

アルミニウム/水系反応による高圧水素発生の研究

著者	東野 和幸, 杉岡 正敏, 小林 隆夫, 石川 昂紀
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	2009
ページ	39-41
発行年	2010-06
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008730

アルミニウム/水系反応による高圧水素発生の研究

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)

小林 隆夫(応用理化学系学科 技術職員)

○ 石川 昂紀(航空宇宙システム工学専攻 M1)

1. 緒言

近年、化石燃料などを燃やした際に生成する二酸化炭素による地球温暖化が問題となっている。クリーンエネルギーの1つとして燃焼後に水しか残らない水素が注目されている。水素は化石燃料の水蒸気改質反応により工業的に製造されているが、その製造過程で二酸化炭素が生成する。そのため、二酸化炭素を排出しない水素製造法を確立する必要がある。

アルミニウムと水からの水素製造は、 $2\text{Al}+6\text{H}_2\text{O}\rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3+3\text{H}_2$ という簡単な反応で水素を製造することができ、二酸化炭素を排出しないクリーンな水素製造法である。

アルミニウムの新地金の生産は年々高まっており 2008 年度は全世界で 39430 トンを消費している[1]。一般的にアルミニウムは軽い金属であるが柔らかいため、ジュラルミンのような軽さと強度を併せ持つ合金として用いられる場合が多い。また、ある種のアルミニウム合金と水の反応での水素発生が報告されているが詳細は不明である[2]。

本研究では純アルミニウムおよびアルミニウム合金と水を用いた宇宙機推進用の高圧水素発生実験を行う前段階として、効率良く水素を発生できるアルミニウム合金を独自に見出すことを目的とした[3]。

2. 実験方法

実験装置はオーエムラボテック製のオートクレーブを用いた(図1)。反応容器の容積は100mlである。

試料は純アルミニウムとアルミニウム合金 5 種類を用いた。いずれもアルミニウム(Al)とマンガン(Mn)、銅(Cu)、シリコン(Si)、クロム(Cr)、チタン(Ti)による鑄造合金を細かく削った粉末試料である。それぞれの比率は Al-100%(純アルミニウム)、Al-11%Mn、Al-39.2%Cu、Al-25%Si、Al-13.0%Cr、Al-9.7%Ti である。図2に本研究で使用したアルミニウム合金の代表例として Al-39.2%Cu 合金粉末の写真を示す。

アルミニウムまたはアルミニウム合金粉末 5g、水 80ml を反応容器に入れ、電気炉で 40°C に保ち、攪拌翼を 1350rpm で攪拌しながら反応を行った。攪拌開始より水素発生後 8 時間まで測定を続けた。生成した水素の体積はアクリル製の目盛付捕集管を用いて水上置換法で計測した。



図1 オートクレーブ



図2 Al-39.2%Cu

3. 実験結果

3.1 Al および Al 合金の水素生成量

図3 にアルミニウム合金の水素生成量の時間変化を示す。どの試料でも反応の誘導期がみられることがわかった。特にAl-39.2%Cu の経時変化はAl-100%と非常に似た変化を示した。水素生成量の順序はAl-100% \approx Al-39.2%Cu > Al-11%Mn、Al-25%Si、Al-9.7%Ti > Al-13.0%Cr であった。いずれの試料についても水素発生後5 時間で最終的な水素生成量の80%以上が得られた。

