

現状把握にデジタル技術を活用し 鋳造・ダイカスト金型製造のムダを削減

(株)米谷製作所 米谷 強*

当社は1934年に木型製作で創業した金型専門メーカーである。現在は鋳造・ダイカストに関する受託解析～金型設計、金型製作、試作トライ、量産投入後のアフターサービスまで、トータルで事業展開している。特に図1に示す自動車エンジン用アルミ鋳造部品用の金型に注力しており、ダイカストは3,500tまでの大型にも対応可能である。自動車メーカーやTier1の部品メーカーに直接金型を納入し（直取引）、自動車メーカーに近い存在として、高度化する顧客ニーズの解決に日々取り組んでいる。新潟県柏崎市に本社（従業員数110名）を置き、自動車関連企業が集積する東海地区にも中部営業所（愛知県みよし市）があり、フットワークの軽い営業活動を行っている。

金型に限らず製造業に求められている基本要素はQCD（品質・コスト・納期）である。特に自動車メ

ーカーは競合各社と熾烈な開発・販売競争をしており、その中で金型メーカーへの開発から試作、量産までの品質確保やリードタイム短縮への要求は非常に高い。もちろん低価格も優先度は高い。そういう高度な要求に応えていくためには絶え間ない業務改善が必要になる。そういう中でデジタル技術の活用は非常に重要であるとの認識で、当社は金型業界の中でも早くからデジタル技術の導入と活用を開始した歴史がある。

デジタル技術活用の歴史

1. 第1段階：倣い加工からNC加工へ

鋳造・ダイカスト金型は、複雑な自由曲面形状を高精度で加工することが求められる。1970年代以前は、木型職人が手加工したモデルを倣い加工で金属に転写する手法が主であった。しかし、作業する人の技能差により型ごとに寸法のばらつきが発生し、顧客工場側で問題が多発し、その対策が仕事の一部でもあった。よって1970年代当時としては高額な（数億円）3次元CAD/CAMを導入し、モデルをCADの3次元データ、倣い加工をCAMで作成したカッターパスでのNC加工に置き換え、リードタイム短縮と品質のばらつき削減を実現し、顧客納入後の不具合を激減できた。

また刃具や工法の進化に柔軟に対応するため、2軸CAMの自社開発も行った。

2. 第2段階：フル3次元設計・解析の活用

3次元CAD/CAMの活用で金型加工工程においては劇的な効果（当社比最大でリードタイム1/3、不具合件数1/10以下）が出せるようになった。金型設計においてはむしろ3次元データ作成のための工数が

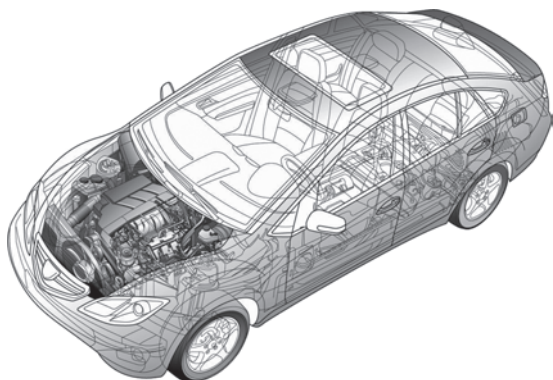


図1 当社が自動車に注力する部位

増えたが、後工程効率化のための工数と考えた。

さらに、せっかく時間をかけて作成した3次元データなのだから、それを金型製作の全工程で活用することに取り組んだ。方案設計においてはCAEツールを活用し、鑄造における流動・凝固・熱伝導・熱応力、中子砂の流動や部品の強度解析を行い、その計算結果をもとに実際の生産時の不具合を事前に予測し、数値基準により3次元データ上であらかじめ対策をするというフロントローディング手法を取り入れた(図2)。

また中途半端な3次元設計では2次元図面との併用が必要になり、かえって工数が増加する。よって金型の構成部品(ボルトや配管部品など)まですべて含んだフル3次元設計を実施している。それによりBOM(部品表)の自動作成や手配した部品のキット化(部品の事前集約)が可能になった。また、金型のアセンブリ検証(部品干渉、組付け順序など)を行い、組付け作業時の作業性を向上させることもできた。

