

内装樹脂部品のつやコントロール技術の開発

Development of Gloss Control Technology for Interior Plastic Parts

高橋 信之*

Nobuyuki TAKAHASHI

要 旨

自動車内装部品に多用されるプラスチック射出成形部品のつやを低減させ外観の品質を向上させるために、金型の表面処理技術、材料の金型への転写技術、材料のつや消し技術等を検討した結果、それらの個々の条件設定を明確にすることで、つやを低減させることが出来た。

さらに量産においてのつや変化の原因が添加剤に起因していることをつきとめ、添加剤の一部変更によって安定した低いつやの外観を達成できた。

ABSTRACT

In order to get good quality for car interior molding plastic parts, we investigated about die, plastic material and molding condition to reduce gloss of plastic parts. After that we got the low gloss plastic parts.

Then we found reason of increase gloss during mass production was caused by additives of plastics. And we got the low and stable gloss plastic parts by changing of additives of plastics.

1. はじめに

プラスチック射出成形部品はコストが低い、形状自由度が高い、組み付け性に優れるといった特長から自動車内装部品として多用されているが、その外観については自動車雑誌に「プラスチックキー」、「安っぽい」と記述されるなど、必ずしも高い評価を得られていない。「プラスチックキー」と表現されるのはつやが高い上に不均一であるため、その欠点を補うために塗装を施している例もある。

従来よりウェルドやフローマークなどの外観不良については多くの研究が行われてきている。しかしプラスチックそのもののつやについては、これに影響を及ぼす製造諸条件が多岐にわたることや塗装による意匠性改善が一般化していることもあり、各分野での断片的な検討にとどまっている。

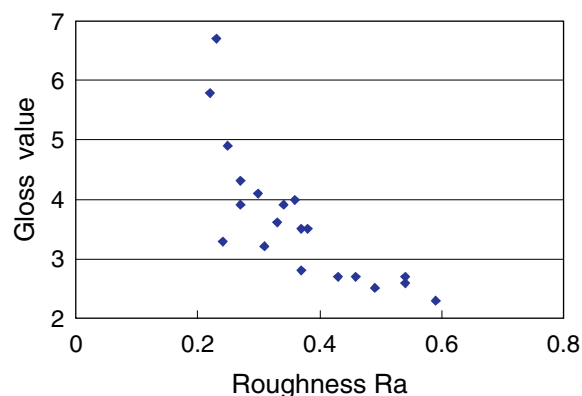
そこで、塗装をせずに樹脂射出成形品のつやを低く安定させることを目的として、材料、製法全般にわたって総合的に研究し、その技術を確立したので、以下に報告する。

2. 評価項目と目標の設定

樹脂成形品のつやはグロス値(表面光沢度(JIS K7105 5.2))で表され、一般の自動車内装樹脂部品のつやはグロス値(60 法)で2~3が要求される。そこで本研究でも、無塗装でグロス値3以下を目標とした。

*栃木研究所

一般に、つやは光の反射と散乱によって決まり、光の反射は材料の物性によって、また光りの散乱は材料表面の面粗さによって決まる。しかし、自動車の内装材料で多用されるアクリルブタジエンスチレン共重合樹脂(以下ABSと略記)やポリプロピレン(以下PPと略記)では樹脂差はほとんどなく表面状態だけでつやは決定されている。Fig.1はPPに関する面粗度とグロス値の測定例であるが、これによると面粗度をおよそ0.4 μ m程度よりも粗くすればグロス値が3以下に入ることがわかる。このように面粗度をいかにして粗く(ラフに)制御するかが主な技術的課題となる。



Sample material condition: talc 20%, MI=20
Texture: H-280A (grain number)

Fig.1 Relation between gloss value and surface roughness of PP material.

