

<参考資料>

H29 年度 福井県産学官金連携技術革新推進事業補助金を活用した 染色加工工場の排熱回収システム開発によるエネルギー効率化実現について

1. はじめに

北陸化工(株)は昭和 37 年にナイロン織物の機能性特殊加工（コーティング）を専門として創業、現在は鯖江市神中町に工場を有し、天然繊維及び合成繊維の各種複合素材の染色から機能性特殊加工までを主事業として展開しています。

染色工場は熱加工工程が多いため、エネルギー用コストが売上の約 2～3 割を占めており、経営の安定化にはエネルギー使用の効率化は必須での課題です。このため、平成 22 年には工場レイアウトの変更による放熱ロスの改善、平成 24 年にはヒートセッター熱収支調査による LPG（液化石油ガス）省エネ率の改善や照明の LED 化、平成 25 年には高効率ボイラーの導入およびデータ収集プログラムの作成、平成 27 年には高効率変圧器の導入などを行い、省エネに対して定期的な研究開発を継続しています。今後、各業界に対し、コンサルティング導入による解析や熱収支の調査なども検討しています。

2. 技術開発の必要性

(1)背景

染色工場での繊維加工は「ヒートセッター」と呼ばれる大型熱加工装置にて行います。北陸化工(株)はこの装置を 2 台有していますが、やや老朽化しています。最新鋭の電気・熱変換効率の高いヒートセッターへの装置代替が望ましいのですが、億単位の投資を伴うため、経営的に高度な判断事項でした。

この経営課題を福井銀行に相談したところ、ふくいオープンイノベーション推進機構（FOIP）の紹介を受け、北陸化工(株)、福井大学、工業技術センター、福井銀行で「エネルギー回収効率化チーム」を結成し、研究テーマ「染色加工工場への排熱回収システム導入によるエネルギー効率化技術開発」として、H29 年度 福井県産学官金連携技術革新推進事業補助金を活用して取り組みました。具体的には、ヒートセッター 1 号に熱回収システムを導入し、その効果をデータ解析することで最適な熱回収条件を解明し、現在よりも高いエネルギー使用効率を目指しました。

(2)エネルギー回収効率化チーム体制

産学官金プロジェクトの体制および研究分担

北陸化工(株) 代表取締役社長 前田一吉、工場長 田作壽輝、工場長代理 内藤正彦、専務 前田正弘
分担：事業計画／実験計画の立案、スケジュール管理、熱回収システム設計、外部委託
工事管理、実験データ取得、排熱回収システム制作、データ検証 等

福井大学学術研究院工学系部門 機械工学講座 教授 永井二郎

分担：ヒートパイプを含む伝熱や管内流動圧力損失に関する助言、システム改善提案 等
工業技術センター 新産業創出研究部 主任研究員 松井多志、主任研究員 寛瑞恵

分担：システム改善提案、実験結果の解析・評価協力 等

(株)福井銀行 本店営業部 山本渉、大平則之、地域創生チーム 林順一

分担：実証実験によるコスト改善、経営評価 等

3. 技術開発事項

(1) 排熱回収システムの構築

現ヒートセッターは、外部空気を約 180 度まで過熱後、染色対象品に加熱空気を当てて乾燥させており、約 130 度の加熱空気を排気するシステムです。排気の循環による加熱空気の再利用が望まれています。ヒートセッターの加熱空気にはピッチ（油分蒸発成分）などが含まれており、これら除去するフィルターの開発が必要で排熱の再利用に課題がありました。そこで、今回の開発では、排気する加熱空気の熱を回収し、新たに取り入れる新鮮な空気に熱を伝達させるシステムを採用しました。空気への熱の伝達は、内部に作動流体を使用しているヒートパイプを組み込んだサーモコイルにて行いました。本システムの構築については、他に参考になる文献がなく初の試みでした。



