

表面調整剤の役割とその作用

はじめに

最近の塗料技術の動向として、ハイソリッド型塗料、非水分散型塗料(N A D 塗料)、無溶剤型塗料、粉体塗料、水性系塗料、UV硬化塗料等が増えてきている。これらの塗料は、従来の溶剤型塗料と比べて、樹脂は低分子量化して、極性側に移行している。従って、助剤として使用される各種添加剤も極性に合った添加剤を選択する必要がある。

本稿では、種々の添加剤の内でも、消泡やレベリング性改良に用いられる表面調整剤について説明する。

1. 塗膜の欠陥について

塗装塗膜の欠陥に刷毛目、ロールマーク、オレンジピール、クレーター、ピンホール、浮きまだら等の塗膜表面に生じる障害がある。これらの欠陥発生の原因は、塗膜乾燥過程中に生起する溶剤蒸発、高分子量化に伴う粘性の変化、表面張力の変化や泡に起因する現象である。

例えば、浮きまだらの起こる原因は、塗装後の塗膜からの溶剤蒸発により表面層は粘度を増し、温度が下がるため、表面物質の密度や表面張力が大きくなり、塗膜内部に沈み、塗膜内部より溶剤分の多い表面張力の低い部分が発昇して来て表面に広がり対流が起こる。この現象は一般に Benard Cell として知られている。

エナメルにおいて、この対流現象で顔料の易動度の相違により分離を起こして浮きまだら (Floating) の原因となる (写真 1)。

ハジキ、クレータリング (Cratering) は、塗料中に不溶性の油やシリコン油、ゲル状粒子、相溶性の悪い樹脂等の表面張力の低い異物混入がある場合に起こり易い。また被塗物のグリースや油、潤滑油、油脂等による汚れも原因となる。さらに空気中のミストによる影響は最も困難な問題である。表面張力の高い粒子は塗膜中に吸収され塗膜欠陥を起こす事は少ないが、表面張力の低いオイルミストやスプレーミストが塗膜に付着するとクレーターを生じる。

塗膜の表面欠陥を調節する添加剤が表面調整剤であり、大きく分けてレベリング剤と消泡剤がある。

写真 1 Benard Cell



2. レベリング剤としての作用

表面調整剤は、乾燥過程の塗膜表面に配向して、塗膜の表面張力を均一化し、浮きまだらやハジキを防止し、被塗物への濡れを改良する。表面調整剤の性質として塗膜表面に配向して拡張する事が必要であり、拡張係数として次式が示される。

$$S = v - A - I > 0$$

S = 拡張係数

v = 塗膜の表面張力

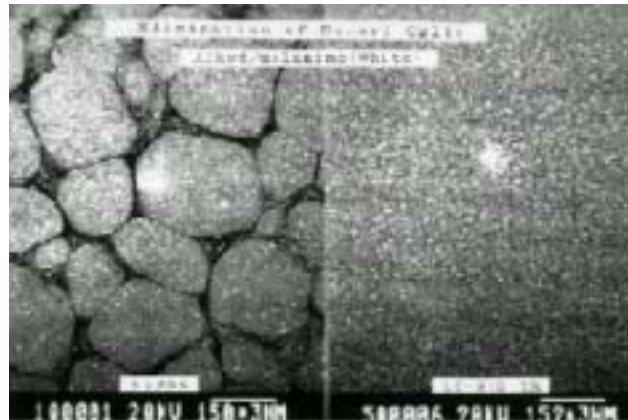
A = 表面調整剤の表面張力

I = 塗液と表面調整剤の界面張力

この式から、表面調整剤の表面張力は、乾燥過程の塗膜の表面張力より小さく、塗液との界面張力も小さい物質でなければならない。また、少量添加で効果を発揮するためには塗料樹脂と非相溶性である事が望ましい。

レベリング剤は塗料中では相溶していても油滴状でも良いが、塗膜形成過程では油滴状になり塗膜表面に配向（拡張）して、塗膜表面からの溶剤の蒸発を均一化し、Benard Cellを防止し、表面張力変化を小さくして表面を平滑にする（写真2）。

写真2 レベリング剤添加塗膜の表面状態
アルキドメラミン白塗料 (乾燥膜厚 40 μm)



