

舗装材の違いによる車椅子走行の乗り心地に関する基礎的研究

北見工業大学大学院 学生員 ○前田 近邦
北見工業大学 正会員 川村 彰
北見工業大学 正会員 高橋 清
日本赤十字北海道看護大学 正会員 中岡 良司
サンスイコンサルタント株式会社 清水 英聖

1. はじめに

超高齢化社会を迎えるにあたり、近年、歩行空間において、高齢者や身障者を含めた全ての歩行者が安全かつ快適に通行できるよう、路面の平坦化、段差・勾配の縮小化、幅員の拡張などの歩道のバリアフリー化及びユニバーサルデザインの概念に基づく対策が進められている。

現在、歩道には景観性を重視した舗装材が多く用いられているが、これらの舗装材では、目地による凹凸、舗装材自体の表面の凹凸、雨に濡れると滑りやすいなど、利用者にとっては通行時に不快に感じる要因も含んでいる。なかでも車椅子利用者にとっては、路面の凹凸の振動の影響による走行性や乗り心地の悪化が懸念される。

そこで、本研究では、舗装材料の相違が車椅子の走行性や乗り心地に与える影響に着目し、車椅子に振動加速度計を取り付け、舗装材の相違による車椅子走行時の振動特性の検討を行った。また、加速度測定と同じ舗装材上を車椅子で走行した際の走行性及び乗り心地評価に関する官能試験も行った。

2. 車椅子の振動加速度測定

北見工業大学構内の歩道の舗装材と室内試験路内の舗装材（表－1）の上を、加速度計を装着した車椅子で走行し、振動加速度の測定をした。測定には手動車椅子と電動車椅子を用いており、手動車椅子では、前輪車軸と座席シート裏フレームに加速度計を設置し、鉛直方向の加速度を測定した。走行速度は手動車椅子使用者の走行速度に合わせて、1.0m/s と 0.5m/s の 2 種類とした。電動車椅子では、ばね上の振動加速度波形がほとんど得られなかったため、ばね下のみに振動加速度計を設置して測定した。電動車椅子使用者の走行速度は 0.7～1.7m/s の範囲であるため、速度を〔中〕（平均速度 0.92 m/s）に設定し走行した。

また、測定では、平坦路走行の他に、電動車椅子による段差走行時における振動加速度の測定も実施した。

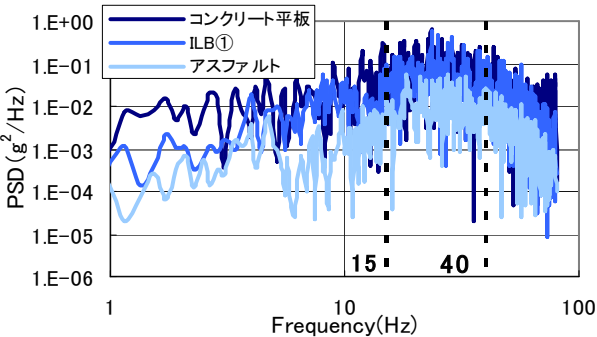
表－1 測定箇所と舗装材の種類

大学構内の歩道（4 種類）	室内試験路（3 種類）
ILB①	アスファルト
ILB②	ゴムチップ
ILB③	タイル
コンクリート平板	計 7 種類

3. 測定データの周波数特性

測定から得られた加速度波形により、舗装路面の凹凸を振動として捉えることができる。そこで、舗装材の相違による加速度波形の周波数特性の比較、検討を行うため、パワースペクトル密度（PSD）を算出した。

図－1 は特徴的な 3 種類の舗装材での手動車椅子における座席シート裏フレームでの PSD である。周波数が 15Hz～40Hz の間で高い PSD 値を示しており、舗装材が異なっても、ほぼ同様の周波数の傾向を示していることから、周波数特性は舗装材の相違（目地幅、形状）に影響されないと推測される。しかし、PSD 値は舗装材の相違により大きく変化することから、舗装材の相違が車椅子の上下振動へ強く影響していると推測される。



図－1 振動加速度の PSD（手動、平坦路面、1m/s）

次に、段差を乗り越えた時の振動加速度の PSD を図－2 に示す。PSD 値は 3～9Hz の間で高い値を示しており、

Key words：車椅子、振動加速度、周波数分析、振動加速度実効値、1/3 オクターブバンド

連絡先：〒090－8507 北海道北見市公園町 165 / TEL 0157-26-9429

この周波数帯はISO2631-1で定められている人間が最も不快と感じ、人体への影響が最も大きい周波数成分（4～8Hz）に近い値であることから、段差走行時では車椅子の乗り心地が良くないと推察され、実感と一致する。

