

セミドライブローチ加工

Semi-dry broaching system

キーワード

セミドライブローチ加工, 高速加工, 高精度加工, 省エネ, 環境対策, 切削処理

機械工具事業部 工具技術部

野川 恭史

1. はじめに

廃棄物の焼却炉から発生するダイオキシンによる環境汚染問題がマスコミに大きく取り上げられ世界的に環境に対する意識が高まってきている。

ブローチ加工においては、工具寿命及び被削材の加工面性状確保の観点からも、依然として塩素を多く含んだ不水溶切削油を大量に使用するのが主流である。この塩素系切削油を焼却処理する場合には、ダイオキシンが発生するため廃棄処分が非常に難しくなりつつある。このような背景の中、ユーザ各社の非塩素系切削油への移行は急ピッチで進むと共に、MQL^{*1}（最小量潤滑）と呼ばれるセミドライ加工を含むドライ加工への取り組みが急務となっている。

今回、MQL と高速加工により、機械、工具を含めた加工システムで従来と同等以上の能率、寿命を達成するセミドライブローチを商品化したので紹介したい。

*1MQL…Minimum Quantity of Lubrication

2. ブローチ加工のセミドライ化への問題点

一般的に内面ブローチ加工では、加工中ブローチ刃部がワークの中に入り込むため、潤滑、冷却及び切りくず排出のために、切削油を大量に必要としていた。また、切削中の切りくずはブローチの刃溝に押し込まれるため、その除去に工夫（切削油のかけ方や排出ジグなど）が必要である。

