

IM270 ガスタービン DUAL FUEL タイプ

DUAL FUEL Type, IM270 Gas Turbine

省エネルギー、環境問題への対応などのため、コージェネレーションシステムの導入が国内外で進められている。また、コージェネレーションとは別に、停電に備えた非常用発電装置の需要が多い。当社が開発したガスタービンの IM270 シリーズでもコージェネレーションおよび非常用発電装置の双方を商品化している。しかし、通常時はコージェネレーションとして運転し、停電時には非常用として運転が可能な防災兼用発電装置としての商品開発はされていなかった。

防災兼用発電装置のメリットは、常用および非常用の発電装置を個々に所有する必要がなく、設置コスト、設置エリアを大きく削減できることにある。防災兼用機では常用は気体燃料、非常用は液体燃料の使用を求められるのが一般的で、一つのエンジンで異なる燃料に対応する必要がある。

今回、IM270 ガスタービンにおいて、発電を継続しながら異なる燃料 (DUAL FUEL) の切替運転技術を確立し、防災兼用発電装置を商品化した。

1. 仕様

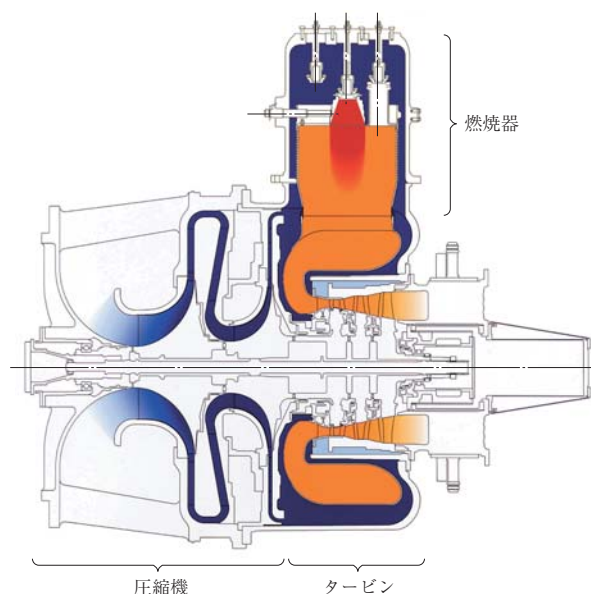
1.1 IM270 ガスタービンの仕様

ベースとなる IM270 ガスタービンの概略図を第 1 図に、主要仕様を次に示す。

圧縮機	遠心 2 段
燃焼器	低 NO _x 予混合式マルチプル燃焼器
タービン	軸流 3 段
発電出力	2 000 kW
発電機端効率	25.5%
燃料	都市ガス 13A, LPG, 灯油, 特 A 重油

1.2 防災兼用発電装置として想定する運転モデル

通常時は気体燃料を使用した運転を行い、発電および排熱を利用して蒸気を発生させる。災害を含め何らかの原因で停電が発生した場合は、気体燃料の供給が停止する可能



第 1 図 IM270 ガスタービン概略図

性があるため、あらかじめ備蓄した液体燃料を使用した運転で発電のみを行う。

2. システムの特徴

2.1 使用燃料

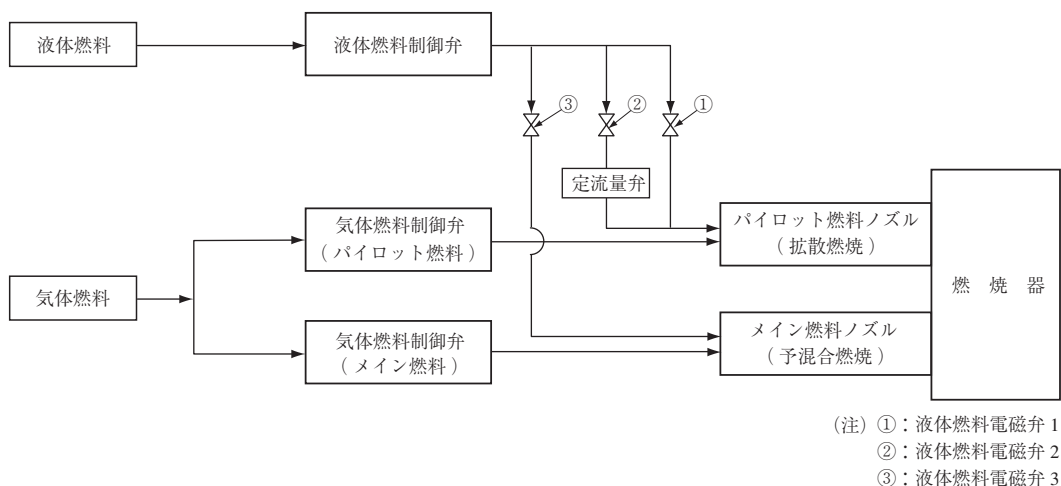
気体燃料は都市ガス 13A 相当とし、液体燃料は灯油および特 A 重油に対応している。

