

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

同志社大学 田中海翔, 中原裕太郎, 村田巖, 中川正夫, 廣垣俊樹, 三藤機械製作所 野辺弘道

SATテクノロジー・ショーケース2026

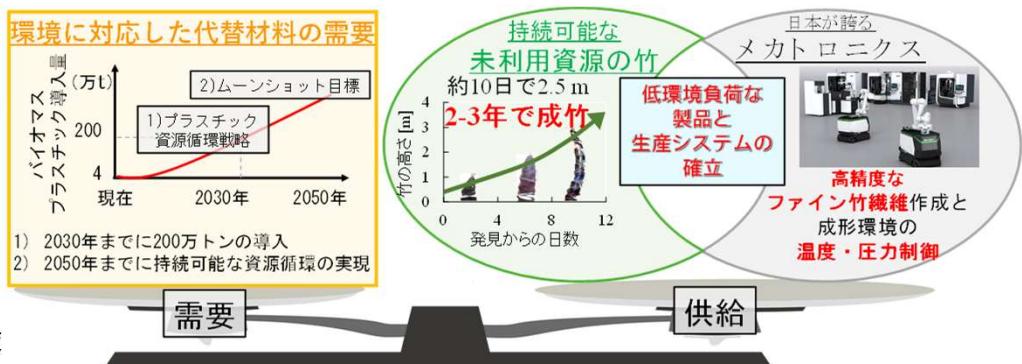
研究背景・目的

解決すべき社会課題

- プラスチックは地球温暖化やマイクロプラスチックの海洋流出などの環境問題がある。
- 原料が石油に依存、その石油資源が枯渇
- 竹の異常繁殖に伴う既存生態系の破壊、浅根に起因するかけ崩れなどが問題

一方で

- 竹は2-3年で成竹する著しい成長力を有する。
- 竹繊維は天然のガラス繊維と呼ばれるほど高強度



研究概要



材料として竹筒を切削した際の切りくず（竹繊維・粉末）を使う
竹切りくずのみを金型に投入し加圧加熱することで成形

各段階での研究成果

切り屑形状制御

課題・背景

- 竹繊維は製品強度を担う維管束鞘を切断せずに、寸法ばらつきを抑えて製造することが重要
- 従来手法では維管束鞘が切断

提案手法と新たな課題

- 工作機械での加工により、維管束鞘を保持し軸方向寸法精度に優れた繊維を作製可能
- 断面方向の寸法ばらつきが残存し、成型時加熱ムラにつながる。

新たな課題の原因

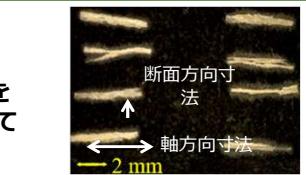
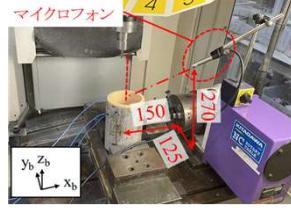
- 竹を切削する際の竹筒の強制振動

本研究の提案手法

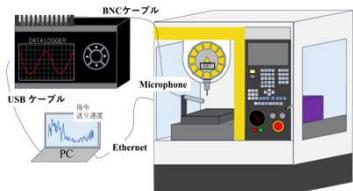
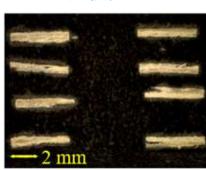
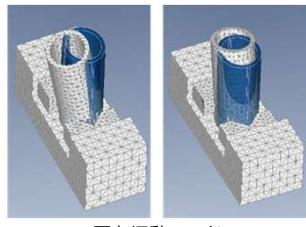
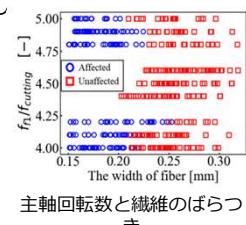
- 切削時の音を活用した、主軸回転数のフィードバック制御を導入

成果

- 竹繊維断面方向のばらつきを改善



工作機械で回転数一定で切削振動の影響を受けた繊維



切削音フィードバック後の繊維

成形条件最適化

課題・背景

- 本研究の竹繊維100%製品は、成形時維管束鞘周りの柔細胞に含まれるヘミセルロース・リグニンが熱流動後に固着
- 加圧加熱成形条件は成形時・冷却時それぞれの温度・時間・圧力から構成され、その多変数最適化は汎用手法では大量の成形試行が必要

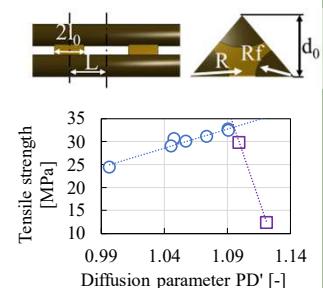
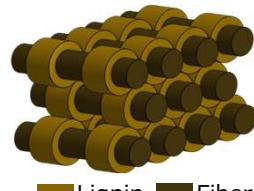
提案手法

- 維管束鞘周りのリグニンが熱流動するモデルを考え、流動度合いを表す拡散パラメータを定義しそれに基づき最適化

$$PD' = \left[P_h t_h \exp \left(-\frac{C}{T_h} \right) + \int_0^{t_h} P_c \exp \left(-\frac{C}{T_c(t)} \right) dt \right]^{\frac{1}{2}}$$

成果

- わずか9つの板状成形体で最適条件を算出 ABS樹脂に匹敵する強度



応用利用の検討

目的

- 複雑な3次元形状を有する工業製品の成形性の評価とその性能の評価

実験

- 竹繊維ベベルギヤを試作し駆動装置で歯元ひずみ等を測定した

成果

- JIS6級（ピッチ誤差150μm）で成形できた
- かみ合い伝達を確認

