

## 離散的な道路交通振動を対象とした環境振動評価尺度に関する検討 Study on Environmental Vibration Evaluation Scale for Discrete Road Traffic Vibration

○青木怜依奈<sup>1</sup>, 富田隆太<sup>2</sup>  
\*Reina Aoki<sup>1</sup>, Ryuta Tomita<sup>2</sup>

As a study on vibration, we have examined the correspondence with human vibration sensation considering the effect of duration of the vibration. In the previous report, we examined correspondence with degree of discomfort for discrete road traffic vibration based on “ $(L_{v,vw}(\text{Maximum waveform}) + k \times 10 \log_{10} T_h) + k' \times \log_{10} N$ ” considering number of impacts caused by vibration and effect of the maximum vibration during the experimental time. In this report, we focused on the relationship between vibration perception time and number of vibration perception, and examined in details. As the result, “ $L_{v,vw}(\text{Maximum waveform}) + 5 \log_{10} N$ ” was considered as the evaluation scale for discrete road traffic vibration.

### 1. はじめに

現在、建築物の振動評価を行う際に多く用いられている「建築物の振動に関する居住性能評価規準・同解説<sup>[1]</sup>」は、 $V L_{10ms}$  が 55dB 以上の振動の継続時間（以下、振動知覚時間）に応じた評価方法となっている。我々はこれまで振動に関する研究として、振動の継続時間の影響を考慮した人の振動感覚との対応を検討してきた。既報<sup>[2]</sup>では、離散的な道路交通振動に対して、最大波形を対象とした時の評価量「 $L_{v,vw}(\text{最大波形}) + k \times 10 \log_{10} T_h$ 」に、振動の衝撃回数を考慮し、振動知覚回数  $N$  を用いて「 $k' \times \log_{10} N$ 」として加算した「 $(L_{v,vw}(\text{最大波形}) + k \times 10 \log_{10} T_h) + k' \times \log_{10} N$ 」をもとに、不快度合との対応を検討した。その結果、振動知覚回数  $N$  は時定数 630ms で算出することで、実際に生じた最大振動の衝撃回数に近い値が得られ、振動感覚との対応が良いことが考えられた。本報では、更に振動知覚時間  $T_h$  と振動知覚回数  $N$  の関係に着目し、詳細な検討を行った結果を報告する。

### 2. 振動感覚評価実験

実験は、既報<sup>[2]</sup>と同様に、東京都にある木造2階建て戸建住宅で行った。対象住宅は片側一車線のバス通りに面しており、道路を挟んだ反対側にはバスの折返場がある。振動源は、道路交通振動である。実験内容は、実験時間を30秒、1分、2分、4分、8分の振動測定及び感覚評価実験とした。測定場所は Fig.1 に示す1階と2階の居室の床中央点とし、各受振点に被験者1名を配置した。実験時間の間隔はランダムで行い、実験中は被験者には振動源の方向を向いて体育座りをし、スマートフォンを自由に操作してもらった。測定後、暴露された振動について、振動評価アンケートに回答してもらった。Table 1 に示すように、被験者は男性4名と女性2名の計6名で実施し、有効回答票数は62票であった。

### 3. 振動知覚時間 $T_h$ と振動知覚回数 $N$ の関係に着目した振動物理量の検討

Fig.2 に「 $(L_{v,vw}(\text{最大波形}) + k \times 10 \log_{10} T_h) + k' \times \log_{10} N$ 」と不快度合の対応を示す。なお、既報<sup>[2]</sup>より、振動知覚回数  $N$  の算出は時定数 630ms とし、 $k'$  の値は 2, 5, 10 で検討した。Fig.2 のスピアマンの順位相関係数  $\rho$  の値を見ると、どの時間補正係数  $k$  を用いた方が不快度合との対応が良いと

