

# 板金製造のIT化による生産性向上

金森康孝\*  
真下尚久\*  
畑仲圭介\*

Improvement of Sheet Metal Processing by IT  
Yasutaka Kanamori, Naohisa Mashimo, Keisuke Hatanaka

## 要旨

情報システムの連携強化と、設計と生産管理の情報を有効活用することで、社内板金製造における生産準備作業を効率化し、現場作業の自動化と管理を強化する仕組みを導入して生産性を向上させた。

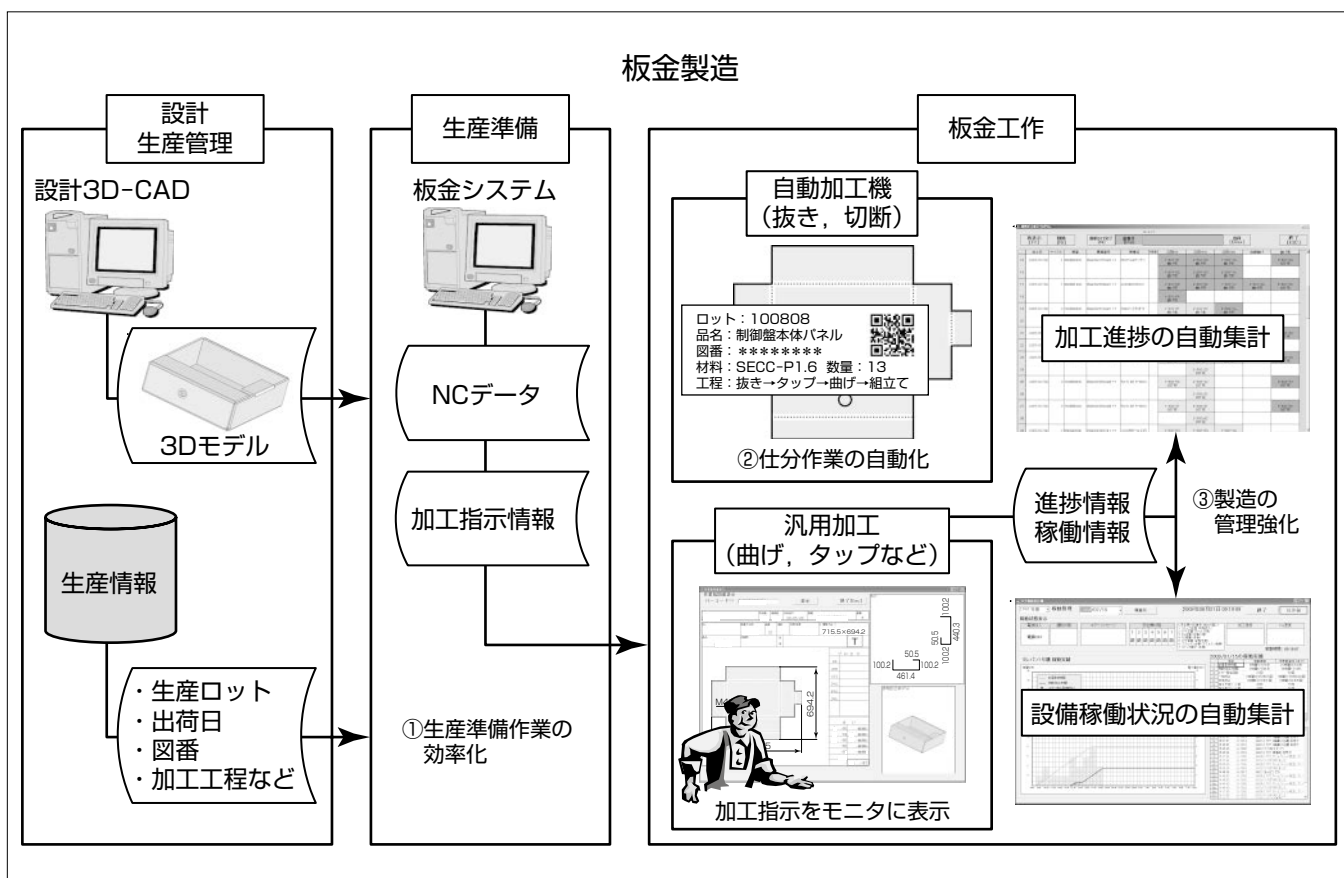
生産準備作業では、設計が作成した3Dモデルから板金形状を自動認識して解析することで、板金製造に必要な加工情報(NC(Numerical Control)データ、加工指示情報)の作成を一貫して処理する板金システムを構築した。実現にあたり、設計の3D-CADと板金システムの情報連携を図るため、設計が作成する3Dモデル上に、板金システムが認識可能なモデリング方法で板金形状を表現するルールの構築と、システム間で正確な情報伝達を可能とするインタフェース(I/F)を確立した。また、これまで熟練作業

