

スギ構造用製材の乾燥過程における表面ひずみ、乾燥応力および内部割れに関する研究

村野, 朋哉

<https://hdl.handle.net/2324/4784687>

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (農学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :



氏 名 : 村野朋哉

論文題名 : スギ構造用製材の乾燥過程における表面ひずみ、乾燥応力および
内部割れに関する研究

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

製材に求められる品質は高度化・多様化しており、求められる品質の材を安定して生産するには、乾燥過程の材の状態について詳細に把握することが重要になる。製材の品質に密接に関わる乾燥割れの制御には乾燥過程の木材がどのように変形し、材内にどのような応力が生じ、最終的にどのような割れが発生するのかという基礎的な知見が求められる。本研究では、このような知見を得ることを目的として、スギ構造用製材の主に高温乾燥過程における表面ひずみ挙動、乾燥応力の分布、内部割れの発生傾向等について乾燥スケジュールを変化させて、比較・検討を行った。

まず、高温乾燥過程における正角の表面ひずみの挙動を明らかにすることを目的とし、画像分析手法の1つである **Mark tracking** 法を用いて高温乾燥過程における2次元的な表面ひずみの経時変化を調べた。材面幅 132mm のスギ心持ち正角、および心去り正角を3種類の乾燥スケジュールで乾燥させたところ、全ての条件で材面中央部に比べて材面端部が大きく縮むという特徴的な挙動が観察された。この傾向は特に心持ち正角の高温乾燥条件で顕著であった。乾燥後、乾燥応力が存在する条件下での収縮率と応力が存在しない条件下での収縮率との差を示すドラインゲット量を測定し、その表面ひずみとの関係を調べたところ、両者の間に正の相関関係が認められた。すなわち、表面ひずみからドラインゲット量をある程度推定できると考えられた。

つぎに、乾燥スケジュールがスギ心去り正角の内部応力に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、スライス法を用いて乾燥終了時の心去り正角の解放ひずみ分布を測定した。材面幅 120mm のスギ心持ち正角、および心去り正角を3種類のスケジュールで乾燥させ、材中央部から厚さ 15 mm の横断面材を切り出し、4種類の方法で分割した。分割前後の試験片表面の画像から解放ひずみ分布を測定した。その結果、材表層は顕著な正の解放ひずみを示し、大きな圧縮応力が生じていた。この傾向は初期の乾球温度が高いほど顕著であった。また、材表層の解放ひずみと材内部に形成される解放ひずみ傾斜の間に強い正の相関関係が認められ、表層の解放ひずみから内部のひずみ傾斜を推定できると考えられた。これらの知見は心持ち正角について既に知られており、心去り正角でも同様であることが本研究によって明らかとなった。

また、高温処理を行ったスギ心持ち正角乾燥材の内部割れと強度性能との関係を解明する上での基礎となる知見を得ることを目的として、内部割れの位置および形状について分析した。内部割れを含む横断面画像 978 枚から 16949 個の内部割れを抽出して計測した結果、面積および長さの大きな内部割れは正角の対角線上付近に偏在していた。このことは経験的には知られていたが、それを定量的に裏付ける結果である。また、内部割れをひし形とみなして、面積を幅と長さから算出する従来用いられてきた方法は妥当であることを示した。

最後に、内部割れ計測の省力化と属人性の削減を目的として畳み込みニューラルネットワークを用いた内部割れ自動計測技術の検討を行った。高温セット処理を行ったスギ心持ち正角乾燥材の横断面画像から 128×128 pixel の ROI 画像を 300 枚作成し、内部割れを画素単位でラベル付けした画像を作成した。それらを用いて、U-net をベースにした畳み込みニューラルネットワークを学習

させた。その自動計測の測定精度を検証したところ、Dice 係数 0.823 と非常に良好な結果を得た。人間が直感的に割れと判別できるものに対しては年輪等の影響を受けずに自動計測が可能であることを示した。

以上、本研究によりスギ構造用製材の高温乾燥過程における表面ひずみ挙動や横断面内の乾燥応力分布、さらには内部割れの発生を定量的に明らかにすることができた。この結果は、構造用製材の欠点となる割れや強度劣化を防ぐ乾燥技術の開発に貢献する知見である。