3. 面粗度ラフ化の技術課題

一般的に自動車内装材に使用されているABS,PP材料の面粗度を粗くし低グロス化する手法は①金型表面の粗度を上げ、樹脂に転写させる手法(転写法)、②材料自身で成形品表面が微細な凹凸を持つようにしたもの(材料つや消し法)が考えられる。

3. 1. 転写法

転写法で成形体の面粗度を粗くするには、適切な粗さの金型表面を形成すること、高い転写率(金型表面の面粗度に対する成形体表面の面粗度の比率と定義)が必要である。

転写率を高くするには、樹脂材料が金型に対して高い濡れ性をもっていること、および樹脂の流動性が高いうちに金型への充填を完了してしまうことの両方が必要である。樹脂の流動性に影響を及ぼす要因は、樹脂の種類、添加剤の種類・量、射出成形条件、金型設計など多岐にわたる。この中で樹脂の完全充填と外観不良防止に対しては、これらの要因の影響はすでに詳しく調べられてきている。

しかし、本研究で問題にしている転写は固化の初期段階での表面現象であり、未解明の部分が多い。まず、この点に本研究の課題がある。

3. 2. 材料つや消し法

材料つや消し法とは、ベース樹脂と成形収縮率の異なる材料を添加し、冷却固化時に表面に凹凸を形成させる方法である。特にPP材料におけるつや消し法には、傷つき性や衝撃性などの機械的特性が劣化するという弱点があり、つや消し効果と機械的特性のバランスが課題である。

以下にこれらの課題に関する検討結果を述べる。

4. 転写法

4. 1. グロス値に及ぼす金型表面処理の影響

金型の表面の加工は①エッチングによる絞付け②サンドブラストショットによるつや処理を行なう。

ここでは、直接つやのレベルを決定する②のサンドブラストショットについて検討した。サンドブラストショットというのは砂粒とガラスビーズの混合物を高圧で金型表面に吹き付けて表面に微細な凹凸を形成する加工である。そしてつやレベルを変化させるためには、通常、砂とガラスビーズの比率や砂粒の粒径を変える。実験結果をFig.2に示す。砂粒径が大きく(＃数値が小さく)、砂比率が高い方がグロス値は低くなる。但し砂粒が大きく、砂比率が高いのは金型表面を摩滅させるため、耐久性の観点から、＃80砂：＃200ガラス＝2：1の設定とした。

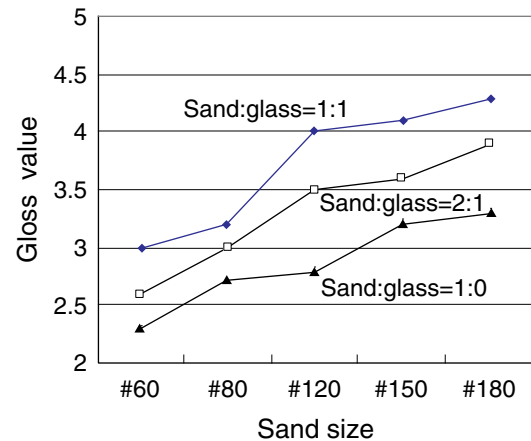


Fig.2 Relation between gloss value and sand blasting condition

4. 2. グロス値に及ぼす材料の流動性の影響

材料の流動性と成形品のつやの関係を調べた。材料はPPのタルク(樹脂の充填材として一般的で化学式は $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)の添加、無添加品でMI=10~30(MIは材料の流れ易さを表す数値でASTM D-1238Dに規定される)のもので行なった。

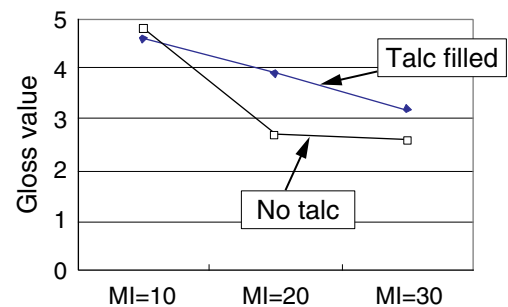


Fig.3 Melt flow and gloss value

材料の流動性はFig.3の様に成形品のつやに影響を与えることが分かった。PP材ではタルク有無を問わず流動性が高いほどグロス値は低くなる。

流動性を上げる手法としてはホモPP部の低分子量化の効果が高い。

4. 3. グロス値に及ぼす樹脂添加剤の影響

Fig.3によると、タルク無しの場合にはMI=20とMI=30での差がなく、MI=20で充分な低グロスが得られる。タルク入りの場合にはMI=20よりMI=30が低いグロス値となっており、またタルク無しに比べるとグロス値は高い。その原因はタルク入りのものでは、結晶化速度が速くなり、また熔融粘度が上昇することで金型への転写性が悪くなったことによると思われる。

