燃料油前処理システムの処理能力*

明 野 進** 市 原 庸 光**
後 藤 湖 舟** 宮 野 春 雄***
平 田 冬 樹*** 嶋 友紀子****
渡 辺 英 夫***

Actual Ability of Fuel oil Treatment System for Marine Diesel Engine

By Susumu Akeno, Tunemistu Ichihara, Kobune Goto, Haruo Miyano,
Fuyuki Hirata, Yukiko Shima, Hideo Watanabe

In recent years failures of marine diesel engine shows a tendency to increase. Especially abnormal wear of piston ring and cylinder liner is serious problem.

Therefore role of fuel oil treatment system for marine diesel engine is becoming important every year.

Ability of fuel oil treatment system is affected by fuel oil properties, construction of system, ability of individuality, condition, and operation method.

So we investigated actual ability of fuel oil treatment systems by analyzing fuel oil that collected from each treatment devices.

The result of investigation is shown as follows.

The main item of properties that bring engine failures are water, sulfur, Carbon Residue, FCC catalyst, Asphaltene, Dry Sludge, Vanadium, Sodium, etc.

Then Water, FCC catalyst, and Dry Sludge are removed by Fuel oil Treatment System.

Average ratio that purifier removed FCC catalyst was 43.2%. Average flow ratio was 50.1%. And this was affected flow ratio of fuel oil.

Fuel oil treatment devices do not always give enough ability. And ability of treatment is given influence by method of operation.

1. ま え が き

近年の燃料油の低質化に伴い、機関トラブルが増加している。なかでもシリンダライナやピストンリングの異常磨耗は、燃料油の燃焼性、夾雑物に加え、機関の設計、整備・取扱い、シリンダ油等の影響をうけると考えられ、原因の特定が難しい。数々の調査結果からFCC解媒等の硬質夾雑物

に起因するとする意見が大勢を占めているが、この観点でも船内燃料油前処理システムは極めて重要な役割を持っている。前処理システムの除去効果は、燃料油の性状、システムの構成、各構成機器の性能、整備状況や運転方法により異なってくる。そこで前処理システムがスペック通りの性能を保持、発揮しているかを検証し、将来予想される燃料油の粗悪化に対応できるのかを検討するために、燃料油前処理システムの現状を調査した。調査は、現在も進行中であるが、これまでの結果について報告する。

* 原稿受付 平成10年3月16日

** 正会員 日本郵船株式会社 (千代田区丸の内2-3-2)

*** 正会員 株式会社エヌワイケイ輸送技術研究所 (横浜市磯子区杉田5-32-84)

**** 株式会社エヌワイケイ輸送技術研究所 (横浜市磯子区杉田5-32-84)

2. 対象船の前処理システム

対象船10隻をA丸～J丸とし各調査対象船の前処理システムの比較を表1に示す。なお、調査期間中に燃料油に起因するトラブルはC丸でシリンダライナの異常磨耗があった。

表1 調査対象船の前処理システム

船名	機種・運転方法		通油率	2nd FILTER	3rd FILTER
	清浄機	単独			
A丸	清浄機	単独	-	30 μ	20 μ
B丸	清浄機	単独	45%	25 μ	50 μ
C丸	清浄機	並列	66%	50 μ	無し
D丸	清浄機	並列	12%	-	-
E丸	清浄機	単独	61%	50 μ	20 μ
F丸	清浄機	並列	46%	20 μ	20 μ
G丸	清浄機	単独	60%	50 μ	30 μ
H丸	清浄機	単独	57%	30 μ	10 μ
I丸	清浄機	単独	-	10 μ	30 μ
J丸	デカンタ	単独	61%	30 μ	無し

3. サンプル採取箇所と分析項目

燃料油の前処理過程と試料採取箇所を図1に示し、採取箇所1～5を燃料供給ライン、6～8を燃料循環ラインと呼ぶことにする。ただし図1では一次フィルタ、ポンプ、ヒータを省略した。また試料油採取は、同一の燃料油で燃料油供給ラインおよび循環ラインが満たされたと思われるタイミングで実施した。

分析項目は密度、動粘度、水分、ナトリウム、アスファルテン、ドライスラッジ、アルミ+シリコン、バナジウムとし、硫黄および残留炭素は前処理システムによって変化しないものし除外した。

図1 燃料油の前処理過程とサンプル採取箇所

4. 調査結果

各採取箇所より採取した燃料油の分析結果について、採取箇所1(補油時)および採取箇所8(機関入口)の性状直と除去率を表2に示す。

また、密度、動粘度、水分、ナトリウム、アスファルテン、ドライスラッジ、アルミ+シリコン、バナジウムの変化をそれぞれ図2～9に示す。

なお、A丸では、試料採取箇所6以降の燃料循環ラインで値が大幅に低下しているが、何らかのトラブルで燃料循環ラインに低粘度油が混入したもののと思われる。よって以降の解析においてA丸の採取箇所6～8の性状値変化は無視した。

