

電気エネルギー  
導入事例  
イジエス

これからの時代 ものづくりに電気

建設機械の油圧配管チューブ・手すり・ミラーステイ等の塗装

## 白山工業株式会社 かほく工場さま



エネルギー密度の高い近赤外線のカーボンヒーターを使用

# 塗装乾燥に赤外線加熱を採用し、 炉長を熱風循環炉の半分に。 塗装ラインのコンパクト化を実現。

建設機械の油圧配管チューブなどの製造を行う白山工業株式会社かほく工場では、限られたスペースへの塗装ラインの構築、環境に優しい粉体塗装の導入が最優先課題となっていた。特に、塗装乾燥は熱風循環炉の場合、炉が長くなり塗装ラインの構築は不可能と判断。そこで、近赤外線に属するカーボンヒーターとガス熱風によるハイブリッド乾燥炉を導入し、炉の短縮を実現、塗装ラインの構築を可能にした。その結果、生産性の向上や省エネも実現し、多くの相乗効果をもたらした。

### 導入の決め手

#### 熱風循環炉と比較して炉長は半になり、塗装ラインの構築を実現。

白山工業かほく工場では、板金・溶接加工などの製造工場が先行して建てられた。その後、塗装工場増設にあたって建屋設置面積に制約があったため、前処理設備と塗装ラインのコンパクト化が求められた。前処理は、特殊な化成皮膜を採用して工程の圧縮を実現。塗装ラインは熱風循環炉の場合、炉が長くなり指定のスペースに塗装ラインが構築できないことから、短時間で製品の加熱が可能な赤外線加熱とガス熱風によるハイブリッド炉にすることで炉を短くでき、設置スペースの課題をクリアすることができた。

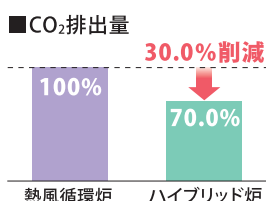
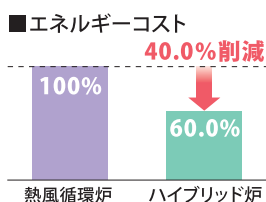
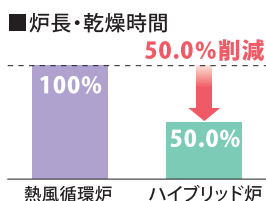
### メリット

#### 炉長・乾燥時間の短縮による生産性向上

熱風循環炉と比較して、

◎炉長は、50mから25mとなり、**25mの短縮**。

◎乾燥時間は、50分から25分となり、**25分の短縮**。



※グラフ数値は白山工業提供資料より



パイプ形状に優れた電解流動粉体静電塗装

1947年、(株)白山製作所石川工場として創業。1961年に白山工業(株)へ社名変更。1968年から建設機械用油圧パイプの製造を開始。2008年以降、生産増強を目指し、津幡工場から現在の石川県かほく市にかほく工場を竣工。その後、塗装建屋や出荷整備工場を増築し、生産体制を強化。2014年には津幡工場を閉鎖し、現工場に一元化を行う。現在、主に油圧配管チューブを多品種少量生産で、かつお客様のJITに対応。手の平サイズから全長6mの商品まで5,000本/日の生産を、切断・曲げ・溶接・前処理・塗装・出荷整備までを一貫して行う。



### Company Profile

企業名 白山工業株式会社 かほく工場

所在地 石川県かほく市横山ヨ102-8

電話番号 076-285-3011

<http://www.hksn.co.jp/>

### 塗装ラインのコンパクト化と環境に優しい粉体塗装の導入が最優先課題に

建設機械の油圧配管チューブ、運転席などへの手すりやバックミラーのステイ、エア・水管・グリスチューブの製造、食品加工機の熱交換ユニット等へのパイプ加工を行う白山工業(株)かほく工場では、一貫生産体制により、各種パイプの製造をジャストインタイムに行っている。

津幡工場の時代、塗装ラインは長く、カーブは多く、乾燥炉は山形でアップダウンもあった。また、溶剤塗装では表側を自動機が、裏側を手吹きで行っていたためタレなどの不良が多く、効率は悪く、作業も煩雑であった。さらに、ワークは長短・形状が様々で、アップダウンがあるとワークは傾き、ジグから外れて落下する懸念があった。そこで、かほく工場への移転の際には、アップダウンのない水平なコンベアであることと同時に、作業者と環境に優しい粉体塗装の導入が最優先事項となった。

