

數種の低タングステン—モリブデン—バナジウム高速度鋼の 熱処理と切削耐久力に就いて

(昭和 29 年 4 月 本会講演大会にて講演)

小柴定雄*・永島祐雄**

THE HEAT TREATMENT AND CUTTING-DURABILITY OF VARIOUS LOW TUNGSTEN-MOLYBDEN-VANADIUM HIGH SPEED STEELS

Sadao Koshiba, Dr. Eng. and Sukeo Nagashima

Synopsis:

Previously, one of the authors studied on the effects of each elements on the low tungsten-molybden-vanadium high speed steel (Sadao Koshiba, Jnl. Japan Inst. of Metals, 16, 1652, No. 9, 511)

In this experiment, the authors studied the changes in their hardness and microstructures brought about by the heat treatments with the various kinds of the moderately low tungsten-molybden-vanadium high speed steel containing C 0.7~1.4%, Cr 3.5~4.5%, W 4.0~8.0%, Mo 2.0~4.0%, V 1.5~3.5% from previous results, and also tested their durability by putting them in actual service, and then made a comparison with the low-tungsten high speed steel and molybdenum high speed steel.

From these experiments, the moderate compositions of low-W-Mo-V high speed steel were ascertained as follows:— C 0.8~1.0%, Cr 4.0~4.5%, W 4.0~5.0%, Mo 3.0~4.0%, V 2.0~2.5%, and C 1.0~1.2%, Cr 4.0~4.5%, W 5.0~6.0%, Mo 2.5~3.5%, V 2.5~3.0%.

I. 緒 言

我が国現下の状勢から高速度鋼に含まれる W, Mo, V および Co などの重要金属資源を極力節減することは極めて必要である。しかして同時に切削耐久力においても遜色なく、むしろ優るものを懇求すること切なるものがある。

著者の一人は先きに W 6%, Mo 3% 或は W 3%, Mo 6% を含む低 W-Mo 系高速度鋼について各種元素の影響を研究し¹⁾²⁾、又更に W 6%, Mo 2%, V 2% を含む低 W-Mo-V 高速度鋼についても同様各元素個々の影響を調べた³⁾。

本研究に於ては上述の研究結果を基にして最も適当と思われる數種の低 W-Mo-V 高速度鋼を熔製し、焼入及び焼戻による硬度及び顕微鏡組織を調べ、更に実地切削耐久力試験を行い、此の種低 W-Mo-V 高速度鋼の性能を確めた。又従來のタングステン高速度鋼及びモリブデン高速度鋼との比較をもなした。

II. 試 料

試料は 50kg 高周波誘導電気炉により熔製し、13kg インゴットを造り之を空気鋸により、15mm 角に鍛造し、約 900°C に 1 時間焼鈍した。試料の化学成分を第 1 表に示す。A, B 及び C 群の試料は C, W, Mo 及び V 量種々異なる低 W-Mo-V 高速度鋼の代表的組成を示し、D 及び E 試料は比較の為のモリブデン高速度鋼及びタングステン高速度鋼を示す。

III. 熱処理の影響

先ず本多式熱膨脹計を用い、各試料の変態点を測定した。その結果を第 2 表に示す。但し最高加熱温度を 950°C とした。C, Cr, V はほぼ一定の場合、且つ W と Mo の和がほぼ一定のとき W に対する Mo 量が増す程加熱

* 日立製作所安來工場, 工學博士

** 日立製作所安來工場

第 1 表

試料	C	Cr	W	Mo	V
A 1	1.20	3.77	6.29	2.42	1.95
A 2	1.20	3.77	5.80	3.73	1.95
A 3	1.18	3.82	4.74	4.12	2.05
A 4	1.34	3.83	7.47	2.03	1.70
A 5	1.42	4.05	6.54	2.79	1.90
B 1	0.92	4.13	5.67	tr.	2.40
B 2	0.98	4.06	5.96	2.69	2.40
B 3	1.02	3.69	5.72	2.79	2.85
B 4	0.96	4.11	4.05	3.55	2.35
B 5	1.00	3.98	5.63	3.26	2.01
B 6	0.98	4.03	7.61	2.02	1.65
C 1	0.88	4.18	7.35	2.13	2.20
C 2	0.72	3.91	5.12	2.88	2.55
C 3	0.85	3.96	3.91	4.05	1.90
D 1	0.76	3.62	1.56	6.25	1.63
E 1	0.85	3.96	11.33	tr.	1.58
E 2	0.84	4.06	10.88	0.18	2.30

