

669.14.0/8.44 : 669.15'24'26-194.56
 : 621.785.371

施継続中である。

4. 結 言

以上純酸素転炉にて溶製した ボイラー用合金鋼 2.25

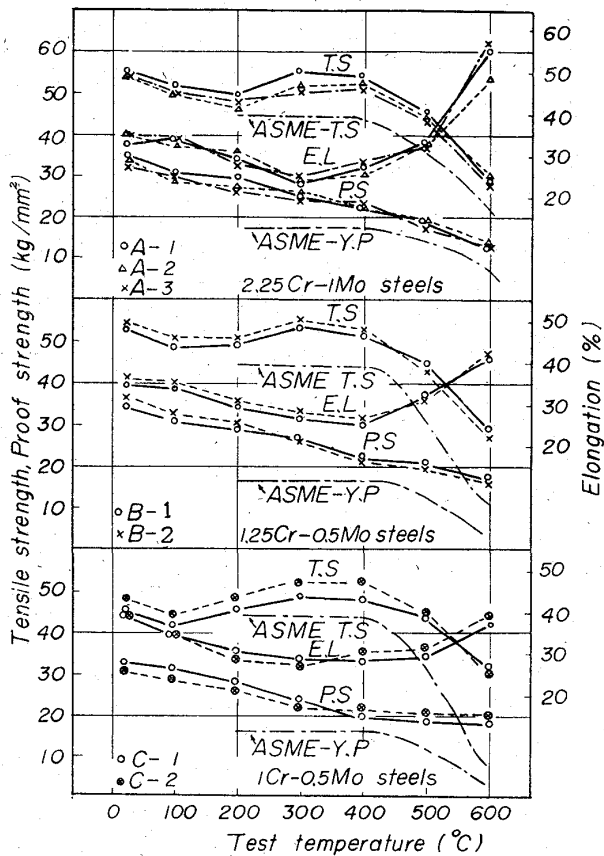


Fig. 3. Results of short time tension test of Cr-Mo steels by LD converter at elevated temperature.

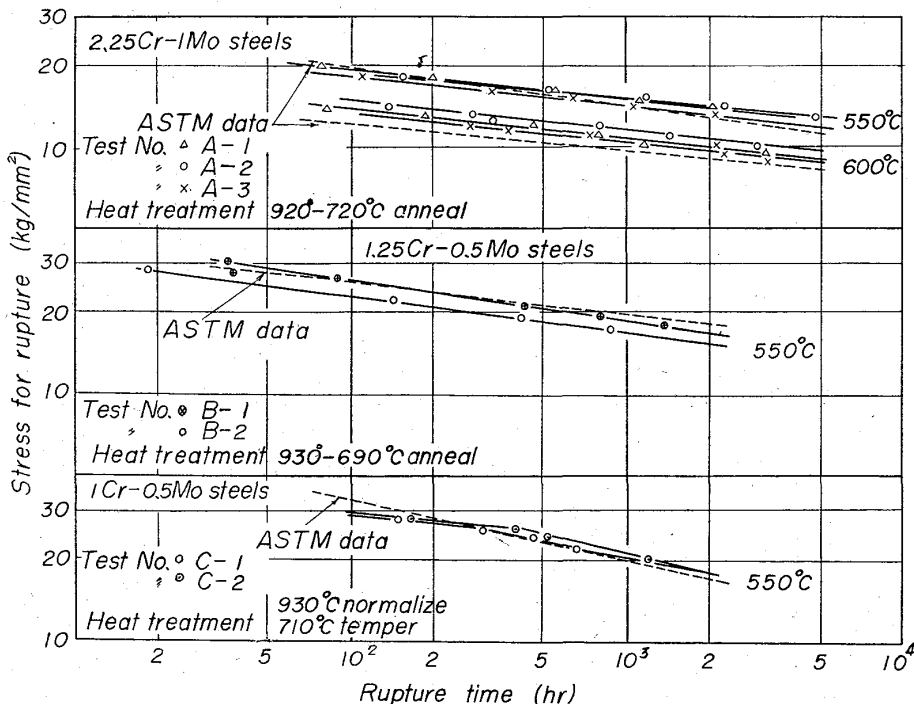


Fig. 4. Creep rupture strength of Cr-Mo steels by LD converter.

