

床 衝 撃 音 の ひ み つ

- ゴムチップマットを利用して -

秋 津 裕 志

はじめに

十数年前、ダニやほこりなどのハウスダストが出にくく掃除しやすいことや、高級感などの理由から、カーペットや畳から木質フローリングへのリフォームがはまりました。それに伴い、床衝撃音という大きな問題が現れました。当時の直貼りフローリングは、床スラブの凹凸を調整するため、裏面に2～3mm程度のカルプが貼られているだけでした。カルプ(カルシウム・イン・プラスチック)とはプラスチック樹脂に、フィラーと呼ばれる炭酸カルシウム・タルク・ガラス繊維等の無機質充填材を混合した物です。それらのフローリングは、遮音に関してほとんど考慮されていないため、リフォームによって、下階の住人の居住環境が急激に悪化したわけです。現在では、市販の防音フローリングの性能は、かなり向上してきました。ここでは、床仕上げ材(木質フローリングと緩衝材)で、どのようにして遮音性能を向上させることができるか、林産試験場で検討した結果を中心に報告します。

床衝撃音とは

床衝撃音とは、ナイフなどを落としたり、子供が飛び跳ねたりしたときの衝撃が床に伝わり、階下に放射される音です。衝撃音そのものが床を透過して、階下に伝わるのとは異なります。前者の音の伝わり方を固体伝搬音、後者を空気伝搬音といいます。空気伝搬音の遮音は、面密度(単位面積当たりの質量 kg/m^2)の大きな材料を用いるか、同じ面密度の材料であれば厚くすれば効果があります。例えば、厚さ1cmの鉄(密度 $8\text{g}/\text{cm}^3$)の壁を通して聞いた音と、同じ厚さの合板(密度 $0.55\text{g}/\text{cm}^3$)の壁を通して聞いた音では、鉄の壁の方が小さく聞こえますが、合板の厚さを15cmにした場合には、ほぼ同じ大きさで聞こえます。しかし、固体伝搬音の場合はそれほど簡単にはいきません。例えば、これらの壁を、ハンマーで叩いた場合、隣室では鉄の壁の方が大きく聞こえます。また、同じ力で叩

いたとしても、ハンマーの材質が鉄、木、ゴムによって音の大きさが異なります。生活する上でも、いろいろな物を落としたり、椅子などの引きずり音など様々な衝撃源があります。日本工業規格(JIS)では、コツンやキーッなどの高音域の音(軽量衝撃音)とドンなど低音域の音(重量衝撃音)に分類し、遮音性能を評価しています。重量衝撃音を低減させるには、床スラブの構造などを改良する必要があるため、ここでは、軽量床衝撃音の遮音について述べます。

遮音性能の評価

床衝撃音の遮音性能は、L値というもので評価されます。これはJISの建築物の遮音等級(A-1419)で規定されていて、各周波数ごとに値が決められています。各周波数の同じL値を結んだものが、基準曲線と呼ばれるもので、図1などの床衝撃音レベルのグラフに示してあるL-40などがそれです。この基準曲線が、右下がりになっているのは、人間の聴力は、同じ大きさの音であっても、高周波数の音の方が大きく聞

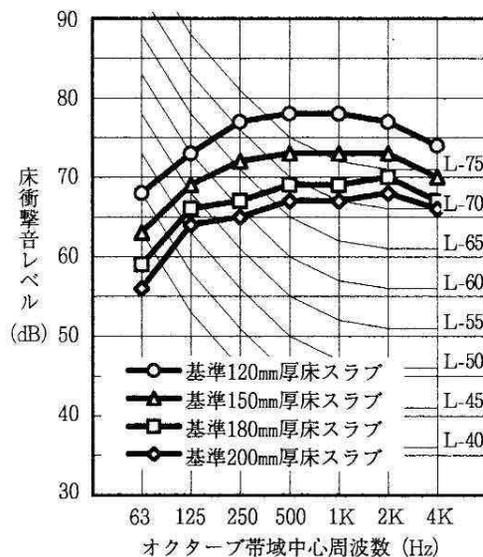


図1 現場における基準床スラブ素面の床衝撃音レベル

こえるという特徴を考慮しているからです。評価の方法は、測定値がすべての周波数において、ある基準曲線を下まわるとき、その基準曲線の呼び方によりL値を決定します。では、L値とは実際にはどのような値なのか、表1に軽量床衝撃音の遮音性能評価尺度と生活実感との対応を示します。フローリングがはやりだした当時は、L-70程度でしたが、現在ではL-45前後の性能になっています。なぜこのように、遮音性能が向上したか、床仕上げ材への工夫と、その効果を示します。

