

「自動車への展開を見据えたガラス代替樹脂開発」

監修：西井 圭

名古屋工業大学 大学院工学研究科 生命・応用化学専攻

山本 勝宏

Development of Transparent Polymers as Alternative of Glass for Automotive Materials
Edited by K.Nishii

Katsuhiko Yamamoto

Graduate School of Engineering, Life Science and Applied Chemistry, Nagoya Institute of Technology

シーエムシー出版「新材料・新素材シリーズ」に「自動車への展開を見据えたガラス代替樹脂開発」が刊行された。巻頭にあるように、モノづくり戦略の転換を叫ばれている中で「透明樹脂」の研究開発が注目され、高透明性でありながら高剛性・高強靱性を必要とする自動車の全面窓部材への展開が期待されている。ニューガラス誌の新刊紹介で無機ガラスの対抗馬たる樹脂の最新研究動向に関する書籍を紹介することは矛盾しているように感じられるかもしれないが、ここには一考の価値がある。車載材料の軽量化は時代の潮流であり、素材を化学構造から設計し高次構造を制御し且つそれらとの光学特性の関係を理解していくことは有機・無機を問わず材料を扱っている技術者・研究者であれば必須のアイテムであり、有機無機ハイブリッド材料が新材料として注目される例は後を絶たない。実際、本書でもポリシロキサンとの複合材料、シリカナノ粒子やナノセラミックスとの複

合化によるハードコート剤の開発例等、豊富な内容が紹介されている。

本書は以下のように3章から構成され、第1章1節に本書監修の小山工業高等専門学校の西井圭教授の解説から始まり、総勢22名の著者による研究事例紹介がある。無機材料を中心に研究技術開発している方々には第1章8節・9節の複合材料の内容から読まれるのもよい。第2章は、樹脂がガラス代替材料として用いられるには不可欠な表面耐摩耗性を付与するための、無機物質によるハードコート技術の研究開発例が紹介されており、関連されている読者の皆様もおられよう。第3章は自動車の窓材料として展開実例が紹介され、透明性、耐衝撃性、耐摩耗性向上、防曇特性の付与などに関する技術紹介など最先端の内容となっている。

第1章 ガラス代替樹脂開発

1. 高機能透明樹脂の設計と合成技術
2. シリカ複合化による透明樹脂の高機能化とガラス代替樹脂への応用
3. アクリル系透明耐熱ポリマーの材料設計
4. 高強度・高耐熱・高透明性バイオプラスチックの開発

〒466-8555

名古屋市昭和区御器所町

TEL 052-735-5277

FAX 052-735-5277

E-mail: yamamoto.katsuhiko@nitech.ac.jp

5. 架橋構造の制御による折り曲げられる新規透明強靱ポリマーの開発
6. フルオレンによる樹脂の高屈折、高耐熱化
7. 透明・耐熱性樹脂改質剤：イソシアヌル酸、グリコールウリル誘導體
8. ポリイミド／シリカハイブリッド材料の透明性とシリカナノ分散化技術
9. ZnO ナノ粒子による樹脂窓材料の赤外線、紫外線遮蔽性向上について

樹脂をベースとしたガラス代替材料に求められる基本性能として、透明性、低屈折性、易成形性、耐熱性、低吸水性が挙げられる。樹脂に高い耐熱性を持たせる（ガラス転移温度を高くする）ため、高分子の分子構造の設計として、主鎖構造・側鎖構造の検討がなされ高耐熱性樹脂の開発例が紹介されている。特にシクロアルカンの環状構造の導入について、いくつか合成手法からまとめられている。その他、架橋構造の設計による、透明・高耐熱性樹脂、靱性制御に関する事例紹介も興味深い。分子設計としてフルオレン骨格の導入による高耐熱性、高屈折率樹脂の開発例も紹介されている。

力学強度の向上には、ガラス樹脂への無機微粒子の混合（ナノコンポジット、ナノハイブリッド）としてシリカナノ粒子を取り上げており、微粒子の形状がもたらす影響、複合化による反する低能低下との相関から材料設計についてまとめられている。力学特性向上だけでなく、ZnO ナノ粒子の複合化樹脂による赤外線、紫外線遮断材開発が紹介され、窓材料としての応用が期待されるものである。

