

設計プロセスの最適化に向けた生産技術支援機能の計画

Plan of the Manufacturing Technique Support Functions towards Optimization of Design Process

関 口 朗

要 約 製品設計者や生産技術者には設計期間の短縮や低コスト化が求められるため、生産性の検討に十分なリソースを割くことができない。また、生産の国外移転などのため、設計者を育成するのが難しい環境にある。その結果、製品データに生産要件の考慮が不足することがある。この問題に対応するために、生産要件の見込み手順を標準化し、スキルの高い技術者の作業フローやノウハウを可視化して、モデリング作業を自動化する機能を開発する。これが実現すれば、作業期間の短縮・コスト削減・品質向上が期待できる。本稿では、日本ユニシス・エクセリュージョンズが計画している設計の自動化ツールである「生産技術支援機能」の概要と有効性について述べる。

Abstract The product designers and industrial engineers are required for reduction of design period and cost, so they cannot find enough time for productivity consideration. Also by international relocation of production, young designers are hard to grow. As a result, sometimes consideration of production requirement for product data runs short. To deal with the problem, it is necessary to standardize the procedure of product requirement estimation, to visualize the operation flow and the know-how of skillful engineer and to develop the modeling automation function. By realization of them, the reduction of operation period and cost, and the quality improvement can be expected. This paper discusses an overview and the usefulness of design automation tool "Production technology support function" planned by UEL Corporation.

1. はじめに

自動車や家電など製品メーカーの製品設計は、CAD（Computer Aided Design：コンピュータ支援設計）を使う3次元設計が主流になっている。通常、製品メーカーから成形メーカーや金型メーカーに対して、3次元の製品モデルと同時に、製品サイズ・寸法公差・幾何公差が表記された製品図が支給される。成形メーカーや金型メーカーの生産技術者は、製品データ（製品モデルと製品図）をもとに金型を製造する。しかし、支給される製品データに、成形性や金型構造など生産性の考慮不足があると、金型設計から製品設計への手戻りが発生したり、成形トライアル後の品質の作り込みが長期化することがある。

金型を設計する生産技術者は、生産性の考慮不足への対策として、金型製造の初期段階で、成形要件や金型構造要件を検討し、設計不良の要因を洗い出す。不良個所があれば、要因となる部位に対する設計変更案を練り、製品設計者に報告することで、手戻りや金型製作の長期化を防いでいる。しかし、生産技術者のスキル不足により、設計不良要因の洗い出し作業でヌケ・モレが発生することや、洗い出せても要因に対して適切な設計変更案を提案できないことがある。このような状況から、CADシステムに対して生産性の考慮不足の問題を解決する設計者

支援機能が求められている。

日本ユニシス・エクセリューションズ株式会社では、成形要件や金型構造要件などの生産要件の見込み手順を標準化し、高いスキルの技術者の作業フローやノウハウを可視化する「生産技術支援機能」の開発を計画した。この機能を提供することで、金型製造の生産性と品質の向上が図れると考えている。

本稿では、2章で課題を整理し、3章と4章で生産技術支援機能の概要とその有効性について述べ、5章で期待される効果に触れる。

2. 現状と課題

本章では、生産性の考慮不足が発生する原因を列挙し、課題として整理する。

2.1 製品設計段階の課題

製品設計段階で生産要件を考慮した製品データを設計するには、高い生産技術力を必要とする。生産技術力のある製品設計者であれば、チェックすべき視点や生産要件項目が明確であり、生産要件を反映した設計ができる。生産技術力を持つには、生産現場で直面した問題の原因を生産現場の技術者から学ぶことが肝要である。しかし、生産現場の国外移転やEMS生産への移行により、設計と生産現場の距離が遠くなるため、生産技術力を持つ製品設計者の育成が難しい。また、製品設計期間の短縮や低コスト化などの要求から、生産要件の検討に十分な時間とコストをかけられないことも、生産性の考慮が不足した製品データを支給してしまう原因になっている。

製品設計段階で、製品設計者が検討する機能要件と生産要件を表1に示す。

表1 機能要件と生産要件

■機能要件	■生産要件
基本肉厚 寸法公差・幾何公差 意匠部抜き勾配 外観処理（しぼ、塗装など） エッジ部処理（指示なきエッジ、 シャープエッジR付け指定） そり、ばり、ひけ ウエルド	薄肉部、厚肉部の対処 ウエルド対策 ガス抜き指示 成形樹脂、収縮率 反り対策（変形防止用形状付加） 機能部抜き勾配 ひけ対策（成形法、肉抜き、リブ・ボス） 固定側可動側決め、PL決め アンダーカット処理 突出し方式／範囲 冷却方式 成形サイクル目標 ゲート方式／位置・点数

