

エアバッグカバー用TPEの開発

—顧客の求める機械特性、外観品質を目指して—

住友化学株式会社 石油化学品研究所
高橋 俊

はじめに

世界の自動車販売台数は2010年以降5年連続で拡大しており、今後も2026年まで1年当たり1~4%程度で成長することが見込まれる¹⁾。また新興国では、衝突時の安全性に関する規制強化が近年ますます進んでおり、エアバッグ装置の搭載が義務化されるようになってきている¹⁾。このような社会動向の変化を背景に、エアバッグ装置の装着率が増加しており²⁾、今後エアバッグ装置市場は自動車本体の市場以上に高い成長率に達することが予想される。

エアバッグ装置は主にエアバッグ、インフレーター、エアバッグの収納ケース（エアバッグカバー）から構成されており、当社ではエアバッグカバーの材料である熱可塑性エラストマー（TPE）の開発を行っている。エアバッグカバー用TPEとしては、自動車における安全性や意匠性の観点から、低温下での耐衝撃性（低温衝撃性）と剛性のバランスが高く機械特性の優れた材料（高機械特性材料）や塗装工程を省略できる外観品質の良好な材料（塗装レス材料）が市場から求められている。今回、高機械特性材料、塗装レス材料の開発を行ったので以下に紹介する。

高機械特性材料、塗装レス材料の開発

1. エアバッグカバー用TPEに求められる基本性能

エアバッグカバーは、Fig. 1に示すように、搭乗者に見える表面の裏側に「ティアライン」と呼ばれる薄肉部が溝状に設けられている。

このティアラインはエアバッグ装置が正常に機能するために非常に重要な構造である。エアバッグカバーは、自動車の衝突時にインフレーターからのガスで膨らんだエアバッグの膨張力により、ティアライン部に沿って破断し、開裂する（エアバッグカバーが展開する）³⁾。エアバッグカバーのティアライン部以外での破断や破砕は、エアバッグの理想的な膨張を妨げたり、破片が乗員を傷付けたりする可能性がある。それら为了避免するためにエア

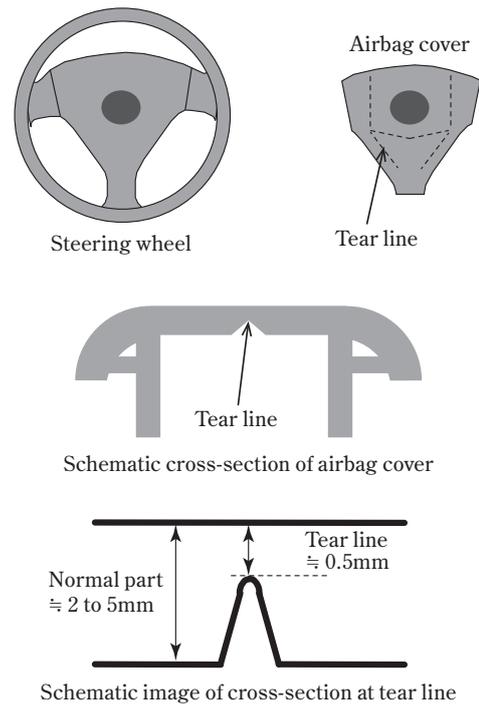


Fig. 1 Schematic image of airbag cover

バッグカバーには低温から高温までの幅広い温度範囲において安定した展開性能が求められる。現在、エアバッグカバー用材料には主にオレフィン系TPE、スチレン系TPE、ポリエステル系TPEが用いられており、当社はオレフィン系TPE（TPO）を中心に開発を手掛けている。一般的に、TPEは低温下では脆性的な挙動を示すため、特に低温での安定した展開が難しい。そのため、エアバッグカバー用TPEの性能としては、低温での破壊に対する材料の粘り強さを示す低温衝撃性が重要である。

2. 高機械特性材料の開発

—低温衝撃性と剛性のバランス改良—

低温衝撃性の良好な材料はエアバッグカバーの展開性能を向上させる。それだけでなく、エアバッグカバー

の形状設計の自由度を増し、エアバッグメーカーの開発を容易にする。しかし、TPEの材料設計においては、低温衝撃性を改良するにつれて剛性は低下してしまう。材料の剛性が低下すると成形体を補強する構造（リブ）の数を増やさなければならず、構造の複雑化に伴う成形加工性の低下をもたらしてしまう。この問題を解決するため、トレードオフの関係にある低温衝撃性と剛性のバランスを改良する技術検討を進めるとともに、高機械特性材料の開発に着手した。

TPOは主にPPとゴムから構成される。TPOの剛性に顕著な影響を与えず、低温衝撃性を改良するためには、ゴムの分子構造を最適化する必要がある。本開発では、原料からコンパウンドまでを一貫して手掛ける当社の強みを存分に活かし、ゴムの分子構造から設計を見直した。そして、従来と比べて低温衝撃性と剛性の双方を高め、物性バランスに優れた材料の開発に成功した（Fig. 2, New grade 1, New grade 2）。

