

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1170

September 2021

港湾内外における船舶の走錨事故に関する基礎的分析

松田茂・宮田正史

Basic Analysis for Factor and Damage of Ship Collision Accidents
after Dragging Anchor, Inside and Outside of Ports and Harbours

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

港湾内外における船舶の走錨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、錨泊状態にあった船舶が走錨に至った走錨事故案件（全113件）を抽出し基礎的な分析を行った。主な結果を以下に示す。

走錨事故の実態については、まず、事故発生時の錨泊状態については、単錨泊の事案がほとんど（95%）であり、空載状態のものが6割強（32/52件）を占めた。走錨時の圧流速度については、概ね0.5m/s～3m/s程度であり、風速が大きい程、高い圧流速度となる傾向にあり、衝突時の船体の姿勢は約9割（39/46件）において船尾側からの衝突であった。また、旧海軍の錨鎖長式についても概ね整合的であった。さらに、台風襲来時の走錨事故の特徴として太平洋（本州・四国）に約6割が集中し、さらに、台風襲来時の走錨事故の約2/3の事案において風向が南寄り（南東～南西）の際に発生していた。

港湾区域の内外に着目した比較においては、10,000総トン以上の大型船や50総トン未満のプレジャーボート・漁船等の小型船では港湾区域外での錨泊が多く、それ以外の10,000総トン未満の一般商船では港湾区域内での錨泊が過半数を占めた。走錨後の乗揚・衝突対象については、港湾区域外の場合には浅場や岩場等の自然物への衝突が全体の75%と大半を占め、港湾区域内の場合は港湾等インフラ施設への衝突が約1/3を占めた。

さらに、走錨による乗揚・衝突時の船体の損傷については、港湾等インフラ施設への乗揚・衝突に到る場合、比較的高い全損率（事故後の船体側の対応が判明したもののうち約36%（5/14件））を示すとともに、錨鎖を使用する一般商船等の比較的大きな船が自然物への乗揚・衝突に至っても全損率は比較的強く抑えられる傾向（約5%（1/19件））にあることが確認された。また、走錨後に船舶の衝突のあった港湾等インフラ施設の損傷で機能への影響が大規模であった事案（2件）は、いずれも、施設の基本的な機能を維持するために不可欠な部位（護岸上の胸壁と橋桁）に船体が衝突した事案であり、その復旧が長期間に及んだ事案であった。

キーワード：走錨，圧流速度，港湾区域，港湾等インフラ施設，台風，風

*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-46pr@gxb.mlit.go.jp

Basic Analysis for Factor and Damage of Ship Collision Accidents after Dragging Anchor, Inside and Outside of Ports and Harbours

MATSUDA Shigeru*
MIYATA Masafumi**

Synopsis

In this study, we analyzed 113 JTSB (Japan Transport Safety Board) reports detailing data for the past 12 years on accidents involving vessel collisions after dragging anchor inside and outside ports and harbours in Japan.

The findings are as follows:

1. Details of the accidents after dragging anchor

Almost all (95%) of the accidents occurred after staying with single anchor, and over 60% (32/52 cases) of the accidents occurred when the ships were under empty load. Drifting velocity of the ships with dragging anchor was about from 0.5 to 3 m/s, and tended to be lower when the vessels were fully loaded or when they were categorized into Tankers. In about 90% (39/46 cases) of the collisions, the vessels collided by the stern. The formula of the old Japanese navy, which shows the required length of anchor chain, is generally consistent with the data in this study. In the case of typhoon-category storms, over 60% of the accidents after dragging anchor occurred on the Pacific side of Honshu and Shikoku areas, and two-thirds of these accidents occurred when the wind direction was southerly, backing from south-west to south-east.

2. Trends of the accidents inside and outside of ports and harbours

The large vessels (over 10,000G.T.) and most of the small pleasure boats and fishing boats (less than 50G.T.) were anchoring outside of ports and harbours, and over half of the merchant vessels (less than 10,000G.T.) were anchoring inside of ports and harbours. About 75% of the collisions which occurred outside of ports and harbours were collisions with the seabed (sand or rocks in shallow water) and one-third of the collisions which occurred inside ports and harbours were collisions with port infrastructure.

3. Damage to vessels and infrastructure

Total loss of vessels was concluded in about 36% (5/14 cases) of the collisions with a port facility. Conversely, only 5% (1/19 cases) of merchant vessel collisions with objects of nature resulted in total loss. There are two typical instances in which collisions caused significant damage to infrastructure (bridge girder and seawall main parapet); restoration in such instances requires a great deal of time.

Key Words: Dragging anchor, Drifting velocity, Ports and harbours, Port facility, Typhoon, Wind

* 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
2. 船舶の走錨に関する基礎的情報および走錨事故防止対策の現状	1
2.1 船舶の走錨に関する基礎的情報	1
2.2 走錨事故防止対策の現状	2
3. 分析対象事案の抽出とデータ整理方法	2
3.1 分析対象事案の抽出	2
3.2 データ整理方法	3
4. 走錨事故に関する基礎的分析	4
4.1 走錨事故の概要	4
4.2 船舶圧流速度に関する分析	11
4.3 発生場所による走錨事故の基礎的分析	14
4.4 港湾等インフラ施設の損傷に関する分析	15
4.5 走錨事故発生後の船体の状態に関する分析	18
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	20
参考文献	20
付録-A 運輸安全委員会事故調査報告書リスト	22
付録-B 対象案件データ一覧表	23
付録-C 事故発生場所と風データ（地図）	26
付録-D 詳細データ（4.3(2)関連）	28

1. はじめに

近年、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(写真-1.1に事例を示す)が散見される。これらの事故の発生抑制や被害軽減を図るためには、港湾周辺で発生する走錨事故の実態や走錨船舶が港湾施設に衝突した際の施設側の損傷実態についての知見が必要となる。しかしながら、このような視点に立ち、港湾周辺における走錨事故や衝突事故の実態に特化したデータの収集や分析を行った検討・研究事例は少ない。

本研究は、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、錨泊状態にあった船舶が走錨に至った走錨事故案件(全113件)を抽出し、走錨事故の概要、走錨後の船舶の圧流速度、走錨後の港湾施設等への衝突事故等について基礎的な分析を行ったものである。

本資料の構成は以下のとおりである。まず、2. では、船舶の走錨に関する基礎的情報および走錨事故防止対策の現状を紹介する。その上で、3. では、運輸安全事故調査委員会の事故調査報告書の概要と本資料における対象事案の抽出方法およびデータの整理方法を説明する。4. では走錨事故の実態、走錨時の船舶の圧流速度、事故発生場所や乗揚・衝突対象の違いによる事故の特徴、施設側・船体側の損傷等に関する基礎的な分析を行い、港湾構造物や錨泊地の配置計画、利用上の留意事項等の検討のための材料としての活用を念頭に5. でとりまとめを行う。

2. 船舶の走錨に関する基礎的情報および走錨事故防止対策の現状

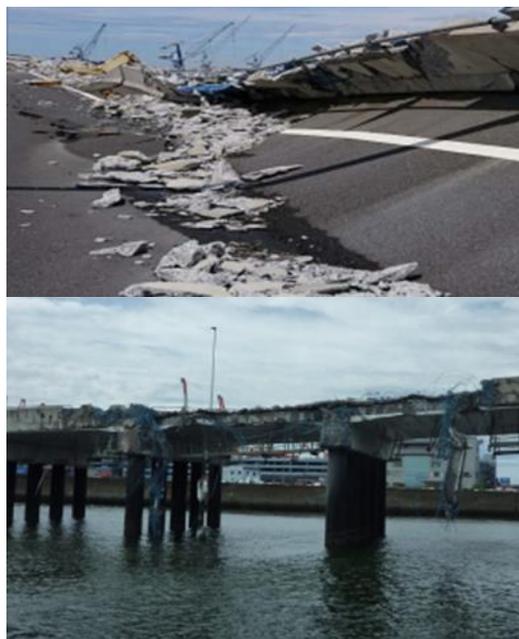
2.1 船舶の走錨に関する基礎的情報

(1) 船舶の走錨メカニズムと錨泊形態

走錨は、操船の教科書等²⁾において「走錨とは錨と錨

鎖で構成される係駐力(把駐力)を超える風、波、潮流等による外力が錨に働き、錨が動く状態に陥ること」と定義されている。また、外力の作用に関しては、シミュレーションによる分析結果として、主たる外力としての風圧力に加えて波漂流力(うねりのような波が浮体を移動させる力)が加わることで、複合的な外力が作用する状況下では錨鎖に係る張力が風圧力のみの場合と比較して著しく大きくなり、走錨しやすくなる事例等も参考文献において紹介³⁾されている。

また、図-2.1に示すように、錨泊形態には単錨泊及び二錨泊、双錨泊が存在する。単錨泊は天候平穏時における短時間の錨泊に頻繁に使用される最も基本的な錨泊法であり、二錨泊は両舷の錨を同時に投下して錨鎖を平行に伸ばす錨泊法であり、基本的には単錨泊の2倍の把駐力



横浜港南本牧はま道路の損傷

写真-1.1 橋梁の損傷事例(文献¹⁾より)

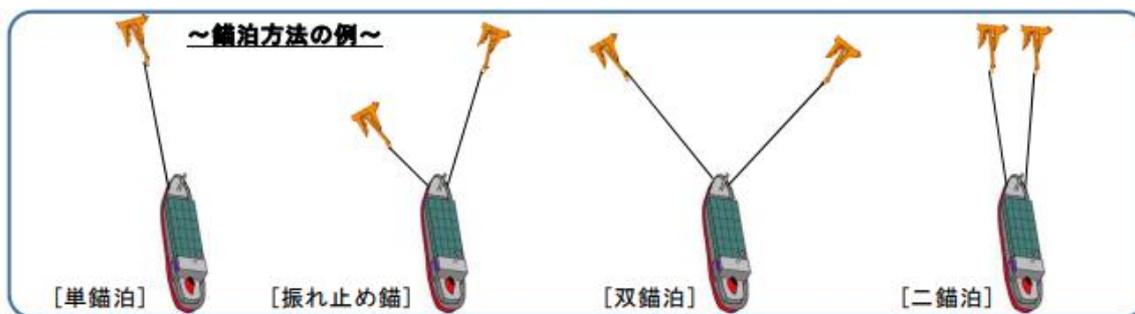


図-2.1 錨泊方法の例(文献³⁾より)

を得る錨泊法である。また双錨泊は二本の錨鎖を前後に大きく開く錨泊法で、風向きが変わってもそれぞれの錨が交互に把駐力を分担することを期待した錨泊法⁴⁾である。

(2) 走錨事故等に関する主要既往文献

走錨に関する研究としては、海上保安庁⁴⁾や海難審判庁⁵⁾、日本海難防止協会⁶⁾、各地域の保安部や海難防止協会⁷⁾（東京湾海難防止協会等）、JAPAN P&I CLUB³⁾（日本船主責任相互保険協会）、運輸安全委員会⁸⁾等により、走錨のメカニズムや過去の走錨事故、走錨防止対策等についてまとめられており、その多くが関係業界への情報提供という形で活用されている。また、本研究で対象としている運輸安全委員会の事故調査報告書については、事故発生箇所について船舶事故ハザードマップとして、事故発生箇所が地図上で確認できるサイト⁹⁾が構築されている。

次に、走錨後の圧流速度については、井上²⁾は、走錨のメカニズム等に加え、船種毎の走錨時圧流速度と風速の関係について触れている。船舶漂流の予測を目的とした再現解析の研究例としては、徳永¹⁰⁾らにより圧流速度について取り上げられているものの、既往の研究の中で走錨後の圧流速度を取り上げているものは少数である。

2. 2 走錨事故防止対策の現状

(1) 港則法に基づく対策

港則法第 39 条に基づき、各港長が指定する「船舶交通の制限等」について記された地域情報が、港域毎に各海上保安本部や各港長、各海難防止協会等から発出されている。具体的には、一定の条件時に錨泊を禁止し、区域外への出域が求められることとなる錨泊制限海域等をはじめとする勧告や行政指導等の具体的内容が各海域毎に発出されている。一例を挙げれば、台風来襲時に発令される避難勧告として京浜港東京区では総トン数 3,000t 以上の内航船舶については、防波堤外への避難が求められる¹¹⁾。なお、対象船舶のトン数区分等の避泊条件等の詳細は各港ごとの手引きとして独自に定められている。

併せて、一般的なガイドラインとして「走錨事故防止ガイドライン」が国土交通省海事局及び海上保安庁によりまとめられている¹²⁾。これは、内航船のみならず外航船も対象としており、日本語版に加え、英語、中国語、韓国語、ロシア語版も作成されており、常に船橋に備えおくことが推奨されている。

(2) 国土交通省港湾局における取組み

錨泊中の船舶が荒天時に走錨した場合、制御が困難な状況下で圧流され、浅瀬等への乗揚げや、錨泊中の他船

との衝突、岸壁や護岸、橋梁等の構造物と衝突に至るケースが存在する。2018年9月には台風21号の影響により錨泊中のタンカーが走錨・圧流され関西国際空港連絡橋と衝突¹³⁾、橋げたが大きく損傷して中央の鉄道線路部までずれて連絡橋が使用不能となり、完全復旧までには7か月を要した。また、2019年9月の台風第15号の際には、錨泊中の貨物船が走錨・圧流され横浜港南本牧はま道路の橋梁等に衝突し¹⁾、橋げた等に甚大な損傷が及び、通行再開まで8か月を要した。このように、港湾における物流や人流、経済活動に大きな影響が及ぶような走錨事故事例が近年頻発している。

国土交通省港湾局ではこうした事例を踏まえ、2020年6月にハード対策として、「港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示」の一部を改正¹⁴⁾し、橋梁（臨港交通施設）を建設又は改良する場合には、船舶の走錨リスクを考慮し、必要に応じて「橋げた」の損傷を防止する防衛設備を設置する内容を新たに追加するとともに、臨港交通施設である横浜港南本牧はま道路においては、橋げたの損傷を防止するための防衛設備の整備が図られている。

3. 分析対象事案の抽出とデータ整理方法

3. 1 分析対象事案の抽出

運輸安全委員会では船舶や航空機、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、事故調査報告書としてwebでその内容が公表されている。本資料では運輸安全委員会（船舶部門）の発足以来2019年12月までに公表された約12年の期間の事故調査報告書¹⁵⁾（以下「事故調査報告書」とする）から、事故調査報告書のホームページの検索機能を活用して船舶部門で「走錨」に該当する案件128件を抽出し、「通常航行中からの緊急減速のための投錨」「他船の走錨事案の救助船の事故」「機器故障（機関等）により航行に支障を来す状況下での錨泊」の各案件を除いた「錨泊状態から走錨に至った案件」113件（走錨隻数としては115隻）を抽出し、対象データとした（一覧表は付録に添付：発生期間は2008年4月～2019年1月）。なお、筆者らは国総研資料No. 1134「船舶の係留施設への衝突事故に関する基礎的分析」¹⁶⁾において船舶の係留施設への衝突事故に関する分析を行っているが、本資料と国総研資料No. 1134ではいずれも同じ時期に公開されている事故調査報告書を対象としており、両資料での分析対象事案の関係を図-3.1に示す。

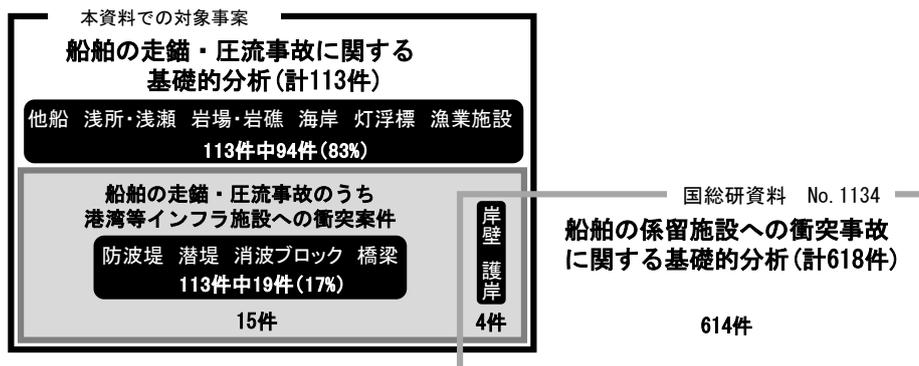


図-3.1 運輸安全委員会報告書から引用したデータ（分析対象事案）

3.2 データ整理方法

事故調査報告書に記載されているデータのうち、分析に活用したデータを表-3.1に示す。また、分析に活用した運輸安全委員会報告書の一覧表及び全データの一覧を、付録-A及び付録-Bに示す。以下、表-3.1に示す4つの分類に従い、各データの概要と留意点を述べる。ただし、本節で説明のないデータ項目については、4. の各節において必要に応じて説明する。

(1) 全般

まず、一般的な事項として、事故発生日時や事故概要、錨泊形態、走錨時の圧流速度などを事故調査報告書の記載から読み取った。このうち、船体の圧流速度について

はデータの欠落が多く、また著者らが一部のデータを読み取ったものもあるため、その概要を以下に示す。

圧流速度データは、圧流状況下での船速として走錨開始後から乗揚・衝突に至る間のAISデータとしての速度データ（数値データ）の最大値を抽出するか、もしくは、圧流状況下でのAIS航跡データ上に示された位置情報（最小単位の2地点間の距離:m単位で計測）及びそれぞれの時刻データ（秒単位）から2地点間を移動する際の平均速度を求め、それらの中から最大値を抽出し、最大圧流速度としている。

