

宝鉱石向けダイヤモンド工具作製手法の確立（第2報）

佐野 照雄・宮川 和博・望月 陽介・河野 道一

The Establishment of the Diamond Tool Manufacture Technique for the Gem Stone (2nd report).

Teruo SANO, Kazuhiro MIYAGAWA, Yosuke MOCHIZUKI and Michihito KONO

要 約

県内で行われている宝石加工は、従来の遊離砥粒加工から固定砥粒加工への転換が進行している。本研究は、固定砥粒加工への転換を推進する手段として、簡易及び低コストでダイヤモンド工具を製作する方法を確立することを目的とした。平成19年度に確立した焼結条件を基礎として、小型油圧プレス装置及び小型電気炉で構成した宝鉱石向けのダイヤモンド工具作製システムを構築し、内製化可能な可搬型のシステムが実現できた。彫刻用ダイヤモンド工具として、業界の要望に合わせて粗摺り用ダイヤモンド工具を試作した。また、リユータ用のダイヤモンド工具を検討し、試作を行った。工具の高精度化に関しては、本研究で確立した作製手法で作製したダイヤモンド砥石によるツルーイング（砥石の成形）、及び炭化ケイ素砥石でドレッシング（目立て）が可能なことを確認した。

1. 緒 言

宝鉱石の加工には、炭化珪素などの遊離砥粒による加工が行われている。近年、加工の効率化などの理由により、固定砥粒加工方式の導入が進んでいる。しかし、日本国内では、宝飾研磨加工業界の規模が小さいため、工具メーカーは宝飾向け研削工具の開発に消極的であり、ドイツ、中国などからの輸入工具が使われているのが、現状である。

このため、企業の現場では必要な工具を迅速に確保することが難しく、固定砥粒工具への移行を阻害する要因となっている。

本研究は、19年度に確立した焼結条件¹⁾を基礎として、ダイヤモンド工具作製手法の検討を行った。

2. 実験方法

2-1 工具作製手法

小型油圧プレス装置及び小型電気炉で構成した宝鉱石向けのダイヤモンド工具作製システムを構築し、工具の試作を行った（図1）。

工具の作製手順は、次のとおりである。

- ・ボンド材（粉末銅90%、粉末スズ10%）とダイヤモンド砥粒を混合し、均一に分散させる。
- ・圧粉用簡易金型に混合した粉末を充填し、小型油圧プレス装置で60~70MPa加圧して圧粉体を成形する。
- ・成形した圧粉体をカーボン製焼結ボックスに挿入し、

さらにボックスを鋼性ケースに入れる。

- ・鋼性ケースを小型電気炉で昇温速度25℃/分で790℃まで昇温し、30~60分保持した後、自然冷却させる。



(a) 小型油圧プレス



(b) 小型電気炉



(c) 簡易金型



(d) 鋼製ケース（上）とカーボン製焼結ボックス

図1 ダイヤモンド工具作製システム構成

2-2 工具の高精度化

ダイヤモンド工具の形状を修正する方法として、修正用砥石を用いる。工具の高精度化の手法として、ツルueingによる砥石の成型性及びドレッシングによる研削性について検討を行った。

ツルueing用砥石及びドレッシング用砥石は、ダイヤモンド工具作製システムで作製した。

ツルueing用砥石は、粒度 F30-35 のダイヤモンド砥粒を使用し、集中度 150 とした。また、ドレッシング用砥石は、粒度 F80 の炭化ケイ素砥粒を使用し、集中度 150 とした。

3. 結果および考察

3-1 試作工具

ダイヤモンド工具は、ダイヤモンド砥粒の粒度 F30-35 と F60-80 の2種類を試作した。本工具を用いての伝統工芸士（甲州水晶貴石細工）による試用の結果、粒度 F30-35 のダイヤモンド工具が粗摺り用として適していることが確認できた。砥粒径が小さい F60-80 を用いた工具は、研削は可能であるが、炭化ケイ素砥粒による粗摺り加工（遊離砥粒加工）と比較して、研削量が少なく、粗摺り用工具として適切ではない。

