



バイオエタノールの高温高压環境下でのサルファア タック及びコーキング特性

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: 2016-12-28 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 飯島, 明日香, 笹木, 康平, 東野, 和幸 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/00009130

バイオエタノールの高温高圧環境下でのサルファアタック及びコーキング特性

○飯島 明日香(航空宇宙システム工学専攻 博士前期2年)

笹木 康平(航空宇宙システム工学専攻 博士前期2年)

東野 和幸(航空宇宙機システム研究センター 教授)

1. はじめに

宇宙利用・開発の活性化につれて宇宙輸送機の利用回数増加が見込まれる中、宇宙輸送にも環境適合性が求められている。利用のたびに大量の廃棄物を生成する使い捨てロケットから再使用型輸送機へ、また燃料についても環境負荷の小さい燃料の利用が求められる。そこで本学では、環境適合性を有し、再利用性に優れた燃料としてバイオエタノールに着目した。バイオエタノールは再生可能な自然エネルギーであること、カーボンニュートラルであることから環境適合性を有する。また、煤の発生量が少ないため再使用性も高い。しかし、バイオエタノールを燃料としたエンジンの開発実績が少ないため、実用化のためには燃焼特性・冷却特性・材料適合性等の基礎的特性を解明する必要がある。

本研究では、特に冷却特性について着目した。燃焼時に高温となる燃焼器の壁面材料を保護するために、壁面材料の冷却を行うことは再使用性向上の観点からも重要である。壁面材料冷却の手法として、一般的に再生冷却が用いられる。再生冷却とは、燃焼室を二重壁構造として、二重壁の間に推進薬を流通させることにより壁面材料の冷却を行う手法である。再生冷却溝内では、冷却に用いる推進剤は高圧・高温状態になることが予想される。

バイオエタノールは植物由来の燃料であるため、微量の有機硫黄化合物を含有する。製造時に脱硫を行うことにより大半の硫黄分は除去されるが、完全に除去することは不可能であり1 ppm程度の残留硫黄分が含まれる。そのため、含有硫黄成分による硫黄腐食（サルファアタック）が生じる可能性がある。

また、バイオエタノールのような炭化水素系燃料は高温で吸熱を伴う熱分解反応を生じる。熱分解吸熱燃料（EF）としての特性を再生冷却に利用すれば、冷却能力の向上が期待できる。触媒を用いることで、冷却能力がより向上する可能性がある。しかし、熱分解反応が生じる際に化学反応の反応経路によっては炭素が生じる。炭素成分の析出（コーキング）により、流通経路の狭窄や閉塞、冷却特性の低下が生じる可能性がある。

バイオエタノールを再生冷却燃料として適用するためには、上記のような特性・問題について解明する必要がある。そこで本学では、再生冷却溝を模擬した環境での冷却特性を解明するため、高圧・高温条件にてバイオエタノールの加熱流通実験を行う実験装置の検討・製造を行い、サルファアタック・コーキング特性に関する基礎データの取得を行った。

2. 実験装置

実験装置の系統図と写真を図1に示す。本実験装置は、本学が所有する白老エンジン実験場に設置されている。本装置では、エタノールを9.2 MPaまで加圧し、流通させることが可能である。エタノールの臨界圧力は6.13 MPaであるため、超臨界のエタノールの流通試験が実施可能である。

サルファアタック・コーキングについて、実機での使用が想定されている金属で製作した供試体をイメージ炉で加熱してバイオエタノールを流通させる。実験終了後、供試体の切断・分析を行うことでサルファアタック・コーキングの影響を評価する。