に依存していた加工情報作成のノウハウを自動処理化した。

板金工作では、自動加工機のシステムと板金システムを連携し、設計と生産管理から取得した情報を基に現品票を板金部品に貼り付けて仕分する現場作業を自動化した。

さらに、管理強化を目的に、加工の際に加工情報を提示するのに合わせて加工進捗(しんちょく)を自動集計することで、高精度の進捗情報をリアルタイムに提示する仕組みを導入した。

また、加工機の稼働状態を収集する能力が向上したシーケンサなどの制御機器から、大量の稼働情報を高速に収集するI/Fを開発し、稼働状況をリアルタイムに見える化することで加工機の稼働率の向上を実現した。



## 情報システムの連携と情報の有効活用によって生産性を向上

- ①板金システムが設計3Dモデルと生産情報を活用し、加工情報(NCデータ、加工指示情報)を一貫して作成することで、生産準備作業を効率化した。
- ②自動加工機のシステムと板金システムを連携し、3Dモデルと生産情報を活用して現品票の貼り付けと仕分作業を自動化した。
- ③加工進捗と設備稼働状況を自動収集して集計し、信頼性の高い情報をリアルタイムで提示する仕組みを構築した。

## 1. ま え が き

売上げの海外依存が高まる中、国内市場に加えてグローバル市場での競争力を強化するため、より幅広い顧客ニーズにこたえるために多種多様化する製品を短納期・低コストで提供する体制作りが必要となってきた。

製造部門では、さらなる“多品種生産化”“短工期化”を“高品質”“低コスト”で実現する生産システムの再構築が課題となっている。

本稿では制御盤など客先仕様に応じた設計とモノづくりが必要な個産事業における板金製造を対象に、情報システムの連携と、設計と生産管理の情報を有効活用することで、生産準備作業の効率化と現場作業の自動化、製造の管理を強化する仕組みを導入し、生産性を向上させた事例について述べる。

## 2. 生産準備作業の効率化

社内JIT(Just In Time)活動でカイゼン(改善)が進んだ生産現場に対し、生産準備作業は標準化と能率の評価が難しくカイゼンが遅れており、個産事業では特に顕著である。この生産準備作業で最も人手と時間がかかっている加工情報作成作業を、設計情報を活用することで効率化した。

### 2.1 加工情報作成作業について

板金製造に必要な加工情報として、汎用(はんよう)加工の作業者に設計図面に代わって部品の加工方法を提示する加工指示書と、抜き/切断工程や曲げ工程で使用するNC加工機に必要なNCデータがある(図1)。

加工指示書は、作業者が作業中に設計図面を読図解析することによる加工の停滞や加工ミスを防ぐため、加工に直接必要な情報(曲げ加工では曲げ展開図や断面図など)と注意事項を記載したもので、あらかじめ熟練作業者が設計図面を読図解析して作成していた。

抜き/切断NC加工機(タレットパンチプレスやレーザ加工機)

