

電気エネルギー
導入事例
ダイジェスト

これからの時代 ものづくりに電気

建設機械／各種産業機械製造

株式会社小松電業所さま

赤外線と熱風を併用した粉体塗装乾燥炉

粉体塗装の乾燥熱源に「赤外線」を導入 炉長短縮と生産性向上に加え 省エネ・省コストを実現

株式会社小松電業所では、屋外で使用される建機部品に耐候性および防錆機能を付与するための粉体塗装後の乾燥工程において、乾燥炉のコンパクト化および直線化を目指し、熱風に加えて加熱能力に優れる「赤外線加熱」を導入。炉長の短縮に加え、生産性向上と省エネ・省コストを実現した。



建設機械の外装カバー

導入の決め手

赤外線の導入により、乾燥炉のコンパクト化・直線化、品質向上を達成

従来の熱風循環システムは乾燥効率が悪いことから、長い炉長を確保する必要があった。また、炉形状が山形のため、コンベヤーにアップダウンが発生し、ワークの落下リスクや駆動モーター類のトラブル増加に悩まされていた。また、完全な山形炉ではないため、熱流出によるエネルギー損失、さらには外部からの異物付着等の課題もあった。設備更新に当たり、限られた工場内で塗装ラインを更新するには、炉長の短縮および直線化が必要であったことから、熱風循環に加えて新たに赤外線加熱を導入。品質向上に加え、大幅な省エネ・省コストが見込まれることが採用の決め手となった。

メリット

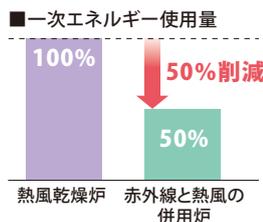
エネルギー使用量削減

従来の熱風乾燥炉から赤外線と熱風を併用したハイブリッド炉に更新したことで、乾燥工程に要するエネルギー使用量を50%削減(▲139kL/年)できる見込み。

●一次エネルギー使用量 算出条件

◎電力・・・9.97MJ/kWh (*1) ◎都市ガス・・・45.0MJ/Nm³ (*2)

*1:エネルギーの使用の合理化等に関する法律 *2:北陸ガス(関)発熱量



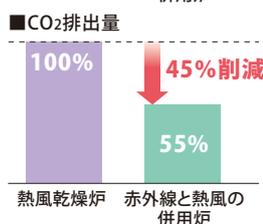
CO₂削減

従来の熱風乾燥炉と比較し、同工程におけるCO₂排出量を45%削減(▲250t-CO₂/年)できる見込み。

●CO₂排出量 算出条件

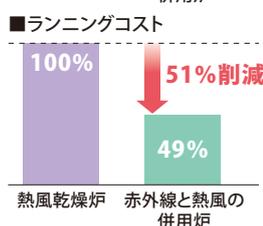
◎電力・・・0.624kg-CO₂/kWh (*3) ◎都市ガス・・・2.310kg-CO₂/Nm³ (*4)

*3:北陸電力(関)2016年度実績値(調整後) *4:北陸ガス(関)排出係数



ランニングコストの削減

従来の熱風乾燥炉と比較し、同工程におけるコストを51%削減(▲1,160万円/年)できる見込み。



炉長短縮による生産性向上

コンベヤーのスピードを落とすことなく、炉長を52mから32mに短縮できたことにより、生産性が向上した。

※グラフ数値は(株)小松電業所提供資料より

小松電業所は1948年に創業、1967年に株式会社小松電業所として小松電業所の事業の一切を引き継いで以来、建設機械のエンジンフードやサイドカバーといった外装部品、運転席ユニット、燃料・作動油タンクならびに各種産業機械部品の制御盤に至るまで、板金・プレス・溶接・塗装・組立までの工程を同社が一貫して生産しており、世界の土木・建築分野で日々活躍するコマツブランドの縁の下の力持ちとして、世界の発展に大きく貢献している。



Company Profile

企業名 株式会社小松電業所
所在地 石川県小松市国府台5-20
電話番号 0761-47-8888
<http://www.dengyosho.jp>

品質・生産性の向上を目指して

過酷な作業環境で使用される建設機械の部品は、レーザー加工やプレス加工、溶接、電着・粉体塗装、組立等の工程を経て出荷される。

建機のワークには、耐候性・防錆性が要求されるため、下塗りに電着塗装、上塗りに厚膜かつ強靱な塗膜を付けるための粉体塗装が施される。なお、粉体塗装後の乾燥では高い温度下での塗膜硬化が必要なため、多くのエネルギーが消費される。

従来の乾燥工程で採用していた熱風循環システムは、単位熱量当たりのエネルギーコストや温度保持に優位性がある一方、同システムには2つの課題があった。1つ目は“異物付着”という課題、2つ目として、熱風加熱は伝熱性が劣る対流熱伝達により被塗物を加熱するため、ワークの温度上昇時間と比例して長くなる“乾燥炉の長さ”である。以前は手狭な工場内で炉長を確保するため、1階でワークをコンベヤーに着荷させた後、塗装ブースと乾燥炉がある2階までワークを移動させていた。これにより、コンベヤーにアップダウンやカーブが発生し、さまざまな製造リスクを抱えていた。