2.2 燃料系統

DUAL FUEL タイプの燃料系統は、気体燃料と液体燃料が完全に独立して燃料ノズルに供給される (第 2 図)。燃料ノズルはパイロット燃料ノズル 1 本とメイン燃料ノズル 6 本で構成される (第 3 図)。気体燃料はパイロット燃料とメイン燃料を異なる制御弁で制御され、液体燃料は一つの制御弁で制御される。

2.3 液体燃料の起動特性

防災兼用発電装置は非常用発電装置の役割もあり、停電時には液体燃料で速やかに起動し、電気を供給する必要がある。このため、停電信号を受けてから、40 秒以内に発電



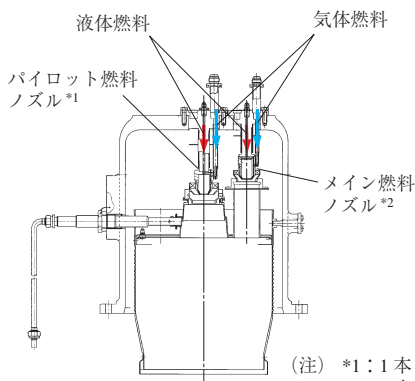
第 2 図 DUAL FUEL 燃料系統図

(a) IM270 ガスタービン外観

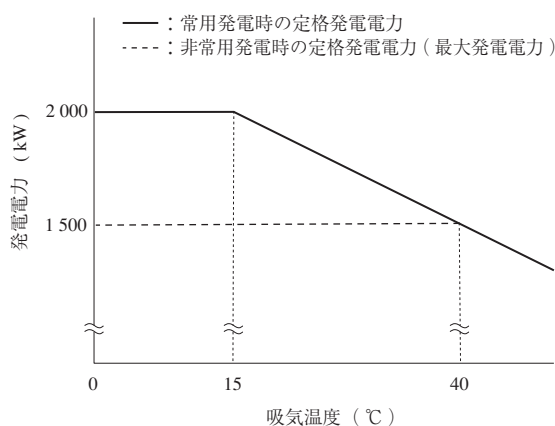


燃焼器

(b) 燃焼器断面



第 3 図 DUAL FUEL 燃料ノズル



第 4 図 非常用発電の最大発電電力

可能な状態にすることが法律（消防法）で定められている。IM270 ガスタービンでは、灯油、特 A 重油のいずれを燃料とした場合でも 40 秒以内に発電状態にすることが可能になっている。

2.4 常用発電の定格発電電力

ガスタービンの発電能力は吸入空気温度による空気量の変化に影響される。吸入空気温度が高いほど最大発電電力は低下するが、防災用電力は季節にかかわらず一定の供給能力を保証する必要がある。このため、非常用発電の定格発電電力は、吸入空気温度が 40℃の時の最大発電電力とすることで、年中、同一の定格発電電力を供給可能にしている。

IM270 ガスタービンでは非常用発電の最大発電電力は 1 500 kW である（第 4 図）。

2.5 非常用発電の負荷投入特性

非常用発電装置として使用する際には、電力会社からの電力供給がない状況での運転となり、ユーザが必要とする

電力を非常用発電装置によって供給する。この場合、定格負荷の 70% までの発電負荷を瞬時に掛けるときでも、運転を継続できることが法律（消防法）で定められている。

IM270 ガスタービンの非常用発電の定格負荷は 1 500 kW であり、その 70% すなわち 1 050 kW を瞬時に掛ける場合でも運転を継続できる必要がある。IM270 ガスタービンは、灯油では 1 200 kW の負荷投入まで実証済みであり、特 A 重油でも 1 050 kW の負荷投入は可能であることが確認できている。

2.6 燃料切替

通常時は気体燃料で運転し、災害を含む何らかの原因で気体燃料供給圧力が低下した場合は、気体燃料での運転から液体燃料への運転に切り替える。このとき、ガスタービンを停止することなく運転中に切り替えることによって、ユーザが必要とする電力を途切れることなく供給が可能になる。

