

熱電対

取扱説明書

目次

熱電対取扱上の注意と警告	P.1
1 ご使用にあたって	P.2
2 熱電対の原理	P.2
3 熱電対の種類	P.2
4 取り付ける前に	P.3
5 保管する場合の注意点	P.3
6 導通の測り方	P.3
7 絶縁抵抗の測り方	P.3
8 取り付ける場所について	P.3
9 正確な温度測定のために	P.4
10 外部配線を接続する際の注意点	P.4
11 保守点検の方法	P.4
12 熱電対の故障対策	P.6



熱電対取扱上の注意と警告

開封後直ちにお読み下さい。本書は製品と共に保管しご利用下さい。

開梱時の点検

梱包内の製品が発注したものと同一であるか、数量や付属品はご注文と合致しているか、又、製品に損傷等がないかをご確認下さい。

保管

熱電対の絶縁抵抗は測定精度に影響を及ぼす事があります。保管にあたっては湿気やほこり、高温に注意して屋内で保管して下さい。

取り付け、取り外しに関する警告

- 1) 熱電対と外部導線、外部導線と計器との接続は、極性に間違いがないように接続して下さい。
- 2) 防爆タイプの取り付けは、防爆に関する法規則に従って行って下さい。
- 3) シースタイプは先端が尖っているものがありますので、身体や衣服に刺さらないよう注意して取扱して下さい。又、長尺物はコイル状で出荷しております。結束線を外す場合はコイルの弾力で跳ねる事がありますので、巻きと逆方向にねじらずに直線にのばして下さい。
- 4) シースを曲げる場合は、シース外径の5倍以上の半径を取って曲げ、又、同じ場所を繰り返し曲げないで下さい。
- 5) シースやスリーブから出ているリード線はシースやスリーブの付近では無理に曲げないで下さい。
- 6) 磁性部品は急熱急冷を避けて下さい。熱ショックによる破損の恐れがあります。取り付けにあたっては予熱をするか時間を掛けて行って下さい。又、衝撃には大変弱い製品ですので、ぶつけたり落としたりしないようにお取り扱い下さい。

取り扱いに関する警告

- 1) 磁性部品を使用している製品には、表面は金属でも「われもの注意」のタグを付けています。取り扱いには十分注意願います。
- 2) リード線は強く引張らないで下さい。接続部で断線する恐れがあります。
- 3) 熱電対は、接続や接触の状態等に関して十分注意して製作しておりますので、解体や改造はしないで下さい。
- 4) 機械装置に取り付けられた熱電対を足場や支持具、フック等に使用しないで下さい。溶接部の曲がりや破損、接続部の断線の原因となります。
- 5) 耐熱仕様の指定が無い製品については、温度センサと導線の接続部の温度は90℃以下に保って下さい。
- 6) 熱電対は使用条件ごと（測定場所、温度範囲、雰囲気等）の仕様に基づき製作しておりますので、ご発注時の用途以外への転用はしないで下さい。

使用中の点検

点検は定期的を実施し、保護管、端子箱、リード等の損傷状態の把握、すす、ゴミ、スラッジ等の付着物の除去、接続部のねじの弛み調整、水滴、結露の原因の除去、絶縁抵抗の確認（接地型を除く）、その他環境の保全等を行って下さい。又、定期的に精度確認を行って下さい。

廃棄処分

使用できなくなった熱電対を廃棄処分する場合は、専門の産業廃棄物処理業者へ依頼して下さい。

1 ご使用にあたって

この度は弊社製品をご採用頂き誠にありがとうございます。弊社の製品は長年の経験と技術を基に、高い品質管理体制下で製造されております。これから長期間、安心してご使用頂く為にいくつかの注意事項をお守り下さい。

2 熱電対の原理

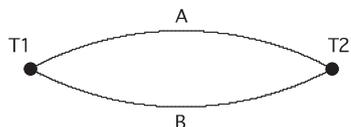


図1 熱電対回路

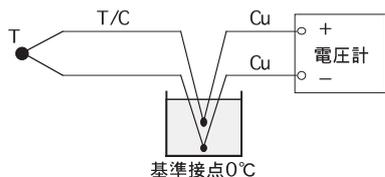


図2 熱電対と基準接点

2種類の金属 (A、B) を接触させると電子の移動が起こって接触部に電位差が生じます。これを図1のように閉回路にすると、2つの接点の温度 (T1、T2) が等しい場合は両方の電位差が相殺して電流は流れませんが、片方の接点の温度 (T1) を上げると不均衡が生じて電流が流れ、温度T1とT2による起電力の差が熱起電力となります。この現象は発見者の名を取ってゼーベック効果と呼ばれています。

