



QVF[®] SUPRA LINE

5. 熱交換器

熱交換器の種類

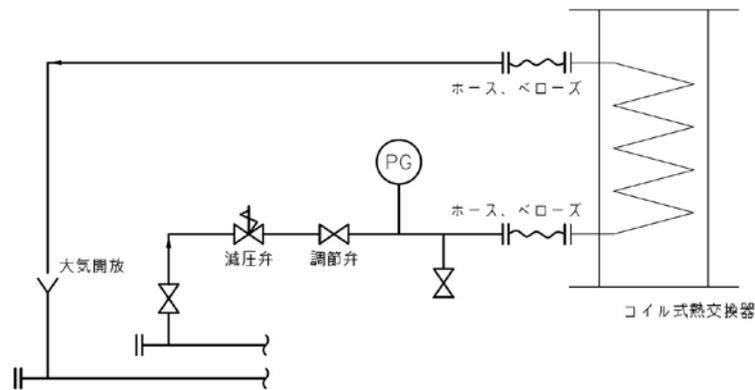
ガラス製熱交換器には、それぞれの用途に応じて、コイル式熱交換器と多管式熱交換器の2種類があります。これらは、加熱、冷却、凝縮などいずれの場合でも使用することができます。仕様、設置スペースに併せて最適な設計を致します。

コイル式熱交換器 許容運転条件

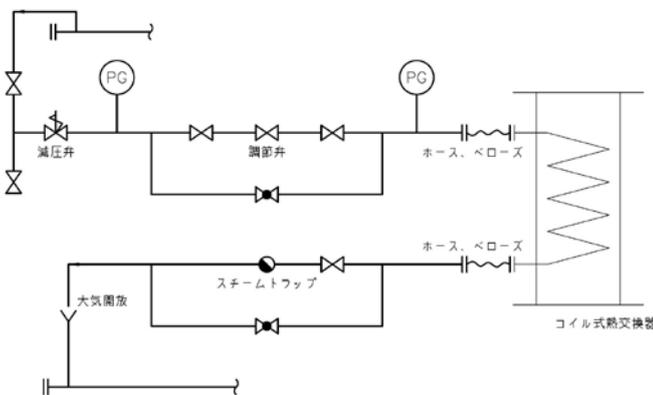
コイル式熱交換器の許容運転温度は他の製品同様200℃（温度差 外気-ガラス内部 $\Delta\Theta=180\text{K}$ ）、シェル側の許容運転圧力は他製品同様、各口径に応じた許容運転圧力と同じです。コイル側の許容運転圧力は熱交換器の種類によって異なります。シェル側とコイル側の許容運転圧力差、温度差は各グラフの通りです。

注意事項

- コイル側ノズルには、応力がかからないよう、ホースやベローズを使用して接続してください。
- コイル入口側の配管は、下記の標準配管例を参考に減圧弁、調節弁、圧力計を設置して運転管理を行ってください。
- コイル出口側の配管は、大気開放としてください。また、引き落としによるコイル内の冷却水沸騰を避ける為、熱交換器の近傍で大気開放口を設けて下さい。大気開放にできない場合は、許容運転圧力を超えないようにしてください。
- コイル内でのウォーターハンマーを防ぐために、バルブ操作はゆっくりと行ってください。
- 口径がDN150までの熱交換器は、水平に設置することができます。コンデンサーとして使用する場合は、凝縮液が流れるように傾けて設置してください。
- コイルにスチームを通す際、ドレンをよく切ってください。
- 冬期、運転を停止する場合は凍結防止のため内部液を抜いてください。



