

# 熱電対取扱説明書

この取扱説明書は、使用前に必ず読み、内容を理解した上で、ご使用ください。

この取扱説明書は、必要なときに参照できるように、大切に保管して下さい。

## 有限会社 測温工業

〒566-0063 大阪府摂津市鳥飼銘木町 5-22

TEL (072) 650-1101

FAX (072) 650-1102

## はじめに

当社の電熱対はすべてご要求の J I S , A N S I , B S , D I N 等の各国の規格の熱起電力表にもとづき、それぞれの許容誤差の範囲内に入っていることが確認されたもので、外観検査、寸法検査（ねじを含む）、絶縁抵抗検査（接地型を除く）及び出力試験（又は導通・極性検査）などに合格したものです。

しかしながら、熱電対のみが如何に高品質のものでも、実際の温度計測に於ては熱電対、補償導線、計器とを結ぶ一つの測温システムの一環と考えるべきであり、ご希望の測定目的、精度を満足させるためには、まず測定現場での正しい“熱電対の取扱”が肝要です。

## 取扱説明

### 1. 輸送・保管上の注意事項

#### (1) 振動・衝撃

破損や性能低下を避けるため、熱電対には振動や衝撃を与えないよう大切に取扱って下さい。

シース型以外の熱電対は通常、熱電対素線とセラミック絶縁管、並びに保護管よりなっていますが、セラミックは一般に振動や衝撃に弱くまた外見は金属保護管でも二重管構造となっていて、内部保護管にセラミックを使用しているものやガラスコーティングを施したものもありますので注意深く取扱って下さい。

なお、取付用のネジがあるものは、特にネジ部に損傷が加わらないように注意して下さい。

#### (2) 防湿

熱電対は乾燥した温度変化の少ない場所で保管して下さい。

熱電対も電氣的測定システムの一部である以上、絶縁不良は種々のトラブルの原因になります。端子板等への水分の付着、保護管内部への湿気の進入、ならびに温度変化による保護管内面での水分の凝集、結露等は、いずれも絶縁不良の原因となります。また J 熱電対の+脚（純鉄）のように湿気によってさびが生じ、湿度誤差を引き起す場合もあります。

### 2. 取付上の注意事項

#### (1) 熱電対の使用温度範囲

熱電対の使用温度範囲は素線径（又はシース径）、使用雰囲気、保護管材質などによって異なります。

参考までに空気中における使用温度範囲を別表 1 に示しますので、取付前には必ず確認して下さい。

(2) 機械的なひずみ

熱電対素線には不必要な機械的ひずみ（引張り、曲げ、ねじり）や変形を加えないようにして下さい。

ひずみ域は冷間加工を受けた部分は冶金的に不均質となり、温度勾配にさらされた場合は熱起電力値に変化を生じます。この不均質性は素線を熱処理することによって除去することはできますが、望ましいことではありません。

シース熱電対の場合にはシースの曲げ半径は、シース外径の2倍以上が許されていますが、同一箇所では繰返して曲げないようにし、できる限り温度勾配のない部分で大きく曲げて下さい。

(3) 保管後の洗浄

(ア)熱電対素線と一体に組立て加工して納入された熱電対保護管の内面は、十分に洗浄処理が施されていますが素線をいったん引出された場合とか、需要家側で保護管を製作された場合は保護管内部を必ず洗浄してから使用して下さい。

(イ)ベリリア絶縁管は毒性がありますので、それを使用している製品は絶対に分解しないで下さい。また破損した場合には、防塵マスクを着用し、手で直接触れないで下さい。

(4) 非金属保護管

セラミック、サーメット等の非金属保護管を使用した熱電対は、急熱急冷を避けて下さい。

セラミック製品は一般に熱ショックに弱いので、炉内への挿入と引出し時ひは充分時間をかけ（1m当たり約16分）、また使用温度の約1/2の温度で予熱等の処置をとる必要があります。

