

農業用ディーゼル原動機健康寿命延伸化に向けたアグトライボロジーの研究開発

Study of Tribology for Lifetime Extension of Diesel Engine in Agriculture

○安部田 泰*・井原 聡*・阿南 光政**・川畑 雅彦*

Yasushi ABETA・Akira IHARA・Mitsumasa ANAN・Masahiko KAWABATA

1. 緒言

ポンプ場のディーゼル原動機が標準耐用年数を迎えた場合、残余の償却年数で更新の検討がなされるが、農業用ディーゼル原動機は、設備稼働率が約 3%程度であり、標準耐用年数に達したとしても累積稼働時は発電用ディーゼル原動機に比較して約 1/32 であることから、交換部品の供給が整えば継続使用が可能になるものが多い。そのため、継続使用の可能性を評価する技術を確認すれば、ディーゼル原動機健康寿命延伸化につながり、設備更新の費用の合理的な削減根拠となる。

本研究開発では、設備更新に伴う費用の削減を目的とし、償却年数に至ったディーゼル原動機や残余の償却年数が少ない機器の評価技術の確立を目指した。

本報では、設備更新の判断を行うための評価パラメータを検討した。

2. 摩耗

摩耗は、摩擦によって表面材料が除去されていく現象であり、摩耗特性は摩耗量や摩耗率、比摩耗量、摩擦面の状態、摩耗粒子の形状等により評価する。

摩耗粒子は、潤滑状態が過酷になるにつれ、大型化する。過酷な潤滑状態で発生するシビア摩耗では 10 μm 以上の摩耗粒子が発生し、正常時のマイルド摩耗では、数 μm 以下の微細な摩耗粒子が生成される。

潤滑状態を非分解で常時評価する際には、油中粒子計数装置が有用である。

ΔLp (Lubrication parameter: 潤滑状態パラメータ) は、測定した粒子数濃度を試験開始時の粒子数濃度で除算した値で単位時間あたりの無次元粒子数濃度である。

$$\Delta Lp = PC_1 / PC_0 \dots(1)$$

PC_0 : 試験開始時の油中粒子数濃度

PC_1 : 各測定点の油中粒子数濃度

3. 潤滑状態の過酷特性試験

ΔLp により潤滑異常を評価するため、定格出力 41 kW/2100 rpm の産業用ディーゼルエンジンを用いた潤滑状態の過酷特性試験を実施した。エンジンオイルの供給油圧を制御し、エンジン内部へのオイル供給量を変動させ、潤滑異常を故意に出現させた。粒子数濃度と AE データの変化を図 1(a)に示す。

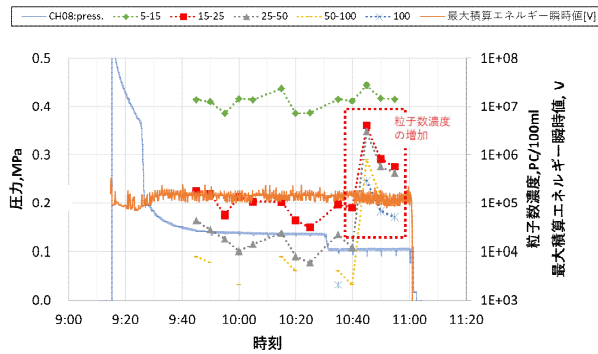
ここで、本研究では、カーボン粒子の影響を受けずに摩耗粒子の数とサイズの変化を計数することが求められた。そのため、高濃度試料油でも計数可能な機構の追加、かつ粒子計数に必要な最適レーザー強度試験を事前に行ったうえで、高濃度対応型の油中粒子計数装置を用いて試験を実施した。

試験では、ピストンとシリンダ間に供給するエンジンオイルの油量を故意に減少させた。試験中の粒子数濃度は、形成する油膜が薄くなり、潤滑状態が悪化するとともに増加し、粒径区分の粒子数濃度の変化(図 1(b))は、50-100 μm の ΔLp が定常時と比較して 4.8 倍に増大した。

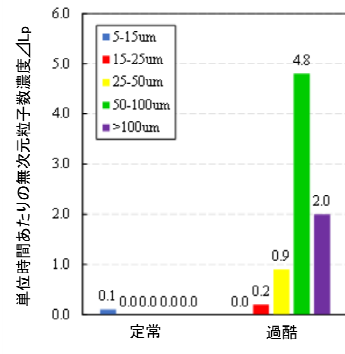
* トライボテックス株式会社 TRIBOTEX Co., Ltd.

**佐賀大学農学部 Faculty of Agriculture, Saga University

キーワード: 排水施設 ポンプ 潤滑診断 ディーゼル 摩耗



(a) 油圧低下時の粒子数濃度とAEの変化
Change of Particle number concentration and Acoustic Emission as decreased oil pressure



(b) 無次元粒子数濃度 ΔLp
Dimensionless particle number concentration

図1 ディーゼルエンジン(定格出力 41 kW/2100 rpm)を用いた潤滑状態の過酷特性試験
Tribological test of Diesel Engine (Rated Output 41 kW/2100 rpm)

試験後にエンジンを分解し、ピストンを詳細に観察したところ、ピストン側壁(ピストンスカート部)には図 2(a)に示すような摺動方向に摺動傷が確認された。

また、油中から採取し観察した摩耗粒子(図 2(b))は、長径で $10 \mu\text{m}$ 程度の平板状アルミ系粒子、 $20 \mu\text{m}$ 程度の細長い形状の銅系粒子、 $20 \mu\text{m}$ 程度の平板状鉄系粒子であった。アルミ系合金を使用している摺動部材は、ピストンスカート部のみであることから粒子数濃度の増加はこれらの部位の摩耗であったことが示唆された。

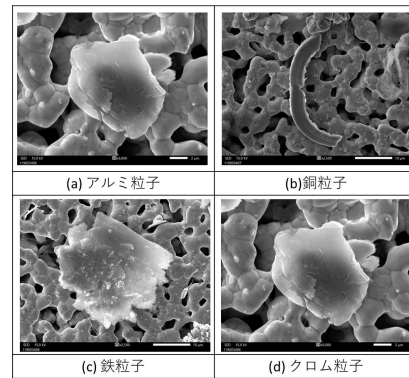
4. 結言

産業用ディーゼルエンジンの過酷特性試験で潤滑状態監視・診断を適用した結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 高濃度なエンジンオイルであっても潤滑状態を診断できる機構を付帯した油中粒子計数装置により油中粒子の数量とサイズの変化を常時監視することで、過酷な潤滑状態への遷移を捉えることが可能である。
- (2) 上記損傷の兆候は、粒径区分の粒子数濃度の変化 ΔLp によって評価することが有用である。



(a) 試験後ピストン
A piston after the test



(b) 摩耗粒子
Wear particles

図2 ピストン表面と摩耗粒子の観察
Observation of the Piston surface and wear particles

謝辞: 本研究は、農林水産省農村振興局の官民連携新技術研究開発事業「農業用ディーゼル原動機健康寿命延伸に役立つアグリトライボロジーの研究開発」の成果の一部を取りまとめたものである。ここに関係各位への感謝の意を表します。