

ポリプロピレングリコールを 主成分とする自己修復性ポリマー

吉江 尚子、荒木ひとみ

1. はじめに

生命体にとって自己治癒能力は必要不可欠であたりまえのものであるのに、人工構造物や材料は、通常、一度傷つくと癒えることなく、損傷が拡大する一方である。しかし、材料の損傷が原因の悲惨な事故は後を絶たない。したがって、構造物や材料にも、安全性や信頼性を確保するために、生命体と同様な自己修復能が望まれる。各種の材料に対する自己修復性の付与が検討されているが¹⁻⁴⁾、中でも自己修復性塗装は実用化が進んでいる。実用化されている自己修復性塗装の多くは弾性と強度をバランスよく持つことにより、外部刺激を受けたときに分子構造は維持したまま変形し、刺激が除かれた後に自らの弾性によって復元する。塗装の自己修復能は、美観を保ち、補修の必要性を最低限にすることを通じて、塗装された製品の長寿命化に貢献する。

我々はこれまで、テレケリックプレポリマーとリンカーをフランとマレイミドの熱可逆 Diels-Alder [DA] 反応により連結して得られるネットワークポリマー (Figure 1a) のリサイクル性^{5, 6)}、および熱による硬質/軟質間の物性変換^{7, 8)} について研究を進めてきた。この可逆性

架橋を持つ分子では、プレポリマー主鎖と可逆反応部位の化学構造を選択することにより、それぞれ、材料性能とリサイクル性や物性変換性のような機能性を独立に変換可能であるという特徴を持つ。一連の研究の中で、両末端にフラン基を導入したポリエチレンアジペートとトリスマレイミドの重合体 PEA₂F₂M₃ (Figure 1b) の修復性⁹⁾ の検討も行った。本稿では、PEAF₂M₃ の修復性について概観した後、常温・常圧下で修復する新規材料について述べる。

2. ポリエチレンアジペートを主成分とする修復性ポリマー⁹⁾

フランとマレイミドは熱可逆的な DA 反応により付加体を形成することが知られている。PEAF₂M₃ のように、分子鎖の一部に熱可逆反応部位を組み込んだポリマーでは、低温では付加体が形成され架橋体が形成されるが、100°C を超えると逆反応側に平衡が偏り、解架橋が進む。このようなポリマーでは可逆反応性結合が他の非可逆反応性結合よりも弱いため、試料破壊時には分子鎖中の可逆反応部位が優先的に切断される。破壊で生じた面にはフリーの官能基が多数存在することになるが、これらは可逆性により再び結合する。このような可逆反応部位の選択的な切断と再結合が材料を分子レベルで修復し、クラックなど巨視的な破損をも治癒させる。

PEAF₂M₃ の板状試料を切断し、切断面が接触した状態で放置したところ、室温では1カ月

2011年2月28日受付、2011年4月8日審査終了