

Fig. 2. Relation between tempering temperature and concentration percentage of elements in carbides, weight percentage of carbide. (specimen No. B)

ある。

なお炭化物の X 線分析結果は、焼入状態では W を主体とする未溶解炭化物 M_6C のみが存在し、 $300^\circ C$ 以上の焼戻においては M_6C のほかに V を主体とする特殊炭化物 MC の存在をみとめ、焼鈍状態では M_6C , MC のほかに Cr を主体とする $M_{23}C_6$ の存在をみとめた。

さらにこれらの電解抽出炭化物を電子顕微鏡によつて観察した結果、焼入状態では比較的粒度の大きい炭化物のみが存在し、この未溶解炭化物が一部遊離炭素を包含した形状をしめしている。 $300^\circ C$ 以上の焼戻によつて微細な薄片状炭化物が析出して焼戻温度の上昇とともにこれらが凝集し、 $575^\circ C$ 付近で粗大な炭化物となつてくる。さらに焼戻温度が上昇すると、ふたたび新しい微細な薄片状あるいは針状炭化物を析出、一部凝集を行なつており、焼鈍によつて粒度は比較的均一となり球状化してくる。

IV. 結 言

以上低 W 高速度鋼 (X 1) および低 W-Co 高速度鋼 (X 00) の、各熱処理試料の炭化物を電解抽出して化学分析、X 線分析を行い、その化学組成、構造を究明し、さらに電子顕微鏡によつて炭化物を観察した結果。

(1) Co の有無による鋼種の差異は、Co を含有する X 00 鋼が炭化物量および焼入のさい基質の C 量がわずかに高いほかあまり差異がない。また Co はほとんど基質に固溶し熱処理によつても変化しない。

(2) 焼入によつて、焼鈍における炭化物量の約 40% が未溶解炭化物として残存し、60% は基質に固溶する。この未溶解炭化物はほとんど M_6C である。

(3) $300^\circ C$ 以上の焼戻では MC (V_4C_3) の析出が

みとめられた。

(4) 低温焼戻においても炭化物反応は進行し、微細な薄片状炭化物を析出している。

(3) $575^\circ C$ 付近から炭化物量が急増し、炭化物中の各元素含有率も増加し、合金元素の炭化物への濃縮率が增大する。また炭化物の凝集最大となり粗大炭化物となる。

(6) さらに高温焼戻によつて粗大炭化物の分解あるいは微細な薄片または針状の炭化物を析出、凝集して、炭化物量も次第に増加し焼鈍における平衡状態に近づく。

(7) 焼鈍状態では M_6C , MC のほか $M_{23}C_6$ の析出をみとめ、炭化物の形状も粒度均一となり球状化する。なお焼鈍状態における各元素の炭化物への濃縮率は Cr 50~55%, W 90~95%, V 85~90%, Co 5% で、W, V はほとんど炭化物中へ濃縮している。

(106) 実用特殊鋼中の炭化物の電解分離による研究 (VIII)

(高速度鋼の炭化物について—その 2)

Study on Carbides in Commercial Special Steels by Electrolytic Isolation (VIII)

(Carbides in High Speed Steels, part 2)

T. Nishizawa et alii.

東北大学工学部金属工学科

工博 佐藤知雄・工〇西沢泰二・村井弘佑

I. 緒 言

前報において、W-Cr-V 系高速度鋼の焼鈍組織および焼入組織中に存在する炭化物は、W を多量に含有する M_6C と、V を多量に含有する MC、ならびに Cr, W の複炭化物 $M_{23}C_6$ の三種類の炭化物よりなることを明かにした。本研究においては、さらに二三の高速度鋼の炭化物について同様の実験を行い、炭化物の量と組成、結晶構造を決定するとともに、これらの結果を総合して高速度鋼中に存在する M_6C , MC ならびに $M_{23}C_6$ の量比および化学組成について考察を行った。

II. 研究結果

(1) 各種の高速度鋼中に存在する M_6C , MC ならびに $M_{23}C_6$ の量比

Table 1 に示すごとき組成の高速度鋼の焼鈍組織ならびに焼入組織中より電解分離した炭化物は、いずれも M_6C と MC ならびに $M_{23}C_6$ の三種類の炭化物よりなることが X 線的に確認された。

Table 1. Chemical composition of specimens.

