

ステアリングホイールウレタングリップ用 ソフト触感インモールド塗料の開発

Development of Soft-feeling In-mold Paint for Urethane Steering Wheel Grip

板倉 達也*
Tatsuya ITAKURA

要 旨

インテリア部品の中でも最も触手頻度の高いステアリングホイールの触感を向上するために、皮革の中で最も触感の良いとされているアニリンレザーを目標として、既存のインモールド塗装方式にてソフト触感意匠を付与できるソフトインモールド塗料を開発した。ソフト触感とステアリングに求められるグリップ感を、摩擦感測定装置を用いて摩擦値とその標準偏差より定量化した。ソフト触感を得るための塗料配合として、軟質ポリエステル樹脂とウレタン樹脂ビーズを組み合わせたことと、さらに硬化剤のHMDI(ヘキサ・メチレン・ジ・イソシアネート)をポリエステル変性の軟質タイプとすることで高いソフト触感を得ることができた。

ABSTRACT

The steering wheel is the interior component which is touched with the highest frequency. To improve the feel of the steering wheel, this project developed a soft in-mold paint which enables a soft-feeling design to be added in the existing in-mold painting method. The target was to achieve the feel of aniline leather, which is the most pleasant leather to touch. Equipment measuring the sense of friction was utilized to obtain values for friction to which a standard deviation was applied, enabling measurement of softness and the sense of grip necessary for steering. The use of a combination of soft polyester resin and urethane resin beads in the paint mixture and a soft-type polyester-denatured hexamethylene diisocyanate (HMDI) as the hardener has given the paint a very soft feel.

1. まえがき

運転者が自動車に乗り込み、車両を操作するため最初に触れるもの、それはステアリングホイールである。ステアリングホイールの機能は車を自分の思った方向に操作する意志伝達を担うものであるが、単なる伝達装置としての機能だけでなく、運転者を保護するエアバックを装着したり、各種スイッチを取り付けて電装系部品を操作するといった機能付与もなされている。そのグリップ部(以下グリップ)は、かつては木製やPVC樹脂などであったが現在は半硬質のウレタン樹脂で成形されたものが主流となっており、上級車へはFig. 1のように、触感向上のため皮革を巻いたり、見た目の意匠性向上として硬質樹脂上に木目柄印刷したものを組み合わせるなど、操作性、安全性、意匠性を兼ねた種々の仕様が商品化されている。その中で、近年は欧州車を中心にした触感の良い塗装を樹脂成型品上に行うことで簡易的

にソフト触感を演出し、且つ低く抑えられた艶による見た目の高級感も演出することが流行となってきている。

本稿は、皮革巻きでしか表現できなかったソフト触感を塗料技術で付与する新技術を開発したので、その内容とソフト感を定量的に測定する手法について報告する。



Fig. 1 Honda INSPIRE steering wheel

2. 開発の狙い

ステアリングホイールグリップの製造方法は、鉄やマグネシウム合金などの金属芯金上にウレタン樹脂をインモールド製法で成型し、その表面には他の内装部品との色艶合わせや耐久品質向上のために、成形と同時にインモールド塗装が施されている。Table 1 にその工程を示す。

Table 1 RIM-Urethane steering wheel grip manufacturing processes

No.	Manufacturing processes	Purpose / Content
1	Painting mold release compound	To release the urethane steering wheel grip
2	Spraying of molding paint	・ A barrier of void occurring formed urethane ・ Set to other interior low-gloss parts
3	Armature set to dies	Hardness, impact resistance
4	Mold closed	Preparation for urethane injection
5	Injection of RIM urethane	A quantity of rule injects urethane
6	Mold opened	Release product
7	Safekeeping calmly	Room temperature turn of a product

本テーマは、インモールド製法に用いられている既存のインモールド塗料に対しソフト触感を付与することで、運転者にとって快適に操作できる、人に優しいグリップの提案を行うことを狙いとし、新規に塗料開発を行うこととした。

3. 目標設定

3.1. 目標触感

グリップに求められる触感として現在もっとも良いとされているものは皮革であり、見た目や香りだけでなく触った時のソフトなフィーリング、そして操作性といった機能も付与されている。その中でも高級家具などに用いられるアニリンレザーの触感は特に良いとされているため、目標とする触感をアニリンレザー同等以上に設定した。

3.2. 生産性

従来の製造設備の変更や改造を必要とせず、これまでのインモールド塗料と同様なスプレー性(塗装霧化性)、調合粘度保持性(ポットライフ)、脱形性(金型離型性)を目標とした。

