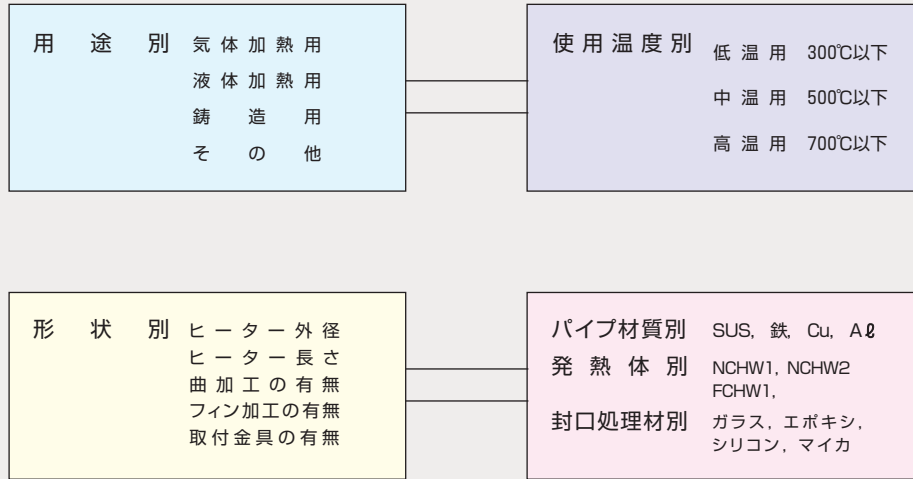
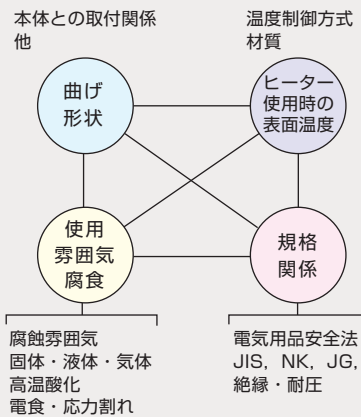


シーズヒーターの選定

シーズヒーターの分類



シーズヒーター選定に関して



■使用最高許容ワット密度(参考)

被加熱物	状態	最高表面ワット密度(W/cm ²)
空 中	赤 熱	6
	通 風	8
水 中	銅パイプ+Niメッキ	5~9
	インコロイパイプ	5~9
A \emptyset 鑄込		8
油 関 係	炭化しやすいもの	2
	食用油	4

※条件に依りW/cm²は慎重に選定して下さい。

■使用最高表面温度(空中)

パイプ材質	平常使用温度(℃)
インコロイ-840	850
インコロイ 800/825	850
S U S 321	700
S U S 304・316L	650
銅	200
鉄	450

■注意

表面温度及びワット密度はシーズヒーターの製品寿命・性能を決定します。断線及び腐蝕の最大の要因ですから十分に注意してください。

表面温度・ワット密度は可能なかぎり低くおさえてください。機器の実使用時の最高温度や異常状態の場合でも右記使用温度やワット密度を超えないことが大切です。最高使用温度はご使用条件により異なりますのでお問合せ下さい。

■ヒーターの基礎公式

ヒーター設計にあたってその基礎となる算式を参考までに掲載いたします。

1. 電気容量 (kW) の算出方法

被加熱物の質量と比熱 (最高温度時と最低温度時の値の平均) を次式に当てはめると必要な電気容量を算出できます。

$$\text{kWh} = \frac{\text{質量 (kg)} \times \text{比熱} \times \text{上昇温度 (}^\circ\text{C)}}{3,600}$$

2. 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。

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

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]

3. 電 力

電気のなす単位時間当たりの仕事をいい、下記の式で算出されます。

$$W = EI = I^2R$$

4. 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、次式で表わされます。

$$Q = \frac{I^2Rt}{4.186} = 0.24 I^2Rt \text{ カロリー [cal]}$$

5. 熱量の単位

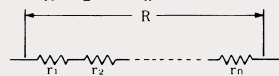
水1グラムを1℃温度上昇させるに要する熱量を単位にとり、これを1カロリーで表わします。又、一般にはキロカロリー、キロワット時でも表わします。

$$1 \text{ キロカロリー [kcal]} = 4186 \text{ ジュール [J]} \text{ [W} \cdot \text{秒]} \\ = \frac{1}{860} \text{ キロワット [kW]}$$

6. 合成抵抗

直列接続

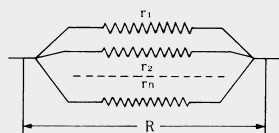
抵抗 r_1, r_2, \dots, r_n [Ω] のものを全部直列に接続した場合の合成抵抗 R [Ω] は次式の如くなります。



