

令和5年度 研究課題外部評価報告書(事後評価)

研究課題名	高せん断非外部加熱による乾燥CNF/PP複合材料の耐久性・リサイクル性に関する研究					
実施期間	令和4年度					
研究概要	<p>セルロースナノファイバー(CNF)は、高強度、低線膨張係数など優れた物性を有しておりCFRPやGFRPに代わる樹脂複合材料としての使用が期待されている。しかし、CNFは水分を含んだ材料(含水CNF)であるため、疎水性熱可塑性樹脂との複合化が困難である。また、セルロース分子は多くの水酸基を持つため、乾燥処理すると水素結合によりCNF同士が凝集固化する。CNFと樹脂の複合材料において凝集物は材料内で欠陥となり強度低下をおこすため、凝集物を発生させない乾燥処理や前処理が必要となる。これまでに、セルロース混合可塑化成形装置(株式会社エムアンドエフ・テクノロジー製、MF-1001R)を用いて高せん断をかけながら非外部加熱により乾燥することでCNFの凝集を抑制できることを明らかにした。そこで、高せん断非外部加熱により乾燥処理したCNFとポリプロピレン(PP)の複合材料を作製し実用化に向けて様々な物性を評価してきた。その結果、CNFとPPの接着性向上のための界面活性剤として理研ビタミン株式会社製の無水マレイン酸変性PP(MAPP:MG-441P)を用いることで引張特性、曲げ特性、疲労特性などが向上することを明らかにした。</p> <p>本研究では、近年、地球環境保全の観点からもプラスチック材料の長期使用やリサイクルが重要視されていることから、乾燥CNF/PP複合材料の耐久性、リサイクル性について評価を行った。また、界面活性剤であるMAPPを用いることにより引張特性、曲げ特性、疲労特性が向上したが衝撃特性については向上が見られなかったため、界面活性剤を変更することで各種物性が変化するか検討を行った。</p> <p>乾燥CNF/PP複合材料の耐久性の評価として高温化でのクリープ特性を評価した結果、乾燥CNFを添加することでクリープ変形の抑制や破断時間の延長などクリープ特性が向上することを確認した。乾燥CNF/PP複合材料の繰り返し成形によるリサイクル性を評価した結果、比較材料のガラス繊維強化PPは繰り返し成形が増えるに従い引張特性が低下するが、乾燥CNF/PP複合材料は繰り返し成形が増えても大きな特性の低下は見られずリサイクル性に優れることが確認した。また、界面活性剤として理研ビタミン株式会社製の高分子型反応性相溶化剤(PTC:KG-005)を使用することで引張特性や曲げ特性を維持しながら衝撃特性が向上することを確認した。</p>					
評価項目*	目標の達成度	研究成果の有用性	地域への貢献度・波及効果			合計
	5	5	4			14
	4	3	3			10
	5	4	3			12
	3	4	4			11
	4	3	3			10
	5	5	4			14
	4	4	4			12
	4	3	4			11
委員平均	4.3	3.9	3.6			11.8
研究課題外部評価委員会のコメント	<ul style="list-style-type: none"> ・性能については目標通りの結果が出てきていると思うが、他の非複合樹脂に比べて製造コスト、リサイクル方法についても視野に入れておくべきだと思う。自動車用樹脂製品は非常に低コストで出来ている為ベンチマークをお願いしたい。 ・今後のマスターバッチ作製がうまくいけば実用化が見込まれると思われるが、濃度分布の偏りがなく成形可能か否かが普及のポイントになりそうである。 ・CNFの原料は再生可能な植物資源であり多くの選択範囲がある。最近のCNF研究は地域資源の活用が進んでおり、県内の製紙・パルプ産業との深いつながりは理解できる。一方、今回の結果は非常に多くのCNF含有の材料研究の現況から見れば、想像範囲内の結果であり、顕著な成果と言うのは困難である。おそらく同分野内で、例えば、口頭発表したとしても目立った驚嘆や興味はないだろう。県内産の他の植物原料への展開、パルプ由来であれば国内関連企業が製造したCNF含有複合材料との顕著な差別化が必要である。研究の目標や方向性に関して、もう少し柔軟に考えるべきである。 ・乾燥CNF/PP複合材料が耐久性・リサイクル性の高いことを明らかにすることができた。現在、実用化に向けて産業界と共同開発を実施中であり、本研究により複合材料の利用拡大が期待できる。 ・当初の目標は達成できており、優れた研究成果だと考えられる。他の委員から指摘があったように、自動車部品に限定することなく、広く応用事例を探索されるとよいと思う。 ・CNFの活用は、定性的には見込みある技術に見えるが、経済合理性の観点での報告は稀なので、製造コストやリサイクル適合性も含めLCA視点でのメリデメを訴求することはできないか？その観点で実装化できずに埋もれていく技術がほとんどであり、ぜひ取り組んでいただきたい。 ・研究の有用性という意味では非常に良い取り組みだと思う。 ・今後は耐久性などの経時的な特性評価が必要となる。 					

