

論文・解説

37

## 外装樹脂部品のFit & Finish向上 Fit & Finish Improvement for Bumper Fascia

湯野 兼 敏\*<sup>1</sup> 西山 剛 史\*<sup>2</sup> 室 本 将\*<sup>3</sup>  
 Kanetoshi Yuno Tsuyoshi Nishiyama Masaru Muromoto  
 岩 本 道 尚\*<sup>4</sup> 谷 本 治 生\*<sup>5</sup> 近 藤 和 真\*<sup>6</sup>  
 Michihisa Iwamoto Haruo Tanimoto Kazuma Kondou

### 要 約

バンパは、車のスタイリングの変遷とともにボデーと一体化して、現在では、マツダブランドのフェースとして、魅力あるデザイン形成に大きな役割を果たしている。近年では、クラフトマンシップ向上のため、フェンダ等のボデーパーツと、バンパとの隙・段差を極小化して繋ぎ目の目立たないデザインに進化してきた。

我々は、これらのFit & Finishを向上するため、バンパ単体での見栄え向上や寸法精度向上につとめるとともに、車両としての品質向上のため、周辺部品の寸法誤差やばらつき、組立ばらつき等の影響を受けない締結構造に取り組んだ。

また「内捲り(うちまくり)」と呼称する新規金型構造を開発してディテールの品質を向上するとともに、CAEによる寸法予測技術等を拡充し、その成果を、アテンザ/Mazda6, RX-8, MPV, アクセラ/Mazda3に適用して、業界トップレベルのFit & Finishを実現した。

### Summary

Our Bumper Fascia has been integrated with body styling to achieve an attractive shape, and has an important role as the face of Mazda Brand. To improve craftsmanship, the Bumper Fascia design has recently evolved to eliminate gap and flushness relative to peripheral parts, such as a fender and a side frame outer.

We worked for realization of perfect Fit & Finish by improving product appearance and dimensional accuracy and developed a new product structure which never be affected by assembly variations.

Through these activities, we have developed a new injection molding die called a "collapsible die", and a product deformation analysis method with CAE.

### 1. はじめに

バンパは車のスタイリングの変遷とともに大型化し、ボデーと一体化して、魅力あるデザイン形成に大きな役割を担っている。

近年では、マツダブランドのフェースの役割を果たすとともに、クラフトマンシップ向上のため、フェンダやサイドフレームアウト等のボデーパーツと、バンパとの隙・段差を極小化して繋ぎ目の目立たないデザインに進化してき

た。

我々は、これらのFit & Finish向上を実現するため、バンパ単体での見栄え向上や寸法精度向上につとめるとともに、部品の寸法誤差やばらつき、組立の誤差やばらつきの影響を受けない新たな締結構造の開発に取り組んできた。

本稿ではアテンザ/Mazda6, RX-8, MPV, アクセラ/Mazda3に適用した新規構造と、ディテールの見栄え向上のための新規加工法、寸法精度向上の取り組み事例を紹介する。

\*1~5 車両技術部  
Painting, Trim & Final Assembly Engineering Dept.

\*6 ボデー開発部  
Body Development Dept.

## 2. Fit & Finish 向上の課題

従来、バンパはポデーとは別体のイメージでデザインされ、フェンダ等のポデーパーツとの隙は2~4.5mmであった。

近年のデザインは、これらの隙・段差を極小化して緊ぎ目の目立たない一体化されたものに進化してきた。

その結果、各部品間の隙や段差は1mm以下と小さくなっており、部位によるばらつきは、0.5mm以下を確保することで見栄えを向上させる必要がある。

またフェンダ等、エッジ部分の曲げRも小さくシャープにする必要があり、バンパも金型の分割ライン等が見えないスッキリとした端末形状にするなど、ディテールにこだわった製品造りに取り組む必要がある。これらの要求に応えFit & Finishを向上するために、以下の課題に取り組んだ。

各部品の加工公差や組立のばらつきが積み重ならない構造を開発する。

バンパ単体での加工精度を向上する。

金型の分割ラインの見栄えを向上する。

## 3. ロバストな締結構造の採用

従来は、ヘッドランプ、バンパ等の外装部品は、それぞれ独立して車体と締結されるため、車体のバラツキと各部品のバラツキが積み重なる構造となっていた。そのため、ヘッドランプとバンパ隙等の寸法安定性を保つために、工程能力を確保するのが困難であった。

