

HASTELLOY® C-22® 合金

主な特徴

塩化物誘発孔食に対する向上した汎用性と並外れた耐性

HASTELLOY® C-22® 合金 (UNS N06022) は、よく知られた実績のあるニッケル – クロム – モリブデン材料の1つであり、その主な特性は酸化性および非酸化性化学物質の両方に対する耐性、および孔食、隙間腐食、ならびに応力腐食割れからの保護が挙げられます。その高いクロム含有量は、C合金族の標準である C-276 合金よりも酸化性媒体に対してはるかに高い耐性を提供し、ステンレス鋼が侵されやすい、潜在的かつ予測不可能な腐食の形態である塩化物誘発孔食に対して並外れた耐性を付与します。

他のニッケル合金と同様に、HASTELLOY® C-22® 合金は非常に延性があり、優れた溶接性を示し、工業用部品に容易に加工できます。この合金は、厚板、薄板、帯板、ビレット、棒、ワイヤ、パイプ、チューブ、および被覆アーク溶接棒の形態で入手できます。典型的な化学プロセス産業 (CPI) 用途には、反応器、熱交換器、およびカラムなどがあります。

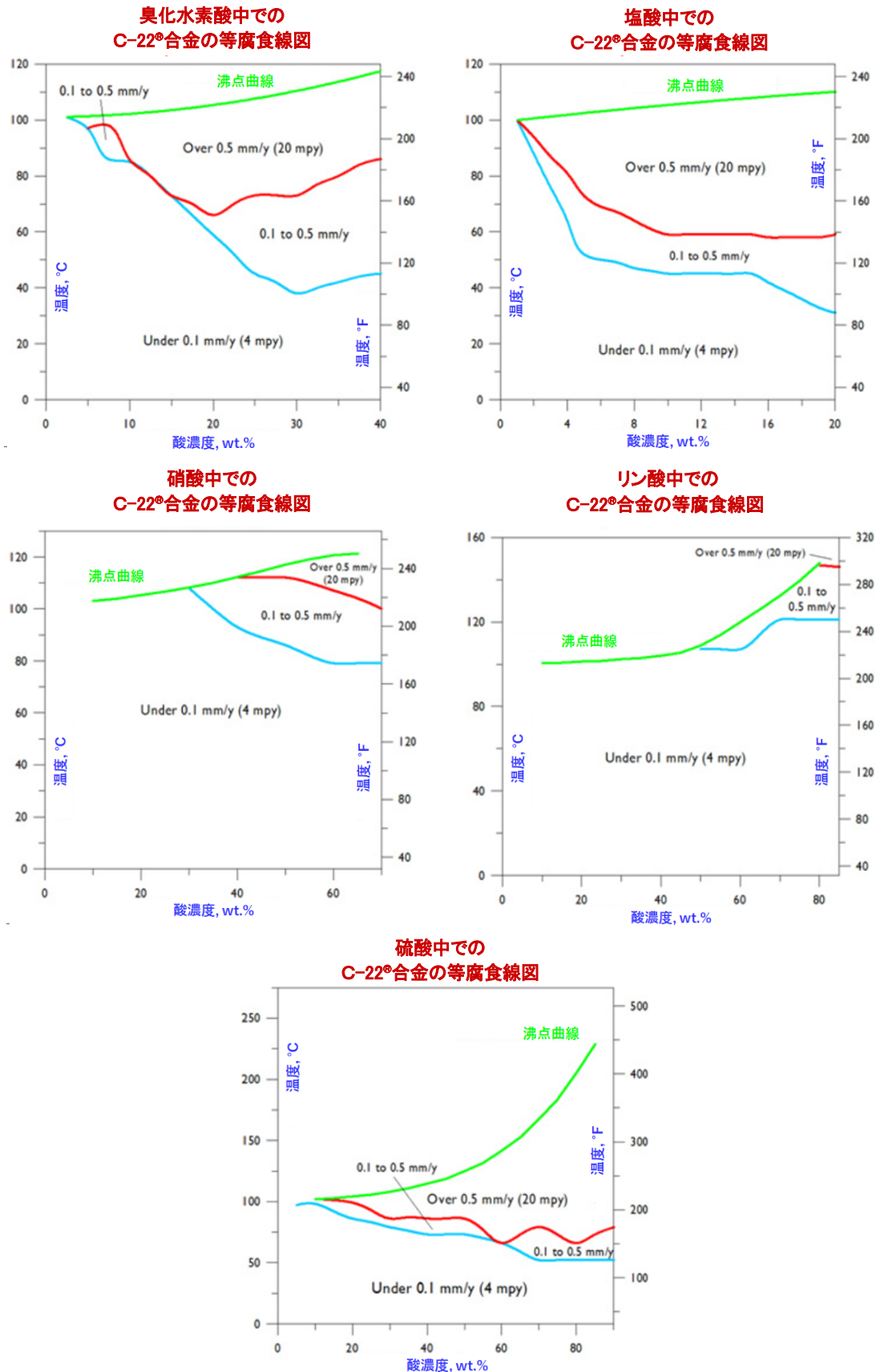
標準組成

重量 %

ニッケル:Ni	56 Balance
クロム:Cr	22
モリブデン:Mo	13
鉄:Fe	3
コバルト:Co	2.5 max.
タングステン:W	3
マンガン:Mn	0.5 max.
ケイ素:Si	0.08 max.
炭素:C	0.01 max.
バナジウム:V	0.35 max.
銅:Cu	0.5 max.

