

有限要素法を用いた姿勢保持装置の開発

Development of Body Support for Bed by Using Finite Element Method

永山則之・椋代 弘

Noriyuki NAGAYAMA, Hiroshi MUKUDAI

キーワード 有限要素法／ベッド／姿勢保持装置／接触圧

KEY WORDS Finite element method／Bed／Body support／Contact pressure

1 はじめに

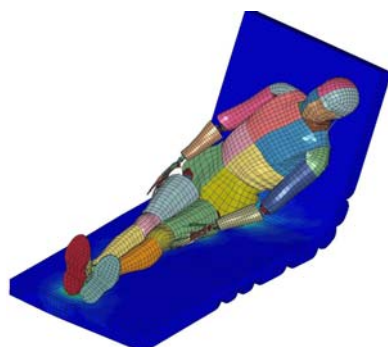
障害のため、あるいは高齢のためにベッドを利用せざるを得ない人々にとっては、ベッド上での日常生活の部分がどうしても増えてくる。常に横たわっているばかりではなく、車椅子やトイレへの移乗、背もたれを起こして読書や食事を行うことも重要な生活場面である。

そういった中で、背もたれを起こす動作に伴う人体への悪影響が指摘されている。背もたれの上げ下ろしに伴う人体の押さえつけと引っ張り、身体の移動、腹部の圧迫、嚥下障害、上半身の倒れ等である。特に上半身の左右への倒れは、頸部をベッド脇の手すりに挟む場合があり、非常に危険である。死亡事故も発生している。

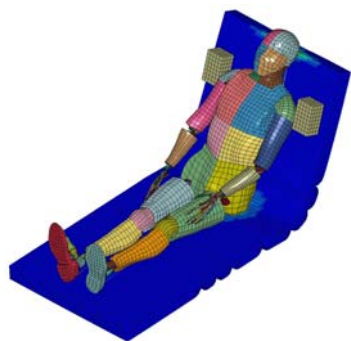
そこで、ベッドマットレスに装着して上半身の倒れを防止する姿勢保持装置を開発し、試作品の評価を行ったので報告する。

2 有限要素法による解析

上半身の左右への倒れは、背もたれを起こしたときに起こりやすいので、背もたれ角度 70° を想定した。図1(a)は体が傾いたときの、図1(b)は体が傾いていないときの有限要素法による解析モデルをそれぞれ示す。



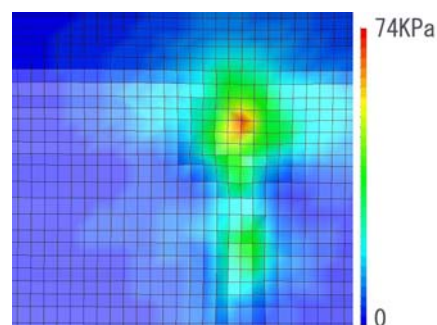
(a) 体が傾いたとき



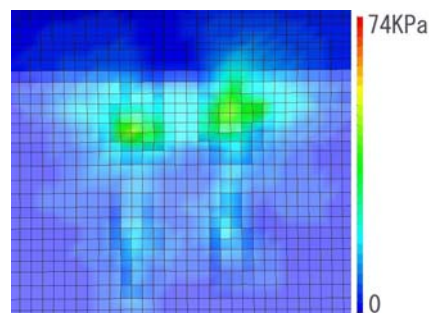
(b) 体が傾いていないとき

図1 背もたれ角度 70° での解析モデル

図2はそれぞれの状態で、お尻部分のマットレスの応力分布図を示す。図2(a)を見るとモデルが左に傾いているため、左側のお尻の部分に応力の高いところが現れているだけでなく、左の太ももにも応力の高いところがある。それに比べ、図2(b)では体が傾いていないため、左右均等に応力が負荷している。また、体が傾かなくなることによって応力の最大値は 74KPa から 61KPa に減少している。応力 40KPa 以上の領域は体が傾いたとき 64cm^2 、体が傾いていないとき 32cm^2 となり、体が傾かなくなることによって、応力が高い領域も減少する。



(a) 体が傾いたとき



(b) 体が傾いていないとき

図2 背もたれ角度 70° でのマットレスの応力分布

3 開発した姿勢保持装置

開発した姿勢保持装置を、背もたれを起こしたベッドマットレスに装着した様子を図3に示す。

装着に当たってはまず倒れ防止のL型パッドを固定するベースを背もたれ部分にベルト止める。ベース表面は面ファスナーが固定できる素材である。次に面ファスナーを底面に装着したL型パッドを患者の両脇または両肩を挟むように固定する。L型パッドは形状保持のために硬質プラスチックの型板とクッション性のあるウレタン素材、それらを包み込む通気性のある立体メッシュ構造のカバーにより構成されている。L型パッドの幅は 16cm 、高さは 12cm である。さらに上半身が前方に倒れるときは