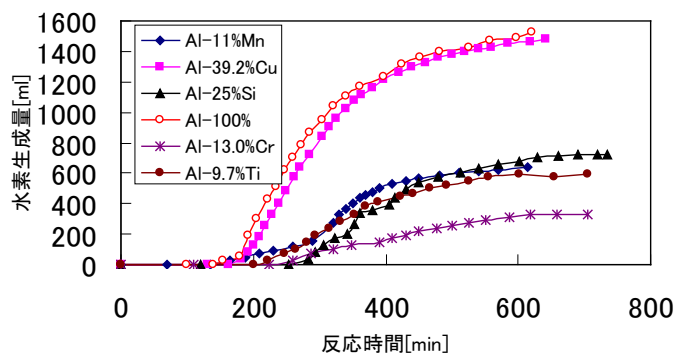


図3 Al および Al 合金の水素生成量

3.2 誘導期の長さ

図4 は誘導期の比較である。ここでは攪拌開始後水素生成までの時間を誘導期とした。水素生成量が明らかに多かったAl-100% およびAl-39.2%Cu の場合と比較してAl-11%Mn の誘導期は短いことがわかった。その他の試料についてはほぼ水素生成量が多い順番に誘導期が短くなっている。一般的にアルミニウムの表面には安定な酸化被膜が存在するが、酸化被膜が破壊されるとAlと水が反応し水素が生成することが知られている。これより、Al-11%Mn の誘導期が短い理由として、他の試料よりも酸化被膜が破壊され易いことが考えられる。

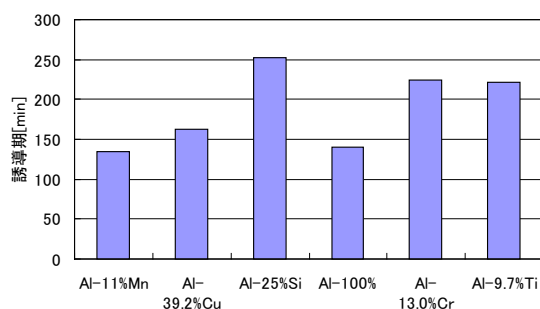


図4 誘導期の長さ

3.3 Al および Al 合金の単位重量当たりの水素生成量

図5 は攪拌開始後 600 分後の単位アルミニウム重量当たりの水素発生量で比較したものである。Al-39.2%Cu が最も単位アルミニウム重量当たりの水素生成量が多く、Al-100%と比較するとアルミニウム 1g 当たり約 1.6 倍の水素が生成することがわかった。Al-39.2%Cu 以外の金属については Al-100%と比較すると発生量が著しく減少する結果となった。また、

誘導期が最も短かった Al-11%Mn についても水素生成量は Al-100%の半分以下であった。

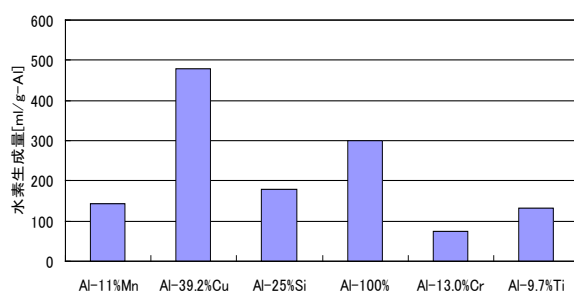


図5 60分後のAlおよびAl合金単位重量の水素生成量

4. まとめ

本研究ではステンレス製の反応機を用いて、高圧水素発生のための前段階として、まず常圧、開放系での水素生成実験を行った。

Al合金と水との水素生成反応について検討した結果、Al-39.2%CuとAl-100%の試料重量当たりの水素生成量はほぼ同等であることがわかった。しかし、Al単位重量あたりではAl-39.2%Cuの方が水素生成量は多く、高圧水素発生用には適していると考えられる。

なお、Al粉末/水系反応を用いた密閉系オートクレーブでの予備実験では、高圧水素が発生することを確認している。

謝辞

本研究に対して多くのご支援とご協力を頂きました本学 もの創造系領域 教授 桃野 正先生、くらし環境系領域 助教 神田康晴先生に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] (社)日本アルミニウム協会ホームページ, <http://www.aluminium.or.jp/>
- [2] 石田清仁、化学、第62巻、11号、(2007), pp.72-73.
- [3] 石川昂紀、小林隆夫、神田康晴、桃野 正、東野和幸、杉岡正敏、第10回北海道エネルギー資源環境研究発表会要旨集、(2010), pp.31-32.