

平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「高速成形に対応したプラスチック成形加工技術の開発」

研究開発成果等報告書

平成21年11月

委託者 独立行政法人中小企業基盤整備機構

委託先 社団法人神奈川県プラスチック工業会

目 次

第1章 研究開発の概要.....	4
1. 研究開発の背景・研究目的及び目標.....	4
(1) 研究開発の背景.....	4
(2) 研究目的及び目標.....	4
2. 研究体制.....	5
(1) 管理体制.....	5
(2) 研究体制.....	6
(3) 委員会等.....	7
(4) 研究開発スケジュール.....	8
3. 成果概要.....	9
4. 当該プロジェクト連絡窓口.....	11
第2章 本論.....	12
1. 射出成形機及び周辺機器の研究開発.....	12
① 高速射出成形機の研究開発.....	12
② スクリュの研究開発.....	14
③ 周辺機器の研究開発.....	15
2. プラスチック射出成形用金型の研究開発.....	15
① 金型設計の研究開発.....	15
② 金型冷却方法の研究開発.....	15
3. プラスチック材料の研究開発.....	16
① ポリマー流動性向上に関する研究開発.....	16
② 低温成形可能で物性が保持できるプラスチック材料の研究開発.....	16
4. 対象3製品の成形結果.....	19
(1) フィニッシャークッション.....	19
① 材料、成形機及び成型条件.....	19
② 成形結果：.....	19
(2) ヘッドレストホルダー.....	19
① 材料、成形機及び成型条件.....	19
② 成形結果.....	20
(3) リクライニングレバー.....	20
① 材料、成形機及び成型条件.....	20
② 成形結果.....	21
図9 リクライニングレバーの成形サイクルの要素図.....	21
第3章 全体総括.....	21

1. 研究開発成果.....	21
2. 今後の課題及び事業化展開.....	22

第1章 研究開発の概要

1. 研究開発の背景・研究目的及び目標

(1) 研究開発の背景

我が国のプラスチック成形加工技術は、プラスチック材料については、従来から有る汎用プラスチックに加え、国内外の石油化学の発展に伴い、多種類に亘るエンジニアリングプラスチックの開発が、驚異的に進んでいる。

これらの多岐に亘るプラスチック材料の特性を活かした川下製造業者の製品設計にもとづき、プラスチック成形加工業者は、材料メーカー、金型メーカー、射出成形機・周辺機器メーカーと、各々が保有する技術を持ち寄り、協議し、生産技術を確立し、製品を具現化し、川下製造業者である自動車メーカーのニーズに応じてきた。プラスチック成形加工技術とは、換言すれば、上記の各メーカーの持つ固有技術の一連のシステム技術である。

然しながら、川下製造業者の海外移転に伴い、これらの生産技術（ハード面の生産設備も含む）も必然的に海外流出した。海外での川下製造業者は、現地プラスチック成形加工業者から成型品の調達を行うばかりでなく、昨今は、国内においても、価格面から海外からのプラスチック成形品を調達しつつある。

海外製品に対抗するためには、従来以上にプラスチック材料、金型、成形機・周辺機器メーカー及び、プラスチック成形加工業者が協力し、川下製造業者のニーズである高品質、軽量、低コストを具現化するために超ハイサイクル成形を実現することが喫緊の課題である。

現在、国内においてこのようなプラスチック成形に関わる各関連メーカーが強く協力し合い研究開発を行う例は他に見られない。

(2) 研究目的及び目標

「研究目的」：この研究開発は東南アジア、中国等からの安価なプラスチック成形品の輸入攻勢を跳ね返すために、射出成形機メーカー、周辺機器メーカー、金型メーカー、プラスチック材料メーカー、公設試、学協会と共同で超ハイサイクル成形に取り組み、サイクルタイムを1/3に短縮することで品質を維持しつつ低コスト化を実現させる目標をメインとした研究開発である。この研究開発の成果を事業化に繋げることによって、日本のプラスチック成形加工業を活性化し、成形加工業者の国内回帰をめざすものである。研究開発に参加するインタープラス株式会社、有限会社博善、大栄株式会社は高速成形によるサイクルタイムの短縮化や、さらなる高度成形技術の成果をプラスチック成形加工企業に技術移転する。さらに、射出成形機メーカー、周辺機器メーカー、金型メーカー、プラスチック材料メーカー、社団法人神奈川県プラスチック工業会、全日本プラスチック製品工業連合会を通じて広く神奈川県及び全国のプラスチック成形加工に携わる企業への技術移転を実施する。

この技術移転により、プラスチック成形加工業者の川下製造業者である自動車、情報家電、光学機器等日本の基幹産業に経済効果を波及、拡大することを目的としている。

「目標値」:

現在の成型品1個当たりの成形時間60秒を、1/3の20秒に短縮するために、各研究開発項目の短縮時間を下記のように設定した。

	研究開発項目	平成18年度	平成19年度	平成20年度
①	射出成形機の研究開発	6	6	8
②	金型技術の研究開発	8	12	16
③	プラスチック材料の研究開発	2	6	8
④	その他の研究開発	0	6	8
各年度の短縮時間 (合計)		16秒	30秒	40秒
目標成形時間		44秒	30秒	20秒

なお、現在の成形時間60秒はプロピレン樹脂 350トクラスの射出成形機を用いた自動車品(具体的製品を設定)の成形時間である。

成形時間20秒を達成するために射出成形機の研究開発8秒、金型技術の研究開発16秒、プラスチック材料の研究開発8秒、その他の研究開発8秒、合計40秒の短縮をはかる。

