

超精密機械加工技術とその評価技術

- 50 入クラスタダイヤモンドによる砥粒加工に関する研究 -

小石川勝男* 菊地 誠* 舘 義雄*

江田 弘** 大村 悦二** 濱田 洋***

1. 緒 言

著者ら¹⁾²⁾は、粒径約 50 のクラスタダイヤモンドをアルミ合金等に被膜処理し、高潤滑を得る方策を検討している。本研究では、このクラスタダイヤモンドを脆性材料の砥粒加工に適用することを試みた。

ここでは、粒径約 50A のクラスタダイヤモンドを鉄系ホイールの外周面に無電解 Ni-P めっきを使用して固定した砥石と、グラファイトでクラスタダイヤモンドを被覆したものをレジノイドに混入させた砥石の2種類を開発した。これらの砥石を用いて脆性材料の BK7、SiC の加工を行った。

2. 実験方法

まず、クラスタダイヤモンドを外径 300mm の鉄系ホイールの外周面に固定する方法として、無電解 Ni-P めっきを使用した。砥石(CD 砥石と呼ぶ)の被膜処理状態を図 1 に示す。被膜は、クラスタダイヤモンドを懸濁させた後、界面活性剤を添加し、分散処理剤を加えることによって基地表面で均一な密度にしている。

次に、クラスタダイヤモンドにグラファイトを被膜し(この状態では粒径約 150A)、レジノイドに混入させた砥石(GCD 砥石と呼ぶ)。混入状態を図 2 に示す。GCD 砥石の外径 255mm で、外周の厚さ 2.5mm の部分が混入層である。

加工は、平面研

削盤(岡本製作所製 63 型)を使用して、微小切り込み装置(最小駆動 1nm/ステップ)を試作し、図 3 に示すような方法で行った。切り込みは 20nm/ステップ~50nm/ステップとした。

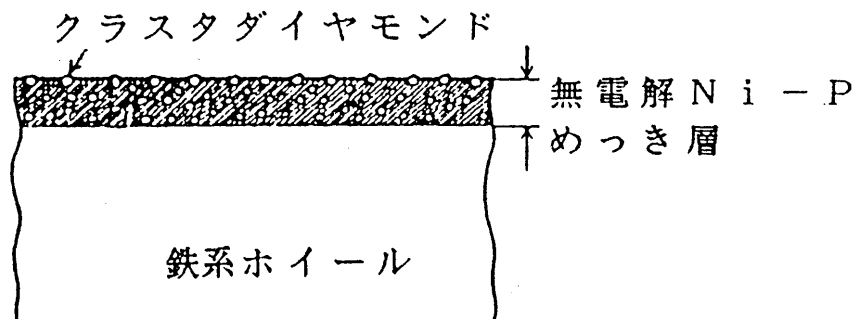


図1 クラスタダイヤモンドNi-P被膜処理砥石

*機械金属部 **茨城大学工学部 ***東京ダイヤモンド工具製作所

砥石回転数は
1801rpmで、乾式にて
プランジカット研削
を行った。切削動力
計(キスラー社製
9257A)を使用して、
垂直および接線方向
の研削抵抗を測定し
た。被削材には脆性
材料BK7とSiCを用い

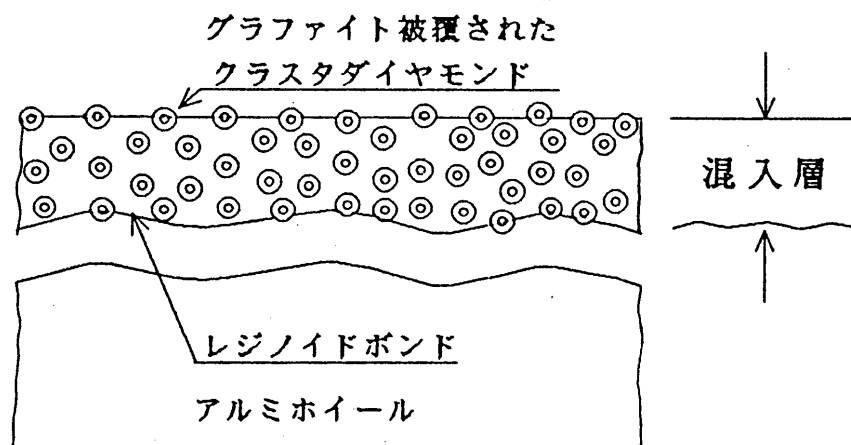


図2 グラファイト被覆クラスタダイヤモンド混入砥石

た。加工後、加工表面に金蒸着を施し、EPMA付きSEMで観察した。



図3 加工方法の外観

3. 実験結果及び考察

図4(a)は、GCD 砥石を使用して砥石周速度 1696m/min、被削材 SiC のとき、切り込み量を 20nm/ステップをラジアル方向に10回行ったときのステップ送りの変化を示す。図4(b)はそのときの垂直方向の研削抵抗を示す。図中の抵抗の傾きはドリフトの影響を示す。

