

国土交通省 新技術情報提供システム NETIS登録製品

軽油・重油・廃油用 燃料添加剤・改質剤

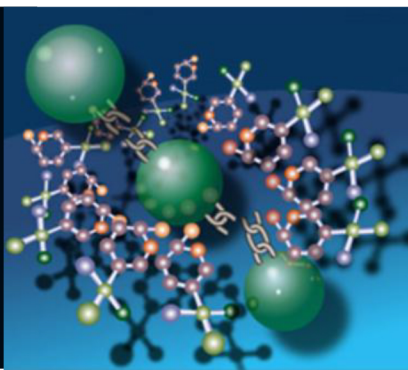
ルブリコン (LUBRICON®A-112M)

ご紹介資料

LUBRICON Explanatory material

LUBRICON®A-112M

添加剤「LUBRICON」の注入により、
低質な重油でも酸素量豊富な燃料分子により
低温で完全燃焼を達成



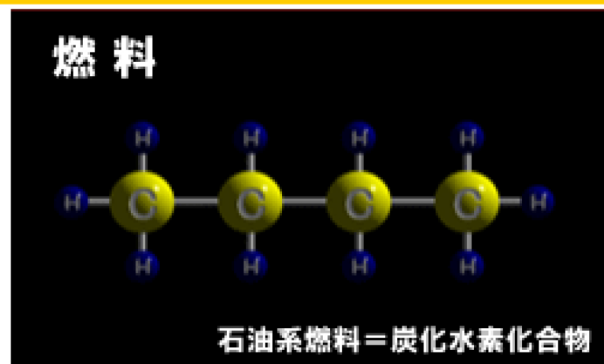
国土交通省 新技術情報提供システム

NETIS登録製品

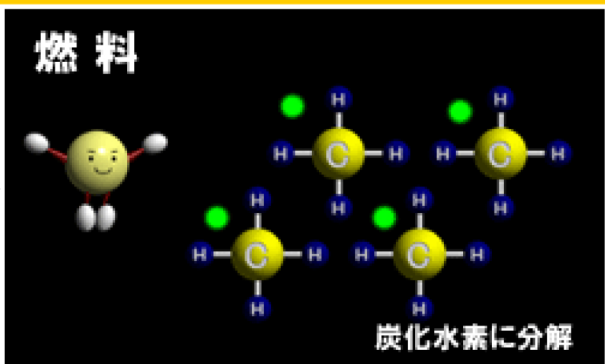
ルブリコンとは？

1. 国土交通省NETIS登録製品。国が認めた燃料改質剤です。(国土交通省ホームページの掲載期限終了)
2. 植物性酵素のテクノロジーが、燃料を微粒子化し高効率なものへ改質します。
3. 石油系燃油を燃料とする全ての内燃・外燃機関が対象になります。
4. 製品成分、長年の大手船舶会社・防衛省への供給からも安心・安全な改質剤と言えます。
5. 燃料油の重合を防止し、完全燃焼へ近づけるようにするため、①燃費の改善に貢献します。
6. カーボン&スラッジ除去、寄せ付けません(機関に堆積した煤にも清浄効果を発揮します。)
7. 機関・配管内部が②清浄化され結果、交換パーツの寿命延長、機関老朽化対策、メンテナンス費用削減を実現します。
8. 低温完全燃焼効果により、排ガスのクリーン化、煤煙の低減、③環境負荷物質を削減します。
9. さらなる脱炭素、カーボンクレジット対策に

メカニズム



炭素同士で結合した大分子は多くの化合物を生じ、石油の複雑な成分となる。この結合分子は集合体で燃焼されるだけで完全に気化することができない。



A-112Mのプロメライン類酵素作用で、炭素と炭素の間を電子により分離させて鎖状を短くしたり切り離したりするなど、燃料自体を超微粒子コロイド化することで、燃焼しやすい燃料に改質する。



