

## Part2 NCVにおけるCNF材料の活用と評価

解説

# CNF強化ポリカーボネートについて

王子ホールディングス(株) Fushimi Hayato  
伏見 速雄

イノベーション推進本部 CNF創造センター 次席研究員  
〒135-8558 東京都江東区東雲1-10-6  
☎03-3533-7006

### ● はじめに

ポリカーボネートは、主としてビスフェノールAを原料として製造される、炭酸エステル鎖の繰り返し構造を持つ熱可塑性樹脂である。軽量で透明性や耐衝撃性に優れることから、電子デバイスの筐体やレンズ、自動車のライトカバー、建材など、さまざまな用途で使用されており、今日では世界で年産400万トンを超える主要な樹脂材料の一つとなっている。しかし、この樹脂の実用上の課題も存在する。第一には、弾性率が2GPa程度と低く、外力が付与されるとたわみやすいことであり、第二には、線熱膨張係数が70ppm/K程度と高く、熱により寸法変化しやすいことである。このため、無機ガラスのように安定した形状や寸法が要求される用途では、適用範囲が限られていた。樹脂材料の補強方法として一般的なガラス繊維との混練に

より、これらの弱点を補うことは可能であるが<sup>1), 2)</sup>、この手法では光の散乱により透明性が低下する傾向にあった。

本稿で概説する、CNF強化ポリカーボネート(CNF強化PC)の開発においては、高透明なCNFを補強材料として使用することにより、樹脂本来の透明性を維持しつつ、弱点となる物性を向上することを主眼として検討を行ってきた。

### ● リン酸化CNF

セルロースナノファイバー(以降、CNF)は、木質の細胞壁中でセルロースが形成する高結晶性の繊維である。CNFは高強度、高弾性率、低熱膨張係数といった、優れた特性を示す他、結晶の最小サイズ(3~4nm幅)まで微細化することにより、高い透明性を発現する<sup>3)</sup>。CNFは通常、製紙工場にて大量生産可能な木質パルプ(幅20~30μm、長さ0.5~3mm)の水分散液を機械処理で微細化することで製造される。しかし、木質パルプ中のCNFは、その間に強固な水素結合を形成しており、単に機械処理するだけでは結晶の最小サイズまでの微細化が困難である。化学的な前処理により、木質パルプ中のCNFの結晶表面にイオン解離する官能基を導入することで、水の浸透圧効果とイオンの静電反発力が発現し、3~4nm幅までの微細化が可能となる。代表的な化学前処理としては、TEMPO酸化を筆頭に、硫酸エステル化、

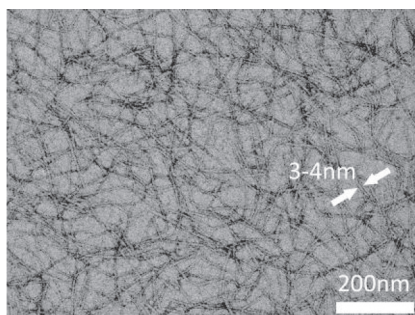


図1 リン酸化CNFのTEM観察像



図2 リン酸化CNFの水分散液(左：濃度0.4%、右：濃度2.0%)

ザンテート化などの手法が報告されている<sup>3)~5)</sup>。当社では、CNF製造のための化学前処理として10数種の手法を検討してきた。その過程で、微細化に必要なエネルギーを抑制しつつ、幅3~4nmのCNFを製造可能な「リン酸化法」を世界で初めて見出し<sup>6)</sup>(図1)、以降検討を継続している。リン酸化法が優れる点は、これまでに報告されてきた方法に比べて大きな浸透圧効果、静電反発力を付与できることであり、高い割合で幅3~4nmのCNFを取り出すことができる。

この効果は、リン酸基の量が増えるほど大きくなるが、これまでに当社は、CNFの表面に存在する水酸基のうち、最大で半量以上にリン酸基を導入することに成功しており、微細化に要するエネルギーを大幅に削減可能であることを確認している。リン酸化法により製造したCNFの水分散液は、図2に示すように極めて透明である。このCNFであれば、透明性を損なうことなくポリカーボネートの強化ができるものと考え、ポリカーボネートとの複合材料の製造を試みた。

### ●リン酸化CNFによるポリカーボネートの強化

リン酸化CNFとポリカーボネートの複合材料(射出成形品)の外観を図3に示す。優れた透明性を維持したまま、ポリカーボネートを強化することに成功した。その補強効果はCNFの添加量に依存するが、現在のところ、曲げ弾性率は最大で約4倍まで向上させられ、線熱膨張係数を約3分の1まで低減させられることを確認している(図4)。

本技術の適用により、従来では難しかったガラスからポリカーボネート樹脂への代替拡大や、新規用途への展開が期待でき、軽量化や断熱性向上

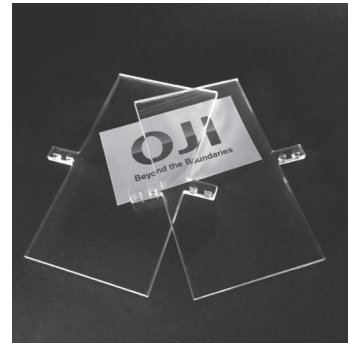


図3 CNF強化ポリカーボネートの外観(左：ポリカーボネート単体、右：CNF強化ポリカーボネート)

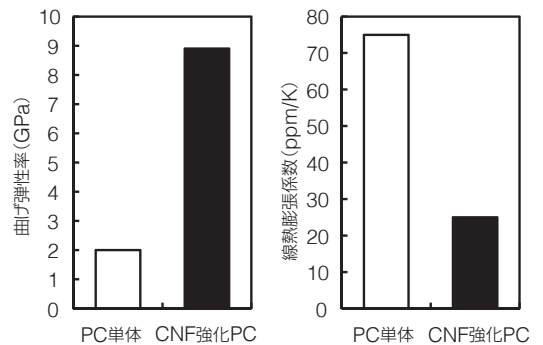


図4 CNFによるポリカーボネートの補強効果

といったガラスにはない効果が見込まれる。当社では数年以内の実用化を目指し、用途開発を進めている。

### ●NCVプロジェクトにおける活用例

自動車軽量化の手段の一つとして、ポリカーボネートを使用した樹脂ガラス部材が提案されている。しかし、曲げ弾性率の低さから、剛性確保のために厚みを無機ガラス比で大きくせざるを得ない課題がある。さらに、線熱膨張係数の大きさから、部材の大型化が難しい課題もあり、ポリカーボネートの軽量性を活かし切れていないのが現状と言える。

NCVプロジェクトにおいては、当社はCNF強化ポリカーボネートに関する技術提供を行い、参画機関であるトヨタ自動車東日本(株)と共同で樹脂ガラス部材の設計、試作を行った。目標としては、上述の課題に対応し、曲げ弾性率・剛性向上による薄肉化(無機ガラス比で50%、樹脂ガラス