

113 形状記憶合金を利用した

感熱アクチュエータの動作特性の改善

An Improvement of Motion Properties of The Thermo-sensitive Actuator Using a Shape Memory Alloy

学 山口 敦規 (新潟大院)

正 石橋 達弥 (新潟大)

正 手塚 孝治 (東芝)

Atsuki YAMAGUCHI & Tatsuya ISHIBASHI, Faculty Engineering, Niigata University, 8050,

2-no-cho Ikarashi, Niigata 950-21 ; Takaharu TEZUKA, Toshiba

Generally, applications of a Shape Memory Alloy (SMA) to an actuator have many advantages (i.e. :lightening, simplifying the mechanism of equipments, etc.).

This paper deals with the improvement of One joint thermo sensitive acutuater's responsive speed and preventability of its deterioration of repeated motion, which works by recovery force using P. W. M. (Pulse Width Modulation) electric method.

The two types of One joint thermo sensitive actuator having the cooler with Silicon oil circulator are made. Experiments are carried out in the conditions of natural air cooling, forced air cooling and forced Silicon oil cooling. The improvement of SMA actuator's motion properties is achieved by forced Silicon oil cooling method.

Keywords : Shape memory alloy, Actuator, Titanium Nickel alloy, Silicon oil cooling circulator

1. 緒言

形状記憶合金(Shape Memory Alloy:SMA)をアクチュエータに応用する場合には機構の簡素化、軽量化などの多くの利点を有することが知られている。

著者らは、これまでSMAをパルス通電方式で発熱させた時に得られる形状回復力の利用による一関節モデル感熱アクチュエータを試作し、その動作特性などについて調べてきた。

本研究では、その際に第一の課題であった応答速度の向上や繰り返し動作における追従性の劣化の克服のため、2タイプの一関節モデル感熱アクチュエータを試作し、冷却時の動作特性に関する実験を行った。

2. 一関節モデルSMA感熱アクチュエータの諸元

今回試作したアクチュエータはSMAコイルを用いた出来⁴⁾の装置を改良したものの(TYPE1)、動作力向上のためにSMAワイヤを用いたもの(TYPE2)の2タイプで、それぞれシリコン油(10cs)の強制循環による冷却装置が組み込まれている。SMAコイルは外径:6mm、巻数:17巻、最大ひずみ量:1.56%、本数:4本で、SMAワイヤは長さ:210mm、最大ひずみ量:5%、本数:2本である。ともにSMAの材質:Ti-Ni合金、線径:0.5mmである。

Fig.1、Fig.2にTYPE1、Fig.3、Fig.4にTYPE2の正面

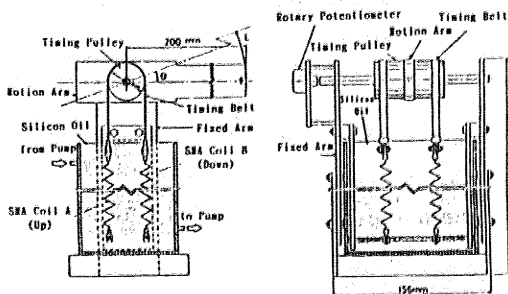


Fig. 1 Front View of Type 1 Fig. 2 Side View of Type 1

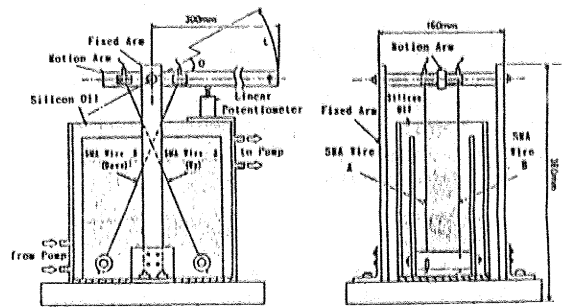


Fig. 3 Front View of Type 2 Fig. 4 Side View of Type 2

図、側面図を示す。両者とも動作アーム、固定アームを有する構造であり、回転軸心から動作アーム先端までの長さとしてアーム先端での最大変位はTYPE1が200mmとL=180mm、そしてTYPE2が300mmとL=75mmである。

3. 制御システム

制御システムはFig.5に示すものであり、パソコンに指定動作とデューティ比をインプットして動作させる方式である。

アームの位置はポテンショメータにより検出し、アームが指定位置よりも上にある場合にはSMAコイルBに、下にある場合にはSMAコイルAにパルスが送られる。以上が制御の基本方式である。

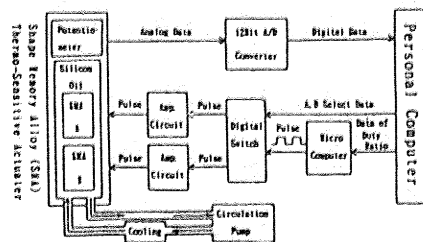


Fig. 5 Control System Chart

4. 動作特性実験

4-1 静的負荷をかけたときの動作特性

デューティ比を一定とし、アームの先端におもりをつけて動作（通電は、Aのみ、シリコン油中）させた結果をFig.6、7に示す。負荷をかけるとデューティ比が一定でも変位速度と最大変位量は、ともに変化することがわかる。また、ワイヤの方がコイルよりも約40倍もの負荷に耐えられることがわかる。なお、変位は回転軸から200mmにおける値である（以下同様）。

