

審査の結果の要旨

氏名 山村 いづみ

木材の利用促進を図るには、これまであまり顧みられてこなかった特性にも目を向けるべきではないかと考え、木材の高い周波数域における吸音性能に着目した。過去の木材単体の吸音率に関する研究は極めて少ない。本研究では第2章で、吸音率を樹種別、切断面別に測定することを試みた。第3章では、第2章で得られた測定結果が、木材のどのような物性からもたらされたのかを論じた。第4章では、第2章、第3章で明らかとなった木材固有の吸音特性を活かす方策の提案を行った。本論文は、上記の目的に序章として研究背景を加えた4章によって構成されている。

第2章は木材の吸音率測定において、新たな測定方法を構築するに至った経緯と結果を述べた。最初の測定として、最も一般的で信頼性の高い方法として JIS 規格の垂直入射音響管を用いてスギ、キリ、ミズナラの木口面の測定を行った。測定の結果、スギとミズナラは周波数の上昇に伴い吸音率も大きくなり、更に高い周波数域での挙動に興味をもたれた。キリは 2000Hz でピークを呈した後、吸音率は下降した。JIS 規格の測定機は、測定範囲が 100~5000Hz で、木材のような微細な組織構造をもつ材料の吸音は高い周波数域で顕著になるのではないかと推測されたので、5000Hz 以上の音域に対応した測定器を新たに製作することとした。

製作した測定器 (図1) は測定範囲を 1500Hz~13500Hz とし、従来の機器よりも高い周波数域の測定が可能なものとした。音源にはホワイトノイズを用いた。一般的に、音響の測定周波数には、1/3 オクターブバンドの中心周波数(100, 200, 250, 315, 400, 500, 630Hz...) が用いられるが、試作器では解析に使用した FFT ソフトが約

10Hz ごとの解析能力をもっていたため、吸音率を 10Hz ごとに表示することができた。この生データはあまりに細かすぎ、さらにガラスの測定においても吸音率ピーク値が 0.4 を超えるなど不自然なスペクトラムが見られた。この異常に高い値はノイズとみなされ、これを排除するために山形に繰り返し現れる吸音率のグラフの最低値を拾って線で繋いだところ、見やすいグラフが得られた (図2)。JIS 規格の装置では、ある特定の周波数で切り取られた値をつないで吸音率のグラフを描くが、本研究における方法では吸音率の挙動に応じたグラフが得られる点で、より



図1 製作した測定器

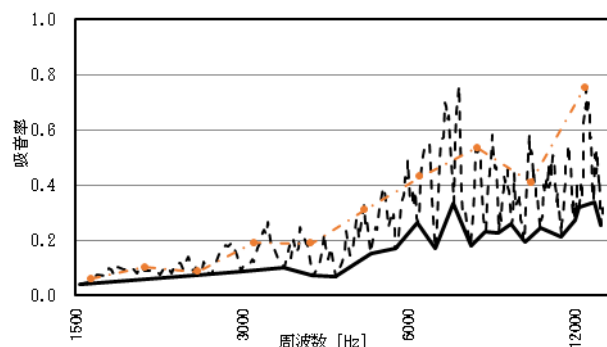


図2 吸音率グラフの構築(ガラスの吸音率)

実態に近いものといえる。

この方法による測定の結果、木材の木口面と柾目面では吸音特性が大きく異なり、総じて木口面の方が吸音率は高いことがわかった。その差は周波数が増える程大きくなることも確認された。柾目面は樹種による差異はあまり見られないが、木口面ではスギ、ヒノキの吸音率が10000Hz以上で急上昇し、11200Hzと12500Hzの2つのピーク（吸音率 α は0.5~0.6）を示した。広葉樹のキリとミズナラは針葉樹よりは低く、10700Hzと13000Hzで α は0.3~0.4のピークを示した。バルサはスギ・ヒノキとキリ・ミズナラの間を穏やかに上昇するスペクトラムを描いた。さらに、木材と合わせてポリオキシメチレン表面に ϕ 1mmの貫通孔を開けたもの、 ϕ 0.5mmのもの2種類を製作した。開孔率はいずれも20%の試料を作成し測定を行った。その結果、周波数の上昇に伴い吸音率も上昇すること、さらに孔が細かいほど吸音率も大きいことが確認された。

第3章では、木材の物性や組織構造から共鳴周波数と吸音率を算定し、この理論値と第2章で得られた測定結果を比較検討した。その際、吸音のメカニズムを板型吸音機構と共鳴器型吸音機構に分けて検討した。まず板型吸音機構では、物性値として木材の剛性に注目してスギ、キリ、ミズナラの算定を行った。その結果、共鳴周波数はいずれも600Hz以下という低い値となったが、ミズナラにおいては共鳴周波数がJIS測定器の結果と近似性を呈した。一方、吸音率は木口面より柾目面の方が高いという結果となった。これらのことから、木材の吸音特性には一般的には剛性はあまり関与していないが、ミズナラのように密度が比較的大きく剛性の高い木材では、板型吸音機構による吸音特性を呈する可能性があることが示唆された。次に、共鳴器型吸音機構において、木材の組織構造との関係を調べた。木口断面に見られる道管、仮道管の直径、長さ、開孔率を光学顕微鏡で測定し、共鳴周波数を算出した結果、仮道管・道管長の長いヒノキ・キリで測定値とのよい近似性を見ることができた。組織が細く、短いスギ・ミズナラ・バルサでは、共鳴周波数の算定値が100,000Hz以上に及んだ。吸音率は、抵抗値として木材の流れ抵抗値を用いた。この流れ抵抗値は文献値を引用した。その結果、吸音率の算定では、スギとヒノキで測定値と非常によい近似性を見ることができた。

第4章では、木材の木口断面が高い周波数域において優れた吸音性能を示すことを利用して、室内のノイズを吸収する仕上げ材としての利用を提案した。

本研究は従来科学的な解明がなされていなかった高い周波数域における木材の吸音特性について、板型吸音機構よりも共鳴器型吸音機構による吸音が支配的であることが有力であるという新しい知見を示し、木材は高音域で優れた吸音性能をもっていることを明らかにした。木材の組織構造との関係では、道管、仮道管の長さが共鳴周波数に大きな影響を与える要因であることを示した。そして、独自の吸音率表示方法の有効性を示した。以上より、審査委員一同は、本論文が学術上応用上貢献するところが大きく、博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。