

樹脂製エクストラウインドの開発

Development of Plastic Extra Window

平 山 貴 邦*
Takakuni HIRAYAMA
山 口 貴 志**
Takashi YAMAGUCHI

山 中 紀 幸*
Noriyuki YAMANAKA
堀 野 正 俊**
Masatoshi HORINO

佐 瀬 博 幸*
Hiroyuki SASE
Stuart COCK**

要 旨

大型で3次元の複雑な形状を有する樹脂製エクストラウインドを開発し、新型ヨーロッパCIVICに採用した。透明樹脂と黒色樹脂のダブルインジェクションプロセスによりエクストラウインド本体を成形し、ウレタン接着剤によりテールゲートパネルに固定した。耐スクラッチ性が要求される外側全面と透明パネル内側面にはハードコートコーティングした。ハードコートには高い耐スクラッチ性を有するポリシロキサン系ハードコートの中から、優れた耐候密着性を有するものを選定した。さらに、自動化したフローコートプロセスにより適正範囲にハードコート膜厚をコントロールし、優れた耐久性能を確保した。この部品の採用によりドライバ後方の視界が補助されると同時に、新しい外観意匠を実現した。

ABSTRACT

A large, extra window made of plastic with a complex 3-dimensional shape has been developed for use on the 2006 European CIVIC. The extra window was produced by a double-injection process using transparent and black resins and fixed to the tailgate panel with urethane adhesive. To ensure scratch resistance, the full outer and transparent inner surfaces of the extra window have a hard coating. The hard coating with the best weathering resistance was chosen from among polysiloxane hard coatings with good scratch resistance. Using an automated flow coat process to apply the hard coat mean the hard coat film thickness could be controlled within the appropriate range, ensuring superior durability of the coating. The new window provides the driver with an enhanced rear view and gives the car a whole new look.

1. まえがき

従来、自動車のウインドには無機ガラスが用いられてきた。無機ガラスは他の外装部品に用いられる鋼板、アルミ板、樹脂などに比べて形状加工の自由度が低く、そのためウインドのデザインは他の外装部品よりも制限されてきた。

しかし、近年、より複雑なウインドデザインの実現のため、無機ガラス代替樹脂材料の研究、開発が盛んにおこなわれており⁽¹⁾、クォータウインドやテールゲートの一部ウインドなどへの適用も始まってきている^{(2), (3)}。

新型ヨーロッパCIVICのテールゲートは高い位置にテールゲートスポイラが設けられた特徴的なデザインを有し、テールゲートスポイラとウインドとが一体となった「エクストラウインド」を採用した。新型ヨーロッパCIVICのエクストラウインドをFig. 1に示す。本部品はFig. 1に示すように大型で3次元の複雑な形状を有する。

また、エクストラウインドに一体に組み込まれた透明パネルはドライバ後方の視界を補助する役割を持つ。

ここでは、新型ヨーロッパCIVICに採用した樹脂製エクストラウインドについての技術内容を紹介する。



Fig. 1 Rear view of the new European CIVIC

* 栃木研究所

** Honda R&D Europe (UK)

2. エクストラウインドの基本構造

エクストラウインドの部品形状を Fig. 2 に示す。エクストラウインドの透明パネルは深く曲がった形状を有し、透明パネルとスポイラとの間には分割ラインが存在しない。

また、エクストラウインドの内側構造を Fig. 3 に示す。テールゲートパネルへのエクストラウインド取り付けには、シール機能を確保するためウレタン接着剤による全周接着を用いた。よって、エクストラウインドの内側にはハイマウントストップランプを取り付ける構造と共に、接着剤が硬化するまでの仮保持を目的としたクリップを取り付ける構造を設ける必要がある。

このようなデザイン及び内側構造をできる限り最小限の部品点数で実現するために、透明樹脂と黒色樹脂のダブルインジェクションプロセスによりエクストラウインド本体を一体成形した。具体的には、透明樹脂でエクストラウインド全体を射出成形した後、内側の必要箇所に黒色樹脂を射出成形した。なお、内側の黒色樹脂は透明パネル外周に黒色セラミック調の外観を付与すると同時に、エクストラウインド全体の剛性向上にも寄与している。

