

であるが、破断伸びを少し低下させ、Bの最適な添加量はこの実験から決めかねるが、クリープ強度を考慮するならば0.10~0.15%Bの方がよいようであり、クリープ破断強度について考えると低いB含有量でもよいと考えられる。

3.2 時効硬度および顕微鏡組織

硬度試料は鍛造により8mm厚×10mm巾にしたものを1150°C×1hr→油冷の溶体化処理を行なった後両面の脱炭層を削りとり、冷間圧延により50%の加工率(板厚減少率)にしたものについて硬度測定をし、時効による硬度低下を調べた。時効時間と温度は下記の通りである。

$$\left. \begin{array}{l} 600^\circ\text{C} \\ 650^\circ\text{C} \\ 700^\circ\text{C} \\ 750^\circ\text{C} \\ 800^\circ\text{C} \end{array} \right\} \times 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1000$$
 (一部 3000 hr)→空冷

硬度試験の結果によると、750°Cでは1000hr、800°Cでは300hrの時効後に硬度は全試料についてHvで200ほどになりクリープ破断強度との相関関係は認められない。700°Cの試料については1000hrの時効後もクリープ破断強度とある程度の相関関係が認められ、0.2%Cおよび0.6%TiのものについてはHvで310くらいの硬度を示し、Bの添加されていない試料の硬度低下は非常に著しくHv220ほどである。クリープ破断強度と硬度の相関関係は700°Cでは認めうるが、しかしさらに長時間になると同じ硬度になることは750°Cおよび800°Cの結果から類推され、硬度からこの系統の耐熱鋼の強度を予想することはかなり困難であると思われるが、短時間で相関関係がある程度あることから傾向を知ることは可能であると考えられる。注目されることは600°Cおよび650°Cで、3000hrの時効によつてもその硬度低下がきわめて少ないということから、この系統の耐熱鋼がHot cold workすることにより650°C以下の温度ではクリープ破断強度をいちじるしく増大させることが可能であることを示している。

顕微鏡組織については溶体化処理のままのもの、溶体化処理後20hr時効したもの(クリープ破断試験前のもの)について観察した。その結果、同じC量のものについてはTi量の増加とともに溶体化処理状態で未溶解炭化物と思われるTiCが多くなっている。時効処理によつてもやはり同じC量ではTi量とともに析出物も多くなり、硼化物の析出も見られる。Bの影響については、Bを添加した試料は溶体化処理のままおよび時効したものの両方ともにB添加のない試料よりも未溶解炭化物および析出炭化物の量が多く、C. CRUSSARDら³⁾によつて指適されているようにBは炭素の溶解度を減少させるということとよく一致している。Bの結晶粒におよぼす影響はほとんどない。

文 献

- 1) 藤田, 九鬼: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 1992
- 2) J. W. S. STAFFORD, W. H. BOILEY: Joint International Conference on Creep Proc.-Vol. 1, 5~93
- 3) C. CRUSSARD, J. PLATEAU, G. HENRY: Joint International Conference on Creep Proc.-Vol. 1, 1~91

(165) 17Cr-12Ni-2Mo 鋼の高温強度におよぼす Bi, Sb および B の影響

(オーステナイト耐熱鋼の研究-I)

日立製作所, 日立研究所

佐々木良一・○幡谷 文男

Effect of Bi, Sb and B on High Temperature Strength of 17Cr-12Ni-2Mo Steel.

(Study on austenitic heat resisting steels-I)

Ryōichi SASAKI and Humio HATAYA.

