

水素製造に適したAI合金の選択及びAI合金の持つ基礎パラメータの取得

著者	東野 和幸, 杉岡 正敏, 近藤 光輝
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2011
ページ	48-50
発行年	2012-07
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008780

水素製造に適した Al 合金の選択及び Al 合金の持つ基礎パラメータの取得

東野 和幸(航空宇宙機システム研究センター 教授)

杉岡 正敏(航空宇宙機システム研究センター 特任教授)

○ 近藤 光輝(航空宇宙システム工学専攻 M1)

1. はじめに

近年、クリーンエネルギー製造法の一つとして、アルミニウム(以下 Al とする)と水から水素を製造する Al/水反応法が注目されており、本学ではこれを次世代の宇宙機推進システムに適応する研究を行っている。

本反応は人体や環境に対して負担が小さく、Al と水を直接機体に搭載するため貯蔵性に優れる長所があるが、Al 表面の酸化被膜の影響により水素の供給圧力や水素製造に対する即応性、効率性に課題を残す。

過去の研究より特定の Al 合金を用いることで水素製造速度や水素製造効率を向上させることが可能となり、特に Al-Sn-Bi 系合金は水との接触のみで水素を製造することが可能となった。しかし、現状において水素製造効率の高い Al 合金の組成や比率は未解明であり、水素製造に適した温度や水量も明らかとなっていない。

そこで本研究は水素製造システムの要求を満たす Al 合金を見出すために水素製造実験を行い、Al 合金の水素製造に最適な温度や水量を明らかにする。

2. 実験方法

2.1 使用合金

使用した合金とその成分を表 1 に示す。Al 合金に Sn と Bi を添加したことで水素製造効率や水素製造量が向上し、Zn は一般的な Al 合金に含まれている組成であるため本研究では Al-Sn-Bi 系合金、Al-Zn-Bi 系合金、Al-Sn-Zn 系合金の 3 種類を用いた。また、各金属の添加量の影響を評価するため、一つの合金の比率を 10%に固定し、Al 含有量は常に 50%以上とした。

表 1 各合金の組成

合金名	Al-Sn-Bi 合金	Al-Zn-Bi 合金	Al-Sn-Zn 合金
成分	Al-20%Sn-10%Bi	Al-20%Zn-10%Bi	Al-20%Sn-10%Zn
	Al-40%Sn-10%Bi	Al-40%Zn-10%Bi	Al-40%Sn-10%Zn
	Al-10%Sn-20%Bi	Al-10%Zn-20%Bi	Al-10%Sn-20%Zn
	Al-10%Sn-40%Bi	Al-10%Zn-40%Bi	Al-10%Sn-40%Zn

2.2 実験装置

本研究ではガラス製反応容器(A)とステンレス製反応容器(B)を用いた。ガラス製反応器は反応を直接確認できステンレス製反応器は高圧実験を行える長所がある。どちらの装置でも捕集管を用いて水上置換にて水素を測定した。ただし、高圧水素製造実験は装置内を密閉にし、圧力計にて圧力を読み取った。



(A)

(B)

図1 実験装置

2.3 実験内容

水素製造システムの要求を満たす Al 合金を見出すための実験項目と実験条件を表2に示す。本実験ではAl合金の表面積を増やすため、やすりを用いて粉末状にした。そのためAl合金の重量を5gとした。また、実験時間は420分までとした。

表2 実験条件

実験項目	Al合金の比較	温度変化	水量変化	高圧水素製造
合金重量(g)	5	5	5	5, 10
温度(°C)	20→40→60→80	40,60,70,80,90	反応に最適な温度	反応に最適な温度
水量(ml)	80	80	80,60,40,20,10	反応に最適な水量

