

障害者スキー滑降時のシート - 臀部間の接触圧力分布測定

Measurement of Dynamic Pressure Distribution at the Seat-interface of Sit-Ski

笹川 和彦* , 矢島 久幸*

Kazuhiko Sasagawa* , Hisayuki Yajima*

*弘前大学

*Hirosaki University.

キーワード : チェアスキー(sit-ski), 褥瘡(pressure ulcer), 感圧導電ゴム(pressure sensitive conductive rubber), 接触圧力(contact pressure), 身体障害者(disabled person)

連絡先 : 〒036-8561 弘前市文京町 3 弘前大学大学院理工学研究科 知能機械システム工学
専攻 笹川研究室 矢島久幸, Tel.& Fax.:(0172)39-3690, E-mail: h05gs526@stu.hirosaki-u.ac.jp

1. 緒言

障害者スキーの一つであるチェアスキーはパラリンピックの競技種目であり, 障害者スポーツとしてよく知られている。チェアスキーは, スキー上のソケット状シートに座位姿勢のまま滑降するスキーであり, 使用する人のほとんどが脊椎損傷による下肢麻痺者である。その障害の程度や変形度合いは個人差が大きく, 着座シートの高い適合性を得るために使用者に合わせたシート製作技術の開発が進められている¹⁾。

一般に知られる競技用チェアスキーとは異なり, 初心者あるいは麻痺の程度が重度の人のためのバイスキーと呼ばれる介助付のチェアスキーがある。バイスキーは使用者が不特定多数であるためシートは汎用である。そのため, シート構造が簡易的で一般に臀部との適合性が悪いので長時間の着

座によって臀部に褥瘡が発生する恐れがある。褥瘡を防止するためには, 一定時間間隔で除圧のための休憩をとるなどのケアを行なう必要があるが, 着座時のシート - 臀部間の接触圧力が不明なため, 休憩などの目安がないのが現状である。

本研究ではバイスキーの滑降時を含むシート着座時において臀部にどの程度の圧力が作用しているのかを明らかにするため, 感圧導電ゴム (PSCR) センサ²⁾を利用した圧力分布の無線測定システムを製作し, これを適用してバイスキー滑降時のシート - 臀部間の接触圧力分布を定量的かつ動的に測定する。

2. 圧力分布の無線測定システム

圧力センサは感圧導電ゴム(PSCR)を利用したものであり, 加圧力をゴムシート厚

さ方向の抵抗変化により測定する。薄くてしなやかであるとともに連続的な圧力測定が可能である。抵抗変化を電圧変化に変換する測定回路を用いて作用圧力に対応する電圧を測定する。Fig. 1 に示すように、圧力センサはシート状の感圧導電ゴム(PCR テクニカル製)を 2 枚の銅箔電極で挟み、それをマスキングシートで封止した構造になっている。センサの厚さは約 0.7mm、測定領域は 25×25mm とした。実験の前後で校正実験を行い、2 本の校正曲線から得た圧力値の平均を測定値とした。Fig. 2 は本センサの校正曲線の一例であり 0~100kPa までの圧力を測定可能である。

測定回路には反転増幅回路を用い、帰還抵抗を可変にすることにより圧力の測定範囲をある程度任意に設定可能にした。また無線装置にはワイヤレスデータロガーユニット(ウェルパイン社製 WP-205)を使用した。これにより測定回路からの最大 8 チャンネルの電圧データを A/D 変換後、無線で送受信し、RS-232C ポートを介してパーソナルコンピュータに取り込む。A/D コンバータの分解能は 12bit で、8 チャンネルの測定周期は 290msec である。測定システムの概略を Fig. 3 に示す。

3. 実験方法

下肢麻痺者 1 名を被験者として滑降時のシート - 臀部間の接触圧力分布測定を行なった。被験者は体重 42kg 女性である。次にシートの適合性評価の実験として、健常者 1 名を被験者としシートに直接座った場合と低反発素材のクッションを介して座った場合のスキー静止時のシート - 臀部間の接

触圧力分布の測定を行った。被験者は体重 61kg 男性である。いずれの実験においても 8 個のセンサを左右の坐骨と大転子部を中心に設置した。下肢麻痺者はスキーウェアの上に、健常者は下着の上にサージカルテープで貼り付けた。

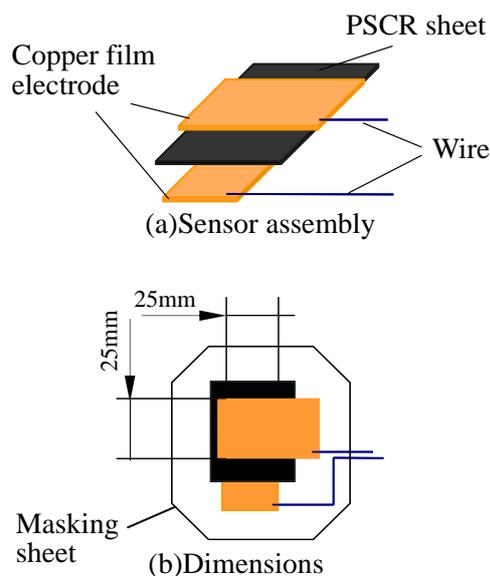


Fig. 1 PSCR sensor.