こうした課題を解決するため、炉の密閉性向上（異物付着防止）やコンベヤーの直線化およびアップダウン廃止について検討を開始。特に、後者の実現には乾燥炉を工場

1階に設置する必要があり、既設工場のスペース上、炉長を約4割程度も短くする必要があった。

中長波赤外線ヒーターと熱風を併用したハイブリッド方式を採用 全ての課題が解決される

まずは炉長を短くするため、単位炉内面積当たりの加熱能力が、熱風加熱よりもかなり大きくできる「赤外線（放射）加熱方式」の採用を検討。特に、粉体塗料および塗布面の母材への赤外線吸収特性を考慮し、中長波領域の赤外線を発する「カーボンヒーター」を導入することとした。

乾燥炉の前半は赤外線による加熱を集中的に行い、効率よくワークを昇温させる。その後、炉の後半では、都市ガスバーナーにより約180℃に維持された雰囲気下でワークを温度保持することにより、塗料の塗膜硬化を促進する。粉体塗装では、昇温速度が遅いと溶融と硬化が部分的に発生してしまうが、赤外線加熱は硬化時間の短縮のみならず、瞬時の硬化が品質向上にもつながる。さらに熱風加熱のように、粉体が飛び散り、ワークに再付着・離脱も発生しない。

「従来の乾燥システムでは、生産効率や環境・品質の面でさまざまな課題を抱えていました。今回、赤外線と熱風を併用したハイブリッドシステムの採用により、全ての課題を

解決できました。7分割（1分割で天地左右4面）に配されているカーボンヒーターは、それぞれ個別に出力設定が可能。厚物や薄物などさまざまなワークにとって最適な温度に調節することで、効率的な塗装乾燥が可能となりました」



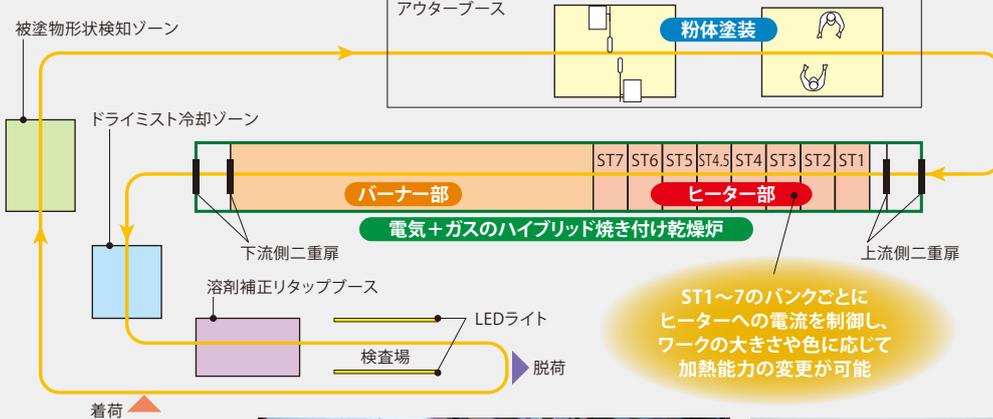
(株)小松電業所
代表取締役社長
塚林 幸作氏

粉体塗装ブースにはアウターブースを設置。乾燥炉出入口には二重扉を設け、炉内からの熱流出を防止するとともに、異物侵入も防ぐなど、品質管理は徹底されている。

大幅な省エネ・省コストも実現

設計施工を行った(株)エスジーの試算では、従来システムと比較し、カーボンヒーターでの電力使用量が増大するものの、次の3つの効果により、トータルでエネルギー使用量が半減という異次元の省エネ効果が見込まれている。[効果①:炉長短縮で炉表面積が低減されたことによる貫流熱ロスが▲62%、効果②:炉内を約180℃に維持するため、炉内空気を循環・昇温(ΔT=20℃)させており、炉容積減少に伴う循環加熱負荷が▲61%、効果③:炉からの排気熱ロスが▲22%]

■ 自動粉体塗装・乾燥ラインの概要



ST1～7のバンクごとにヒーターへの電流を制御し、ワークの大きさや色に応じて加熱能力の変更が可能



乾燥炉出入口の二重扉（異物付着を防止）

■ 設備概要

カーボンヒーター
〔ヘレウス(株)〕
・電気容量:464kW

設計・施工:(株)エスジー



熱風に加え新たに赤外線を導入した省エネ型乾燥炉の制御盤



バンクごとのヒーターの電流計



バーナー上下流の温度計



照射エネルギー密度の高い赤外線加熱

【取材:2018年2月】