

低 W-Mo-V 高速度鋼の熱処理と切削耐久力について

小柴定雄* 永島祐雄**

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

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

Abstract

This report treats of the comparative study concerning the heat treatment and its effect on the cutting durability and hardness of several low W-Mo-V high speed steels (6-5-2 type, 7-4-2.5 type and the variations of these types with additional contents of Ti and B), high C-high V high speed steel, conventional W high speed steel (18-4-1 type) and low W high speed steel.

The results of the writers' experimental study show that the low W-Mo-V high speed steel (6-5-2 type) falls slightly behind the low W high speed steel in cutting quality, but the low W-Mo-V steels (7-4-2.5 type) has the same or better degree of cutting quality than the latter, and especially those steels containing Ti and B show considerably superior sharpness. However, this type of high speed steel containing Mo suffers from a considerable amount of scaling and the phenomenon becomes more obvious in case of the steels containing Ti and B. In addition, they are comparatively inferior in their forgibility.

〔I〕 緒 言

新に試作した低 W-Mo-V 高速度鋼 XM1 (6-5-2 型) の切削工具として適当なる熱処理および切削性能を調べるとともに、従来筆者らが研究してきた⁽¹⁾ 低 W-Mo-V 高速度鋼 XM2 (7-4-2.5 型ならびにこれに Ti および B を少量添加したもの) を試作して、その性能を調べ、かつ従来の W 高速度鋼 HX2 (18-4-1 型) および低 W 高速度鋼 X1 との比較をした。

〔II〕 試 料

XM1 は現場の 1t 高周波誘導電気炉により 250 kg 鋼塊を熔製し、これを鍛造後 20 mmφ に圧延し、焼鈍したものである。

XM2 は 50 kg 高周波誘導電気炉により 35 kg 鋼塊を熔製し、これを 16 mmφ に鍛伸し、875°C 1 時間保持の焼鈍をした。

これらの試料の化学成分は第 1 表のごとくである。表中 XV1 は高 C-高 V 高速度鋼で HX2, X1 とともに比較に用いた試料である。

* 日立製作所安来工場 工博

** 日立製作所安来工場

〔III〕 熱膨脹試験

まず試作試料の変態点を知るため、本多式熱膨脹計により、7 mmφ×70 mm l の試料を用いて熱膨脹試験を行った。その結果は第 1 図(次頁参照)のごとくである。XM1 および XM2-3 は HX2 などに較べて加熱変態温度がやゝ高い。

〔IV〕 熱処理温度と硬度との関係

つぎに切削工具としての適正な熱処理を知るため、熱処理温度と硬度および組織との関係を調べた。

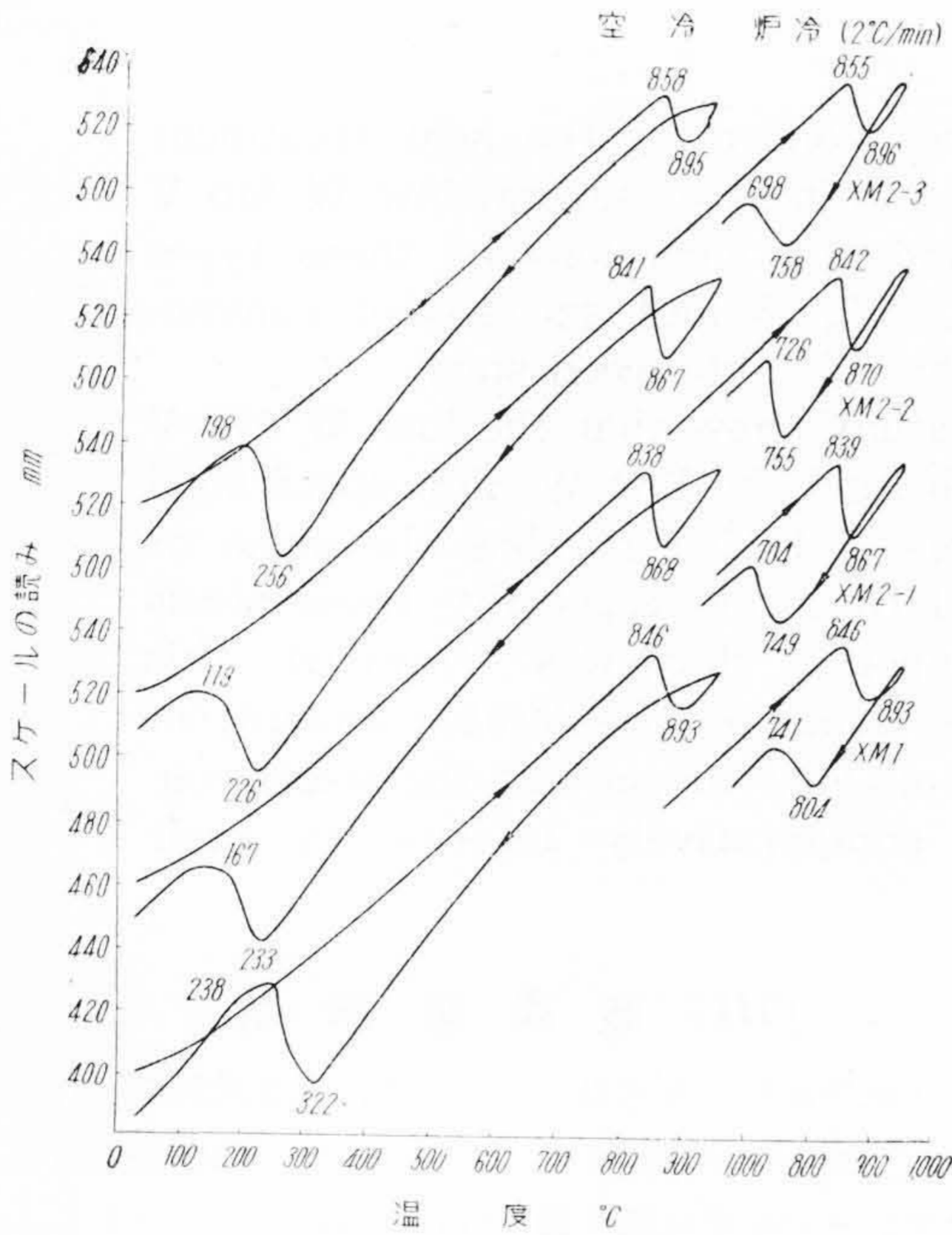
(1) 焼入温度と硬度および組織との関係

XM1 は 20 mmφ×16 mm l , XM2 は 16 mmφ×16 mm l の試料を用い、1,200~1,300°C の温度について、加熱保持時間 1 分として油焼入を行い、焼入温度と硬度との関係を調べた。その結果は第 2 図(次頁参照)のごとくである。B を含む XM2-3 の焼入硬度は他の試料に比してやゝ高い。

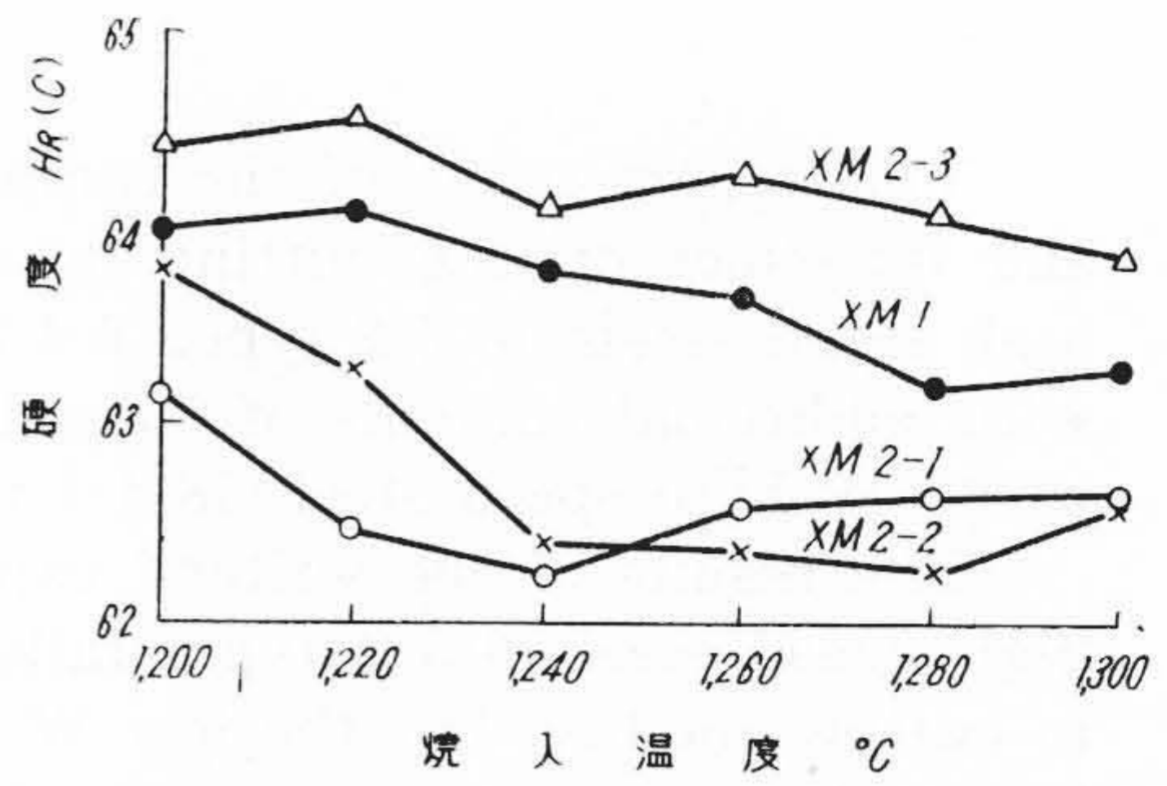
また同様の試料により焼入組織を調べたが、その一部を示すと第 3 図~第 5 図(次頁参照)のごとくである。なお 1,280°C 以上の加熱においては結晶粒界に一部共晶を生ずることが認められる。したがって加熱温度はそれ以

