

## スクワット運動支援装置の改良と評価

\*1 三浦篤義, \*2 今戸啓二

\*1 大分大学工学部技術部, \*2 大分大学工学部福祉環境工学科

### 1. はじめに

加齢や運動不足など下肢の筋機能が衰えれば、つまずきや転倒事故の危険性が高まる。そこで下肢筋機能の筋力アップに適した運動としてスクワット運動があるが、高齢者や長期臥床者のように筋力の衰えた人が行うことは難しい。また間違えたスクワットフォームで運動を続けると返って体を痛める危険性もある。そこで、不足した筋力を外部の力で補助することにより、下肢筋力の衰えた人でもスクワット運動を行える装置の開発を行った。平成22年度熊本大学総合技術研究会でスコット・ラッセルリンク機構にゴムベルトを組み合わせた装置の開発について報告した。図1に示す。本報では本装置の改良と評価について報告する。

### 2. 装置の改良

スクワット運動支援装置を製作し試乗試験を行った。被験者は、年齢22歳から57歳の健常な男女数名に試乗してもらい使い勝手や乗り心地などの意見や感想などの体感調査を行った。これにより幾つかの改良箇所が見出された。その改良を行ったので以下にその報告を行う。図2は改良後のスクワット運動支援装置である

(1) 被験者の腰かける位置の高さにより、座面部の高さの調整が必要である。これは、スコット・ラッセルリンクの機構<sup>1)</sup>から、ゴムベルトの掛ける位置の調整で座面部高さの調整が可能である。図3に示すように長さ180mmの角パイプに25mm間隔に設けた直径8mmの穴にゴムベルト掛け金具を差し込み、金具の位置を変えることで座面高さ700mmから780mmまでの7段に調整が可能となる。

(2) スクワット運動を行う時に下肢筋力の衰えなどで被験者は何かに触れてないと不安定となりまた不安も感じる様になる。固定した手すり等ではバランス感覚の訓練が損なわれる恐れがあるため図4に示すような座面軸を中心に水平からおおよそ90°の範囲で自由に回転運動が可能なハンドバーを設けた。これにより不安定感は減少しバランス感覚の訓練も損なわれない。

(3) 被験者のスクワット運動時の屈伸深さの能力に合わせた座面変位の調整が必要である。これは図5に示すようにスライド溝部に長さの違う数種類用意された木製ストッパーをスライド部前後に挟み込む。このストッパーを組み合わせることで浅く行うスクワット運動から通常のスクワット運動まで被

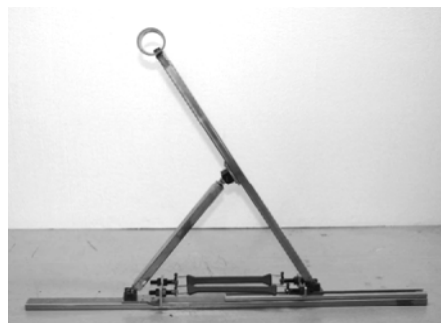


Fig.1 スクワット運動支援装置

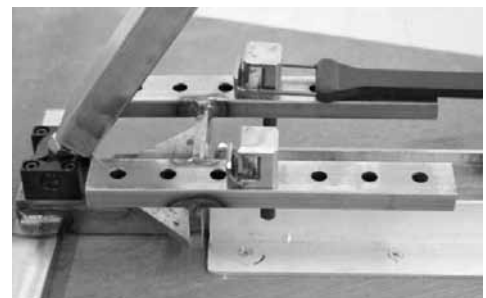


Fig.3 座面高さ調整具



Fig.2 改良型スクワット運動支援装置

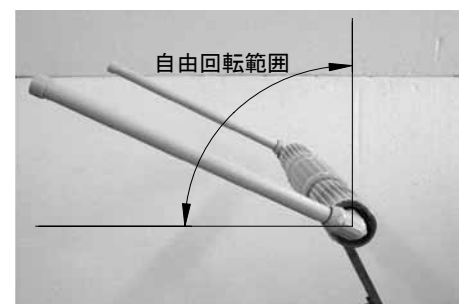
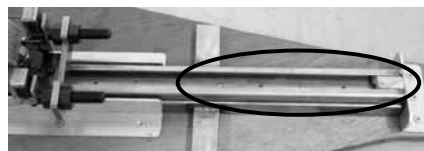


