

加圧放電加工における気泡挙動の観察

著者	鈴木 翔大, 小谷野 智広, 細川 晃, 古本 達明
雑誌名	精密工学会学術講演会講演論文集 = JSPE Conference
巻号	2014A E05
ページ	233-234
発行年	2014-01-01
URL	http://hdl.handle.net/2297/45546

加圧放電加工における気泡挙動の観察

金沢大学 ○鈴木 翔大, 小谷野 智広, 細川 晃, 古本 達明

Observation of Bubble Behavior in Pressurized Electrical Discharge Machining

Kanazawa University Shodai SUZUKI, Tomohiro KOYANO, Akira HOSOKAWA, Tatsuaki FURUMOTO

In electrical discharge machining, since electrode materials and dielectric liquid are evaporated by arc plasma, gas bubbles are generated in working gap. The gas bubbles occupy the working gap after plural discharges, deteriorating machining stability. Therefore, in this study, machining was conducted under high hydrostatic pressure in order to decrease the volume of gas bubbles. In this paper, bubble behavior generated by single pulse discharge was observed under high hydrostatic pressure up to 0.3MPa. It was verified that the bubble volume was reduced by increasing hydrostatic pressure.

1. 諸言

放電加工ではアークプラズマの熱により電極材料が熔融、蒸発して除去され、同時に加工液も蒸発して気泡を形成する。放電によって生じた気泡は膨張収縮を繰返した後に振動が減衰し¹⁾²⁾、極間に残留する。Kitamuraら³⁾は極間を透明体電極を用いて観察し、連続放電後の極間のほとんどが気泡で満たされてしまう様子を観察している。1回の放電で発生した気泡は膨張収縮することで加工液を流動させ、加工屑の排出を促進すると考えられている。一方で、加工液は放電ごとの極間の冷却を促進し、放電集中や異常放電の発生を防ぐと考えられるため、気泡の存在はこれを阻害している可能性がある。

そこで本研究では、加工液を大気圧以上に加圧し、極間の気泡体積を操作することを目的として、加圧放電加工法を開発した⁴⁾。増井ら⁵⁾は、気泡の排出の促進を目的として、減圧雰囲気中における放電加工を行い、放電エネルギーの小さい仕上げ加工条件において、減圧が加工の安定化に効果があることを報告している。一方で本研究では、加圧環境中で放電加工を行うことで、気泡体積を減少させ、加工液による極間の冷却の促進を期待した。また、加圧により気泡体積を変化させることができれば、気泡が加工特性に与える影響について明らかにすることも期待できる。既報⁴⁾では、加圧することで主軸の送りが安定し、良好な加工面が得られることを報告した。本報では、加圧環境下で単発放電を生じさせ、加圧が極間で生じる気泡へ与える影響を調査した結果について述べる。

2. 極間の気泡挙動の観察

2.1 観察方法

観察装置の概要を図1に示す。観察には自作した圧力容器を用い、コンプレッサからの圧縮空気をレギュレータで調整することで容器中の圧力を調整する。容器中の圧力は容器に取り付けた圧力計で確認している。容器には透明なアクリル製の窓が前後に取り付けてあり、一方から照明を当て、もう一方から観察を行う。電極は上側に直径5mmのSUS303、下側に直径5mmの銅を用い、加工液には放電加工油を用いた。上側電極の中心には、放電を生じさせるために直径100 μ mのNi細線を寝かせて溶接している。電極を装置に取り付ける際には、厚さ20 μ mの箔を電極間に挟み込んでから電極を固定した。よって、上下電極間の距離は細線の100 μ mと箔の厚さ20 μ mを合わせた約120 μ mとなる。観察条件を表1に示す。絶対圧力は0.1MPa(大気圧)から0.3MPaまで変化させた。本実験

においては、極間の観察は2種類の方法で実施した。一方は、圧力を変化させ、単発放電を1回生じさせたときの気泡の膨張収縮を高速度カメラを用いて観察した。もう一方の実験においては、単発放電を0.1MPa(大気圧)で生じさせ、膨張収縮が終了した後の同一の気泡に対して、0.2MPa、0.3MPa、0.1MPaの順に圧力を変化させ、各圧力で気泡の観察を行った。

