

文 献

- 1) 渡辺, 柴崎, 熊田: 日本製鋼技報, (1962) 9, p. 965
- 2) 堀, 荒木田, 田部: 鉄と鋼, 51 (1965) 11, p. 2004
- 3) 門間: Sciens Reports of the Tohoku Imperial University, Series 1, 28 (1939) 1, 128
門間: 日本金属学会誌, 4 (1940) 6, p. 315
- 4) L. P. TARASOV: Trans. Amer. Soc. Metals, 36 (1946), p. 389; 41 (1949), p. 895
- 5) L. V. COLOWELL et al.: Trans. Amer. Soc. Mech. Eng., 80 (1958), p. 1955
- 6) 下田, 阪部, 松尾: 鉄と鋼, 51 (1965) 11, P. 2001
- 7) H. BUHLER et al.: Arch. Eisenhüttenw., 6(1933), P. 283; 7 (1934), p. 359

(159) 3Cr-1.5Mo, 3Cr-1.5Mo-0.3V, 8Cr-1Mo-1.5V 鋼の焼戻挙動について
(熱間工具鋼に関する研究—VIII)

日本特殊鋼

西村 富隆・○新山 善之

On the Tempering Behavior of 3Cr-1.5Mo, 3Cr-1.5Mo-0.3V and 8Cr-1Mo-1.5V Steels.

(Study on hot-working tool steel—VIII)

Tomitaka NISHIMURA and Yoshiyuki SHINYAMA.

1. 緒 言

鋼や合金などを焼戻時効した場合に生ずるいろいろな現象は、その温度と時間によつて支配されることは周知のことである。実用の熱間工具鋼は、高温において連続的あるいは間歇的に長時間使用されているうちには、一種の焼戻時効を受けて種々の性質が変化する。したがつて、熱間用の鋼に対しては焼戻時効の影響を十分に把握することが重要と考えられる。このようなわけで、われわれは数多くの熱間工具鋼の焼戻時効現象について研究したが、これらの結果についてはすでに数回にわたり報告したり⁶⁾。今回は 3Cr 系と 8Cr 系の 3 鋼種をいままでと同様に焼戻時効した場合に、硬度、衝撃値、炭化物反応がどのように変化するかを調べ、そして 3 供試鋼の

焼戻時効現象について検討した結果を報告する。

2. 試料および実験方法

供試材としては、35 kVA 高周波誘導炉にて溶製した 8 kg 鋼塊を 14 mm φ と 14 mm φ に鍛伸してから焼鈍したものを使用した。これら試料の化学成分を Table 1 に示す。

切削加工試料はすべて 1200°C に 1hr 保持して炭化物を基地中に完全に溶かしこんでから油冷し、ただちに -73°C × 3hr の深冷処理をほどこした後焼戻時効を行なつた。その他の実験方法もすべて前報までの場合とまったく同様である。

3. 実験結果

3.1 硬度および衝撃値

3Cr-1.5Mo-0.3V 型の SV8 (焼入硬度 $H_{RC} 63^{\circ}0$) を 400~700°C の各温度で 1000hr までの焼戻時効を行なつた場合には、Fig. 1 のような硬度と時間の関係が得られる。400°C においては硬度は時間とともに漸増している。ところが 450°C になると、100hr 付近までは硬化が進行するが、それ以後は軟化する。500°C ではこの極大はさらに短時間側の 10hr 付近に移動し、550°C では 0.35hr 以前の時間で生ずるようになる。このように硬度極大が生ずる

