

Fig. 4. Relation between cutting force and various free cutting additives.

Table 4. Cutting speed ratio (Cutting speed for certain tool life of some steel/cutting speed for the same tool life of base steel A)

Tool: SKH3, Tool geometry: (0°-15°-6°-6°-6°-0°-0.5mm),
Depth of cut: 2.0mm, Dry.

Steel	Free cutting additives, %	Feed: 0.25 mm/rev. turning ¹⁾	Feed: 0.10 mm/rev. turning ²⁾	Feed: 0.10 mm/rev. interrupted cut. ³⁾
A	—	100	100	100
B-1	Te, 0.12	115	—	—
B-2	Te, 0.18	118	113	130
C-1	Se, 0.10	100	—	—
C-2	Se, 0.24	104	101	123
D-1	S, 0.11	100	—	107
S-1	*	105	—	125

- 1) Based on cutting speed for 60min tool life.
2), 3) Based on cutting speed for 20min tool life.
* Te, 0.15, Se, 0.10

Table 4 では基本鋼 A の切削速度を 100 とし、比で表わしている。

Te 添加の場合に工具寿命の改善が大きいと考えられる。とくに断続切削の場合に、寿命特性の改善が著しい。

4. 結 言

調質した SKD61 鋼の機械的性質および被削性におよぼす、Se, Te 等快削成分の影響を究明するための一連の試験結果より、同一重量割合添加した場合に、Te が

最も効果的であると考えられる。機械的性質の非等方性におよぼす各種快削成分添加による介在物の影響はある程度説明できるようであるが、被削性に関しては、切削過程が極めて複雑な現象であるので、単純な議論はできない。とくに工具寿命特性についてはそうである。今後の研究にまつ必要があると考えられる。

文 献

- 1) F. W. BOULGER: Trans. Amer. Soc. Metals, 52 (1960), p. 698

(173) 5%Cr 熱間ダイス鋼の衝撃値について

金属材料技術研究所

○渡辺 敏・工博 荒木 透

On the Impact Strength of 5%Cr Hot Work Die Steel.

Satoshi WATANABE and Dr. Toru ARAKI.

1. 緒 言

5%Cr-Mo-V 鋼は、W を主体とする鋼種にくらべて耐衝撃性がすぐれ、熱間工具鋼として盛んに利用されているが、最近加工熱処理を併用することにより超強力鋼としての用途が注目されるようになった。

筆者らは本鋼種の特長に関する研究を行うと同時に、よりすぐれた超強力鋼を開発するための情報をうる目的をも含めて、基礎的な実験を行ないつつある。

超強力鋼としては単に引張強さ、あるいは降伏強さが大きいだけでなく、十分な靱性を持つことが必要である。すでに前報¹⁾でのべたように、オーステナイト化の条件は靱性に影響を与え、保時間を増すと結晶粒が粗大化するにもかかわらず、シャルピー衝撃値が増大することが示された。

今回はこの点についてさらに補足実験を行うとともに、焼戻しの条件を変えた場合の衝撃値の変化について研究を行なった。

2. 試料および実験方法

試料の調整は前回と同様であるが、異なつたチャージである。鋼塊は鍛造後 20mmφ および 10mmφ に圧延された。焼なまし硬度は Hv 213 であつた。

Table 1 に試料の化学成分を示す。

オーステナイト化の条件と衝撃値との関係をさらに確かめるために、まず前回と同様の焼入れ条件を用い、焼戻し条件を変えて実験を示した。すなわちオーステナイト化の温度と時間を変えて処理したのちこれを焼入れし、焼戻し温度を 550°C 一定として各試料の硬度が同じ値 (Hv 500) になるように時間を変えて焼戻し、シャルピー衝撃値を比較した。

Table 1. Chemical composition of specimen (%).

C	Cr	Mo	V	Si	Mn	S	P
0.34	5.17	1.20	0.38	1.08	0.22	0.018	0.019

Table 2. Austenitizing conditions of specimens.