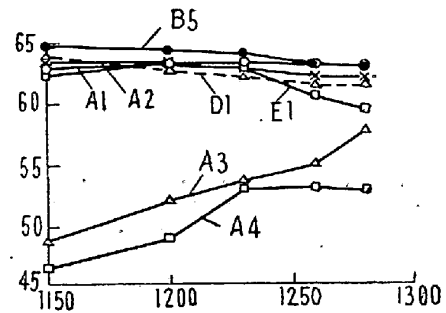
第 2 表

試料	加熱變態 °C		冷却變態 °C			
	開始	終了	爐 冷		空 冷	
			開始	終了	開始	終了
A 1	835	856	756	716	225	—
A 2	818	845	746	706	150	—
A 3	806	826	748	716	115	—
A 4	804	826	745	721	119	—
A 5	801	830	736	698	125	—
B 1	845	874	746	692	258	150
B 2	850	880	763	716	250	150
B 3	856	885	774	720	258	155
B 4	844	873	740	710	231	120
B 5	810	833	726	690	156	—
B 6	792	818	—	—	160	—
C 1	835	853	715	665	205	150
C 2	845	890	814	729	332	247
C 3	805	835	738	177	124	—
D 1	824	848	745	700	234	—
E 1	822	850	749	726	175	—
E 2	850	886	789	732	315	248

の際の変態点は低下する。一方炉冷の際の変態点は余り大差ない。而して空冷の際の Ar'' 点は Mo 量を増すほど低下する。又 C, Cr, W, Mo ほぼ一定のとき V 量を増すほど加熱及び冷却変態点共上昇する。

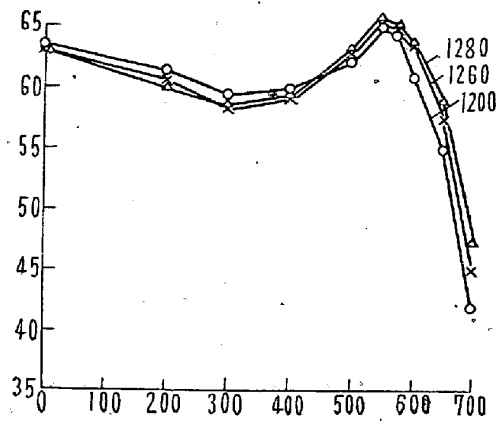
次に各試料の數種の焼入温度より油中焼入しその焼戻温度と硬度との關係を求めた。第 1 圖は代表的各試料の焼入温度と硬度との關係を示す。A 3 及び A 4 試料を除

いては何れも 1150~1200°C で焼入による最高硬度を示す。1250°C 以上温度を上昇するほど硬度を低下するは残留オーステナイトを増す為である。

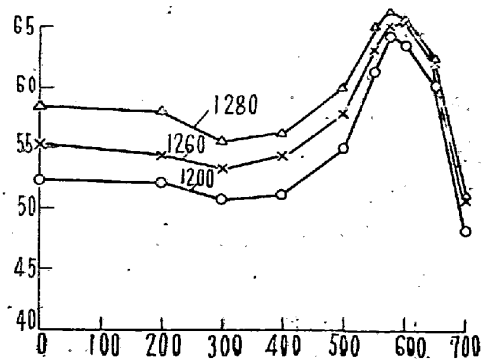


第 1 圖 焼入温度と硬度との關係

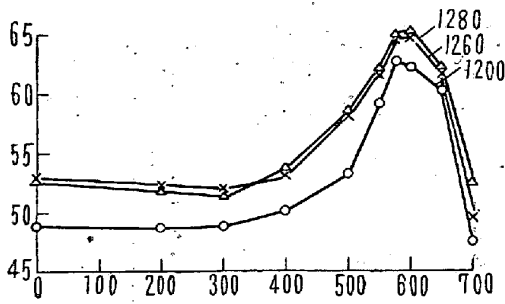
次に第 2 圖~第 8 圖は各試料の焼入温度による焼戻硬度曲線を示す。何れも焼入温度を上昇するほど焼戻による最高硬度は高い。焼戻による最高硬度を示す温度は試料によつて異なり 550~575°C の間に存する。尚 C 量高い A 4 及び A 5 試料は焼入硬度は低いが焼戻硬化度は大である。而してこの種高 C の場合は前記研究に示す如く V 量を 3~4% に増す必要があり、V 量低いときは組織はかなり粗大化し脆性を増す。



