

ると衝撃値を向上する。Co を減少すると衝撃値は低くなり S-590 成分のものでは  $3.4 \text{ kgm/cm}^2$  となる。W および W+Mo が増加するとやゝ衝撃値は低くなる。高温においては衝撃値は大となり常温において  $4.4 \text{ kgm/cm}^2$  のものが  $700^\circ\text{C}$ ,  $750^\circ\text{C}$  においてはそれぞれ  $7.76$ ,  $8.4 \text{ kgm/cm}^2$  と向上する。 $750^\circ\text{C}$  の高温衝撃値におよぼす合金元素の影響としては C, Si,  $\Sigma\text{N}$ , W Mo の増加につれて衝撃値は低下し, Cb, Co の増加につれて大となる傾向を有す。

### III. 結 言

以上 C 0.4, Si 0.4, Mn 1.2, Ni 20, Cr 20, W 4 Mo 4, Cb 3.8, Co 42% を基本成分として C, Si, Co, W, Mo, Cb をしゆじゆに変化せしめまた V, N, L.C.A, B 等を添加してこれら合金元素の影響を調査したが結果の概要は次のごとし。

(1) C が増加すると破断時間はいちじるしく長くなり破断後の伸は C 0.4% で最大となりそれ以上 C の増加につれて低下する。常温および高温衝撃値も C の増加につれて低下する。

(2) Si を増加すると硬度は大となるが破断時間は急激に低下し, 衝撃値もまた低下する。

(3) Co 量を低下すると破断時間は短くなるが伸はほとんど変化しない。常温および高温衝撃値も Co を下げると低下する。

(4) L.C.A を 1% 添加すると伸をいちじるしく大ならしめ, また破断時間も向上させる。また Cb が 4% 以上になると破断時間を短かくする傾向を有す。

(5) W, Mo を増加すると破断時間を長くするが, 伸, 衝撃値を低下する。N 添加は破断時間を向上するが衝撃値をやゝ低下する。また W, Mo を 1% ずつ下げて V 2% を添加した場合には伸がいちじるしく大となる。

## (119) 高 N-19 Cr-8 Ni 系弁用鋼の研究

### Effect of Various Elements on Properties of High-Nitrogen 19 Cr-8 Ni Valve Steel

M. Kitahara, et alii.

特殊製鋼, 研究所

工博 山中直道・工 日下邦男・工〇北原正信

### I. 緒 言

近来自動車エンジンは高圧縮比と高オクタン価ガソリンを使用する傾向にあるためその作動温度が高まり, その結果バルブの寿命が低下するおそれが生じて来ている。弁用鋼としては耐熱性ならびに高温強度と共に常温抗張力も高いことを必要とする。弁用鋼の性能向上を計

Table 1. Chemical composition of steel tested.

Steel No.	Chemical composition (%)												
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Mo	V	Cb	Cu	$\Sigma\text{N}^2$
CRN-2	0.39	3.38	1.09	0.010	0.002	8.06	19.68						0.22
—3	0.35	3.49	1.03	0.014	0.006	8.19	19.83	1.55					0.22
—4	0.39	3.52	1.04	0.017	0.008	8.12	19.59	3.31					0.24
—5	0.37	3.41	1.16	0.014	0.008	8.18	20.00		1.50				0.27
—6	0.41	3.36	1.15	0.021	0.004	8.16	20.03		3.06				0.20
—7	0.38	3.52	1.03	0.010	0.002	7.18	20.06				0.45		0.24
—8	0.38	3.38	1.28	0.008	0.004	8.24	19.79				1.19		0.25
—25	0.41	3.61	1.33	0.014	0.014	8.09	19.40	0.58	0.46				0.22
—9	0.37	3.57	1.09	0.016	0.006	8.12	19.42	1.90	1.50				0.26
—11	0.40	3.55	1.01	0.014	0.003	8.37	20.60			1.14			0.27
—14	0.37	3.54	0.90	0.014	0.004	8.26	20.06			2.14			0.16
—12	0.40	3.10	1.20	0.011	0.014	8.36	19.52					2.05	0.21
—13	0.40	2.93	1.18	0.012	0.005	8.47	19.35					3.04	0.19
—15	0.39	0.37	1.01	0.011	0.007	8.10	19.36						0.33
—16	0.39	1.10	1.09	0.011	0.006	8.20	19.85						0.32
—17	0.49	1.81	1.24	0.018	0.008	7.80	19.13						0.21
—24	0.42	2.25	1.18	0.013	0.007	8.24	19.40						0.23
—20	0.24	3.46	1.25	0.012	0.007	8.08	19.57						0.20
—19	0.30	3.19	1.29	0.012	0.007	8.14	19.74						0.20
—18	0.47	2.58	1.17	0.013	0.009	7.95	19.56						0.22
—23	0.37	3.12	1.23	0.017	0.006	9.73	19.45						0.20
—27	0.39	3.39	1.31	0.010	0.008	8.00	18.61						0.150
—31	0.42	2.86	1.34	0.020	0.013	8.10	19.31					0.04	0.034
SEH-4	0.40	1.88	0.50	0.027	0.014	14.14	14.86	2.68					