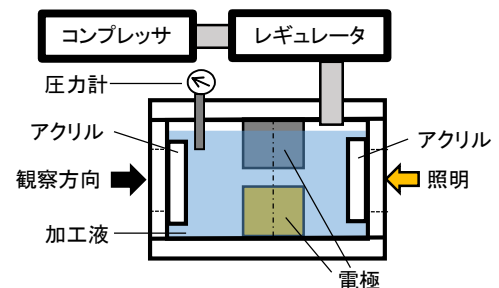


図1 観察装置の概略

表1 観察条件

上側電極	SUS303(ϕ 5mm) (+)
下側電極	銅(ϕ 5mm) (-)
加工液	放電加工油
絶対圧力 (MPa)	0.1, 0.2, 0.3
電流制限抵抗 (Ω)	20
開放電圧 (V)	110
放電持続時間 (μ s)	190
カメラ名(製造元)	MEMRECAM HX-3 (ナックイメージテクノロジー)
フレームレート (fps)	100,000
露光時間 (μ s)	9.9

2.2 高速度カメラによる気泡挙動の観察結果

絶対圧力0.1MPa(大気圧)における放電発生直後の気泡の観察結果を図2(a)に、絶対圧力0.3MPaにおける観察結果を図2(b)に示す。なお、各図において示した時間は放電発生からの経過時間である。図2から、どちらの圧力においても気泡が膨張した後に収縮に転じていることがわかる。次に、各圧力下での放電発生からの時間経過に伴う気泡直径の変化を図3に示す。図3から、圧力が大きくなるほど気泡の振動の周期が短くなることがわかる。また、圧力が大きくなるほど、気泡直

径の最大値と、振動が減衰した後の気泡直径が小さくなること
 がわかる。従って、加圧を行うことで極間の気泡体積を小さ
 くでき、加工液による冷却を促進できると考えられる。一方
 で、気泡の膨張収縮が加工屑や気泡の排出に効果があるとす
 れば、加圧環境下ではこの効果は薄れてしまう可能性がある。

