

3 プラズマ CVD 法を利用した車窓用透明樹脂の開発

小島洋治, 片岡紘子, 縄稚典生, 山本晃, 岡村雅晴*, 居蔵毅*, 阿波根紘志*, 菅武春*

Development of the transparent plastic window for vehicle using a plasma CVD process

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

The transparent plastic window for vehicle has been developed. The plastic window was formed one structure combined the car window with neighboring parts by injection press molding method. The improvement of abrasion-resistance was achieved by wet coating process and plasma CVD process coated on polycarbonate substrate. Vacuum chamber used for the CVD process was manufactured for the curved-surface plastic window to fit its shape. The abrasion resistance was evaluated by Taber abrasion test, and its result satisfied JIS Standard.

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 結 言

車窓などのガラスの樹脂への代替は、二酸化炭素発生量削減につながる車両の軽量化の実現と、一体成形による部品点数削減などからの生産性向上が期待できる。しかし、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おらず、車窓用途においても、さらなる性能向上が求められている。

前報では、小面積のテストピースレベルにおいて、プラズマCVD法(plasma-enhanced chemical vapor deposition) (図1)により、高い耐傷付性を有する樹脂ガラスの開発について報告した¹⁾。この中で、樹脂基板上にアンダーコートを紹介して表面層を形成することで、図2のようにJIS R3211「自動車用安全ガラス」中の耐摩耗性規格を満足し、無機ガラス相当の性能を有することを確認している。

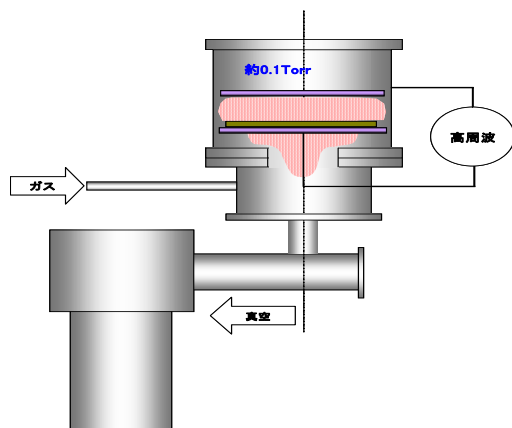


図1 プラズマCVD装置の概要

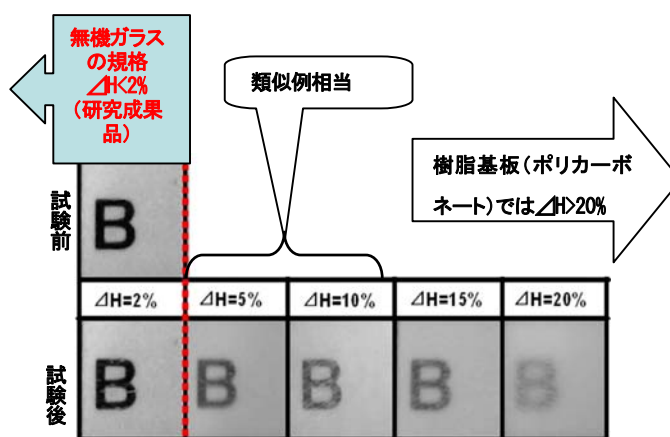


図2 耐摩耗性試験結果例

今回は、前報に引き続き、自動車用無機ガラスと同等の特性を目標としたコーティング技術の確立とともに実成品への適用について検討を行った。

2 検討試料の製作および実験方法

2.1 バックドアアウター試作品の製作

自動車用窓ガラスへの適用の具体例としては、既存の自動車における後面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、図3のような樹脂製バックドアアウターを目標製品として設定して検討を行った。

*:ダイキョーニシカワ株式会社



図3 目標製品例（バックドアアウター）

本製品は、ポリカーボネート樹脂により作製した大面積三次元曲面形状部品（約 500mm×1200mm）であり、図4に示す試作金型を使用した。製品の光学的歪みを十分に抑制するために、通常の射出成形法に代えて、樹脂射出後の金型によるプレス工程を含む、射出プレス成形法を用いて成形している²⁾。



図4 試作金型外観（一部）

後述のハードコート実験には、この成形部品にアンダーコート層（シリコン系ハードコート DMT200（帝人化成株））をコーティングした試作品を入手し、検討用に使用した。

また、初期検討には、射出プレス成形工法にて作製した約 100mm×100mm 角の平板状試験片を用いた。上記曲面形状部品内の数箇所平面状試験片と同等寸法の穴を開け、そこに平面状試験片をはめ込んで行うことで、試作部品の節約及び摩耗試験等の評価における再現性向上を図った。

