

プラズマ処理による親水性の持続に保存条件が及ぼす影響

谷口勝得, 青山 進

Effects of storage conditions on duration of the hydrophilicity of hard-coated polycarbonate surface after plasma treatment

TANIGUCHI Katsunori and AOYAMA Susumu

ポリカーボネート板にシリコン系ハードコートを成膜した試料に、アルゴン、酸素、窒素を使用したプラズマ処理を施して表面に親水性を付加し、プラズマ処理後の保存状態が親水性の持続に及ぼす影響を調査した。

親水性の低下速度は、温度による影響が大きく、低温では遅くなるが、高温では速くなることが分かった。

キーワード：ハードコート、プラズマ、親水性

1. 緒言

ポリカーボネートは、ガラスと比較して軽いため、自動車部品として窓ガラスを代替することで燃費の向上が期待できる。しかし、そのままでは耐候性、耐摩耗性が十分ではない。そのため、表面に耐候性、耐摩耗性を有するハードコート膜を付加する研究が報告されている¹⁾。

さらに、このハードコート膜に親水性や撥水性などの機能を付与した特許も出願されている²⁾。

前回の報告³⁾では、プラズマ処理により、ハードコート表面に親水性を付加できることと、付加された親水性は日数の経過、プラズマ処理後の熱処理によって弱くなることを確認した。親水性が弱くなる原因は、プラズマ処理によって表面に導入された親水基が内部へもぐり込むことによって起こるとされている⁴⁾。

そこで、本研究では、プラズマ処理後の保存状態が親水性の持続に及ぼす影響について調査した。

2. 実験方法

2.1 ハードコート成膜

図1にハードコート膜の構成を示す。ポリカーボネート表面のハードコート膜は、トップコートとの密着性を持たせるアクリル系プライマーコート、耐摩耗性を持たせるためのシリコン系トップコートから成る。

ハードコートの成膜は図2に示す方法と表1に示す条件により、次の手順で行った。

- ① プライマーコート液にポリカーボネート板を浸し、一定速度で引き上げ、デシケーター中で常温乾燥した。
- ② 常温乾燥後、乾燥機中で熱硬化処理を行った後、デ

シケーター中で放冷した。

- ③ 放冷後、トップコート液にプライマーコートしたポリカーボネート板を浸し、プライマー成膜と同様の操作を行った。



図1 ハードコート膜の構成

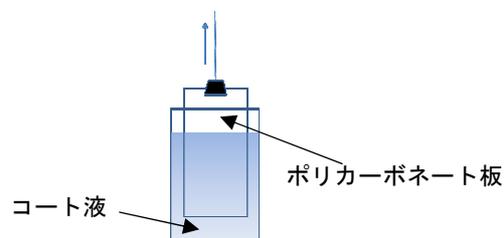


図2 成膜方法の概略図

表1 成膜条件

		プライマー	トップ
コート液の種類		アクリル系	シリコン系
引き上げ速度 (mm/秒)		10	30
常温乾燥	時間 (分)	30	30
	温度 (°C)	130	130
熱硬化処理	時間 (分)	60	75
	時間 (分)	30	30

2.2 プラズマ処理

ハードコートを成膜したポリカーボネート板を表2の

条件で、プラズマ処理を行った。

プラズマ処理にはサムコ株式会社製グラフト重合装置 ModelPT-501 を用いた。

表2 プラズマ処理条件

ガス種類	ガス圧力 (Torr)	電源出力 (W)	処理時間 (分)
窒素	0.5	100	2
アルゴン	0.5	100	2
酸素	0.5	100	2

2.3 保存条件

プラズマ処理を行った後、試料を、それぞれ表3の条件で保存した。

表3 保存条件

保存場所	温度	図3～5における凡例
冷凍庫	-22℃	低温
乾燥機	50℃	高温
室内	室温 (約 10～20℃)	室温
真空デシケーター		真空
蒸留水入りガラス瓶		水中

2.4 接触角の測定

各試料の親水性を評価するため、蒸留水の接触角を DataPhysics Instruments GmbH 製OCA-15Proにより測定した。同一試料で3点測定し、その平均値を求めた。

