

(161) 15Cr-25Ni 系オーステナイト耐熱鋼におよぼす Ni, B および Mo+W の影響

(オーステナイト系耐熱鋼の研究—Ⅱ)

東京大学工学部 工博○藤田 利夫
日立金属工業 笹倉 利彦・九鬼 秀勝

Effect of Ni, B and Mo+W on 15Cr-25Ni Austenitic Heat Resisting Steels.
(Studies on austenitic heat resisting steels—Ⅱ)

Dr. Toshio FUJITA, Toshihiko SASAKURA
and Hidekatsu KUKI.

I. 緒 言

15%Cr-25%Ni 系オーステナイト鋼に, Mo 1.5%,

W 1.5%, Ti 4% および B 0.05% を添加したものが非常にすぐれたクリープ破断強度を有することは, 第 6¹⁾, 7²⁾, 8³⁾報にのべた。

本報では, この耐熱鋼から Mo+W を除いたもの, さらに B を 0.133% 添加したもの, また Ni を 35%, 50% に増加したものについて, クリープ破断強度, 時効硬度, 顕微鏡組織などにどのような影響をおよぼすかを調べた。

II. 試 料

試料は高周波真空溶解炉で 6kg 溶解し, 20mm 角棒に鍛造したものをクリープ破断試験に使用し, さらに 10mm 角棒に鍛造したものを時効硬度および顕微鏡試料に使用した。試料の化学成分を Table 1 に示す。

S1 は 15%Cr-25%Ni 系オーステナイト鋼に Ti 4%, B 0.05% 添加したもので著者らが求めた基準組成から

Table 1. Chemical composition of specimens. (%)

Steel No.	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	Ti	B	Zr
S 1	0.04	0.56	0.71	0.005	0.004	25.46	13.82	—	—	3.92	0.055	—
S 2	0.04	0.55	0.85	0.009	0.004	26.31	13.91	1.49	1.45	3.70	0.058	—
S 3	0.04	0.53	0.81	0.011	0.005	25.46	14.27	1.59	1.32	3.82	0.133	—
S 4	0.02	0.53	0.53	0.006	0.007	25.60	14.04	1.40	1.05	4.48	0.050	0.045
S 5	0.02	0.55	0.46	0.005	0.007	35.50	14.15	1.40	1.36	4.64	0.057	0.045
S 6	0.04	0.52	0.93	0.008	0.003	49.94	15.31	1.57	1.35	3.76	0.051	—