るのに外国では窒素を添加したオーステナイト鋼が考慮されているようであるが、わが国ではこの鋼種に関する資料が乏しいので、われわれは高 N-19 Cr-8 Ni 系弁用鋼の性質におよぼす各種元素の影響について調査を行った。すなわち C 0.4%, Si 3%, Cr 19%, Ni 8%, N<sub>2</sub> 0.2% を基本成分として C, Si, Ni を変化せしめまた W, Mo, V, Cb, Cu 等を添加してこの影響を調べた。

供試材は Table 1 に示すごとき成分で 35 KVA 高周波誘導炉で 7 kg 鋼塊を熔製し、16φ mm に圧延して使用した。

## II. 実験結果

### (1) 硬度変化

1050°C 油冷硬度は C の増加につれて上昇し、Cu, V 添加の多くなるにつれて低下する。また W, Mo 添加および Si の増加によつても硬度は上昇する。1100°C 油冷硬度はかなり軟化するが同様の傾向を示す。次に小試片を 950~1150°C より油冷したのち 750°C で 100 h まで焼戻して硬度変化をみた結果、1150°C 油冷では硬度はかなり軟化するが、焼戻による硬度の上昇が顕著でこの程度は N<sub>2</sub> の多いほど大であり、また 100 h 焼戻後の硬度は W, Mo を含むものが高く、Cu 添加をしたものおよび Ni の高いものは低い。また C の多くなるにつれて焼戻硬度も大となる。

### (2) 冷間加工の影響

冷間加工による硬度変化をみるために 1050°C 油冷後常温で引張り破断せしめた試料につき Hv 硬度を測定し、断面収縮率と硬度の関係を求めた。この結果基本成分のものは冷間加工度 15% で Hv 390, 25% で Hv 420 前後に達し、さらにこれを 500°C に焼戻すと冷間加工度 25% の場合で Hv 460 に上昇する。つぎに冷間加工による  $\gamma \rightarrow \alpha$  変態の様相をみるために圧縮加工を行つてその導磁率変化をみた。まず 1050°C 油冷のままでは V 1% を含むものは  $\mu$  は 1.2, V 2% で  $\mu$  は 3 前後となる。8×10 mm 断面の 10 mm 高さを 9 mm に圧縮すると N<sub>2</sub> 量の少ないものは  $\mu$  が 1.25 位に上昇し、Ni の低いものも  $\mu$  の値を増す。8.5 mm に圧縮の場合 Ni 9.7% のもの、および Cu を添加したもの、Si の低いものは  $\mu$  の増加はほとんどない。

### (3) 常温機械的性質

圧延機を 1050°C 油冷後常温にて引張試験およびシャルピー衝撃試験を行つた。降伏点は 0.2% 永久変形点をとつた。N<sub>2</sub> 添加はいちじるしく降伏点、抗張力を向上させ、例えば N<sub>2</sub> 添加を行わぬ  $\Sigma$  N<sub>2</sub> 0.034% のもの

