



シーズヒーター



河合電器製作所のシーズヒー

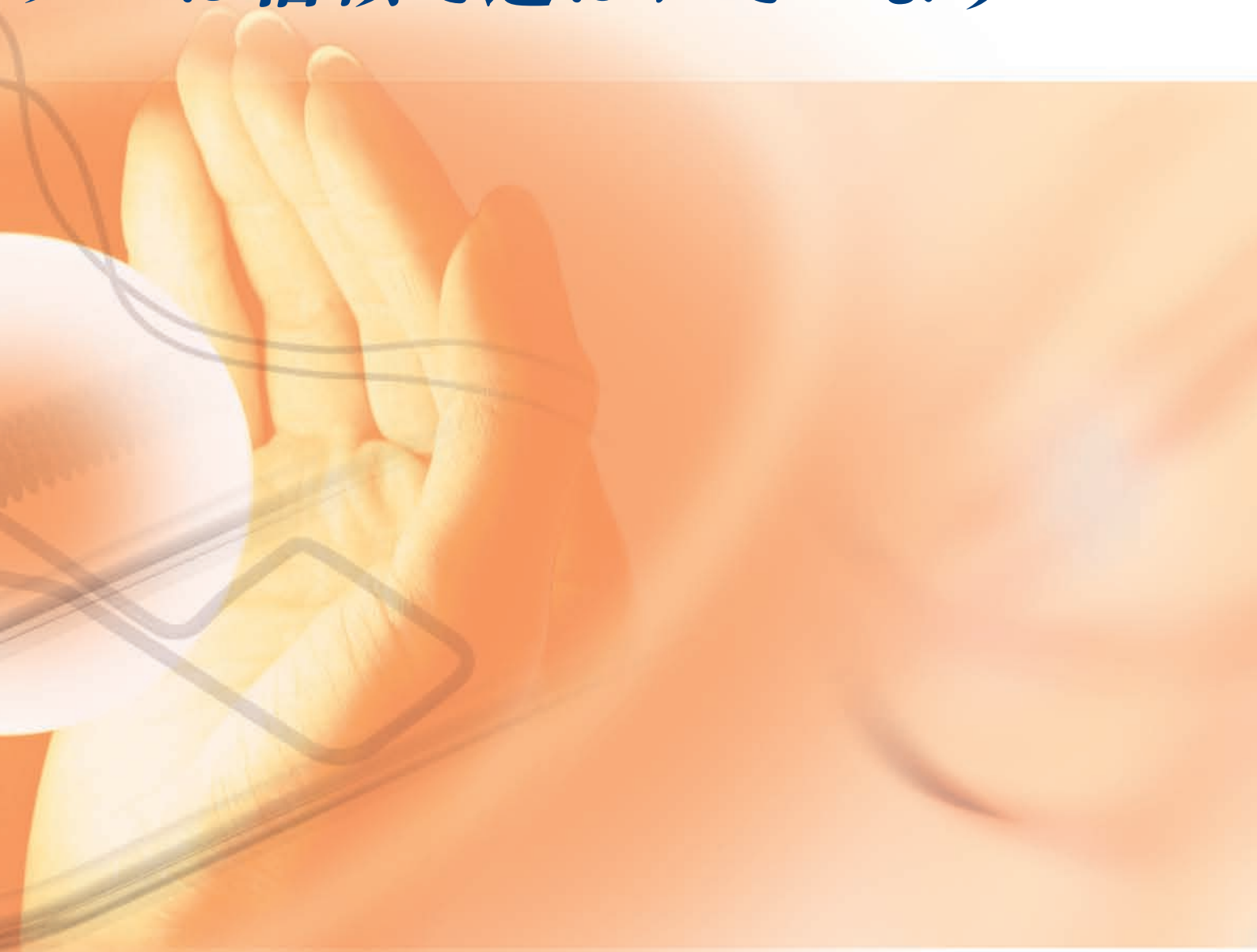
シーズヒーターは創業以来、私たち河合電器製作所が
様々なお客様に提供してきたヒーターです。

永年の間、多くの要求・要望に応えるために力を注ぎ、
技術、ノウハウ、データを蓄積しながらお客様の
満足できる製品を作り上げてきました。

家庭用電化製品向けの大量生産から
工業用小口生産まで幅広い実績を誇っています。

豊富な知識と技術を蓄えた河合電器製作所の
シーズヒーターは「**KAWAI**」のブランドとして
確かな地位を得ています。

ターは信頼で選ばれています



河合電器製作所のシーズヒーター

シーズヒーターはヒーターの中で最も製品寿命が長く、金属パイプ(メタルシース)の中心に発熱コイル(ニッケルクロム合金線)を挿入し、金属パイプと発熱コイルの隙間をMgOパウダー(マグネシア)で固めた直管状の構造となっています。

発熱コイル

発熱コイルは最高級のニッケルクロム合金線(Ni80 Cr20)を使用し、シースの中心に配置することによりシースとの距離が一定なので、耐電圧に優れています。

ターミナルピン

ヒーターの電極となる部分で、非発熱部(コールドエンド)となります。

金属パイプ (メタルシース)

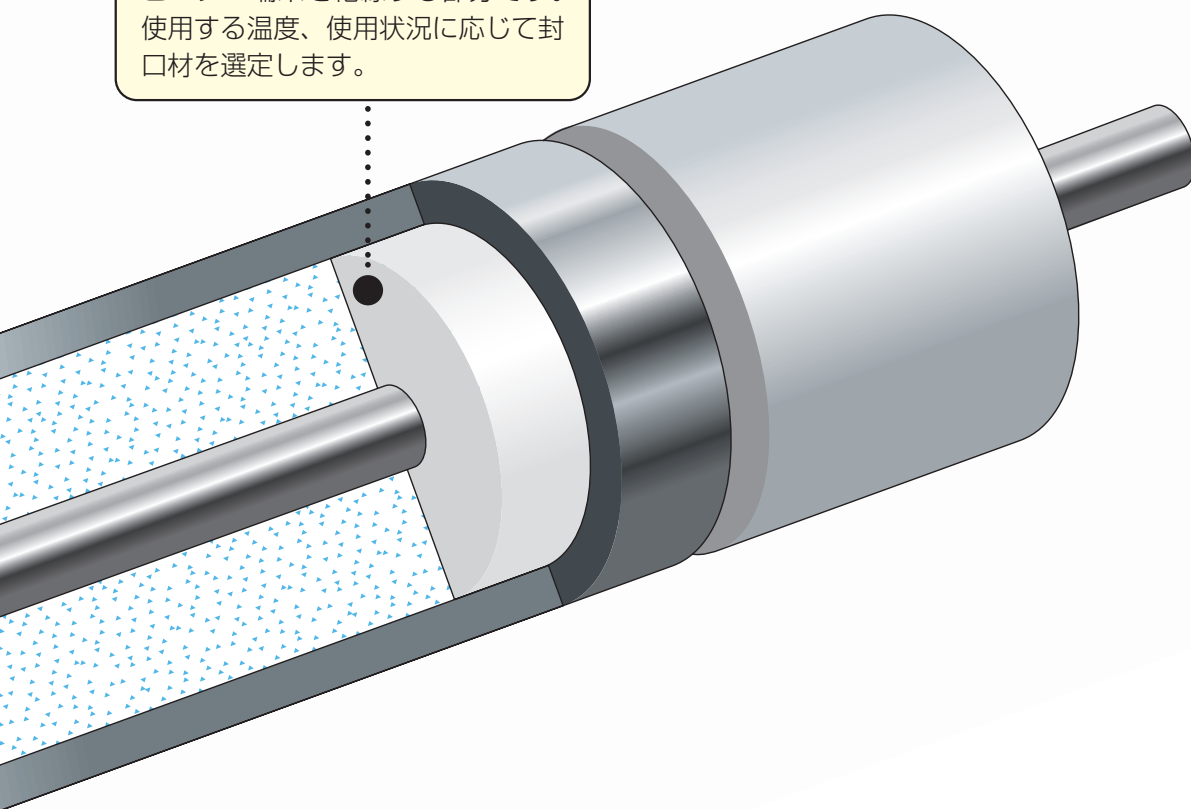
伝導してきた熱を放出する部分です。使用する状況、雰囲気に応じてシースの種類を選定します。

MgOパウダー (マグネシア)

最高の熱伝導と高温絶縁特性の優れた高純度MgO層は発熱コイルから発生する熱を独特の熱移動効果によって外部シースへと伝導させます。

端末封口材

ヒーター端末を絶縁する部分です。
使用する温度、使用状況に応じて封口材を選定します。



河合電器製作所のシースヒーターの特長

●耐食性●

水用、塩水用、特殊環境用等に対応した表面処理ができます。

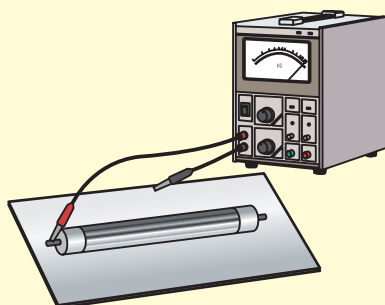
腐食に強いヒーターを
製作可能



●絶縁性●

特殊な封口処理により湿気の侵入を防ぎます。

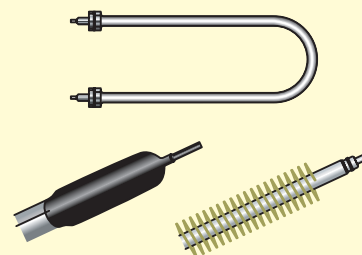
絶縁性の低下を防止



●加工品多種●

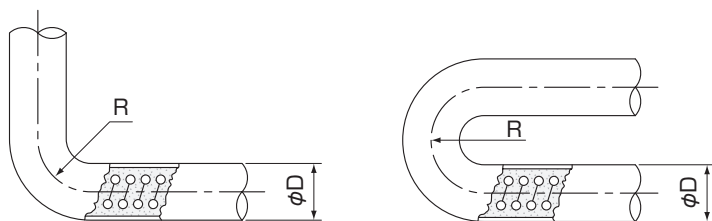
曲げ加工、防水加工、フィン巻き加工ができます。

優れた応用性



シースヒーターの仕様

● 使用シース材料と曲げR (半径)



L 曲げ (90° 曲げ)

U 曲げ (180° 曲げ)

シース材料	最小曲げR	
	L 曲げ	U 曲げ
NCF800相当品	φD×2.5	φD×3.0
ステンレス SUS321 SUS316L	φD×2.0	φD×2.3
鉄(銅メッキ鋼管)	φD×2.0	φD×2.3
アルミ・銅	φD×2.0	φD×2.5