(5) 取付位置

測定目的に適した場所を選定して頂くことは勿論ですが、熱電対に直接高温の火炎が当たらないようにして下さい。一般に雰囲気ガス温度測定のため挿入された熱電対は、火炎や周囲壁等から放射の影響を受けますので、遮蔽をするか、特殊形（吸引式）熱電対を使用する必要があります。

いずれにしても、被測定物と熱電対との熱の授受を充分にするためには、適切に取付位置を選定することが最も重要です。

(6) 挿入長

炉内等に挿入された熱電対を伝わっての熱伝導誤差を防ぐために、熱電対の熱容量及び熱伝導率に応じて十分な挿入長をとる必要があります。少なくとも保護管、シース等外径の15倍以上の挿入長をとるようにして下さい。

(7) 補償導線

現行 JIS/C1602 に制定されている B, R, S, N, K, E, J, T の8種類の

熱電対の補償導線の使用温度範囲は、別表2に示す通りです。それらのうち、B、R、S、K熱電対では熱電対素線と異なる代用線が常用されていますので、この代用補償導線を使用して精度のよい温度測定をするためには、熱電対との接続部温度を常温になるようにして、補償導線の分担熱起電力を小さくする必要があります。

また、K熱電対の場合は所要制度、使用条件に応じて熱電対素線と同材質、もしくはJIS/C1610K X補償導線の選択が必要です。また補償導線の配線は他の電気回路や配線から十分な距離をとって、電気的な誘導障害を受けないようにして下さい。

#### (8) 接続

- ① 熱電対、補償導線、計器との接続は極性を間違えないように注意し、特に締付け、はんだ付け等は完全に行ってください。
- ② 当社製熱電対には接続部に+・-の表示もしくはJIS規格に準じて+脚に赤色の色分けがしてあります。尚、JIS規格以外の色指定があった場合には、指定又は規定された色分けがしてありますので、ご注意ください。
- ③ 耐熱仕様の指定がない製品については、熱電対と補償導線の接続部（端子箱を含む）の周囲温度は90℃以下にしてください。周囲温度が90℃を超えると断線や絶縁不良の原因となります。

### 3. 測定条件の維持

#### (1) 挿入長の維持

一般に炉内に挿入された熱電対の温度分布は、比較的溫度勾配の少ない炉内の部分と、幅が狭く溫度勾配の大きい炉壁の部分、ならびに炉外の部分に分けることができ、大半の熱起電力は炉壁の部分で発生します。熱電対は使用中に酸化、還元、腐食、汚染、蒸発、拡散その他治金的な影響を受け徐々に不均質化しますが、この不均質化は温度によって大きく影響され、その程度は炉壁の部分と境として、熱電対の長さ方向に沿って一様ではありません。

従って、いったん設置した熱電対の挿入長を変更することは望ましくありませんが、挿入長を長くすることは不均質部が溫度勾配の少ない炉内に入り、熱的な影響を受けていない部分が炉壁の部分に入ることになるため、あまり大きい誤差は生じないとされています。

しかし挿入長を短くすることは、不均質部が溫度勾配の大きい炉壁の部分に入ることになるのでしないで下さい。

## 4. 保 守

### (1) 熱電対の清掃と点検

使用中保護管等に付着したスス、ゴミ等は熱電対への熱の伝達を悪くし、誤差の原因となりますので定期的に除去して下さい。

また熱電対素線が使用雰囲気と直接さらされると寿命が短くなりますので、保護管やシースの腐食等の進行状況を定期的に点検して下さい。

### (2) 取付孔附近の点検

炉壁等の取付孔に熱電対を挿入設置した場合は、この部分から外部の冷氣等が流入したり、逆に高温の気体が吹出したりして誤差を生じ、時には熱電対を破損する場合があります。挿入部分の点検は入念に行ってください。

