電解焼入した SKS-7 鋼の摩耗試験*

黒田 寿紀** 近藤 春樹**

Toshinori Kuroda and Haruki Kondo: Abrasion Tests on Electrolytically Hardened SKS-7 Steel.

Electrolytically hardened hack-saws (SK-3, SKS-7) are much more excellent in cutting ability than saws hardened in the ordinary furnace⁽¹⁾ or by high-frequency method as shown in Fig.1. It is probable that the excellency arises from rapid heating, strong quenching, low decarbonization, or under certain circumstances, carbonization. The abrasion test on the points of various microscopic structures of SKS-7 steel hardened ordinarily or electrolytically suggested that the heating of the tips of the saw-teeth at higher temperature than in the ordinary process is a cause of high cutting ability of the electrolytically hardened saw.

(Received February 1, 1960)

I. 結 言

電解焼入した鋸刃は、炭素工具鋼 SK-3 の場合でも、合金工具鋼 SKS-7 の場合でも、電気炉で焼入した鋸刃より切削耐久力が著しくすぐれている⁽¹⁾、Fig.1 に示すように高周波焼入した鋸刃より秀れている。ここで縦軸は直径 25 mm の SK-7 の棒鋼を 1 回切断するに要する時間を、横軸は切落し回数を示している。電解焼入した鋸刃の耐久力の良好な理由としては急速加熱および冷却が行われていること、脱炭が少ないあるいは滲炭が起っているかも知れないこと等が考えられる。著者はその原因をしらべるために SKS-7 の機械用鋸刃材につき、電気炉焼入したものと電解焼入したものと各種の焼入組織のところを、科研式迅速摩耗試験機を使用して摩耗試験を行った結果より、電解焼入した鋸刃の切削耐久力が秀れている理由の一つは、鋸歯の先端部分が JIS 規定の焼入温度より高い温度に達していることであると結論した。

Fig.1 Cutting tests (JIS) for saws hardened electrolytically or by high frequency method (Kuroda).

II. 実験方法と結果

SKS-7 の鋸刃材を JIS の処方 (830~880° 油冷) により電気炉で焼入したものと、電解焼入したものの耐摩耗性を

比較するためには、焼入温度を同じにして比較すればよいわけであるが、電解加熱の場合には加熱温度を測定することは困難であるので、Table 1 の条件で Fig.2 のように液

Table 1 Electrolytic conditions for SKS-7 steel.

Solution Voltage × Time Quenching	KAc 20° Bé, 30°C 130 V × 3 sec in the solution
---	--

中に浸した試料の先端は溶融するが、液面付近は焼きが入らないように電解加熱して電解液で急冷し、電気炉焼入したものの顕微鏡組織

Photo.1 と同じ組織のところの硬度和耐摩耗性をしらべようとした。電解焼入した SKS-7 の顕微鏡組織は Photo.2 のように変化しており、先端からの距離と顕微鏡組織、硬度の関係は Fig. 3 の通りである。迅速摩耗試験機では所望の圧力で試験を行うことができず、同じ歯車の組合せで試験を行っても、被摩耗材の耐摩耗性に従って摩擦圧力が変化するので、電気炉焼入した試料を二つの接触圧力で耐摩耗性をしらべ、電解焼入したものの各組織の耐摩耗性は、接触圧力がこの二つの接触圧力の間にくるよう

× 400 Etched by 3 % alcoholic sol. of HNO₃
Photo.1 Microscopic structure of SKS-7 steel hardened by ordinary method by JIS.

にして試験を行った。摩擦円板は SKH-2 材を油熱入したもので Photo.3 の組織を示し、硬度は H_RC 65 である。摩耗速度 0.15 m/s で行った摩耗試験結果は Table 2 の通り

** 工技院大阪工業技術試験所

* 1959 年 11 月本会大阪大会に発表

(1) 黒田, 近藤: 本誌, 23(1959), 164, または 黒田: 大工誌報告, 312(1959).

である。各比摩耗度は同一の組織と認められるところの三点の測定の平均値をとつてある。なお冷却速度の相違によ

電気炉熱入したものの組織と一致しており、したがって焼入温度も大体 JIS の処方と一致するところと考えられる。

Photo.2 Microscopic structure of electrolytically hardened SKS-7 steel. ($\times 400$)

Fig.3 Distribution of hardness and microscopic structure for electrolytically hardened SKS-7 steel.

$\times 400$ Etched by 3% alcoholic sol. of HNO_3
Photo.3 Microscopic structure of abrading disk (SKH-2).

