

2) 耐クリープ性

650°C においてクリープ—ラプチャー試験を行なったが、溶体化温度は 1300°C から 1250°C、1200°C へと低くなるにしたがつて耐クリープ性が劣化した。これはカーバイトのオーステナイトへの固溶が 1300°C 以下の温度では不充分であることを裏書きするものである。この低下の様相を Fig. 1 に示す。

つぎに時効温度の影響をみると、800°C の時効では溶体化のままのものに較べて可成りいちじるしい劣化が認められるが、700°C では殆んど低下せず、600°C では逆に上昇する傾向が示された。

溶体化温度 1200°C で時効温度 800°C の試料は悪条件が重なったのでもつとも悪い結果を示した。これなどの結果を Fig. 2 に示す。

なお、この鋼種の特徴として破断時間が長くなるほど破断後の伸び、絞りの増大する傾向が認められた。

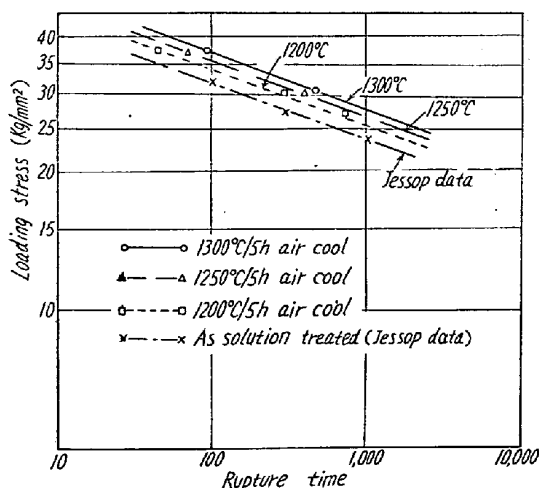


Fig. 1. Effect of solution-treatment temperatures on creep-rupture strengths (at 650°C).

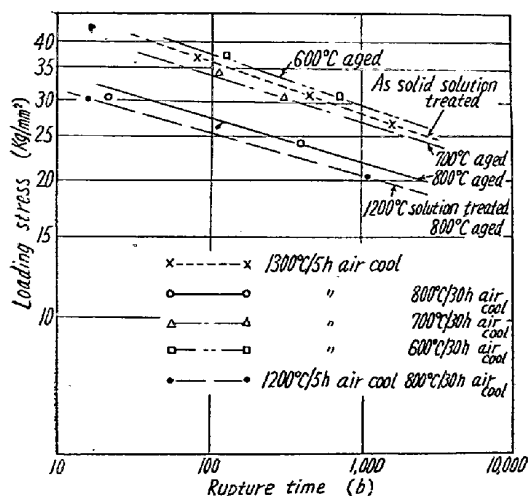


Fig. 2. Effect of aging temperatures on creep-rupture strength (at 650°C).

IV. 結 言

ガスタービンのローター材を対象として熱処理条件と機械的性質の関係を試験しつぎの結論をえた。

① 溶体化温度は 1300°C から 1200°C に下げた方が常温および高温短時間引張試験性質を向上させるが、耐クリープ性においてはカーバイトがオーステナイトに充分固溶しないために温度の低下に従って劣下を示す。

② 溶体化温度からの冷却速度の影響はとくにいちじるしいものではないが、冷却速度の減少にしたがつて機械的性質の劣下が認められる。したがって、大型ローター材では蒸気タービンローター材のように特殊冷却焼入装置による均一ミスト冷却または強制空気冷却の実施が好ましいと考える。

③ 時効処理については 800°C では可成りの時効硬化が認められ、耐クリープ性がいちじるしく劣下するので好ましくない。

これに反して 700~600°C では殆んど時効硬化が認められず、耐クリープ性における悪影響も認められないので、溶体化処理後または機械加工後の歪取焼鈍は使用条件を考慮し 600~700°C の温度域での実施が望ましい。

④ この鋼種の特徴として、クリープ—ラプチャー試験で破断時間が長くなるほど破断後の伸び、絞りの増大する傾向が認められた。

(93) 19-9 D L, G18B, LCN-155 合金
におよぼす P 添加の影響について

(耐熱鋼におよぼす P 添加の影響—Ⅱ)

特 殊 製 鋼

工博 山中直道・○日下邦男・外岡 耀
Effect of P-Addition on Properties
of 19-9DL, G 18 B and LCN-155 Alloys.