### (3) 接続部の点検

取付け場所に振動がある場合は特に取付けた熱電対の固定状態、補償導線との接続状態を点検し、ゆるみ等の異常がないことを確認して下さい。また、熱電対を足場替りに使用されますと、挿入口、フランジ溶接部、取付ねじ部及びリードの接続部の不良の原因となりますので、絶対にしないで下さい。

### (4) 熱起電力の校正

前述のように熱電対の熱起電力特性は使用中に経時的変化を生じますので、使用場所の近くに同一型式の標準熱電対を挿入し、現場で比較校正することをおすすめします。測定場所と異なる温度勾配の検定炉で検査を行うことは必ずしも適当ではありません。但し熱電対の更新のため劣化の程度を判定するような場合には、使用熱電対の不均質部が検定炉の温度勾配部に入るようにして、検定を行う必要があります。

## 5. 故障対策

### (1) 測定回路の点検

測定回路中の各接続部の締付け状態を点検して下さい。

取付け場所の振動によるゆるみや、周辺雰囲気による腐食等により接続不良となる例が多いので、先ずこれらの接続部の状態を調べて下さい。

### (2) 熱電対の点検

はなはだしく酸化、もしくは腐食した熱電対はトラブルの原因となりますので必ずチェックして下さい。

テスターによる導通のチェック、絶縁抵抗値の測定も必要ですが、予備の熱電対を挿入して指示値の比較を行なうことによって、故障の原因が熱電対にあるか否かを判定することができます。

### (3) 補償導線の点検

補償導線を長い距離に亘って配線してある場合は、種々の原因により補償導線が損傷を受けることがありますので、導通・絶縁のチェックをして下さい。また、前述のように補償導線と熱電対との接続部の温度が、補償導線の使用温度範囲外の場合は大きな誤差の要因となりますので、接続部の周囲の条件（幅射、雰囲気温度等）に変化が生じていないかを点検して下さい。

### (4) 計器の点検

以上の点検の結果に異常が認められなければ、測定計器 記録計の点検を行って下さい。

更に点検が必要である場合は既知精度の熱電対と標準計器によって指示の比較を行ない、もし指示値に有意な差がなければトラブルの発生源は熱電対回路ではなく、おそらく被測定物側にあると判断して差しつかえありません。

### (5) 故障の原因に対する処置

熱電対の故障は、熱電対そのもので判断できる場合は少なく、計器の動作状態を見て判断するケースが多い。

計器に見られる一般的な異常現象に対する原因と処置を、別表3に示しますので、異常と思ったときには、この表を参照して、故障の原因を調べ、適切な処置をして下さい。

## 6. 廃棄の際の注意

使用できなくなった熱電対は、産業廃棄物業者へ依頼して廃棄して下さい。尚、ベリリア絶縁管を使用した熱電対の廃棄については毒物処理の認可を得ている産業廃棄物業者にご相談下さい。

## おわりに

以上各項にいずれも基本的な事柄を述べましたが、各々の使用条件以下では固有の問題もあり得ると思われまますので、問題点もしくはご不明の点がございましたら、測定条件等を詳しくご調査の上、当社営業部へお問合せ下さい。

別表1 熱電対の種類と使用温度範囲 (1/2)

