

国際海事機関(IMO)による排ガス SO_x 規制に対応した 船舶用ハイブリッド SO_x スクラバーシステムの開発と実船搭載

Development and Installation of Marine Use Hybrid SO_x Scrubber System
that Complies with IMO SO_x Emission Regulations



渡辺 祐輔*¹
Yusuke Watanabe

小柳 翔*²
Sho Koyanagi

国際海事機関(IMO)による船舶からの硫黄酸化物排出規制に対するソリューションのひとつとして、当社は三菱化工機(株)と共同で船舶用排ガス脱硫装置“ハイブリッド SO_x スクラバーシステム”を開発した。本システムは清水循環モードと海水1パスモードという2つの排ガス洗浄方式を有する“ハイブリッド型”であり多様な航行海域での排ガス脱硫が可能な仕様となっている。加えて、要素機器のパッケージ化により船内スペースの有効利用が可能で、工期短縮にも寄与しているものとなっている。本システムは 2016 年2月に就航した川崎汽船(株)の自動車運搬船に搭載され、実海域での試運転結果から十分な脱硫性能を有することが確認された。

1. はじめに

船舶排ガスによる大気環境への負荷低減が求められている中、排ガスに含まれる硫黄酸化物(SO_x)の排出を抑制するため、船舶が使用する燃料油中の硫黄分濃度に係る規制が段階的に強化されることが MARPOL 条約(International Convention for the Prevention of Pollution from Ships: 海洋汚染防止条約)附属書VI第 14 規則に規定されている。この規制により欧州の北海およびバルト海や北米沿岸海域など汚染物質の排出規制海域(ECA: Emission Control Area)では 2015 年1月1日以降、硫黄分が 0.1%を超えない燃料油の使用が強制化されている。また、ECA 以外の一般海域においても早ければ 2020 年1月1日以降にも 0.5%を超えない燃料油を使用することが義務付けられる。ECA は今後さらに拡大する可能性があり、各国各地域でも独自の規制を導入する動きもある。

MARPOL 条約附属書VI第4規則では低硫黄燃料油使用の代替手段として、燃料油燃焼装置から排出される排ガス中の硫黄酸化物を規制値以下に低減できる装置(EGCS: Exhaust Gas Cleaning System)を使用することが認められている。低硫黄燃料は従来の重油燃料に比べ高価な上、将来的な需要増加に対する供給能力は不透明であるといった背景から、安価で十分な供給能力のある従来の重油燃料の継続使用が可能な EGCS に対する需要が高まっており、ECA を航行する船舶を中心に急速に普及しつつある。

2. 船舶用 SO_x スクラバーシステムの開発

当社では、EGCS に対する需要の高まりに応えるべく、陸上用排煙脱硫装置メーカーとして多数の建設実績を有する三菱化工機(株)と共同で 2010 年から船舶向けに EGCS の一種である湿式脱硫装置の開発を開始した。当社総合研究所の長崎地区に2ストロークディーゼル単筒試験機(定格出力 762kW)の排ガスを処理するスクラバー実証プラントを設置し、各種試験を通してデ

*1 交通輸送ドメイン船舶海洋事業部船海エンジニアリング部 主席技師

*2 交通輸送ドメイン船舶海洋事業部船海エンジニアリング部

イーゼル機関の排ガス脱硫に関するデータを蓄積した結果、脱硫性能に関しては脱硫率 98%以上であり上述の規制を十分満足することがわかった。図1に SO_x スクラバー実証プラントの外観を、図2に排ガス脱硫試験時のスクラバー出口 SO₂ 濃度挙動例を示す。

本報で取り上げるハイブリッド SO_xスクラバーシステムは、上記実証プラントにより得られた知見をもとに、MARPOL 条約附属書 VI 第 14.1 規則及び第 14.4 規則において規定される燃料油の硫黄分規制との同等性を確保するための要件を定めたIMO MEPC.259(68) “2015 Guidelines for Exhaust Gas Cleaning System” (以下 EGCS ガイドライン) に準拠して開発された製品である。



