

ラッピング法によるダイヤモンド砥石の ドレッシングに関する研究

*井上 誠

**橋本武則

***三森 敦

A Study on the Dressing of Diamond Wheels by Lapping Method

Makoto INOUE Takenori HASHIMOTO Atushi MITUMORI

In this study clusters of resin bonded and metal bonded diamond wheels were dressed by lapping with GC abrasive grains. GC grain sizes at varying pressures were investigated to determine the effects of these various dressing processes. The main results obtained are: (1) Effects of the GC grain sizes and pressures on the protrusion height of the diamonds, the ratio of the fractured diamond grains, and the rate of the fractured areas are cleared quantitatively. (2) The method of lapping is effective not only for roughing the diamond grains to protrude from the bonded surface but it is also effective in sharpening the worn and flat diamond grains under suitable conditions.

Key words: Dressing, Diamond Wheel, Lapping Method, GC Lapping Grain, Diamond Fracture

1. 緒 言

カップ形ダイヤモンドホイール端面のドレッシング法の一つとして、従来から遊離砥粒によるラッピング法が使用されているが、ダイヤモンド砥粒の突き出し量や脱落破碎の進展状態などのドレッシング特性に関する報告はあまり見あたらない。また、GCロータリーツールによるツルーイングは脱落破碎砥粒の巻き込みによるラッピング作用によって促進されるとの報告¹⁾²⁾もある。したがって、ラッピング法によるドレッシング進行過程を検討することは、ドレッシング性の向上やラッピング作用を利用あるいは併用する他のツルーイングあるいはドレッシング法を検討するための基礎的な指針を与える意義のあることと考えられる。そこで、本研究ではマトリックスタイプのレジンおよびメタルボンドダイヤモンド砥石を対象として、そのクラスタを使用し、ラッピング法によるドレッシングを行ってラップ材粒径や圧力がダイヤモ

ンド砥粒の突き出し量や脱落破碎割合のみでなく破碎進行に及ぼす影響をも実験的に検討した。

2. 実験装置および方法

本研究では、ラッピング作用によってダイヤモンド砥粒が突き出る過程やそれに伴って脱落する過程のみでなく、どの程度破碎され鋭利な切れ刃となりうるのかをも定量的に測定し吟味したいため、ラッピング開始前のダイヤモンド砥粒を細粒のダイヤモンド砥石で平坦に研削した。ラッピングによってその平坦面が破碎により減少する状態を追求した。実験にはダイヤモンド砥石のクラスタを使用した。図1にラップ装置の概要を示す。

クラスタを接着したシャフトはラップ円板に垂直で、ホルダに対し上下方向のみ自由に移動する。ホルダをつかんで、ラップ板を囲って固定されるガイドの内壁にホルダのボスが接するようになるべく一定の速度でホルダを動かす。クラスタは一定の圧力のもとで、一定の円軌跡に沿って自転を伴いながら動き、ラッピングされる。

シャフト上部に、図示のスプリングや重りを取り付けてラップ圧力を変化させることができる。表1に実験条件を示す。ラッピング開始前のクラ

*長岡技術科学大学(新潟県長岡市上富岡町 1603-1)

**長岡技術科学大学大学院(同上)

***株式会社リケン(東京都千代田区九段北 1-13-5)

学会受付日 1991年7月15日

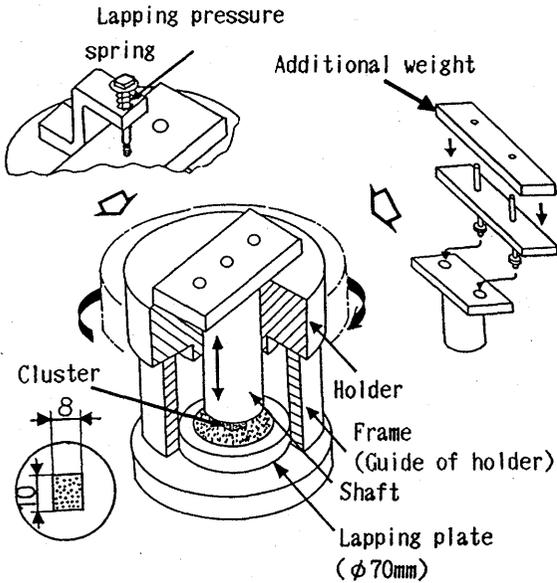


Fig. 1 Schematic illustration of the lapping apparatus

スタ表面性状は常に同じ初期状態になるよう表1に示す研削条件で精密研削を行う。この際もシャフトとクラスタ表面が十分の精度で垂直になるよう配慮した。

図2に研削後の目つぶれしたクラスタ表面のステレオ写真を示す。このように研削された砥粒平坦面は、正反射法により明瞭な形状にとらえることができる。4種類の粒径のGC砥粒をラップ材として使用し、一定量供給後は補充しなかった。単層に十分な量でしかも転動できる状態を目安にし、直径70mmの铸铁製ラップ円板上に0.1g重量のラップ材を約2倍の重量の灯油と混ぜて均一に塗布した。

