

今後の自動車分野の 技術革新に対応する プラスチック金型づくりの省力化

協栄金型工業(株)

関 則幸*

当社は、自動車の照明器具部品を中心に、自動車関連部品のプラスチック製品の射出成形金型を、創業以来約45年間手がけている(図1)。自動車関連のプラスチック製品の中でも、照明器具の部品は安全基準に基づく光学設計で計算された3次元の製品形状を忠実に製品化することが必須とされる。よって、光を拡散して配光するレンズ部品のレンズカット形状や、リフレクタ部品の複雑な反射面を有する金型は、加工のみならず磨き仕上げまで微細な寸法精度が要求される。当社は、そうした複雑な金型に創業当社から携わり、長年培った加工や仕上げなどのノウハウにより、小径のエンドミルによる微細加工、放電加工とマシニングセンタ(MC)加工の最適な加工区分の振り分け、鏡面仕上げに最適な加工方法などを適時再検討し、時代に最も適した金型づくりを行ってきた。

*Noriyuki Seki : 代表取締役社長
〒339-0073 さいたま市岩槻区上野 4-3-5
TEL(048)795-1181



図1 当社作製金型の製品事例

しかし、今後の自動車業界は、電気自動車や自動運転などの新技術潮流による非連続な技術革新が同時並行で進むと見られ、今後は産業構造の大変革が想定される。自動車の照明器具部品の金型も例外でなく、大きな技術革新により画期的な照明器具が開発されると想定される。そうした開発にも柔軟に対応し、いかに省力化した金型づくりを適応させていくかが今後の重要な課題である。

金型づくりの省力化

ここ数年の人手不足は、労働の超売り手市場を招き、新規の人材確保は非常に困難、かつ熟練工の高年齢化などが大きな課題となっている。そうした中で、中小企業が大半を占める金型業界では、いかに省力化して変革に対応していくかが重要となる。下記に省力化につながる労働生産性を算出する一般的な数式を示す。

$$\frac{\text{付加価値}}{\text{労働時間 (従業員数)}} = \text{労働生産性}$$

分母である労働時間は、改善しても限界がある。そのため、分子である付加価値に重点を置き、付加価値を上げることで生産性を向上させる。そのために当社は、中小企業でしか成立しない「少数精鋭効率主義」を考え、金型づくりの中では「設計工程」を最も重要視している。

金型製作工程で匠の技と言われる組立調整、磨きの工程では加工機の高精度化により職人要素が縮小されてきた半面、CADなどの進化で製品が高度化されたことで、金型設計で考慮する部分のウェイトが非常に高くなっている。複雑な光学面を有する照明器具部品の金型は、そのウェイトが最も高い分野の金型である。

よって、この設計工程をいかに省力化して、より完成度の高い設計データをパラレルで下流工程に受け渡すかが重要である。それにより、上記数式の分子の付加価値を向上させることが可能になる。

次項では、そうした設計形態を確立するためのソリッドモデル設計を活用した少数精鋭設計の事例を紹介する。ただし、金型製作は1品料理であるために、すべての分野の金型製作に以下の事例が適合されるとは限らない点を考慮願いたい。

設計工程の課題と、カスタマイズ化したソリッドモデル設計による省力化

設計工程は金型製作の第一段階の工程であり、前述のとおり最近では製品の要求レベルが非常に高いために金型構想で検討するウェイトが非常に大きくなっている。この金型構想で、金型のすべてが決定するといっても過言ではない。

金型設計で重要な点は、同一のCADを使用しても設計者が違えば同じ金型はできないという点である。それだけ作業者の経験、スキルによって左右される作業工程である。設計工程で課題となる点と、その課題を解消させるツールとしてソリッドモデル設計をカスタマイズして金型設計に適応した際の利点および事例画像を以下に記す。

