排気ガス浄化装置 (EGCS) を用いた海洋排出ガス問題への取り組み - 将来を見据えたオール・イン・ワン・ハイブリッド型 EGCS

Pia Meling

1. 排出ガス問題

2015 年 1 月以降, 船舶が排出規制海域 (ECA) 内で航行する際には, 船舶が使用する燃料の硫黄含有量を 0.1%以下に制限しなければならなくなりました. 現在のところ, ECA にはバルト海, 北海, 北アメリカ ECA (合衆国およびカナダのほとんどの海岸), およびアメリカ・カリブ ECA が含まれています.

図 1 世界の ECA 分布

また EU は, 2020 年までに EU 海域内での使用する燃料中の硫黄分の含有量を 0.5%に引き下げる計画であり, 他の国々も同様に 2020 年からこの基準(0.5%)を採用すると思われます.

図 2 低硫黄燃料油規制スケジュール

国際海事機関 (IMO) の MARPOL 条約でも, 2020

年以降 ECA 海域を除く全世界の海域で硫黄分 0.5%以下の燃料油の使用するように義務付けていますが, IMO はこの期限である 2020 年を 2025 年に先延ばしにすることができるという条項が条約中にあります. このような決定が下されたのは, 必要な低硫黄燃料油の供給体制の整備について IMO が行う調査結果を反映するためであり, IMO は本調査を 2018 年末までに完了することが法的に求められています. ところが再三の要請にもかかわらず, IMO の加盟国は燃料供給体制についての調査を前倒しで実施する要請を拒み続けています. そのため, 低硫黄燃料油の供給体制の問題が 2018 年末に明らかになったとしても, 各国政府が何らかの対応措置を取るにはあまりにも時間がなさすぎるというのが現状です.

そのため国際海運会議所 (ICS) は, 政治的判断は実質既になされており, 世界的な低硫黄燃料油規制は 2020 年から発効するというところでおそらく間違いのないだろうという結論に達しました. これを受けて, ICS の加盟メンバーは, 燃料油精油所が基準に適合した低硫黄燃料油を十分に供給できる体制を 2020 年までに確保することに協力してゆくことで合意しました.

北ヨーロッパおよびアメリカ海域内で頻繁に航行する船主は, このより厳しい低硫黄燃料油規制に既に対応し始めていますが, 彼らの持つ選択肢は以下の 3 つです.

- 新しい種類の燃料に適合するように船舶を改装する.
- 硫黄含有量の少ない高価な燃料を使用する.
- EGCS を設置し, 価格面で有利な燃料を引き続き使用して運行する.

a. を選択する場合, もっとも一般的に選択される燃料は LNG ですが, 世界の LNG 燃料供給能力は限られており, 一定の柔軟性を持つために通常は 2 種類も

しくは3種類の燃料を切り替えて使用できるシステムが選ばれています。

そのような複式燃料の推進機関を搭載するにはEGCSの3倍から4倍の費用がかかり、また必要なタンクも大きなものになるので、改装するのは容易ではありません。従って、複式燃料の推進機関を採用するのは主に新造船と、海岸近くの定期航路を航行する船舶(フェリー等)、またはLNGを貨物として積載する船舶となっています。

b.の方法は、現在のところほとんどの船主が選択している方法で、船上で必要になる改造工事がわずかで済むので(タンクの分割・清掃、燃料の切替え機構等)、資本的支出が最も少なく済みます。しかし、硫黄含有量が0.1%と高価な船舶用軽油(MGO)もしくは同等の燃料油を使用する必要があるため、運航費用が高くなります。

MGOは重油(HFO)と比べて平均して約2倍の価格で取引されており、本記事の執筆段階では原油価格の低下の影響を受けてMGOの価格も低下していますが、依然としてHFOの代わりにMGOを使うと平均してUS\$250-350/mt程度燃料費が上がることになります。

