

# 簡易型製作と放電加工

国枝正典\*

## 1. はじめに

従来の形彫り放電加工法は主に次の2つに分けることができる。

- ①総形電極を用いる方法
- ②単純形状電極を用いた NC 放電加工機による方法

ところで、金型などにみられる雌雄一對の形状を加工する場合、①の方法は電極製作の手間やコストがかかるといった問題がある。また、②の方法は、①の方法よりは電極の製作が簡単だが、放電加工時の放電面の面積が小さい場合が多いので、適正な電流密度が存在するという面積効果の観点からすると加工能率が悪いことが予想される。しかも、①、②の方法とも雌型と雄型を同時に同じ加工機上で加工することはできない。

そこで任意の形状とクリアランスを持つ雌雄一對の3次元形状を効率よく創成するための放電加工法として次のような方法を考案した。まず、予め形状の既知であるごく単純な形状をした雄形状、雌形状用の素材を用意する。そして、両者を対向させ一方を電極、他方を工作物として、雌型を加工する時には雄型の素材を工具電極として加工を行い、現在の雄型の素材の形状、つまり現在の工具電極形状では目標とする雌型形状に干渉せずに加工できる場所が無くなった時点で電極極性を反転する。次に今度は雌型の素材を工具電極としてそれまで工具電極であった雄型の素材を工作物として加工を行う。そして工具電極すなわち現在の雌型素材の形状では目標とする雄型形状に干渉せずに加工できる場所が無くなった時点で電極極性を入れ替えて、再び雄型の素材を工具電極として雌型の素材を加工する。このように電極極性を反転させながらお互いを加工し合って目標とする雌雄一對の形状に収束させる方法である。

但し目標形状が複雑な場合、どうしても加工できない部分が出てくる場合があるので、その際は後加工を行い難い方の形状を優先的に形状創成するような工具経路を生成するアルゴリズムを考える必要がある。

この加工法は素材そのものを電極とするので電極の製作が必要ない、雌型と雄型を同時に加工することができるなどの利点がある。また、この加工法を金型製作に応用した場合、形状創成、仕上げ、型合わせの工程を一台の放電加工機上で行うことで、素材さえ用意すればあとの金型製作の全工程を一貫して全自動で行うことも可能になると考えられる。つまり CAD/CAM システムと組み合わせることによって高効率でしかもフレキシブルな3次元形状の創成が可能となる全く新しい加工法である。

## 2. 形状創成のアルゴリズム

放電加工を行う場合の工具電極の経路を求めるアルゴリズムを図1のフローチャートを用いて説明する。簡単のために電極の運動は二次元に限定して考え、放電ギャップおよび電極消耗については考慮しない。

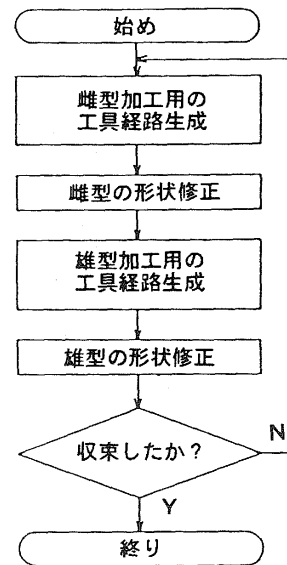


図1 工具経路を求めるフローチャート

まず雄型素材を電極として雌型を加工するのに必要な工具経路を生成する。工具経路の生成方法の考え方を図2により説明する。まず電極となる雄型素材の輪郭線上に原点を持つ移動座標系を考える(図2(a))。ある時点での移動座標系の原点すなわち雄型素材の輪郭線上の一点が雌型の目標形状に干渉せずに動ける経路はその時の移動座標系で表した雌型の目標形状である。したがって、移動座標系を雄型素材の輪郭線に沿って動かし、その時の移動座標系で表した雌型の目標形状群の包絡線が、工具電極である雄型素材が雌型の目標形状に干渉せずに動ける経路、すなわち雌型加工用の工具電極経路となる(図2(b))。次にこの工具電極経路を用いて雌型素材の形状修正を行う。雌型素材の形状修正の方法は図3に示すように、工具電極をさきに生成した経路に沿って移動させる。移動させた電極の包絡線が修正後の雌型素材形状になる(図4)。

この次に、上のようにして形状を修正された雌型素材を電極として雄型素材を加工する。この場合の方法は上と同様に考えてあらためて雄型加工用の工具電極経路を生成し、雄型素材の形状修正を行う。

工具電極経路は雄型素材と雌型素材の相対運動の経路を表しているので、雌型加工用の工具経路と雄型加工用の工具経路は上のような加工を繰り返し行えば最終的に一致するので毎加工ごとに雌型加工用と雄型加工用の工具電極経路を比較し、その形状誤差が許容範囲よりも小さくなればそれ以上除去できるところはないので、これを収束条件とする。