【課題】

- ① 熟練作業員でしか判断できない工程が大部分である。
- ② 金型は1品料理のために設計方法、手順が標準化しにくい。
- ③ 構想着手以降に製品形状が変更され、都度構想やモデリングをやり直す必要がある。
- ④ 得意先によって金型仕様が千差万別で自社内マニュアルが作成しづらい。
- ⑤ 構想設計した設計者が一貫して部品発注などの作業を担当すればロス、ミスが少ないが、担当が変わることで部品図展開、部品発注などでロス、ミスが発生する。

【利点】

- ① 型割り、造形など、干渉チェックの形状処理の簡易性がありオペレーティング作業が容易である。
- ② 規格部品、標準部品の使用用途による標準化が可能。かつ、**図2**や**図3**に示すように、得意先によって異なる標準外部部品もカスタマイズして標準化させることが可能である。
- ③ 形状が属性をもつことが可能となるので、設計

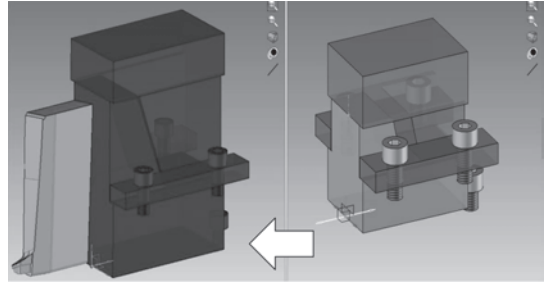


図2 スライドコア部品の標準化(右がスライドベースモデル)

※寸法挿入することで短時間でスライド(左)変更が可能

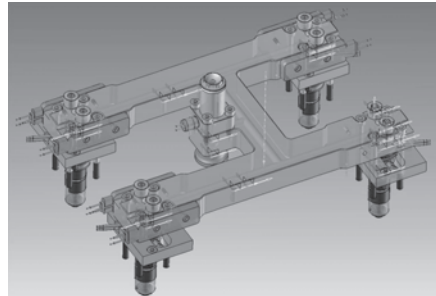


図3 カスタマイズしたホットランナー部品

※複数のホットランナー部品を標準化

作業で用途に応じてさまざまなプラスアルファをもたせることが可能となる(図3)。

- ④ 形状属性を履歴と認識しているため、課題③のような変更が発生した場合でも、変更部位の情報の履歴をさかのぼることが可能となり、短時間で形状変更の設計改修が可能となる。

ソリッド設計を活用することで、前述した課題の大半を改善、解決できる。しかし、当社はカスタマイズされたソリッド設計CADをスキルアップした設計者が活用し、さらなる省力化を実現可能とする。重要なポイントはスキルアップした設計者である。表に必要とされるスキルを示す。

設計者は一般的には製造現場などで数カ月の実習をした後、設計業務に携わり金型設計のアセンブリまでの設計業務に従事する。ただし、このアセンブリ状態の金型設計の完成度は表のスキルにより大きく左右され、金型製作のリードタイムや金型の完成度に影響する。

当社は、スキルアップした設計者が設計作業をすることを前提としており、設計業務に配属する前に各部署での研修作業中に、時間をかけて各部署の技術ノウハウの習得に努めさせる体制をとっている。人材不足の中、即戦力で作業をさせることが希望であるが、設

表 必要とされるスキル

①製造（社内）	②加工（外注）	③材料	④成形
CAM	シボ加工	金型主材質特性	流動解析
MC 加工	熱処理加工	金型部品材質特性	樹脂材料特性
ワイヤ放電加工		電極材質特性	成形技能
放電加工			
磨き（～鏡面磨きまで）			

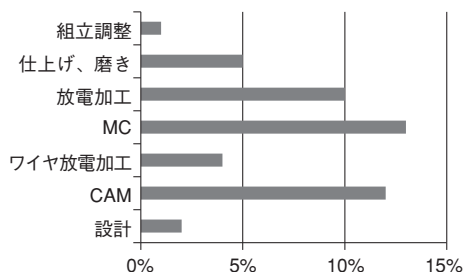


図4 後工程の工数削減率（対従来設計）

計者だけは、時間をかけて上記スキルを習得させる必要があると考える。こうしてスキルアップした設計者がアSEMBリまでの設計をすることで、金型製作の全工程で効率的に付加価値を高められる。

