

静電・電着法による超砥粒 メタルボンド砥石の製造*

宮尾 芳一**・野口 裕之***・中川 威雄***

Manufacturing of Superabrasive Metal Bonded Grinding Wheels by means of Electrostatic-Electrocoating Method

Yoshikazu MIYAO Hiroyuki NOGUTI Takeo NAKAGAWA

Electrocoated grindstone is defined to keep the single layer on top of the backing material by performing electroplating, which has long been used during old days. Advantageous points of it are described as follows:

- 1) While by usual method, it is rather difficult to make a complicated shape type grindstone, electrocoating method is far easier to make it only by electrocoating abrasive grains even on top of such a complicated shape material.
- 2) In comparison with normal grindstone, electrocoated grindstone can produce more waste and can cut well as the abrasive grains are firmly maintained with extensive protrude.

However, for the reason of difficulty in truing the grindstone, imbalanced depth of cut of the grain is unavoidable and the surface of the finished area is not necessarily smooth in compared with others. Consequently, this is usually mainly used for rough grinding purpose.

Thus, we have come to make a proposal for manufacturing quality grindstone by implementing an "Electrostatic-Electrocoating." And in this issue, we have performed various examinations after thorough observation on the probable evenness of spreads and direction of the grain in case of using of this new method.

1. はじめに

電着砥石は台金上に単層の砥粒を電気メッキで保持するもので、古くから使われている。その主な特長を次に示す。

- 1) 他の結合剤による砥石では複雑な形状にするのが大変であるが、電着砥石では複雑な形状の台金に砥粒を電着するだけで砥石ができるので、複雑な形状の砥石でも比較的簡単に作成できる。

* 昭和63年10月4日 精密工学会 昭和63年度精密工学会秋季大会にて発表

** 機械工学科 助教授

*** 東京大学生産技術研究所

原稿受付 平成2年9月28日

- 2) 砥粒の保持力が強く、突出量が比較的大きい。そのため他の結合剤による砥石に比べて多量の切りくずを生成し排出するので、切れ味が良い。
- 3) 砥粒が単一層のため砥粒の使用量が少ないので、ダイヤモンド砥石等ではイニシャルコストが安い。
- 4) ダイヤモンド砥粒に対しては製造工程で熱が伝わらないため砥粒が劣化しない。などがあげられる¹⁾。

しかし、砥石のツーリングが困難なために、砥粒切れ刃高さの均一性に向け、その研削面粗さは他の砥石に比較して大きく、粗加工用砥石として主に用いられている。

そこで我々は、静電・電着法を用いることにより砥粒切れ刃高さの均一性を改善した砥石の製造法を提案する。本報では静電法を用いた場合の砥粒の分散および配向性を観察し検討を加えた。

2. 静電法

図1に本実験に用いた静電装置を示す。観察できるように透明なアクリル製の容器内に、一對の平行平板電極A・Bを設け、上部電極Bを接地し、下部電極Aの上に砥粒を載せてマイナスの高電圧をかける。すると下部電極板上の砥粒は-に帯電し、縦方向に起上がり、つづいて+側となる上部電極に引き寄せよせられ上昇する。帯電した砥粒は上部電極に接すると放電し、再び落下する。この動きを繰り返す。しかし、電極板表面に接着剤を塗付したベース材を置くと砥粒は上昇しベース面に縦に配向し²⁾接着剤で固定される。そして、下部電極板上の砥粒は次々と上部電極板に移動し固定される。このとき静電時間、印加電圧等を調整することで砥粒の分散割合をコントロールできる。また接着剤を一定のパターンに塗付しておくなど工夫することにより塗粒の分散状態もコントロールできる。

