

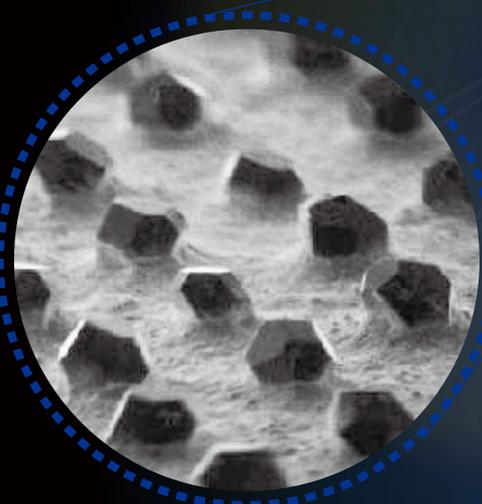
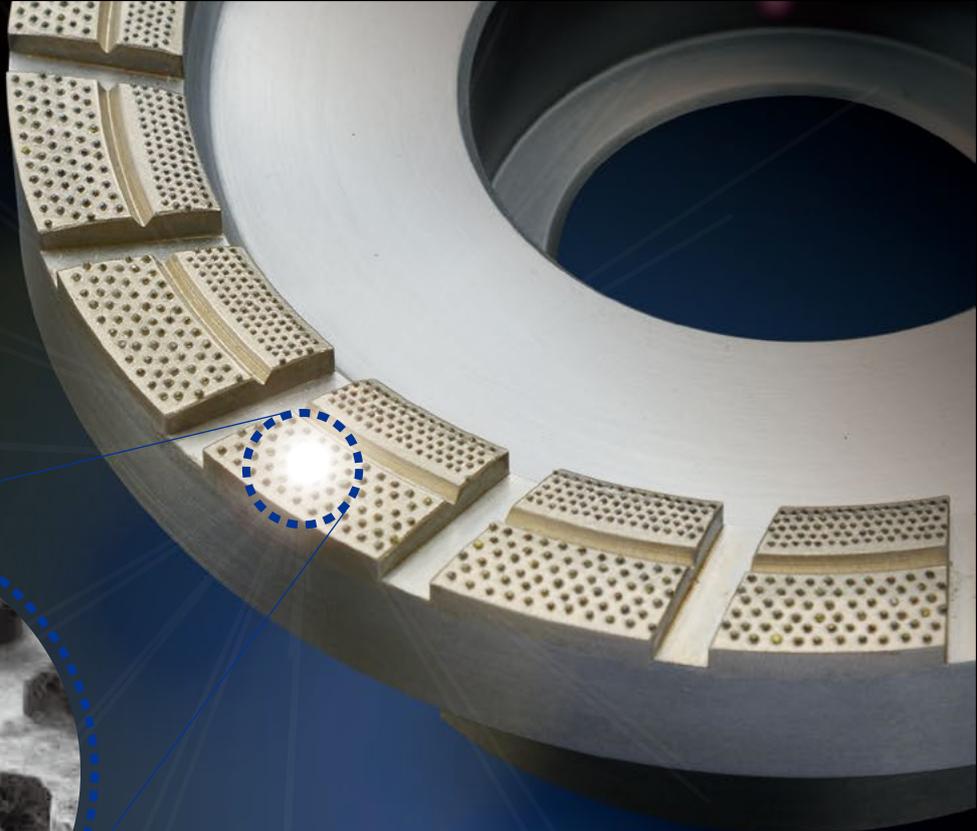
ノリタケ
からの
提案

注目の製品・技術

04



[著者] 行徳 聡人
工業機材事業本部 技術本部 商品開発部
電着グループ



高い加工能率と加工表面粗さを 両立させる新型研削工具

加工能率と加工精度の両立は生産現場における難しい課題の1つです。

工具に対して一般的には切れ味と寿命や加工精度が求められますが、両立させることは容易ではありません。

ノリタケでは固定観念にとらわれない新しい発想による独自の技術を取り入れ、

切れ味と寿命や加工精度の両立を可能とする砥粒単層固着ホイール“グリットエース”を開発しました。

砥粒単層固着ホイール

グリットエース



[適用範囲と期待効果]

| 金属材料 | | 非金属材料 | | その他 |
|-----------|-----------------|----------------------|---------------------|------|
| 鉄系材料 | 非鉄系材料 (Alなど) | 無機材料 (ガラス・セラミックス) | 有機材料 (ゴム・プラスチック) | 先端材料 |
| | ● | | ● | |
| サイクルタイム短縮 | 工具寿命向上 | 加工品質向上 | 作業性改善 | 環境配慮 |
| ● | ● | ● | | |