JIS C1602-1995による

分類	種類	線径と使用温度範囲	
一 般 的 な 熱 電 対	T (銅/コンスタンタン)	Φ 0.32	−200~200 (250)°C
		Φ 0.65	−200~200 (250)°C
		Φ 1.00	−200~250 (300)°C
		Φ 1.60	−200~300 (350)°C
	J (鉄/コンスタンタン)	Φ 0.65	−40~400 (500)°C
		Φ 1.00	−40~450 (550)°C
		Φ 1.60	−40~500 (650)°C
		Φ 2.30	−40~550 (600)°C
		Φ 3.20	−40~600 (750)°C
	E (クロメル/コンスタンタン)	Φ 0.65	−200~450 (500)°C
		Φ 1.00	−200~500 (550)°C
		Φ 1.60	−200~550 (600)°C
		Φ 2.30	−200~600 (750)°C
		Φ 3.20	−200~700 (800)°C
	K (クロメル/アルメル)	Φ 0.65	−200~650 (850)°C
		Φ 1.00	−200~750 (950)°C
		Φ 1.60	−200~850 (1050)°C
		Φ 2.30	−200~900 (1100)°C
		Φ 3.20	−200~1000 (1200)°C
	N (ナイクロシル/ナイシル)	Φ 0.65	−200~850 (900)°C
		Φ 1.00	−200~950 (1000)°C
Φ 1.60		−200~1050 (1100)°C	
Φ 2.30		−200~1100 (1150)°C	
Φ 3.20		−200~1200 (1250)°C	
S (白金・ロジウム10%/白金)	Φ 0.50	0~1400	(1600)°C
B (白金・ロジウム30% /白金・ロジウム6%)	Φ 0.50	600~1500	(1700)°C

注記:( )内に示されている使用温度範囲の数値は、JIS C1602に規定された加熱使用限度を示します

別表1 熱電対の種類と使用温度範囲 (2/2)

JIS C1605-1995による

分類	種類	シース径と使用温度範囲
シ ー ス 熱 電 対	T (シース : SUS 304)	Φ 0.5～Φ 2.2 : -200～ 300℃ Φ 3.5～Φ 8.0 : -200～ 350℃
	J (シース : SUS 304)	Φ 0.5 : -40～ 400℃ Φ 1.0～Φ 2.2 : -40～ 450℃ Φ 3.0～Φ 3.2 : -40～ 650℃ Φ 4.5～Φ 8.0 : -40～ 750℃
	E (シース : SUS 304)	Φ 0.5 : -200～ 600℃ Φ 1.0～Φ 2.2 : -200～ 650℃ Φ 3.0～Φ 3.2 : -200～ 750℃ Φ 4.5～Φ 8.0 : -200～ 800℃
	E (シース : インコネル)	Φ 0.5 : -200～ 600℃ Φ 1.0～Φ 2.2 : -200～ 650℃ Φ 3.0～Φ 3.2 : -200～ 750℃ Φ 4.5～Φ 8.0 : -200～ 900℃
	K (シース : SUS 304)	Φ 0.5 : -200～ 600℃ Φ 1.0～Φ 2.2 : -200～ 650℃ Φ 3.0～Φ 3.2 : -200～ 750℃ Φ 4.5～Φ 6.4 : -200～ 800℃ Φ 8.0 : -200～ 900℃
	K (シース : インコネル)	Φ 0.5 : -200～ 600℃ Φ 1.0～Φ 2.2 : -200～ 650℃ Φ 3.0～Φ 3.2 : -200～ 750℃ Φ 4.5～Φ 4.8 : -200～ 900℃ Φ 6.0～Φ 6.4 : -200～ 1000℃ Φ 8.0 : -200～ 1050℃
	N (シース : SUS 304)	Φ 0.5 : -200～ 600℃ Φ 1.0～Φ 2.2 : -200～ 650℃ Φ 3.0～Φ 3.2 : -200～ 750℃ Φ 4.5～Φ 6.4 : -200～ 800℃ Φ 8.0 : -200～ 900℃
	N (シース : インコネル)	Φ 0.5 : -200～ 600℃ Φ 1.0～Φ 2.2 : -200～ 650℃ Φ 3.0～Φ 3.2 : -200～ 750℃ Φ 4.5～Φ 4.8 : -200～ 900℃ Φ 6.0～Φ 6.4 : -200～ 1000℃ Φ 8.0 : -200～ 1050℃

