

研究論文

低NO_x・低煤煙ディーゼル発電向け 乳化燃料と薬剤の開発

Development of New Emulsified Fuel and Additive for Diesel Generator with Low NO_x and No Smoke

山内 誠*・角井 寿雄*・足立 幸弘**
Makoto Yamauchi Toshio Kakui Yukihiro Adachi

堀 謙三***・堀合 邦雄***
Kenzo Hori Kunio Horiai

(原稿受付日2004年12月1日, 受理日2005年4月12日)

Abstract

In general, diesel engines, which have high combustion efficiency, are used with practical electric generator. However, their exhaust gas with high NO_x and smoke levels causes a serious problem regarding environment pollution. An emulsified fuel that is water mixed with fuel oil is known as one method to solve the problem. By using an emulsified fuel with the ratio of water / fuel oil (= 50 / 50 wt. %), an exhaust gas with 100 ppm or less of NO_x and no smoke was achieved. In this study, technical points for actual use of the emulsified fuel, that include the emulsification stability, anticorrosion on parts of the engine, and biocide against the emulsified fuel, were investigated. In order to prepare an additive for the emulsified fuel that solves the technical problems, some chemicals such as surfactants, a chelating agent, a biocide and a metal corrosion inhibitor as well as the pH of the emulsified fuel played important roles. The action mechanisms and relationships between the chemicals and the technical points are also discussed.

1. まえがき

近年, 分散型発電は大型集中発電所の高压送電方式に比べてエネルギーロスも小さく, 電力自由化に伴い広く普及し始めている。また, 京都議定書発効をきっかけに, 分散型発電は環境負荷低減策としても今後さらに注目されると予測される。この発電方式として, 現在, マイクロガスタービンをはじめ, 太陽光や風力など再生可能エネルギーの活用, 燃料電池などが開発研究されている。その中で, ディーゼル発電はコジェネレーションとも組み合わせられ, 最も広く実用化されている方式である^{1), 2)}。しかし, ディーゼルエンジンには, 排気ガスとしてNO_xや煤煙(PM)を多く発生するという欠点がある。大気汚染防止法ではNO_x規制値は950ppm(O₂13%換算)であるが, 排ガスの影響が大きい大都市圏の自治体は100ppmレベルに規制しており, ディーゼル発電の使用は難しい状況となっている³⁾。

ディーゼルエンジンのNO_xや煤煙の削減技術には, 自動車などに採用されている触媒処理方式と水混合燃焼方式が

ある。船舶や発電機など排ガス量の大きな大型エンジンの用途で水混合燃焼方式が30年も前から研究されてきた。このメカニズムは燃料油を水と同時に燃焼させ, ①水の気化熱により燃焼温度が低下しNO_x発生を抑制する, ②水の微小爆発が燃料油を微細化し完全燃焼を促すものである。さらに, これは水噴射式と乳化燃料方式に分類される^{4~6)}。乳化燃料方式には, 既に多くの研究例がある。自動車⁷⁾や船舶⁸⁾の実機試験において, 水混合比がNO_x減少率, 煤煙量, 燃費などに与える影響が検討され, 低トルク時のエンジン運転の不安定さ, エンジン部材の腐食など技術課題も指摘されている。また, 海外では発電所⁹⁾やボイラー¹⁰⁾に一部実用化された例もある。但しこの時の水混合率は20~30%と低く, NO_x低減率は最大約60%であった。

ここで用いられる乳化燃料のタイプには, 油滴が水中に分散するO/W(oil in water)型と水滴が油中に分散するW/O(water in oil)型とがある¹¹⁾。O/W型は連続相が水であることから, 乳化燃料は粘度が低く, 引火性も少ない。従って, ジェット燃料の安全性や重質油のハンドリング性向上を訴求点に検討されてきた¹²⁾。また, W/O型は連続相が重油であり, エンジンの燃焼性低下は少なく腐食性も低いことから, 広く検討されてきた¹³⁾。しかしながら, いずれの場合も乳化燃料の技術課題や乳化燃料を調整するための薬剤組成に関して詳しく議論された報告例は見当たらない。