● シース材質別最高使用温度及び電力密度

シース材質	許容温度 (°C)	電力密度 (W/cm ²) 参考			ヒーター用途
		無 風	送 風	水 中	
NCF800相当品	850	7	8	—	高温用
SUS321	760	4	5	—	空気加熱用
SUS316L	760	—	—	8	水用、油用
鉄(銅メッキ鋼管)	400	—	—	—	油用、鑄込み用 →P.11参照
銅	200	—	—	12	水用
アルミ	300	—	—	—	鑄込み用 →P.11参照

※ — 印は通常使用致しません。

電力密度とは

シースヒーターの設計の基本の数値であり、シースヒーター発熱部における単位面積 (cm²) あたりの負荷 (W) を電力密度と呼び、W/cm² の単位で表します。

電力密度はシースヒーターの表面温度を決定し、耐久性を左右する最大の要因となります。可能な限り低い電力密度に設計することが重要です。

$$\text{電力密度 (W/cm}^2\text{)} = \frac{\text{消費電力 (W)}}{\text{有効発熱長 (cm)} \times \text{ヒーター外径 (cm)} \times \pi}$$

● 使用状況とシースの選定

呼び径 (mm)	長さ (mm)		高温仕様 NCF800相当品	標準品 SUS321	SUS316L	その他の使用状況 (水用等)			
	最小	最大				銅メッキ鋼管 STKM11A相当品	鉄 STKM11A相当品	銅 C1220	アルミ A1100
φ5.3	250	1500	○	○	○	—	—	—	—
φ6.5	250	3500	○	○	○	○	○	○	○
φ8	250	3500	○	○	○	○	○	○	○
φ10	250	3500	○	○	○	○	○	○	○
φ12	250	3500	○	○	○	○	○	○	○
φ14	250	1700	—	○	○	○	○	○	○
φ16	250	1700	—	○	○	○	○	○	○

※ — 印はご相談下さい。

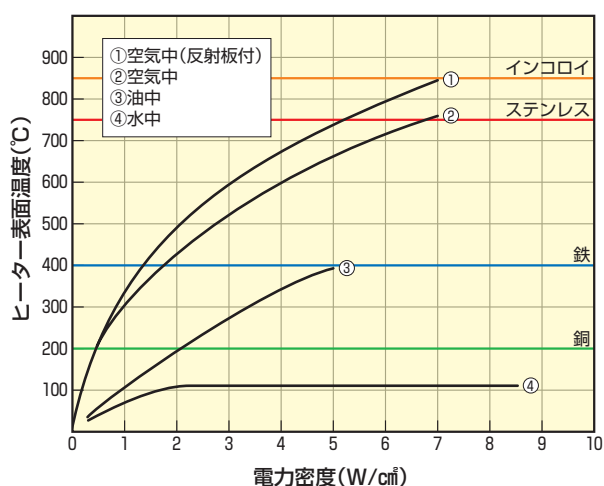
● 端末封口材とシール方法

	シール材質	シール部温度
ガラスシール	ガラス	200℃以下
エポキシシール	エポキシ	150℃以下
シリコンシール	シリコン	200℃以下

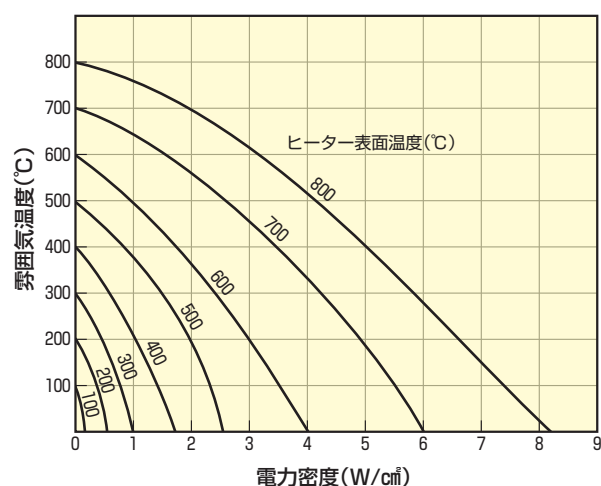
※使用状況をお教え下さい。



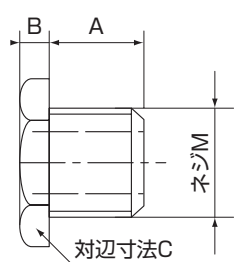
● 用途別の電力密度と表面温度の関係グラフ



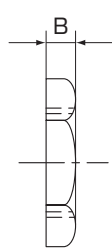
● ヒーター表面温度別 雰囲気温度と電力密度の関係グラフ



● ブッシング及びロックナット寸法一覧表



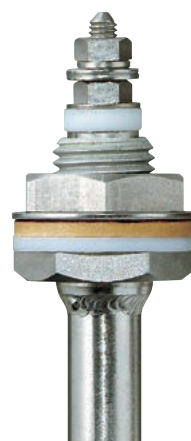
ブッシング



ロックナット

ヒーター径 (mm)	M	A	B	C
φ6.5	M12 P1.5	16	4.0	19
φ8.0	M14 P1.5	16	4.0	21
φ10	M16 P1.5	18	4.5	23
φ12	M18 P1.5	20	5.0	26
φ14	M20 P1.5	22	5.0	29
φ16	M22 P1.5	24	6.0	32

材質：真鍮、またはステンレス

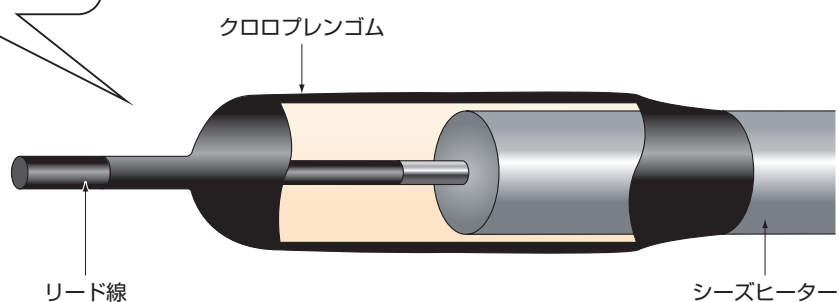
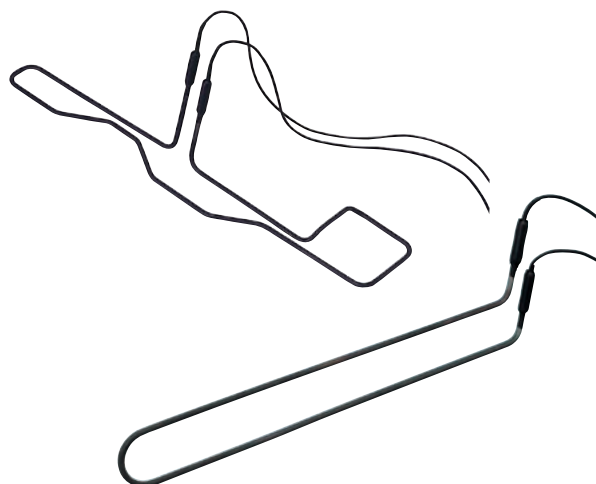


● 特別付属品として、平座金及びガスケットを用意しております。

シーズヒーターの応用製品

デフロストヒーター

シーズヒーターの端子部分を独自に配合したクロロブレンゴムで覆った(モールド)ヒーターです。
急冷、急熱にも安心して使用できます。
振動衝撃に強く完璧な防水性をもったヒーターです。
用途はエアコン、ショーケース、冷凍庫等の霜取り(デフロスト)に利用されています。

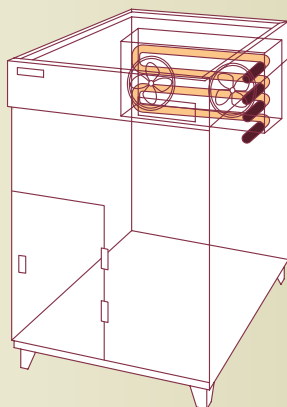


水のかかる環境にも耐える仕様を選定!!

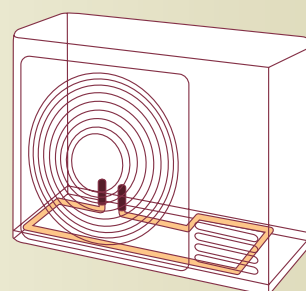
用 途	モールド材質	使用可能雰囲気温度
防 水	クロロブレンゴム	-60～90℃
防 滴	シリコンゴム	-55～180℃

● 使用例

■ 冷凍庫



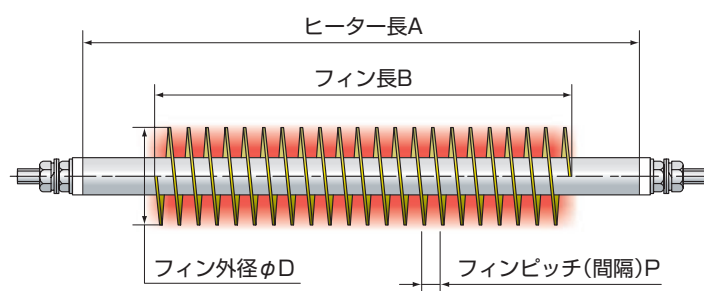
■ エアコン



フィンシーズヒーター

フィンシーズヒーターは、シーズヒーターの周囲に、放熱効果の最も優れた方法としてフィン(フープ状金属板)を巻き付けたものです。

送風加熱を主目的として設計されたヒーターのため、表面温度を低く抑えることができ、用途はあらゆる空気加熱の分野で利用されています。



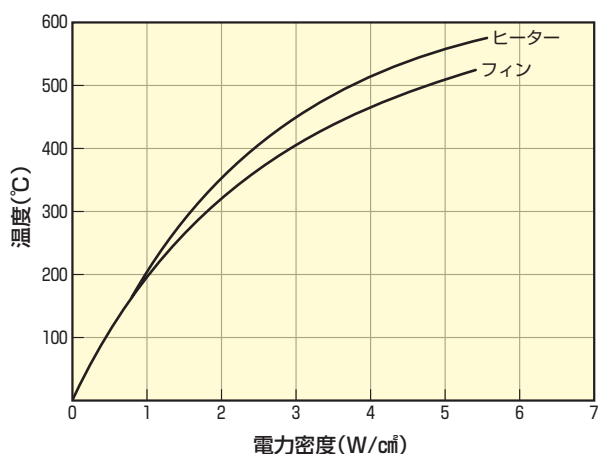
● 仕様

ヒーター外径	最大A	最大B	φD	P	フィン厚み	シーズ材質	フィン材質	最小曲げR
φ5.3	1500	1450	17.3	4	0.3	SUS321	SUS304	18
φ6.5	1500	1450	18.5	4	0.3	SUS321	SUS304	18
φ8.0	1500	1450	20	4	0.3	SUS304	SUS304	20
φ10	2000	1950	26 30	4	0.3	SUS304	SUS304	25
φ12	2500	2450	24 32	4	0.3	SUS304	SUS304	30

