

# 製品開発に同期した製造設備・部品金型の設計・開発

Development of Production Equipment and Metallic Molds for Product Development

原田 種真  
HARADA Tanemasa

足立 光明  
ADACHI Mitsuaki

製品の開発サイクルの短縮が進むなかで、これに同期した製造設備、金型の開発リードタイム短縮が必要となっている。製品開発との連携を起点として、加工点を中心とした設備を指向し、構想設計の三次元(3D)化、設計標準化、解析手法の活用などによって効率的な製造設備開発を実現した。金型設計、製造においては、製品3Dデータを設計、CAM、測定に最大限活用し、電子データ流しを徹底するとともに、加工工程でのボトルネックとなるリブ溝の放電加工を高速切削に置き換え、リードタイムの短縮を実現した。

A reduction in the lead time of production equipment and mold die development is required, which should be synchronized with a reduction in the production development cycle time. In cooperation with production development, we focused on the value-added processing points of equipment design, applied a 3D concept design, standardized the design process, and employed numerical analysis. A reduction in the lead time for mold die design and manufacturing was realized by applying 3D product design data as much as possible to mold die design, CAM, and measurement, and by implementing information exchange with electronic data. The electronic discharge machining of a rib slot shape was replaced with high-speed cutting.

## 1 まえがき

優れた製品をタイムリーに市場に送り出すことは、製造業としての活動の原点であり、使命でもある。移り変わりの激しい昨今では、変化に追従、更には変化を先取りした“モノづくり”が重要性を増している。

ここでは、こうした“モノづくり”を支える技術の中で、製造設備と金型の開発に焦点を当て、製品開発のサイクルに同期したリードタイムの短縮についてその手法を述べる。

## 2 製造設備のリードタイム短縮

### 2.1 製品開発との連携

製品開発のリードタイムはますます短縮傾向にあり、同時に製品コストも価格破壊の進行によって急激な低減が要求されている。こうした環境のなかで、効率的に優れた製品を生み出すためには、製品開発から量産までの一貫した生産技術支援が重要となる。これらの取組みを図1に示す。

製品設計の段階では、組立性評価を中心とした生産設計の織込みがもっとも効果を発揮する。更に、製品の試作や実験、量産構想の検討といった段階では、クイックソリューション活動として次の三つの活動を展開している。

- (1) 1 day planning : 1日で“モノづくり”の全体構想などを企画立案する。
- (2) 1 week solution : 1週間でリソースを集中投入し、技術課題などを解決する。

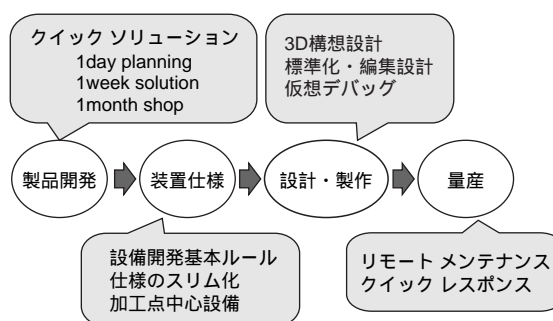


図1. 製品開発と設備開発の連携 製品開発から量産まで一貫した生産技術支援を行い、タイムリーな“モノづくり”を実現する。  
Outline of product and production equipment development flow

- (3) 1 month shop : 1ヶ月で製品試作、加工点デバイス、実験装置などを完成させる。

こうした活動を通して製品開発との連携を図り、製造設備の開発やライン構築の早期展開を図る。

### 2.2 設備開発の基本ルール

設備開発に着手するにあたって、基本ルールを定めて開発の定型化を図る。思想化、客観化、差別化の三つの視点を、明確にすることで開発を効率的に進めることができる。

- (1) 思想化 設備開発が共通の思想でできているかを確認するもので、設備やシステムの統一感を実現する。
- (2) 客観化 既存設備とのベンチマーキングや小型化指標、加工点ユニット比率などを数値表現し、装置の達成レベルを客観的に評価する。

