

炭化水素系バイオディーゼル燃料の実用化研究

西松建設（株） 正会員 ○本多 宗一郎
 西松建設（株） 正会員 石渡 寛之
 西松建設（株） 小栗 利夫
 西松建設（株） 正会員 阿部 孝行

1. 緒言

2050 年のカーボンニュートラルの達成に向け、建設業界においても施工段階におけるバイオディーゼル燃料（BDF）の導入が進められている。現在、市場に出回っている BDF は廃食用油などの油脂をエステル交換反応によりメチルエステル化した脂肪酸メチルエステル（FAME）が主流であるが、FAME は酸化安定性や低温安定性において軽油に劣る等の課題があることや、コモンレール式ディーゼルエンジンとの相性の問題により、軽油に 5% の割合で混合され利用されるケース（B5）はあるものの B100 利用は進んでいない。しかしながら、施工現場の CO₂ 排出量の削減は喫緊の課題であり、カーボンニュートラルとなる軽油代替燃料の実用化、導入が求められている。炭化水素系バイオディーゼル燃料は、FAME と同様の油脂等を原料とし、炭化水素化合物を主体とする燃料で、軽油と同等の品質を有する¹⁾。このことから、ニートでのコモンレール式ディーゼルエンジンへの利用が可能と考えられ、FAME に代わる次世代バイオディーゼル燃料として期待されている。

本研究では炭化水素系バイオディーゼル燃料のパイロット施設にて製造した燃料油の品質および製造安定性について評価するとともに、コモンレール式エンジンを搭載した発電機への燃料適合性を確認した。

2. 材料および方法

（1）原料

炭化水素系バイオディーゼル燃料（以下、製造燃料油）の製造原料には、佐賀市が家庭および事業所から回収している廃食用油を供した。

（2）製造施設

製造施設の外観を図 1 に示す。本製造施設は廃食用油を接触分解法により炭化水素に変換し、最終的に水素化処理を施すことで高品質な炭化水素へ精製する製造プロセスである。



図 1 炭化水素系バイオディーゼル燃料製造施設

（3）製造燃料油の品質評価

2021 年 10 月に製造された燃料油のうち 3 ロット分（10 月 9 日製造、10 月 16 日製造、10 月 25 日製造）について、軽油の JIS 規格（JIS K 2204）に規定されている項目について分析を行った。

また、製造燃料油の炭化水素としての化学組成を把握するため、全石油系炭化水素分析（GC-FID 法による TPH 分析）も行った。

（4）発電機での燃料適合性実験

コモンレール式ディーゼルエンジンを搭載した発電機（型式：DGM600MK-P、定格出力：50 kVA、定格電圧：200 V）を用いた。また、発電機に一定の負荷を掛けられる負荷試験機（型式：LE-330D）を用いて、定常負荷 25% で 1 日あたり 8 時間運転を 26 日間行った。

運転始動時の始動性や運転安定性を確認するとともに、運転 56 時間毎および実験終了時にエンジンオイルを一部引き抜き、動粘度、酸化、塩基価およびペンタン不溶分を分析し、エンジンオイルへの影響も評価した。

3. 結果および考察

（1）製造燃料油の品質評価

製造燃料油の分析結果を表 1 に示す。製造 2 ロット目以降の 10 月 16 日と 10 月 25 日の製造燃料油は、いずれも軽油（2 号）の JIS 規格値を全て満足した。製造 1 ロット目の 10 月 9 日の製造燃料油は、引火点が規格

キーワード 炭化水素系バイオディーゼル燃料、CO₂ 排出量削減、軽油代替燃料、廃食用油、カーボンニュートラル

連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門 1-17-1 虎ノ門ヒルズビジネスタワー 7 階 西松建設(株) TEL：03-3502-0247

値を2℃下回っていたものの、その他の項目については、全て規格値を満足した。

TPH 分析の結果を表 2 に示す。製造燃料油の炭素数 C6～C12, C12～C28 および C28～C44 は、それぞれ 19.4～23.2%, 75.6～79.1%, 1.2～1.5%であった。軽油相当分の炭素数 C12～C28 は、市販軽油（2号）の 80.0%と同程度であった。また、誌面の都合上、詳細なデータについては割愛するが、軽油相当分の炭素数 C12～C28 では、製造燃料油の C18～C28 は市販軽油（2号）よりも少ない組成であることがわかった。このことから、製造燃料油の引火点が軽油よりも低い傾向にあったのは、軽油相当分の炭素数 C12～C28 の中で、炭素数が大きい炭化水素分（C18～C28）が少ないことによると考えられた。

