



専門分野  
最終学歴

精密加工学, 特殊加工学  
岡山大学大学院自然科学研究科博士後期課程  
産業創成工学専攻修了 (2011年3月)

学位  
職歴

博士 (工学)  
TOWA株式会社 (1996年4月~2016年3月)  
崇城大学工学部機械工学科 (2016年4月~現在)



＜はじめに＞

我々は数多くの製品に支えられて生活している. それらの製品は材料を加工することで生み出されており, 様々な加工法を適用することで製品の付加価値を高めている. 要求仕様, 材料, 生産量, コスト等に応じて, 様々な加工法が使用されているが, 高精度および高品質を実現する精密加工技術は重要な役割を果たす. 例えば, 放電加工やレーザー加工等の特殊加工は精密加工を行う上で必要不可欠な加工法である.

精密加工学研究室では, 特殊加工などの新たな精密加工技術に関する研究開発に取り組んでおり, 次世代の製品開発の基盤となる新たな要素技術を提案している.

＜研究内容＞

1. マグネシウム合金のレーザー精密切断加工

マグネシウム合金は, 実用金属の中で最も軽い金属であり, タブレット端末などへの適用が進んでいる. そのため, 高能率な精密加工技術が求められている. 本研究では, レーザ光による微細加工の可能性を検討するため, 様々なマグネシウム合金の薄板に対して切断加工特性を評価している.

レーザー切断加工の模式図を図1に示す. 炭酸ガスレーザー発振器 (波長 10.6 μm) より発振されたパルスレーザーを集光レンズにより集光して加工対象物の表面へ走査することで, レーザ熱加工により切断した. 加工点においては, 熱影響の低減や溶融物を除去するために, レーザ光と同軸にアシストガス (酸素) を噴射した. 図2は, 汎用的なマグネシウム合金 AZ31B の薄板 (厚み 0.5 mm) に対する微細形状の加工事例である. 幅 0.6 mm 程度のハニカム形状が加工できることがわかった. 現在, 新たに Q スイッチパルスファイバーレーザー (波長 1085 nm) によるマグネシウム合金の高品質なレーザー精密加工を目指している.

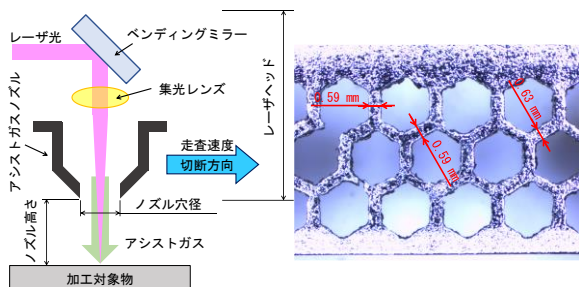


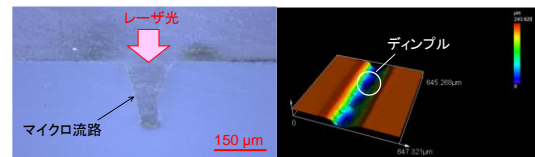
図1 レーザ切断加工 図2 微細形状加工

2. レーザ微細加工によるマイクロ流路デバイスの開発

近年, 化学や医療分野において, マイクロ流路デバイスの実用展開が進み, 省試薬, 省エネルギー, 反応

時間の短縮, 反応効率の向上などの効果が期待されている. 本研究では, 炭酸ガスレーザーにより, 合成石英ガラス基板上にマイクロ流路を高能率に加工することを目指している.

波長 10.6 μm の炭酸ガスレーザーにより合成石英ガラス基板上に加工したマイクロ流路形状を図3に示す. 連続微細ディンプル形状を有したマイクロ流路が形成されていることがわかる. また, 試作したマイクロ流路基板を図4に示す. 現在, 図5に示す様に, 流路底面に形成された連続微細ディンプル形状が流路内の流れに及ぼす影響について評価している.



(a) 断面形状 (b) 3次元形状  
図3 マイクロ流路

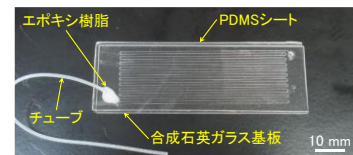


図4 マイクロ流路基板



図5 マイクロ流路内の流れ評価

3. 炭素繊維強化プラスチックのレーザーフォーミング

炭素繊維強化プラスチック (CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastics) は高強度かつ軽量であるという他の材料にはない優れた特性を有している. したがって, 軽量化と燃費向上のために自動車や航空機への CFRP の適用が急速に進んでいる. そこで, 本研究では, 金型を使用せずに高能率に塑性加工が可能なレーザーフォーミングを CFRP へ適用する新たな加工法を提案している. 本実験では, 後加工が可能な熱可塑性プラスチックをマトリクス材とした CFRP の板材 (厚み 1.0 mm) を使用した.

レーザーフォーミングの実験システムを図6に示す. 炭酸ガスレーザー加工機を使用して, マスクを通過させた 5 mm のパルスレーザー光を CFRP の板材表面へ走査することで熱応力によるレーザーフォーミングを行った. レーザフォーミングの加工事例を図7に示す. レーザ光走査により曲げ加工されていることがわかる. 現在, レーザ光走査条件に対するフォーミング特性を評価中であり, 高品位かつ高精度なレーザーフォーミングを目指している.