(1) 密度および動粘度の変化 A丸を除いて密度、動粘度とも主機入口に近くなるにつれて低沸点分の蒸発により若干上昇する傾向にある。平均すると密度は0.004%、動粘度は0.9%上昇し

表2 補油時、機関入口の分析結果および除去率

船名	採取箇所	DEN	VIS	WTR	TSE	Al+Si	ASP	V	Na
A丸	1	986.3	344	0.10	0.021	28.0	5.98	58.5	28.9
	5	985.6	335	0.11	0.008	5.64	6.17	58.2	17.6
B丸	1	980.9	405	0.00	0.004	5.03	4.98	65.9	7.41
	8	981.5	432	0.00	0.005	1.84	4.99	66.3	6.49
C丸	1	987.0	325	0.34	0.029	48.2	3.32	90.5	57.7
	8	986.7	336	0.13	0.012	26.82	3.79	89.6	57.8
D丸	1	988.7	353	0.44	0.021	43.0	4.99	185	24.5
	8	986.4	365	0.12	0.006	7.95	5.04	183	14.1
E丸	1	978.8	419	0.41	0.020	16.61	6.77	68.4	37.0
	8	977.9	388	0.20	0.010	6.89	6.33	64.1	20.6
F丸	1	977.9	388	0.20	0.010	6.89	6.33	64.1	20.6
	8	977.9	388	0.20	0.010	6.89	6.33	64.1	20.6
G丸	1	975.7	381	0.10	0.048	28.2	6.08	89.0	29.4
	8	977.4	390	0.11	0.016	10.22	6.12	83.5	14.9
H丸	1	977.4	394	0.30	0.042	13.8	6.58	64.5	30.0
	8	981.2	390	0.10	0.020	8.62	6.18	73.6	25.1
I丸	1	984.2	564	0.02	0.014	0.53	7.35	64.8	25.8
	8	976.7	397	0.06	0.013	0.53	6.97	65.1	19.0
J丸	1	987.6	342	0.70	0.010	7.77	3.33	94.4	55.9
	8	990.3	347	0.22	0.009	7.97	3.08	94.5	55.0

図2 密度の変化

図3 動粘度の変化

図6 アスファルテンの変化

図4 水分の含有量の変化

図7 TSEの変化

図5 Naの変化

ている。

(2) 水分およびナトリウムの変化 水分の全システムでの除去率は最高72.7%, 最低-200%, 平均53.5%であった。水分は全体的にセッティングタンクやサービスタンクでの除去効果が大きく、次いで清浄機で除去されている。しかしJ丸では清浄機で上昇しており清浄機の不調あるいはサンプリングが不適切であったと考えられる。

ナトリウムの全システムでの除去率は最高43.5%, 最低-0.2%, 平均22.7%であった。ナトリウムはC丸, J丸を除き水分とほぼ同様の傾向で

推移しD丸, E丸, G丸等で除去率が高い。C丸, J丸では水分が比較的良好に除去されているにもかかわらずナトリウムはほとんど変化していない。ナトリウムの混入は水分(海水)による場合が多いが、両船での混入は水分以外に起因していると考えられる。

(3) アスファルテンおよびドライスラッジ(TSE)の変化 アスファルテンの全システムでの除去率は最高12.1%, 最低-14.2%, 平均2.0%であった。いずれにしてもアスファルテンの変化の幅は小さく前処理システムによってあまり変化していない。

TSEの全システムでの除去率は最高66.7%, 最低-22.5%, 平均50.4%であった。TSEは清浄機やセッティングタンク等の燃料供給ラインでは除去効果がみられるが、循環ラインでは逆に上昇傾向にある。これは循環ラインでは燃料油を高温で循環させているため、熱安定性の不良によりスラッジが発生しているためと考えられる。

(4) アルミ(Al)＋シリコン(Si)の変化 Al＋Siの全システムでの除去率は最高81.5%, 最低

図8 Al+Siの変化

図9 Vの変化

表3 前処理装置毎のAl+Siの除去率(%)