第 1 表 試 料 の 化 学 成 分
Table 1. Chemical Composition of Specimen

鋼 種	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Mo	V	Ti	B
XM1	0.76	0.15	0.36	0.015	0.007	0.14	4.15	6.39	4.71	2.04	—	—
XM2-1	1.05	0.10	0.25	0.021	—	0.11	4.51	6.74	4.09	2.50	—	—
XM2-2	1.03	0.21	0.25	0.020	—	0.11	4.43	6.67	3.27	2.40	0.07	—
XM2-3	1.05	0.17	0.33	0.011	0.020	0.12	4.43	6.77	3.83	2.45	0.18	配合値 (0.25)
XV1	1.55	0.50	0.37	0.054	—	0.12	4.25	11.81	Ni 1	4.80	—	—
HX2	0.75	0.10	0.13	0.026	—	0.07	4.30	17.89	0.12	1.01	—	—
X1	0.74	0.20	0.46	0.032	—	0.13	4.18	10.91	—	1.80	—	—



第 1 図 XM1 および XM2 の熱膨脹曲線
Fig. 1. Dilatometric Curves of XM1 and XM2

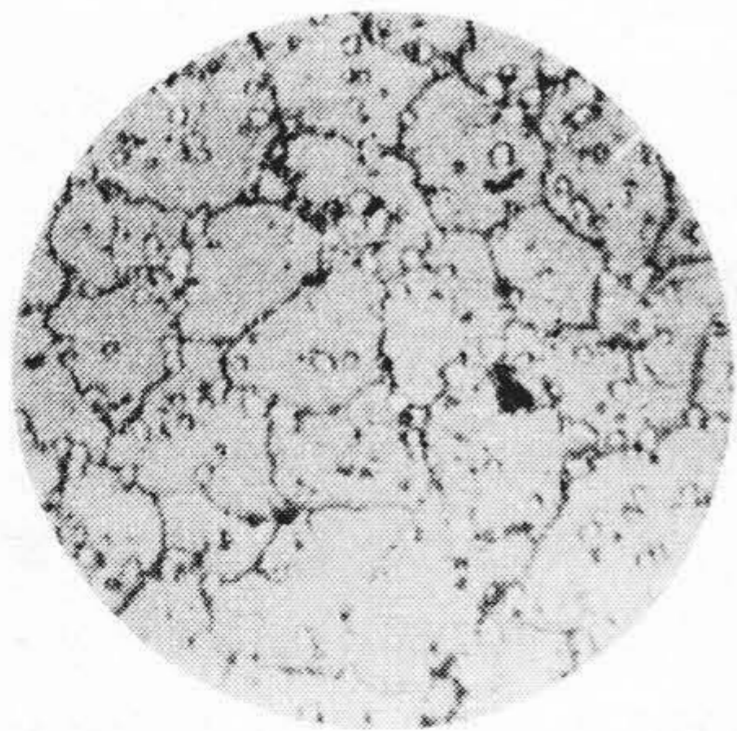


第 2 図 XM1 および XM2 の焼入温度と硬度との関係
Fig. 2. Relation between Quenching Temperature and Hardness of XM1 and XM2

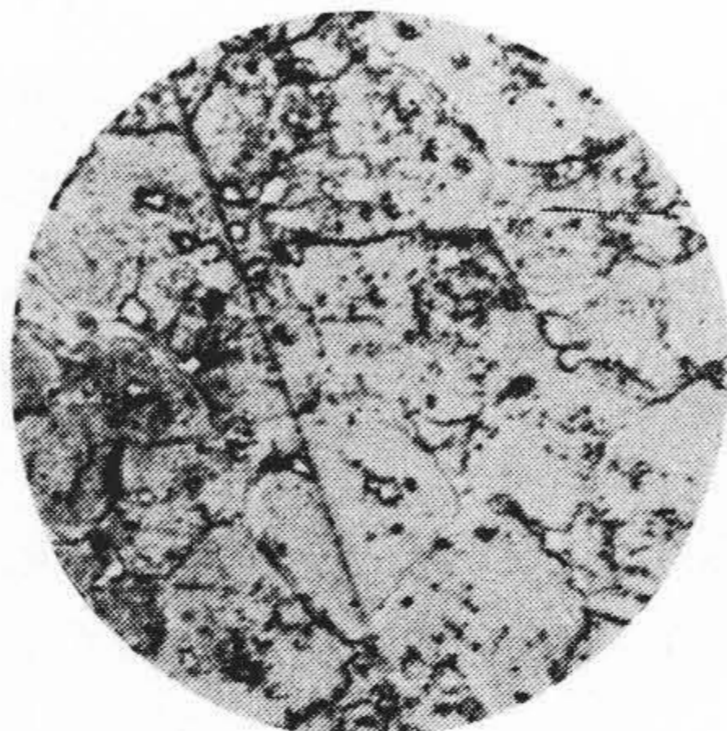
下選ばねばならない。

(2) 焼戻温度と硬度との関係

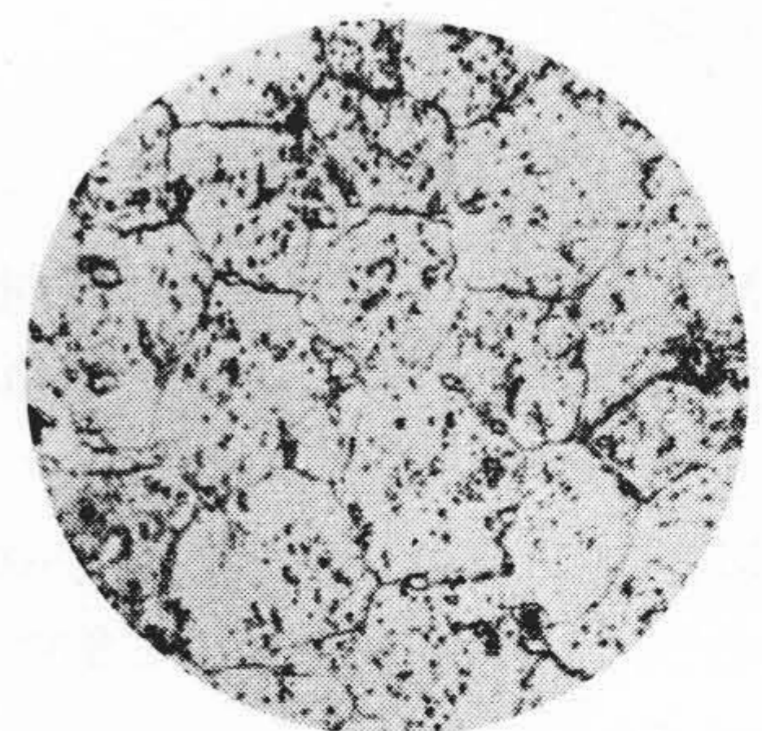
上述の焼入試料を 100~800°C に 1 時間ずつ保持の焼戻を行い、硬度を調べた。その結果は第 6 図~第 9 図のごとくである。XM1 は 550~575°C において二次硬度の最高を示し、XM2 はいずれも 575°C 付近において最高値を示す。XM1 は XM2 に比して焼戻軟化抵抗がやゝ劣る。XM2-3 は他の XM2 に比して二次最高硬度



