

氏 名	大 森 正 己 おお もり まさ み
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 653 号
学位授与の日付	昭 和 49 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	液中放電成形法の成形効率向上に関する研究
論文調査委員	(主 査) 教 授 奥 島 啓 式 教 授 大 矢 根 守 式 教 授 山 田 敏 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、コンデンサに蓄えられた電気エネルギーを液中放電により機械エネルギーに変換し、これによって板金の塑性加工を行なうところのいわゆる液中放電成形法に関するもので、緒言、本文7章および総まとめからなっている。

第1章は、液中放電における圧力波発生 of 理論的考察について述べたもので、液中火花放電の際に発生するガス気泡の張り出しの加速度が正弦曲線的に変化するものと仮定して、媒液中に発生する圧力波圧力のピーク値を算定するための理論式を導き、これらの理論式による計算結果は、著者ならびに他の研究者による実際の圧力測定結果とかなりよい一致がみられることを示している。更にこの理論的考察から、圧力波ピーク圧は充電エネルギー、出力効率、媒液密度および圧力伝播速度の相乗積の平方根に比例し、また火花放電時間の平方根に逆比例すること、および出力効率は火花放電によって発生するガス気泡のピーク圧とその容積の積に比例して増大することなどが示されている。

第2章は、投てき形出力測定器ならびに出力の解析について述べたものである。液中放電によって発生する機械的出力は、放電条件、電気回路条件その他多くの因子に左右されるが、この研究を実施するにあたり発生出力が簡単に比較測定することのできるものが望ましいので、著者は投てき形（大砲形）の出力測定器を考案試作した。本章はこの測定装置について説明し、投てき用たまの形状などの工夫により、信頼性の高い測定が得られること、また投てき筒内においてたまの底面のうける圧力変化が指数関数的に変化するものと仮定して理論的に圧力を求めた結果、前章の理論的圧力の約50%程度となったが、これは投てき器内の水のもれその他のエネルギー損失によるものと考えられることなどを述べている。

第3章は、放電時間およびピーク圧の計測結果に関するものである。第1章で述べているように、成形作業に対して最も重要な圧力波ピーク圧は、エネルギー放出時間すなわち放電時間によって強く影響される。また前述の理論的考察の妥当性を確かめるためにも、ピーク圧を計測する必要がある。放電時間の計測のため放電電流波形を撮影する方法を用いたが、放電電流波形の撮影に分流器を用いると、その選び方に

よって回路のインダクタンスが著しく増大するため放電による出力効率が減少する。このため著者はこのような欠点のない電磁誘導形のピックアップを用い、間隙放電における電極間隙、また導線放電、粉体放電などの諸条件が放電電流波形、放電時間に及ぼす影響を明らかにしている。また液中放電によって媒液中に発生する圧力波のピーク圧の計測には、容量型微小変位計を利用し、各種放電条件における放電時間、出力効率およびピーク圧の関係を実験的に求め、理論計算と比較検討している。

第4章は、液中放電成形の効率に最も大きい影響を与える電極間条件について論じたもので、間隙放電における媒液の種類、電極間距離など、導線放電、粉体放電においては電極間にとりつける導線あるいは粉体の材質、形状、寸法などの出力効率に及ぼす影響を、前記投てき形出力測定器によって究明している。この結果いずれの場合も出力効率を最大にする電極間条件が存在し、例えば、間隙放電の場合媒液としてトランス油が最適であり、導線放電の場合はアルミニウムを導線として細いコイル状にすることが有効であるなど、効率向上のための具体的方策を明らかにしている。なお同時に放電槽形状の影響についても述べている。

