

(1) 水素吸蔵合金アクチュエータの性能向上に関する研究

(平成29年度～令和元年度)

1. 研究のねらい

水素吸蔵合金アクチュエータ(以下、MH アクチュエータ)は水素を動作媒体とする流体アクチュエータの1種であり、放熱や加熱によって水素を可逆的に吸蔵・放出する水素吸蔵合金(以下、合金)を駆動源に用いている。MH アクチュエータは、熱エネルギーを物理的運動に変換する熱駆動型であり、これが既存のアクチュエータとの決定的な違いと言える。この特徴を生かすことで、例えば周囲温度の変化を駆動力として使える様に、電力供給を必要としない機器に応用できる。その駆動(速度や出力など)性能を向上させるには、合金の温度変化を速やかにし、合金が水素を吸蔵や放出する平衡水素圧力の差(以下、ヒステリシス)が重要となる。MH アクチュエータの実用的な利用状況においては、合金は容器に充填するので、水素を吸蔵や放出させる熱(反応熱)は容器に伝わり合金に伝わる。本研究開発では、MH アクチュエータの性能向上を目指して、実利用状態における合金特性が及ぼす影響について調査・検討をする。

2. 研究の方法

計画に基づいて今年度は、合金容器内部構造等が及ぼす水素吸蔵放出特性変化について検討を行った。

3. 研究成果の概要

MH アクチュエータでは合金を容器に充填して使用する。容器周囲から熱が容器に伝わり、そして合金に熱が伝わる。しかし、充填されている合金は数 μm の微粉であるため、容器と合金や合金間は隙間が存在し、接触面積は小さいので熱の伝わり方が鈍い。このため、合金に熱伝導性の良い銅粉を混合させた実験①と、容器が放熱や吸熱し易いようにフィンを付けた実験②によって、水素吸蔵放出特性が改善されるか検討を行った。

実験①では、合金水素濃度(H/M)が0.2~0.8のとき平衡圧力約100kPa(20℃)特性の希土類-ニッケル系合金を使い、円筒状(内径10mm、長さ50mm)の容器に、合金のみの12g、10g、8g、合金と銅(粒径5 μm)を混合した合金10g+銅2g、合金9g+銅3g、合金8g+銅4gを充填した6サンプルを用いた。これら6サンプルの容器には合金温度を測定するシース熱電対を中央部に差し込み、表面にも熱電対を貼り付けた。そして、昨年度と同様なMH アクチュエータに各容器を取り付けて恒温槽に設置し比較実験を行った。各サンプルでは同じ温度で同じ圧力が得られるように予め計算した水素量を吸蔵させた。その結果、同じ圧力変化に要した温度変化の小さい順に、合金8g+銅4g、ほぼ同じ値となった合金12gと合金10g+銅2gと合金9g+銅、合金10g、合金8gであった。銅を混ぜると温度変化が速くなり圧力変化も速い。しかし、合金温度と圧力を比較すると、合金のみのサンプルと合金10g+銅2gでは計算値内に計測値は入るが、合金9g+銅3gと合金8g+銅4gは計算値から計測値が低く外れた。その傾向は、合金に対する銅が約2割以上で現れた。

実験②では、フィン無容器と、それにフィン4枚付き、フィン8枚付きの3容器を用意し、合金を充填し容器表面温度と合金温度を熱電対で測定した。この実験では水素を充填しないで、周囲温度変化に対する各温度変化をフィン無とフィン4枚、フィン無とフィン8枚で比較観察した。その結果、フィン付きはフィン無よりも容器表面温度も合金温度も速く変化し、8枚よりも4枚の変化の方が速く変化し

ていた。8枚が4枚より低いのはフィンの枚数分熱容量が増えたためと考えられる。

MH アクチュエータの性能向上に実験①から、合金に約 2 割以下の銅を混ぜるのは有効で、実験②から、容器にフィンをつけることも有効であることが確かめられた。効率的な MH アクチュエータを設計するには、出力に対する必要水素量から過不足ない合金量を算出し、合金間の隙間に銅を入れるなら約 2 割以下にし、その量に合わせた内容積のフィン付き容器が適している。

担当者：松村一弘、村田政隆