



船用SO_xスクラバ(脱硫装置)の開発



三菱日立パワーシステムズ株式会社
環境プラント総括部 脱硫技術部
横浜脱硫設計課

佐々木 良三



三菱日立パワーシステムズ株式会社
環境プラント総括部

副総括部長 長安 立人

1. はじめに

大気環境でのSO_x排出抑制は、従来、火力発電所等の陸上での固定排出源を対象に、規制されていた。

海上での船舶においても、IMO（国際海事機関）の定める規則により排ガス中の硫黄酸化物（SO_x）の排出規制強化が決まり、欧州の北海及びバルト海や北米沿岸海域等、汚染物資の排出規制海域（ECA：Emission Control Area）では2015年以降、硫黄分が0.1%を超えない燃料油の使用が強制化された。また、ECA以外の一般海域においても2020年からすべての船舶を対象に、低硫黄燃料油（0.5%）への燃料転換または排ガス洗浄装置の設置が義務付けられる。

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船用SO_xスクラバ（脱硫装置）に対する需要が高まっている。

このように環境規制が強化される中、三菱重工業(株)のグループ会社である三菱造船(株)と当社は火力発電所向けの排煙脱硫装置等で培った総合排煙処理技術と、三菱造船(株)が保有する船海エンジニアリング技術を融合し、大型コンテナ船等の大出力機関にも対応できる高い処理能力を有した船用SO_xスクラバを開発したので以下に紹介する。

2. 火力発電所向け海水方式脱硫装置

日本では1960年代以降に深刻化した環境問題への対応から大気汚染物質の排出基準値が段階的に強化されており、当社は排煙処理技術のパイオニアとして国内外の主に火力発電所向けに環境装置を設計・納入しており環境保全に取り組んできた。

火力発電所からの排ガスを脱硫処理するプロセスとしては主に湿式法、乾式法、半乾式法があるが、当社は世界的に最も普及が進んでおり、かつ信頼性の高い湿式法の適用を主に行っている。その中でも船舶の排煙処理に適した海水脱硫方式について紹介する。

図1に海水脱硫装置のシステムフローを示す。海水方式の脱硫装置では、排ガス中硫黄分の吸収剤として石灰石や水酸化マグネシウム等の薬剤を使用せず、海水中に自然に含まれるアルカリ成分を利用して脱硫を行う。シンプルな構成であることから吸収剤が入手困難である場合や、副生物の処理が困難な場合でも、脱硫が可能であるため近年東南アジアや中近東、インドを中心に新興国の発電所で採用される機会が増えている。海水脱硫の原理としては、吸収塔で海水中に排ガス中のSO₂を吸収し、これにより発生した亜硫酸イオン（HSO₃⁻）を酸化槽で大量の空気と接触することにより酸化処理することで、硫酸イオン（SO₄²⁻）として無害化する。

ものである。硫酸イオンは海水中に大量に含まれており海洋環境に対しての影響はほとんどない。酸化槽では中和・ばっ気処理によりpHが調整されるとともに、酸化処理によって減少した溶存酸素が回復され、最終的に海洋に放流される。

当社では海水脱硫として最高濃度レベルのSO₂を処理する重油焚きプラント向け（サウジアラビア）や、世界最大級1,000MWの石炭焚きプラント（マレーシア）に海水脱硫装置を納入し、問題なく稼働している実績を活かして、多様な顧客ニーズに応える海水脱硫装置の設計を行っている。火力発電所向け海水脱硫装置の脱硫率実績値は99%を超え、ECAで求められる脱硫率に対して、十分に高い実績を得られている。

