

HAYNES® 625 合金

主な特徴

1500°F (816°C)以下の温度での優れた強度、良好な耐酸化性、ならびに良好な耐水溶液腐食性

HAYNES® 625 合金(UNS N06625) は、室温から約1500°F(816°C)までの温度で良好な強度を有するニッケル-クロム-モリブデン合金です。より高温においては、強度は通常、固溶強化型合金よりも低くなります。625 合金は、1800°F (982°C) 以下の温度で良好な耐酸化性があり、良好な耐水溶液腐食性を提供しますが、一般的には、最新の HASTELLOY® 耐食合金ほど有効ではありません。

容易な加工

HAYNES® 625 合金は、優れた成形および溶接特性を有しています。約1800 ~ 2150°F (982 ~ 1177°C)の温度範囲に維持できるのであれば、鍛造、あるいは熱間加工することができます。理想的には、結晶粒度を制御するために最終の熱間加工は温度範囲の下限で行わなければなりません。延性が良好であることから、625 合金は、また、冷間加工で容易に成形することができます。しかしながら、この合金は急速に加工硬化するため、複雑な部品の成形作業には中間アニリング処理が必要になるかも知れません。

特性の最適バランスを回復させるためには、熱間あるいは冷間加工した全ての部品は、アニールして急冷しなければなりません。

この合金は、ガスタングステンアーク溶接(GTAW)、ガスメタルアーク溶接(GMAW)、電子ビーム溶接、および抵抗溶接などの手動および自動の両方の溶接方法で溶接することができます。この合金は、良好な拘束溶接特性を示します。

熱処理

指定されない限り、HAYNES® 625 鍛造合金は、通常、ミルアニール状態で供給されます。この合金は、通常、特性を最適化するために、1925°F±25°F(1052°C±14°C)で断面の厚さに見合った時間保持し、急冷あるいは水冷するという条件でミルアニールされます。625 合金は、また、お客様のご要求によって 2000°F(1093°C)、またはそれ以上の温度で溶体化処理、あるいは 1925°F(1052°C)以下の温度でミルアニールして供給することもできます。より低い温度でのミルアニール処理は、625 合金中に、合金特性に影響を及ぼす第二相を析出させる可能性があります。

主な特徴(続き)

用途

HAYNES® 625 合金は、航空宇宙、化学プロセス産業、および電力産業の様々な高温用途に広く使用されています。この合金は、約1500°F(816°C)以下の温度での短期間の用途で良好な性能を発揮します；しかしながら、高温で長期間にわたって使用するためには、625 合金の使用は最高1100°F(593°C)に制限するのが最良です。1100°F(593°C)を超える温度で 625 合金を長期間熱曝露すると、著しく脆化します。これらの温度での使用に対しては、HAYNES® 230® 合金のようなもっと新しい材料を推奨します。

低温耐食合金として、625 合金は、化学プロセス産業、海水、および発電プラントのスクラバーなどの用途に広く使用されてきました。しかしながら、より過酷な環境における新たな用途に対しては、C-22® および G-35® 合金のような、より有能な HASTELLOY® 合金が適しています。

標準組成

重量 %

ニッケル: Ni	62 Balance
コバルト: Co	1 max.
鉄: Fe	5 max.
クロム: Cr	21
モリブデン: Mo	9
ニオブ + タンタル: Nb + Ta	3.7
マンガン: Mn	0.5 max.
ケイ素: Si	0.5 max.
アルミニウム: Al	0.4 max.
チタン: Ti	0.4 max.
炭素: C	0.1 max.

引張特性

冷間圧延して1925°F (1052°C) でミルアニールした薄板

試験温度		0.2% 耐力		極限引張強さ		伸び
°F	°C	ksi	MPa	ksi	MPa	%
RT	RT	71.2	491	133.9	923	47.5
1000	538	56.3	388	118.4	816	54.2
1200	649	55.1	380	117.7	811	109.3
1400	760	53.8	371	71.0	490	135.0
1600	871	29.6	204	34.7	239	160.6
1800	982	9.9	68	15.3	106	154.5
2000	1093	5.0	35	8.7	60	128.3

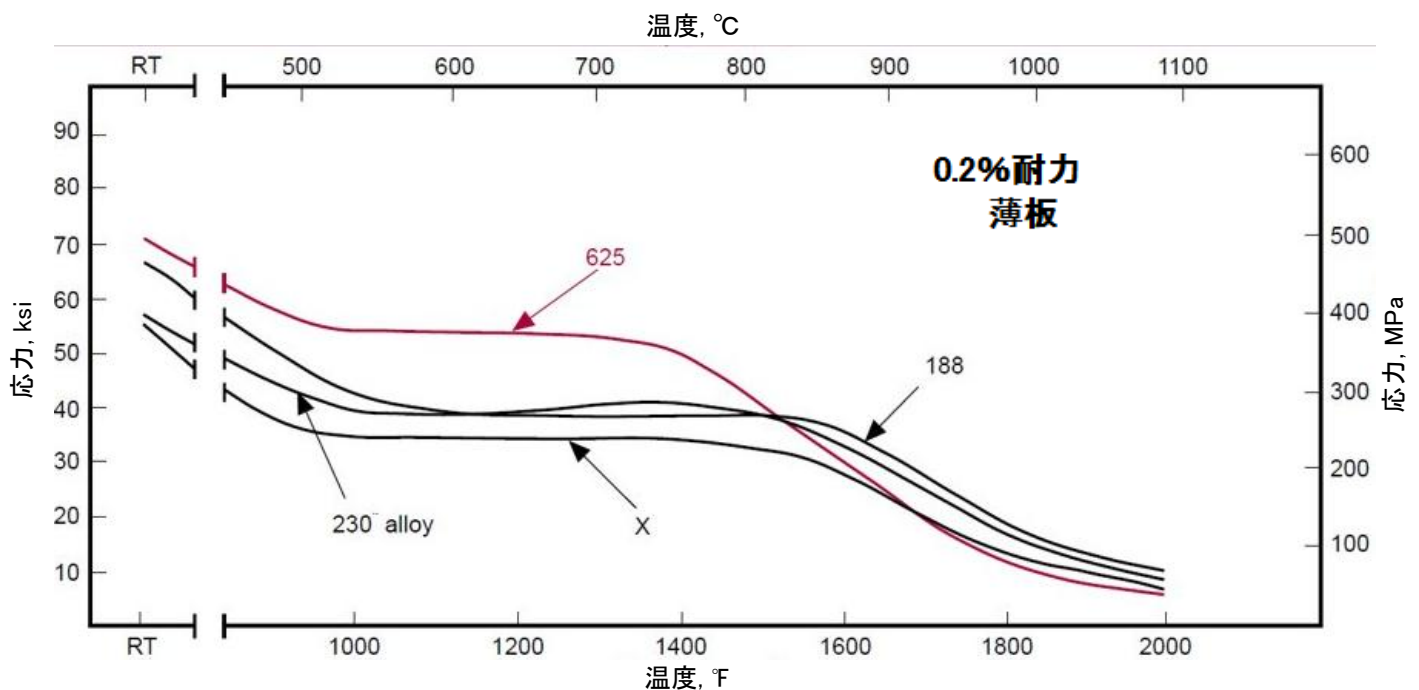
熱間圧延して1925°F (1052°C) でミルアニールした厚板

試験温度		0.2% 耐力		極限引張強さ		伸び
°F	°C	ksi	MPa	ksi	MPa	%
RT	RT	60.5	417	129.6	894	48
800*	427*	46.4	320	116.1	800	51.5
1000	538	44.8	309	112.3	774	52.1
1200	649	43.7	301	112.7	777	80.3
1400	760	43.7	301	71.1	490	102.2
1600	871	30.6	211	38.0	262	115.7
1800	982	11.8	81	17.3	119	120.7
2000	1093	5.4	37	9.3	64	135.1