(2) 自然条件

自然条件としては、波浪と風に関する情報を事故調査

表-3.1 分析に活用した運輸安全委員会報告書のデータ

項目		留意点
全般	事故発生日時、港湾（発生場所）、事故種別、衝突・乗揚等対象施設、事故の概要（原因・死傷者の有無等含む）、船体方向（圧流時・衝突時等）、錨泊地水深等	報告書に記載あるもののみデータ抽出
	錨泊形態（単錨泊、双錨泊）	単錨泊、双錨泊の区別（2錨泊と思われるものも双錨泊として整理）
	走錨時圧流速度	AISの速度データが記載されているものはその値を引用、航跡図上で移動時間と移動距離の両方が判明しているものは距離を時間で除したものを速度として引用）
	錨・錨鎖（索）情報（錨の形式、重量・錨鎖の単位長さ当たりの重量）	錨重量、錨泊時延伸錨鎖重量を算出
自然条件	波浪、潮流、天候、注意報・警報、錨泊地水深、底質等	報告書に記載あるもののみデータ抽出
	風向・風速	船上観測風速についてはビューフォート風力階級で示されているものは該当する階級（複数の階級に跨がる場合有り）の中央値を風速値として採用、船上風速値（m/s）が記載されている場合その値を抜き出し、近隣の気象台等の最大瞬間風速、平均風速について記載されているものは併記
船舶	船種、総トン数、積載状態、損傷箇所・損傷形態等	報告書に記載あるもののみデータ抽出
衝突・乗揚等対象施設	施設種別、損傷の概要等	報告書に記載あるもののみデータ抽出

報告書から読み取った。そのうち、風についてはデータの欠落が多く、また事故調査報告書中には3種類の風速が存在するため注意を要するが、船上観測風速、近隣の気象台等の平均風速及び最大瞬間風速の3種類のデータについて、事故調査報告書に記載のあったデータを抜き出している（2種類以上の風速が併記されている場合もある）。ただし、船上観測風速については、事故調査報告書では表-3.2に示したビューフォート風力階級で示されているものが多く、風速の値で示されている事例は少なかった。このため、ビューフォート風力階級で示されているものについては、各階級における相当風速の最大値と最小値の平均値を船上観測風速として整理した。これら3つの風速の特徴等を比較した結果を以下に述べる。

平均風速及び最大瞬間風速は、気象台や測候所等で得られた精度の高いデータであるとともに、コンテナクレーンや橋梁等の港湾施設の設計で用いる風速と同じ定義であり、既存観測結果との比較等が容易であるなどの長所があるが、事故発生地点からの距離のある地点での風速データであるという短所がある。

一方、船上観測風速については、風力階級から風速値を機械的に推定（相当風速の最大値と最小値の平均）しているため、風速値の正確性には欠けるものの、実際の船上の観測されたデータに基づく結果であり、走錨事故時の風況を代表した風速である点に優位性がある。また、船上風速は全対象案件（113件）のうち95件（84%）で記

載されており、他の2つの風速での記載割合（5割未満）よりも大きいことも長所である。

本資料では、以上に示した3つの風速（平均風速、最大瞬間風速、船上観測風速）について明示して整理し、4.の検討においては船上観測風速を利用している。

(3) 船舶

船舶に関するデータについては、総トン数や船種等、ほとんどの事故調査報告書に記載されているデータに加え、貨物の積載状況や錨泊時錨鎖長データについても、データの記載されているものは抽出して整理した。

(4) 乗揚・衝突等対象施設

最後に、走錨、圧流後の構造物等への衝突や乗揚の影響等を評価するため、事故発生時の乗揚・衝突等対象施設の施設種別や損傷の概要データも整理・活用するとともに、船体側の損傷の程度を評価するために、事故後の船体の対応についても整理した。

4. 走錨事故に関する基礎的分析

4.1 走錨事故の概要

(1) 走錨事故発生要因と発生時期、発生地域

本研究で取り上げた走錨事故113件（115隻）のうち、111件で風が作用していた。それ以外の2件（2隻）のうち、1件は無風状況下での潮流による走錨、1件は風データが把握されていない中でのうねりを原因とする走錨で

表-3.2 気象庁風力階級表¹⁷⁾

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。白波がたくさん現れる。 (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。いたるところで白く泡立った波がしらの範囲がいっそう広くなる。(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。泡は明りょ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

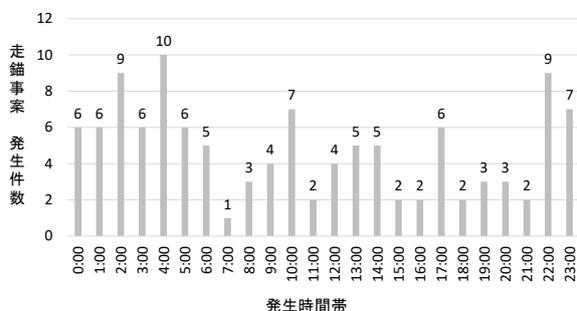
あった。2. 1 (1)で述べた風、波、潮流等の走錨要因のうち、ほぼすべてのケースで走錨の要因として風が作用していることが確認できた。

続いて、対象とした走錨事案の時間帯別発生分布及び月別発生分布について図-4. 1(a)及び図-4. 1(b)に示す。比較のために船舶の係留施設との衝突事案の時間帯別発生分布及び月別発生分布についても図-4. 1(c)及び図-4. 1(d)に示す(参考文献¹⁶⁾のデータをもとに作成)。なお、図-4. 1(b)については台風時の走錨事案についても併せて内数として表示している。まず、走錨事故の発生時間帯は、22～5時の深夜早朝の時間帯に多く発生していることがわかる(図-4. 1(a))。これは、係留施設との衝突事故が7～8、15～16時の朝・夕の時間帯に多く発生している分布と大きく異なる(図-4. 1(c))。

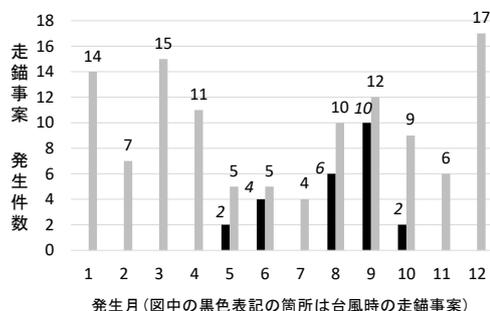
発生月については、まず、係留施設との衝突事故の場合、支配的な要因である風が強くなる冬季(12～1月)と春期(3～4月)に多くなる特徴が認められる(図-4. 1(d))。走錨事案については、冬季と春季に加えて、台風に起因する案件が8,9月を中心に5月から10月の間に分布しており、台風の影響によるものと考えられるピークが8～10月にも存在している。

次に、走錨の事案が発生した地域について表-4. 1及び

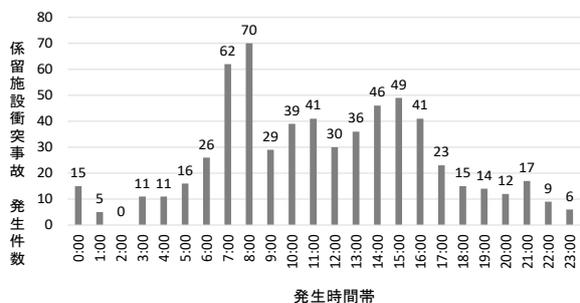
図-4. 2に示す。地域区分は参考文献¹⁶⁾における分類をもとに、大阪府、和歌山県、兵庫県、岡山県、広島県、山口県、福岡県、大分県、愛媛県、香川県、徳島県を「瀬戸内海」、青森県から三重県までの太平洋側の都県及び高知県を「太平洋(本州・四国)」、島根県から秋田県までの日本海側に面する府県を「日本海(本州)」、大分県を除く九州の6県を「九州(瀬戸内海外)」、「北海道」、「沖縄」と6地域に区分して整理した。走錨案件については、太平洋側(本州・四国)で発生したものが約4割で最も多く、瀬戸内海での発生が約3割とそれに続く分布となっていた。その中で、台風襲来時に発生した走錨事案に限定すると、全体の約6割が太平洋側(本州・四国)で発生していた。なお、台風襲来時の発生事案の約2/3(15隻/全24隻)は、南東から南西の間の方向からの南寄りの風向時の事案であった。また、事故発生地点における風向・風速データについて地図上にまとめたものを付録-Cに付す。



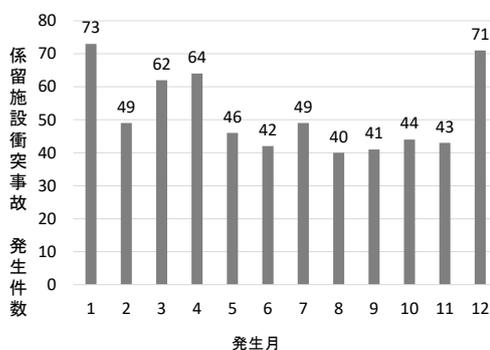
(a) 走錨事案時間帯別発生分布



(b) 走錨事案月別発生分布



(c) 係留施設衝突事案時間帯別発生分布



(d) 係留施設衝突事案月別発生分布

図-4. 1 船舶の走錨事故及び船舶の係留施設への衝突の時間帯別発生数及び月別発生数

表-4.1 地域別走錨発生件数（隻数）

発生月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	地域別割合	台風時の割合
北海道	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	3	0	7	6%	14%
うち台風時	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		
太平洋(本州,四国)	5	3	6	5	3	4	2	1	6	5	1	5	46	40%	30%
うち台風時	0	0	0	0	2	4	0	0	6	2	0	0	14		
日本海(本州)	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	1	1	6	5%	17%
うち台風時	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1		
瀬戸内海	5	3	5	3	0	0	0	3	4	3	1	8	35	31%	14%
うち台風時	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	5		
九州(瀬戸内海外)	2	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	3	12	11%	0%
うち台風時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
沖縄	1	0	0	3	0	1	0	2	1	0	0	0	8	7%	38%
うち台風時	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3		
合計	14	7	15	11	4	5	4	10	12	9	6	17	114	100%	21%
うち台風時	0	0	0	0	2	4	0	6	10	2	0	0	24		

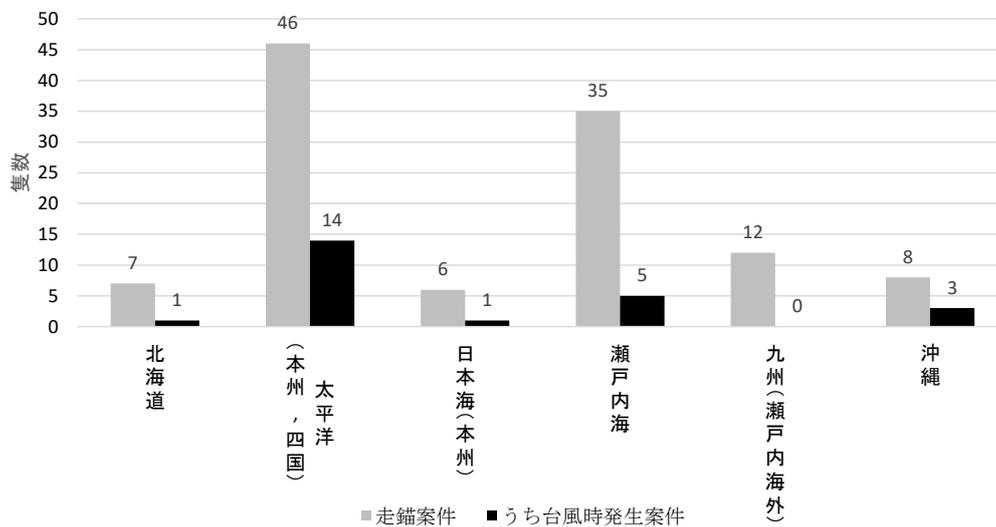


図-4.2 地域別走錨案件数（隻数）

(2) 船種・船型および錨泊状態

表-4.2 に船種毎の錨泊状況（単錨泊・双錨泊，錨泊時錨鎖使用・錨索使用）の一覧を示す。

錨泊形態については，全体（115 隻の走錨した船舶のうちトン数が判明している 112 隻を対象）のうち，95%（106 隻）が単錨泊中に発生した走錨事案であり，双錨泊は 5%（6 隻）にとどまり，単錨泊からの走錨事案が圧倒的に多い結果であった。走錨事故発生船舶のみを対象にした分析ではあるが，これは錨泊時において他船が圧流されることを想定し，自船が回避行動を取りやすくするために船長が判断しているケースが多いためと考えられる。また，錨泊時に錨鎖使用（船体と錨を鎖で繋いでいる）のものが 73%（82 隻），錨索使用（船体と錨を索で繋いでいる）のものが 27%（30 隻）を占めていた。なお，錨索

使用 30 件うち 2 件を除いた 28 件（93%）が 50 総トン未満であり，逆に 50 総トン未満の船舶で錨鎖を使用している事案は確認されなかった。

次に，事故発生の場所の水深について，港湾区域（港湾法第 2 条に定められる水域を経済的に一体の港湾として管理運営するための区域）の内外に分けて整理すると，表-4.2 に示すとおり，港湾区域外では水深 3～80m の範囲で錨泊しており，錨泊水深の平均値は 22.7m であった。一方，港湾区域内では水深 2～32m の範囲で錨泊しており，錨泊水深の平均値は 14.2m であった。

また，船舶の船型（トン階級）について港湾区域の内外の錨泊傾向について整理すると，10,000 総トン以上の大型船 10 隻中 7 隻が港湾区域外の事案であった。大型船の場合には，そもそも，台風等荒天時の錨泊場所として

港長等から港湾区域外を指定されていることが多く、そうした影響が反映された結果であると考えられる。

また、50 総トン以上 10,000 総トン未満の帯域の船舶は、貨物船やタンカー、コンテナ船等の一般商船が多くを占め、すべての船型階級で港湾区域内での事案が 5 割を超えていた。

なお、50 総トン未満の小型船については、全 28 隻中、港湾区域内での事案は 3 件（約 1 割）と港湾区域内での事案は少数派であったが、これは 50 総トン未満の船舶の多く（28 隻中 26 隻）が漁船あるいはプレジャーボートであり、港湾区域外での活動が多いことが表れた結果であると思われる。

続いて、走錨事案について船種別に整理したものを図-4.3 に示す。ここでは、大型船と小型船の区分の一つの目安として、錨泊時に錨鎖、錨索のどちらを活用しているかで分類を行った。錨鎖使用のケースでは対象船舶が全て 50 総トン上であり、船種としては貨物船が過半数を占め、タンカーを加えると 3/4 を占めており、対象船舶は概ね一般商船から構成されている。一方、錨索使用のケースでは過半数を超えるプレジャーボートと漁船で全体の 85% を占める構成となっている。今回分析の対象としたデータからは、50 総トン程度のトン数を境とし、それより大きい一般商船等の船舶は錨鎖、それより小さいプレジャーボート・漁船等の小型船舶においては錨索が錨泊時に使用される傾向が確認された。また、走錨時における貨物の積載状況については、貨物船やタンカー、コンテナ船等で事故調査報告書において貨物の積載状況が判明しているものが 52 件存在し、そのうち 32 件（6 割強）が空載での錨泊中の走錨事案であった。

(3) 走錨後の乗揚・衝突対象及び衝突時の船体の姿勢

走錨事案の港湾区域内外別の乗揚・衝突対象を表-4.3 及び図-4.4 に示す。ここで、乗揚・衝突対象については以下の分類とした。なお、「港湾等インフラ施設」については施設種別による区分であり、港湾法の港湾施設としての分類は適用していない。

- ・「自然物」：浅所・浅場、岩場・岩礁（リーフ等含む）、海岸等
- ・「港湾等インフラ施設」：岸壁、護岸、消波ブロック、防波堤、潜堤、橋梁
- ・「その他構造物」：漁業施設、灯浮標
- ・「他船」：走錨船舶が他の船舶に衝突した場合
- ・「衝突なし」：衝突に関する記述がない場合

表-4.2 錨泊状況一覧

船舶トン数・船種分類		件数	単錨泊	双錨泊	錨鎖	錨索	港湾区域外		港湾区域内	
							件数	割合	水深域	水深平均値(m)
全数計	件数	112	106	6	82	30	64	48		
	件数割合	100%	94.6%	5.4%	73.2%	26.8%	57.1%	42.9%		
	水深域						3~80m	2~32m		
	水深平均値(m)						22.7	14.2		
船舶G.T.別分類(全体)										
10,000t以上	件数	10	10	0	10	0	7	3		
	水深域						14.5~21m	12~32m		
3,000t以上 10,000t未満	件数	15	15	0	14	1	6	9		
	水深域						21.5~80m	8~30m		
500t以上 3,000t未満	件数	20	18	2	20	0	9	11		
	水深域						12~47m	5~27m		
50t以上 500t未満	件数	39	37	2	38	1	17	22		
	水深域						※10~54m	3.5~24.5m		
50t未満	件数	28	26	2	0	28	25	3		
	水深域						3~30m	2~5.5m		
船舶G.T.別分類(船種別)										
貨物船										
貨物船計	件数	48	46	2	48	0	24	24		
	水深域						10~47m	3.5~25m		
10,000t以上	件数	8	8	0	8	0	6	2		
	水深域						14.5~20m	12~20m		
3,000t以上 10,000t未満	件数	10	10	0	10	0	4	6		
	水深域						21.5~28m	15~25m		
500t以上 3,000t未満	件数	9	8	1	9	0	6	3		
	水深域						12~47m	不明		
50t以上 500t未満	件数	21	20	1	21	0	8	13		
	水深域						10~25m	3.5~25m		
タンカー(ケミカルタンカー・油送船含む)										
タンカー計	件数	16	16	0	16	0	5	11		
	水深域						20m	5~27m		
500t以上 3,000t未満	件数	5	5	0	5	0	0	5		
	水深域						-	5~27m		
50t以上 500t未満	件数	11	11	0	11	0	5	6		
	水深域						20m	11~17m		
漁船										
漁船計	件数	10	10	0	1	9	10	0		
	水深域						8~54m	-		
50t以上 500t未満	件数	1	1	0	1	0	1	0		
	水深域						54m	-		
50t未満	件数	9	9	0	0	9	9	0		
	水深域						8~30m	-		
プレジャーボート(全て50t未満)										
50t未満	件数	17	15	2	0	17	15	2		
	水深域						10~22.5m	2m		
その他船種(上記船種以外)										
合計	件数	21	19	2	17	4	10	11		
	水深域						3~80m	5.5~32m		
10,000t以上	件数	2	2	0	2	0	1	1		
	水深域						21m	32m		
3,000t以上 10,000t未満	件数	5	5	0	4	1	2	3		
	水深域						30~80m	8~30m		
500t以上 3,000t未満	件数	6	5	1	6	0	3	3		
	水深域						15~34m	8~9m		
50t以上 500t未満	件数	6	5	1	5	1	3	3		
	水深域						不明	18m		
50t未満	件数	2	2	0	0	2	1	1		
	水深域						3m	5.5m		