(3) 差別化 技術課題の解決による装置の先進性と優位性を明確にすることで、開発意図を確認する。

### 2.3 加工点中心設備

ワークセットなどの付帯作業の自動化を行わずに、加工点の機構を中心に極力機能を絞った低コスト設備を、加工点中心設備と呼称している。製品の開発段階での試作や量産開始直後の立上げ段階、安価な労働力が得られる海外での生産展開などでは、設備コストを低く抑えることが可能な加工点中心の設備が適している。また、モデルチェンジが激しい製品の場合も、加工点中心設備と作業者をうまく組み合わせることで製品変更への柔軟性が高くなる。こうした加工点を中心とした設備開発を基本思想とすることで、設備開発リードタイムの短縮とコストの低減を両立させることができる。

### 2.4 設備開発の取組み

2.4.1 設備仕様の決定 状況に見合った必要最低限の機能に仕様を絞り込むことを“仕様のスリム化”と呼んでいる。設備コスト、リードタイム、開発リスクを明確にしたうえで設備の機能を決めることが重要である。必要以上に機能を付加することで安心感は得られるが、結果としてリードタイムとコストに問題が生ずることが多い。

2.4.2 3D 構想設計 設備の構想設計段階では、図2に示すような3D構想設計の採用によって、空間的なユニットの配置を明確にできる。3Dでの視覚的な表現によって設計者相互の理解に統一が図れ、複数の設計者が並行して効率的に設計作業を進めることができる。また、機械設計者以外の開発メンバーにも理解が容易となるため、問題点の早期発見や開発効率の向上につながる。

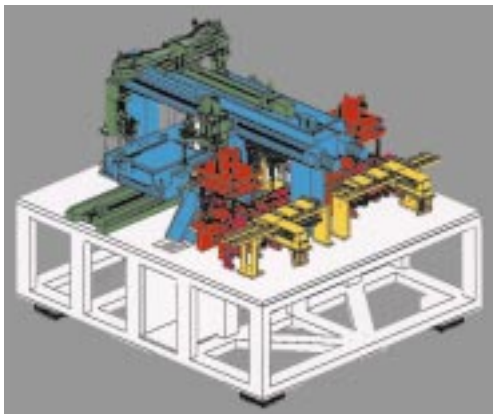


図2 . 3D 構想設計 立体で表示することによって理解が深まり、全体的な開発効率が向上する。  
3D concept design

2.4.3 編集設計手法 編集設計手法は、標準化を更に推し進めたもので、実績のある機構ユニットを標準ユニットとして登録しておき、これらを選択してあたかも編集作業を行

うように設計を進める手法である。大幅な設計期間の短縮を実現すると同時に、設計の一部流用で、設計ミスなどによるロスの発生を抑制することができる。後戻りもなくなるために設備開発リードタイムも短縮できる。

2.4.4 解析手法の活用 設計段階で、解析手法を用いることは、設計リードタイムの短縮に対して効果がある。特に、構造体を設計する場合には製作後の修正が困難なため、効果が大きい。動作が高速な場合や高い精度が必要な場合に、剛性の不足による機構部の振動が問題となる場合が多い。解析を行うことによって短期間に最適な構造を決定できる。

解析手法を用いたシャーシ構造設計の事例を図3に示す。この事例では、液晶製造設備の開発において高速化を実現するために装置振動が課題であった。これに対して、剛性解析によってシャーシの構造を決定することで開発期間を短縮することができた。

