

水中での放電加工 (第1報)

—SK4の加工速度と電極消耗率—

EDM with water as Dielectric Fluid (1st Report)

—Machinability of SK4—

増 沢 隆 久*

Takahisa MASUZAWA

緒

放電加工は型加工を主な用途として多くの工場で使われるようになった。しかし、従来行われてきた多くの研究の結果から、加工液としては、加工特性のすぐれた灯油類を中心とした鉱油が一般的に用いられている。

一方、最近普及の目ざましいワイヤカット放電加工機では加工液として水を用いている。

灯油等は可燃性のため火災対策が必要であるうえ、資源的にも水に比べ問題が多い。しかし、水は絶縁体ではあるが、イオンを含みやすく若干の導電性を示すため、加工時に電解作用を伴ってしまう。このため、加工電極である細線が刻々移動して電解作用の影響を受けにくいワイヤカット放電加工は別として、一般の電極形状転写による型彫りにはほとんど用いられていない。

本報では、水を用いた放電加工 (型彫り) の実用化を目的とし、その加工特性解明の第一段階として、銅電極によるSK4材料の加工実験を行った結果について報告する。

実験方法

工具鋼SK4を工作物とし、種々のパルス幅、ピーク電流を持つ矩形波で加工した時の加工速度および電極消耗率を調べた。

加工液の水はイオン交換により比抵抗を $7 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ まで高めた純水とし、図1に示すように循環させて比抵抗は一定に保たれるようにした。

加工機は三菱電機製DM350 (電気油圧式) を用い、加工電源はトランジスタ式とした。

電極は銅を用いた。

工作物および電極の形状は図2に示すもので、端面は電極側が旋盤仕上げ、工作物側は研削仕上げとした。

加工液の噴出、吸引は行わず、加工槽内の液の循環のみを行った。

加工時間は $I_p = 60 \text{ A}$ の条件のみ30分で、その他の場合は1時間とした。

加工速度および電極消耗率は、加工前後の工作物およ

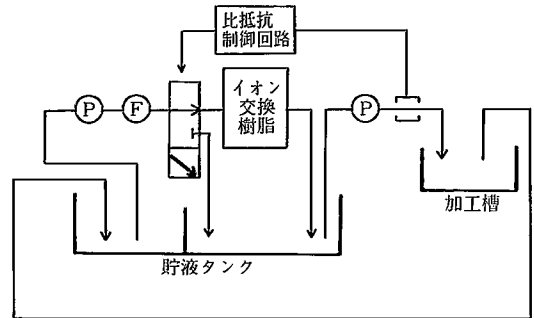


図1 加工液供給装置 (P: ポンプ, F: フィルタ)

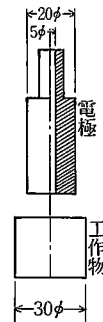


図2 工作物および電極の形状

び電極の重量を直視天秤 (分解能 0.1 mg) で測定して求めた。その際、洗浄、乾燥を十分行い、付着した油分、水分を取り除いた。

実験結果・考察

1. パルス幅・ピーク電流と加工速度

パルス幅を $4 \mu\text{s}$ から $830 \mu\text{s}$ 、パルスの電流ピーク値を約 9 A から約 60 A まで変えた時の加工速度を求めた結果を、電流ピーク値をパラメータとして図3、図4に示す。図3は正極性 (工作物側を正、電極側を負に接続) 図4は逆極性の場合である。

図からわかるように、加工速度はパルス幅数十 μs といった比較的短いパルスの時に最大となる傾向があり、これは文献に指摘されている傾向とも一致する。しかし、正極性で電流ピーク値が 30 A 以上ではやや異なった結果となっていることと、電極送りサーボの設定による影響も大きいので、加工速度についてはこれが水による加

