

## ゴムボールによるスラブ素面の床衝撃音レベルの周波数特性に関する検討

正会員 ○中森 俊介<sup>1\*</sup> 正会員 阿部 恭子<sup>4\*</sup>  
 正会員 田中 学<sup>2\*</sup> 正会員 平光 厚雄<sup>5\*</sup>  
 正会員 高橋 央<sup>3\*</sup> 正会員 井上 勝夫<sup>6\*</sup>

床衝撃音 ゴムボール衝撃源 A特性  
 スラブ素面 インピーダンス法

### 1.はじめに

AIJES の新規準 (案) ではゴムボール (以下、ボール) を用いて A 特性で測定、評価<sup>1)</sup>することを推奨している。竣工時の床衝撃音遮断性能を予測する場合は、インピーダンス法<sup>2)</sup>などにより周波数帯域ごとにスラブ素面の床衝撃音レベルを求め、仕上げ材の床衝撃音レベル低減量 ( $\Delta L$ ) を差し引いてから A 特性の合成値を算出するという手順となると考えられる。これまでの L 等級による接線法と異なり、スラブ素面の性能は複数の周波数帯域で予測精度が求められ、躯体の影響を受ける仕上げ材<sup>3)</sup>の  $\Delta L$  の扱いにも留意しなければならない。そこで、ボールによるスラブ素面の床衝撃音レベルの現場実測データより、周波数特性を系統的に整理し、要因 (大梁による拘束辺数、室面積、スラブ厚) による違いについて検討した。また、要因による周波数特性の変化に予測法が対応しているかをいくつかの例をとって確認した。なお、出来るだけ多くのデータを対象とする必要性があったため、タイヤによるスラブ素面の床衝撃音レベルから、タイヤとボールの衝撃力暴露レベルの差により換算<sup>4)</sup>したボールの床衝撃音レベルも検討に用いた。L 等級曲線による評価では対象範囲外である 31.5 Hz 及び 1000 Hz のデータも含め、その必要性について検討した。

### 2.対象スラブ及びデータ整理方法

スラブ素面の実測データ数は 57 で、オクターブバンド中心周波数 31.5~1000 Hz の測定結果である。S/N が 10 dB 以下のものについてはその帯域のデータは “なし” とした。ボールのデータ数が 17 と少なかったため、タイヤとボールの衝撃力暴露レベルの差から、ボールの床衝撃音レベルを換算した。両者の床衝撃音レベルの差と衝撃力暴露レベルの差の対応を図 1 に示す。床衝撃音レベルの差の平均値と衝撃力暴露レベルの差の対応は 63 Hz で 2 dB 程度の差がみられるが、他の帯域では概ね 1 dB 程度の差である。タイヤからボールの床衝撃音レベルの換算値は、JIS<sup>5)</sup>に規定される両者の衝撃力暴露レベルの差 (図中の数値) とした。1000 Hz は両者の床衝撃音レベルの差が平均 2.7 dB であることから 2.5 dB (0.5 dB 刻み) とした。対象スラブの種類はハーフ PC 合成床のボイドスラブが大半で、均質単板スラブ、

リブ付きスラブ、密実合成床スラブは数例であった。スラブ厚は均質単板スラブの 150 mm (1 例) を除くと 200~350 mm、室面積は 7.8~61 m<sup>2</sup>、大梁による拘束辺数は 0~4 辺であった。

### 3.スラブ素面の周波数特性について

床衝撃音レベルの周波数特性については周波数帯域間の “傾斜” に着目して整理をした。図 2 に示すように 31.5~1000 Hz の床衝撃音レベルの実測値より、隣り合う周波数帯域のレベル差 (例: 31.5 Hz-63 Hz) を取り  $d_{31.5-63}$  などと表現した。57 データについてレベル差  $d$  を求め、それらの平均値、最大値、最小値及び標準偏差  $\sigma$  を整理した結果を表 1 に示す。平均値で見ると 63~500 Hz では  $d=5\sim6$  dB の傾斜が特徴的である。標準偏差  $\sigma$  を比較すると周波数が低いほど大きく、床衝撃音の周波数特性を特徴付けていると考えられる。そこでスラブに関する前記の要因について整理し、周波数特性の違いを比較した。低い周波数ではそれらの要因による周波数特性の変化が大きいと仮定して、125 Hz を基準 (0 dB) とし、帯域間のレベル差より床衝撃音レベルの相対値を求めた。

