

窒化ホウ素の水中プラズマ表面改質による 柔軟・高熱伝導性タフコンポジットの特性向上

Improvement of thermally-conductive flexible “tough composite”
by aqueous-plasma-surface modification of boron nitride

東大新領域¹, 産総研² O(DC) 後藤拓^{1,2}, 飯田雅樹^{1,2}, タンヘレン², 劉暢¹, 眞弓皓一¹,
前田利菜¹, 北原功一¹, 畠山一翔², 伊藤剛仁¹, 清水禎樹², 横山英明¹,
木村薫¹, 伊藤耕三¹, 伯田幸也², 寺嶋和夫^{1,2}

Univ. of Tokyo¹, AIST², O(DC) Taku Goto^{1,2}, Masaki Iida^{1,2}, Helen Tan², Chang Liu¹, Koichi
Mayumi¹, Rina Maeda¹, Koichi Kitahara¹, Kazuto Hatakeyama², Tsuyohito Ito¹, Yoshiki
Shimizu², Hideaki Yokoyama¹, Kaoru Kimura¹, Kohzo Ito¹,

Yukiya Hakuta², Kazuo Terashima^{1,2}

E-mail: goto@plasma.k.u-tokyo.ac.jp



【背景・目的】我々はプラズマプロセスによる

無機粒子と環動高分子との界面構造制御を通じ、
無機粒子の持つ高機能物性と、環動高分子が示すしなやか
かさ（低ヤング率）とタフネス（高靱性）を兼ね備えた、
革新的複合材料（タフコンポジット）の開発を目指して
いる。水溶液中プラズマで表面改質した六方晶型窒化ホ
ウ素(BN)と環動高分子であるポリカプロラク톤修飾ポ
リロタキサン(SR; アドバンスドソフトマテリアル)の複
合化では、Fig.1 に示すように 70wt.%もの BN を含有させ、
熱伝導率を 2 W/mK まで向上させても強度の低下を起こさ
ず、従来の複合材料の熱伝導性と機械特性のトレードオフ
関係を超越する性質を示す複合材料の創出に成功した^[1,2]。本
発表では、水中プラズマ表面改質を行った BN 粒子の官能
基評価、結晶構造評価、そして BN/SR 複合材料の組織解析による BN 分散性評価を通じて、BN
粒子の水中プラズマ表面改質が SR との複合化に与える効果について報告する。

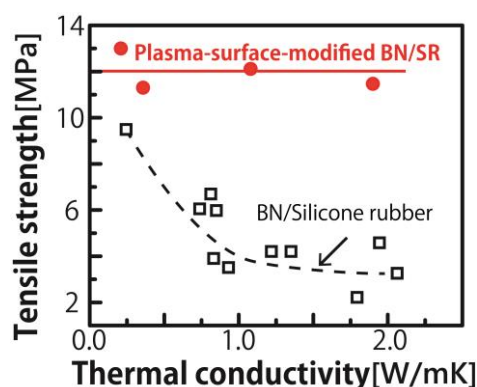


Fig.1 Tensile strength of the rubber/BN composite against thermal conductivity^[1].

●: Plasma-surface-modified BN/SR, □: BN/Silicone rubber

【実験方法】0.01wt.%NaCl 水溶液 70 mL 中に BN 2 g を分散させ、水溶液中でギャップ 3.8 mm の電極間でプラズマを 1 時間発生させ、BN(Sigma-aldrich、六方晶型、平均粒径 0.2 μm)の表面改質を行った。表面改質された BN は乾燥後トルエン中で PR および架橋剤と混練し、複合材料を作製した。未改質の BN を用いた複合材料も同様の手法で作製した。作製した試料の機械特性は一軸引張試験にて、熱伝導率はレーザーフラッシュ法と示差走査熱量計法にてそれぞれ評価した。また、プラズマ表面改質 BN を赤外分光法・ラマン散乱分光法により表面状態を評価し、複合材料の組織構造を X 線断層撮影(X-CT)により評価した。

【結果】50wt.%プラズマ表面改質 BN を含有させた複合材料の X-CT 画像から、プラズマ表面改質によって、SR 中での BN 分散性が劇的に向上していることが確認された。プラズマ表面改質による機械特性向上に BN 分散性の向上が寄与していると考えられる。このようなプラズマ表面改質による BN の分散性の劇的な向上の要因として、FT-IR 測定によって確認された BN 表面の OH 等の官能基による SR との相溶性の向上が考えられ得る。発表においては、本水中プラズマ表面改質 BN/SR 複合材料の特異な機械特性向上やそのメカニズムの詳細等について述べる。

^[1]T. Goto et al. *Appl. Phys. Lett.*, 2018 112, 101901-1-5.^[2] T. Goto et al. *J. Japan Inst. Metals*, in press