

CNF 強化樹脂の高速引張試験

セルロースは植物の主成分で、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等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することで、機能性を向上させたセルロースナノファイバー（以下、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、鉄鋼の 1/5 の軽さで 5~8 倍の強度と高い比強度を示します。そのため、熱可塑性樹脂に CNF を添加することで、高強度かつ軽量の複合材料を開発する研究が進められており、様々な分野での応用が期待されています。自動車分野もそのひとつで、最終的には軽量化による燃費の向上が期待されています。しかし、自動車での使用状況を考慮すると、静的な力学特性だけでなく、衝撃特性、疲労特性、温度特性なども明らかにする必要があります。

本稿では、精密万能試験機および高速衝撃試験機を使用して、様々な試験速度（ひずみ速度）における CNF 強化樹脂の引張強さを評価しました。また、電子線マイクロアナライザを使用して、試験後の試験片の破面観察を実施しました。¹⁾

F. Yano

測定システム

図 1 に静的引張試験と高速引張試験の様子を示します。試験速度が低い時には卓上形精密万能試験機 AGS-X を、高い時には高速引張試験機 HITS™-TX を使用しました。また、試験後の試験片の破面は光学顕微鏡と電子線マイクロアナライザ EPMA™-8050G を使用しました。今回使用した試験装置を表 1 に示します。

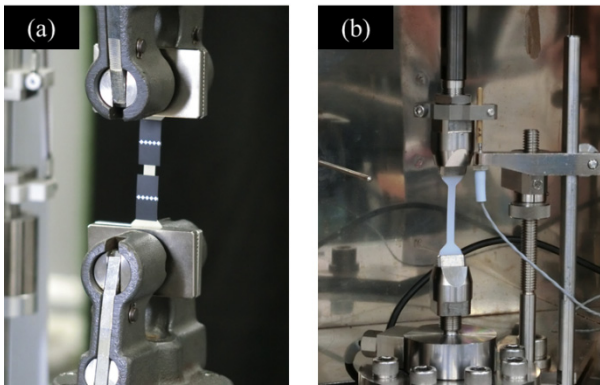


図 1 試験の様子
(a) 静的引張試験 (b) 高速引張試験

試験結果

今回は高密度ポリエチレン (HDPE) と CNF10%強化 HDPE (CNF10%/HDPE) の 2 種類の試験片を用意しました。試験条件と試験片の情報を表 2 に示します。

図 2 に HDPE と CNF10%/HDPE の各ひずみ速度における応力 - 変位線図の一例を示します。図 2 より、いずれの材料とも試験速度が低いほど引張強さは低く、高いほど引張強さが高くなっています。また、応力 - 変位線図の勾配も高速ほど高くなるのがわかります。

表 1 試験装置

試験機	: AGS-X (静的引張試験) HITS-TX (高速引張試験)
ロードセル	: 1 kN (AGS-X) 2 kN (HITS-TX)
つかみ具	: 空気式平面形つかみ具 (AGS-X) 平板つかみ具 (HITS-TX)
破面観察	: EPMA-8050G

表 2 試験条件と試験片情報

試験速度	: 0.0001、0.001、0.01、0.1 /s (AGS-X) 0.1、1、10、100 /s (HITS-TX) (0.000004~4 m/s)
試験温度	: 室温
試験数	: n=3
試験片	: HDPE、CNF10%/HDPE
試験片寸法	: 厚さ 1 mm、幅 5 mm、平行部 40 mm