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

並列接続

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] は次式で表わせます。

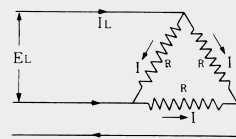


$$R = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}} \text{ [}\Omega\text{]}$$

7. 三相交流回路

線電圧 E [V] の平衡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



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

E_L : 線電圧 [V]

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

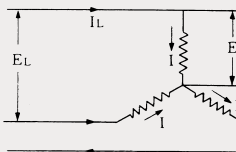
I_L : 線電流 [A]

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

I : 相電流 [A]

R : 抵抗 [Ω]

Y 結線



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

W : 電力 [W]

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

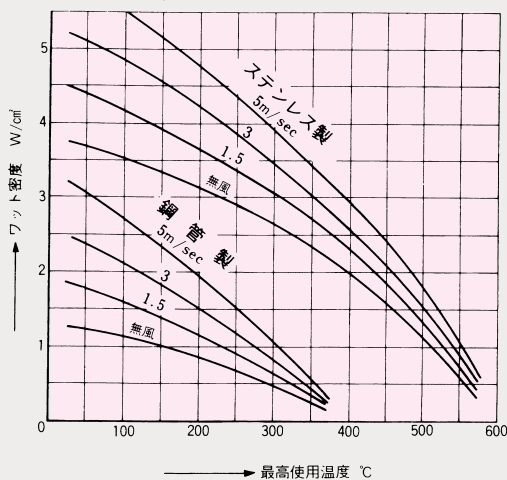
E : 相電圧 [V]

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

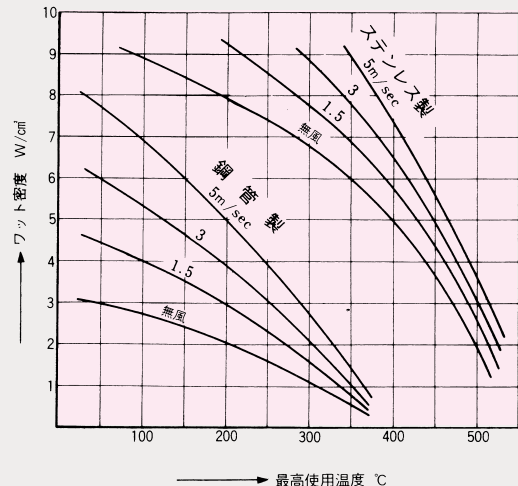
被加熱物に対する許容ワット密度 W/cm^2 ※参考値です。

材 料	最大運転温度 $^{\circ}C$	最大電力密度 W/cm^2	材 料	最大運転温度 $^{\circ}C$	最大電力密度 W/cm^2
酸性溶液	85	6	糖蜜	40	0.8
アルカリ性溶液とオーカイト	95	6	熔融塩溶液	450	4.5
アンモニアメッキ溶液	10	4	熔融すず	315	3
アルコール	300	3	オーカイト		2
	90	1.5循環 0.8 非循環	灯油		2
アスファルト、タール、 または重合物	150	1.2循環 0.6 非循環	てんぷら油	200	4
	200	1.2循環 0.6 非循環	菜種油	120	2
	260	1 循環 0.5 非循環	バター液状	200	4
バンカー“C” 燃料油	70	1.5 高速循環	パラフィン・ワックス	65	2.5
		1 非循環	水酸化カリウム	70	4
苛性ソーダ 2%	95	7	プロピレングリコール	65	3
10%	95	4	シアン化ナトリウム	60	6
75%	85	4	ナトリウムの水素化合物	380	4.5
みかんジュース	85	3	アルミに錆込んだ鋼製パイプ	400	7.5
グリース落し液の蒸気	130	3	鉄に錆込んだ鋼製パイプ	500	8
ダウサムA 液相	400	3	真空式転移油	315	3
気相	400	2	硫黄を熔融したもの	315	1.5
ダウサムE	200	2	パークロルエチレン	90	3
電気メッキ液	85	6	現像液	20	4
エチレングリコール	150	4.5	転移油	350	2.5
脂肪酸	65	3	トリクロルエチレン	65	3
フレオン	150	0.5	気化式グリース取り液	130	3
燃料油			銻物油	100	3.5
予熱 軽量級	85	4.5 循環		200	3
重量級		4	水	60	12 循環
ガソリン	150	0.5		10 非循環	
グリセリン	10	6		100	9 循環
伝熱用油	260	3		8 非循環	
	315	2.5	蒸気	150	低速流 1.5
鉛版るつぼ	315	5.5		高速流 4	
亜麻仁油	65	8		250	低速流 1.5
		4 循環		高速流 3.5	
機械油 SAE 30	120	2.5 非循環		370	低速流 0.8
金属溶融るつぼ	450	4		高速流 3	
鉛	400	3			
重油 (C)	60	2			