本報では, NO_x低減率90%, 煤煙ゼロを達成した世界初

*ライオン(株)化学品事業本部化学品研究所

E-mail: mayama@lion.co.jp

** 〃 研究開発本部企画管理部

〒132-0035 東京都江戸川区平井7-13-12

*** (株)小松製作所 研究本部第一イノベーションセンター

〒254-8567 神奈川県平塚市万田1200

のディーゼル発電³⁾に用いられる水混合比50%のO/W型乳化燃料に関して、その実用化のための技術ポイント（乳化安定性、腐食性、腐敗性）と乳化燃料に用いる薬剤との関係について報告する。

2. 実験

2.1 試料

乳化燃料を調整するための薬剤に用いた試料を表1に示す。

表1 供試試料

種類		化合物
界面活性剤	アニオン	α オレフィンスルホン酸Na (AOSNa)
		アルキルベンゼンスルホン酸Na (LASNa)
		脂肪酸Na
	ノニオン	ホリオキシエチレン(POE)アルキルエーテル:(HLB9~12)
		エチレンオキシド・プロピレンオキシドブロックポリマー(フルロニック)
キレート剤 (金属封鎖剤)		エチレンジアミン四酢酸2Na (EDTA2Na)
		クエン酸3Na
		グルコン酸Na
防錆剤		亜硝酸Na
		ベンゾトリアゾール (BTA)
防腐剤		ヘキサヒドロ-1,3,5-トリス(2ヒドロキシエチル)-S-トリアジン(トリアジン)
		1,2-ベンゾイソチアゾリン-3-オン (ベンゾイソチアゾリン)
		2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オン-5-クロロ-2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オン (イソチアゾリン)
重油		A重油

2.2 薬剤の調整方法

表2に代表的な薬剤配合例を、またその調整方法を以下に示す。脂肪酸Na70gとイオン交換水600gを1ℓビーカー中で常温にて攪拌溶解し、続いて亜硝酸Na、エチレンジアミン四酢酸2Na (EDTA2Na)、ベンゾトリアゾール (BTA)をそれぞれ10g, 15g, 5g加えて完全に溶解するまで10分以上攪拌した。続いて、溶剤としてブチルカルビトール、ポリオキシエチレン (POE) アルキルエーテル、トリアジン系防腐剤をそれぞれ100g, 150g, 10g添加し、10分以上攪拌した。最後に25%NaOH水溶液を用いてpHを10.5に調整した後、イオン交換水を加えて薬剤1000gを得た。

表2 薬剤の代表組成

種類	化合物	組成比 (%)
アニオン	脂肪酸Na	7
ノニオン	POEアルキルエーテル	15
キレート剤	EDTA2Na	0~1.5
防錆剤	対鉄 亜硝酸Na	1
	対銅 BTA	0~0.5
防腐剤	トリアジン系	1
安定化剤	水/溶剤	バランス

2.3 乳化燃料の調整方法

A重油と水を乳化する際に用いた加圧式乳化装置とそのシステムを図1に示す。A重油25ℓに薬剤を250ml (対重油1 vol%) 添加し混合槽で1分間混合した。続いて、25ℓの水道水を注入し加圧式乳化器を用いて循環乳化した。5

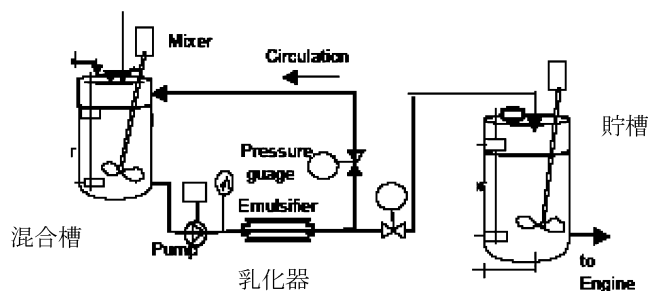


図1 加圧式乳化装置³⁾

分間循環した後、出来上がった乳化燃料を貯槽に移送した。

2.4 乳化燃料の評価方法

(1) 粒径測定

レーザー回折散乱式粒度分布測定装置 (LS230, ベックマンコールター社製)を用いて、その使用手順に従い乳化燃料をイオン交換水で希釈し、メジアン粒径 (μm) を測定した。

