

Substance for Success.



Technical Information L-SI 1

表面調整劑

# 表面調整剤

## 目次

表面欠陥一原因およびその対策	ページ	3
ポリシロキサンプロックの化学構造	ページ	4-6
ポリアクリルブロックの化学構造	ページ	7

### 表面調整剤の用途:

下地への濡れ性	ページ	8
色浮き・色分かれ、フロー性、風紋	ページ	9-10
ハジキ防止性、消泡性	ページ	11
スリップ性、テープ剥離性の向上	ページ	12
塗膜表面の洗浄向上	ページ	13
シリコン系添加剤及び層間密着性への影響	ページ	14-15

## 表面欠陥 — 原因およびその対策

塗装中および塗装後に、表面欠陥がたびたび生じます。表面欠陥により、塗膜の光学的性質及び被塗物の保護性にマイナスの影響が生じます。代表的な欠陥は以下のとおりです。

- ・ 下地への濡れ不良 (図 1)
- ・ ハジキの生成 (図 2)
- ・ ベナードセルの生成 (図 3) 及び色浮き
- ・ フロー性不良 (ゆず肌) (図 4)
- ・ 風紋

上記欠陥における非常に重要なパラメータの一つに、塗料を構成している成分の表面張力があります。さらに詳しく言うと、表面張力差が表面欠陥の本当の原因です。表面張力差が生じる原因には、系自体 (溶剤の蒸発あるいは樹脂の架橋反応)、あるいは外的原因 (オーバースプレー、ダスト粒子、下地の汚染) があります。

表面欠陥を防止するには、添加剤を使用します。添加剤は塗料の表面張力に影響し、表面張力差を最小限に抑えます。基本的に、添加剤の成分はポリシロキサンまたはアクリル系重合体です。大きな表面張力差を平衡に (均一化) するには、ポリシロキサンを使用します。

ポリシロキサンの化学構造にもよりますが、塗液の表面張力は大きく低下します。そのため、下地への濡れ性向上及びハジキ防止用添加剤としてよく使用されます。塗料に対して十分な不相溶性を持つ場合は、消泡性も示します。

さらに、シリコン系添加剤により、塗膜のスリップ性、スクラッチ性、耐ブロッキング性が向上します。

アクリル系重合体は、ほんのわずかの表面張力差を均一化しますが、塗料の表面張力に関しては全く低下しないか、極わずかに低下する程度です。主にフロー性の向上に使用されます。不相溶性が十分な場合は、消泡性も示します。

ポリシロキサン及びポリアクリレート他、低分子の活性剤があります。これらを持つ典型的な構造 (極性部と非極性部からなる) により、表面 (界面) 活性を示し表面 (界面) 張力を低下させることに使用されます。

### 下地への濡れ不良



図 1

### ハジキ

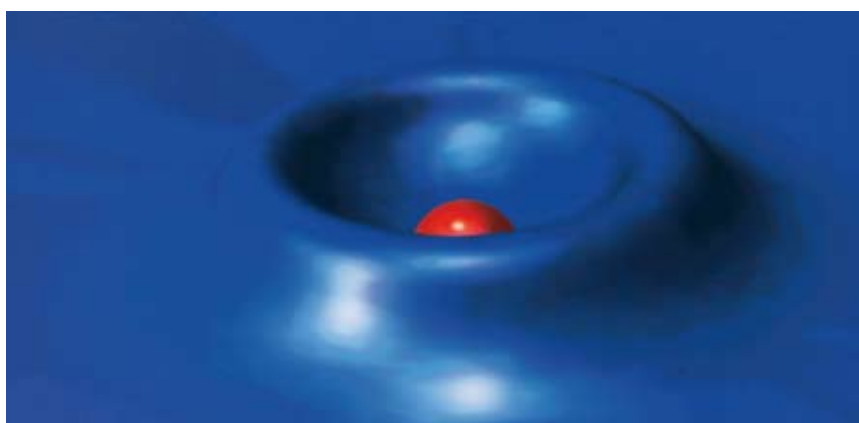


図 2

### ベナードセル

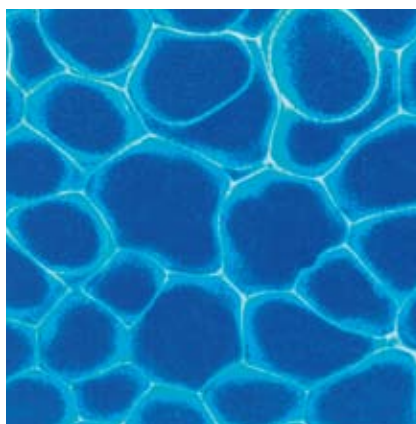


図 3

### フロー性不良



図 4

## ポリシロキサン

### ポリジメチルシロキサン

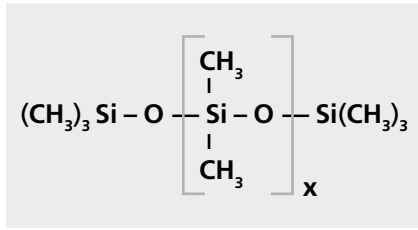


図 5

“シリコン系添加剤”（シリコン）は基礎化学を理解しなくても、使用することができます。しかし、シリコン化学構造の特徴及び基本原理を理解することも大切です。そうすれば、シリコン系添加剤の概要及び特徴が容易に理解できます。さらに、構造的な特徴と特性の関係も容易に理解できるでしょう。

### ポリジメチルシロキサン

シリコン系添加剤はすべて、ポリジメチルシロキサンを基本構造とする誘導体です。（図 5）

主鎖の長さを変化させると、性質及び特徴の異なる幅広い製品が製造できます。主鎖の短いシリコン系添加剤は、塗料との相溶性が比較的良好で、低表面張力、フロー性の向上などの一般的なシリコンの性質を示します。一方、主鎖が長い場合は不相溶性を示すので、ハンマーコート効果のようなハジキが生じやすくなります。したがって、純粋なポリジメチルシロキサン（シリコンオイル）は、最新塗料にはほとんど使用されておりません。

