



緊急

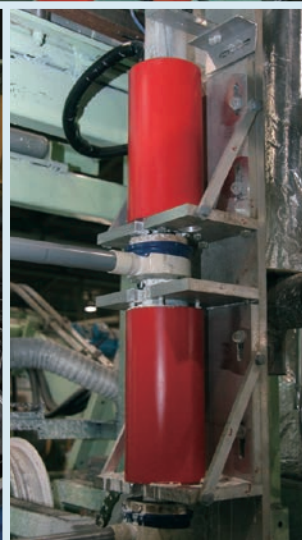
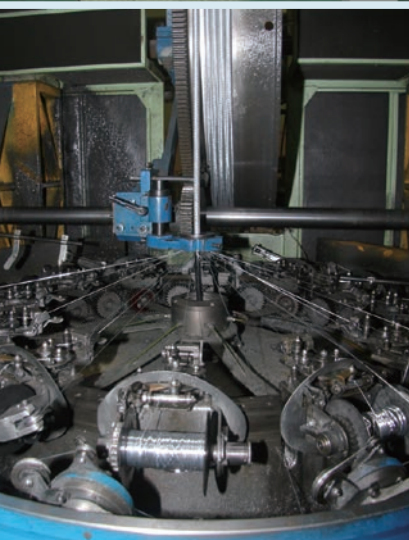
スペシャルレポート

Part.

16

塗装乾燥システムの新革命

船舶用あじろ鎧装電線塗装の乾燥ラインへのIH加熱コイル導入で、省エネと乾燥品質維持を実現!!



ヒエン電気株式会社 長田野工場



本 社：〒541-0045 大阪市中央区道修町3-4-11

TEL.06-6226-1501 FAX.06-6226-1507

●設 立：1954年8月 ●資本金：99,788,500円

●代表取締役社長：山鳥 剛裕 ●従業員：126名(2019.6.27現在)

●事業内容

・電線事業：船舶用電線、艦船用電線

・産業機材事業：スープロストランド(被覆PC鋼材)、ワイヤーロープ被覆加工、繊維ロープ被覆加工、通信架線用支持器具(スーパーハンガー)

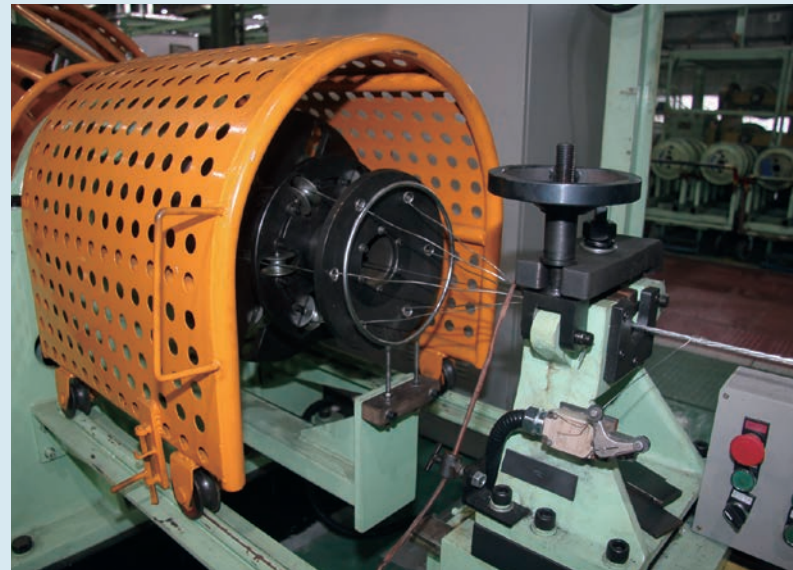
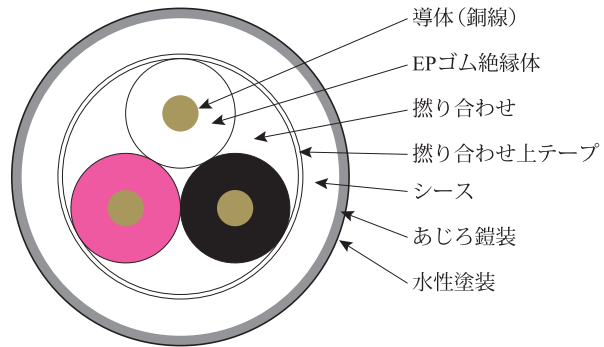
・機能性フィルム事業：電線用・産業用各種フィルム