【図5.1】 クーラー、コンデンサーとして使用した場合の配管例



【図5.2】 ボイラーとして使用した場合の配管例

総括伝熱係数

次の表は、コイル式熱交換器の一般用途に対する総括伝熱係数です。

シェル側	凝縮蒸気	液体	ガス
コイル側	冷却水	冷却水	冷却水
総括伝熱係数U (W/m ² K)	290	175	50

コイル式熱交換器

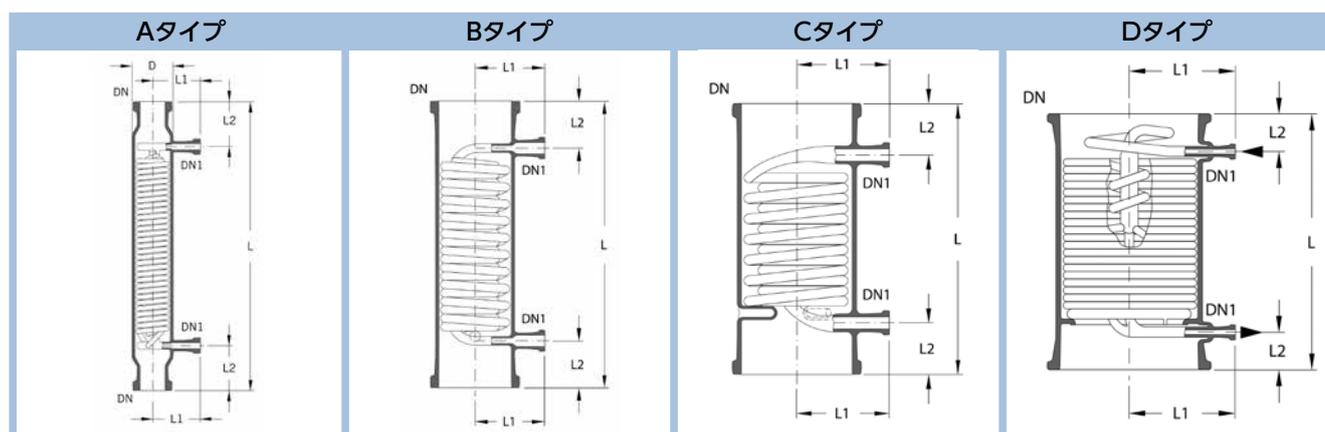
材質：ほうけい酸ガラス

伝熱面積 (m ²)	DN (呼び径)	DN1 (呼び径)	D (mm)	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	タイプ	製品コード
0.2	40	15	60	610	75	95	A	SL-5HC040-02
0.3	50	15	87	610	100	95	A	SL-5HC050-03
0.3	80	15	87	610	100	95	A	SL-5HC080-03
0.5	100	15	115	610	125	80	A	SL-5HC100-05
0.7	150	25	—	610	150	100	B	SL-5HC150-07
1.0	150	25	—	840	150	100	B	SL-5HC150-10
1.0	200	25	—	500	200	95	C	SL-5HC200-10
1.5	200	25	—	725	200	95	C	SL-5HC200-15
2.5	300	25	—	600	275	100	D	SL-5HC300-25
4.0	300	25	—	825	275	100	D	SL-5HC300-40
6.0	450	25	—	850	350	125	D	SL-5HC450-60
8.0	450	25	—	900	350	125	D	SL-5HC450-80
12.0	600	50	—	1100	450	150	D	SL-5HC600-120
15.0	600	50	—	1250	450	150	D	SL-5HC600-150

特性データ

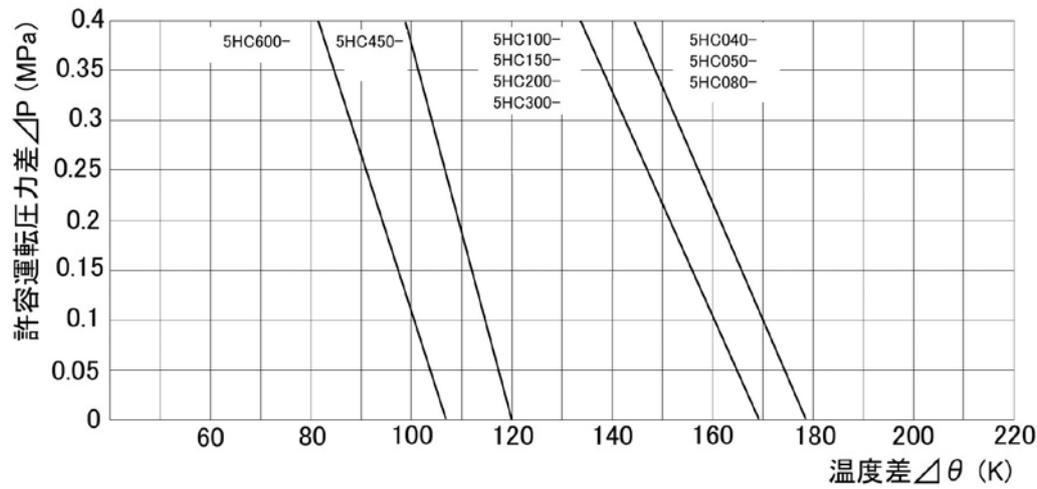
下表は、常圧の水蒸気を冷却水（入口温度20℃、圧損0.25MPa）で凝縮させた場合の性能を示します。

製品コード	自由流通面積 (cm ²)	容量		冷却水量 (L/h)	凝縮量 (kg/h)
		コイル(L)	シェル(L)		
SL-5HC040-02	4.5	0.21	0.83	700	7
SL-5HC050-03	5.5	0.43	1.7	1200	12
SL-5HC080-03	5.5	0.43	2.0	1200	12
SL-5HC100-05	18	0.9	3.6	2200	18
SL-5HC150-07	70	1.9	8.3	3000	45
SL-5HC150-10	70	2.7	11.0	2300	60
SL-5HC200-10	90	2.0	12.0	2150	45
SL-5HC200-15	90	4.0	16.0	1650	60
SL-5HC300-25	250	6.0	32.0	2750	85
SL-5HC300-40	250	10.0	40.0	2600	125
SL-5HC450-60	450	26.0	91.0	6100	230
SL-5HC450-80	450	28.0	95.0	5800	280
SL-5HC600-120	700	65.0	215.0	7300	330
SL-5HC600-150	700	69.0	263.0	6300	370



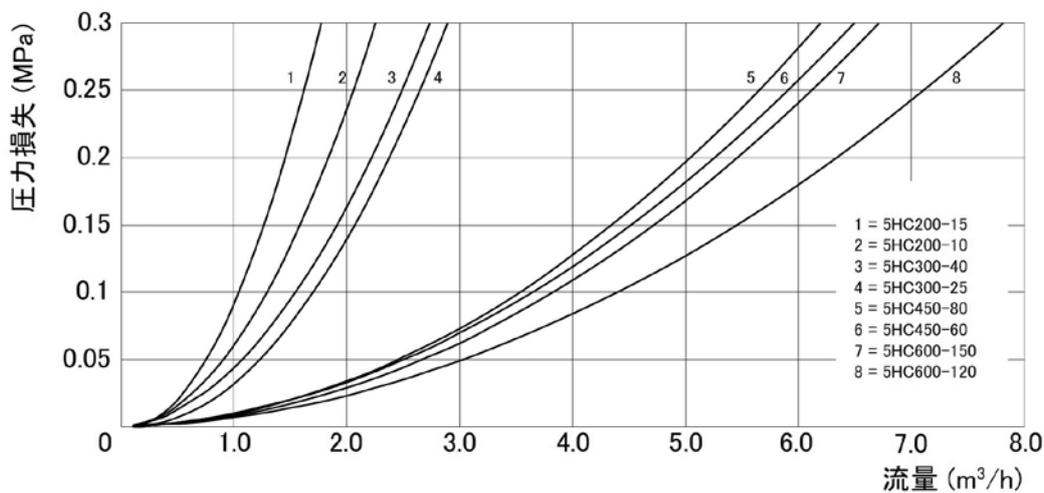
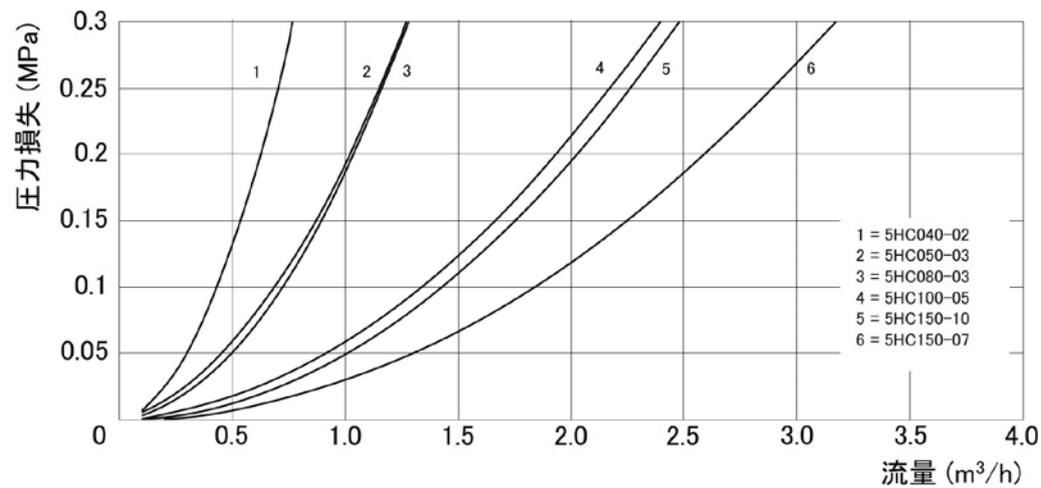
許容運転圧力差

