

點を著しく上昇せしめていることは注目に値するが、比較的少量のVの添加はオーステナイト中の固溶炭素量を強く減じて、これに伴うMs點の上昇はV自身の固溶に依るMs點の降下に打勝つて全體としてV量と共にMs點の上昇をもたらすと推測される。

V. 總括

高速度鋼に就て、0.8% C-18-4-1 型の組成を中心とし、C 0.05~1.00%, W 12~22%, V 0~3%, Cr 3~5%, Mo 0~2%, Al 0~1% の範圍の合金元素量との關係を調べた。この結果、0.8% C-18-4-1 の標準組成では Ms 點は約 120°C で、C, W, Cr, Mo の増加は何れも、Ms 點を徐々に降下させ、Al は殆ど影響なく、V は逆に Ms 點を上昇せしめることを明かにした。

(72) 高バナチウム高速度鋼に関する研究 (II)

K. K. 日本製鋼所室蘭製作所

研究部 石塚 寛
" 中谷 清三
機械部 武内 貞四郎

I. 緒言

筆者等は先にタングステン高速度鋼の代用鋼として高バナチウム高速度鋼に就て研究し、Cr 4%, W 6%, V 4% の工具鋼は第 2 種高速度鋼に匹敵する切削能力を有し、切削工具として優秀なる性能を有する事を明らかにした。(第 41 回本會講演大會に發表。「金屬」第 21 卷, 第 8 號, 513 頁)

本報では上記 6-4-4 型高速度鋼に及ぼす各種元素の影響として、C, Cr, Mo 及び Co 等の影響に就て述べると共に、合せて、W を 8% に節減したものに就て V 量の影響を調べた試験結果に就ても報告する。

II. 試験結果

A. 6-4-4 型高速度鋼に及ぼす各種元素の影響

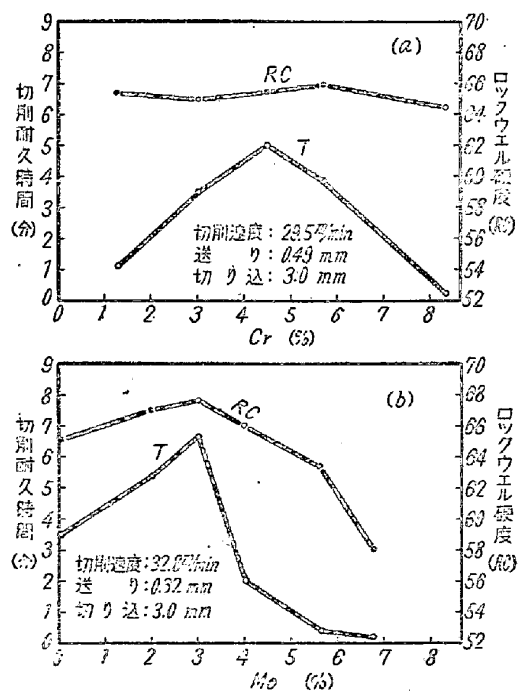
(1) C の影響

高速度鋼中の C は一部地質に溶解し、他は W, Cr, V 等と化合して複炭化物を形成し、その硬度及び切削耐久力を高めるものであるが、V を比較的少量に含む高速度鋼に於ては V 量に従つて C 量を増加させなければならぬ。C 量が少いと地質中の C 濃度を減じ、焼入能を減ずる。筆者等は C 0.9~1.3% の範圍に就て試験した。

焼入硬度は C 約 1.1% までは C 量の増加に従つて大となるが、約 1.2% 以上では略一定となる。焼戻による硬度も同様に C 量を増すに従い高くなり、且つ最高焼戻硬度を現わす温度は比較的高い方に移行する。尚 C 約 1.2% 以上になるとその硬度増加は少なく、硬度は大差ない。焼戻硬化度及び焼戻軟化抵抗は共に C 量を増すに従い大となる。又最高硬度を得る焼入温度は約 1250°C である。切削耐久力は C 約 1.2% までは C 量を増すに従い急激に大となる。C 量があまり高くなると火造が困難となるから、C 量は 1.25~1.35% が適當である。

