

Table 3. Effect of cooling rate from austenitizing temperature on the mechanical properties.

Test material	Heat-treatment	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	0.2% yield strength (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Reduction of area (%)	Impact value (kg-m/cm <sup>2</sup> )
HC	1050°C→AC, 675°C→AC	100.5	77.8	17.5	45.6	4.0
//	1050°C→FCto 600°C→50°C/h, 675°C→AC	100.0	76.7	17.1	42.6	4.4
MC	1050°C→AC, 675°C→AC	93.5	74.1	18.7	55.6	6.0
//	1050°C→FCto 600°C→50°C/h, 675°C→AC	94.2	74.3	19.1	54.1	7.0

Specimen : for tensile test-9.9mm dia., 35mm gage length for impact test (U-notch Charpy)

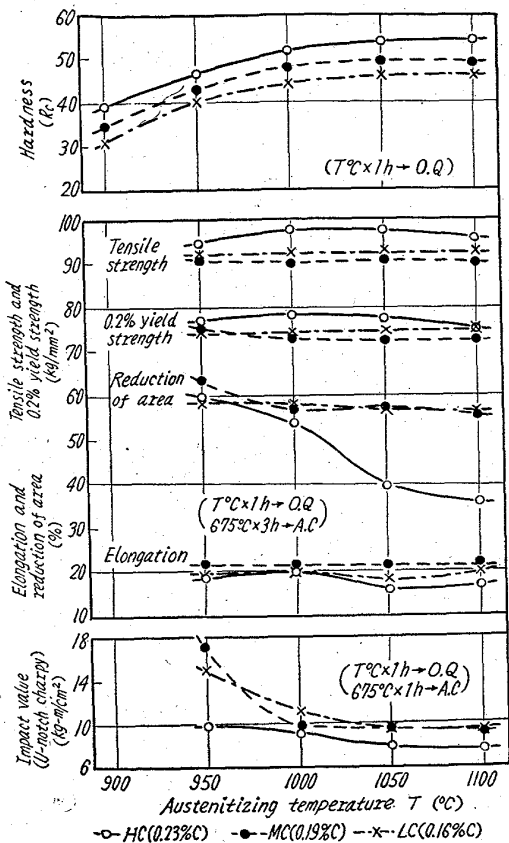
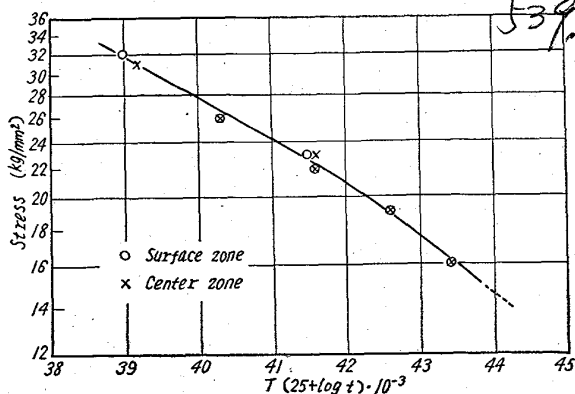


Fig. 2. Effect of carbon content and austenitizing temperature on of the mechanical properties.



T: Test temperature (°P), t: Rupture time (h)  
Fig. 3. Creep rupture strength of specimens taken from the body of shaft forging.

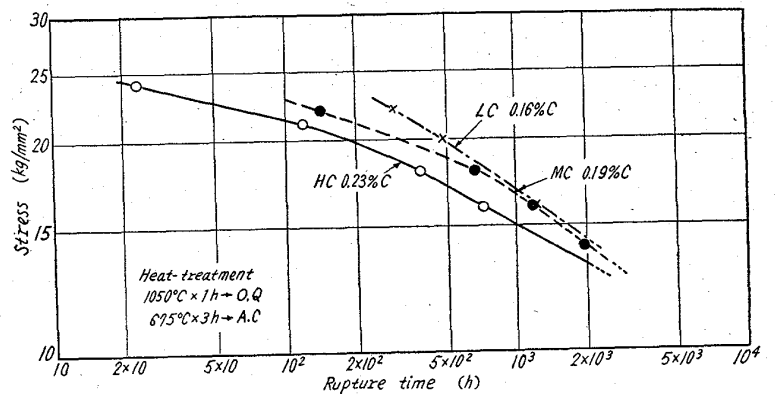


Fig. 4. Effect of carbon content on the creep rupture strength.

