

精密部品加工改革

齋藤 美和 秋山 明
乾 英之

当社で生産しているATM（現金自動預払い機）を代表とするメカトロニクス製品は、中ロット品を海外生産（中国）し、小ロット品を国内生産している。その中で国内生産は、①新製品の立上げ ②小ロット断続製品の生産、がミッションとなっており、メカトロニクス製品の精密板金部品の汎用加工（表1）に特化して改革を推進している。

なぜならば、メカトロニクス製品で構成比率が高い精密板金はコスト影響が大きく、ロット変動や生産計画の変化に柔軟に対応する必要があるからである。

表1 汎用加工と専用加工

	汎用加工	専用加工
生涯台数・ロット	小	大
投資(専用金型)	不要	必要
スキル・技能	必要	不要

一方、世の中で2007年問題がクローズアップされている中、当社でも精密部品加工を熟練作業者に頼った部分があり、現状の年齢構成も50歳以上が半数を占める状況で、非常に大きな課題となっている。

本稿では、精密部品加工の2007年問題に対応した熟練作業の簡易化と、生産性を飛躍的に向上する自動化・高速化について、改革事例を紹介する。

IT技術による熟練作業の簡易化

熟練作業の簡易化として加工方法の改善、設備の改造を行うとともに、当社独自のT-CAMシステムを開発した。

(1) T-CAMとは

従来の設備を動かすためのCAMシステムに対し、T-CAM（図1）は作業員に作業指示を行う機能を付加し、NCデータ制御、作業履歴等を統合した製造管理システムである。名称は、Total Computer-Aided Manufacturing

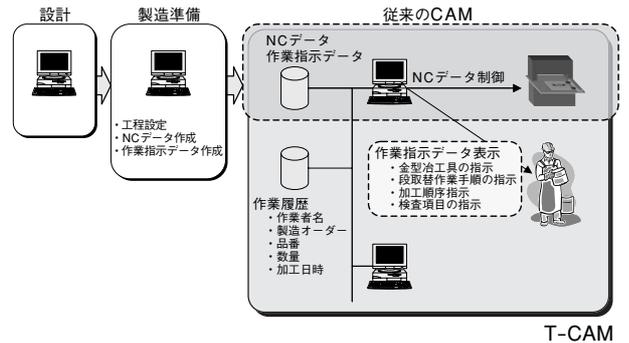


図1 T-CAM

Systemの略号である（Tにはシステム開発した富岡工場の意味も含む）。

(2) T-CAMの狙い

多品種小ロット生産では、段取り替え作業（金型・治工具の取り付け、加工条件の設定など）が連続して発生する。従来、熟練作業者に依存していた段取り替え作業や製品の測定作業を、製品3Dデータを利用して単純化するとともに作業時間の短縮を狙いとした。

(3) T-CAM適用事例1：曲げ加工

曲げ加工は、プレスブレーキを使用して平板（2次元）を立体形状（3次元）に塑性加工するものである。

この曲げ加工は、金型選択・加工順序の設定・被加工部品の位置決め・寸法角度調整等、複数の段取りがある。そのため、段取り替えに時間が掛かり、作業を効率化するためには分かりやすい作業指示が必要である。

そこで作業指示画面には、ユニバーサルデザインを導入し、段取り替えごとの画面構成にする等、誰にでも分かりやすいインターフェース（図2）とし、データ作成時間および段取り替え作業時間を削減した（図3）。

