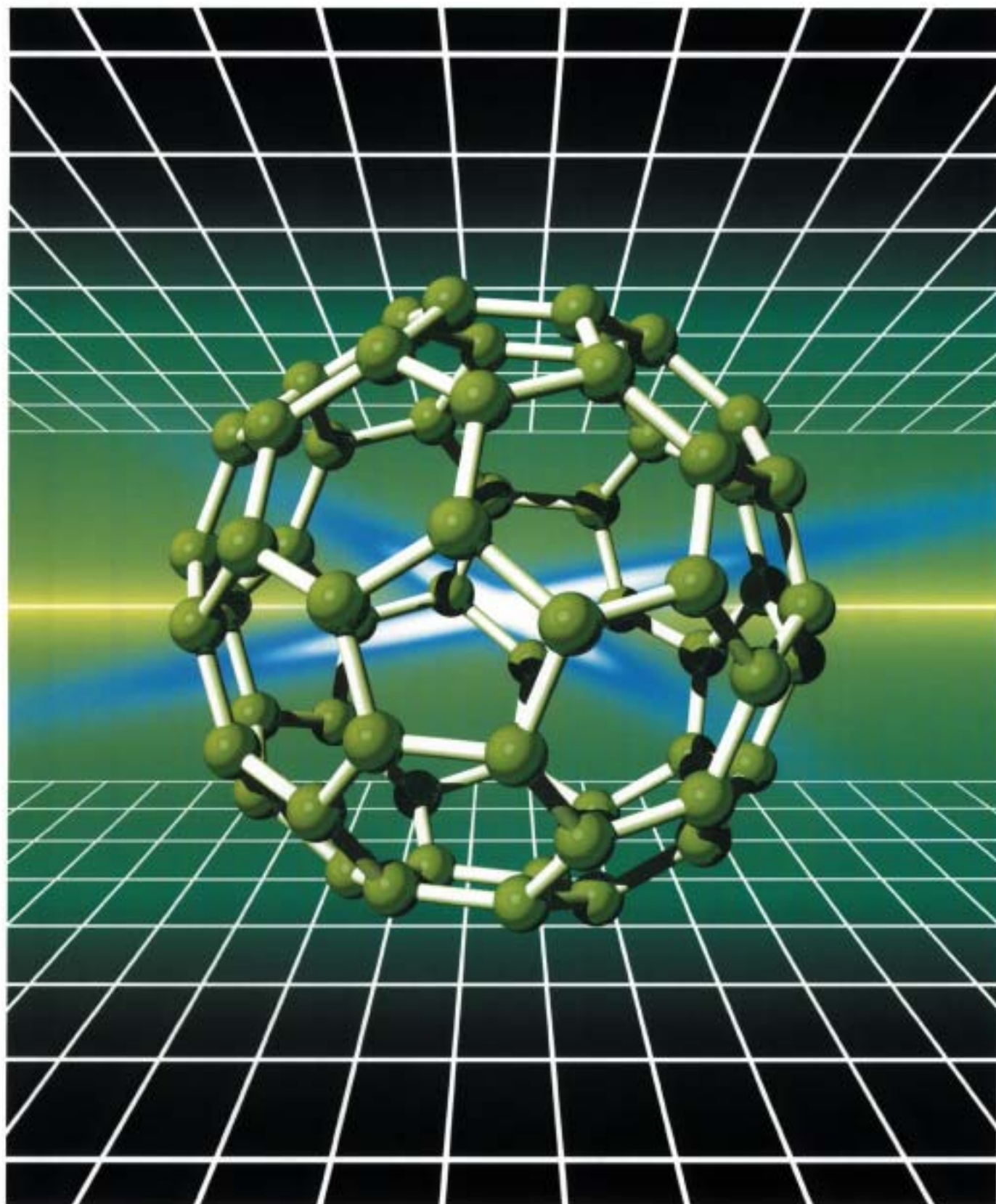


# 豊田合成技報

 TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW

VOL.43 NO.1 2001



巻頭言	基礎技術の一層の充実を目指して .....	掃部 正俊.....	1
総説	自動車・部品のリサイクルの動向 .....	杉本 正俊.....	2
	と豊田合成の対応(その3)		
報告	2層ガラスアウターウェザストリップ .....	佐藤 宏一.....	10
	のリサイクル技術	加賀 則至	
		青山 守	
		後藤 新一	
	粒子シミュレーション法によるホース補強糸層 .....	北岡 克司.....	15
	の応力解析		
	光輝感の定量評価方法 .....	井土 尚泰.....	21
		度会 弘志	
		荻巢 康彦	
	ゴム射出成形機における昇温検討 .....	木村 洋治.....	27
		福田 政仁	
資料	自動車用内装表皮材のリサイクル技術 .....	七田 裕章.....	33
		堀場 幸彦	
	汚染しにくい金型表面処理 .....	上嶋 桂二.....	37
	型切削加工における取りしろ一定工具経路生成 .....	藤本 徹.....	41
新製品紹介	小型アクティブコントロールエンジンマウント .....	下田 禎己.....	43
		後藤 正直	
		浅野 哲生	
	SRS カーテンエアバッグ(前後席乗員用) .....	棚瀬 俊則.....	45
		山本 貴史	
	樹脂口アサッシ .....	寺澤 孝行.....	47
	携帯電話マグネシウム筐体 .....	安井 誠志.....	49

---

# TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW VOL.43 NO.1,2001

---

## CONTENTS

Foreword	Masatoshi Kamon	1
Technical Review		
TOYODA GOSEI's Activities for Technical Trend of Automotive Recycling(No.3)	Masatoshi Sugimoto	2
Technical Reports		
Recycling Technology for Two Layer Glass Outer Weather Strip	Koichi Sato Noriyuki Koga Mamoru Aoyama Shinichi Goto	10
Stress Analysis Reinforcement Textile of Hose by The Particle Simulation Method	Katsushi Kitaoka	15
The Method to Evaluate a Glittering Feeling Quantitatively	Takayasu Ido Hiroshi Watarai Yasuhiko Ogisu	21
A Study Raising Rubber Temperature in Injection Machine	Youji Kimura Masahito Fukuta	27
Technical Note		
Recycling Technology for Automotive Interior Skin Material	Yoshiaki Shichida Yukihiko Horiba	33
Surface Treatment Preventing Contamination Stuk on The Mold's Cavity	Keiji Kamijima	37
NC Data Generation of Constant Radial Depth of Cut for Mold	Toru Fujimoto	41
New Products		
Compact-size Active Control Engine Mount	Yoshiki Shimoda Masanao Goto Tetsuo Asano	43
SRS Curtain Airbag (Front-Rear Type)	Toshinori Tanase Takashi Yamamoto	45
Plastic Lower Sash	Takayuki Terasawa	47
Magnesium Case for Mobile Phone	Seiji Yasui	49

## 巻 頭 言

### 基礎技術の一層の充実を目指して



内外装部品事業部副事業部長  
取締役 掃 部 正 俊

昨今の自動車業界においては、品質、コスト、開発期間短縮等、あらゆる側面において熾烈な闘いが行われている。

この闘いの勝者になるため、資本面、販売面、技術面等の諸要素について戦略・戦術が繰り広げられ企業の合従連衡もさかんに行われている。資本の大きさ、事業の大きさに関係なく、独自の強さを持ち、勝ち残りの重要な一つの手段になるのが基礎技術であると考える。

技術を、あえて性格付けすると、自然的現象を捕らえた、普遍的、汎用的な基礎技術と、工学や人間社会等の変化、発展に合わせて生み出される応用技術がある。技術的価値の普遍性、利用度、利用範囲の広さ、成果の大きさ等を考えると、基礎技術充足はとりわけ重要である。

当社が今、基礎技術を必要とする事項として、材料に関してはコンパウンド挙動や被加工性の定量化、設計における寿命・性能の予測、生産における不良解消、ハイスピード成形、リサイクルにおける異材質の分離、解析における変形予測等数多くある。これらは以前から必要性を感じ、取り組みをしているがまだまだ不十分である。

コンピュータ活用により、解析や検証のスピードアップが計られてきたが、現象データを多方面から解析するも、発生現象の定性的解説にとどまっている感もある。

狙った目的・目標達成の具体的手段確保に至っていないものもある。

今あらためて物理学、化学の基本原則を思い起こし、自然の摂理で発生している現象を正しくつかむという考えに立ち返り、現象をしっかりと観察・考察し、因果関係の仮説を立て、要因一つ一つについて、結果との関係を定量値で確認し、正しい理論を構築し、技術にしていく事が必要と考える。基礎技術充実に一層の努力をしていきたい。

# ══════ 総 説 ══════

## 自動車・部品のリサイクル動向と豊田合成の対応(その3)

### TOYODA GOSEI's Activities for Technical Trend of Automotive Recycling(No.3)

杉本正俊\*

#### 1. はじめに

「環境への取り組みなくして、企業の存続はありえない」とトヨタ自動車トップも明言しているように、もはや環境保全活動は、企業活動において不可欠なものとなっている。

当社は、創業当初からゴム・樹脂・ウレタンなどの高分子材料を扱う自動車部品の専門メ・カとして、早くから環境との調和を考えた活動を行ってきた。

我々は、地球の天然資源（化石燃料・鉱物資源）からエネルギーと物質資源（例えばゴム、プラスチック、ウレタンなど）を得てきたが、20世紀においては、これらが限りなく無限であるという考えのもとに、開発・生産・使用・廃棄というライフサイクルが営まれてきたことに大きな錯誤があった。<sup>1)</sup>

21世紀は、これらが有限であることを前提とした企業活動、すなわち「資源循環型社会の構築」を目的とした「インバ・ス・マニユファクチャリング・システム」の確立が重要である。

このような背景のもとに、自動車・部品リサイクルに対する内外の動向と自動車用高分子部品のリサイクル技術に関し、工程内リサイクルと使用済み自動車（ELV）の部品リサイクルについて豊田合成の最近の取り組み概要について報告する。

#### 2. 使用済み自動車のリサイクルに関連する動向

##### 2-1. 海外動向

「ELVに関するEU指令」については、1990年欧州理事会決議においてELVについて「ECレベル

で処理すべき廃棄物である」ことを確認したが、そのスタートであった。1997年欧州委員会にて原案とりまとめ以降、膨大な審議を経て、2000年7月；EU理事会、同年10月；EU議会にて可決され、同年10月21日官報掲載と同時に発効された難産の賜物である。言い換えれば、それだけ審議され、今後、グローバルスタンダード（世界標準）となり得るものである。

表-1にEU指令の概要を列記する。

表-1 ELVに関するEU指令概要

1) ELV処理時の事前解体に関する規制(4条)	1) ELVによる汚染防止のための処理を保証。処理施設は官庁の認可登録 2) リサイクル促進のため以下部品の取外し・触媒、ガラス・銅、アルミ、マグネ含有部品・バンパー、インパネ、樹脂タック等の大物樹脂部品およびタイヤ
2) ・リサイクル可能率・リサイクル実効率に関する規制(7条)	1) リサイクル可能率；2005年以降の新型車に対し認証要件化 ・リサイクル可能率；95%以上 [エネルギー回収(T)分；10%以内] 2) リサイクル実効率 ・2006年1月～；85%以上[T；5%以内] ・2015年1月～；95%以上[T；10%以内]
3) ELVの回収ネットワークに関する規制(5, 12条)	1) 経済原則に立つ自動車関連事業者が回収処理システムを確立 2) ・2002年以降の新車、 ・2007年以降の全てのELVが対象 3) 解体証明書の提示が登録抹消となるシステムの設定
5) ELVの無償引き取りに関する規制(5, 12条)	1) 前記対象車両の引き渡しは最終所有者の負担なしに行われ、生産者が回収・処理費用の全てを負担
4) EU指令の実行(10条)	1) 加盟国は2002年4月迄にEU指令を遵守するための国内法を発効
6) 新型車の環境負荷物質に関する規制(4条)	1) 2003年7月以降の販売車は原則として鉛、水銀、カドミウム6個のみの使用禁止(適用除外13品目、継続検討5品目規定)

\* Masatoshi Sugimoto 材料技術部

2 - 2 . 国内動向

1997年5月通産省(当時)はELVの適正処理・リサイクルを一層促進するため「ELVリサイクルイニシアティブ」を発表。それを受け、日本自動車工業会は、1998年2月「ELVリサイクル自主行動計画」を策定、公表した。その概要を表-2に示す。

前記、EU指令に基本的には準拠しているが、リサイクル可能率・実効率の達成年度が日本の方が少し前倒しになっていること及び日本はエネルギー・回収分の制約がないなどに違いがある。

表-2 自工会「ELVリサイクル自主行動計画」概要

1) 自動車製造事業者として取り組む事項 (1) 数値目標		
	2002年以降	2015年以降
・新型車	リサイクル可能率 90%以上	-
・使用済み自動車	リサイクル実効率 85%以上	リサイクル実効率 95%以上
・埋立て処分量	'96年の3/5以下	'96年の1/5以下
・鉛使用量	'96年の1/2以下	'96年の1/3以下
(2) 新型車リサイクル可能率向上への努力 設計段階における事前評価ガイドラインの設定		
(3) リサイクル可能率の定義と算出方法に関するガイドラインの設定		
(4) エアバッグ、フロン処理を容易にするための工夫と関連事業者への情報提供		
(5) 鉛使用量削減目標に向けた努力		
2) 関連事業者全体で取り組む事項への協力		
(1) リサイクル実効率向上への基盤づくりと整備に協力 ・ELV分解技術、取外し部品のリサイクル技術開発 ・ELVシュレッダストの減容・固化・乾溜ガス化技術開発		
(2) 費用負担問題を含む社会システムの構築、関連施設の設置		
(3) 再生材料の流通基盤などにつき政府等への提言の実施		

2000年7月から2001年1月までに、経済産業省、産業構造審議会 環境部会 廃棄物・リサイクル小委員会「自動車リサイクルWG」(座長：永田勝也 早稲田大学教授)では、自動車リサイクルをめぐる内外の情勢を踏まえ、自動車リサイクルシステムのあり方について、多くの自動車ユ・ザや関係者に支持される「ジャパン・モデル」の立案・法制化を旨とし審議が重ねられてきた。

その結果、前記リサイクルイニシアティブ具現化のためのあるべき姿の立案、関係者の役割・分担、新たなリサイクルシステムの構築、費用負担及び費用徴収方法などを盛り込んだ「自動車リサイクル法(仮称)」の原案が策定された。

現在、【自動車のリサイクルの促進に向けて<新たなリサイクルシステムの構築に向けた基本的な考え方>(案)】のタイトルのもと「パブリ

ックコメント」として経済産業省自動車課が広く関係者の意見収集とまとめを実施している段階である。

今後、残された課題に対する審議、法案ドラフト策定、内閣審議、国会審議などを経て、遅くとも2002年春には法制化される予定である。

3 . 自動車メ - カの対応

前記、EU指令および国内「自動車リサイクル法」などの動向から、カ - メ - カの動きも活発化してきている。

その代表カ - メ - カの基本的な取り組み方針・実施事項について表-3に概要を示す。<sup>2)</sup>

表-3 カ - メ - カの取り組み概要

項目	取り組み方針・実施事項
1) リサイクル性の向上	1) 2015年リサイクル実効率95%に寄与するリサイクル設計の推進 リサイクル設計の車両への織込み(2005年度) 将来のリサイクル処理技術を踏まえた解体性の向上、リサイクルし易い材料への変更など 2) リサイクル材の用途拡大の推進 3) 3R (Reduce, Reuse, Recycle) の視点を織り込んで推進
2) リサイクルシステムの整備	1) 2015年リサイクル実効率95%実現へ向けた社会的な取り組み リサイクル処理技術の開発推進 [95%リサイクル処理技術の実証と提案(2005)] 関連業界との連携による製造から廃車処理までのリサイクルシステム構築への参画 [いずれの取り組みも3Rの視点を織り込む]
3) 環境負荷物質含有量の管理・低減	1) 化学物質のグローバルな管理と世界トップレベルを目指した取り組みの推進 管理対象物質の拡充とフォロ体制の強化 下記物質の使用禁止・低減を推進 ・使用禁止 [水銀, カドミウム, 砒素など] ・使用低減 [鉛, 6価クロムなど]

4 . 豊田合成の対応

4 - 1 . 環境取り組みプランと環境組織体制

当社は、1996年に「第2次環境取り組みプラン」を策定、2000年度を最終年度として目標を設定し活動してきたが、その達成が出来たため、2000年12月に、より高い目標を掲げた「第3次環境取り組みプラン」へ全面改訂した。

今後は、更なる環境に配慮した製品・技術開発や排出物を出さない生産活動の追求など、豊田合成グループをあげて、この「取り組みプラン」に基づき、着実に取り組むこととした。

第3次環境取り組みプランの策定と合わせて、環境取り組み体制も一新した。新体制では、「環境委員会」を軸に総合的なマネジメントを推進、

「製品・技術環境」と「生産環境」の2分科会で展開し、全社を統括して見ることのできる体制とした。図-1に豊田合成の環境取り組み体制を示す。

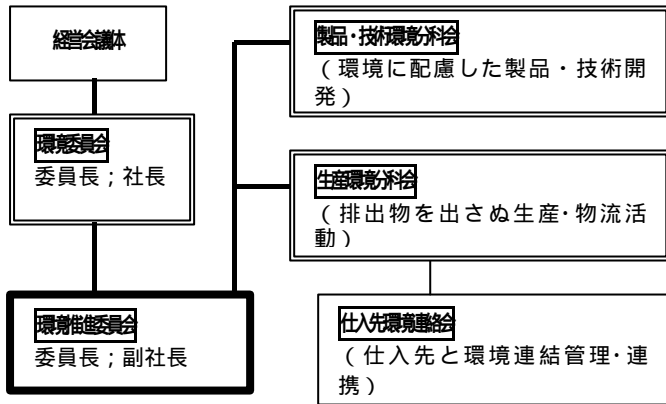


図-1 豊田合成の環境取り組み体制

製品・技術環境分科会及び生産環境分科会の下部組織として課題解決型の各WGを設定し対応している。又、WGは必要に応じて臨機応変に新設していくこととした。

4-2. 豊田合成における環境技術への取り組み

豊田合成の環境技術への取り組みとしては、「自動車の環境対策」と「自動車のリサイクル」の両輪で推進している。

「自動車の環境対策」では、都市環境対策、地球環境対策、クリーンエネルギーの3項目で推進。その最近の事例を表-4に示す。

表-4 自動車の環境対策事例

	主要事例
都市環境対策	1) 燃料排出ガス低減 ・エバポ規制対応製品開発 ・ORVR <sup>注1)</sup> 規制対応製品開発等 2) 騒音低減 ・遮音, 吸音材 ・Active Controlエンジンマウント 等
地球環境対策	1) 燃費向上 ・軽量化部品開発 ・インテグレート化 等 2) 環境負荷物質削減 ・鉛化合物 ・6価クロム ・PVC 等
クリーンエネルギー	1) クリーンエネルギー車 ・ハイブリッド車対応部品開発 ・EV車, FCEV車対応部品開発

注1) Onboard Refueling Vapor Recovery

次に「自動車のリサイクル」については、リサイクルし易い設計・製品開発、新規リサイクル技術開発、リサイクル材の車両搭載、

ELV部品リサイクルの4項目で推進している。

5. 豊田合成におけるリサイクル活動

5-1. リサイクル活動への考え方

車のライフサイクルを考えた取り組みとして、開発段階における「リサイクル設計」、生産段階における「工程内リサイクル」、使用・廃棄段階における「ELV部品リサイクル」以上3項目を展開中である。

また、確立された工程内リサイクル技術がELV部品リサイクルへ反映できることを考慮した取り組みを推進している。

5-2. 工程内廃棄物の削減

工程内廃棄物削減のための取り組み優先順位としては、発生源対策、社内リサイクル、再資源化(社外リサイクル)であり、この3本柱で取り組んできた。

2000年度実績では、1991年度を100%として、約84%削減することが出来た。その推移を図-2に示す。

今後は、ゼロエミッションをめざした廃棄物低減、省資源活動を推進し、2003年度末までに埋立て廃棄物ゼロをめざす。

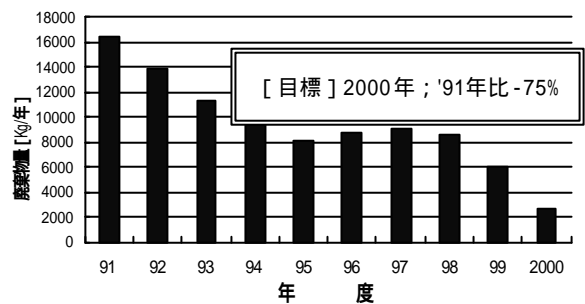


図-2 工程内廃棄物量推移

5-3. 自動車部品のリサイクル

これまで、「新型車リサイクル可能率90%、2002年達成に対応した樹脂・ゴム部品の開発」と「環境負荷物質が安全基準以下となる車の開発に対応した樹脂・ゴム部品の開発」を基本的な考え方として取り組んできた。

すなわち、自動車部品のリサイクルは「環境配慮型製品開発」そのものとのとらえ方をしている。

この事を念頭に、既販車対応と新型車対応に区分し展開してきた。



## 6. 既販車対応の自動車部品リサイクル

既販車対応の自動車部品リサイクルについては、特定部品のリサイクル技術確立をめざし、これまでに、ほぼその目標を達成できた。

### 6-1. ELVウェザーストリップのリサイクル

ゴム部品ではウェザーストリップ (W/S, 材質; EPDM) を選定し、2種類のリサイクル技術検討を実施した。

ひとつは「ゴムチップによる弾性舗装」である。本件については前報 (その2) にて報告済みであり詳細は割愛するが、豊田合成「厚生年金基金グラウンド」のクラブハウス前通路と社外「ゴルフ場」歩経路に1995年10月に試験施工した。以来、5年以上経過したが、今日まで問題なく経過し実証ができた。

もう一つは97~99年度にかけて日本自動車工業会と日本ゴム工業会との共同研究にて「使用済み自動車のEPDMゴム製ウェザーストリップのリサイクル技術」に関する実証実験を実施した。

回収対象部品として、ドア・ガラスラン (ソリッドゴム) とドア・W/S (スポンジゴム) を選定し、再生ゴム (パン法, 連続脱硫法) と微粉末 (常温粉砕法) によるリサイクル材料性能評価と適用製品として型物製品であるプラグホル、ドアストッパ - の製品性能評価を実施した。

その時の検討フロー - を図 - 3, 連続脱硫法再生ゴム製造工程を図 - 4, 製品性能評価結果の一部を表 - 5 に示す。

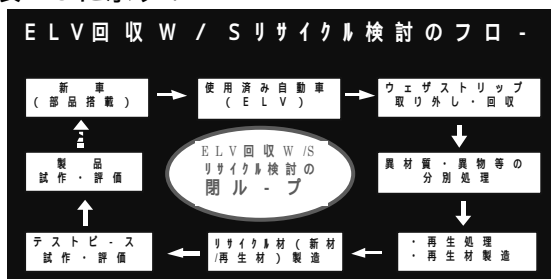


図 - 3 ELV回収W/Sリサイクル検討フロー

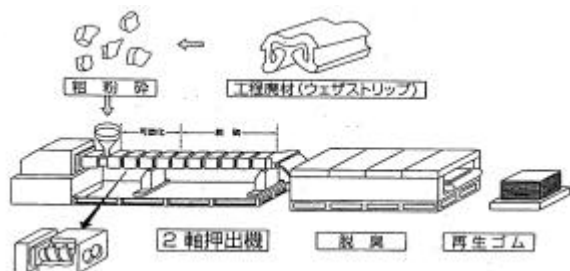


図 - 4 連続脱硫法 再生ゴム製造工程の概要

表 - 5 製品性能評価結果

	現行材 (新材) 100%	再生ゴム 連続脱硫 50%混合	粉末ゴム ソリッド品 25%混合
材 質	NR/SBR	EPDM	EPDM
製品成形性			~
挿入荷重性			
抜け荷重性			
シ - ル性			
組付け性			
耐オゾン性			
耐汚染性			
総合評価			[注]