砥粒突き出し量、脱落率、破碎率および砥粒1個当たりの累積破碎面積を測定し破碎状態を含むドレッシング性を評価した。砥粒突き出し量は、幅0.2mmの超合金製ナイフエッジ触針を装着した表面粗さ計によりクラスタ表面の3ヶ所で断面形状を測定し、それらの十点平均粗さの平均値からラッピング前の十点平均粗さの平均値(約10 μ m)を引いた値で表示した。脱落率、破碎率および累積破碎面積については、クラスタ表面の同一砥粒を同軸落射照明を有する顕微鏡により100倍に写真撮影して追跡測定した。クラスタ表面の9ヶ所で撮影し、レジンボンドは40個、メタルボンドは20個のサンプル砥粒を無作為に選んだ。写真

Table 1 Experimental conditions

Diamond cluster	Resin bond	Metal bond
	DC200 P100	D200 M 100
Grinding machine	Tool grinder	
Cup Wheel	D800B-P	
Wheel size	D100, W8.0, X1.0mm	
Wheel speed	912m/min	
Grinding fluid	Water(3 ℓ /min)	
Lapping abrasive	GC(#80, #150, #320, #500)	
Lapping pressure	30, 60, 90, 130 kPa	
Lapping fluid	Kerosene	
Lapping speed	0.13m/sec	
Stylus Instrument	Knife edge 45'	
Width	0.2mm	
Stylus feed rate	0.06mm/sec	

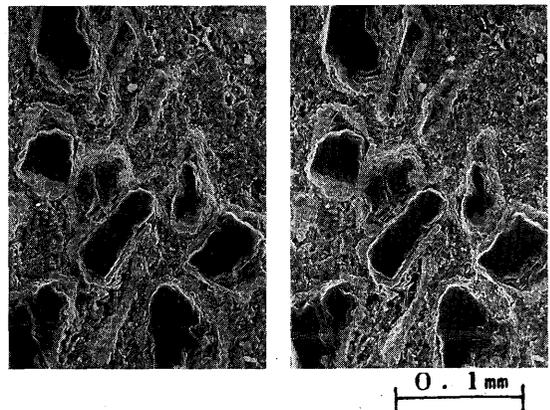


Fig. 2 SEM stereo pair of grains on the ground surface of cluster

上に0.4mm間隔の格子のついた透明シートを置いて砥粒平坦面内の升数を計数し、破碎面積を測定した。なお、測定誤差を考慮し10以上の升数の面積減少量(0.16 $\times 10^{-3}$ mm²に相当)が生じる場合に破碎が生じたと判定した。脱落率は任意のラップ距離におけるサンプル数に対する脱落数の百分率で、破碎率は、その時残存し、しかも破碎が認められた砥粒数の百分率で表示し、累積破碎面積は次のように表示した。ラッピング進行中に破碎が確認された各々の砥粒についてラッピング距離と累積破碎面積の関係を求める。散発的な破碎の場合

