



# 廃油・廃液レス

## - 環境に優しく高能率のセミドライ加工 -

フジ BC 技研 太田 昭夫

潤滑経済 2008 年 12 月号より再編集

### ■ 序論

2005 年の京都議定書の発効以来、産業・民生などの各界で、地球温暖化防止のために二酸化炭素の削減が求められている。日本政府はプロジェクト「チーム・マイナス 6%」を設立して、2012 年までに「1990 年比で二酸化炭素排出量を 6%削減する」ことを具体的に目指している。

これとともに「クールビズ」のように、各界で省電力を主体とした二酸化炭素の削減の施策や「3つのR」リユース、リデュース、リサイクルの啓蒙運動が起こされている。容器・包装も使用量の削減が法制化され、一部地域のスーパーではレジ袋の有料化が始められ、マイバッグの持参者への優待制度などが開始されている。

金属加工の業界も同様に、二酸化炭素の排出削減は急務となっていて、油剤や廃油、廃液の削減、省電力が可能な加工技術が求められている。金属加工に伴う二酸化炭素など地球温暖化ガスの発生源は機械の待機・加工・クーラントポンプなどの周辺機器電力、クーラントの廃油・廃液など産業廃棄物があげられる(図1)。

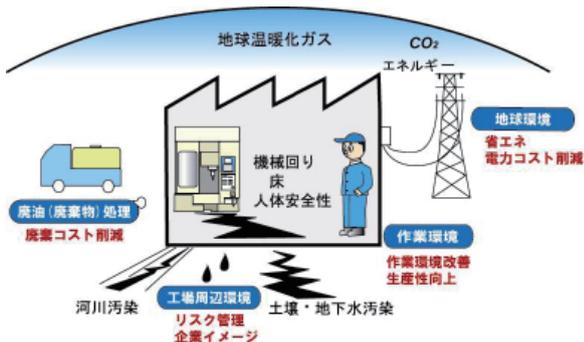


図1 金属切削加工による環境負荷

また、近年主要な金属切削加工である自動車部品製造や金型加工業界を中心にセミドライ(MQL)加工が急速に普及している。

セミドライ加工とは、加工点に極微量(mL/h)の潤滑性の高い植物性油剤を圧縮エアにより供給する加工技術である。

当社では1989年よりセミドライ給油機を販売しており、各種専用油剤、オイルホール付きバイトホルダーの「EB-TOOL」などの専用工具を取り揃え、「ブルーベ」セミドライ加工システムとして販売の総合メーカーである(図2,3)。

「ブルーベ」セミドライ給油機は、販売開始後20年、3万台を超えるセミドライ給油機が使用されており、新たな加工技術としてさらに大きな期待が寄せられている。

外部	部品	
	FK:標準タイプ	切屑機(丸鋸マシン、コンターマシン)、フライス、汎用旋盤
内部	JK:コンパクトタイプ	水溶性用(SUS304加工など)、微量時間塗布用(塑性加工など)
	EX:大容量タイプ	乾膜性油剤塗布、ダイヤル表記による流量管理
	MK:低粘度/乾膜油剤タイプ	高圧加工(デスクトップマシンなど)
	BK:微量加工用タイプ	超精密加工、鏡面加工など
	μ:超微細(精密)加工用タイプ	マシニングセンタ(スピンドルスルー) ・ダレット型NC旋盤 ・中ぐり機
エアシステム	EB3:金型、鋳造加工、旋削	・小径深穴、中ぐり盤
	EB7:小径深穴、中ぐり盤	
車用油	ベイス	植物油
	ホルダー	EB-TOOL
ノズル	ノズル	ISO準拠ホルダ、顧客ホルダへの追加も可。 ・切削専用ノックノズル(丸鋸、車削) ・パイプノズル(鋼、SUSなど) ・特殊ノックノズル(FK/BK/BKμ)

図2 「ブルーベ」商品体系図

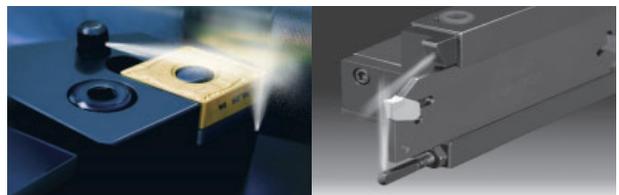


図3 オイルホール付きバイトホルダ「EB-TOOL」

セミドライ加工は、廃油・廃液レス、省電力の環境に優しく、高能率・高品位加工の可能性を持つ「エコロジー・エコノミー」な新加工技術として注目を浴びている。

セミドライ加工は、多量のクーラントを供給する従来のウェット加工と比べ、絶えず新しい油剤を供給するために油剤の劣化による加工品質の低下や、腐敗、切りくずへの持ち出し、廃液も発生せず環境に優しい加工といえる。また、セミドライ加工の導入で工場内のクーラントのミスト化による浮遊もなくなり床も滑らず、作業環境の改善にも大きな効果がある(表1)。

