

海水利用高効率ヒートポンプの実証研究

名古屋港水族館のプール水温調節システム

Application Study of High Efficiency Heat Pump System Utilizing Seawater as a Heat Source or Cooling Water
Pool Water Temperature Adjustment System of the Port of Nagoya Public Aquarium

(エネルギー応用研究所 都市・産業技術G 空調・熱供給T)

海水をヒートポンプの熱源水や冷却水として利用すると高いエネルギー効率が得られる。そこで、海水の直接通水を可能とし、さらに大幅な効率向上を図った高効率ヒートポンプを開発した。

この高効率ヒートポンプを用いた名古屋港水族館のプール水温調節施設での実運転結果より、名古屋港水族館の海水利用ヒートポンプシステムが高い省エネルギー性、環境保全性を有することを確認した。

(Air Conditioning, District Heating and Cooling Team, Town, Industrial Technology Group, Energy Applications Research and Development Center)

High energy efficiency can be obtained by utilizing seawater for heat source water or cooling water of heat pumps. Then, we had developed the highly effective heat pump, which can use seawater directly as heat source or cooling water. In the Port of Nagoya Public Aquarium, the water temperature of huge pools for breeding orca, and belugas, etc., is adjusted with this highly effective heat pump system. In this paper, the energy-saving performance and environmental preservation performance of the system are clarified by analyzing the operation data over a period of four fiscal years.

1 背景・目的

海水の温度は、夏に外気温よりも低く、冬に外気温よりも高いため、海水をヒートポンプの熱源水や冷却水として利用すると高いエネルギー効率が得られる。そこで、腐食性の高い海水でも直接通水を可能とし、さらに冷凍サイクルの工夫により大幅な効率向上を図った高効率ヒートポンプを開発した。

この高効率ヒートポンプを用いた名古屋港水族館のプール水温調節施設での実運転により、海水利用ヒートポンプシステムの省エネルギー性、環境保全性を検証することを目的とした実証研究を行った。

2 海水利用高効率ヒートポンプシステム

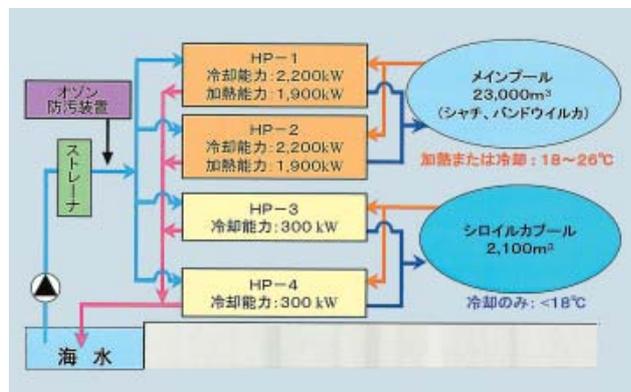
名古屋港水族館北館の飼育プール水温調節施設を第1図に示す。ここでは、名古屋港の海水を熱源水や冷却水として利用している。また、ヒートポンプの熱交換器への海生物付着防止のため、オゾン防汚装置を採用している。

このシステムは、夏季に冷却運転し、冬季に加熱運転するメインプール系システムと、冷却のみを行うシロイルカプール系システムに分かれる。メインプールの水張り総容積は約23,000m³、表面積は約2,700m²であり、シロイルカプールの総容積は約2,100m³、表面積は約420m²である。