緩衝材の効果

緩衝材を、フローリングの裏面に貼ったり、床とフローリングの間に入れりして、フローリングからの衝撃を吸収し、床への衝撃をやわらげることができます。今回緩衝材として用いたゴムチップマットは、床暖房用ベースパネルとして林産試験場、道立工業試験場とサンフロア工業株式会社で開発されたもので、緩衝材としても利用されています。ゴムチップマットなどの緩衝材を、どのようにすれば高い緩衝効果が得られるか検討しました。

ゴムチップマットの緩衝効果をみるために、厚さ12mmの裏面フラットな複合フローリング(F1)のみの場合と、その下に厚さ12mmのゴムチップマット(G1)を入れた場合の150mm厚スラブでの軽量床衝撃音レベルの推定値を比較してみました。

ここで、軽量床衝撃音レベル推定値とは、実験室の床スラブ素面（林産試験場では165mm厚スラブ）と、それに床仕上げ材を施工したときの床衝撃音レベルとの差（低減量）を、標準的な施工が行われた床スラブ素面から引いた値です。この推定値は、各実験室の床スラブの性能が異なり、また同じ床スラブであっても、温湿度などの条件で多少異なるため、それらの違いをなくすために考えられた方法です。それによって、他の機関によるデータと比較できます。ここで基準となるスラブ素面の値は、財団法人日本建築総合試験所で実測値をもとに統計処理されたもので、図1に、各厚さの基準スラブ素面の床衝撃音レベルを示します。この値から低減量を引いた値が推定値になります。ここでのL値はすべて、150mm厚床スラブでの推定値です。

F1とG1を組み合わせた場合、遮音性能はL-65とよくありません（図2）。緩衝材は一般的に、それ自体の変形によって衝撃を吸収します。したがって、

表1 軽量床衝撃音に対する遮音等級と生活実感例

遮音等級	いす、物の落下音など	生活などその他の例
L-35	まず聞こえない	多少飛び跳ねても良い
L-40	ほとんど聞こえない	気兼ねなく生活できる
L-45	サンダル音は聞こえる	少し気をつける
L-50	ナイフなどは聞こえる	やや注意して生活する
L-55	スリッパでも聞こえる	注意すれば問題ない
L-60	箸を落とすと聞こえる	お互いに我慢できる程度
L-65	10円玉で聞こえる	子供がいれば文句がでる
L-70	1円玉でも聞こえる	子供がいても上が気になる

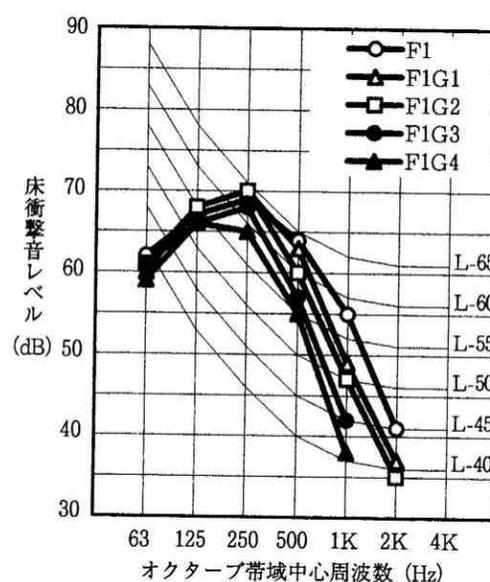


図2 ゴムチップマットの違いによる床衝撃音レベル推定値

F1G1では、ゴムチップマットが衝撃を吸収するのに十分な変形が生じなかったため、そのような結果になったと考えられます。

そこで、ゴムチップマットが柔らかければ、衝撃を吸収できるのではないかとということで、柔らかいゴムチップマット(G2)を製作しました。しかし、図2に示すように、ほとんどかわりません。圧縮による変形は、1cm²当たり80kgの重量が加わったとき、G1で2mm、G2で5mmです。G1とG2には、このように硬さの違いがあるのに、なぜ床衝撃音に影響が現れなかったのでしょうか。G1およびG2の変形を模式的に表すと図3(a)のようになります。前述した変形量は、1cm²のブロックで測定した値であるため、実際の大きさのゴムチップマットで、フローリングを介して荷重を加えた場合、かなり小さくなります。その結果、床衝撃音に影響を与えるほどの変形量の差がでなかつ

