

水蓄熱システムに導入されたモジュール型熱源機の運転手法整備

熱源機の部分負荷効率を活かした高効率運転の実現に向けて

Operation Methods for Water Thermal Storage System with Module Type Heat Pump Unit Aiming to Achieve High Efficiency Operation of Heat Source Using Partial Load Efficiency

(土木建築部 建築設備・エネルギー G)

(Building Facilities Engineering Group, Civil and Architectural Engineering Department)

近年、従来の熱源機と比較して全負荷だけではなく、負荷が小さい部分負荷でも高効率なモジュール型熱源機が開発された。これまで水蓄熱システムでは、熱源機を最も効率の良い全負荷で運転することを前提としていたが、モジュール型熱源機を採用することにより、システムの高効率化が期待できる。そこで本稿では静岡支店に設置された実機を用いて、実負荷条件下での運転試験を行った結果から独自の運転手法について提案する。

Module type heat pump unit with high partial load efficiency had already been developed recently. Although heat source full load operation is the principle of water thermal storage system so far, adopting module type unit instead of existing heat pump will lead to improvement of system efficiency. Aiming to suggest new operational method for water thermal storage system utilizing developed heat pump, a series of operational trial had been carried out at our Shizuoka branch office. In this paper, results of performance evaluation of cop and thermal storage tank efficiency are shown.

1 背景と目的

モジュール型熱源機は、複数台の圧縮機と送風機を内蔵している。複数台からなる熱源機を集中管理することにより、回転数制御や台数制御を組み合わせ、常に最も効率が良い状態で運転するよう制御される。年間を通して変動する負荷に対してきめ細かく対応することができるため、従来の熱源機と比較して全負荷時の他、部分負荷時の効率が良く近年急速に普及している。一方、水蓄熱システムの熱源機はこれまで最も効率が良いとされた全負荷で運転することを前提としていた。これにモジュール型熱源機を採用し、機器特性を生かした運転を行うことで、大きなピークシフト・省エネ効果が得られることが期待できる。

置された。夏期のピーク時には、10時間蓄熱運転で静岡支店の50%程度の負荷を賄うことができるようシステム設計されている。

第1表 静岡支店ビルの熱源システム概要

項目	概要
建物	延床面積 6,170m ² 、地下1階地上6階建
熱源	モジュール型熱源機 (60HP相当) × 2台 定格 COP (冷房 4.30/暖房 3.35)
水蓄熱槽	連結完全混合槽型 20槽 236m ³ 温度差 8℃

3 水蓄熱システムにおける運転手法の整備

(1) 運転手法の整備に向けた試験の概要

水蓄熱システムにおいて、部分負荷時でも効率が良いモジュール型熱源機の特徴を生かした運転手法を整備するため、運転試験を行った。試験は第2表に示す通

2 熱源設備の概要

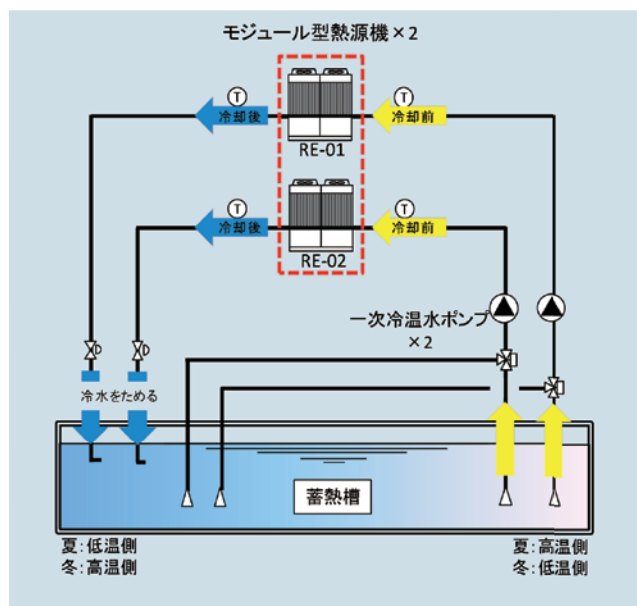
静岡支店(第1図)の空調設備は竣工時から水蓄熱システムが導入されており平成21~22年にかけて改良工事が行われ、2台のモジュール型熱源機(第2図)が設



第1図 建物外観



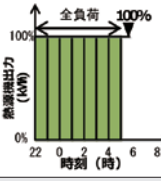
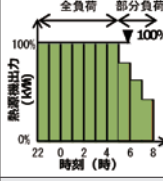
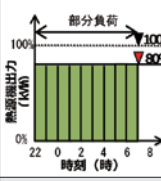
第2図 熱源機本体



第3図 空調システムフロー

り、従来の運転手法であるCaseAに対して、蓄熱が進み熱源機の入口温度が下がって全負荷運転ができなくなる蓄熱運転後半に、インバータ制御を利用して部分負荷運転するCaseB、熱源機効率に優れた部分負荷運転のみを利用するCaseCの3ケースを設定した。各季節の代表週で各試験ケースを実施し、機器効率(COP)や蓄熱量(蓄熱槽効率)の検証を行った。

