

痙性による車椅子過負荷に関する研究

-ヘッドサポートにかかる力の計測-

The Study of Overload to the Wheelchair by the Spasticity

- The Measurement of the Force Acting on the Head Support -

○ 香西良彦 (サイテック) 佐藤宏惟 (サイテック) 半田隆志 (サイテック)

前田佑輔 (目白大) 白銀暁 (国リハ研)

Yoshihiko KOUZAI, Saitama Industrial Technology Center

Hiroshi SATO, Saitama Industrial Technology Center

Takashi HANDA, Saitama Industrial Technology Center

Yusuke MAEDA, Mejiro University

Satoshi SHIROGANE, Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

Abstract: The strength of wheelchair is specified by JIS and others, and the safety for users is ensured. However, the case was reported that the expression of motion by the spasticity lead to damage to a wheelchair. Additionally, direction and quantity of that power have not yet to be revealed. Therefore, we simulated the load applied the wheelchair by the spasticity, and we measured that load actually. As a result, it was revealed that the load applied to the head support of the wheelchair by the spasticity is about the same quantity as the weight of the test subject. In addition, it was revealed that the post of the head support strains in the both directions (the extension and inflection) by direction of the power.

Key Words: Wheelchair, Head Support, Foot Support, Strain Gage, Force Plate

1. 背景

車椅子は自力での移動が困難な障害者や高齢者を補佐する重要な機器である。その強度は JIS や厚生労働省基準 (座位保持装置部品の認定基準及び基準確認方法 (改訂 2 版)) により規定されている。

一方、脳性麻痺や脳卒中による片麻痺等において、痙性と呼ばれる不随意の筋収縮が認められる者がいる。平成 18-20 年度に実施された厚生労働科学研究費補助金による障害保健福祉総合研究事業「座位保持装置の評価基準に関する研究」や、同平成 21-23 年度の「座位保持装置の安全で適切な流通の促進に関する研究」において、痙性による強い運動発現が車椅子の破損に繋がる事例が報告された。

この様に、現在車椅子の使用時には従来の規格で想定されているものよりも大きな負荷がかかる可能性があることがわかってきている。そのため、これらの負荷に対応し得る新たな基準が必要である。しかし、痙性の発現による車椅子への負荷は現時点ではほとんど明らかになっていない。

そこで、本研究では痙性の発現により車椅子にかかる負荷を定量的に測定し、負荷値を明確にすることを目的とした。これらの計測データは JIS 等の新たな基準を作成する際に基礎データとしての活用を期待できる。

2. 方法

本研究では、痙性の発現により車椅子にかかる負荷を測定するために、強い痙性を呈する痙直型脳性麻痺者 1 名 (年齢 31 歳, 体重 40kg, 男性) に被験者として参加して頂いた。被験者が普段使用している車椅子のフットサポートおよびヘッドサポート部にそれぞれ計測器を設置することで車椅子にかかる負荷の測定を行った。また、計測時には、写真やビデオによる記録を合わせて行った。なお本研究は、国立障害者リハビリテーションセンター倫理審査委員会の承認 (26-138) を得て実施した。

2-1 フットサポートにかかる荷重の計測

小型フォースプレート (M3DFP, テック技販社製) を被験者の足底部とフットサポートとの間に設置することでフットサポートにかかる荷重を計測した。フォースプレートの出力は計測用ソフトウェアを組み込んだノートパソコンに保存した。

2-2 ヘッドサポートにかかる荷重の計測

歪みゲージ (共和電業社製「KFG-5-120-C1-11L1M2R」) (ゲージ長 5mm, ゲージ抵抗 $120.4 \pm 0.4 \Omega$, ゲージ率 $2.14 \pm 1.0\%$) を、ヘッドサポートを支える支柱に貼付することでヘッドサポートにかかる荷重を計測した。

