



写真 3. $\times 1000$ (1/3縮少) $A=1.25$

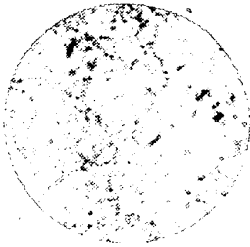


写真 4. $\times 200$ (1/3縮少) $A=0.4$

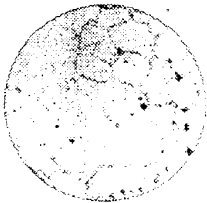


写真 5. $\times 200$ (1/3縮少) $A=0.4$

結 言

以上の結果を要約すれば次の如くである。

(1) 熱分析に於ける變態は促進され加熱の變態温度範圍は狭くなる。

(2) 焼入實驗に於ては超音波を傳達して焼入れた場合にはマルテンサイトの部分に明瞭な塊状のトルースタイトが部分的に定つた位置に現われる。マルテンサイトとトルースタイトの混在組織はほとんど存在しない。

(3) 超音波は粒子成長を促進する、又部分的による粒度の相違が甚だしく粒子も大小が極端なものが混在して混粒を作る。

(4) セメントタイトは粒界に移動し易く且粒狀化する。

(5) 高温に於ける酸化は促進されて居り、且部分的の差が著しく現れる。

(6) 脱炭は炭素の擴散が促進されて、表面に於て特に炭素濃度が低くなつて居る。而して見掛上脱炭の差が部分的に著しく現れる。

以上の如くであるが何れの場合も超音波によつて促進され且部分的の差異が現れて居り、超音波の干渉等の影響も現れて居ると考えられる。

以上の結果は周波數 100 K.C. で行つたものであるが 30 K.C. では明瞭なる影響は今迄の處認められなかつた。(昭和 26 年 1 月寄稿)

高クロム系高速度鋼に於ける各種元素の影響 (II)

(昭和 25 年 9 月本會講演大會にて講演)

小 柴 定 雄*

EFFECT OF DIFFERENT ELEMENTS ON THE HIGH CHROMIUM HIGH SPEED STEEL (II)

Sadao Koshiba, Dr. Ing.

Synopsis:

In the first report in the same title, the author made clear the effect of C, Cr and W on high speed steels containing high chromium. In the present investigation, the author studied the effect of 0~4% V and 0~10% Co on high speed steels containing high chromium.

As results of this investigation, it was ascertained that the steels containing 1.3~1.4% C, 10% Cr, 4% W, 5% Co becomes most efficient at the content of 1.8~2.0% V, and that the cutting durability is enhanced as the cobalt content is increased in the range of 0~10%

I. 緒 言

ロム高速度鋼(標準成分として C 1.4%, Cr 10%, W 4%, V 1%, Co 5% を選ぶ)に對する V 0.4% 及び

前報¹⁾に於て高クロム高速度鋼に及ぼす C, Cr 及び W の影響を報告したが、本報に於ては更に同様の高ク

* 日立製作所安來工場。工博。

Co 0~10%の影響に就て研究結果を述べる。

II. バナジウムの影響

バナジウムは一般に高速度鋼の結晶粒を微細ならしめ且つ地質及び炭化物に分布して存在し、切削耐久力を高めることは著者²⁾並びに多くの研究者によつて確められている。本研究に於ては第1表に示す如き試料を調製した。

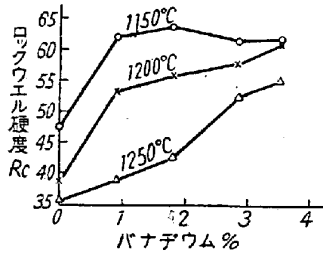
變化を測定した。第2表は焼戻による最高硬度及びその温度を示し、第2圖に焼入温度 1200°C の場合の焼戻温度と硬度との關係を示す。バナジウムを含まない場合には焼入硬度も依いが、焼戻による最高硬度も低い。バナジウム約 1% 以上は急激に硬度を増大する。而してバナジウム約 3% 以上はかへつて減少する。焼戻による最高硬度を現わす焼戻温度は V 1~3% の範圍に於ては殆んど變りなく、3% 以上は稍低い方に移動する。又焼戻

