

振動と音の複合環境下における全身振動感覚の評価

Evaluation of whole body vibration sensation in complex environment of vibration and sound

○柳澤一貴¹, 三浦 久士¹, 松田 礼², 町田 信夫²

*Kazuki Yanagisawa¹, Hisao Miura¹, Hiroshi Matsuda², Nobuo Machida²

Abstract: Usually, we live in complex environment of sensing the vibration and sound, such as in running car. There are researches influences of the human sensation on only vibration or sound. However, vibration sensation is not clear when human is exposed by vibration and noise at the same time. Therefore, we researched influence of noise on vibration sensation by expose vibration and sound to subjects. In this paper, we report results about the vibration sensation has changed by exposing the sound simultaneously, and this change is different for vibration acceleration level and frequency.

1. はじめに

我々が生活している環境は、振動と音が同時に暴露される複合環境が数多く存在している。しかし、振動や音を単独で評価をした研究例は多いが、複合環境を想定した全身振動感覚に及ぼす音の影響について研究した例は少ない^[1]。そこで、本報では振動と音を同時暴露した際の振動の感覚的な強さと不快感を心理学的手法により評価し、全身振動感覚に及ぼす音の影響について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

振動のみを暴露する振動単独実験と振動と音を同時暴露する複合環境実験を行い、アンケートより振動感覚と音の印象評価を行なった。実験は Fig.1 に示すように振動と音の組み合わせによる刺激暴露 30 秒、アンケート回答及び休憩 120 秒を 1 セットとした。実験時間は被験者の負担を考慮し最大 24 セット (1 時間) とした。被験者は健康な男子大学生 9 名 (21~22 歳) である。

3. 実験条件

振動刺激は乗り物を想定した鉛直方向の低周波全身振動を座位状態で腰部から被験者に暴露した。振動は正弦波振動 (以下正弦波) と 1 オクターブバンドの帯域幅をもつ振動 (以下帯域波) の 2 種類を用いた。そして、Table 1 に示すようにそれぞれ 4 種類の周波数と振動の物理的な大きさを表す振動加速度レベル (以下 VAL) を用いた、全 24 条件で実験を行った。

音はヘッドホンより両耳に同時暴露した。使用した音は、Table 2 に示すように楽音として人体に親和性のある 1/f ゆらぎ特性^[2]をもつヴィヴァルディの四季より春の第一楽章 (以下春) 及び、全ての周波数帯でのエネルギーが等しい雑音ホワイトノイズを定常音 (以下

WN 定常音) と振動の半周期に同期して音が断続的に発生する振動同期音 (以下 WN 変動音) として使用し、合計 3 種類の音を用意し、等価騒音レベルで 3 段階に条件分けした全 9 条件の音で実験を行った。

4. 評価方法

振動の感覚的な強さは 1~100 の整数を用いたマグニチュード推定法 (以下 ME 法) により評価を行なった。振動、音それぞれの不快感は両極の 7 段階評定法を用いて評価を行なった。

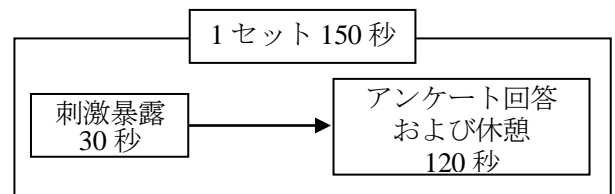


Fig.1.Experimental time table

Table 1 .Condition of vibration stimuli

周波数	振動加速度レベル (VAL)		
正弦波/帯域波*	Ref.10 ⁻⁵ [m/s ²]		
2Hz/2Hzoct	70dB	80dB	90dB
4Hz/4Hzoct			
8Hz/8Hzoct			
16Hz/16Hzoct			

*1 オクターブバンド中心周波数

Table 2 .Condition of sound stimuli

音	種類	等価騒音レベル (L _{Aeq,T})*		
WN	定常音	50dB	60dB	70dB
	変動音			
春	楽音			

*T=30[s], 定常音は騒音レベル (L_A)