Steel	C	W	Cr	V	
A	18-4-1	0.73	18.58	4.17	1.00
B	11-4-2	0.86	11.02	4.42	1.97
C	11-4-5	1.53	11.38	4.47	4.67
D	8-4-5	1.58	8.53	4.20	5.44
E	5-4-5	1.55	5.14	4.37	5.52
F	5-4-5	1.31	5.38	4.17	5.50
G	5-4-3	1.50	5.60	4.06	3.40
H	5-9-1	1.03	5.58	8.56	1.06

これら三種類の炭化物の存在量 (重量%) の比を三角座標上に記入すれば Fig. 1 のごとくである。同図において、黒点は焼鈍組織、白点は焼入組織に対応するものであり、この場合の焼入温度は試料 A~F においては 1250°, 試料 G ならびに H においては、それぞれ 1050° および 1150° である。概して、18-4-1 型のような高 W 高速度鋼の炭化物は主として M_6C であり、鋼の V 含有量が増加するにつれて MC の量が増加する。また、いずれの高速度鋼においても焼入により $M_{23}C_6$ が優先的

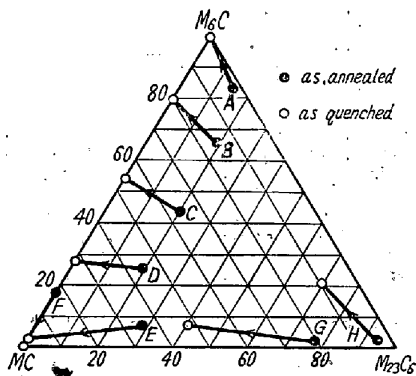


Fig. 1. Diagrammatic illustration of relative proportion of M_6C , MC and $M_{23}C_6$ in high speed steels.

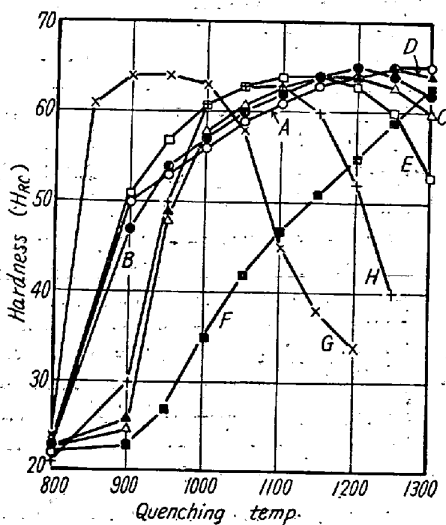


Fig. 2. Rockwell hardness of quenched high speed steels.

にオーステナイトに溶け込むから、焼入組織における $M_{23}C_6$ の存在比は焼鈍組織の場合よりも減少している。

Fig. 2 は各試料の焼入硬度を比較して示したものであるが、 $M_{23}C_6$ を多量に含有している試料 G および H は、変態温度直上の温度からの焼入により最高硬度に達し、これ以上の焼入温度にては過量の $M_{23}C_6$ がオーステナイトに溶け込むために、残留オーステナイト量が増加し、低硬度となつている。これに対して、試料 F は $M_{23}C_6$ を含有しないから、高温度から焼入を行わなければ十分に硬化しない。

(2) 高速度鋼中の M_6C , MC ならびに $M_{23}C_6$ の化学組成

各種の高速度鋼ならびに Fe-W-Cr-C, Fe-V-Cr-C 系の試料中の炭化物を電解分離して分析することにより、 M_6C , MC ならびに $M_{23}C_6$ が平衡して共存する場合の化学組成を推定した結果、Table 2 のごとき数値がえられた。

Table 2. Estimated composition of M_6C , MC and $M_{23}C_6$ in high speed steels.

	C (%)	W (%)	V (%)	Cr (%)	Fe (%)
M_6C	2	70	2	3*	rest
MC	12	23	52	8*	//
$M_{23}C_6$	5	20	2	36*	//

* variable.

同表において、各炭化物中の Cr 濃度は鋼の Cr 含有量によつて若干変化するが、C, W ならびに V 濃度は鋼の組成に関係なくほぼ一定と考えられる。

Fig. 3 はこれらの数値をもとにして、Fig. 1 と同様の三角座標上に炭化物の C, W, V ならびに Cr 濃度

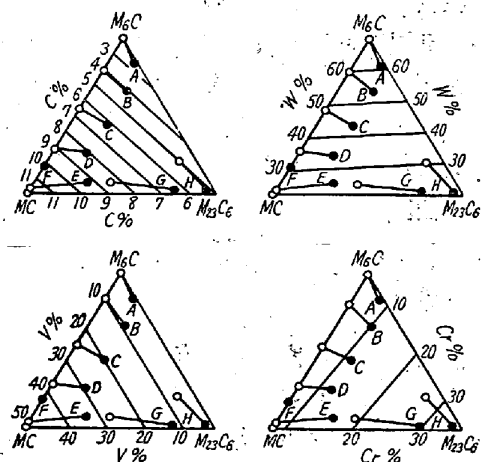


Fig. 3. Relation between chemical composition of carbides and relative proportion of M_6C , MC and $M_{23}C_6$ in them.

