

もの作りの技術

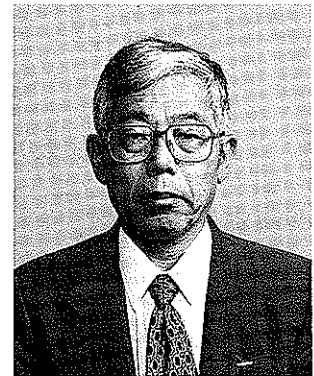
調和

September 19, 1997

No. 14

超精密加工の歩み 「日本機械学会賞の受賞に浴して」

東芝機械株式会社 工作機械事業本部 首席技監 田中 克敏



「超精密要素の技術開発およびその応用研究」で1996年度の日本機械学会の技術功績賞を戴いた。機械産業の中で基幹産業と言われながらも産業としては弱小な工作機械にたずさわる技術者としてたいへん名誉なことであり、感謝にたえない。

1975年頃からの日本における超精密加工の黎明期に巡り合う幸運に恵まれ、ユーザからの高精度要求に追い掛けられながら、超精密加工に関する研究開発を続け、多少なりとも超精密加工の発展に貢献できたことが、今回の受賞につながったものと思う。

超精密加工は1970年当時、米国では防衛産業や宇宙開発のレベルアップと生産性向上を目的に発展しており、日本でも超精密加工への取り組みの必要性が叫ばれてきたが、適切なニーズが見出だせないまま特異な技術と見られていた。

しかし、1975年頃から磁気ディスク基板やレーザープリンタ用のポリゴンミラーの鏡面加工に代表される民生分野における超精密部品の大量需要が生じた。工作機械の母性原理を徹底追求することで超精密な精度に対応する基本方針の下、新しい機械要素として空気静圧スピンドル・空気静圧案内の開発や従来からの要素技術のレベルアップで対応してきた。

以来、磁気ヘッド、プラスチックレンズ用の金型、非

球面ガラスレンズ等民生用、産業用の超精密部品の大量需要に応えるため超精密工作機械は発展してきた。

特に、民生用、産業用であるため品質の安定性と低コストの要求は厳しく、それが超精密工作機械の技術レベルを向上させるための大きなエネルギー（指針）となり、日常生活を便利で豊かなものとしてくれる家電製品、OA機器の普及に結びついている。

例えば、レーザープリンタのスクアナとして使用されるポリゴンミラー（多面鏡）は高純度アルミニウム合金でできており、5×20mm程度の小さな平面であるが、平面度0.06~0.1 μ m、面粗さ0.02 μ mRyが要求される。現在、単結晶ダイヤモンド工具によるフライカットで対応し、品質、価格、生産性で満足が得られている。但し、性能、コストダウンに対する要求には際限がなく、次世代の工法が常に追求されている。

母性原理の追求に基礎を置く超精密加工用工作機械、装置の製作は技能に大きく依存する。超精密工作機械の製作を通じ、技能の必要性が再認識され、自動化や機械

トピックス

- ・超精密加工の歩み
- ・技術レポート：
 - フレネルスクリーンの光学特性を考慮した金型の微細溝加工
 - 従動式切れ刃回転工具「ロータリバイト」
- ・部門功績賞・優秀講演論文賞
- ・部門からのお知らせ

部門カレンダー

- | | |
|-------|--------------------------------|
| 11/21 | 講習会 高速・高精度加工の最前線
(於 日本機械学会) |
| 11/27 | 見学会・技術講演会
(株デンソー、三菱電機株) |

化の流れの中で軽視されがちであった技能の修復，習得，伝承に貢献できた。

このような優れた技能と新しい技術の調和で生まれた超精密加工，超精密工作機械は精度の高さが高付加価値につながり，優れた固有技術の注入が空洞化の心配を取り除いてくれる。

超精密加工が関与し，大きな市場となり発展してきた製品群としてレーザープリンタ，磁気記録装置(HDD)，非球面レンズを使用した光学機器等がある。残念ながら超精密工作機械の市場として見ると，これらはニッチな市場でしかない。しかし，ここで培われた技

術や技能が先導的な役割を果たし，工作機械や計測器等の発展に貢献するであろう。更に，超精密工作機械の製作を続けて行くことが，今後とも必要とされるキーテクノロジーとしてのきさげやラッピング等の技能の温存にも貢献できるものと思う。