Austenitizing temperature, °C	Holding time (min)						
	3	5	10	30	100	300	1000
950	3	5	10	30	100	300	1000
1050	3	5	10	30	100	300	1000
1150	3	5	10	30	100	300	1000

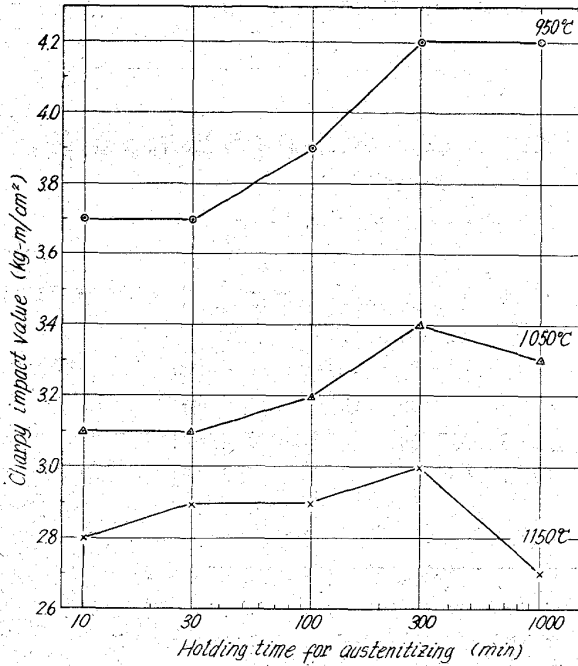


Fig. 1. Effect of austenitizing condition on the impact value at 200°C. Hardness is equalized to Hv 500 by tempering at 550°C.

またこのような処理が衝撃値におよぼす影響について考察するために、マルテンサイトの格子常数の変化と結晶粒内のマイクロ偏析について調べた。

つぎに 1050°C, 100min のオーステナイト化処理を行なった試料につき、各種の焼戻しを与えた場合の衝撃値の変化について実験を行なった。すなわち焼戻し温度を 550°C 一定とし、時間を変えて硬度を変化させた場合の硬度-衝撃値曲線、および同一パラメーターにおいて焼戻し温度と焼戻し時間の組合せを変えた場合の衝撃値の挙動について調べた。また昇温時における衝撃値について若干の実験を行なった。

3. 実験結果

Table 2 にオーステナイト化の条件を示す。ただし保持時間が 3min および 5min の試料については衝撃試験は行なわなかった。

前回の実験では試料の加熱にソルトバスを用いたが、一部の試料に脱炭が見られたので、今回はすべてアルゴン気流中で加熱し、焼入れも同じくアルゴン気流中で行なった。

衝撃試験は JIS 3号U ノッチ試験片によつて行ない、試験温度は 200°C とした。

Fig. 1 にその結果を示すが、オーステナイト化温度が低い場合は保持時間の増加に伴つて衝撃値が顕著に増大

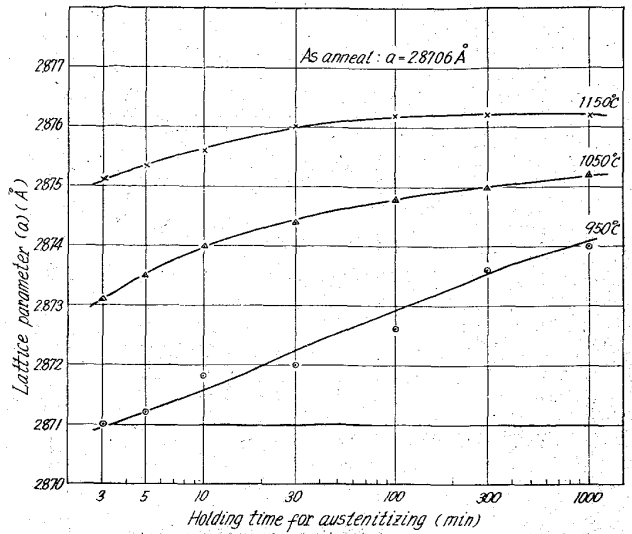


Fig. 2. Effect of austenitizing condition on the lattice parameter of martensite (a spacing).

