超音波キャビテーション技術を用いた放電加工における ジャンプフラッシングレス化への取り組み

１．目的

放電加工は短間隙でのアーク放電を応用し，高硬度材料の除去加工を行う非接触加工方法である．一般的に放電加工では加工間隙にスラッジや気泡が発生し，その排出が不十分であると短絡や異常放電等が発生し加工面を悪化させる．このため，加工液の噴出や電極のジャンプフラッシングにより排出を促しているものの，ジャンプフラッシングの多用は加工速度を著しく低下させる．

本研究では，加工間隙の切削液の供給を効率良く行い，スラッジ排出促す超音波アシスト技術について取り組み，超音波出力や加工深さの違いによる加工液の流動状態を可視化すると共に実加工を行い，高能率・高精度加工を実現する専用システムの開発を行った．

２．方法

超音波キャビテーション付与装置は，徳島県および多賀電気(株)により共同開発され，同装置は超音波振動するホーンとその発振器から構成される．その特徴は，ホーンと工作物を対向させ，その隙間に加工液を供給することで，加工液中で超音波キャビテーションが発生する．この超音波キャビテーションにより，加工液中は強力な超音波洗浄雰囲気となり，加工液中に滞留するスラッジの排出を促す．

研究では，まず，透明アクリルに止り穴を設け，その中に電極を挿入し，超音波キャビテーション付与による加工穴内部の加工液の挙動について調査した．その後，銅電極を用いた焼入れ鋼である SKD11 の放電加工を行い，加工能率および加工面性状について，通常加工と比較した．放電加工条件は表 1 に示すとおりである．

表 1　加工条件

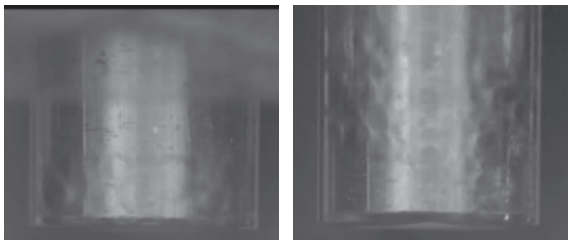
被加工材料（－）	SKD11
放電加工機	三菱電機製(ED-SCAN8E)
加工液	放電加工油(EDF-K2)
電極（＋）	Cu(5mm 角)
放電加工回路	トランジスタ
放電電流	5.5A
放電時間	2μs
休止時間	2μs
無負荷電圧	220V

３．結果

３－１　モデル実験による可視化

アクリル樹脂に対してその穴深さを変化させた止り穴を設け，この穴の内部に電極を挿入し，超音波キャビテーション付与による穴内部の加工液の流動状態を高速度ビデオカメラにより観察した．

図 1(a)のように穴が浅い場合は，穴底部から繰り返し発生する気泡とその崩壊により加工液が激しく流動することが確認できたが，深穴になるにつれ激しさは低下し，加工深さ 10mm ではほとんど流動しない．超音波振動は液中で減衰すると考えられ，本研究で用いた超音波装置と加工液では，超音波キャビテーションによる加工液の流動効果は深さ 5mm 程度までと考えられる．

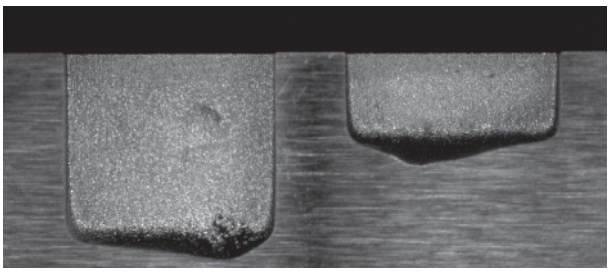


(a)　深さ 2mm　　(b)　深さ 5mm

図 1　穴深さ変化による加工穴内部の加工液の挙動

３－２　SKD11 への放電加工

図 2 に加工時間 30 分後の穴断面の状態を示す．通常加工では加工深さ 2.23 ㎜であったのに対し，超音波援用加工では 5mm となり，2 倍以上の加工能率の向上が確認できた．また，超音波援用加工の穴断面幅は電極幅に対して＋0.1mm 程度であったものの，通常加工では，＋0.17mm 程度と前者に比べ若干大きくなっており，スラッジを介しての 2 次放電により穴径が拡大したものと考えられる．



(a) 超音波援用加工　　(b)　通常加工

図 2　加工穴の断面の状態（加工時間 30 分）

機械技術課　小川　仁