砥粒の「規則配列」・「突出し量」・「配列間隔」・「先端高さ」の4つを制御

機械加工における矛盾と切削加工領域へ近づいた研削工具

市場では少量多品種生産、リードタイムの短縮、低コスト化などの目標に対して柔軟に対応出来る加工機械や工具が求められており、機械メーカーや工具メーカーからはこれまでも日々新しい技術や製品が市場へ投入されています。機械加工における一般論として、加工能率において優位性の高い切削加工は粗工程で、加工精度という点で優位性の高い研削加工は仕上げ工程で多く用いられてきました。

研削・研磨総合メーカーのノリタケに対しては、粗工程の切削加工を研削加工へ置き換えるための工具の問い合わせを多くのお客様から過去よりいただいていた。

このようなご要求に対しノリタケはこれまで製品の仕様改良でアプローチしてきました。しかしながら、その壁は想像以上に高く、これまでにはない新しい発想による開発が必要であるとの結論に至り、ノリタケの技術力を結集した新しいタイプの研削工具「グリットエース」を開発しました。

グリットエースは、図1に示すような切削加工の加工能率と研削加工の表面粗さを両立させる位置付けの研削工具であり、特許技術16件を適用したまさにノリタケのオリジナル工具です。

グリットエースの実力

アルミ合金ワークに対して、切削工具のPCDフライスを対照にグリットエースの性能を比較しました。試験条件を表1に、グリットエースの外観を図2に示します。なお、PCDフライスは有効径100mm、刃数6枚のものを用いました。



図2 グリットエース

表1 試験条件

| | |
|-------------|-----------------|
| グリットエーススペック | SD40 |
| ホイール寸法 | φ100×30T×31.75H |
| ホイール周速度 | 21m/s |
| 送り速度 | 800mm/min |
| 切込み量 | 3mm/pass |

ホイール主軸負荷率を図3に、加工後の表面粗さを図4に示します。グリットエースはPCDフライスとホイール主軸負荷は同等でありながら表面粗さは数値として17分の1程度であり、グリットエースはPCDフライスに対して良好な表面粗さが得られています。

図1 グリットエースの位置付け

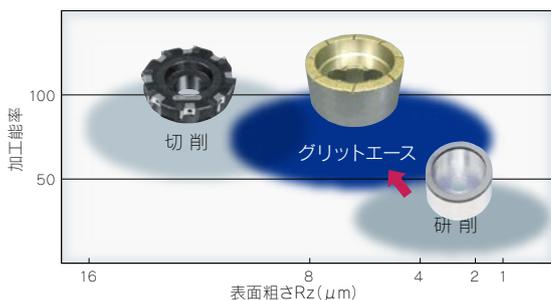


図3 ホイール主軸負荷率



図4 表面粗さ

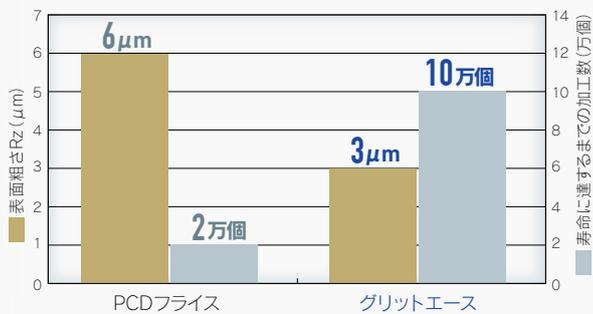


その他にも使用事例としてエンジンシリンダーブロック上面加工があります。従来この加工においてPCDフライスを用いた場合、刃先の損傷によって加工表面粗さが粗く、不良品が発生することがありました。グリットエースはPCDフライスとほぼ同等の加工能率で使用できるため、良好な表面粗さが得られれば、不良品の低減に対して大きな効果が期待できます。そこで表面粗さと工具寿命の検証試験を行いました。その時の試験条件を表2に、結果を図5に示します。

表2 試験条件

| | |
|-------------|---------------------|
| 従来工具 | PCDフライス |
| グリットエーススペック | SD40 |
| ホイール寸法 | φ200×50T×47.625H mm |
| 使用機械 | 縦軸マシニングセンタ |
| ワーク | シリンダーブロック(アルミ合金) |
| ワーク加工部位 | シリンダーブロック上面 |
| ホイール周速度 | 58 m/s |
| 取り代 | 0.5 mm/pass |

