

11 プラズマCVD法を利用した耐傷付性樹脂ガラスの開発（第1報）

小島洋治，縄雅典生，山本晃，岡村雅晴*，居蔵毅*，阿波根紘志*，菅武春*

Development of the abrasion-resistant plastic window glass using a plasma CVD process (1st Report)

KOJIMA Hiroharu, NAWACHI Norio, YAMAMOTO Akira, OKAMURA Masaharu, IGURA Tuyoshi,
AHAGON Hiroshi and SUGA Takeharu

The plastic window glass for vehicle has been developed. Abrasion-resistance was obtained by silicone hard coat and plasma CVD layers coated on polycarbonate substrate. The condition of Plasma CVD process was optimized by several parameter, such as power input, pressure, introduced reagent. Optical and mechanical properties were satisfied with the JIS Standard. The abrasion resistance was evaluated by Taber abrasion test, and its result was almost equivalent to that of glass. The plastic window glass was formed one structure combined spoiler with high mount stop lamp by injection press molding method.

キーワード：自動車，耐傷付性，ポリカーボネート，プラズマCVD，射出プレス成形

1 緒 言

「ガラス代替樹脂(樹脂ガラス)技術」は，日本において近い将来重要な要素技術になる可能性を有しており，素材～金型～成形～表面コーティングにいたるプロセス全体の技術開発を広島地場企業の協業体とともに目指している。

車窓などのガラスの樹脂への代替は，軽量化を通じた車両からの二酸化炭素発生量の削減や，部品点数削減などによる生産性向上が期待できる。しかし，樹脂の利用には，表面の傷付性，光線透過特性などの性能面の他，投資可能なレベルまでの量産設備コスト削減など，多くの課題を有している。

そこで，自動車用ガラスと同等の特性を目標として，まず，小面積での強度，耐傷付性，光線透過性，耐候性を実現するためのコーティング技術の確立と安価な生産設備の実現を目指した。

そして，周辺部品を一体化した自動車バックドアアウターの金型製作と，ガラス代替材料に適応した成形技術，金型技術の開発を行い，1 m²以上の大型樹脂ガラスに展開し大幅な軽量化を目指す。

今回は，これらの検討の一部について報告する。

2 耐傷付性検討試料の製作および実験方法

2.1 ハードコート処理検討用試作板の製作

樹脂ガラスとして基板に用いる材料素材は，そのまま

では十分な耐摩耗性を有していない。このため，耐傷付性を高めることを目的として，シリコン系ハードコートを実施した製品などが国内外で開発され，実用化されている。しかし，これらを自動車用のガラスとして用いるには，一部実用化した製品があるものの，さらなる性能向上が求められている。

今回は，予備検討の結果，ポリカーボネート基板にシリコン系ハードコートを実施した試料を検討用試作板とした。

ポリカーボネートは，射出プレス成形工法にて300mm×300mm×厚さ4mmの平板に成形したものを使用し，これにシリコン系ハードコート DMT200 あるいは DMT250（帝人化成株）がコーティングされた板を入手した。

この板から100mm×100mm，250mm×250mm，200mm×300mmの大きさに切り出し，小面積から徐々に大面積へ製膜条件を確立していった。

2.2 プラズマCVDによるハードコート製膜方法

シリコン系ハードコートを実施したポリカーボネート板に対して，さらなる性能向上のためにプラズマCVD法(plasma-enhanced chemical vapor deposition)による製膜を実施した。

製膜装置の外観及び模式図を図1，図2に示す。

本装置は容量結合型のプラズマ製膜装置であり，真空チャンバー内に試料を設置して製膜した。真空排気はロータリーポンプ及びターボ分子ポンプで行い，装置内圧は電離真空計及びダイヤフラム真空計で計測した。導入するガスの流量は，それぞれマスフローメータで計測，制御した。

*:ダイキョーニシカワ株式会社

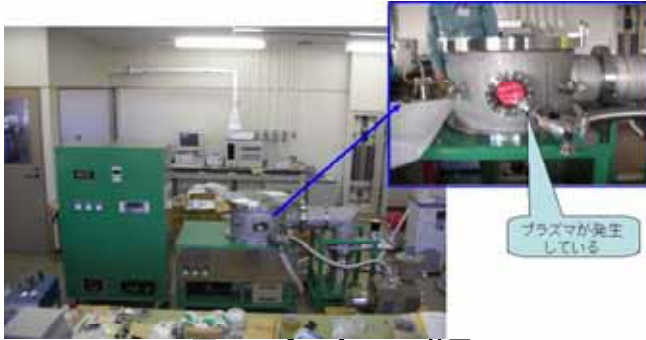


図1 プラズマCVD装置

高周波電源を用い、出力、装置内圧、製膜用ガスの種類等の条件を変えて試験を行い、耐傷付性への影響を検討した。製膜用ガスはケイ素または炭素原子を含んだ試薬ガスと数種類の補助ガスを使用し、ガスの組み合わせ及び混合率について検討した。

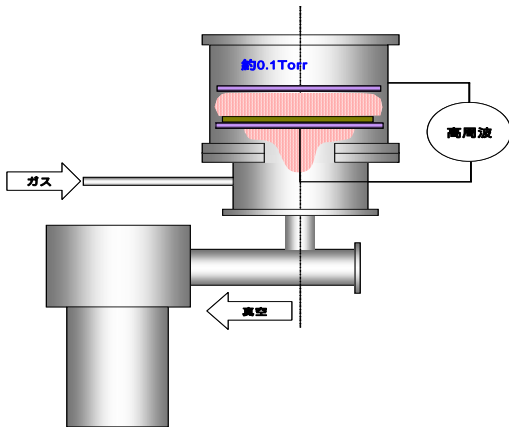


図2 装置模式図

2.3 特性評価方法

性能特性は、規格 JIS R3211「自動車用安全ガラス」を満足することを目標とした。表1に評価項目の例を示す。

表1 JIS R3211「自動車用安全ガラス」の評価項目

品質項目	耐衝撃性
	耐摩耗性
	耐熱性
	耐湿性
	可視光線透過率
	透視はずみ
	色の識別
	耐薬品性
	耐燃焼性
	耐候性
	寸法安定性
	温度依存性
	...

