ベビーカー走行時の振動と押す力に関する一評価

東亜道路工業(株)技術研究所　正会員　○及川　真依，多田　悟士

1．研究背景と目的

平成 18 年にバリアフリー新法が施行されて以来，舗装にすべての人が快適に利用できることが求められ[1]，すべての人に配慮した舗装性能の評価および研究がいくつか報告されている．本研究では，ベビーカー走行時の快適さと舗装路面の関係を見出すことを目的とし，8 種類の歩行者系舗装上でベビーカーを走行させ，歩行者系舗装の路面性状に寄因する振動(振動加速度)と押す力(引張荷重)を測定した．

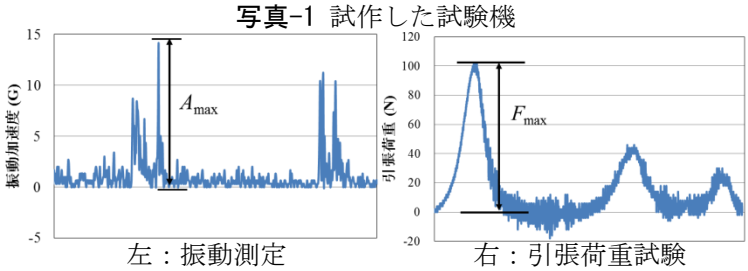
2．評価方法

ベビーカー走行時の快適さの評価は，振動測定と引張荷重試験の 2 項目で行った．既往の文献を参考に，キャスタ振動測定装置[2]および標準キャスタ引張荷重試験装置[3]を模した試験機を試作し，これを舗装上で走行させ，振動および引張荷重を測定した．**写真-1** に，試作した試験機を示す．振動測定の測定条件は台車部の荷重 78.4N，台車の引張速度 0.4m/s とした．また，台車走行方向は車輪が 1 つの前輪側を前にして走行するのを「正転」，車輪が 2 つの後輪側を前にして走行するのを「逆転」とし，加速度計は前輪側に設置した(**写真-1** 左)．一方，引張荷重試験の試験条件は，台車部の荷重 441N，引張速度 0.1m/s とし，台車と引張ロープの間にロードセルを設置した(**写真-1** 右)．

左：振動測定装置

右：引張荷重試験装置

写真-1 試作した試験機



左：振動測定　　右：引張荷重試験

図-1 測定結果の例

写真-2 ベビーカー試験状況

図-1 に，測定結果の例を示す．振動は路面に対して鉛直方向の加速度を測定し，データを整流化した．振動加速度および引張荷重は最大値を A_{max} および F_{max} とした．

さらに，加速度計およびロードセルを取り付けたベビーカーを舗装上で走行させた．**写真-2** に，ベビーカーの試験状況を示す．ベビーカーは B タイプを用い，座面に荷重 98.1N，持ち手部に荷重 39.2N をかけ，座面のバーにロードセルおよび引張ロープを，前後輪の上方にそれぞれ加速度計を設置した．また，ベビーカーの引張速度は 0.1m/s とした．

表-1 に，測定した歩行者系舗装構成と路面性状の一覧を示す．歩行者系舗装の路面性状は CT メータによるきめ深さプロファイル(以下，MPD)，床の硬さ試験による衝撃最大加速度，GB 係数試験による GB 係数を測定し，A_{max}

表-1 測定した歩行者系舗装の構成と路面性状の一覧

工区	1	2	3	4	5	6	7	8
名称	密粒	透水性	遮熱	ニート	ILB	木レンガ	石板	コンクリート
断面	密粒度アスコン (13) 40㎜ 路盤 100mm	開粒度アスコン (13) 40㎜ 路盤 100mm	ポリウレア遮熱 開粒度アスコン (5) 30mm 開粒度アスコン (13) 40mm 路盤 100mm	RPN501 すべり止め骨材A 3mm 密粒度アスコン (13) 40mm 路盤 100mm	ILB 60mm 敷き砂 20mm 路盤 100mm	ウッドブロック 50mm 敷き砂 20mm 路盤 100mm	御影石タイル13mm ポリマーセメントモルタル 30mm 密粒度アスコン (13) 40mm 路盤 100mm	コンクリート 210mm
MPD/RMS	1.32	1.07	1.72	2.48	0.89	0.80	1.11	1.30
衝撃最大加速度(G)	118	111	125	121	107	94	122	124
GB係数(%)	71	67	58	68	70	46	79	75

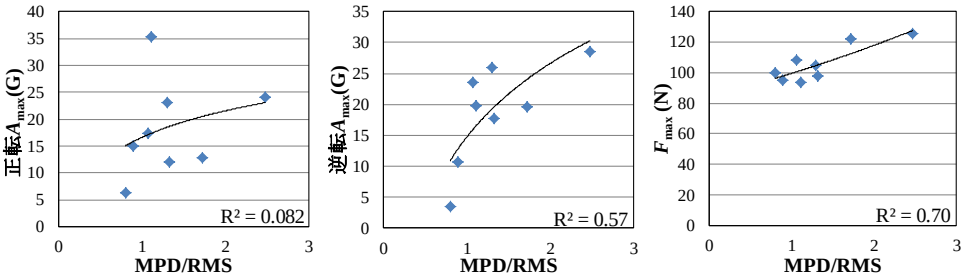
キーワード　　CT メータ，MPD，振動加速度，引張荷重，ベビーカー

連絡先　　〒300-2622　茨城県つくば市要 315-126　東亜道路工業(株)　Tel.029-877-4150

およびF_{max}と比較した. 既往の研究[4]では, CT メータから得られた MPD を二乗平均平方根(RMS)で除した MPD/RMS で路面の凹凸を表しているとの報告があり，本研究でも MPD/RMS を採用した.