4. 4. 成形性に及ぼす樹脂基材の影響

樹脂材料は、その種類によって流動特性に差がある。PPの様な結晶性樹脂とABSの様な非晶性樹脂は異なった流動特性を示す。成形性を比較する方法としては、スパイラル長さを測定する方法が一般的で、スパイラル長さが長いほど成形性が良い。Fig.4にPP、ABSのスパイラル長さ測定結果を示す。これによるとPPの方が成形性が良いことが分かる。

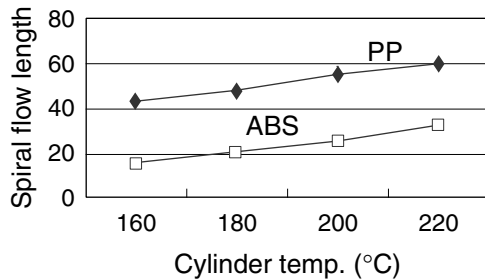


Fig.4 Comparison of spiral flow between PP material and ABS

4. 5. グロス値に及ぼす射出成形条件の影響

成形条件の主なものとして、樹脂温度、金型温度、射出速度、保圧等の条件がある。これらの条件がグロス値に及ぼす影響をタルク入りPPとABSについて調べた。PPに関する実験結果をTable 1に、ABSに関する結果をTable 2に示す。Table 1によるとPPで低グロスが得られるのはCASE6, 10, 11である。Table 1の全データを回帰分析した結果、樹脂温度、射出速度の影響が大きく、金型温度、保圧の影響は小さいことがわかった。また、ABSで低グロスが得られる条件はCASE6, 8でありPP同様に樹脂温度、射出速度の影響が大きい。

Table 1 Molding condition and gloss value (PP)

	MATERIAL TEMP.	DIE TEMP.	INJECTION SPEED	HOLDING PRES.	GLOSS
CASE 1	230	50	40	55	3.5
CASE 2	230	50	80	55	3.0
CASE 3	230	50	80	70	3.2
CASE 4	230	50	40	70	2.9
CASE 5	250	50	40	55	3.2
CASE 6	250	50	80	55	2.5
CASE 7	250	50	80	70	2.9
CASE 8	250	50	40	70	3.1
CASE 9	250	70	40	55	3.2
CASE 10	250	70	80	55	2.5
CASE 11	250	70	80	70	2.7
CASE 12	250	70	40	70	2.8
CASE 13	250	70	30	55	3.2

Table 2 Molding condition and gloss value (ABS)

	MATERIAL TEMP.	DIE TEMP.	MOLDING SPEED	GLOSS VALUE
CASE 1	260	50	10	4.9
CASE 2	260	50	40	4.8
CASE 3	260	80	10	4.8
CASE 4	260	80	40	4.4
CASE 5	290	50	10	4.1
CASE 6	290	50	40	3.1
CASE 7	290	80	10	4.7
CASE 8	290	80	40	2.7

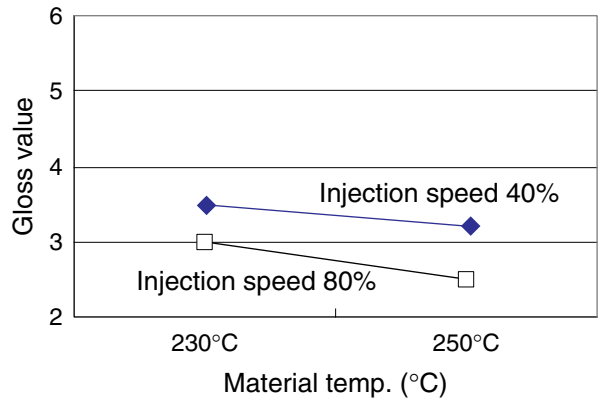


Fig.5 Relation between molding condition and gloss value(PP)

