

SUGINO REPORT

technical news

Spring 2023
No. 188

BARRIQUAN (バリカン) BRQシリーズの開発
省エネパッケージ「JCC-eSmart」の開発
表面繊維化セルローズ粒子「BiNFi-s F25」とその応用
CRbの適用事例～バリ取りロボットモジュールの開発～

SUGINO

SUGINO REPORT technical news No.188 発行日/2023年3月 発行 / 株式会社スギノマシン 〒936-8577 富山県滑川市栗山2880番地 TEL.(076)477-2555 www.sugino.com 編集責任者/経営企画部長 前多 秀樹



SUGINO MACHINE LIMITED

SUGINO REPORT

technical news

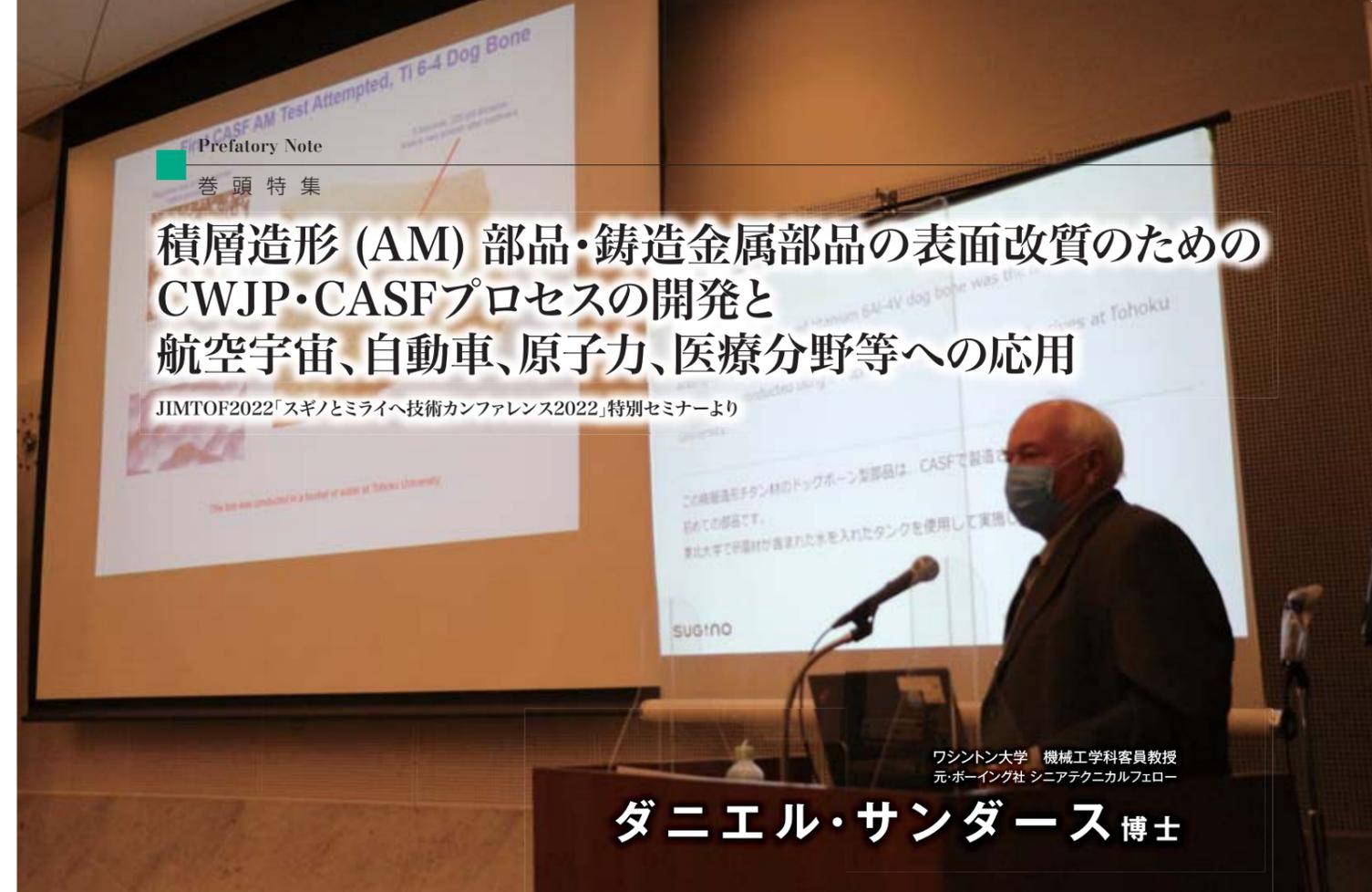
Spring 2023 No. **188**



JIMTOF2022で開催した「スギノとミライへ技術カンファレンス2022」特別セミナー風景
詳細は本誌P3参照

CONTENTS

- 3** Prefatory Note / 巻頭特集
積層造形 (AM) 部品・鋳造金属部品の表面改質のための CWJP・CASFプロセスの開発と航空宇宙、自動車、原子力、医療分野等への応用
JIMTOF2022「スギノとミライへ技術カンファレンス2022」特別セミナーより
ダニエル・サンダース博士 ワシントン大学 機械工学科客員教授
元・ボーイング社 シニアテクニカルフェロー
- 9** Technical Report
BARRIQUAN (バリカン) BRQシリーズの開発
武藤 充 精密機器事業本部 工具統括部 応用開発係 係長
- 12** Technical Report
省エネパッケージ「JCC-eSmart」の開発
川森 巧曜 海外グループ会社 Sugino Corp.(アメリカ)
- 14** Technical Report
表面繊維化セルローズ粒子 (BiNFis F25) とその応用
森本 裕輝 経営企画本部 新規開発部 開発プロジェクトグループ
- 16** Technical Report
CRbの適用事例 ～バリ取りロボットモジュールの開発～
岩田 拓也 RI事業部 RI部 技術課
- 18** NEWS & TOPICS
- 19** とやまの技術
「オーダーメイド」にこだわり人と木材に寄り添うバット工房



ワシントン大学 機械工学科客員教授
元・ボーイング社 シニアテクニカルフェロー

ダニエル・サンダース博士

はじめに

近年、インターネットで検索すると常に新しい研究が見つかるほど、世界中で「ウォーターキャビテーション」に関する研究が急速に進んでいます。ボーイング社は2年ほど前までウォーターキャビテーションの受託加工への参入を検討しており、知的財産を守るため、非公開で多くの仕事を受注していました。現在は、共同研究機関と一緒にいった研究も含め、自分たちの研究を世界中へ公開しています。

ボーイング社は、ウォーターキャビテーションに関する特許をたくさん取得しており、スギノマシンはボーイング社とウォーターキャビテーションのCNC装置を製造・販売をするライセンス契約を世界で唯一締結した会社です。

キャビテーション現象とは

テッポウエビという生物がいます。テッポウエビは巨大なはさみを持っており、そのはさみを蝶番のように開いてエネルギーを溜めて、高速で閉じることでエネルギーを解放します。その速度は銃から弾丸が出るのと同じくらい速く、その際に、水中で小さな

雲のような少量の泡の固まりを生み出します。ベルヌーイの定理を覚えていれば、液体である水が水蒸気に変換されたことがわかるかと思います。この小さな雲のような気泡がキャビテーションクラウドであり、発射された方向へと向かっていきます。そして、この気泡は破裂する際、強力な衝撃波を生み出します。テッポウエビはこの衝撃波を利用し、貝やヒトデといった獲物を攻撃することで、デイナーにありつけるのです。