シェル側とコイル側の許容運転圧力差と温度差の関係を示します。



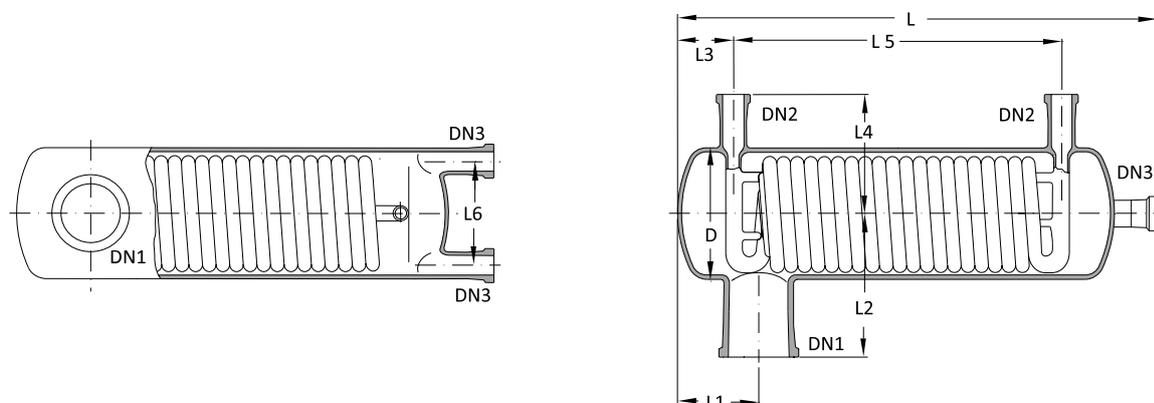
圧力損失

20°Cの水をコイルに流したときの圧力損失を示します。



コンデンサー(水平型)

凝縮蒸気がコンデンサーの横から入り、蒸気が凝縮されます。凝縮液が留出側の下のノズルから流れやすいように、留出側に傾けて設置してください。一方、留出側の上のノズルはベント、真空、洗浄などの用途に使用してください。運転を停止した場合、コイル内の冷却水が完全に抜けませんので、冬期の凍結にご注意ください。



材質：ほうけい酸ガラス

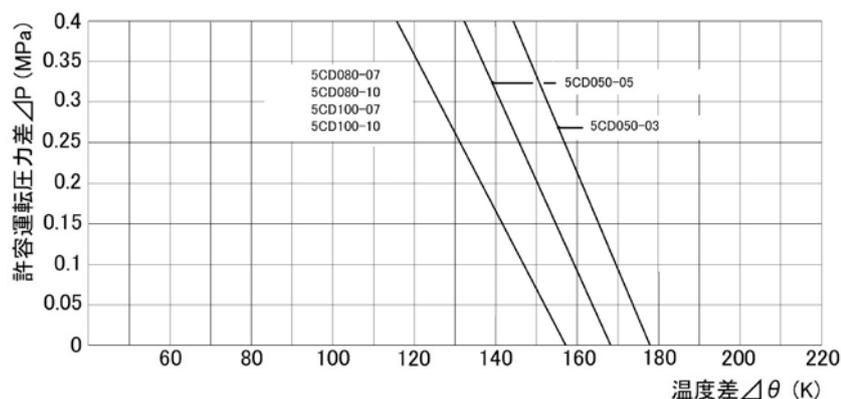
伝熱面積 (m ²)	DN1 (呼び径)	DN2 (呼び径)	DN3 (呼び径)	D (mm)	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	L5 (mm)	L6 (mm)	製品コード
0.3	50	15	15	90	580	55	120	40	85	420	65	SL-5CD050-03
0.5	50	15	15	120	630	100	135	70	100	440	95	SL-5CD050-05
0.7	80	25	25	165	610	100	185	70	150	410	130	SL-5CD080-07
1.0	80	25	25	165	840	100	185	70	150	640	130	SL-5CD080-10
0.7	100	25	25	165	610	100	185	70	150	410	130	SL-5CD100-07
1.0	100	25	25	165	840	100	185	70	150	640	130	SL-5CD100-10

特性データ

製品コード	容量	
	コイル(L)	シェル(L)
SL-5CD050-03	0.4	2.0
SL-5CD050-05	0.9	4.0
SL-5CD080-07	1.9	8.0
SL-5CD080-10	3.1	10.4
SL-5CD100-07	1.9	8.1
SL-5CD100-10	3.1	10.3

