

126 C/CMC 材の被研削性とグラインディングセンタの提案

Grindability of C/CMC material and Proposal of Grinding Center

正 東江 真一 (ものづくり大) ○松村 和 (ものづくり大)

Shinichi TOE and Wataru MATSUMURA

Institute of Technologists, Maeya 333, Gyouda-shi, Saitama

1. はじめに

Carbon fiber / Carbon Composite に Metal を含浸させた C/CMC 材は、超軽量、高比強度、耐摩耗性、耐酸化性、化学的安定性など、非常に優れた性能を示す。

特に Si 含浸させたものは耐摩耗性が優れているために、自動車のディスクブレーキやクラッチなどの材料としての応用が可能で、燃費の向上と高性能化に貢献することが期待されが、Si は C と反応して非常に硬い SiC となるために、ダイヤモンド砥石による研削加工が必須である。さらに、自動車構造材として使われるためには、コスト、効率、信頼性、環境を満足させる大量生産方式で製品を提供する必要がある。しかしながら、穴を含む複雑形状構造材の全周に渡って成形可能なマスマンufacturing対応の研削盤は見あたらない。

そこで本研究では、コストパフォーマンスに優れた研削条件を検討することと C/CMC 材全周を成形研削するためのトランスファライン対応のグラインディングセンタを開発し、C/CMC 材のマスマンufacturingを実現することを目的とする。

2. 実験方法および条件

C/CMC 材は、全く新しい材料であるため、基本的な研削特性を把握するために、切り込み深さが及ぼす影響、クリープフィード研削実験、レジンボンドとメタルボンドの研削性能の比較、湿式研削と乾式研削などを比較し、C/CMC 材の最適研削条件を最初に検討することにした。

実験には NC 精密平面研削盤 (㈱ワシノエンジニアリング SE52) を用いた。使用したダイヤモンドホイール (φ 205×10) は、SDC140N100B レジンボンドと SDC140N50M メタルボンドである。他の研削条件を表 1 に示す。

3. 実験結果と考察

3.1 切り込み深さが研削比に及ぼす影響

高効率な研削を実現するためには、切り込み深さの影響を把握する必要がある。そこで、図 1 に SDC140N100B を使用したときの、切り込み深さが研削比に与える影響について示す。図は、切り込み深さが 0.1mm までであれば急激に摩耗量が増大することも無いので、その範囲内であれば、通常の研削が可能であることを示す。

3.2 クリープフィード研削

比較的に深切込みが可能であったので、研削効率を $30\text{mm}^2/\text{s}$ と一定にして、加工物速度と切込みを変えて実験を行い、さらに

Table 1 Experimental condition

NC surface grinding machine	Washino SE-N2
Grinding wheel	SDC140N100B SDC140N50M
Wheel peripheral speed	30m/s
Total depth of cut	20mm
Work piece	C/CMC(Carbon fiber / Carbon / Metal(Si) Composite 6×100
Method of coolant supply	P nozzle (Proximate Profile Nozzle)
Measurement method on force	Kistler dynamometer 9297B

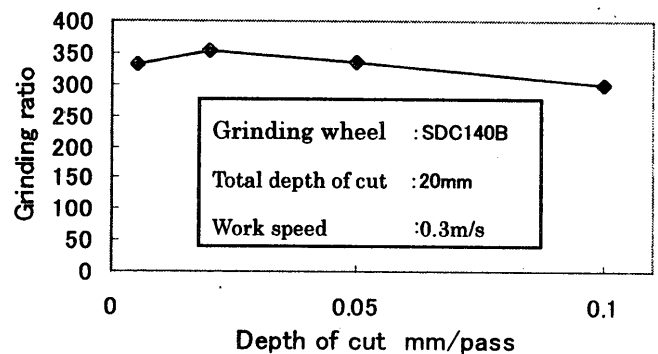


Fig.1 Influence of depth of cut on grinding ratio under constant work speed

深切込みが可能であるか否かを検討した。その結果を図 2 に示す。図より、切込み深さが増大するにつれて研削比が減少することを示す。時間当たりの効率は同様でも、摩擦距離の増大に伴い、研削抵抗が増大し、砥石摩耗量が増えたためであると思われる。接触弧が長くなれば、切り屑の排出がよくなり、研削液も研削点によく入っていかないのである。C/CMC 材の切り屑形状は、金属のような流れ形の切り屑と異なり、微粉状の切り屑が形成される。切り屑が研削液によって煉られ、スラリー状になり、それが長い接触弧内でダイヤモンドホイールを摩耗させるものと思われる。

3.3 メタルボンドとレジンボンドの比較

マスマンufacturingによる研削加工では、量産効果と経済効果の両方を満足させる必要があるために、一般的に耐摩耗性を示すとされるメタルボンドの使用を検討した。その結果を図 3 に示す。湿式研削では、取り分けてメタルボンドの方が有利なことはな

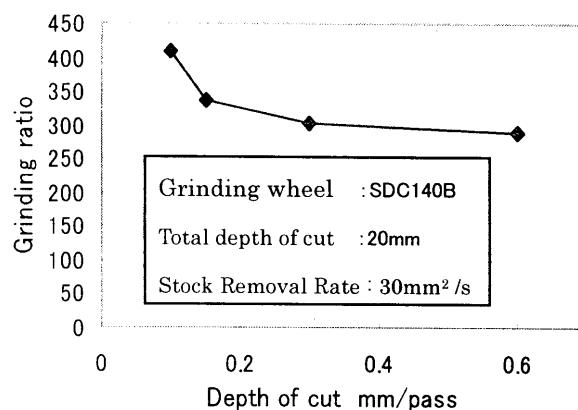


Fig.2 Influence of depth of cut and work speed on grinding ratio under creep feed condition

