

機械・化学産業分野の高温熱供給に適した冷媒開発とヒートポンプシステム技術開発

結城 啓之 (ゆうき ひろゆき) 三菱重工サーマルシステムズ株式会社 大型冷凍機技術部設計課 主席技師

要約 NEDO 研究プロジェクト「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」において、未利用熱である排熱が存在する機械・化学産業分野での高温高圧水 160℃出力で加熱 COP4 以上、200℃出力で COP3.5 以上を実現するための冷媒開発とそれを用いた高温ヒートポンプシステムの技術開発を行った。産業分野の各業種での高温熱供給での需要・排熱の実態調査を行い、導入効果の試算を行った。また、高温での最適なヒートポンプサイクルの選定を行い、160℃出力・200℃出力に適した冷媒の物性値計測、冷媒を選定した。さらに、90℃出力の市販機を高温用途向けに改造して、候補冷媒をドロップインしたヒートポンプ要素検証試験を実施し、160℃出力・200℃出力機での設計妥当性を確認した。最後に、開発した 160℃出力・200℃出力ヒートポンプ機器の設計仕様について示した。

1. はじめに

エネルギー消費量の多い機械・化学産業分野に排熱回収型ヒートポンプを適用することは、省エネルギーや CO₂ 排出量削減に大きな効果が得られると期待されている。家庭用の温熱需要に対しては、CO₂ ヒートポンプ給湯器が拡大してきているが、産業分野でのヒートポンプの適用は、認知度の低さ、既存プロセスへの導入の煩雑さなどの理由で進んでいない¹⁾。以上の背景により、NEDO 研究プロジェクト「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」において、未利用熱である排熱が存在する機械・化学産業分野での高温高圧水 160℃出力で加熱 COP4 以上、200℃出力で COP3.5 以上の高温ヒートポンプシステムの技術開発を行ってきた。本報告では、高温熱供給での需要・排熱の実態調査と導入効果の試算結果、高温での最適なヒートポンプサイクルの選定、160℃出力・200℃出力に適した冷媒の選定、候補冷媒をドロップインした要素検証試験の結果、160℃出力・200℃出力ヒートポンプ機器設計の開発仕様について示す。

2. 導入プロセス調査・選定

機械・化学産業分野で、ヒートポンプを導入する候補となる用途において、熱需要と排熱の有無、熱・エネルギー収支、運転時間や運用方法等、熱プロセスの実態が、明らかになっていることは非常に稀である。そこでまず、プロセス温度、熱需要量、廃熱の有無などの調査を実施し、ヒートポンプの導入効果を評価した。その結果、表 1 に示すように、乾燥プロセスや化学プロセスが特に導入効果が高い。また、ヒアリング調査では、熱需要側は詳細にデータ管理されているが、出力温度側は供給温度のみが管理され、排熱源はデータがないことが明らかとなった。そこで、導入効果が高い乾燥プロセス [K 社]、化学プロセス [B 社] の現地計測を実施し、系統内温度、流量・風量、状態の種類、運転時間等に対して、熱収支を明らかにした。

塗装乾燥プロセスへのヒートポンプ導入モデルの一例を図 1 に示す。既設設備に対して、排熱回収系統、および高圧水供給系統を追加し、ヒートポンプを導入した場合のエネルギー消費を試算した。その結果、以下の通り、1 次エネルギー消費量、ランニングコストを削減できる見込みを得た。