図5 表面粗さと工具寿命

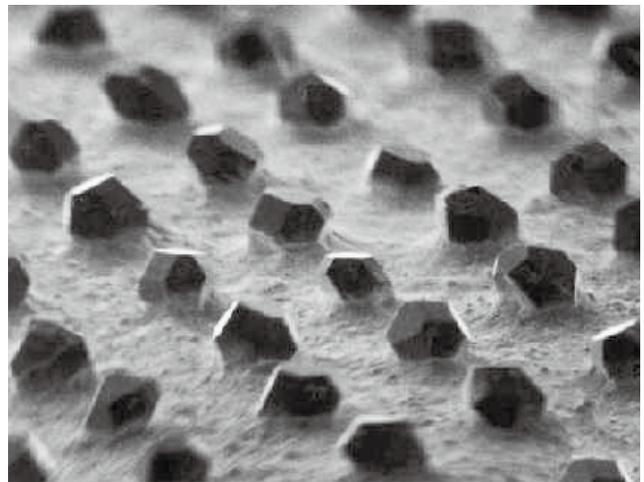


試験結果において、グリットエースは表面粗さがPCDフライスよりも細かい結果が得られ、当初課題であった不良率を下げることはできました。また、工具が寿命に達するまでの加工数もグリットエースの方が多く結果が得られ、工具の交換頻度を減らすこともできています。従来PCDフライスによる切削工程とその後に研削工程がありましたが、切削工程を省略でき、工具寿命も延長できることから大幅な生産性向上と作業工数の低減が可能になりました。では、グリットエースとは一体どのような研削工具なのか、その秘密についてご紹介します。

秘密 01 高い加工能率での加工を可能とする
[砥粒の規則配列]

高い加工能率を実現させた秘密の1つは砥粒が規則配列していることです。グリットエースの基本的な構造としては、研削加工において切れ刃の役割をする砥粒を台金[※]上に規則配列させています。図6はグリットエースの表面を拡大した状態を示しており、砥粒が規則配列していることが良くわかります。

図6 砥粒規則配列



ノリタケでは砥粒を均質に分散させた構造の研削砥石の開発を進めていますが、一般的に研削砥石では砥粒を規則的に配列させることは製造技術的に非常に難しいとされています。しかしながら、加工能率および加工後の表面品位を向上させるには、砥粒の均質分散および規則配列は重要な要素の一つであり、研削加工の壁を打ち破り切削領域へ近づけるためには、砥粒をいかに規則的に配列させるかがポイントとなります。

ではなぜ、従来の研削砥石では加工能率を切削加工に近づけることが難しかったのでしょうか。その要因として加工時に排出される切り屑と砥石の構造が挙げられます。一般的に高い加工能率で加工すると、加工点から排出される切り屑は大きくなります。切削加工を経験されている方は良くご存

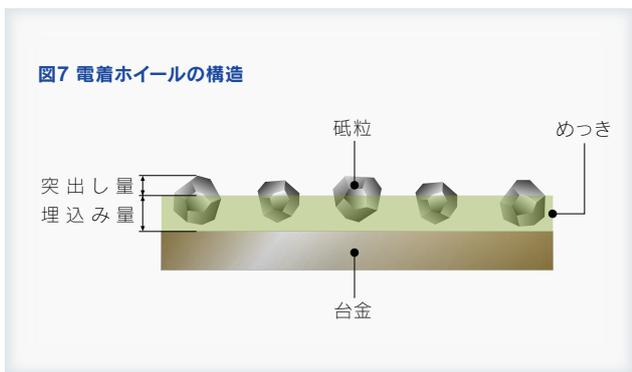
じだと思いますが、工具の切込み量を上げたり工具もしくはワークの送り速度を早くしたりすると切り屑は大きくなります。

この現象は研削砥石においてもほぼ同様の傾向です。研削砥石は無数の砥粒によって構成されていますが、砥粒同士の間隔が不均一で狭い箇所があると、その部分に対して溶着※や目詰まり※といった現象が生じやすくなり、結果として研削砥石の切れ味が低下し、加工能率に限界が生じます。

