

CNT 本来の性能を発現させる技術開発の成果が実用化を達成 —CNTを用いた振動板を新製品の車載用スピーカーに採用—

NEDOの「低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト」で(株)GSIクレオスが開発したカーボンナノチューブ(CNT)の性能を最大限に発現させる技術が、このたび三菱電機(株)の振動板に採用され、新製品として車載用スピーカーに搭載されました。

同プロジェクトで、(株)GSIクレオスはCNTの構造を壊さずに凝集塊を良好に「ほぐす」ことで、次工程でCNTを分散しやすくして複合材料など工業製品へ応用できる技術を開発しました。同社はプロジェクト終了後も独自に同技術の改良を続け、さまざまな工業製品への適用を試みた結果、同技術の車載用スピーカーへの活用が決まり実用化を達成しました。

1. 概要

カーボンナノチューブ(CNT)^{※1}に代表されるナノ炭素材料は、「軽量」、「高強度」、「高電導度」、「高熱伝導度」という特長を持つ日本が世界をリードする材料です。

一般的にCNTはそのナノサイズのため凝集塊の状態で存在しますが、CNTが本来持っている性能を発現させるためには、この強く固まった塊を解砕(「ほぐす」)して、CNTを母材内に高分散させる必要があります。そのためには高いエネルギーを塊に加え、文字通り「粉碎」しながらほぐしていく方法が一般的ですが、CNTの破壊や短化現象^{※2}が生じ、CNT自体に欠陥が生じてしまうなど、CNTを良好な状態で高分散させることは技術的に極めて困難で、CNT機能発現の大きな妨げになっていました。

このような背景のもと、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が2010年度から取り組む「低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト^{※3}」の技術開発テーマの一つとして、株式会社GSIクレオスは2014年度から2016年度まで「カーボンナノチューブ超高分散材料の大量生産技術の開発」でCNTの構造を壊さずに凝集塊を良好に「ほぐす」ことにより、次工程でCNTを分散しやすくし、複合材料など工業製品への応用の可能性を大きく広げる技術を開発しました。

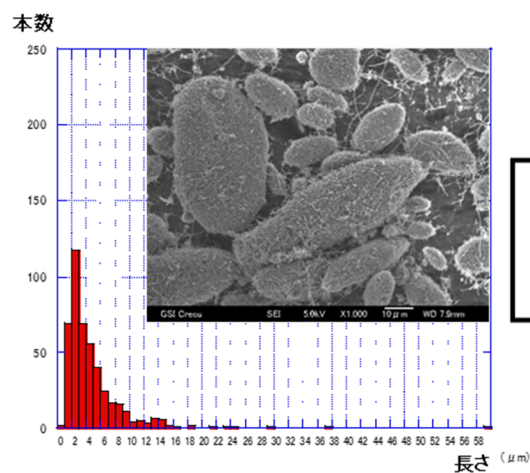
(株)GSIクレオスはプロジェクト終了後も、自社独自開発品であるカップ積層型カーボンナノチューブ(CSCNT)^{※4}を用いてCNTを「ほぐす」技術の改良を続け、熱可塑性樹脂や、熱硬化性樹脂、塗液への分散、さらにほぐしたCSCNTが分散した複合材料の設計・最適化を進め、さまざまな工業製品への適用を試みてきました。

この結果、このたび三菱電機株式会社が同技術を活用したCSCNTを用いた振動板を新製品の車載用スピーカーに採用し、NEDOプロジェクトの成果として製品の実用化と市場展開につながりました。このスピーカーは従来製品と比べ高音がクリアで、低音の分解能、ゆがみ感、臨場感などの面でも大きく進歩しています。

2. 技術開発と成果

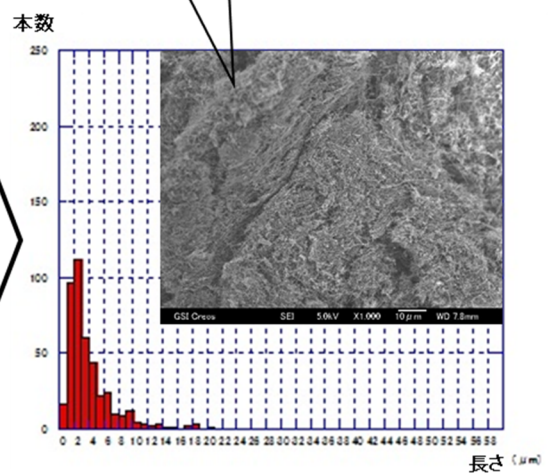
(1) 高アスペクト比^{※5}のCNT超高分散液の開発

凝集塊をほぐす技術開発により、分散工程でCNTの短化現象を低減し、CNTの長さや結晶構造を保ったまま、高分散させることに成功しました(図1(a)(b))。



(a) CNT長さのヒストグラムと凝集塊
電子顕微鏡(1000倍)による外観像(通常状態)

