

「機械と工具」誌 平成 27 年 9 月号掲載

# 安定ポケットの理解と実用

## 応用事例 4

### SKD61 黒皮丸棒 D125 L4000 の旋削荒加工

#### 1. はじめに

標記の荒加工は、工作物が長尺丸棒であるため、びびり（再生びびり）が起こりやすい状況にあった。

#### 2. 加工状況

##### SKD61黒皮丸棒 D125 L4000の旋削荒加工

使用工具：超硬スローウェイ工具、横切れ刃角15度、ノーズR 1.6mm  
旋削条件：回転速度 100rpm（切削速度 37.7m/min）、送り 0.62mm/rev、切り込み3.0mm

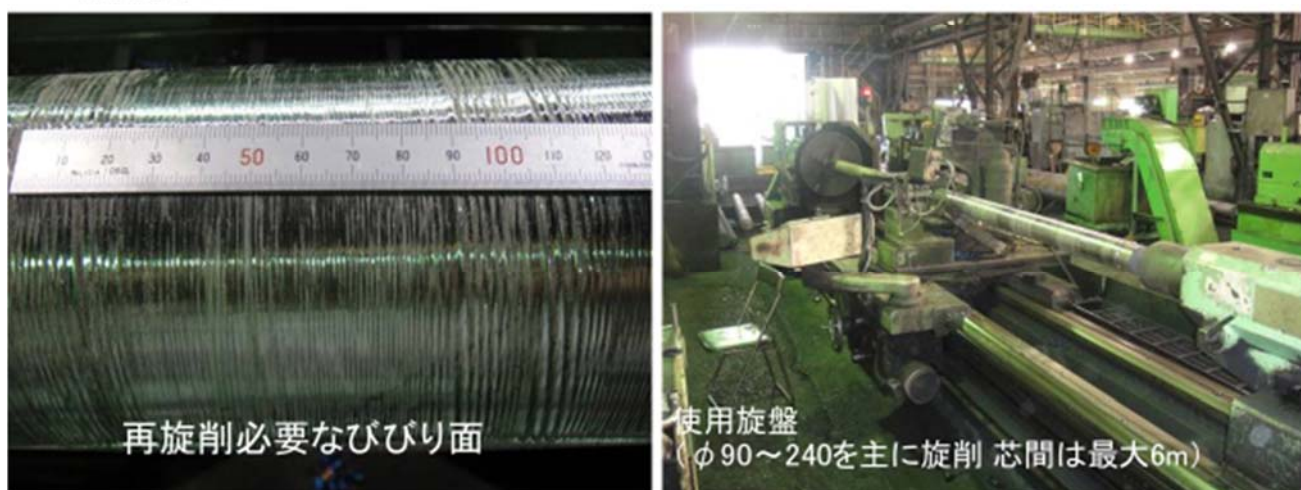


図1 旋削荒加工の状況

### 3. 加工中の振動測定結果

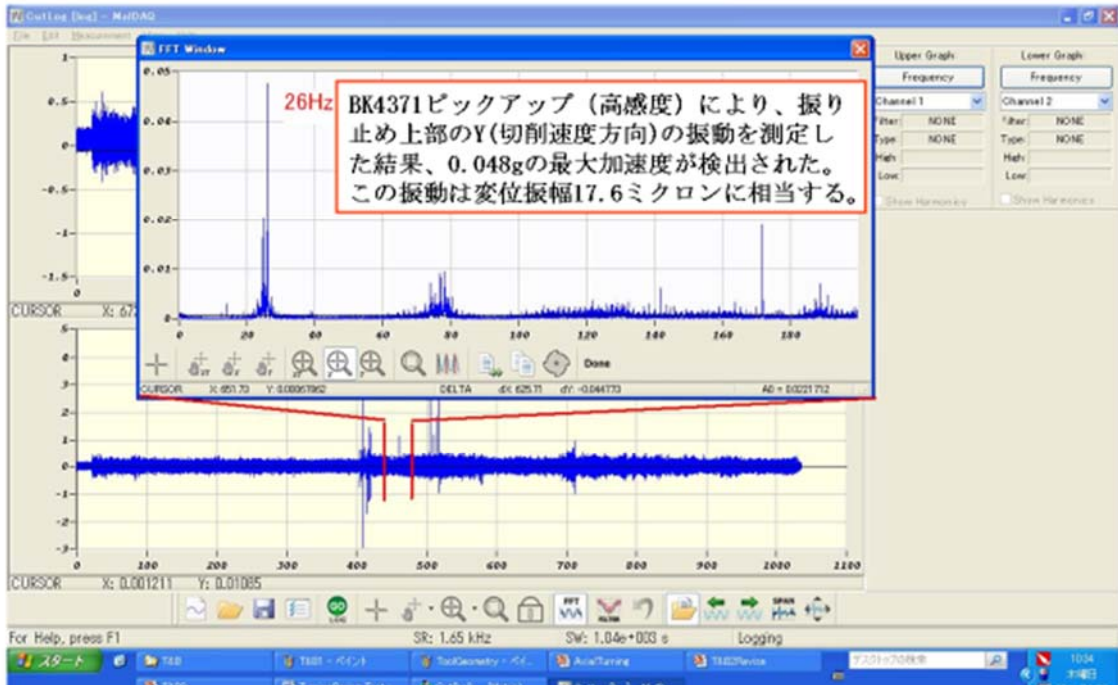


図2 加工中の振動測定結果

周波数 26Hz のびびり(再生びびり)が発生した。

