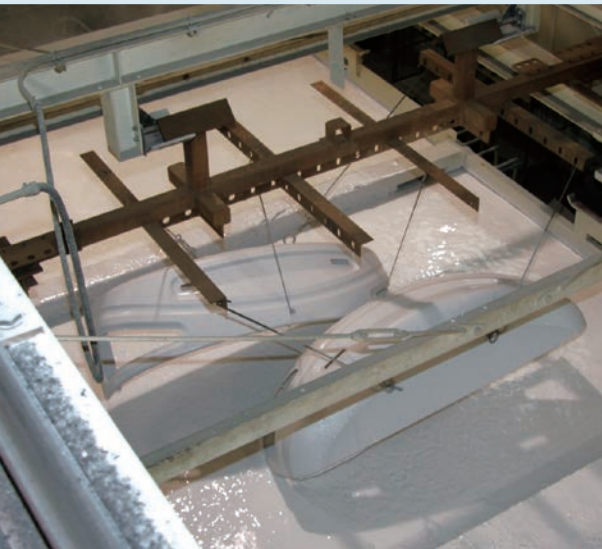


# 電着塗装の乾燥工程をハイブリッド炉に改造し 炉長短縮による生産性向上と省エネルギーを達成!!



## 株式会社小松電業所

本社工場：〒923-0061 石川県小松市国府台5-20  
TEL.0761-47-8888 FAX.0761-47-8081

- 創業：1948年1月1日 ●設立：1967年1月1日
- 資本金：24,700,000円
- 代表取締役社長：塚林 幸作
- 従業員：単体434名／グループ計1,100名
- 事業内容：ダンプトラック、ホイールローダー、モーターグレーダー、ブルドーザー、油圧ショベル、ミニショベル、フォークリフトなどの建設用機械や鉱山用機械のエンジンフード、サイドカバー、燃料・作動油タンク、運転席ユニットの製造、自動車メーカー向け大型プレスと周辺搬送装置の制御盤と操作盤の製造





▲自動プレス加工機に金属板をセット



▲三次元レーザー加工



▲金属板をプレス



▲プレス後は移載ロボットにてプレス品を移動



▲ロボット溶接



▲電着塗装ラインにワークを着荷



▲電着塗装ラインの前処理槽



▲電着塗装



▲純水洗の加温に乾燥炉の廃熱を再利用



▲純水加温槽(熱交換器を使用)

今回の緊急スペシャルレポートは、2018年3月号に掲載(第10回)以来、4年ぶりの再訪となった石川県小松市に本社・工場を構える、(株)小松電業所取材して紹介する。

前回の取材では、上塗りの粉体塗装ラインの焼き付け乾燥炉を、熱風循環炉から中長波カーボンヒーターとガス熱風によるハイブリッド炉へ更新し、炉長は、52mから32mに短縮。乾燥時間は、29分短縮。エネルギー使用量は、58%削減。CO<sub>2</sub>排出量は、57%削減するなど、生産性向上と高い省エネ効果を生み出した。

本例は、高い省エネ効果と既存概念を打ち破った新技術の開発・導入、普及性の観点から高く評

価され、省エネルギーセンターが主催する「2020年度(令和2年)省エネ大賞」の「資源エネルギー庁長官賞(支援・サービス分野)」を受賞した。

今回は、下塗りの電着塗装ラインの焼き付け乾燥炉を、前回同様に熱風循環炉から中長波カーボンヒーターとガス熱風によるハイブリッド炉へと既設炉を生かした改造を実施すると共に、生産効率見直しによる改善を行ったので、その改造と改善の概要と導入効果をレポートする。

### 1. 会社の概要

同社は、1948年に小松電業所を創業。1967年、(株)小松電業所を設立した。1995年に、現在地の石川県小松市国府台に本社工場を移転。2006年、栃

木県小山市に小山工場を設立。その間最新の加工設備・塗装設備を積極的に導入すると共に、新工場の設立や既存工場の拡張、中国本土への事業所設立を進め、現在では、国内に2拠点(石川県小松市、栃木県小山市)、中国に4拠点の計6拠点にて事業を展開し、現在に至る。

