

超砥粒フィルムによる砥石の製作

宮尾芳一* 芳賀 武** 青木博夫***

The Fabrication of Grinding Wheel using Super Grain Films

Yoshikazu MIYAO, Takeshi HAGA and Hiroo AOKI

Recently new materials, which have high hardness, are being developed. Since these materials are not easy to be cut, super abrasive grains such as diamond grain or CBN grain are used to grind. However these types of grain are expensive, so they are mainly used for high precision grinding. When the demanded precision is not so high for high hardness materials, the easier grinding is necessary. So we propose new grinding wheel that is made by sticking diamond film on the disc. Then we examined properties of the grinding wheel by grinding high hardness materials.

キーワード：超砥粒，ダイヤモンド砥粒，ダイヤモンドフィルム，研削

1. はじめに

近年，セラミックス等の新素材の開発が活発である。これらの新素材には高硬度，高耐熱性など優れた特性をもつ反面，高脆性，難削性などで目的形状にするための加工が容易ではない材料が多い。そこで新素材の特性を失うことなく高能率，高精度に加工することが要求される。高脆性，高硬度の材料を加工する主な方法は研削であり，それらの研削には超砥粒と呼ばれる非鉄用のダイヤモンド砥粒や鉄系用のCBN(立方晶窒化ホウ素)砥粒を使わざるを得ない¹⁾。ダイヤモンド砥粒は高価なため，ダイヤモンド砥粒砥石の砥石層は薄いか，場合によっては単層の場合もある。また，面粗さに対する要求も高まり，細かな砥粒による研削が必要となってきた。砥粒径が細かいと砥石は研削屑による目詰まりを起し研削量が減少する。そこで，加工中に電解ドレッシング(研削屑を除去すること)を行いながらセラミックス等を鏡面加工できる ELID 研削法が開発された^{2) 3)}。この方法は加工能率が高く，高精度加工ができるが，高価な専用装置を必要とする。

このような背景の中で，高硬度な材料に対して加工の要求精度があまり高くない場合，簡便な方法で研削する研削法が必要となる。そこで筆者らはラッピング

用に開発されたダイヤモンドフィルムをホイールに貼り付け，簡便に表面層がレジノイドダイヤモンド砥石になる砥石の製作法を提案する。

また，本手法により製作した砥石により高硬度である超硬材を研削して，その研削性能を調べた。

2. ダイヤモンドラッピングフィルムの特性

図1⁴⁾にラッピングフィルムの製造方法例を示す。従来のラッピングフィルムは図中①に示すように静電法または重力落下法により基材にコーティングしたものである。この方法では基材表面にだけにしか砥粒層がないため，磨耗し砥粒が無くなると使用できなくなる。

今回の砥石の製作には市販されているダイヤモンドフィルム(商品名ポリモンド:新日産ダイヤモンド工業株式会社製)を使用した。これは図中③に示すようにポリミド樹脂とダイヤモンド砥粒を混練してフィルム状にしたものである。従来からの製造法①，②に対してこのフィルムは次のような利点を有する。

- ・静電法で製作したものと異なり，フィルムの厚さすべてに砥粒が点在している。
- ・構造的にはレジノイド砥石に相当し，フィルムが厚くなれば寿命が長くなる。
- ・砥粒摩耗とマトリクスであるポリアミド樹脂との摩耗バランスがよく，自生作用もある。
- ・静電法では一般的に製作できない#1200より細か

