



# 低タングステン高速度鋼に及ぼす錫、アンチモン及びチタニウムの影響 (第2報)

小柴定雄\*

## Effect of Tin, Antimony and Titanium on The Low Tungsten High Speed Steel. (2nd Report)

By Sadao Koshiha

Yasugi Laboratory, Yasugi Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

In the first report in the same title, the writer has already made clear of the effect of Sn, Sb and Ti on the low W high speed steel containing no cobalt. In the present investigation, the writer has repeated the similar study of low W high speed steels containing 5 % Co, changing the content of element above mentioned. The results obtained from the present study are as follows : —

- (1) As the content of Sn increases more than 1 %, cutting durability decreases appreciably.
- (2) As the content of Sb increases, cutting durability decreases more appreciably.
- (3) As the content of Ti increases more than 0.25 %, cutting durability decreases appreciably, and then the hardness also decreases remarkably in more content of 1 % Ti.

### [ I ] 緒 言

著者は先きに<sup>(1)</sup>コバルトを含まない低タングステン高速度鋼に及ぼす錫、アンチモン及びチタニウムの影響に就ての研究結果を述べたが、本研究に於ては同様の方法によりコバルト5%を含む低タングステン高速度鋼に就て行つた。

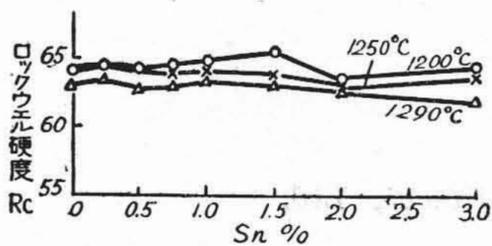
### [ II ] 錫 の 影 響

Co. 7, Cr 4.0, W 10.0, Mo 1.0, V 1.5 及び Co 5.0 % 略一定の組成に対する Sn 0~3 % の影響を見る爲第1表に示す如き試料を調製した。但し Sn は配合成分を以て示す。先づ 1200°C, 1250°C 及び 1290°C の各温度に1分保持油中焼入温度と硬度との關係を求めた。その結果を第1圖に示す。焼入温度 1250°C 及び 1920°C の場合は殆ど大差ない。Sn 2 % の試料は C 及び W 量稍低い爲か焼入硬度が僅か低い。次に各焼入試料の焼戻による硬度の變化を調べたが、今第2圖に 1250°C の場合を示す。但し各曲線は5目盛宛ずらして圖示した。焼戻による最高硬度は Sn の量によつて殆ど大差ない。而して最高硬

\* 日立製作所安來工場冶金研究所

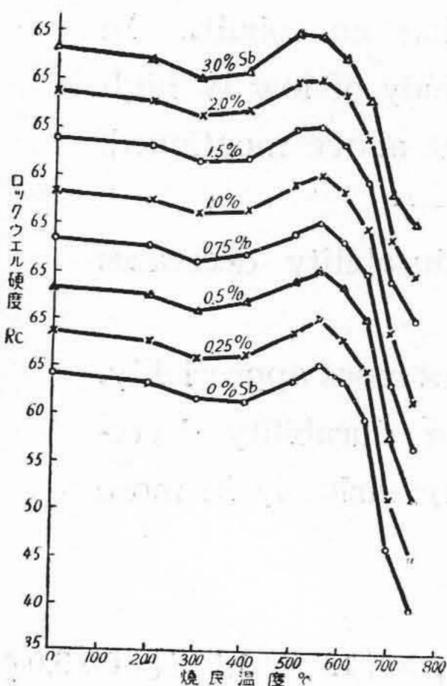
第 1 表

試料	C	Cr	W	Mo	V	Co	Sn
S 1	0.66	3.73	10.79	0.80	1.58	4.83	0
2	0.65	3.92	9.98	0.85	1.58	4.92	0.25
3	0.68	4.16	9.95	0.97	1.53	4.98	0.50
4	0.71	4.20	10.05	0.95	1.53	4.89	0.75
5	0.68	3.99	10.10	0.93	1.48	5.04	1.00
6	0.68	4.06	9.85	0.89	1.58	5.75	1.50
7	0.60	4.20	8.94	0.98	1.58	5.07	2.00
8	0.68	4.11	9.64	0.93	1.58	4.98	3.00