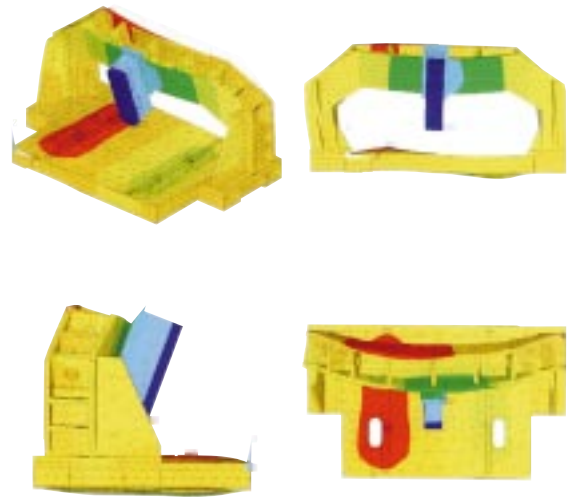


図3 . シャーシの剛性解析例 有限要素法で剛性を予測しながら、シャーシ構造を決定した。  
Example of chassis rigidity analysis

2.4.5 仮想デバッグ 制御ソフトウェアをデバッグする段階では、複雑な装置やラインシステムの場合には机上デバッグに加えて、シミュレーションソフトウェアを用いた仮想デバッグを行う。装置ハードウェアの製作と並行して作業を進めることができるので、設備開発リードタイムの短縮が図れる。アクチュエータの動作時間をパラメータとして入力することで、装置のタクトタイムなどの性能を事前に検証することもできる。

### 2.5 今後の進め方

製品開発に同期して、開発の上流にさかのぼった取組みを設備開発に対して進める。様々な手法を展開することで設備開発リードタイムの短縮を追求する。既に標準的な装置の例で、リードタイムは従来と比較して約80%に短縮している。

また、生産開始後のフォローとしては、ネットワークを利用し

たりリモートメンテナンスを展開している。遠隔地でも装置稼働状態をリアルタイム把握でき、装置管理が行える。万一、何らかのトラブルが発生した場合には、装置の状態確認や必要に応じたソフトウェアの変更が即時に行えるため、MTTR (Mean Time To Repair) が短縮できる。

今後は、3D設計の手法を積極的に取り入れて、よりいっそうの効率化を図り顧客満足度の高い装置をタイムリーに開発、供給していく。

### 3 金型の設計製造リードタイム短縮

#### 3.1 金型を取り巻く状況

パソコンや携帯電話の製品設計で、3D化が進んでいる。これは、CAE(Computer Aided Engineering)、デザインレビュー、組立性評価、ラピッドプロトタイピングなどの3Dモデルを前提としたアプリケーションを有効に活用し、製品開発を効率化するためである。金型設計、製造においても、製品3Dデータを有効に活用し、従来のような図面での情報伝達を3D電子データでの情報伝達へと変革することが重要である。

#### 3.2 基本コンセプト

製品3Dデータから短納期で金型を設計、製造するためのシステムの概要を図4に示す。金型設計では、汎用の3DCADに金型設計用の機能拡張を施したものを使い、製品の3Dデータから迅速に金型設計を行う。CAM(Computer Aided Manufacturing)では、金型部品の3Dデータから、自動的にNC(Numerical Control)データを作成し、高速加工機で金型部品を製造する。金型や成形品の評価にはCAT(Computer Aided Testing)システムを活用する。

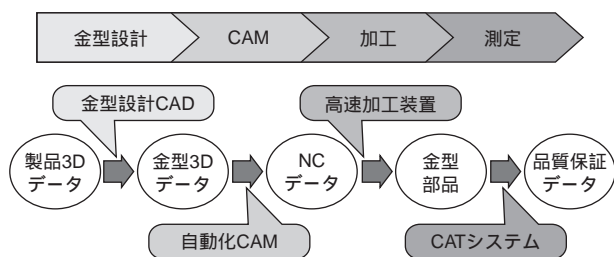


図4 短納期金型設計製造システム 製品3Dデータから短納期で金型を設計・製造する。  
Design and manufacturing of mold die

#### 3.3 金型設計のポイント

製品の3Dデータを活用し、最小の労力で金型を3D設計することが重要である。そのためには、製品形状に依存しない標準部品をライブラリ化することが必須である。加えて、抜き勾配の追加や、パーティングラインの検出といった、金型設計

