

型

技術

3

2017 Vol.32 No.3

特集 金型製造・部品成形における最新の合理化技術

インタビュー シーメンス(株) 専務執行役員 島田太郎氏

超清浄粉末ダイス鋼

Uddeholm Vanadis 8 SuperClean

バナディス 8 スーパークリーン

A PROFITABLE LONG
DISTANCE RUNNER

大きな違いを生み出す鋼材とは？

超ハイテン用の金型、打抜き、ファインブランキング、プレス成形、冷間鍛造、粉末成形などの冷間加工用途における高い性能要求を満たす次世代の工具鋼です。

工具の寿命を延ばし成形品1個あたりの生産コストを削減する可能性を秘めています。

6軸多関節ロボットによる 樹脂成形ラインの無人化

日本省力機械(株) 田中 章夫*

ドイツ政府が推進する製造業の高度化を目指す戦略的プロジェクト「Industrie 4.0」に端を発し、IIC、IVI、中国製造 2025、と世界各国が取組みを加速させている。また、エネルギー削減の取組みから軽量化が求められ、さまざまな部品が樹脂に置き換わり、大型化してきている中、新工法の開発が急務である。

当社は、樹脂製品の成形ラインにおけるローコスト化に対して、これまでとは真逆の発想の成形方法の開発にめどをつけ、「樹脂成形ラインの自動化・無人化」の成功実績からモノづくりに貢献し、IoT-AIにつなげることを目指している。

*Norio Tanaka：代表取締役社長
〒372-0826 群馬県伊勢崎市福島町 173
TEL(0270)40-3111

6軸多関節ロボットによる 自動化・無人化システム

当社が提案する樹脂成形ラインの無人化に寄与する基本技術である。樹脂成形部品はゲート処理、バリ処理、2次加工において収縮や狂い、そりが出ることから、後処理の自動化が不可能とされていた。当社システムはこれらの加工を解決し、自動化・無人化を成功させた。システムとしては6軸多関節ロボットを駆使し、カスタマイズしたロボットに当社開発ツールを搭載して自動微い補正をかけながら加工するものである(図1、図2)。工法は3次元微いバリ取り、超音波切断、2次加工を搭載した加工システムである。以下に、その技術と事例を紹介する。

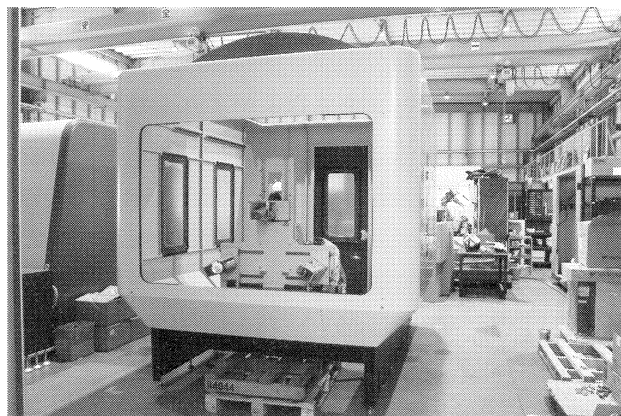


図1 システムの外観

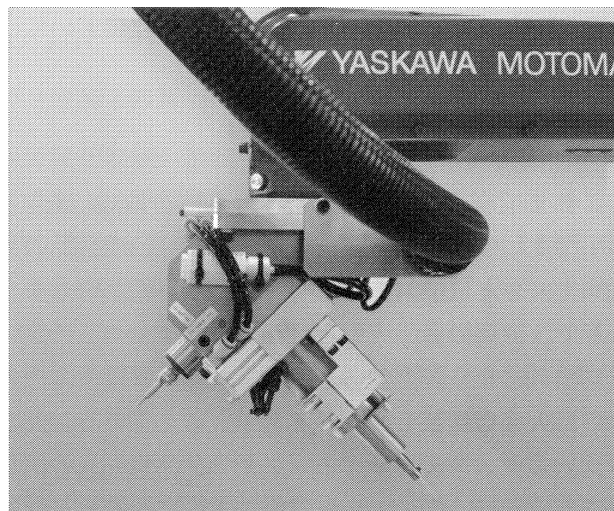


図2 フローティングツールの外観

1. 3次元倣いバリ取り加工法

オールマイティな加工方法で、厚い材料の加工、ワントoolで小径穴から異形穴のデータ加工が可能である。また、当社特許技術では切りくずを飛散させず回収する方式により、不織布などの後処理なしのトリミング加工が行える。

