

NACHI  
**TECHNICAL  
REPORT**  
Machining

Vol. **20** B2  
March/2010

マシニング事業

■ 新商品・適用事例紹介

油圧のパワーと電動の制御性を融合

「ハイブリッドブローチ盤 Mi5010PA」

Combining the Power of Hydraulics with the  
Controllability of Electric Drive

"Hybrid Broaching Machine Mi5010PA"

〈キーワード〉 高能率・省エネ・省スペース (パワーマイスター)  
MQL加工・安全性向上

機械工具事業部／機械製造所／技術二部

副島 悟

Satoru FUKUSHIMA

## 要 旨

NACHIのブローチ盤は、1943年に1号機を開発して以来、今日に至るまで製作台数は8,000台を超え、シェアは国内80%、海外20%を維持している。この間、NACHIはセミドライブローチ加工・ハードブローチ加工を開発し、切削油の付着が許されないアセンブリ品の加工や熱処理品の歪取加工を行なうまで、ブローチ加工を進化させてきた。

近年、環境・コスト面の対応から省エネ、省スペースといった要求が高まっている。これらのニーズに対応するため、NACHIは省エネ・コンパクト油圧システム「パワーマイスター」を登載したハイブリッドブローチ盤を開発した。これにより、従来機に対してエネルギー40%減、スペース60%減、生産能力1.5倍を達成した。

本稿では、この新型ブローチ盤について報告する。

## Abstract

NACHI manufactured its first broaching machine in 1943 and has manufactured over 8,000 broaching machine up to the present, keeping the 80% domestic and 20% overseas shares. To date, NACHI has developed semi-dry broaching and hard broaching technologies and further developed its technology to realize the broaching of assembled parts that do not allow adhesion of cutting fluid and the parts deformed from heat treatment.

In recent years, the requirements for energy-saving and space-saving broaching machines have increased because of the environmental measures. In order to fulfill the requirements, NACHI has developed a small internal broaching machine with a movable cutter that is equipped with a compact hydraulic system, POWER Meister. The machine saved energy by 40% and space by 60% and increased production capability by 1.5 times. The article explains this new broaching machine.



## 1. 次世代ブローチ盤

ブローチ加工は高精度で他の加工法では到達できない高能率を発揮し、大量生産にはなくてはならない加工法である。加工形状はインボリュートスプライン穴や内歯ヘリカルギヤ、タービンディスクのブレード溝加工など多岐にわたっている。NACHIはこのような多種多様な製品に適したブローチ盤の提供を行ってきた。

現在は、さらに高能率でフレキシブルな設備、また、<sup>※1</sup>MQL加工や油圧レス、潤滑油レス化など環境、省エネに配慮した要求が増えている。

今回、開発したハイブリッドブローチ盤は高能率生産・フレキシブル対応を前提に、NACHIの省エネ・コンパクト油圧システム「<sup>※2</sup>パワーマイスター」を組み合わせることでカスタマーの新たな要求に応えたブローチ盤となっている。



図1 Mi5010PAの外観

## 2. ハイブリッドブローチ盤の基本仕様

従来機の最大引抜き力やストロークを変更することなく、送り速度を従来機の2.3倍、もどし速度を2倍に設定することで、高能率化を実現した。

設置スペースは従来の60%削減、機械高さは2,995mmとなっており、輸送時に機械姿勢を変えることなく、搬送できるサイズになっている。これにより機械据付時間は従来機の半分となり、朝、工場へ搬入すれば昼から即、生産が可能となった。

オプションにはブローチ可変リフター装置とATC装

置を設定し、多品種生産にも高能率な対応が可能となっている。従来、多品種生産を行なう場合はブローチ交換作業が必要となり、生産効率を低下させる要因となっていた。フレキシブル対応を意識したハイブリッドブローチ盤のATC装置は作業時間を3分から20秒に短縮した。また、長さが異なるブローチに対して手動で行っていた段替えは10分以上の時間を必要としたが、ブローチ可変リフター装置により、わずか20秒でブローチ交換が完了する。



図2 製品加工事例

表1 Mi5010PAの基本仕様

項目	仕様		
	従来機 NBV-5-10A	開発機 Mi5010PA	
最大引き抜き力	50kN	50kN	
最大工程	1,000mm	1,000mm	
送り速度	6.5m/min	15m/min	
戻り速度	12m/min	24m/min	
リフター工程	400mm	400mm	
リフター調整量	300mm	300mm	
リフター調整方法	手動	自動	
対象ブローチ全長	870~1,170mm	870~1,170mm	
被加工物最大外径	300mm	300mm	
被加工物取付面高さ	1,400mm	1,400mm	
機械サイズ	機械の高さ	3,135mm	2,995mm
	所要床面積	1,675mm×1,820mm	700mm×1,300mm
	機械の質量	1,800kg	1,200kg
ATC (オプション)	ツール収納数	—	4本
	工具交換方式	—	ダイレクト
	工具選択方式	—	番地固定

