

HASTELLOY® N 合金

主な特徴

HASTELLOY® N 合金 (UNS N10003)は、Oak Ridge National Laboratoriesで溶融フッ化物塩の容器材料として発明されたニッケル基合金です。この合金は、1300~1600°F(704~871°C)の温度範囲で高温のフッ化物塩に対して良好な耐酸化性を有しています。

2年間以上に渡る試験では、1300°F(704°C)以下の温度における溶融フッ化物塩中でのHASTELLOY® N合金の腐食量は、1年間当たり1ミル(25.4 μm)未満でした。合金Nは高温でフッ化物を含む環境中で最も有用であることが期待されます;しかも、この合金は腐食速度の表に示すように、様々な腐食性媒体中において他のHASTELLOY®合金に引けを取りません。この合金の腐食試験サンプルが必要な場合は、Haynes International から提供いたします。ジルコニウム、ベリリウム、リチウム、ナトリウム、カリウム、トリウムあるいはウラニウムの溶融ハロゲン化物中でこの合金を試験することを特に推奨します。

HASTELLOY® N合金は空気中で良好な耐酸化性があります。これは、1800°F(982°C)以下の温度で連続運転が可能であることを示しています。1900°F(1038°C)以下の温度で断続的に使用することも可能です。この合金に対しては、1200°F(649°C)以下の温度では識別可能な酸化は測定できませんでした。

金属組織学的検査では、合金N中の元素は、1100~1600°F(593~871°C)の範囲では固溶体のままでとどまっていることが示されました。引張試験では、1500°F(816°C)での長期間曝露に対して脆化傾向は示されませんでした。合金Nは良好な溶接性を有し、容易に鍛造することができます。熱間加工範囲は1600~2150°F(871~1177°C)です。この合金は押し出し加工して高品質の継ぎ目なしチューブを、あるいは溶接して引抜きチューブを問題なく製作することができます。

HASTELLOY® N合金部品を熱間または冷間加工した後は、溶体化処理することを推奨します。薄板および厚板に対する溶体化処理は、[断面厚さが1/4インチ未満の場合は] 2150°F(1177°C)で浸漬して空気中で急冷、あるいは[断面厚さが1/4インチ以上の場合は] 2165°F(1185°C)で浸漬し、その後水冷して行います。

HASTELLOY® N 合金の注文に対しては、薄板、厚板、および棒の形態での提供することができます。

HASTELLOY® N合金の薄板、厚板、棒、ロッド、ならびに溶接および継ぎ目無し鍛造パイプおよびチューブは、ASME ボイラおよび圧力容器基準 Section VIII の Case 1315 (特別規則)の要件に従って建造される火なし圧力容器の構造に使用することが承認されています。合金Nは、1300°F(704°C)以下の温度での使用が承認されています。設計データは本パンフレットに記載されています。

記載されている特性データは代表値または平均値であり、保証値であると記述されている場合以外は保証値と解釈してはなりません。

標準組成

重量 %

ニッケル: Ni	Balance
クロム: Cr	7
モリブデン: Mo	16
鉄: Fe	4 max.
ケイ素: Si	1 max.
マンガン: Mn	0.8 max.
バナジウム: V	0.5 max.
炭素: C	0.06
コバルト: Co	0.02 max.
銅: Cu	0.35 max.
タングステン: W	0.5 max.
アルミニウム + チタン: Al + Ti	0.5 max

耐酸化性

温度		重量増加*, mg/cm ²		腐食速度線の形状
°F	°C	100 h	1000 h	
1200	649	0	0	3次曲線または対数曲線
1600	871	0.25	0.67**	3次曲線
1800	982	0.48	1.5**	2次曲線
1900	1038	0.52	2.0**	2次曲線
2000	1093	2.7	28.2**	直線

3.7mg/cm²=0.001 in(0.025 mm)の酸化

** 試験温度で170時間経過した後に得られたデータから外挿

平均室温硬度

形態	条件	時効処理		HRB
		°F/°C	h	
薄板	2150°F (1177°C)で 熱処理して急速空冷	-	-	96
		1500/816	4	92
		1500/816	8	97
		1500/816	16	96
		1500/816	32	97
		1500/816	64	99
		1500/816	128	96

HRB = ロックウェル硬さ“B”.