2.2 金型設計初期検討段階の課題

プラスチック成形金型の製造フローと生産性の考慮不足の発生を図1に示す。成形メーカーや金型メーカーでは、製品メーカーから製品データを受け取ると、製品設計に起因する成形不良や金型不成立の要因を洗い出すために、生産性の初期検討を実施する。不具合が予測される部位や、金型構造が複雑になる部位に対して、形状を変更するなどの対策案を練り、製品メー

カーとのデザインレビューで設計変更を提案する。この作業にも高い生産技術力が必要であり、それが不足していると、生産不良要因の洗い出しにヌケやモレが発生し、設計変更の提案も適切でないことがある。その結果、金型構造が複雑になって金型製造コストが増加したり、金型製造後の成形トライアルで問題が発覚し、納期遅延となることもある。

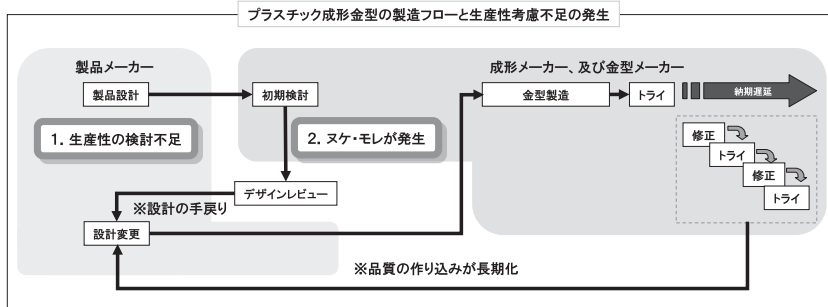


図1 プラスチック成形金型の製造フローと生産性考慮不足の発生

2.3 グローバル化に伴う課題

製品販売のグローバル化の中で、海外販売拠点の顧客要求にあわせたデザインや機能を持つ製品を作るため、製品設計の現地化が進んでいる。設計だけでなく、成形品や金型を海外で生産するケースも増えている。しかし、海外の製品設計者の生産技術力不足が原因で、生産要件の考慮が不足している製品データが増えている。海外での人材の定着率が低く、スキルの高い生産技術者が育たない状況にある。

そのため、海外で設計した製品の金型を国内で作ることが考えられている。このようなビジネスを獲得するためには、成形メーカーや金型メーカーにとって、生産性の考慮不足の問題を解決し、対策を提案できる生産技術力を持つことが重要になる。そこで、国内の生産技術者を育成し、金型製造の受注に向けた競争力強化を図ろうとしているが、素質を持つ若い人材の確保に苦労している。また、人材を確保できたとしても、金型製造の短納期対応により、高いスキルの技術者が人材を育てる時間的余裕がない。このままでは、高いスキルの技術者の生産技術は、個人の暗黙知のままとなり、知的財産が若い生産技術者に継承されない。

3. 対策

前章で述べた課題を解決するためには、生産要件と不良部対策に関する生産技術者の暗黙知であるノウハウを形式知に変え、可視化し組織内で共有する必要がある。また、成形トライアル時に発生する問題の傾向と対策を整理し可視化することも重要である(図2)。

高いスキルの技術者の「成形要件や金型構造要件などを考慮するための技術ポイントとノウハウ」と「生産要件の織り込みにおける作業手順とノウハウ」を蓄積し可視化することが、CADシステムに求められる。この要求に対応するため、CADmeister^{*1}に生産技術支援機能を開発する。

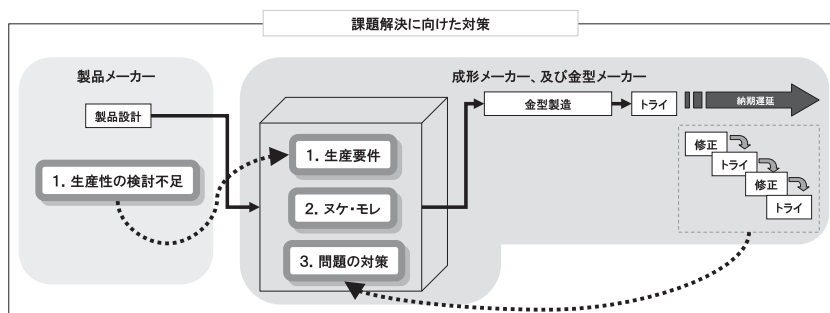


図2 課題解決に向けた対策

4. 生産技術支援機能

生産技術支援機能は、製品データをもとに、生産要件を織り込んだ成形品モデルを作成する機能であり、次の三つのエリア（コマンド群）で構成する（図3）。

- 1) 製品の形状情報と生産技術情報を設定する「生産技術情報」エリア
- 2) 蓄積された高いスキルの生産技術者の技術ポイントやノウハウを可視化し、部位別に標準化する「標準化」エリア
- 3) 部位別の作業ノウハウを標準業務フローとして構築し、成形品モデルを自動作成する「自動化」エリア

