

プラスチック塗料の動向と今後

Plastics Coatings Trends and Possibilities

塗料事業部門
車輛産機・プラスチック塗料事業部
自動車プラスチックテクニカルサポートグループ
Coating Business Division
Rolling Stock, Machinery & Plastic Coating Department
Automotive & Plastic Coating Technical Support Group



橋田 智史
Satoshi Hashida

1. はじめに

近年、自動車業界におけるトレンドは、安全性能、快適性、環境性能の向上が挙げられる。自動運転技術の確立や電動化の進展によって、安全性能、快適性の向上が目覚ましく進んでいる。環境性能の向上としては、今後益々厳しくなると予想される燃費・排ガス規制に対応するために低燃費化が進められている。

また、自動運転や電動化を実現させるためには、電装部品の搭載量が増し、車体重量とバッテリー負荷が増加するため、低燃費化とあわせ益々車体重量の軽量化が求められている。そのため、現在様々な部品において、金属から軽量である樹脂へのシフトに大きな期待が集まっている。意匠面においてもマツダ株式会社が小型スポーツカー内装部品や、SUVでの外装品（フロントグリルなど）に塗装レスの樹脂成型を採用したと発表され、塗料業界では益々塗装でしか表現できない意匠や機能を持った塗料の開発が急務となっている。

そこで本報では、自動運転化に対応した塗料、軽量化新素材に対する弊社の塗料開発、環境対応塗料、さらには高意匠、高機能化の取り組みを報告する。

2. 自動運転技術対応

2.1 自動運転技術

自動運転は、米国に拠点を置く非営利団体である自動車技術者協議会 (SAE International; Society of Automotive Engineers) によって表1のようにレベル分けされている。

表1 自動運転レベルの定義概要

レベル	名 称	定 義
0	運転自動化なし	運転者による、全ての運転動作の実施
1	運転者支援	システムが前後・左右のいずれかの車輛制御に係る運転操作の一部を実施
2	部分運転自動化	システムが前後・左右の両方の車輛制御に係る運転操作の一部を実施
3	条件付運転自動化	システムが全ての運転タスクを実施（限定条件下）システムからの要請に対する応答が必要
4	高度運転自動化	システムが全ての運転タスクを実施（限定条件下）システムからの要請に対する応答が不要
5	完全運転自動化	システムが全ての運転タスクを実施（限定条件なし）システムからの要請に対する応答が不要

SAE J3016(2016) 国土交通省 自動車局 技術政策課
第2回 自動運転における損害賠償責任に関する研究会

自動運転では、カメラやレーダーといったセンサーから得られた情報と、高精度な3Dデジタルマップを照合し、まず現在の自車位置の特定および道路の車線と周辺の障害物の有無を確認する。周囲の状況を認知した後に、走行する進路を判断し、その進路を走行するための運転操作をアクチュエーターに指示することで、自動運転が行われる。その運転操作の結果、自車が進んだ位置と周囲の変化は瞬時にセンシングされて、次の認知・判断へフィードバックされる(図1)。

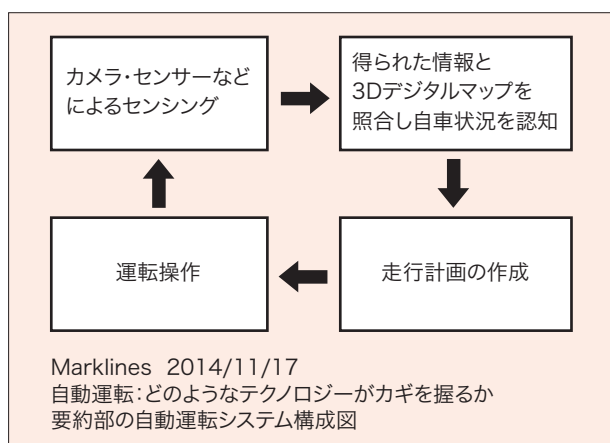


図1 自動運転システムの概要図

センシングの際に、用途に応じて、ミリ波レーダー、レーザーレーダー、レーザースキャナー、カメラ、超音波ソナーが使われている。運転支援システムでは先行車との距離を把握するために、レーザーレーダーやステレオカメラを使うことで性能向上が進められてきたが、高速での測定距離や悪天候下での精度を求めるとミリ波レーダーの性能が必要となる。

