

自動車運搬船における船倉内の換気計画の評価と設計手法に関する研究

羅, 涛

<https://hdl.handle.net/2324/1807038>

出版情報：九州大学, 2016, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）

氏名：羅 涛
論文名：自動車運搬船における船倉内の換気計画の評価と設計手法に関する研究
区分：甲

論文内容の要旨

国内外の自動車工場から消費地へ完成車両の輸送用に、造船所において自動車運搬船が建造されている。自動車運搬船はPCC (Pure car carrier)あるいはPCTC (Pure car and truck carrier)と略称され、自動車やトラックを輸送することに特化した船舶である。このため、PCC/PCTCは一般航海で多くの車両を輸送できるように多数の広い車両甲板が積層され設計されており、完成車両の荷役にはRORO (Roll-on/roll-off)方式が取られ、船尾のクォーターランプから各車両甲板を結ぶランプウェイを通して荷役が行われる。荷役中は船倉内で発生する車両の排気ガスから荷役作業者の安全衛生を確保することや、防火のために可燃性ガスの滞留を防ぐために、通常では、IMO(International Maritime Organization)の SOLAS(The International Convention for the Safety of Life at Sea)条約および船級協会の設計基準を基にして、大容量のファンを用いて換気回数を20(回/時)以上に設定して換気が行われている。同時に多数の大容量のファンを運転するため、船倉内の換気効率や省エネルギーに配慮した換気計画が、艦装設計における課題として挙げられる。

本研究では、自動車運搬船における換気計画の評価および船倉内の換気のためのファンやランプウェイの配置設計手法の構築のために、実際に運用されるPCCの船倉内の風況計測方法の構築、および、この結果を基にしたCFDモデルによる船倉内の気流速分布の把握のための風況シミュレーション、さらに換気効率の把握のための換気シミュレーションについて検討を行い、換気効率向上のための設計手法について検討を行い、PCCの効率的な換気計画について有効性を示した。

本論文は、6章からなり、第1章では研究の目的および研究の概要について述べた。

第2章では、実際に運用されるPCCの船倉内での換気状況を把握するため、風況計測法について述べた。給気口からはファンにより5m/sec.程度の強い気流が船倉内に給気されるが、船体中央に行くに従い、流速は減衰して気流が僅かに感じられる程度の微風状態になる。このため、一般に用いられる熱式あるいはベーン式風速計による気流計測では測定限界以下になり検出は難しくなる。これまで、多くの造船所における船倉内の通風試験においては発煙筒等を用いて気流を可視化して把握しているが、ここでは微風速センサーを用いて作製した治具に取付け、1デッキについて船倉内に計測点を92点設定して、船体中央および船首、船尾付近の微風域を計測を行い、計測による車両甲板上での気流速分布の把握を試みた。

第3章では、車両デッキでの汚染質の換気状態の解析法と換気効果の評価法について述べた。換気状態の解析にはCFDによる風況の流体解析と、汚染質の濃度に関わる物質輸送方程式を連立させて汚染質の換気に関わるシミュレーション計算法について述べた。また、換気効果を把握するための評価法として、これまでの代表的な評価法である部屋の体積を基にした換気回数に加え、新鮮空気の時間的評価を基にした空気齢、空気余命、空気寿命について考察を行った。また、瞬時一様拡散モデルによる換気効率の評価指標について提案を行った。

第4章では、車両デッキにおける風況解析と汚染質濃度の評価について検討を行った。PCCの単層の車両デッキにおける風況把握のために、3章で述べた風況シミュレーション計算法の適用を行い、2章で述べた風況計測結果との比較を行った。風況シミュレーションでは換気装置の泡消泡器

付きの有無などの形態，ファンの規模，ダクト形状により給気形態が異なり風況が大きく変わることとを考慮してファンの給気部のモデル化について検討を行った。また船倉内の通風路として自然換気口やランプウェイ等の通風口の排気部のモデル化についても検討を行った。計算と計測実験結果の比較から，風況シミュレーションモデルの有効性を確認した。さらに，汚染質の換気シミュレーションの適用を行い，船倉内の空間的な換気効果を把握するために，空気齢，空気余命，空気寿命，瞬時一様拡散モデルによる換気効率の評価指標について検討を行い，提案したシミュレーション計算法や換気効果の評価法の有効性を確認した。また，船倉での換気効率工率向上のための改善案について提案を行い，換気ダクトの増設，ブラスターの増設，ピストン流の生成について，シミュレーション計算による検討を行い有効性を確認した。

第5章では，PCCの多数層のデッキを有する複雑な船倉内の換気状態を解明するため，船内に搭載する車両を異なるデッキに導くためのランプ・ウェイ設備のレイアウトによる換気効果の評価法について検討を行った。計算による検討ではUpper deck上層の3層の甲板における換気シミュレーションモデルの構築法について検討し，ランプ・ウェイの種類の配置の異なる代表的なケースについてシミュレーション計算を実施した。船倉内のランプ・ウェイは換気計画のための通風路として役割を担う場合があるため，設備の配置設計の指針について検討を行った。

第6章では，換気ファンの配置による換気効果の評価と換気計画について述べた。換気ファンを給気量を満足するだけの所定量のみで，取付しやすい位置に配置するだけでは，船倉内空気を攪拌するだけであり換気効果は薄い。このため，換気ファン配置の計算法について述べ，風況および換気シミュレーションから提案の計算法の有効性を確認した。また，船倉内の汚染質を円滑に換気するためのファン配置のための設計指針と換気計画法について述べた。

第7章では，以上の研究成果を総括して結論とした。