

5. 太陽追尾システム駆動用水素吸蔵合金アクチュエータの動作特性

ものづくり技術支援グループ ○松村 一弘
村田 政隆
東光電機工業株式会社 小林 弘幸
苫小牧工業高等専門学校 須田 孝徳

1. はじめに

太陽光発電の発電量増加には、太陽電池そのものの性能向上(光電変換効率)と、太陽電池の運用面の改善(太陽電池への入射光制御)がある。広く知られている様に太陽の東から西への移動を追尾すれば発電量を増加させることが可能である。既存の太陽追尾装置は、追尾方向を予めプログラムするか日射センサーで太陽位置を検出し、モータ駆動で太陽電池の向きを変えており、制御のために常に電力を消費する。これに対して、開発を目指す太陽追尾システムは、わずかな温度差で放出水素圧力が変化する特徴を持つ水素吸蔵合金(以下、合金)を、太陽光の輻射熱で暖めることで駆動に必要な圧力が得られるため、電力を必要とせず(エネルギーコストゼロ)、さらに特別な制御装置を必要としないシンプルな構造で、太陽追尾を実現できる可能性がある。この可能性をフィールドで低温低日射量の冬季期間の条件にも関わらず実証した*。しかし、このフィールド実験では風などの外乱が多く、日射量に対する動作特性の関係を明らかにすることができなかった。このため、日射量と動作特性の関係を調べるために、太陽追尾システムに用いた水素吸蔵合金アクチュエータ(以下、MH アクチュエータ)部のみを室内に設置し、太陽光の代わりに人工白色光を照射し、動作実験を行った。

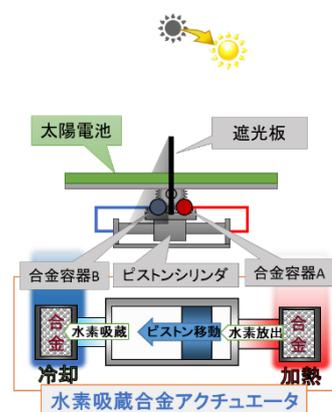


図1 水素吸蔵合金を利用する太陽追尾システムの構成

2. 水素吸蔵合金アクチュエータと追尾原理

MH アクチュエータは図1下部に示す様に、合金を入れた容器(以下、合金容器)2個とピストンシリンダで構成できる。一方の合金容器を加熱すると水素が放出され、もう一方の合金容器を冷却すると水素が吸蔵され、ピストン左右のシリンダ内では圧力差が生じピストンが移動する。熱源に太陽の輻射熱を用い、右と左の合金容器の間に遮光板を設けることで、図1に示す太陽追尾システムが構成できる。その動作を図2に示す。太陽光と遮光板が平行なときを図2(a)、太陽が移動し遮光板によって片側の合金容器が日陰状態であるときを図2(b)、MH アクチュエータが動作し太陽光と遮光板が平行になった状態を図2(c)に示す。太陽が移動すると(a)~(c)を繰り返すことで太陽を追尾する。

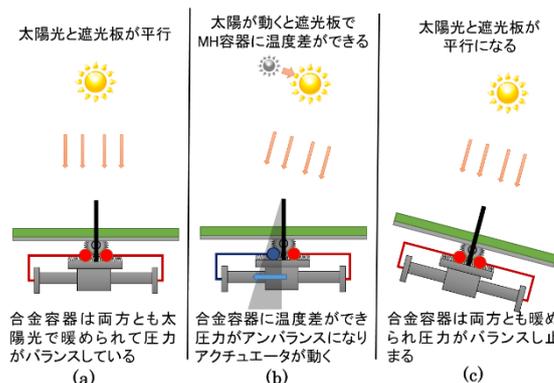


図2 MH アクチュエータによる太陽追尾の原理

3. 実験方法

実験場所は北海道立工業技術センターの精密測定室(室温 20℃)とした。室内なので、放射照度が可変できる白色光ライトを疑似太陽光として用いた。実験装置として図1から太陽電池と追尾機構を除いた

