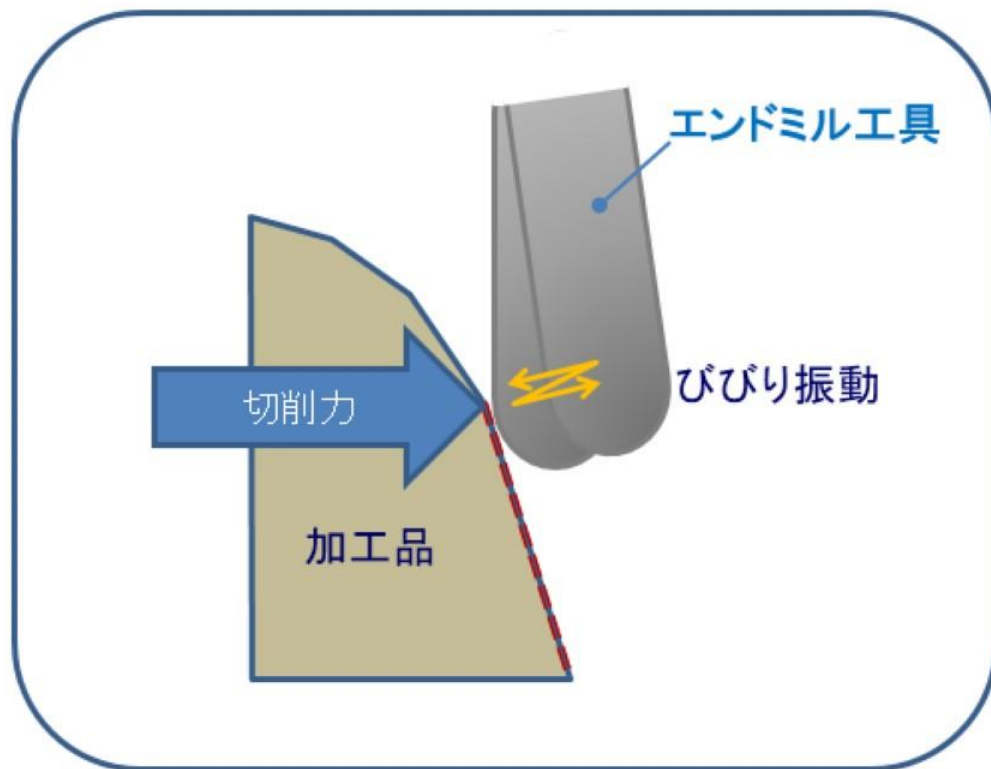


エンドミル加工のびびり振動を 予測・回避するNCシミュレータ

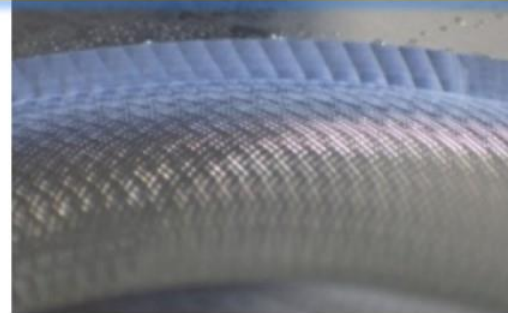
広島県立総合技術研究所
西部工業技術センター

▼びびり振動とは

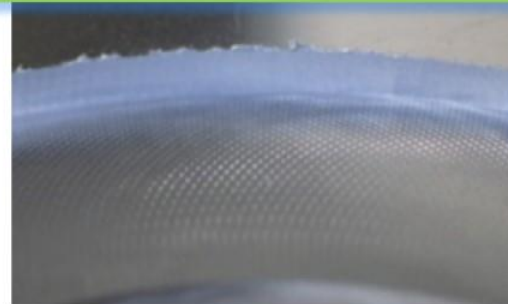
金型加工などで用いられるエンドミルは、長さとの径の比(L/D)が大きく、曲げ剛性が低いため、加工中にびびり振動が発生し、加工面性状の悪化や工具損傷を引き起こすことがあります。