等腐食線図

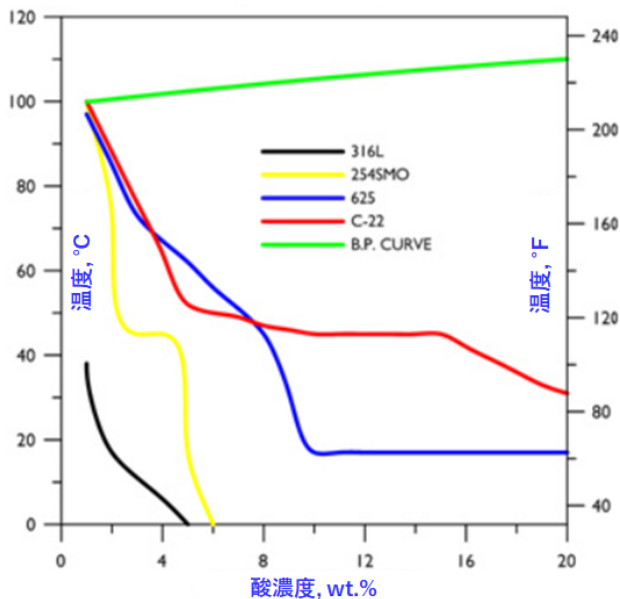
ここに示す等腐食図の各々は、異なる酸濃度および温度で得られた多数の腐食速度値を用いて作成されたものです。青の線は、試薬グレードの酸を用いた実験室試験に基づいて、予想腐食速度が 0.1 mm/y (4 mil/年) となる酸濃度と温度の組み合わせを示しています。この線よりも下では、腐食速度は 0.1 mm/y 未満になると予想されます。同様に、赤の線は、予想腐食速度が 0.5 mm/y (20 mil/年) となる酸濃度と温度の組み合わせを示しています。線よりも上では、予想腐食速度は 0.5 mm/y を超えます。青と赤の線の間では、腐食速度は 0.1~0.5 mm/y になると予想されます。



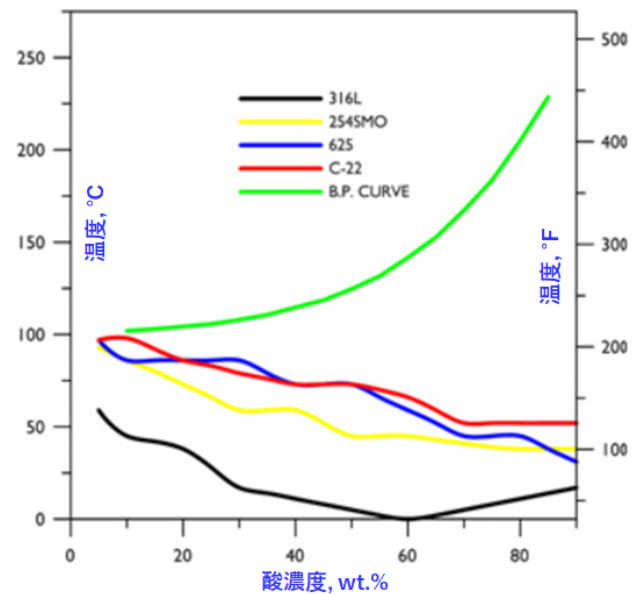
0.1 mm/y 腐食速度線の比較

HASTELLOY® C-22®合金の性能を他の材料の性能と比較するには、0.1 mm/y の腐食速度線をプロットすると便利です。以下のグラフにおいて、C-22®合金の線は、塩酸および硫酸中における2つの一般的なオーステナイト系ステンレス鋼(316L および254SMO)、および低モリブデン-ニッケル合金(625合金)の線と比較されています。塩酸中での試験は、20%濃度(共沸混合物)までに制限しました。約5%以上の塩酸濃度では、C-22®合金はステンレス鋼に比べて飛躍的な改善をもたらし、8~20%濃度域の塩酸中においては、625合金に比べてより大きな耐食性を示します。

