

自動車ヘッドランプ塗料の技術動向

Technical trend of the paints for car headlamps.

柴田 薫

Kaoru Shibata

日本化工塗料株式会社 技術営業本部 開発技術部

Nippon Kako Toryo Co.,LTD. Technical Development Department

E-mail shibata@nippon-kako.co.jp

1. はじめに

自動車ヘッドランプ（以下ヘッドランプ）の反射鏡へのプライマーやトップコート塗装が盛んになったのは、1970年ごろのメタルバックシールドビーム登場以降と思われる。シールドビームタイプ（写真1）はレンズカットにより配光制御されているため、反射鏡は凹凸が無く塗装しやすい。

1989年になると、ヘッドランプメーカーが材料のプラスチック化をすすめた成果物とも言えるマルチリフレクターが登場した。マルチリフレクターは反射鏡に放物柱面を形成することで配光制御しているため、塗料にも”たまり”に代表される塗装不具合が発生しないことが求められてきた。



写真1. ヘッドランプの配光制御技術例
(左：シールドビームタイプ、右：マルチリフレクタータイプ)

このようにヘッドランプがシールドビームタイプからマルチリフレクタータイプへの移行、すなわちヘッドランプの進化に伴い、ヘッドランプ用塗料・塗装の技術も改善をつづけ、現在に至っている。

本報では、自動車ヘッドランプ塗料の技術動向ならびに弊社製品のヘッドランプ用プライマーである「BR I GHTアンダーコートSUVシリーズ」、同トップコートの「BR I GHTトップコートTシリーズ」の特長について紹介する。

2. ヘッドランプの構成部品と塗膜構成

ヘッドランプは、主にバルブ（ハロゲン電球）、ハウジング、リフレクター（反射板）、エクステンション、レンズカバーから構成される（図1）。このうち塗装されるのはリフレクターとエクステンションであり、塗膜構成は図2の通りである。

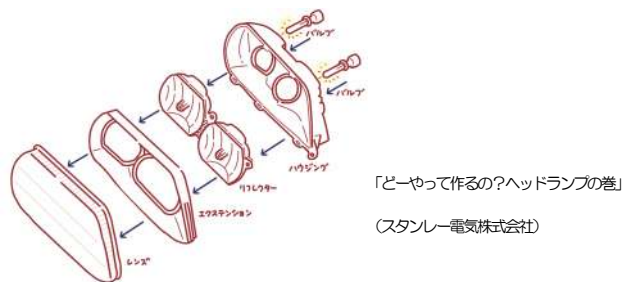


図1. 自動車ヘッドランプの構成部品

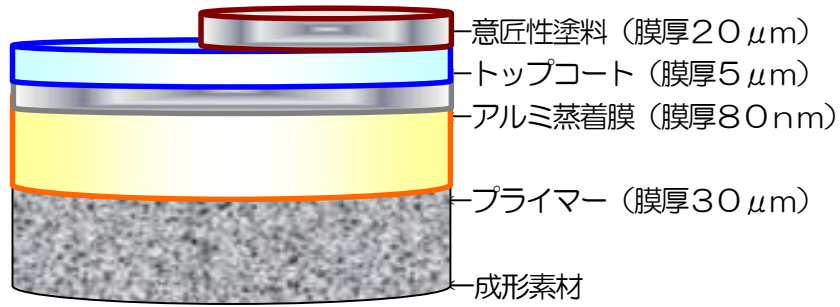


図2. ヘッドランプの塗膜構成

3. ヘッドランプの塗装工程

表1に真空蒸着用UV硬化型プライマーから、意匠性塗料である焼付乾燥型カラートップコートまでの塗装工程の例を示す。塗装には写真2のような塗装ロボットが用いられることが一般的である。

表1. ヘッドランプの塗装工程の例

工程番号	工程項目	写真
1	ワーク取り付け	—
2	水洗浄、乾燥、アニーリング	
3	UV硬化型プライマー塗装、 プレヒート (予備乾燥)、UV照射 ※プレヒートを短縮または無くすため、無 溶剤型塗料の開発も進めている。	
4	真空蒸着	
5	焼付乾燥型トップコート塗装、焼付 ※エクステンションのみカラートップコ ートやメタリック塗料の塗装を行っている。	
6	ワーク取り外し	



