

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1134

December 2020

## 船舶の係留施設への衝突事故に関する基礎的分析

松田茂・宮田正史

Basic Analysis of Factors and Damage Due to Accidents of Ship Collision with Mooring Facilities

MATSUDA Shigeru, MIYATA Masafumi

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1134          December 2020

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

---

本資料の転載・複写のお問い合わせは  
〔 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1  
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019 〕  
E-mail:ysk.nil-pr@gxb.mlit.go.jp

国土技術政策総合研究所資料

No.1134

船舶の係留施設への衝突事故に関する基礎的分析

December 2020



## 船舶の係留施設への衝突事故に関する基礎的分析

松田 茂\*・宮田正史\*\*

### 要 旨

本資料では、過去の船舶に関する事故報告データ（運輸安全委員会船舶部門による約12年分の報告書）から、船舶単独事故のうち「岸壁・護岸等との衝突」した事故（全618件）を抽出し、港湾の計画・整備・維持管理等に関する施策検討の基礎資料とすることを目的として、船舶の係留施設への衝突事案を対象に基礎的な分析を行った。得られた知見は以下のとおりである。

船舶の係留施設への衝突事故に着目すると全565件のうち着岸時の発生が約7割と多数を占め、また、全事故案件の6割以上が風を要因としたものであった。船舶の係留施設への離着岸時に風の影響により発生する衝突事故は288件発生していたが、海側から陸側に向かって風が吹く場合に5割強と多く発生する一方、船首側からの風向時には事故は少なくなる傾向が認められた。

船舶が係留施設本体に衝突したケースは478件存在し、多くの場合、コンクリートの部分的な欠損や擦過傷等に損傷は留まり、港湾機能への影響が及ぶと判断される案件は約8%の40件と比較的少なかったものの、その殆どのケース(36件)で鋼管杭や矢板本体、スリット等の主要構造部材の損傷が認められた。また、港湾機能に影響が及ぶと判断される案件40件のうち約1/3の13件は船体のバルバス・バウが係留施設本体に衝突しており、岸壁本体の大規模な損傷にバルバス・バウの衝突が関与しているケースが比較的多いことが示された。さらに、係留施設の構造形式別に港湾機能に影響が及ぶ案件の発生割合を分析すると、重力式と矢板式がそれぞれ約5%であったのに対し、杭式では約10%と相対的に高い値を示し、杭式は重力式や矢板式に比較して、船舶の衝突に対しては相対的に脆弱であることが示された。

船舶が係留施設の付帯設備に衝突したケース207件のうち港湾機能に影響が及ぶと判断されるケースが約57%にあたる118件存在したが、損傷の対象やパターンは多岐にわたっていた。特に、ガントリークレーンへの船体の衝突案件10件では全案件で港湾機能への影響が及ぶと判断され、クレーンへの衝突は最も避けるべき衝突形態の一つであることがわかった。

キーワード：船舶衝突，係留施設，構造形式，付帯設備，風，バルバス・バウ

---

\*管理調整部 情報・施工システム研究官  
\*\*港湾研究部 港湾施設研究室長  
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所  
電話：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail：ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

## Basic Analysis for Factor and Damage of Ship Collision Accidents with Mooring Facilities

MATSUDA Shigeru\*  
MIYATA Masafumi\*\*

### Synopsis

In this study, we analyze 618 JTSB (Japan Transport Safety Board) reports for the past 12 years, focusing on accidents involving vessel collisions with mooring facilities in Japan. The main purpose is to organize a basis for formulating countermeasures in various stages including the plan, design, and maintenance of port facilities.

The findings are as follows:

- About 70% of the 565 collisions with mooring facilities occurred in the docking process. In more than 60% of all collisions, one factor of the collision was wind. In the 288 cases that occurred in docking or undocking processes and which were also influenced by wind as a factor of the collision, 55% of the collisions occurred when the wind blew from the seaward side to the mooring facility side, and only 11% occurred when the wind blew from the forecastle side.
- There were 478 cases in which a ship collided with the main body of a mooring facility. In many of these cases, the damage was mainly surface scratches or partial loss of concrete, and was not very severe. We characterized only 40 cases (8%) as cases that influenced port functions, and in most of these cases (36 cases), the severe damage was of main structures such as steel pipes, steel sheet pipes, and slit caissons. One-third of the cases that influenced port functions involved the bulbous bow of a ship colliding with the main body of a mooring facility. The ratio of appearance of cases that influenced port functions in collisions with the main body was about 5% for gravity quay wall structures and steel sheet pile structures, and about 10% for steel pipe structures, indicating that steel pipe structures are not as sturdy as the other two types of structures.
- There were 207 cases in which a ship collided with an auxiliary structure of a mooring facility, 118 of which (57%) corresponded to cases that influenced port functions. This ratio is high compared with the ratio for collision with the main body, and the subjects and patterns of damage are various. All of the collisions with container gantry cranes (10 cases) were cases that influenced port functions, and cable reels were damaged in 8 out of 10 cases.

**Key Words:** ship collision, mooring facilities, types of quay walls, ancillary facilities, winds, bulbous bow

---

\* Research Coordinator for Information and Construction Systems, Administrative Coordination Department, Port and Harbor Department, NILIM  
\*\* Head, Port Facilities Division, Port and Harbor Department, NILIM

## 目 次

1. はじめに	1
1.1 背景	1
1.2 本資料の目的及び構成	1
2. 基礎情報, 既往研究及び対象データ	1
2.1 船舶の事故に関する手続など	1
2.2 船舶の係留施設への衝突事故に関する既往研究	4
2.3 船舶の係留施設への衝突事故に関する既往データ	4
2.4 本資料の対象データ及び整理方法	6
3. 船舶の係留施設への衝突の実態及び分析	7
3.1 事故全般に関する実態	7
3.2 船舶側から見た衝突事故の実態及び分析	10
3.3 係留施設側から見た衝突事故の実態及び分析	12
4. 船舶の離着岸時の接触事故の要因分析	16
4.1 着岸時の船体挙動(左舷・右舷着け)の影響	16
4.2 離着岸時における風向・風速の影響	17
4.3 離着岸時における潮流の影響	19
5. まとめ及び今後に向けて	19
5.1 まとめ	19
5.2 今後に向けて	20
謝辞	21
参考文献	21
付録 運輸安全委員会事故調査報告書リスト	22





## 1. はじめに

### 1.1 背景

船舶の係留施設への衝突に起因する施設本体やコンテナガントリークレーン（以下ガントリークレーンとする）などの付帯設備の損傷により、長期間にわたり係留施設が利用できなくなる事例や、台風等による船舶の走錨により船体が臨海部橋梁に衝突し、港湾の物流や人流に大きな影響を及ぼすような事故事例が近年散見される。図-1.1 に船舶の係留施設への衝突のイメージ図を示すが、船体側面が施設側面と衝突するのみならず、船体の舳先やマストが係留施設上部のガントリークレーンと衝突するケースや船体のバルバス・バウ（球状船首）が水中部で栈橋の鋼管杭に衝突して鋼管杭の座屈に至るなど、水中部での衝突によって大規模な損壊に至るケースも多く存在する。一方、船舶の損傷事例を写真-1.1 に示すが、バルバス・バウの圧壊や船側部の破口、擦過傷に至るまで船舶側の損傷の形態も多様である。

これらの衝突事故の発生を抑制し、被害の軽減を図るためには、港湾施設の整備・管理側の視点に基づく分析を行い、港湾施設の計画、設計、事故復旧、維持管理など、各ステージにおける対策につなげていくことが重要である。しかしながら、このような視点に立ち、港湾周辺における船舶の衝突事故の実態を把握し、その分析を行った検討・研究事例は数少ない。

### 1.2 本資料の目的及び構成

以上の背景のもと、本資料では船舶や航空機、鉄道の事故等について、再発防止を目的として事故の概要や原因についてとりまとめ、web でその内容が公表されている運輸安全委員会（船舶部門）の約 12 年の期間の事故調査報告書<sup>1)</sup>（以下、ことわり書きがある場合を除き「事故調査報告書」とする）から、船舶単独事故のうち「係留施設・護岸等との衝突」を抽出し（全 618 件）、船舶の係留施設（一部護岸含む）への衝突事案を対象に基礎的な分析を行い、船舶の係留施設への衝突事故の実態について明らかにすることを目的とした。これらの結果は、船舶事故の発生の抑制や被害軽減のためのさらなる検討を行うための基礎材料としての活用を期待するものである。

本資料の構成を示す。まず、2. では、船舶事故発生時の諸手続や既往の研究事例、船舶の係留施設への衝突事故に関する既往データを紹介した上で、本資料の分析対象である事故調査報告書の概要と事故データの整理方法を説明する。また 3. では、係留施設への衝突事案のデー

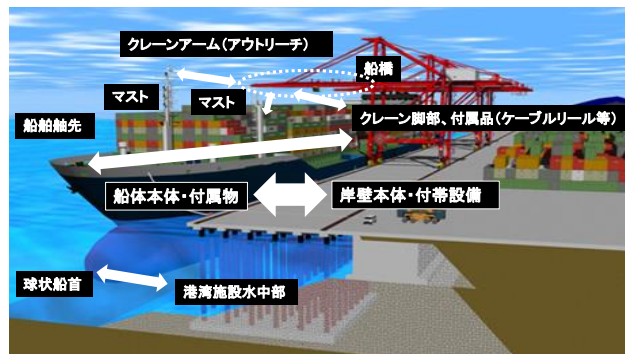
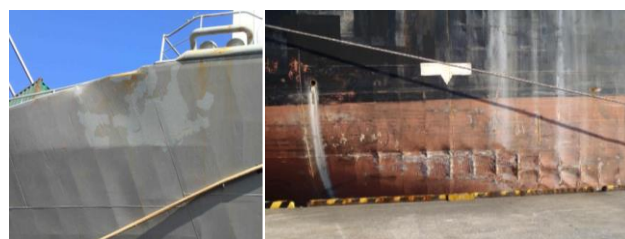


図-1.1 船舶の係留施設への衝突のイメージ



(a)船側部の破口 (b)バルバス・バウの圧壊



(c)舳先側面部の損傷 (d)船側部の擦過傷

写真-1.1 船舶の損傷事例（文献 1）より

タを用いて、船舶の係留施設への衝突事故の実態を、船舶側と係留施設側のそれぞれの損傷に着目し、包括的に整理・分析する。次に、4. では、係留施設の離着岸時の衝突事故における接岸方向（左舷，右舷接岸）や風・潮流が及ぼす影響を中心に分析する。最後に、5. では、分析結果をまとめるとともに、今後に向けた検討課題を示す。

## 2. 基礎情報、既往研究及び対象データ

### 2.1 船舶の事故に関する手続など

#### (1) 海上事故の一般手続

海上事故（船舶）発生時の一般的な手続を、図-2.1 に示す。

港内での事故に関しては、海上交通安全法第39条と港則法第25条に、船舶側が実施すべき応急の措置や通報等の規定がなされている。海上交通安全法第39条では、東

京湾、伊勢湾、瀬戸内海等の幅狭海域（港則法の港域及び港湾法の港湾区域等は除外）での事故等についての通報義務が規定されている。具体的には、「海難により船舶交通の危険が生じ、又は生ずるおそれのあるとき」に「当該海難に係る船舶の船長による標識の設定等危険予防策を遅滞なく図った上での海上保安庁長官への通報」が義務づけられている。

一方、海上交通安全法第39条の対象とはならない港域等のエリアに関して、港則法第25条で「港則法港域内又は港の境界付近において発生した海難により他の船舶交通を阻害する状態が生じたとき」において「当該海難に係る船舶の船長による、標識の設定等危険予防策を遅滞なく図った上での港長や管区海上保安本部の事務所の長への報告」が義務づけられている。

