



### 【現状把握】 切削工具サークル勉強会

**? CBNチップとは？ (立方晶窒化ホウ素)**

元素記号  
CBNチップ [C] 炭素の立方晶  
人工物だよ ホウ素[B] 窒素[N]  
ホウ素と窒素が立方晶に結合

**切削工具の位置づけ**

ダイヤモンド結晶体  
CBN結晶体  
セラミックス・サーメット・超硬合金  
高速加工用  
粘り強さ(靱性)

**CBNチップと削るモノの硬さの関係**

連続切削 削るモノと切削チップの適用範囲  
セラミックス・サーメット・超硬合金  
連続切削 削るモノの硬さ(HRC)

**切削工具サークル勉強会**

これからは中堅世代！  
改善の着眼点を強化

レベルUP

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd.

CBNチップの特性について確認します。  
切削工具としての位置づけは、ダイヤモンドに迫る硬さを持っていますが、粘り強さが低い為、欠損しやすく硬いモノを削るのが得意なチップです。

### 【現状把握】 人による欠損の違い 4M-人 Man

**徹底的に調査するぞ！**

**班ごとに欠損の差はあるのか？**

班別 CBNチップ欠損回数のグラフ

班	欠損回数	割合
A班	34回	48%
B班	37回	52%

班は問題なし

**作業者別に欠損の違いはあるのか？**

チップ交換した人でバラつかないかのグラフ

班	欠損回数
A	5
B	5
C	6
D	6

作業者は問題なし

**作業者の技能レベル別に違いはあるのか？**

作業者技能レベル別 CBNチップ欠損回数のグラフ

技能レベル	欠損回数
U	6
L	5
L	6

作業者は問題なし

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd.

4Mで現状把握を進めます。初めに人に関わる要因を洗い出しました。人による欠損の違いを班別・作業者別・技能レベル別に確認。人による問題で無いことが分かりました。

### 【現状把握】 設備の確認 4M-設備 Machine

**・主軸点検**

規格  
チャック爪ガタ無き事  
主軸振れ0.02以下

結果  
測定値0.016mm OK

問題無し

**・クランプ圧力点検**

規格  
クランプ圧  
1.4Mpa±0.1Mpa

結果  
目視チェック  
: 1.4Mpa OK

問題無し

**・クーラント点検**

規格  
クーラント温度 3～5%

結果  
測定値4.8% OK

問題無し

**・刃物台点検**

規格  
刃物台ガタ無き事  
チップシート割れ無き事

結果  
目視：触手チェック OK

問題無し

**設備に問題なし**

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd.

設備要因の確認を実施しました。  
主軸点検：クランプ圧力点検：クーラント点検：刃物台点検しすべて規格内で設備に問題はありませんでした。

### 【現状把握】 CBNチップ加工条件 4M-方法 Method

**? 加工条件の3つとは？**

2:送り速度

1:周速

3:取り代

加工条件	説明
1:周速	1分間に削るモノが回転する速さ
2:送り速度	1回転にチップが進む量
3:取り代	モノを削る量

メーカー推奨範囲： 〇 現行切削条件 ●

周速 0 50 100 150 200 250(m/min)

送り速度 0.1 0.15 0.20 0.25 (mm/rev)

加工条件 選定にはバランスが重要！

レベルUP

**周速・送り速度 メーカー推奨内で問題なし**

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd.

CBNチップの加工条件を調査しました。  
加工条件には3要素あり、1つ目は周速・2つ目は送り速度・3つ目は取り代です。それぞれの条件を確認しましたが、メーカー推奨範囲内で問題ありませんでした。

### 【現状把握】 切り屑 確認 4M-もの Material

**切り屑種類**

せん断型 流れ型  
むしれ型 亀裂型

連続した切り屑仕上げ面 伸びた切り屑はダメ！

切り屑 刃物  
せん断面がない 切り屑伸びやすい

ハブ切り屑 厚み0.14mm  
溶接部  
ギア：溶接部切り屑 幅0.63mm

仕上げ面良好切り屑 部品に悪影響なし

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd.