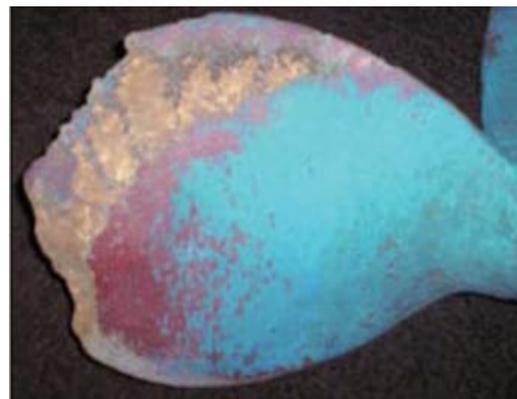


▲By Silke Baron - originally posted to Flickr as Mantis Shrimp (Odontodactylus Scyllarus), CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8321651>

このキャビテーション現象を金属部品の製造工程に応用できないか注目しました。ここで大切なのは、この技術は自然界の小さな生き物に由来しているという点だと思います。エンジニアが、自然の中で見つけたものを科学や製造業に応用し、それがうまく機能していくことは素晴らしいことだと思いますし、今回は正にそのケースです。

キャビテーションは厄介ものとされてきました。例えば船のプロペラを回すと、プロペラの周りでキャビテーションが発生し、プロペラの壊食を引き起こします。これは大きな問題とされており、現在も解決されていません。この問題は、船のプロペラだけでなく、加圧された水と流れを使用する様々な技術・分野で問題になっています。

私はキャビテーション現象を研究し、ノズルを使ったプロセスで再現することができれば、製品だけでなく、有益な技術として様々な分野で活用できると考えました。



▲壊食したプロペラ

従来のショットピーニング加工について

従来のショットピーニングは、主に金属の表面に圧縮応力を付与するために使用されます。多くの場合は球状のメディアを金属部品の表面に衝突させると、表面に圧縮応力層ができます。なぜこれが

重要かという、例えば航空宇宙部品では金属疲労が大きな問題となるため、このように生成した圧縮応力層があることで、疲労亀裂の発生を防ぐことができます。この技術は航空宇宙産業や自動車産業、原子力産業など幅広い業界で使われています。ショットピーニングを行うと、表面はざらざらとした状態になります。表面にメディアを投射することで実際には多少のダメージが生じているのです。ダメージよりも利点が大きいため、特に航空宇宙分野では、ショットピーニングが長きにわたって多用されています。

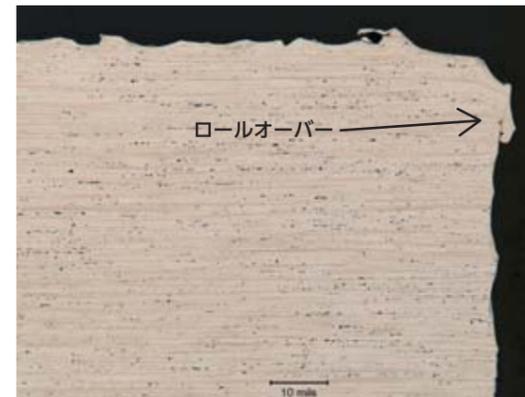
しかし、ショットピーニングにはいくつかのデメリットがあります。まずは、ショットピーニング機が大きい点です。ショットピーニングにおけるメディアの流量や速度の制御方法はいくつかあります。水中で発生させた渦を利用する方法や、圧縮空気による空気圧を利用する方法があり、これらのショットピーニング機は自動化された大がかりなものになりがちです。

さらに、従来のショットピーニングで使用されているメディアは非常に高価です。例えば、球状の金属メディアは、金属ワイヤーを切断して角を丸くする加工を2回以上行うなど、多くの工程を経て製造されるため高価になります。材質がガラスやセラミックスの場合はさらに高価です。そしてメディアは使用につれ摩耗し、どんどん小さくなり、産業廃棄物として廃棄する必要があります。

そして私が見た中で最大の問題は、ロールオーバーと呼ばれる現象です。ショットピーニングを行った際、部品の端にメディアが衝突すると、部品の組織を外側に押し出して、角が丸まったような状態になるロールオーバーが発生します。ロールオーバーは疲労亀裂を誘発します。数年使用した飛行機の部品にはロールオーバーが発生しています。そこから疲労亀裂が入り、場合によっては故障してしまいます。これは重大な問題です。

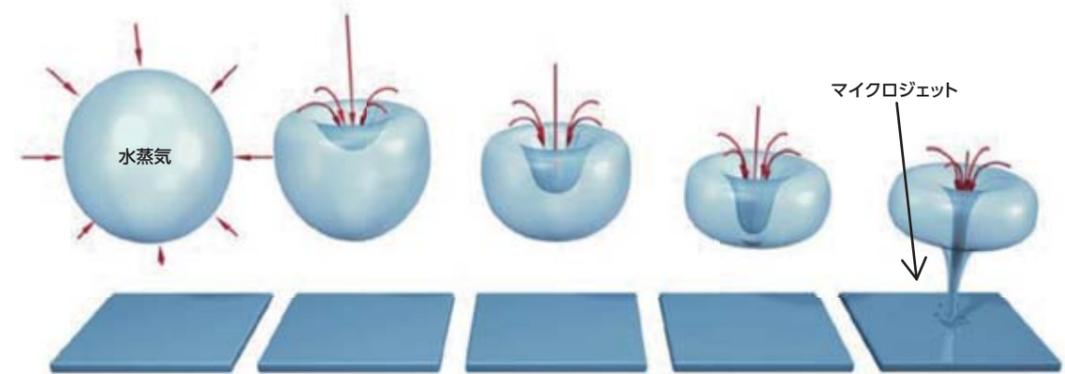
対策として、手作業でのショットピーニング作業を行うことがあります。作業者はノズルを持ち、部品を狙い撃ちします。しかし、加工時間、加工物までの距離、あてる角度などは作業者によって異なる

ため、ショットピーニング処理によって得られる表面強度が異なってしまうという別の問題が発生します。



また、工場環境も悪いです。ショットピーニング機は多くの粉じんを排出します。粉じんは工場内の空気中に漂い、スピンドルやモータに入り込んで不具合発生の要因になったり、異臭で工場環境を悪化させたりと、多くの問題を起こします。

航空機部品の製造現場には定期的に連邦航空局が監査に入りますが、彼らは最初にショットピーニング機を確認します。彼らもショットピーニング機に問題があった場合、それが使用中の航空機の部品にとって問題になることを知っているからです。



▲水蒸気がキャビテーションになる過程
http://eswt.net/wp-content/uploads/2011/10/cavitation.gif

代替手段としてレーザーショットピーニングがありますが、設備が高価で、知的財産権の関係により開発の自由度が低いなどの問題があります。

キャビテーションウォータージェットピーニング(CWJP)について

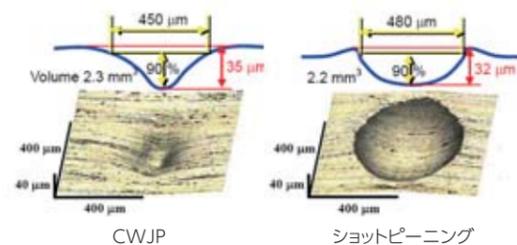
私は2012年に、「今後20年間で、従来のショットピーニングを何か別のものに置き換える」というビジョンを持っていました。当時はまだ何をすればいいのかわかりませんでした。研究を始めて10年が経ち、様々な技術を検討した結果、キャビテーションウォータージェットピーニング(以下、CWJP)と呼ばれるものを見つけました。私が目標とした20年後まではあと10年ですが、研究は順調に進んでいます。2032年以降は、CWJPが従来のショットピーニングに取って代わると思います。まだやらなければならないことはたくさんありますが、必ず実現すると思っています。その科学的根拠をお伝えするため、もう一度、キャビテーション現象の仕組みに話を戻しましょう。

