

**環境保全や先進技術を取り入れ  
高度なモノづくり現場を実現**

近年、中国はエネルギー消費量が世界第1位となり、国家発展改革委員会は国家政策として広東省をはじめとする中国各省に対し、エネルギー多消費産業（石油化学・製紙・紡績などの重化学産業、電機・自動車などの製造業、病院などの業務用ビル）を対象に、高い省エネルギー目標を課している。こうした中、広東華昌鋁廠有限公司では2014年に社内でエネルギー管理体制を確立し、継続的な省エネ活動に取り組むとともに、最先端の排水処理技術を導入し、処理水の60%を生産に再利用するなど、環境に配慮したモノづくりを推進して来た。中国におけるエネルギー削減目標は、石炭換算にて管理されており、同社では年間200石炭t以上の削減を毎年達成して来た。

**冷却と加熱に膨大なエネルギーを要する塗装工程の変革に向けて**

塗装を行う前には、ワークに付着した油汚れやごみを高温水で十分に洗い落とすため、湯洗や脱脂を行う。その後、塗装の耐食性・密着性を向上とした化成工程を経て、電着塗装に向かう。表面処理方法の一種である同塗装は、特殊な塗料が入った槽内にワークと電極を入れ、片方を+、反対側を-

にすることにより電位を生じさせ、塗膜成分を電気泳動させる事により、ワーク表面に塗膜を析出させる方法である。塗膜の密着性が高いため、高い防錆性が付与される。直流電流を流すと槽内が加熱されるため、従来は定速機とインバータ機を組み合わせた複数台のターボ冷凍機により冷却していた。以上の一連の工程に対し、エネルギーの使用合理化を目的とした調査が、2015年より東京電力エナジーパートナーによって開始された。

**圧倒的な省エネを生み出す  
冷温同時ヒートポンプ**

4年強の調査・設計期間を経て、2019年7月、冷温同時ヒートポンプが稼働を開始した。まず、同ヒートポンプから供給される冷水は電着塗装槽の冷却に活用され、ターボ冷凍機をアシストする。一方、同時に供給される温水は、塗装の前処理槽の加熱に利用される。なお、ラインの立ち上げ時や、前処理槽が要求する加熱負荷が一定以上を増えた時は、既設の温水ボイラが補助加熱し、生産に影響が出ないよう、十分配慮されたシステムとなっている。「東京電力エナジーパートナーから提案を受けた際、非常に革新的かつ合理的なシステムだと感じました。初めて見る設備ではあり

ましたが、日本の装置は品質が高いことを知っていたため、全く不安はありませんでした。」



広東華昌鋁廠有限公司  
設備部 マネージャー  
李志強 氏

運転開始から五カ月が経過し、想定以上の効果が出ているという。

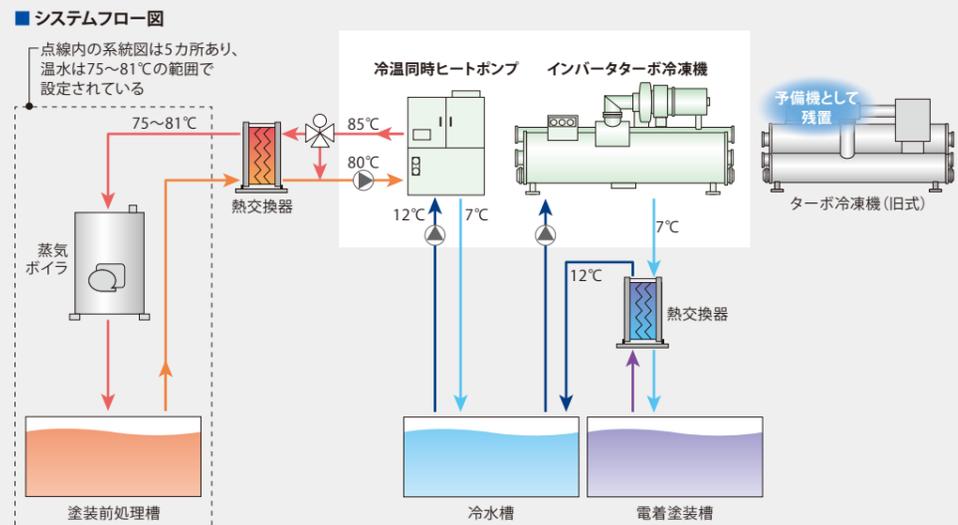
「想定では793石炭tのエネルギー削減量を見込んでいました。しかし、現状だと実に1.5倍の1,202石炭tに達するペースです。ヒートポンプが負担する加熱量を増やし、逆に温水ボイラの負荷を下げるよう、現場が一体となって努力した結果です。さらに、この省エネ量は、当社が過去5年間で削減したエネルギー量に匹敵しており、ヒートポンプの性能には非常に驚かされました。」

**世界で活躍するアルミ企業を目指す**

「ますます激化する市場競争において、引き続き設備の技術改革を促進し、省エネの徹底、さらには環境保全にも取り組みながら、会社の市場競争力を高めることにより、世界で活躍するアルミ製品を供給していきます。」マネージャー 李志強 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プリケーションに適用可能なエネルギーマネジメントシステム実証事業（中国）