Cr-1Mo, 1.25Cr-0.5Mo, 1Cr-0.5Mo 3 鋼種 7 チャージについて確性試験を行なった結果, 各鋼種とも, 従来の電気炉鋼と比較して遜色なく, ボイラー用鋼管としての規格を十分満足し得る成績が得られ, 実用化し得るものと考えられる。

なお今回試験を行なった供試管の一部を当社自家発電用ベンソンボイラ 2 基の一部に組込み, 約 1 万 hr 経過しているがなんら問題は発生していない。

文 献

- 1) 土居, 耳野, 板岡, 西尾: 国際 LD 技術会議資料 (1962)
- 2) 川上, 板岡, 野崎: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p. 1712
- 3) Boiler and Pressure Vessel Cosection I, (1959); ASME
- 4) Special Technical Publication, (1953) 151; ASME

(156) 15Cr-12Ni 系オーステナイト耐熱鋼におよぼす溶体化処理の影響
 (弱析出硬化型オーステナイト耐熱鋼の研究—Ⅳ)

東京大学工学部 工博 藤田 利夫
 日立金属工業 ○ 九鬼 秀勝

Effect of Solution Heat-Treatment on the 15Cr-12Ni Austenitic Heat Resisting Steel.

(Studies on the weak precipitation hardening austenitic heat resisting steel—Ⅳ)

Dr. Toshio FUJITA and Hidekatsu KUKI.

1. 結 言

第一報において, 1150°C で溶体化処理を行なった場合に 15%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 Cu および B の影響について報告し, その中で Cu 添加は 700°C までのクリープ破断強度の改善には有効であるが 750°C になるとクリープ破断強度が減少すること, および Cu + B の添加は 650°C~750°C の温度でクリープ破断強度の改善にきわめて顕著であることを述べた。本報では, 溶体化温度を 1250°C に上げ, そのときの Cu および B のクリープ破断強度におよぼす影響について実験を行なったのでその結果を報告する。

2. 試 料

試料は第一報で報告したものと同一のものを使用した。その

Table 1. Chemical composition of specimens. (%)

Steel No.	C	Si	Mn	Ni	Cr	W	Mo	Ti	Cu	B
S 1	0.23	1.06	1.01	12.66	14.78	1.43	2.25	0.76	0.04	—
S 2	0.21	0.92	0.99	12.14	14.98	1.32	2.15	0.77	2.73	—
S 3	0.19	0.96	0.97	11.97	15.28	1.27	2.10	0.87	2.72	0.115

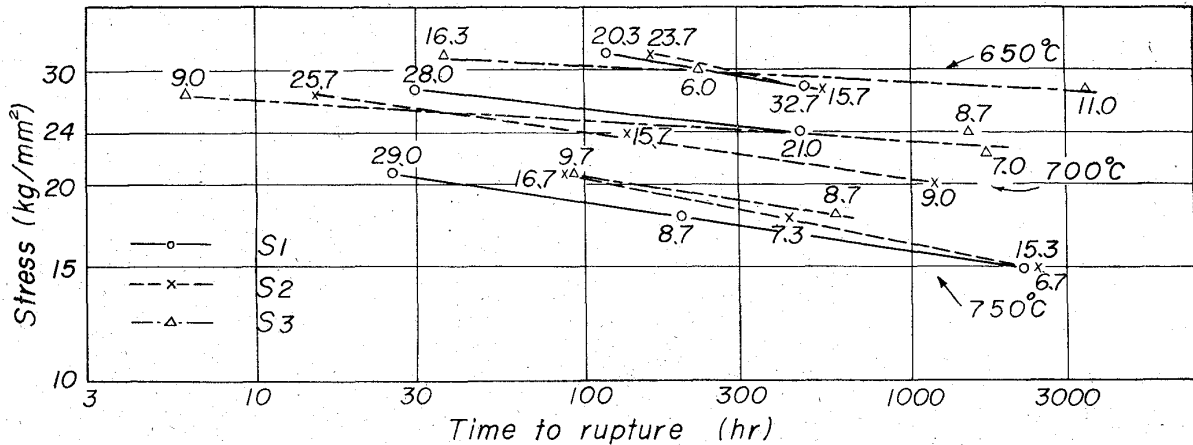


Fig. 1. Stress-rupture-time curves of steels. 1hr at 1250°C, oil quenched (Figures show rupture elongation).