また、上述した海域の内外を問わず、船員法第19条の規定により「船舶の衝突、乗揚、沈没、滅失、火災、機関の損傷その他海難が発生したとき」における「船長の

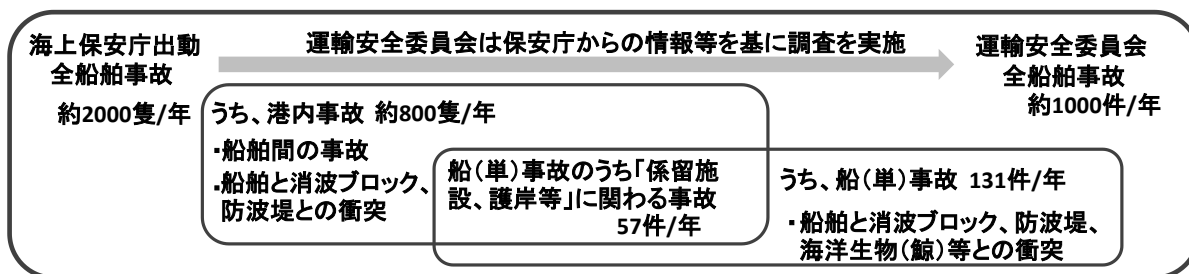
国土交通大臣への報告」が義務づけられている。ただし、本規定を含め外国船舶については省令で定められている船舶以外は原則船員法の対象外である他、日本船舶についても総トン数5t未満の船舶や湖、川、港のみを航行する船舶、総トン数30t未満の漁船、プレジャーボート等は除外されている。つまり、一般論として外航船や小型内航船等については海難時においても他の船舶交通の阻害等が発生しない場合、事故発生時に保安庁等への報告はないものの、民法第709条「不法行為による損害賠償」に基づく民事事案として保険会社等が船舶間で交わされる現認書に基づいて処理されている案件も存在するものと思われる。

## (2) 港湾における事故発生状況

前述したように、本資料では運輸安全委員会の船舶部門の事故調査報告書データを活用した検討を行うが、対象案件の抽出方法については、係留施設への衝突事故



図-2.1 海上事故（船舶）発生時の一般的な手続（関係法令を基に著者作成）



(※海上保安庁事故件数の平均値は2011～2015年平均、運輸安全委員会事故件数の平均値は2009～2017年平均)

図-2.2 海上保安庁出動事案等に関する事故数の概況

案件を抽出するため、運輸安全委員会の船舶部門の全事故調査報告書のうち、2008年10月から2019年12月までに公表された報告書(11,944案件)で、さらに「船(単:船舶単独)事故」に分類される事案を抽出した(全1,393案件)。次のステップとして、その中から「係留施設(565件)、護岸等(53件)」への衝突案件を抽出し(618案件)、これを分析対象とした。なお、618件中には4件と少数ではあるが海外事故案件が含まれる。

運輸安全委員会報告書としてとりまとめられる対象事故案件は、海上保安庁等から通報があった案件を主な対象としている。図-2.2に、海上保安庁出動事案等に関する船舶事故の概況を示す。

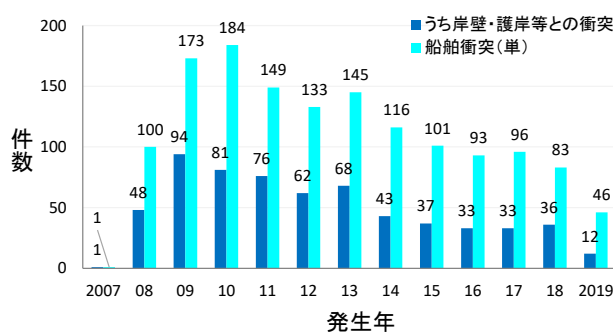
保安庁の出動案件は、年間約2,000隻(隻数ベース)である。一方、運輸安全委員会(船舶部門)の事故件数は約1,000件である。この数字の違いは、保安庁案件数が隻数ベース、運輸安全委員会が事故件数ベースでの値であることによると考えられるため、保安庁出動事故案件と運輸安全委員会の事故調査報告書作成案件は概ね合致していると推察される。また、事故の約4割(保安庁の隻数ベース約800/約2,000隻)が港内で発生している。そして、船舶単独事故の割合は全体の約13%程度、係留施設・護岸への衝突案件は全体の約6%(いずれも運輸安全委員会案件数ベース)程度である。

つづいて、図-2.3に、船舶単独事故案件数(事故調査報告書数)の経年推移と、さらにその中から係留施設、護岸への衝突案件数の経年推移<sup>1)</sup>を示す。

いずれも、2010年前後をピークに減少傾向にあるが、岸壁・護岸等との衝突件数は近年でも年間数十件程度で推移している。

(3) 操船に係わるステークホルダーと実施業務

入港・出港時に水先人が本船に乗り込んで本船を嚮導(きょうどう:先に立って案内することを指す)するケ



注)2019年12月時点における公表分までを対象

図-2.3 年毎対象事故発生数推移

ースや離着岸時等において大型船等の操船支援を行うケース等における事故が散見された。以下、船の操船に関する主なステークホルダー及び実施業務について簡単に触れる。

a) 水先人

水先とは、一般に、船舶の輻輳が激しい港内で、安全かつ円滑な通航や係留施設への離着岸のために、水先区において水先人が船舶に乗り込み、当該船舶を導くことを示す行為をいう。国内では水先法で具体的な規定がなされており、水先人を船舶に乗り込ませなければならない強制水先区について、水先法第35条に規定されるとともに、その対象(港及び水域の名称及び区域)が水先法施行令第4条に規定されている。具体的には横浜川崎区、横須賀区、東京湾区、伊勢三河湾区、大阪湾区、備讃瀬戸区、来島区、関門区、佐世保区、那覇区とされており、その対象船舶は水先法第35条により原則として総トン数1,000トンの以上の日本船舶、総トン数300トンの以上の外国船籍や外国と行き来する日本船舶であるが、水先法施行令第5条において、強制水先区ごとに水先人の同乗が義務づけられる船舶の対象(船主やトン数)について、特

例が別途定められている区域が存在する（特例を反映した水域及び強制トン数を表-2.1に示す）。併せて、水先法第35条において、船長に当該水域等での一定以上の操船経験がある場合（施行令第22条において定める条件を満たす場合）には、当該水域での水先人同乗の義務は免除されることとなる。

b) タグボート

タグボート（曳船（引船）、押船）は、船舶の離着岸を補助するための船舶である。特に、大型船の係留施設への着・離岸時の補助や狭い水域等での回頭等の視点で重要な役割を果たす。

なお、タグボートに類する補助船舶は、港湾法において港湾施設（港湾役務提供用移動施設：船舶の離着岸を補助するための船舶）として位置づけられている。

2.2 船舶の係留施設への衝突事故に関する既往研究

船舶の港湾構造物との衝突事故に関する代表的な既往研究としては、神戸商船大学の久保らによる「海難審判庁の裁決録における船舶と港湾構造物との衝突に関する基礎的研究」<sup>2)</sup>が挙げられる。本研究では、1977年から1996までの海難審判庁の裁決録を用いて、事故船舶の船種、総トン数、対象衝突物、衝突速力、衝突角度、損害内容等の項目について分析が行われている。分析の結果、係留施設との衝突では「0から2ノット（以下ktとする）までの速度域での衝突に集中」、「6ktまでの低速での衝突が多い」、「後進中の衝突も発生も含めて係留施設との衝突角度は幅広く分布」、「衝突原因は不適切な操船が

多い」という結果が示されている。

船舶の事故については、運輸安全委員会が事故概要や事故要因を調査し、その結果を事故調査報告書として定期的に取りまとめている他、同委員会では定期的に「運輸安全委員会ダイジェスト」<sup>3)</sup>を発売し、船舶部門においては各船舶種別の事故防止策や船内作業等での死亡事故の防止策などについて取りまとめている。2016年に発行された第21号では、旅客船を対象に係留施設との衝突を含む単独事故に関する分析が部分的に取り上げられている。

以上のように、これまでの事故分析は船側の視点でまとめられたものはいくつか挙げられるが、文献<sup>2)</sup>における船舶の係留施設への衝突速度や衝突角度の分析以外に、係留施設側からの視点を考慮して分析されたものは見当たらない。

2.3 船舶の係留施設への衝突事故に関する既往データ

船舶の係留施設への衝突に関するデータとしては、運輸安全委員会の事故調査報告書のほかに、P&I ロスプリベンションガイド、国有港湾施設毀損事故報告書等が挙げられるが、その特徴を比較したものを表-2.2に示す。以下、各データについての概要や特徴を示す。

(1) 運輸安全委員会事故調査報告書

運輸安全委員会の事故調査報告書<sup>1)</sup>は、事故原因の分析及び再発の防止を目的として刊行されるものであり、参考文献に記したWebにて公表されている。事故の概要や再発防止策などは勿論のこと、事故に至るまでの経緯、

表-2.1 強制水先の対象となる水域及び対象船舶

水域の名称		強制トン数
横浜川崎区		3000総トン以上 (危険物積載船は300総トン以上) (注2)
東京湾区・伊勢三河湾区・大阪湾区・備讃瀬戸区・来島区		10000総トン以上
関門区	うち関門特例区 (大部分)	10000総トン以上 (通峡船) 3000総トン以上 (出入港船) 300総トン以上 (危険物積載の出入港船) (注2)
	(一部狭水道部分のみ)	300総トン以上 (注2)
横須賀区・佐世保区・那覇区		300総トン以上 (注2)

注1. 二重線枠内が強制トン数の特例部分  
注2. 内航船は1000総トン以上

資料：水先法第35条、水先法施行令第4条及び第5条を基に作成



すなわち風や潮流等の自然条件や操船の具体的状況について、詳細な情報が盛り込まれている。一方で、係留施設の損傷状況は具体的な記述がなされていないものも散見されるとともに、施設の損傷状況の記述がなされているものでも施設の損傷によってターミナルがどのくらいの期間閉鎖されたか、あるいは、施設の損傷の復旧のための工法やコストに関する情報は掲載されていない。

(2) P&I ロスプリベンションガイド

P&I ロスプリベンションガイドは、船舶保険を扱う民間企業が加入している日本船主責任相互保険組合が民間の船舶保険で対応（クレーム処理）した案件について、統計的処理により事故の傾向の分析を行い、事故防止策等についてまとめたものである。対象案件としては海上保安庁出動案件等がベースとなっている運輸安全委員会の事故調査報告書掲載案件よりも多くの案件を対象としていると考えられる。これは、道路上の車の事故発生時には警察への通報が義務付けられているが、海上の船舶事故の場合は図-2.1で触れたとおり、主に外航船や小型内航船等については海難時においても他の船舶交通の阻害等が発生しなければ保安庁等への通報（118番通報）の義務はなく、事故対象船舶の船長同士が交わした現認書に基づいて、保険処理を行うことがあるためである。

また、個別事案に関する情報は、顧客情報でもあるため基本的にはP&Iロスプリベンションガイドにおいては取扱っておらず、内容は全体的な傾向や対策等についての記述にとどまっている。

なお、日本船主責任相互保険組合の発出するP&Iロスプリベンションガイドの31号及び32号（2014年6、7月発行）<sup>4)</sup>において、「港湾設備損傷防止と港内操船（パート1及びパート2）」として外航船、内航船別に大まかな設損傷箇所（係留施設、防舷材、ブイ、その他の4分類）及び船種別事故発生件数等に関する2007年から2013年の6年間のデータが資料としてまとめられている。

(3) 国有港湾施設毀損事故報告書

国有財産毀損報告書は、国有施設に毀損が生じ、その損害見積額が500万円を超える場合において、国有財産を管理する各省各庁の長が財務大臣に対し、国有財産法施行令第19条に基づく通知を行う際に用いる報告書であり、当該財産の台帳記載事項、滅失又は損傷の原因、当該国有財産の区分、数量及び被害の程度、損害見積額及び復旧可能なものについては復旧費見込額、損傷した財産の保全又は復旧のためにとった応急措置に係るデータから構成される。一方、事故に至る経緯等に関する情報は記されていない。

表-2.2 船舶の係留施設への衝突事故に関するデータ比較

資料名	運輸安全委員会報告書《船舶分野》	P&Iロスプリベンション・ガイド	国有港湾施設毀損事故報告書		
作成主体	運輸安全委員会	日本船主責任相互保険組合	各地方整備局		
特徴	資料構成	個別事故毎	個別事故毎		
	港湾施設の被害状況	古いケースでは被害の有無すら不明のケースも(最近の報告書は改善)	全体データの分析(統計的)	国有財産毀損報告書は、国有施設の損害見積額が500万円を超える場合において、国有財産を管理する各省各庁の長が財務大臣に対して通知をするものである。通知は、国有財産法施行令第19条に基づき行われる。  (通知の内容) ・当該財産の台帳記載事項 ・滅失又は損傷の原因 ・当該国有財産の区分、数量及び被害の程度 ・損害見積額及び復旧可能なものについては復旧費見込額 ・損傷した財産の保全又は復旧のためにとった応急措置	
		写真	載っているケースも存在(頻度低)		個別事例が紹介されるケースも
		復旧方法 復旧費用	なし なし		
	操船情報	操船に関する情報は豊富、AIS等航跡データも一部掲載	全体データの分析(統計的)		
	自然状況	風	強さ、方向データ		全体データの分析(統計的)がある
波 潮		記載のあるケースも多い 上、満潮、下、干潮	なし		
一般事項	具体的な操船状況・航跡等、船舶関係のデータは充実している	日本船主責任相互保険組合加入会社の保険対象案件(クレーム案件)が対象となっており運輸安全委員会報告書案件よりも対象は大きいと思われる			
	風、視界条件等の自然状況も豊富				
	事故の再発防止の視点でまとめられており、港湾施設の被害・復旧に関するデータに十分ではないケースが多い	個別案件に関するデータが記載されることは希			