■空気加熱時における
シーズヒーター許容ワット密度

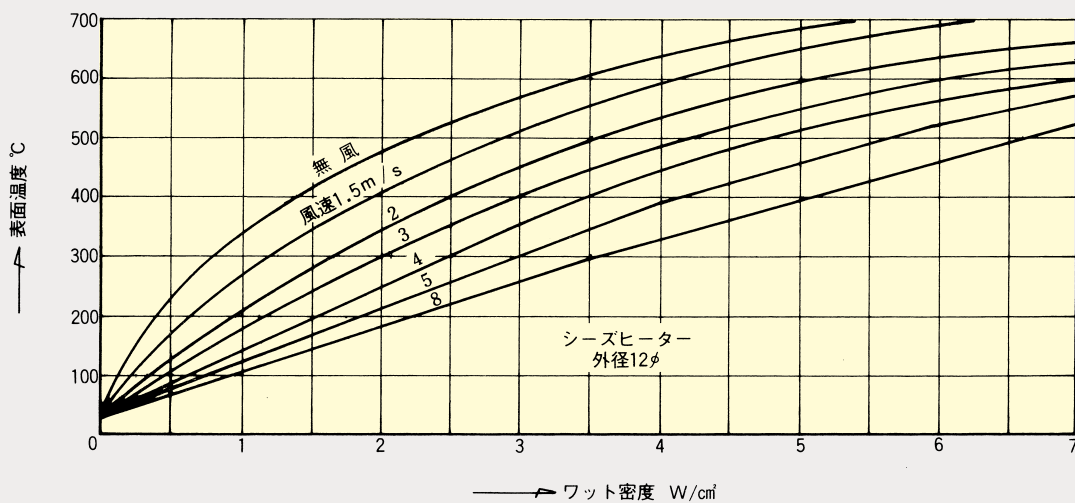


■空気加熱時における
フィンシーズヒーター許容ワット密度

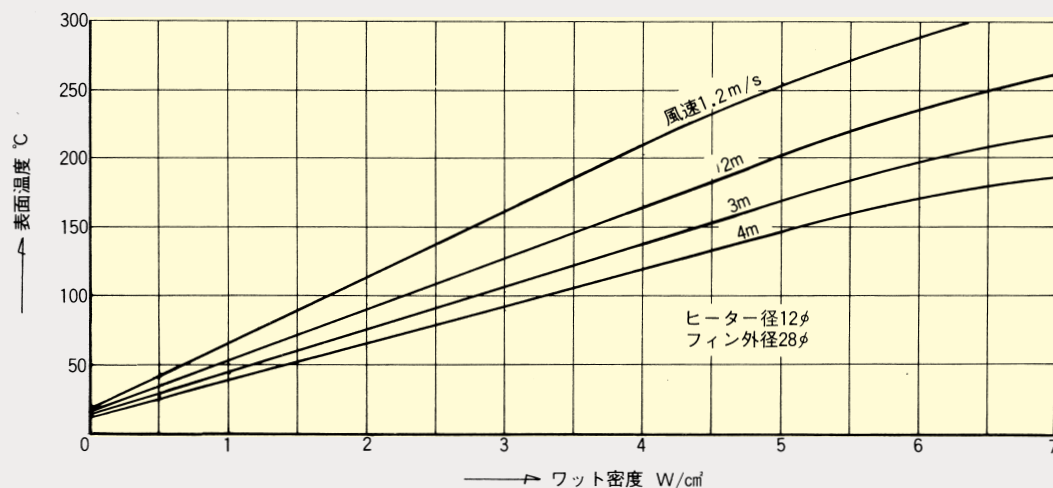


シーズヒーター表面温度

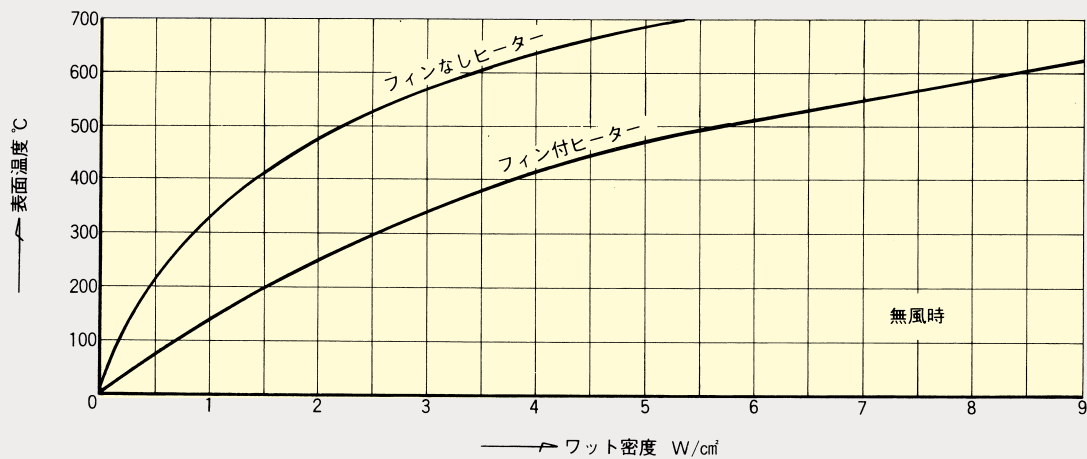
■シーズヒーターの表面温度の変化



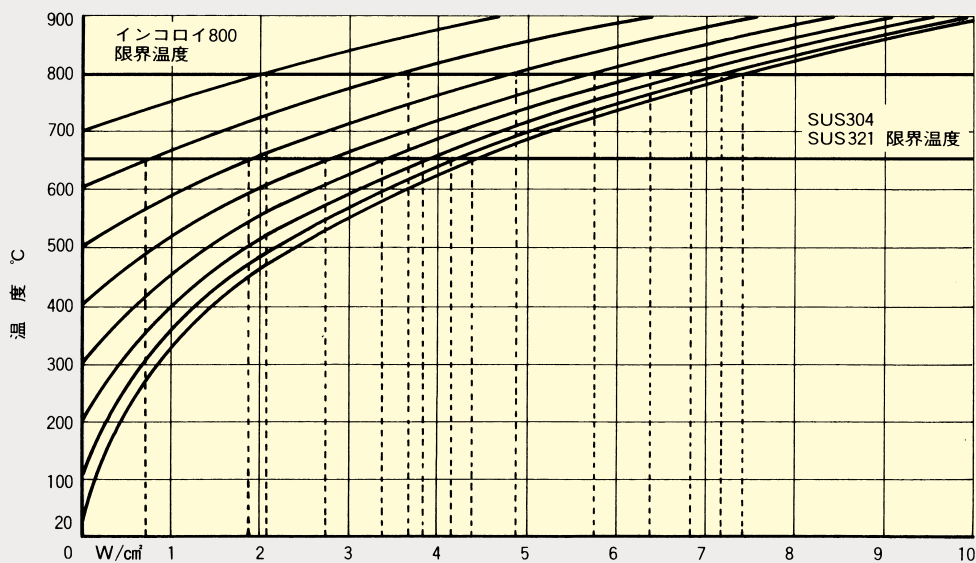
