

HASTELLOY® C-2000® 合金

主な特徴

硫酸に対して優れた耐性を有する銅含有Ni-Cr-Mo 材料

HASTELLOY® C-2000® 合金 (UNS N06200) は、多用途のニッケル-クロム-モリブデン材料の中で銅を意図的に添加したユニークな合金です。これにより、硫酸に対する耐性が大幅に向上します。また、酸化性化学物質、および第二鉄イオンと溶存酸素で汚染されたプロセスストリームに対する耐性を最大限にするためにクロムを多く含んでいます。

他のニッケル合金と同様に、この合金は延性があり、容易に成形および溶接することができ、塩化物含有溶液中で(オーステナイト系ステンレス鋼に起こりやすい劣化形態である)応力腐食割れに対して優れた耐性があります。また、広範囲の酸化性および非酸化性の化学物質に耐えることができ、塩化物および他のハロゲン化物の存在下での孔食および隙間腐食に対して傑出した耐性を示します。

代表的な化学プロセス工業(CPI)用途には、反応器や熱交換器などがあります。

標準組成

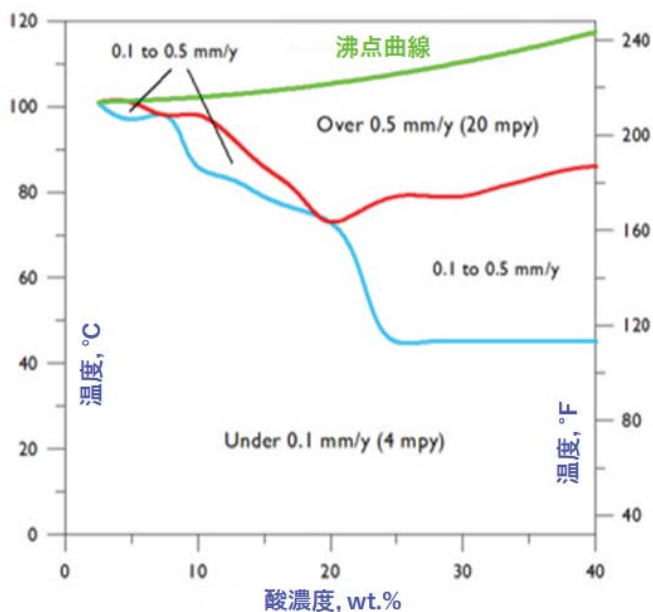
重量 %

ニッケル:Ni	59 Balance
コバルト:Co	2 max.
クロム:Cr	23
モリブデン:Mo	16
銅:Cu	1.6
鉄:Fe	3 max.
マンガン:Mn	0.5 max.
アルミニウム:Al	0.5 max.
ケイ素:Si	0.08 max.
炭素:C	0.01 max.

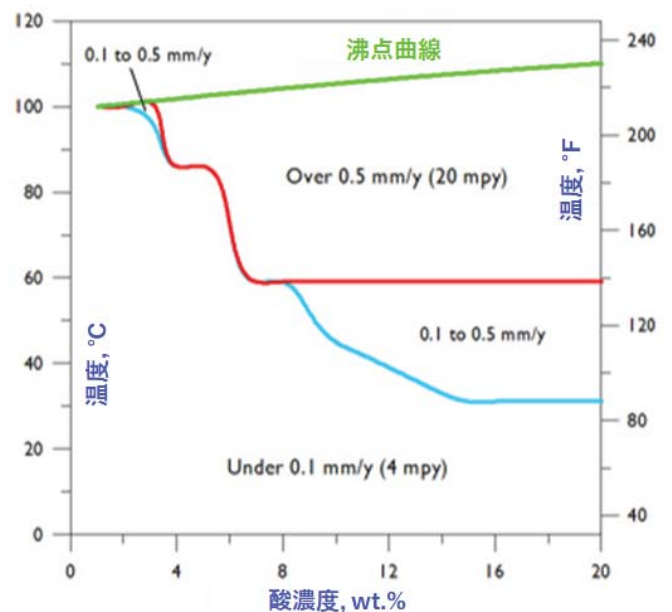
等腐食線図

ここに示す各々の等腐食線図は、異なる酸濃度および温度で得られた多数の腐食速度値を用いて作成されたものです。青の線は、試薬グレードの酸を用いた実験室試験に基づいて、予想腐食速度が 0.1 mm/y (4 mil/年) となる酸濃度と温度の組み合わせを示しています。線よりも下では、予想腐食速度は 0.1 mm/y 以下になります。同様に、赤の線は、予想腐食速度が 0.5 mm/y (20 mil/年) となる酸濃度と温度の組み合わせを示しています。線よりも上では、予想腐食速度は 0.5 mm/y を超えます。青と赤の線の間では、腐食速度は 0.1 ~ 0.5 mm/y になると予想されます。

