

NACHI-BUSINESS

Machining news

Vol. **5** B1
November/2004

マシニング事業

マシナリー

■ 新商品紹介

高硬度部品のブローチ仕上加工システム

「ハードブローチ&ブローチ盤」

Broach and Broaching Machine
for Finishing Hardened Parts---
Hard Broach & Broaching Machine

〈キーワード〉 ハードブローチ・ハードブローチ盤・
超微粒子超硬合金・熱処理部品加工・複雑形状部品加工

開発本部／開発一部

角谷 宗一 村井 康弘

Soichi Kakutani

Yasuhiro Murai

要 旨

乗り心地や快適性の追求など、自動車・自動車部品に求められるニーズは、年々高度化しつつある。とくに、変速機などに使用される、高速回転部品の精度向上は、騒音低減に直結する。一方、燃費向上のため、部品の軽量、薄肉化がすすみ、熱処理による部品の変形が新たな課題となっている。

NACHIは、熱処理後の高硬度部品に対してもブローチによる仕上加工を可能とし、熱処理歪の除去加工ができるハードブローチ加工システムを開発した。これにより、これまで困難であった熱処理後のインボリュートスプライン穴などの異形状穴表面の仕上げ加工、CVTのボール溝加工などの従来の研削加工の代替手段として、高能率でインシャルコスト、ランニングコストの安い加工システムを可能とした。

Abstract

More and More higher level of features and functions such as comfortable ride and pleasant drivability is expected in automobiles and automobile parts every year. The improvement in the quality of high-speed rotary parts used in a transmission directly links to the reduction of sound. While the parts become lighter and thinner for better fuel efficiency, the deformation of hardened parts is becoming a new issue to be challenged.

NACHI has developed the Hard Broaching System that enables the correction and finishing of a deformed area of hardened parts after heat treatment with a broach. Hard Broaching System enables the surface finishing of unusual forms of holes like the heat-treated involute spline hole that was difficult to machine in the past, and it also can be used for the grinding of the CVT ball groove as an alternative method. Hard Broaching System made the difficult machining possible with high efficiency and lower initial and running costs.

1. はじめに

ブローチ加工の特長は、加工物にブローチ工具の形状を転写することにより、複雑形状部品を高能率に加工できることである。こうした特長を生かし、自動車部品を中心に、インボリュートスプライン穴など、複雑形状部品の量産加工に多用されている。

これまでの高速度工具鋼のブローチでは、加工対象物の硬さは35HRC程度までとされ、浸炭焼入れ品など高硬度部品の加工は困難であった。

今回開発したハードブローチは、住友電工ハードメタルと協同開発した超微粒子^{※1}超硬合金の採用、歯形状の最適化、コーティング膜の耐摩耗性向上などを行なった。

この新開発のブローチを、同時に開発した高速加工用ハードブローチ盤と組み合わせることにより、硬さ60HRCの熱処理品の加工においても、安定した加工精度と高いコストパフォーマンスが得られ、ハードブローチ加工のベストソリューションを提供することができた。



2. ハードブローチ加工の特長

（高硬度材料の高精度加工）

ハードブローチ加工は、熱処理部品の熱処理歪を除去することを目的とした加工法である。前加工は通常ブローチ加工で行なわれる。加工物の硬さは50～62HRCまで加工可能で、削り代は、直径で0.3mm以下。熱処理歪を完全に除去し、安定した加工精度が得られる。

加工対象物(図1)は、自動車用歯車など、大径、小径の各種インボリュートスプライン穴の歯面、CVTボール溝、各種異形穴、表面加工など、φ25～φ40mm程度のスプライン穴に多く適用される。



図1. 加工対象物

（高速・高能率加工）

超合金の替刃タイプのハードブローチを使用し、切削速度60m/minで高速加工する。使用するブローチ盤は、ハードブローチ加工用にチューニングされている。

実切削加工時間を1秒未満に短縮し、通常のブローチの切削速度より、一桁速く、研削加工などの仕上げ加工法と比べると、非常に高能率である。

3. ハードブローチの特長

ハードブローチは、超硬替刃、および、^{※3}前部案内、^{※4}前つかみ部、後つかみ部を有するブローチホルダーで構成される。(図2) 超硬替刃は直径25~40mm程度、長さ200mm程度の中空円筒体で、外周に寸法順に並んだ切れ刃が一体に形成されており、1~2本をホルダーに組み込んで使用する。

