

CNF を活用したプラスチック製品の試作開発

化学材料科 小泉雄輔 菅野尚子 木野浩成*
株式会社川口化成 山田政臣 長橋秀育

Trial production of plastic bottles containing cellulose nanofibers for blow molding

KOIZUMI Yusuke, KANNO Naoko, KINO Hironari, YAMADA Masaomi and NAGAHASI Hideyasu

Keywords : cellulose nano-fiber, mechanical property, blow molding

本研究では、PEにCNFを高濃度に含有させたMBを、ブロー成形に適用できるか検討した。成形条件を検討することで小型ボトルを成形することができ、ブロー成形へ適用できることが確認できた。成形した小型ボトルの寸法安定性はPEより優れており、CNFの分散性も良好であった。MBの使用によりMFR値は上昇したが、MBに含まれるPEが原因であると考えた。引張強さ、曲げ強さ、曲げ弾性率は上昇したが、衝撃強さは低下した。今回のMBを使用する場合、衝撃耐性の低下について検討する必要があることがわかった。

キーワード：セルロースナノファイバー、ポリエチレン、ブロー成形、物性

1 はじめに

セルロースナノファイバー（CNF）は、植物由来の繊維状物質であり、樹脂強化材としての利用が期待されている。現在、高濃度のCNFを含むマスターバッチ（MB）を使用した報告が多くされているが¹⁾、ほとんどがポリプロピレンの射出成形に対してであり、ポリエチレン（PE）のブロー成形に対して適用した報告例は少ない。

本研究では、ブロー成形によるボトルの成形に、PE/CNFのMBを検討した。

2 方法

2.1 ボトル成形試験

星光PMC(株)製MBと京葉ポリエチレン(株)製PEから、CNF濃度10%のPE/CNF複合材（以下複合材とする）を調整し、ブロー成形機でボトル（全長約100mm、胴径約50mm）を成形した。ボトルの胴径と全長の経時変化から寸法安定性を評価した。ボトルから得た薄片のCNF分散性を、岡田らの方法^{2,3)}により、顕微赤外分光分析装置を使用して評価した。ボトルを粉砕し、メルトインデックサを用いて熔融流動性（MFR値）を測定した（表1）。

表1 MFR値測定条件

試験方法	JIS K 7210:2014 A法(重量測定法)
試験荷重	2.16kg
試験温度	190°C
計量時間	5 min
測定数	10

2.2 各種試験片による物性試験

成形した試験片で、引張強さ、引張破断時の伸び、曲げ強さ、曲げ弾性率及びシャルピー衝撃強さを求めた（表2、表3、表4）。

表2 引張試験条件

試験方法	JIS K 7161-1:2014
試験速度	5 mm/min
つかみ具間距離	115mm
破断時伸び(%)の判定基準	降伏後、応力が1 MPaを下回った測定点
測定数	5

* 現 浜松工業技術支援センター 材料科

表3 曲げ試験条件

試験方法	JIS K 7171:2016
試験速度	5 mm/min
圧子の先端半径	5 mm
支持台コーナーの半径	2 mm
支点間距離	48mm
測定数	5

表4 シャルピー衝撃試験条件

試験方法	JIS K 7111-1:2012 エッジワイズ (ノッチあり)
ハンマー容量	4 J
支点間距離	62mm
測定数	10

3 結果および考察

3.1 ボトル成形試験

成形条件を検討することでボトルを成形できた(写真1)。寸法安定性は、複合材製ボトルが優れていた(表5)。赤外分光イメージング測定結果(図1)を元に得たプロット(図2)から、CNF分散性は良好と判断した。複合材のMFR値は、PEと比べ上昇した(表6)。



写真1 成形した小型ボトル
(左: PE、右: PE/CNF 複合材)

表5 成形した小型ボトルの寸法収縮量

計測箇所	24時間後の寸法収縮量(mm)		PEと複合材の収縮量の差(mm)	
	PE	複合材		
胴径(PL)	上	0.25	0.26	-0.01
	中	0.29	0.31	-0.02
	下	0.24	0.24	0.00
胴径(反PL)	上	0.24	0.17	0.07
	中	0.20	0.21	-0.01
	下	0.22	0.20	0.02
全長	0.16	0.13	0.03	

