刃物の切れ味の研究 (第3報) 電解研磨による刃先の仕上げについて

川 北 宇 夫*

Takao Kawakita: On the Finishing of Blade Edges by Electrolytic Polishing (3rd Report). Rough-honed blade edges were finished by electrolytic polishing in which $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-CrO}_3$ solution was used. The current density and the time were varied and the optimum condition was searched. Since the finishing of the blade edge by electrolytic polishing is free from the restrictions which are inevitable to mechanical polishing, better sharpness can be expected by electrolytic polishing.

(Received October 5, 1956)

I. 結 言

針の尖端部の研磨に電解研磨を応用する研究は文献⁽¹⁾にも見られ、かつ工業的にも実施されているようであるが、

刃先の仕上研磨に電解研磨を応用する研究⁽²⁾は余り試みられていない。著者は先きに大阪府立工業奨励館の川崎氏と協同研究し、電解研磨による刃先の仕上法の小規模実験を行つた⁽³⁾。この実験結果によれば、直流を用いて磷酸クロ

* 京都大学理学部化学教室金相学研究室

(1) 倉藤, 中山, 白田, 精密機械, **30**(1951), 10.

(2) 寺沢, 金属, **21**(1951), 413.

(3) 川崎, 金属表面技術, **3**(1952), 5, 31.

ム酸系の電解液で研磨すれば、糸切値⁽⁴⁾ 40 台の切れ味の刃が出来ることが判つたので、これを参考とし実験条件を厳密にし、多数の安全剃刀替刃の試料につき系統的に実験を行い種々の点を明らかにしたものである。

II. 実験方法

1. 試料

実験に用いた材料は Table 1 に示す如き組成の炭素鋼を厚さ 0.13 mm, 巾 22 mm に圧延したスフェロイド組織 (Photo 1) のテープで、これを Fig. 1 に示す如き

Table 1

Element	C	Si	Mn	P	S	Cr
%	1.21	0.20	0.34	0.022	0.013	0.48

×400

Photo 1 Microphoto-graph of raw material. 安全剃刀替刃の如き形状の矩形にし、これを定盤焼入れ法により 800° より焼入れ、荒刃付けしたものを最初の試料とした。荒刃角度⁽⁵⁾は 13.5° で刃付けに使用したグラインダーは WA 400 mesh のものである。

2. 研磨装置

上述の試料を Fig. 2 に示す如き装置で電解研磨して仕上げた。この装置では液温は ±2° の誤差で恒温に保ち得た。試料は銅製のピンセットで挿んで電気を供給した。

Fig. 2 Outline of apparatus.

3. 電解液並びに電解条件

電解液の組成は H_3PO_4 800, CrO_3 250, H_2O 200, 液温は 90°, 電極間距離は 10 cm とした。

III. 実験結果

1. 電解条件と糸切値

電解時間と電流密度とを変えて電解研磨仕上げた刃につき、糸切値を測定した。試料は 1 条件につき 5 枚作り、糸切値はその平均をとった。結果を Fig. 3 に示したが、これによれば試料 1 枚当り電流 12~14 A, 電解時間 30 sec

で糸切値 30 台の切れ味良い刃ができることが判明した。またこの範囲の附近に 12~16 A, 1~2 min のところで安定して糸切値 40 台の刃ができる。大体この近傍が最適の条件で、この範囲を離れると糸切値は悪くなる。

Fig. 3 String cutting value affected by current and time.

同一の電流 (例えば 12 A) については、時間軸に対して最適の極大点が見われており、同一時間 (例えば 1 min) については、電流軸に対して矢張り最適の極大点が 12~16 A のところに現われる。しかし電流を上昇せしめてゆく

Fig. 1 Shape of the sample which was too much polished.

と再び 22~24 A のところに極大点が見われる。

Fig. 3 において * 印を附したものは、試料が Fig. 4 の如く電解研磨が過度に進み過ぎて全体の形がすり減つた如く変形しているものを示す。

Photo 2 に荒刃と、これを電解研磨して仕上げたものの比較の顕微鏡写真を示す。これによれば、電解研磨により荒刃の刃先のペラは完全に飛び、刃先は一直線に仕上がっていることが判る。この 800° 焼入れ放しのものは第 2 報⁽⁶⁾

Photo 2 Comparison of the rough honed (a) and finished (b) edge.

によれば仕上げ研磨によってこのペラが取れるのであるが、機械研磨仕上げではペラの残るようなものも電解研磨ではペラの取れることがこの実験からも推定さ

(4) 岩瀬, 川北, 本誌, 18 (1955), 25.

(5) 川北, 応用物理, 26 (1957), 8.

(6) 川北, 本誌, 21 (1956), 92.

れる。

Fig. 3 の結果を要約すれば 1 枚当り 12~22 A, すなわち 60~110 A/dm² の電流密度, 1~2 min の電解時間附近に最適条件が存し, これより電流が小でも, また時間が短くても研磨不足であり, この範囲よりも電流が大でもまた長時間でも研磨過度となり, いずれの場合でも糸切値が悪くなる。

上述の最適条件で糸切値 30 台の安全替刃を作り, 実際に髭剃りを行つてみたが, 髭は早く剃れた。この試片の機械研磨仕上げによる糸切値は前報⁽⁶⁾に示した如く 32 であるから同程度の研磨が行われていることとなる。なお市販の替刃の糸切値は良いもので 30 台, 悪いもので 50 台程度である。

2. 電解研磨方法の工夫

上の実験では電解研磨によって機械仕上げ以上の糸切値を得ることは出来なかつたので, 次には電解研磨の方法をこらすこととした。

(1) 電極の相対位置の影響

Fig. 3 は電極間隔を 10 cm とし, 両極板は平行の位置とした場合の結果であるが, 極板の相対位置を変え陰極板よりの距離 10 cm のところで, 陽極としての刃先の位置を

Fig. 5 Effect of the direction of electrode.

