

ある。

以上のほか第IV報<sup>1)</sup>で示したように耐バナジウムアタック性は SUS32TB よりもすぐれており、本鋼種がボイラ過熱管として使われることを念願している。なお現在引続き許容応力の決定に必要な諸データをとるべく実験中である。

### 文 献

- 1) 佐々木, 幡谷: 鉄と鋼, 52 (1966) 10, p. 1566
- 2) 住友金属: 高温用鋼管材料の高温強度特性について (1962-7) [技術誌別冊]

## 含N-21Cr-12Mn 系并用耐熱鋼におよぼす Ni 添加の影響について\*

特殊製鋼

工博 日下 邦男・生嶋 一文

Effect of Ni on the Properties of 21Cr-12Mn-N Type Heat Resisting Steels for Exhaust Values

Dr. Kunio KUSAKA and Kazuo IKUSHIMA

### 1. 緒 言

自動車や二輪車に用いられる排気并用鋼は非常に苛酷な条件のもとで使用されるため、一般に(1)高温強度の高いこと。(2)耐酸化性や耐食性にすぐれていること。(3)作動温度にくり返し加熱冷却されても変形や割れの生じないこと。(4)その他鍛造性や溶接性の良好なこと、など種々の性質が要求される<sup>1)</sup>。しかし最近高オクタン価ガソリンが使用されるようになり、エンジンの作動温度が上昇し、ガソリンの燃焼生成物である酸化鉛<sup>2)</sup>によつて排気弁が非常に腐食されるようになり酸化鉛耐食性がつよく要求されるようになってきた<sup>3)~5)</sup>。なかでもレーサーなど特殊車に使用される排気并用鋼はいちじるしい酸化鉛腐食をうけるため、従来の并用鋼では使用に耐えないことが経験され、現在では Inconel X や Nimonic 90 などの超耐熱鋼が使用されている<sup>6)</sup>。しかしこれら超耐熱鋼は Ti, Al を多量に含有するため

真空溶解が必要で非常に高価であるので、并用鋼として比較的低廉で、超耐熱鋼に匹敵しうる酸化鉛耐食性を有する鋼種を得ることを目的に 21Cr-9Mn-N 系ならびに 21Cr-12Mn-N 系に Ni を種々添加し、酸化鉛耐食性を調べたので報告する。

### 2. 供試材ならびに実験方法

3kVA 高周波誘導炉により 500 g ingot を溶製し、これを鑄造のまま 1150°C × 1hr O.Q. 750°C × 6hr A.C. の熱処理をほどこして 12 mm φ × 12 mm に切削加工しエメリー 600 番まで研磨仕上げ後酸化鉛試験に供した。供試材の化学成分を Table 1 に示す。

Table 1 中 CRK-60 は 25kVA 高周波誘導炉により溶製した 7 kg 鋼塊を高温鍛伸したものである。

酸化鉛腐食試験は PbO 200 g をアルミナルツボ中に入れ 915°C および 1000°C に加熱し、この中に試料を 30 min 浸漬し、取出して表面付着物を 10% 酢酸溶液で除去し、秤量して腐食減量を求めた。硬度は 1150°C × 1hr 油冷後、750°C に時効して測定した。酸化試験は CRK-22, 21-4N 鋼を比較材として 1100°C × 1hr 油冷の溶体化処理後 900°C 大気中で 100hr までの酸化増量を測定した。

### 3. 結 果

耐熱鋼の酸化鉛耐食性はフェライト系、マルテンサイト系に比べオーステナイト系がかなり良好であるが、オーステナイト系においても Table 2 に示すごとく鋼種や合金成分によりかなり異なつた耐食性を示す。

SUH-31 は従来排気并用鋼として広く使用されていた鋼種であるが Si を 2% 含有し、さらに W を多く含有するため酸化鉛耐食性が非常に悪く、現在では自動車用排気弁にはほとんど使われていない。現在一般自動車用に用いられている排気并用鋼は CRK-220 や 21-4N 鋼であつて、これらの酸化鉛耐食性は 915°C で 20~30 g/dm<sup>2</sup>/hr, 1000°C で 50~70 g/dm<sup>2</sup>/hr 移度である。しかしレーサーなど特殊車に対してはこのクラスでも使用に耐えられず Nimonic 80 や 90 などのすぐれた酸化鉛耐食性を有する鋼種が使用されている。CRK-60 は今回の実験により得た鋼種であるが、非常にすぐれた酸化鉛

Table 1. Chemical composition of specimens.