図2に試作した粗摺り用ダイヤモンド工具を示す。工具の仕様と焼結条件は、次の通りである。粗摺り工具のようにボンド材の量が多い場合、ボンド材を型に充填する際、十分均等に充填しないと圧粉体の密度にバラツキが生じ、工具の形状が不正確になるため注意が必要である。

- ・使用砥粒 ダイヤモンド（粒度 F30-35）
- ・ボンド材 銅-スズ合金（Cu90Wt%,Sn10Wt%）
- ・集中度 75
- ・焼結温度 790℃
- ・昇温速度 25℃/分
- ・台金材質 炭素鋼 S45C
- ・台金形状 円板（直径 48mm, 厚さ 9mm）

図3に、試作したリユータ用工具を示す。リユータ用工具は、台金を用いずに圧粉体を成型したものを焼結した。

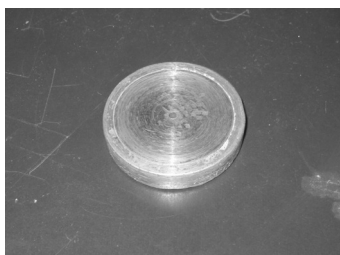


図2 試作工具（彫刻加工用粗摺り工具）



図3 試作工具（リユータ用工具）

3-2 ツルueingとドレッシング

図4は、リユータ用ダイヤモンド工具の外周部をツルueingした後の工具表面である。ツルueingは、小型旋盤の主軸のチャックにリユータ用ダイヤモンド工具を固定し、工具回転速度 1920rpm で回転させ、工具作製システムで作製したツルueing用砥石を刃物台に固定して、0.025mm の送りでツルueingを行った。ツルueingの結果、工具外周が整形され、偏心が修正された。この状態では、図5の模式図に示すようにダイヤモンド砥粒がボンド材に埋没しているため、研削加工を行うことが出来ない。

