

県産スギによる集合住宅向け防音床の開発

Development of the Soundproof Floor for Apartments by Using Homegrown Cedar

中岡正典*, 吉永亨**

Masanori Nakaoka and Tooru Yoshinaga

抄 録

集合住宅で採用されている乾式二重床工法と直張り工法について、県産スギの無垢板を表面材として使用した際に、既存のL45等級製品と同等の防音性能を発揮する仕様を検討した。その結果、乾式二重床では、既存の表面材（15mm厚）をスギ30mm厚に変更すると、特に低音域で床衝撃音レベル低減量が向上することが確認できた。また、材料コスト削減の方法として、遮音材を薄くする代わりに下地材の下に根太を追加することで、同等の性能を維持できることがわかった。一方、直張り床では、スギの板厚15mm、溝加工の間隔20mm以内、溝加工による残り厚が2.5mmの条件で、市販のL45等級品と同等の性能を示すことがわかった。また、表面材の板厚を増した場合、溝加工による残り厚が同じでも、性能が低下することがわかった。さらに、緩衝材との関係では、溝加工で表面材の曲げ剛性が低くなるほど、緩衝材の効果が表れやすいことがわかった。

1 はじめに

シックハウス問題などの影響により、戸建て住宅だけでなく集合住宅の内装にも、スギ等の自然素材を望む傾向が生まれている。また、住宅の供給サイドでも、コーポラティブハウスやスケルトン・インフィル住宅など、内装の個別化を後押しする仕組みが整いつつあり、県産スギの新たな販路として期待が高まっている。しかし集合住宅では、床材に高い防音性能が要求されるため、スギの無垢板を使いつつ、いかに防音化するかが課題となっている。そこで、平成12年度¹⁾から13年度²⁾にわたって、県内企業と集合住宅向け防音床の開発に取り組み、2種類の防音床を考案した。しかし、いずれも性能を優先したため、構造が複雑になり、施工性と坪単価において市場性に欠ける面があった。

そこで本研究では、それらの問題を解決するため、工法的には一般的に集合住宅で採用されている乾式二重床工法と直張り工法を踏襲しつつ、県産スギの無垢板を表面材として使用した際に、既存のL45等級製品と同等の防音性能を発揮する仕様を検討した。また、特殊な例として、既存の防音床にスギを積層施工した場合のレベル低減量の変化についても、併せて検証した。

2 実験方法

2・1 乾式二重床の表面材にスギを用いた場合

D社製の乾式二重床(L45等級品)を基本としつつ、このシステムで用いられている表面材の代わりに、県産スギを用いた場合について、条件を変えながら床衝撃音レベル低減量を測定し比較した。

測定に際しては、徳島県森林林業研究所が所有する床衝撃音測定用の音響測定施設を使用した。(鉄筋コンクリート造,1階内寸は縦2,700mm横3,620mm高さ3,000mm,スラブ厚は150mm)施工面積は縦2,010mm横2,010mmで、図1のように、2辺が梁に隣接するよう施工した。また、際根太から床や壁(框)を通して伝わる固体伝播音の影響を排除するため、図2のように際根太の下部と側部に緩衝材(ポリエ



図1 供試床の設置

*生活科学課, **森林林業研究所

ステル繊維板 20mm 厚，面密度 3.0kg/m²) を取り付けた。床衝撃音レベル低減量の測定方法は，概ね住宅性能表示制度の特別評価方法認定で用いられている方法に拠った。マイクロホンは1階に4箇所，加振点は8箇所とし，加振源には軽量床衝撃音用にタッピングマシン，重量床衝撃音用にバングマシンを使用した。

床の条件は，まず既存のD社製の表面材（合板タイプ15mm厚）の代わりに，県産スギ（15mm厚，30mm厚）を用い，レベル低減量の変化を検証した。次に，材料のコスト削減を検討するため，構成材料の中で最も高価な遮音材について，既存の8mm厚材（面密度18kg/m²）の変わりに，N社製の軟質層付6mm厚材（面密度11.4kg/m²，2mmはフェルト状の軟質層）と4mm厚材（面密度11.2kg/m²）を用いた場合について，低減量を測定し比較した。また，遮音材に依存せず，工法的な解決によりレベル低減量を向上させる試みとして，床表面の剛性を高める目的で50mm

