

## 日本包装学会 第33回年次大会 学生ポスター賞のご紹介

受賞テーマ：

異種材料多層フィルムにおける刺激発泡型高分子を用いたはがせる接着技術の開発

受賞者：

山形大学 大学院有機材料システム研究科博士前期課程 有機材料システム専攻

小林 修 士 様

【小林修士様の受賞へのお言葉】

研究に対しては、常に新しい方法を模索し挑戦していくことを心がけています。新規の研究だったので、評価方法や、サンプル作製方法、実験方法など一つ一つ手探りでやっていくのが、とても大変でした。宮田先生を始め、先生方にアドバイスをいただいたり、調べてもわからないことは、メーカーさんに直接お伺するなど、たくさんの人に支えられ今の研究が成り立っていると考えております。この場をお借りして、感謝申し上げます。

多層フィルムの研究を通して、包装材料がいかに関わりの生活を支え、社会に貢献しているかを学びました。新たな発見や知識が、人々の生活や社会にどのように貢献できるか考えて、その過程の困難も挑戦として受け入れて今後も研究に励みたいと考えています。

研究は孤独で根気のいる作業ですが、共に取り組む仲間の存在や社会への貢献という目標が、今の支えになっています。



宮田研究室の皆様

山形大学工学部 宮田研究室リンク先

<https://pome-oms.yz.yamagata-u.ac.jp/polymorg/laboratory/all/miyata-lab/>

★次頁に要旨集を掲載しています。

# 異種材料多層フィルムにおける刺激発泡型 高分子を用いたはがせる接着技術の開発

(山形大)○(学)小林修士, (正)宮田剣, 伊藤浩志, (大阪公立大)岡村晴之, (金沢大)瀧健太郎

## 1. 緒言

私達の身の回りには、様々なマルチマテリアルが使用されている。その一つが多層フィルムである。多層フィルムは様々な機能を付与するためにいくつかの異種材料を何層にも積層したフィルムである。一般に多層フィルムの異種材料は接着剤により接合している。しかし、強固な接合のため異種高分子への分離が難しくマテリアルリサイクルが困難であるという課題がある。従って、マルチマテリアルのリサイクル性を向上させるには接着性と簡易剥離性の二特性を持つ“はがせる接着技術”が必要である。この二特性を接着剤に付与するために、UV 照射と加熱の 2 つの刺激で発泡する高分子試薬を接着剤に混ぜる。この刺激発泡型高分子はどちらかの刺激だけでは発泡しないことがわかっており 2 つの刺激下では顕著に分解が進み発泡することがわかっている。これまでの研究で Poly(tert-butoxystyrene):PtBOS と Poly(tert-butoxycarbonylstyrene):PtBOCS は簡易剥離化に有効であると解明されたが、発泡量や分散性など様々な課題がある。本研究では、アクリル主鎖を持つ刺激発泡型高分子を用いて異種接着した 2 種 2 層フィルムへの剥離強度への影響を解明する。

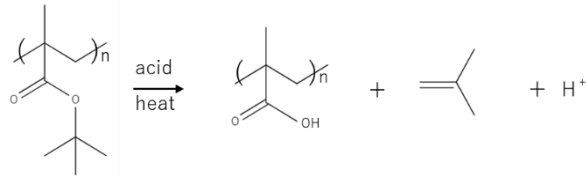


図 1. PtBMA の反応式

## 2. 実験方法

### 2.1 試料

発泡主剤：Poly(tert-butyl methacrylate)

$M_n = 2.85 \times 10^5$  PtBMA

図 1 は PtBMA の反応式を示している。酸と熱により分解し気体分子を発生させる。

発泡開始剤：光酸発生剤 CPI-410s, 420nm の光で強酸化

基材：ナイロンフィルム 15  $\mu\text{m}$ , アルミ箔 40  $\mu\text{m}$

接着：2 液硬化性ポリウレタン系接着剤

溶媒：酢酸エチル

発泡核剤：ナノ分散シリカ

2.2 試料作製：発泡主剤と開始剤を質量比 100 : 1、酢酸エチルを溶媒としてよく混合し、その後、接着剤と混合した。発泡性向上のために、ナノ分散シリカを 0.5wt% 添加した。この接着剤をアルミ箔に塗布し乾燥後、ナイロンフィルムを重ね、脱気プレス機にて圧着を行い、2 種 2 層フィルムを作製した。

2.3 剥離試験：作製した試料に UV 照射加熱処理(加熱温度 200°C、UV 波長 405nm、照度 105 mW/cm<sup>2</sup>、UV 照射 5 分)を行い、未処理の試料とそれぞれ接着性の簡易評価を行った。なお、万能試験機

