



小径深穴加工事例

小径深穴加工の MQL 適用事例

フジ BC 技研株式会社

「セミドライ加工とは なにか」より転載

クランクシャフトの斜め油穴に代表される小径深穴加工は、ガンドリルマシンなどの専用機が必要であったり、折れにくいハイスドリルを用いるのが常識であった。ハイスドリルを用いる場合は、切りくず排出のためにステップ加工を行っていた。そのためサイクルタイムの短縮が困難とされていた。

2000年代に入り、小径深穴用の超硬ドリルが開発された。この超硬ドリルを使用することにより、従来の5倍の能率で加工が可能になった。同時に、この加工では水溶性切削油よりもセミドライ切削との相性がよいことがわかった。本稿では、クランクシャフトの斜油穴加工に代表される小径深穴加工のセミドライ化について報告する。

◆超硬ロングドリルの開発

小径深穴の高効率加工の口火を切ったのは工具メーカーである。従来、ハイスのような高じん性素材でなければむずかしかったロングドリルを超硬で開発した。超硬ロングドリルが開発された背景には、次のような事がある。マイ



【写真1】超硬ロングドリル 出典：(株)不二越

クログレイン母材による抗折力・耐チップング性能の向上。TiAlNなどの耐熱性、耐磨耗に優れたコーティング。平滑なコーティング膜による切りくず排出性の向上。切り屑排出性と工具剛性を考えた最適心厚の設計。などである。

◆MQL セミドライ加工との組合せ

小径深穴加工においては、水溶性切削油を使用するよりもMQL セミドライで加工した方が、優位性があることがわかった。

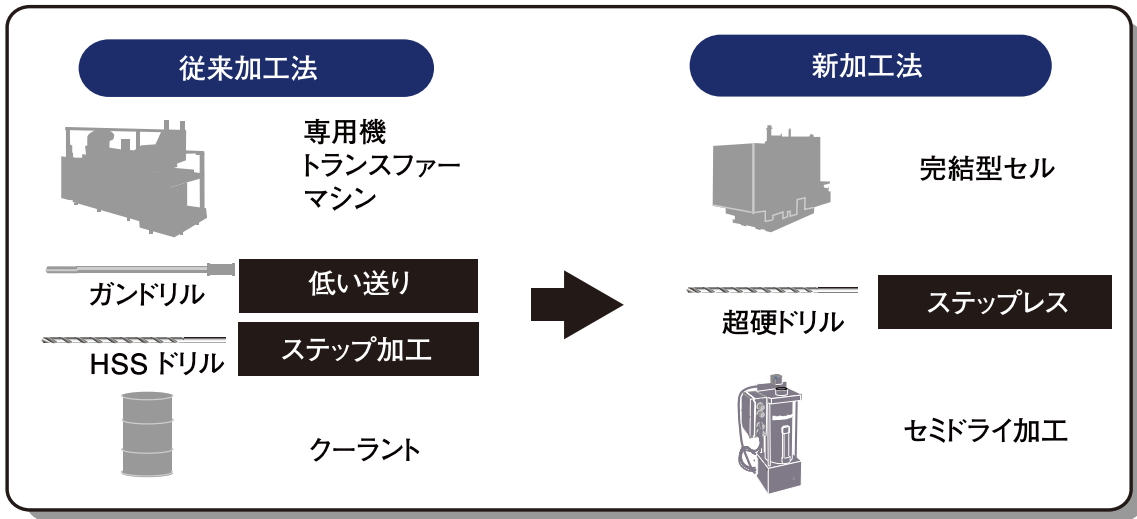
まず、水溶性切削油で加工した時の切り屑とMQLで加工した場合の切り屑の形状が異なる(写真2.3)。MQLで加工した場合の切り屑は小さくカールしていて、深穴からの排出性に優れている。

