

カンタルブランド 電熱線



KANTHAL

目次

電熱線用合金	2	サポート型	22
鉄クロムアルミ合金(カンタルシリーズ)	2	サスペンド型	22
Kanthal A-I, Kanthal A, Kanthal AF , Kanthal AE		組込み型 推奨鋼種, 用途例	23
および Kanthal D	2	サポート型 推奨鋼種, 用途例	26
ニッケルクロム合金(ニクロタルシリーズ)	2	サスペンド型 推奨鋼種, 用途例	28
Nikrothal 80, Nikrothal TE, Nikrothal 70,		ヒーターエレメントの設計	32
Nikrothal 60, Nikrothal 40 および Nikrothal 20	2	スプールの取扱いについて	34
カンタルシリーズの特徴と利点	3		
ニクロタルシリーズの特徴と利点	3		
物理的性質および機械的性質一覧	4		
Kanthalシリーズ	4		
Nikrothalシリーズ	5		
KANTHALブランド電熱線用合金	6		
使用可能最高温度	6		
体積抵抗率と温度の関係	6		
標準寸法公差	7		
導体抵抗値公差	7		
ワイヤの寸法公差	7		
納入形態	8		
製品サイズと抵抗値一覧	10		
Kanthal A-I	10		
Kanthal A, Kanthal AF および Kanthal AE	11		
Kanthal D	12		
Nikrothal 80, Nikrothal TE および Nikrothal 70	14		
Nikrothal 60	16		
Nikrothal 40 および Nikrothal 20	18		
設計上の注意点	20		
寿命	20		
耐酸化性	20		
耐食性	20		
ヒーターエレメントの種類と用途例	22		
組込み型	22		

電熱線用合金

電熱線用合金の種類は主に二つのタイプに分けられます。

一つは、鉄クロムアルミ合金のKanthal(カンタル)シリーズです。もう一つが、ニッケルクロム合金の、Nikrothal(ニクロタル)シリーズです。それぞれのタイプの合金の基本特性を当資料の表に掲載しております。また、用途例についても掲載しておりますのでご参考ください。

Kanthalシリーズ フェライト系合金 (FeCrAl)

1400°C までの使用 : Kanthal A-I
主に工業用炉材に使われる鋼種です。

1350°C までの使用 : Kanthal A
体積抵抗率の高さや、耐酸化性が求められる家電や各種機器に使用されます。

1300°C までの使用 : Kanthal AF
高温での強度、耐酸化性に優れた鋼種です。特に、形状の安定性が重要な用途に適しています。

1300°C までの使用 : Kanthal AE
ガラストップコンロ、石英管ヒーターなど、素早いレスポンスが求められる用途向けに開発された鋼種です。スパイラル線を大径のコイル状にした状態での形状安定性や長寿命が特徴です。

1300°C までの使用 : Kanthal D
主に、家庭電気製品向けに使われる鋼種です。オーステナイト系に比べ、体積抵抗率が大きく、比重が小さいのが特徴です。

Nikrothalシリーズ オーステナイト系合金 (NiCr)

1200°C までの使用: Nikrothal 80
高ニッケルオーステナイト系鋼種です。加工性、および高温での強度に優れています。多くの分野で様々な用途に使用される、代表的鋼種です。

1200°C までの使用: Nikrothal TE
主に、赤熱条件での、金属管シースヒーターとしての使用を目的に開発された鋼種です。ニッケル含有量は比較的少ない鋼種です。Nikrothal 80の代替として検討いただくことも可能です。

1250°C までの使用: Nikrothal 70
主に炉材用に使われる鋼種です。

1150°C までの使用: Nikrothal 60
耐食性、耐酸化性に優れた鋼種です。また高温での形状安定性も良好です。ただし硫黄含有環境での使用は避けてください。

1100 °C までの使用: Nikrothal 40
主に家庭用電化製品、その他、各種加熱装置に使われる鋼種です。

1050°C までの使用: Nikrothal 20
この鋼種は、受注生産にて承っております。

Kanthal シリーズの特徴と利点

空気中での使用可能温度が比較的高い。

Nikrothal 80が、最高使用温度1200°Cに対しKanthal A-1では約1400°Cまで可能です。

高い表面負荷が可能

使用可能温度が高く、寿命も長いことから、高い表面負荷をかけることが可能です。

体積抵抗率が高い

他の鋼種と比較して、体積抵抗率が高いことから、断面積の大きな電熱線サイズを使用することが可能です。このため、ヒーターエレメントの寿命を伸ばすことができます。また、同じ径で他の鋼種と比較した場合、Kanthalでは重量を軽くすることが可能です。その他、素材の冷間加工や熱処理が与える体積抵抗率への影響がNiCr系合金より少ないのも特徴です。

耐力が高い

比較的高い耐力があることから、コイル状に成型した場合の、断面形状が変形しにくいという特徴があります。

長寿命

Kanthal シリーズは、NiCr系鋼種と比べ、空気中、同じ温度で比較した場合、おおよそ2~4 倍の寿命があります。

耐酸化性

Kanthal シリーズでは、表面にアルミナ被膜が強固に形成され、耐酸化性を維持します。この被膜は緻密で、外部物質の拡散を防ぎ、電気絶縁性も優れています。また、耐侵炭性は、NiCr系鋼種のクロム酸化物被膜より優れています。

比重が小さい

Kanthal シリーズの比重は、Nikrothalシリーズより小さいため、同じ重量で多くの長さ（数）のエレメントを作ることが可能です。

製品の軽量化

比重が小さいことと、体積抵抗率が高いことは、同じ電力で使用する場合、Nikrothalシリーズに比べより少ない材料重量で済むことを意味します。NiCr系と同じ線径のKanthal シリーズであれば、表面負荷を大きくでき、同じ表面負荷であれば、Kanthal シリーズでは線径を小さくできます。

このように、非常に幅広い分野の用途で、Kanthal シリーズを利用することによる軽量化、材料コスト削減に関する利点が認められています。

硫黄含有環境での耐食性に優れる

硫黄を含む環境では、NiCr系合金は腐食による影響が顕著に現れます。一方、Kanthal シリーズは成分的にこの種の環境に比較強く、耐食性に優れています。

Nikrothal® シリーズの特徴と利点

高温での機械強度が高い。耐クリープ性に優れる。

Kanthalシリーズに比べ、Nikrothalシリーズは、高温での機械強度およびクリープ破断強度が高いのが特徴です。

なお、Kanthal AF および Kanthal AE は、Kanthalシリーズの中では、上記機械強度が優れていると言えますが、Nikrothalシリーズほどではありません。

使用後の被加工性に優れる

Nikrothalシリーズは、長期間使用した後も延性を保ち、加工性が良好です。

放射率が高い

完全酸化状態の表面の場合、NikrothalはKanthalシリーズより高い放射率を示します。したがって、同じ表面負荷の場合、Nikrothalの表面温度は低い値を示します。

非磁性

いくつかの用途（比較的低温での使用）の場合、非磁性が必要なことがあります。Nikrothalは、非磁性の特性を持っています（低温でのNikrothal 60を除く）Kanthalシリーズは600°C以上で非磁性です。

ウェット環境での耐食性に優れる

一般に、Nikrothalシリーズは、室温での耐食性は非酸化処理のKanthalシリーズより耐食性が優れています（ただし硫黄含有環境を除く）。



物理的性質および機械的性質一覧

		Kanthal A-I	Kanthal A	Kanthal AF	Kanthal AE	Kanthal D
使用可能最高温度. (空気中での素材温度)	°C	1400	1350	1300	1300	1300
化学成分, 公称値, %	Cr	22	22	22	22	22
	Al	5.8	5.3	5.3	5.3	4.8
	Fe	残	残	残	残	残
	Ni	-	-	-	-	-
比重 ρ	g/cm ³	7.10	7.15	7.15	7.15	7.25
体積抵抗率, 20°C	Ω mm ² /m	1.45	1.39	1.39	1.39	1.35
各温度での抵抗変化係数, C_t	250°C	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01
	500°C	1.01	1.03	1.03	1.03	1.03
	800°C	1.03	1.05	1.05	1.05	1.06
	1000°C	1.04	1.06	1.06	1.06	1.07
	1200°C	1.04	1.06	1.06	1.06	1.08
	線膨張係数	$\alpha, \times 10^{-6}/K$				
20-100°C	-	-	-	-	-	
20-250°C	11	11	11	11	11	
20-500°C	12	12	12	12	12	
20-750°C	14	14	14	14	14	
20-1000°C	15	15	15	15	15	
熱伝導率 λ	(50°C) W/mK	11	11	11	11	11
比熱	(20°C) kJ/kgK	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
融点(約)	°C	1500	1500	1500	1500	1500
機械的性質* (一般値)						
引張強さ	N/mm ²	680	725	700	720	670
耐力	N/mm ²	545	550	500	520	485
硬さ	Hv	240	230	230	230	230
破断伸び	%	20	22	23	20	22
高温での引張強さ (900°C)	N/mm ²	34	34	37	34	34
クリープ強度**	800°C	N/mm ²	1.2	1.2	-	1.2
	1000°C	N/mm ²	0.5	0.5	-	0.5
	1100°C	N/mm ²	-	-	0.7	-
	1200°C	N/mm ²	-	-	0.3	-
	磁気特性		1)	1)	1)	1)
放射率(完全酸化表面)		0.70	0.70	0.70	0.70	0.70

