

会 報

第 173 号
(平成28年6月号)

目 次

1	業 務 日 誌 (28. 1. 1~28. 3.31)	1
2	事 業 報 告 (28. 1. 1~28. 3.31)	3
2-1	会の運営に関する活動	
2-1-1	平成27年度 第3回 業務運営会議	
2-1-2	平成27年度 第4回 通常理事会	
2-2	一般事業	
2-2-1	南九州太平洋沿岸における船舶の地震津波対策に関する調査研究委員会	
2-3	受託事業	
2-3-1	下関港大型客船入出港に伴う航行安全対策調査専門委員会	
2-3-2	博多港(東航路・中央航路地区)整備に伴う船舶航行安全対策調査専門委員会	
2-3-3	那覇港整備に伴う航行安全対策調査専門委員会	
2-3-4	唐津港妙見地区大型客船入出港に伴う航行安全対策調査専門委員会	
2-3-5	戸畑泊地大型原料船入出港に伴う航行安全対策調査専門委員会	
2-3-6	新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)整備に伴う航行安全対策調査専門委員会	
2-4	平成27年度研究事業報告	
	南九州太平洋沿岸海域における船舶の地震津波対策に関する調査研究(概要)	
2-5	第16回西海防セミナー	
	海上交通工学の発展	
3	ミニ知識・海(37)「波とうねり」	54
4	会員だより 「会員(正会員)名簿」	56
5	刊末寄稿 「海難と刑事責任について」	66



関門港観光ガイド



⑬ ノーフォーク広場

姉妹都市である米国バンクーバー州ノーフォーク市にちなんだ広場であり、1986年（昭和61年）10月に開園した。門司市と同市は1959年に姉妹提携したが、その関係は合併後の北九州市に引き継がれている。広場には、開園時に寄贈されたブロンズ製のノーフォーク市章も展示されている。



門司電気通信レト館



1 業務日誌 (H28. 1. 1 ~ H28. 3. 31)

1-1 本 部

日 付	内 容
1月12日(火)	下関港大型客船入出港に伴う航行安全対策調査専門委員会 第2回委員会 於：海峡メッセ下関
1月20日(水) ～21日(木)	内閣府立入検査 於：西部海難防止協会
1月25日(月)	南九州太平洋沿岸における船舶の地震津波対策に関する調査研究委員会 第3回委員会 於：ソラリア西鉄ホテル鹿児島
1月27日(水)	唐津港妙見地区大型客船入出港に伴う航行安全対策調査専門委員会 第2回委員会 於：唐津シーサイドホテル
2月9日(火)	(公社)西部海難防止協会 平成27年度 第3回業務運営会議 於：西部海難防止協会 3階会議室
2月10日(水)	博多港(東航路・中央航路地区)整備に伴う航行安全対策調査専門委員会 第3回委員会 於：博多都ホテル
2月17日(水)	那覇港整備に伴う船舶航行安全対策調査専門委員会 第3回委員会 於：ホテルサンパレス球陽館
2月18日(木)	下関港長期構想検討委員会 於：下関市役所
2月19日(金)	(公社)西部海難防止協会 平成27年度 第4回通常理事会 於：西部海難防止協会 3階会議室
2月24日(水)	新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)整備に伴う船舶航行安全対策調査専門委員会 第2回委員会 於：小倉ステーションホテル
2月25日(木)	戸畑泊地大型原料船入出港に伴う航行安全対策調査専門委員会 第4回委員会 於：リーガロイヤルホテル小倉
3月4日(金)	那覇空港滑走路増設事業航行安全対策連絡会議 於：ホテルサンパレス球陽館
3月8日(火)	シェールガス共通委員会 第2回委員会 於：日本財団ビル
3月14日(月)	下関港大型客船入出港に伴う船舶航行安全対策調査専門委員会 第3回委員会 於：海峡メッセ下関
3月25日(金)	九州北部小型船安全協会理事会 於：西部海難防止協会 3階会議室

1 - 2 鹿兒島支部

日 付	内 容
2月16日(火)	鹿兒島県地方港湾審議会 於：鹿兒島県庁

1 - 3 沖繩支部

日 付	内 容
2月23日(火)	那覇空港滑走路増設事業航行船舶安全対策連絡説明会 於：那覇港湾合同庁舎

2 事業報告

2 - 1 会の運営に関する活動

2 - 1 - 1 平成27年度 第3回 業務運営会議

1 日 時：平成28年2月9日(火) 14:00~15:00

2 場 所：西部海難防止協会 会議室

3 議案審議

第1号議案 平成28年度事業計画について

第2号議案 平成28年度予算(損益ベース)について

第3号議案 諸規程の改正について

第4号議案 契約保証について

その他 正会員の入会について



2 - 1 - 2 平成27年度 第4回 通常理事会

1 日 時：平成27年2月19日(金) 11:15~12:00

2 場 所：西部海難防止協会 会議室

3 議案審議

第1号議案 平成28年度事業計画について

第2号議案 平成28年度予算(損益ベース)について

第3号議案 諸規程の改正について

第4号議案 契約保証について

その他 正会員の入会について

2 - 2 一般事業

南九州太平洋沿岸における船舶の地震津波対策に関する調査研究委員会

第3回委員会

2 - 3 受託事業

2 - 3 - 1 下関港大型客船入出港に伴う航行安全対策調査専門委員会

第2回、第3回委員会(最終)

2 - 3 - 2 博多港(東航路・中央航路地区)整備に伴う船舶航行安全対策調査専門

委員会 第3回委員会(最終)

2 - 3 - 3 那覇港整備に伴う船舶航行安全対策調査専門委員会

第3回委員会

2 - 3 - 4 唐津港妙見地区大型客船入出港に伴う航行安全対策調査専門委員会

第2回委員会

2 - 3 - 5 戸畑泊地大型原料船入出港に伴う船舶航行安全対策調査専門委員会

第4回委員会

2 - 3 - 6 新門司沖土砂処分場(Ⅱ期)整備に伴う船舶航行安全対策調査専門委員会

第2回委員会

2-4 研究事業報告

南九州太平洋沿岸海域における船舶の地震津波対策 に関する調査研究（概要）

「南海トラフの巨大地震モデル検討会(二次報告)」によると、宮崎県では最大津波波高 17 m(満潮位・地殻変動考慮)、地震発生後の津波到来時間は最も早いケースで 16 分、鹿児島県では、最大波高 13 m(T P 基準・満潮位・地殻変動考慮)、地震発生後の津波到達時間は最も早いケースで 27 分とされています。

東日本大震災を受けてとりまとめられた「大地震及び大津波来襲時の航行安全対策に関する調査研究」(日本海難防止協会報告書 平成 26 年 4 月)を踏まえて、主に港内在泊船舶への望ましい対応については手引きが作成され、また南九州太平洋沿岸各港の津波対策協議会の会則が改正されています。

一方で港外錨泊船や港域外を航行する船舶に対する安全対策は策定されていないため、平成 27 年度の本会研究事業として、南海トラフ地震津波避難対策特別強化区域に指定されている細島港、宮崎港、油津港、志布志港について、港外錨泊による津波避難の安全性、大津波による影響を受けにくい海域への避難等に関する航行安全対策を調査・検討しました。

本稿は、「南九州太平洋沿岸における船舶の地震津波対策に関する調査研究委員会報告書」から概要を編集したものであり、詳細は本会報に同封している CD 等をご覧ください。

1 調査計画

1.1 調査目的

南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域に指定されている細島港、宮崎港、油津港、志布志港の港外航行船舶、港外錨泊船舶及び避難可能海域への航行安全対策を検討し、被害の極小化を図ることを目的とした。

1.2 調査対象海域

細島港、宮崎港、油津港及び志布志港(図 1-1 参照)

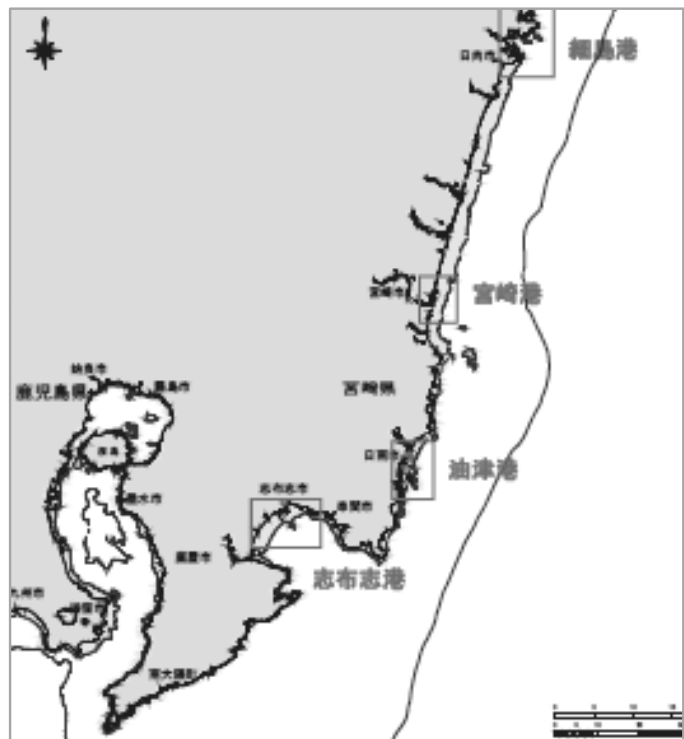


図1-1 調査対象海域

1.3 調査期間

自 平成27年6月1日

至 平成28年3月31日

1.4 調査方法

1.4.1 委員会の設置

学識経験者、海事関係者及び関係官公庁職員等からなる委員会を設置し、その指示のもとで調査を行った。

1.4.2 委員会の名称

「南九州太平洋沿岸における船舶の地震津波対策に関する調査研究委員会」

1.4.3 委員会の構成

【委員長】 (敬称略)

寺本定美 海上保安大学校 名誉教授

【委員】 (五十音順、敬称略)

木村五六 全国内航タンカー海運組合 西部支部 支部長

厚東貞治 細島水先区水先人会 会長

竹永健二郎 九州旅客船協会連合会 会長

西村知久 海上保安大学校 准教授

橋之口勉 鹿児島水先区水先人会 副会長

橋本典明 九州大学 大学院 工学研究院 教授

長谷部伸治 日本船主協会 九州地区船主会 事務局

原田勝弘 九州地方海運組合連合会 会長

姫路司 全日本海員組合 鹿児島支部 支部長

本村紘治郎 水産大学校 名誉教授

【関係官公庁】 (敬称略)

服部俊朗 九州地方整備局 宮崎港湾・空港整備事務所 所長

佐藤隆 九州地方整備局 志布志港湾事務所 所長

待鳥明義 九州運輸局 鹿児島運輸支局 支局長

小島定美 九州運輸局 宮崎運輸支局 支局長

深江邦一 第十管区海上保安本部 海洋情報部 部長

横路綱生 第十管区海上保安本部 交通部 部長

甲斐小二 宮崎海上保安部 部長

室屋義弘 日向海上保安署 署長

柿園浩二 志布志海上保安署 署長

久保田一 鹿児島県 土木部 部長

凶師雄一 宮崎県 県土整備部 部長

【事務局】

公益社団法人 西部海難防止協会

1.5 調査内容

1.5.1 基礎調査

1.5.2 シミュレーション実施方策

1.5.3 シミュレーションの実施

1.5.4 シミュレーション結果の解析・評価

1.5.5 津波襲来に伴う港外航行船舶の避難可能海域への航行安全対策のまとめ

2 基礎調査

2.1 自然環境

2.2 地震発生時の津波の状況

2.2.1 九州太平洋岸における過去の津波被害

2.2.2 南海トラフ巨大地震による津波の想定

内閣府中央防災会議の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」において、津波断層モデル(モーメントマグニチュード9.1、計11ケース)が検討されている。「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(第二次報告)の結果によると、宮崎県では最大津波高17m(満潮位・地殻変動考慮)、地震発生後の津波到達時間(津波が+1mになる時間)は最も早いケースで16分となっている。

鹿児島県では、最大津波高13m(TP基準・満潮位・地殻変動考慮)、地震発生後の津波到達時間(津波が+1mになる時間)は最も早いケースで27分となっている。

2.2.3 地震発生時の津波の状況(波高・流向・流速の時系列データ)

海上保安庁より提供された南海トラフ巨大地震発生時の津波シミュレーションのデータより、各対象港における地震発生時の津波の状況を取りまとめた。

2.3 航行環境

2.3.1 調査対象港の入港船舶

港湾統計資料により、平成26年の細島港、宮崎港、油津港、志布志港の入港船舶について以下にまとめた。

① 細島港

細島港では、入港船3,317隻のうち、商船が2,263隻と68.2%を占め、商船のうち外航船は304隻、内航船は1,959隻であった。1日平均では、約9隻の船舶が入港していた。

② 宮崎港

宮崎港では、港船 4,312 隻のうち、商船が 1,606 隻と 37.2% を占め、商船のうち外航船は 5 隻、内航船は 1,601 隻であった。1 日平均では、約 12 隻の船舶が入港していた。

③ 油津港

油津港では、入港船 2,313 隻のうち、商船が 534 隻と 23.0% を占め、商船のうち外航船は 106 隻、内航船は 428 隻であった。1 日平均では、約 6 隻の船舶が入港していた。

