

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

小柴定雄* 永島祐雄**

The Heat Treatment and Cutting Durability of Low Tungsten-Molybden-Vanadium High Speed Steel

By Sadao Koshiba, D.S.E. and Sukeo Nagashima
Yasugi Metallurgical Laboratory, Yasugi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

This article is an introduction of the writers' study on the heat treatment and cutting durability of various low tungsten-molybden-vanadium high speed steels, which had been conducted sometimes ago.

The writers investigated into the change in the hardness and microstructure of three types of those metals caused by the heat treatment, comparing the results with the low tungsten high speed steel and cobalt high speed steel.

As a result, it was ascertained that the low tungsten-molybden-vanadium high speed steel is given a good cutting durability by a proper hardening, which is superior to that of low tungsten high speed steel although yielding a step to cobalt high speed steel containing 4% cobalt.

〔I〕 緒 言

我国現下の状勢から高速度鋼に含まれる W, Mo, V 及び 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於ても遜色なく、むしろ優るものを慾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% 或いは W 3%, Mo 6% を含む低タングステン・モリブデン系高速度鋼に就いて各種元素の影響を研究し⁽¹⁾⁽²⁾, 又更に W 6%, Mo 2%, V 2% を含む低タングステン・モリブデン・バナジウム高速度鋼に就いても同様各元素箇々の影響を調べた⁽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低タングステン・モリブデン・バナジウム高速度鋼を3熔解試作し、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、この種

* 日立製作所安来工場冶金研究所 工博

** 日立製作所安来工場冶金研究所

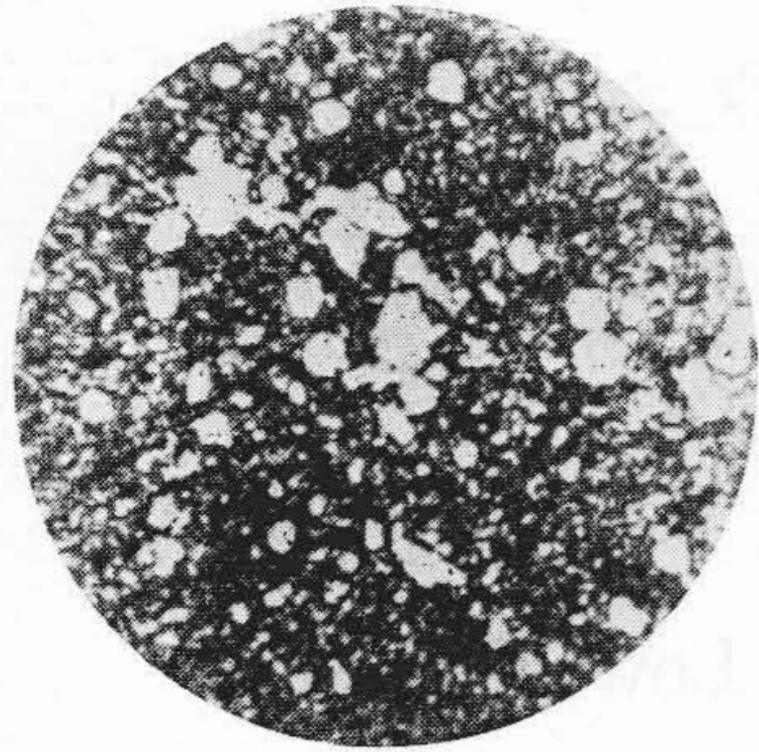
低タングステン・モリブデン・バナジウム高速度鋼の性能を確めた。又先きに研究した低タングステン高速度鋼及びコバルト高速度鋼との比較をした。

〔II〕 試 料

試料は 50 kg 高周波誘導電気炉により熔製し、50 kg インゴットを造り、これを空気鍛により 15 mm 角に鍛造し、875°C に1時間焼鈍した。試料の化学成分を第1表に示す。A2 の試料は A1 及び A3 に比較してモリブデン及びバナジウム量がやゝ高い。尚B試料は従来の低

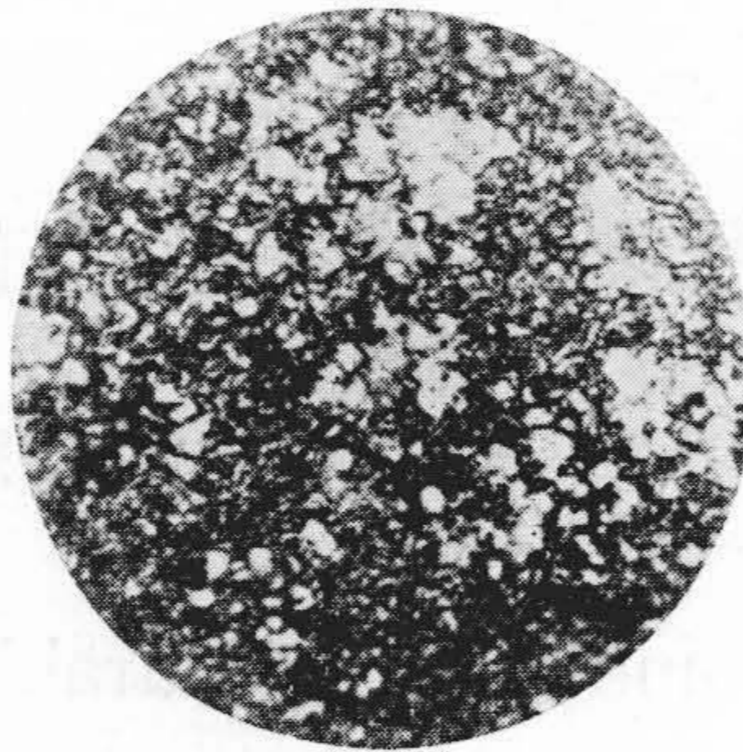
第1表 試料の化学成分
Table 1. Chemical Composition of Test Materials

試料	C	Si	Cr	W	Mo	V	Co
A1	1.06	0.29	4.14	6.11	3.44	2.40	—
A2	1.05	0.42	3.96	6.11	3.68	2.70	—
A3	1.10	0.31	3.92	6.40	3.39	2.50	—
B	0.74	0.20	4.18	10.91	—	1.80	—
C	0.87	0.22	4.60	11.38	—	1.90	4.01



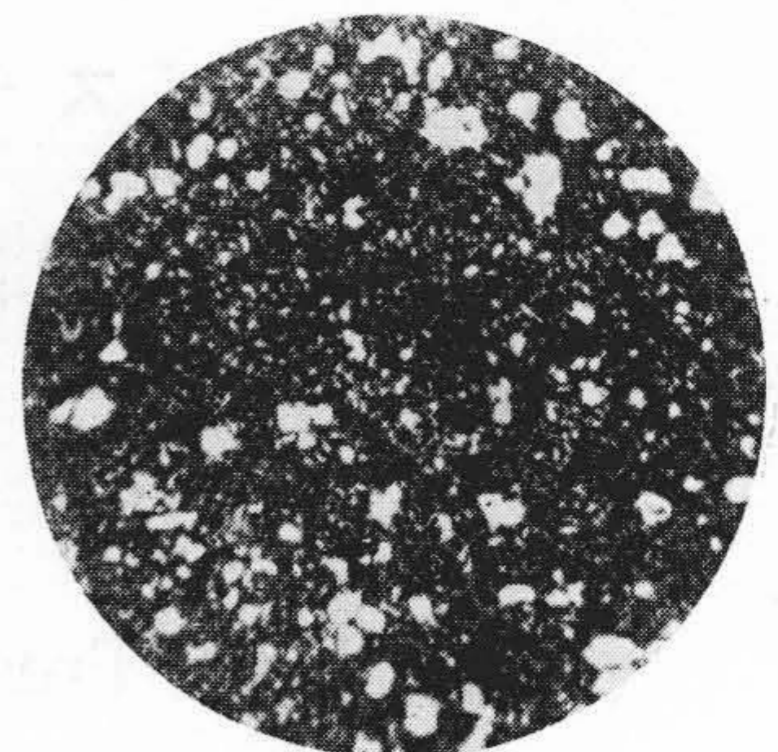
第 1 図 A1 試料の焼鈍組織 (Rc 20) ×400

Fig.1. Annealed Structure of A1 (Rc 21)