BLANK

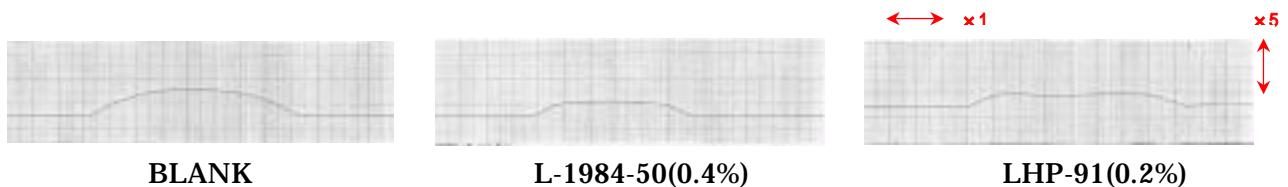
LHP-91(0.4%)

2 - 1 . 被塗物への濡れの改良

無添加のアルキッド・メラミンクリヤーの塗膜の上にアクリル系添加剤を添加した塗料と無添加塗料の白エナメルをエアスプレー塗装し、スプレーミストの接触角を測定した（第1図）。

添加剤	添加量 (%)	接触角
無添加	-	6 . 6
L - 1 9 8 4 - 5 0	0 . 4	4 . 6
L H P - 9 1	0 . 2	2 . 8

第1図 接触角（スケール横×1，縦×5）



BLANK

L-1984-50(0.4%)

LHP-91(0.2%)

無添加に比較して、レベリング剤を添加した系は接触角が小さくなり、濡れが促進されている。

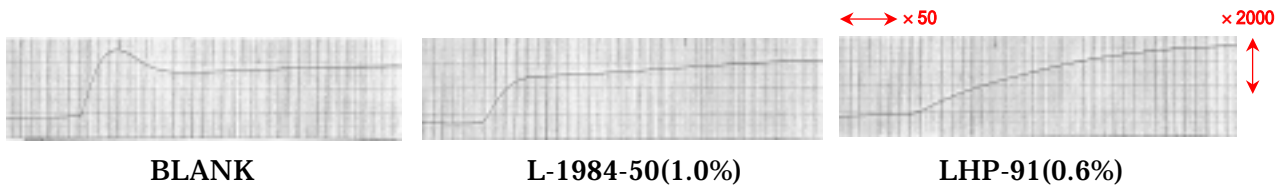
2 - 2 . 塗膜のエッジの形状改良

ガラス板中央にアルキッド・メラミンクリヤーを76μアプリケーターを用いて塗布し、焼付け成膜した。この塗膜のエッジの形状を測定した（第2図）。

無添加塗膜は、エッジ部の溶剤の蒸発により表面張力が上昇し、バルクの塗液を引き寄せ盛り上がった。レベリング剤を添加するとエッジ部の表面張力の上昇が小さくなり盛り上がりが見られない。

レベリング剤を添加すると、塗膜形成過程でレベリング剤が塗膜表面に配向し、溶剤が蒸発しても塗膜の表面張力変化が少なく均一化している。

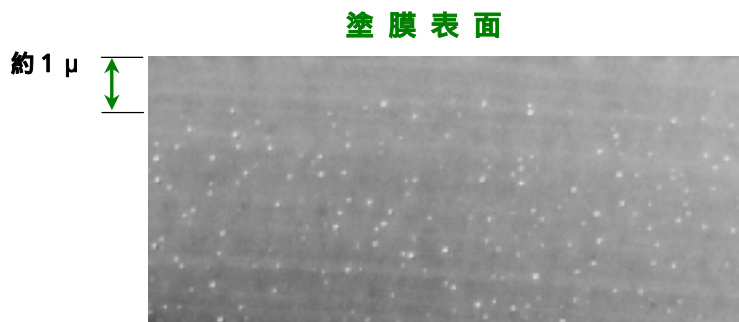
第2図 レベリング剤の塗膜エッチ部への影響 (アルキッド・メラミンクリアー)