(2) 高温乳化安定性

100mlバイアル瓶に入れた乳化燃料を80℃恒温槽にて1週間保存後、油の分離状況を目視で観察した。評価の判定基準は以下の通りとした。

- ◎：表面に油層が観察されない
- ：乳化燃料表面にわずかに油が観察される
- △：乳化燃料上部全面に油層が観察される
- ×：10vol%以上の明らかな油層分離が観察される

(3) フィルターろ過乳化安定性

燃料フィルター (セルロース：目開き30 μ) を9.6mm ϕ に切り取りろ過器に挟み、乳化燃料300mlを6.7kPaの減圧条件で通過した後、室温で3時間放置した。重油の分離状況を目視観察し、燃料フィルター通過安定性を評価した。尚、評価の判定基準は前記高温乳化安定試験と同様とした。

(4) エンジン部材の腐食性

所定の配合比率の薬剤を、水道水を用いて1%水溶液に希釈し、必要に応じて10%NaOH水溶液により目的のpHに微調整した。次いで、この希釈液に銅、アルミニウム、ニッケル (50mm×10mm×3mm) の試験片を80℃、7日間浸漬した。この際に溶出する金属イオン濃度をICP (Inductively Coupled Plasma) 分析装置により測定した。鉄 (SPCC) は酸化され、即時に赤サビになるため溶出量ではなく外観を目視で観察した。評価の判定基準は以下の通りとした。

- ：錆、変色箇所が全く観察されない
- △：錆の箇所がかすかに観察される
- ×：錆の箇所がはっきり観察される

(5) 乳化燃料の腐敗性

防腐剤を加えず調整した乳化燃料は、数日で総菌数が10⁷個/cm³以上となる。この雑菌を含む乳化燃料を、評価乳化

燃料に10%加えて混合し、35℃、7日間培養後の総菌数を測定した。総菌数の測定は、バイオッチェッカー（三愛石油社製）により行い、菌が死滅し観察されない乳化燃料を防腐性合格と判定した。

3. 結果および考察

3.1 乳化性に対する検討

(1) 界面活性剤の影響

重油と水を乳化するには、油分と水の界面張力を下げる界面活性剤が必要である。そこで、代表的な界面活性剤であるアニオン界面活性剤（スルホン酸塩、カルボン酸塩系）、ノニオン界面活性剤（低分子型、高分子型）を用いて、界面活性剤の種類が乳化安定性に及ぼす影響を検討した。乳化安定性は、エンジンの燃料噴射ノズル配管を考慮し80℃高温安定性と燃料フィルターろ過安定性を評価した。さらに、乳化安定性の尺度として油滴の粒径を測定した。各界面活性剤を1750ppm（対乳化燃料）使用した時の評価結果を表3に示す。アニオン界面活性剤を用いた乳化燃料は、平均粒子径が2μm未満と細かく、高温保存やフィルターろ過性が優れていた。特にスルホン酸系のAOSNa（オレフィンスルホン酸Na）やLASNa（アルキルベンゼンスルホン酸Na）が良好であった。ノニオン界面活性剤による乳化物の粒径は約2.5μmとアニオン界面活性剤よりも1μm近く大きく、フィルターろ過で重油が分離した。高温安定性については、高分子型界面活性剤であるプルロニックは良好であったが、低分子型POEアルキルエーテルは劣っていた。また、アニオン界面活性剤とノニオン界面活性剤を混合した脂肪酸Na/POEアルキルエーテル（=1/1）の乳化安定性は、ノニオン界面活性剤を単独で使用的場合より向上した。

