



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



再生冷却システムに用いる熱分解吸熱反応燃料に関する研究：研究成果報告

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター 公開日: 2016-04-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 棚次, 巨弘, 東野, 和幸, 湊, 亮二郎, 磯田, 浩志, 前田, 大輔 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008714

再生冷却システムに用いる熱分解吸熱反応燃料に関する研究：研究成果報告

著者	棚次 亘弘, 東野 和幸, 湊 亮二郎, 磯田 浩志, 前田 大輔
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	2008
ページ	33-35
発行年	2009-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008714

棚次 亘弘(航空宇宙機システム研究センター長 特任教授)

東野 和幸(航空宇宙システム研究センター 教授)

湊 亮二郎(航空宇宙システム研究センター 助教)

磯田 浩志(航空宇宙システム工学専攻)

○ 前田 大輔(航空宇宙システム工学専攻)

1. 研究概要・目的

現在、空気吸い込み式エンジンを搭載した次世代型宇宙往還機が計画されているが、超音速・極超音速での飛行の際にはエンジン及び機体表面の発熱が問題となる。近年この対策として熱分解吸熱反応燃料(Endothermic Fuel ; EF)と呼ばれる炭化水素系燃料を用いた再生冷却システムが注目されるようになってきた。

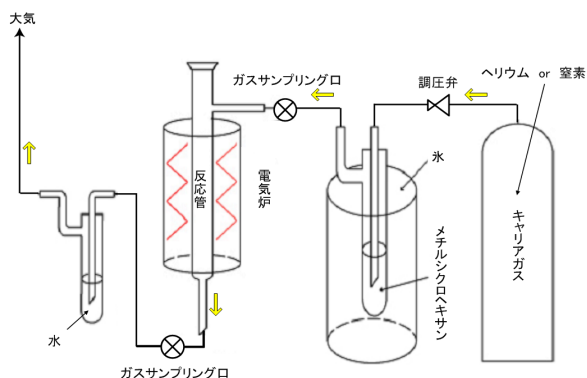
再生冷却システムに用いられる冷媒として液体水素が多く研究されてきたが、炭化水素系燃料は密度が大きく常温であることから、液体水素には無い多くの長所を持つ。比推力で液体水素に劣るが、700K以上の高温環境下で熱分解し、吸熱反応によって冷却効果を増大させることが可能である。

ただし、炭化水素は熱分解機構の多くが未解明であり、吸熱量の定量的な評価が困難であるため実験による検証が必要である。本研究では代表的なEFとして知られるメチルシクロヘキサンの熱分解特性を把握し、EFの基本特性を明らかにすることを目的とする。

2. 実験

2.1 装置及び方法

実験には流通式加熱反応装置及びガスクロマトグラフを使用した。図1に実験装置の概略図及び主要機器の写真を示す。0°Cに保持したメチルシクロヘキサンをキャリアガスでバブリングし、



(a) 実験装置概略

電気炉で連続的に加熱・分解させる。加熱後のガスを反応管直後のガスサンプリングロより採取し、FID形式及びTCD形式ガスクロマトグラフを用いて分析する。キャリアガスには不活性ガスであるヘリウムまたは窒素(水素定量時)を使用する。

反応管内の触媒保持はガラスウールもしくは石英ウールで触媒を挟み込むことで行う。温度は触媒位置で計測する。



(b) 電気炉



(c) ガスクロマトグラフ

図 1 : 実験装置

2.2 実験条件

実験は触媒なし条件及びニッケル触媒条件について行う。極超音速機の燃料配管には INCONEL alloy 600 に代表されるように、耐熱性・耐腐食性に優れたニッケル合金が使用されることが多い。INCONEL alloy 600 ではニッケルの割合は 72.0 % 以上であり、純ニッケルの触媒効果を検証することでニッケル合金の触媒効果の基準とすることができる。触媒にはニッケル粉末 2.0 g を用いる。触媒は温度条件ごとに新しいものと交換する。

※ 触媒なし条件では、反応管内部に触媒使用時と近い状態を再現するため、石英砂の粉末 2.0 g を触媒と同様に配置する。

3. 実験結果

3.1 触媒なし条件

実験の結果、メチルシクロヘキサンは約 500 °C から分解を始めることが確認された。700 °C では体積比でほぼ 100 % が分解するという結果が得られた。メチルシクロヘキサンはそのほとんどが低級炭化水素に分解することが確認された。吸熱量の大きい脱水素反応が起きていることを示す水素については 600 °C から検出された。水素の発生量は温度上昇と共に増加している。

