金型とエッジ*

島中 徹**

Edge and Plastic Mold / Toru HATANAKA

Key words: edge, plastic mold, injection mold

1. はじめに

筆者の勤務する工場ではプラスチック射出成形金型、打抜き金型、トランスファ成形金型、粉末冶金金型等の各種金型を生産している。特徴としては高精度焼入金型であり、特にオーディオ、ビデオ等のカセット用金型が多い。

金型においては外角、内角を含めたエッジを含むコーナの処理が問題になることが多い。特にプラスチック射出成形金型のごとくオス、メスの組合せによって成り立っているものについては、オスとしてのエッジとそれを受け入れるメス側の角も重要になって来る。

プラスチック射出成形金型を中心に外エッジ、内エッジについて述べる。

2. プラスチック射出成形金型とエッジ

プラスチック射出成形金型図面では、指示なきコーナはすべてエッジという場合が多い。これは成形品のバリ防止、成形品の形状維持、樹脂流路の確保等の必須条件となっている。

まずバリとエッジの関係について述べる。バリは本来あってはならないすきまにプラスチックが流入して発生するものである。このすきまを生じる大きな要因として、金型の角だれという現象がある。図1は角だれのない金型、図2は角だれを起こした金型である。図2の場合、角だれの場所に樹脂が流入する。角だれは極めて小さな場合が通常で、流入した樹脂の硬化時間も極めて短い。このため図3のごとく後方の溶融樹

脂の圧力によりくさびを打ち込んだ形となる。このくさびの力により隣接のエッジが次々と破壊され、バリは成長することになる。又、バリの程度によっては成形機の型締め能力を上回る力になることもあり、更に金型にダメージを与えることになる。

又、成形品の設計においてもやむを得ない場合は別としても極力図4のような形状は避けたい。又 θ の値は出来るだけ大きくする。

近年、オーディオカセット、ビデオカセット等の金型では従来と同一成形機での倍数取りが行われ、生産

図1

図2

図3

* 原稿受付 昭和63年10月7日

** 三菱金属(株)(新潟市小金町3-1)

図 4

図 5

性が著しく向上している。これを達成可能ならしめたのは高精度でバリがなく型締め力にロスのない金型と射出成形の高精度コントロールの両面の進歩によるものである。

又、先に述べた隣接エッジの破壊を防ぐには、金型に焼入れを施すことが有効であり、くさび打込みによる凹現象が少なく、バリの成長が遅く、型寿命が大幅に延びる。

以上、バリとエッジの関係について述べたが、定性的なもので、なかなか定量化出来ない面が多い。

次に製品形状とエッジの関係について述べる。

図 4 で θ の値を極力大きくするべきとしたが、図 5 の形状に変更するのも有効である。又、製品設計においては型で内エッジになることを避けたい。特にパーティングラインでは型の損傷の原因になる。

3. エッジの加工方法

前述のようにプラスチック射出成形金型においてはエッジは非常に重要なポイントであり、これを維持する工準、加工方法、両面での配慮が必要となる。

プラスチック射出成形金型の一般的工準は次の通りである。

切削→焼入れ→平面研削→放電→ジグ研削→磨き→エッジ出し→合わせ→組込み→かえり取り→トライ

金型にはシャープなエッジが必要と同時に鏡面性が求められ、磨きの工程でエッジを損なう可能性が高い。このため重要なエッジは磨きの後に再度、平面研削、ジグ研削等で加工し直すことが多い。又、シャープなエッジは、成形時に製品を傷つけることにもなり、かえり取り作業が必要となる。金型を組み込んで当たりを調整した段階で図 6 のごとくほんのかすかにつぶれ現象を起こしている場合が多く、これを取り除いて、エッジの完成となる。この作業は非常に細かい作業でエッジ保護のため神経を使うものである。

又、放電加工を用いての加工の際除去量によっては図 7 のごとく電極消耗により入子孔のエッジを損なうこともあり注意を要する。その他として孔加工と面加工はどちらが先かという問題もある。

