

研究概要報告書

(/)

研究題目	持続的木材資源 (スギ小径丸太) からのピアノ響板材料の製造	報告書作成者	矢野浩之
研究従事者	矢野浩之		
研究目的	<p>響板は、ピアノの心臓部である。その響板の材料を取り巻く環境が、この10年で大変厳しくなっている。すなわち、1980年代までは、振動特性を重視し、樹齢が数百年を越えるトウヒ属のドイツウヒ シトカスプルー スから、わずか数%の歩留まりで材料を得ていた。それが、90年代には、優良材の枯渇、環境保護意識の高まりにより、その多くを、品質が不揃いな北海道産のトウヒ属、エゾマツに頼らざるをえなくなり、近年は、中国産のトウヒ属木材への移行が検討されている。</p> <p>本研究では、このような状況を根本から打開するために、スギ小径丸太を原材料に、樹脂含浸・圧密と積層複合によって、ドイツウヒと同等の音響特性を有する響板材の製造を目指す。これは、従来の選別に基づく材料確保から、持続的資源である植林木 (スギ) を用いた、材料設計に基づく響板材料製造への大きな転換につながる。</p> <p>これまで、申請者らは、スギ小径丸太から製造したベニヤに、熱硬化性樹脂を含浸後、厚さ方向に加熱しながら圧縮すると、高弾性で振動吸収の少ない材料となることを明らかにしてきた。さらに、粘性項を考慮したシミュレーションから、この樹脂含浸・圧密材を表層に、また、無処理のスギ板を芯層に配置した3層の積層複合材料では、表層と芯層とのある厚さ比において、ドイツウヒ材と同程度の比重で、より高弾性で、振動吸収の少ない材料となることを明らかにしてきた。本研究では、これらの知見に基づき、実際に、小径スギ丸太から得たロータリーレー スベニヤを用いて熱硬化性樹脂含浸圧密木材を製造し、それをスギ板の表層に種々の積層条件で選択的に配置して複合材を製造する。その積層複合材の振動特性とシミュレーション結果との対応について検討する。</p>		

研究内容	<p>1) 接着操作による音響特性の変化</p> <p>積層複合による木質系音響材料の製造においては、表層材料と芯層材料との接着操作が重要である。不適切な接着複合操作による接着界面での変形あるいは振動吸収は、積層複合材料の弾性率を低下、振動吸収を増大させ、シミュレーションとの対応を困難にすると予想される。そこで、本研究では最初に表層材料と芯層材料との接着操作について検討した。すなわち、無処理のスギ板材を、3次元ネットワークを形成する熱硬化性樹脂：1液型イソシアネート系樹脂接着剤、レゾルシノール樹脂接着剤、エポキシ樹脂接着剤、熱可塑性樹脂：酢酸ビニル樹脂接着剤および両者の中間的な構造を有する水性ビニルウレタン樹脂接着剤の5種類の接着剤でそれぞれ積層し、芯層材、表層材と積層材の弾性的性質（ヤング率 E、比ヤング率 E/ρ）、振動吸収特性（$\tan \delta$）の比較から、最適積層接着条件を明らかにした。接着剤の塗布量、圧縮圧力は、それぞれ $100\text{g}/\text{m}^2$、0.8MPa とした。接着温度は、イソシアネート系樹脂接着剤のみ 170°C（15分間）と室温とし、他の接着剤はすべて室温で硬化させた。室温での圧縮時間は、イソシアネート系樹脂接着剤、レゾルシノール樹脂接着剤は24時間、他の接着剤は3時間とした。</p> <p>2) 樹脂含浸圧密木材の製造</p> <p>既往の研究成果を基に、表層に積層する樹脂含浸圧密木材を以下の方法で製造した。すなわち、厚さ2mmのスギベニヤに10%濃度の低分子量フェノール樹脂（平均分子量 約 200）を減圧下で注入し、その状態を24時間保持した。続いて常圧に戻し、6日間保持した。その後、1週間以上の風乾を経て、70°C で24時間乾燥した。この樹脂含浸ベニヤを2～3枚積層し、130°C で30分間、厚さが1/3になるまで熱圧縮した。さらに、解圧後、150°C で1時間加熱して樹脂硬化を完了させた。20°C、相対湿度65%で十分調湿してから樹脂含浸圧密木材の比重、比ヤング率、$\tan \delta$ を測定した。</p> <p>3) 積層複合</p> <p>1)で明らかになった最適接着剤および条件で、2)で作成した樹脂含浸木材を表層に、厚さ6mmのスギまさ目試料（挽き板）を芯層にそれぞれ用いて積層複合材を作成し、その比重、比ヤング率、$\tan \delta$ をシミュレーション結果と比較した。</p>
------	---

