

振動と音の複合環境下における振動感覚に関する研究

Study on vibration sensation in complex environment of vibration and sound

○柳澤一貴¹, 丸山敏浩¹, 松田 礼², 町田 信夫²

*Kazuki Yanagisawa¹, Toshihiro Maruyama¹, Hiroshi Matsuda², Nobuo Machida²

Abstract : We live in complex environment of sensing of vibration and sound, such as in a riding car. There are researches influences of the human sensation on only vibration or sound. However, vibration sensation is not clear when human is experiment by vibration and sound at the same time. In this experiment, the point aimed at notice of the time variation of the fluctuation of sound. For this paper, we report results about the vibration sensation has changed by exposing the sound simultaneously, and this change is different for the time variation of the fluctuation of sound.

1. はじめに

我々が生活している環境は、振動と音を同時に暴露される環境が数多く存在している。しかし、人体に及ぼす振動や音の影響について単独で評価した研究例は多いが、振動と音を同時に暴露される環境において、音が人体の振動感覚に与える影響について研究した例は少ない^[1-2]。そこで本報では楽音や雑音の音刺激の時間変化に着目し、振動の強さや不快感などの振動感覚に及ぼす音刺激の影響について検討したので報告する。

2. 実験方法

全身振動感覚に音刺激が及ぼす影響を検討するために、振動のみを暴露する振動単独実験と、振動と音刺激を同時暴露する複合環境実験を行なった。実験は、振動と音刺激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 秒とした。アンケートでは振動感覚と音刺激の印象を評価した。被験者は健康な男子大学生 17 名(21~22 歳)である。

3. 刺激条件

振動刺激を **Table 1** に示す。振動刺激は鉛直方向の全身振動を座位状態で腰部から暴露した。暴露した振動は正弦波振動である。振動周波数は 1~32Hz の 6 条件、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(以下 VAL)により 70~90dB の 3 条件を組み合わせ全 18 条件で実験を行った。

音刺激を **Table 2** に示す。音刺激はヘッドホンより両耳に同時暴露した。音刺激は、楽音と雑音を用いた。楽音は騒音レベルの変化の周期を変動周期として用い、4 種類の楽音を用いた。雑音はホワイトノイズ(WN)とピンクノイズ(PN)の 2 種類を用い、変動雑音としてそれぞれ各楽音の変動周期に変調させた雑音を用いた。

音刺激の大きさは等価騒音レベル(L_{Aeq})60dB で統一し、全 14 条件で実験を行なった。また、振動単独

実験時は、暗騒音の影響を少なくするためにイヤーマフを用いて実験を行なった。

4. 評価方法

振動刺激の感覚的な強さと不快感、音刺激の不快感をそれぞれアンケートにより評価を行った。振動刺激の感覚的な強さはマグニチュード推定法(以下 ME 法)を用い、振動刺激の不快感は単極の 5 段階評定法を用いて評価を行った。また音刺激の不快感は両極の 7 段階評定法を用いて評価を行った。

Table 1 Condition of vibration stimuli

周波数	振動加速度レベル(VAL)		
1Hz	70dB	80dB	90dB
2Hz			
4Hz			
8Hz			
16Hz			
32Hz			

Table 2 Condition of sound stimuli

種類	音刺激		変動周期[s]
楽音	G 線上のエリア		1.33
	展覧会の絵~プロムナード~		0.67
	マイム・マイム		0.53
	カルメン前奏曲		0.49
雑音	WN	PN	0
変動雑音	WN(1.33s)	PN(1.33s)	1.33
	WN(0.67s)	PN(0.67s)	0.67
	WN(0.53s)	PN(0.53s)	0.53
	WN(0.49s)	PN(0.49s)	0.49

$L_{Aeq,T=30[s]}=60[dB]$

5. 結果

5. 1 音刺激の不快感

7 段階評定法を用いた音刺激の不快感の結果を Fig.1 に示す. Fig.1 に示すように, 楽音は快い音刺激, 雑音と変動雑音は不快な音刺激と評価された. また, 4 種類の楽音で比較すると, 変動周期が最も長い「G 線上のアリア (1.33[s])」が最も快い音刺激と評価された.

5. 2 振動刺激の感覚的な強さ

ME 法を用いた振動刺激の感覚的な強さの結果を Fig.2 に示す. VAL90dB では, 振動単独を基準とするとき全ての周波数の振動刺激で音刺激の同時暴露により振動の感覚的な強さが減少する結果が得られた. 振動刺激の感覚的な強さの減少は音刺激の種類による違いはほとんどみられなかった. また, VAL70dB と 80dB では周波数によって音刺激を同時暴露した時の振動の感覚的な強さの変化が異なる結果が得られた. VAL70dB では 1Hz と 2Hz の振動刺激の感覚的な強さは音刺激によって減少するが, 4~32Hz の振動刺激の感覚的な強さは増加する傾向がみられた. VAL80dB では 1~8Hz の振動刺激の感覚的な強さは減少するが, 16Hz と 32Hz では増加する傾向がみられた.