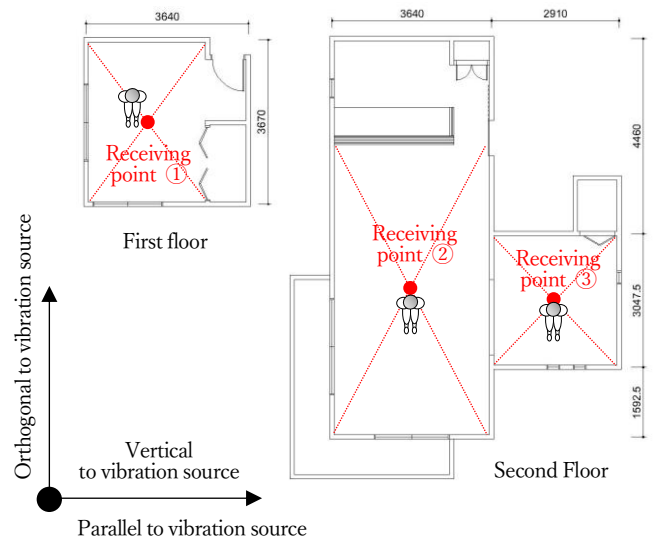


Figure1. Floor plan and measurement position of the house

Table 1. Experimental condition

Experiment time	Vibration perception time(sec)		Number of test subjects		Response
	All waveforms	Maximum waveform	Male	Female	
30sec	1.48~5.13	1.03~3.17	4	2	11
1min	0.01~1.69	0.01~1.45	4	2	12
2min	0.40~7.88	0.40~3.21	4	2	15
4min	1.78~10.25	1.79~3.00	4	2	12
8min	4.33~21.90	1.14~3.17	4	2	12

1 : 日大理工・院 (前) ・建築    2 : 日大理工・教員・建築

は言い難い。しかし、比較的簡易な振動物理量で、不快度合との対応も良い「 $L_{v,vw(最大波形)}+5\log_{10}N$ 」( $k=None(0), k'=5$ )が実務的に使いやすいと考える。そこで、振動知覚時間  $T_h$  と振動知覚回数  $N$  の関係に着目し、例として、Fig.3, 4 に「 $(k_{AJES2018} \times 10\log_{10}T_h)+2\log_{10}N$ 」及び「 $(k_{CI}' \times 10\log_{10}T_h)+5\log_{10}N$ 」と「 $5\log_{10}N$ 」の関係を示す。Fig.3を見ると、実験時間 8 分や 2 分の場合、「 $(k_{AJES2018} \times 10\log_{10}T_h)+2\log_{10}N$ 」に比べて「 $5\log_{10}N$ 」が大きくなる傾向が見られ、約 1.2 倍の値となっていることがわかる。一方、Fig.4 の場合、「 $(k_{CI}' \times 10\log_{10}T_h)+2\log_{10}N$ 」と「 $5\log_{10}N$ 」はほぼ比例関係にあることがわかる。また、2つの値は同程度となっていることから、「 $(k_{CI}' \times 10\log_{10}T_h)+5\log_{10}N$ 」における「 $k_{CI}' \times 10\log_{10}T_h$ 」の影響は小さく、「 $5\log_{10}N$ 」に大きく依存していることが考えられる。よって、振動の衝撃回数を考慮し、振動知覚回数  $N$  のみを用いた振動物理量が妥当であると考えられる。

4. 離散的な道路交通振動を対象とした評価尺度の提案

Fig.5 に、 $k'=1\sim 10$  に変化させた時の「 $L_{v,vw}+k' \times \log_{10}N$ 」と不快度合の対応を示す。また、 $L_{v,vw}$  は各実験時間で測定された振動の全波形を対象とした時の  $L_{v,vw(全波形)}$  と最大波形を対象とした時の  $L_{v,vw(最大波形)}$  で検討した。Fig.5を見ると、スピアマンの順位相関係数  $\rho$  の値から、「 $L_{v,vw(最大波形)}+5\log_{10}N$ 」が不快度合と最も対応が良く、全波形を対象とした場合も比較的対応が良いことがわかる。よって、離散的な道路交通振動を対象とした評価尺度は、「 $L_{v,vw(最大波形)}+5\log_{10}N$ 」( $k'=5$ )が最も対応が良いと考えられる。

5. まとめ

本報では、離散的な道路交通振動を対象に、振動知覚時間  $T_h$  と振動知覚回数  $N$  の関係に着目し、不快度合との対応について詳細な検討を行った。その結果、最も対応が良い振動物理量は、「 $L_{v,vw(最大波形)}+5\log_{10}N$ 」と考えられた。しかし、今回は 1 事例のみを用いて検討を行ったので、今後は、データの蓄積から再度検証を行う必要があると考える。

