

## 新インモールドカット開発

西田直樹<sup>\*1</sup>，杉 剛聡<sup>\*1</sup>，丹羽正雄<sup>\*1</sup>

New TG In-mold Gate Cutting System

Naoki Nishida<sup>\*1</sup>，Takato Sugi<sup>\*1</sup>，Masao Niwa<sup>\*1</sup>

### 1. はじめに

豊田合成では、内外装部品事業を中心に、射出成形による樹脂製品を多く手がけている。

射出成形用樹脂金型では、製品・ランナーが存在し、商品である製品を切り離す工程が必要である（図-1）。

ゲート切断工法は下記の2種類がある。

1) オフラインカット（型外切断）（図-2）

成形後、ニッパー治具にて切断

2) インモールドカット（型内自動切断）

金型内の機械的な機構により、成形の一連動作で切断

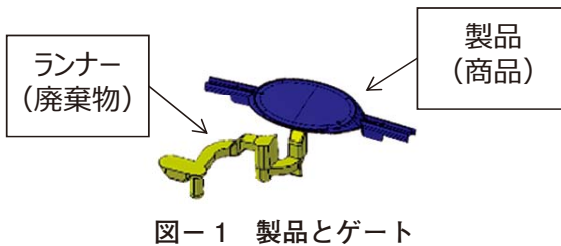


図-1 製品とゲート

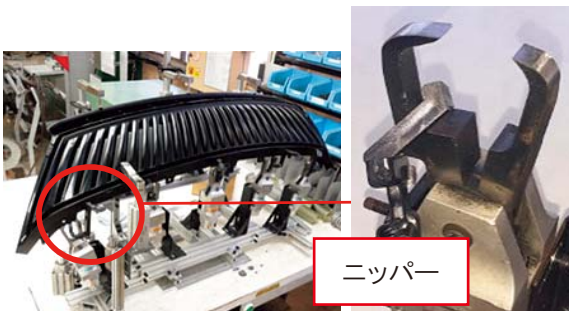


図-2 オフラインカット治具

#### 【インモールドカット】

オフラインカット工程を廃止できることにより、高いQCD効果がある（表-1）。

表-1 インモールドカットのメリット

	項目	効果
Q	品質クレーム	ゼロ
C	ゲートカット治具費	100 (千円/面)
D	調整工数	10 (H/面)
	段替え工数	15 (min/面)

しかしながら、豊田合成のインモールドカットの反映率としては、全製品の約6割（2016年度実績）となっており（図-3）、設備投資や人作業によるコスト高、さらには品質確保が困難な状況である。

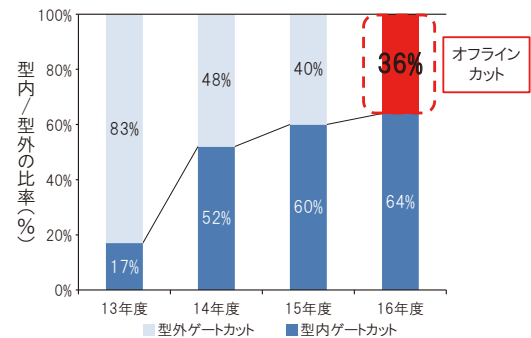


図-3 インモールドカット反映率の推移

### 2. 現状把握

#### 2-1. ゲートサイズ

ゲートサイズは成形品の形状・大きさ、成形樹脂の種類等の各要素を総合的に判断し、流動解析を用いて、圧力損失を加味し設定する（下記式）。

$$L^{(n+1)} = \frac{K \cdot H^{(n+3)} \cdot P^n}{2^{(n+3)} \times (n+2) \times (n+3)}$$

$L$ ：成形品の大きさ [cm]

$H$ ：成形品肉厚 [cm]

$P$ ：ゲートでの必要圧力 [kgf/cm<sup>2</sup>]

