

スクワット運動補助装置の試作

*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

近年、医療技術の進歩で手術から退院までの時間が短くなり、それに伴い手術後のリハビリや運動が重要視されている。特に下肢機能のリハビリは、歩行や椅子からの立ち上がりといった生活上重要で有る。また、高齢者は加齢に伴い筋力やバランス感覚などの低下により椅子あるいは床面からの立ち上がり動作時により転倒事故を起し易くなって来ている。筋機能の回復や筋力低下の防止が重要視されている。

現在、市販されている機器として座って行うベンチプレスや立った状態で椅子に腰掛け椅子が上下する器具などがある。下肢筋肉を鍛える効果は期待できるがリンク機構が複雑で金属バネを使用しているため装置が大型で高価である。そこで本研究では過負荷分の力を補助し、また立位バランスも鍛えることができる安価な装置として、スコットラッセル機構とゴムベルトを組み合わせたコンパクトでシンプルな機構のスクワット運動補助装置を試作した。本論文は装置の開発について報告する。

2. 装置の試作

スクワット運動をする場合に過負荷となる筋力部をゴムベルトの張力により補助し、自分の体重よりも軽い負荷でスクワット運動が可能な装置を試作した。また、本装置は立位で行うためバランス感覚も鍛えることができる。図1に装置の外観と図2に使用中の様子を示す。図3は装置のスケルトン図を示す。Hが座面となり体重の一部Wを支持する。AO間にゴムベルトを張り、Hの下降に伴い伸張するゴムベルトのゴム張力を利用して補助力を得る構造である。図3のリンク機構はスコットラッセル¹⁾の機構と呼ばれ直線運動を得るために利用される。図3のリンク長が $a=b=c$ であれば、 $\triangle ABO$ と $\triangle OBH$ は二等辺三角形となり、簡単な幾何学的考察により、 $\alpha + \beta = \pi/2$ となり、Hは鉛直方向に運動する。

試作した補助装置は、 $40 \times 20 \times 1.6\text{mm}$ のSS400角パイプを $a \cdot b \cdot c$ の長さが等しくなるように各辺380mmとした。回転部A・B・Oはコンパクトな軸径10mmのナックルジョイントを使用した。またAをスライドさせる為、長さ500mm幅33mm高さ16mmのリニアレールを使った。Hに当たる部分には直径70mm長さ200mmの塩化ビニールパイプを座面として用いた。AO間に負荷荷重を受ける厚さ6mm、幅18mm、ゴム長さ190mmの両端に口の字型の取付け用金具があり全長は270mm