*わずか2製品を平均した結果

RT= 室温

高温での降伏強さの比較、薄板



クリープおよびラプチャー特性

冷間圧延して925°F (1052°C) でミルアニールした薄板

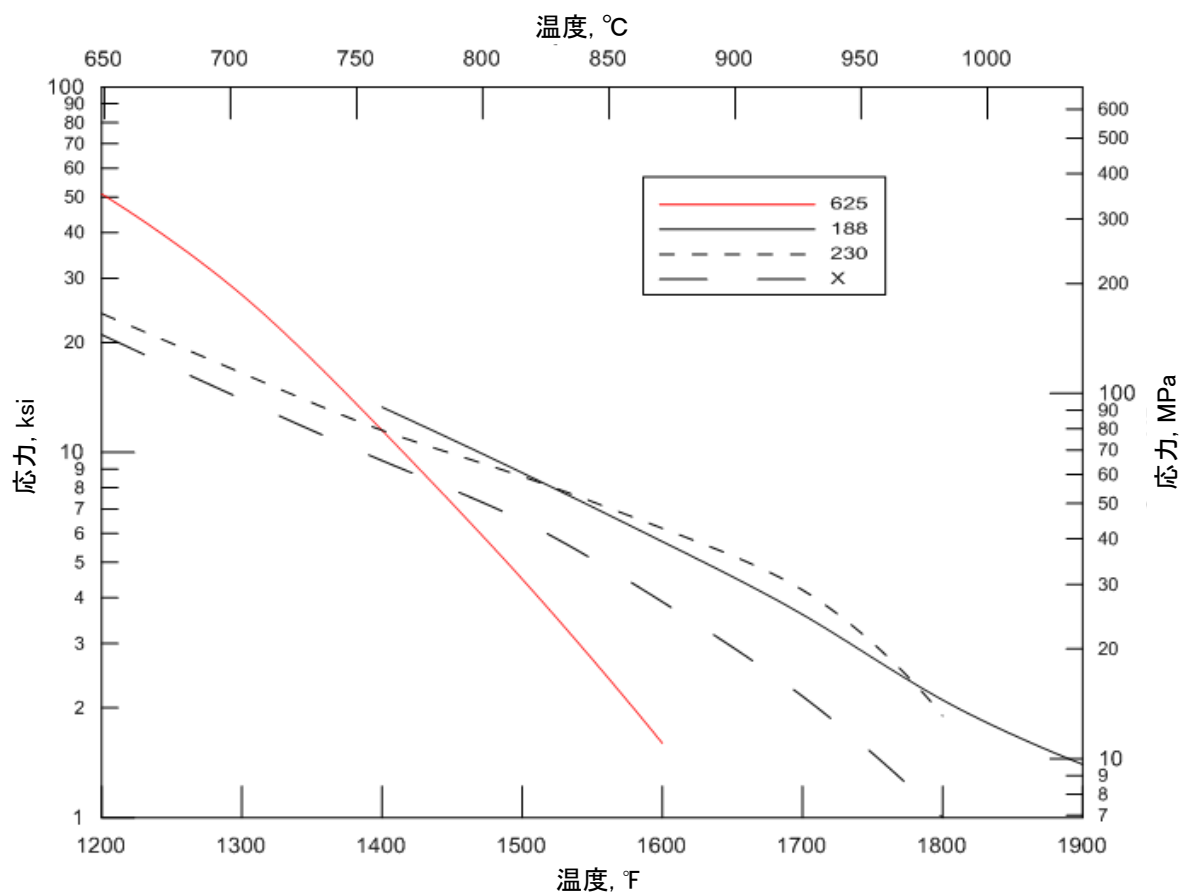
温度		クリープ	下記時間で所定のクリープを生じるおおよその初期応力					
			10 h		100 h		1,000 h	
°F	°C	%	ksi	MPa	ksi	MPa	ksi	MPa
1100	593	0.5	75	517	69	476	64	441
		1	76	524	71	490	67	462
		R	-	-	90	621	80	552
1200	649	0.5	53	365	52	359	50	345
		1	58	400	53	365	51	352
		R	84	579	74	510	55	379
1300	704	0.5	33	228	30	207	26	179
		1	36	248	31	214	27	186
		R	68*	469*	49	338	33	228
1400	760	0.5	18.4	127	13.0	90	9.7	67
		1	20	138	14.5	100	11.5	79
		R	41	283	27	186	17.8	123
1500	816	0.5	9.7	67	5.7	39	3.2	22
		1	11.3	78	7.0	48	4.2	29
		R	24	165	15.2	105	9.9	68
1600	871	0.5	5.2	36	2.6	18	1.2	8.3
		1	6.2	43	3.3	23	1.6	11
		R	14.0	97	8.0	55	4.2	29
1700	927	0.5	2.6	18	1.1	7.6	-	-
		1	3.4	23	1.7	12	-	-
		R	8.0*	55*	4.3	30	2.7	19
1800	982	0.5	1.2	8.3	-	-	-	-
		1	1.7	12	0.5	3.4	-	-
		R	4.1	28	2.6	18	1.4	10

*著しく外挿した値

R = ラプチャー (破断)

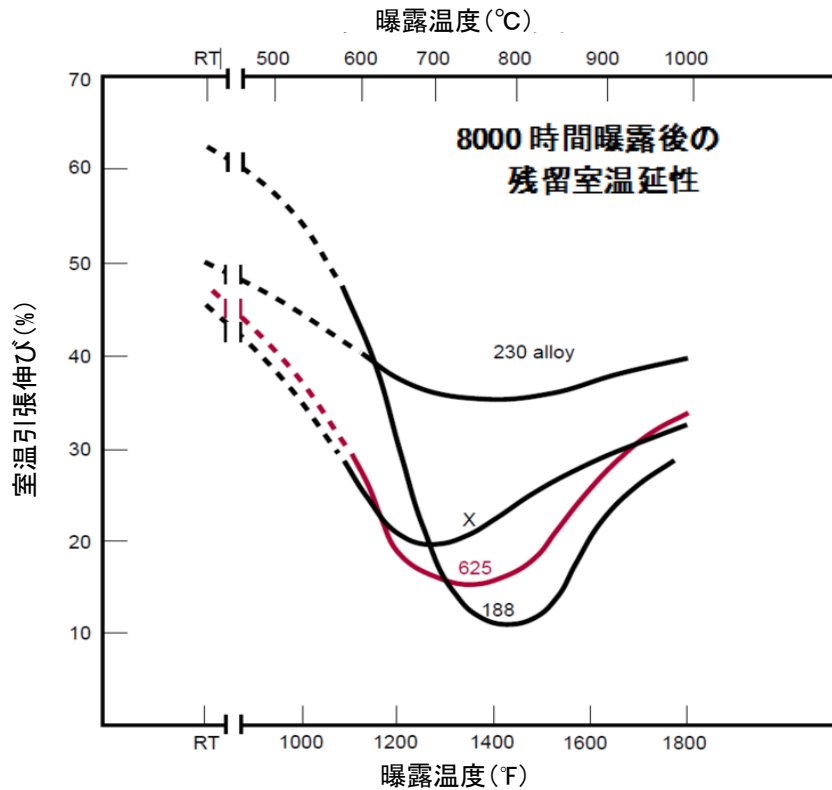
クリープおよびラプチャー特性(続き)

