

特集 型技術の進化がモノづくりを

型技術の進化を後押しする「デジタルマイスタープロジェクト」⑤

次世代型高知能金型加工システムの開発・実証

デジタルプロセス(株) 半沢 克成*
鈴木 建彦**
本多 正人***

近年、デジタル化の急激な進展により、自動車業界をはじめ、製造業では開発プロセスの超短縮化が競われている。その流れは金型業界においても同様であり、開発期間に占める割合が大きい金型の製作期間の短縮要求は以前にも増して厳しいものとなってきている。

一方、実際の金型製作現場ではバブル後の景気低迷による設備の陳腐化、職人不足、低コスト化による海外への流出などにより、競争力の維持・向上が大きな課題となっている。

本システムはIT技術をさらに高いレベルで活用し、これまで培ってきた世界一の金型技術・技能を伝え、進化させていく新しい仕組みである「3現主義による一人CAM」を実現するために、「デジタルマイスタープロジェクト」の補助事業として、平成13年度より開発を進めているものである。

これまでに個別技術の開発を終了し、現在、全体システムとしての有効性を確認するための実証実験を行っている段階である。本稿では開発技術の概要と実証実験の状況について紹介する。

次世代型高知能金型加工システムの ねらい

CAD/CAMの普及により分業化・専門化が進

んだ結果、以下のような課題が発生している。

- ① 現物に合った効率的な加工ができない。
- ② 問題発生時に、その場で迅速かつ確かな対応ができないため、待ち時間が発生する。
- ③ 全工程トータルで効率化を進めることができない。

また、これらを解決するためにショップフロア化や多能工化の取組みも見られるようになってきているが、現状では対応したシステムがないため、十分な効果が挙げられていない。図1(次頁参照)に示すように、「次世代型高知能金型加工システム」では素材計測、工具計測、高速・高精度CAM、加工予測・監視による高能率・高品質な加工の実現を目標に開発を進めている。

機械オペレーターは、工作機械と一体化したシステムにより、ワークや工具の計測結果や加工予測データを駆使して加工方法を改善し、また、新たな加工方法を考案・実施することが可能となる。さらに、実際の加工状況をリアルタイムに監視・分析し、その場で加工後の計測データとCADデータを比較することで、より高度な加工へと進化させることができる。

このような実績データの蓄積と継続的な工夫の積み重ねにより、今までにない革新的な作業環境が構築できるのである。

インライン計測

現在、金型の計測は接触式または光学式による

*Katsunari Hanzawa, **Tatsuhiko Suzuki, ***
Masato Honda: 第一開発部
〒243-0018 神奈川県厚木市中町2-9-6
TEL(046)225-3935

