

ノート

高齢者・障害者にやさしい筋力トレーニングマシンの開発

岡野 宏* 大原 衛** 河村 洋*** 藤崎 巖****

澤野 高史**** 勢能 一男**** 田中 健一**** 河田 浩治****

Development of Strength-Training Machines for Elderly and Disabled Persons

Hiroshi Okano*, Mamoru Ohara**, Hiroshi Kawamura***, Iwao Fujisaki****, Takashi Sawano****,
Kazuo Senoh****, Kenichi Tanaka****, Koji Kawada****

キーワード：筋力トレーニングマシン，電磁ブレーキ

Keywords: Strength-training machine, Electromagnetic brake

1. はじめに

高齢者・障害者・生活習慣病の患者などを対象にし、運動経験の少ない人でも安全に、飽きずに楽しく使える筋力トレーニング機器の開発を行った。

2. 開発のコンセプト

開発コンセプトを示す。①運動療法の理論に基づいて、関節可動域訓練，筋力増強訓練，持久力訓練等を行う構造とする。②負荷ユニットは，ウェイトを使用せず筋肉にダメージを与えない負荷発生装置を使用する。③負荷ユニットは，渦電流を利用した，マイコン制御の電磁ブレーキ方式を開発する。④6種類の運動について評価・設計し，運動は単一運動機能でなく複合した動作が自然に楽しく行え，ストレッチ効果が得られるもの等とする（表1）。

表1. 基本仕様

運動対応	6種類の運動に対応 1. 下肢の運動 太もも筋 2. 下肢の運動 大腰筋 3. 下肢の運動 内外股筋 4. 上肢の運動 肩の回転と腕（図5） 5. 全身運動 船こぎ 6. 全身運動 背筋そらし
装備	脈拍計（100拍以下をトレーニングの目安） 高齢者で軽介護レベルを想定した安心・安全機構
表示部	見やすい大型液晶を装備
出力	最大トルク 100kg f cm （回転数 60rpm，コイル電流 500mA）
消費電力	100W 以下

3. 開発結果

筋力トレーニングマシン負荷ユニットを開発し評価を行った。動作原理は，図1に示すように電磁ブレーキ軸にロータリーエンコーダを設置し，取っ手駆動の回転速度を検知し，回転数に釣り合った力を励磁電流をコントロールして発生させる。電磁ブレーキは，ブレーキ円盤を左右からE型コイルで挟み，電磁誘導で発生する渦電流によりブレーキ力を発生させる機構である。ブレーキ円盤は鉄板，珪素鋼板，銅板を使用した結果，発生するトルク特性から厚さ2mmの銅板が最適であった。電磁ブレーキは，外形が300(W)×245(H)×125(L)mmであり，すべての運動負荷に使用可能である。ブレーキ円盤よりギア比18：60で出力軸に伝導しトルクを上昇させた。さらに，機構部分の駆動伝達にはチェーン機構を採用し伝達を確実にした。出力軸で，100rpm のとき 120kg・cm の力を発生することができる。また，電気定格は，最大負荷荷重30kgのとき，消費電力は100W以下となるように機構を設計，試作した。電磁ブレーキの負荷特性は図2に示すように回転数とトルクが比例する $I = T / (aN)$ の関係にある（ I :コイル電流， T :トルク， a :定数， N :回転数）。この関係から回帰式を立て駆動機構の制御に用いた。12台のブレーキを試作して，トルク値で±10%以内の特性が実現できた。運動を客観的に評価する際

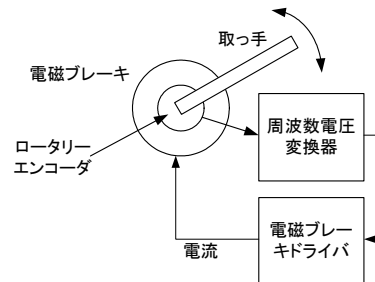


図1. 動作原理

* エレクトロニクスグループ ** IT グループ
*** 城南支所 **** セノー株式会社

に、トルクは重要な要素である。このため、負荷ユニット校正器を製作し、筋力トレーニングに当たり、トルクの校正・トレーサビリティを確立させ製品の信頼性・安全性向上に努めた。校正方法は、図3に示すように負荷ユニット出力をベルトでサーボモータの出力軸に接続し、サーボモータのトルクと負荷ユニットのトルクが釣り合う軸受け構造を製作し、この釣り合い力をロードセルで検知し、演算を行い、回転数とトルクの関係を計測するものである。トルクの校正は、トルク測定装置と比較検討した。この結果、トルクの値は同じ特性曲線に分布しており妥当な値であることを確認した(図4)。このようにして、開発コンセプトを満たした6種類の試作機を完成させた(図5)。さらに、筋力トレーニングマシンをJIS T 0601-1:1999(医療機器の安全規格)規格に適合させ、機械的強度や感電防止などの安全対策を行った。開発結果の基本仕様を表1に示す。