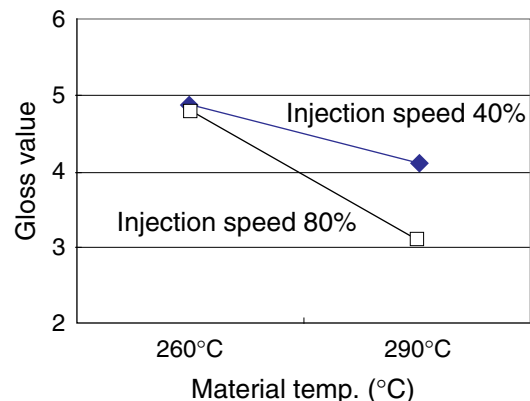


Fig.6 Relation between molding condition and gloss value(ABS)

これらの結果から、低つやを得るためにはPP、ABSを問わず樹脂粘度の低い段階(樹脂温度、金型温度が高い段階)で、素早く成形を終わらせる(射出速度が速い)のがよいということが分かる。

PP(Fig.5)とABS(Fig.6)を比較すると、成形条件違いによるグロス値の幅はPPの方が小さいことが分かる。実際の成形品では、特に大きな部品では部位による成形条件の違いが大きくなるためつやバラツキが大きくなる。ABSにつやムラが多いといわれるのは、成形条件の影響を受け易いのが原因の一つといえる。

成形条件によってつやを多少はコントロールするというのは可能であるが、それに頼るのは実際には推奨できない。外観のつや以外にもウエルド、ひけ、ばり、ショートショット、フローマーク等の様々な成形上の問題点をクリアするために成形条件は決定されているからである。

4. 6. 射出成形品への金型表面の転写

実際の成形品は金型表面をどの程度転写しているのかを測定した。

	Roughness	Ra	Transcription
Die surface		1.37	43%
PP sample surface		0.59	

Fig.7 Transcription from die surface

金型の表面粗度と成形品の表面粗度を測定したところ、Fig.7の様にそれぞれ1.37、0.59であり転写率43%だった。PPは溶融粘度も低く転写性はかなり良いと考えられているが実際はそれほどでもないことがわかった。金型表面と成形品表面の500倍のSEM写真をそれぞれFig.8、Fig.9に示す。この写真から見ても、ミクロの状態では金型表面形状の転写が充分とはいえない。

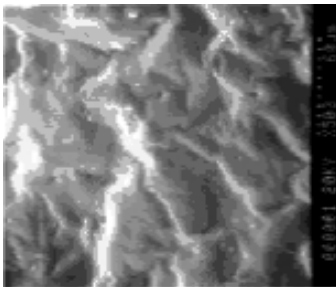


Fig.8 Die surface (× 500)

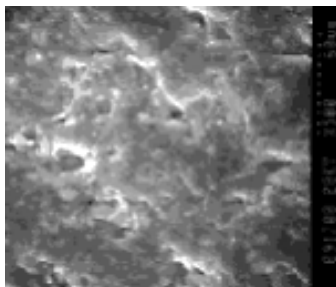


Fig.9 Molded sample surface (PP) (× 500)

5. 材料つや消し法

材料つや消し法とは、材料自身が成形後に表面凹凸を持つようにする手法である。理論的にはベース樹脂と成形収縮率の異なる材料を添加することによって、冷却固化する時に表面に凹凸を生じさせる手法である。具体例としては、低分子量PE添加、高分子量HDPE添加、EPDM等ゴム後添加がある。低グロス化の効果としては、鏡面成形品でグロス値を10～30下げ、グロス値3～4の絞付き成形品でグロス値を1～1.5下げることが可能である。但しこれらの添加物は表面硬度を下げるため、傷つき性が悪化するの

