

# 切削工具とツーリング

20世紀後半に世界的な発展を見たビブりに関する研究の成果により、「ビブり無し加工技術」実用の時代が到来した。切削技術初の書物とされる1907年出版の著書でF. W. テイラー（Taylor）は、ビブりは機械工が直面する最も困難な障害であると述べている。名古屋大学の土井静雄教授は、自ら行った精力的なビブり実験の結果を網羅した著書を49年に出版されたが、なぜビブりが発生するかという仕組みについては未解決のままであった。

## ビブり無し加工技術の理論と実用

今日ビブりの発生機構として理解されている「再生効果」は、20世紀の後半に入った54年にトラスティ（Trusty）教授が出身地のチエコで発見したとされている。現在のビブり無し加工の基礎となる技術は次の3項目である（概念図参照）。

**安定ポケット**  
トラスティ教授の再生ビブり理論は、同じ説を別途提唱していた英国パーミンガム大学のトバイアス（Tobias）教授との論争を経て、60年代には広く認められることとなり、主軸回転数の非常に高い領域でビブりの起こらない主軸回転数範囲、いわゆる「安定ポケット」があることを予言されていた。安定ポケットはトラスティ教授と教え子たちの研究によって2000年ごろから実用化され、最初はアルミニウム合金の航空機構造部品の加工に用いられた。安定ポケットにより設定するビブり無し

### プロセスダンピング

低い切削速度においてビブりを抑制する制振力が発生する現象はプロセスダンピング作用によるものであるが、それには2種類の発生機構がある。一つは切れ刃の丸みと逃げ面のフランク摩擦による加工面との干渉の現

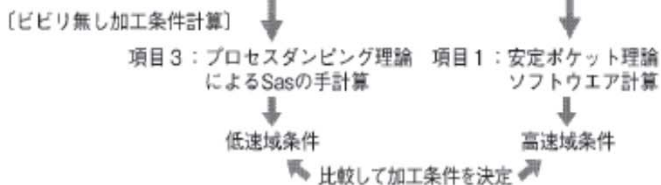
象によって工具切れ刃に振動を抑制するような変動力が発生することである。このプロセスダンピングは仕上げ加工において有効に作用する。もう一つのプロセスダンピング発生機構は、主軸速度となる特徴が切削主分力の作用方向変化に伴って発生することである。主分力はカナダ・ブリティッシュコロンビア大学のアルティンタス（Altintas）教授が開発を行い、CutPROという製品名でM&A社から市販されているソフトウェアは概念図中の項目1、2、4に対応するモジュールを含んでおり、ビブり無し加工を実現するために利用されている。

加工は比較的高速度の加工条件となる特徴がある。インパルステスト60年代に開発された高速フリー交換（FFT）解析装置とソフトウェアにより、先端に力センサを取り付けたインパルスハンマーを用いて、工具刃先および工作物の加工部位を軽く打撃するいわゆるインパルステスト

によって、加工中に発生する機械的な変動力（これを入力信号とする）を検出し、同じ部位に取り付けた加速度センサによって生じた応答振動（出力信号）を検出する。ビブり理論では加速度から変位の振幅を計算した上で、入出力間の伝達特性を実数部と虚数部の二つの変数で記述する。トラスティ教授が展

【解析対象】 工具刃先および工作物の加工部位  
【解析方法】 測定解析 または 計算解析  
項目2：インパルステスト 項目4：CAE有限要素法

【解析結果】 動特性FRFデータ  
ビブり易さの指標 最大負実部  
ビブりの起こる周波数



【実用結果】 加工効率向上  
びびり無し加工技術の概念図

最も大きな経済効果が期待されるのは、今日わが国の経済社会の根幹を支えている自動車産業において、生産設備の開発に携わる技術者の方々がビブり無し加工技術を使用し、ビブりの発生による障害を受けずに高効率加工を行う設備仕様を策定して発注されるようになれば、大幅な設備投資の抑制と生産性の向上が図られよう。

星技術研究所 所長  
豊橋技術科学大学名誉教授  
星 鐵太郎