

形状記憶合金を用いた布状アクチュエータの開発

国際環境工学部 機械システム工学科 准教授 長 弘基

1. はじめに

形状記憶合金(SMA)は「変形させても加熱により形状が元に戻る」という特異な性質を持つ合金です。図1に示すように、形状記憶合金細線を使用した筒状メッシュは変形させても加熱により元の形状に回復していることがわかります。数ある形状記憶合金の中でもTi-Ni系形状記憶合金は機械的特性、繰返し特性、生体適合性に優れるだけでなく、形状回復時に筋肉の1000倍以上という、非常に大きな単位体積あたりの出力を示すため、例えば民生・工業分野では炊飯器の調節工や新幹線のブレーキシステム、医療分野では自己拡張型ステントやガイドワイヤーなど幅広く応用がなされています。



図1 形状記憶合金細線による筒状メッシュの変形と形状回復

形状記憶合金は加熱により変形を回復しますが、この形状回復は通電による抵抗加熱によっても行われるため、形状記憶合金は通電により動作するアクチュエータ素子としての応用が期待されています。私たち研究グループは、形状記憶合金を用いたアクチュエータ機器の研究を行っており、これまでに、従来の形状記憶合金アクチュエータでは不可能であった、任意位置への移動・保持制御を可能とする「抵抗値フィードバック制御法」を確立しております。この手法はスマートフォン用カメラの手ぶれ補正装置などにも応用されております。しかしながら、本制御法は制御手法の制限により、形状記憶合金の細線1本(出力約0.15kgf)のみを使用する必要があり、より大きな出力を必要とする用途に使用できないという問題点がありました。

そこで、形状記憶合金の細線と、電気的絶縁性を有するアルマイトを被膜させたアルミ細線を編み合わせることで、新たな位置保持制御可能な形状記憶合金アクチュエータ素子である「布状形状記憶合金アクチュエータ素子」を製作、この素子を用いた位置保持制御が可能なアクチュエータ(図2)を設計・試作しました。このアクチュエータは長さ300mmの50本の形状記憶合金細線からなり、出力を測定した結果、動作距離10mm、出力7.0kgfを確認でき、ほぼ設計時に算出した理論

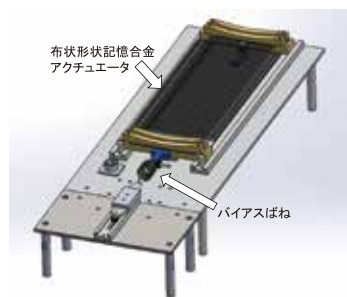


図2 布状形状記憶合金アクチュエータ素子を用いた試験用アクチュエータの3DCAD図面

出力と動作距離を有していることが確認されました。

この布状アクチュエータ素子は布状であるため、3次元的な変形動作も可能なアクチュエータ素子として活用することもできます。そのため、現在急速に進む高齢化や、労働作業負荷の軽減に対応するために研究開発が行われている「ウェアラブルアシストスーツ」(図3)への応用が期待されます。表1にアシストスーツ用駆動素子の性能比較表を示しますが、布状形状記憶合金アクチュエータ素子は出力ではモーターに劣るが軽量であり、ゴムなどには重量で劣るが出力では勝り、ゴムやモーターとは違う特徴を持つことがわかります。そのため、モーターやゴムと組み合わせることでより高性能なアシストスーツを開発するための駆動素子としての活用が期待できる素材であり、現在、さらなる研究開発を行っております。



図3 布状形状記憶合金アクチュエータ素子を用いたウェアラブルアシストスーツ

表1 ウェアラブルアシストスーツ用駆動素子の性能比較表

	出力(1箇所あたり)	重量(バッテリー含)	駆動制御	消費電力
モーター	◎(15kgf以上)	△(5kg以上)	◎	△
SMAメッシュ(試算値)	○(5~15kgf)	○(1~3kg)	◎	○
ゴム(高分子材料)	△(5kgf以下)	◎(1kg程度)	△	◎

Profile



長 弘基
Hiroki Cho

役職/准教授
学位/博士(工学)
学位授与機関/筑波大学

【連絡先】
h-cho@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
金属材料学、金属組織学
■ 主要研究テーマ
・形状記憶合金を用いたアクチュエータの研究開発
・形状記憶合金を用いた医療・福祉機器の研究開発
・形状記憶合金の高機能・高性能化のための基礎研究
■ PR・その他
変形後、加熱すると変形前の形状に戻るという特殊な特性を持つ形状記憶合金は、そのユニークな特徴と、生体内での安定性が非常に高いことから、炊飯器の調節口や携帯電話のアンテナなど民生・産業製品だけでなくステントなどの医療分野にも幅広く応用されております。そこでこの形状記憶合金の高性能化、および新たな応用としての形状記憶合金を用いたアクチュエータ・新たな医療機器などの研究開発を行っております。