によりクリープ・ラプチャー強さが劣化する傾向が認められる。

III. 結 言

12% Cr-Mo-V 耐熱鋼の GT 鋼塊によるタービン軸材の試作を行ない、つぎの結果が得られた。

- (1) 製造上特に困難な点はない。
- (2) 焼入性は良好で、大断面の軸材についても内部まで十分熱処理効果がおよぶ。
- (3) C 量は、靱性およびクリープ・ラプチャー性質の改善する意味で低目とすることが望ましい。

文 献

1) R. SCHINN: Stahl u. Eisen, 81 (1961) 24, p. 1632~1643

669.14.018.44:669.15'26-194:539

669.434:669.28:669.25:669.24  
(168) 12% Cr 耐熱鋼の諸性質におよぼす Mo, Co, Ni の影響

関東製鋼 渋川工場

工博 大沢 秀雄・山田 誠吉

Effects of Mo, Co, Ni on Some Properties of 12% Cr Heat-Resisting Steels.

Dr. Hideo ŌSAWA and Seikichi YAMADA.

I. 結 言

12% Cr 系耐熱鋼はタービン翼車ならびに翼、ローター・シャフトなどに使われており研究論文も数多く公表されているが、著者らはこれらをさらに改良するための基礎資料を得るために、0.2% C-12% Cr の基本組成に

Table 1. Chemical compositions of specimens. (%)

Steels	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	Co	Ni
T1 (12 Cr)	0.19%	0.50	0.77	0.011	0.009	0.08	11.57	0.03	—	0.12
T2 (12 Cr·Mo)	0.19	0.46	0.66	0.014	0.007	0.09	11.25	1.44	—	0.06
T3 (12 Cr·Mo·Co)	0.19	0.47	0.64	0.017	0.006	0.08	11.25	1.41	1.53	0.08
T4 (12 Cr·Mo·Ni)	0.19	0.67	0.67	0.012	0.007	0.07	11.25	1.46	—	1.65

Mo, Co, Ni を単独または複合添加し, 常温の機械的性質ならびに高温のクリープ・ラプチャー強度を調査した。

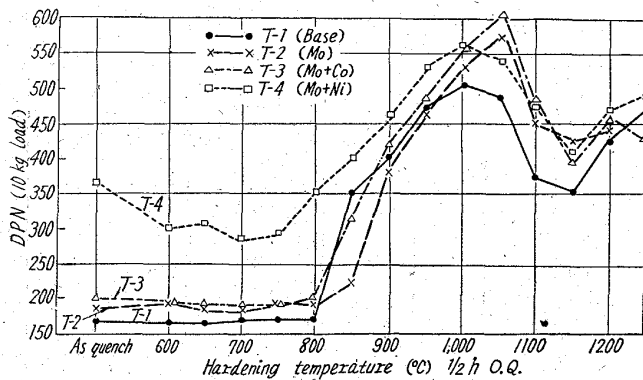


Fig. 1. Relations between hardness and hardening temperature of 0.2% C-12% Cr-Mo-Co-Ni steel.

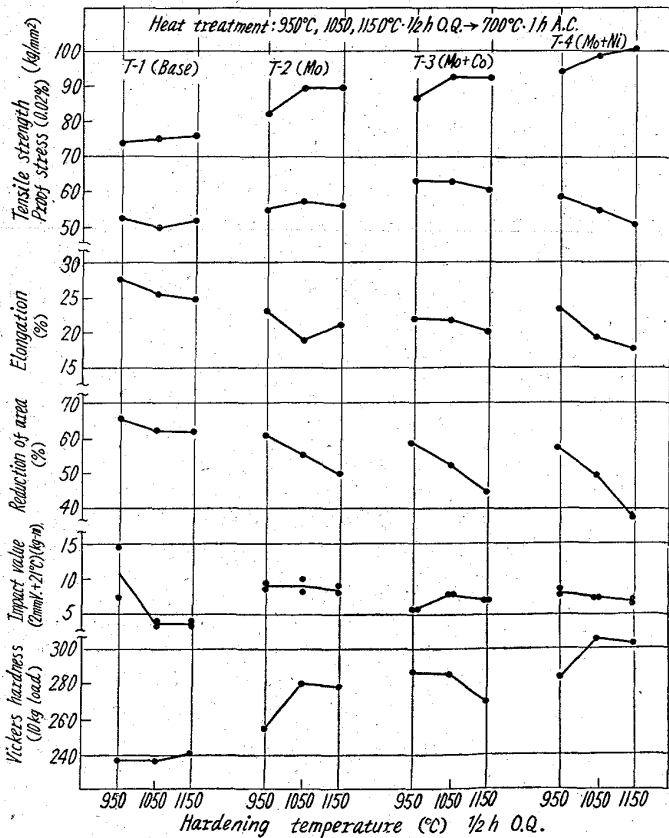


Fig. 2. Relations between hardening temperature and mechanical properties of 0.2% C-12% Cr-Mo-Co-Ni steel.

