

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Machining

Vol. **33** B1
May/2018

マシニング事業

■ 新商品・適用事例紹介

超仕上げ加工で表面性状の改善

「パワーフィニッシャの用途展開」

"Expansion of Power Finisher Application"
Improvement of Surface Characteristics
with Super Finishing

〈キーワード〉 仕上げ加工・ラップ加工・ポリッシュ・フィルムラップ
砥粒加工・寿命向上・騒音低減

工作機製造所／技術部

川端 光弘 Mitsuhiro Kawahata

要 旨

近年、化石燃料の枯渇化・地球温暖化・CO₂削減の必要性など、環境意識の高まりに対し日本では自動車の燃費性能に向けて取り組み、成果を上げてきている。

パワーフィニッシャは、乗用車やトラックなどのエンジンやトランスミッション部品の回転すべりが生じる部位（軸受部）の低摩擦化や寿命向上に効果のある超仕上げ加工機であり、1990年より国内の各自動車メーカーに販売。加工技術を熟成させ、独自にバリエーションを増やしてきた。

本稿では、このパワーフィニッシャの表面性状を改善する超仕上げ加工で、新たな分野へ用途展開する取り組みについて紹介する。

Abstract

Awareness of environmental issues such as depletion of fossil fuel, global warming and necessity of CO₂ reduction has increased in recent years. Responding to this, fuel efficiency for automobiles has been worked on and has been showing the results in Japan.

Power Finisher is a super-finish machine tool that is effective for the machining of bearing areas where rotational and sliding movements occur in the engine and transmission parts in passenger vehicles and trucks since its machining is effective to reduce friction and improvement of the lives of parts. Power Finisher was first sold to the Japanese automobile manufacturers in 1990 and since that time NACHI has matured the machining technology and added variety of functions to the machine on its own.

In this paper, our undertaking will be introduced to expand application of Power Finisher to a new field as its super-finish function improves surface finish.

1. 軸受部の超仕上げ加工で省エネルギーに貢献

自動車の低燃費や高出力化は世界的なニーズであり、このニーズに対応するためには、部品摺動部の表面粗さを小さくしてフリクション（機械的摩擦損失）を低減することが有効と考えられている。近年、全世界へ日本車が進出・現地生産化が展開され、NACHIパワーフィニッシャも同様に全世界のエンジン工場へ広く使用され、また日本車以外にも多く展開されている。

パワーフィニッシャの加工法は、面粗さの向上と真円度の改善が特長であり、高品質なすべり軸受面を創造することによりスムーズな回転を生み出し、自動車では燃費性能の向上やフリクションの低減に貢献している。また、高効率を目的として、カムシャフトやトランスミッションなど他の自動車部品への拡がりに加えて、建設機械や発電機用エンジン、コンプレッサー部品などへの展開がすすんでいる。



図1 パワーフィニッシャ MF650



2. パワーフィニッシャの加工システム

パワーフィニッシャの加工方法は、ポリッシングフィルム（砥粒のついたフィルム）をシュー（バックアップ材）で加工物に押し当て、加工物に回転とオシレーション（軸方向の往復運動）を与えた加工法であり、一般的にはフィルムラップ加工、ポリッシュ加工とも呼ばれ、研削加工した面をさらに仕上げる超仕上げ加工である。図2に加工システムを示す。

パワーフィニッシャの加工では、前述のシステムにより加工物の面粗さを向上させるが、最大の特長は、上記のシューを非常に硬い部材とし、この部品精度を加工物に転写することで真円度も改善できることである。