### ポリエーテル変性ポリジメチルシロキサン

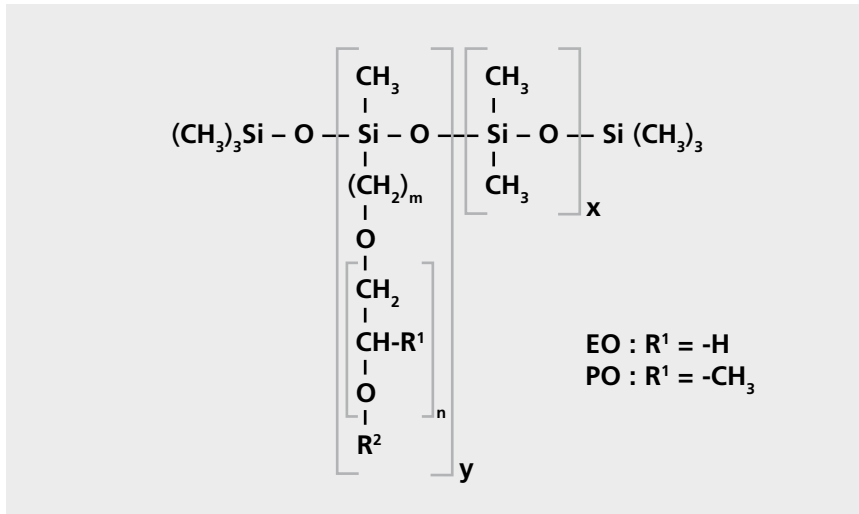


図 6

### ポリエーテル変性

主鎖の長さや相溶性の関係を利用するよりも有効な方法に、側鎖を付加することによりシリコン骨格を変性する方法があります。現在使用されているシリコン系添加剤の多くは、“有機変性ポリシロキサン”です。ほとんどの場合、最も重要な特徴はポリエーテル変性による側鎖の付加です。（図 6）

ポリエーテルの種類及びその付加数により、相溶性が向上あるいは変化します。ジメチル基とポリエーテル変性基の関係あるいは割合（X/Y）により、相溶性の度合いがコントロールできます。これは、同時に表面張力にも影響します。例えば、経験的に、ジメチル基の多いほうが、表面張力は低くなります。さらに、ポリエーテル鎖の構造自体も様々考えられます。ここで非常に重要なファクターは、構成成分の極性です。ポリエーテル鎖はエチレンオキシド（EO）、プロピレンオキシド（PO）で構成されます。ポリエチレンオキシドは親水性が強い（高極性）ですが、ポリプロピレンオキシドは疎水性（非極性）です。

EOとPOの割合を変化させると、シリコン系添加剤全体の極性をコントロールあるいは変化させることができます。例えば、EOの割合が高ければ、極性は高くなり、水溶性を示すので、極性の高い塗料との相溶性が良くなります。このため、前述した泡の安定化傾向は強くなります。一方、プロピレンオキシド（PO）の割合が高くなると、水への溶解性が低下し、泡の安定化傾向も低下します。

ポリメチルアルキルシロキサン

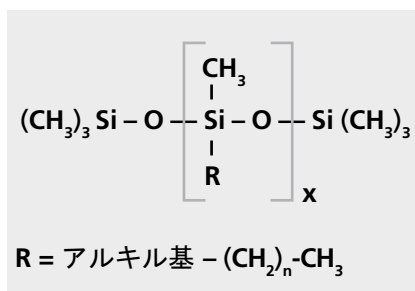


図 7

ポリメチルアルキルシロキサン

他のシリコン変性方法に、ジメチル基の一つを部分的または全体的に長鎖アルキル基と置換する方法があります。その生成物がポリメチルアルキルシロキサンです。（図 8）ポリジメチルシロキサンと比較すると、これらの製品は表面張力が明らかに高く、塗膜表面へのスリップ性にはほとんど寄与しません。また、消泡剤の有効成分としても良く使用されます。（例、BYK-077）ポリメチルアルキルシロキサンはポリジメチルシロキサン同様、ポリエーテル変性により生成できます。これらの製品は既存のシリコンの性質とともに、多少の消泡性も示します。

熱安定性のある変性ポリシロキサン

その他の変性タイプ

ポリエーテル変性ポリシロキサンは約 150°Cまでの耐熱性を示します。それ以上の温度になると、ポリエーテル鎖は分解します。ポリエーテル以外の構成成分で変性すると、各種の耐熱性の高い製品が製造できます。この目的には、ポリエステル及びアラルキル基が適しています。それぞれに変性したポリシロキサンは 220°Cまでの耐熱性を示し、焼付温度及び硬化温度がかなり高い場合にも使用できます。 >

