遮音床材の開発
ー機能性を付与した建築用複合材の開発ー

中村哲男*・冨重定三*・池田元吉**・荒木博章**・橋本康***・松川知宏****
* 情報デザイン部、** 熊本県林業研究指導所、***悠木産業（株）、****つちやゴム（株）

Development of Sound Insulation Floor Materials

Tetsuo NAKAMURA*, Sadami TOMISHIGE*, Motoyoshi IKEDA**, Hiroaki ARAKI**, Yasushi HASHIMOTO*** and Tomohiro MATSUKAWA****

集合住宅のリフォームでは、従来の畳から木質フローリングへ変更することが多い。しかしながら、リフォーム後に上階からの床騒音が問題になることがある。また、木質フローリングを集合住宅に用いる場合、乾式二重工法が積極的に用いられている。本研究では、今後拡大が予想されるリフォーム需要に対応することを目的に、県産スギ材を表面材に用いた、床衝撃音低減効果が高く、かつ低コストで製造可能な直貼り床工法対応の製品開発の可能性について検討した。さらに、廃棄処理が問題となっているバーク（樹皮）の再利用の可能性についても検討した。その結果、スギ材と異種材との複合化によって軽量床衝撃音試験で最大 9.6ｄＢ低減することができた。また、バーク（樹皮）をボード化し、緩衝材として複合構成した素材では 6.4dB 低減することが可能になるなど、いくつかの知見を得ることができた。

1. はじめに

近年、集合住宅の上下階における生活騒音問題が居住者にとって深刻な問題として取り上げられている。騒音防止対策は、基本的には音源での対策と伝搬経路での対策に分けられる。

筆者らは、木質材料を用いた住宅の居住性、性能等に関するこれら一連の試験を行っている[1)]。さらにこれらのデータを基礎とした建築用複合材の開発について検討している。

ところで、建築用木質材料の床材料は、木造住宅はもちろんのこと、RC 造集合住宅においても、その使用は増加している。しかし、木質材料を使用した場合、居住性の観点から、上階から下階への騒音、いわゆる床騒音が問題となっている。この点に関しては既に種々の研究がなされている[2)、3)]が、まだ未解決の問題が多い[4)]。筆者らは、これらの問題を解決するため材料開発の基礎として、床騒音に検討を加えてきた[5)]。また、従来より県産の材料や廃材あるいはリサイクル材料をベースとした、多機能を有する材料の開発を目的とした研究も行っている[6)]。

本研究では、これらの研究の一環として、従来から検討してきた県産木材の有効利用の延長として、木質材料及びスギ製材過程での副産物であるバーク(樹皮)を原料としたボードやスタイロフォームなどとの複合化を行い、床衝撃音特性について検討した。今回は、これらから得られた結果について報告する。

2. 測定及び測定方法

2.1 測定用材料

表１に示すように、県下の企業で製造販売されているスギフローリング材（厚さ 15㎜、幅 105㎜ 本ざね加工）下面に緩衝効果が期待される各種素材を積層した複合材を測定の対象とした。

表１緩衝材の構成

材料名	厚さ（mm）	及び面密度（kg/m²）
ポリエステル繊維マット	10	0.95
発泡ゴムマット	15	2.44
コルク	4.5	1.03
多孔質ゴム	15	9.9
防振ゴムマット（両溝加工）	8	7.9
スタイロフォーム	10	0.4
スタイロフォーム	15	0.6
スタイロフォーム	20	0.8
スギバーク１（50%）	15	4.4
スギバーク２（60%）	15	5.2

2.2 測定方法

測定対象とした各床材は、寸法を 90 ㎝×90 ㎝に統一した。

当センター残響試験室２階中央部のコンクリート床（厚さ 150mm）に各試験部材を密着するよう設置して、タッピングマシン（軽量床衝撃音源：リオン（株）製 FI-01 型）によって試験体の中央部に衝撃を与えた。ここで発生した衝撃音を１階に設置したマイクロフォン５本で受音し、多チャンネル分析処理機（リオン（株）製 SIGNAL ANALYZER SA-01）に８秒間取り入れ、そのデータを 1/3 オクターブで周波数分析を行った。この場合、衝撃を与えた場所は試験体の中心部とした。床衝撃音システム構成を図１に示す。なお、測定方法は、JIS-A-1440 に準拠して行った。