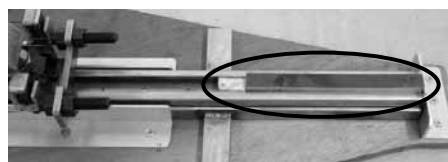
Fig.4 ハンドバーの回転範囲

験者の能力に合った運動が可能となった。

その他に図6に示すようにゴムベルトの掛ける金具も当初は簡単に掛け替えが可能な様にしていたが、急激な動作などで座面部が跳ね上がった時などにゴムベルトが金具から外れる恐れがある。そこで、図6a から図 6b の様に設計を変更することで外れにくくなった。

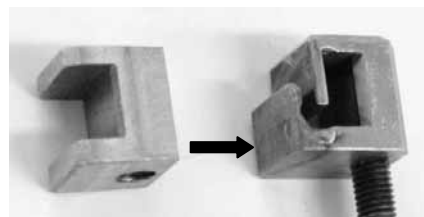


( a ) ストッパーなし



( b ) ストッパーあり

Fig.5 座面変位調整用ストッパー



( a ) ( b )  
Fig.6 ゴムベルト掛け金具

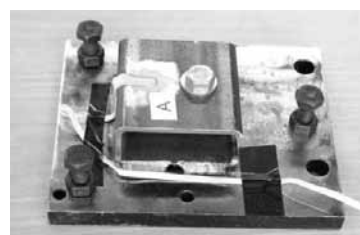


Fig.7 支援荷重測定用ロードセル

### 3. 装置の評価

平成22年度総合技術研究会に“スクワット運動補助装置の試作”の題名で技術報告を行い、EMG 測定ではスクワット運動支援装置を使用することで大腿四頭筋のEMG が小さくなり大腿四頭筋をサポートしたスクワット運動が可能となったことを報告した。今回は、実際にどれ程の支援力が有るのかを測定した。支援荷重の測定するために図7に示す支援荷重測定用のロードセルを製作し、ロードセルは図2のAの位置の座面部の鉛直線上の下部に設置し測定を行った。測定結果を図8に示す。被験者は、健康な50歳代男性で体重60kgである。スクワット運動は周期5秒、屈伸深さ $h=0\sim 240\text{mm}$ 程度とした。ゴムベルトは4本を使用し、15回繰返した。図には、最初の3往復分の距離と荷重の関係を示す。最初のスクワット運動は、ゴムベルトの特性上少し高い荷重を示しているが、その後は同じ様な荷重のループを描いておりスクワット運動支援効果が可能となっている。図から分かる様に屈曲時には約60%、伸展時には約50%の支援効果が有ることが分かる。また、屈曲を深くする程に支援効果大きくなり、屈曲から伸展に移り膝を伸ばす程に支援効果が小さくなる。これは、下肢筋力の弱った人がスクワット運動を行う際に最初の屈曲時にはそれほど支援力は必要としないが深く屈曲するほど支援力を必要とする。また、屈曲から伸展に移る際には大きな支援力が必要でありが伸展するほど支援力をあまり必要としない。スクワット運動支援装置としての支援効果があることが分かる。

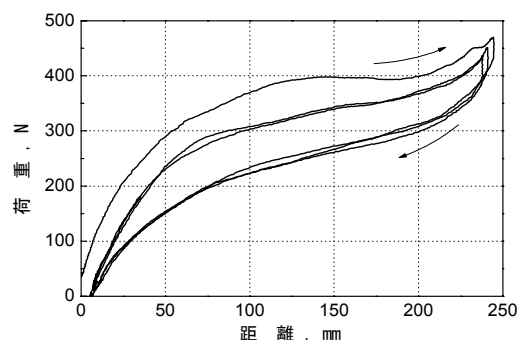


Fig.8 スクワット運動時の距離と支援荷重の関係

### 4. まとめ

平成22年度総合技術研究会で報告したスクワット運動支援装置の改良を行った。その結果使い勝手や操作性など以前の装置に比べ改善されたが、高齢者やリハビリ中の人の仕様のことを考えれば安全性などまだまだ改良・改善の問題点が残されている。また、支援効果の確認のため簡易ロードセルを製作し、屈曲時伸展時の下肢に掛かる荷重を測定した。その結果、ゴムベルト4本使用することで屈曲時約36kg、伸展時約30kgの支援効果のあることが確認できた。

本研究は、平成23年度科学研究補助金（奨励研究）の一部を援助されたものである。

#### 参考文献

- 1) 井沢実, 加藤博, 機構学, 産業図書, p.79-80. (1972)