

報 告

リサイクル材適用エンジンカバー材料

中川博之*¹, 寺島清光*¹

Recycled Materials for Engine Cover

Hiroyuki Nakagawa*¹, Kiyomitsu Terashima*¹

要 旨

近年，産業廃棄物処理場の逼迫や環境型社会の構築といった観点から，産業廃棄物をリサイクル材として製品に再利用することは，各産業にとって重要な課題となってきた。

これまで，エアバッグ基布端材のリサイクルとして，エンジン関連部品であるバキュームサーージタンク（小物）への適用を実施してきたが，更なる用途先拡大のため，エアバッグ基布端材をベースとした付加価値の高い材料が求められている。

今回，材料の流動性や結晶化挙動などの材料特性と成形品表面外観の関係について検討を実施し，エアバッグ基布端材をベースとしたエンジンカバー材料を開発したので，その内容を報告する。

Abstract

In recent years, recycling industrial waste as recycled products has been important issues to each area of industry for tightness of industrial waste disposal site and to construct an environment-friendly society.

Up to now, we have been recycling 'Airbag rag', which is cutted off during airbag production, into engine related parts, such as vacuum surge tanks and small engine related parts. However, development of high-valued added materials made from this 'Airbag rag' is required in order to expand in its application.

This paper describes our development of new material for engine cover made from recycled 'Airbag rag' based on the investigation concerning correlation between parts surface and material properties such as flowability and crystallization behavior.

*¹ 材料技術部 樹脂材料技術室

1. はじめに

近年、産業廃棄物処理場の逼迫や環境型社会の構築といった観点から、産業廃棄物をリサイクル材として製品に再利用することは、各産業にとって重要な課題となってきた(1)~(3)。

当社においても、車へのエアバッグの標準装備が高まると同時に、製造時に発生するエアバック基布端材の量も増加している(図-1参照)。

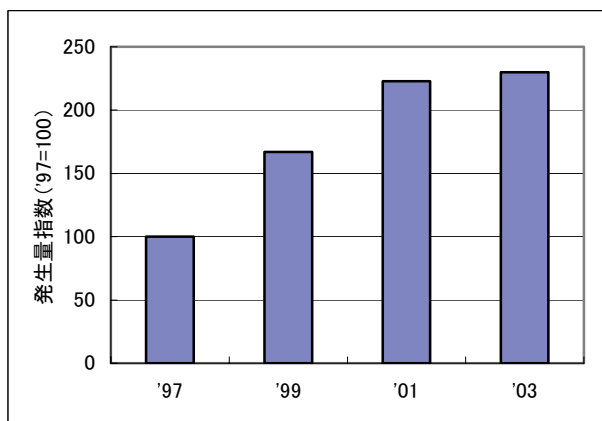


図-1 エアバック基布端材発生量推移

これまで、エアバッグ基布端材のリサイクルとして、エンジン関連部品であるバキュームサージタンク(小物)への適用を実施してきたが、更なる用途先拡大のため、エアバッグ基布端材をベースとした付加価値の高い材料が求められている。

今回、材料の流動性や結晶化挙動などの材料特性と成形品表面外観の関係について検討を実施し、エアバッグ基布端材をベースとしたエンジンカバー材料を開発したので、その内容を報告する。

2. エンジンカバーの要求性能

エンジンカバーの車両搭載状態を図-2に示す。

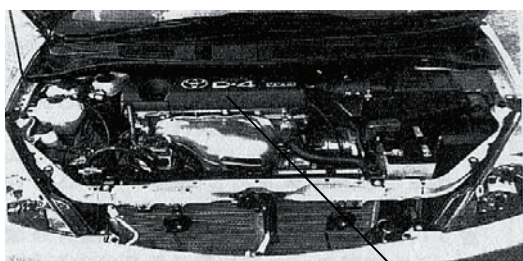


図-2. 車両搭載状態

エンジンカバーは、エンジンのシリンダヘッドの上に装着して意匠性と防音性の向上を図るものである。そのため、エンジンルーム内の温度、振動で劣化・変形しない耐熱性、振動耐久性、衝突時に破損しない耐衝撃性などの性能が要求される。