## 2. 4 本資料の対象データ及び整理方法

### (1) 対象データ

本資料では、1.2でも触れたように運輸安全委員会の事故調査報告書データ<sup>1)</sup>約12年分の中から、船舶単独事故のうち「岸壁(係留施設)または護岸と衝突したもの」を抽出し(全618件)分析の対象としており、それ以外の資料から収集したデータを補完して両者を統合している。具体的には表-2.3に示すデータ項目について分類・整理を行い分析することとした。その際、大分類として、「事故全般」「自然条件」「船舶」「係留施設等」に分類し、さらに「係留施設等」は「係留施設」「護岸」「漁港施設」に細分類を行った。

なお、参考として付録Aに全618件の対象案件の運輸安全委員会の事故調査報告書での事故案件名、公表日時、事故発生日時、案件分類に関するデータを一覧表で付している。

### (2) 整理方法

具体的なデータの整理方法について説明する。

運輸安全委員会の事故調査報告書においては、定型フォーマットに事故種類等、発生日時、発生場所、事故等調査の経過、事実情報(船種船名、総トン数、船舶番

号、船舶所有者等)、乗組員等に関する情報、死傷者等、損傷(本船、係留施設)、事故等の経過、気象・海象、その他の事項、分析(乗組員等の関与、船体・機関等の関与、気象・海象の関与、判明した事実の解析)、原因、及び関連する参考情報が順に掲載されている。参考情報としては、事故による船体、係留施設の損傷状況の写真やAIS航跡データ等(両者とも一部のケース)が掲載されている。

今回の基本データの整理では、運輸安全委員会の事故調査報告書の定型フォーマットより表-2.3に示した項目の記載内容を引用した。また、該当する情報が事故調査報告書に記載されていれば、全て読み取りデータ化を図った(写真及びAISデータ等を除く)。ただし、全ての事故案件について上述したデータ項目のデータが網羅的に掲載されている訳ではなく、事故調査報告書によっては掲載されているデータ項目が一部欠落しているケース等も存在している。

また、運輸安全委員会の事故調査報告書以外の資料からのデータ抽出については以下の通りとしている。運輸安全委員会の事故調査報告書には、係留施設側の構造形式や施設所有者(公共、民間等)などの情報が掲載さ

表-2.3 本資料で整理した対象事故にかかわるデータ

データ	運輸安全委員会報告書から引用したデータ	左記以外から引用したデータ
事故全般	事故発生日時、港湾名、港種、発生場所(詳細)、施設名、事故の概要、死傷者、事故原因、事故発生時の状況(着岸、離岸、係留、荷役、航行、操船補助)、走錨関連情報(走錨速度、錨鎖延長、錨泊の形態(単錨泊・双錨泊)、錨泊地水深、圧流速度)	港湾計画図 (事故発生地点が港湾区域内外どちらかの判別等に使用)  Google Maps (発生場所データに含まれる緯度経度情報や距離情報等から発生場所の確認を行う場合等に使用。無料の機能のみを使用)
自然条件	風向・風速、波浪、潮流、潮位、天候、視程	港湾統計(年報)平成30年 (甲種港湾入港隻数を分析に活用)
船舶	船種、総トン数、全長、積載状態、損傷箇所、損傷形態、タグボート(隻数含む)、水先人嚮導の有無	
係留施設等	岸壁 (係留施設)	諸元(水深、延長)、 構造形式 (重力式、矢板式、杭式(棧橋式、ドルフィン)、浮棧橋(ポンツーン))
	漁港施設 (岸壁、護岸)	水産庁漁港一覧 (漁港の確認に使用)
	護岸	損傷の具体像

れていないケースがほとんどであるため、以下に示す資料からデータを収集し、事故調査報告書データとの突き合わせを行い、基本データの整理を行った。

具体的には、まず、Google Maps<sup>5)</sup>を活用して事故調査報告書の事故発生場所（詳細データ）に含まれる緯度経度情報や距離情報から事故発生個所の詳細箇所を確認・特定し、民間施設等の事故発生地点が港湾区域の内外であるかの確認のために「港湾計画図」を活用した。また、漁港の確認のために水産庁漁港一覧<sup>6)</sup>を併せて活用した。

また、公共港湾施設の構造形式等の諸元については、国総研資料「係留施設における構造形式等の基礎的データに関する整理」<sup>7)</sup>のデータを活用し、係留施設の水深や構造形式等について事故調査報告書データとの結びつけを行った。

### 3. 船舶の係留施設への衝突事故の実態及び分析

本章では2. 3で述べたデータを用いて分析を進めた結果を示す。

#### 3. 1 事故全般に関する実態

##### (1) 衝突事故の形態

図-3.1に事故発生時の船舶の状態を示す。船舶の状況は、以下の分類とした。

着岸時\*：船舶が係留施設又は護岸に着岸しようとしている状態

係留中：船舶が係留施設又は護岸に係船索等で係留されている状態

離岸時\*：船舶が係留施設又は護岸から離岸しようとしている状態

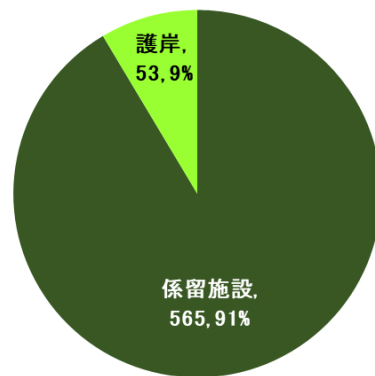
航行中\*：船舶が航路等を航行中の状態

補助操船時：タグボート等が艀や作業船を曳航したり、大型船等の離着岸時の操船を支援している状態

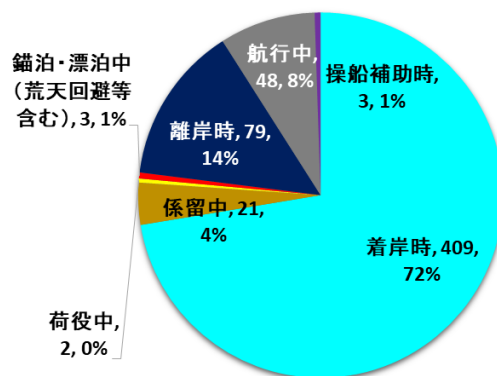
錨泊・漂泊時：船舶が荒天回避や待機などのために、錨を海底に降ろし錨泊または漂泊している状態

(\*水先人が同乗している場合と、同乗していない場合の両ケースを含む。)

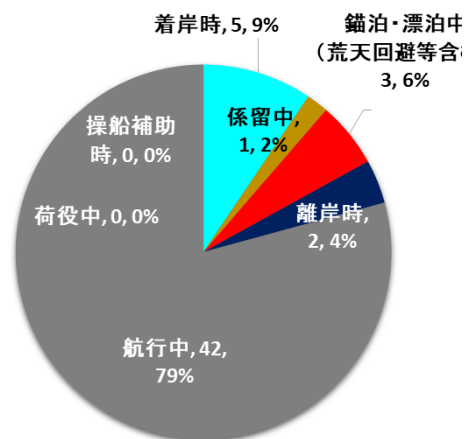
図-3.1(a)に示すように、船舶と係留施設または護岸への衝突案件は618件であるが、そのうち係留施設との衝突案件は565件(91%)、護岸との衝突案件は53件(9%)



(a)全体（係留施設、護岸、計618件）



(b)係留施設（計565件）



(c)護岸（計53件）

図-3.1 事故発生時の船舶の状況

である。図-3.1(b)より、係留施設との衝突事故は、着岸時に発生することが圧倒的に多いことがわかる(約7割)。離岸時の事故も14%を占め、着岸時と離岸時を合わせると86%を占めている。また、航行中に着岸予定ではない係留施設に衝突するケースも1割弱存在する。一方、護岸については(図-3.1(c))、係留する予定のない護岸(護岸は、一般的には船舶の係留機能はない施設)に、航行

中の船舶が衝突してしまうケースが多いことがわかる（約8割）。

(2) 事故の発生要因

表-3.1に、今回対象とした衝突案件（618件）について、事故調査報告書における事故原因項目などをもとに事故発生要因を整理した結果を示す。

表-3.1 事故発生要因

事故要因	各要因該当件数			各要因該当件数の全件数(618件)に占める割合
	うち機関故障等船舶側要因との重複	うち岸壁側要因との重複		
不適切な操船	594	37	4	96.1%
個別要因				
風の影響	378	29	2	61.2%
減速不十分	68	3	0	11.0%
潮流	50	0	0	8.1%
波(波浪・風波)	20	0	0	3.2%
うねり	11	0	0	1.8%
他船の航走波	10	0	0	1.6%
台風	6	0	0	1.0%
視界制限	12	0	0	1.9%
居眠り	13	0	0	2.1%
飲酒	3	0	0	0.5%
上記要因に特定できないもの	135	7	2	21.8%
機関等船舶側の故障	61	-	0	9.9%
うち単独要因(重複なし)	24	-	-	3.9%
岸壁側要因有	4	0	-	0.6%
うち単独要因(重複なし)	0	-	-	0.0%
合計(重複を除いた件数)	618	-	-	100.0%

※複数の事故要因が重複しているものも存在  
 ※「うち機関故障等船舶側要因との重複」の列の「不適切な操船」における「個別要因」「上記要因に特定できないもの」の合計値は39件と不適切な操船欄の件数37件を上回るが、これは「風の影響」「減速不十分」「機関等船舶側の故障」の3要因が同時に発生しているケースが2件存在するため

まず、大分類として不適切な操船によるものが支配的な要因であり、594件（96%）と圧倒的に多数を占める結果であった。その他の要因として、機関等の故障によるものも約1割存在した、

不適切な操船の内訳としては、風の影響を受けたものが全事故案件の6割を超えており、衝突事故に及ぼす影響は大きいことがわかる。なお、船舶の減速不十分によるものが約1割、潮流、波等の海象に起因するものもそれぞれ約8%、3%存在した。

さらに風に着目した整理として、船舶の状況別に風の影響を受けて事故に至った案件の割合を図-3.2に示す。図より、着岸時、離岸時、係留・荷役中、操船補助時と係留施設の近傍で発生する事案においては6割以上の案件で風が影響していることが分かる。また、錨泊・漂泊中の事案では全ケースで風の影響を受けている。一方、通常の航路等を航行中の場合は、風の影響を受けた事案は15%と相対的に低い値を示した。航路等での航行は、係留施設近傍での操船や錨泊・漂泊中の操船に比べて、

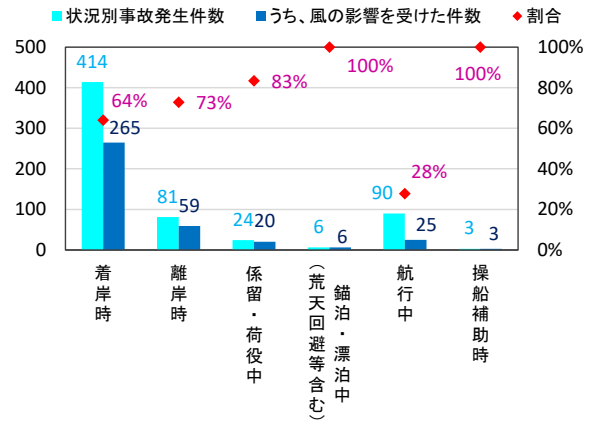
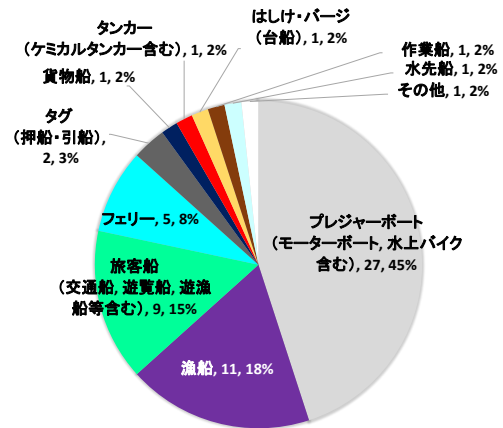


