

振動と騒音が複合する環境下の全身振動感覚

Whole body vibration sensation in combined vibration and noise environment

○三浦久士¹, 町田信夫²

*Hisao Miura¹, Nobuo Machida²

Abstract: Vehicles such as the automobile are actually a complex vibration and noise environment when we usually feel vibration in daily life. Therefore, it is considered necessary to evaluate the combined effects of vibration and noise. This study is intended to propose an evaluation method of the environment is a combined vibration and noise. Vibration sensation, such as magnitude and pleasantness of vibration, and consider whether how change to the sound stimulation. Result in changes in the magnitude of the vibration sensation vibration acceleration levels, changing impressions suggest that pleasantness is may affect the impression of the exposure to sound stimuli.

1. 序論

これまでの研究で、振動と騒音が複合する環境において振動感覚の評価には騒音が影響することがわかってきた^[1]。そこで本研究では振動と音の単独刺激での影響、両者を同時に暴露する複合環境での影響をそれぞれの刺激暴露後にアンケートによって評価し、それぞれの評価結果から振動感覚の評価に音刺激が与えた影響について検討した。

2. 実験方法

振動は乗り物を想定した低周波数域 (1~32Hz) の鉛直方向全身振動を座位状態で腰部から暴露した。暴露する振動は正弦波振動と 1 オクターブバンドで周波数が変動する振動(以下、帯域波振動)の 2 種類を使用し、振動の物理的なエネルギーの大きさを表す振動加速度レベル(VAL)で 4 段階に条件分けした (Table 1)。VAL の算出は(1)式を用いて行い、振動の加速度実効値を a [m/s²]、加速度基準値 $a_0 = 10^{-5}$ [m/s²]で行った。

$$VAL = 20 \log_{10} \left(\frac{a}{a_0} \right) \quad (1)$$

音刺激はヘッドホンから両耳同時暴露した。雑音であるホワイトノイズ(以下、WN) とゆらぎ指数の異なる 4 つの楽音を用い、音の感覚的な大きさを表す等価騒音レベル(L_{Aeq})で 3 段階に条件分けした(Table 2)。ゆらぎ指数は音の周波数に対するエネルギーの傾きであり、1 を基準にそれより低いと音の不規則性が、高いと規則性が強くなる傾向を持つ。

刺激の評価法と実験手順を Table 3 に示す。振動は刺激の強さを 1~100 の整数で評価する ME 法による強さの評価と単極の 4 段階評定法による印象評価を行い、音刺激は振動と同じ印象評価を行った。印象の評価項目は「快さ」「不快さ」「我慢できる」「我慢できない」の 4 項目を用い、副詞を用いたそれぞれの尺度に 1~4 の数値を割り当てた。ME 法、4 段階評定法で得られた数値は平均値をとって検討に用いた。また、実験は被験者の負担を考慮して連続実験時間は 1 時間までとした。本実験の被験者は健康な男子大学生 6 名で行った。

Table 1. Vibration stimuli conditions

周波数 正弦波/帯域波*	振動加速度レベル(VAL)			
1Hz/1Hzoct	70dB	80dB	90dB	100dB
2Hz/2Hzoct				
4Hz/4Hzoct				
8Hz/8Hzoct				
16Hz/16Hzoct				
32Hz/32Hzoct				

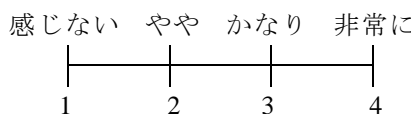
*1 octave band center frequency

Table 2. Sound stimuli conditions

音種類	ゆらぎ指数	等価騒音レベル(L _{Aeq})		
WN	0	50dB	60dB	70dB
剣の舞	0.67			
星に願いを	0.75			
春	0.95			
月の光	1.41			

Table 3. Stimulus evaluation method and experiment time table

評価方法	実験手順
ME法	1セット
4段階評定法	刺激暴露 30秒
	↓
	アンケート回答 および休憩 120秒



1 : 日大理工・院 (前)・精機 Graduate School Nihon University 2 : 日大理工・教員・精機 Nihon University

3. 結果、考察

ME 法によって測定した振動の強さは正弦波、帯域波振動のどの周波数においても VAL と強い相関関係にあった。また、振動単独では正弦波より帯域波振動の方が強く感じられていた。音刺激暴露下では WNL_{Aeq}70dB が振動の強さを増加させた事例が多く、月の光 L_{Aeq}50dB が減少させた事例が多かった(Figure1)。VAL70,80,90dB の振動は音刺激暴露下では振動単独に比べて振動を強く感じられ、VAL100dB では逆に弱く感じる傾向があった。この傾向は正弦波、帯域波振動のどの周波数でも同様の傾向が見られた。このことから振動の強さの評価に音刺激が与える影響は VAL によって異なる可能性が示唆された。

