

(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～平成31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、合金を容器充填する量(充填率)による水素吸蔵放出特性の変化について検討を行った。

3. 研究成果の概要

合金を冷却すると水素が吸蔵され、加温すると吸蔵された水素が放出される。この冷却や加温の熱が合金に速く伝われば、水素の吸放出も速くなり結果として MH アクチュエータの動作も速くなる。先ず外から容器に熱が伝わり、そして合金に熱が伝わる。容器に隙間無く合金が充填されていれば、この熱が伝わりやすいが、全く隙間が無ければ合金が水素を吸蔵したときの膨張によって容器に大きな応力が生じる。このため、ある程度隙間ができる様に合金を容器に入れるが、このときの充填率(合金体積/容器容積)によって、どの様な影響を及ぼすか実験を行った。

円筒状(内径 10mm,長さ 50mm)の合金容器各 3 個に水素吸蔵量の H/M が 0.2～0.8 のとき平衡圧力約 100kPa(20℃)特性の合金を 12g、10g、8g 入れ充填率を変えた。これら容器には合金温度を測定するシース熱電対を合金中央部に差し込み、容器表面にも熱電対を貼り付け、2 種類の実験を行った。実験①としては、昨年度に試作した MH アクチュエータに各合金容器を取り付けて恒温槽に設置し温度をステップ的に変えた比較実験を行った。各合金には同じ温度で同じ圧力が得られるように水素吸蔵量を変えている。実験②としては、水素による伝熱や水素化反応熱を排除し合金の熱の伝わり方を観察するために、合金容器を真空引きし熱の伝わり方を、恒温槽で実験①と同じ温度条件で行った。

MH アクチュエータを動作させた実験①では、充填率の高い方が、容器の表面温度は恒温槽温度との差が小さく、表面温度と合金温度の差も小さく、温度が伝わりやすい結果となった。そして、動作も充填率の高い方が速い結果であった。合金容器を真空引きしたときの実験②では、恒温槽温度変化に対する表面温度変化は 12g と 10g とともに同じであったが、表面温度と合金温度の差は実験①よりも約 2 倍大きく現れたことで、容器中の水素が熱伝導に寄与していることになる。これらの実験結果から、充填率が低いと容器と合金あるいは合金同士の接触が少ないので、熱が伝わりにくいので充填率を高くする方が温度変化に対する応答性が良い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、その合金量に合わせた内容積の容器を設計する必要がある。

担当者 松村一弘、村田政隆、松本陽斗