図-3.2 船舶の事故状況と風の影響

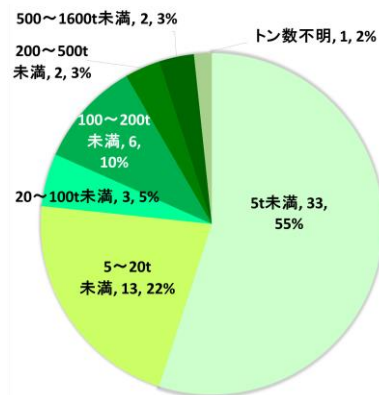
風の影響があっても操船性がある程度保たれるためであると推察される。

(3) 死傷者発生事故

図-3.3に船種別、船舶トン階級別の死傷者発生事故の件数、割合を示す。



(a) 船種別



(b) 船舶トン階級別

図-3.3 死傷者発生事故の状況



今回の分析対象とした事故案件 618 件において、全 59 件の死傷者発生事案（負傷者または死亡者が発生した事案（両者の同時発生含む））が発生しており、そのうち 4 件が死亡者発生事案であった。図-3.3(a)より、モーターボートや水上バイクを含むプレジャーボートにおける事案が、全体の半数程度（45%）を占めていることが分かる。それに、漁船（18%）、旅客船（交通船、遊覧船、遊漁船等：15%）、フェリー8%の順での発生件数となり、これら 4 分類で全体の 9 割弱を占める。

図-3.3(b)からは、トン数別では 5t 未満（55%）、5～20t 未満（22%）と 20t 未満の船舶が全体の 3/4 以上を占めており、小型船舶での死傷事故が多いことがわかる。なお、1,600 総トン以上の船舶では、死傷者発生事案は見られない。

死亡者発生事案は全体で 4 件確認されており、いずれも 5t 未満の船舶での案件あり、船種別ではプレジャーボート 3 件、漁船 1 件での事案であった。このうち 3 件は護岸等との衝突で発生する一方、係留施設との衝突も 1 件ドルフィンにおいて発生している。

(4) 事故の発生地域

図-3.4 に、国内の衝突事故（海外事案の 4 案件を除いた 614 件）の地域別衝突事故発生件数及び事故発生件数の地域別の人口比を示す。なお、地域区分は国交省地方整備局の管轄区域に基づき分類しているが、福井県は北陸、秋田県・山形県は東北（日本海）に分類している。また、瀬戸内海隣接県として大阪府、和歌山県、兵庫県、岡山県、広島県、山口県、福岡県、大分県、愛媛県、香川県、徳島県を選定し、近似的に瀬戸内海での事故発生に関する分析も併せて行った。

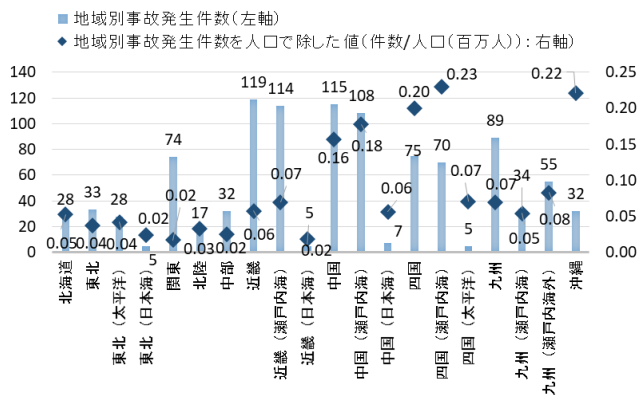
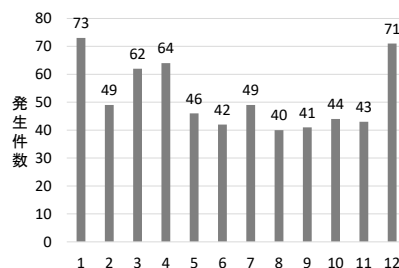


図-3.4 地域別事故発生件数及び人口比

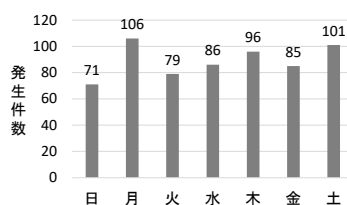
運輸安全委員会が取り上げた事故の件数は、近畿、中国、九州、四国での事故発生件数が多く、北陸、中部、東北での発生件数が相対的に小さい値を示している。また、地域別事故発生件数を各地域の人口で除した値については、中国、四国、沖縄で高い値を示しており、特に中国、四国では瀬戸内海での値が高いことが伺え、対人口比では瀬戸内海や沖縄での事故案件が多く取り上げられているといえる。

(5) 事故発生の月・曜日・時間帯別分布

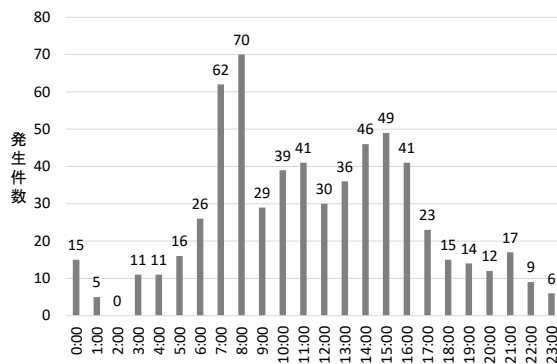
事故発生の頻度分布について、月、曜日、時間帯ごとに分類したものを図-3.5 に示す。事故発生の絶対数での比較ではあるが、月別では 12～1 月の冬季、次いで 3～4 月の春季に発生件数は多く、曜日別では月曜と土曜、発生時間帯別では 7～8 時台の朝と 14～15 時台の午後に比較的多くの事故が発生している。



(a) 発生月別分布



(b) 発生曜日分布



(c) 発生時間帯分布

図-3.5 事故発生の頻度分布（月・曜日・時間帯）

### 3. 2 船舶側から見た衝突事故の実態及び分析

#### (1) 事故対象船舶の実態

運輸安全委員会の事故調査報告書の概要欄で用いられている 11 階級分類に基づいた事故に関わる船舶の総トン (G.T.) 級別の分布を図-3.6 に示す。また、表-3.2 に、事故船舶の船種及び船型 (トン数) の内訳を示す。タグボートによる大型船操船補助中に発生した事故等については、係留施設等に衝突した船舶のみならず、大型船の補助操船に従事したタグボートも全てタグボートの隻数として計上しており、図-3.1 の件数とは合計値は一致しない。

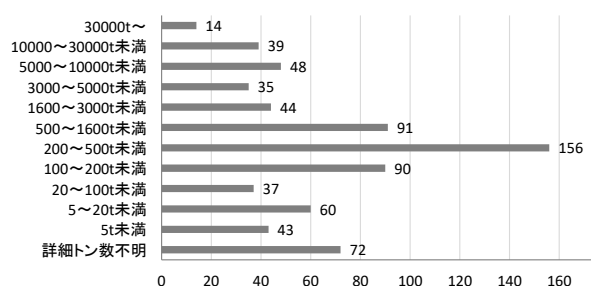


図-3.6 総トン数 (G.T.) 級別の事故発生件数

船型については、全体的に小型の船舶の事故が件数ベースでは多く、5,000 総トン未満の船舶が全体の約 86% を占める。一方で、10,000 総トン以上の大型船舶も 53 隻と全体の約 7% を占める。

船種については、貨物船の割合が最も高く約 28%、タグボート 16%、フェリー 14%、タンカー約 8%、旅客船 (交通船、遊覧船、遊漁船含む) 6%、コンテナ船等 4% と続き、クルーズ船 (船内泊を前提とする大型船) の該当はなかった。なお、事故対象船舶の隻数の計上にあたっては、「タグボートが大型船の離着岸時の操船支援を行うケース」、「タグボートが舳を曳航するケース」、「係留施設や護岸に衝突するとともに、係留中の船舶に併せ

て衝突するケース」においては、関係するタグボートや舳、係留中の船舶についても対象としている。このため、表中の総隻数 729 隻は、事案数の 618 件を上回ることとなる。

#### (2) 船体側の事故による損傷

船舶側の損傷箇所別の事故件数を表-3.3 に示す。擦過

表-3.3 船体側の損傷箇所の内訳

損傷箇所	件数	損傷率 (全事故618件中)
本体損傷案件(擦過傷含む)	506	81.9%
うちバルバスバウ損傷案	84	13.6%
付属品損傷案件	164	26.5%
船体側防舷材	39	6.3%
手すり※注1	25	4.0%
ブルワーク※注2	18	2.9%
ランプゲート※注3	15	2.4%
マスト・アンテナ	15	2.4%
錨・錨鎖	9	1.5%
ベルマウス※注4	4	0.6%
フェアリーダー※注5	4	0.6%
舵	3	0.5%
プロペラ	3	0.5%
係船索	2	0.3%
ボルジキール※注6	2	0.3%
タラップ	2	0.3%
航海計器※注7	2	0.3%
その他	38	6.1%

※注1 ハンドレール、スタクション含む  
 ※注2 波の進入を防ぐ囲  
 ※注3 ランプドア含む  
 ※注4 錨鎖孔  
 ※注5 ロープ保護用金物  
 ※注6 船体横揺れ防止用の船底両舷側につくひれ状の部材  
 ※注7 サテライトコンパス含む

傷も含めた船体本体の凹損、破口等の損傷は全体の 8 割以上 (全 506 件) で確認された。また、そのうち、船首水中部の球状船首 (バルバス・バウ) が衝突した事案は全事案の約 14% (全 84 件) を占めており、係留施設の海面上の部分だけではなく、海面下での衝突にも注意すべきことを示唆する結果である。

表-3.2 事故に関わる船舶の船種及び船型 (総トン数)

船種	貨物船	タグ (押船・引船)	フェリー	タンカー (ケミカルタンカー含む)	旅客船 (交通船、遊覧船、遊漁船等含む)	コンテナ船	はしけ・パージ (台船)	プレジャーボート (モーターボート、水上バイク含む)	漁船	土運船 (ガット船、砕石運搬船、砂利運搬船等含む)	貨客船	運搬艇 (観音艇)	RORO 船	PCO 船	セメント運搬船	作業船	水先船	LPG・LNG 船	クルーズ船	その他	合計	トン階級別割合
30,000t以上	2	0	0	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	14	2%
船種比率	14%	0%	0%	14%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	100%	
10,000~30,000t未満	9	0	12	1	0	8	0	0	0	0	0	0	4	4	1	0	0	0	0	0	39	5%
船種比率	23%	0%	31%	3%	0%	21%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	10%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	
5,000~10,000t未満	16	0	9	2	0	8	0	0	0	2	0	5	1	3	0	0	0	0	0	1	47	6%
船種比率	34%	0%	19%	4%	0%	17%	0%	0%	0%	4%	0%	11%	2%	6%	0%	0%	0%	0%	2%	100%		
5,000t未満	174	115	78	51	44	8	31	30	30	20	9	10	1	2	3	6	5	3	0	8	628	86%
船種比率	28%	18%	12%	8%	7%	1%	5%	5%	5%	3%	1%	2%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	1%	100%		
不明	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
船種比率	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	
合計 (隻数)	201	115	100	56	44	31	31	30	30	20	11	10	10	9	7	6	5	4	0	9	729	100%
船種比率	28%	16%	14%	8%	6%	4%	4%	4%	4%	3%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	1%	100%	

船体付属品の損傷については、表-3.3に示すように計164件で発生しており、これは全事案の1/4程度(27%)での発生に相当する。内訳としては、船体側防舷材、ハンドレール(手すり)、ブルワーク(波の侵入を防ぐ囲い)、ランプゲート、マストの被害がそれぞれ全体の数%程度で発生している。さらに、錨・錨鎖、ベルマウス、フェアリーダ、舵、プロペラ、係船索、ビルジキール、タラップ、航海計器(サテライトコンパス含む)が続く。なお、その他の損傷箇所は、ビット、スラスター、窓ガラス、給水管、給油管、照明設備、スピーカー、甲板本体、遣りだし(船のへさきから前方へ斜めに突き出した帆柱)、ナローマルチ測量機器の取付金具、起重機ブーム、ホースパイプなどであった。

(3) 貨物積載による船舶挙動への影響

本資料で取り上げている事案のうち、着岸時、離岸時、航行中(図-3.1の定義に同じ)の状態が発生したもので、貨物の積載状況が記載されている案件が132件存在した。ここでは、貨物の積載状況と事故要因との関係について整理・分析を行った(表-3.4)。