に特有のオペレーションがCADでサポートされている必要がある。3DCADには、金型設計用のアドオンモジュールが用意されていることが多い。これを導入し使いこなしたうえで、足りない機能については独自に機能拡張をした(図5)。

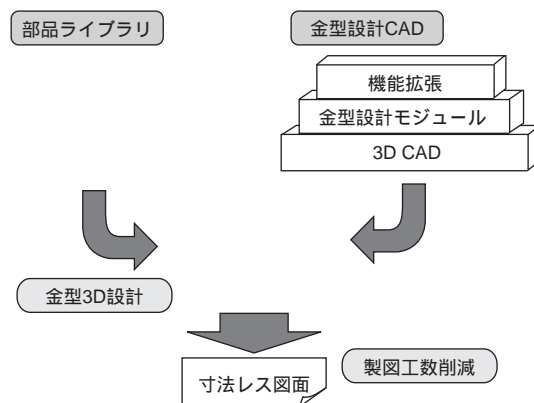


図5 金型の3D設計 ライブラリ整備と金型設計機能により、3D金型設計を実現した。  
3D design of mold die

製図作業の削減も重要となる。CAMなどの後工程への情報伝達は、電子データ主体となるため、図面には詳細な寸法を入れる必要はない。懸案となるのは公差であるが、NC加工する個所で、要求公差がNC機の実用精度内であれば記入の必要はない。製図作業の約70%は寸法記入作業であるため、寸法を省略する効果は絶大である。

#### 3.4 CAMのポイント

CAMのポイントは自動化である。それには第一に、自動化を指向したCAMを選定、導入することである。高機能であっても、熟練者が対話作業するタイプのCAMでは期待した効果は出せない。次に、加工方法を三つのカテゴリ、すなわち、曲面加工、リブ溝加工、穴加工に分類し、それぞれに使用ツールや作業フローを最適化することである。

曲面加工は、CAMの基本機能で対応する。リブ加工については、リブ溝ごとにパスを作成し、NCデータ出力時に連結する。この作業は、支援プログラムにより自動化した。穴加工については、従来どおり二次元(2D)CAMを継続使用した。穴加工に対応した3DCAMもあるが、CADの種類が限定される、対話による加工指示などの付随作業が必要であるなどの課題があったため適用しなかった(図6)。

#### 3.5 加工のポイント

部品加工のポイントは、放電加工レスである。製品のリブに対応する金型コア・ブロックのリブ溝の加工は、従来、型彫り放電加工で行うことが多かった。放電加工では、数十～数百本の電極を設計、製造することが必要であり、リードタイム短縮の阻害要因となっていた。高速加工機の導入、ツールとツ

