

# プラスチック射出成形の基礎

## (射出成形金型編)

### 〈その8〉

ポリテクカレッジ浜松 生産技術科 岡 達  
(浜松職業能力開発短期大学校)

#### (3) スプルーロック (Sprue Lock)

成形過程において、射出成形機のノズルから射出された熔融樹脂は、スプルー、ランナー、ゲートを通じて各キャビティへと充填される。

冷却・固化した成形品を取り出すために金型を開放する。

その際スプルー（成形品とランナーを含む）が固定側に付着するとスプルーの取り出しが困難となり、成形サイクルが長引くばかりでなく、場合によってはスプルーを無理に取り出そうとして金型を傷つけてしまう、というトラブルが発生する場合もある。

そこで前述のようにスプルーには、十分なテーパと仕上げ加工を施して固定側に付着しないようにされている。

しかし、時としてスプルーが固定側に付着してしまう場合があり、確実に固定側から分離させる（付着させない）必要がある。

そのため、スプルー下部（末端）にはスプルーロックピンと称するピン（前述の図59、図60の⑳および写真10参照）を設けて、スプルーを強制的に可動側に付着（ロック）させるようにしたものである。

図66に代表的なスプルーロックピンの形状、可動側型板の開放とスプルー（成形品などを含む）の突き出し作動例を示す。

図において、型閉縮状態から可動側型板が開くとき、(a)においてはスプルーロックピンがZ形になっているため、スプルーは強制的に可動側に引張られて抜け、可動側に付着（ロック）される。

(b)においては、スプルーロックピンに適度な逆テ

ーパをつけ、意識的にアンダーカット部を形成し、(c)では可動側にアンダーカット部を作っているため、スプルーは強制的に可動側に引張られて抜け、可動側に付着（ロック）されることになる。

可動側に付着したスプルーやランナーなどはエジェクタプレート、エジェクタピンなどと連動したスプルーロックピンによって成形品ともども突き出される。(写真11)

