

自動車用シートの耐久性を考慮した 撥水撥油表皮材の開発

Development of Water- and Oil-repellent Fabric Considering Durability of Automotive Seat Fabric

根本 千香¹
Chika NEMOTO

林 里恵¹
Rie HAYASHI

要 旨

ユーザの使い勝手を向上させるため、揚げ物やスナック菓子などの油しみやマヨネーズなどの油性の食べ物汚れに対しても汚れがしみ込みにくく、拭き取りやすいシート表皮布地材の開発をおこなった。

従来は、1種類のフッ素樹脂を繊維ヘディッピング加工し、撥水性付与に主眼を置いていたが、新たに3種類のフッ素樹脂を適切な配合でディッピング加工し、さらにそのうち1種類のフッ素樹脂を表皮の裏面にバックコーティング加工した。これにより、自動車の内装材がさらされる高温環境下や乗降摩耗後においても撥水撥油性を保持できるようになった。

ABSTRACT

In order to enhance vehicle usability, seat fabric material was developed that can easily be wiped off and resists staining even by oil from fried foods, snack foods, and other such substances, as well as from mayonnaise and other such oily foods.

The main focus in the past was to increase water repellency by applying a type of fluororesin to fibers by means of a dipping process. Now three types of fluororesin in an appropriate compound have been newly added to the dipping process, and one of those types is also applied to the back of the fabric in a back-coating process. This has made it possible for automobile interior materials to maintain water- and oil-repellency even in the high-temperature environments they are exposed to and following the abrasion caused by occupant entry and exit.

1. ま え が き

近年、パーソナルカーとして車室内の快適性は重視されており、シェアカービジネスの拡大⁽¹⁾に伴い、ますます自動車内装の重要度は高まっている。また、シートは乗員が接する部品であり快適性向上に大きく寄与し、消臭表皮や抗アレルギー抗ウイルス表皮⁽²⁾などの清潔性を備えたシート表皮材を使用したシートが量産されている。

このようにシート表皮材の快適性向上ニーズは拡大方向にあることから、日本、中国、タイ、アメリカの4か国において、ユーザがシート表皮材に求める機能について調査をおこなった。

調査は20歳以上の男女で自家用車を保有している人を対象に、各国約600人へおこなった。結果をFig. 1に示す。

汚れ防止、蒸れ低減、消臭、傷防止などの項目の中で、どの国においても汚れを手軽に拭き取ることができ、食べこぼしや飲みこぼしから保護できるというニーズが最も高いことがわかった。

現在、多くの自動車メーカーでは、シート表皮上に付着する飲食物汚れに対応する機能材として、主に撥水表皮を適用している。これは未加工表皮と比較すると飲み物などの水性液体汚れはしみ込みにくく拭き取りやすいが、油じみがつきやすく、浸透しやすい傾向にある。これらの汚れが表皮裏面まで浸透してしまうと、自動車用シートの構造上、ワディングウレタンやカバー、シートクッションパッド⁽³⁾にまで汚れがしみこむ可能性があり、容易に除去することができなくなる。これは、臭いの発生原因にもなりうる。そこで、ユーザの使い勝手向上を想定し、揚げ物やス

