

【なんでも相談内容】

皿ばねの内外径加工（NC旋盤）の24時間連続稼働をやりたい。

夜間稼働自体は出来ているが

- ・内径加工は機内計測にてNG判定で機械停止
 - ・外径加工になると機械自体が何らかの過負荷アラーム等を感じし停止
- 外径加工も機内計測を導入しNG判定で機械停止させ不良品を出さないシステムを検討中

確実に正常品を24時間稼働で製造するには、機内計測のシステム導入だけでは実現は難しいと考えている。

24時間連続稼働のアイデアがあれば是非ともご教示いただきたい。

8月5日現地確認、打合せ結果を反映

【一般的な24時間連続稼働の必要要件でチェックしてください】

ワーク搬入→チャック締め→加工サイクル→チャック緩め→ワーク搬出のフローで

① 機械（NC旋盤）は24時間稼働できる実力は持っていること…問題無し

② ワーク搬入搬出は24時間稼働できる実力は持っていること…問題無し

③ 加工サイクルでの必要要件

(a) 良品の旋削条件が確定していること…おそらく把握されていると思いますが寿命と併せて確認してください？

(b) 刃具寿命を把握していて寿命での刃具交換が自動でできること…刃具交換は自動でできるので問題無し

余裕をもって交換している。明確な寿命は把握できていない。現状は加工後の製品状態を確認して、感覚的に継続加工の可否を判断している。刃物交換は自動でできる。

…感覚的な部分を閾値管理に変えて寿命を伸ばしていけば良いと思います。

⇒モニタリングの中で閾値管理できるように過去データの集計含め、刃具の寿命（加工平均枚数）を確認してみます。

…お願いします。→切り屑対策を実施してイレギュラーな要因のない状態で刃具寿命の確認をする

・刃具交換が加工個数で閾値が設定できることまたは加工負荷や計測で傾向管理できること

加工個数で閾値が設定できる。加工枚数に応じて、オフセットの入力は可能。内径側は機内計測によって自動補正が常にされるが、外径側は機内計測がないので、傾向をみながら加工枚数に応じて補正入力できるようにしたいが、現状傾向を十分に把握できていない。

…加工枚数との相関が見つかれば閾値で自動補正がオフセットできそうですね

⇒モニタリングの中で閾値管理できるように刃具の寿命を確認してみます。

オフセット自動補正を試みたこともあるが硬度や歪み・高さのばらつきにより切削条件が変わり刃具の摩耗が一定でない為あまり信頼性がない。不良品は主にキリコやチャックミス・歪みによる形状不良が多い。

…切り屑、チャックミス・歪みによる形状不良との戦いになりますね！→切り屑対策（後述）を実施する

現状は、ワークの硬度が高い場合、外径側での切削は内径側より切削距離が長く摩耗が早いので大体2時間に一回ぐらいの頻度で0.01ほど補正を入れている。→枚数を削るほど頻度・補正量が增加する。この補正傾向を把握してみます。

…お願いします。→すぐには改善できないので少し長かかるが、刃具メーカーやクーラントメーカーに相談してみるとよい

④ 不良品の流出防止策があり自動で再稼働できること…再稼働ができないケースが多いと思います

(a) 機内計測でNG判定→機械停止→**NG要因**がわかっていて補正や刃具交換で再稼働できること

NG判定がなされた時点で再稼働ができない。停止要因を確認して手で再稼働させることになる。

…過去の停止要因がわかっていて改善できるかどうか？イレギュラーの停止要因が多いとこれをつぶすのが最優先になります。

⇒キリコがうまく除去されずチャックの中に溜まった状態になる→切り屑対策（後述）を実施する

- ①ローダーに干渉し過負荷になり停止する
- ②機内計測に干渉し停止する
- ③ワークとチャックの間にキリコが挟まり加工不良（寸法・外観）が起こる
- ④チップが大ダメージ（割れる場合もある）

※加工終了後、新しいワークを取り付ける前にエアーを吹きかけているが中に入り込んでいたり爪に引っかかっていると取れない
また、配管の位置を都度調整するがうまくいかない場合がある