中心として 15° づつ廻転して電解研磨 (14A, 1 min) し, その刃の糸切値を測定した。

Fig. 5 に結果を示したが, これによれば刃の方向性による切れ味の差は殆んど認められない。

次に 10 cm の電極間隔を 2 cm 縮めまた延して, 平行の位置で電解研磨し, 電極間隔の差による切れ味の変化を調べたが, これも殆んど差がなかつた。これを要するに, 電極間隔 10 cm の位置では少々距離並びに方向の差があつても初期切れ味には殆んど差が無いことが判る。

(2) 刃付面のみの電解研磨

次に Fig. 1 の形の刃の両面にビニール塗料を塗り電気的に絶縁した試料を作り, これをグラインダーで荒刃付けし, 刃付面のみを露出させこのものを電解研磨した。荒刃角度は 8° および 13° の 2 種類作り仕上げた。時間は 7, 15, 30, 60 sec の 4 種類とし, 電流は 0.5~5 A の 6 種類とした。

Table 2, 3 にそれらの糸切値の結果を示したが, これによれば荒刃角度 8° のもの 13° のものも 1 枚当り 5 A 辺りに良い値を示している。8° の方では 30 sec, 13° の方では 15 sec の電解時間がよい。荒刃角度 8° においては 2 A, 30 sec, 荒刃角度 13° においては 2 A, 15 sec の条件では研磨不足のようであり, それ以下の研磨では全部糸切値が悪い。

Fig. 3 の最適条件すなわち 1 枚当り 12~22 A の割から計算すれば, 刃付面のみの電流としては大約 1~2 A と推

Table 2 String cutting value (g) of the sample edge angle of which is 8°.

Time Current	7 sec	15 sec	30 sec	60 sec
5 A	4 8	4 2	2 8	4 0
4 A	5 2	2 9	3 0	4 3
3 A	6 3	6 7	4 4	3 5
2 A	9 0	8 3	6 1	4 8
1 A	8 8	8 5	8 3	8 1
0.5 A	9 0	9 2	8 8	8 5

Table 3 String cutting value (g) of the sample edge angle of which is 13°.

Time Current	7 sec	15 sec	30 sec	60 sec
5 A	2 9	2 6	4 1	5 3
4 A	4 8	3 2	3 8	4 7
3 A	5 0	3 6	4 6	4 9
2 A	8 9	8 1	6 3	6 1
1 A	8 7	7 8	7 7	7 5
0.5 A	8 6	8 2	7 9	7 6

磨した場合とでは電解液の電位の分布も異なるであろうし, 普通の面と刃先の尖端部の如き尖つた形のものとは電解研磨される場合に自から電流密度の分布も異なるのではあるまいか。そのような条件の差より上の数字の不一致が生れたものと推定されるが, とにかく Table 2, 3 を見て注目すべきは, 両者とも最適条件で研磨された刃は糸切値 20 台の優秀な切れ味を示していることである。このような糸切値は機械的研磨法では容易に得られない優秀な値で, ここに電解研磨法の価値が示されたこととなる。

3. 刃先の耐久力

普通安全剃刀の刃を機械的に研ぎ上げる際には, ラッピングによる加工層が刃先にも出来ていると考えられるが, 電解研磨法ではこのような加工層の出来る可能性は全然な

Fig. 6 Paper cutting test of the samples finished by mechanical and electrolytic polishing.

い。この相違は耐久力⁽⁷⁾にあらわれることが予想されるので次に本多式紙切試験機にかけて繰返し紙切試験を行い刃先の耐久力を調べた。結果は Fig 6 である。茲に紙の切られる枚数 N_n と試験回数 n との間には $N_n = N_0 e^{-kn}$ なる

(7) 本多, 高橋, 奈良, 金属の研究, 3(1927), 465.

関係がある。 k が減衰係数である。Fig. 6 を解析して減衰係数を計算してみると、機械研磨によるものは 0.11, 電解研磨によるものは 0.09 であった。この結果ではすなわち電解研磨で仕上げたものの方が耐久力が優れている。

IV. 結 言

- (1) 電解研磨による刃先の仕上げは機械仕上げと同様に出来、略々等しい糸切値を与えるが紙切値は少しく劣る。
- (2) 電解研磨法に工夫を施せば機械仕上げよりも著しく糸切値の優れた刃先が得られる。
- (3) 機械仕上げではペラや双コボレのために、実用に供し得る刃先を得るための熱処理の条件の巾が狭められる

が、電解研磨ではペラが容易にとれ、双コボレは生じないから、最高の糸切値や優秀なる耐久力を有する刃先を得るための熱処理条件の巾が広められる。

- (4) 加うるに特殊の電解研磨法によれば、糸切値の良いものが得られるから、電解研磨法は今後生産方法としてもさらに検討に値するものと結論される。

終りに臨み本研究に対して終始御懇篤なる御指導を賜った岩瀬慶三先生に深甚なる感謝の意を表するとともに、実験に対し有益なる御助言を頂いた川崎元雄氏に深謝致します。なお当研究の一部は鉱工業技術試験研究補助金を充当したものであることを附加し、感謝の意を表する次第である。