

AEROPAK

シー ス熱電対

AEROPAK（エアロパック）とは弊社のシー ス熱電対の商標です。シー ス熱電対であるエアロパックの構造は、ステンレス鋼や耐熱鋼で作られた細い管（シー ス）の中に熱電対素線を封入し、その周囲を無機絶縁物である酸化マグネシウムで固く充填したものです。この構造をベースとして用途に応じた様々な製品が作られます。一般に用いられる保護管式熱電対と比べ、シー ス熱電対は多くの優れた特長を持っています。

熱電対の原理

熱電対とは、種類の異なった2本の金属線の両端を接続したもので、この両端の接点に温度差が生じたとき、この閉回路に熱起電力が発生し、回路に電流が流れます。この熱起電力の大きさとその極性は、両端の温度と2本の金属線の組み合わせによって決まり、金属線の太さや長さには影響されません。従って、特定の熱電対の各温度における熱起電力をあらかじめ知っておくことで温度を測定することが出来ます。

特長

AEROPAKは従来の保護管式熱電対に比較して次のような特長を有しています。

1. 広い応用範囲

外径が細いため、小さな測定物の温度も測定できます。また、シー ス形の構造であることにより、高温高压に耐え、-200~1050℃までの広い温度範囲で使用できます。

2. 高応答性

小さな外径のものは熱容量が小さいため、温度変化に敏感に応答します。

3. 取り扱いが容易

シー ス外径の2倍の半径まで曲げ加工できるため、現場においても容易に様々な場所へ取り付けられます。

4. 長寿命

従来の熱電対と比較し熱起電力の劣化や断線等の事故に対し、化学的に安定した酸化マグネシウムで絶縁され、気密が保たれているためより長い寿命となります。

5. 機械的強度・耐圧性

高振動や腐食性雰囲気や高温、低温の箇所でもシー ス材質を選ぶことで安心して使用できます。外径の細いシー スでも650℃で約350MPaの耐圧強度があります。

6. 製造可能シー ス外径

0.25mm から12.7mmまでのシー ス外径を製造できます。

AEROPAK MINERAL INSULATED THERMOCOUPLE

AEROPAK is a trade mark for our metal sheathed ceramic insulated cable and thermocouples. The AEROPAK construction result in thermocouples wires that are surrounded by a compacted mineral insulation (MgO) and contained in a sheath such as stainless steel or heat resisting steel. On the basis of this AEROPAK construction, a wide variety of otherwise difficult applications are possible. Compared with general-purpose (Protection tube type) thermocouples, sheathed thermocouples have many advantages.

Basic thermocouple theory

A thermocouple is a closed loop circuit that consists of two dissimilar metal wires welded together at both ends. When a temperature difference exists between the two junctions, thermal electromotive force (EMF) is generated and an electric current flows in the closed circuit. The direction and magnitude of the EMF generated depend upon the temperature of the two junctions and upon the materials making up the thermocouple, and are not affected by the size or length of the thermocouple wire. Temperature can be measured by knowing beforehand the change of EMF per degree change of temperature for a certain thermocouple.

Features

AEROPAK thermocouples have the following advantages over conventional protection tube or wire-insulator styles.

1. A wide application in measurement

Small diameter thermocouple is very useful for the place where space is at premium. AEROPAK construction is resistant to high pressure and also used at wide range of temperature from -200°C to +1050°C.

2. Quick response

AEROPAK thermocouples have small heat capacity due to the small sheath size. The small thermal mass is highly sensitive to change in temperature and gives a very fast response.

3. Easily bent for installation

The ability to form AEROPAK thermocouples on a radius twice the sheath diameter makes for simple and on-the-spot installation into complex configurations.

4. Long life span

Contrary to conventional thermocouples which suffer from deterioration of electromotive force or wire disconnection, etc., AEROPAK thermocouples wires are insulated with chemically stable magnesium oxide, thus assuring a longer service life.