表-3.4 貨物積載状況別の事故発生要因

積載貨物重量(区分)	行き足制御困難	回頭困難	風圧流の影響	潮流圧流の影響		
<b>自重(G.T.)×</b>						
空載	0~0.2	31.1%	9.8%	2.4%	73.2%	17.1%
積載①	0.2~1.0	12.9%	41.2%	11.8%	52.9%	11.8%
積載②	1.0~2.0	17.4%	39.1%	13.0%	52.2%	30.4%
積載③	2.0~3.0	21.2%	52.2%	0.0%	47.8%	8.7%
積載④	3.0~	21.2%	50.0%	17.9%	50.0%	14.3%
<b>要因別発生率 (積載重量の分かる案件のみ対象)</b>	100.0%	34.8%	8.3%	57.6%	16.7%	
<small>【件数】:積載重量判明案件数は141/全件数618(22.8%)であるが、本表ではそのうち着・離岸時及び航行時(係留・錨泊中除く)の132件(全体の21.3%)を対象に分析を行っている</small>						
空載	0~0.2	41	4	1	30	7
積載①	0.2~1.0	17	7	2	9	2
積載②	1.0~2.0	23	9	3	12	7
積載③	2.0~3.0	23	12	0	11	2
積載④	3.0~	28	14	5	14	4
合計		132	46	11	76	22

積載状況は、事故調査報告書において船舶重量の記載が総トン数データに統一されていることから、積載貨物重量を総トンで除した値を指標として分類した。具体的には、積載貨物重量を総トンで除した値(貨物重量総トン比)を算出し、その値が0以上0.2以下のものを「空載」、0.2を超え1未満のものを「積載①」、1.0以上2.0未満のものを「積載②」、2.0以上3.0未満のものを「積載③」、3.0以上のものを「積載④」として分類した。

参考として、船種や貨物の種類にもよるが、運輸安全委員会の事故調査報告書において「満載」状態と記載の

あった事例において、貨物重量総トン比は、ケミカルタンカー(次亜塩素酸ソーダ)の場合1.18、貨物船の場合1.53(積載貨物不明)から3.01(鋼板)の間の値を示しており、また、「満載」とは記述のなかったものの、貨物重量総トン比で最も値の大きかったものは3.85(ガット船(砂利採取運搬船))であった。

その結果、表より航行中の事故要因を見ると、積載状況に関係なく「風圧流による影響」が最も多いことがわかる(全体の約6割弱)。これに、船の減速が困難になる「行き足制御困難」(約3割強)、「潮流圧流の影響」及び船の回頭が困難になる「回頭困難」が続く。

ここで、風による船舶の圧流による影響に着目すると、「空載」の事故原因の約3/4は風による影響を事故要因として含むが、貨物を積載した状態(積載①~④)での事故要因に風の影響が含まれるものの割合は5割程度に低下することが分かる。これは、「空載」時は船体の喫水が小さくなり、海面下で海水の抵抗を受ける面積が小さくなる一方、逆に海面上での船体の受風面積が大きくなり、操船に与える風の影響が大きくなる(操船性が悪くなる)ためと推測される。

一方、「行き足制御困難」に着目すると、「空載」ではこの要因による事故は1割未満であるが、貨物重量総トン比が大きくなると「行き足制御困難」を要因とする事故が増加し、「積載①、②」では約4割程度「積載③、④」では約5割程度にまで増加している。積載重量が大きく貨物重量総トン比が大きい場合には、船体に作用する慣性力が大きくなるため、「行き足制御」に不可欠な機関逆回転等による船体の減速出力等が相対的に小さくなり「行き足制御困難」を要因とする事故の割合が増加するものと考えられる。

(4) 大型船の変針に関する事故の実態

通常、大型船の低速域での変針にはスラスターやタグボートが活用されるが、文献<sup>8)</sup>によると、サイドスラスターについては船速0での効きが最も大きく、有効と考えられる船速は3~4kt程度が限界とされている。また、他の文献<sup>9)</sup>でも、スラスターの効果は船速2~2.5ktで半減するとされている。また、タグボートによる補助操船についても、本船速度が6ktになると支援は限界を超えるとされている<sup>9)</sup>。そのため、5kt~8kt程度の速度域では、加速時等機関が前進の場合を除き、舵、スラスター、タグによる補助操船の全ての変針が効かない状態が発生することとなる。今回の対象案件のうちコンテナ船では、上述した変針が効かない状態を回避するために、あえて船速を落とさなかったり、逆に船速を上げたことが事故

の要因であったと考えられるケースが複数存在した。事故調査報告書から代表的な記載を紹介すると、「あまり減速すると舵効が低下するので約7ktの速度で回頭を開始」や「回頭の際には主機を極微速前進にかけて舵力を増加させる必要があると思った」といった内容である。コンテナ船が大型化・高速化するなかで、速度が最も小さい前進状態（極微速前進等）であっても約7～9kt(3.6～4.6m/s)程度の船速が発生する船舶も存在する。そうした船舶では、逆にその速度以下での舵の効きが期待できなくなるため、より高度な減速速度のコントロールが求められることとなり、減速着岸時の操船の難易度が上がることとなる。

### 3. 3 係留施設側から見た衝突事故の実態及び分析

#### (1) 船舶衝突を受けた係留施設の水深・構造形式

表-3.5に、船舶衝突を受けた係留施設の水深及び構造形式別の事故件数を示す。事故調査報告書では係留施設の構造形式が記載されていない場合も多く、本表では構造形式が特定できた全313件（公共施設243件、民間施設70件）の結果を示す。なお、海外発生事案については施設の水深が不明なため、この313件には含まれない。

同表より、構造形式としては、重力式が123件（約39%）、杭式（栈橋式88件、ドルフィン28件）が116件（約37%）

表-3.5 船舶衝突を受けた係留施設の水深及び構造形式別の内訳数（公共+民間）

水深	重力式	矢板式	杭式		浮体式	水深別合計	
			栈橋式	ドルフィン		件数	%
15.0m以上	1	1	4	3	0	9	2.9%
13.0m以上15.0m未満	5	1	7	2	0	15	4.8%
11.0m以上13.0m未満	14	15	12	5	1	47	15.0%
9.0m以上11.0m未満	27	10	11	3	0	51	16.3%
7.5m以上9m未満	38	6	17	1	1	63	20.1%
6.0m以上7.5m未満	11	2	11	8	2	34	10.9%
4.5m以上6.0m未満	15	21	17	6	1	60	19.2%
4.5m未満	12	2	9	0	11	34	10.9%
合計(公共+民間)	123	58	88	28	16	313	100.0%
	39.3%	18.5%	28.1%	8.9%	5.1%		

※構造形式あるいは水深が不明の施設については本表に含めていない

と多く、それに続き矢板式58件（19%）、浮体式16件（約5%）となっている。日本全国での公共の係留施設の各構造形式の占める割合は、重力式：約57%、矢板式：約22%、杭式：約11%、浮体式：約10%であるが<sup>7)</sup>、それに比べると、杭式での事故件数の発生割合が多いように見受けられる。杭式は、重力式や矢板式に比べると構造は脆弱であり、船舶衝突による損傷が発生しやすいことに対応していると推察される。

#### (2) 船舶衝突事故による係留施設の損傷事例

船舶の衝突による係留施設側の損傷としては、係留施設本体の損傷と、係留施設上に設置されている各種の付



(a) 栈橋の鋼管杭の損傷



(b) ケーソン（重力式岸壁）の損傷



(c) スリット構造の損傷



(d) 重力式護岸の損傷（前面壁の損傷及び背後地盤の吸出し）



(e) ケーソン（重力式岸壁）の損傷

写真-3.1 係留施設本体の代表的な損傷事例<sup>1)</sup>



帯設備（防舷材や車止め、荷役機械（コンテナクレーンなど）の損傷、とに分類される。以下、両者について、実際の破損事例の写真を紹介する。

1) 係留施設本体

写真-3.1に係留施設本体の代表的な損傷事例を示す。まず、写真-3.1(a)は栈橋の鋼管杭（水中部）に船体側のバルバス・パウ（球状船首）が衝突し、鋼管杭が座屈し、破損した事例である（付録A：事故調査報告書 No. 490）。

写真-3.1(b)は、重力式岸壁（ケーソン式）の端部に船舶が衝突し、ケーソン壁が破壊され、内部の鉄筋が露出した事例である（付録A：事故調査報告書 No. 2）。

写真-3.1(c)は、ケーソン式岸壁の前面壁での波による反射率を低減するために設置されていたスリット構造（鉄筋コンクリート構造の柱で、スリット背後に遊水部がある）が、船舶の衝突によってスリットの一部分が完全に破壊（写真中、大きな空洞になっている部分）された事例である（付録A：事故調査報告書 No. 242）。

写真-3.1(d)は、係留施設ではなく護岸の事例であるが、護岸ケーソンの海側壁に船舶が衝突してケーソン内部の中詰砂が流出し、背後地盤が陥没に至った事案である（付録A：事故調査報告書 No. 68）。係留施設でも同様の被

害は想定される。

以上に示した破損形態は、係留施設本体が大きく損傷しており、少なくとも破損した区間は供用制限をかけるなど、荷役機能に大きな影響を及ぼす事案であると考えられる。

一方、被害が軽微である事例も紹介する。写真-3.1(e)は、ケーソン式岸壁の上部工コンクリート（無筋部分）の角部が一部欠損した事例である（付録A：事故調査報告書 No. 455）。この場合、損傷規模は限定的であり、損傷箇所も大きな荷重を支持する部位ではなく、さらに係留施設の端部であることから、船舶の離着岸や係留は支障なく行うことができる。このような軽微な被害であれば、先述した損傷に比較すると港湾機能に及ぼす影響は限定的であり、被害程度の早期把握や利用上の注意が必要とされるものの、荷役機能の早期回復は可能であると考えられる。

2) 付帯設備の被害

次に、係留施設の付帯設備における代表的な損傷事例を写真-3.2に示す。

付帯設備で衝突により損傷したケースが最も多かった



(a) 防舷材の損傷

(b) 係船柱の損傷

(c) 車止め損傷

(d) 照明・フェンスの損傷

(e) 水道管の損傷

写真-3.2 付帯設備の代表的な損傷事例<sup>1)</sup>

のが防舷材であり、その事例を写真-3.2.(a)に示す。

つぎに、写真-3.2(b)は、写真-3.1(a)を係留施設上から写したものであるが、鋼管杭の座屈に伴い直上の係留柱が陥没している(付録A:事故調査報告書No.490)。写真-3.2(c)は船体が係留施設上の車止めに衝突して車止めが圧壊した事例である(付録A:事故調査報告書No.242)さらに、写真-3.2(d)は、船体との衝突により照明・フェンスが損傷した事例である(付録A:事故調査報告書No.242)。また、写真-3.2(e)は、水道管が破損した事例である(付録A:事故調査報告書No.184)。

また、本報告において、荷役機械は岸壁の付帯設備として分類しているところであるが、代表的な損傷事例を写真-3.3に示す。これは船首部のブルワークが本件係留施設上のガントリークレーンのケーブルリールに衝突したもので、本ケーブルリールは、本船が衝突した際、ガントリークレーンから脱落している(付録A:事故調査報告書No.462)。

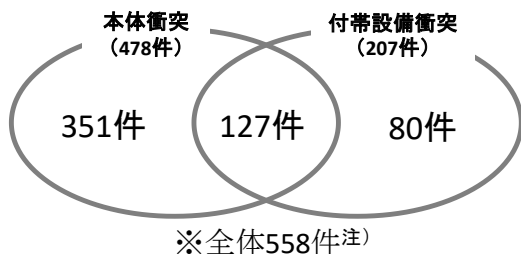


(a) 通常の状態 (b) 損傷後の状態

写真-3.3 荷役機械の代表的な損傷事例<sup>1)</sup>  
(ガントリークレーンのケーブルリールの損傷)

(3) 係留施設の衝突・損傷箇所と港湾機能への影響

係留施設への船舶の衝突案件について、衝突対象別に整理したものを図-3.7に示す。係留施設本体に衝突した案件は478件、付帯設備に衝突した案件は207件、その



注) 2.1(2)において係留施設への衝突は565件となっているが、停泊中の他船船体等に衝突し、岸壁本体や付帯設備に衝突していない間接衝突案件7件については本図では除外している

