

# PS-16 SOx スクラバの小型化に関する研究

環境・動力系 \* 平田 宏一, 市川 泰久, 高橋 千織, 益田 晶子, 中村 真由子, 馬 駿

## 1. はじめに

2020年の燃料油硫黄分濃度規制 (SOx 規制) に伴い, 排ガス中の SOx を除去する排ガス後処理装置であるスクラバが注目されている。2017年までにスクラバを搭載している船舶は246隻とされ, その多くは総トン数10,000 GT以上の比較的大きい船舶である<sup>1)</sup>。スクラバの適用範囲を拡大し, 数百~数千トン程度の比較的小さい船舶にスクラバを搭載する場合, スクラバ本体の小型化が必要となる。

本報では, スクラバの小型化に着目し, 高压洗浄水を用いる並行流ジェット式スクラバにおいて脱硫性能を詳細に調査した結果について述べる。

## 2. SOx スクラバの小型化

船舶に使われる SOx スクラバは, エンジンの排ガスと洗浄水を接触させて, 排ガス中の SO<sub>2</sub> (二酸化硫黄) を吸収・除去させている。図1に代表的なスクラバの形式とそれぞれの特徴を示す。本研究では, 従来の充填塔式や対抗流式と比べて本体の大幅な小型化が可能な並行流ジェット式スクラバに着目し, 当所の実験用ディーゼルエンジンと実験用スクラバによる実機試験を行った。また, 並行流ジェット式スクラバは, 排気管内に高压の洗浄水を噴射するため, 他の形式と比べてポンプ動力が増大することが懸念される。そのため, 洗浄水噴射の適切化, すなわち洗浄水噴射量の最小化を検討するため, スクラバ内の洗浄水の噴霧状態が SO<sub>2</sub> の処理能力に及ぼす影響を詳細に調べることにした。

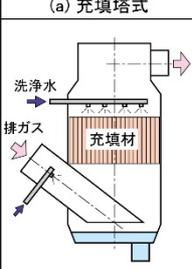
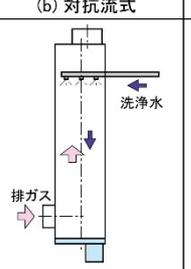
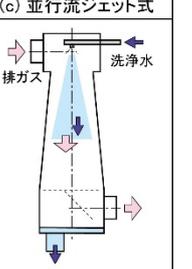
(a) 充填塔式	(b) 対抗流式	(c) 並行流ジェット式
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>内部充填材があり, バイパス管が必要となる。</li> <li>多量の洗浄水が必要となる。</li> <li>高い脱硫性能が得られやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内部充填材がなく, バイパス管が不要である。</li> <li>圧力損失が大きい。</li> <li>高い脱硫性能が得られにくい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内部充填材がなく, バイパス管が不要である。</li> <li>圧力損失が低く, 高いガス速度で運転できる。</li> <li>ポンプ動力が大きい。</li> </ul>

図1 SOx スクラバの形式と特徴

## 3. 試験設備及び試験方法

図2に試験設備の概要を示す。以下の試験においては, 定格出力257kWのディーゼルエンジンと既設の実験用スクラバを用いた。本スクラバは, SO<sub>2</sub>濃度が約800ppm, 最大流

量が約1200Nm<sup>3</sup>/hの排ガスを処理できるように設計された充填塔式スクラバである<sup>2)</sup>。以下の試験では, 並行流ジェット式スクラバの性能を調べるため, スクラバ入口の直管部分 (洗浄水噴射ノズルから0.9m離れた位置) でSO<sub>2</sub>濃度等の排ガス性状を計測した。

洗浄水の噴霧状態が脱硫性能に及ぼす影響を調べるため, 図3に示す3種類の異なる仕様の噴射ノズルを組み合わせたことができる噴射ノズルポートを試作した。表1に以下の試験で使用した噴射ノズルの仕様を示す。

並行流ジェット式スクラバの実機試験としては, 排ガス計測位置を変化させたときの排ガス性状の計測やオープンループスクラバによる使用を想定して洗浄水に海水を使用したときの排ガス性状の計測などを行っており, 多くの実測データが得られている。次章では, エンジン負荷率及び洗浄水流量を変化させて排ガス性状を計測した結果を紹介する。洗浄水には循環清水を使用し, 燃料には硫黄分濃度約2.2%のC重油を使用した。

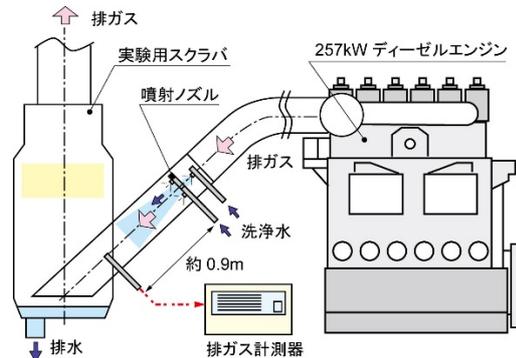


図2 SOx スクラバ試験設備の概要

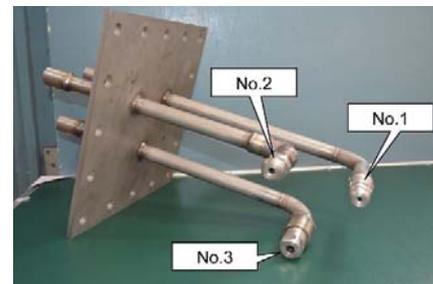
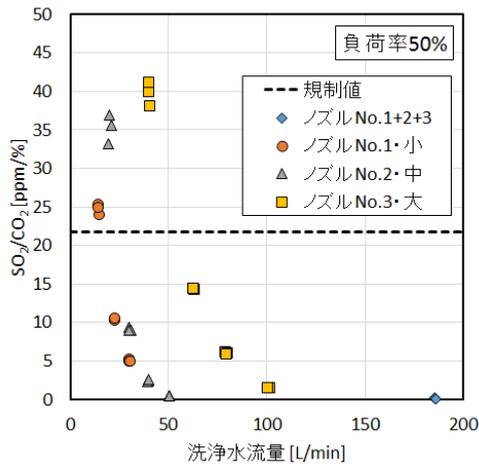


