資 料

Ni および Ni 基 合 金 耐 蝕 機 械 お よ び 装 置 に お け る 利 用 (そ の 1) *

Nickel and Nickel-Base Alloys. Their Use in the Design of
Corrosion-Resistant Machinery and Equipment.

F. L. LaQue**

The International Nickel Company Technical Bulletin T-13 (1948) Dec.

この記事は Ni 基合金の一般耐蝕性について述べたもので 1936 年 12 月に American Society of Mechanical Engineers によって催された機械および装置設計における耐蝕合金の使用についての会に寄稿するために書いたものである。原報は 1936 年 12 月 Mechanical Engineering p. 827~843 に発表した。

第 1 表に示す合金について詳しく述べるが、ついでに Colmonoy No. 6 という Cr の硼化物を含んだ 75% Ni の Ni 基表面硬化用合金があることを注意しておこう。酸

素アセチレンあるいは金属アーク熔接法によって盛金被覆することも、1200~1400°F に予熱した地金を容れた適当な鋳型の中へ 2350~2500°F で熔けた合金を注ぐことによっても被覆させることができる。この被覆合金はロックウェル C 58~60 (ブリネル 545~575) の硬度をもち無機酸、有機酸およびアルカリに耐える。Colmonoy No. 6 はポンプの套管、ポンプ軸、カムの環管などに用いられる。

第 1 表に各種 Ni 基合金の組成、第 2 表にその物理的

第 1 表 Ni 基 合 金 の 組 成

	Ni %	Cu %	Fe %	Cr %	Mo %	Al %	Si %	Mn %	C %	S %	その他 %
ニ ツ ケ ル	(a) 99.4	0.1	0.15	—	—	—	0.05	0.25	0.05	0.005	—
L ニ ツ ケ ル	99.4	0.05	0.1	—	—	—	0.15	0.2	0.01	0.005	—
Z ニ ツ ケ ル	93.7	0.05	0.35	—	—	4.4	0.5	0.3	0.17	0.005	—
鋳 造 用 ニ ツ ケ ル	97	0.3	0.25	—	—	—	1.6	0.5	0.50	0.015	—
モ ネ ル	67	30	1.4	—	—	—	0.1	1	0.15	0.01	—
R モ ネ ル	67	30	1.4	—	—	—	0.05	1	0.15	0.035	—
K モ ネ ル	66	29	0.9	—	—	2.75	0.5	0.75	0.15	0.005	—
KR モ ネ ル	66	29	0.9	—	—	2.75	0.5	0.75	0.28	0.005	—
鋳 造 用 モ ネ ル	63	32	1.5	—	—	—	1.6	0.75	0.15	0.015	—
H モ ネ ル (b)	63	31	2	—	—	—	3	0.75	0.1	0.015	—
S モ ネ ル (b)	63	30	2	—	—	—	4	0.75	0.1	0.015	—
イ ン コ ネ ル	76	0.2	7.5	15.5	—	—	0.25	0.25	0.08	0.007	—
イ ン コ ネ ル X	73	0.2	7	15	—	0.7	0.4	0.5	0.04	0.007	{ ¹ / _{2.5} Cb Ti
鋳 造 用 イ ン コ ネ ル	77.5	0.25	6	13.5	—	—	2	0.8	0.2	0.010	—
ハ ス テ ロ イ A	53	—	22	—	22	—	1	2	—	—	—
ハ ス テ ロ イ B	60	—	6	—	32	—	1	1	—	—	—
ハ ス テ ロ イ C	51	—	6	17	19	—	1	1	—	—	5 W
ハ ス テ ロ イ D	85	3	—	—	—	1	10	1	—	—	—
イ リ ウ ム	60	3	8	21	5	—	1	1	—	—	1 W