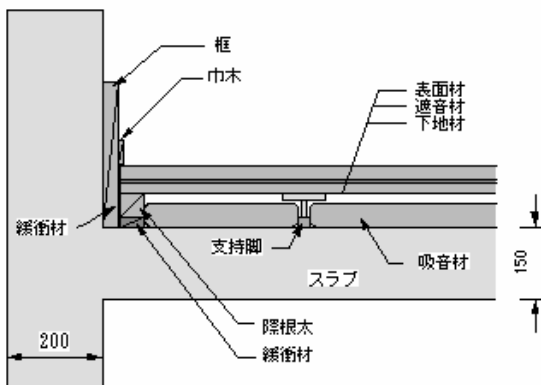


図2 供試床の仕様



図3 下地材の下の根太

角の根太を下地材の下層に465mm間隔で設置し，その効果を検証した。（図3）

2・2 直張り床にスギを用いた場合

直張り床では，床表面の衝撃緩衝性が重要となる³⁾ため，下部を緩衝材で支持すると共に，溝加工によって床表面材の曲げ剛性を低下させる方法が一般的である。そこで，床表面材となる県産スギの裏面に，次に示すような様々な条件で溝加工を行い，軽量床衝撃音レベル低減量の測定によって，N社製のL45等級直張り床と比較し，どの程度の溝加工が必要であるか検証した。

床材には，表面に熱圧処理を施し木口が本サネ加工された30mm厚（幅190mm×長さ750mm）および15mm厚（幅150mm×長さ750mm）の県産スギを使用した。これらを前述の音響測定施設の床面中央部に，30mm厚材で3枚連結，15mm厚材で5枚連結した状態で施工した。加振点は施工面中央の1点とし，1階に設置したマイクロホンは4点とした。

溝加工の条件は，溝の深さ（15mm厚材で7.5mm・10mm・12.5mmの深さ，30mm厚材で27.5mmの深さ）と，溝加工の間隔（10mm・20mm・30mm・40mm）を変化させた。また，床材を支持する緩衝材は，I社製軟質ウレタンフォームから，硬めの緩衝材A（厚み4mm，バネ定数 $6.87 \times 10^{-2} \text{N/m}$ ）と，柔らかめの緩衝材B（厚み4mm，バネ定数 $3.51 \times 10^{-2} \text{N/m}$ ）を使用した。

2・3 既存の防音床にスギを積層した場合

集合住宅では，使用できるフローリングの遮音等級があらかじめ管理組合などで定められていたり，無断で既存の防音床をリフォームできないなどの制約がある。そのような場合，既存の防音床には手を加えず，その上に新たな床を積層することがある。そこで，このような事例を想定して，既存の防音床にスギ30mm厚を積層した場合の低減量の変化について，乾式二重床（D社製L45等級品）と直張り床（N社製L45等級品）の場合に分けて検証した。なお，レベル低減量の測定方法は，前述の方法に拠った。

3 結果と考察

以下，実験結果をグラフで示す際には，住宅性能表示制度で定められている床仕上げ構造区分1～5

(軽量床衝撃音用) と、相当スラブ厚算出用の基準となる重量床衝撃音レベル低減量 (63Hz で 0dB, 125Hz で-5dB, 250Hz と 500Hz で-8dB) のグラフを併記し、レベル低減量の周波数特性を評価する際の参考とした。

3・1 乾式二重床の表面材にスギを用いた場合

既存の乾式二重床の表面材をスギ (15mm 厚, 30mm 厚) に代えた場合のレベル低減量の比較を図 4 に示す。軽量床衝撃音レベル低減量については、周波数帯域によって優劣が異なるが、床仕上げ構造区分の判定の際に重要となる 125Hz から 500Hz 帯域に着目すると、スギ 30mm 厚の供試床が良好な特性を示している。重量床衝撃音では、相当スラブ厚算出用の基準となる重量床衝撃音レベル低減量のグラフとの関係から、63Hz 帯域が重要になるが、そこでもスギ 30mm 厚の供試床が他に比べ明確に優れていることがわかる。これは、表面材の厚みの増加によって、質量と曲げ剛性が増加したことが、その理由であると思われる。