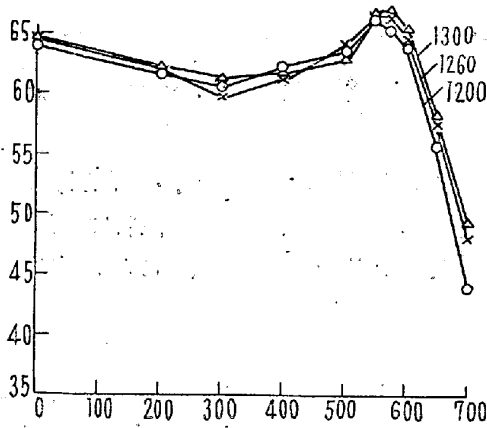
第 2 圖 焼入 A 1 鋼の焼戻温度と硬度との關係



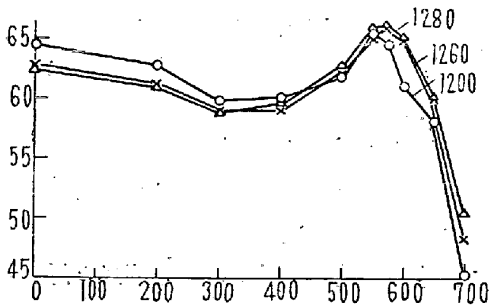
第 3 圖 A 3 鋼の焼戻温度と硬度との關係



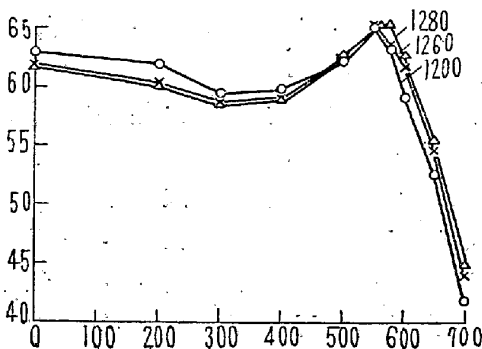
第4圖 A4鋼の焼戻温度と硬度との關係



第5圖 B2鋼の焼戻温度と硬度との關係



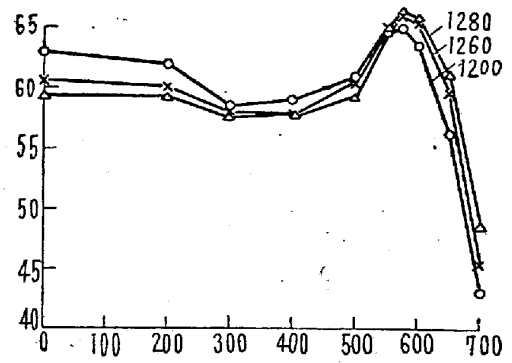
第6圖 B5鋼の焼戻温度と硬度との關係



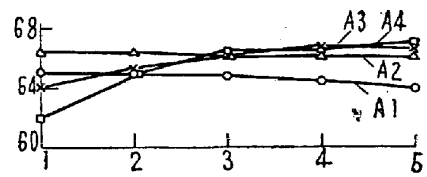
第7圖 D1鋼の焼戻温度と硬度との關係

尙此処に注目すべきは此の種低 W-Mo-V 高速度鋼は何れも焼入温度 1200°C に於ても焼戻硬度の最高は焼入硬度よりかなり高いということである。

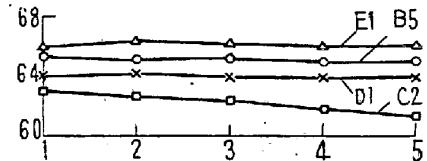
次に各試料の 1260°C 及び 1280°C (試料によつては



第8圖 E1鋼の焼戻温度と硬度との關係



第9圖 A1~A4鋼の繰返焼戻の影響 (焼入温度 1260°C)

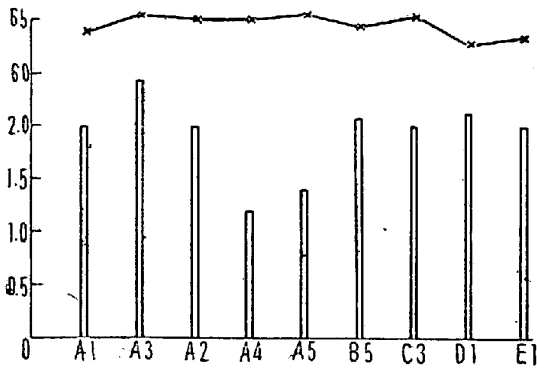


第10圖 B, C, D 及び E 鋼の繰返焼戻の影響 (焼入温度 1260°C)