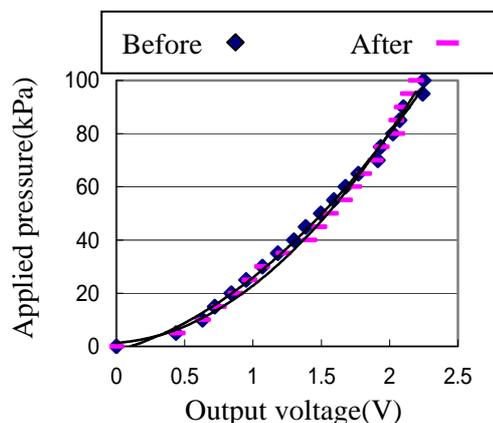


Fig. 2 Relationship between applied pressure and output voltage.

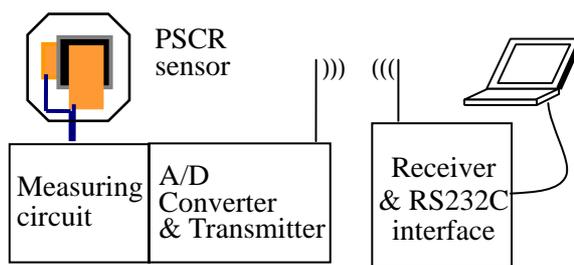


Fig. 3 Wireless measuring system.

下肢麻痺者の圧力測定は、スキーが 静止中立，直滑降，右ターン，右方向へ斜滑降の一連の滑降動作中に連続的に行なった。また，健常者の圧力測定はスキーが静止の状態，中立，右に 15° 傾斜，中立，左 15° 傾斜，中立の一連の動作中に連続的に行なった。さらにシートにクッションを設置した後に同様の測定を行なった。スキー動作と圧力測定データの同期のため，圧力測定と同時にビデオカメラでスキー動作の撮影を行なった。

4. 結果と考察

Fig. 4 に下肢麻痺者の測定結果を示す。静止中立時に坐骨部で 21.9kPa，大転子部で 31.6kPa の圧力が測定された。静止中立/直滑降(同図(a))から右ターン(同図(b))の移行時では右の坐骨，大転子部で圧力が増加し，左坐骨部の圧力が減少している。右ターンから右方向への斜滑降(同図(c))の移行時では右側の圧力が減少，左側の圧力が増加しており，ターン前に近い圧力分布となった。このことから，右ターンのためにスキーを右に傾けたことにより体の重心が右へ移り，右側の坐骨，大転子部で大きな荷重を支持しているものと考えられる。またターン後はスキーの傾きは水平となり体の重心も元に戻ると思われる。

健常者の測定でシートに直接座った場合の結果を Fig. 5，クッションを入れた場合の結果を Fig. 6 に示す。Fig. 5(b)の静止中立時では左右の坐骨，大転子でほぼ均等に圧力が作用している。スキーを右に傾けた状態(同図(a))では右側の圧力が増加し，左側の圧力は減少した。一方左に傾けた状態(同図

(c))では圧力分布が反転した。着座時の体重は主に坐骨，大転子付近で支えられており，スキーの傾きによって体の重心が移動していることがわかる。Fig. 6 では Fig. 5 に比べ全体で圧力の減少が見られる。中立時と比較すると右坐骨部で 49%，左大転子部で 34%の圧力が減少していた。またスキーの傾斜に伴う左右の圧力の増減もその変化量が減少した。

坐骨など骨突起部の皮膚に 10kPa 以上の圧力が加わると毛細血管の血流が途絶え，褥瘡の発生につながる³⁾。また車椅子着座時の坐骨部接触圧力は一般に 10kPa 程度⁴⁾といわれている。本研究の測定結果では，下肢麻痺者の坐骨部において 10kPa を超える圧力が常に作用しており，中立時で 20kPa 程度の圧力が作用していた。このことから，シートの簡易的な構造によって坐骨と大転子部に圧力が集中し褥瘡発生の可能性が非常に高いため，バイスキーの使用に際しては車椅子の場合よりも休憩等のケアを頻繁に行う必要があると考えられた。