■各風速によるフィン付シーズヒーターの表面温度の変化



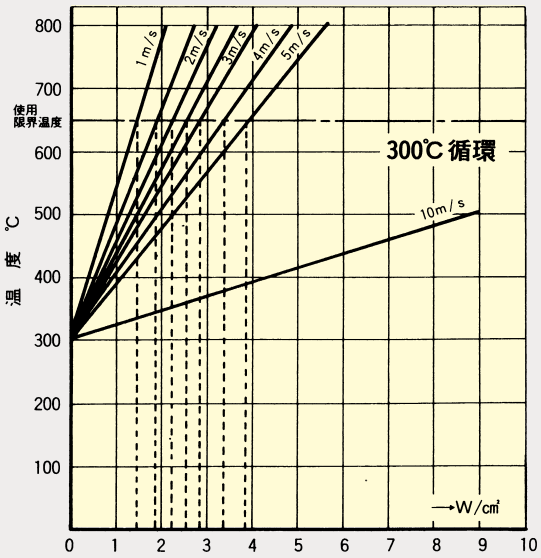
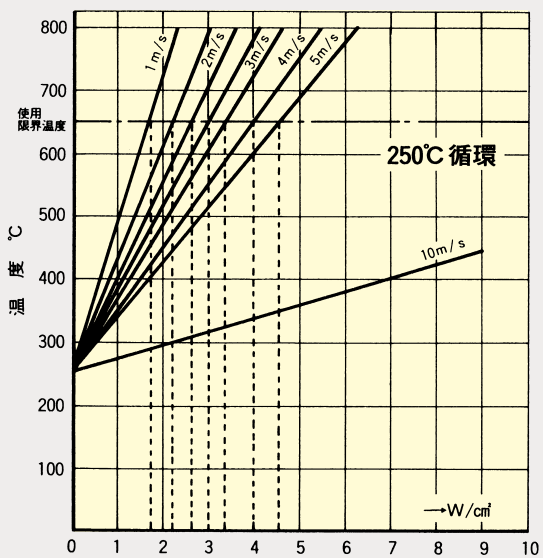
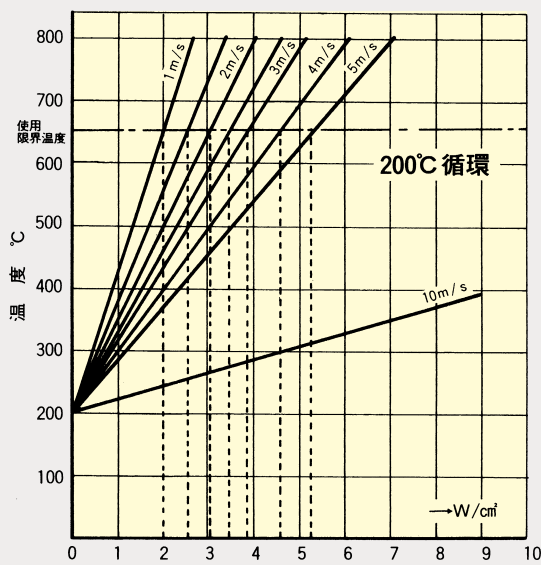
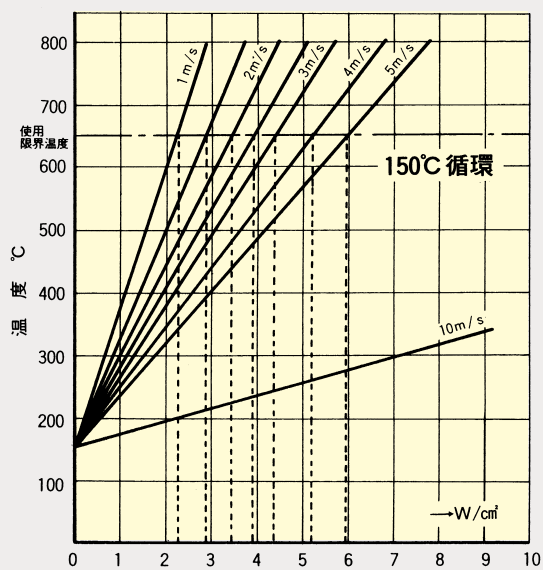
■無風時におけるフィン付シーズヒーターの表面温度の変化