表3 各界面活性剤による乳化燃料の粒径と乳化安定性

種類	化合物	粒径(μ)	安定性	
			高温	フィルター
アニオン	AOSNa	1.6	◎	◎
	LASNa	1.6	◎	◎
	脂肪酸Na	1.8	○	○
ノニオン	POEアルキルエーテル	2.6	△	×
	プルロニック	2.4	○	×
混合	脂肪酸Na/POEアルキルエーテル=1/1	2.1	○	○

アニオン界面活性剤とノニオン界面活性剤の乳化安定性の発現機構を表4に示す¹¹⁾。ノニオン界面活性剤は油滴表面の吸着した界面活性剤の立体反発力に、アニオン界面活性剤は吸着層の電気反発力に起因する。従って本乳化系においては、電気反発力による乳化安定化が効果的であり、また両者を併用した場合は、アニオン界面活性剤の挙動が支配的に現れるものと考えられる。

表4 界面活性剤の種類と乳化安定性発現機構

界面活性剤の種類		乳化安定性のメカニズム
ノニオン	POEアルキルエーテル、プルロニック	アルキル鎖 POE基
アニオン	AOSNa LASNa 脂肪酸Na	アルキル鎖 ⊖ ⊕

(2) キレート剤の影響

通常、乳化剤や洗剤には界面活性剤以外にビルダーと呼ばれるキレート剤（金属捕捉剤）などが配合される¹⁴⁾。水や重油にはカルシウムなどの金属イオンが含まれるため、脂肪酸Naを界面活性剤として使用する場合、脂肪酸Ca（スカム）を形成し界面活性剤の機能が失われ、乳化安定性に影響を及ぼす。キレート剤の影響を把握するため、脂肪酸Naを含む薬剤を用い、脂肪酸Na/POEアルキルエーテル=150ppm（対乳化燃料）/1200ppm（対乳化燃料）にキレート剤としてグルコン酸NaとEDTA2Naを100ppm（対乳化燃料）となるよう添加し、乳化安定性とスカムの形成阻止効果を評価した。カルシウムに対するキレート定数と合わせて、結果を表5に示す。キレート剤を配合しない薬剤の1%水道水溶液は完全に白濁し、その乳化燃料はフィルター通過で分離した。キレート剤を併用することで乳化安定性は向上し、特にキレート定数の大きいEDTA2Naが良好であった。水道水に含有する金属イオンは脂肪酸Naの界面活性能を失活させ、キレート剤はこれを抑制した。

表5 キレート剤の乳化安定性に対する影響

化合物	キレート定数	フィルター安定性	1%水道水溶液の外観
EDTA2Na	10.6 ¹⁵⁾	○	透明
グルコン酸Na	1.2 ¹⁶⁾	△	薄く白濁
キレート剤なし	—	×	白濁

3.2 エンジン部材の腐食に関する検討

本O/W型乳化燃料には水道水を用い、さらに連続層が水であることから、ディーゼルエンジンに使用される金属部材（鉄、銅、アルミニウム、ニッケル）に対し、腐食の影響が予測される。そこで、界面活性剤、キレート剤とpHの影響を調べた。

(1) 亜硝酸塩による鉄防食効果と界面活性剤の影響

鉄は水道水の塩素分や溶存酸素で容易に腐食するため、酸化皮膜型防食剤として亜硝酸Na¹⁷⁾を50ppm（対水道水）添加し、鉄と銅に対する界面活性剤の腐食性を評価した。水道水中の界面活性剤濃度を2000ppmとして評価した結

表6 界面活性剤の鉄、銅の腐食性への影響

種類	化合物	外観	溶出濃度 (ppm)
		鉄	銅
アニオン	脂肪酸Na	変化なし	1未満
	AOSNa	全面腐食	1未満
	LASNa	全面腐食	1未満
ノニオン	POEアルキルエーテル	変化なし	1未満
	プルロニック	変化なし	1未満
亜硝酸Naのみ		変化なし	1未満
ブランク(水道水)		全面腐食	1未満