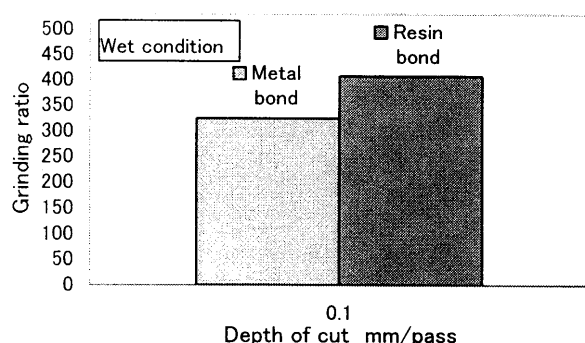


Fig.3 Comparison of different bonds of diamond wheel on grinding ratio

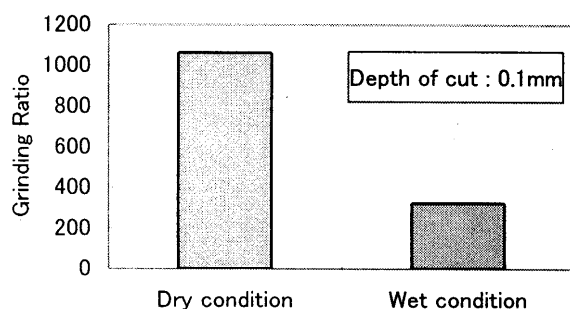


Fig.4 Comparison between Dry Condition and Wet Condition with Metal Bond Wheel

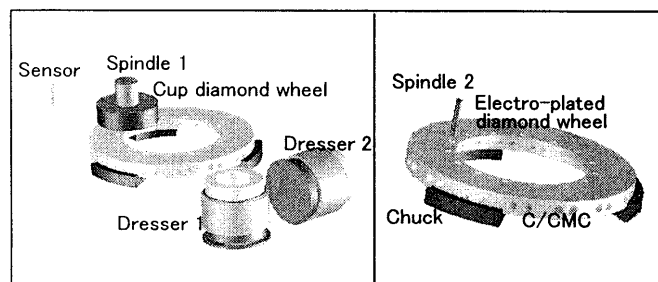


Fig.5 2 spindles' grinding center with 2 rotary dressers and dimensional sensor

く、コンセントレーションの違いもあるが、かえって減耗量が多かった。

3.4 湿式研削と乾式研削

C/CMC 材には約 20%のポアーがあるために、各種の金属を含浸させることが可能であり、今後、カーボンと各種金属の相互作用による特長を引き出した材料開発が進むことになる。条件によっては、研削液が使えない場合もあるため、乾式研削特性を検討した。実験の結果、レジンボンドホイールは乾式にはあまり向かず、深切込みは不能であった。そこで、メタルボンドホイールについて、切込み深さ 0.1 mm/pass で乾式研削を試みた。その結果を図 4 に示す。

図より、湿式研削に比べて、乾式研削の方が極端にダイヤモンドホイールの減耗が抑制されていることを示しており、研削抵抗も時間とともに低下していくことが観察された。C/CMC 材の研削では、微粒の研削粉が排出されるが、湿式では研削液とともにスラッジ状になり、それが、擦過するときにボンド材を摩耗させるためと思われる。したがって、Si を含浸させた C/CMC 材の研削は、乾式研削ではメタルボンドの使用が大変に有効であり、高能率で経済的な研削が可能であることを示している。

4. 実用的グライディングセンタの提案

開発するグライディングセンタは、主軸振れの原因となるホイールだけの交換は行わず、図 5 に示すように、2 主軸の門型で構成する。基本形は 2 枚のホイールによって構成されるが、少ないホイール数を補うために、1 枚のホイールでも複数の作業面を利用したり、1 軸に複数のホイールを装着したりする。C/CMC 材の表と裏の両面の加工のために、2 チャックの工程が必要であるので、2 台のグライディングセンタで 1 つのセルを構成する。したがって、4 軸の主軸をもったセルで全面に渡って研削加工を行えるようにする。

グライディングセンタには、ホイールのドレッシング装置、形状測定用センサ、電力測定センサや振動センサなどを含むシステムにより、無人化大量生産システムを構築する予定である。

6. 結論

C/CMC 材の加工には、ダイヤモンドホイールによる加工が適当であり、湿式研削ではレジンボンド、乾式研削ではメタルボンドの使用が好ましい。金属加工に比べて深切込みが可能であるが、クリープフィード研削は向かない。

2 主軸のグライディングセンタが 2 台から構成されるセルで、量産加工が可能である。

〈謝辞〉本研究は、平成 14 年度地域新生コンソーシアム研究開発事業の一部であり、研究委託先である埼玉県中小企業振興公社、再委託先である(株)アクロス、埼玉大学杉山和夫先生をはじめとする関係各位に、また、ダイヤモンドホイールを提供して頂いた、旭ダイヤモンド工業(株)の相川博勝氏とグライディングセンタについてご教授頂いた(株)ヒガシの朝見政信氏に厚く御礼申し上げます。