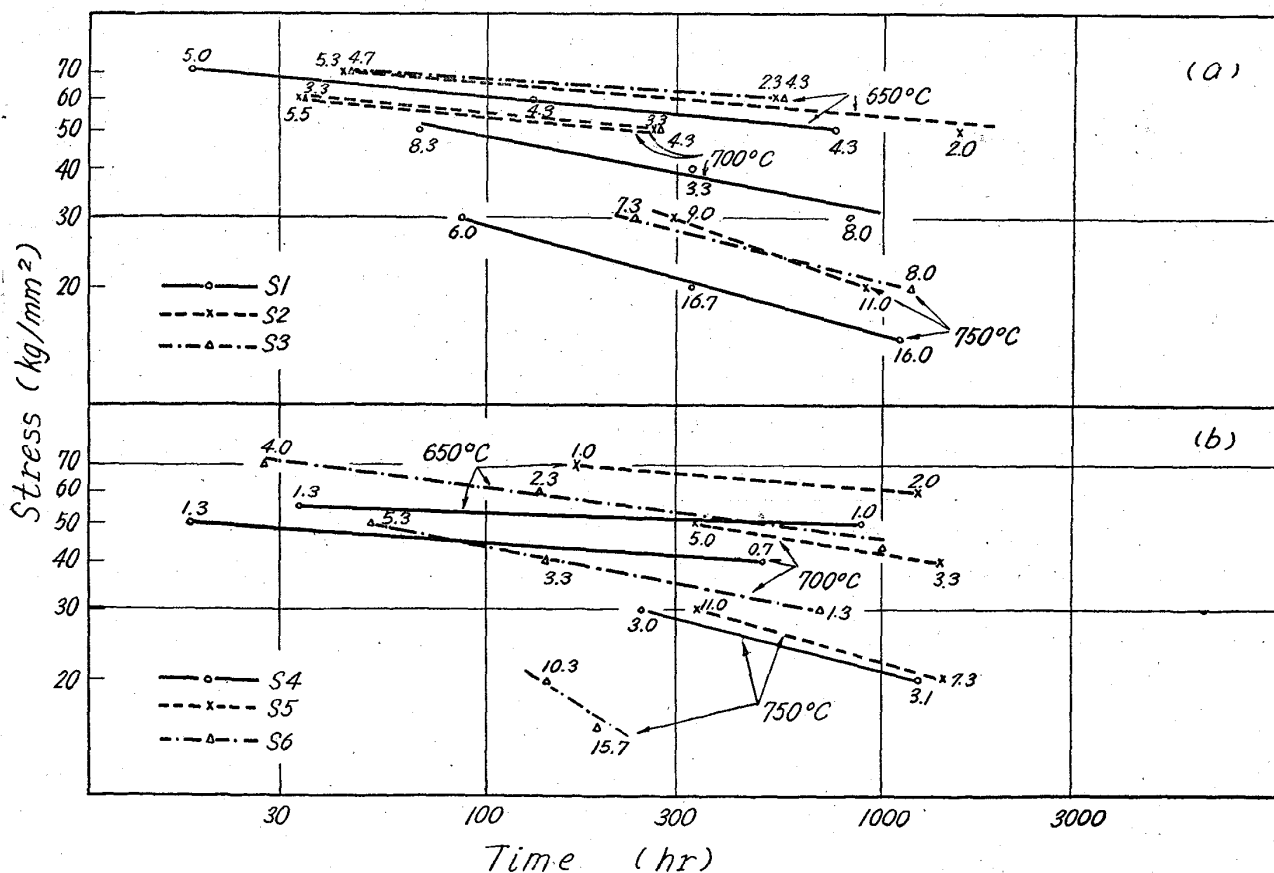


Fig. 1. (a) Effect of Mo plus W and B on rupture strength of 15%Cr-25%Ni austenitic heat resisting steels.
(b) Effect of Ni on rupture strength of 15%Cr-25%Ni austenitic heat resisting steels.

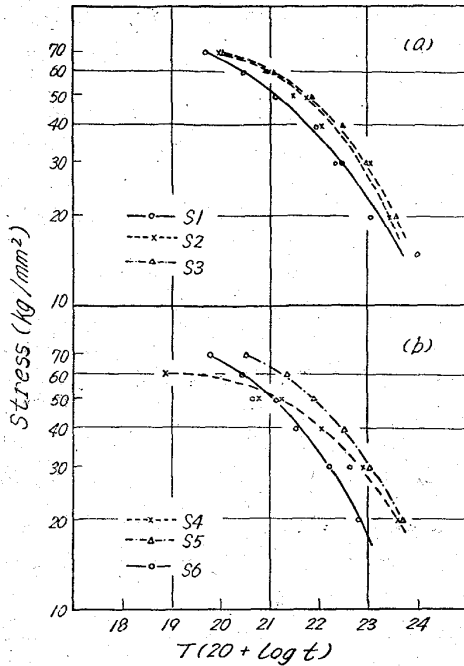


Fig. 2. (a) Effect of Mo plus W and B on rupture strength of 15%Cr-25%Ni austenitic heat resisting steels. (b) Effect of Ni on rupture strength of 15%Cr-25%Ni austenitic heat resisting steels.

Table 2. Creep rupture strength of 15% Cr-25% Ni austenitic heat resisting steels.

Steel No.	Rupture strength (kg/mm ²)					
	650°C		700°C		750°C	
	100 hr	1000 hr	100 hr	1000 hr	100 hr	1000 hr
S 1	62	45	47	31	30	16.5
S 2	67	52	54	38	36	20
S 3	67	53	55	40	38	21
S 4	56	47	49	35	34	21.5
S 5	74	57	58	43	40	23
S 6	63	41	43	25	23	6

MoとWを除いたものである。S2はS1にMo 1.5%, W 1.5%を各々添加した、いわゆる基準組成のものであり、さらにS3はS2のBを約2倍に高めたものである。S4, S5およびS6はNi量を25%, 35%および50%にしたものである。S6にはZrが添加されていない。

III. 実験結果

(1) クリープ破断強度

試験片は次の熱処理を行ない、650°C, 700°Cおよび750°Cでクリープ破断試験を行なった。

1150°C×1hr→油冷, 750°C×20hr→空冷

Fig. 1 (a) に Mo+W および B の影響, Fig. 1 (b) に Ni の影響の応力-時間曲線を示す。Fig. 2 (a) (b) は Larson-Miller によつて表わしたものであり、これ