第 2 図 A2 試料の焼鈍組織 (Rc 21) ×400

Fig.2. Annealed Structure of A2 (Rc 21)



第 3 図 A3 試料の焼鈍組織 (Rc 20) ×400

Fig.3. Annealed Structure of A3 (Rc 21)

タングステン高速度鋼, C 試料はコバルト 4% を含む低タングステン・コバルト高速度鋼を示す。

〔III〕 実 験 結 果

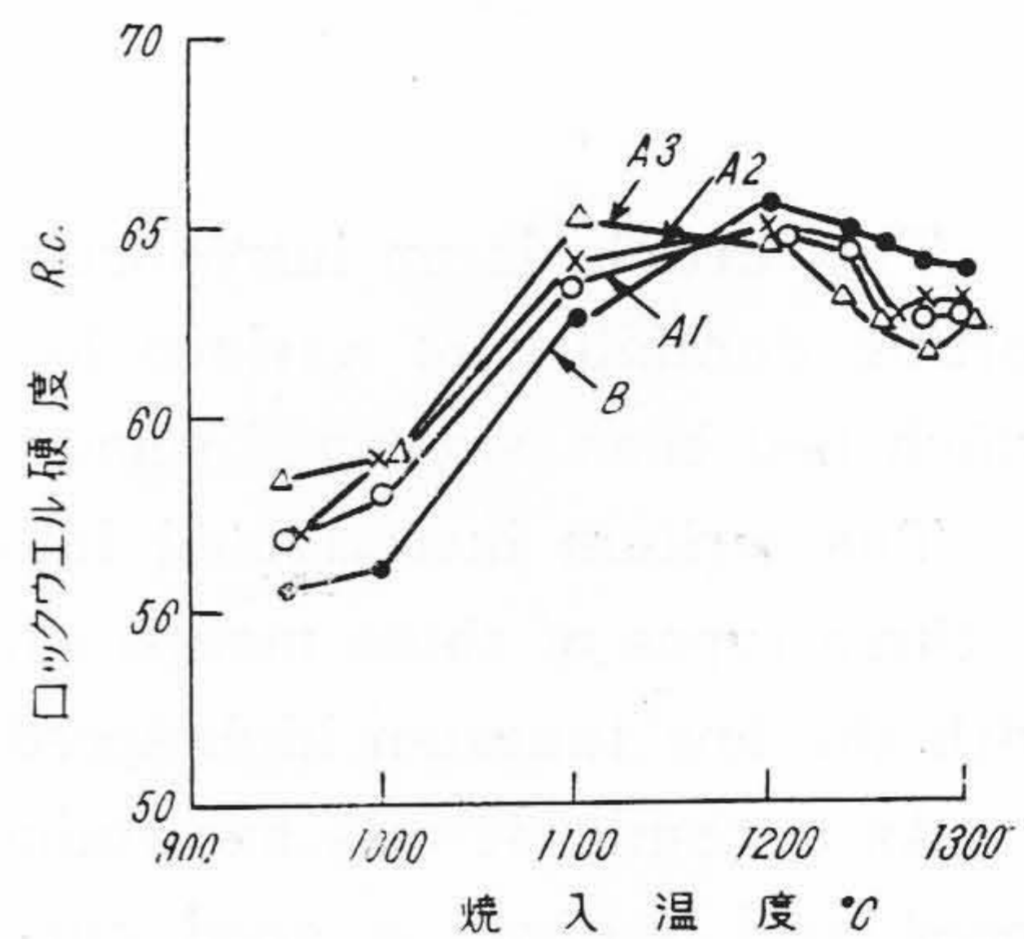
(1) 熱 処 理 の 影 響

先づ各試料の焼鈍組織を第 1 図及び第 3 図に示す。何れも複炭化物とソルバイト組織を呈する。

次に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。各試料共大差ないが、A2 の試料は前述の如

第 2 表 試 料 の 変 態 点
Table 2. Transformation Point of Test Materials

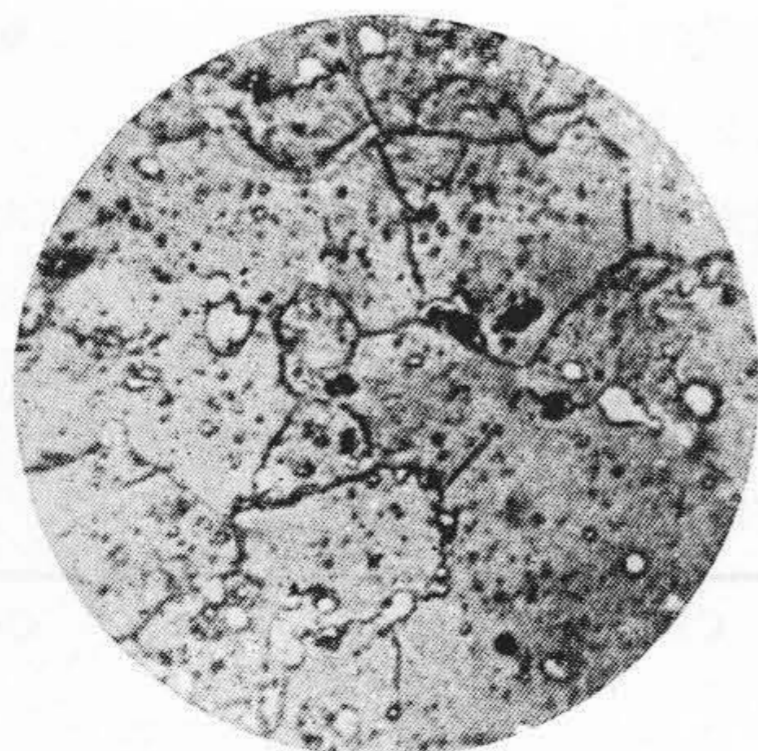
試 料	加 熱 変 態		冷 却 変 態			
	開 始	終 了	炉 冷 (2°C/min)		空 冷	
			開 始	終 了	開 始	終 了
A1	833	863	755	725	225	110
A2	842	873	764	741	234	124
A3	834	865	754	726	222	110
B	—	—	—	—	—	—
C	—	—	—	—	—	—



第 4 図 各試料の焼入温度と硬度との関係
Fig.4. Relation between Quenching Temperature and Hardness of Each Sample