対策 キリコの除去方法を検討してみます。現状、アイデアがありません。

・・・これを何とかしないとうまくいきませんね、8月5日に現物を見せていただきたいと思いますが予定できますか？

⇒チップやバイトにキリコが絡みワークに傷がつく・寸法が変わる・チップが割れる

・・・切屑が絡む状況を肯定してはいけなないので、この対策がこの設備の重点対策になりますね！

- ①機内計測にキリコが絡むと測定エラーで停止する

対策 機内計測の上で加工を行うとキリコが下に落ちて機内計測に巻き付くので取り付けないようにしている。

(b) 過負荷アラーム→機械停止→**NG要因**がわかっていて補正や刃具交換で再稼働できること

・・・このあたりが連続稼働の核心の部分です、NGはあり得るものでリカバリーできれば問題にならない

・・・もっと言えば、過負荷や計測のNG機械停止前に、傾向管理で補正や対策を打ればNG品はでない

上記赤字の内容の通りであるが、実現できていない。

過負荷のアラーム（切屑噛み込み、稀にばねの高さ不良によるチャック時の過負荷）、過負荷後の再稼働はできない。

製品投入時に製品の表裏が逆にチャックされると、工具がワークにぶつかる。

・・・製品投入前にチェックできることはポカヨケ対策しておきたいですね。投入する製品は100%OKで投入することは必須です。

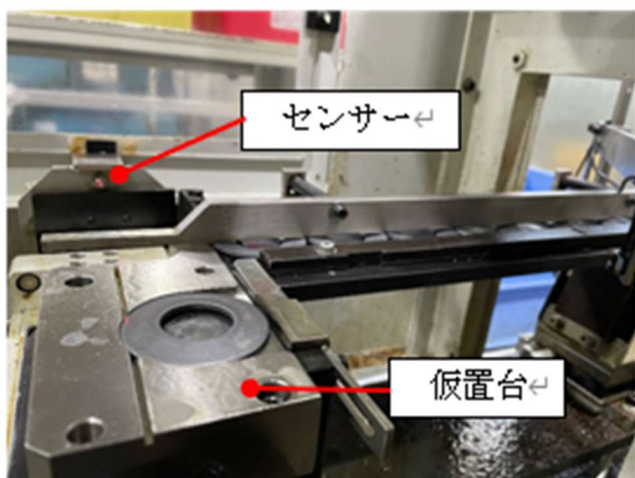
⇒投入製品のばらつき、フィーダー装置の課題解決方法も検討してみます。現状アイデアがありません。

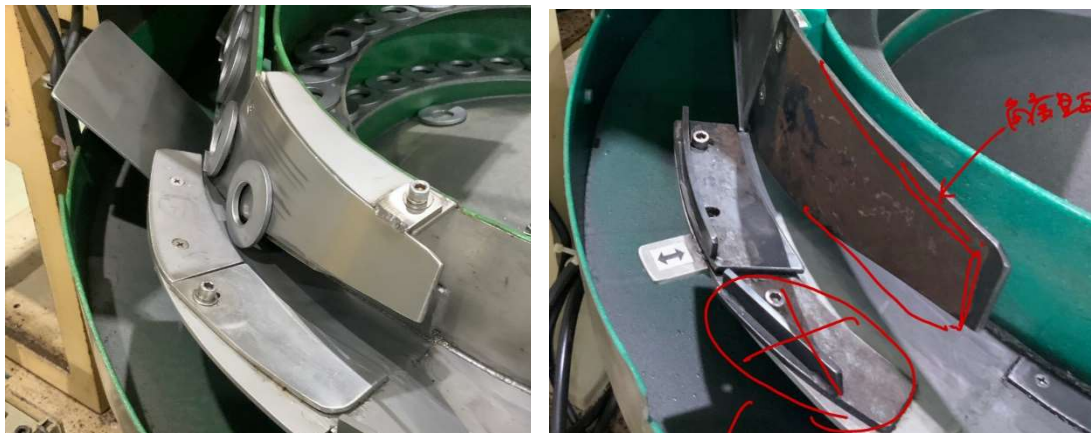
⇒ワークが裏表逆に入る ★写真1

・・・パーツフィーダー側ではね出すことを検討したいですね、そうしないと②、③が解消できない

⇒**パーツフィーダーの対策（後述）**を実施する

- ② 仮置台のセンサーが反応しない
そのまま内径側でチャックされるとチップが割れる 外径側まで流れることもありチップが割れる
- ③ 仮置台のばねとローダーが干渉し停止する