(a) Co を含む, (b) 鋳物専用

* 訳者: 森岡進 東北大学工学部金属工学科

** The International Nickel Co.

第2表 Ni 基合金の物理的性質

	比重	密度 lb/in ³	融点 °F	比熱 80°~ 750°F	熱膨張係数 per °F 80°~212°F	熱伝導度 B.T.U/ ft ² /in/ °F	電気抵抗 $\Omega/\frac{3}{\text{Mil ft}}$ 32°F	弾性係数 引張り	弾性係数 捩り
ニツケル	8.89	0.321	2615-2635	0.13	0.000072	420	57	30,000,000	11,000,000
Lニツケル	8.89	0.321	2615-2635	0.13	0.000072	420	50	30,000,000	11,000,000
Zニツケル	8.26	0.298	2615-2635	0.104	0.000072	128	270	30,000,000	11,000,000
鋳造用ニツケル	8.34	0.301	2450-2600	0.13	0.000068	410	125	21,500,000	—
モネル	8.84	0.319	2370-2640	0.127	0.000078	180	290	26,000,000	9,500,000
Rモネル	8.84	0.319	2370-2460	0.13	0.000078	180	290	26,000,000	9,500,000
Kモネル	8.47	0.306	2400-2460	0.13	0.000078	180	350	26,000,000	9,500,000
鋳造用モネル	8.63	0.312	2400-2450	0.13	0.000068	180	320	19,000,000	—
Hモネル	8.48	0.305	2350-2400	0.13	0.000068	180	370	26,000,000	9,500,000
Sモネル	8.36	0.302	2300-2350	0.13	0.000068	180	380	26,000,000	9,500,000
インコネル	8.51	0.307	2540-2600	0.109	0.000064	104	—	31,000,000	11,000,000
インコネル X	8.30	0.300	2540-2600	0.11	0.000076	87	—	31,000,000	11,000,000
鋳造用インコネル	8.3	0.300	2500-2550	0.11	—	—	—	23,000,000	—
ハステロイ A	8.80	0.318	2372-2426	0.094	0.000061	116	763	27,000,000	—
ハステロイ B	9.24	0.334	2408-2462	0.091	0.000056	78	813	30,750,000	—
ハステロイ C	8.94	0.323	2318-2381	0.092	0.000063	87	800	28,500,000	—
ハステロイ D	7.80	0.282	2030-2048	0.109	0.000061	145	681	28,500,000	—
イリウム	8.31	0.31	2372	0.105	0.000051	84	740	—	—

第3表 Ni 基合金の機械的性質(棒材)

	処 理 状 態	降伏点 (0.2%) 1000 psi	抗 張 力 1000 psi	延伸率 (2 in) %	ブリネル硬度 3000 kg
ニツケル	焼 鈍 材 冷 間 引 延 材 高 温 圧 延 材	15—30 60—90 15—40 20—80	55—80 80—115 55—85 65—105	60—40 35—15 55—35 40—25	90—120 130—200 90—130 90—200
Zニツケル	焼 鈍 材 冷 間 引 延 材 高 温 圧 延 材	30—60 60—130 130—175 35—65	90—120 110—150 170—210 90—120	50—25 35—15 25—15 55—30	135—185 185—300 300—380 140—225
モネル	焼 鈍 材 冷 間 引 延 材 高 温 圧 延 材	25—40 55—120 40—65 40—85	70—85 85—125 80—95 75—110	50—35 35—15 45—30 40—20	110—140 160—250 140—185 130—220
Kモネル	焼 鈍 材 冷 間 引 延 材 高 温 圧 延 材	40—60 90—110 70—100 100—130	90—110 130—150 100—135 140—170	45—35 30—20 35—13 30—15	140—180 240—280 175—260 265—320
インコネル	焼 鈍 材 冷 間 引 延 材 高 温 圧 延 材	25—50 70—125 35—90 35—90	80—100 95—150 85—120 85—120	55—35 30—10 50—30 45—25	120—170 180—280 140—210 140—210
インコネル X	高 温 圧 延 一 時 効 硬 化 (1300°F, 20 hr)	132	184	26	320—400
ハステロイ A	鍛 造 材 圧 延 焼 鈍 材	42.5—45 47—52	69—77.5 110—120	12—8 48—40	155—200 200—215
ハステロイ B	鍛 造 材 圧 延 焼 鈍 材	55—57 60—65	75—82 130—140	9—6 45—40	190—230 210—235
ハステロイ C	鍛 造 材 圧 延 焼 鈍 材	45—48 55—65	72—80 115—128	15—10 25—50	175—215 160—210
ハステロイ D	鍛 造 材	36—40.5	36—40.5	0	55—50
イリウム G	—	—	60—73	9.5—4	210—160