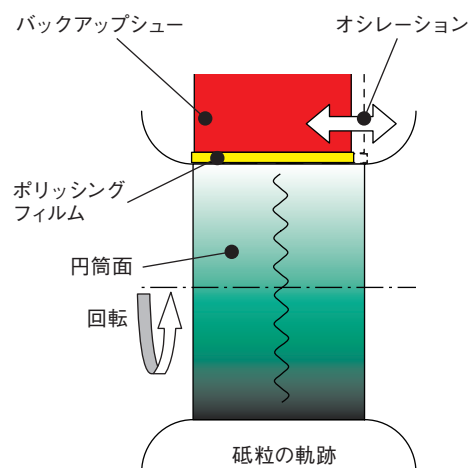
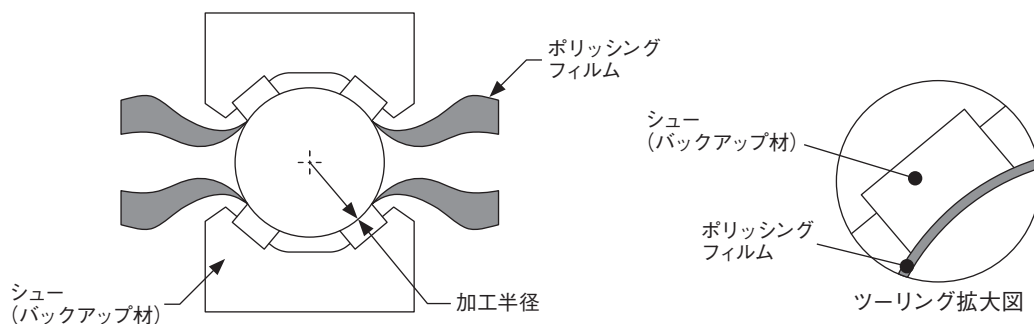


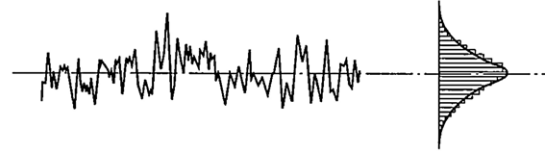
図2 加工システム

3. 高精度な超仕上げ加工

高品質な軸受面は、フリクション（機械的摩擦損失）をできる限り少なくするための理想的な円筒表面であり、接触面積が広く、接触点の応力を小さくすること（表面に突起形状部分を無くす）が必要不可欠である。また、摺動面をすばやく流体潤滑に移行するためには、適度な油溜まりが必要である。（図3）

回転すべりが生じる円筒表面を、摺動部に理想的な面性状に仕上げ（面粗さの向上）、なおかつ、信頼性の高いハードシューシステムと非圧縮性の高いポリッシングフィルムを使用して真円度を矯正することにより、高精度な仕上げ加工を実現した。図4に面粗さの向上、図5に真円度の改善を示す。

[研削加工]



[フィルムラップ加工]

《理想的な表面》

表面に突起形状部分が無く、油溜りが確保される

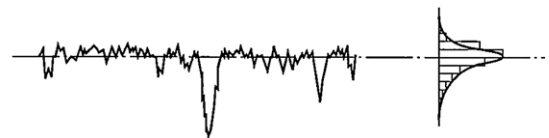
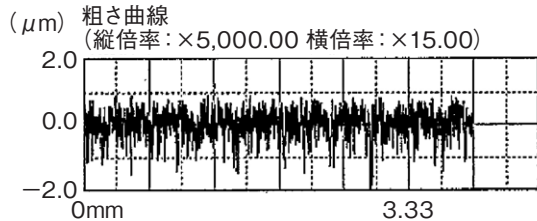


図3 プラトー表面

[研削加工]

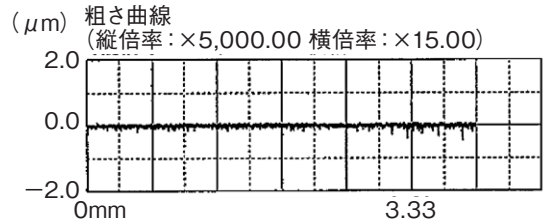
1J 中央	Ra	0.302 μ m
Center	Rz	1.819 μ m
	*Rz.J94	1.294 μ m



加工前
Ra 0.302 μ m

[パワーフィニッシュ加工]

1J 中央	Ra	0.025 μ m
Center	Rz	0.230 μ m
	Rz.J94	0.156 μ m

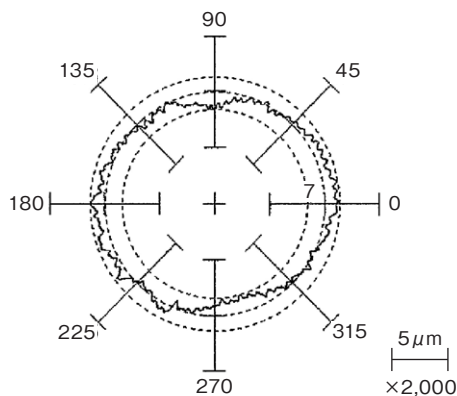


加工後
Ra 0.025 μ m

図4 面粗さの向上

[研削加工]

