

北海道大学工学部 ○加藤正則、 三好隆志、 斎藤勝政
東京工業大学工学部 金井 理 池上金型工業(株) 佐々木哲夫

1. はじめに

射出成形型は、多品種一品生産であるため標準化が困難であり、成形品モデルによる入力かつ成形品による評価という特徴を持つ。また、金型設計と工程設計との区別が明確でなく、設計段階で金型各部分の加工工程を想定した型分割設計が行なわれ、金型部品各面の機能の決定時に各部分の加工工程の概略が決定される。この金型設計の特殊性を考慮した設計支援システムを開発することが、本研究の目的である。

前報では、金型設計に適した金型構造モデルの概念を提案し、境界表現による形状モデリングシステムを構築したが、これを基にした金型形状に依存する型分割設計の自動化の一手法と、精度情報の表現方法について、本報で報告する。

2. 金型設計における型分割の意味

金型設計における入力情報は、成形品の形状データと精度情報であり、成形品を完全に包含する形状からの反転操作により金型形状が生成される。設計者は第一に、成形品の金型からの取り出し可能性等からパーティングラインを決定する。PL面の自動設計に関しては数々の手法が提案されているので、本報では、PL面決定後の金型の再分割に関して考察を行なう。

型分割を行なう利点としては、

- ① 複雑形状のキャビティ部(穴底等)の加工が可能。
- ② 各部分の加工が同時進行するため、製作時間が短縮。
- ③ エアメントの付け方が容易。
- ④ 熱処理が容易となり、金型寿命が増大。
- ⑤ 局部的に部品交換が可能となり、メンテナンスが容易。等が挙げられる。

型分割面を決定する要因としては、①金型形状②要求精度(寸法、粗さ)③金型材質が考えられ、各々がさらに加工法と関係し合う。本来であれば、全ての要素を統合したルールにより型分割面を決定すべきであるが、今回はまずそれぞれの要素を独立して考え、特に金型形状に依存したルールに基づき、加工可能な金型部品に分割を行なう設計の自動化を考える。

3. 金型形状に依存した型分割の自動化

金型形状からの型分割面の自動生成の流れを図1に示す。あらかじめ金型形状に関して、加工可能性を基準として加工特徴形状とその相互関係を定義し、各々について型分割面を設定しておく(図2)、入力された成形品形状を計算機内部において反転した金型形状モデルを上記の特徴形状に分類する。分類のアルゴリズムは、B-repのエッジ要素のウイング情報と2面角情報によりその凹隣接部を抽出し、面グループを得るものである。次に分類された各加工特徴形状に対して、分割面候補を探索する。これは面集合要素の中で、3凹面が交差する凹頂点を最も多く含む面である。一特徴形状に關して分割候補が複数存在する場合には、あらかじめ設定しておいた優先順位によりその一つを選択する。優先順位には、①面法線ベクトルに関する座標軸の優先度、②P

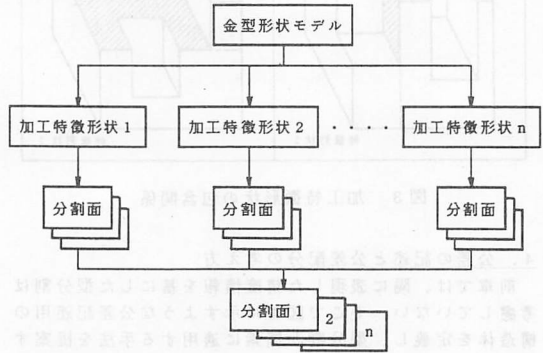


図1 型分割面の自動生成の過程

	加工特徴形状	分割方法	加工特徴形状	分割方法
1			4	
2			5	
3			6	

図2 加工特徴形状の分類

L面法線ベクトル(成形品の抜け方向ベクトル)との関係、③分割面探索における発見順位、等が考えられる。さらに加工特徴形状が複数存在する場合には、それぞれの特徴形状間の位置関係及び包含関係を考慮して、各々についての分割面と分割順序とを決定する。ここで二つの加工特徴形状が存在する場合を考える(図3)。包含関係がない場合には、それぞれの分割面により互いを隔離する(分割面を境にして2特徴形状が二分される)面を、また、包含関係がある場合には、2特徴形状の接触面であつ上記の条件を満たす面を分割面とする。これは各面情報の法線ベクトルと、相手の面ループの頂点要素との位置関係を順に検索していくことにより可能である。そして、各特徴形状に関する分割面設定後に分割順序が決定される。これは、互いの分割面により相手特徴形状を切断しない順序であり、包含関係がある場合には、包含の上位にある分割面が分割順位で優先される。以上は形状モデルによりアルゴリズム的な処理が可能な型分割であるが、これにノウハウ的な分割要因を記述したルールを設定することにより、さらに高度な型分割の自動化が可能となる。