■各種雰囲気中におけるワット密度とヒーター表面温度の関係（無風時）



■各雰囲気における風速変化時のヒーター表面温度



物質の物性表

液体物質名	比重 g/cm ³	比熱 kJ/kg·K	熱伝導率 W/m·K	膨張率 10 ⁻³ /°C	沸点 °C
水	1.00	4.18	0.594	0.21	100
グリセリン	1.26	2.39	0.285	0.51	290
スピンドル油	0.87	1.84	0.144	0.74	
重油(C)	0.984	1.95			
トリクレン	1.464	0.93	0.118	1.17	87.2
ベンゾール	0.88	1.74	0.153	1.24	80

気体名(圧力:0.098MPa)	温度 °C	比熱 kJ/kg·K	熱伝導率 W/m·K	密度 kg/m ³	
空気	0	1.005	0.024	1.251	
	20	1.005	0.026	1.166	
	100	1.013	0.031	0.916	
	200	1.025	0.038	0.722	
	300	1.046	0.045	0.596	
加熱蒸気	100	2.030	0.023	0.578	
	200	1.963	0.030	0.451	
	300	1.997	0.037	0.372	
窒素	0	1.042	0.024	1.211	
	100	1.042	0.031	0.887	
	200	1.055	0.038	0.699	
水素 炭酸ガス アンモニア 亜硫酸ガス	0	14.193	0.167	0.087	
	0	0.820	0.015	1.912	
	0	2.143	0.022	0.746	
	0	0.623	0.008	2.83	

固体物質名	比重 g/cm ³	比熱 kJ/kg·K	熱伝導率 W/m·K	線膨張係数 10 ⁻⁶ /°C	融点 °C
亜鉛	7.13	0.381	112.8	39.7	420
アルミニウム	2.70	0.900	203.5	23.9	660
アンチモン	6.62	0.205	18.6	8.5~10.8	630
銀	10.49	0.234	418.7	19.7	960
すず(固体)	7.29	0.226	64.0	23.0	232
// (溶融)	6.84	0.268	32.6		
鑄鉄	7.27	0.418	47.7	10.5	1,200
炭素鋼	7.80	0.461	45.4	10.5	
ステンレス鋼(18Cr 8Ni)	7.82	0.494	16.3	16.7	1,410
銅	8.96	0.385	386.1	16.5	1,083
砲金(10Sn 2Zn)	8.60	0.381	47.7	18.0	1,000
七三黄銅(30Zn)	8.56	0.385	75.6	16.3	1,205
鉛(固体)	11.34	0.130	34.9	29.1	327
// (溶融)	10.54	0.159	18.1		
はんだ[50Sn](固体)	8.8~9.0	0.175	48.8	25	210
// [//](溶融)	8.69	0.213	25.6		
アスファルト	2.12	0.921	0.74		
硫黄	2.0	0.879			115
ガラス板	2.70	0.837	0.76		
岩綿	0.18	0.837	0.036		
けいそう土れんが	0.70	0.837	0.19		
ゴム(軟)	0.92~1.23	1.423	0.14~0.16		
コンクリート	1.9~2.3	0.879	0.8~1.4		
陶器	2.2~2.5	1.046	1.04~1.63		
ベークライト	1.27	1.591	0.23		
シャモットれんが	1.7~2.0	0.837~0.963	0.40~0.58		
パラフィン	0.88	2.177	0.125		54