性質, 第3表*に棒材の機械的性質を示す。

表の数値が示すように Ni 基合金は高力合金鋼に匹敵する強さをもちまた広い温度範囲にわたって強さ, 靱性を保つ性質が著しい。これ等の材料が工業的に用いられる理由は機械的性質がよいばかりでなくすぐれた耐蝕性を持ちまた苛酷な使用条件のもとで機械的性質が変化し難いからである。

耐蝕材料の有用さの限界は機械的性質のようにはっきり定めることはできない。腐蝕抵抗は環境に属するいろいろの因子に支配されることが多いからである。これらの因子を見積ったり抑制したりすることは困難または不可能なことが多い。

以下に各材料の耐蝕性について述べるが腐蝕度は 1 年当りの侵蝕深さ in (ipy) および重量減少 mg/dm².day (mdd) をもって表わした。

I. Ni の耐蝕特性

Ni の電位は 0.21 V で電位列上 Fe よりも貴である。そのため實際上普通の酸から水素を析出し難く, また溶解酸素のような酸化剤の供給がなければ腐蝕が進まない性質をもっている。すなわち一般に還元条件は Ni の腐蝕を遅くし酸化条件は腐蝕し易くする。ところが他方において Ni は不働態皮膜を生じてある種の侵蝕に対しそれ自身を保護する能力もあるから酸化条件が必ずしも腐蝕を促進するとは限らない。

以下各項目別に Ni の耐蝕性を述べるがこれは “L” ニッケル, “Z” ニッケルにも適用されるもので, 例外のときは注意書をした。

(1) 大気中腐蝕

Ni は初期に防蝕用の メッキ に利用されたがその重要さは今日も変わっていない。鉄鋼上の Ni 被覆の防蝕効果はほとんどその厚さによってきまるもので, よい防蝕効果を示すためには普通の大气中では少くとも 0.0005 in, 腐蝕作用の強い大気中では 0.001 in の厚さを要する。Cr メッキをこの上に施しても 普通に行われる非常に薄い 0.00003 in 以下の Cr メッキでは Ni の防蝕効果に何等変化を与えない。腐蝕液に漬っている鉄鋼その他の金属の防蝕 (勿論 Ni は侵さない腐蝕液からの) には腐蝕作用が弱ければ 0.003 in, 強ければ 0.005 in の厚さを要する。Ni メッキの性質は調節することができ耐摩耗性も兼ねさせる目的にはブリネル400に近い硬度の Ni メッキも得られる。また試験結果によると 0.002 in の Ni 電気メッキ層の防蝕効果は 0.020 in の熔射被覆の防蝕効果に匹敵する。熔射被覆層は多孔性であるからである。

Ni および Ni メッキはよく光沢を保っていて室内の空气中で曇りを生ずることがなく, この点で Ag, Cu, 真鍮にまさっている。外気に曝らすと普通は塩基性硫酸塩の非常に薄い固着性の腐蝕生成物を生じて光沢を失う。S を含んだ工業地の大気は Ni に対して最も腐蝕作用が強く, 海岸, 郊外および田園の大気は Ni に対してはその腐蝕作用がほとんど変わらない。大気中腐蝕の 10 年間の結果の一例を第4表 (腐蝕度) および第5表 (強さの減少) に示す。大気中腐蝕によって Ni は時期割れや応力腐蝕を生じない。

