

ブロック系舗装の目地間隔が車いすの振動に及ぼす影響

山梨大学大学院 正会員 ○岡村 美好
山梨大学大学院 萩原 祐樹

1. はじめに

歩道路面の凹凸は高齢者のつまづきや車いすなどの振動を引き起こすことが知られている。特に、ブロック系舗装の場合には、目地部分の凹凸が長距離に渡って周期的に連続することから、高齢者や車いす使用者への影響は大きいものと考えられる。

ブロック系舗装の目地部凹凸と車いす振動の関係については、目地の幅や段差高さ、車いすの走行速度等の観点から研究が行われてきた¹⁾。著者ら^{2),3)}も、目地部通過時に車いすには衝撃的な応答が生じ、その周期は目地幅に関係なくほぼ一定値であること等を明らかにしている。

本研究では、目地間隔(=ブロック寸法+目地幅)が車いす振動に及ぼす影響について検討し、ある目地間隔の場合には車いす振動との共振状態が生じることが明らかになったので、その結果を報告する。

2. 車いすの振動加速度の測定

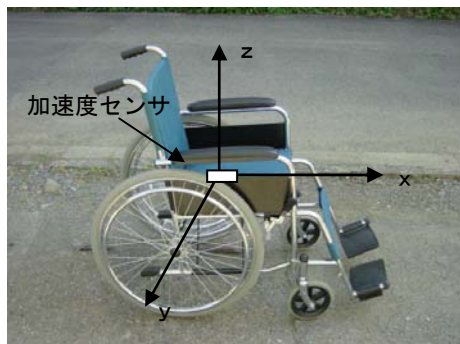


写真-1 測定に使用した車いすと座標

研究に用いた車いすは自走式の背もたれ固定式タイプの標準的なものである。これに測定者が測定器を膝に載せて乗車し、介助者が車いすを押して測定区間 15m(前後に助走距離 3m あり)を一定速度で走行させて振動加速度を測定した。

振動加速度は、モーションレコーダ(MVP-A3-02A, マイクロストーン)を用い、アタッチメントを作成

して車いす座面に加速度センサを固定し、サンプリングタイム 2msec で3方向(進行方向:x, 横方向:y, 鉛直方向:z)のデータを収集した(写真-1)。

3. ブロック系舗装走行時の車いすの振動特性

目地間隔 16.6cm, 目地幅 1.6cm のブロック系舗装における車いす(乗員重量 590N, 走行速度 1.3m/sec)のx, z軸方向の振動加速度応答波形を図-1に、z軸方向振動加速度のパワースペクトル(Hanning ウィンドウを用いて平滑化)を図-2に示す。

応答波形には前輪が目地に衝突することによって振幅の大きい衝撃的な波形が周期的に現れている。衝撃的な波形の周期は約 0.04secで、目地幅に関係なくほぼ一定値であり、これは目地への衝突により車いすの固有振動が生じたものと考えられる³⁾。パワースペクトルは、目地間隔 d と走行速度 v から求められる周波数 7.8Hz ($=v/d$, 以後、基本周波数と称する)のほぼ整数倍の周波数で卓越し、23Hz前後のスペクトル振幅が最も大きくなっている。

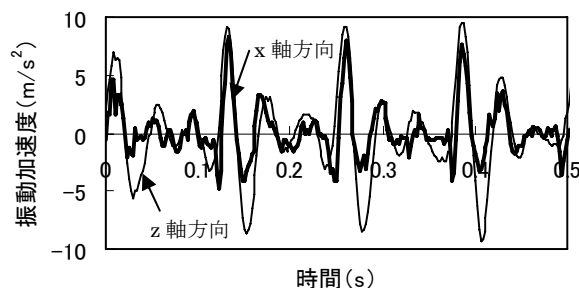


図-1 振動加速度応答波形

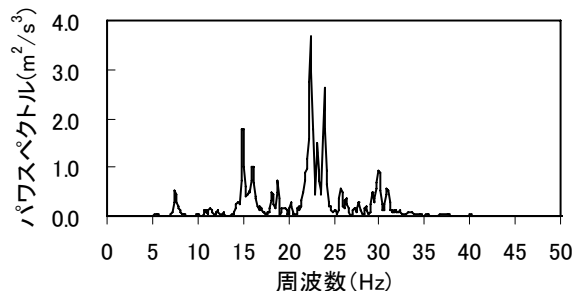


図-2 パワースペクトル(z軸方向)

キーワード ブロック系舗装, 目地間隔, 車いす振動, 乗り心地

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院医学工学総合研究部 TEL055-220-8520

4. 目地間隔による車いすの共振

前述の目地によって生じる衝撃的な波形の周期 T_1 と基本周期 T_0 ($=d/v$)を図-3のように定義する。これより、 $T_0=T_1$ の場合には目地による衝撃的な応答が連続して生じる共振状態となり、車いす乗員にとって不快な振動が生じることが予想される。