図 5 は、遮音材の厚みを変化させた場合の比較である。L45 等級品以外は、表面材にスギ 30mm 厚を使用している。軽量床衝撃音では、差があまり生じていないが、重量床衝撃音では、63Hz 帯域で遮音材の厚みによる面密度の差が明確に表れており、性能を維持しつつコスト削減を図るには、遮音材以外の部分で、他の何らかの対策を施す必要があることを示唆している。

図 6 は、支持脚と下地材の間に、曲げ剛性の増加を意図して根太を追加 (460mm 間隔) した場合の比較である。L45 等級品以外は、表面材にスギ 30mm 厚を使用している。軽量床衝撃音では、4mm 厚の遮音材を使用した供試床と根太を併用した供試床が、最もレベル低減量大きい。また、遮音材 4mm 厚で根太無しの供試床と、遮音材無しで根太有りの供試床が、ほぼ同等の値を示した。重量床衝撃音では、63Hz 帯域で遮音材と根太を併用した供試床が最も低減量が大きく、次に根太のみの供試床の低減量大きい。これらのことから、本実験の条件下では、根太の追加による曲げ剛性の向上と空気層の増加が、遮音材による質量増加に代わる効果を示したことがわかる。

3・2 直張り床にスギを用いた場合

床表面材がスギ 15mm 厚、溝加工の深さが 12.5mm

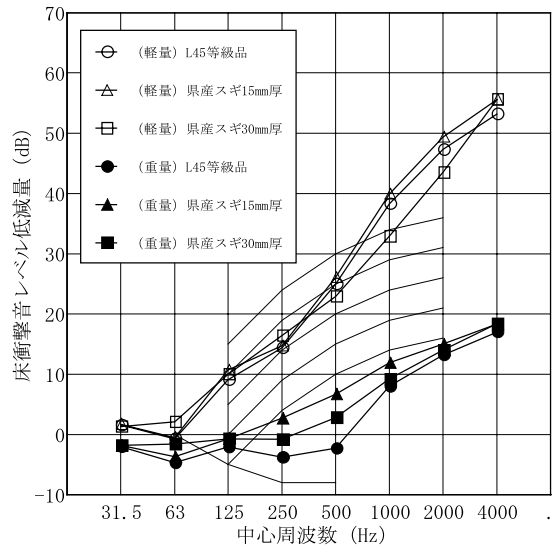


図 4 表面材による低減量の比較

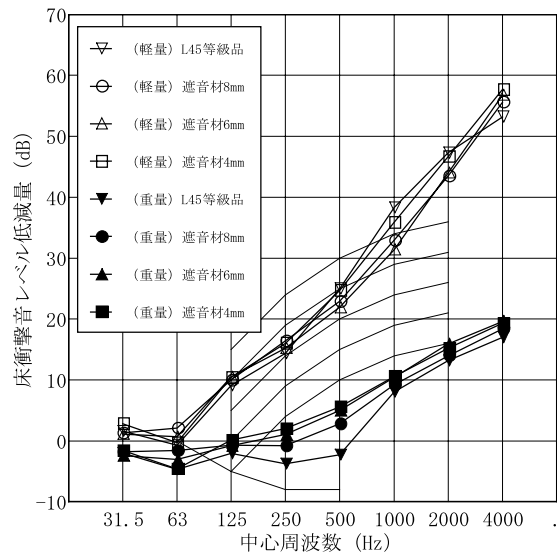


図 5 遮音材による低減量の比較

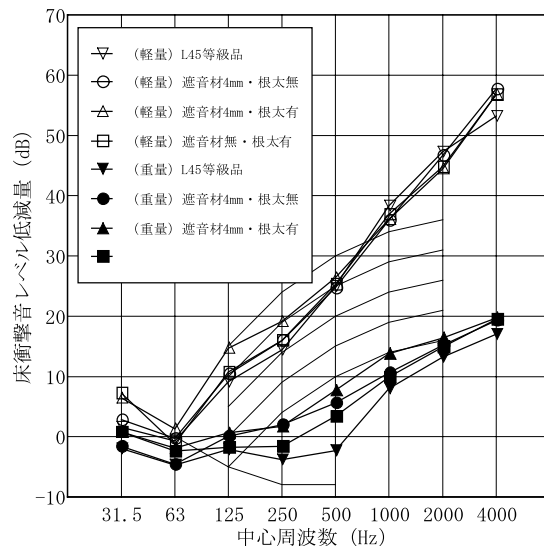