4. 触感の定量化方法と目標値

触感の定量化方法については、Fig. 2 に示す摩擦感テスター KES-SE(カトーテック社)を用いた。安田によると、人

の指紋をシミュレートしたピアノ線摩擦子を使用して得られる特性値は、官能評価との相関が高いと報告されている⁽¹⁾。本開発においてもこの測定方法を応用し、ソフト感を定量化値として設定し、目標値とした。Fig. 3にKES-SEの測定チャート例を示す。



Fig. 2 Friction tester KES-SE (KATO TECH CO.,LTD)

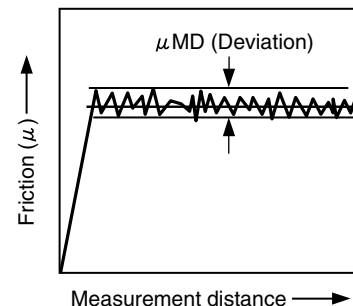


Fig. 3 Fixed quantity test

摩擦力 μ が高いものほど表面が滑り難くグリップ力が高いことを示しており、また、標準偏差 μMD が小さいものは表面がスムーズで均一な状態であることを示している。この摩擦力(μ)を標準偏差(μMD)で割った値が高いものほど高摩擦で表面が滑らかなため、ソフトな触感であることを表す。これをステアリングホイールのグリップに応用すると、握るという操作機能を考慮しなければならないため、グリップ力となる摩擦力(μ)は低下させずに触感を向上させることが必要となる。よって、評価軸としてソフト触感($\mu / \mu MD$)と摩擦力(μ)の両軸で評価することとした。

目標とするアニリンレザーのグリップ感とソフト感を測定した結果は以下の通りであり、この値を目標値に設定した。

- ・グリップ力(μ) : 0.0927
- ・ソフト触感($\mu / \mu MD$) : 30.3

5. ソフト触感塗料の開発

5.1. ソフト触感塗料組成の検討

自動車内装や家電など、触感を付与するために塗装されている2液硬化型ソフト触感塗料の一般的材料構成をTable 2 に示す。

Table 2 Components of soft-feeling paint

	Components
Main resin	Polymer
	Pigment
	Filling
	Additive (Activator, UVA, etc)
	Solvent
Hardener	HMDI (Hexamethylene diisocyanate)
	Solvent

塗料の膜を構成するメイン樹脂のアクリルやポリエステル系のポリオール樹脂、それに触感付与剤である充填剤と塗料の安定性を保つ添加剤(触媒、紫外線吸収剤など)、溶剤からなる主剤、そして、ポリオールの硬化反応相手先樹脂であるHMDIと溶剤からなる硬化剤で構成されている。これらの構成材料を基本にソフト触感インモールド塗料の開発を行うこととした。

5.2. メイン樹脂および触感付与剤の選定

ソフト触感塗料に用いられるメイン樹脂は、求める触感や耐久性によりアクリル系やポリエステル系が選択されており、樹脂違いによる触感確認も含め硬質系アクリル、軟質系ポリエステル樹脂および、双方をブレンドしたものを検討した。一方、触感付与剤については、一般的には艶消し剤としてシリカならびに、その他の触感剤としてウレタン樹脂ビーズおよび、吸湿感が発現することで触感が向上するとされるコラーゲンとソフトワックスを併用したものを、計3種を用い、メイン樹脂と合わせ Table 3 に示す塗料を作成した。インモールドでテストピース(以下TP)を作成した後、摩擦感を測定した結果を Fig. 4 に示す。

この結果から、触感付与剤としてウレタン樹脂ビーズを配合した系が、最も触感良くなることが分かった。また、メイン樹脂としては、ソフトポリエステルが最も良いことが分かった。シリカやコラーゲン/ソフトワックスを配合し

Table 3 Components of base polymer and variant fillings

Paint No.	Base polymer	Hardener	Filling
1	Hard acrylic	HMDI (Hexa methylene diisocyanate)	Silica
2			Acrylic beads
3			Polyurethane beads
4	Hard acrylic + polyester		Silica
5			Polyurethane beads
6	Soft Polyester		Silica
7			Polyurethane beads
8			Collagen/Soft wax

た系は、ウレタンビーズやシリカを配合したものとは比べグリップ感が低い結果となった。この事象を解析するため No.6, 7, 8 の表面状態を撮影した。写真を Fig. 5 に示す。

