

September 2019

# ClassNK

Booklet for ship crew members

硫黄分 0.50%適合油への切替に関する注意点

[第1版]

[日本語/Japanese]





## はじめに

2020年1月1日から開始される燃料油の硫黄分規制強化に向けて、今後、硫黄分0.50%以下の残渣油系燃料油（以下、「適合油」という）が世界中で流通し、船舶に積載されていくこととなります。これに伴い、船舶においては、主機関や発電機関等の船上機器の燃料油を適合油に切り替えて、実際に使用を始める機会が増えて行くこととなります。

弊会は、この燃料油の切替時に想定されるリスク、及びそれらのリスクを低減するための予防策と対応策について取り纏め、実際に船上で作業に当たる船員の方々向けとして、顧客の皆様にご提供することに致しました。

今回は、適合油をこれから補油する船舶と、適合油の補油を完了してこれから実際に使用を始める船舶の乗組員の方々に向けて、「混合安定性」と「低温流動性」に焦点を当て、これらの要因に関連するリスクとその対策について周知させていただくことを目的として、この冊子を発行いたします。<sup>1</sup>

また、本文中にて言及するスラッジ溶解剤やスラッジ分散剤を提供している各ケミカルメーカー殿にお願いして、適合油のリスク低減に関するご提案と関連の製品案内の資料をご提供いただきました。本冊子の添付として掲載しておりますのでご参照下さい。

一方で、適合油を船上のストレージタンクに積載するに当たり、当該ストレージタンクに元々高硫黄燃料油（High Sulphur Fuel Oil : HSFO）を積載していた場合には、タンク下部や壁面にスラッジが堆積してしまっていることがあります。このような場合にそのまま適合油を補油すると、清浄機、フィルター、エンジン等で運転上の問題を引き起こす可能性、及び適合油の硫黄分が0.50%を超えてしまう可能性があります。そのため、当該タンクの洗浄等を実施して適合油への切替のための準備を行い、補油後の適合油の硫黄分を0.50%以下に管理するための計画を、船舶実施計画書（Ship Implementation Plan）により作成することがIMOサーキュラー MEPC.1/Circ.878にて推奨されています。弊会では、この船舶実施計画書のサンプル<sup>2</sup>を提供しておりますので、是非ともご参照の上、本計画を立案いただきたいと思います。

---

<sup>1</sup> 日本国内で供給される適合油を用いる内航船については、国交省が公表している「2020年SOx規制適合船用燃料油使用手引書」もご参照下さい。

<sup>2</sup> ClassNK テクニカルインフォメーション TEC-1179をご参照ください。

上記の HSFO を積載していたストレージタンク中に溜まったスラッジの対処方法としては、当該タンクの洗浄を行なうことや、適合油を積み込む前に複数回 HSFO 補油時にスラッジ分散剤を投入する方法、LSMGO (Low Sulphur Marine Gas Oil) やスラッジ溶解剤を投入して軽減を図る方法等がありますが、既に多くの船社殿では船舶実施計画書でこの計画を立てられていると理解しております。しかし、これらへの対処をこれから行なう必要がある方がおられましたら、巻末に添付してある各ケミカルメーカー殿のご提案と関連の製品案内を参照して下さい。

最後に、船舶は一隻一隻の設計、仕様や運航条件・状態が異なるため、各船が取るべき対策については、造船所殿、機器メーカー殿やケミカルメーカー殿等とも情報交換していただきながら本船の状態に合ったものを船社殿ご自身で決定していただく必要があることにご留意下さい。

この冊子が、実際に船上で作業に当たる船員の方々の参考として、少しでもお役に立てば幸いです。

2019年9月30日  
一般財団法人 日本海事協会 機関部

## 目次

1. 適合油への切替時に想定されるリスクについて.....	1
1.1 混合安定性.....	1
1.2 低温流動性.....	2
2. 適合油への切替時の対応策.....	4
2.1 燃料油の混合によるスラッジ析出に対する対応策（混合安定性）.....	4
2.1.1 対応策.....	4
-1. ストレージタンクの適合油への切替時.....	4
-2. 燃料油配管の適合油への切替時.....	4
2.1.2 注意点.....	5
-1. 適合油への切替時.....	5
-2. スラッジ溶解剤や MGO によるフラッシングを行なう場合.....	5
2.2 燃料油のワックス化に対する予防策（低温流動性）.....	6
添付：	
添付 1 混合安定性，低温流動性の解説.....	8
添付 2 日本油化工業株式会社殿提供資料	
スラッジ分散剤“ユニック 555D”燃料タンク内堆積スラッジ再分散効果によるタンク コンディショニング.....	12
Yunic800VLS 2020 年以降の燃料油の混合安定性不良によるスラッジ生成抑制.....	14
Wax Breaker MGO・MDO 用 低温流動性改善型燃料油添加剤.....	16
オイルテスターYT 型 Spot Checker 燃料油(重油)の安定性テストキット.....	20
ユニック 750LS-F 低硫黄軽油・A 重油用 潤滑性向上および防カビ燃料油添加剤.....	22

### 添付 3 株式会社イチネンケミカルズ殿提供資料

HSFO 使用船の Storage Tank に堆積したスラッジの分散・除去に有効な方法, 製品 タンククリーニング用燃料添加剤<エキストクリン RS, タイクラッシュ A-38>.....	27
HSFO 及び規制適合油の混合によるスラッジ発生への予防・解決に有効な方法・製品 スラッジ抑制/分散剤<タイクラッシュ A-38, タイクラッシュ VL-20>.....	30
適合油そのものが持つ問題への予防・解決に有効な方法・製品 各種燃料添加剤.....	32
スポットテストについて, その手順・方法及び製品 スポットテストキット.....	34
SOx 規制適合油スラッジ抑制分散剤 タイクラッシュ VL-20.....	35

### 添付 4 株式会社 ADEKA 殿提供資料

低硫黄燃料油への燃料切り替えに伴う問題点と対応策 (スラッジ分散剤: アデカ エコロイヤル SD-20) .....	38
低硫黄燃料油の問題点と対応策 (燃料添加剤: アデカエコロイヤルシリーズ) .....	44

## 1. 適合油への切替時に想定されるリスクについて

本年3月に弊会が発行した「2020年からのSOx排出規制適合燃料油の使用に関するガイドライン」<sup>3</sup>では、使用時に一層考慮すべき燃料油の性状として、以下の5つについて解説している。

- ・混合安定性
- ・低動粘度
- ・低温流動性
- ・Cat-fines (Al+Si)
- ・着火・燃焼性

今回はその中で、燃料の切替時に関係する「混合安定性」と「低温流動性」に焦点を当てたい。一言で言うと、「混合安定性」で問題となるのは、混合安定性が悪くなることによるスラッジ発生である。また、「低温流動性」で問題となるのは、低温時のワックス化、即ち固体化である。それぞれについて以下に解説する。

### 1.1 混合安定性

混合安定性は、「2種類の燃料を混ぜたことによってスラッジが発生するかどうかを判断するための指標」である。混合安定は微妙な問題で、単独で安定な燃料同士でも、混ぜたらスラッジが発生することがある。

混合安定性が悪化しスラッジが多量に発生した場合に想定されるトラブルは以下のとおり。

#### -1. 燃料油タンク内や配管内でのスラッジ析出

補油時にストレージタンク内で異なる燃料油が混ざり合っ​​てスラッジが析出する恐れがある。また、船内機器で使用している燃料油を適合油へ切り替える際に、セトリング／サービスタンク内や配管内で異なる燃料油が混ざり合うことからスラッジ析出の恐れがある。この場合、スラッジが配管を詰まらせ、燃料油が正常に移送できなくなる可能性がある。

#### -2. 燃料油配管のフィルター<sup>4</sup>の目詰まり

燃料油タンクで析出したスラッジが移送された場合、あるいは配管内の燃料油混合によってスラッジが析出した場合に、フィルターが目詰まりや閉塞してしまう恐れがある。この場合、主機への燃料供給量が減少したり、最悪の場合には主機が停止してしまうことも起こり得る。また、補機に至っては停止してブラックアウト発生の危険性もある。

---

<sup>3</sup> 本会ホームページにてマイページのユーザー登録をすることにより、マイページの「ガイドライン」のページでご覧頂けます。URL：<http://www.classnk.or.jp>

<sup>4</sup> 本冊子で記載しているフィルターにはストレーナーも含む。

### -3. 清浄機内でのスラッジ堆積

フィルターの目詰まりが確認される場合は、清浄機でのスラッジ捕捉量の増加も疑われる。スラッジが清浄機の回転体内部に異常堆積すると、スラッジ排出時に回転体の不釣り合い（アンバランス）が発生し、異常振動が発生する可能性があり、清浄機の損傷に至る恐れがある。



出典：2020年SOx規制適合船用燃料油使用手引書  
（国土交通省 海事局）



提供：一般社団法人 日本海事検定協会

図 1.1 フィルターにつまったスラッジ

## 1.2 低温流動性

流動点が高い適合油において、低温になるとワックス化（固体化）することがある。燃料油がワックス化した場合に想定されるトラブルは以下のとおり。

### -1. 燃料油タンク内でのワックス化

ストレージタンク内で燃料油がワックス化した場合には、ストレージタンクから燃料油移送ポンプを使用してセトリングタンクへの移送が正常にできなくなる可能性がある。

### -2. 燃料油配管（特にフィルター）の目詰まり

燃料油がワックス化し燃料油配管内を閉塞させたり、フィルターが目詰まりや閉塞してしまう恐れがある。この場合、主機への燃料供給量が減少したり、最悪の場合には主機が停止してしまうことも起こり得る。また、補機に至っては停止してブラックアウト発生の危険性もある。

### -3. 清浄機内でのワックス堆積

燃料油がワックス化し清浄機内に堆積してしまうと、清浄機によるスラッジの処理が間に合わなくなり、燃料油が清浄不良となる場合がある。また、清浄機の回転体内部にワックスが異常堆積すると、ワックス排出時に回転体の不釣り合い（アンバランス）が発生し、異常振動が発生する可能性があり、清浄機の損傷に至る恐れがある。



適合油は、従来の高硫黄残渣油より低粘度化と言われており、ストレージタンクでの加熱が不要な適合油も流通する可能性がある。この時、流動点が高い燃料油を加熱せずにストレージタンクに積載した場合には、寒冷地や冬季に燃料油がワックス化し固体化してしまうトラブルが発生する可能性がある。

なお、燃料油がワックス化した場合であっても、流動点以上の温度に再加熱すれば再度液状化させることが出来る。しかし、ワックス分は潜熱が大きいので液状化させるのに相当な時間が掛かることに注意が必要である。また、ワックス化した燃料油を薬剤等を用いて再度液状化させることも難しい。そのため、このワックス化の問題については、ワックス化させないための予防策が何よりも重要となる。



フィルターにつまったワックス  
出典： 01|2015 CIMAC Guideline



金属容器に採取したワックス  
出典： 2020年SOx規制適合船用燃料油使用手引書  
(国土交通省 海事局)

図 1.2 ワックス化した燃料油

## 2. 適合油への切替時の対応策

### 2.1 燃料油の混合によるスラッジ析出に対する対応策（混合安定性）

#### 2.1.1 対応策

燃料油の混合によるスラッジの析出を予防するため、若しくは、析出したスラッジによる機器への影響を防ぐための対応策を以下に記載する。

##### -1. ストレージタンクの適合油への切替時

- (1) 補油前にストレージタンク内の燃料油を可能な限り使い切り、残油を極力少なくしてから補油する。
- (2) ストレージタンク内で燃料油を混合せざるを得ない場合は、補油時等に可能であればスポットテスト（ASTM D4740, P.20, P.34 参照）を実施し、混合安定性に問題がある場合には、補油前にスラッジ分散剤を投入する。

なお、混合安定性は時間の経過と共に変化することがあり、長時間の貯蔵でスラッジが発生することもあるので、スポットテストの結果が良好でも安心出来ない場合がある。そのため、燃料油を混合する場合には必ずスラッジ分散剤を使用することも一案である。

##### -2. 燃料油配管の適合油への切替時

ストレージタンクに補油した適合油を使用するために燃料油配管の切替を行うにあたって、図 2.1 のようにセtring/サービスタンクで燃料油が混ざり合うことになる。

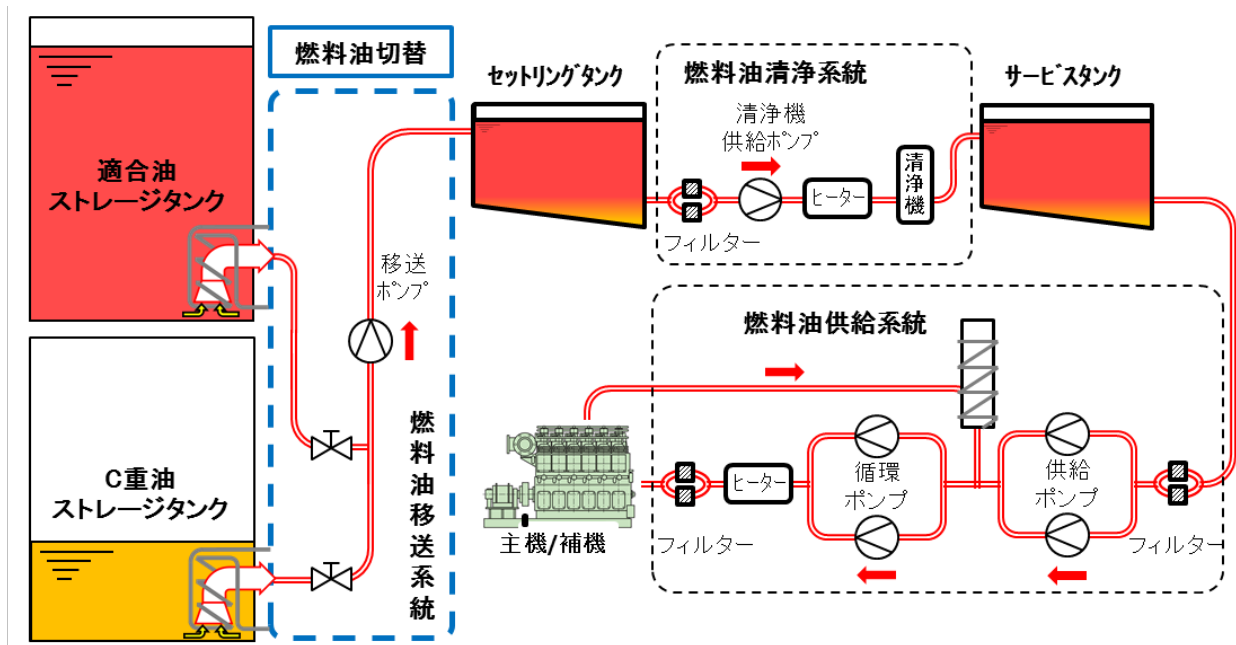


図 2.1 燃料油配管系統

この場合の対応策を以下に述べる。

- (1) セットリング／サービスタンクでの混合を避けるためにセットリング／サービスタンク内の燃料油をできる限り少なくしてから移送する。
- (2) スポットテストを実施し、混合安定性に問題がある場合には、セットリングタンクへスラッジ分散剤を投入する。
- (3) タンク内や配管内で混ざり合った燃料油は、極力早めに使い切る。
- (4) 燃料油配管中のフィルターに頻繁にスラッジが溜まる場合やフィルター前後の差圧が急に上昇する場合には、次のような対策をとる。
  - i) 逆洗インターバルを短くする。
  - ii) 逆洗差圧の設定を低くする。
  - iii) こまめに洗浄する。
- (5) 清浄機手前のフィルターに頻繁にスラッジが溜まる場合は、清浄機の回転体内へのスラッジ堆積が疑われる。多量のスラッジ発生が予想される場合には、スラッジが回転体内に異常堆積することを避けるため、また、清浄機の分離効率を上げるため、次のような対策をとる。
  - i) 通油量を絞る。清浄機 2 台による平行運転を行ない、必要処理量の 1/2 ずつを処理することも推奨される。
  - ii) スラッジ排出間隔を短くする。
  - iii) 通油温度を高く設定する。設定温度については、清浄機のマニュアル等でメーカー殿の推奨値を確認すること。
  - iv) 回転体の開放点検間隔を短くする。

