

廃棄綿糸を活用したナノセルロースの作製およびそれを配合したゴム材料の評価

(兵工技セ¹、産総研²) ○新田恭平¹, 佐伯靖¹, 東山幸央¹,
中野恵之¹, 藤田浩行¹, 平瀬龍二¹, 長谷朝博²

[緒言] 兵庫県内でも持続可能な開発目標(SDGs)を意識した取り組みに挑戦する中小企業が増加している。播州織産地(西脇市)では、織布の両端部の耳糸(図1)や整経時の残糸などが廃棄綿糸(繊維屑)として排出され、2022年度の繊維屑の廃棄量は、生産量約13,000千m²から推定すると、数〜十数トンであったと見積もられる。産地内でも、耳糸や残糸の再利用は長年検討されており、編み物製品や産業資材などの開発事例があるが、再利用が困難な繊維屑は焼却処分される。我々は、これらの繊維屑の再利用の1つとして、廃棄綿糸のナノファイバー化に着目した。植物由来のナノ繊維であるセルロースナノファイバー(CNF)は、高いアスペクト比や比表面積、セルロース由来の化学的安定性や生分解性、低熱膨張性などの機能性を有していることから、高機能なバイオマス素材として注目されており多くの産業分野で社会実装に向けた研究開発が進められている。

本研究では、廃棄綿糸からCNFの作製を試みた。廃棄綿糸のナノファイバー化には、原料の裁断や酵素処理などの前処理検討を行い、ナノファイバー化



図1. 製織工程で廃棄される綿糸および作製したCNFのFE-SEM像

工程では、グラインダー法による機械的解繊処理を行った。作製したCNFのゴム材料(天然ゴム:NR)への添加効果を調べた。本研究で得られた成果は、将来的に県内の繊維やゴムの地場産業においてCNFの活用を目指すための基礎データとして活用する。

[実験] 廃棄綿糸の繊維長を約2cm以下に裁断し、さらに酵素処理を施した。この廃棄綿糸の水懸濁液をディスクミルで処理し、廃棄綿糸CNF(廃綿CNF)を作製した(図1)。作製した廃綿CNFについて、電解放射型走査電子顕微鏡(FE-SEM)観察(図1)や比表面積測定などの評価を行った。さらに、CNFの材料補強効果を評価するために、NRに添加し材料物性を硬度測定や引張試験によって評価した。これらの特性評価では、比較試料として綿糸由来のCNF(綿CNF)と(株)スギノマシン製BiNF-iの極長繊維、標準繊維、極短繊維を使用した。

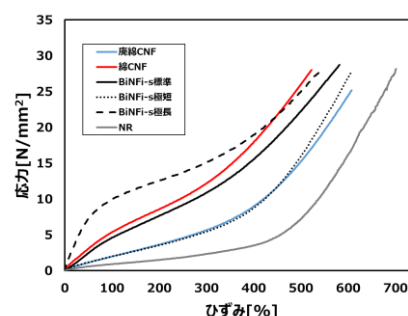


図2. CNFを添加したNR複合材料の応力-ひずみ曲線

[結果と考察] 酵素による前処理と機械的解繊法により、廃棄綿糸からCNFを作製することができた。FE-SEM観察および比表面積の測定により、繊維幅が約20nm、比表面積は綿CNFでは約200m²/gに対し、廃綿CNFでは約100m²/gのナノ繊維であった。また、廃綿CNFに含まれている合成繊維量を調べた結果、ポリエステル糸が30%前後混入していることを確認した。図2に、CNFを5 phr添加したNRの列理方向の応力-ひずみ曲線を示す。廃綿CNFによるゴムの補強効果は認められたが、その効果はBiNF-i極短繊維と同程度であった。廃棄綿糸に含まれているポリエステル糸の影響により、CNFと凝集塊を形成しているため、他のCNFを添加したゴムよりも補強効果が小さくなったと推察される。今後の研究で、ポリエステル糸を含む合成繊維の除去方法や高効率な解繊のために処理方法を改良する必要がある。

謝辞 本研究成果の一部は、国立研究開発法人産業技術総合研究所における地域産業活性化人材育成事業により得られたものです。関係各位に深く感謝致します。

Preparation of nanocellulose from waste cotton yarn and the evaluation of rubber materials blended with the CNFs

Kyohei NITTA¹, Yasushi SAEKI¹, Yukio Higashiyama¹, Shigeyuki NAKANO¹, Hiroyuki FUJITA¹, Ryuji HIRASE¹, Asahiro NAGATANI², ¹Hyogo Prefectural Institute of Technology Technical Support Center for Textiles Industries, 677-0054, Japan. ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 739-0046, Japan. Tel: 0795-22-2041, Fax: 0795-22-3671, E-mail: nitta@hyogo-kg.jp