

1150°C 空冷処理後 800°C~1230°C において高温引張試験を行なつて、伸、絞りの測定を行なつた。CRK-22 は B を含有するために加熱温度がある限度以上に上昇すると結晶粒界の一部が溶けるために鍛造性が急に低下する。B の高い CRK-22 B は 1200°C 以上において、B の低い CRK-22 A, 22 S は 1230°C 以上において伸、絞りが急激に低下する。CRK-22 大気溶解材は 1100°C において、真空溶解材は 1150°C において伸、絞りが最大となり、加熱温度がこれ以上になると伸、絞りが低下する。真空溶解によつて鍛造性はかなり向上する。CRK-22 大気溶解材は CRK-21, SEH 4 に比較すると最適鍛造温度範囲がややせまくなる。

(3) 冷間加工性

1100°C×1h 水冷の溶体化処理後常温にて引張破断せしめた試験片について断面収縮率(冷間加工率)と H_V 硬度との関係を求めた。CRK-21 は溶体化状態にてすでに H_V 350 にも達し 20% 冷間加工によつて H_V 470 に上昇する。これに対して CRK-22 は 1100°C 水冷後は H_V 240 前後に軟化し、20% 冷間加工によつても H_V 330 前後であり CRK-21 より冷間加工が非常に容易である。

(4) ラプチュア強度

最近では弁材料の評価に creep-rupture 強度が用いられるようになり、700°C 前後における 50h または 100h 破断強度が比較されている。よつてわれわれは 1100°C および 1150°C 溶体化処理、750°C×16h 時効処理後 650°C, 700°C, 750°C において破断試験を行なつた。Fig. 2 は溶体化処理温度 1150°C の場合の 700°C における結果を示したもので、CRK-22 S が 100h 破断強度最も高く 36 kg/mm² に達する。CRK-23, 24 も 30 kg/mm² 以上を示すが CRK-21 は 22 kg/mm², SEH 4 は 17 kg/mm² といちじるしく低い。

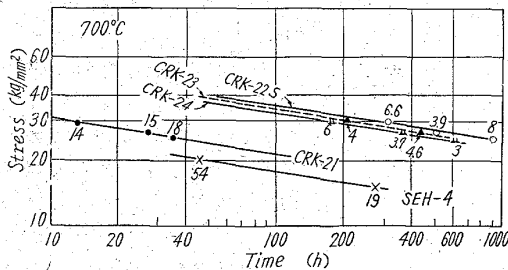


Fig. 2. Stress-rupture curves at 700°C.

Table 1. Chemical composition (%) of specimens.

Steel No.	C	Cr	Ni	Mo	W	Ti	B	Zr*
S 51	0.06	14.68	20.20	1.15	1.42	2.80	0.027	—
S 52	0.06	14.42	20.00	1.28	1.13	3.16	0.04	—
S 53	0.05	14.30	20.14	1.33	1.05	3.00	0.12	—
S 54	0.06	14.27	20.00	1.30	1.05	3.16	0.15	—
S 55	0.06	14.62	19.90	1.17	1.03	2.86	—	0.05
S 56	0.05	14.09	19.74	1.30	1.05	3.16	—	0.10
S 57	0.07	14.62	20.00	1.17	1.13	2.94	—	0.15
S 58	0.06	14.50	20.00	1.15	0.98	2.98	0.027	0.03
S 59	0.05	14.50	20.10	1.22	1.07	2.96	0.048	0.05
S 60	0.05	14.68	19.80	1.19	1.05	3.80	0.049	—
S 61	0.06	14.71	24.40	2.45	2.33	3.07	0.027	—

* Additional amount.

(5) その他

916°C に加熱した溶融 P60 中に 7f 試片を浸漬して腐食減量をみたが、SEH 4 は高 Si のため最もわるく、加熱時間 10 mn で 2f 以下にまで浸食された。CRK-21 は腐食減量もつとも少なく、CRK-22 は CRK-21 よりやや多い程度である。つぎに 800°C, 900°C の大気中加熱による酸化増量を測定したが 800°C では SEH 4 がもつともすぐれ、CRK-22 は 21 よりもやや良好であつた。このほか高温硬度、膨脹係数、電気抵抗などについても実験を行なつた。

