

液中パルス放電における飛散金属粒子の挙動

Behavior of Metallic Particles Removed by Pulsed Discharge in Liquid

増 沢 隆 久*・田 中 勝 也*

Takahisa MASUZAWA and Katsuya TANAKA

1. 緒

放電加工において加工中に極間に生ずる加工くずは、放電のトリガー、短絡等、電氣的に大きな役割を果していると考えられる。特に比較的小さいパルスによる加工域では適当な放電繰返しが自然に維持されることが少なく、何らかの方法で極間の加工くずの量や分布状況を人為的に変えてやる必要がある。

電極の間欠的な引上げや、電極への振動付加などが経験的に行われて、それなりの成果を取っているが、加工くずが実際にどのような挙動をしているかはまだ明らかになっていない。

一方比較的あるいは加工域や、極めて微細な加工域では特に人為的操作を加えなくても安定に放電繰返しが持続する場合も多く、放電の衝撃力、気泡、液流等との関連を明らかにすることによって適正な制御を行うための指標を得ることが可能であると思われる。

本報では針状電極と平板状工作物を用いて、中加工域程度の電氣的条件下で放電を起こさせ、実際の放電点付近の状態の観察、および除去された金属粒子の飛散の状況を調べた結果について報告する。

2. 高速度カメラによる観察

液中放電に際しての極間の状況に関しては、放電加工に通常用いられるより高い電圧を印加した単発放電を用いて、気泡の膨脹、収縮や衝撃波について研究した例は多い。しかし、普通の放電加工条件でのものや、繰返し放電の場合の研究例はほとんど無い。

今回はごく普通の加工に用いられるパルス条件下で、針状電極と平板状工作物の間に繰返し放電を起こさせた時の状況を高速度カメラで観察した。

2.1 実験方法

図1のように、ガラス製の加工槽中に工作物を取付け、清浄な灯油を満した後、パルス幅 $20\mu s$ 、電流ピーク値10Aのパルスで放電させた。放電の状況を側方に設置した高速度カメラ16HBにより撮影した。