図-3.7 係留施設への衝突案件の衝突箇所

両者に衝突している案件は127件存在するが、ここでは係留施設本体への衝突、係留施設付帯設備への衝突に分けて損傷形態や港湾機能への影響に関しての分析を行う。港湾機能への影響の有無については、大規模な復旧工事が必要と推測される案件かどうか、一定期間の荷役機能の停止又は低下が予想される案件かどうかなど、個別事案の損傷状況を踏まえて著者が影響の有無を個別に判断している。

1) 係留施設本体

係留施設本体への船舶の衝突については、表-3.6に示すように、船体が係留施設本体に衝突した案件(478件)中、港湾施設への影響が及ぶと判断される案件は全40件(約8%)であった。そのうち、個別に列挙した前面コンクリートの破損・崩落や鋼管杭等の損傷など係留施設本体に比較的大規模な損傷が認められた典型的な事例(表-3.6に示すように6項目にパターン化して整理)が、そのほとんど(9割, 36件)を占める結果となった。事例を示すと、棧橋の鋼管杭が損傷した場合(写真-3.1(a)参照)の係留柱なども含めて、ある一定区間の棧橋は利用できなくなる事例や、重力式岸壁の場合、ケーソン側壁に穴があいたり(写真-3.1(d)参照)、スリット柱に損傷が発生した場合(写真-3.1(c)参照)において、岸壁の一部が利用できなくなる事例等が該当する。なお、逆の見方をすれば、船体が係留施設本体へ衝突しても、多くの場合は擦過傷などに損傷は留まり、港湾機能への影響は発生しにくいとも言える。

さらに、係留施設本体に衝突し、港湾機能への影響が及ぶ案件は40件であったが、そのうち約1/3(33%)に相

表-3.6 係留施設本体への衝突・損傷箇所内訳

大分類	衝突・損傷箇所 中・小分類	衝突 件数	港湾機能へ影響が及ぶと 判断される案件	
			うち、バルバス・ パウの衝突が発生 しているもの	
係留施設本体		478	40	13
	損傷形態の主要なパターン分類	37	36	12
	前面コンクリート破損	12	11	5
	棧橋式大規模損壊※ (棧橋・ドルフィン・浮橋)	11	11	0
	鋼管杭等損傷※	8	8	1
	スリット破損	5	5	5
	コンクリート基礎損壊	2	2	0
	岸壁前面欠損 中詰め材流出(矢板式)	1	1	1
	コンクリート欠損・破口	125	2	1
	擦過傷	49	2	0
	なし	156	0	0
	不明	111	0	0

注) 単純合計値は一致しない場合がある(※印の項目は小分類間での重複を含む)

当する 13 件はバルバス・パウが衝突した案件であった。

そのほとんどのケース (12 件/13 件) において、バルバス・パウ側の損傷も、圧壊、破口、凹損、曲損及びそれらの組み合わせであり損傷程度は激しいものであり、擦過傷等の損傷で収まったケースと比較すると相対的に大きな速度で衝突していることが推察される。さらに、13 件のうち報告書に AIS 記録や推定航行経路図等の情報があり、衝突時の係留施設とのおおよその交差角が読み取れるものが 7 件あったが、10～30 度、30～50 度、50～70 度のものがそれぞれ 1 件ずつ、70～90 度のものが 4 件と岸壁法線に対して角度のついた状態で衝突しているケースが多い。

なお、表-3.6 においては、主要なパターン分類されたケース、コンクリート欠損・破口、擦過傷が重複して発生されるケースも一部認められたが、分類上は損傷の程度が最も激しい損傷形態に分類して整理しているため、本表において重複計上は発生しない。

2) 付帯設備

係留施設付帯設備への衝突箇所を俯瞰すると、表-3.7 に示されるように、防舷材 79 件、車止め 49 件、荷役機械への衝突 34 件が発生しており、そのうち港湾機能への影響が及ぶと判断される案件が 207 件中 118 件 (約 57%) 存在した。特徴としては、係留施設本体の損傷と比較すると、影響が及ぶと判断されるケースの割合が高いことが挙げられるが、これはクレーンや上屋等の大規模設備を除いて、設備の単位が小規模であるものが多く損傷のパターンも多岐にわたる一方、設備自体が全損処理または部分的な取換え処理対応に該当すると判断されるケースが多く、結果として港湾機能への影響が及ぶと判断されるに至ったケースが多くなったと考えられる。特に、クレーンは 34 件中 10 件を占めるコンテナターミナルにおけるガントリークレーンの損傷については全件で港湾

表-3.7 係留施設付帯設備への衝突・損傷箇所内訳

衝突・損傷箇所		衝突 件数	港湾機能へ影響が及ぶと判断される案件	
大分類	中・小分類		うち、バルバス・パウの衝突が発生しているもの	
係留施設付帯設備		207	118	7
	防舷材※	79	45	7
	車止め※	49	14	-
	クレーン※	34	23	-
	うちガントリークレーン	10	10	-
	係船柱※	7	3	-
	その他※	58	46	-

注) 単純合計値は一致しない場合がある (※印の項目は中分類間での重複を含む)

への機能への影響が及ぶと判断されており、そのうち 8 件は電源供給ケーブルの巻付け長さを調整するケーブルリールと船舶とが衝突し、ケーブルリールが損壊した事例であった (写真-3.3 参照)。ケーブルは高圧電源仕様のものであり、再調達には一般的には数か月必要であり、結果的にクレーンの再稼働にも数か月を要すことになってしまう。

係留施設本体は、栈橋構造を除けば、重力式も矢板式も比較的頑強な構造物であるため、船舶が大型で衝突速度が大きい場合以外は、係留施設本体の損傷はそれほど大きくはならない。しかしながら、荷役機械の場合には、比較的小型の船舶で衝突速度が小さくても、クレーンの各鋼部材や電気系付帯設備は容易に損傷する。このため、荷役機械への船舶の衝突は、最も避けるべき衝突形態の一つであるといえる。

なお、表-3.7 において付帯設備の「その他」に含まれる損傷事例は、具体的には通路 (フェリー乗降用乗客用ギャングウェイ、栈橋連絡橋、タラップ)、可動橋、船舶乗降用はしご、フェンス、保安ゲート、門構、照明 (照明灯、コーナー灯)、落下防止柵 (ハンドレール、ロープガード)、全天候バース (屋根)、給水設備、管設備 (排水管、配油管、電線管、海水噴射管 (観覧施設用))、防油堤、工事中仮設足場、砕氷塔 (漁港)、消防放水銃等である。

さらに、表-3.7 に示すとおり、係留施設の付帯設備間では複数の付帯設備に船体が衝突するケースが認められており、その組み合わせを参考までに表-3.8 に示す。

表-3.8 付帯設備に重複して衝突したケース

組み合わせ					件数
防舷材	クレーン	係船柱	車止	その他	
○	○				1
○		○			1
○			○		6
○				○	4
○			○	○	1
	○		○		1
	○			○	2
		○	○		2
			○	○	2
合計					20

(4) 構造形式と「港湾機能への影響」発生率との関係

係留施設本体の損傷により「港湾機能への影響」が及ぶと判断される案件の発生のしやすさが、係留施設本体の構造形式によってどのように異なるかについて分析を行うため、係留施設の構造形式別に、その事故発生件数、係留施設本体の損傷により「港湾機能への影響が及ぶ案件」の発生件数及び本体の損傷による本体影響案件の発

生頻度を示したものが図-3.8である。該当案件の発生の頻度（比率）は、施設本体の損傷により「港湾機能への影響が及ぶ案件」の構造形式別の発生数をその構造形式の事故発生件数で除することにより算出した。

「港湾機能への影響が及ぶ案件」の事故発生率は、重

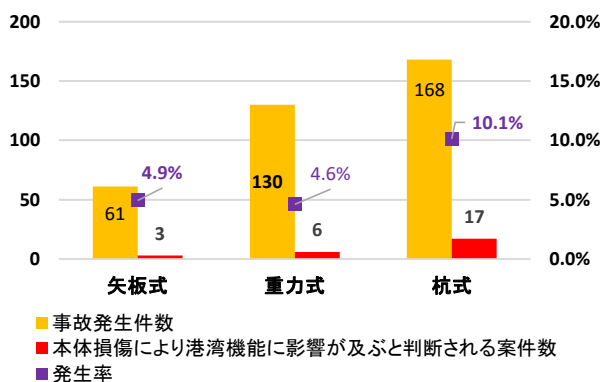


図-3.8 係留施設本体への船舶衝突による港湾機能への影響（構造形式別）

方式と矢板式で約5%弱である。一方、杭式については約10%であり、本体への衝突によって港湾機能に影響が及ぶ案件の発生割合は、重力式・矢板式の約2倍ということになる。杭式は、重力式や矢板式構造に比べると構造は相対的に脆弱であり、船舶衝突による損傷が発生しやすいことに対応していると推察される。

#### (5) 係留施設側の事故要因

係留施設側にも事故要因があると考えられる事案も存在する。表-3.9に示すとおり、件数は4件と少ないが、係留施設側の維持管理上の不備などの理由により、船舶側に損傷を与える案件等があった。

表-3.9 事故発生時の係留施設側の状況

事故概要	係留施設の状況
油タンカーがドルフィンへの着岸時にドルフィン付帯設備(H鋼材部)に衝突	ドルフィンにおいて、H鋼の突出部が存在、綱等を面状に被せ保護することにより応急的対応をとっていたが、保護綱が外れた際に船体がH鋼に衝突、損傷
ケミカルタンカーが着岸時にドルフィンに衝突	対象船舶の着岸時に使用する2つの防舷材の面(岸壁からの張出長)がそもそも合っており、着岸時に船体が不安定化し事故に至ったケース
実習船のタグボート1隻による操船補助を受けての着岸時に防舷材固定用のボルトに衝突	防舷材を固定していたボルトが、防舷材の脱落后に残り、ボルトのみが突出した形となり、着岸時に船体に破口を発生させた
貨物船がクレーン(製品)を積んだ状態でタグボート2隻による操船補助を受けての離岸時、岸壁上に蔵置されていた別のクレーンに積荷のクレーンが衝突	岸壁上に製品として蔵置されていたクレーンの海上に張出したアームに、出港船舶に積載された別のクレーン(製品)のアームが衝突

## 4. 船舶の離着岸時の接触事故の要因分析

### 4.1 着岸時の船体挙動（左舷・右舷着け）の影響

#### (1) 船舶の接岸方向による船体運動特性の相違

船舶の係留施設への接岸には、左舷着岸（船体の進行方向左手に係留施設を見ながら接岸）と右舷着岸の2種類がある。操船に関する文献<sup>9)</sup>では、船舶の多くを占める右回り1軸船（前進時に船体後部から見てプロペラが右回り）の着岸時には、左舷着けが右舷着けよりも着岸オペレーションが容易とされている。

これは、着岸時直前に機関を後進として減速する際、右回り1軸船（機関前進時に船体背面から見てプロペラが右回転する1軸船）においては、プロペラに作用する水深差により生ずる水圧差によって船尾が左舷側に押されて振れる挙動特性があり、タグや錨の使用を抑えられるケースが増え、時間的にもコスト的にも有利に働くためであると考えられる。図-4.1に、そのメカニズムを示す。著者が確認した範囲ではあるが、港湾の航空写真を見ると、特殊な配置のバースを除けば、左舷着けをしている船の割合が多い。

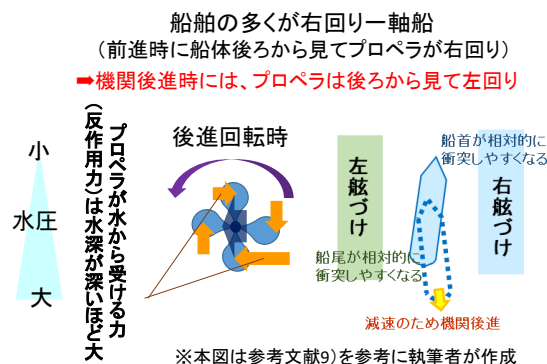


図-4.1 右回り1軸船の減速時挙動特性



(2) 接岸方向と船体損傷箇所との関係

図-4.2は、左舷着けと右舷着け着岸時における事故発生数と、各着岸時における船体側の衝突箇所の内訳を示したものである。まず、事故発生件数は、左舷着け（141件）と右舷着け（127件）で同程度であった。ただし、特徴的なのは、右舷着けの際には船首が衝突する割合が圧倒的に多い（127件のうち73%）のに対し、左舷着けの（141件のうち35%）場合は船尾が衝突する割合が右舷着け（127件のうち17%）の倍程度であることである。これは先述した、右回り一軸船の減速時特性が現れているものと考えられる。

