

# 集合住宅用防音フローリング床システムの開発

稲留康一\* 小川洋行\*\*  
梅谷正彦\*\* 萩原武典\*\*\*

## 1. はじめに

近年、集合住宅の居住性能への関心が高まり、高度な性能が要求されるようになってきた。なかでも、サッシや壁、床に対する防音性能が重要視されており、目標性能も高度化している。このため、設計時における性能予測や設定した各部の性能が十分に発揮されるような材料選定、施工上の管理が重要となっている。

また最近では、日本住宅性能表示制度にも見られるように、建物の性能を設計段階から積極的に表示していく法整備もなされ、音環境に係わらず住宅の性能に対する購入者の関心は益々高まっている。

今回報告する集合住宅用防音フローリング床システムは、発泡プラスチックを下地材に用いた床仕上げであり、直貼り用防音フローリング材と組み合わせることによって、壁際の納まりに依存せず高度な性能を達成したものである。本報では、この床システムの概要と現場適用後の床衝撃音遮断性能の検討結果を示すとともに、住宅性能表示制度の特別評価方法として国土交通大臣の認定を取得したのでその概要についても報告する。

## 2. 開発した床下地構造の概要

本床システムは、発泡プラスチック床下地構造材を基材とした集合住宅用のフローリングシステムである。これまで発泡プラスチック系の床仕上げは、床衝撃音に対する性能面で分譲集合住宅への適用には若干の不安があった。しかし断熱性に優れているため、集合住宅でよく採用されるようになってきた床暖房の効率が向上するなどのメリットもある。今後、一層求められるであろう省エネなど環境負荷軽減へ貢献できる工法として、床衝撃音性能を改善した本床システムを採用する意義は大きいと思われる。

## 2.1 床システムの構成

開発した床システムの概要を図-1に示す。床下地構造材そのものは、床衝撃音に対する防音性能を有していない単層の発泡プラスチックであるが、その上に、捨張り材、防音フローリング材を貼設することにより防音性能を確保している。捨張り材は、その上部に貼設される防音フローリング材の性能を十分に発揮させるために、実験室実験によりその厚さを決定している（合板もしくはパーティクルボード12mm以上）。

## 2.2 実験室における床衝撃音レベル低減量について

本床システムの床衝撃音遮断性能を把握するために、油化三昌建材筑波工場内の実験建屋（RC 壁式構造、スラブ厚 200mm）において、軽量床衝撃音に対する床衝撃音レベル低減量の測定を行った。実験建屋の概要を図-2、試験体の端部納まりを図-3に示す。

測定は図-2中に示す2階の5箇所をJISに規定されている軽量床衝撃音発生源（タッピングマシン）にて加振し、1階の5箇所（マイク高さ 600mm、900mm、1200mm、1500mm、1800mm）に受音点を設けた。