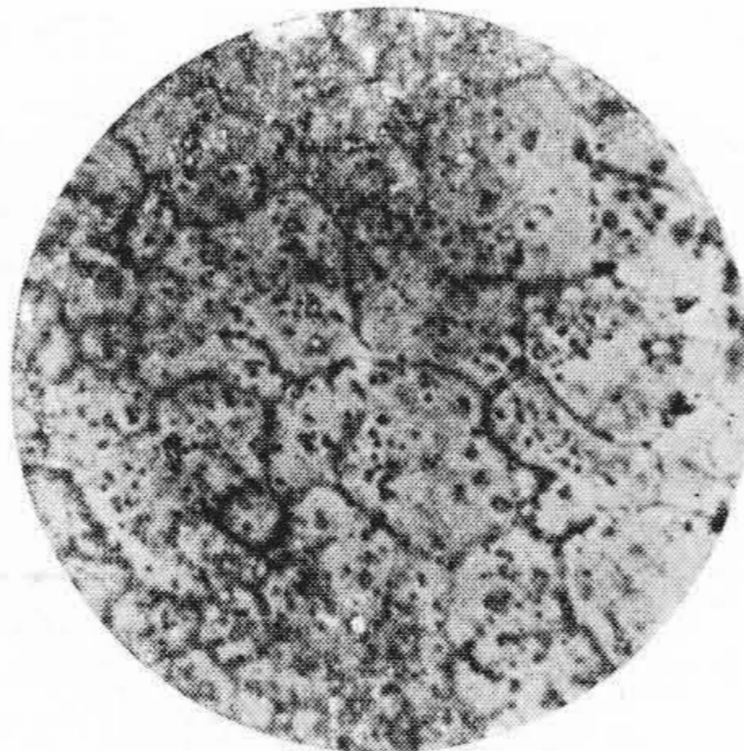
く、モリブデン及びバナジウム量が高いため、加熱及び冷却の際の変態点を上昇する。又空冷の際の Ar'' 点も他の試料に比してやゝ高い。

次に 16mm 角×12mm 高さの試料を用い、950°~1,300°C の種々の温度から油中焼入を行い、焼入温度と硬度との関係を調べた。その結果を第 4 図に示す。



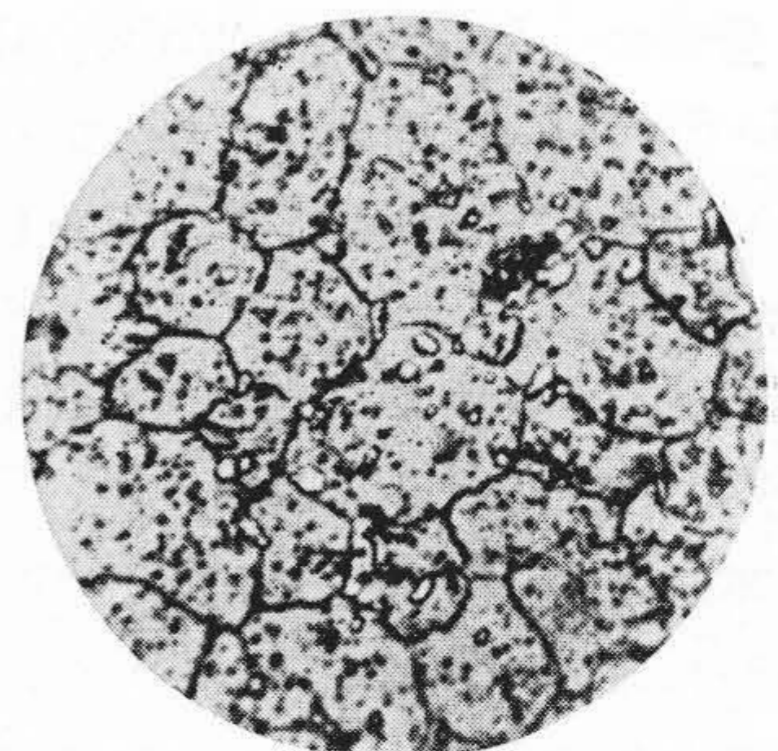
第 5 図 A1, 1,260°C 油焼入 (Rc 62.3) ×400

Fig.5. Oil Quenched, A1 (Rc 62.3)



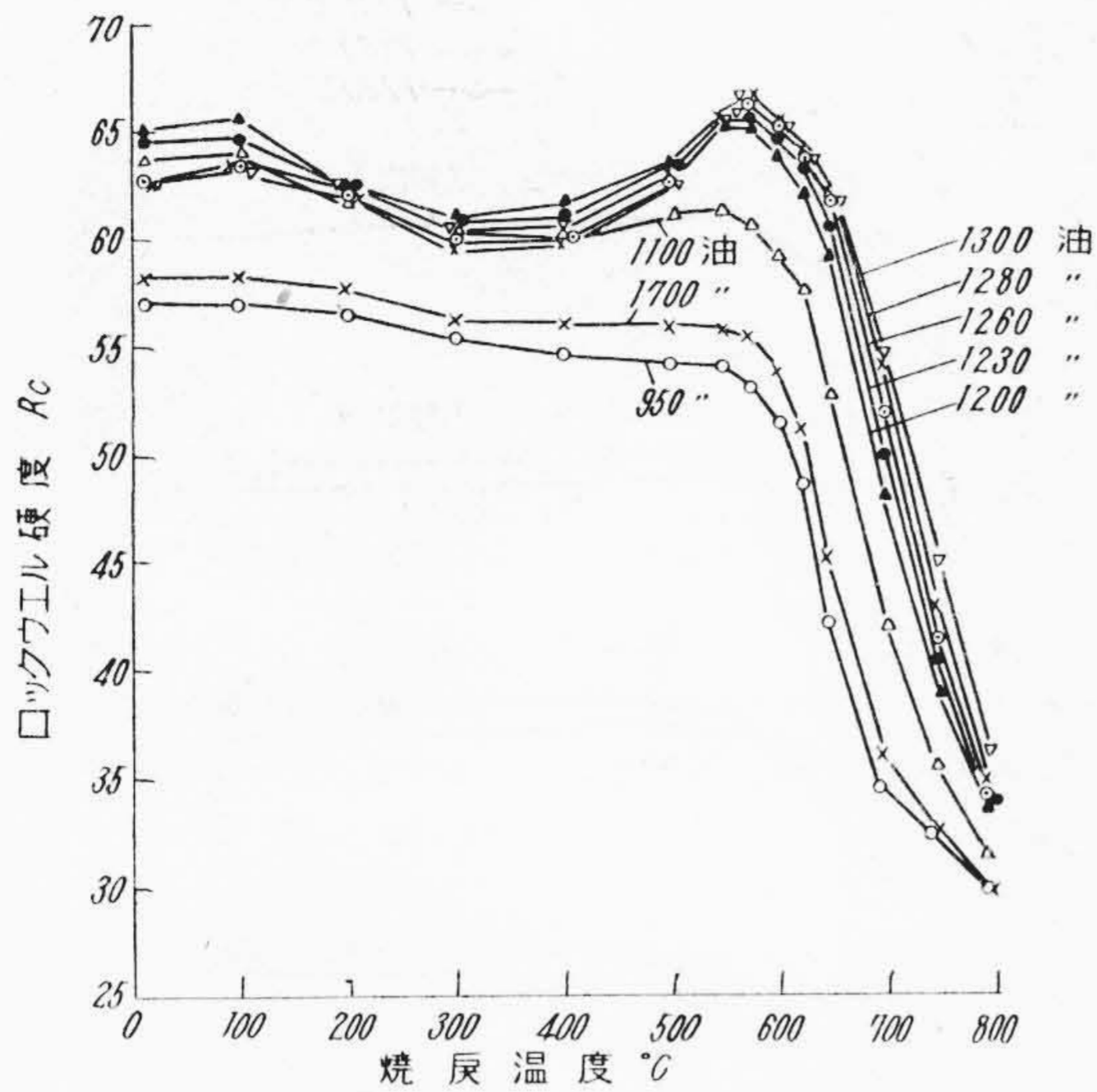
第 6 図 A2, 1,260°C 油焼入 (Rc 62.6) ×400

Fig.6. Oil Quenched, A2 (Rc 62.6)

