

工学研究科・機械システム工学専攻 加工計測システム工学講座加工機構解析学領域



研究室紹介

花崎伸作*

Sub-area of Machining Mechanism,
Area of Production and Measurement System Engineering
Department of Mechanical Engineering and Systems

Key Words : machining mechanism, cutting, grinding, FRP-forming

1. はじめに

当研究室は機械工学科第六講座として舶用機関学から機械工作法に変わった1938年に始まる。平成9年の大学院重点化により機械システム工学専攻の加工計測システム工学講座の加工現象解析学領域に移行した。当研究室では物造りの基礎である加工技術の研究に取り組んでいる。それらの研究の概要を以下に紹介する。

2. 研究概要

(1) 複合材料の切削

繊維強化プラスチック (FRP)、繊維強化金属 (FRM) や硬質粒子で強化した材料など単一素材を組み合わせた複合材料は、性質の大きく異なる素材の組み合わせであるため単一素材と異なった切削機構となり、良好な仕上げ面を得ることが難しい所謂難削材である。特にガラス繊維強化プラスチック (GFRP)、カーボン繊維強化プラスチック (CFRP) など硬質繊維強化材の場合、工具摩耗が激しく良好な仕上げは一層困難である。

GFRPとCFRPの切削機構は同じであるが工具摩耗特性は大きく異なる。両者とも繊維としての破断 (主に繊維軸に垂直なせん断) とマトリックスの破壊により切りくずが生成される。軸に垂直なせん断の

際繊維にたわみ変形が生じる。そのため、繊維の破断は単に繊維のせん断強度だけでなく、マトリックスの粘弾性や繊維の曲げ剛性の影響を受ける。その結果、切削時の工具摩耗はメカニズムは機械的な摩耗 (すり減り摩耗) であるが、切削距離だけでなく切削条件の影響を受ける。繊維の弾性率の差が原因で両者の工具摩耗の切削速度依存性に大きな差がある。切削速度の影響が小さい領域では繊維切り取り長さが短い (軽切削) ほど工具摩耗が激しい。繊維軸直角方向に薄く (軽) 切削すると全切削速度領域で逆に工具摩耗が軽微である。その結果、ランダム繊維配向 GFRP の場合、高速域と低速域で送りに対する摩耗特性が逆になる。これらの現象がモデル解析から理論的に証明された。

CFRPの切削機構のシミュレーション解析により繊維が軸に垂直に破壊する実験結果に合致する結果が得られた。

FRMの切削機構も基本はFRPと同じである。その機構をより詳細に明らかにするためSEM内で切削し、その場観察を行っている。また、SEM内切削のその場観察で、粒子分散強化型合金 (PRM) の種類により工具摩耗に大きな差が生じる機構が明らかにされた。

(2) 高ニッケル合金の切削

高ニッケル合金は高温強度が高く、高じん性、加工硬化大、低熱伝導率、工具材との親和性が高いなどの性質のため難削材であるが、工具損傷が最大の問題である。切削液による冷却、親和性の低いコーテッド工具の使用は対策として効果はあるが、十分ではない。外丸削りのような単純な旋削に対して、工具すくい面を円筒形にすることにより約2倍の工具寿命が達成された。これは主切れ刃のすくい角を正とし、すくい面を円筒にすることにより切りくずとの



* Shinsaku HANASAKI

1940年4月生

昭和43年(1968年)大阪大学大学院工学研究科修了

現在、大阪大学・大学院工学研究科・機械システム工学専攻、教授、工学博士、機械工作

TEL 06-6879-7260

FAX 06-6879-7247

E-Mail hanasaki@mech.eng.

osaka-u.ac.jp

接触長さを短くして切削抵抗、切削温度を下げるとともに、切り込み境界ではすくい角を負にしてばりによる欠けを抑制した効果である。この結果から切削(切りくず排出)が単純でない、難削性が高くなるねじ切りの対策に取り組んでいる。