研究課題
外部評価
委員会の
コメント

・議論するメンバーを他に向けてほしい。自分の研究開発と、このCNF材料に対する熱意、愛情というか思い入れが感じられない。自分も嫌だしやっている人もとりあえずやりましたという感じしかない。メンバー全員の個々の心の中にわずかに「ゴミの再利用してやっているから社会貢献しているんだ！」という気持ちが感じられるためだと思う。成形メーカーも、ピュアな樹脂に高強度、高弾性、低線膨張な繊維を混ぜ込んで物性上がるので(製品として軽量化など)薄肉化などで軽量化して良いでしょうと思っている。例えば、「分ければ資源、混ぜればゴミ」ということを忘れていているという意見に真摯に回答して欲しい。純粹なそれも比較的樹脂の中でも安定なPPにモノを高分散化して混ぜ込んで樹脂も含めたゴミの量を増やしてどうするの？大学の先生もPPだけは分散が難しいといわれている中で、CNF/PPの分散性が向上するという画期的な素晴らしい自身の成果すらも中心に据えて議論していないのかと思った。当日の質疑の中で樹脂とCNFを再分離して再利用(マテリアルもしくはケミカルリサイクル)も考えているというのは自身の目指す最大の成果に対して自然界の法則に逆行すると思う。天然のものを混ぜ込んで石油由来の材料の利用減らして自然環境に優しいです！というのは、高分散して安定化したモノを将来環境に排出するという目でみると自然環境に対する暴挙という考えにどう答えるか？本件に関わる人が、本件の世の中で言われている個々の社会貢献に対する一面を切り取った他人の研究の有用性を述べている資料の記述を無批判に鵜呑みにしている回答しかできないというのは、最初から思考停止していると思えてならない。自身の成果、個別の質問の回答をつなぎ合わせたときの全体のイメージに社会的意義を本件に携わった人ならではの思考のある将来像が見えなかった。利点、欠点があると思うので、それを色々吟味し何度も議論して本件に関わった人らしいある種の矜持ともいえるものを持ってほしい。何故、CNFなのか？他の繊維や無機物を混ぜ込んだ樹脂はあるが、利点欠点を考慮した場合においてこの材料の本当の価値は何なのか？それを自問自答したメンバーが将来性を思い、研究、開発を進め語った意見が欲しかった。質疑で回答された個別の利点は、ずっとCNFの利用を考えていない私でもそういう意見があることは知っている。そんな意見は、本開発の結論から得られる考察ではないので聞いていて面白くないし、つまらないので第三者には響かずいつまでも社会実装が進まないと思う。リサイクル性の観点で書いたが、他の面でも相反関係にある内容が見え隠れしている。これらを解決しないと、この材料の社会実装につながらない。この材料の将来性、この材料ならではの徹底的な思考を続けて有用性を議論できれば、「おっ、そんな考え方に基づいた、こんな使い方があったのか！」といった真の良い成果が出ると信じている。過去には繊維研究所も有していた貴センターですので色々な知見を持ち寄れば可能性は大いにあると思うので視野を大きく広げてほしい。