次に、水溶性切削油とMQL加工の深穴加工時の工具寿命、主軸負荷電力について見てみる。主軸電力負荷を見ると水溶性切削油では途中から負荷が上昇し、切り屑がつかまっていると考えられる。(グラフ1)

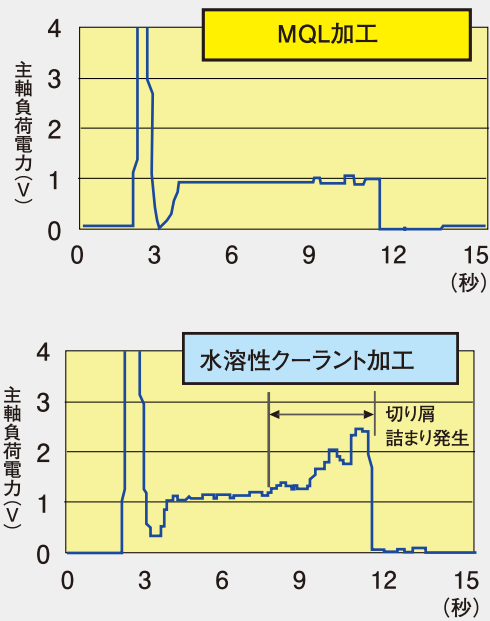
超硬ロングドリルとMQLの組合せにより、サイクルタイムが5分の1になり、工具寿命も飛躍的に向上した。(グラフ2) それと同時に様々な効果があげられる。



【写真2】左：セミドライ加工 右：水溶性切削油の切り屑
出典：(株)不二越

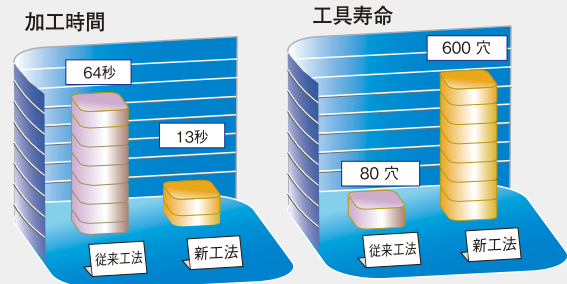


【グラフ1】
セミドライ加工と水溶性クーラントの
主軸負荷電力 データ出典: 株式会社不二越



【グラフ2】
従来加工法と新加工法による
工具寿命と加工時間比較

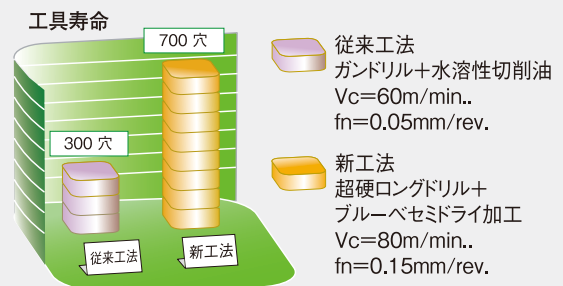
HSSドリルとの比較



従来加工法 HSSドリル+水溶性切削油
ステップ13回 $V_c=18\text{m/min.}$
 $f_n=0.095\text{mm/rev.}$

新加工法 超硬ロングドリル+ブルーベセミドライ加工
ステップなし $V_c=100\text{m/min.}$
 $f_n=0.08\text{mm/rev.}$

ガンドリルとの比較



従来加工法
ガンドリル+水溶性切削油
 $V_c=60\text{m/min.}$
 $f_n=0.05\text{mm/rev.}$

新加工法
超硬ロングドリル+
ブルーベセミドライ加工
 $V_c=80\text{m/min.}$
 $f_n=0.15\text{mm/rev.}$



【写真3】 MQL加工時の超硬ロングドリルの送りを変化させたときの切り屑形状の写真。
どの送りの場合も小さくカールし、排出に優れた形状をしている。

- ①クーラントレス化に伴う、油剤とエネルギー消費量の削減
 - ②加工能率の向上（高速化）に伴う、機械台数の低減、イニシャルコストの低減
 - ③マシニングセンタによる生産が可能になり、専用機が不要になり、FMS 対応が容易になる
 - ④クーラントポンプが不要になり、イニシャルコストとランニングコストの低減
- などの効果により、高能率な小径深穴高速加工はコストダウンや環境負荷の低減が可能になった。