Steel No	C	Si	Mn	Ni	Cr	N	Al
RNG-404	0.58	0.24	8.91	4.03	20.78	0.40	0.06
410	0.60	0.22	9.02	9.66	21.00	0.34	0.10
703	0.58	0.26	9.48	19.95	21.13	0.28	0.08
705	0.61	0.27	8.80	37.48	19.51	0.21	0.07
707	0.63	0.29	9.26	49.15	20.63	0.18	0.07
708	0.52	0.27	8.42	53.70	18.97	0.12	0.08
709	0.68	0.29	12.26	4.03	21.22	0.40	0.08
710	0.69	0.42	12.04	9.63	20.81	0.40	0.07
711	0.73	0.41	12.52	19.84	20.77	0.38	0.10
712	0.67	0.39	12.36	27.54	21.23	0.33	0.08
713	0.66	0.42	12.07	39.39	20.27	0.24	0.08
714	0.67	0.42	12.42	49.53	20.41	0.26	0.10
CRK-60	0.67	0.38	12.28	36.04	21.90	0.35	0.08

\* 第73回講演大会にて発表 講演番号 188 昭和42年5月10日受付

Table 2. Results of lead oxide corrosion test.

Type of steel	Chemical composition (%)									Weight loss (g/dm <sup>2</sup> /hr)	
	C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Co	R	Others	915°C test	1000°C test
SUH-31	0.4	2.0	0.5		14	15			W 2.5	180	
21-4N	0.5	0.25	9		4	21		0.4		19	45
CRK-220	0.3	0.3	1.0	0.2	11	20				27	65
Nimonic 80	0.07	0.8	0.8		70	20	2		Ti 2.2		15
Nimonic 90	0.07	1.0	0.8		55	20	20		Ti 2.5		4
CRK-60	0.67	0.38	12.28		36.04	21.90		0.35		4	5

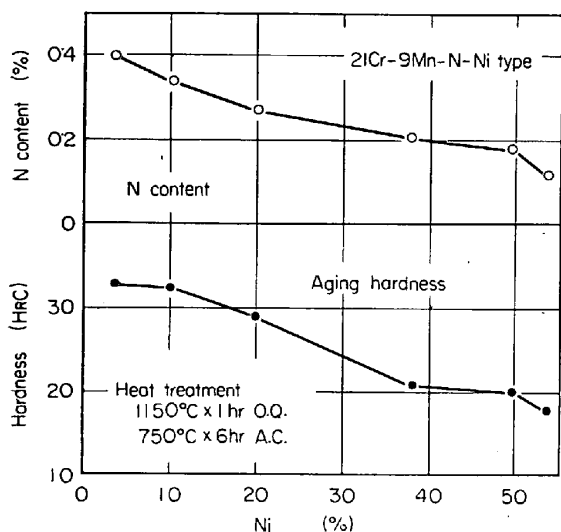


Fig. 1. Effect of Ni on the N content and aging hardness of 21Cr-9Mn-N-Ni type steels.

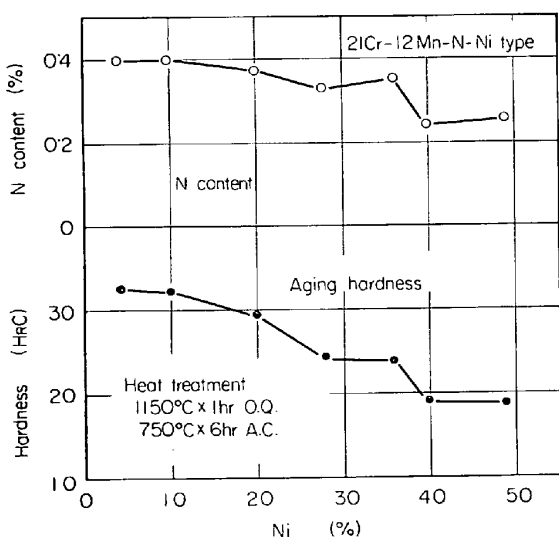


Fig. 2. Effect of Ni on the N content and aging hardness of 21Cr-12Mn-N-Ni type steels.

