

## 5) シーズヒーター

日本冶金工業(株) つつみ 文 仁  
技術研究所 課長代理 堤

### ◇ シーズヒーターについて

シーズヒーター（英語名：Sheathed heater）はらせん状の発熱体（ニクロム線）を金属製の被覆管（シーズ）で覆い、その間を絶縁性の高い絶縁粉末材で充填したヒーターです<sup>1)</sup>。単純な構造でありながら、発熱体が直接外部に露出しないため、高い安全性と汎用性を実現した電気加熱装置として広く普及しています。

### ◇ シーズヒーターの特徴<sup>1)</sup>

図1に示すように、シーズヒーターは中心部の発熱体（ニクロム線）を覆うように絶縁粉末材（酸化マグネシウム）が充填され、その外周は被覆管で密閉された堅牢な構造を有しております。このため、シーズヒーターは下記のような多くの特徴を持ち合わせています。

- ・安全性：発熱体が密閉されているため、感電や火災のリスクが低いです。また、高温でも絶縁粉末材の電気絶縁性が高く、安全に使用

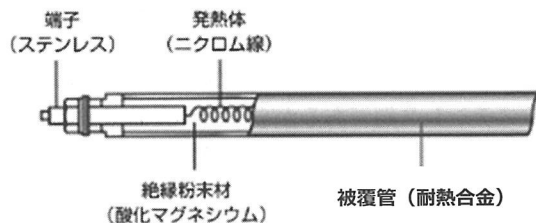


図 1 シーズヒーターの構造

できます。

- ・高熱効率：絶縁粉末材は熱伝導率も高いことから、ニクロム線から発生した熱を効率よく伝えることができます。
- ・長寿命：発熱体が外気から遮断されているため、酸化の進行が少なく長期間にわたる安定した性能を維持できます。
- ・多様な形状と用途：自由に形状加工できるため、図2のように様々な機器形状に対応した設計ができます。また、液体中に投入または固体に密着させて直接加熱ができます。

### ◇ シーズヒーターが使用されている機器

シーズヒーターは安全性や汎用性の高さから、日常生活から産業まで幅広い分野の熱源として利用されております。表1にその一例を示します。

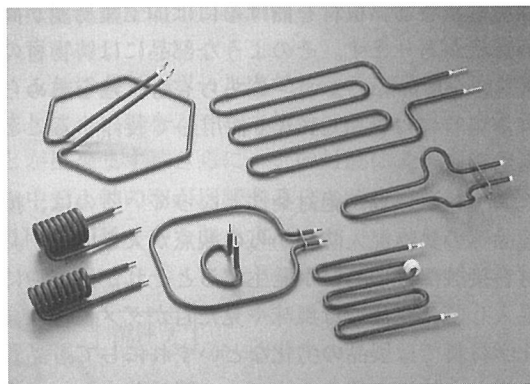


図 2 シーズヒーター形状例

表 1 シーズヒーターの分野別用途例一覧

| 分野    | 主な用途例                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------|
| 産業機器  | 金型加熱、熱処理炉、乾燥炉、焼成炉、化学プラントの薬液加熱、半導体製造装置の精密温度制御、真空装置内の加熱・ベーキング |
| 食品・調理 | 業務用フライヤー、オープン、コーヒーメーカー、業務用保温庫、炊飯器                           |
| 生活家電  | 電気温水器、電気ケトル、オーブントースター、アイロン、オイルヒーター、洗濯機、ホットプレート、食器洗い乾燥機      |
| 医療・研究 | 滅菌装置、培養器の温度維持、分析機器の加熱部、医療用機器の保温・加熱                          |

## ◇ 被覆管に求められる諸特性

多様な用途に用いられているシーズヒーターにおいて、外部環境と接する被覆管はヒーターの適用範囲を左右する重要な部位であり、要求される特性は多岐にわたります。

- ・耐熱性<sup>2)</sup>：高温で使用される被覆管は高温強度やクリープ強度が求められ、合金中のニッケル含有量が高いほどこれら特性が向上します。加えて、高温大気環境下における酸化の制御も重要であり、クロム含有量が高いほど耐酸化性が向上します。このため、被覆管にはニッケルとクロムを多く含む高ニッケル合金が選定されます。
- ・黒化性：ニクロム線からの発熱は被覆管を経由して外部へ放熱します。さらに熱効率を高めるため、合金成分を適正化して表面に均一な黒色酸化皮膜を形成させています。
- ・耐食性<sup>2)</sup>：塩化物イオンを含む湿潤環境で発生する孔食やすきま腐食はヒーター断線の原因となり、合金中のクロム含有量が高いほど耐食性は向上します。応力腐食割れ（SCC）のような塩化物環境の腐食においてはニッケル含有量が高いほど耐性が高まります。また、モリブデン添加により耐食性が向上し、銅添加により耐硫酸性が向上します。
- ・成形性<sup>2)</sup>：被覆管は多様で複雑な形状に対応した曲げ加工性や成形性が求められます。

ニッケル含有量が高いほど延性が向上します。

- ・溶接性<sup>2)</sup>：被覆管は狭幅スリットコイルを造管・溶接することにより製造されます。このとき、溶接ビード部周辺に形成される熱影響部（HAZ）では炭化物析出による粒界腐食が発生しやすいため、低炭素化やチタン添加が有効です。溶接性は被覆管の製造性や品質安定性に直結する要素となります。

## ◇ 弊社シーズヒーター用材料の紹介

弊社が製造しているシーズヒーター用材料について、主要成分と特徴を表2に示します。使用温度や環境に応じて最適な材料を選定することが長寿命化や安定運用につながります。

## むすび

普段見かける機会は少ないですが、シーズヒーターは日々の生活や産業活動に不可欠な技術の一つです。シンプルな構造でありながら、その応用範囲は驚くほど広く、まさに縁の下の力持ちとして活躍し続けています。

## 参考文献

- 1) 大内仁郎：電熱ヒーター、真空、第11巻、第7号（1968）、240-245
- 2) ステンレス協会：ステンレスの初歩2015、ステンレス協会「ステンレスの初歩」改訂委員会編（2015）、45-52、65-72、136-140

表 2 日本冶金工業（株）が製造販売しているシーズヒーター用材料

| 材料名     | 主要成分                 | 特徴                                                                                                                          |
|---------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NASH840 | 20Cr-18Ni-Al、Ti      | シーズヒーター用に開発された鋼種であり、優れた耐酸化性、塩化物に対する耐高温腐食性を有しています。黒化性や溶接性も良好です。                                                              |
| NASH880 | 23Cr-25Ni-1Mo-Al、Ti  | 日本冶金の独自鋼種。NASH840よりもクロム、ニッケル含有量を増やし、更にはモリブデンも添加することで塩化物イオンを含む湿潤環境下において優れた耐孔食性を有しています。同環境で従来使用されていたNCF825と比べてコストを抑えることができます。 |
| NCF800  | 20Cr-31Ni-Al、Ti      | 高温特性に優れており、シーズヒーター用途で幅広く使用されています。弊社NCF800は、さらに炭素量を低く抑えることにより成形性と耐食性を向上させています。                                               |
| NCF825  | 23Cr-40Ni-3Mo-2Cu-Ti | モリブデンと銅を含有しており、耐酸化性、硫酸など非酸化性酸に対する耐食性に優れたニッケル基合金です。応力腐食割れが懸念される塩化物環境下の加熱に適しています。                                             |