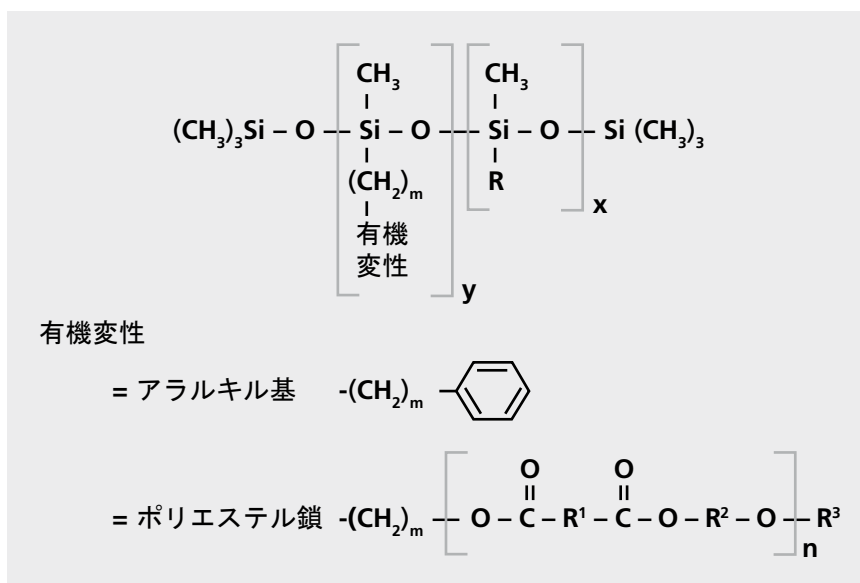


図 8

## ポロシロキサンブロックの化学構造

### 反応性シリコン

一般に、シリコン系添加剤には反応性がありません。つまり、樹脂との架橋反応には関与しません。しかし、用途によっては、シリコン系添加剤がバインダー構造に取り込まれることが好ましいこともあります。この場合は、特殊な末端“基”を有する反応性シリコン系添加剤をご使用下さい。反応性製品は有機変性されており、その末端には、(イソシアネートあるいは他の反応性OH基と反応する)一級水酸基あるいは(UV硬化系で反応する)二重結合を有しています。

### シリコン系界面活性剤

化学的には、シリコン系界面活性剤もポリエーテル変性ジメチルシロキサンです。しかし、この製品の分子量は他のシリコン系添加剤の一般的な分子量よりかなり小さいです。シリコン鎖は数個のSi-O結合からなり、平均1個のポリエーテル鎖を有します。そのため典型的な界面活性構造(極性/非極性)を示し、水系塗料に使用すると、表面張力は大いに低下しますが、塗膜のスリップ性には寄与しません。スリップ性の向上が必要な場合には、シリコン系界面活性剤の他に、水系用途に適したシリコン系添加剤(BYK-307など)を併用して下さい。

フッ素系界面活性剤も水系塗料の表面張力を下げるのに使用されます。これに対して、シリコン系界面活性剤には、系の泡立ちにほとんど影響しないという優位性があります。

### 反応性シリコン

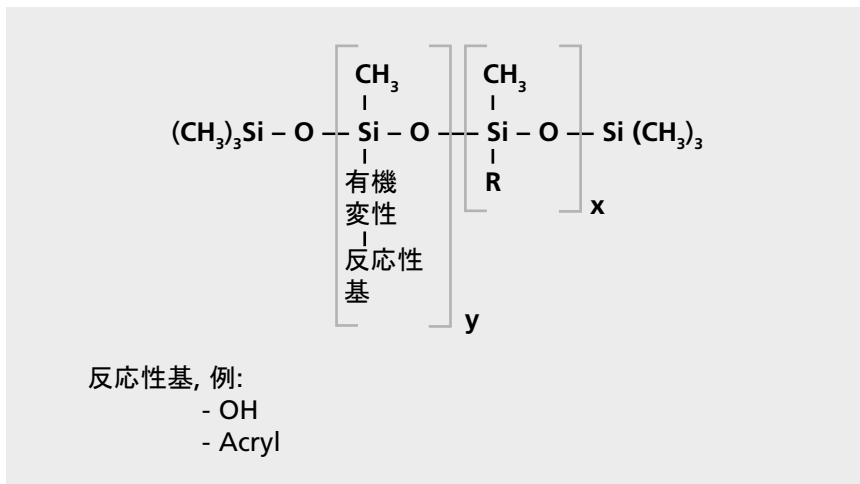


図 9

### シリコン系界面活性剤

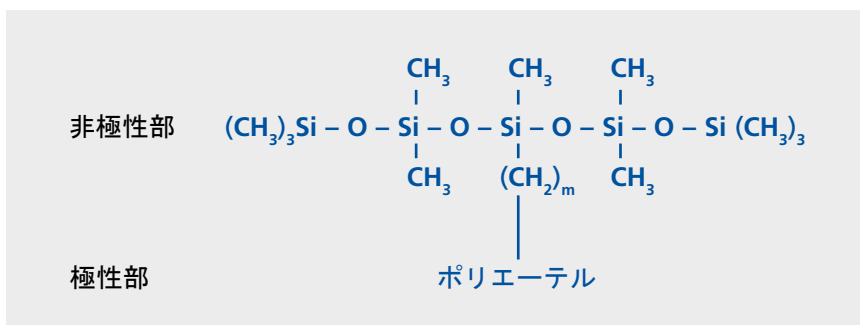


図 10

## ポリアクリルブロックの化学構造

アクリル酸はポリアクリルの基本成分（モノマー）です。この分子は、 $C=C$ 二重結合において重合し、長鎖のポリアクリル酸になります。アクリル酸の代わりに、モノマーとしてメタクリル酸を使用すると、それに対応するポリメタクリレートが生成します。

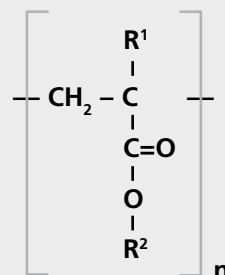
一般に、重合にはアクリル酸ではなく、アクリル酸エステルを利用します。モノマー中の $COOH$ 基の水素原子を他の基と置換します。変性にはアルキル基、ポリエーテル基、ポリエステル基を使用します。酸基はアミンにより、中和できます。反応性基（ $OH$ 基など）もまた側鎖に付加することができます。

このように変性したアクリル系添加剤は、バインダーの架橋反応中に塗膜に配向します。反応モノマー数は広範囲に及びますが、一般には40～800です。

1種類のモノマータイプが重合すれば、ホモポリマーが生成します。数種類のモノマータイプが重合する場合には、コポリマーが生成します。

液状塗料に対して、アクリル系添加剤は溶剤フリー（100%）でも、希釈（～50%）しても使用できます。粉体塗料に使用する場合、アクリル系添加剤は内部キャリアー物質に吸着させることもできます。（アクリル含有量～60%）