(4) T-CAM適用事例2：ネジ立て加工

ネジ立て加工は、まず作業者が図面（立体形状）を確

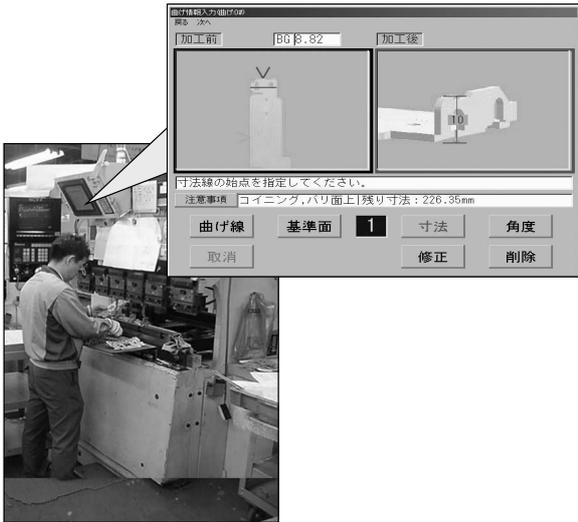


図2 T-CAM適用事例：曲げ加工

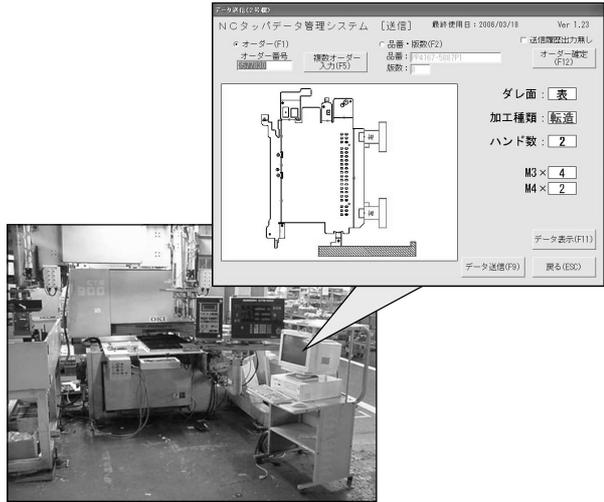


図4 ネジ立て加工T-CAMイメージ

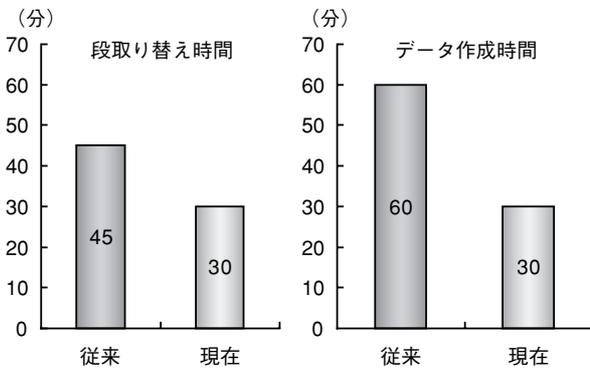


図3 削減時間効果

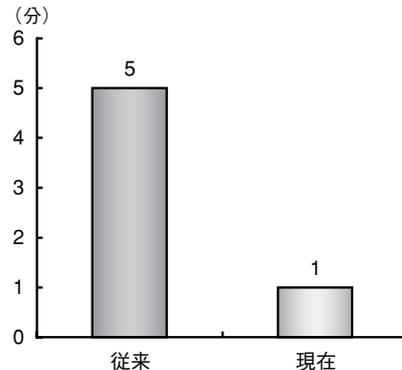


図5 段取り替え時間削減効果

認して、指定された場所を1箇所ずつタップ盤で加工（被加工部品は平面形状）していた。

このため作業者は、立体形状イメージから平面形状イメージへの解読スキルが必要となり、その他にも加工のためにタップの選定などノウハウが必要なため、未経験者での対応は困難であった。

また、自動ネジ立て装置もあるが専用の治具や複雑な設備操作が必要であり、段取り替えにはさらに高いスキルが求められた。

今回、この自動ネジ立て装置を改造し、T-CAMを付加した。これにより、作業伝票のバーコードを読み取るだけでセット替えができるようになり、画面（図4）の作業指示に従った簡単な操作だけで誰でもネジ立て作業ができるようになり、段取り替え時間を削減した（図5）。

