

(171) 含ボロン 18Cr-12Ni オーステナイト系耐熱鋼の高温性質, 組織におよぼす熱処理の影響

(オーステナイト耐熱鋼の研究—VII)

金属材料技術研究所

○河部義邦・工博 中川龍一・向山 保

The Effect of Heat Treatment on High Temperature Properties and Structure of 18Cr-12Ni Austenitic Heat Resisting Steel Containing Boron.

(Studies on austenitic heat resisting steels—VII)

Yoshikuni KAWABE, Dr. Ryūichi NAKAGAWA and Tamotsu MUKŌYAMA.

1. 緒言

著者らは 18Cr-12Ni 系耐熱鋼の高温強度におよぼす B を中心とした添加元素の影響を検討し, 優れた強度の耐熱鋼が得られることを明らかにしてきた。その際, 溶体化処理温度はすべて 1150°C と一定にしているので, 今回は溶体化処理温度および時効処理温度を変え, 高温強度におよぼす熱処理の影響ならびに強度と組織変化との関連性について 2, 3 検討した。特に析出物を電解分離法により定量し, 組織変化と対応して検討したのでその結果を報告する。

2. 試料, 熱処理および実験方法

実験に用いた試料の化学成分を Table 1 に示す。

溶解は 30kVA 高周波炉で 20 kg 溶解し, 10 kg 鋼塊 Table 1. Chemical composition of specimen (%).

Mark	C	Si	Mn	Cr	Ni
B.O.	0.19	0.85	1.42	17.49	10.41

Mark	Mo	W	Ti	B
B.O.	1.28	1.31	0.25	0.16

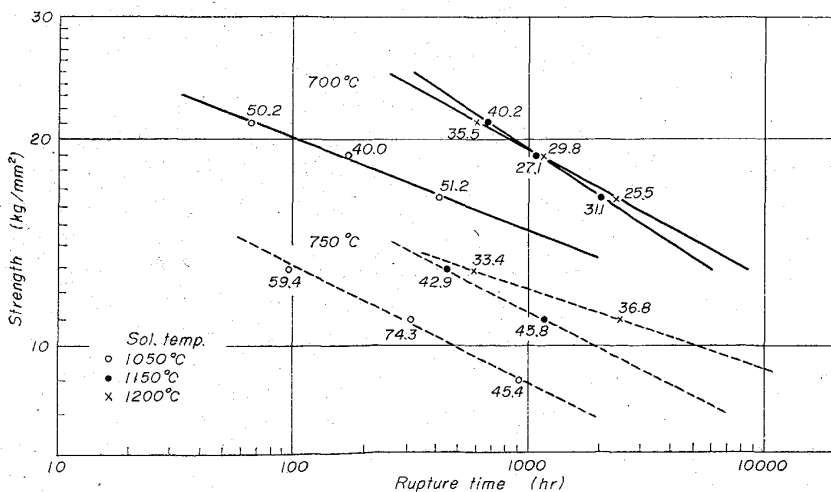


Fig. 1. Effect of solution treated temperature on the creep rupture strength at 700, 750°C. (Figures show rupture elongation.)

に 2 分 鑄 し, 硬 さ, 組 織 用 に は 10 mm 角 に, ク リ ー プ ・ ラ プ チ ャ ー 試 験 用, 電 解 分 離 用 に は 18 mm 角 に ま で 鍛 造 し た。

熱処理は, 溶体化処理温度の影響を検討する試料については 1050, 1150, 1200°C で 1hr 保持後水冷し, これに 750°C × 3hr の時効処理を行なった。時効処理の影響を調べる試料は 1150°C 1hr の溶体化処理後, そのままの状態および 750, 800°C で 3hr 保持後水冷の時効処理を行なった。

析出物の電解分離は析出物を完全に抽出するため, 10% HCl アルコール溶液中, 低電流密度 10 mA/cm<sup>2</sup> で長時間 72hr 行なった。

3. 実験結果および考察

Fig. 1 に応力-ラプチャー時間曲線におよぼす溶体化処理温度の影響を示す。

溶体化処理温度 1050°C と低い場合には 700, 750°C とともに強度は著るしく低い。溶体化処理温度の上昇とともに強度は急激に増加する。700°C では 1150°C と 1200°C とで大きな差がないが, 長時間側になると 1200°C のほうが強くなり, この傾向は 750°C で試験した時, より明りようになる。一方, 破断伸びは溶体化処理温度の上昇とともに低下する傾向が認められるが, それでも 25% 以上あり, 靱性は十分良好である。

Fig. 2 に応力-ラプチャー時間曲線におよぼす時効処理の影響を示す。前報<sup>1)</sup>にて述べたように 1000hr 程度の強度は時効処理の影響をほとんど受けない。しかし, 750°C での試験結果が良く示しているように時効量の少ないほど, 短時間側の強度は弱く, 長時間側の強度は優れている。

