

県産材を利用した住宅用内装材の開発 —スギ防音積層パネルの性能評価—

Functional Evaluation of Sugi soundproofing laminated panel

小島正・町田初男・工藤康夫*

I はじめに

国産材を有効に活用し、木材の自給率を上げるとともに、快適な居住環境を整備するため、国産材を利用した内装材の開発が求められている。現在、スギの幅はぎ板を、繊維が直交するように3層に重ね合わせたスギ三層クロスパネルが床や壁等に利用され、スギの需要拡大に貢献している。

そこで、スギ三層クロスパネルと同様に、スギ幅はぎ板を利用し、遮音性能を向上させた製品開発として、群馬県産のスギを使用した合板(12mm)の表裏に遮音シート、外側にスギ幅はぎ板(9mm)を積層接着したパネル(以下、防音積層パネル)を試作した。その特性を把握するため、①音響透過損失②軽量床衝撃音遮断性能を評価したので報告する。

II 材料及び方法

1 試験体

群馬県産スギ材の合板(厚さ12mm、5プライ)(以下「スギ合板」)に遮音シート(厚さ2～3mm)、スギ幅はぎ板(厚さ9～12mm)を積層接着し、パネル(厚さ34～36mm)を作製した。スギの幅はぎ板には、群馬県産のスギ板材(幅70～120mm)を使用し、幅はぎ及び積層接着には、水性高分子イソシアネート系接着剤(約250g/m²)を片面に塗布し圧縮した。積層接着時の圧縮圧力は0.6MPaで、圧縮時間は60分とした。遮音シートのE-20、E-30は特殊樹脂、A-30はアスファルト系樹脂である(図-1)。

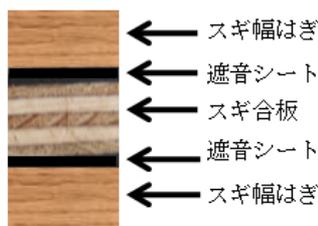


図-1 スギ防音積層パネルの構造

(1) 音響透過損失測定用の試験体

試験体の概要を表-1に示す。試験体は400×400mmの大きさとし、遮音シートの測定には、表面がたるまないように、厚さ12mm、幅30mmのスギ合板で外枠を作製し、水性高分子イソシアネート系接着剤で固定した。

*桐生森林事務所

表-1 スギ防音積層パネルの構成部材及びパネルの概要

試験体	面密度 (kg/m ²)	構造	試験 体数
遮音シートA-30	6.5	アスファルト基材3mm	1
遮音シートE-20	4.3	特殊樹脂基材2mm	1
遮音シートE-30	6.0	" 3mm	1
スギ合板	4.6	群馬県産スギ合板12mm	1
スギ幅はぎ	4.6	スギ幅はぎ板12mm	1
積層パネル	15.3	スギ幅はぎ(12mm)-スギ合板(12mm)+スギ幅はぎ(12mm)	2
スギ3層 クロスパネル	14.1	スギ幅はぎ(12mm)+スギ幅はぎ(12mm)+スギ幅はぎ(12mm)	2
防音積層パネル A-30	24.2	スギ幅はぎ(9mm)+遮音シートA-30(3mm)+スギ合板(12mm)+遮音シートA-30(3mm)+スギ幅はぎ(9mm)	2
防音積層パネル E-20	19.4	スギ幅はぎ(9mm)+遮音シートE-20(2mm)+スギ合板(12mm)+遮音シートE-20(2mm)+スギ幅はぎ(9mm)	2
防音積層パネル E-30	23.5	スギ幅はぎ(9mm)+遮音シートE-30(3mm)+スギ合板(12mm)+遮音シートE-30(3mm)+スギ幅はぎ(9mm)	1

注：試験体数が2個の面密度はその平均値

(2) 軽量床衝撃音遮断性能測定用の試験体

試験体の大きさは、1820 × 910mm とした。試験体は、積層パネル、防音積層パネル A - 30、E - 20、E - 30 とし、試験体数は各1体とした。パネルの構造を表-1に示す。