たと考えられます。

では、さらに変形量を大きくするにはどのようにすればいいかを考えてみましょう。ゴムチップマットをさらに柔らかくするには、密度を小さくしなければなりません。つまり、ゴムチップの量を減らすわけです。そうすると、ゴムチップ同士の接着が弱くなり、ポロポロになります。接着を強固にするために接着剤を多くすると、硬くなってしまい逆効果です。つまり、ゴムチップマットをさらに柔らかくすることはむずかしいということです。そこで、ゴムチップマットの変形の形状について考えてみます。衝撃が加わると、ゴムチップは図3 (a) に模式的に示すように、フローリングの面積だけ圧縮されます。ということは、フローリングより小さい面積で圧縮されると変形量が大きくなるわけです。そこで、図3 (b) に示すように、裏面に凹凸加工をしました。それによって、凸部分のみ圧縮変形が生じ、裏面がフラットなものに比べて変形量は大きくなります。床衝撃音レベルを比較してみると、標準の硬さのゴムチップマットに裏面凹凸加工したものの (G3) および柔らかいゴムチップマットに裏面凹凸加工したものの (G4) では L-60 となり (図2)、遮音性能は1ランク向上しました。

フローリングの効果

ゴムチップマットを加工することで、遮音性能は向上しますが、L-60では、まだ十分な遮音性能とはいえません。緩衝材の場合は、圧縮する面積を小さくすることで、変形量を大きくすることができました。このことは、フローリングがゴムチップマットを圧縮する面積を小さくすれば、ゴムチップマットの変形量を大きくできることが推測されます。その方法として、図3 (c)、(d) に示すようにフローリングのたわみ量を大きくするか、フローリングの面積を小さくし、ゴムチップマットを局部的に変形させることが考えられます。フローリングのたわみ量を大きくするには、フローリングの裏面に溝を入れ、剛性を低下させます。さらにフローリングの剛性を低下させるには、フローリングの厚さを薄くすることです。図4には、厚さ12mmの複層フローリングに溝加工したものの (F2) および、フローリング厚さを9.5mmと薄くしたものの (F3) と、各ゴムチップマットと組み合わせた場合の床衝撃音レベルを示します。F2とG4との組み合わせにおいては、遮音性能がL-55と2ランク、F3

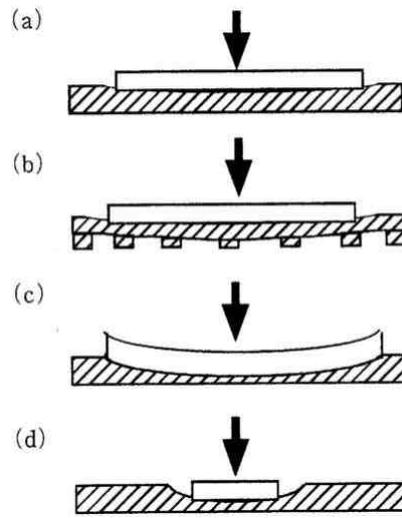


図3 緩衝材の変形モデル

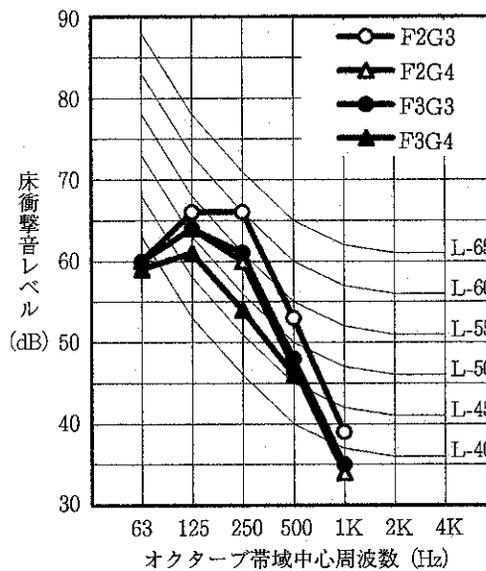


図4 フローリング裏面に溝加工した場合の床衝撃音レベル推定値

とG4では、L-50と3ランク低下しました。

つぎに、フローリングの面積を小さくする方法ですが、市販の防音フローリングは、長さ900mm 幅75mmのものや、それらの寸法のフローリングがすでに幅方向に4枚張り合わされたものが一般的になっています。それらの欠点として、遮音性能を追求するあまり、裏面の溝加工が深くなり、その部分が極端に弱くなり、そこに荷重が集中したとき割れる危険があります。そこで、割れるのであれば、最初から割っておくという考えから、厚さ5.5mmの合板を30×100mm (F4)、50×100mm (F5) のピースにし、それぞれをG3に貼り付けたものを作製しました。それらの床衝撃音レベルを