許容運転圧力差

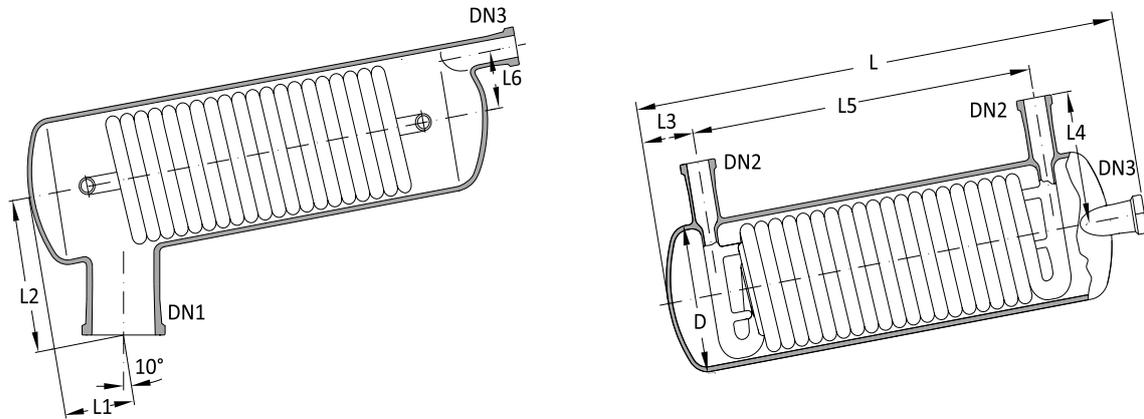
シェル側とコイル側の許容運転圧力差と温度差の関係を示します。



コンデンサー (傾斜付き)

10°の傾斜がついており、充填塔や還流器に直接接続することができます。凝縮液は、蒸気が入ってくる下部のノズルから戻り、還流器で還流側と留出側に分配されます。

運転を停止した場合、コイル内の冷却水が完全に抜けませんので、冬期の凍結にご注意ください。



材質：ほうけい酸ガラス

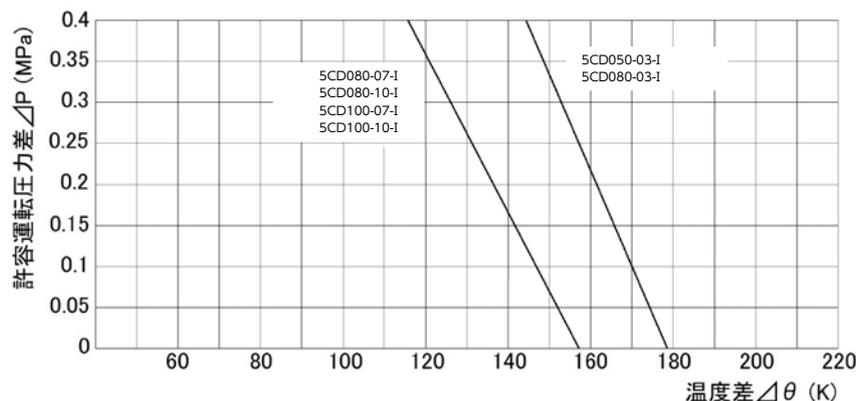
伝熱面積 (㎡)	DN1 (呼び径)	DN2 (呼び径)	DN3 (呼び径)	D (mm)	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	L5 (mm)	L6 (mm)	製品コード
0.3	50	15	25	90	555	52	119	30	85	420	25	SL-5CD050-03-I
0.3	80	15	25	90	555	55	129	30	85	420	25	SL-5CD080-03-I
0.7	80	25	25	165	595	60	191	60	150	410	65	SL-5CD080-07-I
1.0	80	25	25	165	825	60	191	50	150	630	65	SL-5CD080-10-I
0.7	100	25	25	165	605	70	191	70	150	410	65	SL-5CD100-07-I
1.0	100	25	25	165	835	70	191	60	150	630	65	SL-5CD100-10-I

特性データ

製品コード	容量	
	コイル(L)	シェル(L)
SL-5CD050-03-I	0.4	1.7
SL-5CD080-03-I	0.4	1.8
SL-5CD080-07-I	1.9	6.8
SL-5CD080-10-I	3.1	10.2
SL-5CD100-07-I	1.9	7.7
SL-5CD100-10-I	3.1	10.0

許容運転圧力差

シェル側とコイル側の許容運転圧力差と温度差の関係を示します。



コイル式ボイラー

コイル式ボイラーは、主にサーモサイフォン式エバポレーターに使用されます。

材質：ほうけい酸ガラス

伝熱面積 (㎡)	DN (呼び径)	DN1 (呼び径)	DN2 (呼び径)	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	タイプ	製品コード
0.1	100	25	25	380	125	100	103	46	A	SL-5BC100-01
0.4	150	40	25	455	150	100	122	57	A	SL-5BC150-04
1.0	200	40	25	615	175	100	110	45	B	SL-5BC200-10
1.5	200	40	25	775	175	100	110	45	B	SL-5BC200-15

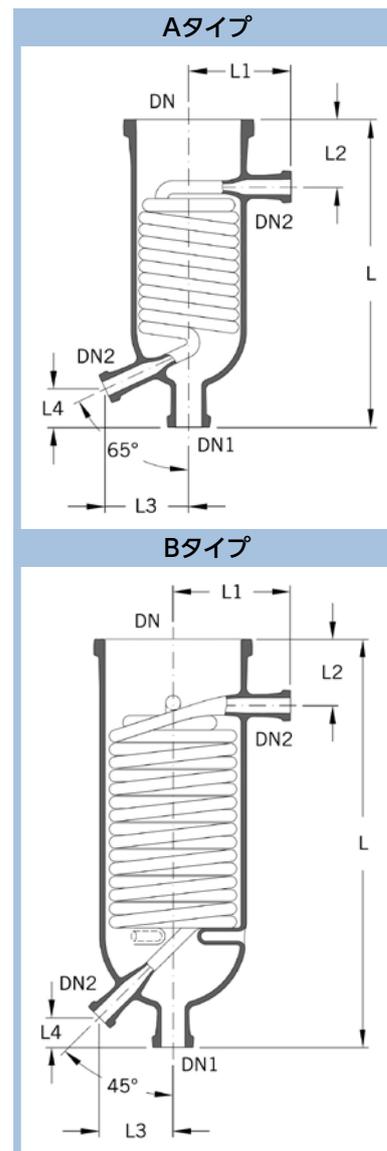
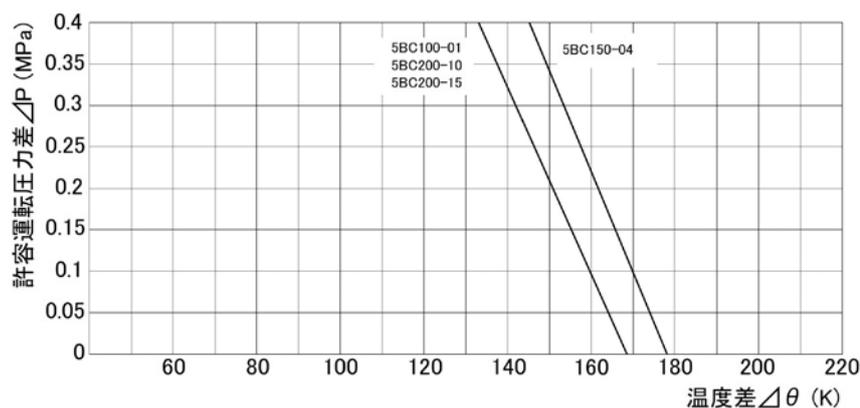
特性データ