## 別表2 熱電対用補償導線

JIS C1610-1995による

組み合わせて使用する熱電対の種類	補償導線の種類		補償導線の誤差の許容差(μV)		使用区分及び許容差による区分	使用温度範囲(°C)	往復線の電気抵抗Ω/m以下	表面被覆の色別		心線の構成材料	
	記号	旧記号	クラス1	クラス2				区分1	区分2	+	-
					脚	脚					
B	BC-G	BX-G	±40		一般用	0~+90	0.05	灰	灰	銅	銅
R	RCA-2-G	RX-G	-	±30	一般用普通級	0~+90	0.1	黄赤 (だいたい)	黒	銅	銅及びニッケルを 主にした合金
	RCB-2-H	RX-H	-	±60	耐熱用普通級	0~+150					
S	SCA-2-G	SX-G	-	±30	一般用普通級	0~+90	0.1	黄赤 (だいたい)	黒	銅	銅及びニッケルを 主にした合金
	SCB-2-H	SX-H	-	±60	耐熱用普通級	0~+150					
N	NX-1-G	-	±60	-	一般用精密級	-20~+90	2	うすい赤 (ピンク)	-	ニッケル及びクロ ムを主にした合金	ニッケル及びシリコ ンを主にした合金
	NX-1-H	-			耐熱用精密級	0~+150					
	NX-1-S	-			高耐熱用精密級	-25~+200					
	NX-2-G	-			一般用普通級	-20~+90					
	NX-2-H	-	±100	-	耐熱用普通級	0~+150					
	NX-2-S	-			高耐熱用普通級	-25~+200					
	NC-2-G	-			一般用普通級	0~+90					
	NC-2-H	-			耐熱用普通級	0~+150					
K	KX-1-G	KX-GS	±60	-	一般用精密級	-20~+90	1.5	緑	青	ニッケル及びクロ ムを主にした合金	ニッケルを主に した合金
	KX-1-H	KX-HS			耐熱用精密級	0~+150					
	KX-1-S	-			高耐熱用精密級	-25~+200					
	KX-2-G	KX-G			一般用普通級	-20~+90					
	KX-2-H	KX-H	±100	-	耐熱用普通級	0~+150					
	KX-2-S	-			高耐熱用普通級	-25~+200					
	KCA-2-G	WX-G			一般用普通級	0~+90					
	KCA-2-H	WX-H			耐熱用普通級	0~+150					
	KCB-2-G	VX-G			一般用普通級	0~+90					
	KCB-2-H	-			耐熱用普通級	0~+100					
E	EX-1-G	-	±130	-	一般用精密級	-20~+90	1.5	青紫 (すみれ色)	紫	ニッケル及びクロ ムを主にした合金	銅及びニッケルを 主にした合金
	EX-1-H	-			耐熱用精密級	0~+150					
	EX-1-S	-			高耐熱用精密級	-25~+200					
	EX-2-G	EX-G	±200	-	一般用普通級	-20~+90					
	EX-2-H	EX-H			耐熱用普通級	0~+150					
	EX-2-S	-			高耐熱用普通級	-25~+200					
J	JX-1-G	-	±65	-	一般用精密級	-20~+90	0.6	黒	黄	鉄	銅及びニッケルを 主にした合金
	JX-1-H	-			耐熱用精密級	0~+150					
	JX-1-S	-			高耐熱用精密級	-25~+200					
	JX-2-G	JX-G	±140	-	一般用普通級	-20~+90					
	JX-2-H	JX-H			耐熱用普通級	0~+150					
	JX-2-S	-			高耐熱用普通級	-25~+200					
T	TX-1-G	TX-GS	±30	-	一般用精密級	-20~+90	0.6	暗い黄赤 (茶)	暗い黄赤 (茶)	銅	銅及びニッケルを 主にした合金
	TX-1-S	(TX-HS)			高耐熱用精密級	-25~+100					
	TX-2-G	TX-G	±60	-	一般用普通級	-20~+90					
	TX-2-S	(TX-H)			高耐熱用普通級	-25~+100					