キャビテーションクラウドは沢山の水蒸気の泡でできており、乱流と圧力のある領域から比較的穏やかな領域に入ると、水に戻ろうとします。水蒸気が水に変換されるとき、強いエネルギーを持ったマイクロ

ジェットが発生します。もし泡が一つだったら大したパワーにはならないでしょう。しかしキャビテーションクラウドの中には何百もの小さな気泡があり、それらのすべてが噴流となって、浮遊し、エネルギーを作り出しています。この集合的な力が、飛行機の部品を壊食しているのです。

ショットピーニングとCWJPの違い

ショットピーニングとCWJPとの違いですが、メディアでショットピーニングを行うと、ゴルフボールがぶつかったような大きなクレーターと、その縁に隆起を発生させます。一方、水の分子はショットピーニングのメディアよりかなり小さいですが、十分な破壊力を持っています。そのため、ウォータージェットピーニング加工ではクレーターは発生せず、小さくほみができるだけで、疲労亀裂の原因になるクレーターの縁を作ることもありません。また溝は規則的に並んでおり、制御されて作成されていることが分かります。

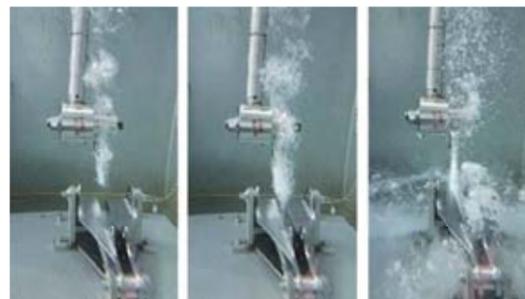


航空宇宙産業では、「ピーニングがされているかどうか、どう判断するのか」という問題に直面しました。表面を拡大してみても、ピーニング処理されているかどうかは分かりません。これは、これから解決していかなければならない課題です。

CWJPは精密なプロセス制御が可能で、CWJP機でパラメータをコントロールすることができます。これらの加工パラメータでピーニング処理したことを証明できれば、品質は保証できます。

ここで、富山にあるスギノマシンの研究室に設置された、スギノマシン独自開発のCNC機能付きCWJP機についてお話しします。同社が販売している

既存の高圧バリ取り洗浄機を基に、CWJP機が造られています。スギノマシンが所有しているCWJP機は加工ストロークが小さいですが、要望に応じて、加工ストロークの調整やノズルの追加が可能であり、処理パラメータのログなど、より多くのデータが収集できます。高圧ポンプを起動するとキャビテーションが発生し始めます。それを部品の表面にフルパワーでぶつけることで、部品に圧縮応力層を形成します。部品の表面全体や角部、穴の内側といった部品内部にもピーニング処理が可能です。ショットピーニングと違って、穴を傷つけたり、直径が変わったりはしません。NCプログラムで制御するため、テーブルを回転させたり、ノズルが回り込んだりして、部品全体を同様に処理できます。



▲ノズルの起動からキャビテーション発生まで

さて、この部品を細かく切り分けて圧縮応力を測定したところ、全ての面から良好な測定結果が得られました。このことから、CNC制御によるCWJPは、複雑形状の部品にも向いていることが分かります。また、疲労寿命の比較データを見ると、従来のショットピーニングを行った部品や、ピーニングをしていない部品と比べて、CWJPを行った部品はより疲労寿命が長いことが分かります。

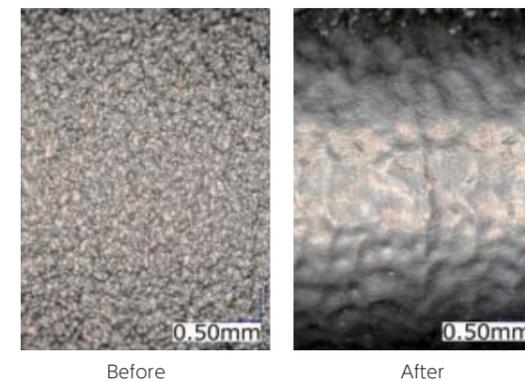
CWJPのメリットは、他工法に比較して非常に安価である点です。また、ショットピーニングとの比較ですが、ランダムなショット加工よりも、CNC制御による機械データを用いた品質管理の方が断然優れています。そして最も重要なのが、サステナビリティです。CWJPは水を使うことで、捨てることになるショットメディアを使わずに済みます。使用

した水はろ過して、システム内で再利用することができます。この機械はすでに完成しており、現在スギノマシンでテストに利用されています。

キャビテーションアブレイシブサーフェスフィニッシング(CASF)について

CWJPを応用した、積層造形部品の平滑化に関する技術「キャビテーションアブレイシブサーフェスフィニッシング(CASF)」を紹介します。積層造形(Additive Manufacturing、以降AM)とは粉末金属を溶かして積層することで、複雑な形状を造形できる加工方法です。AM部品の表面は非常に粗いため、表面を滑らかにする方法はないか、東北大学の祖山教授と一緒に実験を行いました。その方法とは、キャビテーションを発生させている水中に研磨材を加えることで、キャビテーションの力で研磨材の粒子に運動エネルギーを与え、研磨材が部品の表面を叩いて滑らかにするCASFという技術です。

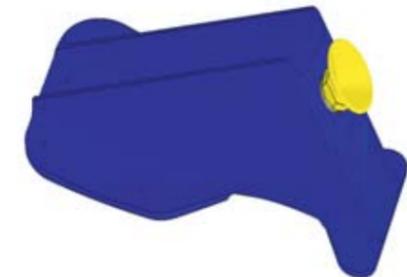
私たちが最初にCASFを行ったAM部品はチタン製の部品でした。ほんの数秒で、ざらついた部品表面を滑らかにし、部品に残留する未融解の金属粉末を取り除くことができました。この処理にはそれほど時間がかからないこともわかりました。



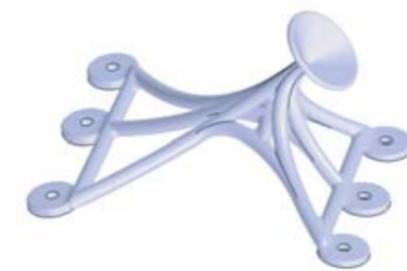
▲CASFによるチタン製部品の処理

CASFはノズルを真下に向けて噴射していますが、噴流は部品の側面にも下部にも回り込み、部品の全体を滑らかにしています。CASFには多方向性があります。ブラスト処理では一方向からしか処理できませんが、CASFはキャビテーションが様々な方向に広がり、研磨材による処理があらゆる部分に及ぶのです。

AM技術は、これまでにない自由な設計を可能にします。ワシントン大学の学生は、ジェットエンジンに使用されていた部品を設計し直し、AMで製造しました。従来は押し出し成形で製造される角張った部品でしたが、AMの自由度を活かして、応力や荷重伝達を最適化した部品を設計すると、木の根のような形状になりました。従来の製造方法では、非常に複雑な機械加工が必要なため、このような部品は製造できませんでしたが、AMではとても容易に作ることができます。



▲従来設計



▲AM用設計

問題は、どうやってこの部品の表面を滑らかにするかです。小さなカッターで余分な材料を削り取る必要があります、途方もない時間がかかるでしょう。しかしCASFでは、タンクに部品を入れてボタンを押すだけで、研磨材が表面を滑らかにしてくれます。チタン、アルミニウム、ステンレス、ニッケルなどAM製造部品の素材は多種多様ですが、共通して言えることは、どれも非常に複雑な形状をしており、その多くが現在では既に実用化されているということです。例えば、部品の内部に長い流路があるAM部品でも、CASFなら表面処理が可能です。流路の中にノズルを入れてCASFを行うことで、強力なキャビテーションと研磨材による表面処理が行われ、表に出ている部品内部の壁面も滑らかにすることができます。