超精密加工の精度や要素技術に対する今後の方向は我々装置メーカーが正確に推測できるところにはない。唯，次々と出される新しい機械の要求に対し，ユーザー，メーカーにとってのリスクを回避する方法として，予め，確立しておいた要素技術を組合わせて，要求の機械に対処することが大切である。

フレネルスクリーンの光学特性を考慮した金型の微細溝加工

(株)日立製作所 生産技術研究所 加工技術センタ 王 英夫

1. はじめに

最近，家電製品において，微細溝を有する光学部品の高精度化のニーズが増加している。この光学部品の成形用金型加工に対し，ダイヤモンドバイトを用いた鏡面切削法が主流になりつつある。

ここでは，フレネルスクリーン金型を対象に，光学特性を考慮した切削事例を紹介する。

2. バリ抑制切削法

フレネルスクリーン用金型の微細溝加工法を図1に示す。図1(a)の通常のプランジ切削法では，図2に示す溝断面の両肩部に，バリA，Bが発生する。これらのバリ発生を抑制するには，図1(b)の切削法が有効である。これは，非レンズ面を切削後，剣バイトを次に形成するプリズム面の山頂部の高さまで引き上げ，ピッチ送り方向に切削する方法である。この結果，プリズム面形成時の取り代を小さくできるとともに，工具の切れ刃稜と余肉を除去した面とのなす角 θ'' が鈍角となるた

め，バリ高さを光学的に無視できるレベルである $5\mu\text{m}$ 以下に低減することが出来る。

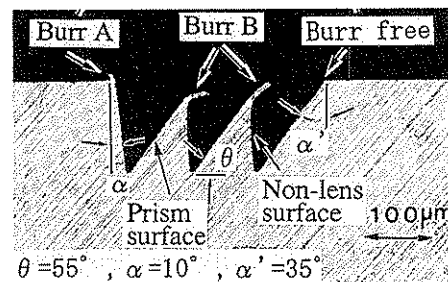


図2 溝断面写真

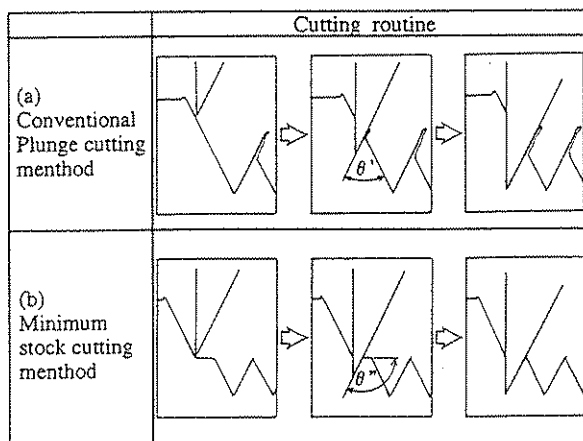
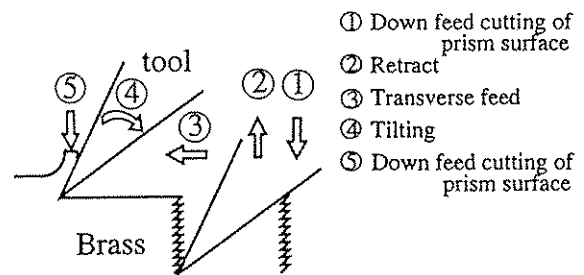
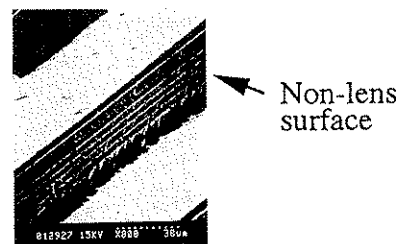


図1 フレネルスクリーン用金型の微細溝加工法



a) Cutting routine



b) An example of non-lens surface

図3 粗面化の切削ルーチン及び加工面

3. 非レンズ面の粗面化

上記の切削法では、プリズム面と非レンズ面が必然的に鏡面となる。しかし、フレネルスクリーンの品質を劣化させる不要出射光を低減するには、非レンズ面の面粗さを $1\mu\text{mRmax}$ に粗面化する必要がある。

