

ノート

CVD ダイヤモンドコーテッド金型の仕上げ研磨技術の開発

藤巻 研吾*¹⁾ 横澤 毅*¹⁾

Study on finish polishing for CVD diamond coated tools

Kengo Fujimaki*¹⁾, Tsuyoshi Yokosawa*¹⁾

キーワード：仕上げ研磨，凝着，CVD ダイヤモンド

Keywords：Finish polishing, Adhesion, CVD diamond

1. はじめに

これまで，ドライプレス加工用の CVD ダイヤモンドコーテッド金型向けに超音波研磨法の開発を行ってきた^{(1)~(3)}。しかし，実用化の段階に進むにあたり，この方法では図 1 に示すように，研磨された金型の表面に研磨用工具の金属が凝着物（白色痕）として残ることが問題となっている。凝着物が残った状態で金型をプレス加工に使用した場合，プレス成形品に傷が生じる，もしくは凝着発生部分の摩擦の大きさにより CVD ダイヤモンド膜が剥離するなど，金型寿命の低下に繋がる可能性がある。また，現在，CVD ダイヤモンドコーテッド金型は，研磨工程に非常に長い時間を要することも問題となっている。それは超音波研磨そのものの加工速度の低さに加え，その過程で生じる凝着物を完全になくすことはできないまでも，極力最小限に止めるため，超音波研磨法を用いて凝着発生部分を再研磨する作業を行っているためである。超音波研磨の後処理工程によって凝着物の除去が可能になれば，超音波研磨法による再研磨の工程を省略することができるため，研磨時間の短縮に繋がると期待される。

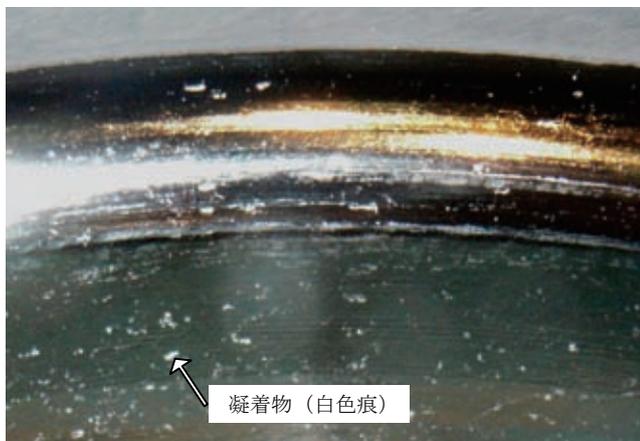


図 1. 超音波研磨後の CVD ダイヤモンドコーテッド金型の表面

本研究では，CVD ダイヤモンドコーテッド金型に対する超音波研磨工程で生じた凝着物を除去するための仕上げ研磨の検討を行ったので，ここに報告する。

2. 仕上げ研磨による凝着物の除去方法

図 2 に示すように，超音波研磨によって生じた凝着物を砥石などによる機械的な研磨で除去することを試みた。ただし，CVD ダイヤモンド膜は薄くて脆く，さらに超音波研磨の工程でクラックが生じるなどして脆弱になっている可能性もある。また，CVD ダイヤモンド膜は母材である超硬合金との密着性（耐剥離性）の点でも幾分問題があるとされているため，仕上げ研磨工具は柔軟性・緩衝性の高いものが望ましいと考えられる。本研究では，ゴム砥石（ダイヤモンド砥粒，粒度#3000，外径 4mm）を仕上げ研磨工具として使用し，それを駆動するスピンドルの回転数を 10,000 rpm とした。

図 3 (a) は超音波研磨後の CVD ダイヤモンド膜表面の様子であり，光沢のある研磨面上に超音波研磨工具の金属（タンタル）が凝着物として付着していることがわかる。この表面を上記の条件で仕上げ研磨した後の CVD ダイヤモンド膜表面の様子が図 3 (b) であり，付着していた凝着物がきれいに除去されていることがわかる。