また、加工適性として射出成形にて薄肉形状を賦形するため、高流動性が要求される。

3. リサイクルナイロン材の特徴

エアバッグはインフレーションにより、瞬間的に一気に開くため、原糸の強度が重要で基布自身の気密性を向上した特殊ナイロン布を使用している。

そこで、当社使用のエアバッグ基布端材をペレット化したリサイクルナイロン材(R-PA)と汎用PA66の違いについて比較を行った。材料物性を表-1にDSC測定結果を図-3に示す。その結果、R-PAの物性について次のことが分かった。

- ・ 汎用PA66に比べ、伸度、衝撃強度は高い反面、MFR値が低い(分子量が高い)→[懸念点]成形加工性が劣る。
- ・ 結晶化温度が高く、結晶化熱量が大きい(結晶性が高い)→[懸念点]融点との差が小さいため成形加工幅が狭い
- ・ 結晶化開始温度と完了温度の温度差が小さく、結晶化ピークがシャープ(結晶化速度が速い)→[懸念点]成形加工幅が狭い
- ・ リサイクルによる分子量低下は見られない(熱劣化は見られない)

以上より、R-PAは高分子量で、かつ結晶性が高く、結晶化速度が速い材料であるため、射出成形性の改良が必要であることが分かった。

表-1.R-PA材の物性

	エアバッグ基布 ナイロン	R-PA	汎用 PA66
平均分子量(Mn)	24000~25000	24800	17500
MFR[g/10min]	—	25	48
引張降伏伸度[%]	—	100	50
IZOD衝撃強度[J/m]	—	45	40
結晶化温度[°C]	—	235	221
結晶化熱量[mJ/mg]	—	64	50

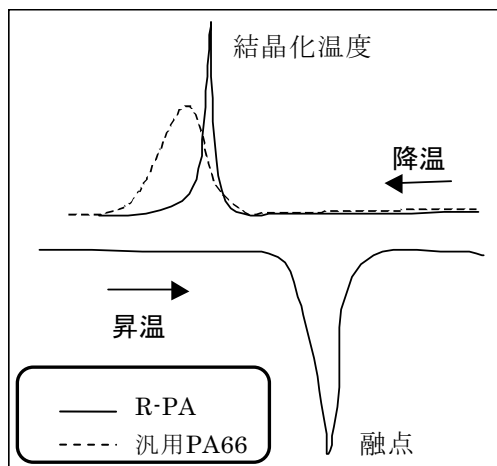


図-3. DSC測定結果

4. リサイクルナイロン材の製造工程

図-4に端材から成形品であるエンジンカバーに至るまでの製造フローを示す。

再生ペレット化するにあたり、エアバッグ基布端材を押出機に入れるため2段階で切断し50mm角以下にする。次に、切断品を押出機に投入し押出造粒品とする(R-PA)。その後、射出成形用材料にするため材料改質を行い、ペレタイザでペレットにする。