$n$ ：非ニュートン指数

$K$ ：流動性のパラメータ

\*1 IE生産技術部 IE第3生技室

一般的にゲートを大きくすることで、下記のメリットがある。

- 1) キャビティへの樹脂注入が容易になり、成形圧力を下げることができる。
- 2) 保圧が十分かかり、ヒケ量が少なくなる。

### 2-2. 従来工法の課題

従来のインモールドカットにおいては、ゲートサイズに制約があり、一定のサイズを超えるとゲート切断不良（残り）が発生する（図-4）。

（図面値：0.5mm以下）

これにより相手物との干渉や危害性が発生する（図-5）。

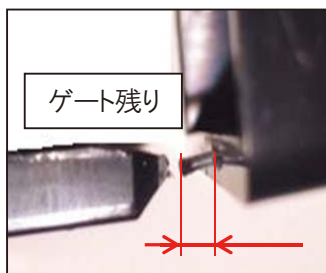


図-4 ゲート残り

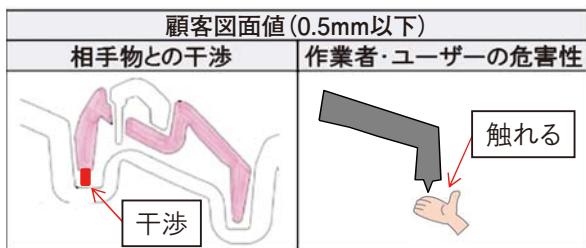


図-5 ゲート残りによる不具合

豊田合成の主なゲート仕様を表-2に示す。

インモールドカットできない製品群は主に高輝度意匠品（めっき・塗装）であり、品質確保するために大きなゲートサイズが必要である。

これらを網羅する新たなインモールドカットの開発を目指した。

## 3. 新技術概要

### 3-1. 開発コンセプト

引張力に注目し、ある機構にてゲートと製品に引張応力をかけることで切断する仕様を開発した（図-6）。

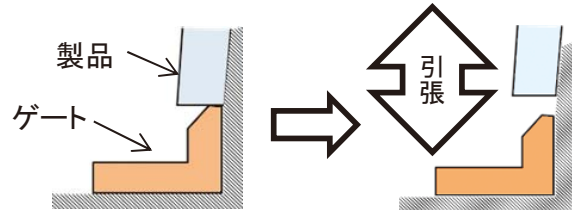


図-6 新インモールドカット仕様

### 3-2. 技術ポイント

2-2項で述べたゲート残り不良を改善するために織り込んだアイテムを以下に示す。

#### 1) 切断荷重設定

$$\text{必要切断力 } P \text{ (N)} = \frac{\text{ゲート断面積 (mm}^2\text{)} \times \text{引張強さ (MPa)}}{\text{必要切断力は上記の式にて設定し、ゲート断面積によって切断力を変化させる機構とした。}}$$

必要切断力は上記の式にて設定し、ゲート断面積によって切断力を変化させる機構とした。

#### 2) 切断面への応力均一化

中心荷重を受ける両端固定梁の公式を下記に示す。

$$\delta = \frac{Plx^2}{24EI} \left( \frac{3}{2} - \frac{2x}{l} \right)$$

$\sigma$  = たわみ [mm]

$P$  = 荷重 [N]

$E$  = ヤング率 [GPa]

$I$  = 断面二次モーメント [m<sup>4</sup>]

$l$  = 支点間距離 [mm]

表-2 主なゲート仕様

カット方法	インモールド				オフライン
	非意匠品	非意匠品	内装品 (コンソール等)	内装品 (ピラー等)	高輝度意匠品 (めっき・塗装)
ゲートサイズ	小	大	小	小	大
ゲート種類	サイド	ダイレクト	トンネル	カルフォン	モグリ
断面図					
					技術開発

l = 支点間距離を Min 化することで、切断力が切断面に一極集中する機構を考案し、安定した品質を実現した。

改善前後の引張応力分布シュミレーション結果を図-7に示す。

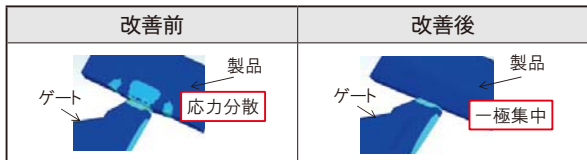


図-7 引張応力分布シュミレーション

#### 4. 実験結果

考案した新インモールドカットの有効性を確認するために、ゲート残り量を測定した。

この残り量の工程能力を算出し評価した結果を表-3に示す。

CpK=2.03 となり、高い有効性が実証できた。

表-3 従来工法と新工法の比較

	従来工法	新インモールドカット
製品		
ゲート残り 規格値: 0.5mm		
Cpk	0.45	2.03
評価	×	○

#### 5. まとめと今後の展望

本開発により、反映率が64%から77%となり飛躍的に向上した。これにより、1項で述べたQCDの大幅な効果を得ることができた(図-8, 表-4)。

今後の展望としてはグローバルでの横展開を推進し、利益確保を図っていくと共に、残りの

23%の課題をクリアするための新たなインモールドカット開発にも取り組んでいる。

最終的にはインモールドカット100%が目標である。

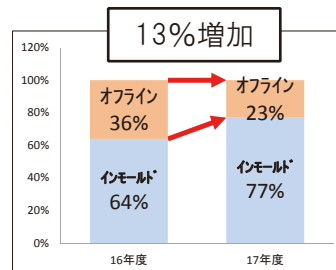


図-8 反映率の変化

表-4 開発効果

	項目	効果 (13%増)
Q	品質クレーム	ゼロ
C	ゲートカット治具費	○
D	調整工数	○
	段替え工数	○

#### 6. おわりに

今回開発した技術は、今後の射出成形工程において、国内外にて効果があり、広く適用できる技術である。

最後に本件にご協力いただいた、金型メーカー・関係部署の皆様へ厚く謝意を申し上げます。

著 者



西田直樹



杉 剛聡



丹羽正雄