びびりが発生した加工面

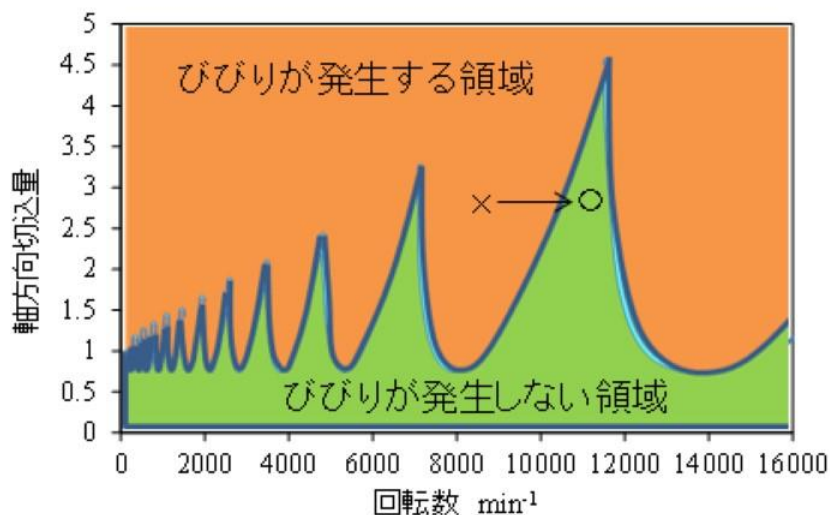


びびりが発生しない加工面



▼びびり安定限界線図

回転数と切込量の2次元マップ上にびびり発生有無の境界線を示すもので、この図からびびりが発生しにくい回転数をうまく選ぶこと(図中×から○へ)で、大きな切込量のままでびびりのない高能率な加工が可能となります。



びびり安定限界線図

しかし通常、びびり安定限界線図は、径方向の切込量を一定とした時の、軸方向の切込量を示すもので、実際の曲面加工では、切込量が終始変化しているため、単純に回転数を変えるだけでは、びびり回避は困難です。

そこで、びびりの発生を予測し、回避するNCシミュレータを開発しました。

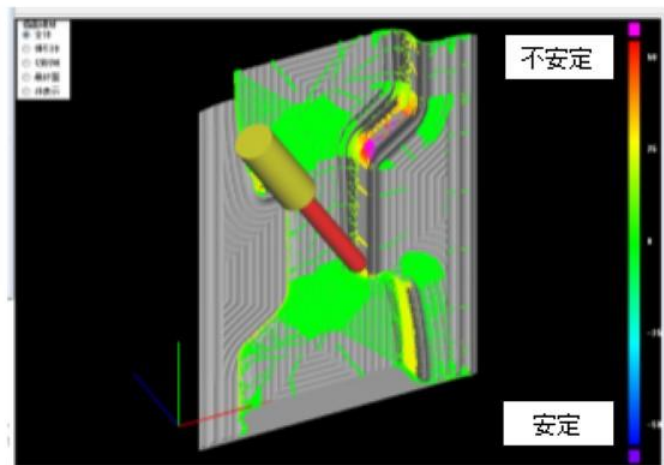
▼びびり振動を予測・回避するNCシミュレータ

加工前にNCデータからびびり安定性を評価し、下記の手順でびびりの回避を行うことができます。

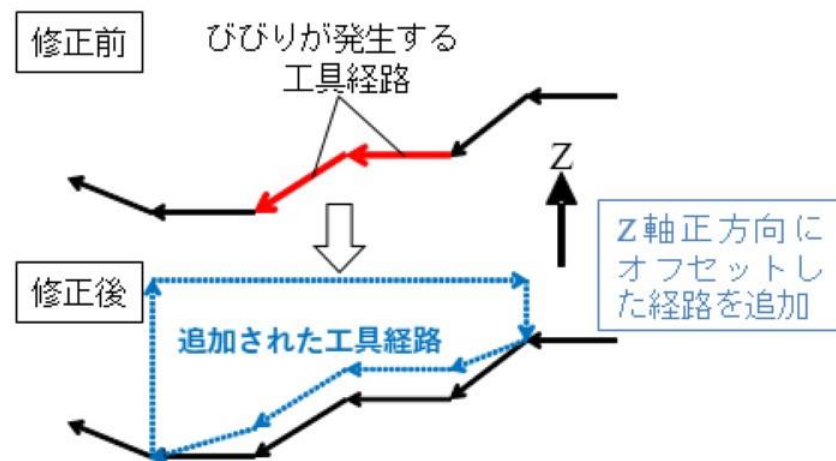
1. びびり安定性を定量的に示す「びびり安定度」の算出と可視化
2. 工具経路を追加するNCデータの自動修正

