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

スギ心持ち製材を積層した接着重ね材の曲げ強度の評価方法に関する研究

田上, 誠

https://hdl.handle.net/2324/5068152

出版情報：Kyushu University, 2022, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：

（様式３）

氏　　名：田上　誠

論 文 名：スギ心持ち製材を積層した接着重ね材の曲げ強度の評価方法に関する研究

区　　分：甲

論　文　内　容　の　要　旨

接着重ね材（Glued Build-up Members：GBM）は，心持ち正角材（製材）をその繊維方向を互いにほぼ平行にして重ねる（積層）または束ねる新しい建築用木質構造材料である。GBM の普及は，潜在的に供給可能量が多い国内の心持ち正角材の積極的な活用として期待されており，2019 年には接着重ね材の日本農林規格（JAS）が制定されている。しかし，未だ建築基準法において接着重ね材に対する基準強度は定められておらず，広く一般に利用できない状況にある。これは，GBM が有する力学的な性質について体系的な分析が十分に行われておらず，それを踏まえた構造設計手法が確立されていないことが一因にある。本論では，建築構造部材の力学的な性質の最も基本的な指標である曲げ強度に着目し，実大 GBM 試験体の曲げ実験と断面解析を行い，それらの結果として GBM に対する構造設計手法の確立や基準強度の制定に資する知見を得ることを目的としている。

本論は９章より構成される。１章では，本研究の背景と目的および本論の構成について述べた。また，他の木質材料と比較して GBM に固有の力学的な性質，すなわち，構造設計において考慮するべき GBM の特性について整理して示した。

２章では，120 または 150 mm 角の製材を 2～5 段積層した実大 GBM 試験体 63 体の曲げ実験を行った結果について示した。実験結果から，GBM 試験体の破壊が接着面では生じず，最大荷重に達すると同時に曲げ引張側となる最下段の製材が脆性的に破壊して曲げ破壊となること，製材の寸法と段数が GBM 試験体の曲げ強度や破壊性状と荷重－変形関係に及ぼす影響に明確な傾向が見られないこと，GBM 試験体の曲げ強度は無垢材の曲げ強度に比べて小さくなることを明示した。

３章では，実験結果より最大荷重を決定づけると考えられる最下段の製材に着目し，その断面に生じる垂直応力を，集成材の曲げ強度の評価方法を踏襲して，引張成分と曲げ成分の組み合わせ応力として GBM の曲げ強度を評価する方法について検討した。150 mm 角の製材を 2～7 段積層する GBM と，断面寸法が同一の集成材に対して断面解析を行い，GBM では集成材とは異なり，断面せいが大きくなっても曲げ成分の割合が相応にあることから，製材の寸法と段数の異なる GBM の曲げ強度を統一的に評価するには，単純和の組み合わせ応力を用いて評価する方法が適していることを示した。

４章では，５・６・７章の検討に用いる部材内の各製材のヤング係数の差異，製材内のヤング率の差異などの GBM の特性を考慮できる断面解析モデルを構築した。また，モデルに用いる種々の強度について検証した。

５章では，同一等級構成の GBM では製材を無作為に積層することから，JAS 機械等級区分内で生じ得る最も極端な製材の配置を想定して断面解析を行い，部材内の各製材の曲げヤング係数の差異が GBM の曲げ強度に及ぼす影響を検討した。その結果，部材内にヤング係数が異なる製材が混在しても，全ての製材の曲げヤング係数を等級内の下限値として評価した GBM の曲げ強度を下回

ることはなく，設計上は製材を無作為に積層しても問題ないことを確認した。また，異等級構成のGBM の断面解析により, GBM 断面中央部の等級を最上段と最下段より 2 区分低い等級の製材としても，同一等級構成の GBM に比べて曲げ強度と曲げ剛性の低下は大きくはなく，異等級構成のGBM の有用性を確認した。

6 章では，GBM では心持ち正角材を用いることから，製材内の髄付近の未成熟材とその周辺の成熟材の機械的性質の差異を考慮して GBM の曲げ強度を評価することを試みた。両材の繊維方向のヤング率と引張強度をそれぞれモデル化し，未成熟材の範囲を髄からϕ120 mm と仮定して断面解析を行い, 3 段重ね以上の GBM では性質が劣る髄位置の引張強度により GBM の曲げ強度が決定されることと，未成熟材が曲げ強度に及ぼす影響は，無垢材よりも GBM においてより大きく現れることを示した。また，製材が 150 mm 角の場合，髄の偏心が 15 mm 以下であれば GBM の曲げ強度に大きく影響を及ぼさないことを示した。

7 章では，最下段の製材に着目して組み合わせ応力を用いて GBM の曲げ強度を評価する場合に寸法効果をどのように考慮することが適切であるかを理論的に考察し，製材の引張強度と曲げ強度に対する寸法効果として，それぞれ製材のせい・幅・長さに関する寸法効果係数と，幅・長さに関する寸法効果係数を考慮する方法を提案した。加えて，寸法効果を考慮した断面解析を行い，提案した寸法効果の評価方法が GBM の曲げ強度に及ぼす定性的な傾向について調べ，部材のせいと長さに相関性がある一般的な横架材では段数が増えても幅とせいに関する寸法効果は現れないが，長さに関する寸法効果が現れ，GBM の曲げ強度が小さくなること示した。

8 章では，構造設計において GBM が有する特性を踏まえて曲げ強度を評価する手法について考察し，適切な構造設計手法を整備するための課題を整理して示した。また，GBM の曲げ実験における曲げ強度の評価精度の改善に向けた課題も示した。

9 章では，2 章から 8 章で得られた知見を総括して本論の結論とした。