平均ストレス-ラプチャーデータ

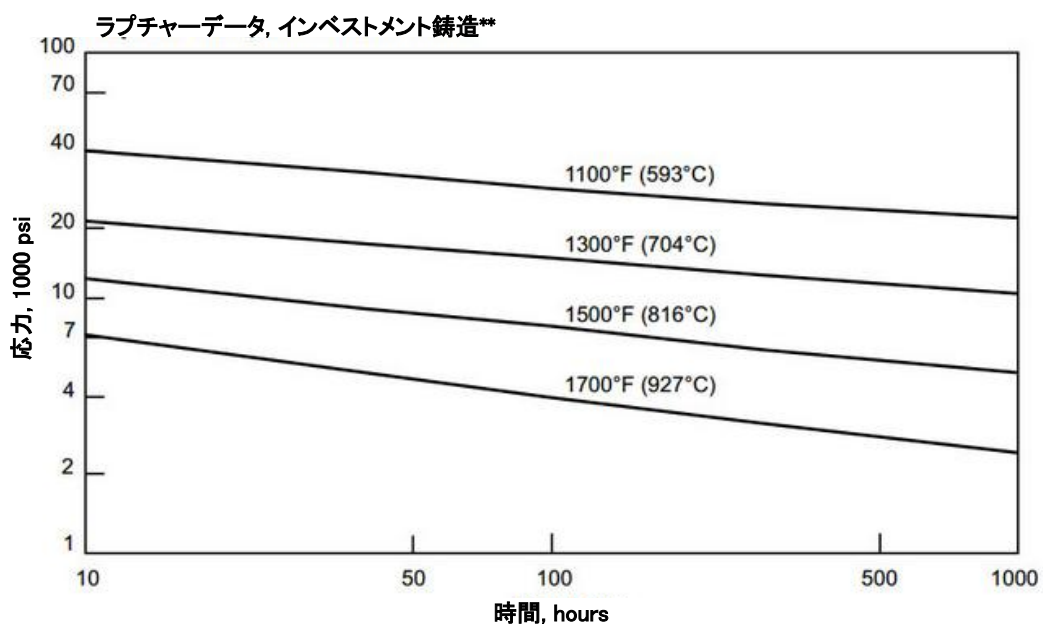
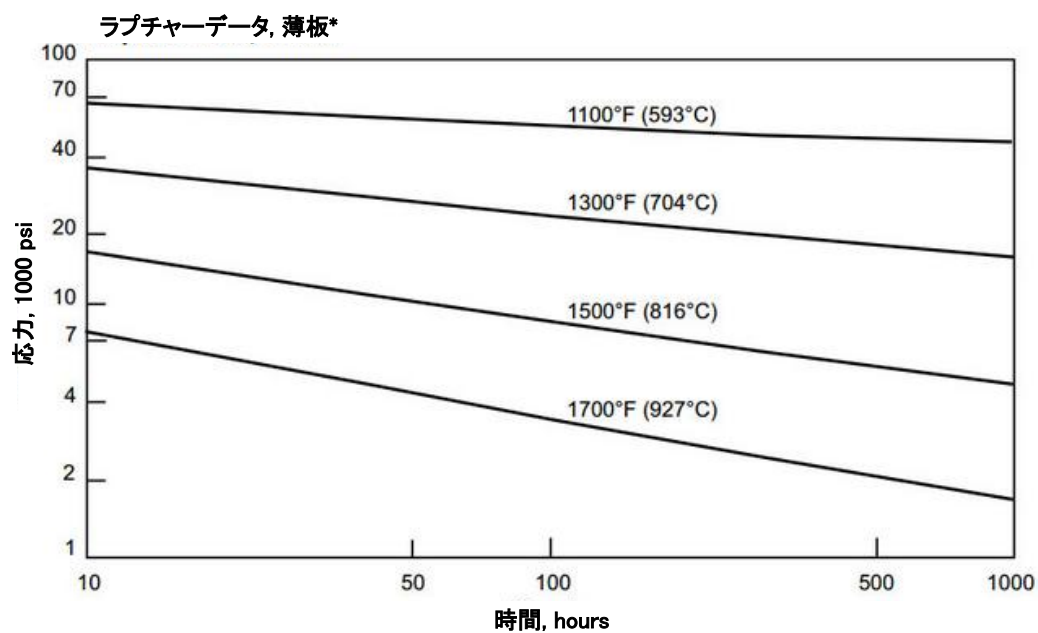
形態	試験温度		応力	寿命	伸び	絞り
	°F	°C	psi	h	%	%
薄板	1100	593	80,000	0.4	44	31.6
			60,000	38.9	21	19.4
			55,000	87.7	17.4	16.9
	1300	704	35,000	18.6	11.8	11
			25,000	129.6	26.5	10.3
			20,000	338.6	12.6	9
	1500	816	15,000	19	15.4	9.6
			10,000	78.6	13.8	9.5
			8,000	172.2	18.4	10.1
	1700	927	6,000	24.3	21	21.4
			4,000	75.5	19.3	11.5
			3,000	219.6	28	11.5

平均ラプチャーデータ、溶接金属

試験温度		応力 psi	平均ラプチャー時間; h			平均伸び %	
°F	°C		溶接したまま	応力除去 ¹		応力除去 ¹	
				水素	アルゴン	水素	アルゴン
1100	593	-	-				
		74,000	1.3	1.7	-	14.1	-
		54,000	197.8	188.3	-	2.5	-
		49,000	308.4	570.5	-	2.2	-
1300	704	45,000	3.7	6.4	5.5	3.9	5.4
		24,000	158.4	337.8	185.4	3.7	7.4
		20,000	472.3	936.7	4522	4.6	3.7
1500	816	22,000	12.7	12.1	-	16.9	-
		13,000	172.1	117.5	-	14.4	-
		10,000	446.9	314.5	-	8.3	-