結局, 溶体化処理温度, 時効温度の両者の影響を考慮すると, 溶体化処理温度 1050°C の場合を除き, クリープ・ラプチャー試験開始時の過飽和度の大きいほど, 短時間側の強度は低く, 長時間側の強度は増大してくる。

Fig. 3 に時効硬さ曲線におよぼす溶体化処理温度の影響を示す。600°C ではほとんど硬化せず, 700°C では徐々に硬化し, 800°C では 3~10hr にすでに一段目の peak が見られる。その硬化量は 700, 800°C の結果が良く示すよう, 溶体化処理温度の高いほど大きい。1050°C で溶体化処理した試料は 700, 800°C とともにほとんど硬化してなく, それに対して, 1150, 1200°C で溶体化処理した試料は硬化量が多く, また 1200°C でのほうがより大きいことは, 高温, 長時間側のクリープ・ラプチャー強さにおよぼす溶体化処理温度の影響と良く対応している。

次に, 電解分離法により各熱処理状態での析出物の定量結果を Fig. 4 に示す。1050°C での溶体化処理温度では残留析出物の量は著るしく多く, 溶体化処理温度の上昇とともにその量は急激に減少する。また時効による析出量は溶体化処理温度が高いほど多い。この様子は 750°C での時効組織 Photo. 1 に良く示されている。750°C 3hr 時効では 1050,

1150°C で溶体化処理した試料 Photo. 1(a), (c) では粒界に少量の析出が認められるのみであるが, 1200°C で溶体化処理した試料 Photo. 1(e) では粒内でもすでに細かな析出物が認められる. 750°C 500hr 時効では 1050°C で溶体化処理した試料 Photo. 1(b) では粒界

に大きな析出物が認められるのみである. それに対して 1150, 1200°C で溶体化処理した試料 Photo. 1(d), (f) では粒内一面に析出物が認められ, かつ 1200°C で溶体化処理した試料のほうが細かく, その量も多い. すなわち, 総括的には地の過飽和度の大きいほど析出物は細かく, 均一に, 多量析出する. この時効組織は時効硬化性と良く対応している.

それ故, 1050°C で溶体化処理した試料のクリープ・ラプチャー強さが低いのは溶体化処理状態で合金元素の固溶量が少なく強度が低く, かつ時間硬化による強度上昇がないのが原因であり, 1200°C で溶体化処理した試料の高温, 長時間側の強度が高いのはクリープ中の時効硬化により強度が上昇するからであろう. 同様に時効処理の影響もクリープ・ラプチャー試験開始時の過飽和度の大きい試料ほど高温, 長時間側の強度が大きいことからして時効硬化性により説明できる.

4. 結 言

ボロンを含む 18Cr-12Ni オーステナイト系耐熱鋼の高温性質, 組織におよぼす溶体化処理温度と時効処理の影響を検討し, それぞれの影響を明らかにした. 溶体化処理温度の上昇とともに, また