表1 ウェット/セミドライの特性比較

	ウェット	セミドライ
吐出単位	L/min	mL/h (ウェットの1/60,000)
供給方法	循環使用(スラッジ有)	新油使用(スラッジ無)
消費電力	クーラントポンプ	圧縮エア
廃油・廃液	有り	なし
切りくず	濡れている	乾いている
作業環境	悪い	良い

本稿では、廃油・廃液レスで省電力、高能率、高品位加工が可能な「エコロジー・エコノミー」な加工技術としてのセミドライ加工の特徴や導入事例について述べる。

## ■金属切削加工業界の二酸化炭素排出

### (1) 各種油剤

何億年もかけて生成された化石燃料である鉱油はほとんどが燃焼によりエネルギーとして使用されている。これらから、リサイクルされる樹脂など以外は用途に関わらず使用の都度、二酸化炭素の排出、増分となる。

機械には切削油剤、各摺動面の潤滑油、油圧ユニットなど各所で鉱油が使用されており、長期間の使用で発生する廃油、廃液は焼却処理されている。

鉱油は基本的に炭素と水素の集合体であり、一般的な自動車燃料のガソリンを燃焼によりエネルギーとして使用すれば、1リットル当たり、2,360gの二酸化炭素を排出することが知られている。

このようなことから、自動車産業では小型車やハイブリッドカーなど低燃費で、低い二酸化炭素排出をセールスポイントにする販売戦略となってきた。

植物から精製される植物油は1年など短年度で再生する事から、薪などの燃料では二酸化炭素の発生はないものと算定する「カーボンニュートラル」の用語も生まれ、植物油ベースの油剤も同様の扱いとなる。

また、植物油は生分解性があり、機械の外部に流出しても、土壌の微生物により分解され、環境を汚染しない。ヨーロッパでは屋外で稼働する建機や船舶用の油剤はすべて植物油を使用することが法定化されている国もある。

当社で販売している各種油剤は、すべて植物油をベースとしており、環境に優しく、潤滑性に優れた油剤である。ソリッド使用の油剤だけではなく、植物油ベースのマイクロエマルジョン型水溶性切削油剤も15年前から「フィリウム621」の商品名で販売している。

### (2) 電力

東京電力の調査では1kWhの電力消費で339gの二酸化炭素を排出するとの試算もあり、家電製品や生産財などでも、省電力型の商品が増えている。金属加工機の工作機械もターラントや油圧ユニットのインバーター化により、必要なときに必要な量の流体を供給する例や、ATCなどカム駆動による油剤レスの電動化、NC基板の省電力化などの事例がある。また、機械の構成も多軸化や複合加工機などの工程集約、高能率加工による省電力も大きな流れとなっている。

## ■セミドライ加工とは

セミドライ加工とは、1時間に数mL(cc)の潤滑性

に優れた植物性油剤などを圧縮エアにより加工点に的確に供給し、加工する技術である。油剤吐出量が極微量であることから、切りくずはドライ加工と同等の乾燥状態となる。

油剤の供給方法には、外部給油機と内部給油機がある。

外部給油機はパイプや専用ノズルにより加工点の外部から油剤とエアを供給する方法で、切断機や専用機、くし歯型旋盤、小型機械に採用されている(図4, 5)。

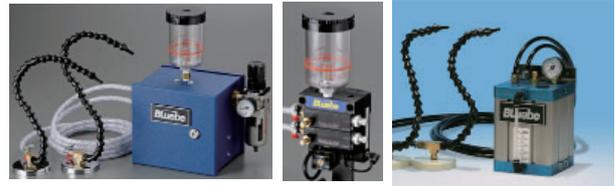


図4 各種外部給油機

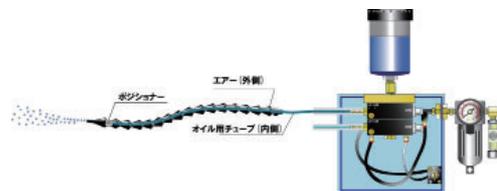


図5 外部給油機の構造

一方、内部給油機(図6)は、ミスト室で搬送性の高い1~2μmの微細なミストを生成し、吐出部の工具などに設けられたオイルホールなどで4μm以上の付着性の高い油剤粒径に変換し、加工部に付着させる。マシニングセンタなどの回転主軸内部からの供給を可能としたもので、供給回路の複雑なタレット型NC旋盤などでも採用されている。(図7, 表2)