● データ

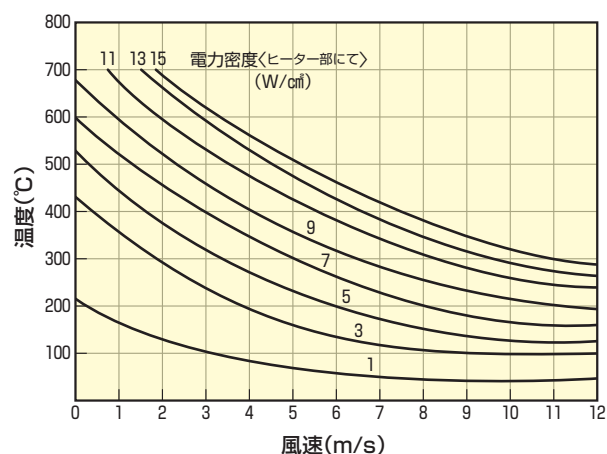
〈φ12mmシーズヒーター、フィン外径φ24mm〉

電力密度によるヒーター部及びフィン部の温度(無風状態)



〈φ12mmシーズヒーター、フィン外径φ32mm〉

フィンシーズヒーターの表面温度と風速及び電力密度との相関



シースヒーターの応用製品

投入ヒーター

投入ヒーターは液体または気体を直接加熱するためのヒーターです。被加熱物中に直接投入して使いますので熱エネルギーは100%液体や気体に変換されます。用途は水や油だけでなく空気やガス、低温熔融金属に至るまで幅広く利用されています。

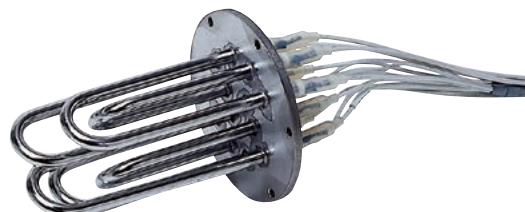
構造はシースヒーターにフランジ、ブッシング、プラグといった金具を取り付けてあります。取り付け方法は高圧力下でも使用できる溶接と水加熱専用ではカシメによる気密方法があります。設計に際しては溶液中の物質の特性やシース、取り付け金具の材質、電力密度など技術的判断が必要となりますのでご相談下さい。



フランジ型投入ヒーター

フランジ型投入ヒーターは、ヒーターに板フランジが溶接されたもので、特に気密性を要する箇所や、高圧力がかかる場合に多く用いられています。フランジはJISフランジ以外の特殊形状に設計することができ、これに温度制御用センサーバルブの取り付けも可能です。

安全増防爆形投入ヒーターも製作します。



→P.15へ

ブッシング付投入ヒーター

ブッシング付投入ヒーターはシースヒーターにネジブッシングを溶接したものです。

タンク等の容器の底や側面に穴をあけるだけで、簡単に使用することができます。



→P.16へ

プラグ型投入ヒーター

プラグ型投入ヒーターは、ガスネジプラグにシースヒーターを溶接し、タンク等に溶接されたソケットに取り付けるだけの簡単な作業で取り付けできます。水及び油の加熱に広く利用されています。この種類の液体加熱用は、特殊仕様のものも設計、製作します。

プラグはG1 1/2、G2、G2 1/2の3種類があります。

またRネジも製作します。



→P.16へ

● 用途

弱

■水の加熱

シース	電力密度
銅	9.5W/cm ²

PH6－PH8の工業用水に使います。

■工業用水の加熱

シース	電力密度
SUS316L	7.5W/cm ²

PH5－PH9の工業用水に使います。

■水溶液の加熱

シース	電力密度
NCF800	7.5W/cm ²

ミネラルを含み、スケール、塩分もしくは酸、アルカリの環境にあるPH5－PH9の強力な硬水に使用します。

■腐食性水溶液加熱

シース	電力密度
SUS316LまたはNCF800	3.5W/cm ²

腐食性物質の含有率が10～25%の水溶液の加熱に使います。

注) 腐食性物質の含有率が30～50%の水溶液の場合は、電力密度を2.3W/cm²以下にする必要があります。

強

腐
食
性

■低粘度油の加熱(軽油その他)

シース	電力密度
鉄	3.5W/cm ²

■潤滑油の加熱

シース	電力密度
鉄	2.3W/cm ²

油だめに浸漬して加熱します。120℃以下で温度制御すること。安全増防爆端子にする必要があります。

■重油の加熱

シース	電力密度
鉄	2.3W/cm ²

重油及びギヤーオイルの加熱に使います。

その他の実用例

■温水器

シース	電力密度
銅/Niメッキ	10W/cm ²

■電気ボイラー

シース	電力密度
SUS316LまたはNCF800	7.5W/cm ²

シーズヒーターの応用製品

鑄込ヒーター

鑄込ヒーターは鑄物中にシーズヒーターが鑄込まれたもので、被加熱物に密着させてその伝導熱を利用して加熱するのに用います。

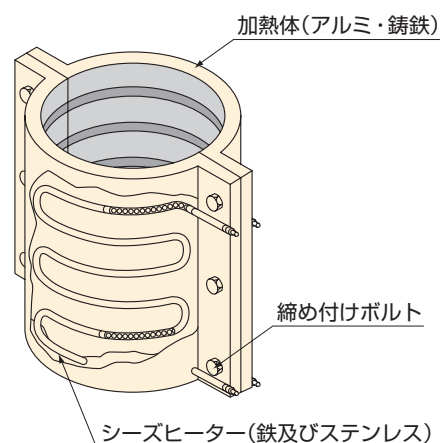
アルミ鑄込ヒーターはヒーターの表面許容温度は400℃ですが、被加熱物との接触面の機械加工精度を上げることで、最大熱効率を得ることができます。



● 特 長

- 高い電力密度と熱伝導性
- 複雑な形状、大型製品も製作可能
- 小ロット品にも対応
- 振動、衝撃などの苛酷な条件下でも使用可能な構造
- 放熱フィン、冷却用パイプ等設置可能で温度制御も的確

● 構 造

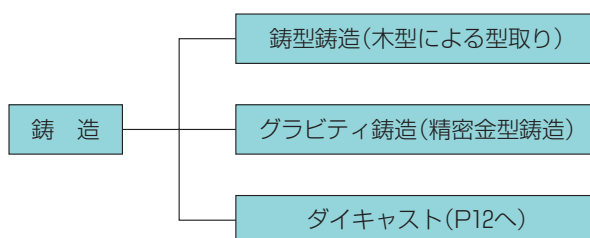


● 標準仕様

〈鑄込ヒーターの許容温度〉

	許容温度	電力密度(接触面積)	標準肉厚
アルミ鑄込	400℃	8.0W/cm ²	20mm

- 鑄造には三種類の方法があります。ロット数、仕上り精度によって選択します。



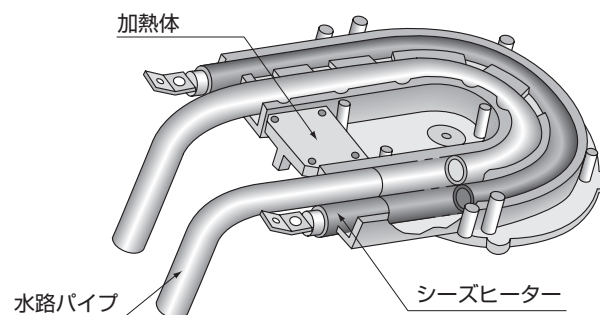
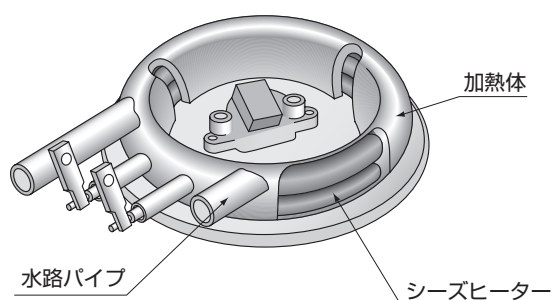
アルミダイキャストヒーター

アルミダイキャストヒーターには二種類の加工方法があります。キャストイン方式は鑄込時にシーズヒーターを直接埋込む方法です。また、スタッキング方式はダイキャスト製品にシーズヒーターをカシメて一体化させます。アルミダイキャストヒーターは主に量産用の家庭用電化製品として広く利用されています。



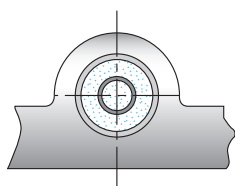
● 特 長

- 高電力密度で使用可能
- 寸法精度が高く機械加工や仕上げが容易
- 鑄肌が極めて滑らかなので塗装等の表面仕上げが簡単
- 量産性が高くコスト低減にも効果的



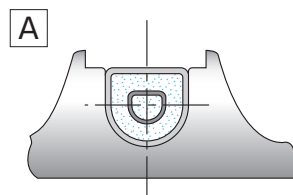
● 構 造

〈キャストイン〉

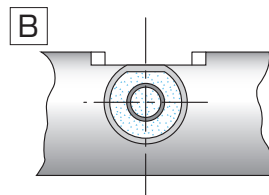


電力密度	20W/cm ²
材質 エレメント 加熱板	鉄 ADC12アルミ
許容温度	300℃

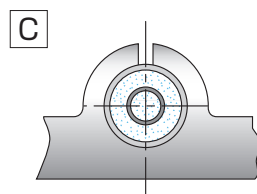
〈スタッキング〉



電力密度	16W/cm ²
材質 エレメント 加熱板	アルミ ADC12アルミ
許容温度	260℃



電力密度	10W/cm ²
材質 エレメント 加熱板	アルミまたは鉄 ADC12アルミ
許容温度	230℃



電力密度	12W/cm ²
材質 エレメント 加熱板	アルミ DM2アルミ
許容温度	260℃

シースヒーターの応用製品

ブレージングヒーター

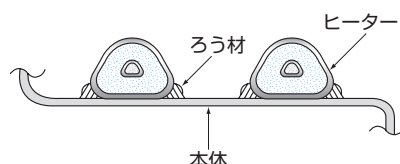
ブレージングヒーターはシースヒーターを容器の形状に応じて曲げ成形し、ろう付け(ブレージング)によって一体化したものです。一体化することにより熱伝導がよくなり、被加熱物の昇温が早くなります。またろう付けなので熱効率が高く経時変化がありません。安全性にも優れており小スペース、高容量タイプの製作も可能です。