¹大気中において 1600°F (871°C) で 2 時間の応力除去を実施。

平均ラプチャーデータ(続き)



* 限られたデータに対して最良適合線法によりプロット

** 前ページの限られたデータのラーソンミラー線図から得た値に対してプロット

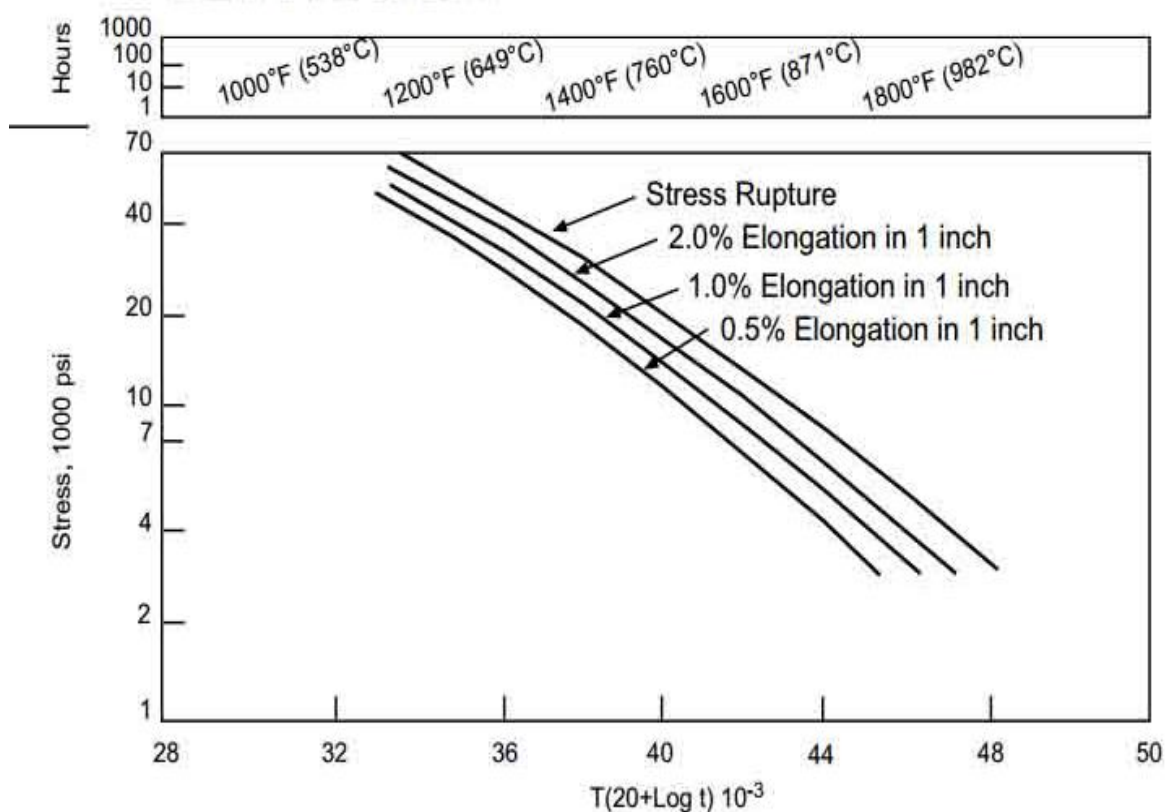
全伸び - 0.063 in(1.6mm)の薄板*

試験温度		応力	寿命	下記の伸びに達する時間;h													
°F	°C	psi	h	0.10%	0.20%	0.30%	0.40%	0.50%	0.75%	1.00%	1.50%	2.00%	3.00%	4.00%	5.00%		
1300	704	20,000	285.5	0.29	15	26.9	33.7	40.5	57	70.5	96.8	121.7	168.7	209.5	245.5		
		20,000	277.4	20.2	52.4	58.9	65.4	72	87.8	103.4	133	160	207.1	219.4	-		
		20,000	462.9	0.86	16.2	29.4	46.6	50.2	62	73.7	96.7	141.7	225.5	326.9	369.9		
		20,000	328.6	1.1	7.3	15.3	23.1	30.7	50	64.8	94	123	178.2	223.9	265.5		
		25,000	109.6	-	0.14	1.14	2.43	5.14	7.74	10.3	15.4	20.6	41.2	60.6	78.6		
		25,000	165.9	-	3.9	12.8	20.2	26.5	37.4	47.9	64.7	80.3	109.8	133.8	-		
		25,000	116.9	-	1.9	5.63	9.5	13.2	22.8	28.5	37.4	46.4	63.1	78.6	91.9		
		25,000	125.8	-	6.6	10.9	15.2	19.6	30.3	36	47	57.2	82.4	116.3	-		
		35,000	19	-	-	-	-	-	-	-	0.62	4.78	-	-	-		
		35,000	16.9	-	-	-	-	-	-	0.38	3.7	-	-	-	-		
		35,000	23.3	-	-	-	-	-	-	-	3	5.9	-	-	-		
		35,000	15.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	4.4	-	-		
		1500	816	8,000	157.7	2.34	7.31	11.6	16	20.4	29.7	37.7	53.4	69.4	95.4	116.8	132.4
				8,000	136.8	0.9	4.4	7.8	11.5	15.2	24.4	30.7	43	55.8	78.9	97.3	110.7
				8,000	210	0.75	3.7	7	10.6	14.2	23.5	31.1	46.1	59.2	89.5	114.4	136.2
				8,000	184.6	0.75	4	8.1	12.9	17.8	28.5	37.5	55.3	73.3	103.2	128.6	145.1
10,000	80.2			0.67	3.8	7	8.4	9.4	13.3	16.8	23.8	28.3	38.4	47.3	56.8		
10,000	64.3			1.3	3.3	5	6.47	7.8	11.2	-	-	-	-	-	-		
10,000	86.5			1.58	4.17	6.5	9.3	10.4	15.3	20.2	28.8	36.6	51.6	62.5	73.5		
10,000	83.4			1.17	3.7	6	8	9.7	14.1	18.5	25.9	32	44.1	56.2	68.2		
15,000	19.8			0.15	0.73	1.02	1.55	1.94	2.9	3.85	5.76	-	-	-	-		
15,000	19.7			0.27	1.1	1.84	2.21	2.45	3.15	3.82	-	-	-	-	-		
15,000	20.9			-	-	0.2	0.48	0.76	1.53	2.32	3.9	5.5	-	-	-		