### ポリアクリル



$R^1 = -H$ : アクリレート  
 $-CH_3$ : メタクリレート

$R^2 =$  アルキル、ポリエステル、ポリエーテル、アミン塩

図 11

下地への濡れ性を向上させる添加剤

	溶剤型に適應	水系に適應
BYK-306		
BYK-307		
BYK-310		
BYK-333		
BYK-344		
BYK-345		
BYK-346		
BYK-347		
BYK-348		
BYK-349		
BYK-378		
BYK-DYNWET 800		

図 12

表面調整剤の用途

下地への濡れ性

下地への濡れ性は、主に塗料の表面張力と下地の臨界表面張力に関係します。一般に、塗料の表面張力は下地の表面張力より低い、少なくとも同程度であることが必要です。濡れ不良によるビーズ状の“ハジキ”などは、塗料の表面張力が下地の表面張力より高い場合に起こります。下地の表面張力が低いと（例えば、プラスチック、脱脂不良あるいは汚染されている被塗物）は容易に濡れません。水系塗料は水を含むので、表面張力は有機溶剤型塗料より明らかに高く、下地の濡れ性に関する多くの問題が生じてきます。シリコン系添加剤により、塗料の表面張力は低下し、下地への濡れ性が最適化できます。ジメチル基を有するシリコンにより、表面張力が低下することは非常に興味深いです。（例、BYK-378, BYK-306, BYK-310, BYK-333, BYK-341, BYK-344, BYK-307）上述したように BYK-346, BYK-345, BYK-347, BYK-348, BYK-349 などのシリコン系界面活性剤は、特に水系塗料に適しています。非シリコン系界面活性剤の BYK-DYNWET800（アルコールアルコキシレート）は、動的表面張力を低く維持し、水系の配合に適しています。

下地への濡れ性 ー I



油分で汚染された下地への  
濡れ不良



BYK-306による  
完璧な濡れ

図 13

下地への濡れ性 ー II



PVC素材上での  
水系塗料の濡れ不良



BYK-346による  
完璧な濡れ

図 14

アクリル単独の添加剤は、下地への濡れ性向上には適していません。



**ベナードセル、色浮き  
色分け、フロー性、風紋**

塗膜の硬化及び樹脂の乾燥過程で、塗料内に渦流運動がたびたび生じます。このような渦流は規則的に発生し、塗膜が乾燥する過程で、物質を下層から塗膜表面へと移動させます。

この結果、肉眼で観察できる特殊なセル構造が現れます。(ベナードセル) 比重、温度、特に表面張力の差により、ベナードセルが形成します。これが原因となって色浮き・色分け、フロー性、風紋などの様々な表面欠陥が生じます。

ベナードセル：上から観察

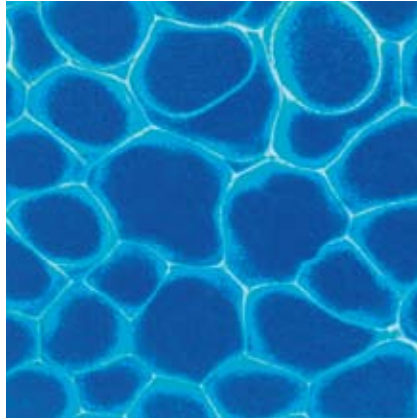


図 15

**色浮き・色分け**

顔料を含む塗料では、顔料自体が渦流運動により移動します。易動度の異なる様々な顔料が含まれる場合、塗膜内の流動性及び乱流により、各顔料は大きく分離します。このため、塗膜表面の顔料の分布状態は均一ではありません。水平面でベナードセルが形成されると色分けが生じ、垂直面で形成されるとシルキングが生じます。

ベナードセル — 断面：顔料の分離（色浮き・色分け）

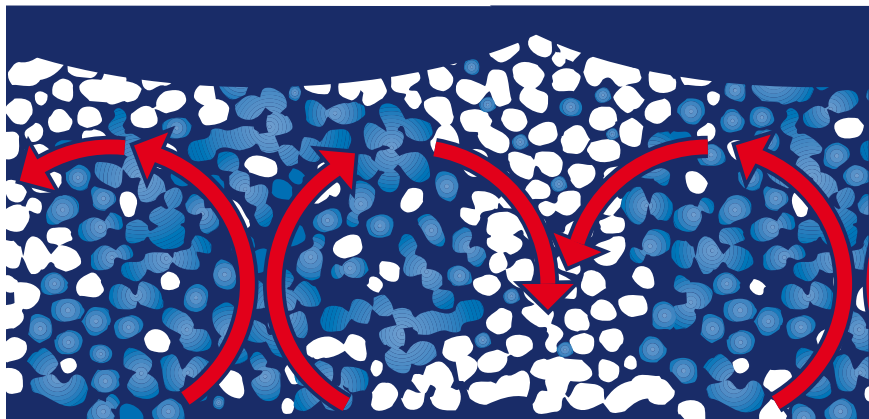


図 16

**フロー性**

ベナードセルが形成されると、多くの場合、塗膜表面の平滑性は低下します。

上述した表面欠陥がたびたび生じます。塗料のフロー性が適切でないときに生じる欠陥を表す特殊用語の一つに、“オレンジピール=ゆず肌”があります。

**風紋**

乾燥条件と溶剤混合物の特性によりますが、樹脂溶液が乾燥するとき、表面欠陥の影響が強いと、塗膜表面全体が完全に破壊されることがあります。この最悪な欠陥を“風紋”といい、通常、塗膜の表層部に強い風圧がかかるような通風条件下で生じます。この欠陥は、特に家具塗装分野においてみられます。

**フローとレベリング**

塗装時	塗装後	
<b>フロー</b>		
代表例: スプレー塗装 (低NV)	フロー剤なし	フロー剤あり (シリコン系)
<b>レベリング</b>		
代表例: ローラー塗装 (高NV)	レベリング剤なし	レベリング剤あり (アクリル系)