果を表6に示す。

水道水に亜硝酸Naを添加すると、鉄は腐食しなくなったが、LASNaやAOSNaなどスルホン酸系界面活性剤が存在すると腐食が進行した。スルホン酸系界面活性剤の腐食は、硫酸と類似構造であるスルホン酸基を有し、これが亜硝酸Naで形成された酸化皮膜を破壊するためと考えられる。銅は全ての界面活性剤において銅イオンが検出されず、界面活性剤では腐食されなかった。

(2) キレート剤の影響

鉄の防食剤である亜硝酸Na50ppm（対水道水）の存在下で各種キレート剤75ppm（対水道水）の金属腐食に対する影響を評価した。カルシウムに対するキレート定数と腐食性の結果を表7に示す。

鉄の腐食は認められず、キレート剤が存在しても亜硝酸Naの防食効果は有効であった。一方、銅の腐食については、キレート剤のカルシウムイオンに対するキレート定数が大きくなるにつれて銅イオンを溶出した。従って金属イオンの捕捉能が大きい程、銅の腐食に対するリスクは大きくなるものと考ええる。

表7 キレート剤の鉄、銅の腐食性への影響

化合物	キレート定数	外観	溶出濃度 (ppm)
		鉄	銅
EDTA2Na	10.6 ¹⁵⁾	変化なし	11
クエン酸3Na	3.6 ¹⁵⁾	変化なし	15
グルコン酸Na	1.2 ¹⁶⁾	変化なし	1未満
無添加(水道水)	—	変化なし	1未満

(3) pHの影響

金属のイオン化挙動とpHは関連性があることから、薬剤のpHの影響を検討した。表2の代表組成をベースにpHを7.5から10.5に変化させて金属腐食性を評価した結果、鉄はpHの影響を受けず腐食しなかった。次に銅、アルミニウム、ニッケルに対する各金属イオンの溶出量の結果を図2に示す。pHを7.5から10.5に高くするにつれて、アルミニウムイオンは著しく溶出し、その量は他の金属に比べて最も多かった。アルミニウムは両性金属であるため、強アルカリで容易に溶解したと考える¹⁸⁾。銅イオンはpHが高くなる

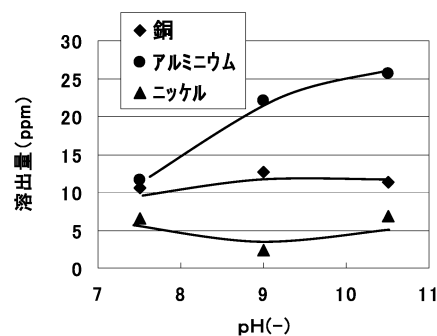


図2 pHと金属溶出量の関係

につれ、溶出量が若干増加した。ニッケルは、5 ppmレベルと少なくpH9で極小値を示した。

3.3 乳化燃料の腐敗とその防腐性の検討

(1) 乳化燃料の腐敗

銅を腐食しないキレート剤（グルコン酸Na）を配合した薬剤により乳化燃料を調整し、エンジンテストを行った。その結果、燃料フィルターが閉塞しエンジンが停止した。エンジンの燃料配管から採取した乳化燃料には腐敗臭があり、 10^7 個/cm³以上の多量の雑菌が検出された。燃料フィルター（2カ所）の閉塞物を分析したところ、写真（図3）のように繊維状の物質が回収された。この化合物は、ニンヒドリン反応に陽性で、赤外吸収スペクトル（図4）に1540、1640cm⁻¹のアミド結合を示す吸収が認められた。従って、閉塞物は菌の代謝物と断定した。一般的に菌繁殖に必要な要素として水、栄養源（有機分・ミネラル）、温度が挙げられる^{19), 20)}。エンジン周辺の気温はその廃熱で40℃近辺となっており、原料となる重油や水は菌の栄養源となる油や