シーズヒーターの耐腐蝕

本表はシーズヒーター保護パイプの耐蝕性に関する標準データであります。これらのデータは実験室的試験の結果で単に使用上の参考として利用して下さい。実際には温度、圧力、濃度、通気又は不純物等により異なった結果が出る場合がありますから御注意下さい。

記号

A……完全耐蝕性
B……耐蝕性優
C……耐蝕性普通
D……耐蝕性ややあり
E……耐蝕性なし

薬品	使用温度℃	銅	鉄	SUS 316L	インコロイ
(ア) 亜塩素酸ハイポ 5%	—	E	E	B	C
アセトン	20	A	B	A	A
油類					
亜麻仁油	20	A	B	A	A
原油	—	B	C	A	A
植物油	—	B	C	A	A
燃料油(硫黄分を含む)	高温	B	D	A	C
パラフィン	—	B	B	A	A
ロード	20	B	B	A	A
ワセリン	—	B	B	A	A
亜硫酸ソーダ 10%	65	B	D	C	A
アルコール、エチル	沸騰	A	D	A	A
〃、メチル	高温	A	B	A	A
アルミニウム	熔融	E	B	E	E
アンモニア	高温	E	A	A	A
(イ) 塩化アルミニウム	20	C	E	D	B
塩化アンモニウム 10%	沸騰	D	E	A	B
〃 50%	〃	D	E	B	B
塩化エチル	20	B	C	A	A
〃 カリウム 5%	20	B	D	A	A
〃 カルシウム 薄液	20	B	C	A	A
〃 〃 濃液	20	B	C	A	A
〃 銀	—	D	E	E	C
〃 水銀 3%以下	高温	E	E	E	C
〃 錫 溶液	—	C	E	D	C
〃 錫 飽和	—	D	E	C	D
〃 銅 1%空气中	—	E	E	B	B
〃 銅 5% 〃	—	E	E	E	D
〃 ニッケル 溶液	20	C	E	A	A
〃 バリウム 飽和	20	B	B	A	A
〃 マグネシウム 5%	20	B	D	A	A
塩酸 20%	20	C	E	E	A
塩酸 濃液	沸騰	E	E	E	D
塩酸カルシウム 薄液	20	B	B	A	A
塩素酸カリウム	—	C	E	A	A
(カ) 海水	—	A	C	D	A
過酸化水素	20	D	B	A	A
〃	沸騰	E	E	B	B
果液	20	B	C	A	A
苛性ソーダ	—	B	B	A	A
(キ) 蟻酸アルデヒド	—	B	C	B	A
(ク) クロム酸 10%	沸騰	E	C	B	B
〃 50%	〃	E	C	C	D
クロムメッキ槽	—	E	C	B	A

薬品	使用温度℃	銅	鉄	SUS 316L	インコロイ
(ケ) 下水、汚物	—	B	C	C	A
血液(肉汁)	冷温	B	C	B	A
現像液	20	D	D	B	A
(サ) 醋酸 50%	20	B	E	A	A
〃 50%	沸騰	B	E	B	D
〃 100%	20	B	E	A	A
〃 100%	沸騰	D	E	C	C
(シ) シアン化水素酸	—	E	B	A	A
シアン化鉄カリウム 5%	20	B	C	A	A
シアン化銅 飽和	沸騰	E	B	B	B
四塩化炭素	20	A	D	A	A
重クロム酸カリウム	20	D	B	A	A
硝酸 50%	20	E	E	C	A
〃 50%	沸騰	E	E	C	A
硝酸カリウム 5%	20	B	B	B	A
食塩水 飽和	20	A	C	D	A
食塩水 飽和	沸騰	B	D	D	A
(ス) 水酸化カルシウム 50%	〃	C	B	C	A
(セ) 石鹼	20	B	C	A	A
石炭酸	20	B	B	A	A
〃	沸騰	B	D	A	A
(タ) タンニン酸	20	B	D	A	A
〃	沸騰	B	E	B	B
炭酸カルシウム	20	B	B	A	A
(ト) 糖蜜	高温	B	D	A	A
(ナ) 鉛	熔融	E	B	B	C
(ニ) 乳酸 5%	20	A	D	A	A
〃 10%	沸騰	B	E	C	C
(ハ) ハイポ	—	C	E	A	A
(ヒ) ビール	—	E	E	A	A
(フ) 弗素	20	A	B	E	A
(ヘ) ベンジン	20	B	B	A	A
(ミ) 水	—	A	C	B	A
ミルク	高温冷温	D	D	A	A
(リ) 硫酸 5%	沸騰	B	E	E	D
〃 10%	〃	B	E	E	E
〃 50%	〃	B	E	E	E
〃 濃液	〃	D	E	D	E
〃 ガス	20	E	B	C	B
硫酸銅 飽和	沸騰	D	E	A	A
硫酸カルシウム 〃	20	B	C	A	A
磷酸 5%	20	B	D	C	A
〃 10%	20	B	D	C	A
(ワ) ワニス	65	B	C	A	A