図 17

## 表面調整剤の用途

### シリコン系添加剤による

#### 問題解決

シリコン系添加剤を使用すると塗料の表面張力は比較的低い数値で安定化するので、表面張力差はなくなります。表面張力差はセル構造の生成と大いに関係し、表面張力差をなくすことで、ほとんどの欠陥が防止できます。多くのシリコン系添加剤により、ベナードセルは防止できます。しかし、シリコンはセル構造には影響しますが、色浮きの基本的な原因（つまり、顔料易動度の差）には影響しません。そのため、顔料の易動度に効果的な、特別な湿潤分散剤をご使用されることをお勧めします。このとき、シリコンは顔料の易動度が効果的にコントロールされた系で補完的に作用します。（技術情報 L-WI1 をご参照下さい。）シリコン系添加剤を表面調整剤として使用すると、表面特性が適切に調整できます。例えば、表面張力が低ければ、塗膜表層部にはショートウェーブが生じ（BYK-306）、表面張力が高ければ、ロングウェーブが生じます。（BYK-320、BYK-331）UV、EV等の照射による硬化系にはBYK-UV 3500、BYK-UV 3510 を推奨します。

風紋防止には、BYK-330 が最も効果的です。レベリング性の向上には、ポリシロキサンよりもアクリル系重合物が非常に重要です。（次章をご参照下さい。）

### アクリル系添加剤による

#### 問題解決

アクリル系添加剤は主にレベリング性の向上に使用されます。BYK-355 と BYK-361N、BYK-358N は、極性の異なるアクリル系重合物で、様々な塗料のレベリング性を最適化するために開発されました。BYK-354 は高分子量なため、より高い不相溶性を示します。さらに、脱泡性も良好です。BYK-380N 及び BYK-381 は極性が高く、水系塗料に最適です。BYK-380N は水系以外の用途にも使用できます。BYK-392 は溶剤型焼付塗料において、ワキ防止効果とレベリング性の向上を兼ね備えています。表面張力とともに、塗料のレオロジーもまた塗膜表面のレベリング性に大きく影響します。塗膜表面のレベリング性はレオロジー調整剤ばかりでなく、湿潤分散剤の影響も大いに受けます。そのため、塗膜表面レベリング性の問題は、表面調整剤だけでは解決できないことが多く、配合中の他の成分についても考慮する必要があります。

粉体塗料用アクリル系レベリング剤は粉末状にする事ができます。その場合は多孔質シリカに添加剤を吸着させています。

### シリコン／アクリルの組み合わせ

最高の塗膜性能を得るための実用的方法として、ポリシロキサンとアクリル系重合物を併用して使用されることをお勧めします。シリコン系添加剤は表面活性が高く、良好な下地への濡れ性を示すとともに、ハジキのない良好な塗膜が生成できます。アクリル系添加剤を使用するとレベリング性が向上します。

### 表面欠陥



ロングウェーブ



ショートウェーブ

図 18

### ハジキ防止性

ハジキが生じる原因は非常に多岐にわたっています。例えば、オーバースプレーがスプレーした際の流動性のある塗膜にかかり、ハジキが生じることがあります。オーバースプレーの細かい滴粒子によりハジキが生じるのは、この粒子の表面張力が流動性のある塗膜の表面張力より低い場合です。表面張力差が  $1\text{-}2\text{mN/m}$  (ダイン/cm) になるとドロップ粒子は拡散し、ハジキが生じます。両物質の表面張力が同じ場合、あるいはスプレー滴粒子の表面張力が高ければ、ドロップ粒子は拡散しないのでハジキは形成されません。小さいゴミ粒子が流動性のある塗膜に付着した場合にも、オーバースプレーのドロップ粒子と同じ影響が生じます。ハジキは下地が未洗浄あるいは汚染されている場合にも生じます。(例えば、パネルに残った指紋など) 汚染により、表面張力は低下するので、その上に塗料を塗り重ねると、常にハジキが生じます。また、下地への濡れ性が不適切な場合にも、ハジキが生じます。シリコン系添加剤を適切に使用すれば、表面張力は低下するので、塗料は外的条件(オーバースプレー、ゴミ粒子など)、下地(汚染)あるいは塗膜自身(ゲル化粒子)による阻害要因の影響を受けにくくなることは明らかです。また、シリコン系添加剤を使用すると、塗装の安定度が高まります。この場合は、表面張力低下能が高い添加剤が必要で BYK-378, BYK-306, BYK-307, BYK-333, BYK-310 などのジメチルポリシロキサンがハジキ防止剤として適しています。

