

# HASTELLOY® G-35® 合金

## 主な特徴

### ”湿式”リン酸に対する並外れた耐性をもったニッケル合金

HASTELLOY® G-35®合金 (UNS N06035)は、肥料の製造に使用される”湿式”リン酸( $P_2O_5$ )に耐えるように設計されています。実環境での対応策の試験では、G-35®合金が、この酸中において他の金属材料よりはるかに優れていることを示しています。また、この合金は、”湿式”リン酸を濃縮するために使用される蒸発器の堆積物下で問題になる可能性がある、塩化物の存在下での局所的な腐食に耐えるようにも設計されています。更に、G-35®合金は、伝統的に”湿式”リン酸中で使用されているステンレス鋼およびニッケル-クロム-鉄合金よりも、ずっと塩化物誘発応力腐食割れを起こしにくい合金です。

クロム含有量が非常に高いため、G-35®合金は、硝酸などの他の酸化性酸や硝酸を含む混合物に対して極めて耐性があります。この合金はモリブデンをかなりの量含んでいることから、他のニッケル-クロム-モリブデン合金とは異なり、還元酸に対して適度な耐性があり、高温の水酸化ナトリウム中の”脱成分腐食”に対して非常に耐性があります。

HASTELLOY® G-35®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で入手できます。用途には  $P_2O_5$  蒸発器のチューブなどがあります。

## 標準組成

### 重量 %

ニッケル: Ni	58 Balance
コバルト: Co	1 max.
クロム: Cr	33.2
モリブデン: Mo	8.1
タンゲステン: W	0.6 max.
鉄: Fe	2 max.
マンガン: Mn	0.5 max.
アルミニウム: Al	0.4 max.
ケイ素: Si	0.6 max.
炭素: C	0.05 max.
銅: Cu	0.3 max.

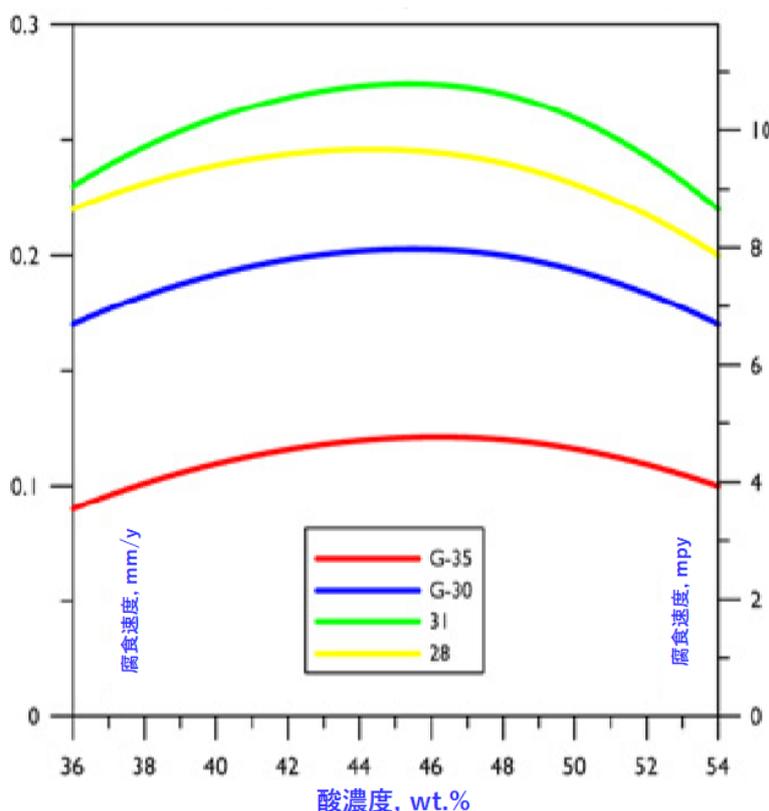
## “湿式”リン酸に対する耐性

リン鉱石と硫酸を反応させて作られる“湿式”リン酸( $P_2O_5$ )は、農業化学肥料の主なリン源である最も重要な工業用化学物質の1つです。製造された状態では多くの不純物を含み、他の主要な反応生成物である硫酸カルシウムから分離するのにすぎ水が大量に必要であるため、 $P_2O_5$ の濃度は僅か約30%です。典型的な不純物には、未反応の硫酸、種々の金属イオン、フッ化物イオン、および塩化物イオンなどがあります。フッ化物イオンは金属イオンと錯体を形成する傾向があり、したがって、“湿式”リン酸と金属材料との間の電気化学反応に大きく影響を及ぼす塩化物イオンよりも問題は少ないです。粒状物質(例えば、ケイ素粒子)が“湿式”リン酸中に存在する可能性もあります。

金属材料は主に濃縮プロセスで使用され、“湿式”リン酸は金属チューブを含む一連の蒸発ステップを通じて採取されます。典型的には、このプロセス中に $P_2O_5$ の濃度は54%に上昇します。リン酸の腐食性に対する濃度効果は、濃度が増加するにつれて不純物レベルが低下するという事実によって幾分相殺されます。

以下の図はG-35<sup>®</sup>合金と競合材料を比較したもので、(フロリダ州の製造者によって供給された)3つの濃度(36、48、54%)の“湿式”リン酸の121°C(250°F)での試験に基づいています。