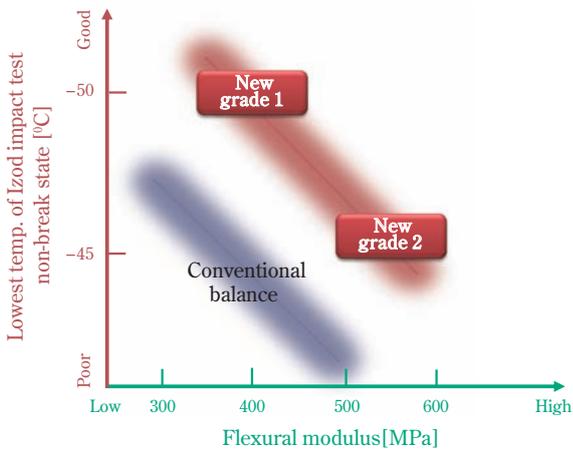
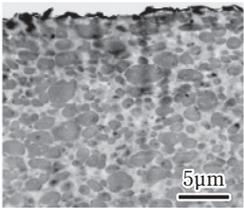
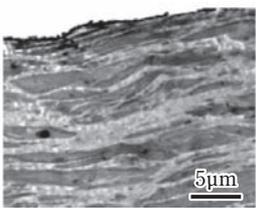


Fig. 2 Impact strength at low temp. and rigidity of new grades

Table 1 TEM images of new grade 3 and conventional grade

Grade	New grade 3	Conventional grade
Surface appearance	Excellent	Fair
Cross-sectional observation of the tear-line parts of the airbag covers		

3. 塗装レス材料の開発—外観品質の向上—

エアバッグカバーにおける外観不良として“艶ムラ”と呼ばれる現象がある。艶ムラとは、ティアラインに沿って光沢の高い部位が発生する外観不良のことである。通常、艶ムラを解消するために意匠面を塗装している。しかし、製造工程数の削減や製造環境改善の観点からは、この塗装工程を省略することが好ましい。そこで、艶ムラが生じにくく、塗装工程を不要とするほどに外観品質に優れた塗装レス材料が求められるようになってきている。外観の改良に関する当社でのこれまでの検討で、TPEのスウェルや結晶化時間が外観品質に影響を与える因子であることを見出し、塗装レス材料を開発していた³⁾。しかし、近年ますます意匠性の要求レベルが高まっているため、上記因子の制御のみでは顧客の要望を満足することが難しくなっている。そこで、更なる技術開発を進めた。まず、成形体ティアライン部における表面近傍の内部形態（モルホロジー）に注目して解析を行った。

PPとゴムを主成分とするTPOは、PPを海、ゴムを島とした海島構造を形成する。ティアライン近傍では製品の厚みが通常部分（通常部）と比べて薄くなるため、射出成形時に強い剪断応力がゴム部とPP部に加わる。そのため、ティアライン部では島を形成するゴム部が配向しやすく、形態が通常部と異なる傾向にある。このモルホロジー差が艶ムラの原因であると推定し、ティアライン部におけるゴム部の配向抑制による外観品質の改良検討を実施した。本検討では我々の長年積み上げてきたコンパウンド技術が要となった。

Table 1にTPEの外観品質改良前後における射出成形体の断面観察結果を示す。外観品質を改良した新しい開発品（New grade 3）はティアライン部において、ゴム部の配向が抑制されていることが確認された。

一方、艶ムラが目立つ従来品はティアライン部において、ゴム部の配向が顕著であった。この結果から、通常部とティアライン部におけるゴム部の形状差が艶ムラの原因であると考えられる。当社のコンパウンド技術を駆使したゴムの配向制御によって、モルホロジーをコントロールすることで、エアバッグカバー用TPEについて外観品質を大幅に向上させることに成功した。

4. 開発品の性能

ゴムの構造を最適化することにより、TPOとしては最高レベルの低温衝撃性および剛性を有する高機械特性材料を開発することができた (Table 2, New grade 1, New grade 2)。また、ティアライン部におけるゴム部のモルホロジーをコントロールすることで、低温衝撃性と外観品質の良好な塗装レス材料についても開発することができた (Table 2, New grade 3)。

New grade 1はTPOとして比類ない低温衝撃性を有している。そのため、エアバッグカバーの形状に依らず、

また低温などの環境に依らず優れた展開性能を示す。New grade 2は従来品と同等の良好な低温衝撃性を有しつつ、さらに高いレベルでの剛性を示す。この材料はエアバッグカバーの設計の自由度を広げ、例えば、自重でたわんでしまうような大型のエアバッグカバーも可能にする。New grade 3について低温衝撃性と外観品質が良好であり、特に外観品質はTPOの中でも一層優れている。近年ますます要望が増えている塗装レスのエアバッグカバーへの使用が可能な材料である。

おわりに

今回の検討により当社エアバッグカバー用TPEについて低温衝撃性と剛性のバランス、外観品質のレベルを向上させることができた。その結果、TPOとしては類を見ない低温衝撃性および剛性を有する高機械特性材料が開発できた。また、低温衝撃性と外観品質が優れた塗装レス材料の開発にも成功した。これらの新規材料開発により当社エアバッグカバー用TPEは従来よりも多くの顧客要望に応じることが出来るであろう。しかしながら、顧客の要求レベルは最近さらに高まっており、低温衝撃性・剛性・外観品質が同時に優れる材料が市場から求められ始めている。今後も、技術革新による更なる高性能製品をもって顧客の高度なニーズに応えていきたい。

Table 2 Physical properties

	Conventional grade	New grade 1	New grade 2	New grade 3
MFR-21N (g/10min)	7	10	9	11
Flexural modulus (MPa)	400	400	530	300
Izod impact test non-break temp.(°C)	-45	-50	-45	-40
Surface appearance	Fair	Fair	Fair	Excellent

引用文献

- 1) “世界自動車統計年刊 2015”, (株)FOURIN (2015), p.2.
- 2) “2015年 高性能エラストマー・応用製品市場の展望とグローバル戦略”, (株)富士経済 (2015), p.61.
- 3) 大谷 幸介, 佐々 龍生, 住友化学, 2010-II, 24 (2010).