

**老朽化による設備更新に伴い
製品の品質・生産性アップを目指す**

キャブタイヤケーブルとは強靱なシース（ケーブルを覆う被膜）を持つケーブルのことで、仮設工事用電源の他、鉱山、工場、農場などで電線として使用されている。ケーブルの導体（素線）には0.45mmの銅線を使用し、酸化防止のためメッキを施している（メッキ工程）。

富士電線(株)では、この処理工程に必要な「メッキ槽」の加熱を灯油バーナーで行っていたが、設備が老朽化。設備更新においては単なる置き換えでなく、ケーブルの品質向上につながるメッキ槽の温度制御性向上、およびメッキ同時処理本数の増加による生産性向上が求められていた。加えて、灯油は購入価格の変動と給油の手間を要する上に、朝の立ち上がりが遅いという課題もあった。

**電気式への更新で温度制御性が向上
課題解決に加え**

高い省エネ効果を実現
これらの課題を解決するため、温度制御が容易な電気式に着目。電力密度の高い面状の「電気式カートリッジヒーター」を採用した。当初はヒーターをメッキ液に浸漬することも検討したが槽のサイズが小さかったため断念。最終的に槽へ密着する形で設置した。槽が熱膨張することもあり、ヒーターを

耐熱スプリングで槽に押し付ける構造にして密着性を維持できるようにした。メッキ槽の温度は、従来の灯油バーナーによる加熱では275℃の設定に対し±15℃の幅であったのが、電気式カートリッジヒーターでは±6℃以内にとどめることが可能となり、温度の安定性が大幅に改善。銅線メッキの色および仕上げ外径精度が良質化し、製品品質が向上した。

「何といてもメッキの輝きが違います。メッキが変色しにくいので銅線も錆びにくい。また、電線は15%以上の伸びが必要と定められていますが、メッキ層が薄く均一化したことで製品間のバラツキが少なくなり、20%以上の伸びを安定して確保できるようになりました」



富士電線(株)
取締役工場長
小島 浩二氏

さらに副次的効果として、メッキの使用量も低減されたという。生産性も大幅に向上した。更新前は、銅線を8本以上処理すると銅線が持ち去る温度により槽内温度が低下し、不良が発生していたが、温度制御の向上によって10本同時に銅線を投入しても槽内温度は安定しており、常に優良な素線が製造されるようになった。

ヒーターが槽の周囲に密着していることで熱効率が高く、従来3時間かかっていたメッキ準備は2時間に短縮された。給油の手間がなくなったことも大きい。

従来のバーナー式は、燃焼ガスが装置外に数百℃の廃熱を持ち去っていたが、燃焼を伴わないヒーター式では、廃熱そのものが無くなったことにより、一次エネルギー使用量は69%、ランニングコストは75%、CO2排出量は68%の大幅な削減に成功した。

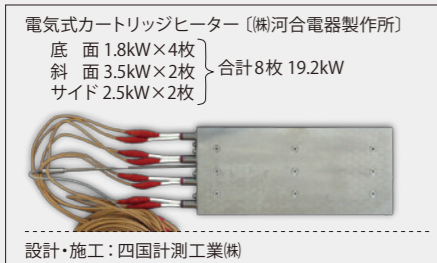
カートリッジヒーターの導入に際しては、中小企業庁の補助事業である「中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス革新事業」を活用。これにより投資回収年数の短縮を図ることができた。

**さらなるニーズに応えるため
新たな設備を導入・更新**

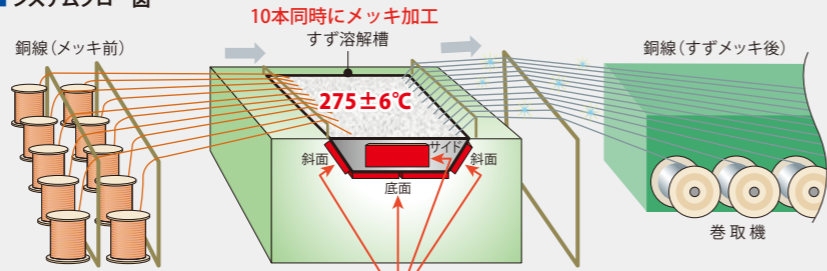
同社では、拡大するケーブル市場を見据えさまざまな施策を行っており、2016年11月には高耐圧電線製造のため耐圧試験装置を導入した。老朽化した製造設備についても毎年計画的に更新を進めており、1971年設置の被鉛機（鉛溶解槽）についても設備更新の際に電気式カートリッジヒーターを活用できないか現在検討中だという。

