

しもきた克雪ドームの設備計画

大成建設(株) 設計本部 設備グループ 御器谷 良一・斧田 浩一

キーワード/複合施設・井水利用・自然換気

1. はじめに

ウェルネスパークは、青森県むつ市に位置する複合施設で、各種スポーツやイベントに利用できる「しもきた克雪ドーム」と、プールやアスレチックジムなどを備える「センターハウス」で構成され、市民の健康増進などを目的とした全天候型施設として計画された。しもきた克雪ドームは、その中核となる施設である。

本施設は平成17年7月に完成し、外構工事完了後の平成18年4月に正式オープンを迎えた。本報では、空調設備を中心に主要設備について紹介する。



写真 - 1 外観(むつ湾対岸より)

2. 建物施設概要

表 - 1 建物概要

建物名称	ウェルネスパーク しもきた克雪ドーム(ドーム棟) センターハウス(附属棟)
所在地	青森県むつ市真砂町
用途	体育館・観覧場(ドーム棟) プール, アスレチックジム, 更衣室ほか (センターハウス棟)
工期	平成15年8月1日~平成17年7月31日
敷地面積	50,000 m ²
建築面積	21,667.48m ²
延床面積	15,629.5 m ² (ドーム棟) 3,524.55m ² (センターハウス棟)
最高高さ	44.950m(ドーム棟) 7.807m(センターハウス棟)
構造	RC+S造(ドーム棟) RC+一部S造(センターハウス棟)
階数	地上1階/塔屋2階(ドーム棟) 地上2階(センターハウス棟)
建築主	青森県・むつ市
設計	原広司+アトリエ・ファイ建築研究所 大成建設(株)一級建築士事務所

3. 熱源設備計画概要

本計画においては、年間を通じて安定している井水の特性を生かした地中熱利用を計画した。夏期はドームのフィールド用空調機に熱交換機経由で井水を直接利用し、「涼房」を行う計画とした。またセンターハウス冷熱源の水冷チラーの冷却水としても井水を利用すること

