

## ポンプ設備の過酷摩耗過程における潤滑油の性状変化 Characteristic Changes in lubricating oils through pump severe wearing test

○森 充広\*、川邊 翔平\*、木村優世\*、金森 拓也\*

MORI Mitsuhiro\*, KAWABE Shohei\*, KIMURA Yusei\*, KANAMORI Takuya\*

### 1. はじめに

ポンプ設備は全国に約 3,000 箇所あるが、今後 10 年で設計耐用年数を超えるものが 7 割に達するなど、老朽化が深刻な課題となっている。ポンプ設備を戦略的に保全管理していくためには、分解することなく劣化が進行したものを抽出できる技術開発が必要とされている。そのひとつとして「状態監視」が注目されている。状態監視技術として、振動診断や潤滑油診断などの適用が進められているが、これらの異常検出性能について詳細に分析した事例は、非常に少ない。本研究は、國枝ら<sup>1)</sup>の事例を参考に、現場で供用され、廃棄予定のポンプ設備を用いて過酷摩耗状態を再現し、試験中の様々な状態変化をモニタリングすることにより、主に潤滑油診断技術の劣化検出能力を確認した結果を報告する。

### 2. 現地実証試験

1984 年に設置された A 県の廃棄予定のポンプ設備（ $\phi 500\text{mm}$  縦軸斜流ポンプ）のディーゼル原動機に対して、過酷摩耗試験を実施した。エンジンに供給する潤滑油の供給圧力を人為的に低下させ、油量を段階的に減少させることにより、過酷摩耗状態を再現した。試験状況を Fig. 1 に示す。また、試験中の供給圧力の変化を Fig. 2 に示す。試験開始すぐに供給圧力の設定値を規定の圧力から 0.085MPa に下げて設定し、40 分間運転を継続した。その後、さらに供給圧力の設定値を 0.06MPa、0.05MPa と低下させ、最終的には強制停止して試験を完了した。Fig. 2 では、設定した供給圧力よりも実測値が小さくなったが、供給圧力の低減傾向は再現されている。Fig. 2 中に示した矢印のタイミングで潤滑油を採油し、持ち帰って計数汚染度の計測、定量フェログラフィーによる分析などを実施した。

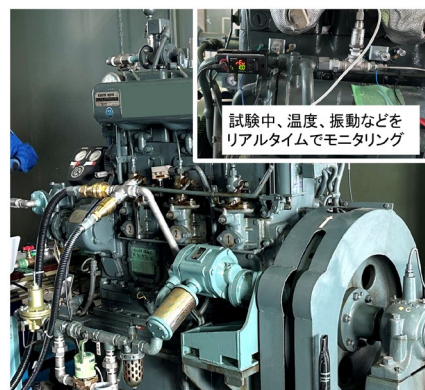


Fig. 1 過酷摩耗試験状況

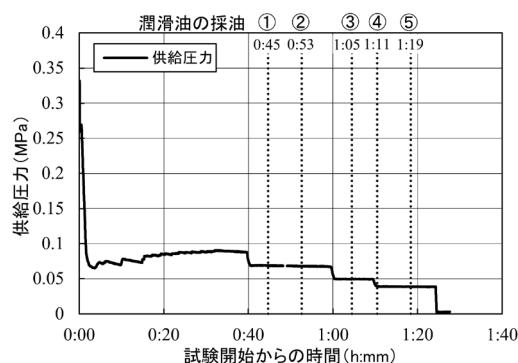


Fig. 2 供給圧力変化 (実測値)

### 3. 結果および考察

**3.1. 試験中の各種パラメータの推移** 過酷摩耗試験中に測定した温度、振動の変化を Fig. 3 に示す。凡例末尾の数字は、フライホイールに近いシリンダから 1、2、3 となっている。温度については、シリンダ 3 が最も高温（65°C 程度）となっているが、いずれの温度も過酷摩耗試験中に顕著な変動は見られていない。また、振動については、同じくシリンダ 3 が他のシリンダの振動センサーよりも大きめの値となっていたが、試験中に極端に振動が変化する傾向は見られなかった。

\* (国研) 農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

キーワード：状態監視、潤滑油診断、過酷摩耗試験、金属摩耗粒子

**3.2. 金属摩耗粒子数の変化** Fig. 4 に採油した潤滑油の分析で得られた計数汚染度 (個/100mL) の時間変化を示す。図中、最も粒子の径が小さい5-15 $\mu\text{m}$ の金属摩耗粒子数は右の縦軸で表記しているため、他の粒径の金属摩耗粒子数と比べて100倍大きい値となっている。Fig.4の結果から、原動機内への潤滑油供給圧力を少しずつ低下させることにより過酷摩耗状態が発生し、試験開始から1時間経過後には5-15 $\mu\text{m}$ の小さい粒径の金属摩耗粒子数が急激に増加したこと、また、それと同調するように15-25 $\mu\text{m}$ の金属摩耗粒子数も増加したことが明らかとなった。一方、50-100 $\mu\text{m}$ の粒子径が大きい金属摩耗粒子は、本試験では試験停止終了間際に少し上昇した。

