

Table 5. Chemical composition of carbide and matrix after quenching in various media.

Quenching media	Composition of carbide						Composition of matrix				
	C	Fe	Cr	V	W	Mo	C	Cr	V	W	Mo
Ash	2.16	28.09	2.88	2.24	63.65	0.90	0.43	4.46	0.69	8.09	0.29
Air	2.04	28.04	2.85	1.98	64.11	0.90	0.48	4.45	0.76	8.59	0.29
Molten lead	2.11	27.69	2.65	1.84	64.80	0.88	0.47	4.48	0.97	8.77	0.30
Oil	2.00	27.95	2.82	1.84	64.43	0.90	0.50	4.44	0.80	9.12	0.30
Water	1.96	24.41	2.60	1.84	68.25	0.90	0.53	4.39	0.81	9.44	0.31

成も変化する。

IV. 実験結果の考察

18-4-1 高速度鋼を实用範囲で焼入温度および時間を変えて加熱したが、炭化物の中 $M_{23}C_6$ は完全に matrix に溶解し M_6C , MC が一部未溶解のまま残留する。K. Bungardt および R. Oppenheim によれば高速度鋼中のこれら炭化物 M_6C および MC は加熱温度ならびに時間を変つてもこの中のいずれかが選択的に matrix に溶解するという事はなく両者は同じ割合で溶解して行き、また温度時間を変つても未溶解炭化物の結晶格子の変化は認められず、未溶解炭化物の組成は焼入温度、時間に関係なくつねに一定であるとのべている。本実験の結果も未溶解炭化物の組成は加熱温度、時間により多少の変動はあるがきざられた範囲内でほぼ一定と見做し得る。このように炭化物の組成が焼入温度時間に関係なく一定であるとすれば、一つの高速度鋼については matrix の組成というものはまったく炭化物の溶解量のみにより定まり、焼入温度および時間を変つても炭化物の溶解量が等しければ matrix の組成は等しく、したがって matrix の組成により定まる高速度鋼の熱処理硬度特性は等しいと考えられる。

実際の高速度鋼工具の熱処理において、材質の欠陥のため局部的溶融を生じ焼入温度が上げられない場合があり、また形状的にみて焼割れを生じやすく温度を上げられない場合がある。このような場合温度を下げて而も同一の熱処理硬度を得るのに Fig. 2 の同一炭化物量に対する温度時間線図を利用すればこの温度に対する加熱時間を求めることができる。なお高速度鋼は自硬性が強くこれを焼入温度に加熱放冷するだけで容易に硬化するた

め一般に高速度鋼の焼入では冷却速度は軽視されがちである。しかし加熱条件を同じくし炭化物の austenite への溶解量が同じであつても冷却方法が変れば冷却過程において析出する炭化物の量が変わるため matrix の組成は変化し熱処理硬度特性は変つてくる。

(83) Mo-, W-Mo- および Co-高速度鋼の炭化物について

(实用特殊鋼中の炭化物の電解分離による研究—Ⅸ)

On Carbides in Mo-, W-Mo- and Co-High Speed Steels

(Study on carbides in commercial special steels by electrolytic isolation—Ⅸ)

T. Sato, et alii.

東北大学工学部金属工学科

工博○佐藤知雄・工西沢泰二・工村井弘佑

I. 緒言

前報 (Ⅶ, Ⅷ) において、各種の W-Cr-V 系高速度鋼中の炭化物を電解分離し、その諸性質 (存在量, 組成, 結晶構造, 硬度, 比重など) についての測定結果を報告したが、さらにひきつづいて、Table 1 にしめすような化学組成の Mo 高速度鋼 (0-9-4-2 型), W-Mo 高速度鋼 (6-5-4-2 型) および 2 種類の Co 高速度鋼 (SKH 4) の焼鈍組織ならびに焼入組織中に存在する炭化物について同様の実験を行い、高速度鋼における Mo および Co の役割を追究した。

Table 1. Chemical composition of specimens.

Steel	C	Si	Mn	P	S	W	Mo	Cr	V	Co
Mo	0.90	0.30	0.36	0.021	0.027	—	9.55	4.55	2.19	—
W-Mo	0.89	0.26	0.42	0.030	0.025	6.72	4.73	4.49	2.51	—
Co-No. 1	0.84	0.27	0.34	0.023	0.026	21.89	—	4.23	1.40	12.10
Co-No. 2	0.45	0.22	0.31	0.025	0.023	19.24	—	4.60	1.45	19.60

Table 2. Chemical composition of carbides and ferrite in annealed specimens.