また、事前に「計測の妥当性および再現性の検証」と「構造解析シミュレーション」をおこなってから、「被験者を対象とした実際の計測」を実施した。被験者が使用しているヘッドサポートの支柱と同等の製品に対し、構造解析シミュレーションの結果、荷重がかかりやすいと思われる箇所に歪みゲージを貼付した。ただし、想定外の荷重が加わる可能性を考慮し、歪みゲージは、複数箇所 (4 箇所: 図 1) に貼付した。

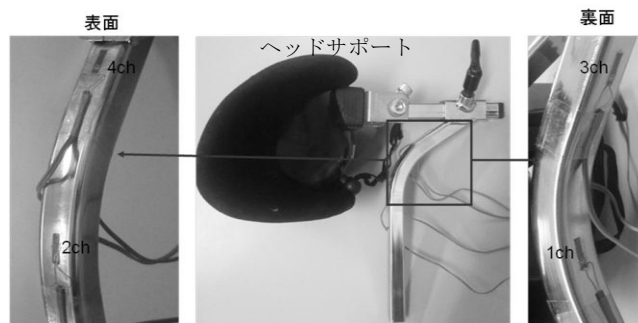


Fig. 1 The position of strain gages

そして、被験者が普段使用している車椅子に上記の歪みゲージを貼付したヘッドサポート支柱を取り付け、計測を実施した(図2)。歪みゲージの出力はバッテリーボックスで稼働するロガーに、100Hzで記録し、計測後、データをコンピュータに移動して解析を行った。

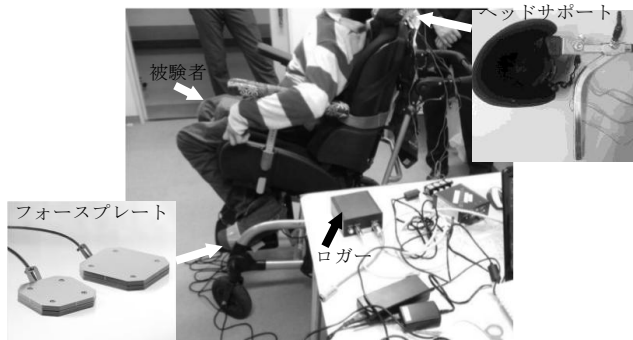


Fig. 2 The scene of the experiment

3. 結果と考察

計測は1015秒間おこない、フットサポートにかかる荷重の最大値は525N(体重比133.9%)であった。ヘッドサポート部の計測に関しては、4つの歪みゲージのうち、2CHおよび3CH(図1)が、相対的に大きな出力を示したことから、この2つの歪みゲージについて、分析を実施することとした。歪みゲージ2CHの計測結果を図3に、歪みゲージ3CHの計測結果を図4に示す。

