

電極低消耗と鏡面仕上げ加工の研究

1. 電極低消耗の研究

近年益々高精度放電加工が求められている。高精度加工を実現するためには、電極の消耗を極力抑えねばならない。そこで放電加工において重要な項目である電極消耗を加工速度と関連付けて研究した。放電加工は基本的に、熱による溶融部が加工液体の気化、爆発によって除去される現象である。電極に銅を使用した場合の各種ワーク材の熱物性、特に熱伝導率(λ : W/m°C)と融点(θ : m°C)との積(以後 μ 値と称する)に對する關係、さらに電極面への付着カーボン皮膜の効果の差、さらに高精度加工に重要となってくる電極對角部の消耗状態について検討した。

図1は各種ワーク材の加工速度 W (g/min)を、横軸を μ 値($\lambda \cdot \theta$)として表現したものである。今回の実験範囲においては、使用したワーク材によらず、またパルス幅にそれほど関係無く加工速度は $W = C \cdot \mu^A$ ($C = 3.7 \times 10^7$, $A = -1.84$) で示される直線に乗った。(加工条件はグラフ内を参照) この結果より、 μ 値が小さいと加工されやすく、 μ 値が大きいと加工されにくいことが示され、 μ 値は熱加工を代表する値と考えることができる。

図2は各種ワーク材に対する電極消耗率 ϵ (W%)を、横軸を μ 値($\lambda \cdot \theta$)として表現した図である。この図からまず、 μ 値が小さいワーク材に対する加工ほど電極消耗率が小さいことが理解できる。さらに、電極消耗率が2群に分かれることが理解できる。II群のニッケル、純鉄、鋼(SKD61)をワーク材として加工した電極の表面は、黒色皮膜が非常に強固に密着していた。この密着カーボン皮膜をX線回折により分析し、黒鉛構造のような規則正しい結晶構造ではなく、乱層構造を成していることが分かった。

いすれにしても、電極表面にカーボン皮膜を強固に密着させるワーク材の利用が、電極低消耗に非常に有効であると考えられる。電極角部の消耗が、電極低消耗条件下においても加工初期段階で大きく寄与していることを、電極角部の形状変化の時間的推移を逐次測定することによって明らかにした。

図3は $\phi 10$ mm銅電極の角部の消耗形状を詳細に計測した結果である(加工条件: $I_p = 8A$, $\tau_p = \tau_r = 96 \mu s$)。加工前に半径数 μm 以下であった角の形状が、次第に消耗して丸くなっていく様子が見られる。加工開始直後から計測した電極消耗率の時間的推移を図4のグラフAに示す。これに対して、図4グラフBは、ワークの加工量に対する電極角部のみの比から求めた消耗率を示す。グラフAとBを比較すると、加工初期段階においては、消耗のほとんどが電極角部に発生していることが分かる。したがって、電極角部の消耗は加工初期段階で大きく寄与し、単に一般的な消耗率のみからは判断できない。

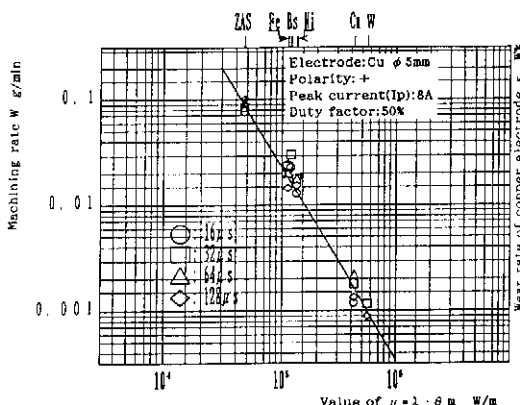


Fig.1 Relation between machining rate and the value of μ of the materials of work pieces.

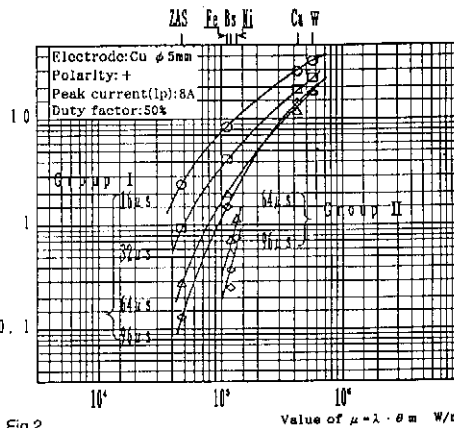


Fig.2 Relation between the wear rate of copper electrode and the value of μ of the materials of work pieces.

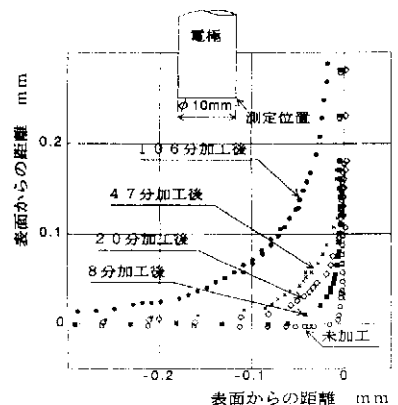


Fig.3 電極角部消耗状態

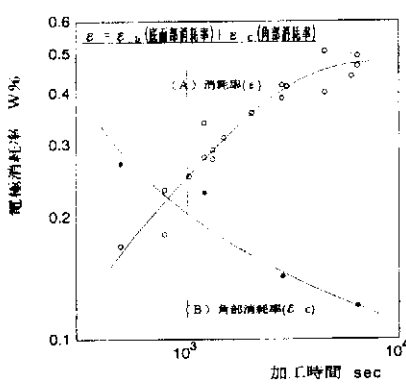


Fig.4 電極消耗率の推移

2. 鏡面仕上げ加工の研究

Si粉末を混入した加工液により、比較的大きな面積において鏡面仕上げが実現し、実用化されている。Si粉末を混入することにより、極間で電容量が増えることによる異常電流が抑制され、Si粉末は放電の浮遊することによって電極表面に付着する。粉末混入加工液の状態、被加工物の組織状態等の条件により、希望の加工面が得られない場合がある。そこで超音波洗浄槽内でSi粉末混入油により仕上げ加工を鏡面に近づける。鏡面仕上げ加工の場合、加工後の表面粗度を図5に示す。

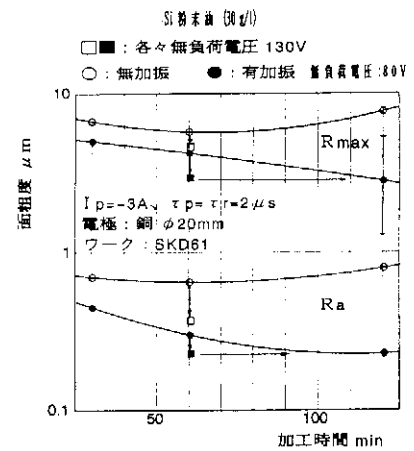


Fig.5 面粗度の推移

(加工条件: $-3A-2 \mu s-6 \mu s$)