図 6 根太の追加による低減量の比較

(残り厚 2.5mm),そして緩衝材 Bを使用した直張り床で,溝加工の間隔を変えた場合の軽量床衝撃音レベル低減量の比較を図7に示す.全測定周波数帯域にわたって,溝加工の間隔が狭くなるに従って,レベル低減量が増加していることがわかる.L45等級品との比較では,概ね30mm間隔の供試床が一致しており,20mm間隔以内でL45等級品を上回っている.

次に,スギ15mm厚,溝加工の間隔20mm,緩衝材Bの条件で,溝加工の深さを変えた場合の軽量床衝撃音レベル低減量の比較を図8に示す.結果は,溝加工の深さが増すに従って,レベル低減量が増加していることがわかる.L45等級品との比較では,12.5mmの溝加工深さの場合のみ,L45等級品を上回った.

以上,いずれの結果からも,溝加工の間隔を狭く

したり,深さを増すことによって,床材の曲げ剛性が低くなり,レベル低減量の増加につながっていることがわかる.製品化に際しては,溝加工の深さに比べ,溝加工の間隔の方が,加工コストに直結するため,溝深さを12.5mm(残り厚2.5mm)程度とし,溝間隔の調整によって床衝撃音の性能をコントロールするのが望ましいといえる.

表面材のスギが,15mm厚と30mm厚の供試床について,低減量の比較を図9に示す.共に溝加工の間隔は20mmで,溝加工の深さは残り2.5mmとなるように,それぞれ12.5mmと27.5mmの深さに加工した.結果は,いずれの場合もスギ30mm厚が低音域でL45等級品を下回った.両者は,いずれも溝加工による残りの板厚が同じなので,曲げ剛性は同程度のはず