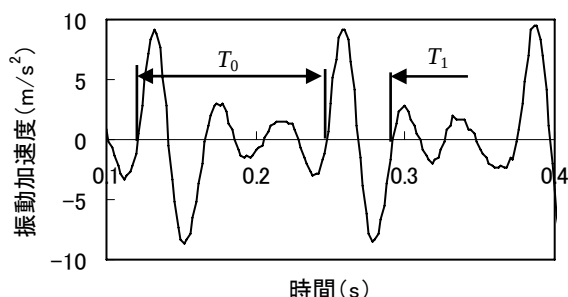


図-3 目地による衝撃的な波形の周期と基本周期の定義

$T_1=0.04\text{sec}$ として共振時の目地間隔と車いすの走行速度の関係を求めると図-4のようになる。歩行者の走行速度⁴⁾(電動車いす $0.7\sim 1.7\text{m/sec}$, 手動車いすが約 1.1m/sec , 健常者 $0.8\sim 1.7\text{m/sec}$)を考慮すると、目地間隔 $3\sim 7\text{cm}$ の場合には共振状態となる可能性があることがわかる。

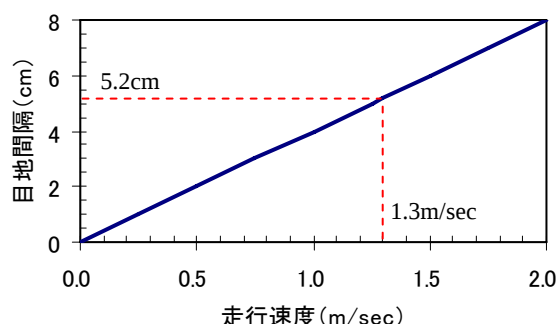


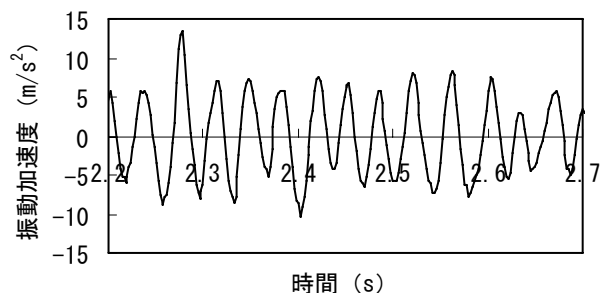
図-4 共振時の目地間隔と走行速度の関係

上記の仮説を検証するため、目地間隔 5.5cm (ブロック寸法 $5.0\text{cm} + \text{目地幅 } 0.5\text{cm}$) のブロック系舗装(写真-2)において、車いすの振動加速度の測定を行った。なお、乗員の重量は 510N であり、走行速度は $1.0\sim 1.3\text{m/sec}$ とした。

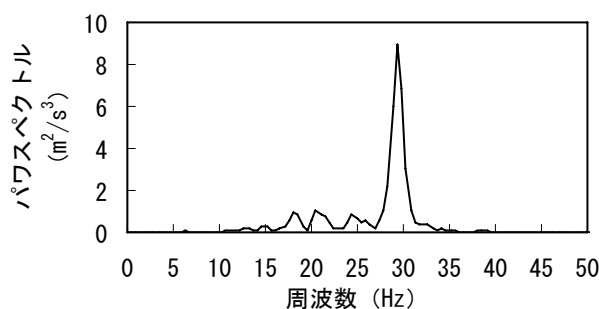


写真-2 ブロック系舗装 (目地間隔 5.5cm)

走行速度 1.3m/sec の時のz軸方向の振動加速度応答とそのパワースペクトルを図-5に示す。応答波形は仮説通りに目地による衝撃的な応答が連続し、応答振幅は 10m/sec^2 を越える場合もある。パワースペクトルは 29.3Hz が大きく卓越して、共振状態となっている。また、このときの振動レベルを求める²⁾と 104dB となり、非常に不快な振動となっている。



(1) 振動加速度応答波形



(2) パワースペクトル

図-5 共振時の車いすの応答 (Z 軸方向)

5. まとめ

本研究の成果をまとめると以下ようになる。

- 1) 目地間隔が $3\sim 7\text{cm}$ のブロック系舗装の場合には車いすが共振状態となる可能性がある。
- 2) 共振時の車いすの加速度応答振幅が大きい場合には車いす乗員にとって非常に不快な振動となる。

参考文献

- 1) 牧恒雄, 竹内康, 松田誠: 歩道の凹凸評価方法に関する研究, 第1回舗装工学講演会講演論文集, pp.151-158, 1996年
- 2) 岡村美好, 深田直紘: 車いすの振動加速度を用いた歩道路面凹凸の評価に関する研究, 土木学会舗装工学論文集, 第9巻, pp.17-23, 2004年
- 3) 岡村美好, 木村高之, 岡裕哉: ブロック系舗装における車いすの乗り心地に関する研究, 土木学会第61回年次学術講演会講演概要集, V-216, 2006年
- 4) (財) 国土技術研究センター: 道路の移動円滑化整備ガイドライン, p.81, 大成出版社, 2003年