バンパと他部品のFit & Finishを向上するためには、ロバ

スト性を考慮した製品設計が必要であり、部品間の誤差が積み重ならない締結構造に取り組んだ。

Fig.1はフロントバンパとヘッドランプ下構造を示している。ヘッドランプの下側にブラケットを組み付け、ヘッドランプリテーナとヘッドランプの間にバンパを挟み込む構造として、ヘッドランプとバンパだけで寸法が保証できるようにした。

この構造は、リヤバンパとリヤエンドパネル等の締結構造にも採用した。リヤバンパはポデーに直接差し込むことで、部品相互のばらつきを排除するとともに、剛性を確保し自重による変形等での隙や段差の悪化を抑制している。

バンパとフェンダの締結では、ブラケットを介して締結する構造を採用した。ポデーのブラケット組み付け基準近傍に、バンパ取り付け用の爪形状を形成し、ばらつきが極小化する締結構造とした (Fig.2)。

このような締結構造を採用することで、車体や部品寸法のばらつき、あるいは締結のばらつきの影響を受けず、部品間の寸法を確保して、Fit & Finish向上を実現した。

## 4. 総合的な机上検証技術の開発

部品間の隙と段差を極小化するためには、部品単体の寸法精度向上が重要になる。

柔らかい物であるプラスチック部品は、搬送や塗装時の加熱などによって変形しやすく、塗装治具や搬送台車などが、製品の変形に及ぼす影響を事前に予測し、治具・台車等に対策を織り込むことが重要である。

また、バンパの材料として使用されるポリプロピレンは

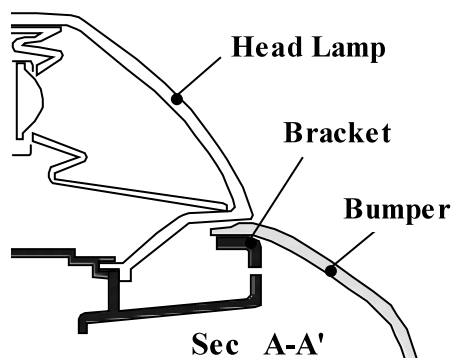
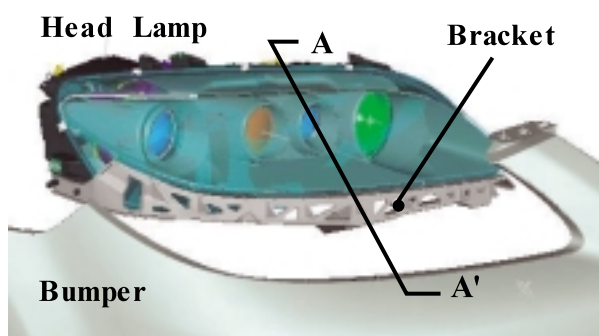


Fig.1 Assemble Structure with Head Lamp

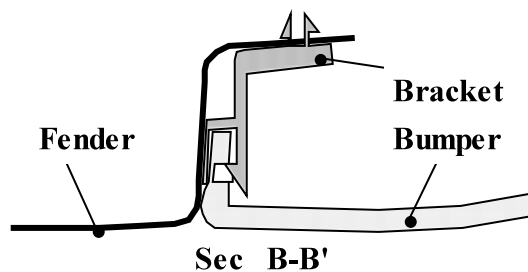
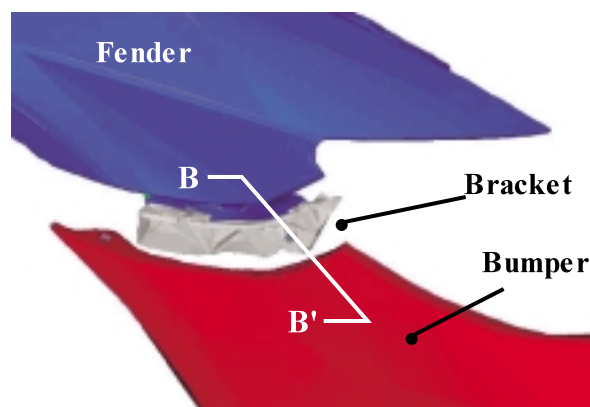


