

1. はじめに

型彫り電解加工機は、電極が消耗しない夢の放電加工として、日本では1980年代にかけてブームになった。しかし、加工精度の問題、浮遊する電解液のミストが周りの機械を腐食する難しさもあり日本の著名な機械メーカーは市場から撤退した。しかし、その技術は主に超合金の加工が必要な一部の航空部品メーカーで残り、今日でも内製の電解加工機を利用していることがある。ただし、これらは例外的な事例であり、日本で電解加工というと、一般的にバリ取り、表面仕上げなどの工程が知られる技術になっている。一方、欧州では自動車部品をはじめ機械部品、空部品、医療部品、金型が精密電解加工されている。さらに保守的な業界として知られる造幣においても、精密電解加工を取り入れ、焼入れを施した高硬度材の硬貨金型の製作をしている。当社は、欧州の精密電解加工を牽引するフランス ペムテック社精密電解加工機をJIMTOF2014に出展した。本稿では以下にその特長と用途を紹介する。

2. ペムテック精密電解加工の特長

量産加工、高硬度材、難削材、高精度がペムテック加工のキーワードになる。特長は工具の消耗がない、ワークの加工性の影響を受けない、高い再現性、バリや変質層が生まれにくいことであり、それぞれを簡単にまとめた。



Fig. 1 ペムテック製電解加工機

2.1 工具が消耗しない

この工法の最大の魅力は工具が実質消耗しないことである。切削加工においては切削工具が、放電加工では電極の摩耗が避けられない。ペムテックの加工においては工具となる電極が消耗しない。

量産加工において工具が摩耗しないのであれば、精度の安定性に優れ、工具費の大幅な削減につながる。特に難削材、高硬度材の加工には魅力的である。

2.2 ワーク硬度や加工性の影響なし

焼入れしたワーク、難削材ほど工具が摩耗し、加工時間も長くなる。ペムテックの加工では、ワークの硬度や加工性の影響を受けないため、加工が困難なワークほどペムテックの必要性が相対的に高くなる。

2.3 高い再現性

工具が摩耗すると、加工されるワークの形状精度に直接的な影響がある。設置環境の温度変化は機械に熱変異の誤差を発生する。ペムテックの再現性は最高1~5 μ mであり、その安定性は工具が摩耗しない、温度管理された電解液、温度や振動に対し優れた機械構造の要因によるものである。

2.4 バリや変質層が生まれにくい

電気分解によるペムテックの加工においては、切削で生じるバリ、放電加工がつくる変質層がない。ペムテックの加工面に追加加工は必要ない。精密電解加工の導入は、焼入れ材の直接加工、バリ取りの工程の削減など、常識的に工程にとられないため、リードタイムに大きな変革する可能性を秘めている。

3. ペムテック社

YKTは創業90年をこえる歴史を持つ機械専門商社であり、ニッチなアプリケーションで業界をリードする商品を取り揃えている。ペムテック社の取り扱いは2010年から始め、同社は2006年から本格的に精密電解加工機の販売を開始している。電解加工の基礎研究はロシアが技術的に先行しており、ペムテック社はロシアの技術に、ドイツの物作りが加わった完成度が高い精密電解加工機を完成させた。ペムテック社はドイツの会社であるが、近年ドイツ南西の都市ザールブルケンから近いフランスのフォーバッハに工場が移設された。

4. PEM シリーズ

ペムテック機は電源、加工エリア、電解液タンクの3つのユニットから構成されている。加工面積の合計が10 cm²のPEM400, 84cm²のPem600, 96cm²のPEM800の3つの選択肢が用意されている。



Fig. 2 ペムシリーズ

4.1 電源

自社設計の電源は増設が可能なモジュール式で、1,200 Aから最高12,000 Aまで拡張ができる。一般的に1 cm²の加工範囲には100Aの電流が必要とされ、最大合計加工面積は120 cm²となる。加工には高電流が不可欠であるが、消費電力は中型マシニングセンタ1台分と同様と試算される。