* 水素吸蔵合金を利用する太陽追尾システムの基礎技術開発.北海道立工業技術センター研究報告 No.14(2016).p18-24

MH アクチュエータ部の図 3 に示す装置を製作した。そして、太陽が東から西に移動する状態を再現するため、0.25 度/分で回転する電動回転台上に設置した。フィールドに設置される太陽追尾システムには自然の外力である風圧荷重、積雪荷重、地震荷重が想定される。太陽電池アレイ用支持物設計基準 (JIS-C8955) によれば、自然の外力で支配的なのは風圧荷重である。この風圧相当分の力をエアシリンダで加えた。また、白色光ライトの放射照度分布は予め日射計等を使い計測した。

実験を開始する前に合金容器の表面温度や合金温度等が室温状態であることを確認し、実験条件を変えても MH アクチュエータが所定変位となるように位置決め治具を取り付け、風圧相当の負荷をエアシリンダで加えた。次に、合金容器部をアルミ板で遮光した状態でライトを点灯し、安定するまで放置した。その後、アルミ板を外すと同時に、太陽の動きを模倣する電動回転台を動作させ、各測定を行った。この手順で、ライトの放射照度と負荷条件を組み合わせた実験を行った。実験状況を図 4 に示す。



図 3 実験装置



図 4 実験状況

4. 実験結果

測定値について、図 1 の遮光板を挟み日向に位置する側を A 側、日陰に位置する側を B 側とし整理し、その一例として、放射照度 667W/m^2 での経過時間に対する MH アクチュエータの変位を図 5 に、積算受熱量、合金温度、圧力変化を図 6 に示す。これら図の凡例○は、各負荷での MH アクチュエータが動作を開始したときを示している。負荷が増えると動作開始まで時間を要し、受熱量も増える。

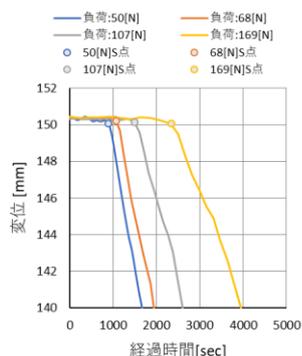


図 5 MH アクチュエータ変位

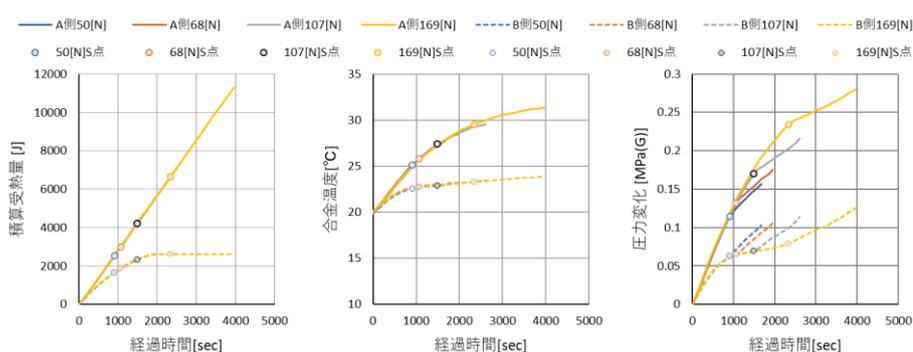


図 6 積算受熱量・合金温度・圧力変化の測定結果

5. まとめ

太陽追尾システム用の水素吸蔵合金アクチュエータが、遮光板を挟む左右の合金容器の受熱量差によって動作することを、室内実験によって明らかにした。その結果を用いれば、実験温度と異なる温度での動作時間推定もできる。太陽追尾システムの日射量に対する動作特性の基礎データが得られた。

本報告は国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)から受託した令和 2 年度 A-STEP トライアウト(令和 2 年 11 月～令和 3 年 10 月)で実施したものである。関係各位に深く感謝する。