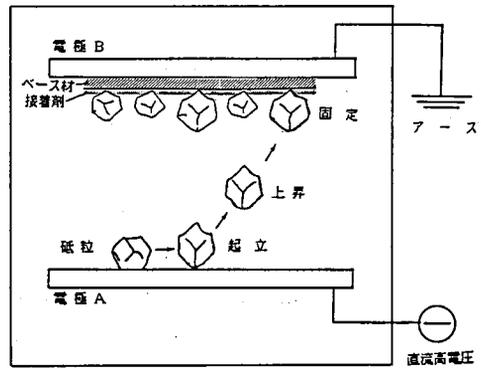


図1 静電装置

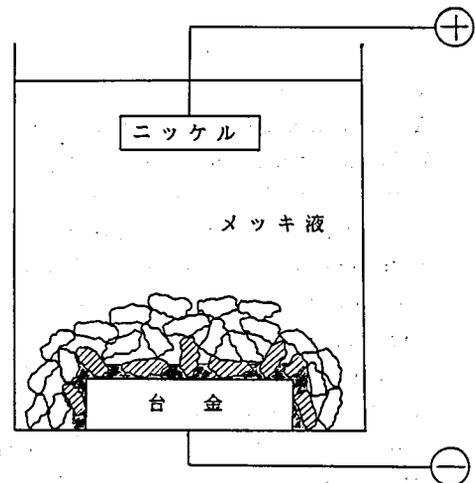
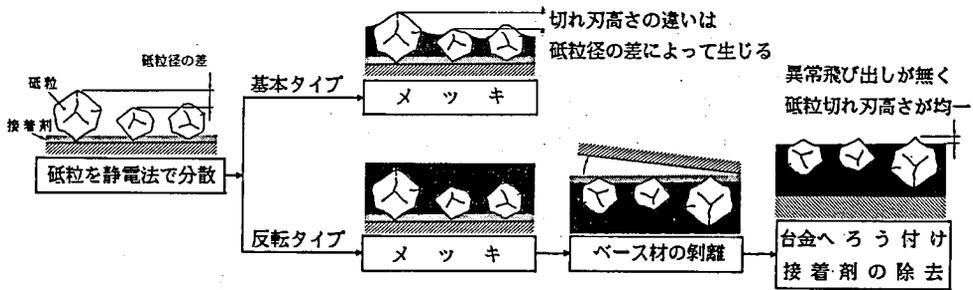


図2 電着砥石の製造法

3. 製造方法

図2に市販されている電着砥石の製造方法の原理の一例を示す。その原理は台金上に治具等を用いて砥粒を置き、台金を陰極にして電気メッキをすると、メッキ金属が析出し台金に砥粒は固定される。次の工程で余分な砥粒を除き、さらにメッキ層を厚くし砥粒結合力を強める。このようにして単層の砥粒が台金表面上に固定され電着砥石ができる。この方法で作られる電着砥石は、理論上砥粒切れ刃高さのばらつきが砥粒径のばらつきになり、また単層



砥粒の砥石となる。しかし、実際にはメッキ面ベースがばらつくので砥粒切れ刃高さはかなり不均一になってしまうことが多い。ときには砥粒が複層になってしまうこともある。また、この方法では製造方法上砥粒密度をコントロールすることは難しい。

図3に我々の提案する静電・電着砥石の製造工程を示す。基本タイプと反転タイプがある。まず基本タイプでは、図1に示したような装置で静電圧を印加し、砥粒を縦に配向分散させ、接着剤で固定させた後、電気メッキを行ない砥石を作る。このタイプは市販の電着砥石と同じく砥粒径の差が切れ刃高さの差となる。しかし、この方法では砥粒密度を静電時間等を調整することでコントロールできる。さらに、砥粒が縦に配向するので切れ味の良い砥石が作れる利点がある。

次に反転タイプでは、メッキ工程までは基本タイプと同じであるが、このタイプはベース材の剝離を行ない、ベース面側を砥石面として使用する。そして砥石の台金にろう付けなどで砥粒層の固定を行ない砥石とする。この工程の特長は基本タイプの利点に加えて、従来の電着砥石の欠点である砥粒切れ刃高さの不均一性を著しく改善できることである。すなわち、砥粒径にばらつきがあっても、この方法では砥粒切れ刃高さは均一になる。なお、ベース材の剝離を行なうため接着材は強度の弱い物を使用し、メッキを厚く行なう必要がある。