● 特 長

- 熱伝導がよく被加熱物の昇温が早い
- 熱効率が高く経時変化なし
- 小スペース、高容量タイプも製作可能

● 構 造



〈ブレージング溶接組合せ〉

ヒーター	本体
ステンレス	ステンレス
鉄	鉄
銅	銅
鉄	ステンレス

注：亜鉛を含んでいると溶接ができません。

アルミプロファイルヒーター

アルミプロファイルヒーターはシースヒーターをアルミ押し加工品に装填し、カシメて一体化させたヒーターです。押し出し形状は用途に応じて製作でき、小スペースに収まります。

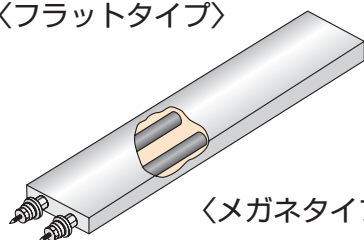


● 特 長

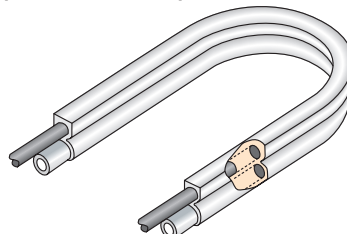
- 押し出し形状は用途に応じて製作可能

● 構 造

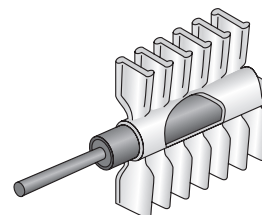
〈フラットタイプ〉



〈メガネタイプ〉



〈フィンタイプ〉



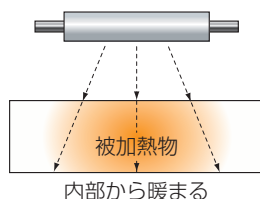
遠赤外線シーズヒーター

遠赤外線シーズヒーターは、耐熱合金を使用したシーズの表面に遠赤外線を大量に発生させる素材を強力にコーティングしたヒーターです。

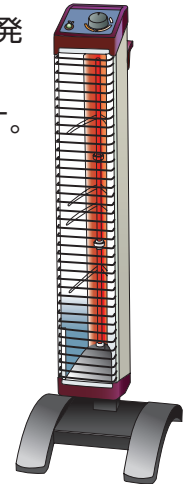
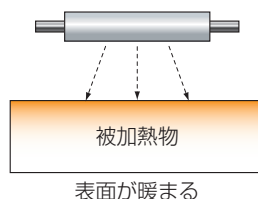
暖房器、食品加工、塗装乾燥、健康及び医療器具等の幅広い分野に応用されています。

● 加熱状況の比較

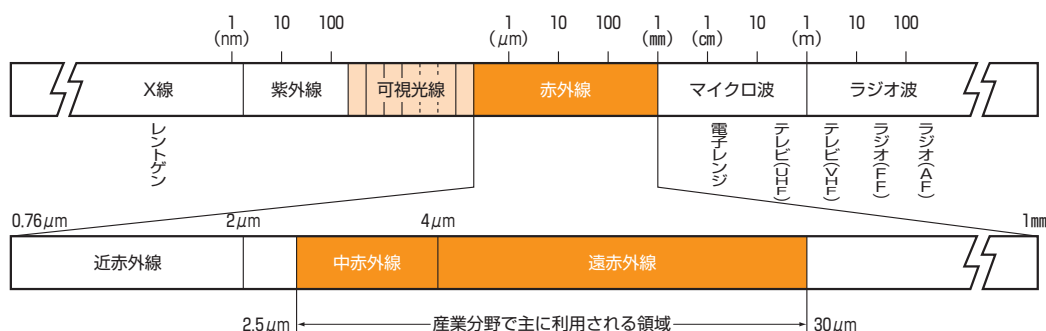
セラミック
溶射シーズヒーター〈遠赤外線ヒーター〉



石英
ガラス管ヒーター〈近赤外線ヒーター〉



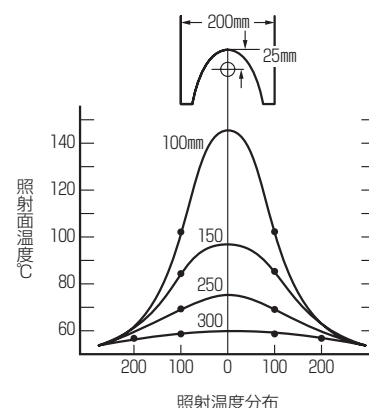
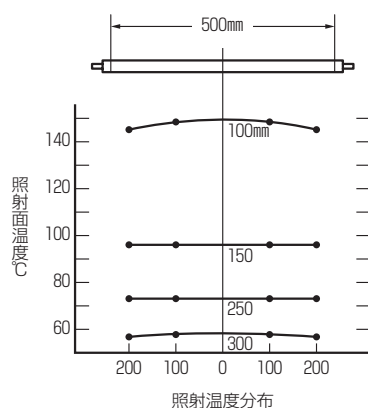
● 電磁波の波長による分類



遠赤外線とは 加熱された物体は、電磁波の一種である遠赤外線を多少なりとも放射しています。赤外線の中に波長の長短があり、短いものが近赤外線、長いものが遠赤外線と区分されて、物体の表面の温度が高くなればなるほど放射する波長が小さくなり、近赤外線から可視光線へと変わります。つまり、可視光線より波長の長い0.7～4.0ミクロン域を近、中赤外線、4～100ミクロンを遠赤外線と呼びます。（一般的効果があるのは3～25ミクロン）また、近、中赤外線は表面のみ暖まりますが、遠赤外線は熱吸収率が高いので内部から暖まるという特性があります。

● 照射温度分布

● ヒーター表面温度600℃の場合の温度分布



最も効率のよい放射発熱体の設計には、輻射率を大きくすることの他に放射発熱体の温度を高くすることが重要で、効率のよい発熱体温度は最高エネルギー波長が3～25μ付近にあるもので、500℃～600℃が最適温度といえます。

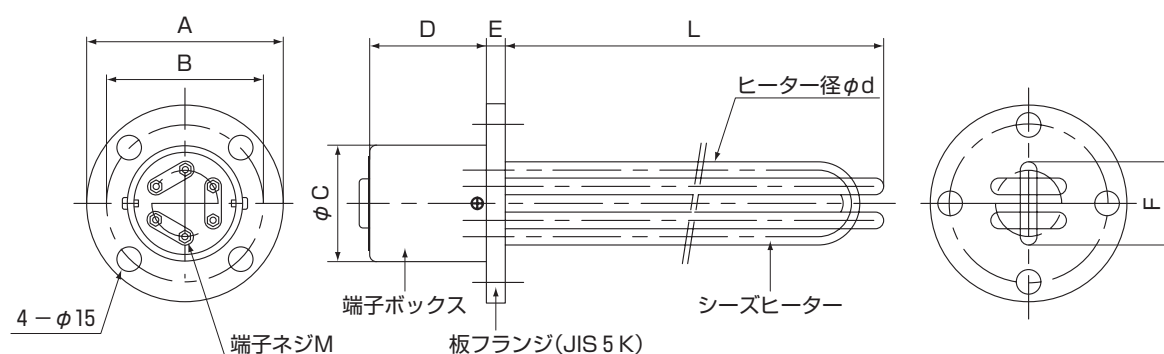
投入ヒーター仕様一覧表

P.11の投入ヒーターの仕様一覧です。

ヒーターのサイズ、定格をご確認の上、型番でご注文下さい。



● フランジ型仕様一覧表(水・油用)

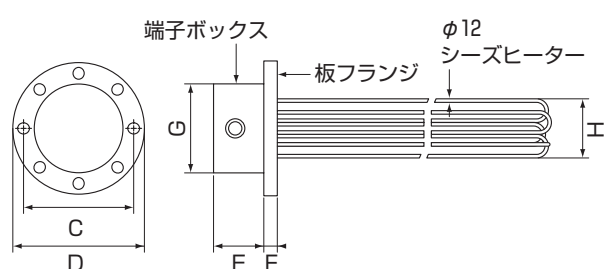


3 P 200V

用途	型番	定格 (kW)	電力密度 (W/cm ²)	シース材質 表面処理	L	A	B	C	D	E	F	d	M
水	FW- 100S	1	3.2	銅+ニッケルメッキ	180	120	95	59.5	65	12	38	10	4
	FW- 200S	2	6.4	//	180	120	95	59.5	65	12	38	10	4
	FW- 200M	2	6.4	//	180	130	105	59.5	65	14	45	10	4
	FW- 300M	3	6.2	//	270	130	105	59.5	65	14	45	10	4
	FW- 500L	5	6.2	//	370	155	130	59.5	65	14	58	12	5
	FW- 600L	6	6.3	//	440	155	130	59.5	65	14	58	12	5
	FW-1000L	10	6.2	//	730	155	130	59.5	65	14	58	12	5
油	FO- 100S	1	3.2	鉄+ニッケルメッキ	180	120	95	59.5	65	12	38	10	4
	FO- 200S	2	3.3	//	340	120	95	59.5	65	12	38	10	4
	FO- 200M	2	3.3	//	340	130	105	59.5	65	14	45	10	4
	FO- 300M	3	3.3	//	500	130	105	59.5	65	14	45	10	4
	FO- 500L	5	3.3	//	690	155	130	59.5	65	14	58	12	5
	FO- 600L	6	3.3	//	830	155	130	59.5	65	14	58	12	5
	FO-1000L	10	3.3	//	1350	155	130	59.5	65	14	58	12	5

最高使用圧力 0.5MPa

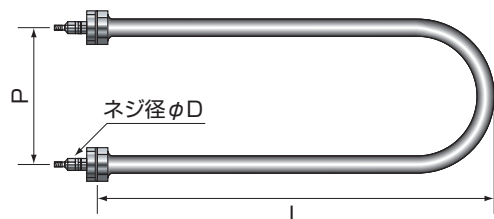
〈フランジ寸法表〉 JIS10Kフランジ



呼び径 A B		ヒーター本数		寸 法(mm)						フランジ 穴径	穴数
		標準	最大	C	D	E	F	G	H		
80	3	3	6	150	185	100	18	101.6	70	19	8
125	5	6	9	210	250	120	20	139.8	125	23	8
150	6	12	15	240	280	120	22	165.2	150	23	8
200	8	18	24	290	330	120	22	216.3	200	23	12
250	10	27	36	355	400	150	24	267.4	250	25	12
300	12	36	54	400	445	150	24	318.5	290	25	16