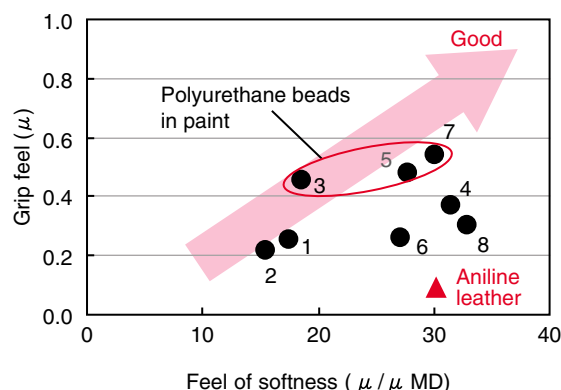


Fig. 4 Friction of base polymer and variant filling in in-mold paint

Paint No.	Surface photo
No.6 (Silica in paint)	
No.7 (Polyurethane beads in paint)	
No.8 (Collagen, soft wax in paint)	

Fig. 5 Surface of in-mold paint

ウレタンビーズを配合したものには微小な凸凹が発生しており、この凸凹が触感付与に起因していると考えられる。シリカやコラーゲン/ソフトワックスを用いた塗膜表面は平滑な状態であった。このことから、シリカやコラーゲン/ソフトワックスを配合したものはインモールド成形後の表層には存在していないことが分かった。この事象を考察すると、シリカやコラーゲン/ソフトワックスは、塗料が塗膜となった際には塗膜表面側に配向もしくは内部に拡散するため、実際の成型品となった状態では塗膜側には寄与しないと考えられる。すなわち、インモールド塗装時には金型内面側に配向し、実際の成型品となった状態では最表面には存在していないためと考えられる。この状態を Fig. 6 に模式図で示す。

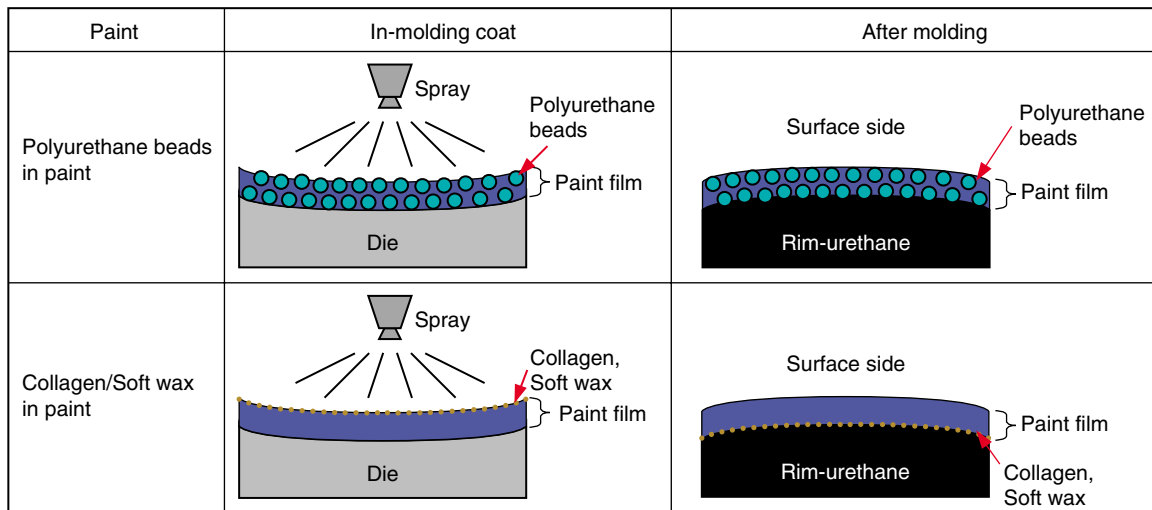


Fig. 6 Image of soft filling effect at paint method

5.3. 硬化剤の選定

ベース樹脂にソフトポリエステル、触感付与剤としてウレタンビーズとした配合をベースに、硬化剤の影響を検討した。硬化剤は軟質化変成の違いにより、塗料の硬さを変えることが可能なため、硬化剤種として通常のHMDIに、ポリエステルによる軟質化変成度を変えたHMDI 2種を加えた計3種で、Table 4の塗料配合を作成した。インモールド製法でTPを作成し摩擦感を測定した結果をFig. 7に示す。

この結果から、硬化剤のポリエステル変成度が高いものほど触感が良くなることが確認できた。これは、硬化剤自体がポリエステルで変性され軟質になったことに加え、硬化

剤中に含まれるベース樹脂と反応する部分(官能基)の距離が広がったことで、硬化反応した塗膜の網目間隔(架橋間距離)が広がり、剛性が下がったと考えられる。状態模式図をFig. 8に示す。