### 4. 工作物加工点の動特性 FRF 測定結果

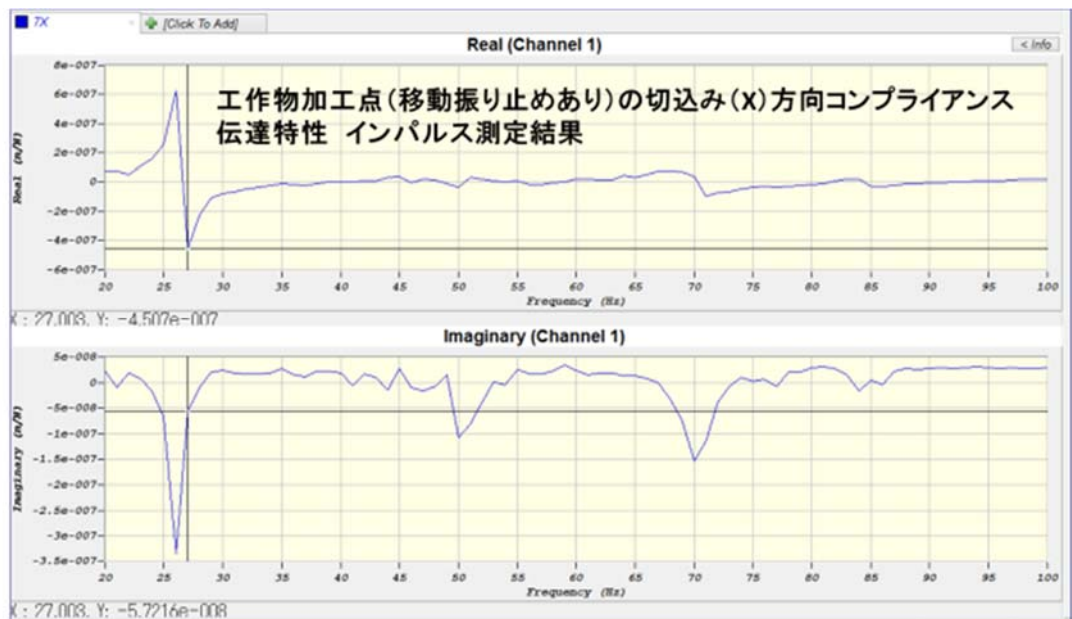


図3 工作物加工点の動多億世 FRF 測定結果

## 5. FRF 測定結果による安定限界線

実測FRF  
データによる安定限界線図

加工に使用する切込み  
3mmではびびらない  
はずですが実際にはび  
びっています



図4 びびり安定限界線図

## 6. 主軸工作物の有限要素法解析によるびびり予測

CutPRO の SpindlePRO というソフトウェアを用いて数値解析を行い、びびり安藝限界線図を予測します。

### 6.1 主軸工作物のモデル図

主軸工作物の有限要素法解析によるびびり予測

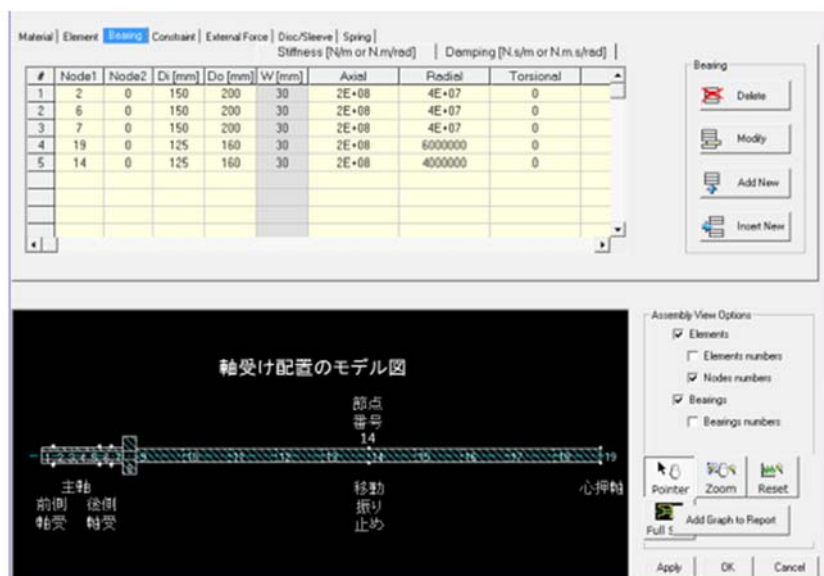


図5 二次元有限要素法のモデル図

## 6.2 びびりを起こす固有振動数におけるモード形

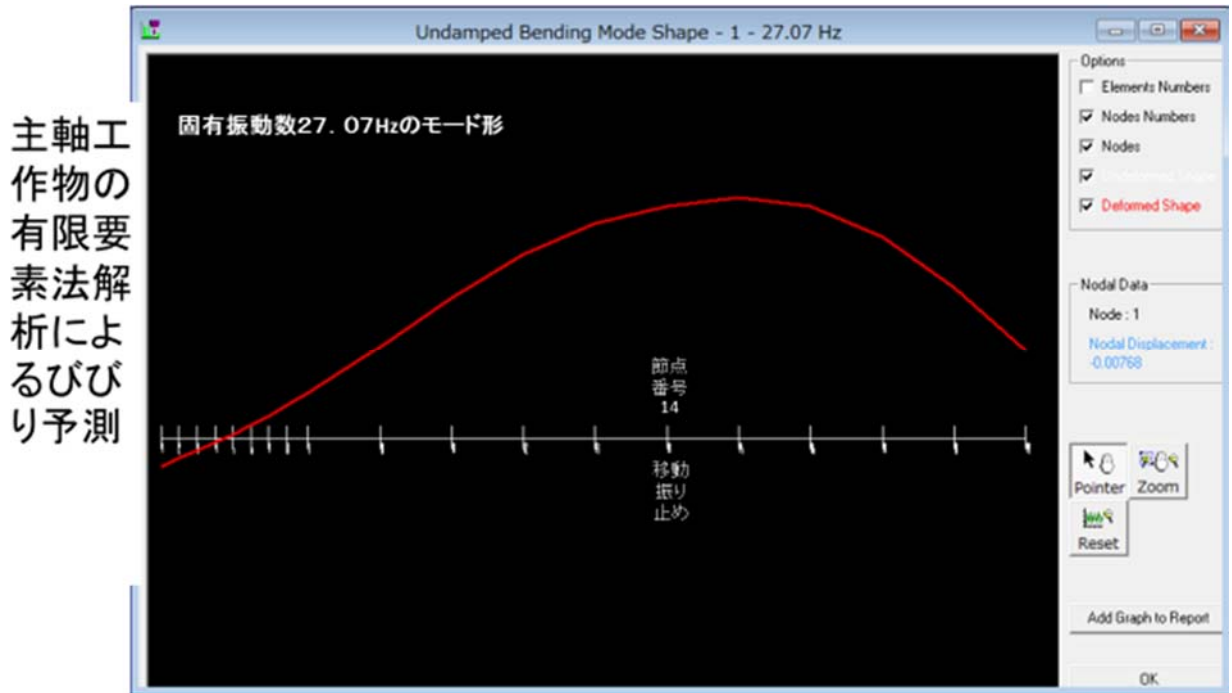


図6 固有振動数 27Hz におけるモード形

