

液中プラズマによる無機微粒子改質とその複合材料の作製

SATテクノロジー・ショーケース2018

■ はじめに

近年、材料の多様性の観点から複合材料への注目が高まっている。軽量性や加工性に優れた有機ポリマー材料と、強度や様々な物理的性質に優れた無機材料を組み合わせることで、両者の長所を兼ね備えた材料を生み出すことを目的とした研究開発が益々盛んに進められている。

複合材料においては、有機ポリマー材料と無機材料それぞれの物性だけではなく、互いの親和性や分散性といった相性が出来上がる材料の物性に大きく影響を及ぼすことが知られているが、一般に両者の相性は良くない。そこで、無機材料の表面を改質するなどして、有機ポリマー材料と混ざりやすくする必要がある。表面改質の手法のひとつとして液中プラズマプロセスがある。このプロセスでは反応場中に高いエネルギーを持ったラジカルが密集しているため、短時間での改質が期待でき、かつ従来の手法と異なり危険な試薬や複雑な反応プロセスを必要とせずに行えるという利点がある。

本研究ではフレキシブル・エレクトロニクス発展に伴う材料需要の高まりから、柔軟性と熱・電気伝導性を兼ね備えた新規材料の開発を目的とし、有機ポリマー材料としてポリロタキサンを、無機材料としてグラフェンを選択し、液中プラズマプロセスを用いた複合化を行った。

■ 実験内容

1. 液中プラズマプロセスによる無機微粒子の表面改質

溶液中に電極を対向させ、高電圧をかけると、電極間で気泡が発生しさらにその内側でプラズマが発生する。このプラズマは溶液中の分子が分離したものであり、HラジカルやOHラジカル、電子などで構成されている。このプラズマと材料表面が接することで、これらの化学種が官能基として材料に付着し、表面の性質を変えることができる。

この方法では高密度のラジカルによって反応が早く進行し、使用する溶液によって付与する官能基も変えることができる。また、プラズマの周囲は常に溶液によって冷却されており、常温常圧下で改質を行うことができる。(Figure 1)

2. 有機ポリマーとの複合化

液中プラズマプロセスによる表面改質の影響を調査するため、未改質の微粒子とそれぞれ有機ポリマーとの複合材料を作製し、引張試験などを行った。

3. 測定結果

● 引張試験

プラズマ処理を行うことで、未処理の場合より材料のタフネスが向上することが示唆された。(Figure 2)

● 熱伝導率測定

今回の実験では、グラフェンの添加による熱伝導率の向上は認められたものの、プラズマ処理による効果は認められなかった。(Table 1)

■ まとめ

ポリロタキサンとグラフェンの複合化により、柔軟性と熱伝導性を兼ね備えた材料が創出できる可能性が示された。プラズマによる表面処理によって材料のタフネスが向上することが示された。今後はさらなる物性の向上の足掛かりとして、材料内部の微細構造の解析を行う予定である。

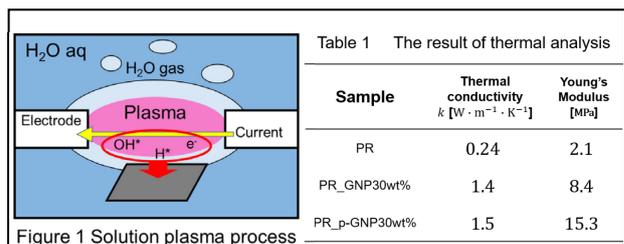


Figure 1 Solution plasma process

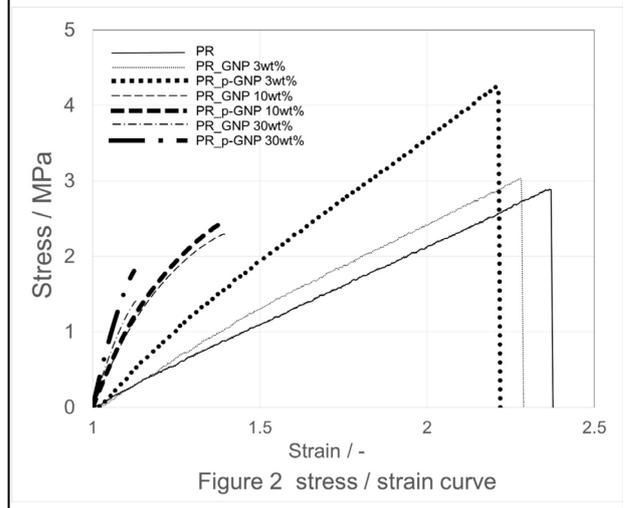


Figure 2 stress / strain curve

代表発表者 飯田 雅樹 (いいた まさき)
 所属 東京大学大学院 新領域創成科学研究科
 物質系専攻 寺嶋・伊藤研究室
 問合せ先 〒277-8561 千葉県柏市柏の葉5-1-5-504
 基盤棟 5階 5A1号室
 TEL:04-7136-3797
 iida@plasma.k.u-tokyo.ac.jp

■キーワード: (1) 微粒子表面改質
 (2) 液中プラズマプロセス
 (3) 複合材料