2 評価方法

(1) 音響透過損失の測定方法

音響透過損失の簡易測定の手順は以下の通りである。RC 造実験家屋の一室に設置したコンクリート製無響箱（コンクリートの厚さ 50mm、内法 346mm × 346mm × 390mm、内側に厚さ 25mm のグラスウールを重ねて約 100mm 厚の吸音層）の上面の開口部に試験体を油粘土で固定し、さらに、音響透過が試験体の上面のみで生じるように、コンクリート製無響箱と試験体の際および試験体の側面を油粘土で被った。

音響透過損失の測定には、建築音響計測システム（B&K、3560C）を用いて、多面体スピーカーを通して室内にホワイトノイズ（あらゆる可聴周波数帯域の周波数成分が含まれているノイズ）を発生させ、コンクリート製無響箱の内部に設置したマイクロフォンによって、試験体の有無による音圧レベル差を求めた。1/3 オクターブ毎（250Hz ～ 8 kHz）の音圧の測定は、1 試験体につき 3 回繰り返し、その平均値を測定値とした。

(2) 軽量床衝撃音遮断性能の測定方法

民家型工法床の軸組仕様は、以下のとおり。軸材（断面寸法：105 × 240mm、プレカット加工有）

を2階の開口部(2815 × 3725mm)の周囲及び長手方向に 1820mm の間隔で2本施工し、さらに長手方向に直交して 910mm 間隔に 100mm 正角材を軸受け材として3本渡した。厚さ 30mm のスギ板を軸材にビス留めし、その上に作製した防音積層パネルをビス留めした。

試験体(1820 × 910mm)は、軸材と平行に1枚設置し、その他の部分には、28mm 厚の構造用合板を敷き詰めた。スギ板と防音積層パネルの間に根太(厚さ 25 × 幅 30mm)を 45cm 間隔で設置した根太仕様と、設置しない標準仕様で試験を実施した(図-2)。

軽量床衝撃音レベルの測定は、JIS A 1418-1:2000 に準拠し、タッピングマシン(B&K,3207)を衝撃源として、建築音響計測システム(B&K,PULSE 3560C)を使用した。1試験体につき3回繰り返し、その平均値を測定値とした。

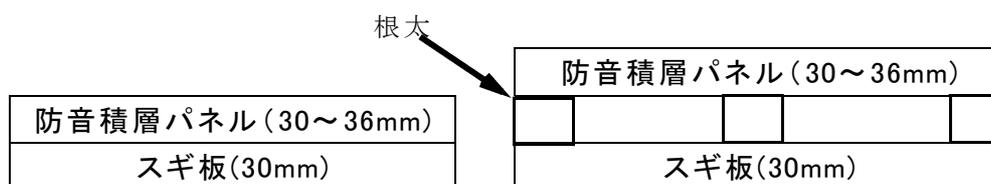


図-2 床の仕様

Ⅲ 結果及び考察

1 スギ防音積層パネルの音響透過損失

(1) 部材の音響透過損失

スギ幅はぎ、遮音シート及びスギ合板の音響透過損失の測定値を図-3に示す。音響透過損失は、遮音シート A-30 が一番高く、次いで遮音シート E-30、E-20 の順であった。遮音シート E-20 はスギ幅はぎと同程度の音響透過損失であった。スギ合板は、500 Hz 以下の周波数帯域では遮音シート A-30、E-30 と同程度の音響透過損失であるが、それ以上の周波数帯域では、遮音シート E-20 と同程度の音響透過損失であった。

(2) スギ防音積層パネルの音響透過損失

スギ防音積層パネルの音響透過損失の測定値(2つの試験体についてはその平均値)を図-4に示した。周波数帯域毎に音響透過損失量を加算して比較すると、防音積層パネル E-30 > A-30 > E-20 > 積層パネル(遮音シートなし)の順に性能が高かった。

周波数帯域毎に、遮音シートを挟み込まない積層パネルと各防音積層パネルで音響透過損失量の差(平均値)を比較すると、スギ防音積層パネル E-30 は 3.4 dB、A-30 は 2.9dB、E-20 は 1.7dB であった。