材料改質内容については次項にて報告する。エンジンカバーはこのペレットを射出成形して製造する。

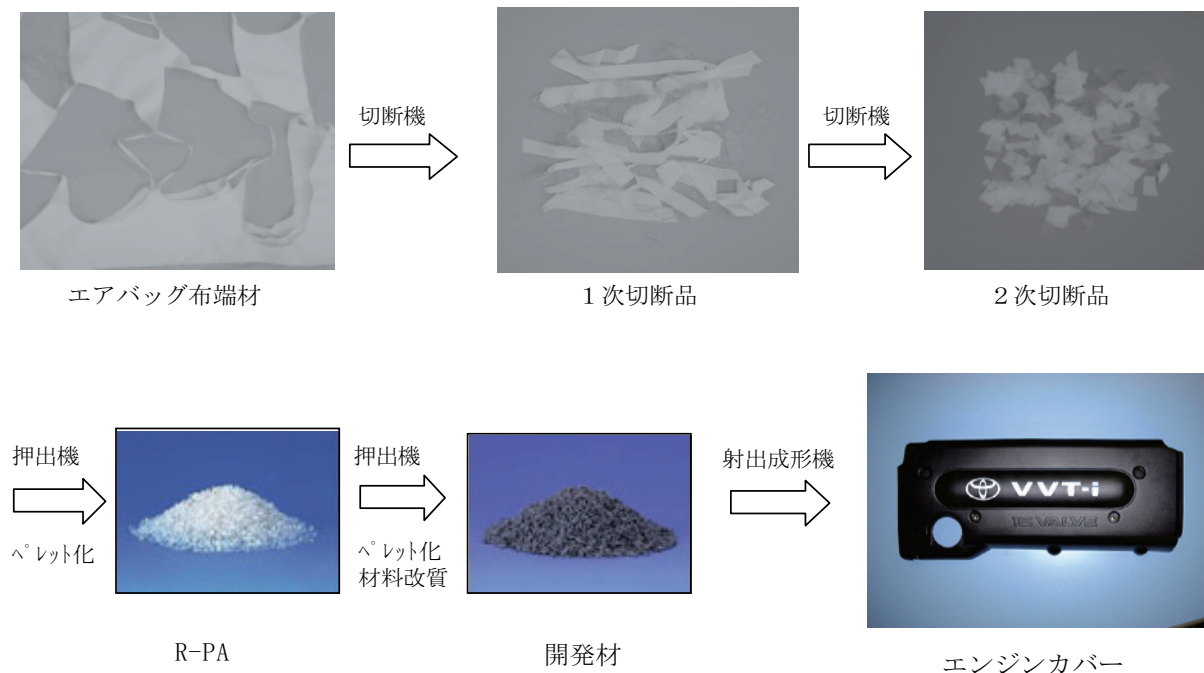


図-4. エンジンカバーの製造フロー

5. 流動性改良と外観向上

5-1. 流動性の目標値について

現行材を樹脂温度280℃、金型温度60℃にて成形した金型内の流動長(スパイラルフロー)の評価結果から、流動性の目標値として流動長200mm以上とした。

5-2. 流動性改良剤と結晶化挙動について

流動性の向上を図るため、分子量調整剤、ポリマー系流動性改良剤を配合し、流動長を200mm以上に調整した。その材料についてDSC測定を行い、結晶化挙動を確認した。その結果を図-5に示す。

分子量調整剤を配合した材料(A材)は、結晶化ピークがシャープであり、融点と結晶化温度の差も小さく、R-PA(図-3参照)と同様に、成形加工幅が狭いことが予測されるため、更なる射出成形性の改良が必要と考える。

一方、ポリマー系流動性改良剤を配合した材料(B材)は、第2結晶化ピークの出現により、結晶化ピークがブロードになり、融点から結晶化温度までの温度差が大きく、結晶化が遅くなっている。その結果、成形時に成形品表面のスキン層の形成が遅延され、無機充填材などの表面浮きが抑制されることにより、良好な表面外観が得られると予測される。

この結果は、ポリマー系流動性改良剤の結晶化温度がR-PAより低く、ベース樹脂であるR-PAとの相溶性が良いため、ベース樹脂中に均一に分散しR-PAの結晶化挙動を変化させたためと考える。