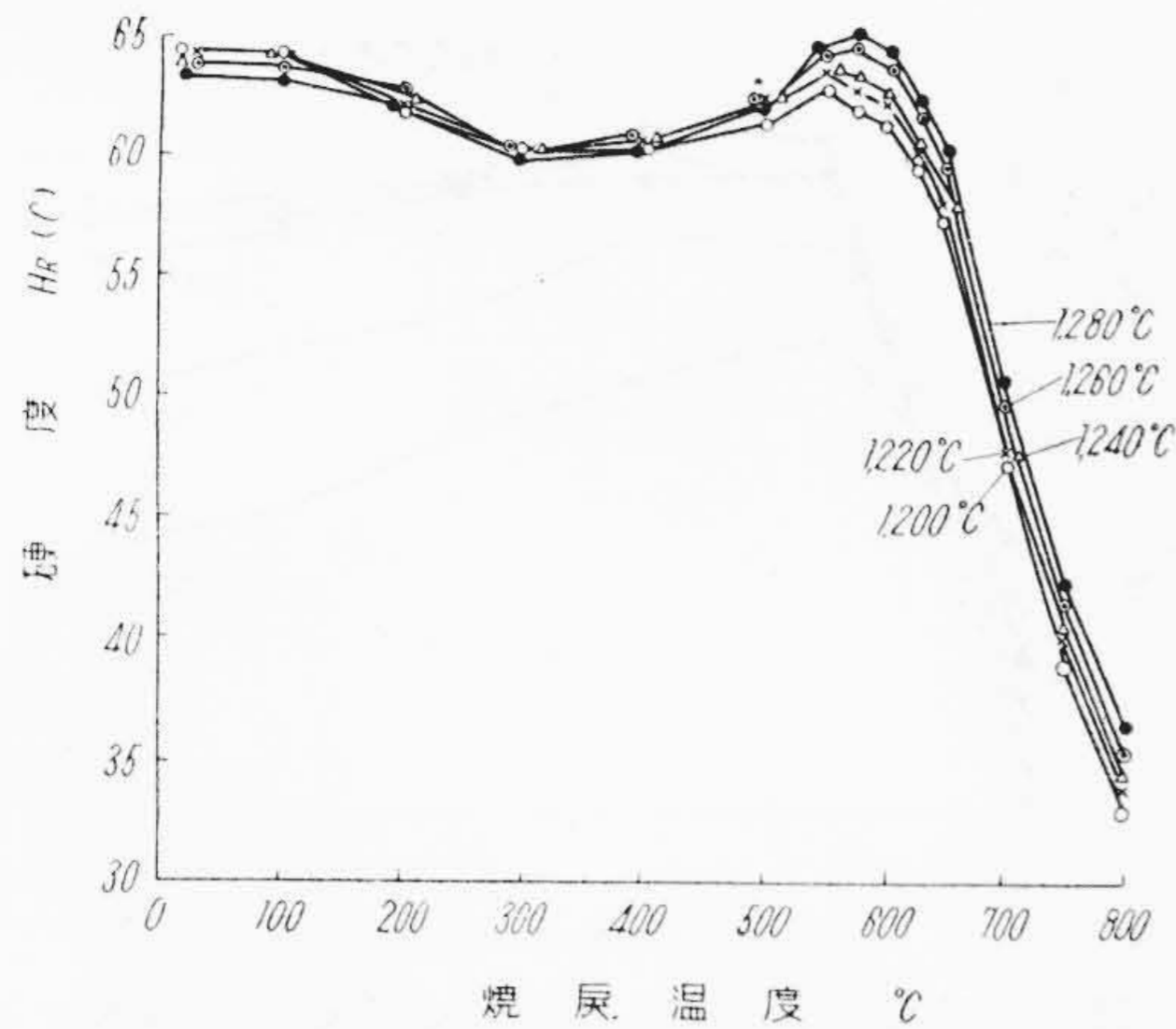
第 3 図 XM1 の 1,260°C 油焼入組織 (H_R(C) 63.6) ×400
Fig. 3. Microstructure of XM1 Oil-quenched at 1,260°C (H_R(C) 63.6) ×400



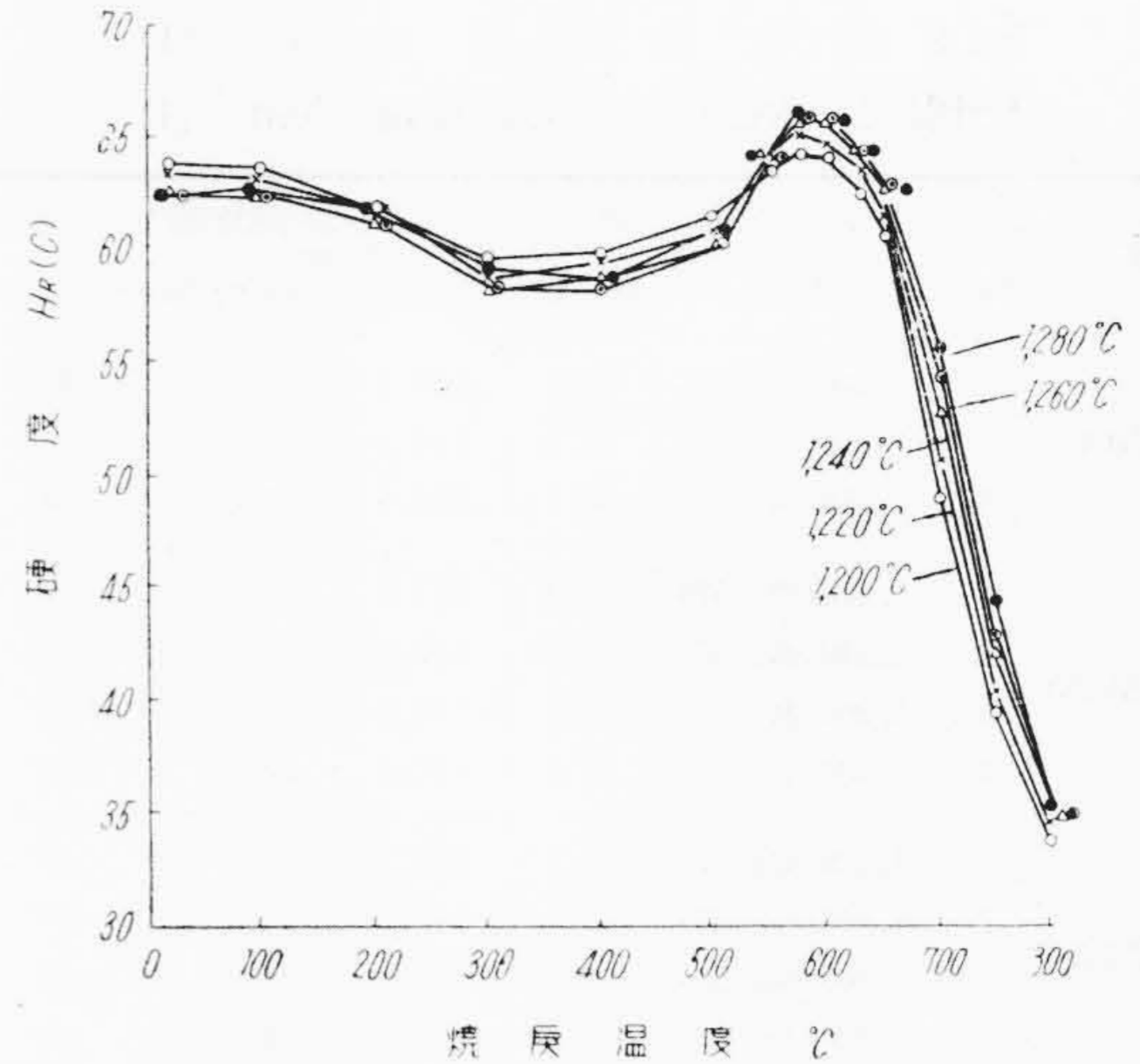
第 4 図 XM2-1 の 1,260°C 油焼入組織 (H_R(C) 62.6) ×400
Fig. 4. Microstructure of XM2-1 Oil-quenched at 1,260°C (H_R(C) 62.6) ×400



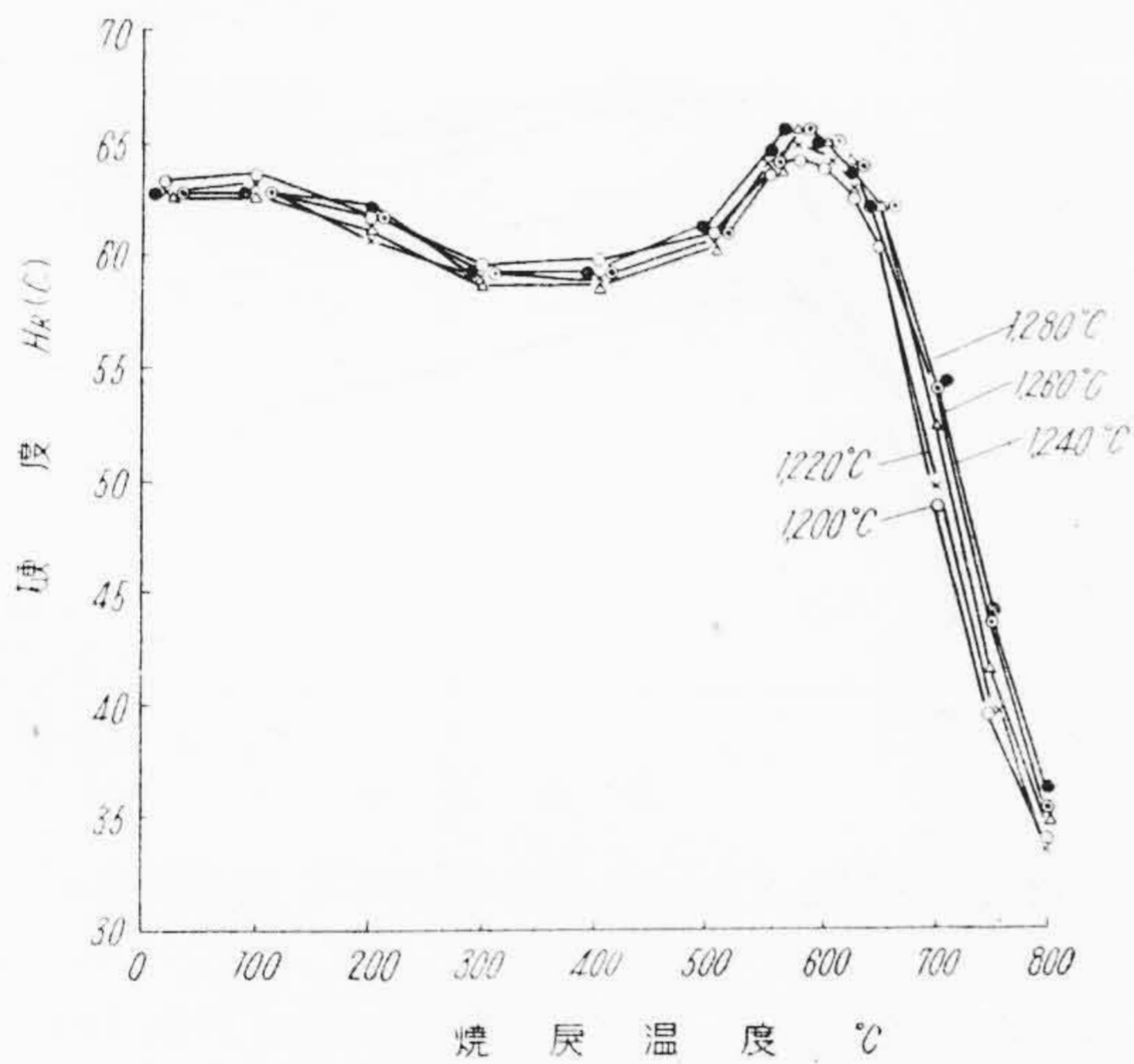
第 5 図 XM2-2 の 1,260°C 油焼入組織 (H_R(C) 62.8) ×400
Fig. 5. Microstructure of XM2-2 Oil-quenched at 1,260°C (H_R(C) 62.8) ×400