3. 船用SOxスクラバへの展開

船用SOxスクラバでは、脱硫吸収液として海水を使用し、構成がシンプルで限られたスペースに設置可能な海水方式の脱硫装置を採用する。

基本原理は火力発電用の脱硫装置と同様で、取水した海水を吸収塔に供給、直接排ガスに散布する。海水中に自然に含まれるアルカリ成分を利用して硫黄分を除去するシステムである。相違点としては脱硫処理後の海水の処理方法にある。火力発電所の場合、各国各地域の規制に適合するように、酸化槽で脱硫処理後の海水を酸化・pHの調整等を行い発電所近隣の海洋へ排水するが、船用SOxスクラバに関しては、IMO (International Marine Organization) MEPC.259 (68) "2015 Guidelines for Exhaust Gas Cleaning System" (以下、EGCSガイドライン) に従い、排水のpH、PAH、濁度等の船用SOxスクラバに対して規定されている規制値を適合していることを確認した上で船外へ排出することになる。当社船用SOxスクラバもEGCSガイドラインに準拠して開発設計を行っており、英国の船級協会であるLloyd's RegisterよりAIP (Approval In Principle) を取得し、当社船用SOxスクラバシステムがEGCSガイドラインに適合していることを承認されている。

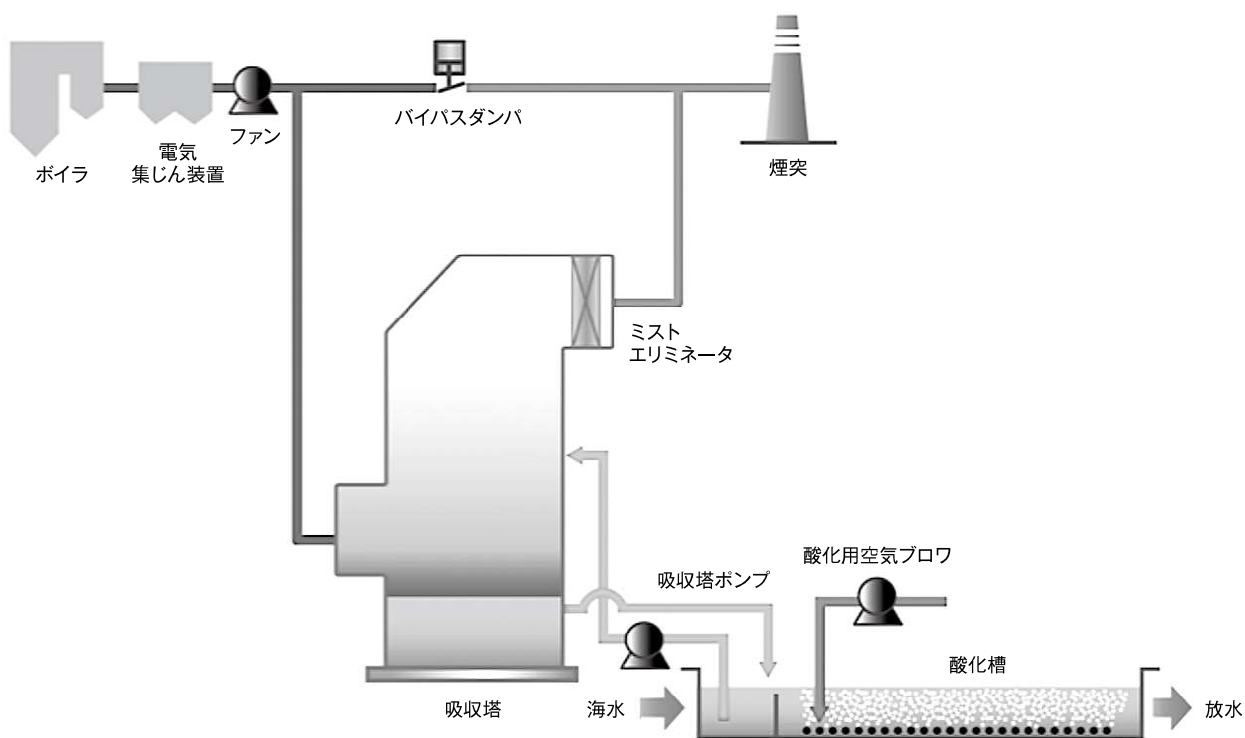


図1 海水脱硫装置のシステムフロー

また、船用への転用に当たり検討しなければならない課題が、船体の振動・揺れに対する対策となる。当社は、三菱造船㈱が長年培ってきた造船技術に基づく解析方法を用いて、振動解析及び疲労設計について検討を行った。図2に解析モデルのモデル化範囲及び極詳細メッシュモデルの例を示す。疲労強度評価の結果、25年以上の疲労寿命となる十分な疲労強度を有することを確認した。

4. 船用SOxスクラバの特徴

(1) ECAにおいてもオープンループ方式で対応可能

当社では30～75MWクラスの大出力機関の排ガス脱硫処理に対して、苛性ソーダ等の薬剤を用いる必要のないオープンループ方式を採用し、ECAの規制値にも対応可能な船用SOxスクラバを開発した。表1に機関出力ごとに適応可能な型番リストを示す。