1,000時間で1%のクリープを生じる応力の比較



熱安定性

HAYNES® 625 合金は、HAYNES® 188 合金や HASTELLOY® X 合金のような固溶強化型超合金に似ており、中間温度で長期間曝露すると有害な相が析出します。この場合、問題の相は引張延性と衝撃強度の両方を損なう Ni-Cb δ 相です。熱安定性が重要な用途には、230® 合金を推奨します。



厚板の熱曝露後の室温特性

曝露温度		曝露時間 h	0.2% 耐力		極限引張強さ		伸び %	衝撃強度	
°F	°C		ksi	MPa	ksi	MPa		ft.-lb.	J
アニール処理*		-	66.2	456	127.7	880	46	81	110
1200	649	1000	122.3	843	165	1138	28	11	15
		4000	117.9	813	163.6	1128	24	8	11
		8000	117.8	812	164.2	1132	18	5	7
		16000	118.5	817	165.4	1140	12	4	5
1400	760	1000	95.5	658	142.9	985	17	5	7
		4000	104.1	718	145.5	1003	12	4	5
		8000	97.4	672	142.6	983	13	5	7
		16000	96.1	663	140.4	968	12	4	5
1600	871	1000	68.3	471	130	896	30	12	16
		4000	66.4	458	130	896	29	11	15
		8000	63.7	439	127	876	26	15	20
		16000	63.4	437	128.4	885	32	14	19

*1875°F (1024°C)、急冷

耐酸化性

バーナーリグ耐酸化性の比較、1000時間

バーナーリグ酸化試験では、3/8 in x 2.5 in x 特定厚さ (9.5mm x 64mm x 特定厚さ) の複数の試料を回転する保持装置に取付け、No.1燃料油とNo. 2燃料油の混合油の燃焼生成物中に曝露しました。混合油は、約50:1の空燃比で1000時間燃焼させました。(燃焼ガスの流速は、マッハ数で約0.3でした。) 試料は30分毎に自動的に燃焼ガス流から取り出され、ファンで室温付近まで冷却された後、燃焼ガス流中に戻されました。

合金	1800°F (982°C)					
	メタルロス		平均酸化層厚さ		最大酸化層厚さ	
	mils	µm	mils	µm	mils	µm
230®	0.8	20	2.8	71	3.5	89
X	2.7	69	5.6	142	6.4	153
625	4.9	124	7.1	180	7.6	193
25	6.2	157	8.3	211	8.7	221
MULTIMET®	11.8	300	14.4	366	14.8	376
800H®	12.7	312	14.5	368	15.3	389

空気流中の耐酸化性 (1008 時間*)

空気流中に1008時間曝露した場合の静的酸化試験結果の順位を以下に示します。試料は、週1回のサイクルで室温まで冷却されました。平均酸化層厚さは、メタルロスと平均内部酸化深さの合計です。

合金	1600°F (871°C)				1800°F (982°C)			
	メタルロス		平均酸化層厚さ		メタルロス		平均酸化層厚さ	
	mils	µm	mils	µm	mils	µm	mils	µm
214®	0	0	0.1	3	0.1	3	0.3	8
188	-	-	-	-	0.1	3	1.1	28
230®	0	0	0.6	15	0.2	5	1.5	38
X	0.1	3	0.7	18	0.2	5	1.5	38
625	0.1	3	0.6	15	0.4	10	1.9	48
617	-	-	-	-	0.3	8	2.0	51
25	-	-	-	-	0.3	8	2.0	51
HR-120®	0.1	3	0.9	23	0.4	10	2.1	53
556®	-	-	-	-	0.4	10	2.3	58
800HT	0.1	3	1.0	25	0.5	13	4.1	104
HR-160®	0.2	5	3.0	79	0.7	18	5.5	140

* (1週間サイクル): 合金は、平均酸化層厚さが薄い順に並べられています。

耐酸化性(続き)

1600°F(871°C)の空気流中に360日(8,640時間)曝された
耐熱合金薄板(0.060-0.125"/1.52-3.18mm)の酸化層厚さ(月に1回のサイクル)

合金	メタルロス		平均酸化層厚さ	
	mils	µm	mils	µm
214®	0.1	3	0.2	5
625	0.3	8	1.4	36
230	0.2	5	1.4	36
617	0.3	8	1.6	41
HR-120®	0.3	8	1.6	41
25	0.3	8	1.7	43
188	0.2	5	1.8	46
556®	0.3	8	1.9	48
X	0.3	8	2.2	56
800HT	0.4	10	2.9	74

動的酸化特性の比較

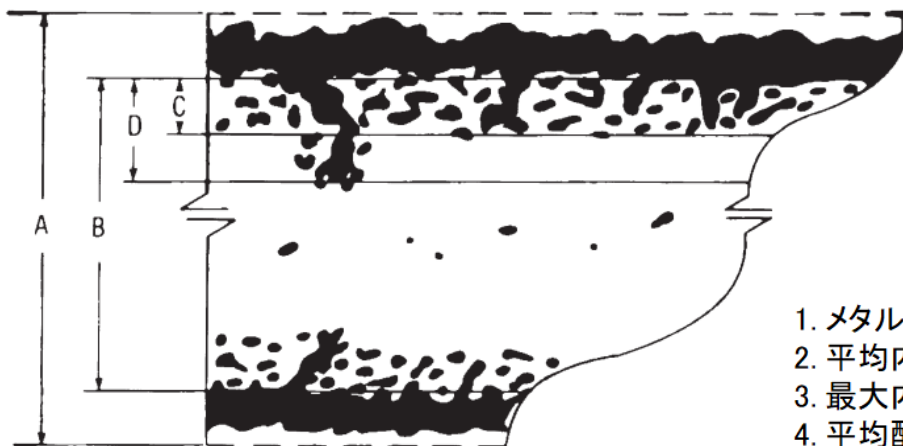
合金	1600°F (871°C), 2000 h, 30分サイクル				1800°F (982°C), 1000 h, 30分サイクル			
	メタルロス		平均酸化層厚さ		メタルロス		平均酸化層厚さ	
	mils	µm	mils	µm	mils	µm	mils	µm
188	1.1	28	2.9	74	1.1	28	3.2	81
230®	0.9	23	3.9	99	2.8	71	5.6	142
617	2.0	51	7.8	198	2.4	61	5.7	145
625	1.2	30	2.2	56	3.7	94	6.0	152
556®	1.5	38	3.9	99	4.1	104	6.7	170
X	1.7	43	5.3	135	4.3	109	7.3	185
HR-120®	-	-	-	-	6.3	160	8.3	211
RA330	2.5	64	5.0	127	8.7	221	10.5	267
HR-160®	-	-	-	-	5.4	137	11.9	302
310SS	6.0	152	7.9	201	16.0	406	18.3	465
800H	3.9	99	9.4	239	22.9	582	板厚を貫通	

耐酸化性(続き)

空気 + 10% H_2O 中に1008時間(1週間に1回のサイクル)曝された
耐熱合金薄板の酸化層厚さ

合金	1600°F(871°C)				1800°F(982°C)			
	メタルロス		平均酸化層厚さ		メタルロス		平均酸化層厚さ	
	mils	μm	mils	μm	mils	μm	mils	μm
214®	0.1	1	0.3	7	0.0	1	0.2	6
188	-	-	-	-	0.1	3	1.4	36
230®	0.1	2	0.5	13	0.2	4	1.5	37
625	0.1	3	0.5	12	0.3	8	1.6	41
X	0.0	1	0.5	13	0.3	7	1.8	45
HR-120®	0.1	2	0.7	17	0.3	9	1.9	49
617	0.1	2	0.9	22	0.3	8	2.0	51