注記

1. BC-Gは、+脚と-脚とに同一材質の心線(銅)を使用しているため、許容量はクラス分けしない。
2. 往復線の電気抵抗は、公称断面積1.25mm<sup>2</sup>以上のものにする。
3. 極性の表示は心線被覆の色別によるものとし、+脚は区分1のものについては表面被覆の色、区分2のものについては赤色、-脚は白色とする。
4. 本質安全防爆用は、区分1のみに適用し、表面被覆の色はすべての種類に対して青とする。
5. 補償導線の種類で、旧記号の( )内ものは適用外となった。

### 別表3 故障の原因と処置

現象	発生時期		原因	処置
	始動時	運転時		
指示値が低温側にスケールアウトする時	○		(1) 計器側か熱電対側で、極性が反対接続	(1) 接続端子を点検し、接続し直す
	○	○	(1) 計器のバーンアウト設定が下限側の場合には、熱電対か補償導線の断線、又は接続端子の導通不良 (2) 計器の故障	(1) 熱電対、補償導線及び端子接続部を点検し、修理、交換又は接続端子を増し締めする (2) 計器を点検し、修理又は交換する
指示値が高温側にスケールアウトする時	○	○	(1) 計器のバーンアウト設定が上限側の場合には、熱電対か補償導線の断線 (2) 計器の故障	(1) 熱電対及び補償導線を点検し、修理又は交換する (2) 計器を点検し、修理又は交換する
温度変化しても室温付近を示す時	○	○	(1) 計器側か熱電対側で、+端子と-端子が短絡 (2) 熱電対素線の短絡 (3) 補償導線の短絡 (4) 計器の故障	(1) 端子接続部を点検し、短絡箇所を修理する (2) 熱電対を点検し、修理又は交換する (3) 補償導線を点検し、修理又は交換する (4) 計器を点検し、修理又は交換する
温度が変化しても指示値が変化しない時	○	○	(バーンアウト回路がない計器の場合) (1) 熱電対素線の断線又は短絡 (2) 補償導線の断線又は短絡 (3) 計器の故障	(1) 熱電対を点検し、修理又は交換する (2) 補償導線を点検し、修理又は交換する (3) 計器を点検し、修理又は交換する
指示値が不安定な時	○		(1) 電気雑音(ノイズ)の影響 (2) 発熱部品による熱の影響  (3) 計器側端子又は熱電対側端子への気流の影響	(1) 電気雑音を調査し、適正な処置をする (2) 熱電対、補償導線及び計器の熱影響を調査し、配置を変更する (3) 端子接続部への気流の影響を調査し、適正な処置をする
	○	○	(1) 計器側か熱電対側で、接続端子の接触不良 (2) 熱電対の不完全断線 (3) 補償導線の不完全断線 (4) 熱電対の絶縁不良 (5) 補償導線の絶縁不良 (6) 計器の故障	(1) 端子接続部を点検し、増し締めする (2) 熱電対を点検し、交換する (3) 補償導線を点検し、修理又は交換する (4) 熱電対を点検し、修理又は交換する (5) 補償導線を点検し、修理又は交換する (6) 計器を点検し、修理又は交換する
指示値が正常でない時	○		(1) 計器の測定レンジの相違又は設定の違い (2) 熱電対の取付方法の不良  (3) 熱電対又は補償導線の種類違い (4) 補償導線の極性違い (5) 発熱部品による熱の影響	(1) 計器の測定レンジを合わせる  (2) 挿入位置、挿入長さや取付方法などを点検し、修正する (3) 熱電対又は補償導線を交換する (4) 接続端子を点検し、接続し直す (2) 熱電対、補償導線及び計器の熱影響を調査し、配置を変更する
		○	(1) 熱電対の取付状態の変化 (2) 熱電対の劣化 (3) 基準接点の温度変化 (4) 計器の故障	(1) 挿入位置、挿入長さや外気の影響など取付状態を点検し、修正する (2) 熱電対を点検し、交換する (3) 計器内自動補償回路又は基準接点温度を点検し、調整する (4) 計器を点検し、修理又は交換する