

北海道産カラマツに圧密技術を応用した高硬度木質材料の開発

佐々木 貴 信 [北海道大学大学院農学研究院／教授]
高 梨 隆 也 [北海道大学大学院農学研究院／助教]
古 田 直 之 [北海道立総合研究機構 林産試験場／主査]
大 橋 義 徳 [北海道立総合研究機構 林産試験場／研究主幹]
古井戸 宥 樹 [北海道立総合研究機構 林産試験場／研究職員]
山 上 裕一朗 [株式会社山上木工／代表取締役社長]

背景・目的

北海道内のカラマツ資源は価値の高い用途の創出が求められている。軽軟な針葉樹材を広葉樹材の品質に近づける材質改良手法としてホットプレスを用いた圧密技術があり、これまで検討がほとんど行われていないカラマツ圧密材を活用した家具の開発に着目した。本研究では、カラマツ圧密木材の製造条件と基礎物性の関係を明らかにし、代表的な広葉樹材と同等以上の性能を有する新規材料を開発することを目的とした。さらに、圧密木材を用いて家具の接合部の性能や加工性を評価し、一般的な広葉樹や金属類に代替可能なグリーンマテリアルとしての普及展開を目指した。

内容・方法

- 1) カラマツ圧密材の製造試験と基礎物性評価
道産カラマツ材について、複数条件の熱圧温度や圧縮率で圧密材を製造し、吸水厚さ膨張率試験、ブリネル硬さ試験、曲げ試験により圧密材の基礎物性に及ぼす影響を明らかにする。
- 2) カラマツ圧密材を用いた椅子接合部試験と有限要素解析
カラマツ圧密材を用いて木製椅子の接合部モデル試験体を製造して接合部強度試験を行い、接合性能についてカラマツ圧密材と代表的な広葉樹材の比較を行い、圧密材の接合性能の特徴を明らかにする。さらに有限要素法を用いてモデル接合部の応力状態を解析する。
- 3) カラマツ圧密材の加工性評価および試作椅子の性能評価
家具製作に必要な機械設備を用いてカラマツ圧密材の切削試験を行い、広葉樹材と比較しながら家具部材としての加工性や留意点を明らかにする。また、フレーム強度試験を行い椅子としての強度性能を評価する。

結果・成果

- 1) カラマツ圧密材の製造試験と基礎物性評価
カラマツ圧密材の製造条件(熱圧温度、圧縮率、ラミナ厚さ、ラミナ含水率、木取り位置)が基礎物性に及ぼす影響を調べた。製造条件として、熱圧温度は140℃、160℃、180℃の3条件、圧縮率は40%、50%の2条件、ラミナ厚さは30mm、60mmの2条件、含水率は15%、20%の2条件、木取り位置は外側(成熟材)、内側(未成熟含む)の2条件

で検討した。木取り位置について、外側から採材した製材を圧縮率50%で圧密することで密度1000kg/m³を超えることがわかった。圧密材の製造条件とブリネル硬さについては、熱圧温度が低く、圧縮率が高く、含水率が低いほどブリネル硬さが大きくなる傾向が認められた(図1)。圧密材の吸水厚さ膨張率は、材の端部で大きく、中央部付近で低くなったが、全体の傾向としては、ラミナ厚さが厚く、含水率が高く、圧縮率が大きいほど低くなる傾向が認められた(図2)。したがって、圧密材の寸法固定には、圧密時に一定の水分量が必要であることがわかった。圧密材の曲げ強さは、熱圧温度が低く、ラミナ厚さが薄いほど高くなる傾向が認められたが(図3)、ラミナ含水率の違いの影響はほとんどなかった。