4. 砥粒の分散状態

図4は、図中に示す条件でダイヤモンド砥粒(#100/120)を分散させたときの、接着剤面に付着する砥粒

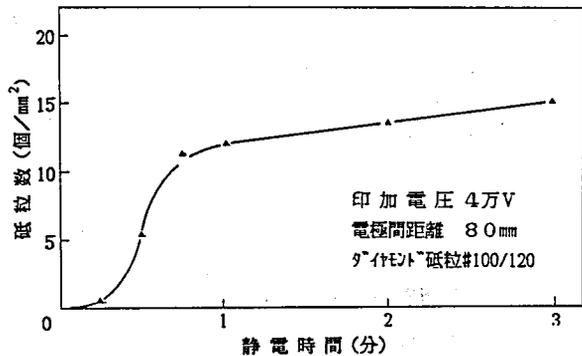


図4 静電時間と砥粒数の関係

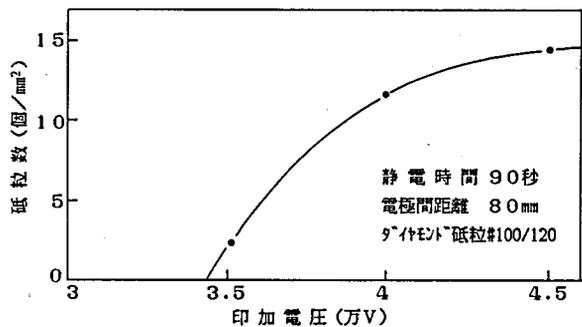


図5 印加電圧と砥粒数の関係

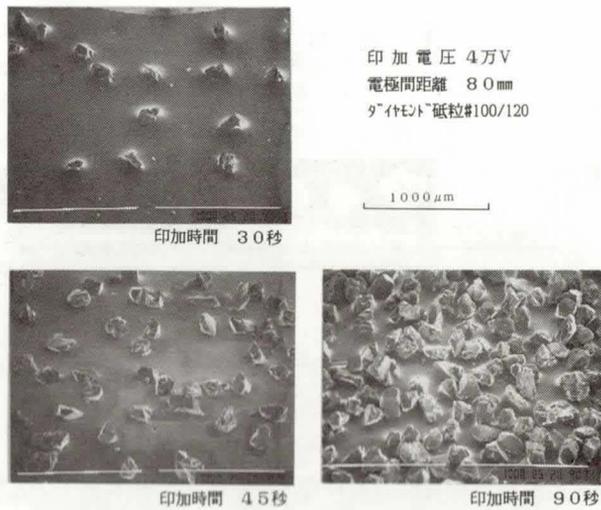


図6 砥粒密度のコントロール

数と時間の関係を示す。10秒ぐらい高電圧を印加すると砥粒が帯電し上昇する。その後少しずつ接着剤面の砥粒数が増加し、約1分間で砥粒の付着数はかなり飽和に達した。このとき集中度では140である。

図5は、印加電圧を変化させた場合の砥粒の付着数の変化を示す。この条件では3.5万V弱から砥粒を分散できる。このように静電時間や印加電圧や電極間距離を調整することにより砥粒密度のコントロールが容易に行なえる。

図6は、印加時間を変え接着剤面に分散させた表面の走査型電子顕微鏡写真である。このように、本手法では最初から砥粒が特に一箇所に集中することもなく分散する。これは砥粒が上昇するとき同じ電荷をもつために、それぞれ反発して分散するのではないと思われる。

5. 静電・電着法による砥石の観察

5-1 市販電着砥石の観察

図7は、市販のハンド型およびカップ型電着砥石（#100）表面の走査型電子顕微鏡写真である。これより砥粒の分散状態はあまり均一でなく、個々の砥粒の方向性は一定でなくばらついている。すなわち砥粒切れ刃高さがばらついていることが観察される。また、この中には飛び出した砥粒や、写真中央に見られる一部複層化した部分も認められる。このように市販電着砥石はあまり切れ刃高さが均一でないのが現状である。

5-2 静電法による砥粒分散面の観察

図8は、接着剤面にダイヤモンド砥粒（#100/120）を静電法および自然落下法で分散させた表面の走査型電子顕微鏡写真である。静電法と自然落下法で行なった砥粒の状態を比較すると、静電法のほうが著しく砥粒が縦に配向している。自然落下法は砥粒が一番安定した状態になりやすいことが観察される。このように静電法では砥粒が縦方向に並ぶので、切れ味が良くなると思われる。しかし、本手法においても接着剤面の平滑状態が悪い箇所に砥粒が接着された場合や接着剤の硬化前に振動を加えた為に砥粒が倒れている箇所も観察された。