新開発
ほぐし
処理



(b) 凝集塊解砕後のヒストグラムと外観

図 1 ほぐし処理前後の CNT 長さのヒストグラムと外観像の比較

(2) CNT超高分散液の性能確認

従来の複合材料力学によれば、充填する強化材のアスペクト比が 30 以上の時に、機械的特性向上に効果があることが知られています。今回開発したほぐし処理後の CNT は、アスペクト比が 30 以上であることが確認されています。このように長さや結晶構造が保たれることで CNT が本来持つ高い性能の発現が可能となります。このほぐされた CNT をさまざまな母材樹脂に添加したところ、CNT 複合材料として各種機械的性能の向上が確認できました。

機械的性能の向上を確認した一例として、炭素繊維強化樹脂(CFRP)の母材樹脂内に従来の解砕法による CNT と今回開発したほぐし CNT を分散し、筒状試験体を成形します。この筒状試験体に所定の角度から動的荷重(衝撃)を与える耐衝撃試験を行いました(図 2(a)(b)(c))。

耐衝撃性を測定したところ、ほぐし CNT 充填 CFRP では従来の解砕法に比べ、2 倍以上の耐衝撃性能の向上を確認しました(図 3)。

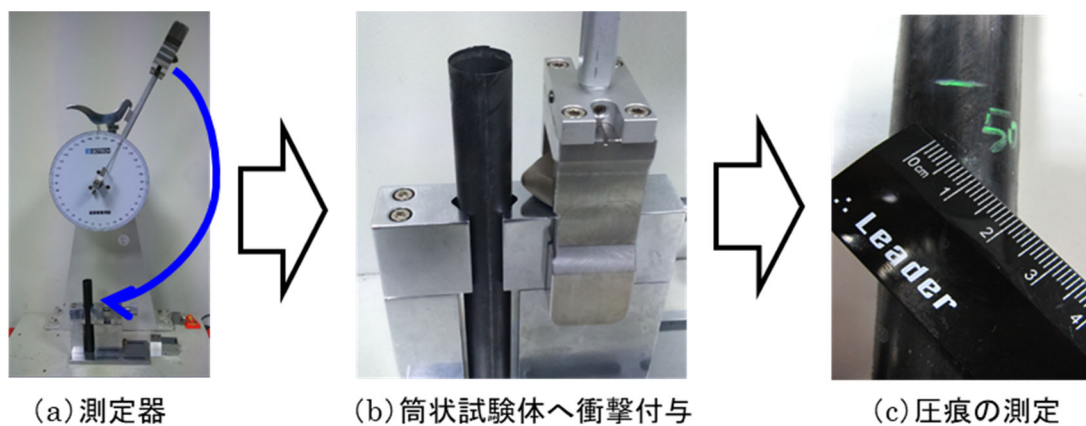


図2 耐衝撃試験

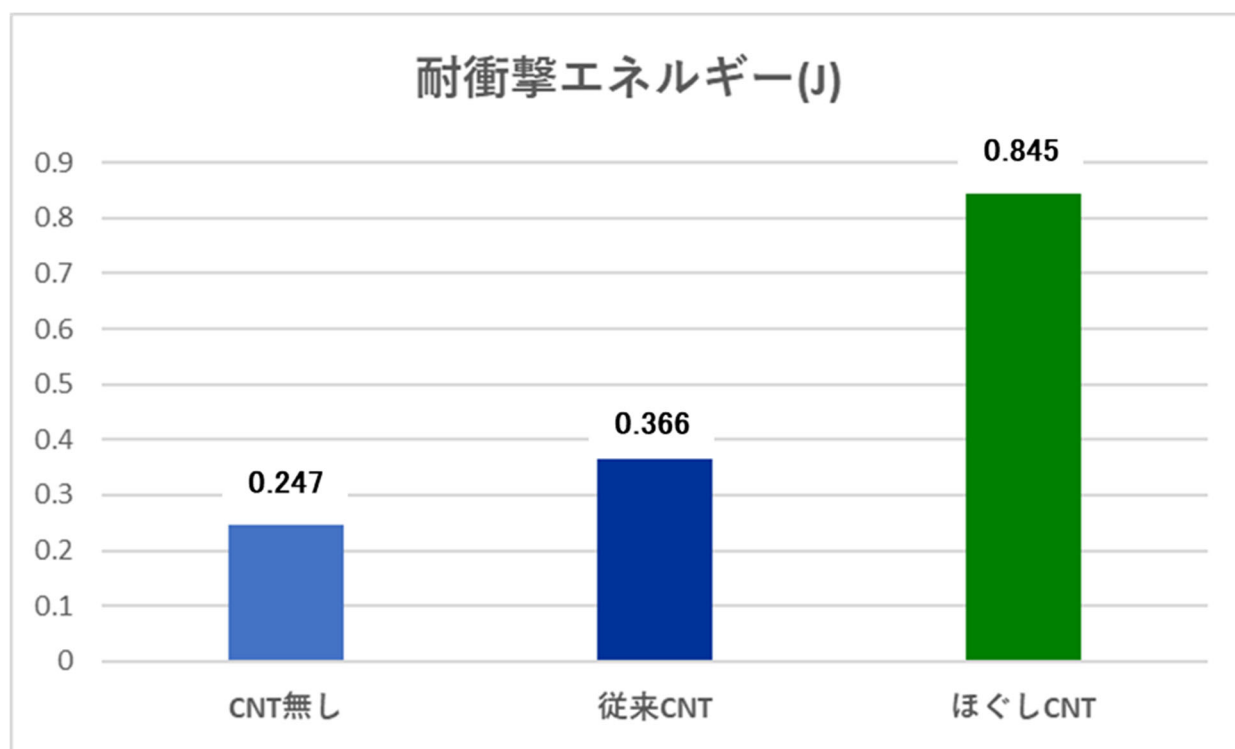


図3 CFRPの耐衝撃評価結果(単位:J)

今回、ほぐしCNTを振動板に充填することで、音を伝える速度を向上させることができ、クリアな高音・低音の分解能・ゆがみ感・臨場感などスピーカーに必要な各種特性の向上に大きく寄与したため、三菱電機(株)製スピーカー新製品への採用に至りました。

【注釈】

※1 カーボンナノチューブ (CNT)

