

戻し温度が 200~300°C では焼入れのままの値に比較して $1 \times 10^{-8} \text{ mm}^2/\text{kg}$ 程度低下する。この鋼種は炭素鋼に比較して耐焼戻し性が大で、硬さ、機械的性質が低下しがたく、低温焼戻しにより比摩耗量の低下を助け、マルテンサイトの分解および残留応力の除去とも関係して機械的性質が向上し強靱性が增大する。比摩耗量はこの組織において低下する。焼戻し温度が 400~500°C になると 17 Cr 鋼では上昇し、とくに 500°C 近傍における 2 次硬化点においても増大するが、13 Cr 鋼では 400°C と 500°C において大差は認められない。なおこの焼戻し温度でなお焼入れマルテンサイト組織と同程度の比摩耗量を示す。600°C 以上になると急激に上昇する。すなわちマルテンサイトの分解および炭化物の析出が大きくなり比摩耗量を増加せしめる。

4. 結 言

13 Cr と 17 Cr の 0.1~0.9% C のフェライト系およびマルテンサイト系ステンレス鋼の比摩耗量におよぼす炭素量および熱処理の影響について検討し次の結果を得た。

1) 13 Cr 鋼では 0.4% C 近傍で 17 Cr 鋼では 0.5% C で比摩耗量が大きくなり、それより C 量が低くても、また高くても比摩耗量が小である。前者はマトリックス中のフェライトの影響、後者は炭化物形式による影響が大である。

2) マルテンサイト組織の比摩耗量が小で、1050°C 焼入れ組織は焼なまし組織材に比較して 1/5 となる。この鋼の比摩耗量は焼入れ硬さ曲線と比例し、硬さの大なる組織ほど比摩耗量が小さく、フェライトを多く含む組織、残留オーステナイトを含む過熱組織は大となる。

3) マルテンサイト組織を 200°C 近傍にて焼戻しを行なうと比摩耗量が低下し、600°C 以上で急激に上昇する傾向にある。

文 献

- 1) 多賀谷, 貴志: 日本金属学会シンポジウム予稿, (1958), p. 60
- 2) 曾田: 日本金属学会シンポジウム予稿, (1958), p. 1
- 3) M. TAGAYA and K. KISHI: Tech. Report. Osaka Univ., 10 (1959) 408, p. 481

高炭素高クロム盛金合金の研究*

特殊製鋼

工博 日下 邦男・村井 弘佑

Study on the High-Cr Steels for Hard Facing of Exhaust Valve

Dr. Kunio KUSAKA and Kousuke MURAI

1. 緒 言

自動車用排気弁は軸端に耐磨耗性を付加するため普通 C 2.5, Cr 30, W 12, Co 残のステライトが溶着されており^{1)~3)}かつ HRC 56 以上の硬度が要求されている。

しかしステライトは高価であるので最近では C 3.5, Cr 30 の高 C 高 Cr 合金が一部使用されるようになってきた。これら高 C 高 Cr 合金の耐磨耗性のすぐれていることは広く知られているが^{4)~7)}, この合金を盛金材として使用した報告は発表されていないようである。高 Cr 合金を実際に盛金した場合は 30% の高 Cr では溶着部の硬度が盛金時の条件によつてバラツキを生じやすく、安定した硬度を得ることがむずかしいといわれている。著者らは盛金状態で安定した高硬度が得られ、かつ経済性のある合金を得る目的で実験を行なつた。

2. 実験方法

3kW 高周波誘導炉により 500 g を溶解し、これを黒鉛鑄型に鑄込んで $4 \phi \times 300 \text{ mm}$ 棒を作り供試材とした。まず C 3.5%, Si 1%, Mn 1% の一定とし Cr 10~30% と変化させ、さらに Mo, Si を添加して鑄造ままおよび盛金硬度、残留オーステナイト量、溶融点におよぼす影響を調べた。これらの供試材の化学成分を Table 1 に示す。

溶着試験の母材合金にはオーステナイト系の 21-4N 耐熱鋼 (C 0.57, Si 0.35, Mn 9.22, Ni 4.05, Cr 20.88, N 0.35) を使用し、 $\phi 8 \text{ mm}$ の端部に 3 倍還元焰の酸素-アセチレンを用い盛金した。また残留オーステナイト量は棒状試片の場合は磁気継鉄法により、盛金状態については X 線回折法によりそれぞれ測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 鑄造ままおよび盛金硬度