塩酸中の
0.1mm/y 腐食速度線の比較



硫酸中の
0.1mm/y 腐食速度線の比較



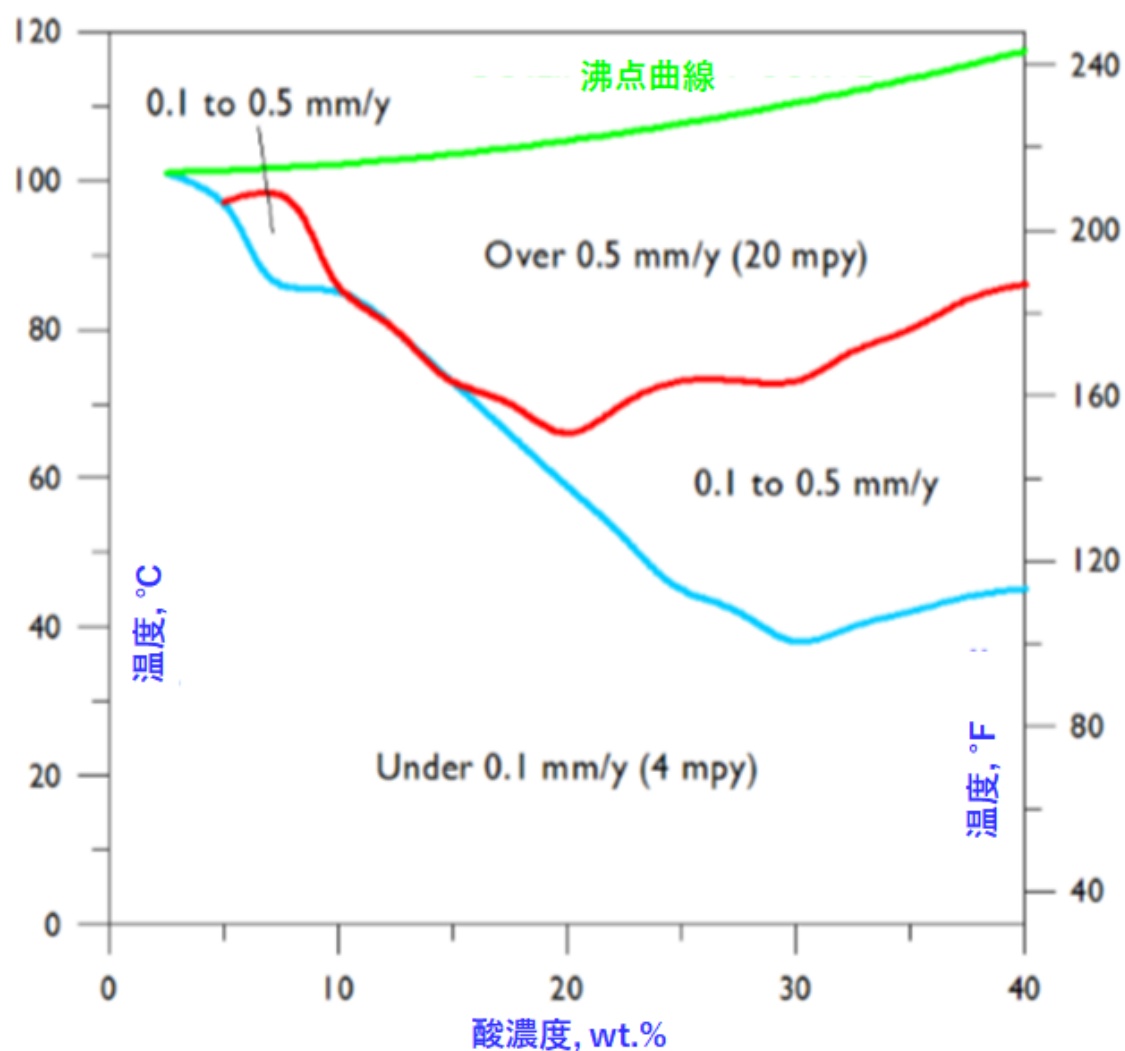
選択腐食データ

臭化水素酸

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
2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
5	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.76
7.5	-	-	-	-	-	0.01	0.45	-	-
10	-	-	-	-	-	0.01	1.5	-	-
15	-	-	-	0.01	<0.01	0.88	-	-	-
20	-	-	-	0.01	0.46	0.8	-	-	-
25	-	-	<0.01	0.2	0.29	0.58	0.97	-	-
30	-	-	0.11	0.23	0.29	0.59	1.12	-	-
40	-	-	0.07	0.13	0.21	0.34	0.66	-	-

すべ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) / 年に変換するには、0.0254で除算します。
データは、腐食試験所の Job 15-02、27-02、および 37-02 からのもです。
すべての試験は、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; 工業的利用に先立って、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-22®合金の等腐食線図



選択腐食データ(続き)

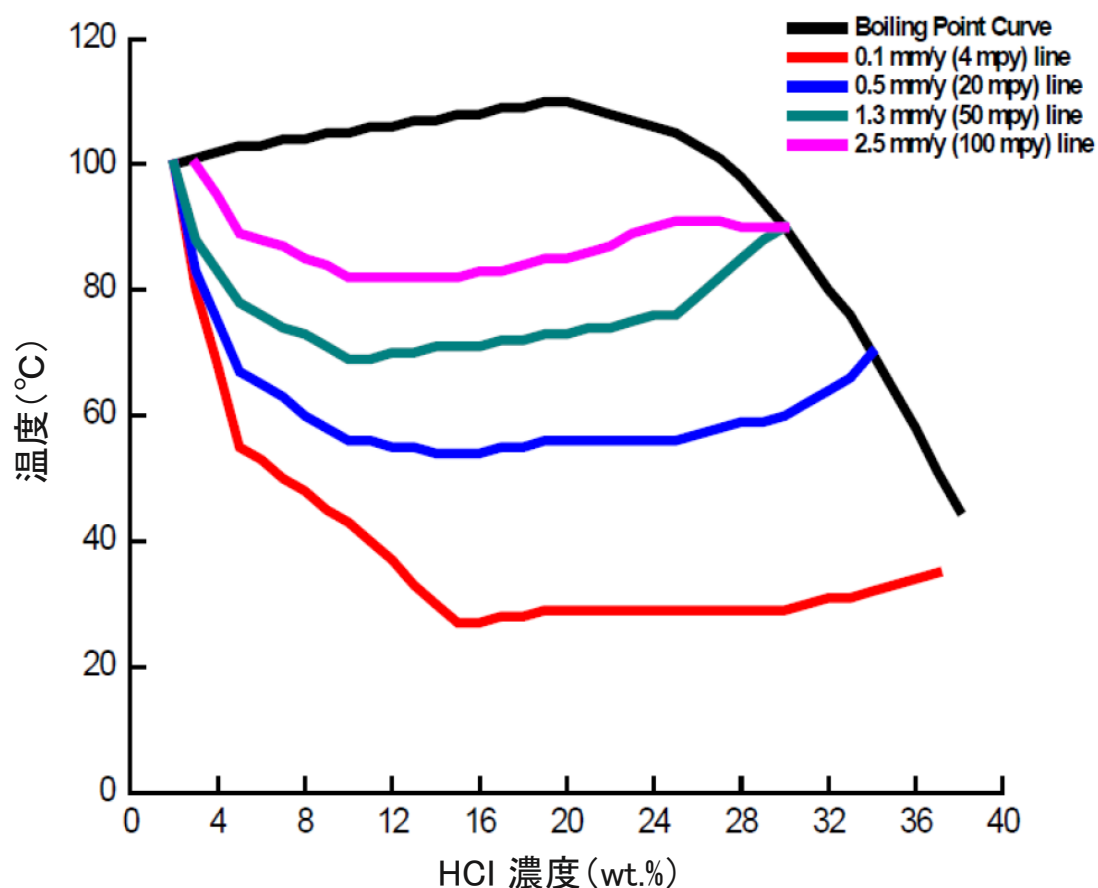
塩酸

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	-	0.06
1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	<0.01	-	0.44	1.44	3.02	-	8.99
7.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	0.01	0.28	0.98	1.99	4.39	-	11.68
15	-	-	-	-	0.98	1.91	-	-	11.02
20	-	-	0.2	0.32	0.9	1.72	3.38	-	9.73