長田野工場：〒620-0853 京都府福知山市長田野町1-14

TEL.0773-27-1185 FAX.0773-27-1147

船用電線の製造工程と構造

- 素材(電気用軟銅線)
- 電気用軟銅線をスズメッキ軟銅線に加工
- 撚(よ)り合わせて導体に
- EPゴムにて絶縁体被覆
- 識別テープ巻き
- ゴムの加硫処理
- 撚り合わせ・押さえテープ処理
- PVCでシース被覆
- あじろ鍍装(がいそう)
- 水性塗装・乾燥
- 検査
- 出荷



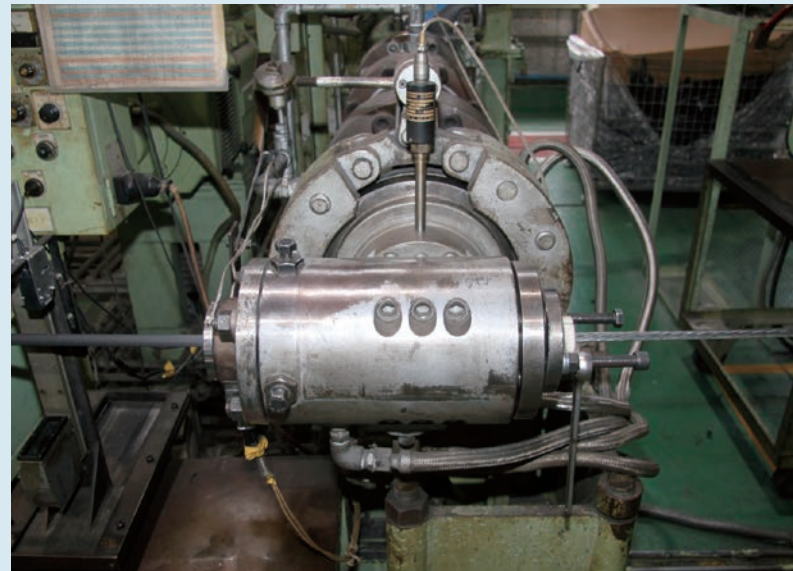
メッキ処理された銅線を撚り合わせて導体に加工 ▲



▲ ドラムに巻かれた導体



▲ ドラムに巻かれた絶縁体



撚り合わせた導体にEPゴムを被覆して絶縁体に加工 ▲



▲ 役割別に色分けされた絶縁体



▲ 素材(軟銅線)



▲ スズ引きライン(軟銅線にスズ引き処理)

今回の緊急スペシャルレポートは、同シリーズの第9回(2018年1月号)で紹介したヒエン電工(株)長田野工場を再訪し、取材した。

前回の取材では、船舶用あじろ鍍装(がいそう)電線の塗装乾燥工程に既存電気ヒーターの補助熱源として電気式ヒートポンプとのハイブリッド方式を採用したことで、大幅な省エネとランニングコスト削減を達成した事例を紹介した。

今回は、船舶用あじろ鍍装電線の塗装乾燥工程において、さらなる省エネと塗装乾燥の品質維持の両立を目指し、IH加熱コイルの導入を検討。実用化に至るまでの導入試験、試験結果、導入効果(想定効果も含む)、今後の展開について紹介する。

1. ヒエン電工(株)の概要

同社は、1954年に大阪被鉛電線工業(株)を設立。1960年、ヒエン電工(株)に商号を変更。1974年、長田野工場(京都府福知山市)の操業開始。2004年に会社創立50周年を迎え、現在に至る。

主に、船舶用被覆電線(ノンハロゲン難燃ケーブル、電力・照明用ケーブル、制御用ケーブルなど)、産業機材事業(スープロストランド(被覆PC鋼材)、ワイヤーロープ/繊維ロープ被覆加工、通信架線用支持器具(スーパーハンガー))、機能性フィルム事業(電線用・産業用各種フィルム)を三本柱に、船舶用電線の国内トップランナーとして業界をリードしてきた。その独創的かつ環境性を

重視した製品群は、世界中の海運・物流事業の発展に大きく寄与している。

2. 塗装乾燥工程の見直しに着手

(1) 船用電線の製造工程

船上において、強い紫外線や風雨、海塩粒子が舞うなどの過酷な環境下に晒(さら)される船舶用電線には、絶縁・加硫・あじろ鍍装・難燃・耐火技術など、電線の品質を長期にわたって保護する技術が随所に施されている。

