

実住宅における居住者の1日当たりの振動感覚評価と時間影響に着目した振動物理量に関する検討

Study on evaluation of vibration sensation per day by residents and vibration physical quantity focusing on time effect in real houses

○後藤佑太<sup>1</sup>, 井上勝夫<sup>2</sup>, 富田隆太<sup>2</sup>  
Yuta Goto<sup>1</sup>, Katsuo Inoue<sup>2</sup>, Ryuta Tomita<sup>2</sup>

As a study on vibration evaluation, we have conducted experiments for up to about 10 minutes and reported on the vibration sense and the corresponding vibration response quantity. However, when assessing the vibration sensation related to the environmental vibration of residents in daily life, it is necessary to consider based on the long-term vibration exposure conditions. In the previous report, we examined the daily vibration evaluation by residents and 「 $A + k \times 10 \log_{10} N(S)$ 」, which is the vibration physical quantity measured every day, focusing on the exposure time for real houses. As a result, 「 $L_{V_{eq}} + 10 \log_{10} S$ 」 ( $k = 1.0$ ) showed the best correspondence with the vibration evaluation of residents. In this report, we report the results of a study focusing on time effects of 「 $L_{V_{eq}} + 10 \log_{10} S$ 」, which is the vibration physical quantity that is most compatible with the vibration evaluation of residents.

1. はじめに

我々はこれまで振動評価に関する研究として,最大 10 分程度までの振動暴露を対象とした感覚評価実験を行い,振動感覚変化を説明できる物理量について検討してきた.<sup>[1]</sup>しかしながら,日常生活の中における居住者の環境振動に関する振動感覚を評価していく場合には,長期間に及ぶ振動暴露状態をもとに検討を行う必要がある.既報<sup>[2]</sup>では,実住宅を対象に,居住者による1日の振動評価と1日測定した振動物

理量である1日の $L_{V_{eq}}, L_{V_{max}(630ms)}$ と $L_{V_{eq,h,Th}}$ の物理量(A)と文献<sup>[3]</sup>より設定した人の振動知覚閾値である 55dB 以上を超えた知覚回数 N や知覚時間 S(sec)を組み合わせた 「 $A+k \times 10 \log_{10} N(S)$ 」について,暴露時間に着目した検討を行った.その結果, 「 $L_{V_{eq}}+10 \log_{10} S$ 」 ( $k=1.0$ )が最も良い対応を示した.そこで,本報では,居住者による1日の振動評価と最も対応の良い振動物理量 「 $L_{V_{eq}}+10 \log_{10} S$ 」について,時間影響に着目した検討を行った結果を報告する.

2. 1日の振動評価と振動物理量の対応

実験を行った実住宅を Table 1 に示す.実住宅 68 件,居住者 97 人を対象に,振動測定と感覚反応調査を行った.居住者に回答してもらった振動測定中に暴露された1日の振動に関するアンケート調査の項目を Figure 1 に示す.

「 $A+k \times 10 \log_{10} N(S)$ 」について,k の値を 0.0~10.0 まで変化させたときの1日の気になり度合と不快感合との対応を決定係数  $R^2$  より検討した.結果の一部として,最も対応の良い振動物理量である 「 $L_{V_{eq}}+k \times 10 \log_{10} S$ 」 と気になり度合との対応を Figure 2 に示す. 閾値以上の振動暴露した知覚回数 N や知覚時間 S を加算することで振動評価との対応が良くなることが考えられる.また,k=1.0 のとき,知覚時間 S を用いた振動物理量が最も対応が良いことが分かる.そこで,以下に 1 日の居住者の振動評価との対応が最も良かった振動物理量 「 $L_{V_{eq}}+10 \log_{10} S$ 」 の時間影響に着目して検討した結果を報告する.