第 1 表

試料	C	Cr	W	V	Co	Si
YD 1	1.36	9.99	3.76	Nil	4.62	0.23
" 2	1.35	10.26	3.80	0.90	4.76	0.25
" 3	1.30	10.06	3.97	1.80	5.18	0.23
" 4	1.38	11.01	3.70	2.85	4.91	0.24
" 5	1.28	10.02	3.60	3.56	5.08	0.22

(1) 焼入温度と硬度

1150, 1200° 及び 1250°C の3種の焼入温度に於けるバナジウム量と焼入硬度との關係を第1圖に示す。焼入

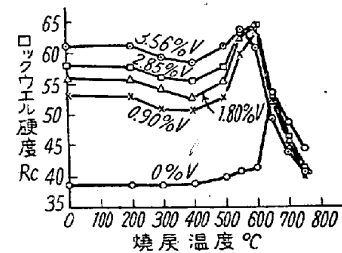


第1圖 バナジウム量と焼入硬度との關係

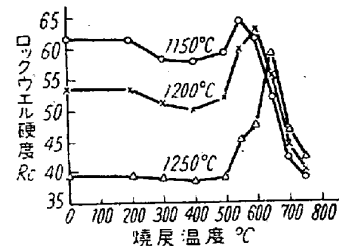
温度 1150°C の場合にはバナジウム約 1.8% で最高を示しそれ以上は僅か減少する。1200° 及び 1250°C の場合にはバナジウム量を増す程硬度を増大する。これはバナジウムを増す程オーステナイト結晶粒を微細ならしめ、且つ炭化物固溶體に溶解し、オーステナイトに対する溶解度を減少せしめ従つて焼入によつて残留するオーステナイトの量の少いためであると考えられる。而して V 量を増す程焼入温度による硬度の差は少い。

(2) 焼戻温度と硬度

各焼入温度の試料を 100°~750°C に焼戻し、硬度の



第2圖 1200°Cより焼入したバナジウム量異なる高速度鋼の焼戻温度と硬度との關係

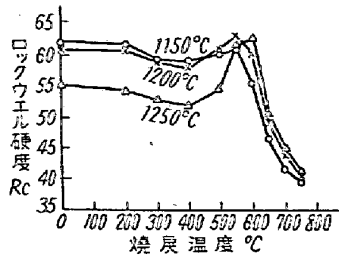


第3圖 バナジウム 1.80% 鋼の3種の焼入温度による焼戻温度と硬度との關係

硬化度はバナジウム量を増す程急激に減少する。これは前述の如くバナジウム量を増すに從い、オーステナイト結晶粒を微細ならしめ、且つ不溶性のバナジウムに富んだ複炭化物を形成し、焼入によつて多くのマルテンサイ

第 2 表

試料	1150°C		1200°C		1250°C	
	焼戻温度 °C	硬度 Rc	焼戻温度 °C	硬度 Rc	焼戻温度 °C	硬度 Rc
YD 1	600	55.5	650	53.2	650	54.8
" 2	550	64.1	600	63.3	"	59.4
" 3	"	64.5	"	64.4	600	61.8
" 4	"	61.1	"	64.3	"	63.3
" 5	"	61.3	550	63.3	"	63.0



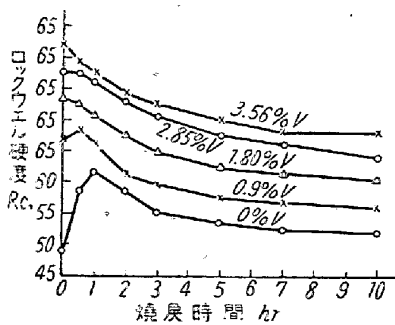
第4圖 バナヂウム 3.56% 鋼の3種の焼入温度による焼戻温度と硬度との関係

トを生成する爲と考えられる。

次に V 1.8 及び 3.56% の兩試料の焼入温度による焼戻温度と硬度との関係を求めた。その結果を第3圖及び第4圖に示す。V 1.18% の場合には焼入温度 1150°C 及び 1200°C の時は焼戻による最高硬度は殆んど變りなく、1250°C のときは稍減少する。又 V 3.56% の場合は焼入温度 1150°C の時は焼戻による最高硬度は低く、1200°C 及び 1250°C の時は殆んど變りない。而して兩者共焼入温度を上昇する程焼戻硬化度は大である。これは焼入温度を上昇する程溶解困難な複炭化物をオーステナイト中により多く溶解し、オーステナイトを安定ならしめ、従つて焼入硬度は低い、これが焼戻によつて著しく硬度を増大するのである。

