

テラスモール松戸

氷蓄熱システムの運用改善による負荷平準効果の拡大と運転効率の向上

受賞者 発表者：日本ファシリティソリューション株式会社 都市事業本部
都市エンジニアリング部 藤井 敦史氏
申請者：日本ファシリティソリューション株式会社
設備オーナー：住友商事株式会社

省スペース化、冷房専用を考慮し、氷蓄熱システムを採用

テラスモール松戸は、千葉県松戸市の複合施設である。地上4階、延べ床面積で10万7000㎡、そのうち3万7000㎡が空調面積となっている。商業施設の特徴としては、日中の熱負荷、電力負荷が多い一方で、夜間の熱負荷、電力負荷は少ないこと、また暖房需要よりも冷房需要の方が多くなっている。この特徴から省スペース化、冷房専用を考慮し、氷蓄熱システムを採用した(図1)。夜間の蓄熱運転として熱源機は、ブラインヒートポンプチャラー2台で夜間に蓄熱し、蓄熱槽内に氷を製氷する。昼間の放熱運転・追い掛け運転時は、夜間に貯めた蓄熱より、外融による放熱とブラインチャラーの追い掛け運転で建物側へ冷水供給をしている(図2)。

設備仕様は、ブラインヒートポンプチャラー11連結が2セット。それに伴う循環用のポンプとして、ブラインポンプがある。氷蓄熱槽として317㎡、総蓄熱量としては57.4GJある。また、日中の追い掛け用の熱交換器として、ブライン水の熱交換器が2台と放熱用の熱交換器が1台ある。設備は屋上の一角にモジュールチャラー11連結2セットを設置。氷蓄熱槽は屋外の地上に設置している。

インバータ調整で流量上限を見直し、放熱量を抑制

今回の運用改善として、全部で6項目に取り組んだが、今回は3項目について説明する(図3)。まず、改善の1点目は、放熱二次ポンプの流量調整を行った(図4)。設計では定格能力として放熱量5.5GJになるが、運用上実際には放熱量6.5GJであることを確認した。設計温度よりも高い戻り温度が放熱系統に流れていることを確認した(図5)。原因は、外調機系統の戻りの冷水がミキシングされずに放熱系統に流れていることだと考えた。改善前の熱量と電力量の実績を確認すると、放熱量が日中定格よりも多いため、計画時間よりも早く放熱が完了していた(図6)。電力量については放熱が完了してしまい、熱原機の追いかけ運転により20時にデマンドピークが発生していた。改善対策として、放熱用のポンプのインバータ調整にて流量上限を見直し、放熱量を抑制した。

図1 熱源システム概要

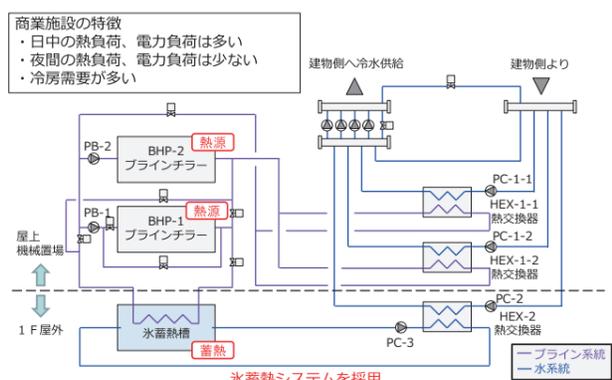


図2 熱源システム概要(昼間放熱・追掛運転時)

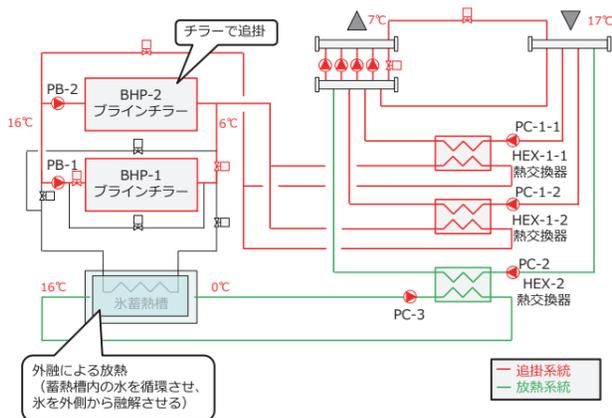
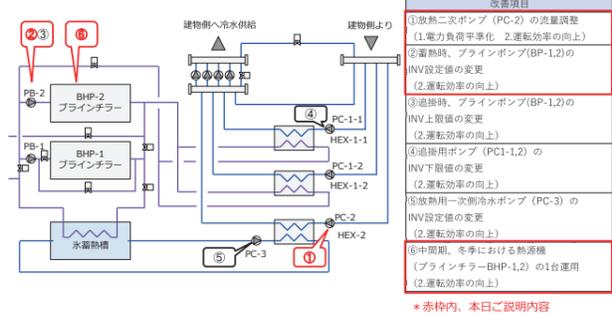