1. 緒 言

Cr-Ni-Mo オーステナイト耐熱鋼のクリープ破断強度を上げるため各所でさかんに研究が行なわれており、一般にCu, Mn, V, W, Ti およびBなどを添加し、その最適添加量および最適組合せを求めている^{1)~3)}。本報は650°C付近で高いクリープ破断強度を有する耐熱鋼を開発するため17Cr-12Ni-2Mo鋼に、従来ほとんど顧みられなかつたBi およびSbを添加し、クリープ破断強度におよぼす影響を調べた。また強度および靱性の増大に著しい効果のあるBとの複合添加も行なつた。引張試験およびクリープ破断試験の結果、強度に対するSbの効果は認められなかつたが、Biは著しい効果のあることがわかつたので報告する。

2. 試料および実験方法

試料は高周波溶解炉で8~17kg溶解した。Table 1は試料の化学組成を示す。0.07C-17Cr-12Ni-2Mo鋼に0.03~0.1%Bi, 0.2%Sb(配合)および0.05~0.08%Bを添加した。鍛造後1100°C×1hr加熱後水冷し、引張試験および650~700°Cにおいてクリープ破断試験を行なつた。

3. 実験結果

Table 2は室温における引張試験結果を示す。17Cr-12Ni-2Mo鋼, B添加, Sb添加およびSb+B添加試片は引張強さ約58kg/mm², Bi およびBi+B添加試片は約65kg/mm²である。伸びは58~66%の大きな値を示す。

Fig. 1は650°Cおよび700°Cにおけるクリープ破断試験結果を示す。Bi およびBi+Bを添加した試片

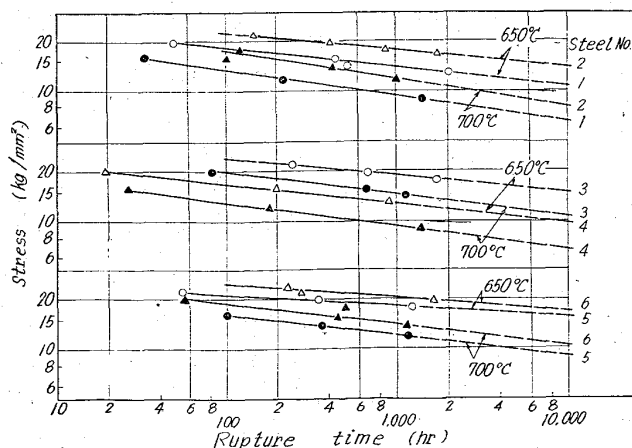


Fig. 1. Creep rupture curves of 17Cr-12Ni-2Mo steels.

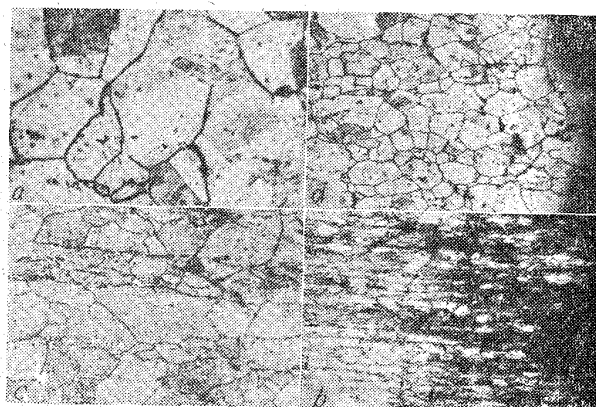
Table 1. Chemical composition of specimens.

Steel No.	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Bi	Sb*	B
1	0.07	0.46	1.73	11.90	16.77	1.94	—	—	—
2	0.08	0.40	1.72	12.37	16.89	1.95	—	—	0.05
3	0.05	0.44	1.24	12.73	15.90	1.89	0.10	—	—
4	0.07	0.36	1.71	12.14	16.20	1.95	—	(0.2)	—
5	0.08	0.28	1.58	12.02	16.29	1.95	—	(0.2)	0.05
6	0.09	0.69	1.48	11.77	15.43	1.92	0.03	—	0.06
7	0.06	0.73	1.61	12.80	17.00	1.89	0.04	—	0.08
8	0.07	0.53	1.33	12.65	16.61	1.84	0.07	—	0.05

* Charged value.

Table 2. Mechanical properties at room temperature.