Steel	Composition of carbides (%)						Composition of ferrite (%)					
	<C>	<W>	<Mo>	<Cr>	<V>	<Co>	[C]	[W]	[Mo]	[Cr]	[V]	[Co]
Mo	5.0	—	38.0	11.2	11.0	—	—	—	3.4	3.2	0.2	—
W—Mo	4.2	27.2	15.0	13.1	11.0	—	—	1.1	1.5	2.2	0.2	—
Co—No. 1	2.3	57.0	—	5.6	3.6	5.4	—	1.8	—	3.4	0.1	15.8
Co—No. 2	1.7	64.9	—	5.1	2.8	8.4	—	2.5	—	4.3	0.9	20.0

II. 実験結果

(1) 焼鈍組織中の炭化物

各試料を焼鈍(900°Cに3時間加熱後、約20°C/hの割合で冷却)した組織中の炭化物ならびに地鉄の化学組成は Table 2 にしめすごとくであつて、Mo は W, Cr, V と同様に炭化物中に濃縮しており、炭化物に対する各元素の濃縮比の大小は V, W, Mo, Cr の順である。Co は炭化物中にも若干固溶するが、大部分は地鉄中に存在している。

焼鈍組織中に存在する炭化物の重量%と結晶型の解析結果は Table 3 のごとくであつて、Mo または W—Mo 高速度鋼中の炭化物は W—Cr—V 系高速度鋼におけると同様に M_6C , $M_{23}C_6$ および MC の3種類の炭化物よりなり、Mo はその過半が M_6C 型炭化物を形成しておるものと考えられる。

Co 高速度鋼、とくに Co—No. 2 高速度鋼中の炭化物はほとんどが M_6C 型炭化物であつて、Cr, W の複炭化物 $M_{23}C_6$ 、および V を主体とする MC 型炭化物は少量に過ぎない。

Table 3. Weight percentage and X ray pattern of carbides in annealed specimens.

Steel	Wt % of carbides	X ray pattern
Mo	17.8	$M_6C + M_{23}C_6 + MC$
W—Mo	21.4	$M_6C + M_{23}C_6 + MC$
Co—No. 1	36.3	$M_6C + M_{23}C_6 (+MC)$
Co—No. 2	26.7	$M_6C (+M_{23}C_6 + MC)$

(2) 焼入組織中の炭化物

Fig. 1 は 900~1300°C の各温度に 30 分加熱後油焼入した組織中の未溶解炭化物の重量%であつて、焼入温度に加熱することにより、炭化物の一部(主として $M_{23}C_6$) はオーステナイトに固溶して C, Cr, W, Mo, V を基質に賦与することをしめしている。

焼入組織中の未溶解炭化物ならびに基質の組成と焼入温度との関係を W—Mo および Co—No. 2 高速度鋼についてしめせば Fig. 2~5 のごとくであり、焼入温度の上昇ともなうオーステナイトへの Mo の固溶状況

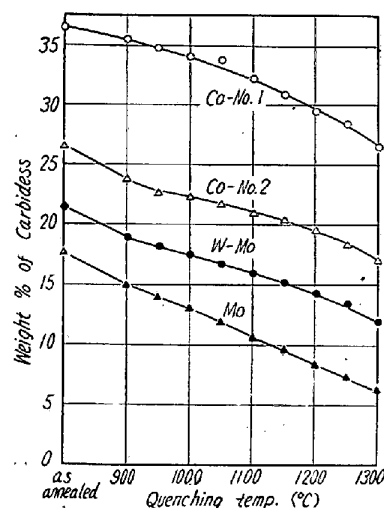


Fig. 1. Amount of undissolved carbides in quenched high-speed steels.

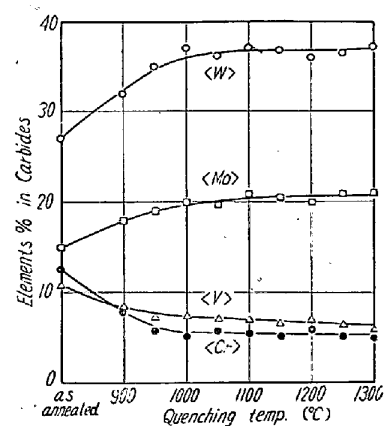


Fig. 2. Composition of carbides in quenched W—Mo high-speed steel.

