

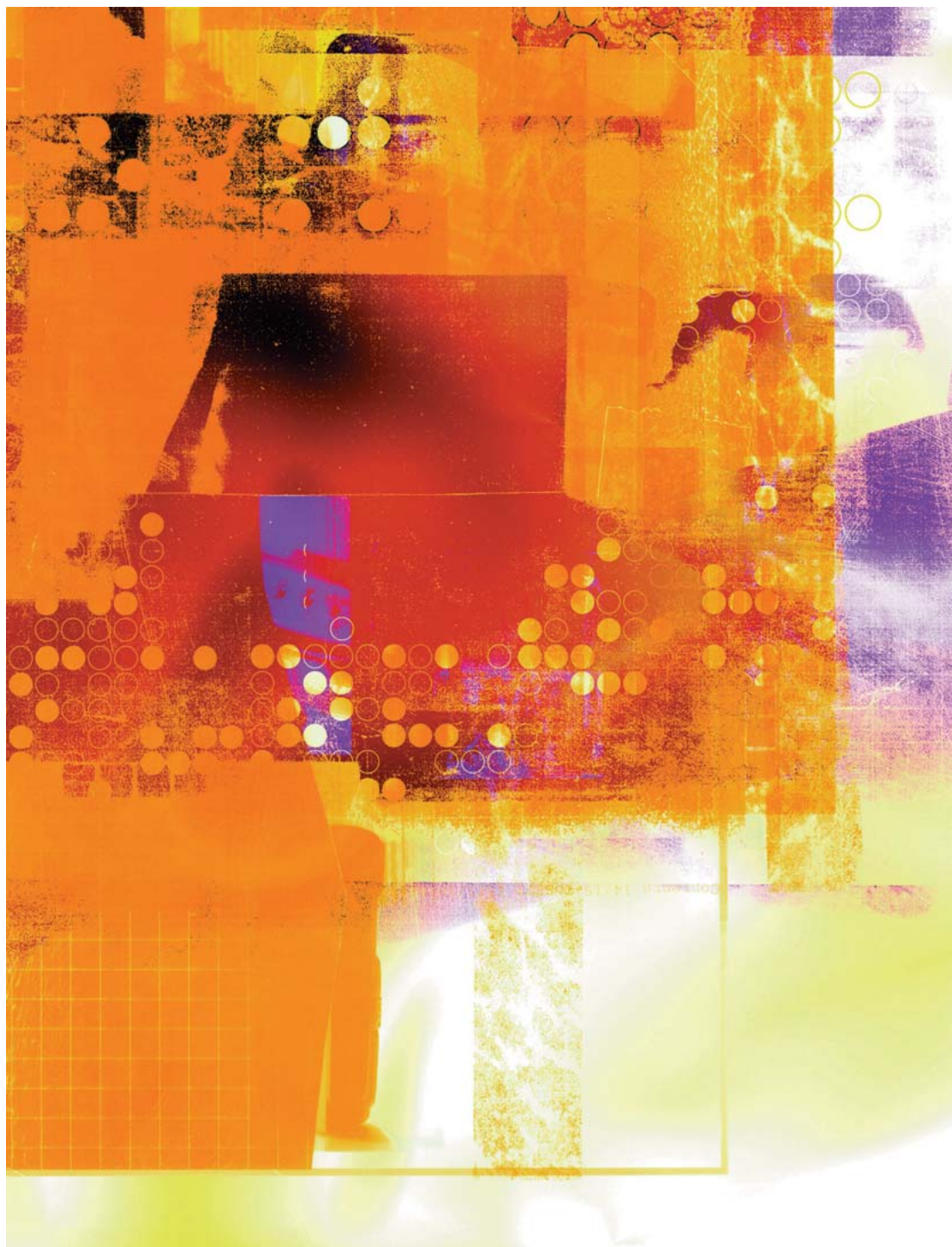
DOW CORNING

TORAY

Dow Corning Toray Co., Ltd.

塗料・コーティング用シリコーン

A Guide to Coating Solutions



CONTENTS

はじめに 01

I. シリコンレジン

1. シリコンレジンの特長 02

2. 加熱硬化型シリコンレジン製品 03

II. 変性用シリコンレジン中間体

1. 変性用シリコンレジン中間体製品とその特長 04

2. 変性用シリコンレジン中間体による有機樹脂の変性反応例 06

III. シリコン系塗料添加剤

1. 消泡剤、塗膜調整剤 08

2. シラン化合物 12

3. シリコンゴムパウダー 14



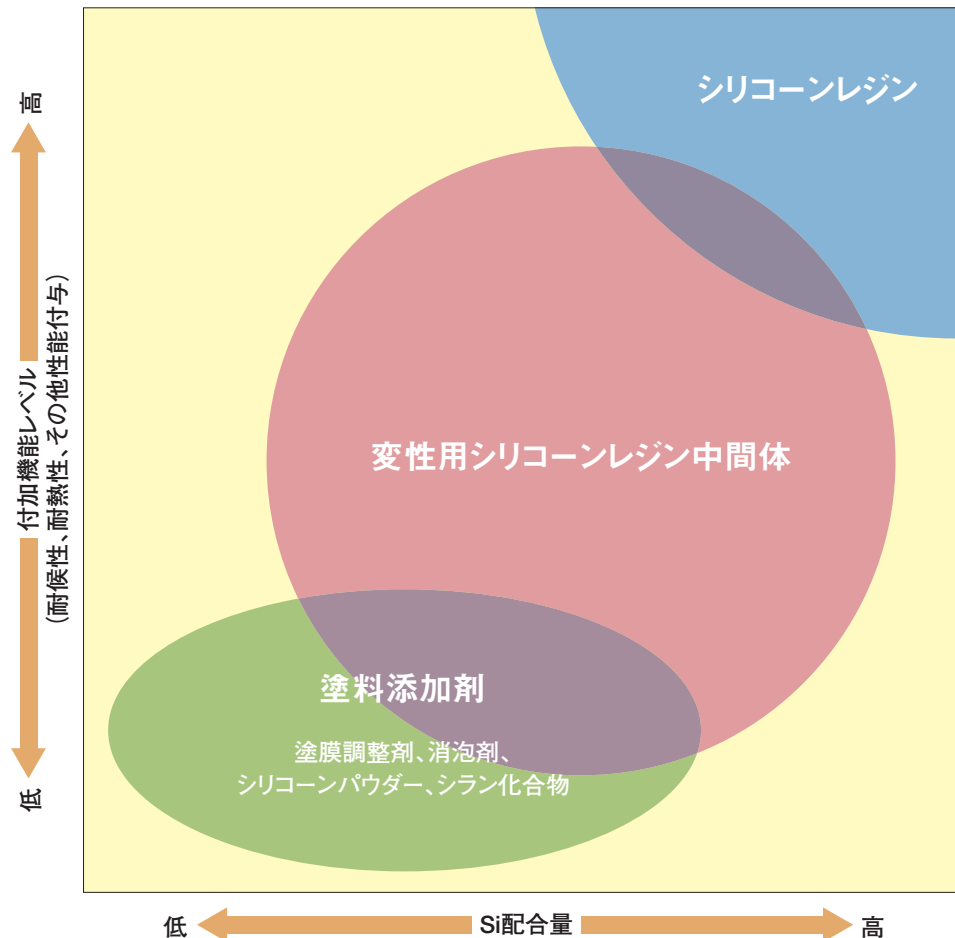
はじめに

シリコン製品は、その一般特性である耐熱性、耐寒性、耐候性、電気絶縁性、離型性、撥水性、生理・環境面での安全性などにより、塗料工業や各種コーティング剤の分野でも古くから応用されています。特に電気絶縁ワニスや耐熱塗料は最もよく知られている代表的用途ですが、近年、塗料自身の高機能化、高付加価値化指向に伴い、シリコンの持つ上記の特性を活かした耐候性塗料、防汚性塗料、離型性塗料、表面保護コーティング剤などが開発されています。

