

**加熱と冷却が必要な染色工程
エネルギー消費の抑制が課題**

工場では241台もの染色機を有し、顧客が要望する多種多様な製品に対応している。染色では蒸気や冷却水を用いることで、加熱と冷却を幾度となく繰り返しながら生地を染色を行っている。「生地や色によって、染色の方法（レシピ）は変わります。新しい色の染色依頼を受けた際は、自社で実験しながらレシピを確立させます。当社では実に数十万種類ものレシピを所有しています」



互太（番禺）紡織印染有限公司
工務部 マネージャー 秦長貴氏

巨大な染色釜では、定められたレシピにより『昇温⇒温度保持⇒昇温⇒温度保持⇒…⇒降温⇒温度保持⇒降温⇒温度保持』をバッチ生産により行う。温度保持の際には、環境に配慮した様々な薬剤や染色溶液を投入することで生地に色を馴染ませ、最後に洗浄を経て釜から取り出される。一回の生産で約9~11時間を要し、その中で大量の温排水が出てくる。「以前から排水の熱回収は検討していました。プレート式の熱交換器を介し、染色に必要な給水の予熱を試みましたが、排水に含まれるゴミで熱交換器内が閉塞したり、排水の水質の影響で熱交換器が腐食したりして、うまくいきませんでした。」秦長貴氏

一方、排水は有機成分が高いことからそのまま外部に排水することが出来ないため、同工場では好気性排水処理を採用していた。しかし、排水槽が高温のため、有機物を分解する微生物が死んでしまい、排水処理能力の低下といった大きな製造上のリスクを抱えていた。排水処理がボトルネックとなり、生産への影響が出かねないことから、蒸気焚吸収式冷凍機を新たに導入し、排水温度を強制的に下げる計画を立てていた。こうした中、東京電力エナジーパートナーから提案を受けたのが、閉塞や腐食の可能性が極めて低いオールステンレス製のスパイラル熱交換器であった。

異次元の省エネ・省コストを実現

2015年、東京電力エナジーパートナーにより廃熱回収の調査がスタートした。導入に当たってはメーカーであるクロセを交え、様々な技術的課題の他、日本から中国への輸出に関する課題も解決しながら、2018年11月運転に至った。熱交換器導入により、80度近い排水は51℃に温度低下する。一方、染色向けの給水の一部は45℃から49℃に温度上昇し、その分、蒸気の使用量は削減される。吸収式冷凍機導入による排水冷却と比較し、95%削減という異次元の省エネが期待された。「今回のスパイラル熱交換器は、国内で聞いたことが無く、提案を受けた時は正直、成否は分かりませんでした。しかし、当社の社長が“まずはチャレンジしてみよう”という考