「注」新材のベ - ス配合の工夫により改善可能

結論として、ELV回収ガラスラン (ソリッド EPDM) の連続脱硫法による再生ゴムは、加工性、材料物性、製品性能とも優れており、当初予想した以上の結果が得られ、今後の活路を見出すことができた。<sup>3)</sup>

### 6-2. ELVホイ - ルキャップのリサイクル

一方、樹脂部品では「ホイ - ルキャップ (材質; PP) を選定し、「ELVリサイクル材を適用したホイ - ルキャップ」を考えた。

ELV [トヨタ車] から回収したホイ - ルキャップ [豊田合成製] を材質選別 粗粉砕 粉砕・圧縮 塗膜除去 (機械式) リペレット サンドイッチ射出成形 (コアヘリサイクル材適用) の工程で試作した。製品性能評価まで実施した結果、実用上、問題ない結果が得られ、技術確立できたと考えている。

## 7. 新型車対応の自動車部品リサイクル

新型車対応の自動車部品リサイクルについては、前項で述べたように「環境配慮型製品開発」そのもので、重点項目、取り組み事項の概要を表 - 6 に示す。

表 - 6 豊田合成における自動車部品のリサイクル技術

重点項目	取り組み事項
リサイクル設計・製品開発	・リサイクル容易な素材・製品構成 ・解体 (取外し・分解) 容易な製品設計
新規リサイクル技術開発	・識別技術 ・複合品素材分別技術 ・前処理技術 ・再生処理技術
リサイクル材の車両搭載	・自動車関連リサイクル材 ・非自動車関連リサイクル材
環境負荷物質の削減	・鉛化合物 ・PVC ・6価クロム ・エステル系可塑剤 等

これらの取り組み事項に関し、最近実施してきた豊田合成の事例について以下、列記する。





7 - 3 . リサイクル材の車両搭載 事例

7 - 3 - 1 . エアバッグ基布端材のリサイクル

当社の主力製品のひとつであるエアバッグは、66ナイロンの基布をトリミングして縫製している。

現在、運転席（D席）、助手席（P席）、サイドの各エアバッグモジュールの車への装着率の高まりと共に、端材量も確実に増加している。

当社では、過去は土木用フェルト資材として社外リサイクルしていたが、より付加価値の高い再利用法の開発を進めてきた結果、自動車用樹脂部品としてリサイクルすることに日本で初めて成功した。

リサイクルのプロセスとしては、まず端材を熱溶解処理後、再ペレット化し再生66ナイロン樹脂とする。その後、真空乾燥処理、品質確認を行い、射出成形して自動車部品として再利用する。このリサイクル工程を図 - 11 に示す。

現在、適用先部品としてはエンジンとキャニスタ - を連結しているフュ - エルベ - パホ - スの流動脈動音を減衰する機能を持つ「バキュームサージタンク（エンジン関連部品）」であるが、再生量の一部であるため、その他の自動車部品としての適用先検討を実施中である。（現時点、残りは自動車以外の用途に社外リサイクル）

上記以外に、さらに付加価値を高める新たなリサイクル技術開発にも挑戦中である。

7 - 3 - 2 . リサイクルPETエンジンカバ -

自動車用部品のリサイクル材使用比率の増加と付加価値の高いリサイクル材の適用をねらいとして開発した。

従来、PETボトルリサイクル材の自動車への適用としては、不織布として吸音材への適用が主体であった。

PETボトル材料は、もともとプロ - 成形用のため流動性が悪く、今回のエンジンカバ - など大型射出成形品への適用は極めて困難であった。

このため分子量調節による流動性向上と結晶核剤添加、金型温度制御による射出成形性向上により、大型エンジンカバ - への適用に成功した。

又、衝撃性を改善するため、ポリマ - アロイ化とエンジンカバ - 本体の形状の工夫にて、従来の6ナイロン樹脂製エンジンカバ - と同等以上の耐衝撃性能を達成できた。

写真 - 1 に適用製品例および図 - 12 にリサイクルPETエンジンカバ - の工程図を示した。



写真 - 1 リサイクルPET適用製品例

8 . 今後の豊田合成の対応方針と実施事項

2001年度以降の取り組みについては、2000年12月「豊田合成 第3次環境取り組みプラン」として公表したが、その内、今回の報告主体である「自動車部品のリサイクル」に関連する対応方針と実施事項について表 - 6 に抜粋した。本内容は同時期に発行した「豊田合成環境報告書2000」にも掲載した。

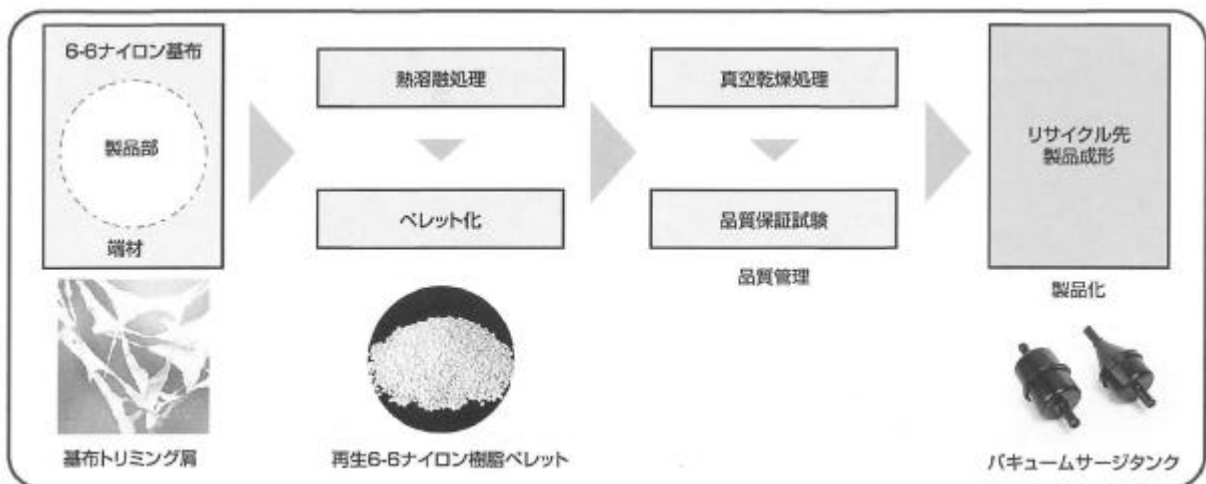


図 - 11 エアバッグ基布端材のリサイクル工程



図 - 1 2 リサイクルPETエンジンカバー - 工程

表 - 6 自動車部品リサイクルに対する  
豊田合成の取り組み内容

項目	取り組み方針	実施事項・目標
・部品リサイクル性の向上	・ELV部品リサイクル性向上のための技術開発	1) リサイクル設計・製品開発 ・リサイクル容易な素材・製品構成の設計 ・解体容易な製品設計 2) ELV部品のマテリアルリサイクル技術開発 ・解体可能部品のリサイクル技術 ・リサイクル難部品のリサイクル技術 ・リサイクル材の用途開発 (自動車・非自動車)
・循環型社会づくりへの参画	・ELV部品リサイクル技術・用途開発	1) 自動車工業会，部品工業会等への積極的参画 2) カ-メ-カと連携を持った活動推進
・環境に優しい負荷の少ない製品・技術開発	・資源の有効活用および自然循環型素材の活用	1) 廃棄資源の有効活用 ・PETボトル，故紙 等 2) 天然素材の活用 ・生分解性プラスチック ・天然繊維 等
・環境負荷物質の管理・低減	・環境負荷物質の計画的削減	1) 削減対象物質の計画的削減 ・対象物質の設定と見直し ・対象物質毎の計画に基づいた削減の推進 (鉛化合物，6価クロム 等) ・VOCの削減も併せて計画的に推進 (トルエン・キシレン等)
	・製品含有物質管理の定着化・拡充	1) 「製品含有環境負荷物質管理システム」による立上り車両用部品に対する含有量管理

9. おわりに

以上，自動車・部品リサイクルの動向と豊田合成の最近の対応状況および今後の進め方についてまとめた。

最後にまとめと今後の動向に関し，以下，所感を記す。

1) 「豊田合成環境取り組みプラン」策定としては，第1次(1993年)，第2次(1996年)，第3次(2000年)と約8年が経過し，今日，ようやく，その活動が事業部，機能部とも，定着化し始めた。

2) 経済産業省は，「循環経済ビジョン」として，「21世紀，日本経済の最大の課題は環境・資源節約であり，世界に先駆けた循環型経済システムの構築が急務である」と表明している。  
また，「その結果，2010年の環境関連産業の市場規模が40兆円規模に成長する」と予測しているように，まさにビジネスチャンスであることも念頭に事業活動していく必要がある。

3) 現在，我々はQ(品質)・C(コスト)・E(環境)のバランスを採りながら「環境配慮型製品開発」を実施している。  
今後は，この手法としてカ-メ-カでも取り組みを開始した「LCA；ライフサイクルアセスメント」を導入していくことが重要である。<sup>4)</sup>

LCAは，資源採取から廃棄までの製品の一生の中で，製品が使用するエネルギー，資源と製品が排出する環境負荷物質を定量的に分析し，総合的な環境影響を評価する手法である。

4) 世界人口の増加，開発途上国の発展から，2010年頃には原油可採埋蔵量がピ-クになり，その後，急激に減少していくとされている。  
カ-メ-カは既に，その対応としてハイブリッド車，FCEV車などポストガソリンへの対応を開始している。

豊田合成としても，ゴム，樹脂の原材料であるナフサの高騰，来るべき資源枯渇に備え，ELV部品のリサイクルを初め，的確な対応を自動車メ-カ，部品業界，原材料メ-カなどと連携をとりながら，自動車用高分子部品専門メ-カとしての義務と責任を果たしていきたい。

5) 2000年は「循環型社会立法元年」と言われたのに対し、2001年は「循環型社会実行元年」と言われている。

このためには、「環境と経済の一体化」、  
「取り組み方策の拡充 [ 1 R (Recycle) 3 R (Reduce, Reuse, Recycle)]」の考えのもとに展開していくことが重要で、このことが循環型社会形成に繋がると考える。

豊田合成としても、これらのことを念頭に、今まで以上、真剣に取り組んでいきたい。

#### 参考文献

- 1) 伊藤英章：循環型社会の設計と難処理人工物，自動車技術会中部支部報「宙舞」，No. 50，P.73～76(2001)，名古屋大学
- 2) トヨタ自動車株式会社：「環境報告書2000」，P.24～26(2000年8月)
- 3) 河西純一，猪飼忠義，杉本正俊，濱田 裕，加藤公一，里田秀敏：自動車技術会1999年春季学術講演会前刷集，No.42-99，P.9(1999)
- 4) 山戸昌子：エンジンテクノロジー - ，November，P.8～12(2000)，トヨタ自動車

# 報 告

## 2層ガラスアウターウェザーストリップのリサイクル技術

佐藤 宏一<sup>\*1</sup> , 加賀 則至<sup>\*2</sup> , 青山 守<sup>\*3</sup> , 後藤 新一<sup>\*4</sup>

### Recycling technology for two layer Glass Outer Weather Strip

Koichi Sato<sup>\*1</sup>, Noriyuki Kaga<sup>\*2</sup>, Mamoru Aoyama<sup>\*2</sup>, Shinichi Goto<sup>\*3</sup>

#### 要 旨

異種塩素系材料からなる、2層ガラスアウター（表皮層およびリップ部：軟質PVC、コア層：塩素化PVC）の生産工程で発生する成形不良品は、従来リサイクル困難であり、産業廃棄物として埋め立て処理していた。

今回、リサイクル材の混練方法と条件の最適化により、軟質PVCと非相溶である塩素化PVCを均一混合させる技術を確立し、リサイクルを可能にして産業廃棄物の低減を図った。

#### Abstract

Two layer Glass Outer consists of different chlorinated materials. Top skin and lip portions are soft PVC. Core portion is chlorinated PVC. It is usually difficult to recycle the scrap generated at production process, because the two different materials are difficult to mix uniformly.

We develop the optimized mixing process to mix the scrap consist of soft PVC and chlorinated PVC.

And we succeeded to recycle the scrap and reduce the industrial waste.

\*1 材料技術部 樹脂材料技術室

\*2 内外装企画部 企画室

\*3 内外装製造部 製造技術室

\*4 ボディシーリング技術部 ボディシーリング生技室

### 1. はじめに

異種塩素系材料からなる、2層ガラスアウター（表皮層とリップ部：軟質PVC，コア層：塩素化PVC（図-1））の生産工程で発生する廃棄処理品（段替え屑および成形不良品）は従来リサイクルが困難であり、産業廃棄物として埋め立て処理されていた。

今回、リサイクル材の混練方法と条件の最適化により、軟質PVCと非相溶である、塩素化PVCを均一混合させる技術を確立したので報告する。

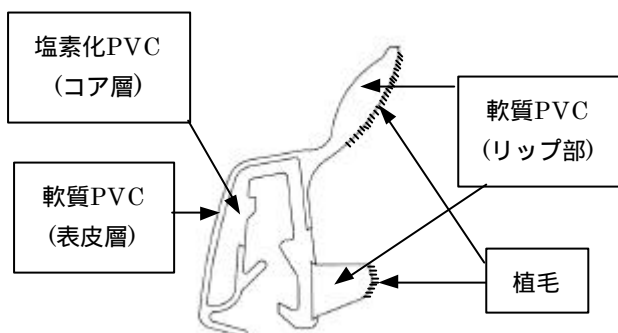


図-1 2層ガラスアウター

### 2. リサイクル技術

#### 2-1. リサイクル材の適用先検討

押出機にて、軟質PVCと塩素化PVCを同時に押し出し、図-1のような2層ガラスアウターを成形する工程で廃棄処理品が発生し、産業廃棄物として埋め立て処理されていた（図-2）。これら発生した廃棄処理品を、製品に戻すことを基本としたリサイクルを行うために、まずその適用先について検討した。その結果を表-1に示す。リップ部に存在する植毛を含んだ状態では、リターンした後に表面外観に大きな影響を与えてしまい、製品としてリサイクルすることは困難であった。そこで植毛の無い状態での検討を行なった。植毛を切り落としたものを表皮層もしくはリップ部として用いることは、軟質PVCと塩素化PVCという相溶性の悪い材料のブレンドであるために外観表面に大きな影響を与えてしまった。さらに表皮層とリップ部を分離して用いる検討も行ったが、大変なコストアップとなってしまった。以上の結果より意匠面としての使用は困難であった。しかしながら、コア層としての利用検討を行なったところ、多少の条件検討が必要であるが利用可能であることがわかったので、それを適用先に選定した。

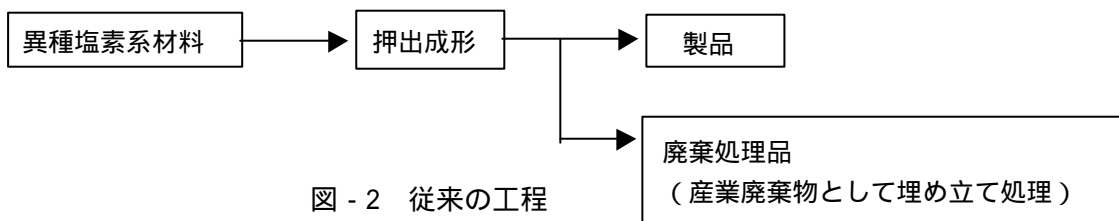


図-2 従来の工程

表-1 リサイクル材の適用先検討結果

リサイクル材の適用先	難易度
リップ部植毛付でコア層へリターン	大（外観 NG）
リップ部植毛付で表皮層及びリップ部へリターン	大（外観 NG）
リップ部植毛無でコア層へリターン	中（条件検討：要）
リップ部植毛無で表皮層及びリップ部へリターン	大（外観 NG）
コア層と表皮層を分離してコア層へリターン	大（コストアップ）
コア層と表皮層を分離して表皮層へリターン	大（コストアップ）

2-2. 混練方法のスクリーニング

植毛を切り落とした状態でコア層として適用するにあたり、軟質PVCと塩素化PVCは非相溶であるという問題に直面する。ヴァージンの塩素化PVCにブレンドするには、単純ブレンドでは均一に混合されない。更に、リサイクルペレット作製時においては、軟質PVCに配合されている可塑剤が、材料間のスリップを誘発し混練が十分行われず、分散不良が発生する。これらの理由より、コア層として表皮層に影響を与えない最低限の外観を確保することも難しい。これらの問題を解決するために混練方法のスクリーニング(図-3)を行った。

A法：廃棄処理品を粉砕したもの(以下粉砕品と略す)を高混練押出機にてペレット化し、コア層ヴァージン材とペレットブレンドする。

B法：粉砕品をロールにてペレット化し、コア層ヴァージン材とペレットブレンドする。

C法：粉砕品をヘンシェルミキサーにて、コア層ヴァージン材と混合し、高混練押出機にてペレットブレンドする。

D法：粉砕品とコア層ヴァージン材を高混練押出機またはロールペレット化し、更にコア層ヴァージン材とペレットブレンドする。

これら方法を製品外観、材料物性、加工費、コンタミについてリサイクル性を検討した結果を表-2に示す。その結果、A法、即ち高混練押出機によるペレット作製がベストと判断した。

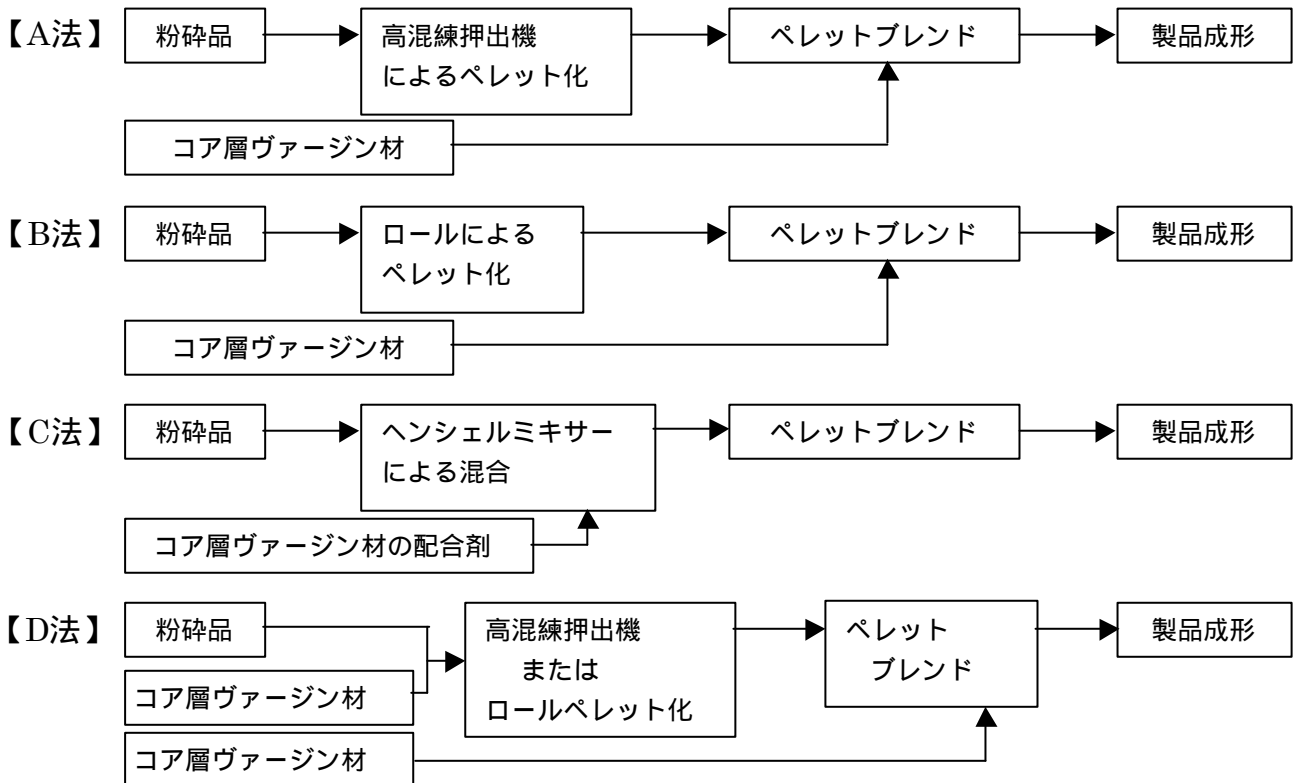


図 - 3 混練方法のスクリーニング

表 - 2 リサイクル性の検討結果

	製品外観	材料物性	加工費	コンタミ
A法	~			
B法	~			
C法			×	×
D法			×	

~ : 現行材と同等レベル  
 ~ : 現行材よりやや劣る  
 × : 現行材より劣る



2-3. 押出条件による外観検討

混練り方法のスクリーニングで選定したA法（粉砕品を高混練押出機でペレット化）では、製品外観が若干劣る。このためペレットを作製する時の最適押出条件を、シリンダー温度とリサイクル材の配合比を因子として検証した（表 - 3）。その結果、表 - 3に示す押出条件 2であれば、リサイクルペレットの配合量が10 %までは、外観レベルは許容範囲であることが確認できた。

2-4. リサイクル材の材料物性

リサイクル材の配合比率と材料物性の関係を表 - 4に示す。リサイクル材の配合量が10 %までであれば、コア層ヴァージン材と大差なく、許容範囲内であることが確認できた。

表 - 3 外観改良検討結果

	シリンダー設定温度	リサイクル材の配合量	外観 (目標値：波打ちなきこと)
押出条件 1	130 ~ 165	0 %	
		5 %	
		10 %	
		20 %	×
押出条件 2	140 ~ 170	5 %	
		10 %	
		20 %	
押出条件 3	150 ~ 180	5 %	
		10 %	
		20 %	×

：現行材と同等レベル

：現行材よりやや劣る

×：現行材より劣る

表 - 4 リサイクル材の配合量と材料物性（指数表示）

項目	ヴァージン材	リサイクル材の配合量			
		3 %	5 %	10 %	20 %
荷重撓み温度	100	99	100	99	96
衝撃強さ	100	105	105	105	89
曲げ強さ	100	100	101	100	105
曲げ弾性率	100	102	100	100	103
引張強さ	100	100	100	100	100
引張伸び	100	100	125	131	106
線膨張係数	100	100	97	110	158
収縮率	100	100	125	150	275

### 2-5. リサイクル材の分散性

リサイクル材の配合量 10 %での混練方法の違いによる分散性を，SEM観察にて確認した結果，最適混練方法（A法）及び条件（押出条件 2）にて，リサイクル材の均一分散を確認した（図 - 4，5）．

### 2-6. 製品での確認

リサイクルペレット作製方法：A法（図 - 3），条件：押出条件 2（表 - 3），リサイクル材の配合量：10 %にて，異種塩素系 2 層ガラスアウター自動車部品を成形し，製品性能評価を行なった結果，製品性能合格を確認した（表 - 5）．

### 3. まとめ

リサイクルペレットの混練方法と条件を最適化することにより，材料物性，製品外観，寸法変化とも許容範囲内に収まり，異種塩素系 2 層ガラスアウター自動車部品のコア層に10 %のリサイクルペレットを配合する技術を確立した．その結果工程廃材のリサイクルが可能になり，併せて植毛リップ部についても社外で再資源化することができたので埋め立て処理をゼロにすることができた．

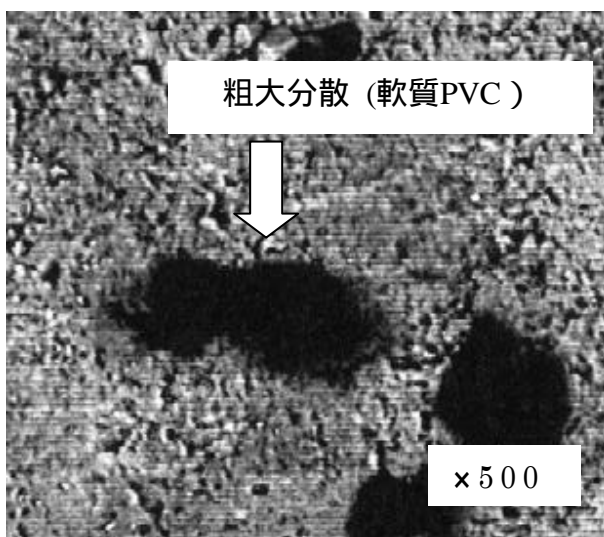


図 - 4 従来混練法

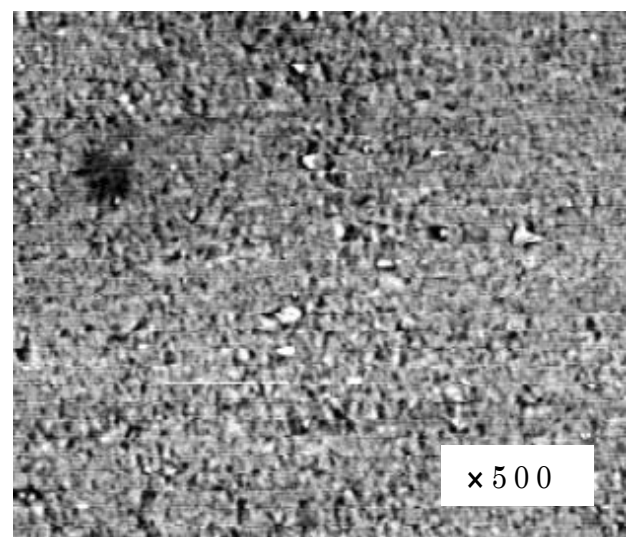


図 - 5 最適混練方法及び条件

表 - 5 製品性能評価

No.	項目	判定
1	挿入力	
2	保持力	
3	熱老化性	
4	耐寒性	
5	冷熱サイクル	
6	低温衝撃性	
7	低温組付け性	

# ≡ ≡ ≡ 報 告 ≡ ≡ ≡

## 粒子シミュレーション法によるホース補強糸層の応力解析

北岡 克司 \*

### Stress Analysis Reinforcement Textile of Hose by the Particle Simulation Method

Katsushi Kitaoka \*

#### 要 旨

油圧ホースを開発する場合、ホース補強糸層の設計が重要である。また、有限要素法による応力解析では、糸層全体をモデル化した巨視的な解析に限られていた。今回、球状粒子を連結したモデルで解析することにより微視的な解析が可能となった。

ホース補強糸層の変形は、粒子シミュレーション法により計算される。この方法は、糸を球状粒子でモデル化し、さらに、その糸は7本の撚糸で撚り合わせたモデルとなっている。

糸層の変形計算は、各糸を構成する球体の動力学計算を行う。すなわち、各球について、並進・回転の運動方程式を解くことにより計算される。

計算によって得られた応力は、引張り・ねじりのそれぞれの変形において、実験による結果とよい一致を示した。

#### Abstract

The design of the hose reinforcement textile is important when we develop the oil pressure hose. It was limited to the macro-analysis that modeled the whole thread layer with the stress analysis of the Finite-Element Modeling. It was possible to the micro-analysis with the model that connected the spherical condition.