5. Excellent mechanical strength and pressure resistance

The composite construction is resistant to extremely high vibration levels, and by choosing appropriate sheath material, it is reliable to use in corrosive atmospheres and abnormally high or low temperatures. Though it has small diameter, it can be withstand about 350MPa at a temperature of 650°C.

AEROPAK® Mineral Insulated Thermocouple

7. 製造可能シース長さ

シース外径により、約400mまで製造可能です。

8. 特殊なニーズに対応

シース専門工場を持ち、様々なニーズに対応できます。

6. Custom sheath outer diameter available

Sheath outer diameter sizes between 0.25mm and 12.7mm can be provided.

7. Custom long length

Length are available up to a maximum of 400m. Maximum length is dependent upon the sheath outer diameter.

8. Compatible with special needs

We have our own factory for making many kinds of metallic sheathed cables, therefore, we can correspond to various needs from customers.

Component Material of Thermocouple

熱電対素線の構成材料

JIS C1605-1995

Symbol 記号	Positive Polarity +脚	Negative Polarity -脚
SN (N)	ニッケル、クロムおよびシリコンを主とした合金 Alloy consisting mainly of nickel, chromium and silicone	ニッケル及びシリコンを主とした合金 Alloy consisting mainly of nickel and silicone
SK (K)	ニッケルおよびクロムを主とした合金 Alloy consisting mainly of nickel and chromium	ニッケルを主とした合金 Alloy consisting mainly of nickel
SE (E)	ニッケルおよびクロムを主とした合金 Alloy consisting mainly of nickel and chromium	銅およびニッケルを主とした合金 Alloy consisting mainly of Copper and nickel
SJ (J)	鉄 Iron	銅およびニッケルを主とした合金 Alloy consisting mainly of Copper and nickel
ST (T)	銅 Copper	銅およびニッケルを主とした合金 Alloy consisting mainly of Copper and nickel,

Operating Temperature Range (In Air)

AEROPAK 使用温度範囲 (大気中)

Unit
単位:

Sheath O.D. シース外径 (mm)	SN	SK		SE	SJ	ST
0.25	-	*1 500		-	-	-
0.5	-	*1 600		-	-	-
1.0	*3 900	650	*3 900	650	450	300
1.6	*3 1200	650	*3 1200	650	450	300
3.2	*3 1260	750	*3 1260	750	650	350
4.8	*3 1260	800	*3 1260	800	750	350
6.4	*3 1260	*1 1000	*2 900	*3 1260	800	750
8.0	-	*1 1050	*2 1000	-	800	750

* 1印 シース材質は NCF600

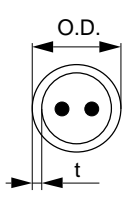
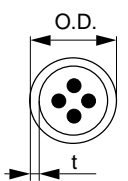
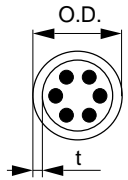
* 2印 シース材質は SUS310S

