

く、F. R. の増大に伴って残留炭化物量が増加ないしは減少する傾向はなく、素材の F. R. によつて拡散が促進されるような現象は認められない。したがつて同時に測定した焼入れカタサにも F. R. による影響が認められなかつたのは当然のことであろう。(図略)

(3) 結晶粒度: 840, 880, 920°C × 22 mn のオーステナイト化条件で酸化法により結晶粒度を測定した結果は Table 2 に示すごとく、F. R. によりほとんど変化していないことが知られる。

Table 2. Austenitic grain size (Go)

Austenitizing conditions	F. R. 4.5	15.6	30.5	84.9	190	762
840°C × 30 mn	8<	8<	8<	8<	8<	8<
880°C × //	7.7	7.7	7.6	7.5	7.5	7.6
920°C × //	7.3	7.2	7.2	7.3	7.2	7.3

(4) 曲げ試験: 5 mm 巾 × 60 mm の試験片を軸方向に各 F. R. の試料について多数作製し、800, 820, 840°C × 20 mn → 油冷, 150°C × 1 h → 空冷の処理後曲げ荷重の測定を行つた。その結果をカタサとの関係で示したのが Fig. 3 で、これから求めた回帰直線式が Table 3 で

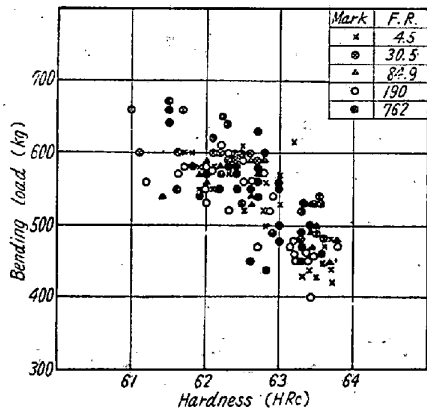


Fig. 3. Relation between bending load and hardness.

Table 3. Correlation of bending load (y) to hardness (x)

F. R.	Equation of regression line	r
4.5	$y = -67.4x + 4758$	-0.667
30.5	$y = -69.8x + 4935$	-0.837
84.9	$y = -53.3x + 3876$	-0.770
190	$y = -58.2x + 4163$	-0.746
762	$y = -72.5x + 5084$	-0.725

ある。カタサの上昇に伴う荷重低下の程度および同一の熱処理条件における荷重の平均値と F. R. の関係について検定を行つた結果ではいずれも有意差はなかつた。

なお介在物、焼入れ後の炭化物分布の変化については講演の際にゆずる。

IV. 要 約

炭化物の分布が均一で、球状化焼ナマシ時の炭化物の大きさの分布も同一であるという条件のもとでは、高温における炭化物の挙動、結晶粒度、強度などに対し素材の鍛造比はほとんど影響しない。したがつてこのような条件下においても鍛造比の大小が軸受の寿命に関係するとすれば、その原因は現在考えられている上記の諸因子以外のものに求められねばならないと思われる。

(108) Cr Mo 鋼のクリープ特性に関する研究 (II)

(脱酸条件のクリープ特性におよぼす影響)

Studies on Creep Properties of Chromium-Molybdenum Steels. (II)

(Effect of deoxidation practice on creep characteristics)

S. Terai.

供友金属工業、鋼管製造所 理 寺 井 庄 治

I. 結 言

第1報においては塩基性電気炉で熔解された Al 添加量 0~400 g/t の 1% Cr 0.5% Mo 鋼 8 charge について種々の条件で 100h クリープ試験を行い Al 添加のクリープ特性に対する影響を調べ Cr Mo 鋼においても Al の多量添加によるクリープ特殊の劣化が起り、とくに定常クリープの優勢になる550°C以上においてこれが顕著にあらわれること、この現象が鋼中の sol-Al の量と密接な関係をもっていることを明らかにした。

本報においては (1) 第1報で採用した 100h 試験の結果が長時間のクリープの場合にどのようにあらわれるかを調べるため前報の試料中最高最低のクリープ強度を示した 2 charge について長時間のクリープ試験を行つた結果、(2) Al 添加量を非常に多くした場合この現象がどのようになるかを調べるため小型高周波炉で Al 添加量 1000 g/t までの 1Cr 0.5 Mo 鋼をつくり 100h 試験でクリープ特性を調査した結果について報告する。

II. 長時間クリープ試験

供試材は前報に用いた Al 添加量 0 と 400 g/t のもの各 1 charge で前者は sol-Al が低く Mc Quaid-Ehn

Table 1. Chemical compositions of samples.

