

環境負荷を最小化する切削条件の決定方法

1. はじめに

環境問題への関心の高さから、日常生活の多くの場面でエコや節電といった言葉をよく耳にする。生産技術も例外ではなく環境対応が迫られているものの、生産性や精度、コストと異なり、具体的な数値としての評価が難しいという問題があった。

本稿では、上記の問題を解決するために開発された、加工プロセスに起因する環境負荷を具体的な数値で事前に評価するシステムについて紹介し、その応用例として環境負荷が最小になる切削条件の探索の例を示す。また、ここではわかりやすくするため環境影響項目を地球温暖化として、等価 CO₂ 排出量を環境負荷として話をする。

2. 環境負荷評価システム

図1に加工プロセスを対象にした環境負荷算出システムの実行例を示す⁽¹⁾。このシステムでは、LCA (Life Cycle Assessment) に基づいて環境負荷を予測するもので、NCプログラムを解釈して加工プロセスをシミュレートし、加工時間やサーボモータ・主軸モータへの負荷を計算し、消費電

力や工具摩耗 (工具寿命)、切削油剤の量、潤滑油の量、切屑の量から環境負荷を自動的に算出している。

3. 解析例

環境負荷が最小になる切削条件について検討する。工作機械の電力量消費と切削油剤の量、潤滑油の量は、加工時間や機械の稼働時間に比例する項目であり、また切屑量は、被削材と加工形状が決まれば一定である。しかし、工具摩耗は加工時間を短くする高速加工の場合は激しくなり、工具寿命を短くしてしまう。この関係から、図2のように環境負荷が最小になる点があることが予想される。そこで切削速度に対する環境負荷の変化を2次関数で近似し、同じ加工をする場合でも環境負荷が最小になる切削条件を導出するアルゴリズムを、システムに実装して解析を行った⁽²⁾。

解析にあたり、使用する工作機械は縦型マシニングセンタとし、工具は2枚刃のR10の超鋼ボールエンドミル、被削材はPX5である。検討した切削条件は、半径方向切込みが0.5mm、軸方向切込みが0.5mm、下向き切削、

水溶性切削油剤を使用した条件下で切削距離が56.25mである。また、一刃あたりの送りを0.15mm/toothと固定し、切削速度50, 100, 200, 300, 425, 550m/minのときの実際の工具摩耗データを利用して解析を行った。ただし工具寿命の判定は、外周での工具摩耗を用い、その最大摩耗幅は0.8mmとしている。

解析結果を図3に示す。切削速度に対する環境負荷の変化が放射線状になっており、環境負荷が最小になる点が存在するのがわかる。この結果を基に近似曲線を求め、環境負荷が最小になる切削速度をシミュレータで求めた。求められた近似曲線は図に示されているとおりで、決定係数R²値は0.91となり近似が妥当であることがわかる。この曲線から環境負荷が最小になる切削速度を求めたところ、398.9m/minとなった。工具摩耗のデータは、工具メーカーが提供している場合が多く、今回の例のように同じ加工をする場合でも、環境負荷が最小になる点を事前に、自動的に求めることが可能であることがわかった。

4. おわりに

加工プロセスを対象にした環境負荷算出システムを紹介し、その応用例として環境負荷が最小になる切削条件の探索の例を示した。今後さまざまな解析を行い、切削条件や加工精度、加工コストに対する環境負荷の影響を調べていくことで、加工技術の体系化に寄与するものと考えている。アジア地域の工業技術の発達は周知のとおりであり、本紙で紹介したような取り組みは、製造分野における日本の国際競争力を強化するためのキーテクノロジーになると期待している。

(原稿受付 2011年11月28日)

[成田浩久 藤田保健衛生大学]

●文献

- (1) Narita, H., Kawamura, H., Norihisa, T., Chen, L.Y., Fujimoto, H. and Hasebe, T., Development of Prediction System for Environmental Burden for Machine Tool Operation (1st Report, Proposal of Calculation Method of Environmental Burden), *JSME International Journal C*, 49-4 (2006), 1188-1195.
- (2) 成田浩久, 切削加工時の環境負荷予測システムを利用した効果的なCO₂削減法, ツールエンジニア, 51-4 (2010), 46-49.

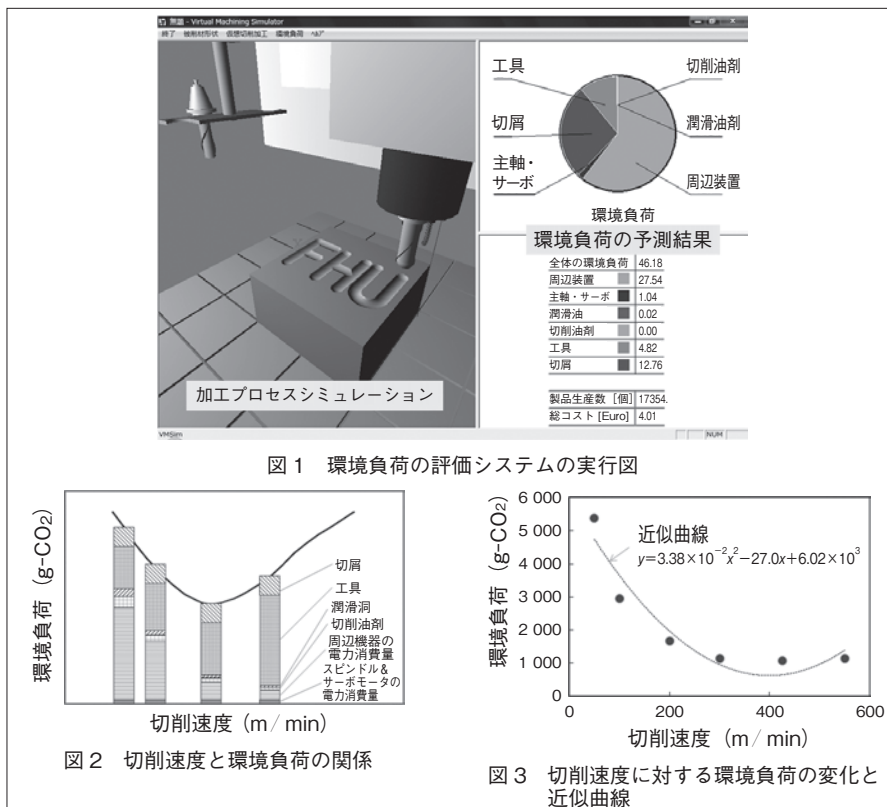


図1 環境負荷の評価システムの実行図

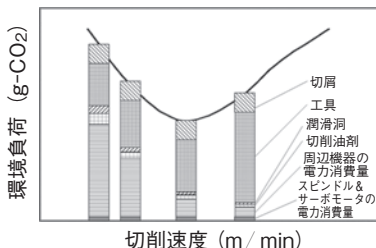


図2 切削速度と環境負荷の関係

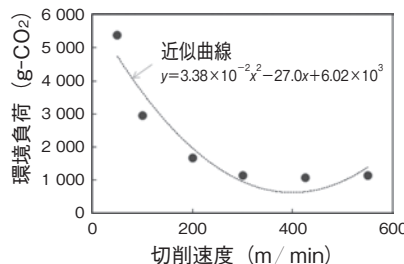


図3 切削速度に対する環境負荷の変化と近似曲線