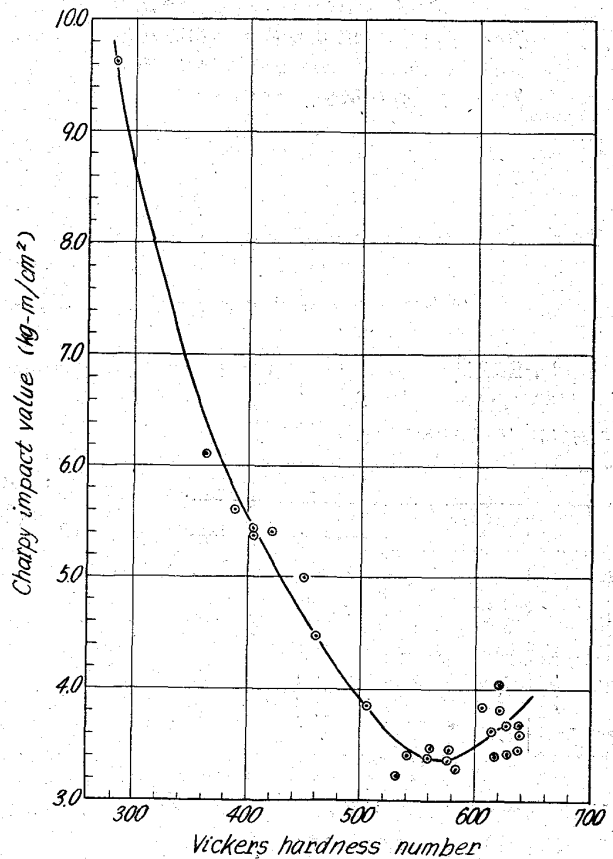


Fig. 3. Hardness-impact strength curve.

し、温度が高くなるとその効果は次第に減少する。

つぎに焼入れた状態におけるマルテンサイトの格子常数を測定した。本鋼種は焼入れによつて著しく硬化し、背面反射領域ではラインブロードニングが大きくて正確な回折角が求めにくいので、 2θ の低い回折線も利用した。したがつて外挿関数としては Nelson-Riley の式を用いた。また c 軸を求めるための回折線が少なかった

Table 3. Combination varieties to obtain the same value of tempering parameter.

P	T	Tempering time (min)										
		450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700
16,500	66,300	—	—	2,215	475	112	28.7	8.0	—	—	—	—
17,250	—	—	—	20,690	—	912	220	57.5	16.2	4.9	—	—
18,000	—	—	—	—	—	7,437	—	416	111	31.7	9.7	3.2

T: Tempering temp. (°C).

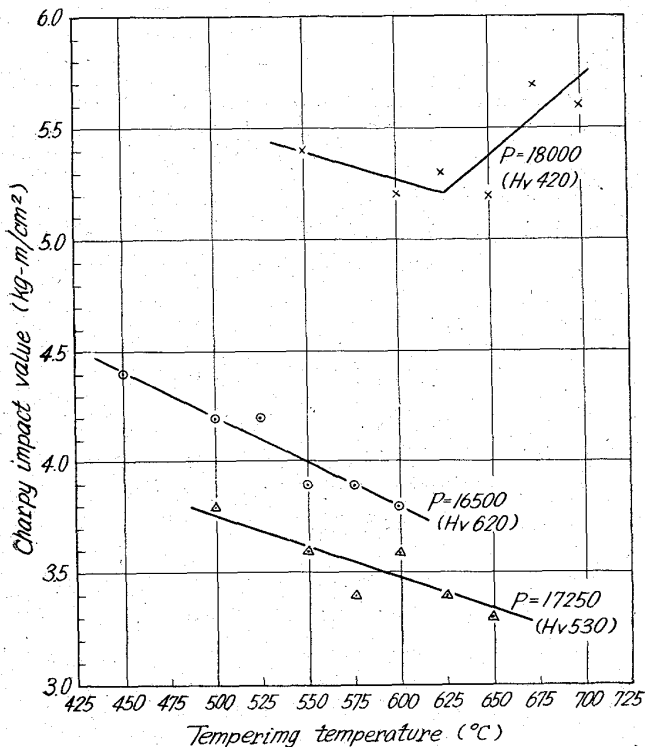


Fig. 4. Effect of tempering temperature on the impact value at each tempering parameter as indicated (tested at 200°C).

ので、a 軸についてだけ調べた。

マルテンサイトの格子常数の変化は、オーステナイト化の間における合金炭化物の固溶状態と対応するものと考えられるが、Fig. 2 に示されるように 950°C では固溶量は飽和に達せず、時間とともに増加する。1050°C では固溶量の増加率は次第に低下するが、固溶の絶対量は 950°C の場合にくらべてかなり大きい。1150°C になると 30min 以上ではほぼ飽和に達する。

炭素鋼では a 軸は通常炭素量が増すと縮小するものであるが、本鋼種の場合にはいづれも膨張を示し、これは Mo や V のように原子半径の大きい元素がオーステナイト中に拡散してゆくためであると考えられる。

このような拡散の過程では結晶粒内にマイクロ偏析が生ずると思われ、偏析度を確かめる必要がある。1050°C でそれぞれ 10min および 1000min 保持した試料を焼入れし、サブゼロ処理して後 E.P.M.A. によつてこの点の検討を行なつた。その結果これら二つの試料間では

