

- 11. 黄金井. 學振第4小委員會報告.
- 12. T. N. Armstrong, Mechanical Engineering, Aug. 1941.
- 13. H. F. Taylor, E. A. Rominsky, C. W. Briggs, A. F. A. Vol, 49, Sept, 1940. No. I
- 14. E. Lipps, H. Nipper, Giesserei, 25, 1938.
- 15. J. H. Andrew, R. T. Percival, G. T. C. Bottomley, Foundry T. J. Oct. 8, Nov. 19. 1936.
- 16. W. Ruff, Iron and Steel Inst. Carnegie Scholar-ship Memories. 25. 1936, I

熱間工具用低 W-Cr 鋼に於ける各元素の影響に就て

(昭和 23 年 4 月日本鐵鋼協會講演大會講演)

小 柴 定 雄*

ON THE EFFECT OF EACH ELEMENT ON THE LOW W-Cr TOOL STEEL FOR HOT WORK

Sadao Koshika

Synopsis:—

It is ascertained that tool steel for hot work containing W 5~6% are rather superior to the one of W 9~11% from the results of previous investigation. In the present investigation, the author carried out the experiment of effect of each element on tool steel for hot work containing low Tungsten of 5%.

As the results of this experiment, most suitable composition and heat treatment as tool steel for hot work are ascertained, i.e. its composition are C 0.25~0.35, Cr 2.5~2.8, W 5~7, V 0.4~0.5%,

I. 緒 言

先に著者は當社製熱間工具鋼 DC に於ける C, Cr, W, V の影響を研究し、^{1),2),3),4)}各元素の特性を確かめ以て適當な組成を明かにした。而して W を約 6% に節減しても殆ど遜色ない結果を得た、それ故本研究に於て更に C 0.3, Cr 2.5, W 5, V 0.3% を標準成分とし前述と同様の

方法により各元素個々の影響を調べた。尙 W 約 8% の場合の C の影響をも實驗した。

II. 試 料

本研究に供した試料の化學成分を第 1 表に示す。又本多式熱膨脹計による變態點の測定結果を第 2 表に示す。

第 2 表

試 料	加 熱 變 態		冷 却 變 態				備 考
	開 始	終 了	爐 冷 5°C/min		空 冷		
			開 始	終 了	開 始	終 了	
FD 1	825	880	805	735	390	270	空冷の場合二段變態を示す。
2	820	870	795	720	360	250	
3	810	850	770	695	330	240	
4	825	890	835	740	(Ar'640)400	290	
5	820	875	800	730	(Ar'640)320	260	
FD 6	805	875	805	740	(Ar'620)400	300	空冷の場合二段變態を示す。
7	815	870	805	715	400	275	
8	820	870	785	715	350	240	
9	828	870	770	720	300	230	
FD 10	820	855	765	700	305	225	空冷の場合二段變態を示す。
11	810	850	770	695	330	240	
12	825	870	780	725	350	250	
13	825	875	800	730	(Ar'640)320	260	
FD 14	825	870	775	715	395	260	
15	820	855	775	720	365	260	

* 日立製作所安末工場

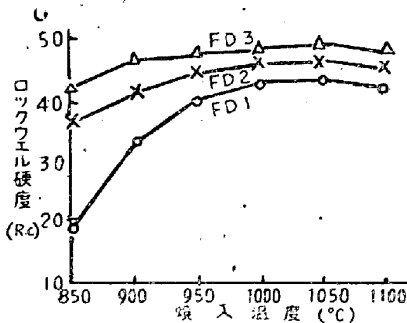
第 1 表

試料	C	Cr	W	V
FD 1	0.23	2.33	4.60	0.31
FD 2	0.26	2.35	4.90	0.31
FD 3	0.32	2.36	4.93	0.32
FD 4	0.15	2.30	8.48	0.31
FD 5	0.31	2.30	8.64	0.29
FD 6	0.27	1.49	4.89	0.27
FD 7	0.26	1.90	4.68	0.32
FD 8	0.28	2.41	4.73	0.29
FD 9	0.33	2.82	4.58	0.29
FD 10	0.32	2.48	3.37	0.31
FD 11	0.32	2.30	4.93	0.32
FD 12	0.32	2.29	6.80	0.29
FD 13	0.31	2.30	8.64	0.29
FD 14	0.29	2.43	5.34	0.26
FD 15	0.29	2.39	5.04	0.36

