

木材表面上の加工欠点の発生原因を可視化する

木材加工・特性研究領域 松田 陽介

木材製品の表面は、毛羽立ちなどがなく平滑であることが求められます。そのような良好な表面を得るために、鉋（かんな）がけなどの切削加工が行われます。しかし、切削加工によって木材に過大な変形（ひずみ）が生じると、それがしばしば毛羽立ちなどの加工欠点の原因となります。本研究では、木材の切削加工の過程を撮影したデジタル画像を画像相関法と呼ばれる手法を用いて解析することで、切削加工時に発生するひずみを可視化しました。本研究によって、加工欠点の発生しない切削条件の最適化や切削工具の設計のための基礎データの蓄積を加速化できます。

成果

木材の切削加工時の変形（ひずみ）の検出

木材製品の表面は、鉋（かんな）がけやプレーナー加工などの切削加工によって平滑に仕上げられます。しかし、使用する切削工具の状態や被削材の材質などによって、切削加工時に過大な変形（ひずみ）が発生する場合があります。これが加工欠点の原因となります。したがって、過大なひずみの発生しにくい切削条件を見出すことは重要です。本研究では、ヒノキの切削加工の様子を撮影したデジタル画像を画像相関法によって解析することで、切削加工時に発生したひずみを可視化しました（図1）。これまで木材の切削加工時のひずみの測定にあたっては、特殊な装置や試験体の前処理が必要でしたが、画像相関法ではこれらの準備が不要となり効率的に測定することができました。またカメラのレンズの倍率を上げることで、ひずみ分布を他の方法と比べてより細かく調べることが可能となりました。

切削条件とひずみの関係

切削角（刃の傾き）や切込量（削り取る厚さ）によって、切削加工した面の表層で発生するひずみがどのように変化するか調べました。その結果、切削角が大きいほど、切削工具の進行する方向と垂直方向の圧縮ひずみが大きくなることがわかりました（図2）。また、X線CT撮像によって表層の状態を調べると、圧縮ひずみが残留した切削条件では、細胞がつぶれていることが確認できました（図3右）。一方、ひずみがほとんど検出されなかった切削条件では、細胞は原形を保っていました（図3左）。

つぶれた細胞は塗料内や空気中の水分によって膨潤することで毛羽立ちとなる可能性があり、その場合表面の平滑性が損なわれます。また、接着剤内の水分によって膨潤し、接着面に凹凸が生じて接着性能が損なわれる可能性があります。このような加工欠点が生じないように、表層の細胞がつぶれない切削条件（切削角や切込量）を設定することが重要となります。

切削条件の最適化や切削工具の設計を効率的に行えます

従来、木材表面を平滑に仕上げられる切削条件を見出すため、現場の技術者たちは経験に基づいて様々な試行錯誤を行ってきました。本研究では切削加工の過程を撮影したデジタル画像を解析することで、加工欠点の原因となるひずみを測定する技術を開発しました。この方法を用いれば、加工欠点が発生しない切削条件を見出すための基礎データを効率よく蓄積できるようになり、切削条件の最適化や切削工具の設計に寄与することができます。

研究資金と課題

本研究の一部は、森林総合研究所交付金プロジェクト「超高品質材面加工のための切削時におけるひずみ分布可視化技術の開発」による成果です。

文献

Matsuda, Y. *et al.* (2017) Residual strain analysis with digital image correlation method for subsurface damage evaluation of hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) finished by slow-speed orthogonal cutting. *J Wood Sci*, 63, 615-624.