2. 研究体制

(1) 管理体制

事業管理者 社団法人神奈川県プラスチック工業会

〒231-0011 神奈川県横浜市中区太田町6丁目84番地

氏名	所属・役職	実施内容(番号)	備考
里中 初	特別嘱託員	④	~07.12
塚山 実	特別嘱託員	④	
鈴木 隆	事務局長	① ② ③	

総括研究代表者(PL)

インタープラス株式会社 代表取締役

野坂 恵一

副総括研究代表者(SL)

大栄株式会社 取締役

平井 陽介

(2) 研究体制

インタープラス株式会社

〒251-0041 神奈川県藤沢市辻堂神台2丁目2番28号

氏名	所属・役職	実施内容(番号)	備考
野坂 恵一	代表取締役	③	~08.03
深澤 滋	常務執行役員	① ② ③	
中村 洋	技術部 主査	① ② ③	
鈴木 衛	副所長	① ② ③	
湯沢 克美	工場長	① ② ③	

有限会社博善

〒223-0058 神奈川県横浜市港北区新吉田東8丁目40番26号

氏名	所属・役職	実施内容(番号)	備考
佐々木 善博	代表取締役	① ②	

大栄株式会社

本社 〒231-0012 神奈川県横浜市中区相生町1丁目1番地

合成樹脂本部 〒251-0041 神奈川県藤沢市辻堂神台2丁目2番28号

氏名	所属・役職	実施内容(番号)	備考
平井 陽介	取締役	① ② ③	08.03~
大内 剛人	技術部 課長	① ② ③	

株式会社フジ

〒379-2303 群馬県太田市寄合町19番地82号

氏名	所属・役職	実施内容(番号)	備考
横山 英司	常務取締役	① ②	

神沢モールド工業株式会社

〒334-0076 埼玉県川口市本蓮2丁目5番24号

氏名	所属・役職	実施内容(番号)	備考
神沢 賢也	代表取締役	②	

(3) 委員会等

神奈川県産業技術センター
ナノ構造ポリマー研究協会
日本ポリプロ株式会社
ポリプラスチックス株式会社

都道府県機関
特定非営利活動法人
プラスチック材料製造・販売
プラスチック材料製造・販売

(4) 研究開発スケジュール

平成18年度 実施内容	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
①射出成形機及び周辺機器の研究開発												→
②プラスチック射出成形用金型の研究 開発												→
③プラスチック材料の研究開発												→
④その他の研究開発												→
⑤プロジェクトの管理・運営 ・研究委員会の開催 ・報告書作成		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

平成19年度 実施内容	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
①射出成形機及び周辺機器の研究開発												→
②プラスチック射出成形用金型の研究 開発												→
③プラスチック材料の研究開発												→
④その他の研究開発												→
⑤プロジェクトの管理・運営 ・研究委員会の開催 ・報告書作成		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

平成20年度 実施内容	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
①射出成形機及び周辺機器の研究開発												→
②プラスチック射出成形用金型の研究 開発												→
③プラスチック材料の研究開発												→
④その他の研究開発												→
⑤プロジェクトの管理・運営 ・研究委員会の開催 ・報告書作成		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

- (2) プラスチック成形は原料の高温溶融と型内での冷却が必要である事から、いかに低温で成形出来るかが、大きな研究テーマであった。成型品の物性を維持しつつ成形温度を20～25℃下げて成形可能な原料樹脂の開発をすすめ、40種以上のコンパウンドの試作品から低温成形可能な原料樹脂を見出した。
- (3) 成型品の形状と金型構造、特に冷却効率アップの研究、冷却方法の多様化の検討では、水流、ガス流、エア流を取り入れた開発を3年間通して行った。特に金型の構造では、成型品の肉厚部分、傾斜駒の冷却を重点的に実施した。
- (4) 射出成形技能の常識打破による新しい成形方法を作り上げるべき人材の育成教育を通年にわたって実施した。特に、成形技術者の意識革命からスタートし、「速く成形する程、良い製品が出来る」という意識革命に成功した。優秀な技術者ほど従来の条件に縛られるが、「条件は変えられる」ことの認識を付与した。
- (5) 3年目には、さらなる成形時間短縮を目指して、冷却効率を上げるための新発泡成形技術、多段成形金型の新工法等の開発、更にはこれらの個々の要素の短縮を量産成形に耐える技術に完成させるために、成形の段取り時間短縮を含めたリードタイムの大幅短縮法の開発、マニュアル化への挑戦を行った。
- (6) 目標とした3種類の対象製品（自動車部品）について、成形時間を1/3に短縮できた結果を以下に示す。

対象製品

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. フィニッシャークッション | 成形機：350トン |
| 製品重量 250g、 | 1個取 樹脂：ポリプロピレン |
| 2. ヘッドレスホルダー | 成形機：220トン |
| 製品重量 22g | 4個取 樹脂：ポリプロピレン |
| 3. リクラニングレバー | 成形機：150トン |
| 製品重量 45g | 2個取 樹脂：ポリアセタール |