塗料・コーティング剤用の原料としてのシリコン素材は、目的に応じて、その種類や配合量を選ぶことができます。具体的なシリコン製品としては、シリコンレジンと呼ばれる高密度に三次元架橋可能なシロキサンベースのコーティング剤、有機樹脂との共重合用に用いられる変性用シリコンレジン中間体、あるいは、塗料樹脂や塗膜の機能改良の目的で使用されるシラン化合物、シリコンパウダー、有機変性シリコンオイルやその他のシリコンポリマーなどの塗料添加剤があります。また、東レ・ダウコーニングは、これらのシリコン系素材を原料に用い、独自の配合技術などにより、さまざまな機能性シリコン系コーティング材料を開発、製品化しております。

本カタログでは、高機能塗料、コーティング剤の原料としてのシリコン製品、機能性シリコン系コーティング材料をご紹介します。

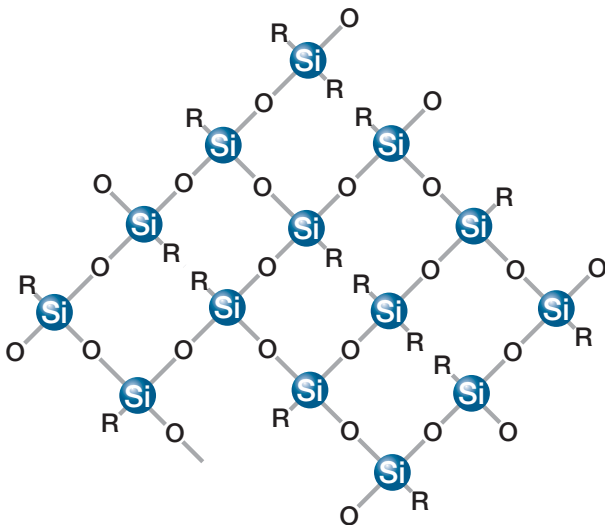
シリコン素材の種類、配合量と機能



1.シリコンレジンの特長

シリコンレジンとは、シリコンオイルなどのシリコン材料と同様に、「Si-O-Si」結合を主鎖とし、メチル基、フェニル基などの有機基を側鎖に持つシロキサンポリマーですが、シリコンオイルとは異なり、図1に示すような多くの分岐構造を有しており、硬化後は非常に架橋密度の高い、三次元架橋構造を形成し、硬い被膜を作ります。シリコンレジンとは、主としてコーティング皮膜形成材料として用いられるほか、各種粉末、構造材のバインダー（結着剤）に用いられます。

図1 シリコンレジンの構造



また、有機樹脂の耐熱性、耐候性等を向上させる目的で、シリコン架橋体と有機樹脂のブロック共重合体を形成させることも可能です。この場合、低分子量でより多くの反応性有機基を有するシリコンレジン（変性用シリコンレジン中間体）が用いられます。（詳しくはII章をご参照ください）

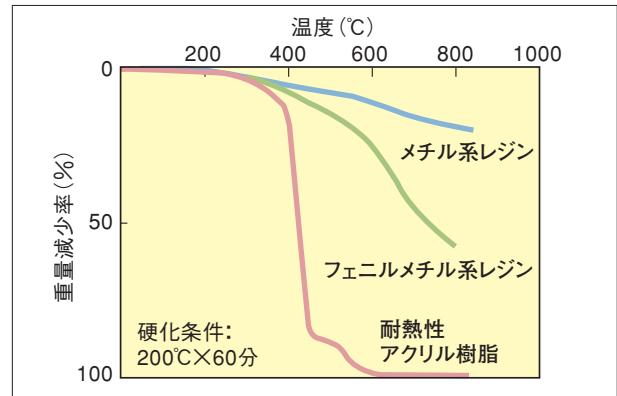
1.シリコンレジンの特長

硬化したシリコンレジンおよびシリコン変性有機レジンとは他の有機樹脂にはみられない以下のような特長をもっています。シリコンレジンが耐熱性、耐候性塗料のビヒクルとして広く用いられているのは、これらの優れた性質によります。

耐熱性

シリコンレジンの最も大きな特長です。シリコンの骨格を形成するSi-O結合は、一般の有機化合物の骨格を形成するC-C結合に比べその結合エネルギーが、約90KJ/molも大きいことが知られています。そのためにシリコンの熱に対する耐久性は、一般の有機樹脂に比べ格段に優れています。図2にシリコンレジンと有機樹脂の耐熱性を空気中での加熱減量で比較した例を示します。

図2 シリコンレジンと有機樹脂の空気中での加熱減量



また、前述のようにシリコンレジンに含まれる有機基はメチル基、フェニル基が一般的ですが、それは、シリコンレジンの耐熱性が、有機基がメチル基、又はフェニル基の場合と、その他の有機基の場合で大きく異なるためです。表1に種々の有機基を有するシリコンレジンの空気中での耐熱性を示します。

表1 シリコンレジンの耐熱性に対する有機基の影響

置換基の種類	250℃における推定寿命(時間)*
フェニル	>100,000
メチル	>10,000
エチル	6

*シリコンレジンの硬化被膜を用いて測定。有機基の半分が酸化されるまでに要する時間

このため、シリコンレジン250℃の条件下で連続使用しても、その被膜は分解変色などの劣化を示すことなく、長期にその性能を保持します。また、後述するようにアルミニウム粉を配合したシリコンレジン塗料は、500～600℃の高温にも耐えることができます。

耐候性

上で述べたように、強い結合力をもつ主鎖からなるシリコンレジンとは屋外での暴露に対しても、変色、クラック、チョーキングなどの塗膜の分解劣化の傾向が有機樹脂に比べ非常に少ないのが特長です。

耐水、耐湿性

シリコンレジンはその構造からも予想されるように、優れた撥水性、耐湿性、耐水性を示します。

耐薬品性

シリコンレジンとは安定な化学結合で形成されており、耐薬品性に優れています。特にエポキシ樹脂で変性されたシリコンレジンとは優れた耐薬品性を示します。

2.加熱硬化型シリコーンレジン製品

シリコーンレジンは、反応活性基としてシラノール基を有しており、互いに脱水縮合することで硬化し、コーティング被膜を形成します。この性質を利用して、加熱硬化型のシリコーンレジン製品がラインナップされています。これらは、シリコーンレジンと有機溶媒との溶液で、耐熱塗料などのビヒクルとして使用されており、顔料、塗料添加剤などを配合して耐熱塗料などを調製することができます。表2に製品の一般特性を示します。

表2 加熱硬化型シリコーンレジン製品の一般特性

分類	品番	不揮発成分 (%)	溶剤	粘度 (mPa・s)	特長
フェニルメチル系	804 RESIN	60	トルエン	30	硬い被膜。常温でタックフリー 有機樹脂との相溶性良好、塗料添加剤として流展性の改良
	805 RESIN	50	キシレン	115	柔軟性のある被膜。耐ネル、耐候性 アルミニウム塗料として優れた特性
	806A RESIN	50	トルエン、キシレン	150	やや硬い被膜。805 RESINに次ぐ耐候性 硬化が早い
	840 RESIN	60	トルエン	17	やや硬い被膜。有機樹脂との相溶性良好 塗料添加剤として光沢や流展性の向上
メチル系	SR 2400	50	トルエン	14	やや硬い被膜。高温時の光沢

これらの熱硬化型シリコーンレジン製品は、シリコーンレジン中に含まれる有機基の種類により、フェニル基を含むフェニルメチル系とメチル基だけをもつメチル系の二つに大別されます。前者の特長は、耐熱性、耐酸化性、有機樹脂との相溶性などであり、後者の特長は、撥水性、低重量減少率、耐薬品性、速硬化性などがあげられます。また、使用されるシリコーンレジンの分子量によっても区別され、805 RESIN、806A RESINが高分子量タイプ、804 RESIN、840 RESIN、SR 2400が低分子量タイプに相当します。前者は硬化被膜の特性に優れ、後者は、他の樹脂との相溶性 (SR 2400を除く) に優れます。

