総　説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., **94**〔5〕, 124-132 (2021)

自動車上塗り塗膜の凹凸形成機構

舘　和幸*,†

*舘塗装技術研究所　愛知県名古屋市緑区鹿山2-87-1（〒458-0045）
† Corresponding Author, E-mail: kis-tachi@sf.commufa.jp

（2021年4月6日受付，2021年4月14日受理）

要　　旨

自動車上塗り塗膜の重要な外観品質である肌（平滑性）と光沢（艶）を支配する凹凸の二つの形成機構について解説した。塗着機構は肌のような比較的長波長の凹凸を形成するもので，スプレー時に基材に塗着する塗料粒子の体積が基材面に沿った方向（以下，面方向）に不均一であることによって凹凸が形成され，これが乾燥・焼付け時に完全にレベリングせずに残存するというものである。転写機構はあらゆる波長の凹凸を形成するもので，乾燥・焼付け時に最上層塗膜（多くの場合，クリア塗膜）が面方向に流動しなくなると，基材面の凹凸やウェットオンウェットで積層することによってできる界面の凹凸，顔料の偏在が収縮量を面方向に不均一にして最上層塗膜の表面にそれぞれ転写されるというものである。

キーワード：自動車，外観品質，凹凸，肌，光沢

1. はじめに

自動車塗装の量産技術は，1960年代に下塗りとして電着塗装が導入され，その基礎が確立されたと言われる[1,2]。塗膜構成は，**図-1**（a）に示すように電着塗膜上にスプレー塗装で中塗り塗膜と上塗り塗膜を塗り重ねたものであった。おもな役割は，電着塗膜が鋼板を錆から守ること，中塗り塗膜が電着塗膜と上塗り塗膜を強固に接合して塗装系全体の耐久性を向上させるとともに上塗り塗膜の美観を向上させること，上塗り塗膜が美観を付与することである。上塗り塗膜は，ソリッド色（酸化チタン，酸化鉄などの着色顔料で調色），メタリック色（アルミニウム片などの鱗片状光輝顔料と着色顔料で調色）とも1コート1ベーク（1C1B）タイプであった[1,3]。1970年代前半にメタリック色は鱗片状光輝顔料と着色顔料を配合したベース塗料と顔料を含まないクリア塗料をウェットオンウェットで積層して焼付ける2コート1ベーク（2C1B）タイプになり，図-1（b）に示す塗膜構成になった[1,3]。2000年頃からソリッド色も一部を除いて着色顔料を配合したベース塗料とクリア塗料の2C1Bタイプになり，図-1（b）の塗膜構成になった。また，2000年頃からは中塗り塗料，ベース塗料，クリア塗料をウェットオンウェットで積層して焼付ける3ウェット（3Wet）工法の採用が拡大している[4-8]。

〔氏名〕たち　かずゆき
〔現職〕舘塗装技術研究所
〔趣味〕旅行，映画鑑賞，絵画鑑賞，バードウォッチング
〔経歴〕1974年名古屋大学大学院工学研究科修士課程修了，同年㈱豊田中央研究所入社。2014年㈱豊田中央研究所退社，同年舘塗装技術研究所設立，現在に至る。工学博士。

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai/-char/ja/

上塗り塗膜の表面にはさまざまな波長の三次元凹凸が存在し，自動車の外観（仕上がり）品質に大きく影響する[9]。波長が1～5 mmの凹凸は肌（平滑性）と呼ばれ，顕著な場合はユズの表皮に似た形状になるためにゆず肌（オレンジピール）と呼ばれる[10]。波長が0.1 mm以下の微細な凹凸は，人の目では一つ一つの凹凸として認識できないが，重要な外観品質である光沢（艶）を実質的に支配している[11-13]。このため，自動車塗装では，肌や光沢といった外観品質を維持・向上させるために，上塗り塗膜表面の凹凸を減らす努力が定常的になされている。なお，上述した肌や光沢にかかわる凹凸の波長域は大まかな目安である。

本稿では，自動車の上塗り塗膜の表面形状に左右される外観品質の評価方法に簡単に触れたあと，二つの凹凸形成機構について説明する。一つは，スプレー時に被塗装物（以下，基材）に塗着する塗料粒子の体積が基材面に沿った方向（以下，面方向）に不均一であることに起因するもの（以下，塗着機構）で，もう一つは，乾燥（ウェット塗膜中の溶媒を蒸発させる）・焼付け（加熱によって塗料樹脂を架橋・硬化させる）時にウェット塗膜の収縮量が面方向に不均一であることに起因するもの（以下，転写機構）である[14,15]。

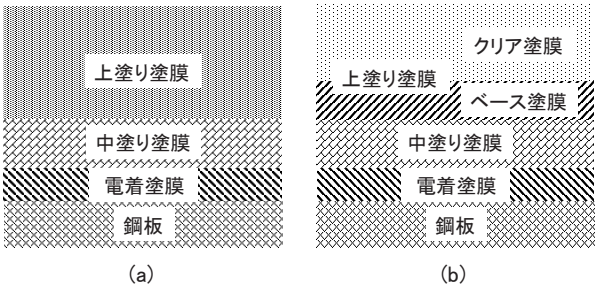

図-1　自動車の塗膜構成。(a)は上塗り塗膜が1C1Bタイプで，(b)は2C1Bタイプである。

© 2021 Journal of the Japan Society of Colour Material