「今後も製品品質の向上や新商品の開発など、取引先のニーズに応え、信用・信頼が得られるよう取り組んでいきたいと思っております」
取締役工場長 小島氏

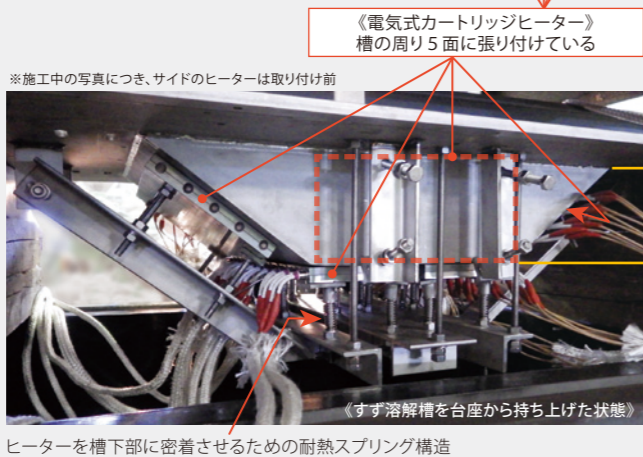
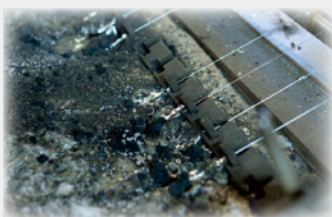
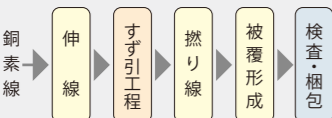
■ 設備概要



■ システムフロー図



■ キャブタイヤケーブル製造工程



【取材：2018年1月】



キャブタイヤケーブル製造

富士電線株式会社さま



「電気式カートリッジヒーター」の導入で
温度制御性向上・熱ロスの軽減を実現

富士電線株式会社では、キャブタイヤケーブル製造における銅線のメッキ処理工程において、「メッキ槽」の加熱用熱源として使用していた灯油バーナーに替わり、「電気式カートリッジヒーター」を導入。より細やかな温度制御による製品の品質向上と大幅な省エネを実現した。

導入の決め手

優れた温度制御性による製品の品質向上と大幅な省エネの実現

従来の灯油バーナーでは、メッキ槽の温度制御は275℃±15℃であったが、電気式カートリッジヒーターを導入すれば275℃±6℃まで制御可能となり、製品の品質が向上したこと、さらには灯油燃焼に伴う廃熱が無くなったことにより、大幅な省エネにつながる事が評価された。

メリット

品質の向上

メッキ槽の温度制御性が向上したことにより、溶解温度が安定し、銅線メッキの色および仕上げ外径精度が良質化。不良率も低減した。

エネルギー使用量削減

従来の灯油バーナー式と比較し、メッキ工程における一次エネルギー使用量を69%削減することができた。

●一次エネルギー使用量算出条件
◎電力・・・9.97MJ/kWh (*1) ◎灯油・・・36.7MJ/L (*1)
*1: エネルギーの使用の合理化等に関する法律

CO2削減

従来の灯油バーナー式と比較し、同工程におけるCO2排出量を68%削減することができた。

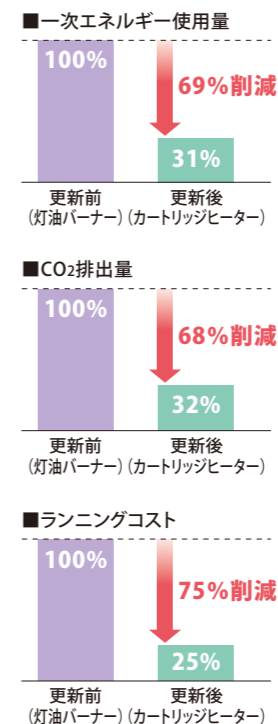
●CO2排出量算出条件
◎電力・・・0.554kg-CO2/kWh (*2) ◎灯油・・・2.49kg-CO2/L (*3)
*2: 四国電力(株)2014年度実績値(調整後)
*3: 地球温暖化対策の推進に関する法律