(2) Cr の影響

Cr は鋼に自硬性を與え且つオーステナイトに於ける W の溶解度を増して、複炭化物を安定化させる爲に大切な元素であるが、本研究の様に W 含有量の低い高速度鋼には重要な役割を果すものと考えられる。C 約 1.25% の 6-4-4 型のものに就て 1~8% の範圍の Cr の影響を調べた結果によると、焼入硬度及び焼戻による最高硬度はあまり變らないが、切削耐久力には極めて大なる影響を與える。第 1 圖-(a) には 1250°C 焼入、575°C 焼戻した場合の結果を示す。尚切削試験は 3~4 回行い其の平均値を採つた。同圖から明らかな様に Cr 4.5% 前後で切削耐久力は最も大であつて、これは W 高速度鋼の場合と略同様な傾向を示している。即ちこの種高 V 高速度鋼に於ては Cr 含有量は約 4~5% が適當である。



第 1 圖-(a) 及び (b) 6-4-4 型高速度鋼に於ける Cr 及び Mo 量と切削耐久力との關係 (被削材; C 鋼, 抗張力 59.0kg/mm², 硬度 (BHN) 154)

(3) Mo の影響

高速度鋼に及ぼす Mo の影響は W と同一であると考えられて居り、随つて W の一部或は大部分を Mo で置換した高速度鋼に就ては多くの人々に依つて研究されて居り、又實用に供されている。筆者等も前述と同様 C 約 1.35% の 6-4-4 型高速度鋼に及ぼす 7% 以下の Mo の影響を研究した。先ず焼入硬度に就ては、焼入温度の上昇に伴い最高硬度は Mo の比較的高い方に僅か移行する傾向を有するが、總じて 3% 前後で硬度は最も高い。尙それ以上 Mo を多量に含有する時は地質中の C 濃度を減じ、硬度は低下する。焼戻しによる硬度變化は 550°C 戻しの時最高硬度を示すと共に、Mo 3% 附近で最高値を示す。焼戻軟化抵抗は Mo 量に依つて大差ない。焼入温度は約 1200°~1250°C の時硬度は最も高い。次に切削試験結果に就て述べる。第 1 圖-(b) は 1250°C 焼入、550°C 焼戻した場合の結果を示したものである。Mo の増加に伴い耐久力は大となり約 3% で最高値を示すが、4% 以上になると耐久力は急激に低下する。即ち 6-4-4 型高速度鋼に Mo を 2~3% 添加すると極めて優秀な切削工具を得る事が出来るわけである。

(4) Co の影響

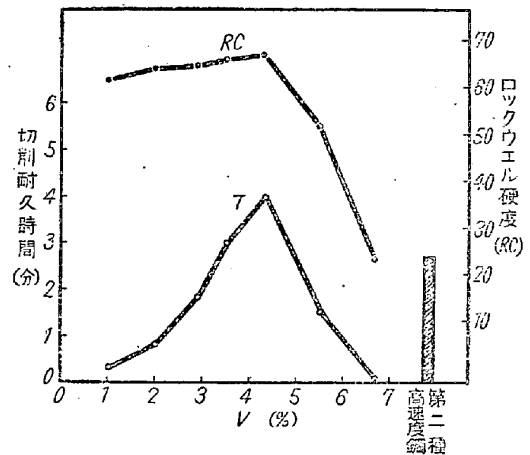
Co は炭化物を作らず地質中のみに含まれ且炭化物をより多く地質中に溶解させ、工具の耐焼戻性を増し、切削耐久力を高める強力な元素であるが、前述と同様 C 約 1.25% の 6-4-4 型高速度鋼に 1~8% Co を添加してその影響を調べた。焼入硬度は Co 含有量に依つて大差なく略一定であり、且つ焼入温度に依る差も少ない。焼戻硬度は Co 量を増すに従い僅か高くなるが、やはり其の差は小さい。又焼戻軟化抵抗は Co を含まないものに比べて比較的大であるが、Co 含有量に依る相違は著しくない。斯様に Co 添加の影響は顯著でないのであつて、切削試験の結果も全般的に見て耐久力には大差がない。尙焼入試料の顯微鏡組織を観察すると、Co 含有量を増すに従いオーステナイト結晶粒は異常に粗大化し、更に Co 約 8% のものは炭化物共晶が網狀に析出して居り、異常を呈している。即ち本研究の様な C 量の高い高 V 高速度鋼には Co 添加の効果は全く認められない。

