

重合性無機微粒子を用いた有機 - 無機ナノ複合材料の開発

FRPに代表されるように、有機材料と無機材料を複合化し、両者の特性を併せ持つ材料の開発は従来から盛んに行われてきました。近年では、分散する無機物をナノサイズ化することで、分散層の比表面積を増大させ、その結果生じる無機ドメインと有機マトリックスとの強固な相互作用を利用することで優れた材料特性を示す複合材料の開発が注目を浴びています。しかしながら、粒子径が小さくなるほど粒子間の凝集力は強くなり、均一分散はより困難になります。複合材料の最終的な物性はフィラーのサイズ、分散性、有機・無機界面の密着性等に大きく影響されることとなります。

そこで我々は、以下の点に着目して重合性無機微粒子の調製を行い、複合材料を開発しました。無機ナノ粒子の表面に存在するOH基に直接重合性有機化合物を共有結合させることで、無機粒子表面に重合性基を導入する。重合性基の導入を粒子の分散状態を保持したまま行う。これらの点を考慮することで、有機マトリックス - 無機粒子界面の密着性が向上し、高い材料性能と透明性の実現が可能であると考えました。

今回、重合性無機微粒子の調製には重合性基を有するイソシアネート化合物であるメタククリロイルオキシエチルイソシアネート(MOI)を用いました。反応は有機溶媒にコロイダル分散したナノシリカ粒子にMOIと触媒のジブチルスズジラウレートを加え、室温で24時間攪拌することで行いました。イソシアネート化合物はシリカ表面のOH基と反応する際に副生成物の発生がなく、取り扱いが容易であるといった利点があります。このようにして得られた有機溶媒に分散した重合性無機微粒子にメチルメタクリレート(MMA)を加え、エバポレーション等で分散溶媒を除去、重合開始剤として過酸化ベンゾイルを加えて80℃で12時間重合することで、ナノシリカ分散ポリメチルメタクリレート(シリカ分散PMMA)複合体を得ました。

図1はシリカ含率50wt%の複合材料の写真です。シリカを高含率で含んでいても非常に高い透明性を保持しています。また、可視光透過率測定においても透過率が90%前後であることが確認されています。

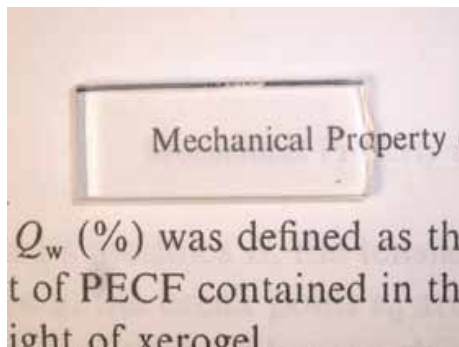


図1 ナノシリカ分散 PMMA 複合体

次に、三点曲げ試験、ビッカース硬度測定から複合材料の力学特性を評価しました。図2に示したように、重合性無機微粒子の添加量の増加とともに曲げ弾性率は大きくなり、50wt%添加時では約6GPaと非常に高い値を示しました。この結果は、シリカの添加に加え、導入した重合性基がマトリックスポリマーと共有結合を形成したために高い分散性が得られたと考えられ、本方法により、力学特性と透明性に優れた有機・無機ナノ複合材料の開発が可能になりました。

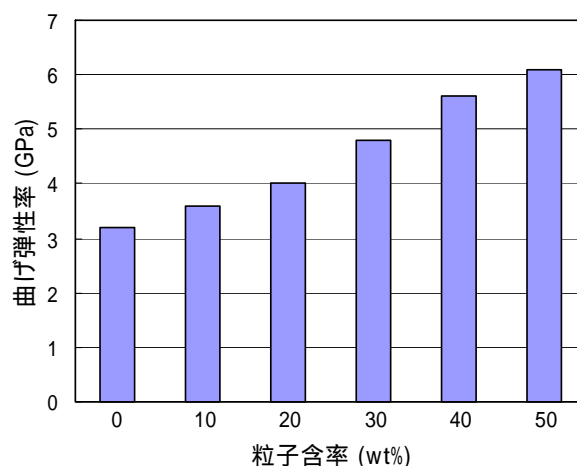


図2 粒子添加に伴う曲げ弾性率の変化



基盤技術部 杉本 英樹 (hidesugi@aichi-inst.jp)

研究テーマ：無機・有機複合化による機能性材料の開発に関する研究

指導分野：ポリマー系複合材料