* 機械工学科教授

** 電子制御工学科教授

*** 電気工学科教授

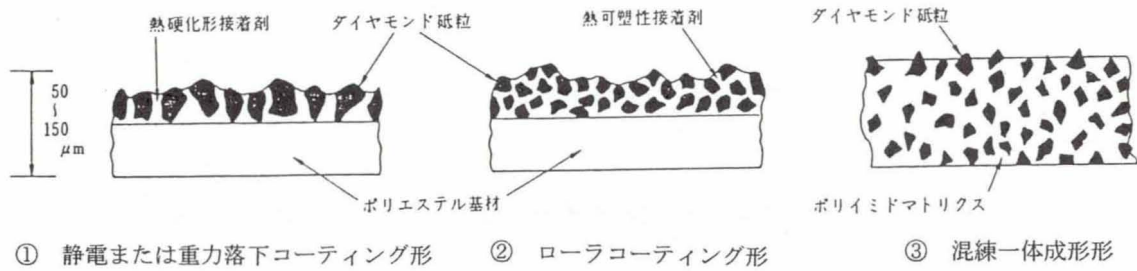


図1 ラッピングフィルムの製造方法

な砥粒でも使用できる。

- ・ポリアミド樹脂との混練のためフィルムの引張強度は140MPaと高い。

図2は今回使用したダイヤモンドフィルム表面の走査電子顕微鏡 (SEM) 写真である。A 図左側はドレッシング前、右側はサンドペーパーで数回擦ることによるドレッシング後のフィルム表面を示す、また、B 図はドレッシング後のフィルム表面の拡大写真である。ドレッシングにより砥粒の切れ刃がポリアミド樹脂面より露出されるのが観察できる。B 図は砥石突き出し量が少ないが、市販の超砥粒砥石においても高価な砥粒の保持力を高めるため砥石突き出し量が少なくして使用することが多い⁽⁵⁾。ダイヤモンドは硬いので普通のサンドペーパー (砥粒は炭化珪素が多い) で擦ってもダイヤモンド砥粒は研磨されず結合剤のみ研磨される。すなわち、サンドペーパーを擦ることでドレッシングが可能であることも分かった。

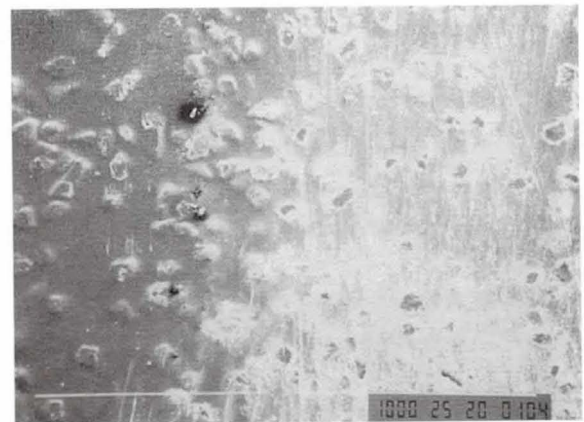
3. 砥石の製作方法

3-1 台金の真円度向上

一般的に硬く、砥粒層の少ない超砥粒砥石ではあまりツルーイング (ドレッサにより砥石形状を整える) は行われない。本手法で製作する砥石もツルーイングができない。そのためフィルムの貼り付ける前の台金の真円度を高めることは重要となる。そこで、まず台金となるアルミの円盤 (ホイール) を平面研削用フランジで固定し、平面研削盤に取り付けた。一方、旋盤用バイトを電磁チャックで平面研削盤テーブルの上に固定し、ドレッシング工程と同様な方法でアルミの円盤の端面を切削し、ホイールの円盤への取付等による誤差分を切削することで、使用時における台金の真円度を向上させた。

3-2 フィルム貼付法

フィルムの基材への接着方法として表1のように接着材、両面粘着テープ、超強力粘着テープの3種類を5項目について予備実験棟で比較した。◎は最適で



(A) 1000 μm



(B) 100 μm

図2 フィルム表面のSEM写真 (砥粒#200)

表1 接着方法の比較

	接着力	耐久性	厚さ	均一性	簡便性
接着剤	◎	◎	◎	△	×
両面粘着テープ	○	○	○	◎	◎
超強力粘着テープ	◎	◎	○	◎	○

両面粘着テープ:コクヨ両面紙粘着テープ T-240
超強力粘着テープ:住友スリーエム(耐水用,耐熱用)

あり、以下○, △, ×の順である。これより超強力粘着テープを使用することにした。

研削において、冷却等の目的でクーラント液を使用することが多いので、クーラント液を使用した予備実験をおこなったら、フィルムの端から剥離が発生した。そこで図3に示すように台金をフライス加工し凹部を作成した。また、ホイール回転時の動的バランスをとるため180度反対側にも同じ加工をした。その部分にフィルム端がくるようにフィルムを接着したら、フィルムの剥離がほとんど無くなった。