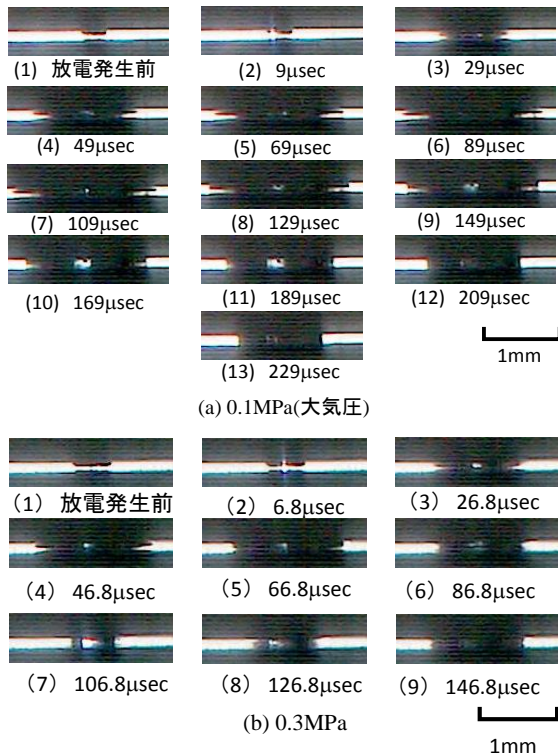


図2 各圧力における気泡挙動の観察結果

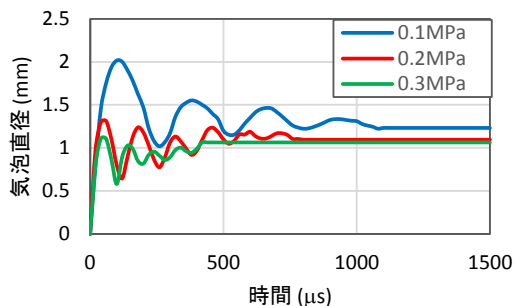


図3 時間経過に伴う気泡直径の変化

2.3 気泡に加える圧力を変化させた場合の観察結果

単発放電を0.1MPa(大気圧下)で生じさせ、膨張収縮が終
 了した後の気泡に対して0.2MPa、0.3MPaと圧力を順に大きく
 した後に、0.1MPaに戻した場合の観察結果を図4に示す。図
 4(b)の単発放電により発生した気泡の直径は約0.95mmであ
 った。この発生した気泡に対して絶対圧力0.2MPaまで大きくす
 ると、図4(c)のように気泡直径は約0.5mmまで小さくなり、
 さらに0.3MPaまで大きくすると図4(d)のように約0.3mmま
 で小さくなった。ここで、圧力を0.1MPaまで戻した場合、気
 泡直径は図4(b)の0.1MPaと同じ直径0.95mmまで戻るはず
 である。しかし、実際に0.1MPaまで戻すと、図4(e)に示すよ
 うに気泡直径は約0.4mmとなり、元の気泡直径に比べて小さく

なっている。この理由としては、加圧により気体が加工液に溶
 解したことが考えられる。なお、気泡が円柱であると仮定し、
 電極面上のNi細線の存在を無視して気泡体積を計算すると、
 0.3MPaでの気泡体積は0.1MPaの10%程度と著しく小さくな
 っている。一方で、2.2節の図3で示した実験結果において膨
 張収縮が終了した後の気泡体積を計算すると、0.3MPaにおい
 て発生した気泡体積は0.1MPaの75%程度であり、図4の結果
 に比べて大きい。この理由としては、加圧環境下で放電を発生
 させた場合には、発生する気泡体積は小さくなる一方で、発生
 する気体の物質量が多くなったためと考えられる。これらの結
 果から、膨張収縮が終了し、極間に残留した気泡に対して圧力
 を加えることの方が、気泡体積の減少に効果があると考えら
 れる。

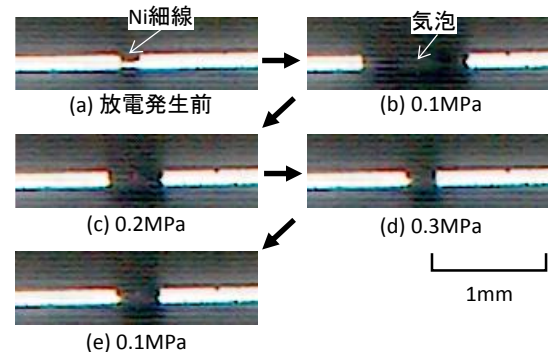


図4 圧力による気泡体積の変化

3. 結言

高静水圧下で加工を行う加圧放電加工を行い、圧力が気泡
 の挙動に与える影響を調査した。単発放電により生じた気泡
 の膨張収縮挙動を高速度カメラにより観察した結果、加圧し
 た場合は膨張収縮する際の気泡直径が小さくなり、膨張収縮
 の周期も短くなった。また、膨張収縮が終了したあとの気泡直
 径も小さくなった。一方で、大気圧下で発生させた気泡に対
 して加圧した場合には、加圧環境下で放電を発生させて生じた
 気泡よりも、気泡体積が著しく小さくなることわかった。

謝辞

本研究は公益財団法人三豊科学技術振興協会 平成25年度
 研究助成を受けました。記して謝意を表します。

参考文献

- (1) 池田 光知, 単発放電により細隙に発生した気泡の挙動に
 ついて 第1報, 電気加工学会誌, 6, 11, pp.12-26, (1972).
- (2) M. Kunieda, et al., Clarifying EDM Gap Phenomena by Gas
 Chromatography Analysis of Bubbles, IJEM, 16, (2011).
- (3) T. Kitamura, et al., High-Speed Imaging of EDM Gap
 Phenomena using Transparent Electrodes, Procedia CIRP, 6,
 pp.314-319, (2013).
- (4) 小谷野ら, 加圧放電加工法の開発, 2014年度精密工学会
 秋季大会学術講演会講演論文集, pp.1181-1182, (2014).
- (5) 増井ら, 減圧雰囲気中における放電加工, 型技術, 10, 7,
 pp.126-127, (1995).