

- 3) 小島, 下川: 鉄と鋼, 29 (1943) 853
- 4) 石田, 東村: 鉄と鋼, 26 (1940) 521
- 5) 萩原: 本会第 37 回講演大要, p. 24
- 6) R. Hultgren & J. C. Chang: Trans. ASM. 46 (1954) 1298
- 7) A. S. Kenneford & T. Williams: J. Iron & Steel Inst. 185 (1957) 467
- 8) 茨木, 奥村: 日本金属学会誌, 19 (1955) 3, 223 同 4, 226
- 9) A. E. Nehrenberg: Materials & Methods. 40 (1954) 100
- 10) C. H. Shih, B. L. Averbach & M. Cohen: Trans. ASM 48 (1956) 86
- 11) H. Schrader, H. J. Wiesteru. H. Siepman: Archiv Eisenhütten. 21 (1950) 21
- 12) L. J. Klinger, W. J. Barnett, R. P. Frohberg & A. R. Troiao: Trans. ASM. 46 (1954) 1557

高速度鋼第 8 種類似品および第 6 種の緩急冷却の

二段焼鈍による迅速軟化について*

(高速度工具に関する研究—XIX)

堀 田 秀 次**

Stepped Annealing of High Speed Steels. (SKH8 and SKH6)

(Study on high speed tools—XIX)

Hideji Hotta, Dr. Eng.

Synopsis:

Following the 18th report (Tetsu-to-Hagané, Vol. 44, 1958, No.11, p. 36), the rapid softening method by stepped annealing of high speed steels (SKH 8 & SKH 6) was studied by micrography and hardness test. The results obtained were summarized as follows:

The hardness of the quenched high speed steel that had been annealed from 880°C→800°C in air, oil-or water-cooling (the so called "stepped annealing method") was nearly equal to the hardness obtained by a full annealing furnace.

I. 結 言

高速度工具に関する研究として著者は既往において第 1 報より第 18 報まで^{1)~18)}に各種の研究発表を行ない、これが第 18 報¹⁸⁾として焼入硬化した高速度鋼第 8 種類似品および第 6 種につき変態点直下の 800°C から水鈍および空気鈍すると完全焼鈍法に比較すれば軟化程度は悪いが機械加工の可能な硬さにするための迅速軟化法として適切なものであることを述べた。完全焼鈍法では冷却までに相当長時間を必要とするものであるが焼鈍の途中から引出して急冷しても軟化し得るとすれば時間を短縮しいわゆる迅速軟化法となる訳である。従来高速度鋼の迅速軟化法について二、三の発表^{19)~21)}があるが、著者は今回は焼鈍を上述のように緩急二段の冷却によつて行なう方法(便宜上これを二段焼鈍法(Stepped Ann-

ealing と称する)を前回と同様の焼入した試料高速度鋼第 8 種(SKH 8) 類似品および第 6 種(SKH 6)につき試験を行なつた結果、二段焼鈍法が完全焼鈍法のものほとんど等しい程度を示し、迅速軟化焼鈍法として有効適切なものと考えられるので、これが試験の経過ならびに成績の概要について述べることにする。

II. 実 験 試 料

(1) 化学成分

実験材料は高速度鋼第 8 種(SKH 8) 類似品および第 6 種(SKH 6)でその化学成分は Table 1 に示す通りである。

* 昭和32年10月本会講演大会にて発表

** 熊本大学教授, 工学博士

Table 1. Chemical compositions of high speed steels.

High speed steel	C	Si	Mn	P	S	Cr	W	V	Co
SKH 8	0.65	0.29	0.33	0.012	0.020	4.30	15.92	0.76	2.64
SKH 6	0.78	0.19	0.29	0.017	0.008	4.34	10.90	1.78	—

(2) 熱処理方法

従来一般に広く行なわれておる完全焼鈍法 (Full annealing) を迅速軟化焼鈍法との比較の基準としたが適当な完全焼鈍温度をきめるために焼入試片につき、加熱温度をそれぞれ 750, 800, 850, 880, 900°C および 950°C とし、各温度にいずれも 30 分間保熱後、炉中徐冷を行ない硬度試験の結果、最小の硬度を示す焼鈍温度は 880°C なることを知った。つぎに迅速軟化法として、焼鈍の途中から試片を引出して急冷する緩急の二段冷却によるいわゆる二段焼鈍法の加熱冷却曲線は Fig. 1 の通りである。