の等値線を記入したものである。同図によつて、各高速度鋼中の炭化物の化学組成が推定されるが、この推定値と実験値とは試料 G の炭化物の Cr 濃度を例外として、きわめてよく一致した。

III. 総 括

前報に引きつづいて各種の高速度鋼中の炭化物の存在量と化学組成ならびに結晶構造につき電解分離法による実験を行い、さらに M_6C -MC- $M_{23}C_6$ 系三角座標上に各炭化物の存在量比ならびに化学組成を記入することによつて、各高速度鋼中の炭化物の本質を包括的に究明した。

(107) 軸受鋼の炭化物挙動におよぼす鍛造比の影響

Effect of Forging Ratio on the Behaviour of Cementite in Ball-Bearing Steel

G. Tasaka.

住友金属工業，製鋼所 田坂 鋼 二

I. 緒 言

コロガリ軸受の寿命に対しては、素材の鍛造比が大きな影響をもち、鍛造比が大きいほど寿命は長くなるといわれている。鍛造比を増すことにより、結晶偏析を軽減すると共に炭化物の分布を均一化することがその原因であるならば、比較的少ない鍛造比の場合でも他の手段により、均一な組織の素材をうることは可能であるから、直ちに寿命と鍛造比とが一義的な関係にあるとは断言出来ない。

一方また、軸受の寿命は焼入れ後の残存炭化物量および結晶粒度とも密接な関係があり、比較的低いオーステナイト化温度で拡散の速いものがよいとの報告がある。したがつて高温における炭化物の挙動や結晶粒度などに対し、鍛造比が好ましい影響を与えるような傾向があるならば、鍛造比を大きくすることはこの点からは意味があると考えられる。

そこで上記因子を含めて軸受鋼の 2, 3 の材質的諸特性に対し、鍛造比の大小が何等かの影響をおよぼすか否かについて実験を行った。

II. 実験方法

(1) 供試材 Table 1 の化学成分を有する 500 kg 鋼塊を充分ソーキング後、鍛造比 (以上 F. R. と記す) 4.5, 15.6, 30.5, 84.9, 190, 762 に鍛造し供試材とした。

(2) 熱処理 上記供試材より 10mm ϕ の棒を多数

Table 1. Chemical composition of specimens.

C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr
1.02	0.27	0.40	0.007	0.008	0.13	1.51

削り出し、同時に焼ナラシおよび球状化焼ナマシを施して試験に供した。

III. 実験結果

(1) 球状化炭化物の大きさ 球状化焼ナマシ状態において、炭化物分布が均一であることを顕微鏡的に確認した後、それぞれの試料について、各 200 個の炭化物を直線で切つたときの大きさを測定し、これをヒストグラムに現わして炭化物の大きさの分布を求めた。その結果は Fig. 1 に示すごとく、いずれの試料も分布の形は全く同一であることがわかる。

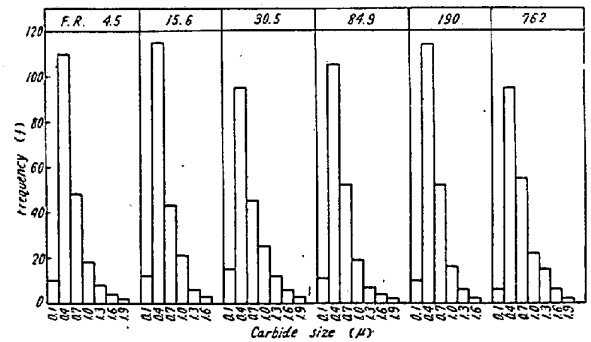


Fig. 1. The histogram of carbide size as annealed.

(2) オーステナイト化条件による炭化物量の変化 オーステナイト化温度 800, 820, 840°C, 保持時間それぞれ 10, 20, 40 mn で焼入れ後の残留炭化物量を測定し Fig. 2 にその結果を示した。これからわかるごと

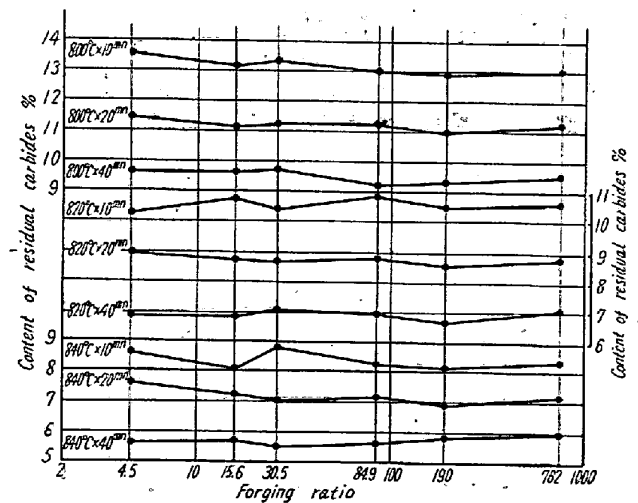


Fig. 2. Relation between the forging ratio and the content of residual carbides at various austenitizing conditions.