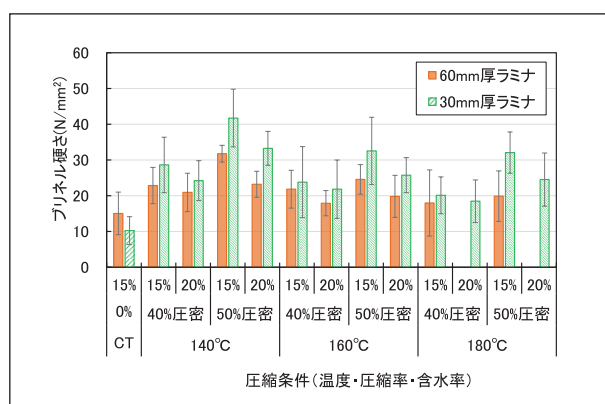


図1: 圧密材の製造条件とブリネル硬さ

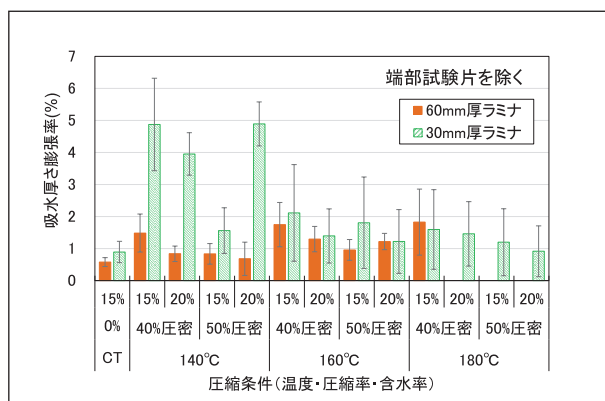
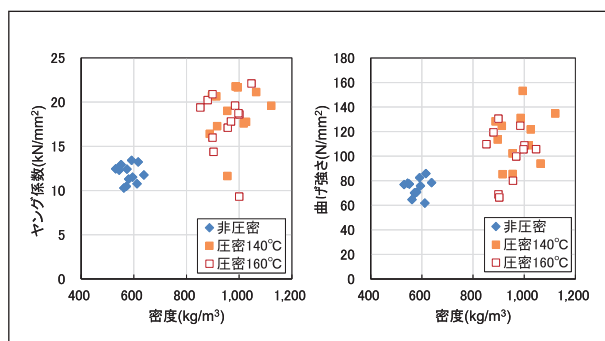


図2: 圧密材の製造条件と吸水厚さ膨張率



2) カラマツ圧密材を用いた椅子接合部試験と有限要素解析

カラマツ圧密材を用いて家具用接合部の試験体を試作し、強度試験を行った。圧密材は熱圧温度160℃、圧縮率40%で製造したものを使用した。接合部の仕様は、ほぞ接合およびフィンガージョイント(FJ)接合の2種類とし、家具用として一般的に用いられるナラおよびブラックウォールナットと比較した。ほぞ接合、FJ接合ともに、カラマツ圧密材は広葉樹と同程度の剛性を示した。一方、最大モーメントは両接合法ともに広葉樹材には及ばなかった(図4)。また、ほぞ接合では、広葉樹やカラマツ非圧密材に比べて脆性的な破壊を示し、これは圧密材製造時の熱により材の劣化が生じたものと推察され、熱圧温度を下げるなど熱による靱性の低下を抑える必要があると考えられた。有限要素解析から、ほぞ接合で応力集中が発生していることが確認された。

3) カラマツ圧密材の加工性評価および試作椅子の性能評価

カラマツ圧密材を用いて椅子フレームを試作し加工性を評価した。カラマツ圧密材は非圧密材よりも硬く高密度ではあるが、帯鋸での裁断性や自動かんなの切削性に問題はなかった。フィンガー加工については、ナラと同様の設定では材が硬くてフィンガーが入りにくかったが、ブラックウォールナットと同様の設定では問題なくフィンガー加工できることがわかった。接着性やサンダーの研削については広葉樹材と変わらなかった。フレーム強度試験では広葉樹材による従来の椅子と同等の性能があることが確認された。

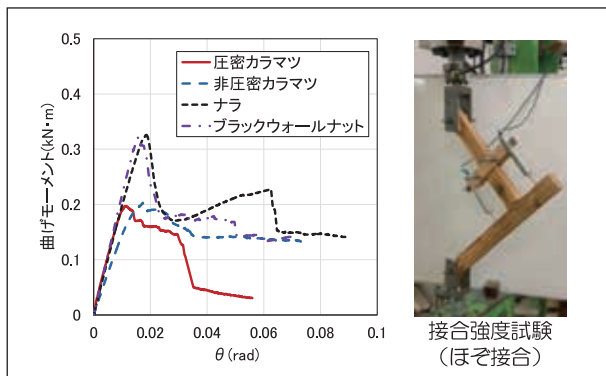


図4:FJの単調引張試験のモーメント回転角曲線

今後の展望

カラマツ圧密材の製造条件が各種物性値に及ぼす影響が明らかとなり、適切な製造条件や家具部材としての利用可能性が示された。過去のドマツ圧密材の製造方法を踏まえ、圧密材製造時の熱圧温度を140~180℃で検討してきたが、予備検討において140℃未満の低温でも圧密木材を製造できる可能性が示され、強度的にも優れた性能が期待できることがわかった。カラマツ材に最適な圧密材製造技術について継続して検討することで、家具用材料として実用化されることが期待される。