すべ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) / 年に変換するには、0.0254 で除算します。データは、腐食試験所の Job 442-82 および 176-83 からのものです。

すべての試験は、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; 工業的利用に先立って、フィールドテストを実施することを推奨します。

塩酸中での C-22®合金の等腐食線図



選択腐食データ(続き)

硝酸

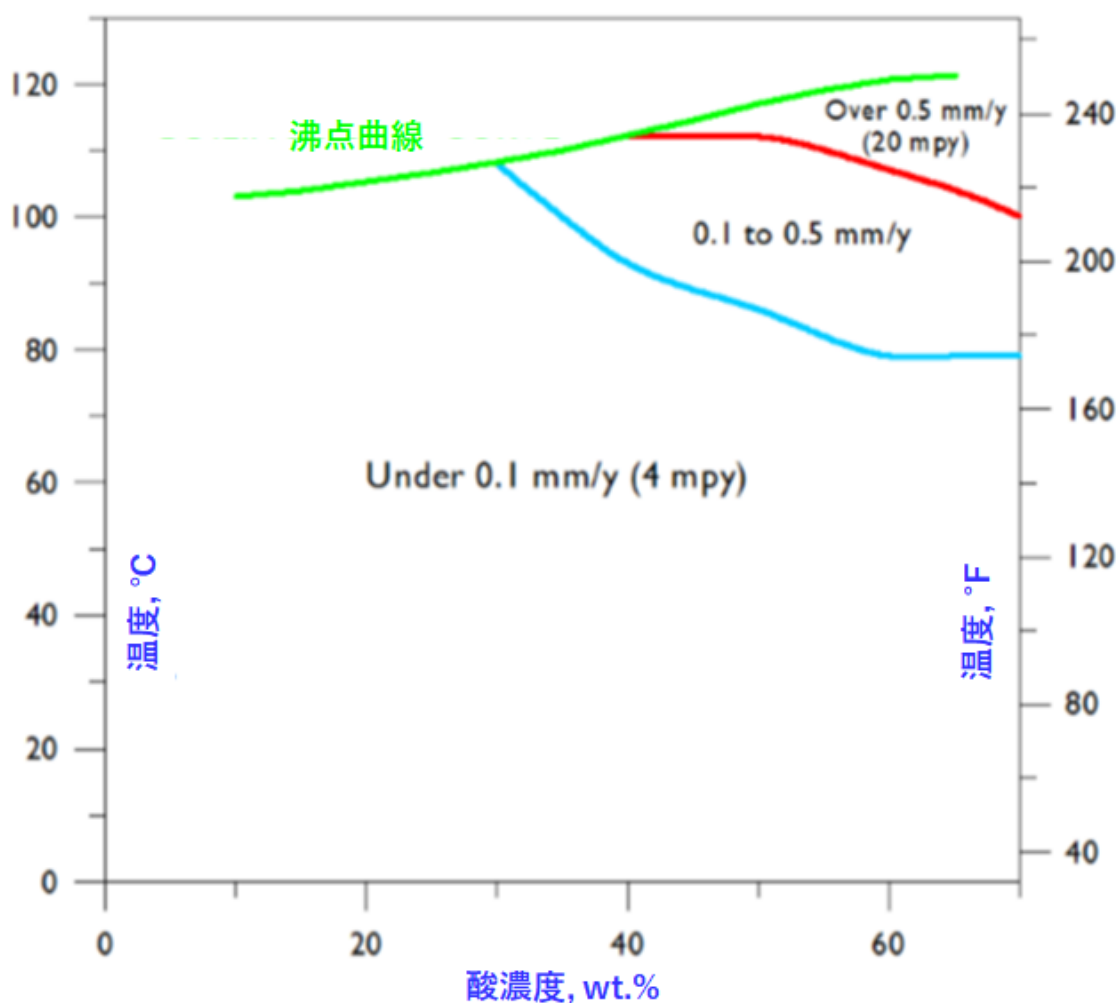
濃度 Wt. %	50°F 10°C	75°F 24°C	100°F 38°C	125°F 52°C	150°F 66°C	175°F 79°C	200°F 93°C	225°F 107°C	沸騰
10	-	-	-	-	<0.01	-	0.01	-	0.01
20	-	-	-	-	0.01	-	0.02	-	0.06
30	-	-	-	-	0.01	-	0.02	-	0.13
40	-	-	-	-	0.02	0.03	0.09	-	0.26
50	-	-	-	-	-	0.05	0.14	0.33	0.59
60	-	-	-	-	0.06	0.08	0.19	0.57	1.09
70	-	-	-	-	0.05	0.11	0.33	0.71	2.53

すべ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) / 年に変換するには、0.0254 で除算します。

データは、腐食試験所の Job 443-82 および 47-04 からのもです。

すべての試験は、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; 工業的利用に先立って、フィールドテストを実施すること、を推奨します。