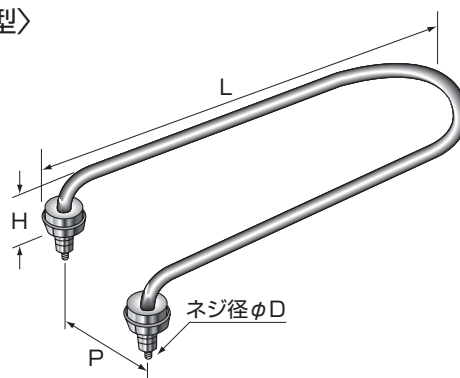
● ブッシング型仕様一覧表(水加熱用)

〈U型〉



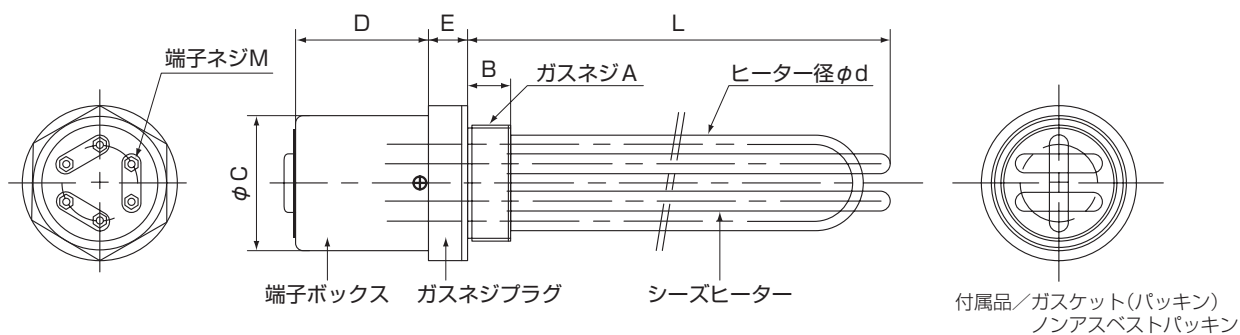
ヒーター φ	W	型 番		寸 法		
		100V	200V	D	P	L
φ 8	300	U 30M		M12	40	100
φ 8	500	U 50M		M12	45	135
φ 8	750	U 75M		M12	70	195
φ 8	1 k	U100M	U100MK	M12	90	215
φ 10	1.5k	U150M	U150MK	M14	90	265
φ 10	2 k	U200M	U200MK	M14	110	340
φ 12	3 k		U300MK	M18	130	470

〈UL型〉



ヒーター φ	W	型 番		寸 法			
		100V	200V	D	P	L	H
φ 8	300	UL 30M		M12	40	100	20
φ 8	500	UL 50M		M12	45	135	20
φ 8	750	UL 75M		M12	70	195	20
φ 8	1 k	UL100M	UL100MK	M12	90	215	25
φ 10	1.5k	UL150M	UL150MK	M14	90	265	25
φ 10	2 k	UL200M	UL200MK	M14	110	340	35
φ 12	3 k		UL300MK	M18	130	470	35

● プラグ型仕様一覧表(水・油用)



用途	型 番	定格 (kW)	電力密度 (W/cm ²)	シース材質	L	A	B	C	D	E	d	M
水	D-100M	1	4.7	銅+ニッケルメッキ	125	G 2	25	67.5	65	15	10	4
	D-200M	2	5.7	//	200	//	25	67.5	65	15	10	4
	D-300M	3	6.1	//	275	//	25	67.5	65	15	10	4
	D-500M	5	6.5	//	425	//	25	67.5	65	15	10	4
	D-600M	6	6.6	//	500	//	25	67.5	65	15	10	4
	D-1000M	10	6.7	//	680	//	25	67.5	65	15	12	5
油	D-100A	1	2.8	鉄+ニッケルメッキ	200	//	25	67.5	65	15	10	4
	D-200A	2	3.1	//	350	//	25	67.5	65	15	10	4
	D-300A	3	3.3	//	500	//	25	67.5	65	15	10	4
	D-500A	5	3.3	//	680	//	25	67.5	65	15	12	5
	D-600A	6	3.4	//	800	//	25	67.5	65	15	12	5

最高使用圧力 0.5MPa

電力密度(W/cm²)選定表(参考)

1. 液体及び固体

被加熱物	最高使用温度 ℃	最大電力密度 MAX, W/cm ²	被加熱物	最高使用温度 ℃	最大電力密度 MAX, W/cm ²
酸性溶液・電気メッキ槽	80	6.0	金属融解ポット	450	4.2
アルカリ溶液及び洗滌溶液	100	6.0	鋳油	90	3.0
アスファルト・タール等の重混合物	90	1.5	//	200	2.5
//	150	1.3	糖密	40	0.6~0.8
//	200	1.1	融解食塩槽	420~500	4.0~4.5
//	250	0.9	融解錫	300	3.0
燃料油	70	1.5	油抜き槽	200	3.8
苛性ソーダ 2%	100	7.0	//	300	3.0
// 10%	100	4.0	パラフィン・ワックス	60	2.5
// 75%	80	4.0	シアン化ソーダ	60	6.0
ビフェニルとジフェニルエーテルの混合物 液相	400	3.5	アルミ鑄込ヒーター	400	8.0
// 気相	400	1.5	鉄鑄込ヒーター	550	8.5
エチレングリコール	150	4.5	トランスファー油	300	3.5
フレオン	150	0.5	熱交換油(不燃油)	250	3.5
燃料油予熱	80	1.5	三塩化エチレン	65	3.0
ガソリン・灯油	150	0.5~0.8	溶解グリース	130	3.0
にかわ	間接加熱	熱媒体に水を使う	植物油(天ブラ油)	200	4.5
液体アンモニアメッキ槽	10	4.0	水(工業用)	100	8.0
機械油 SAE-30	120	2.8	水(洗面用)	60	13.0
金属融解ポット	250	3.0			

2. 蒸気及び空気

気体の場合は特に流速(風速)に大きく影響されます。

蒸気又は空気温度 ℃	最大電力密度 W/cm ²		
	ステンレスシースヒーター		
	0.3m/s	3 m/s	6 m/s
150	2.8	3.8	4.6
250	2.2	3.1	3.8
370	1.8	2.3	2.8

● 所要熱量計算

一部の例外を除いて、被加熱物の必要とする電力量は下記計算式によって算出することができます。

1. 被加熱物を希望する温度まで1時間で上昇させるのに必要とする電力量を決定します。

$$\text{初期加熱に要する電力量 } Q_1 (\text{kWh}) = \left[\frac{A}{\text{材料及び容器に吸収される熱量 (J)}} \times 2.78 \times 10^{-7} \right] + \left[\frac{B}{\text{最終温度における材料及び容器からの熱損失 (W)}} \times \text{昇温時間 (h)} \right] \times 0.5 \times 10^{-3}$$

A (顕熱) = 質量 (g) × 比熱 (J/g・K) × 温度差 (K)

B (熱損失) = 露出した表面積 (cm²) × 最終温度における熱損失係数 (W/cm²) <熱損失データ参照>

但し、昇温中被加熱物に融解または蒸発がともなう場合には融解潜熱あるいは気化潜熱をA(顕熱)に加えます。

$$\text{潜熱} = \left[\frac{\text{融解潜熱}}{\text{気化潜熱}} \right] (\text{J}) + \text{質量 (g)} \times \text{融解(気化)後の比熱 (J/g・K)} \times \text{温度差 (K)}$$

<温度差 = 最終温度 - 融解(蒸発)温度>

2. 運転温度を維持するのに必要とする電力量を算出します。

$$\text{運転に要する電力量 } Q_2 (\text{kWh}) = \left[\frac{A}{\text{1時間に消費される熱量 (J)}} \times 2.78 \times 10^{-7} + \frac{B}{\text{作動温度における材料及び容器からの熱損失 (W)}} \right] \times 10^{-3}$$

但し、運転中材料の融解または蒸発が発生する場合には1項と同様、潜熱をAに加える必要があります。

3. Q₁及びQ₂の算出値で大なる方の電力量に10%の安全率を加算した値を所要電力量とします。

比熱に関する適用データ

1. 固体

物質	比熱 J/(g・K)	比重 g/cm ³	融解潜熱 J/(g・K)	融解点 ℃ 1 atm
アルミニウム	0.96	2.7	322	660
アンチモン	0.21	6.8	59	630
ビスマス	0.13	9.8	52	270
黄銅	0.42	8.7	0	920
銅	0.42	8.9	176	1080
鋼	0.50	7.8	205	1399
鋳鉄	0.54	7.2	0	1260
鍛鉄	0.50	7.5	0	1538
鉛，固体	0.13	11.34	26	327
鉛，溶解	0.17	—	0	—
錫，固体	0.23	7.3	61	231
錫，溶解	0.27	—	0	—
はんだ (50-50)	0.17	9.3	38	215
活字合金	0.17	10.7	0	260
亜鉛	0.40	7.1	117	420
ニッケル	0.46	8.8	310	1450
銀	0.24	10.6	84	960
金	0.13	19.32	67	1063
ステンレス(18-8)	0.46	7.82	268	1430
白金	0.13	21.45	113	1773
アンバー	0.46	8.14	209	1425
ニッケルクロム合金	0.42	8.67	293	1400
モリブデン	0.26	10.22	0	2625
タングステン	0.14	19.35	0	3380
マンガン	0.46	7.87	197	1247
砲金	0.38	8.7	0	900
アスファルト	1.67	1.0	92	120
パラフィン	2.93	0.9	147	54
ビッチ	—	1.3	—	149
ベークライト	1.59	1.27	—	—
ゴム	1.13~2.01	0.92~1.23	—	—
紙	1.88	0.9	—	—
ガラス	0.78	2.59	—	—
石英	0.73	2.21	—	—
マイカ	0.88	1.9~2.3	—	—
コンクリート	0.84	2.6~3.2	—	—
シャモットレンガ	0.88	1.8	—	—
けい石レンガ	1.00	2.0	—	—
岩綿	—	0.24	—	—