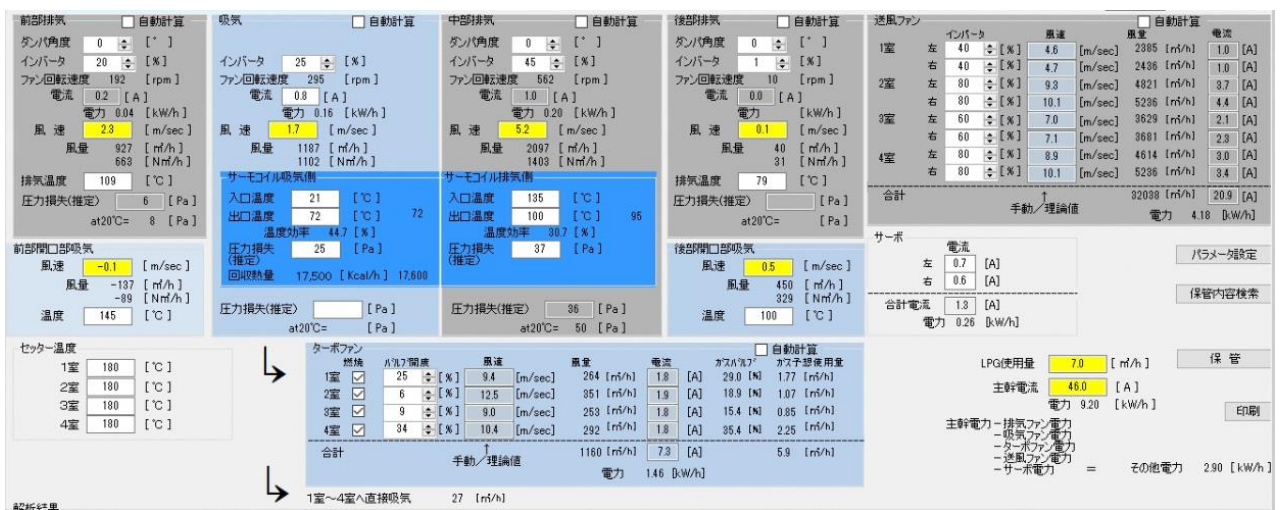
熱回収システムを導入したヒートセッター

(2) 実証実験期間

本補助事業による実証実験は平成 29 年 8 月から平成 30 年 3 月まで行いましたが、外部空気の導入と熱回収の実証実験は、季節変動や周囲環境の影響を受けるため、長期的な実証実験が必要です。また、熱回収効果は統計的に調べる必要があり、補助事業終了後も熱回収効率化の実証実験を約 2.5 年間継続して行いました。

(3) 排熱回収システムソフトウェアの開発

実証実験ではデータ解析が必須ですが、過去の事例はなく専門家からの情報入手も困難なため、自社で解析ソフトを開発し排熱回収の最適条件を検討しました。本ソフトにより、実験水準の範囲を設定しパラメータ制御により排気風量、吸気風量、循環風量、圧力損失、消費電力等の実測値、理論値近似式を算出することができます。消費電力は手動実測による近似式として算出し、風量は感知部の汚れによる信頼性の問題から、ポータブル測定器による手動測定を行い、近似式算出によるシミュレーションを行いました。LPG（液化石油ガス）流量計はコントロールバルブ開度より消費量を算出する予定でしたが、誤差が発生したためカメラ撮影による画像分析より実測値を収集しました。



開発した排熱回収システムソフトウェア画面

(4) 実証実験項目

実証実験により以下の項目の研究に取り組み、ノウハウとして蓄積しました。

- 循環ファンの変化と布地への影響等
- 排気、吸気、循環の風量と布速度との関係条件
- 排気風量と吸気風量による LPG（液化石油ガス）消費量の変化
- ヒートセッター用潤滑油のタール化の外部汚染への影響調査
- サーモコイル性能検証
- 内気循環効果検証
- 昇温・設定温度保持に必要なガス消費量の検討
- 排気温度と布速度の関係の定量化
- 吸気口変更による吸気温度差での省エネ効果
- 外気温度と放熱の影響

4. 実証実験結果

(1) 福井大学におけるシミュレーション結果

福井大学では、サーモコイルの排熱回収量のシミュレーションによる計算を行いました。サーモコイル熱交換特性実験結果を対数平均温度差により検討した結果、サーモコイル運転中の平均温度差約 62 度における回収熱量は 19.8kW が見込めることが分かり、実証試験を検証することができました。

(2) 北陸化工㈱における実証実験結果

北陸化工㈱では、サーモコイルを導入し、開発したデータ解析ソフトにて最適条件を求め、実証実験によるエネルギーの効率化を実現し、回収による一連の改善効果を確認することで投資回収ができることが分かりました。

実証実験を通じて得られた知見としては、使用しているエネルギーがコストとして「見える化」できたことが大きいと感じています。北陸化工㈱社員による日々の気温や周囲への気配り、ちょっとした工夫がエネルギーの低減化につながることで、社員のモチベーション向上にも影響し、日々の改善を継続しています。

5. 記者説明会

排熱回収システム等の詳細については、下記のとおりご説明します。

- 日時 令和 3 年 3 月 1 日（月） 13：30～14：30
- 場所 北陸化工㈱（福井県鯖江市神中町 2 丁目 8-40）
- 内容 研究プロジェクト概要と排熱回収システムの説明（工業技術センター）
排熱回収量シミュレーションの説明（福井大学）
ヒートセッター最適排熱回収システムの見学会（北陸化工㈱）

6. 今後の取り組み

北陸化工㈱は、今後も実証実験を継続し、エネルギー回収効率化技術の蓄積を図ります。また、同システムに興味がある企業に対してエネルギー回収に関する情報を提供し、技術の展開による支援事業を行います。そして、企業間連携を構築し、更なる効率化の研究を行い、社会貢献を目指します。