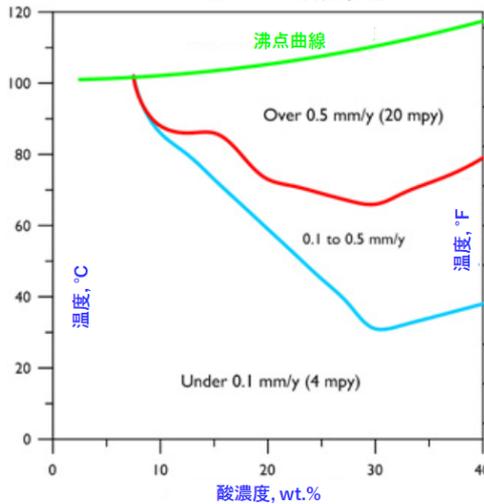
121°Cにおける“湿式”リン酸中での  
腐食速度の比較



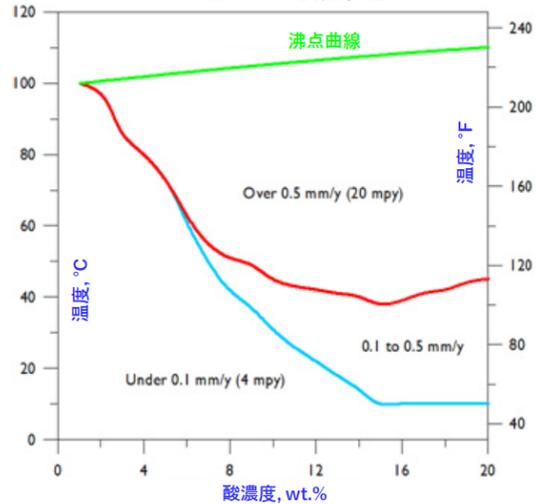
# 等腐食線図

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。

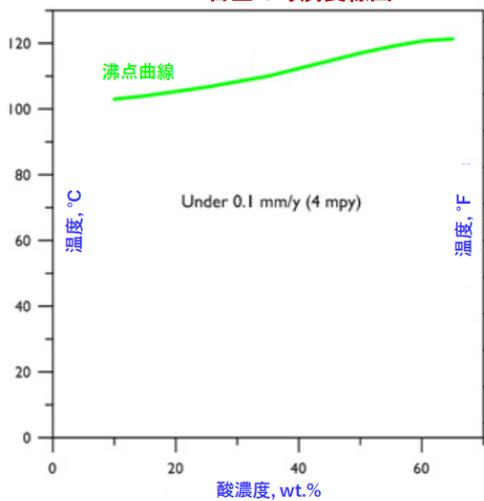
臭化水素酸中での  
G-35®合金の等腐食線図



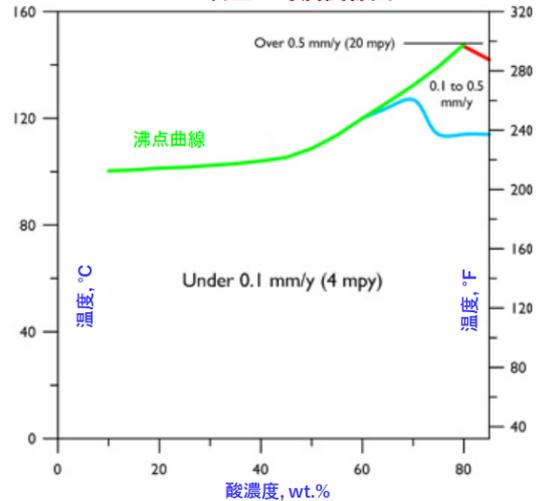
塩酸中での  
G-35®合金の等腐食線図



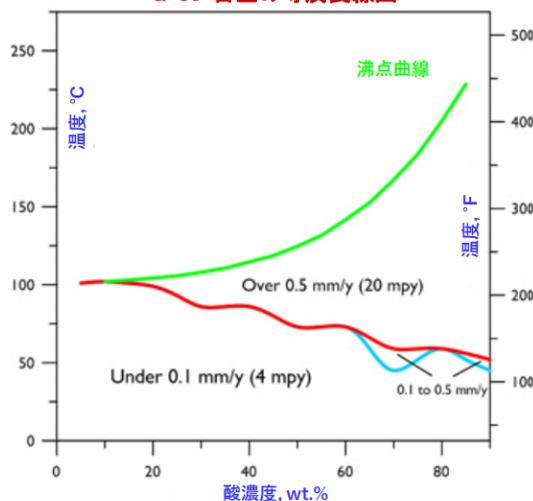
硝酸中での  
G-35®合金の等腐食線図



リン酸中での  
G-35®合金の等腐食線図



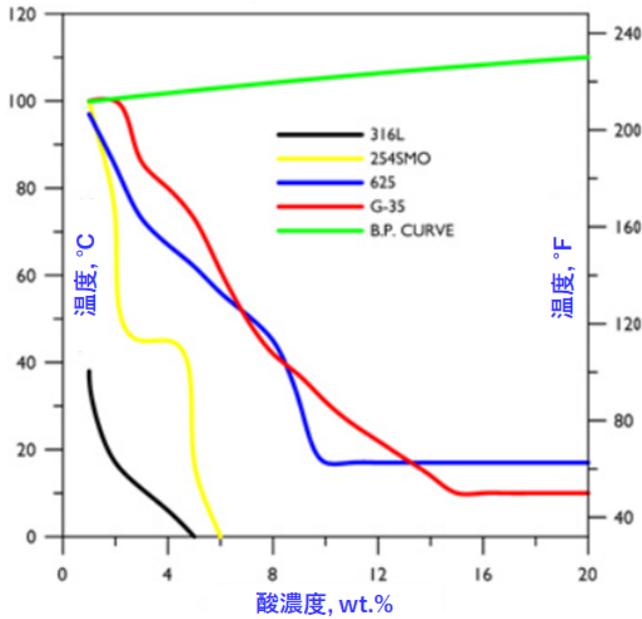
硫酸中での  
G-35®合金の等腐食線図



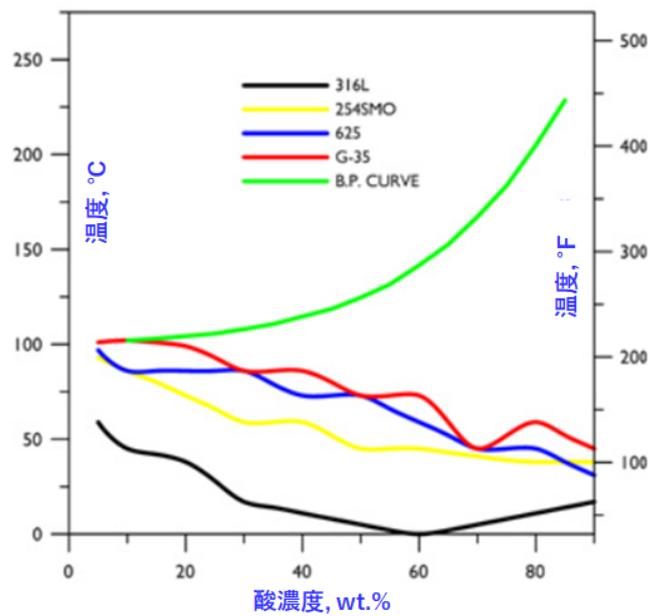