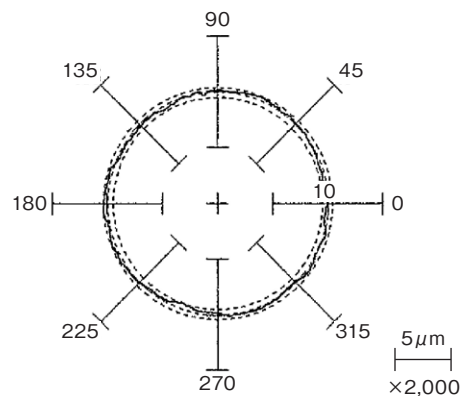
真円度: 3.5 μ m



加工前
3.5 μ m

[パワーフィニッシュ加工]

真円度: 0.9 μ m



加工後
0.9 μ m

図5 真円度の改善

4. ボールねじへの用途展開

ボールねじのボール転動面にも、フィルムラップ加工が有効である。

ボールねじは、半導体製造装置・産業用ロボット・工作機械などに多く使用され、長寿命化が要求されている。また、自動車においても電動化がすすみ、ボールねじの使用率が増えることから、寿命に加えて静粛性も問われる。

フィルムラップ加工を施すことにより、ボール転動面は油溜まりのある最適な面性状（プラトー

表面）をつくり出し、円滑な潤滑を行なうことができるようになる。騒音に影響する転動面リード方向の凹凸は、フィルムにより凸部が除去され、真円形状に改善される。図6は、形状の改善を示す。

パワーフィニッシュの加工技術で、面性状と形状を改善することにより、ボールねじの長寿命化と静粛性について向上させる。図7は、ボールねじフィルムラップ機を示す。

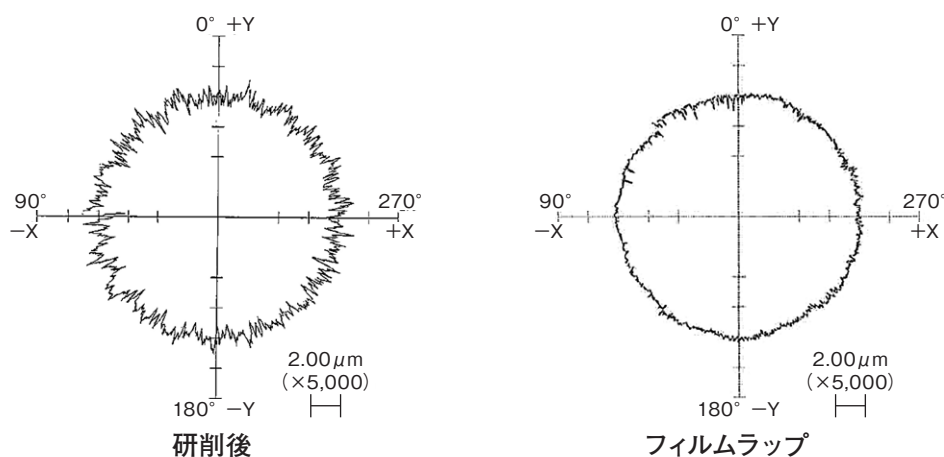
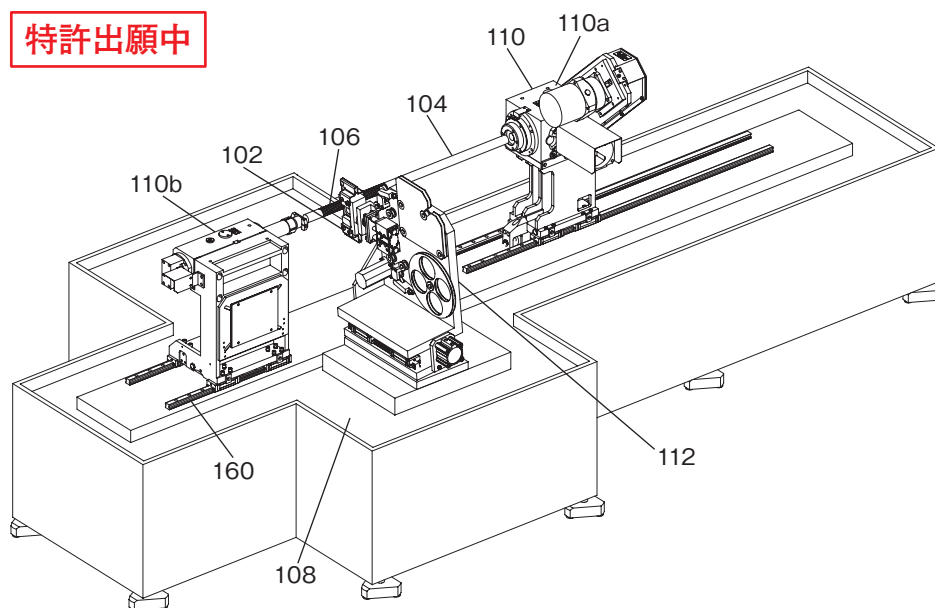


