

E. bar の試験結果は Fig. 1 の通りである。この図に見られるごとく両者の差は焼入特性曲線の上にはつきりと現われている。

以上の試験結果によると、1) 米国製品は国内製品に比して焼入深度が非常に浅く、2) ある一定深さに達すると急激に硬度が低下し、3) また非硬化部の硬度が全体に低い。以上の結果は主成分、結晶粒度の影響ももちろん考慮に入れる必要があるが不純物として Ni, Cr, Cu などが大きな影響を与えているものと思われる。またもしこのようなチャージをわれわれが使用するとすれば処理する品目によつては生産上ロットを別としなければ恐らくは支障があるものと思われる。

以上の試験によつて主成分以外の成分の影響が相当にあることが分つたがこの問題は規格にも関連する点もあるので今後さらに検討を加えてゆきたいと思う。

V. Boron 処理鋼について

S40C 材に boron 処理した材料について試験を行った代表例を Fig. 2 に示す。すなわち普通 S40C 材では完全硬化部は Jominy distance 2/16" 程度であるが boron 処理することによつて 4/16" 程度まで拡大され

No.	G.C	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu
5	5.5	0.40	0.29	0.71	0.024	0.016	0.09	0.09	0.22
6	6	0.39	0.28	0.68	0.020	0.007	0.09	0.10	0.21
7	5.5	0.41	0.26	0.83	0.018	0.013	0.10	0.12	0.20
8	6	0.39	0.29	0.68	0.013	0.011	0.09	0.12	0.18

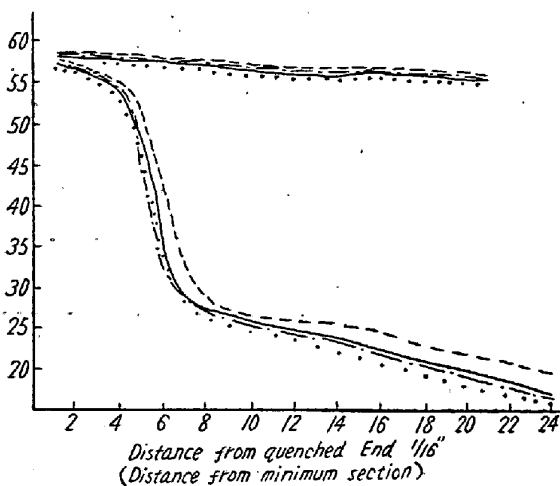


Fig. 2. Hardenability of boron-treated steel.

ていることがわかる。すなわち boron 処理することによつて完全硬化部の深さを増す効果は顕著であるが不完全硬化部のカーブの傾斜度合は普通の炭素鋼とほとんど変わりなくまた非硬化部の硬度も影響されない。なおここで特に注意すべきことは第Ⅱ項(2)にのべた J. bar と E. bar の対応関係が成立せず E. bar がほとんど完全硬化されていることでこれについては今後の検討事項と

したいと思う。

VI. 結 言

いろいろ調査を行つた結果 (1) ジョミニイ試験片よりも偏心型試験片の方がチャージ間の差違を明確に掴みうることを確め (2) 不純物による焼入性への影響が相当に大きいことを知つた。今後は不純物の実用的限界 Boron 処理鋼の問題その他についてさらに検討を進めてゆきたいと思う。

(79) Cr-Mo-V 熱間工具鋼中の炭化物について

(実用特殊鋼中の炭化物の電解分離による研究—X)

On Carbides in Cr-Mo-V Hot-Working Tool Steels.

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

Taiji 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・工 玉置維昭

I. 結 言

Cr-Mo-V 熱間工具鋼は 0.35% C, 5% Cr 鋼に少量の Mo(W), V および Si を添加することにより、高温強度をいちじるしく向上せしめたものであつて、非鉄合金のプレス用ダイス、製管用マンドレル、あるいはダイキャスト用型などに使用されている鋼種であり、JIS (1956) においては SKD 6 および SKD 61 として規定されている。

本研究においては、Table 1 に示すごとき組成の 4 種類の Cr-Mo-V 熱間工具鋼の焼鈍、ならびに焼戻組織中に存在する炭化物を電解分離法によつて鋼中から抽出し、この炭化物について化学分析ならびに X 線分析を行うことにより、熱処理に伴う炭化物の量、種類および組成の変化を実験した。

II. 実 験 結 果

(1) 焼鈍組織中の炭化物

950°C に 2 時間加熱後 20°C/h の割合で徐冷した場合の焼鈍組織中の炭化物の重量%, 結晶型および化学組成の分析結果、ならびにこれと平衡する地鉄の化学組成の計算結果を Table 2 に示す。

本鋼の C と Cr の含有量のみからみれば、Fe-C-Cr 系状態図における $\alpha + M_7C_3$ の界域内に属するが、本鋼

Table 1. Chemical composition of specimens.