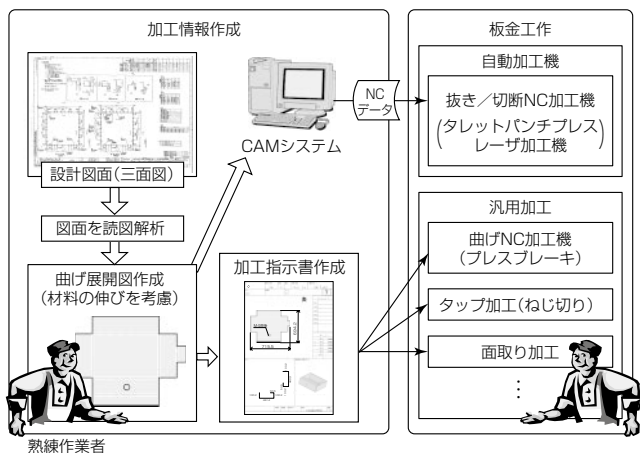


図1. 加工情報の作成方法

工機)のNCデータはCAM(Computer Aided Manufacturing)システムを使って作成するが、曲げによる材料の伸び(材質や板厚、曲げ角度、曲げRによる)を考慮した曲げ加工前の図面(曲げ展開図)が必要で、従来は人手で作成していた。

曲げNC加工機(プレスブレーキ)は、作業者が生産現場で加工指示書を見てNCデータを作成して加工機に入力しており、この間は加工が停止することになる(内段取り)。

### 2.2 板金システムの構築

2D三面図と比較して、実物に忠実に表現された3Dモデルから、曲げや抜き穴などの板金形状を容易に自動認識することができる。板金設計の3D-CAD化に伴い、作業による設計図面の読図解析に代わって設計で作成した3Dモデルの板金形状をシステムが認識して解析することで、人手に頼っていた加工情報の作成を一貫して処理する仕組み(板金システム)を構築した(図2)。