6. 参考文献

[1] 日本建築学会編：「建築物の振動に関する居住性能評価規準・同解説」, 丸善, 2018.11  
 [2] 青木、富田：「実住宅における道路交通振動を対象とした振動感覚評価に振動の衝撃回数が及ぼす影響」, 日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集, 2021.11 (発表予定)  
 [3] 青木、富田、松田：「実住宅における道路交通振動を対象とした振動感覚評価に振動知覚時間が及ぼす影響」, 日本建築学会大会学術講演論文集, 環境工学, pp.433-434, 2021.9

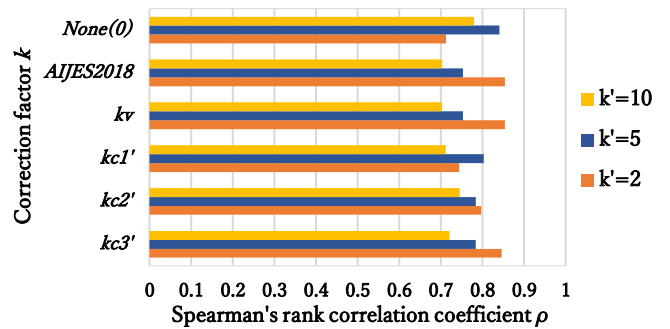


Figure 2. Correspondence between  $(L_{v,vw(Maximum\ waveform)}+k \times 10\log_{10}T_h)+k' \times \log_{10}N$  and degree of comfort

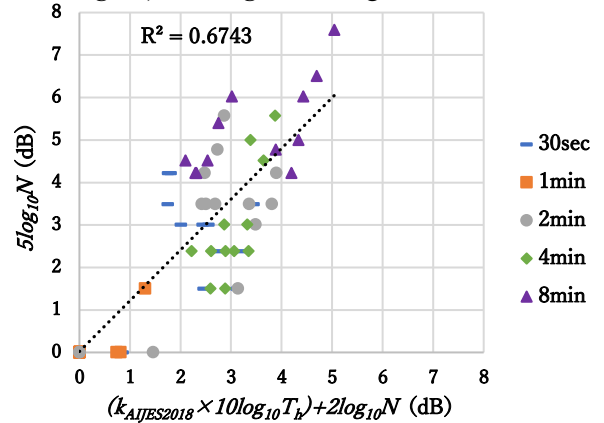


Figure 3. Relationship

between  $(k_{AJES2018} \times 10\log_{10}T_h)+2\log_{10}N$  and  $5\log_{10}N$

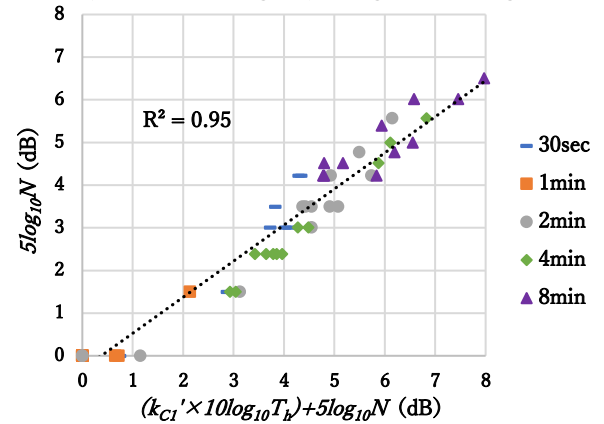


Figure 4. Relationship

between  $(k_{CI}' \times 10\log_{10}T_h)+5\log_{10}N$  and  $5\log_{10}N$

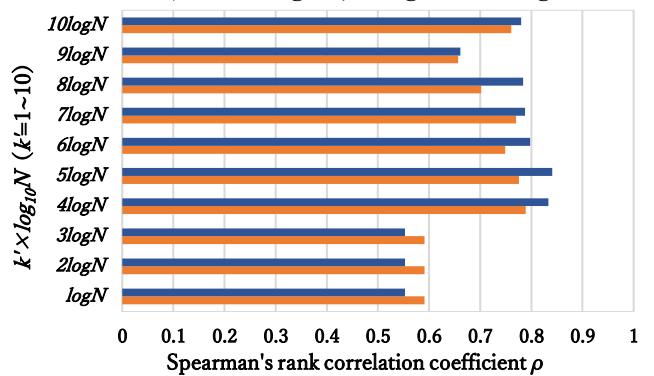


Figure 5. Correspondence between  $L_{v,vw}+k' \times \log_{10}N$  and degree of discomfort