スキルアップした設計者が設計した金型製作のリードタイム短縮比率を図4に示す。次工程の中でも、CAM、MC、放電加工の工数が10%以上削減された。これは設計者にスキルがあるために最適な加工状態を先行反映して設計モデリングをすることで、ムダがない最適な加工が可能となり、工数削減が可能となるからである。重要なポイントは設計工数も減ったことである。これらのことから、スキルアップした設計者による作業が必須となる。

後工程作業の省力化に寄与する 事前反映作業

後工程での作業の中で工数削減率の高い3工程の効率化についての効果要因作業を下記に記す。

1. CAM 工程への反映作業

CAM オペレーターは設計者からのデータを受け取り、初めて金型モデルを確認、検証する。その検証時間は見落とされがちだが、多大な工数を要している。また、検証結果でCAM データ作成上の不備がある場合はモデルを改修する必要がある。設計でモデリングした形状を再改修するので、多大なロスが発生する。

当社では設計者がCAM データの概略を検討して、加工部位や加工方法により色分け、レイヤー分けなどをしてCAM オペレーターに金型モデルの事前情報

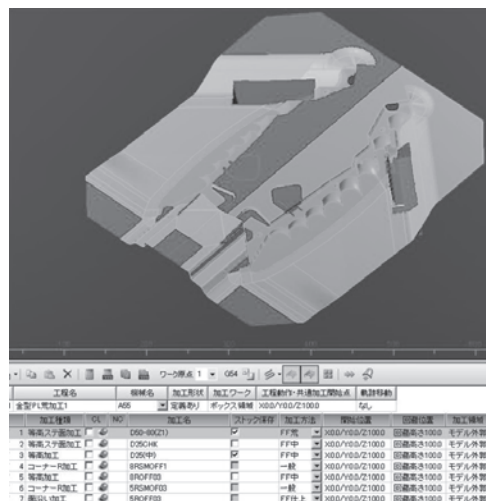


図5 色分けモデル&加工概略検討表

を視覚判別させている(図5)。この作業でCAMデータ作成時の初回ロスを減らし、CAM工数が削減される。

放電加工部位については、CAD内でレイヤー番号を変えて簡易電極モデル(図6)を作成することで事前に放電部位の概略判別をしている。また、大物の入れ駒加工の際はCAD内に社内標準加工プレート治具モデルをデータベース化して、金型モデルとともに作成(図7)することで、MC加工の段取りを事前に認識させて、実作業するCAMオペレーターの負荷やMC加工の事前段取り時間などを削減している。

2. MC 工程への反映作業

MC工程で重要な点は、金型モデリングが最適な工具で割れるか否かという点である。意匠面形状はデザイン、光学設計などの規制で変更することはできないが、そのほかの部位、例えばPL面は非常に重要なモデリング部位である。

製品面を基本的にPL面を検討してモデリングするが、例えば製品面のエッジ部分をそのままエッジ形状の延長面でモデリングした場合、モデルどおりに加工するなら放電加工となる。仮に放電をせずエッジ部分を最小加工RでMC加工した場合は、キャビティとコアでPL形状がR形状とエッジ形状となり、PL面の形

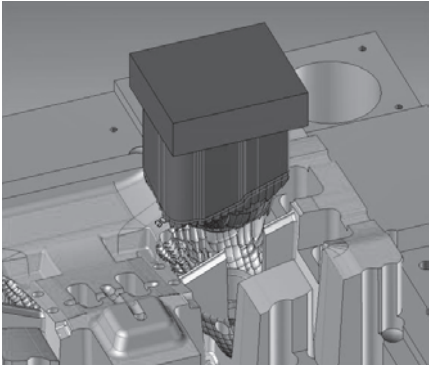


図6 コア側の簡易電極モデル

状に整合性がなく、型合わせ時のPL面の不備による製品形状不良やバリ発生などの原因となる。設計者がこうした部位に加工Rを考慮したモデリングをすることで、放電加工の工数削減や製品の品質向上が実現する。