低炭素社会の実現に向けた目的でのバイオプラスチックにも注目が集まる。バイオプラスチックを利用した透明ガラス代替材料として、木材由来のリグニンを構成する成分を持つ天然由来の芳香族バイオポリエステル、高耐熱性樹脂であるポリイミドやポリアミドの原料のバイオ生産が紹介されている。まだ問題点が多いが、

ガラス代替材料への期待が持てる。

第2章 ハードコート技術

1. ハードコートのレーザー誘起光化学表面改質による耐摩耗性の付与とガラス代替窓材への応用
2. 移動体用樹脂グレーディングを支える表面コート技術
3. 耐候性 UV 硬化型無機-有機複合ハードコートの車窓用樹脂ガラスへの応用
4. 機能性コーティング剤による透明樹脂高機能化
5. ポリカーボネートなど透明樹脂への耐擦り傷性向上

軽量化を目的としたガラス代替材料としての樹脂は主に、ポリメタクリル酸メチル (PMMA) とポリカーボネート (PC) が用いられるが、実用化においては表面の耐摩耗性の低さが問題となっている。それを克服するために樹脂表面にハードコート（表面を硬質化）が施される。シリコン系樹脂のコーティングが行われており、その方法も多岐にわたる。ここでは、フッ素レーザー照射により誘起される光化学反応を利用した無機ガラス材料に匹敵する耐摩耗性をもつ PC の開発事例の紹介に始まり、PC 樹脂との接着性向上を目指すプライマー層（耐候性と接着性が要求される）導入とトップコート層（耐候性と耐摩耗性が要求される）が構築された事例が紹介されている。さらにハードコートには耐候性を付与した UV 硬化型有機無機ハイブリッド樹脂なども用いられている。いずれにおいても、窓材料として用いるためには、透明性、耐摩耗性、用途に応じて低接触角性、帯電防止特性、反射防止特性なども求められ、これらには無機物質とのコンポジット化が有効であることが紹介されている。本章、最後には、ハードコートに関わる背景・歴史から、現状についてもまとめられている。

第3章 自動車への展開

1. ナノ構造制御による耐衝撃性向上 PMMA のガラス代替用途への展開
2. ポリカーボネート樹脂とアクリル樹脂からなるポリマーアロイの開発と自動車用樹脂窓としての可能性
3. 自動車用 PC 樹脂グレージングの防曇技術
4. 耐摩耗性, 耐候性試験による評価, 分析手法

PMMA や PC といったガラス樹脂に耐衝撃性を付与するためにゴム状成分（ガラス転移温度が室温より低いアクリル樹脂）の導入が試みられてきたが, PMMA や PC と相溶性がないため, 相分離を起こすことによってヘイズ値が高くなってしまふ。その問題の克服として PMMA とポリアクリル酸ブチル (PnBA) をブロック共重合化した高分子材料が開発されてきた。PnBA をナノサイズスケールの大きさに制御することで, 透明性を維持できるといったものである。このブロック共重合体をエポキシ樹脂へ複合化したガラス代替材料が実用化されヨ

ーロッパでは上市されている。さらに PMMA と PC は代表的なガラス代替材料であるが, お互い透明性と汎用性に理はあるものの, それら以外の特性は相反するものがあるため, これらの樹脂のブレンドによって両者の特性を併せ持つ樹脂開発が求められている。しかし PC と PMMA のブレンドは一般的に, 相分離してしまうため, 透明材料は得られない。そこで高せん断応成形成加工法によってそれぞれのドメインサイズをナノオーダーにとどめる手法が用いられ, 透明性の高いポリマーアロイ樹脂の開発事例が紹介されている。ここでも耐摩耗性, 紫外線・赤外線遮断特性に関して注意が払われた材料開発でもあった。さらに透明性や耐摩耗性のみならず, ガラス代替材料には表面の防曇特性も求められており, その研究事例の紹介もなされている。

本書に関する情報は, 下記のウェブサイトを確認できる(アクセス確認日: 2019年5月20日)

http://www.cmcbooks.co.jp/products/detail.php?product_id=5517