さらに、材料の機械へのワンタッチ段取りや切削シミュレーションも3次元データで検証し、加工現場での作業効率アップ(指示明確化、後戻り削減)も可能となった(図3)。

これら金型製作におけるすべての工程で3次元データを活用することで、金型製作のリードタイムを30%削減できた。

3. 第3段階：ノウハウのデジタル化

これまでは3次元データの活用を中心としたデジタル技術の利用を述べてきたが、金型製作においては3次元データを作成するためのバックデータ(ノウハウや標準書、作業要領書、過去の不具合記録など)も重要である。しかし、これらのデータは紙ベース(ワープロや表計算ソフトのデータ含む)でPCサーバー上に散在しているだけでは十分に活用はされない。必要なデータを探し出すだけで時間をとられ、探すのが面倒で、記憶だけで作業し不具合が出ることもあった。

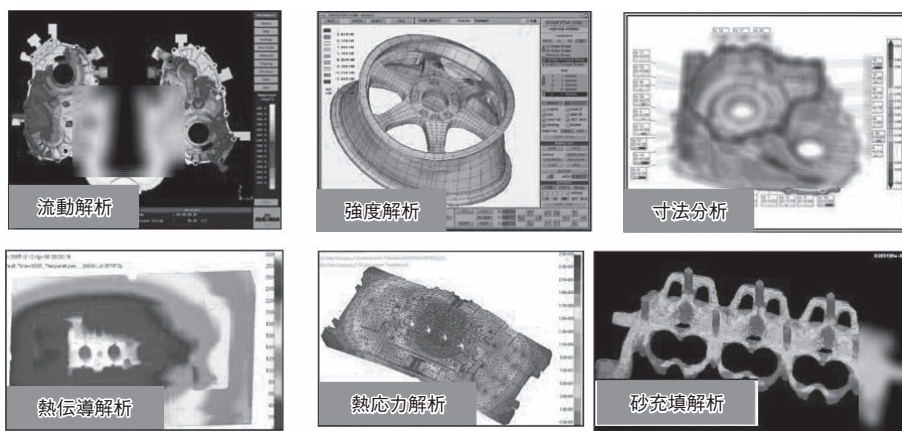


図2 解析実施例

(例) 横型マシンに設置したデルフィンチャック

CADにて段取り事前検討

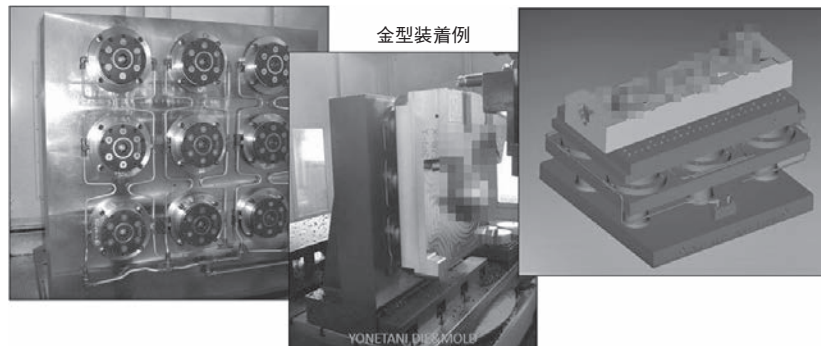


図3 3次元データによるワンタッチ機械段取りの事前検討

よってこれらのバックデータを統一したフォーマットでデジタル化し、フリーキーワードで必要なデータを瞬時に検索できるシステム「iPanel」を自社開発した。

作業用 PC は 2 画面以上とし、片方は CAD/CAM 用、もう片方はバックデータ確認用として常に最新の情報を閲覧しながら、3 次元データ作成などの金型の生産準備を行う。これにより設計品質が安定化し、後工程への流出不具合が削減できた。