④ 志布志港

志布志港では、入港船 2,880 隻のうち、商船が 2,411 隻と 83.7% を占め、商船のうち外航船は 692 隻、内航船は 1,719 隻であった。1 日平均では、約 8 隻の船舶が入港していた。

2.3.2 AISデータに基づく船舶通航実態状況

3 シミュレーションの概要

津波来襲時における錨泊避難を前提として、津波シミュレーションの時系列データ（水位変動、流速データ）を外力条件とする津波来襲時の錨泊船舶の船体挙動を錨泊シミュレーションし、錨泊避難時の船体振れ回り運動、走錨の可能性等錨泊の安全性を評価・検討した。

また、津波来襲時には、船舶は津波の影響を受けにくい水深 30 m 以深の水域に避難する必要があり、数値（操船）シミュレーションにより、船体の挙動等を解析し、避難する場合の対策を検討した。

3.1 検討対象の基本的な条件設定

3.1.1 検討対象錨地

検討対象錨地は、表 3-1 のとおり、5 錨地を選定した。5 錨地は、津波来襲時に錨泊船が存在する可能性のある錨地とした。

表 3-1 検討対象錨地の選定

対象港	選定理由	水深	底質
細島港	通常時に使用される指定錨地	34 m	細かい砂
宮崎港	防波堤入口東方	27 m	細かい砂
油津港 ①	防波堤入口東方	34 m	砂
油津港 ②	Pilot Station 付近	47 m	泥
志布志港	通常時に使用される錨地	24 m	砂・泥

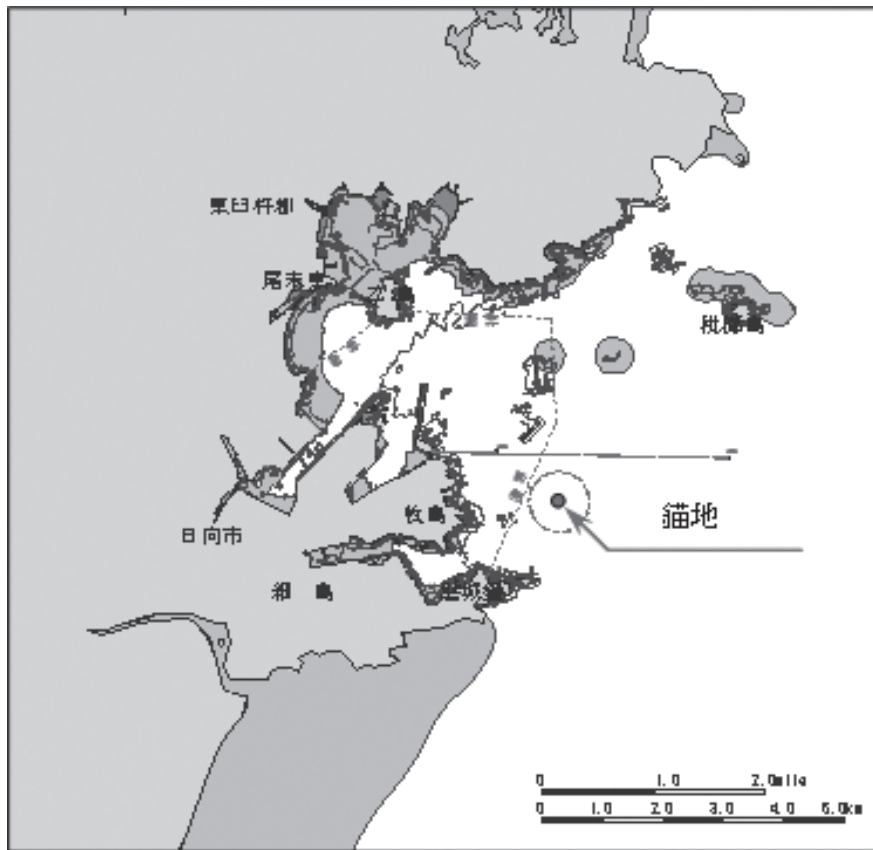


图 3-1 細島港錨地

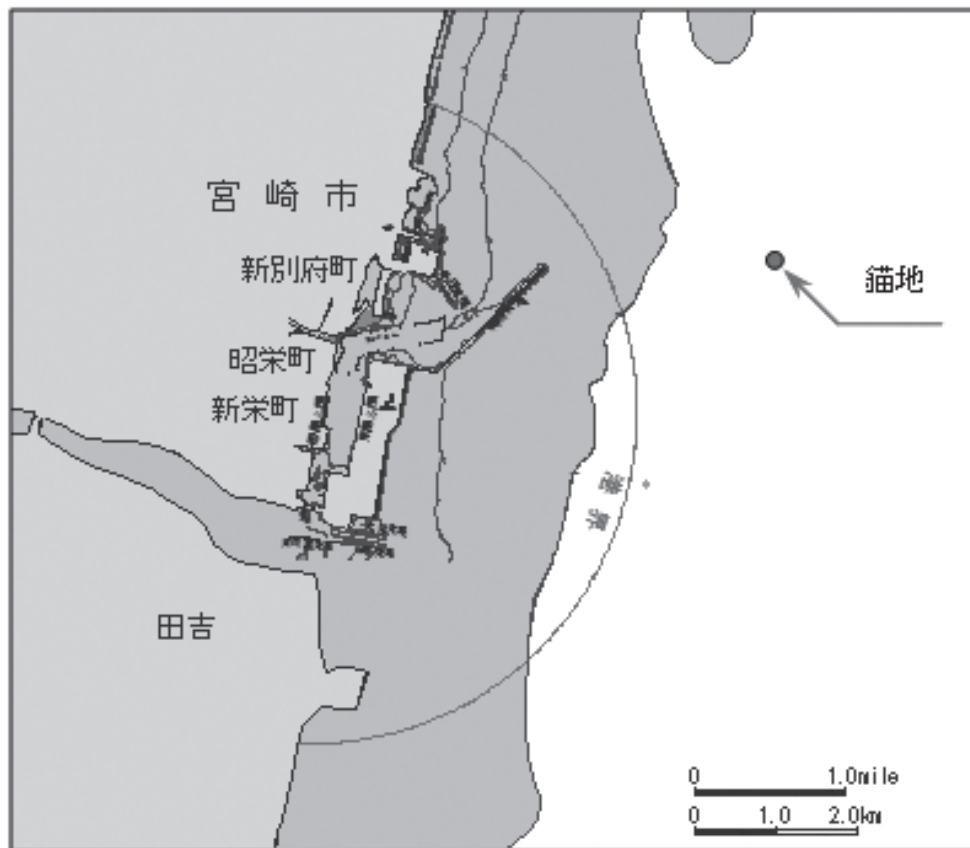


图 3-2 宮崎港錨地

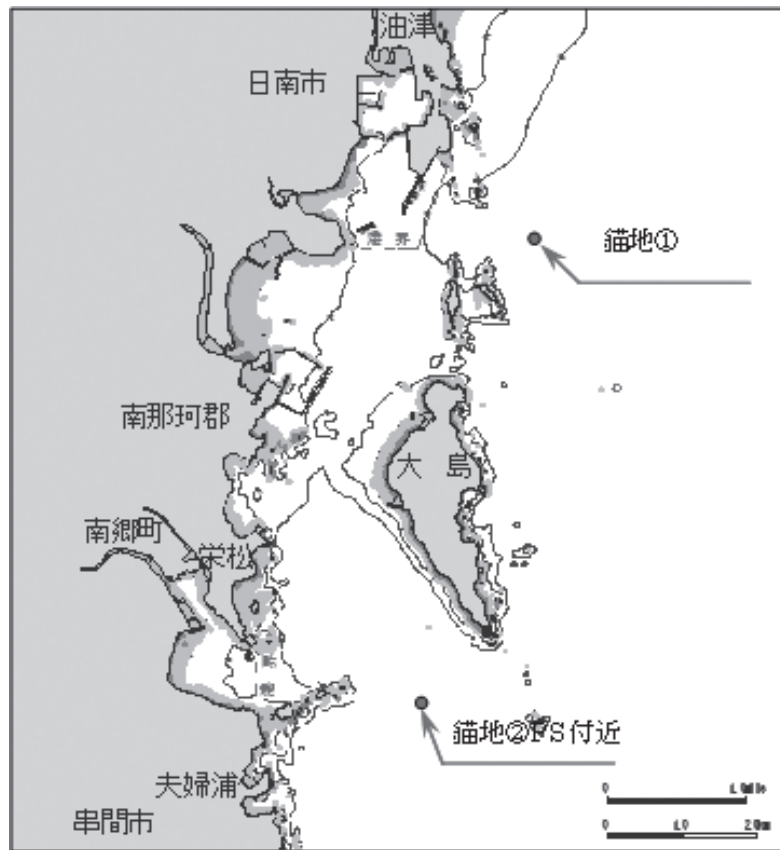


图 3-3 油津港錨地

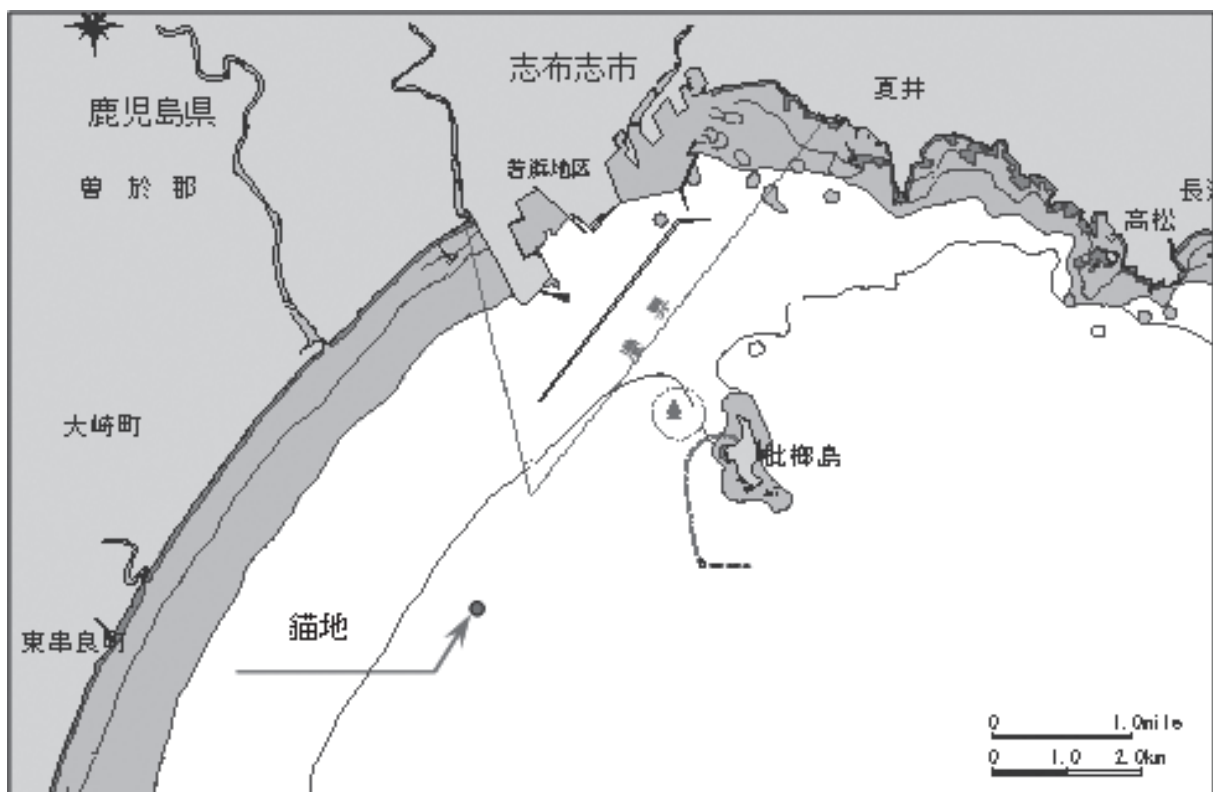


图 3-4 志布志港錨地

3.1.2 錨泊に関する検討対象船舶

本件等での対象船舶は、表 3-2 に示すとおりとした。

本調査は「津波来襲時における船舶の減災対策に寄与すること」を目的に、「錨泊時の津波対処方法」及び「錨泊による津波避難の安全性」を検討することから、検討対象船舶は、平時の錨泊の可能性は低くとも、対象港付近に多く存在し、また海難が発生した場合の二次被害の影響が大きくなる船種を対象に選定した。なお、各錨泊地における検討対象船舶の船型は、各対象港の入港実績、各検討対象錨地の水深に対して錨泊可能な船型の蓋然性を踏まえ選定した。

検討対象船舶、係留鎖及びアンカーの諸元を表 3-3 に示す。

表 3-2 検討対象船舶の選定

船種	船型	検討対象錨地
貨物船	300 GT級	細島港、宮崎港、油津港①、志布志港
小型タンカー	750 GT級	細島港、宮崎港、油津港①
コンテナ船	8,000 GT級	細島港、油津港②、志布志港
カーフェリー	12,500 GT級	宮崎港、志布志港
チップ船	50,000 GT級	細島港、油津港②、志布志港

