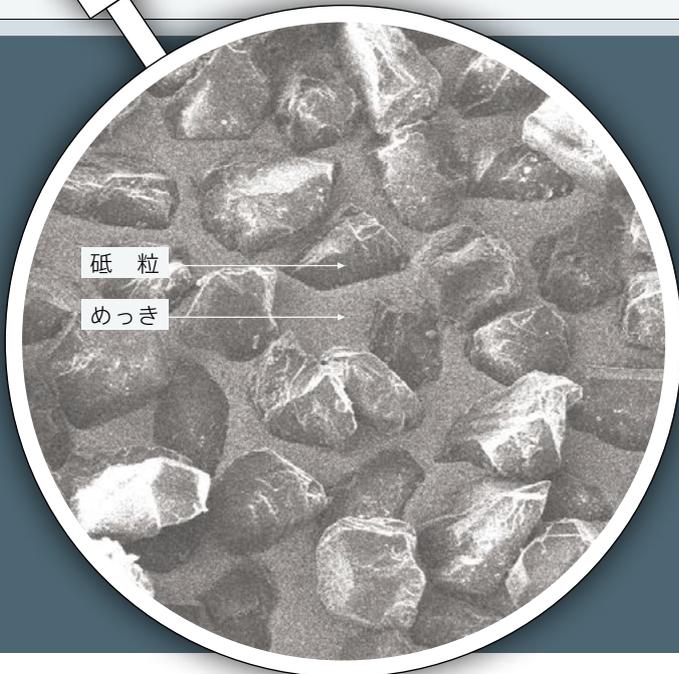


よくわかる 電着工具

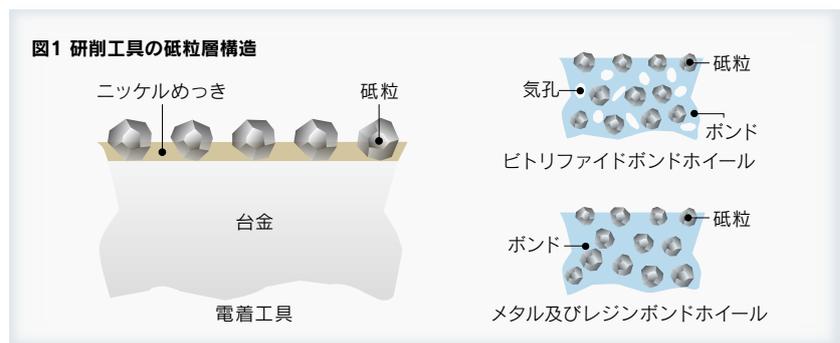
(高能率と
高精度加工への適用)



電着工具の表面写真

電着工具の構造

数あるノリタケの研削工具の中でも、独特な構造および製造方法で提供している製品のひとつに電着工具が挙げられます。電着工具は、鉄など金属の台金表面に、ダイヤモンドやCBNの砥粒をニッケルめっきで埋め込み固着した構造となっています(図1)。



ニッケルめっきは他の研削工具における結合剤(ボンド)にあたるものですが、ニッケルめっきは他のボンドに比べて、砥粒を掴む力が比較的に強いので、砥粒の突出しを大きくすることができます。そのため、深い切込みでも加工熱と切り屑を外へ効率的に排出し、研削焼けや目詰まり、溶着を抑制することができます。

その他にも電着工具には他の研削工具にない特長がいくつかあります。

ひとつは、一般砥石などにはない切れ味を向上させるパターン電着です。パターン電着は、砥粒層にパターンを形成することで切り屑の排出性をさらに高め、乾式研削への対応も可能です。

また、電着工具は台金の表面形状に倣って砥粒を固定させるため、他の研削工具では製造できないような大型・薄板の製品や複雑な形状(総型形状※)、形状精度の高い製品を製造することも可能であり、さまざまな分野での高能率・高精度加工に使用されています。総型形状の工具による加工は一般的な方法と比較して生産性の向上とコストの低減という点で優れています。一般砥石を用いて段付きやR形状など単純でない形状のワークを加工する場合は総型ドレッサを用いたドレッシング工程が必要となります。そのため台金上に砥粒を固着させる精度と技術の高まりによって電着工具の活用の幅は広がっています。

