

金属錯体を利用した放電加工法

キーワード：放電加工、加工油、酸化、金属錯体、錯化剤、加工屑、異常放電痕

概要

放電加工の現場では、新しい加工油は透明ですが、使用を続けるうちに黄色に変色していく様子が良く見られます。この色調の変化は、いままで加工油の劣化によるものと考えられていました。また、加工油を新しいものに交換したとき、加工性が交換前と変わった、使い始めの加工油では放電性の状態が不安定であったが、使っている間に安定していくといった現象も聞かれます。

このような現象の原因を解明するとともに、その応用について、これまでに得られた結果を紹介します。

解説

放電加工で用いられる炭化水素系加工油は、加工時間とともに酸化が進み、カルボン酸を含んだ脂肪酸などへと変化していくと考えられます。また、高温で酸化触媒作用を示す銅や鉄との接触が多い放電加工のような環境下では、加工油の酸化が非常に起こりやすい状態にあります。

では、酸化が進んだ加工油中で放電加工を行うと、どのような現象が起こるのでしょうか。図1に実験の概要を示します。あらかじめ酸化基と考えられるカルボン酸を含む脂肪酸を加工油に添加して、電極に銅、工作物にも銅を用いて、逆極性接続で放電加工を行いました。その結果、放電が進むにつれて、加工油が青緑色に変色していく様子が観察されました。

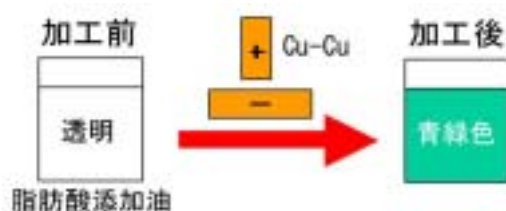


図1 加工油の変色

この加工油を放置しておきますと、徐々に加工油の青緑色が薄れて、容器底に青緑色の沈殿が生じました。この沈殿物を分析しますと、図2のような成分が検出されました。

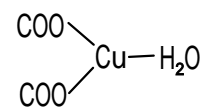


図2 生成沈殿物

この結果から、変色の要因は電極、工作物である銅が、加工油中のカルボン酸基と反応して、金属錯体といった構造となり、それが加工油中に溶け込むためであることがわかりました。

同様の実験を、一般的に放電加工で行われる銅電極による鉄の加工で行うとどうなるでしょうか。加工が進むにつれ、加工油は黄色に変色し、さらに赤褐色に変わっていく様子が観察されました。この現象も鉄の錯体の生成によるものであり、いままで加工油の劣化によるものと考えられていた色調の変化は、金属と加工油が反応して、加工油に溶け込むという興味深い現象によるものとわかりました。

それでは、加工油と電極や工作物が反応して、金属が加工油に溶けるということは、どういうことを意味しているのでしょうか。このことは、加工屑として生成する金属が加工油中に溶け込むということを意味しています。そこで、この反応を積極的に発生させることによって、加工屑を金属錯体として、加工油中に溶かし込み、加工屑を低減させ、加工屑から生じる放電加工の諸問題を低減させることを試みました。

まず、錯体を発生させるための錯化剤として、アセチルアセトン加工油中に添加し、

電極に銅、工作物に炭素鋼を用い、逆極性接続で放電加工を行いました。この場合、明らかに加工屑の発生が少なく、加工が進むにつれて、透明の加工油が変色していく様子が観察されました。加工油には鉄とアセチルアセトンの反応物であるアセチルアセトン鉄()が溶け込み、溶解量が増えるにつれ、黄色から赤褐色に色が変わっていきます。この加工液中には、加工量の10%以上の鉄が溶けていました。

図3に加工油のみの場合と、アセチルアセトンを添加した場合(以下添加油)の加工屑のSEM像を示します。添加油では、明らかに加工屑が小さくなっているのがわかります。これは加工屑が表面から反応を起こし、加工油に溶け込んでいったためと考えられます。

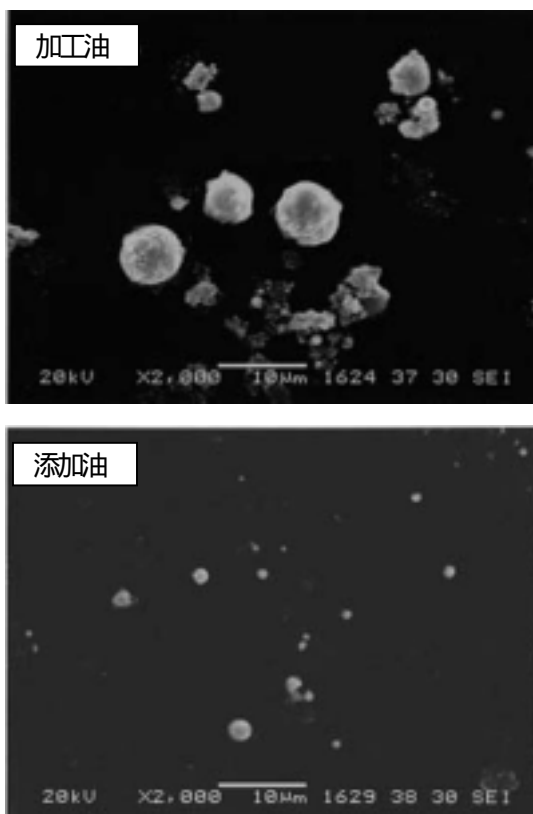


図3 加工屑の変化

この結果、添加油では、正常放電発生数が若干多く、異常放電の発生が低くなり、放電の安定性が向上することがわかりました。錯化剤を添加すると加工屑の除去が良好になるため、異常放電が発生しにくく、加工面全体に

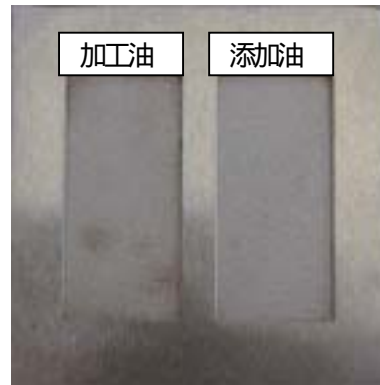


図4 放電加工面

放電が分散し、安定な加工状態が維持されると考えられます。

図4に加工後の放電加工面の一例を示します。加工油のみでは、異常放電の痕跡が強く残っていますが、添加油の場合は良好な加工面が得られました。加工面のあさは、添加油の方が若干低くなりました。

添加油加工面をSEM観察しますと、加工面上には反応跡などの異常面は観察されませんでした。微粒子であり、溶融状態で温度の高い加工屑は容易に反応しますが、加工面は大きな影響を受けないようです。

放電加工時のプロセスとして、電極、工作物の消耗、加工油の熱分解によるガス、炭素スラッジの発生、工作物の炭化物形成などの反応に加えて、加工油と電極や工作物の金属材料との反応による金属錯体の発生があることがわかりました。その現象を利用して、放電加工時に生成する加工屑を、加工油中に溶解させて除去する方法を試み、鉄を錯体化させ、溶解除去できることを確認しました。その結果、加工屑の低減、放電の安定により、加工面での異常放電痕が減少するなど、加工現象に変化が生じることがわかりました。この手法を用いることによって、放電加工の安定性の向上や、様々な加工用途への応用が期待できます。また、今後放電加工の主流となると予想される微細加工の分野などではフラッシングが困難であり、このような手法が有効に活用できると考えられます。

用途 金型加工、微細加工、穴