第 1 圖 錫の添加量と焼入硬度

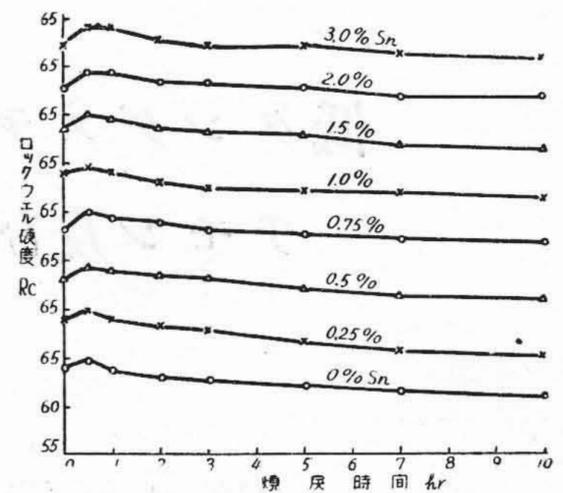
Fig. 1 Content of Sn and Quenching Hardness.



第 2 圖 1250°Cより焼入せる錫を添加した高速度鋼の焼戻温度と硬度との関係  
Fig. 2 Relation between Tempering Temperature of Quenched High speed steel containing Sn and Hardness.

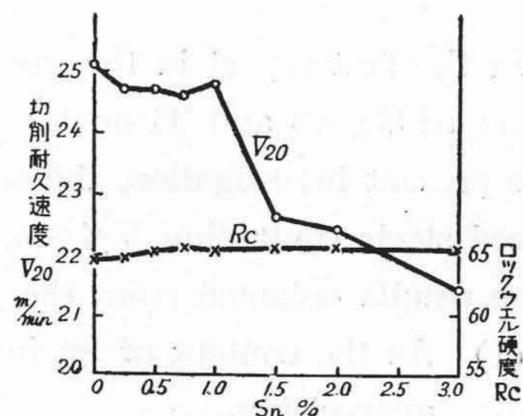
度を示す焼戻温度も Sn 3% の場合を除いては殆ど變りない。従つて焼戻硬化度も大差ない。次に 1270°C より焼入した各試料の 600°C の焼戻温度に於ける焼戻時間と硬度との關係を第 3 圖に示す。前述と同様各試料共最初 30 分で最高硬度に達し、それ以上は時間と共に徐々に減少する。焼戻軟化の抵抗は Sn 量によつて殆ど大差ない。次に又各切

削工具試料を 1290°C より油中焼入し 550°C に 2 回繰返し試験に供した。Sn 量と硬度及び切削耐久力との關係を第 4 圖に示す。硬度は前述と同様 Sn の量によつて殆ど變りない。耐久力は Sn 約 1% までは僅か減少するが、1%以上は急激に減少する。之は Sn が或る程度以



第 3 圖 錫を添加した高速度鋼の焼戻時間と硬度との關係  
(焼入温度 1270°C)  
(焼戻温度 600°C)

Fig. 3 Relation between Tempering Time of Quenched Highspeed steel containing Sn and Hardness. (Quenching Temperature 1270°C Tempering Temperature 600°C)



第 4 圖 錫の添加量と硬度及び耐久力  
Fig. 4 Relation between content of Sn, Hardness and Cutting Durability.

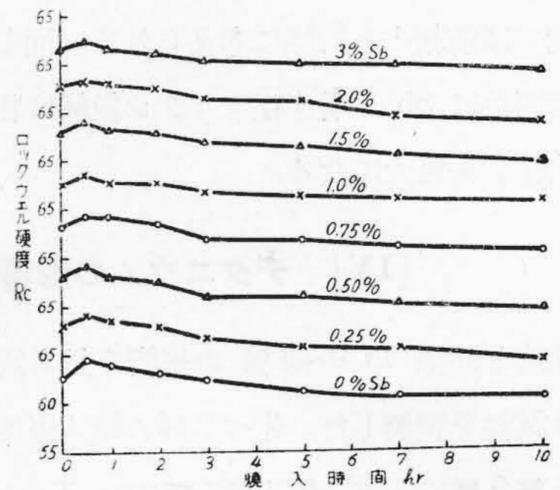
上増すと結晶粒界に現われ、硬度には餘り影響がないが鋼質を著しく脆くする爲、耐久力を減少するものと考えられる。殊に Sn 2% 以上はその傾向が著しい。