硝酸中での C-22®合金の等腐食線図



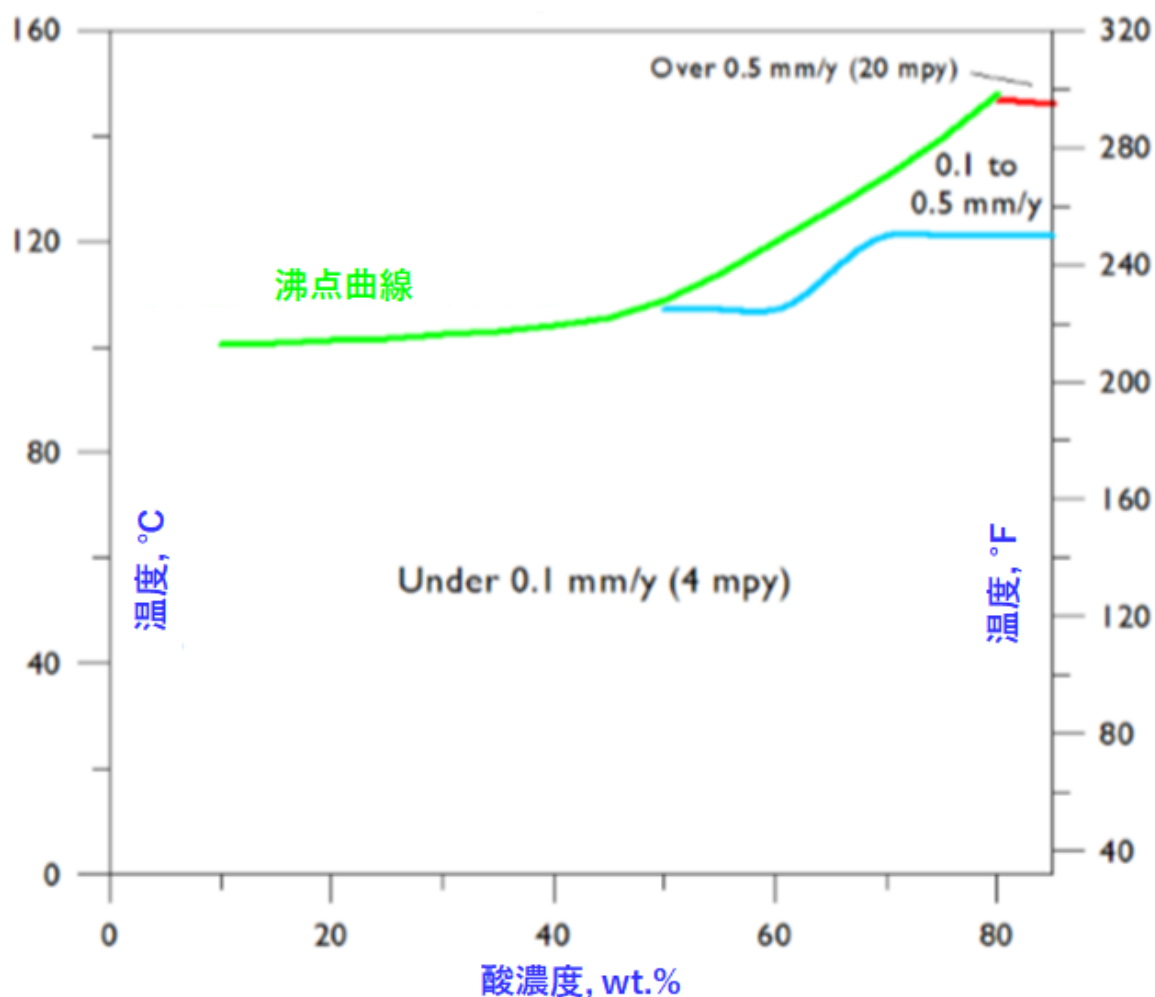
選択腐食データ(続き)

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	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07
60	-	-	-	-	0.08	-	-	-	0.16
65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	0.07	0.13	-	-	0.23
75	-	-	-	-	0.05	0.12	-	-	0.19
80	-	-	-	-	0.06	0.12	0.16	-	0.25
85	-	-	-	-	0.07	0.12	0.2	-	0.66

すべ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) / 年に変換するには、0.0254で除算します。
データは、腐食試験所の Job 444-82 および 46-04 からのものです。
すべての試験は、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; 工業的利用に先立って、フィールドテストを実施することを推奨します。

リン酸中での C-22®合金の等腐食線図



選択腐食データ(続き)