フィニッシャークッション

現状サイクル 60秒

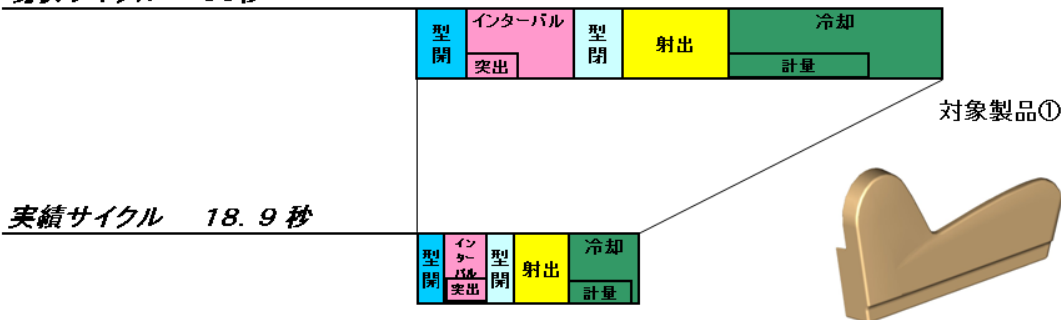


図2 フィニッシャークッションの成形サイクルの要素図

ヘッドレストホルダー

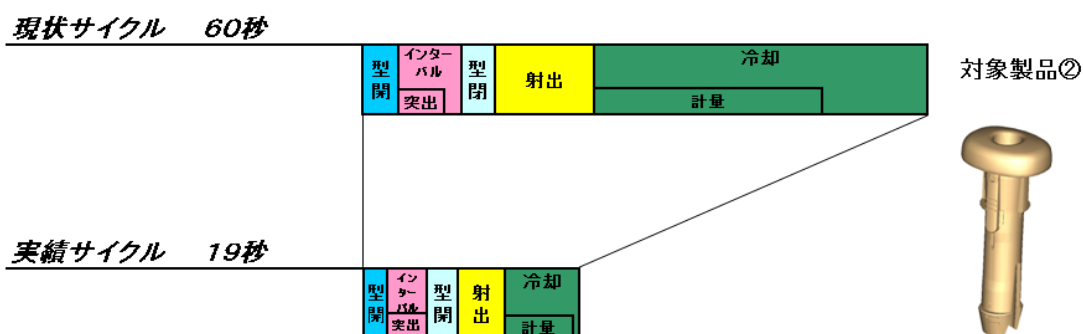


図 3 ヘッドレストホルダーの成形サイクルの要素図

リクライニングレバー

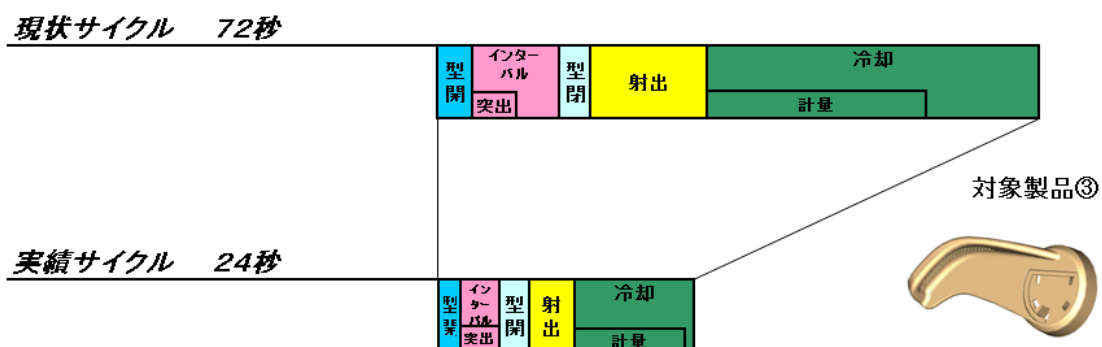


図 4 リクライニングレバーの成形サイクルの要素図

4. 当該プロジェクト連絡窓口

住所：横浜市中区太田町 6 丁目 84 番地
 名称：社団法人神奈川県プラスチック工業会
 連絡担当者：専務理事 中山 喜美雄
 T e l : 0 4 5 - 6 4 1 - 6 0 7 7
 F a x : 0 4 5 - 6 4 1 - 6 0 8 8
 E - m a i l : Kpm5505@peach.ocn.ne.jp

第2章 本論

1. 射出成形機及び周辺機器の研究開発

① 高速射出成形機の研究開発

i. ハイサイクル成形手法

ハイサイクル成形手法は①射出成形機はドライサイクルの最短化・低温樹脂射出可能機・可塑化能力向上機、②金型はモールドフロー解析・金型冷却解析、③材料は、高流動性・低温可能材の設備条件を基本とし、検証を繰り返すことで最適成形条件を造り上げた。

- ・型冷却能力向上 : 型温を全体的に均一にする。金型蓄熱熱量高速除去。
- ・可塑化時間短縮 : 低背圧、高スクリュ回転
- ・型開閉・取出時間短縮 : 金型開閉機構を高速化対応に改造。
製品取出タイミングの最適化。
- ・射出時間 1 次圧保圧短縮 : 高速充填、保圧は短く。
- ・冷却時間 : 短時間化。金型がかじらないこと、製品は変形しないこと、を見極める。
- ・樹脂温度の引き下げ : 低温熔融樹脂の採用
- ・寸法合わせ全体調整 : 寸法・変形・ヒケ・ショート・白化・ガス焼け等品質確認
- ・ハイサイクル成形条件 : ハイサイクルのための最適成形条件組立

ii. 新型射出成形機の開発

射出計量と冷却型開閉取出し工程を分け同時複合動作が可能な新型射出成形機を開発した。本機の開発目的は、長い冷却時間、ゆっくりした型開閉動作、製品突き出し・取出しなど長い中間時間が入る場合、その間射出装置は計量完了後次サイクルまで待機することになる。射出を待たせるのは時間的に無駄なロスであり、超ハイサイクル成形には不合理な動きである。また、射出装置の加熱筒内の成形材料を保温するための加熱手段に無駄なエネルギーが必要となっていた。これらを解消するために、射出成形機の各動作を分け、なおかつ同時に作動させ高速化する必要があった。