床衝撃音レベル低減量は試験体のあり、なし（裸スラブ）の差から求めた。測定結果を図-4に示す。なお、図中の LLOOタイプとは、捨張り材上に貼設さ

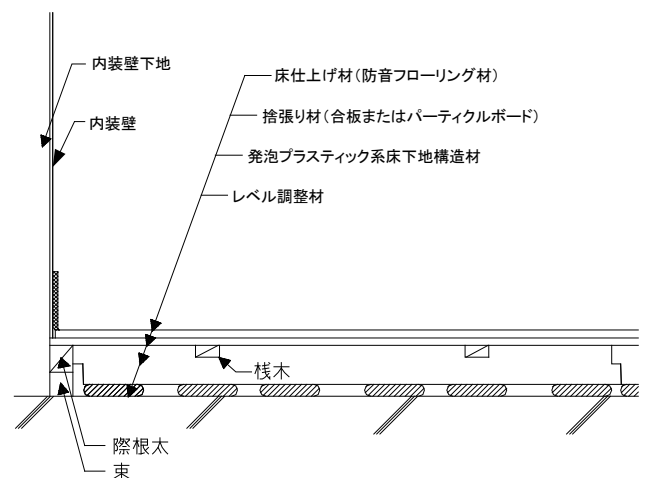


図-1 開発した床システムの概要

\*技術研究所 \*\*関西支社建築設計部 \*\*\*東京支社建築設計部

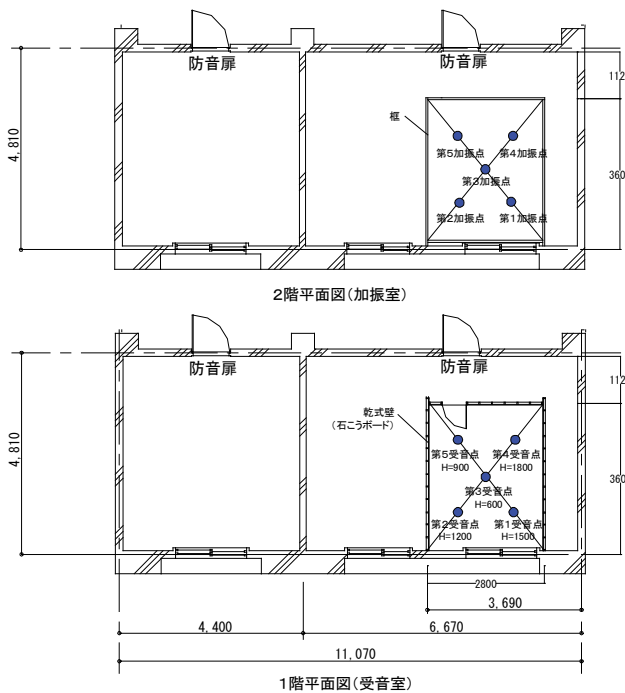


図-2 実験建屋の概要

れる防音フローリング材の単体性能（公的試験機関での測定結果）を示しており、LL40～LL50 までの3タイプについて試験を行っている。これを見ると、軽量床衝撃音遮断性能の決定周波数となりやすい 125Hz, 250Hz 帯域では従来品に比べ性能が大幅に向上している。また、防音フローリングのグレードに見合った性能差（各タイプで5 dB）が明確に現れており、目標性能に応じた対応ができることを示している。

乾式二重床の場合、壁際部に木製際根太を用いると性能が悪くなることが多い。しかし本床システムでは防床音フローリングで床衝撃音を緩衝しているため、衝撃音レベル低減量は図-4に示すように、木製際根太を設置したことによる悪影響を受けていない。

### 3. 現場適用実験

本床システムを実物件（RC造20階建の建物2棟）に適用した。躯体は矩形ボイドスラブ（実厚280mm、等価厚さ242mm）であり、二重天井（天井懐350.5mm）が設けられている。表面に貼設した床仕上げ材（防音フローリング材）はLL45タイプ（13mm）のものである。測定対象とした床断面の概要を図-5に示す。