※瀬で発生した1件は平均水深の算定においては除外している

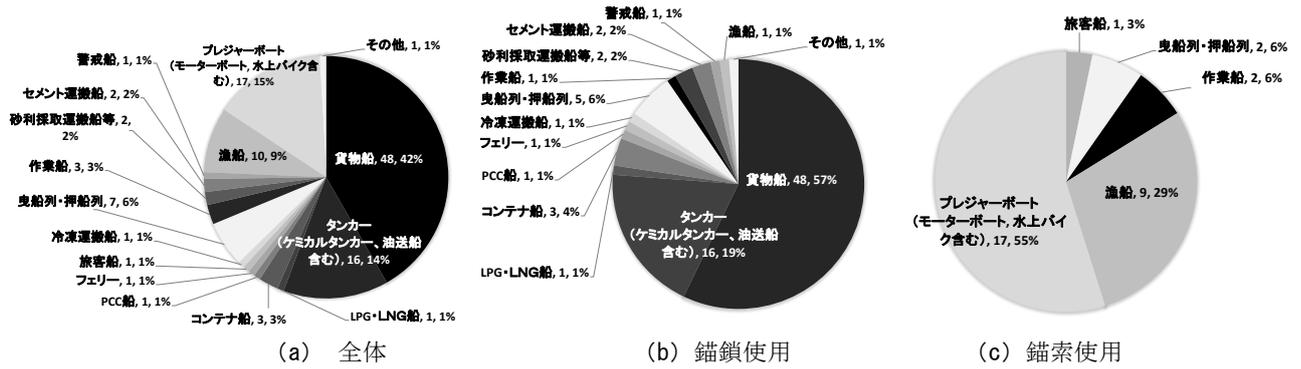


図-4.3 船種分類

表-4.3 走錨・圧流後の乗揚・衝突施設

衝突施設	分類	港湾等インフラ施設										自然物			その他構造物		他船	衝突なし (衝突に関する記載なし)	合計	対全体比					
		岸壁	護岸	消波ブロック	防波堤	潜堤	橋梁	浅所・浅瀬	岩場・岩礁 (リーフ等含む)	海岸等	漁業施設	灯浮標	件数	割合	件数	割合									
走錨全体	走錨全体	件数	3	3	7	4	1	1	26	12	10	8	2	32	6	115	27.8%	5.2%	100%	100%					
		割合	2.6%	2.6%	6.1%	3.5%	0.9%	0.9%	22.6%	10.4%	8.7%	7.0%	1.7%												
	錨鎖 (一般商船等)	件数	3	3	4	4	0	1	21	1	5	7	2	29	4	84	34.5%	4.8%	73.0%	73.0%					
		割合	3.6%	3.6%	4.8%	4.8%	0%	1.2%	25.0%	1.2%	6.0%	8.3%	2.4%												
		件数	15	27	9																				
		割合	17.9%	32.1%	10.7%																				
		錨索 (プレジャーボート・漁船等小型船)	件数	0	0	3	0	1	0	5	11	5	1	0	3	2					31	9.7%	6.5%	27.0%	27.0%
			割合	0%	0%	9.7%	0%	3.2%	0%	16.1%	35.5%	16.1%	3.2%	0%											
	港湾区域外	港湾区域外	件数	0	0	2	0	1	0	16	12	9	5	0	17	4	66	25.8%	6.1%	100%	57.4%				
			割合	0%	0%	3.0%	0%	1.5%	0%	24.2%	18.2%	13.6%	7.6%	0%											
		錨鎖 (一般商船等)	件数	0	0	0	0	0	0	12	1	5	4	0	14	2	38	36.8%	5.3%	57.6%	33.0%				
			割合	0%	0%	0%	0%	0%	0%	31.6%	2.6%	13.2%	10.5%	0%											
件数			0	18	4																				
割合			0.0%	47.4%	10.5%																				
錨索 (プレジャーボート・漁船等小型船)			件数	0	0	2	0	1	0	4	11	4	1	0	3	2	28					10.7%	7.1%	42.4%	24.3%
			割合	0%	0%	7.1%	0%	3.6%	0%	14.3%	39.3%	14.3%	3.6%	0%											
港湾区域内		港湾区域内	件数	3	3	5	4	0	1	10	0	1	3	2	15	2	49	30.6%	4.1%	100%	42.6%				
			割合	6.1%	6.1%	10.2%	8.2%	0%	2.0%	20.4%	0%	2.0%	6.1%	4.1%											
		錨鎖 (一般商船等)	件数	16	11	5																			
			割合	32.7%	22.4%	10.2%																			
	件数		3	3	4	4	0	1	9	0	0	3	2	15	2	46	32.6%	4.3%	93.9%	40.0%					
	割合		6.5%	6.5%	8.7%	8.7%	0.0%	2.2%	19.6%	0%	0%	6.5%	4.3%												
	件数		15	9	5																				
	割合		32.6%	19.6%	10.9%																				
	錨索 (プレジャーボート・漁船等小型船)	件数	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3					0%	0%	6.1%	2.6%	
		割合	0%	0%	33.3%	0%	0%	0%	33.3%	0%	33.3%	0%	0%												

※合計欄、対全体比以外の%表記の数値はそれぞれの項目ごとの合計値に対する比率を表す

まず、港湾区域の内外に関わらず、衝突事案の全案件 (115件)のうち、自然物に衝突している事例が48件 (約

42%)と最も多かった。続いて、他船との衝突が32件 (約28%)、港湾等インフラ施設への衝突が19件 (約

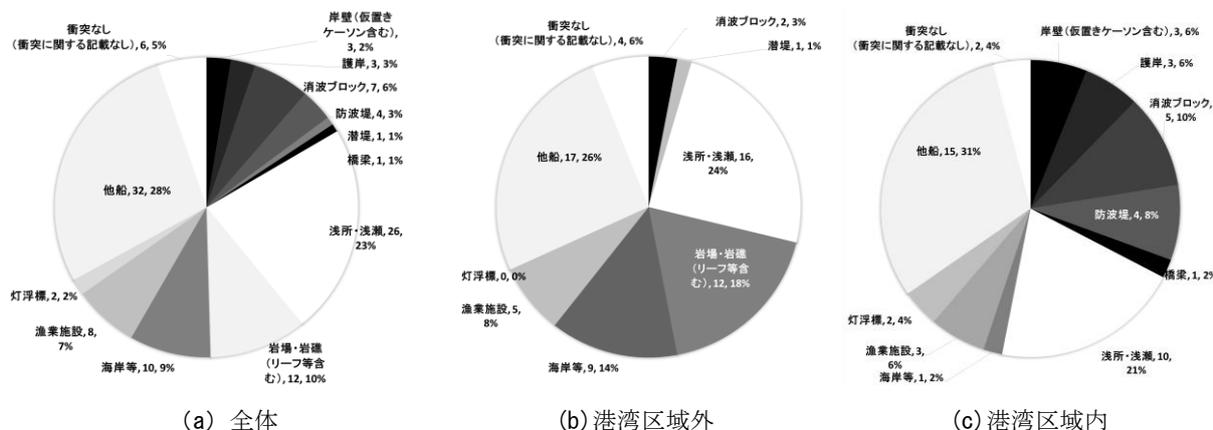


図-4.4 走錨・圧流後の乗揚・衝突施設

であった。次に、港湾区域外での事案に着目すると、自然物への乗揚・衝突の事案発生比率（港湾区域外での全衝突事案（66件）のうち過半数（37件：約56%））が高く、港湾等インフラ施設への衝突事案の比率が低い3件（約5%）ことが特徴である。一方、港湾区域内の事案に着目すると、港湾区域外と逆の傾向にあり、自然物への乗揚・衝突の事案発生比率（港湾区域外での全衝突事案（49件）のうち11件：約22%）は低く、港湾等インフラ施設への衝突事案の比率が高い（16件（約33%））ことが特徴である。

なお、表中に示していないが、走錨後、対象物と乗揚・衝突に至る際の船体の姿勢については46件が確認され、そのうち39件（約85%）が船尾側から衝突しており、多くが船尾側から乗揚・衝突に至っている。

(4) 波浪，潮流

走錨事故発生時の波高については、一般商船等を含む錨鎖を使って錨泊していた84ケースのうち58件で船員目視による観測によるものと思われる波高データが事故調査報告書に記載されていた。波高については風速と同様に気象庁により階級に準ずる区分¹⁸⁾が表-4.4のようになされているものの、事故調査報告書においては数値表記されているものがほとんどであったため、数値表記されていた波高を基本的には活用している（幅を持って表記されていたものについては、最大値と最小値の平均値を採用）。なお、参考文献¹⁹⁾においてはこの船員目視により確認された波高は有義波高に近いとされている。また、事故調査報告書に有義波高として直接記載されている波高値については、事故発生地点における有義波高ではなく、波高を観測した波浪計が設置されている他の

表-4.4 気象庁波浪表

用語	波高(m)
おだやか	0から1/10まで
おだやかなほう	1/10をこえ1/2まで
多少波がある	1/2をこえ1 1/4まで
波がやや高い	1 1/4をこえ2 1/2まで
波が高い	2 1/2をこえ4まで
しける	4をこえ6まで
大しけ	6をこえ9まで
猛烈にしける	9をこえる

表-4.5 波浪データ

波高(m)	港湾区域外	港湾区域内	
		うち防波堤内	
データ数	27	31	9
最大値	10.0	6.0	2.5
最小値	0.5	0.5	0.5
平均値	3.07	2.22	1.29

場所における波高値である可能性が高いと判断されるため、データ整理の対象からは除外している。

一般商船等を含む錨鎖を使って錨泊していた58件の走錨時の波浪データを表-4.5に整理する。いずれも平均値で、港湾区域外では3.07m、港湾区域内では2.22m、防波堤内の水域では1.29mであり、特に防波堤内において波高の平均値は低い値を示している。

また、潮流データについては、定量的なデータがごく一部の事故調査報告を除きほとんど記載されていなかったことから、今回の報告では分析の対象外としている。

(5) 錨泊水域の底質

事故調査報告書において、錨泊地の底質が確認されるものが 51 件存在した。その内容を表-4.6 に示す。全体では、泥が最も多く、底質が確認された全体の 6 割強を占め、次いで砂が 3 割弱、石・礫、砂及び泥が数%程度の構成であった。港湾区域の内外で比較すると、港湾区域外では泥が 5 割弱、砂が 4 割強で併せて 9 割をしめるが、港湾区域内においては泥が 7 割強、砂が 2 割弱と底質が泥の比率がかなり高いことが特徴である。

(6) 錨鎖長の式についての考察

錨泊時に必要となる錨鎖長を求める手法については、参考文献⁵⁾の中で、現在でも一般的に用いられる、旧日本海軍が使用していた「操艦教範」での錨鎖の長さについて記述の紹介があり、具体的には以下の式が示されている。

(艦首30度より風を受ける際の概ね安全となる錨鎖式)

・通常碇泊時（風速 20m/s）の錨鎖の長さ
 $= 3D+90$ D：高潮時の水深（m）

・荒天碇泊時（風速 30m/s）の錨鎖の長さ
 $= 4D+145$ D：高潮時の水深（m）

ここでは、今回対象とした事故調査報告書データを用いてこの錨鎖式の妥当性を確認する。具体的には図-4.5 のように横軸を錨泊時の錨鎖長（錨泊時錨鎖長）、縦軸を錨泊地の水深とし、まず、対象としたデータのうち、錨泊時錨鎖長、錨泊地の水深、走錨時風速の3つのデータが明らかになっている事案について図中にプロットした。続いて、各事案ごとの走錨時の船上風速値を図-4.5 に示す凡例の4区分(20m/s未満, 20m/s以上～30m/s未満, 30m/s以上～40m/s未満, 50m/s以上)で色分けを行い、さらに図中下段の凡例に示すように錨鎖長の条件（錨鎖長が通常時（風速20m/s）及び荒天時（風速30m/s）の必要錨鎖長を満たすか）及び風速条件との関係をプロットの形状で併せて整理した。また、3D+90の破線の左側に位置するデータはそもそも錨鎖長が必要とされる錨鎖長に至っていないため、評価の対象外となる。

表-4.6 錨泊地の底質（港湾区域内外別）

底質の種類		石・礫	砂	泥	砂及び泥	底質判明件数
全体	件数	3	14	32	2	51
	割合	5.9%	27.5%	62.7%	3.9%	100%
港湾区域外	件数	1	9	10	1	21
	割合	4.8%	42.9%	47.6%	4.8%	100%
港湾区域内	件数	2	5	22	1	30
	割合	6.7%	16.7%	73.3%	3.3%	100%

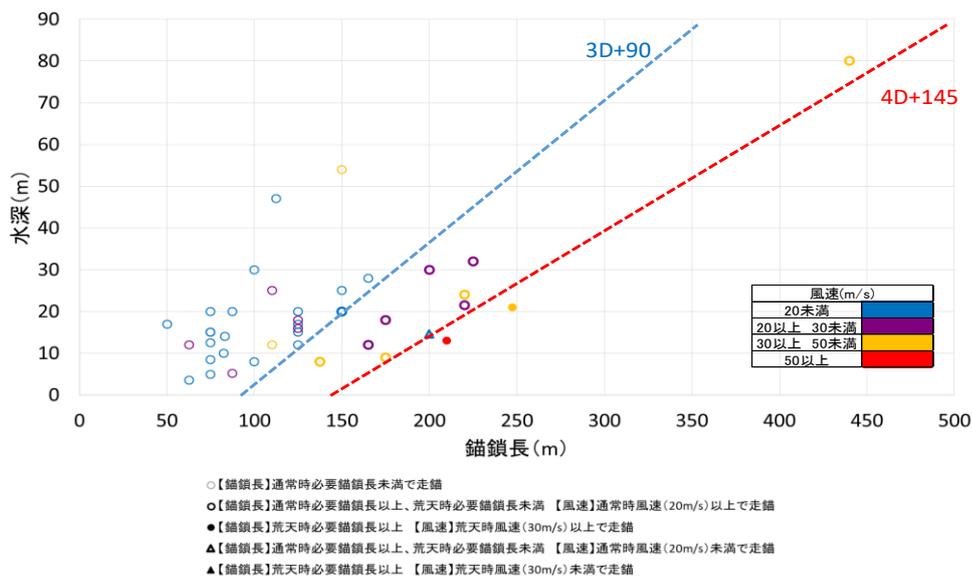


図-4.5 対象データの錨鎖式への適用

実際に評価を行うと、まず、通常錨泊時（風速20m/s）の錨鎖長を満足しているデータ（図-4.5の3D+90で示した点線の右側）11点中10点が風速20m以上の風速で走錨に至っており、風速20m/s未満の風速で走錨に至っているものは1ケースのみであった。また、荒天時錨泊（風速30m/s）の錨鎖長を満足しているデータ（図-4.5の4D+145で示した点線の右側）2点はいずれもが風速30m/s以上で走錨に至っている。これらの結果から、データ数は必ずしも十分であるとは言えないが、今回対象とした事案では上述した錨鎖式の錨鎖長を満足しながら走錨した事案は、通常碇泊時（風速20m/s）では11点中1点のみ、荒天碇泊時（風速30m/s）では2点中0点といずれも少数であり、概ね錨鎖長の式が妥当であることが確認された。

4. 2 船舶圧流速度に関する分析

(1) 船舶圧流速度が判明した走錨事案の実態¹⁸⁾

対象とした事故調査報告書のうち、走錨後の圧流速度が判明しているものは27件存在していた。いずれも錨泊時に錨鎖を使用する499総トン以上の船舶であった。各事案の諸元を表-4.7に示す。なお、表中の最大圧流速度や、各風速については3.2における記述に従って、事故調査報告書より数値を引用している。

図-4.6(a)～(c)に、走錨時の圧流速度の判明している27件を対象に、船種別、貨物積載別の走錨時の船舶の最大圧流速度と各種風速（船上観測風速（判明21/27件）、最大瞬間風速（判明22/27件）、平均風速（判明22/27件））との関係を示す。なお、参考文献¹⁸⁾において、著者は図-4.6(c)に基づいた分析を実施している。以下、これら27件の結果に基づき、船舶走錨の実態を示す。

図-4.6(a)～(c)より、走錨は船上観測風速が10m/s（最大瞬間風速の場合は15m/s、平均風速の場合8m/s）を超えるあたりから発生しており、風速が大きい程、概して圧流速度が大きくなる傾向にあった。この関係は、既存の研究成果等²⁾¹⁸⁾とも整合的な結果であった。また、最大圧流速度は概ね0.5m/s～3m/s程度の範囲であった。最大値は3.1m/sであり、これは2018年9月の関空連絡橋の事案（表-4.7の25番（全体通し番号の108番））での圧流速度である。これらの圧流速度は、岸壁へ船舶が接岸する際的设计接岸速度（通常、0.1m/s程度）と比較すると非常に大きい。船舶の運動エネルギーは速度の2乗に比例することから、走錨時の船舶・衝突対象施設、双方の損傷程度はともに激しくなると考えられる。例えば、同じ船舶であっても、船体速度が0.5m/s～3m/sの場合の運動エネルギーは、船体速度0.1m/sの場合に比べ、25～900倍のエネルギーにもなる。