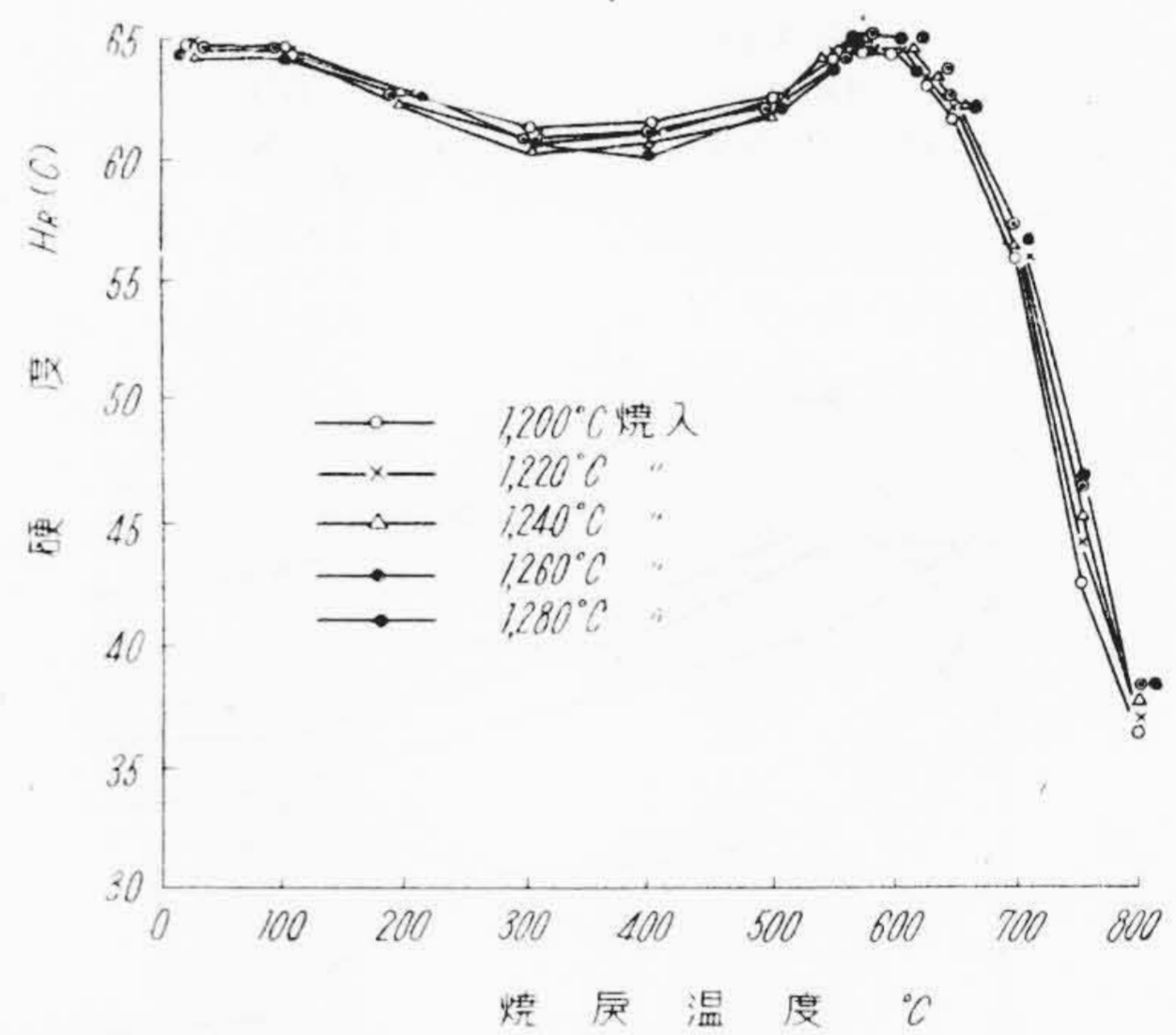
第6図 XM1 油焼入試料の焼戻温度と硬度との関係
Fig. 6. Relation between Tempering Temperature and Hardness of XM1 Oil-quenched from Various Quenching Temperatures



第8図 XM2-2 油焼入試料の焼戻温度と硬度との関係
Fig. 8. Relation between Tempering Temperature and Hardness of XM2-2 Oil-quenched from Various Quenching Temperatures



第7図 XM2-1 油焼入試料の焼戻温度と硬度との関係
Fig. 7. Relation between Tempering Temperature and Hardness of XM2-1 Oil-quenched from Various Quenching Temperatures



第9図 XM2-3 油焼入試料の焼戻温度と硬度との関係
Fig. 9. Relation between Tempering Temperature and Hardness of XM2-3 Oil-quenched from Various Quenching Temperatures

がやや低い、600°C 附近以上の焼戻軟化抵抗は大である。

(3) 焼戻回数と硬度との関係

前述の焼入試料を 575°C に繰返し5回焼戻して硬度の変化を調べた。その結果は第10図～第13図のごとくである。XM1 は焼戻回数を増す程硬度を低下する。XM2 は焼入温度により異なるが、1回または2回で最高硬度を現わす。

[V] 切削試験

12 mm中×65 mm l の直剣バイトを作つて熱処理を施

し、Ni-Cr 鋼を被切削材として、米式6呎精密旋盤により切削試験を行い、切削耐久力を調べた。

まず XM1 および XM2 の焼入温度 (1,220~1,280°C 油冷) と切削耐久力との関係を求めた。たゞし焼戻は 575°C 1時間保持2回に一定した。試験の結果は第2表 (次頁参照) の通りである。XM2-3 以外はいずれも 1,260°C 焼入のものが最も良い切削耐久力を示す。XM2-3 は本試験の焼入温度範囲では大差なく、むしろ低温の方が良い結果となっている。

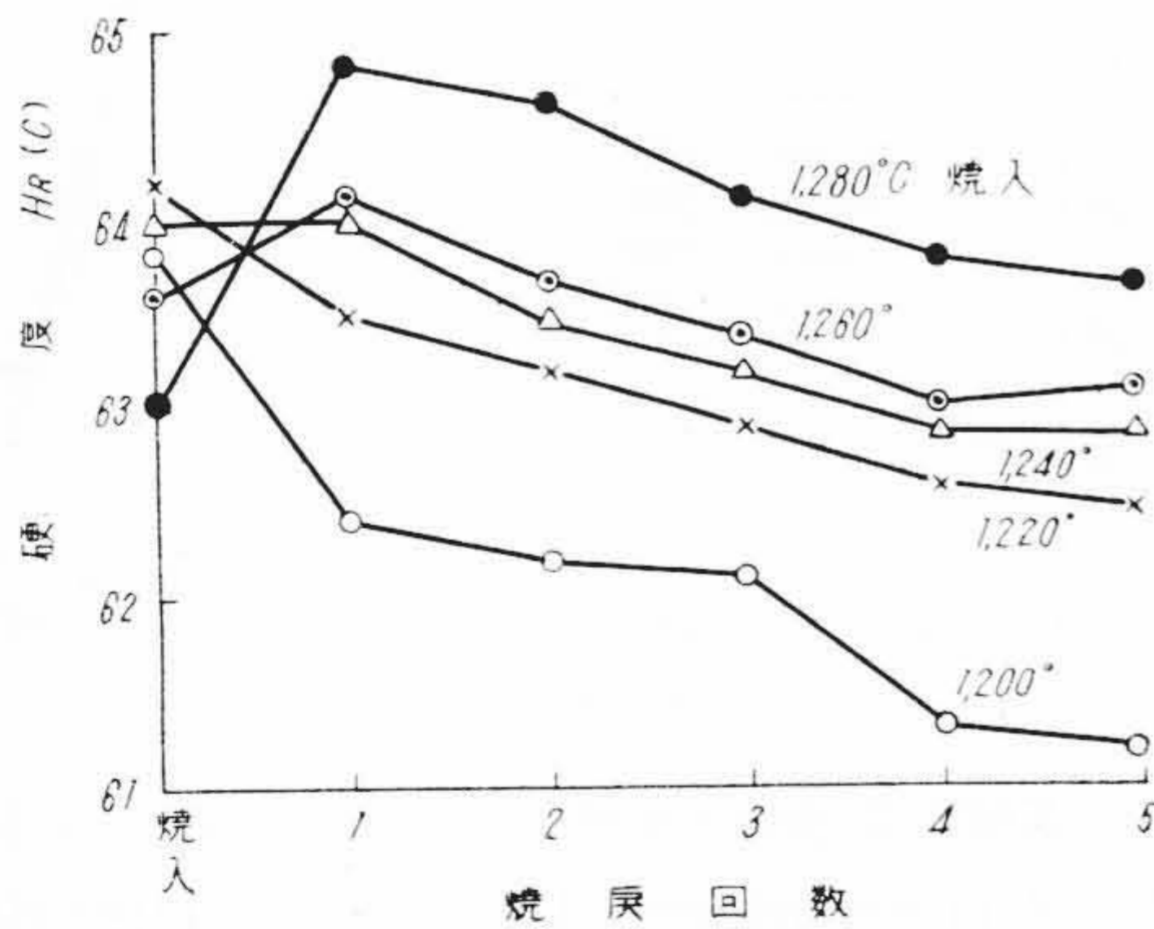
つぎに XM1, XM2 と 50 kg 高周波誘導電気炉により試作せる XV1 および HX2, ならびに現場生産の