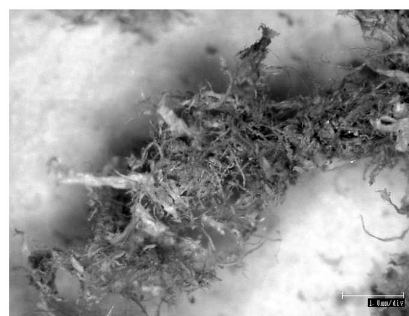


図3 フィルター閉塞物

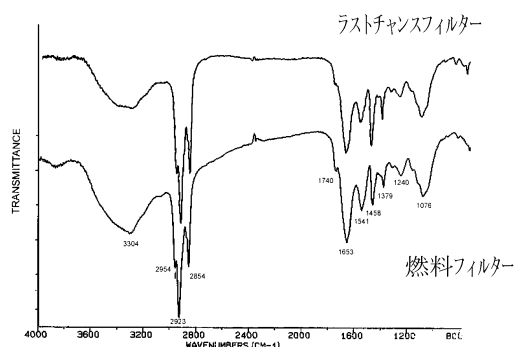


図4 閉塞物の赤外吸収スペクトル

ミネラル（無機分）を含んでいる。従って、乳化燃料は極めて腐敗しやすい状況下におかれていたと考える。そこで、乳化燃料の防腐性を向上するために、防腐剤を検討した。

(2) 防腐剤による乳化燃料の防腐力付与

防腐作用の異なる防腐剤を用いて、乳化燃料の防腐性を検討した。腐敗した乳化燃料（総菌数： 10^7 個/cm³以上）に各種防腐剤を後添加し、その添加量と24時間放置後の総菌数を調べた。その結果を表8に示す。防腐剤の種類としては、菌細胞の内液漏出作用によるトリアジン系防腐剤が最も少量配合で生菌数を減少させることができた。呼吸障害が菌への作用機構であるイソチアゾリン系は防腐効果が弱かった。この両者の効果の差には、イソチアゾリン系防腐剤がアルカリ条件で分解しやすいことも影響しているものと考えられる。

表8 各種防腐剤の配合量と総菌数の関係

防腐剤	防腐剤の濃度(対乳化燃料ppm)/総菌数(個/cm ³)					
	無添加	50	100	200	500	1000
トリアジン		10^{-5}	$<10^{-2}$	—	—	—
イソチアゾリン	$>10^7$	10^{-6}	10^{-6}	$<10^{-2}$	—	—
ベンゾイソチアゾリン		10^{-6}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-3}

(3) キレート剤による乳化燃料の防腐力向上

菌の細胞膜はリン脂質とマグネシウム・カルシウムなどのミネラル分で形成されている。キレート剤を防腐剤と併用すると、そのミネラル分が引き抜かれ細胞膜が弱体化するため防腐剤が細胞内部の作用点へ到達しやすくなることが知られている²¹⁾。そこで、このメカニズムを検証するため、乳化燃料に対してトリアジン系防腐剤50ppm（防腐力が不十分な配合量）使用条件下、カルシウムやマグネシウムに対するキレート定数大きいEDTA2Naを用い、その乳化燃料中の濃度が腐敗性に及ぼす影響を調べた。7日後の菌数とEDTA2Na濃度との関係を、図5に示す。EDTA2Naが増加するにつれて菌数は少なくなり、75ppmで全く菌の発生がなくなった。以上のことから、乳化燃料の防腐性確保には、防腐剤トリアジンとキレート剤（EDTA2Na）を併用することが有効であった。