Steel No.	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Red. of area (%)
1	57.6	64.2	72.1
2	60.3	59.7	67.8
3	67.5	58.0	73.8
4	57.5	66.1	75.2
5	59.0	63.9	70.3
6	65.0	59.3	63.5
7	65.2	58.2	61.7
8	62.6	63.9	67.6



(×400×1/2) (×100×1/2)

a, b) Steel No. 3 (0.1Bi) 18kg/mm² 1702hr.
c, d) Steel No. 6 (0.03Bi-0.06B) 20kg/mm² 1646hr.

Photo. 1. Microstructures of creep ruptured specimens at 650°C.

Steel Creep rupture strength (kg/mm²)
No 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24

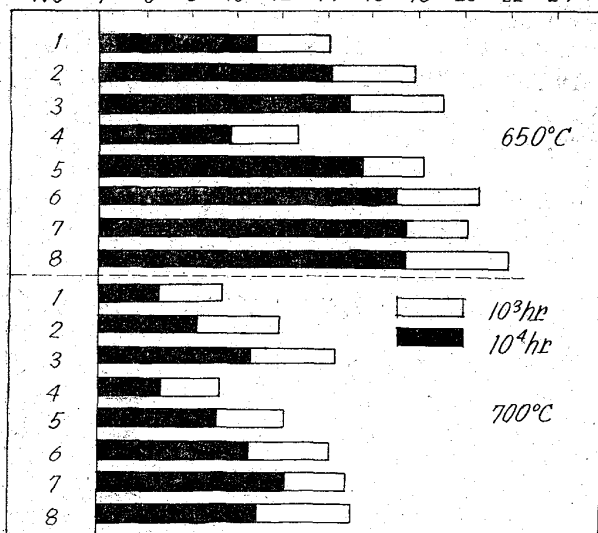


Fig. 2. Creep rupture strength of 17Cr-12Ni-2Mo steels.

は短時間、長時間ともに高い強度を示す。Fig. 2は10³ hr および 10⁴ hr 強度を示した。650°C, 10⁴ hr について説明すれば 17Cr-12Ni-2Mo 鋼は 10.8 kg/mm², 0.1Bi 鋼は 15 kg/mm² であり, Bあるいは Bi を添加すれば強度は増大する。0.2Sb 鋼は 9.7 kg/mm² で強度の増加は認められず, 0.2Sb+0.05B 鋼は 15.5 kg/mm² である。0.03~0.07Bi+0.05~0.08B 鋼 3 チャージは 17~17.4 kg/mm² と非常に高い値を示す。700°C, 10⁴ hr をみても 0.1Bi 鋼は 10.7 kg/mm², Bi+B 鋼は 10.6~12.2 kg/mm² で他の鋼種の 6.6~9.2 kg/mm²

mm² よりも高い値を示している。

Photo. 1 は 650°C でクリープ破断試験後の顕微鏡組織を示す。0.1Bi 鋼の結晶粒はほとんど変形を受けず, 粒界に亀裂が生じており, 靱性は低い。0.03Bi+0.06B 鋼の結晶粒は著しく変形しており, 高い靱性を示す。このように 17Cr-12Ni-2Mo 鋼に微量の Bi+B を添加することにより, クリープ破断強度および靱性のすぐれた耐熱鋼が得られた。

4. 結 言

17Cr-12Ni-2Mo 鋼に 0.03~0.1%Bi, 0.2% (配合) Sb および 0.05~0.08%B を添加し, 室温引張試験および 650~700°C クリープ破断試験を行なった。結果を要約すると次の通りである。

- (1) Sb および Sb+B の添加は引張強さに影響なく, Bi および Bi+B を添加すれば引張強さは増大する。
- (2) Sb を添加してもクリープ破断強度は増大しない。
- (3) Bi および Bi+B を添加すればクリープ破断強度は増大する。Bi 単独添加はクリープ破断試験における靱性を低下させるが, Bi+B 複合添加は靱性を増大させる。

文 献

- 1) 河部他: 鉄と鋼, 50 (1964) 4, p. 729
- 2) 吉田他: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 1979
- 3) 九鬼他: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 1990