B. 8%W 鋼に及ぼす V の影響

前述した如く筆者等は前報で、W を 6% に節減したものに就て V 量を種々變えた低 W 高 V 鋼に就て研究し、其の結果 6-4-4 型高速度鋼を得たが、本報では更に C 1.25~1.30%, W 8%, Cr 4% のものに就て V 量の影響を調べた試験結果に就ても合せて報告する。

試験結果に依ると、V 約 4% 迄は V の増加するに伴

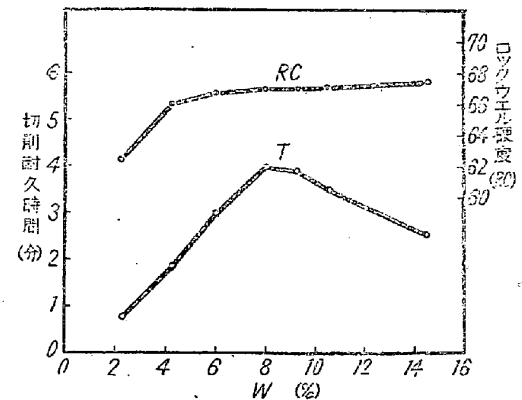
つて焼入硬度は高くなり、又焼戻硬度も僅か上昇する。しかし V 量がそれ以上多くなると地質中の C 濃度を減じ、硬度は著しく低下する。又焼戻硬化度は V 量が少い程大であるが、この場合最高硬度を得る焼戻温度は比較的高温側にある。焼戻軟化抵抗は V 量を増す程小さくなる。尙最高硬度を得る焼入温度は約 1250°C である。第 2 圖には切削試験結果を示したが、切削耐久力は V 4% 前後で最も高く、第 2 種高速度鋼を凌駕している。即ち 8-4-4 型の高 V 高速度鋼は切削工具としてより優秀である事が分る。



第 2 圖 8%W, 4%Cr 高速度鋼に於ける V 量と硬度及び切削耐久力との關係(切削速度 32.8m/min, 送り 0.49mm, 切り込 3.0mm, 被削材: C 鋼, 抗張力 59.0kg/mm², 硬度(BHN) 154)

C. 4%V 鋼に及ぼす W の影響

前項で W 6% 及び 8% の低 W 高速度鋼には V 約 4% が最適である事を述べたが、次に C 約 1.30%, Cr 4%, V 4% の高速度鋼に對する 2~14% の W の影響を調べた。焼入硬度及び焼戻硬度共に W 量の増加に伴



第 3 圖 4%V, 4%Cr 鋼に於ける W 量と硬度及び切削耐久力との關係(切削速度 32.8m/min, 送り 0.49mm, 切り込 3.0mm, 被削材: C 鋼, 抗張力 59.0kg/mm², 硬度(BHN) 154)

つて僅か増加するが、特に W 約 8% 以上になると其の差は極めて小さい。焼戻軟化の抵抗は W 量を増す程やゝ大である。尙最高硬度を得る焼入温度は約 1250°C である。切削耐久力は第 3 圖に示す様に、W 約 8% までは W の増加に伴つて増大し、約 8~9% で最高値を示すが、それ以上 W の含有量が多くなると耐久力は再び低下する。即ち V の影響は W の含有量に依つて異なるのであつて、W が多くなると V の影響はあまり見られない。即ち V4% を含む高 V 高速度鋼は W 約 8~9% 含有する時、其の耐久能を最大限に發揮し得るわけである。