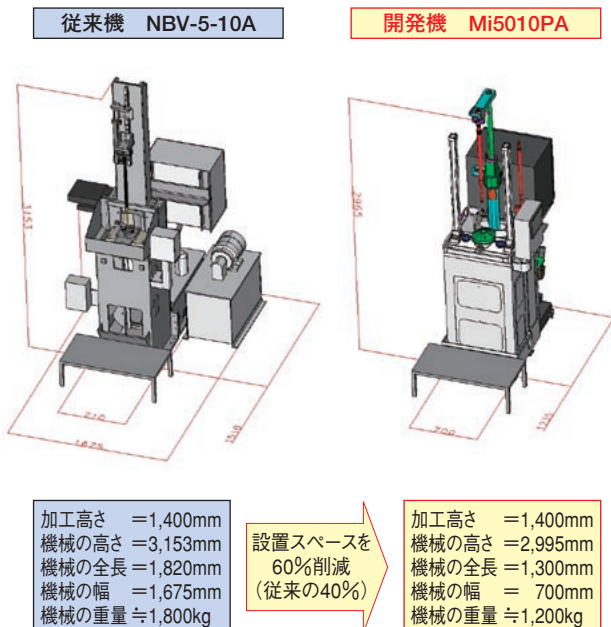


図3 設置スペース比較



図4 ATC装置概要

【コンパクト化の方策】

- ▼潤滑油→廃止
- ▼油圧タンク→パワーマイスター
- ▼油圧切替バルブ→パワーマイスター制御
- ▼クーラントタンク→1/3に削減  
(切屑直下型フレームによる使用量削減)

### 3. ハイブリッドブローチ盤の特長

#### 1) パワーマイスター採用

省エネ・コンパクト油圧システム「パワーマイスター」は、ACサーボモーターで駆動され、両回転ポンプと油圧タンクが一体となった油圧ユニットである。この優れた商品をブローチ盤に組み込んだことにより、省エネ、省スペース、高能率が達成できた。

#### (省エネ・省スペース)

ハイブリッドブローチ盤は2本の油圧シリンダを有し、それぞれがパワーマイスターと直結する。ポンプの回転方向の切換えにより、油圧シリンダの動作方向を制御する。待機中、モーターは回転しないので、加工時の消費エネルギーを40%削減することができた。送り速度の変更はモーターの回転数で制御する。また、必要とされる作動油は油圧シリンダ内とパワーマイスターをつなぐ配管の容積分で、従来、機械据付スペースの大半を占めていた大型の油圧ユニットは不要となった。作動油容量は180Lから6.6Lに減り、年間で170L分のランニングコストがカットできる。

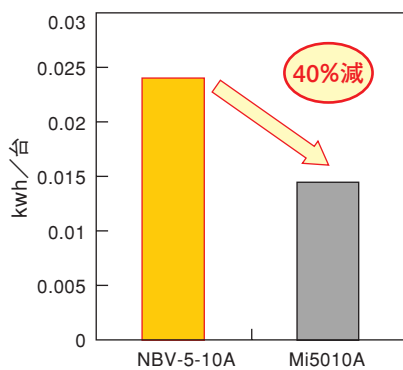


図5 エネルギー消費量

#### (高能率)

パワーマイスターは高压領域においても優れた能力を発揮することから、油圧シリンダのボア径は従来の1/2とした。これにより、送り速度は15m/min、もどし速度は24m/minと大幅にスピードアップした。送り速度は従来の小型ブローチ盤の送り速度6.5m/minの2倍以上となっている。

30m/min以上の高速加工には高速ブローチ盤やハードブローチ盤といったシリーズがあるが、ハイブリッドブローチ盤の型式『Mi』は、送り速度が中間領域に位置するMiddleが由来となっている。

#### (作業環境改善)

パワーマイスターは低騒音にも効果を発揮している。フルロード時における数値は従来機のレベルを下回っており、オペレーターおよび周囲の作業環境も改善した。



図6 パワーマイスターの外観

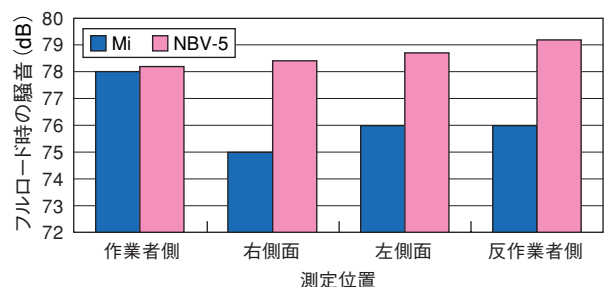


図7 騒音レベル比較

## 2) フレーム構造

カッター移動式ブローチ盤では、被加工物をテーブルに設置し、ブローチを移動させて加工を行なう。ブローチはラムと呼ばれる摺動体に固定されており、ラムは油圧で動作する。