2. 液体

物質	比熱 J/(g・K)	比重 g/cm ³	気化潜熱 J/(g・K)	沸点 ℃
アルコール	2.72	0.9	837	77
ベンジン	1.88	0.9	377	82
エーテル	2.11	0.7	368	35
ベンゾール	1.74	0.87	0	—
アンモニア	4.80	0.61	1189	—
エチレングリコール	2.39	1.1	1005	—
グリセリン	2.43	1.3	0	288
水銀	0.14	13.5	268	360
なたね油	1.97	1.0	0	—
オリーブ油	1.97	0.9	0	299
パラフィン，溶解	2.97	0.9	0	399
石油	2.13	0.9	0	—
テレピン油	1.72	0.9	306	160
スピンドル油	1.84	0.87	0	—
トランス油	1.88	0.86	0	—
水	4.19	1.0	2219	100

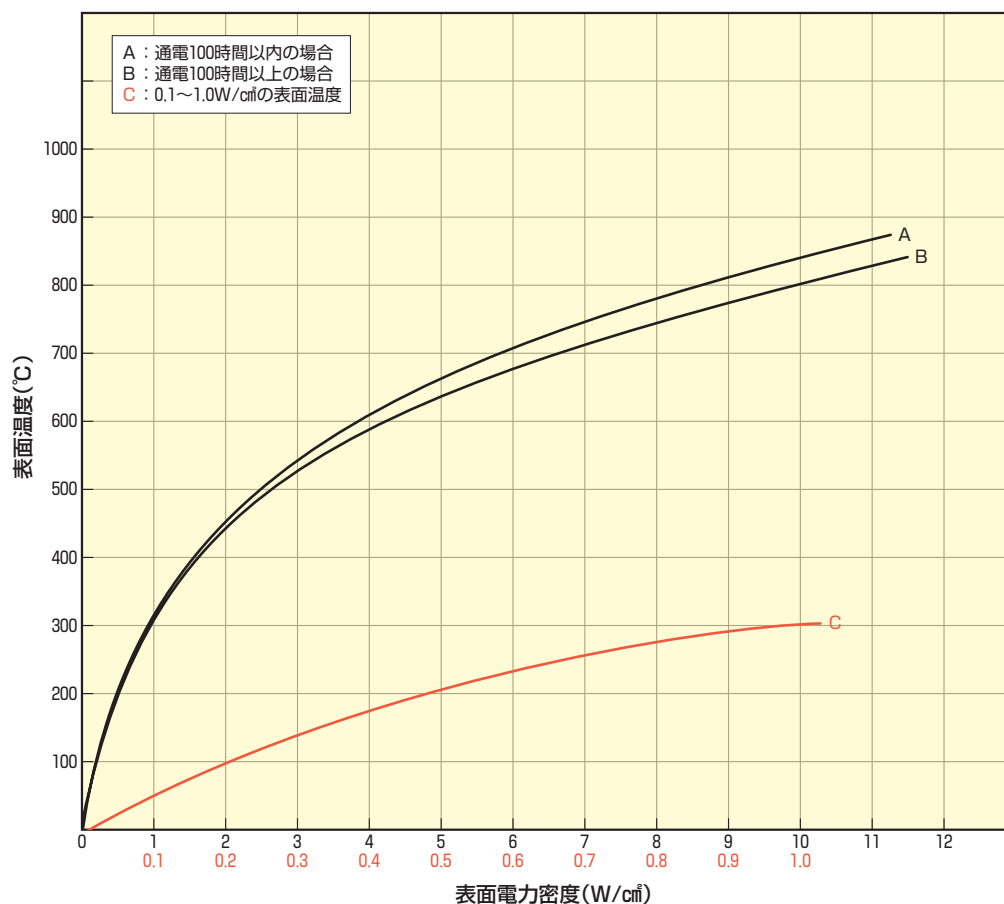
3. 気体

20℃ 1 atm

物質	定圧比熱 J/(g・K)	比重 g/cm ³ [×10 ⁻³]
アセチレン	1.47	1.12
空気	0.99	1.28
アルコール	1.90	—
アンモニア	2.18	0.64
アルゴン	0.52	1.6
二酸化炭素	0.85	1.92
一酸化炭素	1.02	1.12
塩素	0.52	3.2
エチレン	1.67	1.12
ヘリウム	5.23	0.16
塩酸	0.82	1.6
水素	14.27	0.089
メタン	2.51	0.71
塩化メチル	1.00	2.09
酸化窒素	0.97	1.24
窒素	1.03	1.24
酸素	0.91	1.44
二酸化硫黄	0.65	2.86

