

船舶損傷時の復原力を維持する「復原力回復装置」の開発 -貨物搭載能力の確保・船型制約の緩和-

Development of New System Enhancing Ship Damage Stability



大和 邦昭*¹
Kuniaki Yamato

植村 洋毅*²
Youki Uemura

恩塚 政憲*¹
Masanori Onzuka

近年、損傷時復原性規則の強化により、損傷後の残存復原力の要求が厳しくなっている。当社では強化された規則に対応するため、同規則が適用される RoRo 船 (Roll-on/Roll-off 船)、自動車専用運搬船 (PCTC: Pure Car & Truck Carrier)、及びフェリーへの搭載を対象に復原力回復装置を開発した。これらの船舶に復原力回復装置を搭載することで、航行中に万一船体が損傷した際、下部車両区画に浸水した海水を船底部空所等に導き、素早く重心を下げて、損傷により低下した復原性を高めることが可能となる。本報では、復原力回復装置の概要、効果、及び取組みについて紹介する。

1. はじめに

海上人命安全条約 (以下 SOLAS 条約) 第 II-1 章の全面改正により、2009 年 1 月より船舶が損傷した際の復原力に関する規則 (以下 損傷時復原性規則) が強化されたことを受け、当社独自の工夫により、損傷時の転覆リスクを軽減する復原力回復装置を開発し、国内*¹ 並びに海外 (韓国*²、アメリカ*³) で特許を取得した。

※1 特許登録番号:4814120 ※2 特許登録番号:1152059 ※3 特許登録番号:8087370

復原力回復装置の搭載対象となるのは同規則が適用される新造船で、RoRo 船、自動車専用運搬船、及びフェリーの 3 船種である。いずれの船種も多数の車両を搭載できるように喫水線には大きな船楼を有しており、喫水線下は高速航行を目指してやせ型船型になっているという特徴を持つ。これらの船種を対象として低コストで信頼性のある装置の開発を目指した。本報では、復原力回復装置の概要、効果、及び実用化例について紹介する。

2. 損傷時復原性規則の強化

損傷時復原性規則の改正前まで乾貨物船 (含む RoRo 船、自動車専用運搬船) には確率論に基づく損傷時復原性規則が適用され、旅客船 (含むフェリー) には決定論に基づく損傷時復原性規則が適用されていたが、今般の規則改正を受け、旅客船にも確率論に基づく規則が適用されることとなり、これにより規則適用の調和が図られた。

この確率論の基本コンセプトは、船舶の水密区画群への損傷確率と、その水密区画群が浸水した後の平衡状態における残存復原力を生存確率として評価し、あらゆる損傷ケースを想定して、各損傷確率と生存確率の積を足し合わせた値である到達区画指数 (Attained Subdivision Index) が、乾貨物船及び旅客船についてそれぞれ定められた算式から求まる要求区画指数 (Required

*1 船舶・海洋事業本部 船海技術総括部 下関船海技術部

*2 船舶・海洋事業本部 船海技術総括部 下関船海技術部 課長

Subdivision Index) 以上あることを求めるというものである。決定論では想定する損傷範囲が決まっており、すべての損傷状態において残存復原力が規則要求を満足することが求められるのに対し、確率論では様々な損傷範囲を想定するため、損傷後に残存復原力が低いケースがあったとしても最終的に全損傷ケースを考慮した到達区画指数が要求区画指数より大きければよい。

この確率論に基づく規則は、従来の SOLAS 条約の乾貨物船に対する損傷時復原性規則がベースとなっているが、到達区画指数を計算する喫水ケースの増加、各区画の浸水率の見直し、さらには要求区画指数の増加等、同じ乾貨物船でも従来規則に対して強化が図られている。また旅客船では、決定論の損傷要件を担保するために、確率論に加えて船側及び船首区画に一定の大きさの損傷を想定したケースにおいても十分な残存復原力を有することが課せられている。

3. 復原力回復装置の概要

復原力回復装置は、航行中に万一船体が損傷した際、船内に浸水した海水を船底部近傍の空所(ボイドスペース)に強制浸水させること(ダウンフラッディング)で、高さ方向の重心を素早く下げ損傷により低下した復原性を高めることを目的としている。

図1に復原力回復装置の概念図を示す。復原力回復装置は海水を導入する空所と車両甲板等に設けられた空所に通じる水密扉等を備えた海水導入孔、及び船内への浸水の監視と水密扉の開閉を制御する浸水監視制御装置より構成される。図2に示すように、海水を導入する空所はフィンスタビライザ室、ダクトキール(ダクト構造を採用した竜骨)、搭載制限のあるバラスタタンクなどと兼用させることで船底部付近に確保する。また海水導入孔によるダウンフラッディングのほか、図3に示すように必要に応じて空気抜き管を船内適所に配置することで、損傷の際に迅速かつ確実な注水・重心低下を実現する。