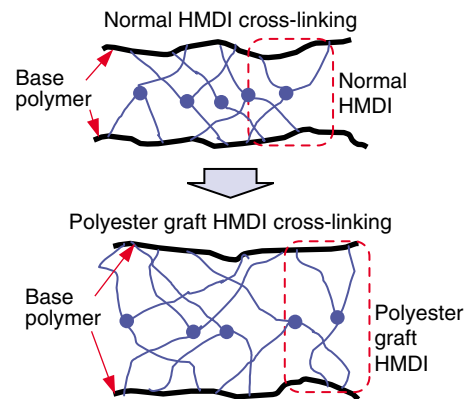


Fig. 8 Image of paint bridge formation

Table 4 Variation in hardener components

Paint No.	Base polymer	Hardener (HMDI)	Filling
7-1	Soft polyester	Normal	Polyurethane beads
7-2		Polyester-low graft	
7-3		Polyester-high graft	

・ HMDI softness : Polyester-high graft > Polyester-low graft > Normal

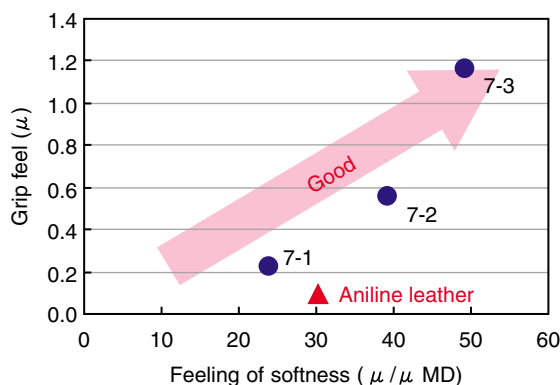


Fig. 7 Friction of in-molding paint with different hardness

6. 生産性

配合検討により、ベース樹脂にポリエステルポリオール、触感付与剤にウレタン樹脂ビーズ、硬化剤にポリエステル変性度の高いイソシアネートを用いることで高触感インモールド塗料が開発できたため、実際にステアリングホイール製造ラインで塗装性の確認を行った。その中で、塗装作業中に塗料の粘度が現行塗料よりも早く上昇する事象が見られた。塗料の粘度上昇が早いと、塗料を調合した後の使い切るまでの時間を制限されたり廃棄する量が増えるため、塗装ラインでの作業性やコストに大きく影響する。

よって、対策として、硬化触媒として使用した有機スズに対し、塗料調合時の常温状態で触媒効果をブロックする特殊溶剤を添加する検討を行った。この特殊溶剤配合による摩擦感への影響について確認した結果をFig. 9に示す。

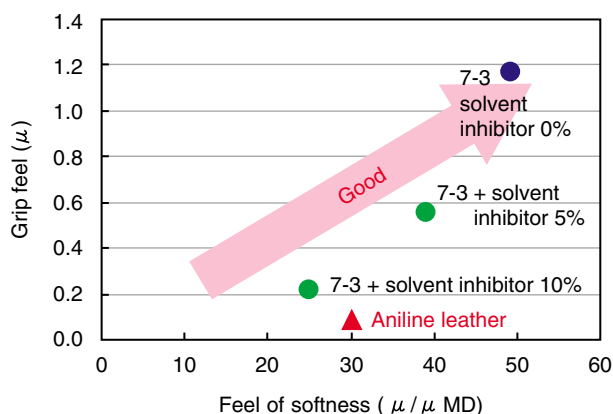


Fig. 9 Friction of paint containing solvent inhibitor

試作塗料7-3に触媒をブロックする特殊溶剤を5%, 10%と添加したところ、摩擦感の低下が生じた。この事象は、インモールド塗装時の熱硬化に至る際に、触媒の効果が特殊溶剤により制限され、添加の有無でベース樹脂と硬化剤の反応形態に変化が生じたためと推測する。

特殊溶剤添加量5%での塗装性確認結果を Table 5 に示す。

Table 5 Performance of in-mold paint containing 5% solvent inhibitor

Item	Result
Pot life	Same as current
Storage stability	Same as current
Paint atomization	Same as current
Painting machinery conformity	Same as current
Mold-release stability	Same as current