このスプルーロックピンの頂部に溜る熔融材料

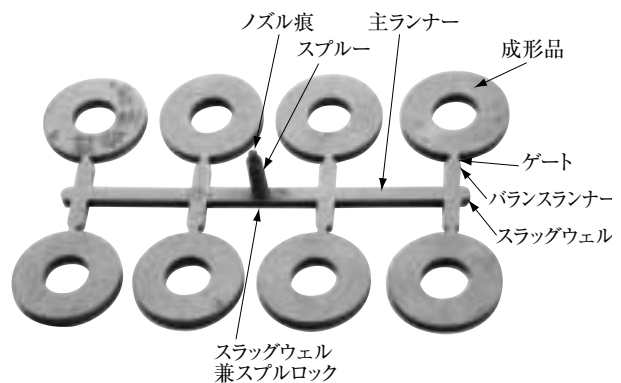


写真10

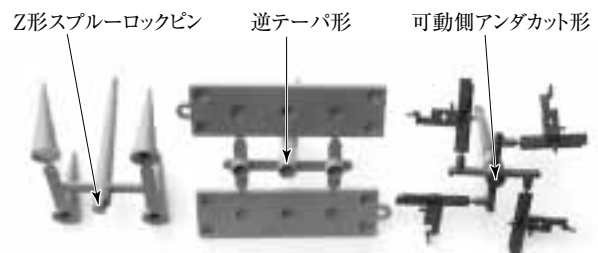


写真11 各種スプルーロックピンの例

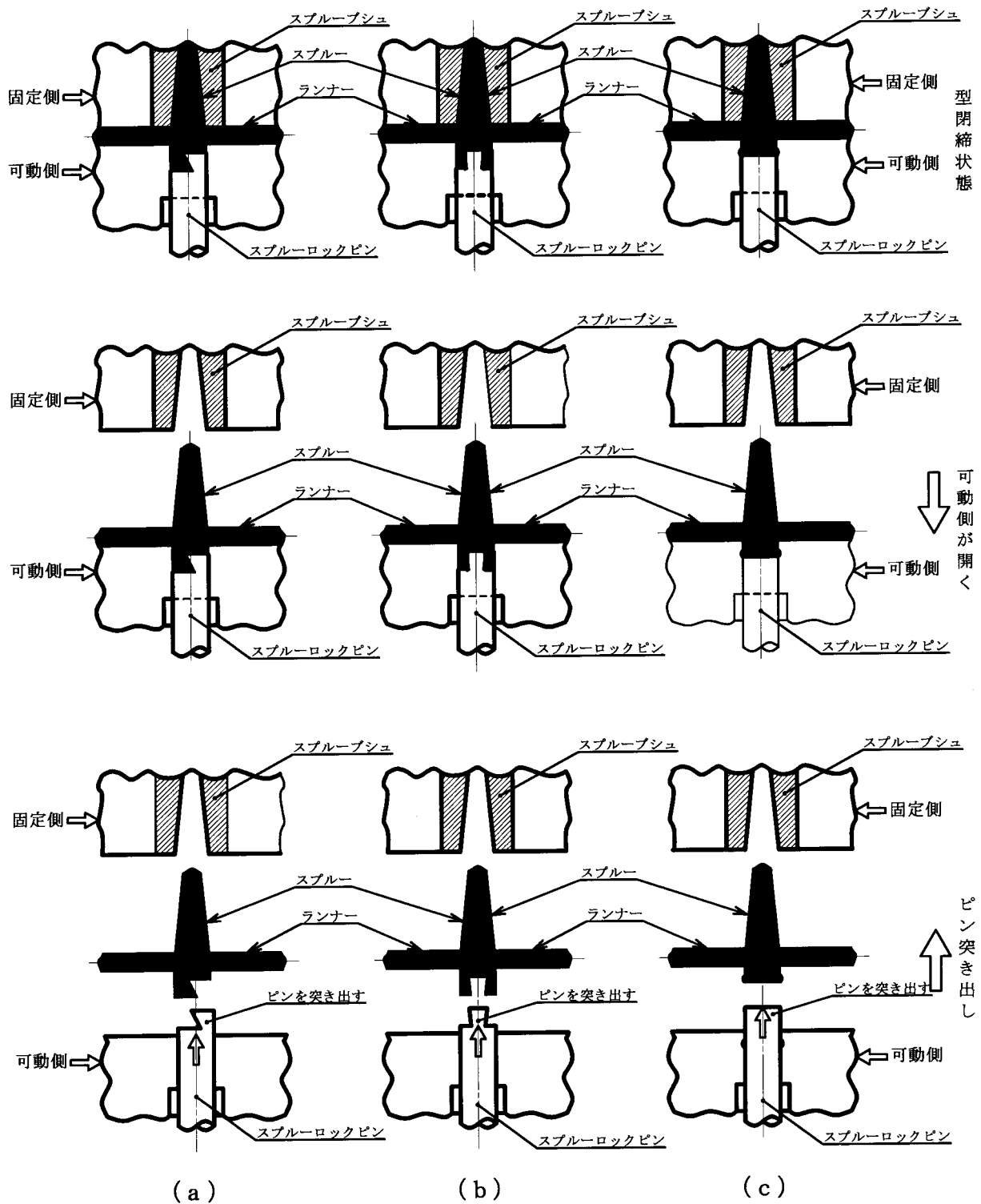


図66 スプルーロックピン形状と作動例

は、後述のコールドスラッグウェル（湯だまり）の役目をも兼ねている。

(4) スラッグウェル (Slug Well)

ノズルから射出された熔融樹脂は、スプルー、ランナー、ゲートを通過して各キャビティ内へと充填される。

その際、ノズルの先端部には、冷えて固化しかけ

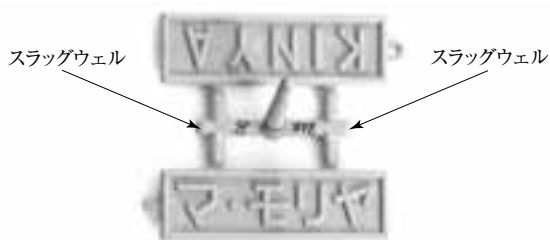


写真12 スラッグウェル

た樹脂（コールドスラッグ）が若干付着している。

この樹脂は、加熱筒内の樹脂と比較してかなり低温で、粘度の高い状態になっている。そのため次の射出工程で高温の溶融樹脂と一緒にそのままキャビティ内に注入、充填されると成形品の表面にフローマーク発生などの外観不良の原因となる。

一方、ノズルから射出された溶融樹脂は、スプルー、ランナーを通過する過程において、樹脂の先端部はスプルー、ランナーによって若干冷却されたり油、離型材、その他異物などを巻き込む恐れがある。

そのように冷却しかけた樹脂や異物を巻き込んだ樹脂が、キャビティ（成形品）の中に充填、混入されると、いろいろな欠陥を生じるので一般的に「コールドスラッグウェル（単にスラッグウェルともいう）」と称する湯だまりをつける。