表 3-3 検討対象船舶、錨鎖及びアンカーの諸元

諸元	単位	貨物船	小型タンカー	コンテナ船	カーフェリー	チップ船	
船体	総トン数	GT	299	749	8,273	12,439	47,407
	全長	m	63.0	73.2	140.0	186.0	210.0
	垂線間長	m	58.0	70.0	132.0	170.0	203.0
	型幅	m	10.2	11.5	20.5	25.5	37.0
	型深	m	6.1	5.2	10.5	17.91	22.5
	排水量	MT	1,139	2,705	14,171	16,205	59,801
	船体中央吃水	m	3.72	4.68	7.186	6.59	10.015
	船体正面受風面積	m ²	68	94	396	665	845
	船体側面受風面積	m ²	191	226	1,852	3,699	3,248
	浸水船体正面投影面積	m ²	38	54	146	164	370
浸水船体側面投影面積	m ²	223	320	1,129	1,129	2,063	
錨	破断張力	kN	583	655	2,108	3,308	3,497
	呼び径	Mm	32	34	50	66	68
鎖	クラス	-	NK Grade2	NK Grade2	NK Grade3	NK Grade3	NK Grade3
	チェーン摩擦係数		1.0				
	積載錨鎖長	m	192 (7シャックル)	206 (8シャックル)	261 (9.5シャックル)	300 (12シャックル)	325 (13シャックル)
アンカー	型式	-	JIS型	JIS型	JIS型	AC-14型	AC-14型
	空中重量	kN	12.65	15.60	42.37	72.08	73.06
	把駐係数	-	JIS型：3、AC-14型：8				

3.1.3 錨泊状態の設定

検討対象船舶の錨泊方法は、単錨泊及び双錨泊を想定したが、荒天錨泊の一方方法として振れ止めに効果があるとされているV字型双錨泊を想定してシミュレーションを実施した。錨鎖長は通常時の錨泊を想定し、水深の3倍に90mを加えた長さとした。ただし、シミュレーションを実施した結果、走錨が確認されたケースについては、錨鎖長が最長となる積載錨鎖長として再度シミュレーションを実施した。

3.2 外力条件の設定

3.2.1 津波の設定

錨泊シミュレーションの外力条件として入力する津波の外力は、海上保安庁が実施した南海トラフ巨大地震に伴う地震津波についての津波シミュレーション結果を用いて設定した。

検討対象錨地における津波シミュレーションに使用する津波は、最低水面(DL)及び最高水面の津波シミュレーション結果において、津波流速が大きい方のデータを採用した。

表3-4に示すとおり、各対象港で概ね最低水面(DL)の津波流速が大きい結果となった。ただし、油津港②の地点については、最高水面の津波流速の方が大きい結果となった。このことにより、錨泊シミュレーションに使用する津波は、油津港②の地点については最高水面の津波シミュレーション結果を使用し、その他の地点については最低水面(DL)の津波シミュレーション結果を使用した。

表 3-4 検討対象錨地の津波シミュレーション結果

検討対象錨地	初期潮位	最大上昇量	最大下降量	最大流速	流 向
細 島 港 (34.26 m)	最低水面(DL) : 0.00 m	5.04 m	- 4.18 m	2.57 m/s	ESE
	最高水面 : 2.34 m	4.73 m	- 4.42 m	2.26 m/s	ESE
宮 崎 港 (27.22 m)	最低水面(DL) : 0.00 m	4.22 m	- 3.38 m	2.25 m/s	ESE
	最高水面 : 2.34 m	4.78 m	- 3.44 m	1.94 m/s	East
油 津 港 ① (34.04 m)	最低水面(DL) : 0.00 m	3.14 m	- 2.34 m	2.06 m/s	SSW
	最高水面 : 2.34 m	3.10 m	- 1.97 m	2.01 m/s	SSW
油 津 港 ② (46.63 m)	最低水面(DL) : 0.00 m	1.97 m	- 3.02 m	1.59 m/s	NW
	最高水面 : 2.34 m	1.98 m	- 2.96 m	1.65 m/s	NW
志 布 志 港 (24.35 m)	最低水面(DL) : 0.00 m	2.93 m	- 2.29 m	1.50 m/s	SE
	最高水面 : 2.34 m	3.06 m	- 2.12 m	1.27 m/s	SE

津波シミュレーション結果について、各検討対象錨地における津波水位、流速の時系列変化を図 3-5 から図 3-9 に示す。

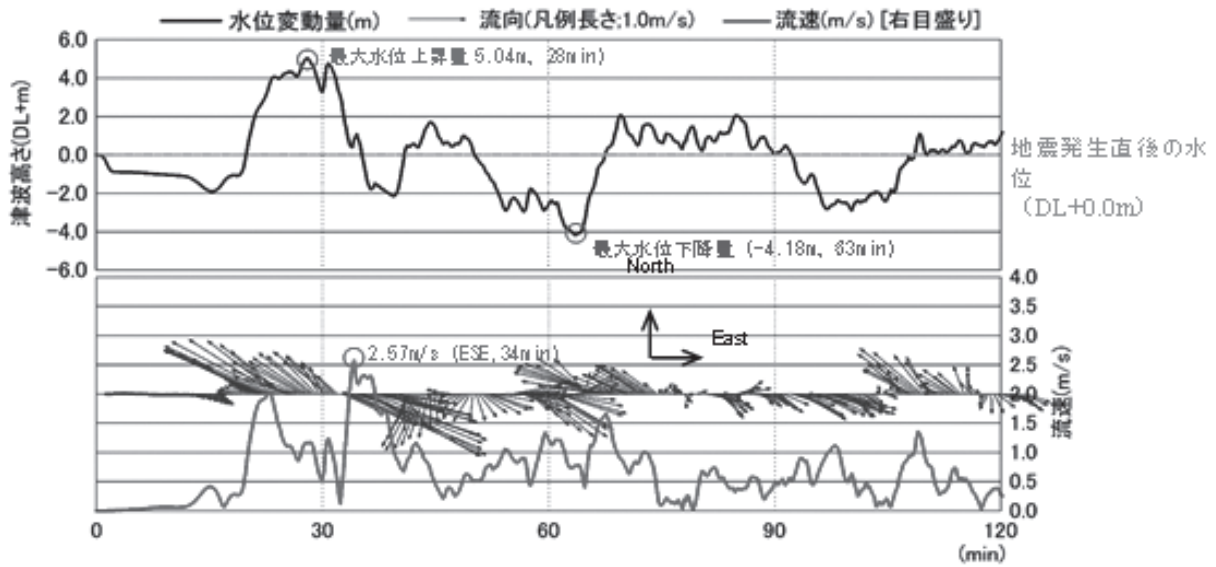


図 3-5 細島港の津波水位、流速の時系列変化(最低水面)

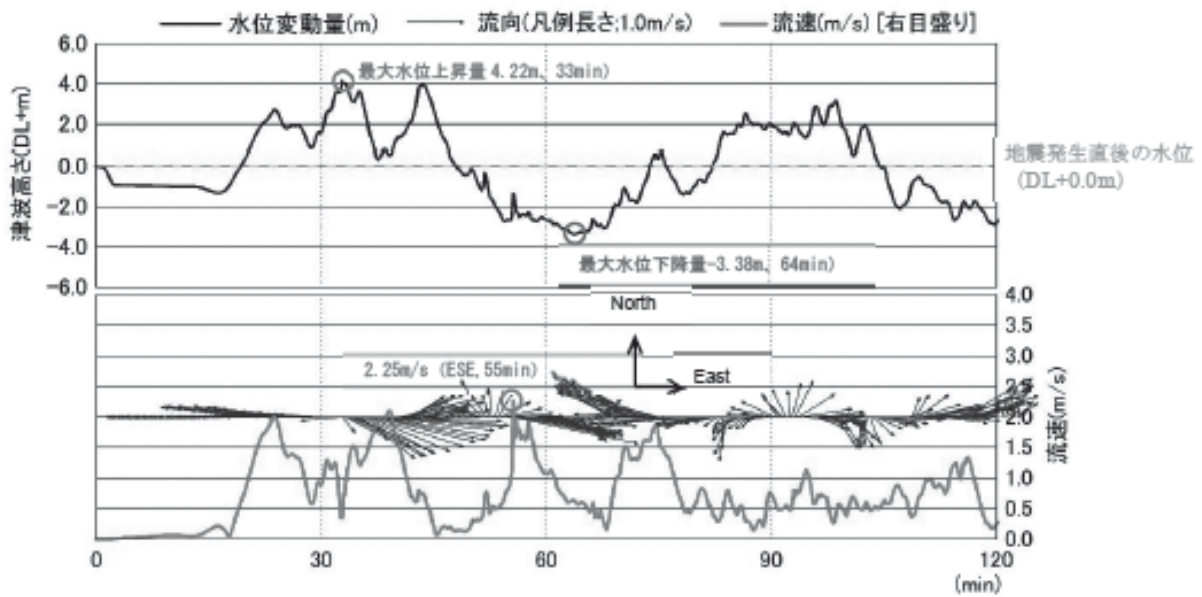


図 3-6 宮崎港の津波水位、流速の時系列変化(最低水面)

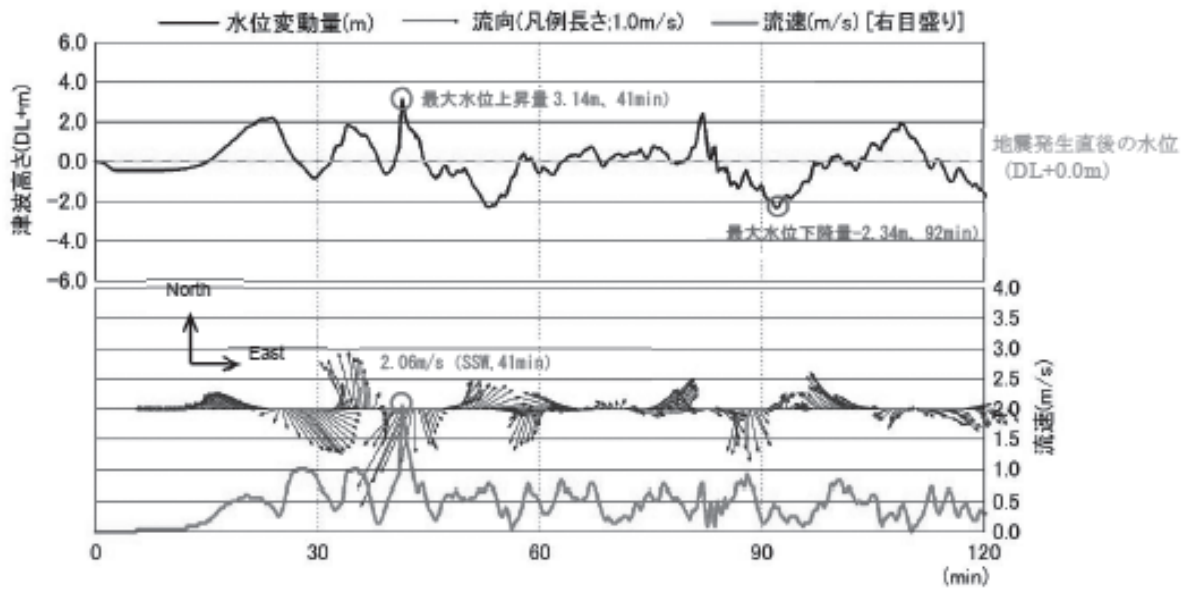


図 3-7 油津港①の津波水位、流速の時系列変化(最低水面)

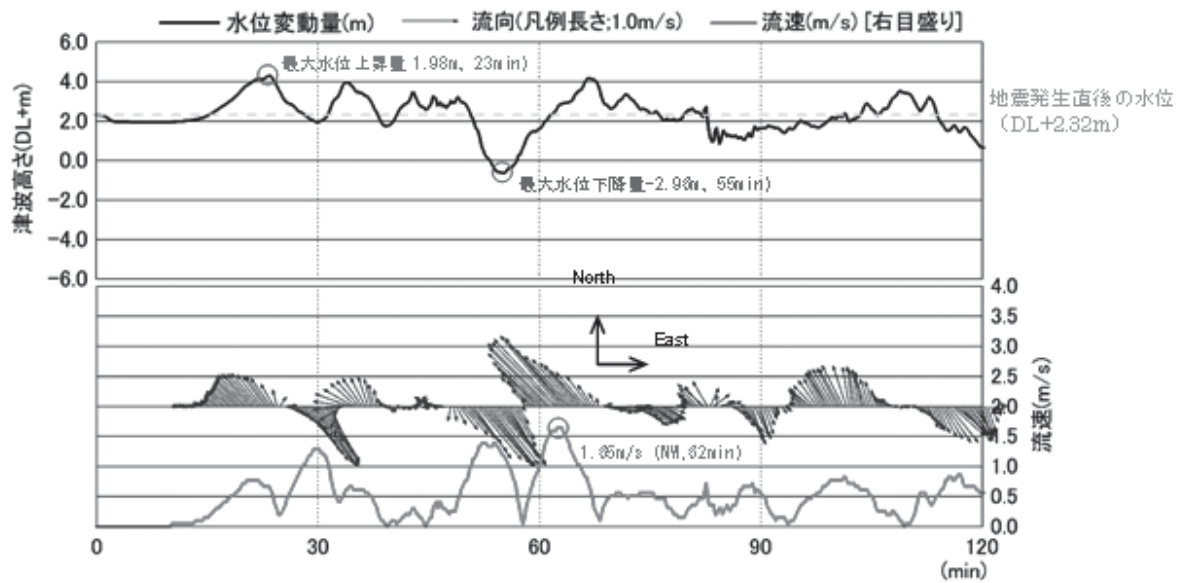


図 3-8 油津港②の津波水位、流速の時系列変化(最高水面)