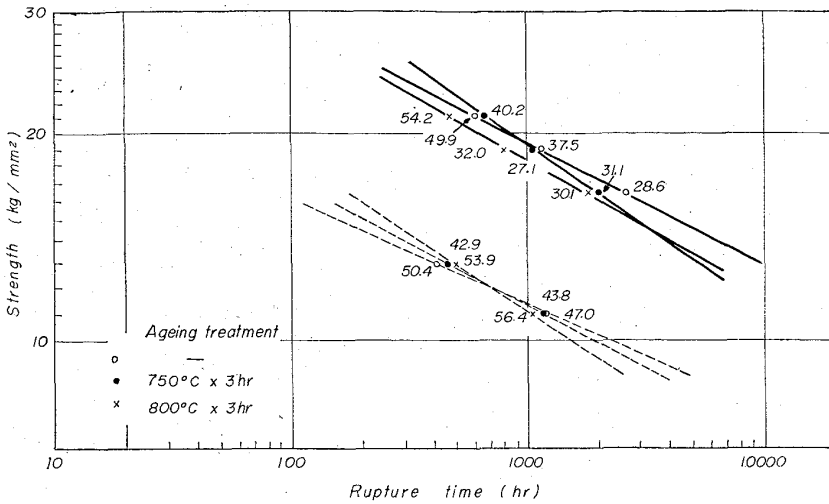
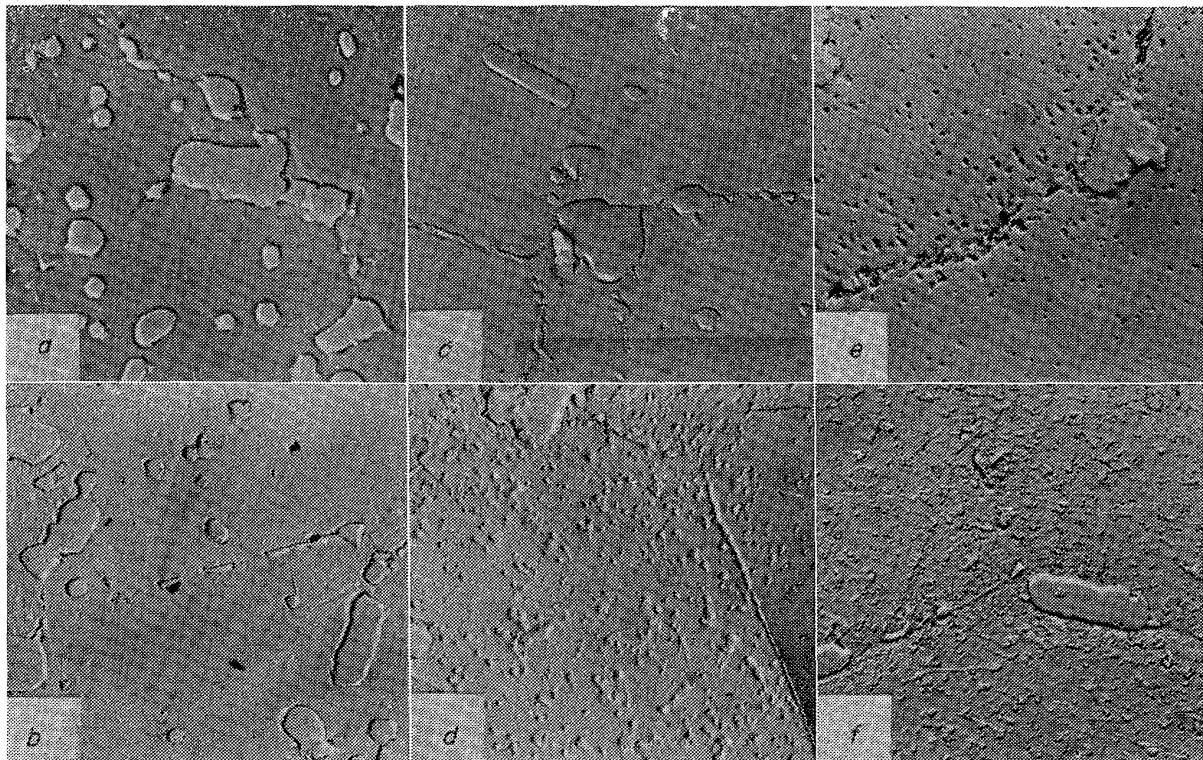


Fig. 2. Effect of ageing treatment on creep rupture strength of specimens solution treated at 1150°C. (Figures show rupture elongation.)



a. 1050°C x 1hr → W. Q.  
750°C x 3hr → W. Q.  
b. 1050°C x 1hr → W. Q.  
750°C x 500hr → W. Q.  
c. 1150°C x 1hr → W. Q.  
750°C x 3hr → W. Q.  
d. 1150°C x 1hr → W. Q.  
750°C x 500hr → W. Q.  
e. 1200°C x 1hr → W. Q.  
750°C x 3hr → W. Q.  
f. 1200°C x 1hr → W. Q.  
750°C x 500hr → W. Q.

Photo. 1. Microstructures which show the effect of solution treated temperature on ageing structures. ×3000 (9/10)

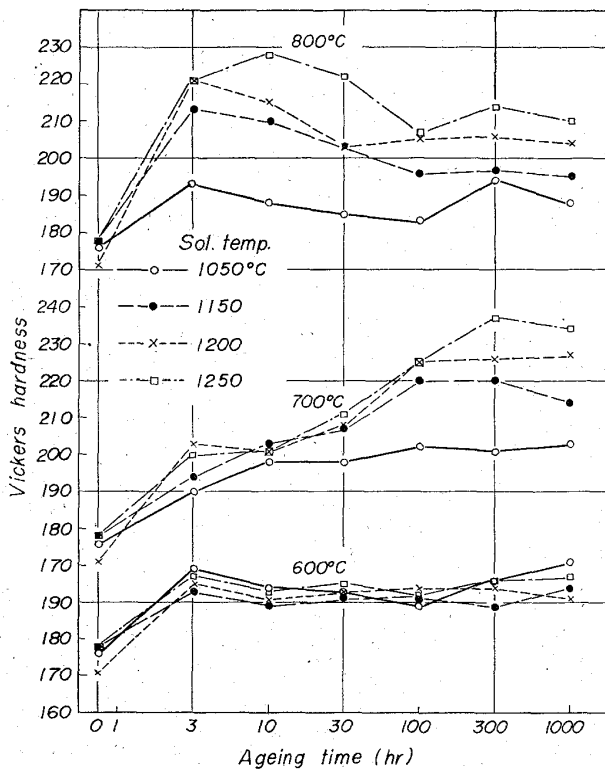


Fig. 3. Effect of solution treated temperature on as-aged hardness curves.