▲CNC機能付きCASF加工機 (スギノマシン)

スギノマシンのCASF加工機について

スギノマシンでは、世界初のCNC機能付きCASF加工機を開発しました。この機械は、スギノマシンの高圧バリ取り洗浄機「ジェットクリーンセンタ(JCC)」の技術を基に作られています。AM部品や鋳物部品のCASF加工に最適です。

さいごに

CWJP、CASFは研究開発段階から、原子力、航空宇宙そして自動車分野を中心に実用化の段階へと移行しつつありますが、一般産業への標準プロセスとしてはまだ採用されていません。チタン、ニッケル鋼(インコネル)といった硬い金属においては、従来のショットピーニングと同等かそれ以上の効果があることが分かっていますが、アルミニウムのような柔らかい金属についてはまだ十分に検証されていません。

しかしCWJPは比較的新しい技術でまだまだ成長段階にあり、公的な機関をはじめ、世界中で様々な研究が進められています。私が2012年に掲げた「従来のショットピーニングを置き換える」というビジョンは必ず実現され、2032年以降、CWJPが従来のショットピーニングに取って代わるようになるでしょう。

こちらの講演動画をYouTubeスギノマシン公式アカウントで視聴できます
(視聴にはユーザー登録が必要です)



ダニエル・サンダース博士

ワシントン大学 機械工学科客員教授
元・ボーイング社 シニアテクニカルフェロー

ボーイング・リサーチ&テクノロジーのシニアテクニカルフェローとして、様々な工法を用いた航空宇宙製品の革新的な製造および材料技術の開発に従事。最近海外の専門家とともに、キャビテーションジェットピーニング(CWJP)やキャビテーション研磨処理(CASF)を生産用に適合させる研究を実施している。



BARRIQUAN (バリカン) BRQシリーズの開発

武藤 充

1. はじめに

手作業で行っているバリ取りをマシニングセンタやロボットで自動化しようとする、図1に示すような、バリの取り残しや、ワークの削り過ぎ、複雑な形状のプログラミングの手間などの問題があり、狙い通りのバリ取りができない場合がある。

それらを解決するために、2013年にフローティング加工ができるツールホルダおよびスピンドルモータであるBARRIQUAN (バリカン) を販売開始した。今回、発売から7年の間に蓄積した数多くのご意見や評価を基にモデルチェンジし、機能性や使い勝手を大幅に向上させたBRQシリーズを開発した(図2)。

2. マシニングセンタ用 BRQ-TX01

■ 加工テストの手間を省くワンタッチツール交換

BRQ-TX01は、伸縮型のツールホルダタイプに分類される。先代機種は2013年の発売以来、BARRIQUAN BC10-20として好評を博してきたが、市場のニーズを反映し大幅にモデルチェンジした。

バリ取りは一品一様で、案件ごとに加工テストを行い、適正条件を探さなければならない。バリ取り工程自動化の際には、加工条件や工具を頻繁に変更して最適な条件を探すことになる。BRQ-TX01では、加工テストでの工具交換と生産現場でのメンテナンス性を考慮し、先端の工具を保持する部品(フローター)をワンタッチで交換できる構造とした(図3)。

これにより、あらかじめ外段取りが可能となるため工具交換時の手間が大幅に低減される。



図1 バリ取りの自動化で起こる問題

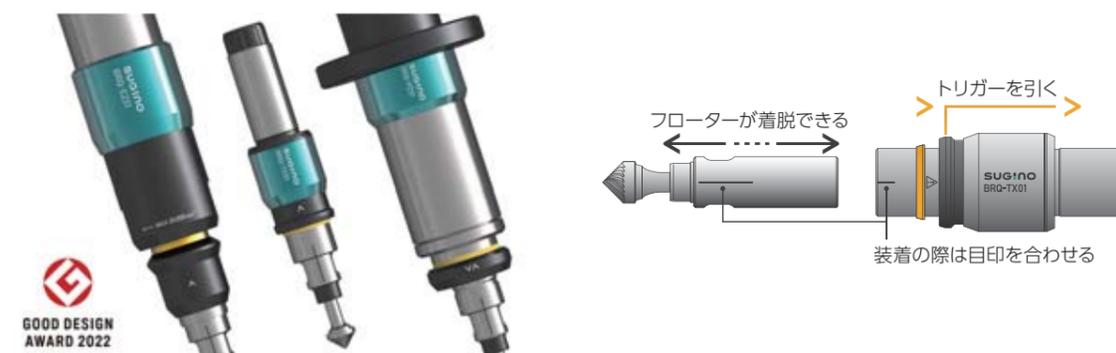


図2 BARRIQUAN BRQシリーズ

図3 フローターのワンタッチ交換

■ バリ取り品質を安定化させるメンテナンス性能

伸縮型のツールホルダにおいて、フローター劣化は加工品質に直結する。例えば摩耗が一定量を超えた場合、伸縮動作がスムーズでなくなるため、追従性が低下し、均一に仕上がらなくなる。BRQ-TX01はフローターをワンタッチ交換できるため、性能安定化と長寿命化を実現した。

■ 内蔵スプリングの交換が簡単にできる

フローティング加工では内蔵スプリングの強度を変え、工具をワークに押し付ける力を変えることで、バリ取りの取れ具合(面取り幅)が変化する(図4)。

BRQシリーズは強・中・弱の3種類のスプリングを簡単に交換することができ、面取りの幅(大きさ)を容易に変えられる(図5)。

■ 12,000min⁻¹の高速回転による安定したバリ取り

BRQ-TX01の許容回転数は、先代の5,000min⁻¹から12,000min⁻¹へ大幅にアップした。

伸縮型のフローティング加工では、回転数と送り速度の関係は、1:0.3~0.6が目安となる。許容回転数が高いほど高送りで加工することができ、サイクルタイムの短縮に繋がる。

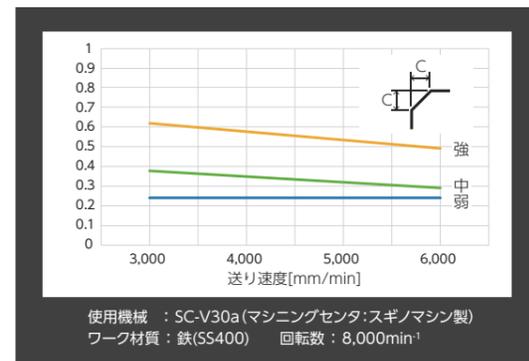


図4 スプリング別送り速度と面取り幅の関係



図5 スプリング交換方法

3. ロボット用 BRQ-EZ01

近年、産業用ロボットが加工現場に普及したことでバリ取り自動化においてはマシニングセンタによるバリ取りと同時に、ロボットによる自動化も検討されるようになった。新シリーズ化に伴い、ロボットで使用するスピンドルモータユニット付きBARRIQUANも大幅にリニューアルした(図6)。マシニング用と同じく、フローターをワンタッチで交換できる機能を有し、サーボコントローラによる安定した制御と、最高回転数20,000min⁻¹(旧機種は15,000min⁻¹)を実現した。

■ ティーチング時間を大幅に短縮

ロボットでバリ取りを行うにはティーチングにより工具をバリに沿わせるようなハイレベルなプログラミングが必要である。バリカンではフローティング機構がダンパーの役割を担い、ダミーカッターをワークに接触させてティーチングを行うことで、最初から精度の高いプログラムが作成でき、作業時間を大幅に短縮できる。



