

床試験室スラブの振動応答特性と床衝撃音の関係について

正会員 ○中森俊介\*1 正会員 田中 学\*4  
 同 阿部恭子\*2 同 高橋 央\*5  
 同 平光厚雄\*3 同 安岡博人\*5  
 同 井上勝夫\*6

床衝撃音レベル低減量 振動加速度レベル  
 音響放射係数

1.はじめに

床衝撃音レベル低減量（以下  $\Delta L$ ）の測定は公的試験機関などが保有する試験室において実施されている。そのうちカテゴリーⅡに属する床仕上げ材については 2007 年に制定された JIS A 1440-1 および 2 の附属書に規定されている試験室において実施されるが、試験室ごとに若干仕様が異なるため、 $\Delta L$  の測定結果に与える影響等、音響特性を把握しておく必要がある。一昨年試験室スラブのインピーダンス特性についての報告<sup>1)</sup>に引き続き、標準衝撃源を用いた場合のスラブ素面の振動特性および放射音特性との関係を比較、考察したので報告する。

2.  $\Delta L$  測定結果に影響を及ぼす試験室の要因について

カーペットや直張りフローリングのような床仕上げ材の場合、衝撃力は衝撃位置付近での局所的な曲げ変形あるいは圧縮に伴いスラブへ伝達されるため、 $\Delta L$  は衝撃位置の特性に依存しにくいと考えられる。しかし、乾式二重床のように衝撃時の変形が広範囲（場合により床仕上げ構造全体）に及び、空気層内の圧力増幅も床衝撃音に大きく寄与する床仕上げ材の場合、試験体の施工前後で衝撃力の伝搬経路が変化するため、衝撃位置および伝搬経路上の部位（硬い防振ゴムを使用した端部支持脚位置など）におけるスラブの周波数応答特性、スラブおよび壁の音響放射特性、すなわち試験室の仕様の違いによる影響を受けると考えられる。

3. 試験室の諸元

表 1 に測定を行った試験室の諸元を示す。4 試験室ともスラブ厚 200 mm の壁式コンクリート構造で、乾式二重床などのカテゴリーⅡの試験体は約 20 m<sup>2</sup> のスラブの一角に 10 m<sup>2</sup> 施工される。受音室は、壁面および床面に残響時間を調整する吸音体が設置されており、試験室ごとにその仕様は異なる。

表 1 試験室の諸元

試験室	スラブ寸法 (m)	受音室天井高 (m)	壁厚 (mm)	試験室形態 (150, 200 mm 厚スラブ試験室の関係)	アンボンド	$f_0$ (Hz) <sup>1)</sup>
A	4.0×5.0	3.3	200	2 室連続	短辺 1 方向	40
B	4.0×5.0	3.0	250	独立	2 方向	43
C	4.0×5.0	3.0	200	2 室連続	短辺 1 方向	43
D	3.6×5.4	3.5	200	2 室連続	短辺 1 方向	36

4. 測定および解析方法

図 1 に衝撃位置 (S1~S5)、スラブ (裏面) 振動加速度 (V1~V6) および床衝撃音 (M1~M5) の測定点の平面配置を示す。振動加速度は床衝撃音レベルの算出方法と同様に重量衝撃の場合は時間重み特性 F の振動加速度レベルの最大値、軽量衝撃は等価振動加速度レベルとした。なお、振動加速度レベルの基準値は 10<sup>-5</sup> m/s<sup>2</sup> とした。マイクロホンの高さは別報の表 1<sup>2)</sup> に示す分散配置 (Random)、衝撃源は標準軽量衝撃源およびゴムボールとし、測定系列も含め一連の測定を通して同一のものを使用した。