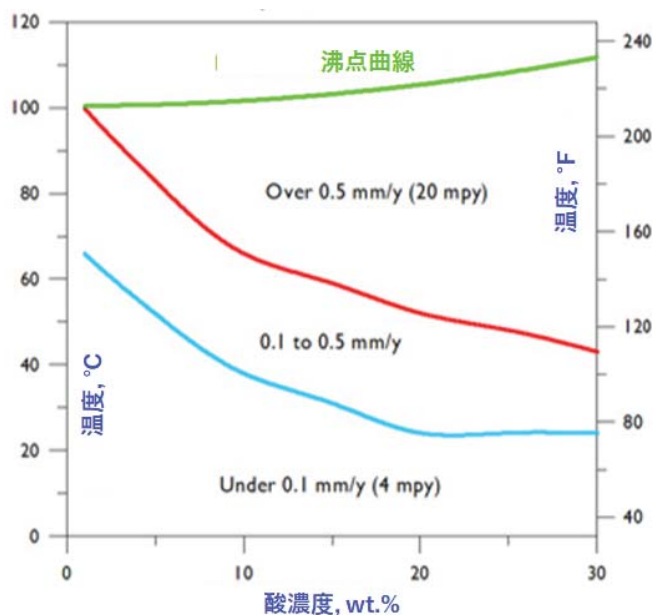
臭化水素酸中の
C-2000®合金の等腐食線図



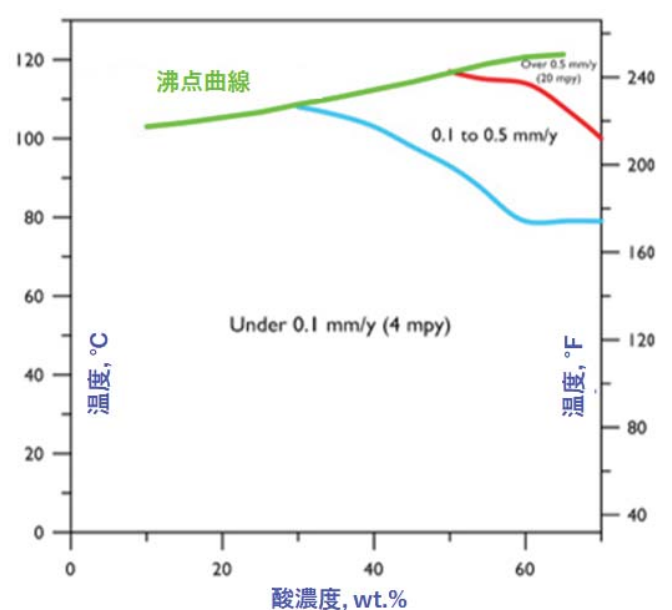
塩酸中の
C-2000®合金の等腐食線図



フッ化水素酸中の
C-2000®合金の等腐食線図

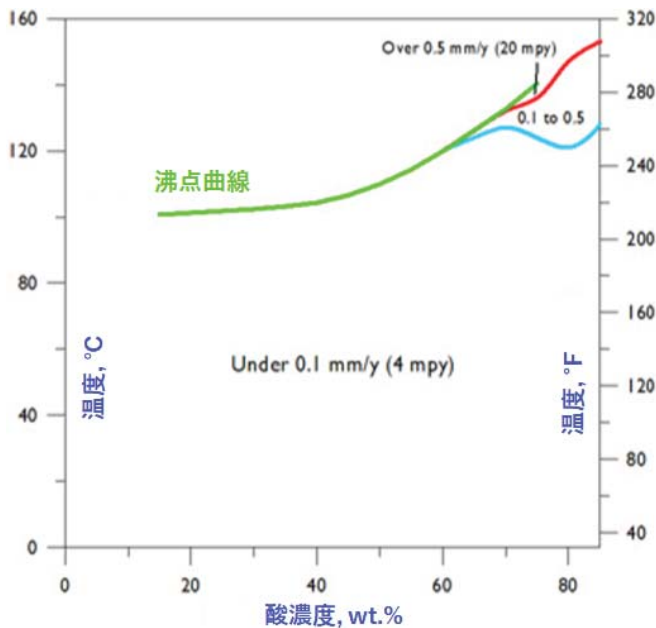


硝酸中の
C-2000®合金の等腐食線図

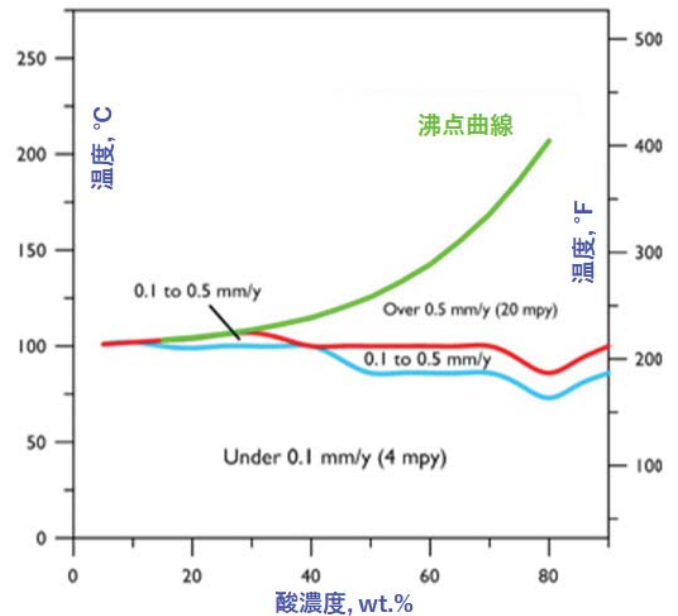


等腐食線図(続き)

リン酸中の
C-2000®合金の等腐食線図



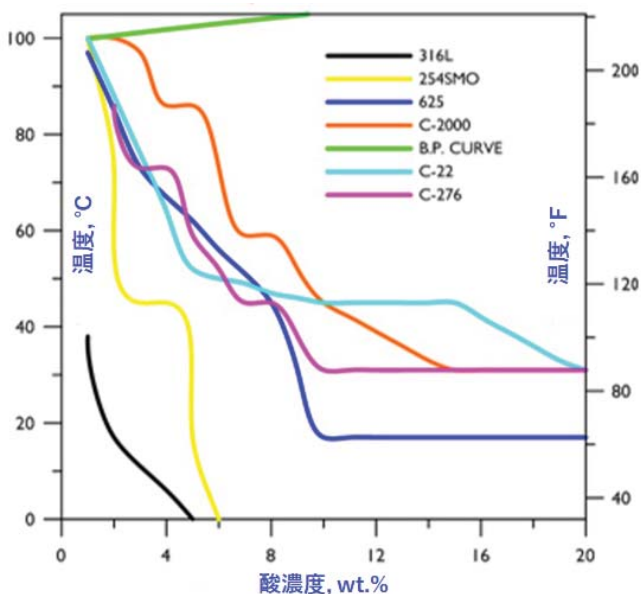
硫酸中の
C-2000®合金の等腐食線図



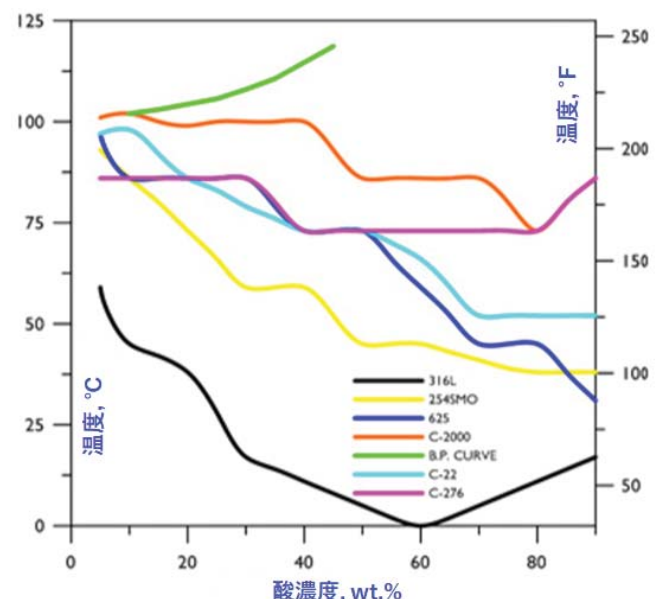
0.1 mm/y 腐食速度の比較

HASTELLOY® C-2000® 合金の性能と他の材料の性能との比較には、0.1 mm/y の腐食速度線のプロットが役立ちます。以下のグラフにおいて、C-2000® 合金の線は、塩酸および硫酸中におけるC-22® 合金、C-276 合金、625 合金、254SMO 合金、および 316L ステンレス鋼の線と比較されています。C-2000® 合金が優れているのは、塩酸中では 10% 濃度まで、硫酸中では 80% 濃度までであることに注意してください。塩酸は濃度上限の 20% では共沸混合物になり、これ以上の濃度では腐食試験の信頼性が低くなります。