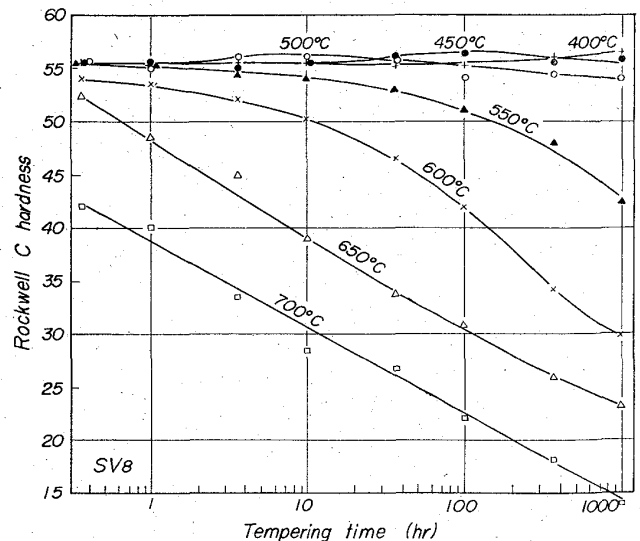


Fig. 1. Isothermal tempering hardness curves for SV8 steel.

Table 1. Chemical composition of specimens (%).

Designation	Type	Specimen No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
S7	3Cr-1.5Mo	1	0.47	0.33	0.66	0.007	0.015	3.03	1.42	—
		2	0.47	0.33	0.70	0.006	0.017	3.05	1.41	—
SV8	3Cr-1.5Mo-0.3V	1	0.48	0.32	0.80	0.007	0.015	3.18	1.42	0.31
		2	0.47	0.34	0.83	0.007	0.018	3.23	1.42	0.33
SV10	8Cr-1Mo-1.5V	1	0.47	1.00	0.37	0.008	0.016	7.96	1.21	1.42
		2	0.47	1.03	0.34	0.010	0.019	7.91	1.27	1.40

Specimen 1 was used for hardness, impact, extraction replica tests, and 2 for electrolytic extraction.

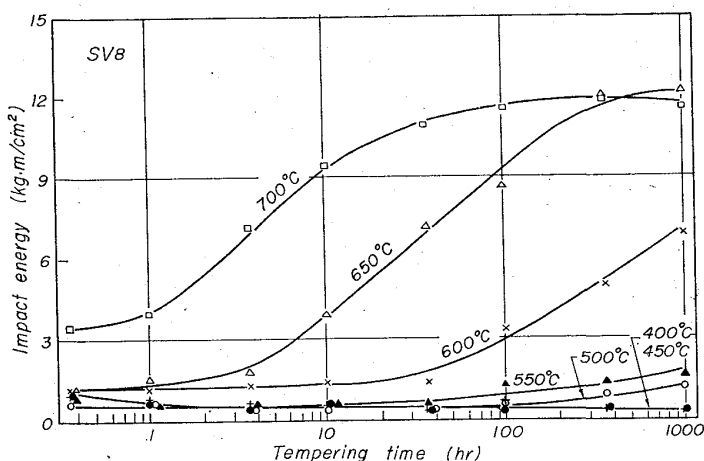


Fig. 2. Isothermal tempering impact energy curves for SV8 steel.

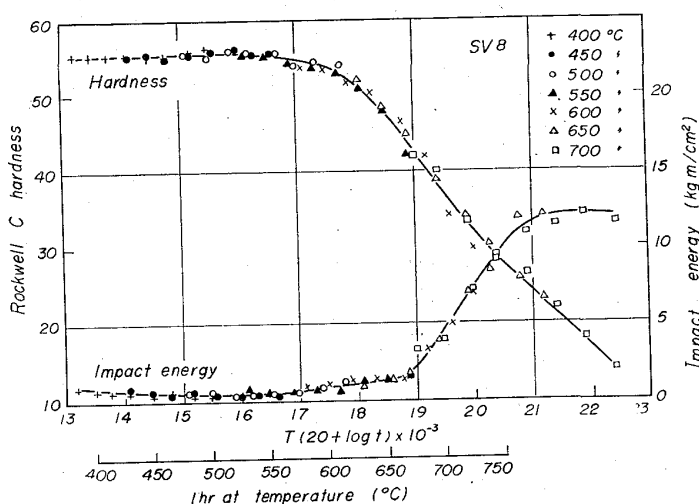


Fig. 3. Master tempering hardness and impact energy curves for SV8 steel.