Deformation of the reinforcement textile of hose has been simulated by using a textile model of twisted threads and the Particle Simulation Method. Each thread is modeled with 7 filaments which are constructed with spring-connected spheres.

The motion of each sphere is calculated by solving the translation and rotational motion equations under the stretching and twisting deformation of the hose.

The total forces exerted in the reinforcement textile by stretching and twisting were in good agreement with experimental measurements.

\* 機能部品事業部 技術部 ホース技術室

### 1. はじめに

油圧ホース(図-1)を開発する場合、ホース補強糸層の設計が重要であり、開発を効率的に実施するためには、机上による応力解析が必要となる。また、有限要素法による応力解析では、糸層全体をモデル化した巨視的な解析に限られる。

これに対して、今回開発した方法は、球状粒子を連結したモデルで糸を表すため、糸層の微視的な応力解析が可能となった。



図-1 油圧ホース

### 2. 油圧ホースの概要

油圧ホースは、図-2のようにゴムと糸の5層構造となっている。また、糸層は編込み状態となっており、フレキシブルな動きに対応できる構造となっている。

各層の役割としては、外皮は上糸の保護・内管は媒体のシール・糸層は圧力の保持であり、糸層の役割が重要である。

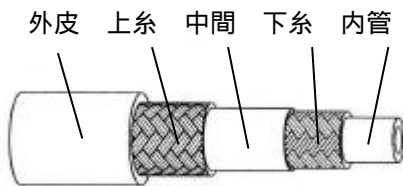


図-2 ホース構成

また、糸層の構造は周期性があり、その一部分を取り出すと図-3のようになる。さらに、糸一本は図-4のように200~300本のフィラメントから構成される。

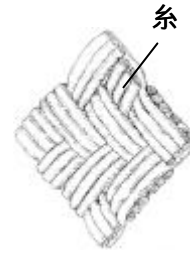


図-3 編込み状態



図-4 単糸断面

### 3. 実施内容

#### 3-1. 粒子シミュレーション法

粒子シミュレーション法では、図-5のように糸(繊維)を球状粒子でモデル化する。

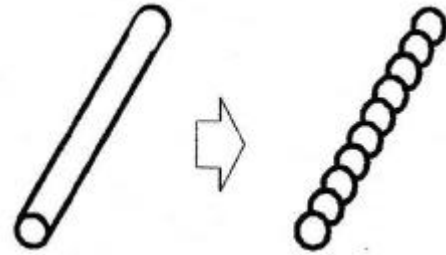


図-5 糸のモデル化

糸の引張り・曲げ・ねじりの各変形は、図-6に示すようになる。

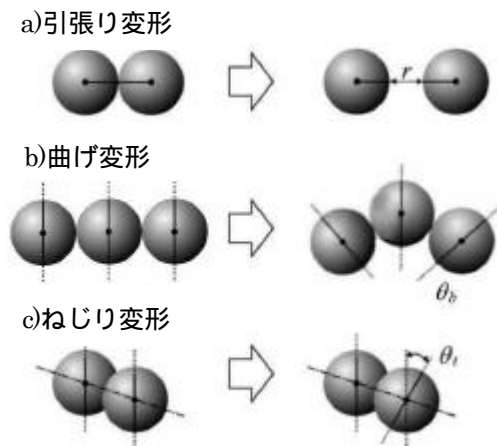


図-6 球状粒子間の変形

また，球状粒子間には，式 ~ に示すような力が働く．つまり，引張りに対しては復元力  $F^s$ ，曲げに対しては復元トルク  $T^b$ ，ねじりに対しては復元トルク  $T^t$  が働く．

このとき，各々の変形に対する糸の剛性を表す定数  $k_s$ ， $k_b$ ， $k_t$  は，糸の縦弾性係数  $E$  あるいは横弾性係数  $G$  を用いて表すことができる．また， $r$  は結合長， $\theta_b$  は結合角， $\theta_t$  はねじれ角の変位を各々表すものとする．

引張り変形

$$F^s = -k_s \cdot r \quad , \quad k_s = \frac{a}{2} E$$

曲げ変形

$$T^b = -k_b \cdot \theta_b \quad , \quad k_b = \frac{a^3}{8} E$$

ねじり変形

$$T^t = -k_t \cdot \theta_t \quad , \quad k_t = \frac{a^3}{4} G$$

### 3 - 2 . 解析用モデルの作成方法

はじめに，編み方のパラメータを決定する．編み方のパラメータとしては，合系数・打込み数・ブレード径・ピッチ・肉厚・撚り数があり，解析するホース構成の数値を入力する．

[ 語句の説明 ]

- 合系数 : 撚り糸を束ねたときの数
- 打込み数 : 1ピッチあたりの糸本数
- ブレード径 : 糸層の外径
- ピッチ : 一本の糸がホースを一周する間隔
- 肉厚 : 糸層の厚み
- 撚り数 : 10cmあたりの糸のねじり量

( 図 - 7・8 参照 )

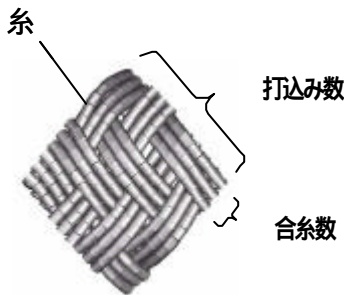


図 - 7 編込み状態

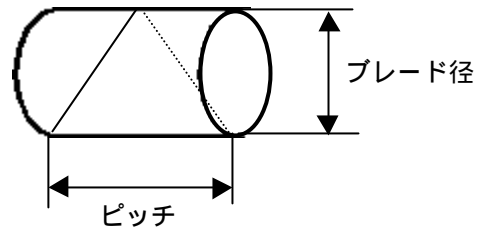


図 - 8 寸法

次に，ホース補強糸層の織布模様の周期性を考慮して菱形の領域を切り出し，球状を連結した糸を用いてモデル化する．( 図 - 9 )

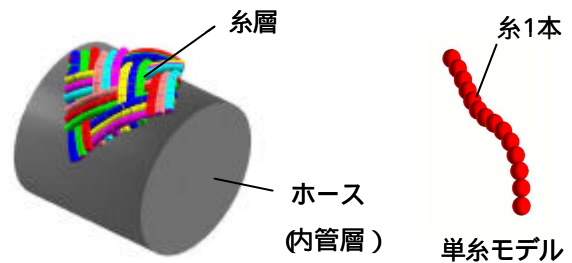


図 - 9 単糸編込みモデル

しかし，このモデルでは実際の糸が多本数のフィラメントで撚り合わさっている構造を表していない．そのため，実際のホース糸層の断面形状と一致しない．

そこで，1本の糸を7本の撚糸で撚り合わせたモデルを作成する．このモデルにすることにより，実際のホース糸層の断面形状と同等になる．

( 図 - 10 )

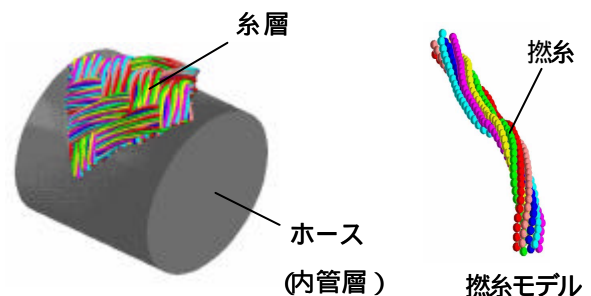


図 - 10 撚糸編込みモデル

### 3 - 3 . 解析方法

上記で作成したモデルに対して、実際のホースの変形条件を解析モデルに与える。

つまり、下糸層に対して、図 - 1 1 のように圧力・変位（引張りやねじり変形）を与える。

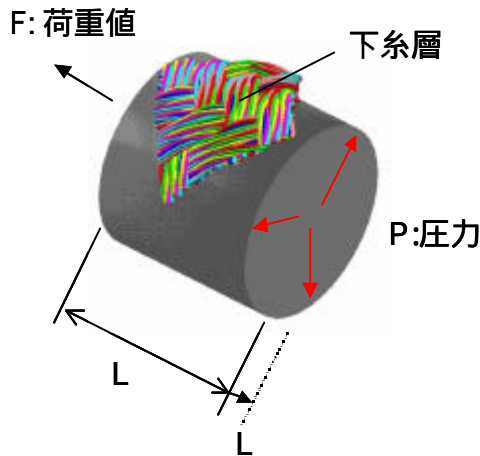


図 - 11 解析モデル

また、糸層の変形計算では、各糸を構成する球体の動力学計算を行う。すなわち、各球について並進運動・回転運動・結合球間で滑りが無い条件を解き、球体の運動を計算する。

(式 ~ を参照)

ただし、 $m$ は球の質量・ $v_i$ は球  $i$  の速度・ $\omega_i$ は角速度、 $F_i^h$ は減衰力・ $T_i^h$ は減衰トルク、 $F_{ij}^p$ は粒子間力・ $f_{ij}$ は結合球間に働く摩擦力・ $n_{ij}$ は結合した球の中心を結ぶ方向の単位ベクトルである。

#### 並進運動

$$m \frac{dv_i}{dt} = \sum_j F_{ij}^s + \sum_j f_{ij} + F_i^h + \sum_j F_{ij}^p$$

#### 回転運動

$$\frac{2}{5} m a^2 \frac{d\omega_i}{dt} = \sum_j T_{ij}^b + \sum_j T_{ij}^t + (\sum_j f_{ij} \times a n_{ij}) + T_i^h$$

#### 滑りが無い条件

$$v_i + \omega_i \times n_{ij} = v_j + \omega_j \times n_{ji}$$

### 3 - 4 . 解析結果

計算結果として、下糸層に働く応力と応力分布が出力される。

条件（圧力・歪）を変えたときの下糸層に働く応力（荷重値）の結果が、図 - 1 2 のように出力される。

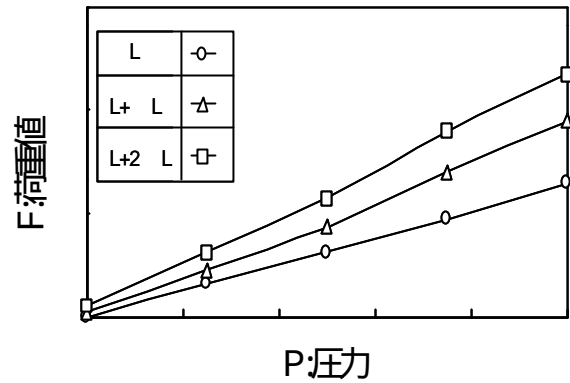


図 - 12 下糸層に働く応力（荷重値）

引張り変形の際の応力分布図は、図 - 1 3 のように出力される。これによると、糸と糸の交差部に応力集中部が発生していることがわかる。

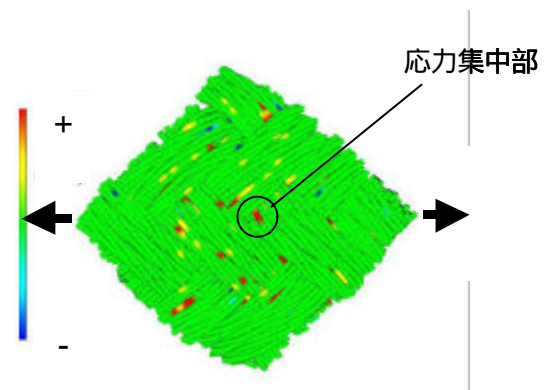


図 - 13 応力分布（引張り変形）

また、ねじり変形の際の応力分布図が、図 - 1 4 のように出力される。これによると、ねじりを加えた方向と同一方向の糸に、最大応力が発生していることがわかる。

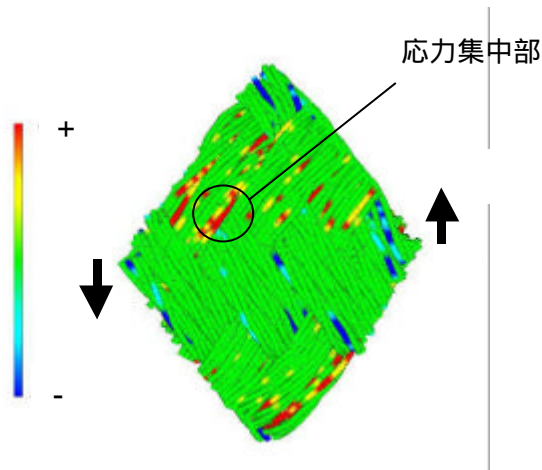


図 - 14 応力分布 (ねじり変形)

3 - 5 . 応力測定

糸層全体に働く応力 (荷重値) の測定方法を図 - 15 に示します .

測定方法は , 下糸編込み状態のホースを準備し , ホースを下図のように固定し , 歪と圧力を加える . このときの荷重値を測定する .

各々の条件 (歪・圧力) で測定した結果について , 図 - 16 に示す .

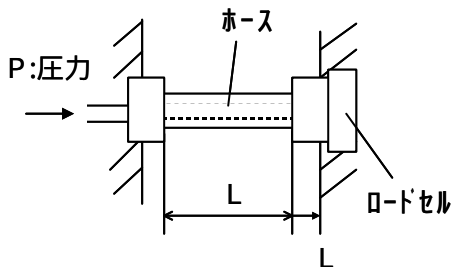


図 - 15 測定方法

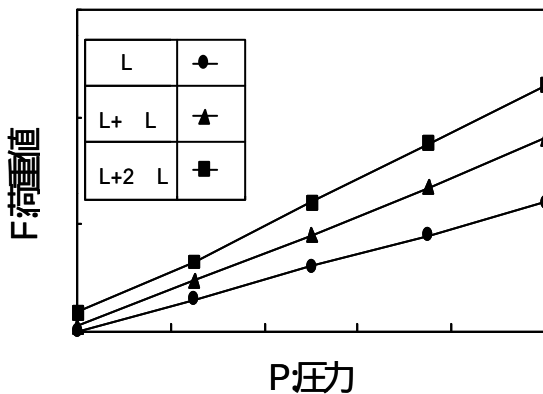


図 - 16 下糸層に働く応力 (荷重値)

4 . 結果

糸層全体に働く応力の計算値と測定値とを比較した結果について , 図 - 17 に示す .

この結果より , 実用使用領域での圧力では , 精度  $\pm 10\%$  以内となり , 計算により応力 (荷重値) を予測することが可能であり , ホース構成の設計に活用できるものと思われる .

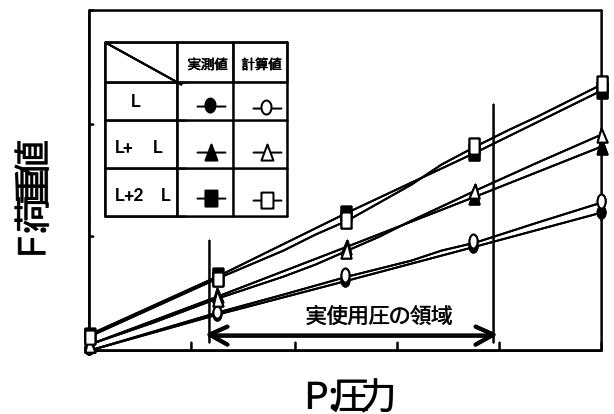


図 - 17 下糸層に働く応力 (荷重値) の比較

また , 糸層断面形状の結果を図 - 18 に示す . この計算結果をみると , 糸一本を7本の撚糸でモデル化した効果のために , 糸のつぶれを再現できている . さらに , 糸層の肉厚もほぼ一致する結果となった .

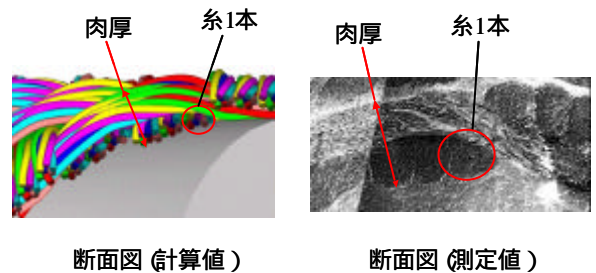


図 - 18 断面形状の比較

5 . まとめ

球体を連結したモデルで糸を表現する方法 (粒子シミュレーション法) を用いて , ホース補強糸層の応力解析を行う計算手法を開発した .

また , この手法の特徴は , 糸一本を7本の撚糸



レベルまでモデル化したので、糸の撚り状態と編込み時の糸層断面をうまく表現することができている。このため、今回の解析手法を用いることにより、ホース補強糸層のミクロ的な応力解析ができ、糸内部の応力分布まで予測することが可能となった。

さらに、今回の方法は、ホース構成のパラメータ（糸量・糸種・寸法）の変更が可能であるため、机上でのホース設計に活用できる。

## 謝辞

最後に、本テーマは（株）豊田中央研究所との共同開発により完成したものであり、開発に際しては、（株）豊田中央研究所材料モデリング研究室の協力をいただいた。関係者の皆様には深く感謝致します。

## 参考文献

- 1) 山本智, 井上良徳, 東智美, 松岡孝明: 粒子シミュレーションによる粒子分散樹脂射出成型品のミクロ構造予測, 日本機械学会論文集 (A編) (1999.3)
- 2) 山本智, 北岡克司: 粒子シミュレーション法によるホース補強糸層の応力解析, 第34回全豊田研究発表会 講演要旨(1999.3)
- 3) 山本智, 東智美, 松岡孝明, 安藤康司, 北岡克司: 粒子シミュレーション法によるホース補強糸層の応力解析, 繊維学会予稿集 (1999.5)
- 4) 山本智, 松岡孝明, 安藤康司, 北岡克司: 粒子シミュレーション法によるホース補強糸層の応力解析, 自動車技術会論文集 (2001.4)

# ≡ ≡ ≡ 報 告 ≡ ≡ ≡

## 光輝感の定量評価方法

井土尚泰<sup>\*1</sup> , 度会弘志<sup>\*2</sup> , 荻巣康彦<sup>\*3</sup>

### The Method to Evaluate a Glittering Feeling Quantitatively

Takayasu Ido<sup>\*1</sup> , Hiroshi Watarai<sup>\*2</sup> , Yasuhiko Ogisu<sup>\*3</sup>

#### 要 旨

近年光輝感が高く、より金属に近い外観を有する、金属調塗装と呼ばれる新しい加飾表現が注目を浴びており、自動車部品、携帯電話、電化製品等にその採用が拡大されつつある。

本報では、金属調塗装の開発を進めていくにあたり、避けて通ることは出来ない事柄である、“光輝感の定量化”について行った検討結果について報告する。

光輝感に差の認められる幾つかの光輝加飾サンプルについて、一対比較法による官能評価試験及び、変角分光光度計を用いた反射特性の測定を行った。

この結果、測定された反射特性における、正反射近傍の反射率とシェード領域の反射率のコントラストが官能で感じられる光輝感と関係があると考え、これをもとに評価式を作成したところ、官能で感じられる光輝感と相関の高い(相関係数Rが0.9以上)評価式を作成することができた。

#### Abstract

Metal-like-painting, a new expressing method of surface treatment, is recently focused and the adoption of it as productions is expanding to various fields, parts of automobiles, mobile phones, and electric equipment.

In this paper we will report about results of examinations in which we tried to find the method to evaluate the glittering feeling quantitatively, the unavoidable matter in order to advance the development of the metal-like-painting.

Examinations of sensual evaluating with the method of paired comparisons and measurements of reflect characteristics by means of multi-angle-spectrophotometer were carried out among several metal-like-painted samples which have different glittering feeling each other.

Results of these investigations lead us to the conclusion that the contrast between reflection ratio in the highlight area and one in the shade area is deeply related with the sensual glittering feeling. According to the idea, we finally established an evaluation equation that have good correlation with sensual glittering feeling.