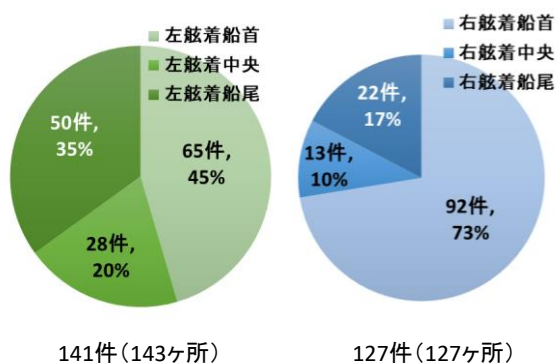


図-4.2 左舷着け・右舷着け着岸時の船舶損傷箇所

4. 2 離着岸時における風向・風速の影響

(1) 対象データ及びデータ整理方法

船舶の係留施設への衝突は、前述したとおり、係留施設への離着岸時にその多く（86%）が発生している（図-3.1参照）。そこで、本節では、船舶の離着岸時を対象として、衝突事故発生と事故発生時の風速・風向との関係进行分析する。分析対象データは、離着岸時の衝突事故で、風が事故の要因の一つとされているケース（全324件）のうち、風向、風速データが判明しているものとした（全288件）。

風速データは、多くの事故案件において運輸安全委員会の事故調査報告書に記載されている船上で観測されたビューフォート風力階級（0～12の13段階）を用いることを基本としているが、船上での風力階級が記載されていない場合には、事故調査報告書に記載されている近隣気象台の最大瞬間風速を風力階級換算した階級値を、さらに最大瞬間風速が不明で平均風速（10分間平均風速）のみが記載されている場合は平均風速値を風力階級換算した値を便宜的に使用している（風速値を風力階級換算したものは全288件中109件）。表-4.1は、気象庁風力階級（Wind force）コード表で、ビューフォート風力階級に示す定義により、風力を階級として表現したものである<sup>10)</sup>。

表-4.1 気象庁風力階級<sup>10)</sup>

コード	説明	相当風速	
		m/s	ノット
0	鏡のような海面	0.0 から 0.3未満	1未満
1	うろこのようなさざ波ができるが、波がしらに泡はない。	0.3 以上 1.6未満	1以上 4未満
2	小波の小さいもので、まだ短いがはっきりしてくる。波がしらはなめらかに見え、砕けていない。	1.6 以上 3.4未満	4以上 7未満
3	小波の大きなもの、波がしらが砕け始める。泡はガラスのように見える。ところどころ白波が現れることがある。	3.4 以上 5.5未満	7以上 11未満
4	波の小さいもので、長くなる。白波がかなり多くなる。	5.5 以上 8.0未満	11以上 17未満
5	波の中くらいのもので、いっそうはっきりして長くなる。白波がたたくん現れる。 (しぶきを生じることもある。)	8.0 以上 10.8未満	17以上 22未満
6	波の大きいものができ始める。いたるところで白泡立った波がしらの範囲がいっそう広がる。(しぶきを生じることが多い。)	10.8 以上 13.9未満	22以上 28未満
7	波はますます大きくなり、波がしらが砕けてできた白い泡は、すじを引いて風下に吹き流され始める。	13.9 以上 17.2未満	28以上 34未満
8	大波のやや小さいもので、長さが長くなる。波がしらの端は砕けて水煙となり始める。泡は明りようなすじを引いて風下に吹き流される。	17.2 以上 20.8未満	34以上 41未満
9	大波。泡は濃いすじを引いて風下に吹き流される。波がしらはのめり、くずれ落ち、逆巻き始める。しぶきのため視程が損なわれることもある。	20.8 以上 24.5未満	41以上 48未満
10	波がしらが長くのしかかるような非常に高い大波。大きなかたまりとなった泡は濃い白色のすじを引いて風下に吹き流される。海面は全体として白く見える。波のくずれ方は、激しく衝動的になる。視程は損なわれる。	24.5 以上 28.5未満	48以上 56未満
11	山のように高い大波(中小船舶は、一時、波の陰に見えなくなることもある)。海面は、風下に吹き流された長い白色の泡のかたまりで完全に覆われる。いたるところで波がしらの端が吹き飛ばされて水煙となる。視程は損なわれる。	28.5 以上 32.7未満	56以上 64未満
12	大気は、泡としぶきが充満する。海面は、吹き飛ばしぶきのために完全に白くなる。視程は著しく損なわれる。	32.7 以上	64以上

風向については、風速と同様、多くの事故案件において運輸安全委員会の事故調査報告書に記載されている。具体的には、事故発生時における16方位（例：南南西）の風向が記載されている。ただし、離着岸時の船体に及ぼす風向の影響を分析するためには、図-4.3（左側図面）に示すとおり、係留施設の法線方向と風向との関係が必要となる。このため、本検討では、分析対象の各係留施設の法線方向を調べ、法線方向から45度方向に線を引き、16方位の風向を90度毎（船首、陸側、船尾、海側）に分類したものを風向とした。

(2) 離着岸時の衝突事故と風向・風速との関係性

図-4.3に、離着岸時における事故発生時の風向の割合を示す。本図より、着岸時の事故は海側から風が吹いているときに多発する（約5割強）ことがわかる。海側からの風により、船体を係留施設方向に動かそうとする圧

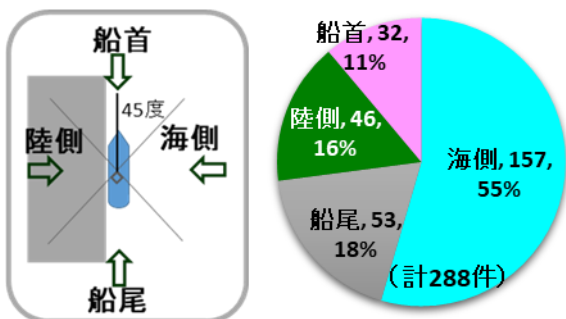
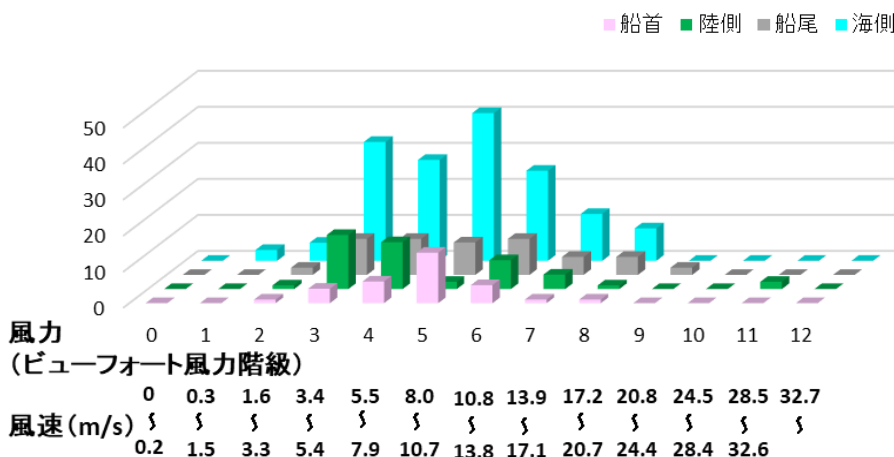


図-4.3 風に起因する事故発生時(離着岸時)の風向

流力が作用し、操船が難しくなり、衝突事故に繋がりがやすいためと考えられる。

一方、最も事故発生頻度が低いのは船首方からの風向時で、船体挙動最も安定する風向であることと整合する。古くから天然の良港と言われている港では、主要な係留施設の法線は卓越風向に船首が向くような配置となっている場合が多いが、その有効性を支持する結果である。

陸側から風が吹いている場合は、船体は係留施設から遠ざかる方向の圧流力を受けて、係留施設に衝突しにくいように思われるが、実際には相当数の事故が発生している。陸側からの風が急に収まったり、風向が突然変わったりと、風の変化に対応した適切な操船ができなかったためであると考えられる。風に対抗してかけていた機関出力やタグ船の推進力への出力低下の指示が間に合わない場合などが該当するものと考えられる。次に、離着岸時の事故発生時に発生していた風向・風力の頻度分布を図-4.4に示す。日本の代表的な港湾（十勝、鹿島、神戸）での年間平均風速は、それぞれ2.4、4.0、4.9 m/sであるが<sup>11)</sup>、これらの平均風速以下での事故件数は少なく、強風が衝突事故の大きな要因になっていることが分かる。さらに、海側、船尾側、陸側からの風向について、風力の低い方からグラフを見ていくと、風力階級が3程度より大きくなる風速域で事故発生が多く認められることがわかる。一方、船首側からの風向の場合は、風力3程度より風力が大きくなると事故発生が徐々に増加するものの、事故件数は風力5あたりに集中している。このため、係留施設の法線を卓越風の方角に合わせた場合、風力3、



※ 風力3以上もしくは風速5m/s以上の風が確認されている場合、事故報告書中に「風が要因」と明記されていない場合でもある程度の影響は発生するものと判断し、便宜的に風に起因する事故として整理している。

図-4.4 風に起因する事故発生時(離着岸時)の風向と風力

4 (風速 3.4~7.9 m/s) の風速域において係留施設への衝突事故抑制の効果が発揮される可能性があるといえる。なお、風力 9 (風速約 20m/s) 以上の風速域では事故の発生が少なくなるが、この風速域では各船社等の運航規程に基づき実際には離着岸が行われないためであると考えられる。

### 4. 3 離着岸時における潮流の影響

本資料で分析対象とした案件のうち、潮流の影響を受けて係留施設または護岸への衝突事故に至った事案は 50 件であった。以下、これらの事故の発生地域と事故発生時の潮流の流速に着目し、データ整理を行った。

図-4.5 に、潮流の影響を受けた衝突事故が発生した地域を、図-4.6 にその地域ごとの事故発生時の潮流速度分布 (50 件のうち、潮流の速度が判明しているもの 19 件を対象) 示す。図-4.5 より潮流の影響を要因とする事故は地域別では瀬戸内海で発生するケースが多い (事故全体の約 6 割強) ことが分かるがこれは、大きな潮位差を伴う瀬戸内海の干満潮流によるものと考えられる。図-4.6 よりこれら瀬戸内海における事故発生時の潮流の速度は、0.8kt~6.9kt (約 0.4m/s~3.5m/s) であり、その平均値は 2.4kt (1.2m/s) であった。

瀬戸内海の次に事故が多いのは、離島であり (全体の 1 割)。全 5 件の事故のうち 4 件は東京都の離島で発生し

ていた。離島での事故発生時の潮流速度は、2.3kt~5.0kt (約 1.2m/s~2.6m/s) であり、その平均値は 3.6kt (1.9m/s) であった。

瀬戸内外と離島を除いたその他地域の事故では、潮流速度は 0.3kt~1.1kt (約 0.2m/s~0.6m/s)、平均は 0.6kt (1.9m/s) であった。

なお、実際の事故では、潮流と風が同時に作用することも多い。これに関して、運輸安全委員会の事故調査報告書においては、「潮流と風の流れが異なる方向の際に操船の難易度が著しく向上する」旨の記述があり、留意すべき点である。

## 5. まとめ及び今後に向けて

### 5. 1 まとめ

本資料では、運輸安全委員会 (船舶部門) による約 12 年分の事故調査報告書から、船舶単独事故のうち「係留施設・護岸等との衝突」を抽出し (全 618 件)、船舶の係留施設 (全 565 件) 及び護岸 (全 53 件) への衝突事案を対象に基礎的な分析を行い、主に船舶の係留施設への衝突事故の実態について明らかにしたものである。その結果、以下が明らかになった。

#### (1) 衝突事故全体

- ・今回対象とした衝突案件 (618 件) の事故発生要因は、不適切な操船によるものが支配的であった (9 割以上)。不適切な操船 (570 件) の内訳としては、風の影響を受けたものが全事故案件の 6 割を超えており、風が船舶の港湾構造物への衝突事故に及ぼす影響は大きいことがわかった。
- ・また、貨物の積載状況が船舶に与える影響としては、積載状況 (空載時~満載時) によって、事故原因に差が見られる傾向にあった。「風」が影響要因となる割合は貨物積載時には 5 割前後であるが、空載時には 7 割を超えており、空載時において相対的に風の影響を受けやすい結果となった。一方、「行き足制御困難」が影響要因となる割合は空載の場合 1 割程度であったが、貨物積載時には貨物の積載状況に応じて 4 割~5 割程度と著しく大きくなり、貨物積載時において「行き足制御」が困難となる頻度が高くなる傾向が確認された。
- ・潮流の影響を受けて係留施設や護岸に衝突した事案は全 50 件であった。これらの事故は、瀬戸内海 (約 6 割) と離島 (約 1 割) で多く発生していた。また、潮流の平均速度は、瀬戸内海の事故案件で 2.4kt (1.2m/s)、