図6 BARRIQUAN BRQ-EZ01

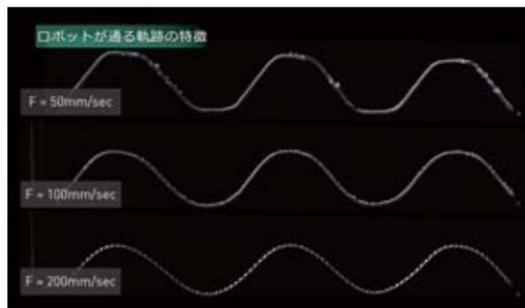


図7 ロボットのスピードの変化による軌跡の変化

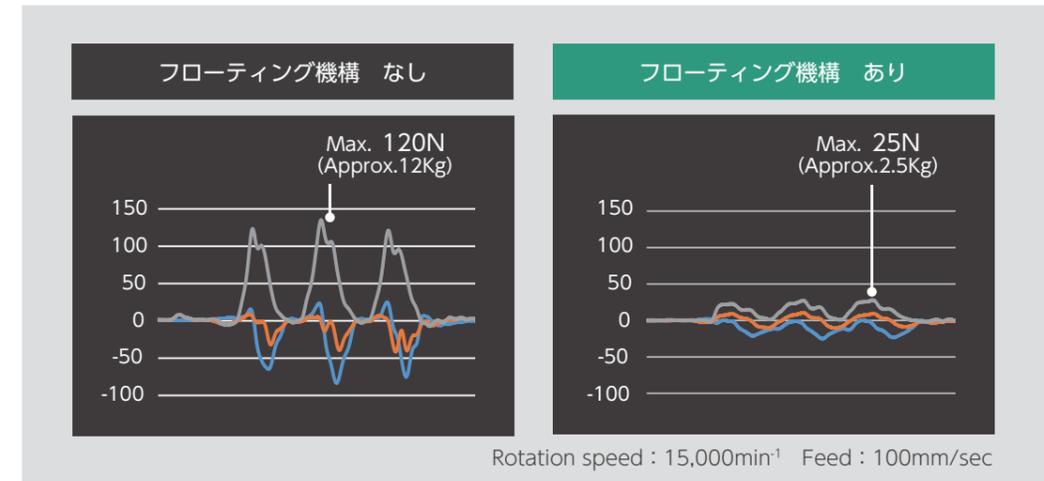


図8 フローティング機構有無によるバリ取り時のロボットへの負荷比較

また、多関節ロボットはマシニングセンタのように、どのような状況でも正確な軌跡をたどるわけではなく、例えばロボットの動作速度を変化させると軌跡が変わる(図7)ため、ティーチング時と実際の加工では刃先とワークの相対関係が変化し、微調整に膨大な時間を費やすことになることが多い。BRQ-EZ01では、フローティング機構が軌跡のズレを吸収し、調整時間を短縮することができる。

■ 小型多関節ロボットが加工機になる

多関節ロボットは搬送や非接触作業の自動化に広く用いられるが、金属加工のように剛性を必要とする作業には不向きである。しかしフローティング機構があれば、ロボットへの負荷や衝撃を和らげることができるため、マシニングセンタに比べて圧倒的に剛性の低い小型多関節ロボットでも、バリ取りの自動化が実現できる(図8)。

4. おわりに

旋盤加工、フライス加工、ドリル加工、プレス加工、ダイカスティング、放電加工、レーザー加工、切断加工、3Dプリンティング等あらゆる加工においてバリ取り工程が存在する。その対象は金属、樹脂、木材、セラミックス等様々である。つまり、課題は無

限にあると言っても過言ではない。そして無限の課題への対抗策としてわれわれは、「技術の組合せ」による多様性が有効であると考えている。BRQシリーズはバリ取り自動化における多様性創出の第一歩としたい。

※フローティング加工とは、フローティング機構を備えたアタッチメントにより刃先をワークの形状にならわせ、ワークの削り過ぎやバリの取り残しを防ぐ加工方法をいう。フローティング機構とは、スプリングや圧縮空気を用いて、工具を一定力でワークに押し付ける構造を指す。



武藤 充

精密機器事業本部
工具統括部 応用開発係 係長

省エネパッケージ「JCC-eSmart」の開発

川森 巧曜



第19回/2022年 超モノづくり部品大賞
ものづくり生命文明機構 理事長賞 受賞

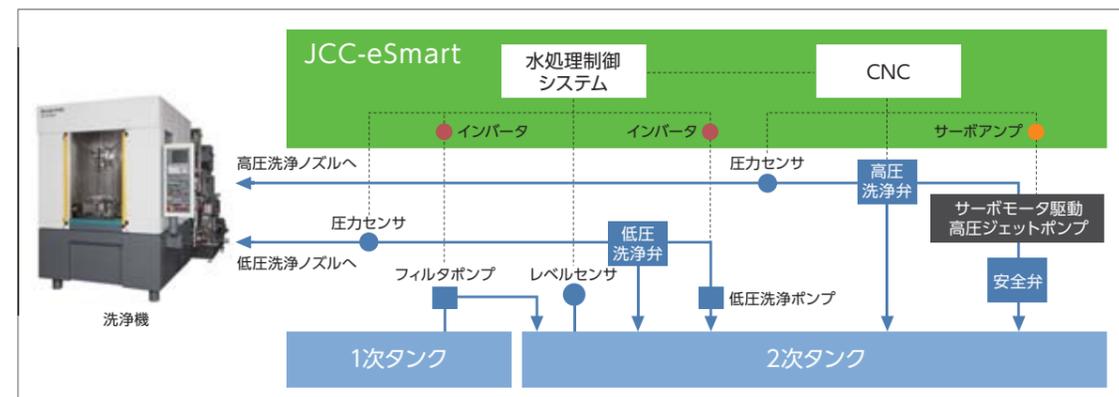
1. はじめに

当社のウォータージェット洗浄技術は、高圧噴射ノズルに大きなエネルギーを集中させて洗浄箇所を狙い撃つことにより、複雑な流体回路や深穴の切りくずなどを短時間で除去でき、自動車のパートレインやブレーキ回路の、コンタミ低減や安全性の向上に寄与してきた。また、他にもさまざまな業界の生産工程で多数採用されている。

近年、世界各国で二酸化炭素排出量などの環境規制が厳しくなっている。特に自動車業界に求められる規制は厳しく、完成車メーカーだけでなく部品メーカーにおいても厳しい削減目標が定められ、各メーカーはCO₂排出量削減に向けて、あらゆる手段を使って取り組んでいる。

これらの背景を受けて、洗浄機で消費電力が最も大きいポンプの消費電力を削減することで、省エネへの対応に取り組むお客様ならびに環境に優しい「モノづくり」に貢献できると考え、省エネパッケージ「JCC-eSmart(ジェイシーシー イースマート)」を開発した。本システムを導入することで、カーボンニュートラルなど環境規制への対応、ならびにSDGs達成に向けた取り組みに貢献できる。

■ JCC-eSmart システム図



2. 構成と仕様

本システムは、「JCC」の高圧水発生ポンプに組み込むことで消費電力を大幅に抑えることができる省エネ対策技術で、下図のように構成される。

a. 高圧洗浄回路

高圧ジェットポンプはサーボモータで駆動され、サーボアンプとCNCで制御される。高圧ジェットポンプで発生した高圧水は、高圧洗浄弁を通して高圧洗浄ノズルから噴射され、洗浄対象物(以下、ワーク)を洗浄する。