切り屑を加工部位別に確認しました。  
いずれも良好な流れ型の切り屑になり、仕上げ面も綺麗で、厚み・幅・長さ共に短く、部品に悪影響が無いと判断できます。

### 【現状把握】 機種別 欠損率確認 4M-もの Material

**生産台数の割合確認**

7月 8月 9月

A部品 B部品

**A・B部品交換回数の割合確認**

3か月分のA部品の交換回数のグラフ

部品	交換回数
A部品	115回
B部品	43回

3か月分のB部品の交換回数のグラフ

部品	交換回数
A部品	35回
B部品	22回

**機種別欠損率のグラフ**

A部品 欠損率 37.5% (43回) 62.5% (115回)

B部品 欠損率 60% (22回) 40% (35回)

**B部品の方が欠損率が高い**

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd.

機種別に欠損率に違いがないかを確認してみました。  
月の生産台数の約8割がA部品が占めていますが、交換回数と欠損数から割合を確認すると、B部品の欠損率が60%で、B部品の方が欠損率が高いです。この差は何なのかを更に調査することとしました。

【現状把握】2機種の部品の違い 4M-もの Material

前工程：ハブ材とギアを溶接  
当工程：内径・溶接部ハドターニング

1.5mm分の差があるのか  
B部品の方がハブ材が長いぞ

1.5mm ギアとハブ材を加工する割合が違う

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd

A・B部品の違いを調査しました。  
A・B部品は、完成寸法が同じである事から、切削長さ・加工プログラムも同じでしたが、ギアとハブを加工する割合に1.5mm分違いがありました。

【現状把握】工具摩耗 確認 4M-もの Material

?刃先とは?  
ココだよ  
先入観を捨てて調査してみよう!  
がんばります  
レベルUP

1 溶着  
2 剥離  
3 欠損

1:材料が刃先に溶着→2:チップと共に剥離→3:欠損

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd

CBNチップの欠損に至るまでの工具摩耗を確認しました。  
初めに刃先に材料が溶着し、次の段階で溶着した材料と共にチップの先端が剥離、さらに進行し欠損に至ることが分かりました。  
つまり溶着を起点として欠損が発生している状態です。

【チップ溶着のメカニズム】 4M-もの Material

溶着とは?  
メカニズム  
部品を削る時の摩擦熱により  
切り屑の一部が付着する現象

重要ポイント 摩擦熱  
熱:低い→溶着しやすい  
熱:高い→溶着しにくい

【生活の知恵】  
【脂質】 クリームの油分が熱で溶ける!  
【油分】 包丁を温めると... ケーキが綺麗にカットできる!

工具摩耗：寿命に大きな影響を与える

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd

工具に溶着するメカニズムとは? 部品を削る時の摩擦熱により、切り屑の一部が工具に付着する現象です。材質や環境により発生しやすさは異なるが、加工時の熱が低すぎると溶着しやすく、熱が十分に高いと溶着の発生は、しにくい傾向にあります。

