

平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「大型品二材成形技術の確立」

## 成果報告書

平成21年3月

委託者 中部経済産業局

委託先 財団法人名古屋都市産業振興公社

## 目次

1章 研究開発の目的	1
1-1 目的	1
1-2 研究体制	2
2章 交換方式による成形技術の開発	3
2-1 概要	3
2-2 収縮・接合テスト型による検討	4
2-2-1 交換方式の収縮・接合テスト型(試験片1個取)の設計・仕様等決定	4
2-2-2 CAE(樹脂流動解析)を用いた金型形状と射出条件の最適化の検討	5
2-2-3 交換方式での成形方法及び結果、評価	6
2-2-4 接着強度・収縮率の検討	7
2-3 大型部分型による検討	8
2-3-1 交換方式の大型部分型(試験片1個取)の設計・仕様等決定	8
2-3-2 交換方式での成形方法及び結果、評価	9
2-4 大型実製品型による検討	10
2-4-1 大型実製品型(試験片1個取)の設計・仕様等決定	10
2-4-2 大型実製品型での成形方法および結果、評価	11
2-5 総合評価及びまとめ	11
3章 コアバック方式による成形技術の開発	11
3-1 概要	11
3-2 金型・部分型による検討	12
3-2-1 コアバック方式の金型・部分型(R/1個取)設計・仕様等決定	12
3-2-2 CAE(樹脂流動解析)を用いた金型形状と射出条件の最適化の検討	13
3-2-3 コアバック方式での金型・部分型(R/1個取)の成形トライ、評価	13
3-3 金型・全体型による検討	15
3-3-1 コアバック方式の金型・全体型(R/Lセット)の設計・仕様等決定	15
3-3-2 CAE(樹脂流動解析)を用いた金型形状と射出条件の最適化の検討	16
3-3-3 コアバック方式での金型・全体型(R/1個取)の成形トライ、評価	16
3-4 総合評価及びまとめ	18
4章 まとめ	18

## 1章 研究開発の目的

### 1-1 目的

近年、自動車業界では、省エネ・環境対応を中心に幅広い分野の技術革新が求められている。中でも自動車部品においては、機能性を向上しつつ、更なる低コスト化の要請がある。本研究では、業界において現在技術の確立されていない大型かつ複雑形状品の二材成形金型および成形技術を確立し、成形加工時間を短縮、後工程の削減によるコスト低減を図るとともに成形品質の向上を図ることを目指す。

従来、すでに二材成形(二色成形とも呼ばれている)は行われているものの、比較的小型の成形品が対象であり、大型成形品には適用されていない。これは大型化に伴い金型から取り出した後の成形品に成形時のひずみが生じ、寸法誤差が大きくなるため、不良品率が增大するためである。また、二材間の接着強度が部分間で差が出やすく、均一な接着強度を得ることが小型成形品と比較して困難であるためである。

本研究では、成形品を取り出すことなく成形機内で金型の移動交換によってこの問題を克服する「交換方式」と「コアバック方式」について検討を行った。

「交換方式」とは、金型的一方(可動側型)を一次用と二次用の共用として使用し、一次成形で成形した後、入れ子と成形品を一体で保持したまま、これら全体を二次成形用固定型位置まで移動させて、二次用の固定型と合体させて二次成形用の金型とし二次成形する方法である。

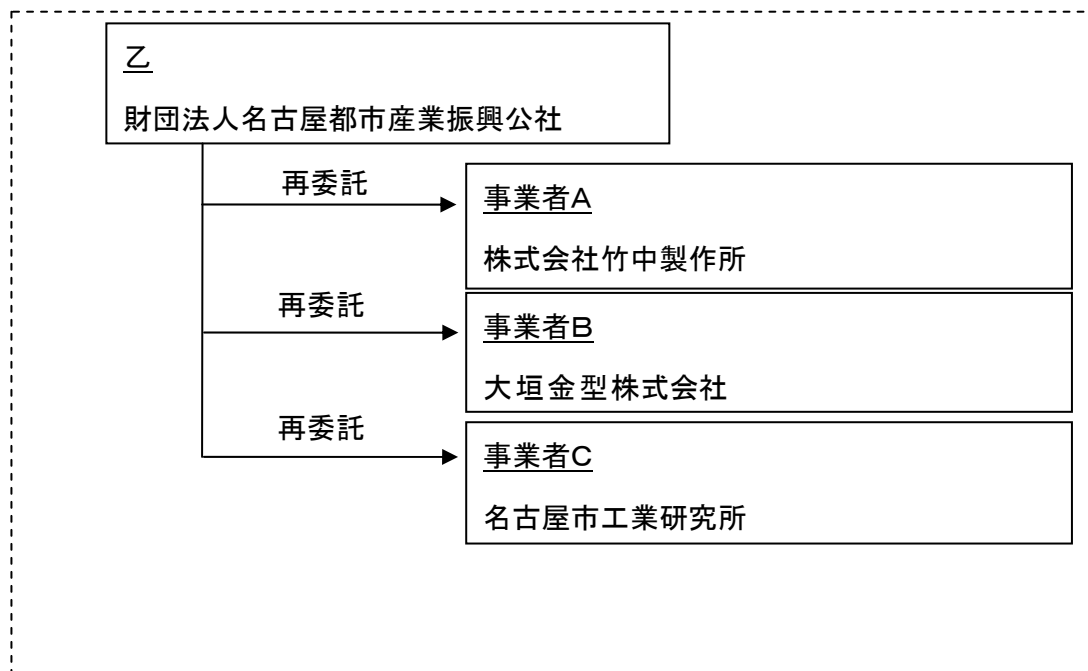
「コアバック方式」とは、一次成形で使用する入れ子に二次成形用の金型部分を作っておき、一次成形ではこの部分を固定型でふさいで成形した後、二次成形で固定型を少しずらして(コアバック)、入れ子の二次成形用の金型部分を有効にさせて二次成形する方法である。