* 数値は, およそ1.0mm径の線に関するものです

** 当社標準テストにおける, 1000時間後の1%伸びをもとに求めた計算値です。

Nikrothal 80	Nikrothal TE	Nikrothal 70	Nikrothal 60	Nikrothal 40	Nikrothal 20
1200	1200	1250	1150	1100	1050
20	22	30	16	20	24
—	—	—	—	—	—
—	9	—	残	残	残
80	残	70	60	35	20
8.30	8.10	8.10	8.20	7.90	7.80
1.09	1.19	1.18	1.11	1.04	0.95
1.02	1.04	1.02	1.04	1.08	1.12
1.05	1.06	1.05	1.08	1.15	1.21
1.04	1.06	1.04	1.10	1.21	1.28
1.05	1.07	1.05	1.11	1.23	1.32
1.07	1.07	1.06	—	—	—
—	—	—	—	—	—
15	14	14	16	16	16
16	15	15	17	17	17
17	16	16	18	18	18
18	17	17	18	19	19
15	14	14	14	13	13
0.46	0.46	0.46	0.46	0.50	0.50
1400	1380	1380	1390	1390	1380
810	800	820	730	675	675
420	390	430	370	340	335
180	190	185	180	180	160
30	30	30	35	35	30
100	—	120	100	120	120
15	15	—	15	20	20
4	4	—	4	4	4
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
2)	2)	2)	3)	2)	2)
0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88

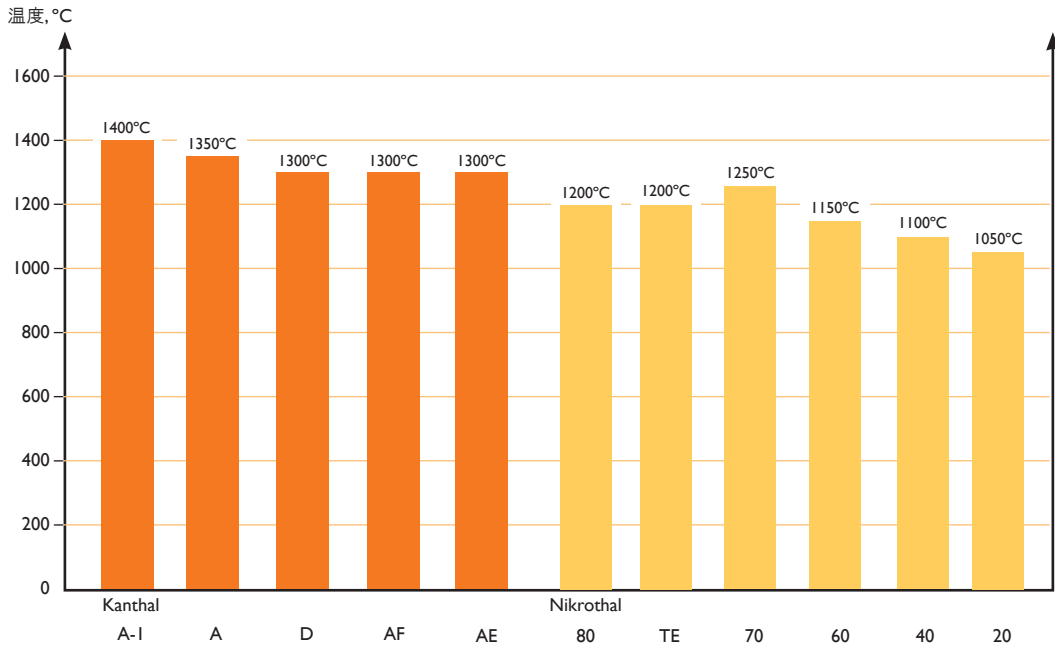
¹⁾ 磁性あり (キュリー点約 600°C)

²⁾ 非磁性

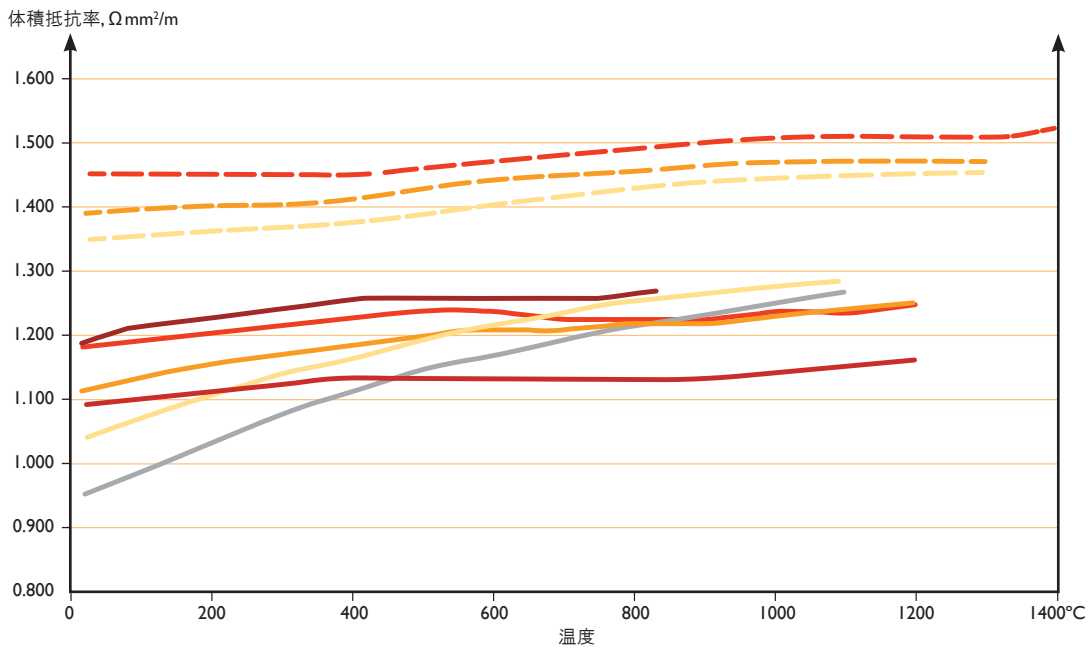
³⁾ わずかに磁性あり

KANTHALブランド電熱線用合金

使用可能最高温度



体積抵抗率と温度の関係



▬ Kanthal A-I
 ▬ Kanthal A / Kanthal AE / Kanthal AF
 ▬ Kanthal D
▬ Nikrothal TE
 ▬ Nikrothal 70
 ▬ Nikrothal 60
 ▬ Nikrothal 40
 ▬ Nikrothal 80
 ▬ Nikrothal 20

標準寸法公差

電熱線の抵抗値公差，および寸法公差は下記をご覧ください。抵抗値公差と寸法公差の同時指定はできません。一般には計算から求められた抵抗値から寸法が選択されます。

導体抵抗値公差

ワイヤ，室温 20°C (68°F)

線径 ≤ 0.127 mm ± 8%.

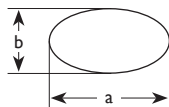
線径 > 0.127 mm ± 5%.

寸法公差

ワイヤの寸法公差 (EN 10 218-2T4 による)

線径	標準値からの最大偏差 mm	楕円値(最大) mm
d	$Tol = \pm 0.015 \sqrt{d}$	$Tol \leq 0.015 \sqrt{d}$

楕円値(最大) = a - b



納入形態

電熱合金

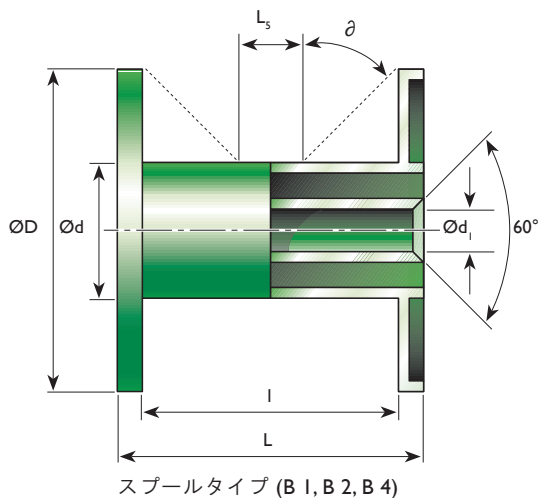
Kanthal®, Nikrothal® ワイヤ

線径 ≤1.63 mmの場合は、右図に示すスプールでの納入です。各スプールに巻かれるワイヤは、連続しており、途切はありません。

線径 0.40 から1.63 mmは、次ページにある、ペールパック（ドラム）での納入も可能です。

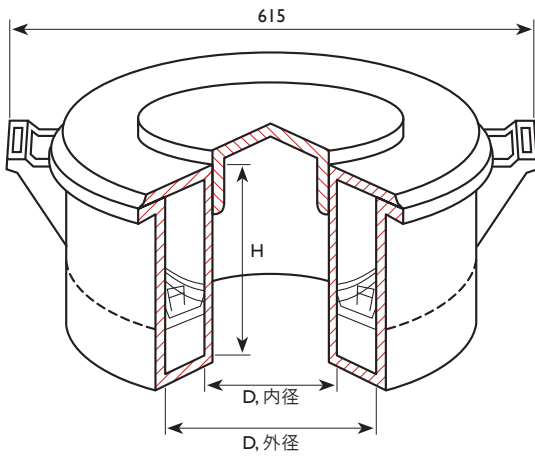
線径 >1.65 mmは、通常、内径約500～600 mmのコイルでのお届けです。

直線切断、ボビン小割も可能ですので、詳細は販売窓口 鈴木鋼材株式会社へお問合せ下さい。



ワイヤ用スプールの種類

スプール No.	スプール 重量 g	スプール寸法, mm					ワイヤ線径 mm	最大巻き 重量, 約 kg
		D	d	d ₁	L	l		
B 1	100	75	40	16	120	100	0.10-0.19	1
B 2	115	90	40	16	120	100	0.20-0.24	2
B 4	180	120	50	16	120	100	0.25-1.00	4
DIN 200	600	200	125	36	200	160	0.16-1.20	10
DIN 250	1050	250	160	36	200	160	0.30-1.63	20
DIN 355	1850	355	224	36	200	160	0.50-1.63	40



ペールパック

ペールパック(ドラムパック)の種類と寸法

ペール No.	ペール重量 g	ペール寸法, mm			材質	ワイヤ線径 mm	最大巻き 重量, 約 kg
		D, 外径	D, 内径	高さ			
P 50	2600	508	330	150	プラスチック	0.40-1.63	33
P 100	3500	508	330	250	プラスチック	0.40-1.63	50
P 200	8500	500	300	520	ボール紙	0.80-1.63	160-240
P 350	10000	500	300	820	ボール紙	0.80-1.63	250-400

製品サイズと抵抗値一覧

Kanthal A-I

各種線径における物性値

体積抵抗率 1.45 Ωmm²/m. 比重 7.10 g/cm³.