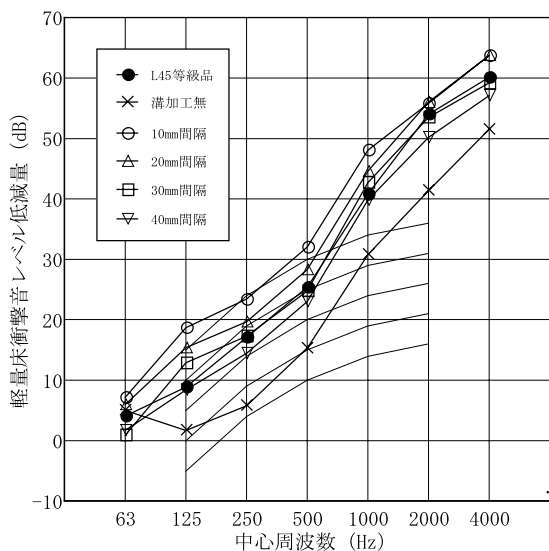


図7 溝加工の間隔による低減量の比較

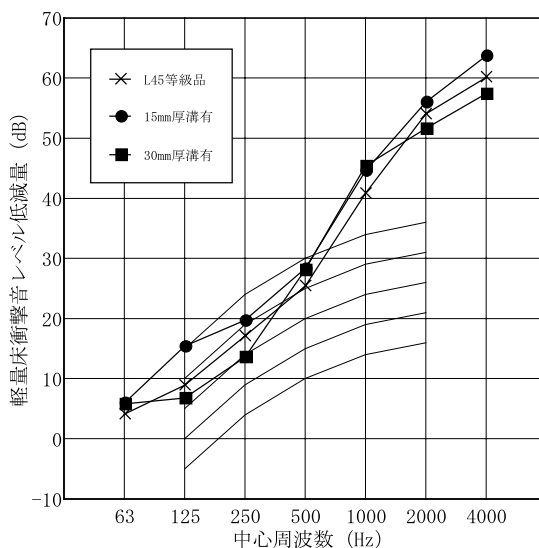


図9 表面材の厚みによる低減量の比較

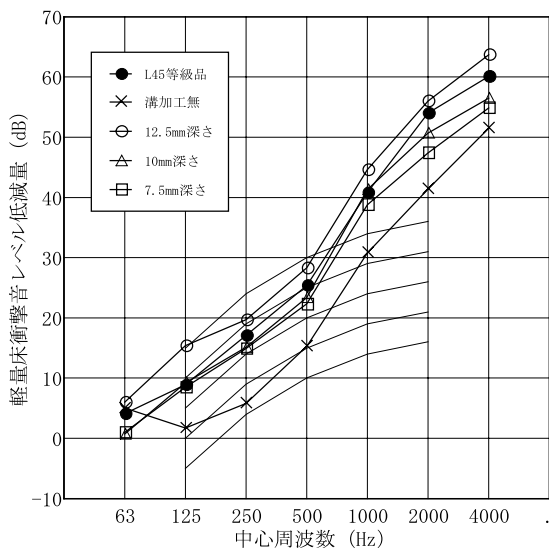


図8 溝加工の深さによる低減量の比較

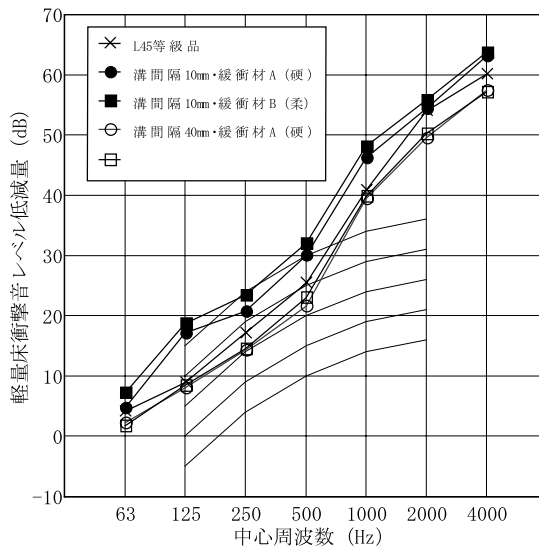


図10 緩衝材の硬さによる低減量の比較

であるが、質量の差から衝撃緩衝性に違いが生じ、結果としてレベル低減量の差となって表れたものと思われる。

緩衝材の硬さと表面材の曲げ剛性の関係が低減量に及ぼす効果を検証するため、緩衝材に硬めの緩衝材 A と柔らかめの緩衝材 B を使用し、溝加工の間隔が 10mm と 40mm のスギ材を組み合わせた供試床について、低減量の比較を行った。(図 10) 溝加工の深さはいずれも 12.5mm (残り 2.5mm) である。結果は、溝加工の間隔が 40mm の供試床に比較し、10mm の供試床で、緩衝材による低減量の差が大きい。このことから、表面材の曲げ剛性が低いほど、緩衝材の効果が発揮されやすいことがわかる。また、本実験の条件下では、緩衝材の種類による差に比べ、溝加工

