンサによる照明制御を取り入れており、無駄なエネルギーを極力削減している。事務室では自動調光センサと画像センサを組み合わせ

おり、昼光導入時の出力抑制と人検知による省エネをはかっている。画像センサは、微小な動きを的確に検知することができ、人感センサでは在室時に消灯してしまう欠点を解消している。リアルタイムで人の在・不在に連動でき、点灯保持時間を長く設定する必要がなくなるため、不要な点灯時間を省くことができ、省エネができる。また、画像センサは、人感センサよりも受け持つ範囲が広いので、設置台数を減らすことができる。

5-2 太陽光発電パネル

再生可能エネルギー利用として南側外壁面に合計27kW相当のパネルを設置している。年間の総発電量は、傾斜角30°～40°程度が最大となるが、建築計画上の制限もあり外壁に設置している。垂直設置では年間総発電量が減少するというデメリットがあるが、この建物の事務室系統の空調エネルギー使用量の予測は、垂直設置した太陽光発電量と似た傾向を示し、発電した電気を効率よく使用できると考えられる。通常、供給過多となる中間期でも暖房要求があり余剰となる量が少なく済むことや、最も発電量が少ない夏期には、空調エネルギーが少ない方式としているため、蓄電池を設置しなくても自家消費率を上げることができる。降雪量の多い地域では積雪や着氷のリスクを減らすことができ、また、札幌のように比較的緯度の高い地域では、冬期における発電量は傾斜角30°設置と大差はない(図-13)。

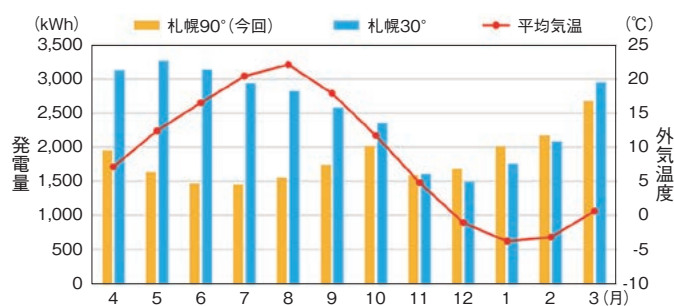


図-13 太陽光パネル発電量予測

5-3 計量計画

建物の詳細なエネルギー使用量を継続的に把握し、運用を適正化するために、計量の系統を共用系統とテナント2系統(事務室1、事務室2)の3系統に分けるとともに、熱源、空調、換気、照明、衛生、昇降機、コンセント、融雪、発電で細分化し、設備区分ごとに詳細に計量・確認でき、今後のエネルギー分析を可能にしている。

6. ZEBの評価

BELS(建築物省エネルギー性能表示制度)において、本建物は基準一次エネルギーに対して67%削減(設計値、創エネ含む)のZEB Readyの計画であった。これに対し、完成後1年間の実績値では基準一次エネルギーに対して74%削減(創エネ含む)となり、Nearly ZEBに近い成果を得た(図-14)。

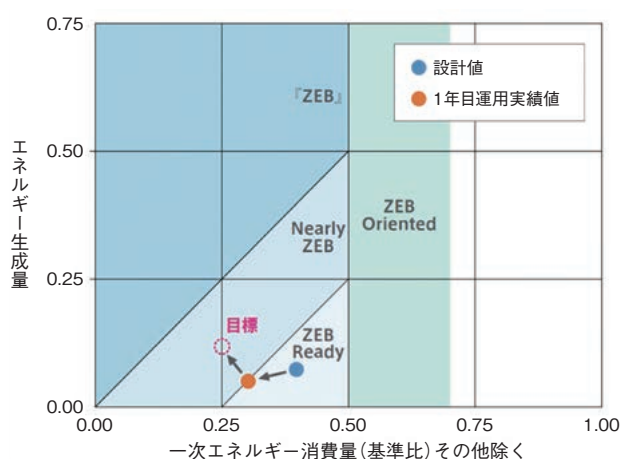


図-14 ZEBの設計値・実績値と今後の目標

7. おわりに

本建物は、運用改善および新たな技術の導入をはかることで、ワンランク上のNearly ZEBの達成をめざしていく予定である(図-14)。今後の寒冷地でのモデル建物の一つとして、持続可能な社会に貢献する建物となることをめざしていく。

<参考文献>

- 1) 塩谷、郡：スリットを有する天井放射パネルユニットの熱性能に関する研究 第2報 天井放射パネルユニット熱性能と室内環境の汎用的な計算法に関する検討、日本建築学会環境系論文集、Vol.79, No.698, pp.331-338, 2014.4