船用電線の製造工程は以下の通り。

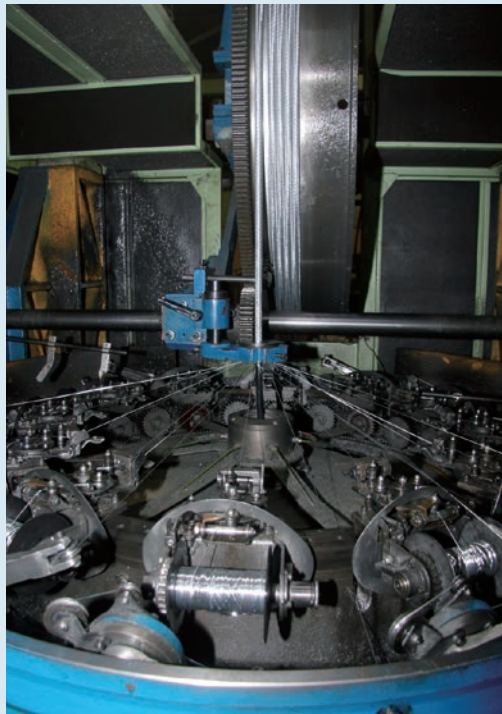
素材となる電気用軟銅線を投入→軟銅線をスズメッキ加工→撚(よ)り合わせて導体に→EPゴムにて絶縁体被覆→識別テープ巻き→ゴムの加硫処理

→撚り合わせ・押さえテープ処理→PVCでシース被覆→あじろ鍍装→水性塗装・乾燥→検査→出荷(第1図参照)。

今回は、あじろ鍍装(造船工場の艀装(ぎそう)時にケーブルを引き回す際、船のエッジによる破損防止や洋上でネズミが電線をかじることによる破損防止を目的で、亜鉛メッキ鉄線を編み込む技術)後に実施される、耐久性や防錆性の付与やケーブル種類の識別を行うための水性塗装の乾燥工程を、環境面・経済面から見直すことになった。

(2) 電気ヒーターによる塗装乾燥工程の課題

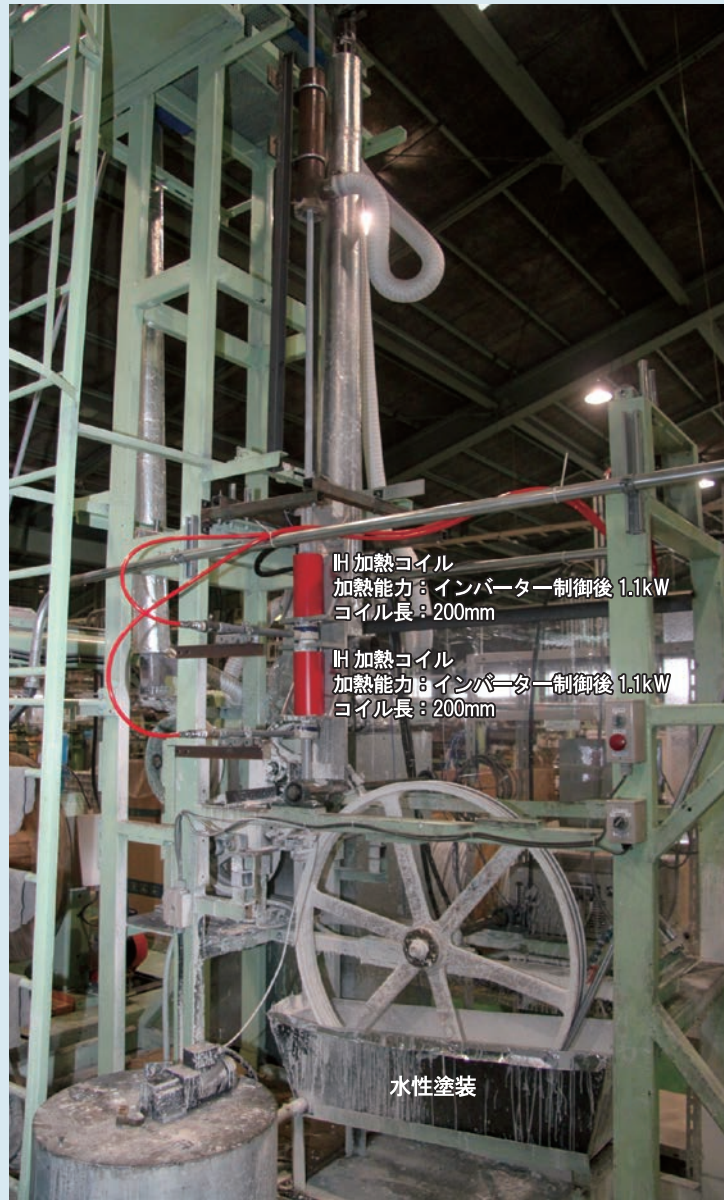
乾燥工程は従来より熱風で行っており、熱源には電気ヒーターを使用してきた。しかし、乾燥工



