

プラスチック金型製品の的外観異常についての考察

Consideration about outward appearance abnormality of a plastic metallic mold product

[TAKAO INJECTION MOLD ENGINEERING CO.,LTD.] (株)タカオ設計事務所

1. はじめに

生活必需品として我々の身の回りに有る製品は、そのほとんどがプラスチック製品であふれ機能性や品質で優劣を競い合っている。とりわけ外観品質（見栄え）は、消費者の購買意思を決定する重要因子の一つでもある。

本稿では樹脂製品の的外観品質いわゆる外観異常現象についてまとめてみる。

2. 外観異常現象

外観異常の原因はあまた有り成形条件不良等による諸現象と金型構造上に起因する現象がある。

本稿では特に後者に焦点をあて考察してみる。

3. 金型構造と外観異常の関連

そもそも外観異常とは部分的肉厚に必ず何らかの密度変化が局部的に発生している現象である。成形条件による異常現象を除けば、金型内で起こりうる密度変化とはどのようなものであろうか。

成形品は金型内においてすでに収縮が始まっている。そして射出成形プロセスにおいては金型内外に大きな荷重負荷が存在し、それは型締力であり射出成形圧力である。外観異常現象はこれらの荷重によって金型転写面に何らかの挙動があると考えられるのである。

図1はその主たる現象と金型構造の関わりを示したものである。

図1

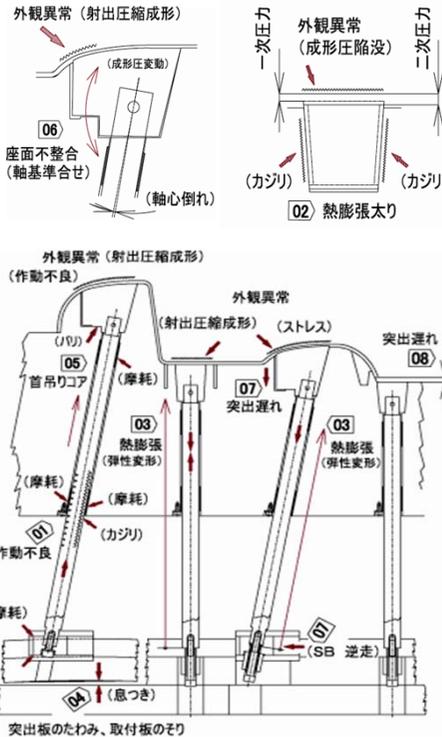
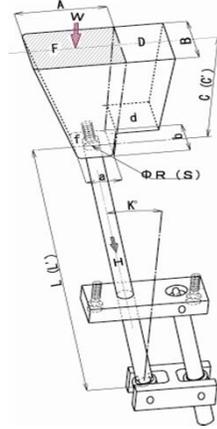


表1 原因・諸因子・対策一覧表

原因	射出成形時における金型構造部の挙動												
	1) コアブロックの嵌合不全による成形圧変動						2) 突出異常		3) 樹脂圧力による弾性変形		4) 歪み		
	1	2	3	4	5	6	7	8	図2	図3	9	10	
因子	作動不良	コアブロック熱膨張太り	ロッド熱膨張伸び	突出板のたわみ取付板のそり	首吊りコアで突出し板、他コアの浮上り変位	ロッド軸心角度振れで座面不整合	ルーズコアの突出遅れ	製品PL端面の突出遅れ	コアブロックコアロッド圧縮	エジェクタピン圧縮	型板のたわみ	スライダのロック不良	
	一次圧で戻りきらない ↓ 二次圧戻りで陥没		成形圧力によるロッド全長の弾性伸縮	成形圧力による突出板弾性変動	ロッドと突出板は成形圧力で弾性伸縮変動	コアブロック底面の弾性変動	突出抵抗負荷でスライドベースが逆走	突出抵抗負荷が天面のルーズコアEPIに集中する	樹脂圧力によるコアブロック弾性変形	樹脂圧力によるエジェクタピン弾性変形	型締力による弾性変形	樹脂圧力による弾性変形	
	一次圧状態のとき戻りきらない 又は、密度減衰、肉厚変動	射出圧力によるコアの息つきで、局部的“射出圧縮成形”						アンダーカット部周辺ストレス	突出力の局部集中でストレス	射出圧力完了時弾性回復		スペーササポートピラ弾性変形	弾性変形構造部の弾性変形
対策	ルーズコア構造の根本的改革	ロッド径⇒細く コアブロックの小型化 熱膨張量減寸 (PLオーバーラップコアは逆効果)	作動影響なくロッドの熱膨張の吸収	突出板のたわみ取付板のそりに関係しないロッドの長さ設定	過剰短縮しない各ロッドごと単独で長さ設定	コアブロックのハマエにロッドの精度ファクターを入れない軸合にする	突出遅れのないルーズコア構造	全製品突出部が同時タッチする構造	受圧断面積拡大 受圧底面積拡大	エジェクタコアなどの変更	型板のたわみ検証による正しい型板厚の選定	理論的強度が得られるロック構造にする	