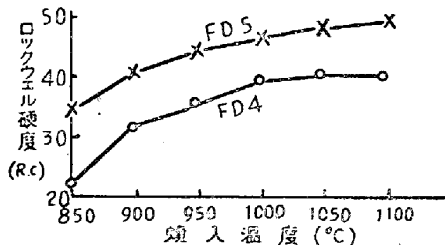
III. 実験結果

(1) 炭素の影響

加熱變態の開始及び終了温度は C 含有量を増す程低い方に移動する。又冷却變態も爐冷及び空冷共 C 量を増す程低い方に移動する。尙空冷の場合は 400~300° に Ar₁₁ 點を生起する。次に各試料の焼入温度と硬度との關係を第1圖及び第2圖に示す。最高加熱温度を上昇する程焼入

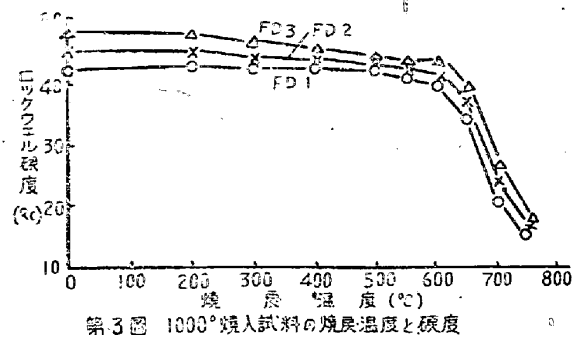


第1圖 焼入温度と硬度との關係

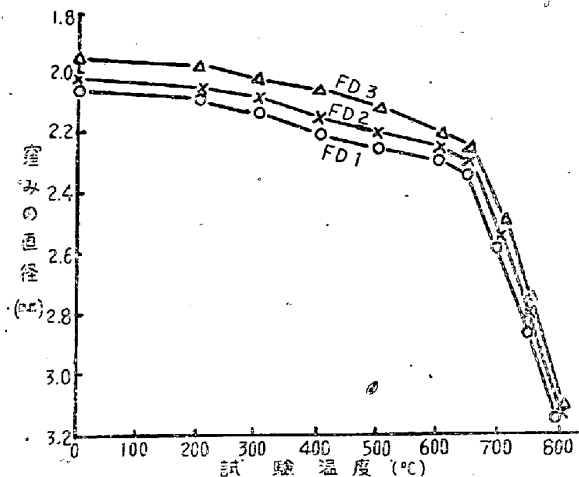


第2圖 焼入温度と硬度との關係

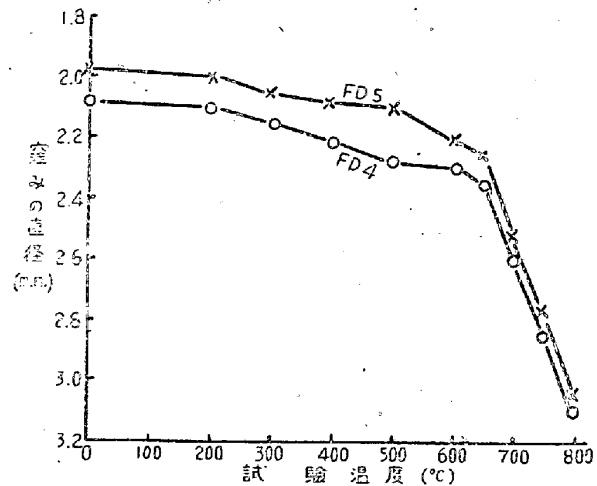
硬度を増大する。而して前述と同様 C 量を増す程最高加熱温度による硬度増加の割合は少い。尙 1050° 以上はかへつて僅か硬度を減少する。W 約 8 % の場合も略同様である。第3圖は 1000° から油中焼入した試料の焼戻温度と硬度との關係を示す。600° 附近までは硬度の變化少く、それ以上温度を上昇すると稍急激に減少する、又 W 8 % の場合も略同様である。尙何れも C 量を増す程焼戻硬度は高い。次に 1000° から油中焼入した試料の 300° 及び 600° に反覆加熱及び冷却による硬度の變化を調べた。300° の場合は焼戻時間によつて殆ど硬度に變化ない。600° の場合には最初 30~60 分で硬度を減



