

マクロマーテクノロジーで液・膜の特性を独立に制御するビツケミー添加剤
濡れ・超親水性・スリップ・リコートすべてが求められる塗料・塗装に

2022年4月11日

ビツケミー・ジャパン株式会社
イノベーション ディベロプメント

若原 章博

1. はじめに

自動車塗装をはじめ工業用塗装では、下地への濡れ・ハジキ防止、平滑性やスリップ性、現場での補修性やリコート性など、すべてを最適化したいという願いが強い。マクロマーテクノロジーにより、従来の表面調整剤ではできなかった塗料液の表面張力と塗膜の表面自由エネルギーをコントロールすることが可能になった。シリコンマクロマーとポリエーテルマクロマーを用いた表面調整剤 **BYK-3568** を中心にこの技術を紹介する。

2. 塗料に本当にほしい表面調整剤は？

設計者の頭を悩ますのはバランスである。ハジキ防止や下地への濡れには、表面張力を下げるポリシロキサン系表面調整剤が良いのはわかっている。しかし塗膜にスリップ性が生じたり、リコートで濡れ不良・層間付着性が悪くなる懸念がある。かといってアクリル系表面調整剤では油ハジキの抑制には限界がある。一方、スリップ性を上げておきたいが、膜の表面張力(表面自由エネルギー)が下がると、リコート並びに肌感への影響がでないかも気になる(図1)。

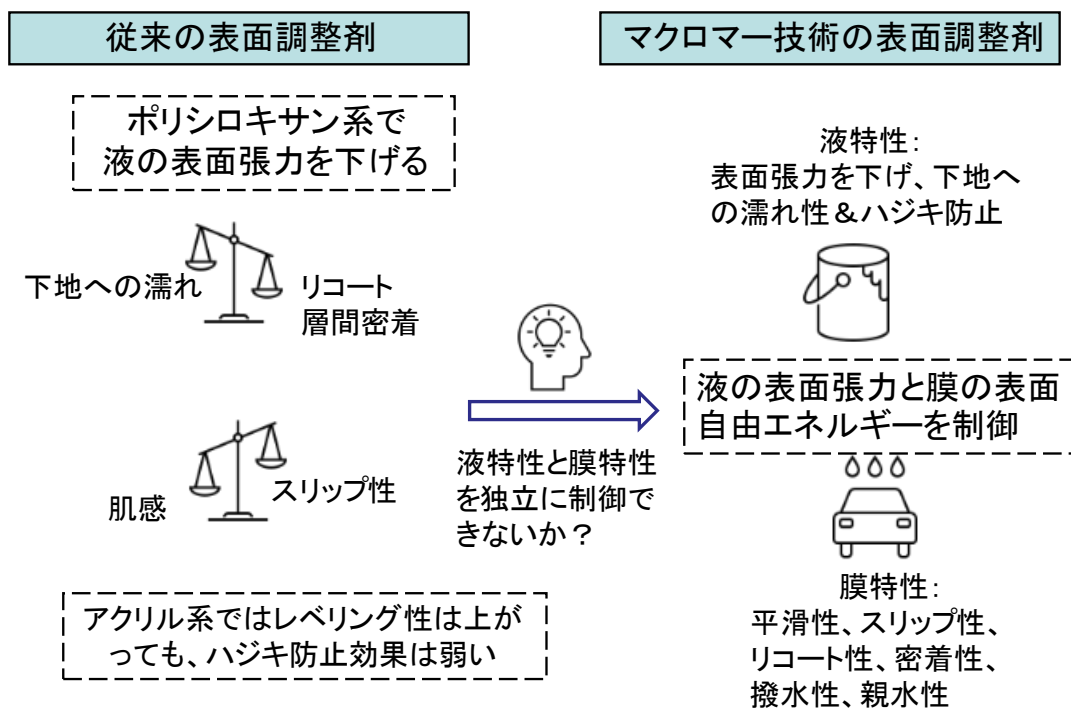








図1、コーティング液と塗膜特性

何とか配合設計者が液特性と膜特性を独立に制御できるツールはないか。この要望に応えるのがマクロマーテクノロジーの表面調整剤である。既存の表面調整剤は、アクリル系とポリシロキサン系に大別できる。アクリル系は表面張力をポリシロキサン系ほどには下げないが、塗料ダストのなじみや平滑性の向上に有効である。ポリシロキサン系は塗料の表面張力を下げ、ハジキ防止や濡れ性の向上、塗膜のスリップ性や撥水性向上に寄与する。ただ問題は、塗料の表面張力と塗膜の表面張力(表面自由エネルギー)が連動することである。これにより図1のようにバランスをとるしかなかった。