第 2 表 切 削 試 験 結 果 (1)

Table 2. Result of Cutting Test (1)

鋼 種	試料 No.	熱処理温度 (°C)	硬 度 $H_R(C)$	被切削材直 径 (mm)	切削速度 (m/min)	耐久切削時間 (min) - (s)
XM 1	2	1,240(油)/575	63.3	116.5	31	44"
	3	1,260(油)/575	63.9	116.5	31	56"
	4	1,280(油)/575	64.1	116.5	31	54"
XM 2-1	1	1,220(油)/575	64.0	117.5	31	50"
	2	1,240(油)/575	65.2	117.5	31	57"
	3	1,260(油)/575	64.8	117.5	31	1' 29"
	4	1,280(油)/575	63.6	117.5	31	1' 25"
XM 2-2	1	1,220(油)/575	64.7	119	31	47"
	2	1,240(油)/575	64.7	119	31	55"
	3	1,260(油)/575	65.1	119	31	1' 35"
	4	1,280(油)/575	64.6	119	31	1' 10"
XM 2-3	1	1,220(油)/575	63.1	119	31	1' 36"
	2	1,240(油)/575	63.3	119	31	1' 34"
	3	1,260(油)/575	64.1	119	31	1' 28"
	4	1,280(油)/575	64.1	119	31	1' 28"

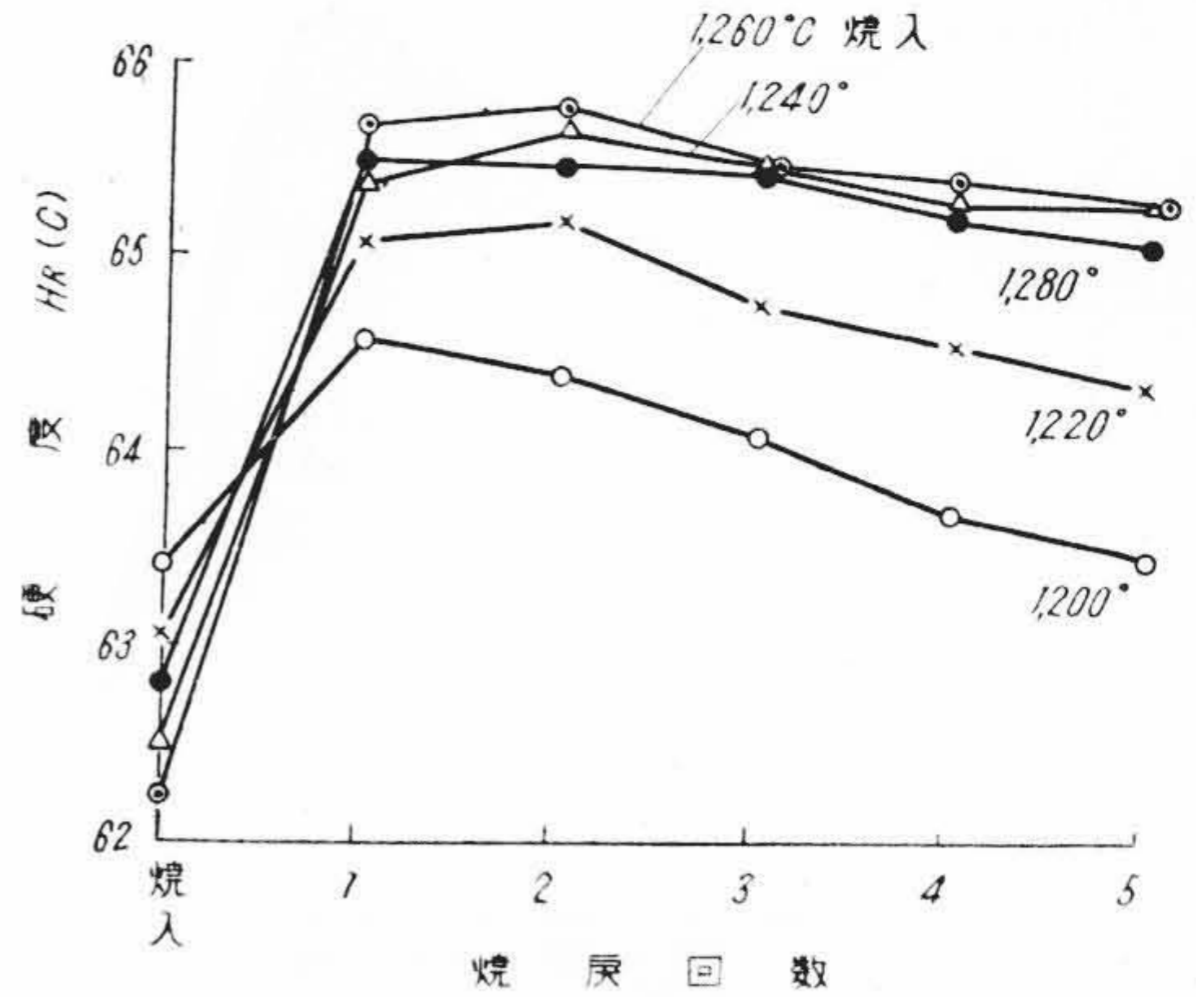
備考 (1) 被切削材 Ni-Cr 鋼 (C 0.30%, Si 0.2%, Mn 0.51%, Ni 4.13%, Cr 1.56%)
 140 mmφ×800 mm 表面硬度 BH 360
 (2) 切削条件 切り込み 1 mm, 送り 0.5 mm/R
 (3) 試験回数 2 回 (平均値を示す)



第 10 図 XM 1 油焼入試料の 575°C 焼戻回数と 硬度との関係

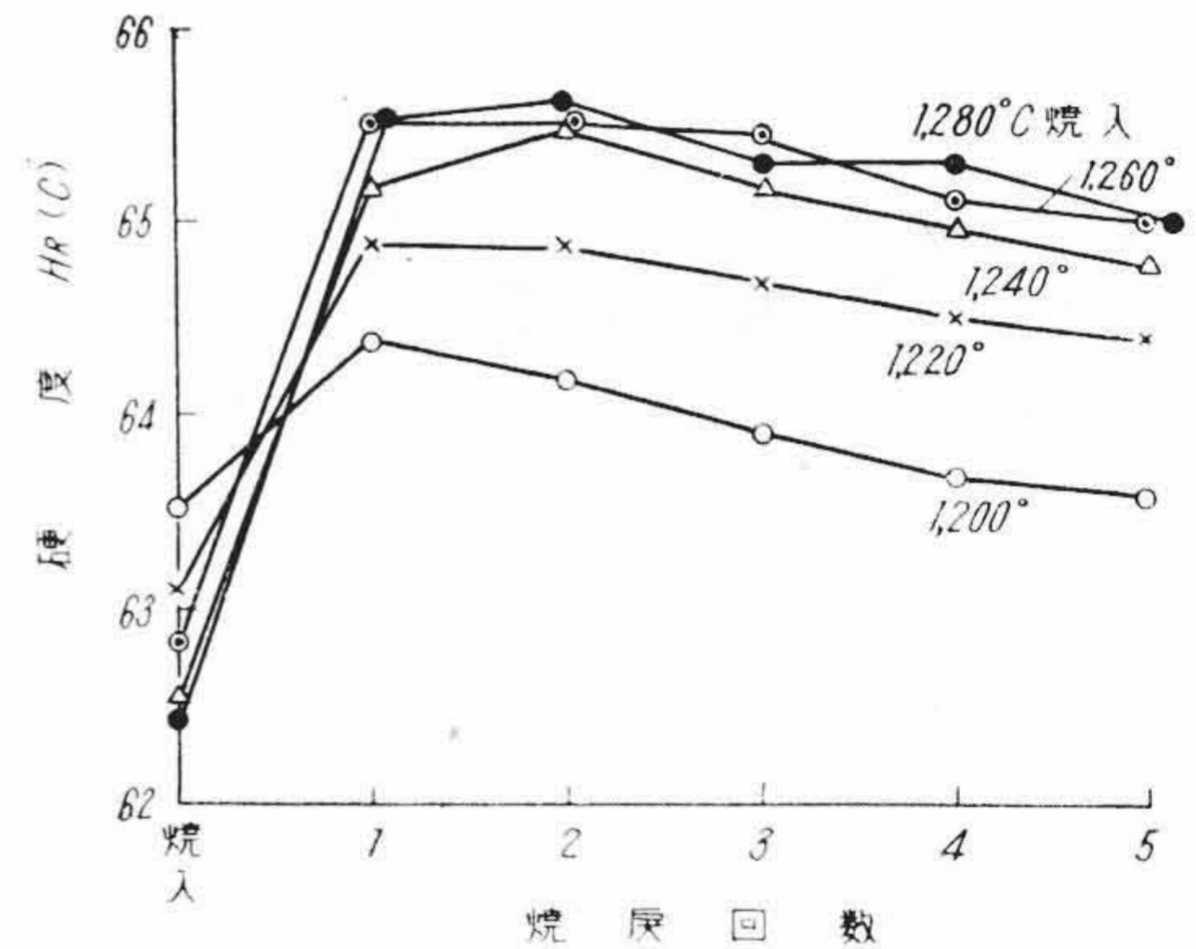
Fig. 10. Relation between Repeating Number of Tempering at 575°C and Hardness of Oil-quenched Specimen XM 1