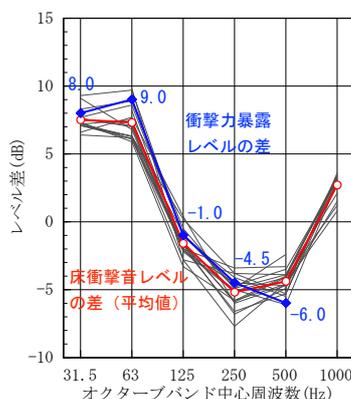


図1 タイヤ及びボールの床衝撃音レベルの差

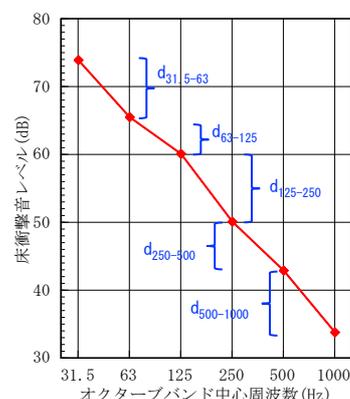


図2 周波数特性 (帯域間のレベル差) の求め方

表1 隣り合う周波数帯域のレベル差 (単位: dB)

	周波数帯域の区間 (Hz)				
	$d_{31.5-63}$	$d_{63-125}$	$d_{125-250}$	$d_{250-500}$	$d_{500-1000}$
平均	3.5	5.1	5.8	6.3	11.1
最大	14.8	11.7	15.0	12.0	14.5
最小	-6.0	-4.8	-0.7	-1.2	6.4
$\sigma$	4.7	3.8	3.1	2.6	1.9

大梁による拘束辺数、室面積、スラブ厚の要因別に整理した結果を図3に示す。評価値の参考となるよう逆A特性の周波数特性を点線で示した。拘束辺数についてはスラブ面積のほとんどが室面積となる3辺以上を除くと

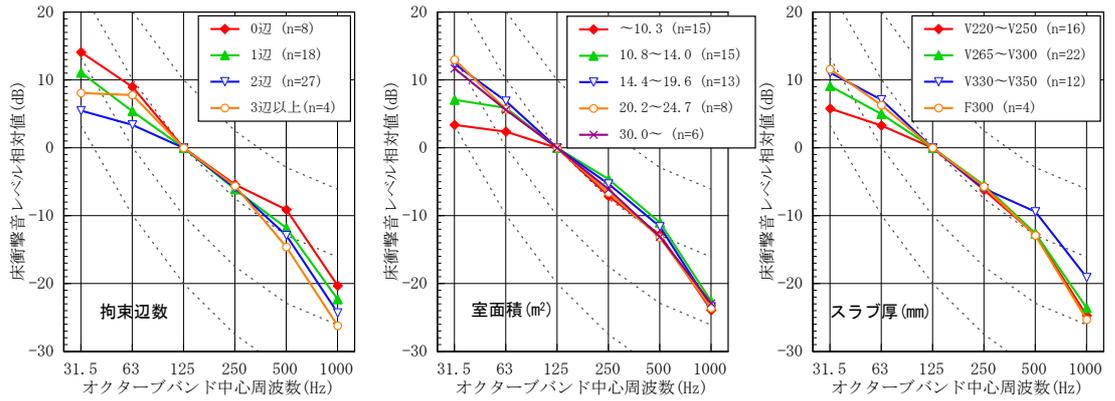


図3 諸要因による周波数特性の違い（実測データ）

拘束辺数が増えるほど低い周波数の床衝撃音レベルが小さくなる傾向となる。室面積についても14m<sup>2</sup>以下では面積が小さくなるほど低い周波数の床衝撃音レベルが小さくなる傾向となる。衝撃点が拘束辺（大梁）に近づくことが原因と考えられる。