■ 設備概要	
冷温同時ヒートポンプ（機神戸製鋼所）	インバータターボ冷凍機（三菱重工サーマルシステムズ機）
<ul style="list-style-type: none"> <li>型式：HEM-HR90T4</li> <li>加熱能力：1,005kW（80→85℃）／COPh:2.7</li> <li>冷却能力：631kW（12→7℃）／COPc:1.7</li> <li>消費電力：374kW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>型式：HEM-HR90T2</li> <li>加熱能力：502kW（80→85℃）／COPh:2.7</li> <li>冷却能力：316kW（12→7℃）／COPc:1.7</li> <li>消費電力：186kW</li> </ul>



【取材：2020年1月】



↑冷温同時ヒートポンプ  
↓インバータターボ冷凍機



アルミ製品製造

広東華昌鋁廠有限公司さま



冷温同時ヒートポンプ

インバータターボ冷凍機

**電着塗装時の冷却工程と  
塗装前処理の加熱工程において  
「冷温同時ヒートポンプ」等を導入  
“圧倒的な省エネ”を実現**



広東華昌鋁廠有限公司では、冷却負荷と加熱負荷が同時に発生する電着塗装ラインの熱源に、冷水および温水の同時供給が可能な「冷温同時ヒートポンプ」を導入。さらに、老朽化した既設ターボ冷凍機を最新式の「インバータターボ冷凍機」に更新したことにより、大幅な省エネを実現した。

**導入の決め手**

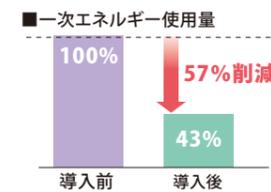
**過去数年の累計エネルギー削減量を、わずか1年で実現**

電着塗装工程では、ワークに塗膜を均一に付着させるため、前処理工程として湯洗、脱脂、化成処理を施す。大きなワークを投入する各処理槽は、80℃程度に温度保持する必要があり、加熱に多くのエネルギーを要していた。一方、電着槽では直流電流を流すことから、槽内を冷却する必要がある。これらの同時に発生する冷温熱負荷に対し、「冷温同時ヒートポンプ」を大規模に導入したことで、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**

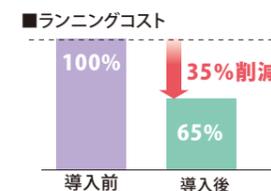
冷温水の同時供給が可能なヒートポンプを導入したことで、冷却側はターボ冷凍機の負荷が削減され、加熱側は温水ボイラの負荷が削減された。さらに、老朽化した既設ターボ冷凍機を最新式のインバータターボ冷凍機に更新したことにより、エネルギー使用量を57%（793石炭t、原油換算で841kL）削減できる見込み。



●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**

導入前と比較し、ランニングコストを35%（1,493千円）削減できる見込み。



※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



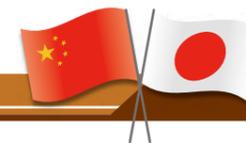
木目調に色づけられた建築用アルミサッシ

広東華昌鋁廠有限公司は1992年に創立され、窓サッシなどの建築用材料や工業用材料の開発・設計・製造・販売を手掛けている。計60万㎡もの広大な敷地面積を有する国内2工場では、年間25万トン以上ものアルミ製造量を誇り、製品は世界に向け供給されている。さらに、アルミの製造工場としては世界初となる立体自動倉庫を導入。大きな製品を自動的に管理することで省人化も実現。継続的な省エネ活動に注力するなど、環境保全活動にも積極的に取り組んでいる。



**Company Profile**

事業所名 広東華昌鋁廠有限公司  
所在地 中国広東省佛山市南海区獅山鎮  
長虹嶺工業園 虹嶺四路3号  
電話番号 0757-85557488  
http://m.huachang-alu.com/



課題

【課題】塗装を行う前には、ワークに付着した油汚れやごみを高温水で十分に洗い落とす必要があり、熱源に温水ボイラを使用していた。一方、電着塗装では直流電流を流すと槽内が加熱されるため、従来は定速機とインバータ機を組み合わせた複数台のターボ冷凍機により冷却していた。以上のように、加熱と冷却を別々の熱源機にて行っていた。

導入システムの概要

1 冷温同時ヒートポンプを導入し、冷水は電着塗装の冷却に活用。温水は塗装前処理の各槽を加熱することで、高い省エネシステムを実現した。

2 電着塗装の冷却には、立式工程では650USRt相当のターボ冷凍機が4台(内、1台のみインバータタイプ)、横式工程では600USRt相当のターボ冷凍機が3台(いずれも定速機)稼働していた。今回、両工程において1台ずつ、600USRt相当の最新インバータターボ冷凍機が導入された。

設計上工夫したポイント

【Point 1】冷却熱源機であるターボ冷凍機と、今回導入した冷温同時ヒートポンプが並列運転となるが、冷温同時ヒートポンプが優先的に稼働(冷却)するシステムが構築されている。

