

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

船舶用・艦船用電線の製造・販売

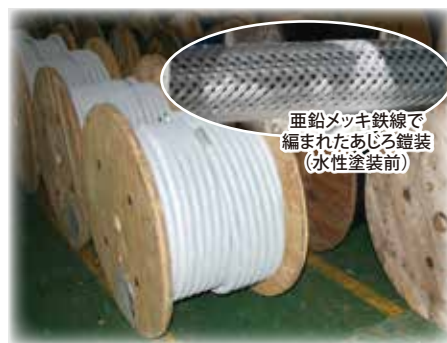
ヒエン電気株式会社  
長田野工場 さま



高周波誘導加熱（IH）を活用した水性塗装乾燥ライン

## 船舶用あじろ<sup>がいそう</sup>鍍装電線の 水性塗装乾燥ラインにおいて 「高周波誘導加熱（IH）」を導入 省エネと乾燥品質の維持を実現

ヒエン電気株式会社長田野工場では、船舶用被覆電線の破損防止を目的にあじろ鍍装（亜鉛メッキ鉄線を編み込む）を施している。その後の塗装乾燥工程においては、従来、電気ヒータによる熱風乾燥を行っていた。今回、あじろ鍍装の直接加熱が可能なIH乾燥システムを導入することで、品質を維持させながら大幅な省エネを実現した。



船舶用電線

### 導入の決め手

#### IHの採用で、乾燥品質を維持しながら大幅な省エネを達成

温度制御性に優れる電気ヒータを熱源とした熱風乾燥は、塗装乾燥品質の維持という点では非常に優れていた。しかし、エネルギー削減を進める同工場では、ヒートポンプ、赤外線、IHによる乾燥方法の検討を行った。ヒートポンプは設置の費用・スペースが大きくなること、赤外線は良好な乾燥品質維持が困難であることから採用は見送られた。インバータ出力変更による温度制御が容易なIH技術は、品質を落とすことなく大幅な電力削減が見込め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

電気ヒータを熱源とした熱風乾燥から、IHによる直接加熱に切り替えたことにより、塗装乾燥工程において**70%削減（▲4.2kL/年）**できる見込み。

- 一次エネルギー使用量算出条件  
◎電力・・・9.76MJ/kWh（エネルギーの使用の合理化等に関する法律）

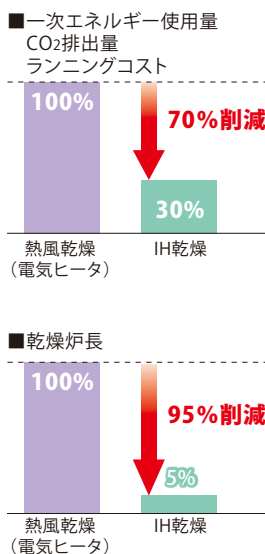
#### CO<sub>2</sub>・ランニングコスト削減

同上により、CO<sub>2</sub>排出量を**70%削減（5.5t-CO<sub>2</sub>/年）**、ランニングコストを**70%削減（322千円/年）**できる見込み。なお、導入に要した設備は60万円で、単純投資回収年は2年を見込んでいる。

- CO<sub>2</sub>排出量算出条件  
◎電力・・・0.334kg-CO<sub>2</sub>/kWh [関西電力(株)2018年度実績値（調整後）]

#### 乾燥炉長の大幅短縮

従来の熱風による対流伝熱から、IHによる直接加熱にしたことで、単位炉長当たりの加熱能力が大幅に向上し、乾燥炉長を**95%削減（8.6m）**できた。



※グラフ数値はヒエン電気(株)提供資料より

ヒエン電気は1954年の創業以来、船舶用電線の国内トップメーカーとして、船舶用被覆電線（ノンハロゲン難燃ケーブル、電力・照明ケーブル、制御用ケーブルなど）をはじめ、産業機材事業、機能性フィルム事業など多角的に事業を展開。信頼、安全性、高品質を第一義として、世界中の海運・物流事業の発展に大きく寄与する。

長田野工場は1974年に竣工。生産を一手に担っている。



### Company Profile

事業所名 ヒエン電気株式会社  
長田野工場  
所在地 京都府福知山市長田野町1-14  
電話番号 0773-27-1185  
<http://www.hien.co.jp>

### 塗装乾燥工程の見直しに着手

同社が製造する船舶用電線は、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れるため、品質を長期に渡って保護する技術が随所に施されている。電線の破損防止を目的としたあじろ鍍装工程では、被覆電線の上に亜鉛メッキ鉄線を編み込むことで、強度の向上を図っている。その後、耐久性や防錆性、さらにはケーブル種類（高圧・低圧）の識別を行うための水性塗装、さらにはその乾燥を行っており、エネルギー消費の上で課題があった同乾燥工程を対象に、抜本的なプロセス改善を検討することになった。