切れ刃材質は、超微粒子超合金で、表面に特殊コーティングを施してあり、耐摩耗性、耐熱性に優れている。また、通常のブローチと異なり、すくい角を鈍角にしたことで、刃先強度、耐チップング性を向上させている。摩耗時には、切れ刃すくい面の再研削により、繰り返して使用することができる。



図2. ハードブローチ外観

4. ハードブローチ盤 (HW-5008) の特長

(高速・高剛性)

ハードブローチは切削速度50~60m/minが適切な加工条件で、高速・高剛性のブローチ盤が必要となる。ハードブローチ盤HW-5008(図3)には、高速駆動での信頼性確保のため、スライドはリニアローラーガイド、送りねじには高剛性の特殊ボールねじを採用している。

機械本体、ワークテーブルはCAE解析(図4)により高剛性構造とした。機械仕様を表1に示す。



図3. ハードブローチ盤 HW-5008

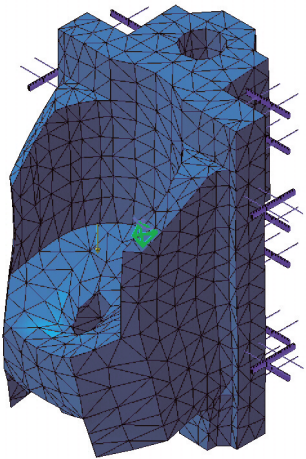


図4. ワークテーブル剛性解析

(作業性が良く、省エネ、省スペース)

ハードブローチ盤はワーク移動タイプなので、床からの作業高さは1m程度で、加工物の着脱作業が容易となった。

また、ワークテーブルはサーボモータ駆動であり、油圧式に比べ消費エネルギーが少なく、大型の油圧ユニットが不要となり、省スペースを実現した。(図5)

(環境にやさしいMQL加工)

この加工システムはMQL加工^{※5}を標準としており、クーラント廃液処理が不要で、切くず処理も容易となっている。

表1.HW-5008仕様

最大引き抜き力	50kN
最大工程	800mm
切削速度	1~60m/min (常用60m/min)
被加工物取付面高さ	1000mm
所要床面積(幅×奥行)	1780×1900mm
機械高さ	3400mm
機械の質量	5700kg

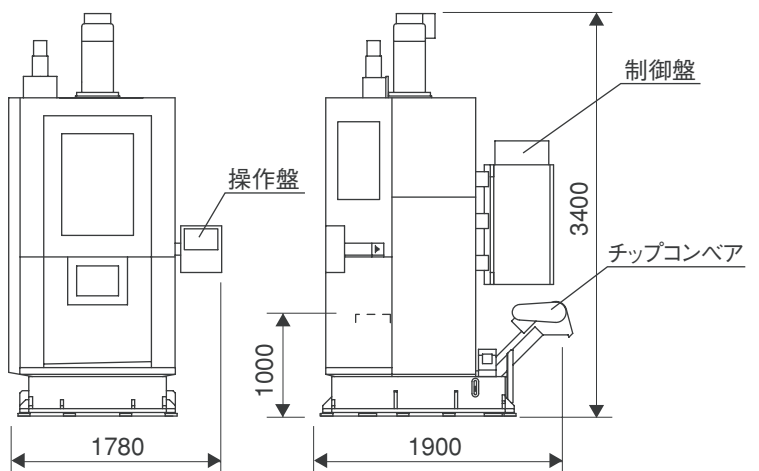
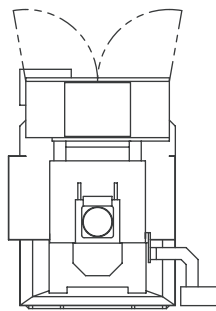


図5. 外形寸法図

5. 加工事例

(インボリュートスプライン歯面)

歯車のインボリュートスプライン穴の歯面を、ハードブローチ加工した事例を示す。図6に示すような外形に段のついた歯車では、熱処理後のワーク断面形状は、図7に示すように、薄肉部が縮径したいびつ形状となる。ハードブローチ加工により、この熱処理変形を完全に除去することができる。