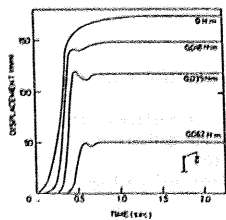


Fig. 6 Motion Property for Loaded Statically (TYPE 1)

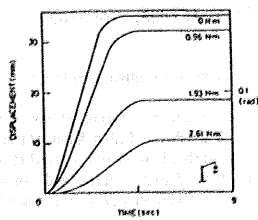


Fig. 7 Motion Property for Loaded Statically (TYPE 2)

4-2 自然冷却時における繰り返し動作

ポイントを9点指定し、そのポイント間を等速動作させ、アームを連続に上下運動させた場合の結果がFig.8である。これは、その系のもつ作動周期をこえた動作を指定したためSMAの冷却が追いつかず、A、Bともに熱をもち互いの動きを妨げ動作不能になっている。

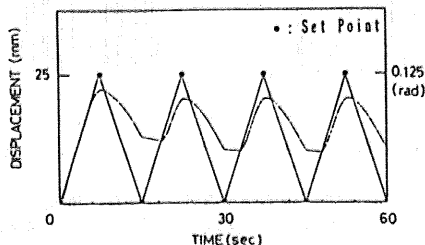


Fig. 8 Repeated Motion Property of TYPE 2 (Natural Air Cooling)

4-3 強制油冷における繰り返し動作

そこで全く同じ動作を指定しSMAコイルを強制油冷、かつ単位時間当りの供給電力を増やした場合の実験結果がFig.9である。指定した動作に対して忠実に追従していることがわかる。なお4-2,4-3の実験結果はTYPE2のものであるが、TYPE1も同様の傾向を示す。

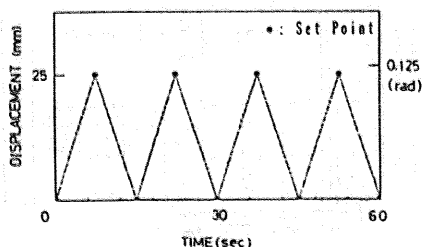


Fig. 9 Repeated Motion Property of TYPE 2 (Forced Oil Cooling)

4-4 各冷却法での作動周波数の比較

各冷却法での動作を作動周波数に関して比較したものがFig.10、Fig.11である。明らかに強制空冷、さらに強制油冷しながら動作させた場合の方が、作動周期は短くなり動作特性が改善されたことがわかる。この理由は強制油冷を用いることにより、高い冷却効果が得られるのでSMAへの単位時間当りの入熱量を増やすことが可能になるからである。

以上の実験はすべて室温23°C、油温23°C±2°Cの条件で行った。

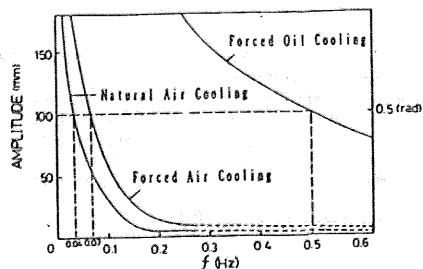


Fig. 10 Amplitude Versus Working Frequency of TYPE 1

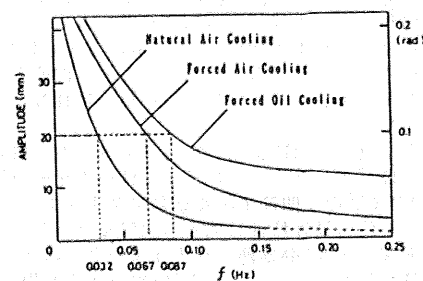


Fig. 11 Amplitude Versus Working Frequency of TYPE 2

5. 結言

以上の結果をまとめると次のようになる。

(1)記憶形状をコイルにすると変位を大きくとることができ、ワイヤにすると大きな荷重に耐えるアクチュエータをつくることができる。

(2)シリコン油を循環してSMAを冷却し、単位時間毎の入熱量を増やすことによって安定かつ短い作動周期の動作が可能になり動作特性の改善を図ることができる。

(3) 今後の課題

- ・冷却装置の小型化をはかる。（例：SMAを伸縮自在のゴムで覆い、そこにシリコン油を循環させる。）
- ・SMAコイルやSMAワイヤの特性や利点をいかしたアクチュエータによる多関節型ロボットへの発展を期待できる。

SMA材料は、古河電工(株)より提供いただいたことを記し感謝申し上げます。また協力いただいた四年生の木村君、庄子君に感謝する。

参考文献

- (1)本間・三輪・井口:機論 49-448,C(昭和58-12)
- (2)三輪・本間:日本金属学会会報 24-1, 1985
- (3)野田・堀内:東北金属技報 VOL.11(JAN.1986)
- (4)山口・石橋他:山梨地方講演会概要集 404 (1989)