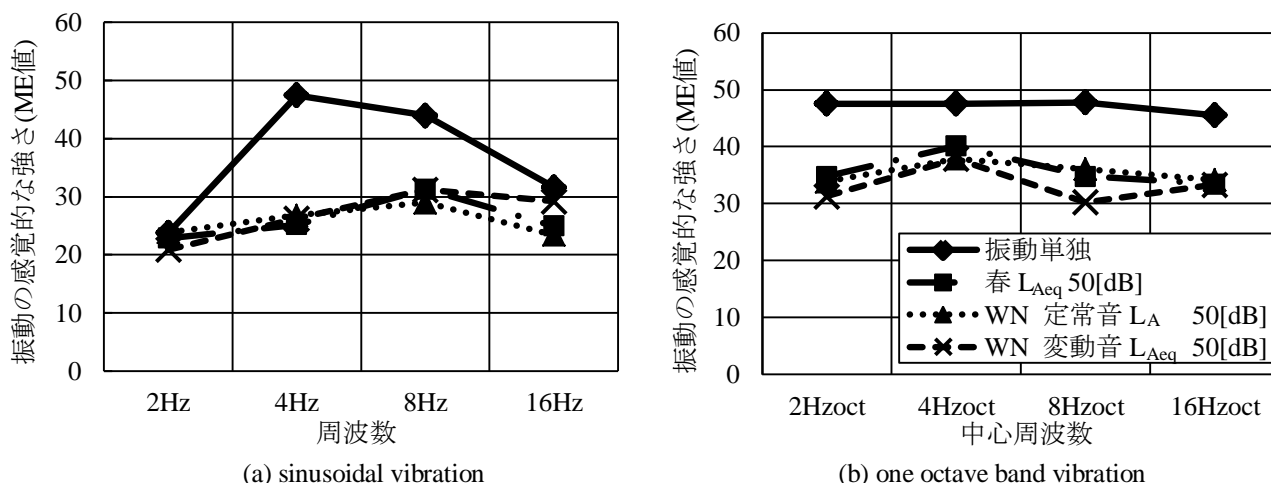


Fig.2 Sensible strength of vibration (VAL 90 dB)

5. 結果

5.1 振動の感覚的な強さに与える音の影響

ME 法による振動の感覚的な強さの評価結果を Fig.2 に示す. 振動単独に比べ振動と各音 (WN 定常音, WN 変動音, 春) を同時暴露した複合刺激 (以下複合刺激) では, 振動の感覚的な強さを表す ME 値は正弦波, 帯域波どちらの振動でも複合刺激の方が減少する傾向がみられた. また, 周波数ごとに ME 値を見ると, 正弦波では 2 Hz, 16 Hz の振動に比べ 4 Hz, 8 Hz の ME 値の減少量が大きかった(Fig.2 (a)). これに対し, 帯域波では本研究で用いたどの中心周波数でも ME 値の減少量はほぼ一定であった(Fig.2 (b)).

5.2 振動の不快感に与える音の影響

7 段階評定法による正弦波と各音を暴露したときの不快感の結果の一部を Fig.3 に示す. 振動単独の結果から, 実験で使用した振動は全て不快に感じる事がわかる. 振動単独と複合刺激を比べると, 音を同時暴露した複合刺激の方が振動をより不快と感じる傾向がみられた. 特に, 正弦波 4 Hz, 8 Hz の VAL 90 dB でその傾向が強くみられた. しかし, 音の印象評価で快いと評価された「春」を同時暴露した場合, 正弦波 2 Hz, VAL 70 dB と帯域波 4 Hzoct 以外の全ての VAL で振動の評価が快方向に変化する結果がみられた. したがって, 振動の不快感に快い音を与える影響は同時暴露する振動が正弦波の場合 VAL によって, 帯域波の場合周波数帯によって異なると思われる.

6. おわりに

全身振動感覚に音が及ぼす影響について実験, 検討した結果, 以下の結論を得た.

- (1) 振動の感覚的な強さは音を同時暴露する

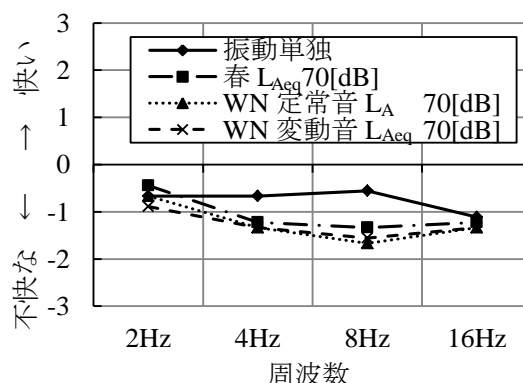


Fig.3.Changes of comfortable and uncomfortable vibration sensation in sinusoidal vibration (VAL90 dB)

と, 減少する傾向がみられた. また, VAL が一定ならば正弦波は周波数により ME 値の減少量が異なる傾向があったが, 帯域波は周波数帯に関わらず減少量は一定であった.

- (2) 振動の不快感は音を同時暴露すると, 振動をより不快に感じる傾向がみられた. しかし, 正弦波の 2 Hz 及び帯域波の 2, 8, 16 Hzoct では快い音「春」を暴露することによって僅かではあるが快方向へ変化する結果もみられたため, 音が振動の不快感に与える影響は周波数によって異なると考えられる.

今後は音による感覚量の変化と振動の周波数, VAL 等の物理量との関係を検討する予定である.

7. 参考文献

- [1] 柳澤一貴, 三浦久士, 松田礼, 町田信夫, 日本音響学会 2012 年秋季研究発表会講演論文集 CD-ROM, 3-7-9
- [2] 音の百科事典編集委員会, 音の百科事典, 丸善株式会社, pp39, 2006