Table 1. Outline of residential housing to be investigated

実験を行った住宅	68物件		被験者数	No.1~No.97	
居住形式	戸建住宅	52件	構造	木造	49件
	集合住宅	16件		S造	8件
築年数	2年~100年			RC造	6件
	平均: 23.4年			SRC造	3件
居住年数	1年~55年		その他	2件	
	平均: 13年		1階	18件	
振動源	車	68人	測定階	2階	38件
	人の動作	10人		3階	9件
	電車	9人		その他	3件
	工事	2人	測定場所	リビング	29件
	新幹線	1人		洋室	26件
	その他	7人		寝室	8件
在宅時間 (15時間以上在宅)	物件数	34件	ダイニング	3件	
	被験者人数	48人	その他	2件	

- ①. 24時間の振動は,ここ一年の振動状況と比べて同じですか?  
1. 普段と比べて振動は小さい 2. 普段と比べて振動は同程度 3. 普段と比べて振動は大きい
- ②. 振動は感じましたか  
1. 感じない 2. かすかに感じる 3. 明らかに感じる 4. 強く感じる 5. 判断できない
- ③. 振動の大きさはどの程度でしたか?  
1. 小さい 2. やや小さい 3. やや大きい 4. 大きい 5. 非常に大きい
- ④. 振動はどの程度気になりましたか?  
1. 気にならない 2. あまり気にならない 3. 多少気になる 4. 気になる 5. 非常に気になる
- ⑤. 振動はどの程度不快でしたか?  
1. 不快でない 2. あまり不快でない 3. 多少不快である 4. 不快である 5. 非常に不快である

Figure 1. Questionnaire item

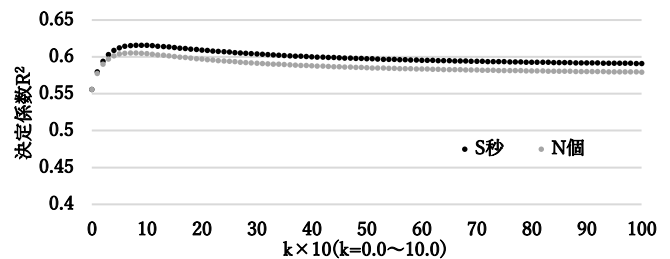


Figure 2. Comparison of correspondence between  $L_{V_{eq}} + k \times 10 \log_{10} S$  and degree of concern

1:日大理工・院(前)・建築 2:日大理工・教員・建築

### 3. 時間影響に着目した振動物理量に関する検討

Figure 3~5に「 $L_{v_{eq}}$ 」,「 $10\log_{10}S$ 」と気になり度合の関係を示した.被験者が複数人いる物件は,全被験者を対象として,1日の振動評価について算術平均値を求めた.なお,被験者が複数人で,振動を知覚した被験者と振動を感じないと回答した被験者がいた物件の場合,振動を感じないと回答した被験者を「0.感じない」として,算術平均値を求めた. Figure 3を見ると,既報<sup>[2]</sup>と同様に,「 $L_{v_{eq}}$ 」が30dB以下では,「1.気にならない」という評価が多く,40dBを超える範囲では,「3.多少気になる」以上の評価が多く見られた. Figure 4においても,「 $10\log_{10}S$ 」が20dB( $S=100$ 秒)を境界として,知覚時間 $S$ が100秒以上の範囲では,居住者の振動評価が悪くなる傾向にあることが考えられる.また,「 $10\log_{10}S$ 」が15dB以下になると,「1.気にならない」という評価が多く見られた. Figure 5では,「 $L_{v_{eq}}$ 」と「 $10\log_{10}S$ 」の関係を Figure 1に示した1日の気になり度合の評価と Table 1の振動源で区分して示した. Figure 5を見ると,前述したように「 $L_{v_{eq}}$ 」で30dB以下,40dB以上については安定した評価の傾向がみられる.一方,「 $L_{v_{eq}}$ 」で35~40dBについては,「2.あまり気にならない」から「4.気になる」まで,居住者による判断が大幅に異なることがわかる.そこで,振動源別に考察してみると, Figure 6のような振動源が電車で,居住者が「3.多少気になる」と回答した物件において,「 $10\log_{10}S$ 」の値が小さい傾向がみられた.そこで, Figure 6, Figure 7に, Figure 5で同程度の位置に分布していた電車と車の振動レベルの時系列波形を示す. Figure 6, Figure 7の50dB以上の暴露時間を見ると,3倍程度の差があり,大きく異なることが分かる.以上をまとめると,「 $L_{v_{eq}}$ 」が35~40dBの範囲において,「 $10\log_{10}S$ 」の値が小さいにもかかわらず,振動源が電車かつ居住者の振動評価が悪い反応を示していた物件は,50dB以上の暴露時間が居住者の振動評価に関係している可能性が示唆された.今後,「 $10\log_{10}S$ 」の振動感覚閾値の検討も含め,より詳細な検討を行い,評価尺度及び評価基準の提案をしていきたい.