* 東京大学生産技術研究所 第2部

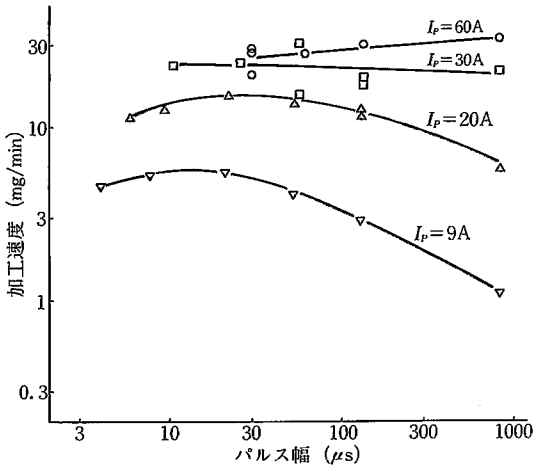


図3 水中におけるSK4の加工速度
(電極: 銅, 水の比抵抗: $7 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$, 正極性)

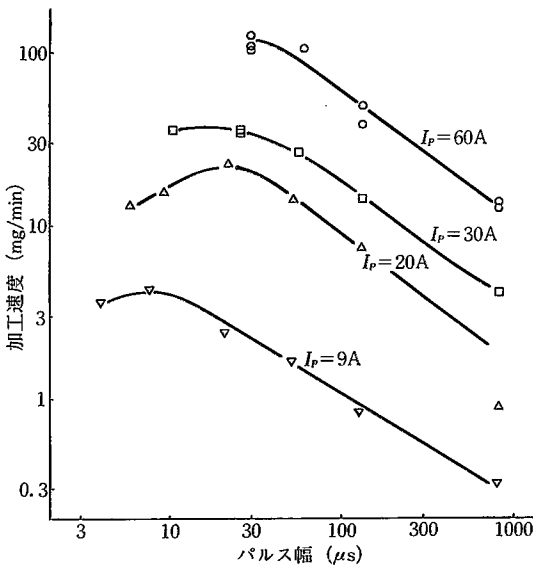


図4 水中におけるSK4の加工速度
(電極: 銅, 水の比抵抗: $7 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$, 逆極性)

工の一般的特性であるかどうか, まだ検討を要する。また, 加工時間はいわゆる食いつきの状態も含めて測定しているが, 電極取付治具の制約から電極と工作物の端面の平行度が十分確保できなかったため, 加工速度測定値はバラツキが大きかった。

次に正極性では電流ピーク値による加工速度の違いが少ないのに対し, 逆極性でははっきりと区別できる違いが現れている。

加工速度の絶対値としては逆極性の方が大きい値まで得られているが, 加工液に灯油を用いた場合に比べると1桁ほど小さい。したがって実用上からはさらに諸条件の検討を行い, 加工速度を向上させる方法を見出す必要がある。

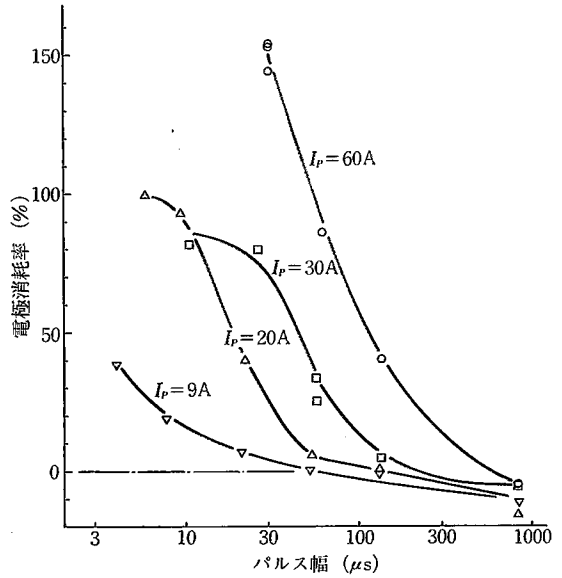


図5 水中における銅電極の消耗率
(工作物: SK4, 水の比抵抗: $7 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$, 正極性)