### 新しい乾燥方法の確立にチャレンジ

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を使用してきた。高品質を維持するためには、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であり、電気ヒータは温度制御性に優れていたためである。一方で、乾燥工程における同電力消費が工場全体の大半を占めていたため、高効率な塗装乾燥が求められていた。しかし、乾燥方法の変更は品質に少なからず影響を与えることが懸念された。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、内製した塗料を流して塗布・色付けされる。熱風乾燥に合わせた塗布量に調整されるため、熱風以外の加熱方法を採用することはリスクを伴っていた。

### 各種加熱技術を検討

過去、同工場では直径 10mm 程度の細い電線の塗装乾燥工程において、熱風の給気をヒートポンプでプレヒートすることにより、省エネを実現していた。しかし、今回は直径が最大 30mm の電線进行处理する必要があり、ヒートポンプだと設備の費用・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、赤外加熱も検討されたが良好な結果は得られなかった。

この様な状況を踏まえ、IH 技術活用の可能性を調査することとなった。IH は、あじろ鍍装を自己発熱させるためエネルギー効率が高く、インバータ出力変更による温度制御が容易であるためである。そこで、塗装乾燥品質を維持させながら、消費電力の削減を目標に、様々なテストを 2019 年春に実施した。最適なインバータ出力値を見出しながら、IH 加熱コイル出口の電線表面温度、乾燥度合い、電線被覆への影響等を確認しながら試験を重ねた。

### IH 試験を経て省エネと高品質を達成

①最適インバータ出力の見極め

IH 加熱コイル（定格 2.5kW）×2 台を使用した場合、インバータ出力 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。また、内部の銅線は非磁性体であることから、IH では加熱されにくく、絶縁被覆を熱損傷させることもなかった。

②塗装乾燥品質

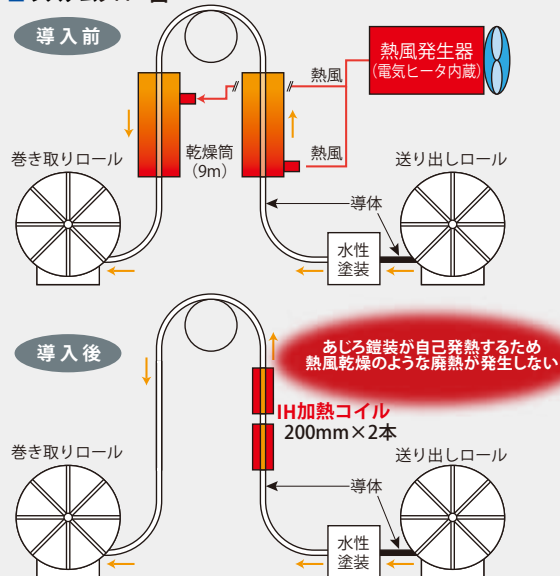
熱風乾燥と同等で概ね良好であった。

③電力削減

乾燥筒出口付近の熱風には、塗料から蒸発した水分（ガス）を多く含んでいるため、乾燥空気として再利用することはできず、多くの廃熱が発生していた。一方、IH はあじろ鍍装のみを自己発熱させることから、廃熱の発生はなく、7 割もの電力消費を抑制できた。なお、同蒸発ガスのコイル内結露を防止するため、エアにてガスを吹き飛ばすなどの対策が施されている。さらに、従来の熱風乾燥では 3m×3 本の乾燥長さが必要であったが、IH では 0.2m×2 本のコイル長となった。乾燥長の大幅な短縮により、電線巻取りに必要なモータ出力も低減され、省エネにつながった。

今後、同工場では直径 30~60mm の電線の乾燥ラインにも IH を適用させていく予定であり、これからも環境にやさしい電線づくりにチャレンジしていく。

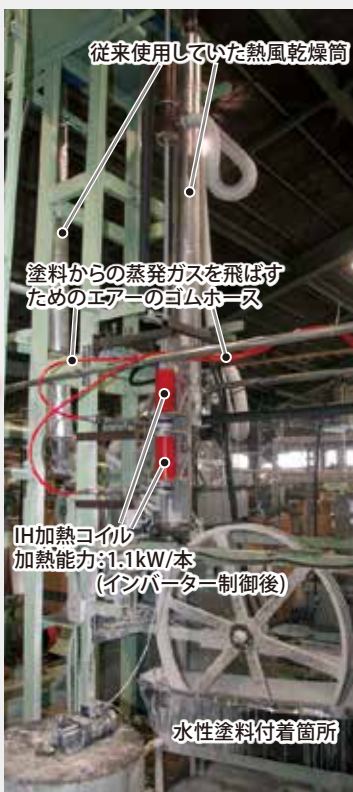
#### ■ システムフロー図



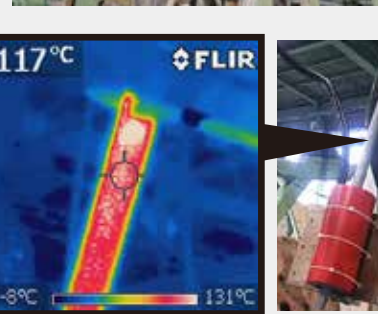
制御モニター



5kW高周波インバータユニット（ハイデック機製）



電線ケーブルの塗装乾燥ライン



加熱対象：被覆電線の上に編み込まれたあじろ鍍装部分

【取材：2019年12月】