

放電加工の加工性能に関する研究
(銅電極とグラファイト電極との比較)

正 筒井 忠夫 (新潟大) 正 田村 武夫 (新潟大)
学* 山田 順 (新潟大)

1. まえがき

放電加工において、現在使用されている代表的な電極材料の中に、銅とグラファイトがある。しかし、これらの材料の具体的な加工特性の比較は、あまり行われてはいない。そこで本研究では、電気的条件を変化させて行った実験データを基に、これらの加工特性(加工速度、電極消耗率、加工精度)を比較し、その相違を検討する。

2. 実験装置および方法

放電加工機にはJAPAX D20Lを使用した。その放電回路を図1に示す。放電電流の第2半波はシリコン整流体Sによってバイパスされ、常に第1半波のみで加工するようにした。インダクタンスLは0~200 μ Hに変化できる。コンデンサーCは2 μ F(セアP1)である。円板形分流器の抵抗は1.8 m Ω で、オシロスコープOで放電電流を測定する。極間電圧は電圧計Vで測定する。被加工物に炭素鋼(S50C)、加工電極に銅(Cu)、グラファイト(Gr)を用いた。加工液には灯油を使用し、加工液の噴流圧は0.1 kg/cm²とした。実験は両極性について行い、正極性では平均極間電圧 \bar{V} を変化させ、逆極性ではインダクタンスLを変化させて、それぞれの場合の加工特性を調べた。加工速度は直径10 mmの電極を用いて、5~30 min間加工し、直示天びんで加工量を測定し、体積加工速度(mm³/min)を求めた。電極消耗速度も同様にして求め、それらより電極消耗率(%)を算出した。加工精度については、S50C板(厚さ10 mm)を直径10 mmの電極で貫通穴加工を行い、拡大し、テーパを工具顕微測定器で、穴の側面あらかを触針式あらか計を用いて測定した。

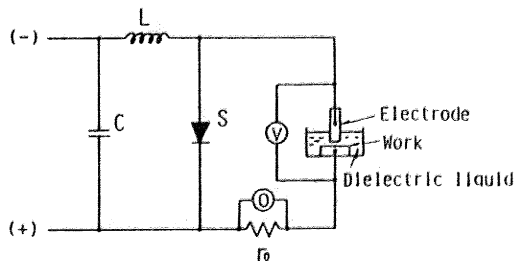


図1 放電回路

3. 実験結果および考察

3.1 加工速度と電極消耗率

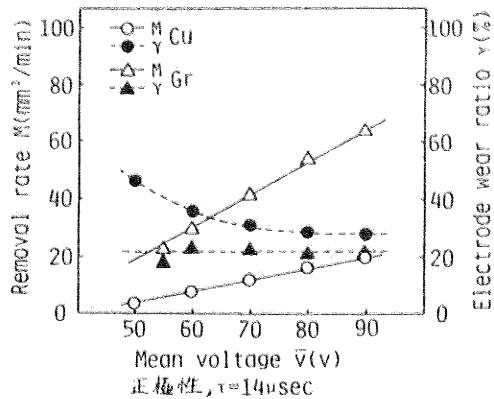


図2 平均極間電圧と加工速度、電極消耗率

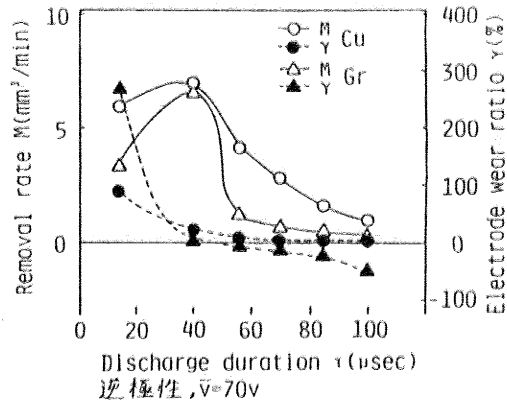


図3 放電時間と加工速度、電極消耗率

図2に平均極間電圧と加工速度、電極消耗率との関係を示す。加工速度は両電極とも極間電圧に比例して増加するが、Gr電極がCu電極より2倍以上も大きい。これは別に測定した一放電当りのギャップエネルギーの傾向とほぼ一致するので、それが主なる原因と考えられる。電極消耗率は50~90VでCu電極では46~28%と減少し、Gr電極では21%でほぼ一定となった。Gr電極が加工速度が大きく電極消耗率が小さいのは、Cu電極に較べ熱的消耗に非常に強い(Cuの融点1050 $^{\circ}$ C、Grの昇華点3700 $^{\circ}$ C)ためと考えられる。次に、逆極性でLを大きくすると放電時間が長くなり、電極消耗率を減少させることができる。図3