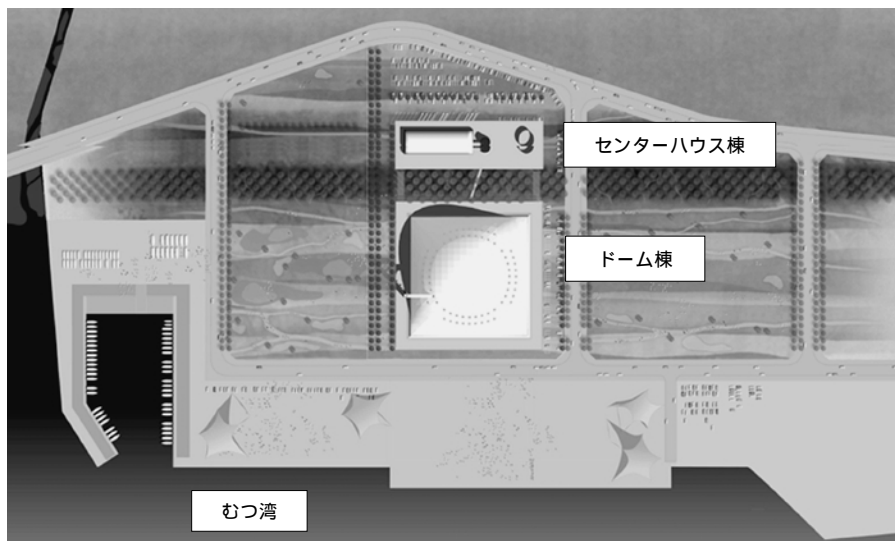


図 - 1 配置図

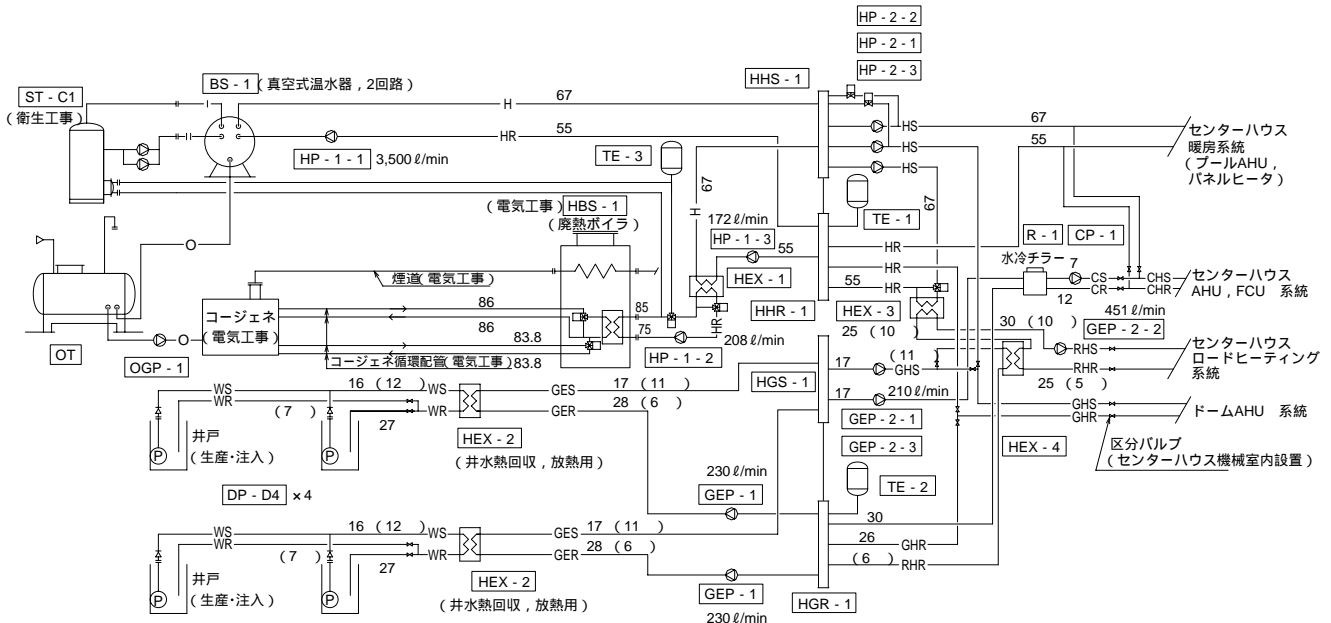


図 - 2 熱源まわりフロー

によって、建築景観的に問題となりがちな冷却塔そのものを取り止め、冷却塔ファン動力を削減するとともに、イニシャル・ランニングコストを低減する計画とした。

冬期は井水の熱を、熱交換機を経由して直接埋設配管に循環することによって、地中熱による駐車場部分の無散水式ロードヒーティングを実現した。井水利用融雪効果検証のため本年2月に実測を行った結果、通常の降雪では、ボイラ加熱なしでも十分効果があることが確認できた。

また、多量の降雪時の対応としては真空式温水器を利用して融雪の追いかけ運転が行える計画として、安全な来場者動線を確保することを可能とした。

地中熱利用のための井戸は、4本設置して2本を揚水、2本を還元に利用することによって、敷地全体の井水汲上量を抑制し、周辺環境への影響を極力抑制した。また揚水・還元井戸は夏冬で切り替え運転を行い、夏の温熱・冬の冷熱を地中に蓄え、夏に冷熱を取り出し、冬に温熱を取り出す季節間蓄熱効果も期待される。

温熱源としてはA重油焚き真空式温水器をセンターハウスに設置し、暖房、ろ過昇温、給湯・融雪に利用する計画とした。給湯は電力ベースカット用に導入したコージェネの廃熱、融雪は地中熱利用が優先となり、真空式温水器は追いかけ運転としてランニングコスト低減に寄与する計画とした。