評価方法は、規格 JIS R3212「自動車用安全ガラス試

験方法」に基づいて行った。今回の特に大きな課題である耐傷付性については、図3の模式図に示すテーバー摩耗試験により行った。

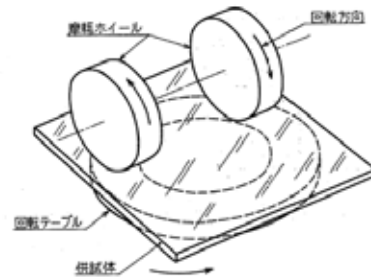


図3 テーバー摩耗試験模式図

耐傷付性の評価は、テーバー摩耗試験前後における曇り度の変化量（H）により行った。曇り度は、ヘーズメータにより、規格に従って試料に光を照射した時の透過光に対する散乱光の割合（%）から求めた。

3 実験結果

3.1 ハードコート膜の耐傷付性の評価

ポリカーボネート樹脂上にシリコン系ハードコートを施した試料における耐傷付性は、曇り度の変化 H が約5%であった。図4のように、H=5%、10%、15%、20%と増加するに従って、すりガラス状の傷により曇った外観となる。しかし、上記試料上にプラズマ CVD によるコーティングを行うと特性が向上し、H=0.5~1.5%を達成した。JIS 規格(H<2.0%)をクリアし、ほぼガラスに近い耐傷付性を得ることができた。その他、表1の特性も長期耐候性試験を残して規格をクリアした。この結果はA4サイズ平面形状の結果である。

試験前	B				
	$\Delta H=2\%$	$\Delta H=5\%$	$\Delta H=10\%$	$\Delta H=15\%$	$\Delta H=20\%$
試験後	B	B	B	B	B

図4 テーバー摩耗試験による耐傷付性試験例

3.2 バックドア OUTER 試作品の製作

最後に、自動車用窓ガラスへの適用を目標として、ポリカーボネート樹脂を使用した大面積三次元曲面形状部

品(約500mm×1200mm)の製作について報告する。

既存の車の構成部品であるスポイラー、ハイマウントストップランプとバックウィンドウを一体化した樹脂バックドアアウターの試作金型を製作し、射出プレス成形法を用いて成形した。

射出プレス成形法を用いて成形することで、表1の規格JISR3211の光学的、機械的特性を満足する成形品を取ることが出来た。

これら成形品について偏光フィルムを通して残留ひずみを確認した。図5から分かるように、ゲート付近に少し歪は残っているが全体にひずみの少ない成形品であった。バックドアとしての製品性能もすべてクリアした。プレスをしない一般射出成形でも成形を試みたが、成形金型内に樹脂が十分充填せずショートショットになり、完全形状の製品を成形することは出来ない上、ガラス面には多くの歪が残った。射出プレス工法でなければ歪レスの製品が成形できないことが確認できた。

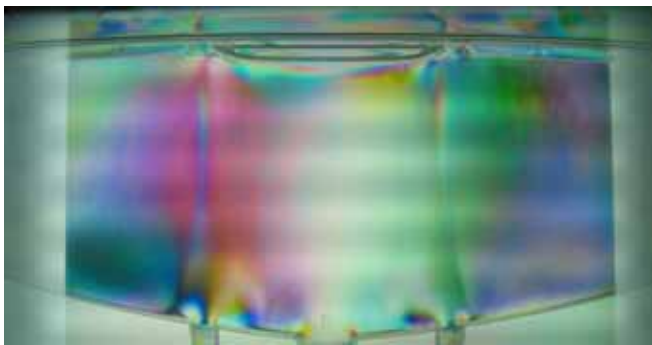


図5 偏光フィルムを通したバックドアアウター試作品

4 考察および結言

プラズマCVD法を用いることにより、A4サイズ(200mm×300mm)の小面積平面形状で、ほぼガラスに近い耐傷付性を有する製膜条件を見出した。

自動車の構成部品であるスポイラー、ハイマウントストップランプとバックウィンドウを一体化した樹脂バックドアアウターの試作品を、射出プレス成形法を用いて製作した。

今後の課題は、残留ひずみのないバックドアアウター試作品の成形条件を確立することと、バックドアアウター実成形品でハードコート技術を確立することである。製膜面積が10倍以上になり、三次元曲面を持つため、これまで以上にハードルが高いと思われる。

本技術の目標は、過酷な環境下で使用される自動車窓用ガラスの特性を満たすことにあり、自動車以外にも鉄道・航空機車両用、住宅用及び家電・情報通信などへ

の展開が見込まれる。

5 付記

本研究は、ダイキョーニシカワ(株)、(株)レニアス、(株)デック、マツダ(株)と共同で実施した。

この成果は、平成19年度経済産業省地域新生コンソーシアム研究開発事業(軽量で高剛性な高機能樹脂とこれを活用した商品展開技術の開発)の成果である。

文 献

- 1) 岡村雅晴, 居蔵毅, 阿波根紘志, 菅武春, 小島洋治, 縄稚典生, 第15回プラスチック成形加工学会秋季大会(成形加工シンポジウム07)予稿集