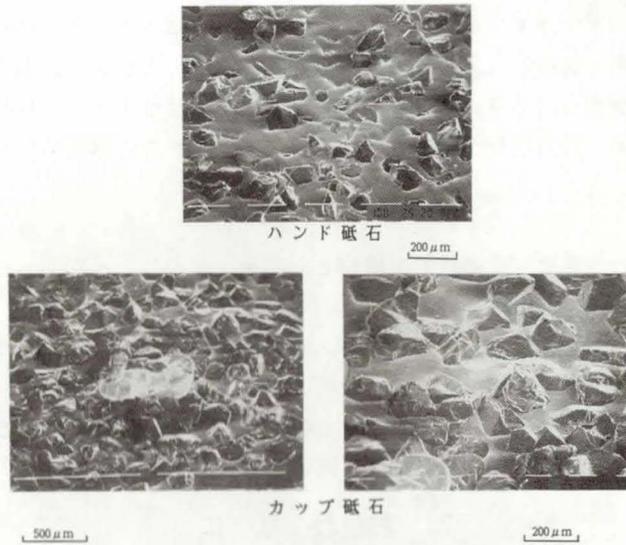


図7 市販電着砥石の表面

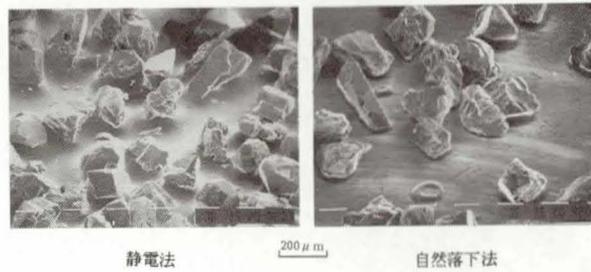


図8 静電法による砥粒の状態

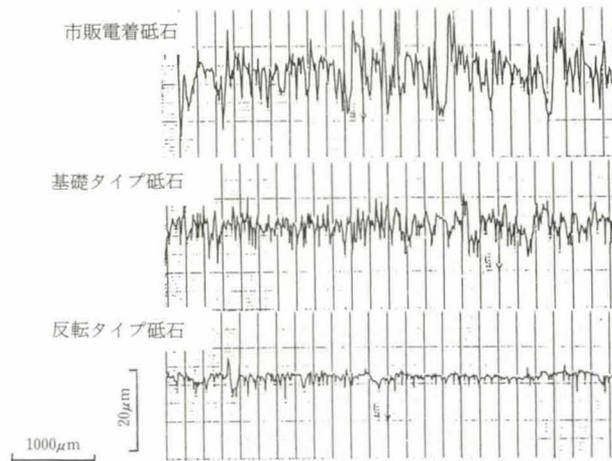


図9 被研削面の表面粗さ曲線

5-3 被研削面の比較

図9は#100/120のダイヤモンド砥粒の市販電着砥石と基本タイプ及び反転タイプの砥石を用いて、アクリル板を研削したときの表面粗さ曲線である。これより、本手法により作成された砥石による表面粗さは小さいことが認められた。特に反転タイプでは砥粒の切れ刃高さがそろっているため、異常飛び出しの砥粒によるスクラッチなどは認められなかった。

6. 結 論

静電法で砥粒を分散させ、その状態を観察した結果、次のことが判明した。

- 1) 砥粒が縦に配向しやすい。
- 2) 静電法では砥粒が二層になりにくいいため、砥粒切れ刃高さのばらつきは少ない。
- 3) 反転タイプでは砥粒径が異なっても砥粒切れ刃高さは均一となる。

本手法により電着砥石を作成した場合、砥石の強度は基本タイプでは接着剤の強度、反転タイプではメッキの強度に依存する。今後は結合剤の強度アップに検討を加えたい。

7. お わ り に

本研究を行なうにあたり、色々なご助言とご協力いただいたスピードファム株式会社の谷和憲企画推進部長に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 建設産業調査会：セラミックス加工ハンドブック P.483
- 2) A・D・ムーア：静電気の話 P.145-147