

特集：新型プレマシー

5

新型プレマシーの樹脂リフトゲートモジュール Plastic Liftgate-module of New Premacy

松本浩一*¹ 栃岡孝宏*² 杉本健一郎*³
Koichi Matsumoto Takahiro Tochioka Kenichiro Sugimoto
平野竜治*⁴ 山口浩一郎*⁵ 竹下健二*⁶
Ryuji Hirano Koichiro Yamaguchi Kenji Takeshita

要約

マツダでは軽量化，コストダウンおよび生産効率化等を目的として，「機能統合型モジュール」の開発に重点を置いてきた。このような中，更に機能統合を進化させた新世代モジュールとして，パネル全体を樹脂に置換した上で内装部品，外装部品および機能部品をインテグレートしたリフトゲートモジュールの開発を進めてきた。材料開発や試作評価を経て，業界に先がけてインナパネルを樹脂射出成形法としたリフトゲートモジュールの技術確立を行った。これらにより，従来の鉄板製リフトゲートに比べ，16%（3.2kg）の軽量化，スタイリッシュなデザイン，リペアビリティ向上などを実現し，新型プレマシーにおいて商品化に成功した。本稿ではこのリフトゲートモジュールの商品化を実現した技術を紹介する。

Summary

Mazda has been putting emphasis on the “functional integrated modules” to reduce weight and trim cost. In this activity, we've grappled with the next generation functional integration module with an attempt to build an entire plastic Liftgate-panel integrating ambient inner and outer components and functional parts. Going through the material development and the prototype evaluation, we established the industry-first Liftgate-module technology which produces inner panel by way of injection molding. Compared to the conventional steel-made Liftgate-panels, the technology cut weight by 16%(3.2kg). Besides, not only was the repairability improved, it widened the design flexibility. The technology was successfully commercialized at new Premacy. This paper introduces the technologies that enabled the commercialization of Liftgate-module.

1. はじめに

マツダでは軽量化，コストダウン，生産効率化および受注生産への対応を目的として，モジュール化に注力してきた。この中でも，モジュール化の効果が大きい「機能統合型モジュール」に重点を置くことを第一の戦略としている。2002年に発表したアテンザにおいては，フロントエンド，ドア，コックピット，センターパネル，フューエルタンク の5部品において，モジュールを採用した。また，フロントエンド，ドアモジュールにおいては，射出成形法でありながら加熱圧縮成形品レベルの強度を確保したガラス長織

維強化ポリプロピレン（以下GF-PP）を開発し，形状自由度拡大によるインテグレート部品の拡大および剛性，強度の確保を可能とした。

ドアモジュール以降，機能統合を更に進化させた新世代モジュールとして，リフトゲートモジュールの開発に取り組み，基本構造の決定，樹脂材料・接着剤の開発，先行試作品の製作・性能評価を行った。そして，自動車業界でも先がけてインナパネルの成形を形状自由度の高い射出成形法で行うリフトゲートモジュールの技術確立させ，新型プレマシーにおける商品化を目指した。

*1, 5, 6 ボデー開発部
Body Development Dept.

*3, 4 車両技術部
Painting, Trim & Final Assembly Engineering Dept.

*2 技術研究所
Technical Research Center

2. 基本構造と材料開発

2.1 基本構造の決定

新型プレマシーに採用したリフトゲートモジュールはインナパネルの一部をモジュール化したドアモジュールのコンセプトを進化させ、アウト、インナパネル全体を樹脂に置換した。加えて、構造最適化により、大幅な軽量化とそれに伴う開閉操作フィーリングの向上、インテグレート部品の拡大、スタイリッシュなデザインの実現および軽衝突時のリペアビリティ向上を可能とした。上記メリットを最大限得るため、各樹脂パネルの成形は形状自由度の高い射出成形法とし、ウレタン系接着剤により接合した (Fig.1)。

生産効率化を図るため、各パネルとバックウインドガラスの接着、機能部品の組付けをすべてサプライヤ内にて行い、リフトゲートアセンブリとして、各機能を保証した上で車両組み立てラインへ搬入するシステムとした。