一般的に、無機ガラス代替樹脂材料単体の耐スクラッチ性は無機ガラスに比べて著しく低い。そこで、外装部品として耐スクラッチ性が要求される外側全面と透明パネル内側面にはハードコートをコーティングした。

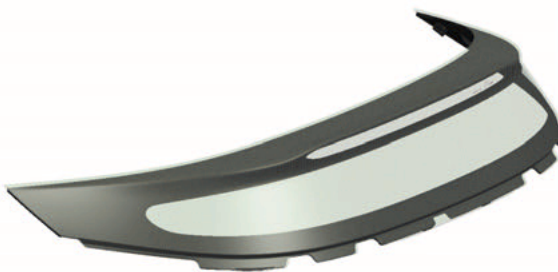


Fig. 2 Shape of extra window

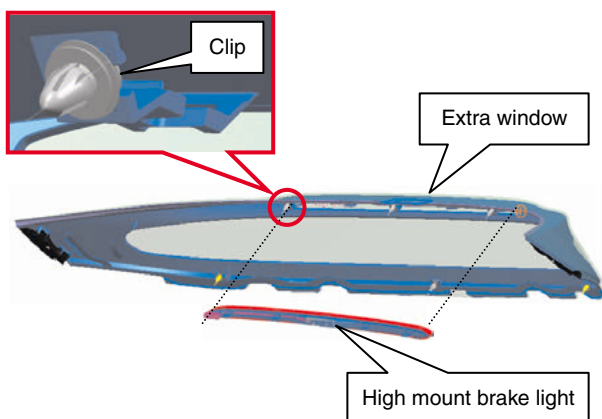


Fig. 3 Inside structure of extra window

3. 樹脂材料の選定

透明樹脂には優れた透明性と熱的安定性を有するポリカーボネートを用いた。透明樹脂はリアウインドと色を合わせるためグリーンに着色した。

一方、黒色樹脂はダブルインジェクションプロセス後の透明樹脂との層間剥離を防ぐ目的から、透明樹脂材料と同系の材料を選定する必要がある。また、ウレタン接着剤との接着性を確保するために、黒色樹脂の接着面には溶剤系の樹脂用プライマを塗布する必要がある。そのため、黒色樹脂にはポリカーボネートに比べ耐薬品性に優れたポリカーボネートアロイを用いた。

黒色樹脂とウレタン接着剤との接着性を確認するために、せん断接着性試験を実施した。その結果、接着面全面に渡ってウレタン接着剤の凝集破壊となり、十分な接着性を有することを確認した。また、黒色樹脂表面の溶解による樹脂用プライマーの塗りムラが生じないことも確認した。

4. ハードコート材料の選定

エクストラウインドの透明パネルは後方視界を補助する役割を持つため、自動車安全ガラス材料に関するヨーロッパ法規(ECE 43)の耐磨耗性テストを満足することが要求された。これを満足するためには、従来ハードコートが多く用いられてきたヘッドライトレンズよりも高い耐スクラッチ性が必要となる。そこで、エクストラウインドのハードコートにはヘッドライトレンズ等で多く用いられているアクリルウレタン系ハードコートではなく、ポリシロキサン系ハードコートを選択した。

また、エクストラウインドは比較的大きな水平意匠面を有しているため、実使用環境下で照射される紫外線の量はヘッドライトレンズに比べて多い。よって、エクストラウインドのハードコートには、より高い耐候密着性も要求された。5種類のポリシロキサン系ハードコートについてサンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験機(Sunshine Weather O Meter : SWOM)と紫外線蛍光灯式耐候性試験機(QUV Weathering Tester : QUV)を用いて促進耐候性試験をおこない、ハードコート表面にクラックが発生し始める耐久時間を比較した。SWOMによる促進耐候性試験条件と試験結果を Table 1 と Fig. 4 に、QUV による促進耐候性試験条件と試験結果を Table 2 と Fig. 5 にそれぞれ示す。ハードコート 5 は従来一般的なヘッドライトレンズなどで適用実績のあるポリシロキサン系ハードコート(ハードコート 1-4)に比べ、SWOM で 4.5 倍以上、QUV で 5 倍以上の耐候密着性を有する。よって、エクストラウインドにはハードコート 5 を用いた。