硫酸

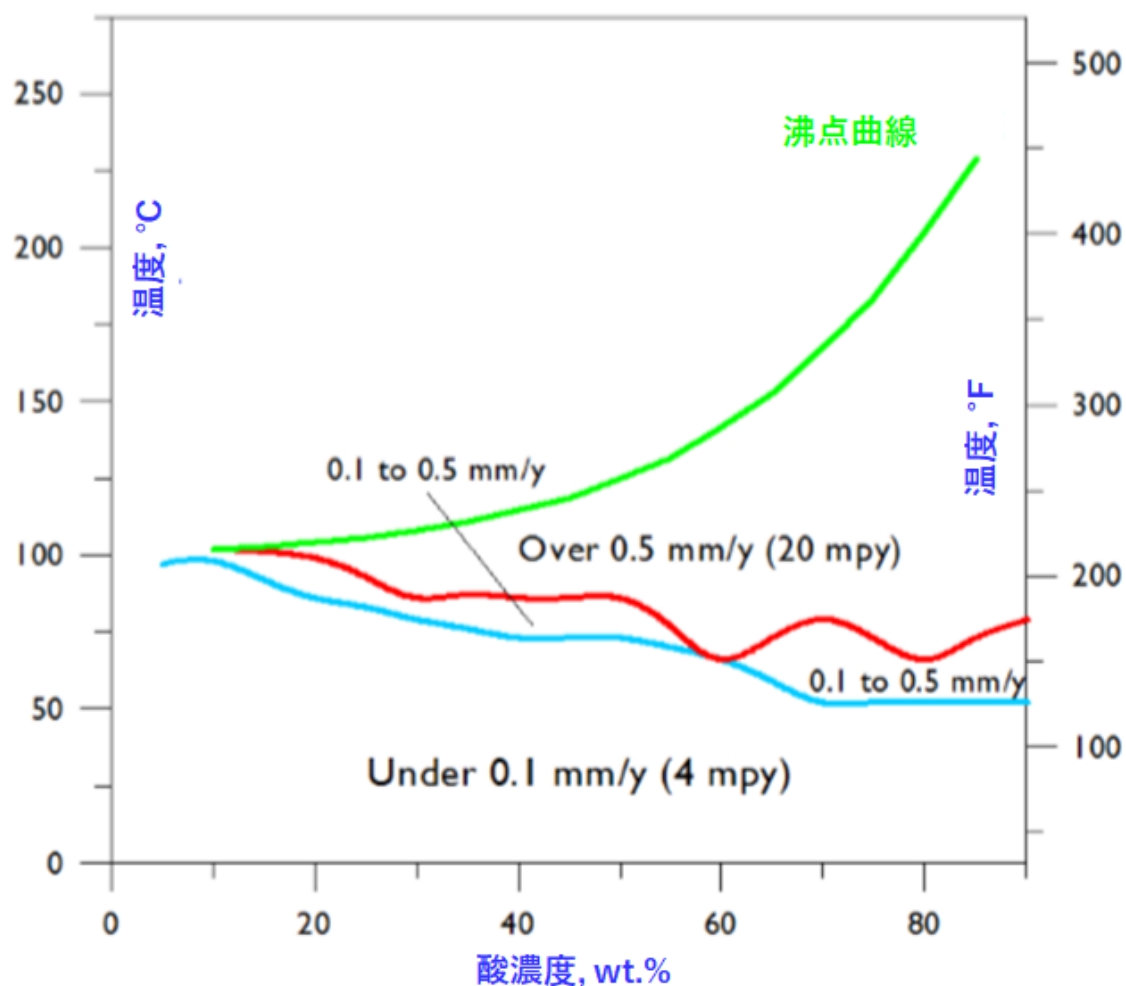
濃度 Wt. %	75°F 24°C	100°F 38°C	125°F 52°C	150°F 66°C	175°F 79°C	200°F 93°C	225°F 107°C	250°F 121°C	275°F 135°C	300°F 149°C	350°F 177°C	沸騰
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0.13
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	<0.01	0.01	0.03	-	-	-	-	-	0.23
10	-	-	-	-	0.02	0.04	-	-	-	-	-	0.29
20	-	-	-	0.01	0.03	0.28	-	-	-	-	-	0.83
30	-	-	-	0.01	0.09	0.68	-	-	-	-	-	1.89
40	-	-	0.01	0.01	0.31	0.87	-	-	-	-	-	3.99
50	-	-	-	0.02	0.40	0.77	2.18	-	-	-	-	9.98
60	-	-	0.01	-	0.67	0.95	2.69	7.62	-	-	-	-
70	-	-	-	0.28	0.56	0.94	3.07	14.94	-	-	-	-
80	-	-	0.09	-	1.44	2.16	3.68	3.58	-	-	-	-
90	-	-	-	0.34	0.89	1.80	6.27	4.24	-	-	-	-
96	-	-	-	0.10	-	1.10	-	-	-	-	-	-

すべ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)/年に変換するには、0.0254で除算します。

データは、腐食試験所の Job 319-82、445-82 および 19-14 からのものです。

すべての試験は、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; 工業的利用に先立って、フィールドテストを実施することを推奨します。

硫酸中での C-22®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	100°F	125°F	150°F	175°F	200°F	沸騰
	wt. %	38°C	52°C	66°C	79°C	93°C	
酢酸	99	-	-	-	-	-	0
ギ酸	88	-	-	-	-	-	<0.01
臭化水素酸	2.5	-	-	-	-	-	0.02
	5	-	-	-	-	-	0.76
	7.5	-	-	-	0.01	-	-
	10	-	-	-	0.01	-	-
	15	-	0.01	<0.01	0.88	-	-
	20	-	0.01	0.46	0.8	-	-
	25	<0.01	0.2	0.29	0.58	-	-
	30	0.11	0.23	0.29	0.59	-	-
	40	0.07	0.13	0.21	0.34	-	-
塩酸	1	-	-	-	-	0.01	0.06
	5	<0.01	-	0.44	-	-	-
	7.5	-	-	-	-	-	-
	10	0.01	0.28	0.98	-	-	-
	15	-	-	-	-	-	-
	20	0.2	0.32	0.9	-	-	-
フッ化水素酸*	5	0.04	0.15	0.47	0.58	-	-
	10	0.09	0.33	0.64	0.78	-	-
	20	0.22	0.53	0.95	1.65	-	-
硝酸	10	-	-	<0.01	-	0.01	0.01
	20	-	-	0.01	-	0.02	0.06
	30	-	-	0.01	-	0.02	0.13
	40	-	-	0.02	-	0.09	0.26
	50	-	-	-	-	0.14	0.59
	60	-	-	0.06	-	0.19	1.09
	65	-	-	-	-	-	-
	70	-	-	0.05	-	0.33	2.53
リン酸	50	-	-	-	-	-	0.07
	60	-	-	-	-	-	0.16
	70	-	-	-	-	-	0.23
	75	-	-	-	-	-	0.19
	80	-	-	-	-	-	0.25
	85	-	-	-	-	-	0.66

*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	100°F	125°F	150°F	175°F	200°F	沸騰
	wt. %	38°C	52°C	66°C	79°C	93°C	
硫酸	10	-	-	-	0.02	0.04	0.29
	20	-	-	0.01	0.03	0.28	0.83
	30	-	-	0.01	0.09	0.68	-
	40	-	-	0.01	0.31	0.87	-
	50	-	-	0.02	0.4	0.77	-
	60	-	-	-	0.67	0.95	-
	70	-	-	0.28	0.56	0.94	-
	80	-	-	-	1.44	2.16	-
	90	-	-	0.34	0.89	1.8	-
	96	-	-	0.1	-	1.1	-