【4Mまとめ】

【人-Man】 人によって欠損に違いがあるのか? 差無し 問題無し

【設備Machine】 設備の点検結果は? 点検結果 問題無し

【方法-Method】 工具はメーカー推奨範囲内か? 問題無し

【もの-Material】 チップ欠損はどうか? 溶着 問題あり

もの・欠損は溶着を起点とし発生している

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd

4Mのまとめです。人・設備・方法に問題はありませんでした。ものである切削工具に問題があり、欠損は溶着を起点として発生していることが分かりました。

【目標の設定】

何を	いつ	なぜ	どのように
溶着欠損によるチップ欠けを	2022年12月末日	収益確保の為	0にする

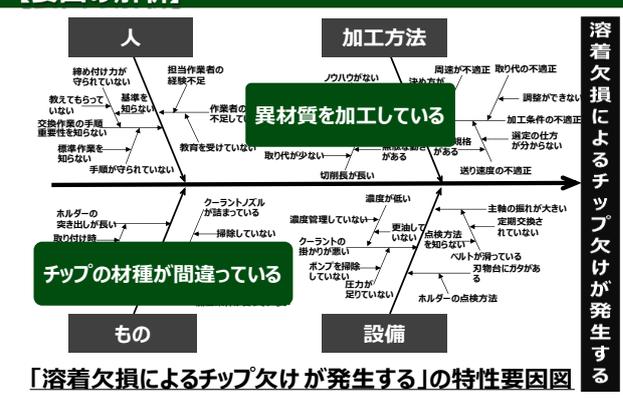
【活動計画】

項目	担当	計画		
		10月	11月	12月
テーマの選定	西:高野	→		
現状把握	西:高野; 大内:佐藤	→		
要因の解析	西:高野; 大内:佐藤		→	
対策の検討と実施	西:大内; 高野		→	
効果の確認	佐藤:高野; 西:佐藤		→	
標準化と管理の定着	西:高野; 藤田:加田		→	
反省と今後の課題	西:高野		→	

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd

活動計画は以下のように立てました。  
『溶着欠損によるチップ欠け』を22年12月末までにゼロにするという目標を立て、サークル員 全員参加の活動計画で進めました。

【要因の解析】



Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd

要因の解析  
「溶着欠損によるチップ欠けが発生するの特性要因図」を作成しものから、「チップの材質が間違っている」と加工方法から「異材質を加工している」について検証することになりました。

### 【検証1 チップの材種が間違っている】

検証方法：チップの材種違いによる損傷 比較 メーカーカタログより引用

**【現行チップ】** BNC2020 膜厚2μm 多層膜

**【トライアル】** BNC2125 膜厚3μm 超多層膜

溶着 溶着

欠損に強い 摩擦に強い

違いはコーティング！似ているようで似ていない…

情報GET！ 材質は関係ないってことか！これで真因に近づけるぞ

ミルフィーユみたいな膜だね！

チップの選定による差はない

Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd.

“チップの材種が間違っている”の検証。  
現行チップは欠損に強いタイプを使用していた為、トライアルチップは摩擦に強いタイプを選定して検証することにしました。しかし、両者に差は無くどちらにも溶着が発生したことから、チップの材種選定による差は無いことが分かりました。

19

### 【検証2-1 異材質を加工している】

? 異材質とは? **・2つ以上のモノがあわさったもの【混合材】**

溶接断面

ギア ハブ 溶接部

溶接幅 約2mm

ロックウェル硬さ試験

溶接面 硬度測定

加工範囲

③ ハブ ② 溶接部 ① ギア

硬度差 最大 31.6HRC

硬さの異なる材料を同じ工具で加工している

Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd.

“異材質を加工している”の検証。工具の選定に影響のある被切削材の硬度について調査しました。ギア・溶接部・ハブの3箇所の硬度を測定すると、一番柔らかいハブと一番硬い溶接部は最大硬度差がHRCで31.6もありました。硬さが大きく違う部位を、同じ工具で加工していることは、切削工具にとって良くない状況で使用していることとなります。

20

### 【検証2-2 異材質を加工している】代) B部品

断続切削 強

削るモノと切削チップの適用範囲

CBNチップにとってハブ材は柔らかいのか!

セラミックス  
サーメット  
超硬合金

CBN結晶体

削るモノの硬さ (HRC)

溶接部 硬度51.3(HRC) 加工範囲

ハブ 硬度19.7(HRC) ギア 硬度45.1(HRC)

連続切削 弱

ハブ材はCBNチップでの加工に適していない

Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd.