ハードコート 5 はトップ層と下地層の 2 層で構成され、各層毎に熱硬化処理をおこなう 2 コート 2 ベーク仕様であ

Table 1 SWOM accelerating weathering test conditions

Item	Test condition
Test subject condition	Substrate: Flat piece of black polycarbonate
	Coating thickness: Proposal thickness of hard coat supplier
	Coating condition: Proposal condition of hard coat supplier
SWOM condition	Basic condition: In compliance with JIS D 0205
	Back panel temp.: 63±3°C
	Rain shower time: 12 min. during 60 min.

Table 2 QUV accelerating weathering test conditions

Item	Test condition
Test subject condition	Substrate: Flat piece of black polycarbonate
	Coating thickness: Proposal thickness of hard coat supplier
	Coating condition: Proposal condition of hard coat supplier
QUV condition	Basic condition: In compliance with JIS D 0205
	Light exposure temp.: 63±3°C
	Condensation temp.: 50±2°C
	Operating condition: Repetition of light exposure for 4 hours - condensation for 4 hours

る。ハードコート5はつぎに挙げる特徴(1)、(2)を有し、この特徴によりエクストラウインドに要求される耐スクラッチ性と耐候密着性の両立を可能としている。

(1) 下地層に紫外線吸収剤を添加することにより、トップ層の表面硬度を低下させることなく多くの紫外線吸収剤を添加することができる。

(2) 下地層単独で熱硬化処理をおこなうことにより、下地層の膜厚がコントロールしやすく安定したハードコート密着性を得ることができる。

なお、ハードコート5は北米でしか生産されておらず、保管期限が短いため北米からのヨーロッパ供給は困難である。そこで、エクストラウインドの開発に合わせてハードコート5のヨーロッパ現地調達をおこない、安定供給可能な体制を確立した。

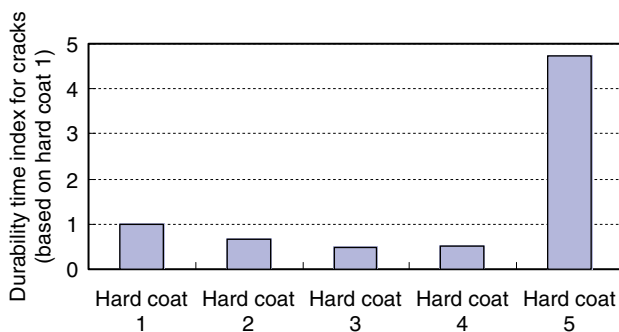


Fig. 4 SWOM accelerating weathering test results

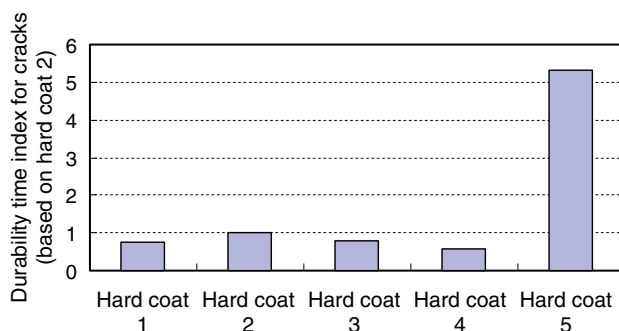


Fig. 5 QUV accelerating weathering test results

5. ハードコート膜厚のコントロール

実使用環境下でのスクラッチ及び環境劣化を防ぐためには、ハードコート材料の選定と同時に、ハードコート膜厚のコントロールが重要となる。エクストラウインドのハードコートコーティング方法には、複雑な形状物に対しても比較的均一なコーティングが可能なフローコートプロセスを用いた。なお、フローコートプロセスとはノズルからコーティング液を流出させて被塗物に流しかけ、コーティング膜を作る方法である。

さらに、フローコートプロセス中のコーティング液パラメータ、コーティング液塗布条件、及びエクストラウインド固定姿勢を最適化することにより適正範囲にハードコート膜厚をコントロールした。また、フローコートプロセスを自動化することにより、ハードコート膜厚を安定化させた。