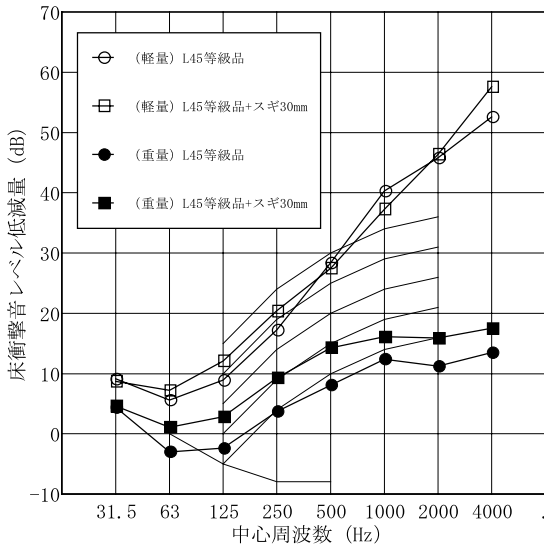


図 11 既存二重床にスギを積層した場合

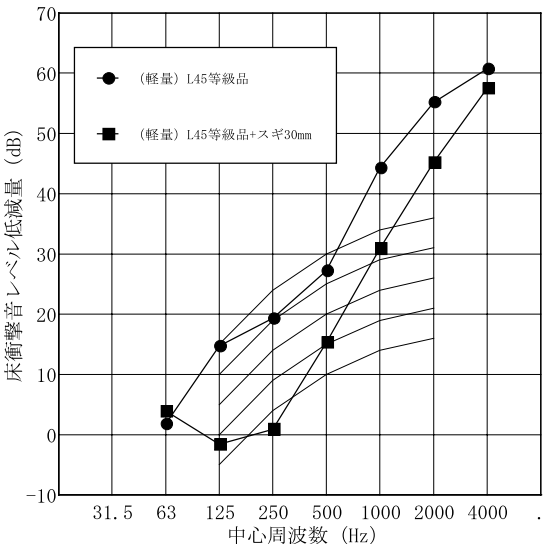


図 12 既存直張り床にスギを積層した場合

の間隔による差が大きく、表面材の曲げ剛性の低下が重要であることがわかる。

3・3 既存の防音床にスギを積層した場合

図 11 に既存の乾式二重床にスギ 30mm 厚を積層した場合、そして図 12 に既存の直張り床にスギ 30mm 厚を積層した場合の床衝撃音レベル低減量の比較を示す。直張り床では、軽量床衝撃音のみを比較した。図 11 の乾式二重床では、軽量及び重量床衝撃音の両者で、スギを積層した供試床のレベル低減量が増加している。質量と曲げ剛性の増加によるものと思われる。一方、図 12 の直張り床の比較では、スギの積層によって、レベル低減量が著しく低下している。これは、直張り床の軽量床衝撃音が、主に床表面の衝撃緩衝性に依存するにもかかわらず、スギを表面材とすることにより、その効果を損なったためであると思われる。

以上の結果から、本実験の条件下では、乾式二重床と直張り床では、床衝撃音の低減に関するメカニズムが異なるため、同様の材料を追加積層した場合でも、低減量の変化に全く正反対の結果が生じることがわかった。

4 まとめ

集合住宅で採用されている乾式二重床工法と直張り工法において、県産スギの無垢板を表面材として使用した際に、既存の L45 等級の製品と同等の防音性能を発揮する仕様を検討した。

その結果、乾式二重床では、既存の表面材 (15mm 厚) をスギ 30mm 厚に変更すると、特に低音域で床衝撃音レベル低減量が向上することが確認できた。また、遮音材の代わりに、根太の設置という工法的な解決を図ることにより、材料コストを抑えつつ性能を維持する方法を見つけることができた。

一方、直張り床では、スギの板厚 15mm、溝加工の間隔 20mm 以内、溝加工による残り厚が 2.5mm の条件で、市販の L45 等級品を上回る性能を示した。また、溝加工による残り厚が同じでも、板厚が薄い (質量が小さい) 方が有利であることが確かめられた。さらに、緩衝材との関係では、溝加工で曲げ剛性が低くなるほど、緩衝材の効果が表れやすいことがわかった。

また、特殊な例として、既存の防音床にスギ 30mm

厚を積層した場合には，乾式二重床ではレベル低減量が向上し，直張り床では逆に低減量が低下した。

参考文献

- 1) 中岡正典，網田克明．“無垢フローリングを RC 構造住宅に用いる際の床衝撃音対策に関する研究”．徳島県立工業技術センター研究報告 vol.10. 2001, p. 5.
- 2) 中岡正典，大畑優作．“県産スギを利用した軽量床衝撃音低減化”．徳島県立工業技術センター研究報告 vol.11. 2002, p. 13.
- 3) 末吉修三ら．音の環境と制御技術：第 2 巻応用技術．1999, p. 291.