Marks	Al added	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Mo	sol-Al
A	0 g/t	0.10	0.29	0.48	0.016	0.005	0.14	1.03	0.62	0.004
F	400 g/t	0.11	0.24	0.44	0.009	0.005	0.17	1.01	0.52	0.023

粒度が粗粒でクリープ特性良好と判定されたもの、後者はその逆で前報の試験でもつとも大きなクリープを示したものである。化学成分を Table 1. に示した。

いずれも圧延された丸鋼をさらに鍛造して 20 mm φ の丸棒としたものを素材とし 900°C 完全焼鈍の熱処理後所定の試験片に削成した。

クリープ試験は 600°C を中心に低応力長時間の特性に重点をおいた。

600°C, 10 kg/mm² および 5 kg/mm² の場合のクリープ曲線を Fig. 1 および Fig. 2 に示した。

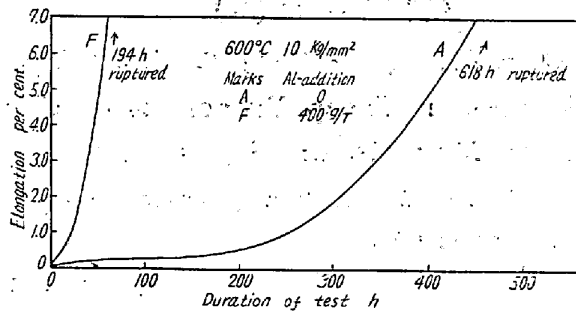


Fig. 1. Creep curves of 1 Cr 0.5 Mo steels. 600°C, 10 kg/mm².

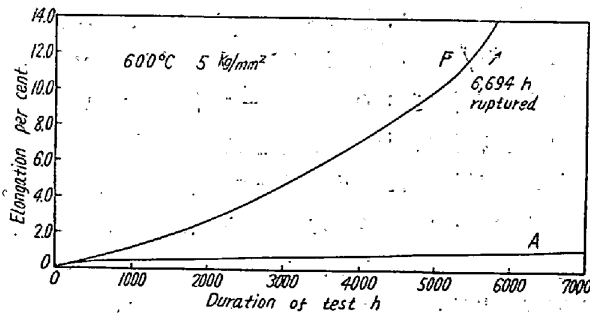


Fig. 2. Creep curves of 1 Cr 0.5 Mo steels. 600°C, 5 kg/mm².

クリープ曲線は一般に高温低応力であるので第1段階は明瞭には現れず第2・第3段階の区別もはつきりしていない。次第にクリープ速度の大きくなる方向にゆるやかに曲った形状を示している。

600°C, 10 kg/mm² では F のラプチュア時間 194 h に対し A のそれは 618 h で約 3 倍の寿命となっている。

600°C, 5 kg/mm² では F のラプチュア時間 6,694 h に対し A は 7000 h で伸 1.15%, ラプチュアに対する寿命ははるかに長いものと考えられる。A のクリープ曲線

は約 1000 h までは次第にクリープ速度が減少しその後ほぼ定常的な速度で伸びているが F は最初から次第にクリープ速度が大きくなっているため 3000~5000 h の平均クリープ速度は F が $20.8 \times 10^{-4}\%/h$, A が $1.09 \times 10^{-4}\%/h$, その比は約 20 で前報の 24~48 h のクリープ速度の比が 10 であつたのに比べてさらに大きくなっている。100 h 試験であらわれた Al 添加によるクリープ特性の優劣が長時間特性としてもより明瞭な形であらわれることがわかる。

600°C の試験から 1000 h で 1% の伸を生ずる応力を求めてみると F は A の約 70% となり A の強度はこの材料について文献に報告されているクリープ強度より高めであるが F のそれは相当低い値になっている。

550°C, 12.5 kg/mm² では 500~1000 h の平均クリープ速度が F は $2.73 \times 10^{-4}\%/h$, A は $1.05 \times 10^{-4}\%/h$ で F の方が大きいとその比は 600°C の場合より小さく高温ほど両者の差が大きくなる傾向を示している。

III. 高周波炉製 1 Cr 1/2 Mo 鋼のクリープ試験

供試材はいずれも高周波炉で 50 kg を熔解し、その半量には Al を添加せず残りには所定量を添加して同一成分の 25 kg 小鋼塊 2 個づつを作りこれを鍛造 20 mm φ の丸棒とした後 900°C 完全焼鈍後試験片に仕上げた。

クリープ試験は前報の経験から 600°C, 5 kg/mm² および 10 kg/mm² 100 h の試験条件で実施した。

Fig. 3 に一部のクリープ曲線を示した。図中 A, F は前項に記した弧光炉製の 2 charge の曲線である。

Al を添加したものはいずれも同一熔解の Al 添加量 0 のものより大きなクリープを示している。しかしクリ

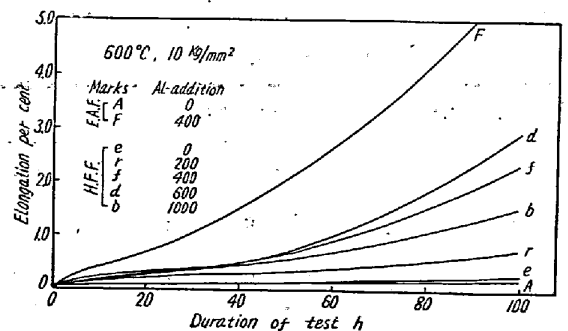


Fig. 3. Creep curves of 1 Cr 0.5 Mo steels with various Al-addition.

