

光照射により粘着性を制御できる スマート粘接着材料の開発

SATテクノロジー・ショーケース2019

■ はじめに

非晶性高分子の多くは、加熱してゴム状態になると粘着性を発現する。堅く流動性がないガラス状態から、ある狭い温度範囲で急速に剛性と粘度が低下し流動性が増してゴム状態になる温度をガラス-ゴム転移温度(T_g)といい、 T_g が低下すると高分子が粘着性を発現する温度も低下する。そのため、市販の粘着材料には、高分子が室温で粘着性を示すように可塑剤が添加されている。これまでに我々は、アゾベンゼン化合物と液晶から調製される光応答性可塑剤をポリメタクリル酸メチル (PMMA) に添加した光可塑性樹脂の T_g が紫外光照射によって低下することを報告した (Table 1) [1]。また、紫外光照射による T_g の低下は、PMMAの他にポリスチレン (PS) とポリビニルピロリドン (PVP) に対しても確認できており、紫外光照射により粘着性が発現することも分かっている [2]。これまでに、光固液相変化材料 [3] や光応答性液晶材料 [4] を用いた光可逆粘接着材料に関する研究は報告されているが、光応答性粘着材料は検討されていなかった。そこで本研究では、我々が作製した光可塑性樹脂を用いて、光を照射した「時」と「場所」にのみ粘着性を発現する新しい光応答性粘着材料を開発するため、粘着剤の代表的な物性のあるタックを詳細に調べた。また、粘弾性の窓 [5] を用いて、粘着材料としての定性的な評価も行った。

Table 1 Effect of weight fraction of photoresponsive plasticizer on T_g of each resin without ($T_{g,A}$) and under ($T_{g,B}$) UV irradiation.

Polymer	Concentration of photoresponsive plasticizer (wt%)	$T_{g,A}$ (°C)	$T_{g,B}$ (°C)	ΔT_g (°C)
PMMA	40	59	59	0
	50	42	40	-2
	60	42	29	-13
PS	40	37	35	-2
	50	32	23	-9
	60	33	23	-10
PVP	40	70	71	+1
	50	62	63	+1
	60	75	65	-10

■ 活動内容

1. 光可塑性樹脂の調製

高分子にはPMMA, PS, PVPを用いた。樹脂は、それぞれの高分子と光応答性可塑剤 (液晶 (4-シアノ-4'-ペンチルピフェニル) にアゾベンゼン化合物 (4-ブチル-4'-メトキシアゾベンゼン) を5 mol%添加) を種々の割合で混合して調製した。

2. 光可塑性樹脂の光可塑性評価

各樹脂の T_g をレオメーター (MCR-302, Anton-Paar 社製) を用いて測定した。測定は紫外光 (波長 = 365 nm) 照射前と照射下の両方で行った。 T_g の測定結果をTable 1に示す。

3. 光可塑性樹脂のタック評価

各樹脂の紫外光照射前後のタックは、材料に測定治具を1 mm/sで接触させ、1 N/cm²の圧力を1秒間加えた後、測定治具を離れた時の応力を測定することにより行った。測定結果は当日報告する。

4. 粘弾性の窓を用いた粘着材料としての評価

レオメーターを用いて測定した各樹脂の0.01 Hzと100 Hzにおける貯蔵弾性率と損失弾性率から粘弾性の窓を作成した。測定は紫外光照射前と紫外光照射下の両方で行った。粘着剤としての定性的な評価の結果は当日報告する。

■ 関連情報等 (特許関係, 施設)

(特許) 特願 2015-013499

(参考文献)

- [1] T. Yamamoto *et al.*, *Chem. Lett.*, **2018**, 47, 272.
- [2] 小池 澤夏 他, SAT テクノロジー・ショーケース 2018, P-8.
- [3] H. Akiyama *et al.*, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **2014**, 6, 7933.
- [4] S. Saito *et al.*, *Nat. Commun.*, **2016**, 7, 12094.
- [5] E. P. Chang, *J. Adhesion.*, **1991**, 34, 189.

代表発表者 小池 澤夏 (こいけ みおか)
所 属 東京工業大学 化学生命科学研究所
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
機能化学研究部門 スマート材料グループ
問合せ先 〒305-8560 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 5
E-mail: takahiro.yamamoto@aist.go.jp

■ キーワード: (1) 高分子
(2) 光可塑
(3) 粘着・接着

■ 共同研究者: 山本貴広
(産業技術総合研究所
機能化学研究部門)
青柳隆夫
(日本大学 理工学部 物質応用化学科)
赤松範久, 宍戸厚
(東京工業大学 化学生命科学研究所)