このようにしてコーティングされたエクストラウインドは実使用環境下で想定される外的要因及び環境条件に対し、スクラッチやハードコートのクラック、透明パネルの黄変などの不具合が生じないことを、耐久試験により確認した。

6. 寸法精度、外観品質のコントロール

エクストラウインドの製造フローを Fig. 6 に示す。

ハードコートの熱硬化処理においてエクストラウインドは長時間、高温にさらされる。そのため、ハードコートコーティング後に正しい部品寸法を得るためには、熱硬化処理中の部品残留応力による変形と自重による変形をコントロールする必要がある。そこで、ダブルインジェクションプロセスにおける射出成形パラメータを最適化することにより、成形後の部品残留応力を低くコントロールした。さらに、エクストラウインドを固定する治具の形状を最適化することにより、自重による変形をコントロールした。

また、エクストラウインドは外装部品であることから高い外観品質が要求される。そこで、ハードコートのコーティング工程はすべてクリーンルームの中でおこなった。

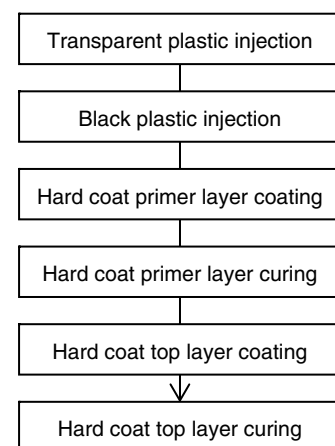


Fig. 6 Manufacturing flow for extra window

7. まとめ

ポリシロキサン系ハードコートでコーティングしたポリカーボネートを用い、テールゲートスポイラとウインドとが一体となった樹脂製エクストラウインドを開発し、新型ヨーロッパ CIVIC に採用した。

- (1)透明樹脂と黒色樹脂のダブルインジェクションプロセスで成形することにより、特徴的なデザインと内側構造を実現した。透明樹脂にはポリカーボネートを、黒色樹脂にはポリカーボネートアロイを用いることにより、優れた樹脂層間の密着性とウレタン接着剤との接着性を確保した。
- (2)耐スクラッチ性が要求される外側全面と透明パネル内側面にハードコートでコーティングした。ハードコートには高い耐スクラッチ性を有するポリシロキサン系ハードコートの中から、優れた耐候密着性を有するものを選定した。
- (3)自動化したフローコートプロセスによりハードコートをコーティングすることで、適正範囲にハードコート膜厚をコントロールした。これにより、実使用環境下において不具合の無い優れた耐久性能を確保した。
- (4)正しい寸法を確保するため、射出成形パラメータの最適化と治具形状の最適化により、ハードコートの熱硬化処理中の変形をコントロールした。また、ハードコートのコーティング工程をすべてクリーンルームの中でおこなうことで、高い外観品質を確保した。

この部品の採用により、ドライバ後方の視界が補助されると同時に、新しい外観意匠を実現した。

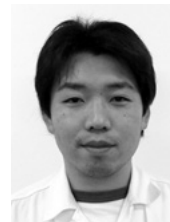
参考文献

- (1) Yoon, Y. S., et al.: A study of PC (PolyCarbonate) glasses automobile window, JSAE Annual Congress Proceedings, No. 43-05, p.13-16(2005)
- (2) Ullmann, F., et al.: Mercedes-Benz C-class sports coupe: SMC license plate surround with integrated polycarbonate panel, Plastics in Automotive Engineering (2001)
- (3) Aengenheyster, G.: freeglass Automotive Plastic Glazing- Von der Entwicklungsidee bis zur Serienanwendung, VDI-Tagungsband Spritzgiessen, VDI-Verlag, Dusseldorf, ISBN 3-18-234265-7, p.27-34(2005)

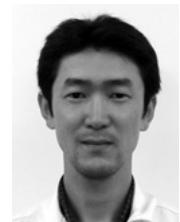
■著 者■



平山 貴邦



山中 紀幸



佐瀬 博幸



山口 貴志



堀野 正俊



Stuart COCK