

## CNFを使用したシート複合製品強化技術の開発

住友 将洋\*, 坂田 和則\*, 中岡 正典\*

### 抄 録

家具や木製建具の表面に使われている突き板を強化する手段として、CNF (Cellulose Nano Fiber) を活用する方法を検討した。まず、水中に分散した状態で提供されている市販のCNFを乾燥させてシート化し、引っ張り強度を測定したところ、各社の製造方法の違いにより、強度に大きな差が生じた。次に、突き板上にCNFと酢酸ビニル樹脂の混合液層を設け、乾燥させてシート化し同様に強度試験を実施したところ、突き板単体に比べ5倍以上、そしてCNFを含まない混合液に比べ、最大で3倍程度の強度の向上が認められ、突き板の割れ対策として有効であることが分かった。

### 1 はじめに

CNFはアスペクト比が高く、線膨張が少ないなど優れた性能を有しており、プラスチックと複合化させて強度向上を図る研究が盛んに行われている<sup>1)</sup>。

本研究では、シート化したCNFの強度を評価するとともに、家具や木製建具の表面に使われている突き板を強化する手段として、CNFと複合化したCNF突き板シートを作成し、その強度を評価した。

### 2 方法

#### 2・1 CNFのみによるシート化と強度試験

水中に分散させた状態で市販されている4種類のCNFについて、ポロプロピレン製容器中に入れて常温で乾燥させ、CNFシートを作成した(表1)。ここで、表中のシート5とシート6は強度試験の比較対象としたシートである。

強度試験では、上記の各シートを20℃、65%Rhで1週間以上静置した後、15mm幅にカットして試験片とし、万能強度試験機AG-Xplus10kN((株)島

津製作所)を用いて、速度20mm/minで引っ張り試験を行った(図1)。また、試験前に水を霧吹きで水滴が浮く程度吹きかけ、1分経過した湿潤状態でも同様の試験を行った。



図1 CNFシートの引っ張り試験

#### 2・2 突き板上にCNFと樹脂を複合化させたシートの作成および強度試験

前項のCNF単一のシートとは別に、突き板上にCNFと樹脂を複合化させたシートを作成し、同様に引っ張り強度試験を行った。

試作した各シート7~11の構成を表2に示す。基材はいずれも0.25mm厚の突き板(スギ)で、その上にCNFと樹脂の混合液を5mmの厚みで流し込んで乾燥させ、CNF突き板シートを作成した(図2)。

ここで、CNFは(株)スギノマシン製CNF分散

表1 強度試験を実施したシート

	メーカー	商品の名称	水溶液濃度[%]	グラフ中の凡例表記
シート1	モリマシナリー	リグニン含有CNF L45	0.5	モリL45
シート2	モリマシナリー	パルプCNF C100	0.5	モリC100
シート3	第一工業製薬	TEMPO酸化CNF	0.25	TEMPO
シート4	中越パルプ	針葉樹CNF	0.5	中越
シート5	日本製紙	PPC用紙 N70	-	PPC紙
シート6	スギノマシン	ピンフィスフィルムWma-100FM	-	スギノシート

\* 生活科学担当

液 Wma-10002 標準繊維長, そして樹脂は和信ペイント (株) 水性ウレタンニスとコニシ (株) 製酢酸ビニル樹脂接着剤 CH18 をそれぞれ塗布液中で 4% の樹脂濃度になるよう混合した。

また, 混合液の流し込みでは, 液漏れを防ぐため, 下層はポリエチレンフィルム, 外周はアルミテープで壁を作り, さらに突き板が浮かないように周囲を両面テープで固定した (図 3)。

試作したシートの強度評価は, 10mm 幅にカットして試験片とし, 万能強度試験機 AG-Xplus10kN ((株) 島津製作所) を用いて速度 20mm/min で引っ張り強度試験を行った。また, 表面について, JIS K

5600 の鉛筆硬度試験を行った。

### 3 結果

#### 3・1 CNF シートの強度試験結果

加湿処理無しの常態における強度試験結果を図 4 に示す。モリ L45, モリ C100 は PPC 紙と強度に大差はないが, 伸びが PPC 紙より大きくなった。また, TEMPO では強度および伸びとも高かった。これらのことから, CNF の製造方法の違いにより, 強度に大きな差が生じることが分かった。

一方, 湿潤時の強度結果 (図 5) では, 常態強度に比べて, いずれの素材も, 強度が 1 割以下程度に低下した。

表 2 強度試験を実施した複合化シートの構成

	CNFと樹脂の混合液		基材
	CNF	樹脂	
シート7	CNF分散液(0.5%)	無し	スギ突き板 0.25mm厚
シート8	CNF分散液(0.5%)	水性ウレタンニス(4%)	
シート9	CNF分散液(0.5%)	酢酸ビニル樹脂接着剤(4%)	
シート10	CNF分散液(0.25%)	酢酸ビニル樹脂接着剤(4%)	
シート11	無し	酢酸ビニル樹脂接着剤(4%)	

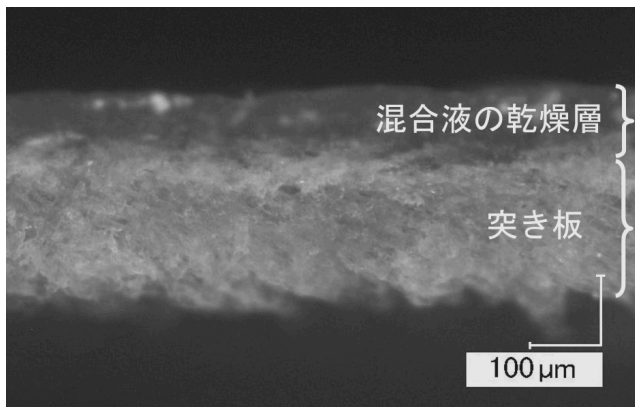


図 2 複合化シートの断面 (シート 10 の場合)