被削材の加工面積が小さいことと、1回の切り込み深さが20nmと小さいため、垂直方向の研削抵抗は、図に示すように最大で 0.024N/mm^2 と小さく、接線方向の抵抗(約 0.01N/mm^2)は僅かに確認できる程度であった。

表面粗さの測定は、トンネル顕微鏡((株)ユニソク製 USM-201)を使用して観察した。その結果、図5に示すように、この加工面は 17.5nmRa が得られている。上述した SiC 加工面の写真を図6(a)に示す。写真中の窪みは加工前のもので、加工表面は傷等のない平滑面が得られている。

図6(b)は、GCD 砥石で BK7 を加工した表面を示す。割れ等がみられず、塑性流動の加工表面が生成している。表面粗さは約 21nmRa である。

図6(c)は、CD 砥石で SiC を加工した表面を示す。GCD 砥石のときと同様に傷のない平滑な表面が得られている。表面粗さは 17.7nmRa である。

図6(d)は、CD 砥石で BK7 を加工した表面を示す。GCD 砥石で加工したときと同様に塑性流動の加工表面となっている。表面粗さは約 21nmRa である。

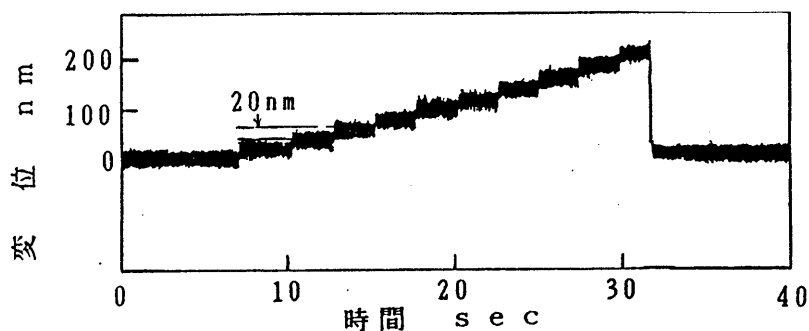