塩酸中の
0.1 mm/y 腐食速度の比較



硫酸中の
0.1 mm/y 腐食速度の比較



選択腐食データ

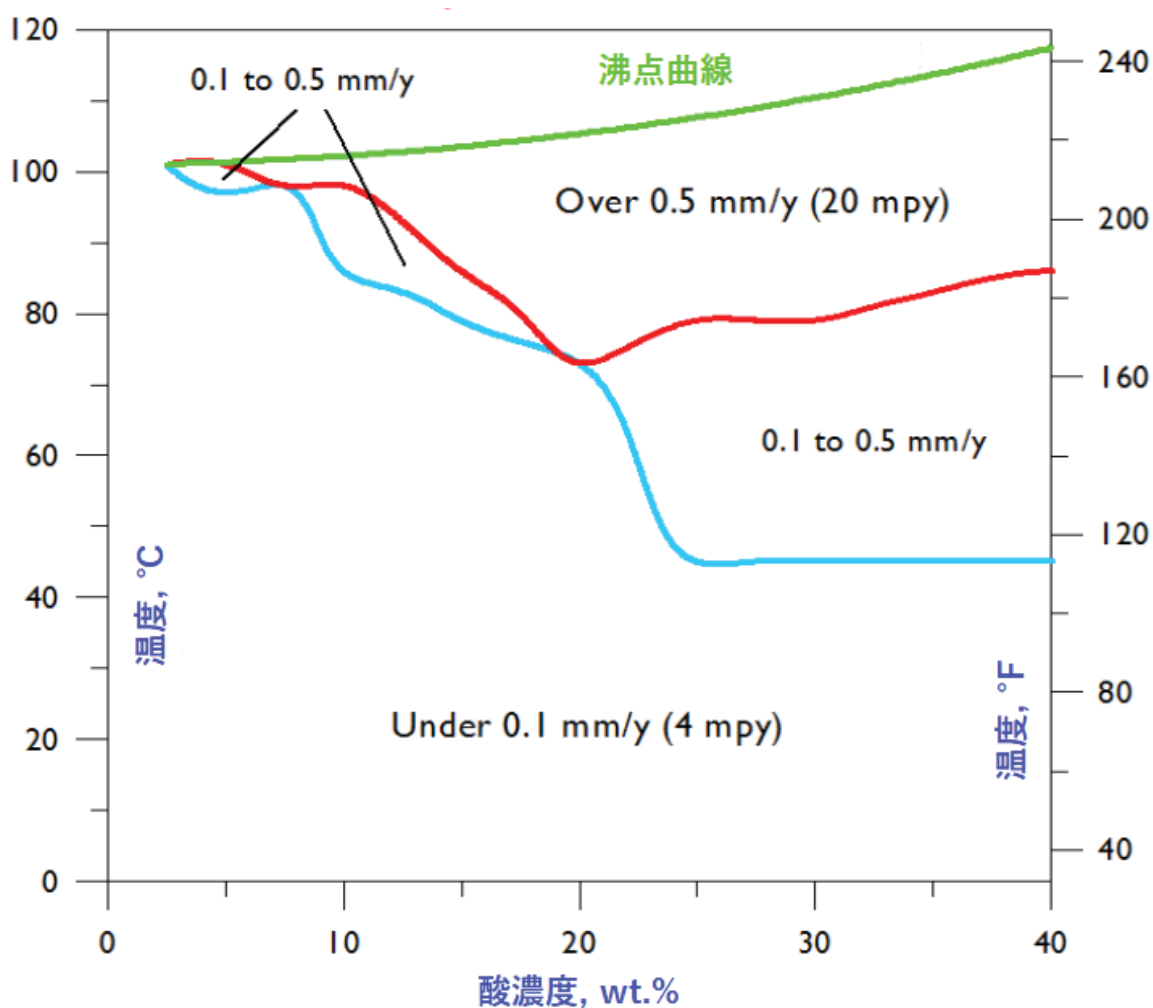
臭化水素酸

濃度 Wt. %	50°F	75°F	100°F	125°F	150°F	175°F	200°F	225°F	沸騰
	10°C	24°C	38°C	52°C	66°C	79°C	93°C	107°C	
2.5	-	-	-	-	<0.01	-	0.01	-	0.01
5	-	-	-	-	<0.01	-	0.01	-	0.15
7.5	-	-	-	-	-	<0.01	<0.01	-	0.58
10	-	-	-	-	<0.01	<0.01	0.34	-	1.71
15	-	-	-	-	-	0.1	0.94	-	-
20	-	-	-	-	<0.01	0.61	0.86	-	2.52
25	-	-	<0.01	0.15	0.3	0.53	0.91	-	-
30	-	-	0.06	0.2	0.29	0.48	0.91	-	-
40	-	-	0.07	0.13	0.18	0.32	0.6	-	-

全ての腐食速度はミリメートル/年(mm/y)で示しています; mil (ミル: 1000分の1インチ) /年に換算するには、0.0254で除算します。データは、腐食試験所の Job 71-97、26-99、49-99、27-02、および 37-02 からのものです。

全ての試験は、実験室条件下で試薬グレードの酸を用いて行われました; 工業的利用に先だって、フィールドテストを実施することを推奨します。

臭化水素酸中の C-2000® 合金の等腐食線図



選択腐食データ(続き)

塩酸

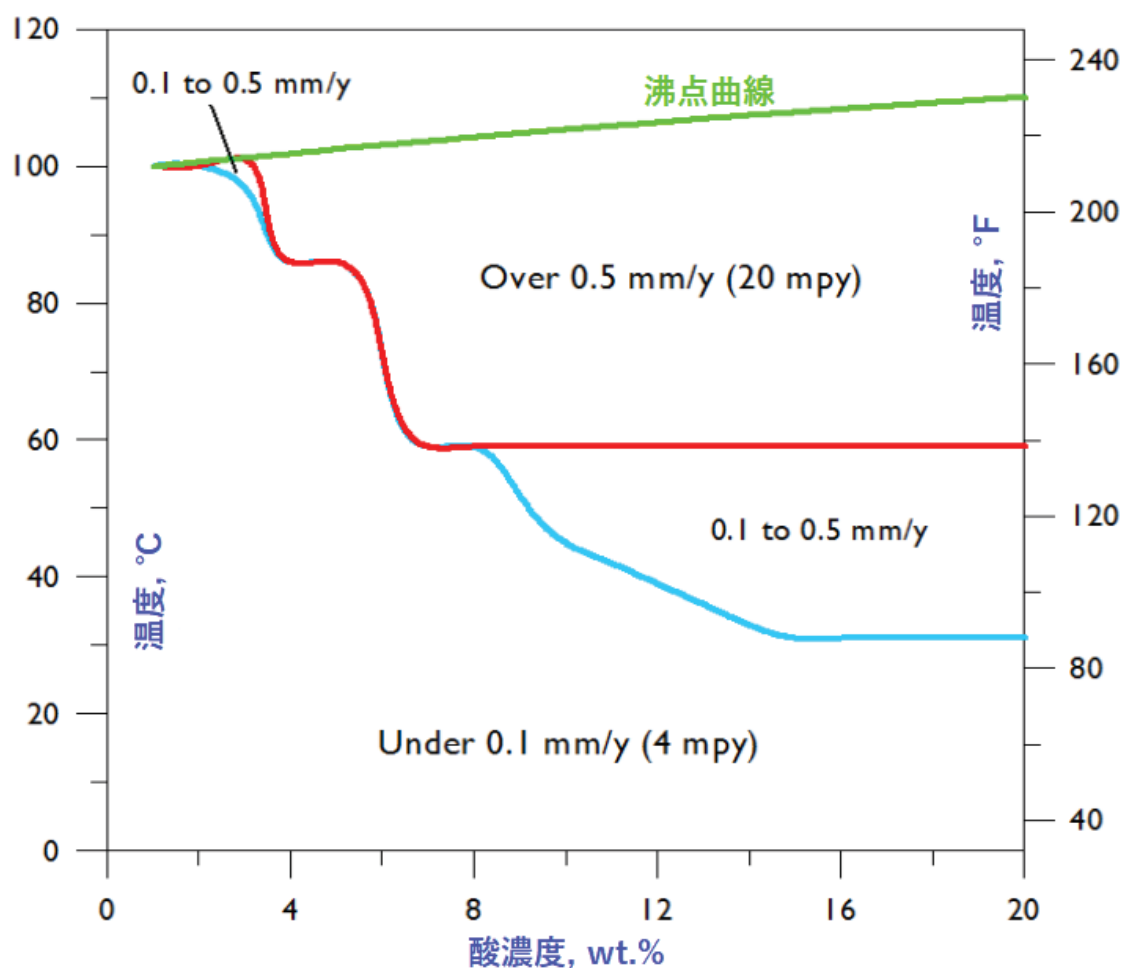
濃度 Wt. %	50°F 10°C	75°F 24°C	100°F 38°C	125°F 52°C	150°F 66°C	175°F 79°C	200°F 93°C	225°F 107°C	沸騰
1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
2	-	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	-	0.09
2.5	-	-	-	-	-	<0.01	0.01	-	0.34
3	-	-	-	-	<0.01	<0.01	0.02	-	0.36
3.5	-	-	-	-	-	0.01	0.65	-	1.61
4	-	-	-	-	<0.01	0.01	1.24	-	2.15
4.5	-	-	-	-	<0.01	0.01	1.48	-	3.98
5	-	-	-	0.01	<0.01	<0.01	1.37	-	4.23
7.5	-	-	<0.01	<0.01	0.57	1.12	-	-	-
10	-	-	<0.01	0.28	0.65	1.54	-	-	-
15	-	-	0.18	0.38	0.7	1.69	-	-	-
20	-	-	0.16	0.36	0.69	1.46	-	-	-

全ての腐食速度はミリメートル/年(mm/y)で示しています; mil (ミル: 1000分の1インチ) /年に換算するには、0.0254で除算します。

データは、腐食試験所の Job 8-95、11-95、18-95、36-95、3-96、9-96、16-96、および 25-96 からのものです。

全ての試験は、実験室条件下で試薬グレードの酸を用いて行われました; 工業的利用に先だって、フィールドテストを実施することを推奨します。

塩酸中の C-2000® 合金の等腐食線図



選択腐食データ(続き)