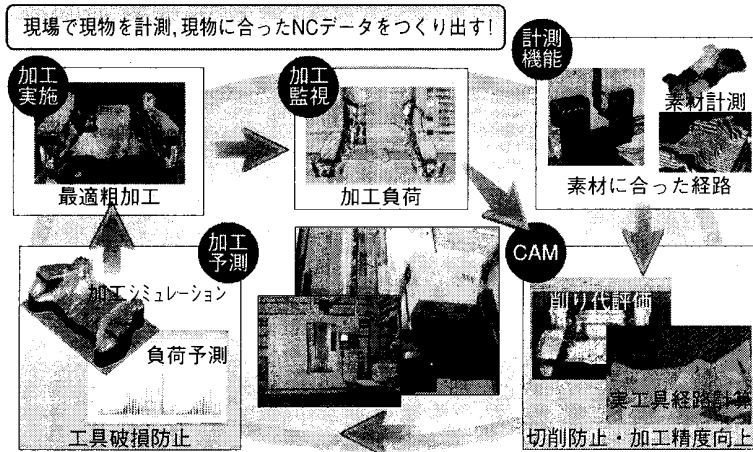


図1 次世代型高知能金型加工システム

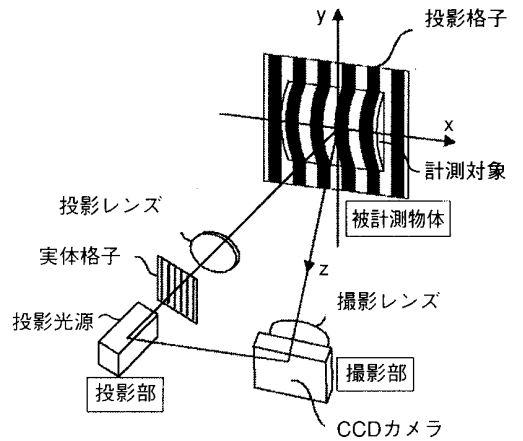


図2 格子パターン投影法

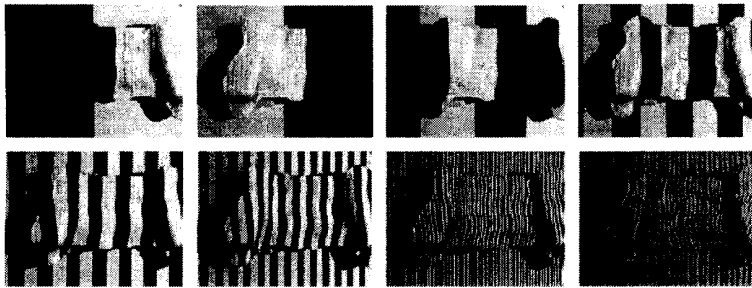


図3 暗相反転法による計測例

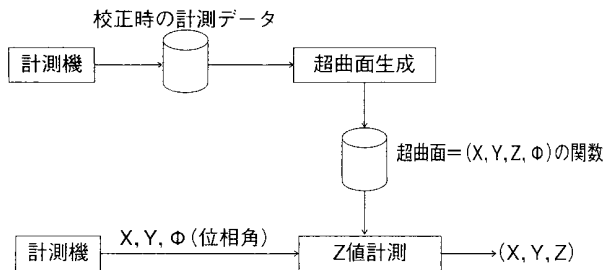


図4 超曲面法

スキヤニング計測がほとんどである。これらの方式では計測時間が長く、また、入り組んだ形状の場合は複数の方向からの計測が必要であるため、車体外板のような比較的なだらかな形状にしか適用されていない。そこで今回、安価で効率的な型計測を実現するためのインライン計測技術として、位相反転と超曲面を利用した格子パターン投影法を開発した。

一般的な格子パターン投影法は液晶などで作った格子縞を物体に投影して、形状を得る面計測法(図2参照)であるが、縞の不連続部への追従や絶対精度、水平面の水平性や平坦性の保証な

どの問題があり、利用範囲が限定されていた。

(1) 位相反転法

球のような形状では、縞が不連続となり縞の対応が特定できないため、不連続箇所を同時計測は困難である。位相反転法では、図3のように縞パターンを順次変えながら投影することで、短時間での計測が可能となった。

(2) 超曲面法(特許出願済み)

超曲面法とは、計測機校正時のデータから「X, Y, Z, Φ (位相角)」の関数である超曲面を生成し、計測時に得られる「X, Y, Φ 」より高精度にZ値を求める方法である(図4参照)。

(3) 工作機搭載計測機の開発

今回、工作機への搭載も可能な計測領域 $200 \times 150 \times 150$ mm のインライン計測機を新たに開発した(図5参照)。本計測機はストライプ型液晶格子を搭載したプロジェクタ、高密度 CCD カメラを使用することで、安価で高速・高精度であること、また、直接工作機座標系での計測が可能であることを大きな特長としている。