5. 3 振動刺激の不快感

5 段階評定法を用いて測定した振動刺激の不快感の結果を Fig.3 に示す. 振動刺激の不快感は VAL が大きくなるほど不快感を強く感じる結果がみられた. 雑音と変動雑音を同時暴露した場合, VAL70dB と 80dB では振動刺激の不快感は増加したが, VAL90dB では不快感の増加はほとんどみられなかった. 変動雑音では不快感が増加する時, 最も長い変動周期 (1.33[s]) 比べ, 他の変動周期の同時暴露時に不快感の増加が多い傾向がみられた. また, 楽音を同時暴露した時に VAL80dB と 90dB では不快感が減少する傾向がみられたが, VAL70dB では不快感の減少はほとんどみられなかった. 変動周期の長い音ほど振動刺激の不快感は減少する傾向がみられた. 楽音では変動周期の最も短い「カルメン前奏曲」同時暴露時に比べ, 変動周期が最も長い「G 線上のアリア」の同時暴露時には振動刺激の不快感の減少が多い傾向がみられた.

6. おわりに

振動の感覚的な強さに音刺激が与える影響は VAL と周波数の組み合わせで異なり, VAL が大きく, 周波数が小さい振動ほど, 振動の感覚的な強さは減少する傾向がみられた. 振動刺激の不快感は音刺激の不快感と変動周期で異なり, 変動周期が長く, 快いと感じた音刺激ほど不快感を減少させる傾向がみられた.

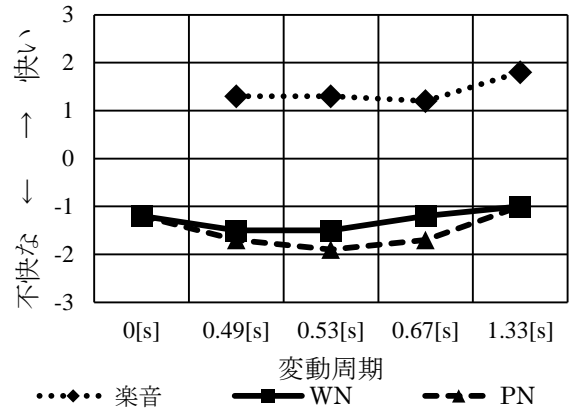


Fig.1 Uncomfortable of sound stimulus (L_{Acq} 60dB)

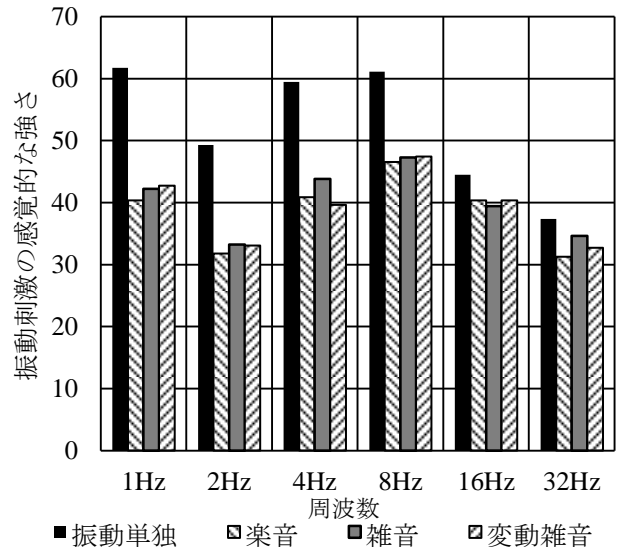


Fig.2 Sensible strength of vibration (VAL 90dB)

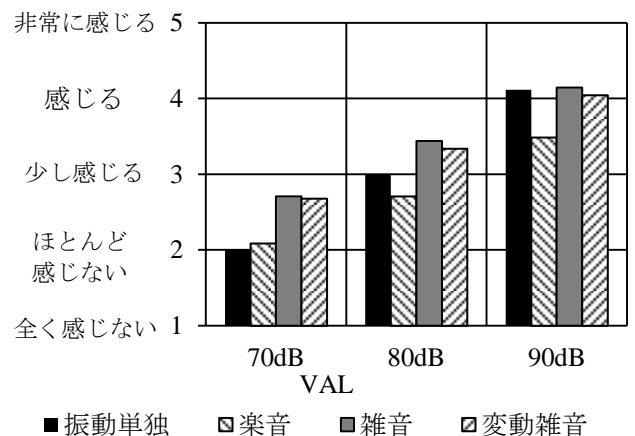


Fig.3 Uncomfortable of vibration (8Hz)

7. 参考文献

- [1] 三浦, 柳澤, 松田, 町田:「周波数帯を持つ振動刺激の振動感覚に関する検討」, 日本騒音制御工学会 秋季研究発表会講演論文集 153-156, 2012.
- [2] 柳澤, 三浦, 松田, 町田:「全身振動感覚に及ぼす音刺激の影響」, 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, 2012.