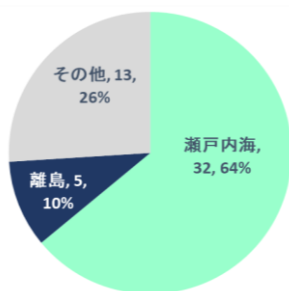


図-4.5 潮流に起因する事故の発生地域

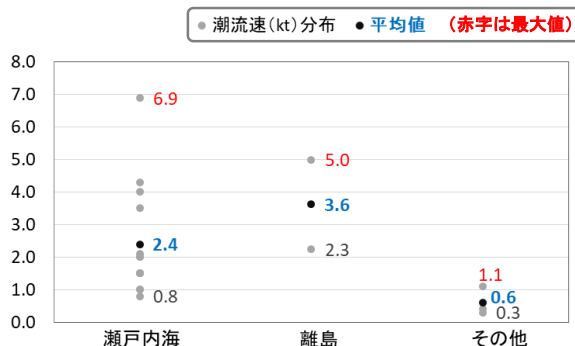


図-4.6 事故発生時の潮流速度 (地域別)

離島の事故案件で 3.6kt (1.9m/s) であった。

## (2) 船舶の係留施設への衝突事故の特徴

- ・船舶の係留施設への衝突事故は、着岸時の発生が多かった (全 565 件のうち、約 7 割)。
- ・船舶のバルバス・バウが関与するケースが全体の一定量 (14%程度) 存在していた。
- ・左舷着岸と右舷着岸での衝突事故件数は同程度であった (141 件, 127 件)。ただし、左舷着岸の場合、船尾が係留施設に衝突する事故ケースが多く (141 件のうち、35%)、右舷着岸の場合は船首が係留施設に衝突する事故ケースが多かった (127 件のうち、73%)。これは、右回り一軸船の挙動が反映されたものであると考えられる。
- ・離着岸時の風が影響する衝突事故は、風力階級 3 (風速 3.4~5.4 m/s) 以上で事故が多く認められる傾向にあり、海側から陸側に向かって風が吹く場合に多く発生していた (約 5 割強)。一方、船首側からの風向時には風力階級 5 (風速 8.0~10.7 m/s) に至って事故が増加する傾向にあり、係留施設の法線を卓越風の方に合わせた場合、風力 3, 4 (風速 3.4~7.9 m/s) の風速域において係留施設への衝突事故抑制の効果が発揮される可能性があるといえる。

## (3) 衝突事故が港湾機能に及ぼす影響

- ・船舶が係留施設本体に衝突するケースでは、多くの場合コンクリートの部分的な欠損や擦過傷等に損傷は留まり、港湾機能への影響が及ぶと判断される案件は比較的少なかったものの (全 478 件のうちの 40 件: 約 8%)、その殆どのケース (36 件) で鋼管杭や矢板本体、スリット等の主要構造部材の損傷が認められた。
- ・船舶が係留施設本体に衝突するケースでは港湾機能への影響が及ぶ案件 (全 40 件) のうち、1/3 程度 (13 件/40 件) は船体のバルバス・バウが係留施設本体に衝突していた。さらに、そのほとんどのケース (12 件/13 件) において、バルバウ・バウ側の損傷も、圧壊、破口、凹損、曲損及びそれらの組み合わせであり損傷程度は激しいものであるといえ、岸壁法線に対してある程度の速度かつ角度のついた状態で衝突している可能性が高いことが推察された。
- ・係留施設本体の損傷により港湾機能への影響が及ぶ案件の構造形式別の発生割合は、重力式及び矢板式が 5% 前後であったのに対し、栈橋式やドルフィン構造を含む杭式では約 10% と高い割合を示していた。杭式は、重力式や矢板式構造に比べると本体構造は相対的に脆

弱であり、船舶衝突による損傷が発生しやすいことに対応していると推察される。

- ・船舶が付帯設備に衝突したケースでは、港湾機能への影響が及ぶと判断される案件が 207 件中 118 件 (約 57%) 存在した。この比率は船舶の岸壁本体への衝突時の数値と比較すると相対的に高く、損傷の対象やパターンは多岐にわたっていた。
- ・特に、ガントリークレーンへの船体の衝突時においては全案件 (10 件) で港湾機能への影響が及ぶと判断されており、クレーンへの衝突は最も避けるべき衝突形態の一つであることがわかった。
- ・また、ガントリークレーン衝突案件 10 件中 8 件の事案で電源供給ケーブルの巻付け長さを調整するケーブルリールの損傷が確認された。

なお、本報告は、土木学会論文集 (海洋開発) 特集号 (Vol. 76, No. 2) <sup>12)</sup> に一部内容を追加してまとめたものである。

## 5. 2 今後に向けて

本分析を通じて明らかになった事項を踏まえ、船舶事故の発生抑制や被害軽減のための更なる検討として以下が必要であると考えられる。

### (1) 衝突の卓越要因である風対策の視点

- ・卓越風向を考慮したバース配置の実現 (風による衝突事故のリスクを低減するためには、係留施設の法線を卓越風の方に合わせるのが有効)
- ・船上風向風速計も含めた風データのネットワーク化、港湾単位でのビッグデータ化及び AI によるデータの利活用

### (2) 情報共有化、見える化の視点

- ・安全かつ円滑な入港着岸のための、着岸予定の係留施設周辺も含めた他船の着岸状況 (着岸方向や錨の進出方向・長さ等) 及び入出港予定情報等の IT ツールを活用した関係者間での共有化
  - ・係留施設の上部及び水中部を含めた係留施設下部について、船舶の進入域を「見える化」し、ユーザーへの共有化
- (※「見える化」を踏まえ、船舶の船先や船尾、バルバス・バウ等の進入域を考慮した施設設計 (特にガントリークレーンのケーブルリール) や衝突回避・防止策の検討等)

(2020年11月18日受付)

## 謝辞

本資料の作成にあたり、運輸安全委員会の嶋倉康夫事故防止分析官（当時）及び菊池俊方課長補佐（当時）より、運輸安全委員会のこれまでの取組等に関して情報提供をいただきました。深く謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 運輸安全委員会：船舶部門事故調査報告書，  
<https://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/ship/index.php>
- 2) 久保雅義，斎藤勝彦，室元嘉史：海難審判庁裁決録における船舶と港湾構造物との衝突に関する基礎的研究，日本航海第97回講演会資料，pp.359-367. 1997.
- 3) 運輸安全委員会：運輸安全委員会ダイジェスト  
[http://www.mlit.go.jp/jtsb/bunseki-kankoubutu/jtsbdigests/jtsbdi\\_backnumber.html](http://www.mlit.go.jp/jtsb/bunseki-kankoubutu/jtsbdigests/jtsbdi_backnumber.html)
- 4) 日本船主責任相互保険組合：P&I ロスプリベンションガイド第31号（港湾設備損傷防止と港内操船 Part 1），第32号（港湾設備損傷防止と港内操船 Part 2），2014.
- 5) Google Maps，<https://www.google.co.jp/maps/>
- 6) 水産庁：漁港一覧（令和元年12月時点），  
[https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko\\_gyozyo/g\\_zyoho\\_bako/gyoko\\_itiran/sub81.html](https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_zyoho_bako/gyoko_itiran/sub81.html)
- 7) 岡元渉，竹信正寛，宮田正史，井山繁，菅原法城，川原洋，藤井一弘：係留施設における構造形式等の基礎的データに関する整理，国総研資料 No.1018，p.6，2018.
- 8) 橋本進，矢吹英雄，岡崎忠胤：操船の基礎（二訂版），海文堂，p.106，2012
- 9) 井上欣三：操船の理論と実践，成山堂書店，p. 84, 111, 115，2015.
- 10) 気象庁風力階級（Wind force）コード表 [https://www.jodc.go.jp/jodcweb/JDOSS/pdf/feti\\_Windforce\\_code\\_j.pdf](https://www.jodc.go.jp/jodcweb/JDOSS/pdf/feti_Windforce_code_j.pdf)
- 11) 永井紀彦，勝海務，岡島伸行，隅田耕二，久高将信：NOWPHAS データより推定した洋上沿岸域での風力発電の可能性．海洋開発論文集，Vol.17，2001
- 12) 松田茂，宮田正史：船舶の係留施設への衝突事故等に関する基礎的分析，土木学会論文集（海洋開発）特集号，Vol.76，No.2，2020

付録 運輸安全委員会事故調査報告書リスト(1/4)

Table with columns for accident number, year, date, time, name, status, date of publication, and area. It lists 100 shipping incidents from 2007 to 2019.

注)運輸安全委員会事故調査報告書における「(船名・船舶単号)事故のうち、「岸壁(565件)・岸壁等(53件)」への衝突案件(618件)を抽出した。一部、同日発生日の複数案件間で発生時刻が前後しているものがあるが、参考文献1)の検索システムでの表示順序に基づき整理番号を付している。2008年10月から2019年12月までに公表された報告書が対象

付録 運輸安全委員会事故調査報告書リスト(2/4)

Table with columns: 船名, 発生年, 発生月, 発生時刻, 事故名, 公開年, 公開月, 事故区分. Contains a list of maritime accident reports from 2010 to 2013.

Table with columns: 船名, 発生年, 発生月, 発生時刻, 事故名, 公開年, 公開月, 事故区分. Contains a list of maritime accident reports from 2012 to 2014.

注) 運輸安全委員会事故調査報告書における「(船名: 船舶単独)事故のうち、「岸壁等(565件)、岸壁等(53件)」への衝突案件(618件)を抽出した。一部、同日発生日の複数案件間で発生時刻が前後しているものがあるが、参考文献1)の検索システムでの表示順序に基づき整理番号を付している。2008年10月から2019年12月までに公表された報告書が対象



付録 運輸安全委員会事故調査報告書リスト(3/4)

Table with columns: 船名, 発生日, 発生日時, 事故名, 公開年, 公開月日, 事故区分. Contains accident records from 2012 to 2015.

Table with columns: 船名, 発生日, 発生日時, 事故名, 公開年, 公開月日, 事故区分. Contains accident records from 2015 to 2019.

注) 運輸安全委員会事故調査報告書における「船(単:船単独)事故のうち、「岸壁(565件)、岸壁等(53件)」への衝突案件(618件)を抽出した。一部、同日発生日の複数案件間で発生日時刻が前後しているものがあるが、参考文献1)の検索システムでの表示順序に基づき整理番号を付している。2008年10月から2019年12月までに公表された報告書が対象



付録 運輸安全委員会事故調査報告書リスト(4/4)

整理番号	発生年	発生月日	発生時刻	事故等名	公開年	公開月日	事故区分
601	2018年	9月23日	9:27	プレジャーボートブリーズ衝突(岸壁)	2019年	6月27日	
602	2018年	10月1日	1:47	貨物船MARINA衝突(護岸)	2019年	12月19日	
603	2018年	10月25日	9:27	巡視艇いよなみ衝突(岸壁)	2019年	5月30日	軽微
604	2018年	11月7日	12:09	石炭灰運搬船和平丸衝突(岸壁)	2019年	5月30日	軽微
605	2018年	11月22日	10:50	自動車専用船すずか衝突(岸壁)	2019年	10月31日	軽微
606	2018年	12月1日	13:42	コンテナ船MSC CAPELLA衝突(ガントリークレーン)	2019年	7月25日	軽微
607	2019年	1月16日	10:10	旅客船きんりん1衝突(桟橋)	2019年	9月26日	軽微
608	2019年	2月7日	7:55	貨物船麗旺丸衝突(岸壁)	2019年	9月26日	軽微
609	2019年	3月9日	9:46	ケミカルタンカーSTO VIOLET衝突(桟橋)	2019年	9月26日	軽微

注)運輸安全委員会事故調査報告書における「船(単;船舶単独)事故のうち、「岸壁(565件)、岸壁等(53件)」への衝突案件(618件)を抽出した。一部、同日発生日の複数案件間で発生時刻が前後しているものがあるが、参考文献1)の検索システムでの表示順序に基づき整理番号を付している。2008年10月から2019年12月までに公表された報告書が対象