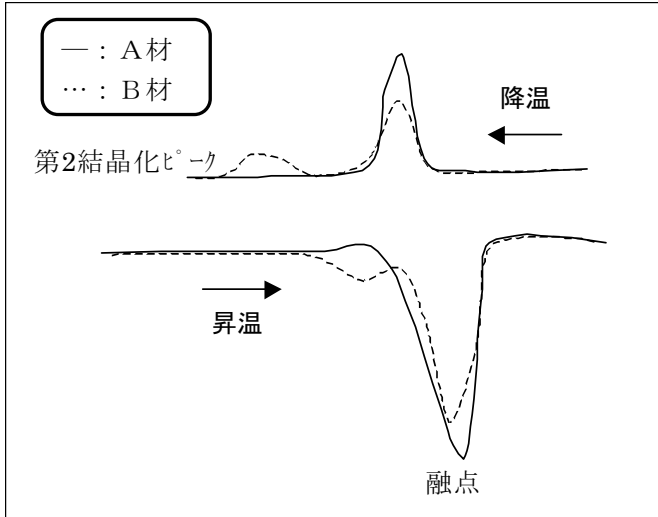


図-5 DSC測定結果

5-3. 表面外観の検証

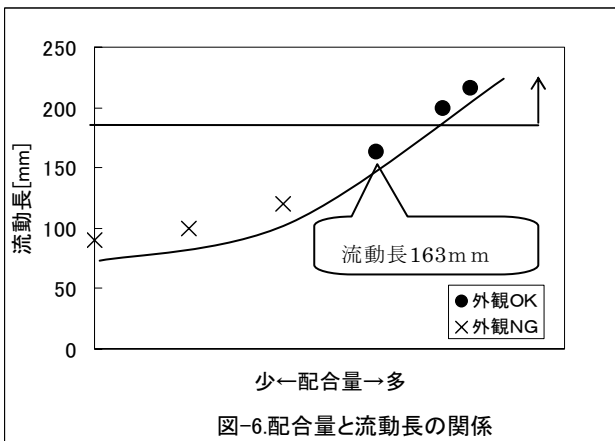
A材、B材の表面外観を検証するため、現行材同様の成形条件にて、製品の成形を行った。

結果として、前項で予測した通り、A材は外観不良となり、B材は現行材同等以上の外観確保が可能となった。

5-4. 流動性改良剤と流動性について

ポリマー系流動性改良剤の配合量と流動性の関係を図-6に示す。流動性については、金型内の流動長(スパイラルフロー)を指標とした。

配合量の増加と共に、流動長が増加し、流動長が163mm以上において成形品表面外観が良好となった。



6. 開発材の材料物性

6-1. 初期物性

開発材と現行材の機械物性を表-2に示す。試験はISO規格に準拠し行った。

開発材の荷重たわみ温度は、現行材より約20℃向上したが、曲げ弾性率、IZOD衝撃強度は低下した。剛性、耐衝撃性については、製品性能試験にて問題ないことを確認した。また、耐熱性や振動耐久性などその他製品性能試験においても問題なかった。

表-2 開発材の機械物性

項目	単位	開発材	現行材
比重	—	1.28	1.33
引張降伏強度	MPa	80	85
引張降伏伸び	%	5.0	5.0
曲げ強度	MPa	118	125
曲げ弾性率	MPa	5200	6800
表面硬度	ロックウェル-R	120	120
IZOD 衝撃強度 (23℃、ノッチ付)	J/m	65	80
荷重たわみ温度(0.46 MPa)	℃	223	205
線膨張係数	/℃	4.0×10 ⁻⁵	5.5×10 ⁻⁵

6-2. 信頼性評価

次に、耐熱老化性、耐エンジンオイル性、耐湿熱劣化性について評価を行い、長期物性を確認した。

6-2-1. 耐熱老化性評価

走行中のエンジンルーム内の温度は、通常120℃程度で、最大150℃まで上昇するため、耐熱老化性は、120℃及び150℃にて2000hrの経時変化での引張強度、引張伸び、IZOD衝撃強度の物性保持率を確認した。その結果を図-7、図-8、図-9に示す。

その結果、120℃については、現行材と同等レベルであった。また、150℃での引張強度、IZOD衝撃強度に関して、現行材(PA6ベース材)より開発材の物性保持率が若干高いのは、耐熱性の良いPA66を用いているためと考える。

6-2-2. 耐エンジンオイル性評価

市場にて、エンジンカバーにエンジンオイルが付着する可能性があるため、エンジンルーム内の温度120℃でのオイル浸漬による劣化の確認を行った。その結果を図-10, 図-11, 図-12に示す。