## 2.1.2 注意点

### -1. 適合油への切替時

- (1) 配管中の適合油への切替は、主機に問題が起きた際に大きな事故を防ぐ観点から、**輻輳海域や狭水道では行なわない。**
- (2) 配管中の適合油への切替は、問題解決のために協力できる乗組員を多く確保する観点から、**夜間ではなく昼間に行なう。**
- (3) 切替前に清浄機やフィルターを掃除しておく。(スラッジが発生した場合に、元々溜まっていたものか、適合油との混合により発生したものか判別できるように)

### -2. スラッジ溶解剤や MGO によるフラッシングを行なう場合

- (1) 適合油の補油を行う前に、ストレージタンク、セットリング／サービスタンクや配管のフラッシングを行なうことを計画している場合には、タンク下部や配管中に堆積していたスラッジが多量に配管中を流れ出し、清浄機やフィルターを詰まらせる等の不具合が発生する可能性があるため注意が必要である。

- (2) 実際に多量のスラッジが配管中を流れてしまった場合には、薬剤等で対処することは困難で、清浄機やフィルターで取り除く必要がある。その場合、2.1.1-2(4)及び(5)と同様の対策をとる。

## 2.2 燃料油のワックス化に対する予防策（低温流動性）

- 1. パラフィン系適合油や MGO は、加熱使用すればワックス発生のリスクを抑えることができるため、燃料油を適切に加熱することが予防策として有効である。  
補油した燃料油の目詰まり点（CFPP：P.10 添付解説参照）が分かる場合には、当該 CFPP 以上に燃料油を加熱する。  
CFPP が分からない場合であって流動点（PP：P.10 添付解説参照）が分かる場合には、少なくとも  $PP+10^{\circ}\text{C}$  以上に燃料油を加熱することが推奨される。
- 2. 補油した燃料油の PP も分からない場合には、当該燃料油を少量取り分け、冷蔵庫に入れる等して低温でワックス化するか確認する方法もある。この場合、冷蔵庫の温度をストレージタンク内の燃料油が晒される温度と同程度に設定すると良い。
- 3. 動粘度が低いかつ流動点が高い燃料油が流通することもあり得るが、こういった燃料油を使用する場合は注意が必要である。主機の入口でメーカーが推奨する動粘度を確保するため、狭い温度域での燃料油管理を強いられる可能性がある。
- 4. 加熱装置が装備されていない場合においては、航路と季節を考慮に入れた上で、使用環境（海水温度、機関室温度等）が  $PP+10^{\circ}\text{C}$  以上であることを目安に使用すること。 $PP+10^{\circ}\text{C}$  を確保できない場合は、ワックス化に効果のある添加剤の使用も考慮すること。
- 5. 清浄機手前のフィルターに頻繁にワックスが析出する場合は、2.1.1-2(4)及び(5)と同様の対策をとる。

添付

## 添付 1 混合安定性, 低温流動性の解説

## 混合安定性，低温流動性の解説

### 1. 混合安定性

#### 1.1. 安定性の意味

安定・不安定の意味するところは，燃料中にスラッジが発生するかどうか？であり，スラッジが出なければ「安定」と言う。スラッジは「アスファルテンスラッジ」とも呼ばれ，その原因物質は，アスファルテンと言う燃料中の最も重い炭化水素成分である。この冊子に記載している「適合油」は，分類上は「残渣油」（ISO 8217: 2017 の Residual）であり，低粘度・低密度のものもあるが，多かれ少なかれ残渣分を含んでいる。アスファルテンは，この残渣分の中に必ず含まれている成分である。

燃料は，アスファルテンとパラフィン系炭化水素，アロマ（芳香族）系炭化水素から成っている。適合油に含まれるアスファルテンは，燃料によって幅があるが数%と予想される。アロマ系成分が多い燃料では，アスファルテンは安定してスラッジ化しにくくなっている。

#### 1.2. 混合安定性について

混合によるスラッジ発生の原因を簡単に解説する。上で述べたように，スラッジの素になるのは，アスファルテンと言う燃料中の最も重い成分である。アスファルテンは，通常は燃料中に顕微鏡でも見えないくらいの超微粒子の状態分散している。この安定状態なら，エンジン内に噴射されても十分に燃焼させることができる。一方でスラッジとは，このアスファルテンが大量に凝集してしまっ，目に見えるほどの大きな粒状になった状態を言う。

繰り返しになるが，適合油は，このアスファルテンに加えて，パラフィン系成分とアロマ系成分からできている。アスファルテン超微粒子が安定を維持するには，アロマ系成分に囲まれて分散されている状態が必要となる。

その安定な燃料に対して，パラフィン系成分が相当多い燃料が混合されると，混合後のアロマ分が少なくなってアスファルテンは不安定となり，凝集・スラッジ化を始めると言うことがある。これを「混合安定性が悪い」と言う。

適合油で混合安定性が問題になる理由は，適合油の作り方が，従来の高硫黄残渣油の場合より多様化して，パラフィン系成分を多く含む（高パラフィン）燃料も流通するようになるからである。適合油が高パラフィンか？は性状表を見てもはっきりはしない。

性状表にある「CCAI」は，燃料にアロマ系成分が多い場合に，高い値を示す傾向にある。アロマ系成分は安定性には寄与するが，一方で，着火・燃焼性を悪くすると言う矛盾をはらんでいるので，注意が必要である。

また、MGO（船用軽油）も高パラフィンの燃料である。MGO 自身は蒸留油なのでアスファルテンを含まないが、残渣油に MGO を混ぜる場合は、残渣油側のアスファルテンを不安定にする要素がある。

## 2. 低温流動性

適合油が特に高パラフィンの場合には、流動点が高くなり、ストレージタンクの加熱を行わない場合は、寒冷地などでワックス化することがある。ワックス化とは、パラフィンが低温で結晶化しワックスとして析出して、燃料油が固体化してしまう現象である。残渣分を含まない MGO でも、パラフィン分を多く含むためワックス化することがあり得る。

ワックス化は、アスファルテンとは関係しない。ワックスはアスファルテンスラッジとは違う様相を示し、ワックススラッジとも言われている。

低温流動性については、燃料油の流動点（ISO 8217: 2017 の Pour point : PP）によく注意する必要がある。流動点より低い温度になると、燃料はワックス化して流動しなくなる。実際は流動点より 3~5℃高い目詰まり点（Cold Filter Plugging Point : CFPP）の温度で、ワックスが燃料油管に設置されたフィルターに目詰まりを起こすようになる。ISO 8217:2017 では残渣油（RMA, RMB を除く）の流動点上限が 30℃となっているが、実際に流動点が 30℃に近いような燃料が供給された場合には、寒冷地や冬季において、ストレージタンク内や燃料油配管内でワックス化が起こる可能性が高まることになる。



## 添付 2 日本油化工業株式会社殿提供資料

スラッジ分散剤“ユニック 555D” 燃料タンク内堆積スラッジ再分散効果によるタンク  
コンディショニング

Yunic800VLS 2020 年以降の燃料油の混合安定性不良によるスラッジ生成抑制

Wax Breaker MGO・MDO 用 低温流動性改善型燃料油添加剤

オイルテスターYT 型 Spot Checker 燃料油(重油)の安定性テストキット

ユニック 750LS-F 低硫黄軽油・A 重油用 潤滑性向上および防カビ燃料油添加剤



# 日本油化工業株式会社

## NIPPON YUKA KOGYO CO., LTD.

HEAD OFFICE: NYK Bldg 3F, 3-9, KAIGAN-DORI, NAKA-KU, YOKOHAMA, 231-0002, JAPAN  
TEL: +81 45-201-8867 FAX: +81 45-201-8358 URL: <http://www.nipponyuka.jp>

### スラッジ分散剤 “ユニック 555D” 燃料タンク内堆積スラッジ再分散効果によるタンクコンディショニング

お取引先各位

平素は格別のお引き立てを賜り厚くお礼申し上げます。

2020年1月より一般海域における船舶の硫黄分排出規制が0.5%に引き下げられることが決定し、スクラバーを搭載していないすべての船舶において従来のC重油は使用不可、適合低硫黄燃料への切り替えが義務付けられております。使用燃料油をC重油から低硫黄燃料油に切り替える(積み込む)際の事前準備として、タンク内を清掃し堆積スラッジを除去することが推奨されていますが、本格的な洗浄作業に掛かる費用の割合は決して小さなものではありません。

スラッジ分散剤 “ユニック 555D”は燃料タンク内でのスラッジの堆積を防ぐと共に、既に堆積したスラッジを再度油中に分散させる効果(顕在スラッジ再分散効果)を持っている為、補油時に燃料タンクへ直接投入することで以下の利点を得ることができます。

- ✓ 異種混合油によるスラッジ生成の防止
- ✓ 燃料タンク清浄の維持
- ✓ 適合低硫黄燃料補油前のタンクコンディショニング

#### 使用方法(投入量) \*

通常燃料油の補油前に予め算出したユニック 555Dの必要投入量をサウンディングパイプより投入します。その後に燃料油を積み込むことにより十分な混合と拡散を得ることができます。但し、後から投入しても拡散は可能です。長期間スラッジ分散剤を使用していない燃料タンク(又は未使用のタンク)で使用する場合、ユニック 555Dの再分散効果により堆積スラッジが過度に流下、燃料フィルターが閉塞する恐れがありますのでご注意ください。

投入については以下の薬品投入表を目安として下さい。投入量が多いほどスラッジ溶解力は高まりますが、その分ストレーナ閉塞の恐れが高くなるので、特に使用中のタンクについてはストレーナの状況を確認しながら投入量を調整して下さい。

尚、スラッジ分散効果は使用している燃料の性状やスラッジ堆積状況により異なりますので予めご了承下さい。

投入時期	分散剤未使用タンク 推奨段階投入量		
	投入量	ユニック 555D (L)	処理燃料量 (MT)
適合低硫黄燃料 積込 6ヶ月前	1 / 20,000	1	20
適合低硫黄燃料 積込 3ヶ月前	1 / 8,000	1	8
適合低硫黄燃料 積込 1ヶ月前	1 / 4,000	1	4

#### 写真(1)

1. タンク内 (分散剤未使用)



タンク内壁と床面の間に見られる堆積スラッジ

2. タンク内 (ユニック 555D 使用)



清浄が保たれたタンク内壁。

本船はユニック 555Dを投入量：1/20,000 (期間：3ヶ月)  
更に投入量：1/8,000 (期間：2ヶ月)で使用。

\* ご質問、ご不明な点等ございましたら、弊社営業部までお問い合わせをお願い致します。



# 日本油化工業株式会社

## NIPPON YUKA KOGYO CO., LTD.

HEAD OFFICE: NYK Bldg 3F, 3-9, KAIGAN-DORI, NAKA-KU, YOKOHAMA, 231-0002, JAPAN  
TEL: +81 45-201-8867 FAX: +81 45-201-8358 URL: <http://www.nipponyuka.jp>

### スラッジ分散剤 “ユニック 555D” を使用中の燃料油タンク内部の一例

#### 写真 (2)

1. タンク側壁 (タンク底部より撮影)



2. タンク側壁



3. タンク側壁とヒーティングコイル (タンク上部より撮影)



4. ヒーティングコイル



#### 本船情報

建造	: 2011年
船種	: LNG運搬船 (ディーゼル主機関)
タンク	: HFOタンク
検査実施	: 2019年

本船は建造年の2011年よりユニック 555Dを継続的に使用。タンク底部に1-2センチの堆積スラッジは見られたものの、約8年の期間経過にもかかわらず、タンクの清浄は十分に保たれていた。

# Yunic 800VLS

## 2020年以降の燃料油の混合安定性不良によるスラッジ生成抑制

Yunic 800VLS は、2020年以降のVLSFO (Very Low Sulfur Fuel Oil: 硫黄分0.5%以下の低硫黄燃料油)の混合時における安定性不良によるスラッジ発生を抑制する燃料油添加剤です。燃料油タンク、ストレーナ、清浄機、燃料油配管内でのスラッジトラブル防止に寄与します。

### 特 性

2020年以降のVLSFOなど低硫黄燃料油 (Globalでは硫黄分0.5%以下、指定海域ECAでは硫黄分0.1%以下の燃料油の使用が義務づけられます (スクラバによる対応除く))。VLSFOは従来の高硫黄の重油より、さらに製法やブレンド方法が地域により異なるとされ、性状がより多様化するとされています。

VLSFOは混合時の安定性が悪くなり、特有のスラッジ (アスファルテンおよび、ワックス原因のスラッジ) が生じる恐れがあります。従来の高硫黄燃料同様、発生するスラッジについては、より強力に抑制させてトラブル (FOタンク汚損、ストレーナ閉塞や清浄機汚損など) を予防する必要があります。

Yunic 800VLSは、VLSFOから生じるスラッジを効果的に抑制し、安定性悪化によるスラッジトラブル予防に寄与します (スラッジは、異種油の混合時だけでなく単独でも生じる場合があります)。



写真1 VLSFOの混合安定性に問題のない場合 (スラッジが発生しない)



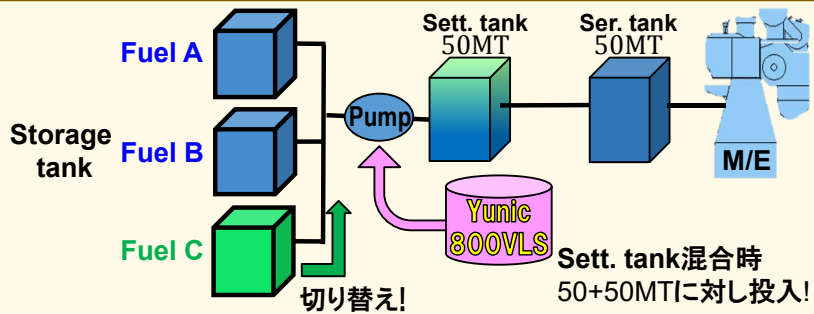
写真2 VLSFOの混合安定性に問題がある場合 (凝集したスラッジが生成して底部に堆積)

### 使用 方法

- 燃料油 (適合油) の安定性をSpot checkerにて確認した結果、評価3以上 (スラッジトラブルの恐れ) の場合、Yunic 800VLSの添加を推奨いたします。(Spot checkerの使用方法は、次頁または別紙のSpot checkerを参照して下さい。)
- Yunic 800VLSの標準添加率は、燃料油量に対して 1/2000 です。(燃料油100トンに対し50リットル)
- Yunic 800VLSの添加は、燃料油切り替え時であればセッティングタンクへ、追い積み時であれば燃料油ストレージタンクへ適用します (イラストを参考にYunic 800VLSを添加して下さい)。  
※ Yunic 800VLSは他のYunicシリーズ燃料油添加剤と同様、燃料油との混合性が良好です。

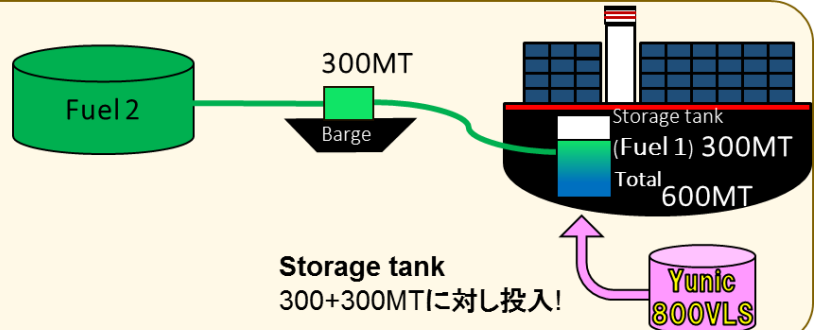
### 例1 燃料油切り替え時

Fuel A・B  
→ Fuel C に切り替え



### 例2 燃料油追い積み時

本船ストレージタンクFuel 1に  
Fuel 2が混合



□ 船上での安定性チェック方法:

補油する燃料油(①)、本船の燃料油タンクに残存する燃料油(②)および両者の混合油(①+②)を用意し、弊社オイルテスターSpot checkerにて“燃料油スポットテスト”を実施します。

□ 燃料油(①)は補油燃料油の単体、(①+②)は混合時のスポットテストによる安定性です。スポット評価が“3以上”の場合、スラッジトラブルの懸念があるため、Yunic 800VLSの添加を推奨いたします。

※ 燃料油スポットテストの手順・要領は、Spot checkerの説明書を参照ください。

※ 日本油化工業では、スポットテストの判定、Yunic 800VLS添加要否の確認、VLSFOの分析など技術的なサービス・アドバイスを行っております。

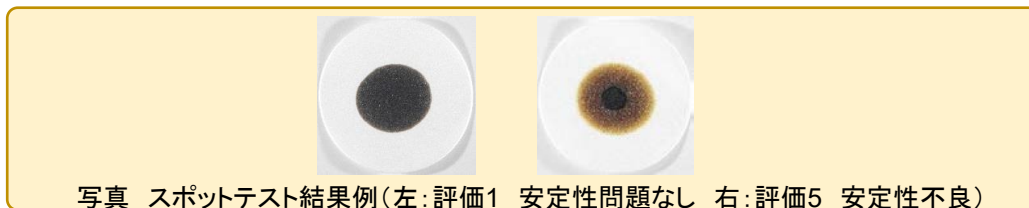


写真 スポットテスト結果例(左:評価1 安定性問題なし 右:評価5 安定性不良)

### 鑑定書・特許

○ 2019年4月、特許出願中です。

出願番号:特願2019-086571号、発明の名称:燃料油用の添加剤組成物、燃料油組成物及び改質方法

○ 2019年3月、一般財団法人 日本海事協会(ClassNK)の鑑定書を取得しました。

### 荷 姿

○ 200 L ドラム缶

○ 18L 石油缶

重量(kg) 寸法(W×D×H, cm)

約204 φ 58.5 × 89

約17.6 23.8 × 23.8 × 35



### 関連法規

○ 消防法： 危険物第4類 第3石油類 危険等級Ⅲ

## 日本油化工業株式会社

本 社 〒231-0002 横浜市中区海岸通3-9

郵船ビル3階

電話 045(201)8867 FAX 045(201)8358

神戸営業所 〒650-0024 神戸市中央区海岸通1-1-1

神戸郵船ビル1階

電話 078(321)4105 FAX 078(321)4107

# Wax Breaker

MGO・MDO用 低温流動性改善型燃料油添加剤



日本油化工業株式会社  
NIPPON YUKA KOGYO CO.,LTD.

本社 〒231-0002 横浜市中区海岸通3-9 横浜郵船ビル3階  
神戸営業所 〒650-0024 神戸市中央区海岸通1-1-1 神戸郵船ビル1階

TEL:045-201-8867 FAX:045-201-8358  
TEL:078-321-4105 FAX:078-321-4107

# 製品詳細

## 性状

- 外 観 : 淡黄色(透明～微濁)液体
- 動 粘 度 : 20～30 mm<sup>2</sup>/s@50℃
- 密 度 : 890～920 kg/m<sup>3</sup>@15℃
- 引 火 点 : 66℃ (PM密閉法)
- 主 成 分 : 界面活性剤、高分子材料、石油系溶剤

## 特性

冬季または温暖な地域から寒冷地に航海する場合には、燃料油タンク内の温度が低温になることにより、低温流動性が悪い燃料油は固化して燃料油ポンプで移送できなくなる場合があります。Wax Breakerは、低温時における燃料油トラブル(燃料油タンクや配管内での固化など)の予防・対策を目的とした低温流動性改善型燃料油添加剤です。特性および効果は、以下の通りです。

### ●流動性(目詰まり点、流動点)の改善効果

Wax Breakerによって、種々のMGOやMDOの流動点が大幅に改善されます。標準添加率は1/2000添加となりますが、場合によっては燃料油量に対して1/2000～1/500(推奨添加率)添加することにより、目詰まり点の改善効果が期待できます。

## 使用方法

- Wax Breakerを燃料油量に対して標準添加率1/2000添加することにより、種々のMGOやMDOの低温流動性(目詰まり点、流動点)を改善することが出来ます。
- ※ 燃料油の種類によっては、燃料油量に対して1/2000～1/500(推奨添加率)添加してください。
- Wax Breakerを添加する場合は、補油時または燃料油が固まる前(十分に流動性がある液体状態時)に行ってください。
- ※Wax Breakerは、燃料油固化の抑制剤です。既に固化した燃料油を再溶解することは出来ないため添加する場合は低温により固化する前に燃料油と混合するように注入してください。
- Wax Breakerは燃料油との混合性が良好ですが、補油前の燃料油貯蔵タンクにWax Breakerを投入しその後に補油することで、より混合が促進されます。

## 使用上の注意

- 引火性がありますので火気に注意して下さい。
- 防護眼鏡・マスク・耐油性手袋等の保護具を着用して下さい。
- 応急処置
  - ・目に入った場合は、直ちに多量の清水で15分以上洗って下さい。
  - ・皮膚に付着した場合は、石鹼水でよく洗い皮膚用クリームを塗って下さい。
  - ・蒸気を吸った場合は、新鮮な空気のある場所に移し、身体を保温して下さい。
- ※状況に応じて医師の診断を受けて下さい。

## 保管上の注意

- 火気厳禁 ●冷暗所に保管
  - ・50℃以上の高温や0℃以下の低温での保管は避けて下さい。0℃付近で保管すると一部凍結する場合がありますが、その際は一度室温に戻してから使用して下さい。

## 荷姿

- 200 L ドラム缶 ● 重量:201.5kg ● 寸法:φ58.5cm×89cm
- 18 L 石油缶 ● 重量:17.4kg ● 寸法(W×D×H):23.8cm×23.8cm×35cm

## 関連法規

- 消防法 : 危険物第4類 第2石油類 危険等級Ⅲ

## 低温流動性を改善させ

## 燃料油の固形化によるトラブルを防ぐ添加剤。

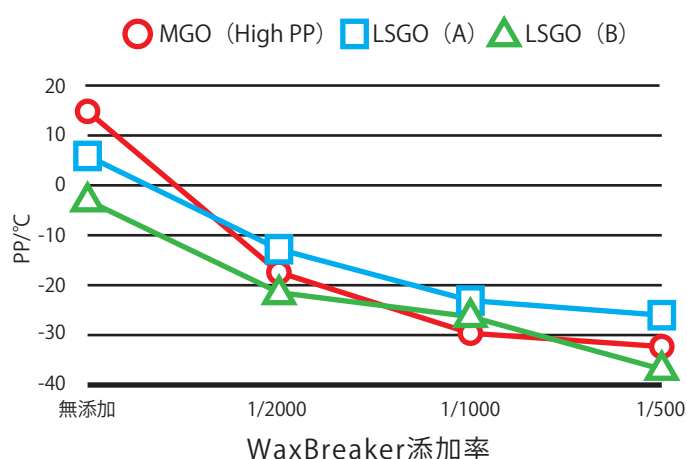
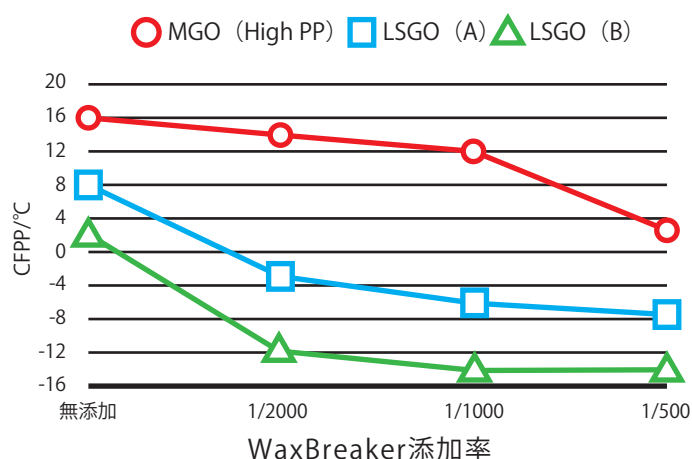
近年、低温時におけるフィルター閉塞や燃料油タンク内での燃料油の固形化による様々な低温流動性トラブルの発生が散見されています。これは、燃料油に含まれているパラフィンWax(長鎖の直鎖炭化水素など)が低温時に固体の結晶となって析出し、燃料油全体として流動性が失われることに起因しています。さらに、船用燃料油の国際品質規格(ISO 8217 2017)では、留出油であるMGOやMDOの流動点(PP:Pour Point)について基準が設けられていますが、実際にフィルター閉塞を起こす指標と考えられる目詰まり点(CFPP:Cold Filter Plugging Point)についての基準が設けられていないことも要因と考えられます。Wax BreakerはMGO・MDOに添加することによって、低温流動性を改善し、ストレーナや清浄機の閉塞トラブル及び燃料油の固形化を防止します。

### 目詰まり点(CFPP)及び流動点(PP)の改善

目詰まり点の高い燃料油は、融点の高い物質(パラフィンWaxなど)が多く含まれている傾向にあるため、低温時に使用した場合、析出したワックス成分がストレーナや配管を詰まらせる原因となり、ブラックアウトなどのトラブルを引き起こす可能性が懸念されています。Wax Breakerの低温流動性改善効果について検証を行った結果、MGOおよびLSGOに対してWax Breakerを1/2000~1/500添加することで、全ての燃料油の目詰まり点を5℃以下に低下させることを確認出来ました。(標準添加率※は1/2000)また、MGO及びLSGOに対してWax Breakerを1/2000以上添加することで、全ての燃料油の流動点(PP)を-10℃以下に低下させることを確認出来ました。

※エンジンルーム内最低温度 5℃での使用状況を想定した添加率

#### 試験結果



● 目詰まり点 CFPP(Cold Filter Plugging Point)※IP 309 or IP 612,ASTM D6371

試験管に入れた試料を規定の方法で冷却しながら目開き45μmの金網を通して吸引ろ過したとき、試料20mLのろ過時間が60秒を超えたときの温度又は試料が金網付きろ過器を通らなくなったときの温度。

● 流動点 PP(Pour Point)※ISO 3016, ASTM D97

試験管に入れた試料を45℃に加熱した後、かき混ぜずに規定の方法で冷却したとき、試料が流動する最低温度。  
(試料が全く動かなくなる温度に+3℃した温度)

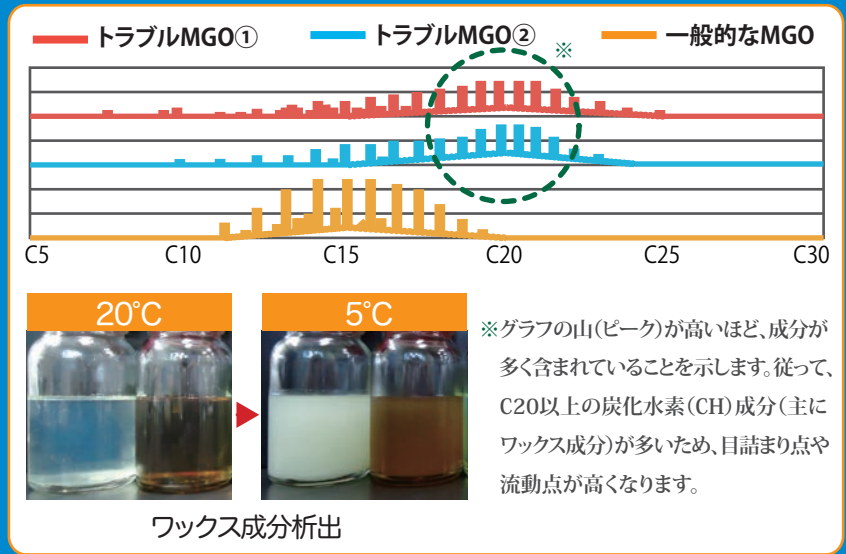


# 「低温流動性トラブルの原因」

一般的なMGOと低温流動性トラブル(ストレーナ閉塞)を起こしたMGOのGC-MS分析※の結果を示します。一般的なMGOに含まれる成分はC13~C18の炭化水素(CH)が主成分ですが、トラブルMGOに含まれる成分はC20以上の炭化水素(CH)が非常に多く含まれていました。これらの成分(ワックス成分)は融点が高く結晶化し易いため、ストレーナや配管を詰まらせる原因となります。

### ※GC-MS分析(ガスクロマトグラフ質量分析)

未知試料に含まれている成分ごとに分離して、その成分の種類(定性)と濃度(定量)を推定する分析手法です。



## 低温流動性改善のメカニズム



### 結晶微細化・流動性改善



燃料油中のワックス成分は、融点以下になると分子が規則正しく並びながら層状に結晶が成長していきます。しかし、低温流動性改善剤Wax Breakerを添加すると、結晶分子の間に入り込み、結晶の成長を制限し、液体としての流動性を改善します。

## 第三者機関での低温流動性改善効果の検証

Wax breakerの低温流動性改善効果について第三者機関にて検証を行いました。検証に用いたMGO及びLSGOに対して、Wax Breakerを添加することにより目詰まり点(CFP)及び流動点(PP)を改善することが確認され、日本海事協会(Class NK)から鑑定書を取得しました。

### 鑑定書

NIPPON KAIJI KYOKAI

Form 130

鑑定書

No: KC17YH00363-J 日付: 2017年12月14日

日本油化工業株式会社(依頼)により、本会検査員は、2017年12月12日~12月14日、一般社団法人日本海事検定協会の試験場において、添付の試験方案に従い下記製品による燃料油の低温流動性の改善効果の検証試験に立会い、以下のとおりであった事を確認した。

製品種類: 燃料油添加剤(低温流動性改善剤)  
製品名: Wax Breaker  
製造者: 日本油化工業株式会社

1. 試験方案及び試験手順: 添付の試験方案による。  
2. 供試燃料油の一般性状: 添付の供試燃料油の一般性状報告書による。  
3. 試験結果:

供試燃料油	無添加		添加 1/2000		添加 1/1000		添加 1/500	
	CFPP [°C]	PP [°C]	CFPP [°C]	PP [°C]	CFPP [°C]	PP [°C]	CFPP [°C]	PP [°C]
MGO	-16	-15	-14	-18	-15	-20	-3	-33
LSGO A	-2	-3	-3	-15	-6	-24	-7	-27
LSGO B	-2	-3	-12	-21	-15	-27	-15	-16

\*MGOはMarine Gas Oil, "LSGO"はLow Sulphur Gas Oilの略。  
\*CFPPはCold Filter Plugging Point (目詰まり点)、PPはPour Point (凝固点)の略。

上記試験結果は、試験方案及び試験手順に従って確認された。  
供試燃料油に燃料油添加剤 Wax Breakerを添加することにより、低温流動性の評価項目「CFPP」及び「PP」に、いずれも低温流動性改善剤としての効果による、数値の変化が認められた。

This Report is issued subject to the condition that it is understood and agreed that neither the Society nor any of its Chartered Members or any of its members shall be held responsible for any inaccuracies in any report or certificate issued by the Society or its Surveyors or in any entry in the Record or other publication of the Society or for any error of judgment, default or negligence of its Officers, Surveyors or Agents.

