

# 徳島すぎを用いた民家型工法の性能評価について

## —簡易音響測定装置による床衝撃音の測定—

網田 克明・中岡 正典\*・中村 茂史\*\*

要旨：民家型工法の床構造は、いわゆるオープンシーリングの仕様をとるため、床衝撃音レベルの低下を招く。このため、様々な床タイプについて床衝撃音を測定した。試験結果から、材料のヤング係数や厚さ、天井による空気層の確保により床衝撃音レベルを改善できることがわかった。

### 1 はじめに

県産木造住宅供給システム<sup>1)</sup>の一つである民家型工法は徳島すぎを梁・桁などの構造材をそのまま表して使うことで、徳島すぎの力強さや美しさをみせるとともに、木の調湿性能等を発揮させている。ところが、そうした工法が音響特性に深く関わっている。すなわちオープンシーリングの仕様をとっているために2階床の音そのまま階下に伝わりやすいという課題をもたらす。この研究では、そうした民家型工法の床仕様について床衝撃音レベルを把握し、さらに床仕様の違いによってどれだけ性能が左右されるのかを考察した。

#### 2.1 試験方法

民家型工法の床衝撃音レベルを把握するため、様々な床仕様による性能の違いを簡易音響装置<sup>2)</sup>で測定するとともに、実際の建築物で実証的に測定を行った。

##### 2.1.1 簡易音響装置による床衝撃音の評価

国産材需要開発センター内に簡易音響測定装置を作成し、民家型工法の8タイプの床パネル(1.2m×1.2m)の相対的な床衝撃音レベルを測定した。図1のとおりパネルをボルトで固定し、上からJISA1418に定める重量床衝撃音発生器(バングマシン)、軽量床衝撃音発生器(タッピングマシン)で音を発生させ、リオン株式会社製の普通騒音計NA-29で、各周波数ごとの音圧(dB)を測定した。

ちなみに重量床衝撃音とは、子供が飛び跳ねたときなどに発生する重くて柔らかい床衝撃音を模したもので、床スラブ厚、床面積など躯体を含む床構造の振動特性に大きく左右される。また、軽量床衝撃音とは、人間が靴で歩行したときなどに発生する軽くて硬い床衝撃音を模したもので表面仕上げ材料の緩衝効果に大きく左右される。

---

\* 徳島県工業技術センター

\*\* 中村茂史一級建築士事務所

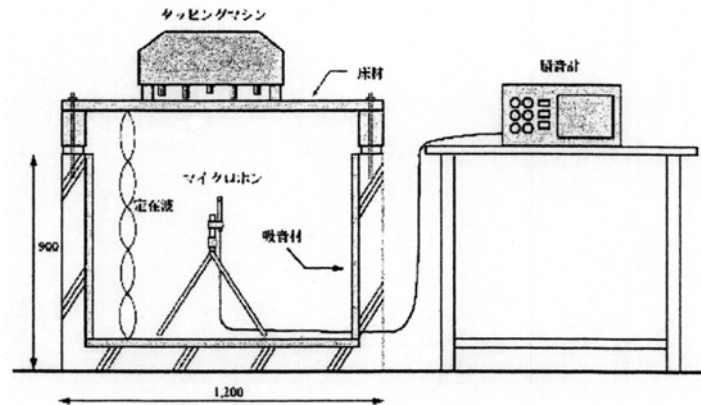


図1 簡易音響測定装置

今回作成した床モデル(表1,図2)については,表面圧密処理を施した床製品「こもれび」の40mm床パネルを基本形A-1とし,天井板により空気層をそれぞれ30mm,120mm設けたものをそれぞれA-2,A-3とした。そして,こもれび40mmで動的ヤング係数の低いものをB-1,こもれび30mmのパネルをC-1とした。また厚さ30mmを2重(クロス)に貼ったものをC-2,こもれび30mmを下地とし,その上にこもれび15mmを施工したものをC-3とした。さらに小梁と床の間に2mmのゴムシートを挿んだものをD-1とした。