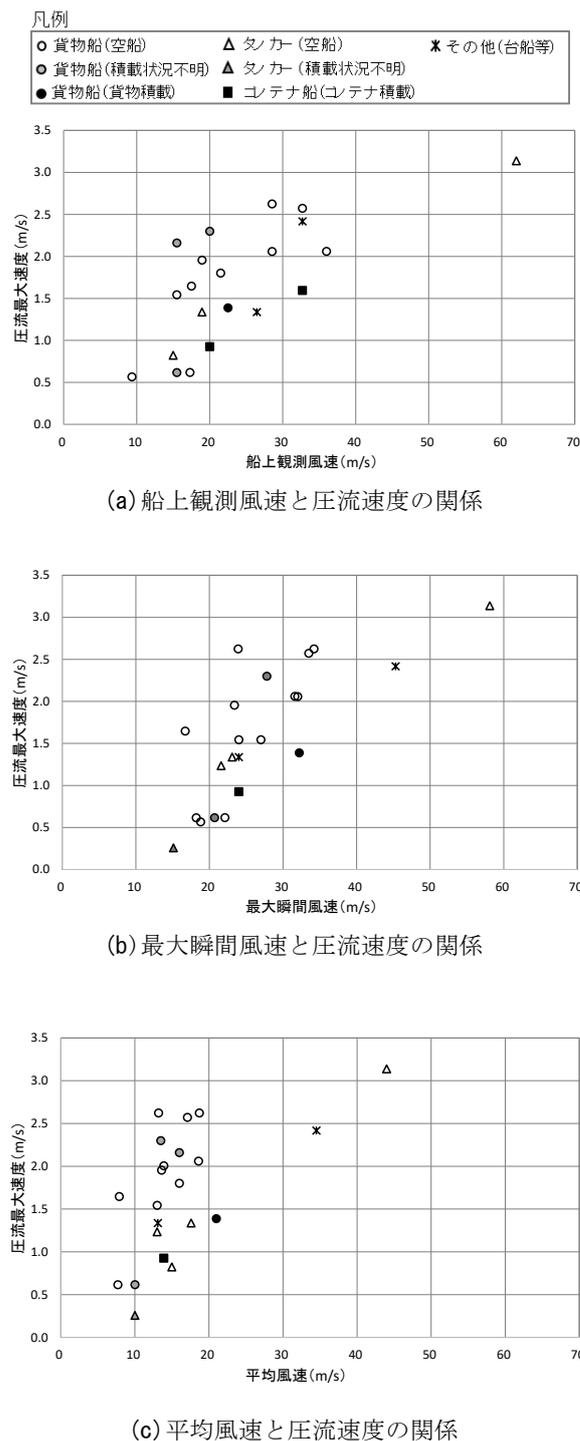


図-4.6 各種風速と圧流速度及び船種・貨物積載状態との関係（単錨泊）

また、表-4.7ではデータ数は少ないものの、船舶が貨物を積載しているケースや、タンカーにおいて圧流速度が小さい傾向が見られた。これは、貨物積載時は空船時より船体が水中に大きく沈み込むため、風の影響を受け

表-4.7 圧流速度判明案件一覧表

番号	全案件通し番号 (全113件)	発生 ¹⁾			港湾 (発生場所: 港湾区域外含む) ²⁾	事故 種別	対象施設 (衝突)	船種	トン数 ³⁾ (G.T.)	積載状況	風向	台風	波高 ⁴⁾	錨泊地 水深	底質	走錨開始時 の錨泊形態	船上風速 値	最大瞬間 風速 ⁵⁾	平均 風速 ⁶⁾	最大圧流 速度 ⁷⁾
		年	月	日																
1	1	2008	4	18	横浜港	衝突	ケーソン (仮置き)	貨物船	7,388	空	北東		0.86※	20~30	泥	単	28.6	32.0	-	2.1
2	6	2009	1	31	(愛知県豊田半島 北西岸)	乗揚	浅所 (記載なく推定)	貨物船	2,972	空	北西		1	12	砂	単	17.3	22.1	-	0.6
3	16	2010	3	21	石狩湾新港	乗揚	海岸	貨物船	5,552	空	北西		4~5	21.5	砂	単	28.6	23.9	13.2	2.6
4	30	2010	12	9	宇部港 (南東方沖)	衝突	他船 (90,267t貨物船)	貨物船	38,938	不明	西北西		-	17	泥	単	15.5	20.7	10	0.6
5	31	2011	1	16	衣浦港 (南方沖)	座洲	浅所	貨物船	17,002	空	西~北 西		2.5	14.5	泥	単	9.4	18.8	-	0.6
6	33	2011	3	16	四日市港	衝突	防波堤	油タンカー	999	空	北北西		1	5	泥	単	15.0	-	15.0	0.8
7	38	2011	9	21	川崎港	衝突	護岸	貨物船	9,989	空	南	○	2.51※	24	泥	単	32.7	33.5	17.1	2.6
8	43	2011	11	24	苫小牧港	乗揚	海岸・人工リーフ	貨物船	18,866	空	南南東		3.54※	20	砂	単	-	-	13.9	2.0
9	47	2012	3	24	大分港 (日吉原泊地東北方沖)	衝突	他船 (8,963t貨物船)	貨物船	8,216	空	北西		2~3	28	泥または 砂	単	17.5	16.7	7.9	1.6
10	49	2012	6	19	横浜港	衝突	他船 (498t貨物船)	貨物船	9,999	空	南南東	○	4	20	泥	単	15.5	27.0	-	1.5
11	51	2012	6	19	千葉港 (外港沖)	衝突	他船 (999tタンカー)	コンテナ船	53,359	コンテナ積載 (24,700t)	南南西	○	3	21	-	単	32.7	-	-	1.6
12	54	2012	9	30	相良港	乗揚	浅所	貨物船	4,645	積載 (石灰石6,606t)	南南東	○	6	18	石及び 砂	単	22.5	32.2	21.0	1.4
13	56	2012	12	9	水島港 (港外)	乗揚	浅所	貨物船	26,966	不明	西		-	20	砂及び 礫	単	15.5	-	16.0	2.2
14	60	2013	2	24	和歌山下津港 (下津航路北方沖)	衝突	他船 (749tタンカー)	油・ケミカル タンカー	499	不明	西北西		-	-	-	単	-	15.1	10.0	0.3
15	61	2013	3	1	(青森県陸作場南東方沖)	乗揚	浅所 (記載なく推定)	貨物船	1,996	空	南西		3.37※	15	-	単	-	18.2	7.7	0.6
16	62	2013	3	2	釜石港	衝突	他船 (749t貨物船)	油タンカー	699	空	西		1	27	-	単	-	21.6	13.0	1.2
17	70	2013	10	16	館山湾 (港外)	乗揚	浅所 (記載なく推定)	貨物船	10,021	空	北北西	○	3~4	-	-	単	19.0	23.4	13.6	2.0
18	72	2013	12	10	(和歌山県串本町 大島北方沖)	乗揚	浅所	曳舟列 (自船1隻、曳舟 2隻)	4,750	積載 (総重量300tの工用 設備を具備(台船))	南南東		3.90※	30	砂	単	26.5	24.0	13.1	1.3
19	81	2014	12	22	酒田港 (港外)	乗揚	海岸	貨物船	4,382	不明	西北西		5.84※	-	-	-	20.0	27.8	13.5	2.3
20	84	2015	3	11	船川港 (港外)	乗揚	浅所	貨物船	16,962	空	西		8.60※	-	-	単	36.0	31.6	18.6	1.9
21	86	2015	5	12	川崎港	衝突	他船 (1,596tタンカー)	貨物船	9,957	空	南南西	○	1.8	-	-	単	-	24.0	13.0	1.5
22	94	2015	12	11	和歌山下津港	乗揚	消波ブロック	コンテナ船	499	コンテナ積載 (20R20個、40H24個) 積載重量不明	南南東		2~3	18	泥	単	20.0	24.0	13.9	0.9
23	101	2017	8	7	宅間港	衝突	他船 (2,230tタンカー)	貨物船	17,019	空	北東	○	2	12	泥	単	21.5	-	16.0	1.8
24	104	2018	3	1	東播磨港	座洲	浅所	LPGタン カー	3,411	空	西南西		2	10	砂混じ りの泥	単	19.0	23.1	17.6	1.3
25	108	2018	9	4	泉州港 (開空運将橋)	衝突	橋梁	油タンカー	2,591	空	南南西	○	2~3	10~16	泥	単	62.0	58.1	44.0	3.1
26	110	2018	9	4	尼崎芦屋西宮港	乗揚	防波堤	押船・バージ	2,727	空	南南西	○	3~4	9	泥	単	32.7	45.3	34.5	2.4
27	111	2018	10	1	川崎港	衝突	護岸	貨物船	1,920	空	南南西	○	3~5 (T=6~7s)	-	-	単	-	34.2	18.7	2.6

1) 本表の元データである運輸安全委員会の報告書は以下のアドレスを参照 (<https://jsb.mlit.go.jp/jsb/ship/index.php>)、日付・キーワード入力による検索が可能
 2) 「港湾」欄の括弧書きは港外の発生個所を示す、また括弧書きのない港湾名が付されているものでも、港湾区域の境界線付近での発生事象も存在し、厳密に港湾区域内での発生を示すものではない
 3) 船舶のトン数は走錨船が複数艘で構成される場合(曳船列等)には、その中で最大トン数の船舶のトン数を示す
 4) 波高データを含む本表の数値データは、運輸安全委員会報告書からの抜粋である(そのうち、有義波高値を示しているものは※)
 5) 走錨時間帯における近隣の気象台・観測所等で観測された最大瞬間風速(船舶事故調査報告書に記載されている数値(時系列で整理されている場合には走錨時間帯近隣の時間帯における最大値)を読み取り
 6) 走錨時間帯における近隣の気象台・観測所等で観測された平均風速(船舶事故調査報告書に記載されている数値(時系列で整理されている場合には走錨時間帯近隣の時間帯における最大値)を読み取り
 7) 走錨時間帯における漂流船舶の圧流速度の最大値(船舶事故調査報告書に記載されている船舶自動識別装置の情報記録において、①表に記載される速度を引用、もしくは、②航路図から読み取った移動距離を移動時間で除して速度を算出)

くくるとともに圧流時の水抵抗が増加すること、また、タンカーは一般的な貨物船等と比較すると船体高さが小さい(しかも平たい)構造であり、風の作用を受けにくい形状であることが影響している可能性がある。

なお、表-4.7では、走錨時の積荷の状態は、空載状態(荷物が無い状態)のケースが約7割を占めていた。これは、4.1(2)における結果(空載状態での走錨が全体の6割強)とも概ね整合的である。空載状態では、積荷を満

載した状態と比較すると、水面上の風圧力を受ける面積が増加するとともに、圧流時の水抵抗が減少するため、走錨のリスクは高まる。しかしながら、空載状態での走錨事故が多いのは、積荷の被害を回避するための台風来襲等に備えた船舶側の事前の判断結果と推測される。

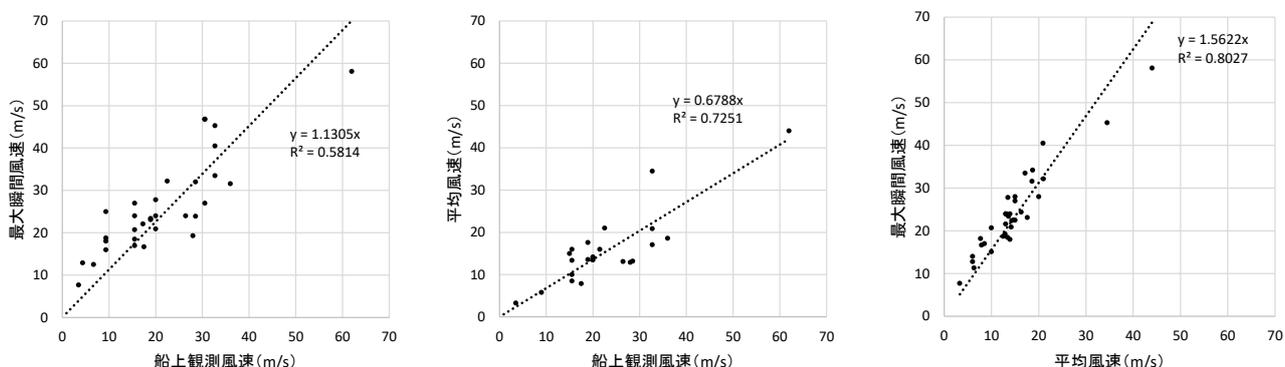
最後に、参考までに3種類の風速(船上観測風速、最大瞬間風速、平均風速)の関係性を圧流速度データのな

4.7(a)～(c)に示す。図-4.7(a)は最大瞬間風速と船上観測風速との関係を、図-4.7(b)は平均風速と船上観測風速との関係を、図-4.7(c)は最大瞬間風速と平均風速との関係を示す。なお、図中には、グラフの原点(0,0)を起点とする最小二乗法による直線回帰の結果と決定係数(R^2)を示している。これらの図より、3つの風速はある程度の相関関係にあることがわかる。そして、最大瞬間風速と船上観測風速での回帰直線の勾配が1.13であり、平均風速と船上観測風速との関係では回帰直線の勾配が0.68であることから、船上観測風速はこの両者(最大瞬間風速、平均風速)の中間的な風速であることがわかる。なお、

瞬間最大風速と平均風速の回帰直線の勾配は、いわゆるガスト係数(最大瞬間風速を平均風速で除した値)に相当するが、今回は平均的には1.56であった。

(2) 船体の大きさと圧流速度の関係

図-4.8は船舶総トン数と圧流速度の関係に、船上観測風速値及び走錨後の衝突対象を追記したグラフである。今回対象としたデータからは、総トン数が大きい(総トン数20,000t程度以上)と圧流速度は小さく(概ね1.6m/s以下)、総トン数が20,000t程度以下では圧流速度は0.5m/s～3m/s程度とばらつく傾向にあった。



(a) 船上観測風速と最大瞬間風速の相関 (b) 船上観測風速と平均風速の相関 (c) 平均風速と最大瞬間風速の相関

図-4.7 各風速の相関

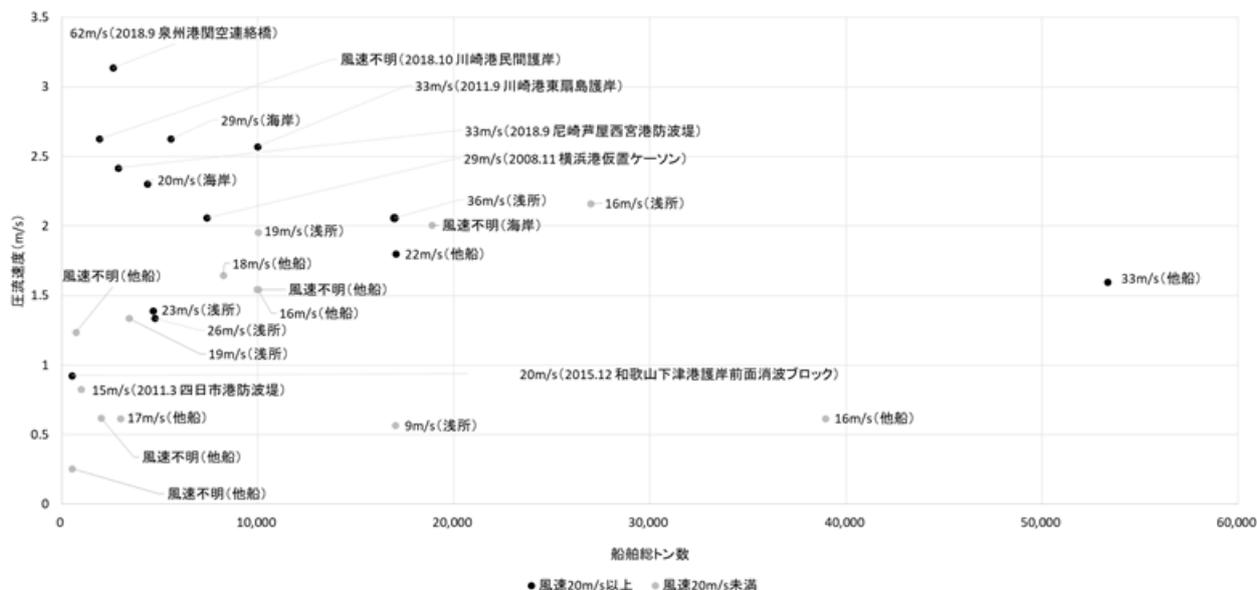


図-4.8 船舶総トン数と圧流速度との関係

4. 3 発生場所による走錨事故の基礎的分析

(1) 発生場所の区分

表-4.8に走錨事故発生場所の区分の考え方を示す。事故発生場所について、まず港湾区域の内外で分類した。その上で、港湾区域内については、周辺海域からの波浪の遮蔽状況に着目し、事故発生場所が防波堤の外側か内側であるか、また、地形による波浪の遮蔽効果がある場所か否かで区分した。

防波堤の内外の区分については、便宜的ではあるが、図-4.9に示すように防波堤先端部から防波堤延伸方向と直角の線を引き、事故発生地点がその直線より防波堤側に位置する場合、防波堤内として区分した。また、湾口防波堤が存在する港湾についても、湾口防波堤より内湾での発生時事故は全て防波堤内の事案として整理した。一方、地形遮蔽の有無の区分について、図-4.10のように事故発生地点から5kmの円形状の範囲（事故発生地点を中心とした円形状の範囲）において、事故発生地点から見て「陸地・埋立地等遮蔽物等のない開けた方向」が合計30度未満である場合には地形遮蔽該当として区分した。ここで5kmの距離の制限については、以下を考慮してこ

の距離を便宜的に定めたものである。この距離を長く設定しすぎた場合には、瀬戸内海や東京湾等のように、大きな半島や島によって遮蔽されているものの、港湾の規模の視点や風波等の影響を勘案する視点では必ずしも遮蔽域として考慮することが適切ではないケースも遮蔽域として含んでしまう。その一方で、この距離を短く設定しすぎた場合には、事故発生地近傍の遮蔽の有無のみを反映することとなり、周辺に存在する島嶼や岬等の影響を適切に考慮できなくなる。このように、事故発生地点における風波等に及ぼす遮蔽地形や防波堤の影響を適切に考慮し得る距離として、本研究では5kmの制限距離を設定した。

以上の様に設定した発生場所の区分ごとの走錨事故発生件数（隻数）の整理結果を、図-4.11に示す。以降、本節においては、錨索を使用して錨泊していた小型船（プレジャーボート、漁船等）は対象外（図-4.11では斜体の数値として表示）とし、錨鎖を使用していた船舶（一般商船等）のみを対象とした分析を行う。また、表-4.8における事故発生場所の各区分の包含関係について、参考までに図-4.12にまとめる。