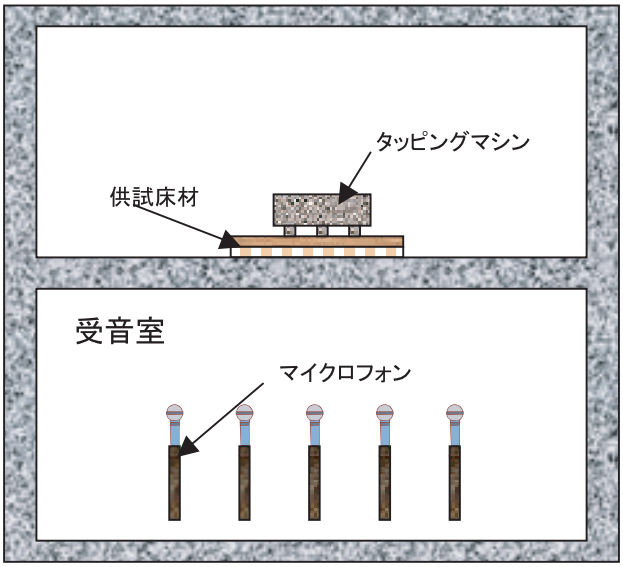

図１　床衝撃音試験システム構成

3. 結果及び考察

本報告では、スギフローリング材を直接コンクリート床に貼り付けた場合、及び各種緩衝材を積層した場合について、床衝撃音試験を行った結果について述べる。なお、受音部は部屋の中心を通る対角線上の４点及び中心点とした。

3.1 各種緩衝材による衝撃音低減効果

コンクリート面に直貼りしたスギフローリング材及び各種緩衝材を積層した床材料の軽量衝撃音源（タッピング）による衝撃音発生させ、部屋の対角線上の４箇所および中心部で８秒間受音し、平均したものの音圧と周波数の関係を図２に示す。

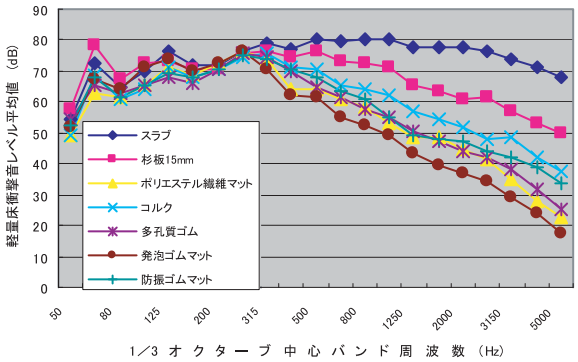

図２　各種緩衝材の違いによる衝撃音圧レベルと周波数

図２から床材料を設置しない状態（スラブ）での衝撃音圧レベル値がほぼ全周波数域で高い値を示した。特に250Hz以上の周波数域で、床材を設置した場合と比べ著しく高い値を示している。このことはコンクリートのままの床では、軽量衝撃音に対して問題があることを示している。すなわち、階上において発生する高い周波数帯での音圧レベル、例えばハイヒールでの歩行音、机、椅子を移動するときに発生する音などコンクリートを伝わって階下に響きやすいことを示している。

また、スラブ上にスギ板を直接張り付ける場合では、可聴域での音圧 O・A.A-W 値は 3dB の低下を示したが、50～100Hz の低い周波数帯域でむしろ音圧レベルが大きくなることを示した。

ところで、今回の試験では、スギ板に緩衝材を積層することによる音圧低減効果が明らかにでている。すなわち、スギ板にポリエステル繊維を貼り付けた場合では O・A.A-W 値で 4.7dB、コルクボードでは 4.8 dB、多孔質ゴムでは 5.5 dB、スポンジ状マットでは 4.1 dB、衝撃緩衝ゴムで 5.1 dB それぞれ低下が見られた。しかしながら、緩衝材の違いによる効果の差は高音域で幾分か見られたが、その差は小さいものであった。

3.2 スタイロフォームによる衝撃音低減効果

今回の床材の開発については低コストでの製品開発を念頭に行っている。前報[7]においてスタイロフォームを緩衝材として使用している畳の床衝撃音低減効果が大きかったこと、かつ緩衝材が安価であることから畳用緩衝材の床材併用効果について検討した。図３にスタイロフォームの厚さの違いによる衝撃音圧レベルと周波数の関係を示す。

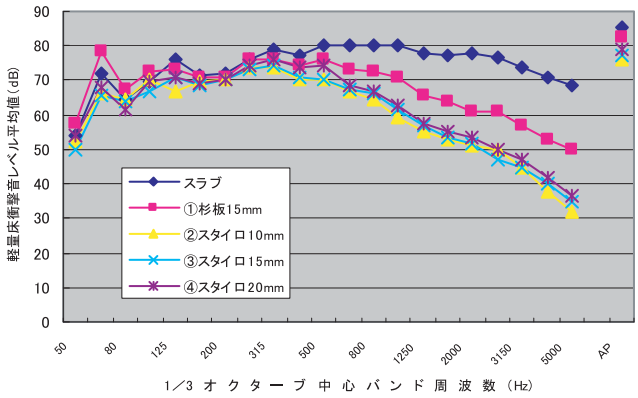

図３　スタイロフォームの厚さの違いによる衝撃音圧レベルと周波数

図３からスタイロフォーム利用による衝撃音緩衝効果は各周波数帯域でほぼ同じような減少を示していることが分かる。図２では素材の違いによって各周波数帯域における効果の差が見られるが、同一素材では弾性率がほぼ一定であることから、同一傾向を示したものである。ところで、厚みの違いによる衝撃音低減効果については、今回の試験では厚みが薄いものほど効果が高い傾向が見られたが、その差は小さいものであった。ところで、最も衝撃音低減効果があった 10mm 厚のスタイロフォームを使用したものについては、スラブへ直接衝撃を与えた場合に比べ 9.3ｄＢと約 1/10 程度の衝撃音低減効果を示し、今回利用した緩衝材では最も高い効果が見られた。また、スギ材と複合することで、スギ素材だけでは 50～100Hz の低い周波数帯域でむしろ音圧