炭素原子だけで構成されている直径がナノメートルサイズ(10億分の1メートル)のチューブ状の炭素材料です。

※2 短化現象

外部応力によりCNTの長さが失われ短くなる現象を、しばしば「短化現象」あるいは「短尺化現象」と表現する事があります。実際には高いエネルギーがCNTに与えられる事で、CNTの結晶構造が破壊されながら短くなっていく状態を示します。

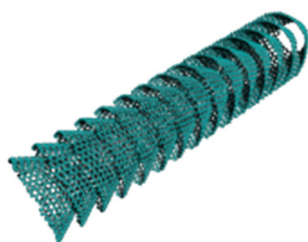
※3 低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト

プロジェクト事業名:「低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト／ナノ炭素材料の実用化技術開発」

実施期間:2014年度～2016年度

※4 カップ積層型カーボンナノチューブ (CSCNT)

CSCNTは学術的には「切頭円錐形炭素網積層構造炭素繊維」(下図参照)と呼ばれ、CNTの一種として分類されており、(株)GSIクレオスが独自に展開するカーボンナノチューブです。



※5 アスペクト比

長さ(L=Length)と直径(D=Diameter)の比率を指し、 L/D ($L \div D$)により算出されます。

3. 問い合わせ先

(本ニュースリリースの内容についての問い合わせ先)

NEDO 材料・ナノテクノロジー部 担当:高田、峯岸 TEL:044-520-5220

(株)GSIクレオス 経営企画部 企画広報課 担当:小野、谷村 TEL:03-5211-1802

(その他NEDO事業についての一般的な問い合わせ先)

NEDO 広報部 担当:坂本、鈴木(美)、橋本 TEL:044-520-5151 E-mail:nedo_press@ml.nedo.go.jp