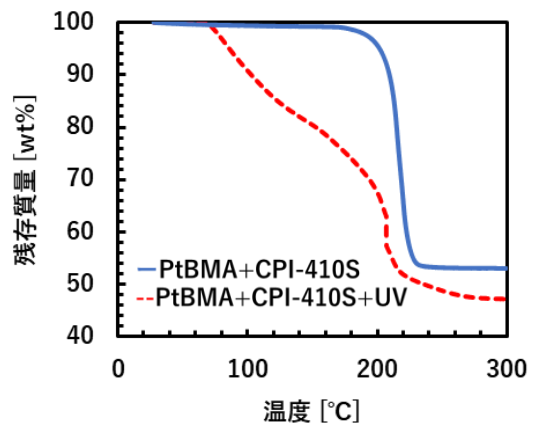


図 2. PtBMA+CPI-410s の UV 照射前後の TGA 測定結果

3342(INSTRON 社製)を用いて T 型剥離試験を 5 回ずつ測定し平均値を算出した。試験片寸法は 15×150mm とした。

**2.4 TGA 測定：** PtBMA の分解量を測定した。光酸発生剤と発泡主剤を 100:1 で混合し、UV 照射を行う前後での比較を行った。使用装置は TGA-Q50、昇温過程は 30°C から 300°C 昇温速度は 1°C/min で行った。UV 照射条件は UV 波長 405nm、照度 105.5mW/cm<sup>2</sup>、UV 照射 5 分で行った。

**2.5 顕微 FTIR 測定：** 各刺激発泡型高分子の接着剤における分散性の比較を行った。PtBOS、PtBOCS、PtBMA を接着剤に 5wt% 添加したサンプルを測定した。使用装置は AIM-8800 赤外顕微鏡、波長範囲は 4000~700cm<sup>-1</sup> 測定範囲は 500×500 μm<sup>2</sup>、分析エリアは 36 カ所、アパーチャーサイズは 50×50 μm<sup>2</sup> で ATR 法にて行った。

### 3. 結果・考察

図 2 は PtBMA の TGA 測定結果である。UV 照射前は 180°C 付近で分解が始まり、約 47% の質量が損失する。この質量損失は気体分子の脱離である。UV 照射後は 70°C 付近で緩やかに分解が始まり 200°C 付近で急激に分解する。約 53% の質量が損失する。酸成分より分解温度が下がり、気体分子の脱離量が増えることがわかった。

図 3 は顕微 FTIR マッピングである。ウレタン接着剤が持つアミド基の吸光を示す 1200~1300cm<sup>-1</sup> 付近のマッピングである。暖色になるにつれ接着剤が密であり、寒色になるほど接着剤が疎になることを示している。アクリル主鎖である PtBMA(A) はある程度均一に接着剤中に存在することがわかったが、スチレン主鎖である PtBOCS と PtBOS (B,C) は接着剤中で凝集し偏っていることがわかった。

図 4 は UV 照射加熱処理前後の剥離試験結果である。処理前の平均剥離強度は 4.1N であったが、処理後は 0.83N と大きく下がった。また発生した気泡により剥離している部分があった。

### 4. 結言

アクリル主鎖を持つ刺激発泡型高分子は接着剤中でも顕著に発泡を示し、それにより剥離強度が大きく低下することが明らかになった。また、スチレン主鎖の刺激発泡型高分子よりも接着剤に均一に分散することがわかった。これにより接着剤に接着性と簡易剥離性の二特性付与する技術として刺激発泡型高分子を使用する可能性を確認した。

### 5. 謝辞

本研究は、JST CREST: JPMJCR21L3 の助成を受け行われたものである。

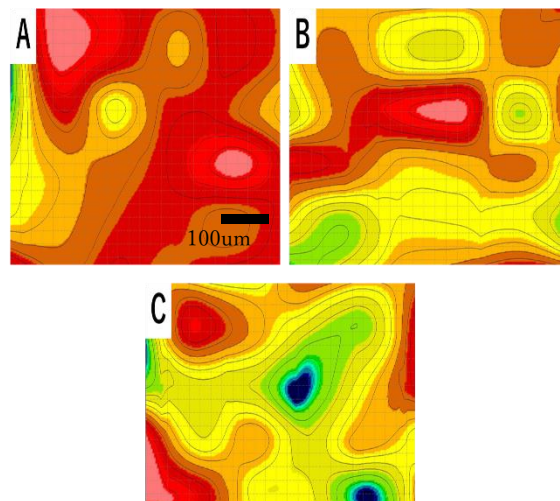


図 3. 1200~1300cm<sup>-1</sup> 付近の接着剤中の各発泡剤の FTIR マッピング

(A)PtBMA ,(B)PtBOCS(C)PtBOS

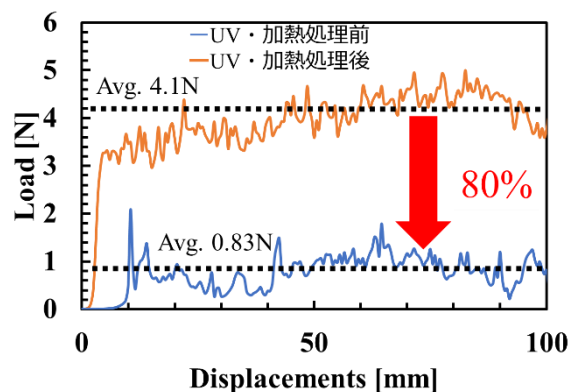


図 4. PtBMA を添加した 3 種 3 層フィルムの UV 処理・加熱処理前後における剥離試験