当社の新型高圧ジェットポンプ(JPSPシリーズ)は、モータ回転数と圧力・流量の特性が非常に安定しており、システムの圧力過渡特性も1次遅れ系に近似可能で、制御性に優れる。サーボモータによる瞬時の回転数制御に対しても相性が良い。

b. 低圧洗浄回路

低圧洗浄ポンプはインダクションモータで駆動され、インバータと水処理制御システムで制御される。低圧洗浄は主にワークの外観洗浄に利用され、清浄度の向上に貢献する。

c. ろ過回路

フィルタポンプはインダクションモータで駆動され、インバータと水処理制御システムで制御される。

高圧・低圧洗浄で使用された水を回収・ろ過し、高圧・低圧洗浄に再利用できるようにする役割を持つ。

3. 解決される従来の課題

a. アイドリング時の電力消費

従来のポンプの駆動方式では、モータの起動頻度に制約があり、ポンプの運転・停止を頻繁には切り替えできず、洗浄していない時間もポンプが常に稼働して、無駄な消費電力が発生していた。「JCC-eSmart」を使用すると、運転・停止を瞬時に切り替えることができるため、洗浄していない時間はポンプを停止し、無駄な消費電力を削減できる。

b. 洗浄時の水動力の過不足

従来の高圧洗浄は、洗浄箇所すべてに対してバランスの良い洗浄圧力・流量を設定し、ノズル距離やドウェル時間を調整していた。そのため、洗浄箇所によっては過剰な動力を使用していたり、無駄な時間をかけて洗浄したりしていた。「JCC-eSmart」は、圧力・流量を瞬時に変更することができ、洗浄箇所の特性によって、最適な洗浄条件で洗浄することができ、消費電力(生産コスト)を低減できる。例えば、潤滑油回路のような長く深い穴を狙う場合は高圧で、部品固定用の貫通穴の場合は低圧で狙うなどの調整を行う。

c. 塗装剥がれ・錆剥がれ

高圧洗浄では、部品の一部や塗装が剥がれてしまうことがある。噴射する圧力が調整できない場合、ノズルの距離を離すなど、剥離箇所への噴射を避ける洗浄プログラムを考える必要があり、サイクルタイムが長くなることもある。「JCC-eSmart」は、洗浄の圧力をプログラム上で自在に変更できるため、剥離の恐れがある箇所は圧力を下げてそのまま洗浄できるようになり、洗浄効率と洗浄品質を同時に向上できる。

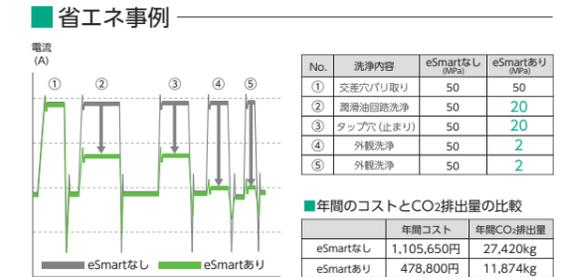
d. 低圧洗浄の圧力損失

低圧洗浄を行う際は、一般的に、ポンプから噴射した水を流量調整バルブで最適な流量に調整してから噴射する。流量を絞る際に圧力を損失しているため、無駄な電力消費が発生していた。「JCC-eSmart」は、ポンプの流量・噴射圧力をインバータでモータ回転数を制御することで調整する。初めから最適な圧力・流量で噴射するため、圧力損失を削減でき、消費電力を削減できる。

4. 具体例

a. 省エネ事例

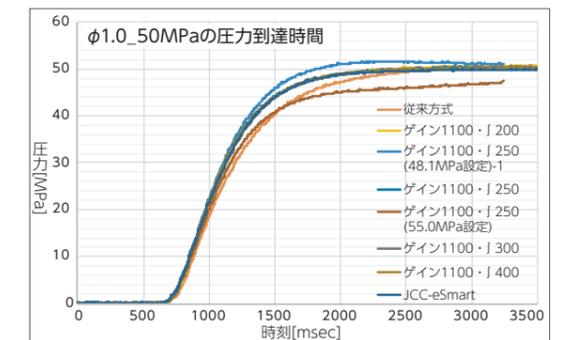
バリ取り、洗浄の内容に合わせて、「JCC-eSmart」を適用した場合の省エネ事例を下図に示す。



CO₂排出量 56.7%削減

b. サイクルタイムの短縮

一般的な動的システムの要素において、むだ時間と特定数が現れる。高圧洗浄システムにおいても同様で、ポンプの圧力を上げるまでに一定の時間が必要である。「JCC-eSmart」は、昇圧に必要な時間を約20%と大幅に削減し、サイクルタイムを短縮した。



5. おわりに

新規開発した「JCC-eSmart」はスギノマシン製洗浄機の標準装備として搭載している。既に納入済みの洗浄機にも改造を施すことにより、洗浄品質の向上及び、生産コスト・二酸化炭素排出量の低減を実現していく。



川森 巧曜

海外グループ会社
Sugino Corp.(アメリカ)

表面繊維化セルロース粒子 (BiNFi-s F25) とその応用

森本 裕輝

1. はじめに

当社は、2012年からバイオマス由来のナノファイバー「BiNFi-s(ビンフィス)」を製造・販売している。近年では、セルロースナノファイバー(CNF)や一回り太い繊維径を持つマイクロファイバーの乾燥体、CNFを天然ゴムと複合化したゴムマスターバッチなど、用途に合わせた形態で製品を提供している。BiNFi-sには、①含有する水分量が多い、②アスペクト比が高いため高粘度で扱いづらい、③分散には強いせん断力が必要など、使用上の課題があり、実製品への適用が円滑に進まないケースがあった。そこで高濃度、低アスペクト比、高分散、リーズナブル、世界にないユニークな形状、といったコンセプトで開発したのが、表面繊維化セルロース粒子(F25)である。本稿ではF25の性状、基礎物性、想定される乳化用途について紹介する。

2. 表面繊維化セルロース粒子(F25)とは

F25は、セルロースと水を高圧分散処理すると同時に、その表面に繊維構造を持たせた直径7 μ m程度の粒子であり、25wt%の高濃度水分分散体として提供している(図1)。また、市販のセルロース粉末や結晶セルロースに対し比表面積が約20倍(70m²/g)であり、未処理のセルロースが各種溶媒に分散させると沈殿するのに対し、分散安定性が向上する。



図1 外観 (濃度25wt%)

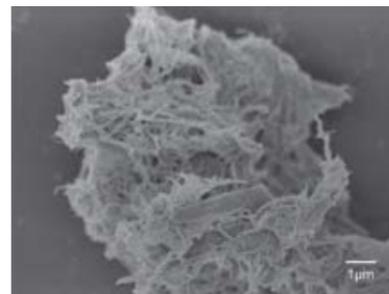


図2 FE-SEM画像 (1000倍)

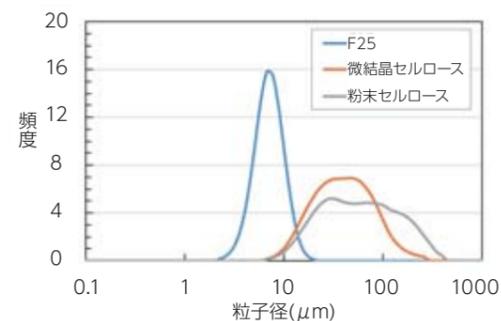


図3 粒度分布 (数値はメジアン径)

F25を溶媒置換後に凍結乾燥し電子顕微鏡で拡大観察すると、粒子表面のユニークな繊維状構造を観察できる(図2)。また、粒度分布を比較すると、メジアン径が小さく、ピークが単一でシャープである。不定形ながらも粒子サイズが揃った素材となっている(図3)。

3. 界面活性剤を使用しない乳化

F25には乳化安定剤としての機能がある。乳化とは水と油のように本来は混ざり合わないもの同士が、どちらか一方に均一に分散し安定化した状態のことをいう。F25を添加すると、界面活性剤を使用しなくとも安定した乳化物が得られる。乳化方法は単純で、