第4表 Ni の大気中腐蝕

腐蝕試験地	大気 の型	腐蝕度 ipy	外 観
Pittsburgh, Pa.	工業地	0.0001	均一な暗色皮膜
Altoona, Pa.	工業地	0.0002	雑色の少し粗い固着性皮膜
New York, N. Y.	工業地	0.0001	滑らかな灰色および緑色を帯びた雑色固着性皮膜
Rochester, N. Y.	工業地	0.00003	滑らかな雑色皮膜
Sandy Hook, N. J.	海 岸	0.00003	滑らかな暗灰色固着性皮膜
Key West, Fla.	海 岸	0.000005	変色, 滑らか, 灰色固着性
La Jolla, Calif.	海 岸	0.000004	変色, 滑らかな雑色灰色
State College, Pa.	田 舎	0.000006	変色, 滑らかな明るい灰色
Phoenix, Arizona	田 舎	0.000001	明るい変色, 滑らかな薄い灰色

第5表 約 10 年間大気中腐蝕試験後の
Ni の機械的性質の変化

腐蝕試験地	大気 の型	抗張力 psi 平均	抗張力 の 変化 %	標準偏差 psi 平均	延伸率 % 平均
Pittsburgh, Pa.	工業地	—	—	—	—
Altoona, Pa.	工業地	64170	-9.7	241.3	35.1
New York, N. Y.	工業地	65140	-8.4	218.4	35.4
Rochester, N. Y.	工業地	68600	-3.5	279.4	36.3
Sandy Hook, N. J.	海 岸	71370	+0.4	601.7	36.4
Key West, Fla.	海 岸	72480	+1.9	875.0	36.7
La Jolla, Calif.	海 岸	72530	+2.0	802.6	36.4
State College, Pa.	田 舎	73040	+2.7	651.5	36.6
Phoenix, Arizona	田 舎	72240	+1.6	725.5	36.3
貯 蔵	—	72350	+2.5	794.0	36.7

(2) 淡水中腐蝕

Ni は自然水や蒸留水によく耐え, Ni 製貯水タンクからの蒸留水の分析によると腐蝕度はわずか 0.006 mdd または 0.000001 ipy であり, 自然水による腐蝕度は 0.001 ipy 以下で普通は 0.0001 ipy 以下である。Ni は H₂S または CO₂ を含む水に特によく耐える。

炭酸飽和水はわずかに腐蝕性で 200 lb/in² の圧で作業する Ni 内張りのカーボネーターからの水の分析によると腐蝕度はわずか 1.2 mdd あるいは 0.0002 ipy である。

(3) 塩水中腐蝕

* 原報表 3-9 には各合金毎に棒, 線, 板, 薄板, 管などの機械的性質が掲載されているが, その各表の棒材の性質だけをまとめて第3表とした。

攪拌または流動状態のもとで Ni は海水によく耐えるが停滯水中でフチツボその他の固体が表面に付着すると点蝕あるいは局部侵蝕を生ずる。

(4) 中性およびアルカリ性塩

Ni は塩化物、炭酸塩、硫酸塩、硝酸塩、酢酸塩のような中性およびアルカリ性塩類によく耐える。温度、攪拌、空気吹込の最も苛酷な条件のもとでさえも腐蝕度は普通 0.005 ipy より少い。ゆえに NaCl や Na_2SO_4 の濃縮器に Ni 管が用いられ、また塩類の回転乾燥機の組立てに Ni 合金をした鋼が用いられる。食料品製造装置は冷凍用塩水や食用酸に耐えることを必要とするが Ni は NaCl および CaCl_2 に耐えるからこれらの装置の材料にも適する。