被膜硬さ

軟鋼板にシリコーンレジン製品を塗布し、加熱硬化した場合の、硬化条件と被膜硬さ (鉛筆硬度) の関係を表3に示します。また、有機金属等の触媒を用いることで硬化速度を高めることもできます。

表3 熱硬化型シリコーンレジン製品の硬化条件と被膜硬さ

硬化条件	804 RESIN	805 RESIN	806A RESIN	840 RESIN	SR 2400
200°C×30分	2B	3B	HB	3B	3B
60分	HB	2B	F	3B	2B
250°C×30分	2H	HB	F	F	F
60分	2H	HB	H	H	H

耐熱性

表4にフェニルメチル系シリコーンレジン製品をビヒクルとした有色塗料およびアルミ塗料の最高耐久温度を示します。シリコーンレジン単体での耐熱性は、常時使用温度として250°Cが限界ですが、それを超えて、例えば400°C以上で使用される耐熱塗料の場合には、シリコーンレジンは酸化の過程で有機基を失っていきませんが、一方で、無機フィラー成分や基材との間に「Si-O-金属」の複合酸化物を形成し、無機バインダー的な被膜として残留することにより、その耐久性を維持します。

表4 シリコーンレジン配合塗料の耐熱性

品番	最高耐久温度 (°C)		250°Cでの ひび割れ時間 (h)
	有色塗料	アルミ塗料	
804	205	315	100
805	290	650	8000
806A	260	540	3000
840	235	425	900

相互溶解性

塗膜特性を調整する目的で複数のシリコーンレジン製品を配合して使用することもできます。表5にシリコーンレジンの相互溶解性を示します。

表5 シリコーンレジンの相互溶解性

	804 RESIN		805 RESIN		806A RESIN		840 RESIN		SR 2400	
	10%	50%	10%	50%	10%	50%	10%	50%	10%	50%
804 RESIN	○	○	×	×	△	×	○	○	×	×
805 RESIN	△	×	○	○	○	○	○	○	×	×
806A RESIN	○	×	○	○	○	○	○	○	×	×
840 RESIN	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×
SR 2400	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○

ガラス板上で硬化被膜として判断

○：完全に相溶性あり △：やや相溶性が悪い ×：相溶性無し

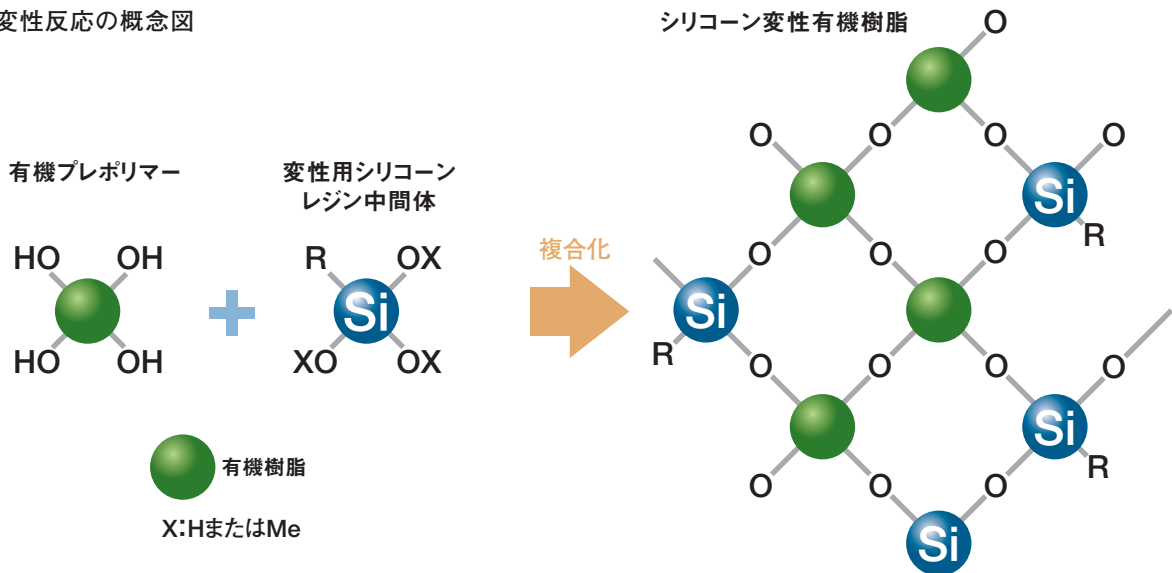
Ⅱ.変性用シリコンレジン中間体

1.変性用シリコンレジン中間体製品とその特長

シリコンレジンとは、それ自身がコーティング剤として使用されるだけでなく、塗料用ビヒクル等の有機樹脂を改質するための変性用シリコン中間体としても使用されます。

これらの変性用シリコンレジン中間体は、低分子量のシリコンレジンで、比較的多くのシラノール基やメトキシ基のような反応活性基をもち、図3に示すように、有機樹脂中の水酸基と脱水もしくはアルコール縮合反応により、一種のブロック共重合体を形成します。変性の対象となる有機樹脂としては、アルキッド、ポリエステル、エポキシ、アクリル樹脂等があげられます。

図3 変性反応の概念図



有機樹脂をシリコンレジン中間体で変性することにより、その耐候性、耐熱性を大きく向上させることができます。シリコンレジン中間体で変性したアルキッド樹脂の耐候性(ウェザオメーター暴露時間と光沢保持率の関係)を図4に示します。また、一般のアルキッド樹脂系塗料が屋外暴露6ヵ月程度でチョーキングを示すのに対し、シリコン変性アルキッド樹脂を用いた塗料は3年以上の耐チョーキング性を有することが知られています。

表6に変性用シリコンレジン中間体製品の代表特性を示します。また、図5にこれらの製品の有機樹脂に対する相溶性と架橋密度を示します。有機樹脂と相溶性や反応性、シリコンレジンとしての架橋後の硬度などを考慮して、最適な製品を選択してください。