開発材の引張強度、引張伸び、IZOD衝撃強保持率はいずれも現行材同等レベルにて、物性保持率の低下は見られなかった。

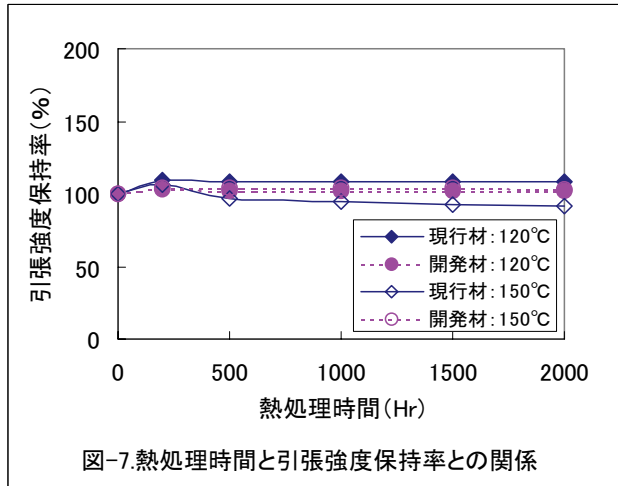


図-7.熱処理時間と引張強度保持率との関係

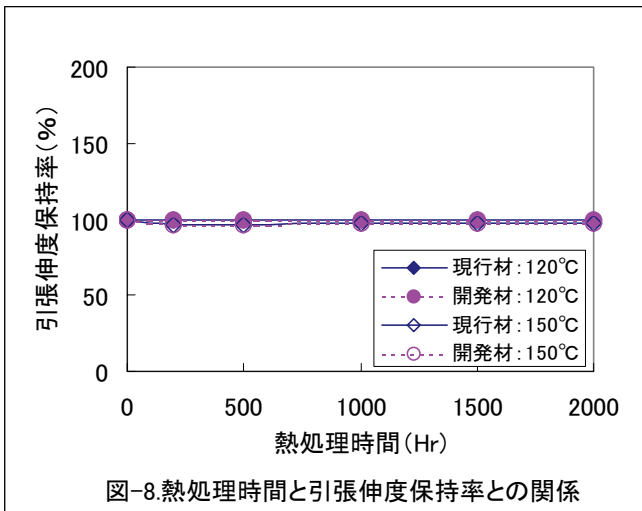


図-8.熱処理時間と引張伸度保持率との関係

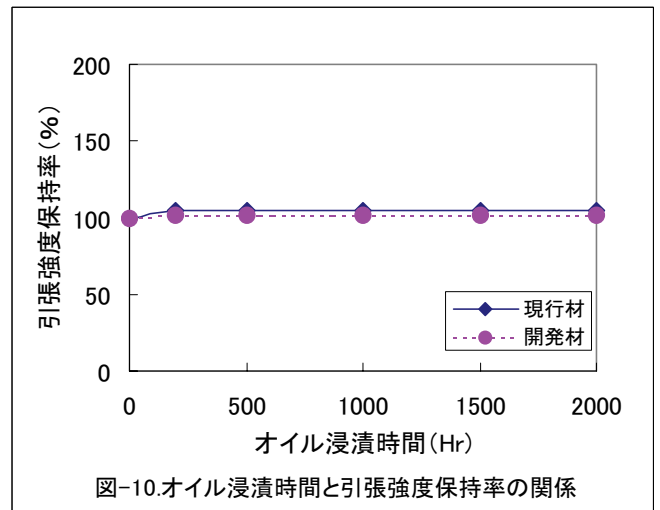


図-10.オイル浸漬時間と引張強度保持率の関係

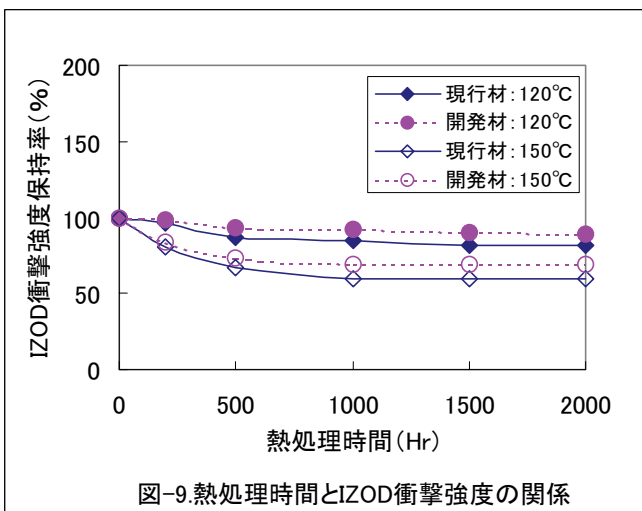


図-9.熱処理時間とIZOD衝撃強度の関係

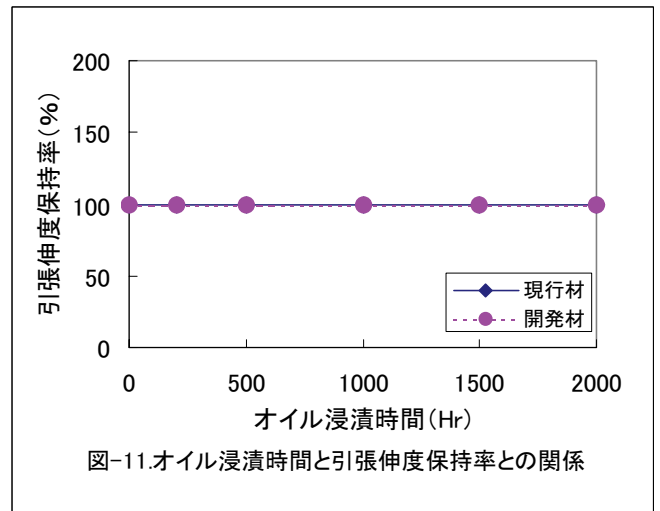


図-11.オイル浸漬時間と引張伸度保持率との関係

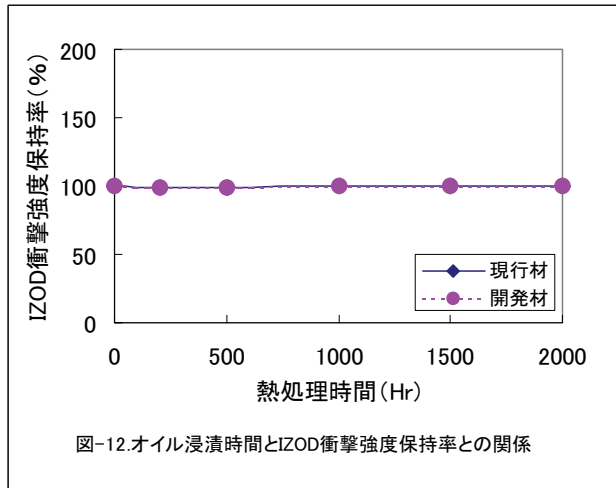