特定の温度の体積抵抗率を求めるには、下記の抵抗変化係数C_tを20°Cの体積抵抗率に乗じて下さい。

°C	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
C _t	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02	1.02	1.03	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05

線径, mm	導体抵抗 20°C	1Ωあたり面積 20°C	重量	表面積	断面積
Kanthal A-I	Ω/m	cm ² /Ω*	g/m	cm ² /m	mm ²
2.0	0.462	136	22.3	62.8	3.14
1.83	0.551	104	18.7	57.5	2.63
1.8	0.570	99	18.1	56.5	2.54
1.7	0.639	83.6	16.1	53.4	2.27
1.6	0.721	69.7	14.3	50.3	2.01
1.5	0.821	57.4	12.5	47.1	1.77
1.4	0.942	46.7	10.9	44.0	1.54
1.3	1.09	37.4	9.42	40.8	1.33
1.2	1.28	29.4	8.03	37.7	1.13
1.1	1.53	22.6	6.75	34.6	0.950
1.0	1.85	17.0	5.58	31.4	0.785

* cm²/Ω = I² × C_t / ρ (I = 電流, C_t = 抵抗変化係数, ρ = 表面負荷 W/cm²)

Kanthal A および Kanthal AF

各種線径における物性値

体積抵抗率 1.39 Ωmm²/m. 比重 7.15 g/cm³.

特定の温度の体積抵抗率を求めるには、下記の抵抗変化係数C_tを20°Cの体積抵抗率に乗じて下さい。

°C	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
C _t	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03	1.04	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06	1.06	1.06

線径, mm		導体抵抗 20°C Ω/m	1Ωあたり面積 20°C cm ² /Ω*	重量 g/m	表面積 cm ² /m	断面積 mm ²
Kanthal A	Kanthal AF					
	2.0	0.442	142	22.5	62.8	3.14
	1.8	0.546	104	18.2	56.5	2.54
	1.7	0.612	87.2	16.2	53.4	2.27
	1.65	0.650	79.7	15.3	51.8	2.14
	1.6	0.691	72.7	14.4	50.3	2.01
	1.5	0.787	59.9	12.6	47.1	1.77
	1.4	0.903	48.7	11.0	44.0	1.54
	1.3	1.05	39.0	9.49	40.8	1.33
	1.2	1.23	30.7	8.09	37.7	1.13
	1.1	1.46	23.6	6.79	34.6	0.950
	1.0	1.77	17.8	5.62	31.4	0.785
	0.95	1.96	15.2	5.07	29.8	0.709
0.90	0.90	2.18	12.9	4.55	28.3	0.636
0.85	0.85	2.45	10.9	4.06	26.7	0.567
0.80	0.80	2.77	9.09	3.59	25.1	0.503
0.75	0.75	3.15	7.49	3.16	23.6	0.442
0.70	0.70	3.61	6.09	2.75	22.0	0.385
0.65	0.65	4.19	4.87	2.37	20.4	0.332
0.60	0.60	4.92	3.83	2.02	18.8	0.283
0.55	0.55	5.85	2.95	1.70	17.3	0.238
0.50	0.50	7.08	2.22	1.40	15.7	0.196
0.45	0.45	8.74	1.62	1.14	14.1	0.159
0.40	0.40	11.1	1.14	0.898	12.6	0.126
0.35	0.35	14.4	0.761	0.688	11.0	0.0962
0.30	0.30	19.7	0.479	0.505	9.42	0.0707
0.25		28.3	0.277	0.351	7.85	0.0491
0.20		44.2	0.142	0.225	6.28	0.0314
0.15		78.7	0.060	0.126	4.71	0.0177

* cm²/Ω = I² × C_t / p (I = 電流, C_t = 抵抗変化係数, p = 表面負荷 W/cm²)

Kanthal D

各種線径における物性値

体積抵抗率 1.35 Ωmm²/m. 比重 7.25 g/cm³.

特定の温度の体積抵抗率を求めるには、下記の抵抗変化係数C_tを20°Cの体積抵抗率に乗じて下さい。

°C	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
C _t	1.00	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.07	1.07	1.08	1.08

線径	導体抵抗 20°C	1Ωあたり面積 20°C	重量	表面積	断面積
mm	Ω/m	cm ² /Ω*	g/m	cm ² /m	mm ²
2.0	0.430	146	22.8	62.8	3.14
1.8	0.531	107	18.4	56.5	2.54
1.7	0.595	89.8	16.5	53.4	2.27
1.6	0.671	74.9	14.6	50.3	2.01
1.5	0.764	61.7	12.8	47.1	1.77
1.4	0.877	50.2	11.2	44.0	1.54
1.3	1.02	40.2	9.62	40.8	1.33
1.2	1.19	31.6	8.20	37.7	1.13
1.1	1.42	24.3	6.89	34.6	0.950
1.0	1.72	18.3	5.69	31.4	0.785
0.95	1.90	15.7	5.14	29.8	0.709
0.90	2.12	13.3	4.61	28.3	0.636
0.85	2.38	11.2	4.11	26.7	0.567
0.80	2.69	9.36	3.64	25.1	0.503
0.75	3.06	7.71	3.20	23.6	0.442
0.70	3.51	6.27	2.79	22.0	0.385
0.65	4.07	5.02	2.41	20.4	0.332
0.60	4.77	3.95	2.05	18.8	0.283
0.55	5.68	3.04	1.72	17.3	0.238
0.50	6.88	2.28	1.42	15.7	0.196
0.45	8.49	1.67	1.15	14.1	0.159
0.42	9.74	1.35	1.00	13.2	0.139
0.40	10.7	1.17	0.911	12.6	0.126
0.35	14.0	0.784	0.698	11.0	0.0962
0.32	16.8	0.599	0.583	10.1	0.0804
0.30	19.1	0.493	0.512	9.42	0.0707
0.28	21.9	0.401	0.446	8.80	0.061
0.25	27.5	0.286	0.356	7.85	0.0491

* cm²/Ω = I² × C_t / p (I = 電流, C_t = 抵抗変化係数, p = 表面負荷 W/cm²)

(続き)

線径 mm	導体抵抗 20°C Ω/m	1Ωあたり面積 20°C cm ² /Ω*	重量 g/m	表面積 cm ² /m	断面積 mm ²
0.22	35.5	0.195	0.276	6.91	0.0380
0.20	43.0	0.146	0.228	6.28	0.0314
0.19	47.6	0.125	0.206	5.97	0.0284
0.18	53.1	0.107	0.184	5.65	0.0254
0.17	59.5	0.0898	0.165	5.34	0.0227
0.16	67.1	0.0749	0.146	5.03	0.0201
0.15	76.4	0.0617	0.128	4.71	0.0177
0.14	87.7	0.0502	0.112	4.40	0.0154
0.13	102	0.0402	0.0962	4.08	0.0133

* $\text{cm}^2/\Omega = I^2 \times C_t / \rho$ (I = 電流, C_t = 抵抗変化係数, ρ = 表面負荷 W/cm^2)

Nikrothal 80, Nikrothal TE および Nikrothal 70

各種線径における物性値

Nikrothal 80: 体積抵抗率 $1.09 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$. 比重 $8.30 \text{g}/\text{cm}^3$.

Nikrothal TE: 体積抵抗率 $1.19 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$. 比重 $8.10 \text{g}/\text{cm}^3$.

Nikrothal 70: 体積抵抗率 $1.18 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$. 比重 $8.10 \text{g}/\text{cm}^3$.