(1) ナビゲーション方式

多関節ロボットの先端に装備する当社特許のフローティングツールの代表格。樹脂成形品の縮みやそり、機械誤差に自動的に追従させる機能を有していて、樹脂成形品のバリ取りの自動化・無人化加工が可能である。

バリ取り、面取り工程で、バリ近傍のワーク面にナビゲーションツールの3次元倣いをかけながら、刃物の食込みやワーク状態に影響を受けない仕上げが可能である。刃物の切込み量はツールホルダにより常に一定となり、複雑・異形状のワークでも加工が行える。一般的なフローティングは2次元方向のみだが、ワークはすべて3次元形状であるため、高精度加工では3次元フローティングが不可欠となる。

(2) パラレルナビ方式

フローティングツールの一種で、成形品のゲートのバリ取りを自動化・無人化するツール。ナビゲーション機構がパラレル構造になっており、ワーク端面基準でPL部およびバリのみを仕上げる。ゲート近傍のワーク面に3次元倣いをかけるため、刃物の食込みやワーク状態に影響を受けない仕上げが可能。刃物の切込み量はツールホルダにより常に一定となり、複雑・異形状のワークでも加工が行える。

(3) インデナビ方式

フローティングツールの一種。ワーク意匠面に傷をつけられない加工の場合、ワーク内外の円周の差に独立した倣いができる機構を取り付けて、こすりキズを防止した精密加工を可能にする。刃物の切込み量を調節することで、複雑・異形状のワークでも加工が行える。また自動調節機構の取付けも可能。エンジンプロック加工などに向く。

(4) スクレーパー方式

多関節ロボットの先端に装備するスクレーパーユニットで、TV枠の内外周仕上げを自動化・無人化でき、高速PL仕上げが可能。ロボットの先端にフローティング機構を介して平板のスクレーパーを支持し、スク

レーパーの刃先部を樹脂成形品の面取り部に負のすくい角をつけて押し当て、刃先部を面取り部に沿って送り、面取り・バリ取りを行う。

(5) ロータリーバー方式

成形品のバリ取りを自動化・無人化するツール。真空成形品などの端末加工に向けて開発し、ワーク基準から設定された一定寸法の加工が可能。倣い面には傷を防ぐベアリングを使用した。手作業の数倍のスピードと品質が可能。バンパー加工などに向く。

(6) 脆性破壊・中子用バリ取り方式

鑄造用中子のバリ取りを自動化・無人化するツール。鑄物部品の砂型のPLバリ仕上げおよび熱硬化性樹脂のPLバリ仕上げ用に開発した。PL部と一般部を0面（要求品質を満足する加工）で仕上げるのが可能。ツールを高速回転させて送りながら、バリ部を脆性破壊させ仕上げる加工法。

2. 超音波切断工法

(1) 超音波切断工法の概要

超音波発信器先端にカッターを取り付け、超音波振動35,000回/秒にて材料を分離切断する工法である。ロボットに超音波カッターユニットを搭載し、ワークを3次元にカットしていく。超音波カッター自体は多方面ですでに使われているが、ここで紹介する工法は現在自動車内装などを主な適用先としている。すなわち、複雑な3次元曲面をもち、比較的軟質な素材ではありながらガラス繊維などを含み、また厚みもある素材を対象としている。

カッター刃には高速度工具鋼や超硬合金を使用し、振動子、発信機は高速、高負荷切断を可能にする仕様としている。振動子にはPZT電歪振動子を用い、安定した切断を得るため自動追尾制御を行っている。切断ツールの保持には7軸多関節ロボットを用いることで、本工法に適した動きを得ている。本工法を支える技術としては、材料固定技術のほか、材料圧縮切断、倣い切断、切断条件最適化（送り速度、方向、刃の姿勢、振動方向など）、刃の状態検出、自動研磨、オフラインティーチング、ロボット技術などがあげられる。

(2) 超音波カッターの有効性

カーペットなどの複雑な軟質素材を複雑な形状に、かつ工業的に切り抜く場合、従来はウォータージェット切断や、プレス機械を用いた型抜きなどが行われてきた。ウォータージェット切断では諸設備やランニングコ

スト、水を使用することによる被切断材料への影響、切断面に発生するバリなどの課題があり、プレス機械による型抜きは大量生産向きだが、設計変更の対応に難がある。また、レーザー切断は材料の溶けや発火の危険性がある。