▲ あじろ鍍装機で亜鉛メッキ鉄線により損傷防止処理を施す



▲ あじろ鍍装処理を終え塗装を待つ



IH加熱コイル
加熱能力：インバーター制御後 1.1kW
コイル長：200mm

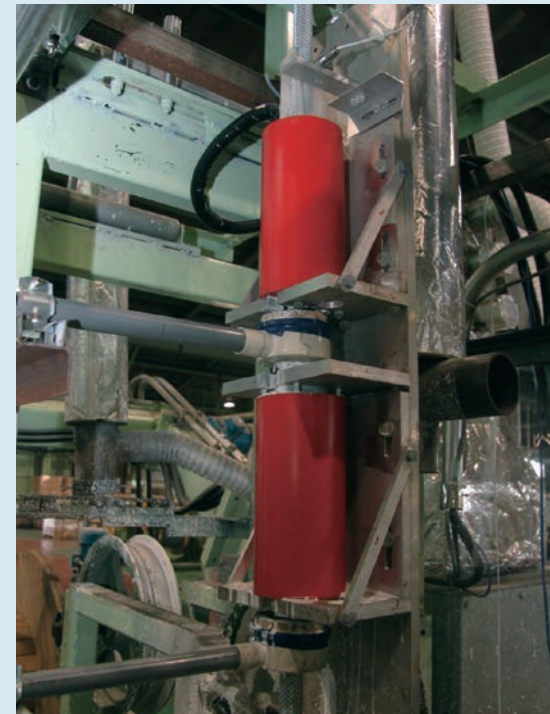
IH加熱コイル
加熱能力：インバーター制御後 1.1kW
コイル長：200mm

水性塗装

▲ 水性塗装およびIH加熱コイルによる乾燥設備の概要



▲ あじろ鍍装された後、水性塗料により塗装される



▲ 新たに導入されたIH加熱コイル(赤筒：200mm×2本)



▲ 制御モニター(上)とインバーターユニット(下)



▲ 制御モニターはタッチパネル方式で操作は簡単

程における電気ヒーターの消費電力量が工場全体の消費電力量の大半を占めていたため、乾燥工程の省エネ化が求められていた。

ただ、塗装乾燥品質の維持には、季節変動に伴うあじろ鍍装表面温度の変化や電線径、電線加工速度に応じた精密な熱風温度調節が必要ことから、電気ヒーターは温度制御性に優れており、塗装乾燥品質の維持に寄与していた。

しかし、塗装は吹き付けではなく、ホース状の塗料吹き出し口から横引きしたあじろ鍍装電線上に塗料を流して塗布される。熱風乾燥に合わせた塗布量に調整されるため、電気ヒーターからの乾燥方法の変更は乾燥品質に少なからず影響を与え

ることが予想され、課題となっていた。

以前紹介したヒートポンプによる温風製造に切り替えたラインは、10mm 径の細い電線を処理するもので、ヒートポンプで太い電線を乾燥させる場合、設備費用や設置スペースが大きくなることから検討対象から外れた。

また、遠赤外線の使用も検討されたが良好な結果は得られなかった。

このような状況を踏まえ、あじろ鍍装の自己発熱により加熱するためエネルギー効率がよく、インバーター出力変更による温度制御が容易なIH加熱コイル導入の可能性を調査するため、試験が実施された。

3. IH 加熱コイルによる塗装乾燥試験

(1) クリアすべき目標設定

IH 加熱コイルによる塗装乾燥試験では、前述の課題解決に向けて以下の目標設定がなされた。

- ① 消費電力の削減
- ② 塗装乾燥品質の維持

IH 加熱コイルによる高周波誘導加熱では、あじろ鍍装の自己発熱により加熱するため、加熱効率が高く、エネルギー損失が少ないため、大幅な省エネルギー効果が期待できた。