化学成分を Table 1 に示す。S1~S3 の各試料とも C, Si, Mn, Ni, Cr, W, Mo および Ti を一定とし、

S1 はこの基本成分で、S2 は S1 に Cu 2.5% 添加したもの、S3 は S2 にさらに B を 0.1% 添加したものである。

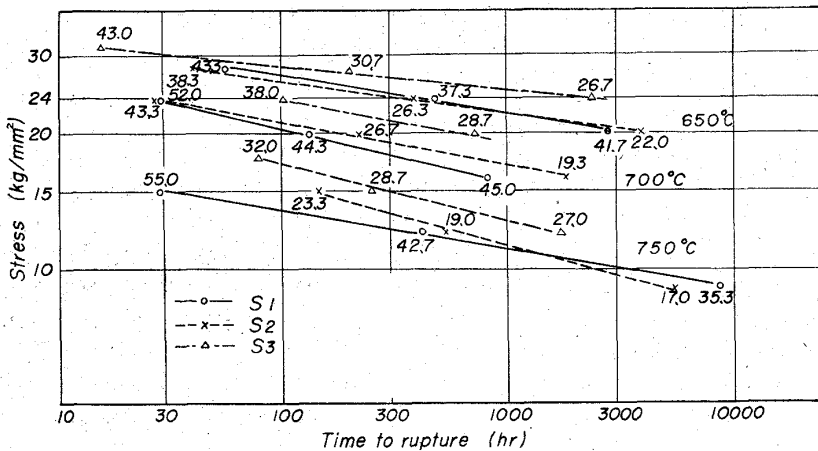


Fig. 2. Stress-rupture-time curves of steels. 1hr at 1150°C, oil quenched (Figures show rupture elongation).

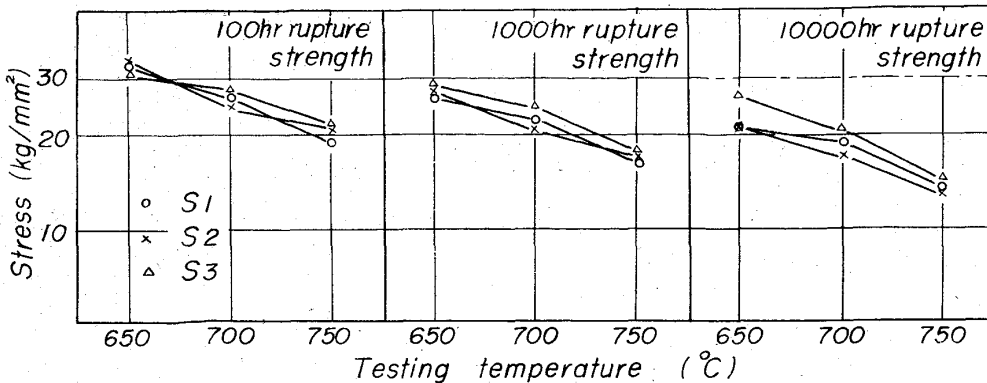


Fig. 3. Relation between creep rupture strength and testing temperature.

試料は 50kVA 高周波炉で 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た。

3. 実験結果

3.1 クリープ破断試験

試料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。

1250°C × 1hr → 油冷

750°C × 20hr → 空冷

実験結果を Fig. 1 に示す。比較のために 1150°C で溶体化処理を行なったものの応力-破断時間曲線を Fig. 2 に示す。またこれから求めた 100hr, 1000hr および 10,000hr のクリープ破断強度

と試験温度との関係を、1250°C の溶体化処理したものについて Fig. 3 に示す。

1250°C で溶体化処理を行なった材料はいずれも 1150°C で溶体化処理した材料に比べると非常に高い強度を有しており、1250°C の溶体化処理材の 700°C のクリープ破断強度は 1150°C 溶体化処理材の 650°C の

Table 2. Differences between as rolled hardness and aging hardness.