写真2. 塗装ロボット例

4. プライマー

プライマーに求められる主な機能は、成型素材への密着ならびにアルミ蒸着膜への密着と耐熱性である。アルミ蒸着時、プライマー表面は約700℃のアルミニウム蒸気にさらされる。また、ヘッドランプのバルブ点灯時にはプライマーの塗膜温度が120～180℃に達するため、プライマーには高い耐熱性を長期間維持することが求められる。このため架橋密度の高い塗膜を短時間に省エネルギーで得られるUV硬化型プライマーが1980年代から広く普及している。

表2に蒸着用UV硬化型プライマーの成分構成を示す。

表2. 蒸着用UV硬化型プライマーの成分構成

成分	原料	主な役割
低粘度モノマー	単官能モノマー 2官能モノマー	粘度、反応性調整
オリゴマー ポリマー	ウレタンアクリレート エポキシアクリレート ポリエステルアクリレート 反応性ポリマー	耐熱性、ガスバリアー性、その他用途に適した特性
光開始剤 光増感剤	ラジカル発生 ラジカル増感	光重合を開始させる
その他	添加剤 有機溶剤	レベリング、消泡、塗装作業性

この構成で主成分となるのはオリゴマーならびにポリマー成分である。「BRIGTHアンダーコートSUVシリーズ」は、この成分比調整と特殊ポリマーの配合により溜まり性をコントロールし、図3に代表される「たまり」や「エッジの脱落」のような塗装不具合を軽減し、写真3に示す通り、放物柱面の段差部位にたまりが発生しにくい。

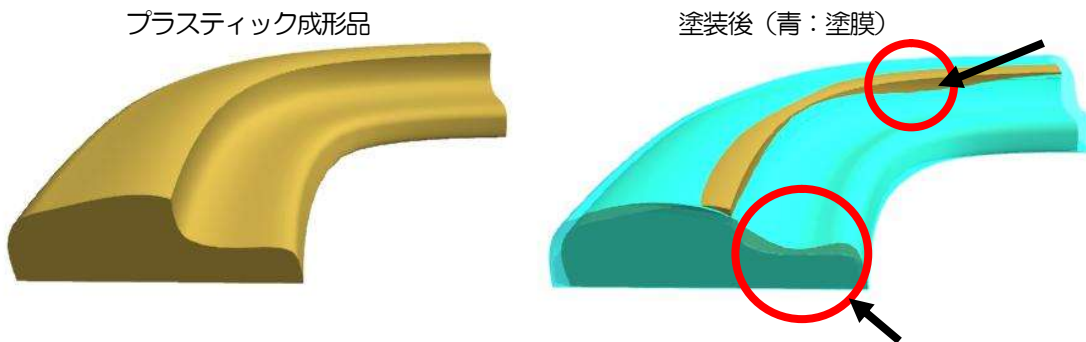


図3. UV硬化型プライマーの代表的な塗装不具合例

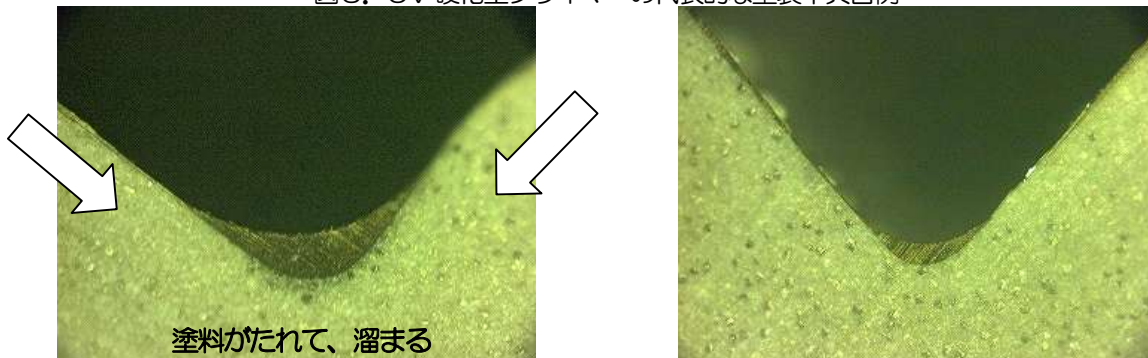


写真3. たれ、溜まりの断面写真 (左：一般品、右：BRIGTHアンダーコートSUVシリーズ)

