

「機械と工具」誌 平成27年10月号掲載
安定ポケットの理解と実用
応用事例 5

D8 ロングドリルの振動解析

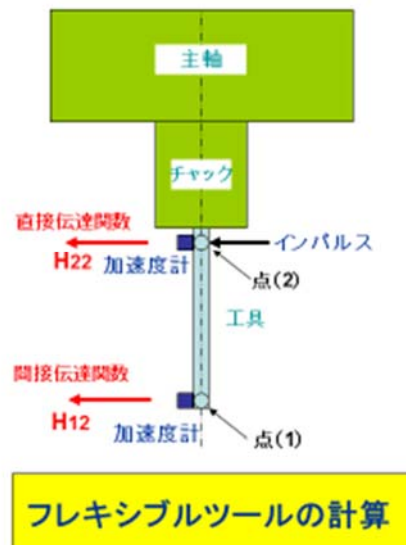
1. はじめに

浸炭鋼素材の超硬ソリッド深穴ドリル（ドリル径 8mm、突き出し長さ 90mm）加工で、切れ刃にチッピングが生じる問題があり、加工中のびびり発生によるのではないかとの想定を確認し、解決策を得る。

2. 実験の概要

2. 1 ロングドリル先端の振動特性 FRF の測定

先端をインパルス加振すると撓み性が大きすぎて二度打ちするめ、MODAL モジュールのフレキシブル工具の合成計算により求めた。



工具先端が細すぎて、インパルス加振を行えない場合に、代わりに工具の根元またはチャックにインパルス加振を加える実験を行う。

測定実験(A) 工具根元またはチャック、点(2)の直接伝達関数 H22 を MalTF で測定し、その結果を ASCII [* .frf] フォーマットで EXPORT によりファイルに保存しておく。

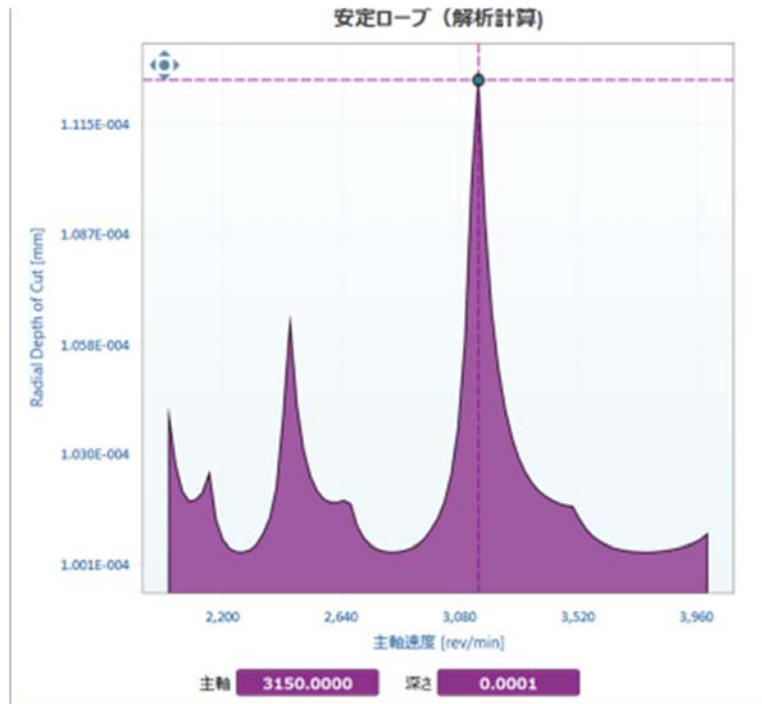
測定実験(B) 工具先端、点(1)に、上記(A)で用いた加速度計を取り付けて、点(2)にインパルス加振を行い、得られる間接伝達関数 H12 を ASCII [* .frf] フォーマットで EXPORT によりファイルに保存する。
 この二つの FRF データから工具先端をインパルス加振した場合の伝達関数 H11 を合成計算する方法である。