第3圖 1000° 焼入試料の焼戻温度と硬度

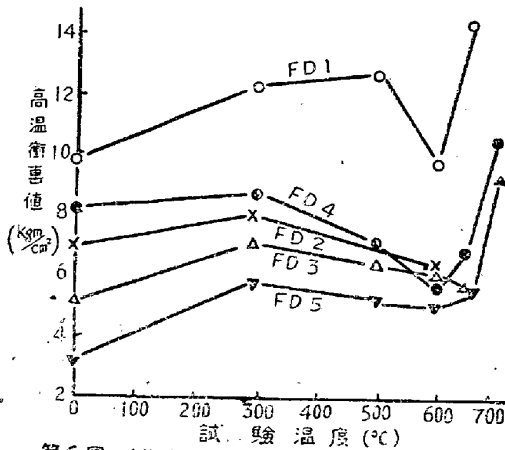


第4圖 試験温度と熱間硬度との關係



第5圖 試験温度と高温硬度との關係

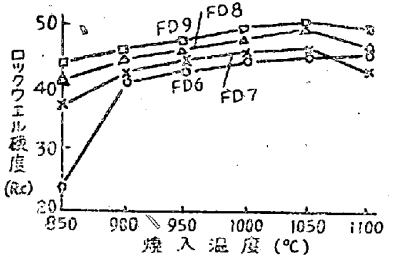
少し、時間と共に漸次低下する。第4圖及び第5圖は 1000° 焼入、650° 焼戻した試料の試験温度と高温硬度との關係を示す。兩者共 650° までは比較的硬度の低下は少い。而して C 量を増す程高温硬度は高い。尙 650° 以上は温度を上昇する程 C 量による硬度の差は少くなる。第6圖は試験温度と衝撃値との關係を示す。兩者共 C 量を増す程衝撃値を減少する。尙各試料共 600~650° 附近に極小衝撃値を現はす。



第6圖 試験温度と高温衝撃値との関係

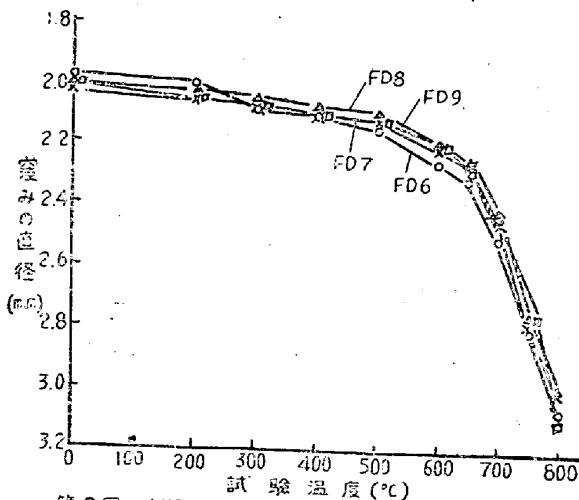
(2) クロムの影響

加熱変態の開始温度は Cr 量を増す程稍上昇し、冷却変態は Cr 量を増す程降下する。特に空中冷却の場合変態点を著しく降下し、400~300°に Ar'' 点を現はす。而して Cr 量を増す程自硬性を増す。各試料の焼入温度と



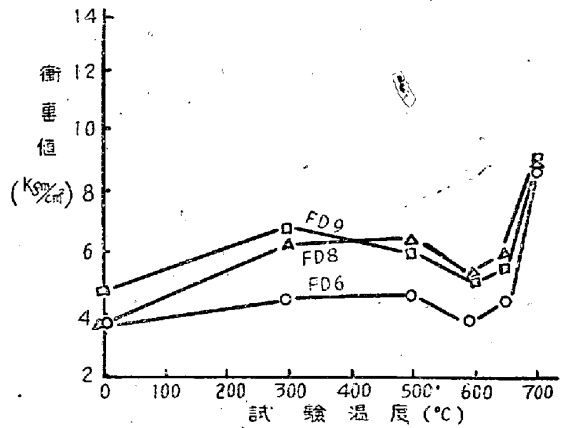
第7圖 焼入温度と硬度との関係

硬度との関係を調べた。各焼入温度共 600° 附近までは Cr 量を増す程硬度は高い。650° 以上は餘り大差ない。尙 600° までは硬度の減少程度は極めて少い。前述と同様 300° 及び 600° の温度に反覆加熱及び冷却した場合の硬度の変化を見たが、600° の場合には最初 30 分で稍急激に減少し、それ以後は徐々に減少する。尙焼戻軟化に