音に対する人間の感覚は音が 3 dB 変化すると知覚できることから¹⁾、スギ防音積層パネル A-30、E-30 では音響透過損失の効果が期待できるが、スギ防音積層パネル E-20 では、一部の周波数帯域で遮音効果を知覚できない可能性がある。

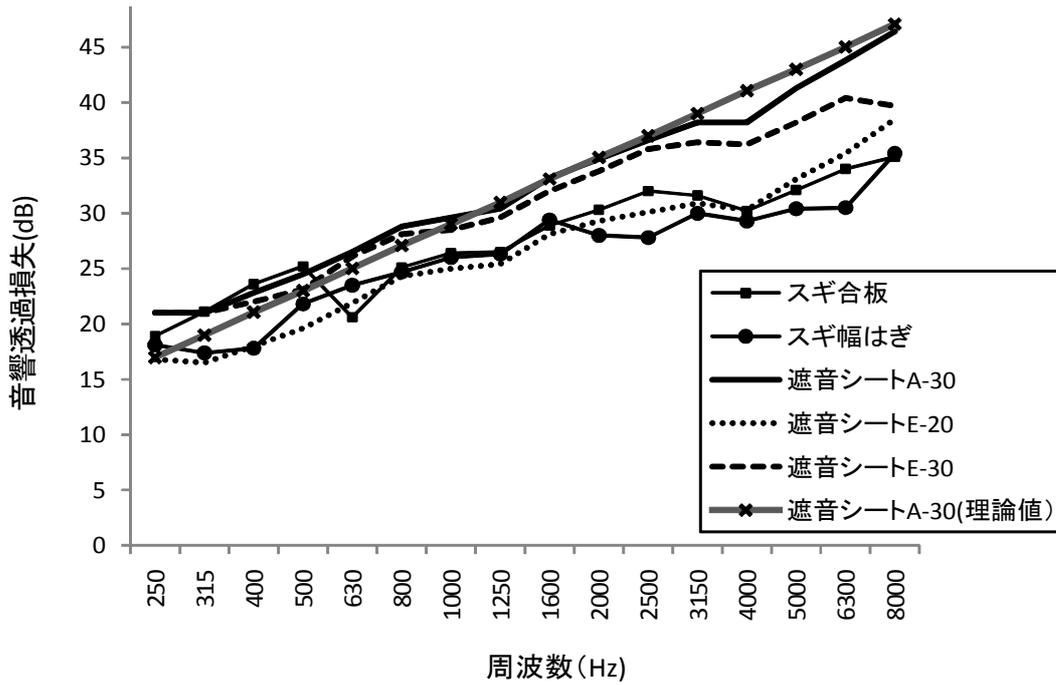


図-3 スギ防音積層パネル構成部材の音響透過損失

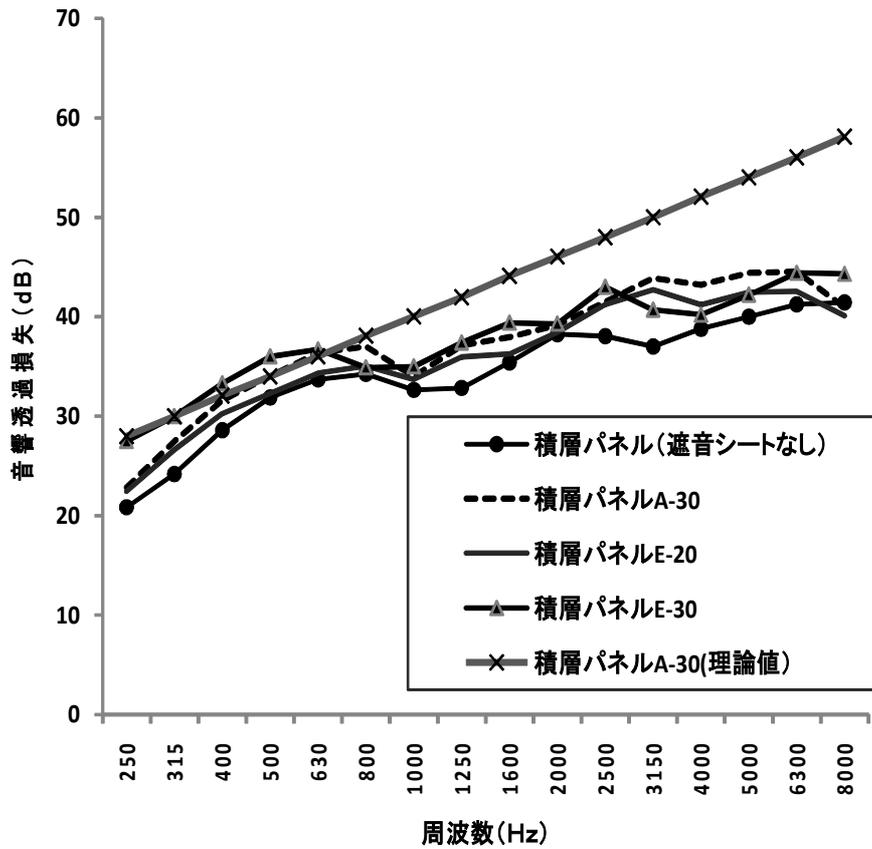


図-4 スギ防音積層パネルの音響透過損失

(3) 理論値と実測値

音響透過損失(拡散入射)は、質量則($TL=20\log(fm) - 37.5$ TL:音響透過損失、 f :周波数(Hz)、 m :面密度(kg/m^2))に基づく理論¹⁾により示される。

遮音シート A-30 の音響透過損失の理論値を図-3に、スギ防音積層パネル A-30 の理論値を図-4に示した。遮音シート A-30 は、測定値が質量則に基づく理論値に近い値を示した。しかし、スギ防音積層パネル A-30 は、800Hz の周波数帯域まで理論値に近い値を示したが、それ以上では理論値よりも低い値であった。これは、コインシデンス効果(共振現象により遮音性が著しく低下する現象)であることが推察された。

今回、遮音性能を向上させることを目的とし、スギ防音積層パネルを試作したが、音響透過損失が、800Hz 以上の周波数帯域で、質量則に基づく理論値よりも低い値であった。このため、スギ防音積層パネルの性能を向上させるには、積層パネルが共鳴しないような構造について検討する必要がある。また、不均一な材料の場合、音響透過損失の低下量を理論的に予測することは難しいため、このような報告の蓄積が必要と思われる。