表1 8タイプの床仕様

|     | 小梁の規格   |       | 床材の規格                                  |       | 天井の仕様           |                  |
|-----|---------|-------|----------------------------------------|-------|-----------------|------------------|
|     | 寸法      | ヤング係数 | 寸法                                     | ヤング係数 | 厚さ              | 空気層              |
| A-1 | 120*120 | E-90  | 40*190                                 | E-90  | なし              | なし               |
| A-2 | 120*120 | E-90  | 40*190                                 | E-90  | 15 <sup>※</sup> | 30 <sup>※</sup>  |
| A-3 | 120*120 | E-90  | 40*190                                 | E-90  | 15 <sup>※</sup> | 120 <sup>※</sup> |
| B-1 | 120*120 | E-90  | 40*190                                 | E-50  | なし              | なし               |
| C-1 | 120*120 | E-90  | 30*190                                 | E-90  | なし              | なし               |
| C-2 | 120*120 | E-90  | 30*190*2重                              | E-90  | なし              | なし               |
| C-3 | 120*120 | E-90  | 30*190                                 | E-90  | なし              | なし               |
| D-1 | 120*120 | E-90  | 30*190<br>根太15 <sup>※</sup> 303<br>ビッチ | E-90  | なし              | なし               |

なお材料調達にあたっては,縦振動法により動的ヤング係数を測定した。選別基準は,針葉樹の構造用製材 JAS に定める機械等級区分 E-90 としたが,ヤング係数の違いによる床衝撃音の差をみるために,B-1 は意図的に E-50 の材料を用いた。

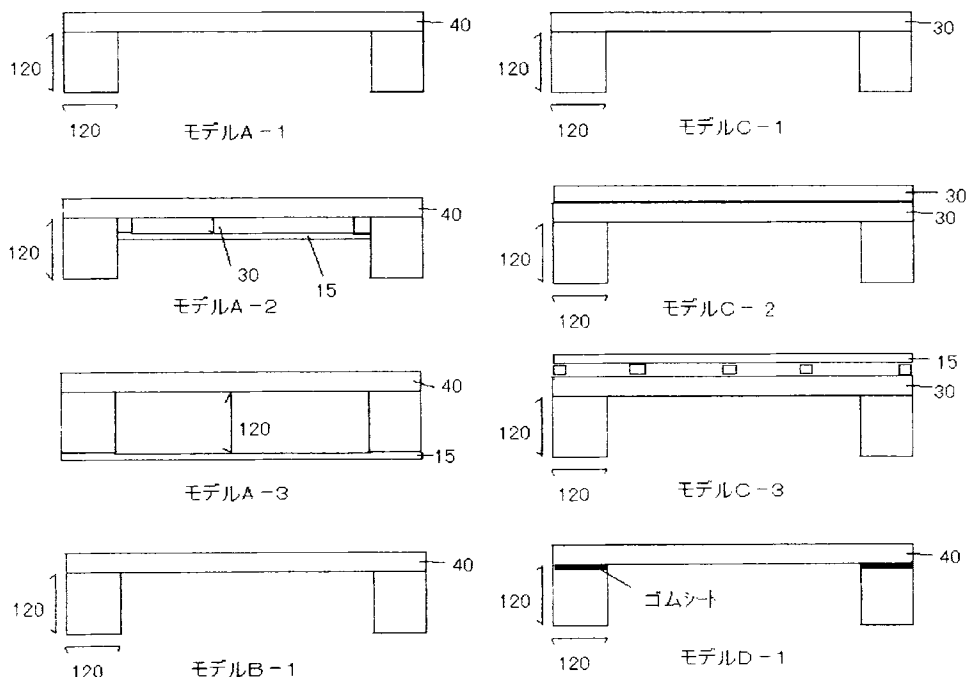


図 2 床仕様の 8 モデル

#### 2.1.2 現場での床衝撃音の測定

民家型工法の遮音性能を把握するため、TS ウッドハウスの 2 つの建築現場において測定を行った。測定方法は、「建築物の現場における床衝撃音レベルの測定方法（日本建築学会推奨測定基準）」によった。バングマシンとタッピングマシンを用い 2 階床で音を発生させ、受音室にマイクロホンを設置し、リオン株式会社製の普通騒音計 NA - 29 で床衝撃音の評価値である L 値を測定した。



床衝撃音の測定

床衝撃音に関する遮音等級 L 値は JISA1419 に規定されている。また、表 2 のとおり床衝撃音レベルに関する建物、室用途別適用等級は日本建築学会が床衝撃音レベルに関する適用等級を定めている。

これによると、重量床衝撃音について共同住宅における木造住宅の 3 級遮音等級は L-65 である。現状の木質系・軽量鉄骨系建築物で、重量床衝撃音の性能達成状況は L-65 とされ、これは住宅金融公庫の通常融資（賃貸）基準等にもなっている<sup>3)</sup>。したがって、民家型工法