この湯だまりをつけることによって、注入樹脂の先端部にあるこれらの不良の樹脂を取り除き、異物混入、フローマーク発生などの成形不良を最小限に防ぐ働きをする。

スラッグウェルは、前述のようにスプルーの反対側にスプルーロックを兼ねて設けたり、ランナーの分岐点や末端部などにも設けられる。（写真10、12参照）

#### (5) ゲート（Gate）

射出成形機のノズルから射出された溶融樹脂はスプルー、ランナーを経て、ゲートから各キャビティへと充填され、金型内で冷却・固化させて、金型から取り出す。

取り出された後、一般的に成形品（製品）はゲート部で切断・分離される。（図67）

分離された後のスプルー、ランナー、ゲートは製

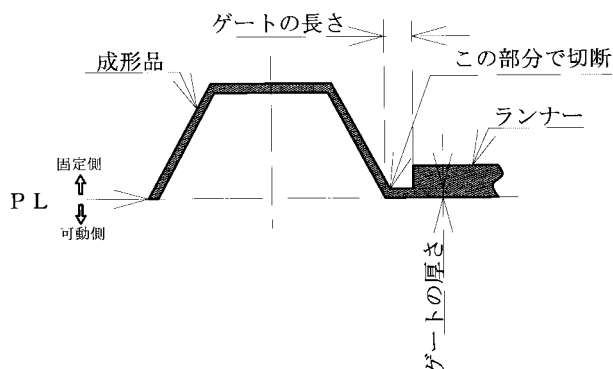


図67 ゲートと分断位置

品としては不要なもので、再生のための処理をされたり、廃棄処分の対象となる運命にある。

しかし、成形過程においては、いずれもおろそかにできない重要な要素である。

特にゲートは、ランナーの終点であると同時に溶融樹脂を各キャビティ内へ充填（注入）するための入口でもあり、成形品（製品）の外観、品質、成形サイクル、コストなどを大きく左右し、その果たす役割は重要であるので、少し詳細に述べる。

#### ① ゲートの種類

ゲートは非制限ゲートと制限ゲートに大別できる。

非制限ゲートは、溶融樹脂を何等制限することなく、スプルーから直接キャビティに注入させる方式で、ダイレクトゲートまたはスプルーゲートともいう。

一方、制限ゲートは、各キャビティへの入口であるが、その入口をある目的のために、ゲート部を小さく（幅、広さ、断面積など）絞ることによって、各キャビティへ注入する溶融樹脂をコントロールする方式で、ゲートの形状などによって各種のものがある。

図68にゲートの種類の例を示す。

#### ② ゲートの役割

ゲートの果たす役割は、ただ単に各キャビティへの入口としてだけでなく、特に、制限ゲートの果たす役割は

- 1) 溶融樹脂の流量と方向をコントロールする
- 2) ゲートシール効果

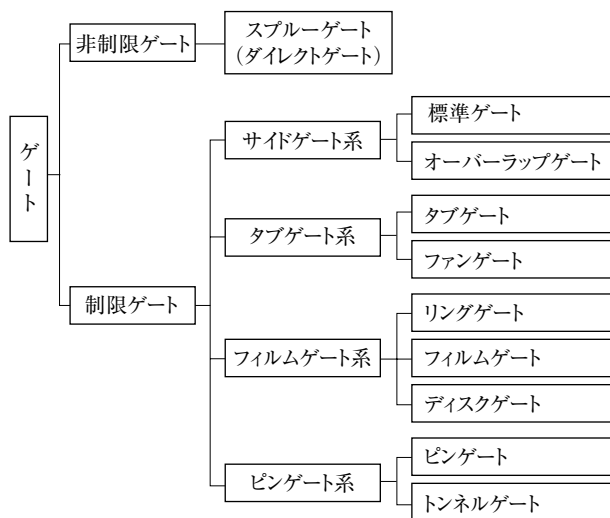


図68 ゲートの種類

- ➡ キャビティからの逆流を防止
- ➡ ゲート付近の残留応力の軽減
- ➡ 成形品の歪み，そり，割れの防止

3) 摩擦熱の発生 ➡ 樹脂温度を上昇

- ➡ フロアマーク，ウエルドラインの軽減

4) 成形品の分離 ➡ 成形品の仕上げ作業を容易

5) ゲートバランス ➡ ゲートの太さ，厚さ，幅の調整

などの重要な働きをしている。

### ③ 非制限ゲートの特徴

非制限ゲートは，スプルーゲートまたはダイレクトゲートとも呼ばれ，スプルーから直接キャビティに注入させる方式である。

そのため，成形品には大きなゲートがあり，その処理に手間がかかるばかりでなく，大きなゲート痕が残り，製品の外観不良をきたす，という大きな欠点がある。(図69，写真13，14)

しかし，大形成品品の1個取り方式では，その威力を十分発揮し，そのような場合には非制限ゲートが断然有利である。

基本的には，多数個取り金型には構造上採用できないが

- 1) スプルーをそのままゲートにできる
- 2) 成形性 ➡ 良好

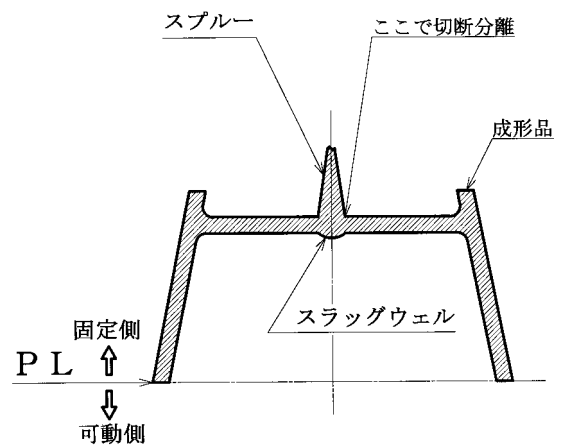


図69 スプルーゲート

切断，分離する



写真13 ダイレクトゲート

ゲート痕大きく残る

スプルーゲート



写真14 スプルーゲート痕

3) ひけ ➡ 少ない

4) 樹脂量の節減性 ➡ 良好 (スプルー，ランナー，ゲートが共通)