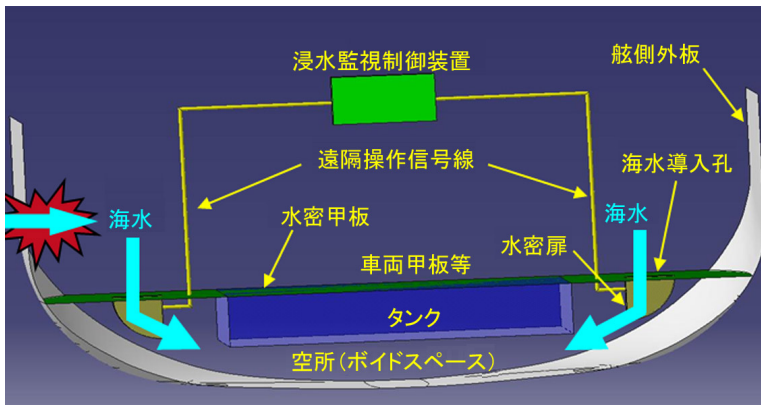


図1 復原力回復装置概念図

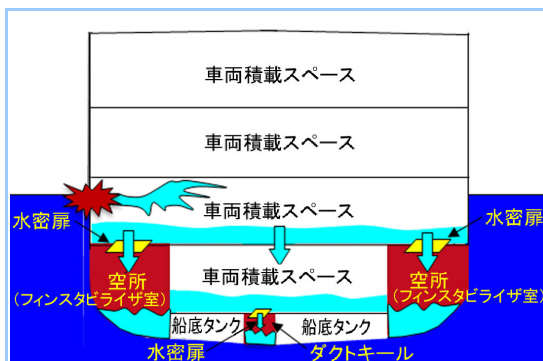


図2 水密扉によるダウンフラッディングイメージ図

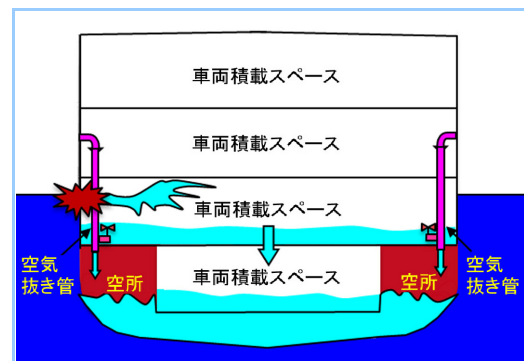


図3 空気抜き管によるダウンフラッディングイメージ図

また、同装置を搭載することにより、損傷時の予備復原力を確保するための措置が不要になり、以下のデメリットを回避できる。

- 初期復原力を増加させるための船体拡幅による推進性能の低下、燃費の悪化

- 重心降下用の海水バラストを搭載することによる車両重量の減少
- 二次浸水抑制を目的とした下部車両積載スペースの小区画化による積載車両台数の減少, 及び車両通行性の悪化
- 航海中に重心高さを抑えるための車両搭載制限

4. 復原力回復装置の実船搭載への取り組み

復原力回復装置を初採用したのは、全長 170m の RoRo 船でトレーラシャーシ約 170 台, 乗用車約 100 台を積載し, 23kt の船速を誇り, 従来の同クラス RoRo 船に比べ燃費を約 10%改善した省エネ船である。当社下関造船所(山口県下関市)で建造し, 2013 年3月に引き渡しされた。本船は, 復原力回復装置を装備することにより, 規則改正前の従来の RoRo 船並みの貨物積載能力と車両通行性の確保に加え, 推進性能については, 船型制約を緩和できたことで, 省エネ化を達成することができた。

以下, 表1に本船の主要目を示す。また, 図4に本船の全景を, 図5に本船の下部車両甲板に備え付けられたダウンフラッドイングハッチを示す。

表1 復原力回復装置搭載 RoRo 船
主要目

資格	JG 第4種船, 限定近海, 非国際
垂線間長× 幅×深さ(m)	158.0×27.0×23.27
満載喫水(m)	6.70
総トン数(国内)	約 10,500
航海速力(kt)	23.0
主機関	9S50ME-C8.2×1set 13 920kW×127.0rpm
旅客定員	12 名
貨物搭載能力	トレーラシャーシ 172 台 乗用車 95 台
その他装備品	バウスラスタ×1 スタンスラスタ×2 フィンスタビライザ×1組



図4 復原力回復装置搭載 RoRo 船

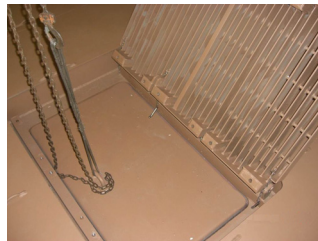


図5 下部車両甲板 ダウン
フラッドイングハッチ

5. まとめ

当社は RoRo 船, 自動車専用運搬船, 及びフェリーの豊富な建造実績をもとに, 数々の技術と経験を蓄積しており, 復原力回復装置という新技術の開発により, 更に安全性, 信頼性, 経済性, 及び環境性能に優れた船舶の設計, 建造が可能となった。今後も多様化するお客様のニーズ, 規則動向をしっかりと把握し, お客様の満足度, 付加価値の高い船舶の開発に取り組むとともに, 復原力回復装置など特許に裏打ちされた差別化技術により積極的な提案型営業に取り組んでいく所存である。

参考文献

- (1) ”復原力回復装置の開発”, KANRIN(咸臨) 43 号(2012) 70 頁
- (2) 日本船舶輸出組合 最新造船技術要覧 2013 年版
- (3) Masanori Onzuka, MHI's New System Enhancing Damage Stability, INTERFERRY37th Annual Conference 2012, Dubai, U.A.E.