硫黄含有量を0.1%に規制するのに合わせ、いくつかの「混合燃料」が2015年に導入されました。しかし、MGOに対する価格差はUS\$10-25/mtと非常にわずかであり、また供給も限られており、異なった製品同士では混合できないことから、ほとんどの運航者にとって魅力的な選択肢とはなっていません。

c.の方法は、低硫黄油規制に適合する上で最も費用対効果の高い方法です。航行海域のほとんどがECA内の船舶では、EGCS搭載のための費用を1、2年の期間で回収することができます。また、ECAを出入りする際に燃料を切り替える必要がないという利点もあります。

EGCSは新造船への搭載だけでなく、既存船にも簡単に後付けすることができます。EGCSの技術は十分に実証された技術であり、本記事の執筆時点で搭載済みまたは発注済みの船舶がおよそ300から350隻あります。

市場には様々な設計のEGCSがあり、船型や航行海域に適したものを選択することができます。早い時期からEGCSを採用していたのはクルーズ船・フェリー業界で、特にCarnival社が先鞭をつけており、自社の70隻へのEGCS搭載計画があります。

図3 現在のEGCS採用船の船種別内訳

しかし、世界の船舶のほとんどは貨物船であり、そのためClean Marineでは、特にタンカー、ばら積み船、コンテナ船、Ro-Ro船といった商船に適した独自のEGCSを開発してまいりました。

2. EGCS に特化

Clean MarineはEGCS専業であり、性能面・価格面で優れた船舶用排気ガスクラバーメーカーとして高い評価をいただいております。

図4 Clean Marine EGCSの概形

Clean Marineが独立会社となったのは2006年ですが、それ以前にTorvald Klavenessグループの一員として2004年からすでに研究開発を始めていました。最初の1 MWの試験機は2004年から2008年にかけて、MANのHoleby(デンマーク)研究所で製作・試験されました。その後、2009年にパナマックスタンカー「Baru号」で10 MWのEGCSの長期的な船上試験を行い、2011年からはトロンヘイム(ノルウェー)の研究機関MARINTEKに0.6 MWの実証研究装置を

設置しました。また、10MWの実機をレトロフィット搭載した載貨重量 48,000 トンのハンディマックスバルカー"Balder 号"は、Clean Marine のスクラバーを実用搭載した最初の船となりました。この装置が 2013 年に必要な承認を全て取得したことにより、"Balder 号"は低硫黄燃料油使用の代替措置として EGCS を使用して北アメリカ ECA を航行した最初の船舶となりました。

長年海事産業界で培った知識に、革新的で品質優先のノルウェー伝統の高い技術力を融合させて我々のスクラバーは開発されました。Clean Marine の本社はノルウェーのオスロにあり、海事および加工業界の両分野出身の高い技術力を持つスタッフが在籍しており、現時点で 40 人以上のスタッフが勤務しています。Clean Marine と提携しているパートナーは世界中にいるため、船主および造船所の両者と緊密な関係を築くことができます。また Clean Marine の世界的なネットワークにより、新造船でも既存船でも EGCS を搭載するに当たり、必要な専門知識や機器を直接ご提供することができます。

Clean Marine の主要な株主は、Klaveness Invest AS, Nanga Partnership L.P.および AS Atlantis Vest です。彼らは海事産業の内外において高い評価を受けている強力な投資者であり、長期に亘って Clean Marine の株主であり続けることを確約しています。Clean Marine と株主の共通の願いは、海事産業の持続的発展に寄与することです。

3. 貨物船に適した装置

Clean Marine はこれまで、AET 社、Dorian LPG 社、Stolt Tankers 社、BP shipping 社といった品質を重視する船主に選択頂いております。

2014 年の 11 月には、栄誉ある"Tanker Technology Innovation Award" (タンカー技術革新賞) を受賞しました。この賞は"Tanker Shipping & Trade"紙の編集長 Edwin Lampert 氏から、ロンドンで行われたタンカー会議にて授与されたものです。本賞は、「革新的な技術を採用し、タンカー運航の効率性および経済性を著しく向上させたと認められる独創的な製品もしくはサービス」に与えられるものです。