III. 結 言

21-4N 鋼は排気弁用としてはかなり良好な性能を有するが高 N のため素材の製造がむつかしく、またステライト溶着に際しての不良率が大いという欠点があるので、これらの点を改良した弁用鋼をうることを目的として P を添加した耐熱鋼について試験を行なつた。その結果 20Cr-11Ni-2Mo 鋼に P および B を添加したものは熱間加工性はやや低下するが、冷間加工性、常温衝撃値とくに高温破断強度がいちじるしく向上することが明らかとなつた。

(152) 15Cr-20Ni 系オーステナイト耐熱鋼におよぼす B, Zr の影響

(オーステナイト系耐熱鋼の研究—V)

東京大学工学部 P602-604

工博 藤田 利夫・○笹倉 利彦

Effect of Boron and Zirconium on 15Cr-20Ni Austenitic Heat-Resisting Steels.

(Studies on austenitic heat-resisting steels—V)

Dr. Toshio FUJITA and Toshihiko SASAKURA.

I. 緒 言

第 4 報で 15Cr-20Ni 系オーステナイト耐熱鋼におよぼす Ti および Al の影響について報告した。本報では Ni と金属間化合物を生成する Ti を一定にし、B および Zr 量を単独に添加したもの、および複合添加した試料、その他 Ni を 25% に増し Mo, W を各々 2.5% ずつ添加した試料につき、フリーブ破断強度、時効硬度、顕微鏡組織などにどのような影響をおよぼすかについて調べた。

II. 試料

試料は 15 kVA の高周波電気炉で 6kg 溶解後、70 mm φ の鋼塊を 20mm の角棒に鍛造してクリープ破断試験に供した。さらに 10mm の角棒に鍛造して硬度測定および顕微鏡組織用に使用した。試料の化学組成を Table 1 に示す。

S51~S54 は B を 0.03%~0.15% をそれぞれ単独に添加した。S55~S57 は Zr を 0.05%~0.15% 単独に添加したものである。S60 は S52 の Ti を 4% とし、S61 は S51 の Ni, Mo, W をそれぞれ 25%, 2.5%, 2.5% にしたものである。

III. 実験結果

1) クリープ破断試験

試験片はつぎの熱処理を行い、650°C, 700°C および 750°C でクリープ破断試験を行なった。

1150°C×1h → O. Q. 750°C×20h → A. C.

Fig. 1 (a) は B の単独添加の影響である。B を 0.03%~0.15% 単独添加したもののクリープ破断強度は大した差は表われなかつたが B 添加量が 0.04% のものが最高のクリープ破断強度を示した。

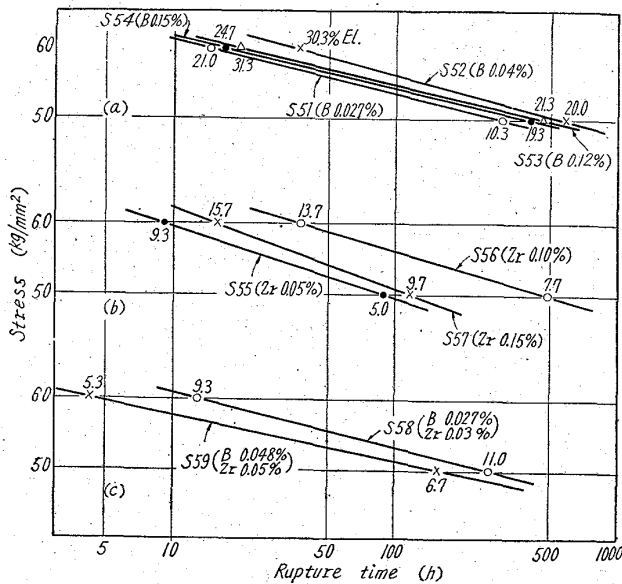


Fig. 1. Stress-time curves at 650°C.