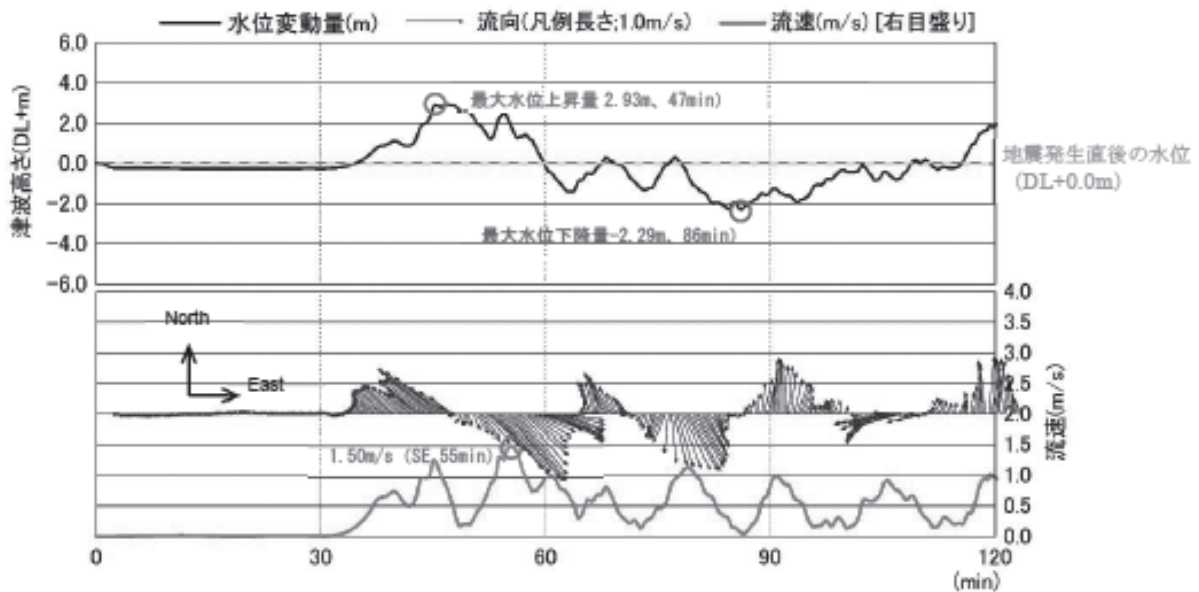


図 3-9 志布志港の津波水位、流速の時系列変化(最低水面)

3.2.2 風の設定

津波流のみが錨泊中の船舶に及ぼす影響を把握するためには、風速を calm と設定すべきであるが、シミュレーション開始時の船体姿勢を設定するために風速の入力が必要であることから、プログラム設定上の最低風速(風速 1.0 m/sec 以下)を設定した。このときの風向は、検討対象錨地近傍(アメダス観測所)で過去 5 年間に観測された卓越風向とした。

上記に加え、入出港風速基準に多く採用されている風速 10 m/sec を設定した。このときの風向は、津波来襲時に津波流れが最大となる流向と同一方向となる風向(最悪条件)及び津波の押し引きの流向に対して直角方向となる風向を設定した。

3.2.3 潮流の設定

各対象港の潮流は、大潮期において 0.3 ~ 1.3 knot 程度とされているが、現時点の計算プログラムでは津波流と潮流の合成流の計算は困難なことから、潮流を設定しないものとした。

3.2.4 波浪の設定

現時点の計算プログラムでは、津波と通常波浪を合成して船体に作用する外力とする計算は困難なことから、通常波浪は考慮しないものとした。

3.3 錨泊シミュレーションの実施

3.3.1 アンカーによる係駐力の計算

3.3.2 外力(風圧力、流圧力)の計算

3.3.3 係留力のシミュレーション

3.3.4 振れ回りのシミュレーション

3.3.5 シミュレーションケース

錨泊方法(単錨泊・双錨泊)、検討対象錨地(細島港・宮崎港・油津港①・油津港②・志布志港)、検討対象船舶(貨物船・小型タンカー・コンテナ船・カーフェリー・チップ船)、外力(風向・風速)に基づいて、90 ケースのシミュレーションを行った。シミュレーションの結果、走錨が確認されたケースについては、錨鎖長が最長となる積載錨鎖長として、再度シミュレーションを行った。

3.4 津波来襲時の数値(操船)シミュレーション

南海トラフ巨大地震発生時には、各船舶は、津波による影響を受けにくい海域に避難する必要がある。

「津波による船舶被害軽減のための避難海域に関する検討」(平成 18 年：海岸工学論文集第 53 巻)によると、津波襲来時に安全である条件は、次のとおりとされている。

- ① 碎波に巻き込まれて転覆や圧流されない水深であること(碎波が発生しない水深であること)
- ② 津波により生じる流れによって操縦不能となる限界流速値以下であること(保針可能であること)

(1) 碎波が発生しない水深

「災害に強い漁業地域づくりガイドライン」(平成 24 年：水産庁)(以下「ガイドライン」という。)によると、(社)日本海難防止協会の調査による「水深 25 m 以深であれば碎波は起きない」という学術的知見に加え、日本海中部地震津波の観測・調査より、海底勾配が緩く周期の短いほど碎波が発生しやすいこと及び津波高が水深の 7 割前後のところで碎波に至った体験談が示されていることから、より安全側を考え、碎波が発生しない水深を 30 m 以深としている。

(2) 操縦可能な程度の津波流速となる水深

「平成15年度津波が予想される場合の船舶安全確保に関する調査報告書」(社)日本海難防止協会によると、操縦可能(保針可能)な限界流速は、津波流速の 5 倍以上の船速を保つこととされている。ただし、流向は正面から左右 12 度とされている。

なお、一般の船舶は概ね 10 ノットの速力を有していることから、限界流速は、約 1 m/s(約 2 ノット)と考えることができる。

(3) 避難推奨海域

以上のことから、水深が 30 m 以深であれば、危険が少ないと推測でき、対象港付近の船舶は、できる限り速やかに水深 30 m 以上の海域に避難することが望まれる。対象港付近の水深を図 3-10 から図 3-13 に示す。

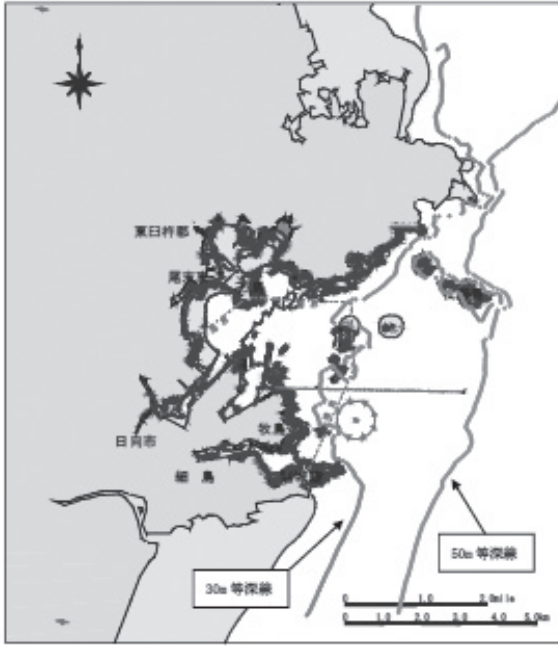


図 3-10 細島港付近の水深

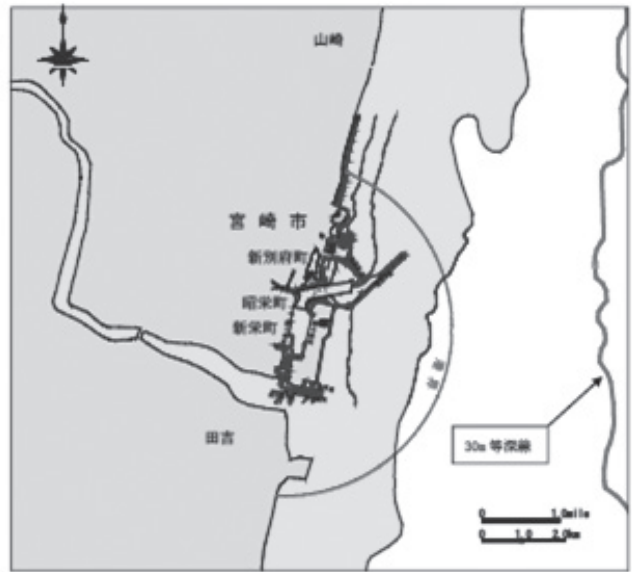


図 3-11 宮崎港付近の水深

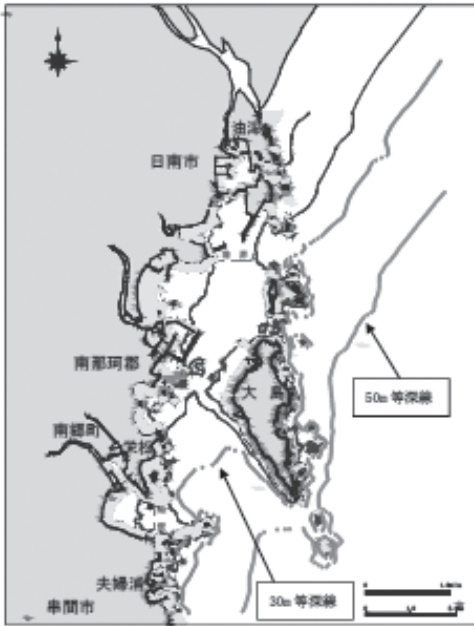


図 3-12 油津港付近の水深

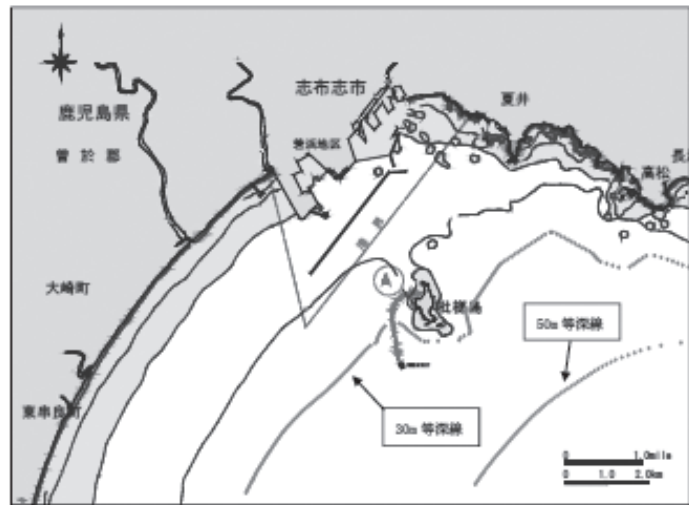


図 3-13 志布志港付近の水深

3.4.1 数値(操船)シミュレーションの条件設定

上記から、対象港においては、津波発生時にはできる限り速やかに30 m以上の水深の水域に避難する必要がある。

一方、先に示したように、避難する場合、流向に対して左右12°以内の針路とすることが必要である。

このため、津波発生時の流向に対して、津波方向と同一方向、片側12°のケースで数値(操船)シミュレーションを実施し、その場合の船体の挙動等を解析し、避難する場合の参考とする。

3.4.2 検討対象船舶

数値(操船)シミュレーションの検討対象船舶は、既存の船体運動モデルを使用することを前提に、錨泊シミュレーションで抽出した対象船舶又は類似の船舶を使用することとし、表3-5のとおり選定した。(既存所有の数値(操船)シミュレーションモデルを使用したため、一部船種(貨物船、小型タンカー、RO-RO船)については、錨泊シミュレーションとモデルが異なる)

検討対象船舶の主な要目を表3-6に示す。

表 3-5 検討対象船舶の選定

船種	船型	検討対象錨地(出発地)
貨物船*	299GT級	細島港、宮崎港、油津港①、志布志港
小型タンカー*	749GT級	細島港、宮崎港、油津港①
RO-RO船*	7,000GT級	細島港、油津港②、志布志港
カーフェリー	12,439GT級	宮崎港、志布志港
チップ船	47,407GT級	細島港、油津港②、志布志港

*当該対象船種は錨泊シミュレーションとはモデルが異なる。

表 3-6 検討対象船舶の主な要目

諸元	単位	貨物船	小型タンカー	RO-RO船	カーフェリー	チップ船
総トン数	GT	299	749	7,000	12,439	47,407
全長	m	65.6	88.8	125.0	186.0	210.0
型幅	m	10.4	16.5	19.5	25.5	37.0
型深	m	5.4	5.8	5.3	17.91	22.5

3.4.3 外力条件

(1) 津波の設定

錨泊シミュレーションの外力条件として入力する津波の外力は、海上保安庁が実施した南海トラフを震源とする巨大地震に伴う地震津波についての津波シミュレーション結果を用いて流向・流速を設定した。