総括伝熱係数は、0.3MPaGの蒸気を使用した場合、約400W/㎡Kです。この数値は蒸気圧力の低下により、多少小さくなります。下表は、大気圧、100℃の水を蒸発させた場合の蒸発量を示します。

製品コード	容量		蒸気圧力 (MPaG)	蒸発量 (kg/h)
	コイル(L)	シェル(L)		
SL-5BC100-01	0.25	2.3	0.2 0.3	2.7 3.3
SL-5BC150-04	1.0	4.7	0.2 0.3	12.5 16.5
SL-5BC200-10	2.1	14	0.2 0.3	20 24
SL-5BC200-15	3.2	15	0.2 0.3	29 37

許容運転圧力差

シェル側とコイル側の許容運転圧力差と温度差の関係を示します。



コイル式熱交換器 (浸漬型)

浸漬型のコイル式熱交換器は、球形ベッセル、円筒形ベッセルの下部ノズルより容器内に挿入して使用します。

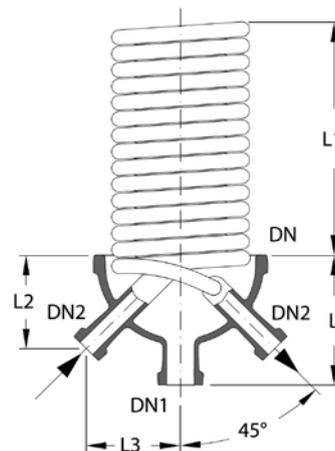
材質：ほうけい酸ガラス

伝熱面積 (m ²)	DN (呼び径)	DN1 (呼び径)	DN2 (呼び径)	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	製品コード
0.6	150	40	25	185	290	133	113	SL-5HI150-06
1.0	200	40	25	175	355	126	126	SL-5HI200-10

特性データ

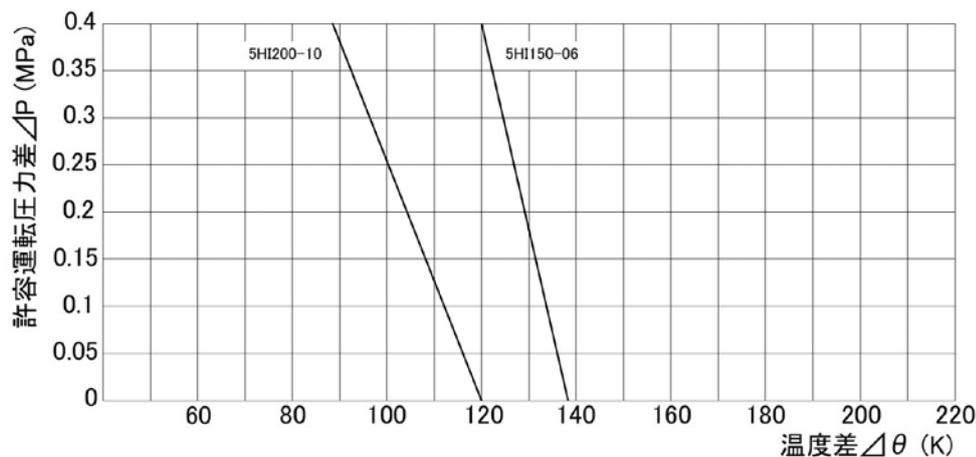
総括伝熱係数は、0.3MPaGの蒸気を使用した場合、約400W/m²Kです。この数値は蒸気圧力の低下により、多少小さくなります。下表は、大気圧、100℃の水を蒸発させた場合の蒸発量を示します。

製品コード	コイル容量 (L)	蒸気圧力 (MPaG)	蒸発量 (kg/h)
SL-5HI150-06	1.1	0.2	13.5
		0.3	17.5
SL-5HI200-10	2.9	0.2	20
		0.3	28



許容運転圧力差

シェル側とコイル側の許容運転圧力差と温度差の関係を示します。

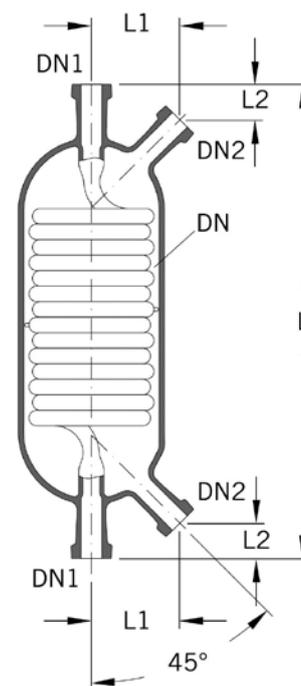


液体クーラー

蒸留塔や還流器からの製品を冷却する為に使用します。

材質：ほうけい酸ガラス

伝熱面積 (m ²)	DN (呼び径)	DN1 (呼び径)	DN2 (呼び径)	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	製品コード
0.03	80	15	15	250	60	31	SL-5CL015-003
0.06	80	15	15	350	60	31	SL-5CL015-006
0.10	80	15	15	500	60	31	SL-5CL015-01
0.30	100	25	25	550	85	35	SL-5CL025-03
0.50	150	25	25	550	104	43	SL-5CL025-05
1.00	150	25	25	750	104	43	SL-5CL025-10