上記の3点の方式の欠点を解決したのが、超音波カッターを用いた切断方法である。この工法は、政府施策の「異分野連携新事業分野開拓」の一つとして、2005年9月に認定を受けている。

3. 自動化・無人化システム

自動化・無人化システムの事例を紹介する。

事例1. ブロー成形ラインの無人化 (図3)

成形機から成形ワークを取り出し、加工位置に配置してワークをチャックしたまま空中でトリミング加工、穴あけ加工など、2次加工を行い、完成品はパレットに収納する。加工により発生した端材はコンベヤを介してリサイクルのための破碎機に送る一連の無人化システムである。

成形品の縮み、狂いに追従する超音波カッター倣い加工技術により0面加工を実現(特許取得)。本加工例では材料がポリエチレン(PE)で、サイクルタイム75秒、取出し時温度90~120℃、縮み約3~6mmの条件下で、加工スピードはMAX 800 mm/sで0面加工を実現している。また、基準穴、長穴加工も行っている。

事例2. ミーリングトリム

多関節ロボットの先端に特殊ミーリングユニットを

搭載し、厚板樹脂から不織布まで各種の材料の加工を可能にした機械システム。ツールは当社開発特殊エンドミル仕様で、デラミネーション対応機能、切りくず飛散防止を備えたトリミング加工システムである。また、切りくずは集塵し、切りくずのみを集塵ケースに集める機構を備えている。

事例3. インパネ加工

自動車のインパネなど、大型樹脂成形品の2次加工用に開発した機械システム。カスタマイズした多関節ロボットの先端に超音波カッターユニットを搭載し、独自開発のカット条件にてワークをトリミングする。本加工例は、P材+発泡材+フィルム+各種材料の板厚12mmに対して、直線加工、R形状加工、ピン角四角穴加工を行っている。粉塵なし、騒音なし、高面粗さの加工面が得られ、ランニングコストの大幅な削減を実現する。

事例4. フロアカーペットなど不織布の加工

自動車のフロアカーペット、天井ラゲッジフロアシートアンダー、ハウスライナーなどに向けて開発した機械システム。複数台のロボットに超音波カッターユニットを搭載し、ワーク取出し、セットステージとトリミング加工ステージを有し、A、Bの2式の治具を有した加工機を開発。CADデータからロボット加工データをオフラインで作成しトリミングを行うもので、現在は超音波トリムが重宝されている。材料をカッターで分離させる工法であることから、カット時に粉塵を出さず、人間には聞こえない領域である周波数35

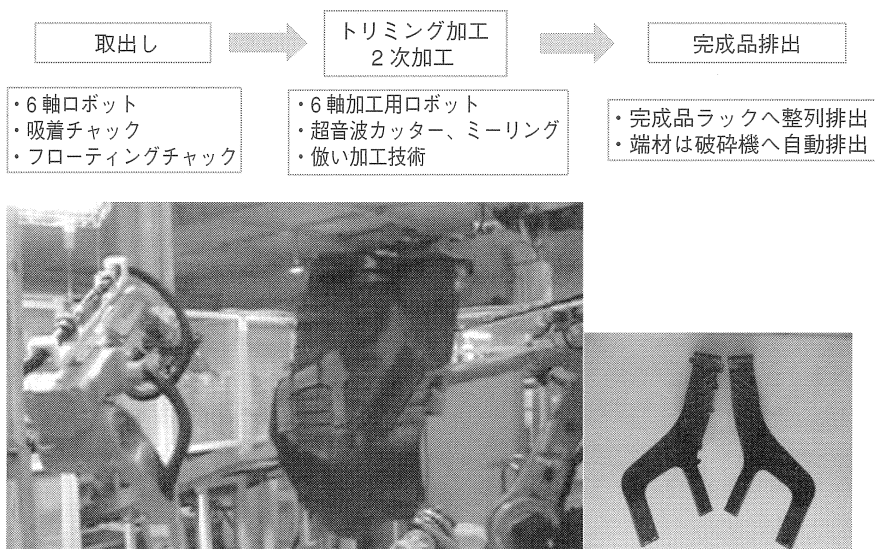


図3 ブロー成形間接取出し仕上げ加工の様子と加工後の成形品

kHz でカットしている。また、刃物が摩耗しても機械内に設置された研磨装置で自動再研磨をしながら連続カットができることから、高面粗さの加工面が得られ、ランニングコストの大幅な削減を実現する。