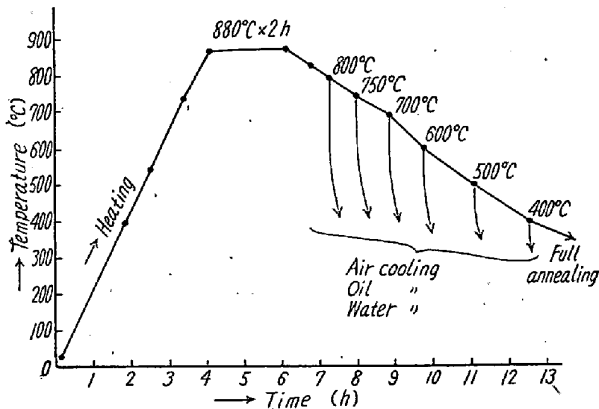


Fig. 1. Stepped annealing curve. (SKH 8 & SKH 6)

すなわち試片としては、焼入試片により最小の硬度を示す完全焼鈍温度 880°C に 2h 保熱後、それぞれ 800, 750, 700, 600, 500°C および 400°C まで完全徐冷を行なったのち、その温度からただちにいずれも空冷、油冷および水冷の急冷を施した。

III. 実験結果

(1) 変態点

本多式全膨脹計による SKH 8 と SKH 6 の加熱変態開始温度はそれぞれ 840°C および 835°C で、これが加熱変態終了温度はいずれも 870°C である。

(2) 硬度試験成績

a) 完全焼鈍温度の影響

試片寸法 10φ×15mm の焼入した SKH 8 および SKH 6 につき適正な完全焼鈍温度を定めるため、加熱

温度をそれぞれ 750, 800, 850, 880, 900°C および 950°C とし、各温度にいずれも 30 分間保熱後炉中徐冷を行ない、炉出温度をいずれも 80°C としたものにつき、それぞれロックウエル C スケール硬度 (HrC 値) およびピッカース硬度 (Hv 値) を測定した。これが SKH 8 および SKH 6 の硬度値はそれぞれ Fig. 2 および Fig. 3 に示す通りである。

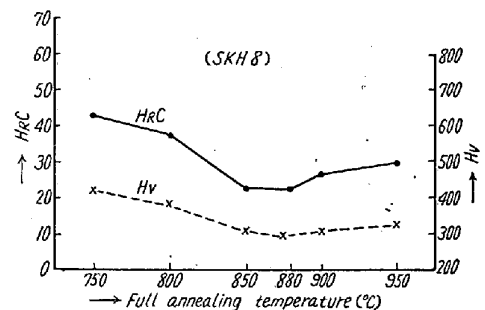


Fig. 2. Relation between hardness and full annealing temperature.

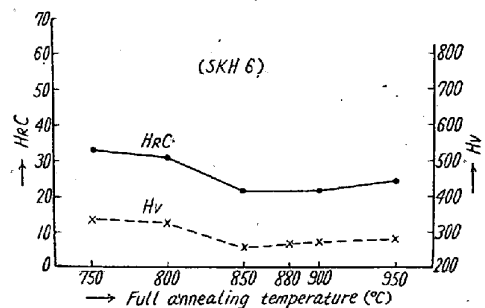


Fig. 3. Relation between hardness and full annealing temperature.