主に、ダンプトラック、ホイールローダー、ブルドーザー、フォークリフトなどの建設・鉱山用機械のエンジンフード、サイドカバー、燃料・作動油タンク、運転席ユニットの製造、自動車メーカー向けの大型プレスと周辺搬送装置の制御盤・操作盤の製造を、切断・プレス・溶接加工～塗装～組立までの一貫生産体制で行っている。

### 2. 塗装の概要

建機は屋外で使用されるため、高い防錆性と耐候性が必要となる。そのため、下塗りにカチオン電着塗装、上塗りには厚膜塗りと強固な塗膜性能が要求される粉体塗装をメインに行っている。

#### (1) カチオン電着塗装ラインの概要

切断・プレス・溶接加工を終えた成型品は、下塗りのカチオン電着塗装ラインへと進行する。

その工程は、塗装ラインに着荷→湯洗→脱脂→第1水洗→第2水洗→表面調整→化成処理→第3水洗→第4水洗→循環純水洗→電着塗装→第1ろ液洗→第2ろ液洗→第1純水洗→第2純水洗→焼き付け乾燥(180℃×24min / 中波長カーボンヒー



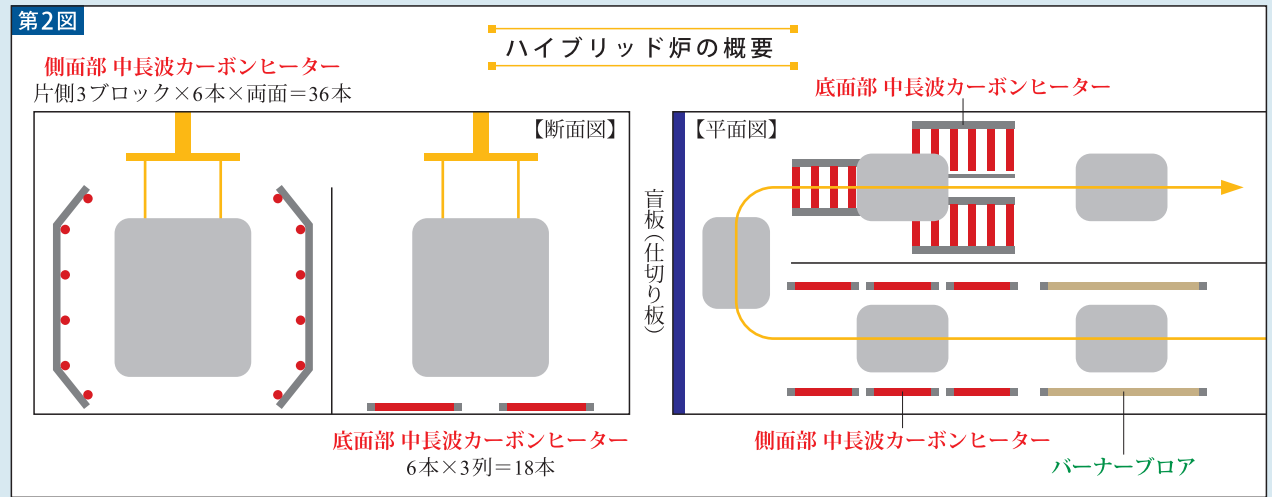
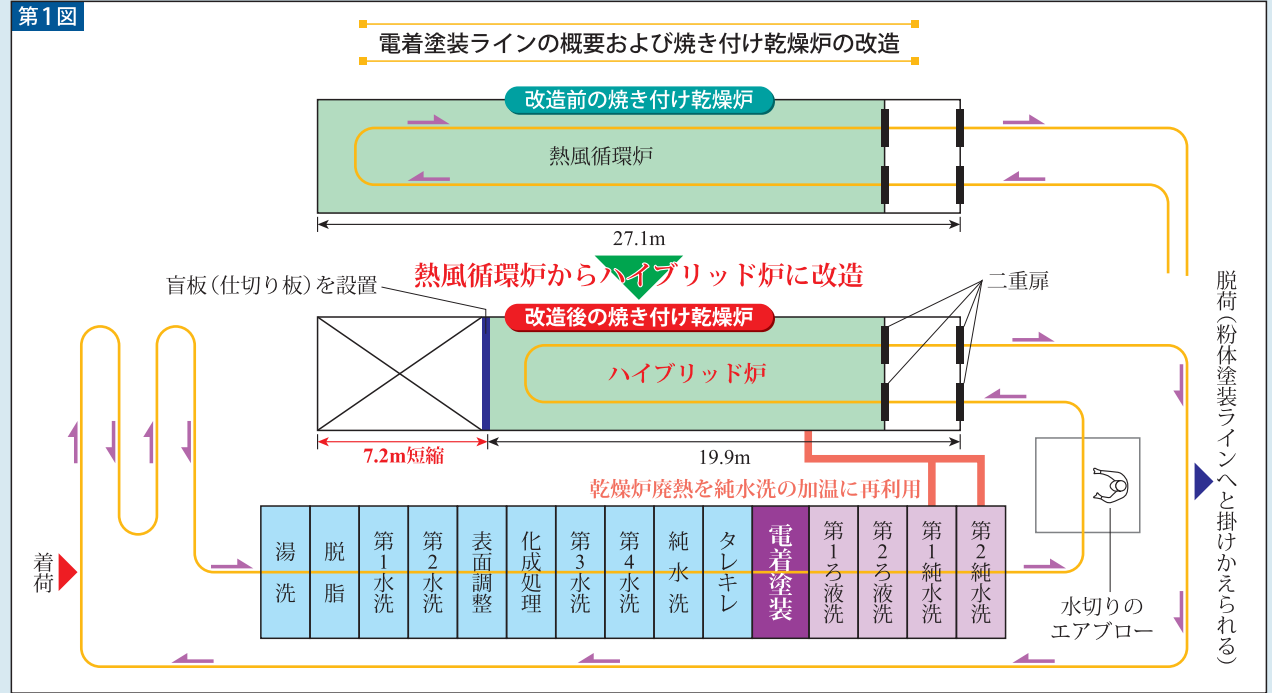
◀ 電着塗装ライン  
ハイブリッド炉の出入口