(5) 酸性塩

酸性塩特に NH_4Cl , ZnCl_2 のような酸性塩化物によく耐え、沸騰濃厚溶液中の腐蝕度は 0.02 ipy の程度である。

(6) 酸化性酸性塩

酸化性の酸性塩は Ni に対して腐蝕性であるから、 FeCl_3 , HgCl_2 , CuCl_2 のような塩の溶液は非常に薄い溶液のとき以外は Ni で扱わない方がよい。同様にクロム酸塩、重クロム酸塩、硝酸塩および過酸化物のような酸化性塩を無機酸に加えるとその溶液は Ni に対して著しく腐蝕性になる。

酸化性酸性塩のうち SnCl_4 は例外でその稀薄水溶液には Ni はかなりよく耐え、27.5 Bé の 70°F の溶液中で Ni の腐蝕度は僅か 0.018 ipy である。

(7) 酸化性アルカリ性塩

酸化性のアルカリ性塩特に次亜塩素酸塩溶液は Ni に対し非常に腐蝕性である。安全に取扱うことのできる極限の Cl_2 濃度は約 3 g/l であって、この濃度ならば Ni は漂白装置において漂白液と接する時間が短い部分かあるいは漂白液に接した後洗滌液および酸性液に接するような部分になら用いることができる。Ni は強い漂白液はもちろん稀薄な漂白液にも接したままにしておいてはいけない。局部的な点蝕の形で腐蝕が起り、点蝕内部には黒色および緑色の Ni 水酸化物が満ちている。よく磨いてであると漂白液に対する耐蝕性を増す。また比重 1.4 の珪酸ソーダを 0.5 cc/l の小量加えると腐蝕が有効に阻止される。Ni は繊維漂白に用いられるような H_2O_2 を含むアルカリ溶液には侵されない。

(8) 無機酸

Ni は硫酸に対しモネルや鉛に劣るから特別によく耐えるとはいえないが多くの場合十分に用いられる。濃度 80% 以下の常温硫酸による Ni の腐蝕度は空気飽和のときでも 0.05 ipy 以下で、空気を含まなければ 0.005 ipy 以下である。5% H_2SO_4 で極大の腐蝕度を示し 80% まで濃度増加と共に腐蝕度を減ずる。80% 以上では不規則

に非常に腐蝕度が高く Ni は使用できない。Ni は往々濃厚高温硫酸中で不働態になるがこの不働態出現は当てにすることはできないもので 60~100% の沸騰溶液中で 5 ipy の高い腐蝕度を示すことがある。濃度 25% 以下で常温から沸騰温度までの腐蝕度は空気吹込や温度に応じて異なるが 0.05~0.1 ipy である。25% 以上の濃度で高温で Ni を使用することは危険である。

一般に Ni はどの濃度においても高温ないし沸騰硫酸に用いられないが例外として Ni 管がビスコースレーヨン製造における溶液濃縮用の蒸発器または真空晶出器で用いられ Pb 管や Pb 被覆管よりもよい。その溶液は約 15% H_2SO_4 と Na_2SO_4 , H_2S その他を含んでいる。

塩酸に耐える金

属は少いが Ni は耐える金属の一つである。濃度、温度、空気吹込等に関し Ni の耐える限度があるが、その制限内で注意して併用するならば十分な寿命がある。第1図に 30°C における腐蝕度

第1図 ニッケルおよびモネルの 30°C(86°F)塩酸中腐蝕

を示した。塩酸アニリンの製造や、パラフィン、ベンゼン、メタンその他の炭化水素の塩素化において Ni は反応容器、加熱コイル、攪拌器部品に多量に、但し凝縮水分のない所に限って用いられる。アセチレンを塩素化して四塩化アセチレンを造る時の耐蝕性のデータを第6表に示した。