#### 2.2.1 板金形状を付加した3D-CAD設計

板金システムが設計の3Dモデルから加工情報作成に必要な板金形状を取得するため、設計3D-CADで板金形状をモデリングするルールを構築した(図3)。

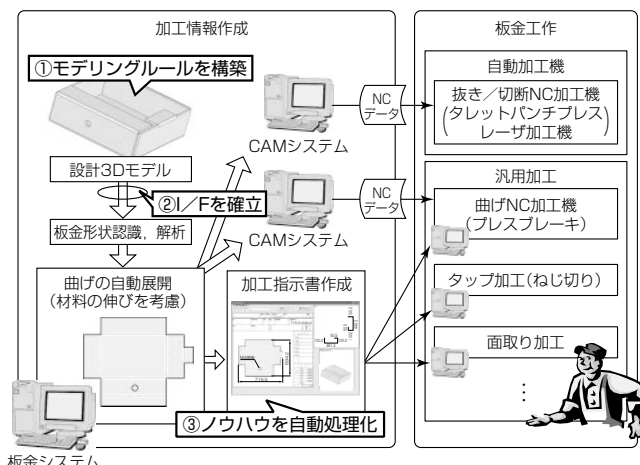


図2. 板金システム

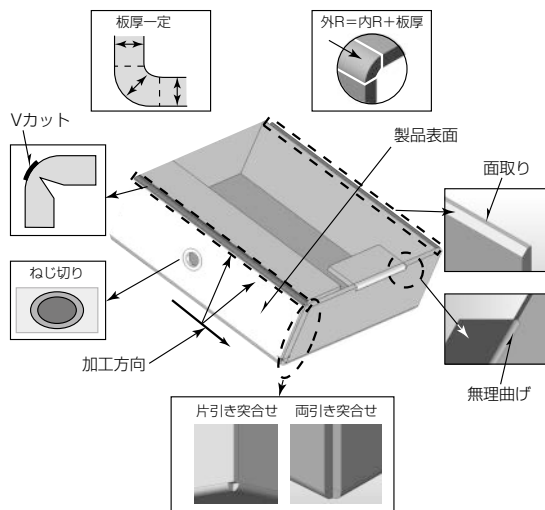


図3. モデリングルールの一例

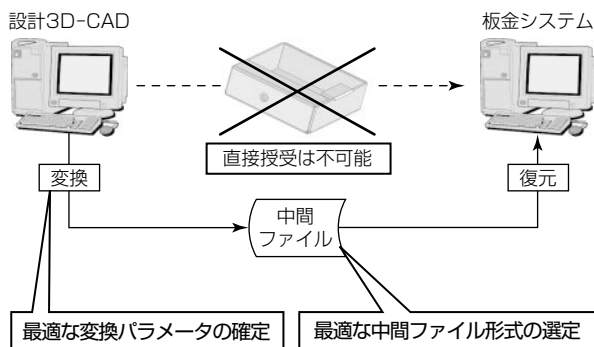


図4. 3D-CADデータの授受方法

抜き／切断NC加工機のNCデータ作成に必要な曲げ展開図は、板金システムが3Dモデルから曲げの板金形状を認識して解析することで曲げ情報(曲げ位置、角度、Rなど)を取得し、材料の伸び量を算出して自動作成する。

また、この曲げ情報を使って曲げNC加工機のNCデータを作成するCAMシステムを導入し、板金システムと連携することで、作業者のNCデータ作成作業と加工機の停止時間を削減した(外段取り化)。

2.2.2 板金3D-CADと板金システムのI/F確立

一般的に、異なるCADシステム間でCADデータを授受する場合、互いのデータフォーマットが異なり、かつCAD間で親和性が低いいため直接の授受は不可能である。そこで互いのシステムで認識可能なデータフォーマット(中間ファイル)を介してデータを授受する。しかし、モデリングの方法や、中間ファイルの形式とその変換方法によっては情報が欠落するなどの理由で、受け側のシステムで正確に3Dモデルを復元できない場合がある。そこで、今回ルール化した板金形状モデルを正確に伝達することが可能な中間ファイルの形式と、その変換パラメータを評価し、確定した(図4)。

2.2.3 加工指示書作成のノウハウをシステム化

加工指示書には、これまでに生産現場で蓄積された加工ノウハウに基づく指示も含まれ、熟練作業者が作成している。その加工ノウハウによる指示の作成方法をシステム化し、加工指示書の作成を自動化した(図5)。

例えば、曲げ加工の前にタップ加工(ねじ切り)をするのが作業性に優れる。しかし曲げ近傍は材料の伸び縮みが生じてネジ穴が変形するため、曲げ加工後にタップ加工をする必要があり、その加工順を加工指示書で指示している。熟練作業者が過去の経験を基に、曲げとネジ穴の離れ具合、ねじサイズや材質、板厚などの諸条件から加工順を決定している。そのノウハウをルール化してシステム化し、板金システムが設計3Dモデルから取得したネジ穴と曲げの情報から加工順を決定する機能を開発した。