Fig.2 Assemble Structure with Fender

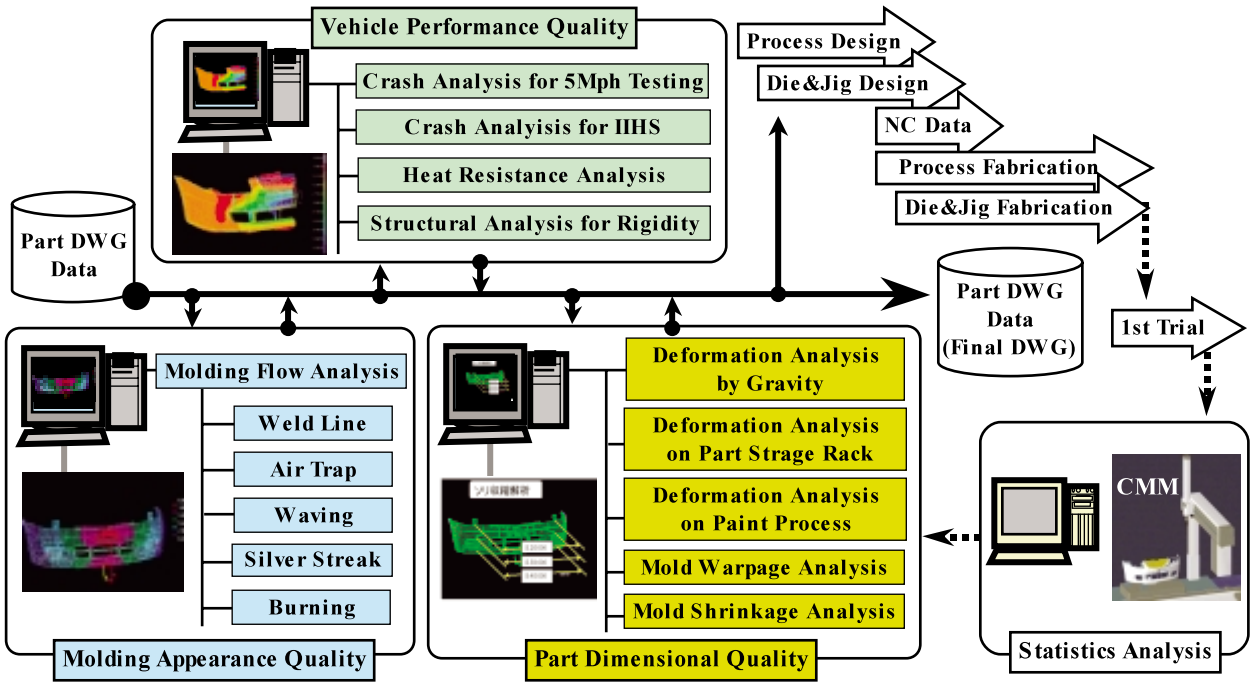


Fig.3 Dimensional Quality Evaluation System

成形後に収縮し、金型寸法より製品寸法は小さくなる。更に、塗装時にも加熱されて収縮が発生するので、寸法精度確保のためには、これらの収縮を正確に予測して事前に金型に織り込む必要がある。

当社では、バンパ等樹脂部品の、CAEを核として、機能品質と生産性をコンカレントに机上評価するシステムを構築し運用してきたが、寸法精度向上の課題に対して従来から取り組んでいる収縮解析などに加えて新たに解析技術を拡充し、運用を開始した。Fig.3にその概念を示す。

具体的には、バンパそのものの重量による変形を解析する「自重変形解析」や生産工程での変形を解析する「塗装治具変形解析」「搬送台車変形解析」を新規に開発・運用した。

また「収縮解析」等、従来から運用している解析技術についても、量産車種やトライアルの収縮データを多変量解析によって随時見直し、解析パラメータと解析ロジック修正して精度向上を図った。

4.1 塗装治具変形解析

バンパの塗装用治具は、断面に沿った形状の鉄製の治具で製作され、その上にバンパを搭載して塗装する (Fig.4)。

バンパは塗装の乾燥時の熱と自重の影響で変形を生じることがある。Fig.5は解析結果の一例である。ヘッドランプ周りや、アンダグリル開口部に応力が集中していることを示している。この解析で、製品設計・工程設計段階で変形予測が可能になり、製品形状や治具の仕様を製品形状確定前に決定できる。