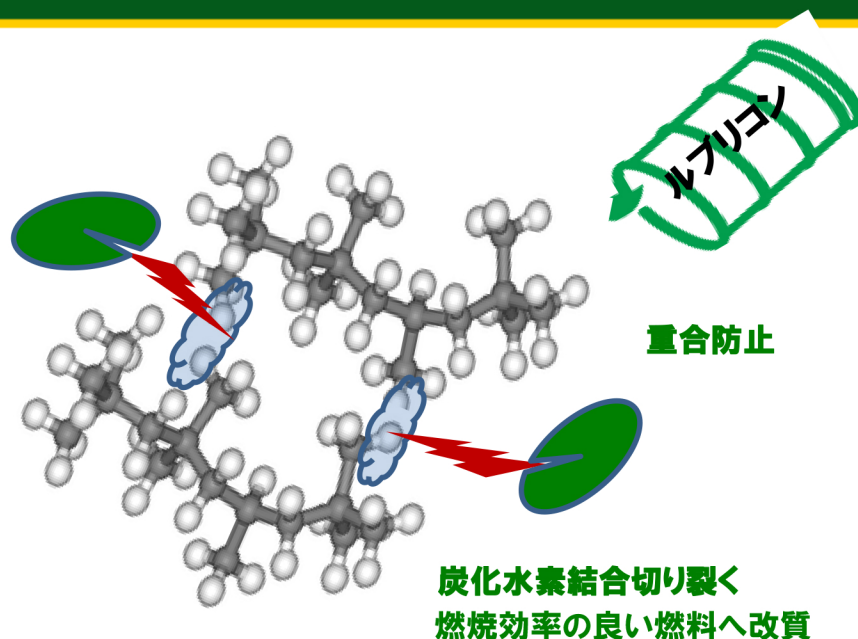
原理

- ①植物酵素等(プロメライン、β-シトステロール、高級脂肪酸)を石油系特殊溶剤で希釈したものが主成分
- ↓
- ②プロメラインの作用により縮合多環性芳香族の重合化を解消または防止し、β-シトステロールと高級脂肪酸の界面活性作用により、パラフィン系炭化水素と縮合多環性芳香族がよく混ざるようにする(分散作用)
- ↓
- ③これらの作用により、スラッジ溶解、燃焼効率向上、未燃焼物質抑制、排ガスクリーン化を実現。

※本製品は化学薬品ではなく、有機物で構成された安全な燃料改質剤

使用によるルブリコン効果

スラッジ発生抑制



通常、燃油はタンク内でも水素結合が進み、全体の1~2割は正常な単分子ではなく2分子以上に水素結合による重合状態で存在する。この多分子重合をルブリコン添加により防止し、水素結合を切断し、難燃性の重合体(スラッジ)を正常な燃料に戻すことにより、タンク内のスラッジ生成を抑制します。

炭化水素結合防止/重合のイメージ図

添加による効果

1. 燃料タンク・機関・配管内の状態改善 スラッジ対策

燃料タンク内の燃料分子を細分化するとともに、燃料タンクや燃料供給機関・配管に堆積しているスラッジにも反応し、クリーン化されます。

燃料改質により燃焼が向上し、未燃カーボンの発生を防止します。完全燃焼に近づけますので燃えた結果発生するばいじんが添加前と比較して50%程度削減させます。

また、不完全燃焼により発生する化合物が減少しますので、機関低温部(エアヒーター、煙道、煙突など)の腐食も防止します。

2. 燃費向上

お客様の使用環境にもよりますが、本製品添加後、7~10%程度の燃料消費量が改善されます。(実績値)

3. 排ガスクリーニング

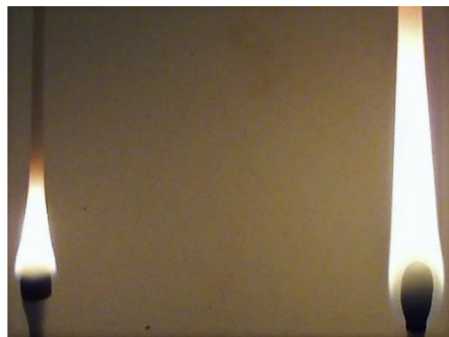
①ばいじん量50%以上削減 ②CO2削減 (燃費削減率から算出)