第8圖 試験温度と高温硬度との関係

對する抵抗は Cr 量を増す程概ね増大する。次に前述と同様試験温度と高温硬度との関係を第8圖に示す。高温硬度は Cr 量によつて大差ないが、500° 以上の温度に於ては Cr 量低い程高温硬度は概ね低い。又第9圖は高温衝撃値を示す。

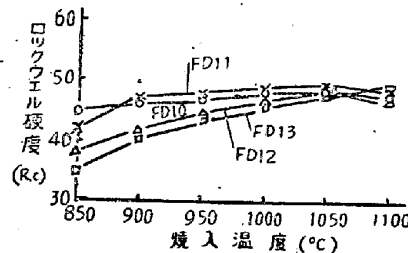


第9圖 試験温度と高温衝撃値との関係

Cr 約 1.9~2.4% に於ては 300~700° の試験温度に於ては大差ない。

(3) タングステンの影響

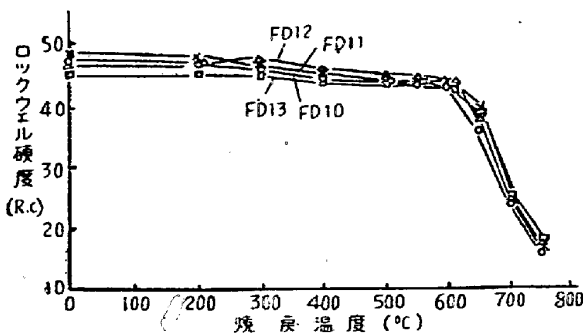
加熱変態の開始及び終了温度は W 含有量を増す程概ね上昇する。又冷却の際の変態点も W 量を増す程上昇する。而して空中冷却の場合も同様 W 量を増加する程著しく上昇し W 約 9% の場合には約 640° 附近に Ar' 点を現はす。即ち二段変態を生起する。従つて W 量を増す程焼入温度を高め、且つその冷却速度を大にしなければ十分焼入効果が得られない。第10圖は焼入温度と硬度との関係を示す。



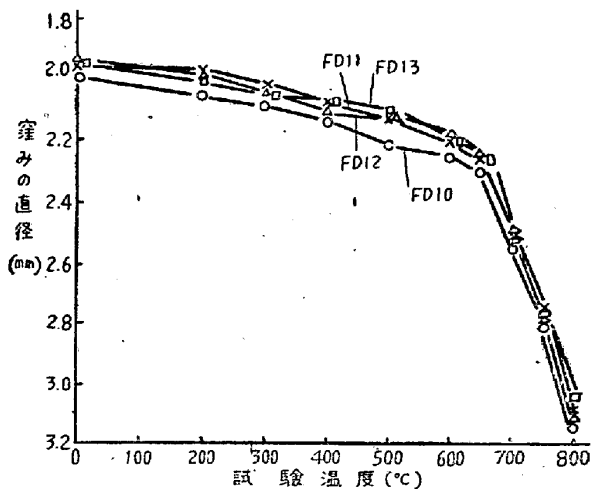
第10圖 焼入温度と硬度との関係

各試料共最高加熱温度を上昇する程焼入硬度を増大する。而して W 量を増加する程最高加熱温度による硬度増加の割合は多い。尙 900~1050° に於ては W 約 5% の場合が硬度最も高く、それ以上 W 量を増加する程かへつて減少する。次に 1000° から焼入した試料の焼戻温度と硬度との関係を第11圖に示す。

