The Japan Society of Mechanical Engineers

403 圧縮空気利用の均一砥粒散布法の検討

Study on spreading method of abrasive grain by using compressed air

○ 呉 俊輝 (埼玉大院) 正 河西敏雄 (埼玉大院)
正 堀尾健一郎 (埼玉大) 正 池野順一 (埼玉大院)
Junhui OH, Toshio KASAI, Kenichiro HORIO, Junichi IKENO
Saitama University, 255 shimo-Ohkubo, Saitama, Saitama

It is important to spread the abrasive grains uniformly on the metal plate, when manufacturing monolayer diamond grinding wheel. In this study, the spreading method and equipment of abrasive grains are proposed. Compressed air is blown off in cylinder with the abrasive grains. The control of the distribution density of abrasive grains is easy, and this method has high reproducibility. And it is also easy to recover the abrasive grains, which have fallen on the outside of the metal base.

1. 緒言

砥粒をプレート面上に均一に散布することは、平板型の単層ダイヤモンド砥石を製作する上で必要になる。簡単な散布法として、紙ヤスリの製作法[1]を応用した、砥粒を上部より下部に降り注ぎ、その中間部に網をおいて平面的に拡がるような方法を採った。しかし、このような作業では再現性に問題があり、熟練と手間がかかった。そこで微粒子を単純に落下させるのではなく、圧縮空気で砥粒を吹き上げて、吹き上げられた砥粒が落下して均一に分散させる方法を検討した。また、円筒内で行うことで風の影響を抑え、かつ、砥粒の回収を容易にした。また、砥粒分布密度は砥石にしたとき加工性能、寿命などに大きな影響を与えるので[2]、密度のコントロールができるようにする必要がある。以下、微粒子を均一散布させるための空気圧力、噴出口の位置、噴出口の口径、砥粒衝突パイプの大きさ、砥粒の大きさなどが及ぼす影響について検討した結果を述べる。

2. 空気流による砥粒分散方法及び装置について

散布に使った砥粒は#100～#1000 で、ダイヤモンド砥粒の代わりに炭化窒素砥粒、アルミナ砥粒を用いた。散布の方法は圧縮空気タンクから空気を送るパイプ途中に砥粒を供給し、高圧空気の流れによって移送させ、パイプロから大気下に噴出する際に空気とともに拡がるようにしたものである。更に、平面などの砥粒衝突板と衝突パイプの側面に衝突させて散布することにより、広範囲に効率よく散布することを狙いとした。また、砥粒分布密度については、規定の円筒内の底面に置かれたプレート面上を 5mm 口に分割して 25mm² の小面積に落下する砥粒の数を数えて測定を行った。

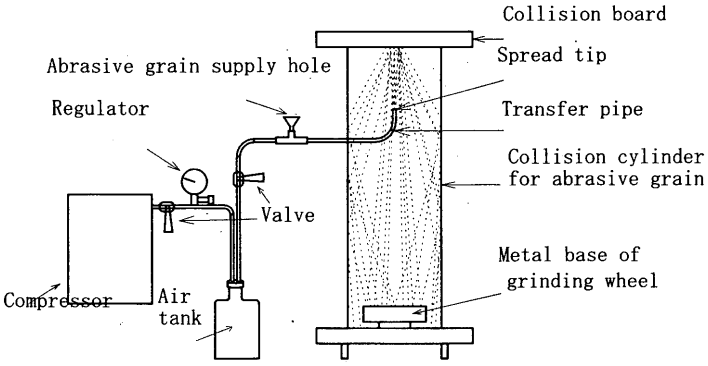


Fig.1 Abrasive grain spread system

3. 砥粒移送・散布実験と考察

散布実験では、#100 の炭素系砥粒、#320 の炭化珪素、#1000 のアルミナ砥粒を用い、Fig.1 に示した砥粒散布装置の特性を求めた。

3.1 各移送空気圧による散布状態の影響

移送空気圧は 0.4kgf/cm²～1.8kgf/cm² までの圧縮空気で散布させた結果、Fig.2 のように砥粒の散布状態は空気圧が上がるにつれて基本的に以下の４つの段階を踏むことがわかった。

(a) 移送空気圧が弱く、噴出された砥粒は砥粒衝突板まで届かないまま落ちて砥粒が中央に集中する
(b) 移送空気圧は比較的に弱く、砥粒は砥粒衝突パイプに跳ね返ることはなく、全体的に均一に散布できる
(c) 移送空気圧は比較的に強く、砥粒衝突パイプに跳ね返る勢い強いが、砥粒の跳ね返る距離は中央部まで届かないので外郭部に集中する
(d) 移送空気圧は強くなり、跳ね返る勢いが十分なので中央部まで均一に散布できる