特定の温度の体積抵抗率を求めるには、下記の抵抗変化係数 C_t を 20°C の体積抵抗率に乗じて下さい。

$^\circ\text{C}$	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Nikrothal® 80 C_t	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.04	1.04	1.04	1.04	1.05	1.06	1.07
Nikrothal TE C_t	1.00	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08
Nikrothal 70 C_t	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.05	1.04	1.04	1.04	1.05	1.06	1.06

線径 mm	導体抵抗 20°C Ω/m	1 Ω あたり面積 20°C cm^2/Ω^*	重量 g/m	表面積 cm^2/m	断面積 mm^2
2.0	0.347	181	26.1	62.8	3.14
1.8	0.428	132	21.1	56.5	2.54
1.6	0.542	92.7	16.7	50.3	2.01
1.5	0.617	76.4	14.7	47.1	1.77
1.4	0.708	62.1	12.8	44.0	1.54
1.3	0.821	49.7	11.0	40.8	1.33
1.2	0.964	39.1	9.39	37.7	1.13
1.0	1.39	22.6	6.52	31.4	0.785
0.95	1.54	19.4	5.88	29.8	0.709
0.90	1.71	16.5	5.28	28.3	0.636
0.85	1.92	13.9	4.71	26.7	0.567
0.80	2.17	11.6	4.17	25.1	0.503
0.75	2.47	9.55	3.67	23.6	0.442
0.70	2.83	7.76	3.19	22.0	0.385
0.65	3.28	6.22	2.75	20.4	0.332
0.60	3.86	4.89	2.35	18.8	0.283
0.55	4.59	3.77	1.97	17.3	0.238
0.50	5.55	2.83	1.63	15.7	0.196
0.45	6.85	2.06	1.32	14.1	0.159
0.40	8.67	1.45	1.04	12.6	0.126
0.35	11.3	0.971	0.799	11.0	0.0962
0.32	13.6	0.742	0.668	10.1	0.0804
0.30	15.4	0.611	0.587	9.42	0.0707
0.28	17.7	0.497	0.511	8.80	0.0616
0.25	22.2	0.354	0.407	7.85	0.0491
0.22	28.7	0.241	0.316	6.91	0.0380
0.20	34.7	0.181	0.261	6.28	0.0314
0.19	38.4	0.155	0.235	5.97	0.0284
0.18	42.8	0.132	0.211	5.65	0.0254
0.17	48.0	0.111	0.188	5.34	0.0227

* $\text{cm}^2/\Omega = I^2 \times C_t / p$ (I = 電流, C_t = 抵抗変化係数, p = 表面負荷 W/cm^2)

(続き)

右記鋼種については、下表の抵抗値・重量に右記変換値を乗じた数値でご参考ください。

鋼種	導体抵抗 20°C, Ω/m	体積抵抗率 20°C, cm ² /Ω	重量, g/m
Nikrothal TE	1.092	0.916	0.976
Nikrothal 70	1.083	0.924	0.976

(続き)

線径 mm	導体抵抗 20°C Ω/m	1Ωあたり面積 20°C cm ² /Ω*	重量 g/m	表面積 cm ² /m	断面積 mm ²
0.16	54.2	0.0927	0.167	5.03	0.0201
0.15	61.7	0.0764	0.147	4.71	0.0177
0.14	70.8	0.0621	0.128	4.40	0.0154
0.13	82.1	0.0497	0.110	4.08	0.0133

* cm²/Ω = I² × C_t / ρ (I = 電流, C_t = 抵抗変化係数, ρ = 表面負荷 W/cm²)

Nikrothal 60

各種線径における物性値

体積抵抗率 1.11 Ωmm²/m. 比重 8.20 g/cm³.

特定の温度の体積抵抗率を求めるには、下記の抵抗変化係数C_tを20°Cの体積抵抗率に乗じて下さい。

°C	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
C _t	1.00	1.02	1.04	1.05	1.06	1.08	1.09	1.09	1.10	1.10	1.11	1.12	1.13

線径 mm	導体抵抗 20°C Ω/m	1Ωあたり面積 20°C cm ² /Ω*	重量 g/m	表面積 cm ² /m	断面積 mm ²
2.0	0.353	178	25.8	62.8	3.14
1.9	0.391	152	23.2	59.7	2.84
1.8	0.436	130	20.9	56.5	2.54
1.7	0.489	109	18.6	53.4	2.27
1.6	0.552	91.0	16.5	50.3	2.01
1.5	0.628	75.0	14.5	47.1	1.77
1.4	0.721	61.0	12.6	44.0	1.54
1.3	0.836	48.8	10.9	40.8	1.33
1.2	0.981	38.4	9.27	37.7	1.13
1.1	1.17	29.6	7.79	34.6	0.950
1.0	1.41	22.2	6.44	31.4	0.785
0.95	1.57	19.1	5.81	29.8	0.709
0.90	1.74	16.2	5.22	28.3	0.636
0.85	1.96	13.7	4.65	26.7	0.567
0.80	2.21	11.4	4.12	25.1	0.503
0.75	2.51	9.38	3.62	23.6	0.442
0.70	2.88	7.62	3.16	22.0	0.385
0.65	3.35	6.10	2.72	20.4	0.332
0.60	3.93	4.80	2.32	18.8	0.283
0.55	4.67	3.70	1.95	17.3	0.238
0.50	5.65	2.78	1.61	15.7	0.196
0.475	6.26	2.38	1.45	14.9	0.177
0.45	6.98	2.03	1.30	14.1	0.159
0.425	7.82	1.71	1.16	13.4	0.142
0.40	8.83	1.42	1.03	12.6	0.126
0.375	10.1	1.17	0.906	11.8	
0.35	11.5	0.953	0.789	11.0	
0.32	13.8	0.728	0.659	10.1	
0.30	15.7	0.600	0.580	9.42	
0.28	18.0	0.488	0.505	8.80	

* cm²/Ω = I² × C_t / ρ (I = 電流, C_t = 抵抗変化係数, ρ = 表面負荷 W/cm²)

(続き)

(続き)

線径 mm	導体抵抗 20°C Ω/m	1Ωあたり面積 20°C cm ² /Ω*	重量 g/m	表面積 cm ² /m	断面積 mm ²
0.26	20.9	0.391	0.435	8.17	
0.25	22.6	0.347	0.403	7.85	
0.24	24.5	0.307	0.371	7.54	
0.23	26.7	0.270	0.341	7.23	
0.22	29.2	0.237	0.312	6.91	
0.21	32.0	0.206	0.284	6.60	
0.20	35.3	0.178	0.258	6.28	
0.19	39.1	0.152	0.232	5.97	
0.18	43.6	0.130	0.209	5.65	
0.17	48.9	0.109	0.186	5.34	
0.16	55.2	0.0910	0.165	5.03	
0.15	62.8	0.0750	0.145	4.71	
0.14	72.1	0.0610	0.126	4.40	
0.13	83.6	0.0488	0.109	4.08	

* $\text{cm}^2/\Omega = I^2 \times C_t / \rho$ (I = 電流, C_t = 抵抗変化係数, ρ = 表面負荷 W/cm²)

Nikrothal 40 および Nikrothal 20

各種線径における物性値

Nikrothal 40: 体積抵抗率 $1.04 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$. 比重 $7.90 \text{g}/\text{cm}^3$.

Nikrothal 20: 体積抵抗率 $0.95 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$. 比重 $7.80 \text{g}/\text{cm}^3$.

特定の温度の体積抵抗率を求めるには、下記の抵抗変化係数 C_t を 20°C の体積抵抗率に乗じて下さい。

$^\circ\text{C}$	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
Nikrothal® 40 C_t	1.00	1.03	1.06	1.10	1.12	1.15	1.17	1.19	1.21	1.22	1.23	1.24
Nikrothal 20 C_t	1.00	1.04	1.10	1.14	1.17	1.21	1.12	1.16	1.28	1.30	1.32	1.34

線径 mm	導体抵抗 20°C Ω/m	1 Ω あたり面積 20°C cm^2/Ω^*	重量 g/m	表面積 cm^2/m	断面積 mm^2
2.0	0.331	190	24.8	62.8	3.14
1.9	0.367	163	22.4	59.7	2.84
1.8	0.409	138	20.1	56.5	2.54
1.7	0.458	117	17.9	53.4	2.27
1.6	0.517	97.2	15.9	50.3	2.01
1.5	0.589	80.1	14.0	47.1	1.77
1.4	0.676	65.1	12.2	44.0	1.54
1.3	0.784	52.1	10.5	40.8	1.33
1.2	0.920	41.0	8.93	37.7	1.13
1.1	1.09	31.6	7.51	34.6	0.950
1.0	1.32	23.7	6.20	31.4	0.785
0.95	1.47	20.3	5.60	29.8	0.709
0.90	1.63	17.3	5.03	28.3	0.636
0.85	1.83	14.6	4.48	26.7	0.567
0.80	2.07	12.1	3.97	25.1	0.503
0.75	2.35	10.01	3.49	23.6	0.442
0.70	2.70	8.14	3.04	22.0	0.385
0.65	3.13	6.52	2.62	20.4	0.332
0.60	3.68	5.12	2.23	18.8	0.283
0.55	4.38	3.95	1.88	17.3	0.238
0.50	5.30	2.97	1.55	15.7	0.196
0.475	5.87	2.54	1.40	14.9	0.177
0.45	6.54	2.16	1.26	14.1	0.159
0.425	7.33	1.82	1.12	13.4	0.142
0.40	8.28	1.52	0.993	12.6	0.126
0.375	9.4	1.25	0.873	11.8	0.110
0.35	10.8	1.017	0.760	11.0	0.0962
0.32	12.9	0.777	0.635	10.1	0.0804
0.30	14.7	0.641	0.558	9.42	0.0707
0.28	16.9	0.521	0.486	8.80	0.0616

* $\text{cm}^2/\Omega = l^2 \times C_t / \rho$ (l = 電流, C_t = 抵抗変化係数, ρ = 表面負荷 W/cm^2)

(続き)

右記鋼種については、下表の抵抗値・重量に右記変換値を乗じた数値でご参考ください。

鋼種	導体抵抗 20°C, Ω/m	体積抵抗率 20°C, cm ² /Ω	重量, g/m
Nikrothal® 20	0.913	1.095	0.987

(続き)

