

シリンダライナー、ピストンリングの状態監視に関する新技術について

株式会社 ディーゼル ユナイテッド 藤井 幹
明陽電機株式会社 籠宮 茂樹

1. はじめに

船用機関において 機関運転中にシリンダライナー、ピストンリングの摺動状態をリアルタイムで監視する技術は、運行安全上だけでなく、経済的な観点からも切望されている。現在、摺動状態の異常を検知する手段としてシリンダライナーの温度監視があり、多数の適用実績がある。しかし本監視装置は、摺動異常が発生し、進展した結果としての温度変化を監視するものであるため、摺動異常初期の発見が困難な場合が殆どである。一方、経済的な面で、シリンダ注油量は船舶の運航コストに大きな影響を与えるが、実際にはディーゼル主機のピストン摺動状態の把握ができないため、シリンダライナー損傷防止の観点から最低限必要と考えられる注油量より多めに注油をしながら運航されているのが実情である。

機関運転中に摺動状態を把握することが可能になれば、シリンダライナー損傷防止と最適なシリンダ油消費を達成する事で、より安全、より経済的な運航が可能となり大きなメリットが得られる。これを可能とする二つの新技術の開発に成功したのでここに紹介する。

2.ON-LINE 連続鉄粉濃度センサー(共同開発)

シリンダライナーとピストンリングの摺動に異常が発生すると、ピストン下部室からのドレン油中の摩耗粉濃度が上昇することがわかっている。この摩耗粉濃度を連続的に計測することにより摺動状態をリアルタイムに把握することができるため、オンラインで連続して摩耗粉濃度の計測が可能なセンサーの開発が待たれていた。上記機能を満たすセンサーの開発を行い良

好な結果を得たので、本センサーにより得られた知見をここに紹介する。

本センサーは、船用機関のシリンダドレン油という困難な計測対象と過酷な環境下において、オンラインで高感度に連続的に鉄粉濃度を計測できるように開発された革新的なセンサーである。本センサーは容易に装備可能なように、また取扱いが容易となるように考慮されており、ドレン配管に直接とりつけ電源を供給するだけで連続的に鉄粉濃度を計測し、濃度に対応する信号を出力する。

DU-Sulzer7RT-flex84TD機関の陸上テスト運転中 本センサーを7日間装備し 延べ約24時間の連続計測を実施した。試験期間中、定期的にドレン油をサンプリングしポータブル鉄粉濃度計での計測結果と比較している。また7日間のテストの後、キャリブレーションを行い、運転前と比較して計測値に変化がないことを確認した。なお、本センサーのキャリブレーションは鉄紛をまぜたシリンダ油にて実施した。

本センサーの計測結果の一例を図1に示す。本機関では擦り合わせ終了後のドレン油中の鉄粉濃度は、50ppm(wt)以下である。しかしながら、図1にあるように、110%運転後のガバナテスト、オーバースピードテスト後約20分後、急激に鉄粉濃度が上昇していることがわかる。この計測結果は、負荷を下げる場合でも急激な負荷変化時に摺動状態に異常が発生しやすいことを示唆している。約20分の時間遅れは、摺動状態の変化により摩耗粉が発生し、ドレン油とともにセンサーの取り付け部分まで流れてくるための所用時間と考えられている。