\*1 Takayasu Ido 材料技術部

\*2 Hiroshi Watarai 材料技術部

\*3 Yasuhiko Ogisu 材料技術部

## 1. はじめに

本物の持つ素材感、本質感により近い外観表現が強く求められる現在の加飾技術の流れにおいて、メタリック調塗装についても例外でなく、より金属に近い、新しい外観表現が求められている。

現在このニーズに対応すべく、金属調塗装と呼ばれる、これまで以上に金属感の高いメタリック塗装の開発がさかに行われ、自動車部品、携帯電話、電化製品などに採用されつつある。

本報ではこの金属調塗装の開発を進めていくにあたり、避けられない事柄である“金属感の定量化”及び、“定量評価方法の確立”についての検討結果の報告を行なう。特に今回は官能特性である『金属感』の中でも、視覚的に得られる情報である『光輝感』の定量化について検討を行った。

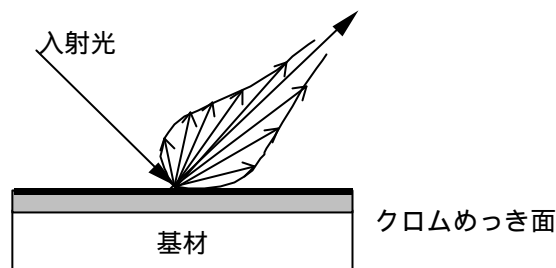


図 - 1 クロムめっき面の反射光モデル

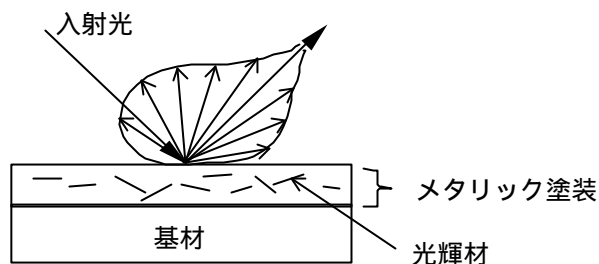


図 - 2 メタリック塗装面の反射光モデル

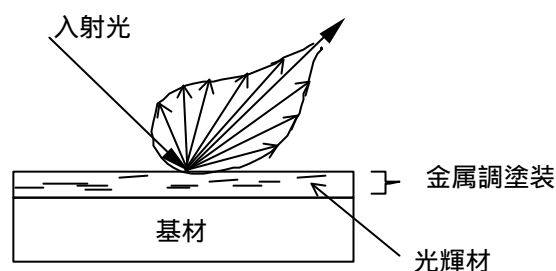


図 - 3 金属調塗装面の反射光モデル

## 2. 開発コンセプト

### 2 - 1. 金属調塗装の光輝感

今回、一連の光輝加飾において、最も高い光輝感を有するものとして、クロムめっき面を定義した。このクロムめっき面では、まず最表面が極平滑であることに加えて金属層がほぼ連続で一律な面状になっており、このため、このめっき面への入射光は殆ど拡散反射を起こさず、正反射成分が大半を占めるシャープな反射特性となる。(図1)

これに対して従来技術である1コートメタリック塗装では、(図2)光輝材として用いられるアルミフレークが不規則な配向をとっており、この為フリップフロップ性が低く又、アルミフレークの粒子感が残った外観となる。

一方金属調塗装とは、これら光輝材をできるだけ真横に配向させようとする技術である。(図3)但し、吹き付け塗装等によって、クロムめっき面ほど一律に光輝材を配向させることは非常に困難である。又、保護層として表層にクリア層を施す必要がある場合が多く、このクリア層の影響で光輝感が低下するため、結果としてクロムめっき面ほどの光輝感が得られない場合が多い。

本報では、これら種々の要因のトータルの結果として得られる、様々な加飾面の有する光輝感を、定量的に評価する方法について検討を行った。

### 2 - 2. 光輝感定量化の考え方

現在、加飾面の外観評価に広く用いられている指標である60°光沢、明度、像鮮映度光沢等を用いても、官能で感じられる光輝感と良好な相関は得られないことが知られている。<sup>1), 2)</sup>

しかし一方で『光輝感』とは視覚的な質感であり、正反射からシェード領域に至る反射率変化に起因するマクロな光学特性が官能で感じる『光輝感』と関係があると考えた。

そこで今回、種々の光輝加飾面について、反射率の受光角依存特性を測定することを試みた。

又、官能評価に関しては、それぞれのサンプルについて、パネラーによる5段階式一対比較を行い、光輝感の数量化を行った。

最後に官能で数量化した光輝感の値と相関の高い評価式を、測定された反射率特性より導き出すことにより、“光輝感の定量化”及び“定量化方法の確立”を行った。

### 3. 実験方法

#### 3-1. 評価用サンプル

実験に用いるサンプルの形状として、目視評価用に半球状パネル（直径14cm）、反射率計測用に平板パネル（10cm×10cm）を用いた。（写真-1）

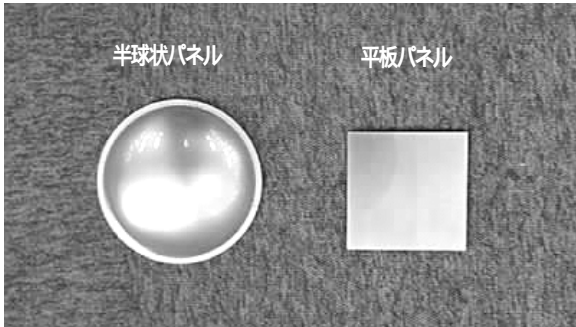


写真-1 実験に用いたサンプル形状

又、加飾アイテムとしては、クロムめっき、従来のメタリック塗料、それぞれ光輝感に差の認められる金属調塗料1～3、及び金属調塗料1に光輝材以外の無機顔料（黄色）を混入し着色したものをを用いた。（表-1）

さらにこれらについてそれぞれ、アンダーコート有り、無し2水準、又クリアについても透明クリア品、艶消しクリア品、クリア無し品の3水準を作製し、以下の評価に用いた。（表-1、図-4）

表-1 評価用サンプルの作製条件

アンダーコート	光輝加飾	クリア
-	クロムめっき	-
・有り ・無し	・メタリック塗料 ・金属調塗料1 ・金属調塗料2 ・金属調塗料3 ・金属調塗料1（黄色顔料入り）	・透明 ・艶消し ・クリア無し

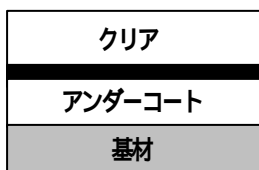


図-4 評価用サンプルの基本構成

#### 3-2. 官能評価

光輝感の官能評価実験については半球状パネルを用いて以下の条件化、5段階式一対比較法を用いて行った。（提示される一対の光輝加飾サンプルに対してパネラーはこの両者の光輝感の差を5段階で判定する。）

この後得られた結果を数量化するための演算処理方法としては、中屋の変法<sup>3)</sup>、<sup>4)</sup>を用いた。

#### 【官能評価試験条件】

パネラー：塗装技術者3人、デザイナー2人、  
『光輝感』について予備知識のない者2人  
環境：オフィス白色照明下（照度約700lx）

得られた結果の一例を図-5に示す。ここではクリア無しで統一し、光輝加飾としてメタリック塗料及び、金属調塗料1、2を用いて作製した計6個のサンプルについて行った、官能評価結果例を紹介する。この結果、アンダーコート施した金属調塗料1のサンプルの光輝感が最も高く、次いでアンダーコート無しの金属調塗料1、最も光輝感が低いのはアンダーコート無しのメタリック塗料のサンプルであるという結果が得られた。

尚、図中の横矢印は危険率95%の有意差を表わす。

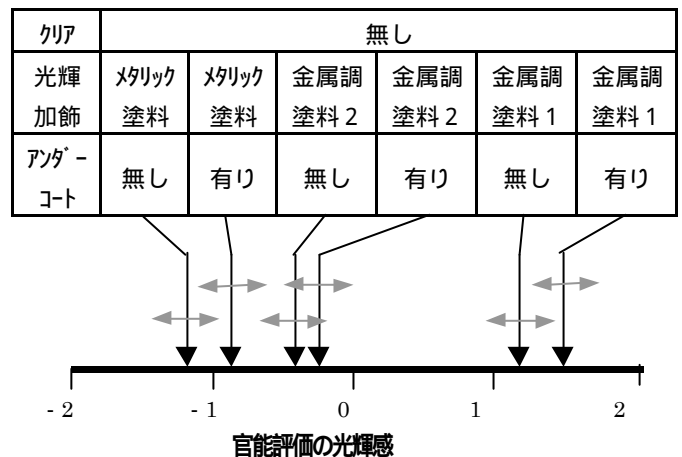


図-5 官能評価試験結果例

以下において、本報で報告される他の官能評価実験についても、全て上記の例と同様な方式で行った。又、各実験において一対比較の一巡三角形は全て許容値以下であり、実験は全て有効であった。

### 3 - 3 . 反射特性の測定

各サンプルの光学特性の計測については、変角分光光度計 (GCMS-4T) を用いて、前述の平板パネルサンプルの受光角依存反射率 (反射特性) を測定することにより行った。(図 - 6)

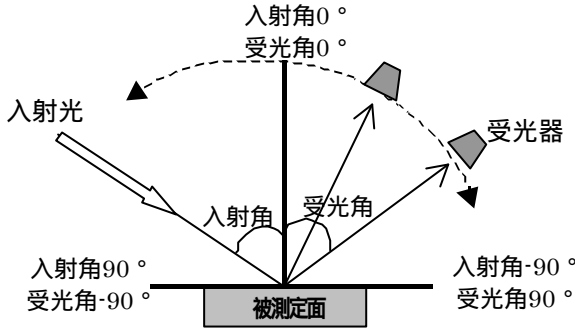


図 - 6 変角分光光度計による反射特性の測定

今回は入射角を 60° とし、受光角 - 50° ~ 75° までの間を 5° 間隔で受光器の角度を変え、反射率の測定を行った。この結果、下図に代表されるような測定結果が得られた。(図 - 7; クリア無しサンプルの測定結果)

ここに示す以外の測定結果においてもしばしば観測されたが、図中のメタリック塗装サンプルの測定結果では、正反射近傍に際立った凸状のピークが観測されている。これについて著者らは、光輝材の反射光によるものではなく、メタリック塗膜表層のクリア成分による、表面反射光に起因するものであると考えている。

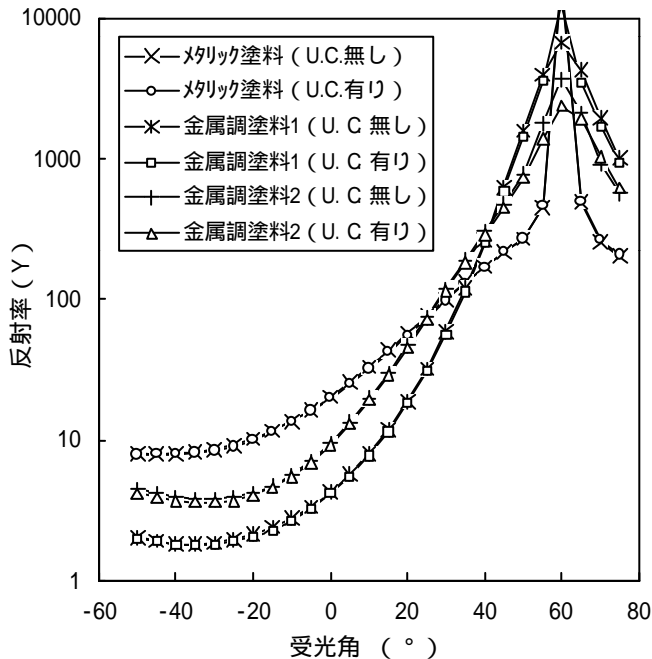


図 - 7 反射特性測定結果例 (入射角 60°)

## 4 . 結果と考察

### 4 - 1 . 光輝感評価式の推定

以下において、上記官能評価結果と反射特性の測定結果を結び付けるための評価式を確立することを目的に、両者の相関が期待できると考えられる式 1 ~ 6 を推定した。

図 - 5 及び 7 の結果からも分かるように、官能で感じられる光輝感が高いサンプルほど、“正反射近傍の光輝材による反射率強度”と“シェード領域における反射率強度”のコントラストの差が激しいことに着目し、式 1 を仮定した。(Y は反射率を示す)

$$Y_r = Y_h / Y_s \quad \text{式 1}$$

$Y_h$ : クリア層による表面反射光を除いて得られる最大のハイライト光反射率

$Y_s$ : シェード光として安定した領域の反射率

次に官能で感じる光輝感の高いものほどシェード領域の安定した反射率が低いことから、式 2 を仮定した。

$$Y_d = Y_s \quad \text{式 2}$$

又、人間の視覚的な官能と物理量は多くの場合非線形関係であり、対数値をとった方が一般に高い相関を示す場合が多い。そこで、式 1, 2 の対数を用いた式 3, 4 を仮定した。

$$Y_{r1} = \text{Log} (Y_r) \quad \text{式 3}$$

$$Y_{d1} = \text{Log} (Y_d) \quad \text{式 4}$$

『光輝感』評価式に関する先行研究として、望月氏らによる報告がある<sup>1)</sup>。この報告では以下の 2 つの評価式が提示されているが、評価式と光輝感の官能との関係については記述がされていない。そこで今回この 2 式に関しても、合わせて検証した。

$$IV = Y_{\text{入射角 } 45^\circ, \text{ 受光角 } 35^\circ} \quad \text{式 5}$$

$$FF = (IV - SV) / (IV + SV) \quad \text{式 6}$$

$$(SV = Y_{\text{入射角 } 45^\circ, \text{ 受光角 } 0^\circ})$$

4 - 2 . 評価式の検証

以上のように仮定した式 1 ~ 6 が、光輝感の官能評価とどのような相関を示すのかを以下において検証した。

4 - 2 - 1 . 半球状パネルを用いた実験

表 - 2 に示す光輝加飾を施した半球状パネル (写真 1) を用いて実験 1 ~ 5 を行った。実験 1 ~ 5 それぞれについて行った光輝感の官能評価結果と各式 1 ~ 6 との相関関係については、図 - 8 に代表されるようなかたちで得られた。

尚、これらの実験の各結果については、各評価式との間の相関係数Rを用いて表 - 3 にまとめた。

表 - 2 実験 1 ~ 5 に用いたサンプルの作製条件

実験No	アンダーコート	光輝加飾	クリア	サンプル合計数
実験 1	・有り ・無し	・メリック塗料 ・金属調塗料 1 ・金属調塗料 2	透明	6 個
実験 2			艶消し	6 個
実験 3			クリア無し	6 個
実験 4	有り		・透明 ・艶消し	9 個
実験 5	無し		・クリア無し	9 個

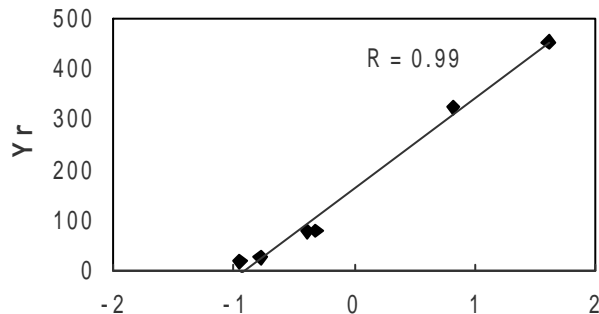


図 - 8 実験 1 での式 1 (Y<sub>r</sub>) と光輝感官能評価との相関

表 - 3 各実験における相関係数R

-	光輝感の官能との相関係数R				
	式 1 (Y <sub>r</sub> )	式 2 (Y <sub>d</sub> )	式 4 (Y <sub>dl</sub> )	式 5 (IV)	式 6 (FF)
実験 1	0.99	-0.93	-0.97	0.98	0.86
実験 2	0.97	-0.94	-0.97	1.00	0.85
実験 3	0.96	-0.96	-1.00	0.99	0.85
実験 4	0.91	-0.91	-0.97	0.97	0.85
実験 5	0.89	-0.92	-0.95	0.93	0.78

式 6 (FF) を除く他の 5 つの評価式に関しては全て、各実験において十分な相関係数を示しており、今回の、光輝感評価式推定についての考え方が間違っていないことが立証された。

4 - 2 - 2 . 実部品を用いた実験

次に官能評価に用いるサンプル形状を実際の自動車部品 (ホイールカバー; 写真 2) として、同様な手順で評価式の検証試験を行った。加飾条件については、表 - 4 に示す通りとした。



写真 - 2 官能評価試験に用いたホイールカバー

表 - 4 実験 6 に用いたサンプルの作製条件

-	アンダーコート	光輝加飾	クリア	サンプル合計数
実験 6	・有り ・無し	・メリック塗料 ・金属調塗料 1~3 ・金属調塗料 (黄色顔料入)	有り	10 個

ここで得られた光輝感官能評価結果と各評価式との間の相関係数は表 - 5 の通りである。

ここでは式 5 (IV) の相関係数が他に比べて低くなっている。又、式 1 (Y<sub>r</sub>) 及び式 2 (Y<sub>d</sub>) に関しては、官能値に対して強い非線形性を示し、結果としてこれらの対数値を用いた式 3 (Y<sub>rl</sub>)、式 4 (Y<sub>dl</sub>) ほど高い相関が得られなかった。式 3 を用いた場合においては、官能評価結果と満足のいく相関関係が得られており、この意味において、実部品の評価にも用いることができる光輝感の評価式が確立できたと言える。

表 - 5 実験 6 で得られた相関係数

評価式	式 1 (Y <sub>r</sub> )	式 2 (Y <sub>d</sub> )	式 3 (Y <sub>rl</sub> )	式 4 (Y <sub>dl</sub> )	式 5 (IV)
相関係数R	0.92	-0.82	0.98	-0.89	0.88

## 4-2-3. めっきを含めた光輝感評価

加飾における最高レベルの光輝感を有するものとして、めっきを目標として、検討を行ってきた以上、めっき面の有する光輝感の評価は避けて通ることはできない。そこでここでは、めっきを含めた光輝加飾の光輝感を評価するための評価式について、検討を行った。

官能評価には、写真-2に示したホイールカバーをサンプルとして用いた。光輝加飾の種類としては表-4と同様とし、ここにクロムめっき加飾品を加えた計11種類のサンプルを用いて、光輝感の官能評価及び反射特性の測定を行った。(実験7)

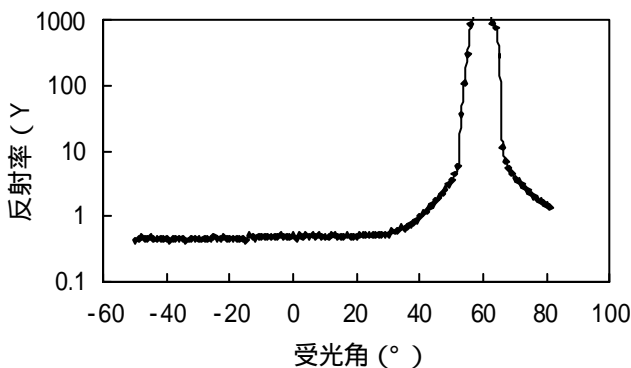
この実験の結果得られた、各評価式の光輝感の官能との相関係数について、表-6にまとめる。

表-6 実験7で得られた相関係数

評価式	式1 ( $Y_r$ )	式3 ( $Y_{rl}$ )	式4 ( $Y_{dl}$ )	式5 (IV)
相関係数R	0.71	0.87	-0.93	0.32

ここでは、正反射近傍の反射率を用いる式1( $Y_r$ )、式3( $Y_{rl}$ )、式5(IV)を用いた場合、官能評価との良い相関は得られていない。この理由について以下のように考えた。

クロムめっき面の入射角 $60^\circ$ における反射特性を図-9に示す。これを見て分かるように、クロムめっき面では正反射近傍の反射率が急変する傾向にある。このため、 $Y_h$ や $Y_{入射角45^\circ}$ 、 $Y_{受光角35^\circ}$ 等の正反射近傍の反射率を安定した値として得ることが困難である。このため、めっきを含めた光輝感の評価に、式1、3、5を用いることは不相当であると考えられる。逆に安定したシェード光の反射率を用いる式4( $Y_{dl}$ )が評価式として適している。

図-9 クロムめっきの反射特性( $60^\circ$ 入射)

## 5. まとめ

変角分光光度計を用いた、種々の光輝加飾面の反射特性の測定結果より、官能で感じられる光輝感と相関の高い評価式を導き出すことができた。

塗料及び塗装開発時における試作サンプルの光輝感を評価する際には、塗装領域において官能評価と相関の高い式3( $Y_{rl}$ )を用いるのが適当である。

$$Y_{rl} = \text{Log}(Y_h / Y_s)$$

$Y_h$ : ハイライト領域の反射率

$Y_s$ : シェード領域の反射率

但し、対象サンプルが正反射ピークの鋭いものであったり、めっき品との比較を行いたい場合には、式4( $Y_{dl}$ )を用いることが望ましい。

$$Y_{dl} = \text{Log}(Y_s)$$

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂きました株式会社豊田中央研究所 システム1部 光応用研究室の皆様、深く感謝致しますと共に、厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 望月, 光宗, 田中, 角田, 金属感に優れる塗装システムの開発, 塗装工学, Vol.34, No.7 (1999)
- 2) 竹内, 寺沢, レーザー式メタリック感測定装置, 塗料の研究, No.117, Dec. (1989)
- 3) 竹内, 高橋, 大橋, 芳賀, SASによる実験データの解析, 東京大学出版会 (1991)
- 4) 増山, 小林, センソリー・エバリュエーション, 垣内出版株式会社 (1989)
- 5) 竹内, レーザー式メタリック感測定装置について, 塗装工学, Vol.30, No.8 (1995)
- 6) 野村, 平山, ミクロ光輝感の官能評価と画像計測, 塗料の研究, No.132, Apr. (1999)



# ==== 報 告 ====

## ゴム射出成形機における昇温検討

木村洋治\*<sup>1</sup> , 福田政仁\*<sup>2</sup>

A study raising rubber temperature in injection machine

Youji Kimura\*<sup>1</sup> , Masahito Fukuta\*<sup>2</sup>

### 要 旨

ゴム射出成形における型加硫では、型からの伝熱によりゴムを昇温し加硫させる。射出材料温度を高温化できれば、材料昇温に要する時間が短縮でき、加硫時間短縮につなげることができる。しかし、高温化に伴い成形機内での早期加硫(材料ヤケ)という不具合が懸念される。

そこで、射出材料温度の高温化に対して、射出成形機各部の役割を区別し、各部における材料温度の限界値を明確にすることで材料ヤケを起こさず射出材料温度を高温化することができると考えた。

それに基づき、材料温度と加硫開始時間との関係および射出成形機内での停滞時間について検討し、射出ポット部における材料温度の限界値について把握できた。

さらに、ノズルでの材料昇温については仕事量と熱の関係より作成した理論式が実験値と良い相関を示した。この理論式に基づき射出材料温度を制御することが可能となった。

### Abstract

Generally speaking, thermal conduction from mold raises rubber temperature and makes it vulcanize through injection molding process. If an injection material temperature can rise higher, the time raising rubber temperature will decrease, finally a curing time reduction must be achieved. But material scorch due to higher injection temperature in the equipment must be considered.

Studying high temperature material injection, the functions of each section of injection machine were identified. The clarification of acceptable maximum temperature at each section must be useful to raise an injection material temperature without material scorch.

This report describes a series of study investigating an available time to start vulcanizing at several temperature and a material remaining period within an injection machine. Considering with these results made an acceptable maximum temperature at material pot of injection machine clear.

