

課題番号	Q21D-04
課題名 (和文)	多自由度型 EAM ブレーキの開発とジョイント内蔵型ブレーキへの応用に関する研究
課題名 (英文)	Study on the development of multi-DOFs EAM brakes and their application to brakes with built-in joint
研究代表者	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 先端科学技術研究科 先端技術創成専攻 博士後期課程 氏名 羅 偉烽 (ラ イホウ)
共同研究者	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 工学部 先端機械工学科 教授 氏名 三井 和幸
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 工学研究科 先端機械工学専攻 修士課程 氏名 シュウ カイキ
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名

研究成果の概要 (和文)

本研究で開発した多自由度型 EAM ブレーキは傘型 EAM ブレーキと回転型 EAM ブレーキを組み合わせることで 2 自由度の回転方向に対して制動力を発揮する構造である。まず、傘型 EAM ブレーキのみを対象とし、その製作と特性評価を行った。そして、この特性評価の結果を基に、傘型 EAM ブレーキと回転型 EAM ブレーキを組み合わせる構造の検討を行い、2 つの回転方向に対して制動力を発揮する多自由度型 EAM ブレーキへと発展させた。今後は装着型上肢トレーニング装置への組み込みを検討して行く。

研究成果の概要 (英文)

The multi-DOFs EAM brake developed in this study is a structure that combines an umbrella-type EAM brake and a rotational-type EAM brake to provide braking force in the rotational direction for 2-DOFs. First, we built and tested only the umbrella type EAM brake's characteristics. Then, based on the evaluation results, we studied a structure that combines the umbrella-type EAM brake and a rotational-type EAM brake, and created a multi-DOFs type EAM brake that exerts braking force in two rotational directions. In the future, we will consider incorporating the EAM brake into a wearable upper limb training device.

1. 研究開始当初の背景

申請者らが独自開発してきた EAM ブレーキという小型電子制御ブレーキは 1 自由度のみで制動力を発生させるデバイスである。このデバイスを応用して、申請者らはこれまで装着型上肢トレーニング装置の開発を行ってきた。しかし、この装着型上肢トレーニング装置では、2 自由度の肩関節に対して 2 個の EAM ブレーキを使用した構造の装置であったため、装置全体が大型化したのみならず、その構造自体も複雑になってしまった。このことから、1 個のデバイスのみで複数の自由度に対して制動力の発生が可能な多自由度型 EAM ブレーキの開発ができれば、これらの問題を解決できると考え、本研究の着想に至った。

2. 研究の目的

本研究では、複数の自由度に対し制動力の発生が可能な多自由度型 EAM ブレーキを開発し、さらにはこの多自由度型 EAM ブレーキを応用したジョイント内蔵型ブレーキを開発することを目的とした。

3. 研究の方法

図 1 に考案した多自由度型 EAM ブレーキを示す。このブレーキは EAM と電極を傘型構造とした傘型 EAM ブレーキと、過去に開発した回転型 EAM ブレーキを組み合わせた構造である。

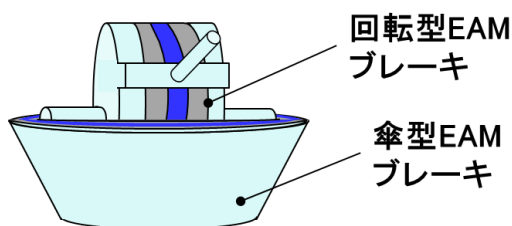


図 1 考案した多自由度型 EAM ブレーキ

本研究は以下に示す 2 パターンに分けて推進した。

(1) 傘型 EAM ブレーキの製作と評価

本研究の初期段階では、開発する目標である多自由度型 EAM ブレーキに搭載する傘型 EAM ブレーキのみを対象として、製作と評価を行った。具体的

な方法は以下の通りとした。

- ① 傘型構造の EAM ブレーキで制動力が発揮可能であるかを確認するため、試作の傘型 EAM ブレーキを作製し、評価を行った。
- ② 前述の結果を踏まえて、図 2 に示すように、角度の異なる 3 種類 (5 度、25 度、45 度) の傘型 EAM ブレーキを製作し、それぞれが発生した制動力の比較を行い、制動力を最も発揮できる角度を確認した。

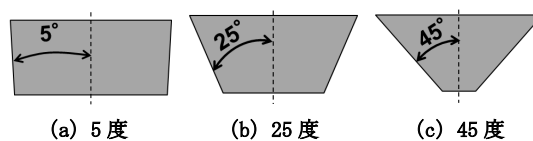


図 2 製作した傾きの異なる傘型電極

(2) 多自由度 EAM ブレーキの製作と評価

回転型 EAM ブレーキと前述の (1) で確認した最大の制動力を発揮できる角度の傘型 EAM ブレーキを組み合わせ、1 個のデバイスのみで複数の自由度に対して制動力の発生が可能な多自由度型 EAM ブレーキの製作を行った。具体的な方法は以下の通りとした。

- ① 最大の制動力を発揮できる角度の傘型 EAM ブレーキの内部空間を利用するため、回転型 EAM ブレーキをこの傘型 EAM ブレーキの内側に配置する構造の多自由度 EAM ブレーキの設計・製作を行った。また、この多自由度 EAM ブレーキを駆動するための電源ボックスも製作した。
- ② 製作した多自由度型 EAM ブレーキの性能評価として、傘型 EAM ブレーキの回転方向と回転型 EAM ブレーキの回転方向に分け、制動力の測定を行った。