¹ オートモービルセンター

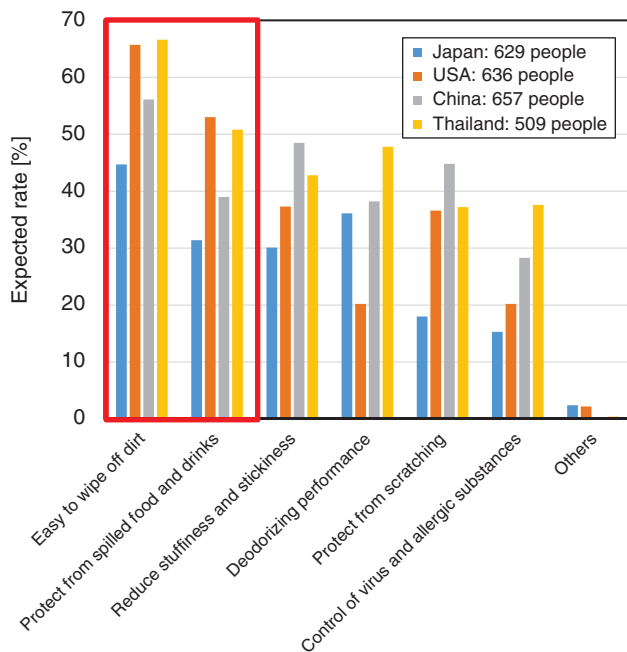


Fig. 1 Expected functions for car seats

ナック菓子などの油しみやマヨネーズなどの油性の食べ物汚れにも対応することが快適性向上につながると考えた。

さらに、自動車のシート表皮材は高温環境下にさらされると同時に、乗降により摩耗するため、これらの耐久性を考慮する必要がある。また、同時に外観性など自動車用シート表皮材としての必要な性能と並立させる必要もある。

このような背景から本研究では、車室内の快適性向上をねらい高温下や乗降を想定した摩耗耐久後でも、シート表皮材に求める基本性能を満足しながら、シート表皮上に付着する飲食物汚れが、浸み込みにくく、拭き取りやすい撥水撥油シート表皮材の開発をおこなった。

2. 目標の考え方と社内評価基準

JIS では繊維の飲食物汚れに対しての試験方法や規格は無い。そこで本開発品が汚れを弾き、浸み込みにくく、拭き取りやすいことを確認するために、試験方法ならびに目標値を検討した。また、設定値は初期だけでなく、シート表皮材に求められる性能である温熱老化後や湿熱老化後、摩耗後の耐久条件も検討した。

2.1. 汚れの種類の設定

性能試験をおこなう際の汚れの種類は、ユーザがシート上に付着させる飲食物汚れの種類調査結果から設定した。調査は弊社従業員 43 人に対しておこなった。チョコレートやポテトチップスなどのスナック類、ソースやマヨネー

ズなどの調味料類、お茶やコーヒーのような飲料が挙げられ、飲食物汚れの成分を大別すると Fig. 2 のように分類される。

前述の結果より各汚れの代表として、水性液体汚れはしみが明確にわかりやすいように色の濃いウスターソース、油性の固体汚れは油分とタンパク質を含むマヨネーズ、油性の液体汚れはスナック菓子などに使用されるサラダ油とした。また、固体乳化汚れは温度変化により液体に変化するチョコレート、液体乳化汚れはコーヒークリームを選定した (Table 1)。各汚れは特定メーカーの一般的なものを選定している。

2.2. 表皮単体性能

2.2.1. 撥水撥油性

食べ物汚れに対する撥水撥油性については、表皮と表皮上に付着させた汚れ物質との接触角が 90° 以上であれば一般的に弾いていることが認識できる⁽⁴⁾。そのため、Table 1 に示す飲食物汚れを付着させ、汚れと試験片の接触角が 90° 以上であることを設定した。また、飲み物汚れに対する撥水性については、従来の撥水表皮でも設定している JIS L 1092 : 2009、繊維製品の防水性試験方法のスプレー試験⁽⁵⁾に準拠し、初期の目標値を 4 級以上、耐久後を 3 級以上と設定した。Table 2 に撥水撥油性の目標値を示す。

2.2.2. 耐裏面浸透性

浸み込みにくさを表す耐裏面浸透性については、高温状態を考慮した。これは、週末しか運転しないユーザが真夏の暑い時期に汚れを付着させてしまい 1 週間後に気づいたとしても完全に浸み込まないことを想定し目標値として定めた。

試験には Table 1 の 5 種類の汚れを使用した。高温の影響を確認するための促進試験条件は、ゴムや有機材料でもおこなわれているアレニウスプロットを活用した熱履歴濃縮方法⁽⁶⁾により実車測温データをもとに算出した $80^\circ\text{C} \times 24 \text{ h}$ とした。そして、表皮上に汚れを規定時間静置させた後でも表皮裏面まで汚れが浸透しないことを目標とした。Table 3 に耐裏面浸透性の目標値を示す。