チタンの耐蝕性

浸蝕度 mm / 年

尚、こと数値は測定値の一例であり、保証値ではありません。

A ₁	0.01以下	ほとんど腐蝕がない	A ₂	0.01~0.05	極く緩慢な腐蝕	A ₃	0.05~0.2	緩慢な腐蝕
----------------	--------	-----------	----------------	-----------	---------	----------------	----------	-------

使用液	濃度%	温度℃	浸蝕度	使用液	濃度%	温度℃	浸蝕度	使用液	濃度%	温度℃	浸蝕度
亜硫酸ナトリウム	10	381	A ₁	酢酸ナトリウム	飽和	室温	A ₁	//	25	//	A ₁
//	飽和	室温	A ₁	硝 酸	30	35	A ₃	テトラクロロエタン	//	//	A ₁
//	//	沸点	A ₁	//	5~10	100	A ₂	トリクロロエチレン	99	沸点	A ₃
アンモニア水	28%	100℃	A ₁	//	40~50	100	A ₁	二塩化エチレン	100	//	A ₃
エステル	-	86	A ₁	//	69.5	100	A ₂	乳 酸	10~85	100	A ₃
X線現像液		35	A ₁	//	98	26	A ₁	//	10~100	100	A ₃
エチルアルコール		沸点	A ₃	//	5~20	35	A ₁	//	稀	沸	A ₁
//	液体	室温	A ₁	//	10~40	35	A ₁	//	濃	//	A ₁
塩化アンリン	5	35~100	A ₁	//	69.5	35	A ₂	尿素-アンモニア		高温・高圧	A ₁
//	20	60~100	A ₁	//	10~69.5	100	A ₂	ヒドロキシアセトン酸	-	40	A ₂
塩化アルミニウム	5	60	A ₁	重炭酸アンモニウム	50	100	A ₁	弗 素	ガス	室温	A ₃
//	10	60~100	A ₁	四 塩 化 炭 素	99	沸点	A ₁	フォルムアルデヒド	37	沸点	A ₂
//	25	室温	A ₁	//	液体	//	A ₁	弗化アルミニウム	飽和	室温	A ₃
//	飽和	沸	A ₁	シクロヘキセン+蟻酸	-	100	A ₁	弗化アンモニウム	10	//	A ₁
塩化アンモニウム	1	19~100	A ₂	ジクロール酢酸	100	沸点	A ₃	ブ チ ル 酸		//	A ₁
//	10	19~100	A ₂	硝酸アルミニウム	飽和	室温	A ₂	フ エ ノ ール	飽和溶液	//	A ₂
//	飽和	19~100	A ₂	シアン化銅メッキ溶液	-	//	A ₁	弗化ナトリウム	飽和	//	A ₁
塩化カリウム	飽和	室温	A ₁	硝 酸 銅	飽和	//	A ₁	ベ ン ジ ン	液体	//	A ₁
塩化カルシウム	5	100	A ₁	シ ア ン 化 銅	//	//	A ₁	硼 酸	10	沸点	A ₁
//	10~20	100	A ₂	ジクロール酢酸	100	100	A ₂				
//	28	沸点	A ₁	臭 化 水 素 酸	40	室温	A ₁	ホルマリン蒸気		300	A ₁
塩化ナトリウム	29	//	A ₁	シアン化第二水銀	飽和	//	A ₁	無 水 酢 酸	99.5	沸点	A ₂
//	飽和	室温	A ₁	臭 化 カ リ ウ ム	//	//	A ₁	//	99	室温	A ₁
//	//	沸点	A ₃	重クロム酸カリウム	-	-	A ₁	モノクロル酸	100	沸点	A ₃
塩化マグネシウム	5~40	//	A ₁	硝 酸 銀	50	室温	A ₁	//	30	82	A ₃
//	5~40	100	A ₃	シアン化ナトリウム	飽和	//	A ₃	モノクロール酢酸	100	沸	A ₁
塩化ガス	100	80	A ₁	重クロム酸ナトリウム	//	//	A ₃	沃 化 水 素 酸	57	室温	A ₃