セミドライ加工では、これらの切削油剤の効果が期待できないため、潤滑効果、耐熱性及び切りくず排出性に注意した対策が必要となってくる。

3. セミドライブローチの特長

前記の問題に対し、セミドライ加工用ブローチは、下記の点にポイントをおいて開発した。（図1）

(1) 表面処理

潤滑性・耐熱性の高い TiAlN 系複合コーティングを採用した。

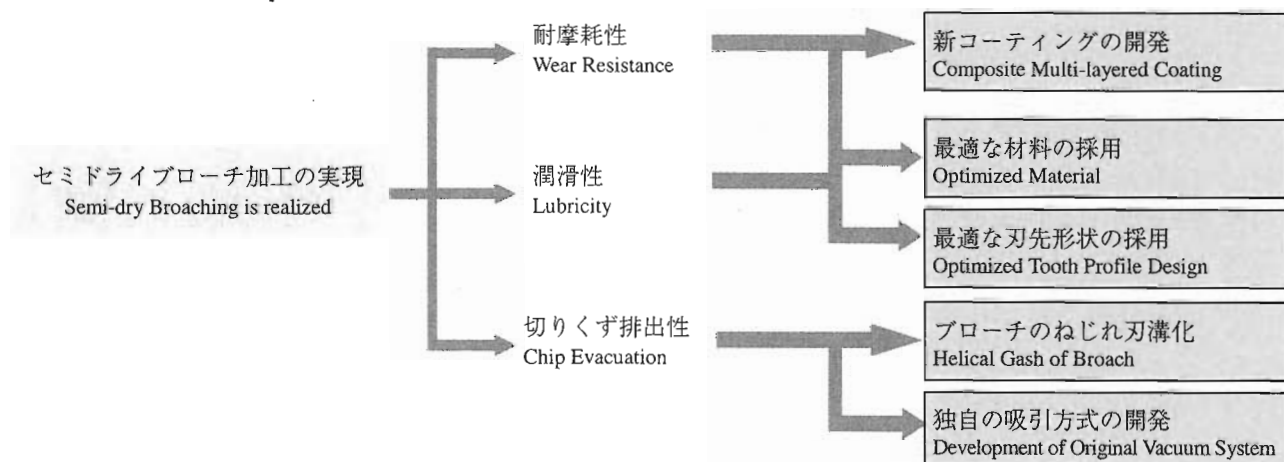


図1 開発のねらい

(2) 材料

TiAlN 系複合コーティングと密着性がよく、耐磨性、耐熱性、韌性のある高合金粉末ハイスを採用した。

(3) 刃先形状

スクイ角、逃げ角、一刃当たりの切込量については、基礎テストにより最適値を選定した。

(4) 刃溝形状

刃溝形状においては、一般的な軸直角刃溝でも良いが、切屑の排出性向上、潤滑の容易さおよび切削抵抗の軽減による寿命向上をねらい、ねじれ刃溝を推奨する。

(5) 使用油剤

セミドライ油剤に関しては、環境面から考えて生分解性 100%の植物油あるいは合成エステル油を選定した。両者のコスト・性能の差は、少ない。

油量については、1.5cc/h・ノズルが妥当である。

を使用した場合とセミドライ加工用ブローチで 1.5cc/h・ノズル X4 ノズルのミストを噴霧して加工した場合の加工長毎の摩耗量を比較した。

図 2 に示すとおり、セミドライ加工用ブローチでは、コーティング及び高合金母材の効果により、約 1/2 の摩耗量であり大幅な寿命延長が可能になる。

参考までに、従来のコーティング無しでセミドライ加工を行うと、刃先は異常摩耗し、ワークにむしれが発生するため実用できない。

表 2 には、その他の実施例を示す。

4.2 高速セミドライ加工

一般にブローチ加工の切削速度は、5~10m/min と低速での使用が普通である。

これは、加工ラインのサイクルタイムから考えて十分満足する領域であり、これ以上の高速化の必要性が少なかったためである。また、低速域では切削中の発生熱量がワークや、工具へ移送されるが、そ

4. 切削性能

4.1 常速でのセミドライ加工

まず、常速（従来の切削速度）でのセミドライ加工用ブローチによる加工事例を紹介する。表 1 は、加工条件及び被削材などの詳細である。

被削材 S45C（炭素鋼）の一般的なインポリュートスプライン加工を切削速度 5m/min で、従来のコーティング無しブローチにて塩素系油性クーラント

表 1 加工詳細

被削材 Material		S45C (200HB)
ブローチ諸元 Broach Specification		m2×PA30×NT16
切削条件 Cutting Condition	切削速度 Speed	5m/min
	切り込み Depth/Tooth	0.06mm/Dia
機械 Machine	型式 Type	NBV-5-10SA
	最大引抜き力 Max. Pulling Force	50KN (5ton)
	最大ストローク Max. Stroke	1,000mm

- 油性+ハイスブローチ
Oil+HSS Broach
- 合成エステル油セミドライ+新コーティング粉末ハイスブローチ
MQL of Synthetic Oil+New Coating PM-HSS Broach

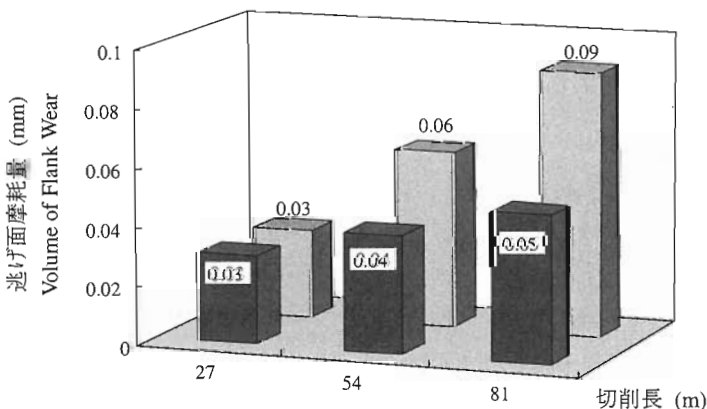
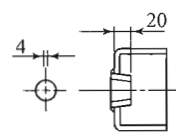
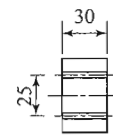
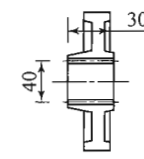
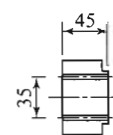
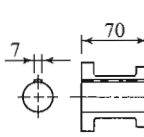


図 2 摩耗量比較

Compare of Wear

表 2 実施例

No.	ワーク材質 加工部 工具仕様	ワーク概略図	機械 引抜き力 ストローク	切削速度 使用油種	切屑処理
1	機械構造用炭素鋼 キー溝 粉末ハイス+Tin コート	ロータ 	カッター異動, 2軸 3トン 800mm	6m/min 植物油	ウレタンローラ 水溶性クーラント+チップコンベヤ
2	機械構造用炭素鋼 インポリュートスブライン 粉末ハイス+特殊コート	リング 	カッター移動 5トン 1000mm	5m/min 合成油	ブラシ バキューム装置
3	クロム鋼 インポリュートスブライン ハイス+Tin コート	ギヤ 	ワーク移動 5トン 800mm	5m/min 植物油	ブラシ 水溶性クーラント+チップコンベヤ
4	クロムモリブデン鋼 インポリュートスブライン ハイス+Tin コート	ピニオン 	NBV-5-8AAL 5トン/800mm カッター移動	3m/min 植物油	ブラシ 水溶性クーラント+チップコンベヤ
5	クロムポリブデン鋼 キー溝 粉末ハイス+特殊コート	ギヤ 	カッター移動 5トン 1000mm	5m/min 植物油	ブラシ バキューム装置

