

耗性または抗折力の向上に効果的である。

(4) 繰返サブゼロ処理は耐摩耗性および抗折力の改善に有効である。

(82) 高W-高 Co 高速度鋼における 熱処理と炭化物の挙動について (電解分離による高速度鋼の炭化物 に関する研究—Ⅲ)

Behavior of the Carbides due to Heat-Treatment in the High-W High-Co High Speed Steel.

(Study on the carbides in high speed steels by electrolytic isolation—Ⅲ)

Hideki Harada, et alii.

日立金属工業, 安来工場

工博 小柴定雄・木村 伸・理○原田英樹

I. 緒 言

高速度鋼の炭化物については、電解分離法が採用されるにいたって、その挙動を究明する研究が急速に進歩し、従来鋼中に存在しているままの状態でも顕微鏡あるいはX線などによつて鋼の組成、形状、分布状態その他から推定するの域を脱し得なかつた炭化物が電解によつて単独に分離され、かつ組織別の化学組成の定量が可能となり、分離炭化物のX線回折からより正確な結晶構造などを明らかにすることができた。

最近外国のみならず、わが国においても東北大佐藤教授をはじめ各所において電解分離法が研究されており、高速度鋼の炭化物には、 M_6C 、MC および $M_{23}C_6$ の3種の炭化物が存在することが明らかにされ、各種類の高速度鋼について各組織における炭化物の量ならびに組成割合も定量されて、鋼の諸性質との関係が次第に明らかにされつつある。

著者らも、第1報¹⁾および第2報²⁾において、各種類の高速度鋼の各熱処理組織における炭化物について究明してきたが、今回は高W高Co高速度鋼について同様に各熱処理状態における炭化物を電解分離し、炭化物の量と組成、結晶構造などについて検討した結果を報告する。

II. 試料および実験方法

実験に供した高速度鋼試料の化学組成を Table 1 にしめす。

また試料の熱処理条件は

焼鈍: 890~900°C × 3 h

焼入: 900°C × 5mn(塩浴中)予備加熱
1300°C × 2mn(塩浴中)油 冷

焼戻: 300°, 500°, 575°, 650°C および 750°C にて各 1 h 保持

なお電解分離における装置は前報¹⁾と同様で、塩酸法によつた。その電解条件はつぎのごとくである。

電流密度: 10mA/cm²

電解液: 0.2N-HCl+5% クエン酸溶液

電解時間: 20~50 h

電解試料寸法: 10mm φ × 80mm

電解分離してえた炭化物は、アルカリ処理、真空乾燥して以後の実験に供した。

III. 実験結果

高W高Co高速度鋼の各熱処理試料から、上記の実験方法にしたがつて、電解分離した炭化物の化学分析結果、ならびにこの炭化物の量および化学組成から算出した基質の組成をしめすと Table 2のごとくである。

また Table 2の結果から各種熱処理状態における各合金元素の炭化物への濃縮率(試料中の含有量に対する炭化物中の含有量を百分比で表わした値)をしめすと、Fig. 1のごとくである。

なお炭化物のX線分析結果については、焼入状態ではWを主体とする未溶解炭化物 M_6C が大部分で、これにVを主体とする特殊炭化物 MC が少量存在することを認めた。また焼戻によつて、650°C 焼戻までは炭化物の種類および組成もほとんど変化ないが、750°C 焼戻において、Crを主体とする $M_{23}C_6$ の析出をみとめ、焼鈍状態では、 M_6C 、MC および $M_{23}C_6$ の3種の炭化物が共存しており M_6C が主体で約 83% をしめしている。

さらにこれらの電解分離した炭化物を電子顕微鏡で観察した結果、焼入状態では角ばつた比較的大きな炭化物が多く存在しているが、焼戻によつて低温においても微細な炭化物が析出し、焼戻温度の上昇とともに析出が増加する。この析出炭化物は一部凝集して、575°C 付近では粗大な炭化物を形成している。さらに焼戻温度の上昇

Table 1. Chemical composition of the specimen.

| Specimen No. | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | W | Mo | V | Co |
|--------------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|
| C | 0.79 | 0.20 | 0.48 | 0.012 | 0.003 | 0.01 | 3.79 | 16.10 | 0.19 | 1.71 | 9.70 |

Table 2. Metallographic analysis of carbides and matrix.