* 3印 シース材質は H2300

無印 シース材質は SUS316

Standard Specifications of AEROPAK Sheath Thermocouple

AEROPAK シース熱電対の標準仕様

	Sheath シース (mm)		Wire dia. 素線径 (mm)	Type of Thermocouple and Sheath Material 熱電対の種類とシース材質					
				SN	SK	SE	SJ	ST	
	O.D. 外径	t 肉厚		Sheath material	Sheath material	Sheath material	Sheath material	Sheath material	
Single Element シングルエレメント 	0.25	0.035	0.05	-	NCF600	-	-	-	
	0.5	0.08	0.1	-	NCF600	-	-	-	
	1.0	0.17	0.17	H2300	SUS316 H2300	SUS316	SUS316	SUS316	
	1.6	0.27	0.27	H2300	SUS316 H2300	SUS316	SUS316	SUS316	
	3.2	0.47	0.51	H2300	SUS316 H2300	SUS316	SUS316	SUS316	
	4.8	0.72	0.76	H2300	SUS316 H2300	SUS316	SUS316	SUS316	
	6.4	0.93	1.0	H2300	SUS310S NCF600 H2300	SUS316	SUS316	SUS316	
	8.0	1.16	1.3	-	SUS310S NCF600 Hastelloy-X	SUS316	SUS316	SUS316	
Double Element ダブルエレメント 	3.2	0.47	0.51	-	SUS316 H2300	SUS316	SUS316	-	
	4.8	0.72	0.76	-	SUS316 H2300	SUS316	SUS316	SUS316	
	6.4	0.93	1.0	-	SUS310S NCF600 H2300	SUS316	SUS316	SUS316	
	8.0	1.16	1.3	-	SUS310S NCF600	SUS316	SUS316	SUS316	
Triple Element トリプルエレメント 	4.8	0.72	0.50	-	SUS316	SUS316	SUS316	SUS316	
	6.4	0.93	0.72	-	SUS310S NCF600	SUS316	SUS316	SUS316	
	8.0	1.16	0.90	-	SUS310S NCF600	SUS316	SUS316	SUS316	

(1) NCF600はインコネル 600相当です。

(2) H2300はHOSKINS2300[®]用特殊シース材です。

(3) 表記以外の製作もできます。

(1) NCF600 is equivalent to Inconel 600.

(2) H2300 is special sheath material for HOSKINS2300[®].

(2) Sheathed thermocouple except shown on the above table are also available.

HOSKINS2300[®]はHoskins Manufacturing Co. (米国) の登録商標です。

Maximum Length and Approx. Mass of AEROPAK

AEROPAK シース熱電対の最大製作長さ、概算質量

Sheath O.D. シース外径 (mm)	φ0.25	φ0.5	φ1.0	φ1.6	φ3.2	φ4.8	φ6.4	φ8.0
Sheath Maximum Length シース製作最大長さ (m)	138	95	420	185	130	142	80	50
Approx. Mass 概算質量 (g/m)	0.3	1.2	5	10	45	100	180	280

Thermocouple Tolerance and Applicable Standards

熱電対の許容差と各国適用規格一覧





Standard 規格	JIS C1605-1995			Standard 規格	IEC 584-2-1982			ASTM E230-1996			
	Temp. Range 温度範囲	Class クラス	Tolerance 許容差		Temp. Range 温度範囲	Class クラス	Tolerance 許容差	Temp. Range 温度範囲	Class クラス	Tolerance 許容差	
SN & SK	-40 ~ +375	1	± 1.5	N & K	-40 ~ +375	1	± 1.5	0 ~ +1260	STD.	± 2.2 or ± 0.75 %	
	+375 ~ +1000		± 0.004 t		+375 ~ +1000		± 0.004 t				
	-40 ~ +333	2	± 2.5		-40 ~ +333	2	± 2.5		± 0.0075 t	SP.	± 1.1 or ± 0.4 %
	+333 ~ +1200		± 0.0075 t		+333 ~ +1200		± 0.0075 t				
	-167 ~ +40	3	± 2.5		-167 ~ +40	3	± 2.5	± 0.015 t	-200 ~ 0	STD.	± 2.2 or ± 2 %
	+40 ~ -200		± 0.015 t		+40 ~ -200		± 0.015 t				
-200 ~ -167			-200 ~ -167								
SE	-40 ~ +375	1	± 1.5	E	-40 ~ +375	1	± 1.5	0 ~ +870	STD.	± 1.7 or ± 0.5 %	
	+375 ~ +800		± 0.004 t		+375 ~ +800		± 0.004 t				
	-40 ~ +333	2	± 2.5		-40 ~ +333	2	± 2.5		± 0.0075 t	SP.	± 1 or ± 0.4 %
	+333 ~ +900		± 0.0075 t		+333 ~ +900		± 0.0075 t				
	-167 ~ +40	3	± 2.5		-167 ~ +40	3	± 2.5	± 0.015 t	-200 ~ 0	STD.	± 1.7 or ± 1 %
	+40 ~ -200		± 0.015 t		+40 ~ -200		± 0.015 t				
-200 ~ -167			-200 ~ -167								
SJ	-40 ~ +375	1	± 1.5	J	-40 ~ +375	1	± 1.5	0 ~ +760	STD.	± 2.2 or ± 0.75 %	
	+375 ~ +750		± 0.004 t		+375 ~ +750		± 0.004 t				
	-40 ~ +333	2	± 2.5		-40 ~ +333	2	± 2.5		± 0.0075 t	SP.	± 1.1 or ± 0.4 %
	+333 ~ +750		± 0.0075 t		+333 ~ +750		± 0.0075 t				
ST	-40 ~ +125	1	± 0.5	T	-40 ~ +125	1	± 0.5	0 ~ +370	STD.	± 1 or ± 0.75 %	
	+125 ~ +350		± 0.004 t		+125 ~ +350		± 0.004 t				
	-40 ~ +133	2	± 1.0		-40 ~ +133	2	± 1.0		± 0.0075 t	SP.	± 0.5 or ± 0.4 %
	+133 ~ +350		± 0.0075 t		+133 ~ +350		± 0.0075 t				
	-67 ~ +40	3	± 1.0		-67 ~ +40	3	± 1.0	± 0.015 t	-200 ~ 0	STD.	± 1 or ± 1.5 %
	+40 ~ -200		± 0.015 t		+40 ~ -200		± 0.015 t				
-200 ~ -67			-200 ~ -67								