交換方式と比較してコアバック方式では金型形状の設計により高度の技術が要求され開発に困難が予想されるため、19年度は交換方式を検討することとし、コアバック方式は20年度の取り組みとした。

## 1-2 研究体制

〈研究組織・管理体制〉

当該戦略的基盤技術高度化支援事業は株式会社竹中製作所と大垣金型株式会社および名古屋市工業研究所が協力し、研究管理法人と再委託契約を結ぶ形で実施した。その研究組織と管理体制は以下のようなものである。



総括研究代表者（P L）  
株式会社竹中製作所  
代表取締役竹中 吉生

副総括研究代表者（S L）  
大垣金型株式会社  
常務取締役川村 英晴

【研究管理法人】

[財団法人名古屋都市産業振興公社]

〒463-0003 名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞 2271-129

## 2章 交換方式による成形技術の開発

### 2-1 概要

本研究では 3 段階の開発段階があり第1段階の収縮・接合テスト型の実験から簡易型を成形し、二材大型化に伴う問題点、収縮、接合力等の検討をおこなう。続く第2段階では技術の核心となる、金型の交換方式で大型品を二材成形可能かどうか検討する。すなわち細部を簡略化した大型部分型を成形し、交換方式による二材成形の実用性の確認、大型化に伴う技術的問題点の検討を行う。さらに第3段階の大型実製品型では先の結果を基に量産品の詳細形状を反映することを行って実製品の量産化に向けた検討を行う。

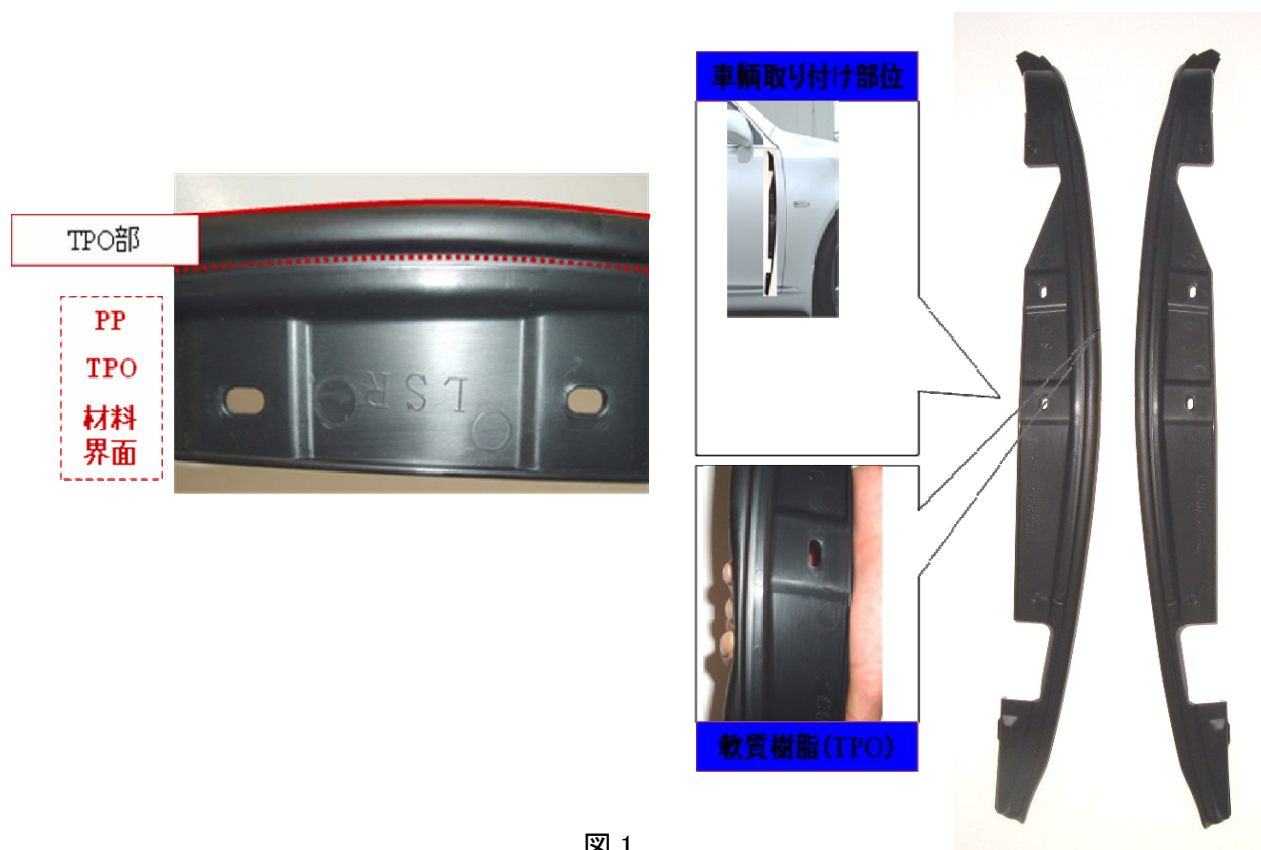


図 1

開発対象の成形品はドアの取り付け部分に生じる隙間を覆い、外気の流入を防ぐ目的を持つ全長 70 cmで、ポリプロピレン(PP)の 1 辺にオレフィン樹脂(TPO=Thermo Plastic Olefin)の弾性体が接着された構造のものである。(図 1)

