

イオン性ポリシロキサン塗膜の特異的な機能と高速自己修復性

Functions and Fast Self-Healing Properties of Ionic Polysiloxane Coatings

原 光生

1. はじめに

ケイ素と酸素の繰り返し構造を主鎖に持つ高分子はポリシロキサンと呼ばれ、その代表例の一つが、繰り返し単位ごとにメチル基を二つ持つポリジメチルシロキサン (PDMS) である (図 1 a)。PDMS はビニルポリマーと異なる多様な機能を示し、工学、医学、農学など幅広い分野で用いられており、その産業展開も著しい。特に、資源が豊富な珪砂を出発原料とするため、炭素循環社会への関心が高まる中で、時代に即した魅力的な素材といえる。例えば、PDMS の精密重合¹⁾、PDMS 前駆体合成のための触媒開発²⁻³⁾、リサイクル可能な PDMS の設計指針⁴⁾ など、PDMS 関連の新技術が近年世界中で開発されている。

PDMS の塗装技術についても、興味深い報告が数多く存在する。PDMS を基材表面に修飾する際、共有結合を形成する官能基が PDMS 側にも必要という先入観があるが、それは必ずしも必要ではない。McCarthy らは、プラズマ処理によって活性化された基材表面に、特殊な官能基をもたない PDMS を化学的に固定できることを報告している⁵⁾。金属酸化物光触媒の表面に PDMS を塗布し、紫外線を照射することでも、PDMS を基材に化学的に固定できることが他

グループから報告されている⁶⁻⁷⁾。PDMS で塗装された基材は撥水性や撥油性を示し、加えて防汚性や防水性などの特性も示す⁸⁻⁹⁾。このことから、規制が進む有機フッ素化合物 (PFAS) の代替素材としての利用が期待されている¹⁰⁻¹¹⁾。さらに、蚊の忌避剤¹²⁾ や皮膚の若返り効果¹³⁾ を目的とした PDMS の塗布も注目を集め、商品開発にまで至っている。近年の PDMS の塗装・塗布技術に限定しても上述のように数多くの開発例が存在し、表面処理剤としての PDMS の利用が大きなポテンシャルを秘めていることが見て取れる。

従来の PDMS 塗膜は、柔軟で疎水的な表面を与える場合が多かった。しかし、最近筆者らは、イオン性ポリシロキサンを用いて基材表面を処理することで、従来の PDMS 塗膜とは異なる表面特性を基材に付与できることを見いだした。本稿では、イオン性ポリシロキサンの塗膜が示す特異的な機能について述べる。

2. 両親媒性表面の創製

側鎖に一級アンモニウム塩を持つイオン性ポリシロキサン 1 (図 1 c) は吸湿性を示し、湿度増加にともなって連続的に重量が増加する (図 1 d)¹⁴⁾。また、このポリマーのスピンコート膜 (膜厚 150 nm) は水に容易に溶解し、水洗で基材から剥がれる。一方で、図 2 a に示す手順で基材表面に化学的に固定されたイオン性ポリシロキサン 2 の超薄膜 (膜厚約 1 nm) は、相対湿度 30% (RH=30%) で重量増加が一旦停止し、RH=50% まで加湿すると再び重

2024年1月5日受付
HARA Mitsuo
名古屋大学