## 0.1 mm/y 腐食速度線の比較

HASTELLOY® G-35®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、G-35®合金の線は、塩酸および硫酸中における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。G-35®合金の線は625合金の線に近いことに注意してください。塩酸濃度上限の20%では共沸混合物となるため、これ以上の濃度での腐食試験は信頼性が低下します。

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



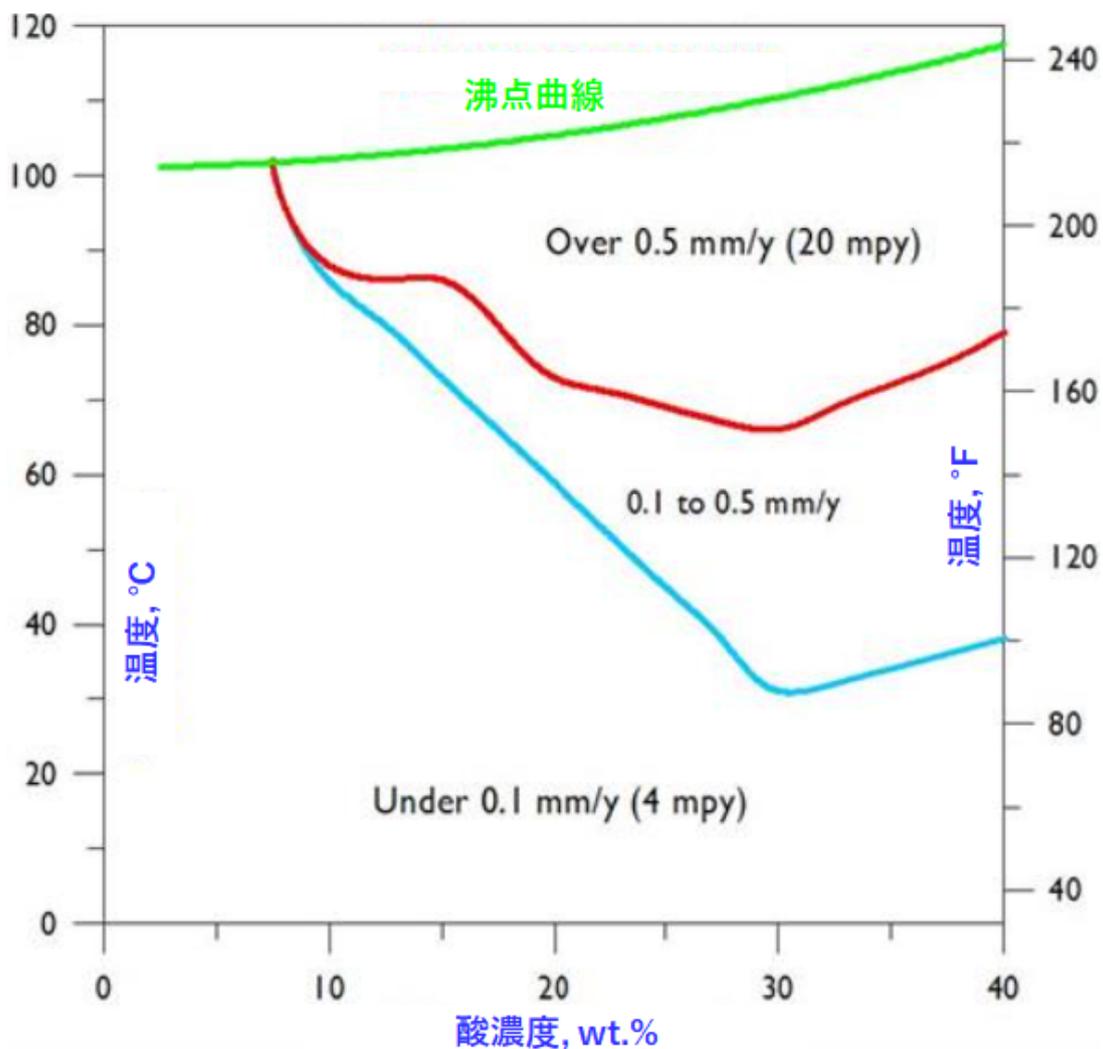
# 選択腐食データ

## 臭化水素酸

濃度 Wt. %	50°F	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	-	<0.01
7.5	-	-	-	-	<0.01	-	<0.01	-	0.02
10	-	-	-	-	<0.01	<0.01	1.12	-	-
15	-	-	-	-	<0.01	0.41	1.89	-	-
20	-	-	-	<0.01	0.44	1.12	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	0.01	0.14	0.26	0.46	0.84	-	-	-
40	-	-	0.1	0.17	0.31	0.48	-	-	-