[III] アンチモンの影響

前述と同様 C, Cr, W, Mo, V 及び Co 量略一定の組成に対するアンチモン 0~3% の影響を見る爲第 2 表に示す如き試料を調製した。先づ 3 種の焼入温度による硬度の變化を第 5 圖に示す。焼入温度 1200°C の場合は Sb 0.5~0.7% に於て稍高いが、それ以上は僅か減少する。1250°C 及び 1290°C の場合は Sb 量によつて大差ない。次に 1250°C より焼入した試料の焼戻による硬度の變化を第 6 圖に示す。焼戻による最高硬度は Sb の添加量に

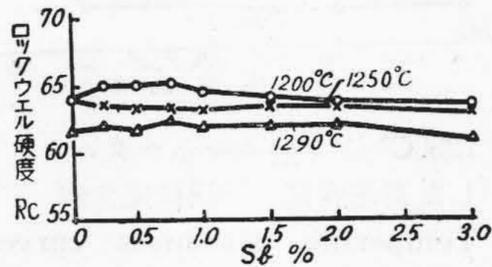
第2表

試料	C	Cr	W	Mo	V	Co	Sb
P 1	0.69	3.88	10.08	0.84	1.40	4.45	0
2	0.70	3.94	11.01	0.85	1.45	4.94	0.25
3	0.68	4.14	10.23	0.83	1.47	4.71	0.50
4	0.72	4.06	10.39	0.90	1.43	4.75	0.75
5	0.72	4.06	9.20	0.88	1.46	4.85	1.00
6	0.70	4.16	10.94	0.86	1.47	4.46	1.50
7	0.68	4.13	9.86	0.96	1.50	4.57	2.00
8	0.73	4.18	9.36	0.90	1.47	4.83	3.00



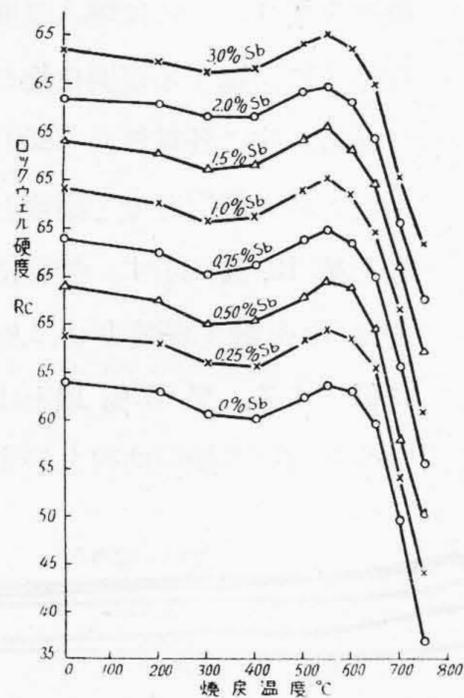
第7圖 アンチモンを添加した焼入高速度鋼の焼戻時間と硬度との関係 (焼入温度 1270°C, 焼戻温度 600°C)

Fig. 7 Relation between Tempering Time of Quenched High speed steel containing Sb and Hardness. (Quenching Temperature 1270°C, Tempering Temperature 600°C)



第5圖 アンチモン量と焼入硬度

Fig. 5 Content of Sb and Quenching Hardness.