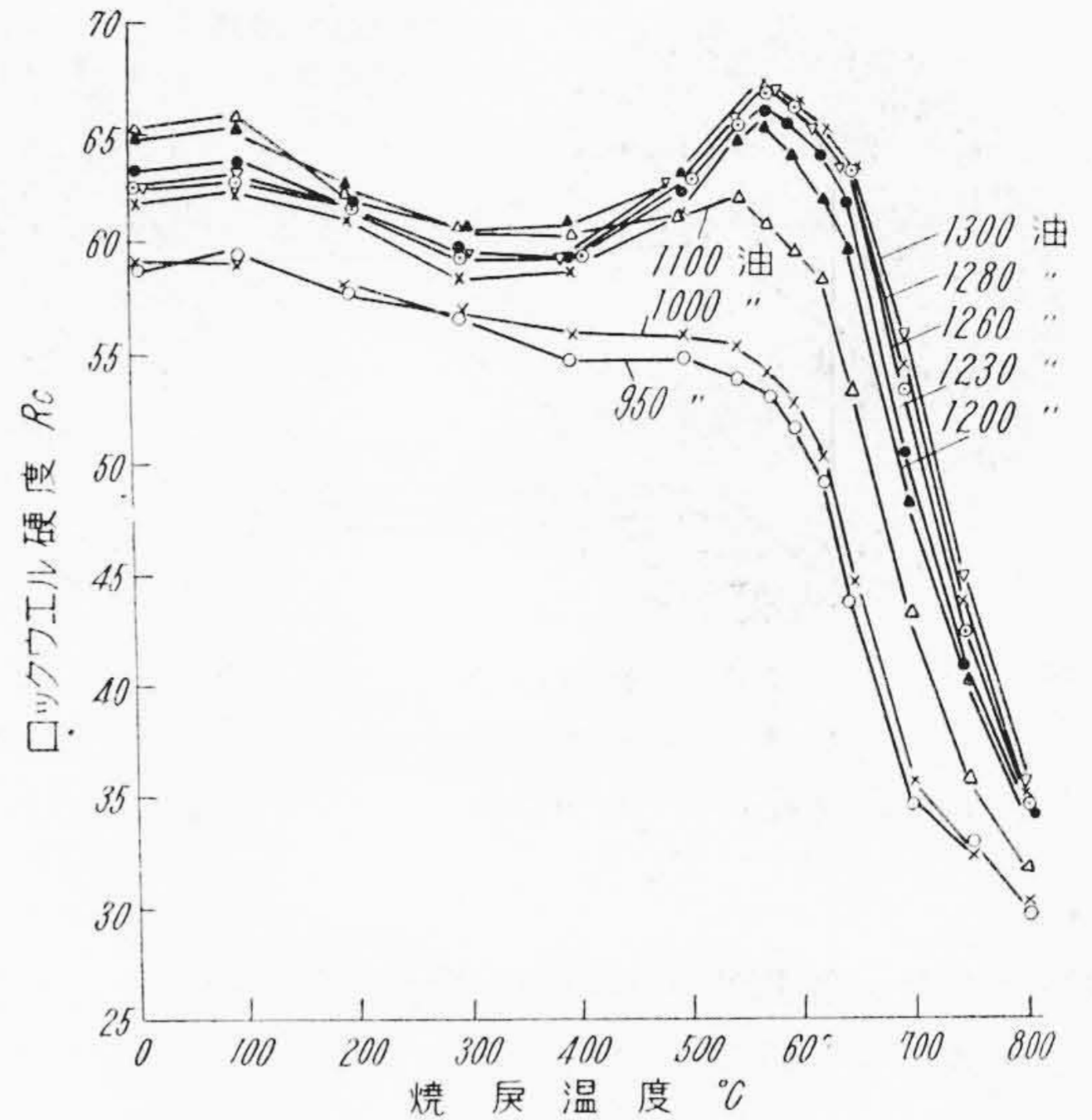


第 7 図 A3, 1,260°C 油焼入 (Rc 61.6) ×400

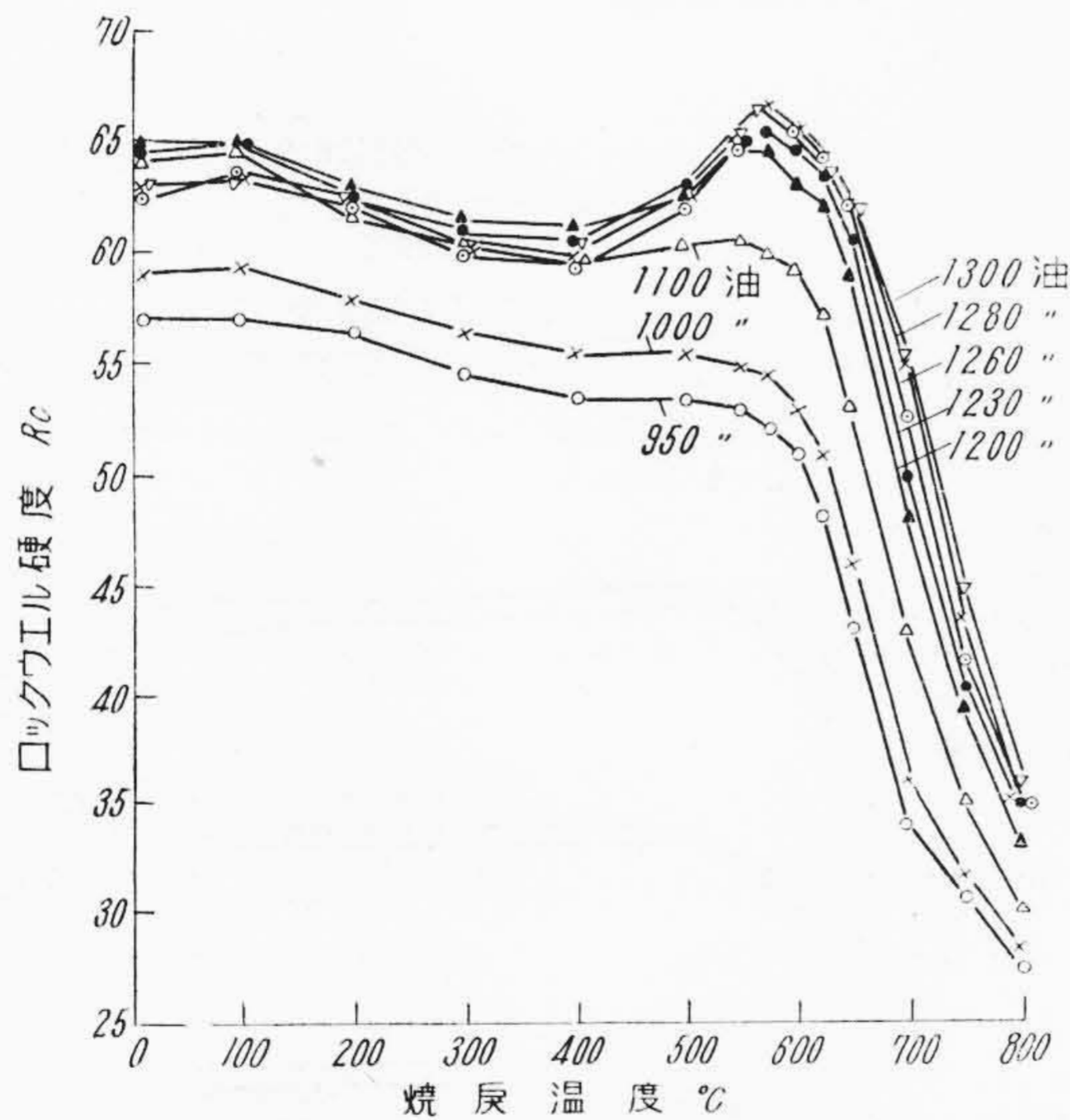
Fig.7. Oil Quenched, A3 (Rc 61.6)



