

切削、放電に代わる新たな選択肢 ペムテック精密電解加工機

1. はじめに

脱炭素社会に向けた取り組みの中で、内燃機関の高効率化が求められ、高温・高圧環境に耐えるニッケル基超合金やチタン合金など難削材の採用が広がっている。金型の業界では、寸法精度の維持や耐摩耗性を向上させるため、衝撃に強いダイス鋼やハイス、高硬度かつ高温時の硬度低下が少ない超硬を使用し、材料硬度を上げる傾向がみられる。切削や放電加工で、それらの素材を加工する場合、ワークの加工性や硬度の影響を受け、加工時間が相対的に長くなる。加えて切削工具や電極の消耗も激しく、加工後には当然の結果として、後処理が不可欠となっている。切削や放電加工が持つこれらの課題に対し、加工時間の短縮や電極寿命の向上、さらに後処理不要を実現する精密電解加工への注目が高まっている。

2. ペムテックの電解加工の原理について

電解加工は電気化学分解の原理を利用し、電極の形状をワークに転写する工法である。原理は電気めっきと同様で、銅めっきの場合、陽極を銅とすると、銅は電解液中に電子を放出して Cu^{2+} イオンとして溶解する。陰極では Cu^{2+} イオンが電子を受け取って還元され、銅めっきが析出される。電解加工ではワーク側を溶解する陽極側とし、めっきされる陰極側を電極とするため、理論上、電極が太ることはあっても消耗することがない。

3. ペムテックの精密電解加工

フランス・ペムテック社の精密電解加工機 PEM シリーズについて、切削、放電加工と比較し、加工時間、電極寿命、後処理の観点から、加工事例も交えながら紹介する(図 1)。



図 1. PEM シリーズ

超硬加工仕様(左)、省スペース仕様(中央)
大物ワーク加工仕様(右)

3.1 加工深さが浅いワークを高速加工

ペムテックの加工では、加工深さが加工時間に直結する。多数個取りが可能な場合は加工数で割ることになり、部品 1 つ当たりの加工時間が短縮される。加工深さが浅く、微細な形状の加工に適しているため、浅い加工深さのワークでは、切削や放電加工と比較して、大幅に加工時間を短縮できる。以下に、切削、放電加工とペムテック加工時間を比較する。

3.1.1 切削と比較し加工時間を 99%短縮

歯切りができない特殊なステンレス鋼製のフェースギヤについて、マシニングセンタで 12 時間かかっていた加工時間を 7 分に短縮した(図 2)。

3.1.2 型彫り放電と比較し加工時間 75%短縮

インサート金型を加工する場合、放電加工では、電極 4 個の製造に 120 分、型彫り放電加工に 150 分と計 270 分の加工時間を要する。一方、ペムテックでは、電極 1 個で、粗加工から仕上げまで行える。加工時間は 40 分、電極製造の時間を加味しても合計 70 分となり、加工時間を 75%も短縮している(図 2)。



図 2.フェースギヤ(左)、SUS 製電極(中央)、超硬金型(右)

3.2 電極消耗なしでの連続加工を実現

切削では、切削工具の刃先が摩耗しながら、被削材に塑性変形を引き起こし、最終的に破壊して削り取る。つまり機械的な共削りプロセスである。一方、放電加工では、高温のプラズマを生成して、電極と被加工材を溶解させる共溶解加工が行われる。つまり、切削と放電のプロセスでは、一定の工具消耗を前提とし、それを上回る消耗が被加工材で発生することによって成り立っている。ペムテックの精密電解加工は、非接触で非熱的なプロセスであり、電極の消耗を前提とせずに加工を実現する。

3.2.1 切削と比較して工具費を 94%削減

難削材であるニッケル基超合金の航空部品であるブリス製造においては、1,000本のエンドミルを要する加工であったところを、ペムテックでは、わずか1個の電極で実現しており、工具費を94%削減している(図3)

	切削加工	精密電解加工
工具	エンドミル	電極
工具単価	5,000 円	30 万円
工具必要数	1,000 本	1 個
工具代	500 万円	30 万円

図 3. ブリス 10 枚あたりの工具費用の比較

3.2.2 型彫り放電加工と比較して 16 倍の電極

寿命

超硬のインサート金型を粗加工から仕上げまで 4 個の電極を使用し加工していた事例では、ペムテック機を用いて、1 個の電極で最大 4 つの金型を連続加工することに成功した。電極の寿命は、型彫り放電加工の 16 個分の電極に相当する(図 2)。

3.3 バリなし、再凝固層なしで後処理が不要

切削では、被削材を塑性変形させて引き裂くため、バリが発生する。後処理で、バリを除去する工程

が不可欠であるが、モジュールが小さいギヤや微細なパターンが求められる被削材においては、後処理が被削材の形状を損傷させることがある。放電加工では、溶解した材料が再凝固し、脆い白層を形成するため、磨き処理が必要となる。ペムテックの場合、被加工材に残留応力やバリ、溶解再凝固層が発生せず、また、被加工材の硬度の影響も受けない。焼入れ材からの加工が容易となり、熱処理後の歪み修正の必要もない。

3.3.1 小モジュールギヤ加工の後処理不要

波動歯車のフレクスプラインのような、焼入れ後の高炭素鋼の薄肉ワークに対しても、熱処理による歪みの修正不要、微細なギヤ加工が可能で、バリも発生しない(図 4)。

3.3.2 超硬の再凝固層やクラック除去不用

型彫り放電加工の場合は、熱衝撃によるマイクロクラックとコバルトの溶出が発生するのに対し、ペムテックの精密電解加工では、炭化タングステンとコバルトの微細構造が維持され、マイクロクラックも発生しない(図 4)。

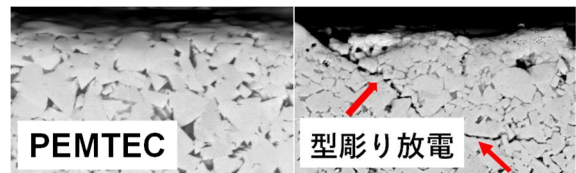


図 4. 波動歯車のフレクスプラインのギヤ加工(上)、超硬の断面図(下：電子顕微鏡画像)

4. おわりに

ペムテック社精密電解加工機は電極消耗なし、後工程不要の特長を持ち、放電・切

削が苦手とする高硬度材、難削材の加工に力を発揮する。部品の精密加工における革新的な時間短縮と高効率化を実現する設備として、お客様が手掛けるものづくりを差別化する鍵となるよう努めていきたい。

以上