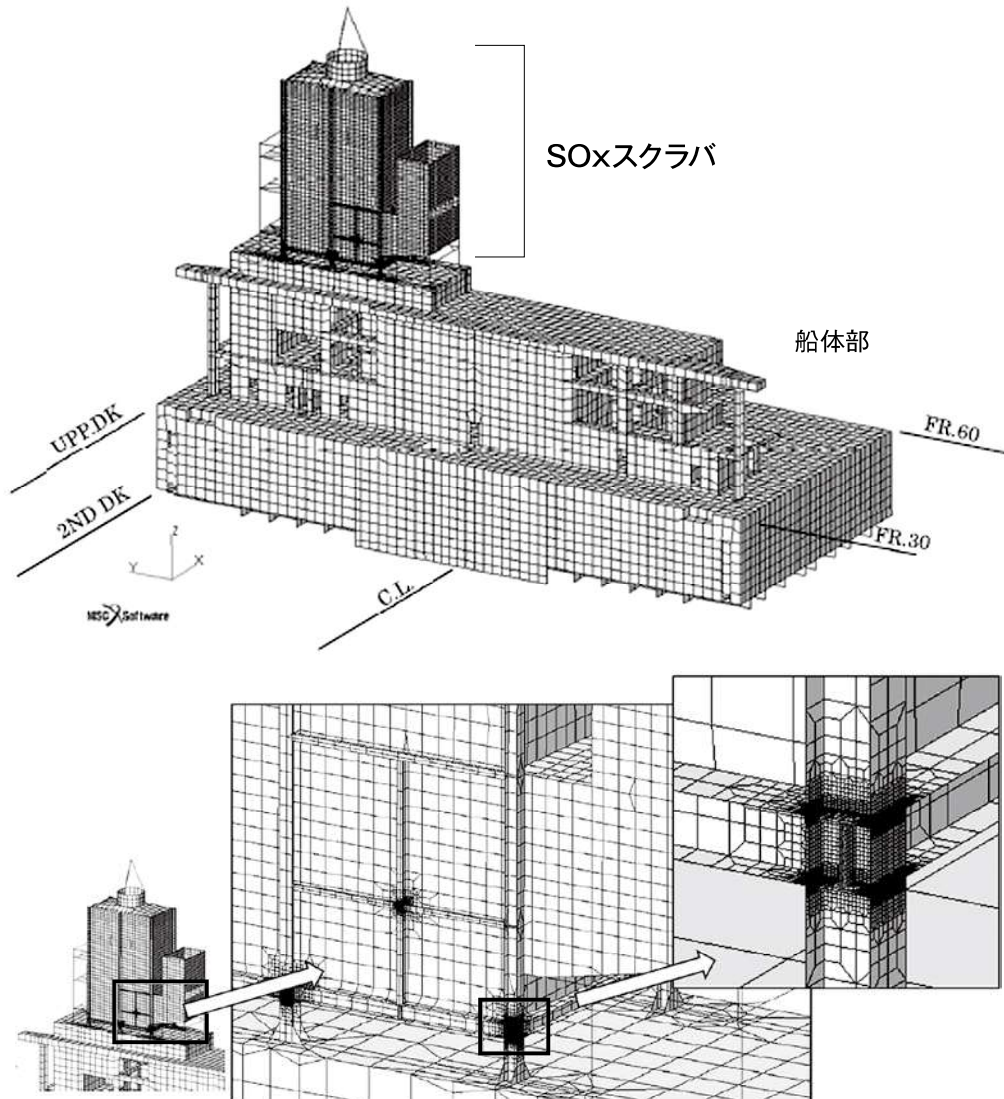


図2 疲労解析モデル化範囲

表1 船用SOxスクラバの型番リスト(参考)

機関出力		30MW～40MW	40MW～50MW	55MW	60MW～65MW	70MW～75MW
型式		M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
スクラバ寸法	幅	4.7m	4.7m	4.7m	4.7m	4.7m
	長さ	5.7m	6.7m	7.7m	8.7m	9.7m

(2) 容積効率の高い角型吸収塔

図3に当社船用SOxスクラバの外観を示す。角型の吸収塔は縦・横比を比較的自由に変更できるため、限られたスペースの船舶に対して最適な配置が可能であり、既存の円筒形スクラバに比べると容積効率が低い。中でもコンテナ船に対しては、スクラバ搭載によりコンテナ積載量を下げることなく搭載することができ、角型による配置上の大きな優位性がある。



図3 船用SOxスクラバ外観

図4に大型コンテナ船に当社スクラバを搭載した配置イメージを示す。本船は居住区と煙突が独立した2アイランド型の大型コンテナ船で、エンジンケーシング内にスクラバ本体が収まり、コンテナ積載数を減らすことなく配置している例である。

