

環境振動評価のための振動レベルによる人の知覚閾の評価に関する一検討

埼玉大学 正会員 ○ 松本 泰尚
 労働安全衛生総合研究所 前田 節雄
 飛島建設 岩根 康之
 東海旅客鉄道 岩田 裕一

1. 背景・目的

道路交通などに起因する環境振動の評価を行う際には、振動規制法により定められた方法を用いるのが一般的であるが、その方法による評価と実態との乖離が見られる場合も多いため、評価法を見直す必要性が指摘されている。その際に確認すべき点の一つとして、現行の評価法で定められている振動レベルによる評価と、振動に対する人の反応の対応が挙げられる。そこで、本研究では、振動レベルによる評価と人の振動知覚閾との関係を、被験者を用いた振動実験を実施することにより検討した。

2. 振動レベル

時刻 t における振動レベル $L_V(t)$ は、

$$L_V(t) = 10 \log_{10} \left\{ \frac{1}{\tau} \int_{-\infty}^t (a_w(\xi))^2 e^{\left(\frac{t-\xi}{\tau}\right)} d\xi \right\} / a_0^2$$

で与えられる。ここで、 $a_w(\xi)$ は図1の周波数補正を施した振動加速度の時刻 ξ における瞬時値、 a_0 は振動加速度の基準値 (10^{-5} m/s^2)、 τ は時定数で 0.63 s を用いることとされている。振動規制法に規定された評価法では、上式で得られる振動レベルの時刻歴に基づいた統計量が用いられる。ここで、図1に示した周波数補正および時定数 0.63 s は、いずれも人の振動感覚特性を示すものと言われるが、その根拠は必ずしも明確ではない。

3. 振動知覚閾測定実験

本研究では、実験室内の加振装置を用いて、12名の20代男性被験者に対し、鉛直振動に対する振動知覚閾を測定した。被験者の姿勢は、就寝時を想定して仰臥位とした。実験で用いた振動は、連続正弦振動および正弦振動をハニングウィンドウで振幅変調した過渡的振動である。その周波数は2, 4, 8, 16, 31.5, 63 Hzに設定した。連続振動については振

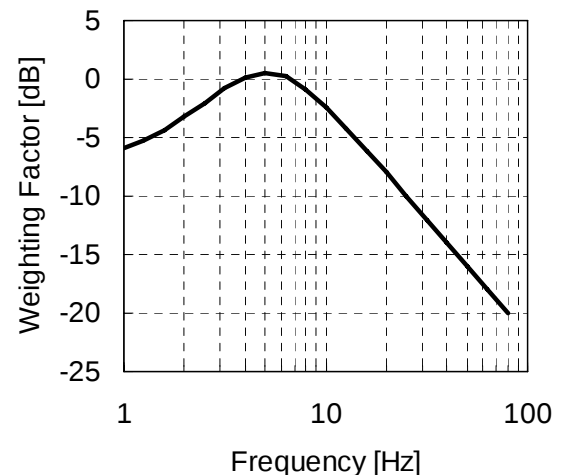


図1 鉛直特性 (JIS C 1510)

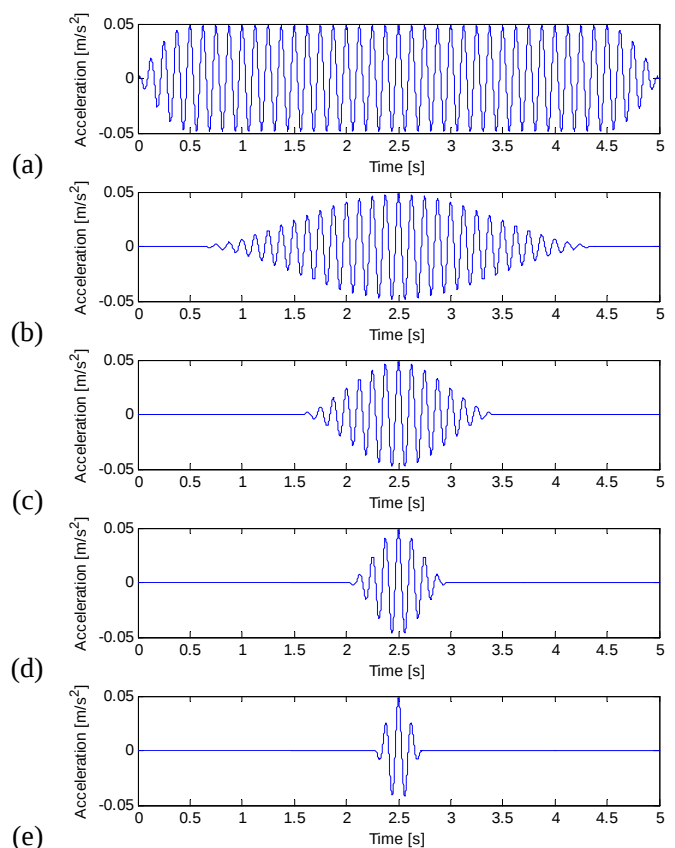


図2 加速度波形の例 (8 Hz). (a) 連続振動, (b)-(e) 過渡的振動 (ハニングウィンドウ 4.0, 2.0, 1.0, 0.5 s).