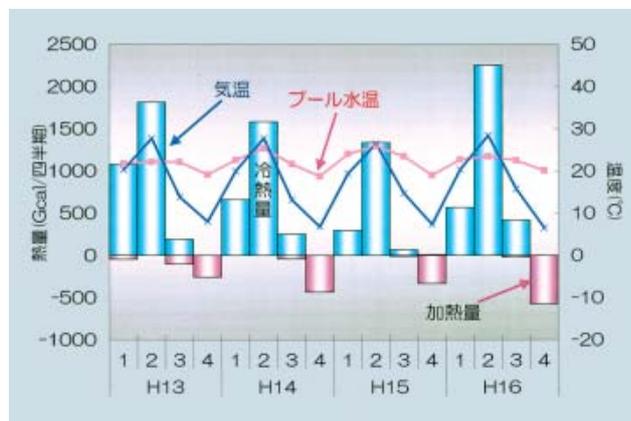
3 運転結果および評価

(1) 運転結果

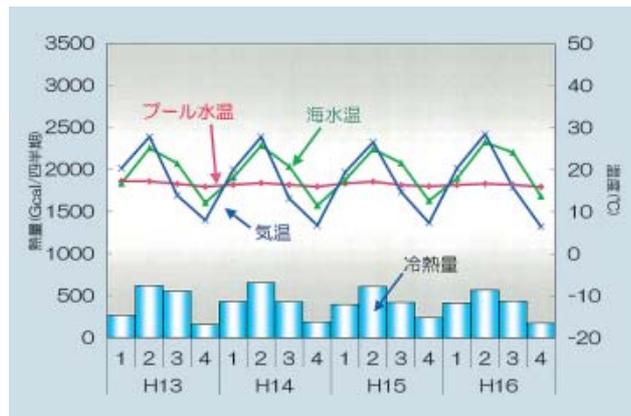
平成13年4月から平成17年3月まで4年間の運転データを取得した。メインプールは第1から第3四半期に冷却し、加熱は主に第3および第4四半期に行った(第2図)。また、シロイルカプールは年間を通じて冷却した(第3図)。



第1図 海水利用高効率ヒートポンプシステム



第2図 メインプール系システムの運転結果



第3図 シロイルカプール系システムの運転結果

(2) 省エネルギー性評価

メインプール系ヒートポンプの期間のエネルギー効率 (= 生産熱量 / 消費電力量) を示すシーズンCOPは冷却時に8.37、加熱時に8.49、シロイルカプール系ヒートポンプのシーズンCOPは7.60であった(第1表)。システム全体の一次エネルギー換算COP(電力を一次エネルギーに換算した値、昼間電力10,050kJ/kWh、夜間電力9,310kJ/kWhで換算)は2.36であり、地域冷暖房プラントの一次エネルギー換算COPの全国平均が0.88であることから、実証システム(海水利用高効率ヒートポンプシステム)の高いエネルギー効率を確認できた。

実証システム(第4図)と同等の熱出力である他の3システム(第4図 ~)が、同一気象・熱負荷条件下で実証システムと同じ熱量を生産すると仮定して運転シミュレーションを行い、実証システムの省エネルギー性、環境保全性、および運転費の検証を行った。その結果を第2表にまとめる。

実証システムに比べ、従来電気式システム(と)のエネルギー消費量は3~4割大きく、ガス吸収式システムは2倍以上となった。以上より、実証システムが省エネルギー性に優れていることを確認した。なお、ガスの一次エネルギー換算には46.05MJ/Nm³、原油換算は38.2MJ/Lを用いた。

(3) 環境保全性の評価

実証システムに比べ、従来電気式システムのCO₂排出量は3~4割大きく、ガス式システムは約3倍となった。実証システムが温室効果ガス排出量の抑制に貢献していることを確認した。なお、CO₂排出係数として、電気は0.378kg-CO₂/kWh、ガスは2.36kg-CO₂/Nm³を用いた。

(4) 運転費の評価

実証システムに比べ、従来電気式システムの運転費は7~8割大きく、ガス式システムは2倍以上となった。実証システムがお客さまのエネルギーコスト削減に貢献していることを確認した。なお、運転費の計算には、当社の電気料金単価および東邦ガス殿のガス料金単価を用いた。

