

D-1

重量床衝撃音の低周波数帯域に着目した聴感評価に関する検討

Study on audibility evaluation focusing on the low frequency band of heavy floor impact sound

○吉本尚世<sup>1</sup>,井上勝夫<sup>2</sup>

\*Hisayo Yoshimoto<sup>1</sup>, Katsuo Inoue<sup>2</sup>

Currently, the evaluation of the floor impact sound insulation performance is performed according to the sound insulation rank defined in JIS A 1419-2. In heavy floor impact sound insulation performance for general floor structure, the sound insulation rank is determined in the 63Hz band, there is room for studying how the band affects the auditory evaluation. In this study, we created a sound source that changed only the low frequency band of floor impact sound when a car tire was fell in an apartment house, conducted an auditory evaluation experiment, examined the correspondence between sensory quantities and physical quantities, and the results.

1. はじめに

現在,床衝撃音の遮断性能の評価は,JIS A 1419-2 に規定される遮音等級 Lr によって行われている.一般的な床構造における重量床衝撃音遮断性能は 63Hz 帯域が決定周波数になることが多いが,63Hz 帯域のみが卓越するような場合,聴感評価にどのような影響があるのか検討する余地がある.

そこで本報では,集合住宅内で収録したタイヤ落下時の床衝撃音の低周波数帯域のみを変化させた音源を作成し聴感評価実験を行い,感覚量と各物理量の対応を検討したので,その結果について報告する.

2. 実験概要

2-1.試験音

鉄筋コンクリート造 21 階建て集合住宅の 3 階の 1 室にて,厚さ 230 mm のコンクリートスラブ (3.5m×2.7m) 上にタイヤを落下させ,下室の床上 120 cm の高さにマイクロホンを 2 台設置し,録音を行った.空気音の影響を防ぐため,窓やドアには迂回伝搬音の対策を行った.測定値は 63Hz 帯域が 73.1dB,遮音等級 Lr-55 であり,この結果を標準試験音としたとき,63Hz 帯域の音圧レベルのみ調整を行い,-14.7dB から+14.2dB まで変化した音源 14 種類を作成した.なお,-14.7dB,-11dB,-7.2dB は決定周波数が 125Hz となり,また 10.8dB,12.4dB,14.2dB は 63Hz 帯域以外の周波数も増幅した為,参考値として実験を行った. (Figure.1)

2-2.実験方法

無響室の天井に設置した 5 つのスピーカーから試験音を再生し,被験者をスピーカーの真下の椅子に座らせ,試験音を聞いてその場で評価シートに記入させた.試験音に関しては,十分な減衰が含まれる 1 秒間の衝撃音を 3 回繰り返して提示した.その後,20 秒間程度の回答時間を設けた.この操作を評価を終わるまで繰り返

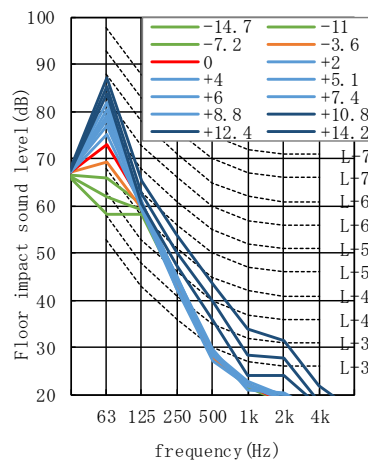


Figure.1 Frequency characteristics of test sound source

Table.1 Sound source

	基準音との差 (63Hz)	L <sub>Amax</sub> (dB)	63Hz (dB)	L数
1	-14.7	44.1	58.4	L45
2	-11	44.6	62.1	L46
3	-7.2	46.0	65.9	L47
4	-3.6	47.1	69.5	L47
5	0	49.4	73.1	L50
6	2	50.6	75.1	L52
7	4	52.3	77.1	L54
8	5.1	53.2	78.2	L55
9	6	53.7	79.1	L56
10	7.4	55.1	80.5	L58
11	8.8	56.3	81.9	L59
12	10.8	58.2	83.9	L61
13	12.4	59.8	85.5	L63
14	14.2	61.7	87.3	L65

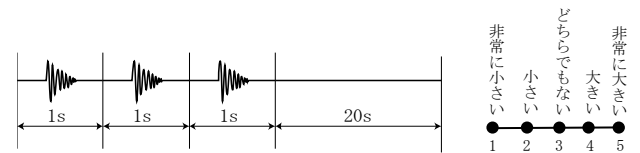


Figure.2 Experimental model

した.また,室下部の 2 つのスピーカーから暗騒音 30dBA を常時再生した.評価方法に関しては,試験音を聞き,各評価語の 5 段階のカテゴリーの中から最も当てはまるものを選ばせる方法とした. (figure.2) 評価語については,判断しやすい「大きさ」,作業に支障をもたらす「うるささ」「気になる」のほか,アンケート調査によって評価対象に見合う関係性が高い評価語として,「響く」「鈍い」「聞こえる」を選定し,計 6 個の評価語について判断を行った.