## 2-2 収縮・接合テスト型による検討

### 2-2-1 交換方式の収縮・接合テスト型(試験片1個取)の設計・仕様等決定

#### <目的>

大型成形品の二材成形には大型化に伴う問題が生じてくる。この検討を容易にするために主要部分以外の構造を省き簡略化した型を製作し、それによって大型化に伴う問題点を検討することを行った。この成形品形状から2つの収縮率の異なる材料(PPとTPO)の同一型内成形での収縮確認と試験片を採取して二材の接着強度を検討することを目的とした。

#### <収縮度及び接着強度確認用の試験片採取用金型の仕様の検討と設計>

収縮度及び接着強度確認のための金型の設計方針としては現行品に近似していることが重要であり、この点に留意して金型を設計必要がある。留意点とその対策を表1に示す。

始めに、この実験の目的は収縮と接合力の確認であり、これに直接関係しない部分を単純化したものに変更した。次にバリ対策を検討した。バリはPPの収縮率が大きいため、一次材(PP)成形後、一次材と金型の間に隙間が発生し、ここに二次成形時のTPOが流れ込みバリが発生する。この対策として一次材(PP)成形後に移動させるスライドコアと一次材成形品(PP)の端部が接触してシールをする形状に変更した。ただし、末端部で一部シールできない形状があり、バリは発生するが、目的は達成できるためこのままとした。

成形品の寸法(収縮率)確認方法は測定治具に成形品をセットして成形品外形位置をテーパゲージで実測し、設計値からのずれから検証するものとした。

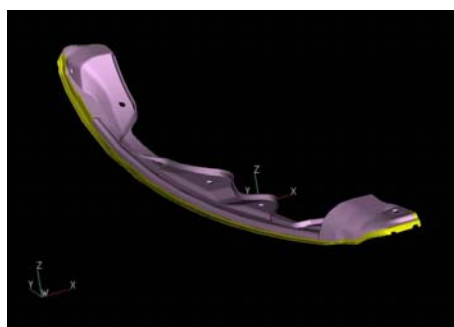
表1 金型設計上での留意点と対策

留意点		対策
①	PPとTPOの収縮率の違い	金型離型前に二次材(TPO)を成形することでPPにTPOの収縮をなじませる
②	接合面の複雑形状は簡易型では成立できない。	手動スライドコア構造で成立する単純形状にする
③	加工工数の低減	①②の成立する範囲で加工工数のかからない容易形状にする
④	PPとTPOのシール性	一次材(PP)成形後、手動スライドコアを移動させた位置で一次材(PP)とスライドコアでシールする形状にする

## 資料1

### 現行品との変更点

- ①二材の接合面を簡易形状にする
- ②金型構造の容易化のため形状変更
- ③加工簡略化のため成形品形状の変更



現行形状



変更形状

### 2-2-2 CAE(樹脂流動解析)を用いた金型形状と射出条件の最適化の検討

#### <目的>

収縮・接合テスト型で予定している成形品形状に対して、成形品の収縮、そりを CAE により予測し、結果を実成形品と比較することで、CAE の精度および効果を検証し、今後の研究に生かすことを目的とする

#### <実験方法>

収縮・接合テスト型の一次成形品部、および二次成形品部に対して、それぞれの成形材料における流動解析およびそり変形解析を行い、結果について考察した。解析ソフトウェアは東レエンジニアリング株式会社製の 3DTIMON Extreme Suite 2006 を用いた。

#### <結果>

一次成形品部および二次成形品部については、両端での充填時間が一致しており流動バランスが良好であることが予想される。また反り変形解析の結果として、長手方向の変形量は、トライ品の実測定結果 1.67mm に対し解析は 1.73mm となり、解析誤差は 4%程度で良好な予測結果であった。

<まとめ>

解析の結果、一次成形部と二次成形部のいずれにおいてもショートショットや急激な圧力変化を伴わない良好な流れになり、反り変形の予測精度も良好であることを確認することができた。今後の研究開発に有用であることが示された。

### 2-2-3 交換方式での成形方法及び結果、評価

<実験装置>

成形機は通常のマイン射出と、機械上部にサブ射出を搭載した二材成形機を使用した。これは今回の研究開発のために平成 18 年度東芝機械(株)に特別製造させた射出成形機である。(成形機:図 2・スペック:表 2)。実験装置は 19 年度、20 年度同様である。

表 2

機械メーカー	東芝機械(株)
成形機型式	EC350N II-17A/2A
特記事項	二材成形機 (サブ射出 S-420+380 ~ +800)
射出量 PS(g)	780/94
スクリュー径 × ストローク	60Φ × 300/32Φ × 128
射出圧力 (Kgf/cm <sup>2</sup> )	2040/2040
型締力(トン)	350
型締力(キロニュートン)	3531
型締ストローク	650
テイルライト	—
最小型厚	420-770
押出 St	150
タイパ <sup>®</sup> -間隔(タテ × ヨコ)	730 × 730
ダイプレート(タテ × ヨコ)	1030 × 1030

図 2





機械上部にサブ射出を搭載した二材成形機を使用して一次成形でPP材を、二次成形(サブ射出)でTPO材を射出させ成形品を得た。図3に得られた成形品を示す。成形品で発生した問題点は樹脂が末端にまで行き渡らないことによる欠肉とバリの発生であった。また二次成形(サブ射出)でTPO材が金型の隙間に流れ込み冷却完了後、金型から取り出すと外観状バリになってしまう状態があり、対策検討が必要になった。成形品のひずみについては測定結果から、ひずむ方向と大きさで傾向を把握した。PP部の外周が全体的に小さく、TPO部の外周が全体的に大きいことがわかった。