グリットエースはこの点に着目して開発を進め、砥粒の規則配列を実現させたのです。さらに、加工点において発生する研削熱は、砥粒の規則配列により大気中へ放熱されやすくなり、研削焼けや残留応力といったワーク品質への悪影響も軽減できます。

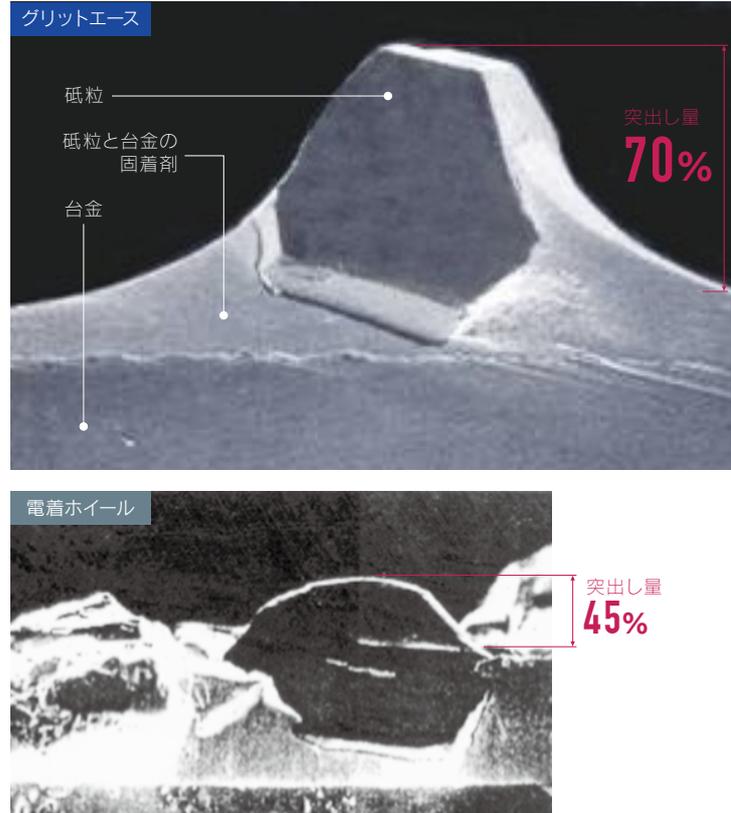
秘密 02 高い加工能率での加工を可能とする
[砥粒の突出し量]

高い加工能率を実現させたもう一つの秘密は砥粒の突出し量が高いことにあります。従来、加工能率を重視する場合には主に電着ホイールが使用されてきました。電着ホイールは図7に示す構造をしており、砥粒が台金と呼ばれる金属にめっきで固着されます。



電着ホイールの切れ味は砥粒がめっきから高く突出しているほど良い傾向にあります。砥粒の突出し量が大きいと砥粒がワークに食い込みやすく、切り屑の排出性もよくなるため、高い加工能率が得られます。図8はグリットエースと電着ホイールの砥粒の突出し量を比較したのですが、グリットエース

図8 砥粒の突出し量と保持状態



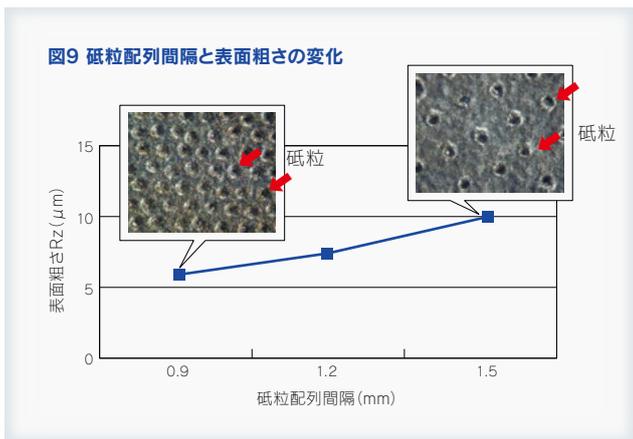
は70%程度あり電着ホイールよりも砥粒の突出し量が大きくなっています。

しかしながら突出し量を大きくしすぎるとデメリットも発生します。それは砥粒を保持する力も弱くなるため砥粒が脱落し、結果として工具寿命の低下を招いてしまうことです。グリットエースは、従来とは異なる強固な固着方法によって高い保持力を有し、高能率加工でも砥粒の脱落を抑えることができます。

秘密 03 良好な表面粗さを可能とする
[砥粒の配列間隔]