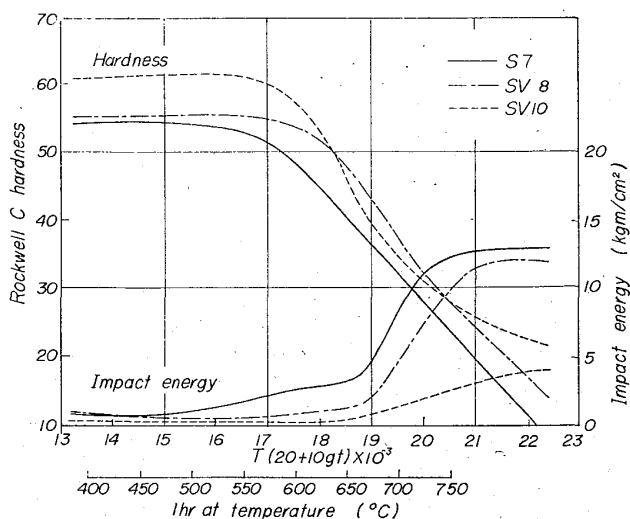


Fig. 4. Master tempering hardness and impact energy curves for S7, SV8, and SV10 steels.

時間は焼戻温度が高くなるにしたがつて短時間側に規則的に移行している。650°C, 700°Cにおいては0.35hrで、すでに軟化状態にあり、硬度は時間とともに直線的に減少している。

Fig. 2は、硬度の場合と同様に、SV8の常温シャルピー衝撃値を焼戻時間との関係において表わした図である。400~450°Cの焼戻温度においては衝撃値は直線的にわずかに低下する。500~550°Cでは長時間側において若干増大する傾向が見られ、600°Cでは約40hr、650°Cでは4hr付近から急激に増している。また700°Cの場合にも1hr付近から同様の傾向を示すが、100hr以後はほとんど一定の値を示すようになる。

つぎにSV8の硬度値と衝撃値を焼戻パラメータ $P = T(20 + \log t) \times 10^{-3}$ に対してプロットすると、Fig. 3のような焼戻硬度母曲線と焼戻衝撃値母曲線が得られる。硬度曲線は $P = 16$ 近傍でわずかな硬化の徴候を示すが、 $P = 17.5$ 付近までは硬度はほとんど一定と見なされうる。そしてそれ以後は直線的に急激に減少する。衝撃値は $P = 18.8$ までは大差のない値を示すが、ここを過ぎると急激に増大し、そして $P = 21$ を越すとほとんど変化しなくなる。

このようにして、S7, SV8, SV10の3供試鋼に対して得た硬度と衝撃値の母曲線をひとまとめにしたものがFig. 4である。まず硬度曲線に着目すると、S7は前述のSV8とまったく同様の形をしているが焼戻軟化抵抗はSV8ほど大きくはない。このようにV含有の影響があらわれ、Vは焼戻軟化抵抗を増加することが推察される。またSV10は、S7, SV8にくらべると、低パラメータ値側では硬度が高く、高パラメータ値側では軟化速度が小さい。S7の衝撃値曲線は、硬度と同様にSV8とまったくよく似た形をしているが、SV8よりは全般的に高い値を示している。SV10の衝撃値は $P = 18.5$ までは一定であるが、それ以後は漸増している。以上の硬度母曲線と衝撃母曲線を対比してみると、3鋼種とも軟化の急激に生ずるところは、衝撃値の急激に増大するところよりかなり低パラメータ値側によっている。