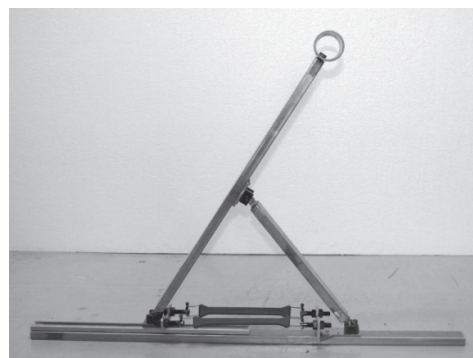


図1. スクワット運動補助装置写真

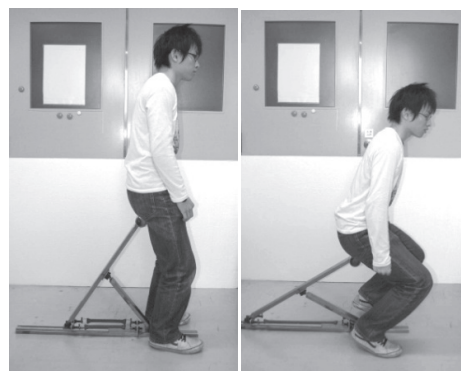


図2. 使用中の写真

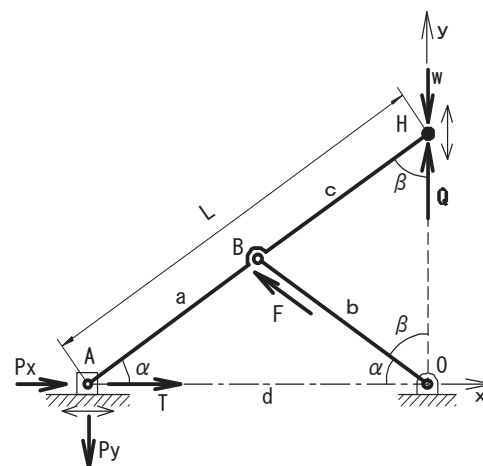


図3. 装置のスケルトン図

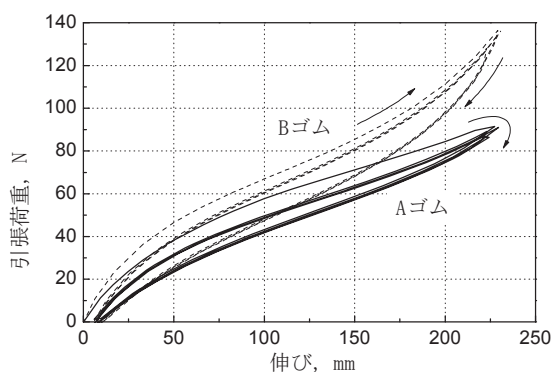


図 4. ゴムベルトの伸びと引張荷重の関係

のゴムベルトを用い、簡単に取り付けられる様に、本体側にもコの字型の金具を取り付けてある。ゴムベルトは硬さの違う 2 種類を使用し、スクワット運動補助装置には複数のゴムベルトを取り付けられる。装置の

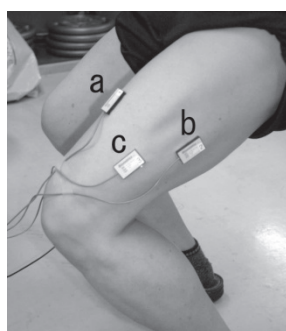


図 5. EMG の貼付位置

大きさは約長さ 800mm, 幅 200mm, H の移動距離は最低 400mm から最高 750mm, 重さは約 7 kg である。

ゴムベルトの伸びと引張荷重の関係を図 4 に示す。図は引張速度 1000mm/min, 長さ 0~230mm になるまで万能試験機で張力を加え, 3 往復した時の A・B2 種類のゴムベルトの結果である。A・B の 100%伸張時のゴム張力は, A は 60~70N, B は 90~100N 程度である。また, 非線形ヒステリシス曲線であることが分かる。

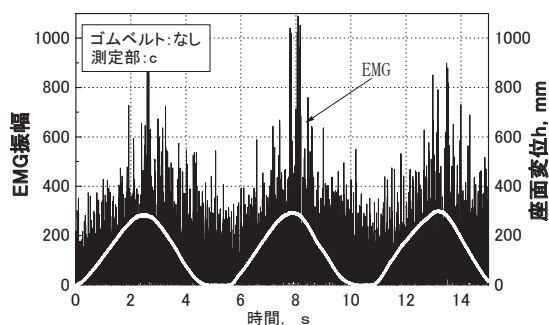
3. 装置の評価

補助装置による支援効果を評価するため, 筋電計(EMG)を使い評価にした。図 5 の写真に示すように大腿部に 3 箇所 EMG センサを貼り付け, スクワット運動周期 5 秒, $h=0\sim 280\text{mm}$ 程度とし, EMG をサンプリング周期 2kHz で測定した。リンク角度 α はゴニオメータを使用し測定し, 座面変位 h を $h = L(\sin \alpha_0 - \sin \alpha)$ で求めた。測定結果の一例を図 6 に示す。被験者は身長 166cm, 体重 60kg, 50 歳台の男性である。図の黒い部分は EMG 振幅を示し, 数値が高くなれば筋力が働いている事を意味し, 白いサインカーブ曲線は座面変位を示し, 座面 H からの下降した時の距離を表している。図 6(a)はゴムベルトなしのスクワット運動時の EMG 振幅と座面変位であり, 図 6(b)はゴムベルト B を 4 本使ったときのスクワット運動時の EMG 振幅と座面変位である。図から座面変位が上昇しているときに EMG 振幅は大きくなり, 座面変位が下降している時は EMG 振幅も小さくなっていることが分かる。これは補助装置を使用した時のスクワット運動も, 補助装置なしのスクワット運動でも同じような効果が得られることを示している。この結果は a, b, c の各部位の EMG 振幅と座面変位の関係も同様となった。図 6(a)(b)を比較すると, (b)の EMG は(a)の EMG よりの小さく出力している。(b)の方が筋力を使っていないことが分かる。

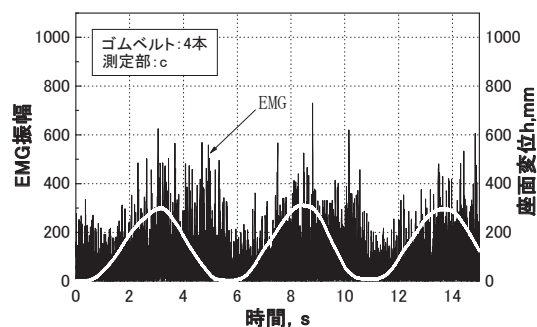
まとめ

スコットラッセル機構とゴムベルト張力を利用した簡単なスクワット運動補助装置を試作し, EMG の測定により補助効果のあることが確認できた。また, ゴムベルトの本数の増減によりスクワット運動の支援力を変えることも確認できた。

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



(a) ゴムベルトなし, 測定部 c



(b) ゴムベルト 4 本, 測定部 c

図 6. EMG 振幅と座面変位の関係