5) 金型構造 ➡ 簡単

6) トラブル ➡ 少ない

- 7) 保 圧 ➡ 十分かかる
  - 8) ゲート跡処理 ➡ 切断, 仕上げ必要
  - 9) ゲート付近 ➡ 歪み, 反り, 割れ起きやすい
  - 10) 成形サイクル ➡ 長くなりやすい
- などの特徴がある。

④ 制限ゲートの特徴

制限ゲートは、ランナーとキャビティの間に断面積を絞った部分を設けて、熔融樹脂の流れを邪魔(コントロール)するようにしたものである。

一般に射出成形金型で採用されているゲートは、このタイプに属するものがほとんどである。

制限ゲートの主な特徴は

- 1) ゲートからの充填量 ➡ 制限, 調整(絞る)
- 2) ゲートシール ➡ ゲート部の急速な固化
- 3) ゲート付近 ➡ 歪み, 反り, 変形, 割れの防止が期待
- 4) ゲートシール時間短縮 ➡ 成形サイクルの短縮
- 5) ゲート跡処理 ➡ 簡単, 不要, 商品価値 ➡ 高まる
- 6) 多数個取り金型の場合  
ゲートバランス ➡ ゲートの太さ, 厚さ, 幅の調整  
などである。

⑤ 各ゲートの特徴

1) 標準ゲート

最も一般的なゲートで、成形品の側面に設けられることからサイドゲートともいう。

ゲート部の加工も容易で、ほとんどすべての樹脂に使用でき、多数個取り金型の場合に多く採用される。(図70 写真15)

2) ファンゲート

ゲート幅を若干広く、深さを浅くし扇状にしたもので、ゲート付近の変形などの欠陥を極力最小限にする効果がある。

しかし、ゲート部の加工と仕上げがやや面倒である。平板状で広い面積の成形品に適している。(図71 写真16)

3) フィルムゲート

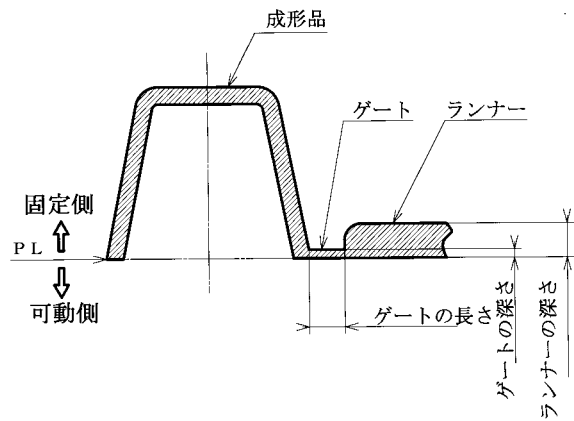


図70 標準(サイド)ゲート

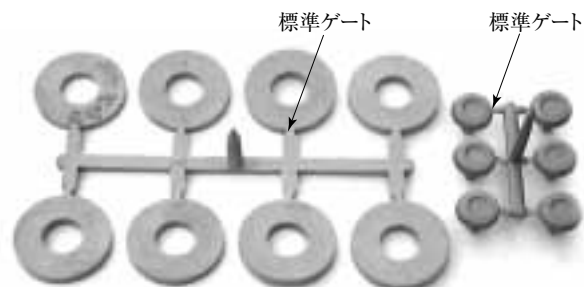


写真15 多数個取り標準ゲート例

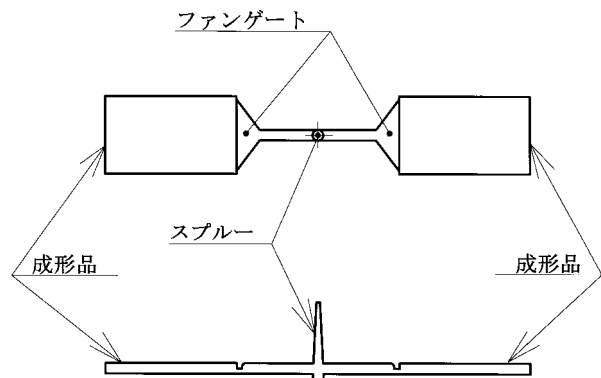


図71 ファンゲート

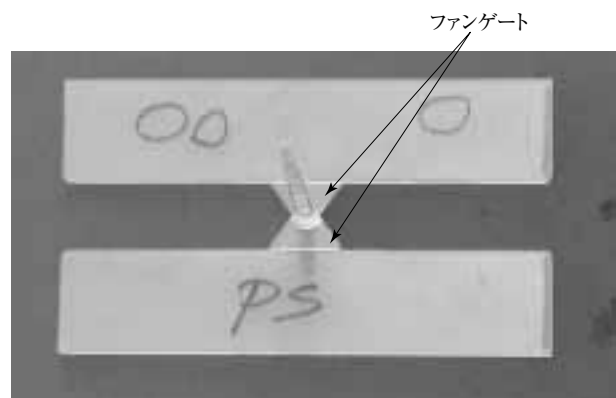


写真16 ファンゲート例

成形品の幅とゲートの幅を同じ幅にし、深さは若干浅くしたもので、ゲート付近などの変形、歪みなどの欠陥をファンゲートより改善する効果がある。

しかし、ゲート部の加工と仕上げがやや面倒である。

薄板状で広い面積の成形品に適している。(図72 写真17)