で注意を要する。

HDPE添加品での実施例を以下に示す。Fig.10は材料自身のつや消し効果を確認するため、鏡面サンプルでのグロス値の変化を測定したものである。

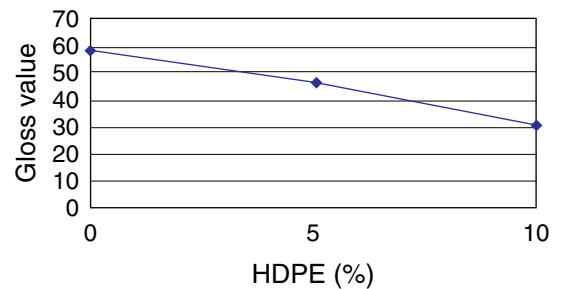


Fig.10 Gloss value on the flat surface (with HDPE)

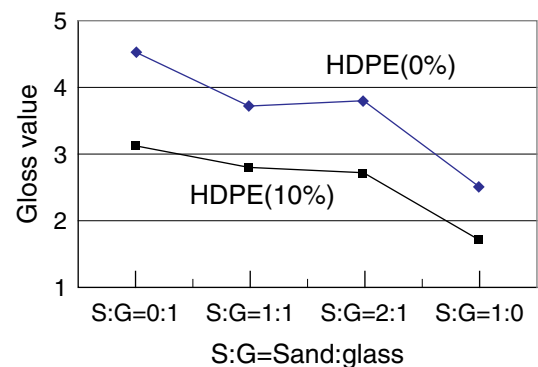


Fig.11 Gloss value on the grain surface

Fig.10ではHDPE10%添加でグロス値が27下がっている。Fig.11は絞板に関する測定例であるが、1.0程度のつや消し効果が見られる。グロス値が3～4のレベルでグロスが1下がるのは、見た目のつや消し効果は大きい。

HDPEの添加量と物性への影響を以下に示す。

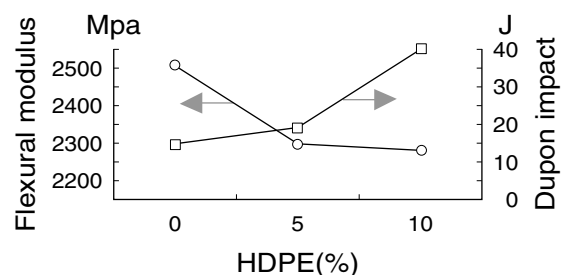


Fig.12 Material property with HDPE

Fig.12によるとHDPE 5%添加でも物性への影響は大きい(曲げ弾性率で10%低下)ため、材料設計段階からグロス値と物性値の目標設定をしておく必要がある。

6. 製造基本条件の設定

これまで述べてきた①目標グロス値を達成できる金型の表面処理、②転写性の良い材料選択、③安定した成形条件

などの検討結果を踏まえて、製造基本条件を設定した。その結果、定期的に金型を洗浄するだけで、グロス値 2.7 ± 1.0 の範囲に管理できるようになった(Fig.13)。Fig.13で製造ショット数に対して、グロス値が周期的に変化しているのは、金型洗浄によるものである。

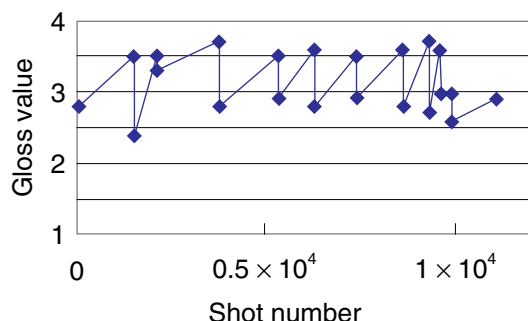


Fig.13 Gloss deviation in mass production

7. 量産品での艶安定性

7. 1. つや変化の原因

前項の製造基本条件の設定を踏まえて、更に、定期的な金型クリーニングの廃止とグロス値の3以下安定化を目標にしてとくに金型で発生している現象について調べた。その結果、金型の表面が徐々に汚染されていくこと、および汚染された金型で成形するとつやが高くなってしまいうことがわかった。