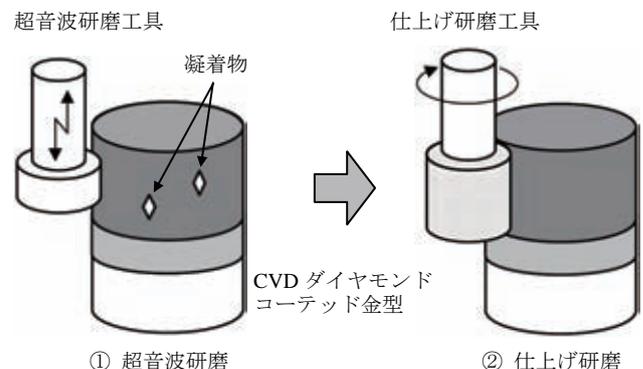
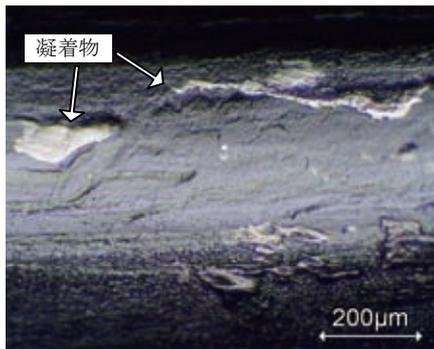
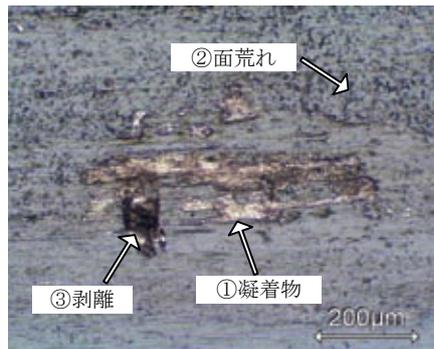


図 2. 研磨工程

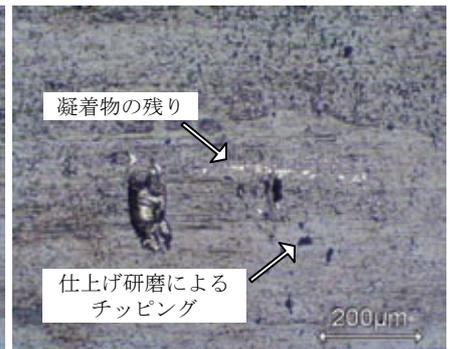
*¹⁾ 先端加工グループ



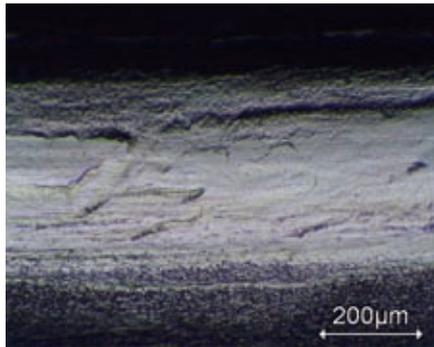
(a) 仕上げ研磨前



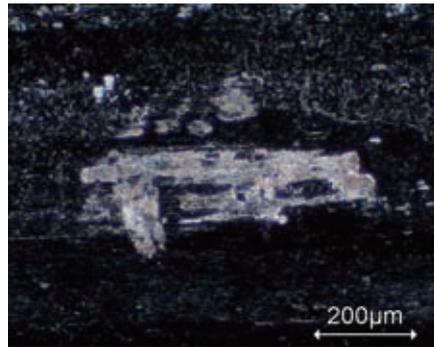
(a) 仕上げ研磨前 (明視野)



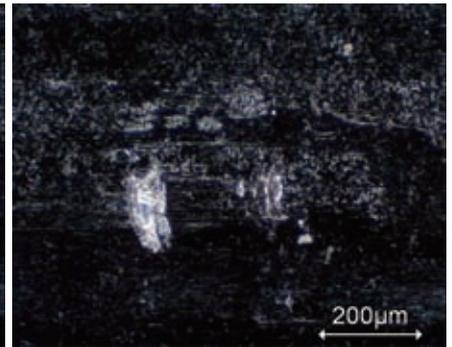
(b) 仕上げ研磨後 (明視野)



