

◇ 研究室紹介 ◇

兵庫県立大学 生産知能工学研究室

University of Hyogo, Laboratory for Intelligent Manufacturing System

〒671-2280 兵庫県姫路市書写 2167

HP: <https://www.eng.u-hyogo.ac.jp/mse/mse11/piej.html>

TEL/ FAX: 079-267-4978

E-mail: nunobiki@eng.u-hyogo.ac.jp

キーワード: エンドミル加工, きさげ, 技能伝承, レーザフォーミング, 強化学習

1. 研究室概要

生産知能工学研究室は1993年に旧姫路工業大学工学部機械知能工学科の研究室として出発しました。その後、部局化にともない大学院工学研究科機械系工学専攻の研究室となり、さらに大学名が兵庫県立大学へ、専攻名も機械工学専攻へと変わりながらも、本研究室は、その名のとおり、生産加工技術の知能化、高度化を目指した研究を続けております。

2. 専門分野

エンドミル加工, 技能伝承, レーザフォーミング, 強化学習

3. 研究室構成員

2022年6月現在、本研究室は筆者(布引准教授), 修士3名ならびに卒業研究生3名で構成されています。下記の研究テーマ以外にもレーザフォーミングや強化学習の研究も行っています。

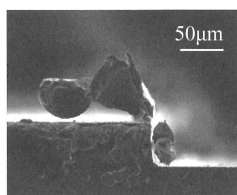
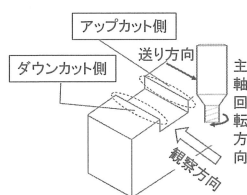


布引雅之

4. 研究テーマ紹介

〔無酸素銅の微細溝切削におけるバリ抑制〕

半導体製造分野において金型作成用電極である無酸素銅に微細な加工を施す需要が高まっています。微細なバリでも微細溝に埋まると除去が難しくなるためバリ抑制が必要で、直径1mmのスクエアエンドミルを用いて切削速度120m/min, 軸方向切込み50 μ mで溝加工を行うと厚みが10 μ m程度のバリが生じます。一刃当たりの送り量をバリの厚みより小さく設定すると、バリの中を刃先が通るため、刃が抜ける側(ダウンカット側)でmm単位の大きさのバリが生じます。一刃当たり送り量を10 μ mに設定するとバリは図1に示すように100 μ m程度に抑制できましたが、2段階切込みを実施することによりさらに抑制できることがわかりました。この際、1段階目の軸方向切込みは小さいほどバリ高さは小さくなるものの、2段階目の切削時において塑性流動を抑えるための押さえ板効果が小さくなるため7 μ m+43 μ mの2段階切込みにおいてバリ高さが15 μ mと最も小さくなりました。

図1 ダウンカット側に生じたバリ(軸方向切込み:50 μ m)

〔きさげの技能伝承に向けた技能の見える化〕

人間の感覚に強く依存する技能の伝承は難しく、例えば、「一定のリズムで刃先が円を描くように力を加えるとよい」というきさげのコツも、指導者が体得している“円を描くような動作”と学習者がイメージする“円を描くような動作”が一致しては限りません。そこで、非熟練者の技能が熟練者のものとどのように違うかを定量的尺度で「見える化」する必要があります。例えば、加工力波形を見える化すると熟練技術者は加工力波形が単振動するように連続的に加工力を加えていることがわかりました。また、きさげは同じ動作を繰り返す作業であり、「加工力の正確さよりも、テンポを上げることを優先した方がきさげ技能は向上しやすい」とわれています。モーションキャプチャを用いてきさげ動作を見える化すると、図2に示すように、熟練者は、膝を曲げる際に腰を沈み込ませるとともに上体を立て、膝を伸ばす際には腰を浮き上がらせるとともに上体を前方に倒しており、上体を腰回りに回転させることによって、速いテンポできさげを行っていました。一方、非熟練技能者は、慣性モーメントが大きい上体ごと刃先を前後に並進運動させるため、前後の運動切り替えを素早くできていませんでした。これらの情報を非熟練技術者に提示することで技能向上が速くなるという実験結果を得ました。

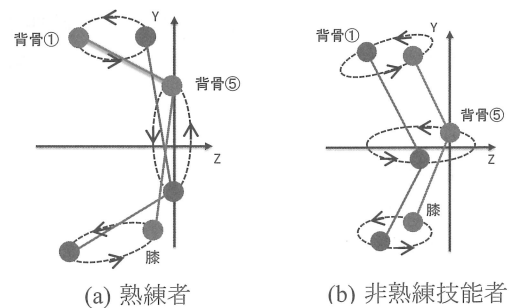


図2 きさげ動作モデル

5. 所有機器類

- 実験機器
超精密立形加工機, タッピングセンタ, CO₂レーザ加工機, 旋盤, 研削盤
- 測定機器
レーザ顕微鏡, SEM, 表面粗さ測定器, レーザ変位計, 他

6. 産官学連携に関するメッセージ

本研究室では、現在、2社の企業と協力して研究を進めております。もし、本研究室の研究テーマにご興味ございましたら、ぜひご連絡下さい。