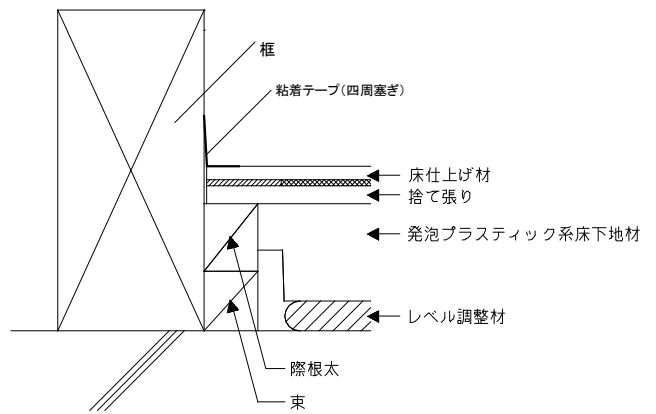


図-3 試験体の端部納まり

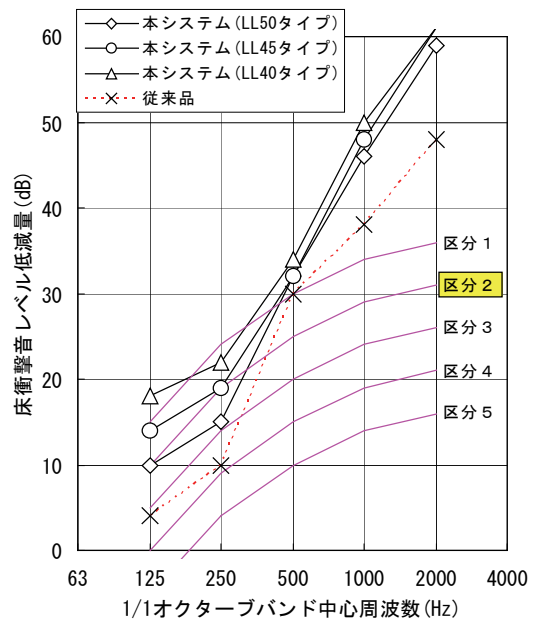


図-4 床衝撃音レベル低減量測定結果

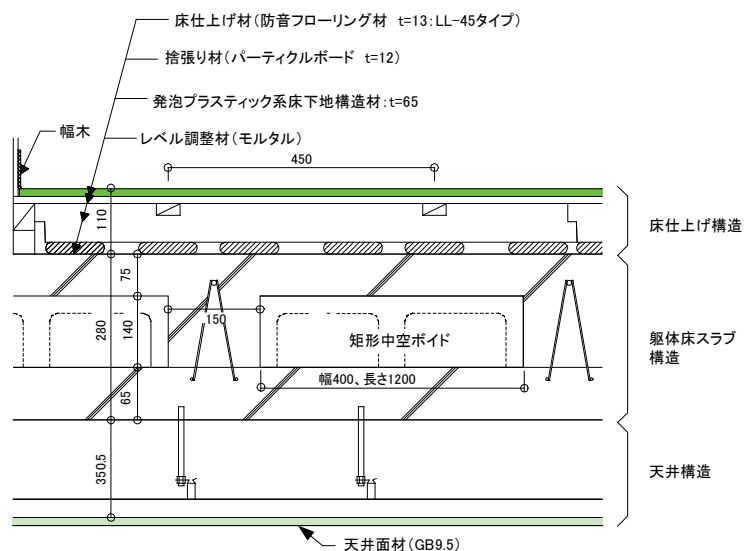


図-5 測定断面の概要

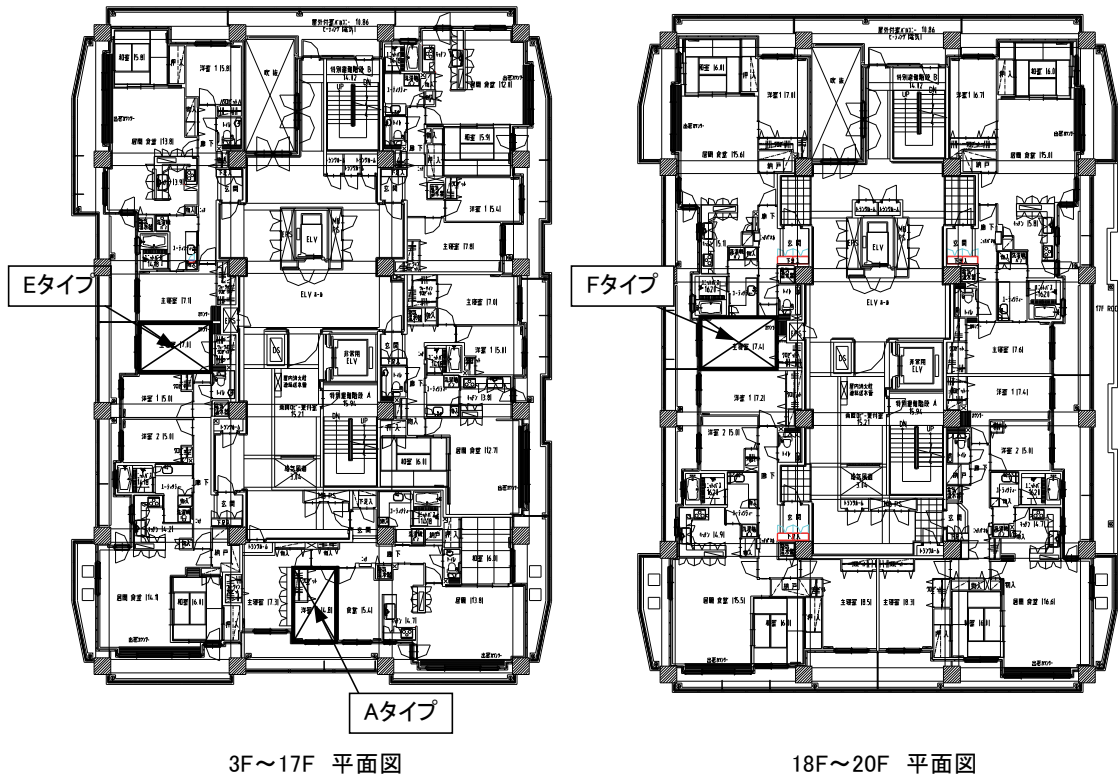


図-6 測定対象室の例 (W棟)

表-1 測定対象室の諸元

| タイプ | 住棟 | 居室面積<br>(㎡) | スラブY寸法<br>(m) | スラブX寸法<br>(m) | スラブ面積<br>(㎡) | 受音室床仕上げ | 幅木種別  | 天井高さ<br>(mm) | 天井懐厚<br>(mm) |
|-----|----|-------------|---------------|---------------|--------------|---------|-------|--------------|--------------|
| A   | W  | 7.3         | 6.93          | 6.04          | 41.86        | フローリング  | ソフト幅木 | 2400         | 350.5        |
| A   | W  | 7.3         | 6.93          | 6.04          | 41.86        | カーペット   | ソフト幅木 |              |              |
| A   | W  | 7.3         | 6.93          | 6.04          | 41.86        | フローリング  | ソフト幅木 |              |              |
| A   | W  | 7.3         | 6.93          | 6.04          | 41.86        | フローリング  | ソフト幅木 |              |              |
| A   | W  | 7.3         | 6.93          | 6.04          | 41.86        | フローリング  | ソフト幅木 |              |              |
| B   | E  | 8.1         | 6.04          | 6.93          | 41.86        | フローリング  | ヒレ付幅木 |              |              |
| B   | E  | 8.1         | 6.04          | 6.93          | 41.86        | フローリング  | ヒレ付幅木 |              |              |