### 前処理に果実酸を、塗装乾燥に赤外線加熱を採用し、両設備のコンパクト化を達成

しかし、かほく工場は建屋設置面積に制約があり、限られたスペースに前処理設備と塗装ラインを構築する必要があった。

前処理には、果実酸(リンゴ酸)を応用した特殊なリン酸鉄系の化成液の採用。従来が

ら6つもの工程を省略でき、前処理設備のコンパクト化を達成した。塗装ラインは熱風循環のみの場合、炉長が50mになるとの試算が示され、予定のスペースには入らないことが分かった。そこでパワー&フリーと移載装置を導入し、炉手前でワークの向きを垂直に変えることで、炉長を短くすることも検討された。しかし、移載時の粉体塗料・製品の落下、移載装置のメンテナンス、長時間加熱による艶引けや変色などの懸念から不採用になった。さらに検討を進めた結果、乾燥炉には赤外線加熱と熱風循環によるハイブリッド方式を採用、常に水平を維持できるシンプルかつコンパクトな塗装ラインを実現。環境対応では、パイプ形状に有利とされる電界流動粉体静電塗装装置を採用し、当初の目的をクリアした。

### 毎年の運用改善で、ランプ数を削減しさらなる省エネを実践

ワークの長短・形状・肉厚がまちまちであるため、熱風循環では温度のバラツキが大きくなり品質管理が困難となる。また、極端に厚い部位が付いた製品は、乾燥時間や炉長が長くなる、ランニングコストが大きくなる、製品のグループ分けが多くなるなどの課題が山積した。そこで、温度のバラツキを抑え、製品加熱能力が高い加熱方法(赤外線波長)を検討。最厚品の口金部が所定の温度まで達しなかったため、中赤外線よりもエネルギー密度が高く、塗膜深部で

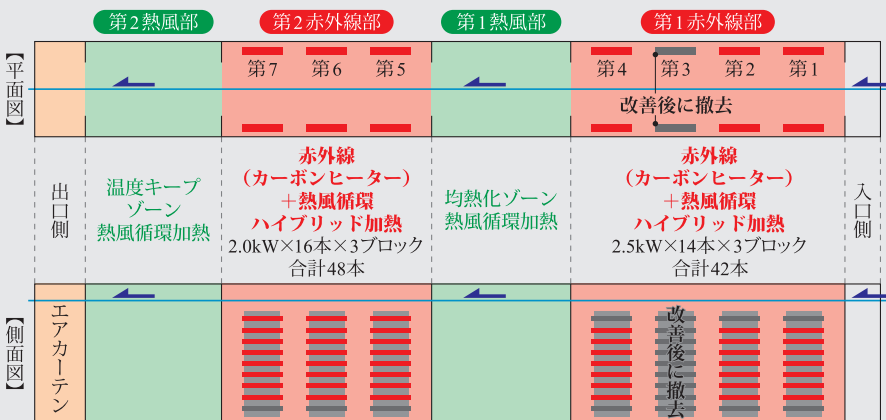
吸収し加熱する近赤外線カーボンヒーターが採用された。また連続照射では、最厚部の口金とパイプ部の温度差が過大となるため、パイプ部がオーバーベークになる問題が発生。そのため間欠照射が提案された。炉の構成は4つに分けられる。進行方向手前から、第1赤外線部(熱風併用)にてワークを急速に加熱。すると、口金部はパイプ部に比べてずっと昇温が遅れるため、温度差が大きくなる。続く、第1熱風部にて各部位の製品温度差を縮める。続く、第2赤外線部(熱風併用)にて再度急速加熱することで、特に高温領域での温度差が小さくなり、均一に硬化される。最後の第2熱風部で温度をキープする。肉厚の違いに対してはヒーターの点灯パターンを切り替えることで対応しており(現在3パターン)、同じ炉内温度、搬送速度でありながら、ワークの長短・形状・肉厚に影響を受けずに、最適な乾燥品質が得られている。

導入当初のカーボンヒーター数は、126本。しかし、直後から製品温度の測定・分析の継続的な実施、炉出口側のエアカーテンを強化するなど毎年改善を行い、第1赤外線部の第3ブロック撤去や各ブロックのヒーター数削減を進め、90本にまで削減。設定温度も10℃下げることができている。赤外線加熱は塗装乾燥の課題を解決するだけでなく、生産性や乾燥品質の向上、省エネなど多くの副産物を生み出す、SDGs達成には欠かせないエネルギーと言える。

#### ■自動粉体塗装ラインの概要



#### ■ハイブリッド乾燥炉の概要



ハイブリッド乾燥炉入口側

**第1赤外線部**  
導入時は、2.5kW×18本×4ブロック=180kW(72本)。その後の改善で、第3ブロックを撤去。その他は、上下2本ずつを撤去。改善後に、105kW(42本)。

**第2赤外線部**  
導入時は、2.0kW×18本×3ブロック=108kW(54本)。その後の改善で、各ブロックの下1本ずつを撤去。改善後は、96kW(48本)。

【取材：2023年3月】