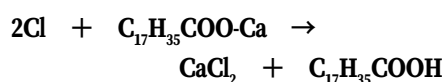
7. 2. 金型汚染物質の解明

金型汚染物質の融点を測定したところ、 100°C であった。Table 3に材料添加物とそれぞれの融点を示す。Table 3によると材料添加物には、 100°C の融点をもつ成分は含まれていない。したがって、その汚染物質は新たに何らかの反応で生成したと考えられた。

Table 3 Material Additives and Each Melting Point

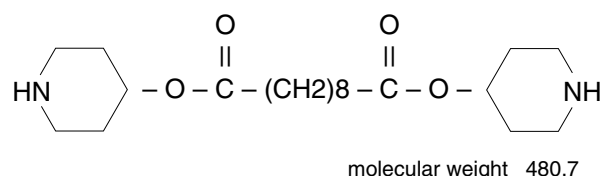
additives	Melting point($^{\circ}\text{C}$)
Anti-oxide agent (phenol type)	110-125
Calcium stearate	150
Hindered amin light stabilizer	83
Anti-static agent	60

Table 3の上記添加剤のなかでステアリン酸カルシウムはPP重合時の触媒残渣の塩素を中和するために添加されており、その反応は下記の通りでステアリン酸が生成する。



ステアリン酸の融点は 71°C であり、これは汚染物質ではない。

次にステアリン酸と添加物との反応を推測した。添加物中のヒンダードアミン系の耐光安定剤は塩基性であり、ステアリン酸との反応が考えられる。この耐光安定剤とステアリン酸の混合物を実際の加工工程温度の 220°C で30分加熱したところ、融点が 100°C の白色粉末が得られた。使用している耐光安定剤の構造は下記の通りであり、末端のNH基がステアリン酸の-COOH基と酸塩基反応し、金型汚染物質になっていると推定された。



7. 3. 汚染物質の生成タイミング

金型構造はFig.14のようにホットランナー方式と呼ばれる構造(小さい部品以外では一般的に採用される)で図のHOT AREAは常に 220°C 程度に設定されている。生産を続けているうちは特に問題ではないが、成形機の休止中はHOT AREAにある樹脂は加熱されたままとなる。このタイミングで耐光安定剤とステアリン酸が反応し、生成した揮発成分が金型の表面に、固着堆積し汚染していると考えられる。

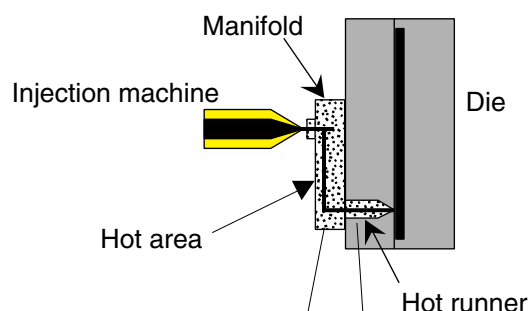


Fig.14 Die structure

7. 4. 材料変更によるつやの安定化

対策案としては下記が考えられる。

- ①ステアリン酸カルシウムを別の中和剤へ変更
- ②耐光安定剤をN-H基の持たないものに変更
- ③耐光安定剤を高分子量タイプのものに変更

①案として、ステアリン酸カルシウムの代替えとしてハイドロタルサイト($\text{Mg}_4.5\text{Al}_2(\text{OH})_{13}\text{CO}_3 \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$)に変更したもので金型汚染の確認を行なった。

