

669.14.018.85:669.1524'26'009-199
 :62-332:669.779. No.62/5

(151) 含 P 弁用耐熱鋼の研究

特殊製鋼

平野 昇・○日下邦男・鶴見州宏
 本田技術研究所 大沢 恂

Study on Phosphorus-Bearing Heat-Resisting Steels for Exhaust Valves.

Noboru HIRANO, Kunio KUSAKA,
 Kunihiko TSURUMI and Satoshi OSAWA.

I. 緒 言

弁用耐熱鋼としては、(1) 高温において破壊や歪曲の起らないように充分の硬度と強度を有すること、(2) 作動温度における酸化や腐食が少ないこと、(3) 鍛造が容易であること、(4) 溶接性が良好であること、(5) 作動温度にくり返し加熱冷却されても変形や割れを生じないこと、(6) 熱伝導率が大きく、また熱膨脹係数が小さいことなどが要望される。これらの諸条件をすべて満足する鋼種はいまだ見出されていないので溶接バルブを用いたり、ステライト溶着や窒化などを行なつて、これらにできるだけ適合するようにして使用されている。また二輪車エンジン用のもはステム径が細いので、冷間引抜加工の容易にできるものであることが望ましい。最近自動車エンジン、二輪車エンジンとともに高い圧縮比と高オクタン価のガソリンを使用する傾向にあり、これにともなつてエンジンの作動温度も高まり排気弁の寿命が低下するおそれが生じて来ているので、従来よりも高性能の耐熱鋼が要求されるようになった。われわれは以前より中級耐熱鋼の破断強度を高めるために P を添加して実験を行なつて来ているが、P の効果が顕著であるので今回は含 P 弁用鋼について試験を行なつた。

II. 実験結果

供試材化学成分は Table 1 に示すごときもので、100kg 鋼塊を 20mm φ および 8mm φ に圧延して使用した。なお溶解は真空中および大気中にて行なつた。CRK-21 は 21-4N 鋼にはほぼ該当するものであり、CRK-23 は CRK-21 の N を低下してかわりに P を添加し、さらに少量の Mo, W, Cb を添加したものである。CRK-21 は弁用鋼としてはかなりの高性能を有し、とくに酸化鉛に対する耐食性にすぐれているため広く使用されているが、高 N 含有のために 1100°C 前後の溶体化処理によつては充分に軟化せず冷間引抜が困難なため熱間引抜によつて寸法を細くする必要がある。また高

硬度のために引抜後の矯正が難しいという欠点がある。また熱間硬度を高め腐食抵抗を増す目的でバルブ・シート面にステライト盛りを行なうことがあるが、CRK-21 は高窒素のため気泡を生じやすく製品不良率が非常に大きい。これらの理由から CRK-21 にかわるべき適材を求める必要がある。

CRK-22 は 20Cr-11Ni-2Mo 鋼に P および B を添加して高温破断強度を高めたものであり、22S, 22V は真空溶解、22A, 22B は大気溶解を行なつたものである。CRK-24 は 19Cr-10Ni-1.5Mo-1.5W-0.4Cb 系に P を添加したもので、CRK-25 は 20Cr-10Ni-0.5Mo-0.5W-0.3Cb-0.15N 系に P を添加したものでともに真空溶解を行なつたものである。

(1) 硬度変化

まず小試片を 1100°C および 1150°C×1h 水冷の溶体化処理を行なつて硬度を測定した。1150°C の場合 CRK-21 がもつとも硬度高く Hv 315 であり、CRK-23 はこれにつき Hv 286 であるが CRK-22 B は Hv 220 を示し SEH 4 と大差ない。つきにこれらの試片を 700°, 750°, 800°C に 1000h まで時効して硬度を測定した。CRK-21, SEH 4 は時効硬化はあまり顕著ではないが、CRK-23, CRK-22, CRK-24, CRK-25 は 700°, 750°C 時効によりいちじるしい析出硬化を示す。Fig. 1 は CRK-22 S の時効硬度曲線を示す。

(1) 熱間加工性

排気弁はステムの一端を電氣的に加熱してアプセットし、団子をつくりこれをダイスの中で傘状にスタンプしてつくられるものであり、高温における加工性の良否が問題となる。よつて 8mm φ 圧延材を 1100°C および

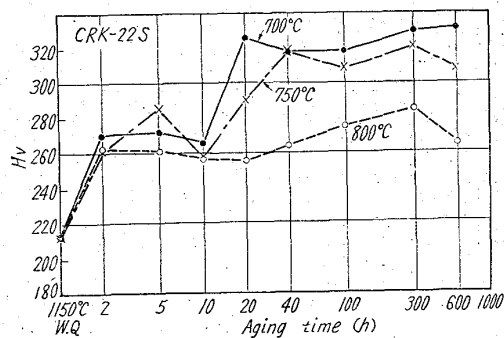


Fig. 1. Aging hardness of CRK-22S.

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

Steel No.	Chemical composition. (%)											
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	Cb	B	N
CRK-22S	0.32	0.62	1.00	0.169	0.011	10.96	19.17	2.09	—	—	0.010	—
CRK-22V	0.34	0.80	0.98	0.188	0.008	11.18	20.43	1.95	—	—	0.022	—
CRK-22B	0.35	0.63	1.16	0.172	0.017	11.23	19.15	2.10	—	—	0.034	—
CRK-22A	0.33	0.87	1.07	0.153	0.029	11.63	10.03	2.17	—	—	0.009	—
CRK-23	0.60	0.59	8.10	0.178	0.016	4.02	20.70	0.81	0.63	0.43	—	0.17
CRK-24	0.36	0.42	1.14	0.154	0.011	10.15	19.22	1.39	1.41	0.44	—	—
CRK-25	0.26	0.65	1.13	0.178	0.009	10.15	20.39	0.50	0.46	0.28	—	0.15
CRK-21	0.50	0.60	9.50	0.024	0.009	4.23	21.24	—	—	—	—	0.36
SEH 4	0.45	1.97	0.50	0.022	0.005	13.40	14.14	—	2.55	—	—	—

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。

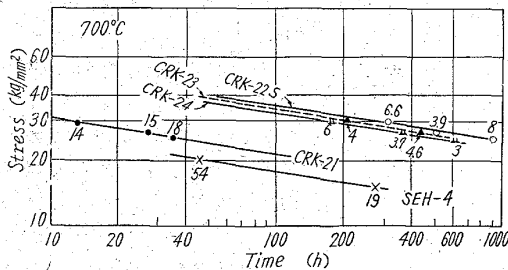


Fig. 2. Stress-rupture curves at 700°C.

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。