倣い位置決め表面仕上げ技術を用いた低圧圧縮成形技術

1. 本技術の概要

本技術は、これまでのプラスチック射出成形の常識とは逆に、成形でバリが出ることは容認し、最後に倣い位置決め自動バリ取り装置により仕上げ、最終製品を得ようとする技術である (図 4)。この技術により、射出成形のキャビティ内圧、すなわち型締め力が大きく低減される。結果、良品率の向上などによるコストダウン効果、大物薄肉品の成形が可能になることによる新製品開発などの顧客メリットが得られる。

典型的な効果として、厚み 0.3 mm のバリを出しながら成形した場合、型締め力が、従来比 1/7~1/3 程度に低減される (図 5)。薄肉化へ適用した場合、従来ではほとんど樹脂充填されない製品でも成形が可能になる (図 6)。単純な形状では、1/2 程度の薄肉化が可能である (図 5)。成形されたバリ出し製品は、倣い位置決め自動バリ取り装置により、成形タクトを遅延させないような高速でバリ取りを行い (図 7)、最終製品に仕上げることができる (図 8)。

2. 本技術の成果

本技術は、射出成形技術、表面仕上げ技術の 2 つに大別される。射出成形技術の研究では、意図した場所にバリを出すための金型設計、射出成形条件の最適化を行った。従来とは真逆な考え方をするため、成形実験と数値シミュレーションの両面からアプローチし、成形条件に関するノウハウを蓄積した。また、表面仕上げ技術の研究では、バリ取り過程の核心であるミー

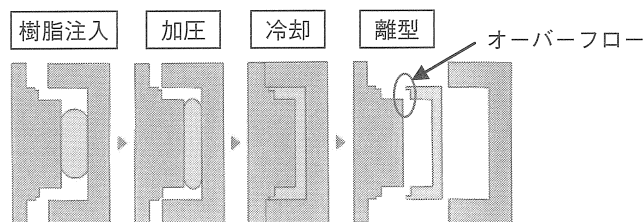


図 4 圧縮成形技術の概要

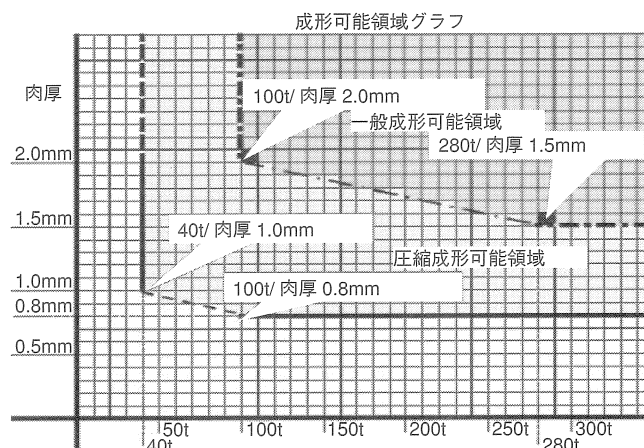


図 5 本技術による成形可能な型締め力、肉厚の範囲 (ポリカーボネイト樹脂の場合)



図 6 本技術と従来の射出成形での樹脂充填の違い (PC、サイズ 316×211 mm、板厚 0.8 mm の場合)。円盤状成形品が従来の射出成形、長方形成形品が本技術による成形 (フル充填)