図-12. オイル浸漬時間とIZOD衝撃強度保持率との関係

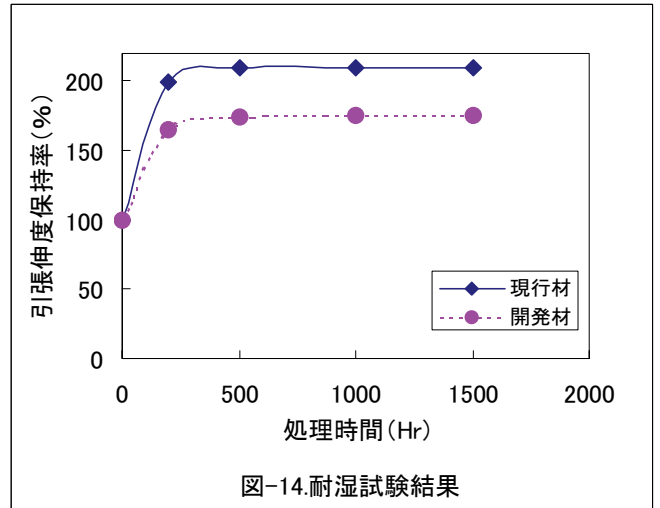


図-14. 耐湿試験結果

6-2-3. 耐湿熱劣化性評価

使用環境においては高温多湿の場合も考えられるので、温度50℃、湿度95%RHでの耐湿熱劣化性の確認を行った。その結果を図-13、図-14、図-15に示す。

その結果、開発材は現行材と比較して、引張強度保持率が高く、引張伸度、IZOD衝撃強度保持率は低いことが分かった。

これは吸水による材料の軟化の差であると考えられ、現行材が吸水の影響が大きいことの裏付けとなっている

また、温度50℃、湿度95%RHにおいて、約500時間後にて飽和吸水状態に達し、1500時間までは引張強度、引張伸度、IZOD衝撃強度の低下が見られないことから、劣化は起きていないと考えられる。