図1 SO_x スクラバー実証プラント

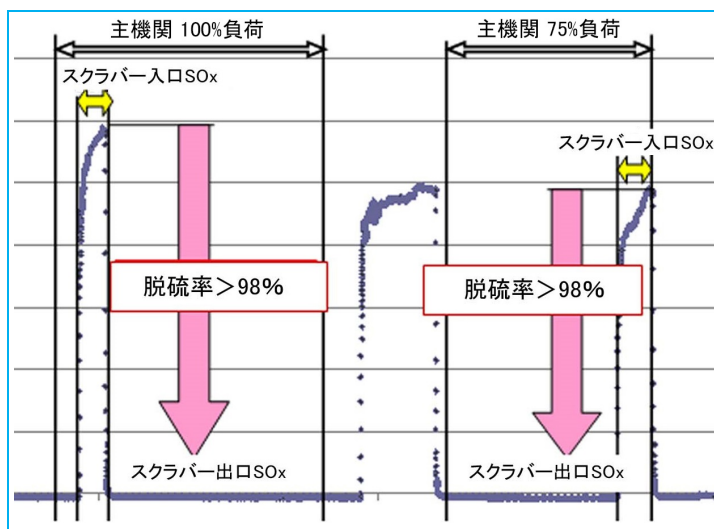


図2 排ガス脱硫試験時のスクラバー出口 SO₂ 濃度挙動例

3. ハイブリッド SO_x スクラバーシステムの概要

本システムは排ガス洗浄水を苛性ソーダで中和しながら循環利用する清水循環モード(図3)と取水した海水を直接排ガスに散布する海水1パスモード(図4)という2つの排ガス洗浄方式を有する“ハイブリッド型”であり、大洋、河川、港内等多様な航行海域における排ガス脱硫が可能な仕様となっている。