2 - 3 . レベリング剤添加塗膜の断面

レベリング剤添加アルキッド・メラミン樹脂クリアーの断面を観察すると表面より約 1 μ の部分はレベリング剤の油滴が観察されていない。初期この表面から 1 μ のところにあったレベリング剤の油滴が塗膜形成過程で表面に配向したものと考えられる (写真3)。

写真3 塗膜断面 (透過型電子顕微鏡)



3 . 消泡剤としての作用

消泡剤の効果は塗料の製造工程、塗装工程での泡沫の巻き込みを少なくし、特に小さい微泡沫が入らないようにする事が大切である。

また機械的に混入した気泡を速やかに表面に出して破泡しなければならない。さらに乾燥過程の塗膜では表面が均一で平滑になることが要求される。これらの効果を全ての塗料系で発揮できる単一な消泡剤は存在しない。従って、塗料系に適した消泡剤を選ぶ事が重要である。

3 - 1 . 消泡剤の作用

塗料系での消泡剤の作用機構は複雑で簡単に解明することはできない。塗料中に分散された消泡剤は必ずしも安定ではなく塗料系から分離する傾向があり、顔料界面 (固・液界面) や泡膜界面 (気・液界面) に吸着する性質がある。消泡剤が吸着した泡は、泡の合一を促進すると塗料表面に浮上する。塗装塗膜の場合溶剤の蒸発や対流により泡や分散した消泡剤の浮上傾向はより促進される。塗料・塗膜の表面に浮上した泡は、泡膜中に吸着した消泡剤の部分的表面張力低下により、その周囲の表面張力の大きい部分から強く引かれるために泡膜が伸びて破れる。従って、乾燥過程の塗膜表面は一時的に表面張力の不均一が生じて、破泡効果が促進される。

そのためには、消泡剤はビヒクル中に油滴の状態が存在しなければならない。泡膜を生じた時泡膜に付着した消泡剤の油滴のところで破泡する。

消泡剤の油滴が泡に付着し膜に進入するためには

$$v + l - A > 0$$

付着した消泡剤の油滴は泡の表面に拡がらない事が必要。

$$\nu + \Gamma - A < 0$$

泡膜が破れる。

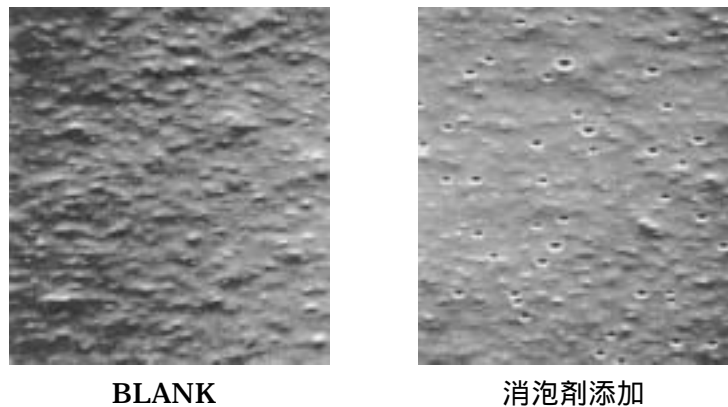
$$\nu - A > 0$$

消泡剤はビヒクルの表面張力 ν より小さく、ビヒクルとの界面張力 Γ は大きくなくてはならない。また塗料中の油滴の大きさは泡膜の厚さより大きい事が必要である。

3 - 2 . 消泡剤添加塗膜の表面状態

消泡剤を添加したアルキッド・メラミン白エナメル塗膜表面をSEMで観察した(写真4)。表面の状況は消泡剤の油滴が表面に付着したままの状態に拡張していない事を示している。

写真4 焼き付け後の消泡剤添加塗膜表面



おわりに

表面調整剤としてのレベリング剤と消泡剤について述べたが、両添加剤とも塗液の表面張力より低い事が必要である。

レベリング剤は、塗膜乾燥過程で 0.5μ 以下の油液となり、塗膜表面に配向して拡張する事により効果を発揮する。

消泡剤は、塗液中で油滴の状態に存在し、泡の表面に付着して泡の合一や破泡に効果を発揮する。従って、ビヒクルの種類性質により添加剤の選択が必要であり、全ての塗料に効果を示す万能添加剤は存在しない。