Cr を変化させた場合の鑄造まま素材の硬度および盛金硬度の測定結果を Fig. 1 に示す。Cr 20% 付近で盛金硬度が HRC 54~56 と最大を示しているが、20% 以下では Cr が低いほど盛金硬度が低く、鑄造まま硬度との差が大きくなる。また 20% 以上では鑄造まま硬度が Cr 増加にしたがい低下し、盛金硬度も低くなる。Fig. 2 は 14~17% Cr について Si, Mo を添加し鑄造ままおよび盛金硬度への影響をみたものである。Si の添加は鑄造まま硬度を高めるが、盛金硬度に与える影響は少ない。Mo は 14~17% の範囲で Cr 量に関係なく盛金後の硬度を高めるが、顕著でなく、1% 以上添加しても効果は少ないようである。

Table 1. Chemical composition of steels tested.

| Steel No | C | Si | Mn | Cr | Mo |
|----------|------|------|------|-------|------|
| MG-1 | 3.49 | 1.17 | 0.89 | 9.10 | |
| 2 | 3.46 | 1.28 | 0.94 | 14.01 | |
| 3 | 3.63 | 0.98 | 0.90 | 19.61 | |
| 4 | 3.65 | 1.18 | 0.86 | 22.63 | |
| 5 | 3.53 | 1.20 | 0.85 | 29.92 | |
| 6 | 3.83 | 1.25 | 0.88 | 14.05 | 0.36 |
| 7 | 3.46 | 1.20 | 0.89 | 13.53 | 0.58 |
| 8 | 3.74 | 1.21 | 0.76 | 13.50 | 0.90 |
| 9 | 3.70 | 1.95 | 0.96 | 13.50 | |
| 10 | 3.63 | 2.62 | 0.92 | 13.68 | |
| 11 | 3.58 | 0.95 | 0.88 | 17.06 | 0.74 |
| 12 | 3.59 | 0.84 | 0.85 | 17.06 | 1.57 |

* 第73回講演大会にて発表 講演番号 160 昭和42年5月10日受付

3.2 炭化物

クロム鋼に存在する炭化物は 3.5% C, 15~25% Cr では Cr_7C_3 炭化物のみ存在し, この範囲より Cr の低い側では M_3C 型炭化物を, また高い側では $Cr_{23}C_6$ 炭

化物がそれぞれ Cr_7C_3 炭化物とともに存在する⁹⁾. 顕微鏡組織より観察した結果では共晶点は Cr 12% 付近に存在するようであり, 9% Cr では初晶としてオーステナイトを晶出するが, Cr 14% 以上では Photo. 1 にみられるように Cr_7C_3 炭化物を初晶として晶出し, Cr の増加にしたがいその量は多くなる.

3.3 残留オーステナイト

高C-高Cr合金では鑄造ままと盛金後の硬度で差を生

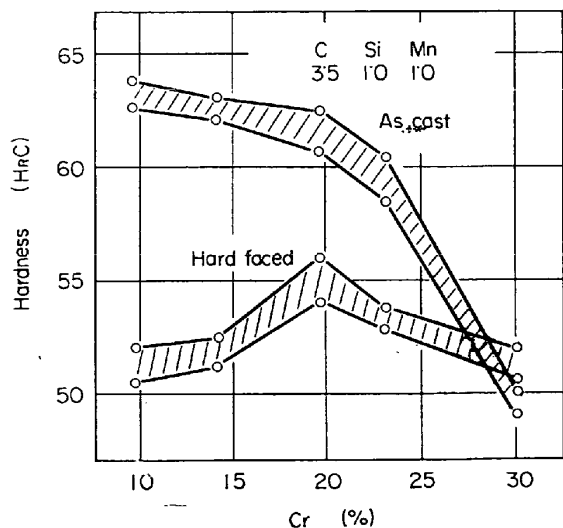


Fig. 1. Effect of Cr content on the as cast and hard faced hardness.

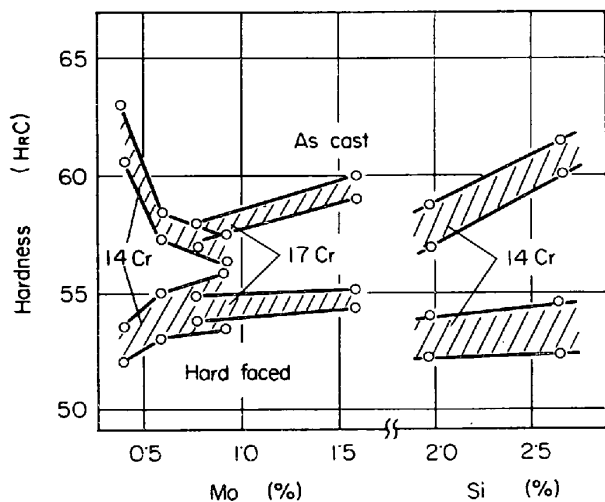


Fig. 2. Effect of alloying elements on as cast and hard faced hardness.