以上の結果より、車椅子の乗り心地の評価指標の一つとして振動加速度のPSDは有効であると推察される。

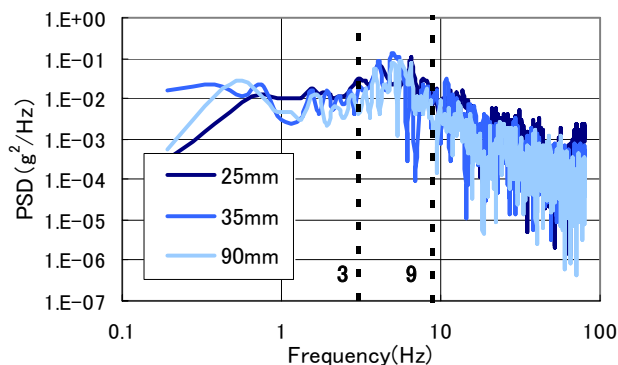


図-2 振動加速度のPSD（電動、段差、0.92m/s）

4. 振動加速度実効値による乗り心地の評価・検討

測定データの振動加速度実効値と、走行性及び乗り心地に関する官能試験の結果から、舗装材の相違による乗り心地の評価を行った。官能試験では舗装材上を手動車椅子で走行してもらい、走行し易かった順に順位をつけてもらった。評価はそれを得点化し総合順位をつけた。振動加速度実効値の乗り心地評価には「振動加速度実効値と快適性との関係（ISO,1997）」を用いた。

図-3 は手動車椅子における座席シート裏フレームの振動加速度実効値と官能試験結果の比較図である。「振動加速度実効値と快適性との関係（ISO,1997）」では、振動加速度実効値が 0.315 m/s^2 未満で“不快でない”、 2 m/s^2 を超えると“きわめて不快”とし、値の範囲により6段階で評価を行っている。図-3 から ILB②とコンクリート平板はきわめて不快、ゴムチップは少し不快、他の舗装材はやや不快・不快という結果が得られた。

官能試験の結果では、ILB③とタイルが入れ替わっている以外は、振動加速度実効値の小さい順に評価点が高く、実測値と官能試験の結果に高い相関性が見られた。

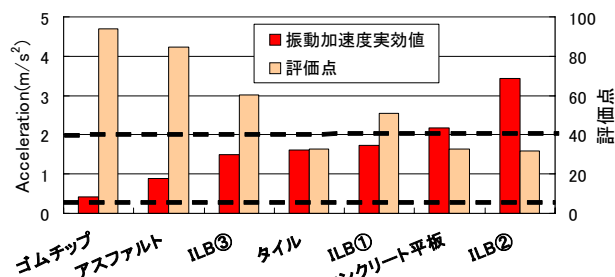


図-3 振動加速度実効値と官能試験結果の比較

5. 1/3 オクターブバンドの中心周波数の比較

「全身振動暴露に関する評価指針（ISO2631）」に提案されている 1/3 オクターブバンドの中心周波数を用いた解析結果を図-4 に示す。この基準では、等感覚曲線と許容暴露時間を示す曲線との組み合わせとなっており、振動加速度は実効値表示（rms 値）とされている。許容暴露時間は、①耐久限界、②疲労作業能率減退、③快適限界、の3つに分けて評価することになっており、乗り心地は③の快適限界が関係している。

結果としては、許容暴露時間は舗装材によって異なっており、コンクリート平板では 2.5 時間、アスファルトでは 16 時間となっていることから、アスファルト走行時の乗り心地は比較的良いと推測される。コンクリート平板と ILB①を比較してみると、加速度のピーク値はほぼ同じだが、中心周波数が ILB①で 6.3Hz、コンクリート平板で 20Hz となっていることから、人間が最も不快と感じる周波数成分の範囲にピーク値が入っているコンクリート平板の方が走行時の乗り心地は悪いと推測される。

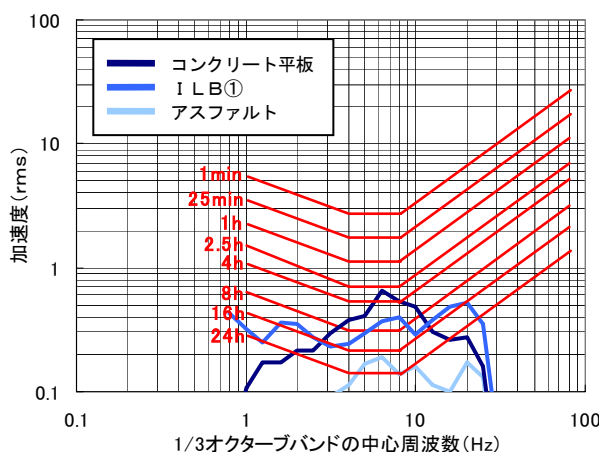


図-4 ISO2631 による比較（手動、平坦、1m/s）

6. おわりに

本研究では、振動加速度データの解析により、車椅子の乗り心地に関する基礎的な評価・検討を行った。今後はさらに多くの舗装材による車椅子の振動データと官能試験のデータを収集し、乗り心地に関する指標を作成することを目標とする。

参考文献

ISO(1997):Mechanical vibration and shock-Evaluation of human exposure to whole-body vibration,Part1:General requirements, ISO2631-1, International Organization for Standardization