# Spot Checker

## 燃料油(重油)の安定性テストキット

“Spot Checker” (オイルテスターYT型 燃料油スポットテスト) は、ポータブルのテストキットです。船内など場所を限定することなく、燃料油(重油)の安定性(重油同士の混合時のほか、重油と軽質油との混合時や、重油単体、混合油の熱貯蔵安定性)の良否を確認することができます。

### 概要

2020年以降の硫黄分規制適合燃料油(VLSFO、適合油)は、安定性に懸念があることが指摘されており、船用燃料油に関する公開仕様書(ISO PAS No.23263)や、業界ガイダンス(Joint Industry Guidance)において適合油の「安定性」やその確認方法などについて記述されています(2019年9月時点)。

"Spot checker"にて燃料油スポットテストを行い、安定性不良と判定された場合、スラッジ発生によるストレーナ閉塞や、FOタンク・清浄機の汚損などトラブルの原因となる可能性があります。

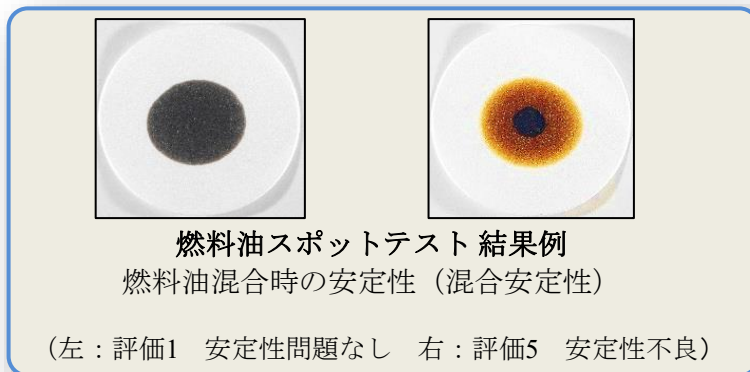
適合油のスラッジトラブル対策には“Yunic 800VLS”(2020年以降の燃料油の混合安定性不良によるスラッジ生成抑制型燃料油添加剤)を推奨いたします。

### 特長

- 1) 混合安定性(Compatibility)の手順・要領は、試験規格ASTM D 4740に基いて作成されています。
- 2) "Spot checker"は、容易に持ち運びができ、使い方(操作)は簡便です(100ACコンセントが必要)。
- 3) スポットテストによって得られた結果がスポットテスト評価1~6のいずれかに該当するかを判別するには、当製品に同梱の「燃料油スポットテスト判定用参考資料(写真集)」を併せてご活用ください。



Spot checker  
(同梱用具一式)



### 使用方法

"Spot checker"の使用法、判定の概要は以下のフロー図、チャートの通りです。

スポットテストの結果、得られた数値(評価の値)が大きいほど、安定性は悪い判定となります。  
(数値が高いほど、実際の発生スラッジ量は指数的に増加します)

評価3以上は安定性不良と判定し、スラッジ発生等のトラブルの原因となる可能性があります。

スポット評価	コメント	対策
1~2	安定性に問題なし。	—
3~6	安定性不良。スラッジトラブルの可能性あり。	ストレーナ・清浄機の監視を強化する。 適合油の安定性不良にはYunic800VLS添加を推奨

# 燃料油の単体・混合安定性テストキット <Spot checker 簡易マニュアル>

日本油化工業株式会社

パーツ No.	
H-1	ガラス・ピーカー
H-2	攪拌棒
H-3	ホットプレート
H-4	ろ紙
H-5	金網
H-6	試薬
H-7	ポリスポイト
H-8	ピンセット
J-5	温度計



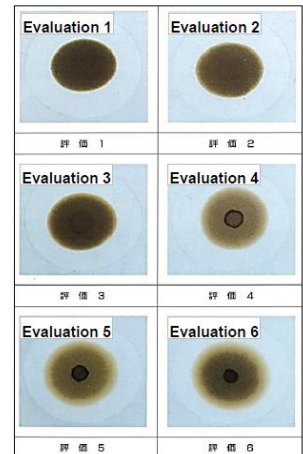
**(1) FOサンプルの準備**  
 補油サンプル 保管サンプル  
 15mL 15mL  
 30mL of 混合FOサンプルを用意  
 使用パーツNo. H-1, H-2  
 !単体を確認の場合、補油サンプルのみ使用

**(2) ホットプレートの準備**  
 混合FOサンプル加温  
 ろ紙を乾燥  
 少なくとも20分  
 使用パーツNo. (H-3 H-5), H-4, H-8  
 !ホットプレートは必ず金網と組合せ使用

**(3) スポットテストの実施**  
 攪拌棒で十分に攪拌後  
 1滴をろ紙中央に滴下  
 使用パーツNo. (H-3 H-5), H-2  
 !プレート表面は熱いので火傷に注意

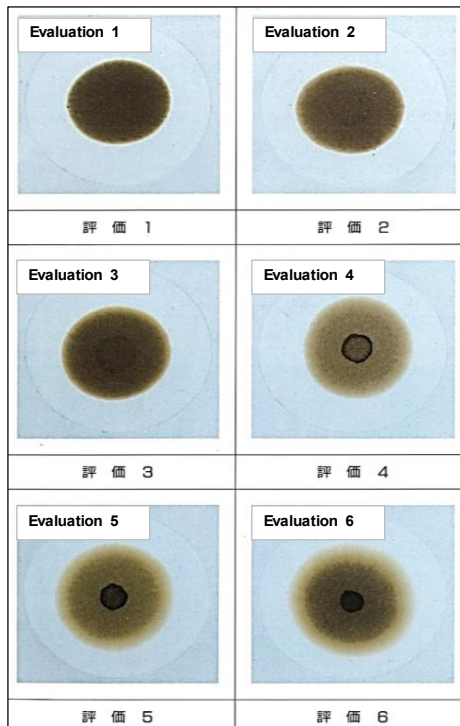
**(4) FOを含むろ紙上乾燥**  
 プレート上で乾燥  
 乾燥不良  
 乾燥済み  
 少なくとも5分  
 使用パーツNo. (H-3 H-5)  
 !プレート表面は熱いので火傷に注意

**(5) 判定**  
 評価 1~6?  
 スポット判定は以下を参考に行ってください  
 1. "重油のスポット評価"  
 2. "燃料油スポットテスト判定用参考資料(写真集)"



- ホットプレートの取り扱いについては必要に応じメーカーの説明書をご覧ください。
- その他詳細な使用方法については、テストキット取扱説明書を参照してください。
- その他操作方法や評価についてのご不明点は、日本油化工業(株)にお問い合わせください。

本社営業一部: E-mail sales-one@nipponyuka.com, 神戸営業所: E-mail yukakb@nipponyuka.com



評価	状態	Appearance	コメント
評価1 Evaluation1	Good	試料油を滴下したところにリング(内円)が全く認められない	There is no inner circle. 安定性に問題ありません Compatibility (Stability) is Good.
評価2 Evaluation2		周囲が不完全な内円が僅かに認められる	Inner circle color is unclear. 安定性に問題ありません Compatibility (Stability) is no problem.
評価3 Evaluation3		周囲が完全な線の上の内円が認められ、内円と外円の色はほとんど同じである	Inner circle color is same as outer circle. 安定性がやや悪く、スラッジトラブルが発生する可能性があります
評価4 Evaluation4		内円の縁が黒色になり、内円内部の色は外円より濃くなる	Inner circle color in darker compared to outer circle color. 安定性がやや悪く、スラッジトラブルが発生する可能性があります
評価5 Evaluation5		内円内部はさらに濃くなり、中心付近以外はほぼ黒色になる	Inner circle color is almost black 安定性が悪く、スラッジトラブルが発生する可能性が高いです
評価6 Evaluation6	Bad	内円が完全な黒色となり、僅かに盛り上がった状態となる	Inner circle color is single color of black and it get thicker. 安定性が悪く、スラッジトラブルが発生する可能性が高いです

重油のスポット評価  
 Evaluation (standard) sheet for spot test.

評価1~2  
 Evaluation1~2  
 評価3~6  
 Evaluation3~6  
 安定性に問題なし  
 Good Compatibility (Stability)  
 トラブル発生の可能性あり  
 Abnormal (There is a possibility of sludge trouble)

## 日本油化工業株式会社

本社 〒231-0002 横浜市中区海岸通3-9 郵船ビル3階  
 神戸営業所 〒650-0024 神戸市中央区海岸通1-1-1 神戸郵船ビル1階

電話 045(201)8867 FAX 045(201)8358  
 電話 078(321)4105 FAX 078(321)4107



# ユニック 750LS-F

低硫黄軽油・A重油用 潤滑性向上および防カビ燃料油添加剤



日本油化工業株式会社  
NIPPON YUKA KOGYO CO.,LTD.

本社 〒231-0002 横浜市中区海岸通3-9 横浜郵船ビル3階  
神戸営業所 〒650-0024 神戸市中央区海岸通1-1-1 神戸郵船ビル1階

TEL:045-201-8867 FAX:045-201-8358  
TEL:078-321-4105 FAX:078-321-4107

# 製品詳細

## 性状

- 外 観 : 淡黄色～淡褐色透明液体
- 動 粘 度 : 15～30 mm<sup>2</sup>/s @50℃
- 密 度 : 870～910 kg/m<sup>3</sup> @15℃
- 引 火 点 : 67℃ (PM密閉法)
- 主 成 分 : 脂肪酸、窒素化合物、石油系溶剤

## 特性

ユニック750LS-Fは、潤滑性不良やカビ菌糸の増殖によるトラブル予防・対策用の低硫黄軽油・A重油用添加剤です。特性および効果は、以下の通りです。

- 潤滑性向上効果  
ユニック750LS-Fによって燃料油の潤滑性が改善されます。潤滑性の指標の一つであるHFRR試験の評価において、磨耗痕径が約600 μmである低硫黄軽油の低潤滑性を、エンジンメーカーが推奨する460 μm以下へと改善します。※HFRR試験における磨耗痕径の値は、小さいほど良好とされています。
- カビスラッジ抑制効果  
ユニック750LS-Fによって燃料油に防カビ性能が付与されます。この防カビ性能は、長期間にわたって予防効果を発揮し、またすでに発生しているカビに対しては、増殖を防ぎます。

## 使用方法

- ユニック750LS-Fの標準添加率は燃料油中の硫黄含有量0.1%(m/m)以下の場合、1/2500です。
- ユニック750LS-Fは燃料油との混合性が良好ですが、補油前の燃料油貯蔵タンクにユニック750LS-Fを投入し、その後補油することで、より混合が促進されます。

## 使用上の注意

- 引火性がありますので火気に注意して下さい。
  - 防護眼鏡・マスク・耐油性手袋等の保護具を着用して下さい。
  - 応急処置
    - ・ 目に入った場合は、直ちに多量の清水で15分以上洗って下さい。
    - ・ 皮膚に付着した場合は、石鹼水でよく洗い皮膚用クリームを塗って下さい。
    - ・ 蒸気を吸った場合は、新鮮な空気のある場所に移し、身体を保温して下さい。
- \* 状況に応じて医師の診断を受けて下さい。

## 保管上の注意

- 火気厳禁
- 冷暗所に保管
  - ・ 50℃以上の高温や0℃以下の低温での保管は避けて下さい。0℃付近で保管すると一部凍結する場合がありますが、その際は一度室温に戻してから使用して下さい。

## 荷姿

- 200 L ドラム缶 ● 重量：198.7kg ● 寸法：φ58.5cm×89cm
- 18L 石油缶 ● 重量：17.2kg ● 寸法(W×D×H):23.8cm×23.8cm×35cm

## 関連法規

- 消防法： 危険物第4類 第2石油類 危険等級Ⅲ

# ユニック 750LS-F

## 潤滑性向上させ、カビスラッジを抑制するハイブリッド性能の添加剤。

### 「潤滑性の向上」

燃料油の潤滑性は、一般的に燃料油の動粘度および硫黄分と相関があると言われています。そして、燃料油の潤滑性の評価方法は、試験鋼球についての摩耗痕径を計測して評価を行うHFRR試験が利用されています。外地で供給されたLSGOに潤滑性向上剤ユニック750LSFを添加し効果を確認したところ、全てのLSGOのHFRR摩耗痕径を低下させることが出来、標準添加率1/2500では海上より厳しい陸上規格(460 μm以下)を満たすことが出来ました。

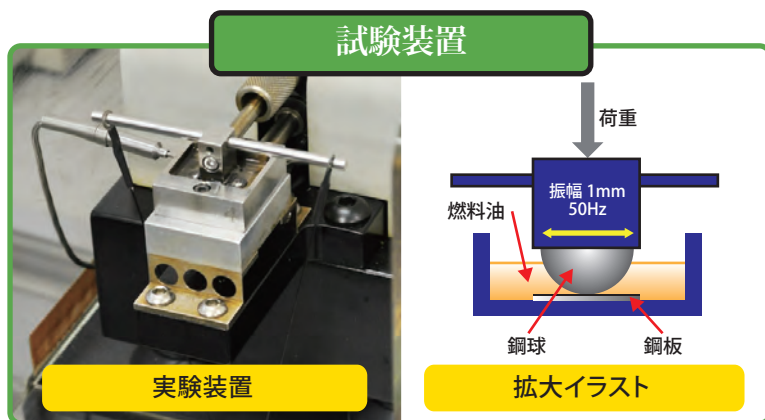


### HFRR (High Frequency Reciprocating Rig) 試験概要

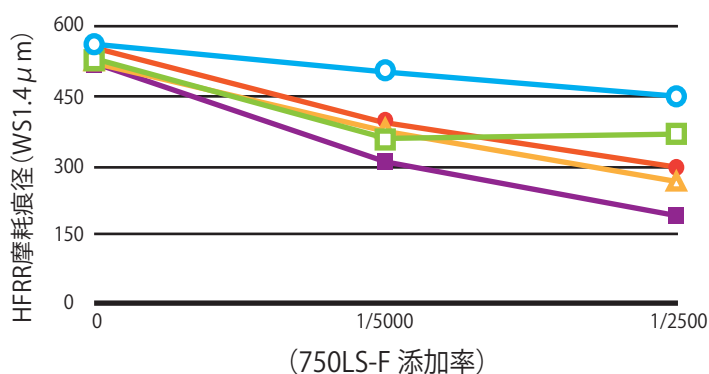
#### HFRR試験規格

- 海上→船用燃料油規格 ISO8217 (2012年版)  
DMA or DMBのHFRR摩耗痕径520 μm以下
- 陸上→EN590 (欧州の軽油規格)、ISO12156-2  
軽油のHFRR摩耗痕径460 μm以下

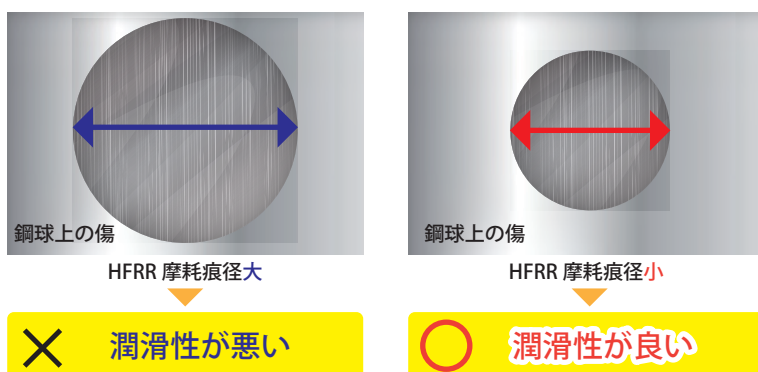
近年(2010年)、外地で供給されたLSGOのHFRR試験結果を示します。上記規格を外れたLSGOの割合は、海上規格で約3%、陸上規格で約8%でした。