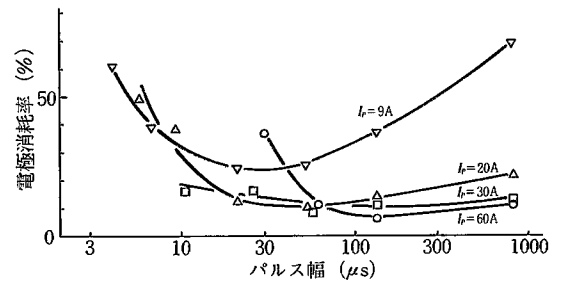


図6 水中における銅電極の消耗率
(工作物: SK4, 水の比抵抗: $7 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$, 逆極性)

2. パルス幅・ピーク電流と電極消耗率

加工速度測定と同じく, パルス幅と電流ピーク値を変化させた時の電極消耗率(重量)を測定した結果を図5, 図6に示す。図5は正極性の場合, 図6は逆極性の場合である。

図から明らかなように, 電極消耗率については極性によって全く異なった特性を示した。

最も大きな違いは, 逆極性では常に消耗率が正であるのに対して, 正極性では条件によっては負になる(電極が消耗せず, 逆に成長することに相当する)場合があることである。

極性別にみると, 正極性ではパルス幅が小さいほど, また, 電流ピーク値が大きいほど電極消耗率が大きくなるという, 比較的単純な特性を示している。そして, パルス幅が大きく, 電流値の小さい場合は電極消耗率が減少し, 極端な場合は負になってしまうことがわかる。

このように負の消耗率を示す場合には, 銅電極の表面

は、加工終了後観察すると銀白色になっており、工作物材料が転移していることが明らかである。

また、 I_p/τ の大きい領域では非実用的と考えられるような高い消耗率を示している。

一方、逆極性の場合には多くの条件で10%前後の消耗率を示し、パルス幅、ピーク電流の影響が共に比較的小さい。しかし $I_p=10A$ の場合だけは全般的に高い消耗率を示した。

また、パルス幅の影響は正極性の場合と異なり、あるパルス幅で最小値をとる傾向がみられ、消耗率が最小となるパルス幅は電流ピーク値が大なるほど大きい方に移る傾向を示している。

これらの電極消耗率特性は、灯油を加工液とした場合とはかなり異なっているが、Godinhoらの水道水等による実験結果とも異なっており、加工液としての水の比抵抗や、電極形状、液流方式などで大きく影響をうけるものと思われる。

3. その他の特徴

以上の実験結果のほかに、水を加工液とした時の特徴として次のような現象が観察された。

イ) 加工された穴(凹部)の周辺に発生する返り(バリ)が灯油使用時に比べ大きいようである。

ロ) 正極性の場合、工作物面の加工部近辺が黄褐色に変色することが多い。しかし、容易に脱落するので付着物である可能性もある。

ハ) 加工液面が浅い時、ギャップあるいは電極の中空部から爆発音が発生することがある。

結 び

比較的高い比抵抗 ($7 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$) を持つイオン

交換水を加工液として放電加工(型彫り)を行った結果、次のことが分かった。

1. 水を用いて十分安定に放電加工を行うことができる。
2. 加工速度は概して灯油を用いた場合に比べ小さい。
3. 電極消耗率はパルス幅、電流ピーク値、極性により大きく変化し、また灯油の場合とは異なった特性を示す。
4. 条件によっては電極消耗率が負になることもある。
5. 電解に起因すると思われる現象は特に観察されなかった。

なお、以上の結果はS K 4を銅電極で加工した場合のものであり、工作物や電極によって異なると考えられ、また、加工形状、液流等によっても影響を受けるものと思われる。

最後に各種の便宜をお計りいただいた三菱電機株式会社各位にお礼申し上げます。

(1980年1月9日受理)

参 考 文 献

- 1) Б. И. Ставицкий, С. В. Конушин; К вопросу об оптимальной форме холмовых импульсов напряжения и рабочих импульсов тока при прецизионной электроискровой обработке в воде, Электронная Обработка Материалов, No. 3 (87) 1979.
- 2) L. H. Godinho and C. F. Noble; The Use of Water as Inter-Electrode Medium in Pulsed EDM, Proc. of ISEM 5, 1977.