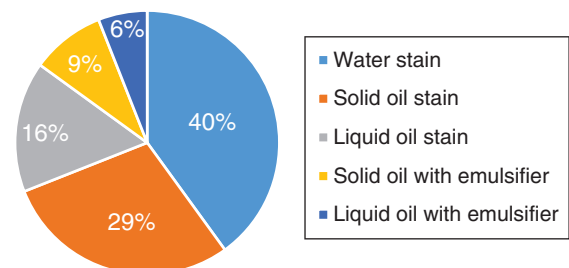


Fig. 2 Types of stains (foods and drinks)

Table 1 Typical stains adhered to seat

Classification	Target stain
Water stain (dark color)	Worcestershire sauce
Solid oil stain + Protein	Mayonnaise (sandwich, hamburger)
Liquid oil stain	Salad oil (potato chips)
Solid oil and emulsifier	Chocolate
Liquid oil and emulsifier	Coffee cream

Table 2 Requirements of water- and oil-repellent performance

Test item			Requirement
Water- and oil-repellent	Water- and oil-repellent (for foods)	Initial state	Contact angle between stain and test piece is over 90°
	Water-repellent (for drinks)	Initial state	Grade 4 min.
		- After heat aging - After heat and humid aging - After abrasion	Grade 3 min.

Table 3 Requirements of permeability to fabric back side

Test item		Requirement
Permeability to fabric back side	Initial state	No penetration to back side
	- After heat aging - After heat and humid aging - After abrasion	No penetration to back side

2.2.3. 払拭性

払拭性を確認するために、拭き取り方を設定した (Fig. 3). 拭き取り方の選定は社内アンケート調査の結果、約 8 割が回答した乾拭きと水拭きを選定した。まず、滴下した汚れを物理的に繊維の構造に入り込まないように、押し込まずに乾拭きで拭き取る。そして、拭き取った後でも汚れが残っている場合は水拭きで叩くように拭き取ることとした。このあと 2.2.2. 項で記述した試験条件後に前述の拭き取りをおこない汚れの明度差を JIS L 0805 : 2005, 汚染用グレースケール⁽⁷⁾を用いて評価した。一般的に人が容易に認知できる明度差は 3 級未満であるため、耐久老化後の表皮材に対しては目標値を 3 級以上とし、初期においては 4 級以上とした。Table 4 に汚れ払拭性の目標値を示す。

2.2.4. 表皮基本性能

本開発品は撥水撥油性、耐裏面浸透性、払拭性と同時に、自動車用シート表皮材として要求される強度特性や染色堅ろう度などの基本性能を未加工品同等以上とした。項目とテスト方法を Table 5 に示す。

2.3. シートアセンブリ性能

2.3.1. シートアセンブリの生産技術性

表皮材をシートアセンブリに適用するにあたり、生産技術性や外観商品性を保持する必要がある。一般的に加工剤を塗布すると表皮材は硬くなるため、撥水撥油表皮材特有のシワが生じていないか、製造時にかけるスチームによって表皮上に白い跡が残るスチーム白化が生じないか、縫製による針穴見えが生じていないかなどの確認項目を設定した。

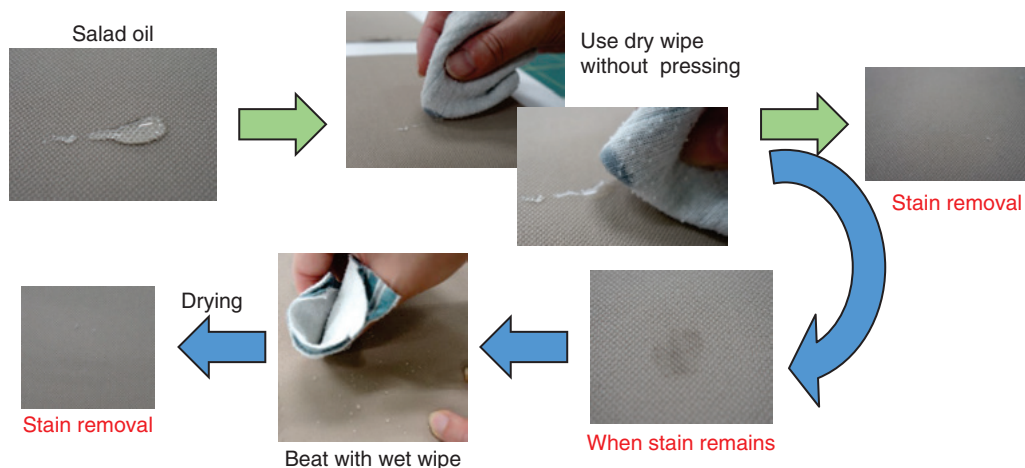


Fig. 3 Test method of wiping off

Table 4 Requirements of wipeability

Test item		Requirement
Wipeability	Initial state	After wet wipe: Grade 4 min.
	· After heat aging · After heat and humid aging · After abrasion	After wet wipe: Grade 3 min.