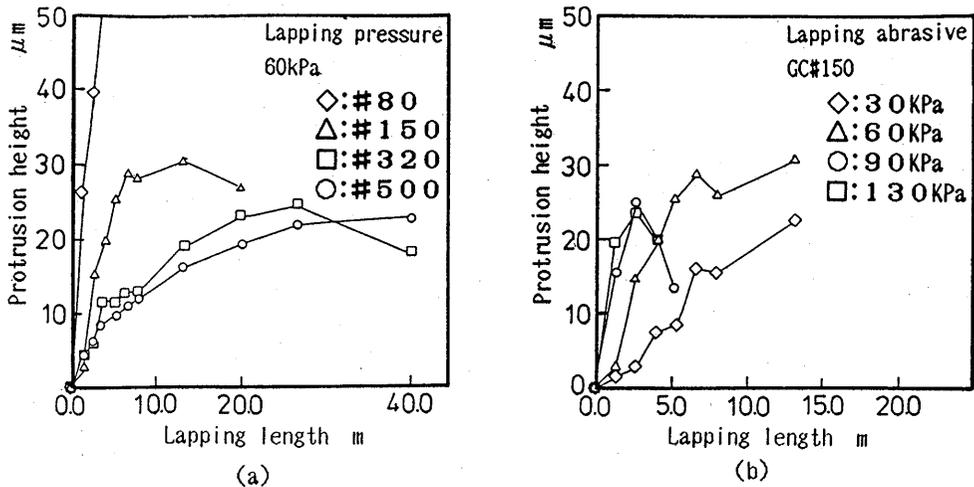


Fig. 3 Variations of protrusion height of grains with lapping length (Resin Bond)

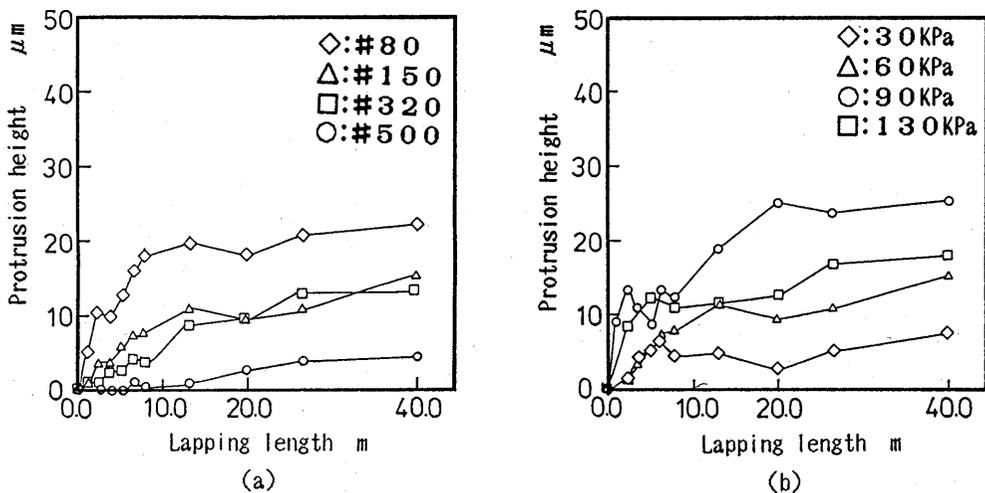


Fig. 4 Variations of protrusion height of grains with lapping length (Metal Bond)

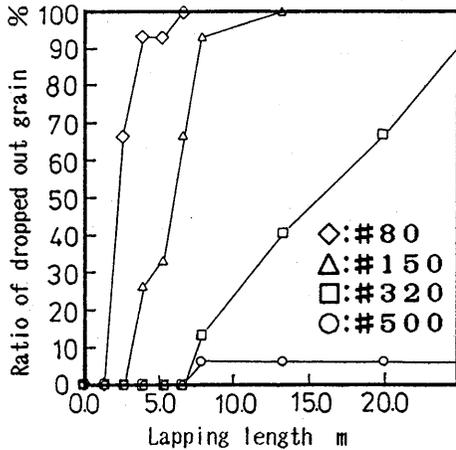
は補間法によりラッピング区間に配分し、途中で脱落すればその距離まで求める。これらのデータをもとに、測定ラッピング区間毎の破碎面積増分の平均値を算出してラッピング距離と累積破碎面積の関係を表示した。

3. 実験結果および考察

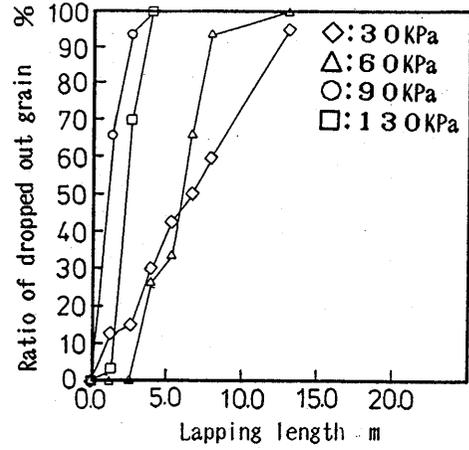
図3, 4, 図5, 6, 図7, 8および図9, 10にはそれぞれラッピング距離の増加に伴う砥粒突き出し量, 脱落率, 破碎率および累積破碎面積の変化する状態を示している。図3, 5, 7および図9はレジンボンドダイヤモンド砥石の結果を示し, 図4, 6, 8および図10はメタルボンドダイヤモンド砥石の場合を示している。さらに, 各々の図(a)