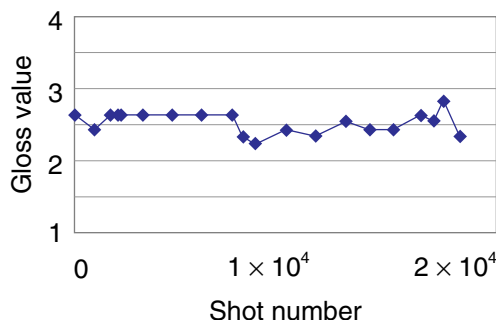
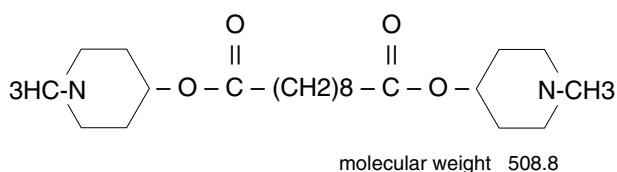


Fig.15 Gloss deviation of countermeasure material

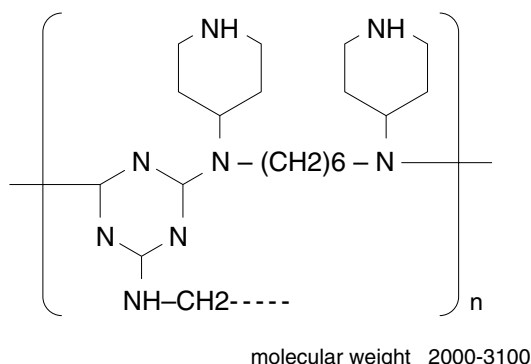
その結果、Fig.15に示すように金型洗浄を全く行わずに安定したつやの製品を得ることができた。

なお、対策案②③の耐光安定剤の変更については、下記のようなヒンダードアミン系耐光安定剤₂が市販されており、入手可能である。

②のN-H基をもたない例として下記のものがある。



③の高分子量タイプの例として下記のものがある。



これらの対策手法のどれを選択するのかは、コスト、性能、材料入手しやすさ等を考慮する必要がある。

8. まとめ

内装樹脂部品の外観を低いつやにコントロールする技術を検討し、以下の結論を得た。

①金型表面処理加工

金型のサンドブラストショットによる表面処理はつやレベルを決定する大きな要因である。サンドブラストショット条件の砂粒径、砂／ガラス比を砂粒径#80、砂／ガラス比

2対1に設定し、目標グロス値2.5を達成することができた。

②材料選択

材料選択にあたっては、材料のもつ流動性、熔融粘度、充填材によってつや転写性が異なる。安定した低つや外観を得るためには熔融粘度が低く、流動性が良く、且つ充填材を含まない材料、例えばポリプロピレンが低グロスを得やすいことがわかった。

③成形条件

外観の安定したつやを維持するためには成形条件を一定に保つことが好ましい。成形条件はつや以外の影響が大きく、量産中につやレベルを改善するために成形条件を変更すると、成形後のバリ、ヒケ等の問題を引き起こすことがある。標準条件で目標のつやを得られるように、金型、材料を決めることで、量産中の安定したつやが得られた。

④金型汚染

樹脂添加剤の処方について今回のポリプロピレンによる検討結果で、ステアリン酸金属塩と特定の耐光剤の組み合わせが金型汚染を起こし、射出成形を続けていく過程で、成形品のつやが上昇していく原因であることがわかった。また、それらの樹脂添加剤を変更し金型汚染の無い仕様設定を行い、その結果、安定したつやの樹脂射出成形品を得ることが可能となった。

以上のような金型、材料、成形、量産管理とすべての項目について目標設定を行なうことで、安定した低つやを得ることが出来た。

9. 謝辞

最後に本研究を遂行するにあたり、多大なる御協力をいただいた森六株式会社および本田技研工業株式会社鈴鹿製作所PO課の関係者の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 渡辺聡志：高機能付与剤-ハイドロタルサイト-の可能性，プラスチック，Vol.45, No11, p.87 (1994)
- 2) 遠藤昭定ほか：プラスチック配合剤，東京，大成社，1996

■著 者■



高橋 信之