ミリ波レーダーは高周波電波を対象物に向けて送信し、対象物からの反射波を受信し、その時間遅れや周波数の変化から、距離、相対速度を算出する。高周波帯の電波は、光のように直進性があり、光より波長が長いので雨、雪、霧などの影響を受けにくい利点がある。

2.2 ミリ波レーダー対応塗料

センシングに使用されるミリ波レーダーの受発信機は、車体前部に搭載されている。車体前部に取り付けてあるフロントグリルには意匠性を高めるためにアルミ蒸着処理などが施されているが、このアルミ蒸着膜によってミリ波レーダーが遮断されてしまう問題があった。

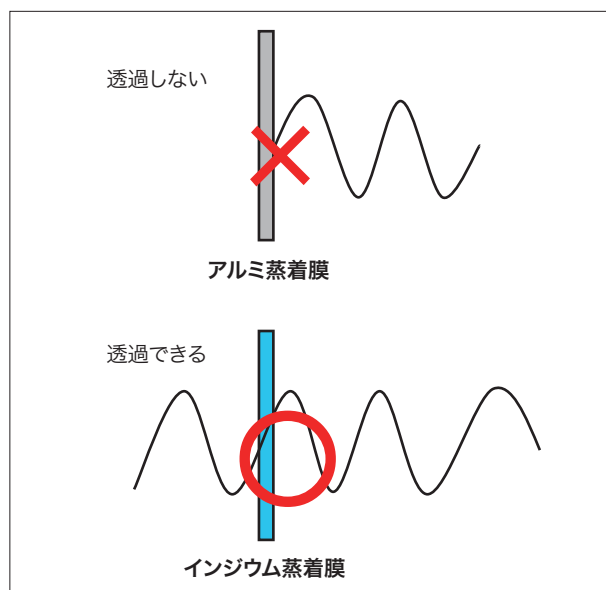


図2 ミリ波レーダー透過の概要図

そこで自動車部品メーカーでは、アルミ蒸着を電磁波が透過できるインジウム蒸着への変更を行っている。インジウム蒸着膜は、金属光沢がありながら不連続な膜を形成するため電磁波を透過させることができる性質を持っている。インジウム蒸着は、部品素材であるABSやポリカーボネートへ直接付着しないため、インジウム蒸着膜を担持・保護する媒体が必要である。

その維持・保護する塗料として、当社ではアクリルポリオール・イソシアネート硬化形ウレタン塗料「プラニット#610B改」、「プラニット#610T改」をラインナップしている。プラニット#610B改は素材への高い付着力を有する塗料であり、素材ーインジウム蒸着層の間に塗装し、素材の保護とインジウム蒸着膜担持の役割を果たしている。プラニット#610B改の上に蒸着されたインジウム膜を保護する役割は、プラニット#610T改が果たす(図3)。

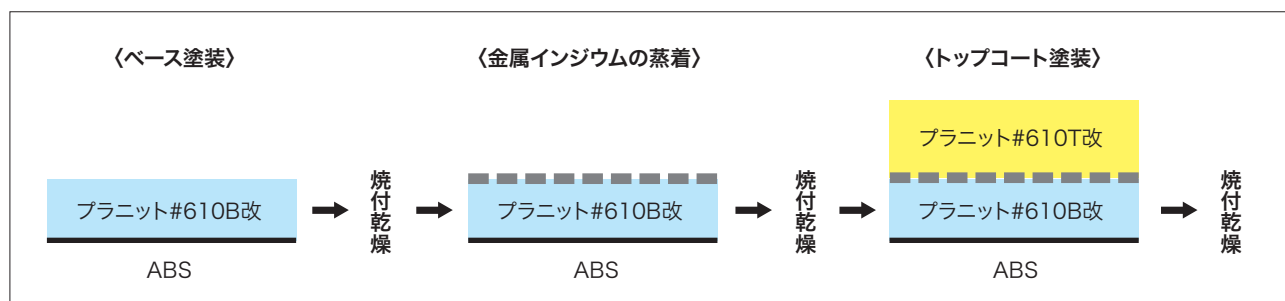


図3 インジウム蒸着膜の塗装仕様

通常のベースクリヤーの塗装仕様とは異なり、ベース上にインジウム膜が存在するため、インジウム膜の不連続性を利用した設計をしている。すなわち、プラニット#610T改にはプラニット#610B改に対する高い付着力を有するように設計することで、インジウム膜を通して付着性を持たせている。またプラニット#610T改には、ユーザーの要望に応えるべく、透明～着色されたクリヤーのラインナップがあり、既に自動車部品メーカーにて採用・量産されている。