X 1 を交え、鋼種間の切削耐久力の比較試験を行った。試料の熱処理は XM 1 および XM 2 は 1,260°C 油焼入、575°C 焼戻 2 回とし、他はそれぞれ適した焼入焼戻を施した。試験の結果は第 3 表のごとくで、XM 2-2 および XM 2-3 が最もすぐれ、ついで XM 2-1, X 1, XM 1, XV 1, HX 2 の順となる。第 14 図および第 15 図はこれらの試料のうち一部の顕微鏡組織を示したものである。



第 11 図 XM 2-1 油焼入試料の 575°C 焼戻回数と 硬度との関係

Fig. 11. Relation between Repeating Number of Tempering at 575°C and Hardness of Oil-quenched Specimen XM 2-2



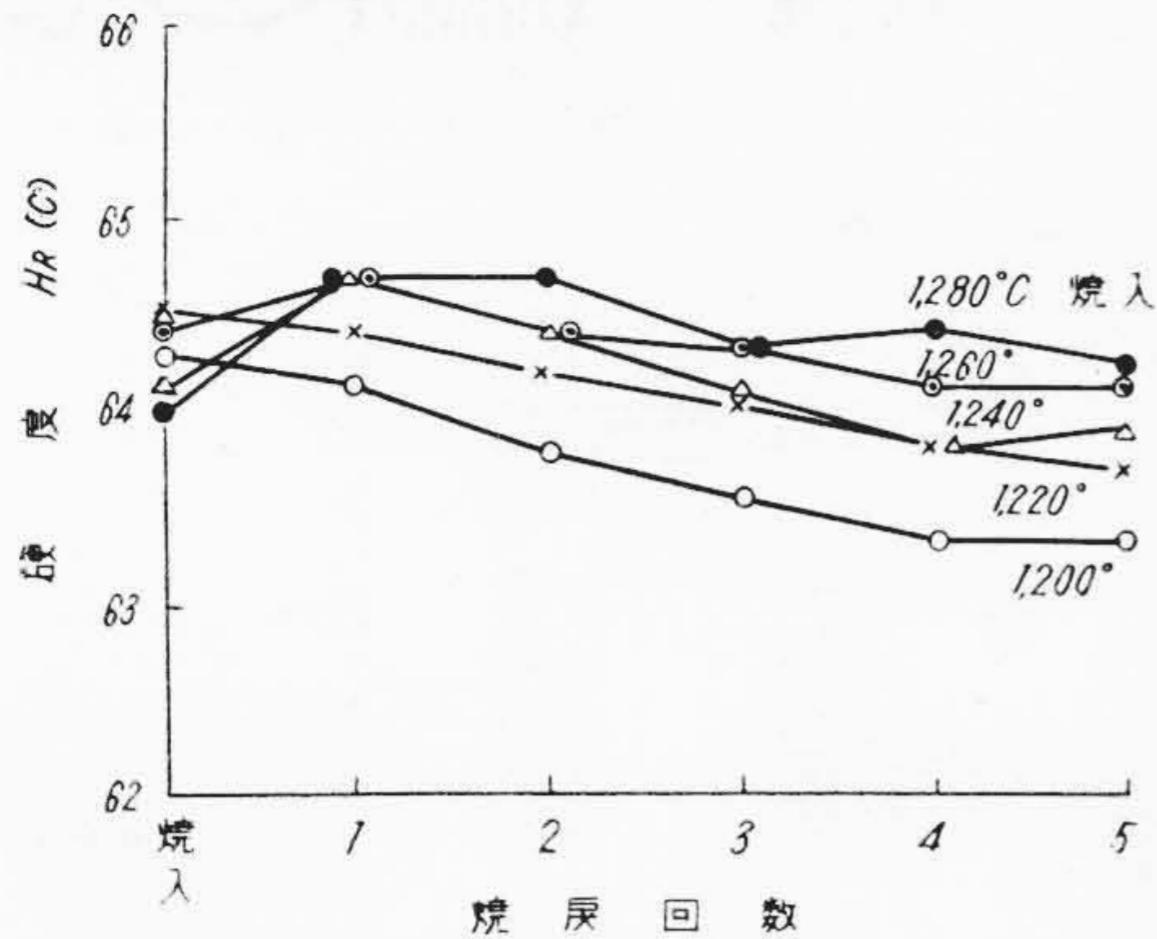
第 12 図 XM 2-2 油焼入試料の 575°C 焼戻回数と 硬度との関係

Fig. 12. Relation between Repeating Number of Tempering at 575°C and Hardness of Oil-quenched Specimen XM 2-2

[VI] 耐 酸 化 試 験

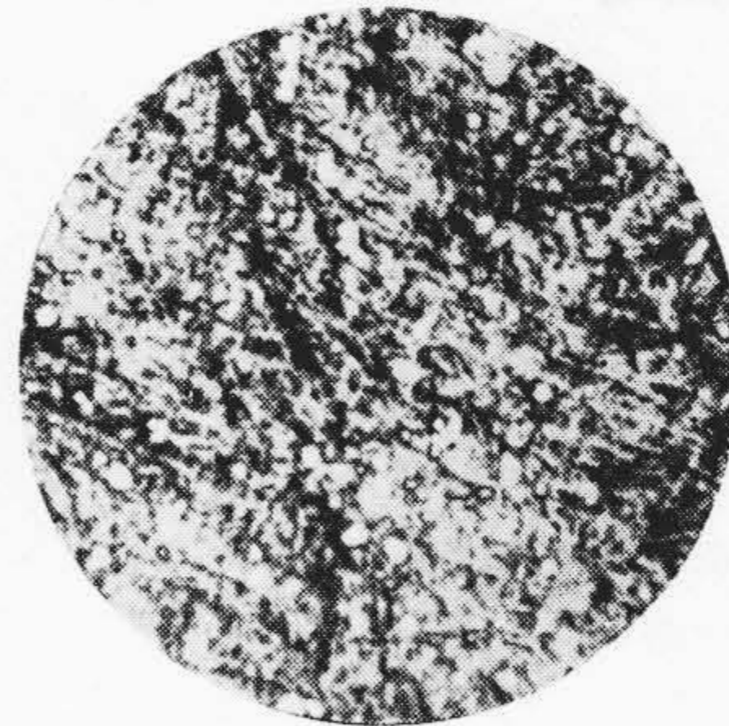
Mo 高速度鋼は高温において Mo が脱出しやすく、耐酸化性がよくないといわれている。現に試料の鍛造ならびに焼鈍の際スケールの生じようが多いように思われた。これを数値的に比較すべく、XM 1, XM 2 および HX 2 について電気炉加熱による耐酸化試験を行った。

試験方法を述べると、まずおのおの 10 mmφ×20 mm l の試料を作り、焼鈍状態のままエメリー紙 (0 番) 仕上げをし、あらかじめ 1,150°C に 30 分加熱して焼減りを除いた磁性ポートに 1 箇所ずつ入れて、110 mmφ×650 mm l の空洞を有する電気抵抗炉中にならば、所定の温度に加熱して 1 時間保持後炉冷した。そしてこの前後の重量測定により酸化増量を求めて耐酸化性を比較検



第13図 XM2-3 油焼入試料の 575°C 焼戻回数と硬度との関係

Fig. 13. Relation between Repeating Number of Tempering at 575°C and Hardness of Oil-quenched Specimen XM2-3

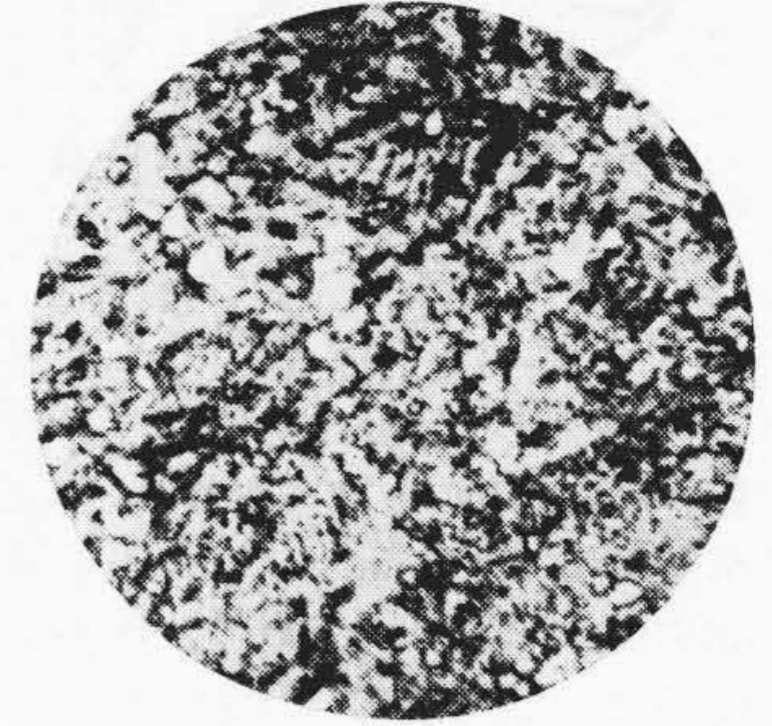


第14図

XM1 バイト No. 1 (1,260°C 油焼入 575°C 焼戻) の顕微鏡組織 (HR(C)64.1) ×400

Fig. 14.