4.2 台車変形解析

搬送台車は一般的にFig.6のように位置が可変の2本のバーでバンパを受ける汎用構造となっており、製品形状によ

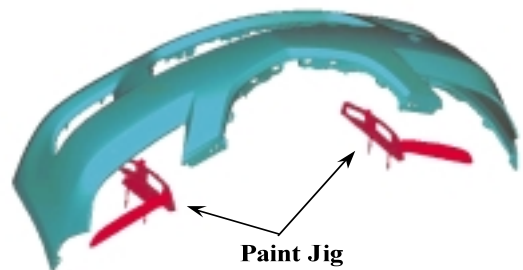


Fig.4 Bumper Paint Jig

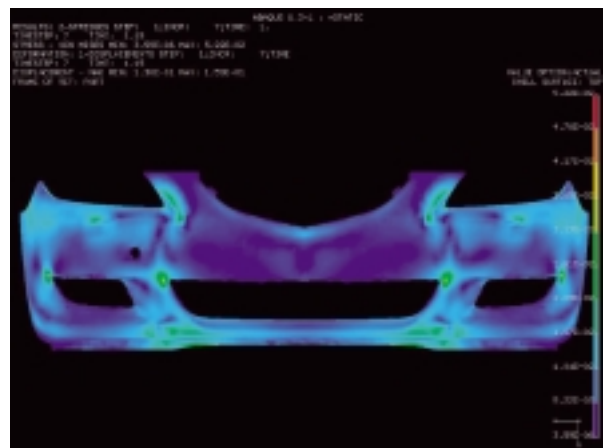


Fig.5 Paint Jig Deformation Analysis

っては把持部に応力が集中して変形し、実車の見栄えに悪影響を及ぼす場合がある。台車による変形についても、塗装治具解析と同様にCAEによる変形予測技術を開発した。

Fig.7は、台車にバンパを載せたときの解析結果の例で



Fig.6 Bar Type Bumper Rack

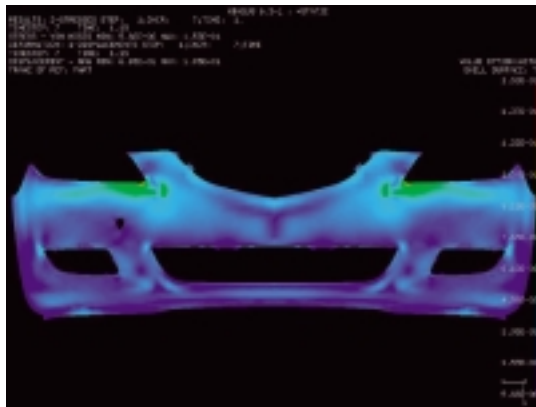


Fig.7 Rack Deformation Analysis

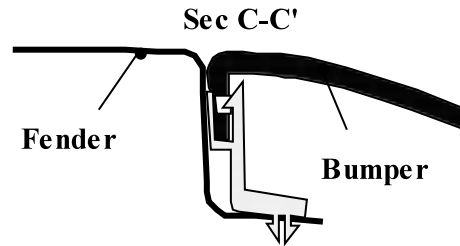
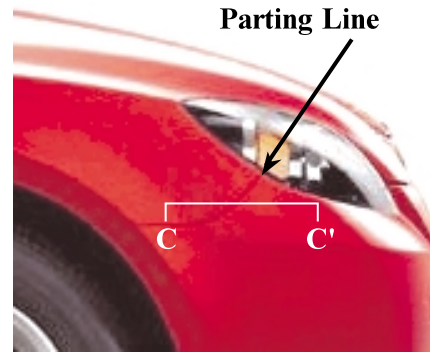


Fig.8 Assemble Structure with Fender

ある。この例ではヘッドランプ部に応力が集中し、変形することがわかる。

この取り組みで、従来の成形工程における「収縮解析」に加えて塗装や搬送時の寸法品質に及ぼす影響を事前に解析できるようになり、適用後の製品の寸法品質は大幅に向上した。

### 5. 金型分割ラインが見えない工法の開発

Fig.8にフロントバンパとフェンダの締結構造を示す。特にフロントフェンダとの分割部では、Fit & Finish向上の観点から、Fig.9に示すように金型の分割ラインがバンパ表面から見えない位置に設定することが望ましい。しかし、製品側の一部がアンダカットになるため、金型分割ラインを製品表面に設ける従来の設定方法や、もしくは製品コーナー部をフィレット形状からエッジ形状にデザイン変更する必要がある。