15,000	15.5			-	0.54	1.06	1.32	1.57	2.27	2.95	4.3	5.7	-	-	-		
1700	927	3,000	297.7	1.67	7.5	13.1	18.7	24.3	38.7	53	78.4	97.8	130.1	155.2	176		
		3,000	155.6	2.3	5.3	7.9	10.3	13.1	19.8	26.5	39.7	53	76.6	93.2	106.8		
		3,000	237.5	2.14	5.54	8.8	11.7	14.6	22	29.4	44	58.7	83.4	102.9	119		
		3,000	187.5	1.72	4.41	6.97	9.9	12.9	20.4	28	42.9	58	85.4	103.9	118.3		
		4,000	69	0.18	0.55	0.9	1.25	1.6	3.67	6.53	12.1	17.8	28.6	-	-		
		4,000	62.7	0.25	0.88	1.47	2.11	3.66	7.21	10.2	15.9	21.7	-	-	-		
		4,000	87	1.54	3.85	6	7.8	9.1	14.4	18.9	28	34.8	48.2	58.6	66.8		
		4,000	83.1	0.6	2.47	5.1	7.51	8.95	12.6	16.6	23.6	-	-	-	-		
		6,000	23.4	0.26	0.7	1.1	1.5	1.9	2.8	3.67	5.23	6.25	8.3	10.3	12.3		
		6,000	22.5	0.12	0.5	0.81	1.13	1.45	2.24	4.53	5.9	-	-	-	-		
		6,000	17.5	0.13	0.57	0.9	1.2	1.47	2.2	2.9	4.25	5.5	-	-	-		
		6,000	33.9	0.28	0.8	1.41	2	2.64	4.2	5.7	8.4	11.2	16.6	22.1	26.1		

* 2150°F(1177°C)で熱処理して急速空冷

全伸び(続き)

薄板のLarson-Millerパラメータ線図**



** 厚さ1.6 mmの薄板、2150°F (1177°C)で熱処理して急速空冷。

水溶液腐食データの比較 (mm/y)

腐食媒体	濃度	温度		HASTELLOY® 合金の腐食速度 (mpy)			
	%	°F	°C	N	B-2	C-22®	W
塩酸	2	RT		1	< 1	< 1	-
	2	150	66	18	11	< 1	10
	2	沸騰		73	3	61	-
	5	RT	RT	1	< 1	< 1	-
	5	150	66	20	9	17	14
	15	RT	RT	3	2	< 1	-
	25	RT	RT	2	1	2	-
	37	RT	RT	< 1	< 1	2	-
硫酸	5	RT	RT	1	< 1	< 1	-
	5	150	66	11	6	< 1	3
	5	沸騰		11	3	9	1
	25	RT	RT	1	< 1	< 1	-
	25	150	66	10	5	< 1	3
	50	RT	RT	< 1	< 1	< 1	-
	80	RT	RT	< 1	< 1	< 1	-
	96	RT	RT	< 1	< 1	< 1	-
塩化第二鉄	2	RT	RT	1	138	< 1	158
リン酸	10	RT	RT	< 1	< 1	< 1	-
	10	150	66	1	3	< 1	-
	10	沸騰		6	1	< 1	14
	30	RT	RT	1	< 1	< 1	-
	30	150	66	1	2	< 1	-
	50	RT	RT	< 1	< 1	< 1	-
	85	RT	RT	< 1	< 1	< 1	-
フッ化水素酸	5	RT	RT	2	< 1	< 1	1
	5	175	79	20	11	15	-
	25	RT	RT	3	5	5	3
	45	RT	RT	5	3	6	3
	48	175	79	31	25	27	-
酢酸	10	RT	RT	1	< 1	< 1	-
	10	150	66	3	< 1	< 1	2
	10	沸騰		1	< 1	< 1	-
	50	RT	RT	1	< 1	< 1	-
	50	150	66	3	< 1	< 1	2
	50	沸騰		2	< 1	< 1	-
	99	RT	RT	< 1	< 1	< 1	-
	99	150	66	< 1	< 1	< 1	< 1
	99	沸騰		< 1	< 1	< 1	-