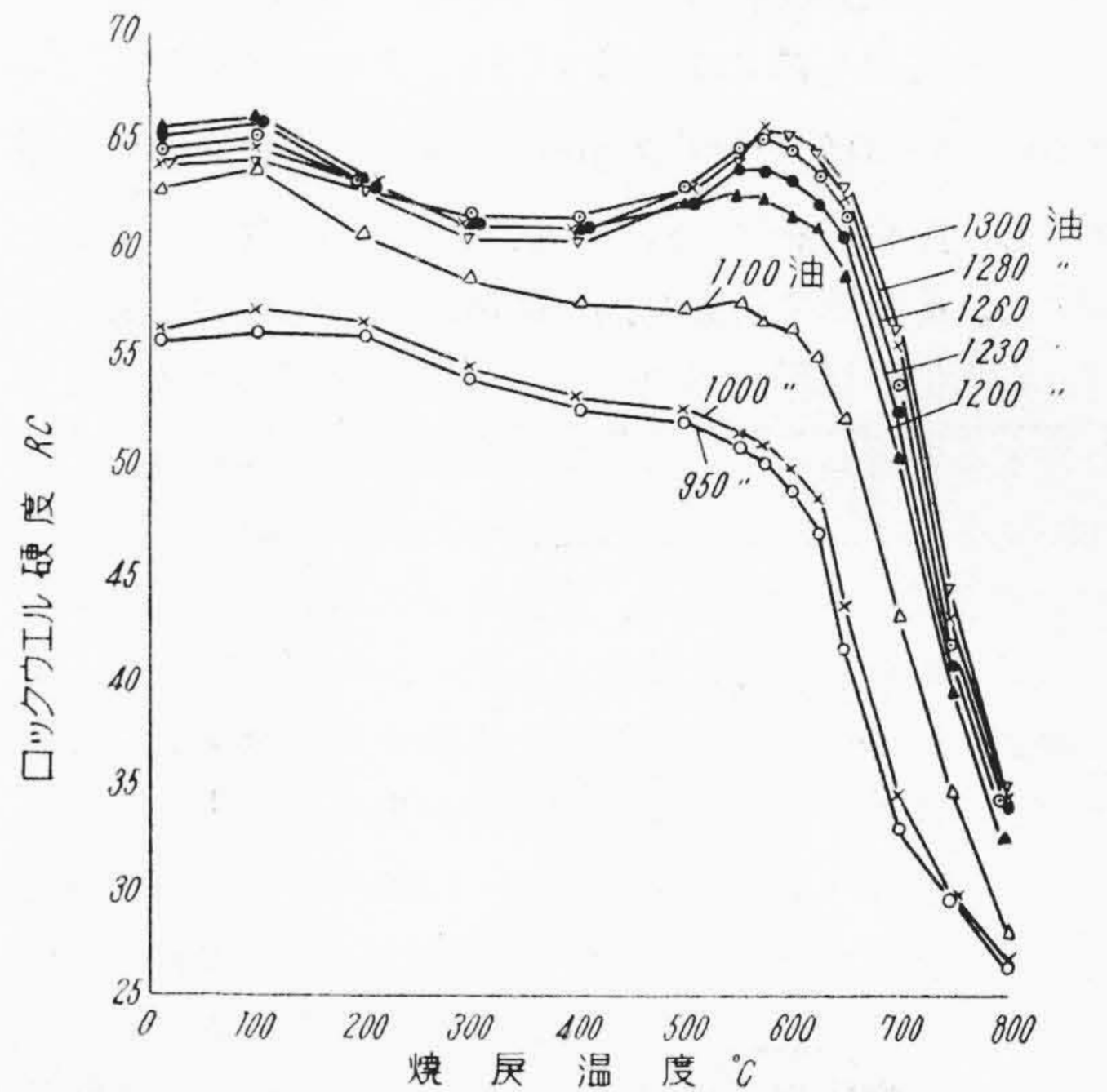
第8図 A1 鋼の焼戻温度と硬度との関係
Fig.8. Relation between Tempering Temperature and Hardness of A1 Steel



第10図 A3 鋼の焼戻温度と硬度との関係
Fig.10. Relation between Tempering Temperature and Hardness of A3 Steel



