

竹の卓越した成長力・強度とエンドミル加工 抽出ファイン竹繊維の自己接着成形に基づく 持続可能な生産システムの構築

SATテクノロジー・ショーケース2026

■ はじめに

近年、製造分野でもGXやSDGsなどを通じた環境負荷低減への取り組みが求められている。中でもプラスチックは石油由来で、廃棄時のCO₂排出やマイクロプラスチックによる海洋汚染の課題が顕在化している。天然由来の代替材料もあるが、食料資源や森林破壊などの課題が残る。

そこで著者らは、未利用森林資源である竹に着目し、竹のみを用いた成形体の作製を試みている。竹はイネ科のため成長が速く、木質化によって高い強度を示し、その維管束の比強度・比剛性はガラス繊維に匹敵すると報告されている。また、竹の有効利用は「竹害」の抑制にも寄与する。

本研究では、エンドミル精密加工で均一に維管束に沿った切りくずとして高品質化したファイン竹繊維を抽出し、維管束まわりに残る植物由来のリグニンを天然の接着成分として活用し、竹100%で自己接着成形体を得ることを目的としている。それにより、竹の高い成長性と機械的特性を基盤とした持続可能な生産システムの構築を実現する。

■ 活動内容

図1の通り、竹100%の自己接着成形体は、マシニングセンタで抽出した高品質ファイン竹繊維を金型に投入し、加圧加熱することで成形される。我々は、「竹繊維の抽出方法の検討」、「加圧加熱成形の条件選定手法」、「歯車への応用利用の検討」について研究を進めている。

1. 竹繊維の抽出方法の検討

成形体の強度は、セルロースを主成分とする維管束鞘が担う。著者らは、その繊維を切断せずに抽出するため、マシニングセンタによる切削加工を採用した。しかし、繊維のばらつきが残り、これが成形時の小孔や隙間（ポロシティ）発生要因となり、成形体強度が低下する課題があった。天然竹筒は、だ円体であり、切削時に強制振動が変動することが原因と推定される。そこで、切削音を用いて強制振動の変動を検知し¹⁾、リアルタイム（図2）に加工条件を最適化するシステムを試作した。その結果、繊維ばらつきの低減に成功し、成形体品質が向上した。



図1 竹と精密加工を融合した持続可能な生産システム

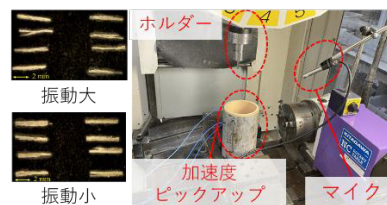


図2 強制振動の繊維への影響と切削音モニタ振動抑制

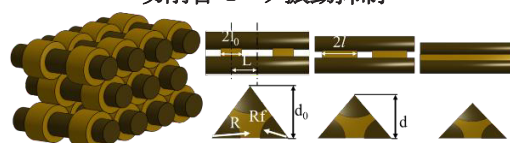


図3 熱圧着時の維管束周りのリグニンの熱流動モデル



図4 竹繊維100%自己接着成形のベベルギヤ

2. 加圧加熱成形の条件選定手法

加圧加熱成形において、選定する必要がある条件は、加熱時および冷却時の時間・温度・圧力となっており、これらを同時に最適化するには、実験コストが大きい。そこで、我々は樹脂であるリグニンの熱流動をモデル化（図3）することでその流動度合いを表す指標、拡散パラメータを定義し、その活用により最適値を探索する手法を検討した。その結果、ABS樹脂に匹敵する引張強さを有する板状の試験片の作製に成功した²⁾。

3. 歯車への応用利用の検討

本研究では、機械要素への応用を目的として、竹繊維のみを用いた竹100%自己接着ベベルギヤ（図4）を試作した。試作した歯車については、歯元ひずみの測定や加速度応答の評価を行い、高速回転下でのかみあい挙動や共振挙動を解析した。さらに、連続駆動による摩耗試験を実施し、竹繊維100%材料の耐久性と摩耗特性について検討した。

参考文献

- 1) K. Tanaka, et al., Transactions of the JSME, Vol. 91, No. 946(2025), pp.24-00189.
- 2) K. Tanaka, et al., Transactions of the JSME, Vol. 89, No. 926(2023), pp.23-00118.

■キーワード: (1) リグノセルロース
(2) グリーンプロダクト
(3) サーキュエコノミー

■共同研究者

中原 裕太郎(同志社大学)
村田 巖(同志社大学)
中川 正夫(同志社大学)
廣垣 俊樹(同志社大学)
野辺 弘道(株式会社三藤機械製作所)

代表発表者 田中 海翔(たなか かいと)
所 属 同志社大学 大学院 理工学研究科
問合せ先 〒610-0313 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3
TEL・FAX: 0774-65-6445
cyj1502@mail4.doshisha.ac.jp