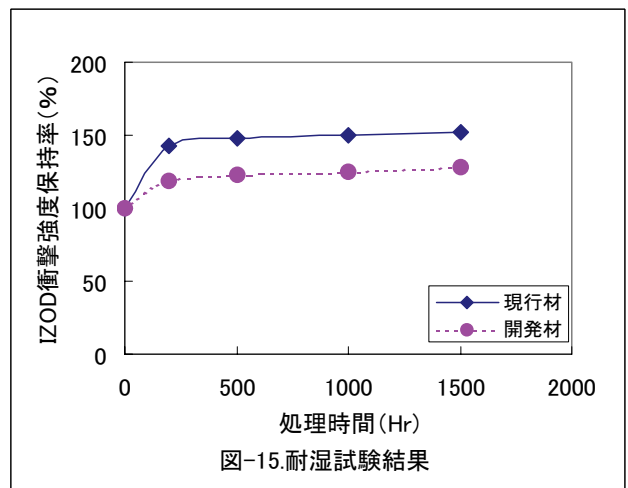


図-15. 耐湿試験結果

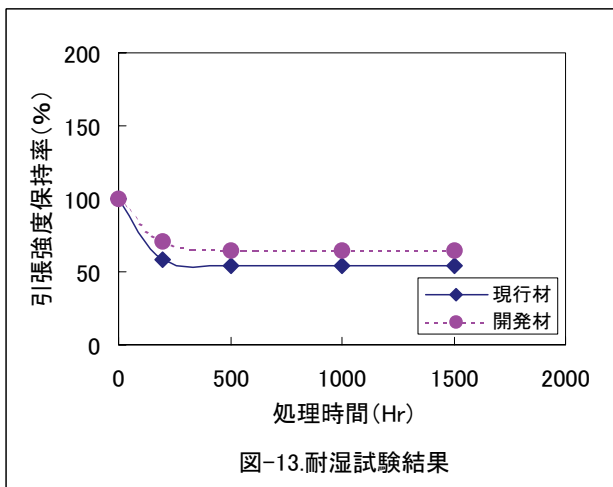


図-13. 耐湿試験結果

7. まとめ

材料の流動性や結晶化挙動などの材料特性と成形品表面外観の関係について検討を実施し、エアバッグ基布端材の再生によるエンジンカバー材を開発することが出来た。これまで産業廃棄物として廃棄していたエアバッグ端材の有効な使い道となり、環境問題に貢献することが出来た。なお、本材料は、'02年度より量産適用しており、今後も順次、量産車両に展開していく予定である。

参考文献

- (1)小野ほか, (株)日本自動車部品工業会 中部支部 環境部会 環境保全事例集 第4報 (1995)
- (2)川西ほか, プラスチックス, 49,374(1998)
- (3)近藤武司ほか, 自動車技術, 56,5,56(2002)