#### 試験結果



#### 製品性能評価方法

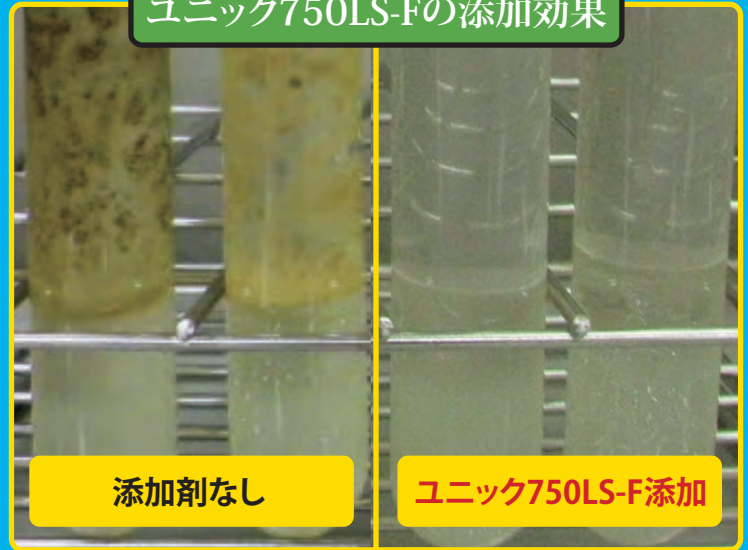


2015年1月1日より、ECAで使用する燃料油の多くは従来の低硫黄燃料油(LSFO)から硫黄分0.1%以下の低硫黄軽油(LSGO)や低硫黄A重油(LSDO)に変わりました。また、2020年1月1日からECAを除く全海域において使用する船用燃料油中の硫黄分を0.50%以下に制限することが決定し、LSGOやLSDOの使用量がさらに増加することが予想されます。LSGOやLSDOは一般的に潤滑性(Lubricity)が低いと言われており、今まで起こり得なかった潤滑性低下に伴う様々なトラブルの発生が懸念されています。さらに、LSGOやLSDOが保管された燃料油タンクは加熱が行われなため、結露水の混入等により、燃料油にカビが発生する恐れがあります。ユニック750LS-Fは低硫黄軽油・A重油に添加することで、次のような効果を発揮します。

## 「カビスラッジ抑制」

空気中などから燃料油タンク内に混入したカビ胞子は、燃料油を養分として繁殖し、海苔の佃煮状のカビスラッジとなります。繁殖した燃料油中のカビは、ストレーナを閉塞させ、その結果、ブラックアウトなどの重大な機関トラブル発生することが懸念されます。一方、ユニック750LS-Fを添加した場合、カビ菌糸の増殖を抑制し、次第に菌糸を分裂させてストレーナ・パイプラインの閉塞防止、および燃料タンク内のカビ菌糸滞留を防止させることが出来ます。

### ユニック750LS-Fの添加効果



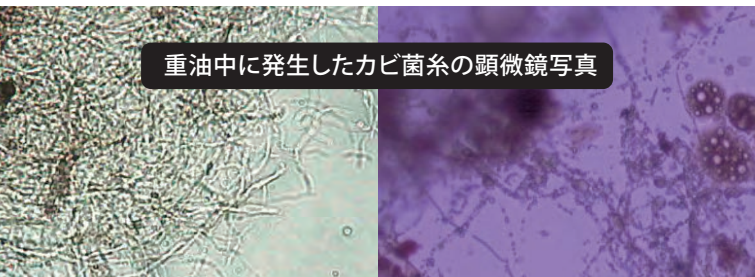
## カビスラッジ発生の原因

水分が含まれた燃料油タンクにカビ(カビ胞子)が混入した場合、生育条件が整うと燃料油にカビ菌糸が増殖することがあります。カビの発生条件は、養分、水分、適度な温度と言われており、油(燃料油)と水の境界面に繁殖します。低硫黄軽油・A重油は低粘度であり、燃料油タンクで加熱が行われなためカビの生育環境として理想的な状況になってしまいます。

### カビ生育条件



### 重油中に発生したカビ菌糸の顕微鏡写真



## 特許の取得・効果の検証

ユニック750LS-Fは、2018年8月に特許を取得しました。(特許番号:特許第6371687号、発明の名称:燃料油の防カビ性能および潤滑性を向上させる組成物) また、Yunic 750LS-Fを添加することにより潤滑性能を改善することが確認され、日本海事協会(Class NK)から鑑定書を取得しました。

### 鑑定書

NIPPON KAIJI KYOKAI Form 130

鑑定書

No: KC18YH0223-J 日付: 2018年3月28日

日本油化工業株式会社の依頼により、本会検査員は、2018年3月13日~26日、一般社団法人日本海事鑑定協会の試験場において、添付の試験方案に従い下記製品による燃料油の潤滑性の改善効果の検証試験に立会い、以下のとおりであった事を確認した。

製品種類: 燃料油添加剤 (潤滑性改善剤)  
製品名: Yunic 750LS-F  
製造者: 日本油化工業株式会社

1. 試験方案及び試験手順: 添付の試験方案による。  
2. 供試燃料油の一般性状: 添付の供試燃料油の一般性状報告書による。  
3. 試験結果:

供試燃料油	Yunic 750LS-F 添加率		
	無添加	添加 1/5000	添加 1/2500
LSGO A	720	450	400
LSGO B	600	460	420
LSGO C	710	470	400

\* LSGO: Low Sulphur Gas Oilの略。  
\* HFRR: High Frequency Reciprocating Rigの略。

上記試験結果は、試験方案及び試験手順に従い確認された。  
供試燃料油に燃料油添加剤 Yunic 750LS-F を添加することにより、潤滑性の評価項目HFRR 摩耗径に、潤滑性改善剤としての効果による、数値の変化が認められた。

This Report is issued subject to the condition that it is withdrawn and agreed that neither the Society nor any of its Committees is under any circumstances whatsoever to be held responsible for any inaccuracy in any report or certificate issued by this Society or its Surveyors or its any entry in the Record or other publication of the Society or for any error of judgment, default or negligence of its Officers, Surveyors or Agents.

### 添付 3 株式会社イチネンケミカルズ殿提供資料

HSFO 使用船の Storage Tank に堆積したスラッジの分散・除去に有効な方法, 製品 タンク  
クリーニング用燃料添加剤<エキストクリン RS, タイクラッシュ A-38>

HSFO 及び規制適合油の混合によるスラッジ発生への予防・解決に有効な方法・製品  
スラッジ抑制/分散剤<タイクラッシュ A-38, タイクラッシュ VL-20>

適合油そのものが持つ問題への予防・解決に有効な方法・製品 各種燃料添加剤

スポットテストについて, その手順・方法及び製品 スポットテストキット

SOx 規制適合油スラッジ抑制分散剤 タイクラッシュ VL-20



## HSFO 使用船の Storage Tank に堆積したスラッジの分散・除去に有効な方法、製品

### タンククリーニング用燃料添加剤 ＜エキストクリン RS, タイクラッシュ A-38＞ (株)イチネンケミカルズ

一村 康博 石渡 岳大 平林 海恒  
窪井 夏郎 尾崎 聡

#### 1. はじめに

MARPOL 条約 附属書VIにおける、一般海域の船舶燃料油硫黄排出規制の上限値 3.5%から 0.5%への強化が2020年1月1日より実施される。この硫黄排出への対応策として、代替燃料(LNG等)、SO<sub>x</sub>スクラバ搭載、規制適合油が挙げられている。本稿では、規制適合油使用の事前準備として推奨されているタンククリーニングについて、燃料添加剤を用いた方法・製品を紹介する。

#### 2. 燃料添加剤

##### 2.1 アスファルテン性スラッジについて

アスファルテンとは n-ヘプタンに不溶かつベンゼンに可溶性多環芳香族炭化水素で、窒素・酸素・硫黄などの元素を含んだ黒褐色の固体である。

アスファルテンにはマルテンと呼ばれる樹脂分が吸着しており、これらがミセルを形成して油中に安定な状態で分散して存在している(図1)。しかし、溶解力・温度変化・圧力変化などの要因によってミセルの均衡が崩れるとアスファルテンが凝集し始め、やがて大きな粒子の塊となる(図2)。これをアスファルテン性スラッジと呼ぶ。

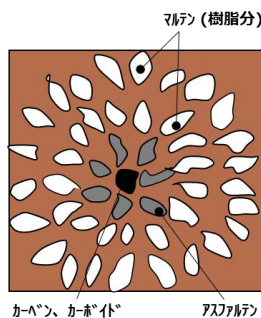


図1. 油中でのアスファルテンの様子

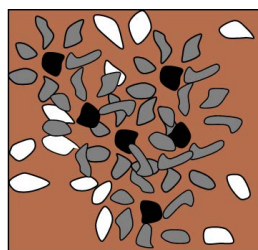


図2. 凝集時のアスファルテンの様子

##### 2.2 燃料添加剤の種類

当社では2種類のタンククリーニング用燃料添加剤を有している。一方は、アスファルテン性スラッジに作用しアスファルテンを溶解する事でスラッジ分を減少させるスラッジ溶解剤、もう一方はC重油中のアスファルテン性スラッジ析出を抑制するスラッジ分散剤が挙げられる。

表1. タンククリーニングケミカル

用途	製品名
アスファルテン性スラッジ溶解	エキストクリン RS
アスファルテン性スラッジ析出抑制・分散	タイクラッシュ A-38

#### 3. スラッジ溶解剤(エキストクリン RS)

##### 3.1 用途

本船へ規制適合油を補油する際の事前準備として、タンク内部を清掃し、堆積スラッジを除去する事が推奨されている。しかしながらタンククリーニング工事は工事費用、工事期間中は運航停止等の制約があり実施が困難とされている。当社では以下の性能を有したタンククリーニング効果を発揮するスラッジ溶解剤を開発した。

##### 3.2 性能

- ① 速やかなスラッジ溶解
- ② 機関部へ悪影響がない
- ③ 燃料と同時に燃焼可能
- ④ 本船にて保管可能

エキストクリン RS のアスファルテン性スラッジに対する作用は、主成分である石油系炭化水素が、スラッジ中のアスファルテンを溶解させる性質を利用している。本製品は石油系製品であり、燃料と混合させ本船内で燃料消費する事が可能かつ陸揚げ・焼却処分は不要としている。また、引火点は船舶安全法の引火性液体類に該当しないため、本船にて保管可能である。

表2. エキストクリンRSの性状, 適用法令

分類	油性
外観	透明液体
比重	0.89 (at 20°C)
引火点	65°C
主成分	石油系炭化水素
適用法令	消防法：第四類第二石油類 非水溶性危険等級III

### 3.3 スラッジ溶解性能

アスファルテン性スラッジは沈降し易い性質を持つ為、タンク底への堆積やストレーナー閉塞などの問題を引き起こす。

エキストクリンRSはアスファルテン性スラッジを溶解する成分を配合しており、すでに析出・堆積しているスラッジに対し、溶解効果を発揮する(図3)。

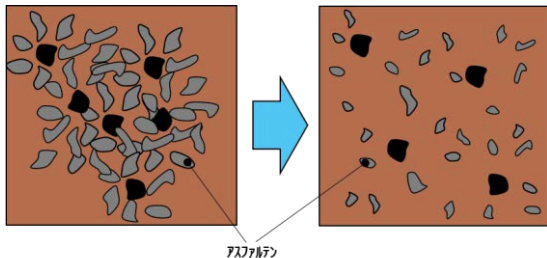


図3. アスファルテン性スラッジの溶解

### 3.4 エキストクリンRSを使用したタンククリーニング

タンククリーニングの実施において、船型・タンク形状・タンク内状態(スラッジ堆積量)等、添加剤使用環境や条件が多岐にわたる為、本船使用の際は、事前に対象タンクの内検を実施し、使用方法の確認を推奨する。

- ①タンク内の燃料を可能な限り引く。
- ②残留燃料に対し、エキストクリンRSを最大10%添加し1~2週間程度養生させ、スラッジを溶解させる。※<sup>1</sup>
- ③燃料油を補油(シフト)し軟化・溶解されたスラッジを補油燃料中へ分散させる。
- ④洗浄完了。※<sup>2</sup>

※<sup>1</sup> 本船の動揺にてエキストクリンRSとスラッジ成分が混合され、軟化・溶解が進む。

※<sup>2</sup> エキストクリンRSは燃料として使用可能。洗浄後の燃料油は速やかに消費する。スラッジの再析出防止の為にスラッジ分散剤の併用を推奨する。

### 3.5 エキストクリンRSの効果確認試験

#### 3.5.1 エキストクリンRS疑似スラッジ溶解性確認

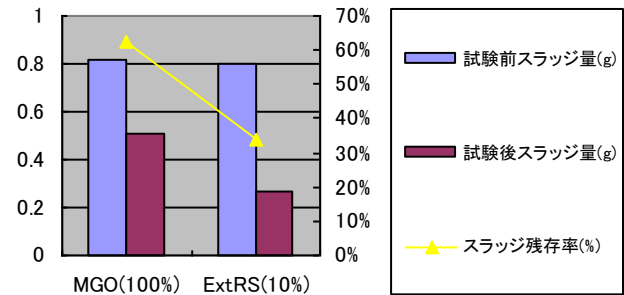


図4. MGO単体及びエキストクリンRS混合燃料による疑似スラッジ溶解性能試験結果(社内試験)

HSFO中の夾雑物を遠心して沈降させ、疑似スラッジを抽出し、試験サンプルとして用いた。

MGO単体及びMGOにエキストクリンRSを10%添加した溶媒を作製し、疑似スラッジを溶媒中で振とうさせた。振とう後に60meshろ過し、疑似スラッジの溶解性能を評価・確認した。結果、エキストクリンRSを添加した燃料はMGO単体より高いスラッジ溶解性能を示した(図4, 5)。



図5. 60meshろ過残分  
左: MGO単体 右: ExtRS(10%)

また、本船タンククリーニングを行う際、スラッジ分散剤と併用する事で、溶解したスラッジの再析出/沈降を防止する効果が期待できる。

#### 3.5.2 テストエンジンストレーナー洗浄効果

HSFOにエキストクリンRSを10%添加しテストエンジンを運転した。エキストクリンRSの添加有無での運転後のストレーナー状態の観察を行った(図6)。



図6. テストエンジンストレーナー状態  
左: ExtRS未添加 右: ExtRS 10%添加

## 4. スラッジ析出抑制・分散剤 (タイクラッシュ A-38)

### 4.1 スラッジ分散剤を使用したタンククリーニング

スラッジ分散剤は燃料油中のスラッジの分散・凝集抑制に働く添加剤である。

当社スラッジ分散剤であるタイクラッシュ A-38 をタンクに添加後、補油することで混合攪拌しスラッジの沈殿抑制効果を得る。スラッジの凝集・沈殿が分散剤によって抑制され、タンクの清浄に寄与する。

- ①本船に補油する前にタイクラッシュ A-38 を添加する。
- ②上記、補油前添加を 3 回繰り返す(表 3)。
- ③洗浄完了。

表 3. タイクラッシュ A-38 タンククリーニング添加量 (例)

添加回数	タンククリーニング推奨添加量		
	添加量	A-38 (L)	適応燃料量 (MT)
1 <sup>st</sup>	1/8000	1	8
2 <sup>nd</sup>	1/8000	1	8
3 <sup>rd</sup>	1/5000	1	5

### 4.2 添加剤使用方法

補油前にエア抜きまたはサウンディングパイプより、推奨添加量を投入する。タンク底に堆積しているスラッジへ効果的に薬品を浸透させる為、タンク残油を極力引いた状態で、添加剤を投入し、補油時の脈動にて物理的に混合攪拌させる。

## 5. おわりに

2020 年に向けた規制適合油導入の事前準備として、タンククリーニングの実施が推奨されているが、工事費用、工事期間中の運行停止等の制約により実施は困難とされている。当社の開発したタンククリーニング用燃料添加剤であるエキストクリン RS はスラッジの溶解性を有し、運行中に短期間で洗浄が可能である。