## 6.3 移動振り止め位置における動特性 FRF 計算結果

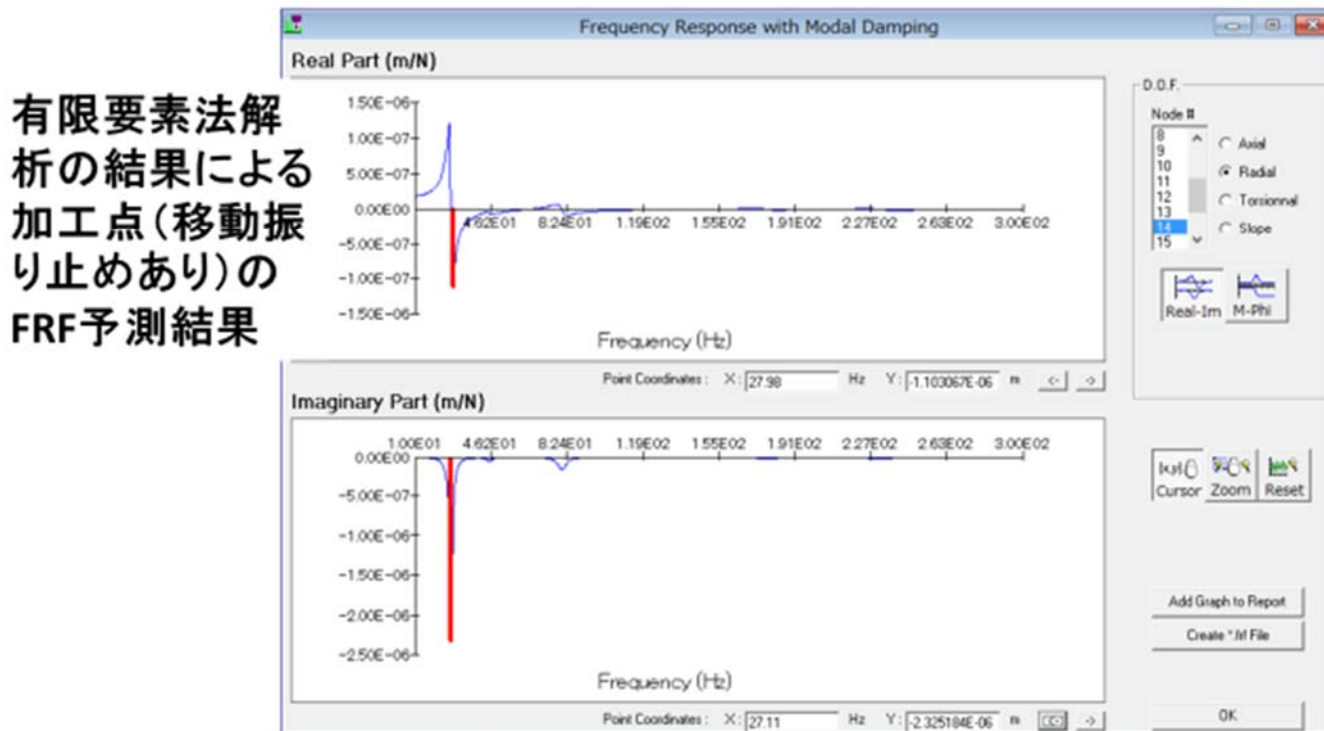


図7 移動振り止め位置における動特性 FRF 計算結果

## 6.4 安定限界線図予測結果

有限要素法解析に基づく安定限界線図予測結果

切込み3mmではびびりはないはずですが、実際にはびびっています。



図8 安定限界線図予測計算結果

## 7. 結び

例題のように長尺の工作物の旋削荒加工において発生するびびり（再生びびり）は、工作物の振動しやすい特性（固有振動特性）に大きく支配されていることが判った。

実加工においては切込み3mmでびびりを生じていたものが、加工点における工作物動特性FRFの測定結果、および有限要素法によるFRFの予測結果のいずれを用いても、その数倍の切込みまではびびり無いはずであるとの解析結果を得ている。このくい違いの原因は今のところ不明である。

このびびりを抑制する方法としては、プロセスダンピングによる低速安定性の利用がある。応用事例1に示す解析によると、この方法は送りが大きい状況で効果が大きいから、現在0.62mm/revとしている工作物1回転当たりの送りを3mm/revに大きくし、その代り切込みを3mmとしているところを1mm程度に下げて、いわゆる高送り加工とすることにより可能となる。低速安定性の発現する臨界切削回転速度は応用事例1に示す(1)式により次のように計算される。

$$S_{as}(rpm) = 120(\text{固有振動数、Hz}) \gamma C_s (h_o + h) / (\text{工具直径、mm})$$
$$= 120 \times 26(\text{Hz}) \times 2.2563 \times 1 \times 3(\text{mm/rev}) / 125(\text{mm}) = 169\text{rpm}$$

これより低い回転数を取れば、プロセスダンピングの効果によってびびりは起こらないから、1回転当たりの送りを3mm/revとする高送りにおいて（替わりに現在3mmとしている切込みを1mm程度に抑えて）、例えば回転数を150rpmとすればびびり無しに加工することができる。

以上