あまり有意の差が認められなかつた。しかし Cr 量について見ると、10min 保持の試料では約 25μ の間隔で多少の周期的な濃度変化が見られ、またこの間隔はほぼこの試料の結晶粒の大きさと対応している。一方 1000min 保持の試料ではこのような傾向はみられなかつた。

つぎに 1050°C で 100min オーステナイト化した試料について、焼戻し条件と衝撃値との関係を調べた。

Fig. 3 は焼もどし温度を 550°C 一定とし、時間を変えて硬度を変化させた場合の試料について行なつた硬度-衝撃値曲線である。ただし低硬度の試料については焼戻し時間が長くなり過ぎるため、一部 575°C および 600°C の温度で行なつた。試験温度はすべて 200°C である。

この図から分るように、二次硬化のピークの付近においてはむしろ硬度の上昇とともに衝撃値が向上し、ピークを越えて多少軟化したところに衝撃値の極小になる点が存在する。これはピークの位置に極小値が存在するという従来の結果²⁾と異なつている。

また通常焼戻しパラメータ $P=T(18+\log t)$ が同じ値であれば焼戻し温度 T と時間 t の組合せを変えても硬度は同じ値になるが⁸⁾、衝撃値についても同じ結果を得るか否かという点について検討を行なつた。

P=16,500, 17,250, 18,000 の 3 種類について行なつた組合せの値を Table 3 に示す。また Fig. 4 はその実験結果である。P が 16,500 と 17,250 のものについては、いづれも焼戻し温度の低い方が衝撃値はよくなつている。しかし P が 18,000 の場合には一定の関係はみられず、途中で再び上昇に転ずる。

4. 考 察

オーステナイト化の保持時間を増すと衝撃値が増大し、また温度が高くなるとその効果が減少する点について、前回の結果をさらに精度を高めて確認した。

初め結晶粒界に比較的多く存在していた合金炭化物はオーステナイト化によつて固溶するが、その中の Cr, Mo, V などの置換型原子は拡散に長時間を要するため、短時間の処理では結晶粒内に濃度勾配を生じ、これが焼戻しによつて再び粒界付近などに析出偏在して衝撃値に悪影響をおよぼすのではないかと考えられる。オーステナイト化の温度が高くなれば拡散は促進されるが、一方著しく高温では結晶粒が粗大化するために、結果として衝撃値が低下するのであろう。

また焼戻した場合、二次硬化のピークを越えたところで衝撃値が低下したり、パラメータが同じであつても焼戻し温度の低い方が良い値を示す点については、その顕微鏡組織を見ても炭化物の分布などには差異が認めら

れず、今後さらに微細組織について追求する必要がある。この原因として未分解の残留オーステナイトの影響などが考えられる。

5. 結 言

5%Cr 熱間ダイス鋼の衝撃値について実験を行い、次の結論を得た。

(1) オーステナイト化の保持時間を長くすると衝撃値は改善される。ただし温度が高くなるとその効果は減少する。

(2) 焼戻した場合、二次硬化を越えて多少軟化が起る領域内に衝撃値の極小を示す点が存在する。

(3) 焼戻しパラメータが等しく、したがって同一硬度の場合には、大体において焼もどし温度の低い方がよい衝撃値を与える。

文 献

- 1) 渡辺: 鉄と鋼, 50 (1964) 4, p. 671
- 2) ROBERTS, HAMAKER, JOHNSON: Tool steels, (1962), p. 555
- 3) HOLLOWAY, JAFFE: Trans. Met. Soc. Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 162 (1945), p. 223

(174) 8%Cr 基ダイス鋼の焼戻特性におよぼす θ および η 炭化物の影響

(8%Cr 基冷間加工用工具鋼の研究—Ⅲ)

愛知製鋼

荒川武二・小田昭午・鈴木三千彦・林健次
 Contribution of Cementite to the Tempered Properties of 8% Chromium Die Steels, When Coexists with η -Carbide.
 (Study on the cold working tool steels containing 8% chromium—Ⅲ)

Takeji ARAKAWA, Shogo ODA,
 Michihiko SUZUKI and Kenji HAYASHI.