(2) 風の設定

風向：津波の卓越流向と同方向及び直角方向の2風速を設定した。

風速：Calm 及び 10 m/s の2風速を設定した。

(3) 潮流の設定

潮流は設定しないものとした

3.4.4 航行条件

(1) 針路の設定

津波の卓越流向と同一針路(津波の卓越流向と同じ方向で沖に向かう針路)、卓越流向に対し 12° の偏角を持つ針路(片側)の2針路を設定した。(SIM結果により、必要に応じ針路を追加する。)

但し、油津港②における設定針路は、卓越流向がSSWのため、それ以外の平均的な流向と考えられる 139° を基準針路とした。

(2) 速力の設定

初速6 kts 及び 10 kts の2速力を設定した。

(3) シミュレーション開始時期

地震津波発生直後、地震発生の20分後の2種類を設定した。

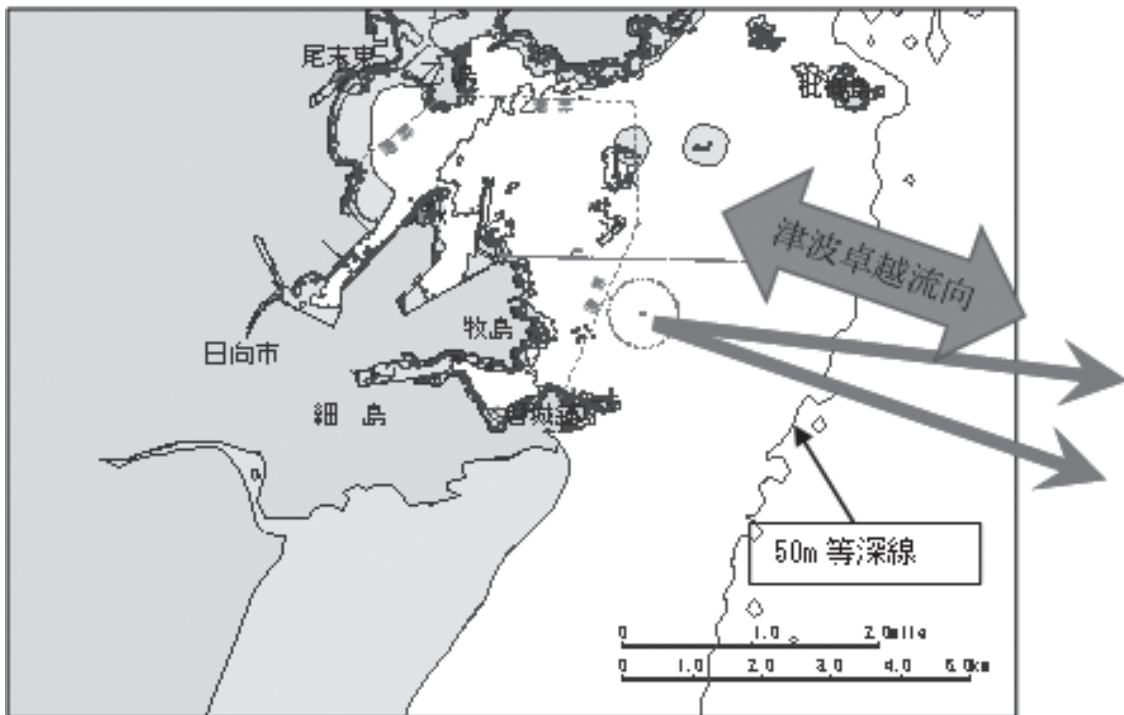


図 3-14 航行方向の一例

3.4.5 数値(操船)シミュレーション実施ケース

検討対象港別、初期潮位(最低水面・最高水面)、外力(風向・風速)、航行条件(針路・速力・シミュレーション開始時期)に基づき、細島港 95 ケース、宮崎港 72 ケース、油津港 96 ケース、志布志港 95 ケースのシミュレーションを行った。

4 シミュレーション実施結果

4.1 錨泊シミュレーションの結果

4.1.1 錨泊シミュレーションの評価

錨泊シミュレーションを実施した結果、検討対象船舶の錨泊状態における船体振れ回り運動による錨泊の係留限界について、以下のとおり評価した。

(1) 船体の振れ回り等

錨泊円の直径及び船体重心の軌跡を船種ごとに整理し、風向・風速の違いによる船体振れ回り運動の特徴を把握した。

(2) 錨泊の係留限界

アンカーの把駐力及び海底に横たわる錨鎖と海底との摩擦抵抗の合計である係駐力が水平方向錨鎖張力に達した場合に走錨したと判定し、錨泊の係留限界とした。

各検討対象船舶の係駐力の概算を表 4-1 に示す。

表 4-1 検討対象船舶の係駐力の概算値

検討対象船舶	アンカーの把駐力 (kN)	錨鎖と海底の摩擦力 (kN)				
		細島港	宮崎港	油津港①	油津港②	志布志港
貨物船	33.3	35.2	32.7	35.2	-	31.5
小型タンカー	40.7	40.2	37.3	40.4	-	-
コンテナ船	110.6	101.2	-	-	116.3	89.9
カーフェリー	501.7	-	188.4	-	-	185.3
チップ船	508.5	205.8	-	-	232.1	187.2

4.1.2 船種別錨泊シミュレーション結果

(1) 貨物船

貨物船(299 GT)を対象として、細島港、宮崎港、油津港①及び志布志港において、風向・風速別、錨泊方法別に錨泊シミュレーションを行った。

① 走錨の有無

イ 細島港、宮崎港では、全てのケースで走錨する結果となった。

ロ 油津港①では、全てのケースで走錨しない結果となった。

ハ 志布志港では、津波と同風向の場合のみ走錨した。

② 振れ回り

アンカーを中心に回転するケースはなかった。

③ 錨鎖張力

走錨時の錨鎖張力は、全体として 50 kN 前後であった。

④ 走錨発生までの経過時間

走錨までの経過時間は、地震発生 23 分後～60 分後とばらつきがあった。全般的に風向が津波の卓越流向に対し直角のケースの方が早く走錨した。この場合、津波の第 1 波で走錨が発生している。これは、風により船体が津波流に対し横向きになることにより、津波の影響を受けやすいことによるものと考えられる。

(2) 小型タンカー

小型タンカー(749 GT)を対象とし、細島港、宮崎港及び油津港①において風向・風速別、錨泊方法別に錨泊シミュレーションを行った。

① 走錨の有無

イ 細島港、宮崎港では、全てのケースで走錨する結果となった。

ロ 油津港①では、風向が津波流と直角方向の場合は走錨が発生し、その他のケースで走錨しない結果となった。

② 振れ回り

アンカーを中心に回転するケースはなかった。

③ 錨鎖張力

走錨時の錨鎖張力は、全体として 60 kN 前後であった。

④ 走錨発生までの経過時間

走錨までの経過時間は、地震発生 21 分後～74 分後とばらつきがあった。全般的に風向が津波の卓越流向に対し直角のケースの方が早く走錨した。この場合、津波の第 1 波で走錨が発生している。これは、風により船体が津波流に対し横向きになることにより、津波の影響を受けやすいことによるものと考えられる。

(3) コンテナ船

コンテナ船(8,273 GT)を対象とし、細島港、油津港②及び志布志港において錨泊シミュレーションを行った。

① 走錨の有無

イ 細島港、志布志港では、全てのケースで走錨する結果となった。

ロ 油津港②では、風向が津波流と同方向の場合は走錨が発生せず、その他のケースで走錨する結果となった。

② 振れ回り

アンカーを中心に回転するケースはなかった。

③ 錨鎖張力

走錨時の錨鎖張力は、全体として 60 kN 前後であった。

④ 走錨発生までの経過時間

走錨までの経過時間は、地震発生 22 分後～68 分後とばらつきがあった。全般的に風向が津波の卓越流向に対し直角のケースの方が早く走錨した。この場合、津波の第 1 波で走錨が発生している。これは、風により船体が津波流に対し横向きになることにより、津波の影響を受けやすいことによるものと考えられる。

(4) カーフェリー

カーフェリー(12,439 GT)を対象とし、宮崎港及び志布志港において錨泊シミュレーションを行った。

① 走錨の有無

イ 宮崎港では、単錨泊では全てのケースで走錨する結果となった。風向が津波と同風向の場合は双錨泊で、風向が津波と直角方向の場合は錨鎖延長で走錨しなかった。

ロ 志布志港では、単錨泊では、風向が津波流と同方向の場合は走錨が発生せず、その他のケースで走錨する結果となった。錨鎖延長又は双錨泊で走錨しないケースもあった。

② 振れ回り

アンカーを中心に回転するケースはなかった。

③ 錨鎖張力

走錨時の錨鎖張力は、全体として 600 kN 前後であった。

④ 走錨発生までの経過時間

走錨までの経過時間は、地震発生 22 分後～95 分後とばらつきがあった。全般的に風向が津波の卓越流向に対し直角のケースの方が早く走錨した。この場合、津波の第 1 波で走錨が発生している。これは、風により船体が津波流に対し横向きになることにより、津波の影響を受けやすいことによるものと考えられる。

(5) チップ船

チップ船(47,407 GT)を対象とし、細島港、油津港②及び志布志港において錨泊シミュレーションを行った。

① 走錨の有無

イ 細島港及び油津港②では、全てのケースで走錨する結果となった。

ロ 志布志港では、錨鎖延長の卓越風向(1 m/s)の場合は走錨が発生せず、その他のケースで走錨する結果となった。

② 振れ回り

アンカーを中心に回転するケースはなかった。

③ 錨鎖張力

走錨時の錨鎖張力は、全体として 600 kN 前後であった。

④ 走錨発生までの経過時間

走錨までの経過時間は、地震発生 20 分後～73 分後とばらつきがあった。全般的に風向が津波の卓越流向に対し直角のケースの方が早く走錨した。この場合、津波の第 1 波で走錨が発生している。これは、風により船体が津波流に対し横向きになることにより、津波の影響を受けやすいことによるものと考えられる。

4.1.3 錨地別錨泊シミュレーション結果

(1) 細島港

細島港においては、全ての船種、錨泊方法においても走錨が発生した。

これは、細島港が他港と比較し津波の最大流速が最も大きいことが要因と考えられる。

(2) 宮崎港

宮崎港においては、錨鎖延長又は双錨泊にて走錨しなかったケースもあったものの、殆どのケースにおいて走錨が発生した。

これは、宮崎港が細島港に次いで津波の最大流速が最も大きいことが要因と考えられる。

(3) 油津港 ①

油津港①においては、小型タンカーの風向が津波と直角方向のケースを除き、走錨が発生しなかった。

(4) 油津港 ②

油津港②においては、コンテナ船で津波と同風向のケースを除き、殆どのケースにおいて走錨が発生した。

(5) 志布志港

志布志港においては、貨物船及びカーフェリーでは風向・風速により走錨が発生した場合と走錨が発生しない場合があった。コンテナ船では、全てのケースで走錨が発生した。大型のチップ船は、単錨泊では走錨が発生したものの、錨鎖延長により走錨しなかったケースもあった。

表 4-2 錨地別錨泊シミュレーション結果

錨泊方法	岸錨泊 (錨鎖 : 3D+90)		岸錨泊 (錨鎖延長)		双錨泊 (錨鎖 : 3D+90)	
	卓越風向 (1m/s)	津波と 同風向 (10m/s)	卓越風向 (1m/s)	津波と 同風向 (10m/s)	卓越風向 (1m/s)	津波と 同風向 (10m/s)
細島港	風速					
	貨物船	×	×	—	×	×
	小型タンカー	×	×	×	×	×
	モンテナ船	×	×	×	×	×
宮崎港	チップ船	×	×	×	×	×
	貨物船	×	×	×	×	×
	小型タンカー	×	×	×	×	×
	カーフェリー	×	×	×	○	×
油津港①	貨物船	○	○	—	—	—
	小型タンカー	○	○	—	×	×
油津港②	モンテナ船	×	○	—	—	×
	チップ船	×	×	×	×	×
志布志港	貨物船	○	×	×	×	—
	モンテナ船	×	×	×	×	×
	カーフェリー	×	○	—	○	○
	チップ船	×	×	○	×	×

※ 走錨した場合は「×」、走錨しなかった場合を「○」とした。

4.1.4 錨泊シミュレーション結果による考察

(1) 走錨時の津波の船体への入射角と津波流速の関係

錨泊シミュレーション結果から、走錨が発生した場合の津波の船体への入射角(船首を 0° とする。)と津波流速との関係を図4-1に示す。

走錨時の津波の船体への入射角は、ばらつきはあるものの、船首から $60^\circ \sim 90^\circ$ の範囲で発生したケースが多い。これは、津波流速が比較的に大きくない場合でも、船体が振れ廻り、入射角が大きくなることにより流圧力が大きくなり、よって走錨が発生するものと考えられる。

なお、全シミュレーションを通じ、風向が津波の卓越流向と直角の場合が、卓越風向(1 m/s)及び風向が津波の卓越流向と同方向の場合と比較し、走錨が発生し易く、また、走錨の発生時間も早いことが分かった。これは、風向が津波の卓越流向と直角の場合、風により船体が津波流に対し横向きになることにより、津波の影響を受けやすいことによるものと考えられる。

