

K6-38

マイクロロボットの脚機構を駆動する人工筋肉ワイヤの熱検討 Heat Study of Artificial Muscle Wire Driving the Leg Mechanism of Microrobot

○大野悟¹, 早川雄一郎¹, 野口大輔¹, 田中泰介², 河村慧史², 田中大介², 金子美泉³, 齊藤健³, 内木場文男³

*Satoru Ohno¹, Yuichiro Hayakawa¹, Daisuke Noguchi¹, Taisuke Tanaka², Satoshi Kawamura², Daisuke Tanaka²,
Minami Kaneko³, Ken Saito³, Fumio Uchikoba³

Abstract: In this paper we are investigating the heat of an artificial muscle wire that drives the leg mechanism of a microrobot. An artificial muscle wire was adopted as an actuator of a microrobot. In order to drive the artificial muscle wire longer, we decided to observe the heat generation at the connection. As a method of connecting artificial muscle wires, two methods of conductive paste and spot welding were prepared. Temperature changes of the two types of connections were observed thermographically. As a result, it was found that the spot welding had no more heat than the conductive paste.

1. はじめに

近年では、人が作業を行うことのできない狭所での作業に従事することが期待される小型ロボットの開発が盛んになっている。例えば医療の分野では、磁場の力を用いて胃や大腸を自走できる自走式カプセル内視鏡などが開発されている^[1]。そうしたロボットは、より長時間の稼働を行えることが求められており、その解決策の一つとしてアクチュエータの開発も行われている。

通常のアクチュエータはその多くが電磁力を利用した電磁モータである。しかし、電磁モータは高出力でエネルギー効率に優れているが、機構が複雑であるため、マイクロロボットのように小型化が求められるロボットに搭載するには適していない。そのため、マイクロロボットに搭載するアクチュエータとして、圧電方式や形状記憶合金方式、静電方式、空気方式、光駆動方式といった様々な方式が研究されてきた。その中でも、形状記憶合金方式は形状記憶効果による伸縮を利用するアクチュエータであるため、大きな変位量と高い発生力というメリットと、駆動に熱を用いるために、消費電力が大きく長時間の駆動が困難であるというデメリットを持っている。我々の先行研究では、この形状記憶合金方式のアクチュエータである人工筋肉ワイヤを導電性ペーストによって本体へと接合することによって動力を得ている。しかし、この方式では人工筋肉ワイヤよりも接合部の方の抵抗が大きいため、接合部に多くの熱が発生、蓄熱してしまっている。

本論文では人工筋肉ワイヤと本体の接合方式を導電性ペーストによる焼き付けから、スポット溶接に変更することによる駆動時の接合部における発熱の変化に

ついてサーモグラフィを用いて計測し、検討したので報告する。

2. 導電性ペースト

Figure 1 に導電性ペーストを用いた人工筋肉ワイヤの接合部を示す。導電性ペーストとは導電性を持った接着剤として利用できるペーストのことである。銀粒子やカーボンブラックをフィラーとして樹脂中に分散させたものや、コロイド状のグラファイトを水に分散させたものがある。接着力は前者のほうが強く、後者のほうが弱い。

また、樹脂を用いるペーストには 1 液性のものと 2 液性のものの 2 種類が存在している。1 液性のものは使用する際に樹脂を混合する必要がなく、硬化温度が高い、使用するまで冷蔵保管する必要があるという特徴を持つ。2 液性のものは、使用する際に均一に混合し、混合後は直ちに使用しなければならない代わりに、硬化温度が 1 液性のものに比べて低く、冷蔵保存する必要がないという特徴を持つ。今回は 2 液性の銀ペーストを用いて接合を行った。



Figure 1. Connection part with conductive paste

1 : 日大理工・学部・精機 2 : 日大理工・院(前)・精機 3 : 日大理工・教員・精機

3. スポット溶接

Figure 2 にスポット溶接を用いた人工筋肉ワイヤの接合部分を示す。スポット溶接には電気抵抗を用いて素材を加熱する抵抗スポット溶接と、レーザを用いて素材を加熱するレーザスポット溶接の 2 種類が存在する。今回はそのうち、抵抗スポット溶接を用いて接合を行った。

