

## Ni合金応用製品紹介

### Application Examples of Ni Alloy

(株)古河テクノマテリアル

#### 1. はじめに

(株)古河テクノマテリアルは、旧社名の古河特殊金属工業(株)として1958年に創立されました。以来Ni系特殊合金の溶解から製品まで一貫製造体制のもと、各種応用製品開発販売を続けてきました。1992年には、古河電気工業(株)より防災事業の移管を受け、社名を(株)古河テクノマテリアルと改称し現在に至っています。特殊金属事業部は、Ni系合金を製造し、高精度の溶解鑄造技術と伸線までの製造工程管理により次項以降に紹介する応用製品用素線を製造販売しています。

Ni合金の応用製品の中から、エレクトロニクス分野で応用されている製品として次の2点を紹介します。

#### 2. Ni-Ti形状記憶合金の応用製品

##### 2.1 Ni-Ti合金

Ni-Ti合金は形状記憶特性及び超弾性特性を持つ合金として知られており、多くの応用製品が開発されています。原子比50:50付近でNi-Tiの配合比を若干変更することで、変態温度を0～100℃近くまで自由に変わることができます。

この温度特性を利用して、ブラジャの芯金、携帯電話のアンテナ、メガネフレーム、最近では医療用デバイスなどさまざまな応用用途に用いられています。ここでは、産業分野で形状記憶特性を用いた応用例としてNi-Ti合金ばねを紹介いたします。

##### 2.2 Ni-Ti合金ばね

形状記憶効果の応用製品としては、そのほとんどがコイルばね形状で使われています。Ni-Ti合金製のばねを温度検知素子兼アクチュエータとして使用するものです。つまり、ばね形状にして形状回復温度、すなわち、変態温度以上にすればセンサ機能が働き、同時にアクチュエータとして駆動力が発生することを利用しています。このように、センサとアクチュエータを兼ねるため、シーケンサ、配線、モータ、センサ、電源などの部品が必要なくなり、省スペース化、軽量化及びコストダウンが可能となります。

Ni-Ti合金のばねも一般的なコイルばねと同様にコイル成形機を使用し目的の形状に加工します。ただし、形状記憶効果により通常の金属よりもスプリングバックが大きいことため実際の形状より大きく変形させる必要があります。また成形後、熱処理により形状を記憶及び温度特性を調整し、加熱時にも形状を保持する金型が必要となります。製品によっては、座研磨加工、

レーザマーキング、フック加工なども行う場合があります。

形状記憶効果は低温側のマルテンサイト相で加えられた変形が、加熱により高温の母相であるオーステナイト相で元の形状に戻るといった特性を言います。

##### 2.2.1 新幹線駆動装置の自動油量調整ユニット

新幹線の高速化のために、歯車装置のギアボックスがアルミニウム合金鑄物に変更されました。この場合、アルミニウムと鉄との熱膨張係数差が軸受けの遊隙に影響するため、極力温度上昇を抑える必要があります。このためNi-Tiコイルばねを使った自動油量調整ユニットが開発されました(図1)。この歯車装置は、ピニオンギアが回転することにより大量の潤滑油がかき上げられて、軸受けに十分潤滑油が供給されることにより、焼き付きの可能性が高い低温時の潤滑が確保されます。

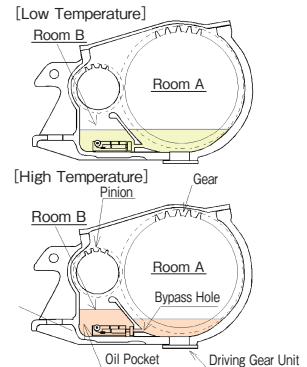
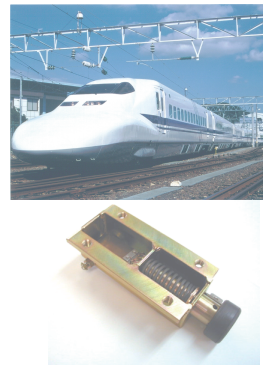


図1 新幹線用自動油量調整ユニット(東洋電機製造(株)殿ご提供)  
Automatic oil volume adjusting equipment for Shinkansen. (by courtesy of TOYO DENKI SEIZO)

##### 2.2.2 混合水栓

サーモスタット混合水栓は、水温を感知し自動的に出水する水温をコントロールします。ワックスタイプの混合水栓の最大の問題点は、応答速度が遅いことです。このワックスエレメントは、パラフィン系のワックスが銅の容器の中に詰められ、片端はゴム製のダイヤフラムで閉じられています。このアクチュエータは、温度変化による固体-液体変態の体積膨張で作動します。反応速度が遅いためオーバーシュート温度は約8℃です。

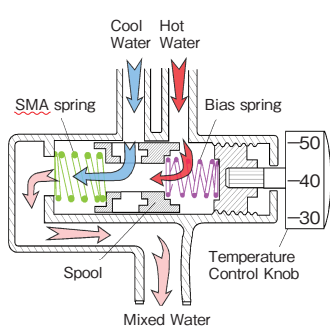


図2 混合水栓 (TOTO(株)殿ご提供)  
Water mixing valve. (by courtesy of TOTO Ltd.)