新型射出成形機の**開発技術 1**は、

- ①射出装置 1 台と、型締装置 2 台とで構成し、成形位置と、型締装置に対応しない準備位置とに移動させる移動手段とこれら移動を制御する制御手段を備えた射出成形機である。及び、射出装置が金型に前進接触してノズルタッチ力をもつ結合手段を備えた射出成形機である。
- ②射出装置のノズルから材料が漏れ出るのを防止するノズル閉鎖手段、シャットオフノズルを備えている。

新型射出成形機の**効果 1**は、

- ①射出装置及び型締装置 2 台は、制御手段によってそれぞれ互いの状況に影響さ

れることなく移動、作動を制御できる。よって射出装置はA側金型の射出終了後、計量しながらB側金型の成形位置に移動し、移動完了後B型金型に射出する。同時にA側金型は冷却を完了したあと、型開、製品突出し、製品取出し、型閉を行い次回の射出に備える。つまり、射出装置1台で型締装置2台の作動を可能にさせた。事実上、この機械1台で機械2台分の生産を可能にさせた。

②シャットオフノズルを備えていることにより、射出装置のノズルと金型とが離れた場合にも、ノズルから樹脂が漏れ出るのを防止することができ、ノズルから漏れ出た樹脂が射出成形機の周囲を汚すことがなく、また、精度良く確実に材料の計量を行うことができた。

③成形中の射出装置は計量後すぐに射出動作に移るため、加熱筒温度による樹脂の劣化がなくなる。

ただこれだけでは超ハイサイクル成形の完成とはいえない。

超ハイサイクル成形には、生産ライン全般に渡る技術の向上も必要不可欠である。研究開発過程において最も大きな課題は成形段取りロスである。新型射出成形機では通常の3倍の速度で成形が可能になったが、次の成形品に移る場合、金型の交換、樹脂の入れ替えが必要になる。交換・入れ替えを行うには成形機の稼動をすべて停止しなければならない。これらを短縮しないと全体的な時間でみると新型射出成形機の効果が発揮できない。そこで、新たな新技術を加え新型射出成形機の高度化を図らなければならない。

従来機：油圧式又は電動式

新型射出成形機：各機構オール電動式

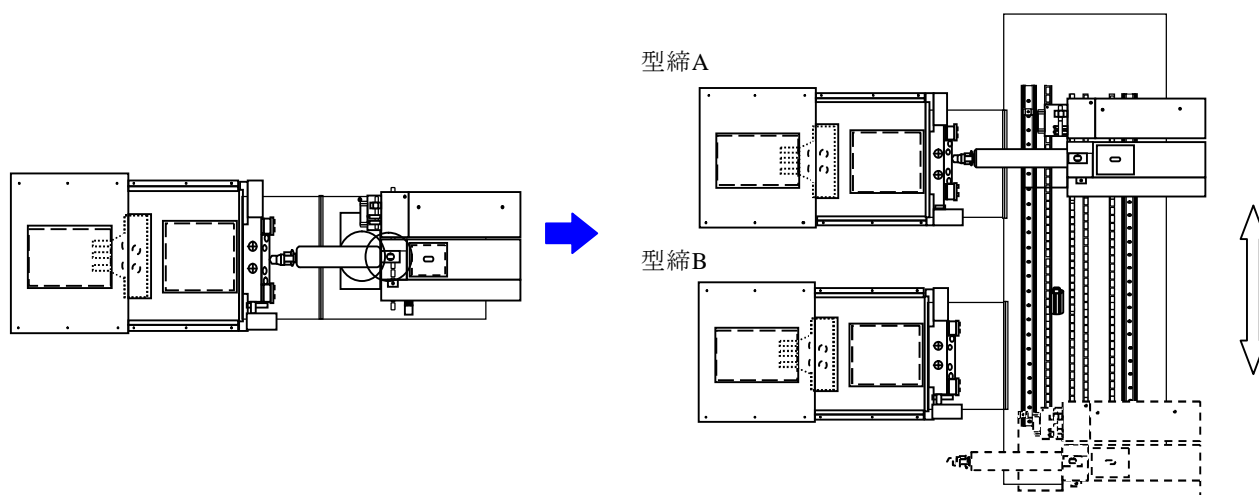


図5 新型射出成形機概略図

新型射出成形機の開発技術2は、

- ①新型射出成形機を更に高度化するために、射出装置を1台追加し射出装置2台の構成とした。前記開発技術①の成形位置で対応する射出装置と型締装置により射出成形を行うと共に、準備位置で加熱筒内に残留する樹脂を除去し樹脂の交換を可能した射出成形機である。
- ②複数の射出装置と型締装置のいずれか一方を配列固定するとともに、複数の射出装置と型締装置のいずれか他方を、いずれか一方の配列と並行して直線移動させることにより、確実に移動手段によって射出装置または各型締装置の少なくとも一方を所定の接続位置、または、準備位置にそれぞれ互いの状況に影響されることなく独立して移動させることができる射出成形機である。