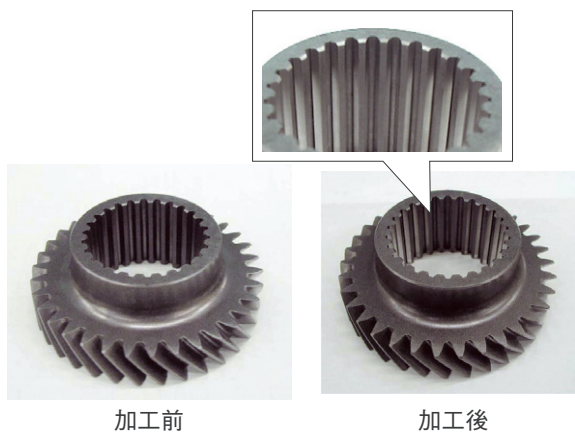


図6. 加工対象ワーク

表2.加工諸元

歯数	24
歯直角モジュール	1
歯直角圧力角	45°
基準ピッチ円直径	24.000
基礎円直径	16.971
大径	25.46
小径	23.76

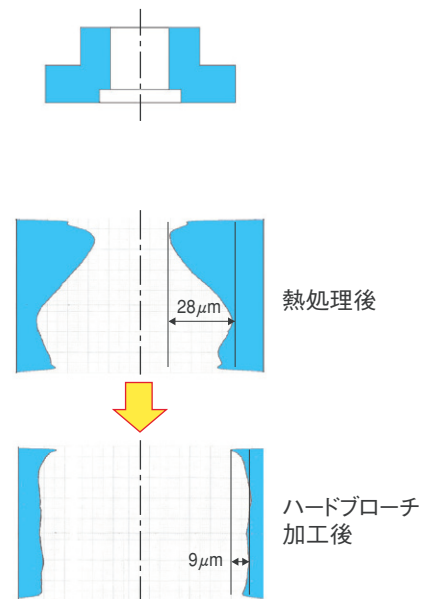


図7. 熱処理歪の除去

(加工精度)

ハードブローチ加工により、熱処理後に^{※6}JIS6級 (JISB1603) 程度となっているインポリュートスプラインの精度を、^{※6}JIS4級相当まで上げることができる。^{※7}ピン間寸法のばらつきを図8に、歯形、歯筋精度を図9に示す。

本実施例では、ピン間寸法ばらつき $5\mu\text{m}$ 。歯形精度(FQ) $3\mu\text{m}$ 、歯筋精度(FF) $2\mu\text{m}$ であり、JIS4級以上の精度となっている。