フッ化水素酸

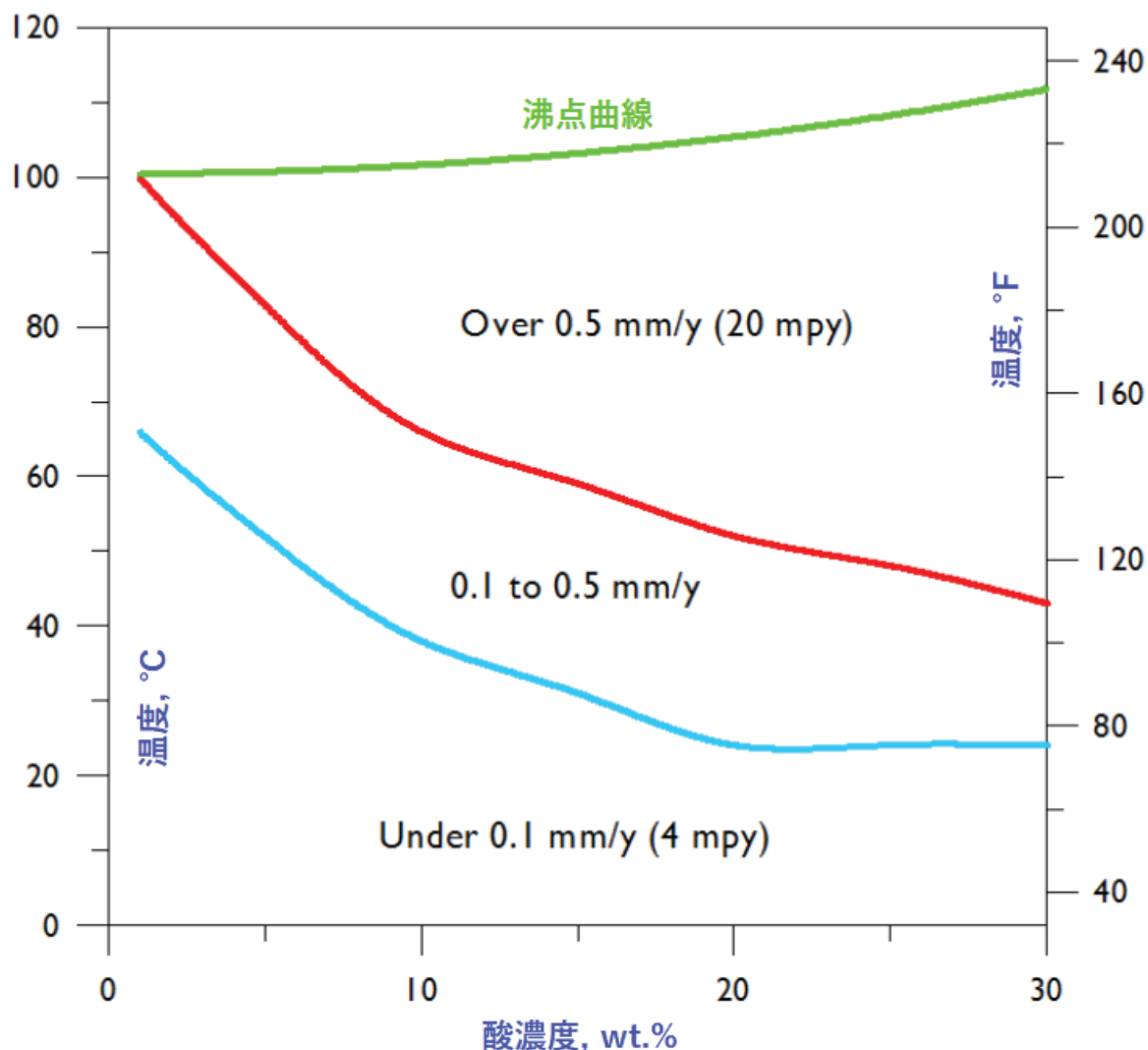
濃度 Wt. %	50°F 10°C	75°F 24°C	100°F 38°C	125°F 52°C	150°F 66°C	175°F 79°C	200°F 93°C	225°F 107°C	沸騰
1	-	-	0.01	0.03	0.08	0.18	-	-	-
5	-	-	0.02	0.09	0.33	0.57	-	-	-
10	-	-	0.06	0.22	0.56	0.99	2.27	-	-
20	-	-	0.21	0.48	0.68	0.67	0.74	-	-
30	-	-	0.25	0.62	1.61	1.34	1.46	-	-

全ての腐食速度はミリメートル/年(mm/y)で示しています; mil (ミル:1000分の1インチ) /年に換算するには、0.0254で除算します。
データは、腐食試験所の Job 3-99、24-99、および 46-99 からのものです。

全ての試験は、実験室条件下で試薬グレードの酸を用いて行われました; 工業的利用に先だて、フィールドテストを実施することを推奨します。

フッ化水素酸は、ニッケル合金の外部だけでなく内部の腐食を引き起こすことが知られています。ここに示した値は、実験室での試験中に遭遇した外部腐食量のみです。

フッ化水素酸中の C-2000® 合金の等腐食線図



選択腐食データ(続き)

硝酸

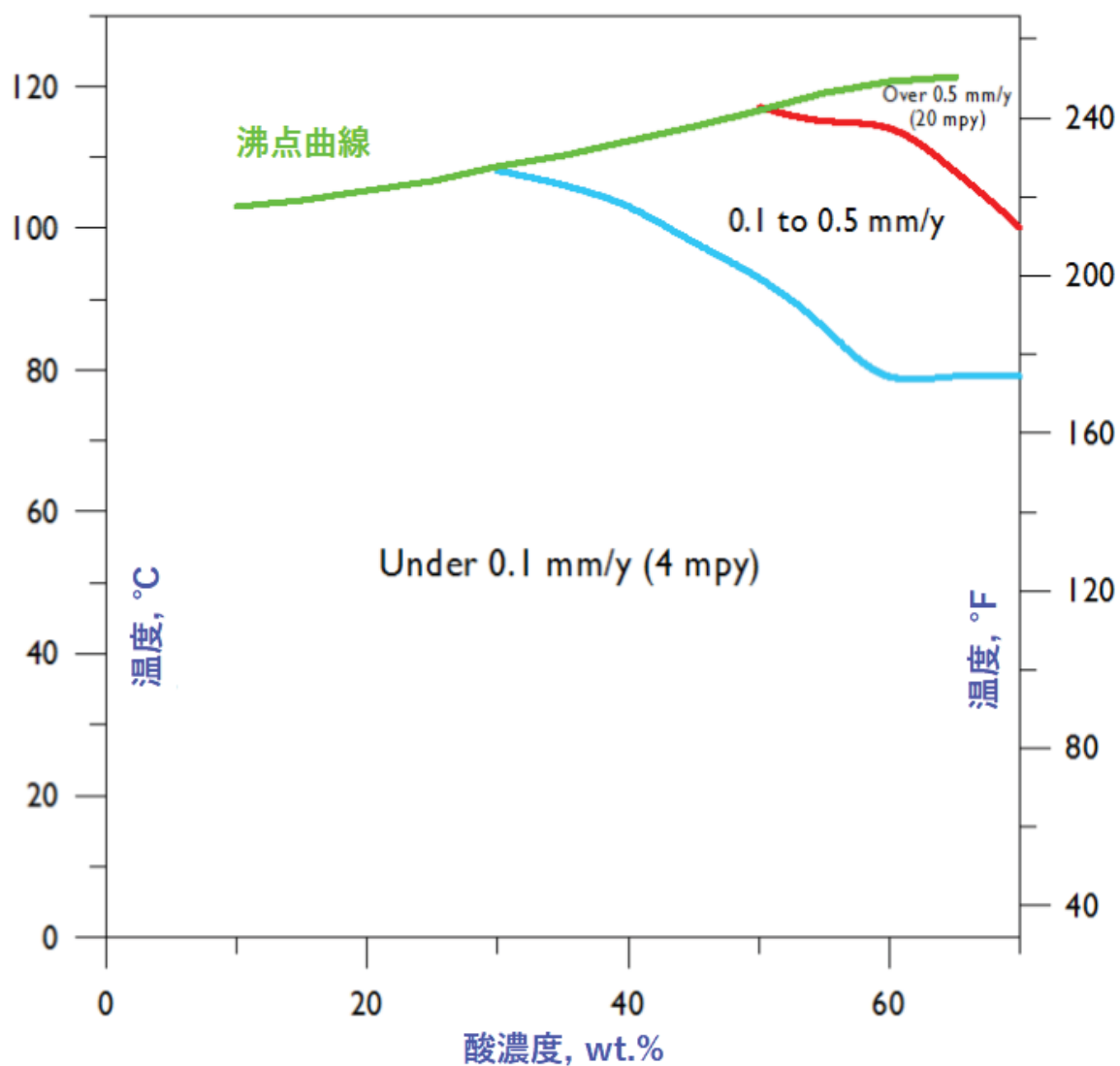
濃度 Wt. %	50°F	75°F	100°F	125°F	150°F	175°F	200°F	225°F	沸騰
	10°C	24°C	38°C	52°C	66°C	79°C	93°C	107°C	
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	0.02	0.06	-	0.24
50	-	-	-	-	-	0.05	0.12	-	0.51
60	-	-	-	-	-	0.08	0.19	0.43	0.94
65	-	-	-	-	-	-	-	-	1
70	-	-	-	-	-	0.1	0.29	0.59	1.66