As for raising material temperature at a nozzle of injector, theoretical formula based on a correlation between workload and heat energy corresponds well with an experience result. Applying this theoretical formula enabled to control an injection material temperature

\*1 開発部 生技開発室

\*2 WTG Material Development

### 1.はじめに

近年，国際競争の激化に伴い，より一層のコスト低減や品質の向上が叫ばれている．ゴム厚肉製品の成形においては加硫時間が成形サイクルの大半を占めており，この加硫時間を短縮することが生産性向上の決め手になると考え検討を進めてきた．

現状のゴム射出成形における型加硫では，型からの伝熱によりゴムを加熱し加硫させる．ゴムは熱伝導率が低い(表 - 1)ため，昇温に時間がかかり，その結果として長い加硫時間が必要となる．

金型内充填材料温度と製品中心部の加硫時間の関係(図 - 1)より，高温の材料を金型内に充填することができれば，材料昇温に要する時間が短縮できることとなる．しかし，射出材料温度を高温化することにより，射出成形機内で材料が早期加硫する(以降，材料ヤケと示す)という不具合が懸念される．

そこで，射出材料温度の高温化に対して，射出成形機各部の役割を区別し，各部における材料温度の限界値を明確にすることで材料ヤケを起こさず射出材料温度を高温化することができると考えた．

本報では，射出成形機中の射出ポット部における材料設定温度とノズルでの発熱に対する関係式の把握より射出材料温度の高温化が実現できたので報告する．

### 2.実験

#### 2 - 1.ゴム材料と使用設備

##### 2 - 1 - 1.材料配合

本実験で用いた材料は，一般的な天然ゴム配合物を使用した．天然ゴムの標準的な配合(表 - 2)に従い，75Lバンバリーミキサーにて混練した後にロールにて加硫剤を投入し，テープ状に分出しして，

表 - 2 天然ゴム配合表

天然ゴム	100
カーボンブラック	23
酸化亜鉛	5
加工助剤等	4.5
老化防止剤等	5
硫黄	1
加硫促進剤等	3
<hr/>	
	141.5

表 - 1 各材料の熱伝導率

材質	熱伝導率 (W/(m・K))
鉄	44.22
ゴム	0.352

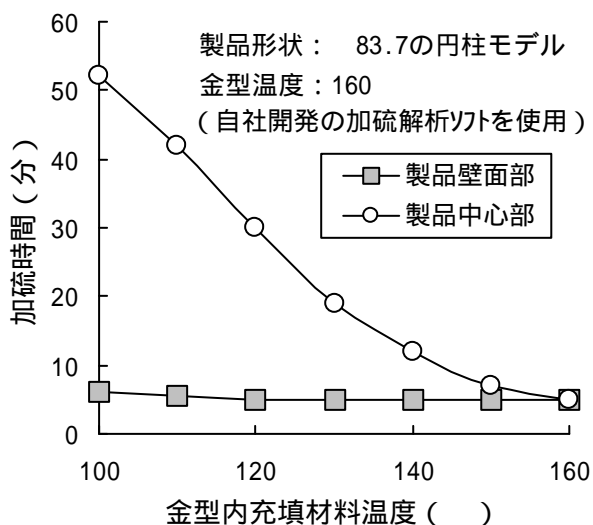


図 - 1 厚肉製品中心部の加硫時間 (シミュレーション計算による)

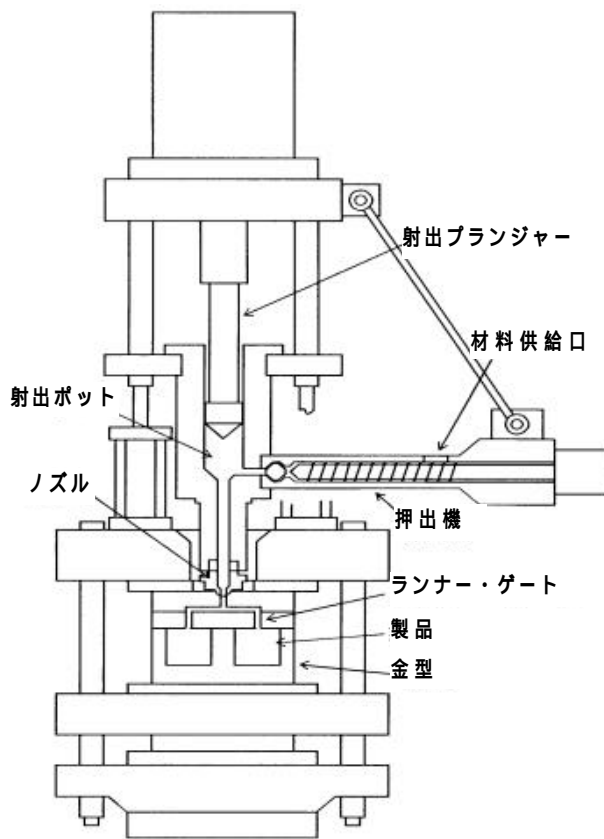


図 - 2 ゴム射出成形機の概要

未加硫コンパウンドを作成した。

2 - 1 - 2 . 使用設備

縦型ゴム射出成形機(内製)を使用した(図 - 2)。  
成形機の性能：型締め力75トン，射出圧力200MPa，最大射出量550cc

2 - 2 . 射出ポット部の材料設定温度

2 - 2 - 1 . 射出成形機での色替え検討

押出条件を温調90℃，スクリュー回転数50rpmとして，天然ゴム配合物の黒色の未加硫コンパウンドを射出成形機の射出ポットに360ccチャージし，ノズルを外した状態で射出を繰り返す。

同等の粘度を示す白ゴム材料に変更し，チャージと射出を繰り返す。白ゴムに変更してからの射出材料を1ショット目とし，射出材料の先端から5cmの位置における断面の色替わり状態を観察した。画像処理にて白ゴム存在割合として数値化し色替え率とした。

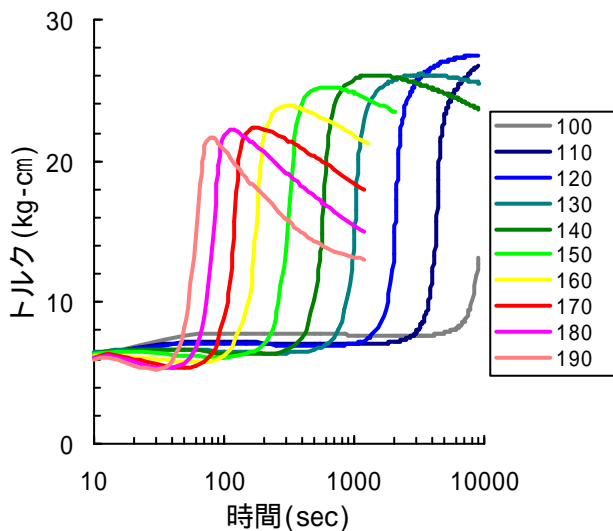


図 - 3 加硫温度と加硫曲線の関係

$$\text{加硫度}(\%) = \frac{I_{tT2} - I_{OT2}}{I_{T1} - I_{OT1}} \times 100 \quad (\text{式} 1)$$

- $I_{tT2}$  ; 採取時のトルク値
- $I_{OT2}$  ; 最小トルク値(採取時温度)
- $I_{T1}$  ; 最大トルク値(加硫戻りのない温度)
- $I_{OT1}$  ; 最小トルク値(加硫戻りのない温度)

2 - 2 - 2 . 加硫温度と加硫状態の関係

キュラストメータJSR 型(日本合成ゴム社製)を用いて，加硫温度100℃から190℃までの10℃間隔の10水準に対してトルク曲線を測定した(図 - 3)。

各温度の加硫状態は，前報<sup>1)</sup>で求めた加硫度計算式に測定したトルク値を代入し算出した(式1)。そして，各温度の加硫度5% (加硫開始)到達時間を求めた。

2 - 3 . ノズルでの材料昇温

2 - 3 - 1 . 実験水準

ノズル部での材料昇温について剪断による発熱の影響を系統図にて整理をした(図 - 4)。その結果，発熱に影響が大きい因子としてノズル径，射出流量，材料粘度を取り上げ，表 - 3 に示す水準にて検討を実施した。但し，材料粘度については，初期材料温度を振ることにより粘度を変えることとした。

2 - 3 - 2 . 材料温度・圧力の計測

射出材料温度は射出した材料を団子状に固め，

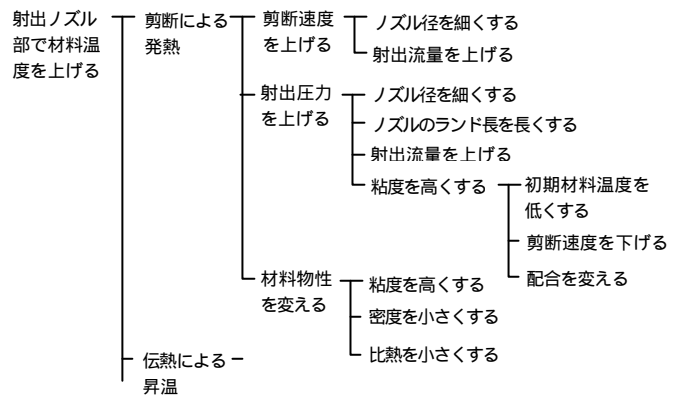


図 - 4 ノズル部での昇温についての系統図

表 - 3 実験水準

ノズル径	a, b, c
射出流量 (cc/sec)	5.4, 7.6, 14.0, 266, 387, 514
(射出時間 (sec))	(42.8) (31.1) (17.0) (9.0) (6.1) (4.7)
初期材料温度(℃)	107, 119(材料1) 95, 110(材料2)

射出量：190cc  
b = 1.5 a, c = 2.0 a

3 × 100mmのシー ス熱電対にて中心部を測定した。また、初期材料温度はノズルを外した状態で射出した材料を同様のセンサを用いて測定した。

射出圧力はノズル縮小部手前に設置した水晶圧電式圧力センサ(キスラー社製)にて測定した。

2 - 3 - 3 . 材料物性の測定

密度は水中置換法により測定した。

比熱は示差熱温度計(セイコー電子工業社製)にて80 ~ 180 の領域を昇温スピード10 /minで測定した。

ムーニー粘度はムーニービスコメータ(島津製作所社製)で大ロータを用い145 にて測定した。測定結果を下記に示す。

密度 : 1.051 g/cm<sup>3</sup>

比熱 : 0.45 cal/(g · ) 100 のデータを使用

ムーニー粘度 : 51

3 . 実験結果と考察

3 - 1 . 射出ポット部での材料設定温度

材料ヤケを起こさずに高温射出化を狙うためには射出成形機中の材料投入から射出までのプロセスにおいて材料温度を設定する必要がある。昇温方法としては、伝熱、剪断発熱が考えられるが、射出成形機各部の材料温度を均一に昇温させることを目的に、剪断発熱による昇温を選定した。また、設備機能上、押出機・ノズル部では剪断発熱による昇温、射出ポット部では伝熱による保温と各部の役割を区別して考えた。この時の材料通過時間と材料温度変化のイメージを図 - 5 に示す。材料温度と通過時間との関係より射出ポット部での材料ヤケの危険性が高いことが分かった。

そこで、射出ポット部での材料停滞時間と材料温度に対する加硫開始時間の関係より材料ヤケを起こさず、射出ポット部で高温化できる限界について検討した。

3 - 1 - 1 . 射出成形機における材料停滞時間

黒ゴム(検討材料)から白ゴムへの色替え実験結果を図 - 6 に示す。各ショットにおける射出材料の断面写真と白ゴムへの色替り率をカッコ内に示した。

色替え実験の結果、この射出成形機においては3ショットで色替りはほぼ完了し7ショット以降は全く変化のない状態であることが分かった。この結果より色替え完了を7ショットとした。射出成形機における材料停滞時間は、色替え完了ショット数に成形サイクルタイムを乗じることにより求めることができた。

3 - 1 - 2 . 材料ヤケの限界温度

各温度における加硫曲線(図 - 3)より、加硫温度と加硫開始を示す加硫度5%到達時間の関係について図 - 7 に示す。

グラフ上に示された加硫度5%のラインは、材料ヤケの限界値を示し、このライン以上の条件にて加硫が進行することを意味する。つまり、今回検討した材料に対して加硫する限界の条件(温度・時間)をつかむことができた。

また、射出成形機における停滞時間をグラフ上にプロットすることで、射出ポット部での材料設定温度の限界値を把握することができた。

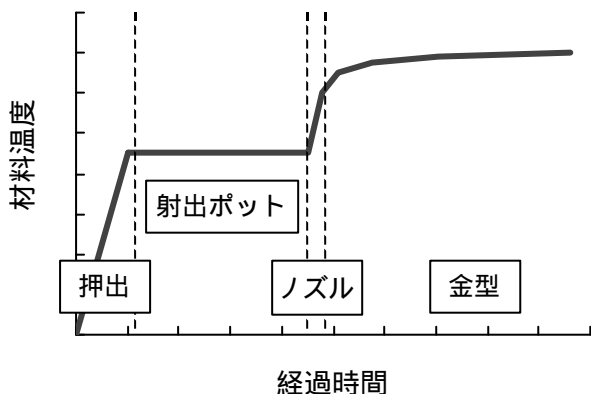


図 - 5 射出成形機における材料温度変化

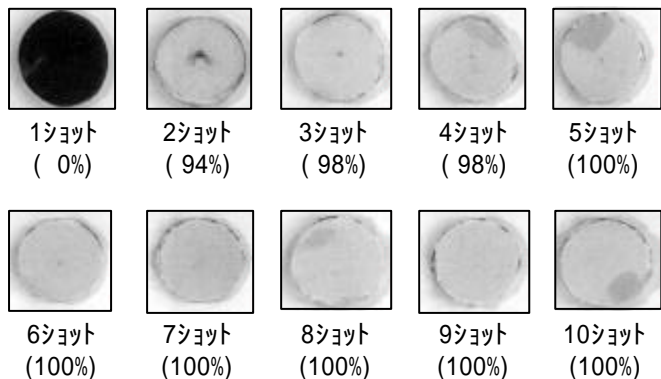


図 - 6 射出材料の色替え状態

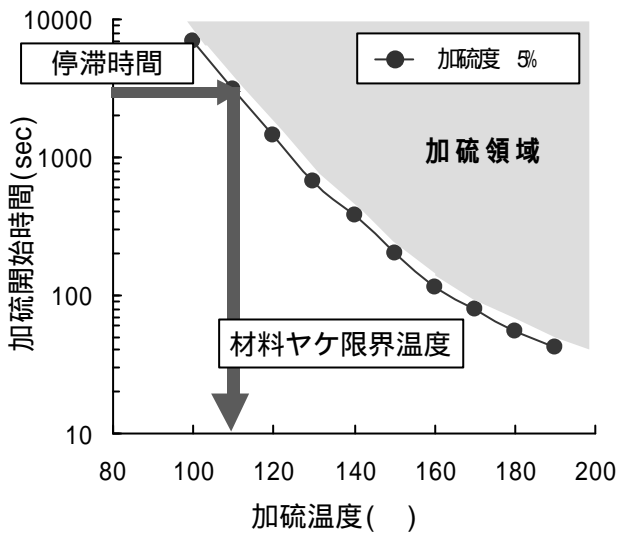


図 - 7 温度と加硫開始時間の関係

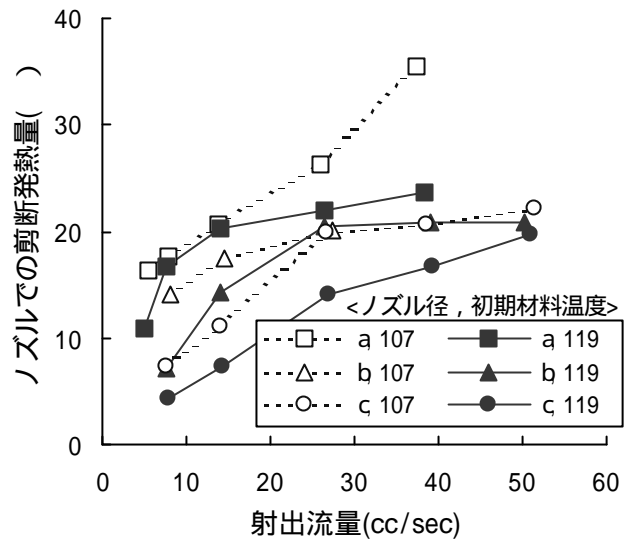


図 - 8 射出流量と剪断発熱量の関係

つまり、材料および設備面を考慮した上で安全にかつ射出ポットにおける材料温度を高温化できる限界値の把握に対する考え方を確立できた。

### 3 - 2 . ノズルでの発熱

射出直前部分における昇温方法としては、伝熱、剪断発熱の他にジュール熱加熱、UHF加熱が考えられるが、均一に昇温でき制御系が単純であると考えられる剪断発熱による昇温を選定した。

ノズルでの剪断発熱について系統図(図 - 4)より、効果の大きいと思われる因子としてノズル径、射出流量、材料粘度(初期材料温度)を検討項目に取り上げた。これら因子に対するノズルでの発熱量の関係を図 - 8 に示す。ここで示したノズルでの発熱量は射出材料温度から初期材料温度を引いた温度上昇分の値とする。

射出流量を増加、ノズル径を縮小するにつれて発熱量が増加する傾向にある。これは、剪断力を増加させる方向と一致する。

射出に要する仕事量がノズルでの発熱に変換したと考え、理論的にノズルでの発熱に対して整理を試みた。

まず、射出成形機の射出プランジャが射出に要した仕事量を式 2 のように考える。

$$W = P \cdot S \cdot L \quad \text{-(式 2)}$$

W : 仕事量, P : 射出圧力 (圧力損失)  
S, L : プランジャの移動距離, 断面積

仕事量と発熱の関係は式 3 で示される。

$$W = J \cdot m \cdot C_p \cdot T \\ = J \cdot S \cdot L \cdot \rho \cdot C_p \cdot T \quad \text{-(式 3)}$$

W : 仕事量, J : ジュール定数, m : 質量  
C<sub>p</sub> : 比熱, T : 発熱量, ρ : 密度

射出プランジャがした仕事量がすべて熱に変換したと仮定すると、発熱量は式 4 で示すことができる。

(式 2) = (式 3) より

$$T = \frac{P}{J \cdot \rho \cdot C_p} \quad \text{-(式 4)}$$

つまり、剪断による発熱量は材料固有の密度、比熱の逆数を定数とし、仕事に要した圧力に比例することを意味することが分かった。

上記関係式より、各実験水準に対してノズル部における圧力損失と発熱量の関係について図 - 9 に示した。ノズル部での圧力損失はノズルから射出させた材料の圧力をゼロとして、ノズル縮小部手前に設置した圧力センサの値との差より求めた。

ノズルでの発熱量はノズル径、射出流量、材料粘度(初期材料温度)に関係なく圧力損失に非常に良い相関を示すことが分かった。

また、式 4 に密度、比熱、ジュール定数を代入

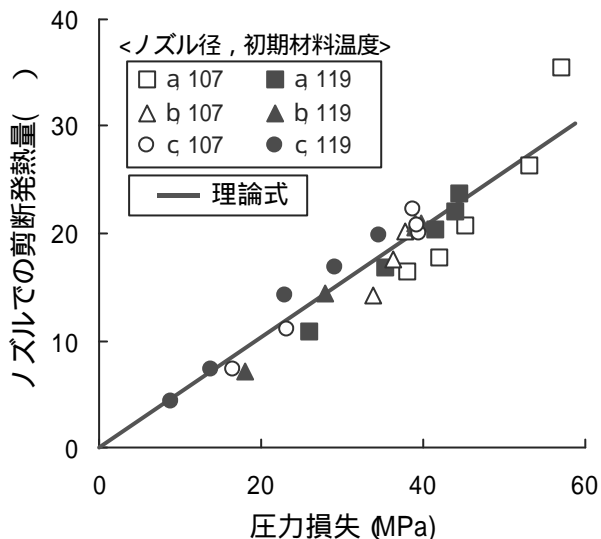


図 - 9 圧力損失と剪断発熱量の関係

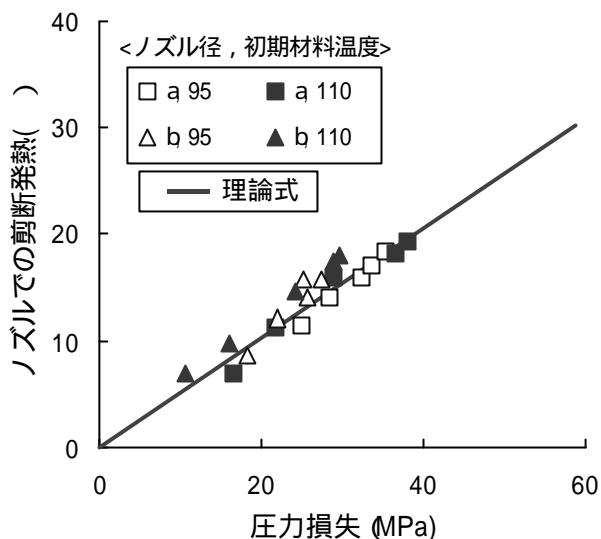


図 - 10 他材料における圧力損失と剪断発熱との関係

し、図 - 9 に理論式として示した。

結果として仕事量が熱に100%変換したと考えた理論式は実験値と非常に良い相関を示した。

また、今回得られた理論式と同様の実験式が他の文献にも記載されており<sup>2),3)</sup>、この考え方が間違っていないと考えられる。

さらに、ムーニー粘度の異なる他の材料(5 1 2 0)においても同様にノズル径、射出流量、材料粘度(初期材料温度)の水準を振り、圧力損失と発熱量の関係を求めた。結果を図 - 1 0 に示す。また、グラフ上に理論式も合わせて記載した。

他材料においても理論式は実験値と非常に良い相関を示すことが分かった。

つまり、ノズルでの圧力損失を計測すれば発熱量が予測可能であり、圧力を制御すれば所定の射出材料温度にコントロールすることが可能であることとなる。

#### 4.まとめ

色替え実験による色替え完了ショット数の把握(図 - 6)と成形サイクルタイムより射出成形機における材料停滞時間を求めることができた。

加硫温度と加硫度5%到達時間の関係より材料ヤケの限界曲線の把握ができた(図 - 7)。

射出成形機における材料停滞時間と材料ヤケ限界曲線より射出ポット部における材料温度の限界値を求めることができた。このような手段により、材料の加硫特性、設備構造を加味した上で安全に

かつ射出ポット部での材料温度を高温化できることが分かった。

また、射出直前部分のノズル部における昇温が射出に要した圧力に比例することが分かった。そこで、射出に要した仕事量が熱に100%変換したと仮定し、理論式を作成した<sup>1),2)</sup>。その結果として理論式(式 4)は実験値と非常に良い相関を示した。つまり、ノズルでの圧力損失を制御することにより、射出材料温度をコントロールすることが可能であることを見出した。

以上の結果、射出材料温度の高温化に対して射出成形機各部における役割を区別し、各部における材料温度の限界値を明確にすることにより、材料ヤケを起こさずに射出材料温度を高温化できる手法を確立することができた。

現在、新規量産品の成形条件設定に、この手法の適用を開始し、加硫時間短縮の成果を上げつつある。

#### 5.参考文献

- 1) 木村洋治, 福田政仁, 豊田合成技報, 41, 90 (1999)
- 2) 村田篤則, 名古屋ゴム技報, 17, 89 (1975)
- 3) D. V. Rosato, Rubber Age, 104, 29 (1972)

# 資 料

## 自動車用内装表皮材のリサイクル技術

### Recycling Technology for Automotive Interior Skin Material

七田 裕章 \* 1 , 堀場 幸彦 \* 2

#### 1. はじめに

自動車部品は、おおよそ鉄材7割、非鉄材1割、非金属材料2割から構成されている<sup>1)</sup>。その中でも鉄などの金属材料を中心として車の約75%が解体・シュレッダ処理を経てリサイクルされているが、その他のプラスチックをはじめとする25%は埋立処分されているのが現状である。

経済産業省より2002年までに新車リサイクル可能率90%以上の目標提示があり<sup>2)</sup>非金属材料であるプラスチック、ゴム類のリサイクル化が必須条件となっている。

自動車における非金属部品の成形方法には、射出成形、押出成形、ブロー成形、プレス成形、スラッシュ成形等が挙げられる。

これらの工法で製造される製品の非製品部の内、単一材料のみで成形される製品の不良品、端材は、同一製品に再利用若しくは改良し他製品へ使用されるが、パネル端材などの複合材は、廃棄物として埋立てられているのが現状である。

これまで、プラスチック部品においては各メーカーがバンパーなどを中心にリサイクルの技術開発を行っており既に実用段階に入っているが<sup>3)4)</sup>、複合材料で構成されているインパネについては、まだ技術確立されていない。

