

# バイオ燃料等の自家発電設備への適合性調査⑨

内発協では、B100燃料（バイオディーゼル燃料100%）を使用した自家発電設備について、適用する場合の条件等を明確にするため、実機による4,000時間の実証運転における随時計測及びその後の分解調査等を行った。分解調査等では、使用するB100燃料（以下、BDF）の性状を定期的に分析調査すると共に、それら性状によるディーゼル機関内部のカーボンの堆積、材質劣化、潤滑油劣化等を調査し、BDF使用による原動機等の供試機関に与える影響について評価した。（内発協ニュース平成27年12月号参照）

ここでは、これら計測及び分解調査結果等から取りまとめた自家発電設備にBDFを使用する場合の課題と提言について紹介する。なお、本連載は今回で最終回である。

## 1. 自家発電設備にBDFを使用する場合の課題と提言の前提条件

ディーゼル機関用燃料として高濃度バイオディーゼル燃料（以下、BDF）を用いて運転が可能であることは知られているが、BDFを用いた運転で発生した不具合については製造者による製品保証の対象とはならないのが現状である。したがって、BDFを用いて発生した不具合は運用者の責任において対応することになる。そこで、どのような条件を満たせば不具合の発生を防止しつつ運転が可能であるかという検証が必要になってくる。

市場にて稼働中のディーゼル機関は、機関本体構造、部品の材質、燃料噴射装置、燃料系統、及び排気後処理装置の有無など仕様は様々であるとともに、稼働時の負荷パターンや設置環境も大き

く異なる。また、BDFの原料も植物油、動物油、廃食用油等であり、精製装置、精製方法も様々であることから、市場に流通しているBDFは当然ながら成分や特性も異なる。

したがって、廃食用油を原料としたBDFを用いて、ある限られた運転条件で4,000時間の実証運転を実施し各種データを取得しても、その結果のみからBDF使用可否を判断することは極めて困難である。しかしながら、今回の実証運転試験結果から得られた知見は、BDFの使用を検討する際の参考として非常に有用である。

ここでは、今回の実証運転試験と類似の稼働条件でBDFを用いる場合の課題や留意事項、BDFを用いるための一般的な共通課題や留意事項に関して、4,000時間の実証運転で得られた運転記録、定期的な性能計測や油脂類の分析、及び運転後の分解調査にて得た知見から取りまとめた。

この度の実証運転は下記の条件にて実施した。

- ① 使用燃料
  - ・全国バイオディーゼル燃料利用推進協議会規格に極力適合している燃料を使用する。（納入ごとに成分を調査する）
  - ・毎月新しい燃料を購入し、それを使い切ることとで長期保管を避ける。
- ② ディーゼル機関本体の改造
  - ・燃料系統に使用するゴムホース等のゴム製品は、膨潤耐性のあるフッ素ゴムを用いる。
  - ・燃料フィルタは、軽油仕様標準品より濾過面積が大きいものを使用する。
  - ・潤滑油タンクは、同クラスのディーゼル機関に比べ容量を増大する。

### ③ 運転方法

- ・ 商用電源と並列運転を行い、運転は10時間/日、6日/週とし、毎朝起動、夕方停止する。
- ・ 負荷は極力100%とする。
- ・ 長時間の機関停止は避ける。

### ④ メンテナンス・計測

- ・ 500時間ごとに性能、排出ガス成分などを計測するとともに潤滑油の性状分析を行う。
- ・ 稼働状況は遠隔監視により常にモニタリングする。

## BDF使用により予想される懸念事項と今回の実証運転試験での結果

	予想される懸念事項	実証運転結果
燃料着火性悪化	燃料蒸留特性が軽油と大きく異なり、着火性が悪化する可能性がある。 また、低温始動性が悪化する可能性がある。	実証運転の条件下では不具合は発生していない。
燃料の酸化安定性	特にBDFに多く含まれている可能性がある二重結合の不飽和脂肪酸により酸化安定性が悪化する。	十分に成分を管理された燃料を使用し、また長期間放置していないことから、ディーゼル機関に影響を与える不具合は発生していない。
ゴム材料に対する影響	ゴムへの浸透性が高いため膨潤する可能性がある。	膨潤耐性のあるフッ素ゴムを使用しており、不具合は発生していない。
金属材料に対する影響	酸化劣化により生成された有機酸による腐食の可能性はある。	燃料噴射ポンプ構成部品や燃料噴射管内部に機能に影響を与えない範囲の腐食が確認された。
燃料フィルタのつまり	BDF精製過程で不純物の除去が不十分であったり、析出したグリセライドによりフィルタがつまる可能性がある。	今回の実証運転では燃料フィルタのつまりは発生しなかった。
燃料噴射ポンプ、燃料噴射弁の機能不良	燃料中の夾雑物や析出物が数ミクロンの摺動部間隙に入り込み、挙動阻害や固着することで機能不良を起こす可能性がある。	今回の実証運転では燃料噴射ポンプ、燃料噴射弁の不具合は発生しなかった。
排出ガス成分への影響	BDFは含酸素燃料であること、また軽油に対して蒸留特性が異なることなどにより燃焼特性に影響があり、結果として排出ガス成分も異なる可能性がある。特に排出ガス後処理装置が付属されている場合影響が大きい。	黒煙濃度、NO <sub>x</sub> 値は外気温の変化による吸入酸素量の変動によると思われる影響があらわれた。同一条件下での軽油使用時との比較ができなかったが、排出ガス規制値を逸脱するような不適合は発生していない。
エンジンオイルの劣化	潤滑油の燃料希釈による潤滑性悪化	潤滑油の粘度低下及び燃料希釈が確認された。これに伴い、燃料噴射ポンプ構成部品の摺動部に摩耗痕が確認された。