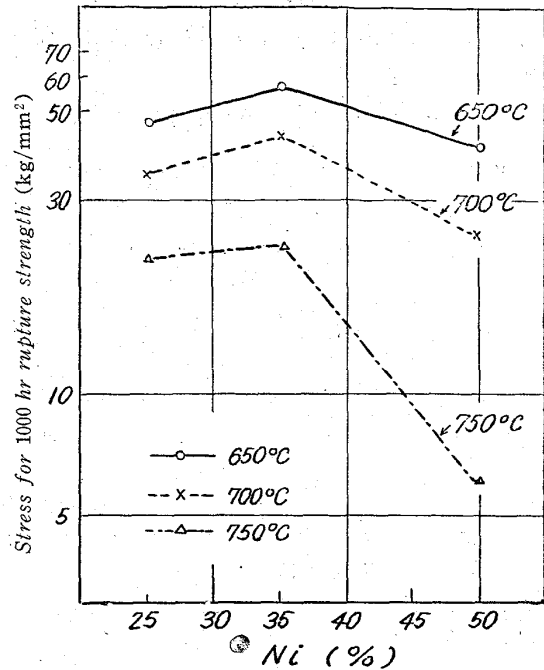


Fig. 3. Effect of Ni on 1000 hours rupture strength of 15%Cr-25%Ni austenitic heat resisting steels.

らから求めたクリープ破断強度を Table 2 に示す。

S1はMoとWを添加しない試料であるが、650°C~750°Cでのクリープ破断強度は低く、S1にMoとWを各々1.5%添加したS2は650°C~750°Cのクリープ破断強度が非常に改善される。S3はS2のBが約2倍になったものであるが、クリープ破断強度は若干よくなるだけで、むしろ加工性が悪くなるから、700°C~750°C付近で使用する場合は0.05~0.07%程度のBで十分と考えられる。S4~S6はNi量の影響であるが、Fig. 3に1000hrのクリープ破断強度におよぼす影響を示す。S5はNi 35%のものであるが、そのクリープ破断強度は最も高いが750°C付近では25%NiのS4とほとんど同じ程度の強度になる。Ni 50%のS6のクリープ破断強度が最も低く、特に750°Cでの低下は他のものに比べいちじるしく大きい。

(2) 時効硬度

次の熱処理を行ない、時効硬化現象を調べた。

溶体化処理 1150°C×1hr→油冷

時効処理 $\left. \begin{matrix} 600^\circ\text{C} \\ 650^\circ\text{C} \\ 700^\circ\text{C} \\ 750^\circ\text{C} \\ 800^\circ\text{C} \end{matrix} \right\} \times \begin{matrix} 1, 3, 10, 30, 100, 300, \\ 1000, 3000 \text{ hr} \end{matrix} \rightarrow \text{空冷}$

これらのうち代表的なものの時効硬度を Fig. 4 に示す。いずれも低温長時間側、高温短時間側において時効硬度が高い。クリープ破断強度が高温側で低下の大きいS6の時効硬度は他のものに比して高温長時間側で軟化がいちじるしく大きく、クリープ破断試験の結果と一致している。S6の最高時効硬度はHvで430~450位であるが、Ni 35%のS5は480にも達する。