RT= 室温

平均疲労データ

回転曲げ

形態	条件	試験温度	10 ⁶ サイクルで破損する応力
薄板	2150°F (1177°C)で熱処理、 RAC(急速空冷)	1100°F (593°C)	47,500 psi
		1300°F (704°C)	38,000 psi
		1500°F (816°C)	23,000 psi

ボイラ規格設計データ

金属温度 (下記値を越えないこと)		最大許容応力, psi	
		沸騰水型以外の 全ての金属	沸騰水型
°C	°F	-	-
38	100	25,000	10,000
93	200	24,000	9,300
149	300	23,000	8,600
204	400	21,000	8,000
260	500	20,000	7,700
316	600	20,000	7,500
371	700	19,000	7,200
427	800	18,000	7,000
482	900	18,000	6,800
538	1000	17,000	6,600
593	1100	13,000	6,000
649	1200	6,000	3,500
704	1300	3,500	1,600

物理的特性

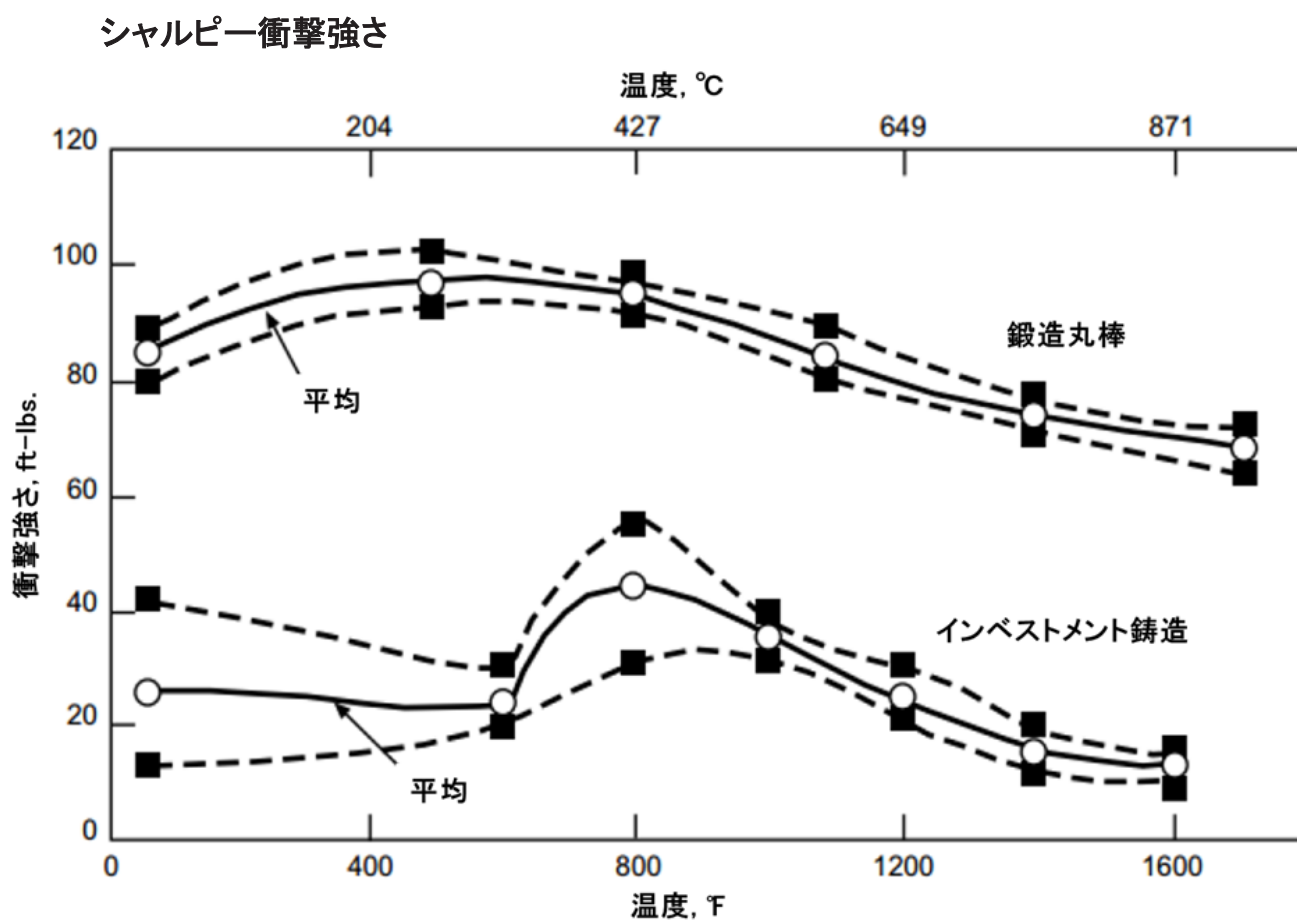
物理的特性	英国单位		メートル単位	
密度	RT	0.320 lb./in. ³	RT	8.86 g/cm ³
溶融温度	2375-2550°F	-	1302-1399°C	-
電気抵抗	70°F	47.5 μohm-in.	20°C	120.5 μohm-cm
	1300°F	49.6 μohm-in.	705°C	126.0 μohm-cm
	1500°F	48.8 μohm-in.	815°C	124.1 μohm-cm
熱伝導率	400°F	89 Btu-in./ft. ² -h-°F	200°C	13.1 W/m-°C