これに対してアクリルを骨格にし、エーテルマクロマーやシロキサンマクロマー(以下シリコンマクロマーと表示)を付加することで、液特性と膜特性を独立にコントロールできるようになった。表1にBYKの製品を示す。

	主な効果	構造	品名
第一世代 標準的ポリアクリレート	レベリング性	直鎖状骨格	 BYK-358N
第二世代 シリコンor ポリエーテルマクロマー 変性アクリレート	表面エネルギーに影響を与えない ハジキ防止	直鎖状骨格 長いシリコン鎖	 BYK-3550
	表面エネルギーの増加 平滑性の向上	分岐骨格 ポリエーテル鎖	 BYK-3560
第三世代 シリコン& ポリエーテルマクロマー 変性アクリレート	表面エネルギーの増加 平滑性の向上、 中程度のハジキ防止	直鎖状骨格とポリエーテル鎖 短いシリコン鎖	 BYK-3565
		分岐骨格とポリエーテル鎖 中長程度の長さのシリコン鎖	 BYK-3566
	表面エネルギーの増加 基材の濡れ向上、レベリング、 ハジキ防止、スリップ性	直鎖状骨格とポリエーテル鎖 長いシリコンマクロマー鎖	 BYK-3568

■ ポリアクリレート
■ ポリエーテル
■ シリコン

表1, マクロマー技術の表面調整剤

直鎖状のアクリル骨格を、比較的長いシリコンマクロマーで変性した **BYK-3550**。分岐したアクリル骨格に、親水性のエーテルマクロマーで変性した **BYK-3560**。次に、直鎖状のアクリル骨格を、比較的短いシリコンマクロマーとポリエーテルマクロマーで変性した **BYK-3565**。分岐したアクリル骨格にポリエーテルマクロマーと中程度の長さのシリコンマクロマーで変性した **BYK-3566**。直鎖状骨格にポリエーテルマクロマーとやや長いシリコンマクロマーで変性した **BYK-3568**。エーテルマクロマーは膜の表面自由エネルギーを増大させ、膜の親水性・高極性化により、その上に塗られる塗料の濡れ性を上げる。シリコンマクロマーは、比較的長いものは液の表面張力を下げ、基材への濡れ性やハジキ防止に効果がある。短いものは添加剤自身の表層への移行を助けるが、膜の表面自由エネルギーには影響を与えない。

各添加剤の効果を、自動車用溶剤型焼き付け塗料(クリアー)とプラスチック用2液ウレタン塗料(クリアー)系で示す。

図2左は液の表面張力で、標準タイプ(有機変性ポリシロキサン)に近いレベルは **BYK-3550** であり、**BYK-3568** が続く。いずれもシリコンマクロマーが比較的長いものである。**BYK-3566** はほとんど表面張力を下げない。図2右は膜の特性を表面自由エネルギー(棒)と摩擦係数(折れ線)を示す。表面自由エネルギーを増大させているのは **BYK-3566** と **BYK-3568** であり、ポリエーテルマクロマーによる。ここで注目されるのが、摩擦係数(COF)との関係である。標準タイプの有機変性ポリシロキサンでは、表面自由エネルギーも摩擦係数も小さくなるのはご存じのことと思う。**BYK-3566** と **BYK-3568** は表面自由エネルギーが増大する一方で、摩擦係数が小さくなっている。これはスリップ性を上げながら、リコーットの濡れ性・密着性が良くなることにつながる。