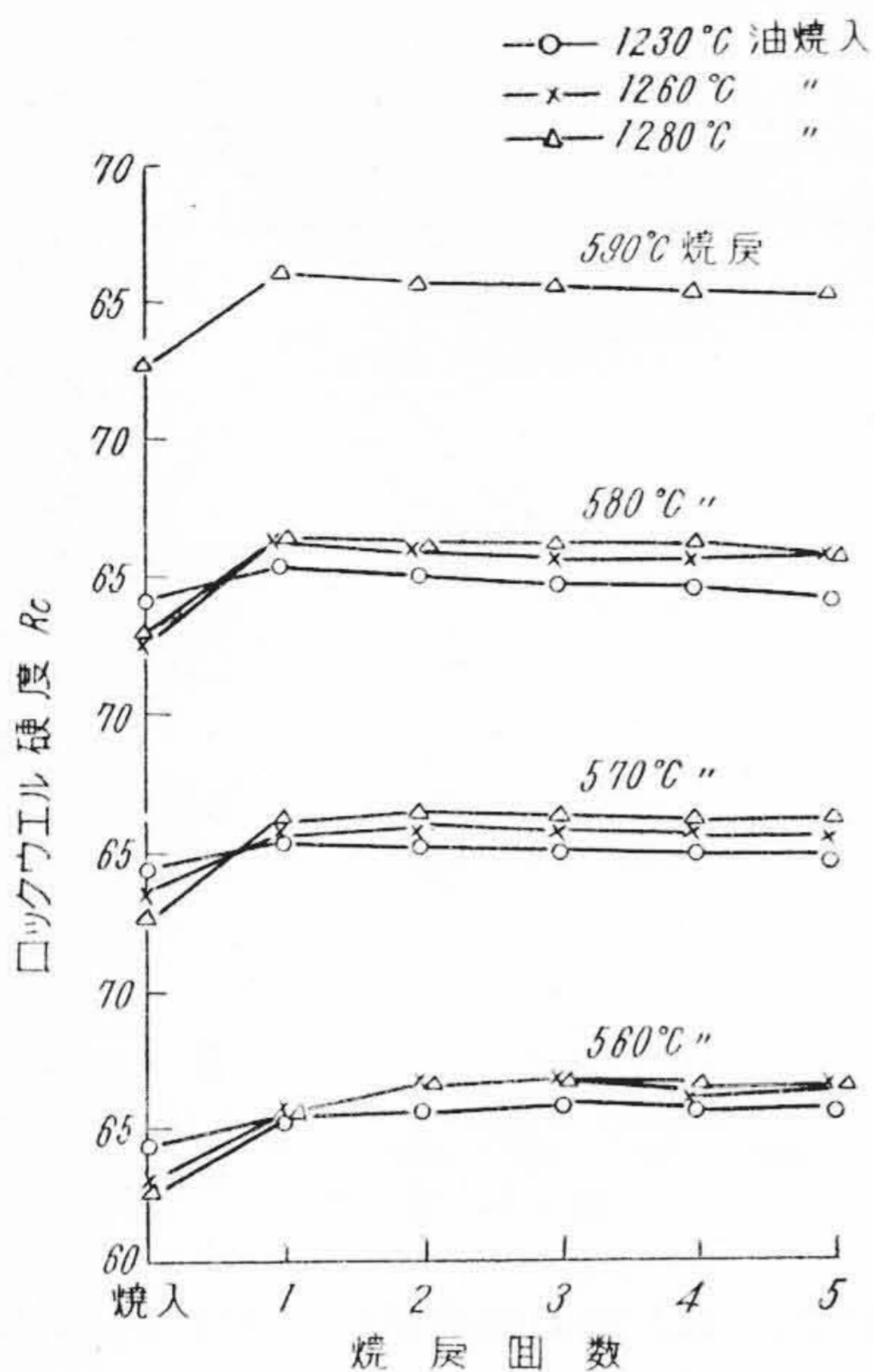
第9図 A2 鋼の焼戻温度と硬度との関係
Fig.9. Relation between Tempering Temperature and Hardness of A2 Steel



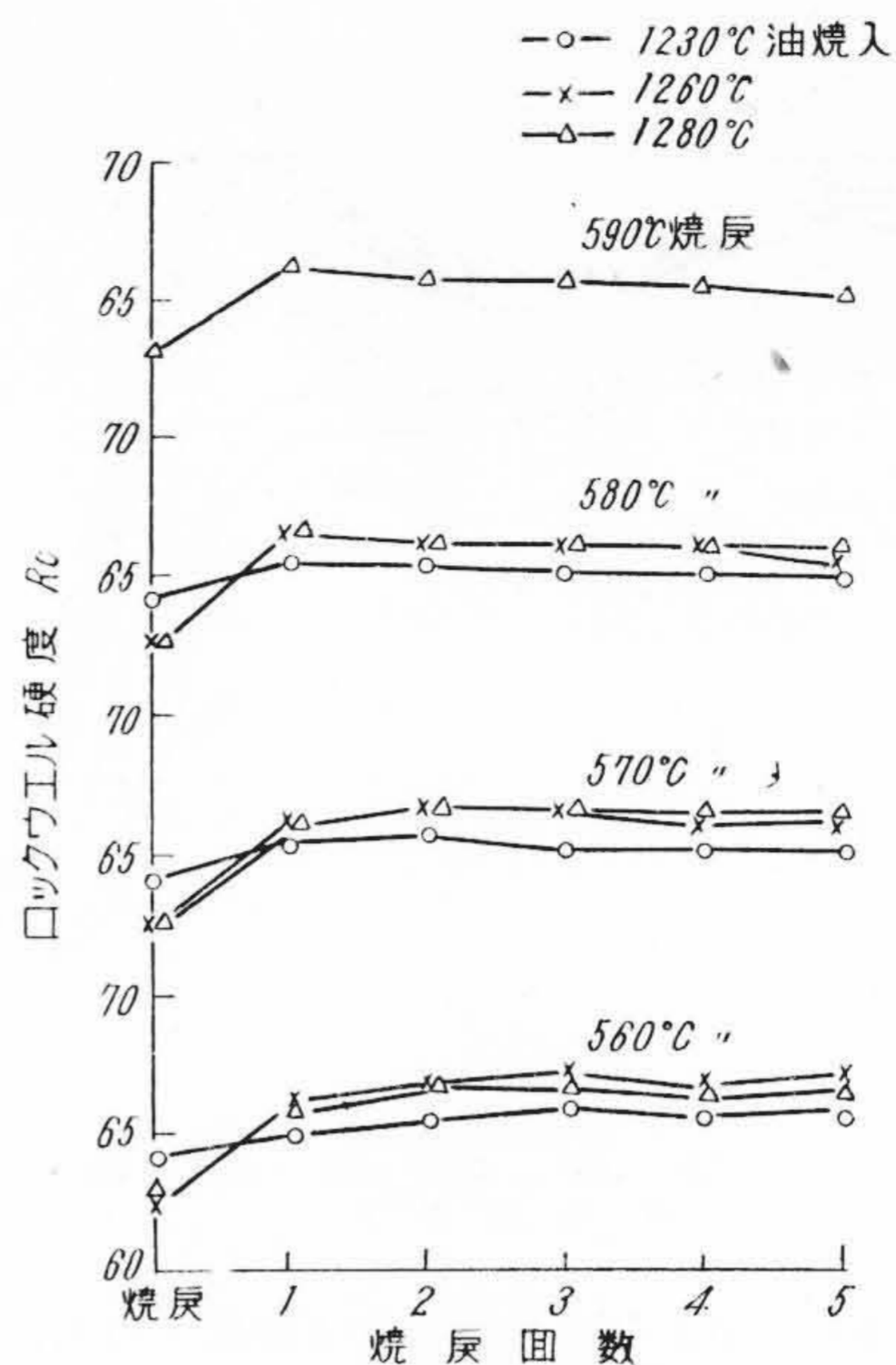
第11図 B 鋼の焼戻温度と硬度との関係
Fig.11. Relation between Tempering Temperature and Hardness of B Steel

尙比較のため低タングステン高速度鋼B試料の焼入硬度曲線を併記した。A1 及び A2 試料はB試料と同様焼入温度 1,200°C で最高硬度を示し、A3 試料はCや△高いためか約 1,100°C 附近で最高を示す。しかも焼入温度を上昇するほど硬度の低下が著しい。低タングステン高速度鋼B試料は焼入温度による硬度の低下が少い。こ

れによりこの種タングステン・モリブデン・バナジウム高速度鋼は従来の低タングステン高速度鋼或いは高タングステン高速度鋼より残留オーステナイトの多いことが窺知される。第5図～第7図はそれぞれA1, A2 及びA3試料の 1,260°C より油中焼入した組織を示す。A1 の場合や△粗大な組織を呈する。