生産技術支援機能で作成した成型品モデルと織り込まれた生産要件（形状情報と生産技術情報）は、CADmeister/MOLD-CREATOR^{*2}では、金型構想モデルの自動作成に利用される。CADmeister/CAM^{*3}でも、加工方法や加工工程の割り当てに利用され、NCデータの自動作成を可能にする。

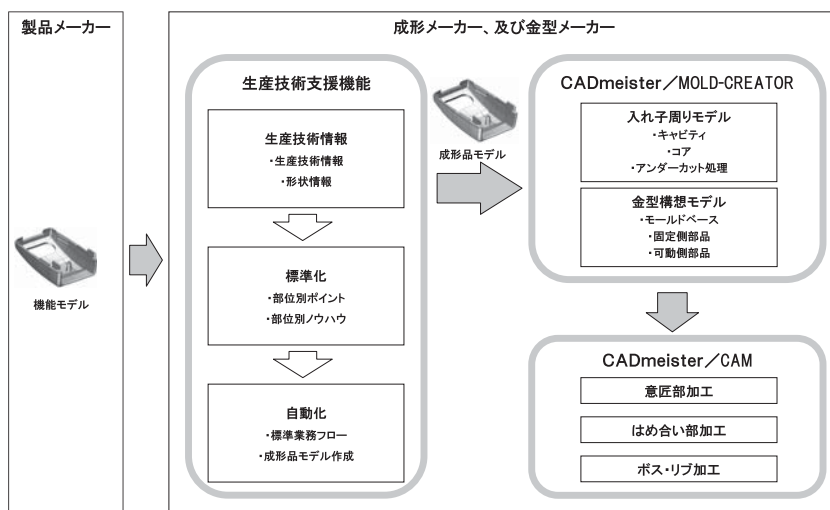


図3 生産技術支援機能を中心としたシステム概念図

4.1 生産技術情報エリア

生産技術情報エリアでは、製品を表現するための形状情報と、製品を製造するための生産情

報を設定する。形状の部位別に、その部位が果たす機能や、幾何公差・寸法公差などの生産要件を形状属性として設定する。成形不良の要因となる部位に、成形不良への対策や、形状作成パターンなどのノウハウを生産情報として設定する。また、金型構造と関係する部位には、金型要件を生産情報として設定し、後工程に伝達できるようにする（表2）。

表2 生産技術情報

分類		情報
製品形状情報	形状属性	製品機能 意匠部、はめ合い部、重要機能部、一般部、エッジ部、リブ、ボスなど
		生産要件 材料(収縮率)、シボ深さ、抜き勾配、R指定、幾何公差、寸法公差、金型見込み、肉厚など
		許容範囲 ゲート、ウエルド、突出しピン跡不可、反り、ひけなど
生産情報	生産要件	突出しピン跡不可範囲、反り見込み、ひけ見込みなど
	成形要件	ウエルド不可部、厚肉部、薄肉部、ガス抜き部、隙間部、抜き勾配、エッジ部など
	金型要件	パーティングライン、アンダーカット処理、ミスマッチ、キャビ取られ、金型仕様、成形機仕様など
	二次加工情報	インサート、塗装・メッキ、熱圧入、溶着など

4.2 標準化エリア

標準化エリアでは、生産技術情報エリアで設定した形状属性と生産情報を整理して、生産技術者の技術ポイントや作業ノウハウなど、設計の判断根拠になる情報を、顧客の組織内で共有できるよう可視化する。また、生産技術情報の品質を保つために、標準的な部品仕様テーブル、設計パラメータテーブル、計算フォームなどをCADmeisterが用意する。可視化した生産技術情報と各種テーブル・フォームをもとに、生産技術情報の設定手順を文書化した設定手順書を作成する。次に、設定手順書に基づき、部位別にモデルの作成フローを決める（図4）。