ペースト状のF25を水相成分に十分に分散させた後に、油相を加え混合するだけである。ただし、最適な添加量は乳化物の油相割合によって変える必要があり、油の割合が50wt%未満の場合はF25の添加目安を固形分終濃度で3~5wt%とし、50wt%以上の場合は0.5~3wt%とする。また、F25による乳化には加温の必要がないことも大きな特長である。

4. 油種や混合条件を選ばない乳化

一般的に安定した乳化物を得るには、油種に応じた界面活性剤(乳化剤)の選定が重要となる。しかしF25は対象となる油種を選ぶことなく安定した乳化が可能である。①IPA、②ホホバ油、③スクワラン、④オリーブ油、⑤シリコンの各種油を準備し、それぞれ水と油が1:1の割合となるようにF25の固形分終濃度を3~5wt%に調整した。それらを常温下でミキサーにより攪拌・混合し、1日静置した後の乳化状態を図4に示す。いずれの油種も安定な乳化状態を維持しており、この乳化状態は1ヵ月以上安定に保たれる。

一方で、複数油種から成る混合油を乳化する場合、通常は各物質の相溶性を見ながら、界面活性剤を段階的に添加する必要がある。この場合も、F25は油種の影響を受けないため、複数油種をあらかじめ混合したものにワンステップで添加・混合するだけで乳化が可能である。図4の異なる5種の油を等量ずつ配合した混合油を準備し、水と混合油が1:1の割合となるようにF25の固形分終濃度を3wt%に調整した。それを常温下でミキサーにより攪拌・混合し、1日静置した後の乳化状態を図5に示す。混合油のみの場合と界面活性剤(ステアリン酸グリセリル)を添加した場合は分離するのに対し、F25を添加した場合は安定な乳化状態を維持しており、1ヵ月以上経っても分離は見られ

F25/水/油の配合比 (wt%)					
F25	5	3	3	3	3
水	45	47	47	47	47
油	50	50	50	50	50



図4 異なる油種の乳化 (①IPA、②ホホバ油、③スクワラン、④オリーブ油、⑤シリコン)

ない。

またF25による乳化物は、高温環境下、高温-低温の繰り返し、および高塩濃度(0.1~5wt%)の条件でも、分離を起こさず安定で、製造工程で発生する温度やイオンの影響を受けない。

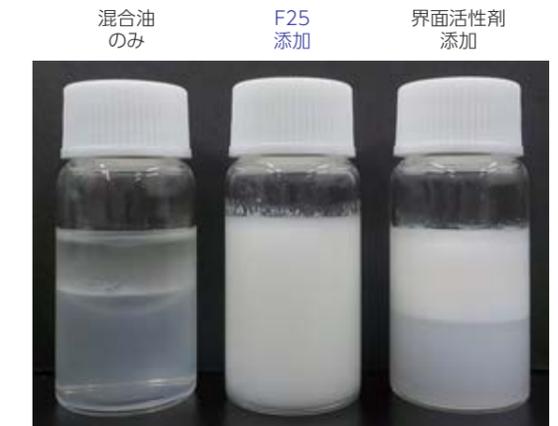


図5 5種混合油の乳化状態 (24時間静置後)

5. バインダー(結合剤)としての利用

パルプ粉、木粉、金属粉、磁石粉、セラミックス粉、ゴム粉、樹脂粉などの各種粉体材料に、F25をバインダーとして添加することで、圧縮成形後の保形性を改善できる。圧縮率や配合比率を制御することで、バイオマスを由来とした樹脂代替材料の開発などで活用が期待されている。

6. おわりに

F25は従来のナノファイバーと異なるユニークな形状を有する素材であり、乳化剤、粉末材料のバインダー、保形剤などとして応用開発を進めている。CNFに比べて生産性が高いため、大量生産時のコストダウンを見込んでおり、大量使用できるサステナブル素材として広く実用化を目指したい。



森本 裕輝

経営企画本部 新規開発部
開発プロジェクトグループ

CRbの適用事例 ～バリ取りロボットモジュールの開発～

岩田 拓也

1. はじめに

当社は、ロボットやAIの活用により製造現場へ付加価値の高い商品・サービスを提供することを目的に、専門部署となるRI事業部 (Innovation with Robotics and IoT/ICT/AI) を2021年12月1日に設立した。当事業部では、設置面積当たりの生産性向上に寄与する、狭小空間で動作可能な産業用ロボット『CRb (シー・アール・ビー) シリーズ』(表1)を展開している。

2022年11月に開催されたJIMTOF2022では、上記CRbを使用したバリ取り用ロボットモジュールを出品した。様々な加工の自動化が進む中、バリ取り作業は依然として手作業によるものが多い。自動化のニーズはあるが、人が作業するスペースしか確保されておらず、自動機を設置するためのスペースを確保できないのが実情である。また、ワーク形状が複雑なゆえにロボットティーチングが難しいという課題を抱えている。今回それらの諸課題を解決すべく、バリ取り用スピンドルモータ『BARRIQUAN (バリカン) BRQ-EZ01』とCRbを組み合わせた省スペースなバリ取りロボットモジュールを開発し、同時にシミュレーションソフト (fastSUITE) をCRb用にカスタマイズした。

2. 5軸ローダ型CRb『CRb020H5□□※』

可搬質量20kg、駆動軸数5軸の『CRb020H5□□』(図1)を新しくCRbシリーズに追加した。リーチ

長は625mmと1,010mmの2タイプを用意し、作業空間および対象作業によって適切なリーチ長を選択可能とした。アーム全体を回転させる軸がなく、水平方向移動を直動軸で行うため、動作がわかりやすく、稼働範囲を広く取ることが可能となっている。水平方向の直動軸を活かした複数装置間のワーク搬送用途や、5自由度動作により5軸加工機のように使用することも可能である。



図1 CRb020H5□□の外観

型式	CRb020H506	CRb020H510
制御軸数 (自由度)	5軸 (直動軸:1軸、回転軸:4軸)	
可搬質量	20kg	
最大リーチ長	625mm	1,010mm
位置繰返し精度	±0.05mm	
本体質量	約80kg + 35kg/m (A1軸の長さによって異なります)	

表2 仕様表

タイプ	機外設置タイプ				機内設置タイプ (防水)			
	型式	CRb015	CRb020H405	CRb020H407	CRb020H506	CRb020H510	型式	CRb015V
外観	すきま設置型	4軸ローダ型		5軸ローダ型		一般型	エアロー型	
可搬質量	15kg	20kg		20kg		15kg	15kg	
軸数	6軸	4軸		5軸		6軸	6軸	

表1 ラインアップ

3. バリ取りモジュールの構成

図2は5軸ローダ型CRb『CRb020H506 (リーチ長625mm)』を使ったバリ取りロボットモジュールである。ハンド部にはバリ取り用スピンドルモータと平行チャックの二つを備え、ツールチェンジャを使用することなく搬送とバリ取りを1台のロボットで実施することができる。水平軸のストロークを伸ばすことによって、装置左右方向へのワーク搬入出や複数工程の拡張が可能で、多種多様なユーザーニーズへの対応を可能にしている。バリ取り工程においては、主に手先側の2軸によりバリ取り用スピンドルモータの姿勢を変えることで5面加工が可能で、後述のシミュレーションソフトと組み合わせることで複雑形状ワークのバリ取り加工にも比較的容易に対応できる。

また、ワーク搬入部には3Dビジョンセンサ (オプション) を備えており、ワークの識別および位置を認識することで、任意の向きに置かれたワークに合わせてハンドの向きを補正してワークを把持する。これにより、工程間のワークのやり取りにおいて精密な位置決めが不要となるため、治具レス化につながり、多品種少量生産にも対応しやすい生産システムを構築できる。

