

熱電対

JIS規格熱電対

B 熱電対

白金70%ロジウム30%合金線と白金94%ロジウム6%合金線との組合せ。

連続長時間測定可能温度 1500℃ 短時間測定可能温度 1700℃

JISに決められた熱電対のなかでは、最も高温で使用できます。白金を使用した熱電対に共通することですが、一般に、精度は高いのですが高価格であるため、1000℃以上の高温で使用されます。また、酸化性の雰囲気には、強く還元性雰囲気には弱く、炭素の汚染にも弱く、劣化致します。金属蒸気中でも極めて弱くなります。

R 熱電対

純白金線と白金87%ロジウム13%合金線との組合せ。

連続長時間測定可能温度 1400℃ 短時間測定可能温度 1600℃

安定性に於いては特に優れており、研究室等の標準用として広く使用されています。

S 熱電対

純白金線と白金90%、ロジウム10%合金線との組合せ。

連続長時間測定可能温度 1400℃ 短時間測定可能温度 1600℃

安定性に於いては特に優れており、欧米では多く使用されています。

K 熱電対

ニッケル90%、クロム10%(クロメル)合金線と、ニッケル94%、アルミ3%、ケイ素3%(アルメル)合金線との組合せ。

連続長時間測定可能温度 650℃～1000℃ 短時間測定可能温度 850℃～1200℃

工業用として最も多く使用されている熱電対です。酸化性雰囲気中ではかなり抵抗を示しますが、還元性雰囲気には弱く、特に一酸化炭素や亜硫化ガスなどには使用は不適です。

E 熱電対

ニッケル及びクロムを主とした合金線と、銅及びニッケルを主とした合金線との組合せ。

連続長時間測定可能温度 500℃～700℃ 短時間測定可能温度 700℃～800℃

工業的に実用されている熱電対では最も大きな熱起電力をもっております。一般的には-200℃(-8.82mV)から800℃(+61.02mV)まで使用できます。

J 熱電対

純鉄線とニッケル45%、銅55%、合金線(コンスタンタン)との組合せ。

連続長時間測定可能温度 400℃～600℃ 短時間測定可能温度 500℃～750℃

価格も比較的安価なので中温用によく使用されている熱電対です。還元性雰囲気には強く、水素や炭素に対しても丈夫ですが、酸化性雰囲気では鉄の酸化が早いので不適です。

T 熱電対

純銅線とニッケル45%、銅55%、合金線(コンスタンタン)との組合せ。

連続長時間測定可能温度 200℃～300℃ 短時間測定可能温度 250℃～350℃

低温用としてよく使用されている熱電対です。300℃以下では高精度が得られ、特に-200℃～+100℃の低温に適しますが、弱い酸化性や還元性雰囲気にも適しています。

種類及び特性表 (JIS 1995)

