

アルバック九州 G棟



▶生産冷却水熱源更新とシステム運用の見直しで高効率化の達成

受賞者 申請者：ダイダン株式会社
設備オーナー：アルバック九州株式会社

アルバック九州の生産冷却水システム概要

アルバック九州は、「真空総合メーカー」として1977年に創立され、鹿児島県霧島市横川町に本社・鹿児島工場が存在する。主な事業内容は、半導体・電子部品・フラットパネル製造装置などの製造の他、スパッタリングターゲット・蒸着材料の製造などのマテリアル生産を行っている。

今回の事例は、装置製造の過程で使用される生産冷却水設備の冷熱源の更新において、高効率化と運用改善に取り組んだ事例である。

冷却水の温度条件は $21^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ で、冷熱源の空冷チラーで製造された 7°C の冷水を熱媒水としてプレート熱交換器で冷却後に低温槽に貯水される。低温槽からは系統毎に設置された送水ポンプにより工場へ送水され、工場で使用された冷却水は高温槽に返送される。高温槽の冷却水は2次ポンプによりプレート熱交換器へ送水される。2次ポンプの能力は、流量が $1,075\text{L}/\text{min}$ 、揚程は 45mH で電動機は 15kW であった。

冷却水の温度制御は、プレート熱交換器出口の水温を検出し、1次側の冷水流量を三方弁で流量調整を行っている。冷熱源の空冷チラーの能力は 300kW で、冷却熱源は2系統で構成されており、台数制御コントローラーで熱負荷の状況に合わせて増減段を行っている(図1)。

システム運用の改善点

熱源更新に伴い、下記の運用改善を計画した。

①熱源能力の最適化

過去の運用実績では、負荷最大流量は $400\text{L}/\text{min}$ 程度、温度差は $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 程度であったことから、負荷熱量は 85kW 程度と思われた。更新前の熱源機の能力は 300kW であったため負荷率は 28% 以下で運用されていたことになる。更新後の熱源機能力は、将来の熱負荷の増加を考慮して 150kW とした。この能力選定の結果、負荷率は 57% となるため、更新後の熱源機がインバータ機であることから、部分負荷運転における運転効率の向上が期待できる。

図1 更新前の設備概要

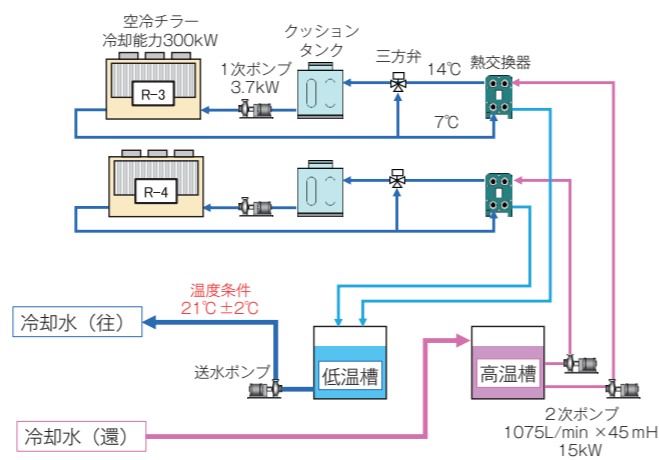


図2 温調弁制御の見直し

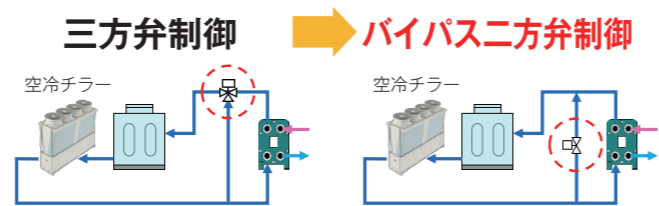
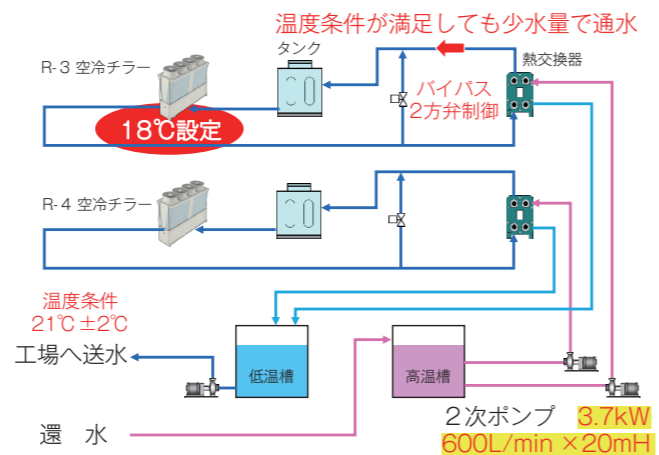


図3 更新後の運転状況



②温調弁制御の変更

更新前の温度制御は、三方弁で冷水流量を調整する方式であった。この方式の場合、冷却水の温度が設定温度より低くなると熱交換器への冷水流量は遮断されるため、熱源機の設定温度が低すぎても設定値の変更意識は働かない。

更新後はバイパス配管側に二方弁を設置してバイパス流量を可変することで熱交換器への冷水流量を調整する方式とした。この方式の場合、冷却水の温度が満足しても熱交換器の冷水流量は完全に遮断されないため、熱源機の設定温度が低すぎると冷却水温度は低下する。その結果、熱源機の設定温度を上げる修正が必要となる。更新後の熱源機では、設定温度を 2°C 上げると効率は 2.5% の改善が期待できる(図2)。