今後、規制適合油の市場投入が開始され、様々な油性状の燃料が供給されていく過程においても、広い視野での研究開発を継続し、船舶の安全運航及び経済性向上に貢献できるよう推進する所存である。

お問い合わせ先

株式会社イチネンケミカルズ

マリン神戸営業 TEL:078-231-1024 FAX:078-231-1030

E-mail osaka@ichinen-chem. co. jp

マリン東京営業 TEL:03-6414-5609 FAX:03-6414-5621

E-mail tcsecond@ichinen-chem. co. jp

HSFO 及び規制適合油の混合によるスラッジ発生への予防・解決に有効な方法・製品  
スラッジ抑制/分散剤  
＜タイクラッシュ A-38, タイクラッシュ VL-20＞  
（株）イチネンケミカルズ

一村 康博 石渡 岳大 平林 海恒  
窪井 夏郎 尾崎 聡

## 1. はじめに

MARPOL 条約附属書VIにおける、一般海域での船舶燃料油の硫黄排出規制の上限値 3.5%から 0.5%への削減が 2020 年 1 月 1 日より実施される。船用燃料の低硫黄化によって SO<sub>x</sub> 及び PM の低減が期待されるが、規制適合油は原油性状、製油所別製法、燃料油の調合方法等により、性状の多様化が予想されている。

2020 年以降の規制適合油は性状の多様化により、従来主流であった多環芳香族系の燃料に加え、パラフィン系燃料が供給される見込みであるが、両燃料が混合されると安定性が損なわれ、アスファルテン性スラッジが発生する可能性が高くなると懸念される。

ここでは、従来燃料 (HSFO) から規制適合油 (VLSFO: Very Low Sulphur Fuel Oil) へ切り替える際の燃料混合時及び、規制適合油同士の混合時に懸念されるアスファルテン性スラッジ析出抑制に有効となるスラッジ抑制/分散剤について紹介する。

## 2. スラッジ抑制/分散剤 (タイクラッシュシリーズ)

### 2.1 アスファルテン性スラッジについて

アスファルテンとは n-ヘプタンに不溶かつベンゼンに可溶性多環芳香族炭化水素で、窒素・酸素・硫黄などの元素を含んだ黒褐色の固体である。

アスファルテンにはマルテンと呼ばれる樹脂分が吸着しており、これらがミセルを形成して油中に安定な状態で分散して存在している (図 1)。しかし、溶解力・温度変化・圧力変化などの要因によってミセルの均衡が崩れるとアスファルテンが凝集し始め、やがて大きな粒子の塊となる (図 2)。これをアスファルテン性スラッジと呼ぶ。

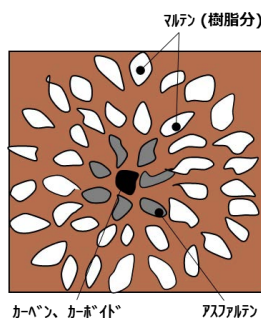


図 1. 油中でのアスファルテンの様子

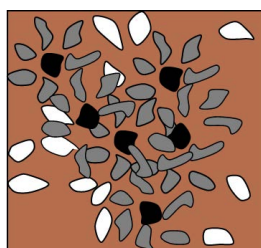


図 2. 凝集時のアスファルテンの様子

### 2.2 アスファルテン性スラッジトラブルの原因

#### ＜混合安定性不良＞

重油に軽質油が加えられるとマルテン分が溶解され、表層部の保護が失われる場合がある。剥き出しになったアスファルテン、カーボイドは極性を持っている為、互いに結合し巨大なアスファルテン性スラッジを形成する。

#### ＜熱安定性不良＞

燃料油に熱が加わった場合、ミセル表層部の溶解・粘度の低下（懸垂力の低下）・粒子の熱運動などが要因となりアスファルテン性スラッジの析出が促進されると考えられる。

#### ＜貯蔵安定性不良＞

燃料貯蔵時に空気中の酸素による酸化劣化、及び経時による重質分の分離沈降が発生する。

### 2.3 スラッジ抑制/分散剤

当社では、性状の多様化が進む船舶燃料を安全に且つ経済性を伴わせて使用すべく、各種懸念事項に対応した製品開発を行っている。ここでは当社の長年に渡るスラッジ抑制/分散性能に関する知見を用いて開発した、規制適合油対応製品を紹介する。

表 1. 当社スラッジ抑制/分散剤の一例

効果	製品名
燃焼促進剤配合スラッジ抑制/分散剤	タイクラッシュ A-38
【新開発】 SO <sub>x</sub> 規制適合油スラッジ抑制/分散剤	タイクラッシュ VL-20

タイクラッシュ VL-20 は 2020 年からの SO<sub>x</sub> 排出規制適合燃料油 VLSFO の残渣油グレード (RM: Residual Marine Fuel) 使用時に懸念される、前述のスラッジトラブルによるスラッジ析出を抑制する燃料添加剤として開発した製品である。

本製品は、新配合成分によりスラッジ抑制力を強化させ規制適合油特有の性質により発生するスラッジトラブル防止に効果を発揮する。また、スラッジを微細な状態で燃料油中に分散する事により、F.O タンク、ストレーナ、清浄機、配管内等の清浄化に寄与する。

また本品は SO<sub>x</sub> スクラバー搭載船にて使用される HSFO に対してもスラッジ抑制効果を発揮する。

## 2.4 効果の確認

規制適合油を用いてスラッジ抑制効果検証を行った。タイクラッシュ VL-20 を添加(1/16000)した規制適合油と、添加していない規制適合油を比色管に加え、n-ヘプタン中で分散しアスファルテン性スラッジの沈降を確認した(図 3)。アスファルテンを覆っているマルテンは n-ヘプタンに可溶なため、ヘプタン中ではアスファルテンの凝集が促進される。また、日本船主協会分散試験を元にした社内試験にて、タイクラッシュ VL-20 を添加した試料は未添加の試料と比較し、添加量に応じて約 16~35%のスラッジ抑制効果を示した(図 4)。



図 3. n-ヘプタンでの分散試験

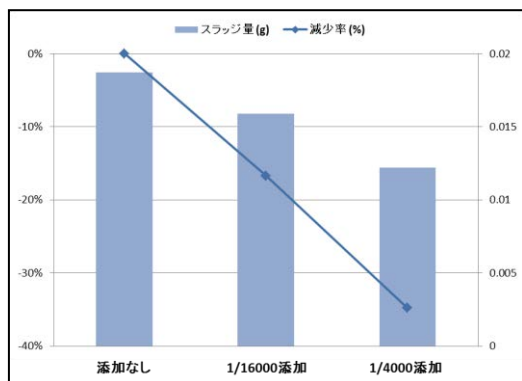


図 4. タイクラッシュ VL-20 のVLSFO 単独に対するスラッジ抑制効果

## 2.5 使用方法

タイクラッシュ VL-20 と、当社で取扱う燃料スポットテストキットを併用する事で規制適合油毎に最適な添加率を選定できる。これにより、薬品の経済性を向上させることが可能である。

タイクラッシュ VL-20 の標準添加量は 1/16000 とする。テストキットを用いて燃料混合安定性/単独安定性に懸念があると判断した場合は、添加率を調整しての使用を推奨する。

補油燃料、本船燃料タンク残存油、混合油等をサンプリングしテストキットによるスポットテストを実施する。試験後、Reference Spot No. に応じてタイクラッシュ VL-20 の添加率を調整の上、使用する(図 5)。

ASTM D 4740	Reference Spot	Spot Description	TAICRUSH VL-20
No. 1		Homogeneous spot, no inner ring	Add to 1/16000~10000
No. 2		Paint or poorly defined inner ring	
No. 3		Well-defined inner ring, only slightly darker than the background	Add to 1/5000~2500
No. 4		Well-defined inner ring, thicker than the ring in reference spot no.3 and somewhat darker than the background	
No. 5		Very dark solid or nearly solid area in the center, the central area is much darker than the background	

図 5. 燃料スポットテストキットにおけるタイクラッシュ VL-20 参考添加率\*

※添加率はイチネンケミカルズ社内試験を基に作成。  
今後供給される規制適合油性状によって、内容更新有り。

表 2. タイクラッシュ VL-20 の性状、関連法令等

分類	油性
外観	淡黄色透明液体
比重	0.92 (at 20°C)
粘度	50 mPa・s (at 20°C)
引火点	65°C
関連法規	消防法: 第 4 類第 2 石油類非水溶性

## 3. おわりに

本稿では、スラッジトラブルと、それを予防・解決するための当社製品について述べた。規制適合油はこれまで以上に性状が多様化する見込みであり、混合安定性不良が懸念される。規制適合油においてもアスファルテン性スラッジの発生が危惧されているが、スラッジトラブルを回避するにはスラッジ分散剤の使用が有効である。当社では 2020 年に始まる SOx 規制強化を見据えて、新たなスラッジ分散剤 タイクラッシュ VL-20 を開発した。

今後、規制適合油の市場投入が開始され、様々な油性状の燃料が供給されていく過程においても、広い視野での研究開発を継続し、船舶の安全運航及び経済性向上に貢献できるよう推進する所存である。

お問い合わせ先  
株式会社イチネンケミカルズ  
マリン神戸営業 TEL:078-231-1024 FAX:078-231-1030  
E-mail osaka@ichinen-chem.co.jp  
マリン東京営業 TEL:03-6414-5609 FAX:03-6414-5621  
E-mail tcsecond@ichinen-chem.co.jp

適合油そのものが持つ問題への予防・解決に有効な方法・製品  
各種燃料添加剤  
株イチネンケミカルズ

一村 康博 石渡 岳大 平林 海恒  
窪井 夏郎 尾崎 聡

### 1. 燃料添加剤

環境規制強化に伴い船舶燃料油中の硫黄分が 3.5% から 0.5% に低減される。これにより燃料油の製造方法及び燃料油性状の多様化が予想され、従来には無かった燃料性質により各種機関で不具合が発生する懸念がある。たとえば、混合安定性不良によるスラッジの析出や、低硫黄基材由来のパラフィンワックス析出などの問題が発生すると考えられる。

本項では適合油導入後の各種懸念に対し、改善効果を有する燃料添加剤を紹介する。

表 1. 適合油性状別の問題点及び懸念項目

問題	懸念
混合/単独安定性	アスファルテン/ワックス性スラッジ析出
低動粘度化	燃料噴射系機器異常摩耗
低温流動性	パラフィンワックス析出
着火/燃焼性	着火/燃焼性の悪化

表 2. 用途別の燃料添加剤

用途	燃料添加剤
アスファルテンスラッジ析出抑制/分散剤	タイクラッシュ VL-20
潤滑性向上/防カビ剤	ルブアップ HS
低温流動性降下剤	タイクラッシュ PPC
燃焼促進剤	タイクラッシュ LC

### 2. アスファルテンスラッジ析出抑制/分散剤 タイクラッシュ VL-20

#### 2.1 用途

アスファルテンスラッジ析出抑制および分散

#### 2.2 効果

規制適合油 VLSFO (Very Low Sulphur Fuel Oil) の残渣グレード RM (Residual Marine Fuel) 使用時に懸念される、貯蔵及び混合安定性不良によるスラッジ析出を抑制する。

#### 2.3 使用方法

標準添加量 1/16000

当社取扱いのテストキットを用いて、燃料混合安定性/単独安定性を確認し、安定性に懸念がある場合は、添加率を調整し使用する。

表 3. タイクラッシュ VL-20 の性状, 関連法令等

分類	油性
外観	淡黄色透明液体
比重	0.92 (at 20°C)
粘度	50 mPa・s (at 20°C)
引火点	65°C
関連法規	消防法: 第 4 類第 2 石油類非水溶性

### 3. 潤滑性向上/防カビ剤

#### ルブアップ HS

##### 3.1 用途

低潤滑性燃料への潤滑性向上/燃料中のカビ増殖防止

##### 3.2 効果

低硫黄及び低動粘度燃料にて懸念される潤滑性低下による燃料供給系統の異常摩耗及び膠着や、カビ菌糸による燃料供給経路内の閉塞を防止する。

ルブアップ HS を 1/5000 添加した試料を用いて HFRR 試験を実施したところ、摩耗痕径が 460μm (IS012156-2) を下回り潤滑性が改善した。

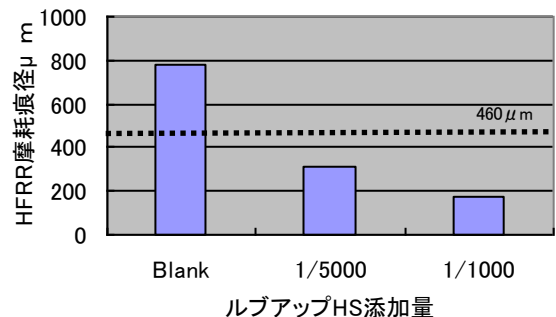


図 1. ルブアップ HS 効果

##### 3.3 使用方法

標準添加量 1/5000

表 4. ルブアップ HS の性状, 関連法令等

分類	油性
外観	黄色透明液体
比重	0.96 (at 20°C)
粘度	320 mPa・s (at 20°C)
引火点	>100°C
関連法規	消防法: 第 4 類第 3 石油類非水溶性

## 4. 低温流動性降下剤 タイクラッシュ PPC

### 4.1 用途

留出油低温流動性向上

### 4.2 効果

留出油に少量添加することにより, PP(流動点), および CFPP(低温ろ過目詰まり点)を低下させ(図 2, 3), 低温時の燃料タンク, 燃料系統での燃料油固化を防止する。

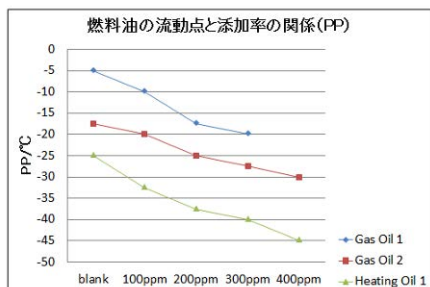


図 2. タイクラッシュ PPC の流動点改善降下

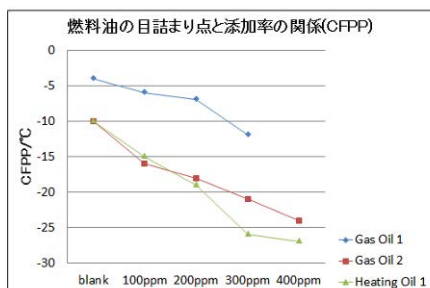


図 3. タイクラッシュ PPC の低温目詰まり点改善降下

### 4.3 使用方法

標準添加量 1/2000

燃料補油前に必要量を燃料タンクに投入し, その後補油をする事で混合攪拌が促進される。

既に固化した燃料油へ添加しても流動性の回復は出来ない為, 固化する前に添加を行う。

タイクラッシュ PPC を使用する際, 気温が 0°C 以下になると固化する可能性がある。固化した際は保温の上, 使用する。

表 5. タイクラッシュ PPC の性状, 関連法令等

分類	油性
外観	白色～黄色液状
密度	0.92 g/cm <sup>3</sup> (at 40°C)
動粘度	約 24 mm <sup>2</sup> (at 100°C)
引火点	63°C
関連法規	消防法: 第 4 類第 2 石油類非水溶性

## 5. 燃焼促進剤 タイクラッシュ LC

### 5.1 用途

燃料油燃焼促進

### 5.2 効果

芳香族成分の割合増加によって燃焼性が悪化した燃料油に対し, 燃焼促進効果を発揮する。また, 未燃分を減少させ燃料弁, ピストンリング, 燃焼室, 排気系統へ付着物の形成を抑制する。

