

環境にやさしい車体塗装をめざして

大島 健太郎

車両事業本部 車両製作所

● 塗装を取り巻く環境対策の話題 …VOC規制について

現在、塗装作業が環境に与える問題点として、VOC (Volatile Organic Compounds) が注目されている。VOCとは、シンナーや溶剤型の塗料に含まれるトルエンやキシレン等の揮発性有機物質のことである。これらの化学物質は、塗料や接着剤などの溶剤や洗浄剤として理想的な性質を有しているため、産業界で広く利用されてきたが、オゾン層の破壊や光化学スモッグの発生、アレルギーの原因であることが指摘されている。2001年4月よりPRTR法^{*1}が施行され、特定化学物質の使用量の届出義務がすべての製造業に課せられることになったが、この法律は使用量や排出量を規制するものではない。そこで、2006年5月に大気汚染防止法が改訂され、VOC排出事業者に対して都道府県知事への排出施設の届出義務や排出基準の遵守義務等が課される予定である。

● VOC低減のための方策と取組み

VOC排出量の削減のためには、ステンレス車やアルミ車の一部に見られる車体外板の無塗装化が、効果的な対策

である。しかし、鋼製車両等、腐食防止、外観重視を目的とする塗装は不可欠であるので、VOC排出量削減のために、考えられる対策について述べる。

1) 塗料の種類の変更

現在、車体の塗装において、一般的に溶剤系塗料が用いられている。これは、作業性や仕上がり(塗膜の平滑性)には優れているが、環境性能は次の各塗料に比べて低い(VOC：450～780g/l)ため、それらに替えることによりVOCの排出量を抑えることができる。

①ハイソリッド塗料…VOC：300～450g/l

塗料の成分は大きく分けて、乾燥後に塗膜となる固形分と、乾燥後は蒸発する溶剤分から構成されている。ハイソリッド塗料は、このうちの固形分の割合が多い塗料のことを指し、蒸発する溶剤分が少ないため(-15～-25%)、大気に対する環境負荷を低減させることができる。当社においては、アメリカ向けLRVの車体外板等に使用しており、いずれもアメリカ製の塗料である。表1に示すとおり、固形分比率が高いために、塗料の使用量も少ないことが分かる。ただし、ハイソリッド塗料は固形分比率を換算しても一般塗料よりも高価であり、シンナーの混合比率が少ないため仕上がりが悪くなりやすい欠点がある。

②水性塗料…VOC：20～180g/l

表1 ハイソリッド塗料と一般塗料の比較

塗料分類	塗料メーカー	上塗り塗料名称	固形分比率 [%]	適用車種 ^{*2}	塗料使用量比較 [kg/車体]	
					DARTでの比較	VTAとNJTの比較
ハイソリッド塗料	Dupont	Imron	61～71	VTA	34.6 (DART)	41.5 ^(*) (VTA)
	Sherwin Williams	Genesis	70 (白)	DART		
	PPG	FDGH	59.6～64.7	MBTA, VMR, ST (VMRとSTは予定)		
一般塗料	大日本塗料	V-top	60前後	700系新幹線、近鉄、DARTほか	45.6 (DART)	48.9 (NJT)
	日本ペイント	マイティラック	46.4～54.9	JR東E257系、大阪地下80系ほか		
一般塗料に対するハイソリッド塗料の使用量の差					-11.0 [kg/車体] (24.1%減)	-7.4 [kg/車体] (15.1%減)

(*) 同条件で比較するため、比較対象車種と同じ膜厚になるように換算した。したがって、実際の使用量とは異なる。

一般の塗料が溶剤で希釈されているのに対し、水性塗料とは水で希釈した塗料を指す。一般的には有機溶剤も含有しているが、含有率は溶剤系塗料に比べてはるかに少ない。水性塗料は、溶剤系塗料に比べて環境性能や安全性は高いが、湿度や温度の影響を受けやすいため乾燥性能が劣る点や、均一な薄膜を形成し難いため塗膜の平滑性が悪くなる点が、水性塗料の使用範囲拡大を阻んでいる。

現在は、当社においてはアメリカ向けLRVの室内に施工する防音塗料に使用している。これは、隠蔽部であるため仕上がりを優先する必要がない点と、次工程までに十分な乾燥時間を確保できることから適用されている。今後も、条件を満たす部位から順次適用範囲を拡大していく方向としている。

③粉体塗料…VOC：0 g/l

粉体塗料とは、有機溶剤や水等の揮発性成分を含まない粉状の塗料である。この粉を被塗物に付着させ、焼付け炉で溶融させ塗膜を形成する。有機溶剤を含まないので大気を汚染せず、水を含まないため排水を汚染しないため、最も環境に優しい塗料といえる。

当社では香港九廣鐵路公司(KCRC)の室内部品に使用した実績はある。しかし、粉体塗料は仕上がりの確保が困難な点や、設備面においても専用のスプレーガンや焼付け乾燥炉のほか、被塗物に塗着しなかった塗料を回収して再利用することができるという粉体塗料の特長を生かすための専用ブースを設置する必要もある。

2) 塗装方法の変更(塗着効率の向上)

次に考えられる方策は、塗装方法の変更による塗着効率(吹付けした塗料量に対する塗着した塗料量の割合)の向上である。被塗物に塗着しなかった塗料ミストは、ブースの壁面等に堆積し、塗装面への異物付着の原因となる。したがって、塗料の使用量の節減だけでなく、塗装品質を向上させる意味で

