

学 位 論 文 要 旨
SUMMARY OF DOCTORAL THESIS

氏名 Name: 川上敬介

題目 Title: 鳥取県産スギ3層クロスパネルの住宅用部材としての性能評価と利用技術に関する研究

**Evaluation of Physical Performance of Three-Cross-Layered Panel
of Sugi Wood and Its Application to Housing Members**

スギ材は永らく日本で利用されてきた最も身近な素材の一つである。戦後大量に植林されてきたスギは現在利用時期を迎えており、現代の生活様式に適した活用技術の提案が求められている。近年開発されたスギ3層クロスパネルは、無垢の質感をそのままに、無垢材では得ることの出来ない幅広の面材で、施工性が良好であること、水性高分子イソシアネート系接着剤を使用しており接着剤由来によるホルムアルデヒドの放散が無いことなど、健康や安全に配慮した建築材料として消費者や建築関係者から高い注目を集めている。スギ3層クロスパネルが消費者や建築関係者に広く普及していくためにも、スギ3層クロスパネルの住宅用部材としての性能について、実際の使用環境や建築現場のニーズを的確に反映しながら検証していくことが求められている。

本論文は、スギ材を活用した新しい住宅用部材として注目されているスギ3層クロスパネルについて住宅用部材としての性能を把握、評価し、パネルの特徴を活かした利用技術を提案することを目的としている。具体的には、原材料である鳥取県産スギ丸太材の材質を明らかにしつつ、それから製造されたスギ3層クロスパネルの材質、温熱、反り、構造などの特性を使用環境や建築設計に即した条件で検証した。

第1章ではスギ3層クロスパネルの原材料の品質を把握することを目的に、鳥取県内産スギ丸太材および幅はぎ板の年輪幅や密度、ヤング係数などの材質について調査した。その結果、スギ丸太材の動的ヤング係数の平均値は 6.86GPa で、これらの丸太材から得られるひき板の乾燥後のヤング係数平均値は、丸太材の動的ヤング係数よりもやや高い $7\sim 8\text{GPa}$ 程度になることが推察された。また、動的ヤング係数と視覚的指標（末口年輪数、末口年輪幅、細り率）には有意な相関関係が認められたが、実用に供するほど高くなく、視覚的指標による丸太の動的ヤング係数の区分は困難であると考えられた。さらに幅はぎ板の曲げヤング係数平均値は、化粧面用が 7.76GPa 裏面・中芯用が 7.09GPa で、幅はぎ板を曲げ性能による選別を行わずにスギ3層クロスパネルを生産しても、AQの曲げ性能基準をクリアすることは十分可能であることが明らかになった。

第2章ではスギ3層クロスパネルの住宅用部材としての材質並びに強度特性を明らかにすることを目的として、パネル単体の密度や節径、曲げ性能などを調べ、その特徴について検討した。その結果、スギ3層クロスパネルの曲げ性能(スパン方向と主繊維方向との角度が 0°)は MOE (曲げヤング係数)、MOR (曲げ強さ) とともに 35mm 厚の既存の針葉樹合板と同等以上の性能を示し、AQ に準じた格付けでは、MOE 下限値から E60 相当であることが明らかとなった。またスギ3層クロスパネルの MOE と MOR の間には高い正の相関関係が認められた。一方、Ksum (中央 350mm 区間にお

ける節径の合計)と MOR の間に負の相関関係が認められ、幅はぎ板製造における幅方向での節の連続が曲げ性能に影響を与えている可能性が示唆された。

第3章ではスギ3層クロスパネルの住宅用下地材としての温熱特性を把握することを目的として、床暖房システムを想定した小試験体によるモデル試験を行った。その結果、加熱停止後の保温性について、下地材裏面に断熱材を敷設しない場合、スギ3層クロスパネルは今回試験した全ての下地材の中で最も優れた保温性能を有していた。また、下地材裏面に断熱材を敷設した場合、スギ3層クロスパネルは合板やスギ板に比べ箱中央および床表面温度ともに同等以上の性能を有していた。スギ3層クロスパネルの電力量は、断熱材を敷設しない場合、今回試験に供した下地材の中で最も少なく、スギ3層クロスパネルを施工することによる省エネルギー効果が認められた。また断熱材を敷設すると、下地材間の電力量の差は極めて小さくなり、12mm厚さの合板とほぼ同じ値になった。

第4章では、市販されている36mm厚さのスギ3層クロスパネルについて、両面の温湿度環境の違いがパネルの変形に与える影響を調べるために、2室型環境試験機を用いた72時間連続運転による反り矢高試験を行った。その結果、スギ3層クロスパネルの反り量は、試験開始後8時間までは急激に増加し、その後は緩やかに上昇した。その際に、局部的に大きな反りは発生しなかった。次に、スギ3層クロスパネル表面の平衡含水率の違いによってパネルの反りの挙動は大きく変化した。特に脱湿がスギ3層クロスパネルの反り量に大きな影響を与えた。幅はぎ板の繊維方向を直交させるスギ3層クロスパネルは、幅はぎ板を平行に積層接着したパネルに比べ、反り量を対角線方向で半分以下に軽減でき、市販のカラーフローア(厚さ15mm)と構造用合板(厚さ12mm)を組み合わせたフローリングと比べると同程度の反り量であった。捨て張りはスギ3層クロスパネルの反りを簡便に軽減する手法として有効である。またパネル各層の厚さを変えてパネルの反り量は変化し、表面9mm、中芯18mm、裏面9mmとした場合に幅方向と対角線方向の反りの抑制効果が認められた。

第5章では、スギ3層クロスパネルの特徴を活かすことのできる建築工法として「落とし込み工法」に注目し、耐力壁体としての性能を明らかにすることを目的として、実大試験体による面内せん断試験を行い、壁倍率の算出等からその性能を検証した。その結果、壁倍率は一間タイプが約4.32、半間タイプが約3.58で、良好な面内せん断性能を確保出来ることがわかった。また、試験後のスギ3層クロスパネルに木部の破壊、接着面のはく離などは認められず、試験前と変わらない状態を維持していた。そしてスギ3層クロスパネルを使ったこの工法は、実際の建築にも応用され始めている。

国産材の有効利用、とりわけ人工林スギ材の活用は、日本国内の森林を健全に維持、循環させていくための最も重要な取り組みの一つであり、それには住宅用部材としての需要開拓が必須である。今回の研究を通じてスギ3層クロスパネルは、住宅用部材として多くの魅力と可能性を秘めた製品であることを明らかにすることができた。日々進化を遂げる接合金物や接着剤、建築技術の流れを的確に把握し、その時々々の技術に対応した製品として先んじて消費者にスギ3層クロスパネルのメリットを提案していくことが求められる。そしてスギ材の活用と地域の活性化のために、今後も産学官がそれぞれの立場で知識と技術を駆使し、一丸となって取り組んでいくことが何よりも望まれる。