のは降伏点 49 kg/mm<sup>2</sup>, 抗張力 87 kg/mm<sup>2</sup> であるが、N<sub>2</sub> を 0.2% 添加すると降伏点は 70 kg/mm<sup>2</sup> に、抗張力は 106 kg/mm<sup>2</sup> に上昇し、伸、絞りはやゝ低下する。C の増加につれて降伏点、抗張力は大となり、伸、絞りは、衝撃値は低下する。すなわち C 0.24% では降伏点 63 kg/mm<sup>2</sup>, 抗張力 102 kg/mm<sup>2</sup>, 衝撃値 11 kgm/cm<sup>2</sup> を示すが、C 0.39% ではそれぞれ 70 kg/mm<sup>2</sup>, 106 kg/mm<sup>2</sup>, 4.6 kgm/cm<sup>2</sup> となる。Si の増加につれて降伏点が上昇し、伸、絞りはやゝ低下する。衝撃値は Si の増加によつて低下の傾向を示す。W, Mo 添加によつても降伏点、抗張力は大となる。V 添加によつては降伏点、抗張力ともに低下し衝撃値も低下する。Cu の添加によつて降伏点、抗張力は低下し、伸、絞りは、衝撃値は上昇する。Cb 添加によつてはほとんど影響はない。Ni が増加すると抗張力はやゝ低下するが、伸、絞りは、衝撃値は向上する。Fig. 1 は常温機械的性質の一例を示すものである。

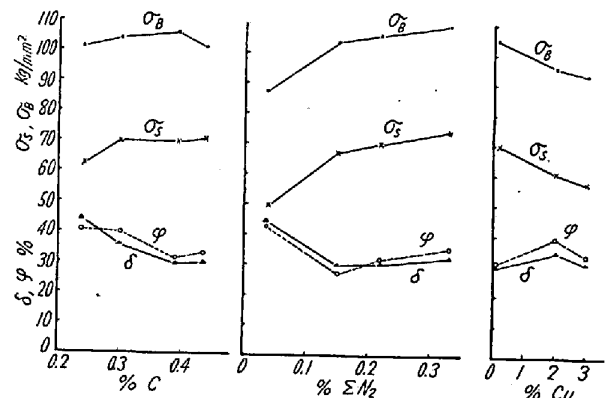


Fig. 1. Mechanical properties at room temperature.

### (4) 高温機械的性質

1050°C 油冷後 750°C にて高温引張および衝撃試験を行つた。C の影響はあまり顕著でなく、C の上昇につれて降伏点が僅か上昇し、C 0.3% のもので降伏点 33 kg/mm<sup>2</sup>, 抗張力 44 kg/mm<sup>2</sup> となり衝撃値は 7 kgm/cm<sup>2</sup> となる。W, Mo 添加によつては降伏点、抗張力は顕著に上昇するが 1.5% 以上の添加ではあまり効果はなくなる。V 添加は抗張力、衝撃値共に低下する。Cu 添加および Ni が多くなると衝撃値は向上し、Cb 添加は降伏点を上昇する傾向を示す。N<sub>2</sub> 添加は降伏点、抗張力を上昇させ、N<sub>2</sub> 0.33% では降伏点は 43 kg/mm<sup>2</sup> に達するが、伸、絞りを低下させる。Fig. 2 は試験温度を変えた場合の機械的性質を SEH-4 と比較して示したものである。

