



## 2021年度助成 研究 終了 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	ストライプ状紫外光を利用した軟硬連続構造形成によるアクリルフィルムの超強靱化
研究の結果	<p>[研究目的] 本研究では、アゾベンゼンの光異性化によるポリマーフィルムの軟化現象を利用し、軟質・硬質連続構造を形成させ、強靱なアクリルフィルムの作成を目的とした。</p> <p>[実験方法] ポリメタクリル酸メチル (PMMA) にアゾベンゼンを5~10 wt%添加したフィルムを作成し、短冊状に切り出した。その試料に対して均一またはストライプ状の紫外 (UV) 光を照射しながら一軸引張変形を実施した。また、対照実験として、延性材料であるポリカーボネート (PC) についても同様の実験を実施した。</p> <p>[研究成果]</p> <p><u>アゾベンゼン添加 PMMA フィルムの変形挙動</u></p> <p>図1に示すように、UV 光 (365 nm) を照射すると、アゾベンゼン (10 wt%) 添加 PMMA フィルムの引張特性が硬質から軟質に変化する。特に、UV 光未照射部分では50 MPa程度の応力でも弾性変形 (応力を除荷すると元の形状に戻る) を示すが、400 mW/cm<sup>2</sup> の UV 光を照射すると10 MPaの引張応力で塑性変形 (軟化) を示すようになる。</p> <p>上記の結果を踏まえ、ストライプ状 (引張方向に平行、垂直) の UV 光をアゾベンゼン添加 PMMA フィルムに照射しながら、引張変形を実施した。図2にその結果を示す。UV 光無しの場合には脆性破壊し、均一な UV 光照射により延性化するものの、降伏応力や破断応力は大きく低下している。一方、ストライプ状 UV 光を照射した場合、並行、垂直どちらとも降伏応力が向上し、延性破壊を示すことがわかった。また、偏光板の直交ニコル下での観察から、ストライプ状に変形 (軟質-硬質) パターンが存在することも明らかとなった。</p> <p>このように、ストライプ状の UV 光照射によりある程度降伏応力を維持しつつ、延性化できることが示された。今後は、靱性向上のメカニズムを、応力分布の観点から調査する。</p> <div data-bbox="925 660 1460 1131"> </div> <p>図1. アゾベンゼン添加 PMMA の光照射による軟性化。</p> <div data-bbox="925 1232 1476 1736"> </div> <p>図2. UV 光照射の有無による引張特性の変化。ストライプ状 UV 光 (並行、垂直) を用いると靱性が向上。黄色く光っている部分が軟化領域であり、変形した部分に相当する。</p>

### アゾベンゼン添加 PC フィルムの変形挙動

PC は引張変形により延性的に破壊することが知られている。そこで、アゾベンゼン添加 PC を調製し、PMMA 系と同様にストライプ状の UV 光照射時の変形挙動を調査した。図 3 にその結果を示す。アゾベンゼン添加 PMMA ではストライプ状（垂直）に UV 光を照射すると大きく変形せずに破断したが、PC 系では UV 光照射部分のみ塑性変形（図の白い部分）したことがわかる。このように、PC 系においてもストライプ状 UV 光照射により部分的な引張変形が可能になることが示された。

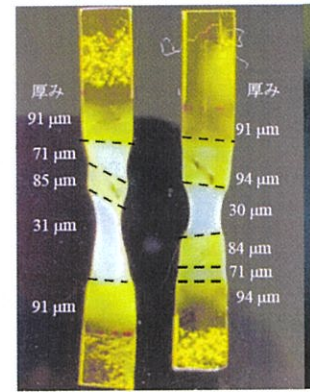


図 3. ストライプ状 UV 光照射時のアゾベンゼン添加 PC の変形挙動

### 論文

1. M. Maeda, S. Nobukawa, K. Inomata, “Photoinduced plasticizing effect of the addition of azobenzene on the glass transition temperature and mechanical properties of polycarbonate”, *Polymer Journal*, 54 (3), 269-279 (2022)

### 解説記事

2. 信川省吾, 前田真衣, “光を用いた高分子ガラス材料の機械特性・熱特性制御”, *コンバーテック*, 50 (589), 105 - 108 (2022).

### 口頭発表

3. 信川省吾, ガラス状高分子中の添加剤分子の運動・構造と力学物性の相関, 繊維学会東北・北海道支部講演会「高分子・繊維材料の構造解析」, オンライン, 2022 年 1 月 26 日
4. 前田真衣, 信川省吾, 猪股克弘, アゾベンゼン添加ポリカーボネートの光可塑化とダイナミクス, 2021 年度東海高分子研究会学生発表会, オンライン, 2021 年 12 月 3 日
5. 前田真衣, 信川省吾, 猪股克弘, アゾベンゼンの光異性化がポリカーボネートの機械特性に与える影響, 第 69 回レオロジー討論会オンライン, 2021 年 10 月 21-22 日

研究発表  
(実績)

提出期限：研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。  
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。