耐孔食および隙間腐食性

HASTELLOY® C-22® 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で定めら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 合金の値を以下に示します。

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-22®	>302	>150	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-22® 合金で孔食が観察された最低温度は120°Cです(C-276の最低温度、すなわち沸点よりもかなり高い温度です)。Yellow Death 溶液では、C-22® 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-22® 合金の臨界隙間腐食温度は75°Cです(これに対して、C-276合金は60°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形態に対する材料の耐性を評価するための一般的な方法は、典型的には応力をかけたU字型曲げサンプルを沸騰45%塩化マグネシウムに浸けることです(ASTM規格G36)。以下の結果から明らかなように、3つのニッケル合金(C-22®, C-276 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)後に停止しました。

合金	割れが発生するまでの時間
316L	2 h
254SMO	24 h
625	1,008 hで割れ無し
C-276	1,008 hで割れ無し
C-22®	1,008 hで割れ無し

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）海水と流れてい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。結果は、C-22[®] 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-22[®]	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、ガスメタルアーク（MIG）のマルチパス溶接により溶接した十字型の組立品から、四分円の全溶接金属サンプルを切り取って試験しました。予想されるように、溶接ミクロ組織の不均質な性質は、（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-22[®] 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	温度		腐食速度			
	wt. %	°F	°C	溶接金属		鍛造母材	
				mpy	mm/y	mpy	mm/y
H ₂ SO ₄	30	150	66	0.6	0.02	0.4	0.01
H ₂ SO ₄	50	150	66	9.3	0.24	0.8	0.02
H ₂ SO ₄	70	150	66	10.3	0.26	11	0.28
H ₂ SO ₄	90	150	66	18.5	0.47	13.4	0.34
HCl	5	100	38	<0.1	<0.01	<0.1	<0.01
HCl	10	100	38	<0.1	<0.01	0.4	0.01
HCl	15	100	38	11.1	0.28	9.4	0.24
HCl	20	100	38	10.2	0.26	7.9	0.2

物理的特性

物理的特性	英国単位		メートル単位	
密度	RT	0.314 lb/in ³	RT	8.69 g/cm ³
電気抵抗	RT	44.9 μ ohm.in	RT	1.14 μ ohm.m
	200°F	48.0 μ ohm.in	100°C	1.23 μ ohm.m
	400°F	48.8 μ ohm.in	200°C	1.24 μ ohm.m
	600°F	49.3 μ ohm.in	300°C	1.25 μ ohm.m
	800°F	49.7 μ ohm.in	400°C	1.26 μ ohm.m
	1000°F	50.1 μ ohm.in	500°C	1.27 μ ohm.m
	-	-	600°C	1.28 μ ohm.m
熱伝導率	100°F	69 Btu.in/h.ft ² .°F	50°C	10.1 W/m.°C
	200°F	76 Btu.in/h.ft ² .°F	100°C	11.1 W/m.°C
	400°F	94 Btu.in/h.ft ² .°F	200°C	13.4 W/m.°C
	600°F	110 Btu.in/h.ft ² .°F	300°C	15.5 W/m.°C
	800°F	125 Btu.in/h.ft ² .°F	400°C	17.5 W/m.°C
	1000°F	139 Btu.in/h.ft ² .°F	500°C	19.5 W/m.°C
	-	-	600°C	21.3 W/m.°C
熱拡散率	RT	0.004 in ² /s	RT	0.027 cm ² /s
	200°F	0.005 in ² /s	100°C	0.030 cm ² /s
	400°F	0.005 in ² /s	200°C	0.035 cm ² /s
	600°F	0.006 in ² /s	300°C	0.039 cm ² /s
	800°F	0.007 in ² /s	400°C	0.042 cm ² /s
	1000°F	0.007 in ² /s	500°C	0.046 cm ² /s
	-	-	600°C	0.048 cm ² /s
平均熱膨張係数	75-200°F	6.9 μ in/in.°F	24-100°C	12.4 μ m/m.°C
	75-400°F	6.9 μ in/in.°F	24-200°C	12.4 μ m/m.°C
	75-600°F	7.0 μ in/in.°F	24-300°C	12.6 μ m/m.°C
	75-800°F	7.4 μ in/in.°F	24-400°C	13.1 μ m/m.°C
	75-1000°F	7.7 μ in/in.°F	24-500°C	13.7 μ m/m.°C
	75-1200°F	8.1 μ in/in.°F	24-600°C	14.3 μ m/m.°C
	75-1400°F	8.5 μ in/in.°F	24-700°C	14.9 μ m/m.°C
	75-1600°F	8.8 μ in/in.°F	24-800°C	15.5 μ m/m.°C
	75-1800°F	9.0 μ in/in.°F	24-900°C	15.9 μ m/m.°C
比熱	100°F	0.098 Btu/lb.°F	50°C	414 J/kg.°C
	200°F	0.101 Btu/lb.°F	100°C	423 J/kg.°C
	400°F	0.106 Btu/lb.°F	200°C	444 J/kg.°C
	600°F	0.111 Btu/lb.°F	300°C	460 J/kg.°C
	800°F	0.114 Btu/lb.°F	400°C	476 J/kg.°C
	1000°F	0.118 Btu/lb.°F	500°C	485 J/kg.°C
	-	-	600°C	514 J/kg.°C

RT= 室温

物理的特性(続き)