移送空気圧を変えると以上の４つの状態を順番通りたどる場合とそうではない場合があった。1.8kgf/cm² 以内では(b)と(d)の過程がみられない場合が多かった。例えば、砥粒衝突パイプ直径 25cm で、砥粒衝突板と噴出口との距離が 10cm のとき、(b)の過程のように見える散布結果はあったが散布直径は小さく、移送空気圧をあげるとすぐ(c)の過程に移った。

3.2 噴出口と砥粒衝突板の距離による影響

噴出口と砥粒衝突板との距離が 10cm、20cm、30cm であるときの各空気圧と散布状態の関係を求めたところ、砥粒噴出口と砥粒衝突板との距離が離れれば離れるほど、砥粒衝突板と衝突する勢いはなくなり、各段階は全体的に高い空気圧を必要とした。距離 30cm の方は、砥粒が噴出後に砥粒衝突板との衝突する面積が他より広いので、砥粒はより広域に広く散布できた。しかし、Fig.3(a)のように中央部に直径 1cm～2cm の大きさの砥粒集中ができやすかった。その理由は、砥粒衝突板と砥粒衝突パイプに跳ね返った砥粒は落下する際に移送パイプの縦方向部分にあたるが、跳ね返る勢いを失っているのでそのまま下に集中して落下した。また、Fig.3(b)のように横方向のパイプの跡が見られたことは、拡散は横方向パイプより上で終了し、砥粒は直下落下することを意味する。さらに噴出口がまっすぐでないと Fig.3(c)に示した片寄りが出やすかった。距離 10cm においては跳ね返った砥粒は移送パイプによる小さい円状の集中現象と横方向パイプの跡は見られなかった。また、片寄りも少なかった。

3.3 砥粒噴出口の口径による影響

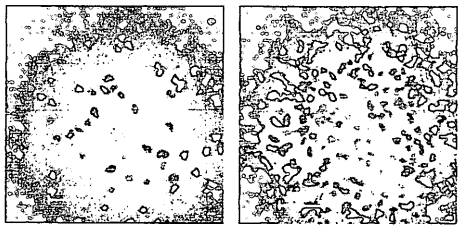
流体の流れの性質から噴出口の口径が小さければ小さいほど空気の流速が速くなるので散布状態に影響を与える。移送パイプの噴出口の径を 2mm～5mm にした場合の散布状態を Fig.4 に示した。直径に比例して各段階散布状態の移送空気圧も高くなるが、噴出口が 2mm の小さい口径のパイプに比べて砥粒の量が多かったため、パイプの中で砥粒が詰まり、そのために空気の流れが悪くなり、噴出口 3mm より高い移送空気圧を要した。しかし、移送パイプ直径が 5mm として噴出口のみを約 2mm にしたときは、均一な散布状態を示す空気圧の範囲が移送パイプ 2mm、3mm より多かった。つまり、噴出口のみを小さくすることにより、一気に散布させることがより効果的であった。

NII-Electronic Library Service

The Japan Society of Mechanical Engineers

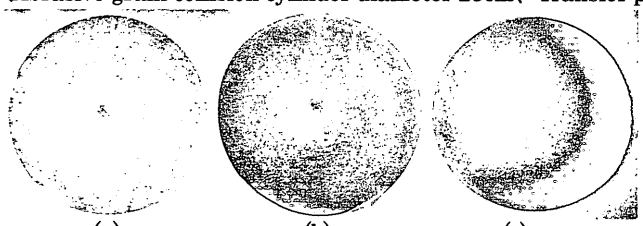
(a)0.5kgf/cm² (b)0.8kgf/cm² (c)1.4kgf/cm² (d)1.8kgf/cm²

Fig.2 Spreading results
(Abrasive grain collision cylinder diameter 25cm、Transfer pipe diameter4mm)



(a)1.25g (b)3.75g

Fig.6 Distribution density of abrasive grains



(a) (b) (c)

Fig.3 Not becoming uniform spread of abrasive grains
(a) Concentration in the central
(b) Trace of the transfer pipe
(c) Deviation

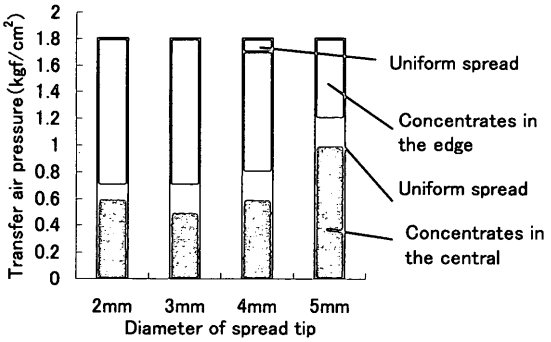


Fig.4 Relationship between diameter of spread tip and transfer air pressure
(Abrasive grain collision cylinder diameter 25cm、Transfer pipe diameter 4mm)

