



Title	STUDIES ON CURING REACTION AND FRACTURE BEHAVIOR OF EPOXY RESINS
Author(s)	村上, 信吉
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37679
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	むら かみ しん きち
博士の専攻分野 の 名 称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 9866 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 3 年 8 月 1 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 论 文 名	STUDIES ON CURING REACTION AND FRACTURE BEHAVIOR OF EPOXY RESINS (エポキシ樹脂の硬化反応と破壊挙動に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 園田 昇 教授 松田 治和 教授 村井 真二 教授 大城 芳樹 教授 竹本 喜一 教授 笠井 暢民

論 文 内 容 の 要 旨

近年、炭素繊維強化プラスチックは航空宇宙産業をはじめ、機械、運輸、土木産業など広い分野で各種部品材料として利用されるようになってきた。そのため炭素繊維強化プラスチックの物性の改良は重要な課題となっている。中でも母材樹脂として用いられるエポキシ樹脂の韌性の向上は、その物性を支配する最も基本的な問題と考えられる。エポキシ樹脂の硬化反応は、硬化樹脂の韌性に大きい影響を与えるため、エポキシ樹脂の硬化反応の解析と、それに基づく反応条件の最適化は樹脂の品質向上に大きく寄与するものと考えられる。本研究はこのような背景のもと、炭素繊維強化プラスチックの母材樹脂となるエポキシ樹脂の硬化反応の最適化とエポキシ樹脂の高韌性化、およびその破壊挙動の解析を主目的として行われた研究の成果をまとめたもので、序論、本論4章および結論よりなっている。

序論では、本研究の目的と概要について述べている。

第1章では、アミン硬化エポキシ樹脂の硬化反応について種々検討した結果、反応率依存性を考慮した見かけの活性化エネルギー、 $E_a(\alpha)$ を用いることにより、簡便かつ高精度に反応の経時変化の予測が可能であることを明らかにしている。さらに、オートクレーブで成形中の試料の誘電率特性を追跡した結果、樹脂のイオン粘度が硬化反応挙動を適切に反映し、これを用いることにより正確にリアルタイムで硬化の状態を解析できることを明らかにしている。また、その結果、硬化反応条件の最適化を効率よく行うことが可能であることを示している。

第2章では、ビスフェノールA型のエポキシ樹脂とジアンジアミドとの組み合せによる樹脂配合体の高韌性化を試み、比較的高分子量のオリゴマーと液状ゴムである末端カルボキシブタジエンアクリロニトリルエラストマーの導入が、硬化樹脂の網目鎖濃度の低下を促し、樹脂の高韌性化に有効で

あるを見い出すとともに、その破壊挙動との関係を明らかにしている。

第3章では、これまでエポキシ樹脂硬化剤としてほとんど実用化されていなかった2級アミン類のN, N'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタンおよびN, N'-ジメチルエチレンジアミンが網目鎖濃度の制御に有効に寄与し、高韌性化に有効であることを明らかにしている。

第4章では、熱可塑性樹脂ポリエーテルイミドのエポキシ樹脂への添加を検討し、その結果、硬化樹脂の網目鎖濃度を制御することにより、耐熱性や弾性率の低下の少ない高韌性樹脂が得られることを見い出している。また、この樹脂系は炭素繊維強化プラスチックとして高品質材料となることを明らかにしている。

結論では、本研究で得られた主要な結果を総括するとともに、これらの成果が実際の製品開発に及ぼす意義について述べている。

論文審査の結果の要旨

炭素繊維強化プラスチックは、近年広い産業の分野で種々の材料として使用されるようになってきた。そのため炭素繊維強化プラスチックに要求される品質の向上は重要な課題となっている。特に、その母材樹脂として用いられるエポキシ樹脂の物性、なかでもその韌性は、炭素繊維強化プラスチックの物性を支配する最も基本的因素の一つと考えられている。

本研究はこのような背景のもとで、炭素繊維強化プラスチックに利用される母材樹脂としてのエポキシ樹脂の硬化反応と得られた樹脂の破壊挙動を解析し、その樹脂構造と性質との関係を明らかにすることにより、母材樹脂の物性の制御と合成法に関する指針を確立することを目的として行われた研究の結果をまとめたものであり、その主な成果は次の通りである。

- 1) アミン硬化エポキシ樹脂の硬化反応において、反応率依存性を考慮した見かけの活性化エネルギー値を用いることにより、高精度で反応の経時変化の予測が可能であることを明らかにしている。また、この反応系では樹脂のイオン粘度が硬化反応挙動を適切に反映することを明らかにし、これに基づいて硬化反応条件の迅速な最適化が可能であることを示している。
- 2) ビスフェノールA型のエポキシ樹脂とジシアソニアミドの配合体の硬化反応において、比較的高分子量エポキシ樹脂オリゴマーを用いることにより高韌性化が可能のこと、およびこの反応系への末端カルボキシブタジエンアクリロニトリルエラストマーの添加による樹脂破壊挙動の解析により、このような液状ゴムの添加が硬化樹脂の高韌性化に一層有効であることを見い出すとともに、これらがいずれも硬化樹脂の網目鎖構造形成の抑制に基づくものであることを明らかにしている。
- 3) エポキシ樹脂硬化反応で、2級アミンのN, N'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、およびN, N'-ジメチルエチレンジアミンの添加がその網目鎖構造の形成抑制に有効に寄与することを見い出し、これらを用いる耐衝撃性の優れた樹脂の合成法を示している。

4) 熱可塑性樹脂ポリエーテルイミドをエポキシ樹脂へ添加することにより、耐熱性の優れた高韌性樹脂が得られることを見い出し、炭素繊維強化プラスチックに有効に利用できることを明らかにしている。

以上の結果は、炭素繊維強化プラスチックの母材となるエポキシン樹脂の硬化反応および生成樹脂の性質の向上に関して多くの基礎的知見を与え、これに基づいて多くの有用な樹脂の合成指針を示したもので、高分子化学、材料化学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。