

Application News

No. i265

材料試験機

セルロースナノファイバー強化樹脂の 3点曲げ試験

はじめに

発泡プラスチックは内部に多数の空隙を含むことから、軽量かつ断熱性、緩衝性に優れています。一方で、単位体積あたりの樹脂の体積が減少するため未発泡の材料に比べて低い強度を示します。軽量性や断熱性を付加しつつ十分な強度を得る手法の1つに、繊維などの強化材を入れる方法があります。繊維の種類として、ガラス繊維、炭素繊維がよく使用されますが、昨今では生物由来の高機能新素材としてセルロースナノファイバー（以下、CNF）を利用する研究開発が進められています。

セルロースは植物の細胞壁及び綿花などの主成分で、地球上で最も多く存在する炭水化物であり、古くから紙や綿繊維の原料として利用されてきました。近年、セルロースをナノレベルまで解繊し、機能性を向上させた CNF が注目されています。CNF は植物由来の材料であるため環境負荷が低く、低線膨張性、ガスバリア性、透明性などの機能を持っています。また、鉄鋼と比較し 1/5 の軽さで 5 倍の強度と高い比強度を有し、樹脂やゴムと複合することで従来材料以上の強度を実現できることから、炭素繊維に続く新素材として関心を集めています。

本稿では樹脂の強度評価として一般的に行われている JIS K 7171 に準拠した試験速度、たわみ測定装置を用いて 3 点曲げ試験を行い、CNF の有無及び発泡の有無による曲げ強さの違いを比較しました。

Y. Kamei

試験片

今回の測定で使用した CNF 強化樹脂はマトリックス樹脂が高密度ポリエチレン（以下、HDPE）で CNF 含有量が 5% の試験片*1 を使用しました。また、内部の様子を確認するため、試験前にマイクロフォーカス X 線 CT システム inspeXio™ SMX™-100CT を用いて試験片の内部観察を行いました。図 1 に試験片の CT 撮影画像を示します。CT 撮影画像では黒い部分が空隙を示しており、未発泡の CNF を含まない樹脂 (①) と CNF 強化樹脂 (②) は大きな違いがないことが分かります。また発泡樹脂では CNF 強化樹脂 (④) の方が CNF を含まない試験片 (③) よりも細かい空隙が、一様に点在していることが分かりました。CNF によって、空隙の成長や合一が阻害された可能性が考えられます*2。

*1 地方独立行政法人 京都市産業技術研究所提供

*2 当社アプリケーションニュース No. N134 参照

測定システム

図 2 に試験の様子、表 1 に試験条件を示します。今回、曲げ弾性率測定後、効率的に曲げ強さを測定するため試験速度を変更して試験を行いました。また、試験片のたわみを正確に測定するため、変位測定にたわみ測定装置を用いて試験を行いました。

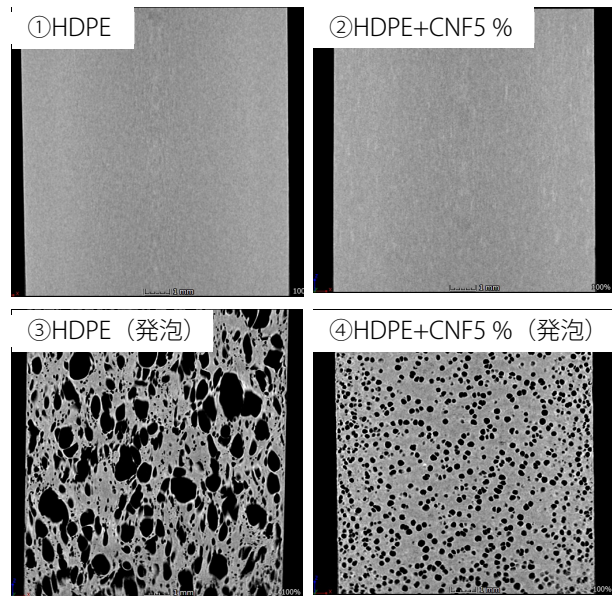


図 1 CT 撮影画像

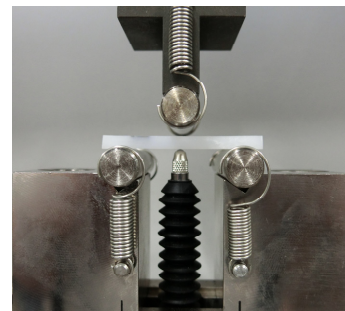


図 2 試験の様子

表 1 試験条件

試験装置	AGS-X
ロードセル	1 kN
試験治具	プラスチック 3点曲げ治具 (圧子 R5、支点 R5)
支点間距離	40 mm
変位計	曲げたわみ計
ソフトウェア	TRAPEZIUM™ X シングル
試験速度	1 mm/min→20 mm/min
試験本数	各試験片で 3 本ずつ
試験片寸法	50 mm×10 mm×4 mm

■ 試験結果

図3に試験結果を示します。CNF強化樹脂(②、④)は最大強度を示したあと、試験力が急激に低下する脆性的な破壊を示しましたが、CNFを含まない樹脂(①、③)では試験力が緩やかに低下する延性的な挙動を示しました。

表2に全ての試験片の試験結果のまとめを示します。曲げ弾性率は曲げひずみ 0.05~0.25%の傾きより算出しました。HDPE(①、③)とCNF強化樹脂(②、④)の値を比較するとCNF強化樹脂の方が曲げ弾性率、曲げ強さに共に高い値を示しました。また、HDPEの発泡樹脂(③)とCNF強化発泡樹脂(④)の曲げ強さの変動係数を比較すると、CNF強化樹脂の方がバラつきが小さいことがわかりました。

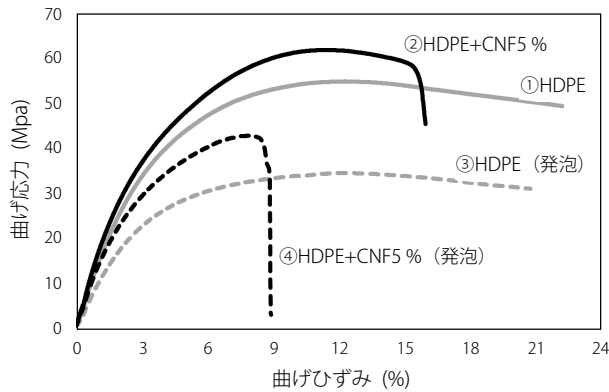


図3 試験結果

表2 試験結果のまとめ (n=3の平均値)

	曲げ弾性率 (GPa)	曲げ強さ (MPa)	曲げ強さの変動係数 (%)
①HDPE	1.29	55.2	0.7
②HDPE+CNF5%	1.56	61.8	0.2
③HDPE (発泡)	0.87	32.7	4.0
④HDPE+CNF5% (発泡)	1.29	42.5	0.2

■ まとめ

CNFを含有することで樹脂の曲げ弾性率及び曲げ強度を増加させることが可能であるとわかりました。更に発泡樹脂の場合CNFを加えることで曲げ強度、曲げ弾性率の増加以外に、空隙の大きさがばらつかないなど、安定した発泡樹脂成形が可能であることがわかりました。

CNF複合材を部材に適用していく上で様々な評価を行う必要がありますが、その中で強度評価は重要な評価項目の1つとなります。今回、たわみ測定装置を使用したため、試験片のたわみを高精度に測定することができました。当社測定システムを使用することで正確にCNFを含む材料の機械物性評価を行うことが可能です。

inspeXio、SMX、およびTRAPEZIUMは、株式会社島津製作所の商標です。