

振動感覚と物理量の量-反応関係に関する検討

Study on dose-response relationship of vibration sensation and physical quantity

○三浦久士¹, 柳澤一貴¹, 松田礼², 町田信夫²

*Hisao Miura¹, Kazuki Ynagisawa¹, Hiroshi Matsuda², Nobuo Machida²

Abstract: Vibration sensation means human sense discomfort and insecurity and more when exposed vibration stimulus. Vibration sensation must be considered for design the vehicle such as automobiles. However, vibration sensation has lot of unknown part, for example, such as psychological response. In this study, we researched response of vibration sensation to some physical quantities. In this paper, we report results that dominant factor of vibration sensation is vibration acceleration level. Additionally, vibration sensation is affected by frequency and more physical quantities in case of some category of vibration sensation.

1. はじめに

振動感覚は自動車や電車等の乗り物を対象とした乗り心地評価, 快適性評価等, 人間-機械系の設計において考慮すべき要素である。振動刺激の知覚に関する研究は数多くあるが, 振動加速度, 周波数等の振動を表現する物理量と快さ等の主観的な振動感覚を対応付ける研究¹⁾や周波数帯の影響を検討した事例²⁾は少ない。そこで本研究では周波数, 周波数帯, 振動加速度レベル(VAL)等の物理量が異なる振動刺激を人体に暴露し, これらの振動刺激に対する振動感覚を心理学的手法によって測定した。得られた結果から振動感覚と物理量の量-反応関係の明確化を試みたので報告する。

2. 研究手法

本研究で用いた振動刺激は座位状態の腰部に暴露される上下方向全身振動である。自動車等の乗り物内を想定し, 周波数は低周波数域で4段階, VALは3段階に条件分けした。また, 周波数帯による影響を検討するために, 振動刺激は正弦波振動と周波数帯をもつ1オクターブバンド振動の2種類を用いた全24条件の振動刺激を評価対象とした(Table 1)。

振動感覚を測定する心理学的手法には“不快な-快い”等の15個の形容詞対からなるSD法を用いた。評定尺度は”どちらでもない”を中心とし, それぞれの形容詞方向に3段階の尺度を持たせた7段階評定尺度を用いた(Figure 1)。測定した振動感覚の分析には被験者全員の平均値を用いた。被験者は健康な男子大学生20名(年齢:21~23歳)であり, 事前に教示として“自動車等の乗り物を対象とした振動”の評価であることを周知させた上で実験を行った。

実験は, 振動刺激暴露(30秒), 休憩及びアンケート回答(120秒)の手順を1セット(150秒)とし, これを24回(1時間)連続で行った。振動刺激暴露は不規則な順序で刺激を暴露する恒常法により行った。また, 実験中に振動加振機から発生する動作音の影響を低減するために被験者にはイヤーマフを装着させた。

3. 結果および考察

Table 2にSD法によって測定したそれぞれの振動感覚の変化傾向を示す。振動感覚はVALによって変化する傾向が非常に強く, VALに比例

して“不自然な”, “不快な”等といった振動感覚が強くなっていることがわかる。また, “かたい”, “多い”等は周波数, 中心周波数にも比例して強くなり, “不安な”等は周波数のみ, すなわち正弦波振動だけ比例関係が見られた。ゆえに1オクターブバンドの周波数帯がある場合, 中心周波数による振動感覚の変化は限定的であると考えられる。

Table 1. Condition of vibration stimuli

周波数*	VAL**		
2 Hz	70 dB	80 dB	90 dB
4 Hz			
8 Hz			
16 Hz			

*1オクターブバンド振動では中心周波数
**Ref. 10⁻⁵[m/s²]

尺度値	
-3	-2 -1 0 1 2 3
不快な	快い
かたい	やわらかい
不安な	安心な
多い	少ない
異常な	正常な
大きい	小さい
焦る	落ち着いた
複雑な	単調な
激しい	穏やかな
きつい	やさしい
特殊な	普通な
鋭い	鈍い
速い	遅い
心地悪い	心地よい
不自然な	自然な

Figure 1. Rating form for the SD method

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

周波数帯による違いが最も顕著に表れた評定尺度は“複雑な-単調な”であり、正弦波振動では VAL が増加すると“単調な”と強く感じるようになるが、1 オクターブバンド振動では反対の“複雑な”と強く感じる傾向が見られた。以上のことから、振動感覚は VAL が最も支配的な要因であるが、振動感覚の種類によっては周波数、周波数帯の影響も受けると考えられる。