Table 5 Test items for basic performance of seat fabric

Items		Test methods
Basic items	Constant elongation	JIS L 1096 Testing methods for woven and knitted fabrics ⁽⁸⁾
	Tensile elongation	JIS L 1096 Testing methods for woven and knitted fabrics ⁽⁸⁾
	Tearing strength	JIS L 1096 Testing methods for woven and knitted fabrics ⁽⁸⁾
Concern items	Electrification property	JIS L 1094 Testing methods for electrostatic propensity of woven and knitted fabrics ⁽⁹⁾
	Flammability	FMVSS Flammability of Interior Materials ⁽¹⁰⁾
	Color fastness	JIS L 0849 Test methods for color fastness to rubbing ⁽¹¹⁾
	Light resistance	JIS L 1096 Testing methods for woven and knitted fabrics ⁽⁸⁾
	Heat resistance	Color change of test piece after standing at 110°C for 200 hours is judged using gray scale
	Heat and humidity resistance	Color change of test piece after standing at 50°C /95RH for 500 hours is judged using gray scale

2.3.2. シートアセンブリ乗降耐久後性能

シートアセンブリの乗降耐久後性能として、乗降耐久試験後の外観商品性と裏面浸透性、払拭性を検証した。乗降耐久試験とはシートアセンブリを、乗員の臀部を模したロボットを用いて乗降モードで往復運動させる試験である。外観商品性は、外観上に樹脂の析出や異常な摩耗などがないことを目標とした。また、耐裏面浸透性、払拭性は乗降耐久試験後の表皮をシートアセンブリから切り出し、Table 1で示す五つの汚れ種類の中でも表面張力が低いサラダ油を用いて、表皮単体で摩耗耐久後の目標値を満足することを目標とした。

3. 撥水撥油表皮材の基本仕様

3.1. 従来の撥水表皮仕様と撥水撥油表皮材の課題

撥水撥油性能には蓮の葉やピーチスキンのような微細な
 絨毛によって効果を発揮させる物理作用と、薬剤の塗布に
 よって効果を発揮させる化学作用がある⁽⁴⁾。本開発ではデ

ザインに制約がかからず，乗降耐久試験後でも性能を持たせるといった観点から化学作用を採用することとした。

薬剤塗布で性能発揮する理由を以下に示す。固体表面上に置かれた液滴（水滴，油滴）がつくる接触角 θ は液滴の表面張力 γ_L ，固体表面の表面張力 γ_S および固体と液滴の間に働く相互作用 γ_{LS} の間で式（１）に示す Young の式⁽⁴⁾が成り立つ。

$$\gamma_s = \gamma_L \cos\theta + \gamma_{LS} \quad (1)$$

$$\cos\theta = (\gamma_s - \gamma_{ls}) / \gamma_l \quad (2)$$

式(1)を変形すると式(2)となり、この式から液滴の表面張力に比べて固体表面の表面張力が小さければ小さいほど接触角は大きくなり、弾く性能を発揮する。したがって、化学作用の中でも代表的な薬剤として、表面張力の低い CF_3 基を持つフッ素樹脂と、 CH_3 基を持つシリコン樹脂が挙げられるが、 CF_3 基の方が CH_3 基に比べ表面張力が低いことから、従来の撥水表皮材と同じフッ素樹脂を検討した。Fig. 4に繊維上のフッ素樹脂の配列例を示す。このように主鎖の接着ポリマが繊維と接着し、側鎖のフッ素樹脂が撥水撥油性能を発揮する。