図4 シリコン変性アルキッド樹脂の耐候性

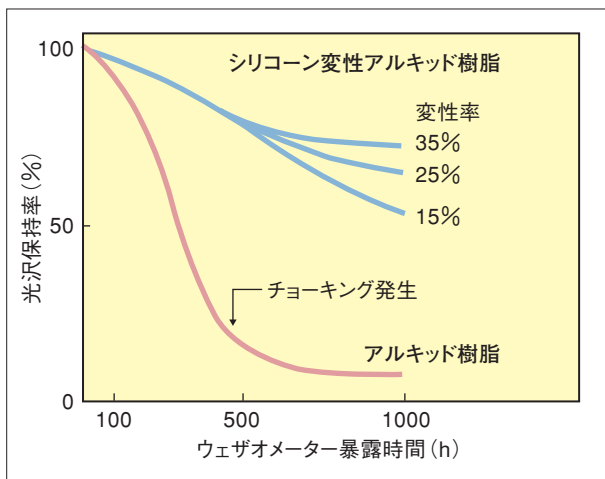
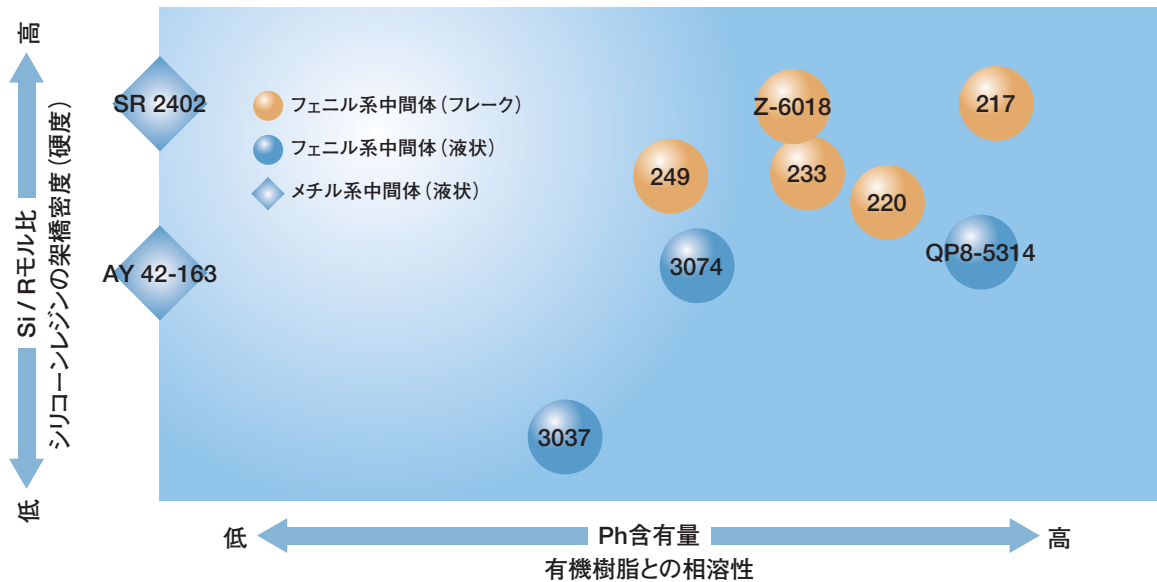


表6 変性用シリコンレジン中間体製品の代表特性

製品名	形態	特性				官能基含有量(重量%)	
		比重	粘度(mm ² /sec)	分子量	屈折率	メキシ	シラノール
3037 INTERMEDIATE	フェニルメチル系液状	1.07	13	1000	1.458	18	—
3074 INTERMEDIATE	フェニルメチル系液状	1.15	110	1400	1.507	17	—
Z-6018	フェニルプロピル系フレーク	1.25	—	2000	—	—	6
217 FLAKE	フェニル系フレーク	1.25	—	2000	—	—	6
220 FLAKE	フェニルメチル系フレーク	1.33	—	3000	—	—	6
233 FLAKE	フェニルメチル系フレーク	1.32	—	3000	—	—	6
249 FLAKE	フェニルメチル系フレーク	1.30	—	3000	—	—	6
QP8-5314	フェニルメチル系液状	1.03	2	200	1.470	42	—
SR 2402	メチル系液状	1.15	25	1500	1.406	31	—
AY 42-163	メチル系液状	1.07	20	4500	1.401	25	—

図5 変性用シリコンレジン中間体製品の特徴



通常、シリコンレジン中間体による有機樹脂の変性は、溶剤中で加熱することで行われ、変性用触媒として酸や有機金

属化合物などが用いられます。表7にシリコンレジン中間体製品の各種有機溶剤への溶解性を示します。

表7 シリコンレジン中間体製品の各種有機溶剤への溶解性

	トルエン	MIBK	酢酸エチル	アニソール	メタノール	エタノール	IPA	ヘプタン
Z-6018	○	○	○	○	○	○	○	×
217 FLAKE	○	○	○	○	○	○	△(白濁)	×
220 FLAKE	○	○	○	○	○	○	△(白濁)	×
233 FLAKE	○	○	○	○	○	○	○	×
249 FLAKE	○	○	○	○	○	○	○	×

II.変性用シリコーンレジン中間体

2.変性用シリコーンレジン中間体による有機樹脂の変性反応例

アルキッド、ポリエステル、エポキシ、アクリル樹脂とシリコーンレジン中間体との変性反応の例を示します。

脱水縮合反応により得られたシリコーン変性有機樹脂をビヒクルとし、

これに、有機溶剤、顔料、塗料添加剤などを配合することで塗料組成物とすることができます。

アルキッド樹脂変性反応

シリコーンレジン中間体とアルキッド樹脂と反応させ、シリコーン変性アルキッド樹脂(ビヒクル)とする合成する例を示します。例えば、Z-6018は、長油長、中油長、短油長いずれのアルキッド樹脂とも、溶剤中または無溶剤で反応させることができます。

<シリコーン変性長油長アルキッド樹脂の組成例>

成分	重量部
(a) Z-6018 (シリコーンレジン中間体)	19.2
(b) ペンタエリスリトール	7.5
(c) グリセリン	1.4
(d) 無水フタル酸	9.8
(e) 大豆脂肪酸	26.7
(f) Naphthol sprits 66/3	35.4
合計	100.0

合成方法(無溶剤)

- (1) 攪拌装置、留出管、窒素導入管、温度計を付けた4口フラスコに(b)、(c)、(d)及び(e)を仕込みます。次に、必要量の共沸用キシレンを仕込みます。
- (2) 窒素を通じ、攪拌しながら230℃まで昇温し、温度を230℃に保ちながら、留出水を除去します。
- (3) 酸価が7~9となったところで、150℃まで降温します。
- (4) (a) Z-6018シリコーンレジン中間体を投入します。
- (5) 還流温度(190~200℃)まで昇温し、留出水を除去します。
- (6) ほぼ理論量の水分(Z-6018量の約4%)が留去したら、反応終了とし、180℃まで冷却し、(f)を投入し、固形分60%とします。

合成方法(溶剤中)

- (1)~(2)は無溶剤系と同様
- (3) 酸価が7~9となったところで、180℃まで降温します。
- (4) (f)の3/4量(26.5部)を投入します。
- (5) 常温まで降温し、(a)を投入します。
- (6) 還流温度(165℃)まで昇温し、留出水を除去します。
- (7) 相溶性を確認し(反応液をガラス板に塗布し、150℃で10分間加熱し、溶剤を除去した後、系の透明性を確認します。)、相溶性が得られた時点で反応終了とします。
- (8) 常温まで降温し、(f)の1/4量(8.9部)を投入します。

<シリコーン変性アルキッド樹脂の一般特性>

特性	単位	特性値
シリコーン含有率(固形分中)	%	30
無水フタル酸含有率	%	16.1
不揮発分	%	60
比重(25℃)	—	0.955
粘度(25℃、ガードナー気泡粘度)	—	M

ポリエステル樹脂変性反応

シリコーンレジン中間体を過剰の水酸基を有するポリエステル樹脂(オイルフリーアルキッド樹脂)と反応させ、シリコーン変性ポリエステル樹脂(ビヒクル)を合成する例を示します。

<シリコーン変性ポリエステル樹脂の組成例>

成分	重量部
(a) トリメチロールプロパン	17.5
(b) イソフタル酸	14.0
(c) アジピン酸	3.5
(d) ブチルカルビトールアセテート	33.1
(e) トルエン	13.2
(f) Z-6018 (シリコーンレジン中間体)	13.6
(g) ブチルカルビトールアセテート	3.3
(h) テトラインプロピルチタネート	0.1
(i) Dowanol DE	1.4
合計	100.0

合成方法

- (1) 攪拌装置、留出管、窒素導入管、温度計を付けた4口フラスコに(a)、(b)及び(c)を仕込みます。次に、必要量の共沸用キシレンを仕込みます。
- (2) 窒素を通じ、攪拌しながら220℃まで昇温し、温度を220℃に保ちながら、留出水を除去します。
- (3) 酸価が12~14となったところで、180℃まで降温します。
- (4) (d)を投入し、固形分を50%とします。
- (5) (e)及び(f)を投入し、140℃で還流しながら、留出水を除去します。ほぼ理論量の水分が留去するまで還流を継続します。
- (6) 120℃まで冷却し、(g)に溶解した(h)を投入します。
- (7) 相溶性が得られたら、(i)を投入します。
(相溶性が得られた後は、粘度を確認し、過剰な増粘を示す前に反応を停止してください。)

