トランクピストン形ディーゼル機関の システム油の汚損度の調査*

六 谷 一 良**

Research on Contamination of Lubricating Oil Used in Trunk Piston Type Diesel Engines

By Kazuyoshi Rokutani

Greater part of Japanese domestic commercial ships install Low-speed, four-stroke trunk piston type engines as their primemovers enjoying its merits in fuel economy and maintenance cost.

Marine engines have been improved restlessly to be less fuel consumption, higher output, and availability of low quality fuels especially since world oil crisis.

Fuels supplied to ships recently have mainly been manufactured in catalysis process plant or distilled residues thinned down by visbreaker-refined light oil because oil suppliers make their process fit to increasing market demands of lighter oils.

Fuels manufactured by these process have negative properties such as low ignition quality, long combustion period and low thermal stability that cause troubles in engines and auxiliary machineries.

Considering that there is close relationship between contamination of system oil and bad combustion inside engine, we studied system oil contamination and fuel quality comprehensively.

As a result of this study, we have established a guideline with which engineers are able to judge whether system oil contamination has been caused by bad combustion of engine or other reasons.

1. は じ め に

船用低速トランクピストン形機関は、軽量小形で経済的またメンテナンスが容易であるため、内航船の主機関として数多く採用されている。

第1,2次石油ショック以来、エンジンは省燃料、高出力化、燃料油の低質化対策など種々の改善を行っている。

一方、石油製品の需要構成は益々白油化傾向が強くなり、現在、船用燃料油は石油精製が接触分解装置やビスブレーカー等で精製された軽油を減圧蒸留残さ油に混合し製油されている。

これらの製法によって製造された船用重油は着

火性が悪く、輻射熱大、燃焼時間が長い、熱安定性に劣るなどでエンジンやその他の付帯機器に燃料油が起因する障害が起こっている。障害の一つである燃焼障害とシステム油の汚損度は密接な関係にあるため、燃料油種とシステム油の汚損度を体系的に捉え、システム油の汚損原因がエンジンなのかどうか判断できる概略の基準を作った。

2. 燃料油種とエンジンのスラッジ排出量の調査

2-1 計測方法 図1は潤滑油の清浄システムを示す。この清浄システムにおいて、エンジンが排出するスラッジを清浄機で全て捕捉できれば、システム油の汚損は進行しないことを前提に調査を行った。

計測はn-ペンタン不溶解分が一定値にサチュレートした状態で、行うことにした。

*原稿受付 平成10年3月13日

第59回学術講演会(平成9年10月22日)

**正会員 阪神内燃機工業株式会社(明石市貴崎5-70)

図1 潤滑油清浄システム

2-2 調査項目

- 1) 清浄機でのスラッジ捕捉重量を計測。
- 2) 油を採取し分析を行う。

分析項目はn-ペンタン不溶解分、トルエン不溶解分、TBN、粘度、水分等

- 3) エンジンの常用出力と回転数及運転時間。

2-3 計測結果

計測は新船で順調に稼働している船を選択した。

- (1) A重油使用船

エンジン要目

形式 LH26G形

出力・回転数 1200PS・420rpm

n-ペンタン不溶解分 0.5~0.8Wt%

エンジン運転時間(H)	常用出力(平均) _{PS}	スラッジ捕捉量(g)	捕捉率(g/1000PS・H)
9 53	7 2 5	3 5 9 2	5. 2
2 6 4 8		1 5 1 6 6	7. 9
1 8 0 0		6 5 2 5	5. 0
1 8 1 4		6 9 7 0	5. 3
1 0 0 0		5 0 0	6. 9

- (2) C重油(R.W.NO.1 100° F 1500秒油)使用船

エンジン要目

形式 LH30L形

出力・回転数 1800PS・300rpm

n-ペンタン不溶解分 0.6~0.8Wt%

エンジン運転時間(H)	常用出力(平均) _{PS}	スラッジ捕捉量(g)	捕捉率(g/1000PS・H)
5 8 6. 1	1 2 0 0	1 7 5 1 2	2 4. 9
5 5 8. 6		1 7 4 9 5	2 6. 1
5 7 5. 9		1 7 4 8 4	2 5. 3
5 5 0. 0		1 8 2 8 2	2 7. 7
4 2 8. 9		1 4 4 1 1	2 8. 0

計測データを表1~2に示した。その結果をまとめると、燃料油種とエンジンのスラッジ排出量との関係は次の結果が得られた。

燃料油種	スラッジ排出量(g/1000PS・H)
A重油	5~8
C重油(R.W.NO.1 100° F 1500秒油)	25~28

3. 潤滑油汚損原因調査

潤滑油の早期汚損原因調査のため、前述のデータを基に調査及検証を行った。

一般的に考えられる潤滑油の汚損原因は

- ・ エンジンの燃焼不良
- ・ 清浄機のパフォーマンス, 処理容量, 使用時間の不足
- ・ 燃料油等による燃焼障害

などが考えられるが、それぞれにおいて正常か異常かの判断がしにくく時間を要するのが現状である。そこで今回、エンジンより排出するスラッジ量を計測し、前述の基準データとの比較をすることによって、エンジンの状況を判断した。

3-1 調査船

- 1) 船種 749G/T オイルタンカー
- 2) エンジン 形式 ハンシン LH34LAG形
出力・回転数 2000PS・280rpm
常用出力 1000PS
- 3) 使用燃料油 A重油
- 4) 清浄機 遠心分離機兼用形フィルタ