研究概要報告書

(/)

<p>研究のポイント</p>	<p>積層複合による木質系音響材料の製造において、もっとも重要な表層材料と芯層材料との接着操作について、本研究では、無処理のスギ板材を用い、接着剤の種類(熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、その他)等を変化させて積層接着を行い、接着前後での弾性的性質(ヤング率 E、比ヤング率 E/ρ)、振動吸収特性($\tan \delta$)の変化から、最適な積層接着条件を明らかにする。その結果を基に、樹脂含浸圧密材と無処理材を積層複合し、シミュレーション結果との対応を明らかにする。</p>
<p>研究結果</p>	<p>1)接着による音響特性変化 説明図1(左)に示すように、比重、比ヤング率は積層によってわずかに増大する程度であったが、$\tan \delta$には接着剤の種類によって差が生じた。すなわち、イソシアネート系樹脂、レゾルシノール樹脂、エポキシ樹脂といった熱硬化性樹脂接着剤を使用した場合は、積層複合により$\tan \delta$が10~15%低下したが、熱可塑性樹脂である酢酸ビニル樹脂接着剤を用いた場合は、その減少の程度がわずかであった。ピアノ響板用材料には$\tan \delta$が小さいことが好ましく、積層複合には熱硬化性樹脂接着剤が適当である。</p> <p>2)樹脂含浸圧密処理により弾性率を増大させ、$\tan \delta$を低下させたスギ圧密材を熱硬化性樹脂接着剤を用い表層部に積層すると、説明図1(右)に示すように、19GPa前後の比ヤング率を有する材料から30GPaの比ヤング率を有する材料を製造できた。この実験結果はシミュレーション結果と対応した。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>今回の研究成果は樹脂含浸圧密木材の表層部への積層複合が、スギ小径丸太から高性能楽器響板を製造するために有用な技術であることを示したといえる。しかし、その実用化あたっては、以下の様な課題がある。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 良質のスギベニヤの入手 2) 低分子量フェノール樹脂の注入、硬化、積層複合工程による製造コストの増大。 3) 従来の楽器響板とは異なる外観(板目) 4) 積層材からのホルムアルデヒド放散の抑制 5) 実際のピアノ響板に適應した際の音質 <p>本研究の成果は、積層複合がスプルー材以外の木材からピアノ響板材を製造する際の重要な技術であることを示すものである。今後は、低比重スギ材と無処理高比重木材との組み合わせといった、コスト増につながる樹脂含浸圧密を用いない方法の検討も必要である。</p>

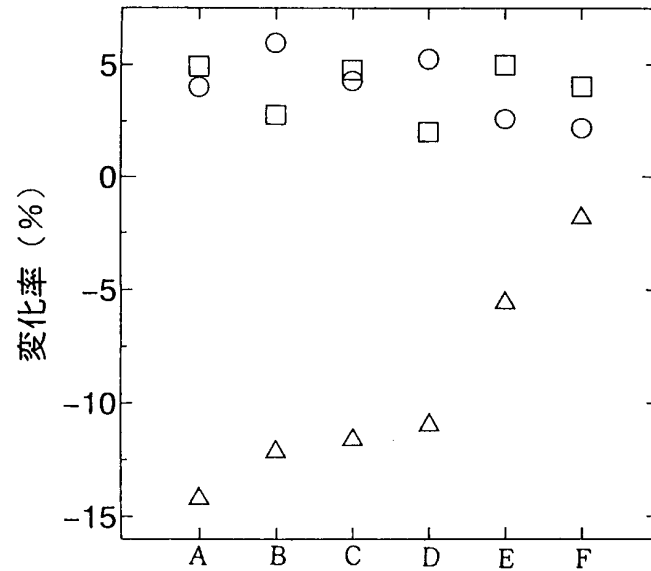


表1 積層複合による音響特性の変化
スギまさ目板+スギ樹脂含浸圧密ベニヤ

	厚さ (mm)	比重	比ヤング (GPa)	tan δ (×10 ⁻³)
表層材	1.15	1.06	18.6	5.79
芯層材	5.97	0.33	19.8	6.15
積層材	8.19	0.53	30.0	6.59

図1 接着による音響特性の変化(スギまさ目板、積層構成:2mm+6mm+2mm)

変化率(%) = (積層前 - 積層後) / 積層前

A: イソシアネート樹脂(熱圧)、B: イソシアネート樹脂(冷圧)、C: レゾルシノール樹脂、D: エポキシ樹脂、E: 水性ビニルウレタン樹脂、F: 酢酸ビニル樹脂

○: 比重、□: 比ヤング率、△: tan δ