

(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、合金のヒステリシスがMH アクチュエータの動作に及ぼす影響について検討を行った。

3. 研究成果の概要

合金は「合金+水素 $\rightleftharpoons$ 金属水素化物+反応熱」の反応で可逆的に水素を吸蔵や放出をする。この水素の吸蔵や放出では、定温条件で平衡水素圧が一定で吸蔵や放出を続ける領域(プラトー域)が存在する。このプラトー域では水素を吸蔵中でも放出中でも合金温度と平衡圧力が一定関係となる特性がある。この吸蔵と放出の平衡圧力の差がヒステリシスと呼ばれ、合金の組成によってヒステリシスの大きさが異なる。ヒステリシスが大きいと水素を吸蔵や放出させるときに、同じ圧力を得ようとすれば、大きい温度差で冷却や加熱しなければならず、反応熱を有効に利用することができないとされている。このヒステリシスがMH アクチュエータ動作へどのような影響を及ぼすか、組成の異なる合金で試作したアクチュエータを動作させた。試作した合金は放出平衡圧力が等しく、合金温度20℃のとき約20kPaと約55kPaのヒステリシス特性を持つ希土類-Ni系2種類である。これら合金を同形状の容器に12g入れ、合金温度を測定するためシース熱電対を容器合金部に差し込んだ。MH アクチュエータを金属ベローズ(伸縮範囲44mm、有効径30mm、バネ定数6.9N/mm)を使い試作した。このアクチュエータに予め水素を吸蔵させた合金容器を接続し、恒温槽内に設置した。MH アクチュエータの温度-圧力-変位等の出力関係は、合金の温度-圧力特性と金属ベローズの伸縮特性から予測値を求めた。実験は恒温槽の温度を①15℃から5℃毎に1時間保持し35℃まで

上昇させ、その後、5℃毎に1時間保持し15℃まで低下、②25℃と27℃毎に20分保持の繰り返し、③0℃と32℃毎に20分保持の繰り返しの3パターンで、圧力・変位・合金温度を測定した。ある温度から上昇させ元の温度に低下させるとヒステリシスが無ければ、圧力も元の値となるが、①の結果では、ヒステリシス小の合金が4～9kPaの圧力差を示したのに対して、ヒステリシス大の合金は18～33kPaで、同じ温度変化で放出量より吸蔵量が少なく反応熱も小さく、アクチュエータの変位も小さい結果となった。②と③では、温度変化に対する圧力変化に①程の差は見られないが傾向的には変わらない結果となった。ヒステリシスの小さな合金の方が、温度変化に対する圧力応答性が良いことが確かめられた。

担当者 松村一弘、村田政隆、松本陽斗