切れ味を損なうことなく表面粗さや摩耗をコントロールする技術として、砥面(電着使用面)調節を行う場合もあります。

さらには、一般的な電着工具は台金からニッケルめっきを剥がして台金の再利用が可能で、環境に優しく、コストの低

減も図ることができます。

今回は、高能率、高精度の視点から電着工具の特長を解説します。

高能率加工に対する電着工具のポイント ～砥粒の突出し～

電着工具における特長の一つとして、砥粒の突出し高さが大きいことによる高能率加工用工具としての活用が挙げられます。他の研削工具は、ボンドに砥粒が埋まっている状態からドレッシングによって砥粒を突出させる必要があり、砥粒の保持力も弱いため、突出し高さは大きくても砥粒径の30%程度となっています。それに対し、電着工具の砥粒突出し高さは標準仕様で砥粒径の40%以上であるので深い切込みができ、高能率加工が可能となります(図2)。ダイヤモンド工具として広く使われるレジンドiamondホイールと電着ダイヤモンド工具との性能比較において、電着ダイヤモンド工具は消費電力値が低く、切れ味の良いたことが確認できます(表1、図3)。

図2 電着工具の砥粒突出し

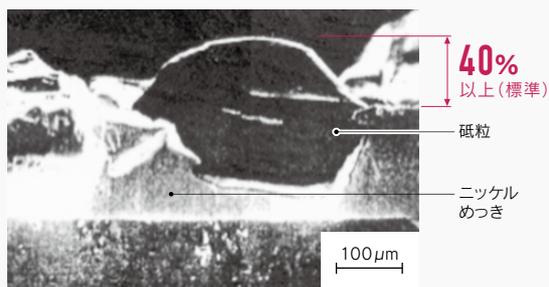
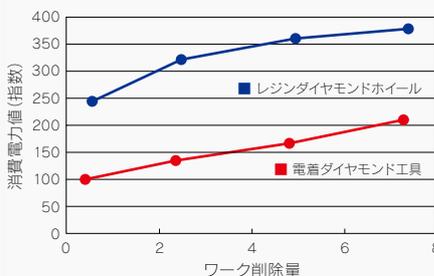


表1 試験条件

研削方式	湿式平面研削
ワーク材質	超硬

図3 電着ダイヤモンド工具とレジンドiamondホイールの研削性能



高能率加工に対する電着工具のポイント ～パターン電着～

高能率加工において、研削焼けや目詰まりで溶着が起きてしまう場合、砥粒を大きくすることで、これらの問題は解決します。しかしながら、砥粒を大きくするとワークの表面粗さは粗くなってしまいます。表面粗さの規格によって砥粒を大きくできないときは、切り屑の逃げ場や研削液溜まりとなる大きなチップポケットを作ること、つまり砥粒と砥粒の間隔を広げることが有効策として挙げられます。ノリタケでは、図4に示すようなパターン電着にすることで、切り屑の排出性と研削液の供給性も高め、目詰まりの抑制を可能にしています。

図4 パターン電着

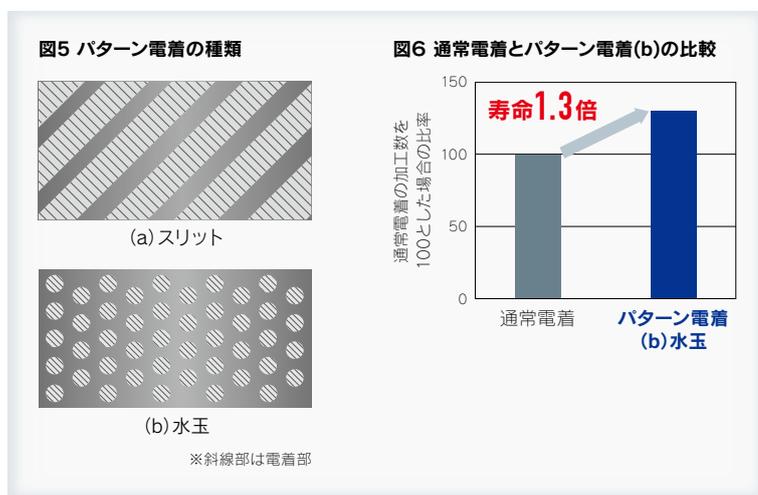


パターン電着

パターン電着では、図5(a)のようなスリット状や図5(b)のような水玉状に砥粒を電着することも可能です。

スリットパターンは、切り屑の排出性と研削液の供給性を高めるために主に工具の外周に用いられます。水玉パターンは切り屑の排出性と研削液の供給性に加えて、ワークと接触する砥粒数を減らし研削抵抗を下げるために主に工具の側面およびカップ形状の工具端面に用いられます。