Microstructure of No. 1 (Oil-quenched at 1,260°C and Tempered at 575°C) of Bit XM1 (HR(C)64.1) ×400



第15図

XM2-1 バイト No. 5 (1,260°C 油焼入 575°C 焼戻) の顕微鏡組織 (HR(C)65.4) ×400

Fig. 15.

Microstructure of No. 5 (Oil-quenched at 1,260°C and Tempered at 575°C) of Bit XM2-1 (HR(C)65.4) ×400

第3表 切削試験結果 (2)

Table 3. Result of Cutting Test (2)

鋼種	バイト No.	熱処理温度 (°C)	硬度 HR(C)	被切削材直径 (mm)	切削速度 (m/min)	耐久切削時間 (min-sec)
XM1	1	1,260(油)/575	64.1	111.5	29	1' 40"
XM2-1	5	1,260(油)/575	65.4	110	29	1' 55"
XM2-2	5	1,260(油)/575	65.2	111.5	29	2' 28"
XM2-3	5	1,260(油)/575	64.0	111.5	29	2' 27"
XV1	10	1,280(油)/560	66.0	107.5	29	1' 6"
HX2	3	1,300(油)/575	64.1	111.5	29	1' 6"
X1	54	1,280(油)/575	64.4	111.5	29	1' 45"

備考 試験条件は第2表に同じ

討した。900~1,100°C の試験温度と酸化増量との関係は第16図のごとくである。本図は同一温度について2回試験を行い、その平均値をもつてあらわしてある。

XM1 は各温度とも他の試料に比して増量が少い。XM2-1 および XM2-2 は HX2 に比して 900 および 1,000°C で増量大きく 1,100°C では逆に小さくなっている。XM2 は高温になるにつれ C, Mo などの脱出量が著しくなり、酸化増量の増え方が比較的少くなることが考えられる。XM2-3 は各温度とも他より増量大であり、耐酸化性の悪いことが窺われる。

〔VII〕 結 言

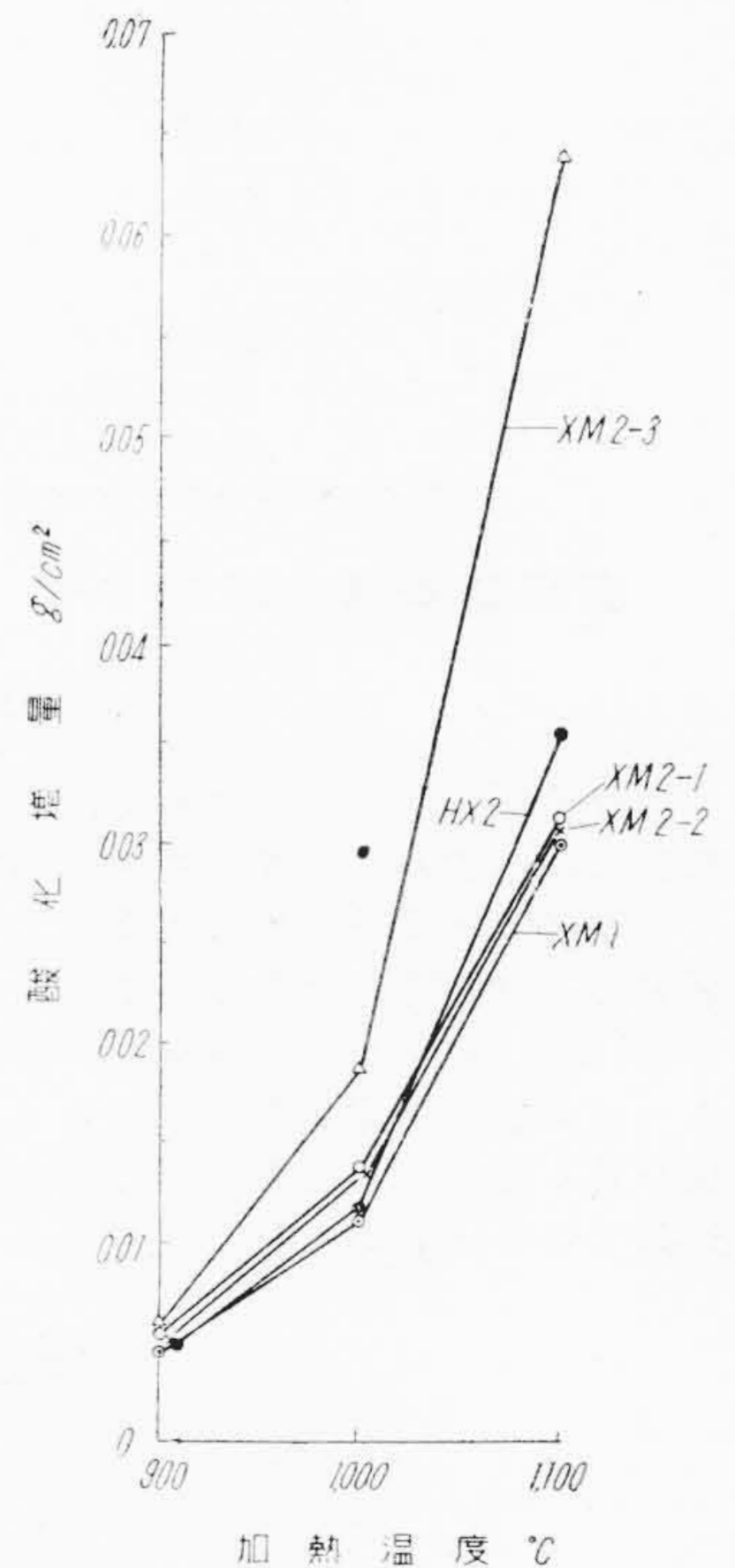
低 W-Mo-V 高速度鋼 (6-5-2 型および 7-4-2.5 型) の試作試料について熱処理および切削性能を調べた結果、焼入はいずれも 1,240~1,260°C が適し、焼戻は 6-5-2 型は 560~570°C, 7-4-2.5 型は 570~580°C が適当と思われ、切削性能は 6-5-2 型は低 W 高速度鋼に

第16図

XM1, XM2 および HX2 の加熱温度と酸化増量との関係

Fig. 16.

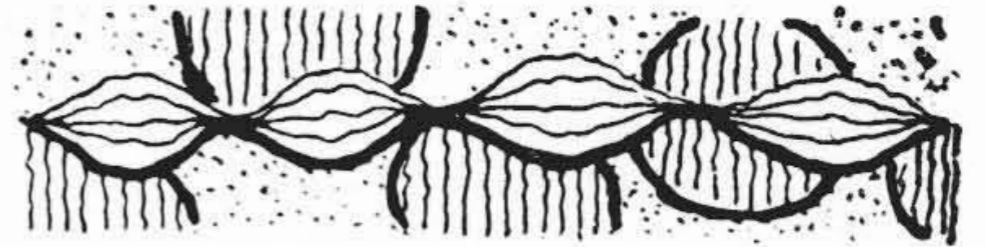
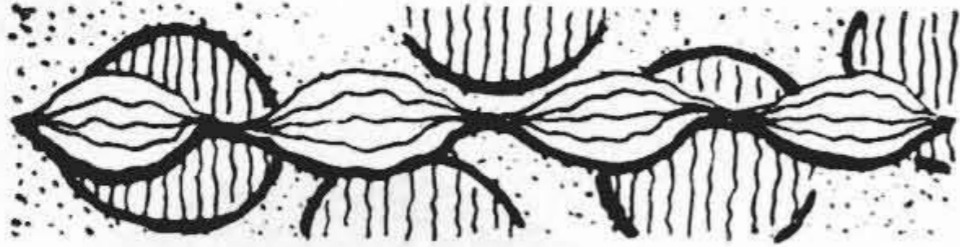
Relation between Heating Temperature and Oxiding Increase in Weight of XM1, XM2 and HX2



比してやゝ劣り、7-4-2.5 型は低 W 高速度鋼と同等かまたは多少すぐれることを確めた。低 W-Mo-V 系の 7-4-2.5 型に Ti および B を添加したものはさらにすぐれた切削性能を有するが、耐酸化性、鍛造性などがやゝ悪いという欠点を持つことを認めた。

参 考 文 献

(1) 小柴, 永島: 日立評論 36 813 (昭 29)



