

非線形バネ(NLS)マットレスの提案

Proposal of Non-Linear Spring (NLS) Mattress

○ 中野主翼 (鈴鹿高専専攻科)

白井達也 (鈴鹿高専) , 富岡 巧 (鈴鹿高専)

Tsubasa NAKANO, Suzuka N.C.T., Shiroko-cho, Suzuka - shi, Mie
Tatsuya SHIRAI, Suzuka N.C.T., Shiroko-cho, Suzuka - shi, Mie
Takumi TOMIOKA, Suzuka N.C.T., Shiroko-cho, Suzuka - shi, Mie

Key Words : Non-Linear Spring, Stiffness adjustable tendon, Care bed,
Postural change operation

1. 緒言

日本の高齢者人口は昭和 25(1950)年には総人口の5%に満たなかったが、平成 6(1994)年には14%を超え、平成 27(2015)年には26.0%、平成 62(2050)年には35.7%に達し、国民の約三人に一人が65歳以上の高齢者となる高齢社会の到来が見込まれている⁽¹⁾⁽²⁾。社会全体の高齢化の進行と共に問題となっているのが、寝たきりの要介護者を介護する人手の不足とその担い手の高齢化である。寝たきりの要介護者の多くは健康者ならば無意識に就寝中であっても行っている寝返り動作を自力で行えない。長時間同一の姿勢を続けると褥瘡を生じる危険がある。褥瘡の発生を予防するには昼夜を問わず約二時間ごとの体位変換が必要である⁽³⁾。多くは人手に頼っているが、介護者の負担を減らすために、定期的に空気圧を調整して体圧の作用する部位を変えるエアマットレスやベッド表面が大きく変形して強制的に体位変換を行なうといった褥瘡予防機能を持つ介護ベッドの普及が進んできた。

本研究では今までに開発された介護ベッドとは構造が大きく異なる非線形スプリングマットレス (以下、NLSマットレス) を提案する。NLSマットレスはベッド表面の硬さを利用者の好みに合わせて調整可能であることに加え、体位変換を助ける機能も持つ。

2. NLS マットレスの提案

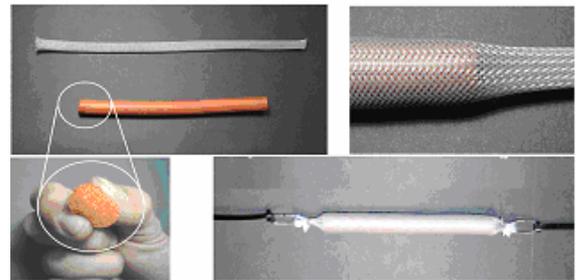
2.1.非線形バネ SAT の構造と特徴

NLSマットレスは非線形バネ要素SAT (Stiffness Adjustable Tendon) の非線形バネ特性を利用したマットレスである。SATはFig.1(a)に示すように網チューブで弾性素材のシリコーンゴムスポンジ製の丸棒を覆い、両端をタイラップで封止したソーセージ状のシンプルな構造の全く新しい構造のバネ要素である。SATは金属製の部品を用いないため水気に強く、伸縮の際にコイルスプリングのように素材の隙間に異物が挟まる危

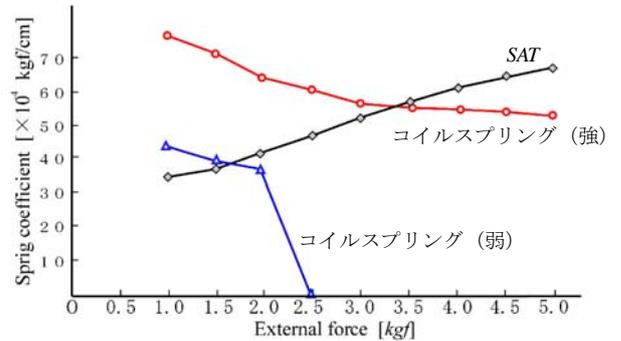
険性が無い。Fig.1(b)に一般的な金属製のコイルスプリングとSATの静的な力学的特性を比較した実験結果を示す。横軸は荷重、縦軸はバネ係数である。理論的な線形バネと異なり、一般的な金属製コイルスプリングは荷重が増すにつれて剛性が低下し、弾性限界を超えると塑性変形してしまう。SATはコイルスプリングとは逆に荷重が増すにつれてバネ係数が増加し、高剛性化する。伸び始めは柔らかく、大きな荷重に対しては頑強に受け止める非線形バネ特性は、ベッドマットレスとして最適なスプリング特性を得られると期待できる。

2.2 NLS マットレスの構造と原理

NLS マットレスは Fig.2(a)に示すように格子状に設



(a) SAT の構造



(b) バネ係数の比較

Fig.1 SAT (Stiffness Adjustable Tendon)

置した SAT で面を構成し、ベッドフレームからワイヤを介して懸下して支えた柔軟構造体である。連結した SAT の端部ワイヤは直動アクチュエータに接続し、一定の初期張力を印加する。全アクチュエータでワイヤを強く引けばマットレス全体が硬くなり、緩めると柔らかくなる。Fig.2(b)のように NLS マットレス右半分の SAT の張力を弱めると右半分の領域のみ剛性が低下して柔らかくなる。Fig.2(c)のように張力が均等な場合、マットレスは右左対称な特性を持つが、Fig.2(d)のように右半分を柔らかくすると、仰向けに寝た使用者の自重によってマットレスの右半分が凹む。この変位量が十分に大きいならば、介護者の介助なしに体位変換が自動的に行われる。もし、変位量が期待より小さく、重力によって自然に体位変換が生じなかったとしても、介護者は従来より小さな力で被介護者の体位変換が可能となる。