従来、ラム形状はL字型をしており、片持ち梁の先端で荷重を受ける構造となっている。切削荷重が大きくなるとたわみが発生するため、ラムの構造を大きくする必要があった。

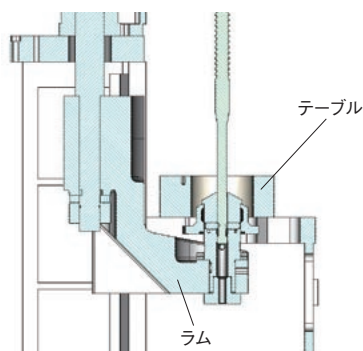


図8 従来機のラム、テーブル

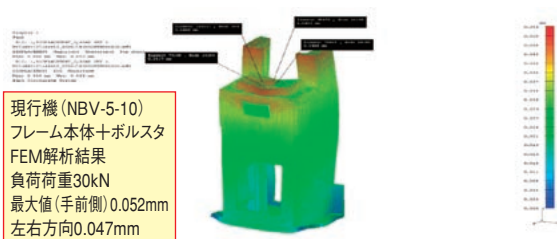


図9 従来機FEM解析図

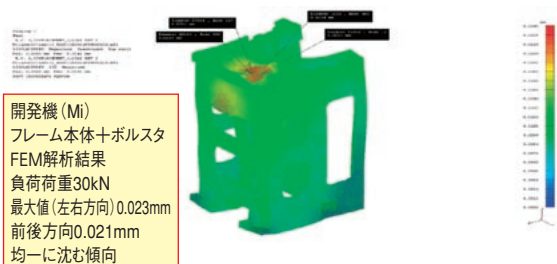


図10 開発機FEM解析図

ハイブリッドブローチ盤のフレーム構造はFEM(有限要素法)により形状の最適化を図った。駆動中心と加工中心を一致させることにより、ラムは切削荷重によるたわみ量を小さくすることができた。フレーム構造は箱形を採用し剛性アップを狙った。これにともない、テーブル受け面では、前後方向、左右方向に均等に切削反力を受けることになり、変位の差が無くなった。この結果、加工精度は良好な結果が得られている。

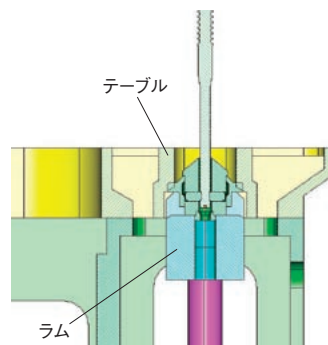


図11 開発機のラム、テーブル

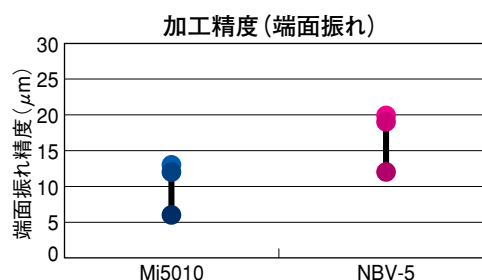


図12 加工精度比較(端面振れ)

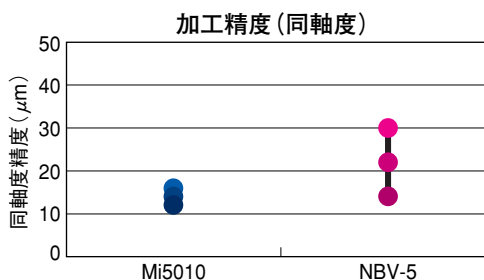


図13 加工精度比較(同軸度)

### 3) MQL加工

MQL加工では、テーブル上に堆積する切屑を切削油で洗い流すため、容量の大きな切削油ポンプとテーブルに傾斜を追加するなど特殊な対応を必要とした。ハイブリッドブローチ盤ではこれらの問題を解決するため、切屑直下型フレームを採用した。加工位置の真下に切屑排出口を設置し、切屑がスムーズに回収できる構造とした。テーブルはジグを取り付ける面以外は、傾斜面または抜き穴となっており、大量の切削油で切屑を洗い流す必要がなくなった。この結果、容量の小さな切削油ポンプで対応が可能となり、省スペース化につながった。