3-2 調査項目

- 1) 定期的に清浄機でのスラッジ捕捉量の計測。
- 2) エンジンの常用出力と回転数及運転時間。
- 3) 潤滑油の分析、分析項目

n-ペンタン不溶解分、トルエン不溶解分、TBN、粘度など

3-3 調査結果

調査は約200時間ごとにデータを取り、エンジンの状況を分析した。

その結果は図2に示している。

計測データから次のことが推測できる。

- 1) 平成7年12月21日にn-ペンタン不溶解分が1.67Wt%, エンジンよりのスラッジ排出量が14.5g/1000PS・Hでスラッジ排出量が多い。
- 2) トルエン不溶解分は0.32Wt%で少ない。

1), 2)から潤滑油汚損物質は軟質スラッジが多いこと、またエンジンの常用出力が50%負荷で比較的低負荷で使用していることから燃焼不良等が推測できる。

以上の結果からエンジンの燃焼改善対策が必要と判断し、燃料噴射弁のチップ仕様をφ0.5×10ケ×140° からφ0.45×10ケ×130° に変更した。

3-4 対策後の結果

平成7年12月21日のデータを基に、12月23日前

図2 LO分析結果(H7・11/14～H8・2/26)

図3 LO分析(H8・4/10～12/31)

述の燃焼改善対策を行った。

その後の、状況を図2に示しているが、n-ペンタン不溶解分も減少し平成8年2月14日以降、1.2Wt%付近で、サチュレートしている。そのときの、スラッジ排出量が約8g/1000PS・Hになったことは、エンジンの燃焼が改善された結果と判断できる。

3-5 システム油全換後の状況

平成8年4月10日にシステム油を全換し、その後の状況を図3に示している。約3700時間の使用にもかかわらずn-ペンタン不溶解分は0.3Wt%以下、エンジンからのスラッジ排出量は約7g/1000PS・Hで非常によい状況が続いている。

4. ま と め

システム油の汚損原因の追究は非常にむずかしく時間を要するが、前述の手法によりエンジンの状況を知ることによって、その対応が早期にできる。

今回の調査で、燃料油種とシステム油の汚損度との関係は次の通りであることが検証できた。

上記データを見ると、A重油に比べてC重油はシステム油への影響が大きく、約3～5倍であることがわかる。C重油を使用する場合は燃料油及潤滑油清浄システムの慎重な検討が必要である。

質 疑 応 答

質問者 ダイハツディーゼル 近藤博美

〔質問〕

貴重な追跡データを御提示いただきありがとうございます。ございます。

下記の点にお答え下さい。

1. スラッジ排出量において、使用燃料油がC重油

の場合、A重油のものに比べて、3～5倍程度ありますが、この理由をどのように考えればよいでしょうか。

- 図2と図3で潤滑油種、特に、アルカリ価を変更していますが、使用燃料油がA重油である点を考えると、この潤滑油の変更理由は何でしょうか。

〔回答〕

潤滑油汚損度と燃料油種との関係

C重油はA重油に比べ難燃性物質の混入度合が多く非常に燃焼しにくい状況と燃焼残渣物の発生量も差があると思います。これらによってA重油よりもC重油の方が潤滑油の汚損に影響が大きいと考えます。

燃料油種	スラッジ排出量 (g/1000PS・H)
A重油	5～8
C重油 (R.W.NO.1 100 ° F 1500秒油)	25～28

潤滑のアルカリ価の変更理由

変更前の潤滑油はTBN 4.09まで低下していることから清浄分散性の低下を心配しました。メイクアップ油でのTBN上昇も考えましたが、新油に全換するチャンスがありましたので少しTBNの高い銘柄の油にした経緯があります。

質問者 神戸商船大学 中井 昇

〔質問〕

- 2,000PSの出力の機関を1,000PS常用としている理由と燃焼不良はターボチャージャのマッチングにも因るのではないかと。
- 通油量は清浄機の定格の何%程度か。
以上、2点についてお教えいただきたい。

〔回答〕

- 2,000PSの機関を1,000PS常用している理由
主機関の出力を計画するときは第一に計画船速及び常用負荷率等を条件にし決定するのが一般的です。本船も前述のように検討の結果2,000PSと決

定されたと思います。しかし最近物流の合理化が一段と進められた影響もあり船速の低下となっているのではないかと推察します。

また、内航船の船主殿には軽負荷で使用するればトラブルもなく長持ちするのだといった考えが一部あり、少しでも大きい機関を選定される傾向がありそれも一因かも知れません。どちらにしても、はっきりした理由はわかりません。

燃焼不良は過給機のマッチングによるのではないかと。

燃焼不良の要因は燃料油、機関本体、付帯設備等あると思います。今回は燃料弁で解決しましたがもし解決しなければ過給機のマッチングの検討をする必要があったと思います。

- 清浄機の通油量は定格の何%程度か

水を利用した三層分離形(例、三菱化工機製SJ形など)の清浄機は定格の50%での通油量にすればよいと一般的に聞いていますが今回装備してある清浄機は遠心分離機併用形フィルタといっているものでこのタイプは定格通油量が通油量となっています。

~~~~~メッセージ~~~~~

六 谷 一 良

内航船の将来を見ると、近代化、乗組員の高齢化と減員、技術レベルの低下、燃料油の粗悪化、機器及びシステムの高度化に同い、船内での保守、点検、整備を行うことが人的、時間的にも大変困難な状況となることが予想されます。このためには船舶の安全管理には陸上側の支援が欠かせない状況になると思われます。今後ますます発展すると思われる情報メディアを利用した陸上支援体制の構築により船舶のタイムリーでかつ安定的な整備の提供を目指し実船テストを行っています。