図4は本手法によりアルミの台金上にフィルムを貼り付け製作した砥石の写真である。中央部がフィルム端の部分である。

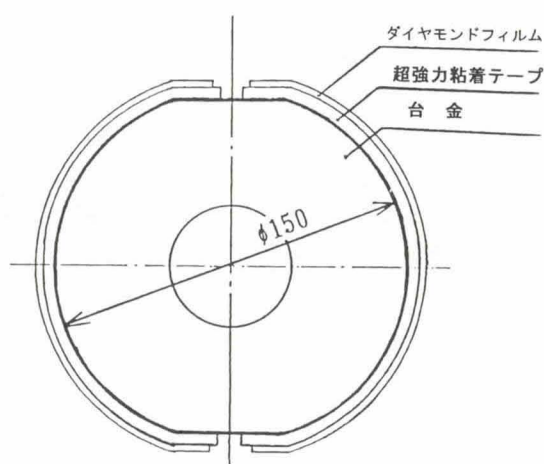


図3 フィルムの接着方法

4. 本手法による砥石の特徴

本手法で製作した砥石は次の特徴が考えられる。

- ・旋盤加工に使われるバイトのスローアウェイチップと同様に簡単にフィルムが損傷したら、刃部（シート）のみの交換が簡単にできる。
- ・低コストで砥石を製作できる。
- ・電着砥石では製作が難しい、微細砥粒の砥石の製作が可能である。
- ・市販では購入しにくい細かな粒径の砥石が作れる。
- ・現時点では、膜厚と砥粒径との関係で#100位以下の粗い砥石ができない。
- ・粘着テープの弾性の影響がある。そのため、仕上げ研削ではスパークアウトが必要である。

5. 結果と考察

5-1 フィルムの耐久性

難削材として知られる超硬材（正面フライス用SNGN120308）を研削代1パス10 μ mで15mm（1500パス）研削の実験を行った。このとき研削動力計を用い研削抵抗を測定した。

図5は累積研削代と接線方向の研削抵抗の関係を示す。これより研削回数の増加に伴い研削抵抗はわずかに増加するのみで急激な増加は生じないことが分かった。これは研削回数が増加しても定常的に研削が行われていることを示す。また、15mm研削してもフィルムの破損は無かった。加工表面は十点平均粗さで0.3 μ mであった。

5-2 研削回数の増加に対する研削抵抗の変化

図6は切り込みを一定（10 μ m）で超硬材を研削した時の1回毎の研削抵抗値を示す。これより1回目の研削抵抗は極めて少なく7~9回の研削で研削抵抗が一定となることが分かった。これは初期の段階で粘

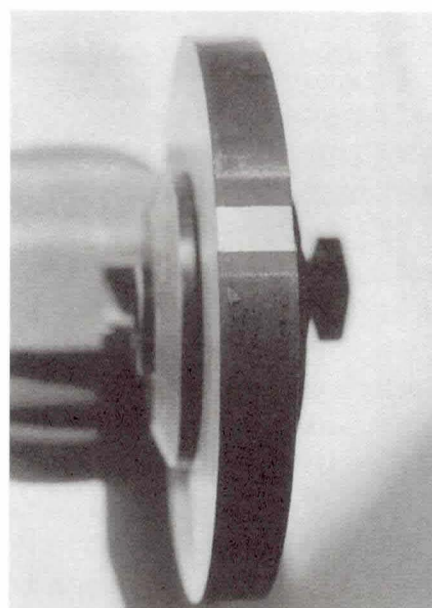


図4 本手法により製作した砥石

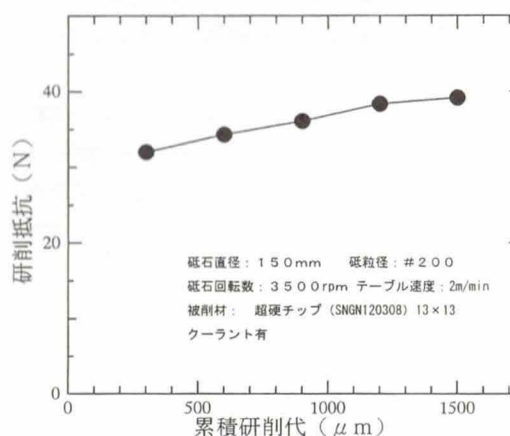


図5 フィルムの耐久試験

着テープが弾性変形し研削抵抗が少なく、その後弾性変形の限界に達し研削抵抗がほぼ一定となった。すなわち、研削抵抗が一定の段階では研削代と同じ $10\mu\text{m}$ が研削されていることになる。また、研削代を無くしても研削抵抗が急速に減少しなかった。いわゆるスパークアウト現象は大きく見られた。これは初期の粘着テープの弾性変形が徐々に戻るためと考えられる。