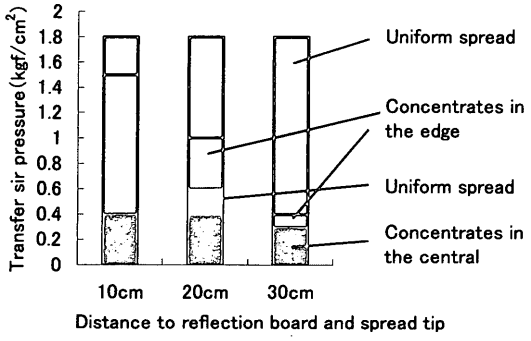


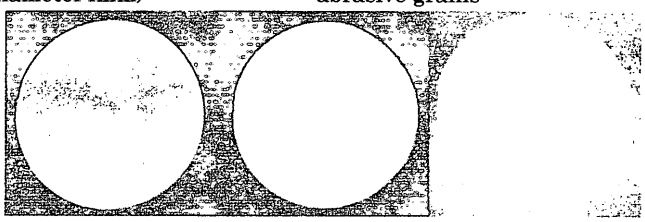
Fig.5 Spreading result by spread tip 2.3mm
(Abrasive grain collision cylinder 25cm)

3.4 散布砥粒の砥粒分布密度測定

単位面積当り砥粒分布密度を測定するために 25mm² の面積に均等散布させた砥粒を拡大してその数を数えた。砥粒衝突パイプ 25cm の際に散布された砥粒は 1.25g 供給では 114 個の 10.3%、3.75g 供給では 319 個の 28.7%だった。Fig.6 はその様子である。

3.5 #320SiC、#1000Al_2O_3の散布

平均粒径約 40μm である#320SiC[3]微細粒は噴出された後、砥粒衝突パイプ中で複雑な乱流の影響を受けた。微細粒は砥粒衝突板に衝突するが後からきた空気が乱流を発生し、Fig.7(a)のように不規則なムラを作った。(b)は噴出口と砥粒衝突板からの距離を 30cm、噴出口径を 3mm にし、十分な空気の逃げ道を設けて均等散布した状態である。平均粒径約 12μm である#1000 アルミナ砥粒[3]の場合は、砥粒の粒径が小さいので落下まで時間がかかることから下部では乱流の影響を受けずに均一に散布できる。その様子を Fig.7(c)に示した。



(a) (b) (c)

Fig.7 Spreading results of #320 and #1000 abrasive grains
(a) #320 abrasive grains is uneven by the turbulent flow
(b) Uniform spreading result of #320 abrasive grains
(c) Uniform spreading result of #1000 abrasive grains

4. 結言

平面型単層ダイヤモンド砥石製作における砥粒の散布方法を提案し、その特性を求めた結果、

1. #100 砥粒散布において、空気圧をあげて散布すると一般的に中央集中→均一散布→外郭集中→均一散布の段階をたどる。
2. 噴出口と砥粒衝突板の距離が離れていれば、広域に均一散布はできるが移送パイプの跡が残り易い。距離が短い場合、パイプの跡などはなかったが、均一に散布させることもできない。
3. 噴出口の直径を小さくすると流速が速くなり、高い移送空気圧を送る状態と同じになるので均一になりやすく、再現しやすい、5mm の移送パイプに噴出口のみを小さくすると流速が上がり、噴出口と砥粒衝突板の距離が離れても移送パイプの跡なしに均一散布できる。
4. 砥粒衝突パイプが大きくなっても散布状態の傾向は 25cm と同じであるが、より高い移送空気圧を必要とする。
5. #100 砥粒は乱流の影響を受けなかったが、#320 砥粒は乱流の影響を受けやすく、空気の抜け道を装置の上段に確保すれば、均一な散布ができる。
6. #1000 の砥粒は落下時間がかかることで乱流の影響を受けず、噴出口などによる影響も少なく、均一散布ができる。しかし、砥粒衝突パイプの側面に付着しやすいので検討が必要である。
7. 空気流のパイプ途中に砥粒を置き、高圧空気の流れに従って移動させ、砥粒衝突パイプの中で拡がるようにした Fig. 1 の砥粒散布装置は、簡単な構造ながらも散布の再現ができ、均一散布に十分な性能を持ち、砥粒の回収も容易で、砥粒供給量を調節することで砥粒の分布のコントロールもできる。

参考文献

1) http://www.nrtotal.co.kr/sandpaper/sandpaper.htm
2) 熊谷直次郎ら：砥粒加工研究会、砥粒加工技術便覧
3) 小林　昭、河西敏雄ら：超精密生産技術大系

NII-Electronic Library Service