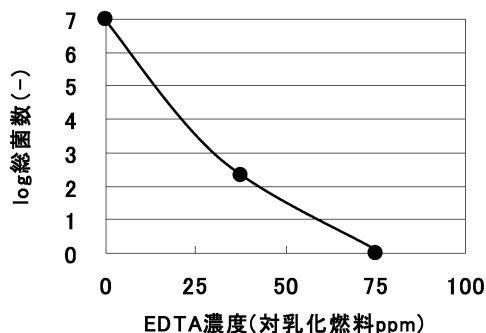


図5 EDTA2Naの防腐性への影響

3.4 乳化燃料の防腐性とエンジン部材の防食性の両立

これまでの結果から、乳化燃料の防腐性に効果があるキレート剤は金属部材を腐食し、乳化燃料のアルカリ条件下では、両性金属であるアルミニウムを侵食することがわかった。そこでアルミニウムに対してはニッケルメッキを行った。銅に対しては、その腐食防止手段として知られるベンゾトリアゾール（BTA）²²⁾の添加を検討し、メッキ材料であるニッケルについても検討した。銅とニッケルに対するBTAの防食効果の評価結果を図6に示す。

BTA濃度が増加するにつれて、銅とニッケルの溶出量が減少し、50ppm以上でいずれの金属イオンの溶出量も10ppm以下（実機運転で腐食が認められないレベル）となった。以上のことから、金属を溶解するキレート剤を使用しながら、銅、ニッケル、アルミニウムなどエンジンの部材の防食性を確保した。

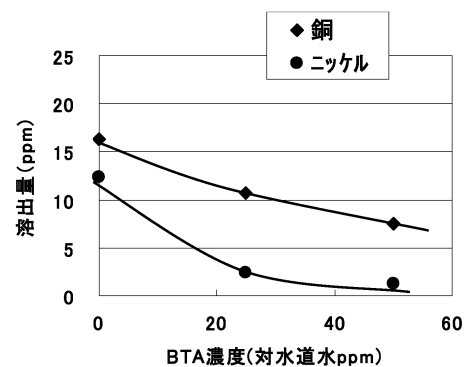


図6 BTAと金属溶出量の関係

本検討で開発した薬剤とその乳化燃料を用いたエンジンと排ガスデータを表9に示す。乳化燃料のエンジン出力は従来燃料と同等で、NO_xは100ppm以下、煤煙ゼロを達成した。このディーゼル発電機は商業用ビルで導入され³⁾、2年間トラブルなく運転されている。

表9 乳化燃料によるエンジン性能

出力周波数	項目	重油	乳化燃料
50Hz (1500min ⁻¹)	出力(kW)	272	272
	燃料消費率(g/kWh)	211	213
	NO _x (ppm)	750	95
	排気黒煙(BSU)	0.5	0.0
60Hz (1800min ⁻¹)	出力(kW)	272	272
	燃料消費率(g/kWh)	218	218
	NO _x (ppm)	732	95
	排気黒煙(BSU)	0.5	0.0

4. おわりに

本検討において得た知見は以下の通りであり、本技術の船舶や重機などへの展開はもとより、既に一部取り組みが

始まっている天然油の乳化燃料²³⁾への応用に期待したい。

- 1) 燃料の乳化安定性に対しては、アニオン界面活性剤が重油を微粒化し良好であった。また、乳化力の弱いノニオン活性剤・POEアルキルエーテルにアニオン活性剤・脂肪酸Naを添加することで乳化安定性が向上した。
- 2) 脂肪酸Naやノニオン界面活性剤であるPOEアルキルエーテル、プルロニックを乳化剤として用いた場合、エンジンの主要部材である鉄に対する亜硝酸Naの防食効果に悪影響は認められなかったが、スルホン酸系界面活性剤はその防食効果を低下させた。
- 3) 高アルカリ条件はアルミニウムを、キレート剤は銅を腐食するため、アルミニウムにはニッケルメッキを行い、ニッケルと銅をBTAで防食する必要がある。
- 4) 乳化燃料は腐敗しやすく、防腐剤・トリアジンとキレート剤・EDTAを併用することで高い防腐力を示した。