3. 環境対応

3.1 車体軽量化

各自動車メーカーでは、自動運転・電動化を推進するとともに年々厳しくなる燃費規制および排ガス規制対応として、パワートレイン（エンジンで発生した回転エネルギーを駆動軸に伝える装置総称）の改良だけでなく、車体の軽量化技術も開発されている。現在、鉄が主体となっている車体やパワートレイン、足回り部品においてアルミニウムやマグネシウムといった軽金属や樹脂、金属－樹脂複合材料、新素材である炭素繊維強化プラスチック（CFRP：Carbon Fiber Reinforced Plastics）などによる代替検討が進められている。

表2 各メーカーの軽量化への取り組み

レベル	部 品	特 徴
ダイキョーニシカワ	バックドア	高衝撃・体熱膨張のポリプロピレンとガラス繊維強化ポリプロピレンの組み合わせにより鉄製のバックドアと比較して約20% (5kg) の軽量化
アイシン化工	オイルパン	トランスミッション内のオイルパンをガラス繊維強化66ナイロンにより樹脂化。重量も鉄製のオイルパンと比較して約40% (700g) 軽量化
住友電工	シートバックフレーム	高延性、高強度のマグネシウム合金AZ91を使用した圧延板材を使用。鋼フレームと比較して、約60%軽量化。
住友ベークライト	エンジンバルブカバー	フェノール製樹脂バルブカバーを開発。アルミ製バルブカバーと比較して約30%軽量化
	エンジンシリンダーブロック	ガラス繊維強化フェノール樹脂やカーボンファイバー強化フェノール樹脂により、約14-28%の軽量化
東洋紡	エンジンルーム内耐熱エアダクト	硬質ポリエステルエラストマーと軟質PBTの組み合わせにより従来のゴム-金属複合材と比較して約40% (500g) 軽量化
Mubea	ホイールリム	アルミホイールリム部およびスポーク部をCFRPに置き換えることで、鋳造品と比較して約25% (10kg) の軽量化
	ボディ（キャビン）	フォルクスワーゲンと共同開発したCFRPとアルミ複合材を使用。スチールボディより軽量のアルミボディと比較して約20% (40kg、スチールボディと比較して190kg) 軽量化
アーク	ドアインパクトビーム	高強度の7000系アルミを使用し成型後の硬化処理により高張力鋼板と同等の強度を実現。鉄製のパイプとブラケットを使用したビームと比較して約55%軽量化

MARKLINESの資料より作成

最新の軽量化技術：オートモティブワールド2017

CFRP適用技術の欧州動向：人とくるまのテクノロジー展2016

3.1.1 マグネシウム素材用塗料

マグネシウムは、実用金属の中で最軽量(比重：鉄7.9、アルミニウム2.7、マグネシウム1.7)であり、比強度、比剛性、切削性が良好でまたリサイクル可能な素材である。

当社では、マグネシウム素材用塗料としてエポキシ系下塗りと焼付アクリルメラミン系塗料をラインナップしている。

3.1.2 CFRP対応塗料

CFRPは、炭素繊維が配合された強化プラスチックであり、非常に軽く(比重 約1.6)、また高強度(鉄の約2倍)、高剛性(鉄の約2倍)を有する新しい素材である。CFRPの母材(炭素繊維によって強化される樹脂)は、熱硬化性樹脂(エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、フェノール樹脂など)と、熱可塑性樹脂(ポリアミド樹脂、ポリプロピレン樹脂など)に分けられる。特に熱可塑性CFRPは、CFRTP(Carbon Fiber Reinforced Thermo Plastics)と称される。

CFRPの特長である軽量・高強度・高剛性の性質から、金属に置き換わる新素材として、自動車メーカー各社にて検討が進められており、塗料メーカー各社においてもCFRP対応塗料の開発を進めている。

3.2 環境対応

塗料・塗装に求められる環境負荷低減要求としては、工程内のCO₂低減やVOC(Volatile Organic Compounds：揮発性有機化合物)の低減といったものが挙げられる。

CO₂は、塗装ブースや乾燥炉の稼働に使用される電気や燃料の燃焼により発生する。2C1B、3C1B化(C：塗装回数、B：乾燥回数、複数回の塗装に対して乾燥を1回で仕上げる)といった工程削減や、乾燥時間の短縮、ブースの小型化といったもので対策している。

塗装は、VOCの発生源として最大の要因であり約40%を占めている。自動車関連工場での製造・修理もその中の上位に位置しており、各自動車メーカー・部品メーカーもVOCの発生抑制を進めている。塗着効率の