ランニングコスト削減

従来の灯油バーナー式と比較し、同工程におけるランニングコストを75%削減することができた。

生産性の向上

更新前のメッキ処理可能な銅線本数は8本であったが、更新後は安定した温度でメッキを施せるため10本の処理が可能になり、生産性が向上した。



※グラフ数値は富士電線(株)提供資料より



富士電線で製造されているキャブタイヤケーブル

富士電線株式会社は1948年の創業以来、キャブタイヤケーブルの製造を手掛ける四国では唯一の専門メーカー。主に仮設電源用として使用される一般用ケーブルをはじめ、特殊ケーブル、複合ケーブルなどさまざまな用途のケーブルを製造している。本社工場は、長さ250mの建屋など高度に合理化された近代的設備を誇り、多様なニーズに対応した設計と最短50mからの製品化、短納期での出荷が可能となっている。



Company Profile

企業名 富士電線株式会社
所在地 愛媛県松山市高浜町1丁目2240-1
電話番号 089-952-0052
http://shikoku-fuji.co.jp

キャブタイヤケーブル製造

富士電線株式会社さま

銅線の酸化防止メッキ処理工程における「すず溶解槽」を灯油バーナー式から電気式カートリッジヒーターへ更新。

課題

【課題1】灯油バーナーでは、すず温度が基準値275℃から±15℃もの変動幅があり、製品の品質を向上させるためにもこの変動幅を縮小させる必要があった。

【課題2】生産性を向上させるため、メッキ処理可能な銅線本数を現状の8本から増やしたい。

【課題3】灯油は購入単価が大きく変動すること、さらには給油に手間を要することから、灯油に替わる別の熱源への変更を検討していた。

導入システムの概要

- 1 電気式カートリッジヒーター（面状）をすず溶解槽の周囲に密着させることで、伝導伝熱により槽内を加熱。
- 2 制御性に優れたPID制御の採用により、すず温度の変動幅は±15℃から±6℃に縮小。
- 3 燃焼を伴わないため、排ガス等による熱ロスが無い。また必要以上に高温とならないため、放射による熱ロスも大幅に低減。

施工上工夫したポイント

【施工ポイント1】すず温度が20℃⇔275℃に変動するので、槽が均一に膨張するか不明であり、ヒーターと槽の密着性が損なわれるリスクがあった。そこで、熱膨張をしても密着性が維持できる構造とした。

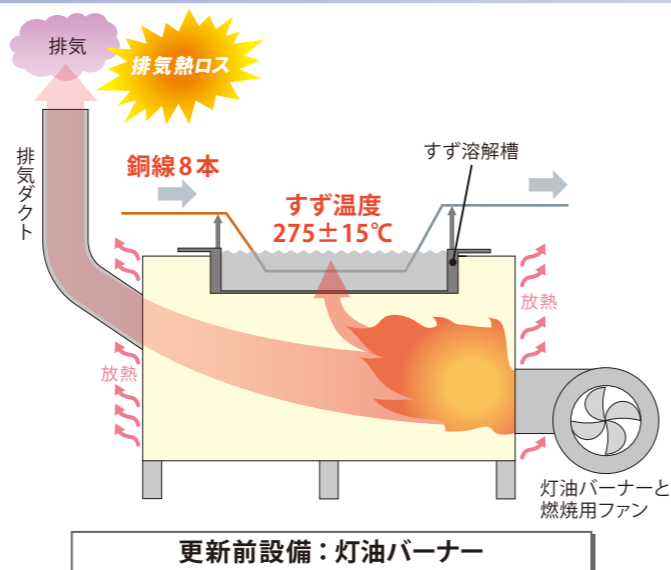
【施工ポイント2】すず温度によるフィードバック制御と、ベース用のヒーター温度制御を組み合わせることで制御性の向上を図った。また、ヒーター劣化保護の点から頻繁なON-OFFを避けるため、目標温度範囲内でゆっくり温度スイングする制御特性へ調整した。

【施工ポイント3】ヒーター容量選定時は、机上にて必要熱量を計算。しかし、銅線（速度300m/分）が持ち去る熱量が大きいこと、従来よりも処理能力を向上させたいことから、お客さまとの議論を重ね、想定条件の下、ヒーター容量を決定した。