え方を持っていることから、失敗を恐れることなくチャレンジすることとしました」
秦長貴氏

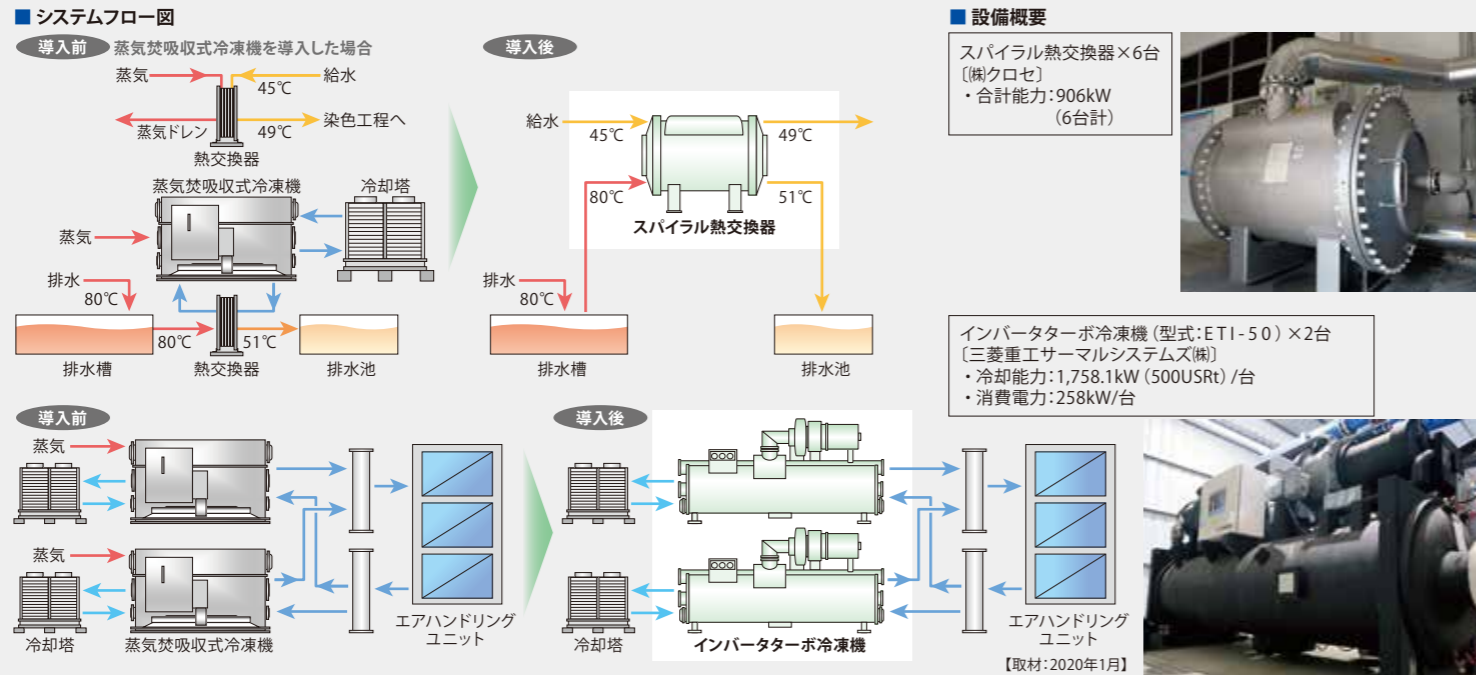
**日本企業と協力しながら
世界に誇れる企業を目指す**

今回、熱回収以外にも、環境負荷やランニングコストの高い蒸気焚吸収式冷凍機をターボ冷凍機に電化した。会社の成長のために、新しい生産・環境保全技術を積極的に取り入れている同社のゼネラルマネージャー 趙奇氏は次のように語った。「近隣には日系の工場があります。どの工場も生産・省エネ技術は高く、日本がNO.1だと感じます。当社は日本を代表する繊維メーカーである東レと協力しながら、優れた新素材の開発に取り組んでいきます。加えて、今回のように最新の省エネ技術を活用しながら、環境保全にもこれまで以上に取り組んでいきます。ベトナムにて計画の中の新工場では、一番新しい染色技術と、非常に厳しい環境保全基準をクリアするとともに、3MWの太陽光を採用する計画です。世界で誇れるナンバーワンの企業に成長させたいと考えています。」



互太（番禺）紡織印染有限公司
工務部 ゼネラルマネージャー 趙奇志氏

本案件は以下のNEDO事業によるものである（事業期間：2017年度～2020年度）
事業名：エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業 / 広東省における電力需給調整アグリゲーションに適用可能なエネルギー管理システム実証事業（中国）



これからの時代 ものづくりに電気

紡績・染色工場

互太（番禺）紡織印染有限公司さま



**染色工程および空調熱源に
最新かつ高効率な日本製設備を導入
大幅な省エネと作業環境維持を実現**

互太（番禺）紡織印染有限公司では、「スパイラル熱交換器」の導入により、不純物の多い高温排水からの熱回収に成功。さらに、空調設備を「インバーターターボ冷凍機」に更新することで、大幅な省エネを実現した。