「ムダの削減」へのデジタル技術の応用

金型は完全受注生産品であり、負荷変動により最適な工程を計画することは容易ではない。そのため、機械の稼働率（仕事を投入した時間率）や可動率（実際に加工している時間率）も平均すればそれほど高くはない（65～70%）。

しかし、自動車メーカーからのさらなる高い QCD の要求や、働き方改革を実現するためには、会社全体での生産性を向上させていく必要がある。そのためには、人とモノの流れの現状を把握し、標準作業・標準工数を決め、異常値（ムダ）を洗い出し、作業改善により全体の生産性（能率）を向上させることが必要である。

当社では、生産性の年率 10% アップを目標に掲げ、TPS（トヨタ生産方式）に学んだ NYPS（New Yone-

tani Production System）という活動を行っている。各工程での改善施策を実行し、その改善が全体の生産性向上に寄与しているのかを確認しフォローしていく。その現状把握の部分でデジタル技術を活用している。その一部の事例を紹介する。

1. 機械可動モニタ

機械の可動率は高くないと前述したが、その現状把握のため、機械の可動状況をモニタしてログ収集を行っている（図 4）。また、機械の運転・停止のステータスだけでなく、機械オペレーターが簡単に停止理由を入力できるようにすることで、停止要因をバレット分析できるようにしている。

機械の可動率を向上させるための小集団活動により、標準作業や標準工数を決め、異常を洗い出し改善する。その改善結果を感覚ではなく実際に数値で「見える化」することで、改善の推進につなげる。投入する仕事の種類や負荷変動もあり、可動率のばらつきはまだ大きいですが、トレンドとしては改善方向にある。

またボトルネック工程では、その機械の無人運転が終了すればパトライト点滅とともに音楽が自動的に流れ、ホームポジションにいるオペレーターに段取り替えを促し、可動率を最大化する仕組みもある。

2. 社内物流管理

当社は工場建屋が 6 カ所に分散しているので、社

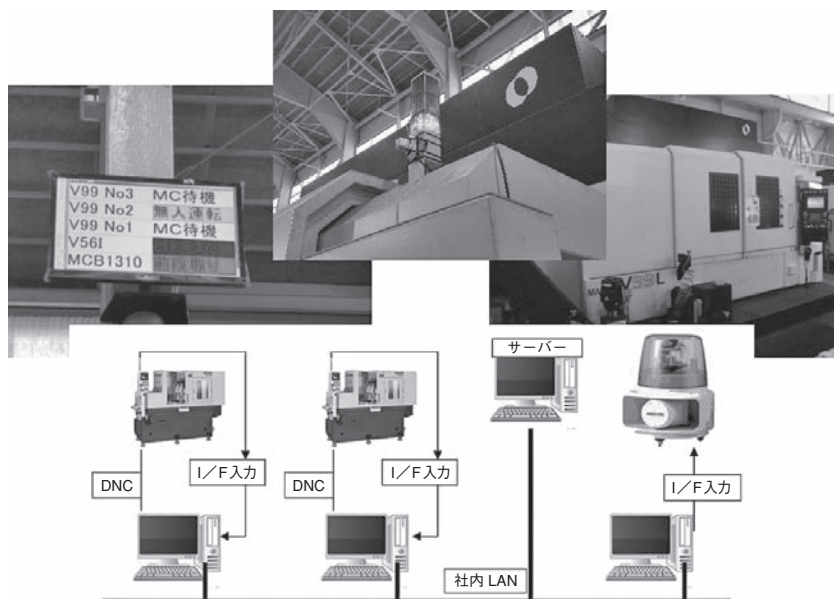


図 4 機械可動モニタ

内物流が生産性向上を阻害する要因の一つである。運搬するものは部品や加工用の治具、刃具が主であるが、特に加工用の治具については共用であり頻りに工場間を移動する。使いたいときにどこにあるかを探す場合も多く、これも機械の可動率を下げる要因であった。