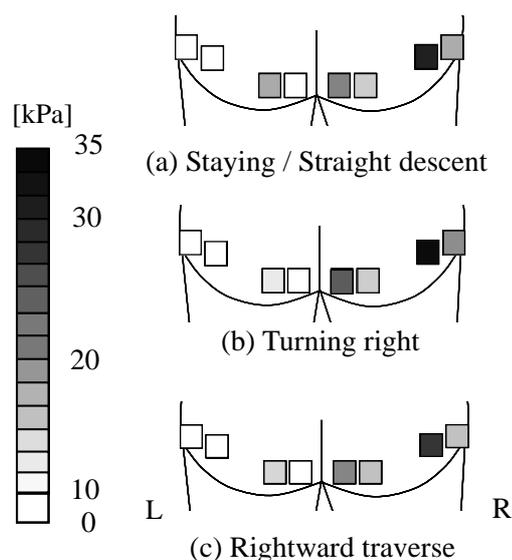


Fig. 4 Pressure distribution on buttocks of the paraplegic person.

また、健常者においてクッションを使用した場合は、使用しない場合と比べると坐骨部、大転子部ともに圧力が大幅に減少した。クッションの使用によってシート - 臀部間の適合性が改善し接触圧力が減少したことから、クッションは褥瘡防止に有効であるといえる。

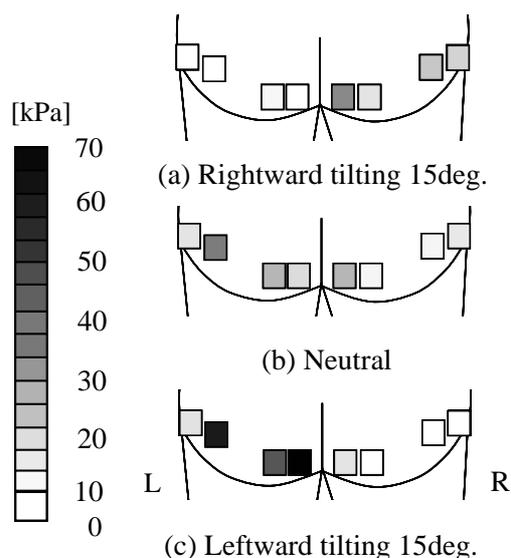


Fig. 5 Pressure distribution on buttocks of the normal person.

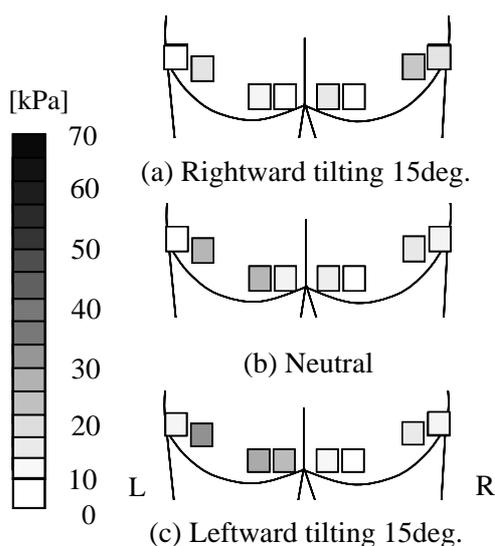


Fig. 6 Pressure distribution on buttocks of the normal person after inserting cushion between buttocks and the bi-ski seat.

5. 結 言

下肢麻痺者を被験者としてバイスキー滑降時のシート - 臀部間の接触圧力分布を定量的かつ動的に測定した。シート - 臀部間の接触圧力は被験者の体重や変形の度合いに関連して個人差があるが、坐骨部で常に10kPaを超える圧力が作用しており、車椅子使用時よりも褥瘡発症の危険性が高いことが示唆された。次にシートに低反発素材を用いたクッションを設置したところ、シート - 臀部間の適合性は改善し接触圧力が減少したことから、クッションは褥瘡防止に有効であると考えられた。

最後に、本研究の遂行にあたりご協力いただいた青森県身体障害者スキー協会副会長 川村政人氏に謝意を表する。

参考文献

- 1) 剣持悟, 高田洋一, 川村一郎, 松田靖史, 田中理, 飯島浩, 宮本晃, 沖川悦三: 義肢装具 CAD/CAM 技術を用いたオーダーメイドチェアスキーシートの製作, 日本義肢装具学会, **16**, 240/241 (2000).
- 2) 笹川和彦, 原利昭, 石井卓, 古賀良夫, 金谷喜久雄, 田村義則: PTB 下腿装具の免荷性の評価, 機論, **58**-551, 1148/1153 A(1992).
- 3) P. T. Lowthian, Trauma and thrombosis in the pathogenesis of pressure ulcers, *Clinics in Dermatology*, **23**-1, 116/123 (2005).
- 4) R. Ragen, K. W. Kernozek, M. Bidar, and J. W. Matheson: Seat-interface pressure on various thickness of foam wheelchair cushions: a finite modeling approach, *Arch Phys Med Rehabil.*, **83**-6, 872/875 (2002).