

手動車いす操作時の座圧分布の時系列解析

Time Series Analysis of Seat Pressure Distribution While Operating a Manual Wheelchair

○ 李 娜 (新潟大院) 堀 潤一 (新潟大工) 本田 洋介 (新潟大院)

Na Li, Niigata University

Junichi Hori, Niigata University

Yosuke Honda, Niigata University

Key words: Wheelchair, Comfortable to ride, pressure distribution, valuation

1. はじめに

車いすは高齢者や障害者にとって重要な移動手段である。車いすを操作することによって日常の社会生活を拡大し、自立した生活を行うことができる。車いす利用者に起こりやすい褥瘡を予防するため、様々な種類の座圧分散クッションが開発、販売されている⁽¹⁾⁽²⁾。車いすは移動機器であるため、走行中の動的な座圧の評価が必要になる。車いすの使用者は長時間座り続け、適当な座り方へ変化させて圧力の当たる場所を変えることができず、疲労増加の原因になる。そのため、走行中の乗り心地について評価する必要がある。

本研究では手動車いす操作時の座圧分布とトルクを計測し、座面と背もたれという観点から乗り心地について評価することを目的とした。平坦路と段差を走行時の座圧分布とトルクの時系列データに注目し、様々なクッションの荷重値と接触面積変化の違いを解析した。

2. 計測システム

Fig.1 に本実験の計測システムの概要を示した。計測システムは、圧力分布システムとトルクメータを組み込んだ計測用車いすシステムから構成されている。

2-1 圧力分布計測システム

本システムは、センサ部、センサコネクタ部、及びインタフェース部で構成されている。圧力分布センサは BIG-MAT システムを用いた。このセンサは、サイズは 440×480mm で、44×48 にセル分割された格子状の導電フィルムにより構成されている。センサに力が加わると、各セルの圧力がインタフェース部、センサコネクタ部を介して、8 ビットデータとして PC に送信される。インタフェース部は、センサの行列電極のスキャンをコントロールする回路を含んでいる。

2-2 計測用車いすシステム

車いすの左右後輪部に組み込んだトルクメータ (共和電

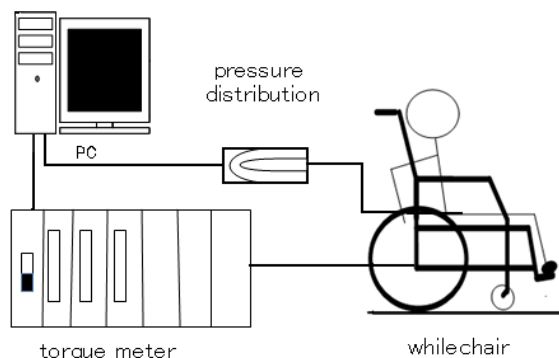


Fig.1 Measurement system

業製 M00-0606) により駆動トルクを計測した⁽³⁾。トルクデータは AD 変換器によりパソコンに取り込んだ。ここで用いる計測用の車いすの重量は約 22.8kg であり、後輪径は約 55.8cm (22inch) である。なお、後輪車軸はバックレストの延長上にある。

3. 解析方法

車いすの乗り心地を評価するため、座圧分布計測システムより、荷重値、接触面積、圧力値を求め、トルクメータより駆動トルクを求めた。

3-1 座圧

i) 荷重値 (Weight)

圧力値が 2g/cm² 以上の各圧力センサセル点に作用する力 (g) の総和を荷重値とした。

$$F = \sum_{i=1}^N F_i \quad (1)$$

ここで、 F_i は力センサ配列の各センサにおける力を示している。

ii) 接触面積 (Area)

圧力値が 2g/cm² 以上の各圧力センサセル点の面積 (cm²) の総和を接触面積として求めた。

iii) 圧力値 (Pressure)

圧力 P は、分布荷重の強さの計量である。圧力は、力が作用



Fig.2 Wheelchair

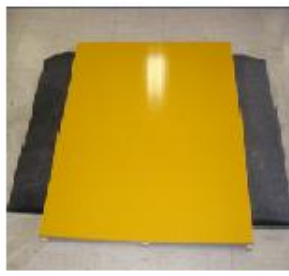


Fig.3 Barrier



A



B

Fig.4 Cushions

した時全体の作用力Fを面積Aで割ることによって定義される。

$$P = \text{圧力} = F/A \quad (2)$$

圧力は g/cm^2 またはパスカル (Pa) で表される。圧力の特徴として、荷重値が一定ならば、面積が狭いと圧力は増加し、面積が広いと圧力は減少する。本研究では荷重値と接触面積の系列データと圧力最小値・最大値の平均値を求め、解析を行った。

