塗装による表面の平滑化と外観

森 田 操*

The Surface Smoothing with Paint-Coating and its Effect on Appearance

Misao MORITA*

Key Words : Surface Profile, Surface Smoothing, Appearance of Coating, Distinctness of Image, Image Clarity

1. 塗装外観と表面形状

塗装外観を問題にする場合、色彩と並んで、質感（テクスチャー）を考慮する必要がある、近年ますます、質感の向上が要請されている。質感のなかでも、光沢感、平滑感は比較的明確に認識でき、かつ人による認識の違いが少ない重要な感覚であるが、塗膜の表面形状は、これらの感覚に大きな影響を与えている。

表面形状が与える外観感覚は、塗膜面における形状の波長域により異なっており、表面形状と外観との関係を考える場合には、このことを考慮する必要がある。さらに、人の外観感覚表現や、その形状の成因をも考慮すれば、次のように分類することができる。

—短波長（数10 μm 以下）

目視では形状認識できず、光沢感の低下や、塗膜面に写った像のコントラストの低下のような光学的特性として認識される。

—中波長（数100 μm ～数10 μm ）

乾燥硬化時の樹脂収縮のような、比較的小さな形状で、ウジ感、ムジ感等の表現がなされている。

—長波長（数mm～数100 μm ）

スプレー塗装時のゆず肌为代表される比較的大きな形状で、塗面に入射する光の正反射方向が変化するため、塗膜面に写った像の形の歪みとしても認識される。

2. 表面形状の評価方法

塗膜面の表面形状は、触針式の接触型装置により測定されるのが一般であるが、自由表面として形成された塗膜表面は一般には図1¹⁾に示すように種々の波長の波成分を含んでいるので、塗膜外観との関係を考える場合には、前述したように、波長域にわけて評価する必要がある。

図1 塗膜表面形状と塗膜表面断面曲線のパワースペクトル（モデル）

る。このために、塗膜表面の断面曲線のパワースペクトルを求め特定波長区間のパワースペクトルの和を評価値として用いる場合が多い。

3. 塗膜外観の評価方法

最近の自動車塗装や、一部の家電製品の塗装のような優れた外観を評価するには、従来からよく用いられている鏡面光沢計などは差異検出能力がないために使用できない。これからの優れた外観の評価には、従来は塗膜面に写る文字や図形パターンなどの鮮明さ（写像鮮明性）により外観を目視評価するPGD計などが用いられていた。

しかしこれらの評価法も、目視評価であるための個人差があることや、個人の視力の限界があること、高水準の外観の差異検出能力が低いこと、写像鮮明性低下の2大要因である像のコントラストの低下と像の形の歪みとの分離が不可能であること等の問題がある。

そのため筆者らは、測定対象面による反射を介して拡大結像した微細な縞パターン等の像のコントラストを代表するパラメータ（NSIC*値）と像の形の歪みを代表するパラメータ（NSIC値）とを分離して定量的に評価することが可能なNSIC計（NSIC=Nippon-Paint Suga-Shikenki Image Clarity）を開発しこれによる評価を提案している^{2,3)}。

* 日本ペイント(株)技術センター（〒572 大阪府寝屋川市池田中町19-17、☎0720-27-1111）
Technical Centnr, Nippon Paint Co.,Ltd. (19-17, Ikeda-Nakamachi, Neyagawa-shi, Osaka 572)

図2 写像鮮明性と塗膜表面断面のパワースペクトル和との相関

4. 塗膜表面形状と 外観（写像鮮明性）との関係⁴⁾

筆者らは、塗膜の表面形状と写像鮮明性との関係について種々検討しているがその一部を図2に示す。図2のデータは自動車塗上り用赤色塗料をベースとして、艶消し剤配合量や、塗装方法を変えて作成した種々の表面形状を持つ塗膜の表面を、3次元表面形状測定機により測定し、その断面曲線を周波数解析し、各波長領域のパワースペクトル和と、NSIC*値、NSIC値との相関係数を表わしたものである。

短波長領域の粗さは像のコントラストを代表するNSIC*値への寄与が大きいこと、長波長領域の形状は像の形の歪みを代表するNSIC値への寄与が大きいこと、また中波長領域の形状は、NSIC*値、NSIC値双方に寄与することを表わしている。

5. 塗装による鋼板面の平滑化^{5, 6)}

近年、塗装面の持つ光沢感、平滑感等の外観特性の重要性が増してくるにつれて、塗装外観に与える鋼板素地の表面形状への影響についての検討がなされている。

異なる表面形状を持つ32種の冷延鋼板とめっき鋼板に化成処理、電着塗装、中塗り、上塗りを施した試料を用いて、各塗装ステージにおいて表面形状を測定し、塗膜表面の断面曲線のパワースペクトルの平方根（振幅に相当）を求め、塗装によるその値の減少率を32種の鋼板の平均値を用いて表示したものを図3示す。図3には、電着塗装による平滑化効果、中・上塗り塗装による平滑化効果、全塗装系の平滑化効果が示されている。

図3に見られるように、この塗装系では電着塗装と中・上塗り塗装とは平滑化効果は異なるが、全塗装系としては200~700 μmの波長ではほぼフラットな平滑化効果を持ち、それより大きな波長では平滑化効果が減少することが認められる。

また図4に、前記のNSIC値に対する表面形状の寄与

図3 塗装による表面形状の振幅減衰率

図4 上塗りの表面形状の写像鮮明性への寄与効果

効果の解析結果を示すが、500~1000 μmで寄与が極大となることが認められる。

これらを総合すれば、このような塗装系においてはNSIC値への寄与が大きく、かつ塗装による平滑化効果があまり期待できない500~2000 μmの波長の形状を鋼板表面で少なくすることが重要であることを示している。

6. おわりに

塗膜の光沢感、平滑感等の外観感覚と、塗膜表面形状とについて、両者の関係、その評価方法、改善のアプローチについて述べた。今後は、光沢感、平滑感以外の、我々の知覚している各種の感覚と光学的物性との関連や、そのような光学的物性を発現するモデルの検討等により、質感を解析し、その向上を図っていく必要がある。

(1988-11-24 受理)

文 献

- 1) 桑野浩一, 中島孝司; 色材研究発表会要旨集, p. 152 (1986)
- 2) 中島孝司, 森田 操; 塗装工学, 20, (2), 50, (1985)
- 3) 森田 操, 中島孝司; 色材研究発表会要旨集, p. 198 (1986)
- 4) 未発表
- 5) 中島孝司他; 色材研究発表会要旨集, p. 202, (1986)
- 6) Takashi Nakajima et al.; Proc. XIVth Int. Conference in Coatings Sci. and Tech., p. 227 (1988)