図2に、Ni-Tiコイルばねを使った混合水栓を示します。温度調整つまみをまわすことにより、Ni-Tiコイルばねとバイアスばねのトータル長さを変化させ、出水温度を制御します。これによりオーバーシュートは2℃以下になり、人がはっきりと感じることはなくなりました。

### 3. 起電力材料(熱電対用の素線)

#### 3.1 熱電対

熱電対は、2種類の導体の一端を電気的に接続し、この接続点と他端との間に温度差を与えた場合、ゼーベック効果により両接点間に熱起電力が発生することを利用した温度計測用素子(図3)です。熱電対の種類は表1のようなものがあり、それぞれに特長があります。起電力特性(EMF)の温度による変化を図4に示します。特に、K熱電対はこれらの中でも最も普及している熱電対であり、両極材質とも高Ni合金であることから、当社の主力製品として製造され、改良が重ねられてきました。

熱電対素線の特性に特に影響を及ぼすのは、合金成分の変動及び酸素などの不純物の制御です。合金成分は、熱電対の初期

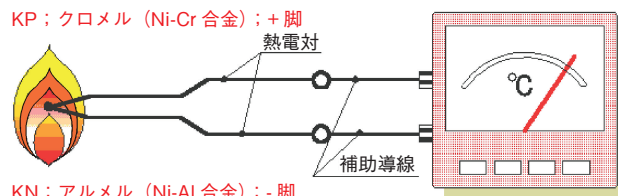


図3 熱電対の例  
A model of thermocouples.

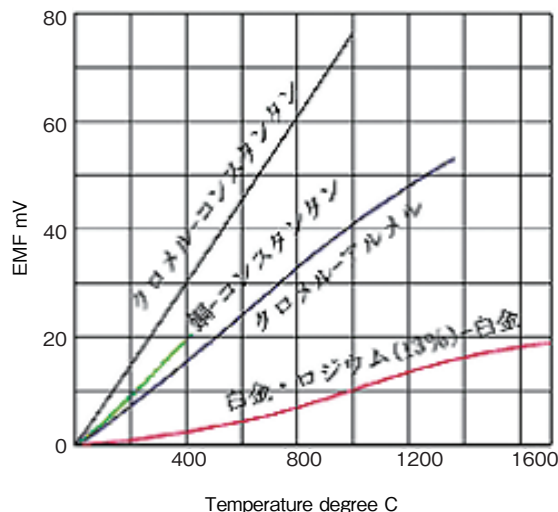


図4 起電力特性の変化  
Change in EMF for various thermocouples.

特性に影響を及ぼすだけでなく、高温時の酸化や合金成分の濃化により熱起電力値の経時変化が生じます。これが寿命の短時間化、信頼性を損なう原因となります。

表1 熱電対の種類と一般的な特性  
General characteristics of thermocouples.

記号 Code	構成材料 Component Materials		使用温度範囲 Measuring Range	備考 (Note)
	+脚 (+ Axis)	-脚 (- Axis)		
B	Pt-30% Rh	Pt-6% Rh	0℃ ~ 1500℃	JISに規定された熱電対で最も使用温度が高い。
R	Pt-13% Rh	Pt	0℃ ~ 1400℃	標準熱電対として利用され、高温測定に適している。熱起電力が小さいため低温での温度計測には適さない。
S	Pt-10% Rh	Pt	0℃ ~ 1400℃	高温測定に適している。熱起電力が小さいため低温での温度計測には適さない。
K	クロメル (Ni-Cr)	アルメル (Ni-Al)	-200℃ ~ 1000℃	温度 VS 熱起電力との関係が直線的。工業用として最も多く使用されている。
E	クロメル (Ni-Cr)	コンスタンタン (Cu-Ni)	-200℃ ~ 700℃	JISに定められた熱電対の中で最も高い熱起電力特性を有する。耐酸化性に優れているが還元性雰囲気での使用には適さない。
J	鉄線 (Fe)	コンスタンタン (Cu-Ni)	0℃ ~ 600℃	E熱電対に次いで熱起電力特性高く、工業用として中温域で使用。鉄を採用しているため酸化性雰囲気での使用には適さない。
T	銅線 (Cu)	コンスタンタン (Cu-Ni)	-200℃ ~ 300℃	低温での精密測定に広く利用されている。銅を使用しているため高温の酸化性雰囲気での使用には適さない。
N	ニッケル、クロム、シリコン合金 (Ni-Cr-Si)	ニッケル、シリコン合金 (Ni-Si)	-200℃ ~ 1200℃	K熱電対を改良した熱電対で高温域の使用に優れている。当社非対応。

### 3.2 補償導線

熱電対と計器の接続に使う補償導線も測定精度の信頼性のために非常に重要です。補償導線は、熱電対とほぼ同等の熱起電力特性の金属を使用しています。そのため、熱電対の種類に合わせて専用の補償導線を使用する必要があります。なお、熱電対とほぼ同等の熱起電力とはいっても、同等なのはその補償導線の使用温度範囲(補償接点温度)内に限られます。

## 4. おわりに

Ni-Ti合金の温度素子兼アクチュエーターとしての応用例は、水回り品を中心に普及はしているものの、一般的な知名度はまだ低い状況です。普及に対しての障害となっているのは、変態温度制御の上限が100℃程度であることが一因です。今後この合金の特性、応用例についてのPRや、自動車用途などへの適用例の増加を目指す考えです。

また、起電力材については、燃料電池を始めとする産業機器

の高温化及び温度制御の高精度化がますます要求されると予測されます。この温度制御機構の中心的役割を果たす熱電対に対しても、同様に高精度・高信頼性・長寿命が求められると思われます。

当社は長年に亘り各種熱電対の鋳造工程から素線製造、更には、保護管付き熱電対・シース熱電対・被覆熱電対などの完成品に至るまで一貫製造を行ってきました。近年は、前述の高温及び高耐久性に優れたK熱電対の開発を行っており世界的にも高く評価されています。今後、更に拡販を進めていく所存です。

<製品問合せ先>

古河電気工業(株)

金属カンパニー 特殊金属営業部

TEL:0463-21-7316 FAX:0463-21-7385