#### 4) リングゲート (多点ピンゲートの場合)

円形状の成形品の外周にゲートを設けるもので、ランナーをリング状に廻し、そのランナーから細いピンゲートを介して溶融樹脂を注入しようとしたものである。

円筒、円盤、球状の成形品で溶融樹脂を均等に充填させる必要のある成形品に適している。(図73 写真18)

#### 5) ディスクゲート

円盤(ドーナツ)状やリング状の成形品で、ウエルドライン(ウエルドマーク)ができないように、ドーナツ状の円形の穴に薄い円形状のゲートを設けたもので、ダイヤフラムゲートと呼ばれることもある。

2プレート金型で1個取り円盤状の成形品に多用される。(写真19)

#### 6) ピンポイントゲート

このタイプのゲートは、3プレート(3枚構成)金型、ランナレス金型などに限定される。

しかし、ゲートは比較的自由的な位置に決めることができ、異形状の多数個取り金型に適している。

ゲートは、金型開放の際に、引っ張りリンクなどを採用することによって、ランナーから自動的に切断・分離される。

成形加工の夜間無人運転など、完全自動運転が可能である。(写真20)

#### 7) トンネルゲート

上述までのゲートは、金型のPL(パーティングライン)面に設けてある。

それに対してこのゲートは、ランナーだけがPL面にあり、ゲートは固定側型板または可動側型板の中を潜ってピンポイントでキャビティに通じるようにしたものである。

基本的には、ゲート形状から見ればピンポイントゲートといえるが、2プレート(2枚構成)金型で

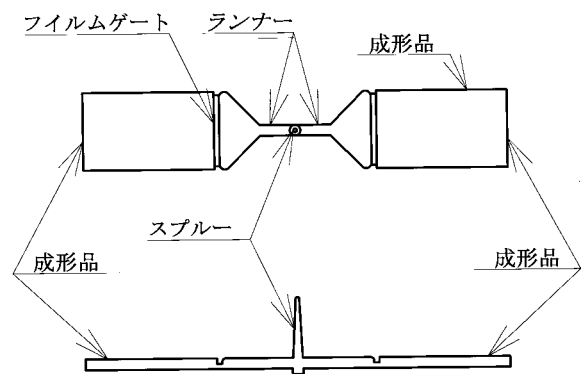


図72 フィルムゲート

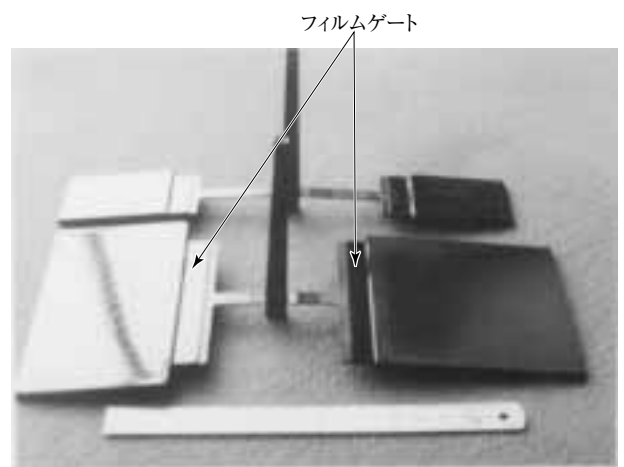


写真17 フィルムゲートの例  
資料提供：日精樹脂工業(株)

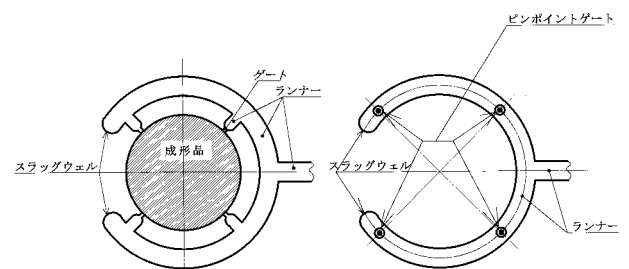


図73 多点ピンゲート例

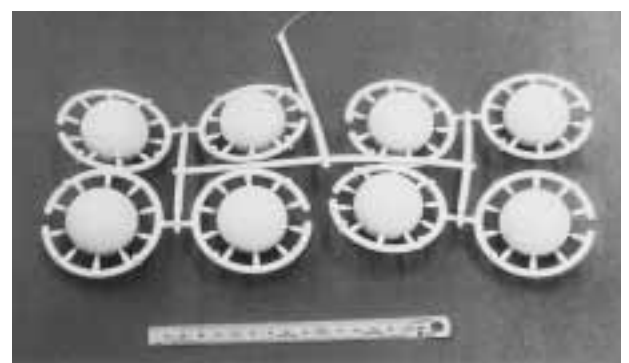


写真18 リング(多点ピン)ゲート(ゴルフボールの例)  
資料提供：日精樹脂工業(株)