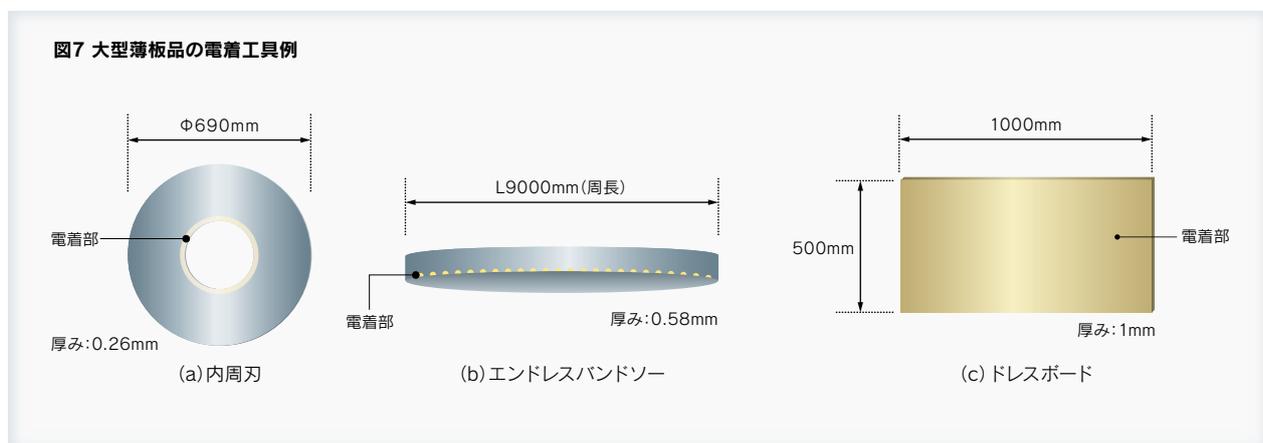
一例として、ワークの加工面が広いために切り屑が排出されにくく目詰まりしやすいセラミックスの乾式加工では、使用とともに目詰まりし、工具の切れ味が著しく低下して寿命となっていました。そこで水玉パターンの電着に変更したところ、切り屑の排出性が良くなり、寿命が1.3倍となりました(図6)。



高精度加工に対する電着工具のポイント ~大型薄板化~

電着工具は、台金上に金属を化学的に析出させて砥粒を直接固着するため、大きさ(長さ)1,000mm以上、厚さ1mm以下の大型薄板の台金に対しても、熱や圧力による変形をさせることなく、高精度な製品を製造できます(図7)。

また、製品が大型で砥粒層を形成する面積が大きくなるほど、めっきの析出精度によって、砥粒層の厚みや砥粒数、砥粒突出し高さなどの表面性状に差が出てしまいます。ノリタケでは、めっきの析出方法や析出条件の改良を重ね、めっきを高精度に析出させる技術を構築し、砥粒層表面性状が均質な大型薄板製品を製造することができます。これにより、安定した切れ味が継続し、薄板による高能率・高精度加工や軽量化が可能となります。



高精度加工とコスト削減・生産性の向上に対する電着工具のポイント ～総型形状～

電着工具は、合金の表面形状に沿って砥粒を固着させるため、砥粒層は合金形状に倣った形状になり、他の焼結法による研削工具と比較してR形状等を有する総型形状を容易に形成できます(図8)。

総型形状の利点として、加工能率の向上、高精度化が挙げられます。総型形状の工具を用いず、複雑な形状に倣って加工する場合、工程が増えるのはもちろん、精度を出すことも難しくなります。総型形状の電着工具では、電着工具とワークの基準位置を決めるだけで、複雑な形状のワークでも効率良く加工できます(図9、表1)。プランジ研削ではワークに電着工具の形状がそのまま転写されるため、高精度な電着工具を用いれば、ワークの精度を出すことも容易となります。