環境試験の評価に用いた金属組織学的手法



1. メタルロス = $(A - B)/2$
2. 平均内部酸化深さ = C
3. 最大内部酸化深さ = D
4. 平均酸化層厚さ = $((A - B)/2) + C$
5. 最大酸化層厚さ = $((A - B)/2) + D$

物理的特性

物理的特性	英国单位		メートル单位	
密度	RT	0.305 lb/in ³	RT	8.44 g/cm ³
溶融温度	2350-2460°F	-	1288-1349°C	-
電気抵抗	RT	50.8 μohm-in	RT	129 μohm-cm
	200°F	52.0 μohm-in	100°C	132 μohm-cm
	400°F	52.8 μohm-in	200°C	134 μohm-cm
	600°F	53.1 μohm-in	300°C	135 μohm-cm
	800°F	53.5 μohm-in	400°C	136 μohm-cm
	1000°F	54.3 μohm-in	500°C	137 μohm-cm
	1200°F	54.3 μohm-in	600°C	138 μohm-cm
	1400°F	53.9 μohm-in	700°C	138 μohm-cm
	1600°F	53.5 μohm-in	800°C	137 μohm-cm
	1800°F	53.1 μohm-in	900°C	136 μohm-cm
	-	-	1000°C	135 μohm-cm
熱拡散率	RT	68 Btu-in/ft ² -hr-°F	RT	9.8 W/m-°C
	200°F	75 Btu-in/ft ² -hr-°F	100°C	10.9 W/m-°C
	400°F	87 Btu-in/ft ² -hr-°F	200°C	12.5 W/m-°C
	600°F	98 Btu-in/ft ² -hr-°F	300°C	13.9 W/m-°C
	800°F	109 Btu-in/ft ² -hr-°F	400°C	15.3 W/m-°C
	1000°F	121 Btu-in/ft ² -hr-°F	500°C	16.9 W/m-°C
	1200°F	132 Btu-in/ft ² -hr-°F	600°C	18.3 W/m-°C
	1400°F	144 Btu-in/ft ² -hr-°F	700°C	19.8 W/m-°C
	1600°F	158 Btu-in/ft ² -hr-°F	800°C	21.5 W/m-°C
	1800°F	175 Btu-in/ft ² -hr-°F	900°C	23.4 W/m-°C
	-	-	1000°C	25.6W/m-°C
比熱	RT	0.098 Btu/lb.-°F	RT	410 J/Kg-°C
	200°F	0.102 Btu/lb.-°F	100°C	428 J/Kg-°C
	400°F	0.109 Btu/lb.-°F	200°C	455 J/Kg-°C
	600°F	0.115 Btu/lb.-°F	300°C	477 J/Kg-°C
	800°F	0.122 Btu/lb.-°F	400°C	503 J/Kg-°C
	1000°F	0.128 Btu/lb.-°F	500°C	527 J/Kg-°C
	1200°F	0.135 Btu/lb.-°F	600°C	552 J/Kg-°C
	1400°F	0.141 Btu/lb.-°F	700°C	576 J/Kg-°C
	1600°F	0.148 Btu/lb.-°F	800°C	600 J/Kg-°C
	1800°F	0.154 Btu/lb.-°F	900°C	625 J/Kg-°C
	-	-	1000°C	648 J/Kg-°C

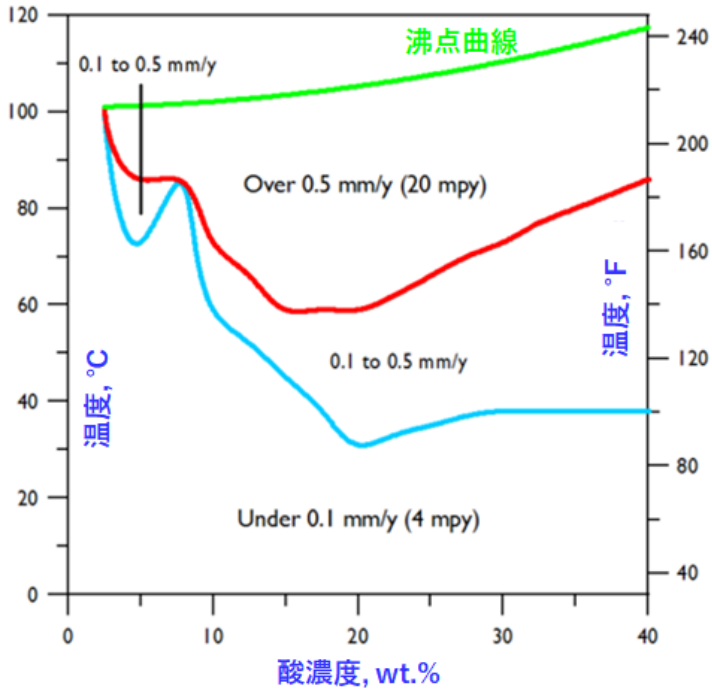
RT= 室温

物理的特性(続き)

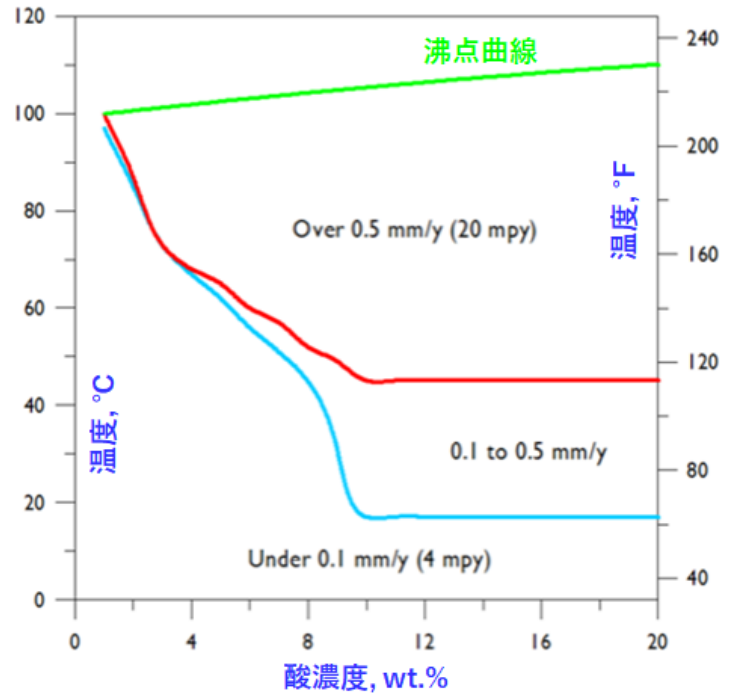
物理的特性	英国単位		メートル単位	
平均熱膨張係数	70-200°F	7.1 $\mu\text{in/in-}^\circ\text{F}$	25-100°C	$12.8 \times 10^{-6} \mu\text{m/m-}^\circ\text{C}$
	70-400°F	7.3 $\mu\text{in/in-}^\circ\text{F}$	25-200°C	$13.1 \times 10^{-6} \mu\text{m/m-}^\circ\text{C}$
	70-600°F	7.5 $\mu\text{in/in-}^\circ\text{F}$	25-300°C	$13.4 \times 10^{-6} \mu\text{m/m-}^\circ\text{C}$
	70-800°F	7.7 $\mu\text{in/in-}^\circ\text{F}$	25-400°C	$13.8 \times 10^{-6} \mu\text{m/m-}^\circ\text{C}$
	70-1000°F	8.0 $\mu\text{in/in-}^\circ\text{F}$	25-500°C	$14.2 \times 10^{-6} \mu\text{m/m-}^\circ\text{C}$
	70-1200°F	8.4 $\mu\text{in/in-}^\circ\text{F}$	25-600°C	$14.8 \times 10^{-6} \mu\text{m/m-}^\circ\text{C}$
	70-1400°F	8.7 $\mu\text{in/in-}^\circ\text{F}$	25-700°C	$15.4 \times 10^{-6} \mu\text{m/m-}^\circ\text{C}$
	70-1600°F	9.2 $\mu\text{in/in-}^\circ\text{F}$	25-800°C	$16.0 \times 10^{-6} \mu\text{m/m-}^\circ\text{C}$
	70-1800°F	9.6 $\mu\text{in/in-}^\circ\text{F}$	25-900°C	$16.7 \times 10^{-6} \mu\text{m/m-}^\circ\text{C}$
	-	-	25-1000°C	$17.4 \times 10^{-6} \mu\text{m/m-}^\circ\text{C}$
動弾性係数	RT	$30.2 \times 10^6 \text{ psi}$	RT	208 GPa
	200°F	$29.2 \times 10^6 \text{ psi}$	100°C	201 GPa
	400°F	$28.8 \times 10^6 \text{ psi}$	200°C	199 GPa
	600°F	$27.7 \times 10^6 \text{ psi}$	300°C	192 GPa
	800°F	$26.7 \times 10^6 \text{ psi}$	400°C	186 GPa
	1000°F	$25.6 \times 10^6 \text{ psi}$	500°C	179 GPa
	1200°F	$24.3 \times 10^6 \text{ psi}$	600°C	171 GPa
	1400°F	$22.8 \times 10^6 \text{ psi}$	700°C	163 GPa
	1600°F	$21.2 \times 10^6 \text{ psi}$	800°C	153 GPa
	1800°F	$18.7 \times 10^6 \text{ psi}$	900°C	142 GPa
	-	-	1000°C	126 GPa