線径 mm	導体抵抗 20°C Ω/m	1Ωあたり面積 20°C cm ² /Ω*	重量 g/m	表面積 cm ² /m	断面積 mm ²
0.26	19.6	0.417	0.419	8.17	0.0531
0.25	21.2	0.371	0.388	7.85	0.0491
0.24	23.0	0.328	0.357	7.54	0.0452
0.23	25.0	0.289	0.328	7.23	0.0415
0.22	27.4	0.253	0.300	6.91	0.0380
0.21	30.0	0.220	0.274	6.60	0.0346
0.20	33.1	0.190	0.248	6.28	0.0314
0.19	36.7	0.163	0.224	5.97	0.0284
0.18	40.9	0.138	0.201	5.65	0.0254
0.17	45.8	0.117	0.179	5.34	0.0227
0.16	51.7	0.0972	0.159	5.03	0.0201
0.15	58.9	0.0801	0.140	4.71	0.0177
0.14	67.6	0.0651	0.122	4.40	0.0154
0.13	78.4	0.0521	0.105	4.08	0.0133

* cm²/Ω = I² × C_t / p (I = 電流, C_t = 抵抗変化係数, p = 表面負荷 W/cm²)

設計上の注意点

寿命

電熱線の寿命は、様々な要因に左右されます。特に、下記に示されるような条件、環境、仕様に関する要因を考慮することが重要です。

- 温度
- 温度変化サイクル
- 使用環境中の汚染物・異物
- 合金の化学組成
- 合金の不純物
- 電熱線・リボン寸法
- 表面の状態
- 使用雰囲気
- 機械強度
- 温度制御の方法

電熱製品が使用される環境は用途によって様々ですので、期待できる寿命は簡単には予測できません。特に下記のような要因で寿命は大きく影響を受けます。

耐酸化性

材料を加熱した際、電熱線表面には酸化物が形成されます。これによって、表面のさらなる酸化が妨げられ、性能を維持します。また、使用環境からのガス成分や金属イオンの拡散（浸透）に対する抵抗力も重要です、この効果を保つためには、酸化被膜自体が十分に緻密でなくてはなりません。さらに、温度変化の繰り返しに対しては、酸化被膜と下地の金属との密着性が重要です。

Kanthalシリーズの場合、1000°C以上で形成される酸化被膜は主にアルミナです。被膜の色は、温度が低いうちは、ライトグレー色で、温度上昇とともに徐々に黒くなっていきます。アルミナ被膜は、電気絶縁性に優れており、化合物に対する耐食性も良好です。

Nikrothalシリーズでは、主に酸化クロム (Cr_2O_3) 被膜が形成されます。被膜の色は比較的黒く、電気絶縁特性や、緻密さは、アルミナよりは劣ります。また、比較的蒸散しやすい特性もあります。

下記に、ASTM B 78 modifiedに基づくKanthalおよびNikrothalシリーズの寿命特性を示します。下表では、Kanthal A-1線の1200°Cでの耐久性を100%として、各鋼種の特性を相対的に表しています。

KanthalおよびNikrothalシリーズの、寿命比較表 相対値, % (ASTM-テストワイヤ径 0.7 mm)

鋼種	1100°C	1200°C	1300°C
Kanthal A-1	340	100	30
Kanthal AF	465	120	30
Kanthal AE	550	120	30
Kanthal D	250	75	25
Nikrothal 80	120	25	-
Nikrothal TE	130	25	-
Nikrothal 60	95	25	-
Nikrothal 40	40	15	-

1200°CでのKanthal A-1の数値を100%と設定

耐食性

使用環境中の腐食性物質および腐食性物質に成りうる成分は、電熱線の寿命を縮める大きな要因です。例えば、マウント部品やサポート部品のコンタミなどにも注意が必要です。また、人体皮脂や汗も腐食の原因となります。

スチーム

水蒸気が存在する環境での使用は一般に電熱線の寿命を縮めます。この影響はKanthalよりも、Nikrothalシリーズの方が影響が大きい傾向にあります。

ハロゲン

各種ハロゲン物質(フッ素、塩素、臭素、ヨウ素)の存在は、どのタイプの合金においても、比較的低い温度の場合でも腐食によって大幅に寿命を縮めます。

硫黄

硫黄を含む環境の場合、Kanthalシリーズの合金は、ニッケルクロム系合金より、大幅に優れた耐久性を示します。特に、硫黄分を含む酸化性ガス環境では良好な特性を示します。ただし、硫黄分を含む還元性ガスの場合は耐久性は落ちます。

一方、Nikrothalシリーズは、上記ニッケルクロム系合金であることから、硫黄を含む環境での使用には不適です。

塩類、および酸化物

アルカリ金属化合物、ホウ素化合物などは、特に高濃度では、どの電熱線合金においても、寿命を縮める影響があります。

熔融金属

熔融金属(亜鉛、黄銅、アルミ、銅など)は、電熱線合金と接した場合、化学反応を起こすため、何らかの保護をする必要があります。

セラミックサポート部品

電熱線と直接接して使用される、セラミックサポート部品には特別な注意が必要です。耐火レンガでは、アルミナ成分を少なくとも45%含有していることが必要です。高温での使用には、シリマナイト耐火物、高アルミナ耐火レンガの使用を推奨します。非晶性シリカ含有量もできるだけ少なくしてください。酸化鉄(Fe₂O₃)含有量も少ない方が理想で、可能であれば1%にしてください。

セメントへの、水硝子等の無機系バインダーの添加は避けてください。

絶縁充填材

アルミナ、アルミノシリケート、マグネシア、またはジルコニアなどの充填材コンパウンドを問題なく、KanthalおよびNikrothalシリーズでご利用いただけます。

最高使用温度と線径の関係(素材温度, 空气中)

鋼種	線径		
	0.15-0.40 mm °C	0.41-0.95 mm °C	1.0-3.0 mm °C
Kanthal AF	900-1100	1100-1225	1225-1275
Kanthal A	925-1050	1050-1175	1175-1250
Kanthal AE	950-1150	1150-1225	1225-1250
Kanthal D	925-1025	1025-1100	1100-1200
Nikrothal 80	925-1000	1000-1075	1075-1150
Nikrothal TE	925-1000	1000-1075	1075-1150
Nikrothal 60	900-950	950-1000	1000-1075
Nikrothal 40	900-950	950-1000	1000-1050

ヒーターエレメントの種類と用途例

組込み型(埋め込み型)

固形状、または粒状絶縁物質で、電熱線の周囲を完全に覆ったタイプのヒーターです。

金属管シースヒーター

シース温度700°C以下では、Kanthal Dが最も使用に適しています。それ以上の温度では、Nikrothal 80 または Nikrothal TE が適しています。

Kanthal シリーズの場合、NiCr系に比べ、下記のような利点があります。

- 比重が小さいため、同じ線径では軽量化が可能です。
- ヒーターエレメント全体にわたって均一な温度を得られます。また、短時間で所定の温度まで上げることができます。
- 体積抵抗率の、高温域での変動が少ないため、使用温度での電力の変動も一般のNiCr材より低く抑えられます。
- 表面負荷が高い条件での寿命が比較的長い。また寿命の予測もたてやすい。
- 長さあたり、比較的高い抵抗値が必要な場合でも、Kanthalであれば太い線径を選択でき、加工も容易です。
- 耐食性も良好です。

サポート型

電熱線は一般にコイルの状態で、電気絶縁体支持構造物の穴や溝に設置されます。

主に、Kanthal AE, Kanthal AF および Nikrothal 80 がこれらに適した鋼種です。

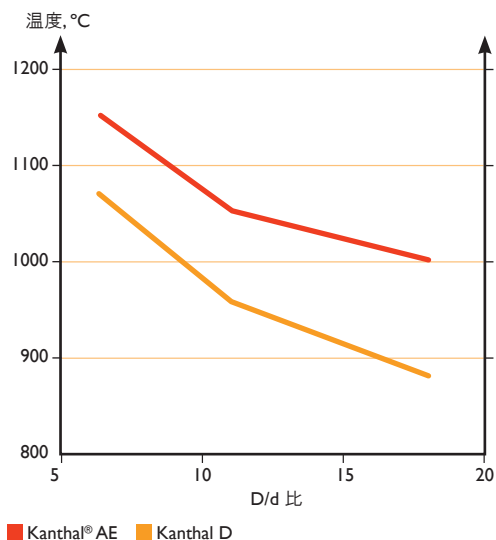
水平状態のコイルでは、使用中の変形を防ぐため、当資料記載の推奨温度より超えない温度で使用してください。

サスペンド型

電気絶縁体を支点到、電熱線をぶら下げたり、浮かせたりした構造のヒーターです。このため、電熱線には、自重による負荷がかかります。またデザインによっては、電熱線自身のばね力や、外部ばね部品からの力が働きます。

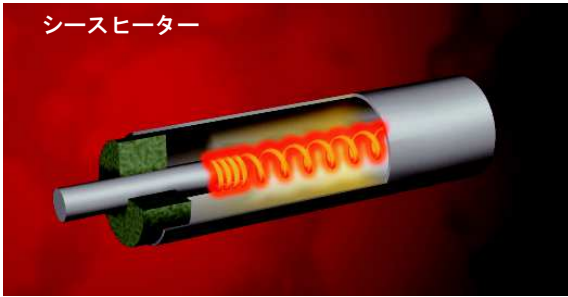
Kanthal D, Kanthal AF, Nikrothal 80 および Nikrothal 60 が最も適した鋼種の例です。

比率D/d値（電熱線コイル径D/線径d）の許容値と電熱線温度の関係（コイル支持構造）



組込み型

シースヒーター



特徴

コイル状電熱線を金属細管(シース)に組み込んだヒーターです。シースと電熱線の絶縁のため、MgO粒子(マグネシア)を充填します。細管には、円形だけでなく、楕円、三角形などの各種形状も使われます。端子のリード線は管両端から出しますが、片端のみから引き出す場合もあります(カートリッジタイプ)

主な推奨鋼種

Kanthal D : シース温度 <700°C

Nikrothal 80 または Nikrothal TE : シース温度 >700°C

表面負荷

ワイヤ : 一般的にエレメントの表面負荷の2-4倍
エレメント : 2~25 W/cm²

主な用途

加熱調理機器 : ホットプレート, オープン, グリル, トースター, フライヤー, 炊飯器等.