3-2 車いす駆動トルク

車いすの駆動力 W は、ハンドリムに加えられる力 F のハンドリム接線方向分力 F_t に、ハンドリム半径 R を乗じた駆動輪軸心回りのトルクである。

$$W = F_t \cdot R \quad (3)$$

車いすを駆動する際には、トルクが、継続的に操作者の手からハンドリムを介して駆動輪軸に伝達される。本研究では20ポイントの移動平均処理を施したトルク時系列データとトルクの最大値の平均値を求め、解析を行った。

4. 実験方法

まず圧力センサを実験用車いすの座面に設置し、この上に被験者に楽な姿勢で乗ってもらった (Fig.2)。走行路は平坦路と段差とした。平坦路は4~5ストロークで走行した。段差では、研究室内に設置した傾斜角 15° の段差 (Fig.3) を乗り越え、また降り下がった。車いすの前輪を段差に接した状態から、1ストロークで乗り上げるようにした。Fig.4とTable.1に示す2種類の座圧分散クッションを敷き、3回ずつ走行した。クッションAは背もたれの部分と、座面の部分が一体となってい

Table.1 Thickness and weight cushions

	Material of cushion	Thickness[mm]	Weight[kg]
A	Nylon & Polyester	20	0.4
B	Water bag & Urethane	40	3.2

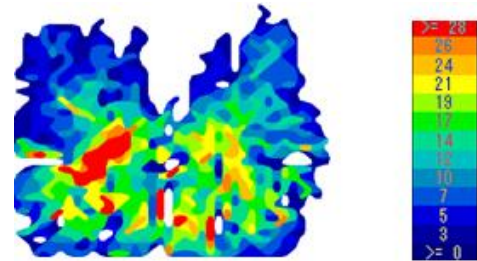


Fig.5 An example of pressure distribution

る。比較のため、クッションを敷いていない状態でも計測を行った。座圧分布と同時に車いすの駆動トルクも計測した。

背もたれを計測するときは、圧力センサを車いすの背もたれに設置し、前と同様の実験を行った。

実験は、被験者、計測者、補助各1名で行った。被験者は成人健常男性3名とした。なお、サンプリング周波数は、座圧計測時は100Hz、トルク計測時は200Hzとした。

5. 実験結果

5-1 時系列データ

座圧分布の計測例をFig.5に示す。平坦路と段差を走行する時に座面より得られた荷重値と接触面積の時系列データの例をFig.6, Fig.7に示す。クッションBを敷いた場合を示す。また、平坦路と段差を走行する時に背もたれより得られた荷重値と接触面積の時系列データの例をFig.8, Fig.9に示す。横軸は時間[Sec]、縦軸はそれぞれ荷重値[g]と接触面積[mm²]である。平坦路と段差を走行する時に得られたトルクの時系列データの例をFig.10に示す。横軸は時間[Sec]、縦軸はトルク[N]である。

Fig.6において、時間と共に、激しい変化がみられなかった。接触面積は荷重値と同時に変化することが確認できた。またFig.7では、段差を乗り越えた場合、二つの谷ができ、一つ目の谷に比べ二つ目の谷が大きいことが確認できた。Fig.8では、激しい変化がみられなかった。Fig.9では、段差を乗り越えた場合、荷重値には、二つのピークが見られた。接触面積の場合、山が見られなかった。段差を降り下げる場合、荷重値と接触面積が同時に減少したことが確認できた。Fig.10では、平坦路を走行する時には激しい変化がみられなかった。しかし、段差を乗り越えた場合、トルクには2つのピークが見られ、一つ

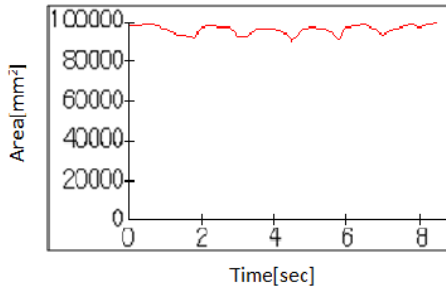
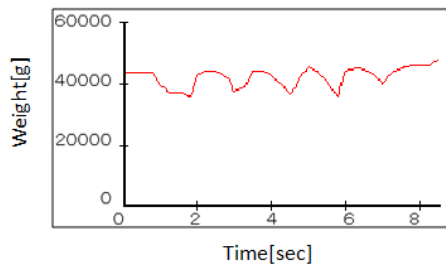


Fig.6 Level Road (Seat Face)

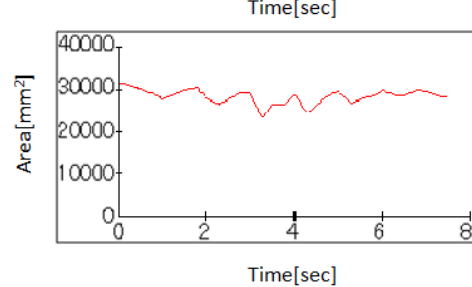
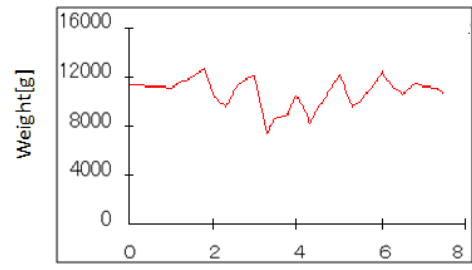