(3) 焼戻時間と硬度

各試料の 1160°C から油中焼入し、焼戻温度 600°C に於ける焼戻時間と硬度との関係を求めた。その結果を第5圖に示す。但し各曲線共5目盛宛らずして圖示した。



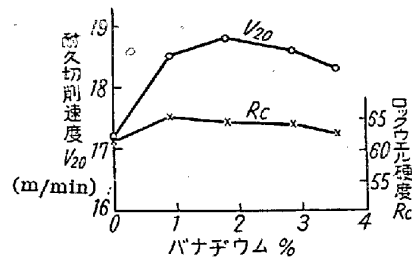
第5圖 バナヂウム量異なる高速度鋼の焼戻時間と硬度との関係(焼入温度 1160°C)

バナヂウムを含まない場合は最初1時間で、0.9% の場合は30分でそれぞれ焼戻による最高硬度を現わすも、1.8%以上は何れも焼戻時間を増すに従い漸次硬度を減少する。特に V 3.56% の場合稍著しい。即ち V 量を増す程焼戻軟化の抵抗は減少するのである。これは前述の如くバナヂウム含有量の少い場合には同一焼入温度に於てはより多くのオーステナイトを残留し、焼入硬度も

減少するも、これが焼戻によつてマルテンサイトへ變化するため、硬度の増加が著しくなるのであつて、従つて焼戻に對する抵抗性大となる。又焼戻硬化度も増すのである。

(4) 切削耐久力に及ぼすバナヂウムの影響

各切削工具試料を 1150°C より油中焼入し、550°C に2回焼戻を繰返した。第6圖はバナヂウム量と硬度及び切削耐久力との関係を示す。硬度は前述と同様バナヂウ



第6圖 バナヂウム量と硬度及び切削耐久力との関係

ム 1% 附近に於て最高を示し、3% 附近までは餘り變りない。切削耐久力は初め V を増す程増大し、約 1.8% で最高を示し、それ以上はかへつて減少する。即ちこの種高クロム高速度鋼に於ても普通の高速度鋼の場合と同様バナヂウムはその切削耐久力を高めるに役立つ、その含有量もほぼ同様で、1.5~2.0% が適當である。

尙各試料の顯微鏡組織を觀測したが、バナヂウム量少い場合は稍粗大なマルテンサイト組織を呈することが判る。

III. コバルトの影響

コバルトは元來炭化物を作らず、地質に存在しオーステナイトの炭化物の溶解度を高め焼戻軟化の抵抗を増し、高温硬度を増すことは著者の從來の研究⁴⁾⁵⁾⁶⁾によつて明らかである。高クロム系の高速度鋼 (Si を 1.2~1.5% 含む) に及ぼすコバルトの影響に就て Gudzew, Bakowa, Kasejew, Poljakow⁷⁾ が實驗しているが、その結果によるとコバルトは約 3% までは殆んど變りなく、それ以上はかへつて減少すると述べている。

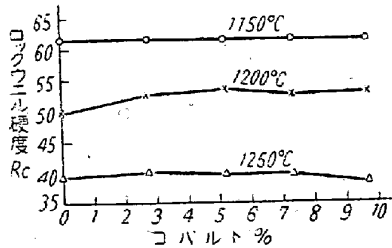
著者は珪素は鋼質を脆くし、且つ鍛造性を害する見地から、これを省略し前記の如き組成に對するコバルトの影響を見るため第3表に示す如き試料を調製した。

(1) 焼入温度と硬度

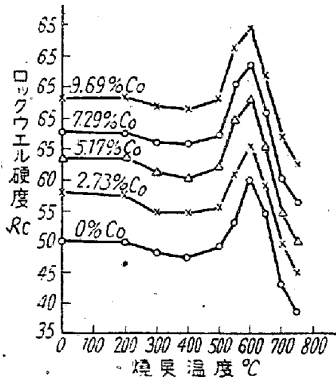
前述と同様3種の焼入温度に於けるコバルト量と硬度との関係を第7圖に示す。各コバルト含有量共焼入温度を上昇する程硬度を減少する。焼入温度 1150°C の場合はコバルト量によつて殆んど變りない。1200°C の場合