**3.3. その他の項目** Fig. 5 に定量フェログラフイーで得られた大・小摩耗粒子量から求めた異常摩耗指数の時間変化を示す。異常摩耗指数は時間の経過に伴って上昇する傾向を示し、試験開始から1時間を経過した以降の摩耗状態は厳しい<sup>2)</sup>状況であったと評価された。

**3.4. 試験後のシリンダの目視確認** 試験終了後にポンプ設備からシリンダ部分を分解し、摩耗状態を目視点検した。写真をFig.6に示す。潤滑不良によって発生したオーバーレイの摩耗が確認された。

#### 4. まとめ

本研究では、実機ポンプ設備を用いて人為的に過酷摩耗状態を再現し、その状態でポンプ設備に見られる状態監視技術の有効性について確認した。その結果、試験中に採油した潤滑油中の金属摩耗粒子数に変化が見られ、摩耗劣化の兆候を迅速に検出できる技術としての有効性を検証できた。なお、今回の結果は、採油した潤滑油を実験室に持ち帰って分析した結果に基づく評価であるが、本実験において、運転中に潤滑油中の金属摩耗粒子数をリアルタイムで計測する方法での検証も行っている。今後、これらのデータを比較検証する予定である。

**謝辞:** 本実験に際しては、廃棄ポンプの管理者およびトライボテックス (株) の協力を得た。記してお礼申し上げます。

**参考文献** 1) 國枝ら (2015) : ポンプ設備の劣化兆候を検出する技術に関する研究 - 潤滑油に含まれる金属摩耗粒子数とその発生箇所を検証 -、農業農村工学会論文集、83 (4)、I\_123-I 131、2) 田中ら (2012) : 樋門開閉装置の潤滑油状態調査について - トライボロジーを活用した設備診断の可能性 -、寒地土木研究所、平成 24 年度技術研究発表会

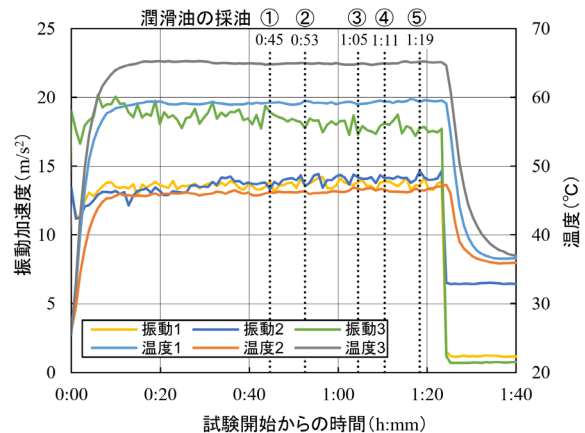


Fig. 3 過酷摩耗試験中の振動および温度

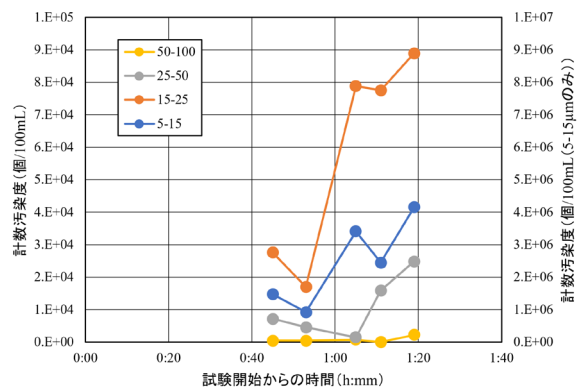


Fig. 4 計数汚染度の時間変化

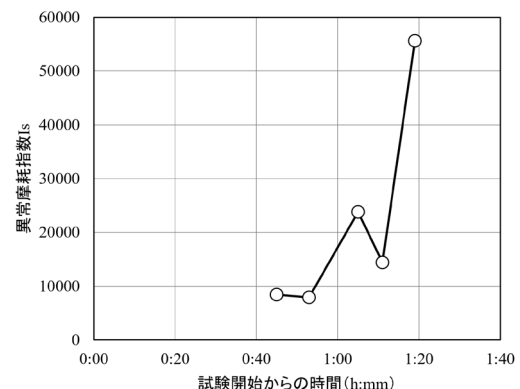


Fig. 5 異常摩耗指数の時間変化

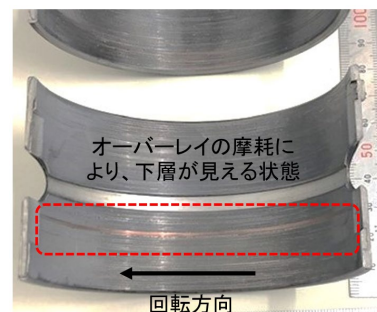


Fig. 6 分解点検による目視確認