はラッピング圧力が60kPaにおけるラップ材粒径の影響を, (b)はラップ材粒度#150におけるラップ圧力の影響を示している。

実験結果によれば, 少なくともサンプル砥粒が残存している間は平坦面が破碎により消滅してしまうという状態は生じなかった。したがって, サンプル砥粒の脱落率が100%になるまでは本実験での砥粒突き出し量はダイヤモンド砥粒平坦面と結合材面との距離を示すことになるからラッピング距離の増加につれて増大し, 脱落率が100%付近で最大値を取り全部脱落すると若干の減少を見ると推定される。図3と図4の結果はその様子をよく表している。また, 図3と図5および図4と図6を対比させると, 脱落率が100%になるま

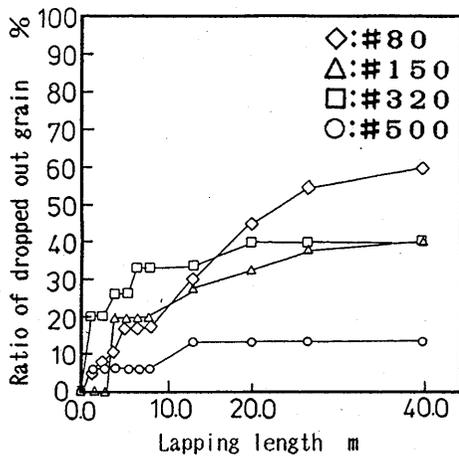


(a)

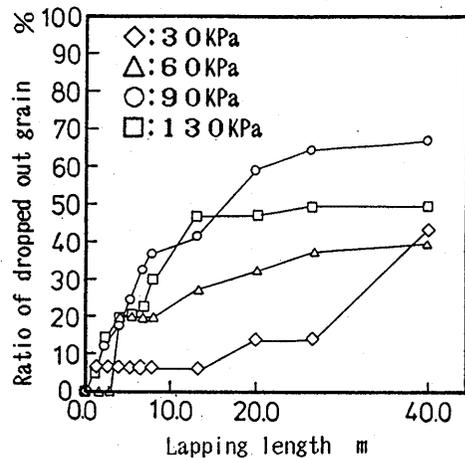


(b)

Fig. 5 Variations of percentage of dropped out grains to initial grains with lapping length (Resin Bond)



(a)



(b)

Fig. 6 Variations of percentage of dropped out grains to initial grains with lapping length (Metal Bond)

でのラッピング距離の増大に伴う砥粒突き出し量の増加は、脱落率の増加と密接な関係がみられる。

図3(a)および図4(a)から明らかなように、砥粒突き出し量はラッピング材粒径が大きいにほどラッピングの進行に伴って早く増加する。特に図4(a)のメタルボンドダイヤモンド砥石の場合は最終的に生成される砥粒突き出し量の大きさもラッピング材粒径に大きく影響を受ける。これは、レジンボンドに比べてメタルボンド砥石の方がラッピング材の破碎や切れ刃の鈍化による劣化が著しく、ラッピング初期の砥粒突き出し量の差がそのまま存続するためであると思われる。図3(b)に示すように、レジンボンドダイヤモンド砥石の砥粒突き出し量は

ラッピング圧が大きくなると早く増加する。しかし、メタルボンドダイヤモンド砥石の場合は図4(b)からわかるように、砥粒突き出し量が最大となる適当なラッピング圧が存在するようである。同図のラッピング圧130kPaおよび90kPaにおける傾向は再度確かめても同じであった。ラッピング後のダイヤモンド砥石表面やラッピング板表面にラッピング材がめりこんだような痕跡は特に観察されなかったことから、ラッピング圧が大きくなるとラッピング材の転動が阻害されるとは考えられず、加工速度の増大をラッピング材の劣化が上回るためと思われる。本実験に使用したダイヤモンド砥石の平均砥粒粒径は75 μ m程度であり、従って必要な砥粒突き出し量を