この粗面化切削法の切削ルーチン及び加工面を図3に示す。これは、非レンズ面をバイト先端のノーズ半径部で切削する方法である。ここでは、工作物・バイト間の相対振動や加工面のむしれなどにより実際に得られる面

粗さが理論面粗さの2倍程度に劣化することを考慮した上、面粗さが $1\mu\text{mRmax}$ になるように加工条件を決定した。

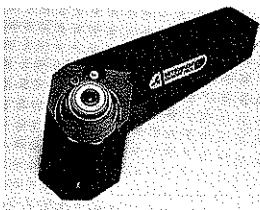
4. おわりに

家電製品の光学部品において、光学特性を考慮した超精密加工法が要求されている。ここで紹介したバリ抑制切削法、非レンズ面の粗面化手法が光学特性の向上のヒントになれば幸いである。

従動式切れ刃回転工具「ロータリバイト」

三菱マテリアル(株) 筑波製作所 坂本知良

1. はじめに



旋削加工において、円板状の切れ刃（チップ）を切削力により回転させながら加工を行う従動式切れ刃回転工具は、以前から研究がなされており、工具寿命の延長をはじめ、数々の優れた性能が知られている。

しかし、その反面、工具剛性、チップ回転精度、耐久性等の解決すべき多くの問題があり、商品化された例がほとんど無かった。今回これらの問題を独自の方法で解決し、「ロータリバイト」として商品化に至ったので、ここで紹介させて頂く。

2. ロータリバイトの構造

図1に本バイトの構造を示す。

①軸受け

切削力はチップの外周部に作用する。このため、これを受け止めるスラスト軸受けの外径がチップ径より小さいと、回転軸に偏荷重による曲げモーメントが生じ、工具剛性の面で不利になる。そこで、このスラスト軸受け

は外径がチップの径より大きなものを使用し、軸に大きな曲げモーメントが生じることを防止している。これにより軸の径を大きくすることなく、結果的に工具剛性を確保することが可能となった。

②芯出しシート（図2に芯出しシートの詳細を示す）

本バイトはチップを回転させての切削であるため、回転軸とチップの中心がずれていると加工精度が悪化する。これを防止するために、弾性変形を利用し芯出しを行うための機構（芯出しシート）を装備している。チップをクランプすることにより、芯出しシートの外縁部が内側に弾性変形し、芯出しを行う構造となっている。

③メカニカルシール

軸受けの中に微細な切り屑が侵入すると本バイトの耐久性は著しく低下してしまう。そこで、この侵入を防止するためにメカニカルシールを採用し耐久性を確保している。

3. チップ回転の原理

チップ回転の原理を図3に示す。回転軸の方向からみた切削3分力 F_c 、 F_f 、 F_p の合力 F が、回転軸の中心より L の距離ずれた位置に作用するためチップが回転する。回転数は切削条件で決まる。一例をあげると鋼の