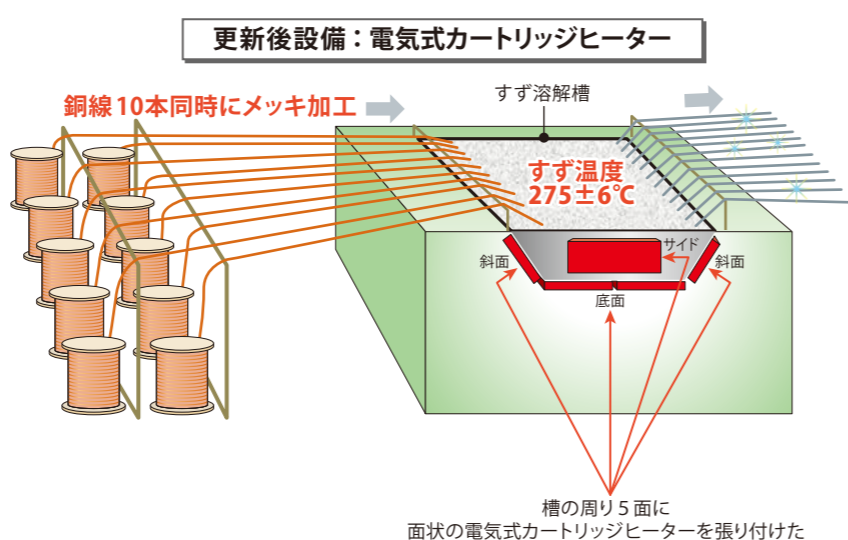
四国計測工業㈱
エネルギー・環境事業本部
電気計装部
エンジニアリングセンター
次長 兼 ソリューション課長
村越 信一氏