1. 緒 言

著者らは第 I 報¹⁾において 8%Cr 基冷間ダイス鋼の炭素量を適当に選択することにより、凝固過程で包共晶反応が起り、 θ 炭化物が η 炭化物を分断する結果熱間加工性が改善されることを報告し、さらに従来行なわれていなかった ($\eta + \theta$) 炭化物共存鋼の利用に対する有効性を示唆した。

これら ($\eta + \theta$) 炭化物と η 炭化物を有する鋼の材質特性の中で、工具鋼として要求される焼鈍状態での諸性質および焼入に關与する諸性質の相異については、すでに第 I 報²⁾で明らかにした。すなわち炭化物量が同一の場合、 θ 炭化物を含有する鋼の被削性は η 炭化物のみの鋼に比べてすぐれており、また焼入れに際しては θ 炭化物の優先溶解によつて、最高硬度を与える焼入温度は低温で得られ、実際の熱処理作業に有利であるが、その場合オーステナイト中の Cr 濃度が低下するため焼入性が減少する結果が得られた。さらに組織的には焼鈍および

焼入状態ともオーステナイトに未溶解の η 炭化物の外殻には θ 炭化物が存在している事実が発見された。

本報では工具の実用状態である焼入焼戻を行つた場合の諸性質におよぼす η および θ 炭化物の影響について実験した結果を報告する。

2. 実験方法および結果

本実験に用いた試料は前報と同一の 8%Cr 鋼および SKD1 の他に、各種の性質を比較するためのダイス鋼として SKD11, SKH9 ならびに 1.3CMV の 3 種を適時選んだ。それらの化学組成を Table 1 に示す。いずれの試料も前報と同様の球状化焼鈍後、最高硬度を与える焼入温度から油焼入して各種の温度に焼戻し実験に供した。

2.1 焼戻硬度変化と γ_R の分解

最高硬度を与える温度から焼入れた試料を 0~600°C の各温度に焼戻しをすると、 θ 炭化物を有する 2.3C 試料は焼入マルテンサイト中の Cr 濃度が約 3% で 1.3C や SKD1 鋼の約 5~6% に比し低いために、焼戻温度が上昇するにつれて漸次軟化し、1.3C や SKD1 にみられるような軟化の遅滞現象はない。焼戻後の γ_R の変化を 10 ϕ \times 25mm の試料を用いて継鉄法により測定すると (ただし磁場の強さ 3400 Oe) Fig. 1 のように 2.3C 試料では 200°C から γ_R の分解が起りはじめ、300°C では全量が分解する。しかし 1.3C や SKD1 のような Cr 濃度の高い γ_R は 600°C の高温焼戻しにより初めて全量が分解し、SKD11 のような二次硬化を示すダイス鋼と同様の特性を示す。とくに 1.3C は 200°C からの低温分解と 400°C 以上の高温分解の両方

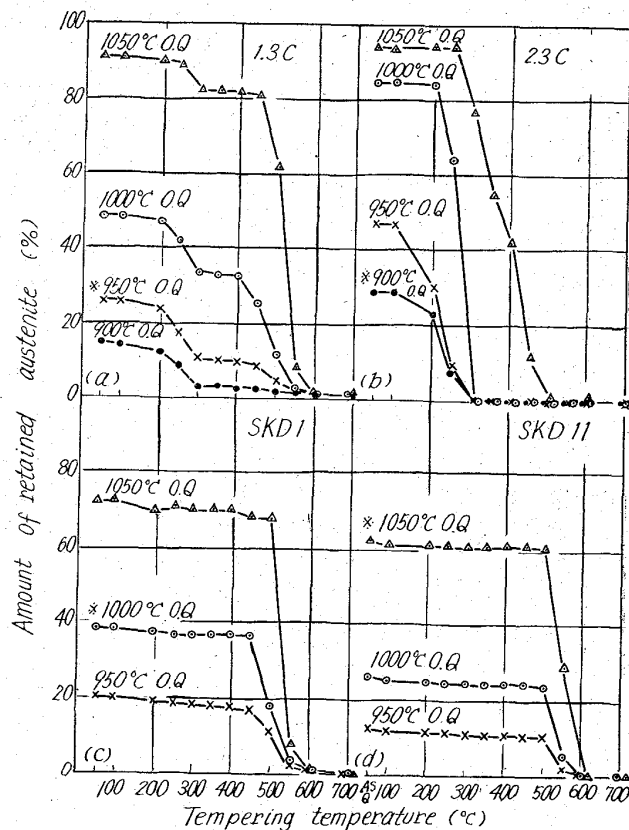


Fig. 1. Relation between tempering temperature and amount of retained austenite.