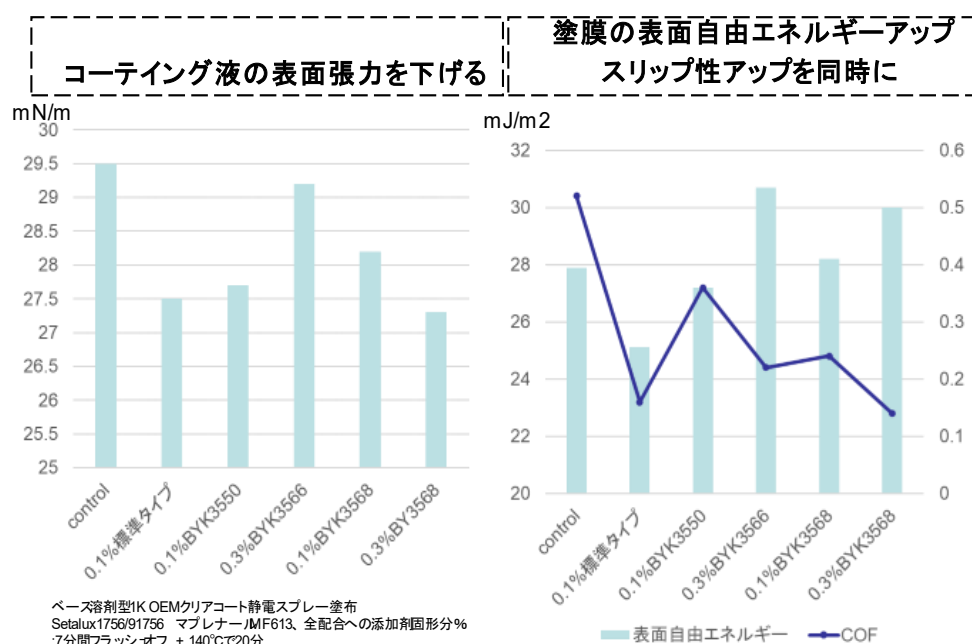
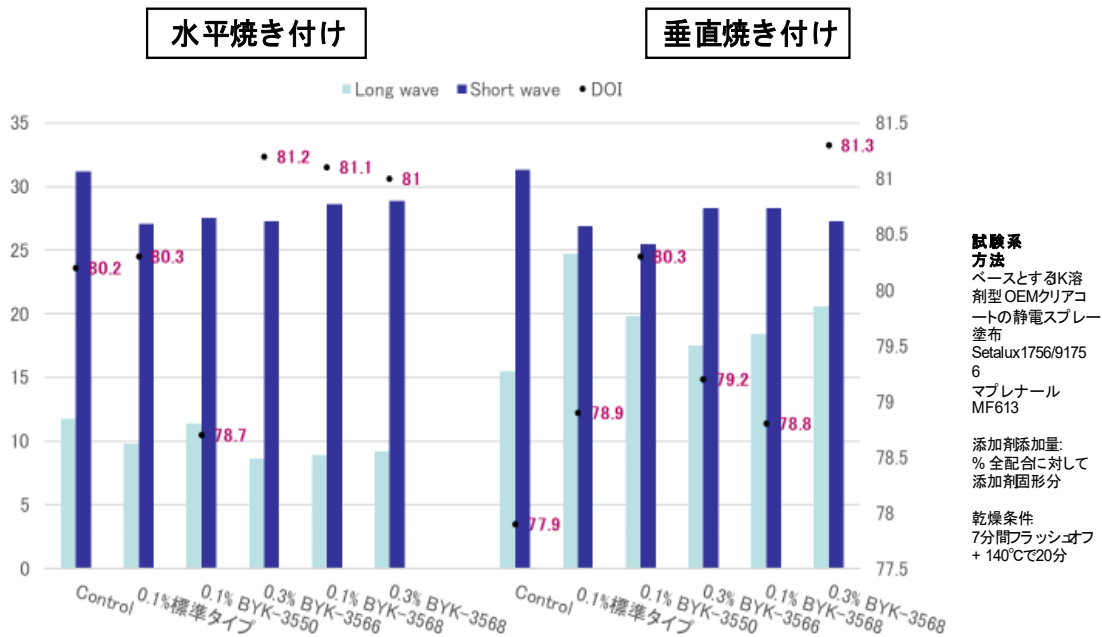


図2、液の表面張力、膜の表面自由エネルギーと摩擦係数
溶剤型1Kクリアー

では平滑性への影響はどうか。図3に水平焼き付け・垂直焼き付けそれぞれでの Wave-scan での測定データを示す。Wave-scan シリーズは **BYK-GARDNER** の平滑性を測定する装置である。レーザーをパネルにあてて走査して得た凹凸のプロファイルを、うねりの波長ごとに数値化(無次元)する。ハンディで使い勝手がよく、発売以来機能が追加され続けている。ここでは Long wave と Short wave 及び DOI (写像鮮映性)を示す。Long wave、Short wave とともに数値が小さいほうが平滑である。DOI は数値が大きいほうが良い。

一般的には Long wave は水平焼き付けのほうが垂直よりも良い。各試料間を比較してみよう。水平では Long wave、Short wave とともにコントロールと比べて、**BYK-3566** と **BYK-3568** はやや良化方向にある。垂直ではどの添加剤も Long wave はやや大きくなる方向、Short wave はやや小さくなる方向にある。DOI で見ると、**BYK-3568** が水平・垂直ともいいレベルにある。



試験系方法
 ベースとするK溶剤型OEMクリアートの静電スプレー塗布
 Setalux1756/91756
 マブレナールMF613
 添加剤添加量: % 全配合に対して 添加剤固形分
 乾燥条件: 7分間フラッシュオフ + 140°Cで20分