Fig.8 Level Road (Seat Back)

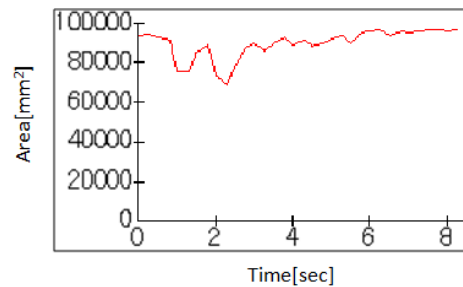
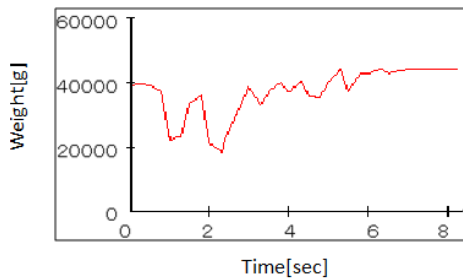


Fig.7 Slope (Seat Face)

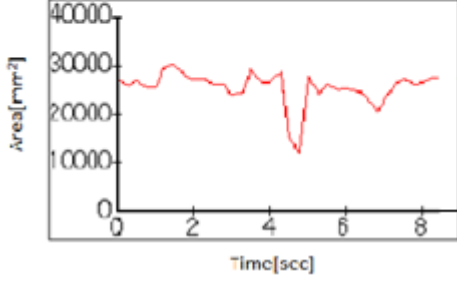
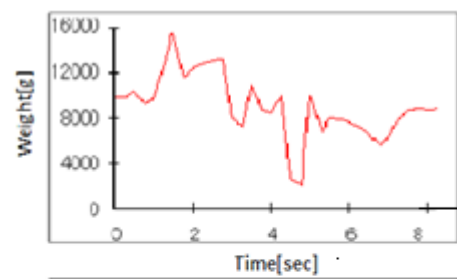


Fig.9 Slope (Seat Back)

目の山に比べ二つ目の山が大きいことが確認できた。

5-2 各クッションによる最小値と最大値

Fig.11 は、各クッションにおける座面による圧力最小値である。Fig.12 は、背もたれによる圧力最大値である。横軸がクッション、縦軸が圧力 $[g/cm^2]$ である。また、Fig.13 は、最大トルクである。横軸がクッション、縦軸がトルク $[N]$ である。それぞれのクッション毎に3回の平均を求め、それらの比較を行った。

Fig.11において、クッションBを敷いている場合、平坦路と段差を走行する時の座面による圧力最小値の差が最も小さいことが確認できた。Fig.12では、クッションAを敷いている場合、平坦路と段差を走行する時の背もたれによる圧力最小値の差が最も小さいことが確認できた。Fig.13では、クッションBを敷いている場合、平坦路と段差を走行する時のハンド

リムによる最大トルクの差が比較的小さいことが確認できた。

6. 考察

6-1 圧力について

段差を走行する場合、荷重値に大きな変化があり、乗り心地が悪くなる原因となると考えられる。座面による圧力最小値が減少する原因は、段差を乗り越えた時、多くの力がハンドリムに伝達し、背面でより多くの体重を受け、除圧された状態になったと考えられる。また、クッションBはより柔軟であるため、路面状況が変わっても、圧力の変化が小さくなったと考えられる。そのため、座面での生体組織の変形は小さく、乗り心地が良くなったと考えられる。

背もたれは皮下脂肪が少ないことや、背骨や両脇の背筋の硬さにより、身体動作による圧力変化が顕著に現れると考え

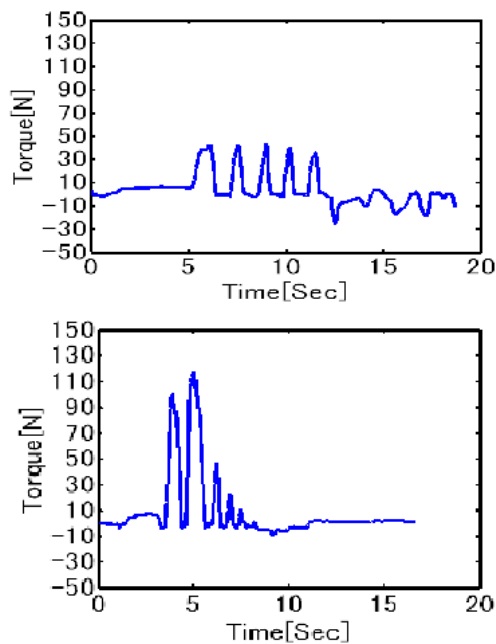


Fig.10 Level Road and Slope

られる。また、段差を乗り越えた場合、圧力変化がほとんど吸収されていない原因は、背もたれでより多くの体重を受けているが、背部皮下脂肪が少なく、背もたれからの接触面積がほとんど変わっていないためと考えられる。クッションAは背もたれにも敷いているため、平坦路と段差を走行する時の圧力最小値の差が最も小さくなったと考えられる。