また、自動車照明部品の品質で特に注視すべき工程は鏡面磨きである。鏡面磨きは機械では磨けない匠の技の技術であるが、近年は加工機の高精度化により磨きレスも可能になりつつある。ただし、匠の技や磨きレスにはMC加工による高精度加工仕上げが要求される。金型製作工程で製品形状に関して最も念入りに検証するのが、設計者である。よって、鏡面磨きのスキルをもった設計者が加工で使用する工具や加工方法をCAM工程前に事前に情報提示することで、最適なCAMデータによるMC加工が可能となり、匠の技である鏡面磨きの工数も削減できる。

3. 放電工程への反映作業

金型加工での一般的な見解では、放電レスが望ましいと言われている。当社も同様の見解だが、加工部位(工程)によっては、放電加工特性に精通していれば逆に効率化につながると考える。例えば工具の突出しが長い深リブ加工などは、荒・中仕上げ加工までは電極作製時間を加味しても放電加工に優位性がある。こうした優位性を設計者が設計段階で判別して、電極の簡易モデルなどを事前に情報提示することで最適な放電加工の選択が可能となり、ロスが低減され放電加工工数の削減につながる。

当社の設計形態の狙い

金型製作工程では、設計より下流の各工程に各担当が存在し、新規金型のデータを伝達する際に各担当が新規金型部品の全体像を1から検証する作業が発生している。当社は各工程でのこの検証時間を省くことに重点を置き、スキルアップした設計者が各工程の段

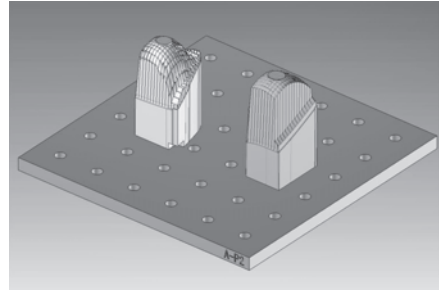


図7 大物入れ駒の加工治具セットモデル

取りや加工を十分検討して事前展開することで各工程の工数削減を実現している。

この作業形態が有効なのは、工数削減だけではない。精度が向上したデータを各工程で共有できるため、加工ミスの低減や成形品の品質向上にも効果が現れている。また、従来の各工程から発信される統一性に欠ける情報ではなく、最上流から発信される精度の高い情報(データ)を共有することにより、工程管理も早い段階で確立でき、各工程現場での「見える化」にも寄与している。

今後の展望

金型づくりは、今後も海外を含めた技術競争およびコスト競争の中で展開されるであろう。そうした中で日本の製造業の中核として、金型づくりは今後も何らかの優位性を示す必要があると考える。ただし、安価な賃金の海外勢とのコスト競争では、勝因は見いだせない。よって、より付加価値を高めて労働生産性を向上させることが日本の製造業の方向性である。

中小企業である当社は少数精鋭主義を念頭に置き、少ない人材で付加価値をいかに高めるかという点を重視し、独自の設計形態を用いて省力化を実現してきた。しかし、冒頭で述べたように自動車業界だけでなく世界全体のさまざまな業界での技術革新が今後ますますいスピードで展開され、金型づくりも含めてモノづくりに携わる企業はその変革への対応が必須となる。当社も金型メーカーとしてより付加価値を高めるために、IoTを用いた生産管理システムの導入や、今後開発されるであろうAI技術を用いた新たな生産ツールの導入などを視野に入れ、現状の設計形態に基づく生産工程に新たなツールをいかに融合していくかを検討している。

最後になるが、今後全世界で発信されるイノベーションに対して、さまざまなアンテナを伸ばして情報収集をし、その変化に対して迅速かつフレキシブルに対応することが今後の金型づくりには必要である。