図3 収縮・接合テスト型から得られた成形品

ソリ(スキ)に関しては成形品下部方向にいくほどソリ(スキ)がなだらか(逆ソリ)になっていることがわかった。またソリ(スキ)に伴い成形品の全長が長くなっていることがわかった。これらの対策は、金型を再加工し、金型の削除、修正を行い、良好な結果を得た。寸法誤差については目標 $\pm 2\text{mm}$ 以下に対して実測最大値で $1.9\text{mm}$ であり、目標を達成したと考えられる。TPO部バリについては金型修正による対策が困難なため大型実成形品型に対策が反映されるよう設計検討を行うこととした。また成形品中央部のPP材とTPO材の接合部については若干メクレ、バリが発生しているが、これについては次の大型部分型に溝を設け防止することで対応した。

この二材成形では、成形サイクル $1.33\text{分}$ ( $80\text{秒}$ )であり。従来工法が $1.6\text{分}$ ( $96\text{秒}$ )のため $0.27\text{分}$ ( $16\text{秒}$ )短縮された。

これらからこの実験では、得られた成形品は若干の不具合はあるものの、おおむね金型の修正と設計変更で可能であることがわかり、この実験の目的を達成したと考えられる。成形時間の短縮が計られたほか、次の実験のための試験片をこの成形品から得ることができた。

#### 2-2-4 接着強度の検討

##### <接着強度の確認>

本実験では、現行品と二材成形品の二材接合部分に関して、接着強度の調査を行った。

試験材料として、自動車ドア用部品(ドア-No3)の現行品および二材成形品を 3cm の幅に切断し、それぞれ 5 枚準備した。この試験片をオートグラフ(DCS-500 島津製作所)のつかみ具ではさみ込み、50mm/min の引張速度で破断強度を測定した。

その結果、図 4 のように TPO 素材部分で破断が進行し、現行品および二材成形品とも、接着面の強度は十分に得られていることが確認された。

また、後述の各種二材成形品に関しても同様の試験を行ったが、いずれも界面はく離は発生せず、接着面の強度は実用に耐えうるものであった。

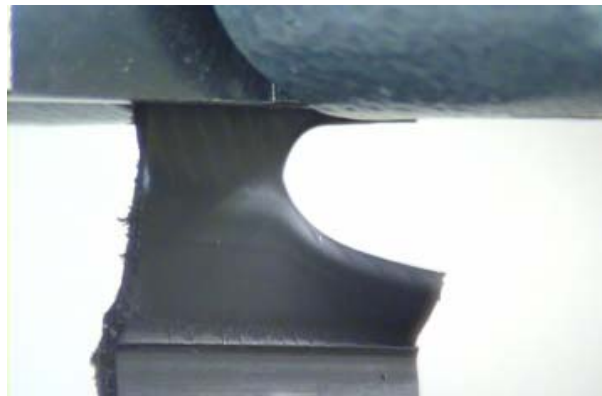


図 4 二材接合部の強度測定

## 2-3 大型部分型による検討

### 2-3-1 交換方式の大型部分型(試験片 1 個取)の設計・仕様等決定

#### <目的>

大型二材成形技術では金型の交換が必要であるが、ここで開発すべき重要な点は、金型を交換方式で切り替えて二材成形が技術的に可能かどうかの確認を行うことである。ここでは金型の大型化以外の些細な部分、たとえば末端の突起などの形状を削除して中央部分のみを抽出した試料を成形できるよう金型を設計する。それをういて金型構造部の設計・仕様を決定し大型化に伴う困難を解決するための技術的問題点を検討し、設計仕様に反映させることを目的とした。

#### <交換方式の金型構造部の設計・仕様等の決定>

交換方式の大型部分型の金型の設計方針としては金型内で交換する金型構造を実現することが重要である。また、現行の量産品の実製品形状を再現するように構造の点にも留意して金型設計する必要がある。交換方式では二材成形が容易なように製品形状の若干な変更を行う必要がある。しかし量産品の形状の変更は客先の意見を重視することが重要であり、その

ため協議を行った。検討された留意点とその客先回答を表 3 に示す。

表3 金型設計上での留意点と客先回答

留意点		客先回答
①	PP と TPO の接合形状をかえる。	接合力は収縮・接合型にて確認はできているが、あくまでも現形状を重視してほしい。
②	押し出し跡は NG	意匠側には押し出し跡は NG

<大型化に伴う困難を解決するための技術的問題点の検討>

当初の金型構造では交換するコアを固定側とした構造としたが、これを反転した構造にすることで製品意匠側に押し出し構造が配置され、押し出し跡が意匠側に表れる。この装置構造の変更は困難であるため、押し出し跡は一般的に用いられる丸形ではなく、極力目立ちにくい配置と形状になるよう検討した。しかし客先の上承を得ていない構造のため、成形された製品で客先と検討することで進めることとした。基本構造の決定により次に検討するのは PP と TPO をシールさせる方法である。TPO 成形時に PP 製品と金型で押さえ込む必要がある。押さえ込む方法として TPO 成形側の PP 製品の金型形状を小さく作り込むことでシールすることとした。

2-3-2 交換方式での成形方法及び結果、評価

成形方法は 2-2 で使用した射出成形機で同様の方法でおこなった。

成形実験の結果は、成形時の樹脂の流動性は良好であった。収縮・接合テスト型でみられた中央部の PP 材と TPO 材の接合部のメクレ、バリの発生はみられず収縮・接合テスト型でみられた問題は解決されていることがわかった。発生した問題としては、TPO 部先端のバリであった。これは収縮・接合テスト型で検討項目として対策を行わなかったものであるが、現行量産品でもこの部分はバリが生ずるような金型設計になっており、量産品の再現の意味では目的を達するため、このバリについては対策を講じないという結論に達した。