図3 運用改善の概要



* 赤枠内、本日ご説明内容

ブラインポンプのインバータ設定値を変更

改善2点目は、蓄熱時のブラインポンプのインバータ設定値を変更した。本システムのブラインポンプの制御内容は、蓄熱時、追い掛け時、それぞれにインバータ設定値を設けており、設定した任意の周波数で低速運転する制御となっている。システムの特徴として、想定ピーク熱負荷でブラインチャラーの容量を選定した。その結果、蓄熱槽に対してはやや過大であり、7時間で満蓄できる定格容量を確保している。さらに、部分負荷運転により熱源効率が向上する特性がある。その結果、蓄熱運転時には強制的に部分負荷運転となるように出力上限を設定した。今回、ブラインポンプの調整を実施した。改善前の流量としては170㎡程度が流れており、出口温度が-5℃程度で、温度差は5℃程度であった。流量が過剰なことを確認し、出口温度が設定温度の-8℃に達してなかった。そこで従前の5℃差運用から7℃差(-1℃→-8℃)の運用を目標に、ブラインポンプのインバータ設定値を変更した。

2台のブラインチャラーの運転システムを改善

改善の3点目は、中間期と冬季においては熱負荷が少ないので、1台運用でも蓄熱、追い掛けともに十分であることを確認し、2台中1台の熱源を停止して運用した。改善前は蓄熱時にブラインチャラー2台が同時運転するようなシステムになっていたが、今回の改善として1台を電源停止し、1台で蓄熱運用をすることにした。1台運用とすることで、運転時流量が130㎡に減少し、配管抵抗が減り、搬送動力を削減することができた(図7)。停止している方のチャラーに関しては、電源から停止することで、クランクケースヒーターによる保温エネルギーも削減している。

電力負荷平準化を実現し、運転効率が向上

改善効果として、時間最大の放熱量を抑制し、放熱時間を延長したことで、電力負荷を平準化することができた(図8)。運用改善を実施しなかった場合には、18時に追い掛け熱源の高負荷運転がデマンドピークに発生した可能性がある。想定されるデマンド削減効果としては260kWを削減できたと考えている。運転効率の向上としては、供給熱量は前年度と比べると10%程度増加しているが、消費電力量は2%減少した。熱源システムのCOPとしては11%改善した(図9)。これらは我々が運用管理まで携わったことで実現できたと考えている。

図9 改善による効果 2.運転効率の向上

	改善前 (2021年)	改善後 (2022年)	増減	前年比
供給熱量 GJ/年	17,879	19,537	1,657	109%
蓄熱・放熱 GJ/年	11,512	10,005	-1,506	87%
昼間追掛 GJ/年	6,368	9,531	3,164	150%
消費電力量 MWh/年	1,699	1,666	-33	98%
蓄熱・放熱 MWh/年	1,126	945	-181	84%
昼間追掛 MWh/年	573	721	148	126%
熱源システムCOP	1.11	1.22	0.12	111%
蓄熱・放熱	1.10	1.14	0.04	104%
昼間追掛	1.11	1.33	0.21	119%

* 改善前：2021年3月～2022年2月、改善後：2022年3月～2023年2月におけるデータを示す。
・前年比で、供給熱量が9%増加したが、消費電力量は2%減少
→熱源システムCOPは11%改善

図4 放熱二次ポンプの流量調整背景

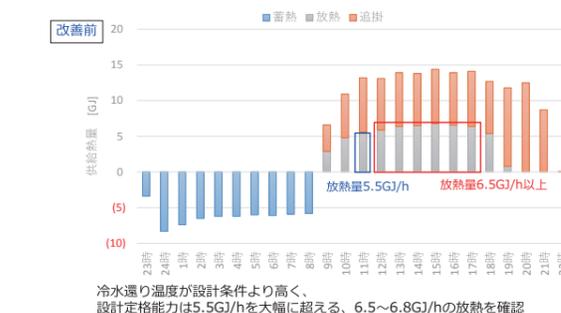


図5 放熱二次ポンプの流量調整原因

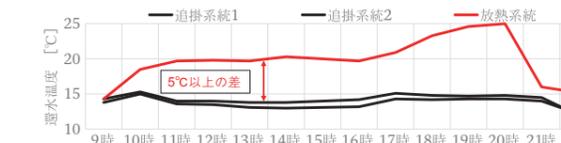
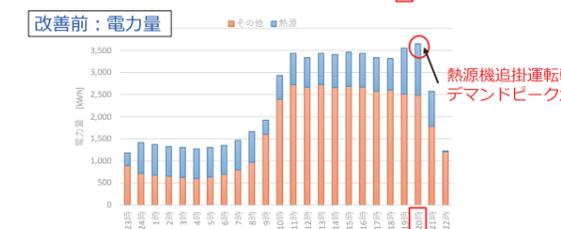


図6 中間期、冬季における熱源機の1台運用対策



放熱用のポンプ(PC-2)のINV調整にて流量上限を見直し、放熱量の抑制を実施

図7 放熱二次ポンプの流量調整対策

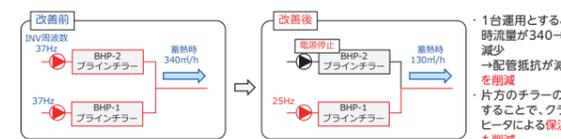


図8 改善による効果 1.電力負荷平準化