耐食性を有することがわかる。

Fig. 1は 21Cr-9Mn-N-Ni 系の硬度, N量と Ni 添加量の関係を示したものである。Nは 0.4% を目標に溶解を行なったが Ni の増加とともに固溶量が減少し, 40%Ni で 0.2% まで低下した。また時効硬度も Ni の添加量とともに低下し, Ni 37% で HRC 21 を示した。

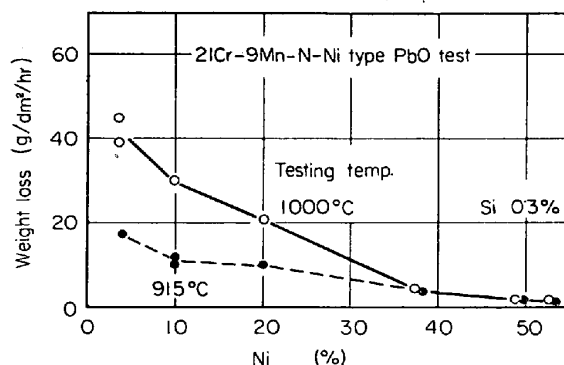


Fig. 3. Effect of Ni on the corrosion resistance of 21Cr-9Mn-N-Ni type steels against molten PbO.

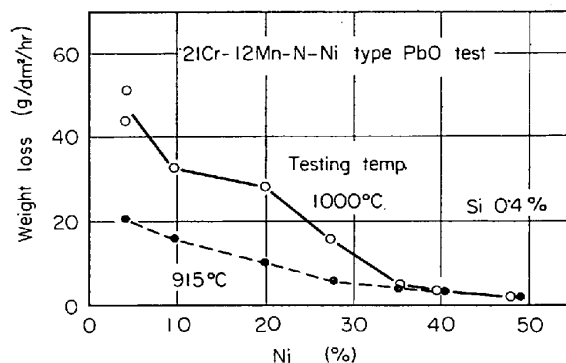


Fig. 4. Effect of Ni on the corrosion resistance of 21Cr-12Mn-N-Ni type steels against molten PbO.

Ni 添加による硬度低下を少なくするため N 固溶量を高めたが N 含量は Mn 量とも関係があるので Mn を 9% から 12% に高めてみた。結果は Fig. 2 に示すごとくであり, Mn を高めることにより N の固溶量がやや増加した。また硬度低下の割合もやや減少し, Ni 20% 付近までは HRC 30 程度, Ni 36% 付近で HRC 24 の硬度が得られた。

21Cr-9Mn-N-Ni 系の酸化鉛耐食性におよぼす Ni の影響を Fig. 3 に示す。Ni 4% は 21-4N 鋼と類似成分であり, 耐食性は 915°C で 18 g/dm<sup>2</sup>/hr, 1000°C で 40 g/dm<sup>2</sup>/hr 前後であるが, Ni の増加にしたがって耐食性は向上し, Ni 37% でほぼ Ni 基超耐熱鋼に匹敵する耐食性を有するようになる。すなわち 1000°C における値が 5 g/dm<sup>2</sup>/hr 程度と著しく低くなる。12Mn

Table 3. Mechanical properties of 21Cr-12Mn-36Ni-0.35 steel.

Testing temp. (°C)	Yield strength (0.2%) (kg/mm <sup>2</sup> )	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Impact value (kg·m/mm <sup>2</sup> )	Hardness HRC	Weight loss (PbO) (g/dm <sup>2</sup> /hr)
18	35.5	81.6	8.5	8.5	1.4	24	—
800	25.8	30.6	29.0	49.0	2.4	—	5.0 at 1000°C

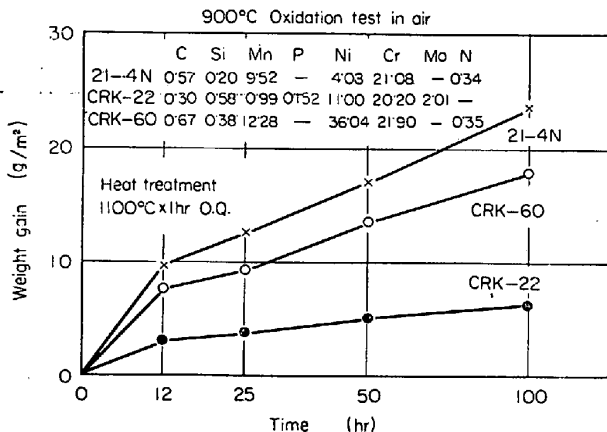


Fig. 5. Results of 900°C oxidation test in air of 21-4N, CRK-60 and CRK-22.