<シリコーン変性ポリエステル樹脂の一般特性>

特性	単位	特性値
シリコーン含有率(固形分中)	%	30
不揮発分	%	50
比重	—	1.09~1.10
粘度	mm ² /sec	500~1000
硬化時間(300℃)	sec	90

エポキシ樹脂変性反応

エポキシ樹脂は、高硬度で耐薬品性に優れた樹脂ですが、シリコーンレジン中間体で変性することにより、耐熱性や電気特性が向上します。シリコーン変性エポキシ樹脂（ビヒクル）の合成例を示します。

<シリコーン変性エポキシ樹脂の組成例>

成分	重量部
(a) Z-6018 (シリコーンレジン中間体)	30.0
(b) エピコート1001	30.0
(c) キシレン	40.0
(d) イソブチルケトン	20.0
(e) オクテン酸 (又は、安息香酸)	1.0
合計	121.0

合成方法

- (1) 攪拌装置、留出管、窒素導入管、温度計を付けた4口フラスコに (a)、(b)、(c) 及び (e) を仕込みます。
- (2) 窒素を通じ、攪拌しながら還流状態になるまで昇温し (140～150℃)、その温度に保ちながら、留出水を除去します。
- (3) 相溶性が得られたら、必要とする粘度に達するまで (約12時間)、反応を継続します。
- (4) (d) を投入し、固形分を調整します。

<シリコーン変性エポキシ樹脂の一般特性>

特性	単位	特性値
シリコーン含有率 (固形分中)	%	50
不揮発分	%	52.8
比重	—	1.08
粘度 (25℃、ガードナー気泡粘度)	—	U～V
エポキシ当量	—	850

アクリル樹脂変性反応

アクリル樹脂エマルジョンは水性塗料のベース樹脂として様々な塗料に用いられています。QP8-5314等を用いることによりシリコーン変性アクリル樹脂エマルジョンを調製することができます。以下にその合成例を示します。

<シリコーン変性アクリル樹脂エマルジョンの組成例>

成分	重量部
(a) QP8-5314 (シリコーンレジン中間体)	20.0
(b) Phoplex AC-658	52.5
(c) Phoplex AC-35	17.5
(d) イオン交換水	10.0
合計	100.0

合成方法

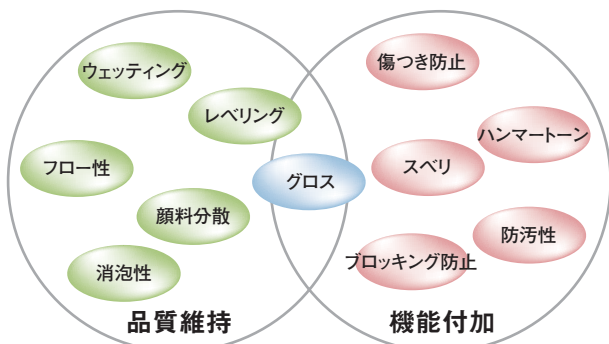
- (1) アクリル樹脂エマルジョン (b)、(c) にイオン交換水 (d) を仕込み、必要であればジメチルエタノールアミンを用いてエマルジョンのpHを8～9に調整します。
- (2) 得られたエマルジョンを攪拌しつつゆっくりと (a) を添加します。攪拌速度、添加速度は添加した (a) が表面に浮くことなく均一に混ざることが目安です。全量投入後さらに5分程度攪拌を継続してください。
- (3) 得られたエマルジョンは室温で8時間～16時間程度養生してください。この間にアクリル樹脂とレジン中間体の架橋が進行します。このとき粘度は一時的に上昇します。
- (4) 反応が終結すると粘度はレジン中間体添加前と同等かそれ以下になります。



1.消泡剤、塗膜調整剤

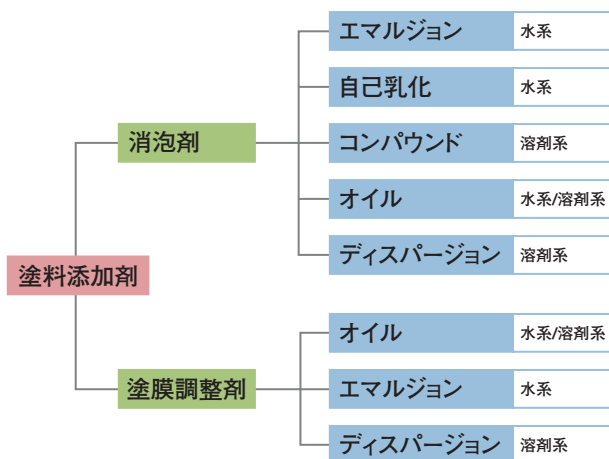
シリコンポリマーは、そのユニークな界面活性効果を活かして、塗膜品質の維持、機能の付与を目的とした塗料添加剤として広く使用されています。図6に示すようにシリコン系塗料添加剤には数多くの機能を有しています。シリコン系添加剤を少量配合することで、塗膜のレベリング性、ウェット性、顔料の分散性を向上させることができます。また、シリコン系添加剤は、優れた消泡効果を発揮します。これらの機能により、塗膜の品質を維持し、トラブルを解決します。さらに、塗膜に対し、滑り性、傷付き防止性、防汚性等の機能を付与することが可能です。

図6 シリコン系塗料添加剤によって付与される機能



シリコン系消泡剤、塗膜調整剤は、適用される塗料系（水系／溶剤系）や必要とされる機能に応じて、各種の製品形態をラインナップしています（図7）。

図7 シリコン系塗料添加剤の形態と適用系



シリコン系消泡剤、塗膜調整剤は、通常、塗料製造工程の最終段階で数十から数千ppm添加されますが、塗料や顔料の種類等によっても効果が異なりますので、事前に適正な種類、添加量の検討が必要です。以下に、アプリケーションに応じた推奨製品とその特長を示します。

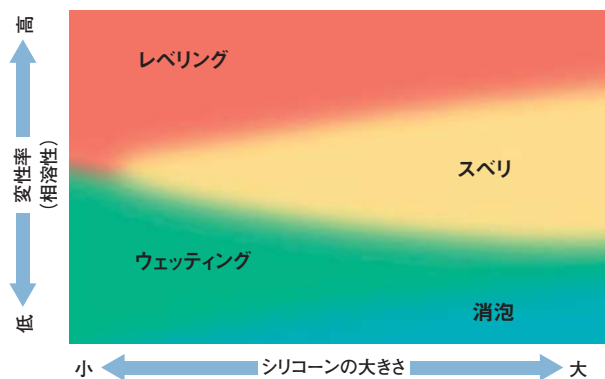
消泡剤

シリコン系消泡剤は、少量の添加で優れた消泡効果を発揮します。使用される塗料・インキの種類に応じて、最適な消泡剤を選択できます。

塗膜調整剤

少量の添加で塗料の塗工性、塗膜性能の向上、改良が期待できます。製品の種類を選ぶことによって、塗膜のレベリング性、ウェット性、滑り性、消泡性などの機能を制御することができます。代表的なシリコン系塗料添加剤は、ポリエーテル変性シリコンを主剤として用いていますが、例えば、水系塗料に配合した場合のシリコンポリマーの構造とその機能には図8に示すような関係があります。シリコンポリマーは、その構造を選ぶことで、さまざまな機能を発現します。

図8 シリコンの構造と機能の関係（水系塗料）



シリコン系塗料添加剤は、レベリング性、ウェット性、滑り性など、期待する機能に応じて選択する必要がありますが、複数の機能が期待できる製品もあり、また、複数の製品を組み合わせることも可能です。以下に機能別の製品セレクションガイドを示します。