全ての腐食速度はミリメートル/年(mm/y)で示しています; mil (ミル: 1000分の1インチ) /年に換算するには、0.0254で除算します。

データは、腐食試験所の Job 8-95 および 11-97 からのものです。

全ての試験は、実験室条件下で試薬グレードの酸を用いて行われました; 工業的利用に先だって、フィールドテストを実施することを推奨します。

硝酸中の C-2000® 合金の等腐食線図



選択腐食データ(続き)

リン酸

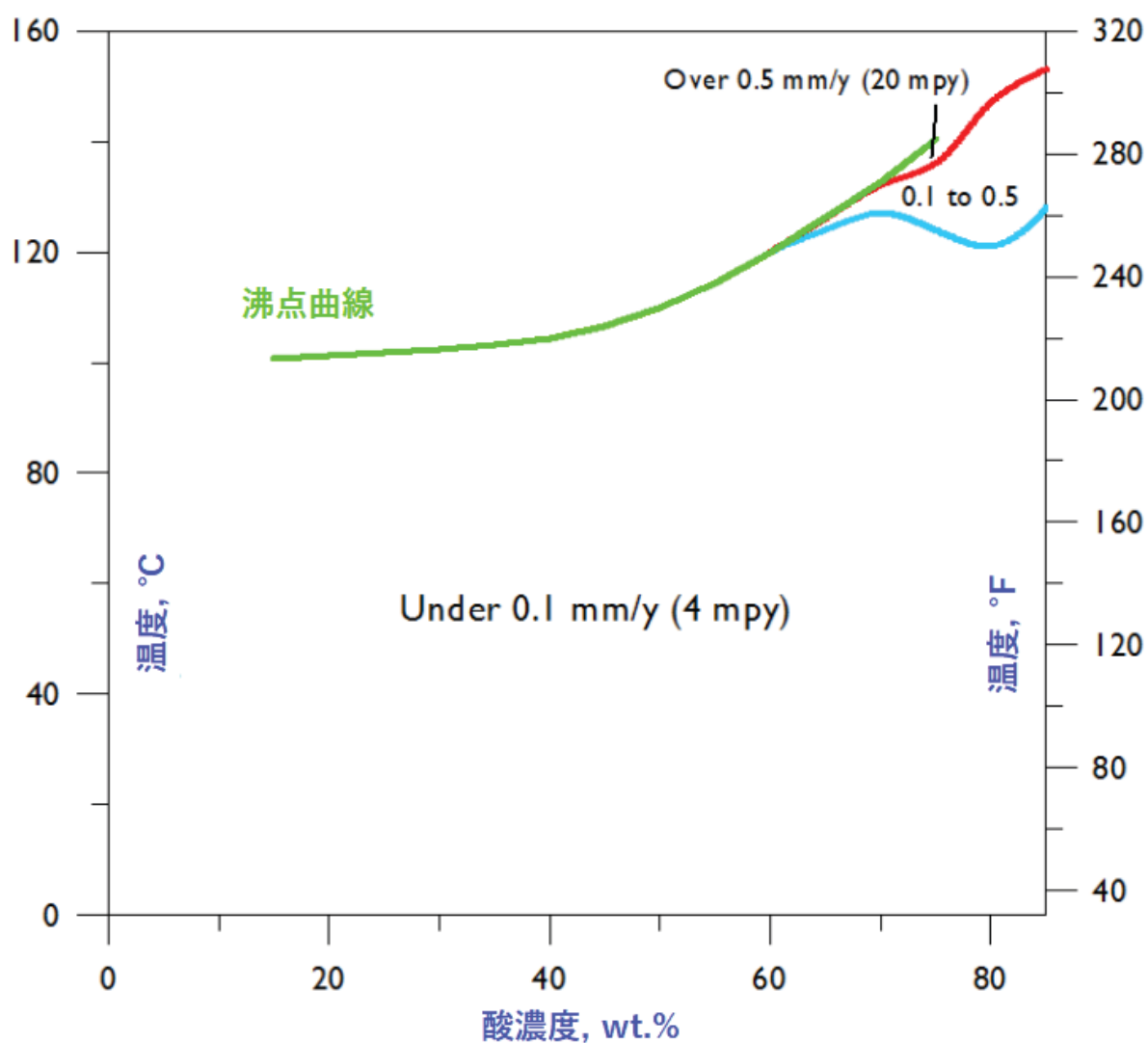
濃度 Wt. %	125°F 52°C	150°F 66°C	175°F 79°C	200°F 93°C	225°F 107°C	250°F 121°C	275°F 135°C	300°F 149°C	沸騰
50	-	-	<0.01	0.01	-	-	-	-	0.03
60	-	-	<0.01	0.01	0.02	-	-	-	0.08
70	-	-	<0.01	0.01	0.02	0.07	-	-	0.15
75	-	-	-	-	-	-	-	-	0.84
80	-	-	<0.01	0.01	-	0.08	0.14	-	0.4
85	-	-	-	-	-	0.05	0.17	0.33	7.9

全ての腐食速度はミリメートル/年(mm/y)で示しています; mil (ミル: 1000分の1インチ) /年に換算するには、0.0254で除算します。

データは、腐食試験所の Job 19-95 および 64-96 からのものです。

全ての試験は、実験室条件下で試薬グレードの酸を用いて行われました; 工業的利用に先だって、フィールドテストを実施することを推奨します。

リン酸中の C-2000® 合金の等腐食線図



選択腐食データ(続き)