導入の決め手

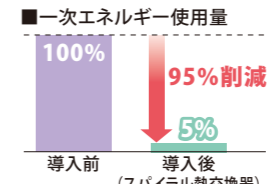
大幅なエネルギー使用量の削減と、安定した排水処理を実現

染色工程から発生する排水は80℃と高く、1日で2,750m³と大量に発生していた。不純物が多い排水からの熱回収は、熱交換器の目詰まり等が原因でハードルが高かった。さらに、高温の排水槽内では、浄化処理する微生物が死んでしまうため、同社では蒸気焚吸収式冷凍機の新設による強制冷却を検討していた。こうした中、閉塞する可能性が極めて低いスパイラル熱交換器を導入することで、熱回収による省エネと排水槽の温度低下に成功。併せて環境負荷の大きい蒸気焚吸収式冷凍機をターボ冷凍機に電化することにより、大幅なエネルギー消費量削減が見込まれることが評価された。

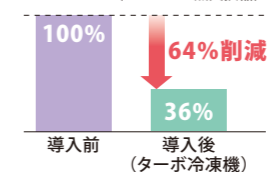
メリット

エネルギー使用量削減

① 廃熱回収※
スパイラル熱交換器の導入により、染色工程から出る高温排水からの熱回収が可能となり、同使用量を95%削減（▲6,924石炭t、原油換算で▲5,001kL）できる見込み。



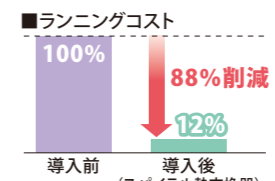
② 空調熱源の高効率化（電化）
蒸気焚吸収式冷凍機からインバーターボ冷凍機への更新により、同使用量を64%削減（▲2,031石炭t、原油換算で▲2,155kL）できる見込み。



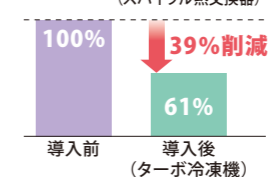
● 一次エネルギー使用量算出条件
◎ 電力・・・9.56MJ/kWh ◎ 蒸気・・・4,410MJ/t

ランニングコスト削減

① 廃熱回収※
導入前と比較し、染色工程の温水製造における同コストを88%削減（▲6,510千円）できる見込み。



② 空調熱源の高効率化（電化）
導入前と比較し、更新対象となった空調機における同コストを39%削減（▲1,715千円）できる見込み。



※排水を冷却するため、蒸気焚吸収式冷凍機を新たに導入する一方、染色向けの給水を蒸気にて4℃昇温したケースとの比較

※グラフ数値は東京電力エナジーパートナー提供資料より



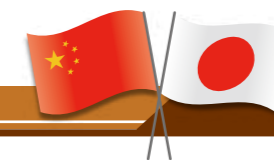
互太紡織印染有限公司は1997年に創立し、中国広東省広州市の工場も同年に操業した。同工場は42万㎡もの広大な敷地面積を有し、高度で確かな紡績・染色技術を活かしながら、主にユニクロや東レ、GAPをはじめとする大手衣料メーカーに綿素材を供給している。2017年7月、東レが株主28%を取得して筆頭株主となった。同社は東レと協力しながら新素材の開発に取り組むとともに、環境保全や作業環境の改善にも継続的に取り組んでいる。



Company Profile

事業所名 互太紡織印染有限公司
所在地 中国広東省広州市南沙区万顷沙鎮六涌同興村 互太工業城
電話番号 (86) 20-8494 8868

<http://www.pacific-textiles.com/>



課題

【課題1】染色後に出る温排水の熱回収は色々検討していたが、排水に含まれるゴミが熱交換器内で閉塞したり、排水の水質の影響で熱交換器が腐食したりして、うまく熱回収できなかった。