表8 消泡剤の製品一覧

製品	製品形態 (主成分)	有効成分％ (希釈溶剤)	特長	適用塗料系	標準添加量	安定希釈剤	引火点	粘度 mm ² /sec
FS アンチフォーム 013A	シリコーンエマルジョン	56% (水)	粒子径小さく、はじき難い 顔料分散工程でも使用	水系	0.05-0.5%	水	>100 °C	1500
1313 ANTIFOAM EMULSION	シリコーンエマルジョン	56% (水)	粒子径小さく、はじき難い FS ANTIFORM 013Aに比べ 内添安定性が高い	水系	0.05-0.5%	水	>100 °C	2000
DK Q1-1247	シリコーンエマルジョン	30% (水)	粒子径小さく、はじき難い せん断安定性が高い	水系	0.05-0.5%	水	>100 °C	1000
FS アンチフォーム 80	自己乳化型コンパウンド	100%	顔料分散工程で効果が高い	水系	0.05-1.0%	水	233 °C	3000
8590 ADDITIVE	シリコーンコンパウンド	100%	水系塗料に好適 内添安定性が高い 顔料分散工程で有効	水系	0.05-1.0%	IPA	186 °C	750
SC 5540 COMPOUND	シリコーンコンパウンド	100%	アルキル変性シリコーンベース 相溶性高く、ペインタブル性	溶剤系 無溶剤系	0.1-1.0%	キシレン、トルエン	158 °C	11000
71 ADDITIVE	オイル (ポリエーテル変性シリコーン)	100%	水系塗料に好適 内添安定性が高い、シリカフリー	水系	0.1-1.0%	アルコール類	235 °C	530
74 ADDITIVE	オイル (ポリエーテル変性シリコーン)	100%	内添安定性が高い、シリカフリー 冬期固化しない	水系	0.1-1.0%	アルコール類 水に分散	231 °C	780
FS アンチフォーム 82	オイル (特殊変性シリコーン)	100%	マイルドな消泡性、はじき難い シリカフリー	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-1.0%	アルコール類	153 °C	350
1287 ANTIFOAM FLUID	オイル (ポリエーテル変性シリコーン)	100%	71 ADDITIVEに比べ消泡力高い 内添安定性が高い、シリカフリー	水系	0.1-1.0%	アルコール類	230 °C	530
SH 7 PAINT ADDITIVE	デイスパージョン (フロロシリコーン)	5% (MIBK)	泡抜け、微細泡に効果 弱溶剤系塗料に好適	溶剤系	0.1-1.0%	ケトン類	15 °C	1
S ADDITIVE	デイスパージョン (シリコーンコンパウンド)	10% (キシレン)	アルキル変性シリコーン 相溶性高く、ペインタブル性	溶剤系	0.2-3.0%	キシレン、トルエン	34 °C	1

表9 塗膜調整剤(レベリング性、ウェットイング性)の製品一覧

製品	主成分	有効成分% (希釈溶剤)	レベリング性	ウェットイング性	特長	適用塗料系	標準添加量	安定希釈剤	官能基	引火点	粘度 mm ² /sec
L-7001	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆☆	☆	レベリング性高い 顔料分散助剤効果あり	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	アセトン、アルコール類 水	—	242 °C	2300
L-7002	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆☆	☆	レベリング性高い 親水性高く、水に溶解	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	アセトン、アルコール類 水	—	240 °C	1150
8032 ADDITIVE	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆☆	☆	レベリング性、曇点高い 温度適応力が高い	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	アセトン、トルエン、ナフサ、 ミネラルスピリッツ、IPA 水	—	252 °C	350
57 ADDITIVE	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆	☆☆	レベリング性、 ウェットイング性、スベリ性の バランスに優れる	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	アセトン、トルエン、ナフサ、 ミネラルスピリッツ、IPA 水に分散	—	134 °C	270
L-7604	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆	☆☆	バランスに優れる 冬期固化し難い	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	アセトン、アルコール類 水	カルビノール	270 °C	415
FZ-2110	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆	☆☆	非水系塗料でのレベリング効果、 水系塗料での抑泡効果、 非水溶性	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	アセトン、アルコール類	—	203 °C	130
FZ-2105	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆	☆☆☆	スーパーウェッターに準じた性能 レベリング性あり、水溶性	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	アセトン、アルコール類 水	—	244 °C	50
67 ADDITIVE	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆	☆☆☆	スーパーウェッター	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	アセトン、アルコール類 水に分散	カルビノール	206 °C	40
8616 ADDITIVE	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆	☆☆☆	超スーパーウェッター	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	アセトン、アルコール類 水に分散	カルビノール	216 °C	60
3 ADDITIVE	シリコーンポリマー	10% (トルエン溶液)	☆☆☆	☆	滑らないレベリング剤、 色別れ、色むらの解消、グロス	溶剤系	0.1-1.0%	キシレン、トルエン、 ミネラルスピリッツ、 ケトン類	シラノール	7 °C	1
56 ADDITIVE	アルキル・アラルキル 変性シリコーン	100%	☆	☆☆	ウェットイング性、色別れ防止、 スベリ性、グロス	溶剤系	0.1-0.5%	キシレン、トルエン、 ミネラルスピリッツ、 ケトン類	—	>260 °C	1300

表10 塗膜調整剤(スベリ性改良)の製品一覧

製品	主成分 (製品形態)	有効成分% (希釈溶剤)	初期スベリ性	スベリ耐久性	特長	適用塗料系	標準添加量	安定希釈剤	官能基	引火点	粘度 mm ² /sec
57 ADDITIVE	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆☆	☆	レベリング、 ウェットイング性を兼備 バランスのとれたスベリ剤	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	アセトン、トルエン、ナフサ、 ミネラルスピリッツ、IPA 水に分散	—	134 °C	270
FZ-2123	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆☆	☆	レベリング、 ウェットイング性を兼備 冬期固化し難い、泡立ち難い	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	水、アルコール類 キシレン、トルエン	—	227 °C	85
8029 ADDITIVE	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆☆	☆☆	相溶性の良いスベリ剤	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	水、アルコール類 キシレン、トルエン	カルビノール	172 °C	310
8054 ADDITIVE	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆☆	☆☆	ブロッキング防止効果、 消泡性	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	キシレン、トルエン、 ミネラルスピリッツ、IPA	カルビノール	168 °C	170
8211 ADDITIVE	ポリエーテル 変性シリコーン	50% (iso-PG) 1)	☆☆☆	☆☆☆	水に可溶、ポリエーテル 変性タイプでスベリ性最高レベル 低触媒被毒性	水系 溶剤系	0.1-1%	水、アルコール類 キシレン、トルエン	カルビノール	54 °C	410
8019 ADDITIVE	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆	☆☆	常温硬化塗料で有効	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	水、アルコール類	—	237 °C	1200
52 ADDITIVE	シリコーン エマルジョン	80% (水)	☆☆	☆☆☆	高分子シリコーンのエマルジョン 分散性に優れる、はじき難い インキに好適	水系	0.1-0.5%	水	—	>100 °C	3500
FZ-2191*	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆	☆☆☆	ブロッキング防止	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	アルコール類 キシレン、トルエン	カルビノール	190 °C	900
8526 ADDITIVE*	ポリエーテル 変性シリコーン	100%	☆☆	☆☆☆	相溶性の良いスベリ剤 耐久性高く、冬期固化しない	水系 溶剤系 無溶剤系	0.1-0.5%	水、アルコール類 キシレン、トルエン	カルビノール	242 °C	1600
11 ADDITIVE	ポリエーテル 変性シリコーン	10% (トルエン)	☆☆	☆	レベリング性、グロス、 色別れ防止 PCM焼付け塗料に好適	溶剤系	0.1-1%	キシレン、トルエン、 ミネラルスピリッツ、 ケトン類	カルビノール	4 °C	15