3.2 炭化物反応

Fig. 5は、S7, SV8, SV10の焼戻時効試料から得た電解残渣をX線回折した際に、 Fe_3C の(103)、 Mo_2C の(101)、 M_7C_3 の(202)、 M_6C の(335)、 $M_{23}C_6$ の(422)の各折線と V_4C_3 の最強回折線の高さすなわち相対強度によつて、これら炭化物量を相対的に表わしたものである。これによると、一種類の炭化物量の焼戻時効による変化を相対的に知ることができ、また異種炭化物間の量的な差をもごく概略的に知ることができる。

まずS7では Fe_3C , Mo_2C , M_7C_3 , M_6C , $M_{23}C_6$ の5種類の炭化物が検出され、 $Fe_3C \rightarrow Fe_3C + Mo_2C \rightarrow Fe_3C + Mo_2C + M_7C_3 \rightarrow Fe_3C + Mo_2C + M_7C_3 + M_6C \rightarrow Mo_2C + M_7C_3 + M_6C \rightarrow M_7C_3 + M_6C + M_{23}C_6$ のような炭化物反応の経過をたどり、またSV8では Fe_3C , Mo_2C , M_7C_3 , M_6C の4種類が認められ、 $Fe_3C \rightarrow Fe_3C + M_7C_3 \rightarrow Fe_3C + Mo_2C + M_7C_3 \rightarrow Fe_3C + Mo_2C + M_7C_3 + M_6C \rightarrow Mo_2C + M_7C_3 + M_6C \rightarrow M_7C_3 + M_6C$ の変化をたどることがわか

つた。Fig. 5からも明らかなように、S7にVを添加したSV8では Fe_3C の溶けこみが遅滞するなど炭化物の変化はS7より遅れ、 $M_{23}C_6$ の発生もない。すなわちVは炭化物反応をおくらせる作用のあることが推測される。SV10においては、残渣のX線分析によつては M_7C_3 、 $M_{23}C_6$ 、 V_4C_3 が検出され、また抽出レプリカの電顕観察によつては低パラメータ値側で Fe_3C が少量存在するのを確認した。したがつてSV10の焼戻時効過程では $Fe_3C \rightarrow$ 固溶消失 $\rightarrow M_7C_3 \rightarrow M_7C_3 + M_{23}C_6 \rightarrow M_7C_3 + M_{23}C_6 + V_4C_3$ の変化がおこっている。

S7, SV8, SV10からのカーボン抽出レプリカの電顕観察によると、 Fe_3C はウィドマンステッテン状を呈しており、また合金炭化物は析出初期においては微細な粒状で、パラメータ値の増大とともに成長しそして凝集によつて粗大化している状況が明瞭に認められた。

4. 結 言

3Cr-1.5Mo型のS7, 3Cr-1.5Mo-0.3V型のSV8, 8Cr-1Mo-1.5V型のSV10の鋼を400~700°Cにおいて1000hrまでの焼戻時効したときに生ずる現象をまとめるとつぎのとおりである。

(1) S7, SV8, SV10の各鋼種とも、それぞれ $P = 16.5, 17.5, 17.0$ までは硬度はほとんど一定値を示すが、これらの点を越すと急激に軟化する。またS7とSV8を比較すると、Vを含有するSV8の方が軟化抵抗は大きい。

(2) 衝撃値は各鋼種とも $P = 18.5$ 付近まではほとんど一定であるが、ここを過ぎると急激に増大する。したがつてこれらの衝撃値増大点は軟化点よりパラメータ値の大きい側にずれている。

(3) 先に示した温度と時間内の焼戻時効過程においては、S7では $Fe_3C \rightarrow Fe_3C + Mo_2C \rightarrow Fe_3C + Mo_2C + M_7C_3 \rightarrow Fe_3C + Mo_2C + M_7C_3 + M_6C \rightarrow M_7C_3 + M_6C + M_{23}C_6$ 、SV8では $Fe_3C \rightarrow Fe_3C + M_7C_3 \rightarrow Fe_3C + Mo_2C + M_7C_3 \rightarrow Fe_3C + Mo_2C + M_7C_3 + M_6C \rightarrow Mo_2C + M_7C_3 + M_6C \rightarrow M_7C_3 + M_6C$ 、SV10では $Fe_3C \rightarrow$ 固溶消失 $\rightarrow M_7C_3 + M_{23}C_6 \rightarrow M_7C_3 + M_{23}C_6 + V_4C_3$ のような炭化物反応がおこっている。