③Nox値20%程度削減

(実績データより: ボイラー使用、環境状況による)

⇒ **スラッジ溶解、燃焼効率向上、未燃焼物質抑制、排ガスクリーニングを実現**

ルブリコン添加による燃焼状態変化



左の写真は検体C重油を使用し、ルブリコン添加有無の燃焼状況を比較した動画からキャプチャーした画像になります。
向かって右側が、C重油へ1/2000量のルブリコンを添加した検体で、左側が無添加検体です。添加有検体は明らかに未燃焼物が減少し、燃焼が良好になりました。

ルブリコン添加により燃焼状態が向上

では、確実に燃料消費量を下げるには？



- 空気比(酸素濃度)を下げる
- 可能であれば燃料噴射ノズル変更

https://youtu.be/NuQdBmYf_yU



燃料添加剤ルブリコンA-112Mが植物性酵素の働きで、燃料油自体を根本的に改質し完全燃焼に近づけ、スス、スラッジの発生を抑制、燃焼効率を向上させ、メンテナンス費用と燃費改善に迫る燃焼テスト動画。燃料油はタンク保管中にも劣化が進みます。燃料油の性質上、炭化水素分子がくっつくくっつく、重なる重なるとう重合化し燃焼効率がダウンします。簡単な言葉で説明いたしますと、ルブリコンの役割は、この重合化を防止して燃焼良い燃料油へ改質(元に戻す)し、完全燃焼に近づけると言えます。ルブリコンをご利用頂くことでスス、スラッジや黒煙の未燃物の発生を遠ざけることとなります。ルブリコンを添加した検体の燃焼炎は明るく、大きく、綺麗ですが、一番注視頂きたい場面は、着火直後の未燃物発生量の違いです。この動画をご覧頂いた方から、「ルブリコンを添加することにより熱カロリーが向上するのですね？」との質問を受けましたことがあります。エネルギー保存の法則からも、ルブリコン添加により熱量が上がるとは考えておりません。添加前の燃焼と未燃の割合が7:3だったと仮定します。それがルブリコン添加しますと8.5:1.5に燃焼の効率が良くなるのです。

スラッジ発生とルブリコン効果

なぜ、スラッジが発生するのか？

(タンク内)

燃料中に存在する比較的高分子の炭素状物質(アスファルテン・レジンなど)が、温度変化や異種燃料が混ざった際に、凝集粒形成を起こしスラッジを発生させます。<<炭化水素重合と混合安定性不良による>>

(機関内)

タンク内で発生したスラッジが燃料配管へ入ると、ストレーナーを詰まらせたり、重油ヒーターに付着したり、バーナー噴霧を不均一にして、バーナーチップへ汚損堆積や不完全燃焼を起こし、さらにスラッジを発生させます。

スラッジ発生を抑制するには？

カーボン、アスファルテンの分散と生成防止が主な抑制となります。化学合成されたスラッジ分散剤使用が一般的な対策とされています。但し、多くが界面活性剤であるため効果が限定的です。それに対して、ルブリコンを使用することにより、スラッジの根本である炭素原子の長いチェーンを酵素が切断し、燃料油本来の状態に戻すと共に、燃料油の炭素(水素)結合を弱め、酸素と結合し易い不対電子状態に変化させる事により、スラッジ生成(重合)を根本的に抑制し、燃料を燃焼し易い状態に改質します。

何故スラッジが発生するか(メカニズム)

→混合安定性の問題

重油中のアスファルテンはマルテン部分から高分子量の芳香族を吸着して安定なミセルを形成している。重油の安定性が悪くなってスラッジが発生するのは、このようにコロイド状にうまく分散しているアスファルテンが他の燃料との混合、熱的な変化あるいは酸化等を受けてミセルのバランスを崩し凝集を起こしてついには沈降することによると考えられる