- 許容差とは、熱起電力を規準熱起電力表によって換算した温度から、測温接点の温度を引いた値の許される最大限度をいう。
- ASTMの許容差は℃または測定温度の%のどちらか大きな値とする。
- |t|は+、-の符号に無関係な温度(℃)で示される測定温度である。
- クラス1, 2, 3は旧JISの0.4, 0.75, 1.5級に対応する。
- JIS, BS, DIN規格はIEC規格と同一である。
- ASTM規格は旧ANSI規格である。

- Tolerance is referred to as the maximum allowable deviation between measuring junction temperature and the temperature derived from the emf table.
- ASTM tolerance is °C or % value for the measured temperature, whichever is greater.
- |t| means measuring temperature indicated with the temperature (°C) having no connection with the positive or negative mark.
- Classes 1,2,3 correspond to former JIS Classes 0.4, 0.75, 1.5 respectively.
- JIS,BS,DIN standards are same as IEC standard.
- ASTM standard is former ANSI standard.

Type of Measuring Junction

測温接点の種類

Symbol 記号	Type 種類	Shape 形状	Feature 特長	Applicable sheath outer diameter 適用シース外径 (mm)		
				Single シングル	Double ダブル	Tripple トリプル
G (#8)	接地形 Grounded type		1. 約350MPa以上の耐圧がある。 2. 電磁誘導障害のある場所には不適當。 1. This type can withstand 350MPa or more. 2. It is not suitable for location with electromagnetic induction on radio frequency inter-ference.	0.5 ~ 8.0	3.2 ~ 8.0	4.8 ~ 8.0
U (#9)	非接地形 Ungrounded type		1. 接地形より感度が遅いが、測定対象に制限されることが無く、最も一般に使用されている。 2. エレメントが絶縁物で覆われており、長寿命。 1. This type has a slower response than the grounded type but is more commonly used since it is not restricted by the object to be measured. 2. The element is covered with an insulator thereby ensuring a long life span.	0.25 ~ 8.0	3.2 ~ 8.0	4.8 ~ 8.0
U (#5)	非接地分離形 Ungrounded separate type		1. ダブルエレメントの1対毎に測温接点を設け、指示計、記録計と分離した回路となる。 2. 特長は非接地形と同一。 1. Each pair of double elements is separately used for a measuring junction. This type is used where two function such as indication and control are needed from one thermocouple. 2. The feature is the same as that of the ungrounded type.	-	3.2 ~ 8.0	4.8 ~ 8.0
(#6)	露出形 Exposed type		1. エレメントが露出しているので感度が早い。 2. エンジンの排ガス等気体の温度測定に適する。 3. 他の測温接点に比べて機械的に弱い。 1. Since the element is exposed response time is very fast. 2. This type is suitable for temperature measurement of gases such as automotive exhaust. 3. This type is mechanically weaker than the other.	1.0 ~ 8.0	3.2 ~ 8.0	4.8 ~ 8.0