レベルが大きくなる傾向も改善することができるなど、全周波数帯域での床衝撃音低減効果を見ることができた。

ところで、このスタイロフォームは２ｍ^{2}当たり約700円と安価で入手出来るため、低価格で製造し、衝撃音低減効果を上げる有効な素材といえよう。

3.3 スギバークボードによる衝撃音低減効果

製材過程における副産物で有効利用が求められているスギバーク（樹皮）をボード化し、床衝撃音緩衝材としての利用の可能性について、その効果を見た。その結果を図４に示す。

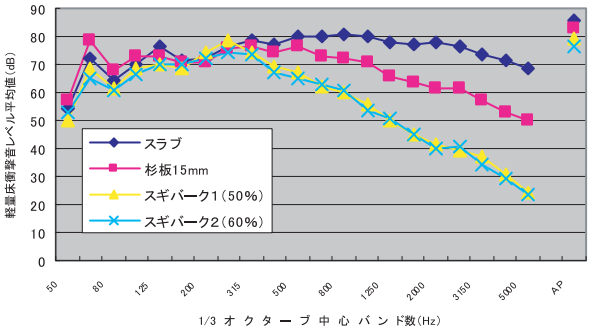

図４　面密度の異なるスギバークボードを併用した素材の衝撃音レベルと周波数

図４からスギバークボード併用による衝撃音緩衝効果が、図３で示したスタイロフォーム併用の効果と同様に、各周波数帯域でほぼ同じような減少効果を示していることが分かる。今回、一定厚みの中にバークの充填量を変化させることで面密度を変えているが、面密度の大きいボードを併用することによるO・A.A-W値の低減効果を示した。また、60%（面密度5.2 kg/m^2）充填したボードをスギ板に積層加工した床材はスラブに直接衝撃音を加えた場合に対し9.4dBの低減効果が見られ、約1/10まで床衝撃音を低下させる効果が見られた。これはスタイロフォーム積層したスギ複合材とほぼ同程度の衝撃音低減効果であった。また、面密度の違いから見れば、スギ材に50%充填（面密度4.4 kg/m^2）したボードを積層した床材よりO・A.A-W値が3.4ｄＢ高い値を示している。

ところで、実際にボードに加工する場合、50%充填したボードではこしが弱く、表面材との貼り付け作業時に壊れやすいという点が見られた。これに対し、60%充填したボードでは使いやすさも向上し、作業性にも勝れたものであった。

4. 要約

本研究では、従来から検討してきた県産木材の有効利用の延長として、木質材料及び各種緩衝材料やスギ製材過程での副産物であるバーク（樹皮）を原料としたボード、スタイロフォームなどとの複合化を行い、床衝撃音特性について検討した。その結果、以下のことが明らかとなった。

1）スラブに直接スギ板を張り付けた場合、O・A.A-W値が3dB低い値を示した。しかしながら、低周波数域では音圧が高くなる傾向を示した。

2）スギ板に緩衝材を複合することで、ほぼ全周波数帯域で音圧を下げることが可能であることが明らかになった。

3）ポリエステル繊維マット、発泡ゴムマット、コルク、多孔質ゴム、防振ゴム併用での効果も見られたが、コストの割にはその差は小さいものであった。

4）スギ素材と低コスト素材である、スタイロフォームを複合構成することで、最大9.3dBの衝撃音低減効果ががあることが判明した。

5）廃材処理で問題になっているバークを併用することで9.4dBの衝撃音低減効果があることが判明した。

文献

1）例えば、大迫靖雄外：熊本大学教育学部紀要, 自然科学, 39, 125-148, (1990)

2）例えば，星通, 齋藤寿義, 末吉修三：試作床材の性能試験（3），木材工業, 42, p273-276, （1987）

3）例えば, 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, 11，13－20，2002

4）例えば、高橋徹；木材の科学と利用技術（３．居住性），日本木材学会研究会分科会報告, p. 267-281, (1989)

5）大迫靖雄外；第 40 回日本木材学会大会研究発表要旨集, 28, (1990)

6）例えば、中村哲男, 大迫靖雄, 浅野秀明；“複合の材料設計と開発に関する研究” 熊本県工業技術センター研究報告, 29, 1-6, (1991)

7）中村哲男, 大迫靖雄, 上田直行, 古城雅彦, 寺床勝也；“木造住宅の設計と音特性” 熊本県工業技術センター研究報告, 28, 1-9, (1990)