

ガンドリル・超音波クーラント援用システムによる 低侵襲医療小径キーパーツの高精度微細加工技術の開発

森本和邦*, 藤原基芳**, 中西晴彦***

Development of High-Precision Micro Processing Technology
for Minimally Invasive Medical Small-Diameter Key Parts
using Gun Drilling and Ultrasonic Vibration Coolant-Assisted System

Kazukuni MORIMOTO, Motoyoshi FUJIWARA and Haruhiko NAKANISHI

1. はじめに

成長型中小企業等研究開発支援事業(Go-Tech事業)は、中小企業が大学や公設試などと連携して行う新技術、新商品、新サービスの開発を支援する経済産業省の補助金事業である。プロジェクトリーダーの松井機工有限会社と中部大学及び三重県工業研究所の3者にて提案した「ガンドリル・超音波クーラント援用システムによる低侵襲医療小径キーパーツの高精度微細加工技術の開発」は令和4~6年度に事業が採択され、内視鏡手術用の腹腔鏡パイプ(図1)やカテーテル先端部品(図2)の加工技術開発に取り組んだ。本報では、著者らが取り組んだ課題について記載する。

2. 取組内容

2.1 X線CTを用いた形状評価

深穴加工したTi製の腹腔鏡パイプの寸法測定やバリの形状評価は、接触式の測定機やカメラでの観察が困難であるため、汎用X線CT、計測用X線CT、高分解能X線CTにてサンプル形状を3次元化することで寸法測定やバリの形状評価を行った。図3に腹腔鏡パイプのバリの観察の例を示す。

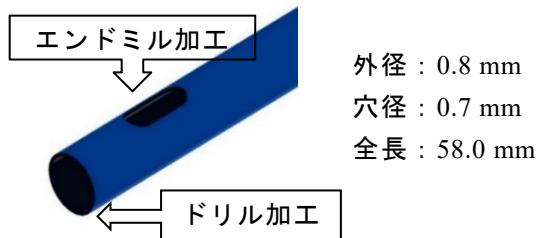


図1 腹腔鏡パイプの模式図

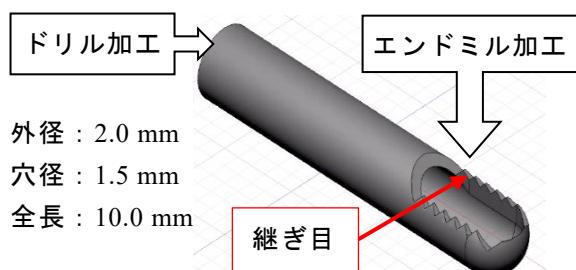


図2 カテーテル先端部品の模式図

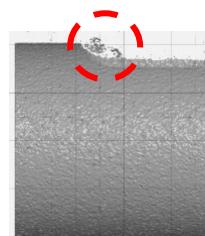


図3 高分解能X線CTで撮影したバリの様子

* 電子機械研究課

** 企画調整課

*** ものづくり研究課

2.2 アニール処理前後における腹腔鏡パイプの金属組織観察

腹腔鏡パイプの加工実験で曲がりが発生したため、パイプの残留応力をアニール処理により除去し、曲がりを戻す処理を行った。図4にアニール処理前後の金属組織を示す。同図より、アニール処理を行うことで、加工による変形と熱による影響が除去され、組織が戻っていることが確認できた。

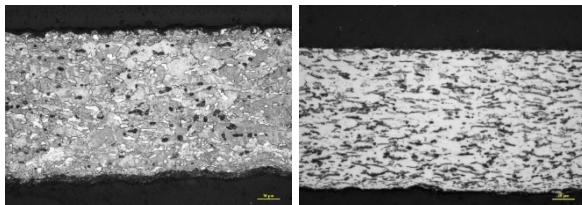


図4 アニール処理前後の金属組織
(左が処理前、右が処理後)

2.3 腹腔鏡パイプの製作に適したガンドリルの設計・製作

腹腔鏡パイプをガンドリルで製作するため、Ti切削に適したガンドリルについて切削シミュレーションプログラム AdvantEdge を用いて検討した。ここでは、切削抵抗、切削温度、切屑形状をシミュレーションし、最適な形状を選定した。図5に、工具メーカにて試作したガンドリルの模式図を示す。試作したガンドリルは、ノンステップで深さ58 mmの穴を開けることが可能であることを確認した。

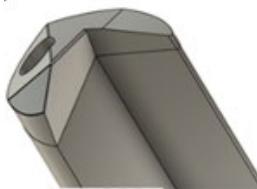


図5 試作したガンドリルの模式図

2.4 カテーテル先端部品の製造で用いる小径ドリル破損検知技術及び工具摩耗識別技術の開発

カテーテル先端部品の量産加工時には小径ドリルが破損しても気づきにくいという課題があるため、破損検知する技術や交換タイミングを知るための工具摩耗識別技術の開発に取り組んだ。ここでは、工作機械のサーボモータ電流を取得し、周

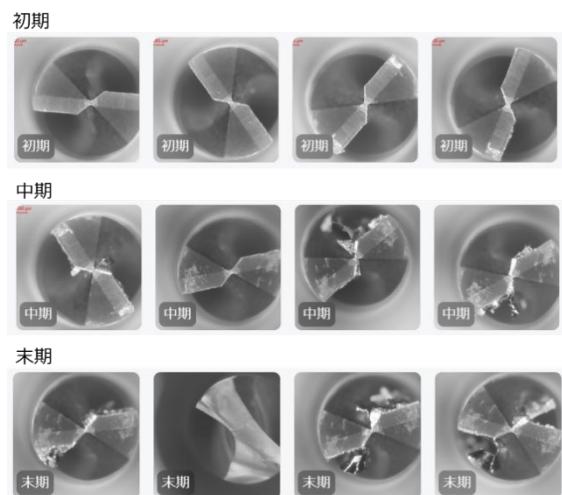


図6 3種類に分類された工具摩耗写真



図7 腹腔鏡パイプ

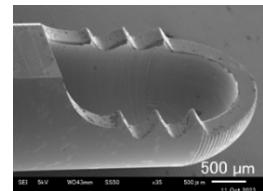


図8 カテーテル先端部品

波数解析、統計解析と切削動力計を組み合わせた検知を行った。また工具摩耗識別に関しては、機内カメラで工具先端写真を撮影し、機械学習により工具摩耗状態を画像解析で図6に示すように3種類に分類した。

3. 結論

本事業では、腹腔鏡パイプ、カテーテル先端部品の新しい量産加工技術の開発を行い、図7、8に示す腹腔鏡パイプ、カテーテル先端部品を完成させた。県内企業の研究開発や人材育成に貢献するために、今後も、本補助金事業などを活用した企業支援を行っていきたい。

謝辞

本事業は、経済産業省 令和4年度～令和6年度成長型中小企業等研究開発支援事業（Go-Tech事業）において、松井機工有限会社と中部大学の協力を得て実施しました。ここに記して謝意を表します。