【Point 2】各前処理槽は73~82℃の範囲で5種類の温度に設定されている。今回、冷温同時ヒートポンプから供給される85℃の温水により、各槽の異なる温度保持を実現している。

【Point 3】冷温同時ヒートポンプと温水ボイラのハイブリッドシステムを採用することで、工場の立ち上げ時や、槽が要求する加熱負荷が急激に増えた際でも、槽内の温度を維持させ、安定した生産ラインを実現している。

窓用アルミサッシの製造工程



塗装前処理以降の製造工程



1. 原料となるアルミのインゴット。2. インゴットを巨大な溶解炉にて溶かす。3. 溶解炉の背面。溶湯が流れてくる溝。4. 5. アルミの溶湯を円柱状のビレットに成型する鑄造装置。成型時は蓋が閉じられ、蓋に空いた各穴から溶湯が流れ落ち、冷却水にて冷やされることで円柱のビレットが製造される。6. 円柱ビレット。7. 押出工程。円柱ビレットを500℃以上に加熱された型に高い圧力をかけて押し込み、成形する。8. 成形されたワーク。9. 焼き戻し工程。熱処理炉内にてワークを100~200℃程度に保持することで、強度を高める。

11. 前処理工程(湯洗→脱脂→化成)。12. 前処理の各槽は80℃前後に保温されている。従来は槽の加熱に温水ボイラを使用しており、多くのエネルギーを要していた。この後は、粉体塗装もしくは電着塗装にて色付けされる。

13. 白色の粉体塗装が施されたワーク。この後は、乾燥炉に移動。14. コンベアから脱荷されている乾燥後のワーク。

塗装前処理槽の加熱、および電着塗装槽を冷却する「冷温同時ヒートポンプ」→制御盤は中国語に対応↓

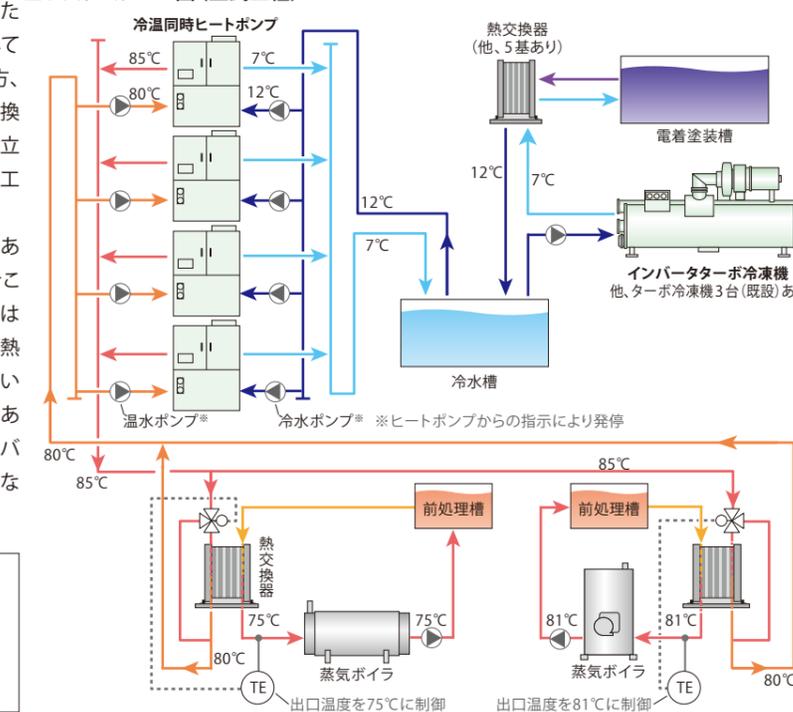


←電着塗装槽の冷却に導入された「インバータターボ冷凍機」 ↓既設のターボ冷凍機

冷水は、冷温同時ヒートポンプにて12℃から7℃に冷却された後、既設の地下冷水槽に送られる。その後、熱交換器を介して電着槽を冷却した後、12℃となって地下タンクに戻る。一方、冷温同時ヒートポンプからは85℃の温水が供給され、熱交換器を介して各塗装前処理槽を加熱する。前処理槽が2槽ある立式工程では75℃と81℃に温度設定され、一方、3槽ある横式工程では73℃、80℃、82℃にそれぞれ設定されている。ヒートポンプから供給される熱源側の温水は85℃と一定であるのに対し、各槽では異なる温度を実現する必要がある。そこで、ヒートポンプから供給される温水配管の熱交換器手前には三方弁が設置されており、加熱後に各槽に戻される温水の熱交出口温度を監視しながら、三方弁の開度を自動制御している。例えば、槽に戻る温水温度が設定よりも高くなる恐れのある時は、熱源側の85℃温水は熱交手前の三方弁にて熱交をバイパスさせ、与熱量を下げることによって設定温度を上回らないよう、十分工夫されたシステム設計となっている。

- 温度主基調モードで運転
●温水出口温度設定:85℃
●自動停止温度設定:90℃
●自動起動温度設定:84℃
●トリップ温度:92℃
●4台で台数制御
●冷水・温水ポンプの1台は常時稼働

■システムフロー図(立式工程)



完全自動化した高層かつ高密度の立体自動倉庫