工学院大学機械工学科高分子材料研究室

関 口 勇*

1. はじめに

高分子材料研究室は日本レーヨン（現ユニチカ）勤務経験の山口章三郎先生（初代プラスチック成形加工学会会長、本学現名誉教授）が繊維のクリープ研究からスタートし、大柳康先生（二代同学会会長、本学現名誉教授）が加わり、プラスチック産業の創世期から成形加工条件と機械的特性との関係、レオロジー特性の研究を継続された。その後、天野晋先生（接着剤接合部の機械的特性・機能性材料研究）、関口勇（トライボロジー特性と機械部品への応用・めっき・リサイクル研究）、佐藤貞雄先生（機械的・熱的物性・成形加工研究）が加わり今日に至っている。

2. 研究室概要

3名の教員で構成され、例年一教員当たり、4～6名の卒業生を指導している。大学院への進学者は少なく、研究室で修士が4～5名であり、博士課程の学生は現在在籍していない。

研究室の研究設備は射出成形機（日精樹脂工業、NS 20-2 A、型締め圧力 20 トン）、押出成形機（二軸；日本製鋼所、TEX 30 HSS、スクリュ径 30 mm、一軸；大栄科学）、圧縮成形機（2 台、東邦マシナリー）、キャピラリーレオメーター（東洋精機製作所）、万能引張試験機（10 トン；島津製作所、オートグラフ、500 kgf；東洋精機製作所、ストログラフ）、衝撃試験機（2 台；東洋精機製作所）、疲労試験機（4 台；東洋精機製作所、上島製作所）、示差走査熱量計（島津製作所）、トライボテスター（10 台；主に自家設計・製作）、軸受試験機（自家設計・製作）、熱伝導率測定装置（自家設計・製作）、光透過法による結晶化速度測定装置（自家設計・製作）、相分離挙動測定装置（自家設計・製作）などであり、予算の関係で、自家設計・製作のものも多い。

3. 研究内容

この 1～2 年の研究状況を示す。

3.1 物性・成形加工グループ

1) 等温・非等温下における結晶化解析に関する研究

PP、PP とエチレンとのランダム共重合体 R 21（エチレン含有量 2.1%）、R 67（エチレン 6.0%）、ブロッ

ク共重合体の B 48（エチレン 4.8%）、B 56（エチレン 5.8%）、POM などの熔融—固化過程における結晶化挙動、線成長速度、球晶数を自家設計・製作の光透過法装置によりリアルタイムに測定し、DSC 法と光透過法とが相関性があることや引張強さに及ぼす球晶数の影響および図 1 に示す線成長速度に及ぼす冷却速度依存性を明らかにした。ホモポリマーの線成長速度が最も早く、ブロック、ランダム共重合体の順となり、均一高分子系では高温ほど分子鎖の活動が活発なことを示している。

- 2) ポリプロピレンの結晶化挙動とその機械的物性に関する研究
- 3) ブレンドポリマーの定荷重下における相分離挙動に関する研究

PMMA と PC とのブレンド材を作製し、その結果を図 2 に示す。これらの各種荷重下における相分離温

図 1 非等温下における PP、PP 共重合体の線成長率と冷却温度との関係

図 2 相分離促進温度の荷重依存性

* Sekiguchi, Isamu
工学院大学機械工学科高分子材料研究室
東京都八王子市中野町 2665-1 (〒192-0015)
2002. 4. 30 受理

図3 疲労試験結果

図4 PF複合材の摩耗率と速度の関係

度から、PMMA リッチの混合比では荷重依存性が大きく、PC リッチでは小さいことが明らかになった。

- 4) 溶融高分子の熱伝達率によぼす流速・温度依存性に関する研究

3.2 機能性材料グループ

- 1) ニットロービングガラス繊維強化材 FRP の疲労特性に関する研究

新しい形態のガラス繊維強化材のニットロービングクロスを用いた FRP と従来から広く使用されているロービングクロス FRP の疲労特性を測定したところ図3に示すように、ニットロービングクロス FRP の疲労強さはロービングクロス FRP のものより大きい結果が得られ、今後の応用が期待される。

- 2) 連続炭素繊維シートによるコンクリート構造物の補強に関する研究
- 3) 有機系接着剤によるタイル張りの疲労特性に関する研究
- 4) 建築廃材のリサイクルに関する研究
- 5) PVC 系内装仕上げ材料のリサイクルに関する研究

3.3 トライボロジーグループ

- 1) フェノールアラルキル樹脂複合材料のトライボロジー特性に関する研究

プラスチック新素材のトライボロジー特性に関する研究の一環である。フェノールアラルキル樹脂は熱重

表1 トライボロジー特性(80 cm/s, 23~26℃)

