

機械・構造システム 工学専攻	学籍番号	977251
申請者氏名	EVITA EDHI	

指導教官 氏名	星 鉄太郎
	堀内 宰
	森 謙一郎

論文要旨

論文題目	ファインボーリング加工に生じる高周波数びびり振動の研究 (Research on High Frequency Chatter Vibration in Fine Boring Operation)
------	---

この論文は、これまで研究されていなかった10,000Hz以上という高い周波数でファインボーリング加工中にびびりを生じるため工具寿命が短く仕上げ面が悪いという振動問題を扱っている。

研究の目的は第一にファインボーリング加工に起こる高周波数びびりの発生機構を明らかにし、第二に実用的な防止方法を見出すことにある。研究の方法は同等の加工状況において切削実験を行うと共に、加振実験により中ぐり工具の構造動特性を測定する実験的研究と有限要素法による計算解析を用いてボーリング工具の動的性を求め、また解析のために必要なアルゴリズムを作成して計算を行う。

実験的研究によってこれまで良く知られている再生びびりの理論のみによっては説明がつかず、びびりの発生には再生効果、インナーモジュレーションの虚数部効果、ならびに工具刃先のXY面内ループ運動の三つの要因が関わっていることが示された。その結果から新しいびびり理論を導きその有効性を振動エネルギーの供給ならびに消散量の収支平衡式によって実験結果に合致する事を検証した。新しいびびり理論によれば周波数に比例してインナーモジュレーションの虚数部効果が増大し変動切削力のXY方向成分間の時間位相差が増大する。その結果、工具刃先のXY面内ループ運動が起こる。

上記のびびり理論モデルで得られたエネルギー収支平衡式から高周波数びびり発生の安定限界を予測する計算モデルを導きその有効性を切削実験で確認した。また安定限界の条件からびびりが起こるはずの安定限界を上回る条件に至る間の振動状況の変化をXY両方向振動の振幅比と時間位相差、インナーアウタモジュレーション間の位相差そしてエネルギー収支の割合について明らかにした。

高周波数びびりを防ぐ実用的な方法の一つとして新しい原理による摩擦ダンパーを開発した。新しいダンパーの特徴は構造が簡単で、小さな質量体と磁石からなりこれをメインストラクチャーに取り付ける事によって5,000Hz以上の周波数でびびりを防止する効果が得られる。

第二の防止方法としてボーリング工具構造体の有限要素法によるモーダル解析の計算を行いながら、新たに提案した設計指標に従って詳細形状の設計変更を繰り返し、びびりを生じないボーリング工具を設計する方法を確立した。