その場合、見栄えが悪化するだけでなく、塗装品質の悪化や、物流時・組立時に塗装剥がれ等、不具合の原因となり、好ましくない。

#### 5.1 内捲り機構の概念

金型分割ラインが表面に出ない理想的な位置に設定する

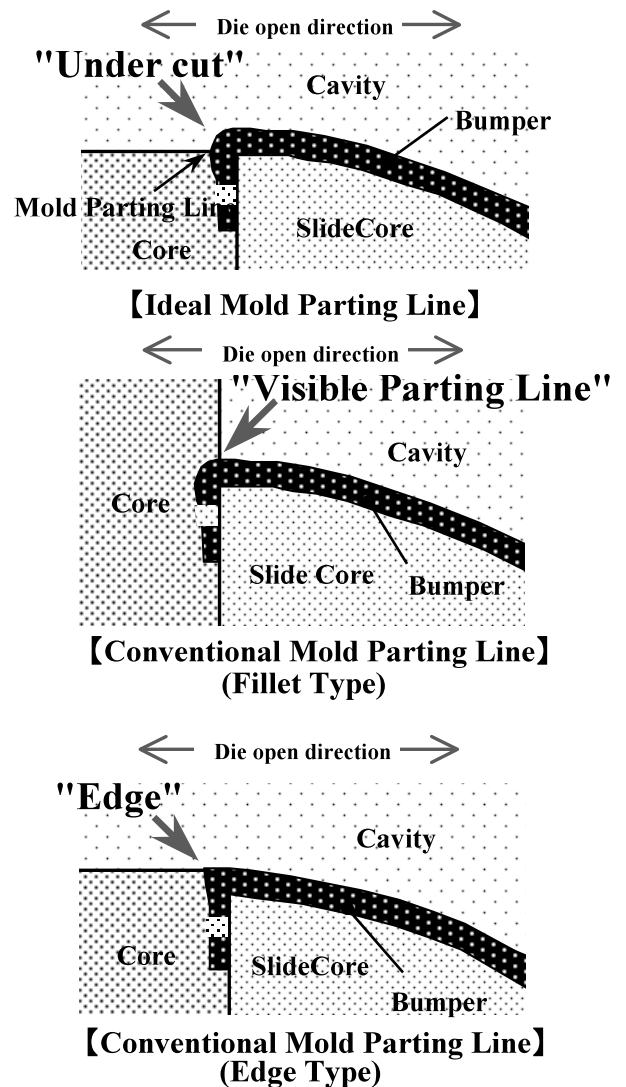


Fig.9 Mold Parting Line Design

ため、新たな型構造「内捲り(うちまくり)機構」を開発した。

Fig.10に内捲り機構を有する金型の構造を示す。内捲り機構は、キャビティとコアの金型分割面が開放される前に、製品を内側に引き込むことでアンダカットを回避し、その後型開き工程に入る機構である。

この内捲り機構の要となる製品を内側に引き込む手段は、フェンダ取り付けフランジ部の締結穴を形成するために設定されているスライドコアユニットを活用し、スライドコアの締結穴形成部を製品に把持したまま型内で内側に移動させることで製品を内側に引き込むものである。

5.2 金型構造と動作原理

Fig.11に内捲り機構を有する金型の動作原理を示す。

成形完了

型内への樹脂の充填が完了し、型開き開始直前の状態を示している。

型開・内捲り開始

金型の開放開始に伴い、成形機のエジェクタロッドがエジェクタプレート突き出し、製品をキャビティ側に押し付け固定する。コアの後退(図中左方に移動)に伴い、スライドコアユニットは傾斜コアとともに内側に移動し、製品フランジ部周辺を内側にまくりながら弾性変形させる。