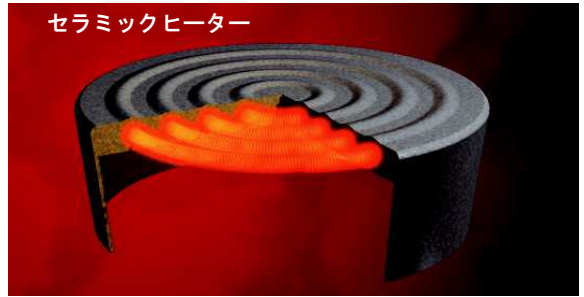
その他家事家電 : 電気湯沸し器, 浸漬ヒーター, コーヒーメーカー, 食器洗い機, 洗濯乾燥器等.

暖房器具 : 放射ヒーター, 蓄熱ヒーター.

他 : アイロン, オイルヒーター, グロープラグ, サウナヒーター.



セラミックヒーター



特徴

電熱線を、焼成前のセラミックに埋め込み、その後で焼き固めたタイプのヒーターです。焼成済みセラミックの溝(穴)に後で埋め込むタイプもあります。

主な推奨鋼種

Kanthal A : 比較的高温で使用する場合.

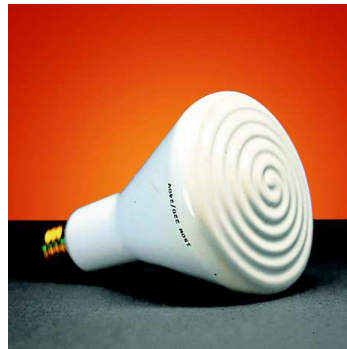
Kanthal D : その他一般.

表面負荷

ワイヤ : 5~10 W/cm²

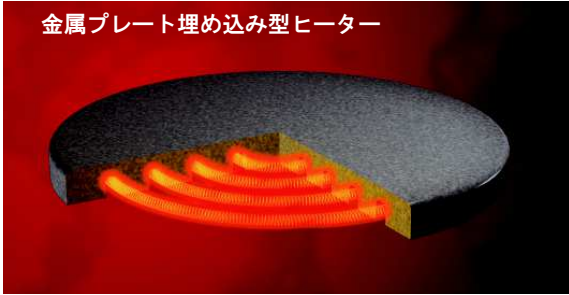
主な用途

パネルヒーター, 遠赤外線ヒーター, アイロン, セラミックポット他.



組込み型

金属プレート埋め込み型ヒーター



特徴

コイル状電熱線を、絶縁パウダーとともに、金属プレート溝部に埋め込んだタイプのヒーターです。

主な推奨鋼種

Kanthal D.

表面負荷

ワイヤ: 4~20 W/cm²

主な用途

アイロン、鋳鉄プレートヒーター、保温プレート、電気やかん、オーブン等。

カートリッジヒーター



特徴

直線状、またはコイル状の電熱線を、セラミック管に通して巻きつけたタイプのヒーターです。MgO粒子を充填して、外部金属管と絶縁します。リード線は片端から取り出します。

主な推奨鋼種

Nikrothal 80 (直線状の場合)
Kanthal D (コイル状の場合)

表面負荷

管表面: 10~25 W/cm², 直線使用時。

その他: 約5 W/cm²

主な用途

金型、加熱プレート、冷蔵庫等。



組込み型

コードヒーター



特徴

ガラス繊維などの芯線に、電熱線を巻きつけ、外周をPVCやシリコンで被覆したヒーターです。グラスファイバー被覆の場合はさらに高い温度での使用が可能です。さらにこのコードヒーターを、線状や撚り線状にして、アルミチューブに挿入して使う場合もあります。

主な推奨鋼種

Kanthal D.
Nikrothal 40 および Nikrothal 80.
Cuprothal 30, Cuprothal 10 および Cuprothal 49.

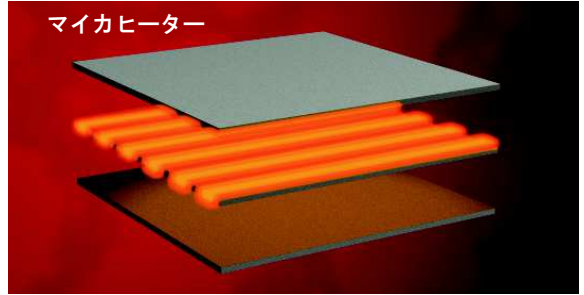
表面負荷

ワイヤ : <math> < 1 \text{ W/cm}^2 </math> (PVCおよびシリコン被覆線),
2~5 W/cm² (グラスファイバー被覆線)

主な用途

冷蔵庫の霜取, 防露用ヒータ, 電気毛布, カーシートヒーター, フロアヒーター等.

マイカヒーター



特徴

絶縁体であるマイカ(雲母)の板, 管に, 電熱線・電熱リボンをはさんだタイプのヒーターです。これをさらに, 金属シースに封入して使われる場合もあります。

主な推奨鋼種

Kanthal D.
Nikrothal 80.

表面負荷

ワイヤ : 2~10 W/cm²

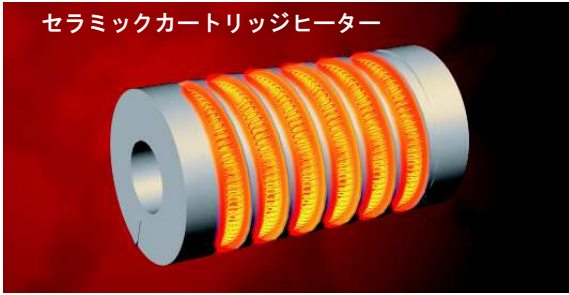
主な用途

アイロン, 湯沸しポット,
プラスチック金型ヒーター, はんだごて等.



サポート型

セラミックカートリッジヒーター



特徴

円柱状のセラミック成型品の穴や溝に、電熱コイルを設置して使うタイプのヒーターです。これを金属保護管に入れ、一方から端子リードを取って使われる場合もあります。

ヒーターが直立状態で使われる場合、コイルのサギング(垂れ下がり)防止策を施して設計される場合もあります。

主な推奨鋼種

Kanthal A, または Kanthal D (水平型)

Nikrothal 80

(直立での使用で、サギングが問題になる場合)

表面負荷

ワイヤ : 3~6 W/cm²

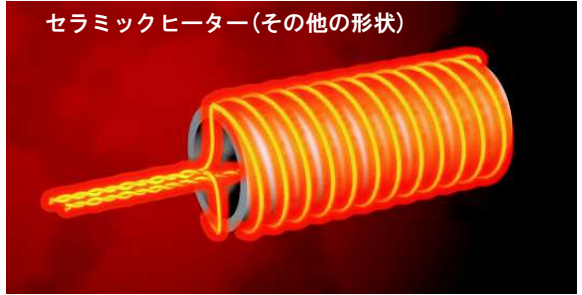
エレメント : 2~5 W/cm²

主な用途

液体加熱装置、蓄熱ヒーター等。



セラミックヒーター(その他の形状)



特徴

電熱線を、線のまま、またはコイル状で、セラミック成型品の表面に巻いたタイプのヒーターです。セラミック部材は、管状だけでなく、板状、ロッド、円柱など、様々な形状が使われます。

主な推奨鋼種

Kanthal A, Kanthal AF および Kanthal D.

Nikrothal 80 (細棒用)

表面負荷

ワイヤ : 3~9 W/cm²

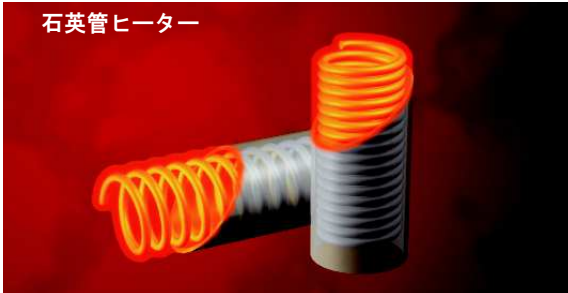
主な用途

加熱プレート、エアガンヒーター、ホビー用キルン、放射ヒーター等。



サポート型

石英管ヒーター



特徴

電熱線を、コイル状またはポーキュパイン状にして、石英管の中に納めたタイプのヒーターです。セラミック管を使う場合もあります。

ヒーターエレメントを垂直で使う場合や、角度のある状態で使う場合、電熱線は密に巻いておくことと、予備酸化させておく必要があります。水平使用の場合、相対ピッチは1.2-2.0としてください。

主な推奨鋼種

Kanthal AF および Kanthal AE.