ープの大きさは Al 添加量の多いものほど大きい結果になつていない。600 g/t の d がもつとも大きく 1000 g/t の b は 400 g/t のものより小さい。またこれらはいずれも弧光炉製の F よりも小さいクリープを示している。

このことは炭素鋼の場合と同様 Al 添加によるクリープ強度の低下が Al の量に比例するものでなく一定量でその効果は飽和しそれ以上の Al が添加された場合には固溶した Al の地鉄を強化する作用によりクリープ強度が幾分高められることを意味するものと考えられる。

IV. 結 言

前報で比較試験した電気弧光炉製 1Cr 0.5 Mo 鋼のうち Al 添加量 0 と 400 g/t のもの各 1 charge につき長時間クリープ試験を行い長時間低応力の場合にも Al 添加によるクリープ特性の優劣のあらわれることを確めた。

Al 添加量 1000 g/t まで増した高周波炉製 1Cr 0.5 Mo 鋼についてクリープ試験を行い Al の影響がその量に比例するものでなく、一定量でその効果が飽和しそれ以上添加された場合はクリープ強度がかえつて幾分高められることがわかつた。

(109) 12% Cr 耐熱鋼の研究 (IX)

(長時間クリープおよび焼戻硬度について)

A Study on 12% Chromium Heat-Resisting Steels (IX)

(Long-period creep and tempering hardness.)

T. Fujita, et alius.

東京大学工博 芥川 武・工〇藤田 利夫

I. 結 言

12%Cr 耐熱鋼に B および N を同時に添加すれば、600°C~650°C のグリーおよび破断強度がいじるしく高くなることは、すでに第7, 8報において述べた。しかしこれらのクリープおよび破断強度は 1000~2000 時間程度の試験によるものであつたが、その後 5000~10000 時間程度のクリープ試験を 650°C (12%Cr 耐熱鋼とし

ては、この温度が最高と考える。), 12 kg/mm² の一定条件のもとで数種類の 12% Cr 耐熱鋼について行つた。また同時に、600°C~700°C で数千時間の焼戻を行いその時の硬度変化および顕微鏡組織の変化を調べた。

II. 試 料

試料の化学組成を Table 1 に示す。これらは高周波電気炉で 4~5 kg 熔解し、24~25 mm φ の丸棒に鍛造した。S6 だけは、高周波電気炉で 50 kg 熔解し、25 mm の角棒に鍛造した。

S2 のごとく多量の B を添加した 12% Cr 耐熱鋼は鍛造が非常に困難であるが、0.05% 以下の B または N を添加した 12% Cr 耐熱鋼は添加しないものと、ほとんど鍛造性は変わらない。

III. 実 験 結 果

(1) 長時間クリープ試験

著者等は 12% Cr 耐熱鋼は 600~650°C に長時間加熱すれば、焼戻が進行し、600~650°C で長時間使用する場合は、長時間のクリープ試験を行わねばならないと考えている。

最近、英国の Wm. Jessop & Sons 会社でも、2~3 万時間の長時間クリープ試験をかなり多く行つているようである。

著者等は 12% Cr 耐熱鋼の 650°C における 2000 h 以上の長時間クリープ試験を行つている。その結果の一部を Fig. 1 に示す。この図表に現在 12% Cr 耐熱鋼

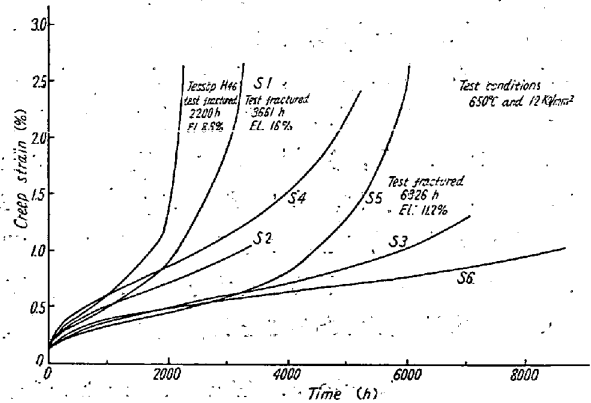


Fig. 1. Comparative creep curves of 12% chromium heat-resisting steels.

Table 1. Chemical composition of specimens tested.

Steel No.	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Nb	B	N	Other element
S 1	0.20	0.5	0.4	11.50	0.87	0.13	0.21	—	—	—
S 2	0.16	0.5	0.4	11.83	0.65	0.16	0.18	0.15	—	—
S 3	0.16	0.5	0.4	11.10	0.90	0.12	0.20	0.05	0.05	—
S 4	0.15	0.5	0.4	11.10	0.99	0.13	0.22	0.03	—	Ti 0.12
S 5	0.16	0.5	0.4	11.83	1.20	0.15	0.23	0.03	0.02	W 0.18
S 6	0.21	0.8	0.4	11.16	1.29	0.17	0.29	0.03	0.03	—