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。

### 臭化水素酸中での G-35®合金の等腐食線図



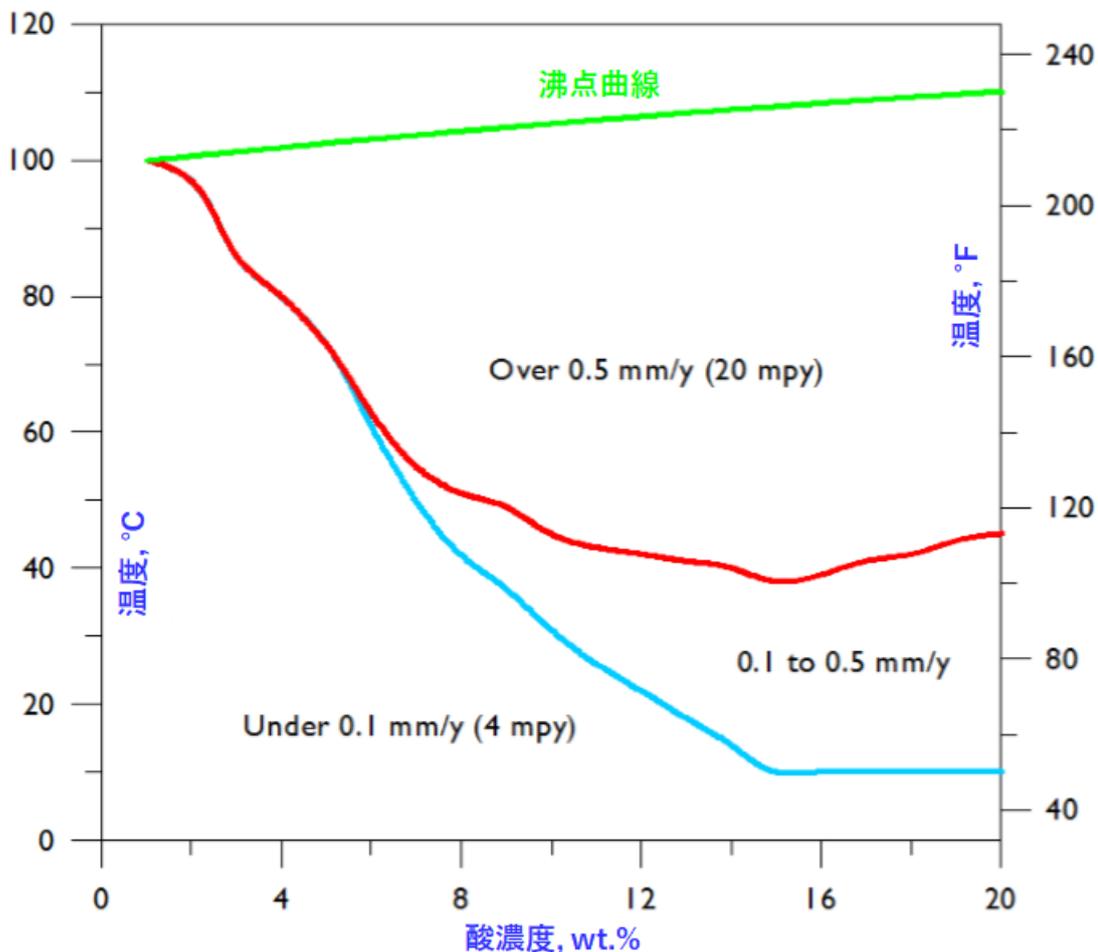
# 選択腐食データ(続き)

## 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	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05
1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	<0.01	-	0.05
2.5	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	17.83	-	-
3	-	-	-	-	<0.01	<0.01	-	-	-
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	<0.01	-	<0.01	1.23	17.08	-	-
7.5	-	-	<0.01	0.47	0.97	-	-	-	-
10	-	<0.01	0.17	1.49	-	-	-	-	-
15	0.09	0.19	0.52	-	-	-	-	-	-
20	0.08	0.15	0.42	-	-	-	-	-	-

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 44-02 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 G-35®合金の等腐食線図



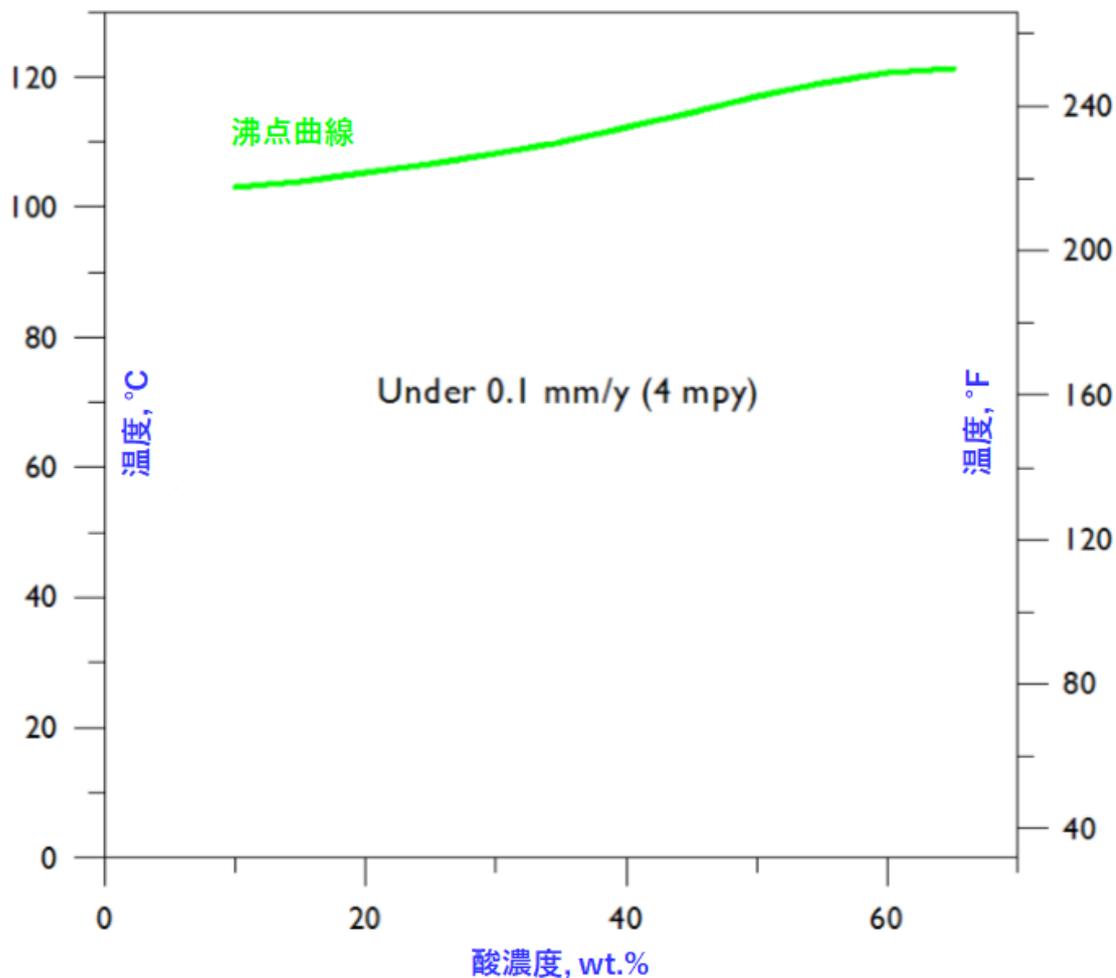
# 選択腐食データ(続き)