表面負荷

ワイヤ : 2~8 W/cm²
エレメント : 4~8 W/cm²

主な用途

赤外線ヒーター、トースター、オープン、グリル、赤外線ドライヤー等。



ビード保護タイプコイルおよび撚り線ヒーター



特徴

電熱線コイルまたは撚り線をセラミック部材で絶縁したものです。セラミック部材を電熱線と共に、すだれ状につなげることで、フレキシブルパネル状ヒーターとして使われます。

主な推奨鋼種

Kanthal D.
Nikrothal 80 (主にパネル状)

表面負荷

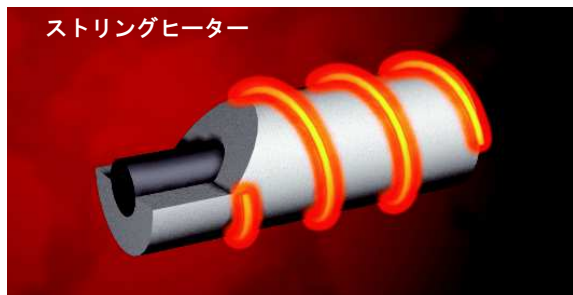
ワイヤ : 1~8 W/cm²

主な用途

溶接部材の、現場アニール用ヒーター、パネルヒーター、金属・ガラス製造プロセスでの各種ヒーター他。



サポート型



特徴

電熱線を、絶縁物を介して、鉄線やガラス繊維コードに巻きつけたヒーターです。

主な推奨鋼種

Kanthal D.

表面負荷

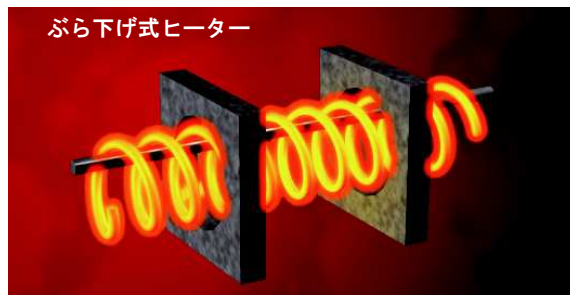
ワイヤ : $<10 \text{ W/cm}^2$.

主な用途

固定式ドライヤー等



サスペンド型



特徴

電熱線コイルを、間隔を置いてセラミック部材で支持したものです。コイル破断によるずれ落ちを防ぐため、ガラスファイバーコードをコイルに通す場合もあります。

主な推奨鋼種

Nikrothal 80 および Nikrothal 60.

Kanthal D および Kanthal AF (主にワイヤ温度 600°C 以下で、サギング(垂れ下がり)が問題無い場合).

表面負荷

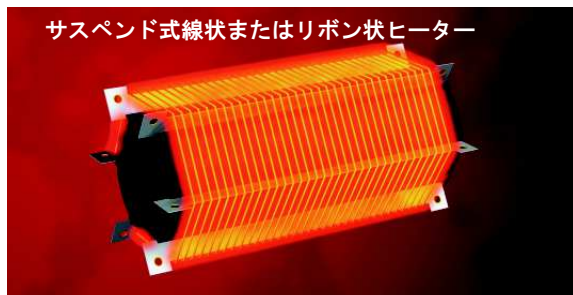
ワイヤ : $7\sim 8 \text{ W/cm}^2$ (強制対流の場合)
 $3\sim 4 \text{ W/cm}^2$ (自然対流の場合)

主な用途

洗濯乾燥機, ファンヒーター等.



サスペンド型



特徴

電熱線・リボンを、弾性支持部品、固定支持部品に張った構造のヒーターです。弾性支持部品では、電熱線は、昇温とともに、スプリング力で直線に保たれます。固定支持部品は比較的低温の用途に使われます。この場合、電熱線は熱膨張係数が低い方が有利です。

主な推奨鋼種

Kanthal A および Kanthal AF (低熱膨張率).
Nikrothal 80.

表面負荷

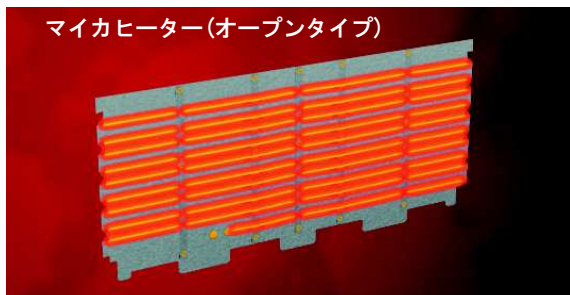
ワイヤ : 4~12 W/cm²

主な用途

放射ヒーター, コンベクション(対流)ヒーター, ヘアドライヤー等.



サスペンド型



特徴

線状または波状に加工した電熱線やリボンをマイカ板に片面または両面に巻いたヒーターです。一般に、電熱リボンが多くこの用途に使用されます。

主な推奨鋼種

Nikrothal 80 および Nikrothal 60.
Kanthal D および Kanthal AF.

表面負荷

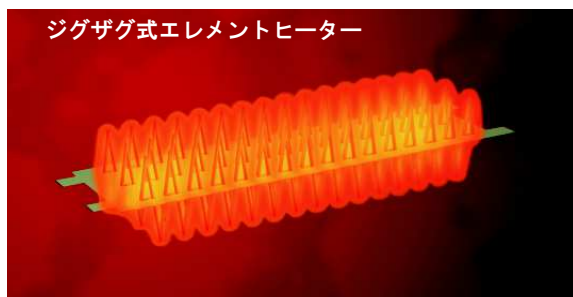
ワイヤ : 4~7 W/cm²
トースターの場合 : <13 W/cm²,巻線エレメント.

主な用途

トースター, コンベクションオープン, 熱帯魚飼育装置用ヒーター等.



サスペンド型



特徴

高低差のある波状にリボンを成形し、マイカシートで支持したタイプのヒーター。放射状デザインも使われます。

主な推奨鋼種

Kanthal D および Kanthal AF.
Nikrothal 40.

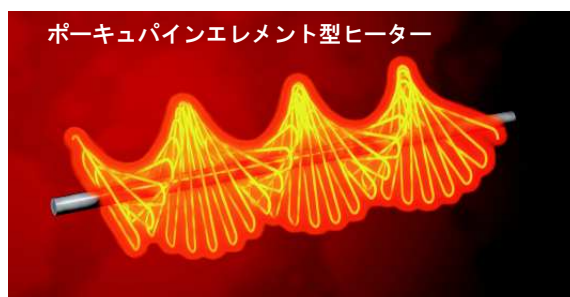
表面負荷

ワイヤ: 9 W/cm^2

主な用途

ファンヒーター、コンベクションヒーター等。

サスペンド型



特徴

熱効率を最大に高めるために、全方位にエアピン状突起部が向くよう設計されたヒーターです。中心部で、ロッド状もしくは管状の絶縁体支持部品で支持されます。

主な推奨鋼種

Kanthal AF.
Kanthal AE (線径 $< 1 \text{ mm}$).
Nikrothal 80.

表面負荷

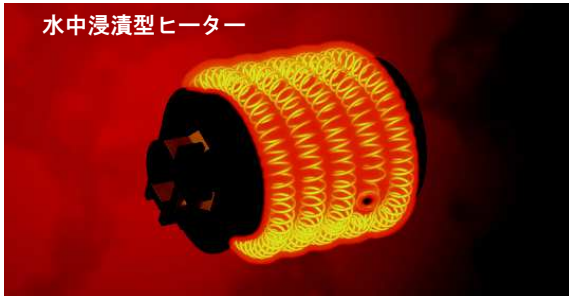
ワイヤ: 4 W/cm^2 (自然対流下).
トースター: 12 W/cm^2 (強制対流環境下)

主な用途

エアガンヒーター、放射ヒーター、コンベクションヒーター、タンブルドライヤー、各種オープン他。



サスペンド型



特徴

樹脂製の支持部品に電熱線コイルを巻いたタイプのヒーターです。水を直接加熱します。

主な推奨鋼種

Kanthal D および Kanthal AF.
Nikrothal 80.

表面負荷

ワイヤ : 20~60 W/cm² (水流により異なります)。

主な用途

飲料水加熱用器具, シャワー温水機, スチーム発生装置等。



ヒーターエレメントの設計

ヒーターエレメントとは、電熱線とそれを保持する部品および接続する部品の集まりと定義されます。ヒーターエレメントは家庭電化製品、工業用製品の両方で使われます。家庭用電化製品では、調理コンロ、湯沸し、アイロン、暖房器具だけでなく、電気毛布、観賞魚飼育器具、サウナ、はんだごてなど、比較的特殊な製品にも広く使われています。また工業用途では、熱処理炉、乾燥機、自動車シート、防曇ガラスなどに使われています。

これらの用途に使われるヒーターエレメントの設計においては、適切な電熱特性、適切な材料コスト、および製造コスト、また十分な寿命特性、安全性も重要な特性となります。これらの特性は、中には相反する場合もあります。長寿命で安全な設計には、ゆっくりとした温度変化、比較的低温での使用が適していますが、この場合、必要な温度に達するまでの時間がかかったり、材料コストが上がったりすることになります。

家庭用電化製品で特に重要な特性は安全性です。人体やまわりの製品に被害を与えないようにすることが必要です。また製品の仕様が、各国の法規で定められている場合もありますので、設計はこれらに従う必要があります。

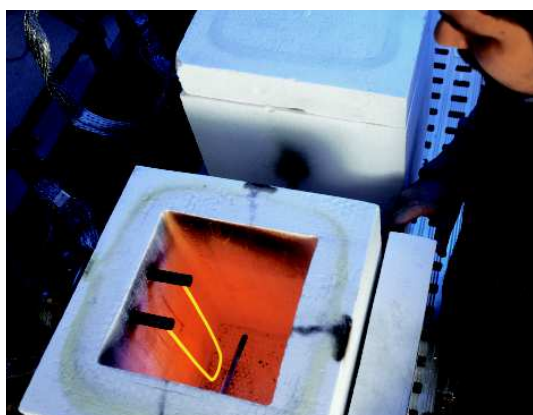
適切な設計をされたヒーターエレメントの寿命は、使用される電熱線の材質やサイズに大きく依存します。当社の鉄・クロム・アルミ合金、およびニッケルクロム合金は高温域での使用において、長寿命を達成できる、優れた性能を発揮します。一般に、電熱線の寿命は、線径が大きいほど、また使用温度が低いほど伸びることができます。