参考文献

- 1) 岩崎友彦；電力自由化で期待される新ビジネスと今後の展開，コジェネレーション，17-1 (2002)，17-27.
- 2) 堀尾寛一，井上高夫；特集 省エネ設備・機器の最新動向コジェネレーション，省エネルギー，44-12 (1992)，38-45.
- 3) 渡辺欣一郎，上野充，岡崎達，長坂昇平；コマツSTA6D140 エマルジョン燃料ディーゼルエンジンの開発，自動車技術会春季大会・学術講演会前刷集，44-2 (2002)，5-7.
- 4) 宮野弥明，原順一，鈴木元，永江禎範；低NO_x，燃料・水層状噴射システムの開発，三菱重工技報，32-2 (1995)，120-123.
- 5) 井原博之；低公害燃料－乳化燃料の開発，三菱石油技術資料，76 (1991)，70-78.
- 6) 兼近健；ディーゼル機関の低NO_x技術，NKK技報，141 (1992)，79-80.
- 7) 飯田靖雄，福岡三郎，舟島正直，竹永裕二，石井康一郎；エマルジョン燃料の実用性に関する研究，大気環境学会年会講演要旨集，36 (1995)，351.
- 8) 山本，神田；エマルジョン燃料使用実績に関する運航者からの考察，日本船舶用機関学会誌，35 (2000)，38-45.
- 9) 工藤，近藤；グアム島エマルジョン燃料炊き大型低速ディーゼル発電設備，三井造船技報，169 (2002)，1-6.
- 10) 長谷川哲也，小林広；乳化燃料製造装置，燃料及び燃焼，51-1 (1984)，9-18.
- 11) 吉田時行，進藤信一，大垣忠義，山中樹好；新版界面活性剤ハンドブック，(1997)，226-256，工学図書.
- 12) 特開平7-157780号公報，特開平8-170084号公報，特開平和10-8072号公報など.
- 13) 特開昭49-66705号公報，特開昭49-108106号公報，特開昭52-69908号公報，特開昭69909号公報など.
- 14) 大矢，藤井，皆川；洗剤洗浄百科事典，(2003)，73-91，朝倉書店.
- 15) D. Dベリン，B. デンブシー；緩衝液の選択と応用，(2000)，111，講談社サイエンティフィック.
- 16) Cannan. R. K, Kibrick. A ; J. Am. chem. Soc. 60, 2314 (1938)
- 17) イ・エリ・ローゼンフェルド；腐食抑制剤，(1977)，173-181，日・ソ通信社.
- 18) 北村義治，鈴木紹夫；防食技術，(1997)，70，地人書館.
- 19) 鴻巣正幸；抗菌抗カビ技術と応用，(1996)，128-140，シーエムシー.
- 20) 河端俊治；これからの食品工場の自主衛生管理，(1992)，133，中央法規.
- 21) 鴻巣正幸；水溶性金属加工油の抗菌・防カビ，石油学会別刷，21-9 (1998).
- 22) ベンゾトリアゾール系防錆剤；
http://www.johoku-chemical.com/j/n_pro3.html. (アクセス日2004. 11. 16).
- 23) 吉本康文，小野寺正幸，玉木恕乎；バイオディーゼル油を燃料とする機関の性能 水乳化の効果，日本機械学会論文集B，67-653 (2001)，264-271.

共催行事ごあんない

「第43回燃焼シンポジウム」

〔主 催〕 日本燃焼学会
 〔共 催〕 安全工学協会，化学工学会，自動車技術会，他
 〔日 時〕 2005年12月5日(月)～12月7日(水)
 〔会 場〕 タワーホール船堀(江戸川総合区民ホール)
 東京都江戸川区船堀 4-1-1
 TEL：03-5676-2211

〔問合せ〕 第43回燃焼シンポジウム 事務局
 TEL&FAX：03-5841-7488
 E-mail：sympo43@combustionsociety.jp
 URL：http://www.combustionsociety.jp/
 sympo43/