▶ ハイブリッド炉内の様子  
手前がバーナーブロー、奥が中長波カーボンヒーター



▲ 電着塗装完了 粉体塗装ラインへと進行する



ター+ガス熱風によるハイブリッド炉)→脱荷→  
上塗りの粉体塗装ラインへ

電着塗装ラインでは、昨年大幅な改造が行われ  
た。

① 熱風循環炉からハイブリッド炉に改造

同社では、電着塗装ラインにおける焼き付け乾  
燥炉を、中長波カーボンヒーターとガス熱風による  
ハイブリッド炉へ改造した(第1図参照)。

前回の粉体塗装ラインでは半山形炉を撤去して  
の新設であったが、今回は既設の熱風循環炉の設  
備を生かしての改造となった。

最大の目的は炉内容積の縮小化で、炉長および  
乾燥時間の短縮により、生産性向上と省エネを目

指した。

炉の出入口は二重扉となっており、熱効率の  
保持とゴミ・ブツ浸入の防止、雰囲気温度の安定  
と効率化が図られている。

炉に入ると、製品待機ゾーン→バーナーブロー  
(ガス熱風)による昇温→ワーク側面部への赤外線  
ゾーン→炉内折り返し→比較的板厚の厚い箇所が  
集中するワーク下面への赤外線ゾーン→ガス熱風  
対流による製品待機ゾーンとなっている。

赤外線ヒーターには、昇温が2~3秒と速く照  
射効率の高い中長波カーボンヒーターを採用。側  
面部には、片側3ブロック×6本(2.0kW/本)×  
両面の計36本。底面部には、3列×6本(2.0kW/

本)の計18本を設置する(第2図参照)。

赤外線ランプの優れた加熱効率で、炉長を短く  
できることから、炉の折り返し部分を手前に不要  
スペースの盲板(仕切り板)を奥から7.2mの位置  
に設置し、炉内の容積減少を達成した。