③ポンプ搬送動力の見直し

ポンプの稼働時間は熱源システムの稼働時間と等しく、軸動力の削減により大きな省エネルギー効果が期待できる。ポンプ軸動力は流量に比例し、揚程の二乗に比例して変化する。熱源機付属の1次ポンプは熱源能力の見直しにより流量が $1/2$ となり、電動機は更新前の 3.7kW に対して更新後は 1.5kW となった。

更新前の2次ポンプ流量は $1,075\text{L}/\text{min}$ であったが、過去の負荷流量より見直しを行い、更新後は $600\text{L}/\text{min}$ に変更した。配管は既設を流用したため、流量の減少により配管の損失抵抗が少なくなり、ポンプ揚程は更新前 45mH から更新後は 20mH に低減できた。結果、2次ポンプの電動機は更新前の 15kW から更新後は 3.7kW となった。

システム改善後の省エネルギー効果

前述の改善でシステム更新を実施して運用を開始したところ、空冷チラーの設定温度は最終的に 18°C となった(図3)。更新後1年間の冷却水の送水量は更新前と比べて 130% と増加していたが、空冷チラーの電力量は大幅に減少となった(図4)。

年間の成績係数(APF)は 6.14 で、外気温度が高い夏季の成績係数(COP)においても 5.28 という結果となり、非常に高効率な運用となった(図5)。

2次ポンプの年間の電力量においては、更新前の $1/3$ 程度となり大きな省エネルギー効果が得られた(図6)。

冷却水量 1m^3 当たりの電力量(kWh/m^3)に換算すると、更新前では $2.58\text{kWh}/\text{m}^3$ に対し、更新後は $0.84\text{kWh}/\text{m}^3$ となり、更新前対比 32% という大きな省エネルギー効果が得られた(図7)。

冷却水の温度については、年末年始の設備停止期間を除いては年間を通して $21^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ の範囲で運用ができており、温度制御も良好であった(図8)。

熱源機の設定温度の見直しやポンプ軸動力の改善箇所は多数存在する。今回の事例が省エネルギーへの取り組みの参考となれば幸いである。

図4 省エネ効果

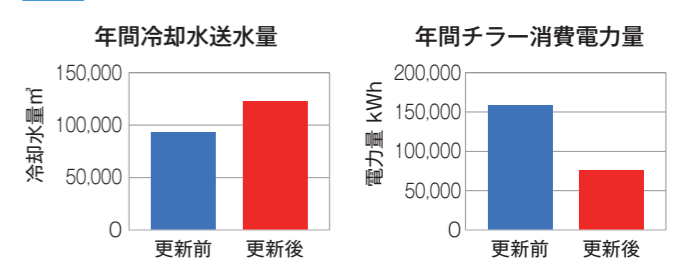


図5 COP

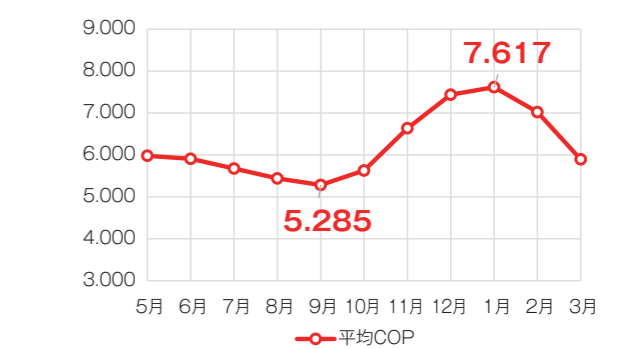


図6 年間2次ポンプ消費電力量

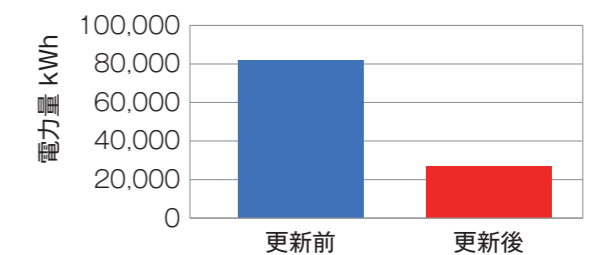


図7 冷却水 1m^3 当たりの消費電力量

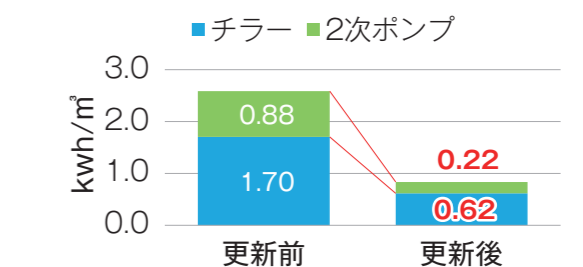
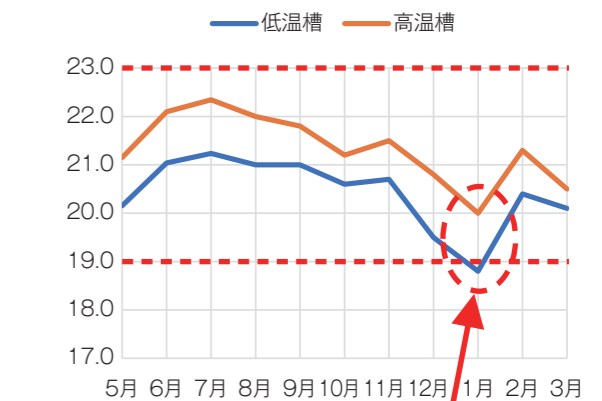


図8 冷却水槽平均温度



年末年始休の設備停止が影響