従来の撥水表皮材は1種類の親水基を持ったフッ素樹脂をディッピング工法により塗布している。Fig. 5に従来の撥水表皮材の布地構造を示す。ディッピング工法によりフッ素樹脂は表皮材の繊維全体に分散し定着している。

しかし、この材料仕様では撥水性は満足できても、油は水よりも表面張力が低いため、目標とする撥油性が満足できない。さらに、撥水撥油性を満足させるために、従来の量産撥水表皮よりもフッ素樹脂を多量に塗布してしまう

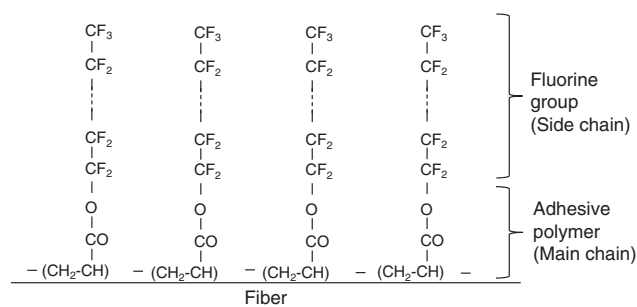


Fig. 4 Array of fluoro-resin on fiber

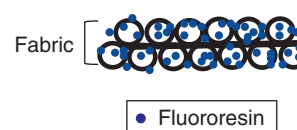


Fig. 5 Structure of conventional fabric

と、表皮を爪などで引っかいた時に白い跡が見えるチョークマークや帯電性および難燃性の低下が背反事項として挙げられる。

目標値を満足させながら、これらの課題を解決するためフッ素樹脂の種類を選定と配合、布地構造を工夫した。検証用表皮は、織毛による物理作用に起因する撥水撥油性能を排除するため、無起毛トリコットで実施した。

3.2. ディッピング加工用フッ素樹脂選定と配合

3.1. 節で説明した従来の撥水表皮材で用いる親水基を持ったフッ素樹脂 (A タイプ) は帯電性と両立できるメリットがあるが、物理的衝撃や熱負荷により、配向が乱れることで撥水撥油性能が低下してしまう特徴がある (Fig. 6)。

そこで、種類の異なるフッ素樹脂の選定をおこなった。まず最初に、主鎖に高ガラス転移点 (T_g) タイプの接着ポリマを配置し、主鎖を硬直させることで、側鎖のフッ素基の配向が乱れにくく、撥水撥油性能が向上するフッ素樹脂 (B タイプ) を選定した。ポリマは液体から固体に変化する際に分子の運動がしやすいゴム状態から分子の運動が制限されるガラス状態になる。 T_g はこのガラス状態になる温度のことをいい、 T_g が高いタイプはガラス状態で存在している温度域が高いため、室内の温度が高温になっても主鎖が硬直し、側鎖のフッ素基の配向は乱れにくくなる。

次に B タイプより T_g が低く加工後の表皮材の硬さが抑えられるタイプの接着ポリマを主鎖にもったフッ素樹脂

(C タイプ) を選定した。Fig. 7 に選定した樹脂の模式図と特徴を示し、Table 6 に A タイプ、B タイプ、C タイプ、それぞれ 1 種類のみを塗布した場合の初期 $80^\circ\text{C} \times 24 \text{ h}$ 静置後のサラダ油の耐裏面浸透性、初期の撥水性、チョークマークの結果を示す。このようにフッ素樹脂 1 種類のみでは求める性能を満足できなかった。

そこで、すべて目標値を満足させるために、3 種類のフッ素樹脂を配合し、その割合を調整することを検討した。

Table 7 に A タイプ、B タイプ、C タイプの割合を変化させた初期 $80^\circ\text{C} \times 24 \text{ h}$ 静置後のサラダ油の耐裏面浸透性、初期の撥水性、チョークマークの結果を示す。

この結果、B タイプのフッ素樹脂は低割合でないとチョークマークが低下するが、B タイプを配合しないと撥油性が目標値を達成できないことがわかり、2 種類のみでも満足しないことがわかった。このように、3 種類のフッ素樹脂のバランスを見極めながら最適な配合割合を見出した。