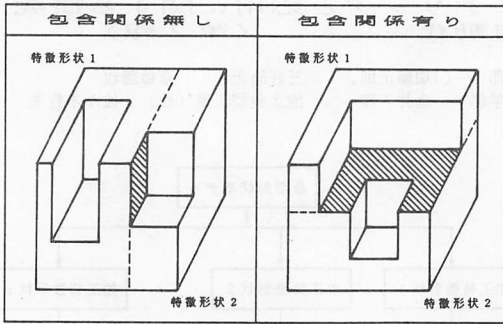


図3 加工特徴形状の包含関係

4. 公差の記述と公差配分の考え方

前章では、陽に表現した精度情報を基にした型分割は考慮していない。そこで図4に示すような公差記述用の構造体を定義し、型分割面探索に適用する手法を提案する。すなわち、形状モデルにおける各要素構造体配列（頂点、稜線、面）の構造体メンバに直接公差情報を書き込まずに、公差記述構造体配列を介して間接的に表現することにより、公差種類によらない統一的な表現が可能となる。この構造体メンバには、対象とする2形態の配列種類と配列要素へのポイント、公差の種類、公差の許容限界値などを付する。型分割設計時に上記の公差情報を参照し、形状依存による型分割面の検証を行ない、又、新たな分割面の生成などに適用する。このためには、精度情報（寸法公差、粗さ等）と加工法との関係を記述

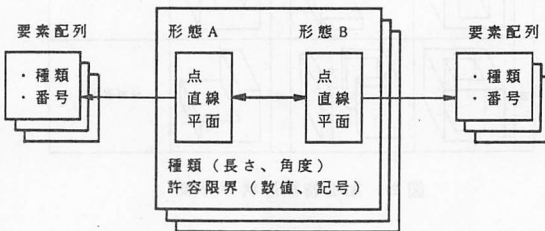


図4 公差記述用構造体

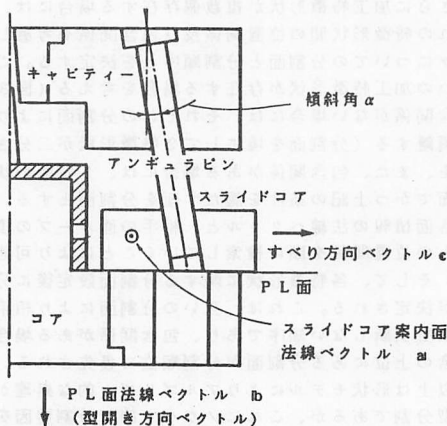


図5 運動方向ベクトルの設定

したルールの設定が必要である。

さらに、公差が付加された2形態間の分割時には、以下の手順による公差配分を行なう。

- ① 分割面と対象形態間の相対位置関係を検索。
 - ② 分割面と対象形態間との距離を算出。
 - ③ 公差構造体の対象形態に分割面要素を代入。
 - ④ 分割比（距離比）に応じて公差を配分。
- これにより、分割後の公差情報が保証される。

5. 型分割時における運動方向の決定

パーティングライン設計時に型開きの運動方向は決定され、さらに再分割設計時において、入れ子状態にある分割後の各部品は分割面情報から容易に決定される。図5はスライドコアの場合の運動方向ベクトルの状態を示す。すなわち、PL面法線ベクトル、アンギュラピンの傾斜角及び、分割面である案内面の法線ベクトルから、次式によりスライドコアの運動方向ベクトルが算出できる。

$$d = lb + a \times lb$$

$$\tan \alpha = |a \times lb| / |lb|$$

これと型開きの運動量とから座標変換マトリクスを決定する。図6は、出力例である。

6. まとめ

金型形状モデルの加工特徴形状への分類による型分割設計の自動化の一手法を提案し、その検証を行なった。今後さらに、精度情報等に依存した要因による型分割設計へと拡張していく考えである。

参考文献

- 1) 機能を考慮した金型のモデリングと応用に関する研究(第1報): 加藤 他、1989年度精密工学会春季大会
- 2) プラスチック射出成形用金型設計入門 広恵章利著 シグマ出版

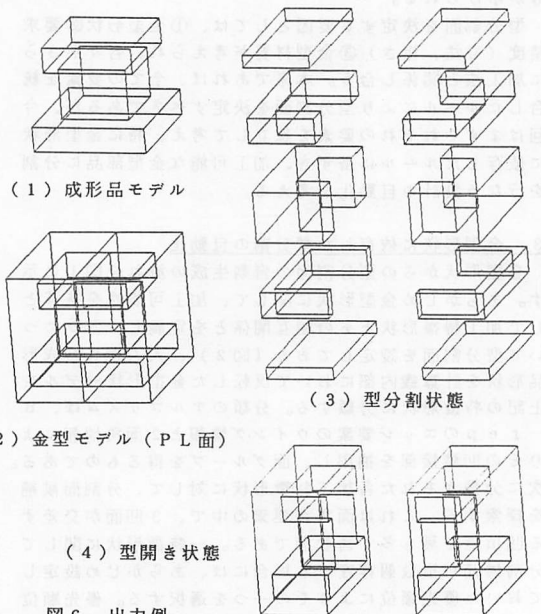


図6 出力例