熱起電力の大きさは2つの金属の種類と両接点の温度によって決まり、金属の形状や大きさには無関係です。従って2つの金属の種類と熱起電力の大きさ及び片側の接点の温度 (T2) が分かれば、もう片方の接点の温度 (T1) を知る事ができます。これが熱電対の原理で温度を測る側の接点を測温接点又は温接点、基準にする側の接点を基準接点又は冷接点と言います。

基準接点温度 (T2) が0°Cの時、熱電対の種類別に測温接点の温度 (T1) に対応した熱起電力の値が規準熱起電力表としてJIS C 1602で規定されています。

実際に熱電対を温度センサとして使用する際には、図2のように測温接点側を測定場所に、基準接点側を電圧計に接続する必要があります。但し、その場合基準接点側が一定の温度にならないため、基準接点となる部分を氷水の中に入れて0°Cに保つか、温度補償回路が内蔵された計測機器を使用します。

3 熱電対の種類

熱電対はJIS C 1602でB、R、S、N、K、E、J、Tの8種類が規定されており、その種類によってそれぞれ特徴があります。又、素線の径によって使用温度が異なります。

種類 ()内旧記号	線径 (mm)	常用温度 (°C)	過熱使用限度 (°C)	特徴
B	0.50	1500	1700	<ul style="list-style-type: none"> 酸化性または不活性雰囲気に適する。 還元性雰囲気には向かないがRよりは耐久性有り。 金属蒸気を含む雰囲気は不適。 600°C以下では熱起電力が小さいため不向き。
R、S	0.50	1400	1600	<ul style="list-style-type: none"> 酸化性または不活性雰囲気に適する。 還元性雰囲気や金属蒸気を含む雰囲気は不適。 精度が良くバラツキや劣化が少ない。
N	0.65 1.00 1.60 2.30 3.20	850 950 1050 1100 1200	900 1000 1100 1150 1250	<ul style="list-style-type: none"> Kの改良品でショートレンジオーダリング特性が減少。 Kに比べ1000°C以上での耐酸化性が向上。 600°C以下の直線性が低い。
K (CA)	0.65 1.00 1.60 2.30 3.20	650 750 850 900 1000	850 950 1050 1100 1200	<ul style="list-style-type: none"> -200~1200°Cで酸化性または不活性雰囲気に適する。 還元性雰囲気は適さない。 熱起電力の直線性が高く使用温度範囲も広いため、最も一般的に使用されている。
E (CRC)	0.65 1.00 1.60 2.30 3.20	450 500 550 600 700	500 550 650 750 800	<ul style="list-style-type: none"> -200~800°Cで酸化性または不活性雰囲気に適する。 還元性雰囲気は適さない。
J (IC)	0.65 1.00 1.60 2.30 3.20	400 450 500 550 600	500 550 650 750 750	<ul style="list-style-type: none"> 0~750°Cで還元性または不活性雰囲気に適する。 540°C以上ではFe (+側) の酸化が早まる。 0°C以下での使用は不向き。
T (CC)	0.65 1.00 1.60	200 250 300	250 300 350	<ul style="list-style-type: none"> -200~350°Cで還元性、不活性雰囲気に適する。 Cu (+側) の酸化により使用上限が低い。 0°C以下の温度測定に適する。

4 取り付ける前に

開梱してから取り付ける前に製品に添付されている「熱電対取扱上の注意と警告」を必ずお読み下さい。

5 保管する場合の注意点

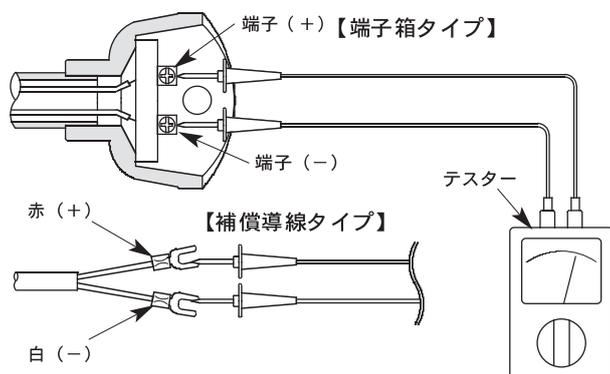
熱電対をすぐに使用しないで、ある期間保管する場合、以下の項目に気を付けて下さい。