II. 試料

供試料は 167 kVA 高周波炉にて溶解し, 100 kg 銅塊を溶製し, これを 20mm φ に鍛伸し, 850°C・4h 徐冷の焼鈍を行つたものでその化学組成を Table 1 に示す。

III. 実験結果

1. 焼入硬度

焼鈍した材料を 600°C~1250°C に 30mn 加熱し, 油冷してピツカース硬度 (荷重 10 kg) を測定した。その結果を Fig. 1 に示す。一般に 800°C 以上になると硬化し, 1000°C~1050°C で最高硬度となる。Mo, Co, Ni などの合金元素を添加した T2, T3, T4 は base より焼入硬度を増大している。

2. 焼入焼戻材の常温の機械的性質

焼入温度を 950, 1050, 1150°C, 焼戻温度を 700°C (一定) として常温の機械的性質を調査した結果を Fig. 2 に示す。Mo, Co, Ni などの合金元素の添加によつて強度, 靱性共に増大することが知られた。しかし延性については合金元素を添加したものは base よりおとつていようである。

3. クリープ・ラプチャー強度

1150°C・30 mn oil q. → 700°C・1 h AC. 処理を施した材料を 500, 550, 600, 650°C でクリープ・ラプチャー試験を行なつた。試験片の平行部径は 6.0mm で標点距離は 35.0mm である。試験結果を Fig. 3 に示す。

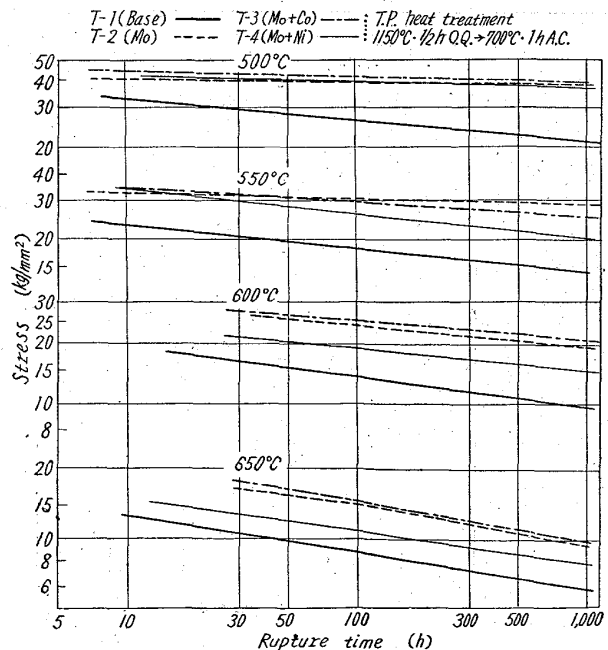


Fig. 3. Creep rupture design curves of 0.2% C-12% Cr-Mo-Co-Ni steel.

Mo, Co, Ni を添加したものは base に比較して相当に高いクリープ・ラプチャー強度を有している。Mo, Mo+Co, はほとんど相違はないが、幾分 Mo+Co の方が強力である。Mo+Ni は試験温度が上昇すると、Mo, Mo+Co との差が大きくなり強度を失って行く。

IV. 結 言

0.20%-12% Cr 鋼に Mo, Co, Ni などを 1.5% 単独または複合添加したものの諸性質を調べた結果つぎのことが判つた。

(1) Mo の添加は引張強さ、硬度を増し、クリープ・ラプチャー強度をいちじるしく増大せしめ、長時間側で特に強力である。さらに耐衝撃性をも改善する。

(2) Mo+Co の添加は Mo 単独添加よりもわずかに引張強さ、硬度・クリープ・ラプチャー強度を上げる。然しそれにとりまわつて延性、靱性をわずかに低下せしめる。

