

1. 緒言

現在、リハビリを支援する機器としては、外部電源や空気圧を用いて駆動するものが開発されている。しかし、高価であること、指導者が必要であること、大きな動力に患者が不安を感じるなど多くの問題点を抱えている。

本研究では、健全な部分の運動からエネルギーを回生し、障害を有する部分を支援するアクチュエータを駆動することが可能であり、さらに障害を有する部分に加わる力を健全部で反力として感じられるという特徴を有するリハビリ機器を開発し、在宅でのリハビリを可能にすることを最終目的とする。その第一歩として、エネルギー回生部と回生したエネルギーにより駆動するアクチュエータからなるシステムを試作し、その基本特性を調べる。

2. 基本原理

図1のような系を例に基本的な考え方を説明する。エネルギー回生側のモータを健全な部分の動きによって回転するように設置し、そこで発生する誘導電圧により、電気回路に電流を流す。その回路には、アクチュエータ側のモータも入っているため、その電流によりトルクが発生し、それによってリハビリの必要な部分の補助を行う。

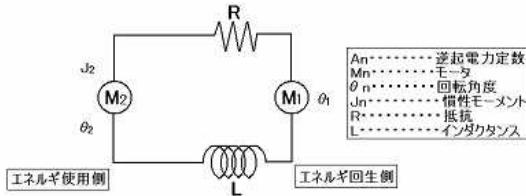


図1 基本構想回路

それぞれのモータの誘導電圧を  $e_{bn}$  とした場合、図1より回路の微分方程式と構造系の運動方程式は、

$$Li + Ri = e_{b1} - e_{b2} = A_1 \dot{\theta}_1 - A_2 \dot{\theta}_2 \quad (1)$$

$$J_2 \ddot{\theta}_2 + C \dot{\theta}_2 = A_2 i \quad (C: \text{減衰係数}) \quad (2)$$

となる。加振周波数が電気系の応答よりも十分遅い場合、式(1)の  $Li$  の項は無視できる。また、ゆっくりとした現象であるとした場合、慣性項である式(2)の  $J_2 \ddot{\theta}_2$  も無視できるため、以上の2つの式を整理すると

$$i = \left( \frac{A_1 C}{RC + A_2^2} \right) \dot{\theta}_1 \quad (3)$$

となる。したがって、

$$T_2 = A_2 i = \frac{CA_1 A_2}{CR + A_2^2} \dot{\theta}_1 = \frac{A_2}{A_1} T_1 \quad (4)$$

となる。このことより、トルクは入力側と出力側は比例関係

にあることがわかる。したがって、出力側に加わるトルクを入力側で感じられることになる。

3. 実験装置および方法

図2のような装置を用い実験を行った。M<sub>2</sub>がエネルギー回生用のDCモータ、M<sub>3</sub>がアクチュエータで、M<sub>1</sub>は健全部の動力源に、M<sub>4</sub>は障害を有する部分の抵抗に相当している。M<sub>1</sub>とM<sub>2</sub>、M<sub>3</sub>とM<sub>4</sub>はそれぞれ機械的に結合しており、M<sub>2</sub>が回転すれば誘導電圧が発生し、それによりM<sub>2</sub>と電気回路を共有するアクチュエータM<sub>3</sub>が駆動される。この実験の目的は、M<sub>1</sub>に一定の回転数を与えた時、M<sub>4</sub>の電気回路の抵抗値を変化させることにより力学的な抵抗を変化させ、各点での回転数変化と電流変化を測定することである。

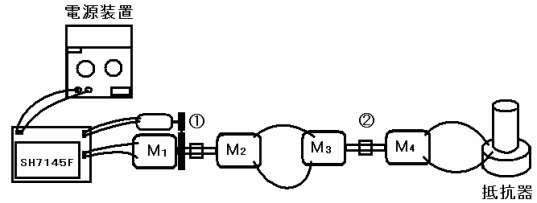


図2 実験装置

4. 結果および考察

図3は抵抗値の変化による各点での回転数とM<sub>1</sub>での電流値の変化を示したものである。M<sub>4</sub>を含む閉回路の電気抵抗が大きいくほど電流が減少し、力学的な抵抗が減少するため、駆動用モータの回転数が高く、電気抵抗が小さいほど力学的な抵抗が増加し、回転数が低くなることがわかる。このことから、アクチュエータで駆動する対象の力学的抵抗が大きくなれば、アクチュエータとは機械的には接続されていないM<sub>2</sub>の動きにブレーキがかかっていることがわかる。すなわち、健全部である程度反力を感じられることを示している。

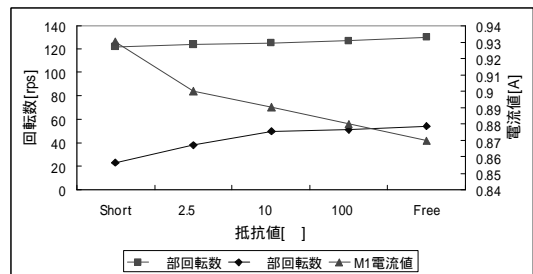


図3 抵抗値変化に伴う回転数変化と電流値変化

5. 結言

麻痺部に加わる力が変化することにより、健全部の回転数が変化し、また電流値も変化した。これにより、モータ、増速機、減速機等を検討することで、緒言で述べた2点について技術的に可能であるという見通しを得た。