## 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	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.01
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
50	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03
60	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06
65	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07
70	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1

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 6-03 からのもので、  
 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 G-35®合金の等腐食線図



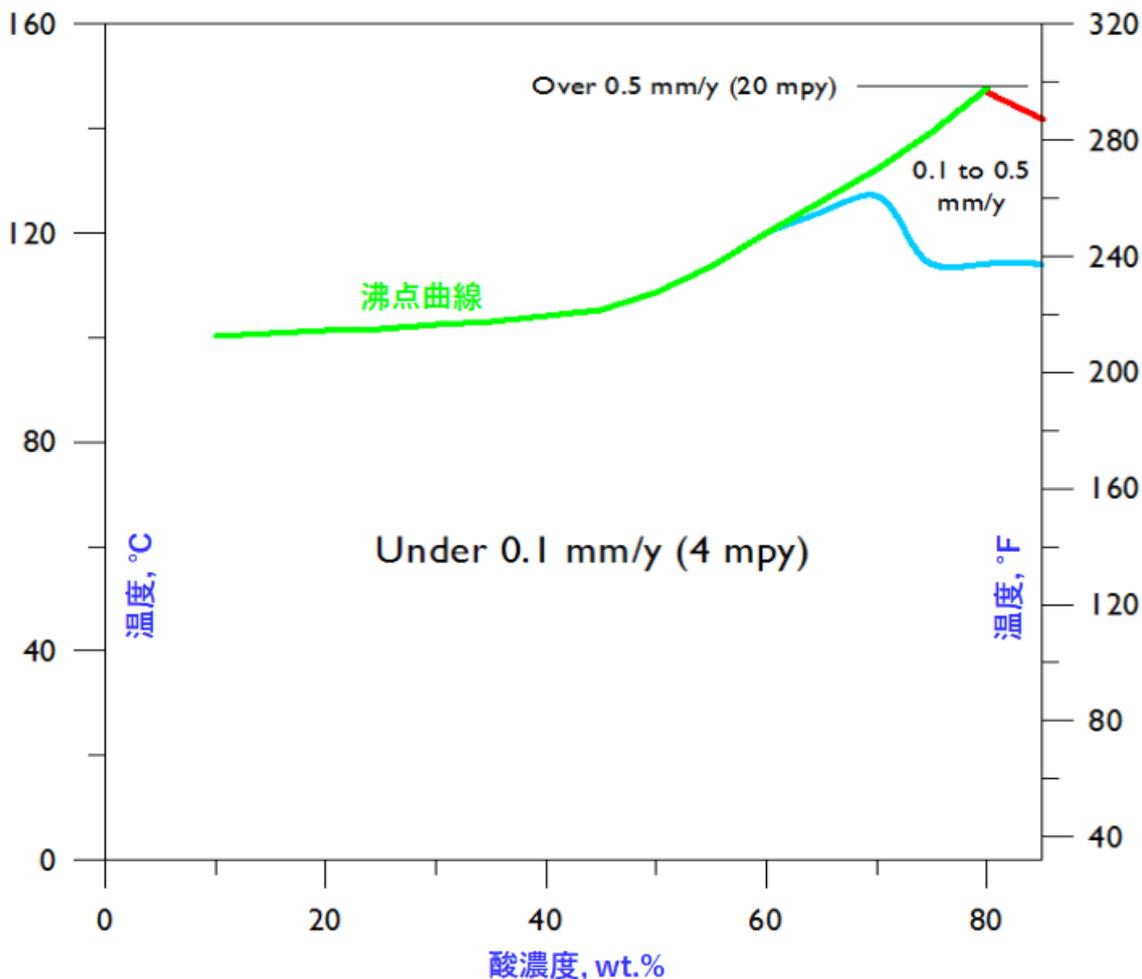
# 選択腐食データ(続き)

## リン酸

濃度 Wt. %	125°F	150°F	175°F	200°F	225°F	250°F	275°F	300°F	沸騰
	52°C	66°C	79°C	93°C	107°C	121°C	135°C	149°C	
50	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
60	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
65	-	-	-	-	-	-	-	-	0.17
70	-	-	-	-	0.01	0.09	-	-	0.11
75	-	-	-	-	-	0.12	-	-	0.3
80	-	-	-	-	0.07	0.12	0.37	-	0.42
85	-	-	-	-	0.07	0.14	0.31	0.71	0.99