図 - 2 に熱源まわりフローを示す。

主要機器

- 水冷チラー：冷却能力 157kW × 1基
- 熱源用井戸：150A × 40m × 230ℓ/min
(揚水 × 2本 還元 × 2本 夏冬切り替え)
- 井水 - 熱源水熱交換機：熱交換能力 177kW × 2基
- コージェネ廃熱 - 温水熱交換機：同144kW × 1基

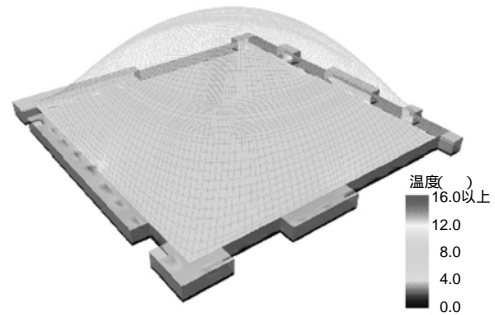


図 - 3 冬期の温熱シミュレーション

- 井水 - ロードヒーティング熱交換機：同 70kW × 1基
- 温水 - ロードヒーティング熱交換機：同 70kW × 1基

4 . 設備概要

4 - 1 空調概要

ドームにはフィールドエリア温調用として、四周に空調機を設置して居住域部分の空調を行う計画とした。空調吹出ダクトは、ドーム周囲に設置されたピット部分を利用した床吹出方式とし、フィールドと内部回廊の境目に吹出口を設置することによって、スポーツ利用に支障のない計画とした。

ドーム内の温度分布に関しては温熱・換気シミュレーションによる検討を行い、スポーツや各種イベントでの利用に有効であることを検証して計画を行った。このため、約270,000m³の気積を持つ大空間であるにもかかわらず、ランニングコストの低減を図りながら、冬期は温水による暖房にてフィールド部分居住域で8℃を確保し、夏期は井水による涼房(冷房)によって最高でも約30℃の環境を確保して、年間を通してスポーツ利用に適した空間を実現した。

ドーム周囲部分には、放送室や控室などの諸室が配置

されるが、空調方式は空気熱源ヒートポンプエアコン+全熱交換器方式とし、ドームの莫大な気積を利用して屋外機をドーム内に設置する計画とした。

これにより屋外機の防雪対策が不要となり、外気よりも条件の良いドーム内空気を利用することによってCOPの向上も図れる計画とした。

センターハウスは、エントランスホール・ホワイエ・アスレチックジム・プールを含めた中庭側(南側)の外壁側ガラス面には、コールドドラフト・結露防止対策として温水によるパネルヒータを床面付近に設置した。

個室部分はFCU+全熱交換器方式とし、極力機械室面積を低減する計画とし、管理事務室など個別の運転に配慮した。

利用者が衣服なしで在室するプールサイドおよびロッカー室からプールへの通路部分には空調機による温風暖房とともに温水式の床暖房を設置し、高天井・コンクリート打放仕上げの空間に対して寒さ対策を考慮した。

- ドーム空調機：50,000m³/h×4基
- センターハウス空調機：55,000m³/h(トータル風量)
- センターハウス床暖房：250m²
- ロードヒーティング：520m²



写真 - 2 センターハウス外観



写真 - 3 プール



写真 - 4 パネルヒータ



図 - 4 太陽熱利用

4 - 2 太陽熱利用

しもきた克雪ドームは、寒冷地における2重膜ドームの特性を生かして、日射熱による融雪雪を実現した。

2重膜内にセパレータを設置して、冬期に南面の日射によって暖められた空気を拡散させずに自然対流により頂部に導くことによって、勾配の緩やかな頂部付近の融雪をエネルギーを消費せずに促進させる計画とした。また太陽熱のみで融雪雪が行われない場合を想定して、フィールド用空調機の切替式温風ダクトを頂部まで延長して緊急時対応も可能としている。