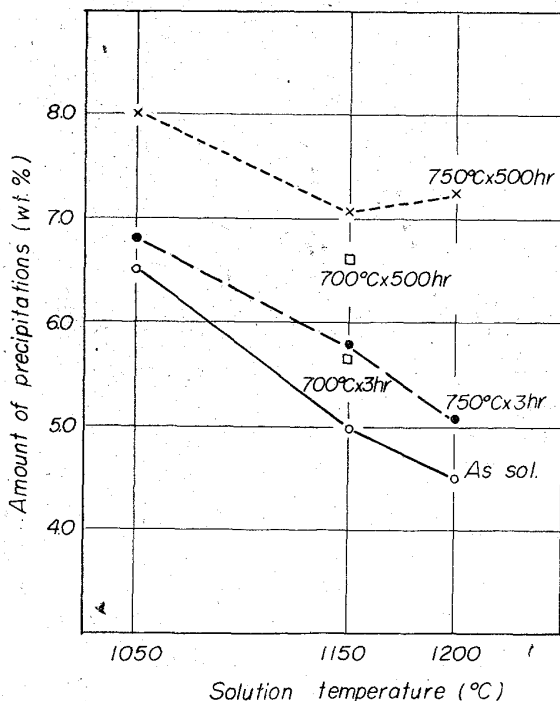


Fig. 4. Effect of solution treated temperature on amount of precipitation in various heat treated condition.

時効量の減少とともにクリープラプチャー強さは増加する。さらにこの傾向は試験温度が高く、かつ長時間側になるほど明りようになる。また、溶体化処理温度の上昇

とともに残留析出物の量は急激に減少し、時効による析出量は著るしく増加する。それとともに時効硬化性は増大する。

結局、溶体化処理温度の上昇、時効量の減少、すなわち合金元素の過飽和度の増大とともに高温、長時間側の高温強度が増加するのはクリープ中の時効硬化により強度が上昇するためであろうと推察される。

#### 文 献

- 1) 河部, 中川, 沼田, 上原: 鉄と鋼, 51 (1965) 5, p. 1003

### (172) 高 Mn 耐熱鋼 10M6NB 合金の高温特性について

金属材料技術研究所

○吉田平太郎・小池喜三郎・工博 依田連平  
High Temperature Properties of High Manganese Heat Resisting Steel, 10M6NB Alloy.

Heitaro YOSHIDA, Kisaburō KOIKE and Dr. Renpei YODA.

#### 1. 緒 言

著者らはクリープ強度がすぐれ、鍛造も容易でかつ経済的な合金を得るため、N-155 合金中の Co を全く除き、Mo, W, Nb, N 等の諸元素の適量を選ぶことにより、10M6N 合金 (10%Mn, 6%Ni, 20%Cr, 2%Mo, 2.5%W, 1%Nb, 0.2%C, N>0.6%, 残 Fe) を見出し<sup>1)</sup>、この合金系の高温特性におよぼす N と B の影響を検討して B がその性質改善にすぐれた効果をもつことを報告した<sup>2)</sup>。そこで B を含むこの材料を 10M6NB 合金と呼称することにし、高温特性に対する B の適量範囲をこの研究で検討した。

#### 2. 験料および実験方法

1.0%N を配合した 10M6N 合金 55kg を溶製し、溶落後その 10kg を鋳込み、残りの溶湯に 0.01%B を添加して 20kg を再び鋳込んだ。さらに残りの溶湯に 0.04%B を加えて 20kg, 最終溶湯に 0.10%B を加えて計 4 種類の鋳塊を得た。

これらの鋳塊を 50A (10M6N 合金), 50B (0.01%B), 50D (0.05%B), 50F (0.15%B) と呼ぶことにする。10M6N 合金は 1200°C で、B を添加した鋳塊は 1150°C で鍛造し、それぞれ 1200°C, 1150°C で 1hr 加熱水冷の溶体化処理をほどこした。合金の化学組成を Table 1 に示す。

B 量が増すにつれ全 N(T.N.) および固溶 N(S.N.) は減少し、不溶 N(I.N.) が増すことが知られる。溶体化処理した 50A, 50B, 50D 合金に 800°C, 4hr 加熱空冷の時効処理をほどこし、700°C でのクリープ・ラプチャー試験、常温および 700°C での引張試験を行ない、また 1150°C で溶体化処理した 50A, 50B 合金、およびその後 600°C, 700°C, 800°C で 2hr 加熱水冷した両合金について、衝撃試験を常温および -180°C で行ない、衝撃値におよぼす B の影響について検討した。次