測定した結果を図5に示します。遮音性能はそれぞれL-55でした。G4の場合の測定はありませんが、F3と同様な結果であることが推測されます。また、コストを考慮に入れなければ、G3と床の間に繊維系の緩衝材(G3+)をいれることで、L-35も可能です。

ゴムチップマットを用いた床は、市販のフローリングの遮音性能と比較してどの程度なのか、図6に、3種類のL-45市販フローリングの測定結果を示します。これらのフローリングと、F3G4などはこれらとほぼ同等の遮音性能といえます。

おわりに

床衝撃音の問題は20年近く研究がなされ、高性能なフローリングや床システムが市販されています。直貼りフローリングにおいては、軽量床衝撃音でL-40の性能のものが市場に多く出回っています。しかし、先ほど述べましたように、高性能になるほど変形量が大きくなります。そうするとタンスなどを置くと倒れてきたり、歩くとゆらゆらして気分が悪くなったりします。このように床として機能しなくなるのも問題です。また、市販フローリングの多くが、繊維系および発泡プラスチック系の緩衝材を使用していることから、施工時の緩衝材への接着剤の浸透と、経時変化によって生じる緩衝材の圧密化による性能低下が問題になります。今後ゴムチップマットを含め、これらの改善が課題となります。

最後に、サンフロア工業株式会社常務取締役、小室豊氏に、この場を借りて感謝申し上げます。

参考資料

- 1) インテリアタイムス社, 環境庁大気保全局大気生活環境室監修: フローリング騒音対策技術マニュアル, ゆかmonthly増刊(1995).
- 2) 日本建築総合研究所: 95床衝撃音レベルデータシート, 1995.
- 3) 秋津裕志: 第46回日本木材学会大会研究発表要旨集, 熊本県, 1996, P58.

(林産試験場 合板科)

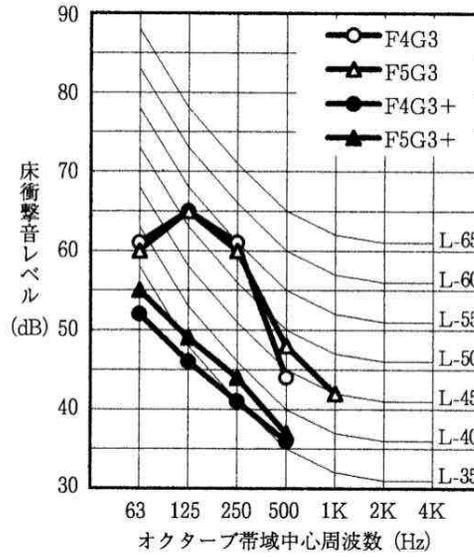


図5 フローリング形状の違いによる床衝撃音レベル推定値

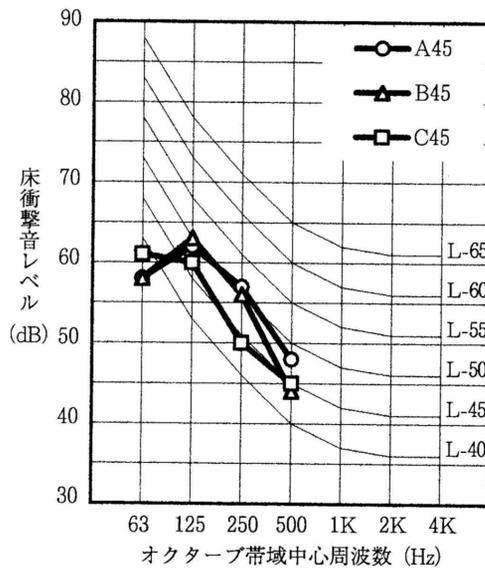


図6 L-45市販フローリングの床衝撃音レベル推定値