電極送りはサーボモータによる自動送りで、放電開始直前の位置にセットし、カメラスタート直後に手動によ

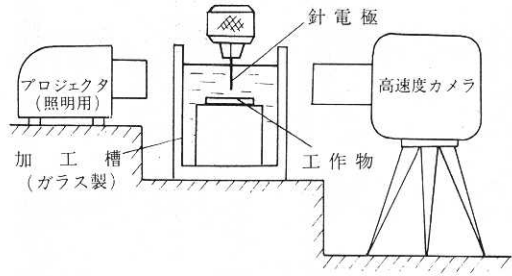


図1 撮影方法

り送りをスタートさせた。

電極は木綿針、工作物はステンレス鋼板を用いた。

撮影速度は公称2800コマ/秒とした。

2.2 実験結果

撮影結果の1例を図2、図3に示す。これらからわか

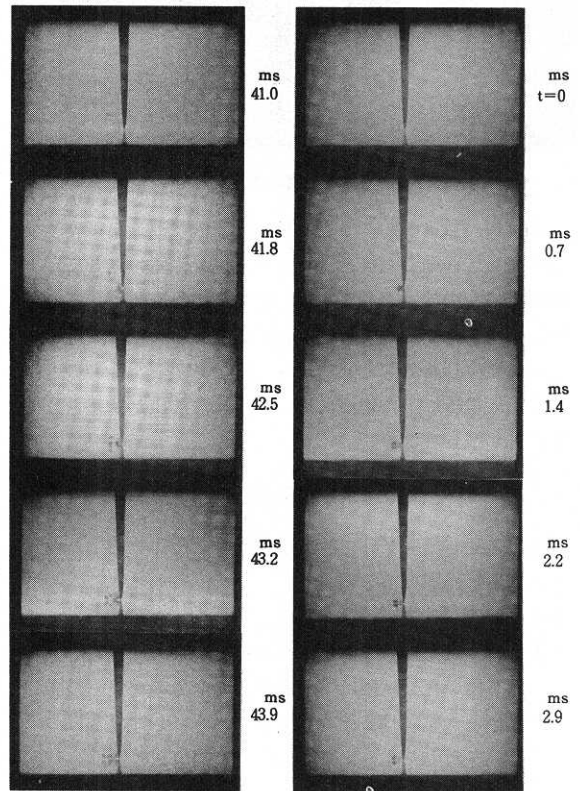


図2 放電繰返し時の気泡の運動 I

* 東京大学生産技術研究所 第2部

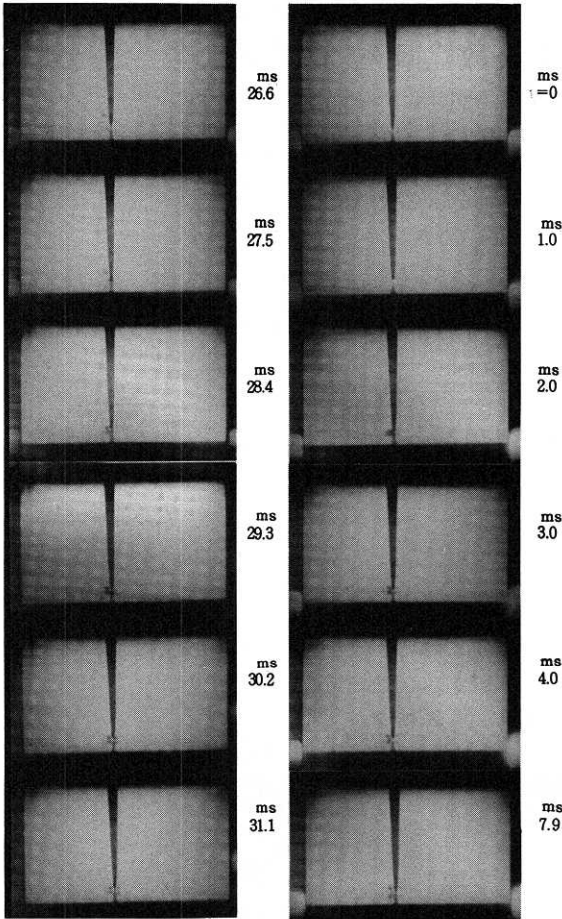


図3 放電繰り返し時の気泡の運動II

るように、放電が起こると発生した気泡は高速で工作物面に沿って移動した後、ゆっくりと上昇する。そして短時間後に次の放電が起こると、すでに上昇を開始していた気泡が一瞬にして放電点の近くまで引き戻され、再び新たに発生した気泡と共にゆっくり上昇する。このことから、放電時に工作物面に沿って高速な液流が誘起されることが推察される。

3. 飛散粒子の分布

上記と同じ放電条件で放電させた後の工作物面上の金属粒子の粒径別分布を調べた。

3.1 実験方法

工作物は表面を#1200耐水ペーパーで仕上げたステンレス板を用いた。電極は木綿針を用い、先端が尖ったままの場合と、研磨して径約10 μ まで平らにした場合について実験を行った。

加工槽は実験一回ごとに灯油で洗浄し、加工液も新しいものと交換した。

ほぼ予定回数放電したところで放電を打ち切り、静かに加工液を除き、静置乾燥した後工作物面を顕微鏡撮影した。倍率を大きくとる必要上観測部分を多数に分割して撮影し、引伸し後つなぎ合わせる方法をとった。こうして得た約400倍の写真に中心から原寸で50 μ 間隔の同心円を描き、円間の領域にある金属粒子数を実物を顕微鏡で比較観察しながら計数した。

つなぎ合せ写真の一部分を図4に示す。写真中に多数見える小さな円は確認済の粒子につけたマークである。

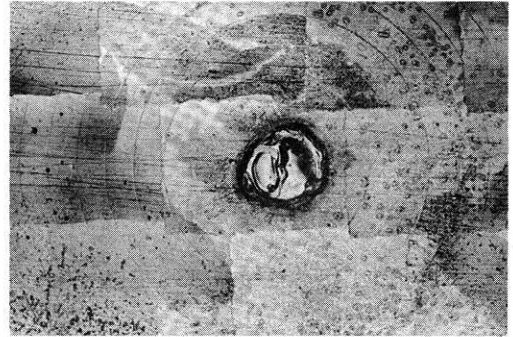


図4 飛散粒子の計数 (貼り合せ写真)

3.2 実験結果

多数回放電させた時の粒子数分布の計数結果を図5、図6に示す。

図5は尖頭電極の場合で、2.5 $\mu\phi$ 以上の粒子は放電点から1mm前後を中心になだらかな分布をしているのに対して、それより小さい粒子では約0.5mmの距離を境にその外側で、しかも境界に近い位置に集中する傾向を示している。