→左の反転しないパーツフィーダーと右の反転しやすいパーツフィーダーでは下ガイドの角度や横ガイドの開き角度を調整すれば問題ない。ガイドを調整または新作して反転防止対策をする（パーツフィーダー対策①）

⇒ワークの有無を判断する仮置台のセンサーが切削液とキリコの影響を受けやすい（ローダーの問題にも記述） ★写真 2

・・・この環境は良くしておきたいが、切屑、切削液が来るもの（対策できない）ということでしょうか？

・・・この仮置き場所でエアを使うと何処へ切屑や切削液が飛ぶかわからないので他のエラーを生む可能性がある

→ このセンサーはワーク有り無しを見ているだけなので透過型レーザーセンサーではなく反射型センサーでワーク上部からに変更する
ただし、ローダーとの干渉を避ける位置に設置する（パーツフィーダー対策②）



キリコによるセンサーエラー



切削液によるセンサーエラー

⇒仮置台前にある直線フィーダーのセンサー前でワークが止まり他のワークが流れてこない

（振動によりフィーダーが削れてそこで止まってしまう） ★写真 3

・・・写真ではよくわからないが、フィーダーの部品が削られてしまう？ということでしょうか？頻繁におこりますか？





→止まる箇所は決まっているので、手前のエア配管を分岐させエアで送り出すようにする。電気回路でエアブローのタイミングを追加する（パーツフィーダー対策③）

原因として、発信装置の位置、下ガイドが若干削られて前に進める力が弱いと思われる。

ガイドをローラにする、傾斜をつけるなども考えられるが、部品製作や分解、心出しなど費用が掛かるため、安価なエアブローでトライする

⇒パーツフィーダー装置に入るばねはワークサイズによるが 16 時間分入らない（8 時間は有人の為なんとかなる）

→ホッパーはついているが使えるのか不明

・・・別次元の問題ですね、連続で 24 時間動かす条件、どうやってパーツフィーダーにばねを追加するかを検討しましょう

→これは議論しませんでした、まず 16 時間分は動かすようにしましょう。

⑤ イレギュラーの要因が把握できている

(a) 切屑の問題はないこと・・・あれば洗浄 & 清掃サイクルを入れる

製品投入部に切屑などがセンサーに干渉して、仮置き台が空で動いてエラーが出る。

・・・厄介ですね！例えばセンサーをダブルにして ON + OFF の場合は切屑除去サイクルで切屑を取り除くアイデアが必要ですね

→**パーツフィーダー対策②**

製品と工具の間に切屑が入り込み、チッピングする。

・・・これも厄介ですね！旋削中の切屑噛み込みですね：噛み込み防止策とチッピング検出のアイデアが必要ですね

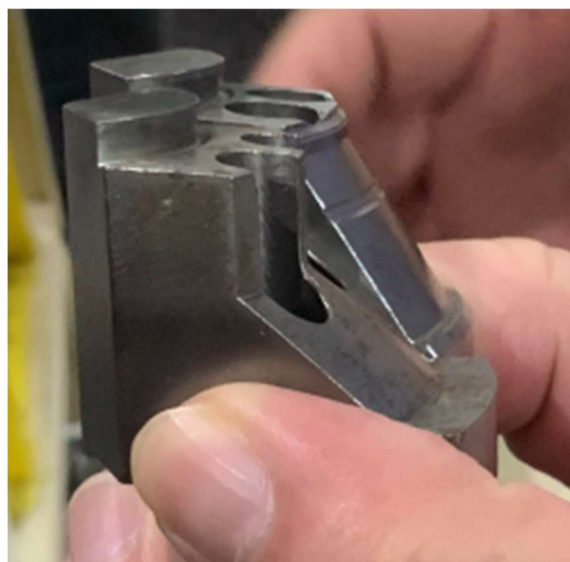
絡みやすい切屑排出がうまくいかない。

・・・リング状、鳥の巣など切屑とマシン内部の写真があれば送ってください。

鳥の巣がちょうどできていたので取り急ぎ添付しました、これが原因でチャッキングミス等に大きく影響します。



- ・・・チャックとワークの間に切り屑が巻き付く現象ですね
- ・・・ワークを外すとこの様になっているということですね
- ・・・内径では起きていないということでしょうか？
- ・・・巻き付かないようにするための対策が必要ですね