以上工準を述べてきたが、加工方法についても数々

図 6

図 7

図 8

図 9

のポイントがある。プラスチック射出成形金型は数多くの部品により組み合わせられたもので、組合せの都合上、外エッジ、内エッジの組合せになることが極めて多い。この外エッジ、内エッジの寸法のコントロールが金型の各種の性能（寿命、互換性、バリ等の品質）に極めて大きな意味を持つ。図 8 は代表的例で矩形の入子とそれを収容する入子孔である。両者をはめ合わせた場合、全周で均一なクリアランスが要求される。絶対値としてのクリアランスの値は 0.005 以下が目標となる。これは入子外周に施すガス抜き溝（深さ 0.015～0.020）がバリの原因にならず、又安定したガス抜き効果の必須条件となる。

図 9 の場合、オスに当たる矩形の入子の加工は容易であるが、メスになる矩形孔の加工は極めて困難なこ

とが多い。メスエッジとオスエッジの寸法コントロールが金型として大きな問題となっている。

以下矩形孔と入子の処理方法について述べる。

まず矩形孔は大きく分けて貫通した場合と底付きの場合がある。貫通孔の場合ワイヤカットを用いての加工が多くなるが、エッジの程度としてワイヤ半径以上のコーナRが残ることになるが、このコーナR自体の寸法をコントロール出来るのでオスとのはめ合いクリアランスは容易に維持出来る。これ以下のコーナRを要求される場合は放電加工とラップによる方法となる。底付孔加工としては放電加工とラップということになり、寸法精度の維持には熟練を要求される。

4. エッジの保護

プラスチック射出成形金型のエッジの破壊原因は各種のものがある。主なものは次の通りである。

1) 化学的原因

これは使用樹脂に含まれる添加剤の吹きだしが原因であることが多い。これの防止策として、金型の適切な分割による、ガス抜き効果の向上、型面の磨きによる表面エネルギーの減少等を行う場合が多い。又、成分的にステンレス鋼に近い鋼材も市販されており、これらを使用することが多い。

2) 機械的破壊

金型のエッジ破壊で最も多いのがこれで、原因も様々なものがある。その中で代表的原因と対策について述べてみる。

i) 芯ずれによるもの

金型は一般的にオスとメスの合わせで成り立っているが、この同芯度が重要で芯ずれによる破壊が少なくない。型を高精度で製作すると同時に使用プレスの盤面の平行度、ガイドの遊び等も重要なポイントとなる。次に使用上の問題として温度がある。オス、メスの温度が同一ならば良いのだが、成形品の寸法、そり、曲がり等をコントロールするために温度ひずみをつける方法を採用場合があり、型寿命を著しく縮めることがある。対策としては製品設計で無理をなくすことと金型設計における冷却配置を適切に行う必要がある。又、成形条件によっても成形品の寸法、外観は大幅に変化するものであり、型温に差をつけるということは極力排除するべきである。プラスチック射出成形の究極のCAEはこのあたりを解明出来るものではないかと思う。

ii) 二度押し等のはさみ込みによるもの

製品の落下不完全、オーババックによる樹脂のはさみ込み等でエッジを破壊する場合も少なくない。対策

図 10

図 11

として金型に焼入れを施しておくことが効果が大きい。プラスチック射出成形金型において焼入鋼を使用するメリットが最も大きい点である。

iii) ぜい弱な材料の使用

突出しピン等のしゅう動部品については、すべり、硬度の特性より窒化ピンを用いることが多い。これが非常にもろく、研削によるマイクロクラックが出たり取扱いも極めて慎重に行う必要がある。

iv) 型設計上の留意点

型設計において、エッジ保護のため留意しなくてはならないのは、バリの発生を押さえるために、成形機と金型の強度（剛性）と製品のレイアウトである。成形機ブラテンは図10のごとく4本のタイバで締付け力を維持している。又、固定側ブラテンにはロケットリングの穴がある。このため、ブラテン中央部はたわみやすくなっている。ブラテン中央付近で発生したバリは型剛性を上げる、つまり型厚を厚くしても対策としない場合が多い。多数個取りの金型の設計では図11のごとく、極力中央部の使用を避けてレイアウトする。パーティングラインは極力中央部に置かないレイアウトが必要である。

5. おわりに

金型とエッジについてということで書いてみたが、非常に散文的になり読みにくくなってしまった。

要点としてプラスチック射出成形金型では、エッジを作ると同時にそれを護るための設計、成形条件が重要である。