IM270 ガスタービンの燃料切替はパイロット燃料とメイ

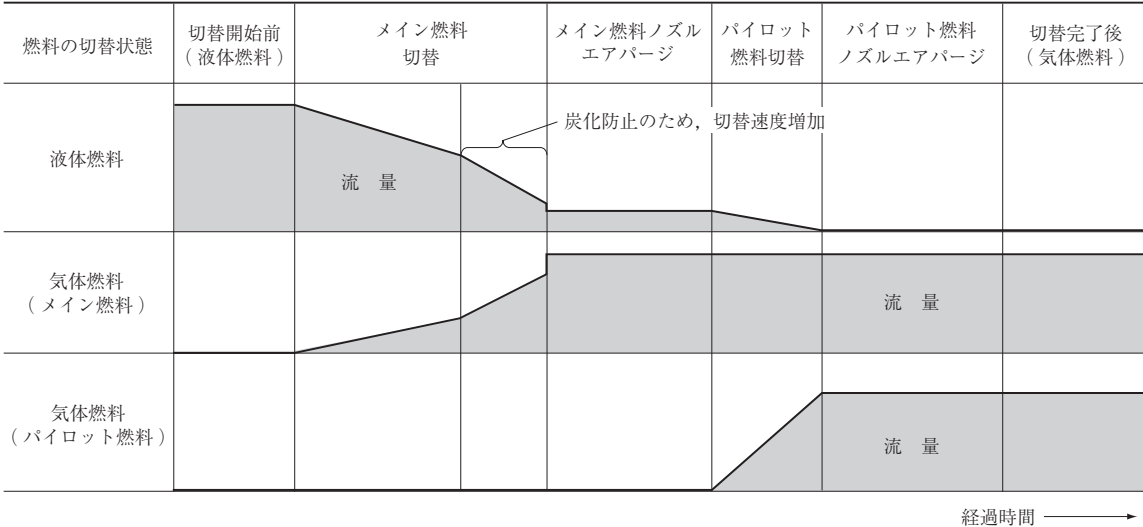
ン燃料を個々に切り替える方法とし、切替中は気体燃料と液体燃料の割合を徐々に変化させる比率切替を用いて燃焼を維持させている（第 5 図および第 6 図）。切替は無負荷から非常用最大負荷のあらゆる負荷で可能であり、切替中の負荷変動にも対応が可能である。また、液体燃料の少ない領域では切替速度を上げて、炭化しやすい特 A 重油でも燃料配管、噴射弁内で炭化しないように配慮している。

今回の DUAL FUEL タイプの開発では、切替時の燃料制御に特色があり、液体燃料から気体燃料の切替時はメイン燃料、パイロット燃料の順に切り替え、逆に気体燃料から液体燃料の切替時はパイロット燃料、メイン燃料の順に切り替える方式となっている。切替の順序が異なるのは液体燃料制御弁が 1 個であることに起因している。液体燃料制御弁が 1 個である理由は、液体燃料制御弁が差圧一定制御をするので、複数の制御弁を使用した場合、圧力制

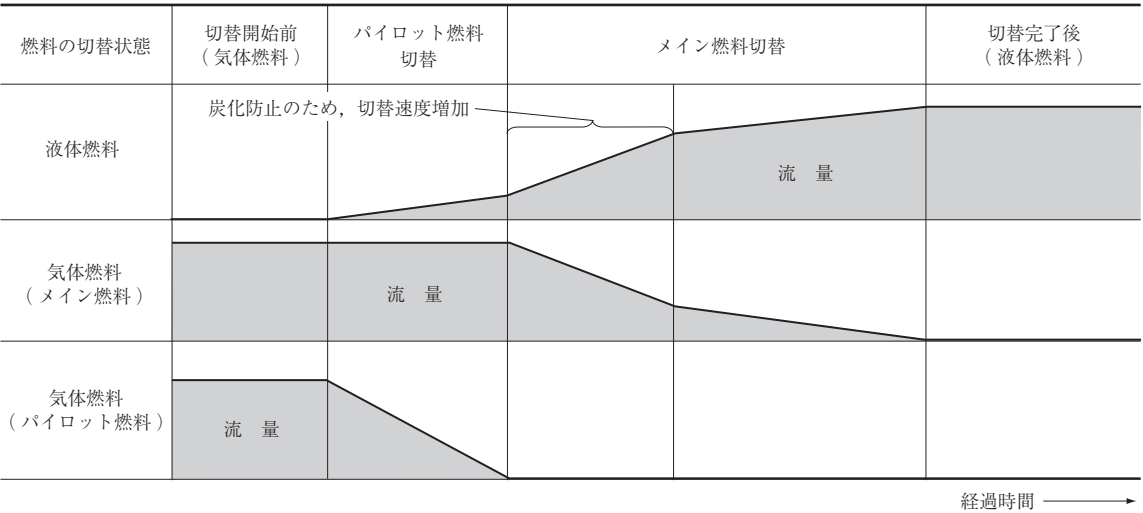
御が干渉して不安定になるためである。以下にパイロット燃料、メイン燃料の切替順について説明する。