これにより、下記の効果が期待されます。

- ・切削後の加工工程の削減
- ・加工誤差の低減・平滑性の向上・工具の異常損傷防止



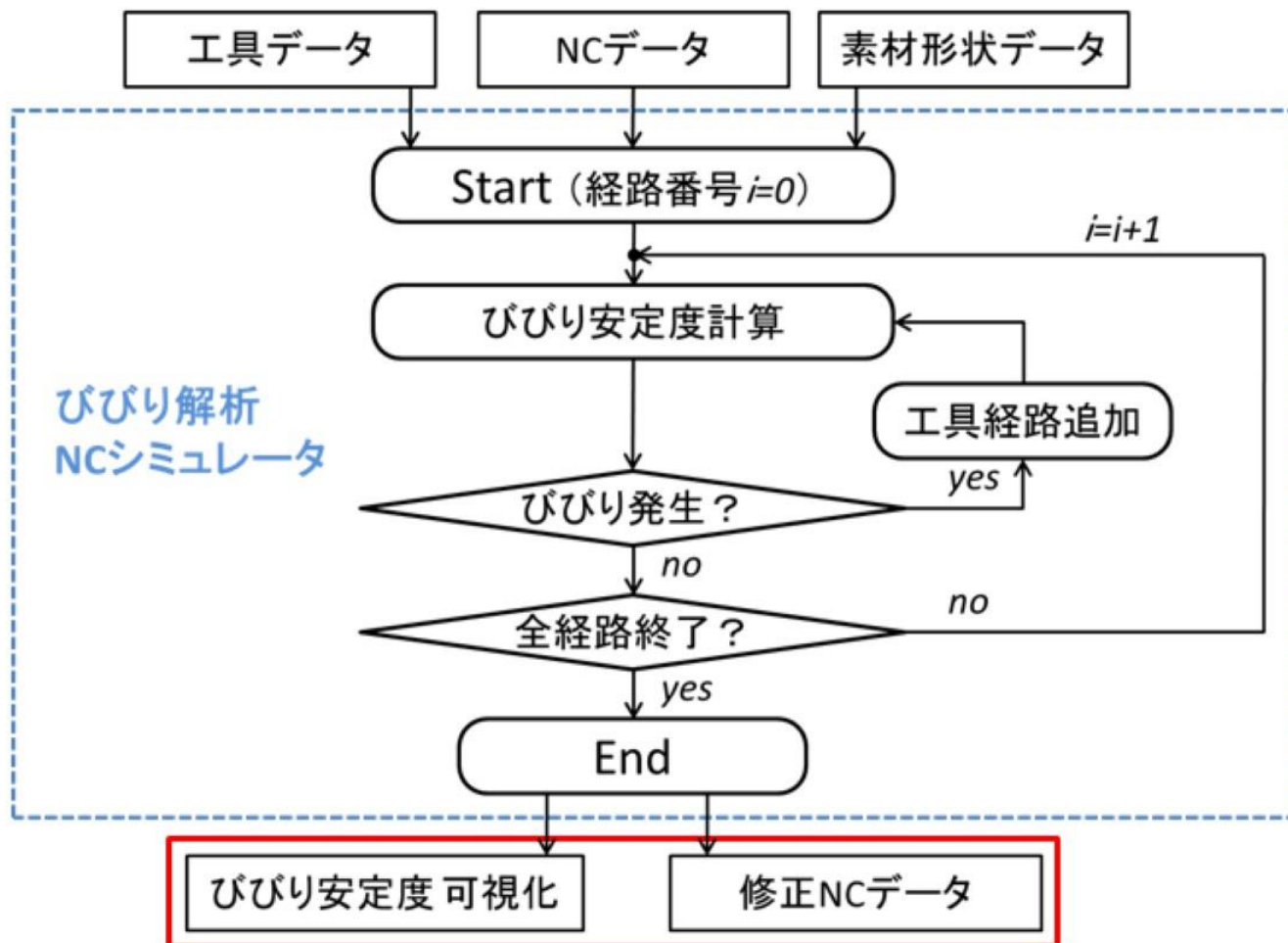
びびり安定度の可視化



工具経路の自動修正

▼NCシミュレーター計算フローチャート

今回開発したびびり解析に関するフローチャートです。
 「工具形状や動剛性などの工具データ」「NCデータ」「加工前の素材形状データ(STL)」を準備します。



▼NCシミュレーターによる計算と加工事例

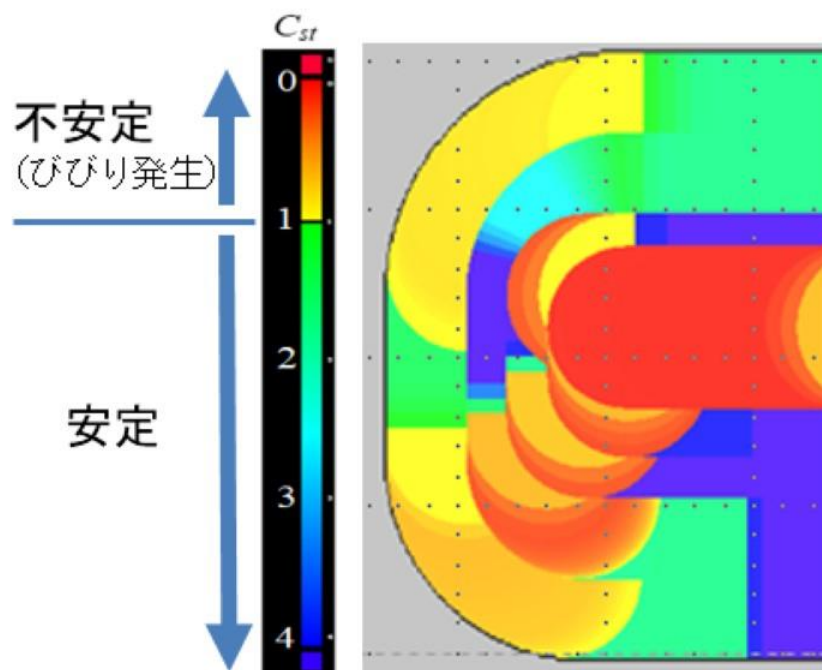
写真のようなポケットを加工する場合の、びびり発生状況を計算します。
 びびり安定度 C_{st} は次のように定義されます。

$C_{st} < 1$: 不安定(びびり発生), $1 < C_{st}$: 安定

右図の黄色から赤色の領域 ($C_{st} < 1$) は、びびりが発生すると予測される部分です。



ポケットの加工



計算結果

▼NCシミュレーターによる計算と加工事例

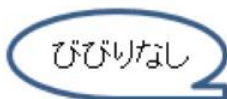
びびりが発生すると予測される経路では、Z軸正方向にオフセットした工具経路を追加します。修正後のNC経路は、自動修正機能により下側の図のように生成されます。