3.3. 加工工程による最適化

3 種類のフッ素樹脂を配合してもディッピング工法のみでは、シート表皮材の柄の凸凹によって撥水撥油性能へのバラつきが発生し、樹脂量の増加により、難燃性の低下がみられた。また、加工工程ごとに染料や加工薬剤を定着させる乾燥工程で熱履歴がかかることから、染料の昇華による染色堅ろう度が課題となることがわかった。そこで加工工程を最適化することによってこれらの課題を解決した。

3.3.1. バックコーティング加工による性能安定

撥水撥油性能のバラつきや難燃性の低下を抑えるために、布地裏面へ親水基を含むフッ素樹脂 (A タイプ) と難燃剤をバックコーティング加工した。通常バックコーティング加工は難燃剤を塗布する目的でおこなっているが、ここにフッ素樹脂を追加することで、撥油性と耐裏面浸透性を安定させることができた。また Fig. 8 で示すように、ディッピングとバックコーティングの組み合わせでフッ素樹脂を加工することにより、表皮柄によらず、安定した撥水撥油性能を満足することができた。

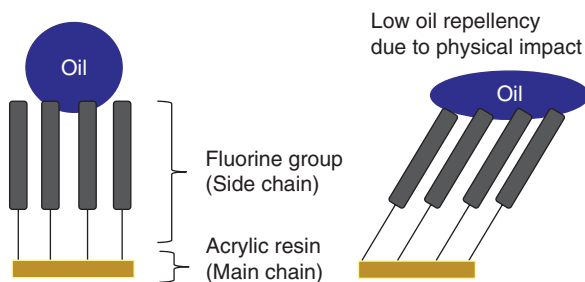


Fig. 6 Image of chemical structure of fluororesin

Type of fluororesin		
Type A	Type B	Type C
Fluorine group Acrylic resin Hydrophilic group	Fluorine group Acrylic resin (high T_g)	Fluorine group Acrylic resin (low T_g)
Control electrification performance by hydrophilic group	Advanced oil repellent performance by high T_g	Control hardness of fabric by lower T_g than Type B

Fig. 7 Features of fluororesin

Table 6 Test results of one kind of fluororesin

Percentage of fluororesin (%)	Type A	100	0	0	+ : Acceptable - : Unacceptable
	Type B	0	100	0	
	Type C	0	0	100	
Concern property items	Permeability to fabric back side	-	+	-	
	Water-repellent (Test result)	+(Grade 5)	-(Grade 3)	+(Grade 4)	
	Chalk mark	-	-	-	

Table 7 Test results with varying proportion of fluororesin

Percentage of fluororesin (%)	Type A	95.2	52	25	0	+ : Acceptable - : Unacceptable
	Type B	4.8	2	0	4.8	
	Type C	0	46	75	95.2	
Concern property items	Permeability to fabric back side	+	+	-	+	
	Water-repellent (Test result)	-(Grade 3)	+(Grade 5)	+(Grade 5)	-(Grade 3)	
	Chalk mark	-	+	+	-	

3.3.2. 洗い工程追加による染色堅ろう度の保持

バックコーティング工程の追加により乾燥工程が増えるため熱履歴の増加から、染色堅ろう度が課題となる。そのため、染料の配合量が多い濃色表皮でも染色堅ろう度の目標値を満足するよう余分な染料を取り除く必要があり、ディッピング工程後に洗い工程を追加した。Fig. 9 に本開発での加工工程を示す。