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 5-03 および 30-04 からのもので、  
 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 G-35®合金の等腐食線図



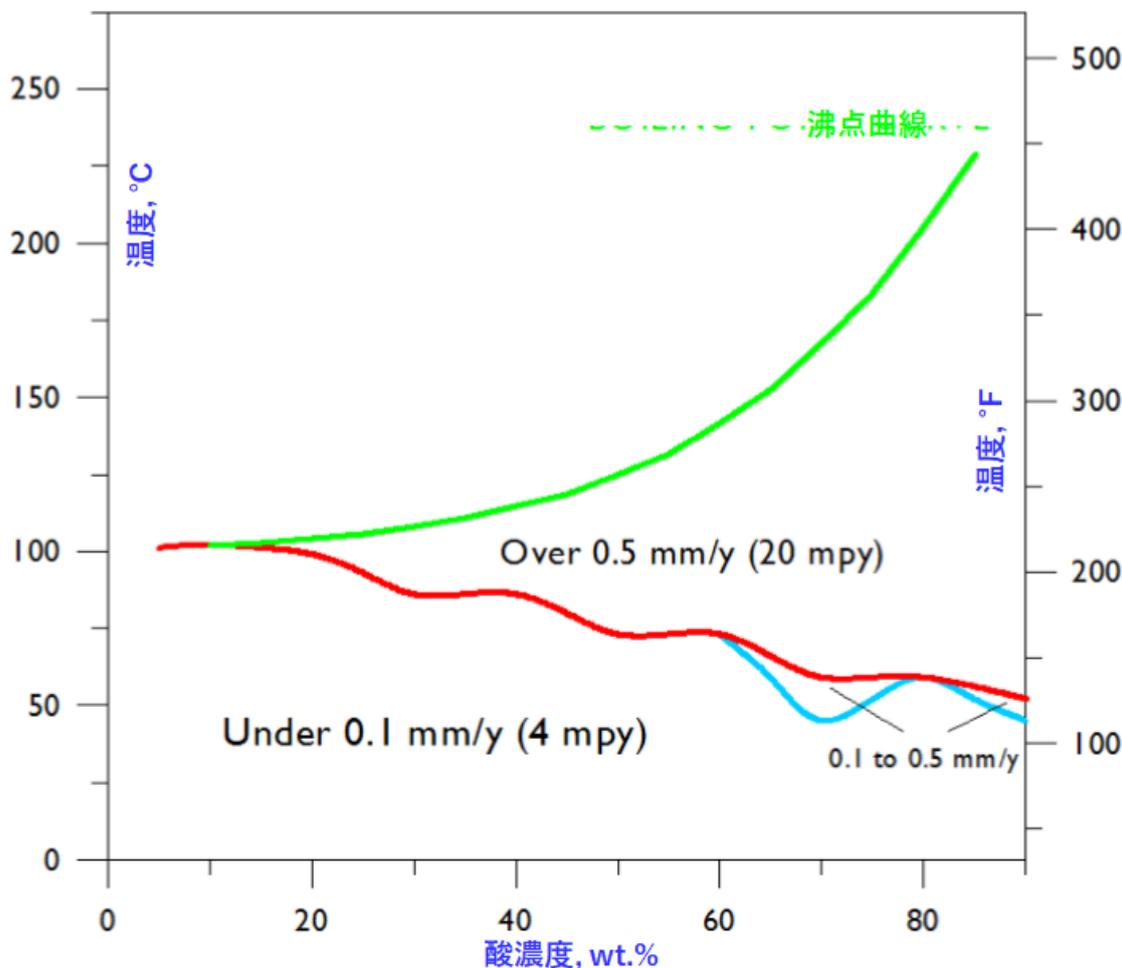
# 選択腐食データ(続き)

## 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	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07
10	-	-	-	-	-	<0.01	-	-	-	-	-	0.11
20	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0.59
30	-	-	-	-	<0.01	2.62	-	-	-	-	-	-
40	-	-	-	<0.01	<0.01	5.41	-	-	-	-	-	-
50	-	-	-	<0.01	2.30	-	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	<0.01	2.45	-	-	-	-	-	-	-
70	-	<0.01	0.32	1.62	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	<0.01	<0.01	2.54	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	<0.01	0.54	3.12	-	-	-	-	-	-	-	-
96	-	<0.01	0.50	2.84	-	-	-	-	-	-	-	-

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 45-02 からのもので、  
 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 G-35®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	-	-	-	-	-	<0.01
クロム酸	10	-	-	0.15	-	-	-
	20	-	-	0.85	-	-	-
ギ酸	88	-	-	-	-	-	0.07
臭化水素酸	2.5	-	-	<0.01	-	<0.01	<0.01
	5	-	-	<0.01	-	<0.01	<0.01
	7.5	-	-	<0.01	-	<0.01	0.02
	10	-	-	<0.01	<0.01	1.12	-
	15	-	-	<0.01	0.42	1.89	-
	20	-	<0.01	0.44	1.12	-	-
	30	0.14	0.26	0.46	0.84	-	-
	40	0.1	0.17	0.31	0.48	-	-
塩酸	1	-	-	-	-	-	0.05
	2	-	-	-	-	<0.01	0.05
	2.5	-	<0.01	<0.01	<0.01	17.83	-
	3	-	-	<0.01	<0.01	-	-
	5	<0.01	-	<0.01	1.23	-	-
	7.5	<0.01	0.47	0.97	-	-	-
	10	0.17	1.49	-	-	-	-
	15	0.52	-	-	-	-	-
硝酸	20	-	-	-	-	-	<0.01
	40	-	-	-	-	-	0.01
	50	-	-	-	-	-	0.03
	60	-	-	-	-	-	0.06
	65	-	-	-	-	-	0.07
	70	-	-	-	-	-	0.1
リン酸	50	-	-	-	-	-	0.01
	60	-	-	-	-	-	0.01
	70	-	-	-	-	-	0.11
	75	-	-	-	-	-	0.3
	80	-	-	-	-	-	0.42
硫酸	10	-	-	-	-	<0.01	0.11
	20	-	-	-	-	0.01	0.59
	30	-	-	-	<0.01	2.62	-
	40	-	-	<0.01	<0.01	-	-
	50	-	-	<0.01	2.3	-	-
	60	-	-	<0.01	2.45	-	-
	70	<0.01	0.32	1.62	-	-	-
	80	<0.01	<0.01	2.54	-	-	-
	90	<0.01	0.54	3.12	-	-	-
96	<0.01	0.5	2.84	-	-	-	