等腐食線図

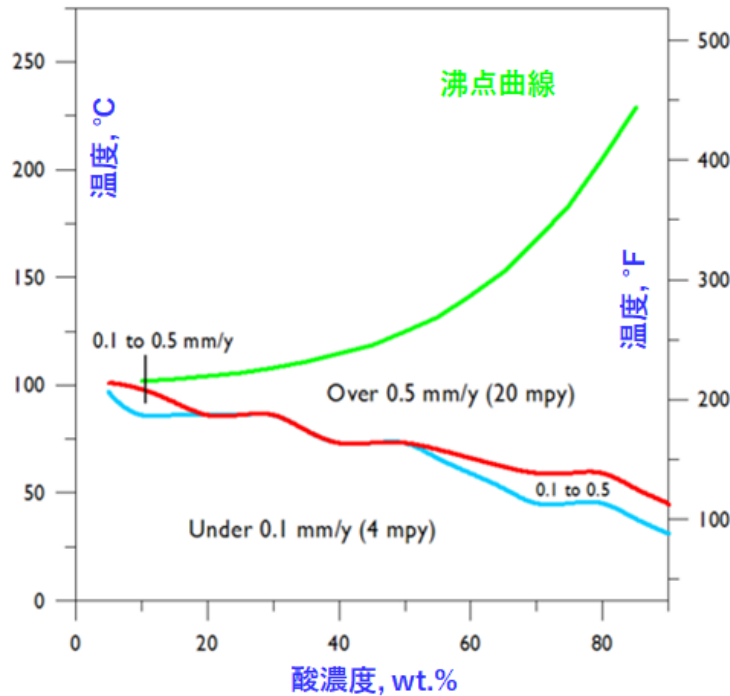
臭化水素酸中の
625 合金の等腐食線図



塩酸中の
625 合金の等腐食線図



硫酸中の
625 合金の等腐食線図



等腐食線図(続き)

臭化水素酸

濃度	50°F	75°F	100°F	125°F	150°F	175°F	200°F	225°F	沸騰
Wt. %	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	0.13	0.6	-	-
7.5	-	-	-	-	<0.01	<0.01	0.93	-	-
10	-	-	-	-	0.15	0.82	-	-	-
15	-	-	<0.01	0.3	0.64	-	-	-	-
20	-	0.1	0.16	0.33	0.65	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	0.11	0.21	0.34	0.72	-	-	-
40	-	-	0.08	0.15	0.25	0.42	0.79	-	-

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 17-04 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。

塩酸

濃度	50°F	75°F	100°F	125°F	150°F	175°F	200°F	225°F	沸騰
Wt. %	10°C	24°C	38°C	52°C	66°C	79°C	93°C	107°C	
1	-	-	-	-	-	<0.01	<0.01	-	0.23
1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	2.07	-	-	-
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	<0.01	<0.01	-	4.65	-	-	-
7.5	-	-	0.07	0.49	-	-	-	-	-
10	<0.01	0.15	0.3	1.16	-	-	-	-	-
15	0.06	0.19	0.4	1.06	-	-	-	-	-
20	0.06	0.16	0.36	0.82	-	-	-	-	-

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 56-97 および 3-98 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。

等腐食線図(続き)

硫酸

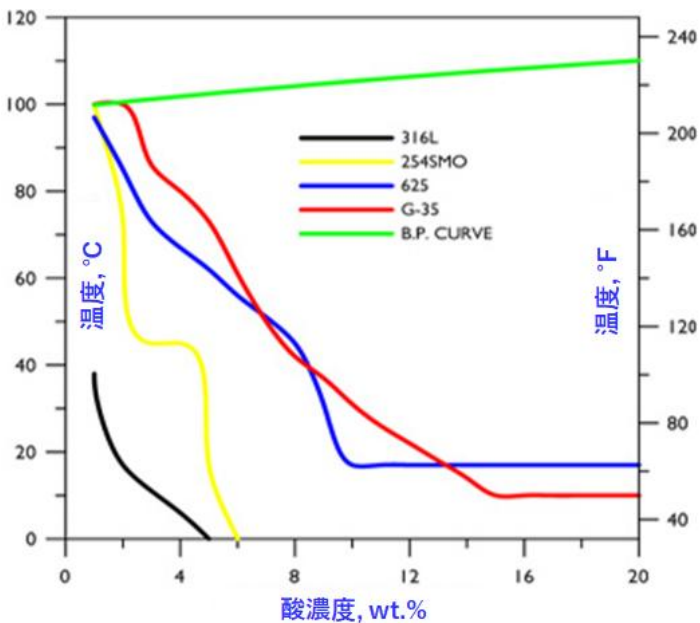
濃度	75°F	100°F	125°F	150°F	175°F	200°F	225°F	250°F	275°F	300°F	350°F	沸騰
Wt. %	24°C	38°C	52°C	66°C	79°C	93°C	107°C	121°C	135°C	149°C	177°C	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	<0.01	0.06	-	-	-	-	-	0.4
10	-	-	-	-	0.01	0.24	-	-	-	-	-	1.05
20	-	-	-	-	0.02	0.58	-	-	-	-	-	2.84
30	-	-	-	0.01	0.03	0.68	-	-	-	-	-	-
40	-	-	<0.01	0.02	0.58	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	0.01	0.89	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	<0.01	0.48	0.92	-	-	-	-	-	-	-
70	-	<0.01	0.23	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	0.05	0.31	0.91	2.54	-	-	-	-	-	-	-
90	<0.01	0.17	1.26	-	6.97	-	-	-	-	-	-	-
96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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 57-97 および 4-98 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。