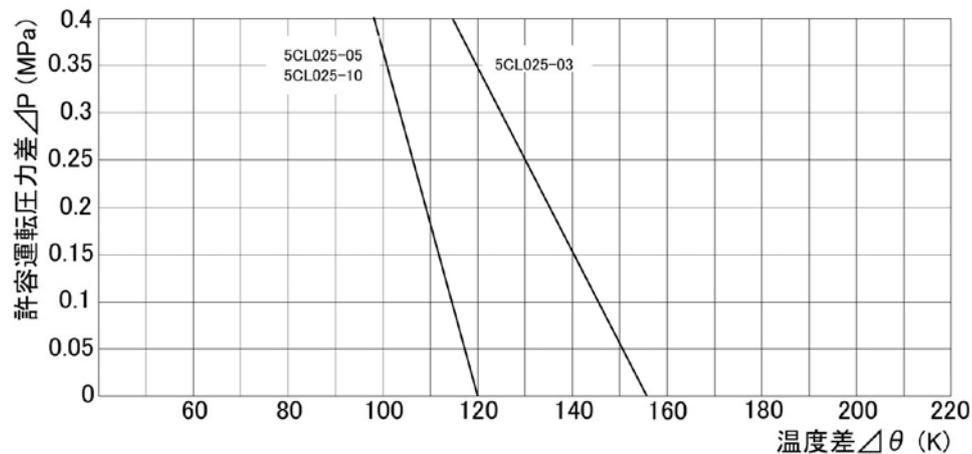


特性データ

製品コード	容量	
	コイル(L)	シェル(L)
SL-5CL025-03	0.6	2.5
SL-5CL025-05	1.2	5.2
SL-5CL025-10	2.1	7.3

許容運転圧力差

シェル側とコイル側の許容運転圧力差と温度差の関係を示します。

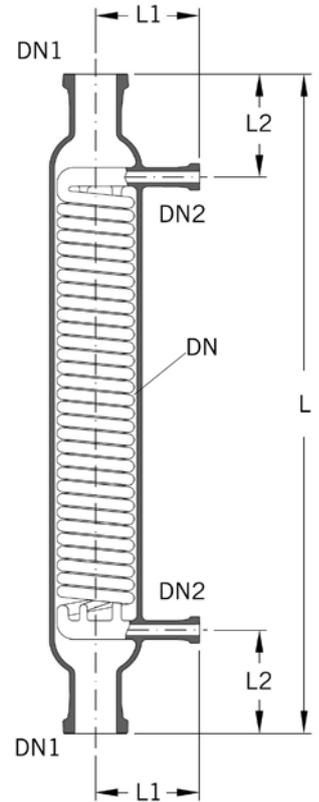


ベントクーラー

コンデンサーで凝縮されなかった蒸気成分を凝縮して除去する為にベント配管に設置します。

材質：ほうけい酸ガラス

伝熱面積 (m ²)	DN (呼び径)	DN1 (呼び径)	DN2 (呼び径)	L (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	製品コード
0.6	100	25	15	800	110	125	SL-5CV025-06
0.6	100	50	15	800	110	125	SL-5CV050-06

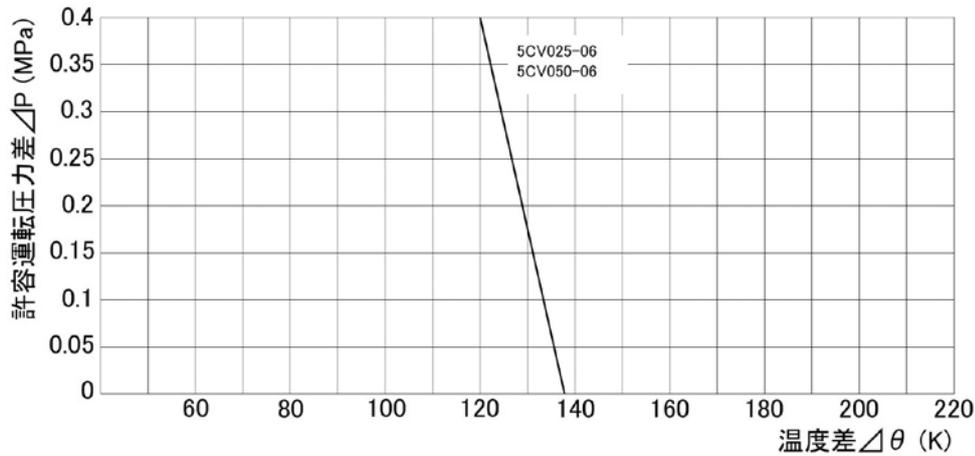


特性データ

製品コード	容量	
	コイル(L)	シェル(L)
SL-5CV025-06	0.9	3.4
SL-5CV050-06	0.9	3.6

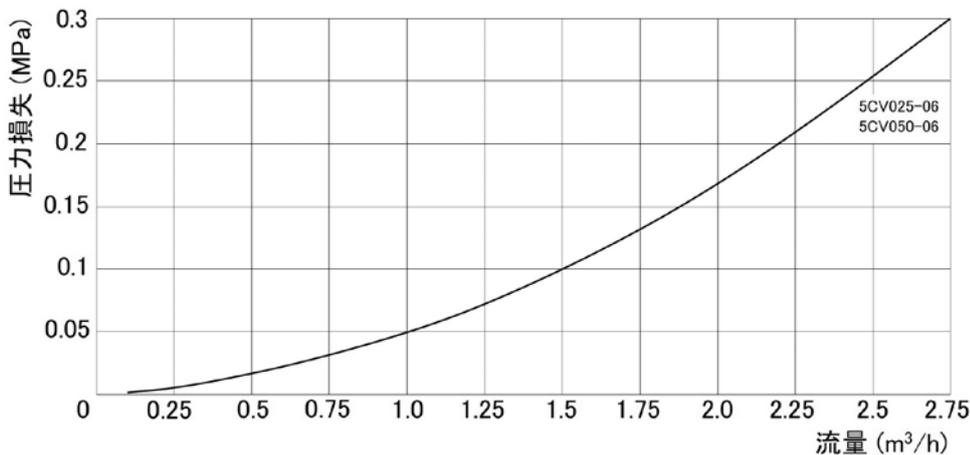
許容運転圧力差

シェル側とコイル側の許容運転圧力差と温度差の関係を示します。



圧力損失

20℃の水をコイルに流したときの圧力損失を示します。



多管式熱交換器

多管式熱交換器の基本的な型式には、次の2種類があります。

■ 標準タイプ(横置き、縦置き)