4 - 3 給水設備

本施設は、豊かで高水質の伏流水を存分に得ることが可能な位置に計画されたため、この伏流水を十分に利用する計画とした。計画時点では実際の井水の水質を確定できないことから、市水の引き込みを行い、安全な水源の確保を行いながら極力井水の利用を行う計画とした。当初は井水の利用先は雑用水の補給水のみとしていたが、水質が飲用適であることが確認された後、多量の給水使用箇所であるプールの水源として利用し、ランニングコストの低減を図る計画に変更している。安全な複数水源確保の観点から市水の引き込みは残し、プール以外の飲用系統として利用するものとした。

図 - 5 に給水フローを示す。

4 - 4 雨水利用

18,000m²にも及ぶ広大な屋根(膜ドーム)および堆雪デッキを利用して雨水を積極的に貯留し(貯留槽：300m³)、ろ過滅菌後便所の洗浄水として利用する計画としている。これにより年間利用水量の69%を削減する計画となっている。(プール利用分：井水を除く)

4 - 5 自然換気

建物の立地条件を考慮し、ランニングコスト低減の観点から、夏期の一般利用時は自然換気にて十分に利用可能な環境を確保する計画としている。これはドーム上部に設けられた自然換気用フラップ膜(写真 - 5)および1階レベルの換気用ジャロジーを開放することによって可能となった。夏期の室内環境に有利に働く外部風であるが、一定以上の風速となった場合には、換気フラップ膜・換気ジャロジーの安全性確保の観点から、風速計による警報を発報し、現地の安全を確認したうえで、電動で閉鎖する機構とした。図 - 6 および図 - 7 に夏期自然換気時の室内環境シミュレーションを示す。(屋外無風状態)

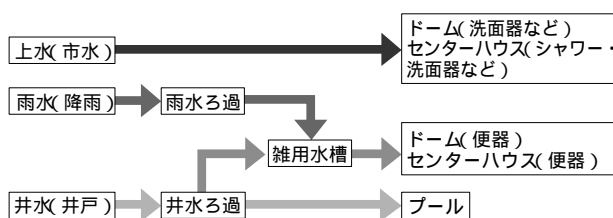


図 - 5 給水系統フロー図

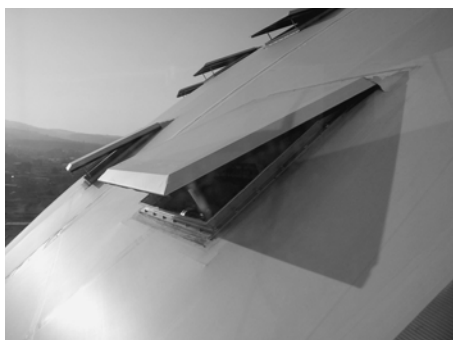


写真 - 5 換気フラップ膜

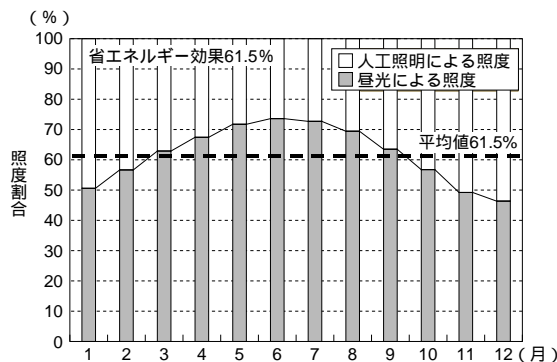


図 - 9 設計照度確保に必要な昼光および人工照明の照度割合の比較

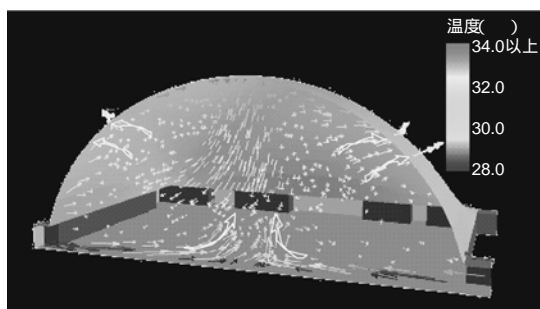


図 - 6 自然換気シミュレーション(夏期屋外無風)