【課題2】排水の温度が高すぎることから、有機物を分解する微生物が死んでしまい、排水処理能力が低下するといった大きな製造上のリスクを抱えていた。排水処理がボトルネックとなり、安定した生産にも影響が出かねないことから、同工場では、蒸気焚吸収式冷凍機を新たに導入し、排水温度を強制的に下げざる計画を立てていた。

導入システムの概要

1 閉塞や腐食の可能性が極めて低いオールステンレス製のスパイラル熱交換器を導入。同熱交換器の流路は、矩形の長い1本道(1パス構造)であり、仮に「汚れ」が付着しても「自己洗浄作用(剥離作用)」が働くので、多管式熱交換器に比べ長期間の連続運転が可能となる特徴がある。

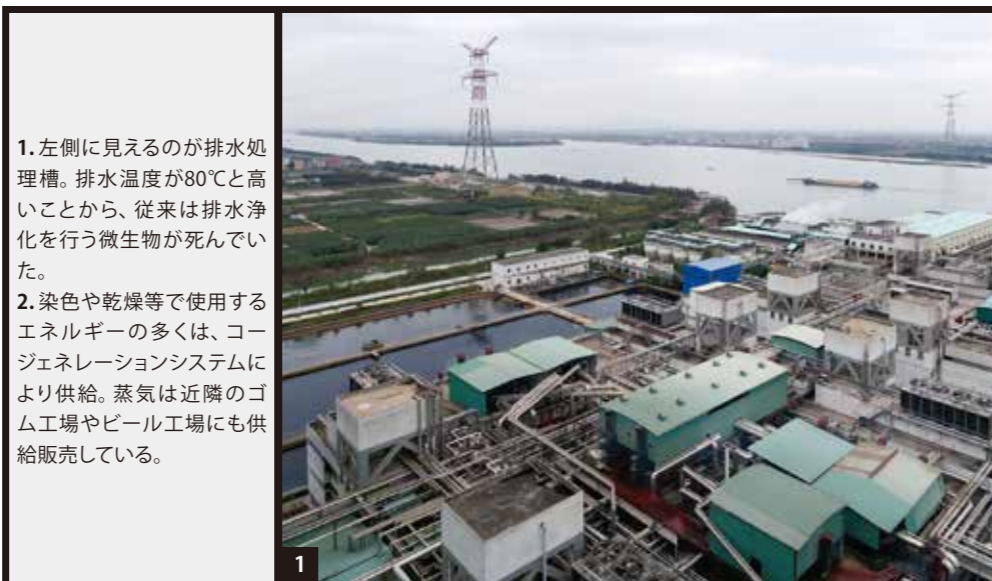
2 熱回収された排温水は51℃まで低下し、微生物による排水処理が活性化された。

3 熱回収により、染色給水が予熱されたことで、染色釜の生産リードタイムの短縮にもつながった。従来、染色機内で常温付近の水を60℃程度に蒸気にて昇温していたが、熱回収により給水温度が上昇したためである。

施工上工夫したポイント

【Point 1】通常のスパイラル熱交換器では、流間保持用に設置したピンに繊維くずなどが絡まって閉塞を起こす可能性があるが、今回採用した特殊型の同熱交換器はその点を解決する事ができる。繊維状の夾雑物を含む廃水であっても、閉塞の可能性は極めて小さい。

↓多くの表彰状が並び高い技術力を誇る



1. 左側に見えるのが排水処理槽。排水温度が80℃と高いことから、従来は排水浄化を行う微生物が死んでいった。
2. 染色や乾燥等で使用するエネルギーの多くは、コージェネレーションシステムにより供給。蒸気は近隣のゴム工場やビール工場にも供給販売している。