4Hz70dB, 4Hz90dB, 16Hz90dB の振動刺激に対する振動感覚のプロフィール図を Figure 3 に示す。正弦波振動に比べて1 オクターブバンド振動では“不自然な”, “不快な”, “かたい”等, VAL に比例して強くなる振動感覚がより強調される傾向が見られた。この傾向は VAL が 70dB では弱く, 各振動感覚において尺度値の差はほとんど見られないが 80dB, 90dB と VAL が増加するにつれて差が大きくなっていった。また, 2Hz と 4Hz に比べ 8Hz と 16Hz の振動刺激に対する振動感覚は尺度値の差が小さくなる傾向が見られた。これらのことから, 1 オクターブバンド振動の振動感覚は中心周波数が低く, VAL が大きいほど正弦波振動との違いが強く現れると考えられる。16Hz の振動刺激では正弦波振動を 1 オクターブバンド振動より“鋭い”, “速い”と感じられていた。これらは正弦波振動のみ周波数によっても変化する振動感覚である。したがって 16Hz と高い周波数では 1 オクターブバンドの周波数帯による振動感覚の強調よりも正弦波振動の周波数による変化が強く現れたものと考えられる。

Table 2. Changing trend of vibration sensation

VALに比例		
不自然な	異常な	特殊な
不快な	大きい	鋭い
かたい	焦る	速い
不安な	激しい	心地悪い
多い	きつい	複雑な/単調な
周波数, 中心周波数に比例		
かたい	きつい	
多い		
周波数に比例		
不安な	鋭い	
焦る	速い	

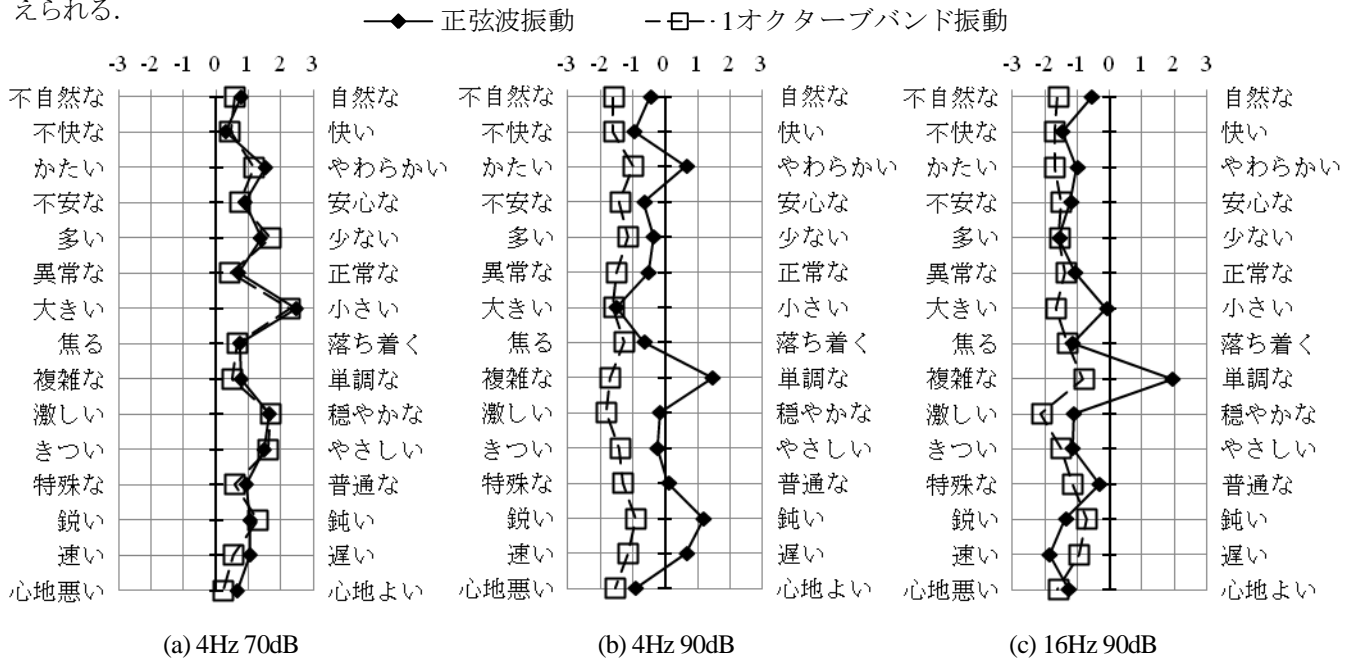


Figure 3. Profile of vibration sensation

4. おわりに

振動刺激暴露実験を行い、振動感覚と物理量との量-反応関係の明確化を試みた結果、以下の結果および考察を得た。

- ② 振動感覚は VAL が最も支配的な要因であり、振動感覚の種類によっては周波数等の影響も受ける
- ② 正弦波振動に比べ 1 オクターブバンド振動は“不快な”等の VAL に比例して強くなる振動感覚が強調される
- ③ VAL が増加するにつれ、正弦波振動と 1 オクターブバンド振動の振動感覚の違いが大きくなる

これらのことを踏まえ、今後は物理量から振動感覚を推定するモデルの検討を行いたい。

5. 参考文献

[1] 石川考重, 野田千津子:「振動感覚に対する言語表現についての一考察」, 1990 年度日本建築学会関東支部研究報告集, 計画系(61), pp1-4, 1991-01-20

[2] 三浦久士, 柳澤一貴, 松田礼, 町田信夫:「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, pp153-156, 2012