修正前工具経路



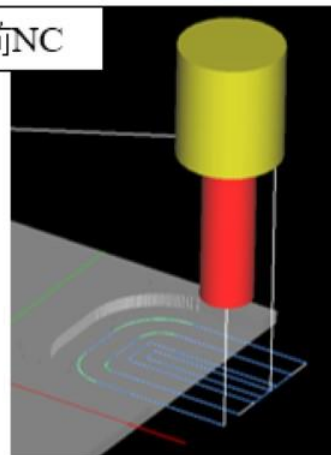
Z
↑

修正後工具経路

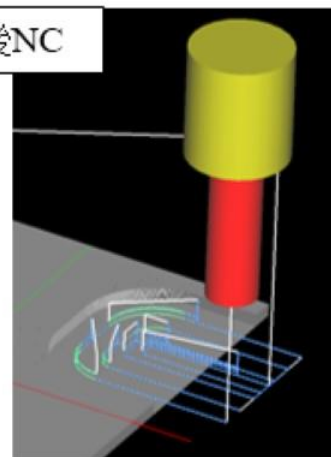


Z軸正方向に
オフセットし
た経路を追加

修正前NC

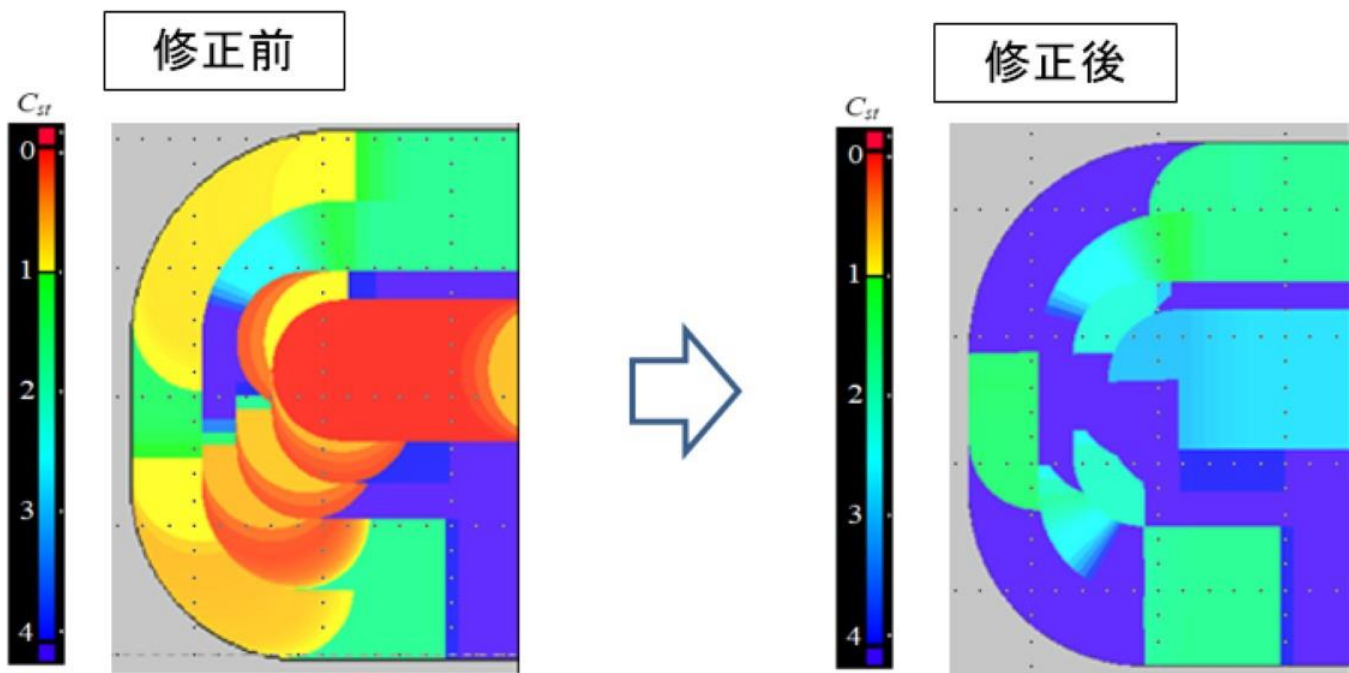


修正後NC



▼NCシミュレーターによる計算と加工事例

修正された工具経路で加工した場合のびびり安定度は右図のようになり、びびりのない状態で加工が可能となります。

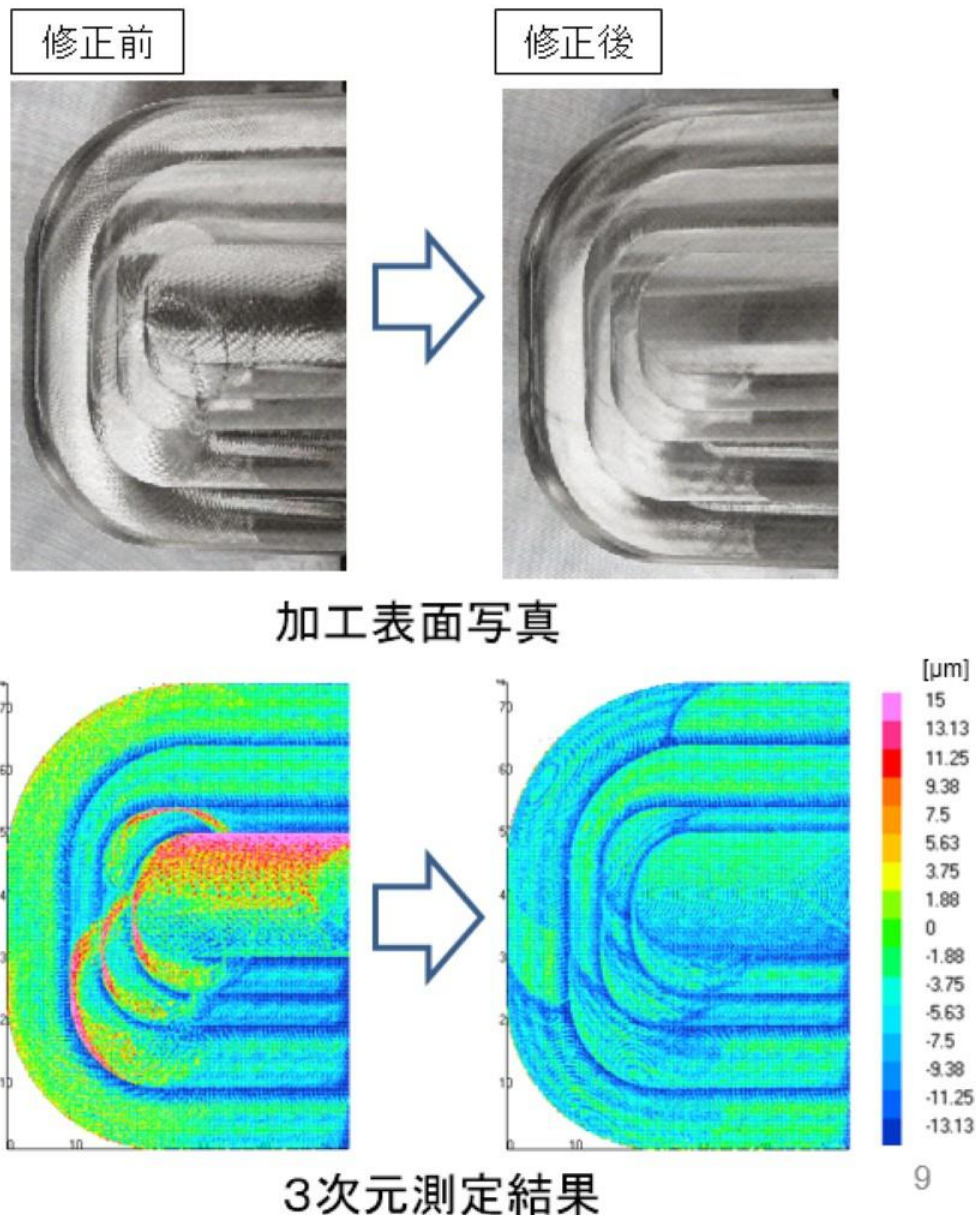


▼NCシミュレーターによる計算と加工事例

修正前及び修正後の工具経路で加工した場合の加工表面の写真と3次元測定結果です。

修正前の加工面のびびりマークからびびり予測がよく行えていることが確認できます。

さらに、修正後の加工では、加工面のびびりマークがなくなっており、びびりの回避が行われていることがわかります。



詳細は当センター刊行物，西部工業技術センター研究報告 No.62(2019)をご覧ください。

開発したNCシミュレータは，工具たわみによる加工段差の修正機能や送り速度を修正して加工時間を短縮する機能も実装していますので，切削加工分野に幅広く適用できます。ご興味がありましたら，是非ご連絡ください。

お問い合わせ先

広島県立総合技術研究所
西部工業技術センター 生産技術アカデミー
技術支援担当
TEL:082-420-0537
E-mail: sgagijutsu@pref.hiroshima.lg.jp