4. 研究成果

本研究の主要な研究成果として以下の点があげられる。

(1) 傘型 EAM ブレーキ

傘型 EAM ブレーキの構造は制動力が発揮可能で

あり、傘型の角度によって制動力が変化することを確認した。また、傘型 EAM ブレーキは最大の制動力を発揮できる角度が測定した範囲では 45 度であった。以上の傘型 EAM ブレーキの成果は多自由度型 EAM ブレーキの開発の基礎データとなった。

(2) 多自由度型 EAM ブレーキ

図 3 に実際に製作した多自由度型 EAM ブレーキを示す。製作した多自由度型 EAM ブレーキは、傘型 EAM ブレーキ部の回転方向と回転型 EAM ブレーキ部の回転方向の 2 方向の回転方向で制動ができるものである。また、図 4 に実際に製作した電源ボックスの内部構成を示す。電源ボックスは主に昇圧器、ボリューム、9[V]乾電池で構成したものである。この電源ボックスを使用して多自由度型ブレーキを動作させたところ、制動力は 2 方向どちらの回転方向でも発生できることが確認できた。この EAM ブレーキの印加電圧に対する制動力のグラフを図 5 に示す。まず、2 つの回転方向の制動力は電圧の上昇に伴い制動力も上昇することが確認できた。このことから、印加電圧によって制動力の調節が可能であることが確認できた。また、最大印加電圧である 500[V]印加時に、傘型 EAM ブレーキ部の回転方向に対しては約 17.8[N]の制動力が得られ、回転型 EAM ブレーキ部の回転方向に対しては約 18.4[N]の制動力が得られた。このことより、1 個のデバイスのみで現状では 2 方向の回転方向ではあるが複数の自由度に対して制動力の発生が可能な多自由度型 EAM ブレーキの開発を行うことができた。

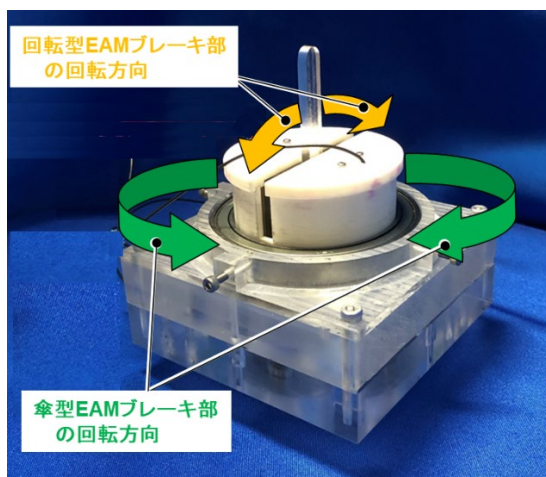


図 3 実際に製作した多自由度型 EAM ブレーキ

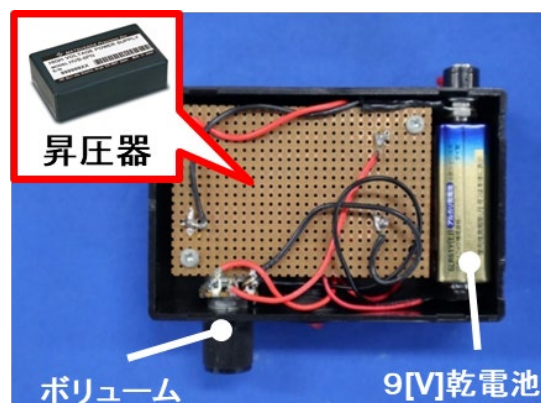


図 4 実際に製作した電源ボックスの内部構成

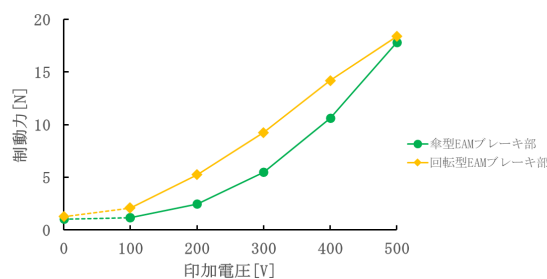


図 5 多自由度型 EAM ブレーキの測定結果

この成果により、新型の EAM ブレーキを開発でき、EAM ブレーキの応用分野の範囲を広げることができるかと期待される。また、国内外の研究を調べてみても、申請者らが開発した多自由度型 EAM ブレーキのように、多自由度、小型、軽量、省電力で、電子的な制御も容易なブレーキの開発は行われていないため、このブレーキが新たなブレーキとして発展できると期待される。今後は開発した多自由度 EAM ブレーキの応用への検討を行い、「1.研究開始当初の背景」で示した装着型トレーニング装置への応用が可能なジョイント内蔵型ブレーキの開発を進めていきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 1 件)

- ① シュウカイキ, 羅偉烽, 長妻明美, 安齊秀伸, 三井和幸: 多自由度型 EAM ブレーキの開発に関する基礎的研究, 2022 年度精密工学春季大会 学術講演会講演論文集, J29, pp.773- 774, 2022.3.オンライン