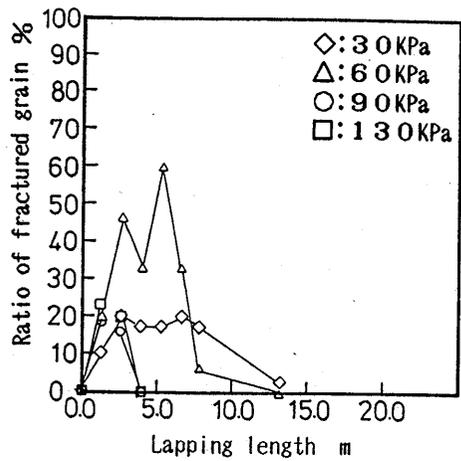
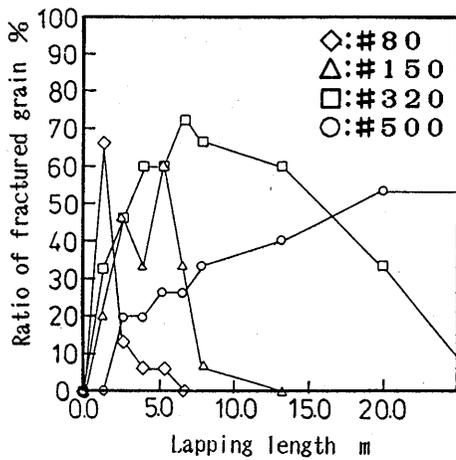


Fig. 7 Variations of percentage of fractured and remained grains to initial grains with lapping length (Resin Bond)

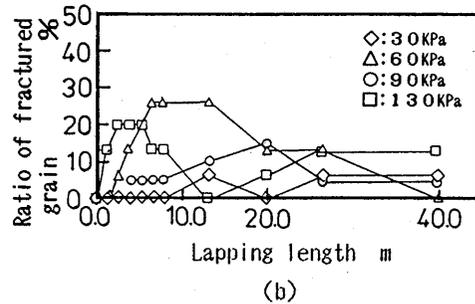
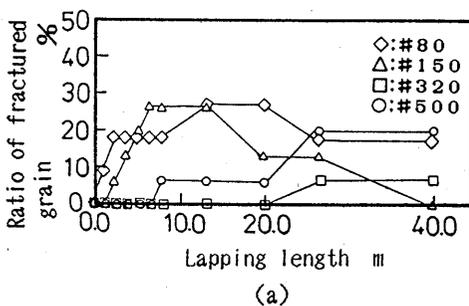


Fig. 8 Variations of percentage of fractured and remained grains to initial grains with lapping length (Metal Bond)

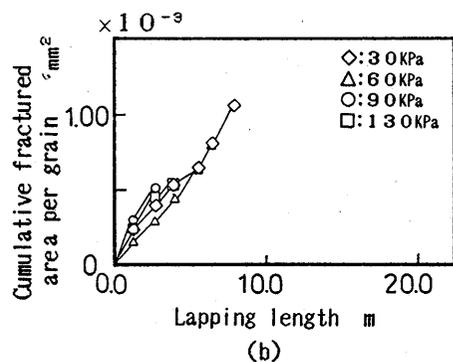
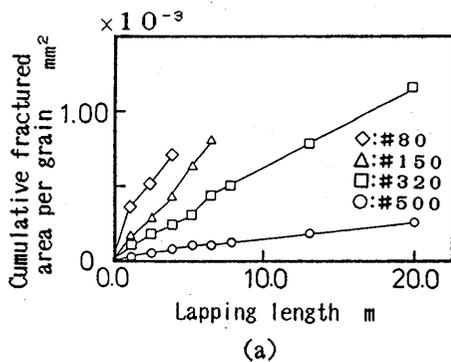


Fig. 9 Variations of cumulative fractured area per grain with lapping length (Resin Bond)

25 μ m程度と想定すればレジンボンドダイヤモンド砥石の場合はいずれの条件でも容易に達成されるがメタルボンドダイヤモンド砥石の場合には適度のラップ圧力においてなるべく大きな粒径のラップ材をしかも十分の量を追加しながらドレッシングすることが必要となる。

図7と図8はラッピング距離の増大に伴う破碎砥粒の割合の変化を示しており、いずれの条件においてもラッピング距離の増大とともに大きくなるが、図5と図6に示す脱落割合も増大するため最大値を持つような進行となる。図7(a)および図8(a)の結果から、レジンボンドおよびメタル