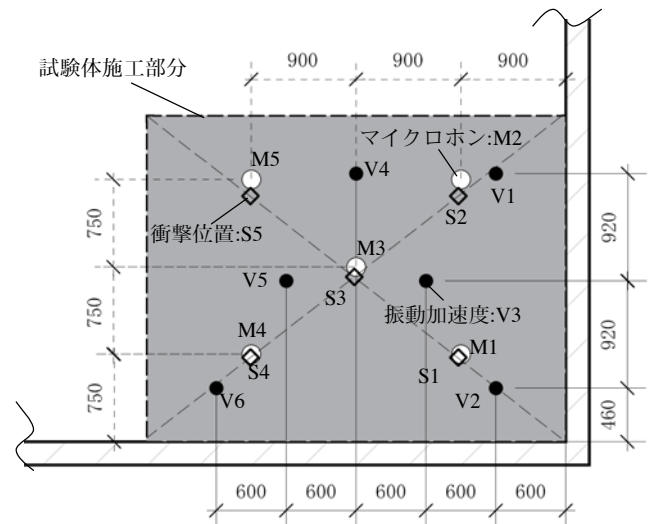


図 1 衝撃位置および測定点 (単位:mm)

5. スラブの振動加速度レベル測定結果

ゴムボールを用いた場合の衝撃位置 S1 および S5 における試験室ごとの振動加速度レベルの測定結果を図 2 に示す。ほぼスラブ中央に位置する S5 加振の場合、スラブの固有周波数  $f_0$  の影響を受けており、 $f_0$  がやや低い試験室 A の 63 Hz 帯域での振動加速度レベルが小さい。スラブコーナーの S1 加振では  $f_0$  の違いによる差も考えられるが、壁厚が厚い試験室 B のスラブの拘束力が大きく、63 Hz 帯域での振動加速度レベルが小さめとなっている。図 3 の

Consideration of Relationship between Response of Vibration Acceleration on Concrete Slabs and Impact Sound in Test Chambers.

NAKAMORI Shunsuke, ABE Kyoko, HIRAMITSU Atsuo, TANAKA Manabu, TAKAHASHI Hisashi, YASUOKA Hirohito and INOUE Katsuo.

衝撃位置全 5 点の平均値を比較すると、63 Hz 帯域以上の周波数では試験室間で最大 2 dB の差異がみられる。衝撃位置別の試験室間の振動加速度レベルの差異も衝撃源に拘らず 63 Hz 帯域以降で約 3 dB 以内であった。

### 6. 試験室の放射面からの音響放射特性について

床衝撃音レベルに対する受音室の放射面の寄与を調べるために図 4 および図 5 に示す軽量衝撃時のスラブ面の振動加速度レベル  $L_a$  および床衝撃音レベル  $L_p$  (図は規準化したもの) の測定結果より式(1)を用いて放射面がスラブ面のみと仮定した場合の音響放射係数のレベル表示値:  $10 \log_{10} k$  (dB) を求め、図 6 に示した。200 mm 厚のコンクリートスラブのコインシデンス限界周波数  $f_c$  は約 95 Hz である。 $2 \times f_c$  ( $\approx 200$  Hz) 以降では Lyon, Maidanik による音響放射係数の理論値 (= 0 dB) に対してスラブからの放射のみで算出した値は 0 を超える。この理由として床衝撃音レベルがスラブ面のみでなく壁面からの放射の

影響を受けていることが考えられる。壁の面積および厚さが試験室ごとに異なるが、この結果からは有意な差を読み取り難い。100 Hz 以下では大きくばらつくが、スラブ端部拘束による放射面積の縮小、壁面の固有周波数の違い、残響時間や衝撃音(部屋の固有モードなど)に対する測定誤差の影響も大きいと考えられる。軽量では影響が小さいが、低周波数域を対象とする重量衝撃音の場合は、音響放射特性に差異を生じる可能性がある。

$$10 \log_{10} k = L_p - L_a + 20 \log_{10} f - 10 \log_{10} \frac{S}{A} - 36 \quad (1)$$

$f$ : 中心周波数(Hz),  $S$ : スラブ面積( $m^2$ ),  $A$ : 等価吸音面積( $m^2$ )

### 7. まとめ

スラブの振動加速度応答の測定結果では、衝撃位置ごとのばらつきは各オクターブ帯域で約 3 dB、5 点平均では約 2 dB であり、試験室間の差は小さいといえる。軽量衝撃の場合の床と壁による放射音の寄与は 200 Hz 以上にお