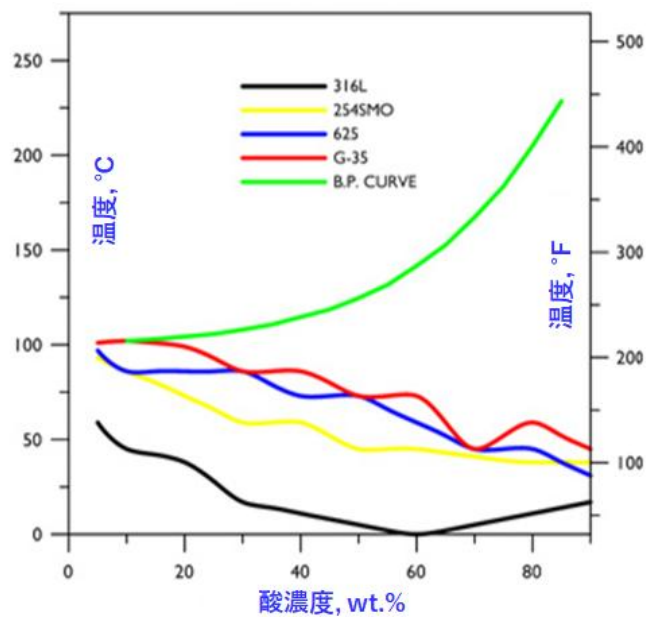
0.1 mm/y 線の比較

HAYNES® 625 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、塩酸および硫酸中における 625 合金に対する線は、G-35® 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。塩酸は20%の濃度限界では共沸混合物となり、これを越えた条件での高温腐食試験は信頼性が低くなります。

塩酸中での 0.1 mm/y 線の比較



硫酸中での 0.1 mm/y 線の比較



選択腐食データ

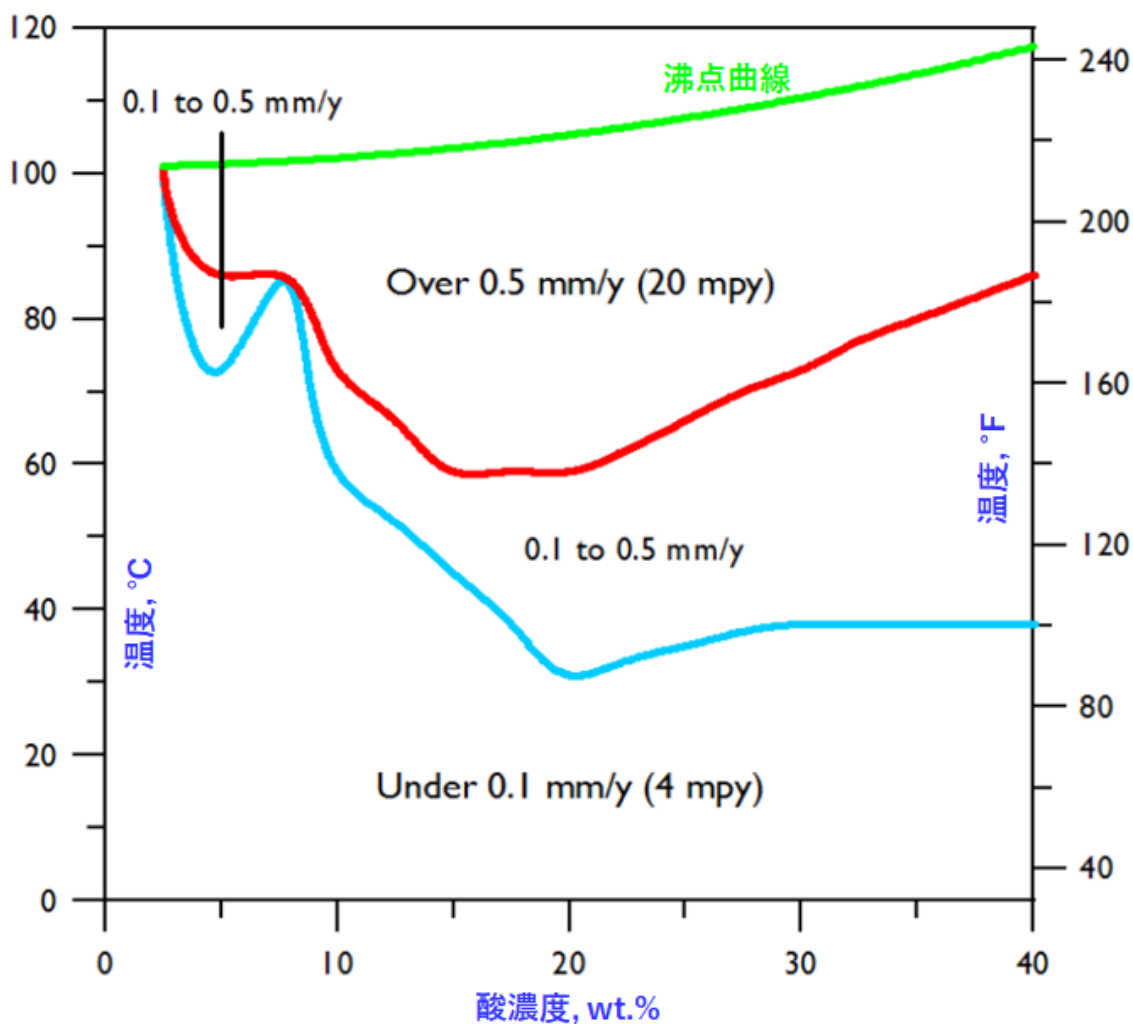
臭化水素酸

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	0.13	0.6	-	-
7.5	-	-	-	-	<0.01	<0.01	0.93	-	-
10	-	-	-	-	0.15	0.82	-	-	-
15	-	-	<0.01	0.3	0.64	-	-	-	-
20	-	0.01	0.16	0.33	0.65	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	0.11	0.21	0.34	0.72	-	-	-
40	-	-	0.08	0.15	0.25	0.42	0.79	-	-

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 17-04 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。