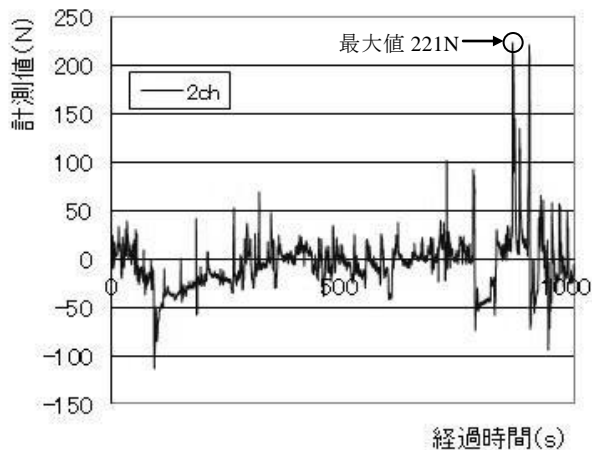


Fig. 3 The result of strain gage 2CH

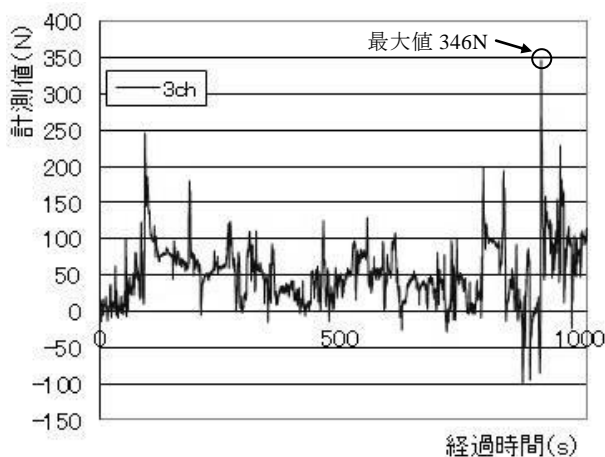


Fig. 4 The result of strain gage 3CH

図3、図4ともに、計測値が正負両方の値を示したことから、ヘッドサポート支柱には、力が伸展・屈曲の両方向に加わったことがわかった。この原因を調査するため、力の加わる向きとヘッドサポート支柱の伸展・屈曲との関係性を調べる実験を実施した。その結果、力がヘッドサポートに垂直に加わった場合(図5左)には、1CHおよび3CHの歪みゲージの計測値はマイナス(屈曲)を示し、2CHおよび4CHの歪みゲージの計測値はプラス(伸展)を示すことがわかった。一方、力が斜め上方から加わった場合(図5右)、1CHおよび3CHの歪みゲージの計測値はプラス(伸展)を示し、2CHおよび3CHの歪みゲージの計測値はマイナス(屈曲)を示すことがわかった。そこで、以下の分析では、2CHおよび3CHの歪みゲージについて、「垂直に力が加わったと思われる場合(2CH計測値がプラス、3CH計測値がマイナス)」と「斜め上方から力が加わったと思われる場合(2CH計測値がマイナス、3CH計測値がプラス)」に分けて分析した。その結果、以下のことがわかった。

【力が垂直に加わった場合】 【力が斜め上方から加わった場合】

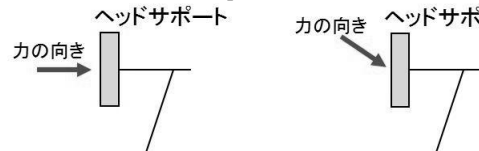


Fig. 5 Two directions of the power

「垂直に力が加わったと思われる場合」

- ヘッドサポートにかかる荷重の最大値は221N(体重比55.8%)であった。
- 荷重が200Nを超えたのは2回であった。その継続時間(荷重が加わってから除かれるまで)は4.6秒と6.8秒であった。そのうち、200N以上の力の継続時間は、2.6秒と1.1秒であった。
- 100N以上の衝撃が加わったのは4回であり、50N以上の衝撃が加わったのは9回であった。それ以外の時間は、50N以下の荷重であった。

「斜め上方から力が加わったと思われる場合」

- ヘッドサポートにかかる荷重の最大値は、346N(体重比88.3%)であった。
- 荷重が200Nを超えたのは2回であった。その継続時間は、9.3秒と2.9秒であった。そのうち、200N以上の力の継続時間は0.88秒と0.97秒であった。
- 「垂直に力が加わったと思われる場合」と比較して、相対的に、荷重の継続時間が長かった(100N以上の力が、13.0秒および6.8秒継続したときがあった)が、これは「斜め上方から力が加わったと思われる場合」は頭部がヘッドサポートに乗っていたためと考えられる。

4. 結論

痙直型脳性麻痺者1名(31歳、40kg、男性)を対象に、車椅子のフットサポートおよびヘッドサポートにかかる荷重を計測した。その結果、フットサポートにかかる荷重の最大値は525N(体重比133.9%)であった。また、ヘッドサポートにかかる荷重に関しては、最大荷重は346N(体重比88.3%)であった。また、荷重の継続時間は、200N以上の場合は最長で2.6秒であり、100N以上の場合は最長で13秒だった。さらに、力の加わる向きによって、ヘッドサポート支柱は伸展と屈曲の両方向に歪むことがわかった。