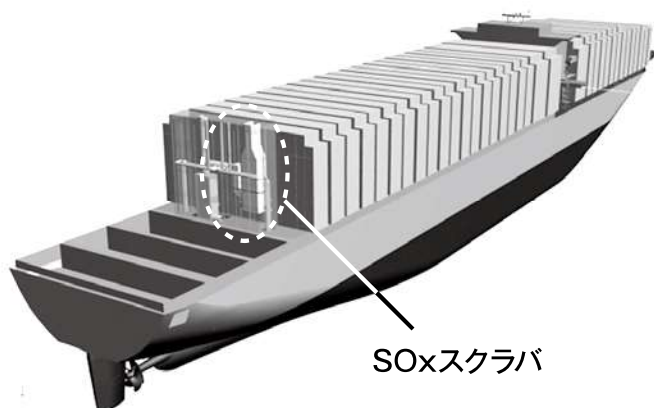


図4 大型コンテナ船スクラバ配置イメージ

(3) 三菱造船(株)と当社の共同開発

排煙脱硫技術、造船技術の双方を保有しているグループ会社は全世界の中でも稀で、三菱造船(株)及び当社は、100年以上にわたる経験を持つ造船技術、船海エンジニアリング力や、火力発電所向けに蓄積した排煙脱硫技術により多種多様な船舶に対して、新造船だけでなくレトロフィットについても短納期、低コスト、高品質で最適な船用SOxスクラバシステムを提案可能である。

5. おわりに

船舶排ガスによる大気環境への負荷低減のため規制が強化される中、三菱造船(株)、及び当社は火力発電所向けの排煙脱硫技術を転用して船用SOxスクラバを開発した。本装置は航行される海域によらず規制値を満足できる仕様であり、多様な顧客ニーズに応えることができる。

2020年の規制強化開始に向けて、当社船用SOxスクラバを世界各国の顧客へ提供していくことを通じて、当社ビジョンステートメントでもあるエネルギーと環境という地球規模の課題解決に貢献していきたいと考える。