成形したボトル各1個ずつの、胴径6箇所と全長を測定した。成形直後と成形後24時間経過した後の寸法を測定し、その差を比較することで寸法安定性を評価した。

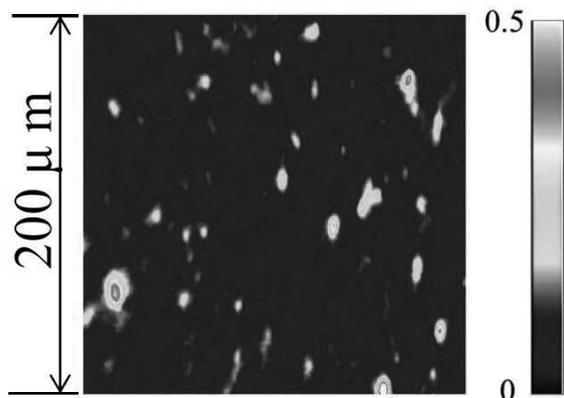


図1 赤外分光イメージング測定結果

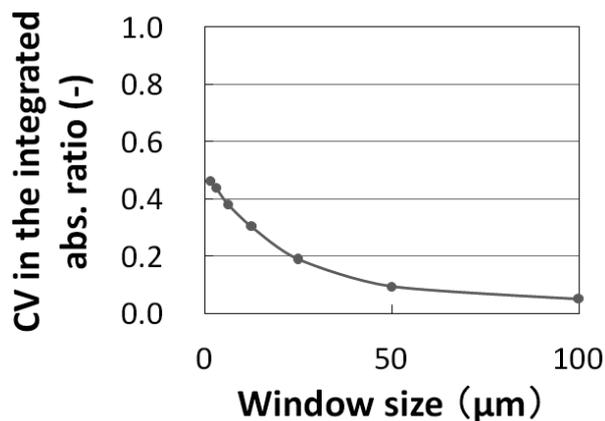


図2 相対標準偏差(CV値)と窓枠サイズのプロット
図1のイメージング測定結果から、岡田ら^{2,3)}の方法により、横軸に窓枠サイズ(μm)、縦軸にCV値(%)をプロットした。

表6 MFR値測定結果

試料名	平均値(g/10min)	S. D.
PE	0.243	0.00215
PE/CNF 複合材	0.357	0.00520

3.2 各種試験片による物性試験

成形した試験片の引張強さ、破断時の伸び、曲げ強さ、曲げ弾性率、シャルピー衝撃強さを示す（表7、表8、表9）。引張強さ、曲げ強さ、曲げ弾性率は上昇し、破断時の伸び、シャルピー衝撃強さは低下した。

表7 引張試験結果

試料名	引張強さ		破断時伸び	
	平均値 (MPa)	S. D.	平均値 (%)	S. D.
PE	28.0	0.094	40.2	2.33
PE/CNF 複合材	35.1	0.0806	26.7	4.17

表8 曲げ試験結果

試料名	曲げ強さ		曲げ弾性率	
	平均値 (MPa)	S. D.	平均値 (GPa)	S. D.
PE	32.0	0.118	1.18	0.0209
PE/CNF 複合材	40.5	0.245	1.78	0.0459

表9 シャルピー衝撃強さ測定結果

試料名	平均値 (kJ/m ²)	S. D.
PE	12.2	1.55
PE/CNF 複合材	9.78	4.03

4 まとめ

成形条件を検討することでボトルを成形できた。複合材製ボトルの寸法安定性は優れており、CNFの分散性も良好であった。分散した繊維により、引張強さ、曲げ強さ、曲げ弾性率は上昇したが、衝撃強さは低下した。低下の原因について検討する必要がある。

謝辞

本研究にあたり、ボトル及び試験片の成形にご協力いただいた株式会社川口化成様に感謝します。

参考文献

- 1) 環境省：平成30年度セルロースナノファイバーの性能評価事業委託．https://www.env.go.jp/earth/ondanka/cnf/mat49_kyoto-univH30.pdf (2021.3.23 アクセス)
- 2) 岡田きよみ 他：FT-IR イメージングを用いたポリマーコンポジット中の添加剤の分散評価法．高分子論文集，75 (2)，212-220 (2018)．
- 3) 岡田きよみ 他：FT-IR を用いたポリプロピレン中のセルロースナノファイバーの分散性解析．成形加工 '17, 251-252 (2017)．