アクリル系重合物は表面張力にはほとんど寄与しません。そのため、ハジキ防止剤としては作用しません。

### ハジキ

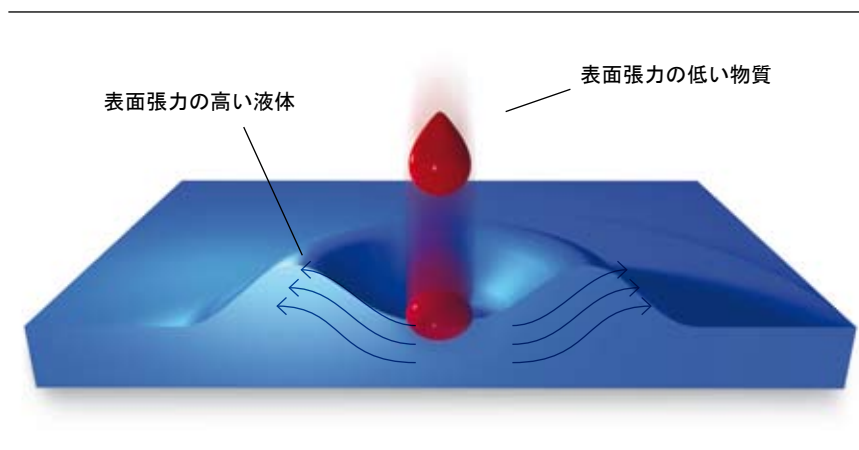


図 19

### 消泡性

シリコン系添加剤を適切に使用しないと、泡が生じます。しかし、シリコン系添加剤を適切に使用すれば、泡は除去できます。適切と不適切を区別するのに重要なことは、シリコン系添加剤の極性と相溶性です。相溶性が高く、表面張力の低いシリコン系添加剤の場合は、泡の安定化傾向が強くなります。相溶性の高い製品により、泡の問題が生じるような特殊な場合には、表面張力の高い製品をご検討下さい。(例えば、メチルアルキル変性品: BYK-320 あるいは BYK-322) これらの製品は消泡剤ではありませんが、消泡性のあるシリコン系表面調整剤です。消泡性が必要な場合には、BYK-077 (未変性メチルアルキルポリシロキサン) のように不相溶性のより高い製品をご検討下さい。不相溶性が適切であれば、アクリル系重合物 (BYK-354 など) も消泡性を示します。(シリコン系あるいは非シリコン系) 消泡剤の詳細については技術情報 L-DI 1 消泡剤をご参照下さい。 >

## 表面調整剤の用途

### スリップ性の向上

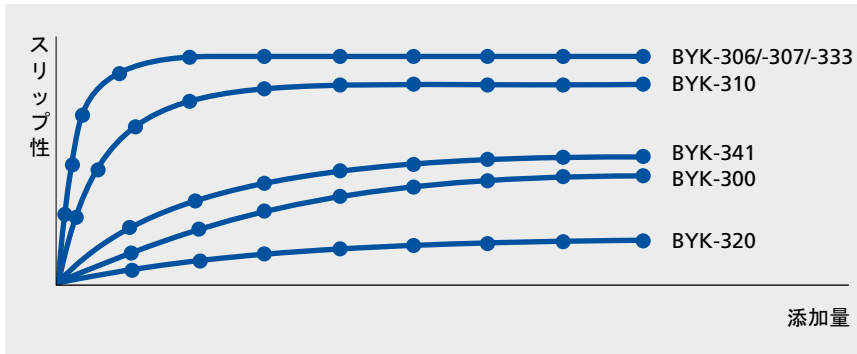


図 20

### テープ剥離性



図 21

### スリップ性

シリコン系添加剤により、塗膜表面のスリップ性が向上します。また、スリップ性だけでなく、それに関連する他の特性も向上します。スリップ性が良好な塗膜は、耐スクラッチ性が良好で汚染性が低く、洗浄が容易で、耐ブロッキング性も良好です。塗膜表面のスリップ性向上の度合いは、主にシリコンの化学構造、特にジメチル基の割合に関係します。ジメチル基が多いとスリップ性は高くなりますが、メチルアルキルポリシロキサンでは際立ったスリップ性の向上は期待できません。スリップ性の向上が第一義の場合は、BYK-378, BYK-306, BYK-307, BYK-333, BYK-341, BYK-310 をご検討下さい。

シリコン系界面活性剤は主鎖が短いので、スリップ性には寄与しません。したがって、スリップ性を高めるには、シリコン系界面活性剤と他のシリコン系添加剤を併用してご使用下さい。

### テープ剥離性の向上

木工・家具塗装や他の塗装分野で、接着・粘着テープの剥離性を向上させることが望まれます。つまり、接着テープやあらゆる種類のステッカーは、接着剤を残さず、表面を破壊することなく簡単に表面から剥がれることが求められる場合です。それには、シリコン系添加剤がテープ剥離性の向上に適しています。溶剤系、無溶剤系、更には水系にも BYK-UV3500 を推奨します。構造中のアクリル官能基が光、電子線硬化系でバインダー中に組み込まれます。

非水系にも、BYK-UV3510 が使用できます。

非シリコン系の BYK-394 はコイルコーティング及びその他の溶剤型塗装の保護フィルム剥離性を向上します。

### 塗膜の洗浄性向上

特別のシリコン添加剤は、汚染性を低下させ表面洗浄性を改良します。

溶剤系塗料用向けに、BYK-SILCLEAN 3700がこの目的に作られた製品で、水酸基を持ったシリコン変性ポリアクリレートで、表面活性を有し塗膜表面へ移行します。多くの塗料系（例えば、2液ポリウレタン、アルキッド、メラミン、アクリルメラミン、アクリルエポキシ、エポキシフェノール等）で第1級水酸基を介してバインダーと架橋・結合します。これにより添加剤が半永久的に塗膜表面に固定化され、シリコン部によりつくられた特殊表面性能が、屋外曝露時でも半永久的に保持されます。

BYK-SILCLEAN 3700は同時に塗膜表面に疎水性と疎油性を与え、汚染性を低下し、洗浄性を容易にします。耐水性を向上させ、白化（ブラッシング）を防止します。

更に落書き防止性やテープ剥離性を向上します。BYK-SILCLEAN 3700は下地への濡れ性、レベリング及び表面スリップ性も向上します。

水系塗料にはBYK-SILCLEAN 3720の使用で同様の効果が得られます。（BYK-SILCLEAN 3720は日本では販売していません。）

### 塗膜の容易な洗浄性



図 22

右側のパネルの塗料にはBYK-SILCLEAN 3700が含まれています。塗装表面を赤色酸化鉄顔料で汚染してその後水で洗い流します。汚染された面のうち右側（添加剤含有）部分は簡単に汚れが落ちますが左側（添加剤無し）の部分は落ちません。