は、W のそれと類似している。また基質中の Co 濃度は焼入温度の上昇とともに幾分減少する傾向がみられるが、これは基質よりも Co 濃度の低い炭化物が基質中に固溶するための結果である。

III. 結 言

Mo 高速度鋼、W—Mo 高速度鋼ならびに 2 種類の Co 高速度鋼の焼鈍および焼入組織中の炭化物を電解分離して研究し、つぎの結果を得た。

(1) Mo および W—Mo 高速度鋼中の炭化物は、W—

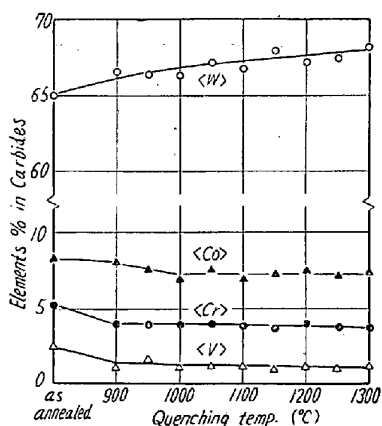


Fig. 3. Composition of carbides in quenched Co-No.2 high-speed steel.

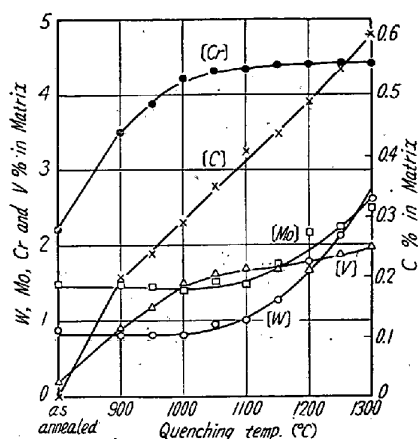


Fig. 4. Composition of matrix in quenched W-Mo high-speed steel.

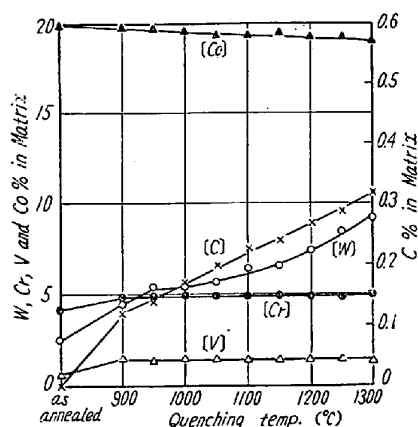


Fig. 5. Composition of matrix in quenched Co-No. 2 high-speed steel.

Cr-V 系高速度鋼におけると同様に M_6C , $M_{23}C_6$, MC なる 3 種類の炭化物よりなる。高速度鋼中における Mo の動向は W のそれに類似であつて、焼鈍状態においては過半が M_6C 型炭化物を形成しており、この炭化物は 1100°C 以上の高温加熱によつて徐々にオーステナイト

に固溶する。

(2) Co は高速度鋼中の炭化物に若干固溶するが、その大部分は焼鈍または焼入状態のいずれにおいても、基質中に存在する。

(84) 工具鋼の機械的性質におよぼすサブゼロ処理の影響

(鋼のサブゼロ処理に関する研究—I)
Effect of Subzero Treatment on the Mechanical Properties of Some Tool Steels

(Studies on subzero treatment of steels—I)

H. Susukida, et alii.

新三菱重工業神戸造船所

会田 博・工〇薄田 寛・安藤 智純

I. 緒 言

鋼のサブゼロ処理は最近わが国においてもいちぢるしく注目され、各方面で研究されているが、いまだその域を出ず実用化に関しては不十分の状態にある。これは各鋼種に対するサブゼロ処理を含む熱処理基準が確立されていないこととともに、その機械的性質におよぼす影響が十分明らかにされていないことなどによるものと考えられる。そこでその実用化に必要な基礎的データを整備確立する目的でサブゼロ処理に関する一連の研究を行うことにした。

本報では炭素工具鋼および合金工具鋼よりそれぞれ 3 種類づつを選び、サブゼロ処理と焼入・焼戻との組合せを主体に各種条件で熱処理を行い、それぞれに対し硬度、耐摩耗性、抗折力、繰返衝撃耐久力、繰返し曲げ疲労強度などを比較検討した結果をとりまとめ報告する。

II. 試料および実験方法

試料は炭素工具鋼として SK3, SK5, SK6 の 3 種を、合金工具鋼として SKS2, SKS3, SKS4 の 3 種をそれぞれ選んだ。Table 1 にその化学成分をしめした。

Table 1 の各試料に対しつぎにしめすどき条件でサブゼロ処理および焼入、焼戻を行った。

- 組合せ条件, QT, QST, QTST (Q: 焼入, T: 焼戻, S: サブゼロ処理)
- サブゼロ処理, $-70^{\circ}\text{C} \times 2\text{h}$, $-100^{\circ}\text{C} \times 2\text{h}$ (QST のみ)
- 焼入, SK3, 5, 6: 790°C 水冷, SKS2: 855°C 油冷, SKS3: 825°C 油冷, SKS4: 800°C 水冷
- 焼戻, $180^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$ 空冷