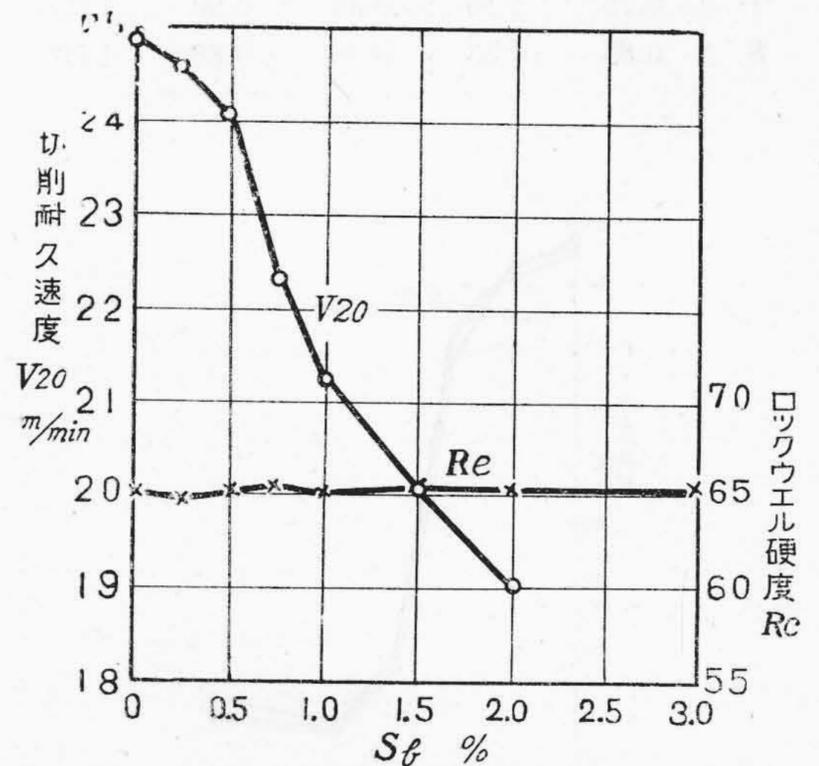


第6圖 1250°Cより焼入せるアンチモンを添加した高速度鋼の焼戻温度と硬度との関係

Fig. 6 Relation between Tempering Temperature of Quenched High speed steel Containing Sb and Hardness.

よつて殆ど大差ない。従つて焼戻硬化度も Sb の量によつて餘り變りない。又 1270°C より焼入した各試料の 600°C の焼戻温度に於ける焼戻時間と硬度との關係を第7圖に示す。各試料共最初 30 分で最高硬度に達する。而して Sb を増す程 (1.5% 以上) 二次硬度の極大は低い、焼戻軟化の抵抗も約 Sb ま 1.5% では殆ど大差ない。

次に各切削工具試料を 1290°C より焼入し、550°C に 2 回繰返焼戻し、切削耐久試験を行つた。第8圖は切削試験の結果を示す。硬度は前述の如く Sb 量によつて殆ど變りない。耐久力は明かに Sb の含有量を増す程急激に減少する。即ち Sb は Sn の場合と同様高速度鋼の硬度には殆ど影響を與えないが、然し耐久力は Sb によつて著しく減少する。この場合も硬度と耐久力とは必ずしも



第8圖 アンチモンの添加量と硬度及び耐久力との關係

Fig. 8 Relation between content of Sb, Hardness and Cutting Durability.

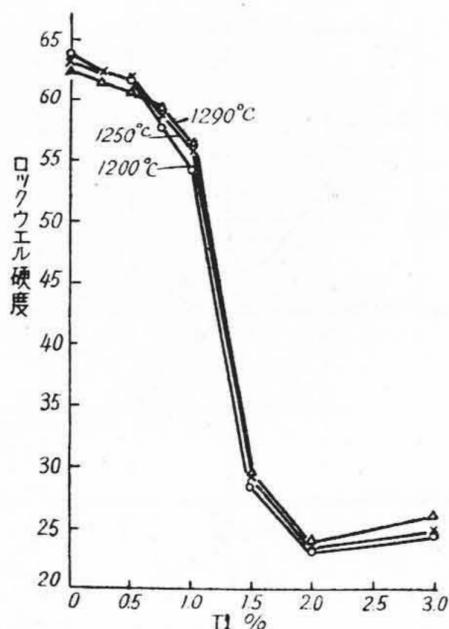
比例しない。尙 Sb の高速度鋼の耐久力を減少する理由に就ては前報<sup>(1)</sup>と同様に考えられる。而して顯微鏡組織から明かに Sb を増す程マルテン組織は粗大となり、炭化物粒子も粗大になる。