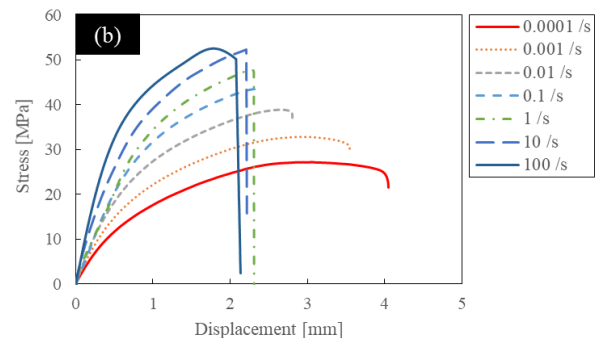
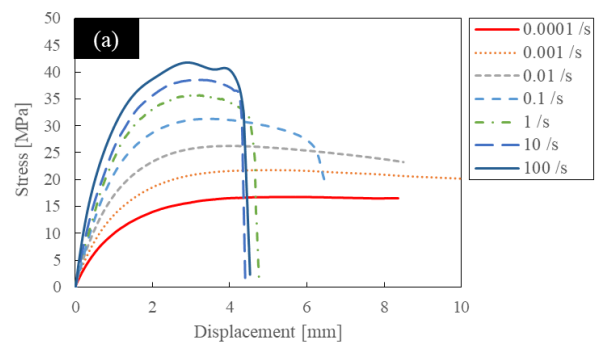


図 2 応力 - 変位線図
(a) HDPE (b) CNF10%/HDPE

図3に引張強さとひずみ速度の関係を示します。図3よりすべての速度条件で、CNF10%/HDPEの方の引張強さが大きい結果になりました。速度上昇により引張強さが大きくなることも確認できます。

図4に光学顕微鏡で撮影した試験後の試験片側面の画像を示します。それぞれ画像左側が破面になります。図4(b)、(c)、(d)では、破面付近で白化しており、延性破壊していると考えられます。また、図4(b)では、斜め方向に白っぽい筋が現れました。一方、図4(a)では、白化したあとはほとんどなく、脆性的な破壊が生じたと考えられます。

図5に光学顕微鏡で撮影した試験後の破面の画像を示します。図5の白枠で囲んだ部分をEPMAで観察した画像を図6に示します。図6(a)より、解繊の進まなかった繊維が破断の様子が観察されました。一方、図6(b)では、繊維の破断は観察されず、CNFを含む樹脂が延性的に伸びた様子が観察されました。図6(c)は図5において最も伸びた部分を観察した画像になり、延性的に樹脂が引き延ばされている様子が観察されました。図6(d)からも樹脂が引き延ばされた様子が観察されました。

まとめ

本稿では、CNF10%/HDPEとHDPEの高速引張試験を実施しました。その結果、試験速度により引張強さが変化することがわかりました。また、試験後の破断面観察を実施し、破面の様子が異なることも明らかとなりました。HITS-TXとAGS-Xを使用することで広範囲のひずみ速度を試験条件として設定することが可能であり、樹脂のひずみ速度依存性評価に役立てていただくことができます。

<参考文献>

- 1) 矢野文彬、亀井由樹、仙波健、北川和男、成形加工シンポジウム'19 予稿集 (2019)