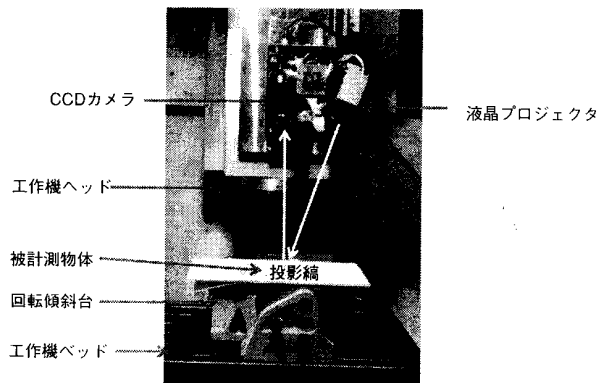


図5 インライン計測機

高速・高精度 CAM

本システムの実現にあたり、実際の自動車開発現場でNCデータ品質と、ボディサイド一体型までカバーできる能力の高さを評価いただいているCAMシステムをベースに、大幅な機能強化を実施している。

現場でのリアルタイム切削を可能とするために、超高速計算エンジンを搭載するとともに、実際に使用する工具の実形状に合わせた工具経路計算が可能となった。図6に示すように、工具摩耗や研磨誤差によって生じた形状の差異を反映したNCデータを出力することで、より高精度な加工ができるようになった。

加工負荷予測・実加工状況監視

CAMの浸透により、CADデータに合致したNCデータが作成できるようになったが、プレス金型に多く用いられる鋳物などの素材では必ずしも削り代が一定でない。このため、過負荷による工具折損や逆にエアカットの多発、送り速度や回転数を上げられないといった問題が発生している。

(1) 加工負荷予測

素材計測データとCADデータとの差分より削り代モデルを作成し、加工負荷を事前に把握することで最適の加工を行うことが可能となる。

計測データを超えない範囲で、できるだけ上方へ製品形状をリフトすることにより、全体の削り代を削減し(図7参照)、また、削り代の多い部



図6 実工具形状を使用した工具経路計算

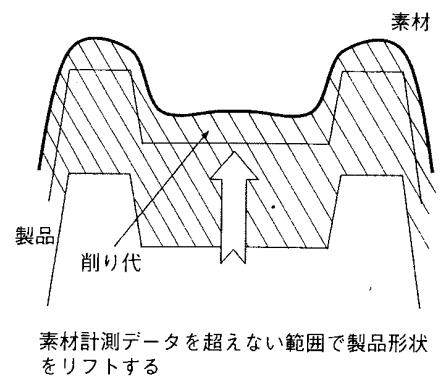


図7 素材計測による削り代の削減

位を局部的に加工することで、削り代を均一化させ、高効率な条件での切削ができるようになる。

また、切削負荷シミュレーションを使って、加工方法の違いによる負荷の違いを可視化することで、より効率的な加工方法を選択することが可能となる。

(2) 実加工状況監視

CNCコントローラからの情報をリアルタイムで取得し、実際の加工状況をグラフや数値データとして監視するとともに、予測したデータとの突合せを行うことで、工具破損などの加工異常の把握・対応が迅速に行えるようになる。