2 スギ防音積層パネルの軽量床衝撃音遮断性能

図-5に、床の標準仕様での防音積層パネルの軽量床衝撃音を測定した結果を示した。

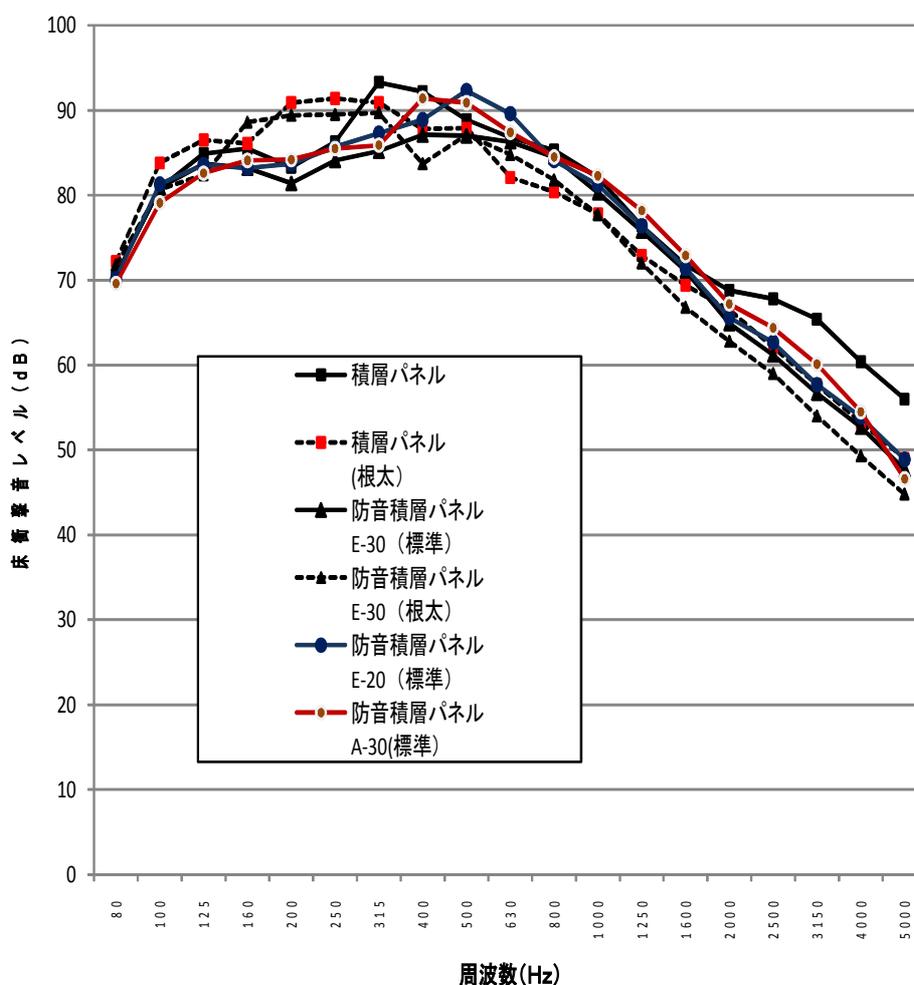


図-5 スギ防音積層パネルの軽量床衝撃音

遮音シートを挟み込まない積層パネルと、防音積層パネルを比較すると、防音積層パネル E - 20 及び A - 30 は、2000 Hz 以上の周波数帯域で床衝撃音レベルが低下したが、それ以外の周波数帯域では、ほとんど低下はみられなかった。一方、防音積層パネル E - 30 が、各周波数帯域で床衝撃音のレベルの低下があり、全周波数帯域の平均で 3.3 dB の低下があった。

次に、床仕様の違いについて比較すると、遮音シートを挟み込まない積層パネルでは、根太仕様の方が標準仕様に比べ、80 ~ 250Hz 周波数帯域で、床衝撃音レベルが高い傾向にあるが、315 ~ 5000Hz 周波数帯域では、標準仕様よりも平均で 4.4 dB の低下があった。全周波数帯域の平均では、2.0dB の低下であった。防音積層パネル E - 30 においても、80 ~ 315Hz 周波数帯域で、根太仕様の方が、床衝撃音レベルが高い傾向にある。これは、標準仕様では床下地に固定されていたパネルが、根太に支持されるだけでは曲げ変形（振動）しやすくなり、床衝撃音レベルが増幅したためと推察される。

人間の感覚は 3 dB 変化すると知覚できる¹⁾ことから、スギ幅はぎ板とスギ合板を利用したパネルにおいて、E - 30 の遮音シートを利用することにより、感覚的には遮音性能が向上した。しかし、根太仕様の時に、遮音性能が低下する周波数帯域があるので、今後、剛性等について改善する必要がある。

IV おわりに

今回、県産スギ材を利用し、遮音シートを挟み込むことにより遮音性能の高い製品開発を目標としたが、遮音性能の向上は 3 dB 程度であった。内装材として防音積層パネルを製品化するためには、音の変化がはっきり分かる 5 dB 以上の遮音性能が必要と思われた。

試作した防音積層パネルは、幅はぎ工程と積層接着工程を別の事業者の機械を利用して作製しており、輸送コスト等が製品化に向けた課題となる。また、製品として販売するうえで、日本工業規格(2010年9月25日に規格改正)、日本農林規格、AQ 認証(優良木質建材等の品質性能評価)等、どの評価基準により製品の品質を担保するのかを検討する必要がある。

「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が 2010 年 10 月 1 日より施行され、内装材としてのスギ材の需要が増加すると思われるので、柔らかく、暖かみがあるスギ材の特徴を生かせる内装材の開発を推進していきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、製品の試作に協力いただいた株式会社オリエント 高山工場佐藤勝也氏、様々なご助言、試験の実施等で協力をいただいた独立行政法人森林総合研究所 宇京斉一郎研究員、末吉修三構造利用研究領域長に、心より感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 岡野健・鈴木正治ら：木材居住環境ハンドブック,488pp,株式会社朝倉書店,東京.(1995)