対策として、治具に専用のQRコードを貼り付け、各工場の集積場所に設置してあるQRコードリーダーで読み込ませることで、治具の位置情報を一元的にサーバー管理する仕組みを構築した(図5)。

CAMオペレーターが加工に必要な治具をオーダーし、それをどこからどこへ移動するかは工程管理ソフトの情報をもとに、運搬者に配送リストとして指示する。これから使用する治具は「使用前治具置場」に置き、使い終わった治具は「使用后治具置場」に戻す。

また、オーダーのログを分析することで、頻りに使う治具をどの場所に置けば物流が効率的になるかの判断や、使わない治具の廃棄判断にも利用できる。さらに、運搬業務の定時運行の改善にも取得したログを活用する。

3. 金属積層造形の活用

金型による成形不良はムダそのものである。金型は量産のためのツールであり、その性能は製品のQCDに直結する。よって顧客ニーズに応じた金型設計とそれを安定的に引き出す製造技術が必要になる。

鑄造・ダイカスト型は熱交換器の役割もあり、品質向上やサイクルタイム短縮のためには、最適な冷却回路の設定が必要になる。しかし、通常の機械加工による冷却構造では冷却能力が足りない場合もあり、金属積層造形を用いた柔軟な冷却構造を設計し、実際の量産金型に使用して好結果を出した実績もある(図6)。

課題と今後の展開

以上のようなデジタル技術の活用により、QCDのレベルを一定水準にまで高めることができた。しかし、今後ますますグローバル化する市場経済の中では、日系の自動車メーカーの現地化の流れも加速し、海外の金型メーカーとの競争にさらされる場面が増えてくると予想される。

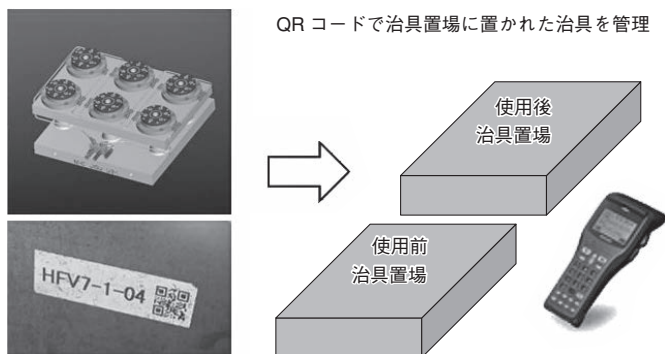


図5 QRコードにより治具の位置情報を一元管理

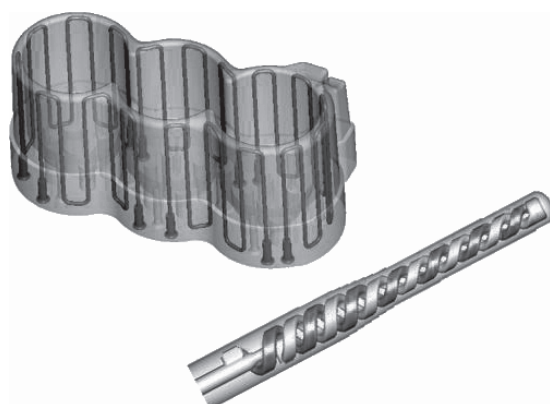


図6 金属積層造形による冷却回路の例

海外の金型メーカーは日本の金型メーカー以上にデジタル技術を積極的に活用していると聞く。そういう会社と競っていくためには、よりいっそうのデジタル化(知能化)を含めた生産性向上で、圧倒的なQCDを確保するしか生き残る術はない。

問題による後戻りで、可動率や良品率が下がる場面もまだ多い。将来的には金型内のアルミニウムの挙動をCAEで予測するように、工場内の問題点も生産シミュレーションで事前検証するフロントローディング手法の導入も必要である。

ただし、デジタル技術がすべてを解決するわけではない。まずは実際の作業改善を行い、人がより簡単に安全に作業できる標準作業を決める。そしてその中からコンピュータや機械で行う方がメリットのある作業を切り出して代替していくという順序が必要である。あくまでもデジタル技術は道具である。