本センサーは、このような摺動状態の変化を非常に

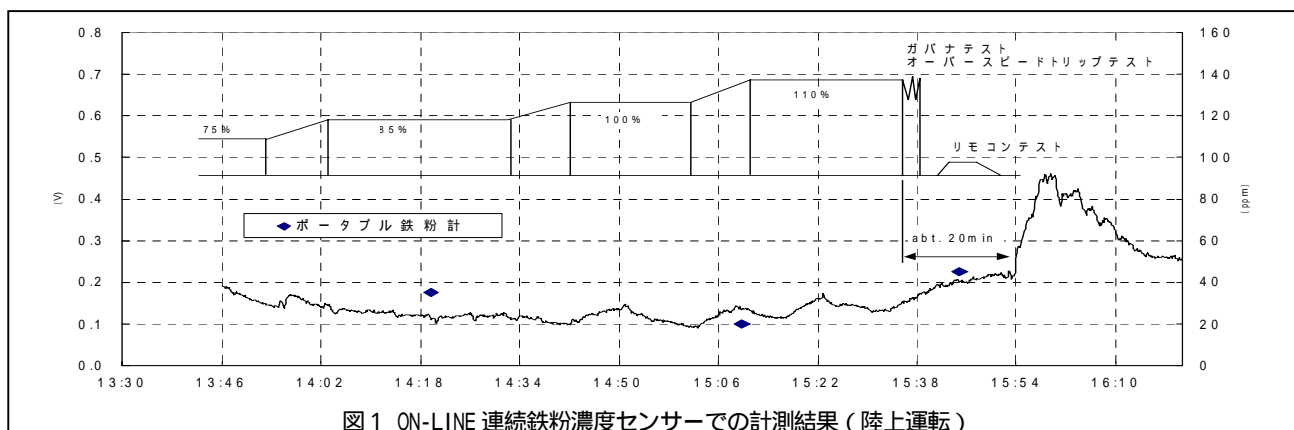


図1 ON-LINE 連続鉄粉濃度センサーでの計測結果(陸上運転)

敏感に捉えることが可能であり、実船への適用で機関運転状態がピストンリングの摺動状態に与える影響を解明していく。

本センサーをピストンの摺動状態監視装置として適用することにより、より安全に、最低限のシリンダ油での運行が可能となる。また摺動異常が発生した場合でも、極初期に検知できるため、シリンダライナーとピストンリングに重い損傷を与える前に対処が可能となる等、ユーザーにとって非常に有益なセンサーとなる。

2006年6月よりフィールドテストにて耐久性等を確認すると同時に、今年中の製品化を計画している。

3. 機関運転中のピストン可視化装置について (ディーゼルユナイテッド独自開発)

機関運転中に掃気ポートをとおしてピストンの状態を直接観察する装置を開発に成功したので、観察結果を紹介する。

本装置により、ピストンリングの状態、ピストンへのカーボンの堆積状態、燃焼ガスのブロー状態などを機関運転中に容易に観察可能となった。また、撮影されたピストンリングの合口の画像から、画像処理により合口寸法を計測し、各部品の線膨張係数よりピストンリングの平均温度の推定、摩耗量の推定などが可能となる。システム概要を図2に示す。

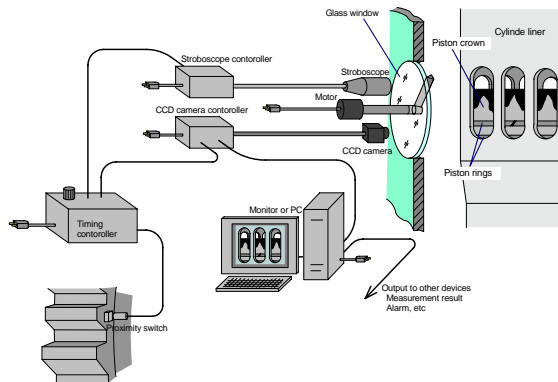


図2 ピストンリング可視化装置概要図

本装置は、はずみ車に装備したターゲットと近接スイッチにより1回転に1パルスの信号を発生させ、タイミング調整用の回路を通して、CCDカメラとストロボを同期させて撮影を行っている。よって、1回転に1回の撮影を行うことが可能である。撮影するクランクタイミングは、自由に設定できるため、ピストンの観察したい部分、または観察したいタイミングに調整可能である。また、CCDカメラ、ストロボスコープ、ワイパー駆動用モータはユニット化されており、撮影を行う

シリンダを容易に変更することが可能となっている。

本装置にて撮影した画像のサンプルを図3,4に示す。本画像は85%負荷運転時に撮影したものである。本装置により、ピストンリングの状態やガスブローの状態の観察はもちろんのこと、図4に示すように、ピストンリングに付着しているシリンダ油の状態も確認することが可能である。



図3 撮影画像例 (85%負荷)



図4 油の付着状況の画像例
(TOP リング, 85%負荷, 上昇行程)

観察範囲に限られるが、機関の負荷によらず運転中のピストンリングの状態観察が可能となるメリットは大きい。他に、ガスブロー状態等から経年変化の把握や、機関停止中の内部点検の作業を削減できるなどのメリットが考えられる。

4. おわりに

今まで困難であった主機運行中のピストン摺動状態の連続監視技術は、さらなる安全運航に大きく寄与することは間違いない。今後もこれらの新技術や従来技術との組合せにより、いままで不明であった現象の解明や損傷の事前発見を可能とする監視技術の開発をすすめる。