低速ディーゼルシリンダドレン油分析による シリンダ潤滑状態の診断*

橋 本 高 明** 馬 場 宣 裕**
青 木 秀 男***

Monitoring of Low Speed Diesel Cylinder Lubricating Condition by Drain Oil Analysis

By Takaaki Hashimoto, Nobuhiro Baba, Hideo Aoki

This paper reports the study on monitoring the cylinder lubricating condition of two stroke marine diesel engine by ferrograph analysis.

When the number of large/severe or cutting ferrous wear particles is under 300 per 1 ml cylinder drain oil sample, the cylinder lubricating condition might be very good and be satisfied.

1. ま え が き

船用ディーゼルエンジンの解放検査は5年毎に施行されている。しかしながら、一度に全筒をオーバーホールする事は、入渠時間が長くなり船主の運行計画にも影響を与えるので、事実上は、他の入渠作業にあわせて毎年数筒ずつの解放検査がなされている。解放検査時は整備作業も行われる。故に、入渠時にどのシリンダを解放受検するかは船主にとって効率上重要といえる。さらに、別の観点から当会としてもコンディション・モニタリング・サーベイ(Condition Monitoring-based Survey)方式の可能性を検討しておくことは意義深い事と考えられる。

シリンダ潤滑状態の診断法としては、諸法あるが、その第1段階として、シリンダドレン油中の金属摩耗粒子量をフェログラフィにて数値化することを試みたので報告する。

2. 供試エンジン

船主の協力のもと、2隻の外航コンテナ船からシリンダドレン油を原則毎航陸揚げして分析を行った。供試エンジンの要目を表1に示した。

シリンダドレン油は各シリンダより図1の箇所から独立して採取した。

表1 供試エンジン要目

Engine	A	B
Type	2 stroke CH	2 stroke CH
Cyl. Nos.	9	9
Bore, mm	840	900
Stroke, mm	2400	2550
Output		
@MCR kW	34421	36672
rpm	100	93
FO, ISO-F	RMH 35	RMH 35
Cyl. Oil		
TBN	70	70
SAE No.	50	50
Ship Deliv.	Sept.'90	Aug.'90

3. 試料油の分析

分析は主に次の方法によった。

- 1) フェログラフィDR法, WPC/ml
- 2) 同 顕微鏡観察法

(主に、Feのシビアウエア〔約30um以上〕及びカッティングウエア〔約4um以上〕の個数)

* 原稿受付 平成11年4月30日
** 正会員 (財)日本海事協会 (千葉市緑区大野台1-8-3)
*** 正会員 日本海事協会 (千代田区紀尾井町4-7)

3) SOAP法による金属元素, ppm

4. 分析結果

試料油は本船の就航直後から約5年間連続して採取された。

フェログラフィ分析結果の一例を、図2から図4に、その間の検査・調査時に計測されたピストンリング、シリンダライナの摩耗率を付して示した。

5. 考察

図2から図4までのグラフの内、フェログラフィ顕微鏡法にて数えたFeのシビア摩耗とカッティング摩耗両粒子の個数(個/ml)とピストンリング・シリンダライナ摩耗率の合計値(Total Wear Rate, $\times 0.01\text{mm}/1000\text{hrs}$)の関係を、全データにつき纏めたものが図5である。

図1 シリンダドレン油採取箇所

図2 エンジンA No.5シリンダのフェログラフィ及びSOAP分析例

図3 エンジンB No.1シリンダのフェログラフィ及びSOAP分析例

図4 エンジンB No.1シリンダのフェログラフィ及びSOAP分析例 (続)

図5 リング・ライナ摩耗率の合計値とフェログラフィFe摩耗粒子数

今仮に、リング摩耗率 ($\times 0.01\text{mm}/1000\text{hrs}$) とライナ摩耗率 ($\times 0.01\text{mm}/1000\text{hrs}$) の合計値が、 $15 \times 0.01\text{mm}/1000\text{hrs}$ 以下の場合を、“満足な状態”と仮定し、さらに、リング摩耗率(同)及びライナ摩耗率(同)の合計が、 $30 \times 0.01\text{mm}/1000\text{hrs}$ 以下の場合を“十分に許容しうる状態”と仮定した時、次のことがいえる。

- 1) Feのシビア及びカッティング両摩耗粒子の合計が300個/ml以下の場合、その燃焼室周りの潤滑状態は、約88パーセントの確率で“満足な状態”にあるといえる。
- 2) さらに、1)の両摩耗粒子の合計が300個/ml以下の場合、その燃焼室周りの潤滑状態はほぼ100パーセントの確率で、“十分に許容しうる状態”にあるといえる。
- 3) 本稿では未整理のため今回は証明できないが、フ

ェログラフィDR値はドレン油中の燃焼生成物(主にカーボンやCa/Sの化合物等、フェログラム顕微鏡観察により経験から判断)の影響が出ているらしく、極めて頻繁に高い数値を示し、リング・ライナの摩耗率との相関性は低い様子である。

- 4) SOAP法による油中の金属元素(Fe/Cu等)量については、まだ整理中であり断言し得ないが、粒径の比較的大きい摩耗粒子の検出は十分でない可能性のため、系の潤滑状態を十分には表現していない可能性がある。

6. 結 論

船用2ストロークディーゼルエンジンのシリンダライナ及びピストンリングの潤滑状態の診断に関しては、次のことを結論付けても良さそうである。

- 1) フェログラフィDR法は、シリンダドレン油の分析には適さない可能性が高い。
- 2) フェログラム顕微鏡観察から得た、Feシビア摩耗及びFeカッティング摩耗両粒子の量が常に300個/ml以下の場合、その系の潤滑状態は良好である可能性が高い。
- 3) 結論2)を基に、気筒の振動等をモニターする振動音響センサー等とフェログラフィ法の併用により、低速ディーゼルエンジンシリンダのコンディション・モニタリング・サーベイが可能と成るかも知れない。そのための、複合監視体制による状態監視の実証試験を行いたく考えている。

7. 謝 辞

本研究実施にあたっては、大阪商船三井船舶(株)殿、エム・オー・シップマネジメント(株)殿、国際マリントランスポート(株)殿3社の絶大なるご協力を得た。ここに深く感謝の意を表します。