- 1) 保管前には導通及び絶縁抵抗をチェックして下さい。
- 2) 絶縁抵抗の低下を引き起こす可能性の高い塵埃や湿気のある箇所は避けて屋内の乾燥した場所に保管して下さい。
- 3) 長期保管となる場合、端子箱部はポリエチレン袋に入れシリカゲルを同封し防水包装を行って下さい。
- 4) 機械的振動や衝撃を与えたり落下したりしないで下さい。

6 導通の測り方

出力端子間をテスターでチェックして下さい。

テスターを抵抗 (Ω) 測定レンジにセットして下さい。アナログ式、デジタル式どちらでもある程度の抵抗値を指示すれば使用可能です。導通チェックを行う端子は+と-間（赤-白間）で、下記の抵抗値付近であることを確認して下さい。無限大や高めの値（数100k Ω ）を指示する場合は、断線している可能性が高い為、弊社に御連絡下さい。



【熱電対の往復抵抗値】

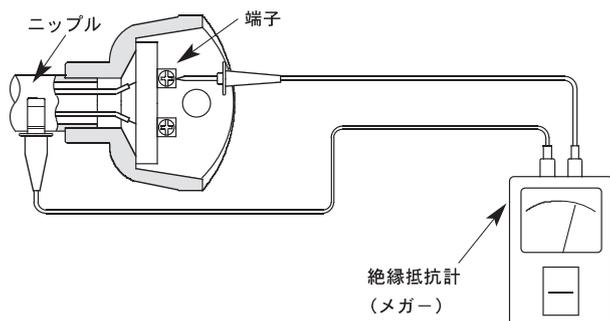
シース径 $\phi 0.5 \sim \phi 1.6$: 数十～数百 Ω /m
シース径 $\phi 3.2 \sim \phi 8$: 0.5～5 Ω /m
素線径 $\phi 0.05 \sim \phi 0.2$: 数十～数百 Ω /m
素線径 $\phi 0.32 \sim \phi 1$: 1～15 Ω /m
素線径 $\phi 1.6 \sim \phi 3.2$: 0.1～1 Ω /m

※上の値は室温におけるシース部分のみの抵抗値で参考値と考えて下さい。熱電対の構造により導線部分の抵抗値が異なりますので、上記の値よりも若干大きい値になる事があります。又、補償導線の場合は種類が多いため記載できませんので省略しています。

7 絶縁抵抗の測り方

出力端子と本体の間を絶縁抵抗計（メガー）でチェックして下さい。但し熱電対の構造やシースの外径により使用できる絶縁抵抗計の定格電圧が異なります。もし不適当な定格の電圧を印加しますと絶縁が破壊され故障の原因となる事がありますので十分注意して下さい。

又、下記の値は出荷時の値です。長期間使用した製品は設置場所の影響や絶縁材の経年劣化等により絶縁抵抗値が低下する場合がありますが、1M Ω 程度であれば性能に影響はありません。但し、1M Ω を下回るような場合にはノイズの影響等も受けやすくなる為、早めの交換を推奨します。



【熱電対の絶縁抵抗値と定格電圧】

シース径 $\phi 0.5 \sim \phi 1.6$: 20M Ω /100VDC
シース径 $\phi 3.2 \sim \phi 8$: 100M Ω /500VDC
保護管付熱電対（素線）	: 10M Ω /500VDC

※JIS C 1602-1995及びJIS C 1605-1995によります。

8 取り付ける場所について

取り付ける場所として、次の条件の箇所は不適当ですので避けて下さい。

- (1) 近くに高温の熱源があり、端子箱又は接続部（スリーブ等）が常時80 $^{\circ}$ C以上になる箇所。
- (2) 近くに高電圧の電源があり、漏電等で熱電対に高電圧のかかる恐れのある箇所。
- (3) 端子箱の無い熱電対で、接続部（スリーブ等）に防水チューブが無い場合、屋外の雨水や散水にさらされる箇所。
- (4) 作業員の通路となりうる箇所、又は近傍で誤って踏み台として使用されたり衝撃を受ける恐れのある箇所。