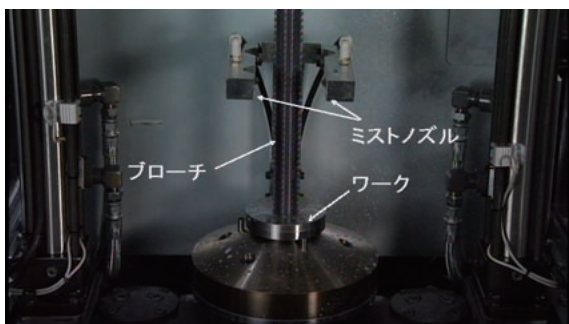


図14 MQL加工事例



図15 テーブル外観図

### 4) 安全性向上

従来の方法では、ラムの動きを滑らかにするため、摺動面へ潤滑油を供給しているが、潤滑油は切削油タンク内へ流出し、混入する可能性がある。油性切削油が多く使われるブローチ盤では切削油本来の性能を低下させるため、切削油へ潤滑油の混入が問題視されている。この問題を解決するために、摺動部への潤滑油供給を必要としない高荷重用無給油軸受を採用した。一週間に一度の潤滑油の給油や、三ヶ月～半年ごとに実施していた切削油の更油は不要となり、保全作業の向上が図られた。

軸受のリング形状により、スライドの構成はパイロットバーが2本というきわめてシンプルな構造となり、製作リードタイム短縮といった効果も得られた。

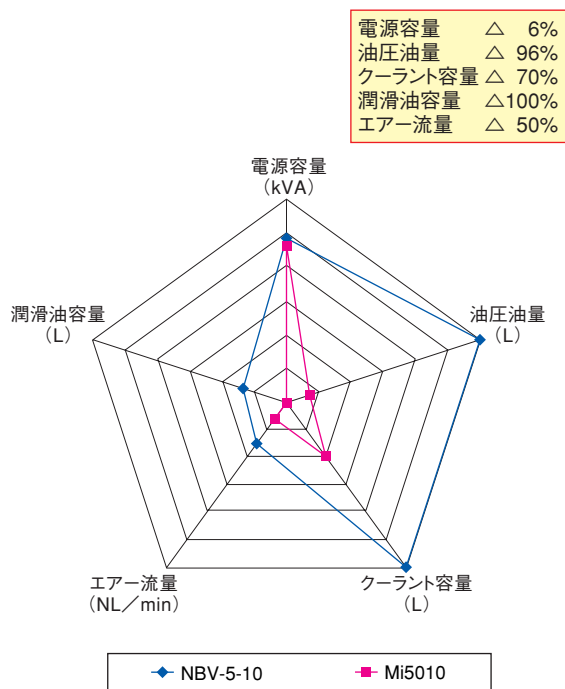


図16 省エネ効果比較

## 4. ライン投入事例

自動化ラインの事例を示す。

加工物は右から左へ搬送される。搬送はモーターを駆動源とするコンベアで行ない、加工位置への引込みはエアシリンダで行なっている。製品を1個加工するために有する時間はわずか14秒で、従来機より6秒も短縮。一日あたり1,500個以上の増産が可能と

なり、カスタマーの満足を得ている。自動化ラインでは、これまで油圧ユニットや給油作業が必要な潤滑ユニットの配置を考慮する必要があったが、ハイブリッドプロチ盤では油圧ユニットと潤滑ユニットが不要なため、機械スペースのみ考慮すればよく、構想が容易である。

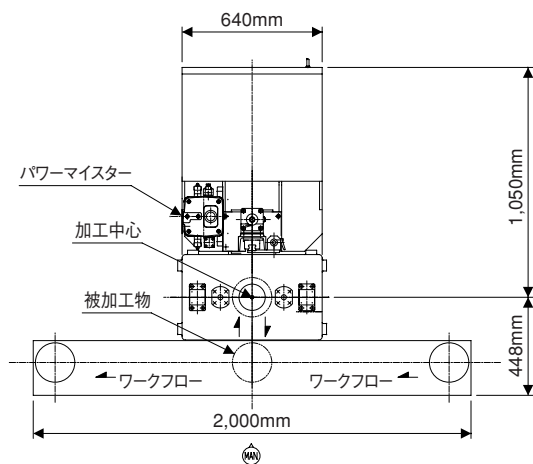


図17 Mi5010PAローダ付き平面図



図18 自動化ライン外観

## 5. NACHIのコア技術の展開

本稿で紹介したハイブリッドブローチ盤は、工具、機械、油圧、軸受というNACHI独自のコア技術を融合し完成した商品である。

今後、省エネルギー・省スペース対応への要求は一段と高まり、これに応えていく必要がある。NACHIは独自のコア技術を活かしながら、技術・商品の開発にとり組み、一歩先を行く加工システムを提案していきます。

### 用語解説

#### ※1 MQL加工

Minimum Quantity Lubricationの略で、和訳すると「最少量潤滑」であり、現状の切削液を低減していき、加工可能な最低限の液量で加工する方法。別名セミドライ加工ともいわれる。

#### ※2 パワーマイスター

株式会社不二越の登録商標です。(登録商標 第4695463号)