2.3 試作した NLS マットレス

NLS マットレスは Fig.3 に示すようにメインフレーム、アクチュエータ部、プーリ部とメインフレーム上に格子状に配置した SAT ネット部からなる。メインフレームは溝付きアルミフレーム（断面形状 40[mm]×80[mm], 40[mm]×40[mm]）を使用した。フレーム外形寸法は幅 1050[mm], 長さ 1980[mm], 高さ 410[mm]である。設置するマットレス用 SAT スプリングは無負荷状態でφ15, 長さ 75[mm]のシリコンゴムスポンジ丸棒とφ10 の網チューブを使用し、縦方向 5 本、横方向 13 本を格子状に組み合わせる。SAT 端部ワイヤは Fig.4(a)に示すプーリ部でワイヤ方向を垂直方向に曲げ、Fig.4(b)に示すリニアアクチュエータ（コガネイ製、TP5）で牽引する。アクチュエータ部とプーリ部は合計十六組あり、SAT ネットを十六箇所の点で支え、張力を独立してコントロールできる。

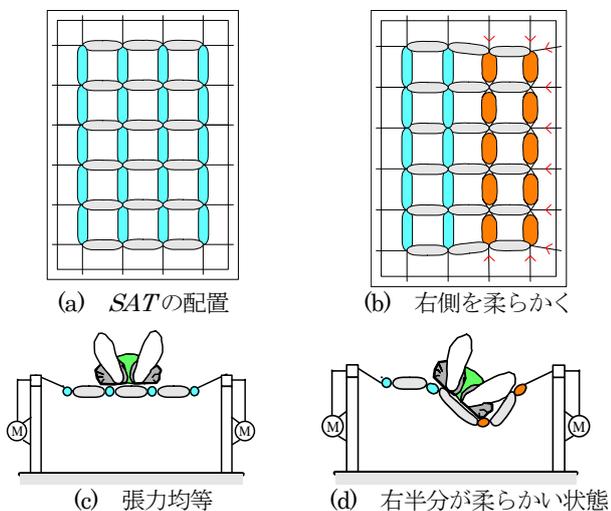


Fig.2 NLS マットレスの構造と体位変換補助の原理

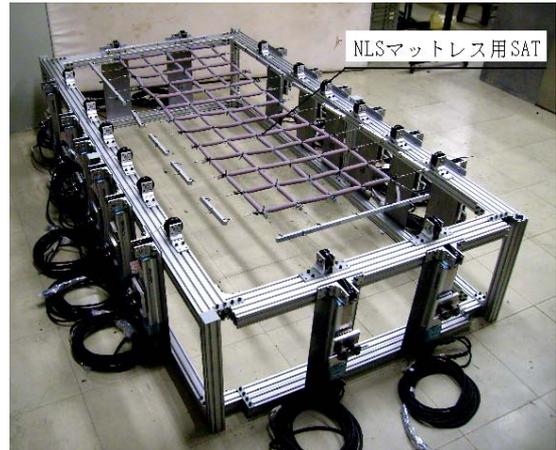
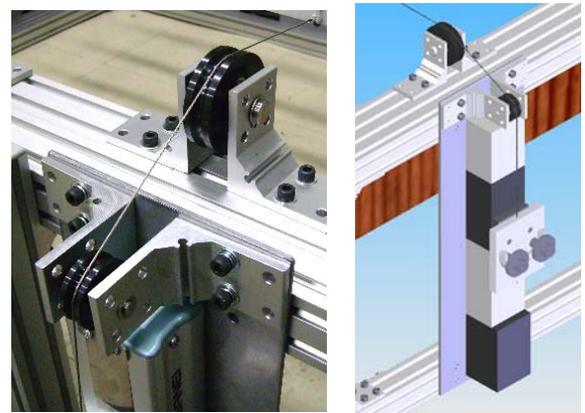


Fig.3 ベッド全景



(a) Pulley unit (b) Linear actuator unit
Fig.4 Wire-driven system

3. 結言

非線形バネ SAT の特徴を生かした新しい構造のベッド用マットレス、NLS マットレスを考案し、実際に試作した。試作した NLS マットレスは十六台のアクチュエータでワイヤ張力をコントロールしてベッド面の剛性を調整できる。現状は介護ベッドのハードウェアの試作が完了した段階である。今後は本ベッドを使用して、期待している局所的な剛性の調整が実現可能かどうかを実験により確認する予定である。

なお、本研究は(独法)科学技術振興機構「平成18年度可能性試験(FS委託研究)」の助成を受けて行なったものである。

参考文献

- (1) 総務省統計局：人口推計・推計結果（月報），平成17年度，平成18年度，<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/2.htm#01>
- (2) 厚生労働省ホームページ：「介護・高齢者福祉」，<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/index.html>
- (3) 澤田壽々太郎，寝たきり老人の家庭介護について，聖母女学院短期大学 研究紀要16集（1987）。