同時に、高周波誘導加熱インバーター出力の変更により精密な温度制御ができるため、乾燥品質の維持も期待できた。

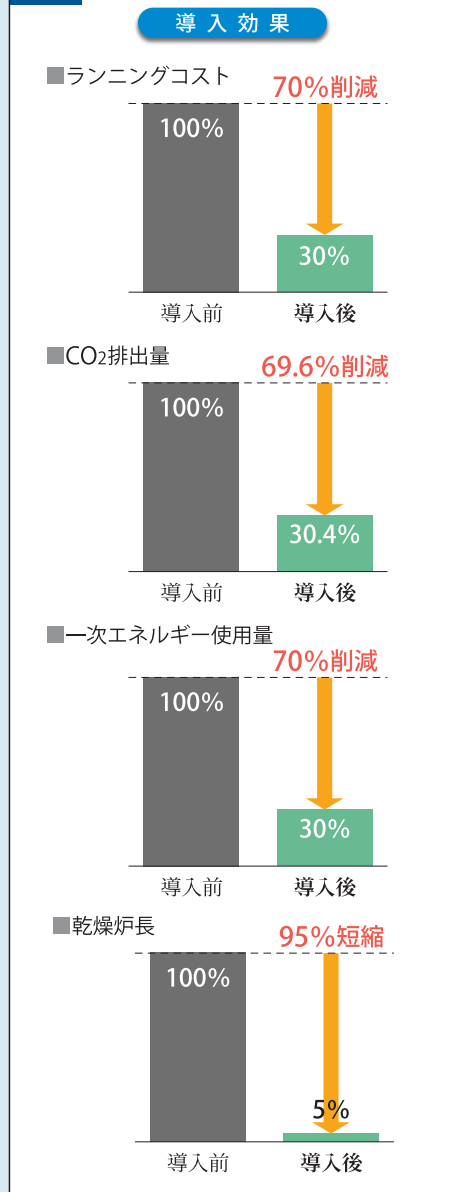
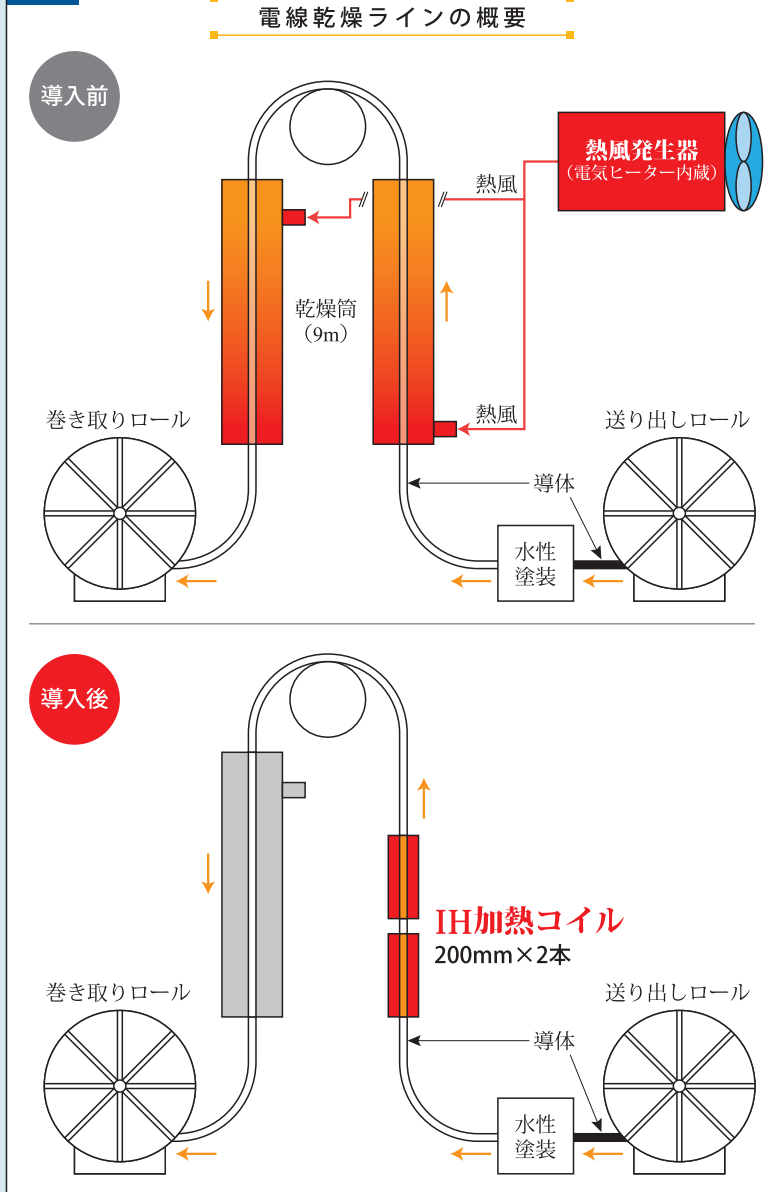
(2) 乾燥システムの構築