第6表 アセチレンから四塩化アセチレンを造る塩素化装置における実地腐蝕試験

(粗四塩化アセチレンは 10~21 g/l の過剰塩素と 0.15~1.65 g/l の Fe を含む。HCl としての酸性は 0.7~6.6 g/l 温度: 42.3~48.9°C (平均 46°C), 108~120°F (平均 115°F) 試験期間: 282 日, 速度: 約 0.5 ft/sec)

合 金	腐 蝕 度	
	mdd	ipy
モ ネ ル	0.25	<0.0001
ニ ッ ケ ル	0.27	<0.0001
イ ン コ ネ ル	0.79	0.0001
ハステロイ A	0.70	0.0001
ハステロイ C	3.0	0.0005
ニ・レジスト (Type 5)	3.5	0.0007
ニ・レジスト (Type 1)	5.6	0.0011
1% Ni 鋳 鉄	18.6	0.0037

また Ni はオキシ塩化磷、三塩化磷、塩化ニトロシル、塩化ベンジル、塩化ベンゾイルのような薬品の処理にも

よく利用される。塩化ニトロシルから塩素を分離する純 Ni 製の精溜塔は 12 年間使用して腐蝕を生じない。しかし Ni が用いられるのは 50°C までであって、50°C 以上ではインコネルの方がよい。

Ni は HCl に耐えるから第 7 表に示すような塩素化した溶剤にもよく耐える。

第 7 表 塩素化した溶媒中の Ni の腐蝕度

	腐 蝕 度 (ipy)			
	25~30°C (67~88°F)		沸騰温度	
	水層存在	水層なし	水層存在	水層なし
四塩化炭素	0.00002	0.000003	0.002	0.00003
クロロホルム	0.00006	0.00003	0.00012	0.0002
エチレンジクロライド	0.00001	0.000007	0.00036	0.00003
トリクロロエチレン	0.0004	0.00015	0.001	0.00002
四塩化炭素 90 容積 % + エチレンジクロライド 10 %	0.000003	0.000003	0.0002	0.00006

工業用磷酸はしばしば鉄塩のような酸化性化合物を含んでいて腐蝕を促進するから Ni の使用が制限されるが、酸化剤を含まない純磷酸には 0.015 ipy 以下、空気吹込および常温攪拌のもとでは 0.04 ipy 以下である。高温濃厚溶液は Ni で取扱うことはできない。

強い亜硫酸は、殊に高温のものは Ni を著しく腐蝕する。食料品の防腐に用いられる稀薄な SO₂ は Ni 面を暗色に変色するが破壊的ではない。H₂S を含む水、塩水、アルカリ溶液は含まないよりは腐蝕度が大きいが大差はない。

(9) 酸化性酸

Ni は硝酸または亜硝酸のような酸化性の酸には常温、0.5 % 以下の場合以外には耐えない。また他の酸でも三価の鉄塩、二価の銅塩、過酸化水素、クロム酸塩などの酸化剤を含むときには耐えない。

(10) 有機酸および有機化合物

普通に遭遇する条件のもとで有機酸は Ni に対しわずかに腐蝕性である。高温で空気を飽和しているときには酢酸、蟻酸、酒石酸のような有機酸は多少腐蝕性になる。温度が高いことよりも空気存在の方が有害で例えば空気を含まない沸騰酢酸中では酸の濃度 5~99.9% にわたって腐蝕度は 0.011~0.019 ipy であるが、常温で空気飽和のときは 0.04~0.4 ipy で 85% 酸のとき腐蝕度が最大である。高温で空気を含むときは Ni は点蝕を生じて侵されるから用いられない。

Ni はステアリン酸、オレイン酸のような脂肪酸によく耐え、脂肪分離用オートクレープに用いられる。真空蒸溜器中の試験によると Ni の腐蝕度はわずか 0.004 ipy, Fe は 0.14 ipy である。