専門用語

画像相関法：試験体の変形の前後で画像を撮影し、両画像の画素配列を比較することによって試験体の変形（ひずみ）を計算する手法。

X線CT撮像：試験体にX線を照射することによって、試験体の内部構造を可視化する技術。

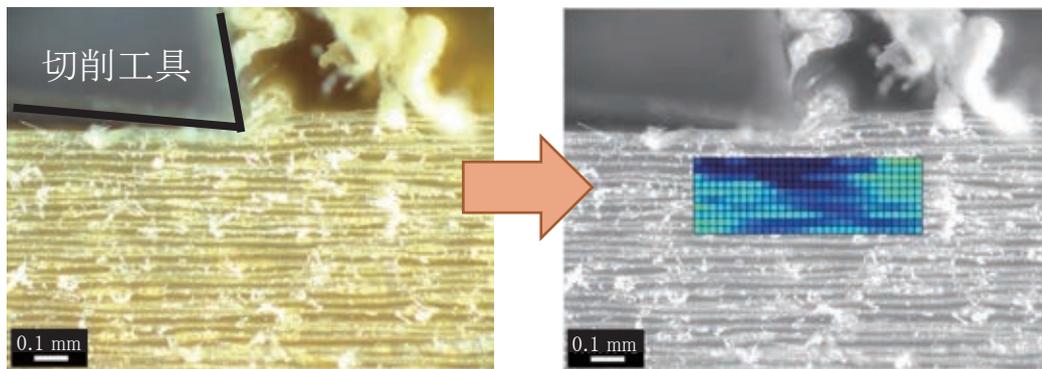


図1. 画像相関法によるひずみ解析の例

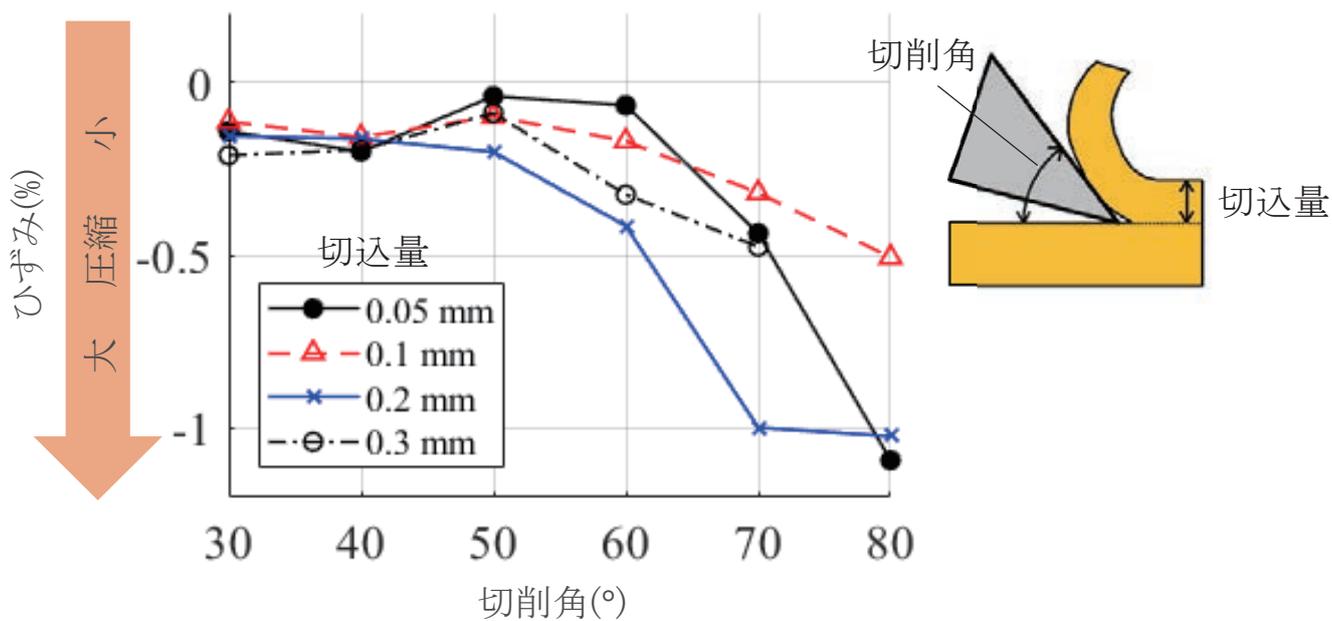


図2. ひずみと切削条件の関係

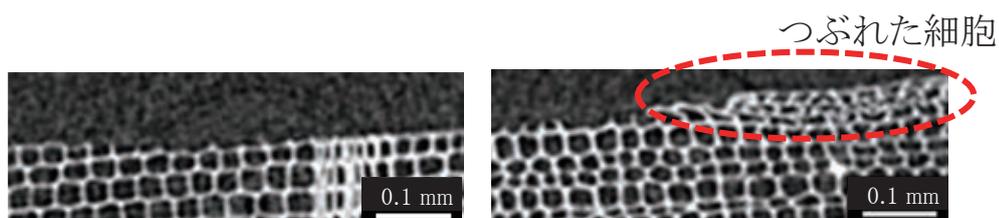


図3. X線CT撮像による表層の木口面断層図

左: 切削角50°切込量0.05mm 右: 切削角80°切込量0.05mm