目標達成に向けて 2.5kW 高周波誘導加熱コイルと、5kW 高周波インバーターユニットを導入。加熱対象が筒状の電線であるため、コイル形状は円柱の加熱コイルとした(第2図参照)。

(3) 試験方法

以下を確認項目として試験を実施した。

- ① IH 加熱コイル温度
- ② インバーター出力
- ③ IH 加熱コイル出口電線表面温度
- ④ 乾燥度合い(同社判断)
- ⑤ 電線被覆への影響
- ⑥ 消費電力



コンピュータ管理による最終検査 ▲



▲ 出荷待ちの船用電線



▲ 今後IH展開する太い電線ライン ▲



◀ 取材にご協力いただいた、左から執行役員 長田野工場 工場長 前原進吾氏、長田野工場 製造技術グループ 主査 大木友和氏、長田野工場 被覆・網代チームリーダー 京近一憲氏、執行役員 経営企画本部 本部長 西野正範氏、

4. 試験結果と考察

今回の試験での電線径は直径 30mm、電線加工速度は 2.4m / min.

(1) 最適インバーター出力の見極め

塗装後のIH加熱コイル2台を使用した場合、インバーター出力45%が最適であった。試験後、電線をカットして電線被覆を確認したところ溶解しておらず、電線内部への影響はなかった。

(2) 消費電力量

既設電気ヒーターの消費電力量は、160 分間の平均消費電力量 11.4kWh。IH 加熱コイルにおける消費電力量は、37 秒間の平均消費電力量 2.26kWh であった。よって、IH 加熱コイル導入による大幅

な省エネルギー効果を確認することができた。

(3) 塗装乾燥品質

塗装乾燥品質について規定はない。塗料が手に付かない程度であれば良判定とする。その点で問題はなく、既存の電気ヒーター同等でおおむね良好であった。また、あじろ鍍装電線は充分加熱される中、IH 加熱コイルが不良となる温度上昇は見受けられなかった。

5. 導入メリット (想定含む)

第3図に導入メリットを示す。

(1) ランニングコスト

従来の電気ヒーターは 460 千円 / 年。IH 加熱コイルは 138 千円 / 年で、70% 削減を見込む。

(2) CO₂ 排出量

従来の電気ヒーターは 7.9t-CO₂ / 年。IH 加熱コイルは 2.4t-CO₂ / 年で、69.6% 削減を見込む。

(3) 一次エネルギー使用量

従来の電気ヒーターは 6.0KL / 年。IH 加熱コイルは 1.8KL / 年で、70% 削減を見込む。

(4) 乾燥炉長

従来の電気ヒーターは 3m×3 本の加熱乾燥筒であったが、IH 加熱コイルは 0.2m×2 本の加熱乾燥筒となった。乾燥部の短縮により電線巻き取りに必要なモーター出力が低減、省エネにもなった。

4. 今後の展開

今回のIH加熱コイル導入により、省エネ・乾燥

品質維持という命題をクリアできた。今後は、本年4月までにさらに3ラインを順次IH加熱に切り替える予定だ。また、直径30～65mmの太い電線の塗装乾燥ラインにもIH加熱コイルを導入し、さらなる省エネを目指す。ただ、季節変動によるあじろ鍍装電線表面温度や電線径、電線加工速度に応じた要求加熱温度など、条件変化に対応した最適なインバーター出力の見極めは引き続き行っていく必要があるとのこと。

特に環境問題への意識が高い同社。塗装乾燥がかかえる諸問題に対し真摯(しんし)に向き合う。電気エネルギーの活用は、こうした問題解決への大きなピースになることは間違いない。(町)