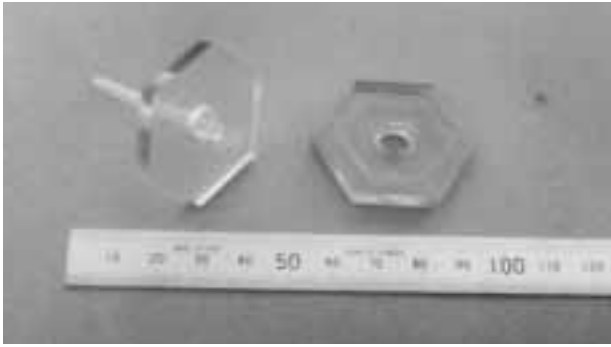


写真19 ディスクゲートの例  
資料提供：日精樹脂工業(株)

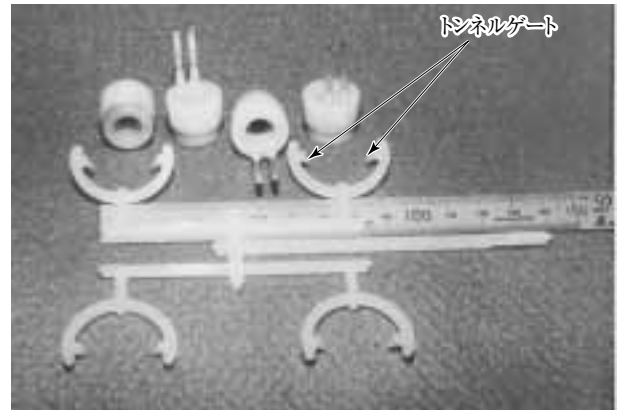


写真21 トンネルゲートの例  
資料提供：日精樹脂工業(株)

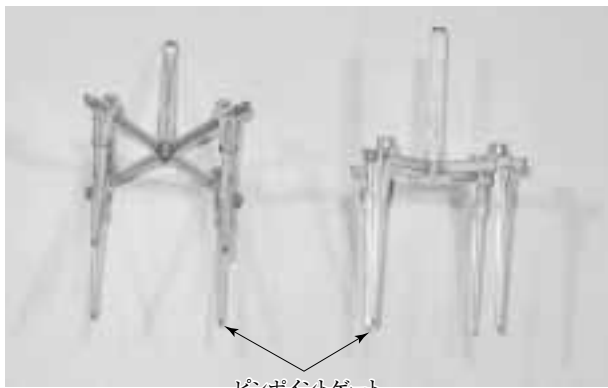


写真20 ピンポイントゲートの例

も採用できるという特長がある。

ゲートは、金型開放後の成形品を突き出す際に、自動的に分断される。

成形加工の夜間無人運転など、完全自動運転が可能である。(写真21)

## ⑥ ゲート寸法, 形状

ゲート寸法は

- ・成形品の形状
- ・成形品の大きさ
- ・成形樹脂の種類
- ・成形条件
- ・製品精度

などの各要素を総合的に考慮して決定する。

### 【ゲート部が小さい場合】

- ・キャビティへの注入が十分に行われないうちにゲートシールが進み、ショートショット（充填不足）
- ・保圧不足によるヒケの発生などのトラブル発生

### 【ゲート部が大きい場合】

- ・キャビティへの樹脂注入が容易で、成形圧力は少なくてすむ
- ・保圧は十分かかり、ヒケ少ない
- ・成形品にゲート痕が残り、その処理に手数かかる
- ・外観不良の原因

などという特徴がある。

ゲート寸法と形状の例として以下にあげる。

#### 1) 標準ゲートの場合

- ・厚さ ➡ 成形品肉厚の30~40%
- ・幅 ➡ 厚さの2~3程度

#### 2) 製品重量法による場合

$$A = W \times k$$

A：ゲート断面積 (mm<sup>2</sup>)

W：成形品重量 (g)

k：材料係数 (0.02~0.05)

#### 3) ゲート形状の例を図74に示す。

## ⑦ ゲートの位置と充填挙動

一般に、溶融樹脂が金型内、特にゲートのような狭い部分を高速度で流動するとき、樹脂を構成している分子が流動方向に引き伸ばされて、流動方向に配列する現象が知られている。これを流動配向または分子配向と呼んでいる。

図75にゲート位置とその数の違いによる溶融樹脂の配向、充填挙動（イメージ）を示す。(図75)