異なる材質のものが溶接にて接合されていることから、それぞれ削られるものであるギア・溶接部・ハブに切削チップの適用範囲を当てはめると、ギアと溶接部はCBNチップの適用範囲内ですが、ハブ材は柔らかく適用範囲外で、CBNチップは適合しないということが分かりました。更に同じ材質のCBNチップを使用するラインと損傷を比較します。

21

### 【検証2-3 異材質を加工している】

? 単一材とは?

単一材

単一材摩擦写真 ①

表面を焼き固めている部品

異材質

異材質摩擦写真 ②

すくい面摩耗とは?

異材質

切り屑がぶつかり 擦り上げる部位の摩耗

当工程：圧入溶接

単一材・異材質が同じ すくい面摩耗!

損傷がヒトイ

Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd.

単一材のみを加工している他ラインのCBNチップを確認します。単一材とは熱処理にて表面を焼き固めた部品で、ギアと同じものです。単一材のみの加工では、正常な摩耗状態であるすくい面摩耗になり、異材質の左側も同じ摩耗ですが、右側の異常摩耗とは異なります。では、右側の損傷のヒトイ部位はなぜ発生するのかを深堀します。

22

### 【検証2-4 異材質を加工している】

? 面取り加工は単一材なんですか?

正解

すくい面摩耗

終点

溶接部硬度51.3(HRC) 刃物進行方向

始点

ハブ：硬度19.7(HRC) ギア：硬度45.1(HRC)

変形しやすい←低い 硬度 高い→変形しにくい

低い 切削抵抗 加工熱 高い

ハブ材加工時の熱が低いのでチップに溶着

Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd.

チップの左側で加工するギアの面取り部位は、単一材と同じすくい面摩耗をしています。チップの右側で加工する溶接端面は異材質から成り、ギアから溶接部は硬度が高く変形しにくい為、切削抵抗と加工熱が高いが、ハブは柔らかくギア側より抵抗が低い為、加工熱が低く溶着しやすい状態でした。

23

### 【検証2-5 異材質を加工している】代) B部品

結果 ① 終点まで加工

刃先に溶着あり

結果 ② 溶接部まで加工

刃先に溶着なし

① 終点 ② 検証：終点位置【溶接部まで加工】

ハブ材 溶接部 ギア材

① 始点

ギアから溶接部までの加工では溶着なし

Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd.

単一材では溶着は起きないという仮説を検証します。CBNチップを、単一材と同等な硬さの面取り加工から溶接部までに変更し、検証した結果溶着が発生しないことが検証できました。

24

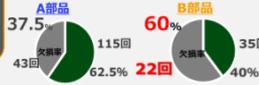
**【検証のまとめ】**

検証	結果	判定
チップ選定の違い	材種による損傷の違いは無い	○
異材質を加工している	硬さの異なるワークを1つの工具で加工している	×
	CBNチップ：ハブ材の加工に適用外	×
	ハブ（生材）を加工すると刃先が損傷する	×

**ハブ材が刃先に溶着する**



2部品同じプログラムを使用するとハブが長いB部品の欠損率が高い理由が分かったぞ！



Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd

検証のまとめ

チップの材種による損傷の違いはなく、異材質である柔らかいハブ材が、CBNチップにとって適用範囲外の為、ハブ材が刃先に溶着してしまうことが分かりました。

**【対策の検討と実施】**

加工条件の変更	○3点 ◎2点 △1点				順位付け
	コスト	実現性	効果	点数	
周速を変更する	◎	◎	◎	8	1
取り代を変更する	◎	◎	△	7	4
加工条件の変更	◎	◎	△	7	4
送り速度を変更する	◎	◎	◎	8	1
加工方法の変更	◎	◎	◎	9	1
ホルダーを追加して機種別に分ける	△	○	△	4	7
ドライ加工にする	◎	○	△	6	6

