

公益財団法人 JKA 令和 6 年度機械振興補助事業
公設工業試験研究所等が主体的に取り組む共同研究補助事業

事業項目名：

リサイクル機能に適用可能な超分子型ポリマーの開発

研究代表者：

大阪産業技術研究所 生物・生活材料研究部 川野 真太郎 主任研究員

共同研究者：

大阪工業大学 工学部応用化学科 下村 修 教授

大阪工業大学 工学部応用化学科 村岡 雅弘 教授

目的

“サーキュラーエコノミー”の考えの浸透により、近年、環境配慮設計に基づいた、資源循環型のリサイクル高分子材料開発への転換が求められています。

本事業では、一般的な化学結合で架橋される三次元網目高分子と異なり、非共有結合性の可逆特性を有する架橋(超分子型架橋剤)と、メイン骨格となるビニルポリマーを組み合わせた合成設計によるリサイクル機能を有する高分子材料の構築に取り組みました。特に、外部刺激による分解・解体を起点とし、分子量群が明確に異なる中分子量の超分子型架橋剤と高分子量成分の分離・回収を実現することで、環境負荷低減・循環資源活用に資するリサイクル性の高分子材料の創出と再加工性材料への展開が期待できます。

実施内容

1) 超分子架橋剤を用いた非共有結合性架橋ポリマーの合成と評価

超分子架橋剤Dとアクリル系モノマー(EA)との光開始・バルク重合を行う事で(図1A)、非共有結合性架橋ポリマー(エラストマー状のフィルム)を作製しました (図1B)。

条件検討の結果、光開始剤を用い、紫外光照射($\lambda = 365 \text{ nm}$)下、二時間の重合によりエラストマー(膜)を再現よく得ることに成功しました。また、超分子架橋剤Dの添加量0.1, 0.2, 0.5 mol%(トータルのモノマー量に対して)を変えることで、透明膜(0.1 mol%)から白色の濁り(0.5mol%)があるものまで得られる一方、すべての条件において自己支持性の膜が得られることがわかりました (図中の写真)。

2) 超分子架橋エラストマーの自己修復能

このエラストマー膜は一度切断されても、再接着により修復し、元の材料の弾性応力の80%以上を回復することがわかりました (図2)。

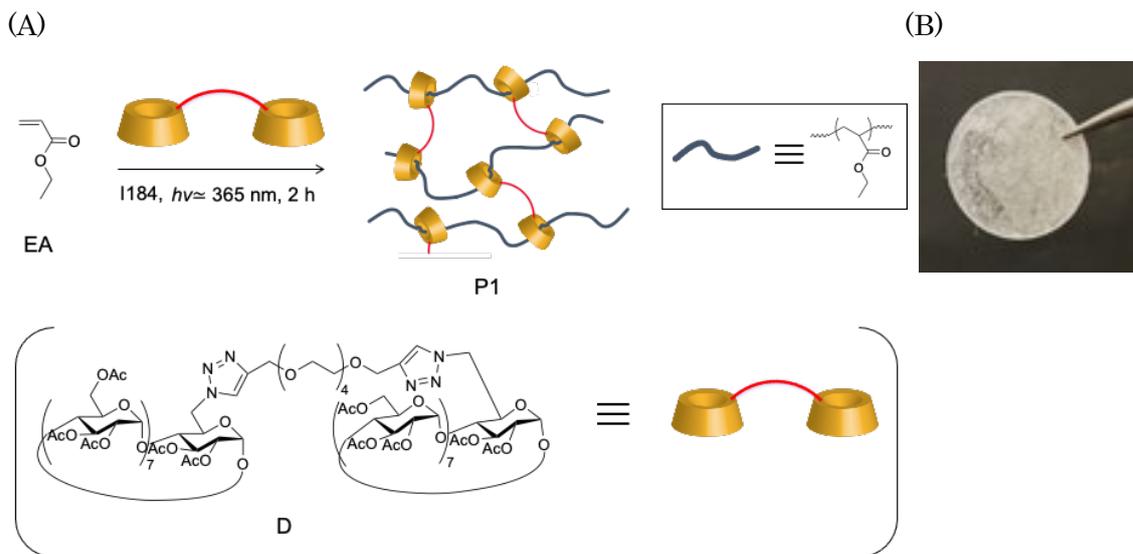


図1 (A) 超分子架橋剤Dを用いた非共有結合性架橋ポリマーの作製, (B) 架橋剤Dを用いて得られた自己支持性を有するエラストマーの写真画像.

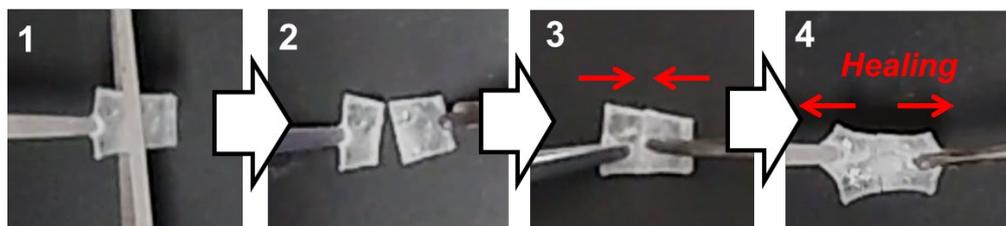


図2 超分子架橋エラストマーの自己修復能.

3) GPCによる分離・分取による材料の回収

合成エラストマーを構成するビニルポリマーと超分子架橋剤の溶媒抽出による精製を行うことで、二つの化合物の単離・回収を試みました。テトラヒドロフランにエラストマーを溶解後、ジエチルエーテルに滴下していくことで、超分子架橋剤Dのみの析出を可能とし、ビニルポリマーから超分子架橋剤の分離・回収が可能でした。核磁気共鳴分光(NMR)を用い、各成分の構造帰属を行い、超分子架橋剤Dを90%以上の純度で回収可能であることを明らかにしました。また、ゲル浸透クロマトグラフィ(GPC)を用いることで、ビニルポリマーおよび超分子架橋剤の分取(回収)を連続的に回収可能であることも明らかにしました。

以上のことから、超分子架橋剤を用いることで、自己修復性を有するエラストマーの作製に成功し、また、使用後のエラストマーにおいても架橋剤部位を回収可能であり、そのリサイクル性と再加工性高分子材料としての可能性を示しました。^{a)}

[参考文献] a) S. Kawano *et al.*, *RSC Appl. Polym.*, **2024**, 2, 821.