そのほか Ni は果汁、野菜、ミルクなどにも耐える。Ni がよく耐えることはもちろん大切であるが、その上無

毒であることが確かめられているので、この点でも食料品を扱う装置の材料として適する。またビタミンを破壊しない³⁾。

食料品以外の方面に対しても同様に例えば写真のフィルムに対して金属イオンは有害であるが Ni は害がないのでフィルムの感光乳剤やゼラチンを造る装置に多量用いられる³⁾。なお現像液に対しても多く使われるが定着液を扱うことはできない。ビスコースレーヨンの製造においても銅や鉄はレーヨンの性質に有害であるので Ni を用いる。またフェノールを汚染しないから輸送および貯蔵用のタンクやタンクカーには Ni 合せ鋼の形で Ni が用いられ、合成樹脂の製造容器にも同じ意味で多量用いられる。

(11) アルカリ

Ni が耐蝕材料として最も著しいかつ有用な特色はアルカリ特に NaOH に完全に耐えることである。NaOH を 50% にまで濃縮する蒸発器で試験した結果によると腐蝕度は 0.6 mdd あるいは 0.0001 ipy の無視できる程度であり、約 75% に濃縮する蒸発器では 0.003 ipy で鉄鋼の腐蝕度の約 1/100 である。

濃厚 NaOH や熔融 NaOH に対する耐蝕性は酸化物皮膜によるのであって、薄い黒い酸化物皮膜があると熔融 NaOH による腐蝕度は 20 mdd あるいは 0.003 ipy, 皮膜が存在しないと 150 mdd あるいは 0.025 ipy の程度である。600°F 以上では保護皮膜が生じ易いが約 400°F になると保護作用のない緑色の酸化物を生ずる。約 600°F 以上の熔融 NaOH に用いるには“L”ニッケルと称する低炭素 Ni がアルカリによる結晶粒間侵蝕に耐えるのでよい。

しかしアルカリ工場におけるアルカリ熔融鍋には用いられない。精製のために熔融アルカリに S を加えるがこれが浴面の処で Ni を速かに侵すからである。S を含まないアルカリならば 1300°F で 8 ヶ月も用いても侵されることがない。鉄鋼ならば 3 週間の寿命である。

Ni は無水アンモニアに侵されないし、液体アンモニアあるいは 1 % 以下の水酸化アンモニウムに耐える。空気を吹込むと 10% 以下の濃度のとき Ni は不働態になるが、もっと濃い溶液中に空気が存在すると多少腐蝕性になる。

(12) 乾湿ガス

NO, Cl₂, SO₂, NH₃ などのガスは乾燥していれば常温で Ni を侵さないが水分を混じているときは多少腐蝕性である。また Ni は HCl ガスや Cl₂ ガスを扱える最も有効な材料で高温 1000°F まで用いられ、1000°F の HCl ガス中で Ni は 0.037 ipy の腐蝕度を示す。第 8 表は Cl₂ ガス中の腐蝕度を示す。但しガス中に酸化剤が含まれていないときの結果である。F₂ および HF ガスに

第8表 高温塩素ガス中の Ni の腐蝕

温 度		腐 蝕 度	
°C	°F	mdd	ipy
150	302	2.5	0.0004
250	482	重量増加	—
300	572	7.5	0.0012
400	752	220	0.035
500	932	260	0.042
600	1112	3480	0.565

も 1000°F までよく耐える。

高温水蒸気には 800°F まで耐え、高速度の水蒸気による摩耗蝕に非常に耐えるのでタービン部品に普通に用いられている。

水蒸気、空気および CO₂ の混合ガスからの凝縮液は金属に対し腐蝕性であるが、Ni はガスとして CO₂ が 40 % 以下ならば腐蝕されない。Fe の腐蝕生成物が存在するとこの CO₂ の安全限が約 30 % に減る。