記号	構成材料		素線径 mm	常温温度 °C	最高使用温度 °C	許容差の分類	測定温度	許容差
	＋脚	－脚						
B	ロジウム30%を含む白金ロジウム合金	ロジウム6%を含む白金ロジウム合金	0.5	1500	1700	クラス 2	600°C以上1700°C未満	測定範囲の±0.25%
						クラス 3	600°C以上 800°C未満 800°C以上1700°C未満	±4°C 測定範囲の±0.5%
R	ロジウム13%を含む白金ロジウム合金	白金	0.5	1400	1600	クラス 1	0°C以上 1100°C未満	±1°C
S	ロジウム10%を含む白金ロジウム合金	白金	0.5			クラス 2	0°C以上 600°C未満 600°C以上1600°C未満	±1.5°C 測定範囲の±0.25%
N	ニッケル、クロム及びシリコンを主とした合金	ニッケル及びシリコンを主とした合金	3.2	1200	1250	クラス 1	-40°C以上 375°C未満	±1.5°C
			2.3	1100	1150		375°C以上1000°C未満	測定範囲の±0.4%
			1.6	1050	1100	クラス 2	-40°C以上 333°C未満	±2.5°C
			1.0	950	1000		333°C以上1200°C未満	測定範囲の±0.75%
			0.65	850	900	クラス 3	-167°C以上 40°C未満 -200°C以上-167°C未満	±2.5°C 測定範囲の±1.5%
K	ニッケル及びクロムを主とした合金	ニッケルを主とした合金	3.2	1000	1200	クラス 1	-40°C以上 375°C未満	±1.5°C
			2.3	900	1100		375°C以上1000°C未満	測定範囲の±0.4%
			1.6	850	1050	クラス 2	-40°C以上 333°C未満	±2.5°C
			1.0	750	950		333°C以上1200°C未満	測定範囲の±0.75%
			0.65	650	850	クラス 3	-167°C以上 40°C未満 -200°C以上-167°C未満	±2.5°C 測定範囲の±1.5%
E	ニッケル及びクロムを主とした合金	銅及びニッケルを主とした合金	3.2	700	800	クラス 1	-40°C以上 375°C未満	±1.5°C
			2.3	600	750		375°C以上 800°C未満	測定範囲の±0.4%
			1.6	550	600	クラス 2	-40°C以上 333°C未満	±2.5°C
			1.0	500	550		333°C以上 900°C未満	測定範囲の±0.75%
			0.65	450	500	クラス 3	-167°C以上 40°C未満 -200°C以上-167°C未満	±2.5°C 測定範囲の±1.5%
J	鉄	銅及びニッケルを主とした合金	3.2	600	750	クラス 1	-40°C以上 375°C未満	±1.5°C
			2.3	550	750		375°C以上 750°C未満	測定範囲の±0.4%
			1.6	500	650	クラス 2	-40°C以上 333°C未満	±2.5°C
			1.0	450	550		333°C以上 750°C未満	測定範囲の±0.75%
			0.65	400	500			
T	銅	銅及びニッケルを主とした合金	1.6	300	350	クラス 1	-40°C以上 125°C未満	±0.5°C
			1.0	250	300		125°C以上 350°C未満	測定範囲の±0.4%
			0.65	200	250	クラス 2	-40°C以上 133°C未満	±1°C
			0.32	200	250		133°C以上 350°C未満	測定範囲の±0.75%
						クラス 3	-67°C以上 40°C未満 -200°C以上 -67°C未満	±1°C 測定範囲の±1.5%

JIS規格外熱電対

IrRh/0:40 熱電対

純イリジウム線とイリジウム60%、ロジウム40%合金線との組合せ。

連続長時間測定可能温度 1800℃ 短時間測定可能温度 2000℃

イリジウムとロジウムからなる熱電対には合金率の異なる3種の組合せがあります。即ちイリジウム・ロジウムの合金比が60:40、50:50及び40:60の各合金と純イリジウムとの組合せです。これら3種の合金の中で60:40を用いたイリジウム60%、ロジウム40%—イリジウム(Ir/Rh40-Ir)は、その起電力値が最も大きく、従ってこの組合せの熱電対が最も広く工業的に使用されています。

一般に合金中Rhが60%を超えると熱起電力は著しく低下します。しかも1000℃以上の高温においては合金中のIrが比較的蒸発しやすいため、使用中に合金比が変る傾向を示します。即ち極端な表現をすれば、Ir:Rhの60:40は次第に50:50から40:60へと移行し、40:60を超えると前述の如く、急速に熱起電力は低下します。しかも60:40から40:60までの範囲では熱起電力の差は微少であるため、最も長時間の連続使用に耐える60:40が広く使用されているわけです。

Ir/Rh40%—Ir熱電対は、還元雰囲気において最高2000℃まで使用できますが、真空中又は不活性ガスの保護雰囲気中では更に長時間の連続使用に耐えます。又、水素中ではIrが脆弱になりますが、熱起電力には影響ありません。低温域における熱起電力が極めて低いため、特に補償銅線を必要としません。標準線径は0.5mm及び0.25mmです。

PR/20:40 熱電対

白金80%、ロジウム20%合金線、白金60%、ロジウム40%合金線との組合せ。

連続長時間測定可能温度 1800℃ 短時間測定可能温度 1900℃

製鋼作業には、温度の調節が必要なので、溶けた鋼の中に差し込むことのできるような構造の熱電対が使用されます。この用途には始めは認められなかった白金ロジウム、白金熱電対が使用されています。