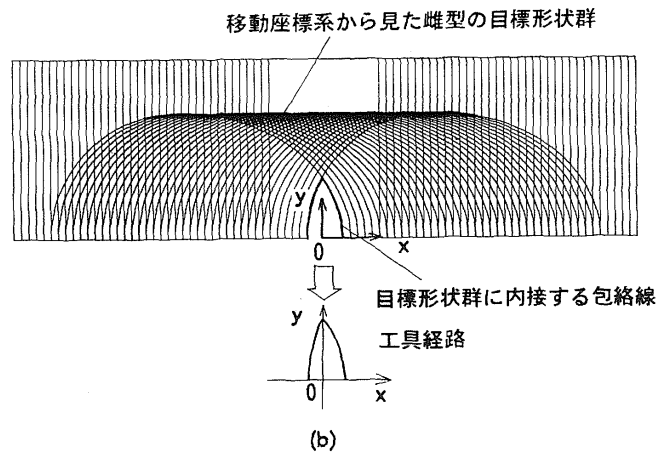
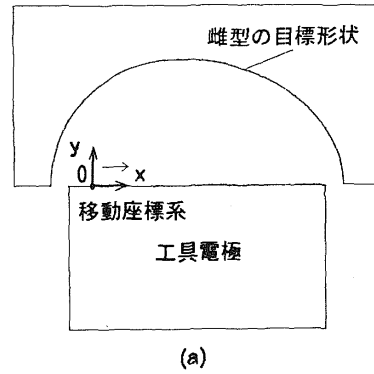


図2 工具経路生成の考え方

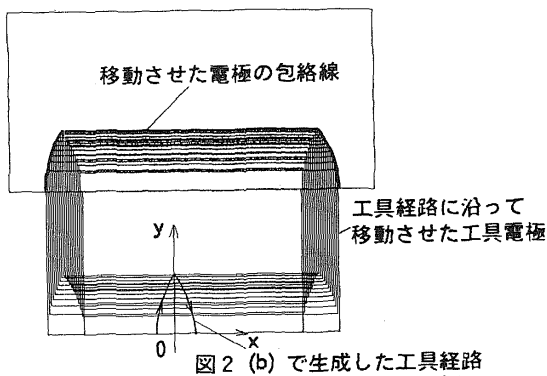


図3 形状修正の方法

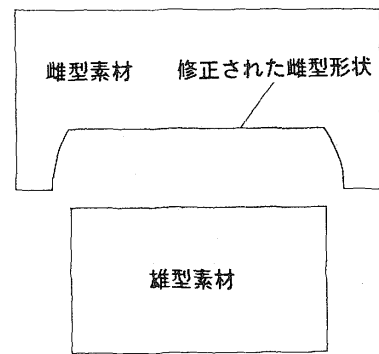


図4 修正された雌型形状

### 3. 放電加工のコンピュータシミュレーション

アルゴリズムの妥当性を検証するために、実際に放電加工をするかわりにコンピュータ上で加工シミュレーションを行った。雄型と雌型の目標形状は図5に示した半円と半楕円を組み合わせた単純な形状で、図6はそれぞれの素材の形状である。図7(a)は図6に示した雄型用の素材を工具電極として雌型素材の形状修正を1回行ったあとの形状である。図7(b)は図7(a)の雌型素材を電極として雄型素材の形状修正を1回行ったあとの形状である。図7(c)は図7(b)の雄型素材を電極として、雌型の形状修正を行

った後の形状である。図7(d)は図7(c)の雌型素材を電極として、雄型の形状修正を行った後の形状である。次の図7(e)は図7(d)の雄型素材を電極として、雌型の形状修正を行った後の形状である。最終的に今回のシミュレーションでは図7(f)に示すように雌型、雄型共に修正回数4回で、目標の形状が得られることが確認された。また図8(1)~(4)および図9(1)~(4)はそれぞれ雌型加工用と雄型加工用の工具電極経路である。( )内の数字は各々の形状修正回数である。加工が進むにつれて工具電極経路が一致してゆく様子がわかる。

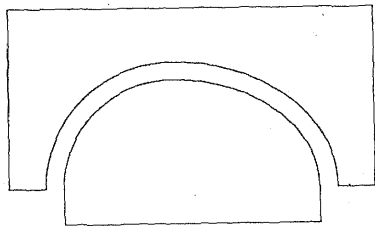


図5 目標形状

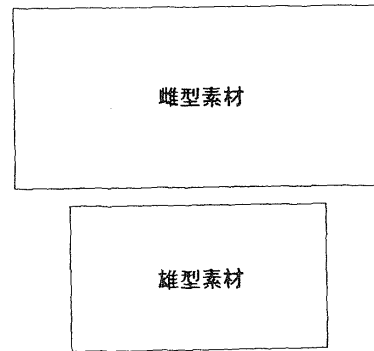


図6 素材形状

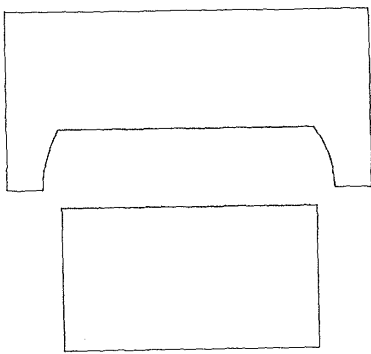


図7 (a)