図2



■ コアブロック寸法 A=50 B=40 C=80 a=35 b=35 成形圧力 P=5 [kgf/mm²] 75

変数項目	ノテーション	単位	計算例
成型圧力	P	[kgf/mm ²]	5
投影面積	F=A・B	[mm ²]	2000
成型荷重	W=P・F=P・A・B	[kgf]	10000
受圧面積	f=a・b	[mm ²]	1225
受圧面圧	δf=W/f	[kgf/mm ²]	8.16
縦弾性係数	E=δf/εC	[kgf/mm ²]	21000
変形割合	εC=δf/E=λC/C	[mm]	0.0004
コア高さ	C=λC/C	[mm]	80
変形量	λC=εC・C=C-C'	[mm]	0.032

弾性変形の影響

成形時にコアブロック、コアロッド・バーエジェクタピンは受ける応力が降伏点以下でも必ず弾性変形、弾性回復をします。部分的な“射出圧縮成形”が“外観異常現象”の要因になります。

図3

■ エジェクタピン寸法 ΦD=16 L=600 成形圧力 P=5 [kgf/mm²] 75

成形圧力 P=5 [kgf/mm²]

エジェクタピン径 Φd

長さ L (mm)

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = 201 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$W = P \cdot S = 5 \times 201 = 1005 \text{ [kgf]}$$

圧縮応力 $\sigma = \frac{W}{S} = \frac{1005}{201} = 5 \text{ [kgf/mm}^2\text{]}$

変形割合 $\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{5}{21000} = 0.00024 \text{ [mm]}$

変形量 $\epsilon = \frac{L'-L}{L} = \frac{\lambda}{L}$

$$\lambda = \epsilon \cdot L = 0.00024 \times 600 = 0.14 \text{ [mm]}$$

■ エジェクタピン径・長さにおける変形量

エジェクタピン径	長さ L=400	長さ L=600	長さ L=900
φ13	0.096	0.14	0.216
φ16	0.096	0.14	0.216
φ20	0.096	0.14	0.216

4. 外観異常現象の原因と諸因子とその対策

外観異常現象の原因として1)～4)の項目が挙げられる。(表1)

- 1) コアブロックの嵌合不全による成形圧変動
- 2) 突出異常現象による外観異常
- 3) 樹脂圧力による弾性変形
- 4) 金型歪みとの関わり

これらの原因にはそれぞれ第一・第二・第三の因子が考えられ、それぞれが相関し合い第三因子が共通することもある。原因と因子を明らかにすることで具体的な対策の指標ができる。

原因1)の因子は6項目あり、表1中No1～6までは図1中No箇所を参照されたい。

原因2)の因子は2項目あり、表1中No7, 8は図1中No箇所を参照されたい。

原因3)の因子は2項目あり、樹脂圧力による金型構造部の強度的因子である。(図2)(図3)

原因4)の因子は、型締力による金型構造部の強度的因子であり最もポピュラーな原因でありエンジニア諸兄の知りうるところである。

5. おわりに

以上述べてきたように外観異常には必ず原因が存在し起こるべくして起こるもので、原因が分かれば対処法は自ずと見えてくる。当事務所はアングカット部品を販売する傍ら、エンジニアリングサービスや金型の諸現象の解析を行っており本稿の考察もその一つでありエンジニア諸兄の参考になれば幸いである。