(3) Mo+Ni の複合添加は引張強さ、硬度をさらに増大せしめる。耐力は Mo+Co よりも低く、延性は Mo+Co よりもおとる。靱性は Mo+Co とほとんど同じである。クリープ・ラプチャー強度は 500°C では Mo, Mo+Co と大差はないが、550°C, 600°C, 650°C と温度が上昇するにつれて、ラプチャー時間が短くなる。

(4) したがつて 0.2%-12% Cr 鋼に Mo 1.5% Co 1.5% 添加は極めて有効であるといえる。

文 献

- 1) Samuel Fox & Co. Ltd.: Metallurgia, 65 (1962) p. 71~73

669.14.018.44:669.15'24'26-194.56  
 537.434:669.786:669.781:621.785.78  
 (169) 18 Cr-12 Ni 系オーステナイト耐熱鋼のクリープ破断強度におよぼす N, B 複合添加の影響

(オーステナイト耐熱鋼の研究-I)

金属材料技術研究所

○河部 義邦・工博 中川 龍一

Effect of Duplex Additions of Nitrogen and Boron on Creep Rupture Strength of 18Cr-12Ni Austenitic Heat-Resisting Steels.

(Studies on austenitic heat-resisting steels-I) Yoshikuni KAWABE and Dr. Ryuichi NAKAGAWA.

I. 結 言 605~607

著者らは数年来、18 Cr-12 Ni 系ステンレス鋼の高温

性質におよぼす各種元素単独添加の影響を調べてきた。この資料を基礎とし、クリープ破断強度に有効に作用する元素を複合添加し、より強力な耐熱鋼を開発したいと考えている。

Mo, W, Ti, Nb らの添加は当然クリープ破断強度を高めるよう作用するが、過度に添加するとδフェライトを析出しクリープ破断強度は逆に低下するのでこれらの元素の添加は制限される。それ故にこのように Ni, Cr が比較的低い合金でありながら高温強度をいちじるしく高めるにはさらに N, B を添加し、その固溶体強化と窒化物、硼化物などの析出硬化現象を利用すべきであると考えられる。N, B を単独に添加した場合の影響については相当調べられているが、複合添加の影響はほとんど調べられてない。著者らは開発したいと考えている鋼種中の N, B 添加量を決定するためクリープ破断強度におよぼす N, B 複合添加の影響を調べたので報告する。

II. 試 料

本実験に用いた試料の目標成分を Table 1 に示す。

各系列共 Cr 18%, Ni 12%, Si 1%, Mn 2% と一定にし、A 系列では C 0.1%, Nb 0.5%, Ti 0.25%, B 系列では C 0.2%, Nb 1%, Ti 0.5%, C 系列では B 系列の Ti を除いたものとした。N と B の添加量は各系列共、(N+B)% が適量となるよう組合せ添加した。

溶解は 10kg 高周波溶解炉で 6kg 溶製し、80mm φ × 120mm の鋼塊とし、鍛造は硬さ、組織用には 10mm 角に、クリープ破断試験用には 15mm 角にまで鍛造した。

III. 実験結果および考察

クリープ破断試験  
 試験片はつぎの熱処理を行ない、700°C および 750°C でクリープ破断試験を行なつた。

1150°C × 1h → W. Q. 750°C × 3h → W. Q.

本報告では主に 700°C でクリープ破断試験を行なつた。

まず、N または B 含有量を一定にし、他元素の影響を示す一例として、B 系列について (a) N を一定にした場合の B の影響、(b) B を一定にした場合の N 影響を Fig. 1 に示す。A 系列では B, N 含有量の増加と共にクリープ破断強度は増加している。B 系列では B 含有量の増加と共に急激にクリープ破断強度は増加しているが、N は 0.1% までの添加はクリープ破断強度を高めるように作用するが 0.15% 添加されると逆に低下させる。逆に C 系列では N 含有量の増加と共にクリープ破断強度は増加しているが、B は 0.1% までの添加はクリープ破断強度を高めるように作用するが 0.15% 以上の添加は、特に長時間側で、低下させるように作用する。

さらに各系列ごとにこの関係を明らかにするため (N

Table 1. Nominal composition of steels tested. (%)

Steels	C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb	Ti	N, B
NB. 1~10 A series	0.1	1.0	2.0	18.0	12.0	0.5	0.25	N 0.05~0.15, B 0.05~0.3
NB. 11~20 B series	0.2	1.0	2.0	18.0	12.0	1.0	0.5	N 0.05~0.15, B 0.05~0.3
NB. 26~35 C series	0.2	1.0	2.0	18.0	12.0	1.0	—	N 0.05~0.15, B 0.01~0.2