第 3 表

試料	C	Cr	W	V	Co
YE 1	1.31	10.09	4.16	0.83	Nil
// 2	1.34	10.16	4.19	0.83	2.73
// 3	1.40	10.09	4.00	0.92	5.17
// 4	1.34	10.44	4.24	0.92	7.29
// 5	1.38	10.27	4.04	0.87	9.69



第 7 圖 コバルト量と焼入硬度との関係



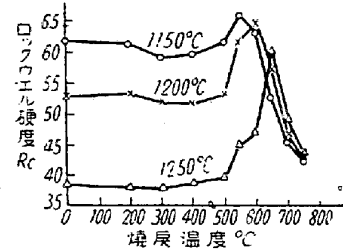
第 8 圖 1200°C より焼入したコバルト量, 異なる高速度鋼の焼戻温度と硬度との関係

にはコバルト 5% 附近で最高を示し, それ以上は殆んど變りない. 1250°C の場合にはコバルト約 7% までは大差ない.

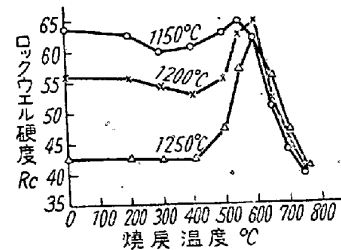
(2) 焼戻温度と硬度

各焼入試料の焼戻温度と硬度との関係を求めたが, その焼戻による最高硬度及びその温度を第 4 表に示す. 又第 8 圖は焼入温度 1200°C の場合の焼戻温度と硬度との関係を示す. 各焼入温度共コバルト含有量を増すに従い焼戻による最高硬度を増大する. 而して焼戻による最高硬度を示す温度も同一焼入温度に於ては殆んど變りな

い. 又コバルト含有量を増す程最高硬度を示す焼戻温度の範囲が広い. 換言すれば焼戻硬化の温度範囲が広く取扱い上甚だ都合なのである. これは普通の高速度鋼に及ぼすコバルトの影響⁷⁾とよく一致する. 又焼戻硬化度もコバルト含有量を増す程大である.



第 9 圖 コバルトを含まない高速度鋼の 3 種の焼入温度による焼戻温度と硬度との関係



第 10 圖 コバルト 9.69% 鋼の 3 種の焼入温度による焼戻温度と硬度との関係

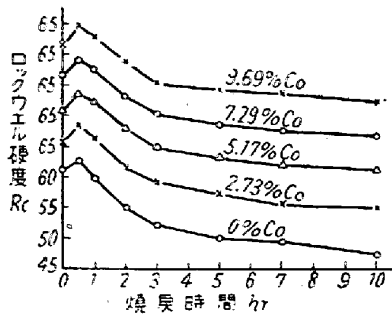
次にコバルトを含まない場合とコバルト 9.69% の場合の焼入温度による焼戻温度と硬度との関係を第 9 圖及び第 10 圖に示す. 何れも焼入温度を上昇する程焼戻による最高硬度を減少し, 且つ最高硬度を示す焼戻温度は高い方に移動する. 尚焼入温度を上昇する程前記の焼戻硬化度は大である. これはコバルト含有量を増す程或は焼入温度を上昇する程オーステナイトの安定性を増し, より多く複炭化物を溶解し多量のオーステナイトを残留するためである.

(3) 焼戻時間と硬度

各試料を 1160°C から油中焼入し, 焼戻温度 600°C に於ける焼戻時間と硬度との関係を求めた. その結果を第 11 圖に示す. 但し各曲線共 5 目盛宛ずらして圖示した.