一方、ヘッドランプに用いる真空蒸着用UV硬化型プライマーの課題として、塗膜を硬化させる紫外線の光量が部位によって異なることが挙げられる。(図4)

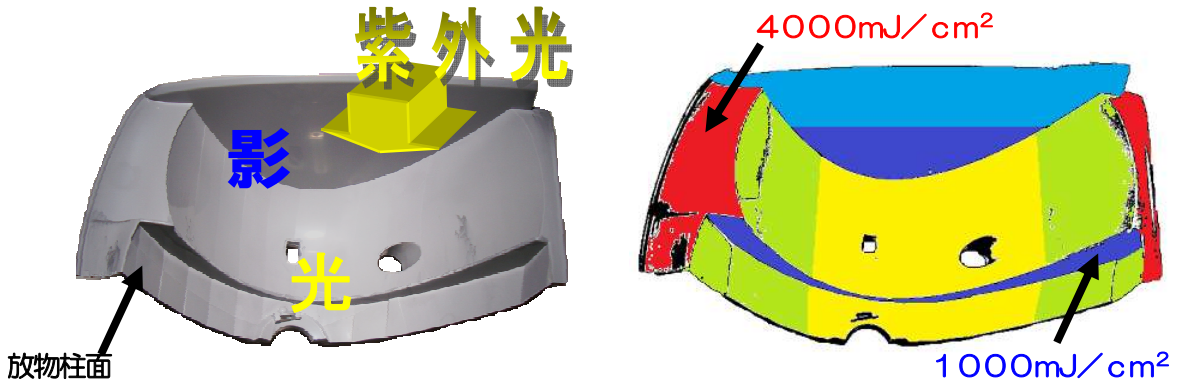


図4. ヘッドランプにあたる紫外線の光量分布例

紫外線照射器には、紫外線を反射するためのミラーが設置されるなど、多くの工夫がなされているが、成形品の形状が複雑であったり、大型になるほど、紫外線ランプに近い部分(光量が強い)と遠い部分や影になる部分(光量が少ない)の光量の差が広がる。このため真空蒸着用UV硬化型プライマーの設計では、光量の分布を意識した塗料開発が重要である。

表3に「BR IGH TアンダーコートSUVシリーズ」の塗膜試験結果を示す。

表3. 「BR IGH TアンダーコートSUVシリーズ」の塗膜試験結果

試験項目	試験方法	紫外線光量 (mJ/cm ²)		
		250	1000	4000
蒸着適性	目視(蒸着後白化の無い事)	○	○	○
密着性	2mm 基板目地テープ試験	○	○	○
溜まり性	100μm以上溜まらない事	○	○	○
蒸着耐熱性	180°C×75hr後、目視外観	○	○	○
耐温水性	40°C温水浸漬×24hr後、目視外観	○	○	○
耐湿性	50°C・98%RH×240hr後、目視外観	○	○	○
冷熱サイクル性	(80°C×4hr⇄-30°C×1.5hr)×4サイクル後、目視外観	○	○	○
耐酸性	1%H ₂ SO ₄ 水溶液10min浸漬後、目視外観	○	○	○
耐アルカリ性	1%KOH水溶液10min浸漬後、目視外観	○	○	○

さて現在、UV硬化型プライマーの硬化には高圧水銀灯が用いられているが、高圧水銀灯が使えなくなるかもしれないと懸念する声が上がっている。その発端は、2013年10月に「水銀に関する水俣条約」が採択されたことである。同条約は2016年ごろには発効するだろうと予想されている。高圧水銀灯の代替技術候補のひとつがUV-LEDである。弊社ではいち早く、UV-LEDを用いた紫外線照射装置にマッチしたUV硬化型プライマーを開発した。耐熱性180°Cの実用レベルに到達していることも確認済みであり(表4)、今後のUV-LED化に対応できる体制を整えている。