Compensating Cable for AEROPAK Thermocouple

AEROPAK 用補償導線

JIS C1610-1995

Type of Thermocouple 熱電対種類		For SN		For SK		For SE		For SJ		For ST	
Conductor size 心線		7/ 0.3 × 2	0.65 × 2	7/ 0.3 × 2	0.65 × 2	7/ 0.3 × 2	0.65 × 2	7/ 0.3 × 2	0.65 × 2	7/ 0.3 × 2	0.65 × 2
Circuit resistance 往復抵抗 (/ m)		-	-	1.05	2.92	2.40	3.53	1.23	1.81	1.05	1.50
Color code 表面被覆の色別		Pink		Green		Violet		Black		Brown	
		Section 1 区分1 (IEC)	+ Pink	+ Green	+ Violet	+ Black	+ Brown	- White	- White	- White	- White
		-	White	White	White	White	White	White	White	White	White
		Section 2 区分2 (IJIS)	-	Blue	Violet	Yellow	Brown	-	-	-	-
		-	Red	Red	Red	Red	Red	White	White	White	White
Symbol 記号	Type 種類	Conductor size 心線		Specification 仕様							
EXA	耐熱用補償導線 Heat resistant compensating cable	7/ 0.3×2									
EXB	耐熱用補償導線 Heat resistant compensating cable	7/ 0.3×2									
EXC	一般用補償導線 General compensating cable	7/ 0.3×2									
EXD	一般用補償導線 General compensating cable	7/ 0.3×2									
EXE	耐熱用熱電対線 Heat resistant thermocouple grade lead cable	0.65×2									

Inspection Standard of **AEROPAK**

AEROPAK 検査規格

Dimensional Inspection 寸法検査

O.D.of AEROPAK AEROPAKの外径	0.5 ~ 4.8 mm	±0.05mm
	6.0 ~ 8.0 mm	±0.10mm
Length of AEROPAK AEROPAKの長さ	< 150mm	±2.0mm
	150mm	±1.5%
	Spring type スプリング式	±3.0mm
	Bellows type ベローズ式	±2.0mm
	The Maximum length is 1 meter. The longer lengths than 1 meter to be discussed later. 最大長さは1mまで。1mを超えるものは別途協議とします。	
Nipple length ニップル長さ		±3mm
Compensating cable length 補償導線長さ	< 1000mm	±15mm
	1000mm	±1.5%

E.M.F. Test 熱起電力試験

T Thermocouple ST熱電対	100	水の沸点 (Boiling point of water)
N,K,E,J Thermocouple SN, SK, SE, SJ 熱電対	300	硝石槽 (Comparison with Reference Thermocouple using 300 Niter Bath)

Insulation Resistance Test 絶縁抵抗試験

The resistance between the wire and the sheath is measured at room temperature. (However this test is not performed for the grounded junction type.)
素線と金属シースとの間を室温状態で測定します。(但し、測温接点接地形の場合は本検査は行いません。)

O.D.of AEROPAK AEROPAKの外径 (mm)	Characteristics 特性
$\phi 0.15 \leq \text{O.D.} < \phi 0.25$	5M Ω /25V DC
$\phi 0.25 \leq \text{O.D.} < \phi 0.5$	5M Ω /50V DC
$\phi 0.5 \leq \text{O.D.} \leq \phi 2.0$	20M Ω /100V DC
$\phi 2.0 < \text{O.D.}$	100M Ω /500V DC

Inspection Table 検査表

Inspection Certificate is attached to the product. Whenever the inspection results are especially required, please so advise.
合格証を現品に添付します。特に成績表が必要な場合はその都度ご指定下さい。