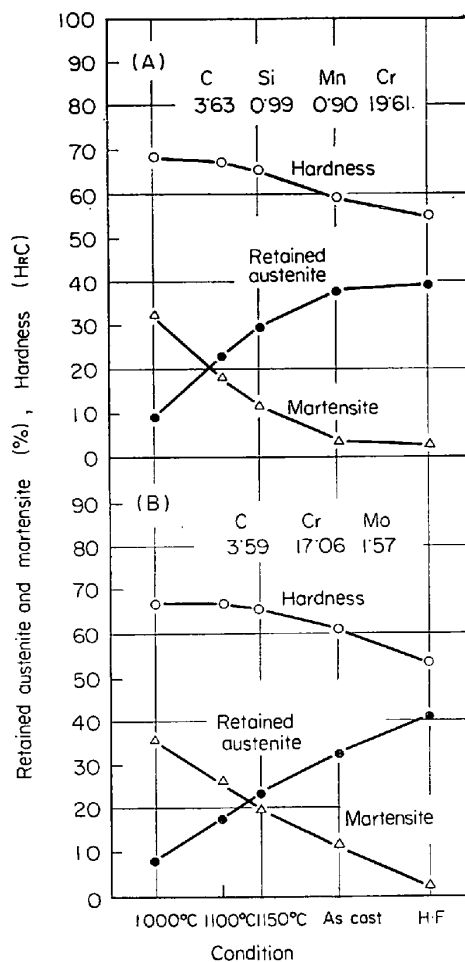


Fig. 3. Change of hardness, retained austenite and martensite under the various conditions.

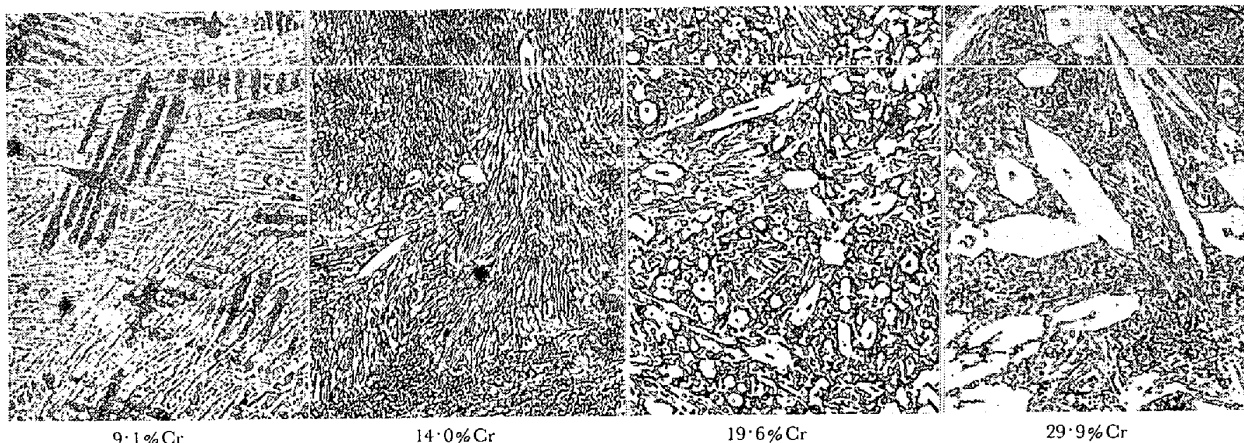


Photo. 1. Microstructures of high C-high Cr steels for hard facing (as cast). $\times 500$ (9/10)

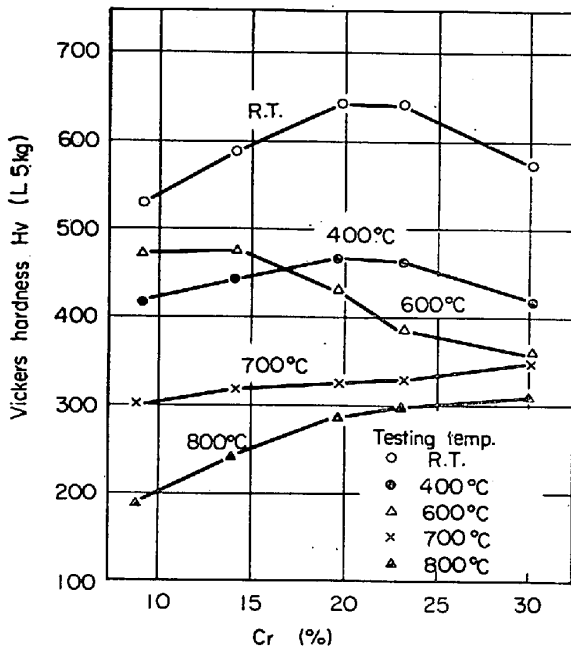


Fig. 4. Effect of Cr content on hot hardness in hard facing conditions.