新型射出成形機の**効果 2**は、

- ①移動手段によって射出装置2台は、成形位置、準備位置にそれぞれ互いの状況に影響されることなく独立して移動させることができる。よって一方の射出装置が準備位置にあるときに他の射出装置が各成形位置に順次移動して金型に樹脂を射出して成形することが可能となるため、効率よく成形品の多品種少量生産をおこなうことができる。または、射出装置の樹脂を加熱するための消費エネルギーを少なくすることができる。
- ②他の射出装置により金型に樹脂を射出成形している間に、一方の射出装置の加熱筒内に残留する樹脂を確実に除去し樹脂の交換を行うことができ、効率よく樹脂成形品の多品種少量生産を行うことができる。

樹脂の交換を行う場合、通常射出成形機2台はそれぞれに交換時間が必要になるため、成形停止時間が2倍になる。新型射出成形機では一方の射出装置が樹脂交換のために準備位置に移動し、他方が両型締装置を交互に移動し成形を行うため、それに伴う成形停止時間がなくなる。つまり、色替えによる成形ロス時間を削除することができる。また、型締Aの生産終了後に型締Bの成形をしながら、型締Aの段取り作業も可能となりトータルでの生産効率UPが可能となる。また、型締AとBでそれぞれ射出条件を変更し、異なる製品を成形することも可能である。

② スクリュの研究開発

スクリュデザインについて、今回のスクリュは、①低背圧で可塑化、②顔料とPPの均一混練、③フィラー及び添加材等の均一混練、が可能な新しいデザインのスクリュを完成させた。従来スクリュは、混練性を重視するあまりスクリュに機械的な力を発生させるデザインとなり、それではせん断発熱、樹脂焼け、変色の問題が発生し、スクリュ高回転が出来なくなった。又、高温設定での射出になり、ハイサイクルには不向きなスクリュとなっていた。そこで、スクリュの計量部・圧縮部・供給部の各部で最適なスクリュリード角を有し、溝ピッチの大小を変えて、可変ピッチタイプのフルフライトス

クリュを完成させた。

新スクリュの効果は、①計量時、背圧を20%低減し計量時間短縮、②せん断発熱は5℃内に抑制、③従来に比べ新スクリュは樹脂温度を20℃下げても安定した計量が実現された。

③ 周辺機器の研究開発

本開発では新型温調機を導入することで課題であった吐出圧力・流量が向上し、金型との効果的な水通し方法を考案することが可能になった。その効果は金型蓄熱熱量を高速除去することで冷却時間において大幅な短縮が図れた。

2. プラスチック射出成形用金型の研究開発

① 金型設計の研究開発

本プロジェクトで導入した MFA ソフトを使用することにより、樹脂充填後の製品温度分布が明確になったため、最適冷却管の配置が容易になった。その効果は、①充填パターン、②充填時の樹脂圧力、③充填完了後の製品温度分布、④流動長及び流動配合、⑤外観不具合（ウェルド・ガス焼けポイント・ヒケの可能性等）を事前予測でき、特にホルダー製品の課題であった最大12mmの厚肉・偏肉製品成形（肉厚幅1~12mm）で成形不良（ヒケ、変形）の減少、製品温度分布の不均一の成形解析では金型設計・冷却改良に大きな役割を果たし、成形サイクルの冷却時間短縮に貢献した。

② 金型冷却方法の研究開発

i. ホルダー金型冷却方法の開発

新型構造の冷却タンク、固定、可動側に新配列の冷却配管を検討・加工し熱交換に最適な金型を開発した。従来の冷却配管は、固定側は製品部の頭上に2本の管、可動側は下部に2本の配列であったが、今回、考案した製品形状にそったシェル構造冷却管と製品直近付近に配列した効率の良い熱交換を可能にした金型である。

ii. フィニッシャー金型冷却方法の開発

フィニッシャー金型は、冷却困難な細い傾斜スライドを数多く、又、それらスライドが密集し、金型製作には制限の多い構造である。従来は、冷却機能の設置が不可能なポイントが多く、成形時には製品高温部が広範囲に分布し、最高温部が冷却時間を長くさせていた。今回、冷却ありきの回路を優先させ、新設計の冷却システムを考案し、①スライドと冷却管の距離、②製品表面と冷却管の距離、③冷却配管数、④冷却のタンクの構造、又は配列等、効果的な冷却回路の開発に成功した。

iii. 傾斜スライド駒の冷却方法の開発

ア)外部からの冷却法

高熱になるのは常に傾斜スライドの頭の部分である。その熱を本体部分へ放熱させるため、更に、本体部分を空冷することで熱を大気中に放出し安定した冷却効果を得るために、熱伝導性の良い合金に着目し、新型構造傾斜スライド駒を開発した。又、これを外部送風装置と組み合わせて外部冷却システムを考案した。

イ)内部からの冷却方法

空冷式エアー冷却

この冷却方法は送風方式を外部装置からでなく、金型固定側内部からエアー吹き付けを可能にした構造ある。この方法はスライド駒だけでなく、同時に製品も冷却効果が得られる金型である。

空冷式圧縮エアー冷却

この冷却方法は傾斜スライドを改良し、低温ガス媒体送風装置を使用することで、より低温の空気を送り込むことを可能にした方法である。

これら開発技術の効果は、水穴の加工や配管設置が困難な細く、長くそして摺動するという特性をもつ駒及び部品に従来の通水効果と同等の熱交換を可能にし、冷却時間10秒の短縮を実現させた。