図4(a) 微小切り込みの送り状況

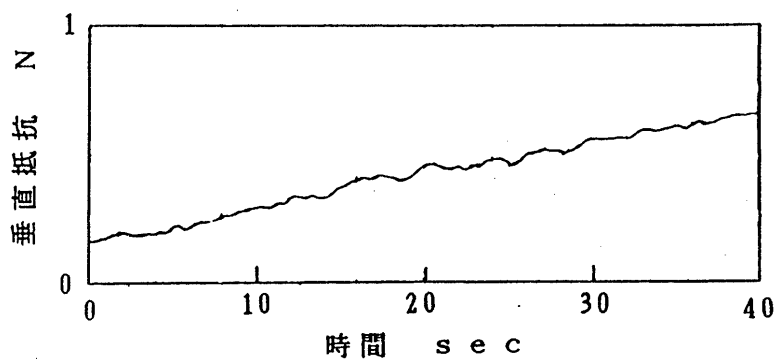


図4 (b) GCD 砥石による加工抵抗

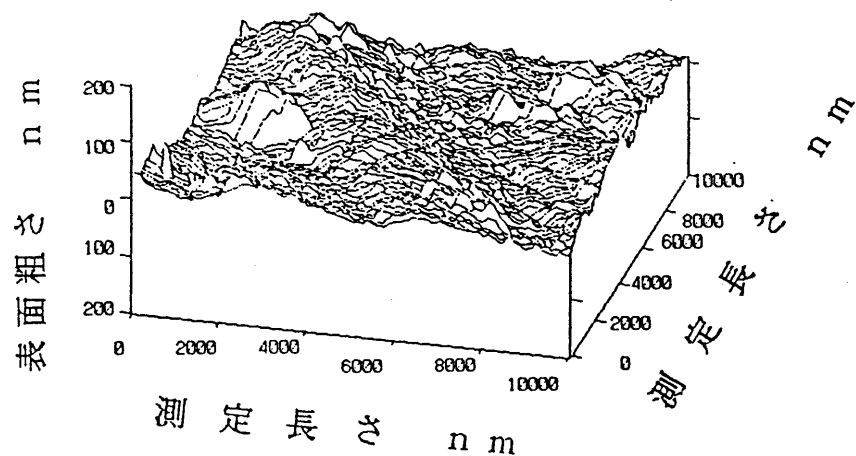


図5 GCD砥石による加工後のSiC表面粗さ

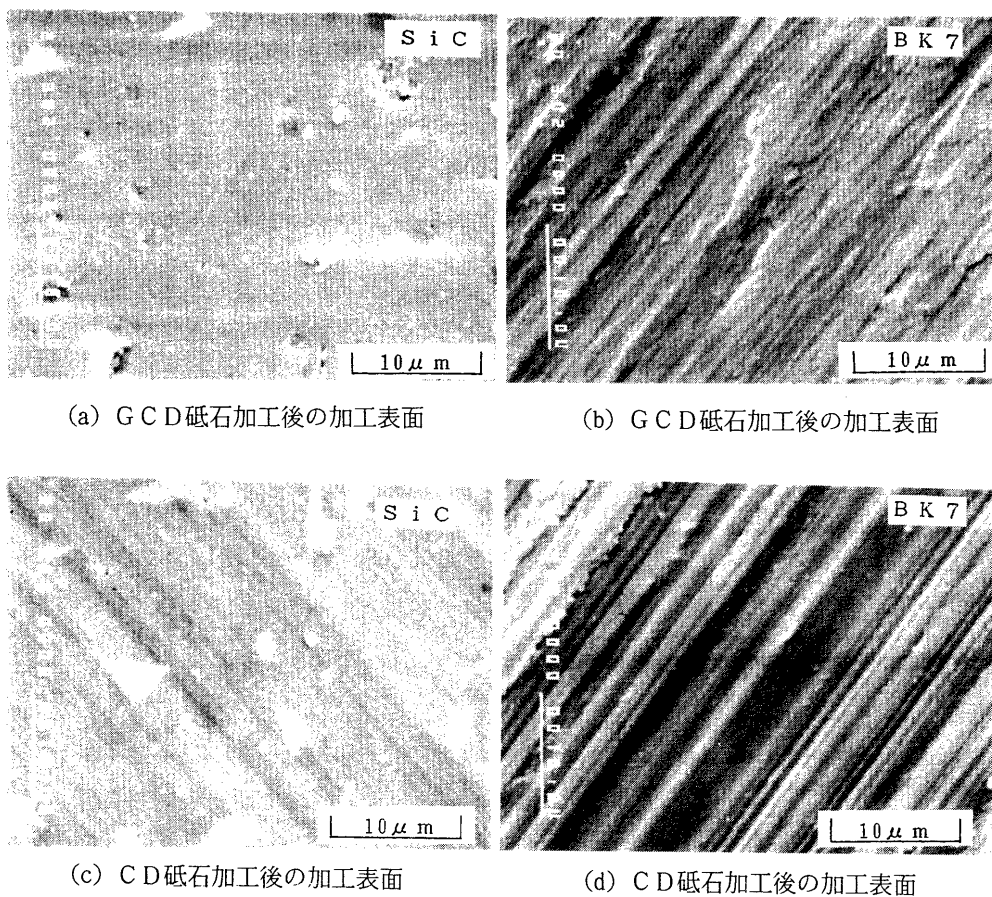


図6 加工表面

以上のように、クラスダイヤモンドによる砥粒加工で傷のない良好な面が得られることがわかった。砥粒が極めて小さく、切れ刃が鈍角のため傷が生じにくいと考えられる。さらに、切り込み深さが20nm/ステップと小さいために塑性流動モードで加工が行われ、表面は粗さの小さい平滑な加工面が得られると考えられる。

4. まとめ

粒径約50Aのクラスダイヤモンドを使用した2種類の砥石を開発した。これらの砥石により、脆性材料BK7とSiCの加工を行った結果、BK7は塑性流動表面が生成されていること、SiCは良好な平滑面が得られていることが確認できた。

参考文献

- 1) 江田弘他：1991年度精密工学会秋季大会学術講演論文集 249
- 2) 江田弘他：1991年度精密工学会秋季大会学術講演論文集 251