9 正確な温度測定のために

温度を正確に測定する為には、熱電対を測定したい対象と熱的に平衡状態にする必要があります。そのため周囲からの熱伝達や熱伝導の影響を受けないように熱電対の設置をしなければなりません。

(1) 配管又はタンクの中の流体温度測定

保護管の実挿入長が短いと周囲からの熱影響を受け誤差を生じます。流体の種類、比重、流速によって必要な挿入長は異なります。液体の場合は保護管外径の10倍以上+50mm、気体の場合は保護管外径の15倍以上+50mmを最短の目安としてそれ以上の長さとなるように設置して下さい。配管外径が小さい場合は保護管を流れの上流方向に傾けて設置して下さい。

(2) 固体表面温度計測

測定しようとする固体の表面に熱電対を密着させます。その際、周囲からの熱影響を避けるためできる限り長く熱電対を対象物体に沿わせます。周囲が高温の場合には輻射熱の影響を避けるために測温部に断熱カバーを取り付けます。理想的に表面温度を測定するには、固体表面にセンサに合せた溝を掘り熱電対を埋め込みます。

(3) 炉内温度測定

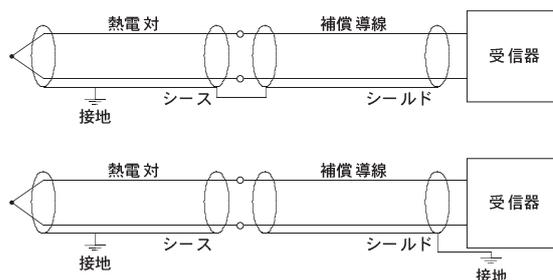
高温ガスの温度を正確に測定するには十分な挿入長が必要です。又、雰囲気ガスの影響により素線が劣化しやすくなるため、保護管材料の選定やパージガスを採用する等の配慮が必要となります。

10 外部配線を接続する際の注意点

外部導線は熱電対の種類に適合した補償導線を用います。異なった種類の補償導線を用いると大きな誤差を生じますので特に注意が必要です。種類により補償導線の被覆の色が異なりますが、JIS、ANSI及びIEC等の規格により色の規定が異なります。又、+と-の接続違いも誤差を生じる原因となります。

接続部は温度が80℃以下である事を確認して下さい。補償導線の通常の補償温度範囲は100℃程度ですので、高温部で接続すると思わぬ誤差を生じます。又、絶縁被覆材料が使用条件に適合している事を確認して下さい。通常のビニール被覆では90℃程度が使用可能温度の上限となります。又、雨水等のかかる恐れのある箇所では、ガラス編粗絶縁被覆の導線は使用しないで下さい。水分や湿気により絶縁抵抗を低下させる事になり指示不良の原因となる事があります。

熱電対を設置し受信器と接続する際、導線部へのノイズの影響を避けるためにシールドされた導線を用いてシールド



線を接地する事があります。一般的には1点接地が推奨されセンサ側で接地されていない場合は計器側で接地する事になります。

a) 導線末端にアース線が引き出されていない場合、シースとシールドを導通させシース側で接地することになります。

b) 導線末端にアース線としてリード線が引き出されている場合は、通常計測器側で接地するため、2点接地とならないようシースとシールドは絶縁させます。

11 保守点検の方法

熱電対の保守点検は使用している場所や目的によって異なるため全て同一に取り扱う事はできません。以下に一般的な方法を示しますので参考にして下さい。

(1) 日常の保守点検

熱電対は受信器に接続されてはじめて温度を知る事ができます。受信器の示している温度が通常予測される温度範囲にあることを確認することにより異常の早期発見ができます。測定点の近傍に別の温度センサがある場合は、その温度センサとの比較により判定できます。

(2) 使用条件の確認

熱電対は使用場所や温度によって種類や形状が異なります。特に雰囲気、温度、圧力、流速等の条件は使用する材料、寸法、構造等に大きく影響しますので、使用条件が変化していない事を確認して下さい。不適合である場合は使用条件に合った熱電対に交換して下さい。