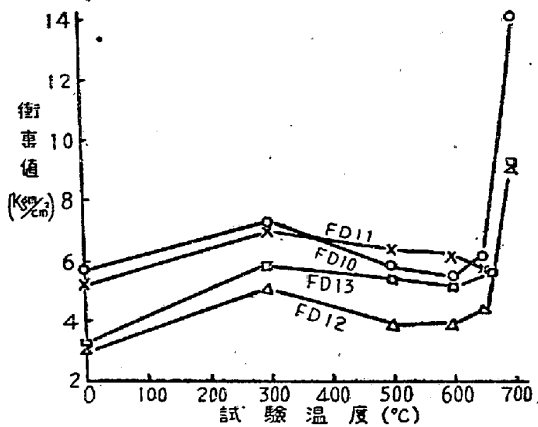
前述と同様 600° までは硬度の變化少い。尙焼戻軟化に對する抵抗は W 量を増す程概ね大である。又 W 含有量の反覆加熱及び冷却による硬度の變化に及ぼす影響を見たが加熱温度 600° の場合には最初 30 分で稍急激に減少しそれ以後は漸次減少する。



第11圖 1000°焼入試料の焼戻温度と硬度との関係



第12圖 試験温度と高温硬度との関係

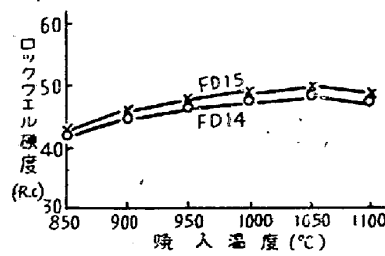


第13圖 試験温度と高温衝撃値との関係

次に高温硬度及び高温衝撃値を第12圖及び第13圖に示す。前述と同様 650°までは比較的徐々に高温硬度を減少するも 700°以上は急激に減少し、軟化する。W 3%の試料は高温硬度は低いが、W約5%以上は餘り大差ない。W含有量約3及び5%の場合には試験温度 300°附近までは大差ないが、500~600°に於ては寧ろW 5%の場合衝撃値は高い。W約7%の試料は衝撃値は低い。

(4) バナチウムの影響

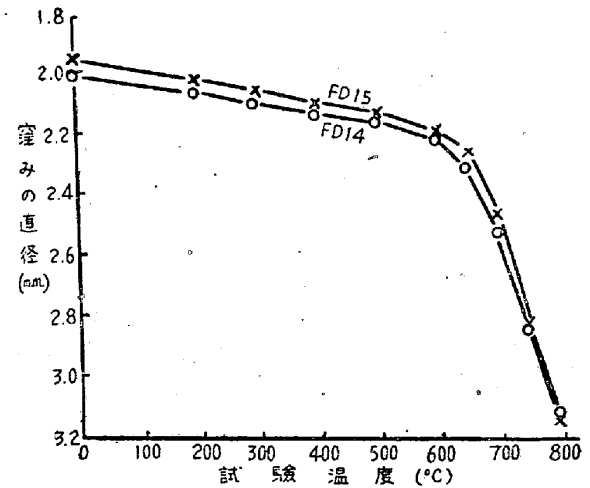
加熱變態の開始及び終了温度はV量を増す程僅か降下する傾向を示す。冷却變態は殆ど變りない。



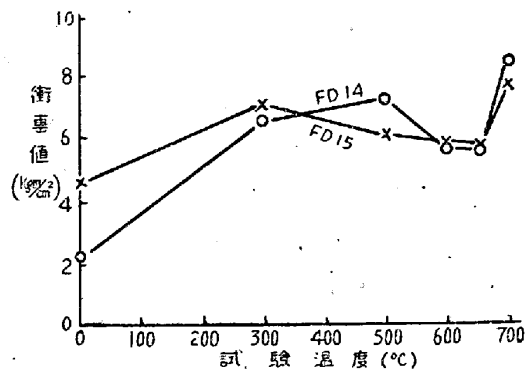
第14圖 焼入温度と硬度との関係

第14圖は焼入温度と硬度との關係を示す。兩試料共焼入温度を上昇する程硬度を増大するも焼入温度による硬度増加の割合は少い。尙V量高い程硬度は大である。

次に焼入試料の焼戻による硬度の變化を見たが前述と同様 600°以上は硬度の減少稍著しい。尙V量を増す程焼戻硬度は高いが、700°以上は餘り大差ない。又焼戻時間の影響を見たが、焼戻軟化に對する抵抗はV量を増す程大である。



第15圖 試験温度と高温硬度との関係



第16圖 試験温度と高温硬度との関係

第15圖及び第16圖はそれぞれ高温硬度及び高温衝撃試験の結果を示す。V量高い方高温硬度は僅かに高い。而して 700°以上は兩者共餘り變りない。又常温に於てはV量高い方衝撃値は高いが、500°に於てはV量低い方が高い。而して 600°以上は兩者共餘り大差ない。それ故この種低 W~Cr鋼に對してはV量0.36%の方0.26%の場合より熱間工具用として優れてゐることが首肯される。