シースヒーターの表面温度

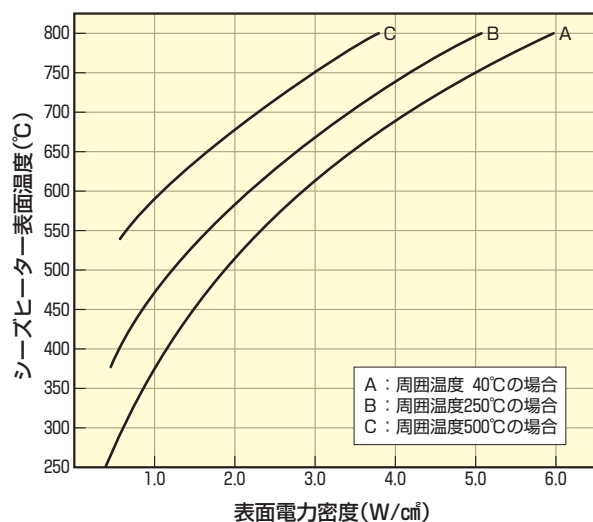
● 無風状態における電力密度とヒーター表面温度との関係



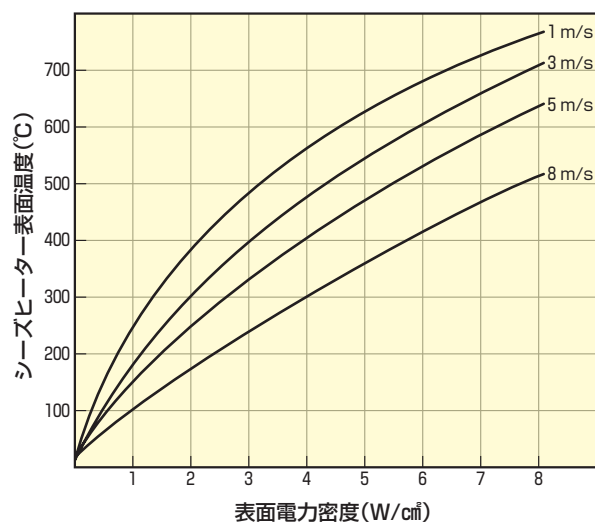
〈空気中におけるシース許容温度〉

シース材質	許容温度℃	シース材質	許容温度℃
銅	200	SUS321	760
鉄	400	NCF800相当品	850

● シースヒーターを炉中に放置した場合の表面温度と電力密度との関係

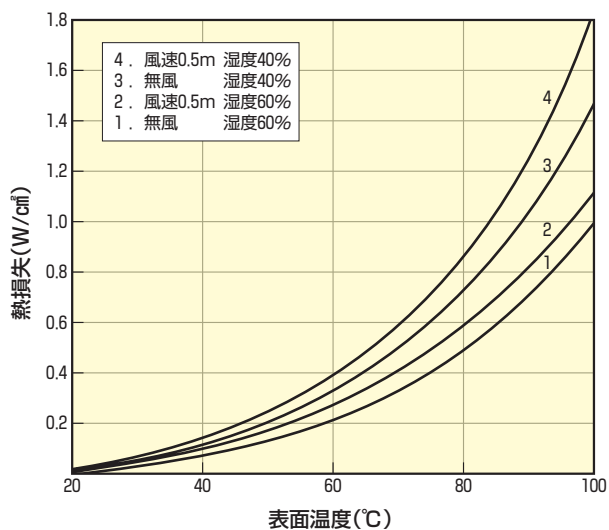


● 流入温度20℃における風速とシースヒーター表面温度との関係

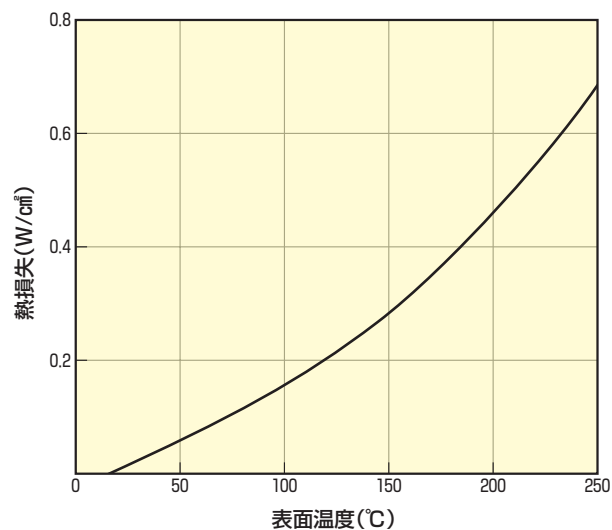


熱損失(熱ロス)諸表

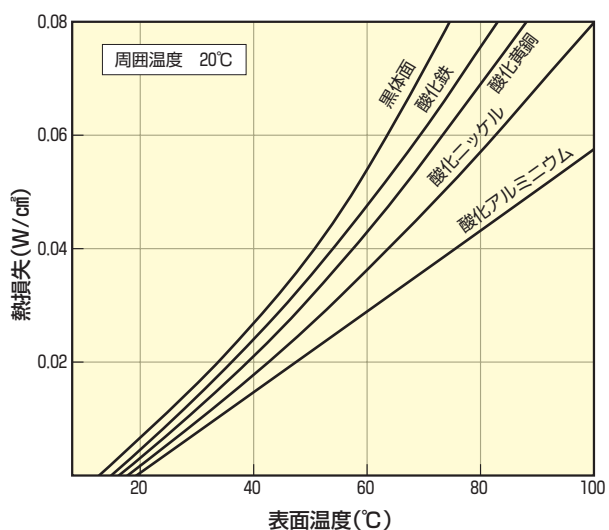
● 水表面



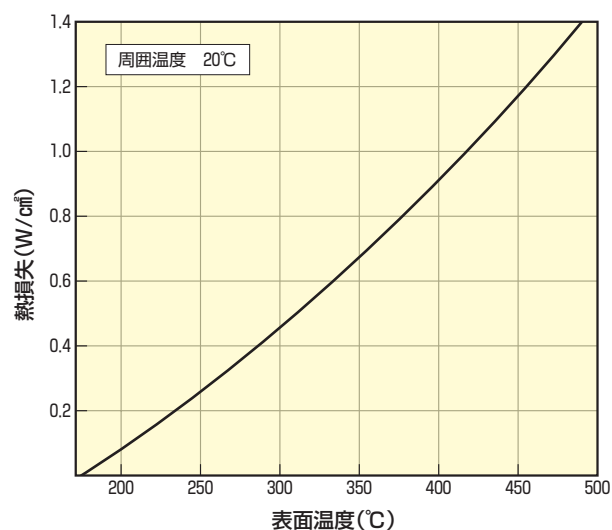
● オイル・パラフィン表面



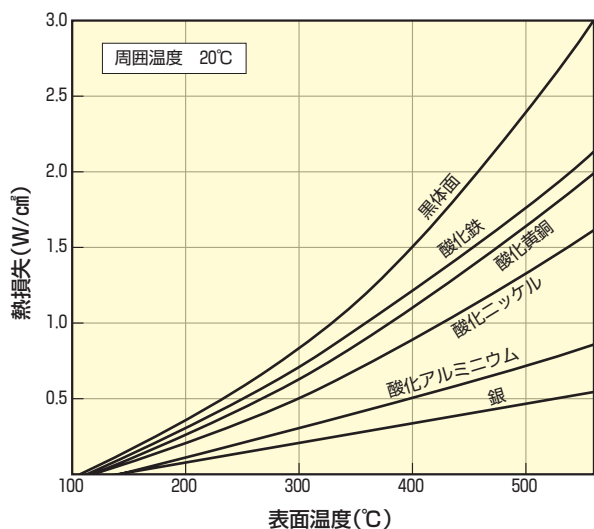
● 金属表面 0～100℃



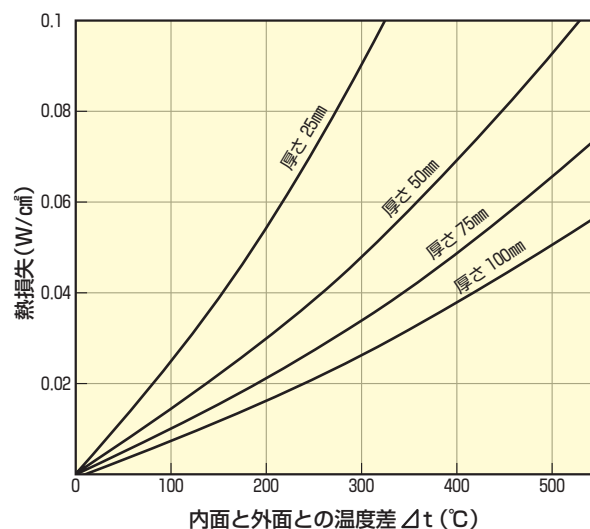
● 溶解金属(鉛、錫等)表面



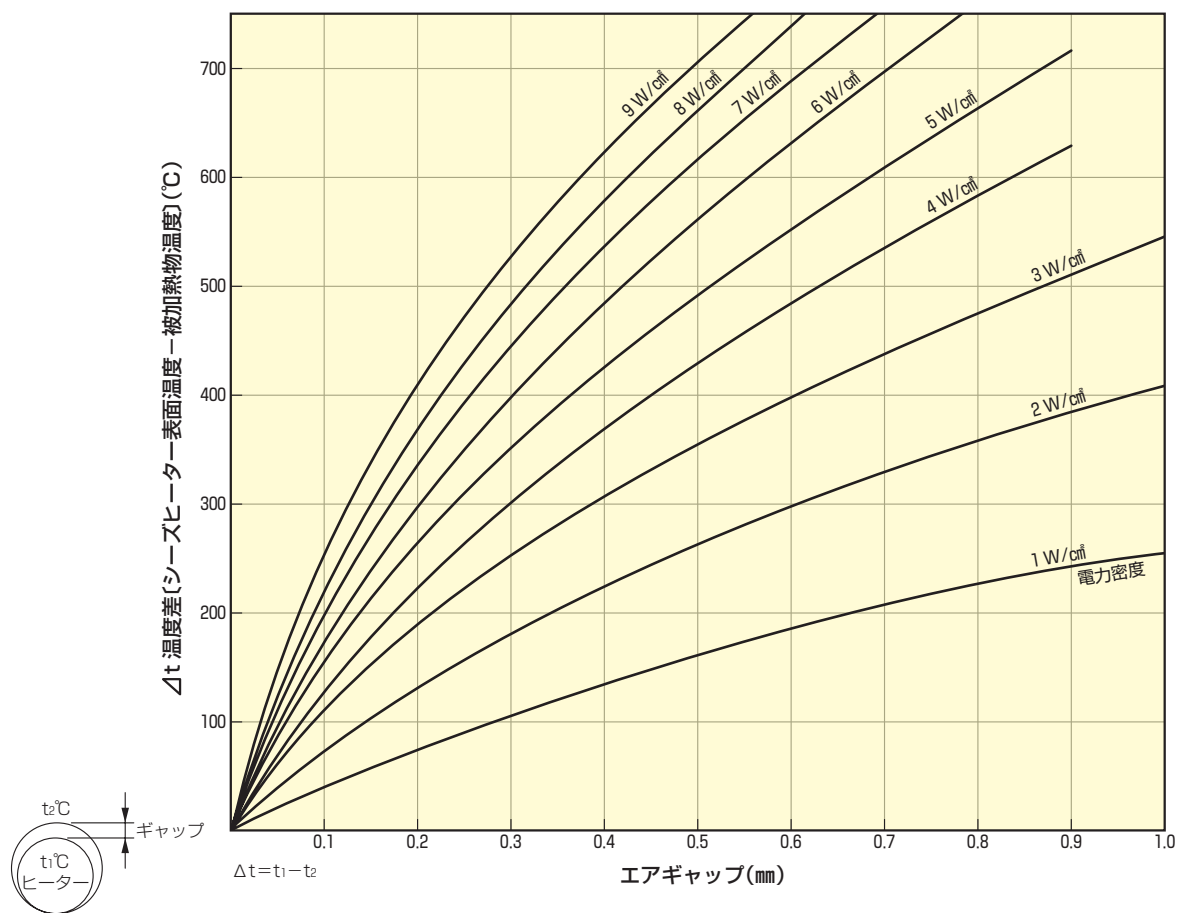
● 金属表面 100～550℃



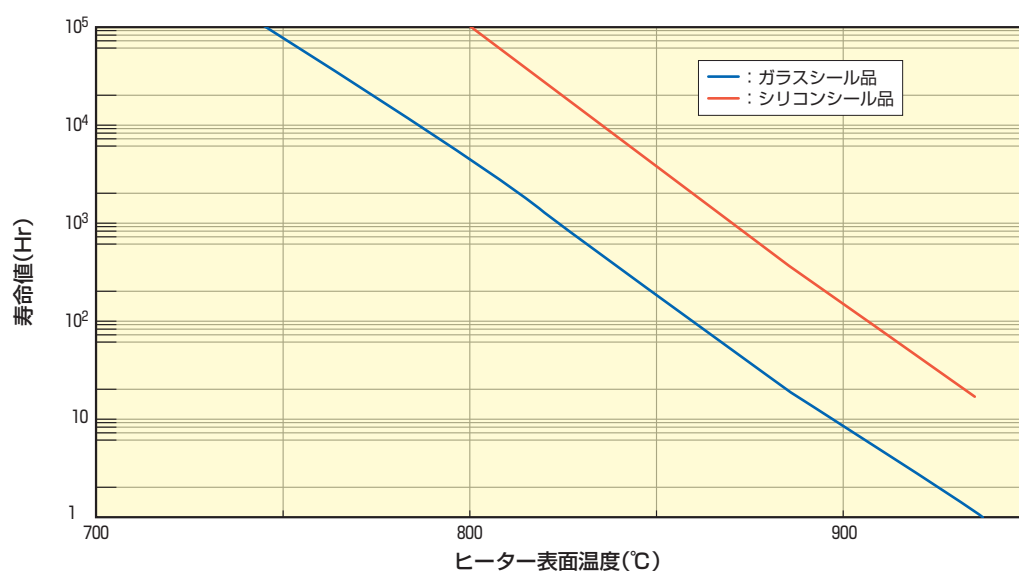
● 保温層(ロックウール、グラスウール)表面



● 密着加熱におけるシーズヒーター表面温度とエアギャップとの関係



● ヒーター表面温度と寿命の相関(参考値)



熱計算の基礎公式

ヒーター設計にあたってその基礎となる計算式を参考までに掲載いたします。

● オームの法則

抵抗Rオームの抵抗体に電圧Eボルトを印加しますと電流Iアンペアが流れ次の関係が成立します。

$$I = \frac{E}{R} \text{ [A]} \quad E = I R \text{ [V]} \quad R = \frac{E}{I} \text{ [\Omega]}$$

I	=	電	流	アンペア	[A]
E	=	電	圧	ボルト	[V]
R	=	電気抵抗	オーム	[Ω]	
t	=	時	間	秒	[s]
W	=	電	力	ワット	[W]
Q	=	熱	量	カロリー	[cal]

● 電 力

電気による単位時間当りの仕事をいい、下記の式で算出します。

$$W = E I = I^2 R$$

● ジュール熱

抵抗Rオームの抵抗体に電流Iアンペアをt秒間連続して流しますと、抵抗体中に発生する熱量は、次式で表わします。

$$Q = \frac{I^2 R t}{4.186} = 0.241 I^2 R t \text{ カロリー [cal]}$$

● 熱量の単位

水1グラム1℃温度上昇させるに要する熱量を単位にとり、これを1カロリーで表します。また一般にはキロカロリー、キロワット時でも表します。

$$\begin{aligned} 1 \text{ キロカロリー [kcal]} &= 4186 \text{ ジュール [J] [Ws]} \\ &= \frac{1}{860} \text{ キロワット時 [kWh]} \end{aligned}$$

SI単位系では熱量の単位はエネルギーの単位のジュール(記号J)を用いますが、キロカロリー(記号[kcal])が多く用いられます。

$$1 \text{ [kcal]} = 4186.05 \text{ [J]}$$

これは

$$1 \text{ [kWh]} = 860 \text{ [kcal]}$$

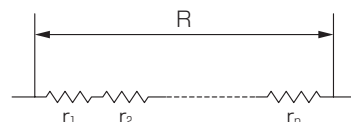
という関係式が次のように導かれます。

$$1 \text{ [kcal]} = \frac{1 \text{ [kWh]}}{860} = \frac{1000 \times 3600}{860} \text{ [Ws]} = 4186.05 \text{ [J]}$$

● 合成抵抗

◆直列接続(シリーズ結線)

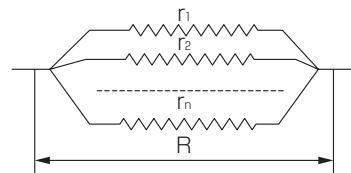
抵抗 $r_1, r_2, \dots, r_n$ [Ω]のものを全部直列に接続した場合の合成抵抗R [Ω]は次式で表せます。



$$R = r_1 + r_2 + \dots + r_n \text{ [Ω]}$$

◆並列接続(パラレル結線)