ずるが、これは凝固時の冷却条件の違いからくる残留オーステナイト量によるためである。たとえば Fig. 3 は 鑄造まま試料を変態点以上の高温に加熱して空冷した場合の残留オーステナイト量、マルテンサイト量および硬度変化をみたものである。本系においては Cr_7C_3 、 $Cr_{23}C_6$ 炭化物が非磁性であるので、残留オーステナイトの存在量は鑄造状態の炭化物量を点算法により求め、各温度に加熱保持しても炭化物の変化がないものとして計算したものである。いずれも加熱温度の上昇とともに残留オーステナイト量は著しく増加する。

3.4 高温硬度

残留オーステナイトが加熱温度の上昇とともにその量を増加し、硬度が低下することを述べたが、熱処理硬度と Cr 量の関係を見ると Cr 含有量に関係なく 1000°C の加熱でいずれも最高硬度を示す。もちろん 1000°C 以上の加熱では残留オーステナイトの増加により硬度は低下するが、この傾向は低 Cr ほど大きく高 Cr では低下が少ない。また Fig. 4 は直径 $\phi 10$ mm 試片に 1 mm の盛金を行なったのち、硬度測定面が溶着境界より 0.5 mm になるように研磨した試片について的高温硬度を測定した結果を示してある。試験温度の上昇とともに硬度は低下するが、700°C 以上の高温では高 Cr ほど軟化抵抗が大きくなる。

3.5 溶融点

盛金性の点からは合金の溶融温度とくに液、固相間の温度範囲が重要となる。 $\phi 4$ mm \times 15 mm 試片をアルゴンガス雰囲気中で加熱し、その溶融外観より融点を測定した結果では Cr 量の増加にしたがい、溶融温度が上昇し、かつ半溶融状態の温度範囲がせまくなる。また溶融点におよぼす添加元素の影響は 14~17% Cr に Mo 1.5% まで、14% Cr に Si 2.6% まで添加した結果では溶融点の変化は認められなかった。

4. 結 言

(1) C 3.5%, Si 1%, Mn 1%, Cr 9~30% の高 C-高 Cr において盛金硬度は Cr 約 20% で最大を示し低 Cr ほど鑄造まま硬度と盛金硬度との差が大きくなる。

(2) 鑄造状態において 9% Cr では初晶としてオーステナイトを晶出し、14% 以上では Cr_7C_3 炭化物を晶出する。また Cr 30% 以上では $Cr_{23}C_6$ 炭化物が混在し、オーステナイトが残留しやすくなるため盛金硬度は低くなる。

(3) 盛金後の硬度低下は残留オーステナイトの増加によるためであり、熱処理によりこれら残留オーステナイトは減少し、硬度は増加する。

(4) Cr 量の増加にしたがい溶融点は高くなるが、半溶融の温度範囲がせまくなるので盛金性は向上する。

文 献

- 1) Metal Handbook, Amer. Soc. Metals, (1961), p. 626
- 2) 岩田: 日本機械学会第 225 回講習会教材, (1964), p. 45
- 3) H. STEIN: MTZ, 21 (1960) 10, p. 401
- 4) 原: 鉄と鋼, 43 (1957) 9, p. 904
- 5) 清水: 鉄と鋼, 46 (1960) 3, p. 400
- 6) 日下, 村井, 真野: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 1937
- 7) T. E. NORMAN: Foundry, 86 (1958) 6, p. 128
- 8) K. BUNGARDT: Arch. Eisenhüttenw., 29 (1958) 3, p. 193

一 討 論

[質問] 日立金属 九重 常男

- 1) ステライトと比べて耐摩耗性はどのようになるか
- 2) " 作業性はどうか
- 3) " 耐食性はどうか

[回答]

(1) ステライトと比較するための摩耗試験はとくに行なつておらず、数値的データはないが、パルプ軸端用盛金材として一般に使用するステライト (C 2.5, Cr 30 W 12, Co 残) の溶着硬度が HRC 53~56 であるのに対し、本実験の高 C-高 Cr 合金の硬度もだいたい同範囲にあることから、耐摩耗性でも差がないと考える。ただし高温の場合は Co 基のステライトが当然すぐれた性能を示すことが予想されるが、パルプ軸端では問題となるような昇温は考えられないので質問された性能について差がないものと判断する。

(2) 溶融温度はステライト (約 1265°C) に比べてやや高くなるが、(1275~1285°C) 高 C-高 Cr 合金の組成が共晶点近くにあるためか、湯流れ性が良く、作業性の点ではむしろステライトよりすぐれているように感じられる。

(3) 質問された耐食性は酸化鉛に対するものと思われるが、この点ではステライトに比べ、著しく劣下する。(この盛金合金はパルプフェース用ではなく軸端用を目的としたものですので、とくに酸化鉛耐食性は考えていない)