インナパネルの樹脂化により、リフトゲートトリム、リセスを一体成形とすることが可能となったため、従来構造におけるトリムの継ぎ目の折合い育成の問題を解消することができた。機能部品の統合については、アウトハンドルベースおよび盗難防止カバーの一体成形、リブ固定によるハーネス固定クリップの廃止等が可能となった。



Fig.1 Basic Structure of Liftgate Module



Fig.2 Integrated Interior and Exterior Parts

また、外装部品では、リヤルーフスポイラおよびリフトゲートガーニッシュをアウトパネル一体成形とした (Fig.2)。

2.2 樹脂材料の開発

樹脂への材質置換においては、既存の樹脂材料を転用するのではなく、リフトゲートに求められる性能を考慮し、材料を新たに開発した。

(1) アウトパネル材料

リフトゲートでは耐衝撃性を確保しながら、外郭精度向上、耐熱性能向上が必要となる。そこで、耐衝撃性に優れたアクリロニトリルブタジエンスチレン (以下ABS) に耐熱性能向上に有効なフィラーを高含有率に配合できる技術を開発した。更に、成形時の流動性を考慮した上で、耐熱強度・剛性・耐衝撃性に有利なポリカーボネート (以下PC) との最適配合を見出した。

これにより、他車アウトパネルに採用されているナイロン/PPE (ポリフェニレンエーテル) に比べ、熱線膨張係数が約1/2、耐衝撃性は常温下から -30℃ においても約6倍の向上を果たした (Fig.3)。

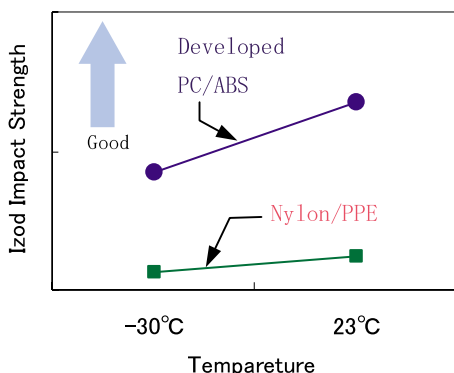


Fig.3 Comparison Between Nylon/PPE and Developed Outer Material of Impact Strength

(2) インナパネル材料

フロントエンドモジュールおよびドアモジュールキャリアで実績のあるGF-PPをベースに新たな材料配合とし、性能を向上させた。

衝突時の衝撃吸収と破片の飛散を抑えるため、特殊エラストマーを配合するとともに、ゴム成分配合率の最適化を行い、耐衝撃性を約3倍に向上させながら、従来のGF-PPと同等の剛性を確保した (Fig.4)。また、剛性に対し重要な要素であるガラス繊維含有率の最適化を行った。

インナパネルは内装トリムを兼ねているため、前述の材料配合に加え、シボ形状、深さ、金型のプラスト処理条件を最適化することにより、無塗装で高品質なインナ内装外観を実現した。

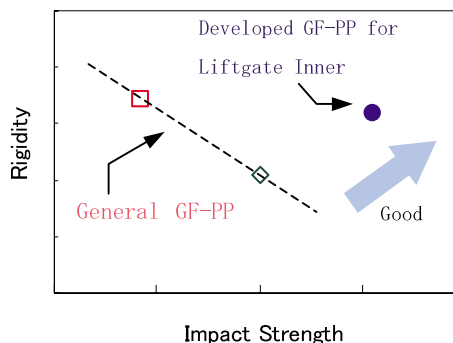


Fig.4 Comparison Between General and Developed GF-PP Characteristics of Impact Strength - Rigidity

3. 新型プレマシーにおける商品化開発

3.1 軽量化

新型プレマシーでは前述の材料置換、インテグレートおよび構造最適化を行い、鉄板製リフトゲートに対し、約16% (3.2kg) (材料置換、インテグレート、構造最適化による純粋な重量軽減効果) の軽量化を達成した。また、その結果として、燃費の改善、リフトゲートの開閉操作フィーリング向上にも寄与している。