## ⑧ ゲートバランス

何ごとにおいても、調和とバランスがとれている

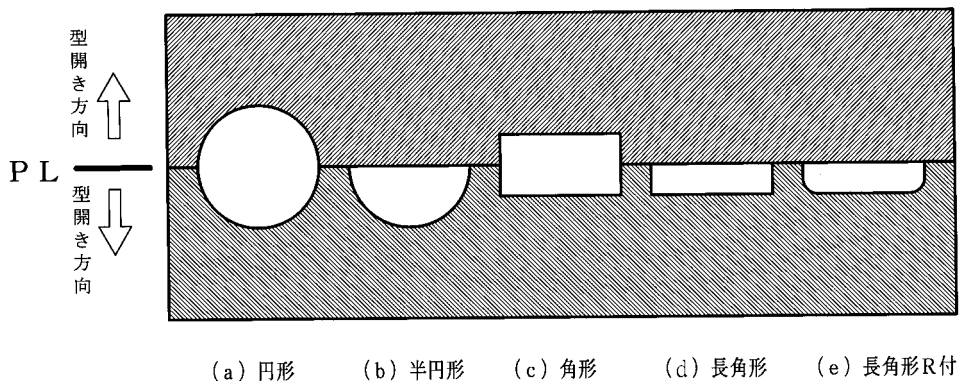


図74 一般的に使用されるゲート断面形状 (例)

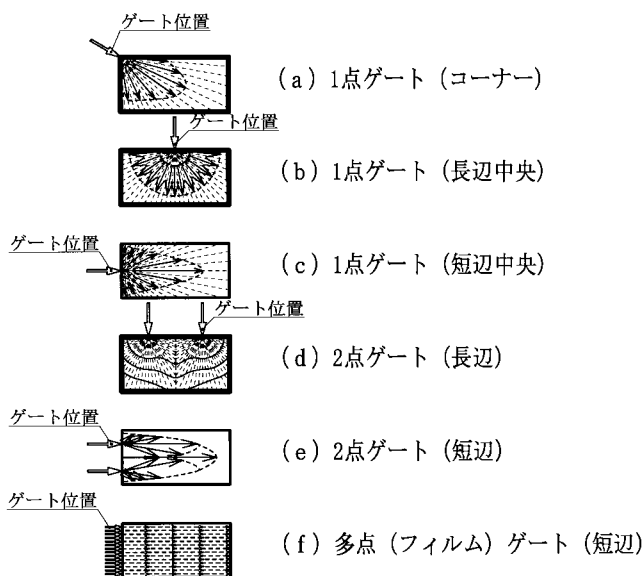


図75 ゲートの位置, 数と充填挙動 (配向) (イメージ図)

ことは重要なことである。

射出成形における多数個取り金型においてもキャビティバランス, ランナーバランス, エジェクトバランス, ゲートバランスなどいずれも重要な要素である。

特にゲートバランスの要因は成形特性, 成形品の品質に少なからぬ影響を与え, その果たす役割は重要な要素の1つである。

溶融樹脂がすべてのキャビティ部に同時に, 同じ圧力で均一にバランスよく充填されることが重要である。

それぞれのゲート (キャビティ) に溶融樹脂が到達する時間が異なる (つまりゲートバランスがとれ

ていない) と, 最初のゲートに樹脂が達しても他のゲートに樹脂が達しない。

結果として射出圧力は設定値までは上昇せず, 最終のキャビティに樹脂が充填される頃に設定圧に達する。

その頃には最初に充填されたキャビティ (成形品) ではすでに冷却, 固化が開始しかけているので, ショートショット (充填不足) などの欠陥現象を起こすことになる。

スプルーから各キャビティの末端部へ到達するまでの圧力の低下は, その距離に比例し, 同一条件では, 遠くのキャビティほど伝達される圧力は小さくなる。

しかし, それらを調和のとれたバランスとすることは各種の要因に大きく左右され, 必ずしも容易ではない。

その改善策として, 経験的な積み重ねによってランナー長さ, ゲート形状, ゲート位置, ゲート数などを工夫する方法をとっているようである。

図76に, スプルーから各キャビティ (成形品) までのランナーの長さを同一にしてゲートバランスをとったトーナメント方式による, 32個取り多数個取り金型のキャビティ配置例を示す。

この例では, ゲートバランスは正確に取りやすいが, 金型自身の大きさ, 投影面積, ランナー長さなど大きくなり, 結果としてスクラップ量が多くできてしまう, という欠点がある。