III. 結 言

(1) 6-4-4 型高速度鋼に及ぼす C, Cr, Mo 及び Co の影響を研究した。C は 1.25~1.35%, Cr は 4.0~5.0%, Mo は 2~3% が適當である。Co は効果がない。

(2) 8%W 鋼に及ぼす V の影響を研究した。V 約 4% の時硬度並びに切削耐久力が最も大きく、8-4-4 型の高速度鋼は第 2 種高速度鋼を凌駕する。又 6-4-4 型よりも良い。

(3) 最後に V4% を含む高 V 高速度鋼に及ぼす W の影響を研究した。W 約 8~9% 含有する時切削耐久力は最も大である。

(73) 高炭素、高バナチウム高速度鋼の研究

東北大學教授 工博○佐藤 知雄
" 助教授 工金子 秀夫

I. 研究目的

高速度鋼の主要合金元素である W は我國に於ては資源的に乏しいが、V は生産し得る立場にある。よつて W の含有量を極力少くし V を増加した數種の高速度鋼を製造し、諸性質を測定した結果高 C のものは優秀な性能を示すことがわかつた。

II. 試 料

試料は低炭素鋼、高 C のフェロタングステン、低 C のフェロバナチウム及び高 C のフェロクロムを原料として鹽基性高周波爐にて熔解し 5kg のインゴットを作つた。各インゴットの成分の分析結果は第 1 表に示すごとくである。

第 1 表 試料の組成

No.	C	Si	Mn	P	S	W	Cr	V
1	1.23	0.60	0.72	0.012	0.055	5.80	4.08	5.97
2	1.24	0.56	0.62	0.010	0.064	8.36	4.07	5.97
3	1.19	0.65	0.72	0.011	0.060	9.13	4.10	5.98
4	1.31	0.66	0.74	0.020	0.035	5.38	4.17	5.20
5	1.43	0.69	0.67	0.019	0.055	7.26	4.20	5.21
6	1.36	0.75	0.77	0.021	0.063	10.06	4.13	5.24
7	1.68	0.60	0.77	0.021	0.059	5.80	4.09	5.71
8	1.62	0.71	0.85	0.019	0.036	7.28	4.11	5.51
9	1.66	0.68	0.85	0.018	0.048	9.84	4.11	5.50

表に見る如く、Cr 及び V はそれぞれ 4%, 5.5% と一定にし、W を従來の高速度鋼より著しく少くして 5~9% とし、一方炭素を 1.2~1.6% と著しく高くしたものである。鋼塊は焼鈍後 1100~950°C で鍛造し、鍛造比は 19.5 であつた。試料は高炭素なるにもかゝらず、V が多いため炭素は炭化物形成のために消費されてオーステナイトに固溶する炭素が少く、従つて鍛造は極めて容易であつて、むしろ 18-4-1 型よりも鍛造性に富んでいる。

III. 焼入焼戻試験

各試料を 1150~1280°C で焼入れた試料の硬度は第 2 表の如くである。

第 2 表 焼入硬度 (Rockwell C)

試料番號	焼入温度°C								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1150	45	45	32	53	58	54	64	63	64
1200	48	47	36	56	61	57	64	64	64
1250	57	56	42	63	64	61	65	64	65
1280	59	55	38	63	63	61	63	63	63

以上の試料を 540~600°C に 1 時間焼戻した場合の硬度の變化の 1 例は第 3 表の如くである。

第 3 表 焼戻硬度 (Rockwell C)
(焼入温度 1250°C)

試料番號	焼戻温度°C								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
540	58	54	43	60	62	61	64	63	63
550	58	54	43	60	62	61	64	63	63
560	58	56	43	60	62	61	64	63	64
570	57	55	44	61	62	60	63	63	64
580	57	55	45	61	63	62	63	63	65
590	55	55	45	61	61	57	63	63	64
600	54	52	39	56	57	55	63	60	64

これ等を見ると No. 1~No. 3 の試料は十分な焼入焼戻硬度が得られない。No. 4~No. 9 は所要の硬度を示し、540~590°C の間に於ては焼戻温度による變化が少い。これは焼戻操作に於て温度を嚴密に管理する必要のないことを示すものである。