図3、Wave scanによる平滑性の評価
 BYK-3568 自動車用溶剤型1Kクリアー

次に2液のウレタン系塗料での結果を図4に示す。

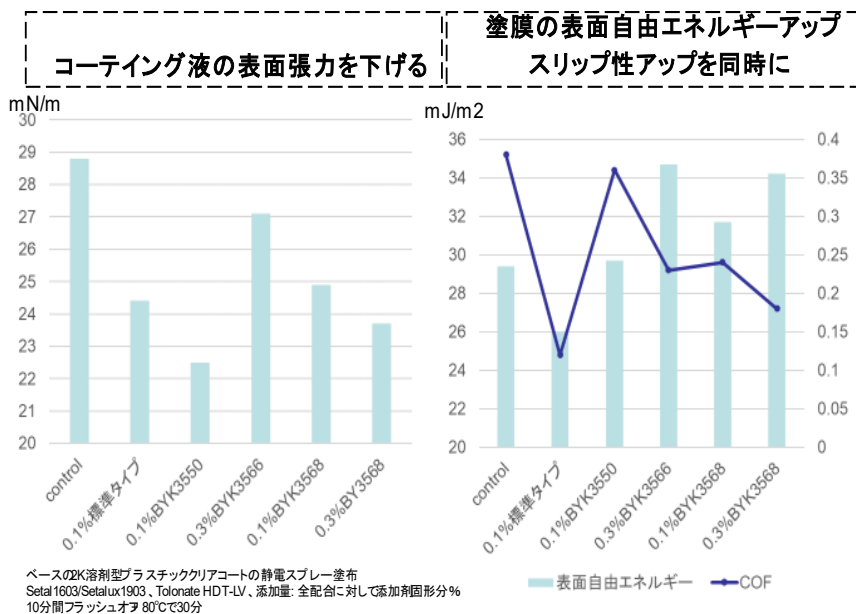


図4、液の表面張力、膜の表面自由エネルギーと摩擦係数
 プラスチック用溶剤型2Kクリアー

2液のウレタン系クリアーでも、液の表面張力を十分に下げており、下地への濡れ性とハジキ防止効果が期待できる。塗膜の特性では **BYK-3568** と **BYK-3568** はスリップ性に有効であり、かつ表面自由エネルギーが大きく、リコート性とも両立することが示唆される。

リコートを想定して、水とクリアー塗料液とをそれぞれクリアー塗膜に滴下して、接触角を測定した(図5参照)。水接触角(濃い青)は **BYK-3566** と **BYK-3568** ともに下がり、水性ベース塗料の濡れ性に問題ないことが予想される。クリアー塗料(薄い青)でも同様に接触角の低下が確認できる。