今回、インパネ等複合製品のリサイクル技術の一つとして、インパネ表皮端材の再生技術を確立したので報告する。

#### 2. リサイクル実施に関する問題点

自社内再利用を行うに当たっては、下記に示すような諸問題が挙げられる。

- 1) 複合体であるため、混合物として使用可能な適用製品が少ない。
- 2) 複合体を高純度で単一材料へ分離する技術確立が困難。
- 3) 再利用目的の廃棄物量の安定確保と適用製品の使用バランスの均衡が難しい。
- 4) 色のバリエーションが多い場合、適用先は、雑色(黒等)や意匠性に関係ない部位に限定される。

これらの制約によりリサイクル実効率が低くなっているのが現状である。そこでリサイクル実効率を向上させるため、多層表皮端材を各構成材料毎に高純度・高収率で回収し、さらに原料に戻すことで量産中の同一同色製品に適用し、端材と量産品の生産量の同期化を考えた。そのフロー図(図-1)を次に示す。

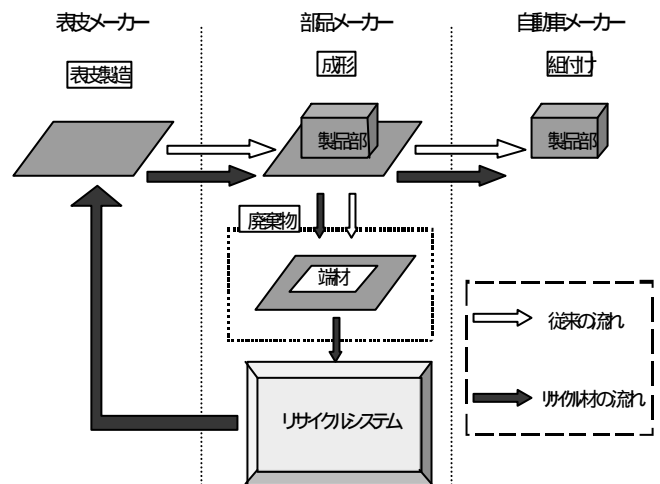


図 - 1 リサイクルフロー

\*1 Yoshiaki Shichida 材料技術部 樹脂材料技術室

\*2 Yukihiko Horiba 材料技術部 樹脂材料技術室

### 3. 表皮材リサイクルへの取組み

内装パネル類成形時に発生する端材のリサイクル検討は、1996年から開始しており、当初からの目標として廃棄物と製品の同期化で量、色調のバランス化を図り、他製品への展開に頼らない同一製品への適用が必要であるとの考え方から、循環型リサイクルを目指し取組んできた。

この同一製品での循環型リサイクルシステムを完成させる最大のポイントは下記3つである。

- 1) 多層(複合体)表皮端材の高純度リサイクル技術の確立
  - 2) 端材から製品までのインフラ整備
  - 3) リサイクル材での品質確保
- これらの検討内容を詳細に説明する。

#### 3-1. リサイクル適用製品の説明

今回、開発したインパネ端材のリサイクル対象製品の構成と製造方法について説明する。

当社にて開発した3層シート(PVC/発泡PP/PPバックング)を真空成形により賦形する。これを、意匠形状に沿ってカッティングし、この意匠部を射出成形金型にセットし射出成形を行うことによりインパネ成形品(図-2)が得られる。この際、発生した意匠外の端材(図-3)が今回のリサイクル検討の対象素材となる。



図-2 インパネ成形品



図-3 端材

#### 3-2. 多層プラスチック分別装置

今回のリサイクル技術で最も核となる技術は、多層表皮端材の高純度単一分離方法である。これまで、粉碎、剥離、分離の技術は個々に確立されていたが、これらを一括して行なえるシステムを(株)日立製作所と共同で開発した。

そのシステムは、大きく5工程に分けられ、その詳細を(図-4)に示す。

#### 3-3. 工程概要

##### 第1工程(粉碎)

生産現場で運搬効率を上げるために事前粉碎し減容化したインパネ端材チップを次工程で処理可能なサイズまで粉碎。

##### 第2工程(風力選別)

粉碎工程で得られた三層表皮のチップの剥離能力を十分引出すため、チップの中に混入している発泡PPの屑を可能な限り除去。

##### 第3工程(剥離洗浄)

この剥離洗浄装置が発泡材含有多層端材の純度を上げる心臓部であり、機構的にはミルを大型化したものである。この設備は、クリーニングセパレータ(CS)と呼ばれ外側に固定ピン、内側に回転ピンを備えこれらを高速回転させることにより効率的に端材を衝突させ強制剥離をさせるものである。また、下方に溜まった剥離不十分な端材をスクレーパによる摩擦剥離も加え純度向上させている。

ここで剥離された発泡PP、PVCと発泡PPを接着する目的の接着剤、表皮材の屑は吸引されダストとして回収される。残った顆粒状のPVCとPPバックングを次の工程へ空気圧送する。

##### 第4工程(風力選別)

前工程で除去しきれなかった発泡PPの微粉ダストを再度風力選別へ通し回収する。この工程での除去が不十分だと次工程の比重分離の際にエアを抱込み、その結果として分離能力が低下する。

##### 第5工程(プラスチック選別)

この工程は、ハイドロサイクロンと呼ばれ、高純度化する第2の重要な設備であり、前工程までに高純度剥離された顆粒状のPVCとPPバックングを比重分離するものである。

この原理は、PVCとPPバックングを混合槽で均



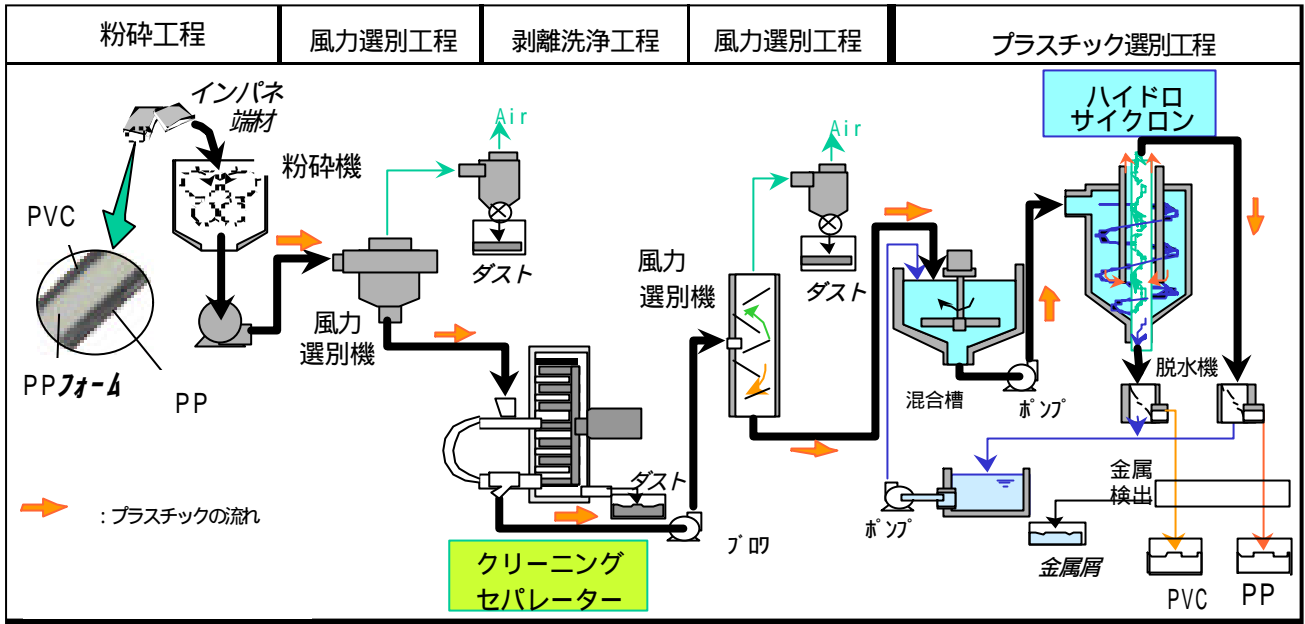


図-4. 多層プラスチック分別装置

一分散させポンプにて水と共に圧送し、この時、水より比重の重いPVCはハイドロサイクロンの外壁に沿って下方へ集められて回収され、また、水より比重の軽いPPは内壁を伝わって上方に送られ回収される。ここでは、選別精度を向上するため、流速の最適化を行った、ここで得られた顆粒状樹脂は、自動的に脱水機にかけられ再生原料として生れ変わる。

3-4. 剥離状態の外観検証

このシステムの核技術は、前述したように表皮を構成しているレジンの表面を削り取り単体の純度を向上させることと、比重分離により分別精度を上げることである。

ここまでの状態を剥離洗浄前の中間品と剥離後分別した最終品で比較した写真(図-5)を示す。最終品は、画像処理により面積基準で99%以上の剥離率であることが確認されている。

3-5. 製品確認

多層プラスチック分別装置で再生された材料を量産工程で加工し、外観、生産性がバージン材料と同等であることを確認した。

純度検証方法

PVC中のPP量は、混合割合既知の材料をロールで均一化し、NMR分析によってPPの検量線を作成

し純度検証を実施した。

PP中のPVCは、同様にして得られたサンプル中の可塑剤量を熱分解GCで定量し、検量線を用いて純度検証を行った。

測定結果

このシステムで再生することにより、PVCは99.9% (測定限界)、PPは99.5%以上の純度であることが確認確認された。

今回の三層表皮端材として決定された処理フローと純度、収率をマテリアルバランスとして示す(図-6)。

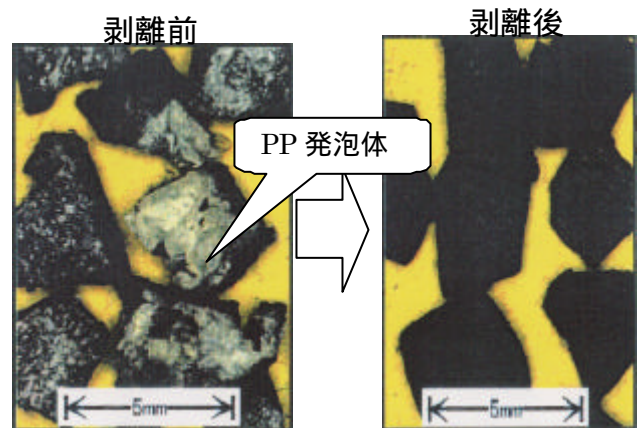


図-5 剥離前後の比較

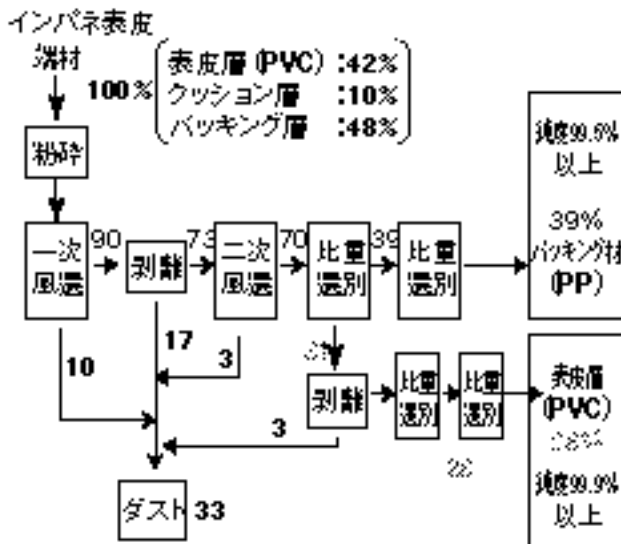


図-6マテリアルバランス

三層表皮材の物性検証

最も効率良く循環するリサイクル比率として、当社では、リサイクル混入率をPVC 25%、PPバックキング50%に決定し出入りの量のバランスを均一化した。この時のバージン三層表皮とリサイクル混入表皮の物性比較を表 - 1 に示す。

表 - 1

( 現行バージン材との相対比較 )

評価項目		バージン3層表皮	リサイクル混入表皮
重量		100	98
引張り降伏強度	縦	100	102
	横	100	100
伸び	縦	100	105
	横	100	85
引裂強度	縦	100	106
	横	100	104
剥離強度	縦	100	116
	横	100	112

3 - 6 . 現時点の状況

このシステムを導入することで約70%の廃棄物低減が可能となり、同一製品で発生した端材をリサイクルし再利用することが実現できた。これにより材料循環型製品化が確率し、現在2車種の車両に搭載されている。

4. リサイクル応用展開

現在、ELV ( End of life Vehicle ) のリサイクルを狙いとして、本システムを用いPP発泡体を含む多層表皮インパネ不良品からの分離材が、他製品へ展開可能かの検討を行っている。この検討も最終段階に入り、分離されたインパネPPF基材が他の内装材に使用可能であることも確認済みである。

今後、回収車両のリサイクル実効率を上げるため本システムの適用拡大を進めていく予定である。

参考文献

- 1 ) ( 社 ) 自動車工業会編 日本の自動車工業 ( 1999 . 5 . 20 )
- 2 ) 川西, 関根, プラスチックスVol.49, No.374 ( 1998 )
- 3 ) 小野, (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 )
- 4 ) 加古, 西村, 籠田, 福森, 田井, 自動車技術会1999春季大会No.42-99

## ≡≡≡ 資 料 ≡≡≡

### 汚染しにくい金型表面処理

#### Surface Treatment Preventing Contamination Stuck on The Mold's Cavity

上 嶋 桂 二 \*

#### 1. はじめに

金型を用いた射出成形などにおいて、成形ショット数を増すにしたがって、キャビティ表面に成形材料中から発生する汚れ成分が付着堆積する、いわゆる“型汚れ”が、製品品質や生産性に大きく影響を与える。

特に、汚れ物質を多く発生すると共に、高温の金型表面へ付着した汚れが非常に除去しにくいゴム成形の分野では、この問題が顕著であり有効な手立てを講じることがモールドにとってネックの課題となっている。

図-1は型汚れに係り、生じる事象を示したものであるが成形の繰り返しにより型汚れが発生し、これによる不具合を未然に防止するため金型洗浄が行われる。金型洗浄においては洗浄作業に要する工数の他に成形停止や、場合によっては洗浄でのダメージから生じる金型メンテナンスといった

ロスも派生する。自動成形中に成形を停止しハンドワークを施さなければならないのは、何にも増して生産の自動化、無人化への大きな支障となる。

型汚れへの対応は発生源である成形材料、金型、洗浄法が対象となり、それぞれに取組みを行っているが、ここでは最も汎用性が高く効率的と思われる金型表面に着目し、ゴム成形を中心に“汚れにくさ”の追究を行い、効果的な金型表面処理を選定したので、その経緯について概要を紹介する。

#### 2. 型汚れの発生と付着

##### 2-1. 汚れ発生メカニズム

ゴム配合系と汚染物の関係は文献<sup>1)</sup>などにより、判明できている。また、汚れ成分の発生過程についてはこれまでに種々の検証が行われ、そのメカニズムが考察されている。

図-2は型汚れ発生メカニズムを考察したもの

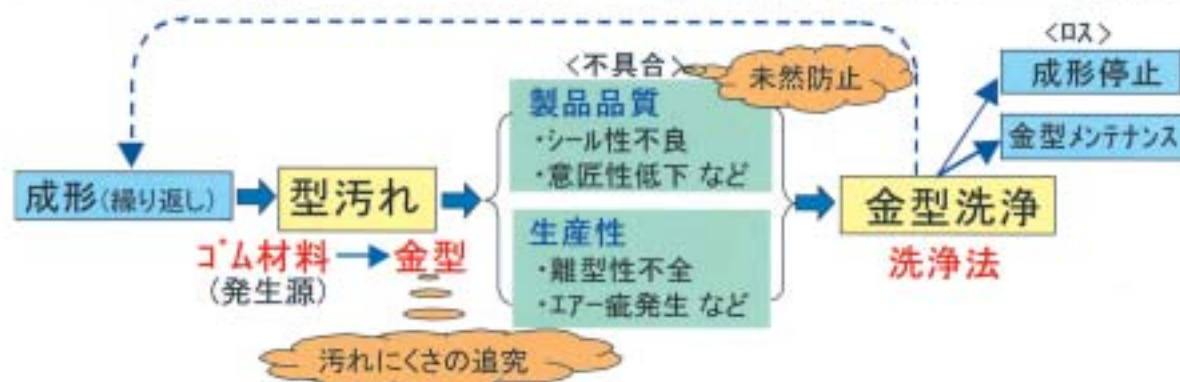


図-1 型汚れに係る事象

\* Keiji Kamijima 開発部



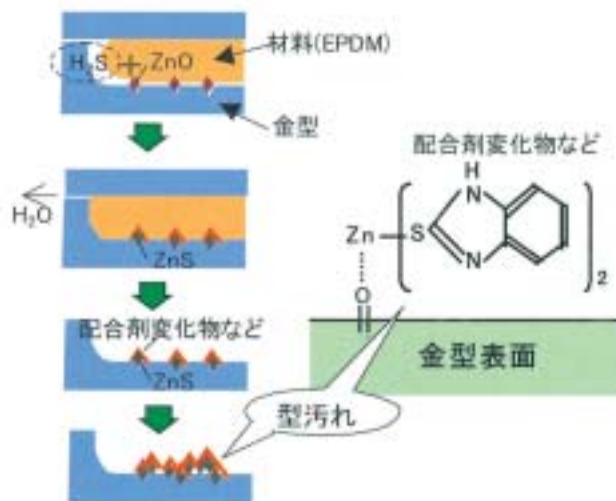


図-2 汚れ発生メカニズム（考察）

である。

汚れ成分はゴム配合剤中の無機物や有機物の変化物、未加硫ゴムなどであり、一般にはゴム材料との相溶性が低い無機成分が材料表面に移行して発生ガスと化合し金型表面側に付着すると共に、材料の流れが滞留する部位では有機成分が高温高圧下でガス化し、これが冷却凝固し、さらに付着していく形態がみられる。

成形の繰り返し過程で、汚れは堆積と剥離を不規則に生じているものと考えられる。

また、金型表面は通常、酸化物層を呈しており、初期の汚染では、これと汚れ成分との分子結合の形態が考えられているが、腐食の進行などがみられない安定状態にある金型表面においては、汚れ付着の多い少ないを支配するものではない。

## 2-2. 汚れの付着要因

量産工程では様々な金型が用いられており、汚れやすい金型や比較的汚れにくい金型が存在しているが、実際の色々な金型表面上の汚れを観察し、どういった表面特性が汚れの付着に影響を与えているのか調査を行った。

その結果、金型表面創成時の切削線状痕、ムシレ疵、磨き目や初期および経時における表面処理（金型洗浄によるものを含む）によるクラックや凹凸などの欠陥部分に投錨効果（機械的な絡み付き）で付着している様子が把握できた。

図-3は投錨効果による汚れ付着の様子を表したものであり、金型表面のイレギュラーが拠点と

なり、汚れが付着堆積している様子がうかがえる。

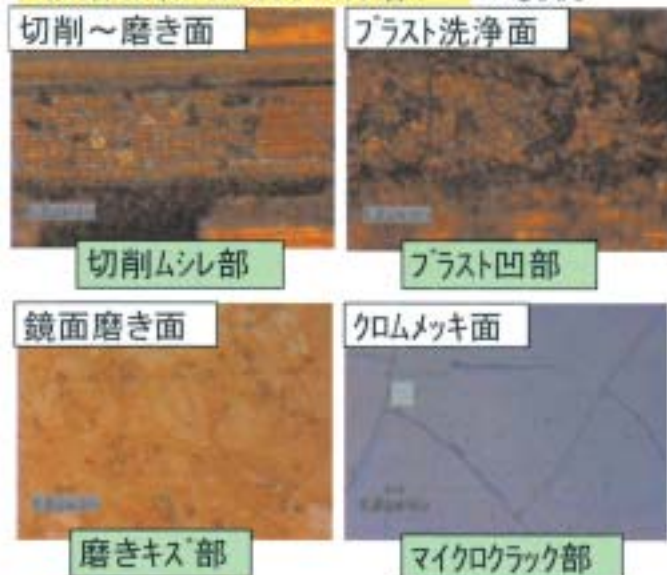
なお、発生ガスが集中し滞留する部位では、これらが液化し凝集したウェットな汚れが拠点のないフラットな面にも広く付着する様子がみられ、このような部位ではガス排出に優れる粗面の方が、鏡面のような平滑な表面よりも汚れ付着が少なく適切なガス抜きを図ることも大切な要件となる。

次に、同様の表面形態を成していても、汚れの付き具合に差異がみられることがあり、これは金型表面のぬれやすさ、ぬれにくさといった性質（ぬれ性）の相違によるものと考えられる。

図-3において、ぬれ性を示す指標である対水接触角はスチール面が $40^\circ$ 、クロムメッキ面が $70^\circ$ であり、ぬれやすいスチール素地面は、よりぬれにくいクロムメッキを施した表面よりも汚れの付着が多いことがわかった。

汚れ付着時点での、汚れ発生源であるゴム材料の状態は低粘度の流体を成しており、固体よりも液体に近い状態を想定し金型表面との関わりを考察することが重要であると判断される。

### <投錨効果による汚れ付着> ×3000



### <ぬれと汚れの関係>



図-3 汚れの付着要因

### 3. 汚れにくい金型表面

#### 3-1. 望ましい表面状態

汚れの付着拠点となるイレギュラーのない平滑な表面で、ぬれにくさをもつ撥水性が高い素材での構成であることが防汚金型表面として望ましい。

平滑性を得るためには、金型の形状加工方法や被削性、磨き性など、金型材料選択にも留意し、また磨きやすい金型分割や表面にダメージを与えない金型洗浄法の採用も必要となる。

ぬれにくい表面を得るためには、適切な金型表面処理を施し、撥水性機能を付与させることが一般的となるが、合わせて高い平滑性が得られるものでなければならない。

#### 3-2. 各種金型表面処理の汚れにくさ

平滑で撥水性が高い表面処理に関する新技術情報を広く収集し観察やヒアリングなどにより絞り込みを行い、テスト成形を通じそれらの防汚効果の検証を行った。

図-4は検証テストに用いた金型であり、射出成形を連続して行い、テストピース表面の汚れ付着状態を観察し汚れにくさの評価を実施した。

図-5は汚れにくさの検証テストの評価結果を示しており、横軸にぬれ性を示す指標である対水

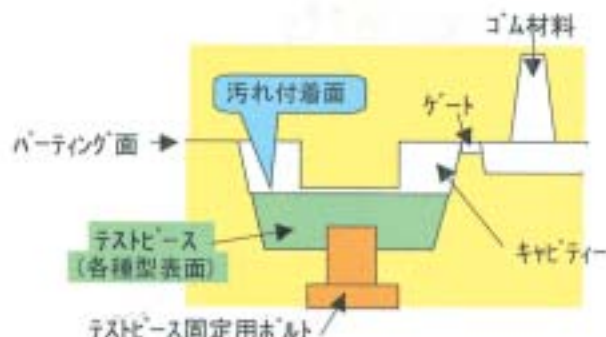


図-4 検証テスト用金型

接触角をとり、縦軸には平滑さを示す表面粗さをとって、両特性の関係がみられるようにした。

表面粗さと対水接触角の両特性が共に優れるものが、汚れ付着が少ないという傾向が確認でき、評価結果では最も防汚性が高い表面処理はフッ素基有機物蒸着被膜および、CrN系物理蒸着被膜である。

なお、フッ素やケイ素系塗布焼付コーティングは対水接触角で高い値を示すが、表面粗さが粗なレベルのため防汚性は低い。また、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）やTiNといった高硬度蒸着被膜は表面粗さが密なレベルにあるが、対水接触角が低い値であるため防汚性は低い。