今回の大型部分型(第二試行)においては、金型のスライド部での移動を自動化することを検討した。機構は正常に作動し、得られた成形品の形状は良好で、この機構の問題点は無いと



図 5 大型部分型の成形品

ということがわかった。また今回の大型部分型の実験では、大型二材成形が交換方式で実現可能かどうかの検討を目的としたが、得られた成形品は良好であり、大型化に伴って生ずるバリや欠肉などの諸問題は対策可能であることがわかった。このため本研究において最大の目的の核心技術である大型二材成形が実現可能であるということがわかった。

大型部分型は末端を省略しており、外形寸法が収縮・接合テスト型に比べて小さく測定ゲージに適合させることができず、測定評価は不能である。

大型部分型の成形サイクルは、0.88分(53秒)であった。従来工法が1.6分(96秒)であり、0.72分(43秒)短縮された。スライドコアの自動化で収縮・接合テスト型(第一試行)のサイクル1.33分(80秒)と比較して、0.45分(27秒)の短縮が得られた。

## 2-4 大型実製品型による検討

### 2-4-1 大型実製品型(試験片1個取)の設計・仕様等決定

#### <目的>

これまでの結果から大型二材成形が交換方式で可能なことがわかったが、量産品化するためには大型部分型で省略した細部の構造を再現し、二材成形が可能なようその構造を検討する必要がある。ここではこの再現を目的とする。

#### <細部成形確認用の型の設計・仕様等の決定>

交換方式の大型実製品型の金型の設計方針としては、大型部分型の検証結果を反映した金型の大型構造化と、それに量産品としての形状を反映させることが重要である。留意点とその対策を表4に示す。

表4 金型設計上での留意点と客先回答

留意点		対策
①	押出し跡は NG	押出し跡は極力目立ちにくい配置と構造とする
②	リブ張り付き対策部に取られやすい形状がある。	形状の一部をカット
③	固定張り付きやすい部位	PL の変更
④	アンダーカット対策のスペース不足	特殊スライドの採用

## 2-4-2 大型実製品型での成形方法及び結果、評価

成形方法は 2-2 で使用した射出成形機で同様の方法でおこなった。

実製品の形状を反映させるため客先との協議を行い、型構造の検討を行った。またその成形品は若干のキズがあったものの解決可能であった。この結果実製品の形状を反映させることが可能であることが確認できた。サイクル目標値 0.8 分(42 秒)に対し実績 1.03 分(62 秒)であった。従来工法が 1.6 分(96 秒)であり、0.57 分(34.2 秒)短縮された。収縮・接合テスト型(第一試行)のサイクル 1.33 分(80 秒)と比較すると、0.3 分(18 秒)の短縮が得られた。しかし同じ成形方法の大型部分型が 0.88 分(53 秒)ということで 0.15 分(9 秒)の延長となっている。つまり大型部分型から大型実製品型へのサイクルの影響は+0.15 分(9 秒)である。

## 2-5 総合評価及びまとめ

本年度の開発は順調に進行し、実験を要する8実施項目をすべて計画通りに終了した。この開発は3段階の研究があり、第1段階の収縮・接合テスト型の実験から二材の接着性は量産品と同等であり特に問題はみられないことを確認した。第二段階では技術の核心となる金型の交換方式で大型品を二材成形可能かどうかを検討したが、バリなどの諸問題がでたものの金型の修正や設計変更で対応可能であった。すなわち金型交換方式で二材成形する技術的に可能であることを確認した。この段階の達成により、大型品の二材成形技術を金型交換方式で開発するという核心技術の開発はおおむね達成した。また第3段階の実製品型では先の結果を基に量産品の詳細形状を反映することを行って良好な結果を得た。第三段階の実験は量産品の形態に適合させるという意味で重要であり、当該技術が既存の技術による製品と同程度のものを生産することが可能になった。すなわち交換方式の二材成形技術は十分実用に耐えられ、従来の量産技術と置き換えることは可能になった。

## 3章 コアバック方式による成形技術の開発

### 3-1 概要

今年度の研究は 2 段階の開発から成り、第 1 段階ではコアバック方式の金型・部分型の実験から PP 成形時の射出圧によるコアのシール構造と TPO 成形時の PP と金型にできる隙間のシール構造の検討を行った。

第 2 段階では先の結果を元にコアバック方式の金型・全体型(R/L セット)の仕様を検討した。R/L セットになることによる金型レイアウト及び強度を検討し、あわせて、前項の結果を元に、より

現行製品の形状目的を反映した形状となるよう検討を行った。

### 3-2 金型・部分型による検討

#### 3-2-1 コアバック方式の金型・部分型(R/1個取)設計・仕様等決定

コアバック方式の金型・部分型(R/1個取り)の仕様を検討する。

PP成形時の射出圧によるコアのシール構造とTPO成形時のPPと金型の間にできる隙間のシール構造を検討する。

#### <目的>

コアバック方式の金型としては一次材の成形時にスライドコアが樹脂圧を受けきる必要がある。また、二次材の成形できる形状にスライドコアが後退して、二次材の形状の流れる隙間を作ると共に金型にて一次材を押さえ込みバリが発生しないようにシールさせる必要がある。そして、コアバック動作を実現するため、一部分の製品形状の変更と、実車に取り付けるのに必要な形状を考慮して製品形状を決定した。それを考慮して金型の設計・仕様を決定し、コアバックに伴う技術的問題点を検討し、設計仕様に反映することを目的とした。