EFとしての特性について、電気炉2内に設置したEF反応管で触媒を使用しない場合の特性を、触媒リアクターにて触媒を使用する場合の特性を評価する。

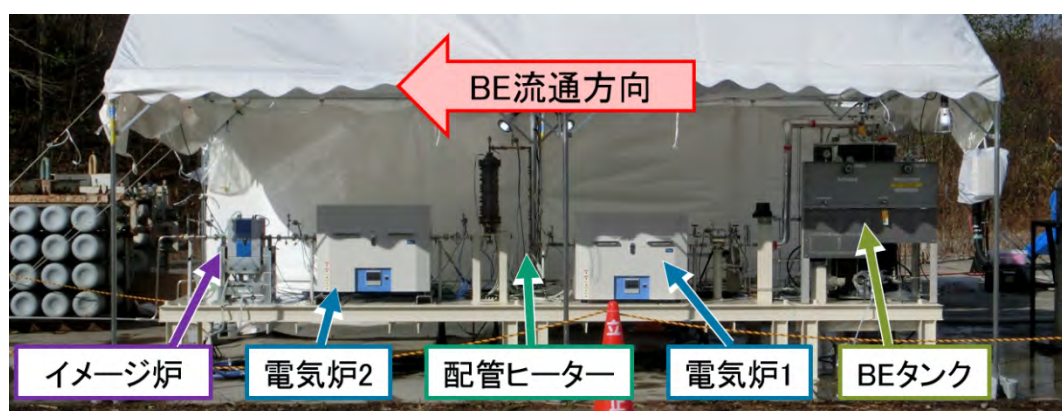
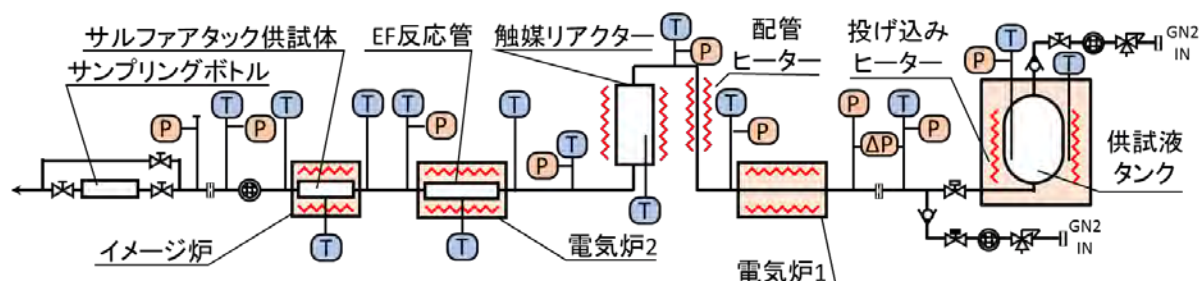


図1 高圧バイオエタノール加熱流通実験装置

3. 実験概要

3-1. 装置の特性把握実験

設計・製造を行った図1の実験装置について、超臨界状態のバイオエタノールが流通可能であることを確認すること、また装置の基礎的特性を把握することを目的として流通実験を実施した。

3-2. サルファアタック・コーキング実験

実機環境での再生冷却溝内のサルファアタック・コーキングの影響を把握するため、図1の実験装置を用いてバイオエタノールの加熱流通実験を実施した。

流通時間は、実機での燃焼時間を考慮して2000 sec (500 sec×安全率4)とした。圧力については、エタノールの臨界圧力(6.14 MPa)以上となるよう、7 MPaに設定した。

供試体には、実機での使用が想定されている銅合金(SMC)を用いた。供試体であるSMC部分の形状は、長さ150 mm、内径φ2 mmである。

表 1 実験条件

試験番号	試験時間	圧力	BE 流量	イメージ炉 壁面温度 (イメージ炉 設定温度)	イメージ炉 入口 BE 温度 (目標値)
-	sec	MPa	g/sec	K	K
BESC_S001	2000	7	5	900	440
BESC_S002				900	550
BESC_S003				750	440
BESC_S004				600	440

4. 実験結果

4-1. 装置の特性把握実験

実験結果を図 2 に示す。エタノールの臨界温度は 513.9 K、臨界圧力は 6.14 MPa であるため、図 2 より電気炉 2 より下流においてエタノールが超臨界状態となることを確認した。また、図 3 よりオリフィス流量計にてバイオエタノールの流量が測定可能であることを確認した。