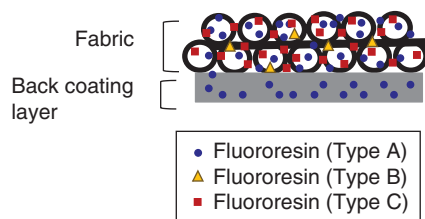


Fig. 8 Fabric structure

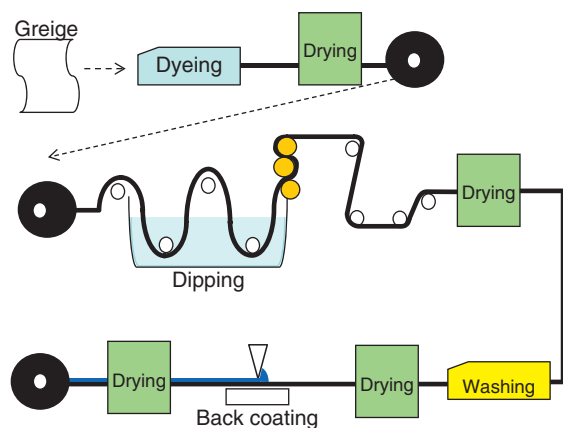


Fig. 9 Process of chemical compound treatment

4. 性能試験結果

4.1. 表皮単体性能結果

今回、撥水撥油表皮材にあたり設定した社内評価基準の結果は Table 8 から Table 10 に示すように、すべて目標値を満足することを確認した。自動車用シート表皮として求められる基本性能に関しても本開発品は未加工品と比べて遜色ない結果であり、表皮単体性能は社内評価基準をすべて満足した。

また、撥水撥油表皮材と量産撥水表皮材、未加工表皮材の初期における、五つの代表汚れに対する常温下と 80℃ 下の 24 時間静置後の裏面浸透性の比較結果を Fig. 10 に示す。ハッチング面積が大きいほど撥水撥油性能が発揮していることを示している。

未加工表皮材はチョコレート以外のすべての代表汚れで常温および 80℃ 下で浸透し、量産撥水表皮材は常温下では浸透しないが 80℃ 下ではウスターソース以外のすべての代表汚れで浸透した。これに対し、撥水撥油表皮材は常温および 80℃ 下でもすべての汚れ種類に対して浸透が見られなかった。

さらに、代表例として初期における 80℃ 下でのサラダ油の浸透性を確認した結果を Fig. 11 に示す。このように、開発品は撥油性を有していることが確認できた。

サラダ油の試験に加えて、油がしみ出しやすいフライドチキンを撥水撥油表皮材と未加工表皮上に置き、性能を確認した。結果を Fig. 12 に示す。未加工表皮は置いてすぐに油じみが付着してしまうが、撥水撥油表皮材は 7 日間放置したのちも、油じみが見られなかった。

Table 8 Test results for water- and oil-repellent performance

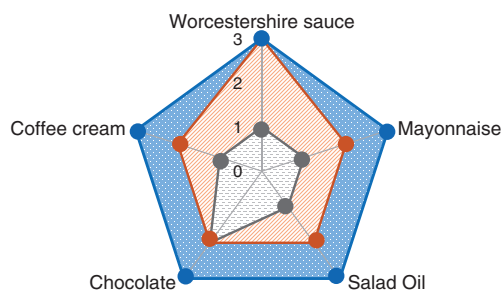
Test item			Requirement	Test result	Judgement
Water- and oil-repellent	Water-repellent (for drinks)	Initial state	Grade 4 min.	Grade 4.5	Acceptable
		・ After heat aging ・ After heat and humid aging ・ After abrasion	Grade 3 min.	Grade 3.5	
	Water- and oil-repellent (for foods)	Initial state	Contact angle between stain and test piece is over 90°	Over 90°	

Table 9 Test results for permeability to fabric back side

Test item		Requirement	Test result	Judgement
Permeability to fabric back side	Initial state	No penetration to back side	None	Acceptable
	・ After heat aging ・ After heat and humid aging ・ After abrasion	No penetration to back side	None	

Table 10 Test results for wipeability

Test item		Requirement	Test result		Judgement
Wipeability	Initial state	After wet wipe: Grade 4 min.	Worcestershire sauce 4 Mayonnaise 4 Salad oil 4 Chocolate 4 Coffee cream 4		Acceptable
	(1)After heat aging (2)After heat and humid aging (3)After abrasion	After wet wipe: Grade 3 min.	(1)	Worcestershire sauce 4 Mayonnaise 3.5 Salad oil 4 Chocolate 4 Coffee cream 3	
			(2)	Worcestershire sauce 4 Mayonnaise 3.5 Salad oil 4 Chocolate 4 Coffee cream 4	
			(3)	Worcestershire sauce 4 Mayonnaise 4 Salad oil 3.5 Chocolate 4 Coffee cream 4	



