

## LED照明用MCPOLYCA<sup>®</sup>反射板の開発

### Development of MCPOLYCA<sup>®</sup> Reflector for LED Lighting

#### 1. はじめに

マイクロセルラープラスチック(以下MCP)とは、0.1～10 μmの微細気泡を有し、気泡密度 $10^9 \sim 10^{15}$ 個/cm<sup>3</sup>の独立気泡を有する発泡体のことであり、1981年に米国MITのSuh教授らにより提案されました。当初MCPは内部気泡が微細なことから、機械特性(比強度)を低下させることなく材料の軽量化が図られる材料ということで一躍注目を浴びる素材となりました。当社では1990年より開発に着手し、1995年にその優れた光学性能を見出し、世界に先駆けてポリエチレンテレフタレート樹脂(以下PET)を基材とする超微細発泡光反射板(商品名:MCPET<sup>®</sup>)を上市するに至りました。

MCPETは光反射性能や易加工性(折り曲げ、抜き、切り貼りなど)を特長とするため、明るさや省エネ性が要求される広告用電飾看板、コンビニエンスストアのファサード看板、鉄道駅の行き先表示板などに幅広く応用されています。また、2009年からは省エネ意識の高まりにより、オフィス照明のリニューアル用途として蛍光灯照明器具の反射板に採用され、蛍光灯の削減(2本→1本)などでオフィスの省エネに貢献しています(図1)。



図1 レフボライト(大和ハウス工業殿カタログより)  
Photograph of reFbo Light (from Daiwa House Industry Catalogue).

一方MCPETは結晶性プラスチックであるため熱成型性に課題があり(成型条件範囲が狭い)、成型が要求される用途への展開が困難でした。そこで当社は種々のプラスチックへの横展開が可能なMCP製造技術を応用し、ポリカーボネート樹脂を基材とする超微細発泡光反射板(商品名:MCPOLYCA<sup>®</sup>)を開発しました。非晶性プラスチックであるMCPOLYCAは熱成型性に優れるため、普及が急速に進んでいるLED照明器具のダウンライトモジュール用途への展開が期待されています。

本報では、MCPOLYCAの概要とLED照明器具への展開の可能性について述べます。

#### 2. MCPOLYCAの諸特性

図2はMCPOLYCAのシート断面SEM写真です。一般的に、ソリッド(射出成型品)やフィルムには、光散乱性を高める目的で無機物質が添加されていますが、MCPOLYCAには数μmレベルの微細気泡(中空)しか含まれていません。この微細気泡のサイズや数を制御することで、他素材にはない高い光反射性能を実現しています。

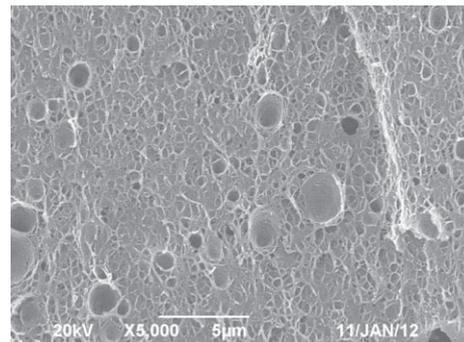


図2 MCPOLYCAのシート断面SEM写真  
SEM photograph of the MCPOLYCA.

表1はMCPOLYCAの物性について、既に当社より照明、看板用途に販売されているMCPET(RBグレード)の物性と比較したものです。機械特性はMCPETが若干高い値を示していますが、拡散反射率や熱特性(加熱寸法変化率、熱変形温度)については、MCPOLYCAの方が優れた値となっています。

拡散反射率が優れる理由は、シート表面にエンボス形状が付与されているためです。MCPOLYCAの場合は、製造プロセスの中でエンボス形状を付与することが容易であり、成型後もエンボス形状が消失せずに残存することが特長となっています。

熱変形温度については、熱機械分析法(TMA法)にて測定を行いました。結晶性プラスチックであるMCPETはガラス転移温度の75℃を超えると徐々に軟化が始まり、200℃以上で大きく軟化する挙動を示します。一方MCPOLYCAは非晶性プラスチックであるため、MCPETのような2段階の軟化挙動は示さず、ガラス転移温度である140℃付近から軟化を開始します。この挙動から見ると、100℃～120℃の耐熱性が要求されるLED照明器具用反射材料としてはMCPETよりも

MCPOLYCAがより適用性が高いと考えられます。

また難燃性については、MCPET (RB)はUL94-HBFを取得していますが、MCPOLYCAは社内試験において、UL94-HBF～UL94-V2相当レベルの評価結果となっています。難燃性はシートの密度や厚みに大きく依存するため、顧客の要求仕様に応じた対応が必要となります。なお、将来的にはUL94-V0グレードの上市も視野に入れ、開発を進めています。

表1 MCPOLYCAとMCPET (RB)の物性  
Properties of the MCPOLYCA and MCPET (RB)

項目	方向	単位	MCPOLYCA	MCPET (RB)
厚み		mm	1.0	1.0
全反射率*1		%	99	99
拡散反射率*1		%	98	96
引張強さ	MD	MPa	21	20
	TD		18	18
伸び	MD	%	45	123
	TD		50	68
引裂強さ	MD	MPa	62	76
	TD		64	99
曲げ強さ	MD	MPa	15	19
	TD		14	14
曲げ弾性率	MD	MPa	754	1156
	TD		698	882
加熱寸法変化率 (100℃, 22h)	MD	%	0.23	0.37
	TD		0.18	0.24
熱変形温度 (TMA法)	MD	℃	143	75 (202)
	TD		144	75 (201)
ガラス転移温度		℃	145	75
難燃性		UL94	HBF～V2*2	HBF