を戸建のみならず共同住宅，事務所等へ展開するためには，このレベルが当面目指すべき性能水準と考えられる。

また軽量床衝撃音は，前述したように，床の表面仕上げ材による緩衝効果に大きく作用されるため，無垢の杉板そのままでは大きな性能値は期待できないと考えられず，今回特に目標値は定めなかった。

表 2 床衝撃音レベルに関する適用等級<sup>3)</sup>

| 建築物  | 室用途  | 部位    | 衝撃源   | 適用等級 |      |      |            |
|------|------|-------|-------|------|------|------|------------|
|      |      |       |       | 特級   | 1級   | 2級   | 3級         |
| 集合住宅 | 居室   | 隣戸間界床 | 重量衝撃音 | L-45 | L-50 | L-55 | L-60.L-65* |
|      |      |       | 軽量衝撃音 | L-40 | L-45 | L-55 | L-60       |
| ホテル  | 客室   | 客室間界床 | 重量衝撃音 | L-45 | L-50 | L-55 | L-60       |
|      |      |       | 軽量衝撃音 | L-40 | L-45 | L-50 | L-55       |
| 学校   | 普通教室 | 教室間界床 | 重量衝撃音 | L-50 | L-55 | L-60 | L-65       |
|      |      |       | 軽量衝撃音 |      |      |      |            |

\*木造、軽量鉄骨造またはこれに類する構造の集合住宅に適用する。

出典：建築物の遮音性能基準と設計指針（日本建築学会編）

表 3 適用等級の意味<sup>3)</sup>

| 適用等級 | 遮音性能の水準        | 性能水準の説明              |
|------|----------------|----------------------|
| 特級   | 遮音性能上とくにすぐれている | 特別に高い性能が要求された場合の性能水準 |
| 1級   | 遮音性能上すぐれている    | 建築学会が推奨する好ましい性能水準    |
| 2級   | 遮音性能標準的である     | 一般的な性能水準             |
| 3級   | 遮音性能上やや劣る      | やむを得ない場合に許容される性能水準   |

### 3.3 試験結果

#### 3.3.1 簡易音響装置による床衝撃音の評価

図 3～4 は簡易音響装置で測定した床パネルの試験結果である。各周波数ごとに音圧レベルを測定し，基本型 A-1 からの低減量を示した。

##### 【軽量床衝撃音】

- 基本型 A-1 に比べ，天井により空気層を 30mm 設けた A-2 は 250～500Hz で床衝撃音レベルは悪くなった。逆に空気層を 120mm 設けた A-3 は大幅に改善された。
- ヤング係数の低い材料を使用した B - 1 や床厚さ 30mm の C-1 は，基本型と比べておおむね悪かった。
- 30mm 床を 2 枚重ねた C-2 は基本型と比べ若干改善した。
- 根太の上に 15mm 厚の仕上床を施工した C-3 は基本型と比べ悪化した。
- 小梁と床の間にゴムシートを施工した D-1 は基本型とほとんど変わらなかった。

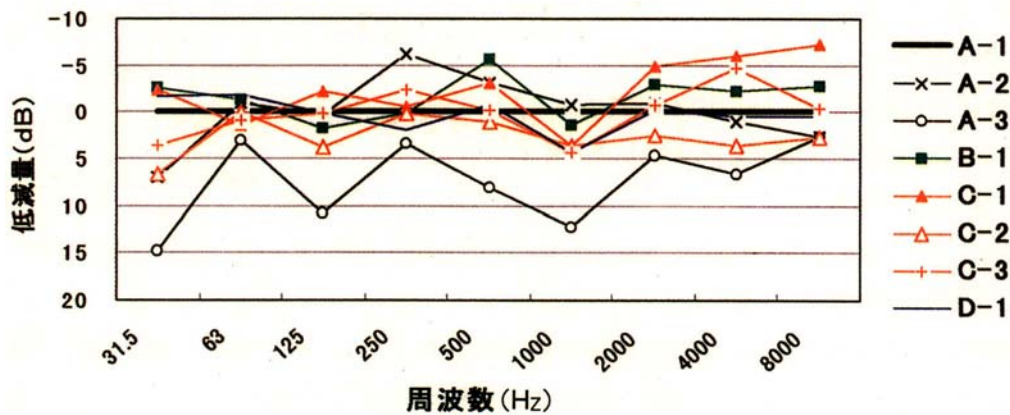


図3 軽量床衝撃音の低減量

#### 【重量床衝撃音】

- 空気層を 30mm 設けた A-2 は改善した。空気層を 120mm 設けた A-3 も大幅に改善された。
- ヤング係数の低い材料を使用した B-1 や床厚さ 30mm の C-1 は、基本型と比べおおむね悪くなった。
- 30mm 床を 2 重に施工した C-2 は基本型より改善した。
- 根太の上に 15mm 厚の仕上床を施工した C-3 は基本型と比べおおむね悪化した。