表4. UV-LED (365nmまたは375nm) で硬化させた弊社開発品の塗膜試験結果

試験項目	試験方法	紫外線光量 (mJ/cm ²)		
		500	1000	2000
蒸着適性	目視 (蒸着後白化の無い事)	○	○	○
密着性	2mm基板目切り試験	○	○	○
蒸着耐熱性	180°C×240hr後、目視外観	○	○	○
耐温水性	40°C温水浸漬×24hr後、目視外観	○	○	○
耐湿性	50°C・98%RH×240hr後、目視外観	○	○	○
冷熱サイクル性	(80°C×4hr⇔-30°C×1.5hr)×4サイクル後、目視外観	○	○	○
耐酸性	1%H ₂ SO ₄ 水溶液10min浸漬後、目視外観	○	○	○
耐アルカリ性	1%KOH水溶液10min浸漬後、目視外観	○	○	○

5. トップコート

弊社初の蒸着用製品である「BRIGHTトップコートTシリーズ」は、当初は無色透明であったが、代替製膜技術であるシリコン重合膜の開発により無色透明塗料の需要が減った。しかしながらシリコン重合膜は、膜厚を均一にする技術が確立されていないため、着色すると色がまだらになる欠点がある。よってヘッドランプの着色には、焼付乾燥型のカラートップコートがスプレー塗装されている。

表5. BRIGHTトップコートTシリーズの塗膜試験結果

試験項目	試験方法	塗膜試験結果
蒸着適性	目視 (蒸着後白化の無い事)	○
密着性	2mm基板目切り試験	○
蒸着耐熱性	180°C×240hr後、目視外観	○
耐温水性	40°C温水浸漬×24hr後、目視外観	○
耐湿性	50°C・98%RH×240hr後、目視外観	○
冷熱サイクル性	(80°C×4hr⇔-30°C×1.5hr)×4サイクル後、目視外観	○
耐酸性	1%H ₂ SO ₄ 水溶液10min浸漬後、目視外観	○
耐アルカリ性	1%KOH水溶液10min浸漬後、目視外観	○
フェードメーター	1000hr	○

弊社の「BRIGHTトップコートTシリーズ」は三つの特徴を有する。

一つ目は、高分散化技術を用いたナノ分散顔料を着色に用いていることである。このため染料着色に匹敵する高い透明性を有し、耐候性にも優れている。

二つ目は、揮発性のある添加剤類の使用を可能な限り控えていることである。この成分調整により、ヘッドランプ内で発生する添加剤起因のガスが極めて少なく、レンズカバーが曇る不具合を抑制している。加えて塗膜膜厚が5μmの薄膜設定であり、ヘッドランプ内の塗膜重量も極めて少量であることも、ガス発生低減に寄与している。

三つ目は、1液型塗料であり、ポットライフが無いため、塗料の管理がしやすい。

表6に蒸着用トップコートの成分構成を示す。

表6. 「BR IGH TトップコートTシリーズの成分構成

成分	原料	主な役割
ポリマー	アクリル樹脂など	基体樹脂、耐熱性
顔料	代表例として カーボンブラック、フタロシア ンブルー、ペリレンレッド	着色
その他	添加剤 有機溶剤	レベリング、塗装作業性

エクステンションには、カラートップコートのみならず、メタリック塗装も行われている。写真4にメタリック塗装事例を紹介する。



写真4. アルミ蒸着部品とメタリック塗装部品の組み合わせ例
(ブラウン系メタリック塗装事例)

6. まとめ

本報の通り、「BR IGH TアンダーコートSUVシリーズ」は蒸着用 UV 硬化型プライマーとして、蒸着膜に鏡面上の仕上りを与え、配光に代表されるような基本的性能をヘッドランプに付与できる製品である。「BR IGH TトップコートTシリーズ」は自動車の目とも言える重要パーツであるヘッドランプに意匠を施し、車格を高めることができる製品である。

今後これらの製品群をより広く普及させることで、自動車の安全走行性ならびに意匠面での満足感をより高められるよう貢献していきたい。

7. 参考文献

- 1) スタンレー電気株式会社 <http://www.stanley.co.jp/make/pdf/O5.pdf> : どーやって作るの? ヘッドランプの巻
- 2) ラドテック研究会 : UV・EB硬化技術の現状と展望 (2002)
- 3) 「水俣条約」 『フリー百科事典 ウィキペディア日本語版』。2015 年4月 27日 (月) 15:11 UTC、URL: <http://ja.wikipedia.org>
- 4) 一般社団法人 日本自動車工業会 : JAMAGAZINE 2013, October #47