(1987年 石油学会抄録)

スラッジの発生が何故抑えられるのか

LUBRICON A-112Mは植物由来の酵素プロメラインと、両親媒性物質β-シトステロール及び高級脂肪酸を組み合わせた添加剤で、燃料中に含まれる縮合多環性芳香族化合物や含硫黄芳香族化合物などが重層化して難燃性物質アスファルテンを形成することを防止する。

プロメラインの作用は重油におけるアスファルテン等の重層化構造を解消(溶解)し、より小さい構造にする。また重層化の防止も行う。この作用が分散(改質)効果と言える。

β-シトステロールと高級脂肪酸はいずれも両親媒性物質(水にも油にもなじむ)で、界面活性作用がありパラフィン系炭化水素と縮合多環性芳香族がよく混ざるようにする。いずれも燃料中に含まれスラッジ形成の基になる多環性芳香族化合物や含硫黄芳香族化合物の重層化を防止し、水分混入の時にも難燃性物質を分散させる効果がある。

パラフィン系炭化水素と縮合多環性芳香族がよく混ざるようにする(分散作用)。

添加ご利用方法

■ 添加方法（①又は②いずれかの添加方法を採用）

- ① 燃料油タンクへ直接添加投入後、通常補油
- ② 予めタンクローリーへ添加投入後、通常補油



（（ポイント））

本製品は燃料油より比重が軽い（①の添加方法の場合）

⇒ 燃料油タンク中の燃料油が少ないタイミングで

⇒ 必ず、燃料補給する前に本製品をタンクへ添加投入

⇒ 船舶の場合、空気孔又はサウンディングパイプ口から



■ 添加量

	初回添加量	2回目以降添加量
船舶	タンク容量の1/5000	補給燃料の1/10000
ディーゼル車	1/1000	1/1000
ボイラー	1/2000	1/5000
ディーゼル発電機	1/2000	1/5000
重機・建機	1/2000	1/5000

他社添加剤との比較

	従来型の添加剤	LUBRICON
成分	化学薬品薬品系、界面活性剤	植物性酵素群
メカニズム	対処的な化学変化	燃料油中の炭化水素重合防止し根本的な燃料改質
スラッジ	スラッジ分散のみ	スラッジ生成防止及び溶解
効果	燃料促進剤(助燃剤)、スラッジ分散剤、黒煙防止剤など、用途により製品を選び使い分けるモノ効果	燃料消費量削減、根本的なスラッジ対策、排ガスのクリーン化をLUBRICONだけで行える。マルチ効果
安全性	○化学合成製品であるため、100%安全であるか証明が難しい	◎構成成分中の酵素は有機触媒であり、副反応は起きない。機関へダメージを与える要素はない
価格	◎安価	△化学薬品系と比較すると高価

バーナーでの未燃物性状



20年以上、スラッジ分散剤を使用しているバーナー
アスファルトのようなドロツとした性状



ルブリコン添加1ヶ月後のバーナー
ドライスラッジで剥離清浄できる性状

ルブリコン効果（実例）

■機関:アスファルトプラント(日工NAPシリーズ)

■燃料油:A重油及び再生重油

■LBC効果の評価方法

①基本の物差し

燃料使用量(L)/ 混合物製造数量(T)=混合物1Tあたりに消費する燃料使用量⇒添加前後比較

②数値の補正化

正しい評価をえるため、添加前後の条件を揃える

・季節 ・骨材含水比 ・プラントの運転時間 ・プラントの運転回数的一致

■検証結果

LBC添加前後の原単位を比較検証。結果、A重油の場合燃料低減率が6～7%、再生重油の場合、9～11%程度を確認。燃料使用量とCO2排出量を低減

場所	使用燃料	実施月	年度	添加剤 使用有無	燃費(L/T)	低減率(%)
T混合所	A重油	10	2012	有	9.56	6.9
			2013	無	10.17	
		11	2012	有	8.59	7.4
			2013	無	9.28	
S混合所	再生 重油	2	2011	無	7.8	9.4
			2012	有	7.07	
			2011	無	7.76	
		3	2011	無	7.76	11.5
			2012	有	6.87	