「刃先の溶着をなくす」系統図マトリクス図の組み合わせ

Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd

対策の検討と実施になります。

「刃先の溶着をなくす」系統図マトリクス図の組み合わせを作成し順位の高い加工条件の周速と送り速度の変更、加工経路を変更を対策として行うこととしました。

**【対策1:加工経路の変更】**

代) B部品



**CBNチップでハブの加工を廃止**

Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd

対策1・加工経路の変更を実施

CBNチップのハブ材の加工を廃止し、代わりに②のサーメットチップを1パス追加、CBNチップの得意な部位だけに変更しました。

**【対策1効果：加工経路の変更】**



Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd

対策1・加工経路変更時の効果

設定寿命300に対して800個まで加工でき約2.6倍の延長に成功。摩耗状態を確認すると加工条件変更で更なる延長ができそうなので、さらに良い加工条件を専門部署に相談しながら追及することにしました。

**【対策2 さらに良い加工条件の変更と効果の確認】**

工具技術課 相談会  
切削熱上げる加工条件

1 周速 UP

2 送り速度 DOWN

加工条件変更：変更の狙い

- ・周速 S130(m/min) → S210(m/min)
- 変更の狙い：周速（回転数）を上げ熱を持たせる
- ・送り速度 F0.2(mm/rev) → F0.15 (mm/rev)
- 変更の狙い：ギアから溶接部の切削抵抗を下げる

摩耗確認

	before	after
A部品	0.26mm	0.02mm
B部品	欠損	0.03mm

狙い通りの結果！  
勉強になります  
ありがとうございます

レベルUP

摩耗判断基準：摩耗0.2mm以下

Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd

加工条件を専門部署に相談したところ、周速を上げて熱を持たせ、送り速度を下げ、切削抵抗を下げるようにアドバイスをもらい、トライアルした結果・摩耗状態が更に良好になり、どこまで寿命延長できるか確認することにしました。