部品加工・製造準備の自動化

(1) 自動化についての考え方

従来の自動化は加工時間の短縮を図る量産対応が主力であったが、当社では段取りや製造準備を含めた時間の短縮を狙った自動化に取り組んできた。

以下にその具体事例を記す。

(2) 自動化事例1：曲げ加工

当社では以前から曲げ作業の自動化を積極的に推進してきた。従来の自動化は大量生産には適していたが、段取り作業に時間が掛かり、小ロット生産には適していなかった。

今回の自動化では、多品種小ロットに対応した部品の供給・排出装置を自社で開発した。

開発した供給・排出装置は、①曲げ前の部品（ワーク）の自動位置決め ②積載ワークの自動1枚分離 ③ワークの自

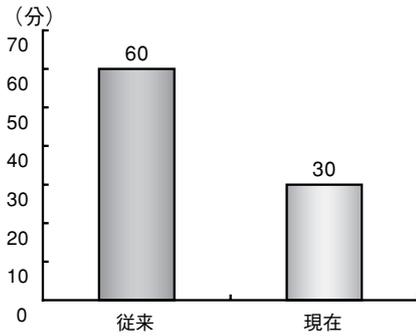


図6 段取り替え時間効果

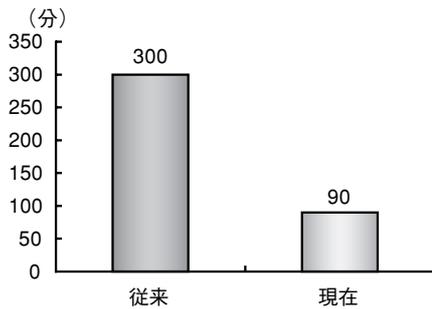


図7 データ作成時間効果

動1枚検知 ④部品形状の柔軟性が高い排出装置，という市場にはない機能を実現した。

この自動化により大幅な加工の準備時間が削減され，さらに高難度部品の加工および安定した品質確保を実現した(図6，図7)。

また，設備の機能が多様化し，操作が複雑化したが，前述のT-CAMを適用し，分かりやすい作業指示を行うことにより，誰でも作業を可能とした。

(3) 自動化事例2：製造準備

●工程設定のナレッジデータベース化

工程設定の難しさは，工程の組み合わせおよび順序が膨大であることと，コストおよび品質面で最適な設定が要求される点にある。

したがって，従来は工程を熟知した者しか設定できなかったが，製品図面データを活用し，工程設定ノウハウをデータベース化・システム化することにより，工程選定・工程順序設定・標準時間の設定を簡易化(半自動化)することが可能となった。これにより，多品種小ロットに柔軟で，かつ迅速な対応ができる製造準備のしくみを確立した(図8)。

さらに，オーダーを管理する生産計画システムとリンク

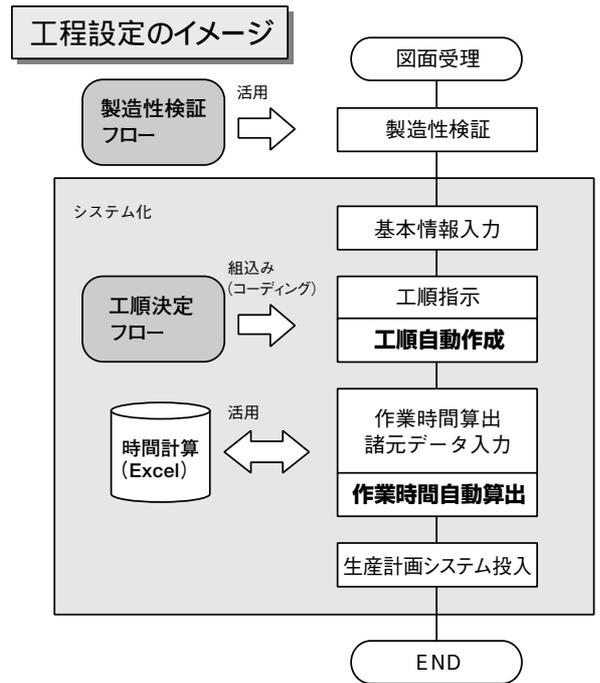


図8 工程設定フロー

することにより，システム入力工数を削減した。

具体的には，板金加工の工程設定作業の場合，インプットとして，加工部品の材質・大きさ・加工要素情報(曲げ：X回，ネジ立て：Y回，切断長：Zmm・・・)等を入力することにより，アウトプットとして加工工程の順序・工程ごとの作業標準時間などが自動で設定できる。