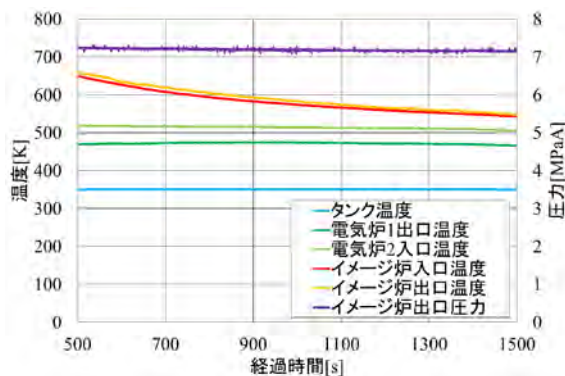


図 2 実験結果（温度・圧力）

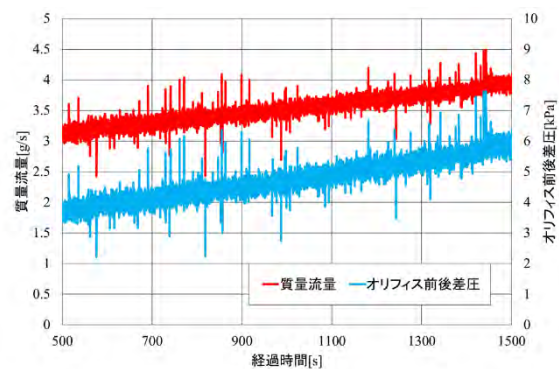


図 3 実験結果（質量流量）

4-2. サルファアタック・コーキング実験

実験後供試体の分析結果（BESC_S002）を図 4・5 に示す。硫黄・炭素の検出量は微量であった。また、供試体下流に設置したフィルタにて捕捉物は確認されておらず、剥離は生じなかった。他の実験結果についても、同様に硫黄・炭素の検出量は微量であった。

以上より、エンジン使用回数が 1 回の場合、再生冷却溝内のサルファアタック・コーキングの影響は無視できる程度であると考えられる。今後は再使用型機に適用し、繰り返し使用する場合について検討を実施する必要がある。

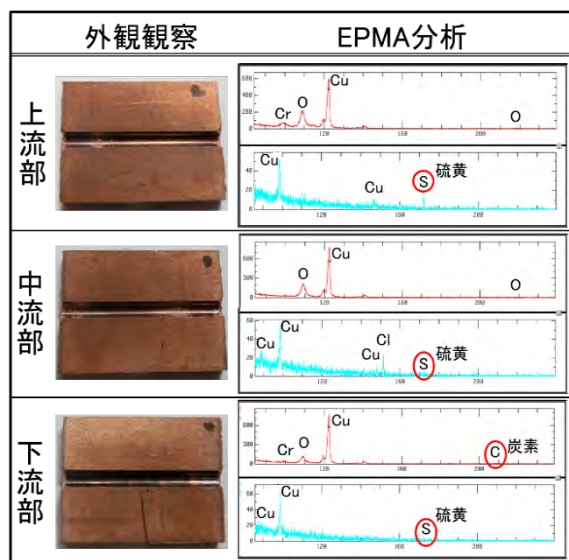


図4 分析結果（概観，EPMA 定性分析）

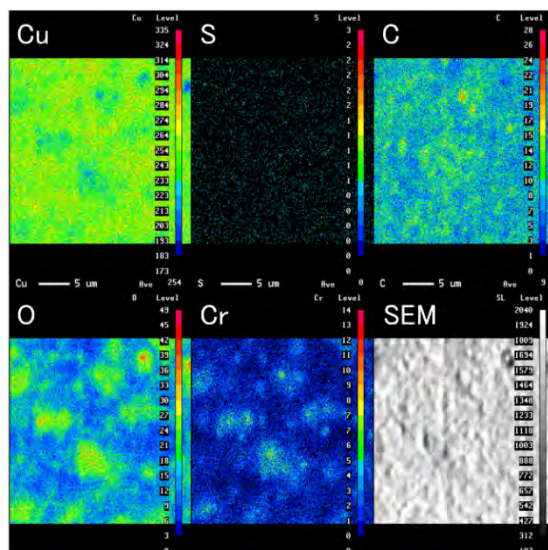


図5 分析結果（EPMA 面分析）

5. まとめ

本研究では，実機の再生冷却溝を模擬した高圧環境でのバイオエタノールの特性把握実験を行うことを目的として，実験装置の設計・製造を実施した．また，製造した装置を用いてサルファアタック・コーキングの影響を把握するための実験を実施した．

その結果，1回の使用ではサルファアタック・コーキングの影響は小さいことが判明した．今後は繰り返し使用する場合について検討を行う必要がある．