相図を用いた切削加工振動の解析

○正 松原 厚^{*1}, 高田希恵^{*1}河野大輔^{*1}Atsushi MATSUBARA^{*1}, Kie TAKATA^{*1},Daisuke KONO^{*1}^{*1} 京都大学 Kyoto University**Key Words** : Vibration, Phase plot, Signal processing

切削加工において、自励びり振動が発生すると加工面や工具にダメージを与えるため、その解析と抑制のために多くの研究がなされてきた。実際の加工では強制振動も発生しており、カオス的な挙動を示すことが報告されている⁽¹⁾。近年、IoT 環境下でのモニタリング技術への要求の高まりからリアルタイムで加工状態を分析する方法が求められている。そこで、簡便な状態判定技術の開発のために、エンドミル加工中に測定したワークの加速度のサンプルデータから相図を描いて加工振動の解析を行う。

図1に手順と実施例を示す。まず加速度の遅れ時間プロットによる相図の再構成⁽²⁾を行う。具体的には i 番目のサンプル値 $x(i)$ に対して、適当な時間遅れ値 $x(i+n)$ を選び2次元平面上にプロットする。図(a)はワーク(薄板)に取り付けた加速度センサから得られた加工時の振動波形であり、図(b)は2つのセクション1, 2に対して主軸2回転分のデータを示している(加工条件は表1参照)。図(c)では遅れ番号 n を切れ刃通過周期の1/4と設定して描いた軌跡をラインで、さらに切れ刃通過周期に選んだ描いた点群を+印で示す。セクション2では、切れ刃通過周波数成分とより高い周波数成分が存在することが図(b)からわかるが、図(c)では、+印はほぼ一点に集中するので、振動自体が切れ刃通過周期の倍数であることがわかる。セクション2でも、高い周波数成分が存在するが、+印がばらついていくことがわかる。これは、高周波成分の周波数が切れ刃通過周波数の倍数ではないこと意味しており、振幅が増加傾向にあることから、びり振動発生兆候を示している。

Table 1 Cutting Condition

Tool: Square endmill, 4 teeth, ϕ 6 mm	
Workpiece material: S50C	
Workpiece size $W \times H \times t$: 100 × 150 × 5 mm	
Milling direction: Downcut	
Radial depth of cut R_d : 0.5 mm	
Axial depth of cut A_d : 4.0 mm	
Spindle Speed S : 6000 min ⁻¹	
Feed per tooth f_t : 0.025 mm/tooth	

Fig.1 Signal processing procedure and example

文 献

- (1) Moon, F. C., Dynamics and Chaos in Manufacturing Processes, Wiley-Interscience, 1998.
- (2) Abarbanel, H. D. I., Analysis of Observed Chaotic Data, Springer, 1996.