 - ① 切屑の形状を変えたいが、刃具メーカーさんと相談してみてください。
 - ② チャックとワークの間の隙間を埋めて、遠心力で振り切るように変更できませんか？
- ・・・個々のアイデア出しが重要と思います



切り屑巻き付きの要因として、チャック爪の形状が起因していると思われます。サイズ 5 0 と 5 6 を比較すると取り付けボルトの座ぐり形状がエッジになっていて、切り屑が巻き付きやすいと考えられる。

→サイズ 5 0 のチャック爪形状をサイズ 5 6 と同じような形状にして、エッジができないようにする。ただしバイトと干渉しないような形状にする。

(b) 刃具のチッピングがないこと・・・あれば刃具メーカーさんと相談 または チッピング検出して刃具交換する

チップは多種で加工検証をしている。現状、最適な結果は得られていない。

チップの種類（外径＝チップ 2 種類、バイトの太さ 2 種類、内径＝チップ 11 種類、バイトの太さ 6 種類）

材質、板厚、径寸法によってチップを使い分けている。

・・・いろいろトライされていますね、内径の種類が多いと思いますが何かわけがありそうですね？

⇒ワークの材質は 2 種類あり硬度が HRC46 前後のものと HRC55 前後のものがある

→硬度によりチップの材質も変更している

※他にもワークサイズ（外形寸法 18～70mm）や板厚(0.8～4mm)によってもチップの形状を変更している

現在使用しているチップの形状は内径側で 5 種類、材質は 3 種類、バイトの種類は 6 本

外径側では形状 1 種類、材質 3 種類、バイトの種類は 2 種類

加工枚数はばねの硬度・歪み・チップ・キリコ条件によっても変わる

・・・いろいろトライされた結果ですね、効果が割っていけばよいと思います。

内径側での加工枚数

HRC46 のものは小サイズ 400～900 枚、中サイズ 500～900 枚、大サイズ 300～500 枚

HRC55 のものは小サイズ 200～300 枚、中サイズ 300～600 枚、大サイズ 200～400 枚

※外径側での加工枚数は切削距離の違いにより上記より少なくなる

・・・内径は安定していそうですね。

⑥ ④のNG要因の把握のための事後解析ができること

(a) とれるデータを記録し正常データと比較できること・・・次の改善や停止条件に使用する

取れてるデータ：30min 毎の内外径寸法の測定記録、不良率および不良要因。

・・・どのような不良と要因が多いですか？対策はありますか？

⇒不良：外径の線キズ、チャッキングミス、内径部エグレ、外径エグレ

要因：外径線キズ⇒チップの摩耗による切削性の低下、切削中に切屑が噛んでいる可能性

内外径エグレ⇒主軸中心部に溜まった切屑や鳥の巣の切屑が爪に絡まった事によるチャッキングミス、ティーチングミス、

ローダーの部品が緩む、加工前ワークの精度(高さ、歪)

対策：外径線キズ⇒チップの交換(交換の平均枚数のモニタリング？)

内外径エグレ⇒内径は主軸中心部に切屑が溜まらない様に切削中に主軸中心部からクーラントを出して切屑を除去しているがそれが原因でバイトに絡まる要因にもなっている。外径は主軸上にあるエアブローとクーラントのみなので現状対策として