■ Water- and oil-repellent fabric	■ Water-repellent fabric	□ Non-processed fabric
1 : Penetration to back side at both room temp. and 80°C		
2 : No penetration to back side at room temp. Penetration to back side at 80°C		
3 : No penetration to back side at both room temp. and 80°C		

Fig. 10 Comparison of permeability

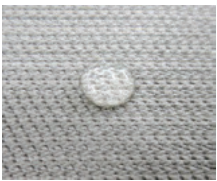
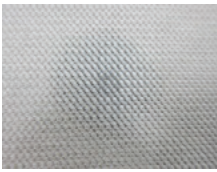
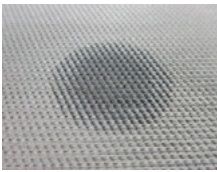
	Water- and oil-repellent (developed item)	Water-repellent (mass production)	Non-processed
Salad oil			
Results	Oil-repellent	Penetrate	Penetrate

Fig. 11 Comparison of developed material

	Water- and oil-repellent (developed item)	Non-processed
Fried chicken	After one week 	After 5 seconds 
Results	Oil-repellent	Penetrate

Fig. 12 Result of placing fried chicken

4.2. シートアセンブリ性能結果

シートアセンブリの生産技術性についても目標をすべて満足することを確認した。2.3.2. 項で記述したシートアセンブリ乗降耐久後性能の結果を Fig. 13 に示す。本開発品はシートアセンブリ乗降耐久後性能項目を満足することが確認できた。

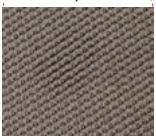
Test items	Requirements	Results
Ingress and egress durability (10000 cycles)	· No unusualness such as wrinkles · No tear of fabric	Acceptable 
Permeability and wipeability after ingress and egress durability test	· No penetration to back side · After wet wipe: Grade 3 min.	Acceptable (Grade 3.5) 

Fig. 13 Results of ingress and egress durability test

5. まとめ

本研究では、自動車のシート表皮材がさらされる高温下や摩耗耐久後でも、シート表皮上に付着する油分を含んだ飲食物汚れが、浸み込みにくく拭き取りやすい、撥水撥油表皮材の開発をおこなった。

- (1) 3 種類のフッ素樹脂を適切な配合割合でディッピング加工し、かつ、1 種類のフッ素樹脂をバックコーティング加工した。この仕様の確立により高温下や摩耗後の撥水撥油性を発揮した。同時に、シートアセンブリの外観商品性も満足した。
- (2) フッ素樹脂ディッピング後に洗い工程を追加することによって、染色堅ろう度を満足させ、濃淡色でも安定した生産工程を確立した。

本研究で開発した撥水撥油表皮材は、2020 年モデル STEPWGN に採用した。シート表皮材への機能性付与技術は自動車だけではなくバスや電車などのシート表皮材や洗濯ができないソファなどの布帛へ適用拡大が期待される。

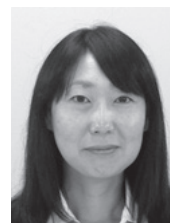
参考文献

- (1) 自動車技術会：2050 年自動車はこうなる，(株)精興社，p.17，(2017)
- (2) 林里恵，大原弘平，鈴木太郎：抗ウイルス抗アレルギー加工シート表皮材料の開発，自動車技術会，2017 年秋季大会学術講演会講演予稿集，p.1151-1156，(2017)
- (3) 自動車技術会：自動車技術ハンドブック 設計(デザイン・車体)編 4，p.96-103，(2016)
- (4) 東レリサーチ調査研究部門：高撥水技術の最新動向超撥水材料から最新の応用まで，株式会社東レリサーチセンター，p.2-4，(2001)
- (5) JIS L 1092：2009，繊維製品の防水性試験方法のスーパー試験
- (6) 一色節也：日本ゴム協会誌 38.10，p.884-897，(1965)
- (7) JIS L 0805：2005，汚染用グレースケール
- (8) JIS L 1096：2010，織物及び編物の生地試験方法
- (9) JIS L 1094：2014，織物及び編物の帯電性試験方法
- (10) Federal Motor Vehicle Safety Standards No.302
- (11) JIS L 0849：2013，摩擦に対する染色堅ろう度試験方法

■ 著 者 ■



根本 千 香



林 里 恵