表-4.8 事故発生場所による区分

区分		内容
事故発生場所による区分	港湾区域外	港湾区域の外側での発生事案 (全て防波堤外側かつ地形遮蔽非該当)
	港湾区域内	港湾区域の内側での発生事案
	防波堤外側かつ地形遮蔽非該当	港湾区域の内側ではあるが防波堤の内側でも地形遮蔽該当でもない箇所での発生事案
	地形遮蔽該当	自然・埋立による地形遮蔽により港外側への開口角が合計30度未満である箇所での発生事案 (※5kmの距離まで障害物等がない方向を対象)
	防波堤内側	防波堤法線より港内側での発生事案 (※防波堤先端部近傍については防波堤先端部から法線直角方向に引いた線の内側)



図-4.9 防波堤内（内側）の事例

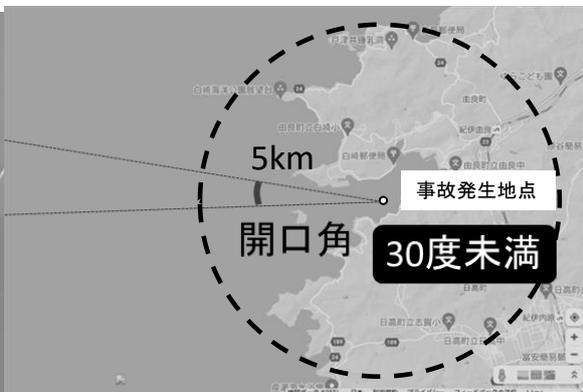


図-4.10 地形遮蔽の事例（5km先まで確認）

(2) 発生場所区分ごとのデータの整理

走錨事故の発生場所区分ごとの各種データ（水深、錨鎖長、船舶総トン数、波高、船上風速、圧流速度）の平均値の比較を行う。各データの平均値を表-4.9 にまとめる。

水深、錨鎖長、船舶総トン数、波高の平均値について見ると、表-4.9 の左側から右側、つまり、港湾区域外から防波堤内（港外側から港内側）に向かうにつれて、いずれの数値も減少していることがわかる。言いかえると、港湾区域外では最も水深や船舶総トン数が大きく、錨鎖長は長く事故発生時の波高は大きい傾向にあるが、防波堤や地形効果により遮蔽される第一線防波堤内では、水深や船舶総トン数は小さく、錨鎖長も短く事故発生時の波高も小さくなる傾向にあることが読み取れる。

船上風速については、港湾区域外の平均値 17.4m/s に対して港湾区域内では 22.0m/s であった。港湾区域内の値がやや高いことが確認されるものの、船上風速の時刻歴データや最高風速の継続時間等のデータも少なく、この差について明確な理由があるかについては特定できない。

圧流速度については、港湾区域外の平均値1.50m/sに対して港湾区域内では1.73m/sであり、港湾区域内の値が高いことが確認されるものの、大きな差であるとまでは言えない。

また、港湾区域内に着目すると、データ数は2件と少ないものの、防波堤内における圧流速度は平均 1.03m/s と小さい値を示していた。防波堤内の圧流速度が小さい理由は、まず、防波堤の内側には港湾の施設が集約されて配置され、防波堤外側と比較すると錨泊地点と防波堤等港湾施設やその他インフラとの距離が近いこと、吹送される距離が短く、圧流速度が上がり切らないうちに衝突に至っていることが考えられる。また、防波堤外と比較して密な状態で船舶が錨泊していることも理由として考えられる。ただ、今回はデータ数も少なく、理由の特定は今後の課題である。

4. 4 港湾等インフラ施設の損傷に関する分析

本節では港湾等インフラ施設への乗揚・衝突事案について、インフラ施設側の損傷の程度について分析する。「港湾等インフラ施設」については 4.3.1 で述べたように岸壁、護岸、消波ブロック、防波堤、潜堤、橋梁を対象とする。また、護岸や防波堤は、消波ブロックとケーソン等本体構造物とで構成されていることが多いが、乗揚・衝突の対象が消波ブロックのみに限定される場合には「消波ブロック」として整理し、乗揚・衝突の対象が本

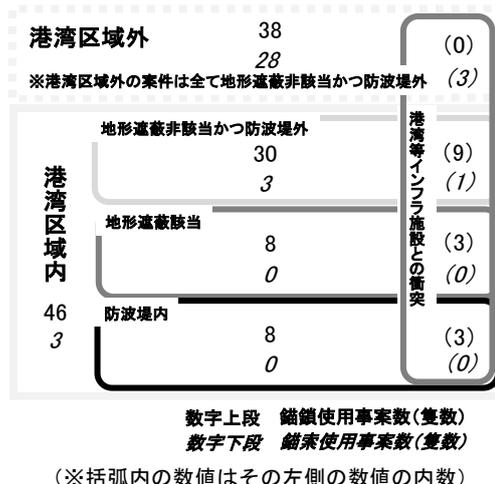


図-4.11 事故発生場所区分ごとの走錨事故発生件数（隻数表示）

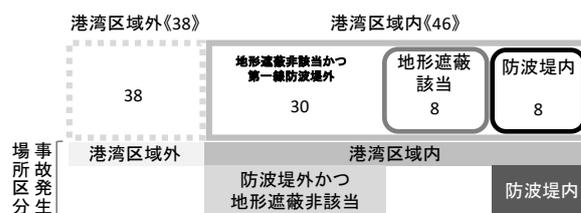


図-4.12 各事故発生場所区分の包含関係

表-4.9 事故発生場所区分ごとの諸元平均値

事故発生場所	データ数	港湾区域内							
		港湾区域外	防波堤外かつ地形遮蔽非該当	港湾区域内(全体)	防波堤内	データ数	データ数		
全体件数	84	-	38	-	30	-	46	-	8
水深(m)	56	25.7	23	15.2	23	14.6	33	13.2	6
錨鎖長(m)	67	157.4	25	129.1	15	120.4	42	101.3	8
船舶総トン数	82	6404	37	4221	29	3234	45	1131	8
波高(m)	58	3.07	27	2.6	19	2.22	31	1.29	8
船上風速(m/s)	65	17.4	31	22.2	21	22.0	34	18.9	6
圧流速度(m/s)	27	1.50	13	1.79	11	1.73	14	1.03	2

体部分（ケーソン部分など）にも及んでいる場合には「護岸」や「防波堤」として整理している。

施設の損傷の程度については、表-4.10 のように分類した。施設損傷における大分類（「軽微」と「機能影響」）は、船舶の係留施設への衝突事案について取り上げた参考文献¹⁶⁾の分類と同じであり、港湾への機能影響の有無を基準にした分類である。ただし、今回の検討では、橋梁の事例ではあるが、近年、関空連絡橋や横浜港はま道

路の事例のように、走錨事故によりインフラ側の機能が数か月にわたって停止する事例が相次いでいることから、機能影響の大きさに着目し、「機能影響」のうち、数か月程度の復旧期間を要したもの（あるいは要すると考えられるもの）については、「機能影響」の中で「機能影響（大規模）」と抽出して分類している。この分類に基づき、港湾等インフラ施設への乗揚・衝突に至った事案の概要を整理したものを表-4.11 に示す。また、各分類の典型的な事例について図-4.13 に示す。

表-4.11 から読み取れる特徴を以下に示す。全19件中16件が港湾区域内での走錨事案であり、貨物船やタンカー、コンテナ船等一般商船の走錨事案が多く（16件中13件）を占める。港湾区域外での発生事案3件は、小型のプレジャーボートや漁船（いずれも20総トン未満）による消波ブロック（潜堤含む）への乗揚事案である。施設毎の損傷の特徴について整理すると、損傷の程度の欄に示されるように、岸壁、護岸、防波堤、橋梁では「機能影響」に分類されるものが存在する一方、消波ブロックについては、広範囲でのブロックの倒壊等、構造物の機能自体に影響が及ぶと考えられる事案は確認されなかった。

次に、「機能影響（大規模）」となった2件の事案（案件番号108及び111）の特徴を述べる。これらの事案は、図-4.13の右側に示すものである。上の写真（案件番号108）は閑空連絡橋へのタンカーの衝突事案であるが、橋桁が損傷したため橋梁の基本的な機能（車両等の通行）が失われている。さらに長期間にわたる修復作業が必要であり、機能への影響は甚大であると判断される。下の写真（案件番号111）は川崎港で発生した護岸の胸壁が船舶の衝突により圧壊した事例であるが、護岸構造全体からすると部分的な損傷ではあるものの、その基本的な機能（高潮や津波からの防護機能）失われている。また、

表-4.10 施設の損傷程度分類

損傷・影響の程度	内容
軽微	擦過傷や小規模の破損等、短時間での局所的な復旧を行うケースや修復を事後にまとめて行うケースなど港湾機能への影響が限定的と判断されるケース （※国総研資料No.1134と同様の判断基準）
機能影響	一定規模の復旧工事が必要と推測される案件かどうか、一定期間の衝突施設の機能の低下または停止が予想される案件かどうか等、個別事案の損傷状況を踏まえ著者が判断 （※国総研資料No.1134と同様の判断基準）
機能影響（大規模）	「機能影響」案件のうち、特に大規模の損傷を伴うもので、基本的な機能の復旧に数か月単位での期間を要するもの

表-4.11 港湾等インフラ施設の損傷の概要

施設種別	港湾区域内	事故種別	損傷の内容	損傷の程度			船種	船舶総トン数	圧流速度 (m/s)	運動エネルギー比(1,000総トンの船舶の1.0m/sの速度での衝突を1とした比)	第一線防波堤・地形による遮蔽			案件番号
				軽微	機能影響	うち大規模					なし	第一線防波堤又は地形遮蔽	第一線防波堤	
岸壁	○	衝突	記載なし	○			貨物船	377	-	-				15
	○	乗揚	記載なし	○			貨物船	155	-	-	○			80
	○	衝突	鉄筋露出を伴う破口、擦過傷		○		貨物船	7,388	2.06	31.28	○			1
護岸(本体)	○	衝突	150mに渡りコンクリート剥離		○		貨物船	9,989	2.57	66.08		○		38
	○	乗揚	記載なし(護岸乗揚)		○		海水採取運搬船	2,296	-	-		○		109
	○	衝突	コンクリート製胸壁圧壊及び割損		○	○	貨物船	1,920	2.62	13.21	○			111
消波ブロック	○	乗揚(護岸前面)	記載なし	○			タンカー	499	-	-	○			40
	○	※乗揚(護岸前面)	記載なし	○			作業船	19	-	-	○			42
	○	乗揚(離岸堤)	記載なし	○			タンカー	438	-	-	○			63
	○	乗揚(護岸前面)	記載なし(護岸前面消波ブロック)	○			コンテナ船	499	0.93	0.43	○			94
	○	乗揚(護岸前面)	不明	○			貨物船	499	-	-	○			102
	○	※乗揚	記載なし	○			漁船	5	-	-	○			35
防波堤	○	※乗揚	記載なし	○			プレジャーボート	4	-	-	○			92
	○	衝突(港内側)	角部に小欠損	○			タンカー	999	0.82	0.68	○	○		33
	○	乗揚(港内側)	なし	○			タンカー	499	-	-		○	○	113
	○	衝突(港内側)	側面4箇所にコンクリートの剥離		○		タンカー	499	-	-		○	○	100
○	乗揚(港外側)	上部に欠損等		○		押船列(バージ嵌合)	2,857	2.42	16.70	○			110	
橋梁	○	衝突	道路橋梁部の50mの区間にわたる曲損、破口、擦過傷、梁接続部の移動(約4m)、鉄道桁の北東方への約0.5mのずれ、架線柱の倒壊、レールのゆがみ、ガス管破損、ケーブル切断		○	○	タンカー	2,591	3.14	25.51	○			108
潜堤	○	※乗揚	記載なし	○			漁船	19	-	-	○			53

※錨泊時に錨索使用

(案件番号については付録-A, B 参照)

「軽微」の事例

軽微な事案については写真は掲載されていないケースがほとんど

「機能影響」の事例



「機能影響(大規模)」の事例

案件番号108

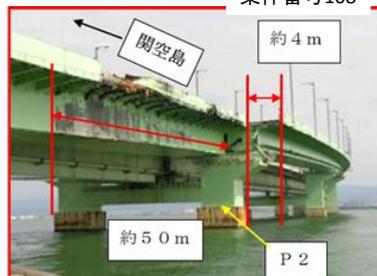


図-4.13 施設損傷の分類 (事例)

短期間での復旧が見込めないことから、機能への影響は大規模であると判断される。

続いて、「機能影響」と区分した5件の事案の特徴を述べる。5件のうち3件(案件番号1, 38, 100)は、何れも護岸、防波堤、岸壁のケーソン本体か上部工コンクリート部に衝突している事案である(案件番号1の事例は図-4.13の左上に示す)。これらの事案では、コンクリート壁の破口や剥離等が発生しているものの、その損傷は部分的であり、基本的な機能が著しく低下するには至っていないと判断される。案件番号110の防波堤の事例(図-4.13の左下に示す)では、パラペット部が欠損したため防波機能はいくらか低下しているものの、パラペット下部のケーソン本体は損壊しておらず、主たる防波機能は残存していると考えられる。このため、上述した3件と同様、大規模な機能影響には至っていないと判断される。

以上より、船舶走錨の危険性がある海域の周辺において、港湾等インフラ施設に船舶が乗揚・衝突すると、ケーソン本体等への波口や剥離擦過傷等に収まる場合もあるが、衝突した部位(上述した、護岸上の胸壁や橋桁)によっては容易に損壊し、その復旧が長期間にわたることもある。さらに、港湾等インフラ施設において、構造物の基本的な機能を維持するために不可欠な部位への、船舶走錨時の船舶衝突の可能性がある場合には、走錨事

故に対する注意が特に必要であると言える。

さらに、船舶の圧流速度、総トン数および運動エネルギーに着目し、損傷程度の分類が「軽微」と「機能影響」の事案の特徴を把握する。まず、圧流速度および総トン数に着目すると、表-4.11に示されるデータより、「機能影響」の事案(全7件)では船舶トン数の平均値は3,561総トン(最小値499, 最大値9,989総トン)、圧流速度の平均値は2.65m/s(最小値2.06m/s, 最大値3.14m/s)となっており、「軽微」の事案(全12件)では船舶総トン数の平均値が496総トン(最小値155総トン, 最大値999総トン)、圧流速度の平均値が0.87m/s(最小値0.82m/s, 最大値0.93m/s)であった。つまり、「機能影響」に至る事案(全7件)では、平均的には総トン数及び圧流速度がともに大きな値となっており、総トン数及び圧流速度が大きいと走錨事故による施設側の損傷も大きくなるという常識的な傾向をデータから確認することができた。

次に、走錨後の施設等への衝突時の船舶の運動エネルギーの視点からの試行的な分析を行う。ここでは、便宜的に、総トン数を船体質量を代表する値と仮定し、総トン数に圧流速度の二乗を乗じることで各走錨事案の運動エネルギーを算定した。そして、各事案の運動エネルギーを、1,000総トン・圧流速度1.0m/sの場合の運動エネルギーで除した値(以下、「運動エネルギー比」とする。)で整理した。算定した運動エネルギー比は、表-4.11に

示すとおりであり、運動エネルギー比が小さい事案（案件番号 33 と 94 の事案）は、損傷の程度が「軽微」であることがわかる。一方で、運動エネルギー比が大きい事案（案件番号 1, 38, 108, 110, 111）では、損傷の程度が「機能影響」または「機能影響（大規模）」にまで至っており、港湾等インフラ施設の損傷程度は運動エネルギーの大小と強い関係がある可能性が示唆された。

4. 5 走錨事故発生後の船体の状態に関する分析

本節では走錨・圧流後の船体側の被害について分析を行った。ただし、船体側の直接的な被害については事故調査報告書に記載されていないことが多いため、ここでは報告書への記載が比較的多かった船体の状態について、主に船種や衝突対象の分類ごとの船体被害の特徴の視点からの整理・分析を行った。

船体の状態については事故調査報告書に記載された情報から客観的に船体の情報を抽出する視点から表-

4. 12 に示す分類により評価を行った。事故調査報告書には、船体が全損に至ったかどうか、衝突した状態からの復旧（回航）が自船単独で行えたか、他船の支援を得たかどうか、について記載されている。本検討では、記載内容に基づき、船体側の損傷が最も大きい状況として「全損」、船体側の損傷が最も小さい状況として「自船対応」、その中間の状況として他船の支援を得て回航等に至った

表-4.12 乗揚・衝突後における船体の状態の分類

船体の状況	内容
全損	沈没や廃船等の記述が報告書にあるものも含め、結果として廃船に至ったと判断されるケース
他船支援	離礁や回航にあたり、他船の支援等を必要とするケース
自船対応	離礁や回航にあたり、他船の支援等を受けず、自船のみで回航対応するケース（通常必要であると判断されるタグ支援や水先支援等は除く）

表-4.13 乗揚・衝突後の船体の状態

		港湾等インフラ	自然物								漁業施設・灯浮標		他船		（錨の衝突なし）		全体	
			合計		岩礁・サンゴ礁・		砂浜・自然物（岩礁等）		件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
			件数	割合	件数	割合	件数	割合										
全体	全損（沈没・廃船・大破）	不明・情報なしを除いた件数に占める割合	5	36%	6	19%	3	33%	3	13%	0	0%	0	0%	0	0%	11	22%
	他船支援	不明・情報なしを除いた件数に占める割合	6	43%	20	63%	4	44%	16	70%	3	100%	0	0%	1	100%	30	59%
	自力回航	不明・情報なしを除いた件数に占める割合	3	21%	6	19%	2	22%	4	17%	0	0%	1	100%	0	0%	10	20%
	不明・情報なし	当該項目に占める割合	5	26%	16	33%	3	25%	13	36%	7	70%	31	97%	5	83%	64	56%
	合計		19	17%	48	42%	12	10%	36	31%	10	9%	32	28%	6	5%	115	100%
（一般商船等）錨鎖	全損（沈没・廃船・大破）	不明・情報なしを除いた件数に占める割合	3	27%	1	5%	0	0%	1	6%	0	0%	0	0%	0	0%	4	22%
	他船支援	不明・情報なしを除いた件数に占める割合	5	45%	16	84%	2	100%	14	82%	3	100%	0	0%	0	100%	24	59%
	自力回航	不明・情報なしを除いた件数に占める割合	3	27%	2	11%	0	0%	2	12%	0	0%	0	100%	0	0%	5	20%
	不明・情報なし	当該項目に占める割合	4	27%	8	30%	0	0%	0	32%	6	67%	29	97%	4	83%	51	56%
	合計		15	18%	27	32%	2	2%	17	20%	9	11%	29	35%	4	5%	84	100%
（プレジャーボート・漁船等小型船）錨索	全損（沈没・廃船・大破）	不明・情報なしを除いた件数に占める割合	2	67%	5	38%	3	43%	2	33%	0	0%	0	0%	0	0%	7	39%
	他船支援	不明・情報なしを除いた件数に占める割合	1	33%	4	31%	2	29%	2	33%	0	0%	0	0%	1	100%	6	33%
	自力回航	不明・情報なしを除いた件数に占める割合	0	0%	4	31%	2	29%	2	33%	0	0%	1	100%	0	0%	5	28%
	不明・情報なし	当該項目に占める割合	1	25%	8	38%	3	30%	13	68%	1	100%	2	67%	1	50%	13	42%
	合計		4	13%	21	68%	10	32%	19	61%	1	3%	3	10%	2	6%	31	100%