図8 総型形状工具の製法

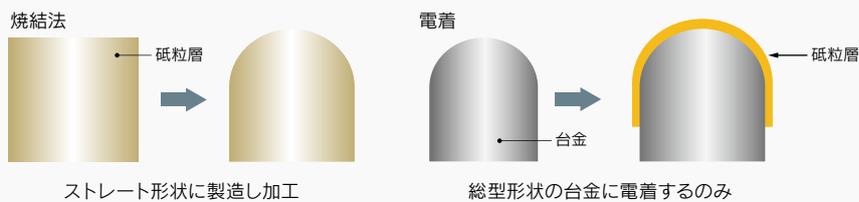


図9 総型電着工具による加工

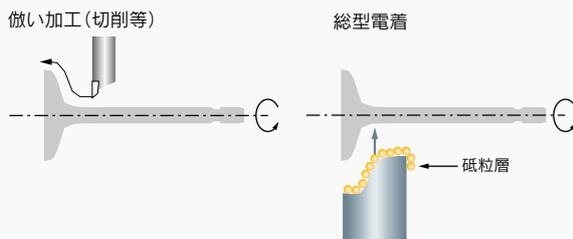


表1 総型電着の効果事例

	倣い加工 (切削)	総型電着
工具単価(指数)	1	200
工具寿命	20~30min	1ヶ月
工具コスト(指数)	1	1/7
生産性(指数)	1	1.6

表面粗さと摩耗のコントロール技術 ～砥面調整～

一般砥石や他の超砥粒ホイールと同様、電着工具も表面粗さや工具摩耗量の低減が求められます。電着工具においてはその対策として、砥面調整の技術を施す場合があります。この砥面調整を行うと砥粒、切れ刃の先端が揃い、切れ味を大きく損なうことなく細かい表面粗さを得ることにつながります(図10)。

図10 研削性能

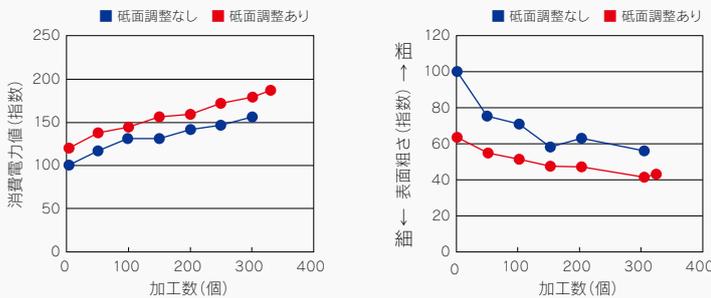


表2 試験条件

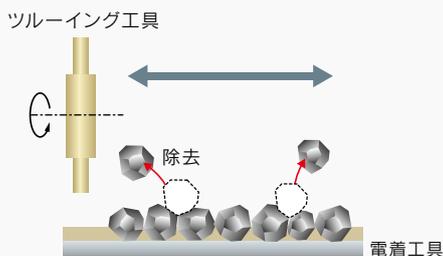
研削方式	円筒研削
ワーク材質	SCM435 φ60×T5mm (焼入HRC48)
研削能率	10mm ³ /mm・s

1段上の形状精度を目指した技術 ～ツルーイング～

電着工具の製品精度は、砥粒を固着させる台金の形状精度や幾何精度、砥粒の固着精度で決まります。一般的な研削工具は、砥面の振れ取りを目的として使用前にツルーイングという砥面修正を行い、また加工により砥粒層が摩耗して形状崩れが起こるため定期的にツルーイングをする必要があります。ノリタケの電着工具は、高精度に加工された台金上に独自の技術で砥粒を均質に固着させているため、使用開始時から高い形状精度でワークを加工でき、形状精度が安定して維持されるため、ツルーイングの必要がなく、連続加工できるため、生産効率の向上が可能です。

なお、特別な形状精度が必要な製品に対してのみ、砥面にツルーイングを行う場合があります。ツルーイングは、図11に示すように、砥粒の表面を破碎や摩滅させて形状精度を整える作業であり、砥粒にダメージを与えることとなり、製品性能、特に寿命に影響を及ぼす可能性があります。そのためノリタケでは、砥粒へのダメージを最小限に抑えるツルーイング方法の開発やツルーイングを低減させる電着精度の向上に日々、取り組んでいます。

図11 ツルーイング



[注釈]

※総型形状：狙いとするものと同じ輪郭をした形状。また、総型形状の砥石を使用してプランジ研削する方式を総型研削とも呼ぶ。

Q どのようなものにも、電着できますか？

A 電気が流れるものであれば、なんでも可能です。ただし、表面が酸化されて電気が流れにくいステンレスやアルミには特殊な表面処理が必要となります。また、金属以外でも、電気が流れるように表面処理をすれば、電着は可能です。

Q & A

【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・Cu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
●				



[著者] 澤村 俊貴
工業機材事業本部 技術本部
商品開発部 電着グループ