

薬液用耐腐食電気ヒーターの開発

酸性やアルカリ性の液中でも長寿命

Development of Anticorrosive Electric Heater for Corrosive Liquids

Realizing Long Life in Acid and Alkaline Liquids

(エネルギー応用研究所 都市・産業技術G 産業エネルギーT)

酸やアルカリ等の腐食性の強い薬液の中でも寿命が長い電気ヒーターを開発した。本開発品を工場で導入すれば、安全性、簡便性、操作性および温度制御などのメリットがある。

(Industrial Energy Team, Urban and Industrial Technology Group, Energy Applications Research and Development Center)

We have developed a long life electric heater ideal for use in highly corrosive acid or alkaline liquids. Introducing this heater into a factory has many advantages including safety, convenience, operability, and temperature control.

A long life electric heater has been developed for use in highly corrosive acid or alkaline liquids. Factories introducing this heater have many advantages such as, higher safety, convenience, operability, and highly-accurate temperature control.

1 開発の背景・目的

工場の生産設備であるメッキ槽や脱脂槽等では、40～150℃程度に加熱した薬液の中に製品を浸漬して、表面処理や洗浄等の加工を行う。薬液の加熱は、従来は燃焼ガスや蒸気による加熱が多かったが、電気ヒーターを使用すれば、安全性、簡便性、操作性および温度制御等についてメリットがある。さらに、自動制御により休業日明けの自動起動等を可能にすれば、利便性を向上できる。しかし、従来のステンレス製の電気ヒーターは、強アルカリや強酸の薬液中では腐食に弱く、寿命が数カ月程度と短かった。また、強アルカリに強い電気ヒーターは製品化されておらず、強酸に強いヒーターは1kW未満の小容量のものしかないという課題があった。

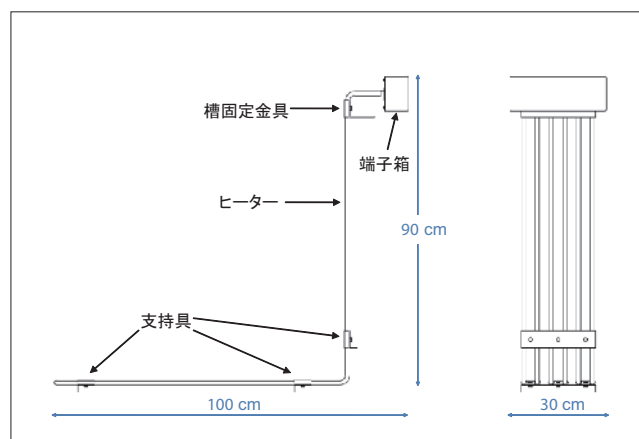
そこで、強アルカリや強酸の液中でも寿命が長く、5kW程度の加熱容量の大きい電気ヒーターを、日本電熱株式会社と共同で開発した。

2 開発品の概要

(1) 開発品の仕様

開発品の外形図および基本仕様を第1図および第1表に示す。薬液槽の縁に掛けて固定する構造とし、取り外しを容易にした(第1図および第4図を参照)。

一般的な電気ヒーターの構造では、金属製のパイプの中にマグネシアの絶縁材が充填され、その中心部に通電によりジュール発熱するニクロム線が配置されている。腐食性の薬液には様々な種類があるが、薬液によって腐食のメカニズムが異なるため、薬液の種類に応じて電気ヒーターのパイプの材質を選定する必要がある。今回開発した電気ヒーターは、様々な形状および材質のヒーターを試作して耐久試験を実施し、種々の薬液に対して高い耐久性能を可能としたものである。第2表に示すように、薬液の種類に応じて、ニッケル・フッ素コート・ステンレス・チタン・ニッケルメッキといった最適な材質を使用する。第2図にフッ