に放電時間と加工速度、電極消耗率との関係を示す。加工速度はCu電極がGr電極より大きく、両電極とも40 μsec 付近で最大値を示し、あとはでの増加とともに減少する。電極消耗率は両電極ともでの増大とともに減少し、Cu電極では70 μsec 以上で5%以下の低消耗となる。Gr電極では70 μsec ですでに4.8%の低消耗となり、それ以後は負の消耗率となった。これは加工時に灯油が熱分解されて生ずるカーボンが原因で、微少な消費量の上に、密度がほぼ同じことも関係して、カーボンの付着量が消費量を上まわったためと考えられる。そこでこの付着するカーボン

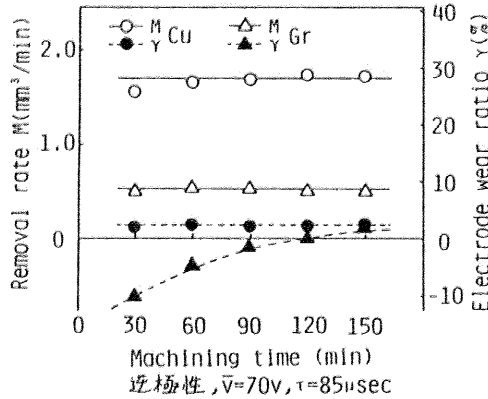


図4 加工時間と加工速度、電極消耗率

が加工時間に影響するか調べた結果が図4である。ではカーボンの付着が多くなる85 μsec に設定して実験を行った。Cu電極は加工時間には左右されず、加工速度、電極消耗率とも一定である。しかし、Gr電極では電極消耗率が-10%から2%まで増加する。これは最初付着しやすかったカーボンが、加工時間が長くなるにつれ電極表面があらくなり、付着しにくくなるためと考えられる。

3.2 加工精度

加工精度は正極性における平均極間電圧の影響について調べた。図5は貫通穴の拡大しろ、テーパについての測定結果である。拡大しろ、テーパともCu電極よりGr電極の方が大きくなる。これはGr電極が消費して生ずるカーボン粒子が二次放電を発生させやすく、上面の穴径がCu電極の場合よりも大きくなるためと考えられる。また、両電極とも極間電圧の上昇とともに、拡大しろ、テーパとも大きくなる。これは両電極とも極間電圧が大きくなるにつれ加工速度が増すことと、放電間隔が大きくなることによると考えられる。図6は穴の側面あらさについての測定結果である。側面あらさはCu電極よりGr電極の方が大きい。これは前述のように一放電当りのギャップエネルギーがGr

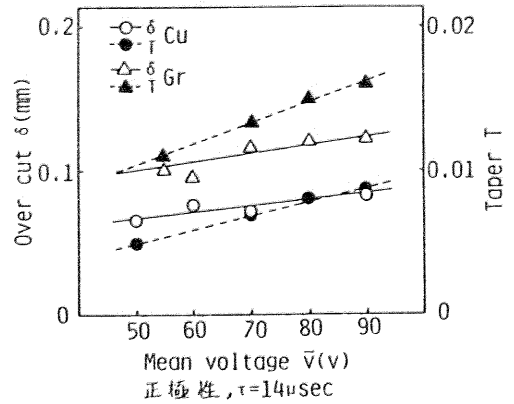


図5 平均極間電圧と拡大しろ、テーパ

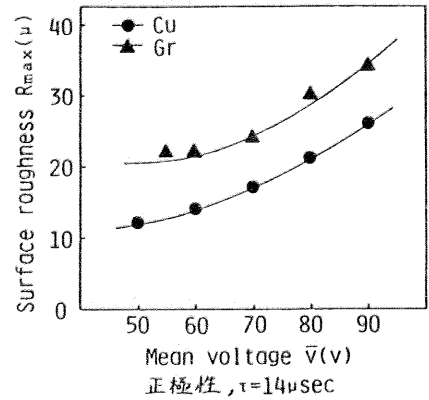


図6 平均極間電圧と側面あらさ

電極の方が大きく、したがって、放電によって生ずるフレータもより深くなるからである。また、両電極とも極間電圧の増加とともにあらさが大きくなるのも、同様に一放電当りのギャップエネルギーの増加が原因と考えられる。

以上より、加工精度は平均極間電圧の上昇とともに悪くなり、Gr電極よりCu電極の方がやや優れていると言える。

4. まとめ

銅電極とグラファイト電極の加工特性を電気的条件を変えて比較した結果、次の結論を得た。加工速度と電極消耗率では、正極性においてグラファイト電極は銅電極よりも消耗率が低いにもかかわらず、加工速度は2倍以上速い。逆極性においては両電極とも放電時間を長くすると電極低消耗が得られ、特にグラファイト電極では放電時間が40 μsec で、はやくも低消耗を得ることができ、その際、加工時間を長くする程カーボンが付着しにくくなる。貫通穴の加工精度はグラファイト電極より銅電極の方がやや優れている。