臭化水素酸中の 625 合金の等腐食線図



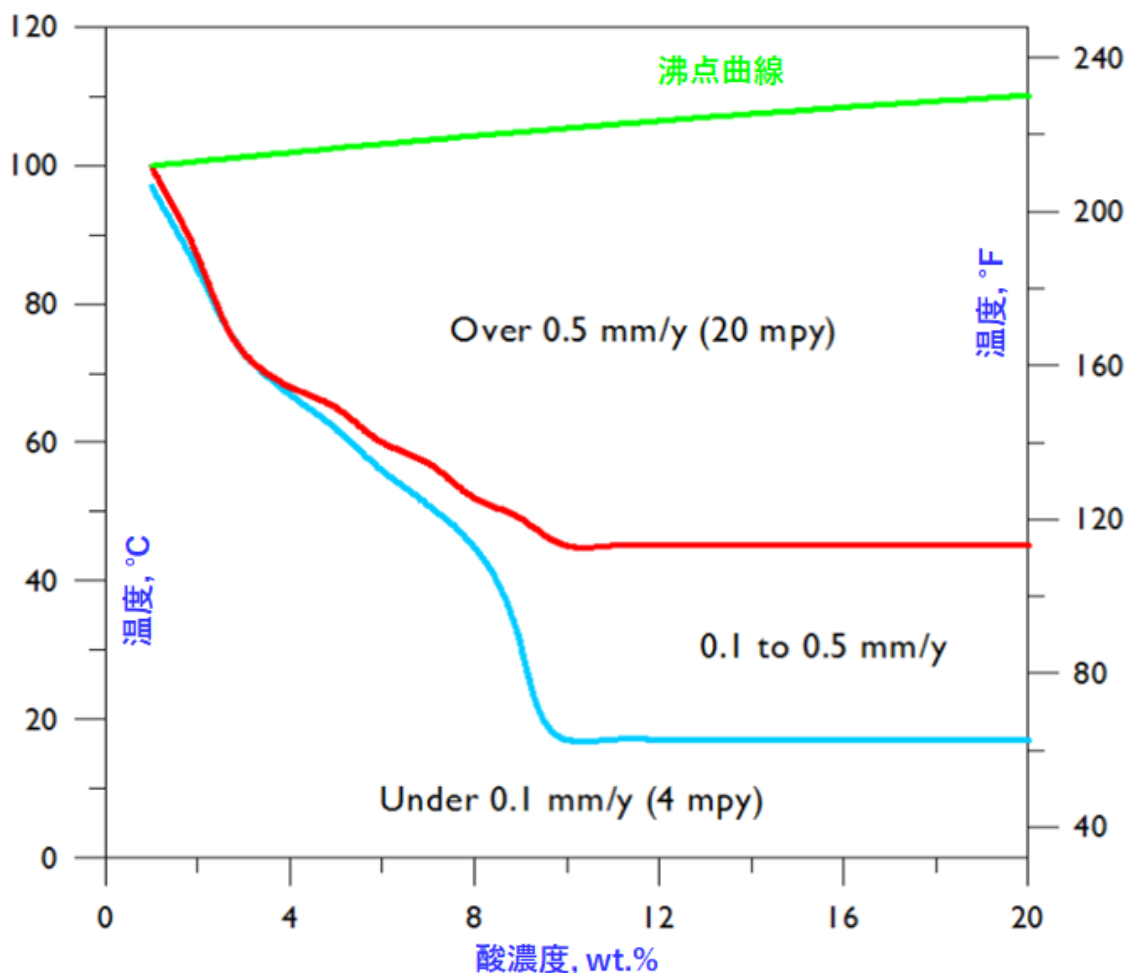
選択腐食データ(続き)

塩酸

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	
1	-	-	-	-	-	<0.01	<0.01	-	0.23
1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	2.07	-	-	-
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	<0.01	<0.01	-	4.65	-	-	-
7.5	-	-	0.07	0.49	-	-	-	-	-
10	<0.01	0.15	0.3	1.16	-	-	-	-	-
15	0.06	0.19	0.4	1.06	-	-	-	-	-
20	0.06	0.16	0.36	0.82	-	-	-	-	-

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 56-97 および 3-98 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。

塩酸中の 625 合金の等腐食線図



選択腐食データ(続き)

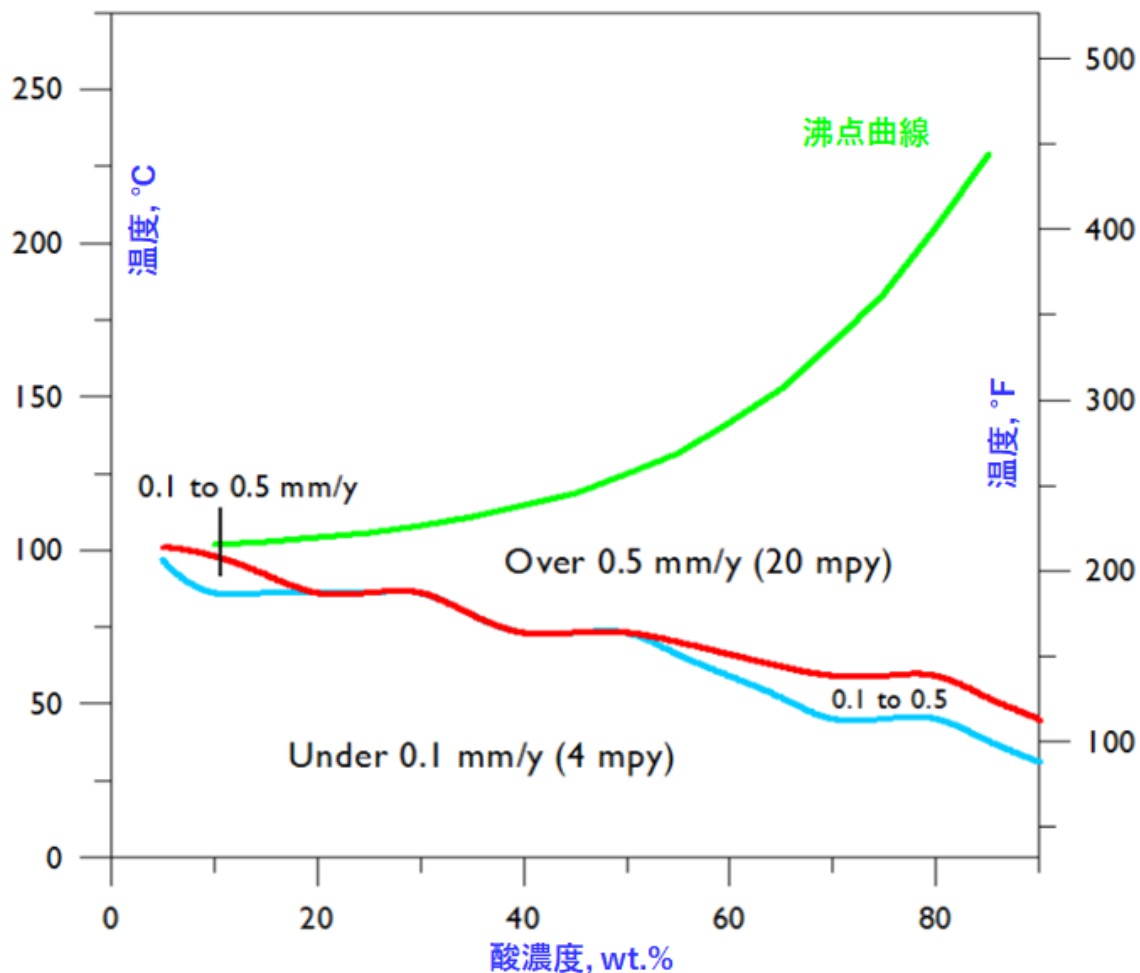
硫酸

濃度 Wt.%	75°F	100°F	125°F	150°F	175°F	200°F	225°F	250°F	275°F	300°F	350°F	沸騰
	24°C	38°C	52°C	66°C	79°C	93°C	107°C	121°C	135°C	149°C	177°C	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	<0.01	0.06	-	-	-	-	-	0.4
10	-	-	-	-	0.01	0.24	-	-	-	-	-	1.05
20	-	-	-	-	0.02	0.58	-	-	-	-	-	2.84
30	-	-	-	0.01	0.03	0.68	-	-	-	-	-	-
40	-	-	<0.01	0.02	0.58	-	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	0.01	0.89	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	<0.01	0.48	0.92	-	-	-	-	-	-	-
70	-	<0.01	0.23	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	0.05	0.31	0.91	2.54	-	-	-	-	-	-	-
90	<0.01	0.17	1.26	-	6.97	-	-	-	-	-	-	-
96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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 57-97 および 4-98 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。

