

(論文内容の要旨)

本論文は、スギ等国産材を使用した木質軸材料の性能を、異種の繊維材料と複合化して向上させることを目的に行った研究を、5章にまとめたものである。

第1章では、各種高強度繊維材料や金属等を使用した木質軸材料の強化に関する国内外の既往の研究を明らかにし、無機繊維や有機繊維が木質軸材料の性能向上に適した材料であることを示唆した。

第2章では、木材とガラス繊維シート、木材と炭素繊維シート、およびガラス繊維シート同士の接着技術について、3種類の接着剤を使用して検討を加えた。はく離試験およびブロックせん断試験の結果、一定量以上のレゾルシノール系樹脂接着剤を使用して接着すればよいことが明らかとなった。

第3章では、異なる断面の試験体を使用して、ガラス繊維あるいは炭素繊維による木質軸材料の強化について検討した。また、実大材の耐火試験を実施し、繊維強化と耐火性能との関係を明らかにした。小試験体を使用した試験の結果、スギ材とガラス繊維シートとの複合材の機械的性質は、木材およびガラス繊維シートそれぞれの機械的性質、およびガラス繊維シートの使用量より予測することができた。柱大の、もしくは大断面集成材の、引張側外層をガラス繊維シートもしくは炭素繊維シートで強化したところ、引張側最外層に縦つぎラミナを使用した場合や、あるいは比較的節の大きいラミナを使用した場合であっても、集成材は高い曲げ強度を示した。さらに、柱大断面の集成材の引張側外層に、ガラス繊維シートもしくは炭素繊維シートを挿入し、曲げ荷重時の耐火性能を調べた。その結果、繊維シートの挿入により、曲げ荷重時の耐火性能は向上し、燃焼に伴うたわみの増加は小さくなった。しかし最終破壊に要した時間は、繊維強化を行ってもさほど増加しなかった。

第4章では、側面からの蒸気噴射型連続プレスを使用したLVLの製造を試みるとともに、同プレスを使用して繊維強化LVLを製造し、性能を調べた。単板間に一定間隔で空間を設けることにより、噴射された蒸気は単板間に速やかに透過し、短時間で単板間温度が上昇することが判明した。また、単板を波形に加工し、これを通直単板間に挿入して蒸気を噴射したところ、短時間で単板間温度が上昇した。この波形単板を使用し、厚さ50mmのLVLを2体重ねた厚さ100mmのLVLを蒸気噴射プレスで試作した。さらに、両外層にメッシュ状ガラス繊維シートを挿入した繊維強化LVLも試作した。接着剤には、いずれもレゾルシノール系樹脂接着剤およびイソシアネート系樹脂接着剤を使用した。曲げ試験の結果、一部試験体が水平せん断で破壊したものの、繊維強化によりLVLの曲げ強度および曲げヤング係数とも向上し、割裂強度は顕著に大きくなった。小試験体を使用

して、載荷時の耐火性能を調べた結果、繊維強化によりLVLが破壊するまでに要した時間は長くなった。

第5章では、木橋等の、屋外環境下にある建築構造物に使用されている集成材等の木質軸材料の接合部を、繊維材料により強化する技術を研究した。ポリビニルアルコール（PVA）繊維シートを、2液型エポキシ樹脂接着剤で集成材の表面に接着することにより、乾湿繰り返し処理時の木材の寸法変化は減少し、割れや接着はく離の発生を抑止できた。また、接着剤を含浸・硬化したPVA繊維シートは水をほとんど透過させなかった。接合部を模し、端部に鋼製ピンを挿入した集成材を作製し、表面にPVA繊維シートを接着した後、屋外ばく露に供した。4ヶ月間ばく露の後、集成材を細分化し、含水率分布を測定した結果、PVA繊維シートを接着した集成材の含水率は、無強化の集成材よりも低い値を示した。PVA繊維シートの接着により、屋外ばく露環境下において、集成材接合部の含水率増加を抑止できる可能性が示唆された。

（論文審査の結果の要旨）

住宅や中・大規模の木質構造建築物、あるいは木橋等に使用される木質軸材料は、高強度の異種材料と複合化することにより、その機械的性質や耐久性の向上が期待できる。

本論文は、集成材および単板積層材（LVL）などの木質軸材料にガラス繊維もしくは炭素繊維などの繊維材料を積層複合化し、機械的性質の向上や耐火性の向上について調べたものである。さらに、高強度・高耐候性を備えたポリビニルアルコール（PVA）繊維シートを用いて屋外曝露環境下の木質軸材料の接合部を強化することを試みている。

得られた主要な成果は以下のとおりである。

（1）繊維材料と木材との接着は、一定量以上のレゾルシノール系樹脂接着剤で接着することにより、優れた耐久性を示し、同接着剤が木材とガラス繊維もしくは炭素繊維との接着に適していることが明らかになった。

（2）繊維材料で強化した木質軸材料の機械的性質は、木材および繊維材料それぞれの機械的性質、および繊維材料の使用量より予測することが可能であった。繊維強化により、比較的low品質の木材を使用しても高品質の木材を使用した場合と同等の機械的性質を示す木質軸材料を製造できることが示唆された。また、載荷状態での耐火試験では、繊維強化により燃焼中の曲げたわみは減少し、繊維強化は耐火性向上にも有用であることが示唆された。

（3）積層した単板間に、一定間隔で空隙を設けることにより、側面からの蒸気噴射型連続プレスを使用した熱圧により短時間のLVL製造が可能であった。メッシュ状ガラス繊維シートを外層に挿入し、同プレスにより製造した繊維強化LVLでは、割裂強さの顕著な向上をはじめ、機械的性質の向上が認められた。また、載荷状態での耐火試験では、破壊に要する時間が長くなり、繊維強化はLVL

Lの耐火性向上にも有効であることが明らかとなった。

(4) 2液型エポキシ樹脂接着剤を使用することにより、簡易な圧縮方法であっても、PVA繊維シートと木材との接着は高い耐久性を示した。集成材へのPVA繊維シートの接着により、寸法変化が減少し、また割れや接着はく離が減少する等の効果が得られた。同シートを集成材の接合部に接着することにより、屋外環境下での内部の含水率増加が抑止され、耐久性が向上する可能性が示唆された。

以上のとおり、本論文は、繊維材料との複合化により木質軸材料の機械的性質や耐久性を向上させ、高信頼性木質軸材料の製造を可能にし得ることを明らかにしたものであり、木質材料科学、木質構造学並びに関連する木材工業の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成20年12月18日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。