なお 1150°C × 1 h 水冷、700°C 焼戻後、9φ × 50 mm

試片を用いて 650°C および、700°C でラプチャー試験を行った結果についても報告する。

化抵抗が大となり、W, Mo を少量添加することにより高温抗張力が大となることが判明した。

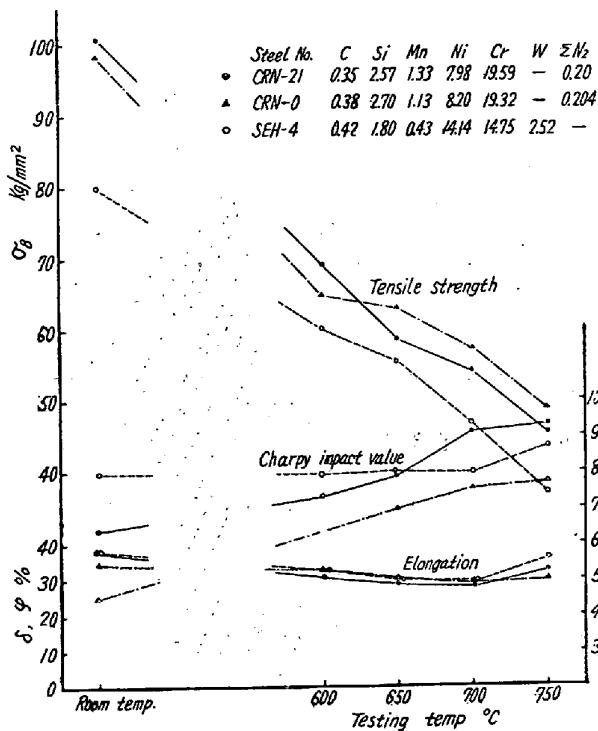


Fig. 2. Mechanical properties at high temperature.

(5) 酸化試験

弁は高温の排気ガスによって酸化および腐蝕を受けるが、実験室的には空気中の酸化試験および熔融鉛化合物中に浸漬した場合の重量減によってその性能を推定する方法がとられている。まず空気中の酸化試験としては、1050°C 油冷後 12φ×40 mm 試片をつくり、04 ペーパー仕上りの後管状電気炉にて 900~1100°C でおのおの 24 h 加熱して酸化増量を測定し、また繰返し加熱冷却を行った場合についても試験した。1100°C では 1000°C におけるよりもかなり酸化増量は増し、とくに Si の低いもの、および SEH-4 においていちじるしい。合金元素の影響としては Si の増加につれて急激に酸化増量は減少する。W, Mo, V, Cu, Cb の添加によって酸化増量は増加の傾向を示す。SEH-4 は本鋼種の基本成分のものに比較して酸化増量はかなり多い。熔融鉛化合物としては PbO, PbO+PbSO<sub>4</sub> 中に浸漬試験を行った。

III. 結 言

以上 C 0.4%, Si 3%, Mn 1.2%, Ni 8%, Cr 19%, N<sub>2</sub> 0.2% を基本成分として W, Mo, V, Cb, Cu を添加した C, Si および N<sub>2</sub> を変化させて試験した結果、N<sub>2</sub> 添加が常温および高温機械的性質をいちじるしく改善することを確認し、また Si の増加によって耐酸

(120) Fe·Al·Ti 系耐熱合金の研究

(焼鈍硬度および組織について)

Studies on Fe-Al-Ti System Refractory Alloy

(On annealing hardness and structure)

H. Horiguchi, et alii.

東京大学工学部

工博 芥川 武・工 藤田利夫・○堀口 浩

I. 緒 言

真空熔解技術の発達にしたがつて新しい耐熱合金が次々と作られているが、本研究は Fe-Al-Ti 系を採り上げ若干の基礎実験を行ったものである。

II. 実験試料

外熱式高周波真空熔解炉を用い試料約 2kg を熔解した。真空度は 5×10<sup>-4</sup>~10<sup>-3</sup> mmHg に保つ。

出来た鋼塊を鍛造し一部を 10mm 角に他を 20mm 丸に仕上げ、前者を焼鈍硬度測定用および組織観察用に後者をさらに機械加工を施しクリープラプチャー試験用とした。各試料の成分については Table 1 に示す。

Table 1. Chemical composition of specimens.

No.	Al	Ti	Additional elements
1	10.1	—	—
2	6.5	2.7	—
3	7.4	2.95	—
4	9.7	2.87	—
5	9.7	3.47	—
6	11.7	2.91	—
7	9.8	2.86	Ni 2%
8	9.5	2.88	Mo 2%
9	9.2	2.93	Cr 2%
10	9.2	2.85	Co 2%

III. 実験結果

添加出来る Al および Ti 量の限度を知るために、各試料の鍛造後の様子を観察すると、No.5 はいちじるしい割れが発生しており非常に脆くなっている。したがって Al が 10% 前後入っている物に Ti 3.5% の添加すると鍛造がいちじるしく難しくなることが判る。また No.6 では鍛造が出来たが機械加工はいちじるしく難しい。

600°C から 800°C 間を 50°C 置きに、おのおのの温度における焼鈍硬度を測定し Al および Ti 量の焼鈍硬度におよぼす影響および他の添加元素のこれにおよぼ