硫酸中の 625 合金の等腐食線図



耐孔食および隙間腐食性

HAYNES® 625 合金は、幾つかの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。

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 臨界孔食温度	
	°F	°C	°F	°C
316L	59	15	32	0
254SMO	140	60	86	30
28	113	45	64	17.5
31	163	72.5	109	42.5
G-30®	154	67.5	100	37.5
G-35®	203	95	113	45
625	212	100	104	40

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、625 合金は、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)で終了しました。

合金	割れが発生するまでの時間
316L	2 h
254SMO	24 h
28	36 h
31	36 h
G-30®	168 h
G-35®	1,008 h で割れなし
625	1,008 h で割れなし

加工

熱処理

HAYNES® 625 合金は、通常、断面厚さに見合った時間、1925°F (1052°C) で最終アニールされます。加工中のアニールは更に低い温度で行うことができますが、最適な組織および特性を生成するためには、通常、加工後に1925°F (1052°C) で最終アニールする必要があります。更なる情報が必要な場合は、“溶接および加工”パンフレットをご覧ください。

室温特性に対する冷間圧延の影響

圧下率	圧延後の アニール温度*	0.2% 耐力		極限引張強さ		伸び	硬度
		ksi	MPa	ksi	MPa		
%	-	ksi	MPa	ksi	MPa	%	HR BW/C
無し	無し	70	483	133	917	46	97 HRBW
10	無し	113	779	151	1041	30	32 HRC
20		140	965	169	1165	16	37 HRC
30		162	1117	191	1317	11	40 HRC
40		178	1227	209	1441	8	42 HRC
50		184	1268	223	1538	5	45 HRC
10	1850°F (1010°C) 5分間	63	434	134	924	46	-
20		71	490	138	951	44	-
30		78	538	141	972	44	-
40		82	565	141	972	42	-
50		82	565	141	972	42	-
10	1950°F (1066°C) 5分間	61	421	133	915	46	-
20		71	490	137	945	45	-
30		77	531	140	965	44	-
40		83	572	142	979	42	-
50		82	565	141	972	42	-
10	2050°F (1121°C) 5分間	58	400	128	883	50	-
20		67	462	135	931	46	-
30		58	400	127	876	52	-
40		72	496	137	945	44	-
50		61	421	130	896	50	-
10	2150°F (1177°C) 5分間	52	359	122	841	55	-
20		54	372	124	855	55	-
30		53	365	122	841	56	-
40		52	359	122	841	55	-
50		51	352	119	820	58	-

引張の結果は2回あるいはそれ以上の試験の平均

*急速空冷

HRBW = ロックウェル硬さ "B"、タングステン球圧子

HRC = ロックウェル硬さ "C"

溶接

HAYNES® 625 合金は、ガスタングステンアーク溶接(GTAW)、ガスマタルアーク溶接(GMAW)、電子ビーム溶接、および抵抗溶接により容易に溶接できます。溶接特性は、HASTELLOY® X 合金の特性と同様です。サブマージアーク溶接は、プロセスが母材金属に対する高入熱および溶接の冷却が遅いという特徴を有しているため、お薦めできません。これらの因子は溶接による拘束を高め、割れの発生を促します。

母材の準備

いかなる溶接であっても、溶接面および近接領域は、溶接する前に適切な溶剤により完全に清浄にしなければなりません。全ての潤滑剤、油、切削油、クレヨンの痕、機械加工溶剤、腐食性生成物、塗料、スケール、染色浸透溶液、およびその他の異物は完全に除去しなければなりません。溶接する場合、合金は溶体化処理された状態であることが好ましいですが、必ずしも必要ではありません。

溶加材の選択

625 合金の接合に対しては、同一組成の溶加材を使用することをお薦めします。625 合金とニッケル基、コバルト基、あるいは鉄基合金との異種金属接合に対しては、それぞれのケースに応じて、625 合金、230-W® 溶加ワイヤ、556® 合金、HASTELLOY® S 合金 (AMS5838)、あるいは HASTELLOY® W 合金 (AMS 5786、5787) などの溶接用製品を提案します。更なる情報が必要な場合は、“溶接および加工”のパンフレットをご覧になるか、当社ウェブサイトの”Haynes Welding SmartGuide(溶接スマートガイド)”をご利用ください。

予熱、パス間温度、および溶接後の熱処理

予熱する必要はありません。予熱は一般に、室温(典型的な作業場の環境条件)として指定されています。パス間温度は、200°F(93°C)以下に保たなければなりません。汚染物質が混入することがないのであれば、必要に応じて、溶接パス間で補助冷却手段を使用することができます。通常、625 合金には溶接後の熱処理は不要です。さらなる情報が必要な場合は、“溶接および加工”パンフレットをご覧ください。

標準溶接パラメータ

GTAW、GMAW および SMAW 溶接の詳細については、“溶接および加工”のパンフレットをご覧ください。典型的な溶接作業に対するガイドラインとして、標準溶接パラメータを提供しています。これらのパラメータは、当社の実験室で使用されている溶接条件に基づいています。

適合規格および基準

規格

HAYNES® 625 合金 (N06625, W86112)	
薄板、厚板および帯板	AMS 5599 SB 443/B 443 AMS 5869 P= 43
ビレット、ロッドおよび棒	AMS 5666 SB 446/B 446 B 472 P= 43
被覆アーク溶接棒	SFA 5.11/ A 5.11 (ENiCrMo-3) F= 43
裸溶接棒およびワイヤ	SFA 5.14/ A 5.14 (ERNiCrMo-3) AMS 5837 F= 43
継目なし パイプおよびチューブ	AMS 5581 SB 444/B 444 P= 43
溶接パイプおよびチューブ	AMS 5581 SB 704/B 704 SB 705/B 705 P= 43
継手類	SB 366/B 366 P= 43
鍛造材	AMS 5666 SB 564/B 564 P= 43
DIN	17744 No. 2.4856 NiCr22Mo9Nb
その他	ASME Code Case No. 2468 NACE MR0175 ISO 15156

基準

HAYNES® 625 合金 (N06625, W86112)				
ASME	Section I	Grade 1 1100°F (593°C) ¹ Code Case 2632 1200°F (650°C) ² Grade 2 1100°F (593°C) ³ CodeCase 1935 1000°F (538°C) ³		
	Section III	Class 1	Grade 1 800°F (427°C) ³	
		Class 2	Grade 1 800°F (427°C) ⁴	
		Class 3	Grade 1 800°F (427°C) ⁴	
	Section IV	HF-300.2	-	
	Section VIII	Div. 1	Grade 1 1200°F (649°C) ¹ Grade 2 1600°F (871°C) ³ 1200°F (649°C)	
		Div. 2	Grade 1 800°F (427°C) ⁵ Code Case 2468 800°F (427°C) ⁶	
	Section XII	Grade 1 650°F (343°C) ¹ Grade 2 650°F (343°C) ⁷		
	B16.5	1200°F (649°C) ⁸		
	B16.34	1200°F (649°C) ⁶		
	B31.1	1200°F (649°C) ¹		
	B31.3	1200°F (649°C) ⁶		
MMPDS		6.3.3		

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、継目なしパイプ/チューブ

²承認された材料形態: 厚板、薄板、溶接パイプ/チューブ

³承認された材料形態: 厚板、薄板、棒、継目なしパイプ/チューブ

⁴承認された材料形態: 厚板、薄板、棒、鍛造材、溶接パイプ/チューブ、継目なしパイプ/チューブ

⁵承認された材料形態: ボルト類

⁶承認された材料形態: 厚板、薄板、棒、鍛造材、継目なしパイプ/チューブ

⁷承認された材料形態: 厚板、棒、継目なしパイプ/チューブ、ボルト類

⁸承認された材料形態: 厚板、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。