硫酸

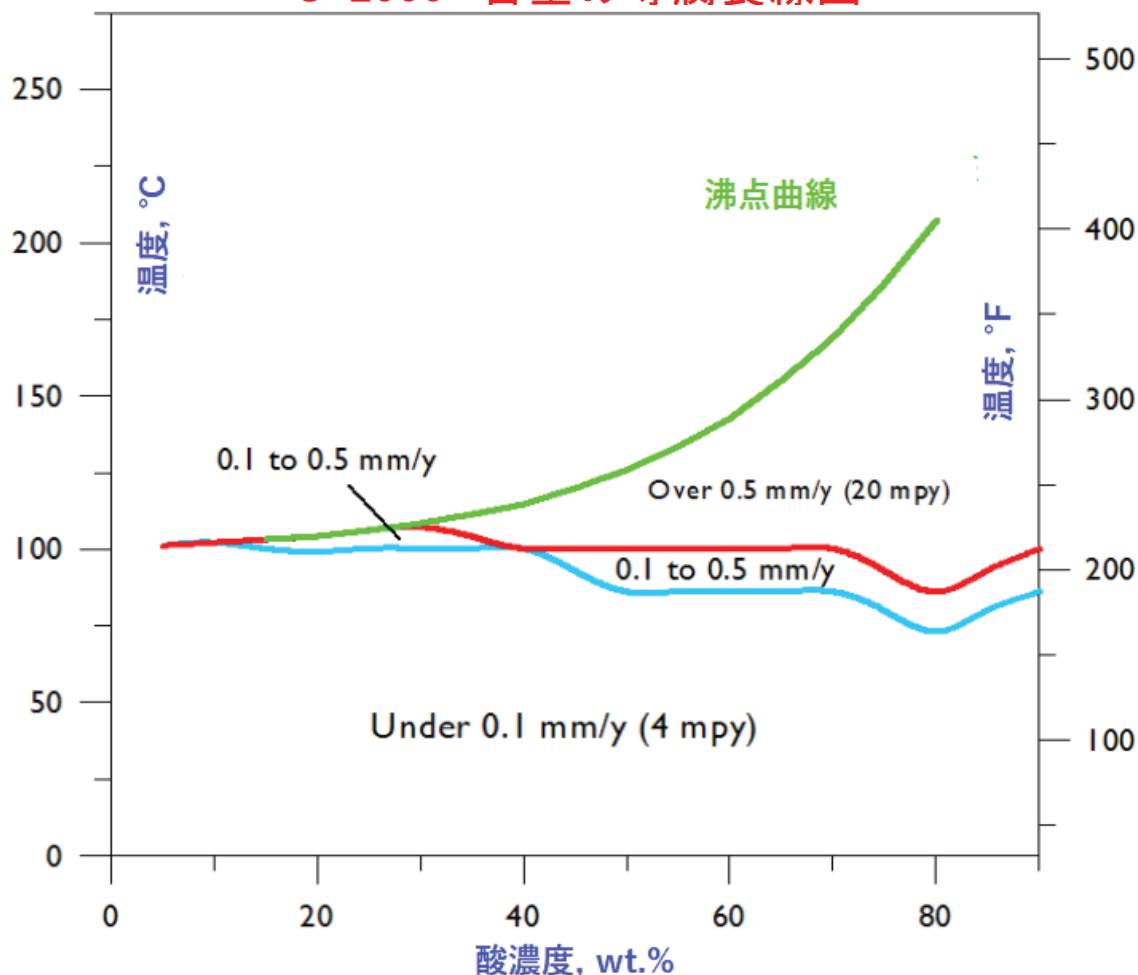
濃度 Wt. %	75°F 24°C	100°F 38°C	125°F 52°C	150°F 66°C	175°F 79°C	200°F 93°C	225°F 107°C	250°F 121°C	275°F 135°C	300°F 149°C	350°F 177°C	沸騰
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	<0.01	0.02	-	-	-	-	-	0.09
20	-	-	-	-	0.01	0.03	-	-	-	-	-	0.18
30	-	-	-	-	0.01	0.04	-	-	-	-	-	0.42
40	-	-	-	-	0.01	0.05	0.72	-	-	-	-	1.13
50	-	-	-	<0.01	0.02	0.16	0.68	1.71	-	-	-	3.35
60	-	-	-	<0.01	0.02	0.37	0.84	2.81	-	-	-	9.27
70	-	-	-	0.01	0.07	0.42	1.4	4.32	-	-	-	-
80	-	-	-	0.06	0.28	0.99	1.62	2.37	-	-	-	-
90	-	-	-	0.02	0.07	0.37	1.17	2.24	-	-	-	-
96	-	-	-	-	0.05	0.19	0.63	-	-	-	-	-

全ての腐食速度はミリメートル/年(mm/y)で示しています; mil (ミル: 1000分の1インチ) /年に換算するには、0.0254で除算します。

データは、腐食試験所の Job 8-95、11-95、18-95、36-95、43-95、9-96、9-96、15-96 および 20-96 からのものです。

全ての試験は、実験室条件下で試薬グレードの酸を用いて行われました; 工業的利用に先だって、フィールドテストを実施することを推奨します。

硫酸中の C-2000® 合金の等腐食線図



選択腐食データ (試薬グレード溶液、mm/y)

化学物質	濃度 wt. %	100°F	125°F	150°F	175°F	200°F	沸騰
		38°C	52°C	66°C	79°C	93°C	
酢酸	99	-	-	-	-	-	<0.01
クロム酸	10	-	-	0.1	-	-	-
	20	-	-	0.61	-	-	-
ギ酸	88	-	-	-	-	-	0.01
臭化水素酸	2.5	-	-	<0.01	-	0.01	0.01
	5	-	-	<0.01	-	0.01	0.15
	7.5	-	-	-	<0.01	<0.01	0.58
	10	-	-	<0.01	<0.01	0.34	1.71
	15	-	-	-	0.1	0.94	-
	20	-	-	<0.01	0.61	0.86	-
	25	<0.01	0.15	0.3	0.53	0.91	-
	30	0.06	0.2	0.29	0.48	0.91	-
	40	0.07	0.13	0.18	0.32	0.6	-
塩酸	1	-	-	-	-	-	0.01
	2	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	0.09
	2.5	-	-	-	<0.01	0.01	0.34
	3	-	-	<0.01	<0.01	0.02	0.36
	3.5	-	-	-	0.01	0.65	1.61
	4	-	-	<0.01	0.01	1.24	-
	4.5	-	-	<0.01	0.01	1.48	-
	5	-	0.01	<0.01	<0.01	1.37	-
	7.5	<0.01	<0.01	0.57	1.12	-	-
	10	<0.01	0.28	0.65	1.54	-	-
	15	0.18	0.38	0.7	1.69	-	-
	20	0.16	0.36	0.69	1.46	-	-
フッ化水素酸*	1	0.01	0.03	0.08	0.18	-	-
	5	0.02	0.09	0.33	0.57	-	-
	10	0.06	0.22	0.56	0.99	2.27	-
	20	0.21	0.48	0.68	0.67	0.74	-
	30	0.25	0.62	1.61	1.34	1.46	-
硝酸	20	-	-	-	-	-	0.02
	30	-	-	-	-	-	0.09
	40	-	-	-	0.02	0.06	0.24
	50	-	-	-	0.05	0.12	0.51
	60	-	-	-	0.08	0.19	0.94
	65	-	-	-	-	-	1
	70	-	-	-	0.1	0.29	1.66

*フッ化水素酸は、ニッケル合金の内部腐食も誘発します;ここに記載した値は、外部腐食のみの値です。

選択腐食データ (試薬グレード溶液、mm/y)

化学物質	濃度 wt. %	100°F	125°F	150°F	175°F	200°F	沸騰
		38°C	52°C	66°C	79°C	93°C	
リン酸	50	-	-	-	<0.01	0.01	0.03
	60	-	-	-	<0.01	0.01	0.08
	70	-	-	-	<0.01	0.01	0.15
	75	-	-	-	-	-	0.84
	80	-	-	-	<0.01	0.01	-
硫酸	10	-	-	-	<0.01	0.02	0.09
	20	-	-	-	0.01	0.03	0.18
	30	-	-	-	0.01	0.04	0.42
	40	-	-	-	0.01	0.05	1.13
	50	-	-	<0.01	0.02	0.16	-
	60	-	-	<0.01	0.02	0.37	-
	70	-	-	0.01	0.07	0.42	-
	80	-	-	0.06	0.28	0.99	-
	90	-	-	0.02	0.07	0.37	-
	96	-	-	-	0.05	0.19	-

耐孔食および隙間腐食性

HASTELLOY® C-2000® 合金は、オーステナイト系ステンレス鋼に特に発生しやすい腐食形態である塩化物誘起孔食および隙間腐食に対して高い耐性を示します。合金の耐孔食および隙間腐食性を評価するには、ASTM規格 G48で定義されている手順に従って、6 wt% 塩化第二鉄酸性溶液中の臨界孔食温度および臨界隙間腐食温度を測定することが通例です。測定された温度は、この溶液中で72時間以内に孔食および隙間腐食が発生する最低温度です。比較のために、316L、254SMO、625、C-276 および C-2000® 合金に対する値を以下に示します。C-2000® 合金は、C-276 合金よりも耐隙間腐食性が高いことに注目してください。