### 塗膜の容易な洗浄性

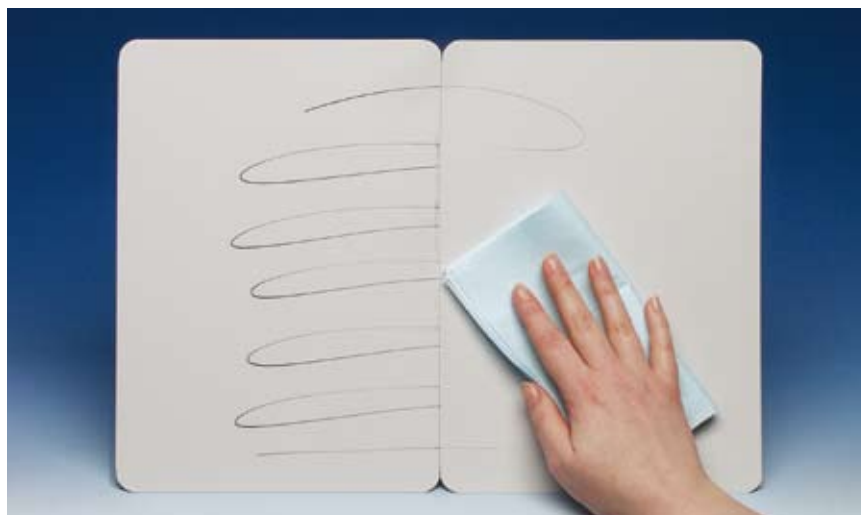


図 23

同様に右側部分にはBYK-SILCLEAN 3700が含まれています。サインペンで書いた字の塗膜表面への濡れが悪いので簡単に落とせます。

## シリコン系添加剤の相間密着性への影響

業界によりますが、一般的なシリコン製品はリコート性がなく、層間密着性を阻害すると評価されることがあります。しかし、シリコン系添加剤を正しく選択して使用すれば、上記の問題を避けることができます。シリコン系添加剤は界面活性が高く、塗膜表面に移行します。一般に、シリコンには反応基がないので、バインダーの乾燥／硬化には関与しません。つまり、シリコンは全硬化過程で、活発に移動します。例えば、添加剤を塗膜表面から拭き取ったり、溶剤で除去することが可能です。

シリコンを含有する層に塗り重ねる過程でも、シリコンは一層目（つまり、2つの塗膜界面）に残存することはありません。シリコンは易動度及び表面活性が高いので、新しい塗膜表面、つまり二層目に移行します。シリコンは層間に残存しないので、層間密着性には影響しません。シリコンが層間密着性に影響を及ぼす要因には、次の2つがあります。

- (1) シリコン系添加剤の配合量
- (2) 一層目の焼付温度

個々の樹脂／シリコン配合において、シリコンには最適添加量があります。添加量が高くても、濡れ性、耐ハジキ性、スリップ性などの著しい向上は望めません。反対に、シリコンを過剰に添加すると、層間密着性の低下など、好ましくない副次効果が生じます。添加量が過剰な場合、シリコン分子は層間に残存し、密着性阻害の原因になることがあります。つまり、シリコンの添加量を調整して、最適化することが非常に重要です。

### シリコン添加量の影響

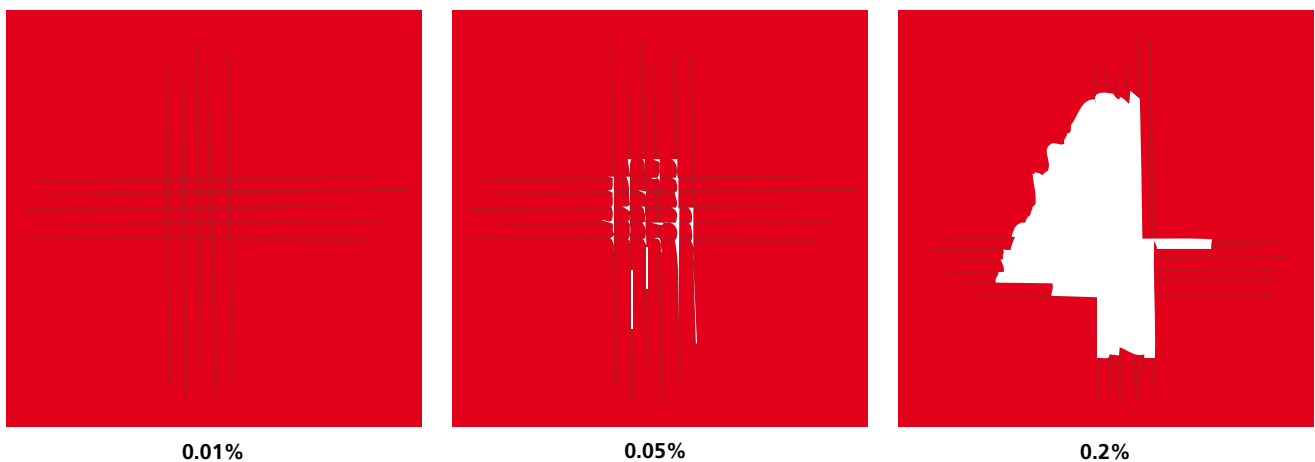
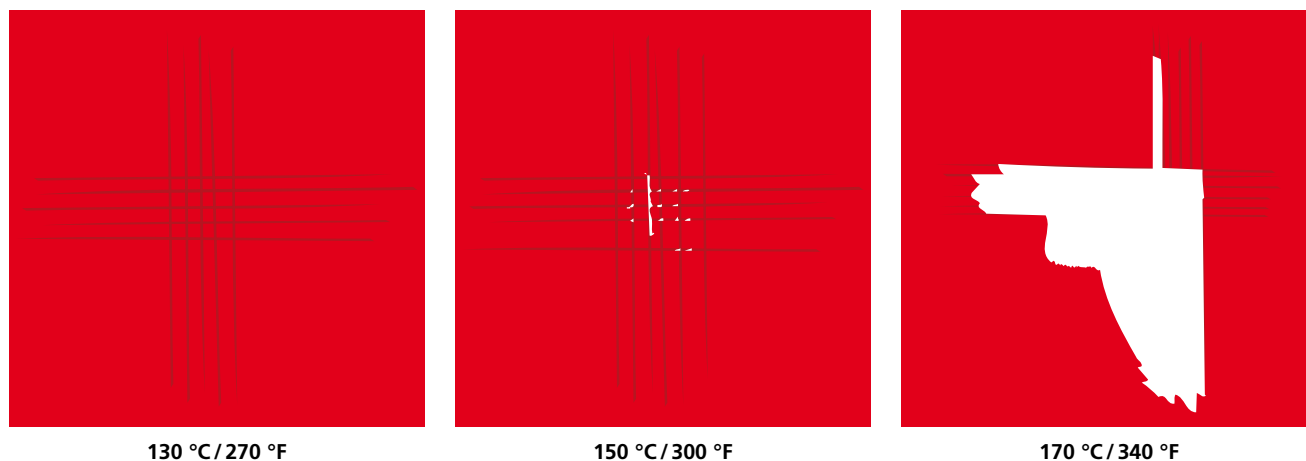