ただし、乾燥効果を確実に発揮するために水切  
りのエアブローを追加している。

また、炉内の廃熱は電着塗装後の純水洗の加温  
(50℃/熱交換器を使用)に再利用されており、廃  
熱利用による省エネも実践している。

② サイクルタイム短縮活動

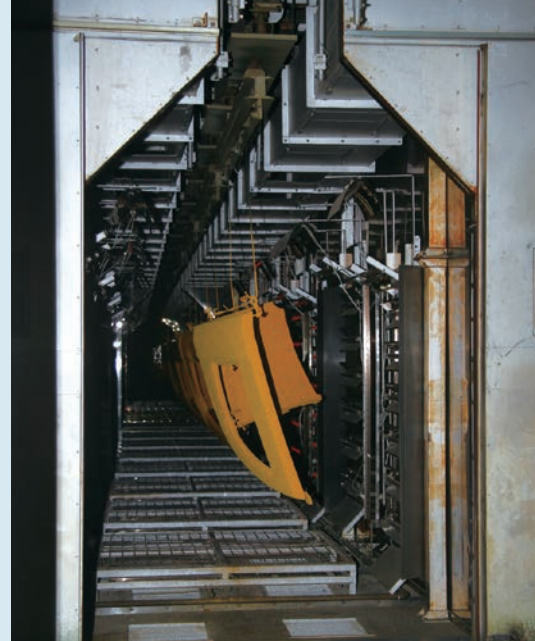
前処理・電着塗装工程では、着荷場での一次ハ  
ンガー待ち、着荷場~前処理・電着槽上でのハン

ガー・製品の渋滞が発生しており、槽上キャリア  
のマシンネックであると判断された。そこで、槽  
上キャリアの動きに着目し、マシンサイクルタイ  
ムの短縮を目指して、時間当たりの生産量増加に  
よる生産性の向上を図ることとなった。

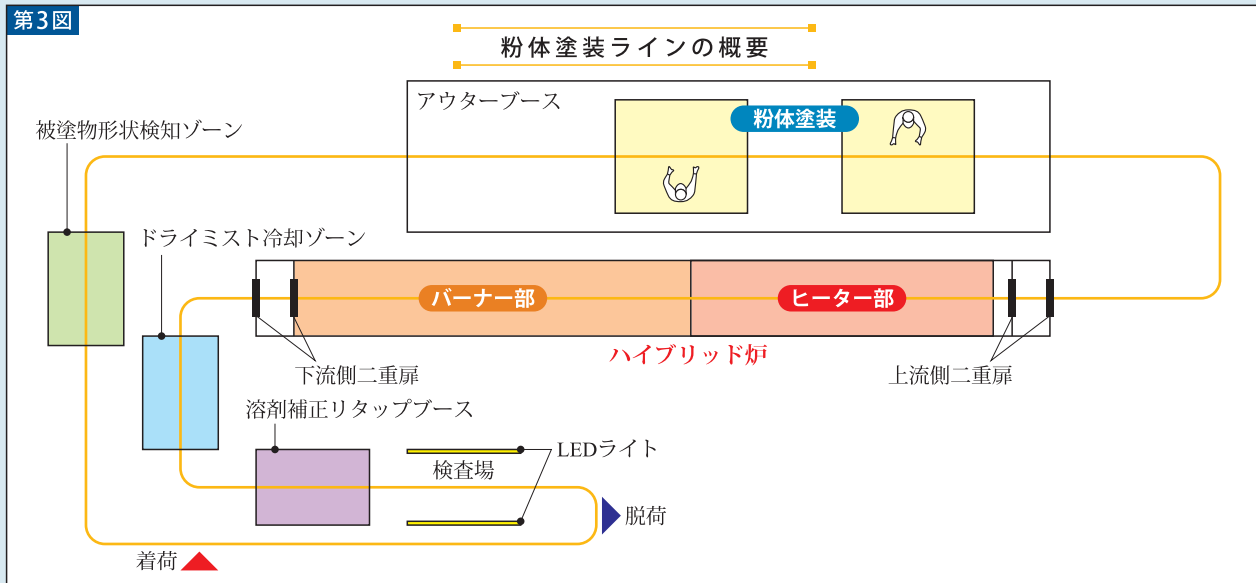
まずは、各槽上キャリアの要素動作と時間の内  
訳(横移動、上昇・下降、水切り、槽浸漬待機、移  
動待機)、ボトルネックとなっているキャリアの短  
縮余地を調査。プログラム変更により、受け待ち  
範囲、動作システム、テスト品を用いて品質に影  
響がないかを確認しながら浸漬時間の変更を行っ  
た。しかし、大きな短縮にはつながらず、キャリ  
アの短縮余地もなくなったため、槽上キャリアを