部分 JIS 規定の硬度 Hv 746 より低くなつてゐるが、これはオーステナイトが残留するためと考えられる。この低硬度の部分の顕微鏡組織はカーバイドの認められないマルテンサイト (M) である。液面近くのところは Hv 300 以下で焼入が行われてゐない。この中間に Hv 746 以上の高硬度のところがあり、その組織はマルテンサイト + カーバイド (M+C) である。この充分硬度のえられたところの組織は、

る耐摩耗性の相違をしらべるため、電気炉で JIS の処方加熱し、水焼入したものの摩耗試験も行つた。その場合の組織は油焼入したものと殆んど相違が認められなかつた。

III. 実験結果について

Fig.3 より判るように、焼入温度の高すぎる先端部分

Table 2 Specific abrasions for SKS-7 steel hardened by various methods.

Sample	Structure	Abr. Pressure kg/sq.cm	Sp. Abr. 10 ⁻⁴ cu. mm/ kg-km
Heated & quenched by JIS	(M+C)	78	1.33
		98	1.97
Heated by JIS & water quenched	(M+C)	83	1.02
		103	1.66
Electrolytically hardened	(M+C)	81	1.10
	(M+C few)	85	1.00
	(M)	94	0.73
	(gross M)	90	0.86

この硬度分布から予想されるところとは異なつて、耐摩耗性は Table 2 に示したように緻密な (M) 組織を示し (C) を残留せぬところが著しく良好であり、JIS 処方によるものの倍位である。過熱され粗大な (M) 組織を示すところでも耐摩耗性は JIS の処方によるものにまきつてゐる。JIS 処方によるものと同一の組織 (M+C) を示すところの耐摩耗性は、JIS 処方により加熱を行つてから水焼入したものと殆んど同じであり、JIS 処方により油焼入したものよりは秀れている。これらの結果より電解焼入した鋸刃の切削耐久力が秀れているのは、電解液で急冷されていることのはか齒の先端が JIS 規定の焼入温度より過熱されていることによるものと思われる。電解焼入による場合においてのみこのような耐摩耗性の良好な組織を得ることができるのは液中でしかも著しく短い時間加熱されるため高温で加熱しても組織が劣化しないこと、齒先のみの焼入を行うことができるため本体の靱性を考慮して油焼入する必要がなく、耐摩耗性のみを考慮して熱処理を行うことができることなどであろう。高周波焼入法を使用しても大体同一の特徴が

あるわけであるが、刃先のみの焼入が比較的困難であるうえに、電解焼入の場合は被焼入物の外部に発生した熱が表面から内部へ伝わるため表面の温度が最高になるのに対し、高周波焼入の場合は被焼入物の内部で発生した熱が表面より外部へも散逸するため、必ずしも表面の温度が最高とは考えられないところが欠点であろう。

Table 3 Electrolytic conditions for SEH-3 steel.

Solution Voltage × Time Dipping Quenching	KAc 30° Bé, 30°C 120 V × 3 sec 2mm into the sol. in the sol.
--	---

Table 4 Specific abrasions for SEH-3 steel hardened by various methods.

Sample	Abr. Pressure kg/sq. cm	Sp. Abr. 10 ⁻¹ cu. mm/ kg-km
Frame hardened	115	0.41
Electrolytically hardened	124	0.32

IV. 電解焼入した耐熱鋼の摩耗試験

新三菱重工業京都製作所より、SEH-3 材のエンジンのバルブを Table 3 の方法で電解焼入したものと、火焰焼入したものを戴いたので、SKS-7 材の場合と同一の方法で両者

の耐摩耗性の比較を行つた。その結果を Table 4 に示す。この場合もやはり電解焼入したものは良好な耐摩耗性を示している。

V. 結 言

鋸刃の切削試験⁽²⁾は、初回切削時に一定の切削能力を示すように鋸刃を被切削材に押しつけて行うので、切削試験結果に影響をおよぼすものとしては、鋸刃の耐摩耗性だけでなく、鋸刃の被切削材に対する切削能力をも考慮しなければならない。耐摩耗性の大小の比較には摩擦円板として SKH-2 材を使用して行つたが、切削試験のときの被切削材は SK-7 であるのでこの対比は必ずしも充分とはいえない。金属の耐摩耗性には内部歪も大に関係する。これらのことを考慮しても、上記の電解焼入した試料の (M) 組織のところの耐摩耗性が著しく良好であるので、電解焼入した鋸刃の切削試験結果が良好な理由の一つは、JIS 規定の焼入温度以上に急速に歯先が加熱されていること、および電解液で急冷されていることによると考えられる。

終りにのぞみこの報文作製にあたり種々御指導を戴きました当所岩田稔部長、阪大多賀谷正義教授、京大盛利貞教授に深く感謝致します。

(2) JIS-B4752(1957).