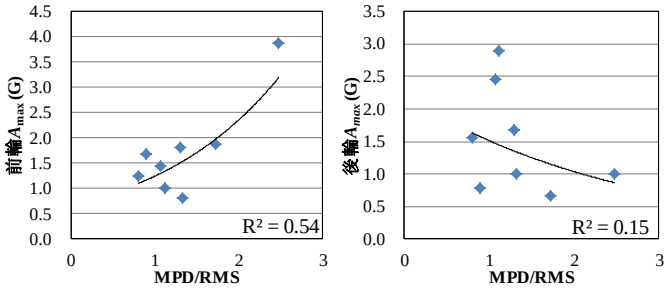
３．自作振動測定装置および引張荷重試験装置の試験結果と路面性状との関係

図-2 に，試作した試験機から得たA_{max}およびF_{max}と MPD/RMS の関係を示す. A_{max}については正転と逆転で分けて示している. 試作した振動測定装置から得られたA_{max}について，正転時および逆転時で比較すると，逆転時のA_{max}と路面の凹凸の関係が強い結果となった．逆転時には引張方向と逆側に加速度計が設置され，加速度計が正転時より拘束力が弱い状態で走行するため，路面の凹凸の影響を強く示したと考えられる．この結果より，振動測定では逆転時のA_{max}を採用することとした．また図-2c から F_{max}と MPD/RMS の相関が強いことがわかった．路面の凹凸が大きいほど，ベビーカーの推進力を妨げられ, ベビーカーを押す力が大きくなると言える.



a：正転A_{max}と MPD/RMS　b：逆転A_{max}と MPD/RMS　c：F_{max}と MPD/RMS

図-2 A_{max}およびF_{max}と MPD/RMS の関係

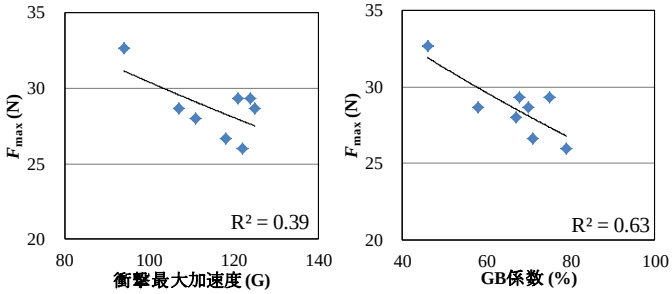


左:前輪A_{max}と MPD/RMS　右：後輪A_{max}と MPD/RMS

図-3 ベビーカーのA_{max}と MPD/RMS の関係

４．ベビーカー走行試験結果と路面性状との関係

図-3 に，ベビーカーの前輪および後輪に設置した加速度計から測定したA_{max}と MPD/RMS の関係を示す．後輪よりも前輪で測定した振動のスケールが大きいことから，前輪はより振動を受けると言える. また, 前輪A_{max}は MPD/RMS と相関があり, 路面の凹凸の影響を受けることが示された. これは，座面および持ち手部の荷重が主に後輪にかかる一方，前輪は小さくて軽く，車輪が鉛直方向に動きやすいためだと考えられる.



左:F_{max}と衝撃最大加速度　右：F_{max}と GB 係数

図-4 ベビーカーのF_{max}と路面硬さの関係

また，図-4 にベビーカーのF_{max}と路面硬さの関係を示す．ベビーカーの引張荷重と衝撃最大加速度の相関は小さいものの，衝撃最大加速度が増大し路面が硬くなるにつれて，F_{max}が小さくなり，小さな力でベビーカーを押すことができること示した．さらに，GB 係数の増大に伴いF_{max}が小さくなり，このことからも路面が硬くなるにつれて，ベビーカーを押す力は小さくなることがわかった.

５．おわりに

キャスタの振動測定装置および引張荷重試験装置を試作し，振動加速度および引張荷重を測定した．振動加速度および引張荷重は，CT メータから得られた MPD/RMS と相関があることがわかった．しかし，振動測定装置と引張荷重試験装置で引張速度が異なり，引張速度の違いが振動加速度や引張荷重に影響を与えている可能性があるので，今後の検討課題としたい．また，ベビーカーの試験から後輪より前輪の方が路面の凹凸の影響を受けることがわかったため，今後は官能試験を行い，快適にベビーカーを操作できる振動加速度および引張荷重を追究したい.

参考文献

1) 財団法人国土技術研究センター，道路の移動等円滑化整備ガイドライン，第 3 版，p.3，2012.9
2) 小野ほか, キャスターに発生する振動がキャスター上の人に及ぼす影響の観点からみた床凹凸の相対的評価方法の提示　キャスターに発生する振動の観点から見た床凹凸の相対的評価方法に関する研究(その 2)，日本建築学会構造系論文集第 547 号，pp31-35，2001.9
3) 小野ほか，車椅子の直進走行性からみた床、舗装路、斜路のすべり相対的評価方法に関する研究，日本建築学会構造系論文集第 528 号，pp33-38，2000.2
4) 玉井ほか，アスファルト混合物の粒度および二次転圧が舗装のマクロテクスチャに及ぼす影響，土木学会舗装工学論文集第 8 巻，2003.12