

## 無機—有機ハイブリッドコーティング材の開発

向井 隆<sup>\*,†</sup><sup>\*</sup>DIC(株)ポリマ第一技術本部ポリマ技術1グループ 大阪府高石市高砂1-3 (〒592-0001)<sup>†</sup>Corresponding Author, E-mail: takashi-mukai@mb.dic.co.jp

(2019年5月30日受付, 2019年6月19日受理)

## 要 旨

近年、無機骨格と有機骨格を分子レベル～ナノレベルで組み合わせる無機有機ハイブリッド技術はコーティング分野においても耐久性と加工性の両立といった観点から盛んに行われている。本稿では、著者らが開発してきた、ケイ素-酸素結合の繰り返しからなるポリシロキサンを有機樹脂とハイブリッドさせた機能性樹脂について、そのハイブリッド手法と実用展開について、溶剤系樹脂、水性樹脂さらに紫外線硬化型樹脂として紹介する。

キーワード：無機有機ハイブリッド, ポリシロキサン, 耐候性

## 1. はじめに

塗料には被塗物の「保護」「意匠性付与」といった基本性能に「機能」という新たな役割が求められており、中でも高耐久化はライフサイクルコストの低減の観点から非常に重要な要求性能となっている。塗料中の主成分である樹脂の高付加価値化がいつそこの進化に向けた課題となっている。一般に合成樹脂は有機高分子からなり、化学的、力学的、光学的な耐性にある程度の限界が見られる。一方、無機材料は耐久性に優れるが、造膜性や加工性に乏しいため、単独での塗料用途には不向きである。無機—有機ハイブリッドは無機と有機それぞれの利点を機能発現させる技術であり、種々の無機材料を有機樹脂に組み合わせた手法で実用化されている<sup>1)</sup>。そのハイブリッド様式は無機材料がバルクからナノレベルの範囲まで及び、新規な高機能性ハイブリッド樹脂の設計開発が盛んになされている。

本稿では、ケイ素-酸素結合の繰り返しからなるポリシロキサンを有機樹脂とハイブリッドさせた機能性樹脂について、そのハイブリッド手法と特徴的な塗膜性能について紹介する。

## 2. 耐候性

塗膜に求められる機能として、耐候性、耐汚染性、防食性などの耐久性を重視した性能が挙げられる。耐候性とは、塗膜が屋外曝露された際の太陽光、雨風、温度等の自然条件に対する耐久性を指す。中でも、太陽光の紫外線は耐候性に影響を及ぼす主因子であり、その光エネルギーが樹脂を構成する分子の結

表-1 原子間の結合エネルギーおよび結合距離

	結合エネルギー (kcal/mol)		結合距離 (Å)	
	C	Si	C	Si
C	85	75	1.5	1.9
Si	75	51	1.9	2.3
O	81	106	1.4	1.6

\*紫外線のエネルギー：95 kcal/mol ( $\lambda = 300$  nm)

合エネルギーを上回ると結合が切断され塗膜の経時的劣化が引き起こされる。

高耐候樹脂として知られているフッ素樹脂は炭素-フッ素結合を有し、その結合エネルギーが十分に高いがゆえに耐候性を発現する。また、ケイ素-酸素結合エネルギーも紫外線エネルギーを上回り、光劣化を受けにくいことが考えられる(表-1)。この観点から、ポリシロキサンを塗膜に組み込むことができれば、耐候性の大幅なレベルアップが期待できる。

## 3. 無機—有機ハイブリッド樹脂の設計

## 3.1 溶剤型ポリシロキサン—アクリルハイブリッド樹脂

無機—有機ハイブリッドを設計する際、有機材料にはアクリル樹脂を選択した。アクリル樹脂はモノマーの選択による柔軟性のコントロールのしやすさや有機溶剤への溶解性に利点を有する。ポリシロキサンをアクリル樹脂と組み合わせるには、まず有機溶剤溶液中で、アルコキシシリル基を有するアクリル樹脂を調製する。次いで、オルガノアルコキシシランからあらかじめ調製したポリシロキサンを混合し、アクリル樹脂のアルコキシシリル基との共縮合反応を進める(図-1)。この手法から得られる樹脂は、ポリシロキサンとアクリル樹脂とが化学結合を介したブロック構造からなり、また、樹脂固形分中のポリシロキサン含有率を10~95%と低濃度から高濃度に制御可能である。

## 3.2 水性ポリシロキサン—アクリルハイブリッド樹脂

地球に優しい環境対応技術として水性塗料への期待が高まっ



[氏名] むかい たかし  
 [現職] DIC(株)ポリマ技術1グループ マネージャー  
 [趣味] 食べ歩き  
 [経歴] 1996年神戸大学大学院自然科学研究科博士前期課程修了, DIC(株)入社。2009年より現職。2014~2018年欧州子会社DIC Performance Resins GmbH (ウィーン) 駐在経験。