### 5.3 使用方法

標準添加量 1/6000

本品は液体型で適応量を F.O タンクに直接投入または, ライン注入して使用する。

表 6. タイクラッシュ LC の性状, 関連法令等

分類	油性
外観	褐色透明液体
比重	0.91 (at 20°C)
粘度	<10 mPa · s (at 20°C)
引火点	65°C
関連法規	消防法: 第 4 類第 2 石油類非水溶性

お問い合わせ先

株式会社イチネンケミカルズ

マリン神戸営業 TEL:078-231-1024 FAX:078-231-1030

E-mail osaka@ichinen-chem.co.jp

マリン東京営業 TEL:03-6414-5609 FAX:03-6414-5621

E-mail tcsecond@ichinen-chem.co.jp

スポットテストについて、その手順・方法及び製品  
 スポットテストキット  
 (株)イチネンケミカルズ

一村 康博 石渡 岳大 平林 海恒  
 窪井 夏郎 尾崎 聡

1. スポットテスト

スポットテストはろ紙上に燃料油を滴下して生じるスポットの状態により燃料油の単独安定性および混合安定性を評価する。

スポットテストは次の特徴を有する。

- ・簡易的な燃料安定性試験
- ・スラッジの発生度合やその量で障害が発生する可能性を予測する。

2020 年以降に使用される規制適合油の懸念事項である燃料油の混合安定性を図る指標の一つとして当社が取り扱うスポットテストキットの使用方法及び製品紹介を行う。

2. スポットテストキット(製品例)  
 (Compatibility and Stability Test Kit)



図 1. 製品外観

2.2 使用方法

本船搭載中の燃料油(A), 補油燃料(B) 及び、混合油(A+B) を用意しスポットテストを実施する。本船タンク内残油及び補油量を確認し混合比を決定する。

2.3 単独/混合安定性試験方法

- ① 本体加熱筒内へ約 30ml の水を投入する。  
 水は加熱筒空焚き防止及びガラス管破損防止の為、必ず入れる。
- ② 単独安定性を確認する場合は、ガラス管へ燃料油 50ml 加える。

混合安定性を確認する場合は、ガラス管へ燃料油(A)と燃料油(B)を各 50ml ずつ加える。

- ③ ガラス管へ温度計をセットする(温度計は攪拌棒の役割を兼ねる)。
- ④ テストキット本体の電源スイッチを ON にする。  
 本体に記録された設定温度まで昇温が開始される。  
 本試験での設定温度は 95℃ とする。
- ⑤ 温度計を用いて、試料を攪拌し 95℃ 昇温後、15~20 分保持する。
- ⑥ ガラスシャーレの上ろ紙を設置し、ガラス管より温度計を取り出す。取り出した温度計から落下する油滴の内、1 滴目は試験に用いず、2 滴目をろ紙上に滴下する。
- ⑦ ろ紙を 100℃、60 分間乾燥させる。  
 (オープンまたはホットプレート使用)
- ⑧ ろ紙のスポットリングより Reference Spot No. を判定し、タイクラッシュ VL-20 の添加率を決定する。

※当社推奨テストキットの仕様詳細は別途、お問い合わせ下さい。

2.4 スポットリングの判定

ASTM D 4740	Reference Spot	Spot Description	
No. 1		Homogeneous spot, no inner ring	TAICRUSH VL-20 Add to 1/16000~10000
No. 2		Paint or poorly defined inner ring	
No. 3		Well-defined inner ring, only slightly darker than the background	Add to 1/5000~2500
No. 4		Well-defined inner ring, thicker than the ring in reference spot no.3 and somewhat darker than the background	
No. 5		Very dark solid or nearly solid area in the center, the central area is much darker than the background	

図 2. Reference Spot No.

お問い合わせ先  
 株式会社イチネンケミカルズ  
 マリン神戸営業 TEL:078-231-1024 FAX:078-231-1030  
 E-mail osaka@ichinen-chem.co.jp  
 マリン東京営業 TEL:03-6414-5609 FAX:03-6414-5621  
 E-mail tcsecond@ichinen-chem.co.jp



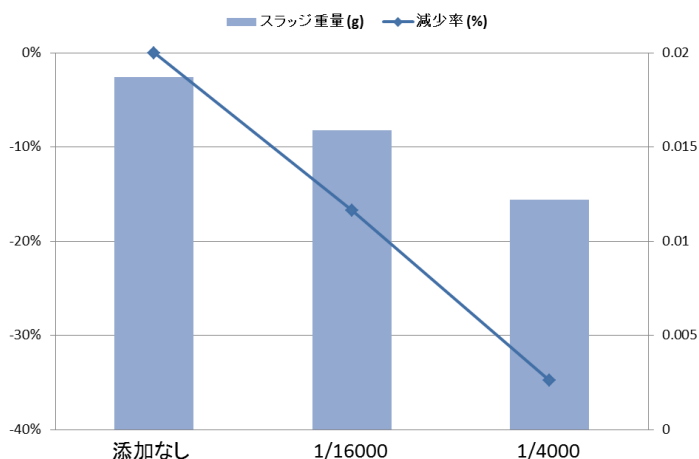
## ■ タイクラッシュ VL-20

タイクラッシュ VL-20は2020年からのSOx排出規制適合燃料油VLSFO(Very Low Sulphur Fuel Oil) 残渣油グレード(RM…Residual Marine Fuel)使用時に懸念される、貯蔵及び混合安定性不良によるスラッジ析出を抑制する燃料添加剤です。

新配合により、従来製品の約2倍のスラッジ抑制力を発揮し、適合燃料油特有の性質により発生するスラッジを強力に抑制します。スラッジを微細状態で燃料油中に分散する事によりF.Oタンク、ストレナー、清浄機、配管内等の清浄化に寄与します。

テストキットによって燃料油の安定性をチェックし、燃料油の適正に合わせて最適な添加量を投入することでスラッジトラブルの予防ができます。

本品は、スクラバー搭載船にて使用されるHSFOに対してもスラッジ抑制効果があります。



タイクラッシュVL-20のVLSFO単独に対するスラッジ抑制効果



TAICRUSH VL-20  
 添加なし      添加あり  
 (添加率1/16000)

### 【使用方法】

タイクラッシュ VL-20の標準添加率は1/16000です。

テストキット(Compatibility and Stability Test Kit)を用いて燃料混合安定性/単独安定性に懸念があると判断した場合は、添加率を調整しご使用下さい。(最大添加率1/2500)

スクラバー搭載船にて使用されるHSFOに対してもスラッジ抑制効果があります。






### 【テストキット使用・判定方法】

補油燃料、本船燃料タンク残存油、混合油をサンプリングし、テストキットによるスポットテストを実施します。試験後、Reference Spot No.に応じてタイクラッシュ VL-20の添加率を調整の上、ご使用下さい。

※テストキットは取扱い説明書を参照の上、ご使用下さい。

SOx規制適合油スラッジ抑制分散剤

タイクラッシュ VL-20添加率(参考)

ASTM D 4740	Reference Spot	Spot Description	TAICRUSH VL-20
No. 1		Homogeneous spot, no inner ring	Add to 1/16000~10000
No. 2		Paint or poorly defined inner ring	
No. 3		Well-defined inner ring, only slightly darker than the background	Add to 1/5000~2500
No. 4		Well-defined inner ring, thicker than the ring in reference spot no.3 and somewhat darker than the background	
No. 5		Very dark solid or nearly solid area in the center, the central area is much darker than the background	

上記、添加率はイチネンケミカルズ社内試験を基に作成しております。  
今後生産される適合油性状によって、内容更新をさせて頂く場合がございます。

【添加方法】

燃料補油時は、補油前にストレージタンクへ直接投入してください。補油によるタンク内対流によりタイクラッシュ VL-20が燃料油に均一に混合します。  
燃料切り換え時(燃料油混合)はセットリングタンクへ適応量を添加して下さい。

【一般性状】

<タイクラッシュVL-20の一般性状(代表値)>

名称	タイクラッシュ VL-20	
分類	油性	
外観	淡黄透明液体	
比重	0.92 (20℃)	
粘度	[mPa·s]	50以下(20℃)
引火点	[℃]	65 (第四類第二石油類)
適用法令 (SDS記載)	・安衛法:表示対象物質含有、通知対象物質含有 ・PRTR法:該当する ・消防法:第四類第二石油類 危険等級Ⅲ ・毒劇物取締法:該当せず ・有機則:第三種有機溶剤	
荷姿	・200Lドラム缶 ・18L石油缶	

※荷姿は変更する可能性があります。

<取扱上の留意点>

- ・重金属等の有害物質は含有していません。
- ・取扱時は、保護めがね、ゴム手袋等の保護具を着用してください。
- ・目に入った場合は、直ちに流水で15分以上洗眼し、医師の診断を受けてください。
- ・ご使用の際は、必ずSDSをお読みになってください。

お問い合わせ先

株式会社イチネンケミカルズ

マリン神戸営業所 TEL:078-231-1024 FAX:078-231-1030

マリン東京営業所 TEL:03-6414-5609 FAX:03-6414-5621

#### 添付 4 株式会社 ADEKA 殿提供資料

低硫黄燃料油への燃料切り替えに伴う問題点と対応策（スラッジ分散剤：アデカエコロイヤル SD-20）

低硫黄燃料油の問題点と対応策（燃料添加剤：アデカエコロイヤルシリーズ）

# 低硫黄燃料油への燃料切り替えに伴う問題点と対応策

(スラッジ分散剤：アデカエコロイヤル SD-20)

株式会社 ADEKA

## 1. はじめに

硫黄分排出規制の強化に伴い 2020 年 1 月 1 日からスクラバー搭載船以外では HSFO が使用不可となるため、2019 年内に燃料切り替えを行う必要がある。安全かつ経済的に燃料油の硫黄分を 0.5%以下にすることが重要であり、スラッジ発生をいかに抑えるかがポイントとなる。本稿では、タンク洗浄と燃料切り替えに関する注意事項、および当社スラッジ分散剤「アデカエコロイヤル SD-20」の特徴と活用事例について概説する。

## 2. FO Storage Tank のスラッジ形態

### 2.1 タンク洗浄前

タンク内に存在すると考えられているスラッジの形態は様々であり、下記 3 パターンに大別される。これまで使用してきたバンカーの性状や添加剤の使用履歴などにより各船の状況は異なるが、タンク底部にドライスラッジが塊として存在することは多くはなく、アンポンパブルな残油と多少の粘稠性スラッジが残っていると考えている。

- ① タンク底部に長期間堆積して固化したドライスラッジがある
- ② 粒子状スラッジが燃料油中に浮遊した粘稠性スラッジがある
- ③ アンポンパブルの HSFO 残油のみでスラッジは無い

### 2.2 タンク洗浄後

低硫黄燃料油 (VLSFO、または LSMGO) を補油する段階において、HSFO 残油との燃料混合により新たにスラッジが発生するリスクがある。Table 1 は HSFO と LSMGO を混合した際のスラッジ発生状況を示しており、ある燃料混合範囲においてスラッジ発生が顕著になることが分かる。同様に、ブレンド型が主流となる VLSFO では LSMGO のような軽質留分がカタマー材として使用され、動粘度や密度の違いから HSFO と VLSFO の混合時にもスラッジ発生が懸念される。さらに、VLSFO 同士の混合時も混合安定性に起因するスラッジ発生が懸念されることから、スラッジ分散剤の活用が重要と考えられる。

Table 1. 燃料混合によるスラッジ発生

スラッジ分散剤	HSFO/LSMGO混合比 (w/w)					
	1/0	1/2	1/4	1/8	1/20	1/99
未添加						

## 3. FO Storage Tank に堆積したスラッジの分散・除去

低硫黄燃料油 (VLSFO、または LSMGO) を補油する前に入槽してタンク掃除を行うことが好ましいが、Off-hire となるケースもあり経済的な観点から好ましくない。船を止めずにタンク底部のスラッジを除去するため、HSFO に対してスラッジ分散剤を繰り返し投入するタンク洗浄が行われている。スラッジの形態に応じた対応方法を以下に示す。

### 3.1 ドライスラッジ

塊状のドライスラッジ内部に添加剤が拡散・浸透するのは難しく、スラッジ分散剤等を用いた除去は容易ではない。低硫黄燃料油に対して不溶化したドライスラッジが急激に剥離・溶解することは考え難く、硫黄分上昇などが生じる可能性は高いと予想される。仮にドライスラッジが剥離しても清浄機で除去可能と考えるが、予防措置として補油速度の調整なども有効である。物理的な除去作業が必要であり、次のドック時にタンク掃除を行えば問題ないとする。

### 3.2 粘稠性スラッジ

ドライスラッジ化する前の粒子状スラッジは、スラッジ分散剤を添加することで HSFO 中に分散・安定化することが可能となる。当社ラボ実験において、HSFO に SD-20 を添加することでスラッジ分散性が向上することを確認した (Figure 1)。また、スラッジが発生しやすい燃料混合比において、予め燃料混合してスラッジを析出させた燃料油に SD-20 を添加してもスラッジ分散性の向上が認められた (Figure 2)。

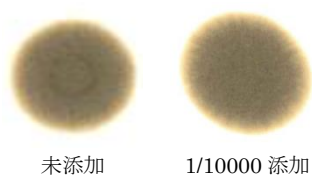


Figure 1. HSFO に対する SD-20 添加効果

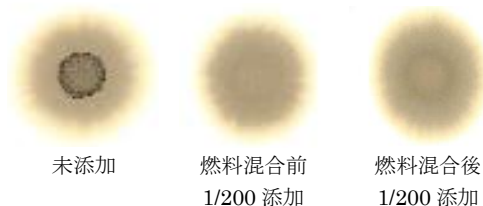


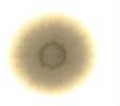

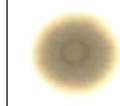
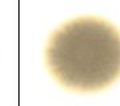
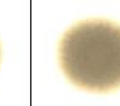


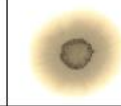
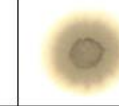
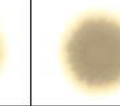
Figure 2. 混合燃料油 (HSFO/LSMGO=1/8, w/w) に対する SD-20 添加タイミングの影響

## 4. 燃料切り替え時の燃料混合によるスラッジ発生への予防・対策

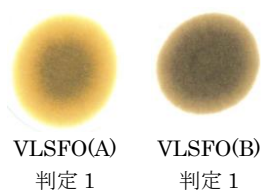
燃料切り替えにおいて最も重要な事は、スラッジを発生させることなく安全に燃料油の硫黄分を 0.5%以下にすることである。燃料切り替え時に多量の HSFO 残油が残っていると燃料混合によりスラッジ発生可能性があることから、低硫黄燃料油を補油する前にトリム・ヒールや温度などを調整して HSFO 残油を極力少なくすることが望ましい。

燃料混合時のスラッジ発生を積極的に抑えるためにはスラッジ分散剤の添加が有効である。スラッジ分散剤が逆ミセル構造を形成してスラッジを分散・安定化するためには最低限必要な添加量が存在し、分散性能や必要添加量は化学構造や燃料混合比等により異なる。Table 2 からスラッジが発生しやすい燃料混合比において、SD-20 は 1/500~1/200 添加で良好なスラッジ分散性能を示すことが分かる。燃料切り替え時は HSFO に対する通常添加量に固執せず、燃料油の混合比等を考慮して添加量を決めることが重要である。

**Table 2.** 各種燃料混合比における SD-20 の添加量効果







燃料混合比	SD-20				
	無添加	1/5000	1/1000	1/500	1/200
HSFO/LSMGO =1/4 (w/w)					
HSFO/LSMGO =1/8 (w/w)					

VLSFO に切り替える場合、単独安定性と混合安定性の問題がある。単独安定性に劣り経時でスラッジが発生する場合はスラッジ分散剤の添加が有効と考える。一方、Figure 3 のように VLSFO 単独では”判定 1”であっても、VLSFO 同士を 1:1 で混合すると”判定 3”となり混合安定性に劣る場合がある。SD-20 の添加量に応じて”判定 1”まで改善したことから、VLSFO においても SD-20 はスラッジ分散効果を示すことを確認した。