また，これにより入力ミスや工程漏れなどの問題がなくなり，工程設定品質の向上にもつながった。

●板取配置システム

多品種小ロット生産では，決められた板金材料の中に多品種の部品が配置されるケースがある。そのため，部品配置を効率的に行うことが重要であり，昨今の鋼材価格高騰の影響もあって，材料歩留まり向上は必須課題となっている。

歩留まりの定義は，「(購入量－廃材量)／購入量」であり，廃材量には，廃材の栈，パンチの抜きカス，廃棄部品も含まれる。

市販されている部品配置ソフトでは，多品種小ロット生産に対応できるソフトがなかったため，システムの自社開発を進めてきた。

開発のポイントとしては，形状認識方法の改良・板金材料間の継続的な配置の実施・加工設備の制約による加工不可エリアの影響縮小などのさまざまな機能を取込んだ。

結果として材料歩留まりは、業界トップクラスの配置効率を実現した。

また、操作方法も改善され、一日の処理件数800品種の対応を1人工で対応できる高い作業効率を実現している。

加工設備の高速化

(1) 高速化の考え方

汎用加工設備は高額設備が多いため、投資対効果を最大化することが求められる。この方策として、設備の高速化を図り、生産能力を高める必要がある。

(2) レーザ加工の高速化

当社では、板金材料から部品を切取る加工をパンチレーザ複合加工機で行っている。パンチレーザ複合加工機を使用する理由としては、①自由曲線の加工が可能 ②穴径、穴ピッチが高精度 ③多品種対応が可能、であることである。

この加工機は非常に高価な設備であり、1日24時間・年間320日以上稼働を行っているが、さらなる高速化に取り組んだ。

パンチレーザ複合加工において、高精度を必要とする部分はパンチで加工し、その他の自由形状の切断をレーザ光で行う。この加工時間の約60～70%をレーザ切断が占めており、コストに一番影響が大きい。

レーザの加工速度を決める2つの大きな要因について最適な設定をすることにより、どのような条件でも高速に切断できるようにした。

a. 切断条件の要因

- アシストガスの種類・圧力
- ノズル径
- 集光レンズの種類
- レーザ出力・周波数
- 切断速度

これらの条件を材料の材質、板厚別に最適に設定する。

b. 切断の軌跡の要因

レーザ切断の時に、鋭角部分、切断の開始位置、および、終了位置等が切断品位で問題となる。

部品の形状パターンにより下記のパラメータを最適に設定して、切断品位が良く、後工程で仕上げが不要なレベルで最速となる加工データを作成する。

- 加工方法の選定（パンチ／レーザ）
- 切断速度の選定
- 切断順序と軌道の工夫

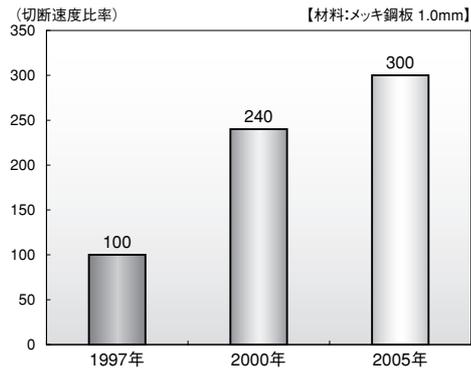


図9 レーザ切断速度

これらの取り組みによって、大幅な切断速度の改善を実現し、仕上げレスの加工品位を達成できた（図9）。

今後の展開

当社では、前述のように精密板金を中心にIT技術を活用した熟練作業の簡易化や自動化、高速化に取り組んできたが、さらなる適用範囲の拡大とレベルアップを目指していく方針である。

また、精密板金以外のメカトロニクス製品を構成する加工部品についても新しい製造技術開発に取り組んでいき、製造部門での競争力を強化していきたい。◆◆

● 筆者紹介

齋藤美和：Yoshikazu Saito. 生産サービスカンパニー システムプロダクツ本部 メカトロ部品生産部

秋山明：Akira Akiyama. 生産サービスカンパニー システムプロダクツ本部 メカトロ部品生産部

乾英之：Hideyuki Inui. 生産サービスカンパニー システムプロダクツ本部 メカトロ部品生産部