(3) 連続高送りドリル

炭素鋼に対し連続高送りで深穴があげられるツイストドリル(芯厚が厚く(慣用ドリルの3倍、直径の約半分)、切れ刃形状、溝形状が慣用ドリルと異なる)の切削機構(切りくず生成、排出の制御の機構)を調べ、理想的な切りくず制御(溝に沿った形の流れ形切りくず生成)の機構が明らかになった。その過程でこれまで常識と考えられていたことに反する事実、実験結果も出てきた。切りくず生成の制御は、中心部直径の1/2を切削する第2主切れ刃の切りくずを付随切りくずとし、直径の外側1/2を切削する第1主切れ刃の切りくずを、切りくず先端部に作用する溝面からの力と切りくず裏面と溝面との摩擦力により、切れ刃の穴中心側よりも穴外周側で厚く生成させて溝に沿った形状にする。切りくず一溝面間の摩擦が必要であるため、耐摩耗性向上に有効なTiNコーティングを施すと摩擦力が小さくなり、切りくず生成制御の機能が低下する。そこで、更に切れ刃形状を変えて切りくずの制御量を小さくし、TiNコーティングを施した上で切りくず制御機能、切削抵抗の点で標準型を上回る性能を達成。更に性能向上を目指している。

(4) ガラス繊維強化熱可塑性樹脂の成形加工

熱可塑性プラスチックの円筒深絞り、BMC射出成形につながるスタンパブルシート(ガラス繊維マット強化ポリプロピレン)の成形加工、ガラス繊維強化熱可塑性樹脂の円筒深絞り加工で、スタンパブルシートの成形は加熱によりマトリックスが軟化した素材を金型で圧縮成形する。複雑な形状でも成形可能で、製品は強度が高く自動車部品などに使われている。成形中の材料の流れに伴うガラス繊維の分布、配向によって強度など製品の特性が決まる。その成形条件の影響が明らかにされた。

熱可塑性樹脂系複合材料の成形は加熱によるマトリックスの相変化を利用して成形プロセスを簡素化し、生産の合理性を高めている。その観点からのガ

ラス繊維平織り積層板の深絞り加工で、限界絞り比を向上させる成形条件、しわ発生の機構が明らかにされた。更に、ガラス繊維とポリプロピレン繊維の混合紡糸を織ったコミングルドヤーン織物を用いた、効率の良い成形方法、限界絞り比や表面粗さを向上させる成形条件が明らかにされた。

(5) 画像処理によるSEM内低速二次元切削の解析

SEM内の二次元切削条件下で画像処理の手法を応用することにより、従来の手法で求められている刃先近傍のひずみ速度分布だけでなく、切削開始時からのひずみ経過から切りくず生成時の応力、ひずみが明らかにされた。また、FRM、PRM切削時の繊維、粒子の破壊挙動を詳細に調べている。

(6) 研削関係

電解研削の機構、特に炭化物を含む工具鋼、初晶Siを含むAl合金では、電解作用と研削作用を単純に加えた以上の相乗効果が現れる。そのような相乗効果の高い研削機構が明らかにされた。

グラインディングセンター(主軸高速回転可能なマシニングセンター)を用いた金型用鋼材(SKD11、S50Cなど)研削時の研削抵抗、AE波の周波数分析から、研削焼け、スクラッチなどの研削異常発生時の変化が検出された。これは研削異常検出に役立つと思われる。また砥石の種類による研削機構、仕上げ面粗さに及ぼす影響が明らかにされた。

(7) 油水超微粒噴霧供給切削

環境対策から湿式切削に代わる方法として噴霧供給切削が注目されている。化学会社の有する微粒技術の応用による油水超微粒噴霧が、通常の噴霧供給、通常の湿式切削より優れた切削性を示す。その機構を解明すべく取り組んでいる。

3. おわりに

物造りの基盤である加工技術の研究は重要と考え、取り組んでいる。このような研究室の性格から関係する問題について現場からの相談を受けることが多い。相談の問題に答えることが出来れば社会に役立つ。相談に応じることは本来の目的に沿う活動の一つと考えている。最近の1例として、ショットピーニングを施したステンレス鋼管ねじ切りの問題で工具損傷の機構、対策を明かにした。