

令和4年度デマンドサイドマネジメント表彰 総合システム部門

一般財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター

振興賞

持続可能な未利用熱利用(帯水層蓄熱システム)による

工場空調システムの省エネ革新

三菱重工サーマルシステムズ株式会社

未利用エネルギーである地中熱を利用した帯水層蓄熱システムを弊社工場の冷暖房(700kW規模)に導入し、大幅な省エネルギーを達成した事例である。また、帯水層に季節間蓄熱することで従来の地中熱利用にはない持続可能な熱利用を実現している。

冬期暖房時の冷排熱を夏期冷房に利用し、夏期冷房時の温排熱を冬期暖房に利用することで通年地中への熱収支をゼロとし、大気への熱放出低減と水資源の保全も可能な地球環境に配慮した省エネルギーと環境性を両立したシステムである。安定した蓄熱温度を利用することで真冬及び真夏の電力デマンドを抑制することができた。年間一次エネルギー消費量が、同規模の空冷ヒートポンプの対比で約31.5%削減できた。



帯水層イメージ図

(1) 帯水層蓄熱システムとは

私たちの足元に眠る地下水は、砂礫などから構成される帯水層と呼ばれる地層にあり、外気温度に比べると、冬は暖かく、夏は冷たく熱源としての利用価値が高い温度差エネルギーである。この帯水層を巨大な蓄熱層に見立てて、ターボヒートポンプを使って冷房時の温排熱、暖房時の冷排熱を貯め、温排熱を暖房に、冷排熱を冷房に季節を跨いで熱を有効利用する空調システムを帯水層蓄熱システムと呼んでいる。

(2) 実証設備概要

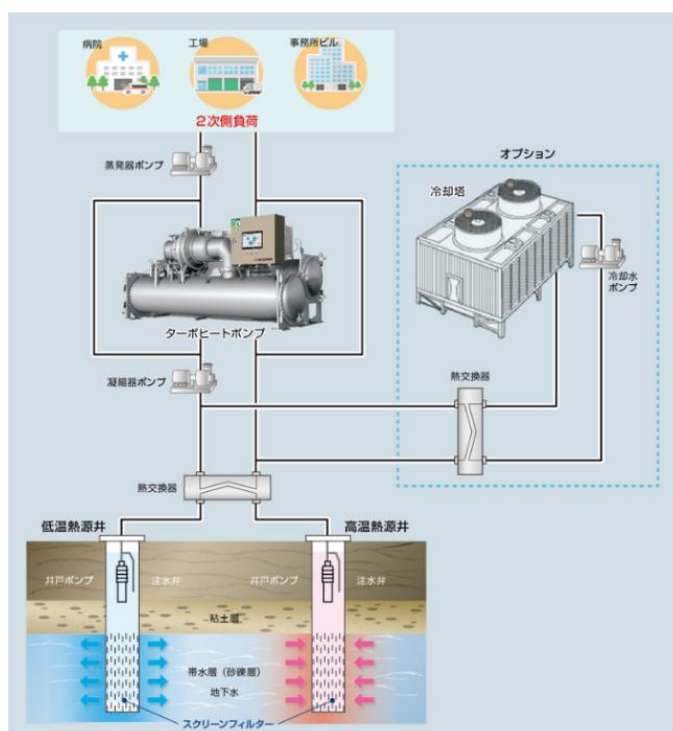
建物名称:三菱重工神戸造船所 0J 棟

所在地 :神戸市兵庫区和田崎町一丁目 1 番 1 号

主要用途:ターボ冷凍機製造工場

延床面積:約 4,200m²

帯水層蓄熱システムとは建物の空調利用等を目的として、帯水層に蓄えられた地下水を熱源として利用するシステムである。本設備はインバータターボヒートポンプ、蒸発器ポンプ、凝縮器ポンプ、2次冷温水ポンプ、井戸ポンプ、冷却水ポンプ、冷却塔、熱源井と接続配管、熱交換器、膨張タンク、及び付属の計器類と制御機器から構成されており、延床面積約 4,200 m² の工場に冷暖房として供給されている。