キーワード 環境振動, 振動評価, 振動知覚, 振動レベル

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院理工学研究科 TEL: 048-858-3557

幅一定の継続時間を 4 s とし、過渡的振動についてはハニングウィンドウの長さは 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 s とした。なお、振動の周期とウィンドウ長の関係から、2 Hz については 0.5, 1.0 s、4 Hz については 0.5 s は用いていない。図 2 に振動加速度波形の例を示す。各被験者の振動知覚閾は上下法を用いて測定し、加振台上で測定した加速度を用いて閾値を決定した。

4. 振動レベルを用いた連続正弦振動知覚閾の評価

図 3 に連続振動に対する被験者の知覚閾を、振動レベル(L_v)および振動加速度レベル(L_{va})で求めた結果を示す。振動加速度レベルの定義は、図 1 の周波数補正を施さないこと以外は、振動レベルと同一であるため、図 3 に見られる振動レベルと振動加速度レベルの差異は、周波数補正によるものである。周波数補正が振動知覚閾の周波数依存性を適切に表していれば、振動レベルによる評価は周波数によらずほぼ一定になることが期待されるが、図 3 に見られるように、閾値が顕著に低い 63 Hz を除いても、15 dB 程度の差異が見られる。63 Hz については、頭部の骨伝導により聴覚によって振動が知覚された場合もあり、閾値が低くなったと推定される。

5. 振動レベルを用いた過渡的振動知覚閾の評価

図 4 には、振動レベルを用いて求めた各過渡的振動に対する知覚閾値から、それと同一の周波数の連続振動に対する閾値を差し引いた値を示している。振動レベルを算出する際に用いる時定数が人の感覚特性を適切に表していれば、図に示している過渡的振動と連続振動の閾値の差は 0 dB でほぼ一定となることが期待される。図より、ハニングウィンドウ長が 1.0 s 以上の場合、過渡的振動と連続振動の振動レベルによる知覚閾値の差は、いずれの振動数においても ± 2 dB 程度の範囲内であり、12 名の被験者のばらつきを考慮した統計的な有意差も認められなかった ($p > 0.05$, Friedman 検定)。しかし、ウィンドウ長が 0.5 s の場合については、16, 31.5, 63 Hz において過渡的振動の閾値が連続振動の閾値より 2 dB 以上低く統計的に有意な差も認められた。

6. まとめ

仰臥位被験者の振動知覚閾を実験により測定し、振動レベルを用いて知覚閾値を評価した結果、1) JIS C 1510 に規定されている鉛直特性は臥位被験者の振動知覚閾の周波数特性を適切に表してはいないこと、また、2) 振動レベル算出の際に用いる時定数 0.63 s は、それより長い継続時間の振動に対する人の知覚閾値の評価には適しているが、短い継続時間の振動に対する閾値の評価については問題がある可能性があること、が示された。

参考文献

- ・日本規格協会：振動レベル計，JIS C 1510, 1995.

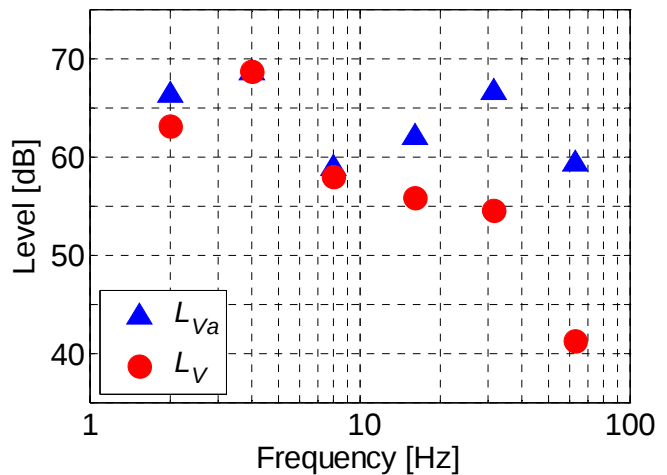


図 3 連続振動に対する臥位被験者 12 名の知覚閾値の中央値。振動加速度レベル (L_{va}) および振動レベル (L_v) による評価。

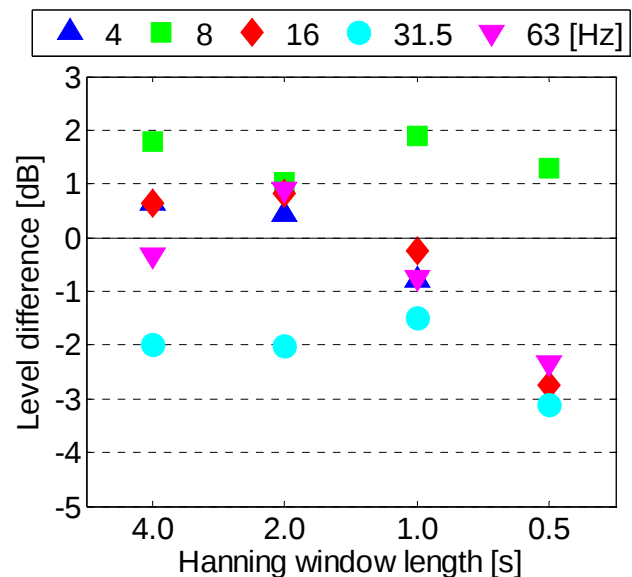


図 4 振動レベルを用いた各過渡的振動の知覚閾値と連続振動の知覚閾値との差(連続振動の知覚閾値を基準)。被験者 12 名の中央値。