**Figure 3.** VLSFO 単独

**Table 3.** VLSFO 混合時における SD-20 の添加量効果

燃料混合比	SD-20					
	無添加	1/10000	1/5000	1/1000	1/500	1/200
VLSFO(A) / VLSFO(B) =1/1 (w/w)						
判定	3	2	2	1	1	1

一方、アロマ系 VLSFO とパラフィン系 VLSFO の混合によるスラッジ発生が示唆されているが、分析表からアロマ or パラフィン系を判断することは難しい。VLSFO の性状が落ち着くまではフィジカルサプライを行っているバンカートレーダーから燃料油を購入したり、スラッジ分散剤の添加量を増やして対応することが重要と考える。

## 5. HSFO から低硫黄燃料油に配管系統の切り替えを行う際の対策

燃料系統は「FO Storage Tank ⇒ Settling Tank ⇒ 清浄機 ⇒ Service Tank ⇒ 粘度調整器 ⇒ Auto Back Wash Filter ⇒ 主機 or 発電機」となる。FO Storage Tank 以降の工程について以下にポイントを示す。

### 5.1 Settling Tank、Service Tank

燃料レベル一定となるよう制御されている Settling Tank や Service Tank では燃料混合が避けられずスラッジ発生が懸念される。通常、温度は 90℃付近に設定されるため、FO Storage Tank よりも動粘度が低くなることもスラッジが発生しやすくなる要因である。

すでに FO Storage Tank にスラッジ分散剤を投入している場合でも、清浄機の運転状態に注意し、Settling Tank 等にも追加投入することが有効と考える。VLSFO の処理を開始

したら清浄機の単位時間あたりの処理量を下げ、並列運転やブロー間隔の短縮を行い、早いタイミングで開放点検を行ってスラッジの分離状況を確認するのが好ましい。VLSFOによっては比重が LSMGO に近い物もあるが、清浄処理は必要と考える。

Service Tank では清浄機の運転不具合によって粗大なスラッジが堆積していることがあり、タンク底部の燃料出口弁からスラッジが流れ込み、機器のトラブルを生じることがある。燃料添加剤の開発に協力して頂いたイースタン・カーライナー株式会社（以下、ECL）の船舶管理会社 ECL シップマネジメント株式会社（以下、ECLSM）では3年前から Service Tank 内にフローティングハイサクションを設置している。スラッジが少ない上澄み部分から燃料油をエンジンに供給することで、主機のトラブル発生が減少している。ドック毎のタンク掃除において回収されるスラッジ量の増加が認められ、Auto Back Wash Filter の逆洗回数が減少したとの報告も挙げられている。

## 5.2 Auto Back Wash Filter

フィルターの逆洗回数が増加することがある。燃料混合によりフィルター目開き 10～30 $\mu\text{m}$  よりも粗大なスラッジが生成していると考えられ、アスファルテンスラッジの凝集を抑制するスラッジ分散剤の添加が有効と考える。

## 6. 当社スラッジ分散剤（アデカエコロイヤル SD-20）

### 6.1 作用メカニズム

アデカエコロイヤル SD-20 は、燃料切り替え時や VLSFO 使用時の燃料混合に着目して開発されたスラッジ分散剤である。粒子の沈降速度(V)を表す Stokes の式から、燃料混合に伴うスラッジ発生因子として、動粘度低下( $\eta$ )、スラッジと燃料油の密度差増大( $\rho_0 - \rho$ )、およびスラッジの凝集による粒子径増大 (a) が挙げられる。

$$V = \frac{2a^2(\rho_0 - \rho)g}{9\eta} \quad (\text{式1})$$

動粘度や密度差は燃料油に依存するため、スラッジ発生を抑えるためには粒子径(a)の増大を防ぐことが有効と考えられる。SD-20 は界面活性剤のようにアスファルテンスラッジを包み込み、燃料油中にスラッジを分散・安定化することでスラッジ発生（スラッジ同士）の凝集）を抑制する。



Figure 4. SD-20 のスラッジ分散イメージ

## 6.2 フィルター試験によるスラッジ分散性能の評価

アスファルテンスラッジは燃料油に不溶な黑色固体であるためフィルターで捕集することができる。HSFO/LSMGO=0.5/99.5 (w/w)に SD-20 を添加した燃料油をフィルターに通液し、フィルターの重量増加率からスラッジ発生量を比較した。スラッジ分散剤を使用していない場合をスラッジ発生量 100%として比較した結果、SD-20 の添加量に応じてスラッジ発生量が少なくなることを確認した (Figure 5)。フィルター外観が黒色から薄くなっていることから、スラッジが凝集せず分散していると考えられる。

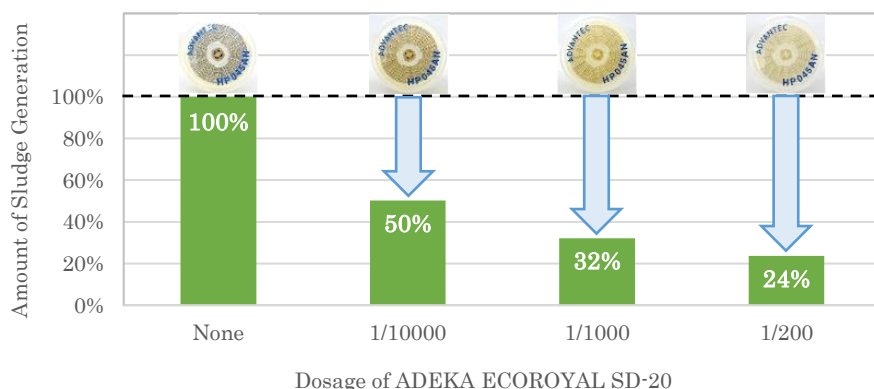


Figure 5. フィルター試験結果

## 6.3 分散安定性試験によるスラッジ分散性能の評価

スラッジ沈降速度に対する影響を把握するため、HSFO/LSMGO=1/8 (w/w)で混合した燃料油に SD-20 を添加して透過光強度の経時変化を測定した。サンプルの高さ方向における透過光強度の変化が小さい程、スラッジは安定に分散していて沈降しにくいと判断できる。Figure 7 から SD-20 の添加量に応じてスラッジ沈降速度 (傾き) は小さくなり、スラッジ分散状態が安定となることを確認した。

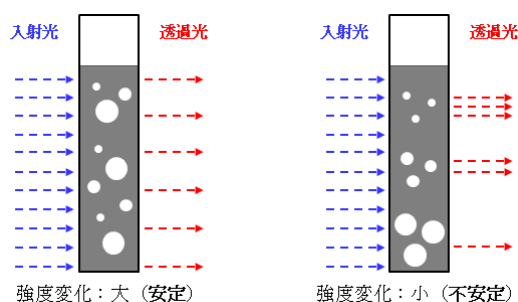


Figure 6. 透過光強度の変化とスラッジ分散状態

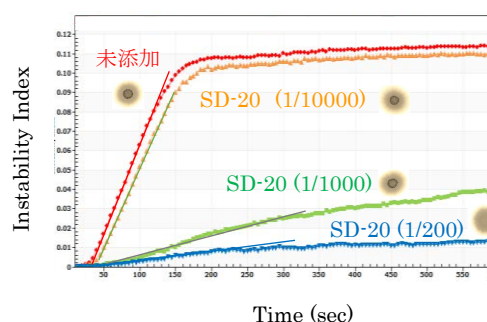


Figure 7. 分散安定性試験結果

## 6.4 第三者による性能確認

検査員立会いの下、SD-20 の性能確認を行い ClassNK 性能鑑定書を取得している。



## 7. 燃料切り替えオペレーション

本船における燃料油の取り扱いに即した方法で実験を行い、SD-20 を用いたオペレーションの有効性を検証した。ECLSM 協力の下、市場に供給される主要港の VLSFO サンプルを入手した。上記 3, 4 に記載した通り、FO Storage Tank のスラッジを分散・除去するだけでなく、スラッジを発生させることなく安全に燃料切り替えを行い、燃料油の硫黄分を 0.5%以下とすることを主眼に置いた。以下に、オペレーションのポイントを示す。

- ① スラッジ発生を極力抑えるため、HSFO 残油をアンポンパブルな状態まで減らす
  - ・アンポンパブルな HSFO 残油に LSMGO と SD-20 を加えることで使用量を低減する
- ② FO Storage Tank をフラッシングするため、最低限の LSGMO を使用する
  - ・硫黄分を 0.5%以下となるよう希釈する
  - ・HSFO 残油の粘度を下げた除去しやすくする
  - ・複数のセクションに仕切られたタンク内へのスラッジ分散剤の拡散を補助する
- ③ 所定の燃料混合比で十分なスラッジ分散効果が得られるように SD-20 を 1/200 添加する

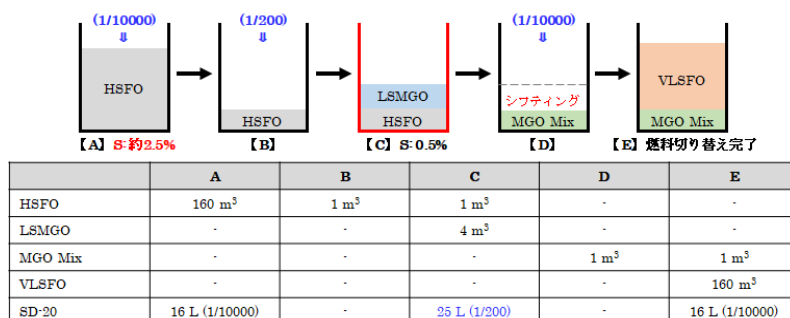
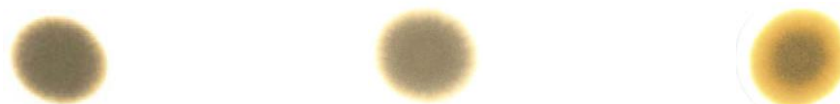


Figure 8. 燃料切り替えオペレーションにおける燃料、添加剤の使用量



【A】HSFO + SD-20 (1/10000) 【C】HSFO/LSMGO (1/4) + SD-20 (1/200) 【E】MGO mix + SD-20 (1/10000)

Figure 9. 各段階におけるスラッジ分散状況

LSMGO は引火点が低く加熱は困難であるため、室温下で燃料油や SD-20 を混合して評価を行った。各段階において顕著なスラッジ抑制が認められ、SD-20 が高いスラッジ分散性能を有する事を確認した (Figure 9)。上記の燃料切り替えオペレーションによりスラッジを発生させることなく安全かつ速やかに、またコスト優位に燃料切り替えを完了することが可能と考える。現在、ECLSM 管理船において燃料切り替えが進められている。

以上

# 低硫黄燃料油の問題点と対応策

(燃料添加剤：アデカエコロイヤルシリーズ)

株式会社 ADEKA

## 1. はじめに

硫黄分排出規制の強化に対応可能な低硫黄燃料油として、VLSFO と LSMGO が挙げられる。本稿では、各種燃料油の問題点と対応する燃料添加剤について概説する。

## 2. 低硫黄燃料油の問題点

Table 1 は VLSFO と LSMGO に懸念される問題をまとめている。使用される燃料油の種類や性状、運航エリアを考慮して、燃料添加剤を使い分けて頂くことが重要と考える。

Table 1. 低硫黄燃料油の問題点

	VLSFO	LSMGO
混合安定性	○	ー
低温流動性	○	○
潤滑性	(○)	○
カビ発育	ー	(○)

## 3. 混合安定性 (スラッジ分散剤：アデカエコロイヤル SD-20)

燃料混合時におけるスラッジ発生が懸念されている。また、VLSFO 単独の性状安定性も充分ではない可能性があるため、品質が安定するまではスラッジ分散剤の使用を推奨する。当社スラッジ分散剤「アデカエコロイヤル SD-20」については、別稿「低硫黄燃料油への燃料切り替えに伴う問題点と対応策」を参照して頂きたい。

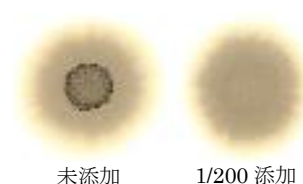


Figure 1. SD-20 の添加効果 (HSFO/LSMGO=1/8)

## 4. 低温流動性 (低温流動性向上剤：アデカエコロイヤル CF-11)

燃料油 (VLSFO、または LSMGO) 中には n-パラフィン (長鎖炭化水素) と呼ばれるワックス成分が含まれており、低温下でワックス成分が固化して燃料油の流動性が低下する場合がある。FO storage tank などが加熱できない場合、燃料供給ラインやフィルターが閉塞して燃料油の移送が困難となり機関停止トラブルの発生が懸念される。当社が入手した主要港の VLSFO サンプルの中にも流動点 10℃ 付近の物があり、使用には注意が必要と考える。

低温流動性向上剤は、低温下で析出するワックス結晶を微細化することで燃料油の流動性を向上する。当社では VLSFO 向けに「アデカエコロイヤル CF-11」の開発を進めており、2019 年内に製品化する予定である。

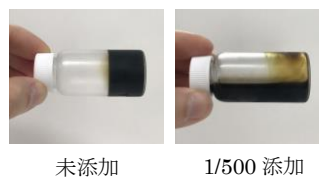


Figure 2. CF-11 の添加効果 (-20℃)

## 5. 潤滑性 (耐摩耗剤：アデカエコロイヤル AW-37F)

燃料噴射ポンプなどは燃料油によって自己潤滑しており、燃料自体が潤滑性を有している必要がある。燃料油の硫黄分低下に伴い、ポンプやノズルなどの摺動部における摩耗が懸念されている。摩耗の大きさは硫黄分だけではなく動粘度も影響するが、国内で供給される予定の VLSFO は 50℃ 動粘度が 20cSt 以上に設定される見込みであるため、摩耗リスクは想定よりも小さいと考える。ただし、当社が入手した主要港の VLSFO サンプルの中には 5cSt を下回る物もあり、海外で補油する場合には注意が必要と考える。

一方、LSMGOは硫黄分が0.01%以下と低く、動粘度も低いため低潤滑性による摩耗増大が懸念される。

当社の耐摩耗剤「アデカエコロイヤル AW-37F」は摺動する金属表面に吸着し、金属間の直接接触を減らすことで摩耗を抑制する。HFRR試験において、LSMGOにAW-37Fを添加することで摩耗痕径が460 $\mu$ m以下（エンジンメーカー推奨値）まで減少することを確認している。

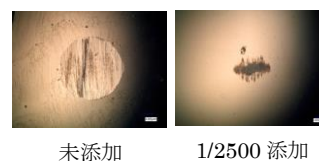


Figure 3. AW-37Fの添加効果

## 6. カビ発育（防カビ剤：アデカエコロイヤル AF-50）

スクラバー船では、スクラバー故障時に備えて低硫黄燃料油（LSMGO）を積載する。HSFOは動粘度が高く加熱して使用するためカビは発育しにくいですが、LSMGOは動粘度が低く加熱する必要がないためカビが発育しやすい環境下におかれる。燃料タンクに長期保管した場合、カビ発育によりストレーナーなどが閉塞して燃料油の移送が困難となり機関停止トラブルの発生が懸念される。

当社の防カビ剤「アデカエコロイヤル AF-50」は燃料油に添加することでカビ発育を抑制する。燃料タンク内の状況を再現した防カビ試験において、LSMGOにAF-50を添加することでカビ発育が抑えられることを確認している。

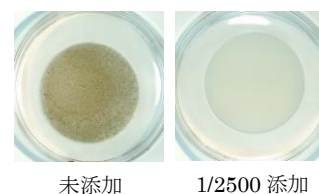


Figure 4. AF-50の添加効果

以上



