

低周波左右振動を用いた 列車の乗り物酔い評価法

鉄道は比較的乗り物酔いの発生は低い交通機関ですが、線路形状などの要因で乗り物酔いが発生することがあります。乗り物酔いについての検討は、船舶分野で研究が進んでおり、ISO2631には主に船舶への適用を考えた周波数加重曲線と嘔吐するかもしれない人間の割合についての計算方法が記載されています。しかし、列車と船舶の揺れ方は方向も周波数も異なっており、船舶の周波数加重曲線は列車には適用できないのではないかという疑問がありました。そこで、船舶における先行研究を参考にして、列車の乗り物酔い評価法の開発を行いました。評価の手順は、①車両床面加速度測定、②周波数加重曲線によるフィルタ処理、③積分による評価指標の算出となっています。

この種の評価法の開発では、方向と周波数が異なる刺激に対して、どの程度の被験者が乗り物酔いするかということを実験的に調査することが一般的な手法です。この調査で得られた刺激に対する被験者の反応から、列車用の周波数加重曲線を求めることができます。評価法の開発には主に以下の2つの効果があります。

(1) 物理的なデータから乗り物酔い発生率の予測が可能となる

(2) 乗り物酔い防止技術の有効性を定量的に評価することが可能となる

実際の評価法の開発においては、方向と周波数が異なる刺激を被験者に与える試験装置ではなく、営業列車において調査を行いました。車両床面上で振動加速度やロール角速度を測定し、同時に車内でアンケート調査を行いました。同じ線区において振り式車両と非振り式車両の両方のデータが得られるよう計画し、12線区52列車で約4,000名のデータを得ることができました。これらのデータを分析した結果、車両床面上の前後、左右、上下加速度の周波数成分と乗り物酔い発生率との相関は図1のようになると分かりました。ちなみに、乗り物酔いの発生とロール運動の関係は以前から着目されていましたが、それほど高い相関は見られませんでした。

図1からは、乗り物酔いの発生は左右方向の加速度と最も相関が高く、0.25Hz付近をピークとした山形の曲線を示していることが分かります。この関係から左右加速度に対する周波数加重曲線を作成したものが図2です。30分間の左右加速度を図2の周波数加重曲線により処理した後に積分すると乗り物酔いの評価指標が算出できます。

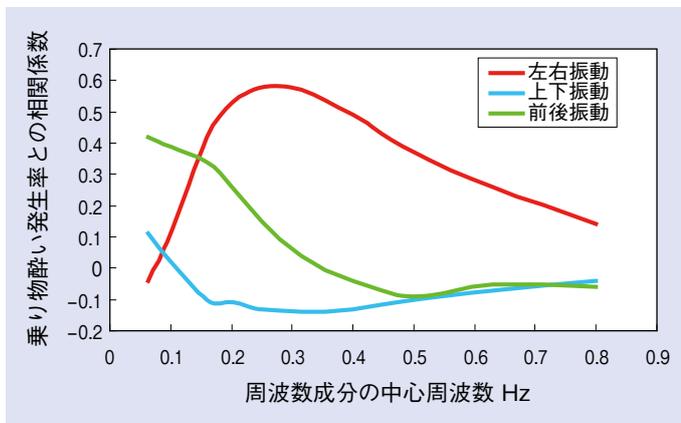


図1 車両床面上の前後、左右、上下加速度の周波数成分と乗り物酔い発生率との相関

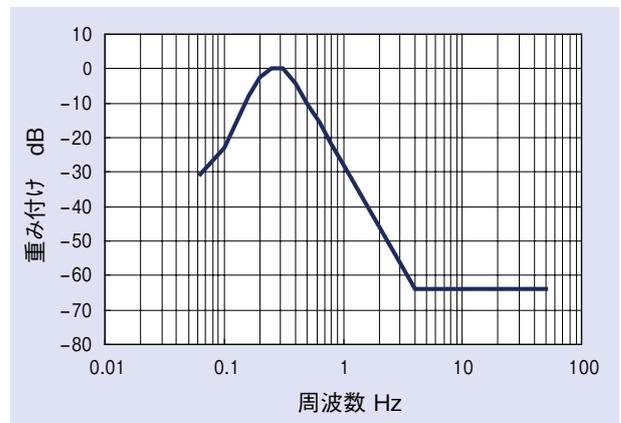


図2 乗り物酔い評価指標の算出に使用する左右加速度に対する周波数加重曲線

発明余話

列車で乗り物酔いの発生が問題となるのは、概ね振子式車両においてですが、振子式車両だけが原因で乗り物酔いが発生する訳ではありません。振子式車両が走っている線区は、振子式車両でなければ速度が出せないような曲線が多い線区であり、乗り物酔いの原因である低周波左右振動が多く発生する線区です。つまり、乗り物酔いに対してはどちらかと言えば線路形状の影響の方が大きいと言えます。乗り物酔い防止の最も効果的な対策は線路形状の改良だと思いますが、現実には容易に実現できない対策です。乗り物酔いの評価指標は30分間の時間累積値が基本ですが、評価指標の算出単位を短時間として地上側と対応させれば、対策を講じる箇所の優先順位を決めるための参考になると思います。

乗り物酔いアンケート調査は、ビジネス客から観光客まで、多様な属性の乗客からデータを収集するために、金曜日と土曜日に実施し、乗客に色々なことをたずねています。その結果、全乗客のうち乗り物酔いにより「きわめて気分が悪い」割合は振子式車両で1.3%、非振子式車両で0.3%であり、1980年代の調査に比較してかなり低い発生率であることが分かりました。また、船舶と同じように、男性

《権利メモ》

発明の名称：列車の乗り物酔い評価指標の計測方法及びその装置

概要：列車で計測した左右振動加速度等から、乗り物酔いの発生率を予測する手法及びその装置。

出願番号：特願2003- 77045 (2003. 8.13)

公開番号：特開2004-286502 (2004.10.14)

登録番号：特許第4080358号 (2008. 2.15)

総発明者：鈴木浩明, 白戸宏明, 手塚和彦

より女性、50歳代より10～20歳代の方が乗り物酔いしやすいことも分かりました。一方、乗車目的、同行人数、当該列車の利用経験は乗り物酔いに影響しないことが分かりました。加速度などの物理量の計測は、営業列車内であることから、図3の様にバッテリー駆動のコンパクトな計測器を乗車後10分程度で設置し、アンケートの配布から回収までの間だけ計測し、その後は速やかに撤収して降車するという手順でした。このお陰で、計測器の設置や撤収作業のように、走行中の列車内で下を向いて作業すると乗り物酔いしやすいということも分かりました。

(人間科学研究部 人間工学 白戸宏明)



テーブル上に設置した騒音計、温湿度計とデータレコーダ



床面上に設置した加速度計と光ファイバジャイロ

図3 計測器類