(Effect of P-addition on properties of
heat-resisting steels—Ⅱ)

Naomichi Yamanaka, Kunio Kusaka
and Akira Tonooka.

I. 結 言

われわれは溶体化処理後焼戻時効処理を行うことにより、ホットコールドワーク処理に匹敵するような応力破断強度を有する耐熱鋼をうることを目的として実験を開始し、第 1 報においては 18 Cr-12 Ni-2 Mo 系、18 Cr-12 Ni-2.5 Mo-0.8 Cb 系などにおよぼす P 添加の影

響について報告した。今回はこれにひきつづいて 19-9 DL, G 18 B, LCN-155 合金などにおよぼす P 添加の影響について報告する。

19-9 DL 耐熱鋼については前報で一部は報告したが、P 添加によつて高温破断強度はいちじるしく向上し、P 0.13% 添加で 650°C, 100 h 破断強度は 37 kg/mm², 700°C, 100 h 時効後の衝撃値は 6.5 kg m/cm² を示し、ホットコールドワーク処理を行つたものに匹敵するが伸びが低下する欠点があるのでこれを改善するために B, Lan Cer Amp を添加試験した結果について報告する。

供試材は Table 1 に示すとおりで 35 kVA 高周波誘導炉により 7 kg 鋼塊を溶製し、これを 20φ に鍛伸して使用した。

II. 実験結果

(1) 19-9 DL 耐熱鋼

1150°C×1.5 h 水冷の溶体化処理, 700°C×30 h 焼戻時効を行つてのち 9φ×50 試片に加工して破断試験を行つた。19-9 DL 耐熱鋼の成分に相当する SHR-93 は 700°C, 29 kg/mm² の場合破断時間は 4 h であるが、これに P を 0.132% 添加すると破断時間は 75 h に向上するが伸びは 4% に低下する。L. C. A を添加すると伸びは 20% に改善されるが破断時間は 60 h となる。よつて破断時間の向上に有効であるところの P を 0.15%,

伸びの向上に有効であるところの L. C. A を 1% 添加して、さらに B を 0.02 より 0.2% まで添加した結果は Fig. 1 (B) に示すように B 添加の多くなるにつれて破断時間はいちじるしく向上し破断後の伸びも非常に改善される。また Fig. 1 (C) は 730°C, 26.6 kg/mm² の破断試験の結果を示すもので、B 添加量が 0.1% 以上になると破断時間が 100 h 以上となり伸びもまた良好な値を示す。なお Fig. 1 (A) は 19-9 DL に P 添加のみを行つた場合の試験結果である。つぎに L. C. A を添加せず 0.15% P と B 添加の場合にも B の多くなるにつれて破断時間が向上するが、破断後の伸びは 6% 前後を示し L. C. A を添加した場合より低値を示す。

(2) G 18 B

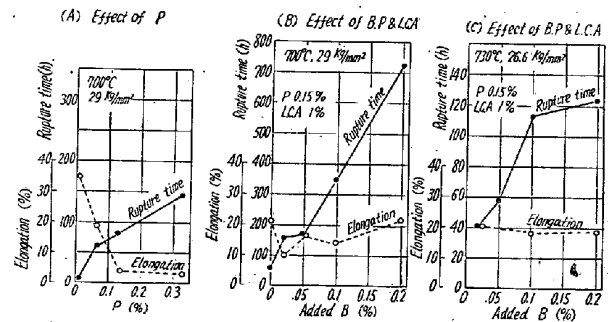


Fig. 1. Effect of P, B and L. C. A on the rupture strength of 19-9DL.