| C   | E  | 8.4         | 6.93          | 6.04          | 41.86        | フローリング  | ヒレ付幅木 |              |              |
| C   | E  | 8.4         | 6.93          | 6.04          | 41.86        | カーペット   | ソフト幅木 |              |              |
| D   | E  | 8.5         | 6.20          | 5.71          | 35.40        | フローリング  | ヒレ付幅木 |              |              |
| D   | E  | 8.5         | 6.20          | 5.71          | 35.40        | フローリング  | ヒレ付幅木 |              |              |
| E   | W  | 10.7        | 6.21          | 6.70          | 41.61        | カーペット   | ソフト幅木 |              |              |
| E   | W  | 10.7        | 6.21          | 6.70          | 41.61        | カーペット   | ソフト幅木 |              |              |
| E   | W  | 10.7        | 6.21          | 6.70          | 41.61        | フローリング  | ソフト幅木 |              |              |
| E   | E  | 10.7        | 6.21          | 6.70          | 41.61        | フローリング  | ソフト幅木 |              |              |
| F   | W  | 10.8        | 6.21          | 6.70          | 41.61        | フローリング  | ヒレ付幅木 |              |              |
| F   | W  | 10.8        | 6.21          | 6.70          | 41.61        | フローリング  | ヒレ付幅木 |              |              |

測定対象室の例を図-6に示す。測定対象室は梁に接しない居室であり、特に重量床衝撃音遮断性能に対し不利となる室である。測定対象室の諸元を表-1に示す。測定対象室数は2棟合わせて17室である。