本曲線成績より、完全焼鈍温度 880°C の硬度は、SKH 8 および SKH 6 とともに最小の値を示し、HrC 値でそれぞれ 22.5 ないし 21.2 を示し、また Hv 値でそれぞれ 297 ないし 279 を示す。よつて、以下完全焼鈍温度として 880°C を採用した。880°C より炉中徐冷し、炉出までの冷却時間は約 20 時間である。

b) 完全焼鈍を中止し、空冷による二段焼鈍の場合
上記の試片につき、油焼入のままならびにこれを一旦 880°C に 2h 保熱後完全焼鈍を中止し、それぞれ 800, 750, 700, 600, 500°C および 400°C より空冷したいわゆる二段焼鈍法を施行し、SKH 8 および SKH 6 のロックウエル C スケール硬度およびピッカース硬度の

試験成績はそれぞれ Fig. 4, 5 の通りである。

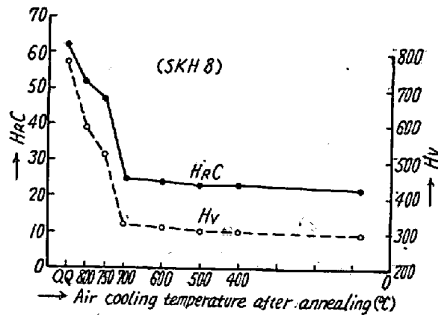


Fig. 4. Relation between hardness and stepped annealing.

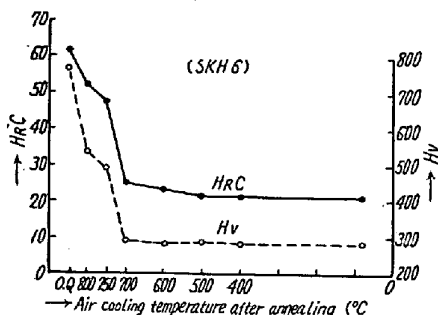


Fig. 5. Relation between hardness and stepped annealing.

本成績によれば SKH 6 においては、油焼入のままの HRC 値が最も高く 61.7 で完全焼鈍を中止し空冷するいわゆる変速温度の高い 800°C および 750°C では、油焼入の影響が多少現われて、HRC 値の低下率が比較的少ない。変速温度が 700°C となると HRC 値は急速に低下し、600, 500°C および 400°C と低くなると、その HRC 値はそれぞれ 23.2, 21.6 および 21.6 と低下し、完全焼鈍の HRC 値たる 21.2 にほとんど近い値を示す。Hv 値も HRC 値と同様の傾向を示す。これは焼入のままでは martensite などが存在するが、完全炉中焼鈍を中止し例えば 600°C より空冷による二段焼鈍のものには sorbitic pearlite などが存在し、完全炉中焼鈍のものとはほぼ同様の組織となるによるものと考えられる。完全焼鈍温度 880°C から変速温度 600°C までの冷却時間は 3 時間 40 分である。本成績より SKH 6 の変速温度を 600°C とする空冷の二段焼鈍によつて、完全焼鈍法に比較し 600°C 以下の徐冷時間を短縮し得る。また SKH 8 類似品においても SKH 6 の場合とほぼ同様の傾向を示す。

c) 完全焼鈍を中止し、油冷による二段焼鈍の場合

SKH 8 類似品および SKH 6 につき油焼入のままならびにこれを一旦 880°C に 2h 保熱後完全焼鈍を中止し、それぞれ 800, 750, 700, 600, 500°C および 400°C よ

り油冷した二段焼鈍法を施行し、HRC 値および Hv 値を測定した結果はそれぞれ Fig. 6, 7 に示す。

本試験成績によれば前項 b) の完全焼鈍を中止し、空冷による二段焼鈍による HRC 値および Hv 値とそれぞれほぼ同様の成績を示す。

d) 完全焼鈍を中止し、水冷による二段焼鈍の場合 SKH 8 類似品および SKH 6 につき、油焼入のままならびにこれを一旦 880°C に 2h 保熱後、完全焼鈍を中止し、各種の変速温度からの水冷による二段焼鈍を施行し HRC 値および Hv 値を測定した結果はそれぞれ Fig. 8, 9 に示す。

本試験成績によれば前述の b) の完全焼鈍を中止し、空冷による二段焼鈍による HRC 値および Hv 値に比較し硬度値がきわめてわずかに上昇するもその差僅少である。

(3) 顕微鏡試験

上記の各硬度試験片につき、顕微鏡組織を調査した結果は Photo. 1 の通りである。

すなわち SKH 8 および SKH 6 とともに油焼入のま

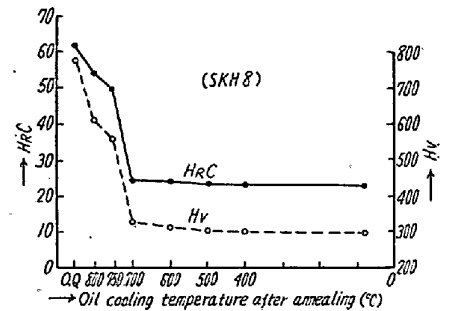


Fig. 6. Relation between hardness and stepped annealing.