抵抗スポット溶接は電気抵抗溶接の 1 種である。2 枚の金属板を重ね合わせたものに棒状の電極で通電しながら加圧を行うことで、接触部に局所的な融解状態を作り出し、その部分を圧力によって圧接する。メリットとしては、薄い金属板の接合に適していること、リベット溶接に比べて軽量化できること、溶接時間が短くて済むことが挙げられる。デメリットとしては材料の電気抵抗により生じる熱を用いた溶接のため、金や銀、銅、アルミといった電気抵抗の小さな素材を溶接するのに適していないことが挙げられる。

電極と素材間の通電方式により、ダイレクトスポット溶接やインダイレクトスポット溶接、シリーズスポット溶接といった方式に分類することができる。



Figure 2. Connection part with spot welding

4. 結果

Figure 3 に駆動時の人工筋肉ワイヤとその接合部をサーモグラフィで撮影した結果を示す。また、Figure 4 に測定領域での温度変化のグラフを示す。結果、導電性ペーストを用いて接合した場合は、最高温度 104.1°C、スポット溶接を用いて接合した場合は、最高温度 40.6°C の発熱を確認した。導電性ペーストとスポット溶接の接合部の最高温度ではスポット溶接の方が低くなっていることがわかる。これは、スポット溶接で接合した方が導電性ペーストで接合するよりも接合部の抵抗が小さくなるためではないかと考えられる。導電性ペーストの抵抗が大きくなる理由としてはペーストが均一に混合されていないこと、接合部に必要以上のペーストが塗布されていることが考えられる。

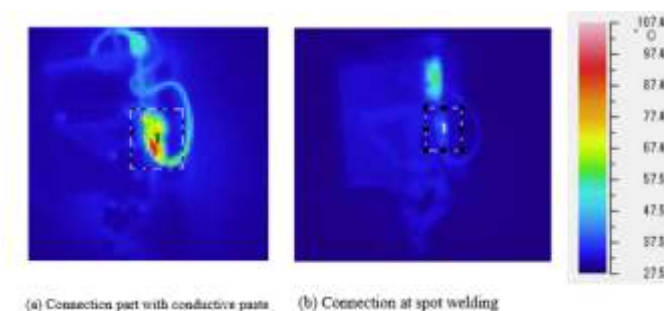


Figure 3. Heat Distribution of Connection of Artificial Muscle Wire

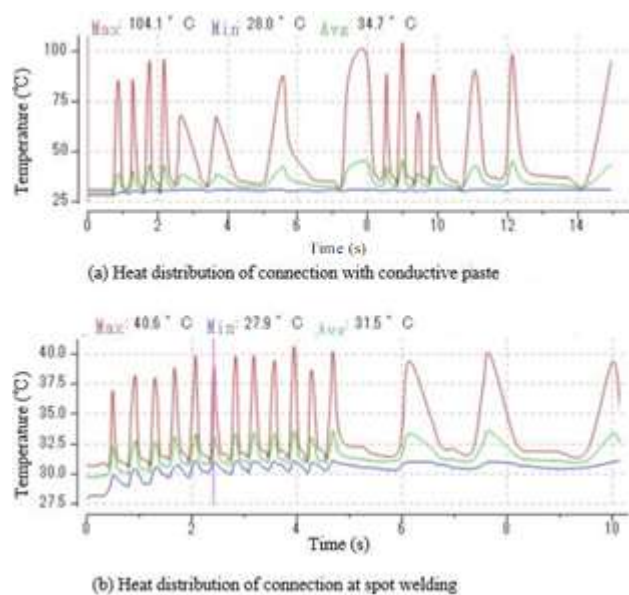


Figure 4. Difference in temperature change due to bonding

5. まとめ

本論文では、人工筋肉ワイヤを導電性ペーストとスポット溶接という 2 種類の方法で本体へと接合し、その接合部の稼働時の様子を、サーモグラフィを用いて撮影し熱検討を行った。結果として導電性ペーストよりスポット溶接の方が低抵抗であり、発熱も抑えられていることが分かった。そのためスポット溶接を用いた場合の方がより長時間の駆動を行うことが期待できる。

6. 参考文献

- [1] 森田英次郎, 大塚尚武, 遠藤康則 他:「磁場により駆動制御を行う自走式カプセル内視鏡作製の試み」, Vol.1.48, No.2, pp.177-183, 2009