L型パッドの側面にベルトを装着して胸を抱える構造と
している。図3にはこのベルトは示していない。



図3 開発した姿勢保持装置

4 試験評価

姿勢保持装置を使用しないときと使用したときの測定
結果を示す。患者はベッド背上げ時に上半身が左に傾く
傾向のある、身長161cm、体重57kgの成人女性である。試
験用ベッドにポリエステル繊維素材マットレスを装着し、
背もたれ角度0°から15°、30°、45°、60°、70°と起こした
時の上半身の左右方向への倒れとその時の座面接触圧力
分布を測定した。

姿勢保持装置を使用しないときでは、背もたれ角度0°
から45°までは上半身の左右方向への倒れは見られなか
った。背もたれ角度60°にて上半身右体側の垂直線からの
傾きは30°となり、背もたれ角度70°で上半身右体側の垂
直線からの傾きは40°となった。姿勢保持装置を使用しな
いときの背もたれ角度70°での状態を図4(a)に示す。

これに対し姿勢保持装置を使用したときでは、背もた
れ角度0°から70°まで上半身の左右方向への倒れは見ら
れなかった。この時パッドは患者の両肩を挟むように装
着している。姿勢保持装置を使用したときの背もたれ角
度70°での状態を図4(b)に示す。



(a) 姿勢保持装置を使用しないとき



(b) 姿勢保持装置を使用したとき

図4 背もたれ角度70°での状態

図5に、圧力センサーによる座面接触圧力分布状態と
最高接触圧力値を示す。座面接触圧力分布については45°
までは姿勢保持装置を使用しないときと使用したときで
ほぼ同等であり、60°、70°については姿勢保持装置を使
用したときに高い圧力分布部位が少ない。

5 測定値と有限要素法の結果との比較

図2の有限要素法による背もたれ角度70°でのマット
レスの応力分布と比較するため、図5の圧力センサーに
よる背もたれ角度70°での座面接触圧力分布を見る。

姿勢保持装置を使用しないときでは、患者の上半身は
左に傾くため左側のお尻だけでなく、左側の太ももにも
接触圧力の高い部分がある。姿勢保持装置を使用したと
きでは、左右均等に接触圧力が分布している。また、姿
勢保持装置を使用しないときの最高接触圧力値112mmHg
は姿勢保持装置を使用したときに109mmHgになっている。
接触圧力92mmHg以上の領域は、姿勢保持装置を使用しな
いときで27cm²、姿勢保持装置を使用したときで12cm²と
なり、姿勢保持装置を使用することで、高い接触圧力を
示す部位は減少する。

背もたれ角度70°で姿勢保持装置を使用したときに、最
高接触圧力値が低下し、高い接触圧力を示す部位が減少
するという測定結果は、先に示した背もたれ角度70°での
有限要素法による解析結果で、体が傾かなくなること
で、応力の最大値が低下し、応力が高い領域も減少する
傾向と、同様の傾向を示している。

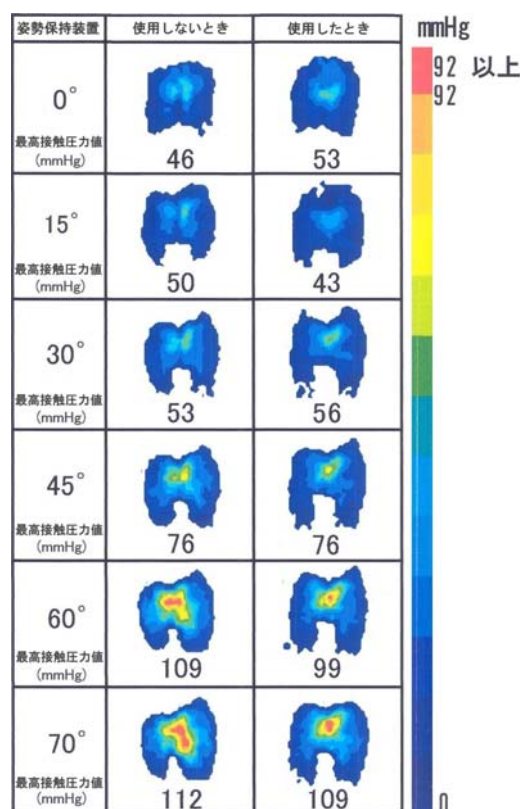


図5 座面接触圧力分布状態と最高接触圧力値

6 まとめ

今回開発した姿勢保持装置については身体の倒れ防止、
ずれ防止の効果が期待でき、最高接触圧力値の低減につ
いても若干ではあるが、期待できる。さらに、接触部分
が偏って高い圧力部位が増加することも防止できる。