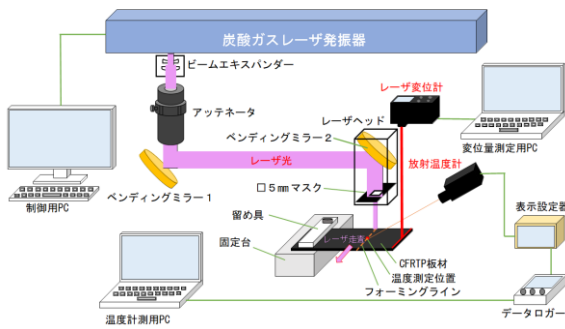


図6 レーザフォーミング実験システム

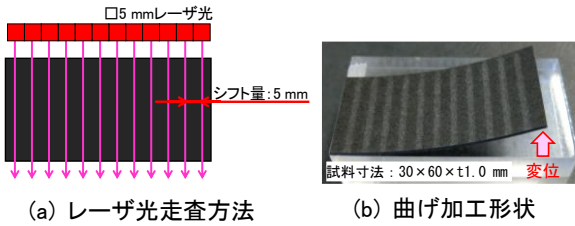


図7 レーザフォーミングによる曲げ加工結果

#### 4. 樹脂成形金型における離型力測定と離型性の改善

プラスチック製品を低コストに大量生産する金型には、成形品の品質維持と連続成形に対する耐久性が必要であり、耐摩耗性、耐食性、離型性などの機能が求められている。一般的には、めっきなどの表面処理が適用されているが、離型性においては金型表面の加工面状態の影響も受けることから、表面処理のみでは十分に対応できないことがある。したがって、金型加工面状態と離型性の相関を調査して、金型加工によって離型性を改善する取り組みは重要となる。そこで、金型加工で汎用的に使用されている放電加工、切削加工、研削加工などの加工面に対する離型性について定量的に評価することを試みた。

本研究で使用した離型力定量評価システムを模式的に図8に示す。金型加工面を想定した試験片（材質：SKD11、サイズ：27×30×t5 mm）の加工面に対して熱硬化性フェノール樹脂を圧縮成形して、加工面と成形樹脂とが垂直方向に剥離する瞬間の最大引張荷重を離型力として測定した。図9は、形彫り放電加工面に対する離型試験結果の一例である。現在、放電加工面、切削加工面、研削加工面、研磨加工面に対して離型試験を実施している。今後、金型加工面の離型要因を考察して、高離型加工面を提案することを目指していく。

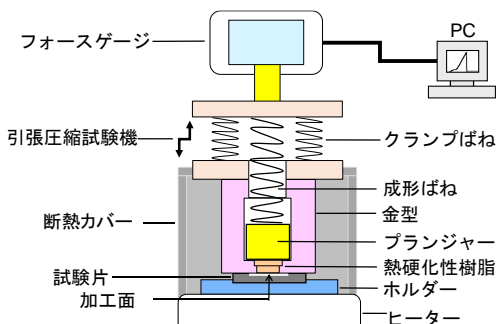


図8 離型力定量評価システム

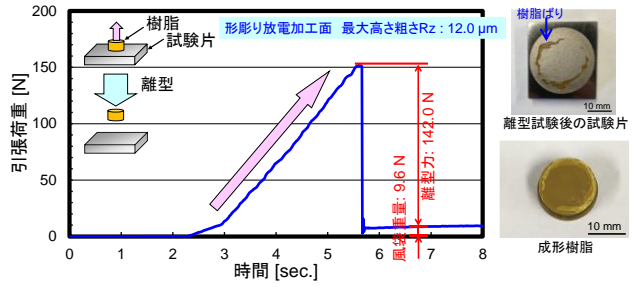


図9 離型試験結果

#### 5. 切削工具の高能率表面処理法の開発

近年、新素材の研究開発は目覚ましく、高硬度材料や軽量材料など様々な材料が実用化されている。それにとともに、新素材の加工技術に関する研究開発も進められている。例えば、高硬度材料を切削加工する工具においては、被削性や工具寿命の向上について多くの研究事例があり、一般的には、図10に示す様にCVD（Chemical Vapor Deposition）やPVD（Physical Vapor Deposition）による表面処理が適用される。しかしながら、処理プロセスが複雑であり時間を要することから製造コストが課題となっている。そこで、本研究では、切削工具の低コスト化と短納期化を実現するために、新たな表面処理技術の研究開発に取り組んでいる。

現在、図11に示す様な電磁波照射により、高能率に表面処理を行う要素技術開発を検討中である。例えば、窒素雰囲気中にて電磁波を照射することで、Ti系、Ti-Al系、cBN系の表面処理を目指している。

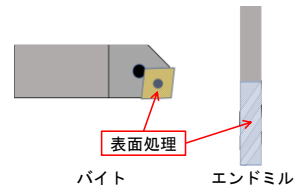


図10 切削工具の表面処理

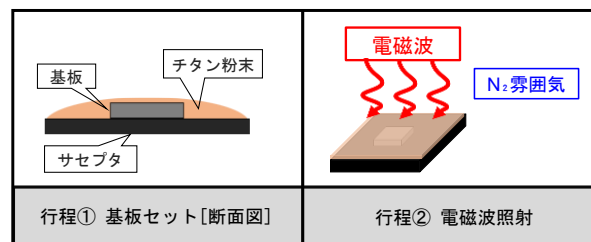


図11 表面処理プロセス (Ti系)

#### <おわりに>

精密加工学に関する研究は、日々の実験・評価・考察の積み重ねであり、継続力が必要不可欠である。したがって、日々の研究活動と定期的な研究ミーティングを重視する。研究計画や研究活動におけるルール等の詳細については、3年生後期に開講されるゼミナールにて説明する。

研究室では、配属される学生が主役である。そのため、有意義な時間を過ごすことができるように、進路指導も含めて全面的にサポートすることを約束する。機械技術者を目指す学生諸君にとって、本研究室での経験は社会に出て必ず有益なものとなるであろう。

2022. 4. 28 作成