(3) 挿入長さの確認

熱電対の測定対象への挿入長さが変わると、外部からの熱伝導が異なり、誤差を生じる事があります。

(4) 保護管の清掃と点検

使用している間に保護管に付着したスス、ゴミ、スラッジ等の中には入っている熱電対への熱伝導を悪化させ、測定誤差の要因となる場合があります。定期的に取り除いて下さい。又、保護管は熱電対を測定雰囲気から守る為のものです。腐食や酸化が進行していない事、及び機械的な損傷が無い事を確認して下さい。

熱電対を保護管から引き出して点検する際は、保護管内に異物が入らないようにし、内部も清掃して下さい。

特に水の侵入は様々な弊害を引き起こしますので注意が必要です。

(5) 取り付け部とその付近の点検

熱電対はねじやフランジ等により測定場所に取り付けられています。場所によってはポンプや動力源からの機械的振動や測定流体による強制振動等が加わります。これらの外力により締め付け部分に緩みが生じる恐れがあります。条件が厳しい場合には溶接部やロウ付部が損傷を受け、外気が侵入したり、測定流体が外部に漏れる事もあります。使用条件が厳しい場合には十分な点検が必要です。特に目の届きにくい場所に取り付けられているものは見過ごしやすいため注意が必要です。

(6) 絶縁抵抗の点検

熱電対を含めて測定回路の絶縁抵抗の点検を行って下さい。絶縁抵抗の低下は指示誤差や誘導障害の原因となります。

(7) 結線部の点検

測定回路中の各接続部の接続状態及び極性を点検して下さい。

(8) 外部導線の点検

熱電対と受信器の間は外部導線で配線されています。この外部導線が損傷したり極端に線径の細い導線を接続すると正しい温度測定ができません。導通、絶縁抵抗、導線抵抗、外観等を点検して下さい。

(9) 定期点検

正常に動作している熱電対であっても、可能であるならば年に1~2回は測定箇所から取り外して、標準温度計との比較検査を実施する事をお勧めします。

12 熱電対の故障対策

不具合現象	発生時期		推定原因	対策
	始動時	運転時		
温度指示がマイナス側にスケールアウトする	○		・受信器が熱電対のどちらかで、導線の極性が反対になっている。	・点検し正常に接続し直す
	○	○	・受信器のバーンアウト設定が下限側で、熱電対又は補償導線の断線又は端子部での導通なし ・受信器の故障	・テスターにより断線及び導通の有無を点検し、交換又は端子接続をやり直す ・点検し修理又は交換
温度指示がプラス側にスケールアウトする	○	○	・受信器のバーンアウト設定が上限側で、熱電対又は補償導線の断線又は端子部での導通なし ・受信器の故障	・テスターにより断線及び導通の有無を点検し、交換又は端子接続をやり直す ・点検し修理又は交換
室温付近を指示する	○	○	・受信器の入力接続端子又は補償導線が短絡している	・接続部分を点検し、短絡原因を取り除く
		○	・補償導線の内部短絡 ・受信器の故障	・テスターにより導通の有無を点検し、修理又は交換
温度変化しても指示が変わらない	○	○	(バーンアウト回路が無い場合) ・熱電対の断線 ・補償導線の断線又は短絡 ・受信器の故障	・熱電対、補償導線の回路及び計器を点検し、修理又は交換
指示値が不安定	○	○	・熱電対又は補償導線の不完全断線 ・接続端子部の接触不良 ・受信器の故障	・テスターにより断線及び導通の有無を点検し、交換又は端子接続をやり直す ・点検し修理又は交換
	○		・電気雑音（ノイズ）の影響 ・測定する流体温度変動の影響	・調査後、接地の方式やシールドを変更する ・応答速度の遅いものに替える
指示値が正常でない	○		・熱電対又は補償導線の種類が異なる ・補償導線の極性違い ・熱電対の設置不具合 ・受信計の種類、レンジの設定違い	・調査し交換 ・調査し接続変更 ・設置位置、挿入長、取り付け方法を点検し再設置 ・調査し再設定
		○	・熱電対の起電力劣化 ・熱電対、補償導線の絶縁劣化 ・熱電対の取付状況の変化 ・受信器の故障	・交換 ・交換 ・点検し修理又は交換 ・点検し修理又は交換