

赤外線カメラを用いた切削加工監視技術

機械技術部

1 はじめに

最近の切削加工技術は、工作機械の高性能制御技術や工具用新素材の開発によって高精度化、高能率化を実現してきており、この流れは今後も続くことが予想されます。その中で、加工状態のモニタリングは切削加工システムを支える基盤技術であり、これまで切削力、切削温度など多くの測定パラメータが利用されてきました。しかし、これらのパラメータは切り刃近傍の二次元あるいは三次元的な空間情報でなく、動力計、熱電対などを通じて得られる時間的には限られた情報でした。

そこで、温度に関する空間情報が連続して得られる赤外線カメラに注目し、切り刃近傍の被削材や切削工具の温度分布をモニタリングパラメータとして利用することを試みました。

赤外線サーモグラフィ法で得られる温度情報と、動力計から得られる切削力の関係を調べ、切削状態のモニタリングの可能性を検討しました。

2 赤外線サーモグラフィ法によるプロセス監視の原理

切削では、切り刃近傍における塑性変形仕事と逃げ面やすくい面で発生する摩擦が熱に変換され、被削材や切削工具の温度が上昇します。塑性仕事や摩擦が大きくなると温度が高くなり、また切削力も大きくなります。したがって、工具近傍の被削材と切削工具の温度分布は、切削状態を示すパラメータとして利用できます。

図1に、測定システムの概要を示します。マシニングセンタによるA5052のエンドミル加工を測定対象とし、赤外線カメラは熱画像におけるエンドミルの位置が常に同じ位置になるようにマシニングセンタに固定しました。切削形態は、側面切削でダウンカットとアップカットを交互に繰り返すジグザグ加工として実験を行いました。加工条件は主軸回転数1000~4000rpm、送り速度100~400mm/min、径方向切込み1~4mm、軸方向切込み4mmです。

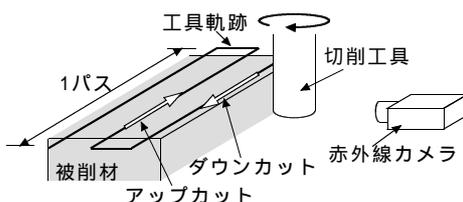


図1 温度測定の様式図

3 エンドミル加工における熱画像の特徴

図2に赤外線カメラで撮影した熱画像の例を示します。各画素はそれぞれの位置の温度情報を示していることから、モニタリングに関してはいくつかの利用法が考えられます。

- (1) 工具の最高温度または温度分布
 - (2) 被削材の最高温度または温度分布
 - (3) 工具と被削材の温度比
- などがその一例です。

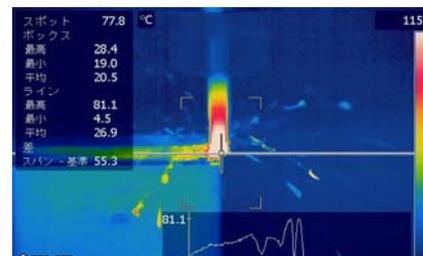


図2 赤外線カメラで撮影した熱画像

工具刃先部分が最も高い温度を示し、シャンク部では工具刃先から離れるほど急激に温度は低下しました。温度測定領域は工具先端付近領域とし、測定領域内の温度の最大値を工具温度として切削加工実験を行いました。

図3に切削力と工具温度の関係を示します。両者はよい対応関係を示しています。これらのことから、切削加工時の工具温度と切削抵抗には強い関係があることがわかりました。

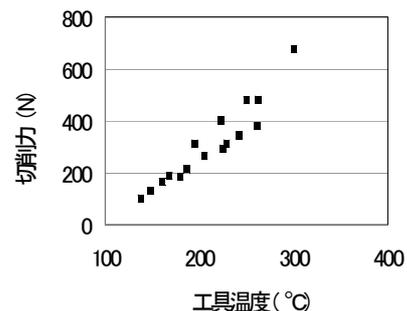


図3 切削力と工具温度の関係

4 おわりに

切削加工において自動化や無人化を実現するための切削加工監視技術について検討を行った結果、工具温度と切削抵抗には強い関係があることがわかりました。