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 0.3, Cr 2.5, W 5.0, V 0.3% を標準成分とし、これに対する各元素個々の影響を調べた。又 W 約 8% に對する C の影響をも實驗した。
- (2) 各試料の變態の生起狀況を測定し且つ焼入及び焼戻による硬度の變化を究明し、更に焼戻時間の影響を確めた。
- (3) 高温硬度は C 量を増す程増大し、韌性は多少減少する。
- (4) Cr は約 2.5% の場合高温硬度は最も高い。適當な Cr 量は實驗の結果 2.0~2.5% である。
- (5) W は約 5~9% に於ては高温硬度に餘り大差ない。韌性は W 量を増す程概ね減少する。

(6) V は 0.2~0.4% の範圍では高い方が高温硬度も高く、且つ韌性も 600° 以上に於ては殆ど大差ないから熱間工具として適當である。

尙此の種低 W~Cr 鋼の高温に於ける耐酸化性も重要な性質と考へられるのでこれに就ては既に實驗を終り改めて報告する豫定である。

終りに臨み本研究を遂行するに當り御指導を賜りたる菊田博士に感謝の意を表すると共に熱心に實驗に従事された永島祐雄及び又賀唯見兩君の勞を多とする。

(昭. 23. 10 月寄稿)

文 献

- (1) 小柴, 永島; 鐵と鋼 (35年4號 昭. 24. 4 月 P. 17~21)
- (2) 小柴, 永島; 鐵と鋼 (35年6號 昭. 24. 6 月 P. 21~24)
- (3) 小柴, 永島; 鐵と鋼 (35年7號 昭. 24. 7 月 P. 22~25)
- (4) 小柴, 永島; 鐵と鋼 (35年8號 昭. 24. 8 月 P. 17~20)

高 Mn-Cr 耐熱鋼の機械的性質に関する研究 (II)

(耐熱鋼の研究 V)

(昭和 21 年 4 月本會地方講演會講演)

出口喜勇爾*

STUDY ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF HIGH Mn-Cr HEAT-RESISTING STEELS.

(Study on the heat-resisting steels V)

Kiyoji Deguchi

The synopsis is described in the previous paper, "Study on the heat-resisting steels (IV)".

V. 高 Mn-Cr 鋼に及ぼす V の影響

前述の如く W, Mo は高 Mn-Cr 鋼の高温抗張力を高めるに有効であるが、我國の資源的關係からこれの使用は出來得る限り節約しなければならない。一方高 Mn-Cr 鋼に V を添加する時は高温匍匐強度が高くなる事が發表された⁸⁾。元來 V 炭化物のオーステナイトに於ける溶解度は頗る僅小であるが、適當なる高温度にて焼入焼戻を行へば十分硬度、抗張力を高め、従つて高匍匐の得られる事が推定される。依つて高 Mn-Cr 鋼に於ける C と V との關係並にその熱處理の影響を再検討する目的を以て、第 1 表分類(3) に示す如く、C 約 0.22% にして V 量を約 10% 迄變化せる試料 20~24 の 5 種の低 C 系試料、及び C 約 0.37% にして V 量を約 1.5% 迄變化せる試料 25~

29 の 5 種の高 C 系試料の各々に就き、焼入温度を 1000~1200° に變化させ、更にそれらの焼戻温度を 500~800° に變化させた場合(焼戻時間 3 h) のブリネル硬度及びシャルピー衝擊値を測定した。

尙本實驗は前後 2 回行つたが、第 1 表には第 1 回實驗の試料の化學成分のみを示し、第 2 回のそれは殆どこれと類似するを以てこゝには掲げない。而して 2 回共に所定の熱處理項目に對してシャルピー試片 2 本づゝ製作した故に、衝擊値は 4 回、硬度は 8 回測定したものの平均を示す。測定結果は可成り不規則なる變化を示す場合もあるが、概略の傾向を述べると次の様である。

(1) 實驗結果

第 14, 15 圖は焼入焼戻温度一定なる時の V 量による衝

* 日本特殊鋼株式會社