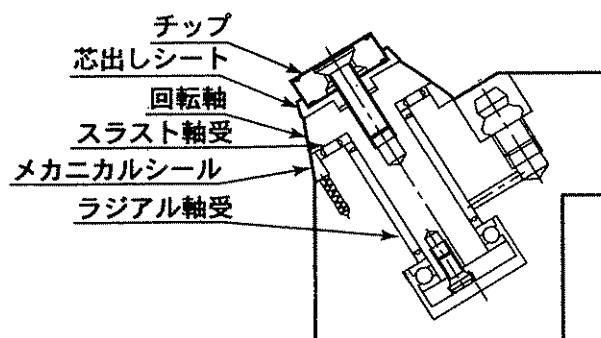


図1 ロータリバイトの構造

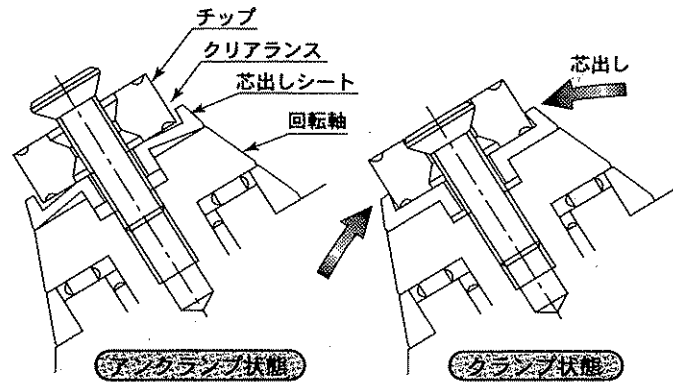


図2 芯出しシート

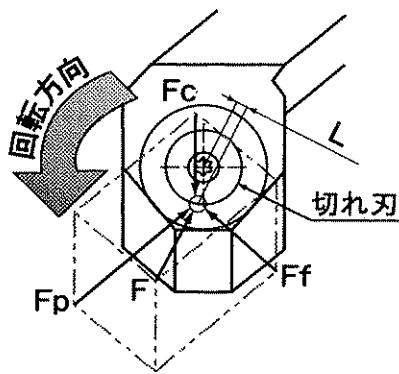


図3 チップ回転の原理

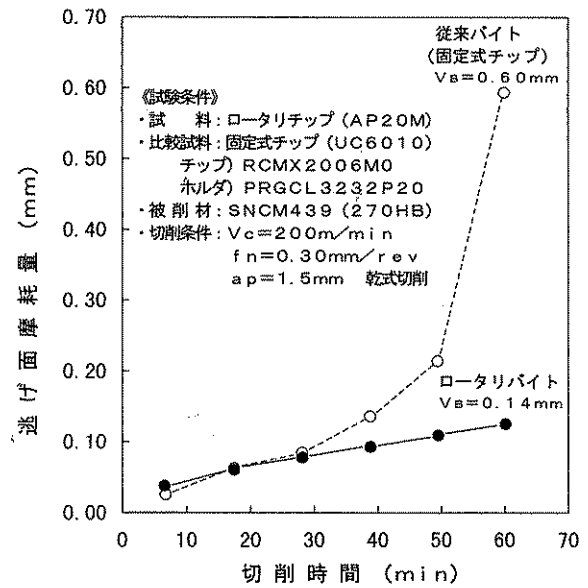


図4 チップ摩耗量の比較

切削で切削速度 200m/min の場合、約 800rpm となる。

4. ロータリバイトの特長

本バイトの特長を次にあげる。

- ①切れ刃が全周にわたり均一に摩耗するため、1つのチップを使いきるまでコーナーチェンジが不要。
- ②切削ポイントが常に移動しているため切れ刃境界摩耗が発生しない。また、切削熱も1点に集中しないため、熱に起因するチップの摩耗も抑制される。

5. 切削試験結果

切削工具の寿命はチップの逃げ面の摩耗量 (V_B) で

判断する機会が多い。図4は本バイトと従来のバイト(チップ固定式)で鋼を切削したときの、切削時間に対する V_B の比較グラフである。従来バイトに対し本バイトの V_B は小さなレベルで安定していることが分る。

6. おわりに

本バイトは商品化されて日も浅く、まだ性能的に未知な部分も多いため、今後更に切削試験を行い、性能の把握と普及に努めて行きたい。

部門功績賞・優秀講演論文賞等の報告

東京工業大学 戸倉 和

本部門では、例年部門賞として功績賞、優秀講演論文賞を贈賞しています。平成8年度の贈賞式は、第74期通常総会（青山学院大学）の会期中に開催されたFA部門と合同の部門同好会で行われました。席上庄司克雄部門長（東北大学教授）より、受賞者に賞状と記念の盾が贈られ、同好会出席者一同で受賞者の功績をたたえ、お祝い致しました。