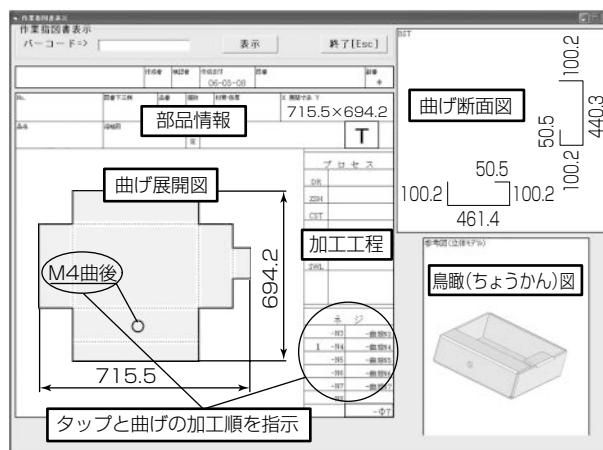


図5. 自動作成した加工指示書

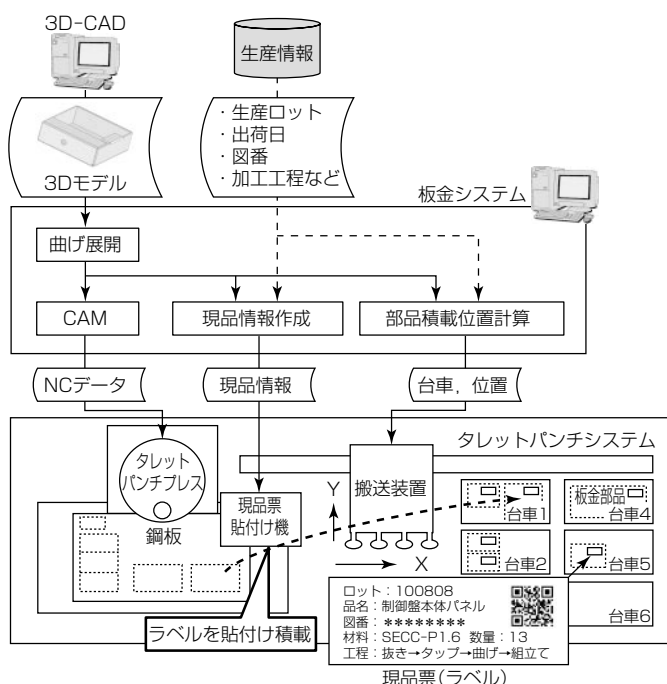


図6. 板金部品の仕分自動化

3. 板金部品の仕分自動化

抜き／切断工程では、主にタレットパンチプレスを使って規格サイズの鋼板を金型で抜き、板金部品を切り出す。複数生産ロットをまとめて加工するなど、1枚の鋼板にできるだけ多くの部品を配置することで材料歩留りの向上を図るが、1度に切り出される部品数が増えるため、現品確認(現品票の貼り付け)と後工程で加工する単位／生産ロットにまとめる仕分作業の工数が増大した。板金システムとタレットパンチシステムを連携し、3Dモデルと生産情報を活用してこの仕分作業を自動化する仕組みを開発した(図6)。