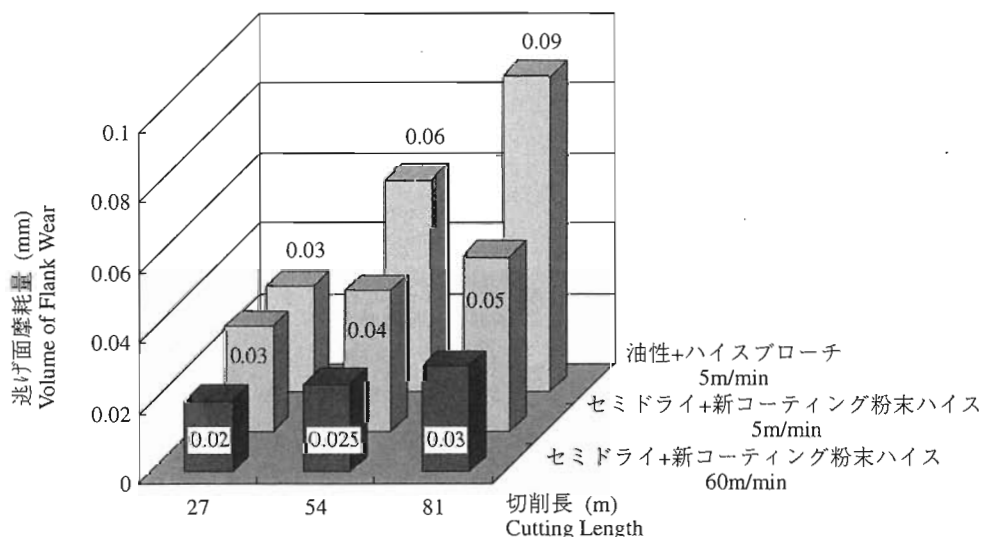


図 3 摩耗量比較
Compare of Wear

これらの熱量は大量の油剤により速やかに奪い取られるため、従来の加工では高速化の必要性はなかった。

しかしながら、セミドライ加工の研究を進めている中で、セミドライ加工を有効にするには、高速化 (V=40~80m/min) が、寿命向上、ワーク精度向上及びコスト低減に非常に効果的であるとの結論を得

た。

図 3 は、切削速度を従来速度の 5m/min 及び 60m/min の 2 水準で、表 1 に示す諸元のワークを加工した結果である。高速加工では、発生熱量の 90% 以上が切りくず側に移送されるため、ブローチ損傷が大幅に低減していることが確認された。

また、ワーク 1 ヶ当たりの加工単価においても、工具寿命の延長が可能になること、加工時時間の短縮によるエネルギー低減により、約 15%の加工費低減が可能となった。(図 4)

反面、高速加工では、切屑がブローチから離れにくくなる傾向にあり、切屑除去には、エアブローや刃溝形状などに工夫が必要である。

そこで、ブローチは、図 5 に示す切屑離れの良いねじれ刃溝ブローチが推奨される。

これは、ねじれ刃溝ブローチの傾斜切削により切りくずが、3 次元的に排出され、溝内に滞留しにくいからである。図 6 に軸直角刃溝ブローチ及びねじれ刃溝ブローチによる切りくず比較を示す。ねじ

れ刃溝ブローチによる切りくずは、あたかもスプリングのような形状を呈し、刃溝のねじれ方向に切りくずが排出されるため、刃溝内に滞留しにくくなるのである。

さらにねじれ刃溝ブローチは、図 7 及び図 8 に示すとおり引き抜き力を低減できるため、消費電力

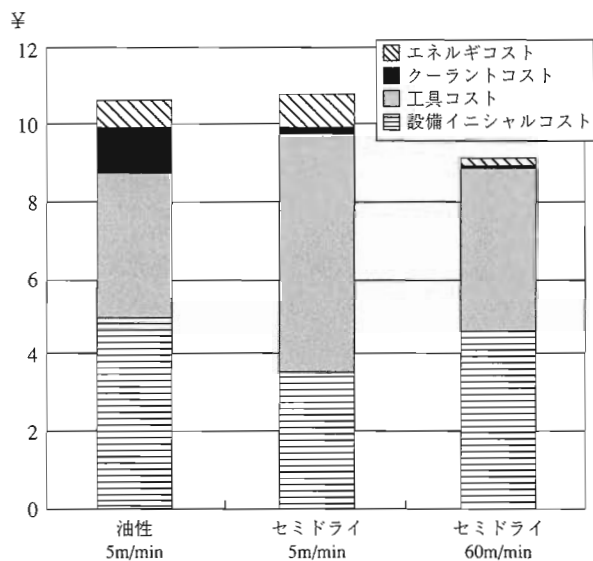


図 4 ワーク 1 ヶ当たりの加工単価



図 5 ねじれ刃溝ブローチ
(インボリュートスプライン)