シェル側、チューブ側の何れにも腐食性流体を通せます。

■ 吸収塔タイプ(縦置き)

塩素化反応等から発生する塩化水素ガスを回収する熱交換器に主に使用され、上部チューブプレートに分配器が組みこまれています。

総括伝熱係数

次の表は、多管式熱交換器の一般用途に対する総括伝熱係数です。

熱交換器の種類	組合せ流体	総括伝熱係数U(W/m ² K)	
		チューブ材質 ほうけい酸ガラス	チューブ材質 SiC
液-液	水-熱水	350~520	700~1950
	水-酢酸エチル	230~440	340~1180
液-ガス	水-空気	25~90	30~100
凝縮	水-蒸気	470~550	1520~2300
	水-酢酸エチル	400~450	910~1220
蒸発	蒸気-熱水	480~500	1610~1690

製品の選択

多管式熱交換器は、標準仕様として流体が接する部分の材質にほうけい酸ガラスとフッ素樹脂だけを使用します。腐食性の高い流体に対して優れた耐食性を示し、また流体への不純物溶出がほとんどありません。シェル側、チューブ側とも耐食性を持っており、腐食性流体同士の熱交換が可能です。

シェル、チャンネルカバー、チューブ(伝熱管)は標準のほうけい酸ガラス以外に、運転条件や流体に適した材質にすることができ、以下の材質から選択することができます。

シェル材質	チューブ材質	チャンネルカバー材質	シェルDN(呼び径)	伝熱面積(m ²)	据付方法
ほうけい酸ガラス 石英 SGP SUS GL PVC その他耐食金属	ほうけい酸ガラス 石英 SiC その他耐食金属	ほうけい酸ガラス 石英 SGP SUS GL PVC その他耐食金属	80	0.14~1.1	横型
			100	0.29~2.5	
			150	0.77~6.6	
			200	1.3~11.5	

SiCの特性

SiC(シリコンカーバイド、炭化ケイ素)は、優れた耐食性と高い熱伝導度を有するセラミック材料であり、チューブ材質として、腐食性流体への適用に非常に適しております。

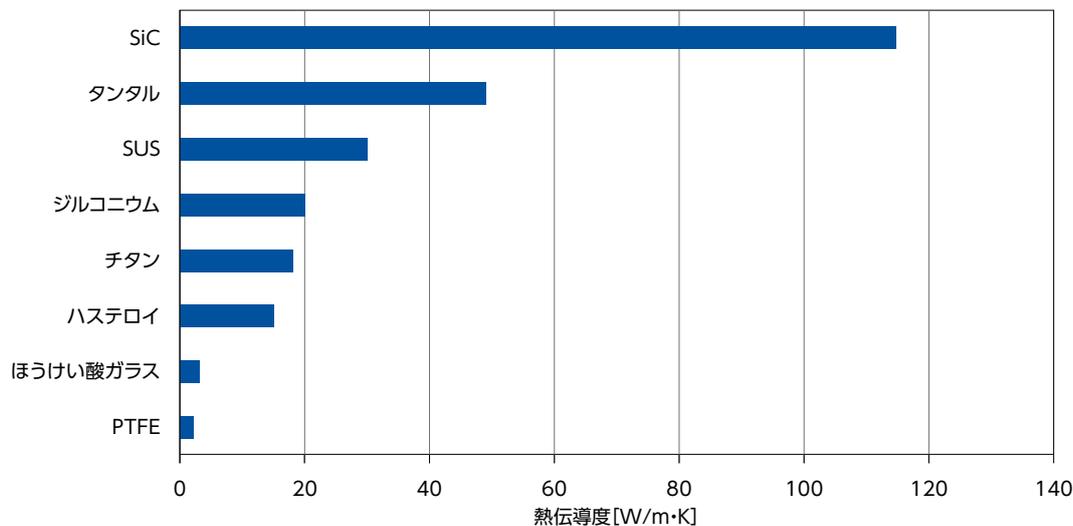
■ 耐食性

SiCは表に示す通り、酸やアルカリ等、様々な腐食環境において優れた耐食性を発揮します。また、シェルとチャンネルカバーの材質をほうけい酸ガラスとすることが可能ですので、どちらにも腐食性流体を適用することができます。

腐食性流体	温度(°C)	腐食速度(mg/cm ² yr)
98% H ₂ SO ₄	100	1.8
50% NaOH	100	2.5
53% HF	25	<0.2
85% H ₃ PO ₄	100	<0.2
70% HNO ₃	100	<0.2
45% KOH	100	<0.2
25% HCl	70	<0.2
10% HF + 57% HNO ₃	25	<0.2

■ 熱伝導度

グラフに示す通り、SiCの熱伝導度はPTFEやほうけい酸ガラス、タンタルといった様々な耐食材の中で突出しており、ほうけい酸ガラスの100倍にもなる105~125W/m・Kと非常に高い値を示します。これは、小さな伝熱面積でも高い伝熱性能を得ることが可能であることを意味し、設置スペースを小さくできます。