[IV] チタニウムの影響

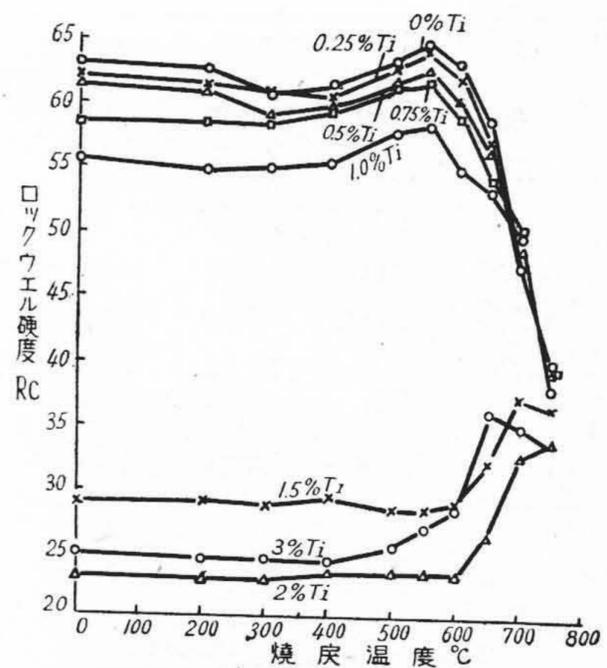
前述と同様 Ti 0~3% の影響を見る爲第 3 表に示す如き試料を調製した。先づ 3 種の焼入温度と硬度との關係を第 9 圖に示す。焼入硬度は初め Ti の添加によつて徐々に減少するも 0.75% 以上は急激に減少する。殊に 1.5% 以上は硬度が著しく低く、焼入硬化を示さない。これは前にも述べた如く焼入状態で $\alpha$  晶と複炭化物とより成るもので、 $\alpha$  晶の中に一部複炭化物を固溶したものと考へられる。又 Ti 0.75% 以上は Ti 量低い場合と稍

第 3 表

試料	C	Cr	W	Mo	V	Co	Ti
T 1	0.68	4.18	9.36	0.90	1.58	5.22	0
2	0.69	4.11	8.80	0.91	1.63	5.53	0.25
3	0.70	4.16	9.24	0.92	1.53	5.14	0.50
4	0.71	4.33	9.04	0.93	1.53	5.08	0.75
5	0.73	4.32	9.60	0.83	1.69	5.24	1.00
6	0.72	4.33	9.60	0.85	1.53	5.20	1.50
7	0.78	4.16	9.44	0.90	1.53	4.89	2.00
8	0.80	4.33	9.16	0.88	1.58	5.34	3.00

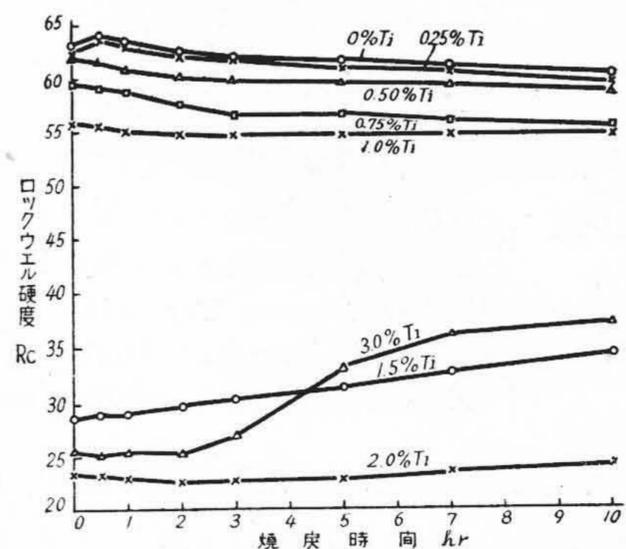


第 9 圖 チタニウムの添加量との焼入硬度  
Fig. 9 Content of Ti and Quenching Hardness.



第 10 圖 1250°C より焼入せるチタニウムを添加した高速度鋼の焼戻硬度曲線  
Fig. 10 Tempering Hardness curve of Quenched High speed still containing Ti.