(b) 仕上げ研磨後



(c) 仕上げ研磨前 (暗視野)



(d) 仕上げ研磨後 (暗視野)

図 3. 仕上げ研磨による凝着物除去

図 4. 超音波研磨不良面における仕上げ研磨

3. 超音波研磨不良面における仕上げ研磨

現状では、金型の研磨部の形状（パンチ外周面、ダイス内周面など）によって、超音波研磨の工具の接触状態が変化し、超音波研磨の仕上がりに違いが生じている。特に、ダイスの内周面のような負の曲率を持つ部分において、工具の接触状態が不安定になり、図 1 のような白色痕の発生が著しい。ここでは、そのような超音波研磨の不良面における仕上げ研磨について検討を行った。

図 4 (a), (b) は、光学顕微鏡を用いて明視野で観察した仕上げ研磨前後の CVD ダイヤモンド膜の超音波研磨不良面の様子である。凝着物はわずかに残っているものの、仕上げ研磨によってほとんど除去されている。しかし、仕上げ研磨によって、新たに膜のチップングが発生していることがわかる。これは、脆性材料である CVD ダイヤモンド膜表面に面荒れ（超音波研磨の条件不良により膜表面が荒れている部分）が存在したことにより、仕上げ研磨において面荒れの谷部から亀裂が進展したことが原因と考えられる。

一方、図 4 (c), (d) は図 4 (a), (b) と同じ部分を暗視野で観察した様子であり、①凝着物、②面荒れ、③剥離（CVD ダイヤモンド膜の剥離により母材の超硬合金が露出している部分）が共に白色になっていることがわかる。凝着物を観察するには明視野の方が優れているが、肉眼などで観察する場合の見え方は暗視野に近いので、図 1 にある白色痕の中には凝着物以外にも面荒れ・剥離が混在していると考えられる。剥離については、仕上げ研磨で改善することが不可能であり、CVD による膜品質、膜と母材との密着性、

超音波研磨の条件等を適切に見直すことで改善する必要がある。面荒れについては、原理的にはダイヤモンド砥粒を使った工具による仕上げ研磨で除去することが可能である。そのためには、CVD ダイヤモンド膜にチップングを生じることなく良好な面性状が得られる研磨条件（工具形態、粒度、回転数、押付荷重等）を見出す必要がある。

4. まとめ

CVD ダイヤモンドコーテッド金型の超音波研磨工程で生じた凝着物を除去するため、仕上げ研磨の検討を行った。粒度#3000 程度のゴム砥石を用いることで、凝着物の除去が可能であることがわかった。また、凝着物以外にも、超音波研磨で生じた膜の面荒れ・剥離が白色痕として観察されることがわかった。現在は、仕上げ研磨において CVD ダイヤモンド膜にチップングを生じることなく、膜の面荒れを除去することを目指し、鋭意研究を進めている。

（平成 22 年 6 月 28 日受付，平成 22 年 8 月 20 日再受付）

文 献

- (1) 横澤毅，高木純一郎，片岡征二，田中信一：「CVD ダイヤモンド膜の研磨に関する研究（第 3 報）－砥粒レス超音波研磨法による平面研磨の試み」，精密工学会誌，Vol. 72，No. 8，pp. 1018-1023 (2006)
- (2) 横澤毅，寺西義一：「CVD ダイヤモンド膜研磨における研磨工具の検討」，東京都立産業技術研究センター研究報告，No.3，pp. 100-101 (2008)
- (3) 横澤毅，片岡征二，佐藤隆，藤巻吾吾：「CVD ダイヤモンド膜コーテッド工具の効率的研磨方法の検討－工具形状の影響」，平成 22 年度塑性加工春季講演会講演論文集，pp. 279-280 (2010)