4 今後の展開

名古屋港水族館の海水利用高効率ヒートポンプシステムが高い省エネルギー性および環境保全性を有し、低ランニングコストを実現することを確認した。

本研究の成果を活用することで、海水や河川水を活用する熱源システムの普及拡大に取り組んでいく。

謝辞

本研究にご協力いただいた、名古屋港管理組合殿、および財団法人名古屋みなと振興財団名古屋港水族館殿の関係者のみなさまには、この場を借りて感謝申し上げます。

第1表 運転結果のまとめ

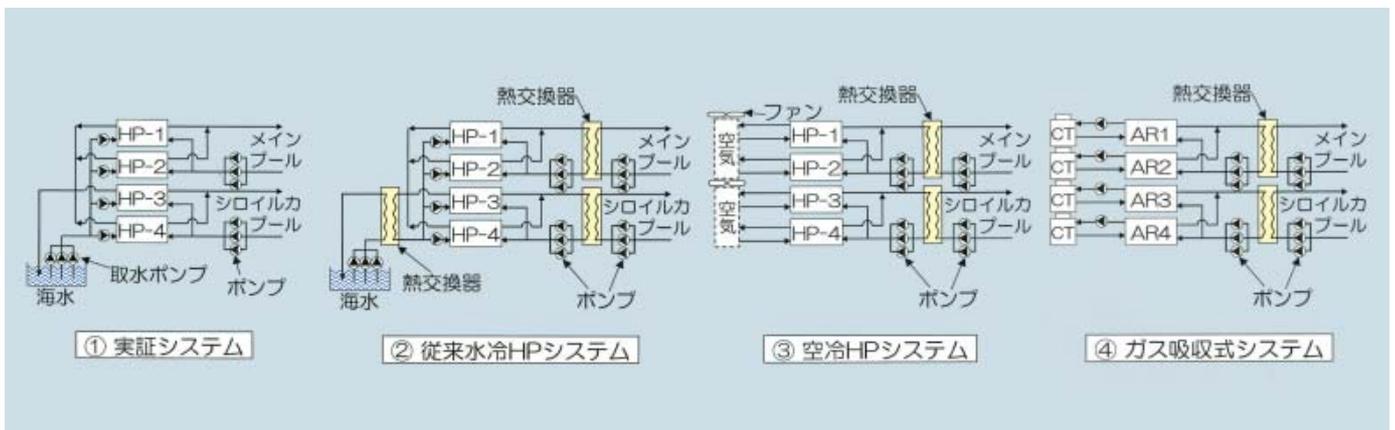
		平均	メインプール系		シロイルカプール系	
			システム	単体	システム	単体
COP	冷却	8.37	6.10	7.08	4.99	7.60
	加熱	8.49	6.96	6.96	4.99	7.60
	総合	8.39	6.17	7.06	4.99	7.60
生産熱量	総合	GJ	79,417	51,816		27,601
消費電力量	総合	MWh	3,574	2,037	1,716	1,536
一次エネルギー換算COP	総合	平均	2.36	2.72	3.23	1.90

COP : 成績係数(Coefficient of Performance) = 生産熱量/消費電力量

第2表 システム比較結果

		実証システム	従来水冷HP*システム	空冷HP*システム	ガス吸収式システム
		エネルギー消費量(原油換算kL/年)	電力	221	283
	ガス				423
	合計	221	283	312	493
	(比率)	(100)	(128)	(141)	(223)
CO ₂ 排出量 (ton-CO ₂ /年)	電力	333	430	474	105
	ガス				830
	合計	333	430	474	935
	(比率)	(100)	(129)	(142)	(281)
エネルギーコスト(万円/年)	電力	1,636	2,752	2,970	730
	ガス				2,661
	合計	1,636	2,752	2,970	3,392
	(比率)	(100)	(168)	(182)	(207)

*HP : ヒートポンプ



第4図 実証システムと比較システム



執筆者 / 林 大介
Hayashi.Daisuke@chuden.co.jp