【参考文献】

世紀東急工業株式会社様「植物酵素系燃料添加剤によるアスファルトプラントの燃費の向上に関する検討」による

ルブリコン効果(実例)

■太平洋セメント株式会社 熊谷工場 様

■燃料油:C重油

■機関:ディーゼル発電機

■LBC効果の評価方法

■添加前後、重油原単位 ばいじん測定

■実証テスト後、2017年エネルギー変換が行われるまで約7年間ご利用を頂く

■田源石灰工業株式会社 様

■燃料油:再生重油

■機関:メルツ炉

■効果:①石灰乾燥ボイラー(A重油)利用して、添加前後燃料使用量を比較⇒約8%向上を確認

②メルツ炉へ採用され、A重油混合焚き⇒再生重油オンリーに⇒燃料費、タンクメンテナンス削減

③添加後、カーボン系の未燃物以外の汚れ成分排出も削減され、燃焼効率向上、排気クリーン化を確認

■旭化成建材株式会社 境工場様

■燃料油:A重油及びC重油

■機関:炉筒煙管ボイラー

■LBC効果の評価方法

①A重油とC重油と混合焚き⇒現状はC重油のみの運用へ⇒大幅コスト削減

②添加前後、燃焼室、バーナー等のスラッジ堆積⇒スラッジの清浄、量に変化⇒メンテナンスコスト削減

導入実績

【主な導入先企業】※順不同

商船三井、宇和島運輸、インースタンカーライナー、上野トランステック、
三菱鉱石運搬船、飯野海運、鶴見サンマリンG、東栄リファー、丸紅、
三井物産、防衛省、太平洋セメント、明治、世紀東急工業、大王製紙G、
藤田製紙、NIPPO、五洋建設、鹿島道路、旭化成G、東和アークスG、
ヘンケルジャパン、菟藟製粉農家、コトブキ製紙、富士運送、田和通商、
大分交通、鹿児島交通局、施設園芸農家、JAなど



費用対効果表

LUBRICON使用年間費用対効果シミュレーション

A重油		添加剤			添加量	
燃料油単価	78 円(1Lあたり)	ルブリコンの費用	6,000 円(1L分)		初回添加量→タンク容量の1/2000	
年間使用量	300,000 L/年	添加比率(希釈率)	1/5000	2回目以降	2回目以降添加量→補油量の1/5000	
燃費向上率 (%)	削減燃料金額(円)	年間LBC費用(円)	費用対効果金額(円) 初期投入費用除外	初期投入費用(円)	タンク容量(L)	初回ルブリコン量(L)
0	0	360,000	-360,000.00	120,000	40,000	20
1	234,000	360,000	-126,000			
2	468,000	360,000	108,000			
3	702,000	360,000	342,000			
4	936,000	360,000	576,000			
5	1,170,000	360,000	810,000			
6	1,404,000	360,000	1,044,000			
7	1,638,000	360,000	1,278,000			
8	1,872,000	360,000	1,512,000			
9	2,106,000	360,000	1,746,000			
10	2,340,000	360,000	1,980,000			
11	2,574,000	360,000	2,214,000			
12	2,808,000	360,000	2,448,000			
13	3,042,000	360,000	2,682,000			
14	3,276,000	360,000	2,916,000			
15	3,510,000	360,000	3,150,000			

←2年目以降

1.5 %
費用対効果採算分岐燃費率=年間LBC費用/年間燃料金額

1.2 円
1Lの燃料(重油)を燃焼させるために必要なコスト (ルブリコン1L6000円÷1/5000希釈)