## 耐孔食および隙間腐食性

HASTELLOY® G-35®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 <sub>3</sub> 酸性溶液中の 臨界孔食温度		6% FeCl <sub>3</sub> 酸性溶液中の 臨界隙間腐食温度	
	°F	°C	°F	°C
315L	59	15	32	0
254SMO	40	60	86	30
28	113	45	64	17.5
31	163	72.5	109	42.5
G-30®	154	67.5	100	37.5
<b>G-35®</b>	<b>203</b>	<b>95</b>	<b>133</b>	<b>45</b>
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 G36)。以下の結果から明らかのように、G-35®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)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
28	36 h
31	36 h
G-30®	168 h
<b>G-35®</b>	<b>1,008 hで割れ無し</b>
625	1,008 hで割れ無し

## 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製作した十字型組立品の四分円から切り取った全溶接金属サンプルを用いて試験しました。興味深いことに、主要な無機酸に対するG-35®合金の全溶接金属サンプルの耐食性は、鍛造母材の耐食性に近く、濃硫酸中では母材を上回りさえします。

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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30	150	66	<0.4	<0.01	0.4	0.01
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50	150	66	<0.4	<0.01	<0.4	<0.01
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	70	150	66	56.3	1.43	63.8	1.62
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	90	150	66	66.5	1.69	122.8	3.12
HCl	5	100	38	<0.4	<0.01	<0.4	<0.01
HCl	10	100	38	9.4	0.24	6.7	0.17
HCl	15	100	38	22	0.56	20.5	0.52
HCl	20	100	38	17.7	0.45	16.5	0.42
HNO <sub>3</sub>	70	沸騰		4.7	0.12	3.9	0.1

## 物理的特性

物理的特性	英国単位		メートル単位	
密度	RT	0.297 lb/in <sup>3</sup>	RT	8.22 g/cm <sup>3</sup>
電気抵抗	RT	46.5 μohm.in	RT	1.18 μohm.m
	200°F	46.8 μohm.in	100°C	1.19 μohm.m
	400°F	47.4 μohm.in	200°C	1.20 μohm.m
	600°F	47.7 μohm.in	300°C	1.21 μohm.m
	800°F	48.2 μohm.in	400°C	1.22 μohm.m
	1000°F	49.0 μohm.in	500°C	1.24 μohm.m
	1200°F	49.4 μohm.in	600°C	1.25 μohm.m
熱伝導率	RT	70 Btu.in/h.ft <sup>2</sup> .°F	RT	10 W/m.°C
	200°F	82 Btu.in/h.ft <sup>2</sup> .°F	100°C	12 W/m.°C
	400°F	98 Btu.in/h.ft <sup>2</sup> .°F	200°C	14 W/m.°C
	600°F	113 Btu.in/h.ft <sup>2</sup> .°F	300°C	16 W/m.°C
	800°F	127 Btu.in/h.ft <sup>2</sup> .°F	400°C	18 W/m.°C
	1000°F	143 Btu.in/h.ft <sup>2</sup> .°F	500°C	19 W/m.°C
	-	-	600°C	23 W/m.°C
平均熱膨張係数	77-200°F	6.8 μin/in.°F	21-100°C	12.3 μm/m.°C
	77-400°F	7.0 μin/in.°F	21-200°C	12.6 μm/m.°C
	77-600°F	7.4 μin/in.°F	21-300°C	13.2 μm/m.°C
	77-800°F	7.5 μin/in.°F	21-400°C	13.4 μm/m.°C
	77-1000°F	7.7 μin/in.°F	21-500°C	13.6 μm/m.°C
	-	-	21-600°C	14.1 μm/m.°C
熱拡散率	RT	0.11 ft <sup>2</sup> /h	RT	0.028 cm <sup>2</sup> /s
	200°F	0.12 ft <sup>2</sup> /h	100°C	0.031 cm <sup>2</sup> /s
	400°F	0.13 ft <sup>2</sup> /h	200°C	0.034 cm <sup>2</sup> /s
	600°F	0.15 ft <sup>2</sup> /h	300°C	0.038 cm <sup>2</sup> /s
	800°F	0.17 ft <sup>2</sup> /h	400°C	0.042 cm <sup>2</sup> /s
	1000°F	0.18 ft <sup>2</sup> /h	500°C	0.045 cm <sup>2</sup> /s
	-	-	600°C	0.048 cm <sup>2</sup> /s
比熱	RT	0.11 Btu/lb.°F	RT	450 J/kg.°C
	200°F	0.11 Btu/lb.°F	100°C	470 J/kg.°C
	400°F	0.12 Btu/lb.°F	200°C	490 J/kg.°C
	600°F	0.12 Btu/lb.°F	300°C	510 J/kg.°C
	800°F	0.13 Btu/lb.°F	400°C	530 J/kg.°C
	1000°F	0.13 Btu/lb.°F	500°C	530 J/kg.°C
	-	-	600°C	600 J/kg.°C
動弾性率	RT	29.6 x 10 <sup>6</sup> psi	RT	204 GPa
	600°F	27.4 x 10 <sup>6</sup> psi	300°C	190 GPa
	800°F	26.5 x 10 <sup>6</sup> psi	400°C	184 GPa
	1000°F	25.7 x 10 <sup>6</sup> psi	500°C	179 GPa
	1200°F	24.7 x 10 <sup>6</sup> psi	600°C	174 GPa
溶融温度	2430-2482°F	-	1332-1361°C	-