6-2 トルクについて

クッションに関係なく、段差を乗り越えた場合、トルクが増加し、使用者により多くの負担がかかったと考えられる。平坦路を走行時は、各クッションによって、トルクはほとんど変化せず、差が現れていないと考えられる。段差を乗り越えたときに、クッションを敷いていない場合とクッションAを敷いている場合、ハンドリムからより大きい体重が負担しているため、大きな力が必要になり、使用者により多くの負担がかかったと考えられる。

7. まとめ

本研究では、手動車いすによって平坦路と段差を走行した場合の座面と背もたれの荷重値、接触面積、ならびにトルクを計測した。さらに、圧力変化とトルク変化を評価した。その結果、平坦路と段差を走行中の圧力変化から、座圧分散の良いクッションは良い乗り心地に結びつくことが確認できた。さらに段差を走行する場合のトルク変化は座圧分散クッションを選択する際のひとつの指標となると考えられた。

今後の課題として、他のクッションについての計測実験を行い、解析を行うこと、段差以外のバリアへの対応などが挙げ

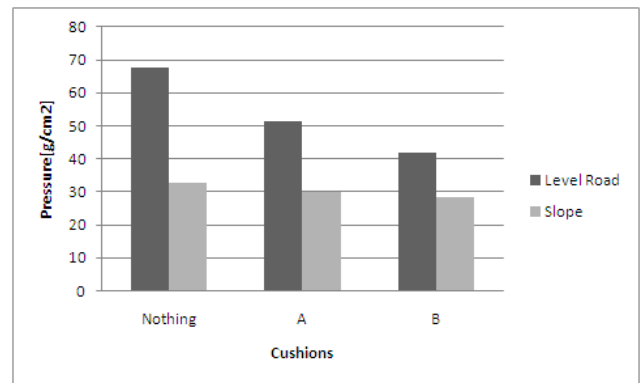


Fig.11 The minimum of pressure (Seat Face)

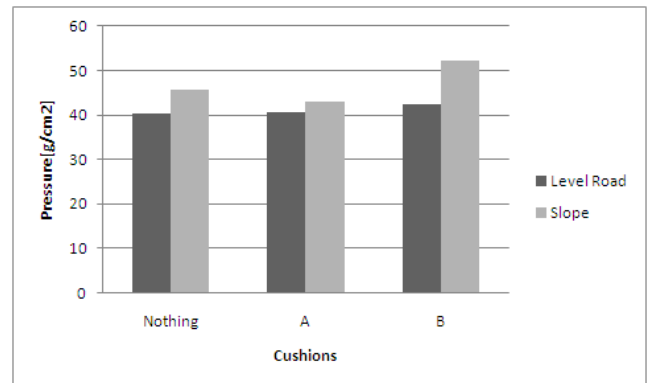


Fig.12 The maximum of pressure (Seat Back)

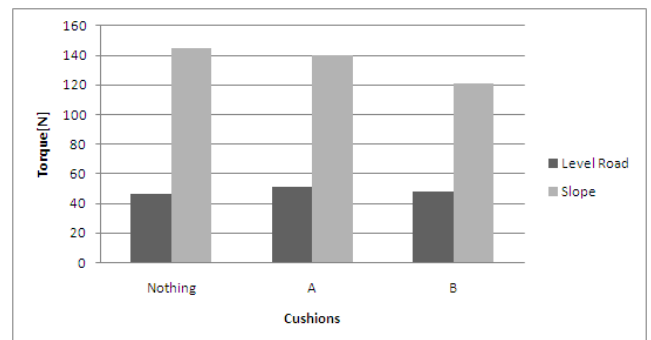


Fig.13 The maximum of torque

られる。

参考文献

- (1) Rory A Cooper 著, 田中理, 大鍋寿一監訳, “車いすのヒューマンデザイン”, 医学書院, 2000.
- (2) 大鍋寿一, 久保田純一, “車いす走行時の座圧分散クッションの乗り心地評価”, 日本機械学会 第3回福祉工学シンポジウム, 2003, pp. 237-239.
- (3) 渡邊拓也, 堀潤一, “手動車いす駆動による段乗り上げ時の左右の動特性解析”, 第11回日本福祉のまちづくり学会全国大会, 2008.