#### 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 16K06621 の助成を受けたものである.

#### 4. 参考文献

- [1] 富田,井上:音講論(春),pp.1293-1296,2017.3.
- [2] 後藤,井上,富田:実住宅における暴露時間に着目した環境振動評価に関する検討,日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集,2019.11.
- [3] 環境省:地方公共団体担当者のための建設作業振動対策の手引き,http://www.env.go.jp/air/sindo/const\_guide/lg.html,2019.8.5(アクセス)

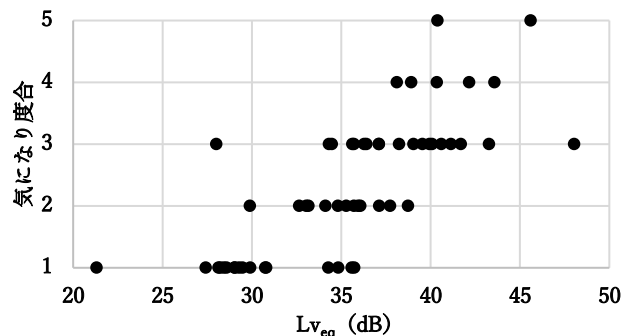


Figure 3. Correspondence between  $L_{v_{eq}}$  and degree of concern

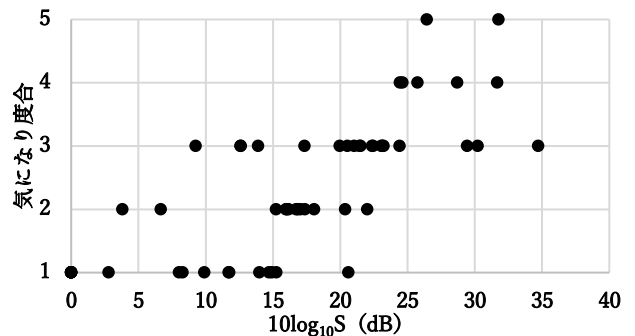


Figure 4. Correspondence between  $10\log_{10}S$  and degree of concern

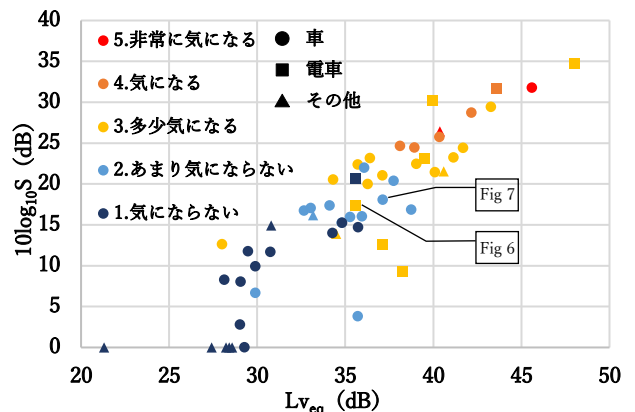


Figure 5. Correspondence between  $L_{v_{eq}}$  and  $10\log_{10}S$  and degree of concern

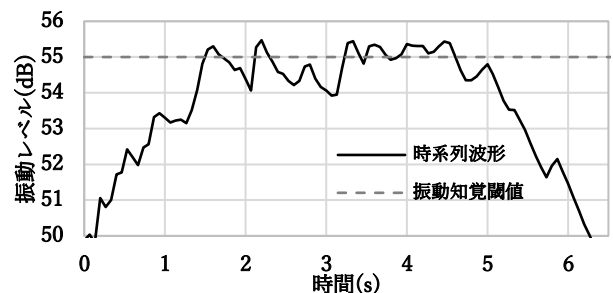


Figure 6. Time waveform when passing by train

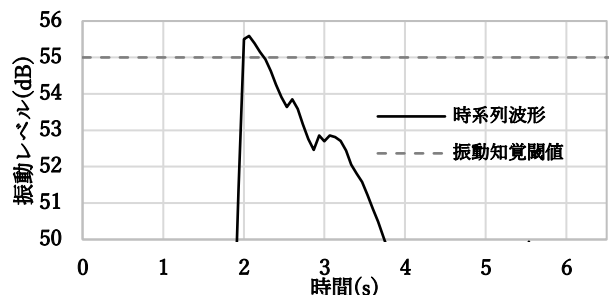


Figure 7. Time waveform when passing by car