#### <コアバック方式の金型・部分型(R/1個取)の仕様の検討と設計>

コアバック方式の金型の設計方針としては金型内で一次材成形後に二次材成形するコアバックの金型構造を実現することである。また、現行の量産品の実製品の特性を留意して金型を設計する必要がある。コアバック方式では二材成形を容易に行うように、製品形状を大幅に変更する必要がある。簡単に言えば、コアバック方式とはスライドコアが前進と後退することで一次材(PP)と二次材(TPO)の形状を作り上げる構造である。つまり、スライドコアとして単純に金型の平面PLに対して横方向に作動することで作り上げられる製品形状でなければならない。そして油圧シリンダーにてスライドコアと可動側スライド受圧ブロックといった大きな機構が必要になるので、成形機の作業・反作業側しか設置できない。

次にバリ対策としては平成19年度に研究した交換方式の収縮・接合テスト型の研究結果より同等の対策を実施した。

以上の問題点は形状の変更をすることでコアバック方式としての機構が確立する。コアバック方式の機構のポイントは、一次材(PP)の成形圧力を分散して油圧シリンダーで受け止めることにある。スライドコアに直接かかる圧力をベクトルの方向を変えて金型本体と油圧シリンダーに分散をする。

### 3-2-2 CAE(樹脂流動解析)を用いた金型形状と射出条件の最適化の検討

#### <目的>

コアバック方式の金型・部分型(R/1個取)に対して、研究コストの低減と金型設計の合理化を図るために流動解析 CAE を適用した。成形品単体の流動現象を対象として解析することで、成形品の品質や生産性を事前に検討し、その結果を次のコアバック方式の金型・全体型(R/Lセット)に反映することを目的とする。

#### <実験および結果>

東レエンジニアリング株式会社製の 3DTIMON Extreme Suite 2006 を用いて解析を行った。また金型冷却モジュールを用いて、金型冷却配管の影響(バッフルの有無)についても検証し、解析精度の向上を図っている。

検証項目は次のとおりである。

(1) 一次材および二次材の流動バランス確認

一次材および二次材いずれも端部が同時充填をしている。流動バランスは良好であることが確認できる。

(2) 二次材ゲート近傍の圧力とバリ発生予測

端部にゲートを設置した案では、中央に設置した案に比べ、最大到達圧力が2倍以上高くなり、バリ発生の危険があることがわかる。中央にゲートを設置する案で金型を製作することとする。

(3) 金型冷却(バッフルの有無)と反り変形の関係

バッフル管がある方が金型冷却効率が高く、成形品の反り変形が緩和されることが予測される。またサイクルタイムの向上も期待できる。

### 3-2-3 コアバック方式での金型・部分型(R/1個取)の成形トライ、評価

上部にサブ射出を搭載した二材成形機を使用して、一次成形(メイン射出)としてPP材、二次成形(サブ射出)としてTPO材を射出して成形を行った。得られた成形品を図7に示す。前年度同様成形品では以下の問題点が発生した。

下部

上部



図7 コアバック方式の金型・部分型(R/1個取り)成形品

1. 二次成形(サブ射出)で TPO 材が金型の隙間に流れ込み、冷却完了後、金型から取り出すと外観状バリが発生した。
2. 成形品のひずみについては、測定結果からひずむ方向と大きさの傾向を把握した。その結果 PP 部の外周が全体的に小さく、TPO 部の外周が全体的に大きいことが明らかになった。ソリ(スキ)に関しては成形品下部方向にいくほどなだらか(逆ソリ)になることが明らかになった。またソリ(スキ)に伴い成形品の全長が長くなることが明らかになった。

この結果は平成 19 年度の交換方式型と同様の結果であった。

- 3 コアバック方式の金型・部分型は設計段階において成形品上部、下部の先端が量産品と異なっている。これはコアバック方式では量産化に対応できない部分である。

これらの対策として

- 1) 平成 19 年度 交換方式型で行った方法により金型を再加工し、さらに金型の削除、修正を行うことでバリの問題は解決できる。
- 2) 成形品のひずみについては、寸法誤差の目標 $\pm 2\text{mm}$  以下に対して実測最大値で $-1.67\text{mm}$  であり、目標を達成した。
- 3) コアバック方式では対応が困難な上部については、車両への組付け時、全体型上部になり、性能に支障をきたすため、再度金型設計にて検討を行いコアバック方式の金型・全体型(R/L セット)に反映する。下部については、車両組付け時下部になるため、顧客と設計変更が可能か協議し対策の検討を行う。

この二材成形品の成形サイクルについては、従来工法が 96 秒であり、今回は 93 秒であり、3 秒短縮された。今後、対策 1) の実施により PP 冷却時間が短縮されるのでさらにサイクルの短縮に繋がる。

実験で得られた成形品の不具合は平成 19 年度の交換方式で発生した不具合と類似していて、おおむね金型の修正と設計変更で対応が可能であることが明らかになった。また、コアバック方式の形状では対応が困難な箇所の対策を得たほか、次の金型・全体型(R/L セット)製作のための知見を得ることができた。



### 3-3 金型・全体型による検討

#### 3-3-1 コアバック方式の金型・全体型(R/L セット)の設計・仕様等決定

前項の結果を元にコアバック方式の金型・全体型(R/L セット)の仕様を検討する。

R/L セットになることによる金型レイアウト及び強度の成立を検討する。あわせて、前項の結果を元に、より現行製品の形状目的を反映した形状を検討する。

コアバック方式の金型・部分型(R)の検査治具を、部分改造をおこないコアバック方式の金型・全体型(R)の検査治具を製作する。

#### <目的>

金型・部分型(R/1個取り)により機構的な問題は解決できた。しかし製品形状の一部について変更の必要性が残った。コアバック方式の金型・部分型(R/1個取り)の結果の反映と一部の製品形状の改良、そして R/L のセット取りになることでのレイアウトと強度を考慮した金型を設計する。それを用いて金型構造部の設計・仕様を決定し金型・全体型(R/L セット)に伴う技術的問題点を解決し、設計仕様に反映することを目的とした。