図 5 タンカー技術革新賞受賞式で

2015 年 1 月 2 日に現代重工業から Dorian LPG 社 (アメリカ) に引き渡され竣工した ECO VLGC "Corvette 号"には、船級と旗国の承認を得た Clean Marine 製の EGCS が搭載されました。

図 6 ECO VLGC "Corvette 号"竣工式

承認を取得した EGCS により、この新造船は高価な MGO 燃料を使用することなく、低硫黄燃料油に関する現行及び今後の規制に対応することができます。

Dorian LPG (USA) 社の CEO である John Lycouris 氏は以下のように述べています。

「ガス運搬船市場の中で Clean Marine 製の EGCS を最初に搭載したことを、Dorian LPG は大変誇りに思っております。また"Corvette 号"運航することにより、市場の同種船舶に対して技術的・環境的に相当なアドバンテージを持つことができると期待しています。

Clean Marine が Dorian LPG の所有船"Corvette 号"に納入したハイブリッド型 EGCS は、USA 海域における洗浄水のより厳しい規則にも適合できる最新の装置です。今後海運業界が、価格競争力を維持しながら ECA における新たな低硫黄油規制や 2020 年の世界的な規制に適合していく上で、EGCS が大きな役割を担うであろうことは間違いありません。

本装置の設計、納入、試運転を通じて Clean Marine と協力できたこと、また船級および旗国の承認手続きも非常にスムーズに行われたことを大変うれしく思っております。」

図7 進水する ECO VLGC “Corvette 号”

2013 年に Clean Marine は、韓国の三星重工業が AET 社向けに建造している 2 隻のシャトルタンカーに搭載する EGCS のメーカーに選定されました。

図8 三星重工業建造のシャトルタンカー命名式

EGCS の搭載は 2014 年中に行われ、三星重工業はこの最新式のタンカーを 2015 年の上半期に竣工させる予定です。

2 隻ともノルウェーの石油メジャーである Statoil 社に 10 年間定期傭船され、北海/バレンツ海のノルウェー海域にある油田で運航されることになっています。載貨重量 120,000 トンのツインスケグタンカーをそのような厳しい環境下で問題なく運航するには、現在運航されているどの DP シャトルタンカーよりも優れた仕様のタンカーを建造しなければなりません。高出力のスラスターとエンジンを装備し、悪天候条件下でも問題なく運航することができるものになります。AET 社は環境の保護と環境保全技術の実現に尽くすことを公表しており、Clean Marine の協力が大いに期待されています。

図9 海上公試に向かうシャトルタンカー

4. EGCS の構造・作動

4.1 単一ユニットのハイブリッド型 EGCS

特許取得済みの Clean Marine 製 EGCS は、特に海事産業界の要求を満たすことができるよう設計されており、あらゆる排出源の排気ガスを同時に処理することができます。つまり、ボイラーを含む船上にある全ての排気ガスを共通の EGCS ユニット 1 台で処理することができるので、投資額を短い期間で回収することができます。また、全ての排気ガスは 1 台の EGCS ユニットに接続されますが、その際に燃焼装置に余計な背圧を生じさせることはありません。これは、独自のガス再循環機構と、2 台の強力なファンを採用することにより可能となりました。

- 2 台のファンの吸引能力は発生する排気ガス量を上回っているため、圧力が上昇してしまいうことはありません。
- 開放ノズルリングにより、浄化されたガスの一部が未処理ガス中に再循環されます。
- ファンとノズルリングを組み合わせる効果により、マニホールドの圧力を ± 0 に保っています。
- マニホールド内の圧力検知器が設定値を超えた圧力を検知すると、ガスをバイパスします。

図10 ガス再循環機構(BDR)の作動の様子

ECO VLGC “Corvette 号”に搭載されている Clean Marine 製 EGCS は、主機 1 台、発電機エンジン 3 台およびボイラー 1 台の合計 5 台の排気ガス発生源からの 1 時間あたり合わせて 140,000 kg の排気ガス中に含まれる硫黄酸化物 (SOx) と粒子状物質の両方を 1 台の EGCS ユニットで浄化します。