測定した住戸タイプは6タイプであり、日本住宅性能表示制度の評価方法基準(国土交通省告示第1347号8-1(3)イ)<sup>1)</sup>による端部拘束条件の拘束辺の数が0辺と評価される居室である。受音室の床仕上げは、フローリング仕上げ(13室)とカーペット仕上げ

(4室)である。

現場適用後の測定結果をもとに床衝撃音遮断性能について検討を行った。

### 3.1 床衝撃音遮断性能の全体傾向について

床衝撃音レベルの測定結果を図-7、図-8に示す。重量床衝撃音遮断性能は最大L-60、17室の平均性能はL-55である。性能の決定周波数は63Hz帯域であり、この帯域における測定値の標準偏差は2.2dBであった。

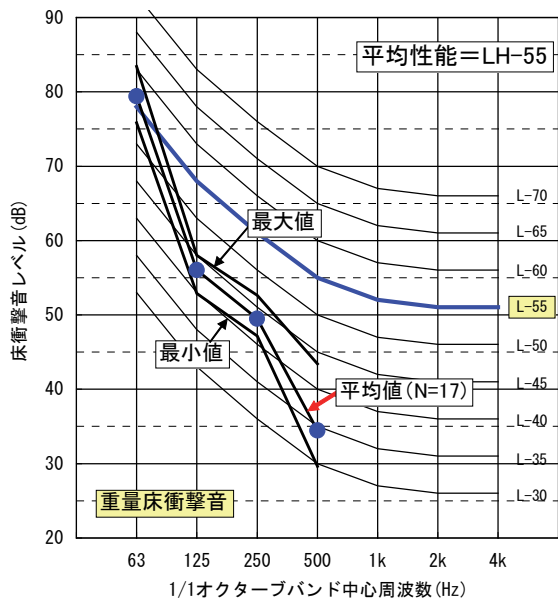


図-7 重量床衝撃音遮断性能測定結果

軽量床衝撃音遮断性能は、表-1に示したように、床仕上げがフローリング仕上げとカーペット仕上げとが混在しているため、規準化軽量床衝撃音レベルを算出し評価を行った結果、LL-40 という性能であった。軽量床衝撃音遮断性能の決定周波数は125Hz帯域および250Hz帯域でその帯域における測定値の標準偏差は1.3dBとなっており、重量床衝撃音レベルよりも変動幅が狭い結果となっている。

### 3.2 受音位置の違いによる測定結果の差について

2000年1月に改正されたJISでは、受音点を天井、周壁、床面などから50cm以上離れた空間内に4点以上設け、たがいな70cm以上離して空間的に均等に分布させるように定めている。それに対し、改正前の旧JISでは受音点の高さを床上1.2~1.5mの範囲内としており、新JISでは受音点の高さに関する規定が大幅に変更されている。この検討例として、日本騒音制御工学会研究部会床衝撃音分科会から数例の報告<sup>2) 3)</sup>がなされている。

施工段階において、新・旧JIS法におけるマイクロホン高さが床衝撃音レベルに与える影響について、施工段階の室(図-6のEタイプ)において比較実験を行った。測定時の状況としては、室周壁、二重天井の仕上げは完了している状態(床仕上げは未施工)である。マイクロホン高さは、旧JIS法では、床上1.2m位置に固定し、新JIS法では図-9に示すような配置とした。測定結果を図-10に示す。