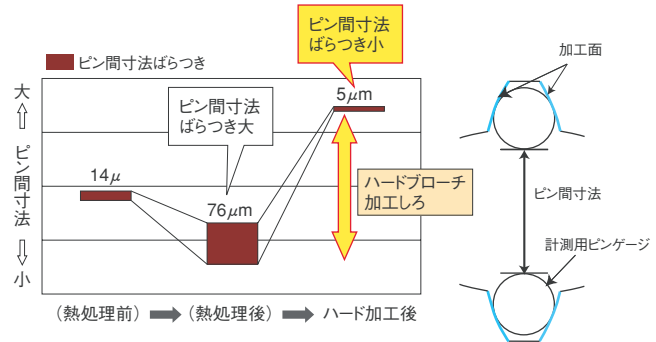


図8. ピン間寸法

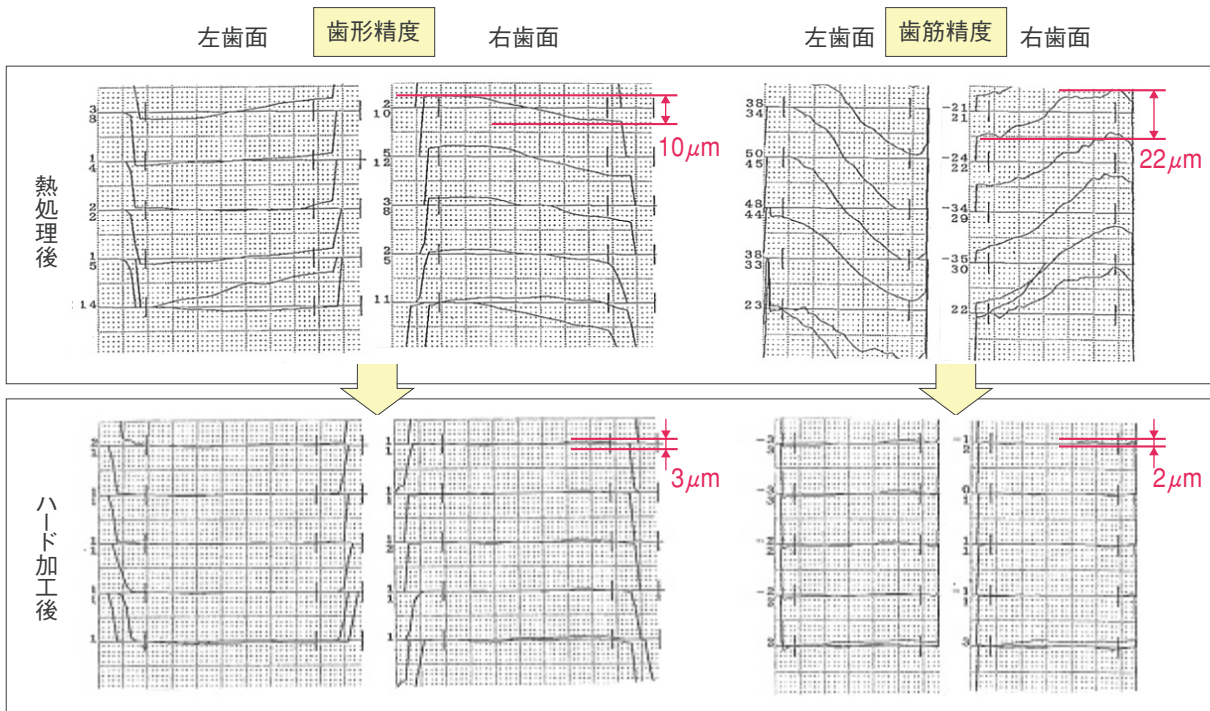


図9. 歯形・歯筋精度

(工具寿命)

インポリュート歯面加工では、総切削長は、1回の再研削当たり、90m以上加工できる。すなわち、切削長30mmのワークの場合、1回の再研削で連続、

3000個以上の加工ができる。再研削回数は製品公差幅にもよるが、6~15回程度が可能である。

6. おわりに

ハードブローチ&ハードブローチ盤によるハードブローチ加工は、CVTプーリのボール溝加工や、インボリュートスプライン穴の加工など、自動車部品の量産ラインで採用され始めた。

ハードブローチ加工のライン導入にあたっては、個々のアプリケーションの試加工による事前評価が必要となる場合が多い。NACHIでは、試加工用のハードブローチ盤により、実ライン投入前のテストカットの要求にも応えている。

このハードブローチの開発にあたっては、提携先の住友電工ハードメタルとの協業により、ハードブローチ加工に適した材料開発を行なった。

今後も、工具、機械、コーティングなどのコア技術を合わせ持つ強みを活かした新しい加工システムの開発に取り組み、常に一步先を行く加工システムを提案していきたい。

用語解説

※1 超微粒子

炭化タングステン粒径が1 μ m以下の超硬合金。

※2 CVTボール溝

CVTは、自動車用の無段変速機で、2つのプーリの溝の幅を変えることにより無段階に変速比が設定できる。CVTボール溝は、このプーリに設けられた、移動ガイドのボール溝。

※3 前部案内

ブローチの第1刃のすぐ前に設け、工作物を正しく第1刃に案内する部分。通常、ハードブローチの前加工形状にあわせた断面形状とする。

※4 前つかみ部、後つかみ部

ブローチホルダー両端部にあり、ブローチ盤で保持する部分。前つかみ部はブローチ盤の下チャックで、後つかみ部はブローチ盤の上チャックで保持する。

※5 MQL加工

クーラントの代わりに、1時間あたり10cc程度の、霧状のオイルミストをブローチにかけて加工する加工法。ミスト専用切削油を使用する。

※6 JIS4級・JIS6級

例えば、表2.加工諸元で JIS4級…歯形 12 μ 歯すじ 9 μ
JIS6級…歯形 30 μ 歯すじ 14 μ

※7 ピン間寸法

スプライン歯面の対向位置にはめ込まれた、計測用ピンのピン間寸法。スプライン歯面の寸法管理に使用する。