向上や、塗料の水系化といった対策を各社進めているが、特に当社が進めている塗料の無溶剤化について説明する。

3.2.1 無溶剤系塗料

VOC発生量を削減するための1つの手法として、無溶剤系塗料を使用する方法がある。無溶剤系の塗料として、UV硬化塗料、粉体塗料、IMC(In-Mold Coating)塗料が挙げられる。プラスチック自動車部品を被塗物として考えた場合、UV塗料では部品構造の複雑さから均一にUVが照射されないこと、粉体塗料では溶融する温度域では素材も溶融してしまうことから不向きである。

IMCは、樹脂を金型に注入時に高圧で塗料を注入あるいは成型後に金型を少し開き塗料を注入、加熱硬化することで成型品の表面に塗膜を形成させる塗装方法である。塗料系が無溶剤であり、さらに樹脂成型時に塗装を行うことができるという利点がある。

当社では、不飽和ポリエステル無溶剤系IMC塗料を既に自動車外装部品用塗料として、自動車部品メーカーにて採用・量産を行っている。

4. 高付加価値化

前述した通り、内外装部品に塗装レス樹脂成型品を採用したマツダ株式会社を始め、コストダウン、工数削減、環境対応の観点から塗装レスの成型技術開発が進められている。

我々塗料メーカーとしては、塗料・塗装でしか表現できない高意匠・高機能を有した塗料の開発が必須となってくる。

4.1 高意匠塗料

当社には、各ユーザーのデザイナーから高い評価を得ている塗膜表面で金属鏡面を表現した金属調塗料のラインナップがある。

金属調塗料とは、一般的なメタリック塗料と異なり、塗膜中のアルミ粒子の粒子感がごくわずか、あるいは感じられないほどの金属表面のような反射を起こす塗料である。

金属調塗料では、一般的なメタリック塗料とは異なる光輝材を使用することで、その金属感を表現している。一般的なメタリック塗料に使用される光輝材との違いを表3に示す。

表3 光輝材の違い

塗 料	使用するアルミニウム顔料
一般的なメタリック塗料	純度の高いアルミを粉碎・研磨し非常に薄い鱗片状に加工されたアルミフレーク顔料である 粉碎アルミニウム顔料を使用
金属調塗料	粉碎アルミニウムの中でも、特にフレーク形状および表面平滑性を均一化した高品質な粉碎アルミニウム顔料
	フィルム上に蒸着され形成されたアルミニウム膜をはく離・粉碎した蒸着アルミニウム顔料 非常に薄膜で輝度が高い

また金属調塗料では、使用するアルミニウム顔料だけでなく塗料設計においても金属感を向上させる設計が必要となる。高い金属感を得るためには、塗膜内部により均一にかつ平滑にアルミニウム顔料を配向させる

必要がある。アルミニウム顔料は塗装後のウェットな状態では塗膜内部で自由に動いてしまうため、これらの動きを制御することが設計のポイントとなる。

当社の金属調塗料においては、体積収縮率が非常に高く、かつ塗膜表面の乾燥性を向上させることで、塗装直後のアルミニウム粒子の動きを抑制、塗装後の配向状態を安定させ、乾燥後の高い体積収縮によりアルミニウム粒子を平滑に配向させることで、高い金属感を実現させている。

4.2 高機能塗料

多くの塗装品は、その使用状況によって塗膜表面に傷がつくことがある。特に我々の身の回りにある日用品での傷は、大きく商品価値を損なうこととなる。そこで、当社は傷がつきにくく、また傷がついてもついた傷が消えて見えなくなる自己修復塗料を開発した。

当社の開発した自己修復塗料の機構は、外部から力がかかった際に、変形して力を緩和させることで傷つきにくくし、またその変形跡は塗膜の持つ塑性によって再度変形し、元に戻る。

これらの機構を成立させるために、外部からの力がかかった際に傷が付かない強靱性、変形できる柔軟性を有する設計を行うことで実現している。

5. おわりに

今後も益々自動車業界の自動運転技術の開発、電動化の推進、環境対応が加速していくことが予想される。それに伴い、自動車部品メーカー、材料メーカーへの要求も高いレベルでかつタイムリーな対応が求められることは想像に難くない。当社も既に有している技術を高い水準で発展させるとともに、新しい素材・技術を開発し、自動車業界の変革に遅れることなく、一丸となって取り組んでいく。