重量床衝撃音遮断性能を決定する63Hz帯域で

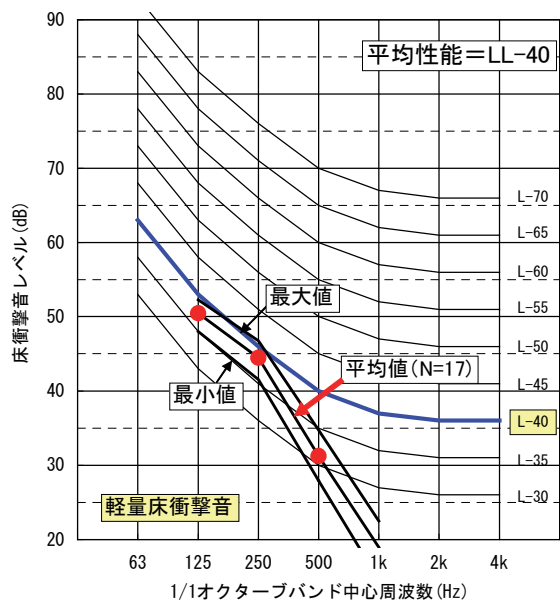


図-8 軽量床衝撃音遮断性能測定結果



図-9 マイクロホンの配置

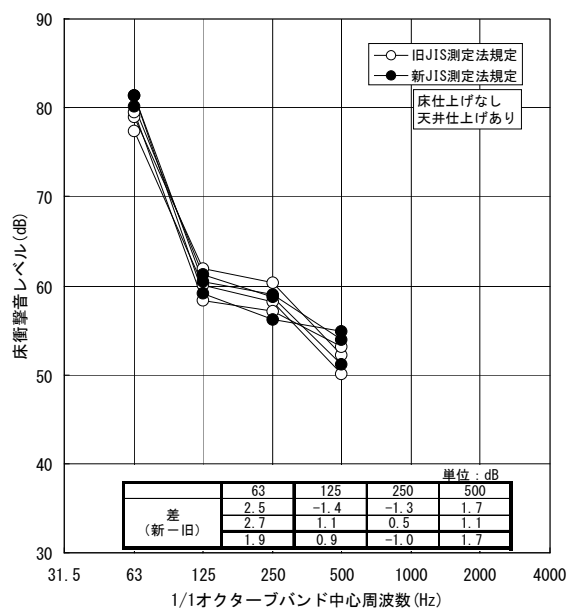


図-10 新・旧JIS法における床衝撃音レベル測定例

1.9dB～2.7dB 程度の差が生じている。決定周波数域においては、今回の場合新JISで測定すると旧JIS測定値に比べレベルが大きくなる傾向が見られた。

### 3.3 室内平均吸音率測定結果について

表-1に示した各室の残響時間の測定を行い、室内平均吸音率を算出した。測定結果をフローリング仕上げ13室、カーペット仕上げ4室にわけ、それぞれの平均値を求めて図-11に示す。

フローリング仕上げとカーペット仕上げでは、全周波数帯域で室内吸音率の差が顕著である。また、500Hz帯域以上の周波数領域でその差が大きくなっている。なお、図中には実建物の洋室における平均吸音率測定例<sup>4)</sup>を併せて示している。この測定例と比較すると、本物件における吸音率は全周波数帯域でこれを上回っている。この理由としては、サッシが二重サッシであることや周壁が石こうボード二重壁（戸境壁：乾式遮音二重壁）であるため、特に、低・中音域における吸音率が大きくなっているものと推察される。

### 3.4 同一住戸プランにおける測定結果のばらつきについて

表-1に示すAタイプおよびEタイプにおける重量床衝撃音レベル測定結果を図-12、図-13に示す。また図中には、各周波数帯域における標準偏差、最大値と最小値の差を併せて示した。

各タイプとも全周波数帯域にわたりばらつきがみられる。重量床衝撃音遮断性能の決定周波数となる63Hz帯域では最大値と最小値の差が3.5dB程度となっている。このばらつきの主な原因としては、床仕上げ構造や天井の内装仕上げの施工上の違い（施工管理上生じる差異）などが考えられる。

さらに、500Hz帯域では他の周波数帯域よりもばらつきが大きい。これは加振力が不安定な領域であることや、二次的な発生音（天井のびりつき音など）が影響していると考えられる。

また、各室の遮断性能決定周波数である63Hz帯域における標準偏差は1.5dB程度となっており、文献5)に示されている測定事例のそれよりも若干小さい値となっている。