型開き中

近接センサ1が検知ブロック1を検出した段階で、一旦エジェクタの加圧動作は、待機状態になる。製品は傾斜コア・スライドコアに把持され、キャビティのアンダカット

部分を回避しながら金型を開く。

型開き完了

スライドコアが抜き状態に移動し、締結穴部をコアから外し、製品は内捲り前の状態に回復する。

製品突き出し

成形機からエジェクタロッドでエジェクタプレートを更に押し出し、製品を型から完全に脱型する。

製品取り出し完了

スライドコアを前進後、エジェクタロッドが後退。ガススプリングの反力でエジェクタプレートは正規の位置に戻る。

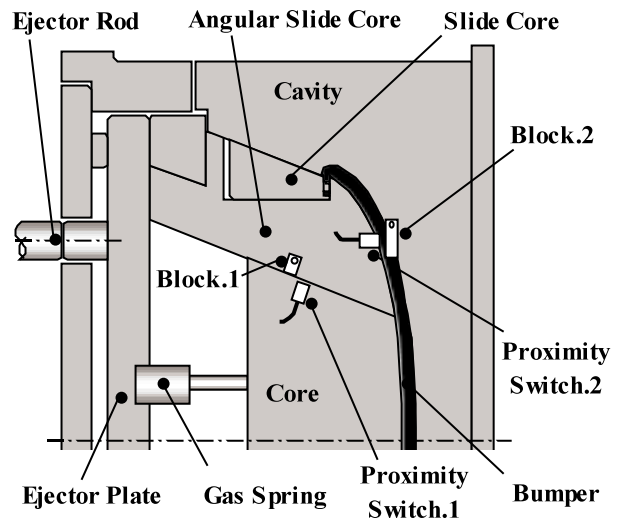


Fig.10 Die Structure with Collapsible Function

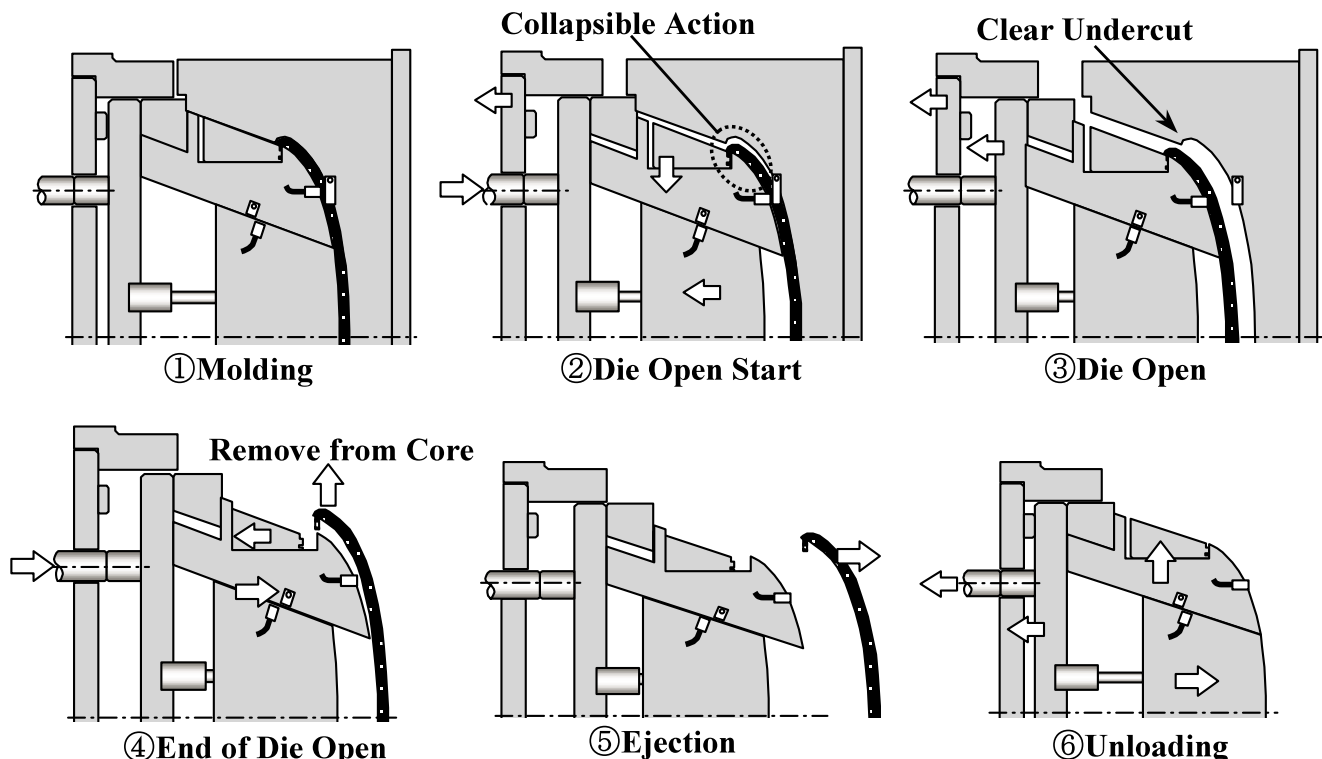


Fig.11 Collapsible Sequence

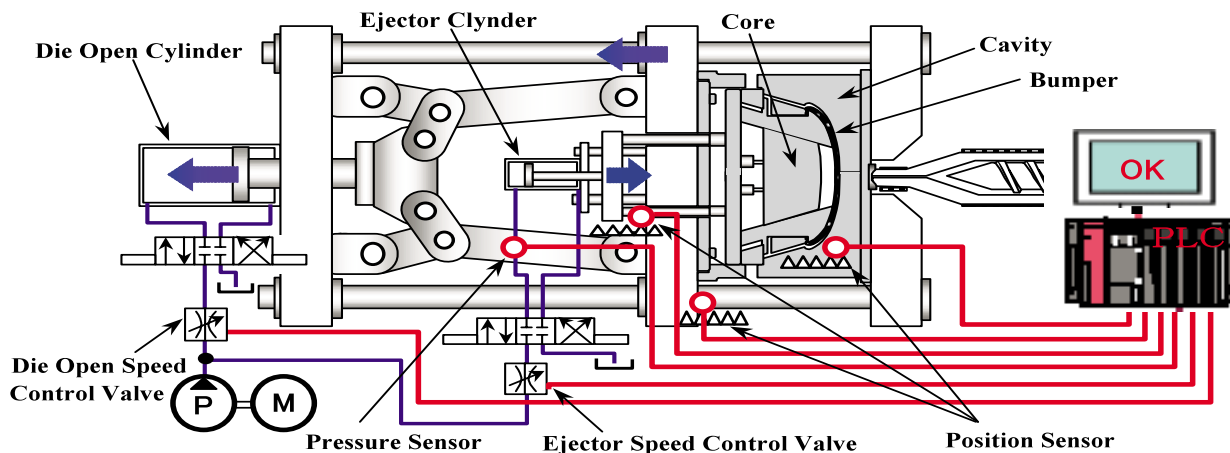


Fig.12 Ejector Synchronize Control System



Fig.13 Side View of Axela

この金型の一連の動作によって、製品のアンダカット処理から脱型までを行うことができる。

5.3 成形機の構造

型内での内捲り動作を行うため、射出成形機側ではエジェクタ動作と型開きを同期する制御機構を開発した。

Fig.12に示すように、型開動作に同期させてエジェクタロッドを押し出し、エジェクタプレートをキャビティ側に固定するように制御する。

