

## 事例3

# 工作機械における振動対策

テクニカルコンサルタント ABR 渡部 和\*

\*わたなべ かずし：代表、工学博士、東京理科大学 非常勤講師

### はじめに

工作機械は高精度に加工ができること、きれいな加工面が得られることが不可欠な機能である。工作機械で発生する振動は、強制振動と自励振動があるが、それらは加工能率を低減させて、加工面の品位を低下させるので対策が必要となる。工作機械の振動対策には、設計段階では有限要素法により固有値解析を行い、その結果から振動モード、周波数応答を評価することなどが行われている。

製品ができたなら加振試験をして実験モード解析により、卓越的な振動モードの固有振動数、等価剛性、等価質量などのモードパラメータから、再生形びびり振動安定限界の解析が可能であり、切削がより安定する切削時の回転数や切削幅などがわかる。さらに振動を計測して適切に評価をすれば、難解な工作機械の振動問題を容易に解決できる。以下ではそれらの概要について紹介する。

### 強制振動と自励振動<sup>1)</sup>

#### 1. 強制振動

力外乱形強制振動とは動的な力が作用したときに生じる現象を言い、主軸の不つり合いによる振動、エンドミル切削のように断続的な切削力による振動、またはその周波数成分と共振することによる振動の現象である。

##### (1) 力外乱形強制振動

- ・断続切削による強制振動

- ・切りくず生成の周期性に起因する強制振動（ステンレス鋼の切削の場合など）

対策：①工具-主軸系のバランス修正、②主軸の回転数を変える、③不等ピッチカッターを使う

##### (2) 変位外乱形強制振動

- ・内部または外部の振動発生源、または主軸空転時の振動が伝わり振動する現象
- ・混合形振動：空転時の振動が再生効果によって軽度のびびり振動に見える場合

対策：①外部からの振動の防振、②主軸-ツールのリングのバランス修正、③軸受の回転精度向上、④モータからの振動を少なくする

### 2. 自励振動

自励振動には、再生形びびり振動と摩擦形びびり振動がある。

#### (1) 再生形びびり振動

旋削における再生形びびり振動の概念を図1に、モデルを図2に示す。加工を行うと切削力により機械が振動し、その振動波形が被削材に残される。被削材が1回転し加工が進むと、1回転前の振動と現在の振動の差、およびその位相関係により切削力が決まる。加工面に残された振動成分の凹凸は、機械の固有振動成分がほとんどなので切削力は固有振動成分となり、その位相関係もかかわって不安定の原因となる。回転数によっては振動が逐次増大し、再生形びびり振動となる。

対策：①びびり振動に支配的な振動モードの剛性や減衰性を向上する

- ②工具系の突き出しを短くする