これらのことより本床システムは従来の乾式二重床に比べて、性能のばらつきが同等かそれより小さく、設計時の検討が比較的しやすい床システムであると考えられる。

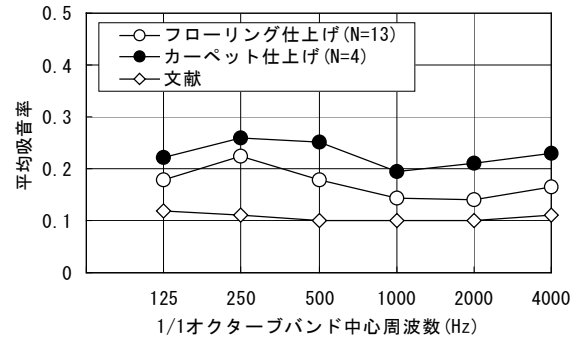


図-11 室内平均吸音率測定結果

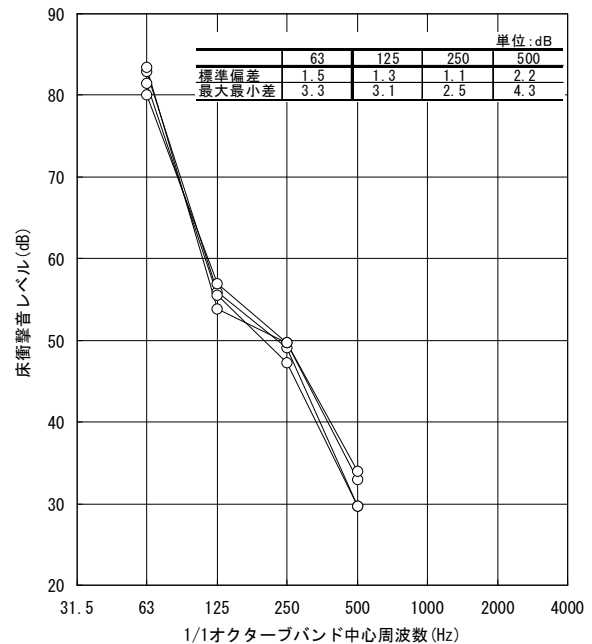


図-12 Aタイプにおけるばらつき

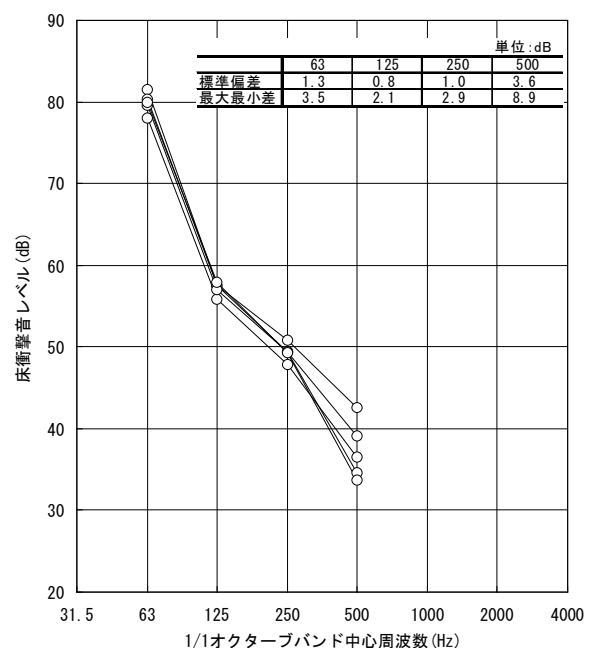


図-13 Eタイプにおけるばらつき

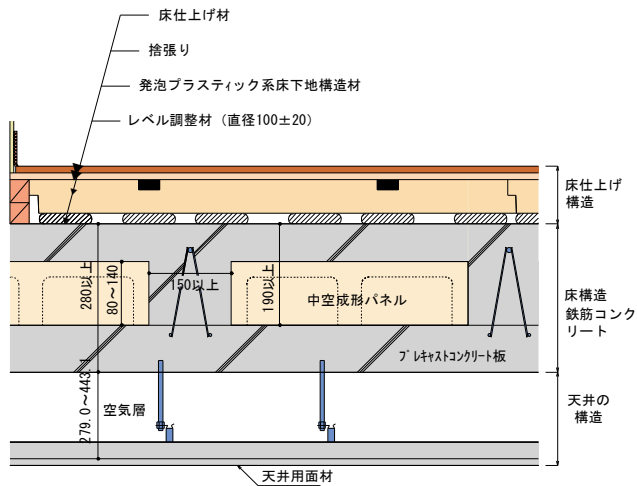


図-14 特別評価方法認定を取得した床断面の概要

|                 | 重量床衝撃音                             | 軽量床衝撃音                   |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------|
| 床仕上げ材           | 防音フローリング材<br>(フローリング材でも可)          | 防音フローリング材<br>(床仕上げ区分1以上) |
| 捨張り材            | 合板またはパーティクルボード(12mm以上)             |                          |
| 発泡プラスチック系床下地構造材 | 厚さ60mm                             |                          |
| レベル調整材          | モルタルまたは湿気硬化型接着材                    |                          |
| 躯体床スラブ          | 矩形中空ボイドスラブ(実厚280mm以上、等価厚241mm以上)   |                          |
| 天井仕上げ           | 空気層279.0~443.1mmを有するPB12.5mmの天井仕上げ |                          |
| 辺拘束             | 0 辺拘束                              | 制限なし                     |
| 受音室面積           | 7.3~10.8㎡                          |                          |
