

〔第11回〕 びびり振動の抑制の基礎と最新理論に基づく抑制法②

名古屋大学 早坂 健宏 (Takehiro Hayasaka)*¹、社本 英二 (Eiji Shamoto)*²

*¹ 大学院工学研究科航空宇宙工学専攻 助教 *² 大学院工学研究科航空宇宙工学専攻 教授
〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 TEL 052-789-2705

第10回では、びびり振動全般に対する一般的な抑制手法について解説した。また、最新の理論に基づく、再生びびり振動の抑制手法の一部についても解説した。今回も引き続き、再生びびり振動に対するほかの抑制手法について解説する。

旋削時の工具送り方向／姿勢の最適化と安定性指標の提案¹⁾

再生びびり振動の抑制に関して、多くの研究では加工条件（例：回転速度、切込み）や工具形状（例：ノーズ R ）の影響について検討していて、その影響が明らかにされてきた。一方で、工具の加工パス（工具送り方向）や姿勢の影響も大きいことを、著者らは見出している。その影響について定性的／定量的に解明することができれば、CAMにその結果を反映し加工能率の改善を行うなど、実用的な価値も非常に高いと言える。

たとえば、図1に示すボーリングバーを用いた内径旋削を考える。一般的に、ボーリングバーは長く突き出していることが多く、そのため

に半径方向の動コンプライアンスが高い。したがって、工作物の振動は無視して良く、工具の振動のみを考えることができる。ここでは、工具の送り方向（工具姿勢）を1つの変数として捉え、その影響について検討する。

びびり振動を伴うボーリングバーを用いた旋削のブロック線図を図2に示す。この閉ループを通して成長する振動がびびり振動である。なお、第4回、第5回と違って、長手(z)方向を含んだ3方向の力や変位を考慮していることに留意されたい。また、ここでは一般的な $\{K\}$ の成分を負として考えているため、ほかのブロック線図と整合することにも留意されたい。もう1つ、興味深いこととして、このように切削プロセスの利得を1つのブロックに集約せず、 $\{b\}$ 、 $\{r\}$ 、 $\{K\}$ に分解して表してみると、3次元ベクトル信号である力 $\{F\}$ や変位 $\{X\}$ が閉ループを形成する中で、1カ所スカラー量となる信号、動的切削断面積 $A(s)$ が存在する。このことは、切削プロセスに入力される振動変位の方向に依存せず、動的切削力の方向は一定であることを意味する。このため、方向依存性を有するのは、①動コンプライアンス（すなわち振動モード）と切削プロセスの関係、②動的切削力と振動モードの関係、の2つに限定される。なお、本連載でもしばしば登場するゲイン余裕（ゲインマージン）による安定性評価について、

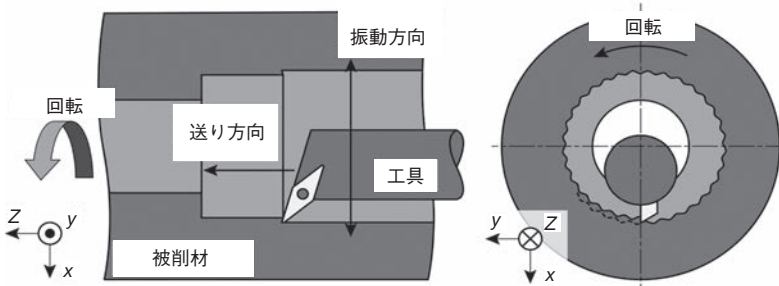


図1 ボーリングバーを用いた内径旋削