図6の下部に、粘着テープが初期に弾性変形を開始し、定常的になるまでの状態を模式的に示した。

5-3 研削代増加に対する研削抵抗の変化

図7は研削代を1パス $2\mu\text{m}$ から $40\mu\text{m}$ に変えて研削を行った場合の研削抵抗を示す。このように研削代(研削面積 S)と研削抵抗 R はほぼ比例し比研削抵抗(R/S)は一定であった。研削代1パス $40\mu\text{m}$ でも急激な研削抵抗の変化が無いことは、正常に研削できていることを示す。

5-4 形状変化への試み

本手法で総形砥石を製作するためには小さなフィルムの接着により砥石を製作する必要がある。そこで予備実験として、フィルムの部分的な接着による研削が可能であるかを調べた。図8に示すようにフィルムを台金全周でなく、90度おきに2枚すなわち砥石全周面の半分に接着して砥石を製作し研削実験を行った。この形状でも研削されることが分かった。これらは、総形砥石の可能性を示唆するとともに、破損した部分だけのフィルムを交換することも可能であり、よりランニングコストが低くできることが分かった。

6. おわりに

ダイヤモンドフィルムを砥石台金に接着する方法で製作する砥石を提案し、その特性を調べた。その結果、フィルムは簡便に接着、交換ができることが分かったのでコストの削減が期待できる。また、超硬材に対しても研削代1パス $40\mu\text{m}$ で研削できた。しかし、総計砥石の製作しにくい等の欠点もある。

今後は種々の条件による実験をおこない、本手法による砥石の完成度を高めたい。また、本手法で簡単に細かな砥粒による砥石も製作できるので、微小砥粒砥石に対して必要になるドレッシングの方法なども検討したい。

参考文献

- 1) 例えば、海野邦昭：CBN・ダイヤモンドホイールの使い方，工業調査会，
- 2) 大森整，中川威雄：セラミックの鏡面研削，FCレポート7 No. 11 P429-p436，1989

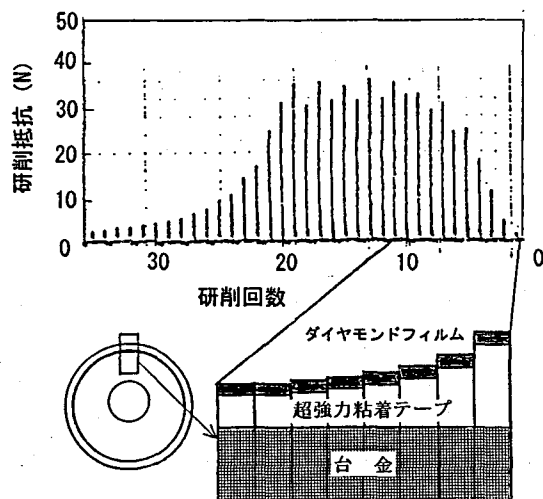


図6 製作した砥石の研削抵抗特性

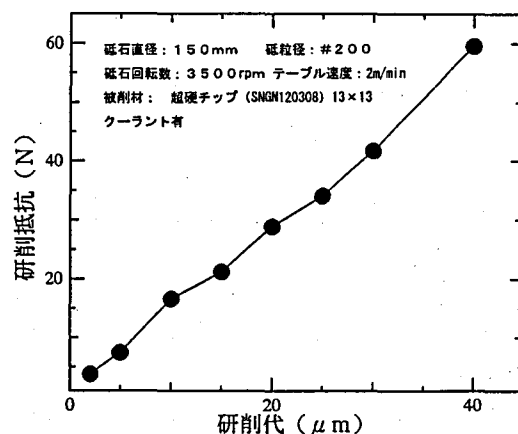


図7 比研削抵抗

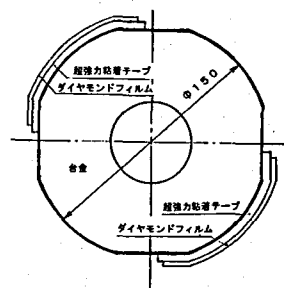


図8 フィルムの部分的接着の砥石

- 3) 林昭他：次世代の超精密加工技術（上巻）超精密平面と面粗さ，産業技術サービスセンター，p245-p276，1993
- 4) 柴田順二，小林裕：ファインセラミックスのラッピングおる研磨加工，機械と工具1989年2月号 p70-p75
- 5) 例えば，竹山秀彦ほか：精密工作便覧，精密工学会，p357-p362，1992