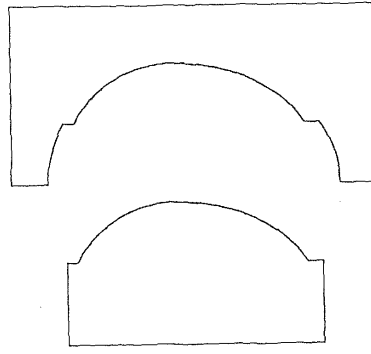


図7 (c)

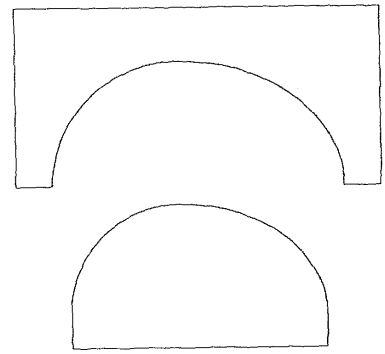


図7 (e)

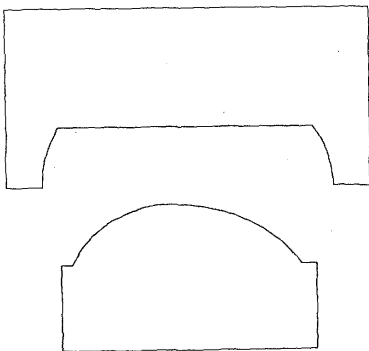


図7 (b)

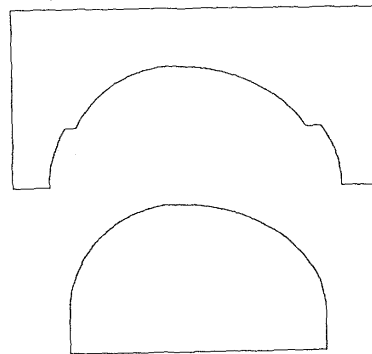


図7 (d)

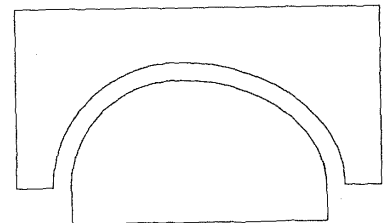
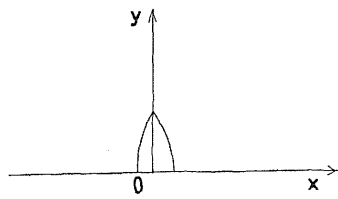
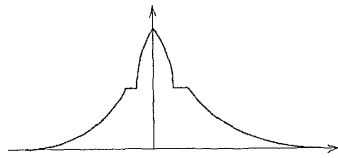


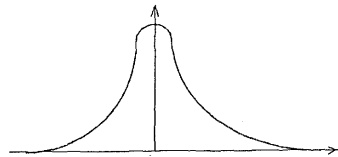
図7 (f)



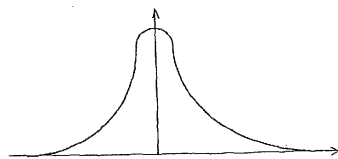
(1)



(2)

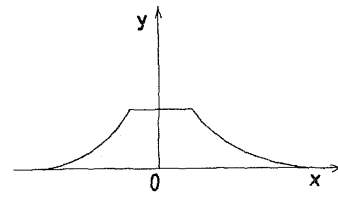


(3)

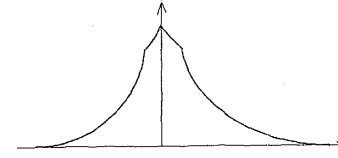


(4)

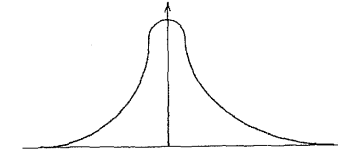
図8 雌型加工用の工具経路



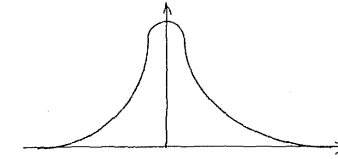
(1)



(2)



(3)



(4)

図9 雄型加工用の工具経路