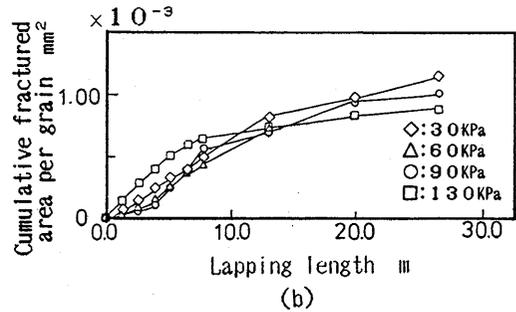
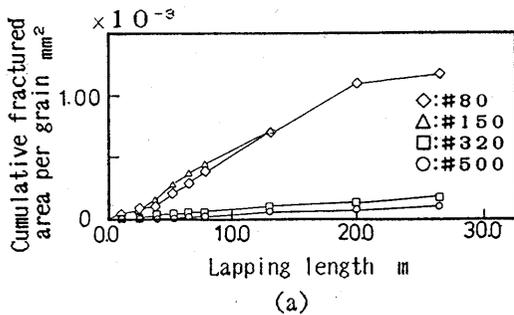


Fig. 10 Variations of cumulative fractured area per grain with lapping length (Metal Bond)

ボンドダイヤモンド砥石ともラップ材粒径が大きい方がより早く最大値となる傾向がうかがえるが同じ結合材であればその最大値に大きな差はみられない。一方図7(b)および図8(b)の結果によれば適度のラップ圧力により、破砕割合は最も高い最大値を取りうるということがわかる。また、破砕が生じるダイヤモンド砥粒に着目すると、砥粒一個当たりの平均的な破砕面積の増加状態は、図9(a)および図10(a)からわかるようにラップ材の粒径によって大きく異なり、ラップ材粒径が大きいほど破砕面積の増加速度は大きいといえる。しかし、図9(b)および図10(b)の結果によれば、ラップ圧力にはあまり影響を受けないようである。なお、測定結果によればレジンボンドのダイヤモンド砥石の場合は微小破砕が連続的に、しかも図7に見られるようにラッピング初期から起きている。一方、メタルボンドのダイヤモンド砥粒の場合は図8にみられるようにラップ材の粒径や圧力が小さい場合は、ある程度のラップ距離から破砕が起きる。さらに、ラッピング進行中でも散発的に、しかも初期の平坦面の1/5から1/2の比較的大きな破砕を起こすことがわかった。これらの破砕形態の違いはダイヤモンド砥粒の材種の相違³⁾によると考えられる。

図7の結果によれば、レジンボンドダイヤモンド砥石の場合は、適当なラップ圧力(60kPa)でラッピングすればいずれの粒径においても50から70%の最大破砕率を生じさせる。しかも一例として#150のラップ材で距離5mラッピングするときの平均的な破砕面積は図9により $0.6 \times 10^{-3} \text{mm}^2$ (直径約 $28 \mu\text{m}$ の平坦面に相当)となる。このとき図3の結果によれば十分な突き出し量も得られている。すなわち、ラッピングによって突き出し量を生じさせるだけでなく平坦で鈍いダイヤモンド砥粒を

鋭利な切れ刃に成形させる作用をも期待できる。しかし、メタルボンドダイヤモンド砥石の場合はラッピングによって鋭利な切れ刃を形成することは期待できそうにない。

4. 結 論

ラッピング法によるドレッシング特性について、レジンボンドおよびメタルボンドダイヤモンド砥石のクラスタを用いて基礎的な実験を行い、以下の結論を得た。

- (1) 各々の砥石についての砥粒突き出し量、脱落率、破砕率および破砕面積の増加速度などのドレッシング特性に及ぼすラップ材粒径やラップ圧力の影響について把握することができた。
- (2) レジンボンドダイヤモンド砥石を適度のラッピング圧力にてドレッシングすることにより砥粒突き出し量を得るだけでなく、鈍化した切れ刃を鋭利に成形する作用をも期待できることが確かめられた。

終わりにレジンボンドダイヤモンド砥石のクラスタを提供いただいた(株)ノリタケカンパニーリミテッドに感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 庄司克雄, 朴承鎬, 松井正己: ビトリファイドダイヤモンド砥石のツルーイングに関する研究(第3報) - カップツルーアによるツルーイング機構, 精密工学会誌, 54, (1988) 1981.
- 2) 庄司克雄, 周立波: ダイヤモンド砥石のツルーイングおよびドレッシングに関する研究(第2報) - メタルボンドダイヤモンド砥石におけるツルーイングおよびドレッシングのメカニズム, 精密工学会誌55, 12 (1989) 2267.
- 3) 海野邦昭: CBN, ダイヤモンドホイールの使い方(2), 機械と工具, (1989年12月) 65.