

## UV 硬化過程のレオロジー解析とその評価

### Rheological Analysis and Evaluation of UV Curing Processes

大坪 泰文

キーワード：UV 硬化、レオロジー、ゲル化、三次元網目構造、粘弾性、ガラス転移、パーコレーション理論

Keywords: UV curing, Rheology, Gelation, Three-dimensional network structures, Viscoelasticity, Glass transition, Percolation theory

#### 1. はじめに

液状の樹脂に化学反応を起こさせて硬化させる技術は、塗料、印刷インキ、接着剤など様々な分野で広く利用されている。UV 硬化過程では、UV エネルギーを吸収した開始剤が開裂し、それがひきがねとなりモノマーやプレポリマーに重合反応を起こさせることになるが、この過程で起こっているのは現象論的には液体から固体への変化であり、分子論的には有限の大きさの分子から分子量が無限大とみなせる三次元網目構造が形成される反応である。しかし、硬化条件によっては両者は必ずしも同じ化学的内容を意味していることにはならない。液体が固体に変わるわけであるから、系のレオロジー的性質は劇的に変化する。したがって、UV 硬化過程のレオロジーを把握することは、プロセス管理や作業適性評価を構造変化と関連づけて理解するために非常に有効となる。一方、UV インキのように顔料などの微粒子を含む系では、顔料自身が UV を吸収するため、内部フィルター効果によりその UV 硬化挙動も著しく影響を受

ける。本稿は、UV 硬化過程におけるレオロジー挙動から、その物性評価について解説したものである。前半は三次元網目構造が形成される架橋硬化過程における構造変化とレオロジー変化との関係について、後半では顔料分散系についてその光学的性質と UV 硬化速度との関係について述べる。

#### 2. ゲル化過程のレオロジー

##### 2.1 三次元網目構造の形成とゲル化

典型的な UV 硬化性樹脂は分子量が数千以下の多官能性モノマーあるいはそれと反応性オリゴマーとの混合物から構成される液体である。硬化の基本は重合反応であり、反応初期においてはまず構成単位であるモノマーが一次的に生長し分子量が増大する。単官能性モノマーだけで構成される場合は、一次的な生長が続き直鎖状の高分子が形成され、モノマーが全て消費されると有限の分子量をもった直鎖状高分子の集合体として反応が終了する。しかし、UV 硬化物に要求される重要な物性を満足するためには、三次元網目構造が形成されることが不可欠であり、工業的に応用されているほとんどの系には多官能性モノマーが配合されている。さて、一次的な分子生長が続いている直鎖状高分子のところどころに官能基が導入されると、

2013年2月27日受付  
OTSUBO Yasufumi