Polymer alloys	Coefficient of Friction	Wear rate	Limiting
PPS/A 1401 (5%) (MIN~MAX)	0.222 (0.168~0.253)	1.6	80
PPS/A 1401 (MIN~MAX)	0.241 (0.205~0.288)	4.6	100
PPS/LDPE (MIN~MAX)	0.227 (0.130~0.298)	4.8	160
PPS/A 1400 (MIN~MAX)	0.304 (0.168~0.253)	7.9	72
PPS/A 1201 (MIN~MAX)	0.158 (0.143~0.311)	0.7	52
PPS/A 1101 (MIN~MAX)	0.217 (0.182~0.280)	11.4	100
PPS/A 1101 (MIN~MAX)	0.244 (0.176~0.278)	6.2	80
PPS/A 1401 (MIN~MAX)	0.222 (0.144~0.241)	1.9	60
PPS(LV)/A 1401 (MIN~MAX)	0.198 (0.178~0.213)	4.4	100
PPS (MIN~MAX)	0.663 (0.656~0.671)		20

Wear rate : $\times 10^{-3} \text{mm}^3 (\text{N} \cdot \text{km})$

Limiting pv: MPa $\cdot$ cm/s

- 量減少温度が従来のフェノール樹脂より 100℃ 高い 420℃ であり、高機能・高性能樹脂として注目されている。アラミドパルプ、黒鉛、酸化亜鉛ウイスカーなどとの 2, 3, 4 成分系複合材化によりトライボロジー特性の改善を行い、図 4 に示す高速における特性を明らかにし高温・高荷重分野への応用の可能性を示した。
- 2) フェノールアラルキル樹脂のトライボロジー特性に及ぼす各種炭素繊維の影響に関する研究
 - 3) ポリマーブレンドのトライボロジー特性に関する研究
PPS や LCP をベースとしたポリマーブレンドや PE, PA とシリコン樹脂とのセミ IPN を作製し、

これらのトライボロジー特性を明らかにし、トライボマテリアルの改善・改質を行っている。PPS ブレンドのトライボロジー特性の一例を表 1 に示す。耐摩耗性や限界 pv 値がポリマーアロイ・ブレンド化により改善される。

- 4) ミニチュアプラスチック滑り軸受の基礎的研究
内径, 0.5 mm, 12000 rpm 程度的高速用軸受の特性と解析。
- 5) FRP のマテリアルリサイクルに関する研究
FRP 漁船などの大型 FRP 船解体, 微粉化からマテリアルリサイクルへの基礎的検討。

書 評

「特性別にわかる 実用高分子材料」

(株)工業調査会

2002 年 3 月 15 日発行

A 5 判・352 頁

定価 (4,300 円 + 税)

監修 井手文雄

まず本書のタイトルを見て想像したのは、ユーザーの視野で用途に合った高分子材料を探すような実用書というものだったが、その勝手な想像はページを開いた途端に否定された。むしろ、この本書は高分子材料の開発研究に携わる人が、さまざまな機能特性を達成するためにいかに材料設計を行うかを学べる本である。

高分子材料は種類が多く、用途も多彩である。したがって、これまで高分子材料を解説する本の多くは、樹脂別に、個別の著者によってまとめられてきた。それに対して本書は、著者の文章をそのまま引用すると、「独りの書き手が大胆に、構造特性、機能特性という視点から高分子材料を浮き彫りしようとするもの」である。

本書の構成は主に機能特性ごとに章立てされており、それを発現する高分子の構造が解説されている。その際に、最も基本的で重要な理論の説明を短く簡単に取り込みながら、簡潔でわかりやすい表現でまとめられている。同時に、実際の材料が開発された経緯なども盛り込まれており、いかにして高分子材料が設計され、開発されてきたかが具体的に示され理解を深めやすい。何より、本書が読みやすいと感じられるのは、これだけ幅広い内容に対して、「独りの書き手」の思想が一貫しているからだろう。

また、本書で印象に残るのは、著者の巧みな文章であ

る。特に第 1 章では、高分子材料の開発の歴史が、大変力強く、かつテンポ良い文章で書かれ、歴史小説を読むような楽しさを覚えた。

繰り返しになるが、本書はとにかく簡潔で読みやすい。したがって、学生や高分子材料の仕事始めて間もない方に一冊お持ちいただきたいのは勿論、すでに長く高分子に携わってこられた方にもぜひお薦めしたい。これまで蓄積された高分子材料の知識をスッキリとまとめ直してくれるのではないだろうか。

本書の構成：

- 第 1 章 高分子材料の歩み
- 第 2 章 強度特性
- 第 3 章 耐熱性
- 第 4 章 耐衝撃性
- 第 5 章 結晶性
- 第 6 章 電気特性
- 第 7 章 光学特性
- 第 8 章 バリヤ性
- 第 9 章 耐候性
- 第 10 章 難燃性
- 第 11 章 耐薬品性

(宇部興産(株) 市橋秀樹)