第1図 開発品の外観

第1表 開発品の基本仕様

項目	標準製作範囲	例(第1図)
定格	電源: AC 100Vまたは200V 加熱能力: 1kW~5kW/本	AC 200V-5kW
寸法	寸法: オーダーメイド	100cm×90cm×30cm

第2表 薬液種類とヒーターの材質

材質	薬液	最高使用温度
ニッケル管	高濃度アルカリ性水溶液 (苛性ソーダ含む)	150℃
ステンレス管+ フッ素コート	高濃度酸性水溶液	100℃
ステンレス管	低濃度の酸性および アルカリ性水溶液	100℃
チタン管	塩水	100℃
銅管+ ニッケルメッキ	水	90℃



第2図 電気ヒーターの外観の一例

素コーティングした電気ヒーターの外観写真を示す。

(2) 開発品の機能

本開発品の主な機能は、以下の4点である。

- 腐食性の強い薬液中でも、長寿命である。
- 専用の温度調節器によりタイマー運転が可能であるため、薬液の昇温を自動で行うことができる。
- ヒーターが断線して加熱不能になった場合に、電子メールで断線を通知できる。
- ヒーター端子部を、工場環境に合わせて、防爆構造や防湿構造にできる。

3 耐久試験

(1) 連続試験

開発したヒーターの寿命評価を行うために、日本電熱株式会社の工場内において耐久試験を実施した。試験装置は120Lの槽であり、この槽の中に電気ヒーターを浸漬して連続通電し、薬液を所定の温度にする。酸性薬液（硫酸濃度10%、温度40℃）に対してはステンレスにフッ素コートしたヒーターを使用し、アルカリ性薬液（苛性ソーダ濃度49%、温度140℃）に対してはニッケル製ヒーターを使用した。また、比較のために、従来品のステンレス製ヒーターも同時に浸漬して通電した。

試験の結果、第3図の①に示すように、従来品のステンレス製ヒーターでは、試験開始から約1,000時間が経過した後に、ヒーター表面に腐食による割れが生じた。これに対して、開発品は、6,500時間経過した後も初期の性能を維持した。ヒーターのパイプの減肉量の測定結果を基に推定したところ、4年以上の寿命を有することを確認できた。

(2) フィールド試験

第4図に示すように、実際のお客さまの工場フィールド試験を実施した。この工場の2,000Lの苛性ソーダ溶液の黒染め槽において、開発したニッケル製ヒーターは、6,800時間経過後も初期の性能を維持した。

なお、ヒーターの槽への出し入れを繰り返すと、屈曲の繰り返しによる材料疲労により温度センサーが断線するため、ヒーターが破損することが分かった。これは、温度センサーが断線すると、ヒーターが常時通電状態となり、最終的にはヒーターの過熱によりニクロム線が断線するためである。そこで、温度センサーを金属製フレキシブル管に収納する構造に見直した。

また、この工場では、土曜日および日曜日に操業を停止しており、工場稼働開始の前日に作業者が休日出勤をして、薬液を予熱していた。本開発ヒーターは、休日にヒーターの発停を無人で自動的に行えるため、休日出勤が不要となり省力化が可能となった。さらに、従来のように、薬液を電気ヒーターではなく蒸気により加熱する場合、

蒸気配管に薬液中の成分が析出して固着する場合があった(第4図参照)。蒸気配管は槽内に固定されている上、薬液中に作業者が手を入れることは不可能であるため、数カ月一度しか作業ができず、大量の固着物の除去が必要であり、多大な労力を要していた。本開発ヒーターは槽から簡単に取り外せるため、第5図に示すように毎日水洗することで、固着する前に少量の析出物を容易に除去することができ、作業の省力化が可能となった。

4 今後の展開

開発品は、平成24年11月に日本電熱株式会社から発売された。今後は、工場の加熱工程を対象に普及を図っていきたい。



第3図 連続耐久試験の結果



第4図 フィールド試験中の電気ヒーター



第5図 水洗い中の電気ヒーター



執筆者／長 伸朗