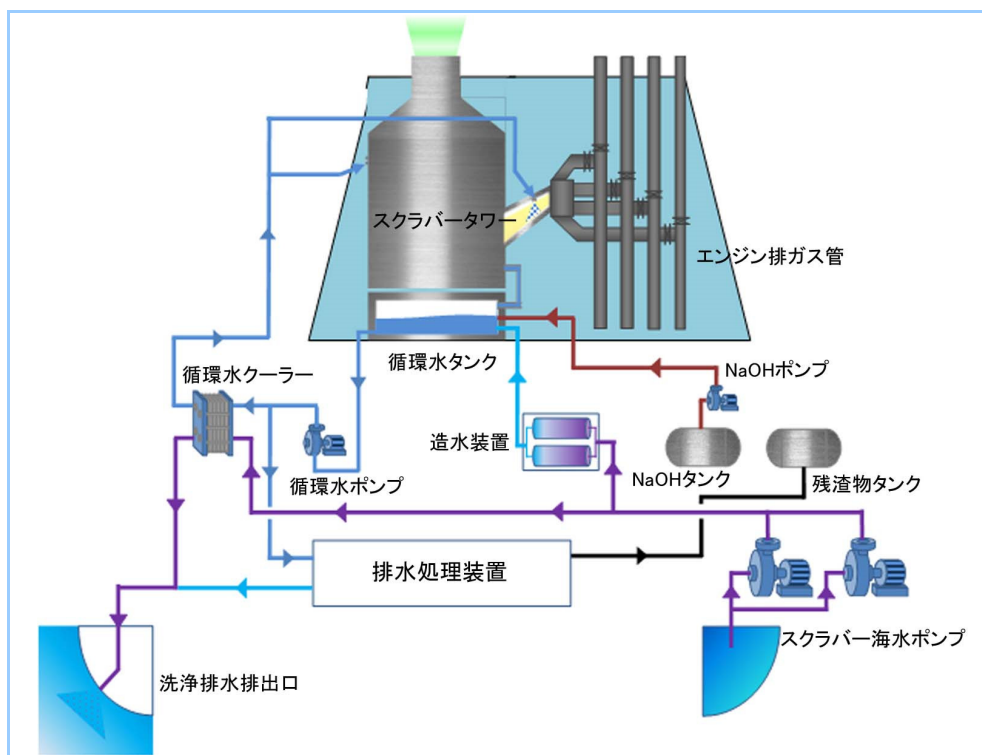


図3 清水循環モード

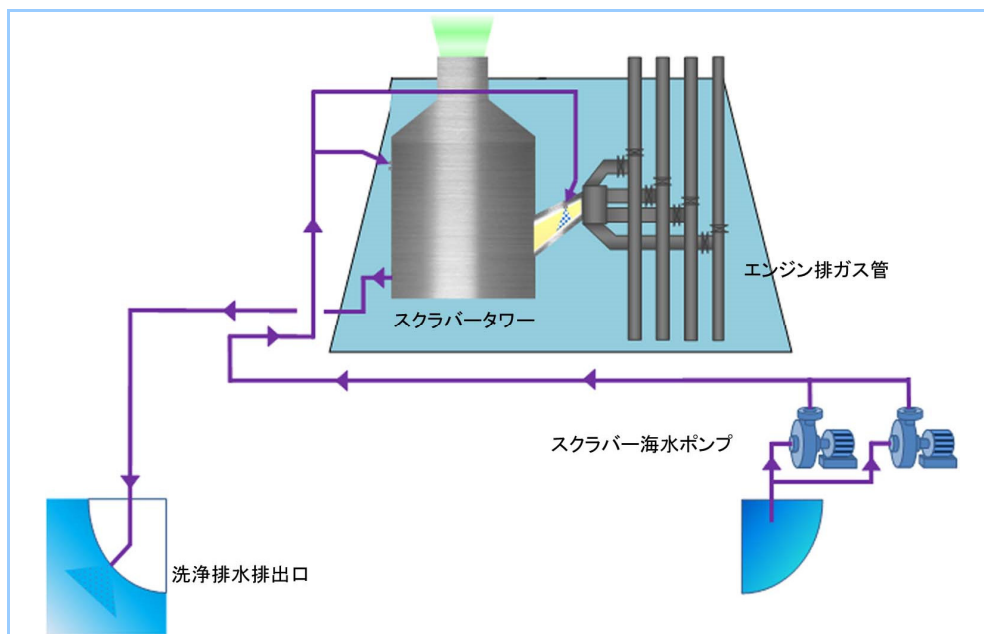


図4 海水1パスモード

本システムはスクラバータワー、各種ポンプ、熱交換器、排水処理装置、排ガス・排水監視記録装置、苛性ソーダタンク、残渣物貯蔵タンク等複数の要素機器で構成されている。スクラバータワーは複数機関の排ガスをタワー1基で処理する“マルチストリーム型”であり、タワー内部はシンプルな構造で可動部もないため保守性に優れ、かつ低圧損を実現している。

4. ハイブリッド SO_x スクラバーシステムの特徴

4.1 システムの自動化

本システムの構成要素機器は機関制御室に設置された SO_x スクラバーオペレーションパネルにて統合監視される。また、スクラバーの発停 (ON-OFF)、洗浄モード等の切替は簡単なタッチパネル操作により自動で行うことが可能であり、煩雑な弁操作は不要となっている。

4.2 機器のパッケージ化

本システムを構成する清水循環ポンプ、熱交換器、排水処理装置、苛性ソーダタンク、残渣物貯蔵タンクといった主要機器は、ISO 規格のコンテナに内蔵されコンテナモジュールとして供給することもできる。これにより、限られた船内スペースの有効利用が可能となるだけでなく、工期短縮にも寄与する。また、船種によってはコンテナモジュール方式により主要機器を船外に配置することが可能である。主要要素機器を船内に分散配置した例を図5に、コンテナモジュール化し船外暴露部に配置した例を図6に示す。