勿論完全な保護の下にあれば短時間で1700℃にも耐えることが実証されたからです。構造は御使用者の経験によってまちまちですが鋼の温度を測るべき先端には石英管が使用され、これは各測定毎に新品に取り替えます。又熱電対は8~12回毎に先端を25~35mm切り取って新しい熱接点を作って使われます。

PR/5:40 熱電対

白金95%、ロジウム5%合金線と白金80%、ロジウム20%合金との組合せ。

連続長時間測定可能温度 1600℃ 短時間測定可能温度 1800℃

両線とも白金ロジウム合金である為、耐熱性に優れ、汚染されにくく耐久時間も長く、PR13、PR10では不可能な1600℃にこの長時間連続測温が出来るのが特長です。従って熔鋼のイメージン用として使用出来ます。

PR13 熱電対

純白金と白金87.2%、ロジウム12.8%合金線との組合せ。

昭和56年にJIS規格が改訂される迄PR熱電対として、広く使用されていた熱電対です。御使用の設備が旧JIS規格対応の場合には、このタイプの御使用をお奨め致します。

JIS規格外熱電対

タングステン-タングステン-レニウム熱電対 (W-WRe26%) (W5Re-WRe26%)

連続長時間測定可能温度 2300°C 短時間測定可能温度 2800°C

宇宙時代の到来と共に1700°C～2800°C及び更に之を超える超高温測定が必要となってきました。之に応じて開発されたのがタングステンとレニウムから成る熱電対で、その特長は (1)熱起電力が非常に大きく (2)3000°Cを超える高融点を有し (3)真空中及び水素又は不活性ガス等の保護雰囲気中では超高温においても化学的に極めて安定しており、しかも (4)経済的である 点にあります。

熱起電力は2000°Cまで殆ど直接的で、非常に優れた再現性と安定性を有しておりますので、長時間の連続使用に耐えます。唯一の難点は比較的低温においても酸化に弱いという事です。従って必ず真空・水素又はアルゴン、ヘリウム等の不活性保護雰囲気での使用をお奨めします。400°C以上の温度での酸化雰囲気及び1000°C以上のハイドロカーボン・パーハーフを含む雰囲気中での使用には適しません。現在米国における主な用途は、原子炉リアクターの温度測定、真空溶解炉内の溶解温度測定等です。

プラチネル熱電対

白金、パラジウム・金の合金から成っています。その特長は殆どC-A熱電対に等しい大きな熱起電力特性を有し、かつ、C-A熱電対の使用限度を超えた1300°Cまでの高温に連続使用できる点にあります。最近の米国における需要急増に鑑み、NBS(National Bureau of Standard)が此の熱電対をとりあげて一連のテストを行ない、その実用性を実証しました。即ち、1200°Cで1000時間、1300°Cで1100時間のライフテストでは全く老化又は劣化の現象なく、更に、2000時間経過後も何ら著しい変化は認められませんでした。ターボプロップエンジンでの実用(1038°C)では、従来C-A熱電対の耐久限度が1000時間以下であるのに比し、プラチネルは数倍の耐久性を示しています。水素雰囲気中での実験では1000°Cにおいて1000時間以上の耐久性を示しておりますが、同じ水素雰囲気中でも、1300°Cでは200～400時間が限度です。真空中でも長時間連続使用に好ましくありません。現在国内では、電子工業における拡散炉(1200°C～1270°C)及び鉄鋼業その他における熱処理炉(900°C～1200°C)に多く使用されております。絶縁碍子及び保護管にはJIS一種の磁製品又は再結晶アルミナ等の高級品を御使用下さい。金属保護管は汚染を早めます。

銀-アルメル熱電対

石油プラントで使用されている熱電対で、熱処理油の冷却性能試験用として使用頂いております。通常は円柱状の銀棒の内部を各素線が絶縁されて挿入されており、温接点が表面に近い箇所に設けられた応答性の良い熱電対です。