電熱線温度

組み込み型、およびサポート型のヒーターエレメントでは、電熱線温度はワイヤとエレメント両方の表面負荷に影響されます。ただし、サスペンド型では、ヒーターエレメントの表面負荷の定義は難しいと言えます。表面負荷に加え、周囲の温度、熱の放散、含まれる物質の種類と位置なども、電熱線温度に影響をおよぼすため、これらを考慮した設計が必要です。



ヒーターエレメントの寿命試験



4 mm ワイヤの寿命試験



物性測定試験

表面負荷(ワット密度)

ヒーターエレメントの設計では、電圧、定格電力などの仕様をもとに、電熱線表面の表面負荷(ワット密度)が算出されます。当資料には推奨される表面負荷の値をある程度の範囲で示しております。この範囲でどのような値を選択するかは、ヒーターエレメントに求める特性によって変わってきます。同じ電圧、電力でも、細い径の電熱線を使用する場合は、設置スペースは小さくなりますが、表面負荷が高くなり、同じ温度で、太い線径を用いる場合より寿命が短くなります。一方、表面負荷が決まっていれば、定格電力をこれで割って、必要な電熱線表面積が得られます。

表面積および抵抗値

昇温前の導体抵抗値を決めることで、表面積をもとに、 1Ω あたりの表面積が決まります。この値より、当資料掲載の表をもとに、適した線・リボンのサイズを探ることができます。

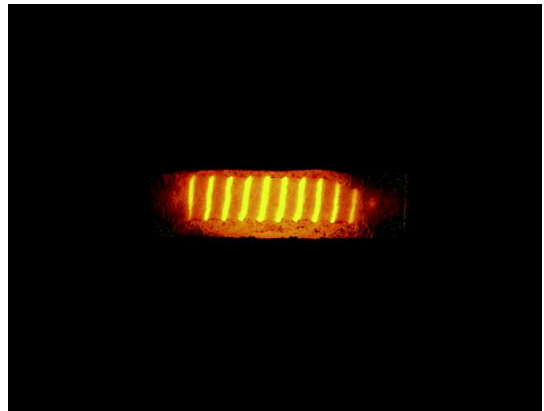
コイルの設計

コイルの設計においては、加工性の可否を推測するために、コイルの直径と線径の関係、 D/d 値を考慮することが必要です。この値の推奨値は、5-12の範囲です。コイルの長さから、コイルのピッチを計算できます。ピッチは、線径の2~4倍が一般的な値です。また石英管ヒーターでは、より小さなピッチも使われます。このような緻密に巻いたコイルでの使用には、予備酸化を施した、KanthalシリーズのFeCrAl系鋼種が適しています。

セラミック支持体に設置する直線タイプの電熱線や、多くのタイプのサスペンド型ヒーターでは、ワイヤの長さはこれらの設計寸法からある程度特定のサイズに決められてしまいます。抵抗値とワイヤの長さから、表をもとに、必要な線径を求めることができます。なお、リボン材の場合に、計算から得られた表面負荷が非常に高くなった場合、幅を広く、厚さを薄くすることで、断面積を保ったまま表面負荷を抑えられます。

金属管シースヒーターエレメント

一般に、金属管シースヒーターエレメントの熱特性計算は複雑です。これは、エレメントの圧縮加工によって、抵抗値が10~30%程度減少するためです。このようなヒーターの設計では、先に、金属管の表面負荷が決められます。ワイヤの表面負荷は通常、この2~4倍です。その後、電圧と定格電力から、抵抗値を計算しますが、これは加工後の数値を考慮して、10~30%高い値である必要があります。ヒーターエレメントの圧延加工によって、管の全長が長くなるとともに、ワイヤ表面積は2~7%減少します。



ヒーターエレメント管内の赤熱状態のコイル

スプールの取扱いについて

はじめに

出荷時、電熱線のスプールは横置きにしています。スプールに巻きつけているワイヤーが緩んだりすることのないように、この向き以外での保管や輸送は避けてください。巻きつけてあるワイヤーの端には引張のテンションがかけられていますので、これを緩めないでください。端のテンションを解放するとスプールが緩んでワイヤーがほどけるなど問題が発生する恐れがあります。

保管

保管は、自由に転がることの無いように輪止めのある棚やラックに横向きに一段積みで保管してください。フランジが別のスプールのワイヤーに触れるような状態で積み重ねることは避けてください。棚やラックの中でぐらついたりすることの無いように、またフランジが別のスプールのワイヤーに触れないように整理して保管してください。低温で保管している場合は、使用される環境の温度でのテンションに調整されるように、24時間前に使用される環境に移動して放置されることを推奨します。

ローディング/送装置へのセッティング

線が緩む問題の原因として一番多いのがこの時に発生するものです。下記の点に注意し、取り扱ってください。

- ・スプールを取り扱う時はフランジを持ち、ワイヤーの表面を素手で触れないでください。
- ・スプールを動かす時は横置き状態を維持して下さい(立てて動かさないでください)
- ・スプールのフランジを別のスプールのワイヤーの表面に触れさせないでください。
- ・機械にセットする時は、ワイヤーの端をほどかずに、荷受け時の状態で行って下さい。ワイヤーの端はフランジに止めるか、結んでおいてください。
- ・スプールを装着したら結びをほどきますが、設備にワイヤーを通すまではテンションをキープしてください。また、可能な限り、横置き状態でほどいてください。
- ・磁気または摩擦によるブレーキを使用してバックテンションをかけ、バックテンションは適切なレベルを維持してください。ブレーキは、ワイヤーを送り出すときに滑ったり引っかかりたりしないようにしてください。
- ・スプールは、ワイヤーを送り出して使用するにしたがってその重量ならびに外径が変わってきますので、バックテンションの調整が必要です。送り出しの速度にもよりますが、使用開始後10分、さらにその後少なくとも1時間に1回の調整が必要です。
- ・最適なバックテンションがかかっていることを確認するために、テンションメーターの使用を推奨します。
- ・送り出し装置が連続的に正常に作動しない場合は、テンションの確認等、メンテナンスを行ってください。
- ・一旦装置に載せたスプールは使い切ることを推奨します。何らかの理由で装置を止める場合は、その装置が停止中もテンションを維持する設計になっている必要があります。
- ・停止中のバックテンションの維持が不可能な場合は、スプールを取り外し、テンションを解放することなくワイヤーを固定して下さい。

返品時の梱包方法

スプールの返品時は、納入時の状態に再梱包して下さい。ワイヤーの端はフランジに結び付けるかテープで固定して下さい。その後、ビニール袋に入れて箱に梱包して下さい。適切な再梱包がなされていないと、巻き不良の評価ができない場合があります。

MEMO

MEMO

サンドビックについて

サンドビックは、世界規模で活動するハイテクノロジー企業です。47,000の社員が、130ヶ国の拠点で活動しています。

サンドビックは、主に5つの事業分野で製品・サービスを提供しています。その多くはグローバルニッチな特徴ある製品です。事業部門：サンドビックマイニング、サンドビックマシニングソリューション、サンドビックマテリアルテクノロジー、サンドビックコンストラクション、およびサンドビックベンチャー。

サンドビックマテリアルテクノロジーについて

サンドビックマテリアルテクノロジーでは、先進の金属材料、おもにステンレス、および特殊合金を中心とした製品・サービスを提供しています。腐食、高温など、使用環境が非常に厳しい条件下で、優れた特性を発揮する特徴ある製品群を持っており、将来のための研究開発・設備投資も継続して行っています。

カンタルは、サンドビックの製品ブランドのうちの一つです。電熱材料の代名詞として古くから知られており、熱に関わる技術の発展に貢献します。Sandvik, Kanthal, Nifethal, Nikrothal, Alkrothal および Cuprothal は、Sandvik Intellectual Property AB所有の商標です。

品質管理

サンドビックマテリアルテクノロジーでは、国際的な品質管理システムの承認を得ています。

主な承認規格：ASME Quality Systems, ISO 9001, ISO/TS 16949, ISO 17025 および PED 97/23/EC。また、製品・工場の承認についても、TÜV, JIS, DNV および Lloyd'sなどの承認を得ています。

環境、健康、安全に対する取り組み

自然環境、健康、安全に配慮した活動は何事に対しても、最優先される課題です。当社では、ISO 14001 および OHSAS 18001 などの承認のもと、製品・サービス・製造方法などの改善を日々行っています。

本資料記載のデータは、ご参考としてのみご利用下さい。また同等規格でも、当社以外の製品には適用されません。記載データの誤った使用等によって生じた損害については、責任を負いかねますのでご了承ください。本資料掲載のデータは、予告なく変更される場合がありますので、あらかじめご了承ください。

在庫・注文・その他お問合せ先

鈴木鋼材株式会社

〒542-0062 大阪市中央区上本町西3丁目2番3号

TEL 06-6761-3486 FAX 06-6768-8820

<http://www.suzukikozai.co.jp/about/index.html>

カンタル線、ニクロタル線につきましては下記サイトで、
在庫情報を24時間閲覧いただけます。

<http://www.suzukikozai.co.jp/zaiko/bunrui.htm>



製造

サンドビックマテリアルズテクノロジーージャパン株式会社

大阪営業所

〒532-0003

大阪市淀川区宮原5-1-18 新大阪第27松屋ビル14F

TEL(06)7656-9240 FAX(06)7659-1370