抵抗 $r_1, r_2, \dots, r_n$ [Ω]のものを全部並列に接続した場合の合成抵抗R [Ω]は次式で表せます。

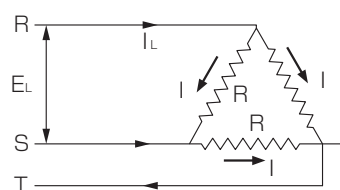


$$R = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}} \text{ [Ω]}$$

● 三相交流回路

線電圧E [V]の平均三相交流回路にデルタ[Δ]又はスター[Y]結線した場合、電圧、電流、電力の関係は次式で表わせます。

◆Δ結線(デルタ結線)



$$I_L = \sqrt{3} I \text{ [A]}$$

$$I = \frac{E_L}{R} \text{ [A]}$$

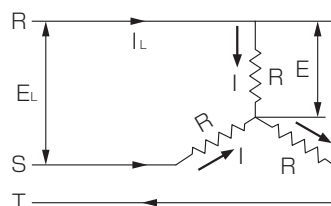
$$W = 3 E_L I = \sqrt{3} E_L I_L \text{ [W]}$$

E_L : 線電圧 [V] R : 抵抗 [Ω]

I_L : 線電流 [A] W : 電力 [W]

I : 相電流 [A]

◆Y結線(スター結線)



$$E_L = \sqrt{3} E \text{ [V]}$$

$$I = I_L = \frac{E}{R} = \frac{E_L}{\sqrt{3} R} \text{ [A]}$$

$$W = 3 E I = \sqrt{3} E_L I_L \text{ [W]}$$

E : 相電圧 [V]

投込ヒーターの耐食性ガイド

A : 良 B : 可 C : 条件次第 × : 不適当 空欄 : 未詳

	溶 液	NCF800	SUS321	SUS316L	鉄	銅
あ	亜鉛メッキ液(シアン化物)		B	B	C	
	アスファルト	A	A	A	A	
	アセトン	A	B	B	×	A
	アマニ油	A	A	A	A	B
	アルコール	A	B	B	B	A
	アンモニア	C	C	C	×	×
い	飲料水	A	C	B	×	B
う	ウィスキー		A	A	C	B
え	エーテル	B	B	B	B	B
	エチレングリコール	B	B	B	A	B
	塩化亜鉛	×			×	×
	塩化アルミ	C	C	C		
	塩化アンモン	C	C	C	×	×
	塩化エチル	B	B	B	B	B
	塩化カリウム	C	C	B	×	B
	塩化カルシウム	B	C	C	×	C
	塩化水素酸	×	×	×	×	×
	塩化ソーダ	B	×	×	C	B
	塩化鉄	×	×	×	×	×
	塩化銅	×	×	×	×	×
	塩化ニッケル	C	×	×	×	C
	塩化マグネシウム	B	C	B	C	C
	塩化メチル	B	C	C	C	A
	塩酸	×	×	×	×	×
	塩素ガス(乾燥気体)	C	C	C	C	×
	塩素ガス(湿気体)	×	×	×	×	×
お	オレイン酸	B	C	B	B	B
か	海水	A	C	C	×	×
	過酸化水素水(オキシドール)	B	B	B	C	×
	過酸化ソーダ	×	B	B	B	×
	苛性ソーダ(水酸化ナトリウム)	B	C	C	C	×
	カルボン酸	B	B	B	C	C
	肝油	A	A	A		
き	蟻酸	C	C	C	×	B
く	クエン酸	B	C	B	×	×
	クレオソート	B	B	B	A	B
	クロム酸	C	×	×	×	×
	グリセリン・グリコール	A	A	A	A	A
け	珪酸ソーダ	B	B	B	A	
	ケロシン				A	A
こ	鉱物油	A	A	A	A	A
さ	酢酸	C	C	B	×	×
	砂糖液	A	A	A	A	A
	サリチル酸ソーダ	B	B	B	C	C
	三塩化エチレン	A	B	B	A	×
し	シアン化カリウム	B	C	C	C	×
	シアン化銅		A	A	A	×
	脂肪酸	A	B	B	C	×
	蔞酸	×	×	×	×	B
	臭素(乾燥)	B				
	硝酸	×	C	C	×	×

	溶 液	NCF800	SUS321	SUS316L	鉄	銅
	硝酸カリウム	B	B	B	B	B
	硝酸ソーダ	A	B	B	B	C
	硝酸銅	C	B	B	×	×
	次亜塩素酸ソーダ	×	×	×	×	×
	ジエチレングリコール	B	A	A	B	B
す	水銀		B	B	A	×
	水酸化カリウム	C	C	C	×	×
	水酸化ソーダ	B	C	C	C	×
	水酸化バリウム	B	B	A	B	×
	水酸化マグネシウム	A	B	B	B	B
	スズメッキ液(アルカリ)		B	B	×	
	ステアリン酸	B	C	B	C	×
せ	石鹼液	A	A	A	A	A
た	炭化水素	A	A	A	A	A
	タンニン酸	C	B	B	×	×
と	トリエチレングリコール				A	
な	ナフサ	A	A	A	A	A
に	二酸化炭素	A	A	A	×	A
	ニトロベンゼン	B	A	A	A	B
ね	燃料油	B	A	A	A	A
は	パークロエチレン	A	A	A	A	B
	パラフィン		A	A	A	A
ひ	ヒドロキシルアミン	A	A	A		
	ヒマシ油	A	A	A	A	A
	ピクリン酸	C	B	B	×	×
ふ	フェノール	B	C	B	B	
	弗素ガス(乾燥)	B	C	C		×
	フレオン	B	B	B	B	A
	ブタノール	A	A	A	A	A
ほ	ホウ酸	C	C	C	×	B
	ホルムアルデヒド	B	A	A	C	B
み	水(脱ミネラル)	A	A	A	×	×
	水(脱イオン)	A	A	A	×	×
め	メタノール	A	A	A	A	A
	メチルアルコール	A	A	A	A	A
よ	陽極酸化液	C	C	C	×	
	熔融亜鉛	×	×	×	×	×
	熔融スズ	×	×	×	×	×
	四塩化炭素	A	C	C	C	B
ら	ラッカー溶剤	B			A	
り	硫安・硫化アンモン	B	C	C		
	硫化アルミ	B	A	A	×	×
	硫化カリウム	B	B	B	C	B
	硫化ソーダ	C	×	×	C	×
	硫化鉄	C	C	C	×	×
	硫化銅	B	B	B	×	C
	硫化ニッケル	B	B	B	×	B
	硫酸	×	×	×	×	×
	硫酸ソーダ	A	×	×	A	B
	リン酸	C	×	C	×	×
ろ	ロウ浴				C	

シースヒーター Q&A

Q1 700℃でシースヒーターを使っていたら断線しました。その温度域で使えるヒーターはありますか？

A1 河合電器では800℃まで使用可能なヒーターを製作できます。高温に耐える構造で設計・製作しています。
(※使用状況により異なります)

Q2 ヒーター表面がサビてしまいました。サビに強いヒーターはありませんか？

A2 各種用途に応じて表面処理を施し、耐食性を上げます。
水用、塩水用、特殊環境用、蒸気用など様々な表面処理方法があります。

Q3 長期保管後にヒーターの電源を入れたらブレーカーが落ちましたが、何か対策はありますか？

A3 特殊な封口処理で湿気の侵入を防ぎ、高絶縁性を維持します。

Q4 評価試験を行っていただきたいのですが、行ってもらえますか？

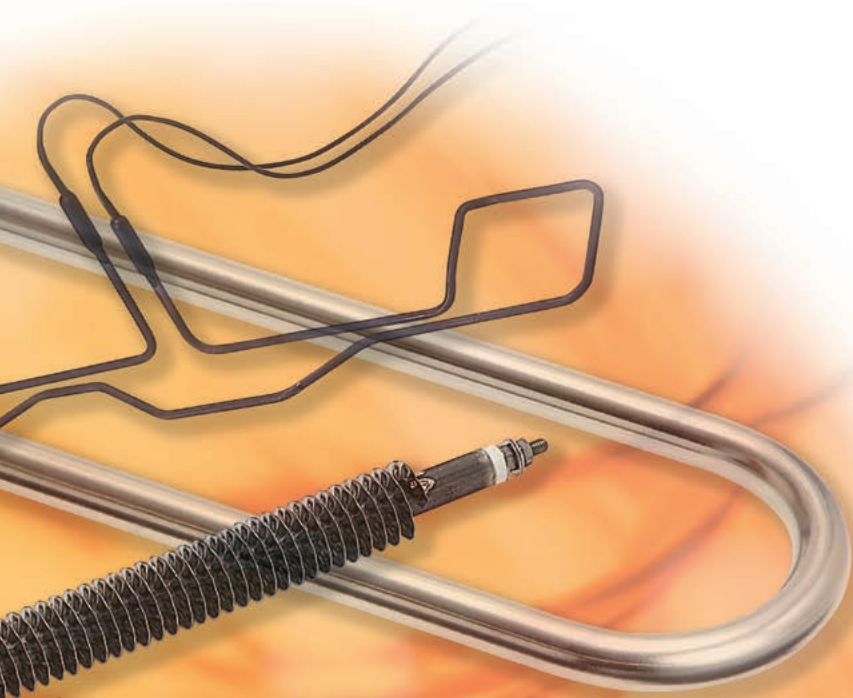
A4 はい、JIS試験、耐久試験等お客様の指定条件でご相談に応じます。

Q5 実機の立ち上がり時間を早くしたいのですが、高出力のヒーターは作れますか？

A5 ヒーター表面の電力密度が最大7W/cm²まで耐える構造のヒーターを作れます。
(※使用状況により異なります)

Q6 水のかかる環境下でヒーターを使いたいのですが、良いヒーターはありますか？

A6 リード線接続部分に水が入る場合はその部分にモールド防水加工を施します。



シーズヒーター お問い合わせシート

カタログのご請求、又はシーズヒーターについてご相談のある方は、このページの
コピーに必要事項をご記入の上、下記番号へFAXにてお問い合わせ下さい。

www.kawaidenki.co.jp からもお気軽にお問い合わせ下さい。

会 社 名			
ご 氏 名	フリガナ		
部 署 名		役 職 名	
会社住所	〒 —		
T E L	() —	F A X	() —
E-mail			
お問い合わせ内容			



 **FAX (0120) 760-515**