5%削減の費用対効果	使用した燃料費(円)	23,400,000	削減燃料金額	1,170,000
			費用合計(初期費用含む)	480,000
			費用対効果(初期費用含む)	690,000
				1年目↑
10%削減の費用対効果	使用した燃料費(円)	23,400,000	削減燃料金額	2,340,000
			費用合計(初期費用含む)	480,000
			費用対効果(初期費用含む)	1,860,000

※この燃費削減効果のほかに、スラッジ溶解により機関清掃費削減、消耗部品寿命延長の経済効果が見込めます。

1年目↑

費用対効果表

LUBRICON使用年間費用対効果シミュレーション

	再生油		添加剤			添加量	
燃料油単価	38	円(1Lあたり)	ルブリコンの費用	6,000	円(1L分)	初回添加量→タンク容量の1/2000	
年間使用量	2,400,000	L/年	添加比率(希釈率)	1/5000	2回目以降	2回目以降添加量→補油量の1/5000	
燃費向上率(%)	削減燃料金額(円)	年間LBC費用(円)	費用対効果金額(円) 初期投入費用除外		初期投入費用(円)	タンク容量(L)	初回ルブリコン量(L)
0	0	2,880,000	-2,880,000.00		180,000	60,000	30
1	912,000	2,880,000	-1,968,000				
2	1,824,000	2,880,000	-1,056,000				
3	2,736,000	2,880,000	-144,000	←2年目以降			
4	3,648,000	2,880,000	768,000				
5	4,560,000	2,880,000	1,680,000				
6	5,472,000	2,880,000	2,592,000				
7	6,384,000	2,880,000	3,504,000				
8	7,296,000	2,880,000	4,416,000				
9	8,208,000	2,880,000	5,328,000				
10	9,120,000	2,880,000	6,240,000				
11	10,032,000	2,880,000	7,152,000				
12	10,944,000	2,880,000	8,064,000				
13	11,856,000	2,880,000	8,976,000				
14	12,768,000	2,880,000	9,888,000				
15	13,680,000	2,880,000	10,800,000				



3.2 %
 費用対効果採算分岐燃費率 = 年間LBC費用 / 年間燃料金額
1.2 円
 1Lの燃料(重油)を燃焼させるために必要なコスト (ルブリコン1L6000円 ÷ 1/5000希釈)

5%削減の費用対効果	使用した燃料費(円)	91,200,000	削減燃料金額	4,560,000
			費用合計(初期費用含む)	3,060,000
			費用対効果(初期費用含む)	1,500,000
				1年目↑
10%削減の費用対効果	使用した燃料費(円)	91,200,000	削減燃料金額	9,120,000
			費用合計(初期費用含む)	3,060,000
			費用対効果(初期費用含む)	6,060,000

※この燃費削減効果のほかに、スラッジ溶解により機関清掃費削減、消耗部品寿命延長の経済効果が見込めます。

1年目↑

信頼性

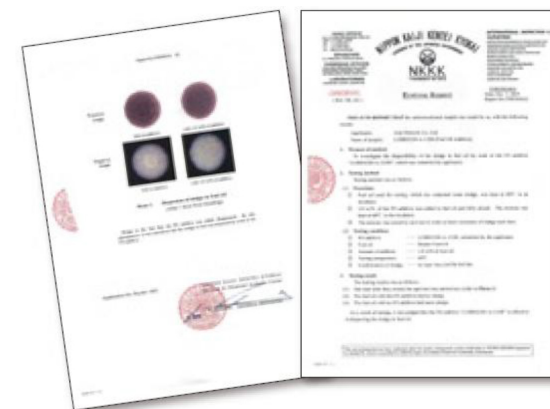
第三者による効果認定

■国土交通省 新技術情報提供システム(NETIS)登録
A-112M 登録番号:KTK-100003-A

(国土交通省ホームページの掲載は終了しました)