一方、図6は平頭電極の場合で、1.25 $\mu\phi$ 以上の粒子は図5の例に比べ放電点より遠くに飛散する傾向を示している。また、1.25 $\mu\phi$ 以下の微小な粒子は広い範囲に

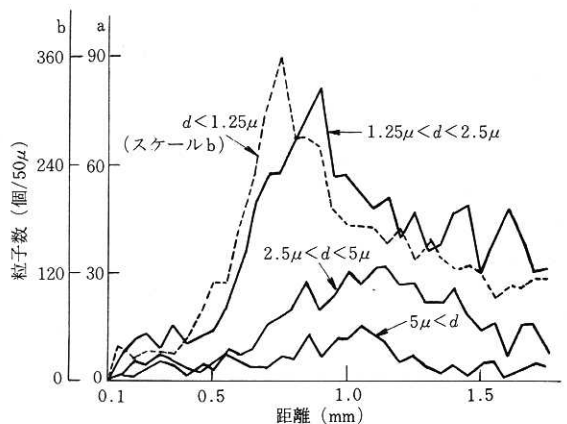


図5 飛散粒子の粒径別分布 (尖頭電極)(放電回数216)

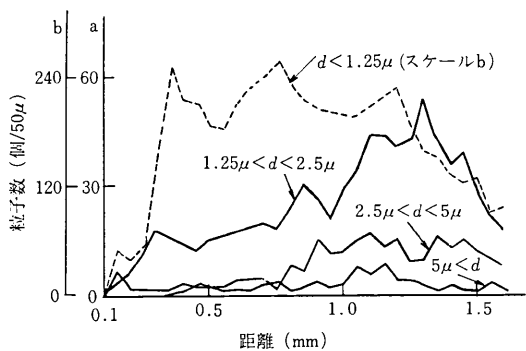


図6 飛散粒子の粒径別分布 (平頭電極)(放電回数217)

均一にかきならされたような分布となっており、総体的な飛散状況が尖頭電極の場合とかなり異なっていたものと推察される。

次に、平頭電極により一発だけ放電させた場合の分布を図7に示す。この場合は細かい粒子が放電点の近くに集中しているところが図5、図6のような多数回の放電によるものと異なっている。

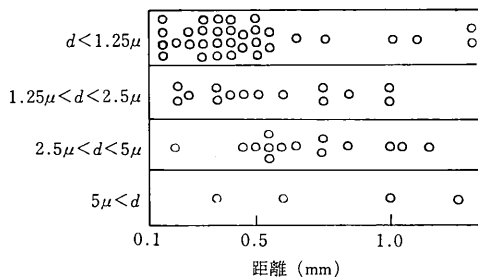


図7 飛散粒子の粒径別分布 (平頭電極)(単発放電)
○の数=粒子数

4. 考 察

多数回放電させた場合の粒子分布から、粒子の移動距

離が電極と工作物により形成される空間の形状に左右されることが示されたと考えられるが、 $1.25 \mu\phi$ 以下の細かい粒子が特異な分布を示している。これは高速度写真で見られるように液の動きが噴出と同時に広範囲に及ぶ吸引を引き起すために、放電の続きぐあいや、噴出方向のかたよりぐあいの影響を特に細かい粒子が強く受けたためと思われる。

また、単発放電では $1.25 \mu\phi$ 以下の粒子がきわだって放電点近傍に集中しているだけでなく、全ての粒子が放電点から近い範囲に分布している。従って後続放電による噴出液流の作用で、いったん着地した粒子が再びさらに遠方まで運ばれるという形で図5、図6のような最終分布に達したと考えられ、結局、放電により工作物から除去された金属粒子はそれ自身の初速による飛しょうと後続放電による液流作用の両方で放電点より遠方まで移動するものと思われる。

5. 結 論

高速度カメラによる放電点近傍の観察と、放電後の工作物から除去された飛散金属粒子の分布計測から、溶融、除去された金属がどのようにして遠方まで排除されるかを知る糸口となるデータが得られた。すなわち、金属粒子は発生時持っている初速による飛しょうと、後続放電により起こされた液流に押し流されることにより、液流があるていどの流速を持つ範囲まで排除されると考えられる。

今回の実験は計数にばう大な時間を要したためサンプル数が各条件につき一回である。従って、定量的考察は更に二、三のデータを得た上で行いたい。

最後に、高速度カメラを用いた実験に際してご指導、ご協力を頂いた本学精密機械工学科植村恒義教授、山本芳孝助手に謝意を表します。(1976年9月10日受理)