

蒸気再圧縮式乾燥装置（ヒーポン ITR）の開発

飯田 晃弘（いいた あきひろ）株式会社大川原製作所 開発部 部長

要約 産業分野の乾燥工程は大幅な省エネルギー化が長年の懸案事項となっている。乾燥熱源を蒸気とする伝導伝熱式乾燥機に蒸気再圧縮（VRC）技術を適用することで大幅な省エネを図る目論見で H23 年度の事前調査を経て、関西電力㈱と H24 年度から H26 年度まで共同研究を行った。研究期間中に小型の試験機を実際に製作し、システムの開発、実機に向けた最適な運転状況や制御方法の確認を行った。本稿では開発概要を紹介する。

1. はじめに

工業的に乾燥操作は大量のエネルギーを消費するため、長年、大幅な省エネルギー化が求められてきた。省エネルギーの推進は経済性だけでなく、地球温暖化防止対策として CO₂ 排出量の削減に寄与することから、地球規模の環境保全策とも言える。

乾燥操作の熱源は蒸気を使用している例が多いが、蒸気を発生させるボイラや関連する配管、ドレンなどの熱エネルギー損失は 40% 以上と多い。そのため蒸気量の削減による乾燥機の省エネルギー化は、設備全体の省エネにつながる。

本研究では蒸気再圧縮（VRC）方式としてボイラ同様の飽和蒸気が得られるスクリュ式小型蒸気圧縮機（以下、蒸気圧縮機）を採用し、再蒸発させた乾燥機ドレン（以下、乾燥機ドレン）を高効率で再圧縮することで乾燥熱源として再利用することを検討した。

平成 24 年度は実際に伝導伝熱乾燥機と組み合わせた VRC ヒートポンプシステムを試験機として構築し、評価を行った。その結果、技術知見を蓄積し、市場性を検討するに至ったが蒸気再圧縮性能の不足の課題が確認された。

平成 25 年度は性能不足の解決のためにシステムを再検討。蒸気圧縮機の前段に蒸気ブロワを設置し、乾燥機ドレンを 2 段圧縮するシステムとした。これにより乾燥機ドレンが十分に再蒸発することができ、加えて蒸気圧縮機の運転効率低下を防止することが可能となった。2 段圧縮システムの採用で VRC システムの基本システムは完成したが、広汎な用途での利用に向けた最適運転状態や制御方法の確立は残された。

平成 26 年度はもう一方の課題であった高湿度下における乾燥能力の維持のため、乾燥機内蒸気の再凝縮

防止を検討。これの解消に至ったため、ヒートポンプ乾燥システムは完成し、実機を用いた実証を検討することになった。

2. 研究開発について

2.1 研究目的

汎用な用途の乾燥装置として使用できることを目標に想定した被乾燥材料を使用した乾燥運転試験を行う。蒸気循環量、蒸気温度等の最適運転状況や運転制御方法の確立を目的とした。

2.2 研究内容

基礎試験と顧客から材料提供を受けた乾燥試験を通じて、最適な運転条件、装置全般の制御方法、装置設計やスケールアップに必要なデータを蓄積。また、従来式乾燥装置を導入済みのお客様情報や市場調査研究を実施し、その結果を元に費用対効果を検討し、実用性や市場性を判断した。

目標仕様（設計条件）を表 1 に示す。

表 1 VRC ヒートポンプ式乾燥装置の主要開発目標(設計条件)

項目	目標仕様
蒸発量	300~4000 kg/h
	(圧縮機1台、これ以上は台数を増やして対応)
加熱圧力	加熱圧力 ; 0.2~0.6MPaG (約135~175℃)
COP (成績係数)	2.2以上
乾燥・運転状態	安定運転可能で、乾燥品の品質が顧客基準内
投資回収年数	4年以内
設置スペース	顧客要望のスペース内