九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

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：

KYUSHU UNIVERSITY

氏　　名	村野　朋哉
論　文　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
論文調査委員	主　査　　九州大学　　准教授　藤本　登留 副　査　　九州大学　　教　授　中尾　哲也 副　査　　九州大学　　教　授　古賀　信也

論　文　審　査　の　結　果　の　要　旨

本論文は、主要な建築構造材として使用されているスギ構造用製材を対象に、乾燥技術の高度化を図るうえで重要な指標となる表面ひずみ、乾燥応力、内部割れの挙動を各種方法、条件下で調査したものである。

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２次元的な表面ひずみの経時変化を調べている。材面幅 132 mm のスギ心持ち正角、および心去り正角を、蒸煮の有無や乾燥温度を変えた 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を見出し､この傾向は特に心持ち正角の高温乾燥条件で顕著であることを示している。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グセット量を測定し、その表面ひずみとの関係を調べ、 両者の間に正の相関関係があること、すなわち、表面ひずみからドライングセット量を推定できる可能性を見出している。

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に、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ている。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ること、また、この傾向は初期の乾球温度が高いほど顕著であることを明らかにしている。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は強い正の相関関係を認め、表層の解放ひずみから内部のひずみ傾斜を推定できることを示している。これらの知見は心持ち正角については既に知られているが、心去り正角でも同様であることを明らかにしたものである。

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の位置および形状について分析している。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ることを、初めて定量的に明らかにするとともに、従来用いられてきた内部割れをひし形とみなして面積を算出する方法が妥当であることを示している。

最後に、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開発を行っている。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 300 枚を使用し、内部割れを画素単位でラベル付けした画像を作成している。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、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ている。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見出している。

以上要するに、本論文は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示したもので、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資する知見であり、サスティナブル資源科学および木質材料工学の発展に寄与する価値ある業績と認める。よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。