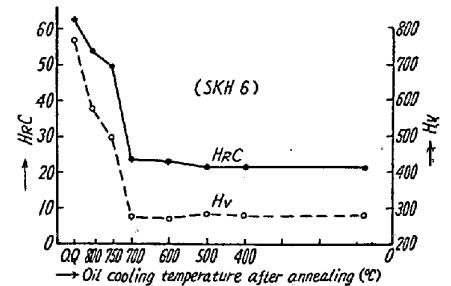


Fig. 7. Relation between hardness and stepped annealing.

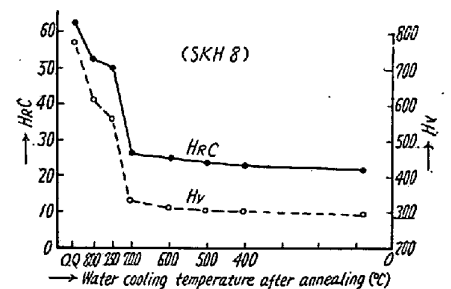


Fig. 8. Relation between hardness and stepped annealing.

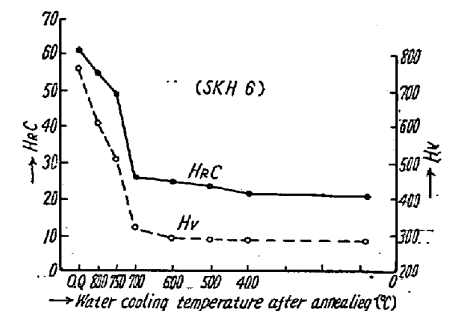


Fig. 9. Relation between hardness and stepped annealing.