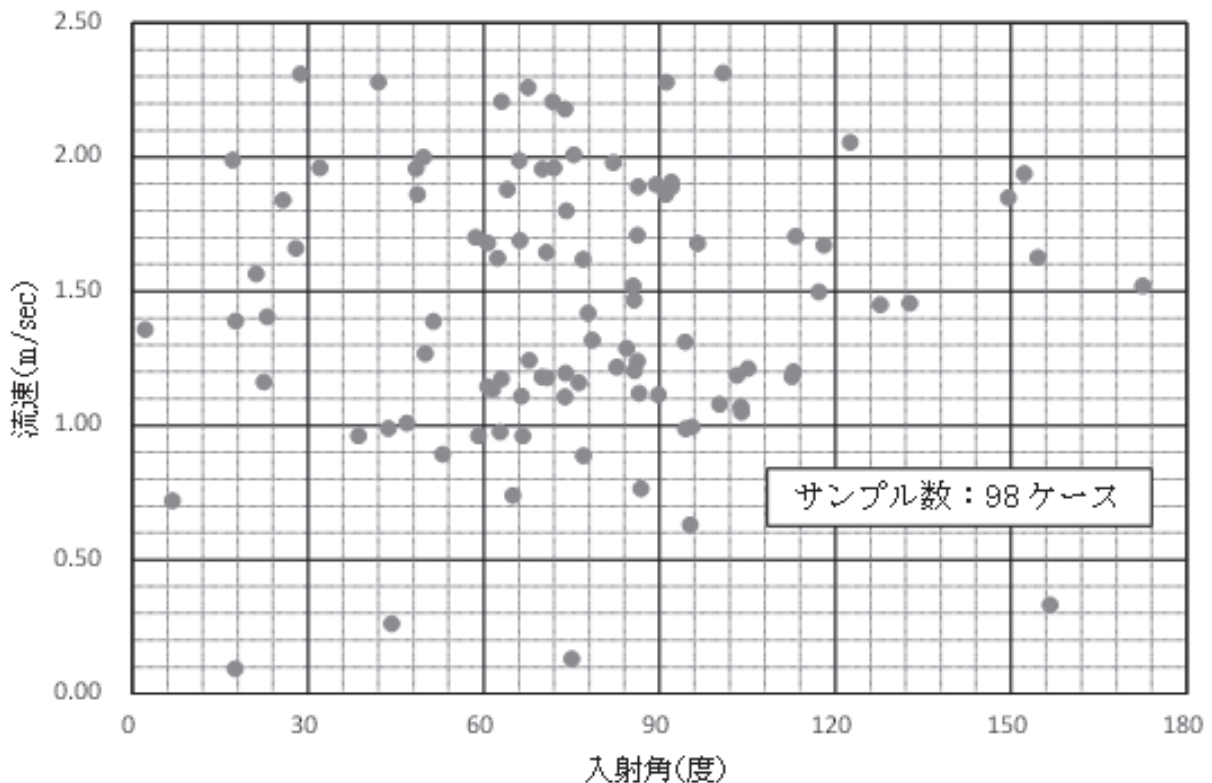


図4-1 走錨時の津波の船体への入射角と津波流速の関係

(2) 錨泊方法の違いによる走錨の発生状況について

錨泊シミュレーションの結果から、必ずしも単錨泊(錨鎖： $3D + 90$)よりも錨鎖延長の場合が、結果が良くなるとは限らなかった。これは、錨鎖延長により船体の振れ廻りのタイミングが変わり、津波流速が大きいときに、たまたま入射角が大きくなったタイミングが重なった場合に走錨が発生する場合があ

るからであると考えられる。

また、双錨泊を行った場合においても、必ずしも単錨泊(錨鎖：3 D + 90)よりも双錨泊の場合が良くなるとは限らなかった。これは、津波の流向及び風向と船体姿勢との相対関係により、一方の錨鎖のみに力が掛かる場合が多いためと考えられる。

(3) 津波発生時の錨泊による避泊について

錨泊シミュレーション結果から、錨地・船種によって、走錨しないケースもあるものの、(1)の考察にも示したように、対象船の要目、錨地の条件、外力の条件等、さまざまな要因によって、船体の振れ廻りのタイミングが変わり、津波流速が大きいときに、たまたま入射角が大きくなったタイミングが重なった場合に走錨が発生する場合が考えられることから、錨泊による津波避泊は、避けることが望ましいと考えられる。

ただし、現に錨泊中に津波が発生した場合であって、錨を巻き上げる、又は、捨錨する余裕がない場合は、津波の状況に応じ、主機及び舵の使用により、錨泊のまま、津波に耐えることが出来る可能性も考えられる。

4.2 数値(操船)シミュレーション実施結果

シミュレーションは、碎波が発生せず、比較的安全と言われている水深 50 m 以上の水域に到達することを目標とした。なお、シミュレーションは、針路一定ではなく、設定した針路線上を航走するよう設定した。

4.2.1 結果の概要

数値(操船)シミュレーションの結果において、操船の困難度を判定する明確な基準は無いが、本検討の限りにおいては、表 4-3 に示す基準をもって判定することとする。

表 4-3 操船の困難度の判定基準

	やや困難	困難
舵 角	35° が 1 分以上	35° が 3 分以上
船首方位のずれ	15° 以上	30° 以上
横 流 れ 角	15° 以上	30° 以上

数値(操船)シミュレーション実施結果を表 2.1-2 に示す。上記基準により操船が非常に困難であったケースを「×」、上記要素から操船がやや困難であったケースを「△」、通常の操船で対応可能なケースを「○」とした。

この結果から、以下の考察が得られた。

- ① 細島港及び宮崎港からの避難のケースでは、操船が困難になるケースが多く、油津港、志布志港からの場合は発生しなかった。これは、津波の最大流速が大きいこと、水深が深い水域に至る必要航走距離が長いことが考えられる。
- ② 地震発生から避難開始までの時間が短い方が安全に避難出来る可能性が高まる。
- ③ 航走速力が高い方が安全に避難出来る可能性が高まる。
- ④ シミュレーション結果では、津波の卓越流向と針路との偏角が操船の困難度に与える影響は小さかった。これは、卓越流向と実際に遭遇する津波の流向が一致しない場合があることが影響していると考えられる。
- ⑤ シミュレーション結果では、設定した範囲において風向の影響はさほど大きくない。
- ⑥ 全般的に、操船が非常に困難となるケースは少なく、津波発生時には極力早めに水深の深い方向へ速力を高めにして避難することが有効であると考えられる。(今回の対象港では、水深の深い水域への最短針路と津波の卓越流向は概ね一致する。)

表 4-4 数値(操船)シミュレーション実施結果

風	無風												津波卓越流方向に対して直角風向							
	津波卓越流方向と同針路						津波卓越流方向と同風向						津波卓越流方向と同針路							
	10kts		6kts		10kts		10kts		6kts		10kts		10kts		6kts		10kts			
針路	直後		20分後		直後		20分後		直後		20分後		直後		20分後		直後		20分後	
速度	6kts		10kts		6kts		10kts		6kts		10kts		6kts		10kts		6kts		10kts	
Simulation開始時期	直後		20分後		直後		20分後		直後		20分後		直後		20分後		直後		20分後	
船種	△		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
貨物船	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
小型タンカー	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
R0-R0船	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
チャップ船	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
貨物船	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
小型タンカー	△		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
カーフェリー	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
貨物船	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
小型タンカー	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
R0-R0船	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
チャップ船	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
貨物船	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
R0-R0船	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
カーフェリー	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	
チャップ船	○		○		○		○		○		○		○		○		○		○	

※ 航行が非常に困難な時期があった場合を「×」、やや困難があった場合を「△」、航行に支障がなかった場合を「○」とした。

4.2.2 操船が非常に困難になる場合の状況

数値(操船)シミュレーションにおいて、船首方位が大きくずれ、横流れ角も大きくなり、そのため航跡が大きく迂回し操船が非常に困難となったケースが見られた。状況の一例を図4-2から図4-3に示す。

ケース050では、やや右舷側からの強い津波流を受け、船首が左に振れたところを更に右舷側からの流れを受け続け、大きく左に偏位することとなったが、津波流の流速が減少したタイミングで、船体姿勢を立て直したものである。

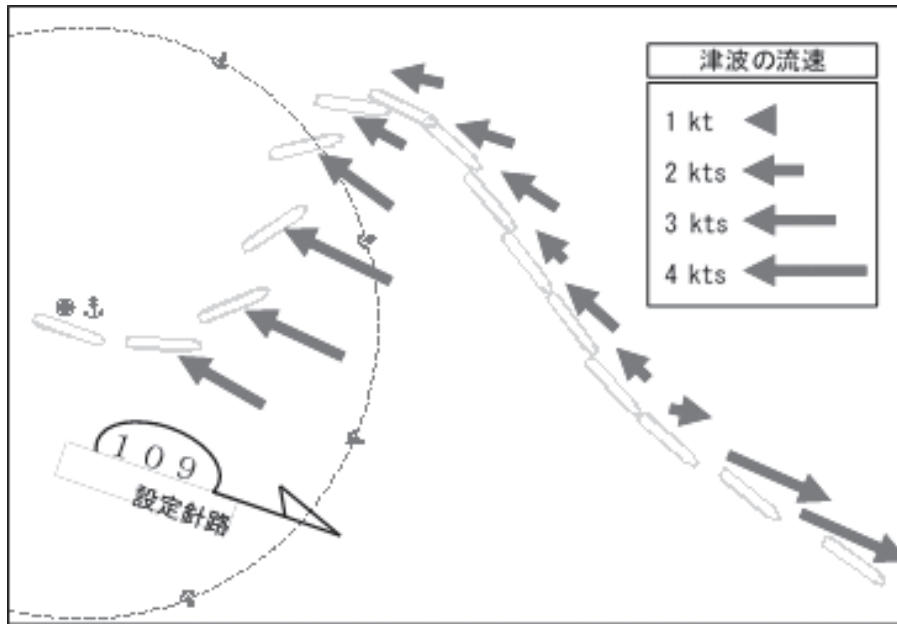


図4-2 操船が非常に困難となったケース①の航跡図

(ケース050、細島港、RO-RO船、無風、津波方向と同針路、6kts、地震発生後20分)

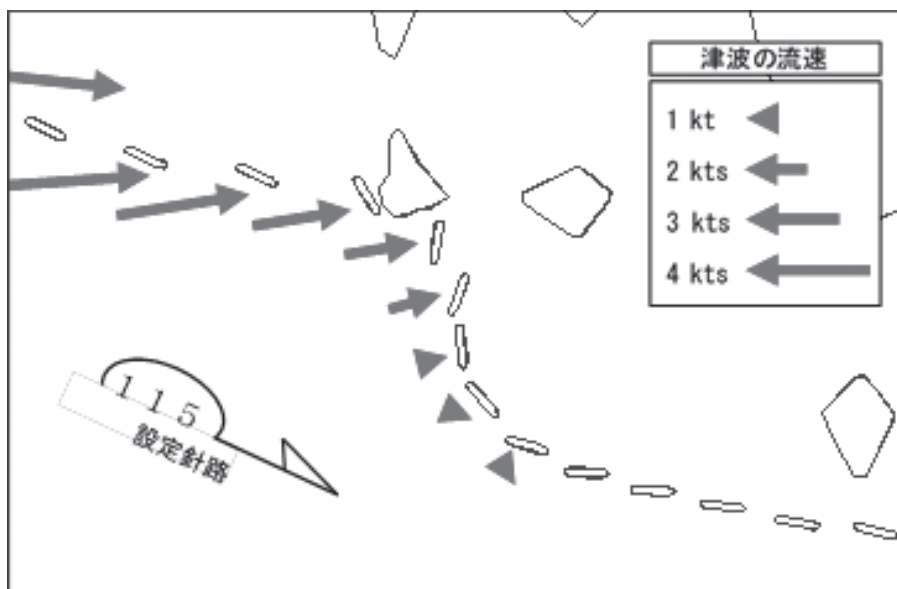


図4-3 操船が非常に困難となったケース②の航跡図

(ケース133、宮崎港、小型タンカー、ESE 10 m/s、針路偏角12°、6kts、地震発生直後)

ケース 133 では、右舷後方からの津波流により船位が大きく左偏したところ、針路船上に復帰しようとして右転したところ、船首が大きく右に切り上がったものと考えられる。

4.2.3 港別の考察

(1) 細島港

細島港の設定錨地付近からの避難のケースでは、RO-RO 船において、速力 6 kts で津波発生 20 分後に避難を開始するケースで操船が非常に困難となる場合が多く発生した。これは、細島港が他港と比較し津波の最大流速が最も大きいこと、また、避難開始が遅れ、津波流速が比較的大きくなる浅い水域において津波と遭遇すること、津波流速に対する船速の比が低いいため、より津波の影響を大きく受けやすいことによるものと考えられる。

また、他の船種の場合でも、速力が 6 kts で低く、津波発生 20 分後に避難を開始するケースで操船がやや困難となるケースが多く見られた。

(2) 宮崎港

宮崎港の設定錨地からの避難のケースでは、貨物船及び小型タンカーにおいて、速力 6 kts で津波発生直後及び 20 分後に避難を開始するケースで操船が非常に困難となる場合が多く発生した。また、速力 10 kts の場合でも地震発生 20 分後の避難を開始するケースでは操船がやや困難となるケースが見られた。これは、宮崎港が細島港に次いで津波の最大流速が最も大きいこと、また、避難開始が遅れ、津波流速が比較的大きくなる浅い水域において津波と遭遇すること、津波流速に対する船速の比が低いいため、より津波の影響を大きく受けやすいことによるものと考えられる。