系における Ni の影響は Fig. 4 に示すごとく、9Mn系とほぼ同様の傾向を示し、耐食性は Ni の添加量とともに向上する。Ni が 36% 付近で超耐熱鋼に匹敵する耐食性が得られ、それ以上 Ni を添加しても耐食性はほとんど変化しないようである。

Fig. 5 は 21Cr-12Mn-36Ni-0.35N 系の CRK-60 の 900°C 大気中における酸化試験結果を示したもので、比較材に 20Cr-11Ni-2Mo 系の CRK-22、21Cr-9Mn-4Ni 系の 21-4N 鋼の結果を示した。CRK-60 は Mn を 12% と多量に含有するため耐酸化性は CRK-22 に比べあまり良くないが 21-4N 鋼に比べるとかなり耐酸化性の良好なことが分る。CRK-60 の常温ならびに 800°C 高温における機械的性質の 1 例を示せば Table 3 のごとくである。

#### 4. 結 言

レーサーなど特殊車に使用される排気弁用鋼は Nimonic 90 などの超耐熱鋼に匹敵するすぐれた酸化鉛耐食性が要求される。この要求をみたし、かつ超耐熱鋼よりも低廉な鋼種を得ることを目的に実験を行なった結果、21Cr-9Mn-N 系および 21Cr-12Mn-N 系の酸化鉛耐食性は Ni の添加によりじよじよに向上し、Ni 36% 以上になると非常に耐食性が良好となり超耐熱鋼に匹敵しうることがわかった。硬度は Ni の添加量とともに低下するが Mn を増加し、N の固溶量を多くすることにより硬度の低下を少なくすることができる。耐酸化性は 21Cr-12Mn 系においても 21-4N 鋼に比べかなり良好である。

#### 文 献

- 1) 日下: 特殊鋼, 11 (1962), p. 38
- 2) L. F. DUMONT: Ind. Eng. Chem., 45 (1953), p. 1336
- 3) S. D. HERSON: Metal Progress, 37 (1940), p. 541

- 4) M. J. TAUSCHEK: Auto. Ind., 1 (1955), p. 52
- 5) M. J. TAUSCHEK: Handbook of Mechanical Wear, (1961), p. 252
- 6) 日下, 生嶋: 金属学会誌, 30 (1966), p. 226
- 7) 日下, 山崎: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 737
- 8) Metals Handbook (ASM), (1961), p. 626

### SAE 51440C におよぼす Mo の影響について\*

山陽特殊製鋼

工博 結城 晋・梶川和男・坪田一一

The Effect of Mo on the Properties of SAE 51440C

Dr. Susumu YŪKI, Kazuo KAZIKAWA and Kazuichi TSUBOTA

#### 1. 緒 言

SAE 51440C は耐熱耐食軸受用鋼、バルブその他に使用されるが、Mo の規格が <0.75% とあるのみで、その定量的な影響が明白でない。そこで Mo 量を同一ヒート内で 3 段階に変えて溶製し、その影響を調査した。鋼中の Mo は焼入性と焼もどし軟化抵抗を増大させるとされているが、440C では特に焼入性に効果があり、機械的性質その他にはあまり差が見られなかった。

#### 2. 供 試 材

供試材は 150 kg 高周波炉にて溶解し、50 kg 鋼塊に Mo 投入量を変えて上注 3 本取りとし、これを 70φ と 30φ に鍛伸して供試材とした。Table 1 に化学成分を示す。

70φ の試片は被削性試験(ドリルテスト)と Uカーブ作成に用いその他の試験はすべて 30φ の試片によつて行なつた。

なお、Photo. 1 に 30φ 試片の焼入-焼もどし組織を示す。

#### 3. 実 験 結 果

##### 3.1 焼入性におよぼす Mo の影響

焼入性におよぼす Mo の影響を調査するために JISG 0561 よる Jominy 試験片を作成し、1050°C に 30 min 保持後、一端焼入試験を行なつた。1050°C は焼入カタサ-焼入温度曲線において、ピークのかたさの得られる温度である。結果を Fig. 1 に示す。これによつてわかるように焼入カタサは Mo 量の順にほぼ平行になり Mo が焼入性に影響のあることがわかる。また Uカーブによつてもこの傾向が見られ、やはり Mo 量の多いほど、焼

\* 第72回講演大会にて発表 講演番号 253 昭和41年11月10日受付