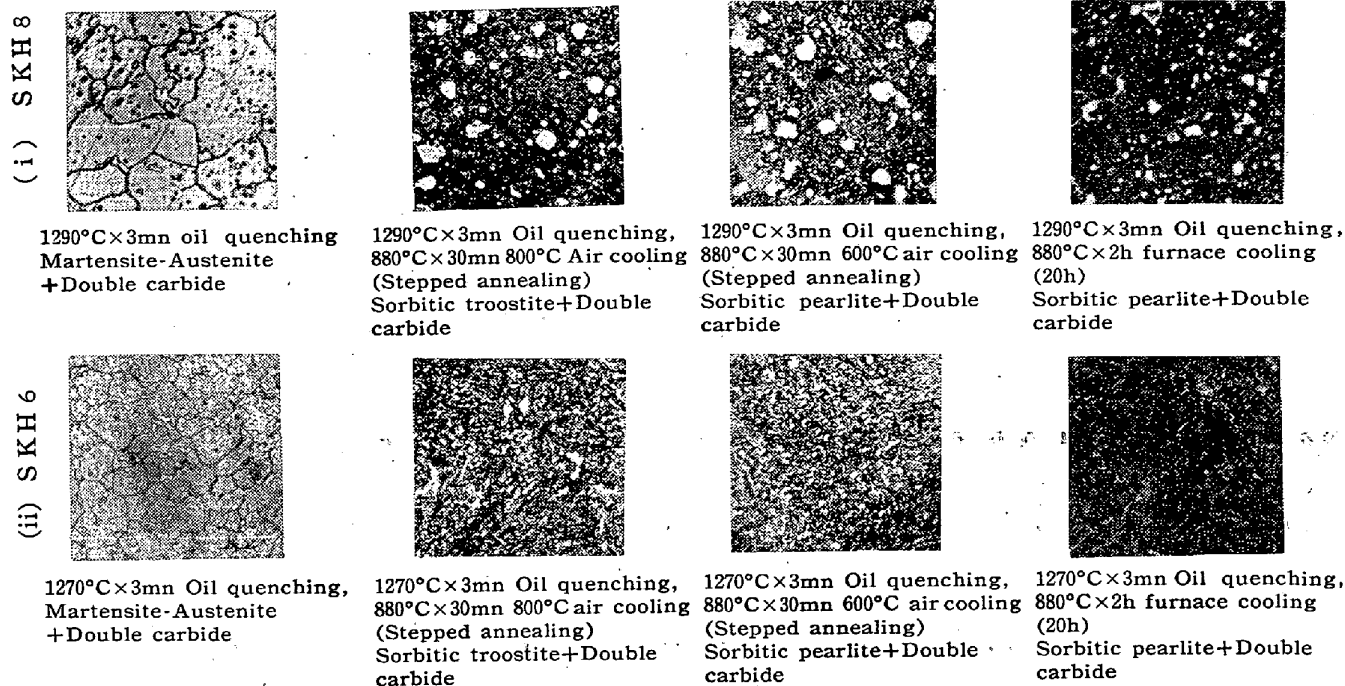


Photo. 1. Microstructure (2% pial etch) ×500 (1/2)

まのものは一般に austenite と martensite と複炭化物が存在し、これを 880°C で完全炉中焼鈍したものは sorbitic pearlite と複炭化物が存在し、完全炉中焼鈍を中止し、600°C より空冷による二段焼鈍したのも概ね sorbitic pearlite と複炭化物などが認められる。

IV. 結 言

以上 SKH8 類似品および SKH6 につき試験した結果の概要は、つぎの通りである。

(1) 焼入した高速度鋼第8種類似品および第6種につき適当な完全焼鈍温度を試験の結果、880°C の硬度が最小である。

(2) 880°C で完全焼鈍を行ない、途中から引出してそれぞれ空冷、油冷および水冷を行う変速温度を600°C とする二段焼鈍法により SKH8 および SKH6 とともに迅速に軟化焼鈍が行なわれ完全焼鈍にほとんど近い硬度が得られる。

(3) 両鋼種とも、完全炉中焼鈍を中止し、600°C より空冷などによる二段焼鈍したものの顕微鏡組織はおおむね sorbitic pearlite と複炭化物などより成り、完全炉中焼鈍したものとほぼ同様である。

これを要するに、二段焼鈍法によれば完全焼鈍法よりも 600°C 以下の徐冷時間を短縮し得、かつ 600°C の余熱のある焼鈍炉を他の焼鈍工程に利用し得るなど、燃料の節減上有利である。

終りに臨み、本研究遂行に当り、御懇篤な御鞭撻を

賜った九州大学教授工学部長谷村瀬博士に厚く御礼申し上げる。(昭和 34 年 3 月寄稿)

文 献

- 1) 堀田秀次: 鉄と鋼, 23 (1937) No. 8, 787
- 2) " " 27 (1941) No. 6, 373
- 3) " " 28 (1942) No. 4, 403
- 4) " " 32 (1946) No. 1~3, 10
- 5) " " 33 (1947) No. 4~6, 21
- 6) " " 35 (1948) No. 2, 49
- 7) " " 35 (1948) No. 5, 9
- 8) " " 36 (1950) No. 8, 21
- 9) " " 36 (1950) No. 11, 34
- 10) " " 37 (1951) No. 1, 35
- 11) " " 37 (1951) No. 3, 24
- 12) " " 38 (1952) No. 1, 25
- 13) " " 38 (1952) No. 5, 56
- 14) " " 38 (1952) No. 12, 36
- 15) 堀田秀次他: 鉄と鋼, 39 (1953) No. 6, 614
- 16) " " 39 (1953) No. 10, 1177
- 17) " " 42 (1956) No. 6, 37
- 18) 堀田秀次 " 44 (1958) No. 11, 36
- 19) M. A. Grossman & E. C. Bain, "High Speed Steel"
- 20) 大和久重雄, 他: 鉄と鋼, 41 (1955) No. 11, 1184
- 21) 大和久重雄: 日本金属学会誌, 8 (1944) No. 6