

振動切削系における切削速度の上昇に伴う動的挙動の変化

中村 隼平* 松浦 隆文** 軽部 周*** 高坂 拓司*

(*大分大学工学部) (**日本工業大学) (***)大分工業高等専門学校)

1 はじめに

振動切削法は難削材の加工法として広く知られている [1]. この加工法は, 工具刃先を周期的に振動させる手法であり, 慣用切削法よりも良好な加工面を得ることができる. 一方, 振動切削法は工具刃先の振幅 a , 振動数 f において, 切削速度が臨界切削速度 $v_c = 2\pi af$ を越えるとびびり振動と呼ばれる現象が生じる. そのため, 切削速度は $v_c/3$ 以下を用いることが推奨されており, これを推奨切削速度と呼ぶ. しかし, 切削速度が遅いため生産性が下がるという問題がある. そこで先に我々は実験により, 臨界切削速度近傍の動的挙動に関する調査を行い, 動的挙動に変化が生じる箇所の時系列波形とその度数分布を示したが [2], 切削速度の上昇に伴う挙動の変化についての調査は不十分である.

本稿では, 切削速度 v_i に対する時系列波形の度数分布を示すことで, 切削速度の上昇に伴う系の挙動を示し, 切削速度が振動切削系に与える影響を調査する.

2 実験装置及び実験条件

図 1 に実験装置の概略図を示す. 振動切削系では, 振動工具に生じる振動モードの節部を工具固定金具で固定したうえで, 振動装置により工具に縦振動を伝えることにより, 工具刃先を振動数 f , 振幅 a で振動させる. 一方, 工作物変位測定系では, 切削中の工作物振動変位を渦電流センサにより測定する. 得たデータは, コネクタ BOX を経由して A/D 変換カードに送り, コンピュータに記録する. 切削速度 v_i の変化は, 加工プログラムにより NC 旋盤の主軸回転数 n を変更することで実現する. 以下, 送り速度 s , 切込み深さ h_i として直径 d の工作物を切削し, 工作物変位を測定する.

$$\begin{aligned} a &= 12.3[\mu\text{m}], f = 20[\text{kHz}], v_c = 92.7[\text{m}/\text{min}], \\ s &= 0.05[\text{mm}/\text{rev}], h_i = 0.1[\text{mm}], d = 40[\text{mm}], \\ n &= 225 \sim 865[\text{rpm}], v_i = 29.7 \sim 106.5[\text{m}/\text{min}] \end{aligned}$$

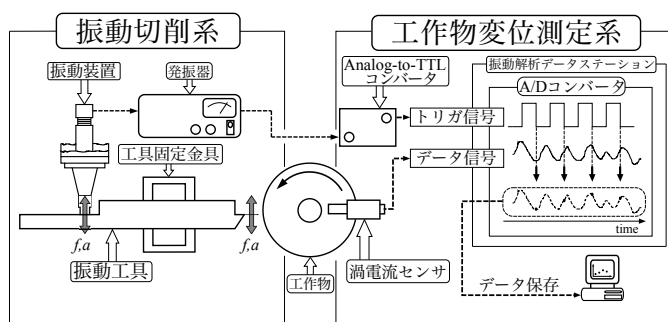


図 1: 実験装置概略図

3 実験結果

図 2 に切削速度 v_i を推奨切削速度から臨界切削速度まで変化させた際の工作物変位のピークピーク値 x_{ip-p} を示す. $v_i = 70 \sim 80 \text{ m}/\text{min}$ において x_{ip-p} の増減が観測され, 切削速度が臨界切削速度を越えると系はびびり振動へと進展している. 図 3 に切削速度 v_i に対する工作物変位と分布を示す. $v_i = 70 \sim 80 \text{ m}/\text{min}$ において $x_i = 0 \mu\text{m}$ 付近のデータ点数が減少していることから, 系は不安定な振動状態であると考えられる. 一方, $v_i = 80 \text{ m}/\text{min}$ においては工作物変位は再び小さくなり, データ点数に偏りが見られることから系は再び安定的に振動しているといえる. つまり, $v_i = 70 \sim 80 \text{ m}/\text{min}$ で観測された現象をびびり振動の予兆と考えれば, この切削速度周辺において高速度で安定した振動切削を行える可能性がある.

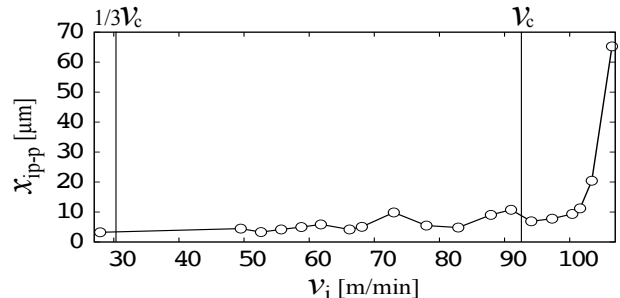


図 2: 切削速度に対する工作物変位のピークピーク値

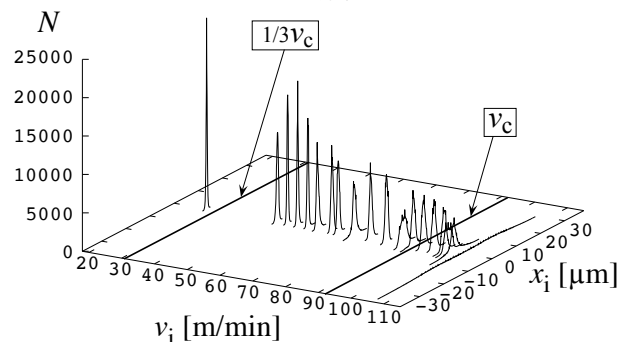


図 3: 切削速度に対する工作物変位とその分布

4 まとめ

振動切削系における切削速度の上昇に伴う動的挙動の変化に関する調査を行った. その結果びびり振動の予兆を利用することで, 高速度下における振動切削の可能性を示した.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16H02876 の助成を受けたものです.

参考文献

- [1] 隈部淳一郎 “精密加工 振動切削 –基礎と応用–,” 実教出版株式会社, 1979.
- [2] 中村隼平, 軽部周, 高坂拓司, “振動切削系に生じるびびり振動に関する実験的検討,” IEICE, Tech. Rep., vol. 116, no. 151, NLP2016-36, pp. 13–16, 2016.