2-3.実験手続き

被験者には,自宅の自室でくつろいでいることを想定させ上階から発生する音について判断するように指示をした.暗騒音 30dBA を発生させた状態で入室させ,無響室内中央の椅子に座らせた後,評定尺度法による

1 : 日大理工・院 (前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

実験を行った。被験者は聴覚が正常である 20 代～30 代の男女 9 名である。

### 3. 実験結果

評定尺度法は順序尺度であるため間隔尺度に変換する必要がある。<sup>[1]</sup>そこで各評価語に対して範疇判断の法則を用いてカテゴリーの幅を求めたところ Table.2 に示すように、いずれも相関係数が 0.9 以上となったため等間隔性が成立したとし、間隔尺度として扱うことにした。Figure.3 に 63Hz 帯域で遮音等級を決定する試験音のなかで参考値を除いた 8 個の試験音（試験音 4-11）について大きさ、うるささにおけるカテゴリー判断の平均値と各物理量の関係を示す。L<sub>Amax</sub> を比較したとき、評定尺度値は、大きさは-0.22 から 0.88,うるささは-0.55 から 0.77 と共に L<sub>Amax</sub> のレベルの大小と評価に相関関係がみられた。また L 数も同様の傾向を示した。

そこで周波数特性の違いによる判断の差は生じないと帰無仮説を立て、クラスカル=ウォリス検定を行った。Table.3 に各評価語における試験音の判断について、①14 個の試験音すべて②決定周波数が 63Hz 帯域の 8 個の試験音（試験音 4-11）の検定結果を示す。①では、いずれの評価語も有意水準 1%で棄却され、L45 から L65 の範囲内では、有意差が認められることを示した。しかし、試験音 4-11(②)間では、大きさ、聞こえるにおいて有意な差は認められなかった。②において帰無仮説が棄却された 4 個の評価語について、多重比較検定を行った結果、気になる、鈍いについては有意な差が認められなかったため、クラスカル=ウォリス検定の結果を第一種の過誤と考え、帰無仮説を棄却しないこととした。うるささ、響くでは Table.1 に示す試験音 4 と 10,試験音 4 と 11 に対して有意水準 5%で有意な差が認められた。この試験音は 63Hz 帯域で 11dB 程度の差が生じているため、2つの評価語の判断に有意な差が生じたが、音の絶対判断である大きさは有意な差が認められなかった。

また、被験者ごとの判断に有意差が認められるか確認するために、クラスカル=ウォリス検定を行った結果を Table.4 に示す。大きさ、響くにおいて帰無仮説が棄却されず、さらに多重比較検定の結果うるささ、気になるにも被験者間の判断に差がない評価語であることが示された。

以上をまとめると、63Hz 帯域に着目し 6 つの評価語に対して聴感評価実験を行うことにより、大きさ、うるささ、気になる、響くの 4 つの評価語では、被験者間の判断の差がなく、中でも決定周波数が 63Hz 帯域である試験音 4-11(②)の判断については、大きさ、気になるを 63Hz 帯域を 9dB 程度、うるささを 7dB 程度増幅した場

Table.2 Correlation coefficient

評価語	R
大きさ	0.996
うるささ	1.000
気になる	0.963
響く	0.991
鈍い/鋭い	0.982
聞こえる	0.923

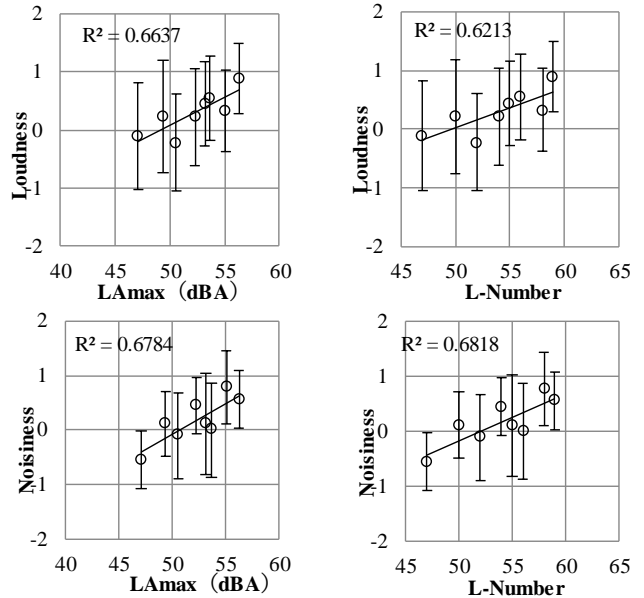
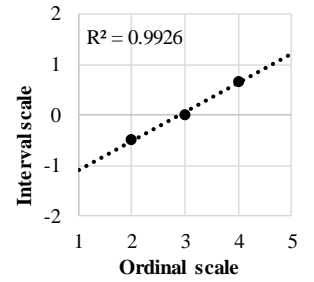


Figure.3 Correlation between physical quantities and Loudness, Noisiness

Table.3 Kruskal-Wallis test (Sound source)

	自由度	大きさ	うるささ	気になる
①	13	P < 0.001 **	P < 0.001 **	P < 0.001 **
②	7	0.1422	0.0042 **	0.0481 <del>*/</del>
	自由度	響く	鈍い	聞こえる
①	13	P < 0.001 **	P < 0.001 **	P < 0.001 **
②	7	0.0034 **	0.0347 <del>*/</del>	0.1436

Table.4 Kruskal-Wallis test (Subjects)

	自由度	大きさ	うるささ	気になる
①	8	0.1081	0.0506	0.0053 <del>*/</del>
②	8	0.1718	0.0106 <del>*/</del>	0.0011 <del>*/</del>
	自由度	響く	鈍い	聞こえる
①	8	0.0646	P < 0.001 **	P < 0.001 **
②	8	0.0865	P < 0.001 **	P < 0.001 **

\*は有意水準 5% \*\*は有意水準 1%で棄却されることを示す  
斜線は第一種の過誤で帰無仮説が棄却されないことを示す

合においても、聴感上の評価に有意な差が生じないことがわかった。つまり 125Hz 帯域以降が同様の周波数特性をもつ場合、遮音等級に対し 63Hz 帯域を 7-9dB 程度許容できる可能性が示唆された。

### 4. 参考文献

[1] 難波清一郎 桑野園子：“音の評価のための心理学的測定法”，コロナ社,pp.72-86,1998.