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Steel No.	Chemical composition (%)														
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Mo	Cb	Ti	B added	L.C.A added	Co	N ₂
SHR-93	0.31	0.61	1.08	0.008	0.016	8.88	20.30	1.55	1.42	0.48	0.14	—	—	—	—
-117	0.30	0.62	1.04	0.132	0.013	9.13	20.14	1.41	1.49	0.40	0.18	—	—	—	—
-149	0.29	0.47	1.26	0.109	0.005	9.43	19.56	1.51	1.70	0.39	0.15	—	1.0	—	—
-168	0.34	0.60	1.25	0.150	0.007	10.0	20.23	1.54	1.54	0.50	0.18	0.02	1.0	—	—
-169	0.30	0.56	1.23	0.151	0.005	9.95	20.40	1.56	1.58	0.48	0.18	0.05	1.0	—	—
-170	0.32	0.51	1.22	0.149	0.007	10.05	20.18	1.55	1.56	0.50	0.19	0.10	1.0	—	—
-171	0.31	0.56	1.27	0.141	0.007	10.09	20.40	1.55	1.58	0.48	0.20	0.20	1.0	—	—
-172	0.30	0.69	1.22	0.144	0.018	9.98	20.01	1.52	1.62	0.49	0.25	0.02	—	—	—
-173	0.31	0.71	1.22	0.157	0.018	9.79	20.06	1.58	1.71	0.49	0.20	0.05	—	—	—
-175	0.33	0.79	1.20	0.165	0.021	9.74	19.93	1.52	1.71	0.50	0.19	0.20	—	—	—
GBP-1	0.42	1.16	0.91	0.020	0.019	12.97	13.15	2.48	2.15	3.48	—	—	—	10.10	—
-2	0.44	1.02	0.90	0.073	0.017	13.42	13.29	2.50	2.28	3.06	—	—	—	10.32	—
-3	0.41	1.14	0.93	0.099	0.019	13.12	13.29	2.66	2.30	3.09	—	—	—	10.08	—
-4	0.43	1.03	0.97	0.145	0.014	12.97	13.39	2.71	2.28	2.96	—	—	—	10.04	—
-5	0.39	1.02	0.97	0.196	0.019	13.12	13.39	2.74	2.28	2.93	—	—	—	10.02	—
LCNP-1	0.16	0.58	1.27	0.020	0.002	20.52	20.19	2.55	3.11	1.07	—	—	—	19.50	0.14
-2	0.12	0.56	1.30	0.060	0.011	20.32	20.14	2.59	3.10	1.08	—	—	—	19.42	0.14
-3	0.19	0.50	1.24	0.113	0.017	20.17	20.11	2.27	3.05	1.07	—	—	—	19.53	0.15
-4	0.16	0.51	1.23	0.164	0.010	19.96	20.32	2.30	3.11	1.07	—	—	—	19.68	0.17
-5	0.19	0.51	1.26	0.219	0.009	20.12	20.28	2.21	3.08	1.06	—	—	—	19.38	0.14
TMP-1	0.07	0.47	1.25	0.027	0.024	24.45	15.66	—	6.50	—	—	—	—	—	0.15
-2	0.09	0.44	1.24	0.079	0.025	24.35	15.63	—	6.53	—	—	—	—	—	0.13
-3	0.08	0.45	1.26	0.149	0.025	24.45	15.63	—	6.55	—	—	—	—	—	0.12
-4	0.09	0.47	1.26	0.189	0.026	24.35	15.63	—	6.61	—	—	—	—	—	0.14

1200°C×1 h 水冷, 750°C×18 h 焼戻時効後ラプチュア試験を実施した. 700°C, 24 kg/mm² の場合 G18B 成分のものは破断時間 28 h, 伸び 30% を示すが P を添加するにつれて破断寿命は向上し伸びは低下する. すなわち P0.1% 添加では破断時間は 310 h に向上するが伸びは 18% とやや低下を示す. つぎに 730°C, 22 kg/mm² の場合には G18B 成分のものは破断時間 18 h, 伸び 49% を示すが P0.1% 添加によつて破断寿命は 55 h に向上, 伸びは 21% に低下し, また P0.2% で 66 h, 10% を示す. 0.12% P と同時に 0.11% N₂ を含有せしめた場合は N₂ 添加による破断時間の向上はとくに認められず伸びが却つて低下する. 0.12% P と 0.05% B を添加した場合には 730°C, 22 kg/mm² の破断寿命は 510 h といちじるしく向上するが伸びは 9% となる. Fig. 2 (B) は G18B に P を添加した場合の焼戻時効硬度曲線を示すものである.