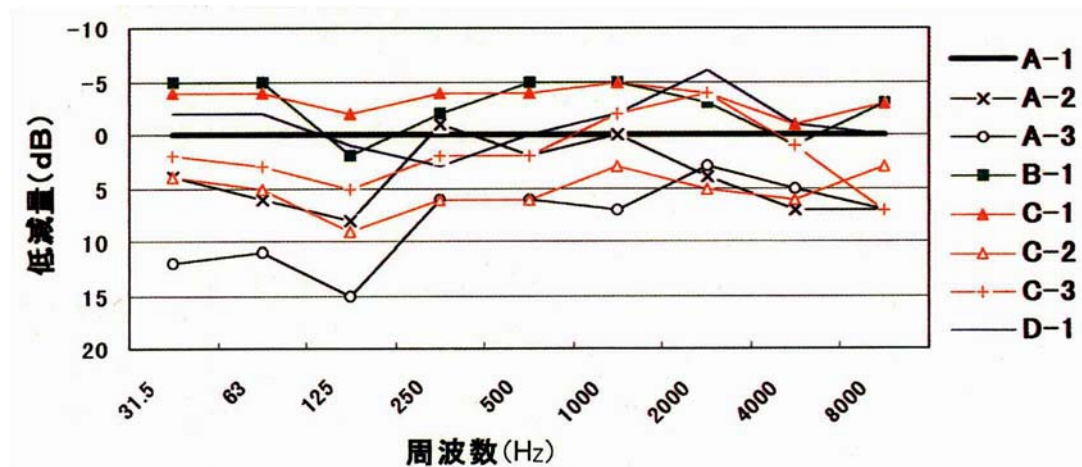


図4 重量床衝撃音の低減量

これらの試験結果から、基本型 A-1 の床衝撃音レベルに比べ、天井板により空気層 120mm をとったタイプ A-3 の床衝撃音レベルが良かったことがわかる。既往の研究<sup>5)</sup>からも言われているが、天井の施工により床衝撃音レベルは改善する。しかしながらそうした施工は、民家型工法の特徴である梁・桁を見せるという意匠性を犠牲にしなければならない。今後、どれだけの空気層があれば効果があるのか、工法によって遮音性能と意匠性を同時に発揮できないか検討を要する。また、ヤング係数や材料の厚さも床衝撃音レベルに関与していることがわかった。材料の選択・選別によって、ある程度の床衝撃音レベルの改善は図れることになる。

### 3.3.2 現場での床衝撃音の測定

TS ウッドハウスのモデル展示場における遮音性能を測定した。中心周波数の 1 オクターブ帯域ごとの床衝撃音レベルの測定値を、建築学会の規定する床衝撃音レベルに関する遮音基準曲線（L 曲線）にあてはめる。値がすべての周波数帯域において、ある基準曲線を下回るとき、その最小の基準曲線の呼び方により遮音等級 L を表す。

床仕様は図 5 のとおりである。先に図 2 で示した A-1 タイプに近い。測定の結果、重量床衝撃音は、 $L_H = 80$ 、軽量床衝撃音は  $L_L = 95$  であった。

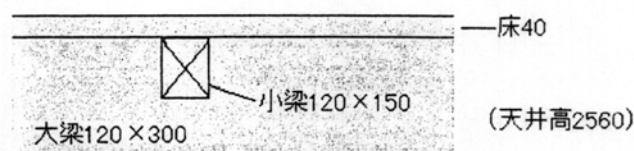


図 5 モデルハウスの床構造

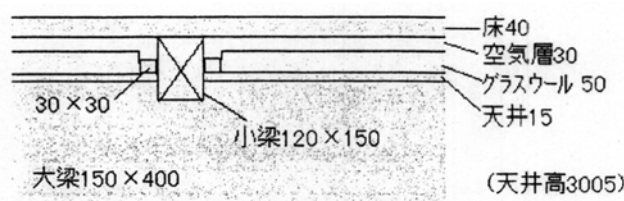


図 6 海部森林組合の床構造

重量床衝撃音について木質系・軽量鉄骨系建築物の現状の性能値は  $L_H = 75 \sim 80$ 、普通の木造在来構法は  $L_H = 80$  といわれる<sup>3)</sup>ことからすると、一般的な値であるといえる。