また800°Cの時効では1hrでいずれも過時効を起

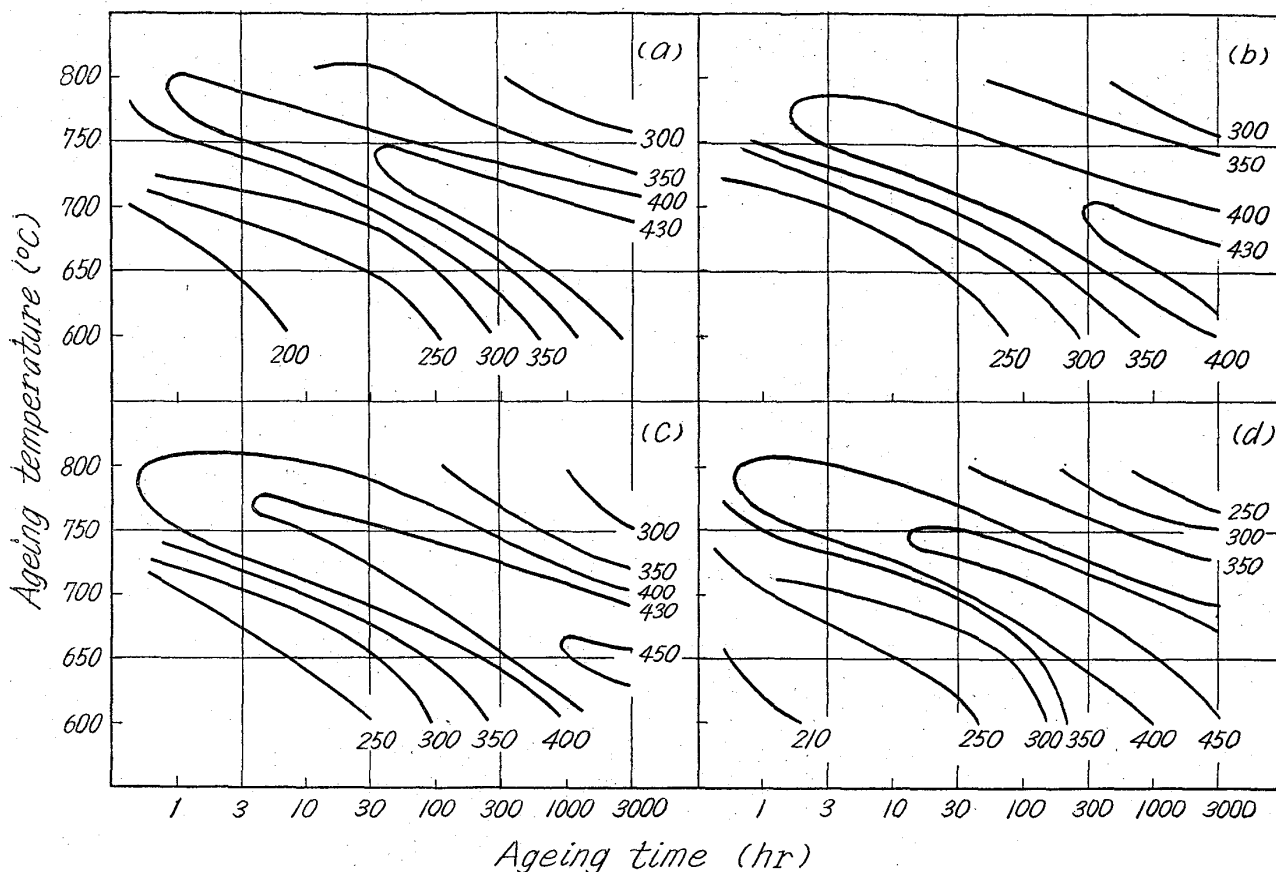


Fig. 4. Ageing hardness of 15%Cr-25%Ni austenitic heat resisting steels.
(a: S1, b: S2, c: S3, d: S6)

している。

(3) 顕微鏡組織

クリープ破断試験を行なう前の試験片について検鏡した。クリープ破断強度の低下の大きい S6 は 750°C, 20 hr の時効で、すでに全面析出を起し、過時効の状態になっている。Mo と W を添加しない S1 も全面にわたってかなり析出している。これらに比べて、S2, S3 はまた析出量は少なく、大部分固溶されたままである。すなわち、Mo と W の添加により Ni₃Ti の析出が遅らされるために、高温強度が改善されるものと考えられる。

IV. 結 言

15%Cr-25%Ni 系オーステナイト耐熱鋼におよぼす Mo+W, B および Ni の影響を調べたが、Mo+W の添加は高温側クリープ破断強度の改善に極めて有効である。B は 0.05% を 0.133% に高めてもクリープ破断強度はあまり高くないので、加工性から考えて 0.05% 位が適量である。Ni 量はあまり高くしてもクリープ破断強度を増さず、特に 50%Ni では逆に低下する。35%Ni のクリープ破断強度が最も高いが、高温長時間側では 25%Ni と比べてあまり差がなくなるので、Ni 量は 25% 程度で十分と考えられる。

時効硬度からクリープ破断強度を推定することはかなり困難であるが、顕微鏡組織と比較しながら判断すれば、ある程度クリープ破断強度の推定が行えると考えられる。

文 献

- 1) 藤田, 笹倉: 鉄と鋼, 48 (1962) 4, p. 604~606
- 2) 藤田, 笹倉: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1508~1509
- 3) 藤田, 笹倉: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 615~617

(162) 含 P 高 Ni 排気弁用鋼の研究

特殊製鋼

工博 日下 邦男・○山崎 光雄

Study on the Phosphorus Modified Heat Resisting Steels for Exhaust Valves.

Dr. Kunio KUSAKA and Mitsuo YAMAZAKI.

I. 結 言

従来、自動車用エンジンの排気弁としては 21-4N 鋼がひろく用いられているが、最近高回転高圧縮比の採用によつて弁の作動温度が著しく高くなる場合には、21-4N 鋼では高温強度も不足し、酸化鉛による高温腐食が激しく進行して使用に耐えないことが経験されるようになった。したがつてレーサーなどの特殊車に使用される高性能弁としては Inconel M, Nimonic 80A, Nimonic 90, Inconel X¹⁾ などの Ni 基超耐熱鋼が用いられるが、これらはいずれも Ti, Al を多量に含有す