3. プラスチック材料の研究開発

① ポリマー流動性向上に関する研究開発

ポリマー流動性向上について、材料の性質を維持し、ハイサイクル成形を可能にさせる目的をプラスチック材料の混合により達成する事ができた。ハイサイクル成形可能なプラスチック材料は、ポリプロピレンを混合し、各種素材の物理的性質、機械的性質を把握し、材料の高速溶融と高速固化を実現する事を可能とした。材料は6種類のポリプロピレンから26通りのサンプルを作製し、物性測定を行い、4通りの材料(PP1:MFR2.5,PP2:MFR30の組合せ)を完成させた。ポリマー流動性向上材の効果は、①流動性(MFR)は、基準サンプルから比較し流動性が最大で4.5倍向上した。②低温成形時せん断熱の発生が少ないが確認できた。③物性測定の結果から溶融温度が低くなり、すべて物性維持ができた。

② 低温成形可能で物性が保持できるプラスチック材料の研究開発

プラスチック成形時間を短縮する一つの方法は、低温での成形を可能にすることだが、現行の材料を使って行った場合、可塑性が乏しく、また、外観も粗雑なものになる傾向にある。このため、低温成形が可能で、かつ、通常のプラスチック材料と同様の物性が

保持できるプラスチック材料の開発が必要になっている。

樹脂の開発技術は、ポリプロピレンにメタロセン系低分子量ポリエチレンを成形助剤として混合すると、PP の成形体物性を損なうことなくその流動性が向上し、押出しに生まれる余力を利用して高速成形及び低温成形を行える。T ダイ成形、ブロー成形において成形温度の低減（15℃）、成形サイクルの短縮、樹脂強度の維持、熱劣化、メヤニの抑制、ブリードアウトの抑制が期待される。次に改良した PP にプロピレン含有をコントロールした EPR 及びタルク等を加えてコンパウンド化すれば、共連続変調構造のオレフィン系ポリマーアロイの創製が期待される。

一般には EPR のプロピレン含有が多くて PP 非晶との相溶性を示す EPR をブレンドするほど非晶部の厚さが増加する。プロピレン以外にブテン-1 やオクテン-1 (EOR) も PP に相溶する。また、熔融 PP ブレンドにせん断をかけ、それを中断してスピノーダル分解の相分離構造を利用してクロスハッチ構造を誘起させて目的の高次元構造を得る方法も検討に値する。低分子量ポリエチレンは、触媒により重合したもので、狭分子量分布・狭組成分布を有し物性が均質である。既存の物質と比較して分子設計可能な物性範囲が広く、PE の分子量数百～1 万程度、融点は 80～130℃の範囲で分子設計可能である。

これらの考え方に基づいて以下の検討を行った。

i. 低温成形用樹脂の作製

(第1次評価)

ア) 使用材料

- ・PP として、MFR が、28 と 80 の流動性の異なる 2 種類を選定した。
- ・添加剤として、添加剤 1 (低分子量ポリエチレン)、添加剤 2 (EPR)、添加剤 3 (タルク) を選定した。

イ) サンプル作製

2 種類の PP について、添加剤 1, 2, 3 の配合量を変えた 30 種類の配合についてコンパウンド造粒を行った。

得られたコンパウンドについて、評価用試験片を射出成形機で作製した。

ウ) サンプル評価

得られた評価用試験片について、JIS に準拠した MFR (メルトフローレート)、引張試験、シャルピー衝撃試験、HDT (熱変形温度) を行い、MFR (g/10min)

- ・引張降伏応力 (MPa)、弾性率 (MPa)、Impact Value (KJ/m²)、HDT (℃) の物性測定を行った。

(第2次評価)

第1次の物性測定結果をもとに、更に新たな3種類の配合を選定して、第1次評価と同様の方法でコンパウンド造粒、試験片作成、物性評価を行った。

ii. 評価結果

第2次の評価から、物性値を維持して低温成形が可能で、成形サイクルを短縮できるコンパウンドとして

- ・PP (MFR80)、添加剤2 (15部)・・・(図6の緑色線)
 - ・PP (MFR80)、添加剤2 (15部)、添加剤 (10部)・・・(図6の黄色線)
- の2種類が見いだされた。

得られたコンパウンドについて現行材料 (MFR28のPP) と比較した図6を示す。

現行材料PP (MFR28)に比べ流動性が1.5倍、弾性率が1.4倍、熱変形温度、引張強度は同等の実力を有した材料ができた。この材料を用いた成形においては、射出成形機のスクリュ回転によるせん断熱の影響を最小限にし、シリンダー設定温度を185℃から160℃設定が可能になり、低温成形を実現することができた。

