

赤外線画像診断に基づくエンドミル加工現象の解明

Elucidation of End-Mill Process Based on Infrared Image Diagnostic

正 ○新堂 正俊 (山本金属製作所) 正 松田 亮 (山本金属製作所)

正 古木 辰也 (同志社大)

正 廣垣 俊樹 (同志社大)

正 青山 栄一 (同志社大)

Masatoshi SHINDOU, Yamamoto Metal Technos Co.,Ltd., 4-7,Setoguti 2-chome,Hirano-ku,547-0034 Osaka Japan
Ryo MATSUDA, Yamamoto Metal Technos Co.,Ltd.,

Tatsuya HURUKI, Toshiki HIROGAKI and Eiichi AOYAMA, Doshisha University, Kyotanabe-shi,Kyoto,610-0321

1. 緒言

近年、難削材加工を定量的に評価するための技術開発のニーズが増大している。一般に被削性を評価する指標として、①工具摩耗、②切削抵抗、③切削温度、④切りくず処理性などが重要とされている。例えば山根らは、材料の物性値より難削性の度合いを示す指標を提案したりしている¹⁾。一方、切削加工の研究開発の現場では切削力や切削温度を手掛かりにして加工条件や方法を探索する場合が多い。切削力に関しては、圧電式のセンサーの普及により比較的容易に評価が可能になってきた。しかしながら、切削温度に関してはメーカーの研究開発の現場で容易に評価することが難しい状況にある。そこで著者らは、赤外線画像による高精度で高効率なエンドミル加工現象の評価手法を提案²⁾している。本報では、赤外線モニター画像による工具表面温度の解析を行った。また新たに無線式温度計測ツールを開発して計測結果との比較についても考察した。

2. 実験方法および提案する手法

2.1 工具表面温度の計測

エンドミル加工の側面切削(ダウンカット時)を対象にする。図1に示すように、赤外線画像は被削材の進行方向の法線に対して $\theta=150^\circ$ 方向から赤外線サーモグラフィで撮影した。撮影の鉛直方向(Z方向)の高さは、エンドミルと同一(真横)とした。撮影に用いた赤外線波長帯は $10\mu\text{m}$ で、15枚/sの連写にてモニターした。

工具表面の赤外線放射率は、コーティングの種類により変化するため、事前に熱電対で温度計測しながら工具を加熱して校正している。

2.2 工具内部温度の計測

ホルダ内部にマイコンを配置し、加工中工具から得られる情報をワイヤレスでデータ収集用PCへ送信(1/30sサンプリング)できる無線式温度計測ツールを開発した。上記の連写とほぼ同等のサンプリングで両者は同程度の応答性である。図2にその外観を示す。エンドミル中心軸にシャンク部側から放電加工により工具先端付近まで穿孔を行ったのち熱電対を挿入して加工中の工具内部温度をモニターした。

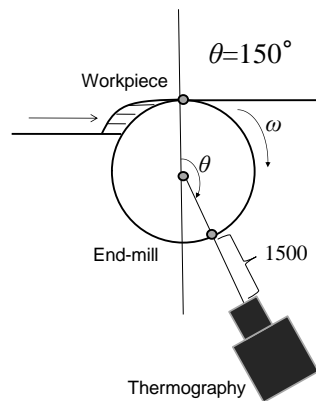


Fig.1 Monitoring method

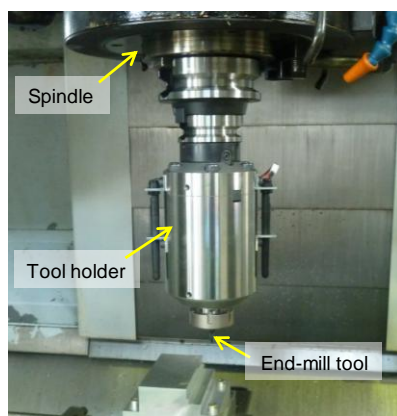


Fig.2 Monitoring tool appearance

3. モニター結果および考察

3.1 モニター画像の解析

工具直径 10mm, 切削速度 45m/min, 送り量 0.05mm/tooth, 軸方向切込み 12mm, 径方向切込み 0.6mm, 被削材 SUS310(寸法 100×100×50mm), クーラント Dry の条件におけるモニター画像を図3に示す。工具(OSG製 WXL-EMS)は、4枚刃、

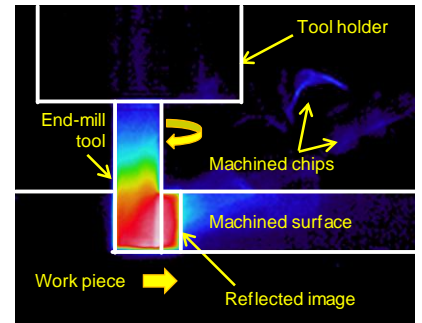


Fig.3 Monitoring picture of end-milling

ねじれ角 30° , TiAlNコートである。図3より、エンドミル刃部からシャンク部にかけての温度分布や光沢のある加工面に反射した加工点に近いエンドミル裏側の温度なども、それぞれの放射率の変化考慮しながら評価を遂行すれば解析が可能であることがわかる。

3.2 蓄熱による工具温度の上昇

図4に、切削速度 45m/min (工具直径 6mm, 4枚刃, 工具突出し長さ $L/D=3$), 送り量 0.05mm/tooth, 軸方向切込み 12mm, 径方向切込み 0.6mmとした時のモニター温度(各時間の画像中で、エンドミル刃部における最高温度および熱電対によるエンドミル内部の温度計測結果)を示す。サーモグラフィの結果は、別途 FEM 解析の結果と比較して、その妥当性の検証を済ませてある。エンドミル刃部表面および内部の温度は加工開始直後から上昇し、最高温度はある一定値に収束する様子がわかる。またエンドミル刃部表面と比較し、内部の温度は加工熱源から少し遅れて熱が伝わるため急激な上昇は見られないが、収束温度はほぼ同程度まで上昇することが確認でき、妥当な結果であった。

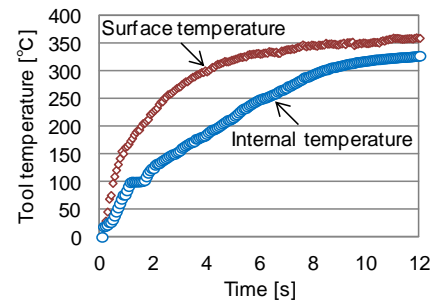


Fig.4 Temperature and cutting time

4. 結言

エンドミル刃部の温度の解析および、シャンク部にわたる工具表面温度分布の解析には赤外線サーモグラフィによる計測が有効であると考えられる。一方、ウェットでの計測なども想定して無線式でサーモグラフィと同等のサンプリング能力を有する温度計測ツールを開発した。その結果、無線式温度計測ツールによる温度計測も有効であることが示された。

5. 参考文献

- 1)山根, 関谷, 精密工学会誌, 70-3, pp.407-411(2004)
- 2)新堂, 児玉, 廣垣, 青山, 日本機械学会関西支部講演論文集, p.14-3, (2012)