▲粉体塗装



▲粉体塗装ラインのハイブリッド炉



1機追加。その結果、ラインバランスを保ったまま、サイクルタイムを1タクト4.5minから3.0minに短縮することに成功した。

このように、炉の改造と搬送キャリアの改善により、生産性向上と省エネを達成した。

### (2) 粉体塗装ラインの概要

カチオン電着塗装を終えたワークは、必要箇所にマスキングを実施し、上塗りの粉体塗装ラインへと進行する(第3図参照)。

その工程は、塗装ラインに着荷→形状検出→粉体塗装(ハンドガンによる手吹き、2ブース・計2人で塗装)→焼き付け乾燥(180~220°C×22min/中波長カーボンヒーター+ガス熱風によるハイブ

リッド炉)→脱荷→外観検査→組立ラインへ

### 3. 電着塗装ラインのハイブリッド炉への改造メリット

#### (1) 生産性の向上

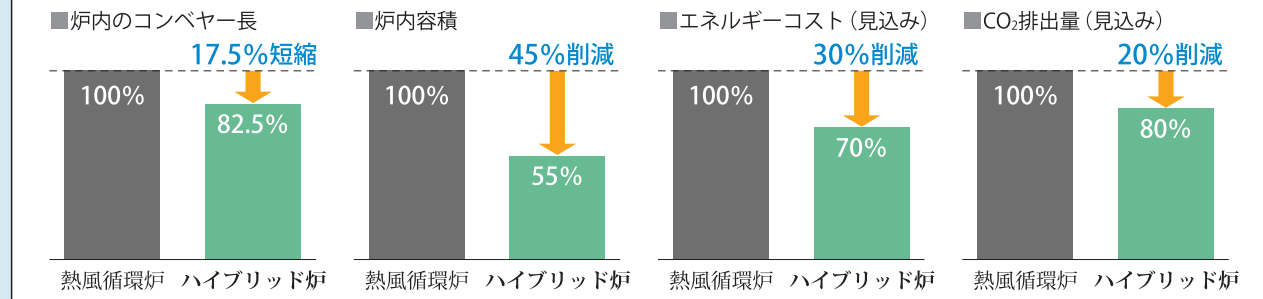
改造前と比較して、炉長は27.1mから19.9mとなり、7.2mの短縮(炉内は、43.54mから35.94m)。炉内容積は、352m<sup>3</sup>から194m<sup>3</sup>に縮小。乾燥時間は、11分の短縮を達成。前述したようにタクトタイムも4.5minから3.0minに33%短縮されていることから、生産効率が大幅に向上している。

#### (2) 省エネ効果

省エネ効果については、導入から1年未満ということもあり、計画時の試算値までの効果は得ら

### 第4図

#### 電着塗装ラインのハイブリッド炉改造の導入効果(実績・見込み)



塗装外観検査場 ▲



▲組立エリア



▲完成品置き場



◀取材にご協力いただいた、代表取締役社長 塚林幸作氏(中央左)、製造部 塗装課 課長 西谷佑紀氏(左)、生産技術部 FA課 課長 寺西悟志氏(中央右)、管理部 総務課 課長 町 育彦氏(右)

れていない。しかしながら、ワーク形状に合わせたヒーターの温度やON/OFF設定の微調整、炉内の熱ロス削減などの改善に日々努めており、徐々にではあるが計画時の数値に近づいている。

計画時では改造前と比較して、トータルエネルギー費(LNGガス代+電気代(駆動系/ヒーター))は、1,872万円/年から1,333万円/年で、30%のエネルギーコスト削減、それに伴いCO<sub>2</sub>排出量は、20%削減が見込まれている。

### 4. 塗装乾燥工程から地球環境に貢献する

工場をご案内いただいた塚林幸作代表取締役社長は、「乾燥品質については、下塗りというものを考慮すると、オーバークによる色変や焼きム

ラを厳格に管理する必要がないため、比較的管理は楽だと思います。特に、ハイブリッド炉の導入は、塗装板厚の範囲が比較的狭く、製品形状がある程度決まっていれば、運用・管理はどの企業でもできると思います。当社のように板厚の幅が広く、あらゆる形状の部品がランダムに流れてくる塗装ラインでも運用していますので、皆さんにも必ずできるはず。今回の例が参考になれば幸いです」とし、「カーボンニュートラルやSDGs達成に向け、多くの温室効果ガスを排出する塗装乾燥工程への電気エネルギーの活用を含め、あらゆる改善を常に進めながら地球環境に貢献していきます」と締めくくられた。(町)