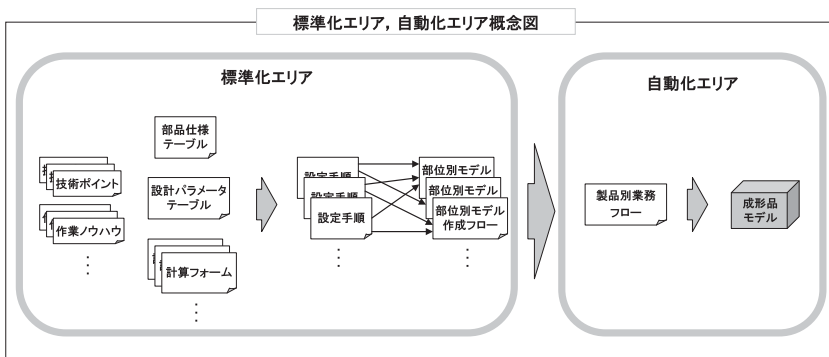


図4 標準化エリア，自動化エリア概念図

4.3 自動化エリア

自動化エリアでは、部位別のモデルの作成フローをもとに、製品別の標準業務フローにして、成形品モデルの作成を自動化する。

製品メーカーから支給された製品モデルに、設計者が標準業務フローに沿って形状属性と生

産情報を設定する。設定された情報をもとに、CADmeister は製品モデルを自動的に変形して成形品モデル作り出す。具体的には、肉厚や板厚の変更、ソリやヒケの見込み、公差の織り込み、塗装代見込み、抜き勾配掛け、成形収縮見込みなどの変形情報を使用して自動的に変形処理を行う。

4.4 CADmeister/MOLD-CREATOR 連携

成形品モデルに設定された成形要件と金型要件の生産技術情報から、「PL 面の自動作成」、「キャピコア分割」、「加工性や成形性を考慮した駒分割」、「アンダー処理駒の分割」などの CADmeister の機能を実行し、入れ子周りモデルが作成される。この時、成形品モデルに付与した生産技術情報は、入れ子周りモデルへ転写される。

また、金型タイプ別のモールドベースライブラリや部品ライブラリなどの雛型データベースと、その雛型サイズを決定するための諸条件（成形機仕様、総生産個数と生産期間、型縮力計算、強度計算など）を設定しておけば、入れ子周りモデルと成形機仕様とを考慮して、モールドベース・ロケートリング・スプルーブッシュ・温調ジョイントプラグ・エジェクタピン・サポートピラ・アイボルトなどで構成された金型構想モデルが自動的に作られる。

このようにして作られる金型構想モデルには、必要な設計意図の 60～80%が設定されている。残りの設計意図は、金型設計者が詳細設計工程で設定する。

雛型データには、部品属性、加工属性（公差情報も含む）を設定すれば、CAM（Computer Aided Manufacturing：コンピュータ支援製造）工程で生産情報を利用して、NC データを自動作成できる。また、加工現場では Viewer を利用して、3次元のモデル形状と部品属性や加工属性などの生産情報を見ることができる。そこから設計意図を知ることができ、ペーパーレス化が実現する。

4.5 CADmeister/CAM 連携

成形品モデルから入れ子周りモデルに転写された形状属性と生産要件を CAM で利用することで、加工方法や加工工程を自動的に割り当てることができる。加工方法は、形状属性・生産要件・形状サイズの条件から、直彫りとするか放電加工とするかななどを自動的に決められる。直彫りの場合は、粗取り→中取り→全体仕上→部分仕上などの加工工程を自動的に割り当てる。また、放電加工の場合は、電極の自動作成が可能であり、直彫りと同様に加工工程の自動割り当てができる。

5. 考察と今後の展望

生産技術支援機能と CADmeister 連携の機能を使用することにより期待される効果と、今後の展望について以下に述べる。

本機能を使用することで、生産要件の考慮不足により生じる業務課題の解決が期待できる。高いスキルの生産技術者の作業ノウハウを可視化して顧客の組織内で共有することで、次世代の人材育成に有効である。また、製品モデルの生産情報を利用する効率の良い設計や、加工属性連携による NC データ自動作成が実現し、顧客業務の生産性向上に貢献できる。

一方、標準化と同時に陳腐化が始まるため、標準化された情報や設計プロセスを顧客が容易に更新・変更できる機能も提供したい。また、CAD 機能以外では、成形品モデルが完成した

段階で、金型設計工数から加工工数までの金型製造の費用を自動見積りする機能、金型製造の工程スケジュールを作成する機能の実装も、今後の計画に加える予定である。

6. おわりに

本稿では、CADmeister に開発を計画している生産技術支援機能について説明した。プラスチック成形金型産業向けには、生産技術支援機能を含め、金型製造プロセスを最適化するシステムの提供も計画している。利用者の要求に合った汎用性の高い機能を提供し、顧客業務の生産性と品質の向上に貢献していきたい。

-
- * 1 日本ユニシス・エクセリュションズ(株)が開発した国産唯一の3次元統合CAD/CAMシステム。
 - * 2 CADmeister のモールド金型専用機能。
 - * 3 CADmeister の金型モデリング機能。

執筆者紹介 関 口 朗 (Akira Sekiguchi)

主にCADmeister/システム部門のプラスチック成形金型産業向けの商品企画、及びユーザーサポートに従事。2012年4月よりeカスタマーリレーション営業部商品企画グループに所属。