## 2. BDF使用による懸念事項と実証運転の結果

一般的に過去の試験結果などからBDF使用により発生することが予想される懸念事項と今回の実証運転試験での結果をまとめる。

## 3. 自家発電設備へのBDF使用に対する留意事項

BDFを使用するに当たり、今回の4,000時間の実証運転試験や、過去に各研究機関などにより実施された適合性試験結果などから、留意すべき点を以下のように取りまとめた。

BDFについては、ディーゼル機関製造者や燃料噴射ポンプ製造者がBDFの使用を原則認めて

おらず、運用者の責任において使用するものである。したがって、設置条件・燃料入手条件・稼働条件・メンテナンス方法など使用実態に合わせたBDFによる発電設備の運用方法を設備運用者において確立する必要がある。

### ① 規格を満足する燃料の使用

今回のBDFによる4,000時間実証運転の結果、また文献などから、少なくとも供試された燃料性状及び稼働条件であれば燃焼に関する不具合が生じる可能性は極めて低いと判断される。

条件として、納入される燃料性状分析結果の確認と、長期保管した燃料は使用しないことが必要である。

ただし、燃料の長期保管に関しては、環境条件や燃料性状によっても大きく異なるので、一律に期間の設定はできず、長期保管した場合は使用前に燃料性状分析が必須となる。

## ② 冬季や寒冷地で使用する場合の燃料の流動性確保

冬季や寒冷地ではBDFが低温で固まり、ディーゼル機関の始動不能や運転停止が発生することがある。これはBDFの脂肪酸組成に関連しているが、様々な油が混ざり合う廃食用油を原料とするBDFの場合には、温度と流動性との関係を一律に決めることは難しい。また、寒冷地以外での運転でもグリセリンの析出によるフィルタ目詰まりが発生した例が報告されている。

しかしながら、グリセリンの析出は燃料性状に大きく依存しているため、こちらも一律に何℃以下が不具合を起こす限界かを明示することはできない。

対策として燃料の保温・加熱が考えられるが、過度の加熱は他の不具合を引き起こす可能性があるため注意を要する。

また、可能な限り始動・停止を繰り返さずに連続運転を行い、休止・停止時には燃料を軽油又はA重油に切り換え、配管内部や機関内部に残留しているBDFを軽油又はA重油に置き換えることで次回稼働時の低温流動性悪化に起因する不具合を防ぐことができる。

## ③ 潤滑油管理の徹底（潤滑油の燃料による希釈（ダイリューション）対策）

軽油に対してBDFの初留点が著しく高いため着火性が大きく異なり、特に低負荷では未燃燃料がシリンダライナに付着してこれが潤滑油に混入することで潤滑油粘度低下が発生する。

潤滑油粘度が低下すると、各摺動部分に損傷を与える可能性があるため、潤滑油の管理は厳密に行い、軽油又はA重油を使用する場合に対

して潤滑油の交換頻度を高めるなどの対応が必要である。

このため、定期的に潤滑油成分の分析を実施して劣化状況を把握し、自家発電設備製造者が推奨する許容限度を逸脱している場合は、速やかに潤滑油を交換する必要がある。

## ④ 連続した低負荷運転の回避

BDFは、上述のように軽油より着火温度が高いことから、低負荷において未燃燃料が発生し易い。また燃焼残渣物（不完全燃焼によるものを含む）が燃料噴射ノズルに堆積し燃焼の悪化を助長する。

更に、ピストンリング溝に燃焼残渣物が堆積することでピストンリングの挙動が不安定になり、不完全なガスシールや摺動抵抗の増加等が発生し、ピストン・シリンダライナの温度上昇による焼付きなどディーゼル機関の致命的な不具合につながる。

したがって、長時間のアイドル運転や連続した低負荷運転を行ってはならない。

## ⑤ 排出ガス規制対応機関へのBDF使用可否の確認

排出ガス規制に適合するために、近年のディーゼル機関は、負荷、エンジン回転速度、外気条件などの変化に対して電子制御により燃料噴射圧力、噴射時期、噴射回数などを細かく設定し燃焼を制御して排出ガスをクリーン化している。更に、近年では後処理装置も付属して排出ガスがクリーン化されつつある。

燃料噴射パターンの制御や排出ガス後処理装置の制御は軽油の特性を基準としていることから、BDFを用いた場合、排出ガス成分への影響、また、主要部品の信頼性・耐久性への影響が想定される。したがって、電子制御燃料噴射装置や後処理装置を装備したディーゼル機関にBDFを使用する場合は、製造者に使用可否を確認することが望ましい。