図77と写真22には各ゲートの形状を工夫して, ゲートバランスをとったフィッシュボーン方式による32個取り金型の例を示す。



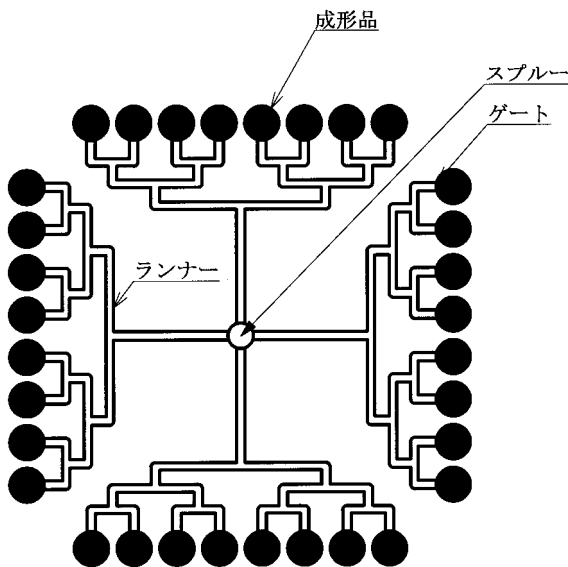


図76 32個取り多数個取りキャビティ配置例

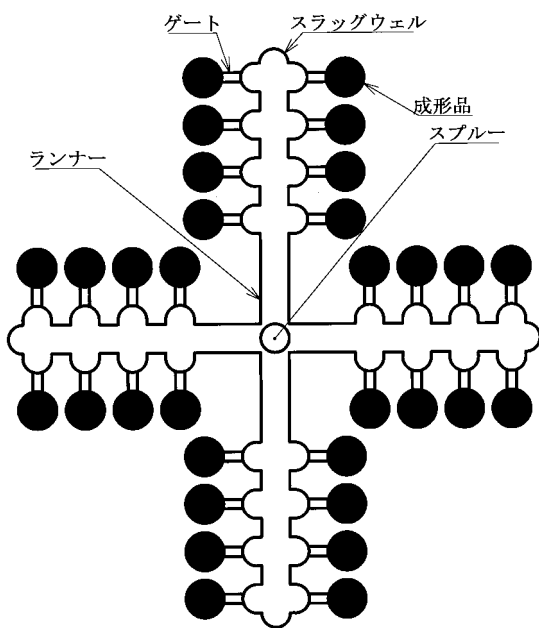


図77 32個取り多数個取りキャビティ配置例

⑨ ゲート設計上の要点

上述のように、ゲートは成形品の外観や品質、寸法精度、成形効率などに大きな影響を及ぼすのでゲートの位置、形状、寸法、個数などは金型設計上重要な要素の1つである。

したがって、ゲートは成形品の形状だけでなく、溶融樹脂の流動方向、ウエルドラインの発生場所、製品となった場合の外観上の配慮やその処理法なども考慮して決定する必要がある。

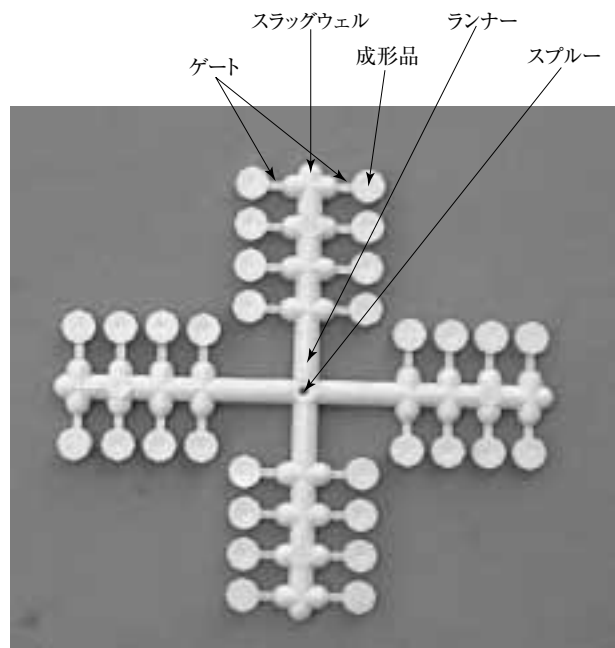


写真22 32個取り多数個金型の例  
(フィッシュボーン方式による)

また、広い面積や特に長い成形品、薄肉の成形品の場合などには、ゲートを1ヵ所設けるだけではキャビティの隅々まで完全に充填できないことがある。

その場合、ゲートの大きさ、形状、数を増やすなどするが、各種のトラブル、欠陥にも注意することが必要である。

幅広や断面積の大きいゲートは、溶融樹脂の充填性は良好であるが、ゲートシール時間も長くなり、結果として成形サイクルが長くなる、という問題が残る。

またゲートの切り離しや仕上げも面倒なうえ、ゲート痕や仕上げ痕も残りやすく、ゲートを外観上目立たない位置に配置したとしても好ましくない状況が発生する場合もある。

一般にゲートは可能な限り

- 1) PL面に
- 2) 成形品の肉厚部付近に
- 3) 成形品の中央付近に
- 4) 寸法精度 (成形後の変形, 収縮)
- 5) 成形効率
- 6) 外観上目立たない部位に
- 7) 多点ゲートではウエルドライン発生などにも考慮して配置する必要がある。