4 段階測定法によって測定した振動、音刺激の印象は評価項目ごとに評定値 2(やや感じる)以上のものをその印象を感じられる刺激として判別した。音刺激についてはゆらぎ指数によって印象が変化する傾向があり、ゆらぎ指数 0 の WN は「不快さ」、ゆらぎ指数 0.75 以上の音刺激は「快さ」を感じる音刺激であった。このことは L_{Aeq} が異なっても変わらなかった。また、全ての音刺激は「我慢できる」と感じられていたが、WN L_{Aeq}50,70dB と剣の舞 L_{Aeq}70dB は逆の「我慢できない」とも感じられており、人によって判断が分かれると思われる。

振動は VAL によって印象が変化する傾向が強かった。また、正弦波振動より帯域波振動の方が「不快さ」「我慢できない」といったネガティブな印象が強かった。「快さ」は振動単独では感じられてはいないが、「快さ」を感じる音刺激暴露下では「快さ」を感じられた振動があった。「不快さ」「我慢できない」は VAL90dB 以上で感じられるものが多く、VAL に比例して印象が強くなる傾向があった。「不快さ」を感じる音刺激暴露下ではそれらが感じられていない振動(VAL70,80dB など)も「不快さ」を感じられていた (Figure2)。「我慢できる」は帯域波振動 VAL100dB 以外で感じられているが、VAL90,100dB の振動は反対の「我慢できない」とも感じられており、人によって判断が異なる刺激だと思われる。振動の「我慢できる」は音刺激による影響をあまり受けなかったが「我慢できない」は「我慢できない」音刺激によって感じられるようになるものが非常に多かった (Figure3)。これらのことから、振動の印象に音刺激が与える影響は「快さ」「我慢できる」などのポジティブな印象よりも、「不快さ」「我慢できない」などのネガティブな印象に与える影響が強いと考えられる。

4. おわりに

振動感覚に音刺激が与える影響の検討として振動の強さと印象について検討した結果、振動の強さは VAL によって音刺激の影響が異なる可能性が示唆された。印象については音刺激のネガティブな影響が強い傾向が見られた。これらのことを踏まえたうえで、今後は評価指標の検討、回帰分析による評価の体系化を行い、振動と騒音が複合する環境の評価法を検討していきたい。

5. 参考文献

[1] 岡田, 町田:「人間の振動感覚に及ぼす音刺激の影響に関する研究」日本人間工学会誌, 46 巻 特別号, 382-383, 2010.
 [2] 三浦, 町田:「鉛直方向全身振動感覚の評価に与える音刺激の影響」日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集, pp137-140, 2011

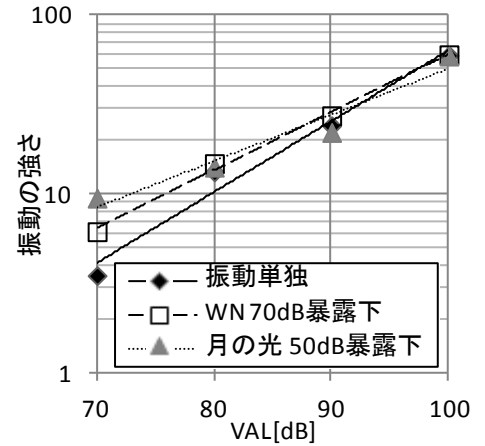


Figure1. Magnitude of vibration (4Hz sine wave)

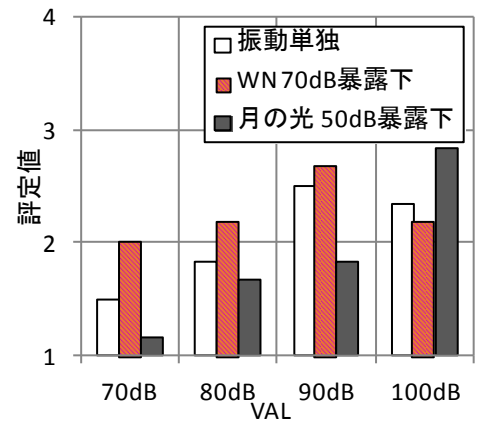


Figure2. Unpleasant point of vibration (8Hz sine wave)

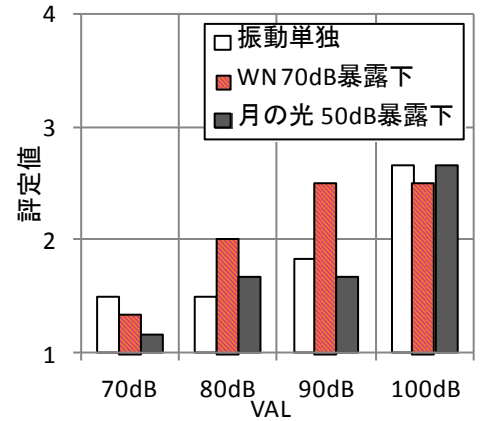


Figure3. Unendurable point of vibration (8Hz sine wave)