第2表 運転試験ケース

項目	CaseA	CaseB	CaseC
運転概要	全負荷運転のみ 出力100%固定	全負荷+部分負荷運転 後半インバータ制御	部分負荷運転のみ 出力80%固定
熱源機運転手法			
特徴	従来運転	蓄熱量増大	熱源効率増大

(2) 熱源効率(COP)を用いた性能評価

省エネルギー性能の評価には、消費電力1kWあたりの熱源機出力を示すCOP(熱源機効率)と、熱源機で生成された熱を搬送するポンプの消費電力まで含めたシステムCOPを用いた(第3表)。熱源機のCOPでは、従来の運転手法であるCaseAに対して部分負荷運転としたCaseCが優位となった。CaseBは、中間期は高い値となったが、夏期は各ケースで最も低い値となった。熱源機の効率は満蓄熱に近づく蓄熱運転後半では、熱源機の入口温度が低くなるため、低下する傾向にある。夏期のCaseBはインバータを用いて後半の運転時間を長くしているため(第2表)、この影響が結果に表れたと考えられる。

システムCOPでは熱源COPと同様にCaseCが最も高くなったが、熱源COPほどの優位性は無かった。この理由として静岡支店では定流量の熱搬送用ポンプを採用しており、部分負荷特性を生かした運転としても、ポンプ動力が一定であったため、メリットが少なくなつたと考えられる。熱源システムの設計ではモジュール型熱源機の特徴を十分に生かすため、今後は変流量ポンプを採用することを検討していきたい。

第3表 COPのケース間比較

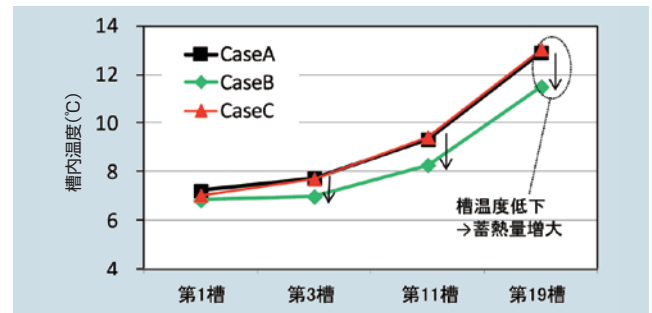
項目	季節/運転	CaseA	CaseB	CaseC
熱源COP	夏期(冷房)	3.39	3.14	3.71
	中間期(冷房)	4.09	4.75	4.65
	冬期(暖房)	2.76	2.76	未実施
システムCOP	夏期(冷房)	2.58	2.39	2.63
	中間期(冷房)	3.07	3.15	3.19
	冬期(暖房)	2.03	1.97	未実施

注 結果は、各ケース実施期間の平均値を示す。

(3) ピークシフト効果に関する考察

蓄熱運転を可能な限り長く行い、蓄熱槽全体の温度を低くすることにより蓄熱量が増大する。これにより昼間の追従運転を少なくできるため、電力のピークシ

フト効果は大きくなる。そこで、運転試験では蓄熱が完了する午前8時における蓄熱槽内温度(第4図)と蓄熱量の指標である蓄熱槽効率(第4表)を用いてピークシフト効果を評価した。蓄熱槽水温の測定は全20槽の内、第1、3、11、19槽で行った。蓄熱後半にインバータ制御を用いて、熱源機の運転時間を長くしたCaseBでは、他ケースと比較して蓄熱槽内温度が全体的に低く、高温側の槽では1.5℃低くなった。全槽の平均温度でもCaseBは他ケースよりも約1℃以上低くなった。このことは蓄熱量を示す指標である蓄熱槽効率がCaseBが最も高くなっていることにも表れており(第4表)、モジュール型熱源機の特徴を生かした運転手法を採用することにより、水蓄熱システムのピークシフト効果をより高めることができる可能性があることを見出すことができた。



第4図 蓄熱完了時の蓄熱槽内温度

第4表 蓄熱槽効率のケース間比較

項目	CaseA	CaseB	CaseC
蓄熱槽効率 ^{注1}	79%	96%	68%
相対比較 ^{注2}	100	121	86

注1 蓄熱槽効率=(実際蓄熱量/蓄熱可能な蓄熱量)
注2 CaseAを100として蓄熱量を相対評価した。

(4) 運転手法の提案

運転試験の結果より、CaseBはピークシフト効果に優れ、CaseCは省エネルギー性能に優れていることが分かった。これより水蓄熱システムでモジュール型熱源機を採用する場合は、空調負荷が大きくなる夏期ではピークシフトを図るため蓄熱量を増大することができるCaseBで運用し、その他の時期では高効率なCaseCで運用する運転手法を採用するのが良いと考えられる。

4 今後の検討

本稿で紹介した運転試験の結果を活かし、継続して当社事業場に採用されたモジュール型熱源機の運転改善を実施すると共に、得られた知見を継続して発信し、電気式空調の普及促進の一助となるよう努めていきたい。



執筆者/宇佐美勇気