また、実績データを蓄積・分析していくことで、より高レベルの負荷予測や工程設定を実現することが可能となる。

実証検証状況

現在までいくつかの型で実証実験を実施した結果、ほぼ目標どおりの成果を得ることができた。

図8(次頁参照)はフロントメンバのパンチ型の素材を計測し、加工負荷を予測したものである。ワーク位置の調整と高負荷部の事前加工(次頁図

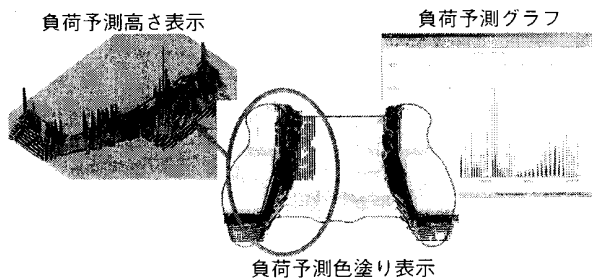


図8 加工負荷予測

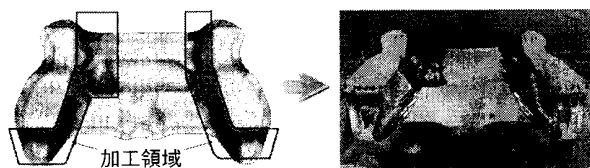


図9 高負荷部の事前加工

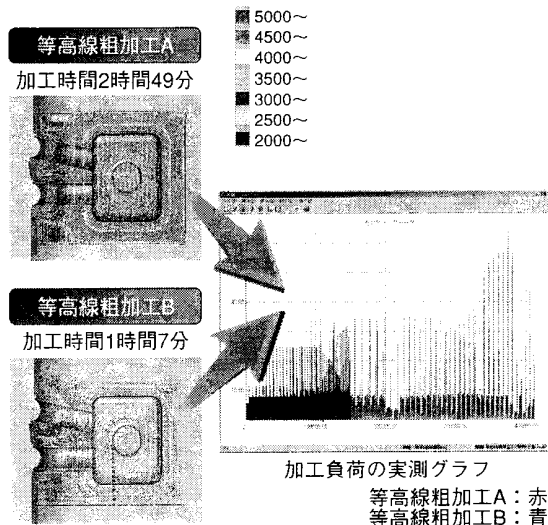


図11 加工負荷の予測による加工方法の改善

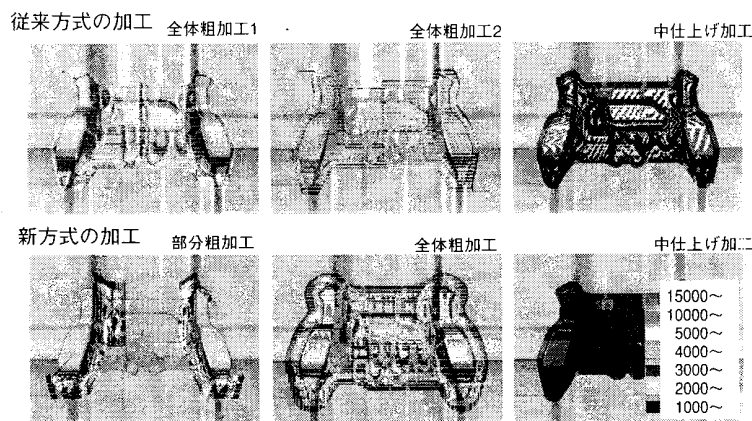


図10 加工負荷の比較

9参照)を行うことで、粗加工工程数の削減と送り速度の高速化が可能となり、加工時間を3.5時間から0.5時間へ大幅に短縮することができた。実際に、加工状況監視結果を見ても新加工方法が明らかに低負荷の加工になっていることが認められる(図10参照)。

インタークマニホールドのコア型については、事前にいくつかの加工方法で加工負荷予測を行い、最適の加工条件を導き出している。シミュレーションの結果に基づき、回転数と送り速度をそれぞれ20%向上させることで、加工時間を半減することができた(図11参照)。

☆

「次世代型高知能金型加工システム」は、現場の機械オペレーターがその場で操作し、素材の状

態、工具の制約などの条件を反映したNCデータ作成を実現できること、さらに、インライン計測や加工負荷予測・実加工状況監視により、現場での工夫を織り込んでいくことで、高能率・高品質な金型加工の実現を目標として開発してきた。

計測については大阪大学の三好研究室、また、加工負荷予測・実加工状況監視については日本大学の白井研究室、(有)デニアとの共同開発を行い、実証実験にて効果が確認できる段階に到達することができた。

2004年度からは、当初の計画どおり商品化に着手する予定である。商品化のためには、まだ解決すべき課題も残っているが、早期に実現できるよう、そして一日も早く型製作の現場で業務革新のツールとして認めてもらえるよう、精力的に開発を進めていく所存である。