帯水層蓄熱システム図

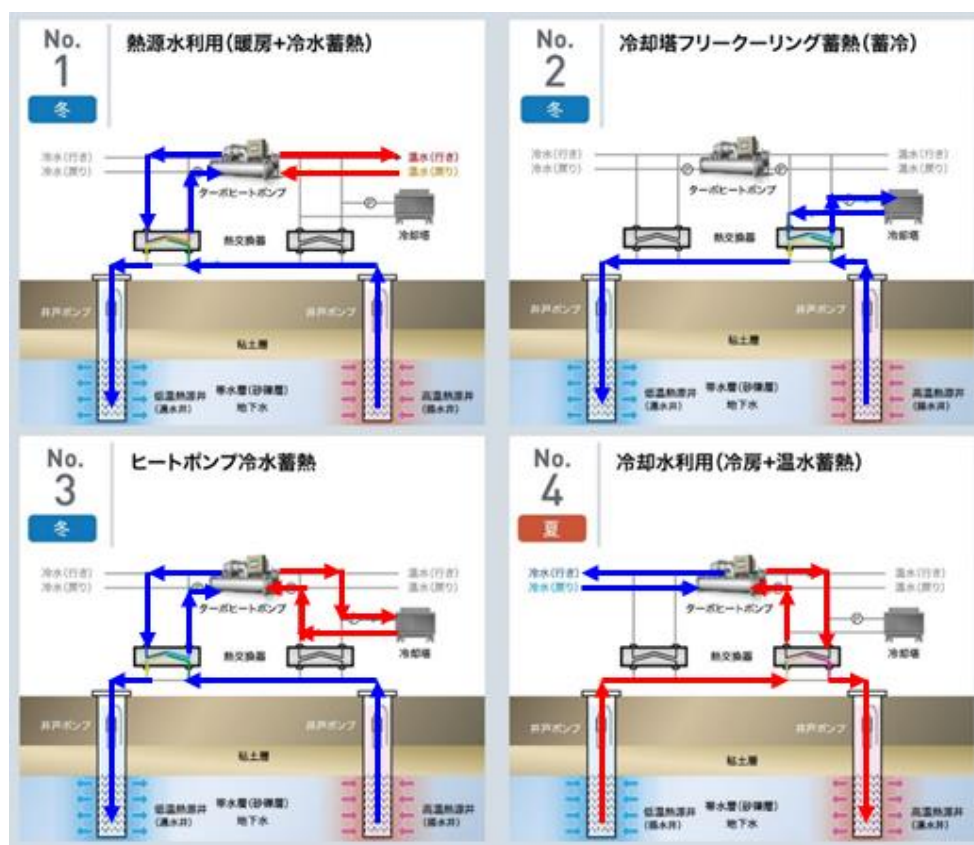
(3) 省エネ対策

・高性能インバータターボヒートポンプ採用

熱源機には2018年省エネ大賞_経済産業大臣賞を受賞した高性能インバータターボヒートポンプ ETI-Z シリーズに冷暖房自動切換え機能を搭載したものを採用した。ターボヒートポンプはオゾン層破壊係数(ODP)ゼロかつ地球温暖化係数(GWP)が1の環境負荷の小さい冷媒 R1233zd(E)を使用している。

・エネルギー管理最適制御システム導入

帯水層蓄熱システムは夏期と冬期の空調負荷(熱量)の違いを考慮せず単純に地中熱利用を行うだけでは、冷水負荷・温水負荷の熱量アンバランスにより、冷排熱あるいは温排熱の蓄熱塊が偏って拡大し続けるため、持続可能な地中熱利用はできない。そこで、下図に示した帯水層蓄熱システム向け運用方式を適用し、独自開発した帯水層蓄熱システム専用のエネルギー管理最適制御システムにより、自動でシステムフローの組合せを行うことで夏期・冬期の空調熱量及び利用水量アンバランスを解消し、持続可能な地中熱利用を実現する。



帯水層蓄熱システム基本運用方式

・見える化システム導入

帯水層蓄熱システムの実証運転データの評価のため熱源側設備運転データ及び2次側空調機の運転データを一括管理できるように見える化システムを導入した。

(4) 省エネ効果

本システムの設備年間消費電力（実績値）190.5MWh に対し、空冷ヒートポンプの設備年間消費電力（シミュレーション値）は 278.3MWh、原油換算値は本システム 49.0KL に対し、空冷ヒートポンプ設備は 71.5kL となり、年間で 22.6KL の削減、原油換算削減率は 31.5% となった。

設備全体の冷暖房年間平均システム COP=4.92、1次エネルギーベース COP=1.78 の高性能を示した。（2020年12月～2021年3月実績運転データ）

項目	従来システム 空冷ヒートポンプ	本システム 帯水層蓄熱
冷房負荷(kWh)	421,534.3	421,534.3
暖房負荷(kWh)	516,181.1	516,181.1
消費電力(kWh)	278,279	190,496
システムCOP(-)	3.37	4.92
1次エネルギーCOP(-)	1.22	1.78
原油換算(電気)(KL/年)	71.5	49.0
削減量(KL/年)	-	22.6
削減率	100.0%	31.5%
電気CO ₂ 削減量(t-CO ₂ /年)	88.5	60.6
CO₂削減量(t-CO₂/年)	-	27.9
削減率	100.0%	31.5%
ランニングコスト(千円)	7,235	4,953
ランニングコスト差(千円)	-	2,282
投資額(千円) ※3,4,5	64,000	72,000
投資額差(千円)	-	8,000
回収年数	-	3.5

原油換算係数

電力	0.257	kL/1000kW
----	-------	-----------

CO₂排出係数※1

電気CO ₂ 排出係数	0.318	kgco ₂ /kwh
------------------------	-------	------------------------

従量単価※2

電気	26	円/kwh
----	----	-------

※1: CO₂排出係数は関西電力(株)

で示した値を使用している。

※2: 従量単価は所内レートを使用している

※3: 本システムの投資額は全体工事費用の1/2補助金を受領した額である。

※4: AHUとダクト工事の費用は含まれてない。

※5: 本システム新設なので、従来システムは想定値である。

受賞理由

- ・ 帯水層蓄熱システムを国内最大級の規模で導入し、季節を跨いだ排熱の有効活用を実現していること。
- ・ 空冷ヒートポンプを使用した場合と比較し、冬期 34%、夏期 43%のピークカットを実現し、電力負荷平準化に貢献していること。
- ・ 夏期冷房時に大気への熱放出を行わず、ヒートアイランド抑制への効果が期待できること。
- ・ 帯水層が豊富な地域を選定したマップを作成し、今後の活用への準備がなされていること。