2.6.1 液体燃料から気体燃料の切替

液体燃料での負荷運転中は総燃料流量を制御弁でコントロールし、パイロット燃料流量は定流量弁によって、一定流量にセットされている。したがって、液体燃料から気体燃料に切り替える場合、パイロット燃料、メイン燃料の順で切り替えようとしても、液体燃料制御弁ではメイン燃料を減らすことなく液体パイロット燃料の比率切替ができない。パイロット燃料を先に切り替えようとするならば、液体燃料のパイロット燃料流量は一定にして、気体燃料のパイロット燃料流量を徐々に増加させ、気体燃料だけで火炎が維持できる流量に到達させる。その後、電磁弁を閉じることでパイロット燃料ノズルに供給している液体燃料を遮断する切替方法としている。このため、パイロット燃料の



第 5 図 燃料切替方法（液体燃料から気体燃料）



第 6 図 燃料切替方法（気体燃料から液体燃料）

流量変動が大きく、安定した切替とならない。

一方、メイン燃料、パイロット燃料の順で切り替えるとメイン燃料を比率切替している間、パイロット燃料は通常使用している定流量弁を経由して燃料を供給できるため、安定燃焼が可能である。メイン燃料切替（液体メイン燃料遮断）後は液体パイロット燃料を制御弁でコントロールすることになるので、気液比率切替を除々に切り替えることが可能になる。

したがって、液体燃料から気体燃料への切替は、メイン燃料、パイロット燃料の順にしている。

2.6.2 気体燃料から液体燃料への切替

気体燃料から液体燃料の切替時はパイロット燃料、メイン燃料の順に切り替える。パイロット燃料の比率切替完了後、パイロット燃料である液体燃料は定流量弁を経由して供給させ、その後、メイン燃料を比率切替する。

逆にメイン燃料、パイロット燃料の順で切り替えると、メイン燃料は比率切替可能であるが、パイロット燃料は比率切替不可能である。

2.6.3 切替実績

IM270 ガスタービンでは特 A 重油の場合でも、無負荷から定格発電電力 1 500 kW 間のいずれの発電電力において、気体燃料から液体燃料への切替およびその逆の切替が可能であり、特に非常時の気体燃料から液体燃料への切替は 30 秒以内で可能であることを実証している。