Steel	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	W
HWD-1	0.33	1.14	0.39	0.010	0.013	5.74	1.29	0.40	—
HWD-11	0.34	1.02	0.30	0.012	0.015	5.62	1.31	0.83	—
HWD-2	0.37	1.04	0.33	0.010	0.013	5.62	1.30	1.05	—
HWD-3	0.30	0.99	0.34	0.014	0.012	5.62	1.22	0.63	2.10

Table 2. Metallographic analysis of carbides and ferrite in the annealed structure.

Steel	Amount of carbide (wt%)	X-ray patterns of carbides	Composition of carbides (%)					Composition of ferrite (%)				
			<C>	<Cr>	<Mo>	<V>	<W>	[C]	[Cr]	[Mo]	[V]	[W]
HWD-1	5.4	M ₂₃ C ₆ +M ₆ C(+MC)	6.1	34.3	15.3	5.6	—	—	4.1	0.5	0.1	—
HWD-11	5.1	M ₂₃ C ₆ +M ₆ C+MC	6.7	32.8	14.6	13.2	—	—	4.2	0.6	0.2	—
HWD-2	5.0	M ₂₃ C ₆ +M ₆ C+MC	7.4	28.1	16.1	17.5	—	—	4.4	0.5	0.2	—
HWD-3	6.6	M ₆ C+M ₂₃ C ₆ (+MC)	4.5	21.6	13.6	6.1	21.7	—	4.5	0.3	0.2	0.7

の焼鈍組織中に実際に存在する炭化物は M₂₃C₆ および M₆C(+MC) であつて、M₇C₃ 型炭化物は認められない。これは、パーライト変態にて形成される炭化物の種類が、鋼中の Cr よりもむしろ Mo(W) および V に支配されたことを意味すると考えられる。しかし、後記するごとく、本鋼の高温焼戻組織中に存在する炭化物は主として M₇C₃ であつた。Photo. 1 は各鋼の焼鈍組織ならびに HWD 1 鋼の 800°C 焼戻組織中から分離した炭化物の X 線回折写真を、M₂₃C₆、M₆C、MC および M₇C₃

の基準の回折写真と比較して示したものである。

(2) 焼戻組織中の炭化物

各試料を 1250°C より油焼入し、400~800°C の各温度に 1 時間焼戻した場合の本鋼の焼戻硬度を、W-Cr-V 熱間ダイス鋼 (SKD 4) および高 C 高 Cr 冷間ダイス鋼 (SKD 1) の焼戻硬度と比較して Fig. 1 に示す。

本鋼は約 1% の Si を含有しているため、焼戻の第 3 段階が進行し難いから、500~600°C における焼戻硬度は SKD 1 および SKD 鋼のそれより高い。しかし

600°C 以上の焼戻では、W を多量に含有する SKD 4 鋼の方が焼戻軟化抵抗が大である。

焼戻組織中の炭化物の X 線分析結果を HWD 1 鋼について示せば Table 3 のごとくであつて、650~800°C の焼戻組織中に存在する炭化物は主として M₇C₃ 型炭化物であり、M₂₃C₆ 型炭化物は焼戻組織中に現れていない。

また Fig. 2 は、HWD 1 鋼の焼戻組織中の炭化物の化学分析結果を図示したものである。

III. 総括

Cr-Mo-V 熱間工具鋼 (SKD 6, SKD 61) の焼鈍組織ならびに焼戻組織中に存在する炭化物を電解分離し、この炭化物について X 線分析ならびに化学分析を行なつた。