	600°F	101 Btu-in./ft. ² -h-°F	300°C	14.4 W/m-°C
	800°F	114 Btu-in./ft. ² -h-°F	400°C	16.5 W/m-°C
	1000°F	130 Btu-in./ft. ² -h-°F	500°C	18.0 W/m-°C
	1200°F	151 Btu-in./ft. ² -h-°F	600°C	20.3 W/m-°C
	1400°F	176 Btu-in./ft. ² -h-°F	700°C	23.6 W/m-°C
平均熱膨張係数	70-400°F	6.9 μin/in.-°F	20-200°C	12.3 μm/m-°C
	70-600°F	7.3 μin/in.-°F	20-400°C	13.0 μm/m-°C
	70-800°F	7.4 μin/in.-°F	20-600°C	13.4 μm/m-°C
	70-1000°F	7.5 μin/in.-°F	20-700°C	13.8 μm/m-°C
	70-1200°F	7.9 μin/in.-°F	20-800°C	14.5 μm/m-°C
	70-1400°F	8.2 μin/in.-°F	20-900°C	14.9 μm/m-°C
動弾性率	70°F	31.7 x 10 ⁶ psi	20°C	219 GPa
	400°F	29.4 x 10 ⁶ psi	200°C	204 GPa
	800°F	27.7 x 10 ⁶ psi	400°C	192 GPa
	1000°F	26.7 x 10 ⁶ psi	600°C	181 GPa
	1200°F	25.8 x 10 ⁶ psi	700°C	171 GPa
	1400°F	24.1 x 10 ⁶ psi	800°C	163 GPa
	1600°F	22.4 x 10 ⁶ psi	900°C	151 GPa
	1800°F	20.1 x 10 ⁶ ps	1000°C	136 GPa