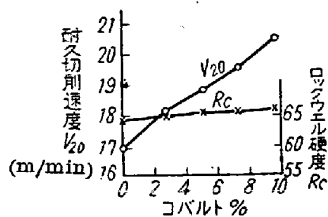
第 4 表

試料	1150°C		1200°C		1250°C	
	焼戻温度 °C	硬度 Rc	焼戻温度 °C	硬度 Rc	焼戻温度 °C	硬度 Rc
YE 1	550	62.3	600	59.9	650	57.4
// 2	//	63.3	//	60.6	//	58.8
// 3	//	64.3	//	63.0	//	59.1
// 4	//	64.3	//	63.4	//	59.3
// 5	//	65.8	//	64.6	//	60.0



第 11 圖 コバルト量異なる高速度鋼の焼戻時間と硬度との関係(焼戻温度 1160°C)

焼戻による硬度は前述の如くコバルト含有量を増す程増大する。而して何れも最初 30 分で焼戻による最高硬度を現わす。又焼戻軟化の抵抗はコバルト含有量を増すに従い増大する。これは前述の如くコバルトが地質に溶解し、且つオーステナイト中への複炭化物の溶解量を増大し、その安定度を高め高温硬度を増す爲である。



第 12 圖 コバルト量と硬度及び切削耐久力との関係

(4) 切削耐久力に及ぼすコバルトの影響

各切削工具試料を 1150°C より油中焼入し、550°C に 2 回焼戻を繰返へした。第 12 圖はコバルト量と硬度及び切削耐久力との関係を示す。硬度は前述と同様コバルト含有量を増す程増大する。切削耐久力はコバルト含有量を増すに従い急激に増大する。これによつてコバルトは普通高速度鋼に於けると同様高クロム高速度鋼に於てもその切削耐久力を著しく増大するものである。

尙前報と総合し、Cr 10% 含有の高クロム系高速度鋼に於ける C, Cr, W, V 及び Co の各元素個々の影響に就ての研究結果と従來の 18-4-1 高速度鋼と比較するに前者の劣ることが確められた。殊に著者が菊田博士と共に研究した前述の低タングステン-バナヂウム高速度鋼と比較して可成り劣ることを實驗的に確めた。この研究結果より或る特殊の、例へば軟質の炭素鋼、輕合金その他非鐵合金の切削には十分たえ得るが、硬質の被切削材に對しては不適當なることが知られる。

IV. 結 論

上述の研究結果を要約すると次の通りである。

(1) C 1.4%, Cr 10%, W 4%, V 1%, Co 5% を含む高クロム高速度鋼に於て V 0~4% 及び Co 0~10% の影響を研究した。

(2) 焼入及び焼戻による硬度の變化を測定した。

(3) 焼戻軟化に對する抵抗はコバルトを増す程増大する。又バナヂウムは逆に減少する。

(4) 焼戻硬化度もコバルト含有量を増す程増大し、一方バナヂウム含有量を増す程減少することを確めた。

(5) 切削耐久力は他の元素同一ならばバナヂウムは約 1.8% 附近で最高に達する。又コバルトはその含有量を増す程急激に増大する。

尙従來の研究と綜合してこの種高クロム含有高速度鋼は従來の普通高速度鋼、殊にタングステン-バナヂウム高速度鋼より劣ることを確認した。

(6) タングステン及びモリブデンを産出せない國に於ては多少不満足ではあるが、或る程度この種高クロム高速度鋼を以て代用し得るであろう。

終りに臨み本研究を遂行するに當り御懇篤なる御指導を賜りたる日立製作所常務取締役菊田多利男博士に深厚なる感謝の意を表し、又實驗に協力せられたる永島祐雄君の勞を多とする、(昭和 25 年 10 月寄稿)

文 献

- 1) 小柴: 鐵と鋼, 第 37 年第 9 號 (昭 26.9) 23
- 2) 小柴: 日本金屬學會誌, 第 10 卷第 3~6 號 (昭 21.4) 6
- 3) 小柴: 日本金屬學會誌, 第 11 卷第 7~8 號 (昭 21.10) 14
- 4) 菊田, 小柴: 日本金屬學會誌, 第 7 卷第 8 號 (昭 18.8) 354
- 5) 菊田, 小柴: 日本金屬學會誌第 7 卷第 9 號 (昭 18.9) 408
- 6) 菊田, 小柴: 日本金屬學會誌, 第 7 卷第 10 號 (昭 18.10) 434
- 7) 小柴: 日本金屬學會誌, 第 5 卷第 7 號 (昭 16.8) 295
- 8) 小柴: 日本金屬學會誌, 第 5 卷第 9 號 (昭 16.9) 351