また、カーフェリーの場合でも、主に速力が 6 kts の低速力の場合に、操船がやや困難となるケースが多く見られた。

(3) 油津港①及び油津港②

油津港①及び油津港②の設定錨地からの避難のケースでは、操船が困難となるケースは無かった。

これは、目標とする水深 50 m 以上の水域に近いこと、このため、津波が襲来する前に目的水域に到達出来るためと考えられる。

(4) 志布志港

志布志港の設定錨地からの避難のケースでは、チップ船において、速力が 6

kts で低く、津波発生 20 分後に避難を開始するケースで操船がやや困難となるケースが見られた。また、他の船種では、操船が困難となるケースは無かった。

細島港及び宮崎港と比較して操船が困難となるケースが少なかったのは、志布志港が両港と比較し、津波の最大流速が小さいためと考えられる。

4.3 避難可能海域への航行安全性及び錨泊の安全性の検討

以上の検討結果により、大地震及び大津波来襲時に錨泊又は航行による避難において、以下の考察が得られた。

4.3.1 錨泊による避泊

錨泊シミュレーション結果から、錨地・船種によって、走錨しないケースもあるものの、対象船の要目、錨地の条件、外力の条件等、さまざまな要因によって、船体の振れ廻りのタイミングが変わり、津波流速が大きいときに、たまたま入射角が大きくなったタイミングが重なった場合に走錨が発生する場合は考えられることから、錨泊による津波避泊は、避けることが望ましいと考えられる。

ただし、現に錨泊中に津波が発生した場合であって、錨を巻き上げる、又は、捨錨する余裕がない場合は、錨泊のまま、主機及び舵等の使用により津波に対処する必要がある。

4.3.2 航行による避泊

数値(操船)シミュレーションの結果から、幾つかのケースにおいては操船が困難となるケースがあるものの、航行による避難が出来る可能性が高い。

航行により避難する場合には、以下の注意を遵守することが望ましい。

- 津波の流向を見極め、津波に対し、出来る限り直角の針路とすること。
- 速力を高めに保つこと。
- 出来る限り早めに避難を開始し、30 m以上の水深の水域に向かうこと。

4.3.3 まとめ

上記の結果から、大地震及び大津波来襲時には、錨泊によらず、出来る限り早めに避難を開始し、30 m以上の水深の水域に向かうことが望ましい。

5 津波来襲に伴う港外航行船舶の避難可能海域への航行安全対策のまとめ

大地震及び大津波来襲時には、走錨の可能性が高いため、錨泊によらず、早めの避難により 30 m 以上の水深の水域に向かって航行することにより避難することが望ましい。

5.1 航行による避難時の注意事項

大地震及び大津波来襲時に、航行時によって避難する場合には、以下の事項を遵守すること。

- 津波の流向を見極め、津波に対し、出来る限り直角の針路とすること。
- 速力を高めに保つこと。
- 出来る限り早めに避難を開始し、30 m 以上の水深の水域に向かうこと。

5.2 錨泊による避泊時の注意事項

現に錨泊中に津波が発生した場合であって、錨を巻き上げる、又は、捨錨する余裕がない場合は、錨泊のまま、主機及び舵等の使用により津波に対処する必要がある。その際の注意事項は、以下のとおりである。

- 津波の流向を見極め、スラスター・主機・舵を使用し、津波に対し、出来る限り直角の船首方位を保つこと。
- 錨鎖を延ばし、追加の錨の投錨も考慮すること。
- 防水対策を行うこと。

以 上

2-5 第16回西海防セミナー

海上交通工学の発展

開催日：平成28年3月8日

開催場所：ハイアットリージェンシー福岡

講師：独立行政法人国立高等専門学校機構

大島商船高等専門学校

教授 辻 啓介 氏



ご紹介いただきました大島商船高等専門学校商船学科教授であり副校長をしております辻と申します。よろしくお願ひします。

本日は海上交通工学の発展ということでお話ししますが、私の元々の専門は測位論でして、ポジショニングをどうするか、天文航法から始まって、地文航法、そして電波航法が専門でした。それが、海上交通が面白くなって、突如として海上交通に飛び込み30年あまり交通流の分析を行ってきました。

先ず自己紹介をさせていただきます。

私は昭和27年生まれですが、兵庫県立尼崎高等学校から神戸商船大学に入りまして、昭和54年に同校大学院修士課程を修了いたしました。修士論文は「オメガ航法利用におけるひとつの問題点」でして、結論としてオメガは使いものにならないということを書いたら指導教官からそんな結論出したらあかんと言われましたが、約20年前にオメガが廃止となり、そのことが正しかったと少し安心いたしました。その後、直ぐに大島商船高等専門学校に助手として赴任しまして、今年で37年過ぎました。この3月をもって終わる

ことになっております。

研究分野が電波航法から海上交通工学へ移りましたが、その経緯は、これからお話ししたいと思います。研究分野は、海上交通計画、海上交通流に関する研究ですが、平成15年に「航行障害物の交通量に及ぼす影響の研究」という博士論文で工学博士を取得しました。授業は、航海学、地文航法・天文航法・電波航法、そして海上交通工学、海上交通計画などを担当しています。

趣味は、海の写真撮影、古地図を追いかける、大島を追いかける、船に関する古文書を読む、そして最近ゴルフを始めました。

島である大島を全国で69箇所見つけています。福岡県にはかなり島があると思いますがけれども、島である大島は見つけられず、半島である大島が8箇所あります。多分、昔は島だったのでしょう。内陸にある大島が全国に61箇所あります。意外なところでは富山の山奥にある大島は、昔中州だったところが現在は完全に埋め立てられてしまっています。そうしているうちに大島大橋三兄弟を見つけました。長男が我が大島商船高専のある周防大島の大島大橋、二男が愛媛県にあるしまなみ海道の一つの大島大橋、三男は長崎県西海町にある大島大橋です。次に船に関する古文書を読んでいます。古文書を読んでいたらどんな航路を走っていたかが分かります。例えば、岡山から江戸へ米を運ぶ途中で遭難したという記録には、代官所から代官所に遭難した人の身分を保障するために送られた文章があり、その中に何月何日にどこを出たというのがあります。これを追いかけていくと1日に7・8ノットで走ったときもあれば、短い距離なのに3日も4日もかかっているところがあり、当時は天候にかなり左右されていたことが分かります。

【交通工学とは】

交通工学とは何か？

(広辞苑より)

- ・ 交通=①人のゆきき。ゆきかよい。
traffic

- ②運輸・通信の機関による人の往復、
貨物の輸送、通信の総称。
transportation

交通工学とは何か？

- ・ (広辞苑より)
- ・ 工学=応用的科学技術の総称
engineering

**交通工学=Traffic Engineering
Transportation Engineering**

では、本題に入らせていただきます、交通工学とは何でしょうか。分かるようであまり具体的には分からない。広辞苑によりますと交通というのは人の動きが行き通うことをい

い、二番目には少し専門的になって運輸通信の機関による人の往来とあります。

これを英語で表してみますと、上が traffic、下が transport となります。

工学とは応用的科学技術の総称で engineering と言いますので、交通工学は、traffic engineering、transport engineering で示されています。

【海上交通工学の誕生】

<p style="text-align: center;">交通工学の誕生</p> <p>• アメリカ交通工学会 (ITE) 1930年設立 Institute of Traffic Engineering</p> <p>設立時の定義・・・ 交通工学とは、旅客および貨物の安全、便利かつ経済的な輸送に関連して、道路、街路およびそれに接する土地の計画と幾何学的設計ならびにその上の運営をあわせて取り扱う工学の分野(森北出版「交通工学」より)</p> <p>現在は Institute of Transportation Engineering http://www.ite.org/default.asp</p>	<ul style="list-style-type: none">• 第一次世界大戦後及び1920年代初期• 交通混雑による事故の多発• 高速道路輸送の問題点• 工学的アプローチが必要になった。• 高速道路の交通作業に関する技術者との意見交換を可能にするため• 1930年10月2日、具体的な組織になり• 1931年1月20日、正式に発足
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

交通工学の始まりはアメリカですが、アメリカには1930年に創立されたアメリカ交通工学会というのがありまして、ITE (Institution of traffic engineering) といいますが、その創立の定義として、森北出版の交通工学の文章を借りますと、交通工学とは旅客及び貨物の安全、便利かつ経済的な輸送に関連して、道路、街路及びそれに接する土地の計画と幾何学的設計並びにその上の運営を合わせて取り扱う工学の分野であるとされていて、少し分かりにくい文章です。

私が大学で習った頃は、institute of traffic engineering だったのですが、最近のホームページを見ますと、institute of transportation engineering に変わっています。

いつ変わったのかはまだ読み取れていませんが、about ITE の中から history を読んでみますと、交通工学の始まりは第一次世界大戦後及び1920年代初期、アメリカでモータリゼーションが非常に盛んになり、交通混雑や事故が多発するようになりました。それまでの馬車から自動車に変わっていった時代ですが、馬車は車ほどスピードが出ませんので人間がまだコントロールできる状態でした。ところが、自動車になると人のコントロールを超えた速度になり、左側通行・右側通行といった規則もたぶんなかったでしょうから、高速道路輸送の問題が出てきて、工学的なアプローチがどうしても必要となってきました。

高速道路の交通作業に関する技術者との意見交換を可能にするために、1930年10月2日に組織が具体化し、1931年1月20日に正式にITEが発足したと書いてあります。

ITEの設立理由としては、一番目に中央政府、合衆国政府だと思えますけれども、

ITE設立の理由

- 中央政府に対して
 - ①実際のデータと専門家が開発した技術を提供
 - ②交通工学の基準を活性化し、より安全で効果的な高速道路輸送を作る技術を有する政府における交通工学部門を設立を促す。
- 交通事故の撲滅
- 交通移動の促進

ひょっとすると州政府かもしれませんが、中央政府に対して、実際のデータと専門家が開発した技術を提供すること。二番目は交通工学の基準を活性化し、より安全で効果的な高速道路輸送を作る技術を有する政府における交通工学部門の設立を促すこと。日本でいうと国土交通省の中にこれらを専門的に扱う部署を作るといったところ

でしょうが、その目的として交通事故の撲滅と交通移動の促進をすることでした。

事故があるからやめてしまおうというのではなくて、事故を乗り越えてさらにこの交通というモータリゼーションを発達させようという意味だったと私は理解しております。

【海上交通工学とは】

交通工学とは

- ①交通現象の調査・解析・予測
 - ②交通施設の計画・設計・評価
 - ③交通施設の運営・管理
- などに関する理論・手法などを扱う

海上交通工学

- 定義
 - 「船の交通を調査解析して航路・港湾の設計と諸施設の改善及び適正な航行の管理ならびに操船技術の改善に資する技術分野」
海上交通工学(1981年)より
 - 「海上交通工学は、海上交通事故を減らすことと、船の交通がスムーズにながれるのに役立つことを目指している。」
序説海上交通工学(1971年)より

今の文章と設立時の文章とをまとめますと、交通工学とは、一番目に、交通現象の調査・解析・予測、二番目に交通施設の計画・設計・評価、三番目に、交通施設の運営・管理などに関する理論・手法などを扱う分野であると言えます。

話しが我が国に飛びますけれども、1950年代の後半、昭和30年代は高度経済成長、神武景気と言われて海上交通が急成長しました。海上輸送量が増加するということは交通量が増えることです。交通量が増えると当然事故が多くなります。海上交通工学の観点で言うと交通密度が高くなったら事故率は上がります。我々はそれを下げようと一生懸命になっている訳です。

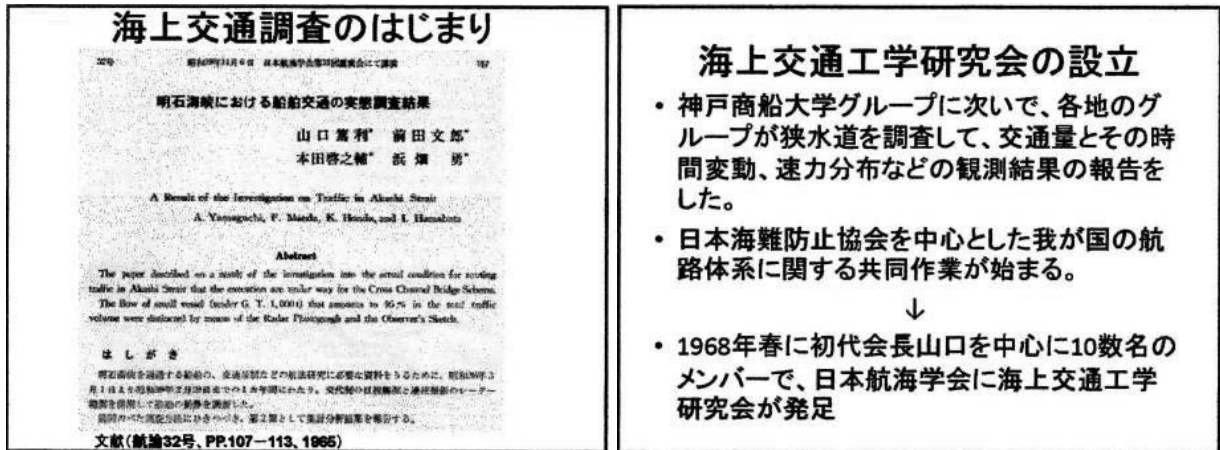
海上交通工学の定義というのは、日本では二つありまして、上が1981年発行の海上交通工学での定義、下が1971年に我が国で最初に海上交通工学の書物として出された序説海上交通工学での定義です。見られた方もあると思いますが、藤井弥平先生という我々の