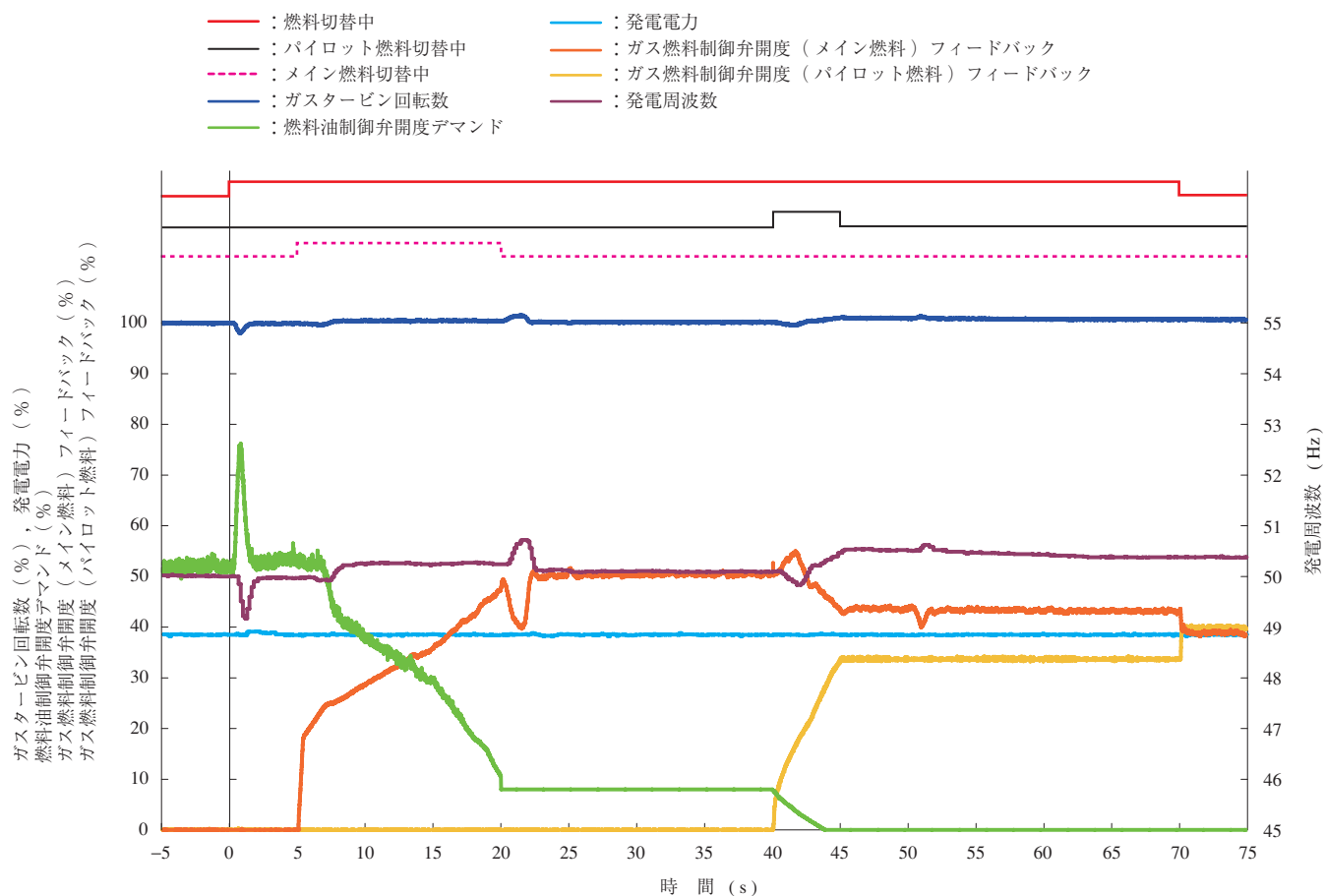
液体燃料から気体燃料への切替時の実績例を第 7 図に示す。同様に気体燃料から液体燃料への切替時の実績例を第 8 図に示す。