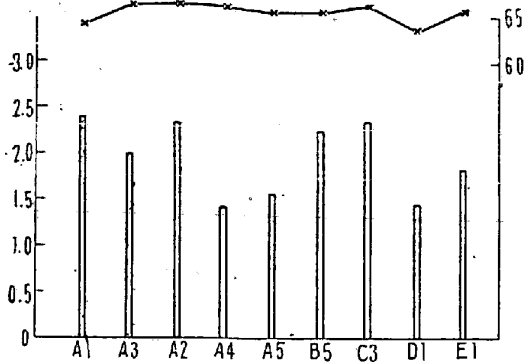
1800°C) より油中焼入したものを 575°C に繰返し 5 回焼戻を行つた場合の硬度の変化を調べた。その結果を第 9 図及び第 10 図に示す。何れも焼入温度 1260°C の場合を示す。各試料によつて多少異なり A1 及び A2 試料に於ては 2 回までは殆んど変りなく 3 回以上繰返すと減少する。A3 及び A4 試料に於ては 3~4 回で最高硬度を示す。A4 の場合は 5 回でも尙増加の傾向を示す。W 5.63%, Mo 3.26%, V 2.01% の B5 試料ではほぼ 2 回で最高硬度を示すも 1 回焼戻と余り変りない。低タングステン高速度鋼及びモリブデン高速度鋼と余り変りない。C 量低い低 W-Mo-V 高速度鋼 C2 の場合は焼戻を繰返さずほど漸次硬度を低下する。

IV. 切削耐久試験

次に各群試料の 1260°C 及び 1280°C (1300°C より焼入したものもある。)より焼入したものを 575°C に 2 回焼戻を繰返えし、切削試験を行つた。被切削材料及び切削試験方法その他は前述と同様である。即ち被切削材料は C 0.38%, Mn 1.02%, Cr 0.98% の Mn-Cr 鋼の焼入焼戻しブリネル 350 にしたものである。第 11 図~



第 11 圖 各試料の硬度と切削耐久力 (焼入 1260°C, 焼戻 575°C 2 回)



第 12 圖 各試料の硬度と切削耐久力 (焼入 1280°C, 焼戻 575°C 2 回)

第 12 図はその結果の一例を示す。焼入温度 1260°C の場合は W 約 5%, Mo 約 4%, V 約 2% の A3 試料が耐久力が最も高い。A1, A2, B5, C3 は余り大差なく、又モリブデン高速度鋼及び低タングステン高速度鋼と比較しても殆んど大差ない。即ち前記 A3 の如きは従来の高タングステン (18-4-1) 及び低タングステン高速度鋼よりまさる。高炭素—低 W-Mo-V 高速度鋼 (V 量低い) A4 及び A5 は何れもかなり劣る。焼入温度 1280°C の場合は W 約 6%, Mo 約 2.5%, V 約 2% の A1, W 約 6%, Mo 約 4%, V 約 2% の A2, W 約 4%, Mo 約 4%, V 約 2% の C3 何れも最も優れ W 約 5.6%, Mo 約 3%, V 約 2% の B5 之に次ぐ。而して何れも従来のモリブデン高速度鋼及び低タングステン高速度鋼にまさる。

次に第 3 表は同様 1260°C 及び 1300°C 焼入試料の切削耐久力の比較を示す、これからも明らかに W 約 6%

第 3 表

試料	焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)	焼戻回数	焼戻後硬度 (HV ₂₀)	切削耐久力 (V ₂₀ m/min)
B1	1260	570	2	66.0	20.9
B2	"	570	2	65.8	22.2
B3	"	570	2	65.9	21.6
B4	"	570	2	65.5	20.6
B5	"	570	2	65.8	22.1
C1	1260	570	2	65.8	21.5
C2	"	570	2	64.2	20.4
E2	1300	570	2	66.0	22.8

* 3 回試験の平均値を示す。

Mo 約 2.7%, V 2.5% の B2 試料, W 約 4%, Mo 3.5%, V 約 2.5% の B4 試料は熱処理方法によつてはかなりすぐれた性能を示すことが判る。

V. 結 論

上述の研究結果を要約すると次の通りである。

(1) 数種の低 W-Mo-V 高速度鋼の熱処理と切削耐久力との関係を調べ、従来のモリブデン高速度鋼及び低タングステン高速度鋼との比較をなした。

(2) 焼入及び焼戻による硬度の変化並びに繰返焼戻の影響を確めた。

(3) 各種組成の最も適当な熱処理温度を確めた。

(4) 切削耐久力は組成によつて異なるも焼入温度高い方が一般に切削耐久力は高い。

(5) これ等の研究の結果から最も適当と思われる組成範囲は次の通りである。C 0.80~1.0%, Cr 4.0~4.5% W 4.0~5.0%, Mo 3.0~4.0%, V 2.0~2.5%, C 1.0~1.2%, Cr 4.0~4.5%, W 5.0~6.0%, Mo 2.5~3.5%, V 2.5~3.0%。

本研究を遂行するに当り熱心に実験に従事された塩谷義雄君の労を多とする。(昭和 29 年 4 月寄稿)

文 献

- 1) 小柴: 鐵と鋼, 33 (1947), No. 1~3, p. 22
- 2) 小柴: 鐵と鋼, 32 (1946), No. 7~9, p. 9
- 3) 小柴: 日本金屬學會誌, 16 (1952), No. 9, p. 511