RT= 室温

衝撃強度

形態	条件	試験温度		シャルピー V-ノッチ衝撃強さ	
		°F	°C	範囲, ft.-lb.	平均値, ft.-lb.
鍛造丸棒 直径: 1/2 in	2150°F (1177°C)で 30分間熱処理、 RAC(急速空冷)	RT	RT	80-88	85
		500	260	94-102	97.4
		800	427	94-96	94.8
		1100	593	80-90	83.4
		1400	760	73-76	74.8
		1700	927	63-72	68.6

RT= 室温



引張データ

短時間引張データ

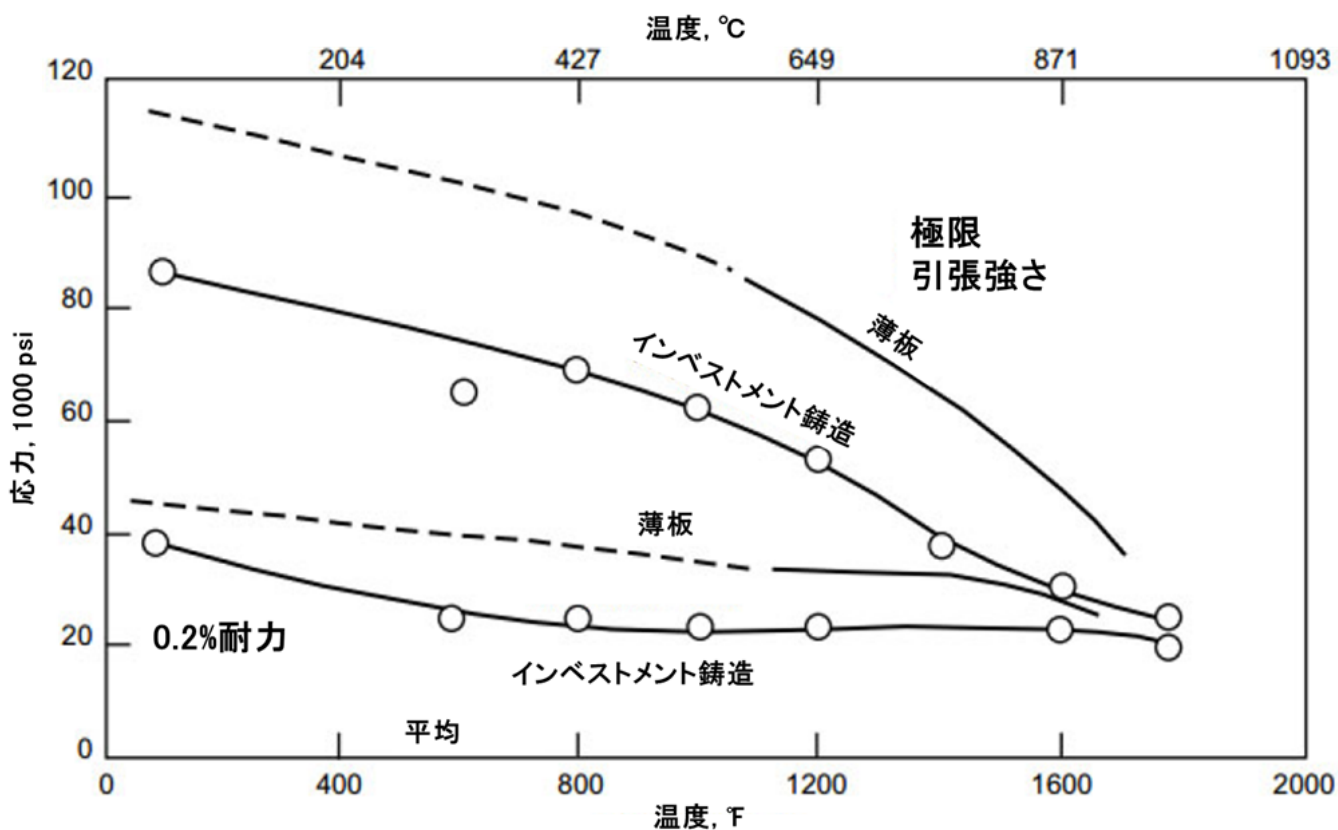
形態	条件	時効処理			試験温度		極限引張強さ		0.2 % 耐力		伸び
		°F	°C	Time, h	°F	°C	ksi	MPa	ksi	MPa	%
薄板 板厚; 0.063 in (1.6 mm)	2150°F (1177°C)で 熱処理, RAC(急速空冷)	-	-	-	RT	RT	115.1	794	45.5	314	50.7
		-	-	-	1100	593	86.9	599	32.9	227	45.3
		-	-	-	1300	706	69.6	480	31.6	218	30.0
		-	-	-	1500	816	55.9	385	29.5	203	24.3
		-	-	-	1700	927	34.0	234	25.9	179	30.0
	時効処理	1500	816	128	RT	RT	115.4	796	49.3	340	46.8
	2150°F (1177°C)で 熱処理、その後溶接し て溶接したままの状態 で試験	-	-	-	RT	RT	116.1	800	-	-	37.5
		-	-	-	1200	649	71.5	493	-	-	17.0
		-	-	-	1300	704	63.5	438	-	-	10.5
		-	-	-	1500	816	52.0	359	-	-	8.5
薄板 板厚; 0.045 in (1.14 mm)	2150°F (1177°C)で 熱処理して急速空冷、 その後溶接して溶接し たままの状態 で試験	-	-	-	RT	RT	114.4	789	44.7	308	50.0
		-	-	-	1000	538	93.0	641	28.3	195	46.0
		-	-	-	1100	593	93.0	641	28.9	199	50.0
		-	-	-	1200	648	82.4	568	27.5	190	37.0
		-	-	-	1300	704	69.9	482	28.0	193	24.0
		-	-	-	1400	760	61.8	426	26.2	181	21.0
	時効処理	1000	538	10,000	RT	RT	117.7	812	45.1	311	50.0
		1100	593	10,000	RT	RT	120.0	827	47.5	328	49.0
		1200	648	10,000	RT	RT	116.0	800	46.8	323	46.0
		1300	704	10,000	RT	RT	115.5	796	45.8	316	46.0
		1400	760	10,000	RT	RT	115.0	793	43.6	301	40.0
		1000	538	10,000	1000	538	97.7	674	-	-	46.0
		1100	593	10,000	1100	593	90.5	624	-	-	40.0
		1200	648	10,000	1200	649	81.9	565	-	-	32.0
1300	704	10,000	1300	704	76.1	525	-	-	24.0		
1400	760	10,000	1400	760	65.1	449	-	-	20.0		
溶接 金属	溶接したまま	-	-	-	RT	RT	116.1	800	-	-	39.3*
		-	-	-	1200	649	73.6	507	-	-	18.1*
	時効処理	1200	648	500	RT	RT	116.8	805	-	-	38.6*
		1200	648	500	1200	649	82.7	570	-	-	26.5*