2.2 プラズマ CVD によるハードコート製膜方法

樹脂製曲面形状部品（バックドアアウター）に対して、実形状に即した真空チャンバーを作成して、さらなる性能向上のためにプラズマ CVD 法による製膜を実施した。

製膜に用いた真空チャンバーの外観を図5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

チャンバー内の電極は、製品の3次元曲面に即した形状となっている。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。製膜条件は、小面積装置での実験結果をもとに初期条件を設定した。ケイ素または炭素原子を含んだ試薬ガスを製膜ガスとして使用し、高周波電源を用い、出力、装置内圧、補助ガス使用等の条件を変えて試験を行い、耐摩耗性評価を行いながら条件の最適化を行った。また、膜厚及び耐摩耗性の均一化についても合わせて検討した。



図5 試作したバックドアアウター用の真空チャンバー

2.3 特性評価方法

耐傷付性の評価は、JIS R3212「自動車用安全ガラス試験方法」中の耐摩耗性に準拠し、テーバー摩耗試験前後における曇り度の変化量（ ΔH ）により行った。曇り度は、ヘーズメータ（日本分光社製 NDH2000）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。

膜厚測定は、膜厚計（フィルメトリクス社製 F20）により行った。

3 実験結果

3.1 アンダーコート膜の膜厚と耐傷付性の評価

ポリカーボネート樹脂上にアンダーコート層として珪素系ハードコートを施した試料における膜厚の相対的分布を図6に示す。曲面形状部品全面に、比較的均一に製膜されていることがわかる。図中の四角内の数値は、各点における摩耗試験結果（ ΔH ）であり、膜厚とともに耐摩耗性も部品全面に亘って均一であることが確認できた。

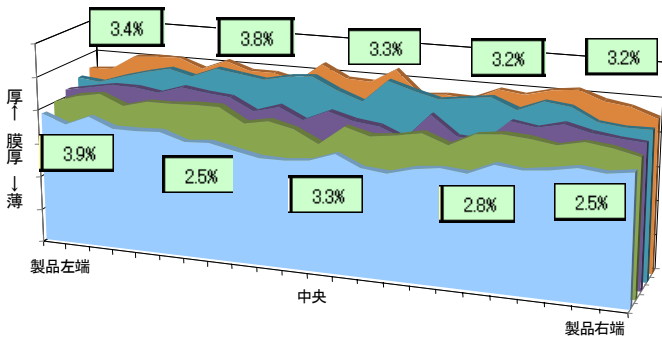


図6 試作品におけるアンダーコート層の膜厚分布

3.2 表面層の膜厚と耐傷付性の評価

次に、アンダーコート層の上にプラズマCVD法により表面層をコーティングした試作品における、表面層膜厚の相対分布を図7に示す。図中の四角内の数値は、各点における摩耗試験結果 (ΔH) である。

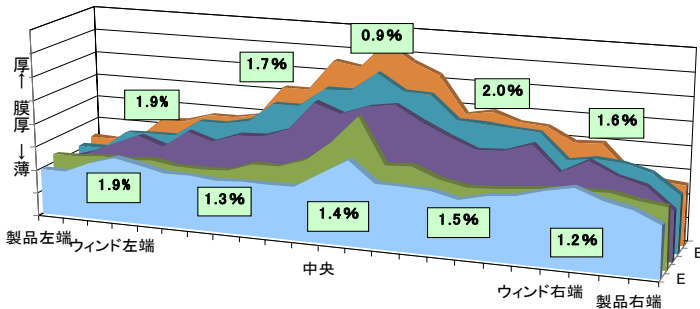


図7 試作品における表面層の膜厚分布

図7において、中央奥の位置には真空ポンプの吸引口が存在する。この影響で吸引口付近の膜厚が大きくなる傾向を示し、試作品全面にわたる均一製膜が課題として残った。

いくつかの検討を通じて、膜厚分布には、各種製膜条件、真空排気の位置、製膜ガスの位置及びガスの流れ、真空チャンバーの構造などが影響することは分かったものの、膜厚分布の均一化には、さらなる検討が必要である。

なお、膜厚分布に不均一性はあるものの、今回の測定範囲において、目標とする値 ($\Delta H \leq 2\%$) は、全ての測定点でクリアできた。

4 考察および結言

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に対して、製品形状に即した真空チャンバーを製作することにより、プラズマCVD法を利用して耐傷付性を向上させた透明樹脂の作製を行った。

条件検討の結果、全面に亘って目標とする耐摩耗性を有する製膜条件が確認できた。しかし、製膜した表面層における膜厚分布の不均一性と、耐摩耗性の向上が課題として残り、さらなる品質向上を図る必要がある。

また、実用化に向けては、均一製膜、耐傷付性向上に加えて、製膜コスト低減による生産性向上が求められており、課題克服のためには、製膜条件の検討とともに、真空装置の構成、設計を含めた検討も合わせて進めることが必要と思われる。

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)の成果と、ダイキョーニシカワ(株)、ベバストジャパン(株)と共同で実施した平成20年度経済産業省地域イノベーション創出研究開発事業(高機能樹脂を活用した軽量化技術の開発と事業化展開)の成果の一部である。

文 献

- 1) 小島他：広島県西部工技研究報告51, 2008, 38
- 2) 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