3.2 スタイリッシュなデザインの実現

新型プレマシーにおいては、アウトパネルの樹脂化により、リフトゲートガーニッシュ、リヤルーフスポイラを一体成形とした。特に、リヤスポイラにおいては、通常のアドオンタイプとは異なり、パーティングのないスムーズな形状としており、Cd値の改善にも貢献している。

また、ヘッド周り、ライセンスプレート周りの成形Rのミニマム化を行い、スタイリッシュなデザインを実現した。

3.3 剛性確保

(1) インナパネル形状

インナパネルは他車ですでに採用されているプレス成形法のガラスマット強化PPに比べ形状自由度の高い射出成形法のGF-PPを採用した。インナパネルに必要な剛性を確保するため、材料面の改良に加え、剛性解析結果より応力が集中する部位については、形状自由度を活かし補強リブ追加や最適肉厚設定を行った。解析の結果、ヒンジ取り付け部から外側にかけて応力集中が見られたため、基本板厚アップおよび補強リブの追加にて対応した (Fig.5)。

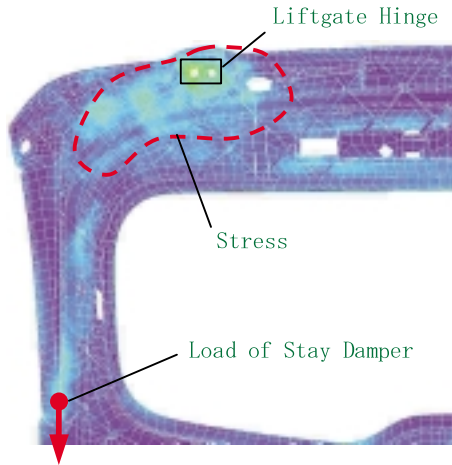
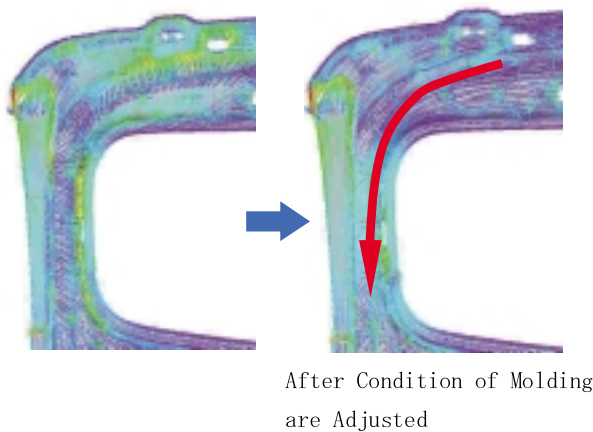


Fig.5 Result of Liftgate Rigidity Analysis

(2) ガラス繊維配向

GF-PPは成形後のガラス繊維配向が縦向きであるとより剛性が高くなることがわかっており、特に剛性が必要な部位については、意図的に配向をコントロールする必要がある。そこで、流動解析を用いてガラス繊維配向をシミュレーションし、剛性が必要なヒンジ取り付け部周辺において理想的な配向となるよう、射出ゲート位置・点数、射出タイミングおよび型温度などの成形条件を設定した (Fig.6)。



After Condition of Molding are Adjusted

Fig.6 Result of Liftgate Inner Panel Flow Analysis

(3) 成形工程管理

インナパネルは、成形における量産バラツキを考慮した上で剛性を保証する必要がある。テスト段階で成形各工程におけるバラツキ上限、下限品を試作し、かつ網羅的にテストを実施することで、量産バラツキ範囲内で十分な剛性が確保できていることを確認し、各工程の管理値を決定した。

3.4 外郭精度の確保

一般的に樹脂は鉄板と比較し、温度の影響や成形条件に

よる外郭精度確保が難しい。しかし、商品化する上では従来車並みの外郭精度を確保する必要がある。

(1) パネル単品精度の確保

アウトパネルには前述の成形寸法安定性を向上させた熱線膨張係数の低いPC-ABSを採用した。

インナパネルにおいては、ガラス繊維配向によるそりが課題となる。剛性を確保しつつ、そり変形を抑える成形条件を導き出し、成形条件が精度に与える影響を明確化し、成形工程の管理値を決定した。