*1インチ当たりの伸び

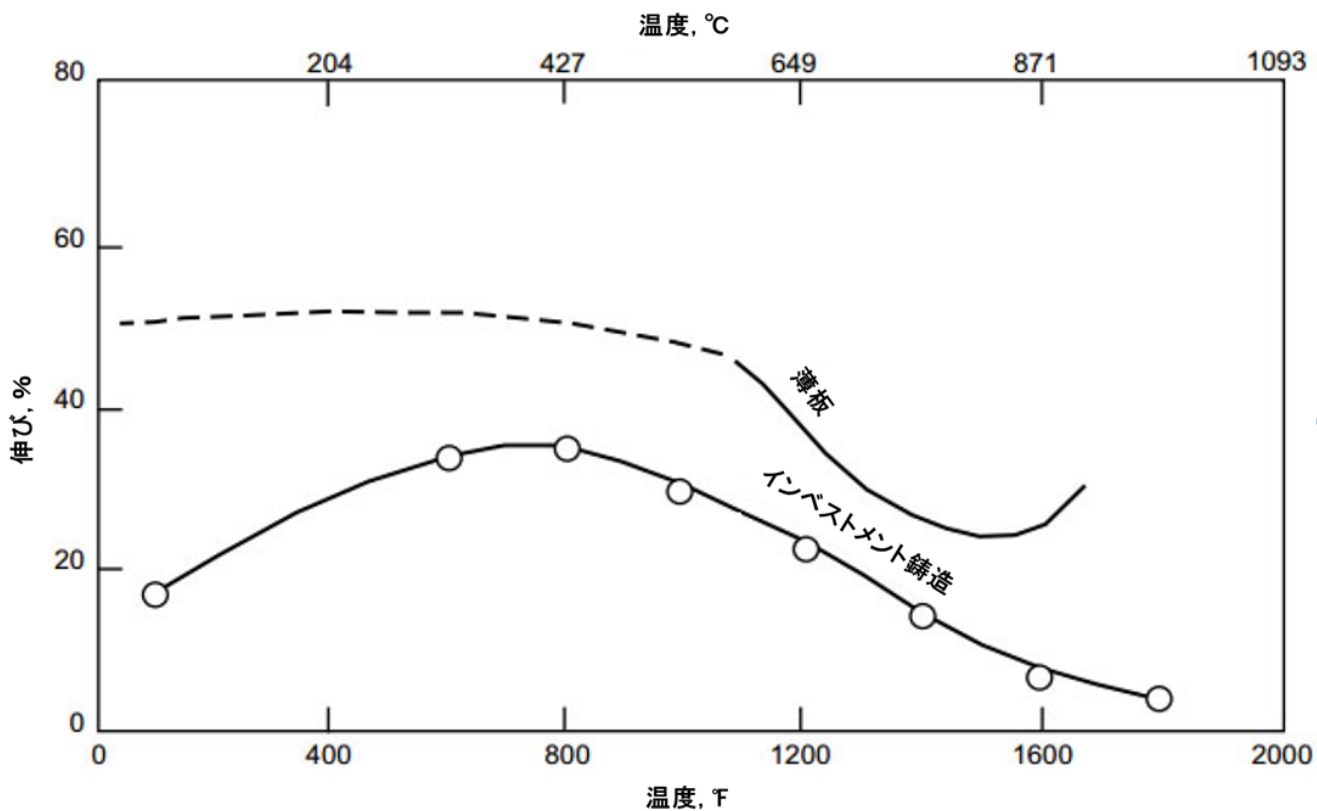
RT= 室温

引張データ(続き)

極限引張強さおよび0.2%耐力



伸び



薄板 - 板厚: 0.063 in (1.6 mm)、2150°F (1177°C) で熱処理して急速空冷

インベストメント鑄造 - 直径: 0.205 in (5.2 mm) の丸棒、2150°F (1177°C) で30分間熱処理して急速空冷

加工性

形態	条件	エリクセンカップ深さ, mm
厚さ 0.063 in(1.6 mm) の薄板	2150°F (1177°C)で8分間 熱処理, RAC(急速空冷)	13.4

適合規格および基準

規格

HASTELLOY® N 合金 (N10003)	
薄板、厚板および帯板	AMS 5607 SB 434/B 434 P= 44
ビレット、ロッドおよび棒	AMS 5771 SB 573/B 573 P= 44
被覆アーク溶接棒	-
裸溶接棒およびワイヤ	SFA 5.14/ A 5.14 (ERNiMo-2) F= 44
継ぎ目なしパイプ及びチューブ	-
溶接パイプ及びチューブ	-
継手類	SB 366/B 366 P= 44
鍛造材	AMS 5771
DIN	-
TÜV	-
その他	Mil-N24390B

基準

HASTELLOY® N 合金 (N10003)				
ASME	Section I	-		
	Section III	Class 1	-	
		Class 2	-	
		Class 3	-	
	Section VIII	Div. 1	1300°F (704°C) ¹	
		Div. 2	800°F (427°C) ¹	
	Section XII	650°F (343°C) ¹		
	B16.5	1300°F (704°C) ²		
	B16.34	1300°F (704°C) ²		
	B31.1	-		
B31.3	-			
VdTÜV (doc #)	-			

¹承認された材料形態: 厚板、薄板、棒

²承認された材料形態: 厚板、棒

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。