Fig. 1 (b) は Zr の単独添加の影響である。Zr を 0.1% 添加した S56 が最高のクリープ破断強度を示した。これは 0.05% 添加した S55 の約 5 倍の破断時間を示し、B を 0.04% 添加した S52 と同じ程度のクリープ破断強度である。しかし 0.15% 添加した S57 はかえってクリープ破断強度は低下している。破断伸びは B の単独添加した場合の大体 1/2 に小さくなっている。

Fig. 1 (c) は B および Zr の複合添加の影響である。図からもわかるように B および Zr を 0.03% ずつ添加したものの方がクリープ破断強度は高い。しかしながら B を単独添加したものと比較すると B 添加量が同程度の場合 S58, S59 と S51, S52 よりクリープ破断強度は低い。

一般的に Zr を添加したものは B 単独添加した試料に比べ破断伸びも小さくなる傾向がある。

Table 2 は 650°C および 700°C の 100h, 1000h のクリープ破断強度と 650°C~800°C における 1000h の時効硬度を示す。S52 の Ti を 3% から 4% に増した S60 のクリープ破断強度は S52 とほとんど変わらず、長時間側で少し高くなっている程度である。しかし破断伸びは 1~2% 程度で S52 の 1/10 程度である。

2) 時効硬度

つぎのような熱処理を行ない時効硬化の現象をしらべた。

1100, 1150, 1200°C×1h → O. Q.

650°C }
700°C } ×1, 3, 10, 30, 100, 300, 1000, 3000 h → A. C.
750°C }
800°C }

700°C で時効した代表的な時効硬度曲線を Fig. 2 に示す。B および Zr を単独添加または複合添加したものはほとんど差がない。Table 2 からわかるように Ni, Mo および W 量を増した S61 の長時間の硬度は低温側では左程差はないが高温側でその差はだんだん大きくなっている。また Ti を 4% にした S60 は最高の硬度を示している。時効硬度におよぼす溶体化処理温度 (1100°C~1200°C の範囲) の影響はほとんど見られなかつた。

Table 2. Rupture strength and ageing hardness of specimens.

Steel No.	Ageing hardness after 1000h (Hv)				Rupture strength (kg/mm ²)			
					650°C		700°C	
	650°C	700°C	750°C	800°C	100h	1000h	100h	1000h
S 51	309	311	267	211	53.5	(47.0)	(48.0)	21.0
S 52	—	316	262	199	56.0	(48.5)	(49.0)	32.0
S 53	—	303	262	195	54.5	(48.0)	(44.0)	(29.0)
S 54	—	299	262	198	54.0	(47.5)	(43.5)	(32.0)
S 55	302	299	271	211	49.5	(41.0)	38.5	(29.0)
S 56	—	325	270	211	56.0	(47.5)	(44.0)	32.0
S 57	304	312	263	217	50.5	(40.5)	39.5	30.3
S 58	317	306	265	214	53.0	(46.0)	(42.0)	(34.0)
S 59	302	300	263	208	51.0	(45.5)	(43.0)	29.5
S 60	347	336	297	250	55.0	(49.0)	—	—
S 61	329	326	283	249	57.0	(48.0)	(45.0)	31.5

() : extrapolated value

20.6.21/53

669.14.018.85-669.15'24'26'295-194
 1669.187.05-982:669.295:539
 434 15.56

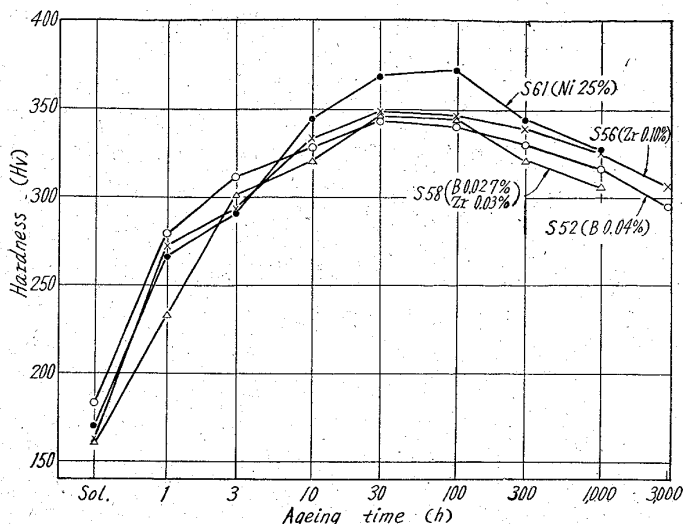
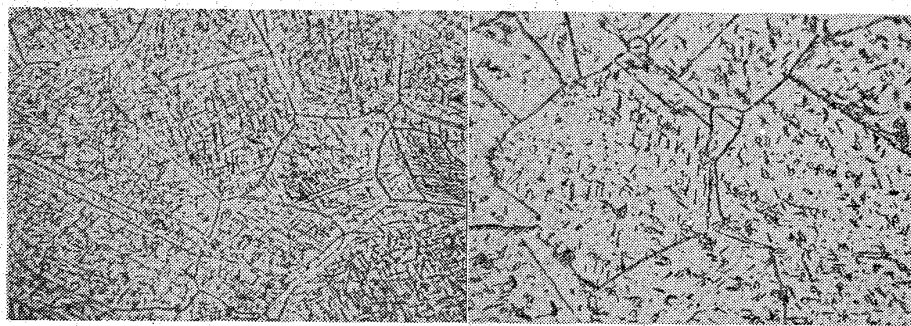