染色工程

5. 工場内に6棟ある染色建屋。計241台もの染色機を有している。生地の染色は、蒸気を熱源とした加熱や冷却を幾度となく繰り返す。



5



6. 最新の染色機。自動制御により、色や製品ごとに定められたレシピ(昇温・降温・温度保持)を実現。

6



7



3

3. 屋上に太陽光パネルを設置。
4. 生産水の40%は再利用することで、水使用量の削減にも努めている。屋上では浄化した排水により鯉を飼育。



4

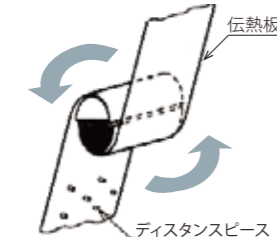
7. 定型の幅にカットしながら、熱風によりシワを伸ばす定型工程。高温の排気は熱交換器を介し、95℃の温水として温水焚吸収式冷凍機の熱源に利用。8. 作業員が目視により色のチェックを厳しく行う。



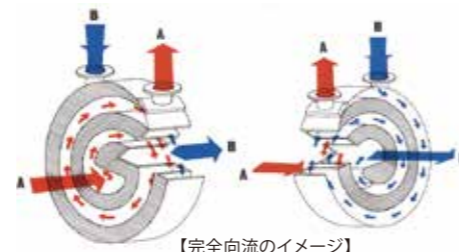
8

スパイラル熱交換器の構造と特長

構造: スパイラル熱交換器は、2枚の長い伝熱版を渦巻(スパイラル)状に巻き付け2つの流路を形成している。伝熱版には通常ディスタンスピースという流間保持用のピンを溶接し、構造を維持する。流路は完全向流(高温側流体と低温側流体の流れ方向が逆向き)であり、無駄なスペースの少ない構造となっている。



【スパイラル熱交換器の構造】



【完全向流のイメージ】

染色はバッチ生産のため、排水の発生量に時間変動があることから、排温水をバッファータンクにて一定量を貯めることで、熱交換器の連続稼働を実現している。



スパイラル熱交換器

バッファータンク

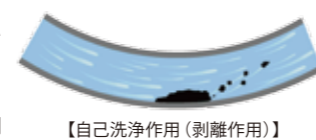


特長1: 高い伝熱効率

スパイラル熱交換器は伝熱板の板幅と流路間隔を自由に選択でき、仕様条件に適した設計が容易にできる。また、「汚れ」の付着が少ないので、伝熱効率は多管式熱交換器に比べ飛躍的に向上する。

特長2: 少ない汚れ

スパイラル熱交換器の流路は矩形の長い1本道(1パス構造)である。仮に「汚れ」が付着しても「自己洗浄作用(剥離作用)」が働くので、多管式熱交換器に比べ長期間の連続運転が可能となる。

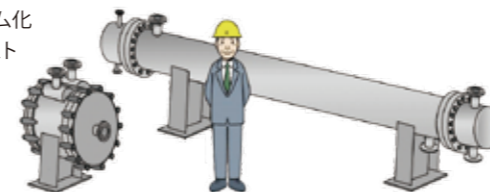


【自己洗浄作用(剥離作用)】

特長3: 少ない設置面積

スパイラル熱交換器は多管式熱交換器に比べ伝熱効率がよく、伝熱面積を小さくでき、無駄なスペースが少ないので、設置面積が少なくなる。

その結果、プラントのスリム化および、配管工事費のコストダウンに寄与する。



【少ない設置面積(多管式熱交換器との比較)】

特長4: 容易な保守・点検

スパイラル熱交換器は「自己洗浄作用」、「1パス構造による少ない汚れ」により、多管式熱交換器に比べてメンテナンスの頻度が少なくなる。内部の点検は両側のカバーを外せば容易に行える。

インバーターボ冷凍機

工場が操業した1997年以前は、石炭に比べ電気代が割高であったが、現在は当時と比較し、電気代が1kWhあたり0.81→0.61人民元に低下した一方、石炭代は1tあたり100→500人民元に上昇。電気式の方がランニング面で安く省エネのため、電化を決定した。



インバーターボ冷凍機

点検する三菱重工空調系統(上海)有限公司 広州事務所 黄金儀氏↓

エアハンドリングユニット。ゆっくり自動回転する棒で外気吸込み面のゴミを除去↓