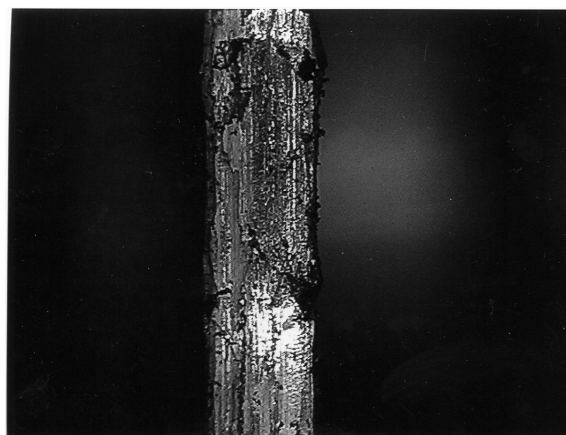


図4 ツルueing後の工具表面

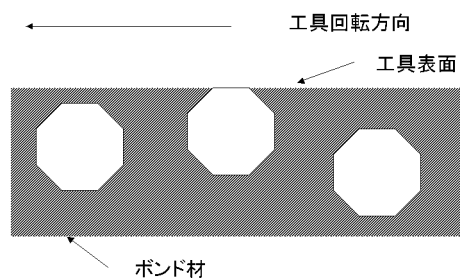


図5 ツルueing後の工具表面（模式図）

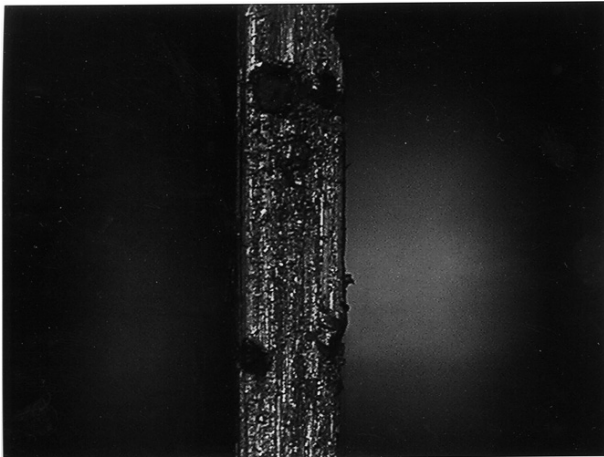


図6 ドレッシング後の工具表面

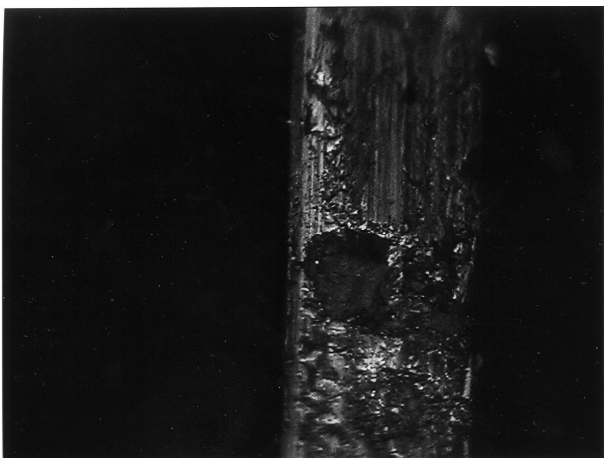


図7 ドレッシング後の工具表面（拡大図）

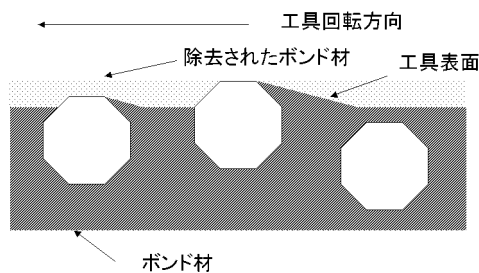


図8 ドレッシング後の工具表面（模式図）

図6は、ツルーイングしたリユータ用ダイヤモンド工具をドレッシングした後の工具表面である。ドレッシング用砥石は、炭化ケイ素砥粒（粒度 F80，集中度 150）とダイヤモンド工具と同様組成のボンド材を使用し、工具作製システムで作製した。ドレッシングすることにより、工具表面のボンド材が除去され、ダイヤモンド砥粒が工具表面に露出することで研削が可能となっている。図7は、工具表面の拡大図である。ダイヤモンド砥粒の工具回転方向前方のボンド材が炭化ケイ素砥粒により除去され、回転方向後方のボンド材は研削されずに砥粒を保持する効果があることが確認できる。模式図を図8に

示す。

工具作製システムで作製した砥石を用いて、ツルーイングとドレッシングが可能であることが確認でき、ツルーイング及びドレッシング砥石に関しても、宝石加工者の内製化が可能となった。

3-3 工具の作製コスト

粗摺り用工具の作製コストについて、試算した結果は次のとおりである。製作コストのうちで、使用設備はやや高額であるが、小規模企業でも十分設備可能な範囲である。また、簡易プレス型・カーボンケース・鋼製ケースは、それぞれ1~2万円程度であるが、繰り返し使用ができるとともに、旋盤による自作も可能である。原材料・焼成時の電力量は、低コストが達成できた。

・原材料

砥粒	ダイヤモンド（粒度 F30/35）	11.55ct	1100円
ボンド材	銅-スズ合金粉末	6.0g	171円
	台金		300円

・焼成時の電力代 使用時間 1時間30分 約30円

・簡易プレス金型 1~2万円程度

・カーボンケース 1~2万円程度

・鋼製ケース 数千円程度

・使用設備

陶芸用小型電気炉 10万円程度

はかり 3万円程度

油圧プレス（小径工具は万力でも可）15~30万円程度

4. 結 言

小型油圧プレス装置及び小型電気炉で構成した宝鉦石向けのダイヤモンド工具作製システムを構築し、内製化可能な可搬型のシステムが実現できた。

彫刻用ダイヤモンド工具として、業界の要望に合わせて粗摺り用ダイヤモンド工具を試作し、十分な性能を得ることができた。また、リユータ用の砥石を検討し、試作を行った。

工具の高精度化に関しては、本研究で確立した作製手法で作製した砥石によるツルーイング（砥石の成型）及びドレッシング（目立て）が可能なることを確認した。

参考文献

- 1) 佐野照雄；山梨県工業技術センター研究報告 No.20, p.81 (2008)