☆「功績賞」

永年にわたり生産加工・工作機械関連分野において教育・研究で多大の貢献をされた3先生に贈賞致しました。

- ・白井英治先生：東京電機大学教授
- ・岩田一明先生：大阪大学教授（贈賞時）
- ・佐藤壽芳先生：中央大学教授

◎「優秀講演論文賞」

受賞者ならびに対象講演論文は以下の通りです。

- ・上村康幸（東大）、谷 泰弘（東大）、佐藤壽芳（中央大）

「静圧浮上工具を用いた光学ガラスの延性モード切削」

- ・相田収平（新潟工技総研）、一宮亮一（新潟大）、山田正直（新潟鉄工所）、坂本秀一（新潟大）、松村成生（新潟大）

「音響信号の位相遅れを利用したひずみ円形状の測定」

- ・須田一郎（慶大）、青山英樹（慶大）、稲崎一郎（慶

大）、大関宏夫（三菱マテリアル）、増根昭洋（三菱マテリアル）

「磁歪式トルクセンサを用いたフライス加工プロセスの監視」

○部門賞以外の受賞報告

（社）日本機械学会および関連団体に本部門から推薦いたしました業績等で、以下の表彰がありましたので報告致します。

・「日本機械学会賞（技術功績）」：田中克敏氏（東芝機械）

・「日本機械学会奨励賞（研究）」：石山誠氏（慶大）

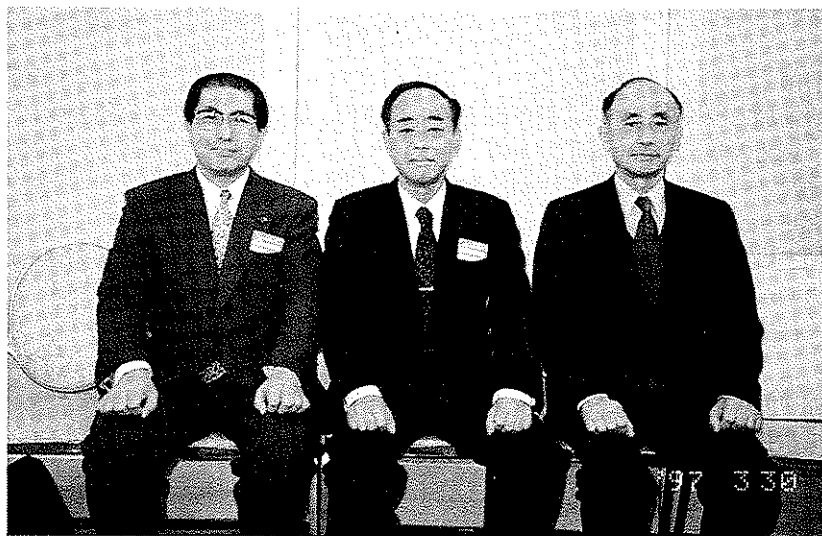
・「日本機械学会100年記念表彰」

事業功労表彰：中沢弘氏。（早稲田大学教授）、岩田一明氏（大阪大学名誉教授）

・「工作機械技術振興財団論文賞」：離散ウェーブレット変換によるフライス加工時の工具欠損検知

著者：笠島永吉（機械技研）、森 和男（機械技研）、Gilberto H. RUIZ（モンテレー工大）

なお、ニュースレターNo.13（February 20, 1997）でお知らせ致しましたように、部門賞規定の改定が承認され、今年度より従来の部門賞に加えて研究業績賞、技術業績賞が新設されましたことを付記します。



写真：部門功績賞受賞者

左から、岩田一明先生、白井英治先生、佐藤壽芳先生

部門からのお知らせ

分科会の会員募集について

下記の分科会を設置します。会員を募集しますので奮ってご応募下さい。

[分科会名]

「知的生産加工・工作機械のアクチュエータ・センサシステムに関する研究開発分科会」

[設置機関]

生産加工・工作機械部門

主査：江田 弘（茨城大学工学部）

設置期間：平成9年11月～平成11年10月（1年延長の場合もある）

連絡先：茨城大学工学部（日立市中成沢町4-12-1）

Tel & Fax：0294-38-5188

Email：eda@hit.ipc.ibaraki.ac.jp

申込み先：（連絡先と同じ、担当：清水 淳 Tel：0294-38-5192）

（茨城大学 江田 弘）

講習会 高速・高精度加工の最前線

開催日：1997年11月21日（金）

会場：日本機械学会 東京都新宿区信濃町35番地 信濃町煉瓦館5階

電話（03）5360-3501，JR中央・総武線「信濃町」駅下車徒歩1分

趣旨：高速・高精度加工は、工作機械が登場して以来、つねに課されてきた命題である。特に最近の高速化技術は、工具と工作機械、それに加工方法の革新的な発展に伴って、単に加工時間の短縮だけでなく、仕上げレスや工程集約をもたらし、リードタイムを大幅に改善するなど、その効果は極めて高く、今後主流になる加工技術である。