◆小径深穴加工用ミスト給油機の開発

小径油穴加工は、ドリルのオイルホールが小さいため、オイルミストを発生させるために必要なエア流量が十分に得られない加工である。

EB7 は、省エネルギーの観点から少ないエア流量でも効率よく微細なオイルミストを発生し、かつ不要な大粒のオイルミストを取り除く構造を持った装置として開発を進めてきた。

新ミスト装置の開発にあたっては、装置内で発生して吐出されるミスト粒径を制限し、選別する機能がとても重要になる。当社ではスプレー専用レーザー回折式粒度分布測定装置を導入し、ミストの発生具合や選別具合などの条件を変化させながら、装置の基本性能と機構を確認する。さらに、最大 30000min⁻¹ の実験スピンドルで回転を与え、回転と遠心力による吐出量の変化を確認しながら開発、改善の作業を行った。

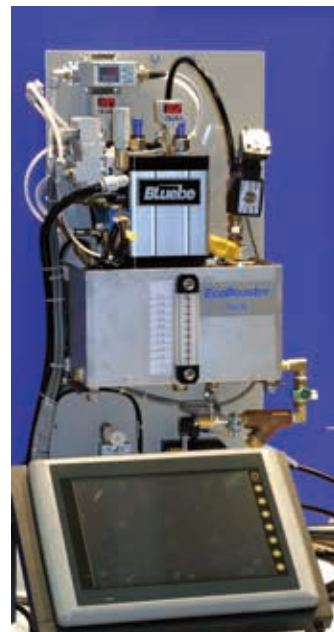
その結果、装置より吐出するミストの粒径を 20% (体積では約 73%) 大きいものに拡張した。その理由は、ターゲットとなったクランクシャフトの斜め油穴に使用されるドリルの通過空気量が少ないため、搬送経路内のミストの流速が遅くなり、ミストの液状化（液滴化）が進まなかったことによる。実験用スピンドルと実際に使用するドリルを組み合わせて、非回転時と回転時にドリルの先端で得られる吐出油量を、試作装置・油種ごとに計測を繰り返して、有効ミストの発生効率向上と、スピンドルの回転による遠心力の影響を受けにくいミストの粒径を求めた。これらの作業の繰り返しにより、ブルーベエコブースタ EB7 は、他社装置よりも多くの油量を応答性よく、確実に刃先に届けることができる装置として採用されるに至った。

また、実際のラインで採用されてまもなく 2 年になるが、自動車部品の重要な生産ラインで使用されるため、今日でも、出荷されるすべての装置は、基準となる少エア量でのミスト油量を計測して、装置の品質確認を行っている。さらに、自動車部品加工ラインで使用される装置であることから、

- ①稼動中給油
- ②連続無給油稼働 400 時間以上
- ③ミスト発生を間接的に確認するインターロックの装置にした。さらに、工作機械メーカーでのセットアップが簡単のようにパネル上に装置を配置した。(写真 4)

クランクシャフトの加工ラインで MQL の優位性が認められ、クランクシャフト深穴加工前後の工程、カムシャフト加工などの旋削加工などでも、MQL に対する期待が高まっている。弊社では、トライアルセンタを設置して各加工の試削を行っており、納得してセミドライ加工を採用いただけるよう施設を整えている。

出典：株式会社不二越
NACHI-BUSINESS news Vol.5B2 November/2004



【写真 4】JIMTOF2004 に展示したインラインモジュールの試作機。下のパネルには装置の稼働状況が映し出される。