簡易音響装置による床衝撃音の評価試験の結果から成績の良かった A-3 の仕様を、建築予定の海部森林組合事務所の 2 階床に応用した。図 6 にその床構造を示す。床と 1 階天井の間に 80mm の空気層を設け、その中に 50mm のグラスウールを敷き込んだ。その結果、モデル展示場と比べ、重量床衝撃音は  $L_H = 80$  から  $L_H = 70$  に、軽量床衝撃音は  $L_L = 95$  から  $L_L = 90$  に改善された。

重量床衝撃音について目標値  $L_H = 65$  は達成できなかったものの 10 ポイントの改善効果があった。これは空気層やグラスウールにより遮音効果が発揮されたほか、梁材の断面が大きく床全体の剛性が高まったためと推察される。

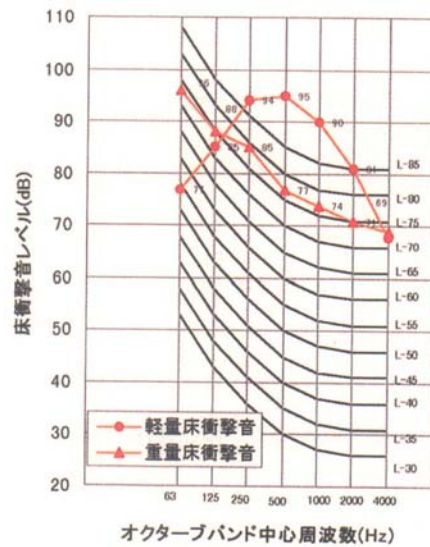


図7 現状の床衝撃音レベル

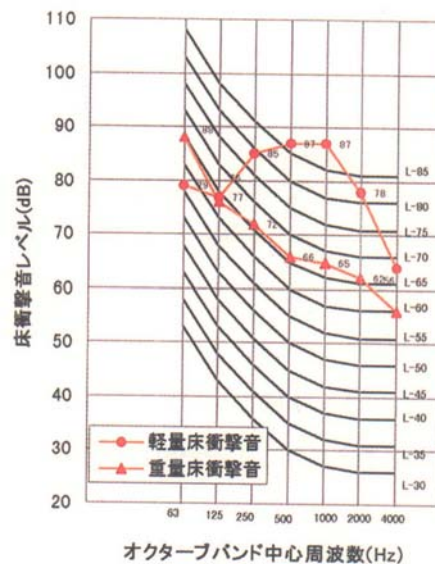


図8 床衝撃音レベルの改善

#### 4 おわりに

今回の一連の試験結果から、ヤング係数や厚みによる材料選別、天井の設置による空気層の確保等が床衝撃音の改善に有効であることがわかった。また、現場での床衝撃音測定からは、実際の遮音性能を把握できた。重量床衝撃音は建築物の構造によって大きく左右され、性能を高めるためには、曲げ剛性と質量を高めて床の振動を抑えることが基本的に重要とされる。また軽量床衝撃音については、床表面の弾性を高めて衝撃力を弱めることなどが対策として講じられている。

今回行った試験のほか、質量の高いボードとの組み合わせや、緩衝材として廃ゴム等の利用について性能評価試験を行っており、別途報告<sup>6)</sup>した。

### 【参考・引用文献】

1. 「平成 5 年度徳島県産木造住宅供給システム整備事業」平成 6 年 3 月徳島県木材協同組合連合会
2. 「小型簡易音響箱による木質パネルの音響透過損失の研究（第 1 報）—矩形木質単板の音響透過損失」姜ら 木材学会誌 Vol.42, No.9, 1996
3. 「建築物の遮音性能基準と設計指針」日本建築学会編 技報堂出版 1997
4. 「木造住宅の遮音性能」末吉修三 木材工業 Vol.48, No.8, 1993
5. 「木造住宅における床衝撃音の遮音天井構造と防音隔壁の効果」高橋徹ら 木材学会誌 Vol.33, No.12, 1987
6. 「ゴム廃材を活用した防音床材の開発」中岡, 網田, 住友 徳島県工業技術センター研究報告 2000.3