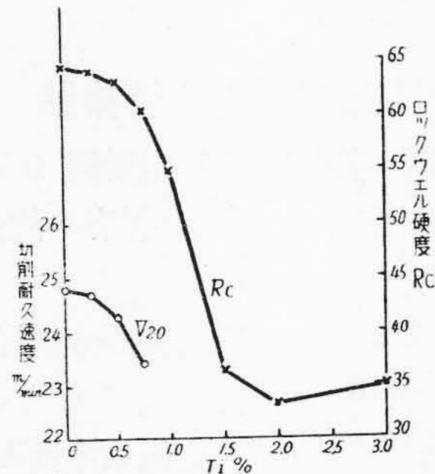
趣を異にし、焼入温度を上昇する程焼入硬度を増す。これは焼入温度を上昇する程地質に溶解する複炭化物の量を増す爲である。次に各試料の 1250°C より焼入したものの焼戻温度と硬度との關係の比較を第 10 圖に示す。焼戻による最高硬度は Ti を増す程減少し、1% 以上は急激に低下する。又 51.1% 以上は析出硬化型合金と同様の焼戻曲線を示す。又 1270°C



第 11 圖 チタニウムを添加した焼入高速度鋼の焼戻時間と硬度との關係 (焼入温度 1270°C) (焼戻温度 600°C)

Fig. 11 Relation, between Tempering Time of Quenched High speed steel containing Ti and Hardness (Quenching Temperature 1270°C) (Tempering Temperature 600°C)

より焼入した各試料の600°Cの焼戻温度に於ける焼戻時間と硬度との関係を第11圖に示す。Ti 0.25% までは最初30分で焼戻による最高硬度を示し、それ以上は時間と共に漸次硬度を減少する。Ti 0.5~1% の場合は最初より時間と共に硬度を低下する。又1.5% 以上は時間と共にかえつて硬度を上昇する。これは時間と共に一部炭化物を地質より析出する爲で、前述の析出の最高温度650~750°C に比較して温度が低いためその析出硬化の速度は緩慢である。次に各切削工具試料を1290°C より焼入し、550°C に2回焼戻を繰返し試験に供した。Ti と硬度及び切削耐久力との関係を第12圖に示す。焼戻硬度は Ti 0.5% 以上添加すると急激に減少する。従つて



第12圖 チタニウムと硬度及び耐久力との関係  
Fig. 12 Relation between content of Ti, Hardness and Cutting Durability.

耐久力も0.5% 以上増すと急激に少減する。而して1% 以上は硬度低く切削耐久力を求め得なかつた。Ti を増す程硬度を減少し耐久力も亦急激に減少する理由に就ては次の如く考えられる。即ち Ti は C 原子と化合し易く、炭化チタニウムを形成し、地質の C 量を減少し、又炭化チタニウムはオーステナイト地質に溶解し難く、従つて焼入及び焼戻硬度を減少し、耐久力を低下するもの

と考えられる。又或る程度 Ti を増すと焼入状態で  $\alpha$  晶と炭化物とより成り、焼入硬度を著しく降下し、焼戻によつても十分な硬度を現さない。

## [V] 結 論

上述の研究結果を要約すると次の通りである。

- (1) 各元素約3% まで添加し、焼入及び焼戻による硬度の變化及び焼戻時間の影響を求め、且つ切削耐久力の比較検討を行つた。
- (2) 焼戻硬度は錫量によつて殆ど大差なく、又焼戻軟化の抵抗も錫量によつて大差ない。切削耐久力は錫1% 以上は急激に減少する。
- (3) 焼戻硬度はアンチモンによつて殆ど大差なく、焼戻軟化の抵抗はアンチモン約2% 以上は稍減少する。切削耐久力はアンチモンの量を増す程急激に減少し極めて有害なることを確めた。
- (4) チタニウムを増す程焼入硬度を減少する。殊に0.75% 以上は著しい。焼戻硬度は各焼入温度共 Ti の量を増す程減少する。チタニウム含有量の高い場合には析出硬化型合金と類似の焼戻曲線を示し、焼入状態で  $\alpha$  晶を呈することを確めた。切削耐久力はチタニウムを増す程急激に減少し、1% 以上は硬度低く、切削試験を行ひ得なかつた。
- (5) 各切削工具試料の顯微鏡組織を觀測した。

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菊田博士に深甚なる感謝の意を表する。

## 参 考 文 献

- (1) 小柴：日立評論, 32 (1590), 256