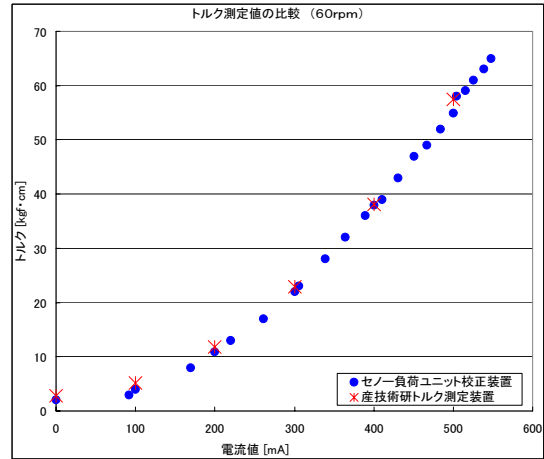


図4. 校正結果

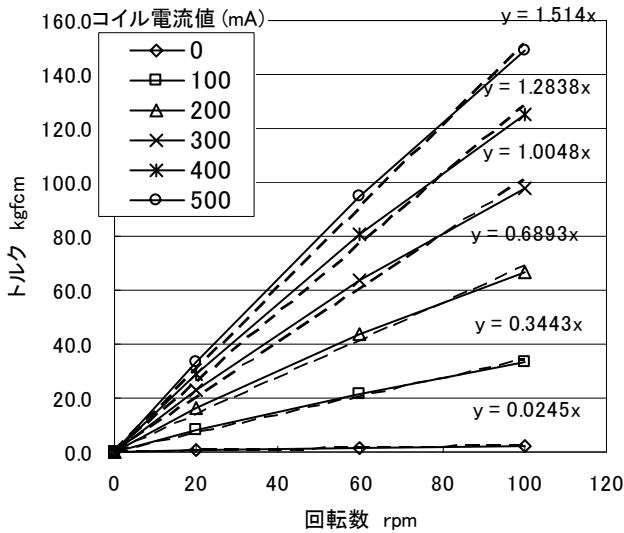


図2. ブレーキ負荷ユニット特性



図5. 上肢の運動

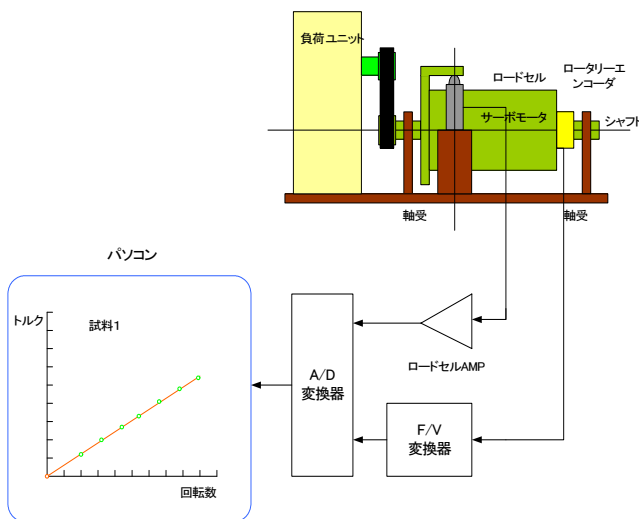


図3. 負荷ユニット校正器

4. まとめ

運動効果について、高齢者・障害者を対象にモニターし、有効性・実用性評価を行ってエビデンスの確立に努めるため、現在フィールドテストを下記の施設で実施中である。

- ・ 東京大学柏IIキャンパス生涯スポーツ健康科学研究センター
- ・ 羽村三慶病院リハビリ室
- ・ 東京学芸大学藤枝研究室
- ・ 特別養護老人ホーム土浦晴山苑
- ・ 静岡県立富士見学園

上記施設の協力を得て、試作機の問題点を発見、整理、統合し、商品化に力を注いでいる。

(平成18年10月26日受付, 平成18年12月12日再受付)