AET 社向けのシャトルタンカーに納入する EGCS は、主機 2 台、発電機エンジン 5 台およびボイラー 3 台からの合計 10 台、1 時間あたり合計 220,000 kg の排気ガスを 1 台の EGCS ユニットで浄化します。

図 11 システム構成機器配置の一例

4.2 今後の規則に対する対応

Clean Marine の EGCS は、水域によって異なるなどの規則にも適合する海洋環境を保全する上で最適な装置であり、船主にとっても将来を見据えた装置であるといえます。Clean Marine の EGCS は、オープンループモードでも海水とアルカリ液（水酸化ナトリウム溶液）を同時に使用することができます。つまり、排出水に関する IMO 規則および世界中の地域規制すべてに満足するように排水口での pH を 6 以上に保ちつつ、非常に高い浄化効率を達成することができます。

図 12 センサー類の配置状況

燃料油中硫黄分に関する IMO の要件が有害な粒子状物質 (PM) に対する人体の暴露を最小限に抑えることを求めている点に留意し、現行の硫黄油規制要件を上回る独自の PM 捕捉機構を本装置の中に組み込んでおります。

Clean Marine の装置は他社の装置に比べより柔軟

なオープンループシステムを採用しているため、船舶がアルカリ度や塩濃度の高い水域から低い水域に航行したとしても、SOx の浄化効率が落ちることはありません。オープンループモードでは、汽水域や河川、河口域でも、硫黄含有量制限値 0.1% 相当を達成することができます。周囲の海水に十分なアルカリ度がない場合、水酸化ナトリウム溶液が自動的に注入され、硫黄分の捕捉効率を調整します。

図 13 GPS による ECA 内外識別のイメージ図

Clean Marine の EGCS は水酸化ナトリウム溶液を中和剤として用いているため、洗浄排出水に対する現行の pH 制限値にかなりの余裕をもって対応することができます。放出される洗浄排出水の水質は IMO の規則要件を上回っており、より厳しい「船外排水口での pH が 6 以上」という米国 EPA の要件にも適合しています。排出水中の pH が中性に近いという特性により、ローカルルールの要求内容に違いがあったり不明確な点があったりしたとしても、Clean Marine の EGCS は将来的に対応できなくなることはありません。

排出水中の pH が中性に近いということは、船体および配管に対する腐食性が少ないということでもあり、装置の長寿命化や保守点検費用の低減に寄与します。

Clean Marine はさらに、オープンループモードのみの EGCS も提供しており、この装置は環境面の要求が最も厳しい DNV GL の船級符号 "Clean Design" の要件に適合しています。この要求に適合するためには、船外排水口での pH が 6 以上なければなりません。(ただし操船中および航行中には、取水口と排水口における pH の差が最大 ±2.0 以下であれば許容されます。)

主だった傭船者は既に新造船を長期傭船する場合 "Clean Design" 符号を取得するよう要求しており、環境にやさしい海運への感心が高まるにつれ、"Clean Design" 符号を取得していることが船主にとって商売上のアドバンテージになるものと考えられます。

Clean Marine は 2013 年 8 月, 株式会社カシワテックを日本市場での販売総代理店に選任し, 代理店契約を締結しました。カシワテックは船舶用消火装置やタンカーのイナータガス装置などの分野で日本を代表するメーカーです。同社はイナータガス装置を通じてガス浄化の技術を有しており, Clean Marine にとって手強い競合社となる可能性がありましたが, EGCS 分野での協業を模索した結果, 両社の強みを生かし合う道を選ぶことで合意できました。

近い将来, 日本でも EGCS の需要が出てくれば, 国内に合弁会社を設立し, Clean Marine-Kashiwa ブランド名での販売だけでなく, 幅広い分野で協業する関係を構築してゆくことでも合意しています。

著者紹介

- Pia Meling
- 1975 年生.
- Senior Marketing & Communications Manager, Clean Marine.
- ノルウェー経営学学校にて MBA 取得.
- 国際海運における 12 年の実務経験.

<原文英文, 翻訳 株式会社カシワテック>