合金	6% FeCl ₃ 酸性溶液中の 臨界孔食温度		6% FeCl ₃ 酸性溶液中の 臨界隙間腐食温度	
	°F	°C	°F	°C
316L	59	15	32	0
254SMO	140	60	86	30
625	212	100	104	40
C-276	>302	>150	131	55
C-2000®	293	145	176	80

他の塩化物含有環境、特に Green Death 溶液(11.5% H₂SO₄ + 1.2% HCl + 1% FeCl₃ + 1% CuCl₂) および Yellow Death 溶液(4% NaCl + 0.1% Fe₂(SO₄)₃ + 0.021mol HCl)、を用いた24時間保持試験により)様々な合金の耐孔食および隙間腐食性を比較しました。Green Death 溶液では、C-2000® 合金で孔食が観察された最低温度は100°Cです。Yellow Death 溶液では、C-2000® 合金は最高試験温度(150°C)でも孔食を生じませんでした。Yellow Death 溶液におけるC-2000® 合金の臨界腐食温度は95°Cです。

耐応力腐食割れ性

ニッケル合金の主な特性の1つは、耐塩化物誘発応力腐食割れ性です。この非常に破壊的な腐食に対する材料の耐性を評価するための一般的な方法は、典型的にはU字型に曲げて応力をかけたサンプルを沸騰45%塩化マグネシウムに浸けることです(ASTM規格 G 36)。以下の結果から明らかのように、3つのニッケル合金、C-276、C-2000® および 625は、比較対象のオーステナイト系ステンレス鋼よりも、この形態の腐食に対してはるかに耐性があります。試験は1,008時間(6週間)で停止しました。

合金	割れ発生までの時間
316L	2 h
254SMO	24 h
625	1,008 h で割れなし
C-276	1,008 h で割れなし
C-2000®	1,008 h で割れなし

耐海水隙間腐食性

海水は、おそらく最も一般的な塩水溶液です。海上輸送や海上石油リグで遭遇するだけでなく、沿岸施設の冷却にも使用されています。下表に記載されているのは、ノースカロライナ州ライツヴィルビーチにある LaQue 試験所における米国海軍の研究の一部として作成（および D.M. Aylor 等によって出版；Paper No. 329, CORROSION 99, NACE International, 1999）されたデータです。隙間試験は、29°C±3°Cの、流れていない（静止した）海水と流れる海水の両方で行われました。各合金の2つのサンプル（AとB）を180日間静水中で試験し、同様に流水中で試験しました。各サンプルは、隙間腐食の可能性のある2つの箇所を含んでいます。試験結果は、C-2000® 合金が海水中的の隙間腐食に対して非常に耐性があることを示しています。

合金	静水		流水	
	腐食した箇所の数	最大腐食深さ、mm	腐食した箇所の数	最大腐食深さ、mm
316L	A:2, B:2	A:1.33, B:2.27	A:2, B:2	A:0.48, B:0.15
254SMO	A:2, B:2	A:0.76, B:1.73	A:2, B:2	A:0.01, B:<0.01
625	A:1, B:2	A:0.18, B:0.04	A:2, B:2	A:<0.01, B:<0.01
C-276	A:1, B:1	A:0.10, B:0.13	A:0, B:0	A:0, B:0
C-2000®	A:0, B:0	A:0, B:0	A:0, B:0	A:0, B:0

溶接部の耐食性

溶接部の耐食性を評価するために、Haynes International では、ガスマタルアーク（MIG）のマルチパス溶接により全溶接した、十字型の組立品から切り取った四分円の金属サンプルを用いて試験しました。予想されるように、溶接ミクロ組織の不均質な性質は、通常、（より均一な鍛造製品よりも）大きい腐食速度をもたらします。それにもかかわらず、HASTELLOY® C-2000® 合金は、次の表に示すように、溶接形態であっても主要な無機酸に対して優れた耐性を示します：

化学物質	濃度 wt. %	温度		腐食速度			
		°F	°C	溶接金属		鍛造母材	
				mpy	mm/y	mpy	mm/y
H ₂ SO ₄	30	150	66	0.2	0.01	<0.1	<0.01
H ₂ SO ₄	50	150	66	0.3	0.01	<0.1	<0.01
H ₂ SO ₄	70	150	66	2.4	0.06	0.2	0.01
H ₂ SO ₄	90	150	66	2.9	0.07	0.6	0.02
HCl	5	100	38	0.1	<0.01	0.1	<0.01
HCl	10	100	38	2.1	0.05	<0.1	<0.01
HCl	15	100	38	2.4	0.06	7	0.18
HCl	20	100	38	8	0.2	6.3	0.16
HNO ₃	30	沸騰		3.8	0.1	3.5	0.09

物理的特性

物理的特性	英国単位		メートル単位	
密度	RT	0.307 lb/in ³	RT	8.50 g/cm ³
電気抵抗	RT	50.6 μohm.in	RT	1.28 μohm.m
	200°F	50.8 μohm.in	100°C	1.29 μohm.m
	400°F	51.2 μohm.in	200°C	1.30 μohm.m
	600°F	51.6 μohm.in	300°C	1.31 μohm.m
	800°F	52.2 μohm.in	400°C	1.32 μohm.m
	1000°F	52.9 μohm.in	500°C	1.34 μohm.m
	1200°F	53.0 μohm.in	600°C	1.35 μohm.m
熱伝導率	RT	63 Btu.in/h.ft ² .°F	RT	9.1 W/m.°C
	200°F	74 Btu.in/h.ft ² .°F	100°C	10.8 W/m.°C
	400°F	88 Btu.in/h.ft ² .°F	200°C	12.6 W/m.°C
	600°F	99 Btu.in/h.ft ² .°F	300°C	14.1 W/m.°C
	800°F	114 Btu.in/h.ft ² .°F	400°C	16.1 W/m.°C
	1000°F	133 Btu.in/h.ft ² .°F	500°C	18.0 W/m.°C
	1200°F	162 Btu.in/h.ft ² .°F	600°C	21.6 W/m.°C
平均熱膨張係数	77-200°F	6.9 μin/in.°F	25-100°C	12.4 μm/m.°C
	77-400°F	6.9 μin/in.°F	25-200°C	12.4 μm/m.°C
	77-600°F	7.0 μin/in.°F	25-300°C	12.6 μm/m.°C
	77-800°F	7.2 μin/in.°F	25-400°C	12.9 μm/m.°C
	77-1000°F	7.4 μin/in.°F	25-500°C	13.2 μm/m.°C
	77-1200°F	7.6 μin/in.°F	25-600°C	13.3 μm/m.°C
熱拡散係数	RT	0.10 ft ² /h	RT	0.025 cm ² /s
	200°F	0.11 ft ² /h	100°C	0.029 cm ² /s
	400°F	0.13 ft ² /h	200°C	0.033 cm ² /s
	600°F	0.14 ft ² /h	300°C	0.036 cm ² /s
	800°F	0.16 ft ² /h	400°C	0.040 cm ² /s
	1000°F	0.17 ft ² /h	500°C	0.043 cm ² /s
	1200°F	0.19 ft ² /h	600°C	0.047 cm ² /s
比熱	RT	0.102 Btu/lb.°F	RT	428 J/kg.°C
	200°F	0.104 Btu/lb.°F	100°C	434 J/kg.°C
	400°F	0.106 Btu/lb.°F	200°C	443 J/kg.°C
	600°F	0.109 Btu/lb.°F	300°C	455 J/kg.°C
	800°F	0.113 Btu/lb.°F	400°C	468 J/kg.°C
	1000°F	0.121 Btu/lb.°F	500°C	486 J/kg.°C
動弾性係数	RT	30.0 x 10 ⁶ psi	RT	207 GPa
	600°F	27.5 x 10 ⁶ psi	300°C	191 GPa
	800°F	25.6 x 10 ⁶ psi	400°C	180 GPa
	1000°F	24.8 x 10 ⁶ psi	500°C	173 GPa
	1200°F	23.5 x 10 ⁶ psi	600°C	166 GPa
溶融温度	2422-2476°F	-	1328-1358°C	-