3.1 現品票貼付けの自動化

板金システムが生産情報と3Dモデルから取得した板金形状から現品情報を作成する。現品票貼付け機に転送した

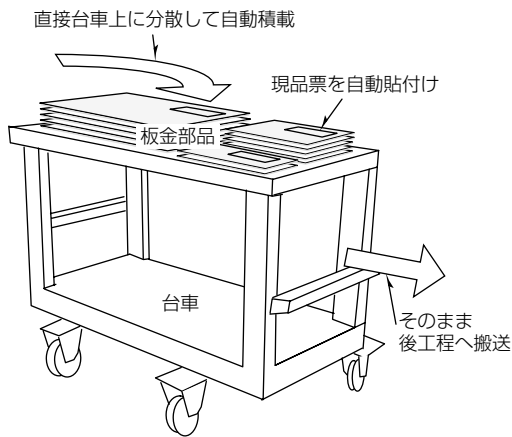


図7. 台車と部品積載のイメージ

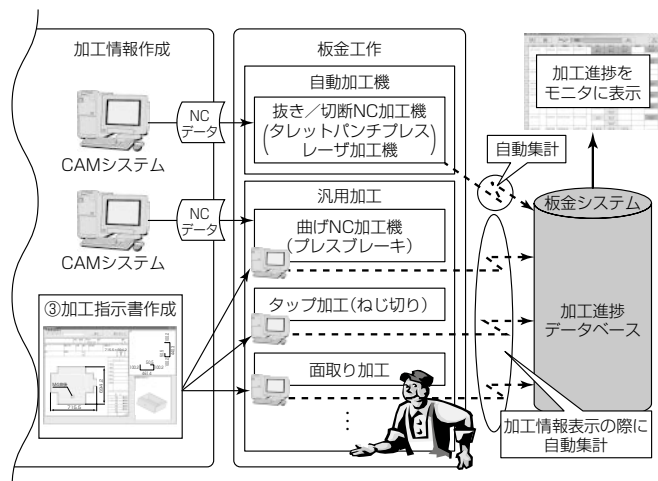


図8. 加工進捗管理の概要

現品情報をラベルに印字し、加工中のタレットパンチプレスに連動して該当する板金部品に貼り付ける。このラベルには生産ロットや図番、加工工程などの現品情報のほか、バーコードを印字した。後の汎用加工では作業者がこのバーコードを使って加工指示情報をモニタに呼び出すことで、従来の紙面による加工指示書の出票や配布作業を削減した。同時にNC加工機には該当する部品のNCデータを転送する。

### 3.2 板金部品の仕分積載の自動化

タレットパンチプレスには複数の部品搬送用台車を設置した。板金システムが部品ごとに生産情報と3Dモデルから取得した情報(曲げ展開寸法など)を使って積載する台車と、台車上の積載位置(座標)を決定し、搬送装置に指示して積載する。台車上には荷崩れ防止と後工程で部品を取り出しやすいよう、部品のサイズごとに分散して積載した(図7)。従来はパレット上に、材料上の配置と同様の配置で部品を積載していたが、直接後工程へ搬送する台車に仕分けて積載することで搬送効率の向上を実現した。

## 4. 製造の管理強化

### 4.1 加工進捗の自動集計

板金製造の加工進捗を自動集計し、後工程にモニタで表示して提示する仕組みを構築した(図8)。

自動加工機の加工進捗は自動加工機のシステムから自動集計する。汎用加工の加工進捗は、作業者が加工指示情報をモニタに呼び出すため、部品に張られた現品票のバーコードを読み込むのに合わせて集計する。

以上によって、作業者が進捗報告を意識することなく、精度の高い進捗情報を自動集計し、リアルタイムに提示することが可能となった。

### 4.2 設備稼働状況の自動集計

自動加工機に搭載されるNCやシーケンサなどの制御機器の進化によって、加工時間と段取り作業の内訳や詳しいトラブル発生履歴など、制御機器がより多くの設備稼働状態を分析し集積できるようになった。当社が開発した

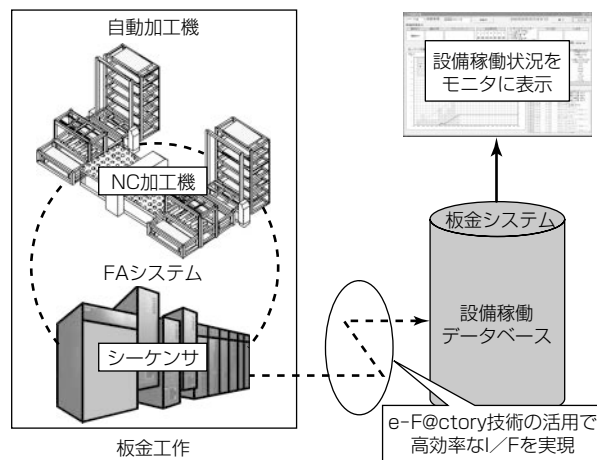


図9. 設備稼働管理の概要

“e-F@ctory”技術を活用することで、制御機器に集積された大量の設備稼働情報をリアルタイムにデータベースへ登録するI/Fを低コストで実現した(図9)。収集した多くの情報をリアルタイムに効率良く見える化することで、設備の稼働率の向上を実現した。

## 5. むすび

グローバル市場で、コスト面では中国など新興国のメーカーを相手に勝負の限界に来ており、高付加価値、高品質な製品を短サイクルで提供することで差別化を図る必要がある。

その実現のためには3D-CADやCAE化の推進とバーチャル設計などによる開発設計部門の強化と、組織の巨大化によって個別最適に陥った部門間の連携を強化する必要がある。

今後、強化される設計開発部門と連携し、設計開発部門で作られる情報を製造部門で活用する仕組みの強化と、品質検査や物流など活用範囲を拡大することで、全体最適な生産システムの再構築を目指す。