#### <コアバック方式の金型・全体型(R/L セット)の設計・仕様等の決定>

金型・部分型(R/1個取り)を金型・全体型(R/L セット)に単純に移行はできない。R/1個取りから R/L セット取りになる問題の解決にはレイアウトと金型強度の検討が重要である。それに伴いランナーの位置が決まるので、歩留まりと量産性に十分に検討する必要がある。そして金型・部分型(R/1個取り)に一部の製品形状の改良が残った。製品形状の目的を理解して改良を行った。

#### <R/L セットになることによる金型レイアウト及び強度の検討>

コアバック方式の金型・全体型(R/L セット)は金型・部分型(R/1個取り)と違い金型内で R と L の2つの製品をとらなければならない。つまり、油圧シリンダーにてスライドコアと可動側スライド受圧ブロックといった大きな機構は金型の内側では隣り合っては成り立たない。よって、金型の機構は両外側に複雑なレイアウトとなる。それに伴い、内側にも複雑な機構や大きなスライドコアがレイアウトできない。よって、内側のアンダーカット処理は小スペースかつアンダーカットの少ないスライドコア、もしくは傾斜コアや倒れコアといった小スペースで用いられるアンダーカット処理機構が用いられる。今回はすでに1個取りの時に、セット取りを考慮して、傾斜コアを採用して、小スペース化をしている。

金型の強度について金型・部分型(R/1個取り)と比べて、金型・全体型(R/Lセット)は単純に製品形状が増えたことで受圧面積が増え、金型のスペーサー間のたわみが大きくなるため見直しを行った。

### 3-3-2 CAE(樹脂流動解析)を用いた金型形状と射出条件の最適化の検討

#### <目的>

コアバック方式の金型・全体型(R/Lセット)の解析では、セット取りとしたときの問題を重点的に解析し、考察した。

#### <実験方法>

セット取りとしたときに考えられる問題点として、次の2点について検証を行った。

- (1) ランナーの配置とキャビティバランス
- (2) 型締め力の予測

#### <結果およびまとめ>

- (1) ランナーの配置とキャビティバランス

R/Lセット取りの樹脂流動解析結果を右図8に示す。

各成形品の両端部が同時充填することがわかる。成形圧力も適切で成形上の問題はない。

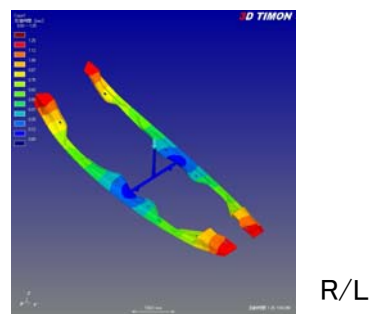


図 8

- (2) 型締め力の予測

成形機的能力範囲内で成形できるかを検証した。最大型締め力(右図)は成形機的能力範囲におさまっており、問題のないことがわかる。

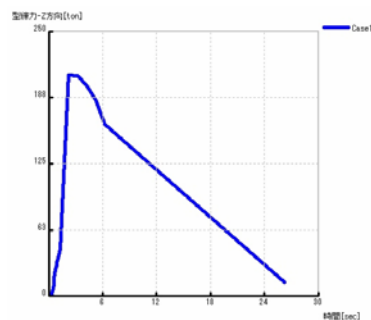


図 9

### 3-3-3 コアバック方式での金型・全体型(R/1個取)の成形トライ、評価

コアバック方式の金型・部分型(R/1個取り)で使用した二材成形機を使用して、一次成形としてPP材、二次成形(サブ射出)としてTPO材を射出させ成形を行った。図10 製作した成形品を示す。



図 10 コアバック方式の金型・全体型 (R/L セット)

成形品では以下の問題点が発生した。

1. 一次、二次成形(メイン・サブ射出)で各材料(PP・TPO)が金型の隙間に流れ込み冷却完了後、金型から取り出すと外観状バリが発生してしまう。
2. 成形品のひずみについては、測定結果から、ひずむ方向と大きさの傾向を把握した。その結果 PP 部の外周が全体的に小さく、TPO 部の外周が全体的に大きいことが明らかになった。ソリ(スキ)に関しては成形品下部方向にいくほどなだらか(逆ソリ)になることが明らかになった。またソリ(スキ)に伴い成形品の全長が長くなることが明らかになった。  
この結果は平成 19 年度の交換方式型と今年度のコアバック方式の金型・部分型 (R/1個取り)と同様の結果であった。
3. 金型作動の問題として、金型稼働側の油圧スライド部が現状直列方式のため、油が均等に流動せず成形機反操作側上下、操作側上下の順に可動するため、タイムロスが生じ、サイクルが長くなった。

これらの対策として

- 1) 金型を再加工し、金型の一部削除、修正を行うことでバリの問題は解消される。(平成 19 年度に交換方式型で立証済み。)この問題に対しては成形品の出来栄えを見据えたうえで、金型調整するのが一般的である。
- 2) 成形品のひずみについては、寸法誤差の目標 $\pm 2\text{mm}$  以下に対して実測最大値が $-1.63\text{mm}$  であり、目標を達成した。
- 3) 射出成形条件については大幅な変更はできないが、金型作動については油圧スライド部を直列方式から並列方式に変更することにより油の流動性を固定、可動スライド共に均一化することと、固定側の油圧スライドの検知をリミットスイッチで行うことでサイクルの短

縮が図れる。(現状 IN3 秒 OUT8 秒)