更新前

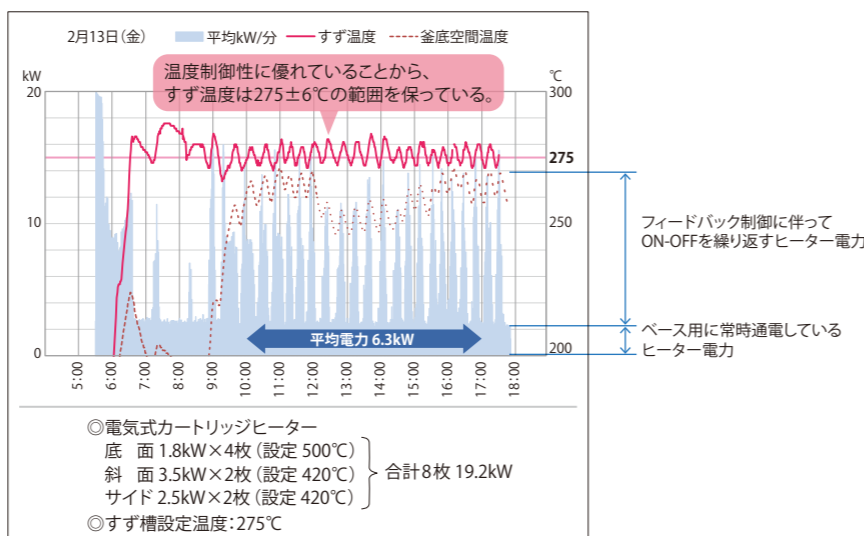


更新前設備：灯油バーナー

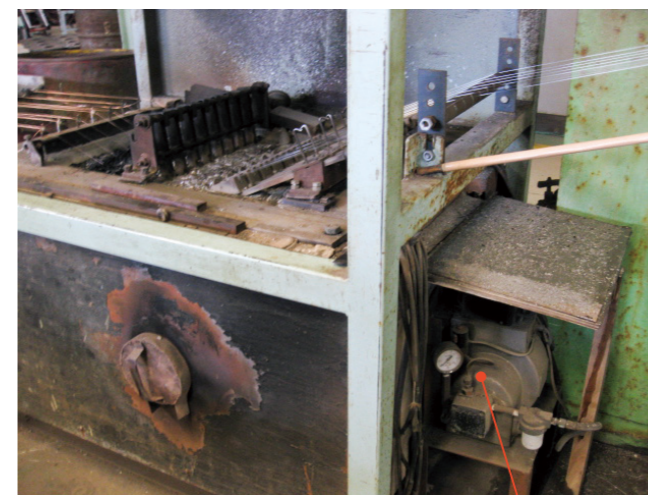
更新後



更新後設備：電気式カートリッジヒーター

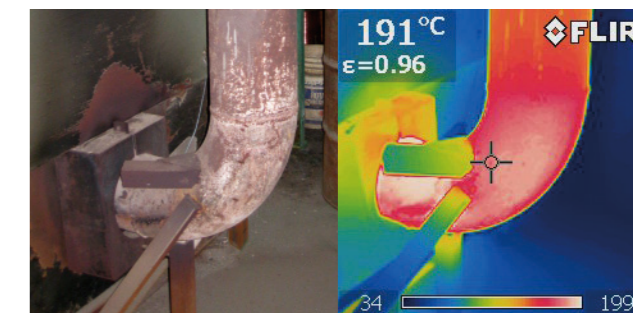


すず溶解槽の底面を灯油バーナーからの炎にて加熱。すず温度が290℃に達するとバーナーの燃焼は停止、放熱等によりすず温度が260℃にまで低下するとバーナーが再点火する。すず温度の変動幅(±15℃)を抑えることが、品質向上につながる鍵だった。



↑すず溶解槽 表側

灯油バーナーと燃焼用ファン



↑排気ダクト(すず溶解槽 裏側)

↑排気ダクトをサーモカメラにて撮影

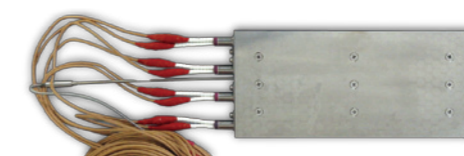
槽下部の空間の酸素濃度は燃焼時に薄くなることから、灯油を安定して燃焼させるためには、常に新鮮な空気を供給し続ける必要がある。燃焼用ファンにより取り込まれた新鮮な空気は、バーナーで高温化され、すぐさま装置外に排気されており、多くのエネルギーが有効利用されることなく、排気ダクトから捨てられていた。

すず溶解槽に電気式カートリッジヒーターを導入

すず温度を均一に保持できるよう、電力密度の高い面状の電気式カートリッジヒーターを導入。温度の制御精度について、275℃±6℃よりもっとシビアな温度範囲にてすず温度を維持できることは確認した。接点の無い電子部品で構成されたソリッドステート・リレー(SSR)を採用しているため接点部については問題無いものの、頻繁なON-OFFによりヒーターが故障する可能性が考えられたため、目標温度範囲を±6℃にとどめることとした。また、ヒーターと槽の密着性を維持するため、耐熱スプリングを採用した。



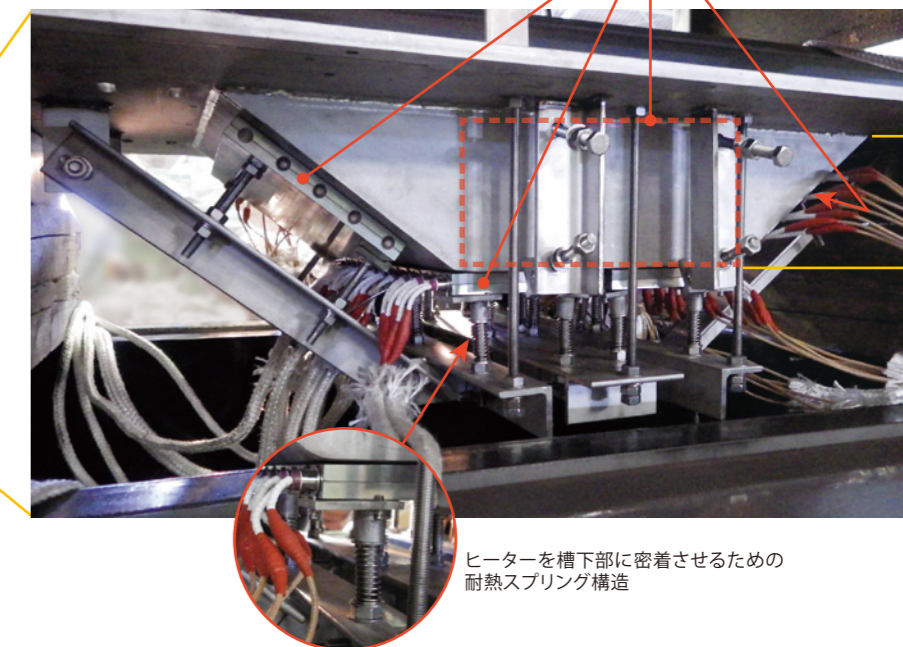
すず溶解槽と電気式カートリッジヒーターの制御盤



《電気式カートリッジヒーター》
槽の周り5面に張り付けている

※施工中の写真につき、サイドのヒーターは取り付け前

すず溶解槽を台座から持ち上げた状態



ヒーターを槽下部に密着させるための耐熱スプリング構造