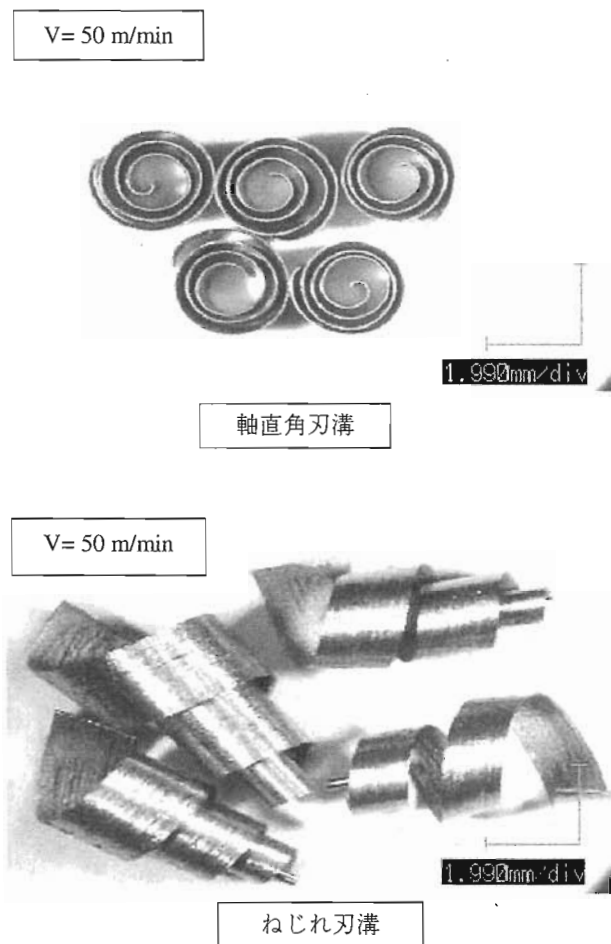
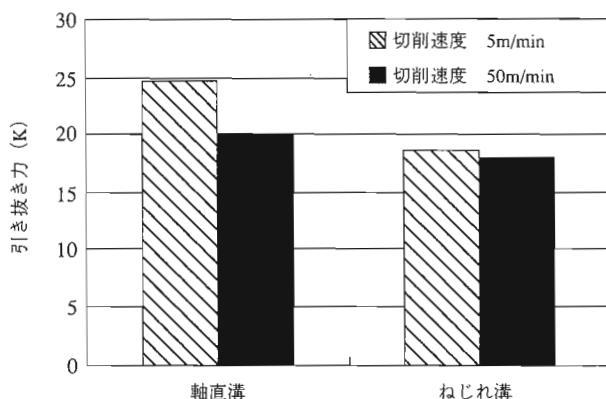


図 6 切りくず比較



- ・高速化により約 20%の切削荷重低減
- ・ネジレ刃溝化により約 25%の切削荷重低減

図 7 切削時の正味最大引抜き力

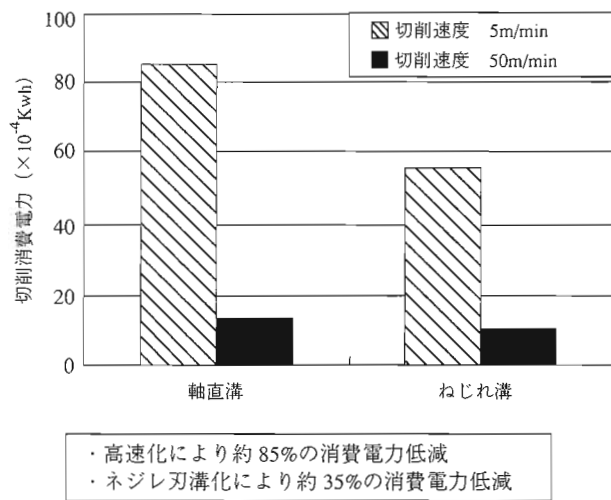


図 8 切削時の正味電力量

量も大幅に小さくする効果がある。

すなわち、省エネルギーの観点からも非常に有効であるといえる。現状では、特殊再研削機が必要なため、再研削の問題はあるものの、今後の主流になるものと考えている。

5. おわりに

ブローチのセミドライ加工については、まだ手探りのところも多いが、工具・機械は着実に進歩してきており、環境そしてコストダウンに寄与できる工法として今後定着していくものと思われる。

当社は、ブローチ盤とブローチの双方を提供している世界でも類のないメーカーであり、加工システムとしての環境対策・経済性の追求が可能である。

これら特長を生かし、さらなる研究開発を行い、ご需要家の期待に応えていく所存である。

6. 参考文献

- (1) 鶴巻登等, 不二越技報 Vol.55 No.2 通巻 119 号