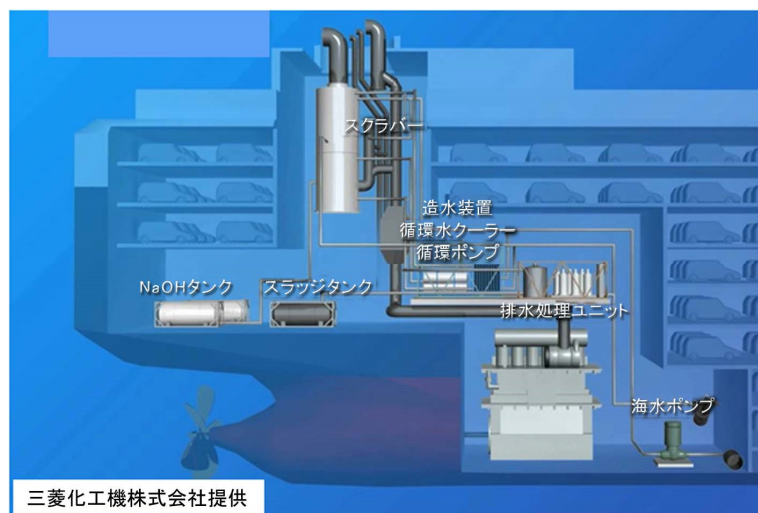


図5 本システムの船内配置例

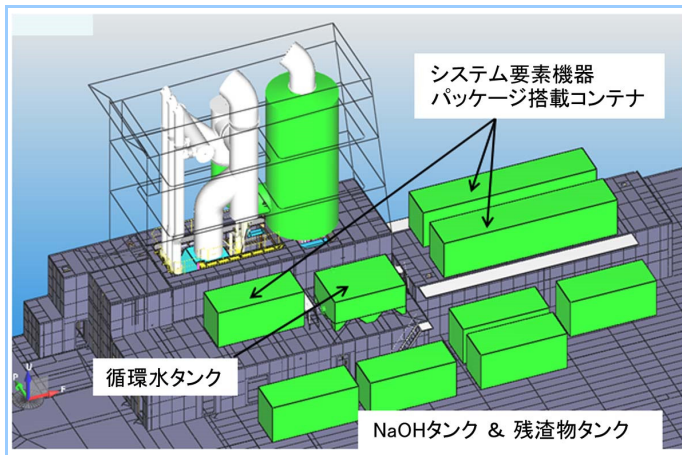


図6 本システムのコンテナモジュール方式による配置例

このコンテナモジュール方式では、船内に追加配置が必要な主要機器は煙突ケーシング内のスクラバータワー及び船底の海水ポンプのみであり、就航船へのレトロフィットの場合でも容易に搭載することができる。船外に配置されたコンテナモジュールは取り外しができるため、老齢船舶に本システムを搭載し廃船する際にモジュールを他の船舶に載せ代えて使用する“リユース”も可能である。

5. 実船へのシステム搭載

5.1 大型自動車運搬船への搭載

本システムは、川崎汽船(株)が進めてきた環境に優しい海運を目指す“DRIVE GREEN PROJECT”のもと、次世代環境対応フラッグシップである 7500 台積み大型自動車運搬船“M.V. DRIVE GREEN HIGHWAY”に搭載された(図7)。本船搭載の SO_x スクラバーシステムでは主機関及び3台の発電機関の排ガス管がエンジンケーシング内部に設置されたスクラバータワーに接続されており、15MW クラスの機関排ガスを同時に洗浄することが可能となっている。熱交換器、排水処理装置等の主要機器は 40 フィートコンテナ(図8)に内蔵され、ガレージデッキ船尾暴露部に据付けられている。苛性ソーダ及び残渣物は船内に設置されたヒーター付ステンレス製 ISO タンクコンテナに貯蔵する。



図7 大型自動車運搬船
“M.V. DRIVE GREEN HIGHWAY”



図8 主要機器のコンテナパッケージ

5.2 海上試運転

本船の海上試運転にて SO_x スクラバーシステムの実海域における脱硫性能を確認した。排ガス量に対する洗浄水量の割合(液ガス比)に対する脱硫率を図9に示す。この結果から清水循環モード、海水1パスモードどちらの洗浄方式でも液ガス比を適切に選定することで排ガス中の硫黄酸化物を EGCS ガイドラインの要求値を満足するレベルまで除去できることがわかる。これはスクラバー実証プラントで確認した傾向ともほぼ一致しており、本システムが想定された脱硫性能を有していることが確認できた。

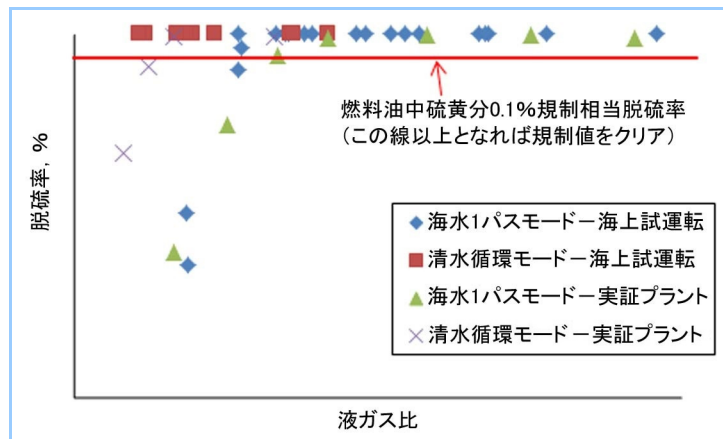


図9 本船搭載 SOx スクラバーシステムの脱硫性能

6. まとめ

当社は、三菱化工機(株)と共同で船舶用排ガス脱硫装置“ハイブリッド SOx スクラバーシステム”を開発した。本システムは、多様な航行海域で排ガス脱硫が可能な仕様となっており、自動化により煩雑な操作を不要とし、機器のパッケージ化により船内スペースの有効活用を可能としている。川崎汽船(株)の大型自動車運搬船“M.V. DRIVE GREEN HIGHWAY”へ搭載されたハイブリッド SOx スクラバーシステムの実海域での試験により、本システムが十分な脱硫性能を有することが確認され、今後は ECA 内での実運用が開始される予定である。

SOx スクラバーシステムの開発及び実船搭載は、一般財団法人日本海事協会(NK)、川崎汽船(株)、ジャパンマリンユナイテッド(株)、三菱化工機(株)との共同研究体制のもと、NK の“業界要望による共同研究スキーム”による支援を受けて実施したものである。本プロジェクトの玉成に向けて様々なアドバイスを頂いた NK を始め、御協力頂いた関係者の皆様に深く感謝する。