2.2 刃先 X および Y 方向の FRF データ



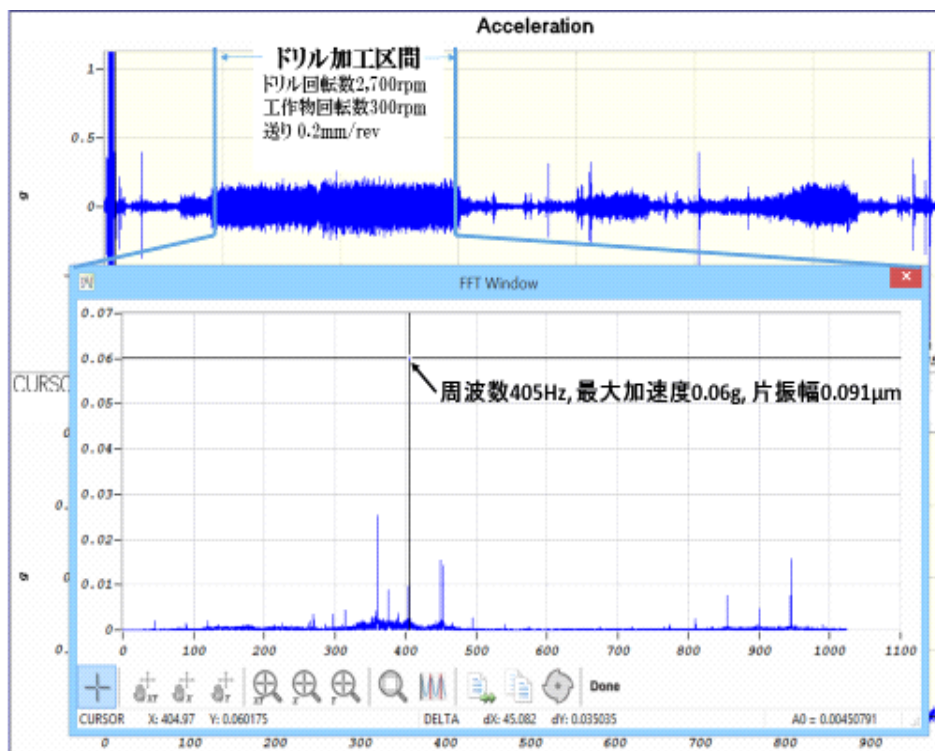
379Hz の固有振動数が最もびびりを生じやすいことが判る。その固有振動数における曲げ（撓み）方向 (XX, YY 方向) の最大コンプライアンスが 1mm/N と大きな値に達している。ドリル先端の円錐切れ刃部分が加工を開始するとき曲げ振動によるびびりが発生することが予想される。

2.3 安定限界線図



3,150rpm に 1 次の安定ポケットがあるが、それでも半径方向切込み $0.1 \mu\text{m}$ しか削れないので、このドリル加工は大変びびり易いことが判る。

2.4 加工実験による振動の測定



回転する工作物を支持している回転振り止めの静止部分に加速度計を取り付けて、工作物から伝わってくる振動を測定した。405Hz の振動成分が大きい。これは、379Hz の固有振動数に起因するびびりであると解釈される。

3. 一次元モデルによる低速臨界切削回転速度の計算

ドリル刃先の撓み性が大きいので、回転速度を1次安定ポケットの3,150rpm に調整してもこのびびりは解消できない。プロセスダンピングによる臨界切削回転速度 S_{ap} を計算し、それより低い速度を取ることが考えられる。応用事例1の(1)式により計算すると

$$\begin{aligned} S_{ap}(\text{rpm}) &= 120 \text{ (固有振動数, Hz)} \cdot \gamma C_s (h_0+h) / (\text{工具直径 mm}) \\ &= 120 \times 379 \times 2.2563 \times 1 \times (0.044+0.1) / 8 = 1,847 \text{ rpm} \end{aligned}$$

臨界速度は1,847rpm と計算されるので、回転数1,800rpm, 送り0.3mm/rev の条件で加工することが推奨される。

4. 結論

ロングドリルであるため、刃先のたわみ性が極めて大きく、これまで行われている回転速度3,000rpm の条件ではびびりを避けることができない。可能な方法としてはプロセスダンピングによる低速安定性を利用して、回転速度1,800rpm で加工することが考えられる。その際、送りは0.3mm/rev まで高めて良いのではないかと推察される。この加工条件に変更した結果、ドリル刃先の切れ刃にチップングが起こる問題は解消された。

以上