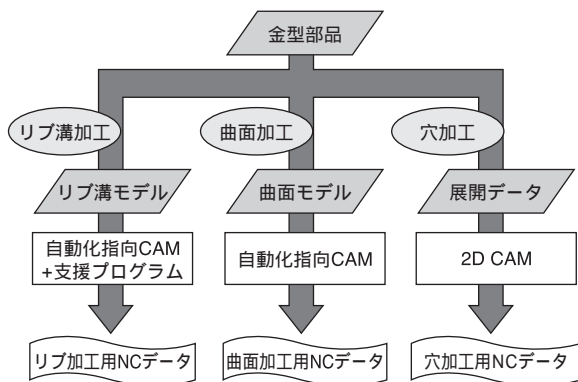


図6 . CAMの自動化 加工方法を3カテゴリに分類し、最適化と自動化を図る。

Automatic CAM system

ールパスの選定, 切削条件の適正化により, リブ溝の切削加工を実用化し, 電極本数を大幅に削減し, リードタイム短縮に大いに貢献した(図7)。

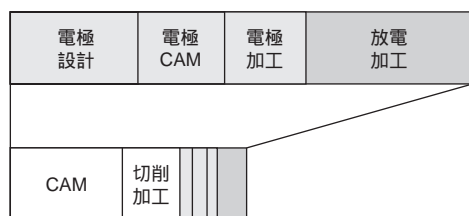


図7 . リブ溝切削加工によるリードタイム短縮 加工工程のボトルネックである放電加工を切削加工に転換した。

Reduction in lead time by high-speed cutting

### 3.6 測定のポイント

測定のポイントは, CATシステムにより3D電子データをリファレンスとした測定, 評価を実現することである。これまで, たとえ電子データ流しによるCAD/CAM/加工システムを実現しても, 測定だけは図面をリファレンスとしていた。これは金型や成形品の測定が手作業である, あるいは三次元測定機のティーチングが実機上での人手作業だったからである。

CATシステムにより, コンピュータ上で, 製品や金型部品の3Dモデルを対象に, 仮想的な三次元測定機を操作してオフラインティーチングすることができる。ティーチング結果は, 測定プログラムとして出力され, 三次元測定機にロードして, コンピュータ上で指示したとおりに自動測定ができる。これにより, 3Dモデルをリファレンスとした測定, 評価が可能となる(図8)。

CATシステムにより, このようなオフラインティーチングが可能となるが, コンピュータ上で実際のティーチングと同じ作

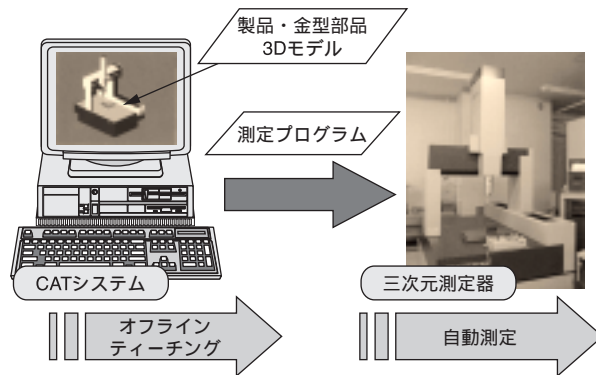


図8 . CATシステム CATシステムにより, 3Dデータをリファレンスとした測定を実現した。

Computer-aided testing system

業をする必要があるので, そのままでは測定プログラム作成工数は従来と変わらない。より工数削減をねらうため, ティーチング工程をマクロ化することが有効である。

### 3.7 今後の取組み

今後は, よりいっそうの3Dデータ流し化, 自動化を図っていく。これまでも図面の寸法レス化により製図工数の削減を図ってきた。今後は, 図面レス化を検討, 推進し, よりいっそうの工数削減とリードタイム短縮を目指す。

このように3Dデータ流しが徹底されれば, 各セクションは必ずしも物理的に近くにある必要はなくなる。例えば, 他の事業場の加工ショップにあるマシンに対して, WAN(Wide Area Network)経由でNCデータを提供するなどといったことも可能である。このような, 金型ネットワークによる仮想工場を実現することにより, 負荷が分散でき, 当社グループ全体としてのキャパシティと効率がアップするものと期待している。

## 4 あとがき

製品開発から量産までのリードタイム短縮は, 市場での機会損失を防ぐことにつながる。製造設備と部品金型の開発を, 製品開発と一体となって効率的に進める手法と体制を構築した。これらを更に発展, 強化させていく。



原田 種真 HARADA Tanemasa  
生産技術センター メカトロニクス開発センターグループ長。  
製造設備のメカトロニクス機器開発に従事。  
Mechatronics Development Center



足立 光明 ADACHI Mitsuaki  
生産技術センター 製造システム技術センター研究主務。  
CAD/CAMシステムの開発に従事。精密工学会会員。  
Manufacturing System Technology Center