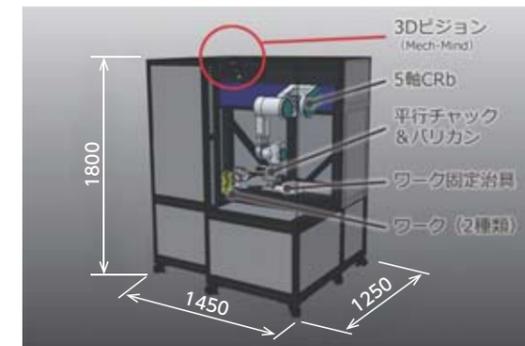


図2 バリ取りモジュール

4. ロボットシミュレーションソフト

当社ではオフラインティーチング用のロボットシミュレーションソフトとしてCENIT社の『fastSUITE』を採用した。バーチャル空間でティーチングを行うことにより、実際に装置を稼働させる前に動作経路やサイクルタイムなどを確認できるため、装置の立上げ時間短縮に寄与できる。また、同ソフトでは、異機種ハードウェア、ソフトウェアと同時接続して挙動検証(図3)が可能であり、ロボット以外

の産業用機械の動作もシミュレートできる。周辺機器の制御も含めた形で事前にシミュレーションすることで、より正確な事前検証が可能となる。今後、CENIT社よりOEM供給を受け、スギノマシン専用ロボットシミュレーションソフトとして販売していく。

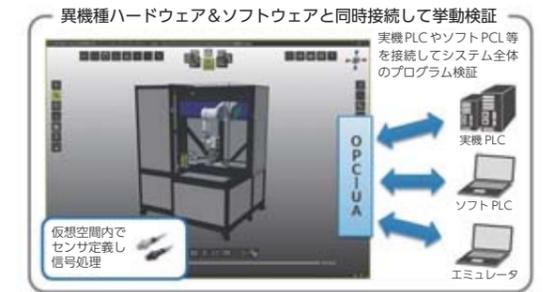


図3 異機種ハードウェア&ソフトウェアと同時接続して挙動検証

5. おわりに

今回はロボットモジュールをバリ取り用途に適用したが、アーム先端のツールを変更することにより様々な用途向けに展開が可能である。それらの各種モジュールと自社の加工機や洗浄機などのラインアップを接続することで、省スペースな自動生産ラインが実現できる。今後は、CRbとシミュレーションソフトをセットで提供することで、立ち上げのしやすさ、ワークの切り替えが簡単になるなどの価値を提供していく。

※CRb020H5□□の「□□」には、最大リーチ長のタイプによって「06」または「10」が入ります。

関連動画



バリ取りモジュール



シミュレーションソフト & デジタルツイン



岩田 拓也

RI事業部 RI部 技術課



富山をさまざまな切り口でご紹介

JIMTOF2022 出展

2022年11月8日～13日にJIMTOF2022(会場:東京ビッグサイト)が開催され、バリ取り技術、ウォータージェット加工、ロボット技術、カーボンニュートラル・環境をテーマに、多彩な商品を出品しました。

9日には、3Dシミュレーションソフトウェアの開発・販売をしているCENIT AGとOEM契約を締結し、ブース内で調印式を、11日には、会場内で当社技術者によるセミナー「スギノとミライへ技術カンファレンス2022」を開催しました。特別ゲストとして元・ボーイング社シニアテクニカルフェロー、ワシントン大学 機械工学科客員教授のダニエル・サンダース博士をご招待し、「積層造形(AM)部品・鋳造金属部品の表面改質のためのCWJP・CASFプロセスの開発と航空宇宙、自動車、原子力、医療分野等への応用」と題して最新技術についての基調講演を実施しました(本誌掲載ページ▶P3-8)。

こちらの講演動画をYouTubeスギノマシン公式アカウントで視聴できます。
※視聴にはユーザー登録が必要です。



当社WEBSITEにJIMTOF特設ページを公開しています。
VRブースによる出展品の紹介など、お客様のお役に立つ情報をご紹介しますので、ぜひご覧ください。



本社移転

2022年10月1日に、早月事業所(富山県滑川市)内に本社を移転しました。機能を集約することで、さらなる業務効率化、イノベーション活性化を推進します。

新住所: 〒936-8577 富山県滑川市栗山2880番地
(早月事業所内)

TEL(代):076-477-2555
FAX(代):076-477-2566



各種 受賞商品について

各賞を受賞した当社商品をご紹介します。商品の詳細については本誌の掲載ページをご覧ください。

2022年度グッドデザイン賞

バリ取り自動化機器
「BARRIQUAN(バリカン)シリーズ」
商品掲載ページ▶ P9-11



2022年「超」モノづくり部品大賞

「ものづくり生命文明機構 理事長賞」
部品洗浄機の省エネパッケージ
「JCC-eSmart」
商品掲載ページ▶ P12-13



とやま健康企業宣言「銀(Step1)」に認定! KNBラジオ「とれたてワイド朝生!」当社社長出演

当社は、全国健康保険協会富山支部などが運営する「とやま健康企業宣言」において、健康経営*の活動が認められ「銀(Step1)」に認定されました。当社は「銀(Step1)の認定」を目指し、健診結果による再検査・保健指導の徹底、健康測定機器などの設置、食事改善、運動推奨、禁煙推奨、健康相談窓口の設置など、健康のための環境整備を実施してきたことを評価いただきました。今回の認定を受け、2022年6月13日放送のKNBラジオ「とれたてワイド朝生!」に当社社長が出演し、当社の健康への取り組みについて紹介されました。

*「健康経営」は、NPO法人健康経営研究会の登録商標です。

番組の放送内容はこちらから▶
(番組公式サイト「とれたてワイド朝生!」のページが開きます)



今年3月開催予定の「2023ワールド・ベースボールクラシック」は、世界で活躍する一流選手が集結する野球の世界一決定戦です。日本代表の活躍のカギを握る重要なアイテムのひとつが、選手の好みに合わせて作られたオリジナルの木製バットです。福光エリア(富山県南砺市)は大正末期から木製バットの町です。最盛期には国内シェア90%を超えていました。福光のバットメーカーの中で唯一「オーダーメイド」にこだわるのが、「バット工房 エスオースポーツ」です。往年の名プレイヤーをはじめ、現在メジャーリーグで大活躍している日本人プレイヤー

など、「一流」と呼ばれる多くの選手たちのバットを多数手がけるバットメーカーで、プロが認める技術と実績ももっています。全盛期には機械で大量生産しても供給が追いつかないほどでしたが、金属バットの普及などにより、徐々に生産本数は減少しました。工房代表の大内弘さんは「機械のように同じものをつくらせては、競争で生き残れない」と考え、「一人一人の要望に応える「オーダーメイド」へと方針を大きく転換しました。他では真似できない手作業だからこそ細部までこだわられる技術はさらに磨かれ、唯一無二のバット工房として、国内外で高い評価を得るようになりました。この精神は、私たちスギノマシンにも共通する部分があります。技術を追求し続けることで手にできる「超技術」。使い手の期待を超え、驚きと感動を与える存在になることを目指し「富山から世界へ」誇れる技術をこれからも発信し続けます。



◀エスオースポーツ Instagramアカウント



代表取締役 大内 弘 さん(右)
バット職人 中塚 陸歩 さん(左)



【取材協力】
バット工房 エスオースポーツ
所在地: 〒939-1667
富山県南砺市開発137
営業時間: 8時~17時
定休日: 第1土曜日、日曜日、祝日
TEL: 0763-52-4723
FAX: 0763-52-4354
E-mail: info@so-sports.net



◀エスオースポーツ 公式ホームページ