*開発品、 1) エチレンジグリコールモノイソプロピルエーテル

Ⅲ.シリコン系塗料添加剤

2.シラン化合物

塗料・コーティング剤用の原料、添加剤として用いられるシラン化合物は、以下の一般式で表される有機ケイ素化合物で、有機樹脂と反応可能な有機官能基Xと、無機材料と結合可能な加水分解性基SiORを有しています。



X:アルキル基、アミノ基、エポキシ基、メタクリロキシ基など

塗料樹脂原料としての応用






これらのシラン化合物同士を加水分解により縮重合すれば、シリコン系のコーティング剤が得られます。シリコンハードコート剤はその一例で、ポリマーの骨格にはメチル基を有するアルコキシシランの縮合物が応用されます。また、シラン化合物は塗料用有機樹脂の架橋剤としても用いられています。アクリルを始めとする塗料用樹脂のポリマー鎖中にシラン化合物を導入する方法や、ポリマー中の有機官能基と反応可能なシラン化合物を硬化剤として使用する方法などがあります。シラン化合物の湿気硬化性を利用して室温硬化が可能な他、有機樹脂の骨格中に「Si-O-Si」結合が導入される為、耐候性に優れた塗膜が得られます。

塗料添加剤・粉体処理剤としての応用

塗料、コーティング剤にシラン化合物を配合することで、塗膜の無機材料への親和性が増し、接着性が改良できます。また、塗料組成物中のビヒクルと無機顔料の界面にシラン化合物が作用し、塗膜の耐久性、耐候性、耐洗浄性、耐溶剤性、耐剥離性などの特性が向上します。添加量は塗料樹脂に対して1~5%程度で、添加後の系の経時変化についての十分な検討が必要です。

また、塗料用の顔料やフィラーを予め適当なシラン化合物で処理することで、これらの分散性や相溶性の向上が期待でき、塗膜の光沢や、隠蔽力を改良することも可能です。

表11 シラン化合物の一般特性

官能基	製品名	化学構造	化学名	アルコキシ基	分子量	比重	屈折率	
シランカップリング剤	アミノ	Z-6610	$H_2NC_3H_6Si(OCH_3)_3$	3-アミノプロピルトリメトキシシラン	メキシ	179.0	1.01	1.424
	アミノ	Z-6011	$H_2NC_3H_6Si(OCH_2H_5)_3$	3-アミノプロピルトリエトキシシラン	エトキシ	221.4	0.95	1.423
	アミノ	Z-6020	$H_2NC_2H_4NHC_3H_6Si(OCH_3)_3$ 、一般グレード	3-(2-アミノエチル)アミノプロピルトリメトキシシラン	メキシ	222.4	1.02	1.442
	アミノ	Z-6094	$H_2NC_2H_4NHC_3H_6Si(OCH_3)_3$ 、高純度タイプ	3-(2-アミノエチル)アミノプロピルトリメトキシシラン	メキシ	222.4	1.02	1.440
	アミノ	Z-6883	 $NHC_6H_5Si(OCH_3)_3$	3-フェニルアミノプロピルトリメトキシシラン	メキシ	255.4	1.07	1.504
	エポキシ	Z-6040	 $H_2C-CHCH_2O C_3H_6Si(OCH_3)_3$	3-グリッドキシプロピルトリメトキシシラン	メキシ	236.3	1.07	1.430
	エポキシ	Z-6044	 $H_2C-CHCH_2O C_3H_6SiCH_3(OCH_3)_2$	3-グリッドキシプロピルメチルジメトキシシラン	メキシ	220.3	1.02	1.430
	エポキシ	Z-6042	 $H_2C-CHCH_2O C_3H_6SiCH_3(OC_2H_5)_2$	3-グリッドキシプロピルメチルジエトキシシラン	エトキシ	248.4	0.98	1.430
	エポキシ	Z-6043	 $C_2H_4Si(OCH_3)_3$	2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン	メキシ	246.4	1.06	1.448
	ビニル	Z-6075	$CH_2=CHSi(OCOCH_3)_3$	ビニルトリアセトキシシラン	アセトキシ	232.3	1.17	1.420
	ビニル	Z-6300	$CH_2=CHSi(OCH_3)_3$	ビニルトリメトキシシラン	メキシ	148.2	0.97	1.390
	ビニル	Z-6519	$CH_2=CHSi(OC_2H_5)_3$	ビニルトリエトキシシラン	エトキシ	190.3	0.90	1.400

官能基	製品名	化学構造	化学名	アルコキシ基	分子量	比重	屈折率	
シランカップリング剤	アリル	Z-6825	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	アリルトリメトキシシラン	メキシ	162.3	0.96	1.403
	メタクリル	Z-6030	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOC}_3\text{H}_6\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン	メキシ	248.4	1.04	1.430
	メタクリル	Z-6033	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOC}_3\text{H}_6\text{SiCH}_3(\text{OCH}_3)_2$	3-メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン	メキシ	233.4	1.00	1.434
	メルカプト	Z-6062	$\text{HSC}_3\text{H}_6\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン	メキシ	196.2	1.05	1.441
	メルカプト	Z-6862	$\text{HSC}_3\text{H}_6\text{SiCH}_3(\text{OCH}_3)_2$	3-メルカプトプロピルメチルジメトキシシラン	メキシ	180.3	1.00	1.448
	メルカプト	Z-6911*	$\text{HSC}_3\text{H}_6\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$	3-メルカプトプロピルトリエトキシシラン	エトキシ	238.4	0.99	1.433
特殊シラン	特殊アミノ	Z-6026	非開示	アミノシラン(メタノール溶液)	—	—	0.88	1.377
	特殊アミノ	AZ-720	非開示	アミノシラン混合物	—	—	0.97	1.438
	特殊アミノ	Z-6050	非開示	アミノシラン(IPA溶液)	—	—	0.92	1.441
	特殊アミノ	21 ADDITIVE	非開示	アミノシラン混合物(ブタノール溶液)	—	—	—	—
アルキルアルコキシシラン	メチル(C1)	Z-6366	$\text{CH}_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	メチルトリメトキシシラン	メキシ	136.2	0.95	1.370
	メチル(C1)	Z-6329	$(\text{CH}_3)_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_2$	ジメチルジメトキシシラン	メキシ	120.2	0.86	1.370
	メチル(C1)	Z-6013	$(\text{CH}_3)_3\text{SiOCH}_3$	トリメチルメトキシシラン	メキシ	104.2	0.76	1.370
	メチル(C1)	Z-6383	$\text{CH}_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$	メチルトリエトキシシラン	エトキシ	178.3	0.89	1.380
	メチル(C1)	Z-6721*	$\text{CH}_3\text{Si}(\text{OPh})_3$	メチルトリフェノキシシラン	フェノキシ	322.4	1.14	—
	エチル(C2)	Z-6321	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	エチルトリメトキシシラン	メキシ	150.3	0.95	1.380
	プロピル(C3)	Z-6265	$n\text{-C}_3\text{H}_7\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	n-プロピルトリメトキシシラン	メキシ	164.3	0.93	1.390
	プロピル(C3)	Z-6258*	$(\text{iso-C}_3\text{H}_7)_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_2$	ジイソプロピルジメトキシシラン	メキシ	176.3	0.88	1.412
	ブチル(C4)	Z-2306	$\text{iso-C}_4\text{H}_9\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	イソブチルトリメトキシシラン	メキシ	178.3	0.93	1.400
	ブチル(C4)	Z-6275*	$(\text{iso-C}_4\text{H}_9)_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_2$	ジイソブチルジメトキシシラン	メキシ	204.4	0.86	1.415
	ブチル(C4)	Z-6403	$(\text{iso-C}_4\text{H}_9)\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$	イソブチルトリエトキシシラン	エトキシ	220.4	0.88	—
	ヘキシル(C6)	Z-6583	$n\text{-C}_6\text{H}_{13}\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$, 高純度タイプ	n-ヘキシルトリメトキシシラン	メキシ	206.4	0.92	1.406
	ヘキシル(C6)	Z-6586	$n\text{-C}_6\text{H}_{13}\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$	n-ヘキシルトリエトキシシラン	エトキシ	248.4	0.88	1.406
	ヘキシル(C6)	Z-6187	$\text{cyc-C}_6\text{H}_{11}\text{SiCH}_3(\text{OCH}_3)_2$	シクロヘキシルメチルジメトキシシラン	メキシ	188.4	0.94	1.437
オクチル(C8)	Z-6341	$n\text{-C}_8\text{H}_{17}\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$	n-オクチルトリエトキシシラン	エトキシ	276.5	0.88	1.420	
デシル(C10)	Z-6210	$n\text{-C}_{10}\text{H}_{21}\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$	n-デシルトリメトキシシラン	メキシ	262.5	0.90	1.410	
フェニル	Z-6124	$\text{PhSi}(\text{OCH}_3)_3$	フェニルトリメトキシシラン	メキシ	198.3	1.05	—	
その他	アルコキシシラン	Z-6697	$\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$	テトラエトキシシラン	エトキシ	208.3	0.93	1.380
	シラザン	Z-6079	$(\text{CH}_3)_3\text{SiNHSi}(\text{CH}_3)_3$	1,1,1,3,3,3-ヘキサメチルジシラザン	—	161.4	0.77	1.407