※「不明・情報なし」の段における%欄は直下の合計欄に対する割合

※「合計」段の%欄は最も右側の全体欄に対する割合

※「全損」、「他船回航」、「自力回航」の%欄は該当する項目における「合計」段の数値から「不明・情報なし」の段の数値を減じた値（船舶の対応が全損、他船支援、自力回航であるものの合計値）に対する割合

「他船支援」の3段階に船体側の状況を分類した。表-4.13に、この分類に基づき走錨事故発生後の船体の状態を整理した結果を示す。なお、表中では、錨泊時に錨鎖を使用していたケース（多くは一般商船）と、錨索を使用していたケース（多くは50総トン未満のプレジャーボートや漁船）を分けて整理した。

錨鎖を使用して錨泊していたケースでは、港湾等インフラへの衝突時における全損が約1/4程度（約27%）であった。また、自然物へ乗揚・衝突した事案（全15件）では全損に至った事案は1件（5%）だけであった。

一方、錨索を使用して錨泊していたケースでは、港湾等インフラへの衝突事案全3件のうち全損が2件であった。また、自然物へ乗揚・衝突した事案（全13件）のうち、全損事案は約4割（5件）と錨鎖使用のケースと比較して高い全損率を示していた。

以上より、走錨後に船体が港湾等インフラ施設へ乗揚・衝突した場合は、自然物へ乗揚・衝突した場合と比較して、高い全損率を示す傾向にあることがわかった。また、錨鎖使用の一般商船等が自然物へ乗揚・衝突にした場合には、全損率がかなり比較的強く抑えられる傾向にあることがわかった。

5. まとめ及び今後に向けて

5.1 まとめ

本検討では、船舶の係留施設への衝突事故に関する基礎的分析を行った参考文献¹⁶⁾と同様の運輸安全委員会の船舶部門発足後の10年余りの運輸安全委員会事故調査報告書をもとにして、走錨事故を対象に、特に事故発生地点の港湾の内外別の特徴や港湾インフラ施設への衝突の特徴に着目した基礎的分析を行い、走錨時の圧流速度や港湾等インフラ施設への衝突の特徴について明らかにした。得られた結果を以下にまとめる。

(1) 走錨事故の実態

走錨事故の発生時間帯・時期については、走錨事故は深夜早朝の時間帯に多く、月別では冬季から春季（12,1,3,4月）及び台風期（8～10月）に多く発生していた。また、走錨事故の発生地域については太平洋（本州・四国）が最も多く（全体の約4割）、次いで、瀬戸内海が多かった（約3割）。また、台風襲来時の走錨事故の特徴として太平洋（本州・四国）に多くの割合が集中（約6割）するとともに、台風襲来時多くの（約2/3）の事案において風向が南寄り（南東～南西）の際に発生していた。

錨泊状態については、単錨泊から走錨事故に到った事

案がほとんど（95%）であった。また、船体と錨の接続については、概ね50総トンより大きい一般商船等の船舶は錨鎖、それより小さいプレジャーボート・漁船等の小型船舶においては錨索が使用される傾向であった。

走錨時における貨物の積載状況については、空載での錨泊中の走錨事案が多く、6割強（32/52隻）を占めた。

走錨後、乗揚・衝突する対象としては、衝突事案の全案件（115隻）のうち、自然物に衝突している事例が48隻（約42%）と最も多かった。続いて、他船との衝突が32隻（約28%）、港湾等インフラ施設への衝突が19隻（約17%）であった。また、衝突時の船体の姿勢について船尾側から衝突するものが多かった（姿勢が確認できた46隻中39隻（85%））。

圧流速度については、概ね0.5m/s～3m/s程度であり、流速が大きい程、圧速度が速くなる傾向にあった。圧流速度は貨物積載状態の船舶や、タンカーにおいて小さくなる傾向が見られた。

旧日本海軍が使用していた錨鎖長式については、本資料で取り上げたデータに対しては概ね整合的であった。

(2) 港湾区域の内外に着目した走錨事案の特徴

事故発生時の錨泊水域については、10,000総トン以上の大型船や50総トン未満のプレジャーボート・漁船等を中心とする小型船では港湾区域外での錨泊が多く（大型船10隻のうち7/10隻、小型船28隻のうち25隻）、それ以外の10,000総トン未満の一般商船等については港湾区域内で錨泊しているものが過半数を占めた。港湾区域内外での走錨事故発生時の各諸元の平均値での比較では、港湾区域外では水深や船舶総トン数、錨鎖長、波高は大きく、逆に港湾区域内ではそれらは小さい値を示した。

走錨後の衝突・乗揚対象については、港湾区域外の場合には浅場や岩場等の自然物への衝突が全体の56%を占め、港湾区域内の場合は港湾等インフラ施設への衝突が約1/3と比較的大きな割合を占めた。

走錨事故案件の錨泊地の底質については、港湾区域外では泥が5割弱、砂が4割強で併せて9割を占めるが、港湾区域内においては泥が7割強、砂が2割弱と底質が泥であるケースの比率がかなり高かった。

(3) 走錨事故による船体や港湾等インフラ施設の損傷の特徴

船体側の損傷については、走錨後に港湾等インフラ施設へ衝突・乗揚に到る場合、自然物への衝突・乗揚に到る場合と比較して相対的に高い全損率を示す傾向にあった。また、錨鎖使用の一般商船等が自然物への衝突・乗

揚に到る場合には全損率は比較的強く抑えられる傾向にあった。

また、走錨後に船舶の衝突のあった港湾等インフラ施設の損傷で機能への影響が大規模であった事案（2件）は、いずれも、施設の基本的な機能を維持するために不可欠な部位（護岸上の胸壁と橋桁）に船体が衝突した事案であり、その復旧が長期間に及んだ事案であった。

さらに、損傷の程度が「軽微」な事案と「機能影響」に至った事案では、簡易的に算出した船舶の衝突時における運動エネルギーに大きな差があることが確認された。

5. 2 今後に向けて

4.3の港湾区域内外での風速や波高の分析の中で、港湾区域内の方が港湾区域外よりも、大きい船上観測風速で走錨にいたる結果がみられた。これは、港湾区域内外の2点で風速が同じであっても、港湾区域外では波高が小さいため、港湾区域外に比較すると、より大きい風速にならないと走錨が発生しないためであると推察される。また、港湾区域内では、全体としては（防波堤内での2事案を除く）、船舶の走錨後の圧流速度が大きくなるという傾向も確認された。これは、港湾区域内では波高が相対的に小さいために走錨限界の風速が相対的に大きくなることや、港湾区域内では相対的に小型の船舶が多く、走錨後に短距離・短時間で圧流速度が大きくなりやすいこと等が影響している可能性があるが、今回の分析においては、波浪や風速の時刻歴等を含めた詳細なデータによる分析は行えず、また、走錨事故のデータ数も必ずしも十分ではなかったため、明確な理由を導き出すには至らなかった。今後の課題とした。

今後、船舶走錨時のより正確な風速や波高の時刻歴データに加え、船舶側のAISデータなどの関連データとの結びつけや、走錨や事故に至らなかった事案についても定量的なデータに基づいて比較対象とすること、さらにはより多くの調査報告書の事案を対象とすること等により、研究の精度は一層向上するものと考えられる。

（2021年8月31日受付）

謝辞

国総研資料 No.1134「船舶の係留施設への衝突事故に関する基礎的分析」の執筆の際と同様に、今回の国総研資料の執筆においても、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。

また、本稿をとりまとめるにあたり、港湾施設研究室の交流研究員である三上康光氏（出向元：三井共同建設コンサルタント株式会社）より貴重なご意見を頂きました。

ここに記して、深く感謝の意を表します。

参考文献

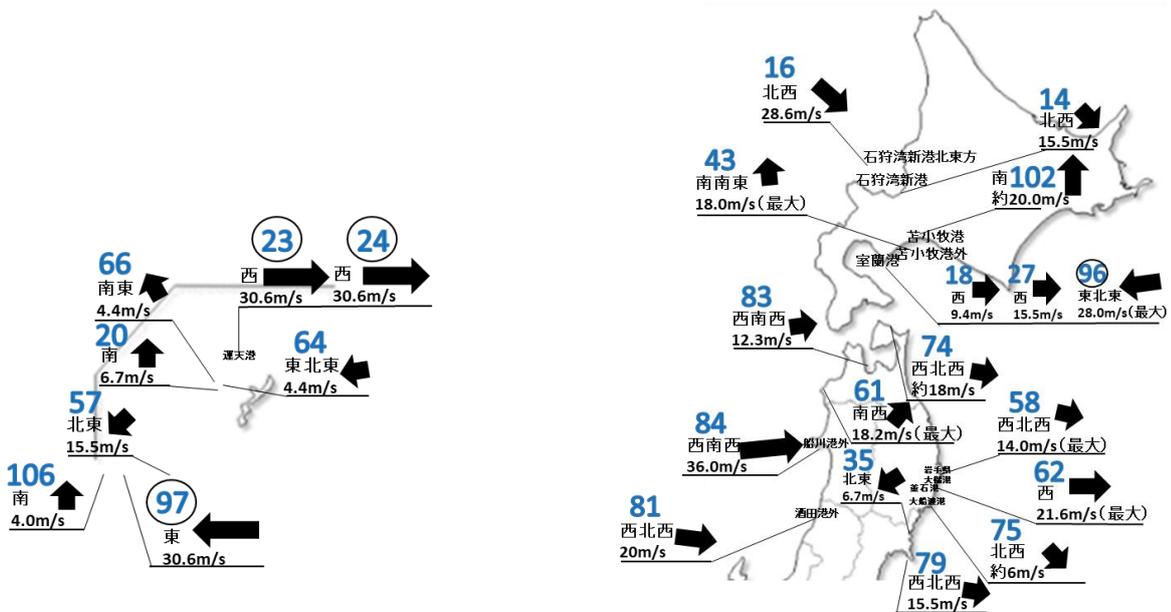
- 1) 横浜市港湾局：記者発表資料，横浜港における台風15号の被害状況について【速報】，2019.
- 2) 井上欣三：船舶の理論と実際，成山堂書店，p.205，2006.
- 3) 例えば，日本船主責任相互保険組合：P&I ロスプリベーションガイド第43号走錨事故例と防止，pp.37-39，2018.
- 4) 海上保安庁：走錨事故防止ガイドライン，<https://www.kaiho.mlit.go.jp/mission/kaijyoukoutsu/soubyo.html>
- 5) 海難審判庁：海難分析集 No.6「台風と海難」，pp.14-18，p.58，2006.
- 6) 日本海難防止協会：走錨海難の防止対策，海と安全 No.579，2018.
- 7) 第三管区海上保安部，東京湾海難防止協会：内航船における荒天時東京湾避泊の手引き，<http://www.toukaibou.or.jp/img/Japanese6.pdf>
- 8) 運輸安全委員会事務局 首席船舶事故調査官：非常に強い台風時の走錨による事故防止対策について，2019.
- 9) 運輸安全委員会：船舶事故ハザードマップ，<https://jtsb.mlit.go.jp/hazardmap/>
- 10) 徳永正吾，有川太郎：経験的台風モデルを用いた2018年台風21号による船舶漂流の再現解析，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.75，No.2，2019.
- 11) 第三管区海上保安部，東京湾海難防止協会：内航船における荒天時東京湾避泊の手引き，<http://www.toukaibou.or.jp/img/Japanese6.pdf>，2020.
- 12) 国土交通省海事局及び海上保安庁：走錨事故防止ガイドライン，<https://www.kaiho.mlit.go.jp/mission/kaijyoukoutsu/soubyo.html>
- 13) 運輸安全委員会：船舶部門事故調査報告書（関空連絡橋）2019.
<https://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/ship/detail2.php?id=10871>
- 14) 国土交通省：港湾における船舶の走錨事故防止対策について，https://www.mlit.go.jp/re-port/press/port05_hh_000176.html
- 15) 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>
- 16) 松田茂，宮田正史：船舶の係留施設への衝突事故に関する基礎的分析，国総研資料 1134，2020.
- 17) 気象庁：気象庁ホームページ，https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kaze.html

- 18) 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.
- 19) 気象庁: 気象庁ホームページ, <http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/wave/comment/elmknwl.html>
- 20) 海上保安庁 海洋情報部: 海しる(海洋状況表示システム), <https://www.msil.go.jp/msil/htm/topwindow.html>