■社団法人 日本海事検定協会
汚れ(スラッジ)に対する分散性(溶解性)の証明

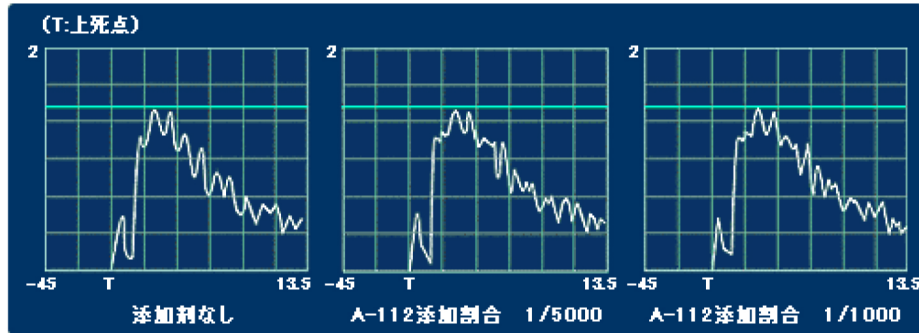


■明星大学理工学部 総合理工学学科生命科学・化学系
大学院理工学研究化学専攻 町並教授
原理、効果、安全性の認定



安全性

1、エンジン内部熱発生率上昇しない（車両例）



他社の燃料添加剤はニトロ系やアルコール系を素材としたものが多く、パワーは出るが熱発生率も通常より高くなってしまい、その為に大切なエンジンの寿命を縮めるトラブルが多くみられました。

計測データを見ると、A-112M添加剤注入後でも熱発生時のピーク値はほぼ変わらないか、やや低い事がわかります。さらに添加剤注入後の2つのグラフは、注入前のグラフと比較すると細やかな波形になっている事もわかります。これは燃焼が細かく完全燃焼に近い状態になっていることを表しています。

この結果、A-112M燃料添加剤は、燃費の向上と排気ガスのクリーン化が同時に実現できる、エンジンの特性を良く理解した上で注意深く作られた画期的な燃料添加剤ということが出来ます。

2、構成成分(機関にダメージを与える心配なし)

LUBRICON A-112Mは、植物由来の酵素プロメラインと、両親媒性物質β-シトステロール及び高級脂肪酸の組み合わせた添加剤で、燃料中に含まれる縮合多環性芳香族化合物や含硫黄芳香族化合物などが重層化して、アスファルテン様難燃性を形成するのを防止する。

従って燃焼効率が向上するとともに、環境問題となっている粒子状物質の排出を減らす効果がある。これらの効果は、軽油より重層化芳香族化合物によるスラッジ形成の問題が過酷な重油に用いた成功例で十分に立証されている。縮合多環性芳香族化合物は軽油中にも含まれ、粒子状物質排出の原因となる。(明星大学 町並教授考察)

3、添加量(非常に少ない量で、効果発揮)

A-112Mの添加量は、補油量に対して0.1%以下での使用。

LURICON実証テストのすすめ

■効果テスト実施

お客様から、国土交通省NEIS登録、大手船舶・防衛省での実績に関して一応の評価を頂くものの、お客様の機関で本製品の効果テスト実施を、ほとんどケース希望されます。⇒迷わず、LURICONの実証を。

■本製品の効果を、何をもって測るか？（物差し）

①物差し1 排ガス環境測定

多くのお客様では定期的に、排ガス測定(環境測定)を実施されています。

本製品が燃料油を改質することにより、排ガス測定項目中の総粉塵量(PM)と一酸化炭素(CO)値が低減されます。添加前後のそれらの数値を比較を行ってみてください。

②物差し2 燃費向上確認

燃料消費量の比較は、自然環境・機関への負荷量・仕事量など様々な条件を、添加前後で合わせる必要があります。しかし現実問題、添加前後の負荷要因や条件が一致するデータ取得は困難であるため、比較データの季節だけは同一にし、添加前後の時間あたりの燃料使用量測定の実施が望ましい。または、1Lあたり原単位比較を実施いただきたい。

③物差し3 機関へのスラッジ、スス堆積量比較

本製品は燃料油改質効果の他に、添加前に付着堆積したスラッジを溶解する力があり、添加前後の排煙色変化とともに物差しに使用したい。但し、感覚的な物差しになりやすいため、比較は写真撮影等で実施してください。