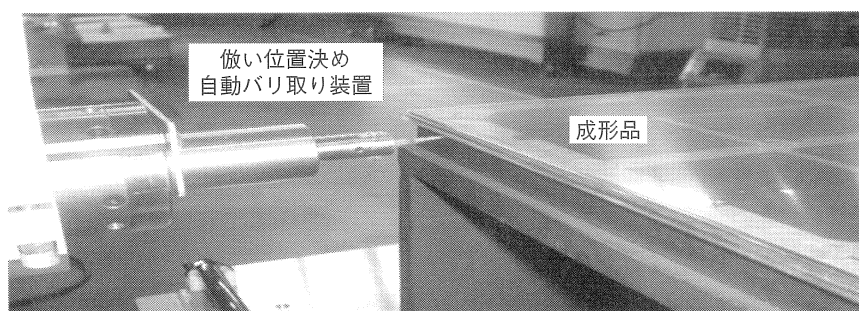


図 7 本技術によるバリ取りの様子

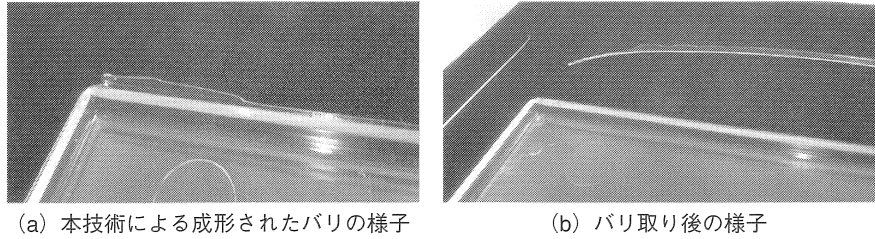


図8 バリ取り前後の様子

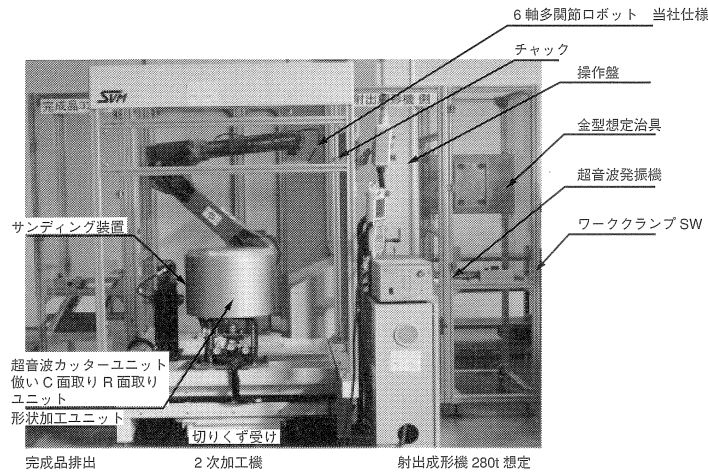
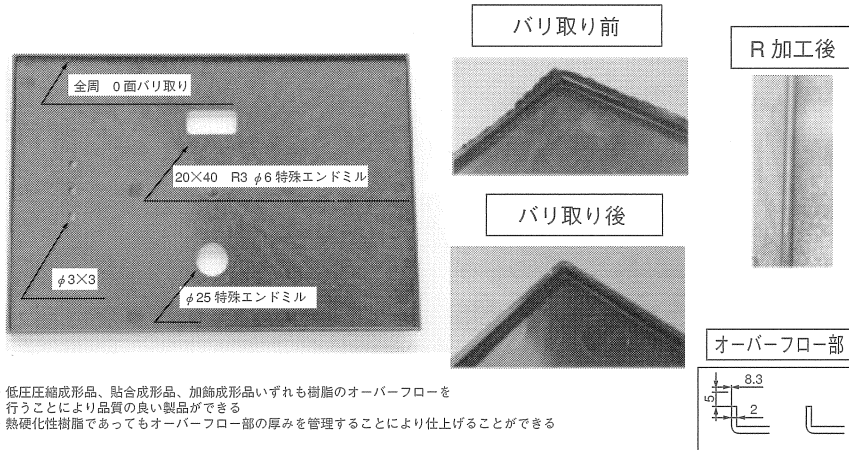


図9 2次加工無人化システムの構成

・ワークのそりがあってもワーク吸着チェック可能範囲であれば遜色なく加工可能



・低圧縮成形品、貼合成形品、加飾成形品いずれも樹脂のオーバーフローを行うことにより品質の良い製品ができる
・熱硬化性樹脂であってもオーバーフロー部の厚みを管理することにより仕上げる事ができる

図10 バリ取りおよび2次加工結果

リング装置と樹脂との相互作用に関して、数値シミュレーションによる支援を得ながら、切削条件の最適化を行った。

成果として、当初のコンセプト「成形ではバリが出ること」を容認し、最後に倣い位置決め自動バリ取り装置により仕上げて最終製品とする」ことを実証できた。また事業化展開を念頭におき、多様な製品、材料に対して本技術の適性を検討した。製品例として、単純なノートパソコン天板状製品、対照的に中抜き薄型テレビ枠状製品、素材例として、単体樹脂のほか、炭素

繊維強化樹脂、熱可塑性樹脂／熱硬化性樹脂 2色積層成形、に対して本技術の効果を実証した。

3. 樹脂成形・2次加工ラインの自動化無人化

バリを容認した成形ラインの無人加工ラインで、成形機からワークを取り出し、ワークを保持したまま2次加工を行うシステムと加工結果を図9と図10に示す。ワーク取出し→外周バリ取り（超音波倣いバリ取り）→φ3mm穴あけ（特殊ミーリング）→丸穴、角穴加工（特殊ミーリング）→外周端面R面取り→次工程へ排出の順に行っている。