

冷却塔の多容量利用による省エネルギーに関する研究

論文集 No.333

[推薦文]

本論文は、複数の冷凍機および冷却塔を備えた既存施設において、計画最大負荷よりも小さい空調負荷となる部分負荷時には冷却塔能力に余裕が生じる点に着目し、冷却塔を多容量で運転する(1 台の冷凍機に対して複数の冷却塔を運転する)ことにより、熱源システム全体の効率向上が可能であることを、理論解析・実測検証・シミュレーションによる総合的検討を通じて明らかにした成果をまとめたものである。

既存建築設備の有効利用による効率向上は、省エネルギー化に係る追加投資やそれに伴うエンボディッドカーボンの増加、運用リスクといった負の要因が少なく、実施に係るハードルが低い一方で、最適な運転方法は施設ごとに異なり、負荷状態、外気条件、機器特性など多様な要因が関与するため、その実現には慎重な検討が求められる。本論文では、こうした課題に対し、冷却塔を冷凍機能力以上の容量で運転し、各冷却塔の流量を低減することで冷却水温度を低下させる「冷却塔多容量利用」という運用手法を提案している。逆カルノーサイクルに基づく理論 COP 解析および冷却塔の熱収支解析を通じて、冷却水温度低下が特にインバーターボ冷凍機において顕著な動力削減効果をもたらすことを定量的に示すとともに、冷却塔側の性能特性を装置データおよびシミュレーションにより整理しており、その理論的裏付けは高く評価できる。

また、本論文では、冷却塔多容量利用の成立性を左右する配管システム条件についても整理し、単独配管方式と集合配管方式の違いを踏まえた適用可能性を明示している。流量配分や散水の均等性など、実務上留意すべき設備条件を具体的に提示しており、本技術を他施設へ展開する際の重要な判断材料を提供している点は、実装を意識した研究として評価される。さらに、実際の病院施設を対象とした長期間の実測データ解析により、冷凍機 1 台運転時に冷却塔を 2 台運転した場合、冷却水温度低下により冷凍機動力で 20～30%の削減が得られ、冷却塔多容量化に伴う動力増加を含めても、システム全体で 12～20%の動力削減が可能であることを実証している。加えて、負荷条件別の詳細分析や追加検証を通じて、低負荷率・低湿球温度条件において効果が拡大する特性を明らかにしており、技術適用報告にとどまらない汎用的な知見を提示している点も評価に値する。

以上のように、本研究で示された手法は、既存ストックに対して運用の改善によって適用が可能なものであり、医療施設や事務所ビルをはじめとする中央熱源を備えた多様な大型施設への水平展開が期待できる。今後の脱炭素社会における現実的かつ即効性の高い省エネルギー方策として、有用な示唆を与える成果である。

よって、本論文は空気調和・衛生工学会賞論文賞に値するものと認める。