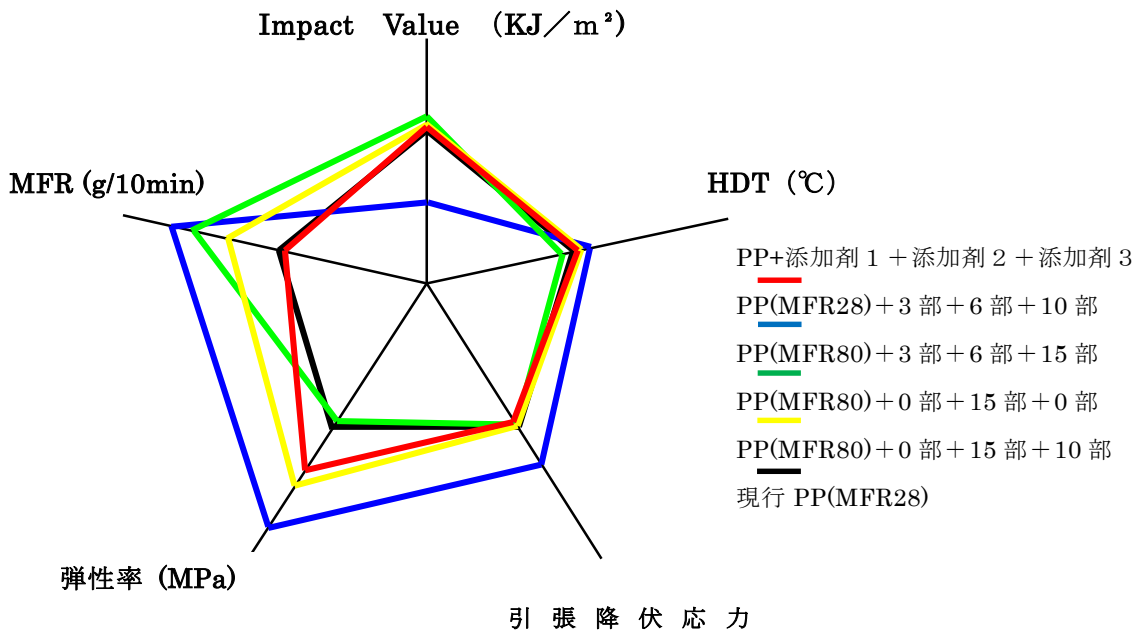


図6 バランスシート

4. 対象3製品の成形結果

ハイサイクル結果を実証するために対象として、多数個取りとしてヘッドレスホルダー、大型製品としてフィニッシャークッション、強度、外観が要求されるリクライニングレバーの3部品とし、その結果を下記示す。