は弱い。ローダー部品のゆるみ⇒イモネジ先端形状の変更

・・・切屑対策が重要になってくると思います。

30min の計測毎に、オフセット修正入れることで正常な加工を可能としている。

・・・30min 毎の計測は正規の工程として組み入れていて継続できると考えていいですか？

機内計測がなかった時は30min 毎に実施していたが、現状は、機内計測がついているため、2時間に1回としている。

過去のデータは記録しているので、それらのデータ分析も実施してみます。

・・・お願いします。

【ご提案】3回目

- ・ 当面、上記をチェックしてください。(10万枚/月産：7/25～8/25までモニタリングを実施)

・・・切屑、チップング対策を入れてモニターしたいですが、刃先へのエアブローはありますか？

⇒エアブローは両軸とも主軸上部から下部に向かってと使用はしてないがタレットからも出る

クーラントは両軸の主軸上・タレットからと内径加工軸にのみ主軸中心部から外に向かって出ている

- ・豪華な計測やシステムは関連したNGが増えることもありますのでシンプルなものを検討したほうが良い

→進捗状況で最適なシステムを検討しましょう。・・・非接触計測や画像処理、補正システム

・・・これは先の話で良いでしょう。

見積までは取得しておりますが、安くはないため本相談による経過を見たらうで導入の可否を判断したいと思います。・・・そうですね

- ・ 刃具の進化も検討に入れたほうが良いと思います

・・・モニターには刃具メーカーさんも参加させてください。

ご迷惑でなければ、モニター中に訪問させていただくことも検討します。

ご来社頂けるということであれば、是非ともよろしく願いたします。・・・8月5日を予定したいので検討お願いします。

今後の対応(案)

- ・自社内でモニタリング事項を整理してみますが、項目案があればご教示ください。

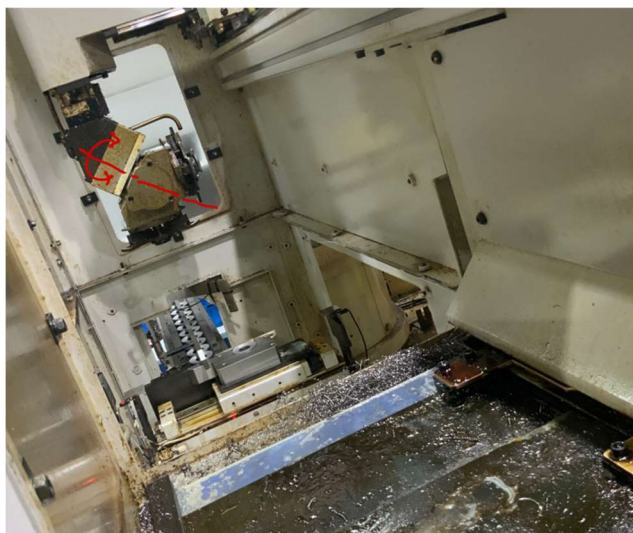
(案) チップ交換枚数、不良詳細、2時間測定継続、寸法変化(内径機内計測はオフにして確認したほうがよいか？外径は実施予定)

- ・切屑除去などの他社の案などあればご教示頂きたくお願いいたします。

・・・現状の切屑形状を肯定しての対策は、「巻き付き防止」ですね、切屑の形状を変えることも刃具メーカーさんと議論してください。

【ご提案】4回目

- ・ パーツフィーダーの対策を実施してください。
- ・ 切屑巻き付き防止対策を実施してください。
- ・ 切屑対策はモグラたたきになるかもしれませんが、洗浄、エアブローを中心に工夫してください。
→ひどくない場合は設備に頼らず、定期的に人手によって清掃をすることも検討してください。
→何サイクルかに1回洗浄サイクルを入れて極力切り屑をためないようにするのも良いかと思います。
頻度は切り屑の溜まり具合を見て判断してください。
洗浄サイクルではクーラントとエアブローで主轴をできる限り高速回転で正転、反転を繰り返すと良い。



- ・ 内径加工用のチャックの中に切屑が溜まるのは対策が難しいと思います。
→現状の削り方では、チャックの中心内側から切り屑が抜けるようなチャック形状にする検討が必要だと思います。
→削り方向をバイトを中に入れて奥側から手前側に削ると良いかもしれません。
- ・ バイト寿命を伸ばすトライは刃具メーカー、クーラントメーカーと相談してトライが必要と思います。