図6 形状の改善



基本仕様

対象工作物外径	φ20～φ30mm
対象工作物長さ	500～900mm

図7 ボールねじフィルムラップ機

5. 直動ガイドへの用途展開

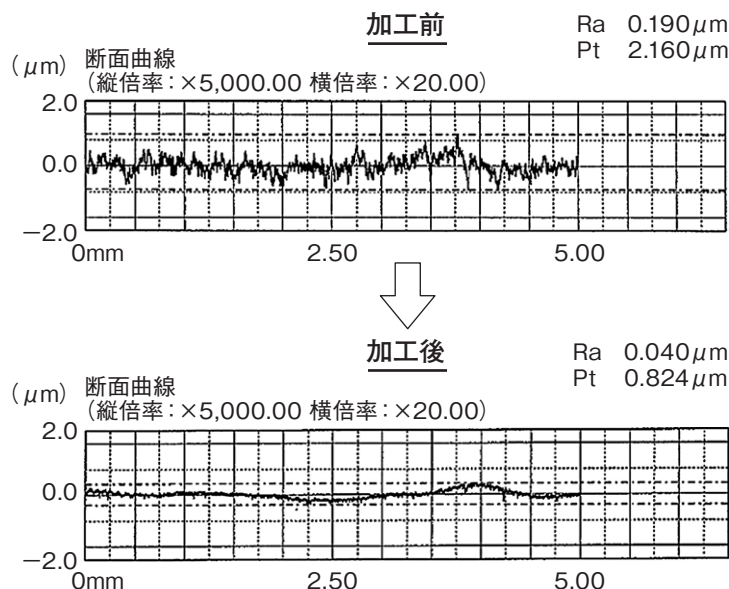
平面部についても、面性状を向上することにより、長寿命化が可能である。

円筒ころタイプの直動ガイドのブロックは、形状が複雑で一般的には研削加工が最終工程である。円筒ころの転動面は平面であり、研削加工で仕上げられた表面はうねりがあり面粗さも粗い。研削加工後にフィルムラップ加工を施すことにより、うねりを改善し面粗さも均一に