塗料性状にかかわるポットライフや貯蔵安定性および、現行と同一の塗装機器を用いた塗料霧化性に問題なく、また、生産設備への適合性である塗装機器との相性や金型離型性についても現行同等であり問題ないことが確認できた。よって、特殊溶剤5%添加品を最終塗料仕様に決定した。

7. 塗膜性能

開発インモールド塗料と既存インモールド塗料の塗膜性能比較を Table 6 に示す。

開発したインモールド塗料の耐薬品や長期耐久性などは、現行量産塗料と同等以上の性能を示した。さらに、他のインテリア部品との低艶合わせや磨耗性は、従来のインモールド塗料よりも優れた効果を示した。これは、ウレタン樹脂ビーズの微小凹凸配列による艶消し効果と、従来のインモールド塗料で使用されている艶消し剤フィラーに対

Table 6 Coating performance

Test item	Soft in-mold paint	Current in-mold paint
Light resistance	Pass (Grade 4)	Pass (Grade 4)
Heat resistance	Pass (Grade 4)	Pass (Grade 4)
Humidity resistance	Pass (Grade 4)	Pass (Grade 4)
Chemical resistance	Pass (Grade 4)	Pass (Grade 4)
Wear resistance	Pass (Grade 5)	Pass (Grade 4)
Gloss (60°)	2.0	3.2

・ Grade 5 : No defect

・ Grade 4 : Some inferior, but almost unnoticeable

し高耐久性を保持するウレタン樹脂ビーズを用いたことで、磨耗による艶上昇を低く抑えることができたためと考えられる。

8. 触感アンケート

以上より、摩擦感測定により定量化しソフト塗料配合が得られたが、ステアリングホイールのグリップにて実際にソフト触感が得られているか、感性評価を実施した。

開発塗料および触感目標であるアニリンレザー、現行塗料の3つのグリップを作成し、男女12名の被験者を集めアンケートを実施した。用いたアンケートの手法は、触感など定量的に数値化が難しいサンプルを行うのに適しているシェッフェの一对比較法を用い、その中でも個々の繰り返しを許す中屋変法を用いた⁽²⁾。アンケート結果をFig. 10に示す。

中心0より右側が好き、左側が嫌いな方向に相対的に分かれており、開発塗料、アニリンレザー、現行量産品の順に好きな事が分かり、摩擦感測定結果と同様にアニリンレザーよりも良い評価を得ることが出来た。

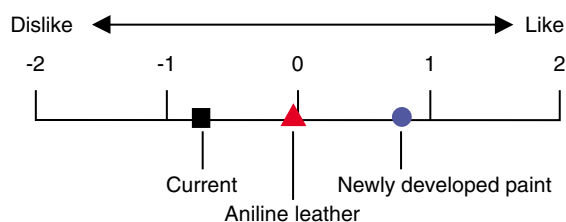


Fig. 10 Result of paired comparisons survey

9. まとめ

ステアリングホイールのグリップ用にソフト触感インモールド塗料を開発した。得られた触感はアニリンレザー以上のソフト感を示した。新規塗料の開発により得られた知見を以下に記す。

- (1) インモールド塗料用樹脂としては、ソフトポリエステル樹脂が触感に対して良い結果が得られた。
- (2) 触感付与材としては、ウレタン樹脂ビーズを添加することにより、成形後に塗膜表面側に凹凸が発生し、良触感が得られる。
- (3) 硬化剤としては、より軟質な硬化剤が触感の向上に対して効果があり、HMDI のポリエステル変成度を上げることが有効である。
- (4) 開発したソフト触感インモールド塗料は、ウレタンビーズの表面配列効果により、現行塗料と比較し表面光沢の低減や耐磨耗性の向上がはかられた。
- (5) 硬化触媒の効果をブロックする特殊溶剤を添加すると、触感が低下する。
- (6) 触感の定量化方法として、摩擦感テスター KES-SE による $[\mu][\mu/\mu MD]$ はソフト感、グリップ感の定量化に有効であり、官能評価の結果とも一致した。

本開発ソフト触感インモールド塗料を、2003年度新型アコード(日, 米, アジア, 中国)に採用した。

10. 謝辞

本ソフト触感インモールドコートの開発にご協力いただいた大橋化学工業(株)、テイ・エステック(株)、日本プラスチック(株)ならびに関係各位に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

11. 参考文献

- (1) 安田一美: S0982A(0286-6943)工業塗装 No.147, p.87-92 (1997)
- (2) 佐藤信: 統計的官能検査法 日科技連, p.263-270(1995 第2刷)

■ 著 者 ■



板倉 達也