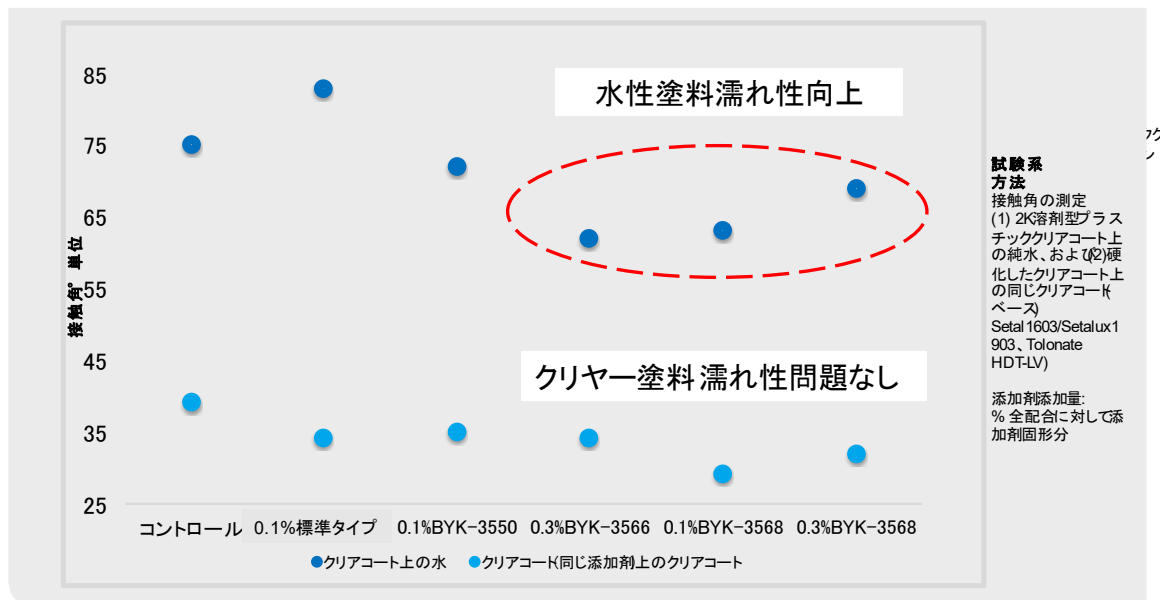
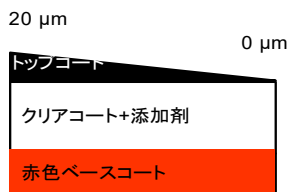
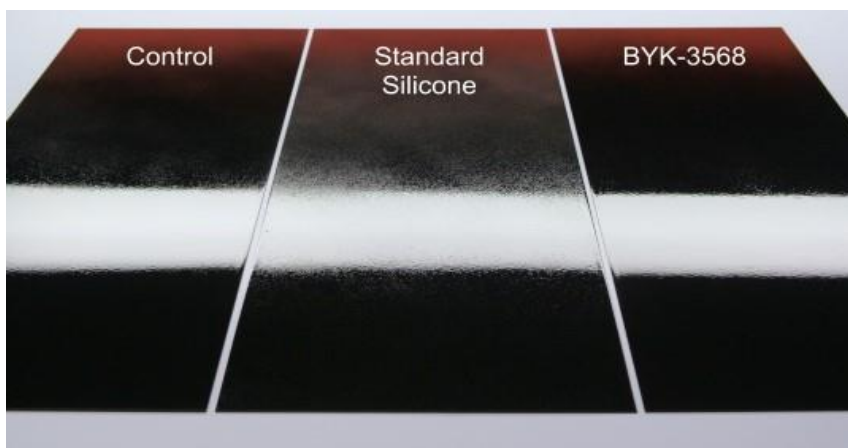


図5、リコートを想定した塗料の濡れ性接触角測定結果



試験系方法
 赤色水性ベースコート上に1K溶剤型 OEMクリアコートの静電スプレー塗装、。140°Cx20分焼き付け。さらに黒色水性トップコート塗装。

写真1、塗り重ねでの仕上がり肌

多色塗装を想定し、ベース/クリアー/トップコートの塗り重ねた結果を写真1に示す。中央を横切る照明の反射に注目すると、標準的のシリキサン系表面調整剤添加系が荒れているのに対して、**BYK-3568** 添加系の平滑なのが見える。

まとめ

マクロマー技術により、液特性と膜特性をそれぞれ独立に制御できるようになり、塗料設計者の配合の自由度が広がった。今後も添加剤ツールボックスの充実を図り、塗装品質の向上に寄与したい。

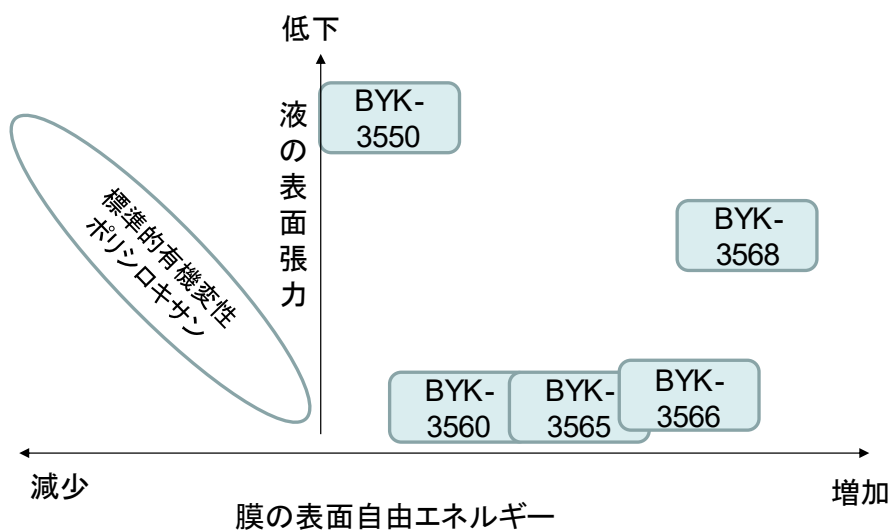


図6、マクロマー技術の表面調整剤の機能

BYKの表面調整剤

◎BYK ホームページからお問合せ、ご相談をいただけます。
<https://www.byk.com/ja/contact>



ビクケミー・ジャパン株式会社 www.byk.com/jp
 e-mail info.byk.japan@altana.com