第 12 図 A1 鋼の焼戻回数と硬度との関係
 Fig.12. Relation between Number of Tempering and Hardness of A1 Steel



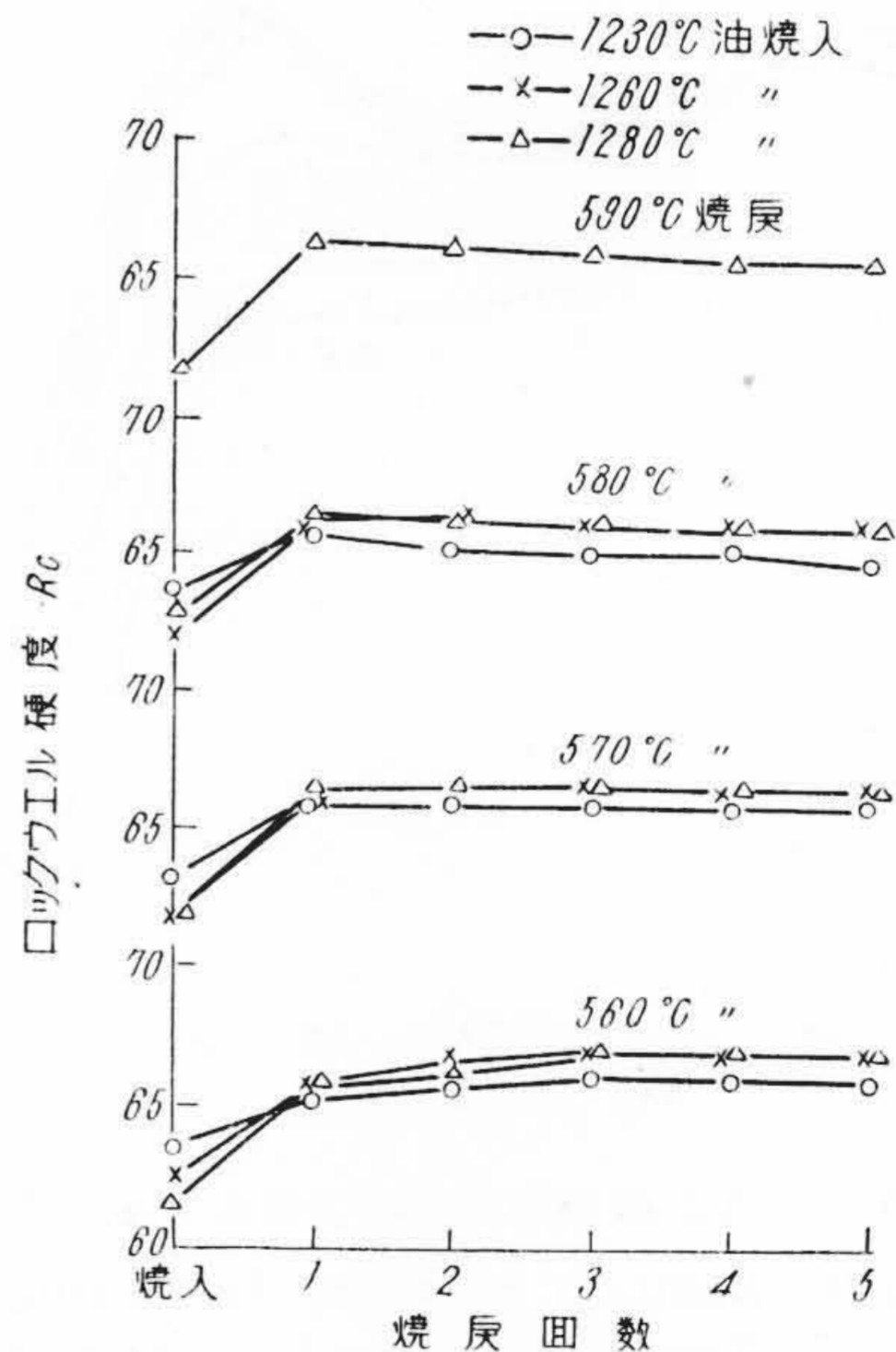
第 13 図 A2 鋼の焼戻回数と硬度との関係
 Fig.13. Relation between Number of Tempering and Hardness of A2 Steel

次に上述の焼入試料を 100°~800°C の温度に 1 時間保持し、空冷し焼戻を行い、焼戻温度と硬度との関係を調べた。その結果を第 8 図~第 10 図(前頁参照)に示す。何れも類似の焼戻曲線を示す。焼入温度 1,200°C 以上上昇すると著しい二次硬化現象を示し、約 575°C で最高硬度を示す。而して焼入温度を上昇するほど焼戻軟化に対する抵抗を増大する。尙低タングステン高速度鋼の B 試料(第 11 図)と比較すると明らかに焼戻硬化度(焼入硬度と最高焼戻硬度との差)は低タングステン・モリブデン・バナジウム高速度鋼の方が大である。

次に 1,230°C, 1,260°C 及び 1,280°C より油中焼入を行った試料を 560°C, 570°C, 580°C 及び 590°C に各々 1 時間宛 5 回焼戻を繰返し、硬度の変化を測定した。その結果を第 12 図~第 14 図に示す。繰返焼戻の影響は前述の如く(4)(5), 焼入温度及び焼戻温度によつて異なり、各焼入温度共焼戻温度の低い場合には 2~3 回で、又焼戻温度が 580°~590°C の場合には最初 1 回で最高硬度を示す。これにより後述の切削試験の結果からも明らかに、焼入温度 1,260°~1,280°C 焼入, 560°~580°C に 2 回焼戻を繰返えすのが適当と思われる。

(2) 切削耐久試験

各試料の 12mm 角×65mm 長さのものを造り、所要の熱処理をして後直剣バイトに仕上げた。被切削材料は C 0.27%, Ni 2.68%, Cr 0.89% の Ni-Cr 鋼を焼入焼



第 14 図 A3 鋼の焼戻回数と硬度との関係
 Fig.14. Relation between Number of Tempering and Hardness of A3 Steel

戻し、硬度ブリネル約 350 にしたものをを用いた。材料の大きさは約 140mm 丸である。切削試験の方法は切込み 1mm, 送り 0.5mm とし、一定切削速度に対する切削

第3表 切削試験結果

Table 3. Results of Cutting Test

試料	熱処理		焼戻硬度 Rc (2回繰返)	切削速度 (m/min)	切削時間	
	焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)			分	秒
A1	1,230	570	65.6	30.2	1'	18"
	1,260	570	66.3	30.2	1'	58"
	1,280	570	66.3	30.2	2'	14"
	1,260	560	66.1	30.2	1'	38"
	1,260	570	66.3	30.2	1'	58"
	1,260	580	65.9	30.2	2'	12"
A2	1,230	570	65.9	30.3	1'	4"
	1,260	570	66.2	30.3	1'	52"
	1,280	570	66.5	30.3	2'	16"
	1,260	560	65.9	30.3	1'	26"
	1,260	570	66.2	30.3	1'	52"
	1,260	580	65.4	30.3	2'	14"
A3	1,230	570	66.0	30.3	1'	4"
	1,260	570	67.0	30.3	1'	58"
	1,280	570	67.0	30.3	2'	18"
	1,260	560	66.2	30.3	1'	24"
	1,260	570	67.0	30.3	1'	58"
	1,260	580	66.3	30.3	2'	0"