本講習会では、加工技術、工具、工作機械の3つの面から最先端の高速・高精度加工に焦点を当てて、日本をリードする代表的な技術者から最新の技術と今後の展開について解説していただく。

題目・講師：

10.30～11.30

(1) 高速切削技術の進展

最新の高速ミーリング加工技術の進展状況と加工事例の紹介、高速ミーリングが、型部品などの高速・高精度加工を実現する、

（株）松岡技術研究所 技術士（機械部門） 松岡 甫篁

12.50～13.50

(2) 高速研削

高速研削加工技術について、研削盤主軸の高速化、加工の高速化、高精度化について詳述する。

東北大学工学部 庄司 克雄

13.50～14.50

(3) 高速ミーリング対応工具

高速加工対応のエンドミルについて、加工事例を交えて紹介し、今後の高速・高精度加工の進展を工具の側から占う。

神鋼コベルコツール(株) 本西 英

15.00～16.00

(4) 送り加速度1Gを超えたマシニングセンターの利用技術

ボールねじを使用して送り加速度1Gを超えたマシニングセンターについて紹介するとともに、加工能率を向上させた事例を紹介する。

ヤマザキマザック(株) 高田 芳治

16.00～17.00

(5) 動バランスを考慮した高速高精度主軸の開発

主軸回転の高速化とともに主軸の動バランス修正が無視できない。本講演では、動バランスの修正方法とその効果について詳述する。

日立精工(株) 渡部 和

定員：80名、申込先着順により定員になり次第締切ります。

聴講料：会員 20 000円（学生員 7 000円）、会員外 30 000円（一般学生 10 000円）。いずれも教材1冊分代金を含みます。なお開催日の10日前までに聴講料が着金するようにお申込み下さい。以降は定員に余裕のある場合、当日受けといたします。聴講券発行後は取消しのお申し出がありましても聴講料は返金できませんのでご注意願います。教材のみご希望の方は1冊につき会員 2 000円、会員外 3 000円で頒布いたしますので代金を添えてお申込み下さい。講習会終了後発送いたします。

(担当職員 遠藤貴子)

(東京農工大学 堤 正臣)

見学会・技術講演会

開催日時：1997年11月27日(木) 13:00~17:30

開催内容：(1) ㈱デンソー基礎研究所

講演内容：積層アクチュエータとその応用

見学内容：マイクロマシン技術の成果と基礎研究所内の見学

(2) 三菱電機㈱名古屋製作所

講演内容：電気加工の現状と将来

見学内容：放電加工の生産ライン、およびFAコミュニケーションセンター（レーザ加工機、放電加工機の展示と実演）の見学

参加費：3,000円（会員）、5,000円（非会員） [但し、資料代、バス代]。

定員：30名（同業者の方はご遠慮ください）

申込先：㈱日本機械学会 担当/遠藤貴子宛

電話 (03) 5360-3501 FAX (03) 5360-3508

(宇都宮大学 進村武男)

Production Engineering

No.14 秋季号 1997年9月19日発行

編集兼 生産加工・工作機械部門

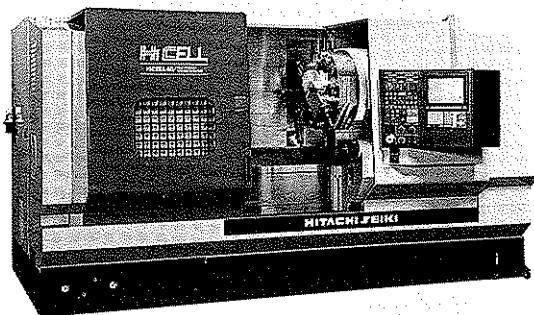
発行者 広報委員会

発行者 日本機械学会
生産加工・工作機械部門

印刷製本 ㈱春恒社

工・程・再・発・見

驚異の工程集約 倍速センタ「ハイセル」 〈Y軸・ATC・回転工具の本格派〉



ハイセル40

- 旋盤加工とマシニングセンタ加工を1台でカバー。
- 1台で多工程を加工、仕掛け時間を大幅に短縮。
- 工程間の段取り替え、握み替え不要、総合精度向上。
- プログラミングの簡単なXYZ3軸直交とC軸で多彩な加工に対応。

SEIKI 日立精機

千葉県我孫子市我孫子1 TEL(0471)84-1111