S を含まない酸化性雰囲気中では Ni は約 1900°F まで、還元性雰囲気 (H₂ または CO) 中では約 2300°F まで用いられる。

Ni は N₂ と H₂ の混合ガスや NH₃ ガスがアンモニア合成に適当な条件のもとにあるときには耐えないが窒化作業で遭遇する条件のもとではアンモニアおよびアンモニアの熱分解によって生ずる N₂ と H₂ の混合ガスに耐える。この場合 1050~1100°F まで有効である。

Ni はアンモニア酸化法で遭遇するアンモニアと空気の混合物に侵されないので混合ガスをコンバーターに導くパイプに、コンバーターの連結に、およびコンバータ

ーの中の Pt の酸化触媒の支持用に多量用いられる。後者の目的には 3~3.5% Si を合金させた Ni 鋳物が酸化によく耐える。

Ni は 600~700°F 以上では S ガスに侵され、還元条件のときは酸化条件のときより一層悪い。1190°F 以上になると Ni と NiS の共晶が熔融して結晶粒間に滲入して Ni を崩壊させる。SO₂ ガス中では Ni は約 600~1800°F 間では多少硫化をうけるが 1800°F 以上では硫化は著しく減ずる。Ni に約 4 % Mn を合金させると少量の S を含む酸化性ガスに耐えるようになる。この合金は普通点火栓電極や殊に汽船のボイラーの耐火物を固定するボルトに用いられる。

(13) 熔融金属

Ni とモネルは Al, Sn, Pb, 軟蠟, Bi, Sb, Zn, 真鍮などの熔融金属に接してはならない。Hg によるアマルガメーションには耐え約 700°F まで用いられる。歪除去焼鈍をしておくのがよく、その際酸化物を生じても酸化物皮膜は Hg に耐えるのを助けるから除かない方がよい。モネルに対しても同様である。インコネルは Ni やモネルよりも一層アマルガメーションに耐える。

(以下次号)

文 献

- 1) "The Hygienic Significance of Nickel", Journal Industrial Hygiene, 6, 307~356 (1924)
- 2) A. D. Pratt: "Does the Nickel Dissolved from the Container During Pasteurizing Catalyze the Destruction of the Vitamins of Milk?" Journal Nutrition, 3, 141~155 (1930)
- 3) J. I. Crabtree & G. E. Matthews: "The Resistivity of Various Materials Towards Photo graphic Solution" Ind. Eng. Chem, 15, 666~671, (1923)

報 文 募 集

金属の腐蝕および防蝕に関する試験研究の報文を募集いたします。次の投稿規定ご参照の上ふるってご投稿下さい。

—規

- 1 投稿者は原則として本委員会の構成員および維持会員に所属する者に限る。ただしこれ以外の協同研究者を含むことは差支えない。
- 2 原稿の採否は編集委員会に一任すること。編集委員会は字句の加除修正一部変改を行うことがある。
- 3 報文は本誌に掲載される前に他誌に発表されていないものに限る。
- 4 既に講演により発表済みのものは原稿第1頁に脚注として講演会名、年月日、場所を記載すること。
- 5 報文は 400 字詰原稿用紙を使用し、字数は 9000 字以内とする。
- 6 原稿は横書とし、平かな国語体、新かなづかいを使用し、術語以外はなるべく当用漢字による。
- 7 原稿には題目、著者名および著者所属機関を邦

定—

- 文と英文で明記する。
- 8 英文抄録はなるべく付けること。
- 9 記述は簡潔にし、表または曲線のいずれか一方として重複をさける。
- 10 図表中の文字は邦文を用い、文中に入れる位置を指定する。
- 11 図は白紙または方眼紙に鉛筆で丁寧に記入したものでよい。
- 12 引用文献は本文中の当該人名あるいは事項の右肩に 1) の如く通し番号を付し、文末に一括する。
- 13 投稿報文は当委員会に到着の日をもって受理日とする。
- 14 著者には別刷 50 部を贈呈する。
- 15 投稿した原稿はあらかじめ申出がない限り原則として返還しない。