■LURICONは空気量を絞ることが出来る添加剤

『重要』 空気比の調整を実施してください。(完全自動を除く)

本製品を添加投入いただきますと、燃料油の分子が細かくし、タンク内の酸素と結合しやすくなり、少ない空気比で燃焼が可能になります。空気比理論値に近づけられ、結果、添加前より燃焼消費量を削減します。
(貫流ボイラー空気比理論値1.1~1.3) (排ガスO₂濃度3.5%に近づける)

確実に燃費を向上させるための調整設定

ルブリコンをご使用頂きますと、燃料消費量削減効果が見られない場合や逆に燃費が悪化してしまうことがあります。添加前より多く得られた熱が、伝熱面より効率よく使用されずに排ガス損失となり、無駄に燃焼してしまった結果です。その主要因は、添加後、従来設定されていたボイラー燃焼室へ送る空気量と油供給が過剰であるためです。

【ボイラー等の設定調整手順例】

1. 添加前後の数値測定と記録

- ①空気比(酸素濃度) ②排ガス温度 ③排ガス中のO₂値 ④排ガス中のCO値 ⑤油圧 ⑥消費燃料(時間あたり)

2. 調整

- ①空気比を1.1に近づける(排ガスO₂濃度が3.5%)ように、段階的に設定してください
②排ガス温度が適正な温度になるまで、上記1.を踏まえながら空気比と油供給量を調整
③上記1.を踏まえながら、火炎の状態が適正になるよる //
④空気比の調整とともに可能であれば、排ガス温度を確認しながら油供給量調整(ノズル変更)を行う

3. ポイント

- ①調整は不完全燃焼に気を付けて、CO値(一酸化炭素)が低くなるように行ってください
②排ガス中の残存酸素量と排ガス温度からも、空気比の過大・過少を推定できます
③油供給量の調整は、油圧を調整しても、排ガス温度が高い場合は、ノズルサイズを小さいものへ変更
④空気比が適正な火炎は、薄い橙色。燃焼室は見通しが良い
⑤ボイラー管理者様へ、不完全燃焼にならない範囲で調整を依頼されてください

燃費効果検証(詳細)

ルブリコン添加前後の燃料使用量か、原単位を比較して効果検証を行ってください。
添加後のデータ取得は、ルブリコンを最初に添加投入頂いてから10日位経過後、前項の設定調整を済ませてからになります。

【物差し】

1時間あたり燃料使用量か、生産量又は利用者数あたりの燃料使用を前年同月比データを使用して比較検証を行ってください。

＜毎月の燃料消費量をボイラー稼働時間で割り、1時間あたりの燃料使用量を算出します。燃料使用量を処理数・生産量などで割ると、生産量あたりの燃料使用量が算出されます。ボイラーが複数台ご利用の場合は、各ボイラーの月毎の稼働時間を合算して、ボイラー台数で割って、稼働時間を算出してください。＞

【ポイント】

- ①ルブリコン添加前後の環境や条件、時期を極力一致させること
- ②ルブリコン添加後前項で説明した、調整・設定をおこなうこと
- ③蒸発倍数を基本、物差しに使用しない

蒸発量あたりの燃料使用量で検証する場合は、ボイラーの状態に関連します。

ルブリコン添加投入により燃焼が良好になっても、ボイラーの状態が向上したり、熱が効率良く使われなければ、蒸発倍数の値は大きく変化ができません。その理由により、添加前後の効果検証物差しには使用しません

ルブリコンを燃料へ添加し、ボイラーで燃焼させますと燃焼状態が良くなりますが、添加前と比較して熱が伝熱面より効率良く使用されることが出来ず、排ガス損失となり、無駄に燃焼していることになり燃費も改善しません。また、蒸気発生を受けている缶(キャパ)は一定容量であるため、ルブリコン投入添加により燃焼効率が向上しても蒸発量の指標値では、効果が分かりにくいです