

多角的センサー情報統合(理論)による SMA の制御応答性の向上に関する研究 (横井助教授・新井教授)

1. はじめに 形状記憶合金(SMA: Shape Memory Alloy)は, “変形後にある一定の温度以上に加熱すると元の形状に回復する”という性質から, 実用的なアクチュエータとして広く用いられている. 一般に, SMA は形状回復力・形状回復ひずみが大きい, 駆動温度範囲が広い, また耐食性や耐疲労性に優れているという利点を持つが, 反面, 加熱・冷却といった温度制御が必要であるため, その応答性の向上が課題となる. そこで本研究では, 自然放熱器による冷却, 及び放熱を考慮した高電流パルス制御による最適加熱法を提案し, SMA の応答速度の向上を目指している.

2. 自然放熱における応答性の向上 SMA の応答性の向上には効率的な冷却が重要となる. 本研究では, 放熱特性の優れた自然放熱器を開発し, 軽量でかつ効果的な冷却メカニズムを提案した. 開発した SMA アクチュエータは, 直線一方向駆動型 SMA と, 金属チューブ及び放熱材(シリコングリス)を組み合わせた自然放熱器で構成される(Fig. 1). このメカニズムの有用性を検証するため, 熱伝導モデルを用いた数理解析 (理論) 及び実機実験を実施し, SMA アクチュエータの放熱特性の向上による応答速度の向上を示した (Fig. 2).

3. 高電流パルス制御による最適加熱法 SMA への余剰加熱が, 必要放熱量の増大を引き起こし, 低い応答速度の原因と考えられる. そこで, 放熱を考慮し, SMA に対して高電流かつ比較的短いパルス(ms オーダー)で適切に過熱することで, 余剰加熱を防ぎ応答性の向上を目指した. その結果, 2.0Hz の応答性の実現することで可能となった. またこのアクチュエータをロボットハンドに応用し, 従来のサーボモータ駆動に比べ, ロボットハンドの軽量化・小型化・携帯性を実現することが可能にした.

Keywords: Shape Memory Alloy, heat sink, high current pulse control, robotic finger actuation

References

- 1) Chee Siong LOH, Hiroshi YOKOI and Tamio ARAI. New Shape Memory Alloy Actuator: Design and Application in the Prosthetic Hand. Proc. of the 27th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2005), 929, (2005).

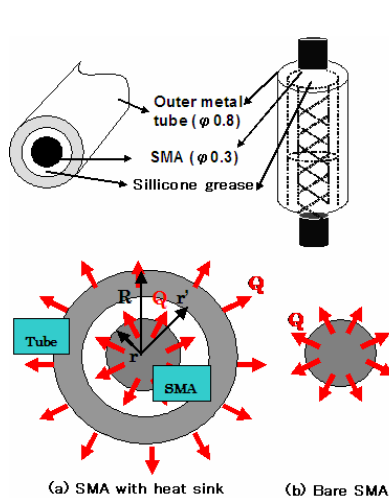


Fig.1 proposed heat sink with the SMA wire.

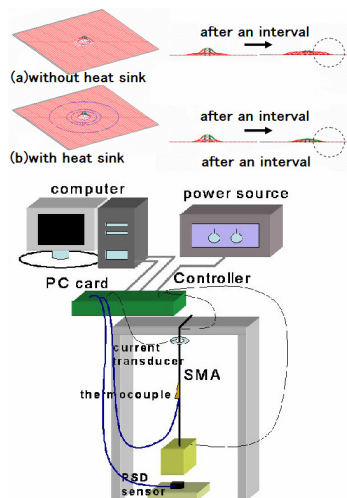


Fig.2 Heat transfer model based on FEM and Experimental equipment

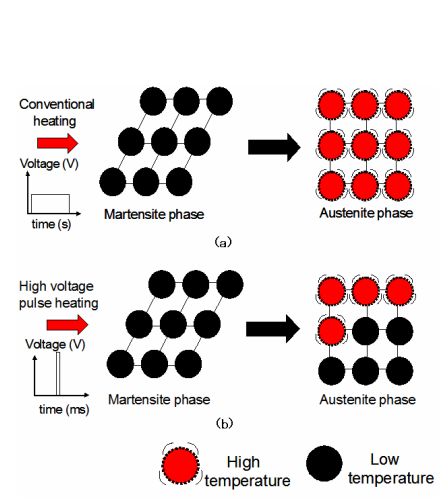


Fig.3 High current pulse control