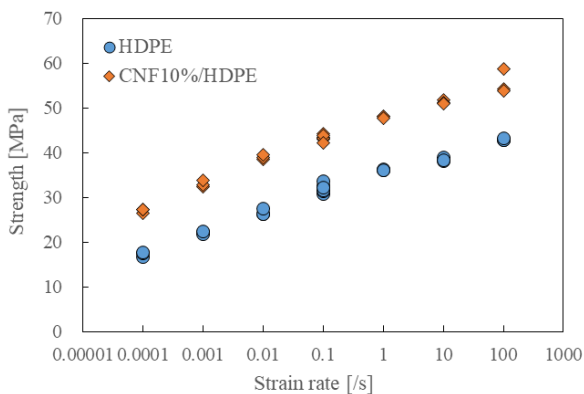


図3 引張強さとひずみ速度の関係

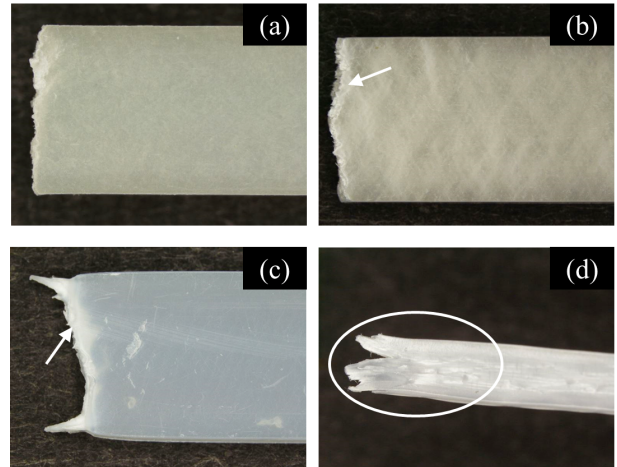


図4 試験後の試験片側面の画像
(a) CNF10%/HDPE、100/s (b) CNF10%/HDPE、0.0001/s
(c) HDPE、100/s (d) HDPE、0.0001/s

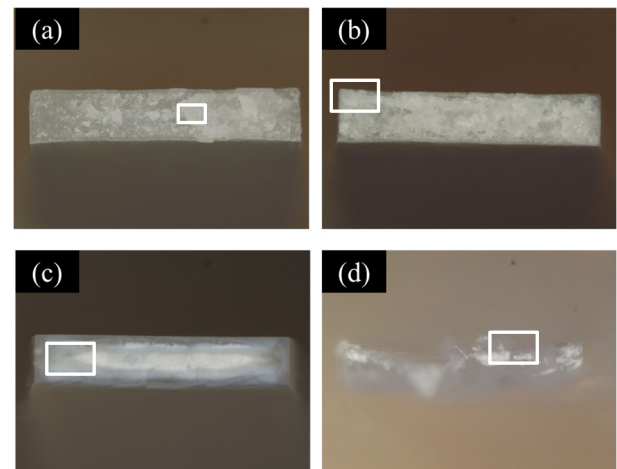


図5 試験後の破面の画像
(a) CNF10%/HDPE、100/s (b) CNF10%/HDPE、0.0001/s
(c) HDPE、100/s (d) HDPE、0.0001/s

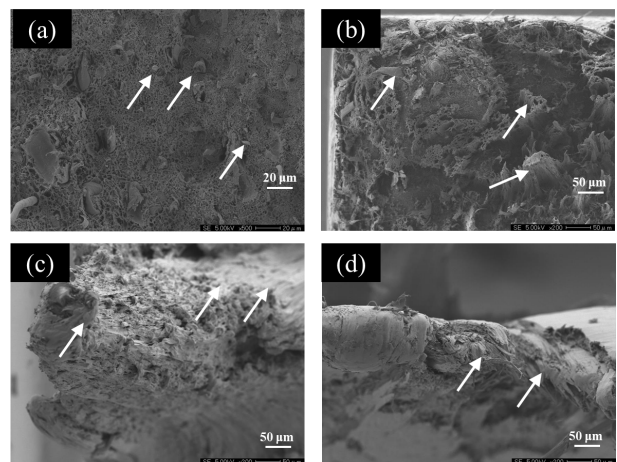


図6 破面のEPMA観察画像
(a) CNF10%/HDPE、100/s (b) CNF10%/HDPE、0.0001/s
(c) HDPE、100/s (d) HDPE、0.0001/s

HITS および EPMA は、株式会社 島津製作所の日本およびその他の国における商標です。

株式会社 島津製作所

分析計測事業部
グローバルアプリケーション開発センター

初版発行：2020年2月

島津コールセンター ☎0120-131691
(075) 813-1691

※本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。
改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。

<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

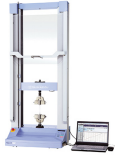
会員制情報サービス「Shim-Solutions Club」にご登録ください。

<https://solutions.shimadzu.co.jp/>

会員制 Web の閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。

▶ アンケート

関連製品 一部の製品は新しいモデルにアップデートされている場合があります。



▶ オートグラフAGS-X
シリーズ
卓上形精密万能試験機

関連分野

▶ 石油・化学工業

▶ 工業材料・マテリアル

▶ 価格お問い合わせ

▶ 製品お問い合わせ

▶ 技術お問い合わせ

▶ その他お問い合わせ