図6 内部給油機「エコブースタ」

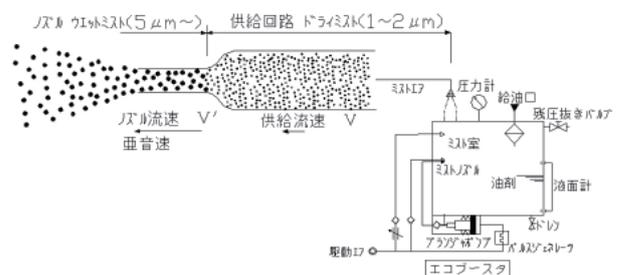


図7 油剤粒径の最適化

表2 油剤粒径とその特性

油剤粒子径 μm	分類	特性
~2	ドライミスト	搬送性に優れる
2~4	中間ミスト	
4~10	ウエットミスト	付着性に優れる



図8 クーラントミスト装置

他では、冷却性を高めるために油剤と同時に水溶性希釈液「フィリウム 621」を圧縮エアにより供給する「クーラントミスト装置」(図8)も販売している。

## ■セミドライ加工の導入と効果

自動車メーカーのマツダ(株)殿では、2002年にアルミのエンジンブロック加工ラインをセミドライ化した。全500工程、主軸数100軸の切削加工ラインをセミドライ化し、当社の給油機も採用されている。

一部、切りくずの搬送処理にクーラントを使用しており、全量の削減とならないが、クーラント使用量が84%減となり、焼却処理されるクーラント廃液が大幅に削減された。同時にクーラント関連の電力は80%の削減となっている。

この一連の取り組みは(財)省エネルギーセンター 平成14年度の経済産業大臣賞を受賞している。

## ■セミドライによる高能率加工事例

### (1) アルミ部品の切断加工における事例

当社の「ブルーベ」セミドライ加工システムが初期に普及していったのは、アルミ素材の切断工程であった。従来、クーラントによる切断加工後の切りくずは脱水・乾燥の後、溶解炉に再投入される。セミドライ加工の導入で、脱水・乾燥工程が不要となり、工具寿命も3倍以上となって、年間数千万のコストダウンとなった事例もある。

また、副次的効果として、工場環境の改善、床が滑らなくなり、クーラントの腐敗による臭気がなくなった。

### (2) 金型加工における事例

約15年前より、金型加工の業界ではセミドライの採用で、高硬度鋼の磨きレスによる金型製造技術が普及してきた。加工面の高品位化とともに工具寿命も延び、大きなコストダウンとなった。

### (3) 小径深穴加工事例

エンジンのクランクシャフトでは、中心のジャーナル、偏芯部にはコンロッドが組み付けられるピンがあり、それぞれに潤滑用途のφ5~6、深さ20D程度の小径深穴が加工される。従来は専用機によるガンドリルや汎用マシニングセンタによるハイスの油穴付きツイストドリルのウェット加工となっていた。

ガンドリルは、構造から低い送り速度となり、ハイ

表3 ガンドリルとセミドライ工法の比較

	ガンドリル	セミドライ+超硬ドリル
切削速度	80m/min	
送り量	0.04mm/rev	0.2mm/rev
加工能率	1倍	5倍

スのドリルでは低周速、切りくず排出でステップフィードとなり両工具とも高能率加工は不可能であった。セミドライ化による新加工技術は、油穴付き超硬ロングドリルを使用しノンステップで5倍以上の高能率穴明けが可能となり、自動車産業などの分野に急速に普及していった(表3,図9)。

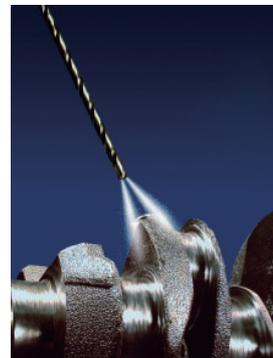


図9 クランクシャフト小径深穴加工 (油剤吐出はイメージ)

弊社製セミドライ給油機「EB7」を搭載し、X/Y/Z/A/Bの5軸を持つクランクシャフト加工に特化したマシニングセンタも開発され、自動車産業におけるクランク小径深穴加工のスタンダードとなった。

小径深穴加工のセミドライ化により、機械設備のインシヤルコストは1/5に、ランニングコストは6割減との事例もある。

## ■まとめ

セミドライ加工は廃油・廃液の発生がなく、省電力、高能率の可能性を秘めた新加工技術である。

当社では、マシニングセンタ、NC旋盤、タッピングセンタの設備を持つ「トライアルセンタ」を開設し、各種の試験加工に応じている(図10)。

環境に優しく高能率のセミドライ加工を是非ご検討いただきたい。



図10 フジBC技研トライアルセンタ

本稿はMQL研究会の小冊子「セミドライ加工とはなにか」を参考にさせていただいた。

この小冊子をご希望の方は下記にご連絡いただきたい。

MQL研究会 <http://www.MQL.jp>

フジBC技研 <http://www.fuji-bc.com>