

プラスチック成形技術基礎講座 04

～ 成形品設計の原則編 ～

青葉 堯

社団法人日本工業技術振興協会

1. 製作時の問題解決

プラスチック成形品の設計は、使用時の問題解決と、製作時の問題解決の二つを兼ね備えなければならない。完璧な解決策はない。設計は、理想と現実の妥協である。トラブルを避けるためには、実績を重視することである。前例による設計は、創造的でないという批判もあるが、不良を少なくする日本技術の特徴である。本章では、製作時の問題解決を述べる。使用時の問題解決は別章に述べる。

プラスチック成形品製作時の問題は、金型が作れるか、金型から取り出せるか、樹脂が流れるか、肉ひけが問題にならないかなどである。

2. 金型構造を想定し、金型が作りやすい形状にする

金型の構造は、パーティングライン(金型の分割面)の位置と形状、アンダーカット(金型を開いただけでは抜けない形状)抜き方法、ロックアウト(成形品を金型から突出す機構)の方向、ゲート(材料の流入口)の位置などがポイントである。これらは金型としてはごく基本的な事項であるが、金型のことを知らない人には難しいことになる。プラスチック成形品の設計をするには、まず金型のことを学ばなければならない。

金型で深くて細い孔などは製作できないから、部分的に入れ子(インサートブロック)にする。金型に入れ子構造を知らなければ金型を知っているとは言えず、従って成形品の設計ができるとは言えない。入れ子した部分は角になる(Rがつかない)こと、入れ子の合わせ面は成形品に線がつくことに注意する。なお、入れ子は冷却構造(水漏れしない冷却水孔)が難しくなる。また、金型がナイフエッジにならないように注意する。

3. 精度の良い金型が作れる形状にする

シンプルな形状にし、金型が機械加工で精密に作れるようにする。図面で指示できないような形状でないことが重要である。成形品の図面に、スムースブレンドなどの記載があってはならない。できるだけ直線と単純な円弧の組合せとする。とくにパーティングライン(金型の分割面)は単純(平面)にする。

また、寸法公差をここと思うポイントにだけ重点的に決めるのが重要である。一般にプラスチックは金属ほどの寸法精度は得られない。プラスチックの特徴を理解し、必要最小限の寸法公差を指定するのが、プラスチック成形品設計のポイントである。

金型の動かない部分だけで構成される寸法箇所では、準精密級 $\pm 0.2\%$ 、精密級 $\pm 0.1\%$ 、超精密級 $\pm 0.05\%$ とする。金型の動く部分(コアとキャビティに挟まれてできる寸法等)では、精密級は事実上できない。並級 $\pm 0.5\%$ までとすべきである。なお、この数値は何かの規格ではない。成形工場の重要なノウハウである。なお、金型の寸法公差は、成形品寸法公差の $1/6$ としているが、これも何かの規格ではない。成形工場の非常に重要なノウハウである。詳しくは別章に述べる。

4. 寸法測定ができる形状にする

寸法精度を高めるには、寸法を測定してフィードバックできることが大切である。成形品及び金型のどの部分を測定するか、どんな手段で測定するか、を明確にしなければならない。寸法の問題は、測定方法がポイントである。なお、寸法問題は、金型と成形品の両方を測定することが前提である。測定方法がない寸法は議論さえできない。場合によっては、寸法測定の基準線や標線を設けることがある。

5. 寸法精度を確保できる形状にする

成形収縮のバラツキの少ない形状、シンプルな形状にする。できるだけ対称形とし、肉厚を均一にする。シンプルな形状は成形材料の流動もシンプルだから、成形条件のバラツキの影響を受けにくい。リブやボスはできるだけ小さくする。インサート金具は収縮をおさえ高精度にする効果がある一方、その部分が不均一な収縮となるわけだからクラックなどのトラブルを起こすことがある。

6. 十分な抜き勾配をつける

成形品を金型から取出すには抜き勾配が必要である。抜き勾配は最小 1° はつけるようにする。抜き勾配のない成形品あるいはアンダーカットの成形品は、アンダーカット抜きの特別な金型構造が必要で、成形サイクルが長くなりやすく、金型故障等の成形トラブルも多い。

成形品の設計では、まずパーティングラインを決めその線を境にして抜き勾配をつける。抜き勾配は

図面に明記することとし、寸法公差内でやりくりするようなことをしてはならない。抜き勾配不足による成形のトラブルは非常に多い。抜きをよくするために成形条件を変えることがあるが、金型の不具合を成形条件でカバーするなど、もともと無理である。

また、抜き勾配不足を金型に離型剤を塗布してカバーすることもある。成形中頻繁に離型剤を塗ることになり、成形サイクルが長くなる。二次加工(塗装、ホットスタンプなど)をするものでは、離型剤のために二次加工がつかない(あるいは剥がれる)などのトラブルを起こす。

7. 肉厚はできるだけ均一にする

部分的厚肉部は、固まるのに時間がかかり成形サイクルが長くなるとともに、肉ひけになる。補強その他の目的のリブも部分的厚肉となってリブの反対側正面に肉ひけができる。肉厚の変化はおよそ±20%程度がよく、リブの場合は、リブを立てる板の厚さの50%程度(PPのようにひけが大きいものや、めっきのようにとくに目立つ場合は30%程度)をリブの厚さとするといよい。部分的厚肉をなくすために肉ぬすみをする。プラスチック成形品の設計になれていない人は、なぜか肉ぬすみをしない傾向があるが、実際に成形をしてみると肉厚の不均一によるトラブルが非常に多いことに気づくはずである。

裏面のボスのために表面が肉ひけし、商品にならないといったケースはかなりあり、その対策として肉ひけをおこしそうな部分に飾り銘板を貼りつけたり、レザー模様(肉ひけが大きい場合には効果がない)をつけたりする。成形収縮率の大きい材料では肉ひけが目立ちやすいので、成形収縮率の小さい材料を使用することも考慮する。なお、部分的薄肉部は強度、特に衝撃強度が弱くなり、成形品全体の強度がそこで決まってしまうことになるから、その意味からも肉厚は均一でなければならない。

8. ソリや変形の少ない形状にする

箱形の成形品では縁や底に補強をつけて変形を少なくする。ただし、浅くて広い面を持つ箱形の成形品では、ソリを防ぐためにリブをつけると、かえってソリを大きくすることがある。平らな板(または非常に浅い箱)の場合、板の部分は凹になるか凸になるかである。凹になっては困るときは、金型の製作費用は増すが、金型を平らではなく大きなR(2.000R)に作る。平らな面はどちらにもソリやすいが、もともと凸に成形されたものが凹になる可能性は少ない。

成形品及び金型の設計では、変形を予想して補正した形状にすることは非常に難しい。三次元形状だからで、結局は高精度の金型を作ることができない。むしろ単純な形状にして、変形は誤差と認めるのが現実的である。この誤差を認めることが、不良を少なくする日本技術の特徴である。ただし、パーティングラインの補正(反る分だけ彫り込む)程度はする。なお、成形品を冷やし型で反り直しすることは成形現場でよく使う方法である。