付録-A 運輸安全委員会事故調査報告書リスト

番号 整理	発生年月日	時間	事故等名	公表年月日
1	2009年4月18日	8:30	貨物船COSMIC CHALLENGER衝突(ケーソン)	2009年10月30日
2	2009年9月25日	20:30	貨物船第8八幡丸運航船害	2009年9月18日
3	2008年12月22日	3:00	ケミカルタンカー第七協栄丸ケミカルタンカー第十友昇丸衝突	2009年8月28日
4	2008年12月25日	10:30	貨物船第三芸安丸乗撞	2009年6月26日
5	2009年1月23日	6:00	漁船旭丸乗撞	2010年3月26日
6	2009年1月31日	23:48	貨物船YUSHO SEVEN乗撞	2010年6月25日
7	2009年2月8日	19:30	はしけNo.13ニッコー丸施設損傷(のり養殖施設)	2009年10月30日
8	2009年3月14日	4:45	漁船第三十一住友丸貨物船ニューたいこう衝突	2009年11月27日
9	2009年4月26日	3:20	貨物船末広丸衝突(灯浮標)	2009年10月30日
10	2009年8月9日	13:00	プレジャーボートくら乗撞	2009年12月18日
11	2009年11月21日	10:00	押船YANASE201台船YANASE202乗撞	2010年8月27日
12	2009年12月12日	0:11	貨物船MEEKAT押船太青丸土運船S-601衝突	2011年2月25日
13	2009年12月17日	1:20	貨物船第六十八神光丸乗撞	2011年1月28日
14	2010年1月16日	5:30	セメントタンカー第五芙蓉丸乗撞	2011年5月27日
15	2010年3月15日	23:40	貨物船Guts 妙喜丸衝突(岸壁)	2010年10月29日
16	2010年3月21日	13:15	貨物船DONG PHONG乗撞	2011年10月28日
17	2010年3月21日	4:30(前日23:30)	貨物船第三鶴吉丸乗撞員負傷	2012年7月27日
18	2010年3月26日	22:15	油タンカー第十七菱安丸衝突(灯浮標)	2010年9月17日
19	2010年4月3日	10:20	モーターボートLibertyWay乗撞	2010年12月17日
20	2010年4月22日	2:30	漁船金秀丸乗撞	2011年10月28日
21	2010年4月28日	2:10	液体化学薬品ばら積船徳栄丸貨物船第七進和丸衝突	2010年11月26日
22	2010年7月12日	3:20	貨客船第十神丸丸乗撞	2012年3月30日
23	2010年8月31日	17:35	貨物船第三健和丸乗撞	2011年1月28日
24	2010年8月31日	17:40	油送船天竜丸乗撞	2011年1月28日
25	2010年10月9日	13:15	液体化学薬品ばら積船明和丸貨物船新美映衝突	2011年6月24日
26	2010年10月11日	9:30	モーターボートフジ丸乗撞	2011年6月24日
27	2010年11月10日	4:30	油タンカー北珠丸貨物船ひので衝突	2011年5月27日
28	2010年12月3日	14:00	砂利採取運搬船第二津乃丸丸乗撞	2011年5月27日
29	2010年12月20日	20:50	貨物船第廿九丸乗撞	2011年6月24日
30	2010年12月24日	5:12	貨物船CRYSTAL STAR貨物船HARVEST PEACE衝突	2011年11月25日
31	2011年1月16日	4:28	貨物船CLIPPER IZUMO(ハナマ)産洲	2011年6月24日
32	2011年2月5日	10:20	漁船かわせみ丸乗撞	2011年7月29日
33	2011年3月16日	0:42	油タンカーうわかい衝突(防波堤)	2012年2月24日
34	2011年3月26日	9:45	ケミカルタンカー第二松雲丸油タンカー新栄丸衝突	2012年11月30日
35	2011年5月30日	17:10	漁船こぶき丸乗撞	2012年6月29日
36	2011年8月18日	22:30頃~翌6:30頃の間	貨物船ニュー春日産洲	2012年6月29日
37	2011年9月21日	17:05	自動車運搬船ASIAN JUPITER乗撞	2012年8月31日
38	2011年9月21日	17:31	貨物船BEAGLE Ⅷ衝突(護岸)	2013年4月26日
39	2011年9月21日	17:04	貨物船STAR GATEセメント運搬船第二平安丸衝突	2012年7月27日
40	2011年10月14日	23:00	油タンカー東液体化学薬品ばら積船重和丸乗撞	2012年8月31日
41	2011年11月19日	18:55	貨物船さんしゅう丸押船兼引船第七あや丸台船第二菱和衝突	2012年12月21日
42	2011年11月20日	18:00頃~翌11:30頃の間	作業船第三十八明力丸乗撞	2012年6月29日
43	2011年11月24日	2:16	貨物船PROCEL PROGRESS乗撞	2013年9月27日
44	2012年1月8日	12:30	プレジャーボートESPRIITプレジャーボートMASTER衝突	2013年4月26日
45	2012年1月28日	19:30	プレジャーボート白王乗撞	2013年3月29日
46	2012年2月28日	22:45	貨物船第二オナミ貨物船千代丸衝突	2012年12月21日
47	2012年3月24日	1:58	貨物船RAINBOW ANGEL貨物船TAY SON4衝突	2013年10月25日
48	2012年4月3日	16:50	貨物船日東丸乗撞	2013年2月22日
49	2012年6月19日	22:23	貨物船GOLD MENAM貨物船海運丸衝突	2013年6月28日
50	2012年6月19日	22:20	冷凍運搬船二拾四號大盛丸乗撞	2013年2月22日
51	2012年6月19日	23:38	コンテナ船SUN ROAD液化ガスばら積船第十八光邦丸衝突	2013年8月30日
52	2012年6月20日	1:14	コンテナ船WAN HAI 308コンテナ船UNI-PROMOTE衝突	2013年8月30日
53	2012年7月28日	6:10	漁船第二十二豊徳丸乗撞	2013年4月26日
54	2012年9月30日	21:06	貨物船GUO SHUN 15乗撞	2014年6月27日
55	2012年10月2日	12:20	プレジャーボートほやぶき漁船東阿丸乗撞	2014年2月22日
56	2012年12月9日	23:06	貨物船STONE TRADITION乗撞	2014年2月28日
57	2013年1月14日	0:10	油タンカーTJ88乗撞	2014年4月25日
58	2013年2月3日	1:07	漁船島羽丸かき養殖施設損傷	2013年9月27日
59	2013年2月16日	9:50	作業船第十一大栄丸ハーン第十二大栄丸衝突	2013年11月29日
60	2013年2月24日	5:33	油タンカー博洋丸液体化学薬品ばら積船兼油タンカー法竜丸衝突	2014年8月29日
61	2013年3月1日	23:05	貨物船AN FENG 8乗撞	2014年3月28日
62	2013年3月2日	0:47	貨物船天洋丸油タンカー大洲丸衝突	2013年8月30日
63	2013年4月13日	2:45	油送船新洋丸乗撞	2014年3月28日
64	2013年4月15日	4:00	漁船南星丸乗撞	2014年3月28日
65	2013年5月22日	20:25	油タンカーあかつき丸ばら積貨物船ATRO-3衝突	2013年10月25日
66	2013年6月8日	22:30	プレジャーボートボートティエダ乗撞	2014年4月25日
67	2013年7月21日	15:30	プレジャーボートボートF・A・S・T26乗撞	2014年5月30日
68	2013年8月15日	19:40	旅客船はくちょう丸プレジャーヨットQUEEN E-1衝突	2014年5月30日
69	2013年9月16日	9:30	引船第三十七明神丸台船D-3003乗撞	2014年6月27日
70	2013年10月16日	6:12	貨物船THOR GLORY乗撞	2015年3月26日
71	2013年12月10日	2:00	漁船66福寿丸乗撞	2014年6月27日
72	2013年12月10日	4:10	引船303 WOOSUNHO引船301 WOOSUNHO台船KSC-SUPER70乗撞	2014年9月25日
73	2013年12月17日	18:30	旅客船フレリー丸運航船害	2014年11月27日
74	2014年1月26日	10:15	押船第三郎洋丸クリーン台船洋乗撞	2014年9月25日
75	2014年2月18日	2:00	貨物船第八香洋丸かき養殖施設損傷	2014年6月27日
76	2014年5月4日	12:40	モーターボートたつ丸運航不能(燃料不足)	2014年9月25日
77	2014年8月15日	5:30	モーターボート健斗丸乗撞	2015年2月26日
78	2014年9月20日	11:40	プレジャーボート平成丸乗撞	2016年2月25日
79	2014年12月17日	0:45	貨物船太田川定置網損傷	2015年5月28日
80	2014年12月22日	4:50	貨物船第三経子丸乗撞	2015年6月25日
81	2014年12月22日	23:57	貨物船M STAR 1乗撞	2015年7月30日
82	2015年1月9日	8:50	作業船弥太丸乗撞	2015年7月30日
83	2015年3月11日	0:10	貨物船CSE CLIPPER EXPRESS乗撞	2015年10月29日
84	2015年3月12日	13:33	貨物船ANGEL-AIほたて養殖施設損傷	2015年8月27日
85	2015年5月12日	22:39	貨物船YOUNG HONG 9貨物船兼石材砂利運搬船第六菱寛衝突	2015年9月17日
86	2015年5月12日	22:57	貨物船JJ SUN貨物船STAR REX衝突	2015年9月17日
87	2015年7月4日	14:29	プレジャーボート藤幸丸乗撞	2016年4月28日
88	2015年8月25日	15:30	貨物船兼砂利運搬船第十五章丸砂利採取運搬船第六幸徳丸衝突	2016年9月29日
89	2015年9月9日	5:44	貨物船せいりゅう丸貨物船若富丸衝突	2016年4月28日
90	2015年10月7日	10:40	プレジャーボートMINO乗撞	2016年4月28日
91	2015年10月12日	11:20	プレジャーボート桃枝丸乗撞	2016年3月31日
92	2015年10月13日	14:40	プレジャーボートOSK乗撞	2016年5月19日
93	2015年12月11日	3:35	油タンカー第三次英丸貨物船第二朝日丸衝突	2016年4月28日
94	2015年12月11日	3:10	コンテナ専用船つるみ乗撞(消波ブロック)	2016年11月24日
95	2016年4月17日	10:50	貨物船COSMIC ACE貨物船OCEAN LEADER衝突	2017年4月27日
96	2016年8月30日	21:25	貨物船玉翔丸貨物船寿丸衝突	2017年9月28日
97	2016年9月27日	8:43	漁船SEPEHR乗撞	2018年3月29日
98	2017年1月8日	6:30	貨物船若波丸油タンカー第八金正丸衝突	2017年10月26日
99	2017年1月19日	2:00	ヨットHIKAWA乗撞	2016年1月25日
100	2017年4月19日	22:00	油タンカー百合丸衝突(防波堤)	2017年10月26日
101	2017年9月1日	6:08	貨物船ASIAN BEAUTY液化ガスばら積船ゼウス衝突	2018年8月30日
102	2017年11月18日	4:58	貨物船栄丸乗撞(消波ブロック)	2018年11月29日
103	2018年1月9日	3:30	セメントタンカー新栄丸貨物船室見衝突	2018年8月30日
104	2018年3月1日	5:20	LPGタンカーOEM STAR産洲	2018年11月29日
105	2018年3月20日	2:03	貨物船美銀丸真珠養殖施設損傷	2018年9月27日
106	2018年4月30日	4:00	ヨットPacific Swallow乗撞	2019年4月25日
107	2018年8月24日	1:24	セメント運搬船PRILLY乗撞	2019年7月25日
108	2018年9月4日	13:38	油タンカー宝運丸衝突(橋梁)	2019年4月25日
109	2018年9月4日	14:00	海水採取運搬船かいゆう丸乗撞	2019年6月27日
110	2018年9月4日	14:00(13:52)	押船第拾八久栄丸バース久栄3000乗撞	2019年8月29日
111	2018年10月1日	1:47	貨物船MARINA衝突(護岸)	2019年12月19日
112	2018年12月28日	2:30	漁船たこまる THE3乗撞	2019年7月25日
113	2019年1月29日	7:35	ケミカルタンカーくまの丸衝突(防波堤)	2019年6月27日

付録-C 事故発生場所と風データ (地図)



矢印の方向については事故調査報告書の記載内容を基に表示



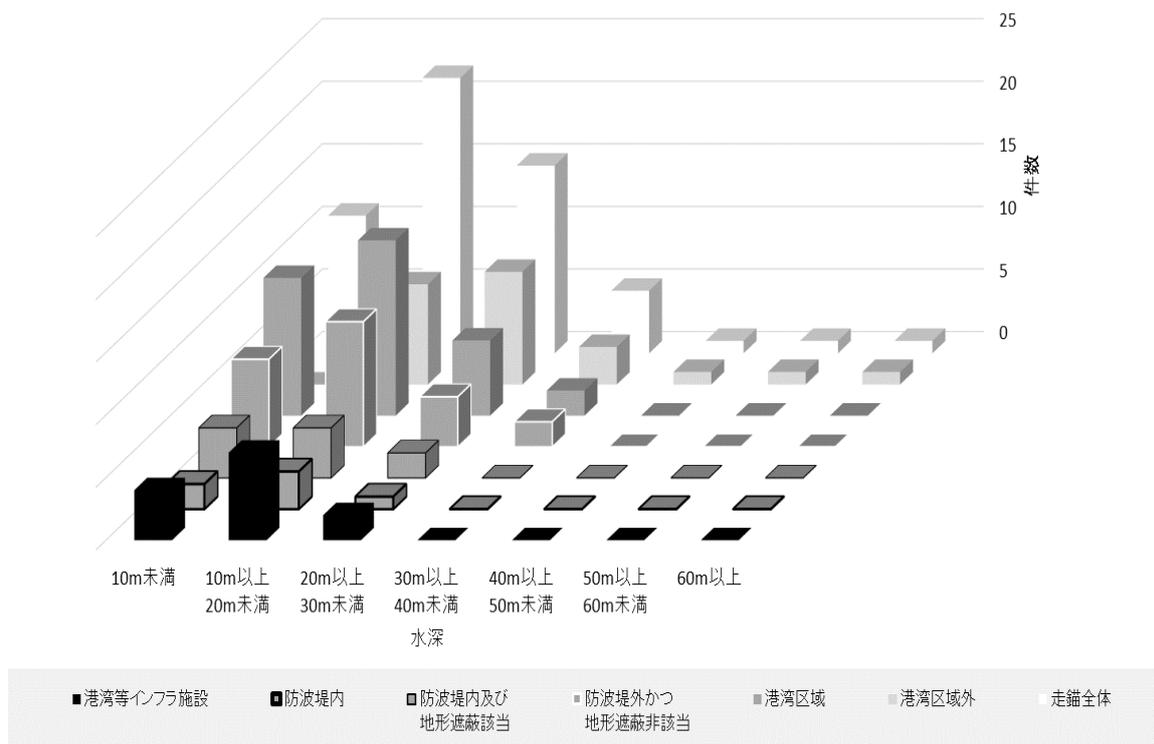


20m/s未満 20m/s以上30m/s未満 30m/s以上

付録-D 詳細データ (4.3(2)関連)

水深分布一覧表 (錨鎖使用のみ)

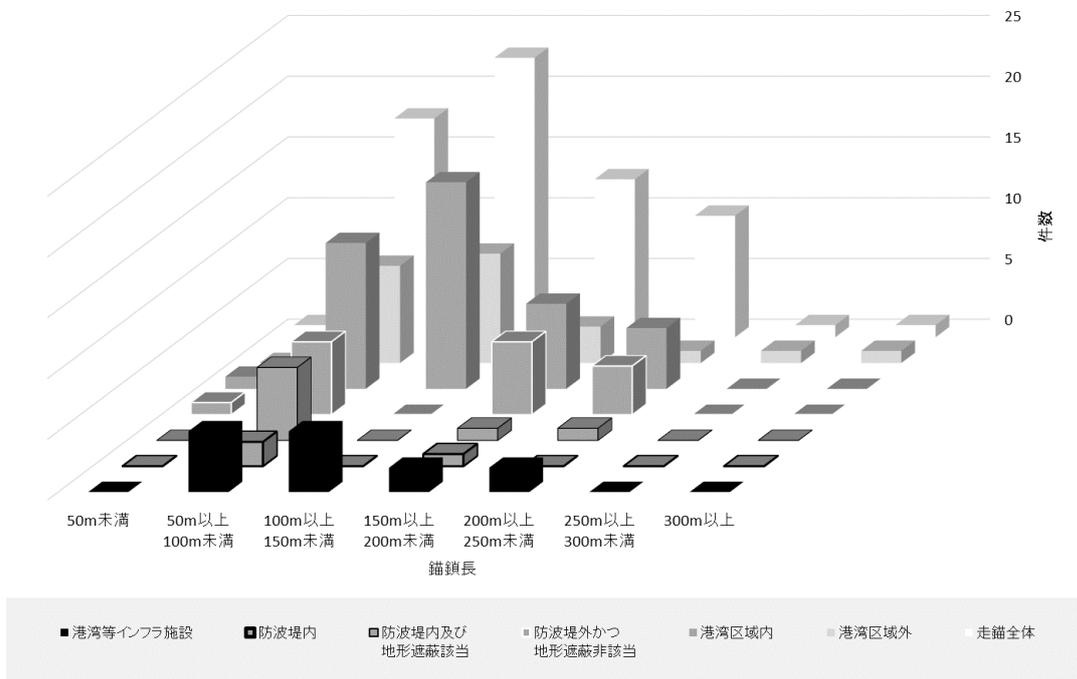
錨泊地水深	走錨案件		港湾区域外		港湾区域内		防波堤外かつ地形遮蔽非該当		防波堤内及び地形遮蔽該当		防波堤内		港湾等インフラ施設	
	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
60m以上	1	1.8%	1	4.3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
50m以上 60m未満	1	1.8%	1	4.3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
40m以上 50m未満	1	1.8%	1	4.3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
30m以上 40m未満	5	8.9%	3	13.0%	2	6%	2	8.7%	0	0.0%	0	0%	0	0.0%
20m以上 30m未満	15	26.8%	9	39.1%	6	18%	4	17.4%	2	9.1%	1	20.0%	2	15.4%
10m以上 20m未満	22	39.3%	8	34.8%	14	42%	10	43.5%	4	18.2%	3	60.0%	7	53.8%
10m未満	11	19.6%	0	0.0%	11	33%	7	30.4%	4	18%	2	40%	4	30.8%
合計	56	100%	23	100%	33	100%	23	100%	10	45%	6	120%	13	100%
平均水深(m)	19.2		25.7		14.6		15.2		13.3		13.2		13.1	



付録-D 詳細データ (4.3(2)関連)

錨鎖長分布一覧表 (錨鎖使用のみ)

錨鎖長	走錨案件		港湾区域外		港湾区域内		防波堤外かつ地形遮蔽非該当		防波堤内及び地形遮蔽該当		防波堤内		港湾等インフラ施設	
	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
300m以上	1	1.5%	1	4.0%	0	0.0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
250m以上 300m未満	1	1%	1	4.0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
200m以上 250m未満	10	15%	5	20.0%	5	12%	4	23.5%	1	11.1%	0	0%	2	14%
150m以上 200m未満	13	19.4%	6	24.0%	7	16.7%	6	35.3%	1	11.1%	1	25.0%	2	14%
100m以上 150m未満	23	34.3%	6	24.0%	17	40.5%	0	0%	0	0%	0	0%	5	35.7%
50m以上 100m未満	18	26.9%	6	24.0%	12	28.6%	6	35.3%	6	66.7%	2	50.0%	5	35.7%
50m未満	1	1.5%	0	0.0%	1	2.4%	1	5.9%	0	0%	0	0%	0	0%
合計	67	100%	25	100%	42	100%	17	100%	8	89%	3	75%	14	100%
平均水深(m)	134.2		157.4		120.4		129.1		103.0		101.3		124.7	



錨鎖長分布図 (錨鎖使用のみ)

付録-D 詳細データ (4.3(2)関連)

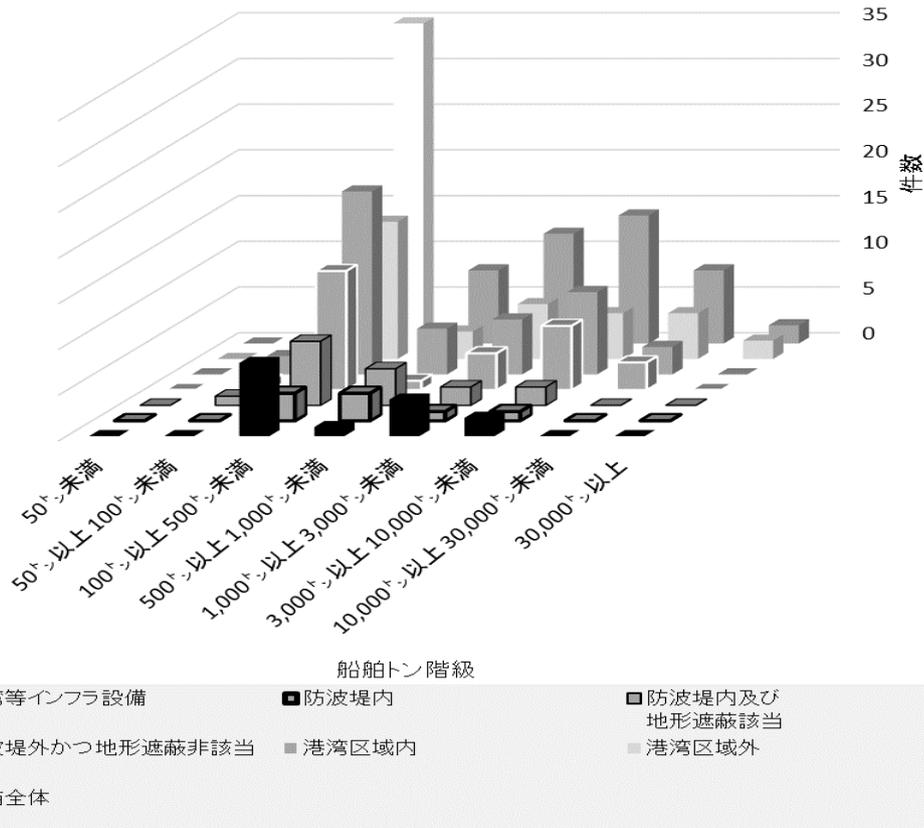
トン数分布一覧表 (全体)