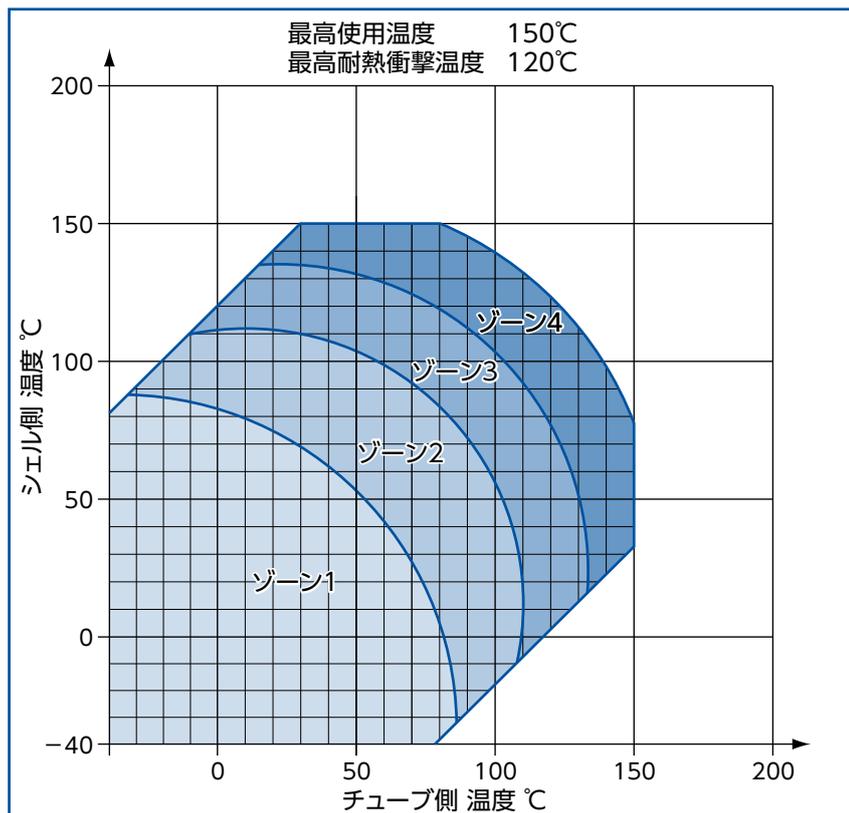


許容運転条件

正圧側の許容圧力範囲は下記の通りですが、負圧側はF.V.まで使用可能です。

シェルDN (呼び径)		80	100	150	200	300
シェル側 材質	ほうけい酸ガラス	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
	金属	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
チューブ側 材質	ほうけい酸ガラス	0.25	0.2	0.2	0.1	0.1
	金属	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

次の図は、内外管の使用温度と許容圧力差を示します。



シェルDN (呼び径)	ゾーン1	ゾーン2	ゾーン3	ゾーン4
80	0.35	0.31	0.28	0.21
100	0.35	0.31	0.28	0.21
150	0.35	0.31	0.28	0.21
200	0.3	0.27	0.24	0.18
300	0.28	0.23	0.2	0.14

チューブ材質がほうけい酸ガラスの場合、以下の温度条件の範囲外では使用しないでください。

- 最高使用温度 : 150°C
- 最低使用温度 : -40°C
- 耐熱衝撃温度 : 120°C

上図の読み方は以下の例の通りになります。

- (1) チューブ側温度70°C、シェル側温度100°C →

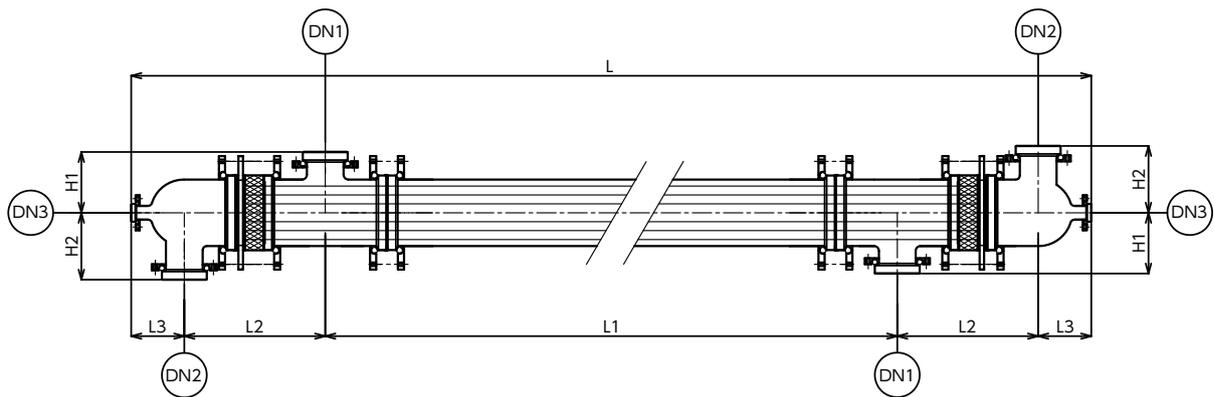
ゾーン3

- (2) シェル径がDN200のとき、ゾーン3では許容圧力差 →

0.24 MPa

※多管式熱交換器は圧力容器に適用できませんので、ご注意ください。

製品寸法



シェル：ほうけい酸ガラス、チャンネルカバー：ほうけい酸ガラス

シェルDN (呼び径)	80		100		150		200		300	
伝熱面積 (m ²)	Min. 0.14	Max. 1.1	Min. 0.29	Max. 2.5	Min. 0.77	Max. 6.6	Min. 1.3	Max. 11.5	Min. 4.8	Max. 31.4
DN1(呼び径)	25	80	25	100	25	150	25	200	25	300
DN2(呼び径)	40	40	50	50	50	50	80	80	100	100
DN3(呼び径)	25	25	25	25	25	25	40	40	40	40
L(mm)	897	4300	1003	4606	1024	4628	1318	5122	1752	5756
L1(mm)	203	3406	203	3506	204	3508	204	3608	304	3808
L2(mm)	257	357	295	445	295	445	332	532	424	674
L3(mm)	90	90	105	105	115	115	225	225	300	300
H1(mm)	100	200	125	250	150	250	175	300	225	300
H2(mm)	110	110	125	125	150	150	200	200	275	275
チューブ全長(mm)	479	3882	475	4078	476	4080	496	4300	726	4730
チューブ本数	7		14		37		61		151	

注：すべてのチューブは外径14mm、肉厚1.5mmです。

※上記の伝面、ノズル口径、寸法は標準タイプの場合です。仕様、設置スペースに併せて最適な設計を致します。