Aging temperature	A		As solution treatment	As rolled	1 hr	3 hr	10 hr	30 hr	100 hr	300 hr	1000 hr
	S										
600°C	S 1		180	406	-2	-30	-9	17	36	47	66
	S 2		179	372	-61	-24	-10	0	6	12	23
	S 3		186	374	-34	-32	-22	-13	-11	20	20
650°C	S 1		180	407	-15	3	23	44	56	102	141
	S 2		179	368	-50	-8	2	10	16	30	73
	S 3		186	370	-28	-7	-6	-4	-3	8	19
700°C	S 1		180	407	22	46	96	143	159	168	—
	S 2		179	368	10	20	42	69	100	132	—
	S 3		186	370	-6	9	11	11	21	51	—
750°C	S 1		180	410	83	149	168	171	171	180	—
	S 2		179	366	43	80	122	126	134	141	—
	S 3		186	380	25	31	45	65	115	141	—

The minus sign means hardness rise. A: Aging time, S: Steel No.

クリープ破断強度にはほぼ等しく、750°C の場合は 1150°C 溶体化処理の 700°C の強度に等しい。このように溶体化温度を上げるとクリープ破断強度がいちじるしく改善することは、本系の耐熱鋼と同じように Ti を含む AISI 321 タイプの 18-8-Ti 鋼について報告され²⁾、その理由として、マトリックスに Ti が固溶するためであり、これがマトリックスの C の拡散速度を低下させることおよび TiC のような炭化物を時効によつて十分生成させることになつて、高温の変形抵抗を増加するためと言われる。しかしながら、溶体化温度を上げることは破断伸を減少させ、特に B を含むものにいちじるしい。このことは 1250°C の溶体化処理で B を含むものは結晶粒界に Fe-B の共晶と考えられる溶融相が現われることおよび結晶粒の粗大化が原因しているものと思う。B を含まぬものには結晶粒の粗大化は起きるが溶融相が現われぬため、比較的破断伸の減少は少ない。またオーステナイト地の強化のために入れた Cu も若干破断伸を減少させる傾向が認められる。

Cu のクリープ破断強度におよぼす影響をみると、1150°C 溶体化処理の場合 Cu 添加により 700°C までのクリープ破断強度を増加させるが、1250°C の溶体化処理では Cu 添加しないものの方が強くなる。750°C の場合は溶体処理温度にかかわらず Cu 添加した試料は短時間では強く、長時間になると弱くなる。B を添加するといずれの場合もクリープ破断強度はいちじるしく増加し、特に 650°C の応力-破断時間曲線の傾斜はゆるやかで 1250°C の溶体化処理により長時間まで高強度が期待される。しかし破断伸の減少は注意すべきである。

4. 時効硬度

強度に差はあるが溶体化処理後の時効硬度は同じ位で相関は認められぬため、次に硬度とクリープ破断強度との相関を調べるため、1150°C×1hr→油冷の溶体化処理後両面の脱炭層を削取つた 4mm 厚の板を冷間圧延により加工率 50% (板厚減少率) にしたものについて時効による硬度変化を調べ、圧延のままの硬度と時効硬度との硬度差と強度との相関について検討した。

結果を Table 2 に示す。Table 2 に示された-記号は圧延のままの硬度からの時効による硬度上昇を意味する。低温時効の短時間において硬度上昇が認められ、ある時間で最高硬度を示し以後回復の進行とともに硬度低下が起きる。この加工硬化した試料の回復の遅速とクリープ破断強度との相関を関連づけようとしたがあまりはつきりせず、硬度差から強度の予想は困難である。しかしこの結果から Cu は加工硬化性を抑制する作用があり、しかも再結晶温度を上昇させるものと思う。

5. 結 言

溶体化処理の影響について述べてきたが要約すると次のようである。

(1) 1150°C の溶体化処理で示すと同程度のクリープ破断強度を 1250°C の溶体化処理によつて、1150°C 溶体化処理の場合の試験温度の約 50°C 上の温度で得られることが明らかとなつた。しかし 1250°C の溶体化処理によつて破断伸の減少は大きく、特に B を含むものはいちじるしい。

(2) Cu は 650°C および 700°C クリープ破断強度に対して、1250°C と 1150°C の溶体化処理では逆の結果を与える。また B はクリープ破断強度の改善にきわめて有効な元素である。

(3) 加工硬化した試料の回復の遅速とクリープ破断強度との相関はあまり認められない。Cu は加工硬化性を抑制する作用が認められ、また再結晶温度を上昇させるものと思う。

文 献

- 1) 藤田, 九鬼: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 1990
- 2) J. W. FREEMAN, R. L. COMSTOCK & A. E. WHITE: Amer. Soc. Mech. Eng. Paper, 51-A-46