	船名	A丸	B丸	C丸	D丸	E丸	F丸	G丸	H丸	I丸	J丸
	Al+Si (ppm)										
採取箇所	前処理装置	29.0	5.03	48.2	43.0	16.6	2.29	26.2	13.8	0.53	9.77
1～2	STORAGE TANK	-12.1	26.6	8.9	-2.3	3.1	-14.0	4.6	-41.2	-34.0	-4.7
2～3	SETTLING TANK	7.7	-9.2	22.6	10.9	28.5	-34.9	21.3	-1.1	22.5	6.8
3～4	PURIFIER	69.5	26.8	32.9	75.0	44.4	35.8	44.5	74.7	43.6	12.9
4～5	SERVICE TANK	38.4	17.6	4.6	11.9	21.4	-2.7	-8.1	-62.0	-64.5	5.1
6～7	2nd FILTER	—	6.4	-21.2	0.0	4.4	28.4	-15.1	10.5	35.6	-41.7
7～8	3rd FILTER	—	21.4	—	—	-5.1	6.5	15.3	-16.2	-12.8	26.7
1～機関入口	TOTAL	80.5	63.4	44.4	81.5	58.9	18.8	61.0	37.6	0.0	18.4

0.0%, 平均59.7%であった。また、各前処理装置毎のAl+Siの除去率を表3に示す。

FCC解媒の成分であるAlおよびSiは、清浄機による除去効果が最も高く、次いでセッティングやサービス等のタンク順となっている。2次、3次フィルタでの除去率は低いこれは粒径の大きいものが清浄機までに大部分が除去されたためと考えられるAl+Siは含有量の多少、粒径の大小にもよるが、清浄機までに全除去量の大部分が除去できる。

(5) バナジウムの変化 バナジウムの全システムでの除去率は最高6.3%, 最低-22.1%, 平均0.3%であった。バナジウムはアスファルテン同様、性状値はほとんど変化しなかった。

5. ま と め

今回の試験結果をもとに今後の前処理システムの効果のおよび効果を検証する上での考慮点を以下に述べる。

(1) 前処理システムの現状 機関トラブル

に起因するとされている主な燃料油性状項目には水分、硫黄分、残留炭素、FCC解媒、アルファルテン、ドライスラッジ、バナジウム、ナトリウム等であるが、このうち水分、FCC解媒、ドライスラッジ等は前処理システムによって除去することが出来る。これらの性状項目では全除去率のほとんどを清浄機までで占めており、この中でも特に清浄機での除去効果が大きい。しかし現状では清浄機の除去率のばらつきが大きい。現在の前処理システムでは除去出来ない硫黄、残留炭素、ナトリウム、アルファルテン、バナジウム等は添加剤により対応する必要がある、今後前処理システムのあり方としては添加剤の投入装置を含めたものを対象とすべきである。

(2) FCC解媒への対応 今回の試料には、Al+Siの範囲は2.3～48.2ppm(平均20.6ppm)あったが、燃料供給ラインでの除去効果が大きく、特に清浄機による効果が大きいことが判った。

清浄機の定格値に対する通油率は、12～66%の範囲に(平均50.1%), 除去率は12～75%の範囲(平均43.2%)であった。結果のばらつきが大きい

図10 清浄機の通油率とAl+Siの除去率

が、清浄機の除去率は通油率が低いほど、Al+Siが多いほど高い。清浄機メーカーの報告によればAl+Siの除去率は、通油率が25%程度の場合70～90%といわれているが、本結果ではこれらの数値との開きが大きい。主な原因として、通油量が多いことが考えられる。現在の燃料油のAl+Siは平均すると約20ppmであるが、これを機関メーカーが推奨する機関入口のAl+Siの値7～15ppmにするためには除去率は30～65%あれば良い。通常、予備清浄機確保等を考慮して清浄機は1台の運転としているがAl+Siが多い燃料油を補油した場合、清浄機を並列運転とし通油率を極力下げる運転を行っている。D丸はこの例であるが通油量を12%に減少しても除去率は75%であった。このことか

ら通油率以外の条件によって除去率は大きく変化すると考えられるため、清浄機の運転条件等と除去率の関係をより詳細に把握する予定としている。なお、船内で日常的に使用する場合、清浄機の性能を常に最大の維持することは困難であることから、ある程度の余裕を見込むことが必要である。

(3) 処理装置ごとの検証 清浄機を含め個々の前処理装置には、必ずしも期待通りの性能を発揮していないものもあるが、原因として燃料油の性状、装置の仕様、運転方法の問題が挙げられる。より良質な燃料油を機関に供給する為に各装置の整備状況、運転方法、装置の適合性等を調査する必要がある。

6. む す び

燃料油の粗悪化に対応していく為には、船舶の燃料油前処理システムが、どの程度の効果があるのかを把握することが重要である。

今までの調査の結果、前処理システムの個々の設備や運用方法に改善の余地があることが判ったが、同時に燃料油の性状等によってもその効果は大きく異なることが予想された。今後も、本調査を継続して行うこととしているが、機会があれば結果を報告したい。