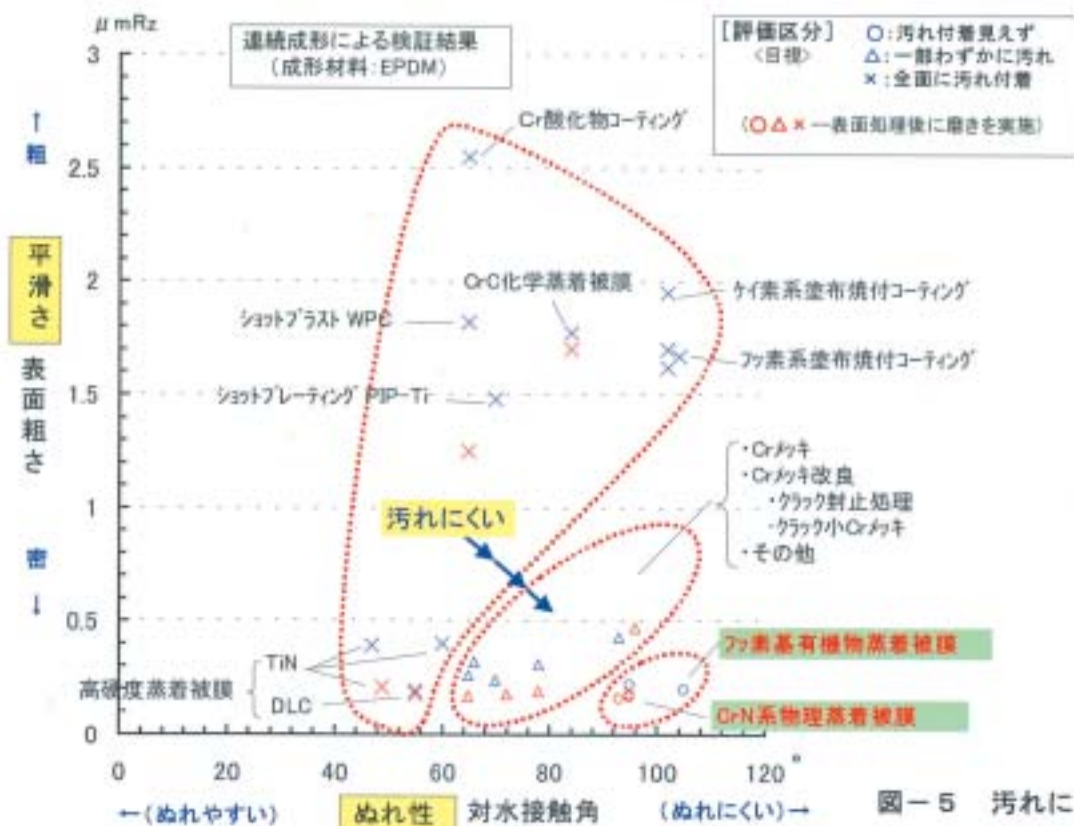


図-5 汚れにくい金型表面 (平滑さとぬれ易さの関係)



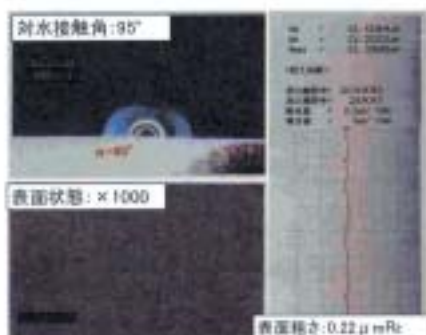


図-6 CrN系物理蒸着被膜の表面  
(HCD方式イオンプレーティング)

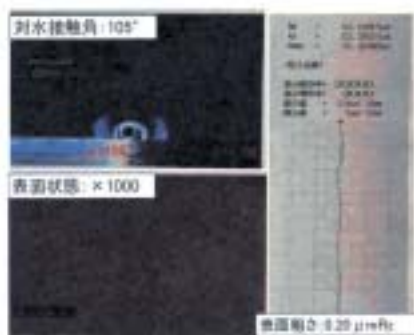


図-7 フッ素基有機物蒸着被膜の表面

これらのことから、平滑さとぬれ性の両方の特性に優れた表面処理が最も効果的な防汚性を発揮することが改めて明らかになった。

図-6はCrN系物理蒸着被膜の表面状態を示しており、対水接触角は $95^\circ$ と高く、表面粗さは母材の表面粗さレベルを維持できている。このセラミックス被膜の加工にあたっては密着性に優れ、非常に緻密で溶融粒子が存在しない滑らかな表面が得られるHCD(ホローカソード)方式によるイオンプレーティング法が適しており、溶融粒子が多く発生し滑らかさを欠くAIP(アークイオンプレーティング)方式の利用は避けた方がよい。

図-8はHCD方式イオンプレーティング装置の概要を示したものであり、HCDのビームをルツボ内の蒸発源(Cr)に照射し蒸発させる方法である。

図-7はフッ素基有機物蒸着被膜の表面状態を示している。対水接触角は $105^\circ$ と最高値に達し表面も非常に滑らかである。この被膜構成は、金属との反応性が高く安定性のある有機物を骨格とした密度の高いフッ素化合物から成立っており、真空蒸着法によって製膜される。

図-9はフッ素基有機物被膜に用いている真空蒸着装置の概要を示したものであり、真空中で被膜物質をヒータ加熱し蒸発させる方法である。

### 3-3. 実用上の評価と課題

フッ素基有機物蒸着被膜および、CrN系物理蒸着被膜を量産金型に適用し量産工程で評価した結果、汚れ付着の減少が確認できた。

特に、フッ素基有機物蒸着被膜は金型洗浄頻度の大幅な低減と離型剤塗布廃止などの顕著な効果が確認できた。今後、有機物被膜に見合った金型洗浄法を採用していくことが実用化に向けての課題となる。

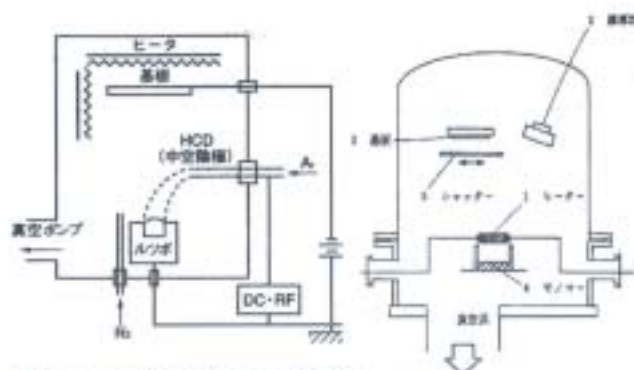


図-8. HCD方式 イオン  
プレーティング装置

図-9. 真空蒸着装置

## 4. まとめ

生産現場の実態調査、汚れ付着要因の把握、技術情報の収集、検証テスト～量産工程での評価を通じて防汚性に優れた金型表面処理を新たに選定することができた。

型汚れは、低減できても皆無にはできないため、並行して進めている金型洗浄法の最適化や洗浄しやすい金型構造の採用も大切な取組みであり、これらとの組み合わせを図ることによって型汚れ問題に対し有効な手立てを講じることが可能となる。

なお、今回選定した防汚金型表面処理はゴム成形以外の分野への適用効果も期待できるので、引き続き評価していく。

## 参考文献

- 1) 山口幸一 ゴム用金型の汚染防止と金型洗浄の実際 ISS産業科学システムズ (1998)

# ≡≡≡ 新技術紹介 ≡≡≡

## 型切削加工における取りしろ一定工具経路生成

### NC data Generation of constant radial depth of Cut for Mold

藤本 徹<sup>\*1</sup>

#### 1. はじめに

自動車の開発期間短縮に対応して、金型の大幅な工期短縮ニーズが増大している。当事業部においては主として切削加工に工程集約した短工期をめざし、現在放電加工に頼らざるを得ない深物金型加工の放電レス化を推進している。

深物金型隅肉部の荒・中仕上げ切削加工では、図-1のように小径の工具を使わざるを得ず、L/D（工具突出し量/工具径）が大きくなり、工具損傷による加工停止あるいは加工時間の大幅アップなどの問題が発生している。

このようなL/Dの大きな隅肉部を安定的に高速に加工することが放電レス化の大きな課題である。

#### 2. 現状の工具経路生成方法

深物の切削加工に主に用いられる等高線加工において、各断面の等高線加工形状を単にオフセットしたものを工具経路とする方法が一般的である。しかし図-2に示すようにこの方法では角部あるいは極小さな半径を含む工具経路が生成されるため、隅肉部では取りしろの変動により加工負荷が

急激に増加する。この場合、図-3に示すように円弧状の工具軌跡が取りしろを一定にする有効な手段の一つであると考えられ、

- 1) 工具経路の角部に円弧を挿入する。
- 2) トロコイド曲線を用いる。

などの方法が考案・実用化され一定の成果は得られている。しかしこれらの方法による工具経路は一部の形状にのみ適用可能なものであり、一般的な解決には至っていない。

そこで、以下に新たな一般的円弧状工具経路の計算方法について紹介する。

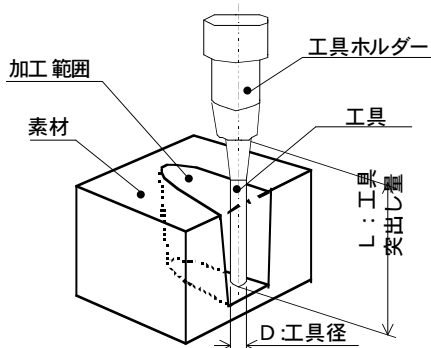


図-1 隅肉部の加工

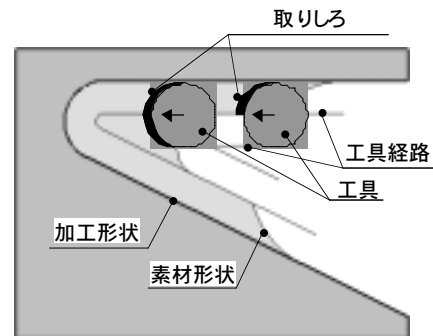


図-2 直線状工具経路の取りしろ

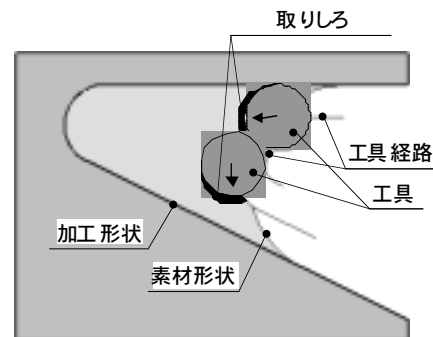


図-3 円弧状工具経路の取りしろ

\*1 Toru Fujimoto 金型機械事業部 企画部 技術室

表-1 工具経路計算方法

①	素材形状を工具の半径分素材外側へオフセットし、工具が素材と接触しない領域を求める。
②	加工形状を外側へオフセットしていき、①で作成した領域内にそのオフセット線を完全に入れる。あるいは場合により加工形状のオフセット線が完全に領域に入る前に、領域から外れる部分を切り取ることで領域内に収める。
③	②で作成した形状を②でオフセットした方向と逆方向に、加工時の取りしりを考慮して複数回オフセットし、その形状を工具経路とする。
④	③の工具経路から切削される部分を抽出し、新たな素材形状を作成する。①より加工する部分なくなるまで繰り返す。

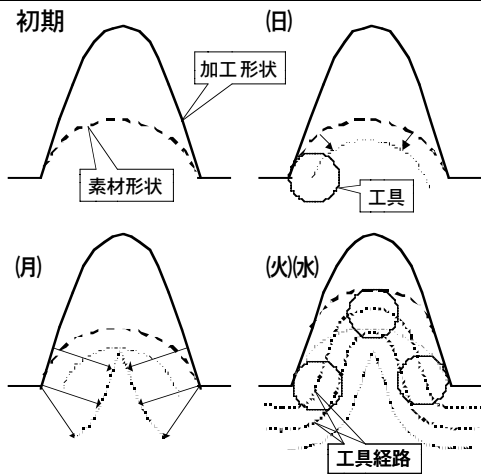


図-4 工具経路計算方法

### 3. 新たな工具経路計算方法

詳細は表-1、図-4に示す。素材形状を考慮しつつ、主として加工形状を双方向にオフセットする簡単な操作により、すべて接線連続であり取りしろ一定の工具経路が計算される。

以上のような工具経路の計算を各断面において実施することにより、3次元加工用NCデータが自動で作成可能となる。

また、複雑な断面形状に対する事例として図-5、および図-6を示す。双方ともトロコイド曲線状の加工にて峡部を加工し、取りしろ増大部分のない工具経路が生成されている。

以上の考えを元に、工具のアプローチ・リトラクトの設定、複数工具の対応など、実加工に必要な機能を盛り込んだ工具経路生成プログラムを試作し、隅肉部にて従来の加工と比較した。図-7で示すように主軸負荷のピークが約1/3となり、効果があることが確認できた。

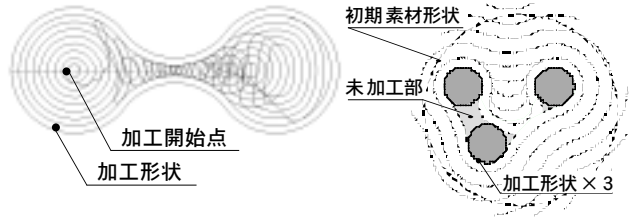


図-5 瓢箪形

図-6 島残し

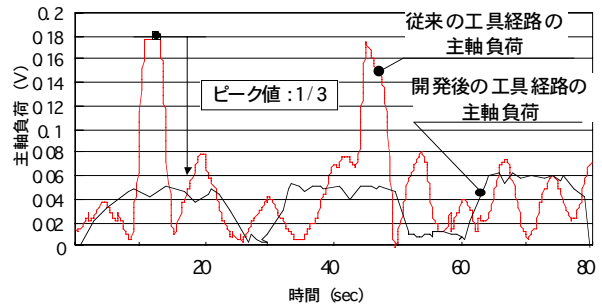


図-7 負荷変動量

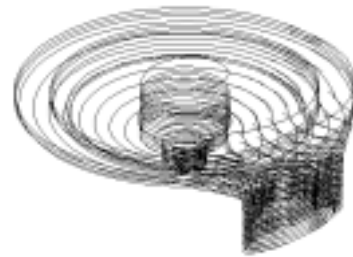


図-8 加工事例

### 4. 実用化事例

試作プログラムを元に機能充実し、金型のポケット加工に適用した。事例としてφ10で加工した後のφ3工具の工具経路を図-8に示す。この事例の加工では、

- 1) 4種類の径の工具を用いて追い込んでいた加工をφ10, φ3の2種類とし、工具交換によるロスを削減した
- 2) 切削条件に隅肉部での負荷の増大を考慮する必要がなく、送り速度を上げた

の2点により、従来当社の加工と比較して約3割の加工時間の短縮が図れた。

### 5. おわりに

現在、量産型加工の一部に適用しており、工具・切削条件の最適化を進めている。部位ごとの加工効率を見極めて適用を広げ、金型加工工期の短縮を図っていく考えである。



## ≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

### 小型アクティブコントロールエンジンマウント

#### Compact-size Active Control Engine Mount

下田 禎己<sup>\*1</sup> , 後藤 正直<sup>\*2</sup> , 浅野 哲生<sup>\*3</sup>

#### 1. はじめに

吸気管内負圧を利用し、アイドル時にアクティブに伝達力を制御し車両振動・騒音を低減したアクティブコントロールマウント（以下ACM）をトヨタ自動車（株）、（株）デンソーとの共同開発にて1998年1月、世界で初めて量産化した。

今回、従来仕様に対して軽量・低コスト化を狙いにACMの小型化開発を行ない、「クーラーV」に搭載されたのでその概要について紹介する。

#### 2. 製品概要

図 1 に従来品及び開発品の断面図を示す。ACMの構造、システム及び制振原理については「豊田合成技報 VOL.40 No.2 1998」を参照して頂きたい。

#### 3. 小型化設計

従来品のACMに対してマウント径を20%縮小した小型化設計を実施した。

ACMの重要特性である発生力に関する設計部位をCAEによるシミュレーションを活用し、最適化を図った。その結果、開発品は本体ゴム部の径を小さくしたものの、主液室径を従来品とほぼ同等としダイアフラム面積及び本体ゴム受圧面積を小さくすることなく設計することによって、従来品と同等以上の発生力を得ることができた（図 - 2）。

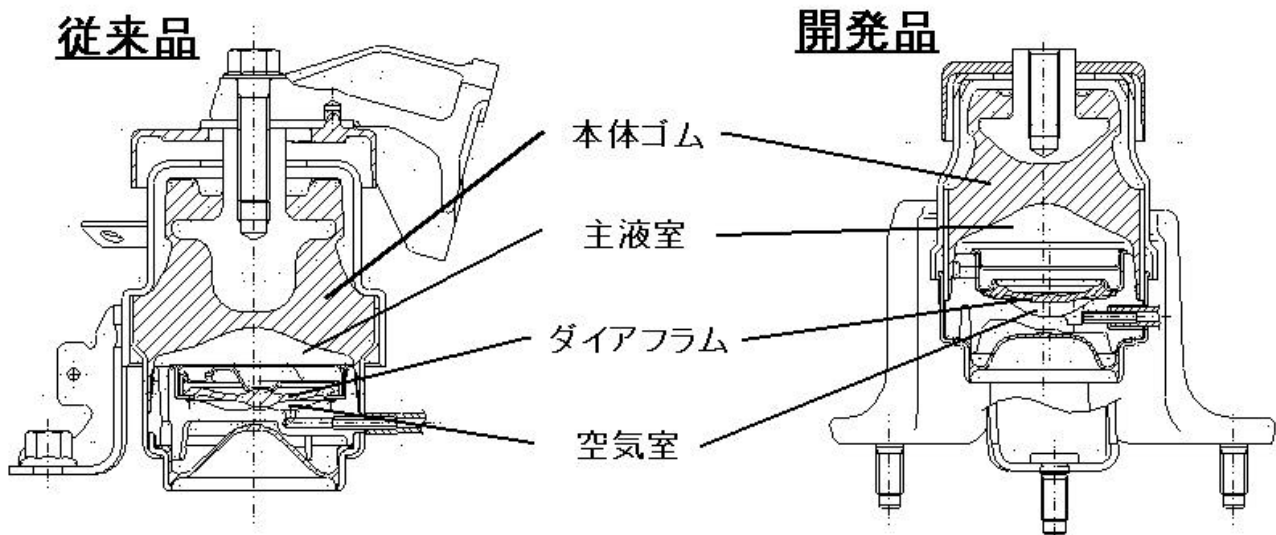


図 1 ACM断面図

\*1 Yoshiki Shimoda 機能部品技術部 防振技術室

\*2 Masanao Goto 機能部品技術部 防振技術室

\*3 Tetsuo Asano 機能部品技術部 防振技術室

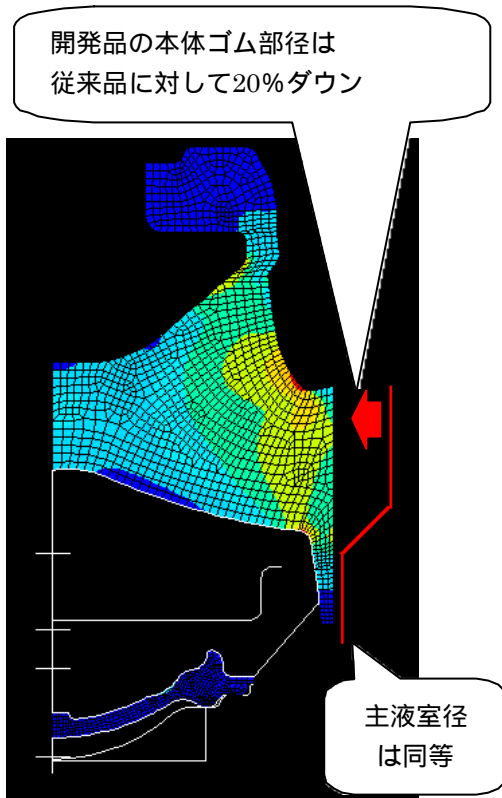


図 2 発生力のシミュレーション解析モデル

#### 4. 部品点数削減

ACMには発生力波形を正弦波形に近づけるためのフィルタオリフィスと走行時のエンジンシェイク現象を低減するためのシェイクオリフィスが設定されている。

従来はこの2つのオリフィスは異なる部品で構成されているのに対して、開発品ではアルミダイカスト部品に2つのオリフィスを設定することで部品点数を削減した(図-3)。

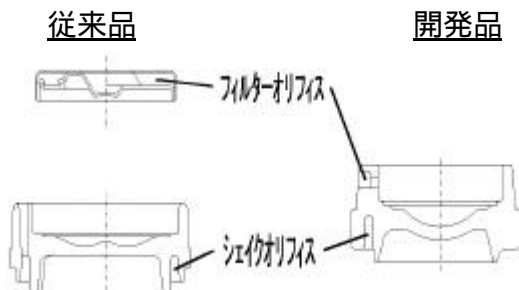


図 3 オリフィスの一体化

#### 5. 振動低減効果

図 4 に実車アイドル時のステアリング振動低減効果を示す。振動を打ち消すための逆位相の力を発生させることで10dB程度の低減効果が確認できた。

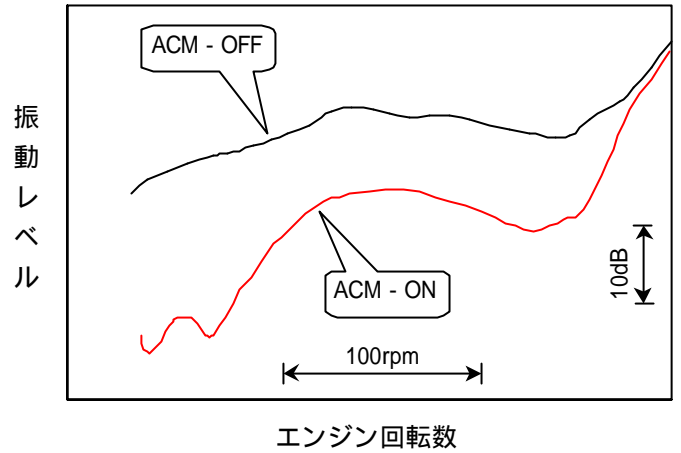


図 4 ステアリング振動低減効果

#### 6. おわりに

本開発により、軽量・低コスト化を達成し、アイドル振動低減効果も充分得られる小型ACMを量産化することができた。

今後も適用拡大を図るため一層の改善に努めていきたい。

最後に、量産化にあたり御指導、御協力いただいたトヨタ自動車(株)関係者の方々に深く感謝致します。

# 新製品紹介

## SRSカーテンエアバッグ(前後席乗員用)

### SRS Curtain Airbag (Front-Rear Type)

棚瀬 利則\*1 山本 貴史\*2

#### 1. はじめに

近年の自動車産業の動向として、安全性の向上が強く求められ、「安全」は重要な性能の一つになっている。今回、側面衝突時に頭部への衝撃を低減するSRS前後席乗員用カーテンエアバッグを開発したので、その概要について報告する。

#### 2. 製品の概要

##### 2-1 製品構成

エアバッグアッセンブリーは、インフレーター・バッグ本体及びボデーへ取り付ける為の金具類で構成され、バッグは蛇腹状にコンパクトに折り畳まれ、テープで結束されている。

製品構成の概要を図-1に示す。

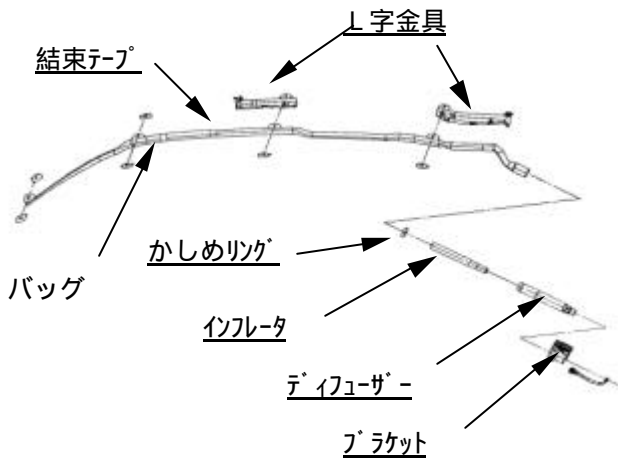


図-1 製品構成(格納時)