いては試験室による差は小さいと考えられる。

低周波数帯域を対象とした重量衝撃については試験体施工前後での伝搬経路の変化と放射面との関係について、壁面振動と室内音圧分布を詳細に検討していく必要がある。今後も試験室間で偏差の少ない安定した試験結果を提供するため、諸課題について検討を行う予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 中森ほか、「床衝撃音レベル低減量測定用試験室スラブのインピーダンス特性について」日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1, pp.147-148, 2006.9
- 2) 阿部ほか、「実験室におけるマイクロホン高さ変化が床衝撃音レベル低減量に与える影響について」日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1, 2008.9

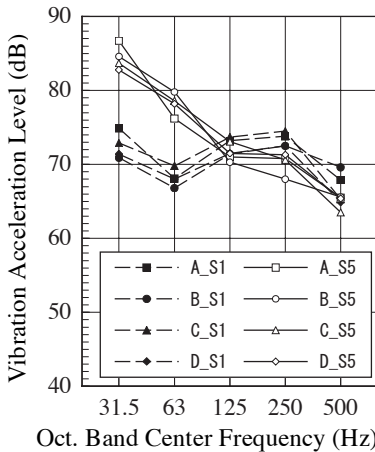


図 2 振動加速度レベルの測定結果 (衝撃位置 S1, S5; ゴムボール)

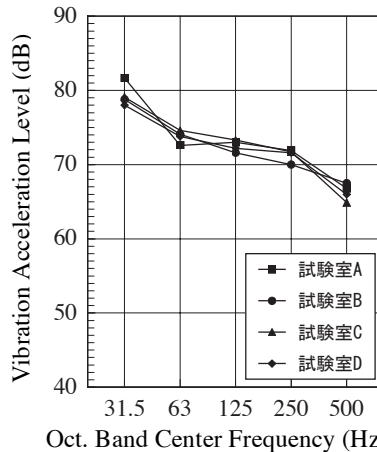


図 3 振動加速度レベルの測定結果 (5 点平均; ゴムボール)

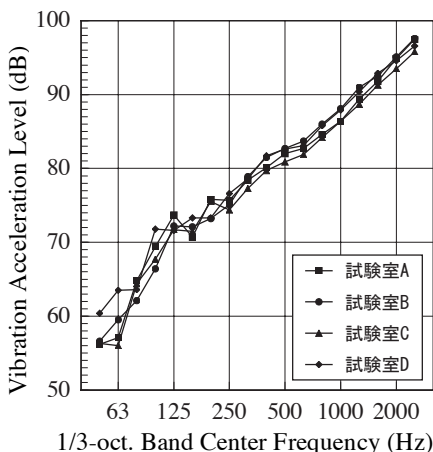


図 4 振動加速度レベルの測定結果 (5 点平均; 軽量)

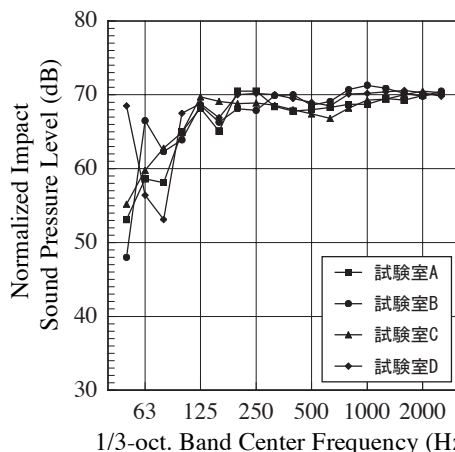


図 5 規準化床衝撃音レベルの測定結果 (5 点平均; 軽量)

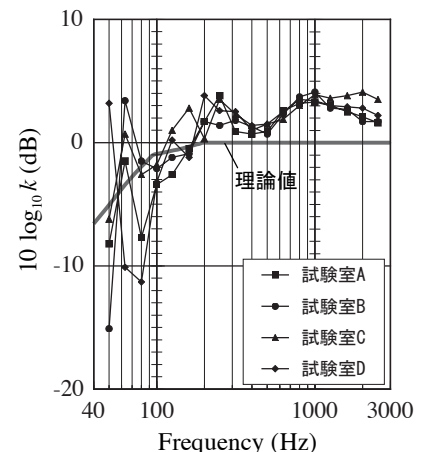


図 6 音響放射係数の算出結果

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

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