(2) アッセンブリ精度の確保

アウト、インナパネルは接着する構造を採用しているが、接着後の外郭精度確保のため、接着時にアッセンブリ精度を育成・調整する構造・治具を開発した。また、バックウインドガラスについては、従来のピン位置決めによる搭載の代わりに、治具による外郭基準での搭載方法を採用した。

以上の技術開発を行い、従来の鉄板製並みの外郭精度とすることができた。

3.5 衝突安全性の確保

アウト、インナパネルを樹脂化しているため、追突された場合、場合によっては上下で分断される懸念がある。乗員保護の観点より、新型プレマシーのリフトゲートでは前述の材料面での耐衝撃性改善に加え、リフトゲートが破壊され、万が一上下で分断された場合も開放しないよう、上下部をワイヤストラップで結合する構造的な配慮を行った。

3.6 軽衝突時のリペアビリティ向上

軽衝突とは時速15km/h程度の軽微な衝突のことを指し、このときに発生する車両へのダメージに対するリペアビリティの向上（補修費用額の低減）が求められている。

アウトパネルには前述の耐衝撃性に優れたPC-ABSを採用しており、ユニットテストにおいて、衝突物が約30mm侵入した場合でも復元する性能を確保した。鉄板製において、この侵入量は通常リフトゲート全体の交換が必要となるレベルである。新型プレマシーでは、日常使用におけるパネルのへこみ難さを大幅に向上させている。

3.7 温度変化に対する信頼性確保

今回開発したリフトゲートモジュールは、鉄板製に比べ熱の影響を受けやすい樹脂を材料としているため、特に耐熱、耐寒時の信頼性を確保・検証する必要がある。

アウトパネル材料は前述の材料配合最適化による、熱変形温度の向上および熱線膨張係数の低減を行い、インナパネルは樹脂材料の粘度、背圧等の成形条件調整により、製品内のガラス繊維折損を抑制し、耐熱性を向上させた。構造においては熱伸びに対して効果的な位置への補強鉄板の配置、熱収縮を考慮したラッチ噛合い隙および外観見切り隙の設定を行った。

耐熱・耐寒性の検証は、テスト条件を世界で有数の酷暑地域、寒冷地域を想定したものとし、かつ、市場における

あらゆる使用状況を考慮する設定とした。耐熱性は酷暑地域における最高温度下での放置テストおよび熱間中の変形、開閉耐久評価を実施した。寒冷下地域においては材料の耐衝撃性低下の検証として、最低温度下における内外板面ハンマリングテスト、また、閉め時にラゲッジスペースの荷物が干渉する状態を再現した誤動作試験を実施した。

結果として、上記耐熱・耐寒の条件を含めた各試験において従来の鉄板製同等もしくはそれ以上の信頼性を有することが確認できた。

4. まとめ

今回、リフトゲートに求められる商品性、信頼性を確保した上で、スタイリッシュなデザイン、軽量化およびリペアビリティ向上等のメリットを実現し、新型プレマシーにおいて商品化した。

今後の車種への展開にあたっては今回得られた技術のフィードバックを開発初期段階から行い、ノウハウを最大限に活かし、デザインメリットの拡大、インテグレート進化、更なるコストダウン、軽量化を図っていきたい。

5. おわりに

今回のリフトゲートモジュールの商品化においては、性能開発領域のみならず、部品供給、車体搭載方法、検査手法、物流形態など多岐にわたる新規検証も必要となった。商品化を実現するにあたり協力いただいた関連部門の方々に深く感謝いたします。

最後にこの開発にあたり、多大なご協力をいただいた、ジー・ピー・ダイキョー(株)殿、ダイキョーニシカワ(株)殿、(株)石崎本店殿、アスモ(株)殿、スタンレー電気(株)殿、(株)ユーシン殿、(株)アンセイ殿、原田工業(株)殿に、この誌面をお借りし、厚く御礼を申し上げます。

著者



松本浩一



栢岡孝宏



杉本健一郎



平野竜治



山口浩一郎



竹下健二