3.実験結果

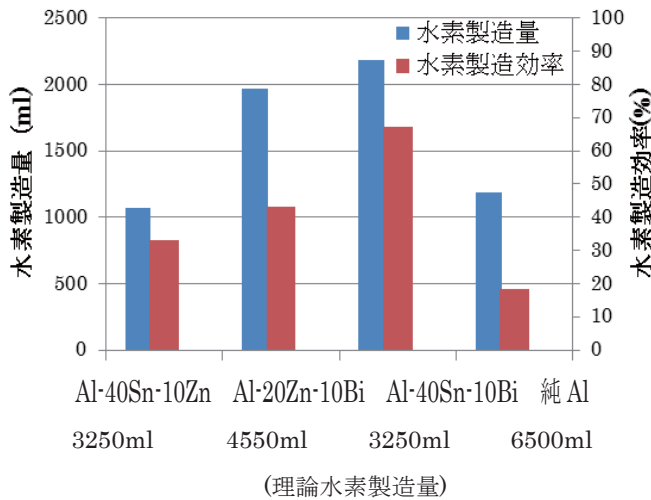
3.1 常圧水素製造実験

合金ごとの水素製造量を図2に示す。また、図2に示したAl合金は各種類のAl合金において最も水素を製造したAl合金である。水素製造量はAl-40%Sn-10%Zn合金、Al-20%Zn-10%Bi合金が多い結果となったが、理論水素製造量に対する水素製造効率を考慮すると、Al-40%Sn-10%Biが60%以上の水素を製造したことがわかる。このことよりAl-40%Sn-10%Bi合金での反応に最適な温度や水量が明らかになった。(表3)

すなわち反応温度が90°C、水量が20ml(Al合金との水量比は1:4)の時の水素製造効率は約90%となり、Al-40%Sn-10%Bi合金では非常に効率よく水素を製造できることが明らかとなった。

表 3 実験結果

Al 合金名	Al-40Sn-10Bi(5g)
最適温度	90℃
最適水量	20ml
水素製造量	約 2900ml
水素製造効率	約 90%



3.2 高圧水素製造実験

高圧水素製造実験の結果を図 3 に示す。純 Al は圧力の上昇は微量であったが、Al-40%Sn-10%Bi 合金(5g)は約 30 分で圧力が 5MPaG まで達した。さらに合金の重量を 2 倍の 10g にした場合、圧力は 3 分間で 18MPaG まで達した。実験装置の安全弁最高使用圧力は 20MPaG までなので、この段階で実験を停止した。以上により、Al-40%Sn-10%B 合金は非常に即応性の高い合金であることが明らかとなった。

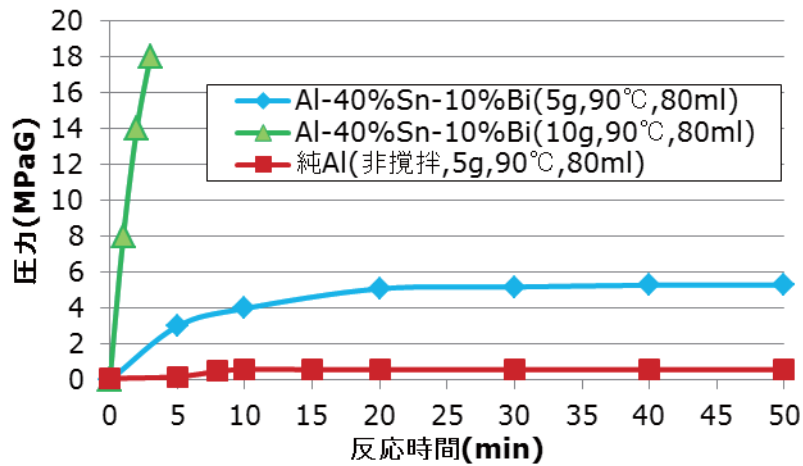


図 3 Al-40%Sn-10%Bi における圧力の経時変化

4.まとめ

水素製造システムの要求を満たす Al 合金を見出すために水素製造実験を行ったところ、Al-40%Sn-10%Bi 合金を用いて反応温度を 90℃にした場合に理論値の約 90%の水素を製造することができた。また、Al-40%Sn-10%Bi 合金(10g)での高圧水素製造実験においては短時間で高圧水素を製造することができた。したがって、Al-40%Sn-10%Bi 合金は宇宙機推進システムに適応できる可能性があると考えられる。