4.2 電解液タンク

電解加工において電解液はワークを加工するツールの一つになり、重要度は高い。電解液の管理こそ安定的な生産には不可欠な要素となり、ペムテック製電解液タンクはpH値、六価クロム量、液体温度が自動で管理されている。電解液には2つの役割が求められ、1つはワーク加工部の電気分解、もう一つはワークスラッジの適正な排出である。ワークの形状によっては、電解液を電極とワークとの隙間に電解液を確実に満たすために封止治具を用意することもある。

4.3 加工エリア

ペムテック機は工具主軸が振動しながら、電気分解加工がされる。機体には振動減衰性に優れ、温度変化に鈍感な花崗岩が採用されている。型彫り放電加工機のように、工具主軸に電極を取り付け、上下のCNC軸を利用し、電極を揺動させながらワークに接近させる。

5. アプリケーション

電解加工の採用が遅れている日本においては、今だに電解加工における量産加工に懐疑的な声が多い。ペムテックの精密電解加工はマシニングセンタや型彫り放電のような高い自由度はない。し

かし、限られたアプリケーションにおいては、他の加工を全く寄せ付けないモノポリー的な競争力を持つ。製造業の傾向として、より硬い高硬度材、より耐食性に優れた合金鋼の採用が好まれている。これらの傾向はペムテック機の必要性を押し上げるものであり、今後の動向が注目される。欧州におけるアプリケーション事例を紹介する。



Fig. 3 刻印用パンチ(左:加工前, 右:加工後)
加工時間1分, 加工深さ1mm



Fig. 4 シェーバーヘッド(左:加工前, 右:加工後)
加工時間 1.5分(4工程, 段取時間除く)

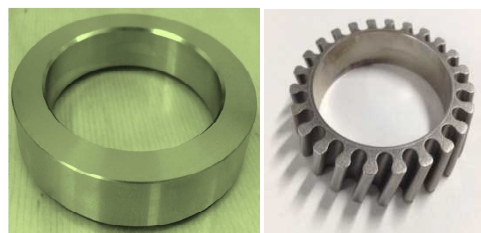


Fig. 5 航空部品(左:加工前, 右:加工後)
インコネル318、加工時間50分(側面加工)



Fig. 6 コイン金型加工、刻印パターンの精工な転写、加工時間7分



Fig.7 特殊ハイポイドギヤ
ステンレススチール、加工時間 5 分



Fig.8 バルブプレート (写真は類似ワーク)
(左:加工前, 右:加工後)
高炭素クロム鋼
64 個同時加工, 加工時間 1 個 6 秒

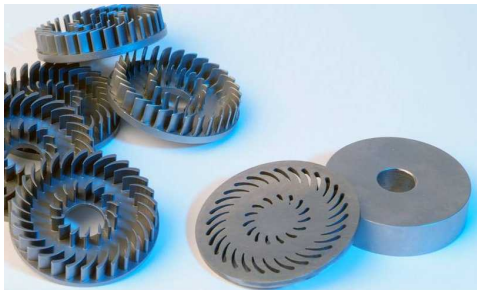


Fig.9 送風用インペラ (左電極, 右:加工前)
加工時間 4 分

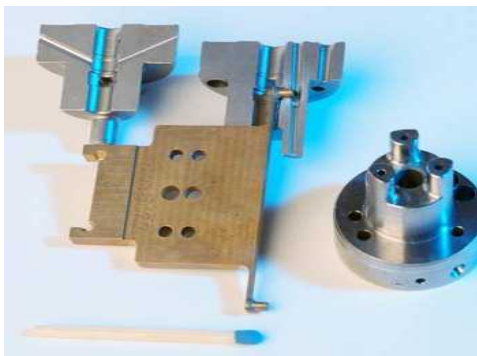


Fig.10 ディーゼルポンプ
内面止まり横穴加工、年間 45 万個量産
真鍮は電極, ワークを分断、加工時間 7.5 秒



Fig.11 コイン金型加工

焼入れ材
2 日間のサイクルタイムを加工時間 7 分に短縮



Fig.12 タブレットプレス用工具
加工後の結晶構造変化なく、工具寿命が 6 倍向上

6. おわりに

本稿では欧州が先行する精密電解加工について、アプリケーションを中心に紹介した。当社は、日本の製造業の活性化のためにも、今後も西と東を結ぶ架け橋をモットーに海外の最新鋭の技術の開発をしてゆく所存である。