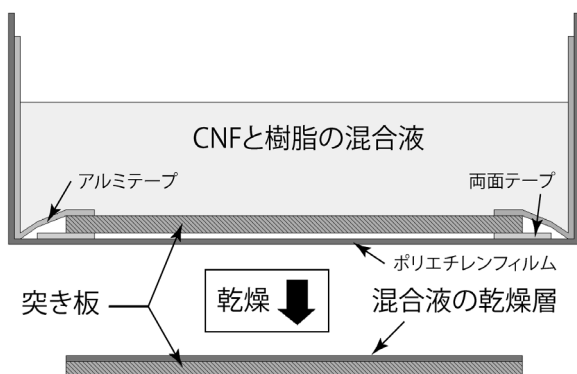


図 3 CNF 複合化シートの作成工程

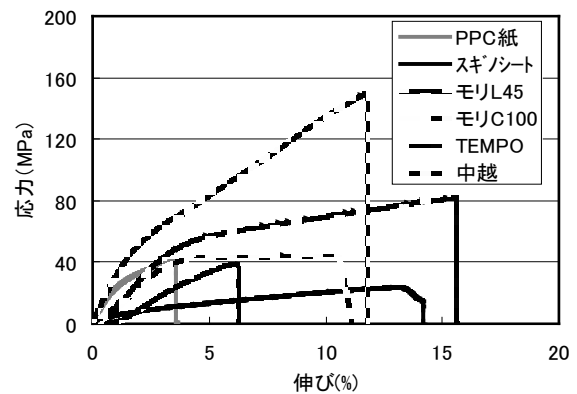


図 4 CNF シートの常態強度

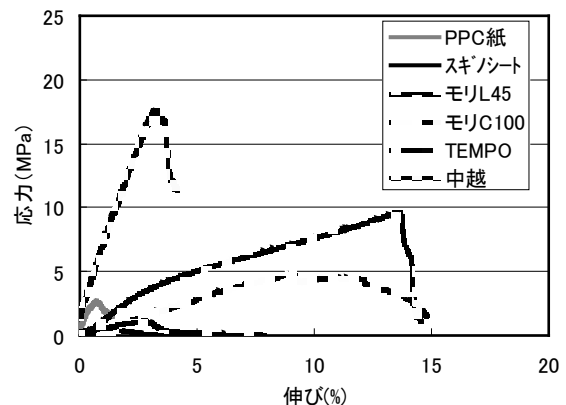


図 5 CNF シートの湿潤時強度

#### 3・2 CNF 複合化シートの作成と強度試験結果

突き板上に CNF と樹脂を複合化させたシートを試作した結果, 樹脂を含まない CNF 単独のシート 7 は, 木材と CNF の付着性が悪く, 乾燥後に分離した。水性ウレタンニスを用いたシート 8 は, CNF 混合液

の乾燥時に発泡した。一方、酢酸ビニル樹脂を用いたシート 9~11 では、表面に透明な膜を形成することができた。

試作で不具合の生じなかったシート 9~11 に比較対象として基材の突き板のみの条件を加え、繊維垂直方向の引っ張り強度試験を実施した(表 3)。基材の突き板と比較し、酢ビのみを追加したシート 11 では強度が約 1.9 倍に対し、CNF を含んだシート 9・10 では、約 5 倍の強度を示し、シート 11 に比べても 2.7~3 倍の強度の向上が認められ、当初の目的を達成できた。

なお、鉛筆硬度試験の結果は、突き板に酢ビのみを塗布したシート 11 は B であったが、さらに CNF (0.25%) を配合したシート 10 では H に向上した。

表 3 CNF 複合化シートの引っ張り強度および鉛筆硬度試験の結果

	構成	引っ張り強さ [N/mm <sup>2</sup> ]	鉛筆硬度
基材のみ	突き板	1.4	-
シート7	CNF0.5% + 突き板	はく離	-
シート8	CNF0.5% + ウレタン4% + 突き板	発泡	-
シート9	CNF0.5% + 酢ビ4% + 突き板	8.2	-
シート10	CNF0.25% + 酢ビ4% + 突き板	7.2	H
シート11	酢ビ4% + 突き板	2.7	B

#### 4 まとめ

CNF 単体でシート化した試料では、製造方法の違いにより、引っ張り強度に大きな差が生じた。また、湿潤時の条件では、常態強度に比べいずれの試料でも 1 割以下程度に強度が低下した。よって、水分の影響を受けやすい環境下で使用することが想定される場合は、耐水性を付与する必要があると考えられた。

次に、突き板の表面に CNF と酢酸ビニル樹脂を混合した膜を形成した CNF 複合化シートでは、突き板単体に比べ約 5 倍、CNF を含まない樹脂層を有する複合化シートに比べても、最大で約 3 倍程度の引っ張り強度の向上が認められた。

突き板の割れ補強は、一般的に裏面に和紙を接着する方法が用いられるが、本研究で取り組んだ表面に強度の高い膜を付加する方法であれば、V カットなど表面を引っ張りながら加工する用途への応用が期待できる。なお、CNF 複合化シート作成の実用化に際しては、混合液の固形分濃度が低いことから乾燥方法等を工夫する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 矢野浩之. セルロースナノファイバーとその利用. 日本ゴム協会誌, 2012, 85(12), p. 376-381.