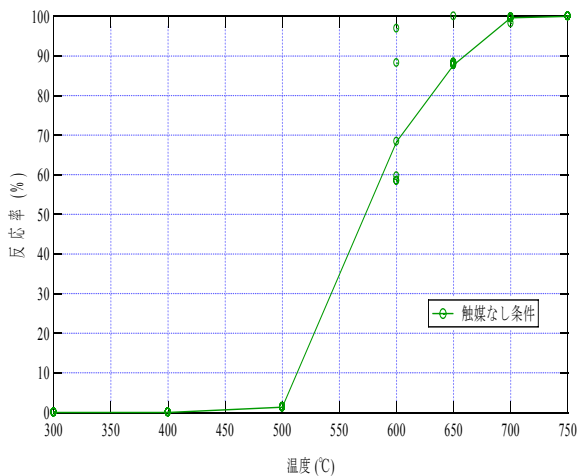


図 2-1 : 反応温度と反応率の関係

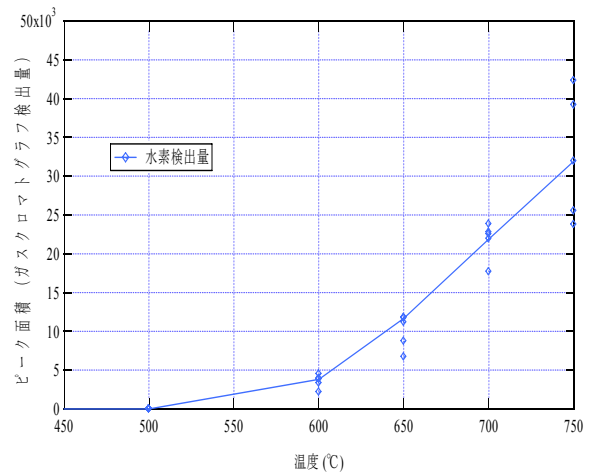


図 2-2 : 反応温度と水素の発生状況

3.2 ニッケル触媒条件

ニッケル触媒を使用した場合、メチルシクロヘキサンは約 300 °Cから分解を開始することが確認された。触媒効果の持続時間は短く、活性は時間の経過とともに失われる。また、触媒効果の持続中はメチルシクロヘキサンのほぼ 100 %が低級炭化水素であるメタンに分解することが確認された。

4. まとめ

本研究では流通式加熱反応装置を用いて代表的な EF であるメチルシクロヘキサンの熱分解実験を行い、触媒なし条件及び耐熱合金を想定したニッケル触媒条件での熱分解特性を検証した。その結果、以下のことが確認された。

(1)触媒なし条件

- ・ 分解開始温度は約 500 °Cである
- ・ 平均 76 %の選択率で低級炭化水素に分解する
- ・ 脱水素反応開始温度は約 600 °Cである

(2)ニッケル触媒条件

- ・ 分解開始温度は約 300 °Cである
- ・ 触媒の活性が損なわれるまではほぼ 100 %の選択率で低級炭化水素であるメタンに分解する
- ・ ニッケル触媒の持続時間は約 15～30 分と短い

メチルシクロヘキサンの分解特性はニッケル触媒の有無により大きく変化することが示された。触媒効果の変化については、熱分解の際に生成したカーボンが触媒表面に付着することが原因と考えられる。

EF を用いた再生冷却システムを実現させるためには、吸熱量の大きい脱水素反応を促進させる触媒が必要となる。今後は理想的な触媒の究明及びより流量の多い実験を予定している。

謝辞

本研究における実験の実施に関しまして本学 応用化学科 教授 杉岡正敏先生、技術職員 小林隆夫先生ならびに反応科学研究室の皆様より多くのご支援ご協力を賜りましたことに深く感謝の意を表します。

参考文献

- (1) H. LANDER, A. C. NIXON,
“Endothermic Fuels for Hypersonic Vehicles,” *Journal of Aircraft*, 1971, Vol. 8, 4.
- (2) He Huang, Louis J. Spadaccini, David R. Sobel, “Fuel - Cooled Thermal Management for Advanced Aeroengines,” *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, April 2004.
- (3) Tim Edwards,
“Liquid Fuels and Propellants for Aerospace Propulsion: 1903-2003,” *Journal of Propulsion and Power*, Vol. 19, No. 6, November-December 2003.
- (4) 蛭澤 直人, “熱分解吸熱反応燃料を用いた宇宙航空輸送システムの概念検討,” 室蘭工業大学 修士学位論文, 2007.