\*1：反射率は550 nmでのBaSO<sub>4</sub>白色板に対する相対値  
\*2：MCPOLYCAの難燃性は社内評価値

### 3. MCPOLYCAの成型性

MCPETの場合はオス・メス2種類の金型を用いたマッチモールド成型法により成型する必要がありますが、MCPOLYCAの場合は1種類の金型(オスもしくはメス)を用いた真空成型法あるいは真空・圧空成型法での成型加工が可能です。

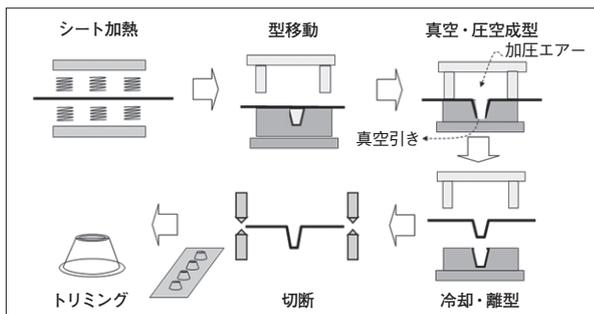


図3 真空・圧空成型プロセス  
Vacuum and pressurized air forming process.

図3にMCPOLYCAの真空・圧空成型プロセスを示しました。成型品の形状によっては、真空成型法でも成型が可能ですが、圧空法を併用することで、形状転写性のより良好な成型品を得ることが可能となります。図4にカップ状成型品の写真を示しました。エッジ部分の形状が正確に転写されていることが分かります。

またMCPETの場合は、成型と同時に形状安定化のため、一定時間のヒートセットが必要ですが、MCPOLYCAの場合はこれが不要となるため、サイクルタイムの短縮が可能となります。

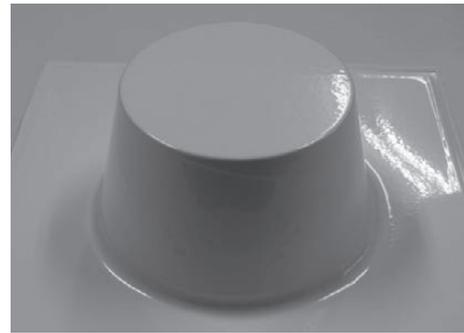


図4 MCPOLYCAの真空・圧空成型品例  
Vacuum and pressurized air forming sample of MCPOLYCA.

### 4. LEDダウンライトモジュールへの適用

図5左の写真は、MCPETが適用されているA社製のLEDダウンライトモジュールです。MCPETの抜き加工品をモジュール底面(LEDチップの配置に合わせて穴あけ加工)と側面(円筒状)に配置したものであり、LED光(青色)が黄色の拡散板で乱反射し、モジュール内部で多重反射を繰り返すことにより、均一な白色光を放出する構造となっています。しかしながらこの構造は、底面と側面の反射板が別々になっているため、組み立てコスト低減の観点からも、底面と側面の反射板が一体化した成型品が求められています。図5右の写真はB社のLEDダウンライトモジュールです。LEDチップを基板中央部に集約することで(光源のモジュール化)、逆富士型成型品の適用が可能となりました。現状はMCPETの成型品が採用されていますが、光源のモジュール化に伴い光量アップと並行して発熱量増大が課題となっており、今後は耐熱性の高いMCPOLYCAへの需要が高まるものと考えています。



図5 LEDダウンライトモジュールへの適用  
Application to LED Down light module.

MCPOLYCAを適用する場合、開口部に拡散板が配置され、LED光の多重反射を利用する図5のようなダウンライトモジュールが好適ですが、近年LED光源も集光レンズとの組み合わせにより、光の出射角を広角に調整できるようになってきています。こうなると反射板は不可欠であり直管蛍光灯型照明器具やシーリングライト型照明器具への展開も期待されています。

## 5. おわりに

近年の省エネ意識の高まりに加え2011年の大災害による電力事情の激変により、従来の照明器具からLED照明器具への置き換えが急速に進みつつあります。LED照明器具のメリットの一つは、従来の照明器具よりもデザインの柔軟性に優れることが挙げられます。

MCPOLYCAの場合は、真空成型法あるいは真空・圧空成型法で簡単に加工品を作ることができます。したがって金属反射板や射出成型による反射板に比較して金型コストが安価になるため、照明デザインの多様化による多品種少量生産の照明器具へのニーズに合致するものと考えています。

当社が開発したMCP製造技術はMCPETやMCPOLYCAに限定されるものではなく、PEN、PPS、PESをはじめとして様々な高機能プラスチックへの応用展開が可能となっています。また光反射機能だけではなく、軽量で高剛性という特徴を生かして携帯電話のスピーカーコーン材料としての販売も行っています。

今後も、ユーザーのニーズにマッチしたMCP製品を紹介していきたいと考えています。

<製品お問い合わせ先>

産業機材事業部 MC製品部 営業部

TEL: 0463-24-8327 FAX: 0463-24-8567

メールアドレス: mc@furukawa.co.jp