Fig. 2. Ageing hardness at 700°C.



S 51 (H_v=211) S 61 (H_v=249)
 (1,150°C×1h→O. C, 800°C×1,000h→A. C)

Photo. 1. Typical microstructure of S 51 and S 61. ×480(2/3)

3) 顕微鏡組織

顕微鏡組織は 1100°C, 1150°C, 1200°C×1h → O. Q 後, 700°C および 800°C で時効を行って調べた。

代表的な顕微鏡組織を Photo. 1 に示す。B を添加した試料は 1200°C の溶体化処理で粒界に Fe₂B の析出が見られた。Ni を 25% に増した S61 ではほとんど粒内一面に Ni₃Ti の析出が見られ、Ni を増すことによつて NiTi の生成が増大している。

(153) 15Cr-25Ni 系オーステナイト耐熱鋼におよぼす溶解法および Ti 量の影響 P.609~606

(オーステナイト系耐熱鋼の研究—VI)

東京大学工学部

工博 藤田 利夫・○笹倉利彦

Effect of Melting Methods and Ti Contents on 15Cr-25Ni Austenitic Heat-Resisting Steels.

(Studies on austenitic heat-resisting steels—VI)

Dr. Toshio FUJITA and Toshihiko SASAKURA.

I. 緒 言

第5報までに 15Cr-20Ni 系オーステナイト耐熱鋼におよぼす各種元素の影響について報告した。本報では Ni 量を 25% とし、Ti を 5% 程度添加しても matrix がオーステナイトになるようにした。このような 15Cr-25Ni 組成のオーステナイト系耐熱鋼を真空溶解で溶製したときに Ti 添加量がどのような影響をおよぼすか、また合金元素がまったく同じ耐熱鋼につき真空溶解および真空アーク溶解の二つの溶解法がクリープ破断強度、時効硬度および顕微鏡組織などにどのような影響をおよぼすかについて検討した。

II. 試 料

S71~S74 は高周波真空溶解炉で 6kg 溶製し、20mm の角棒に鍛造してクリープ破断試験に供し、さらに 10mm の角棒に鍛造して時効硬度および顕微鏡組織用とした。S75, S76 は高周波電気炉で 6kg 溶製して 30mm φ の金型に鋳込み、これを消耗電極棒として真空アーク炉で再溶解を行い、鋼塊を 20mm の角棒に鍛造してクリープ破断試験に供し、さらに 10mm の角棒に鍛造して時効硬度および顕微鏡組織用に利用した。試料の化学組成を Table 1 に示す。

S71~S73 は 15Cr-25Ni に Ti を 3, 4, 5% ずつ添加したもので、S74 は S72 に Zr を 0.03% 添加したものである。S75, S76 の溶解目標成分は S72, S74 と同じで真空アーク溶解を行ったものである。

Table 1. Chemical composition of specimens. (%)

Steel No.	C	Cr	Ni	Mo	W	Ti	B	Zr*
S 71	0.03	14.55	25.44	1.48	1.74	2.92	0.032	
S 72	0.05	14.82	25.14	1.55	1.16	4.06	0.032	
S 73	0.04	14.82	25.44	1.52	1.59	5.05	0.029	
S 74	0.04	14.97	25.66	1.35	1.61	4.10	0.035	0.03
S 75	0.08	14.87	25.83	1.50	1.29	3.70	0.029	
S 76	0.08	14.72	25.35	1.58	1.33	3.76	0.030	0.03

Additional amount