RT=室温

衝撃強さ

製品形態	試験温度		衝撃強さ	
	°F	°C	ft-lbf	J
プレート(厚板)	RT	RT	362	491
プレート(厚板)	-320	-196	419	568
丸棒	RT	RT	369	500
丸棒	-320	-196	423	574

衝撃強さは、ミルアニールしたプレート(厚板)を機械加工して製作したシャルピー V-ノッチ試験片を用いて取得しました。

引張強さ および 伸び

形態	厚さ/丸棒直径		試験温度		0.2% 耐力		極限引張強さ		伸び
	in	mm	°F	°C	ksi	MPa	ksi	MPa	
薄板	0.063	1.6	RT	RT	52	359	109	752	64
薄板	0.063	1.6	200	93	46	317	107	738	66
薄板	0.063	1.6	400	204	38	262	96	662	65
薄板	0.063	1.6	600	316	34	234	92	634	68
薄板	0.063	1.6	800	427	31	214	89	614	76
薄板	0.063	1.6	1000	538	30	207	82	565	75
薄板	0.063	1.6	1200	649	30	207	77	531	62
厚板	0.5	12.7	RT	RT	50	345	110	758	68
厚板	0.5	12.7	200	93	46	317	105	724	68
厚板	0.5	12.7	400	204	35	241	97	669	72
厚板	0.5	12.7	600	316	31	214	92	634	70
厚板	0.5	12.7	800	427	28	193	88	607	72
厚板	0.5	12.7	1000	538	28	193	83	572	69
厚板	0.5	12.7	1200	649	28	193	76	524	78
丸棒	1	25.4	RT	RT	52	359	110	758	67
丸棒	1	25.4	200	93	44	303	103	710	68
丸棒	1	25.4	400	204	38	262	92	634	70
丸棒	1	25.4	600	316	33	228	90	621	70
丸棒	1	25.4	800	427	30	207	87	600	71
丸棒	1	25.4	1000	538	27	186	82	565	72
丸棒	1	25.4	1200	649	26	179	77	531	77

RT= 室温

硬度

形態	硬さ, HRBW	典型的な ASTM 結晶粒度
薄板	87	3 - 5
厚板	88	1 - 4
丸棒	84	0 - 4

試料は、全て溶体化処理した状態で試験。

HRBW = ロックウェル硬さ“B”, タングステンカーバイドボール圧子。

溶接および加工

HASTELLOY® C-2000® 合金は、ガスマタルアーク溶接 (GMA/MIG)、ガスタングステンアーク溶接 (GTA/TIG)、およびシールドメタルアーク溶接 (SMA/Stick) に非常に適しています。これらの溶接に使用する同一組成の溶加金属 (すなわち、ソリッドワイヤおよび被覆アーク溶接棒) が入手可能で、溶接のガイドラインが“溶接および加工”のパンフレットに記載されています。

HASTELLOY® C-2000® 合金の鍛造製品は、指定のない限り、ミルアニール (MA) した状態で供給されます。この溶体化処理手順は、合金の耐食性および延性を最適化するように設定されています。熱間成形作業した後はすべて、最適な特性を回復させるために、材料を再アニールする必要があります。また、この合金は、7%以上の外面の繊維伸びを生じる冷間成形作業後にも再アニールしなければなりません。HASTELLOY® C-2000® 合金のアニーリング温度は1149°C (2100°F) で、水冷を推奨します (10mm (0.375インチ) より薄い構造の場合は急速空冷が可能です)。アニーリング時の保持時間は、構造の厚さに依存しますが、10~30分を推奨します (より厚い構造の場合は、30分一杯必要です)。HASTELLOY® C-2000® 合金の熱処理に関するもっと詳細な情報は、“溶接および加工”のパンフレットに記載されています。

HASTELLOY® C-2000® 合金は熱間鍛造、熱間圧延、熱間据え込み鍛造、熱間押出し、熱間成形が可能です。しかしながら、オーステナイト系ステンレス鋼に比べてひずみやひずみ速度に対してより敏感であり、熱間加工温度範囲が非常に狭くなっています。たとえば、熱間鍛造の推奨開始温度は1232°C (2250°F) で、推奨仕上げ温度は954°C (1750°F) です。“溶接および加工”のパンフレットに記載しているように、適度な圧下率と頻繁な再加熱が最良の結果をもたらします。また、このパンフレットでは、冷間成形、スピニング加工、ドロップハンマ、打ち抜き、およびせん断のガイドラインを提供しています。この合金は、ほとんどのオーステナイト系ステンレス鋼に比べて剛性が高く、冷間成形時にはより多くのエネルギーが必要です。また、HASTELLOY® C-2000® 合金は、ほとんどのオーステナイト系ステンレス鋼よりも容易に加工硬化し、中間アニールを伴った数段階の冷間加工が必要になる場合があります。

冷間加工は、通常、HASTELLOY® C-2000® 合金の耐全面腐食性、ならびに耐塩化物誘発孔食および隙間腐食性に影響しませんが、耐応力腐食割れ性に影響する可能性があります。したがって、最適な腐食性能のためには、(7%以上の外面の繊維伸びをした) 冷間加工部品は、再アニールすることが重要です。

適合規格および基準

規格

HASTELLOY® C-2000® 合金 (N06200, W86200)	
薄板、厚板および帯板	SB 575/B 575 P= 43
ピレット、ロッドおよび棒	SB 574/B 574 B 472 P= 43
被覆アーク溶接棒	SFA 5.11/ A 5.11 (ENiCrMo-17) DIN 2.4699 (EL-NiCr23Mo16Cu) F= 43
裸溶接棒およびワイヤ	SFA 5.14/ A 5.14 (ERNiCrMo-17) DIN 2.4698 (SG-NiCr23Mo16Cu) F= 43
継ぎ目なしパイプ およびチューブ	SB 622/B 622 P= 43
溶接パイプおよびチューブ	SB 619/B 619 SB 626/B 626 P= 43
継手類	SB 366/B 366 SB 462/B 462 P= 43
鍛造材	SB 564/B 564 SB 462/B 462 P= 43
DIN	17744 No. 2.4675 NiCr23Mo16Cu
TÜV	Werkstoffblatt 539 Kennblatt 9679 Kennblatt 9678 Kennblatt 9677
その他	NACE MR0175 ISO 15156

基準

HASTELLOY® C-2000® 合金 (N06200, W86200)			
ASME	Section I	-	
	Section III	Class 1	-
		Class 2	-
		Class 3	-
	Section VIII	Div. 1	800°F (427°C) ¹
		Div. 2	-
	Section XII	-	
	B16.5	800°F (427°C) ²	
	B16.34	800°F (427°C) ³	
	B31.1	-	
	B31.3	800°F (427°C) ¹	
VdTÜV (doc #)		844°F (450°C) ⁴ , #539	

¹承認された材料形態: 厚板、薄板、棒、鍛造材、継手類、溶接パイプ/チューブ、継ぎ目なしパイプ/チューブ

²承認された材料形態: 厚板、鍛造材、継手類、ボルト類

³承認された材料形態: 厚板、棒、鍛造材、継ぎ目なしパイプ/チューブ

⁴承認された材料形態: 厚板、薄板、棒、鍛造材

免責事項:

Haynes International, Inc. は、本パンフレットに記載されているデータの精度・正確性を保証するために妥当な努力を払っておりますが、データの精度、正確性、あるいは信頼性について、いかなる表明も保証もいたしません。すべてのデータは、一般的な情報のみであり、設計上のアドバイスを提供するものではありません。ここに開示されている合金特性は、主に Haynes International, Inc. によって行われた作業に基づいており、場合によっては公開文献の情報によって補足されているため、そのような試験の結果のみを示すものであり、保証最大値または最小値と考えてはなりません。実際の使用条件で特定の合金を試験して特定の目的に対する適合性を判断するのはユーザーの責任です。

特定の製品に含まれる特定の元素濃度とその潜在的な健康への影響については、Haynes International, Inc. が提供する安全データシートを参照してください。特記のない限り、すべての商標は Haynes International, Inc. が所有しています。