3. 実験結果と考察

図3～5に窒素プラズマ処理した試料、アルゴンプラズマ処理した試料、酸素プラズマ処理した試料について、それぞれの保存条件での日数経過に伴う接触角の変化を示す。

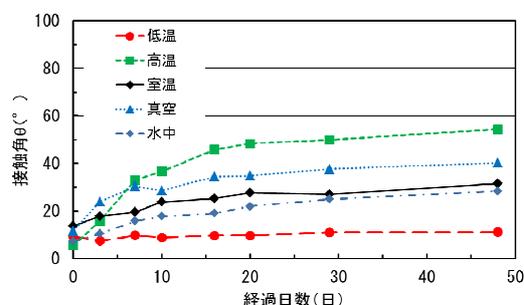


図3 窒素プラズマ処理後の経過日数と接触角

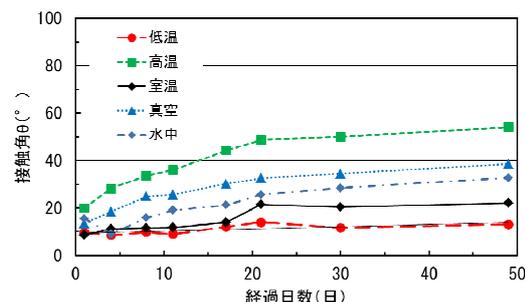


図4 アルゴンプラズマ処理後の経過日数と接触角

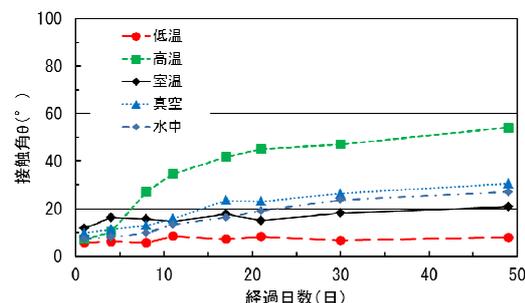


図5 酸素プラズマ処理後の経過日数と接触角

いずれのガスのプラズマ処理も処理直後は、接触角が小さく、強い親水性を示したが、日数が経過すると保存条件によって接触角に違いがみられた。

低温保存では、いずれのガスのプラズマ処理も50日経過後の接触角の変化が5°未満であり、50日経過後の接触角は8～13°で、5種類の保存条件のうちで接触角の変化が最も小さかった。

高温保存では、プラズマ処理後から50日経過後の接触角の変化が34～50°となっており、50日経過後の接触角は54°で、5種類の保存条件のうちで接触角の変化が最も大きかった。

室温保存では、プラズマ処理後から50日経過後の接触角の変化が9～18°となっており、50日経過後の接触角は21～32°であった。

これらの結果から、いずれのガスのプラズマ処理も、親水性の低下速度は、保存温度によって影響され、高温で速くなることが分かった。

保存温度を高くすると、緒言で述べた表面の親水基の内部への移動が速くなるため、親水性の低下速度が速くなり、逆に保存温度を低くすると親水基の内部への移動が遅くなるため、親水性の低下速度が遅くなったと考えられる。

真空保存では、プラズマ処理後から50日経過後の接触角の変化が21～27°となっており、50日経過後の接触角

は 26～38° であった。

水中保存では、プラズマ処理後から 50 日経過後の接触角の変化が 17～21° となっており、50 日経過後の接触角は 27～33° であった。

真空保存では空気中と比べて親水性の低下速度が速くなる傾向が見られたが、高温保存より接触角の変化は小さかった。

水中保存は空気中と比べてはっきりした変化の傾向は見られなかった。

4. 結 言

窒素，アルゴン，酸素を使用したプラズマ処理によってハードコート表面に付与された親水性は，保存条件によって日数の経過に伴う親水性の変化に違いがみられた。

親水性の低下速度は，温度による影響が大きく，低温では遅くなるが，高温では速くなることが分かった。

真空中では，空気中と比較して親水性の低下速度は速くなるが，気圧による影響は温度による影響と比較すると小さいことが分かった。

文 献

- 1) 天野宏彦企画編集：自動車窓ガラスの樹脂化「樹脂グレージング」，技術情報協会，2010，p. 121-137
- 2) 帝人株式会社：特開 2013-169709 (2013)
- 3) 谷口勝得，青山 進：広島県立総合技術研究所東部工業技術センター研究報告 (2015)，東部工業技術センターweb サイト：
<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/29/h27kenkyuhokoku.html>
- 4) 日本学術振興会プラズマ材料科学第 153 委員会編：プラズマ材料科学ハンドブック，株式会社オーム社，1992，p. 648