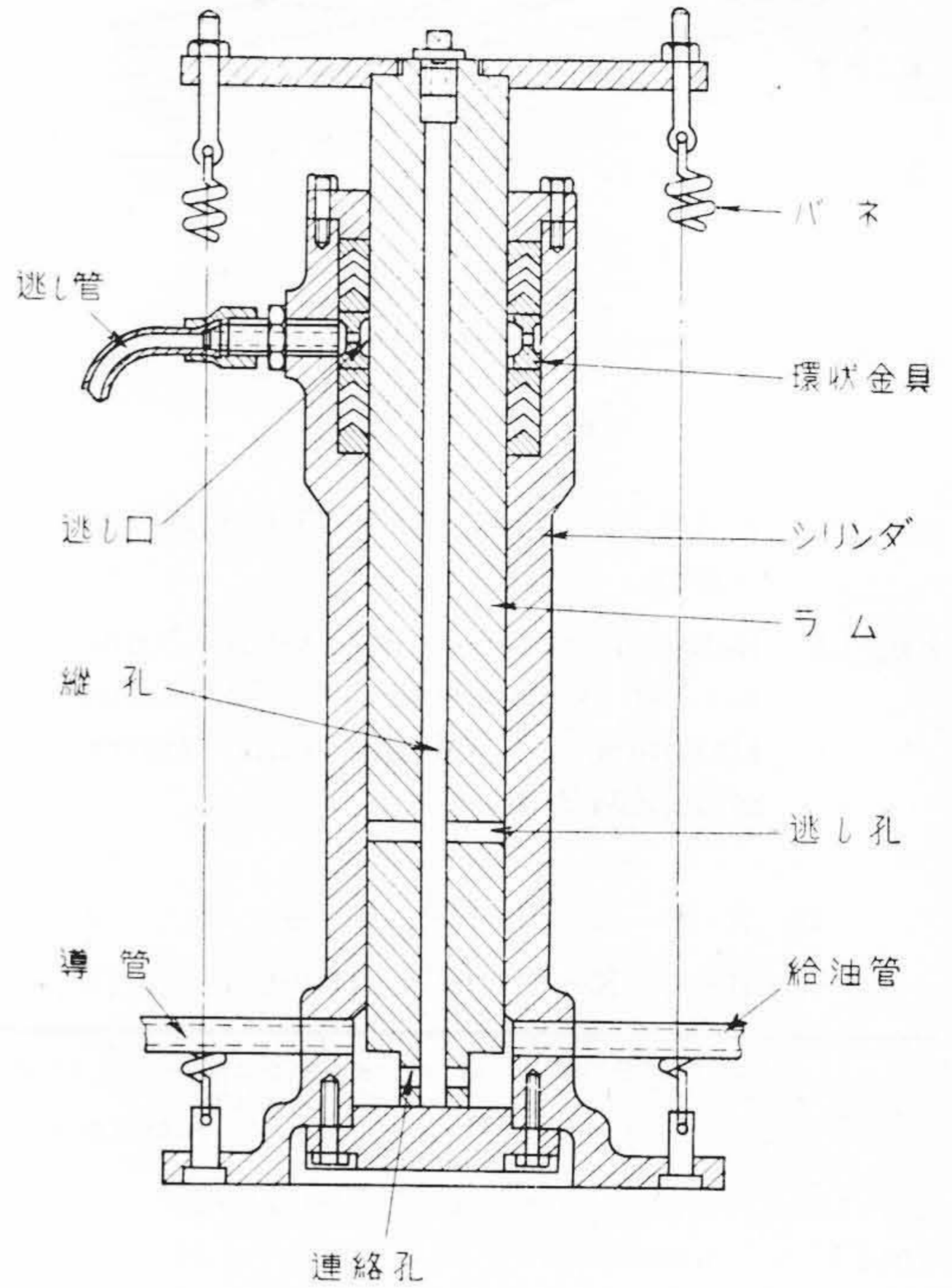
実用新案第 417731 号

渡部 富治

アキュムレータ

歯車ポンプを駆動してシリンダ内に油を送ると、ラムがバネの力に打ち勝つて押し上げられ蓄圧作用が行われる。ラムの過上昇により逃し孔が環状金具の逃し口の位置に達すると、油は逃し管を経て油槽に還流する。したがって、油は外部に噴出することがない。また、常時においても環状金具の部分にたまった漏油は逃し管を経て油槽に至る。

このアキュムレータは、構造が簡単で、ラムの過上昇の場合も油が外部に噴出することなく安全な作動を行い、バネの強さまたは数を調整することにより容易に蓄圧力を加減することができる。(富田)



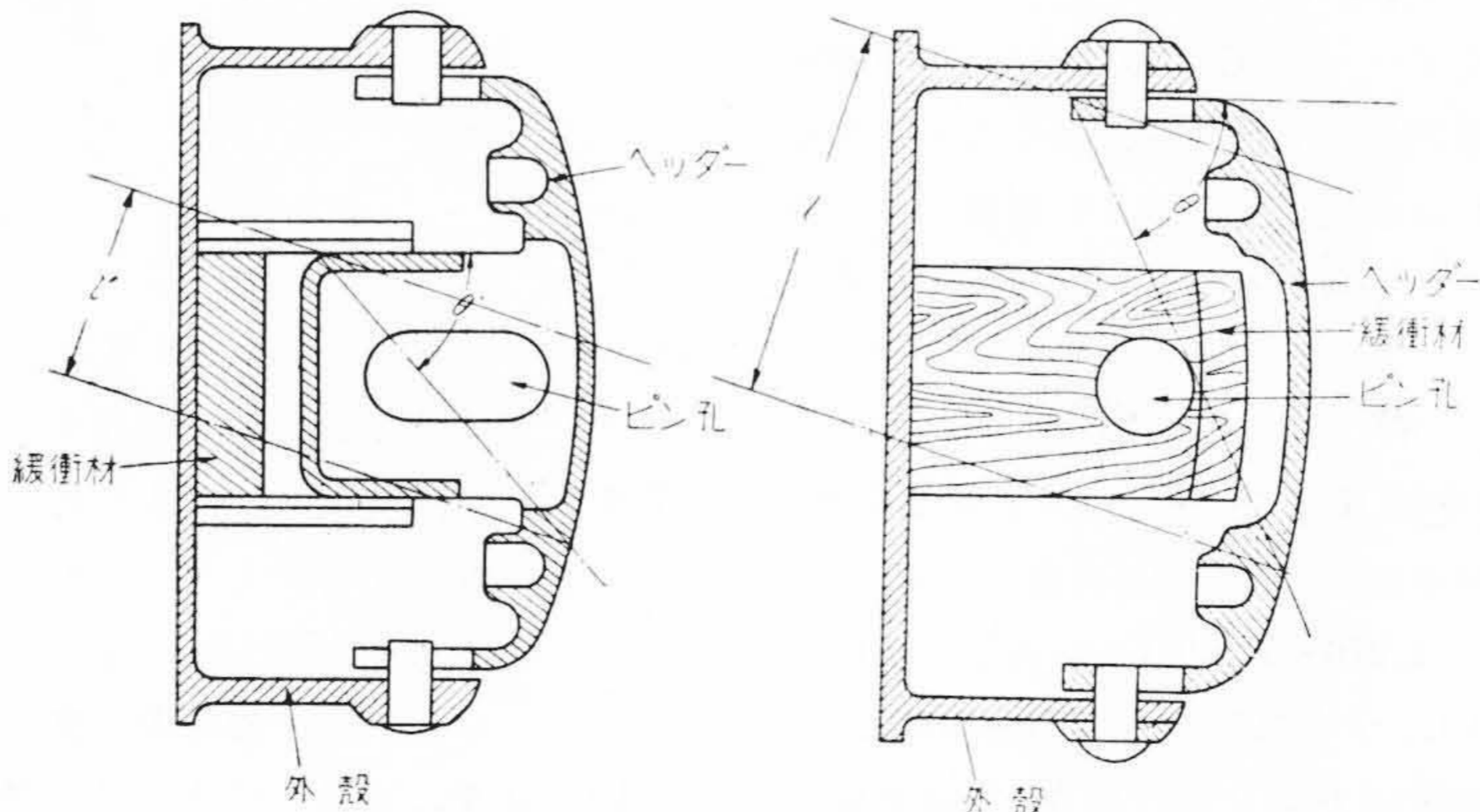
実用新案第 427394 号

三原 正一

小型運搬車の緩衝連結器

この考案は炭車などの小型運搬車に使用される緩衝連結器にかんするもので、中央に箱状脚部を有するヘッダーを連結器外殻内に前後に摺動できるように取付け、緩衝材を箱状脚部と対向して取付けたものである。従来のもの(第2図)において緩衝材が磨耗して衝撃を受けたときヘッダーが両側で受けられるようになると中央部で折損し易くなり、また寒冷地では木製緩衝材のピン孔を貫通しているピンが木材の水分によつて凍結して着脱不能

になり、さらに衝撃力 F によるヘッダー回転モーメントの腕は l で摺動が円滑になるなど多くの欠点があつた。この考案では中央部に箱状脚部を設けてあるから中央部の折損を防止し、連結ピンは金属製の箱状脚部を貫通して凍結の心配なく、衝撃力による回転モーメントの腕も l' で小さくなりきわめて円滑に作動するようになったものである。(高野)



第 1 図

第 2 図