## 衝撃強さ

試験温度		衝撃強さ	
°F	°C	ft-lbf	J
RT	RT	371	503
-320	-196	461	625

限られたデータ

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。

## 引張り強さおよび伸び

形態	板厚/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	0.125	3.2	RT	RT	50	345	107	738	60
薄板	0.125	3.2	200	93	43	296	101	696	63
薄板	0.125	3.2	400	204	36	248	93	641	64
薄板	0.125	3.2	600	316	31	214	89	614	70
薄板	0.125	3.2	800	427	30	207	86	593	74
薄板	0.125	3.2	1000	538	27	186	80	552	68
薄板	0.125	3.2	1200	649	26	179	75	517	68
厚板	0.5	12.7	RT	RT	46	317	100	689	72
厚板	0.5	12.7	200	93	41	283	97	669	74
厚板	0.5	12.7	400	204	33	228	88	607	75
厚板	0.5	12.7	600	316	29	200	82	565	71
厚板	0.5	12.7	800	427	30	207	78	538	77
厚板	0.5	12.7	1000	538	26	179	72	496	75
厚板	0.5	12.7	1200	649	24	165	68	469	74
丸棒	1	25.4	RT	RT	46	317	103	710	66
丸棒	1	25.4	200	93	41	283	98	676	70
丸棒	1	25.4	400	204	35	241	89	614	71
丸棒	1	25.4	600	316	30	207	84	579	71
丸棒	1	25.4	800	427	31	214	81	558	73
丸棒	1	25.4	1000	538	28	193	75	517	72
丸棒	1	25.4	1200	649	23	159	69	476	71

RT= 室温

## 硬度

形態	硬さ, HRBW	典型的な ASTM 結晶粒度
薄板	87	3.5 - 5
厚板	87	2 - 4.5
丸棒	82	1 - 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® G-35®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)を入手することができ、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® G-35®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、合金の耐食性と延性を最適化するように設定されています。の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の後にも再アニールしなければなりません。HASTELLOY® G-35®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® G-35®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® G-35®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、および熱間成形することができます。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1204°C(2200°F)で、推奨最終温度は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、適度な板厚減少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、HASTELLOY®合金の冷間成形、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。G-35®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、G-35®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® G-35®合金の耐全面腐食性、および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、最適な耐食性を得るためには、(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。

## 溶接および加工（続き）

### 溶接物に対する引張データ

溶接方法	形態	試験温度		0.2% 耐力		極限引張強さ		伸び
		°F	°C	ksi	MPa	ksi	MPa	
ガス タングステン アーク溶接 (GTAW)	12.7 mm/0.5 in 厚さの溶接した板 から採った横方向 サンプル	RT	RT	63.5	438	101.0	696	44.0
		500	260	44.9	310	79.0	545	40.0
		1000	538	36.1	249	65.0	448	37.0
シナジックガス メタルアーク 溶接 (GMAW)	12.7 mm/0.5 in 厚さの溶接した板 から採った横方向 サンプル	RT	RT	66.5	459	105.0	724	31.5
		500	260	48.6	335	80.5	555	43.0
		1000	538	35.7	246	72.7	501	51.0
	十字型から採った 直径12.7 mm/0.5 in の全溶接金属 のサンプル	RT	RT	70.5	486	101.0	696	43.0
		500	560	48.8	336	78.0	538	46.0
		1000	238	43.8	302	64.0	441	42.0

### 溶接物に対するシャルピー V-ノッチ 衝撃データ

溶接方法	形態	ノッチの位置	試験温度		衝撃強さ	
			°F	°C	ft.lbf	J
シナジックガス メタルアーク 溶接 (GMAW)	12.7 mm/0.5 in 厚さの溶接した板 から採った横方向 サンプル	溶接の真ん中	RT	RT	201	273
			-320	-196	153	207
		熱影響領域	RT	RT	>264	>358
			-320	-196	>264	>358

### 時効処理した溶接物に対する室温シャルピー V-ノッチデータ

(シナジックガスメタルアーク溶接、12.7 mm 厚さの溶接した板から採った横方向サンプル)

ノッチの位置	時効時間	時効温度		衝撃強さ	
	h	°F	°C	ft.lbf	J
溶接の真ん中	2000	800	427	223	302
溶接の真ん中	2000	900	482	219	297
溶接の真ん中	2000	1000	538	224	304
溶接の真ん中	2000	1100	593	125	169
溶接の真ん中	2000	1200	649	79	107

# 適合規格および基準

## 規格

HASTELLOY® G-35® 合金 (N06035)	
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-22) F= 43
裸溶接棒およびワイヤ	SFA 5.14/ A 5.14 (ERNiCrMo-22) 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	No. 2.4643 NiCr33Mo8
TÜV	-
その他	NACE MR0175 ISO 15156 ASME Code Case No. 2484

## 基準

HASTELLOY® G-35® 合金				
UNS		N06035		
<b>ASME</b>	<b>Section I</b>	-		
	<b>Section III</b>	<b>Class 1</b>	-	
		<b>Class 2</b>	-	
		<b>Class 3</b>	-	
	<b>Section VIII</b>	<b>Div. 1</b>	800°F (427°C) <sup>1</sup>	
		<b>Div. 2</b>	-	
	<b>Section XII</b>	-		
	<b>B16.5</b>	800°F (427°C) <sup>2</sup>		
	<b>B16.34</b>	800°F (427°C) <sup>2</sup>		
	<b>B31.1</b>	-		
<b>B31.3</b>	800°F (427°C) <sup>1</sup>			
<b>VdTÜV (doc #)</b>		-		

<sup>1</sup>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

<sup>2</sup>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

### 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。