(0.013% H ₂ O 以上)				次亜塩素酸ナトリウム	6	//	A ₁	沃 水 素 + 沃 化 カ リ	-	//	A ₁
塩 素 水	飽和	//	A ₁	硝酸ナトリウム	飽和	//	A ₁	沃 化 カ リ ウ ム	飽和	//	A ₁
塩素水 (飽和水)		室温	A ₂	酒 石 酸	10~50	100	A ₃	沃 化 カ リ ウ ム	//	//	A ₁
塩素酸ナトリウム	25	沸点	A ₁	//	10~50	62	A ₁	+0.1% Na ₂ CO ₃			
//	飽和	室温	A ₁	人 工 海 水		室温	A ₁	硫酸アルミニウム	飽和	室温	A ₁
//	10~25	//	A ₁	次亜塩素酸カルシウム	60	100	A ₁	硫酸アンモニウム	飽和1/2%	//	A ₁
王 水	3:1	//	A ₁	四 塩 化 炭 素	100	50	A ₁	H ₂ SO ₄			
過塩素酸アンモニウム	15~20	26~88	A ₁	水酸カルシウム	飽和	沸点	A ₁	//	飽和5%	//	A ₂
過 酸 化 水 素	3~30	室温	A ₃	水酸化アンモニウム	28	26	A ₁	H ₂ SO ₄			
過マンガン酸カリウム	飽和	//	A ₁	水酸化バリウム	飽和	室温	A ₁	//	5	//	A ₁
苛 性 ソ ー ダ	5~10	//	A ₁	水酸化バリウム, 8H ₂ O	//	//	A ₁	//	10	100	A ₁
//	5~10	沸	A ₃	水酸化マグネシウム	//	//	A ₁	硫酸カルシウム		26	A ₁
//	40	室温又は沸	A ₃	水 銀	-	//	A ₁	硫酸銅+2%硫酸	飽和	室温	A ₂
蟻 酸	10~30	100	A ₁	水酸化ナトリウム	10	//	A ₂	硫 酸 第 2 鉄	10	//	A ₁
//	10	沸点	A ₂	//	28	//	A ₁	硫 酸 第 1 鉄	飽和	//	A ₁
クロロホルム	100	沸点	A ₁	//	40	80	A ₃	硫 化 水 酸	飽和水	//	A ₃
ク ロ ム 酸	10	//	A ₃	//	飽和	室温	A ₁	硫酸マグネシウム	飽和	//	A ₁
//	20	室温	A ₁	ス テ ア リ ン 酸	100	126	A ₃	//	5~20	100	A ₁
//	36.5	90	A ₃	赤 血 塩	飽和	室温	A ₁	硫 酸	1~3	62	A ₁
ク エ ン 酸	10~25	100	A ₁	赤血塩+5.0%食塩	0.5	//	A ₁	硫 酸 カ リ ウ ム	10	室温	A ₁
//	50	60	A ₁	石 炭 酸	100	沸	A ₁	硫酸水素ナトリウム	飽和	//	A ₁
//	50	100	A ₃	炭酸アンモニウム	50	100	A ₁	//	10	沸点	A ₁
グリセリン	-	室温	A ₁	//	50	沸点	A ₁	//	25	//	A ₁
クエン酸ナトリウム	飽和	//	A ₁	炭 酸 バ リ ウ ム	25	//	A ₁	硫酸ナトリウム	10~20	沸点	A ₁
珪酸ナトリウム	25	沸点	A ₁	炭酸カルシウム	飽和	//	A ₁	硫化ナトリウム	10	//	A ₂
琥 珀 酸		129	A ₁	炭酸バリウム	//	室温	A ₁	//	飽和	室温	A ₁
酢 酸	5~99.5	100	A ₁	//	5~20	100	A ₁	硫 黄	+H ₂ O	//	A ₃
//	蒸気-33	沸点	A ₁	//	飽和	室温	A ₁	硫 黄 (容 融)	100	240	A ₁
//	70	50~62	A ₁	炭酸ナトリウム	10	沸点	A ₁	硫 酸 亜 鉛	飽和	室温	A ₁
酸性蟻酸アンモニウム	10	//	A ₁	タ ン ニ ン 酸	25	100	A ₃	磷 酸	5~30	//	A ₂
酢 酸 鉛	飽和	室温	A ₁	チオ硫酸カリウム	1	-	A ₁	磷 酸 ナ ト リ ウ ム	飽和	室温	A ₁
三 塩 化 磷	飽和	室温	A ₁	チオ硫酸ナトリウム	10	沸点	A ₁	磷 酸	//	室	A ₁