2.7 特 A 重油の影響

特 A 重油は灯油と比較して炭化しやすいが、次のいずれも影響がないことを確認している。

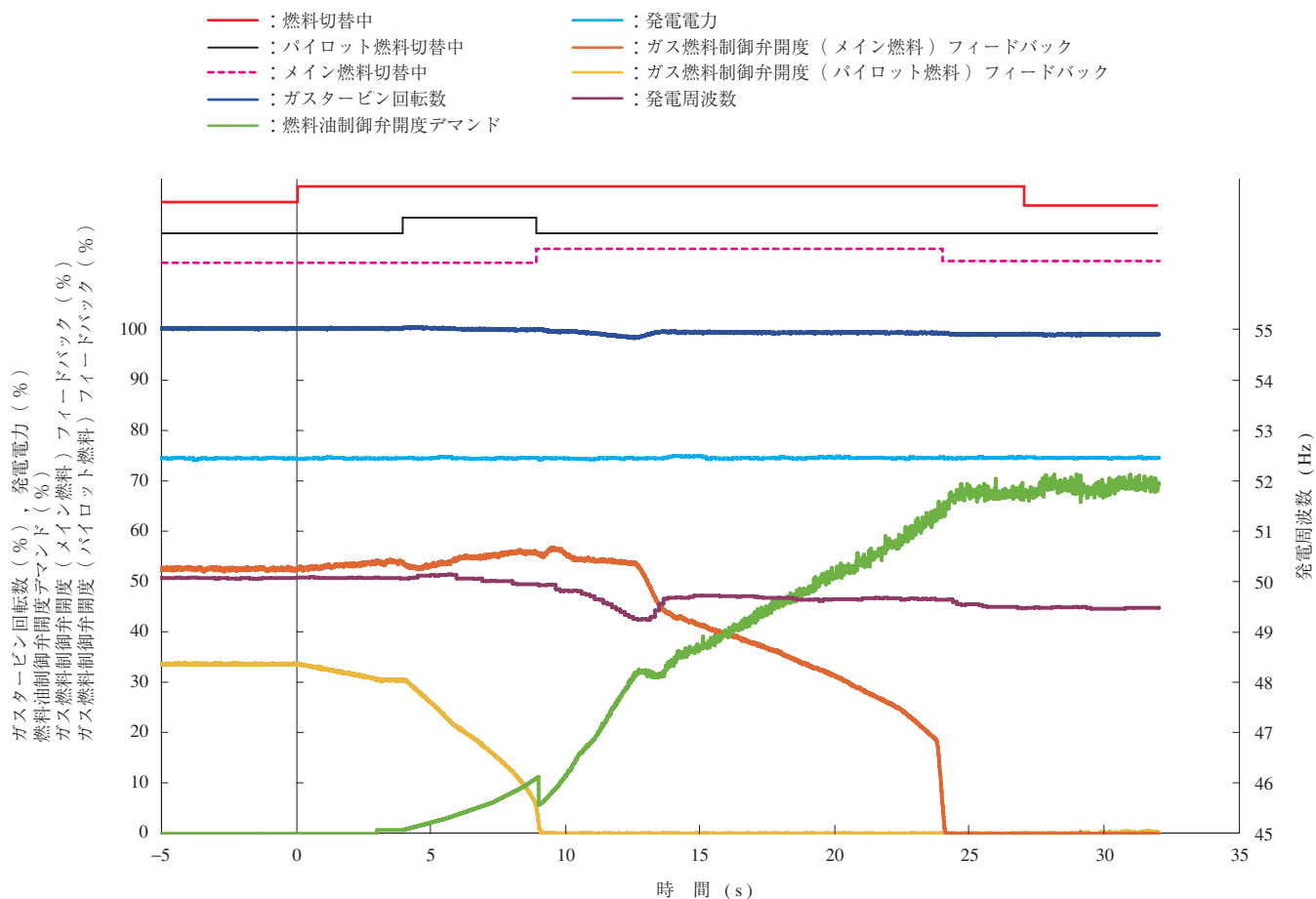
(1) 燃焼器の予混合管に炭化物が付着することによる影響

特 A 重油を非常用燃料としたときの連続運転時間の仕様は 5 時間であるが、10 時間以上の運転後であっても付着炭化物の増加はなく、予混合管も焼損することなく運転が可能であった。予混合管



(注) 1. 燃料切替：特 A 重油から LNG
2. 負荷：40%
3. 切替開始基準点：0 秒

第 7 図 燃料切替実績（液体燃料から気体燃料）



(注) 1. 燃料切替：LNG から特 A 重油
 2. 負荷：75%
 3. 切替開始基準点：0 秒

第 8 図 燃料切替実績（気体燃料から液体燃料）

の付着炭化物の状況を第 9 図に示す。予混合管に炭化物が付着した状態（- (b)）であっても、気体燃料による運転を実施すると付着した炭化物が酸化されて消滅（- (c)）し、常用運転（気体燃料運転）復帰後の付着物による運転への影響はないことを確認した。

(2) 燃料ノズル内に残留した燃料が炭化することによる影響

燃料ノズルの使用後にエアによるオートパージを実施することによって、10 時間以上の実証運転後であっても燃料ノズルの流量低下は発生しないことを確認した。



第 9 図 予混合管の付着炭化物の状況

3. 受 注 状 況

都内某地域冷暖房施設に防災兼用発電装置として、2基受注している。燃料は都市ガスと灯油の組み合わせとなり、2006 年度に設置し、2007 年度に運用開始の予定である。

4. お わ り に

市場拡大の目的で IM270 ガスタービンをベースとした多燃料化を推進しているなかで、当事業部内はもとよ

り、技術開発本部を始めとした多くの他事業部関係者の協力を得て、都市ガス 13A および灯油、特 A 重油の DUAL FUEL タイプ商品の開発を成功させることができた。

DUAL FUEL タイプ以外にも気体燃料のみの防災兼用発電装置の販売も実施しており、今後も防災兼用発電装置の販売拡大を推進していく。

(航空宇宙事業本部原動機プラント事業部
技術部 青木 隆志)