この二材成形品の成形サイクルは 102 秒であり、従来工法が 96 秒であるため 6 秒延長となった。サイクル目標値 42 秒に対しては 54 秒延長となった。対策 3) を行うことにより金型作動時間が短縮されるのでサイクルの短縮は可能である。

コアバック方式の金型・部分型(R/1個取り)で問題となった形状不成立箇所については金型設計検討により改良した。

### 3-4 総合評価及びまとめ

本年度の開発は順調に推進し、実験を要した6実施項目をすべて計画通りに終了した。

本開発は2段階があり、第1段階のコアバック方式の金型・部分型(R/1個取り)の実験では技術の核心となる金型のコアバック方式で大型品の二材成形が可能かどうかを検討したが、バリなどの諸問題がでたものの金型の修正で対応可能であった。すなわち、コアバック方式による二材成形は技術的に可能であることを確認した。この段階で、コアバック方式による大型品の二材成形の核心技術の開発はおおむね達成した。

第2段階のコアバック方式の金型・全体型(R/Lセット)では先の結果を基に量産品の詳細形状を類似形状で反映することを行って良好な結果を得た。また、R/Lセット取りにすることで量産時の成形のコストに反映させることが可能になった。すなわち、コアバック方式の二材成形技術は十分実用に耐え、従来の量産技術と置き換えることは可能であることが明らかになった。

## 4章 まとめ

本研究では、「大型二材成形技術の確立」を目指し「交換方式」と「コアバック方式」の実用化を課題として研究を行った。現行の大型二材成形は PP 型と TPO 型の2種類の金型が必要になる。さらに成形では PP 製品を成形後に一日保管してから、TPO 型に人による PP 製品の金型セット(インサート成形)と TPO 成形後の取り出し作業が必要になってくる。

本研究では、金型を 2 面から 1 面、成形ではインサート成形と人による取り出し作業の廃止によりコスト面の大幅な低減、PP と TPO の同時成形による接合力の向上と寸法精度の向上を目的に行った。

「交換方式」については、現在の製品形状の要求とほとんど同じに製作することができる。そして、人が成形機についてのインサート作業がなくなるとともに、PP 成形品の成形後の保管が不要になり保管スペースがいなくなった。欠点としては、R/L のセット取りは成形機のスペース上、

R と L のそれぞれの1個取りが必要であり、金型コストと成形コストは増加してしまう。ただし、人的作業を大幅に減少して自動化とインサート成形をすることで人的不良を低減することができる。

「コアバック方式」については、R/L のセット取りが可能で金型コストが従来品より若干の低減ができた。成形としても交換方式と同じで、人が成形機についてのインサート作業がなくなるとともに、PP 成形品の成形後の保管が不要になり、保管スペースがいなくなった。欠点としては、製品形状に限定があるために、製品形状を大きく変えなくてはならない。しかし、製品形状を可能な限り変更をすることで全体の大幅なコスト削減が可能となった。

研究成果として「交換方式」、「コアバック方式」において、以下の結論が得られた。

#### 【交換方式、コアバック方式 共通】

1. 収縮接合テストにおいて、現行品と変わらない接合力が確認できた。また、収縮率の違う PP と TPO の同時成形では、TPO は PP の収縮率で寸法保証ができた。  
寸法誤差については、目標±2mm 以下に対して実測最大値で「交換方式」が 1.77mm、コアバック方式が 1.63mm であり、目標値を達成できた。
2. PP と TPO の同時成形により PP 製品の金型セット作業(インサート成形)の廃止できた。
3. PP と TPO の同時成形により成形サイクルが、従来技術では 96 秒であったが、「交換方式」では 53 秒であった。「コアバック方式」では 102 秒であったが、成形機の油圧シリンダー制御をリミット方式への変更し、接続方法を直列方式から並列式に変更することによりサイクル時間の短縮が可能であることが確認できた。

#### 【交換方式】

1. 形状に制限が少なく、客先要望の製品形状ができることが確認できた。

#### 【コアバック方式】

1. RとLのセット取りの金型がPP型とTPO型が2面必要だったが、RとLのセット取りの金型が1面になることで金型コストの低減できることが確認できた。

残された課題として以下の項目がある。

#### 【交換方式】

1. R と L のセット取りの金型ができないため金型コストが増加する。この件については、対策は不可能である。

2. 成形コストは低減できるが、金型コストが増加するため、トータルコストとしてのバランスが必要である。

#### 【コアバック方式】

1. 意匠形状に制限が多いので、車両への取り付けが可能になるよう客先と打合せで形状の決定が必要である。
2. 本事業で使用した成形機の油圧シリンダーの制御方法がタイマー方式のため油圧が作動終わらないうちに次の成形サイクルになってしまうため、製品形状が安定しない。対策としては、成形機の仕様の見直しにより油圧シリンダー制御をリミット方式への変更により改善できると考える。
3. 油圧シリンダーの接続が直列のため、作動タイミングのズレと成形サイクルが長くなる。対策としては、油圧シリンダーの接続方法を並列式に変更により改善できると考える。

以上の結論より、本研究を通して、プロジェクトの目標は概ね達成できた。今後、この成果を工業所有権等の取得に向けた検討を行っている。今年度開発に関し、取引先の意見を採り上げているが、次年度研究において、さらなる協議を行っていく予定である。現状の研究開発をおこなった本製品は、高級車に設定されている製品ではあるが、これからは、自動車にほとんど普及したエアバックと同じように、コンパクトカーにも標準設定される可能性は高い製品であり、今後多大な需要が見込まれる。本事業で明らかになった知見を利用し、また残された課題を解決して早期の実用化を目指す予定である。