以上から、製造燃料油は炭化水素組成に市販軽油（2号）と異なる特徴があるが、製造2ロッド目以降（10月16日、10月25日製造）では軽油（2号）のJIS規格を全て満足し、運転条件を整えることにより、市販軽油と同等の燃料油を安定的に製造できると考えられた。

（2）発電機での燃料適合性実験

コモンレール式ディーゼルエンジンを搭載した発電機を用いて、製造燃料油の燃料適合性実験を26日間行った。その結果、26日間の始動性や運転安定性等、定常負荷25%での累計202時間の運転において、異常は認められなかった。

エンジンオイルの分析結果を表3に示す。動粘度は103.3～103.8m²/sで大きな変化はなかった。また、管理基準のある酸価（管理基準：上限3.86mg KOH/g）とペ

表1 JIS規格に基づき製造燃料油の分析結果

試験項目	製造燃料油			市販軽油 (2号)
	10/9製造	10/16製造	10/25製造	
硫黄分 (mg/kg)	1未満	1未満	1未満	6
セタン価 (-)	64.4	63.4	64.4	54.6
90%留出温度 (℃)	342.5	337	336.5	331.5
引火点 (℃)	48	52	51	66.5
流動点 (℃)	-7.5	-7.5	-7.5	-17.5
目詰まり点 (℃)	-9	-6	-12	-11
10%残留分 (mass%)	0.02	0.01	0.02	0.01未満
動粘度30℃ (mm ² /s)	3.203	3.222	3.263	3.299
密度15℃ (g/cm ³)	0.8228	0.822	0.8234	0.8267

表2 TPHの分析結果

炭素数	製造燃料油			市販軽油 (2号)
	10/9製造	10/16製造	10/25製造	
C6～C12(%) ガソリン相当分	23.2	19.8	19.4	19.8
C12～C28(%) 軽油相当分	75.6	78.8	79.1	80.0
C28～C44(%) 重油相当分	1.2	1.4	1.5	9.0

表3 エンジンオイルの分析結果

試験項目	運転時間(h)			
	56	112	168	202
動粘度 (m ² /s)	103.8	103.5	103.4	103.3
酸価 (mg KOH/g)	1.05	1.12	1.25	1.06
塩基価 (mg KOH/g)	9.78	9.62	9.69	9.77
ペンタン不溶分 (wt%)	0.02	0.02	0.02	0.03

ンタン不溶分（管理基準：上限3wt%）は、それぞれ1.05～1.12mg KOH/g, 0.02～0.03wt%で、エンジンオイルの劣化は認められなかった。FAMEのB100利用では、未燃燃分がエンジンオイルに混入し、酸価およびペンタン不溶分の上昇し、エンジンオイルの劣化が起これといわれている²⁾。今回の製造燃料油では、累計202時間の運転に過ぎないが、エンジンオイルの劣化は認められなかったことから、コモンレール式のディーゼルエンジンの燃料として適合性があると考えられた。

4. 結言

本研究により、本製造燃料油は軽油（2号）の炭化水素組成と異なる特徴があるが、軽油（2号）のJIS規格を全て満足し、コモンレール式ディーゼルエンジンの燃料としても適合することを確認できた。今後は発電機での1,000時間を超える長期運転やバックホウ等の異なる建機での燃料適合性を確認し、本製造燃料油をカーボンニュートラルとなる軽油代替燃料として実用化を図りたい。

謝辞

本研究は佐賀市との共同研究として行ったものである。実験に協力いただいた、佐賀市環境部の関係各位に謝意を表する。

参考文献

- 1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構：技術戦略研究センターレポートTSC Foresight, Vol. 21, 2017.
- 2) 藤本公介, 山下実, 金子豊治, 石川元治：バイオディーゼル燃料によるエンジン油劣化への影響, 自動車技術会論文集, Vol. 41, pp. 359-363, 2010.