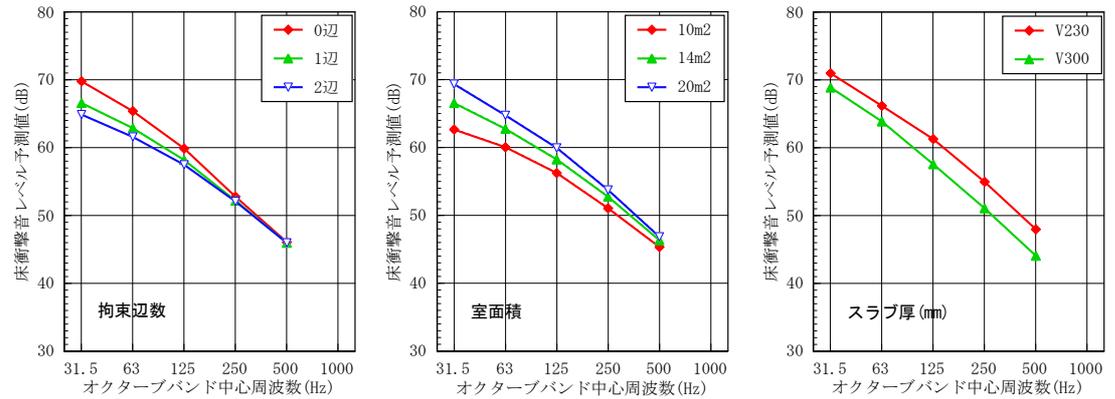


図4 諸要因による周波数特性の違い（予測結果）

スラブ厚については、記号をF（密実合成床スラブ）、V（ポイドスラブ）とし、記号の後の数値はスラブ厚を示した。スラブ厚が薄いほど低い周波数の床衝撃音レベルが小さくなる傾向となっている。スラブが厚くなるほど室面積は大きくなる傾向にあり、大スパン化により衝撃点が大梁から離れたことによるものと考えられる。V330～V350では500Hzと1000Hzの値が大きめとなっているが、これは天井の軽鉄下地（ボード未施工）の二次的な発生音の影響である。0辺拘束についても同様の理由である。1000Hzについては内装仕上げによる低減効果も考慮すると床衝撃音遮断性能に大きく影響を及ぼす周波数帯域ではないと考えられる。

#### 4. 予測方法との対応

図4は拘束辺数、室面積、スラブ厚のパラメータを変え、インピーダンス法によりボールによる素面の床衝撃音レベルを予測計算した結果を比較したものである。拘束辺数と室面積の変化については総厚250mmのハーフPCポイドスラブでスラブ面積は7×12mとした。スラブ厚の変化については総厚230mmと300mmのハーフPC

ポイドスラブ（7×12m）の2辺拘束で室面積14m<sup>2</sup>の条件とした。これらの結果をみても、それぞれの要因による周波数特性の変化の傾向は実測データと概ね対応していることがわかる。

#### 5. 仕上げ後の予測及び低減量の扱いについて

床仕上げ後の床衝撃音レベルを予測する場合、 $\Delta L$ が0dBとなるような直張り系の床仕上げ材は、125～500Hzにわたって精度が求められ、二重床などの床仕上げ構造については、 $\Delta L^6$ も設置条件を考慮し、31.5Hzも含む低周波数域に精度が求められると考えられる。

今後はボールによる $\Delta L$ 、特に31.5Hzの扱いについて検討を行うつもりである。

#### 【参考文献】

- 1) 「集合住宅の遮音性能規準（案）について」AIJ第73回音シンポ資料 p.3-p.7、2013.2
- 2) 技報堂出版「建物の床衝撃音防止設計」2009.11
- 3) 富澤ほか「各種仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量に関する実験的検討」AIJ大会梗概集 p.155-p.156、2006.9
- 4) 漆戸ほか「衝撃力特性(2)をもつ重量衝撃源による重量床衝撃音レベルについて-その2-」音講論II p.1079-p.1080、2003.3
- 5) 日本規格協会「JIS A 1418-2：2000」2000.1
- 6) 田中ほか「ボール衝撃源に対する床衝撃音レベル低減量の等級評価とA特性床衝撃音レベルとの相関」音講論 p.1101-p.1102、2012.9

1\*小林理学研究所  
2\*日本建築総合試験所  
3\*ベターリビングつくば建築試験研究センター  
4\*建材試験センター  
5\*国土技術政策総合研究所  
6\*日本大学理工学部

1\* Kobayasi Institute of Physical Research  
2\* General Building Research Corporation of Japan  
3\* Center for Better Living, Tsukuba Building Research and Testing Laboratory  
4\* Japan Testing Center for Construction Materials  
5\* National Institute for Land and Infrastructure Management  
6\* College of Science and Technology, Nihon University