油圧回路には流量比例弁と圧力検出機を、また同期状態を監視する位置検出器を新たに設け、動作を確実に制御できるようにした。万一、追従遅れが発生した際は、前述の金型内近接センサが検知して、成形機を自動停止させるとともに、オペレータへ異常を知らせる機能を付加した。

この新規機構開発により、アンダカット処理が可能となり、金型分割ラインをバンパ表面から見えないようにすることができた。

6. 成果・新型車への適用

以上の取り組みにより、以下の成果を得た。

ロバストな締結構造で、バンパやフェンダなどのボデーパーツ、およびヘッドランプやラジエタグリルなどの部品や締結のばらつきの影響を受けず、隙・段差特性を確保した。

成形収縮や後工程での変形等を事前に精度よく予測して、事前に対策を織り込み、部品単体の寸法精度を向上し

た。

「内捲り機構」と呼称する新規金型構造によって、金型分割ラインを製品表面に出さずに成形できるようになり、ディテールの見栄えを向上した。

成果は、2002年以降導入したアテンザ/Mazda6, RX-8, MPV, アクセラ/Mazda3 (Fig.13)に展開し、極小化されたボデーとバンパの隙・段差によって、継ぎ目が目立たず、フロントビューからサイドそしてリアビューに繋がるデザインラインを、高い品質感で実現した。

7. まとめ

これらの製品構造、量産準備プロセス、要具・設備に関わる取り組みで、業界トップレベルのFit & Finishを実現した。今後は締結構造と金型構造の更なる標準化とコスト低減、新規量産性評価手法のプロセス整備を進め、Q・C・D全体で進化させていく所存である。

著者



湯野兼敏



西山剛史



室本 将



岩本道尚



谷本治生



近藤和真