

脱硫再生材 高添加オープニングトリムの開発

石川結衣^{*1}，中野里咲^{*1}，河村 滯^{*2}，野竹和也^{*3}，木下雅也^{*3}

Development of Opening Trim with High Levels of Devulcanized Recycled Material

Yui Ishikawa^{*1}，Risa Nakano^{*1}，Rei Kawamura^{*2}，Kazuya Notake^{*3}，
Masaya Kinoshita^{*3}

1. はじめに

カーボンニュートラルやサーキュラーエコノミー（CN・CE）の実現に向け、ゴム・樹脂材料のリサイクル利用が求められている。自動車部品分野では高い耐久性や安全性が要求されるため、リサイクル材の導入は容易ではない。

豊田合成ではゴムのリサイクル材(脱硫再生材、以下再生材と表記)の技術開発に取り組み、その成果をオープニングトリムの製品に適用した。

2. 製品紹介

オープニングトリムは、主に自動車のドア開口部周辺に取り付けられ、ドアの各部品とシールさせることで、快適な室内空間を作るゴム部品である。

その主な役割は下記のとおりである。

- 1) 遮音性（外部からの音を遮断する）
- 2) ドア保持性（ドア閉時とドア振動時の衝撃を吸収する）
- 3) 意匠性（ドアと車本体の隙をなくす）

図-1 に装着部位と断面を示す。



図-1 オープニングトリム取り付け図

オープニングトリムは、①ソリッドゴムトリム材、②スポンジゴム中空材、③高発泡スポンジ材、④金属インサートで構成されており（図-2）、本開発ではゴムの中で最も重量の割合が高いソリッドゴムトリム材に再生材を導入することで材料変更でのCO₂削減の効果を最大化した。

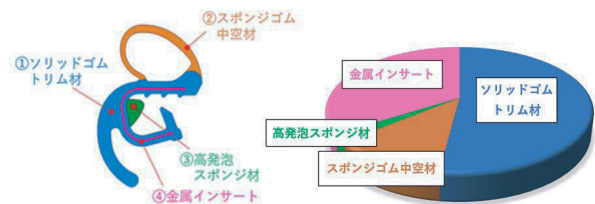


図-2 オープニングトリム構成 / 重量割合

3. 開発の狙い

加硫ゴムは熱や化学的処理によって元の可塑状態に戻すことができず、再生材としての品質低下や物性劣化が避けられないという技術的な壁が存在する。また、廃材は臭いが強く、脱硫した際には再生材に臭いが残ってしまうことも大きな課題である。

こうした背景のもと、再生材の添加率は従来、性能維持の観点から低く制限されてきたが、本開発にて再生材を20%添加しながらも製品の品質や臭気を高水準で維持する技術を確立した。20%という高い再生材比率の実現は、1本当たり7%のCO₂排出量の削減を可能とし、ゴム製品のCN・CEに大きく貢献した。

3-1. 脱硫のポイント

ゴム中には、主鎖（C-C結合）と、加硫によって生成する加硫結合（C-S結合とSS結合）があ

*1 第1材料技術部 FC・WS 材料開発室

*2 WS 開発部 WS 第1開発室

*3 WS 技術部 WS 第1設計生技室

る (図-3)。

1つ目の課題である品質を向上させるためには、加硫結合を選択的に切断する必要がある。豊田合成はスクリーを高速回転させ、脱硫に必要なエネルギーを与える2軸せん断脱硫技術を開発。この時に、スクリーの形状や回転数、温度設定などを最適に保つことで、適切なエネルギーを与えて加硫結合を選択的に切断し、高品位なゴムリサイクルが可能となった (図-4)。

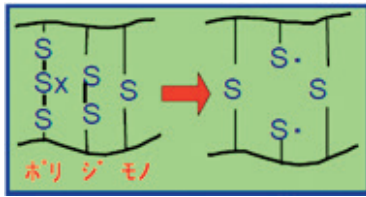


図-3 選択的脱硫イメージ

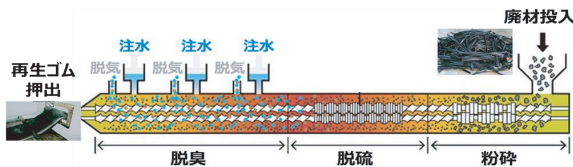


図-4 脱硫設備全体

また2つ目の課題である臭気について、豊田合成は脱硫反応中に水を注入することで、臭気成分を水に溶解させ、蒸気と一緒に脱気させる脱臭技術を開発 (図-5)。従来品よりも脱臭レベルを向上した。

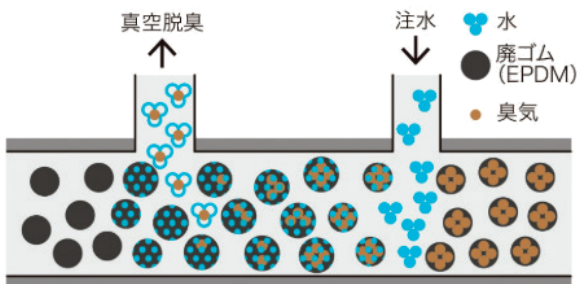


図-5 脱臭技術イメージ

3-2. つくりのポイント

3-2-1. 配合のポイント

脱硫再生材はポリマーと比較して、分子量が小さく、架橋点も少ないため、20%添加すると材料の剛性が低下する。そこで、低下した物性を補うために、ポリマーブレンド比率の調整および加硫促進剤の配合調整を実施したことにより、材料物性および製品性能の維持を可能にした。

3-2-2. 工程のポイント

再生材を20%添加した材料は、現行材と比較して加工性が低下し、押出断面形状の安定性が損なわれた。

押出機周辺のデータ分析により、この原因が押出機内の充填状態にあることが判明した。

固有技術と仮説より充填状態に寄与する項目を推定し、統計手法を用いて加工性が安定する最適条件を確立した (図-6)。

これにより、材料の充填状態が一定となり材料の吐出が安定した。

本対策により、再生材20%添加材料の押出断面形状を安定することができた。

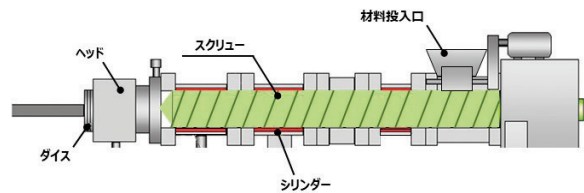


図-6 押出安定の影響因子例

4. まとめ

今回紹介したオープニングトリムは、2025年12月に量産化される予定です。本製品の開発にご支援、ご指導いただいたトヨタ自動車株式会社、株式会社豊田自動織機、並びに関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

著者



石川結衣



中野里咲



河村 滯



野竹和也



木下雅也