第5章は成形能力の分布に関する章で、開放型放電槽を用いた場合槽底の受ける成形能力の分布状態を求めるため、蜂巣状の小孔のあいたダイ上に薄板を置いて放電成形加工を施し、各孔の成形深さを測定した。この一連の実験の結果、受圧平板上の圧力分布は一般には中高の状況であるが、充電エネルギーの大きいときは壁面からの反対波の影響でくぼみになること、放電溝直下の圧力は水面から放電溝までの深さの増加と共に増加するが、ある一定以上の深さは効果のないこと、また成形能力はコンデンサの充電電圧の自乗に正比例し、放電位置から試料までの距離の自乗に反比例しかつ受圧角の正弦に比例することなどを明らかにした。

第6章は、放電形式、放電槽形式などが成形効果に及ぼす影響について論じたものである。即ち実際に即した比較的大きい鋼板試料を用い各種放電形式における自由成形効果を調べたもので、その結果一般には投てき出力が大きい放電条件のとき成形効果もすぐれているが、開放形の粉体放電の場合はピーク圧が低いため例外的であること、密閉形は開放形よりもはるかに成形効果の大きいことなどが明らかにされた。なお実験結果の近似的解析の結果、周辺固定の円板を自由成形させるときの成形仕事は円板中央のくぼみ深さの自乗に比例することを示している。

第7章は、繰り返し放電における成形効果に関するもので、実際の作業では一回の放電で加工を完了するよりも、小エネルギーによる多数回の繰り返し放電で成形する方が試料が破断せずに大きい成形効果が得られることを示している。前章までの研究結果では間隙放電よりも導線放電が成形効率の高いことを示しているが、実際問題として放電のたびごとに導線をはる必要のある導線放電よりも、その操作の煩しさにない間隙放電で成形を行なう方が便利であり、たとえ一回の効率は低くても、くり返し放電により充分効果的な成形加工が可能となり、本成形法の実用化のためには極めて有利な手段であると述べている。

最後の総まとめは、以上の結果をまとめたものである。

論文審査の結果の要旨

塑性加工における高エネルギー速度加工法は、大エネルギーを瞬間的に放出して衝撃的に仕事を行わせ

る方法で、難成形材料の加工や複雑な形状に適し、スプリングバックが少く、加工精度が良いなど多くの利点を持っている。いわゆるダイナパックなどにおける高圧ガスの利用はその代表的なものであるが、変形速度の更に大きいものとして、火薬の爆発成形法がある。しかし火薬を取り扱う点において危険も多く、これに代るものとして液中放電成形法が注目されるようになった。この成形法は、あらかじめコンデンサに充電された電気エネルギーを短時間に放電させる際に発生する衝撃的な圧力波の圧力によって品物を加工する方法である。約10年前からこの成形法を一般工場の生産工程の中に取り入れることが試みられるようになったが、当初はその効率が極めて低く、実用に供するには程遠い状態であった。本論文は、著者が本成形法の実用化を目的として行なってきた実験研究をまとめたもので、多くの有用な知見を得ているが、その主なるものは次の如くである。

1. 液中放電によって発生する機械的エネルギーの出力を測定するために、投てき形試験装置を考案試作し、これによって簡易に電気エネルギーの機械エネルギーへの変換効率を知ることができるようになった。
2. 電気エネルギーの機械エネルギーへの変換機構として、放電間隙をとりまく液体の急激蒸発によるガス気泡の張出しを考え、液体中に発生する圧力のピーク値を算定するための理論式を導き、実測値とよい一致を示した。
3. 間隙放電、導線放電および粉体放電のそれぞれについて、最も出力効率の高い電極間条件、すなわち液体の種類、導線あるいは粉体の材質、形状、寸法、あるいは電極間距離などを究明した。
4. 放電成形における成形能力の分布を求め、充電エネルギー（コンデンサ容量、充電電圧）、電極と被成形物との相対距離、放電槽の形式などの影響を明らかにした。
5. 大エネルギーによる1回の放電成形よりも、比較的小エネルギーによる多数回のくり返し放電成形の方が材料の破断のおそれが少く大きい成形効果が得られ実用的である。

これらの研究結果により、液中放電成形法の成形効率は著しく向上し、本法の実用化に多大の貢献をなし、学術上、工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。