| Heat treatment | Amount of carbides (wt%) | Composition of carbides (%) | | | | | Composition of matrix (%) | | | | | |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|------|-------|-------|------|---------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | C | Cr | W | V | Co | C | Cr | W | V | Co | |
| Annealed at 890~900°C | 26.44 | 3.06 | 8.12 | 59.90 | 5.32 | 2.70 | — | 1.96 | 0.35 | 0.45 | 12.20 | |
| Quenched at 1300°C | 11.93 | 2.03 | 2.21 | 42.80 | 4.95 | 5.71 | 0.62 | 3.78 | 12.48 | 1.27 | 10.24 | |
| Tempered at | 300°C | 13.97 | 2.29 | 2.46 | 45.10 | 4.79 | 4.95 | 0.55 | 3.78 | 11.39 | 1.21 | 10.47 |
| | 500°C | 15.32 | 3.52 | 3.16 | 46.45 | 4.70 | 4.57 | 0.30 | 3.67 | 10.60 | 1.17 | 10.63 |
| | 575°C | 20.99 | 3.38 | 5.02 | 50.10 | 4.91 | 3.43 | 0.10 | 3.21 | 7.06 | 0.86 | 11.37 |
| | 650°C | 23.68 | 3.13 | 5.90 | 54.25 | 5.07 | 3.01 | 0.07 | 2.87 | 4.26 | 0.67 | 11.78 |
| | 750°C | 25.54 | 2.98 | 7.10 | 58.50 | 5.21 | 2.82 | 0.04 | 2.39 | 1.56 | 0.51 | 12.06 |

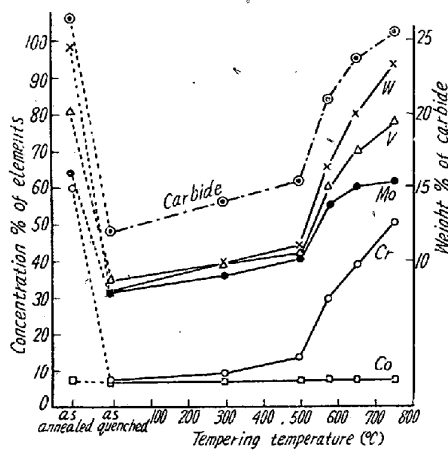


Fig. 1. Relation between tempering temperature and concentration percentage of elements in carbides, weight percentage of carbide.

により、ふたたび新しい炭化物を析出し、とくに 750°C 焼戻のものには針状の微細炭化物が多く、X線分析結果より考えて、これは $M_{23}C_6$ 炭化物と考えられる。なお焼鈍においてはいずれも球状化している。

IV. 結 言

以上高 W 高 Co 高速度鋼の各熱処理試料について、炭化物を電解分離し、化学分析、X線分析によつて炭化物の組成、構造を究明し、電子顕微鏡によつて観察した結果

(1) 焼鈍状態における炭化物量は約 26% で、 M_6C MC および $M_{23}C_6$ の 3 種の炭化物が存在し、 M_6C が主体をなし約 83% をしめている。W, V はほとんど炭化物に濃縮されているが、Cr は W, V などの影響をうけて約 60% が濃縮され、Co は大部分基質に固溶し、わずかに一部が炭化物を形成しているが熱処理によつて変化しない。なお炭化物は球状化している。

(2) 焼入によつて焼鈍状態の炭化物量の約 45% が未溶解炭化物として残存し、これは M_6C が大部分で、

MC も少量存在している。C は約 70% が基質に固溶し炭化物の形状は角ばつた比較的大きいものが多い。

(3) 焼戻によつて炭化物の析出量は増加する。とくに 575°C 付近から析出量が急増し、焼戻温度の上昇とともに焼鈍状態の炭化物量および化学組成に近くなる。

650°C 焼戻まで M_6C および MC の組成比率は変化しないが、750°C 焼戻で $M_{23}C_6$ が析出しはじめる。

低温の焼戻においても微細な炭化物が析出して、凝集を行い、高温焼戻では、低温における析出炭化物と異なつた形状の新しい微細な炭化物が析出している。

(4) 炭化物反応によつて、炭化物の主体をなす M_6C の格子定数が変化する。すなわち焼入から 500°C 焼戻においては、炭化物内における Fe と W の置換析出によつて格子定数が次第に増加し、575°C~650°C において安定化するために減少しており、焼鈍においては低い値をしめしている。

文 献

- 1) 小柴, 木村, 原田: 鉄と鋼, 44 (1958) 412, 1186
- 2) 小柴, 木村, 原田: 鉄と鋼, 44 (1958) 1085

(83) 硬度ならびに圧壊値におよぼす炭化物粒度、深冷処理およびマルテンパー処理の影響

(軸受鋼の熱処理に関する研究—II)

Effect of Carbide Particle Size, Subzero and Martemper-Treatments upon Hardness and Compressive Breaking Strength of Bearing Steel.

(Study on heat-treatments of bearing steel—II)

Yoshiro Iwama, et alii.