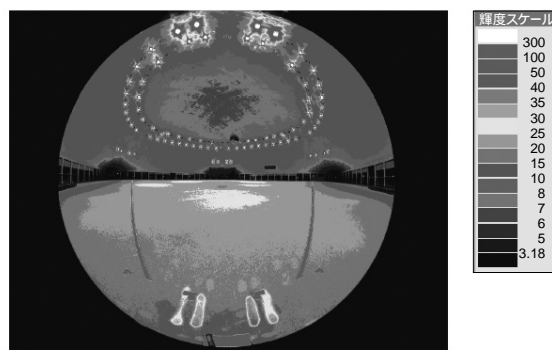


図 - 10 グレア評価(野球時)ピッチャーマウンドからセンター方向)

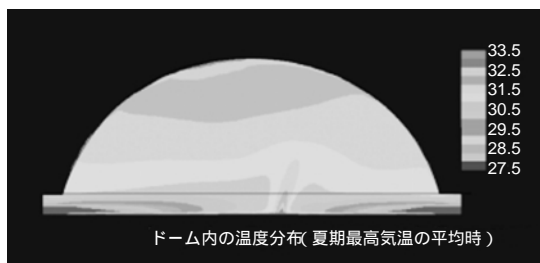


図 - 7 夏期ドーム内の温度分布

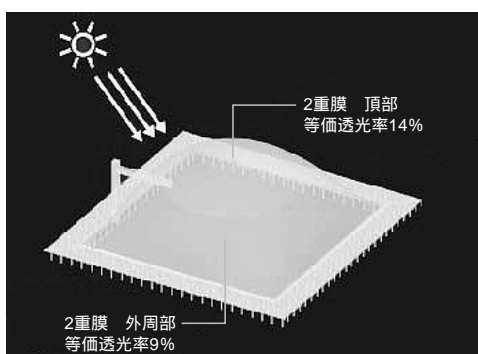


図 - 8 高透過膜の採用

4 - 6 自然採光

むつ市は、東京に比べて年間の日照時間は約 8 割である。これは、冬季降雪時の影響によるものである。今回のプロジェクトでは克雪地域における冬季利用という点が、市民が大きく期待を寄せる要素の一つである。そのため、曇天(30,000Lx)程度でも、十分に運動ができる照度(JIS レクリエーション野球300Lx)の確保を目標に設計を行った。今回の計画では、屋根頂部の内膜に透光率の高い材料を採用することで膜(外膜および内膜)のみの等価透光率14%となった。同じく外周部では9%である。

4 - 7 電灯設備

4 - 7 - 1 照明計画

照明計画については、省エネルギーおよび保守作業の軽減に配慮し高効率照明、長寿命ランプを採用した。アリーナ照明には、高演色メタルハライドランプ1kWを使用し、高所での保守作業を考慮した設置方法とした。ドーム棟の諸室は、蛍光灯を主体としたダウンライト型、トラフ型器具を採用した。

エレベータシャフト上部には「灯台」を模した行灯状の照明設備を設けたが、保守作業に配慮しメンテナンスフリーの無電極ランプを採用した。

4 - 7 - 2 グレア実測

完成後に、アリーナ照明器具による減能グレア指数を各照明点灯パターンに対して、数ポイントの観測点で実測した。結果は、GR30~36であり、評価値としては「あまり気にならない(30)」~「許容できる限界(50)」で評価できることが分かった。

5 . おわりに

しもきた克雪ドームは平成17年7月に施設の引き渡しを完了し、平成18年4月から本格運用している。

今後は、井水利用、その他内部温熱環境に関する実測データの解析を待って、今後の運用に役立てていきたい。

最後に、本施設の建設ならびに実測に関してご協力いただいたむつ市をはじめとする関係各位に、この場をお借りして感謝の意を表したい。