*開発品

Ⅲ.シリコン系塗料添加剤

3.シリコンゴムパウダー

シリコンゴムパウダーは、硬化シリコンゴムからなる真球状微粒子で、微粒子特有の高い分散性とシリコンゴムの本来の特長である柔軟なゴム弾性、スベリ性、耐熱性、耐寒性、耐久性などの性質を有しています。通常の粉末状タイプと水系サスペンションタイプを用意しており、使用される塗料系に応じて選択することが可能です。特長は以下のとおりです。

比重が塗料組成物に近く、沈降や分離が起こり難い

ブロッキング防止性、スベリ性に優れる

塗料本来の色調を損なわず、柔らかで高級感のある艶消し塗料をつくることが可能

吸油性に優れる

硬度や有機官能基の選択が可能

シリコンゴムパウダー製品（粉末状タイプ）の外観の電子顕微鏡写真を図9に、一般特性を表12に示します。

図9 シリコンゴムパウダー（粉末状タイプ）の外観（電子顕微鏡写真）

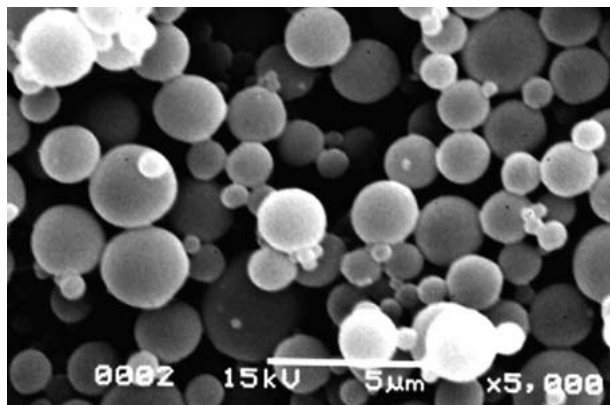


表12 シリコンゴムパウダー（粉末状タイプ）の一般特性

製品名	EP-5500	EP-2601	EP-2720
外観	白色パウダー	白色パウダー	白色パウダー
粒子の真比重	0.97	0.98	0.98
平均粒径(μm)	3	2	2
硬さ	中	中	硬
有機官能基の種類	無し	エポキシ基	メタクリル基

また、シリコンゴムパウダー製品（サスペンションタイプ）の外観の光学顕微鏡写真を図10に、一般特性を表13に示します。

図10 シリコンゴムパウダー（サスペンションタイプ）の外観（光学顕微鏡写真）

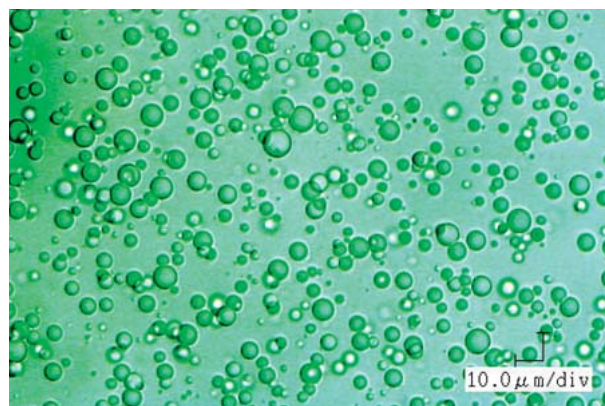


表13 シリコンゴムパウダー（サスペンションタイプ）の一般特性

製品名	DY 33-430 M	DY 33-440 F	33 ADDITIVE
外観	乳白色液体	乳白色液体	乳白色液体
不揮発分(%)	63	63	45
イオン性	ノニオン	ノニオン	アニオン
粘度(mm ² /sec)	4000	4000	100
粒子の真比重	0.98	0.98	1.01
平均粒径(μm)	4	2	2
硬さ	中	硬	硬
有機官能基の種類	無し	無し	エポキシ基

シリコンゴムパウダーやその他の塗料添加剤を水系ウレタン塗料に配合し、その添加効果を比較した結果を表14に示します。シリコンパウダーが、ソフト感、スベリ性、艶消し効果をバランスよく発現することがよく判ります。

表14 2液の水系ウレタン塗料に配合した場合の各種塗料添加剤の効果

	ソフト感	表面スベリ性	艶消し効果
シリコンゴムパウダー	非常に良好	非常に良好	良好
ポリエーテル変性シリコン	不十分	良好	不十分
シリカ粉末	無し	良好	非常に良好
有機樹脂粉末	無し	不十分	良好

東レ・ダウコーニング株式会社

〒100-0004 東京都千代田区大手町1丁目5番1号
大手町ファーストスクエアビル(イーストタワー)23階

●本カタログ製品に関するお問い合わせは下記までお願いします。

ビジネスセンター

☎(0120)77-6278

www.dowcorning.co.jp

ご注意

ここに掲載する情報およびデータは弊社が信頼できると確信する資料にもとづいて作成しましたが、ご使用に際しては貴社のご使用条件にて事前に十分な試験を行なっていただき、貴社のご満足できる性能、効果の有無を必ずご確認ください。ここでご紹介する使用方法、用途などは、いかなる特許をも侵害しないことを保証するものではありません。弊社製品は、一般工業用途向けに開発・製造されたものです。医療および医薬用途向けには試験されておりません。医療用途には使用しないでください。また、体内に埋植、注入する用途、または体内に一部が残留する恐れがある用途には、絶対に使用しないでください。安全面での配慮を必要とする用途へのご使用に際しては、貴社にて事前に当該用途での安全性をご試験、ご確認のうえ、使用の可否をご判断ください。

弊社の都合により本資料の内容を変更することがあります。また新製品、用途の開発によりカタログ・技術資料の改版を行なう場合がありますので随時ご請求ください。

※このカタログのデータ類は規格値ではありません。

※使用に際し必要な安全情報は本カタログには記載されていません。ご使用前に、製品安全データシート (MSDS) およびパッケージまたはパッケージのラベルに表示されている注意書きをよく読んで、使用上の安全をはかってください。製品安全データシート (MSDS) は代理店または弊社営業担当にご依頼ください。

We help you invent the futureは、Dow Corning Corporationの商標です。

2010年6月発行 (Ver.3)
2005年12月初版 30W.IT

取扱店

DOW CORNING

TORAY

Dow Corning Toray Co., Ltd.

We help you invent the future.™