(1) フィニッシャークッション

製品の特長は板厚2.3mm、製品長約500mmの比較的大物で外観見栄えの要求される部品

① 材料、成形機及び成型条件

材料： PP+添加剤 低温成形用 MFR60

射出成形機： 油圧ダブルトグル式 スクリュ改造

周辺機器： ①温調機

②スイング式取出機

③真空ガス抜き装置

金型： 水通し方法変更

コールドランナーをホットランナー方式に改造

サイドゲートをピンゲート化

傾斜スライドに冷却管設置

冷却管追加、キャビティ近接化、冷却タンク設置

② 成形結果：

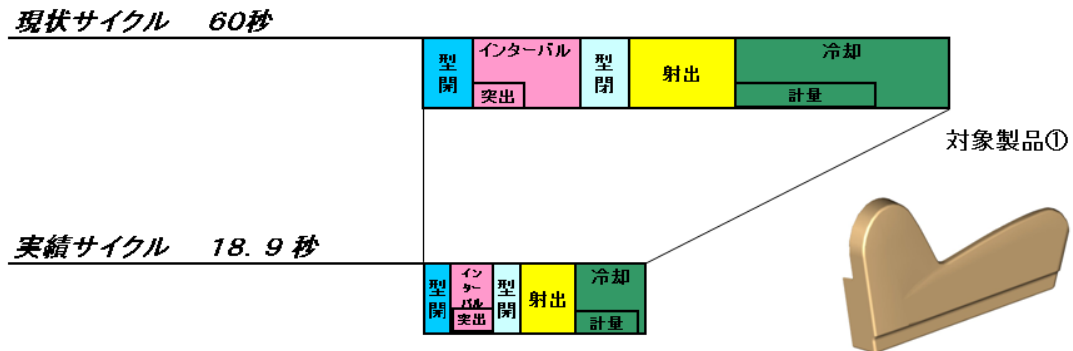


図7 フィニッシャークッションの成形サイクルの要素図

目標値20秒以下の成形短縮が出来た。

(2) ヘッドレストホルダー

製品特長は12mmもの厚肉部を有する偏肉のある部品で外観の見栄えを要求される。

① 材料、成形機及び成型条件

材料： 造粒材（低温化用）MFR60

射出成形機： 電動ダブルトグル式 + 改造、特にノズル及びスクリュー部
新型射出成形機トライク開発 電動ダブルトグル式

周辺機器： 温調機
ヒート&クールシステム
ガスアシスト装置
真空ガス抜き装置

金型： シェル構造冷却配管
多段金型

② 成形結果

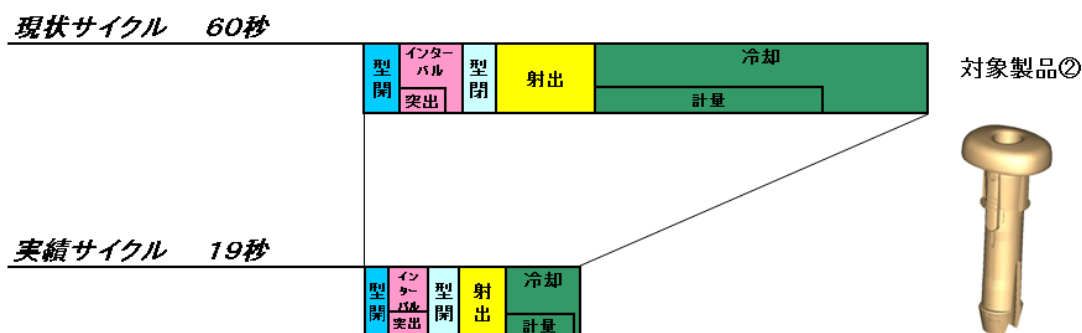


図8 フィニッシャークッションの成形サイクルの要素図

目標値を達成できた。ポイントはいかに早くゲートシールをするかであった。

(3) リクライニングレバー

製品の特長はポリアセタール樹脂で、強度及び外観の見栄えを要求される部品である。

① 材料、成形機及び成型条件

材料： POM+添加剤 (流動性向上) MFR 4 5

射出成形機： ハイブリッド直圧式 + 改造

周辺機器： 一般温調機
加熱筒内高真空可塑化装置
型内真空ガス抜き装置

金型： 噴流式冷却管を追加
真空吸引口を追加

② 成形結果

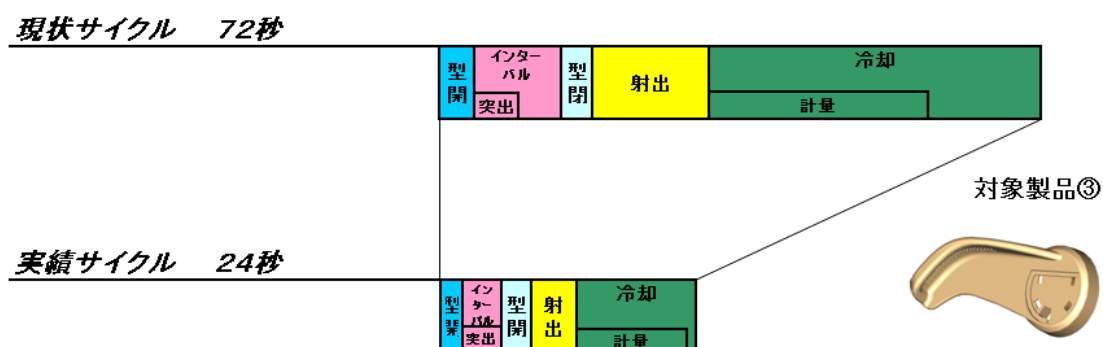


図9 リクライニングレバーの成形サイクルの要素図

外観を維持しながら成形時間を1/3に短縮できたことが確認された。

結論：ハイサイクル成形には、射出成形機の高速度化・複合動作化、金型の冷却効率化、低温成形手法の3つの考え方を基に開発した機器設備、プラスチック材料を組合せることで、成形サイクル時間1/3短縮が実証された。

第3章 全体総括

1. 研究開発成果

この時代、これからの時代を問わず、プラスチック製品製造業が勝ち抜き・生き残っていく方策を企業人としてあらゆる手立てを駆使してきている。射出成形業としての私共が長年疑問に感じていたのは、プラスチック原料は大手化学メーカーから既成品を購入、成形機は大手機械メーカーの既成成形機を使用して製品を生産している。これでは、企業としての独自性を出しにくく、皆、画一的になってしまう。コスト低減要求に対しても、競争力を持つにしても、これら打破を目指すべく研究をはじめている筈である。当然、成形サイクルの短縮が企業存続の第一であるとして、あらゆるハイサイクル技術の検証を含めた技術の高度化に挑戦をしてきた。

当初、成形サイクル時間1/3短縮の目標を掲げたとき、多少なり不安と戸惑いがあったが、公設試の後押しと業界の基幹産業である成形機メーカー・原料メーカー・周辺機器メーカー・金型メーカーの協力を得ることができ、プロジェクトをスタートさせた。2年目以降は、研究員が作業要領を得て、次々と成果が収穫・集積されていった。この間、アドバイザーとして参画して頂いたナノ構造ポリマー研究協会には、ポリプロピレンのアロイ化における添加剤に関して貴重なアドバイス、材料造粒のノウハウの協力を頂き、産業技術センターにおいては、技術指導、試験設備の協力、そして、名機製作所(株)には、新型射出成形機の開発に全面的な協力して頂いた。又、日本ポリプロ(株)、ポリプラスチック(株)においては、素材の提供・調整など多くの協力を得て、不可能といわれ

た成形サイクル時間 1 / 3 短縮が実現出来た。

今回の研究開発で、「高速成形に対応したプラスチック成形加工技術」は、ハイサイクル成形手法の考案、新型射出成形機の開発、新構造冷却金型の開発、低温成形可能な材料の開発を実施してきたことでほぼ確立したと思われる。ただし、これまでは、第一段階に入った途上であり、まだ、サイクル短縮のための課題が数多く残っている。これら解決するために更なる検証が必要になってくると考える。今後、コスト低減などを含め量産化及び事業化展開に取り組むことになる。

2. 今後の課題及び事業化展開

この研究開発の成果を事業化に繋げることによって、日本のプラスチック成形加工業を活性化し、成形加工業者の国内回帰をめざすものである。研究開発に参加するインタープラス株式会社、有限会社博善、大栄株式会社は高速成形によるサイクルタイムの短縮化や、さらなる高度成形技術の成果をプラスチック成形加工企業に技術移転する。さらに、射出成形機メーカー、周辺機器メーカー、金型メーカー、プラスチック材料メーカー、社団法人神奈川県プラスチック工業会、全日本プラスチック製品工業連合会を通じて広く神奈川県及び全国のプラスチック成形加工に携わる企業への技術移転を実施する