| 表示等級            | 等級3                                | 等級5                      |

#### 4. 特別評価方法認定の取得

本床システムは、3章に示した現場測定結果をもとに、日本住宅性能表示制度の特別評価方法認定の審査を申請し(申請先:(財)日本建築総合試験所)、国土交通大臣の認定を取得した。大臣認定された床構造の概要を図-14に示す。なお、本特別評価方法認定が適用できる居室の面積は7.3㎡~10.8㎡(洋室程度)である。

0辺拘束(梁に接しない居室)における重量床衝撃音に対する性能評価は、性能表示制度の評価方法基準では最低等級しか表示できないのが現状であるが、図-14に示す要件を満たせば、等級3の表示が可能となる。また、軽量衝撃音については、拘束条件に係わらず等級5の表示が可能である。

#### 5. おわりに

本報告では、発泡プラスチック床下地構造材を基材とした集合住宅用防音フローリングシステムを開発し、現場適用した結果、以下のような知見を得た。

- ① 表面に防音フローリング材を用いたことにより、軽量床衝撃音遮断性能に対して効果を得ることが難しかった単層の発泡プラスチック床下地材でも十分な効果が得られるようになった
- ② 新・旧 JIS 測定法による床衝撃音レベルの測定結果の差は、1.9dB~2.7dB 程度あり、新 JIS 法による測定値の方がレベルが大きい傾向にある

- ③ 同一住戸における床衝撃音レベルのばらつきは、本床システムの場合、これまで報告されている乾式二重床のばらつきよりも若干小さく、設計時に検討しやすい

また本床システムは、所定の要件を満たせば、梁に接しない居室でも住宅性能表示制度における等級表示が可能である。なお、本研究は、油化三昌建材と共同で実施したものである。

#### 【参考文献】

- 1) 日本住宅性能表示制度・評価方法基準 技術解説 編集委員会編、「住宅性能表示制度 日本住宅性能表示基準・評価方法基準 技術解説 2001」、工学図書、2001.8
- 2) 山本ほか、「床衝撃音遮断性能の測定法に関する検討、日本建築学会大会講演梗概集」、D-1 分冊、pp125~128、2003.9
- 3) 稲留ほか、「受音室内における床衝撃音レベル分布と測定位置の検討例」、日本騒音制御会春季研究発表会講演論文集、2002.4
- 4) 村石、「界壁の遮音設計方法と遮音性能の実態」、音響技術 No. 94、1996.6
- 5) 日本騒音制御工学会、「同一プラン住戸における床衝撃音レベルのばらつきの実態」、日本騒音制御工学会・研究部会技術レポート No. 26、2001.1