船舶総トン数		走錨案件		港湾区域外		港湾区域内		防波堤外かつ地形遮蔽非該当		防波堤内及び地形遮蔽該当		防波堤内		港湾等インフラ施設	
		件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
全体	30,000 ^{トン} 以上	2	1.8%	2	3.1%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	10,000 ^{トン} 以上 30,000 ^{トン} 未満	8	7.1%	5	7.8%	3	6.3%	3	9.7%	0	0%	0	0%	0	0%
	3,000 ^{トン} 以上 10,000 ^{トン} 未満	15	13.4%	6	9.4%	9	18.8%	7	22.6%	2	11.8%	1	11.1%	2	10.5%
	1,000 ^{トン} 以上 3,000 ^{トン} 未満	12	10.7%	6	9.4%	6	12.5%	4	12.9%	2	11.8%	1	11.1%	4	21.1%
	500 ^{トン} 以上 1,000 ^{トン} 未満	8	7.1%	3	4.7%	5	10.4%	1	3.2%	4	23.5%	3	33.3%	1	5.3%
	100 ^{トン} 以上 500 ^{トン} 未満	35	31.3%	15	23.4%	20	41.7%	13	41.9%	7	41.2%	3	33.3%	8	42.1%
	50 ^{トン} 以上 100 ^{トン} 未満	4	3.6%	2	3.1%	2	4.2%	1	3.2%	1	5.9%	0	0%	0	0%
	50 ^{トン} 未満	28	25.0%	25	39.1%	3	6.3%	3	9.7%	0	0.0%	0	0%	4	21.1%
	合計	112	100%	64	100%	48	100%	32	103%	16	94%	8	89%	19	100%
	平均総トン数(全体)	3,460		3,780		3,032		3,826		1,445		1,131		1,661	
錨鎖使用	30,000 ^{トン} 以上	2	2.4%	2	5.4%	0	0.0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	10,000 ^{トン} 以上 30,000 ^{トン} 未満	8	9.8%	5	13.5%	3	6.7%	3	9.7%	0	0%	0	0%	0	0%
	3,000 ^{トン} 以上 10,000 ^{トン} 未満	14	17.1%	5	13.5%	9	20.0%	7	22.6%	2	11.8%	1	11.1%	2	13.3%
	1,000 ^{トン} 以上 3,000 ^{トン} 未満	12	14.6%	6	16.2%	6	13.3%	4	12.9%	2	11.8%	1	11.1%	4	26.7%
	500 ^{トン} 以上 1,000 ^{トン} 未満	8	9.8%	3	8.1%	5	11.1%	1	3.2%	4	23.5%	3	33.3%	1	6.7%
	100 ^{トン} 以上 500 ^{トン} 未満	35	42.7%	15	40.5%	20	44.4%	13	41.9%	7	41.2%	3	33.3%	8	53.3%
	50 ^{トン} 以上 100 ^{トン} 未満	3	3.7%	1	2.7%	2	4.4%	1	3.2%	1	5.9%	0	0%	0	0%
	50 ^{トン} 未満	0	0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0%	0	0%	0	0%
	合計	82	100%	37	100.0%	45	100%	29	94%	16	94%	8	89%	15	100%
	平均総トン数(錨鎖使用)	4,664		6,404		3,234		4,221		1,445		1,131		2,100	
10,000 ^{トン} 未満の隻数	72	87.8%	30	81.1%	42	93.3%	26	83.9%	16	94%	8	89%	15	100%	
3,000 ^{トン} 未満の隻数	58	70.7%	25	67.6%	33	73.3%	19	61.3%	14	82.4%	7	77.8%	13	86.7%	
500 ^{トン} 未満の隻数	38	46.3%	16	43.2%	22	48.9%	14	45.2%	8	47.1%	3	33.3%	8	53.3%	
錨索使用	3,000 ^{トン} 以上 10,000 ^{トン} 未満	1	3.3%	1	3.7%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	1,000 ^{トン} 以上 3,000 ^{トン} 未満	0	0%	0	0.0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	500 ^{トン} 以上 1,000 ^{トン} 未満	0	0%	0	0.0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	100 ^{トン} 以上 500 ^{トン} 未満	0	0%	0	0.0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	50 ^{トン} 以上 100 ^{トン} 未満	1	3.3%	1	3.7%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	50 ^{トン} 未満	28	93.3%	25	92.8%	3	100%	3	100%	0	0%	0	0%	4	100%
合計	30	100%	27	100.0%	3	100%	3	100%	0	-	0	-	4	100%	
平均総トン数(錨索使用)	8.5		8.4		9.7		9.7		-		-		11.7		

付録-D 詳細データ (4.3(2)関連)

船舶トン数分布一覧表 (錨鎖使用のみ)

船舶総トン数	走錨案件		港湾区域外		港湾区域内		防波堤外かつ地形遮蔽非該当		防波堤内及び地形遮蔽該当		防波堤内		港湾等インフラ施設	
	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
30,000 ^t 以上	2	2.4%	2	5.4%	0	0.0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
10,000 ^t 以上 30,000 ^t 未満	8	9.8%	5	13.5%	3	6.7%	3	9.7%	0	0%	0	0%	0	0%
3,000 ^t 以上 10,000 ^t 未満	14	17.1%	5	13.5%	9	20.0%	7	22.6%	2	11.8%	1	11.1%	2	13.3%
1,000 ^t 以上 3,000 ^t 未満	12	14.6%	6	16.2%	6	13.3%	4	12.9%	2	11.8%	1	11.1%	4	26.7%
500 ^t 以上 1,000 ^t 未満	8	9.8%	3	8.1%	5	11.1%	1	3.2%	4	23.5%	3	33.3%	1	6.7%
100 ^t 以上 500 ^t 未満	35	42.7%	15	40.5%	20	44.4%	13	41.9%	7	41.2%	3	33.3%	8	53.3%
50 ^t 以上 100 ^t 未満	3	3.7%	1	2.7%	2	4.4%	1	3.2%	1	5.9%	0	0%	0	0%
50 ^t 未満	0	0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0%	0	0%	0	0%
合計	82	100%	37	100.0%	45	100%	29	94%	16	94%	8	89%	15	100%
平均総トン数(錨鎖使用)	4,664		6,404		3,234		4,221		1,445		1,131		2,100	
10,000 ^t 未満の隻数	72	87.8%	30	81.1%	42	93.3%	26	83.9%	16	94%	8	89%	15	100%
3,000 ^t 未満の隻数	58	70.7%	25	67.6%	33	73.3%	19	61.3%	14	82.4%	7	77.8%	13	86.7%
500 ^t 未満の隻数	38	46.3%	16	43.2%	22	48.9%	14	45.2%	8	47.1%	3	33.3%	8	53.3%

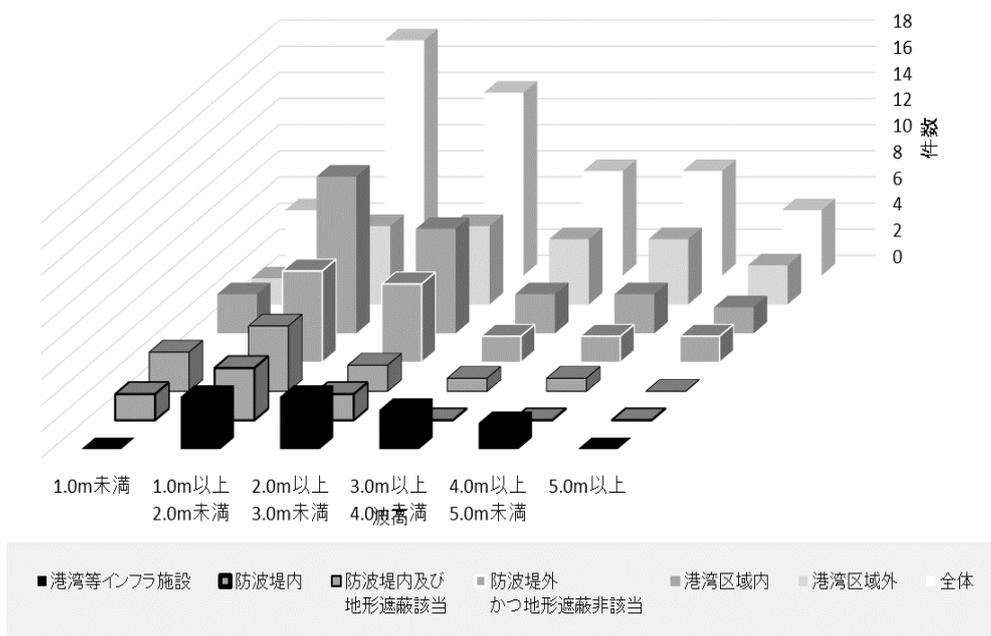


船舶トン数分布図 (錨鎖使用のみ)

付録-D 詳細データ (4.3(2)関連)

波高分布一覧表 (錨鎖使用のみ)

波高分布	全体		港湾区域外		港湾区域内		防波堤外 かつ地形遮蔽非該当		防波堤内及び 地形遮蔽該当		防波堤内		港湾等 インフラ施設	
	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
5.0m以上	5	8.6%	3	11.1%	2	6.5%	2	10.5%	0	0%	0	0%	0	0%
4.0m以上 5.0m未満	8	13.8%	5	18.5%	3	9.7%	2	10.5%	1	8.3%	0	0%	2	15.4%
3.0m以上 4.0m未満	8	13.8%	5	18.5%	3	9.7%	2	10.5%	1	8.3%	0	0%	3	23.1%
2.0m以上 3.0m未満	14	24.1%	6	22.2%	8	25.8%	6	31.6%	2	16.7%	2	25.0%	4	30.8%
1.0m以上 2.0m未満	18	31.0%	6	22.2%	12	38.7%	7	36.8%	5	41.7%	4	50.0%	4	30.8%
1.0m未満	5	8.6%	2	7.4%	3	9.7%	0	0%	3	25.0%	2	25.0%	0	0%
合計	58	100%	27	100%	31	100%	19	100%	12	100%	8	100%	13	100%
平均値(m)	2.61		3.07		2.22		2.60		1.61		1.29		2.52	

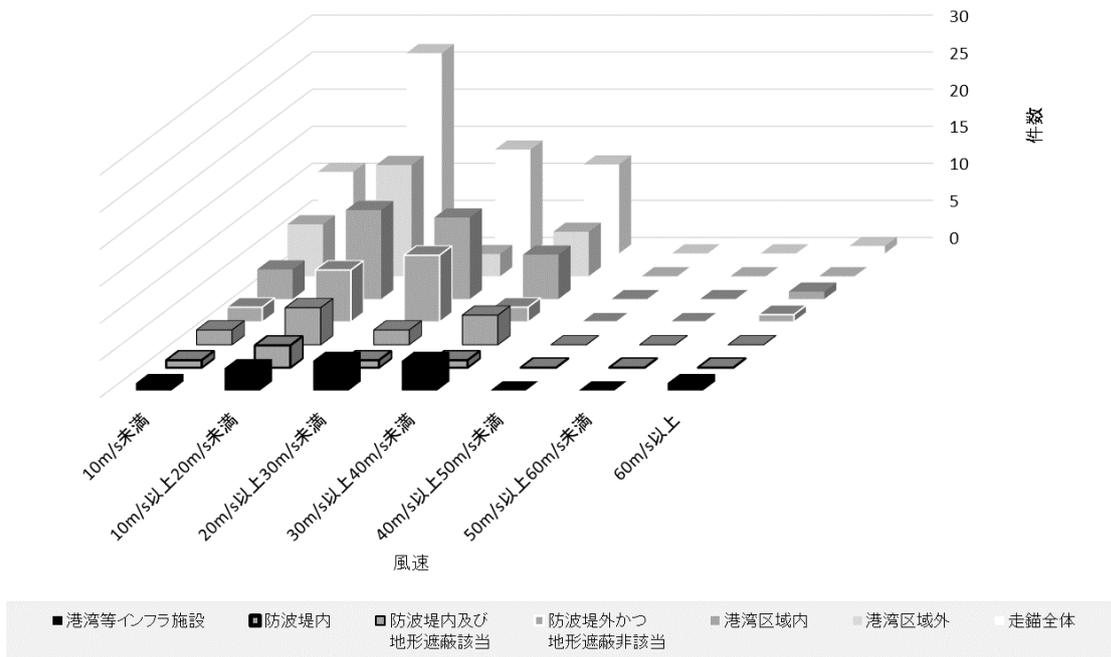


波高分布図 (錨鎖使用のみ)

付録-D 詳細データ (4.3(2)関連)

船上観測風速分布一覧表 (錨鎖使用のみ)

船上風速	走錨案件		港湾区域外		港湾区域内		防波堤外かつ地形遮蔽非該当		防波堤内及び地形遮蔽該当		防波堤内		港湾等インフラ施設	
	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
60m/s以上	1	1.5%	0	0.0%	1	2.9%	1	4.8%	0	0%	0	0%	1	7.7%
50m/s以上60m/s未満	0	0%	0	0.0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
40m/s以上50m/s未満	0	0%	0	0.0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
30m/s以上40m/s未満	12	18.5%	6	19.4%	6	17.6%	2	9.5%	4	30.8%	1	16.7%	4	30.8%
20m/s以上30m/s未満	14	21.5%	3	9.7%	11	32.4%	9	42.9%	2	15.4%	1	16.7%	4	30.8%
10m/s以上20m/s未満	27	41.5%	15	48.4%	12	35.3%	7	33.3%	5	38.5%	3	50.0%	3	23.1%
10m/s未満	11	16.9%	7	22.6%	4	11.8%	2	9.5%	2	15.4%	1	16.7%	1	7.7%
合計	65	100%	31	100%	34	100%	21	100%	13	100%	6	100%	13	100%
風速平均値(m/s)	19.8		17.4		22.0		22.2		21.8		18.9		26.1	

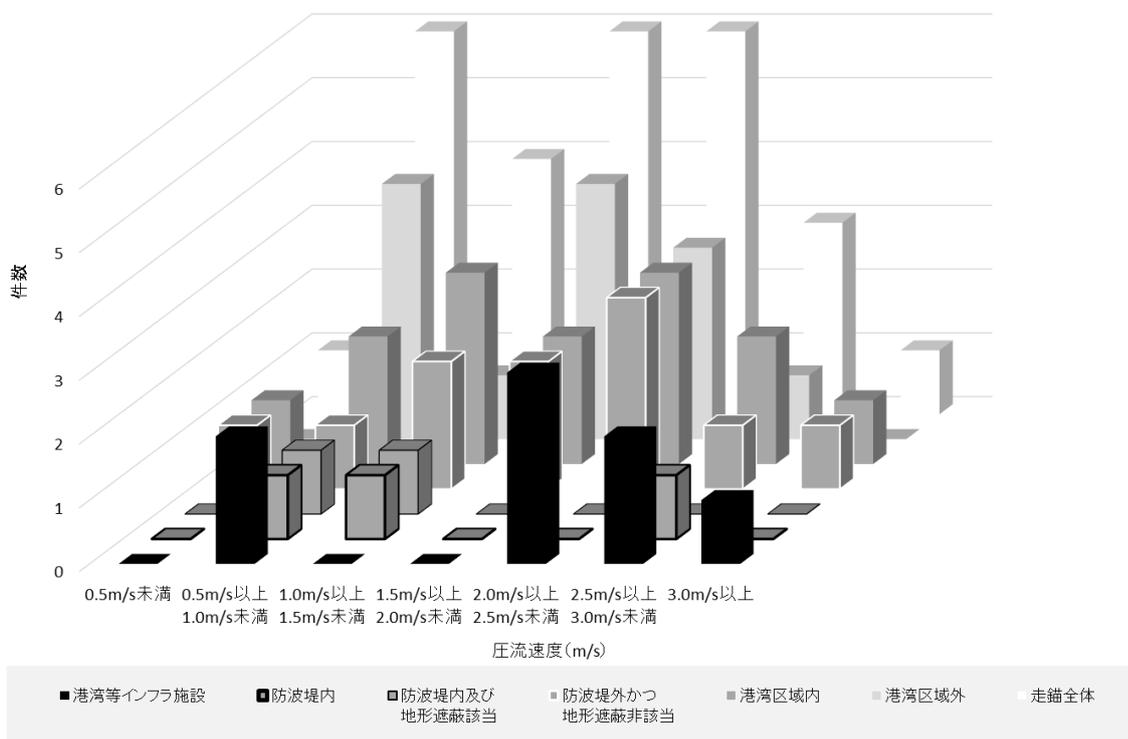


船上観測風速分布図 (錨鎖使用のみ)

付録-D 詳細データ (4.3(2)関連)

圧流速度分布一覧表 (錨鎖使用のみ)

圧流速度		走錨案件		港湾区域外		港湾区域内		防波堤外かつ地形遮蔽非該当		防波堤内及び地形遮蔽該当		防波堤内		港湾等インフラ施設	
		件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合	件数	割合
圧 分 流 速 度 分 布	3.0m/s以上	1	3.7%	0	0.0%	1	6.7%	1	9.1%	0	0.0%	0	0.0%	1	12.5%
	2.5m/s以上 3.0m/s未満	3	11%	1	8.3%	2	13%	1	9.1%	1	25.0%	0	0.0%	2	25%
	2.0m/s以上 2.5m/s未満	6	22%	3	25.0%	3	20%	3	27.3%	0	0.0%	0	0.0%	3	38%
	1.5m/s以上 2.0m/s未満	6	22.2%	4	33.3%	2	13.3%	2	18.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0%
	1.0m/s以上 1.5m/s未満	4	14.8%	1	8.3%	3	20.0%	2	18.2%	1	25.0%	1	33.3%	0	0%
	0.5m/s以上 1.0m/s未満	6	22.2%	4	33.3%	2	13.3%	1	9.1%	1	25.0%	1	33.3%	2	25.0%
	0.5m/s未満	1	3.7%	0	0.0%	1	6.7%	1	9.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0%
合計	27	100%	13	108%	14	93%	11	100%	3	75%	2	66.7%	8	100%	
平均圧流速度(m/s)		1.62		1.50		1.73		1.79		1.54		1.03		2.07	
圧流速度2.0m/s以上の事案		10		4		6		5		1		0		6	



国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1170 September 2021

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-46pr@gxb.mlit.go.jp

国土技術政策総合研究所資料

No.1170

港湾内外における船舶の走錨事故に関する基礎的分析

September 2021