**【効果の確認: 1 寿命延長】**



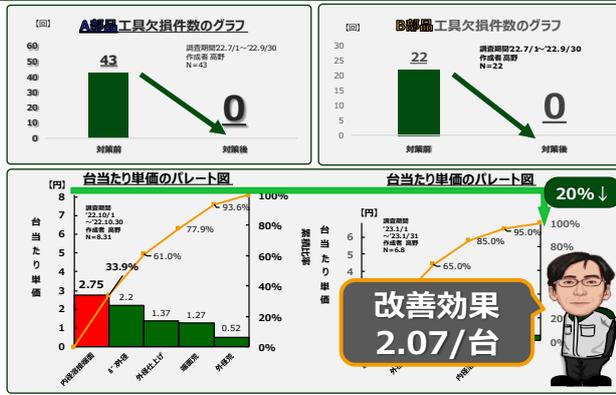
Jatco

Copyright © 2023 JATCO Ltd

効果の確認 1

加工条件を適正化することにより、当初の寿命300個から600・900・1200と確認、なんと4倍の1200個まで加工することに成功しました。

【効果の確認:2】



Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd

効果の確認2

A・B部品ともに目標である欠損ゼロを達成。  
台当たり単価2.07円の改善効果を得られました。

31

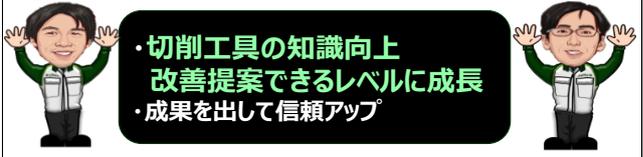
【効果の確認:3】

有形効果

①欠損撲滅 ②寿命向上 ③工具交換ロス低減  
198,000円/年 122,400円/年 27,072円/年

計 ① + ② + ③ = 347,472円/年

無形効果

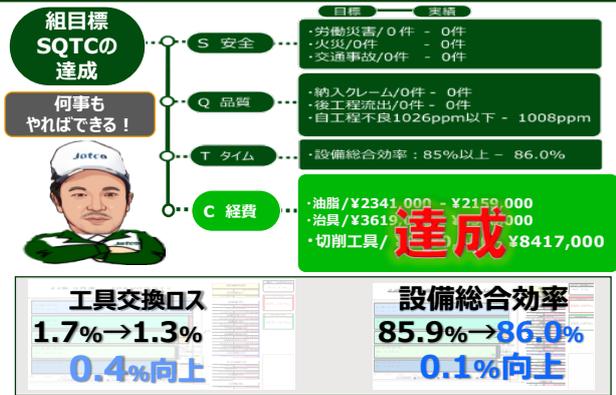


効果の確認3

有形効果として欠損撲滅・寿命向上・工具交換ロス低減の3つの効果の合計は、年間約35万円にもなります。  
無形効果としても、切削工具の知識が増え改善を提案出来るレベルに成長しました。

32

【効果の確認:4】



Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd

効果の確認4

切削工具費が達成することにより、経費目標も達成。組の年度目標SQTCを全て達成しました。また工具交換ロスが0.4%向上したことにより、設備総合効率も0.1%向上しました。

33

【副作用の確認】

	確認内容	結果	判定
S	ホルダーに切り屑は巻き付かないか	巻き付き無し	○
Q	加工経路 変更の問題はないか	工変OK	○
T	サイクルタイムに問題ないか	影響なし	○
C	改善費用はどうか	問題なし	○

すべての項目で問題なし

【標準化と管理の定着】

いつ	誰が	何を	なぜ	どの様に
22年12月末	技術員	作業表	標準化の為	改訂する
22年12月末	西	プログラム変更内容	維持管理の為	保全にて登録
22年12月末	工長	変更内容を組員全員	標準化の為	周知させる
22年12月末	技術課	原単位リスト	標準化の為	改訂する

Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd

副作用をSQTCで確認。

すべての項目で問題なし。標準化と管理の定着ではプログラムの変更内容をバックアップとして保全にて登録を実施しました。

34

【振り返りと今後の課題】

活動の振り返り	良かった点	悪かった点	今後の課題
P テーマ選定	上位方針に乗っ取った活動にできた	無し	慢性課題に取り組む
D 現状把握	4Mで的確に分析できた	計画より時間がかかってしまった	活動のスピードを上げられるように取り組む
要因の解析	原理に基づいた解析ができた	特になし	特になし
対策の検討と実施	原理原則に基づいた対策ができた	最適な加工条件を出すのに時間がかかってしまった	活動のスピードを上げられるように取り組む
C 効果の確認	品質リスクを下げる事ができた	計画より時間がかかってしまった	活動のスピードを上げられるように取り組む
A 標準化と管理の定着	-	-	-

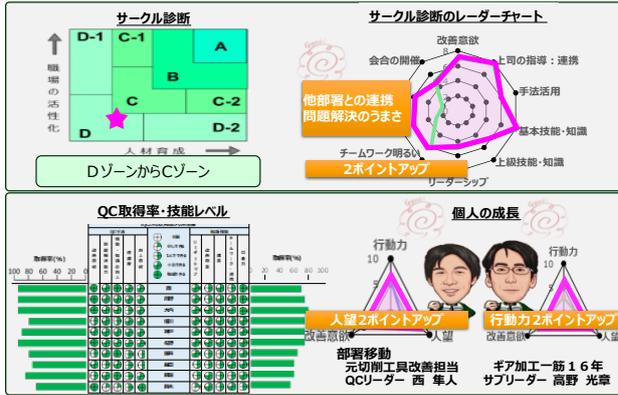
Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd

活動の振り返り

原理原則に基づき対策は出来たが、今後の課題では、改善のスピードを更にするに力をいれたいです。

35

【活動の成果】 ★スーパーマン サークル★



Jatco Copyright © 2023 JATCO Ltd

活動の成果

サークルレベルはCゾーンに上昇し、サークル診断レーダーチャートでは他部署との連携、問題解決のうまさが増え！個人の成長では、いろいろな人々と繋がり自身を成長させ、切削工具の改善スキルを伝え全体のレベルアップに繋げることができた。

36