も、塗着効率を上げることは重要である。塗装方法には大きく分けて次の4種類を社内で採用しており、それぞれ塗着効率が異なる。

①エアスプレー

圧縮空気で塗料を霧化させて吹付けを行う最も一般的な塗装方法である。仕上がりはよいが、塗料ミストの飛散が多く、塗着効率は悪くなる。(理論塗着効率=30~40%)

②エアレススプレー

圧力のかかった塗料(10MPa前後)が急激に大気圧のもとに出されると、圧力に変化を生じて霧となる仕組みを利用した塗装方法である。塗着効率がエアスプレーの約1.5倍(理論塗着効率=50~60%)とよいのだが、霧化粒子が粗いため高級塗装やタッチアップ塗装には不向きである。当社では、車体や部品のプライマー(錆止め)塗装や台枠や台車枠等の仕上がりを重視しない部位の上塗り塗装等に広く使用されている。エアスプレーに対して仕上がりが劣るため、車体の上塗り塗装には不向きであるが、塗着効率が高いため塗料使用量の削減には効果がある。

③低圧スプレー

従来のエアスプレーの低塗着効率を改良したものが低圧霧化スプレーである。被塗物付近の空気流速が低く、空気による塗料粒子飛散が抑えられるため、エアスプレーに対して塗着効率は向上する。(理論塗着効率：55~60%)

VTAの車体外板の仕上げ塗装において、仕上がりの向上を狙って低圧スプレーガンを採用した。結果的には、仕上がりが向上しただけでなく、表2に示すように塗料

表2 スプレーガンの種類による塗料使用量の差

スプレーガンの種類	塗料使用量 [kg/車体]	
	VTAでの比較 (上塗り：クリヤコート)	700系での比較 (上塗り：オイスターホワイト)
スプレーガン	27.70	46.40
低圧スプレーガン	23.74(*)	
エア静電自動ガン		40.93(*)
スプレーガンに対する低圧スプレーガン 及びエア静電自動ガンの塗料使用量の差	低圧スプレーガン -3.96[kg/車体] (14.3%減)	エア静電自動ガン -5.47[kg/車体] (11.8%減)

(*) 同条件で比較するため、同じ膜厚になるように換算した。従って、実際の使用量とは異なる。

の使用量も削減された。

④静電スプレー(エア霧化静電)

塗料の塗着効率を上げるために考案されたもので、霧化された塗料にマイナスの静電気を帯電させ、接地した被塗物に電気引力で効率よく付着させる塗装機である。(理論塗着効率：50～60%)

昨年5月から稼働を始めた新塗装工場においても、エア霧化静電の自動塗装機を導入し、仕上がりの向上だけでなく、塗着効率の向上にも寄与している。(表2参照)

エアレススプレーを除く各塗装機において、塗料の吹付けエア圧を低くすることによって、被塗物からの跳ね返りが少なくなり、塗着効率が向上する。しかし、高い仕上がりを得ようとすると、エア圧を高くして塗料を微粒化する必要がある。このように、相反する条件の中から最適塗装条件を選定することが大切である。

また、低圧スプレーガンを用いる場合には、塗装機と被塗物との距離(ガン距離)を長くすると粒子が失速して塗着しにくくなるので、ガン距離を近づける必要がある。VTAの塗装において、このガンの適用に取組んだ際も、従来のスプレーガンに慣れている塗装作業者は、ガン距離を短くすると厚膜になり垂れるという意識があるために、それを払拭するのが困難であった。また、短いガン距離を常に維持するために、ガン(腕)の動かし方も変える必要があった。このように、塗装機の性能を充分発揮するためには、塗装作業者の訓練も必要である。

3) 塗料混合量の低減

二液性の塗料は、主剤と硬化剤を混合すると、可使時間内に使用する必要がある。もし、塗料が余ればすべて廃棄しなければいけないので、塗布面積に対して必要最小限の量を混合し、余剰塗料を減らすことも重要である。

4) 塗料発注量の低減

上塗り塗料の調色品は、他の車両への流用は不可能である。また、硬化剤やシンナーは気温によって使い分け

る必要があるため、季節が変わると使用できない。したがって、発注量の予測使用量の精度を上げて、購入量と使用量の差を減らす取組みも有用である。

5) 塗装設備の管理

2004年5月から稼働を開始した新車体塗装工場には、塗装ブースから排出されるVOCを低減するために、活性炭吸着装置が備えられている。この性能を十分に発揮するために、定期的な点検と、その結果に基づく交換の処置が必要である。(活性炭前後の臭気濃度を測定し、処理効率が90%以下の場合は交換)

●今後の取組み

塗装作業は、作業者および近隣住民の健康や環境に与える影響の大きい作業である。また、環境保全だけでなく、コストダウンの見地からも塗料使用量の削減は重要な課題である。環境負荷を低減するために、日々の塗装作業において発生するムダな塗料の削減や、適切な塗装方法の適用、ハイソリッド塗料の使用の推進、水性塗料の適用範囲拡大に取組んでいきたい。

※1 PRTR法

人の健康や生態系に有害性のある特定の化学物質を、環境中に排出した量や事業所外へ移動した量を事業者が自ら把握して行政庁へ報告し、行政庁はこれらを集計し公表する制度のこと。

※2 適用車種(アメリカ)

VTA: Santa Clara Valley Transportation Authority
DART: Dallas Area Rapid Transit
MBTA: Massachusetts Bay Transportation Authority
VMR: Valley Metro Rail(Phoenix)
ST: Central Puget Sound Regional Transit Authority
(Seattle)
NJT: New Jersey Transit