耐久時間によつて比較した。

切削試験の結果は第3表に示す。何れも2回~3回試験の平均値を示す。先づ焼入温度の影響を見るに各試料共焼入温度を上昇するほど耐久力を増す。又焼入温度を1,260°Cに一定にした場合焼戻温度の影響を見るに560°C~580°Cの間では高い方が耐久力は高い。

次に上述の試料の最も適当と思われる熱処理を行い、従来の低タングステン高速度鋼及び低タングステン・コバルト高速度鋼との耐久力の比較を行つた。その結果の一例を第4表に示す。上述の3種の試作低タングステン・モリブデン・バナジウム高速度鋼は余り大差なく、しかして従来の低タングステン高速度鋼に比して優ることが判る。又低タングステン・コバルト高速度鋼よりは僅か劣るようである。

第4表 各試料の切削耐久力の比較

Table 4. Comparison of Cutting Durability of Test Materials

試料	熱処理		焼戻硬度 Rc (2回繰返)	切削速度 (m/min)	切削時間	
	焼入温度 (°C)	焼戻温度 (°C)			分	秒
A1	1,260	580	65.9	27.7	2'	28"
A1	1,280	580	66.1	27.7	3'	26"
A2	1,260	580	65.4	27.7	2'	34"
A2	1,280	570	66.5	27.7	3'	30"
A3	1,260	570	67.0	27.7	3'	0"
A3	1,280	570	67.0	27.7	3'	42"
B	1,280	570	64.9	27.7	2'	42"
C	1,280	580	66.1	27.7	4'	0"

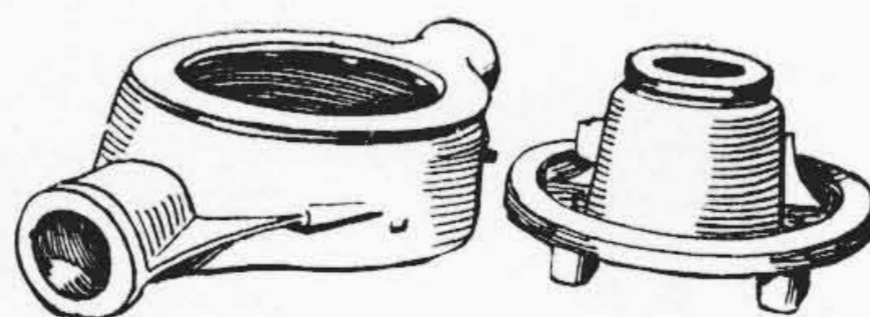
[IV] 結 言

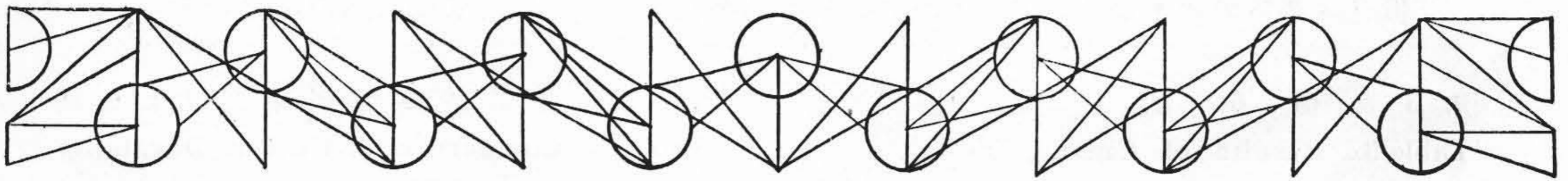
低タングステン・モリブデン・バナジウム高速度鋼を3熔解行い、その熱処理と切削耐久力に就いて実験を行い、次の結果を得た。

- (1) 低タングステン・モリブデン・バナジウム高速度鋼の組成は概ね妥当である
- (2) 焼入温度1,200°C以上上昇すると残留オーステナイトを増し、焼戻による二次硬化の程度は従来の低タングステン高速度鋼より大きい
- (3) 繰返焼戻の影響は焼戻温度によつて異なり、焼戻温度560°C~580°Cでは2回焼戻を行うのがよい
- (4) 試作3熔解の切削耐久力には余り大差なく、何れも低タングステン高速度鋼よりは優れ、低タングステン・コバルト高速度よりはやゝ劣る。

参 考 文 献

- (1) 小柴：鉄と鋼 33 (1947), No. 1~3, 22
- (2) 小柴：鉄と鋼 32 (1946), No. 7~9, 9
- (3) 小柴：日本金属学会誌 16 (1952), No. 9, 511
- (4) 小柴：日立評論 23 (1940), No. 6, 343
- (5) 小柴：日立評論 24 (1941), No. 9, 369





第 36 卷 日 立 評 論 第 5 号

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| ◎ 関西電力新大津ユニットサブステーション..... | { 関西電力株式会社・工務部
日立製作所・日立国分分工場 | { 上吉丹齋
林田秀藤
茂太亮
夫晋郎二 |
| ◎ 国鉄信濃川送電線用送電線故障点標定器の人工故障試験..... | 日立製作所 { 日立研究所
日立国分分工場 | 笈川俊雄
平井善一郎 |
| ◎ 日立モートルローラ..... | 日立製作所・亀戸工場 | { 橋山本勲
数藤栄次郎
佳昇 |
| ◎ 電気除湿機の性能に就いて..... | 日立製作所・栃木工場 | { 楠本陽一郎
権守博 |
| ◎ 高速電車の起動及び制御特性に及ぼす制御段数の影響..... | 日立製作所・日立工場 | 平田憲一 |
| ◎ 車輻に於ける自動潜弧熔接の活用..... | 日立製作所・笠戸工場 | { 鈴木木音次郎
小石丸年夫
丸武 |
| ◎ 車輻の軽量化に就いて..... | 日立製作所・笠戸工場 | 藤岡多喜男 |
| ◎ タービン潤滑油の検討(第1報)..... | 日立製作所・日立研究所 | { 高橋治男
茂庭喜弘 |
| ◎ 電子管工業に於ける統計的品質管理の諸問題..... | 日立製作所・茂原工場 | 千秋英一 |
| ◎ 回転ダイスを用いた引抜伸線法..... | 日立製作所・日立電線工場 | { 久本方男
柿崎公 |
| ◎ 珪素鋼帯の磁性に及ぼす Cu, C 及び N の影響..... | 日立製作所・日立研究所 | { 小野健二
佐々木良 |

東京都千代田区丸の内1ノ4
(新丸の内ビルディング7階)

日 立 評 論 社

誌代 { 1冊分 ¥100 ㊦12
6冊分 ¥430(送料共)
12冊分 ¥840(送料共)

「日立評論」綴込みカバー発売

(上製綴込み紐付) 特価1組 ¥100 (郵送料共)

「日立評論」の綴込み用として写真に示すような堅牢美麗な綴込みカバーを発売致しております。

御希望の方には特に実費にてお頒ち致しておりますから、直接下記に御申込み下さい。

日 立 評 論 社

東京都千代田区丸の内1丁目4番地
(新丸の内ビルディング7階)
振替口座 東京 7 1 8 2 4