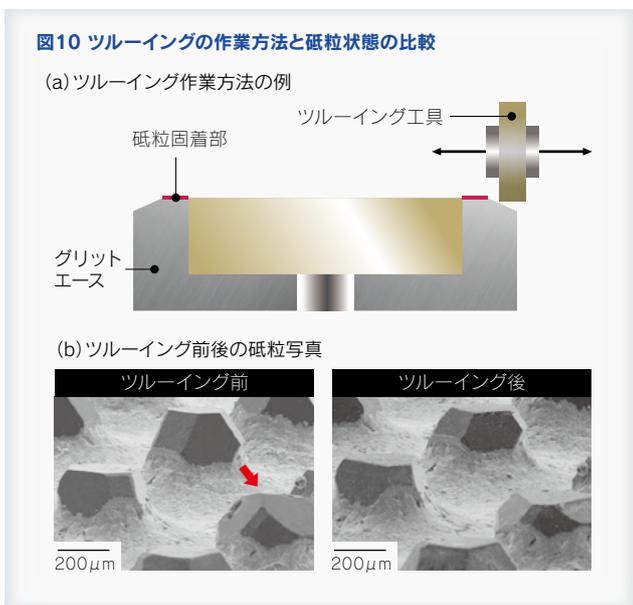
通常、切れ味のよい研削工具は加工面の表面粗さが粗い傾向にあります。サイクルタイムが許容される範囲内という前提では、ワークの送り速度や切込み速度を下げるなど加工条件を変更することで、また、研削工具においては砥粒の粒度

を細かくすることで表面粗さは細かくなります。さらにグリットエースにおいては、砥粒の配列間隔を任意に変更できる技術を取り入れたことで、目標とする表面粗さへより柔軟に対応することができます(図9)。ただし、極端に表面粗さを追求してしまうと切れ味の低下つまり加工能率を犠牲にしてしまうため、そのバランスをとることも重要です。



秘密
04 良好な表面粗さを可能とする
[砥粒の先端高さ]

高精度な仕上げ面を研削初期から安定して得るためにもう一つ重要な要素として、砥粒先端の高さがあります。先端の高さが不揃いであると、ワークへの切込み深さや負荷が不均



一になるためです。グリットエースは、図10(a)に示すような砥粒先端を揃えるツルーイング※という作業を施しており、ツルーイング前後の砥粒写真を図10(b)に示します。

ツルーイング前には、矢印で示すひときわ高さの高い砥粒が存在しています。これにツルーイングを行うことで、砥粒先端に欠けを発生させることなく、砥粒先端を揃えることができています。ただし、ツルーイングも過剰に行うと切れ味の低下、つまり加工能率を犠牲にしてしまうためそのバランスをとることも重要です。

広がりを見せる市場での採用

グリットエースは高能率な切削加工によって加工されている非鉄系材料分野に対して、高精度、高品位で加工する用途で広がりをみせています。例えば次のようなものがあります。

- ・アルミ材のエンジンブロック
- ・複合材のブレーキパッド
- ・鋳鉄のコンプレッサー部品
- ・プラスチックのレンズ

前述の用途以外にも、グリットエースは、切削加工の加工能率を落とすことなく、ワークの表面粗さや表面品位を向上させたい用途に有効であると考えられます。これからも、グリットエースが、お客様の生産性向上のご要望に寄与できることを願っています。

[注釈]

※台金：砥粒および砥粒層を固着させる金属

※溶着：ワークが研削熱などの温度上昇によって溶けて、砥粒や研削砥石の表面に付着した状態

※目詰まり：切り屑が砥石の気孔に詰まっている状態

※ツルーイング：研削砥石の形状修正作業

[文献]

- ① 峠直樹・野々下哲也・井上靖章：フライス工具、公開特許公報、特開2002-263937、特許公報、特許3485544
- ② 井上靖章・峠直樹：ダイヤモンド単層固着ホイールによる精密研削加工、日本機械学会九州支部地方講演会講演論文集、(2001)7

Q 台金の再利用は可能でしょうか？

A 申し訳ございません、できません。

Q 複雑な形状(総型)は製造できますか？

A 対応できない場合がありますので、詳細は担当営業員にお問合せ下さい。

Q 研削が難しい軟らかい材料の加工に適しますか？

A 砥粒の突出しが大きく切り屑の排出性が良いため研削が困難なアルミ、樹脂、ゴム等の軟らかい材料の加工に適しています。

Q & A