焼鈍組織 (オーステナイト状態からパーライト変態によつて形成され

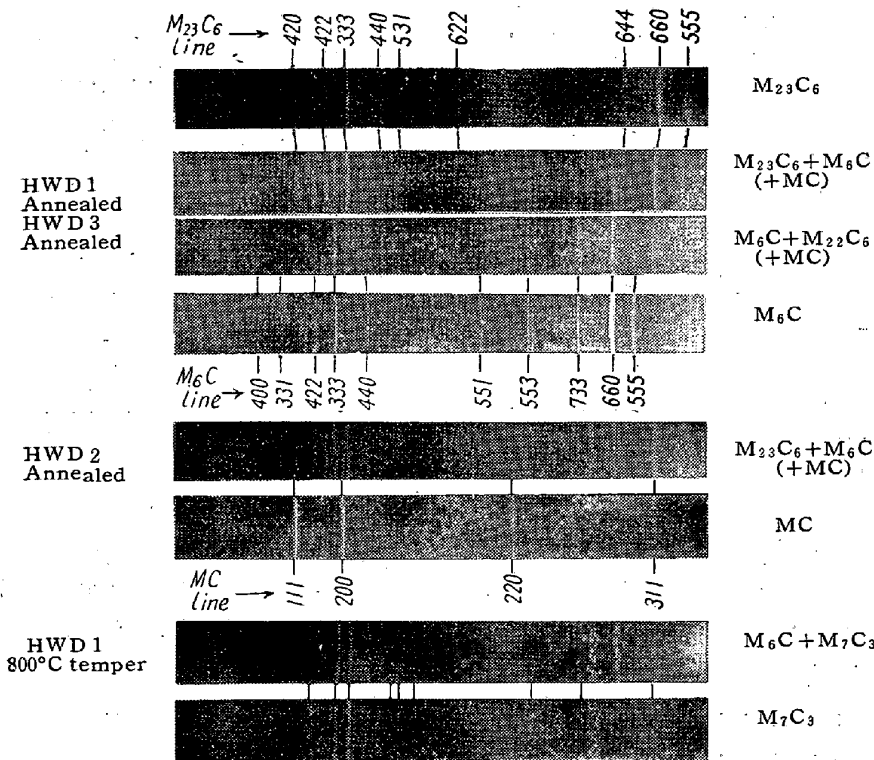


Photo. 1. X-ray photographs of carbides, isolated from annealed and tempered Cr-Mo-V hot-work tool steels, compared with the standard photographs of M₂₃C₆, M₆C, MC and M₇C₃ carbides.

Table 3. X-ray analysis of carbides, isolated from tempered.

Carbides	Tempering temp.	500	550	600	650	700	750	800	As annealed
M ₃ C		+	(+)						
M ₇ C ₃				(+)	+	++	++	++	
M ₆ C						•+	+	+	
M ₂₃ C ₆									+
									++

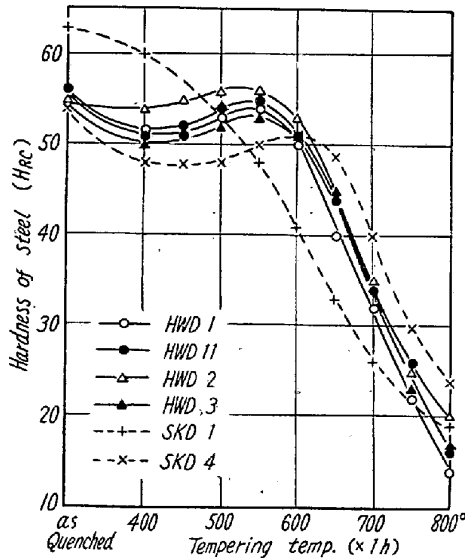


Fig. 1. Hardness of Cr-Mo-V hot-work tool steels, compared with those of W-Cr-V hot-work die steel (SKD 4) and of high-C high-Cr die steel (SKD 1), as tempered condition.

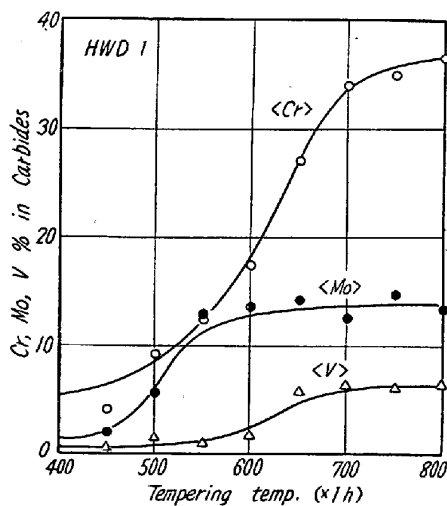


Fig. 2. Cr, Mo and V concentrations in carbides, isolated from tempered HWD-1 steel.

た組織)中の炭化物は M₂₃C₆, M₆C および MC 型炭化物であつて、鋼のV含有量が少い場合には MC 型炭化物はX線的に認め難い。一方、焼戻組織中に現われる炭化物は主として M₇C₃ であり、これに付随して M₆C

(+MC) が存在することが認められた。

(80) 高速度鋼第2種および第9種の恒温変態焼鈍による迅速軟化について

(高速度工具に関する研究-XII)

Isothermal Transformation Annealing of High Speed Steel (SKH2 & SKH9).

(Study on high speed tools-XII)

Hideji Hotta.

熊本大学 工博 堀田 秀次

I. 緒 言

高速度工具に関する研究として、著者はすでに各種の研究発表を行い、これが第20報として昭和33年4月春の本大会では、焼入した高速度鋼第2種および第9種につき水鈍および空気鈍による迅速軟化法を行なつた経過をのべたのである。一般に高速度鋼は完全炉中焼鈍をすると十分に軟化はするが、焼鈍後の炉中冷却に長時間を要することと、そのために高速度鋼が酸化脱炭などの不利がある。

今回はかかる欠点を除いた迅速簡易軟化法の一つとして、油焼入して硬化した高速度鋼第2種および第9種について、恒温変態焼鈍法を適用しあわせて同一鋼種につきいわゆる二段焼鈍法 (stepped annealing) をも行い、これらを比較検討したので、これが試験経過の概要を記述することとする。

II. 供 試 材 料

(1) 主成分

試験に供した材料はつぎの Table 1 に示す主成分

Table 1. Chemical compositions of high speed steels.

High speed steel	C	Cr	W	V	Mo
SKH 2	0.77	4.45	18.00	0.87	—
SKH 9	0.86	4.50	6.31	1.99	4.76