物理的特性	英国単位		メートル単位	
動弾性係数	RT	29.9 x 10 ⁶ psi	RT	206 GPa
	200°F	29.4 x 10 ⁶ psi	200°C	197 GPa
	400°F	28.5 x 10 ⁶ psi	300°C	191 GPa
	600°F	27.6 x 10 ⁶ psi	400°C	185 GPa
	800°F	26.6 x 10 ⁶ psi	500°C	179 GPa
	1000°F	25.7 x 10 ⁶ psi	600°C	174 GPa
	1200°F	24.8 x 10 ⁶ psi	700°C	168 GPa
	1400°F	23.6 x 10 ⁶ psi	800°C	160 GPa
	1600°F	22.4 x 10 ⁶ psi	900°C	152 GPa
	1800°F	21.1 x 10 ⁶ psi	1000°C	144 GPa
溶融温度	2475-2550°F	-	1357-1399°C	-

RT= 室温

衝撃強さ

試験温度		衝撃強さ	
°F	°C	ft-lbf	J
RT	RT	419	568
-320	-196	346	469

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。

引張強度および伸び

形態	試験温度		板厚/丸棒直径		0.2% 耐力		極限引張強さ		伸び
	°F	°C	in	mm	ksi	MPa	ksi	MPa	%
薄板	RT	RT	0.028-0.125	0.7-3.2	59	407	116	800	57
薄板	200	93	0.028-0.125	0.7-3.2	54	372	110	758	58
薄板	400	204	0.028-0.125	0.7-3.2	44	303	102	703	57
薄板	600	316	0.028-0.125	0.7-3.2	42	286	98	676	62
薄板	800	427	0.028-0.125	0.7-3.2	41	283	95	655	67
薄板	1000	538	0.028-0.125	0.7-3.2	40	276	91	627	61
薄板	1200	649	0.028-0.125	0.7-3.2	36	248	85	586	65
薄板	1400	760	0.028-0.125	0.7-3.2	35	241	76	524	63
厚板	RT	RT	0.25-0.75	6.4-19.1	54	372	114	786	62
厚板	200	93	0.25-0.75	6.4-19.1	49	338	107	738	65
厚板	400	204	0.25-0.75	6.4-19.1	41	283	98	676	66
厚板	600	316	0.25-0.75	6.4-19.1	36	248	95	655	68
厚板	800	427	0.25-0.75	6.4-19.1	35	241	92	634	68
厚板	1000	538	0.25-0.75	6.4-19.1	34	234	88	607	67
厚板	1200	649	0.25-0.75	6.4-19.1	32	221	83	572	69
厚板	1400	760	0.25-0.75	6.4-19.1	31	214	76	524	68
丸棒	RT	RT	0.5-2.0	12.7-50.8	52	359	111	765	70
丸棒	200	93	0.5-2.0	12.7-50.8	45	310	105	724	73
丸棒	400	204	0.5-2.0	12.7-50.8	38	262	96	662	74
丸棒	600	316	0.5-2.0	12.7-50.8	34	234	92	634	79
丸棒	800	427	0.5-2.0	12.7-50.8	31	214	89	614	79
丸棒	1000	538	0.5-2.0	12.7-50.8	29	200	84	579	80
丸棒	1200	649	0.5-2.0	12.7-50.8	28	193	80	552	80
丸棒	1400	760	0.5-2.0	12.7-50.8	29	200	72	496	77

値は多数の試験の平均値

RT= 室温

硬度

形態	硬さ, HRBW	典型的な ASTM 結晶粒度
薄板	88	3.5 - 5.5
厚板	88	0 - 4.5
丸棒	84	1 - 3.5

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-22®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-22®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。全ての熱間成形作業の後、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-22®合金のアニーリング温度は1121°C (2050°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でも構いません)。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-22®合金の熱処理に関するもっと詳細なことは、“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-22®合金は熱間鍛造、熱間圧延、熱間据え込み鍛造、熱間押し出し、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も提供しています。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-22®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-22®合金の耐全面腐食性、および耐塩化物誘発孔食と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-22® 合金 (N06022, W86022)	
薄板、厚板および帯板	SB 575/B 575 P= 43
ビレット、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-10) DIN 2.4638 (EL-NiCr21Mo14W) F= 43
裸溶接棒およびワイヤ	SFA 5.14/ A 5.14 (ERNiCrMo-10) DIN 2.4635 (SG-NiCr21Mo14W) 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. 2.4602 NiCr21Mo14W
TÜV	Werkstoffblatt 479 Kennblatt 4635 Kennblatt 4636 Kennblatt 4534
その他	NACE MR0175 ISO 15156 ASME Code Case No. 2226-2 Case No. N-621-1

基準

HASTELLOY® C-22® 合金 (N06022, W86022)			
ASME	Section I	1250°F (677°C) ¹ Code Case 2226 1250°F (677°C)	
	Section III	Class 1	800°F (427°C) ¹ Code Case N-621-1
		Class 2	1250°F (677°C) ²
		Class 3	1250°F (677°C) ²
	Section VIII	Div. 1	1250°F (677°C) ¹ 800°F (427°C) ³
		Div. 2	1250°F (677°C) ¹ 800°F (427°C) ³
	Section XII	650°F (343°C) ⁴	
	B16.5	1250°F (677°C) ⁵	
	B16.34	1250°F (677°C) ⁶	
	B31.1	800°F (427°C) ⁷	
	B31.3	800°F (427°C) ⁸	
VdTÜV (doc #)		844°F (450°C) ⁹ , #479	

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、薄板、棒、鍛造材、溶接パイプ/チューブ、継ぎ目なしパイプ/チューブ

³承認された材料形態: ボルト類

⁴承認された材料形態: 厚板、薄板、棒、継手類、溶接パイプ/チューブ、継ぎ目なしパイプ/チューブ、ボルト類

⁵承認された材料形態: 厚板、鍛造材、継手類、ボルト類

⁶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、ボルト類

⁷承認された材料形態: 厚板、薄板、継手類、溶接パイプ/チューブ、継ぎ目なしパイプ/チューブ

⁸承認された材料形態: 厚板、薄板、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

⁹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。