文 献

- 1) 西村, 新山: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 1537
- 2) 西村, 新山: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 1539
- 3) 西村, 新山: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 668
- 4) 西村, 新山: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 1939
- 5) 西村, 新山: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 973
- 6) 西村, 新山: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 2059

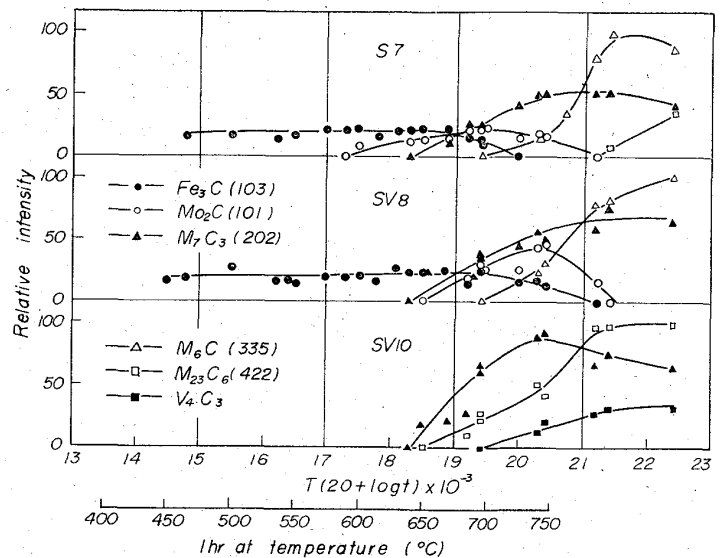


Fig. 5. Relative intensities of X-ray diffraction lines of Fe_3C , Mo_2C , M_6C , $M_{23}C_6$, and V_4C_3 carbides in S7, SV8, and SV10 steels.

(160) 5%Cr 熱間ダイス鋼の階段焼入れについて

金属材料技術研究所 ○渡 辺 敏
東京大学, 工学部 工博 荒 木 透
金属材料技術研究所 宮 地 博文

On the Stepped Quenching of 5%Cr Hot Work Die Steel.

Satoshi WATANABE, Dr. Tōru ARAKI
and Hirobumi MIYAJI.

1. 緒 言

5% Cr 熱間ダイス鋼には多くの種類があるが、MoとVを添加したH-11 typeの鋼種は耐衝撃性が良好で、かつ熱間における機械的諸性質がすぐれているので、各種熱間成型用ダイスの材料として多く使用されている。またこの鋼種は引張強さが 160 kg/mm^2 以上あるうえにオースフォームの効果が大きいので、超鋼力鋼としての用途も開発されつつある。

本鋼の熱処理は通常焼入れ、焼戻しであるが、ダイス鋼は一般に熱伝導率が低いので、大きな形状のものを焼入れる場合はしばしば階段焼入れが行なわれる。またオースフォームは階段焼入れの途中において加工を行なうものとも考えられる。

一般に階段焼入れを行なうと衝撃値が向上するといわれているが、この鋼種に関する研究はあまり見受けられない。そこで本鋼種の階段焼入れによる衝撃値の挙動をしらべると共に、焼戻硬度曲線や組織におよぼす影響についても実験を行なつた。

2. 試料および実験方法

2-1 供試材

供試材はS30Cと砂鉄原料純鉄を主体として高周波誘導炉で溶解し、これにフェロアロイを添加したのちアルミ脱酸して溶製した。