(3) LCN-

155

1200°C×1 h 水冷, 760°C×16 h 焼戻時効後ラプチュア試験を実施した.

730°C, 20 kg/mm² の場合には LCN-155 に相当するものは破断時間 140 h 伸び 55% を示すが P を添加すると破断時間は向上するが伸び

が低下し P0.16% では破断時間 537 h に達するが伸びは 9.4% となる. 730°C, 26.6 kg/mm² の場合には LCNP-1 は破断時間 15 h, 伸び 50% であり P0.16% で 36 h, 11% を示し破断時間の向上に P があまり有効でなくなる. 試験温度が上昇して 815°C になると P の効果は殆んど認められなくなる. 1200°C 水冷, 760°C×16 h 時効後の常温衝撃値は LCNP-1 では 3.8 kg-m/cm² を示し, P 添加 0.113% までは殆んど変化しないが P が, 0.16% 以上に増加すると衝撃値も低下するにいたる. 700°C, 750°C の高温においては P0.16% までは P 添加による衝撃値の低下は認められない.

(4) Timken 16-25-6

Timken 16-25-6 に P 添加を行つた場合には破断時間向上の P の効果が比較的少なく, したがつて伸びの低下も少ない. すなわち 650°C, 28 kg/mm² の場合には Timken 16-25-6 成分のものは破断時間 99 h, 伸び 30% を示すが P0.19% で破断時間は 160 h に向上し伸びは 30% であつて低下を示さない. つぎに 700°C, 18 kg/mm² の場合には TMP-1 は破断時間 200 h, 伸び 39% のを示し P の添加によつて破断時間はやや向上し P0.19% で 733 h, 18% を示す.

III. 結 言

以上 19-9 DL 耐熱鋼におよぼす P, B, LCA 添加の影響, G18B, LCN-155 などにおよぼす P 添加の影響について試験を行つた. その結果 19-9 DL に P 単独添加では破断時間はいちじるしく向上するが伸びが低下するので LCA 添加を行つて靱性を向上せしめ, さらに B 添加を行うと破断寿命, 靱性ともにすぐれたものが得られることが判明した. G18B, LCN-155 合金などに P 添加を行うと破断寿命はかなり向上するが 19-9 DL の場合に較べるとその効果は小さい. 伸びは P 添加が多くなると低下するので P を適当量に調節する必要がある.

(94) Ni を含む 20% Cr-Fe 合金の純粋窒素中における高温の窒素吸収について

(耐熱材料における合金元素としての窒素の作用について—X)

東京都立大学○宮 川 大 海

東京工業大学 工博 岡 本 正 三

On the High-Temperature Nitrogen-Absorption of Nickel-Bearing 20% Cr-Fe Alloys in Pure Nitrogen.

(On the function of nitrogen as an alloying element in heat-resisting materials—X)

Ōmi Miyakawa and Masazo Okamoto.

I. 結 言

前報りにおいて 20% Cr-Fe 合金へオーステナイトの安定化元素として Mn を最大 10% まで加え, これを純度の高い N₂ 雰囲気中で加熱した場合の N 吸収におよぼす合金中の Mn 量の影響について検討した. 20% Cr-Fe 合金中への Mn の添加は N 吸収を助長し, 生成したオーステナイト相を安定化する. また Mn 量が 6~10% の合金に N を吸収させると 316 L 型鋼に比べてか

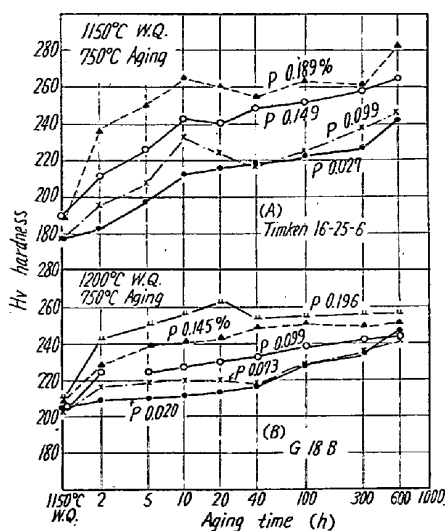


Fig. 2. Effect of P on the hardness of Timken 16-25-6 (A) and G18B (B).