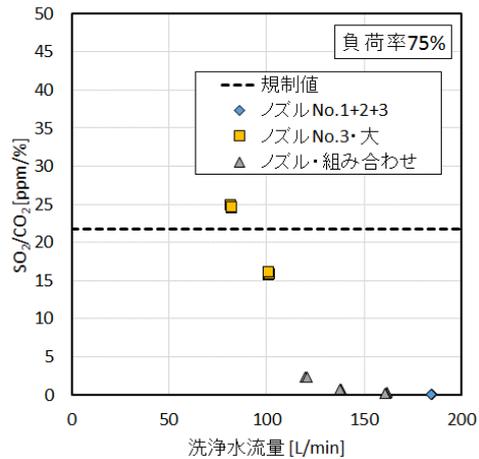
図3 試作した噴射ノズルポート

表1 試験で使用した噴射ノズルの仕様

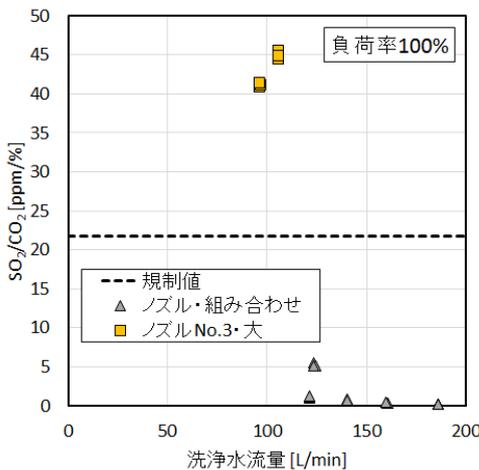
No.	定格流量 (1 MPaG)	オリフィス径 (呼び径)	最大異物 通過径
No.1	28 L/min	4.5 mm	2.8 mm
No.2	52 L/min	6.2 mm	3.6 mm
No.3	107 L/min	9.5 mm	5.2 mm



(a) エンジン負荷率 50 %



(b) エンジン負荷率 75 %



(c) エンジン負荷率 100 %

図4 噴射ノズル及び洗浄水流量を変化させたときの試験結果

#### 4. 並行流ジェット式スクラバの試験結果

図4は試験結果の一例であり、噴射ノズル及び洗浄水流量を変化させて脱硫性能を計測した結果である。同図に示す破線は規制値を表しており、SO<sub>2</sub>濃度[ppm]とCO<sub>2</sub>濃度[%]の比が21.7以下であれば、燃料中の硫黄分濃度0.5%以下に相当し、規制値をクリアしていることになる。

同図(a)はエンジン負荷率を50%としたときの結果であり、No.1またはNo.2の噴射ノズルを使うことにより、No.3



図5 設計・試作した小型SO<sub>x</sub>スクラバ

の噴射ノズルを取り付けたときと比べて、少ない洗浄水流量で規制値をクリアする脱硫性能が得られていることがわかる。同図(b)はエンジン負荷率を75%としたときの結果であり、No.3の噴射ノズルを使うことで規制値をクリアする脱硫性能が得られている。同図(c)はエンジン負荷率を100%としたときの結果であり、No.1~No.3の噴射ノズルを組み合わせることで十分な脱硫性能が得られている。

これより、スクラバのSO<sub>2</sub>の処理能力は噴射ノズルの影響を強く受け、洗浄水流量に応じた適切な噴射ノズルを用いることによって少量の洗浄水であっても高い性能が得られることが確認された。すなわち、洗浄水噴射ポンプの電動機にインバータなどを取り付け、適切な制御をすることによって、ポンプ動力の小出力化が可能になると考えられる。

#### 5. まとめ

本報では、スクラバの小型化に着目し、並行流ジェット式スクラバの脱硫性能を調査した結果について述べた。実機による試験より、長さ0.9m程度の排気管においてSO<sub>x</sub>規制をクリアする脱硫性能が得られ、適切な噴射ノズルを用いることでポンプ動力の小出力化が図られる可能性があることを確認した。これらの結果を踏まえて、著者らは小型SO<sub>x</sub>スクラバの性能を実証するため、図5に示す試験装置を設計・試作した。これらの研究成果が環境問題の課題解決に貢献することを期待したい。

#### 謝辞

本研究は、平成30年度に実施した国土交通省からの受託研究により実施しました。関係各位に深く感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 安達雅樹：船舶データベース“World Fleet Register”を使った排ガス対策技術の普及調査，平成30年度海上技術安全研究所研究発表会講演集，(2018)，pp.228-229.
- 2) 春海一佳ほか：船舶の省エネ・環境技術の評価に関する研究，海上技術安全研究所報告，第15巻，第1号，(2015)，pp.35-86.