仕上がる。表面は、油溜まりのある最適な面性状（プラトー表面）に仕上げられ、円筒ころが転がる際に円滑な潤滑を生み出す。図8は、転動面フィルムラップの効果を示す。

ボールねじ同様に、半導体製造装置・産業用ロボット・工作機械などにも多く使用され、フィルムラップ加工の要求は、今後増えていくと考えられる。

面粗さの改善



うねりの改善

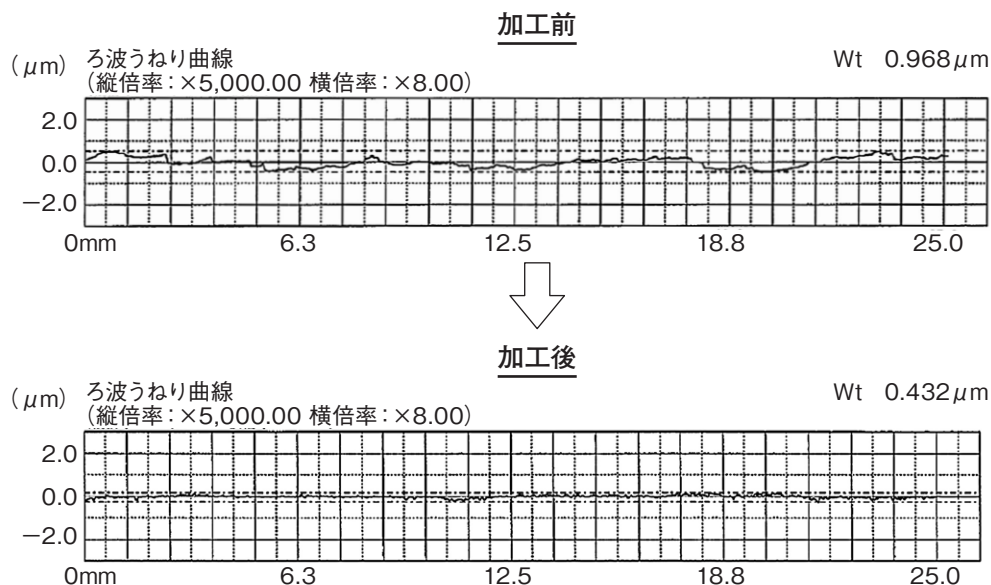


図8 転動面フィルムラップの効果

6. めっき表面のフィルムラップ加工(用途展開)

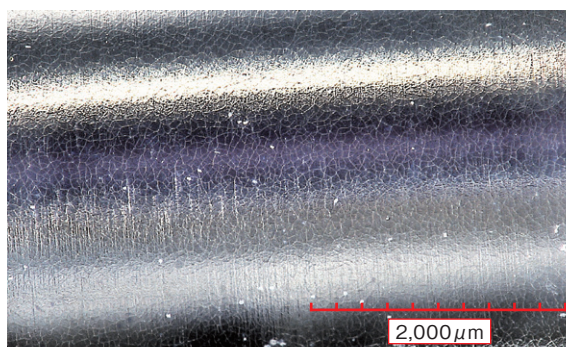
シール摺動面についても、フィルムラップ加工が有効に展開されている。

シールの摺動面は、硬質クロムめっき処理を施すことが一般的だが、めっき処理後の表面には微小突起が発生する。その微小突起は、シールに傷を付け油漏れなどの悪影響を与えることが多い。微小突起を除去する主な加工方法は、バフ加工、もしくは研削加工があげられるが、バフ加工では切削力が小さく微小突起を除去しきれない。

研削加工は砥石のドレスや、熱変形の影響を避けるための暖機運転が必要であり、非効率的な加工方法である。図9に、微小突起の改善を示す。

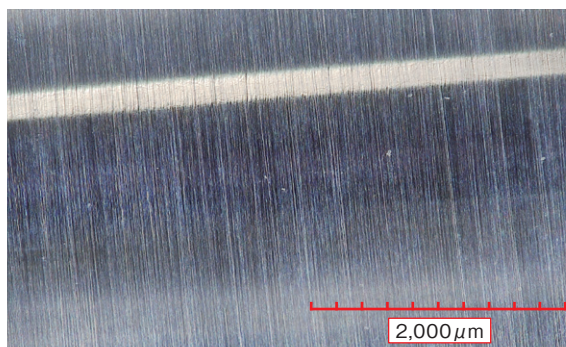
一方、フィルムラップ加工では、フィルムに接着された砥石により切削力は高く、バックアップシューにより形状が決まるため、砥石のようなドレスは必要なく、熱変形の影響も少ないことから暖機運転も必要ない。さらに、スルーフィード方式を採用しており、生産性も非常によい。

加工前



レンズ	MXB-2016Z: Normal: X60
H視野	5,054.60 μm
分解能	2.63 μm

加工後



レンズ	MXB-2016Z: Normal: X60
H視野	5,054.60 μm
分解能	2.63 μm

図9 微小突起の改善

7. 今後の展開

パワーフィニッシャは、従来のすべり軸受面に加え、転がり軸受面・シール面といった摺動面の表面性状の改善に貢献している。市場の変化に伴い、摺動面の用途が変化していくかもしれないが、パワーフィニッシャの表面を高品質に仕上げる加工方法は、長寿命化や静粛性に対して期待が高まっていくと考えられる。

パワーフィニッシャの加工は、多くの分野の仕上げ工程で今後の活躍が期待されている。さらに、新たな分野への展開に挑戦していきたい。