図 24

下塗り塗料（白色）には表記添加量（全塗料中に有効成分で）のシリコンを含んでいます。焼付け後、上塗り塗料（赤色）を塗布してから焼付けました。その後、ゴバン目テープ剥離による密着性試験を実施。シリコンの添加量が過剰な場合は、密着性が悪いことが明らかです。上限のシリコン添加量はシリコン添加剤種及び樹脂系に依存します。ここでの結果はひとつの例証です。

## 焼き付け温度の影響



130 °C / 270 °F

150 °C / 300 °F

170 °C / 340 °F

図 25

ポリエーテル変性シリコンを添加した下塗り塗料（白色）を塗布後、表記温度で30分間焼付けを実施。焼付け後、上塗り塗料（赤色）を塗布して130°Cで焼付けました。（全てのパネル）その後、ゴバン目テープ剥離による密着性試験を実施。下塗りがオーバーベーク（過度の焼付け）の場合には密着性が悪いことが明らかです。臨界の焼付け温度はシリコン添加剤種、添加量および樹脂系の種類で変わります。ここでの結果はひとつの例証です。

この検討法の一つが“数水準の添加量による試験”で、この方法により樹脂や塗料成分に対する正確最適添加量を調整することができます。添加量の他に、焼付温度もまた層間密着性に影響します。一層目（シリコン含有）の焼付温度が高すぎる場合、層間密着性は物理的に低下します。これは、添加剤のポリエーテル鎖が高温（140～150°C）で酸化分解するためです。この酸化過程で添加剤は反応性基を形成するので、シリコンは塗料の構成成分の一部となり、移行性を失います。重ね塗りをする場合、このような分解生成物は層間に残存して、剥離層として作用するので、密着性を阻害します。

前述のように、耐熱性の低さはポリエーテル鎖に起因するので、ポリエーテル鎖を他の耐熱性のある基と置換すればこの問題は解決できます。例えばポリエステルあるいはアラルキル変性シリコン系添加剤は220～250°Cまでの耐熱性を示します。

BYK社製品では、BYK-310およびBYK-322がこれに該当します。

## 製品および用途

### BYK添加剤

添加剤は、塗料、印刷インキおよびプラスチックの製造時に添加され、製造工程を最適化し、最終製品の品質を向上します。

#### 添加剤の種類

- スリップ性、レベリング性および下地への濡れ性を向上させる添加剤
- 密着性付与剤
- 消泡剤および脱泡剤
- 発泡安定剤
- プロセス添加剤
- レオロジーコントロール剤
- 紫外線吸収剤
- 減粘剤
- ワックス
- 顔料および体質顔料用湿潤分散剤

#### BYK-Chemie GmbH

P.O. Box 10 02 45  
46462 Wesel  
Germany  
Tel +49 281 670-0  
Fax +49 281 65735

[info@byk.com](mailto:info@byk.com)

[www.byk.com/additives](http://www.byk.com/additives)

#### 用途

- 常温硬化型樹脂 (FRP)
- 建築塗料
- 自動車塗料
- 自動車補修
- 缶コーティング
- コイルコーティング
- カラーマスターバッチ
- 工業用塗料
- 皮革塗料
- 船舶塗料
- 成形コンパウンド
- 紙コーティング
- ビグメントコンセントレート
- 発泡ウレタン
- 粉体塗料
- 印刷インキ
- 防食塗料
- PVCプラスチック
- 熱可塑性プラスチック
- 木工および家具用塗料

### BYK 試験機器

BYKは、広範囲の用途においてお客様のご希望に沿った測定機器全般を取り揃えています。

- 光沢/外観
- 色

取扱いの容易な品質管理用ソフトウェアを備えた携帯用および卓上用試験機器

BYK試験機器は塗料およびプラスチック業界の問題解決策を提供しています。

#### BYK-Gardner GmbH

P.O. Box 970  
82534 Geretsried  
Lausitzer Strasse 8  
82538 Geretsried  
Germany  
Tel +49 8171 3493-0  
+49 800 427-3637  
Fax +49 8171 3493-140

[info.byk.gardner@altana.com](mailto:info.byk.gardner@altana.com)

[www.byk.com/instruments](http://www.byk.com/instruments)

### ビクケミー・ジャパン株式会社

本社：大阪府大阪市北区堂島浜1丁目4番4号  
東京営業所：東京都港区三田3丁目13番16号  
名古屋営業所：愛知県豊川市萩町中山1-11

[www.byk.co.jp](http://www.byk.co.jp)

ANTI-TERRA®, BYK®, BYK®-DYNWET®, BYK®-SILCLEAN®, BYKANOL®, BYKETOL®, BYKOPLAST®, BYKUMEN®, DISPERBYK®, DISPERPLAST®, LACTIMON®, NANOBYK®, SILBYK®, および VISCOBYK® は BYK-Chemie社の登録商標です。  
AQUACER®, AQUAFLOUR®, AQUAMAT®, CERACOL®, CERAFAK®, CERAFLOUR®, CERAMAT®, CERATIX®, および MINERPOL® はBYK-Cera社の登録商標です。

本情報は当社が最良と考えるデータに基づいています。配合、製造および塗装条件は多岐にわたるので、前述の記載事項は必要に応じて調整して下さい。本情報から得られた特許権を含む個々のデータに対しては一切の法的責任を負いかねます。

この資料は以前に提出した資料と差替えて下さい。