##### 2-2 車両搭載状態

本製品はインフレーターをクォーターピラー部に搭載し、センターピラーガーニッシュ、フロントピラーガーニッシュや天井とボデーの間に格納されている。ボデーへの取付けはブラケット及びバッグ取付け部をボルトにより締結されている。

車両搭載状態を図-2、3、4に示す。

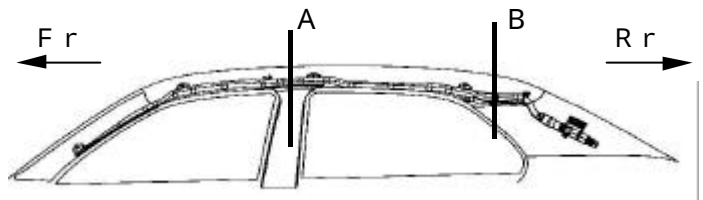


図-2 車両搭載状態

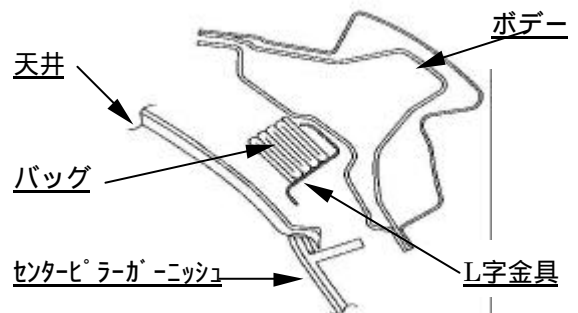


図-3 A-A断面図

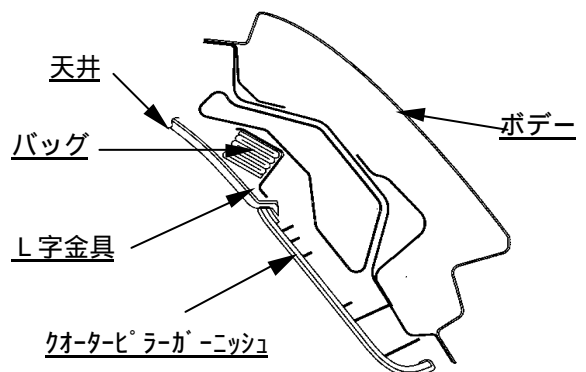


図-4 B-B断面図

\*1 Toshinori Tanase セーフティシステム技術部 セーフティシステム開発室

\*2 Takashi Yamamoto セーフティシステム技術部 第2セーフティシステム技術室

### 3. 技術の概要

#### 3-1 エアバッグの展開のステップ

- 1) センサが側面衝撃を感知すると、ECUからインフレーターに着火信号を送り、インフレーターが作動。
- 2) インフレーター作動による発生ガスにより、バッグが膨張開始。
- 3) バッグは膨張に伴い、クォーターピラーガーニッシュ、センターピラーガーニッシュ及びルーフヘッドランニングを強制変形させて、バッグが展開し、前席/後席のサイドガラス周りを瞬時にカバーする。

膨張時の状態を図-5、6、7に示す。

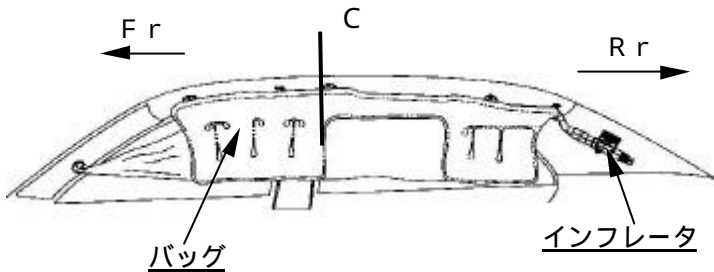


図-5 膨張状態（側面視）

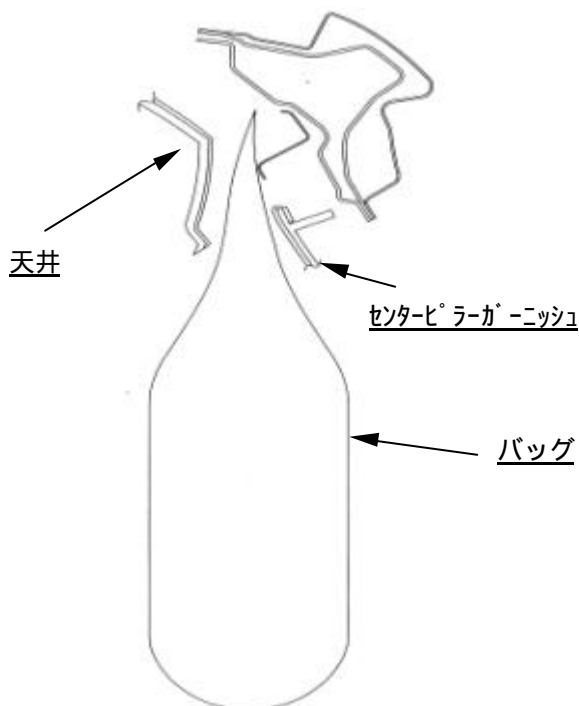


図-6 C-C断面図

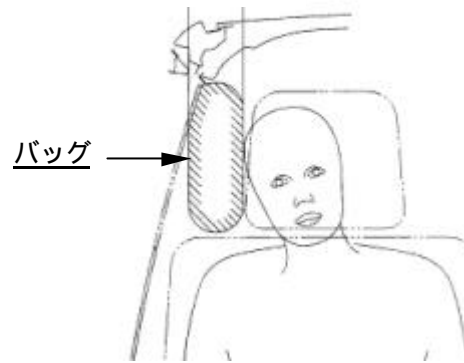


図-7 膨張状態（正面視）

#### 3-2 効果

さまざまな側面衝突形態での実車評価を行い側面衝突時の頭部衝撃緩和性能を確認した。

効果の代表例として、電柱・立ち木への衝突を模擬したポール側突試験において頭部傷害値（HIC値）は、カーテンエアバッグが無い場合と比較し、約1/10に低減できた。

### 4. おわりに

側面衝突時に頭部への衝撃を緩和する方法としてカーテンエアバッグは現時点で最も有効なシステムである。前後席乗員用カーテンエアバッグは、'00/8に発売したセルシオに日本で初めて搭載された。

この製品の開発に際し、御指導・御協力をいただいた、トヨタ自動車株式会社関係部署の方々に厚く謝意を表します。

# 新製品紹介

## 樹脂ロアサッシ

### Plastic Lower Sash

寺澤孝行\*1

#### 1. はじめに

現在,各国で地球温暖化防止政策・規制が急ピッチで進められている。自動車についても走行時排出するCO<sub>2</sub>の削減が強く要求されるようになり,CO<sub>2</sub>削減(=燃費改善)のための軽量化が重要な課題となっている。

その課題に対応した樹脂ロアサッシの開発・量産化を行ったのでここに紹介する。

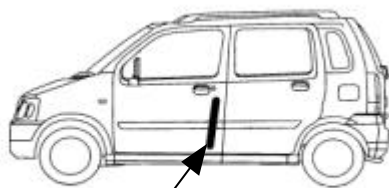
#### 2. 製品の概要

本製品は自動車のフロントドアセンターピラー側のドア内部に取り付けられる。(図-1)

主な機能としては

- ・ガラスをスムーズに昇降させるガイド
- ・ガラス全開時のガラスバタツキ防止

である。



本製品  
図-1 取り付け部位

従来品は(図-2)に示すように,鉄製サッシフレームにゴム製ガラスランを組付けた2部品構成である。

開発品の特徴は,摺動性に優れた樹脂材料の活用とリップ形状の最適設計によりサッシとガラスランを一体化し,昇降異音とバタツキ音を防止し,軽量化を達成している点である。(図-3)

樹脂ロアサッシの開発目標を以下に示す。

- ・軽量化50%以上(従来品比較)
- ・ガラス昇降異音の発生なし
- ・ガラスバタツキ音の発生なし

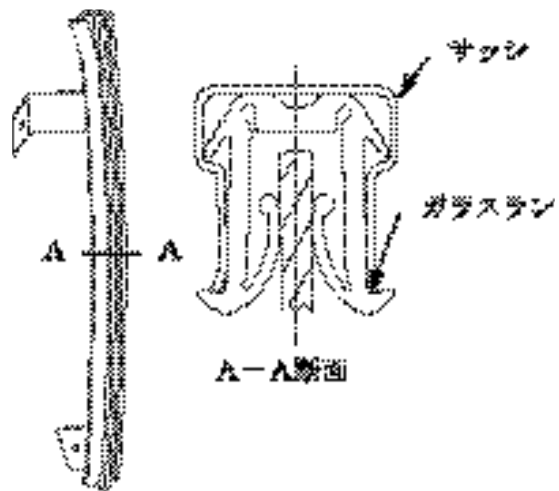


図-2 従来品

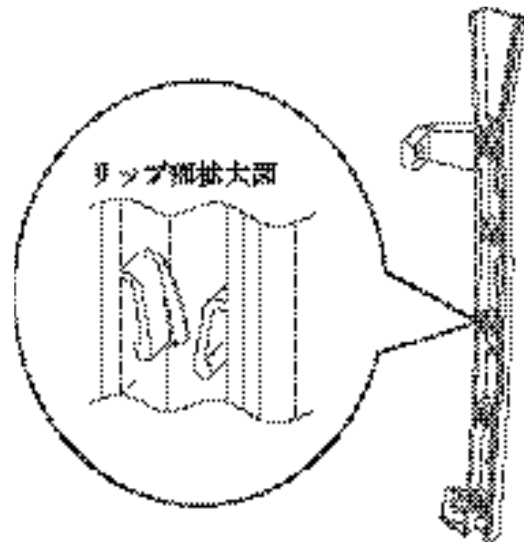


図-3 開発品

\*1 Takayuki Terasawa ボディシーリング技術部 ボディシーリング技術室

### 3. 技術の概要

#### 3-1. 開発品の評価結果

開発した樹脂ロアサッシの評価結果を表-1に示す.

表-1 開発品の評価結果

項目	結果	目標	開発品結果
軽量化		50%以上	65%
ガラス昇降異音		発生なし	発生なし
ガラスバタツキ音		発生なし	発生なし

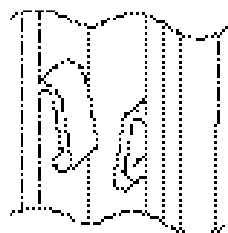


図-5 改良前形状

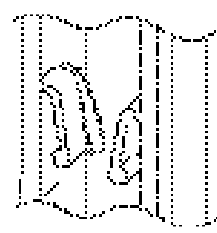


図-6 改良品形状

図-7にベンチ試験要領を示し、図-8に昇降異音の測定結果を示す.

#### 3-2. 軽量化

従来品と開発品との重量を比較した結果を図-4に示す. 樹脂化することにより65%の軽量化を達成することが出来た.

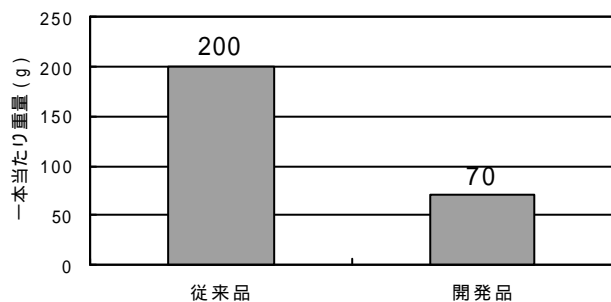


図-4 製品重量

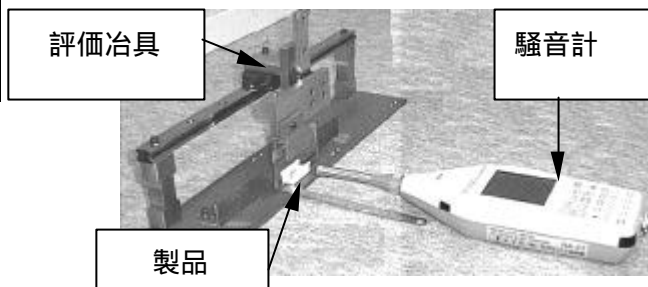


図-7 ベンチ試験要領

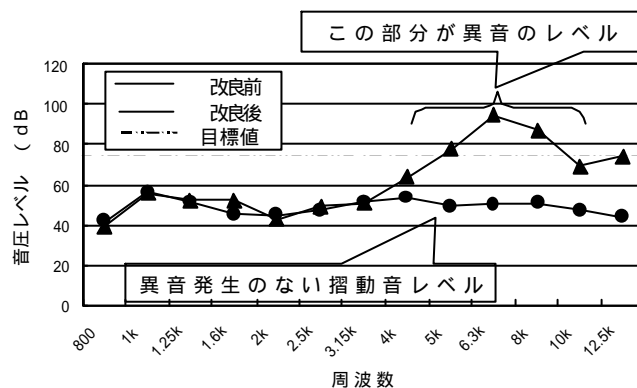


図-8 昇降異音測定結果

#### 3-3. ガラス昇降時の異音防止性能

異音防止性能をクリアするため、リップの樹脂化設計は改良を余儀なくされた. 改良前のリップ形状(図-5)では、泥水が付着しガラスが昇降すると高周波6.3kHzで90dB(A)を超える大きな異音が発生した. 改良するに当たりリップに泥水がどの様に付着しているかに着目し、泥水を排出しやすいリップ形状(図-6)を考案し昇降異音の発生を防止した. この形状はバタツキ音に対しても配慮しており、その防止効果が得られた.

### 4. おわりに

今回紹介した「樹脂ロアサッシ」は、スズキワゴンRに採用され量産中である. 今後この技術を他車に展開して行きたいと考えている.

最後に、この製品の量産化に際し、ご指導いただいたスズキ株式会社の関係部署の方々に謝意を表します.

# 新製品紹介

## 携帯電話マグネシウム筐体

### Magnesium Case for Mobile Phone

安井 誠志 \* 1

#### 1. はじめに

携帯電話の年々の進化はめざましく、製品厚さに関しても年々ミリ単位で薄くなっている。それに加えてさまざまなタイプの携帯電話が発売されてきた。そのため筐体に対しても薄肉で高強度なニーズから、マグネシウム(Mg)の筐体が用いられるようになった。

世界最小厚さ(’00/12時点)を実現するため業界最薄肉を狙ったMg 筐体を開発したので紹介する。(写真 1)

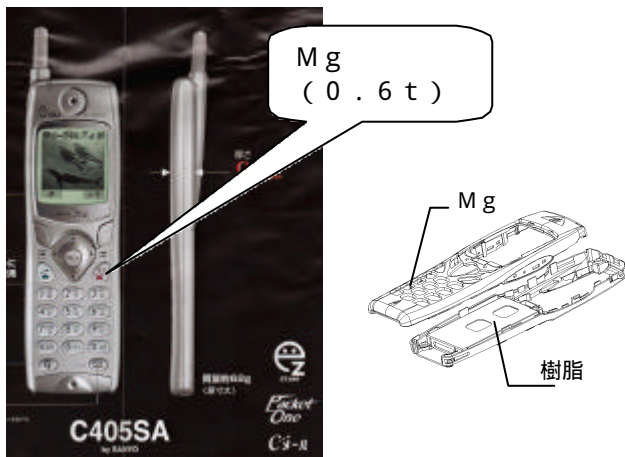


写真 - 1 Mg 筐体の携帯電話

#### 2. 製品の概要

製品厚み 9.9mm を実現するためフロント側に Mg を採用。バック側は電波取り込みの関係で樹脂を採用する。そのため Mg と樹脂の嵌合～色合わせで従来と違った品質が要求される。

#### 3. 技術概要

##### 3 - 1 生産工程概要

おもな生産工程は以下のとおりである。



上記工程の中で特に重要な工程 成形 の詳細について記す。

##### 3 - 2 成形

Mg の成形法にはいろいろあるが、今回は	
薄肉成形 (0.6 t)	高寸法精度
表面外観品質	巣穴のない成形品

などの要求を満足させる成形法としてチクソ成形(図 - 1)を採用するとともに、金属成形専用の流動解析技術を用いて高い要求品質を満足させることができた(図 - 2)。

図 - 3 のレントゲン写真から巣穴はほとんど見られない高品質な成形品であることが確認できる。

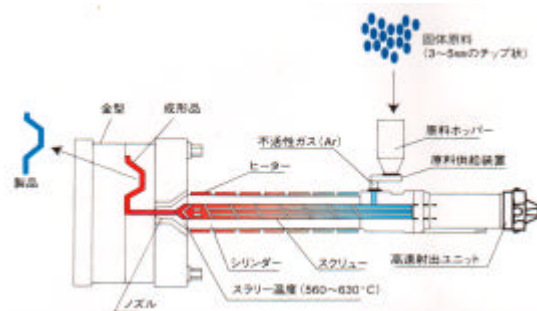


図 - 1 チクソ成形

\*1 Seiji Yasui 特機事業部 技術室

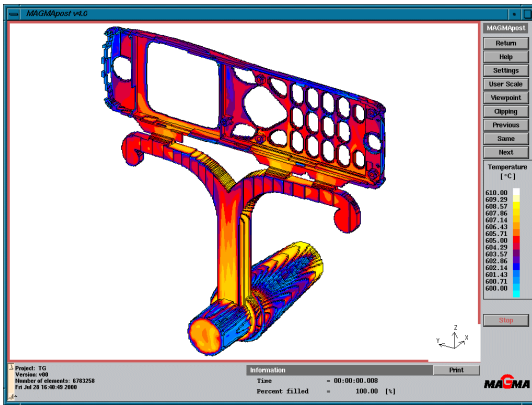


図 - 2 流動解析結果



図 - 3 レントゲン写真

### 3 - 3 加工

詳細工程は以下になる。

- ゲートカット      ピース 1
- ピース 2          一次検査
- N C 加工          洗浄
- ブラスト処理（裏面バリ取り）
- 2次検査

特にボタン穴などについては精度が要求されるため高精度なトリミング加工をおこなっている。

全体工程の特徴としては、生産量がかなり多いため、N C 加工前の一次検査を実施し、M g の粉末は爆発の危険があることから危険作業を防爆室に集めていることにある。全体の工程レイアウトを図 - 4 に示す。

### 3 - 4 塗装

M g の塗装と樹脂の塗装とは次のように異なる。

- ・樹脂：下塗り + U V 硬化塗装  
          （生地色を生かすための薄塗り）
- ・M g：プライマー + 上塗り塗装

これは要求品質が樹脂のU V 硬化塗装レベルと同等にもかかわらず、色は樹脂と合わせ込む必要

があるからである。そこで

- ・新規塗料の開発
  - ・耐摩耗対策として膜厚確保する塗装条件抽出
  - ・プライマーそのものの調色，を行ってきた。
- 上記を行うことで樹脂の塗装工程を活用し高い良品率を確保することができた。

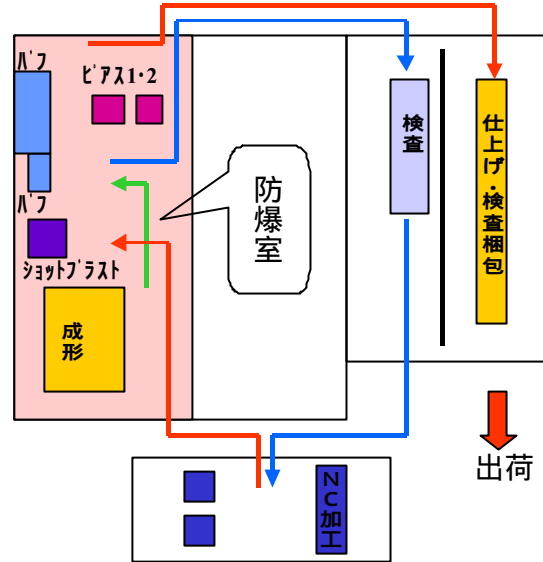


図 - 4 成形～加工工程全体レイアウト図

### 3 - 5 まとめ

M g は地球上に多くある元素であり環境の面でもリサイクルの面でも非常に良い物質であるといわれている。特に昨今M g は精密部品への適用も多くなりそれに伴ないいろいろな技術が開発されつつある。M g 自体まだまだ発展途上にある材料であり、今後さらに進化させるべく加工方法も含め取り組んでいきたいと考えている。

## 4 . おわりに

本筐体を用いた携帯電話は三洋電機株式会社にてA S S Y 組付されC 4 0 5 S A としてK D D I から発売されるとともに海外向けモデルとしてグローバルな展開が図られている。

最後に本製品の開発にあたりご協力頂いた三洋電機株式会社の関係部署の方々には深く感謝致します。



## 編集後記

10年ほど前から産業廃棄物の埋め立て地が無くなる，埋め立て費用が高騰する，ということからリサイクルへの関心が高まり生産現場を中心としてリサイクルが推進されてきました。

今年の4月からは家電リサイクル法が施行され使用済み家電製品のリサイクルが義務づけられ，自動車についても2002年春には使用済み車両のリサイクルが法律で義務づけられる予定であり，いよいよ循環型経済システムが始まろうとしています。

当社も工程廃棄物のリサイクルを基礎に，使用済み自動車の部品リサイクルについても技術開発を進めてきました。これらの技術が活用され，さらに新しいリサイクル技術を開発・活用し，循環型経済システムの構築にいささかでも役立ちたいと考えています。

そこで，今回は自動車・部品のリサイクル動向と豊田合成の対応について杉本に解説してもらいました。（Y）

（非 売 品）

<b>豊田合成技報編集委員会</b> 編集委員長 古森敬博（技術企画部） 編集委員 牛田洋子（開発部） 伊藤敏安（材料技術部） 馬場宣芳（金型機械事業部） 磯村博恭（施設環境部） 向井 浩（内外装部品事業部） 前野 隆（機能部品事業部） 坂根勝信（セレクトシステム事業部） 野崎政博（ホテイナーリング事業部） 山中 修（ワトE事業部） 安井誠志（特機事業部）	論文審査員 伊藤敏安（材料技術部） 杉浦 弘（品質保証部） <b>豊田合成技報 第43巻 第1号</b> （禁無断転載）  2001年 6月26日印刷 2001年 6月29日発行 発行所 豊田合成株式会社 発行人 田中 裕 印刷所 竹田印刷株式会社
--	---

# 豊田合成株式会社

本社・春日工場	〒452-8564 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地	Tel (052) 400-1055
技術センター	〒492-8540 愛知県稲沢市北島町西の町30番地	Tel (0587) 34-3303
稲沢工場	〒492-8542 愛知県稲沢市米屋境1番地	Tel (0587) 36-1111
西溝口工機工場	〒492-8452 愛知県稲沢市西溝口町第二沼1番地の1	Tel (0587) 36-5761
森町工場	〒437-0213 静岡県周智郡森町睦美1310番地の128	Tel (0538) 85-2165
尾西工場	〒494-8502 愛知県尾西市明地字東下城40	Tel (0586) 69-1811
平和町工場	〒490-1312 愛知県中島郡平和町大字下三宅字折口710	Tel (0567) 46-2222
東京営業所	〒100-0005 東京都千代田区丸の内二丁目2番1号岸本ビル308号	Tel (03) 3213-5681
大阪営業所	〒532-0003 大阪市淀川区宮原四丁目1番45号新大阪八千代ビル3階	Tel (06) 6391-2691
広島営業所	〒732-0805 広島市南区東荒神町3番35号広島カインタービル3階	Tel (082) 264-3887
宇都宮営業所	〒321-0953 栃木県宇都宮市東宿郷三丁目1番9号USK 東宿郷ビル7階	Tel (028) 610-8846