大先輩が書かれたものです。

【海上交通工学の歩み】

先ず海上交通工学の歩みをまとめてみましょう。私がおの海上交通工学とどう関わってきたのかも含めて、お話したいと思います。

1 海上交通工学のはじまり



これが日本の海上交通工学のはじまりです。文献としては、1965年に日本航海学会論文集32号に載った明石海峡における船舶交通の実態調査結果です。神戸商船大学の山口先生、前田先生などが書かれたもので、前田先生は私がオメガを研究していたときの指導教官ですが、この論文は明石海峡で365日連続の交通調査を行った結果です。365日ですよ。現在は、3日か4日間調査すれば交通の実態が分かるのですが、その当時はそのあたりが分からないので、多分1年間やろうということになったのでしょう。

この話があってから、神戸商船大学のグループに次いで、各地のグループがそれぞれのところ狭水道の交通量調査を始めました。また、日本海難防止協会が中心となって我が国の航路体系に関する共同作業が始まりました。実はこれが現在の海上交通安全法の基になった作業です。特定水域航行令から海上交通安全法に変わったのが、1970年代だと思えますけれど、その基となった作業です。

こういった作業を通じて、バラバラでやっていた海上交通調査を、皆さんで集まってやりましょうということで、1968年春に先程の山口先生を中心に10名ぐらいのメンバーで、日本航海学会に海上交通工学研究会が発足しました。再来年で50年になります。

2 1960年代

海上交通の問題発掘の時代

- 明石海峡突態観測の後、京浜運河、浦賀水道、内海小型船航路、関門海峡、伊勢湾、来島海峡、東京湾などの観測が行われた。
- 観測方法の改善が繰り返され目視観測による交通量調査およびレーダ観測により航跡を取得する交通突態調査・データ収集の基礎が確立した。
- 船舶の交通突態を調査してデータの収集整理を行い、海上交通に関する問題点を抽出し分析をする時代であった。

まず、1960年代ですが、先ほど言いましたように、皆さんがバラバラに、神戸商船大学は明石海峡を、東京商船大学は多分東京湾を、その他の大学もそれぞれのところで海上交通調査を行っていました。それをもとに海上交通にどんな問題があるのかを発掘し、海上交通計画で問題提起をした時代です。また、観測方法の改善、どうし

たらうまく観測できるのか、どのように記録を残すか、それをどのように表現するかといったデータ収集の基礎を確立した時代でもありました。まだ、衝突率などといったものではなく、交通量はいくらか、船の種類は何かといったことが言われた時代です。

2 1970年代

関門橋開通 (1973年)



1979年
大島商船へ赴任

大島大橋開通(1976年)



ルート上での対策の時代

- 環境の変化に伴う航行安全対策を交通整理、陸上からの航行支援を求められた時代
- 「序説海上交通工学」の発刊(1971年)
- 「航海46号」に「特集 海上交通工学」1975年6月
- 1977年の浦賀水道航路航行船舶への情報提供を目的とした東京湾海上交通センターの開設
- 各水域の安全度(危険度)あるいは航行容量が、客観的に数値で表現できるようになった。

その次の1970年代がどんな時代だったかということ、1973年に関門橋が開通しました。それから1976年に我が島の大島大橋が開通しました。私は、1979年に大島商船高専に赴任しますが、オメガなどの電波航法を追っかけ、海上交通工学とは関係ありませんでした。

この時代というのはルート上での対策の時代であり、環境の変化に伴う航行安全対策として交通整理と陸からの航行支援が求められた時代です。昔からのポンポン船がなくなりだして、アフターブリッジの内航船に変わりつつあった時代。この頃の外航船が一番大きいのが1万トンか2万トンぐらいだったと思います。この時代に、序説海上交通工学が発刊されました。1975年6月の航海46号に、初めて海上交通工学特集が出まして、それまでやってきた海上交通に関する調査分析を中心に書かれています。1977年

にその結果に基づいて、浦賀水道航路航行船舶への情報提供を目的とした東京湾海上交通センターが開設されました。

各水域での安全度はどうか。逆に言うと危険度、どのくらい危ないかということを経行容量で客観的に数値表現できるようになりました。

3 1980年代

交通路の体系的整理の時代

- 「海上交通工学」の発刊(1981年)
- 1984年6月「航海80号」
「海上交通工学特集号・シミュレーション」
- コンピュータ技術の発達で海上交通流シミュレーションによる現象の再現・予測が可能にした。
- 海上交通環境の変化に対する交通路の体系的な整理の変化が求められた。
- 海上プロジェクト建設工事計画において、工事期間中および完成後の航行安全対策の立案計画が行われている。

次の1980年代は、交通路の体系整理が整った時代ということになります。この頃に先ほどの海上交通工学が発刊されています。また、1984年6月号の航海80号に海上交通工学特集として交通シミュレーションが出され、シミュレーションの基礎をいろんな先輩の先生方が書いておられます。この時代はコンピュータ技術の発達で、海上

上交通流をシミュレーションで再現し、予測することが可能となりました。

交通量がこのくらい増えたら密度がどのくらい増えるか、交通量がこのくらい増えると危険度はどのくらい増すか、そのための定数としていろんな定数が出されてきました。

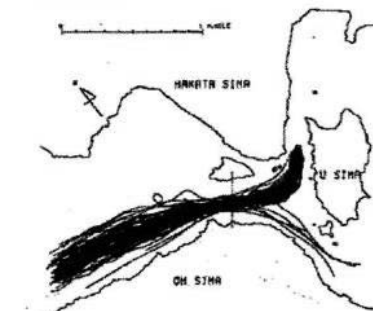
この時代は海上交通環境の変化に対する交通路の体系的な整理の変化が求められた時代です。どういうことか言いますと、交通現象として船は勝手に走っていますが、それを平面的に統計的に見たらこのようになります。こうなると、どこでクロスするかとか、どういう航路の体系が良いのかといった議論が起こってきます。この時代は海上プロジェクト建設工事が盛んになり、本四架橋建設とか、東京湾岸道路の建設が行なわれまして、建設前に橋の下を通過する交通シミュレーションを行ったり、その交通量からここへ橋脚を建てた場合に、その橋脚に衝突する確率がどのくらいあるのかとか、

船舶航行実態調査(私のやった)

- 宮ノ窪瀬戸(1981年6月、1982年2月)
24時間X2回
- 水島港及び港口付近(1982年8月)
連続7日間
- 大島瀬戸(1982年10月)
連続3日間
- 明石海峡(1985年～1988年)
連続3日X4回

この10年間、航路データ集めに没頭していた

• 宮ノ窪瀬戸(1981年6月、1982年2月) 24時間X2回



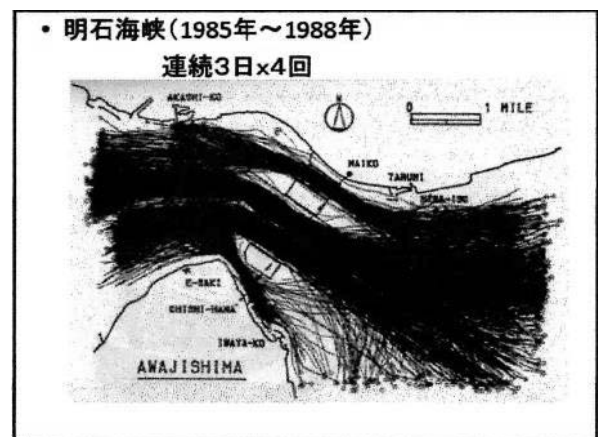
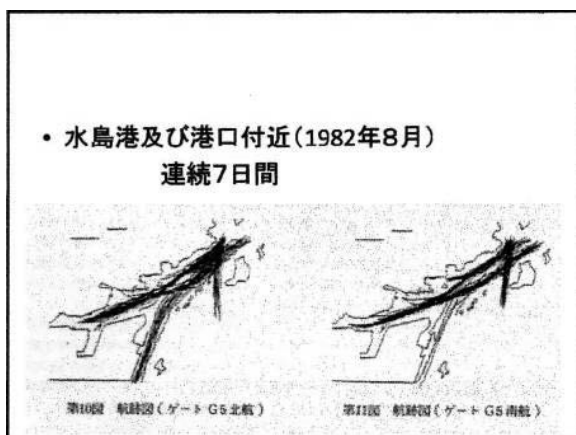
東航一般船の航路(資料数68隻)(24時間)

どのぐらいの船がぶつかりそうだからどのぐらいの橋脚の強さにすればよいのかといった体系的な話になってきました。

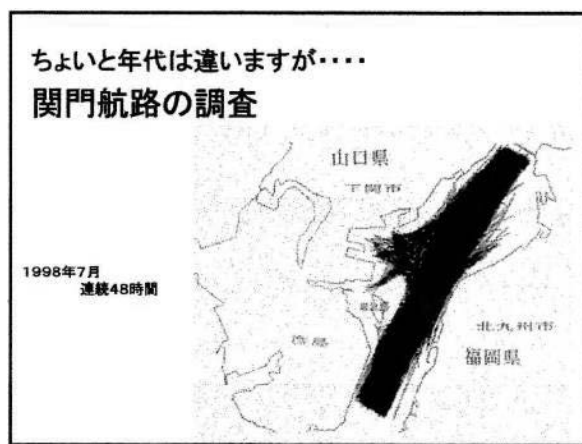
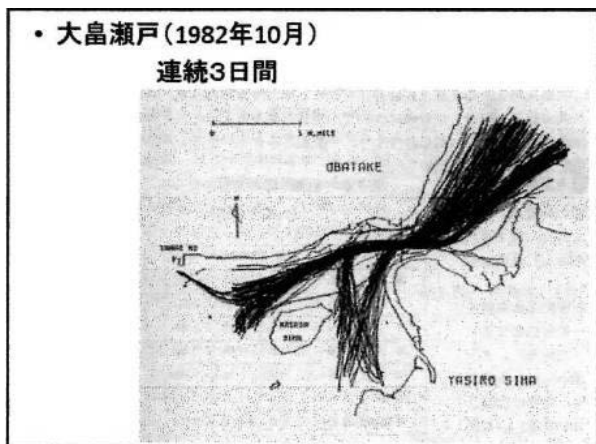
その時代に、私がやっていたことは海上交通実態調査です。最初に任されたのが宮ノ窪瀬戸、しまなみ海道の大島と伯方間にある宮ノ窪瀬戸で、先程申し上げた次男の伯方大島大橋の架かっているところです。

ここで私が何故交通工学に突っ込んでいったかをお話ししますと、大島商船高専に赴任しましたが、その時に本校で本四公団から伯方大橋大島によるレーダー偽像に関する委託研究を受けられたのです。レーダーの先生が受けられた委託研究の中に、宮ノ窪瀬戸の交通量調査というのが付帯事項で入っていましたが、当時本校には海上交通工学が専門の先生がいませんでした。赴任して2年目の私が校長室に呼ばれて、「この学校の先生の中で海上交通工学を一番新しく習ってきたのは君だよな。」「はい」、「じゃあ、神戸商船大学の海上交通工学教室へ行って、交通量調査のやり方を習って来い。2週間の休みをやる。」と言われまして、原清先生のところに行きまして、手ほどきを受けました。道具も全部お借りして、宮ノ窪瀬戸の船舶航行調査をやらせていただきました。もしそれがなかったら、この道に入ってないかもしれません。

この結果を出したのですが、これが実に面白くて、電波航法から海上交通工学へ移るきっかけとなりました。船はバラバラで走っているのに、何故みんな同じように走るのかというところに興味がわいたのです。皆さんもそう思いませんか。目的地は一緒かもしれませんが、それぞれの航海士がそれぞれ勝手に操船しているのに、みんな同じようなところを通っているのですね。私が一番興味を持ったのが、これですが、ここで1回転しているのです。何故か、写真を見ても結局分からなかったのですが、漁船か何かを避航していたのかもしれません。この宮ノ窪瀬戸の航跡図が、私を海上交通工学の世界に引っ張り込んだのです。



その他に水島港及びその港口付近で7日間調査しました、これがその航跡データです。それから大島瀬戸で連続3日間やりました。こうして交通量調査が面白くなってきました。



そうしたら明石海峡大橋建設計画に伴う明石海峡の交通量調査のメンバーに選んでいただきまして、連続3日間の調査を4年間実施しました。そして、このときの航跡データが全部私の手元にきたのです。航跡というのは学校ではなかなか取れないのです。現在はIT技術が発達して簡単に取れますが、当時はものすごい時間がかかりました。レーダーの写真から一つ一つプロットしていきまして、それをデジタイザーで繋いで数字を合わせ、地図とスケールを合わせて何とか描き出すというものでかなり大変でした。ラッキーなことに私は10年間でデータを得ることができ、これが私の糧となりました。こちらが明石海峡の調査結果ですが、この図をよく見ておいてください。後でこれに似た図が出てきます。

この図は時代が下がりますが、1998年に水産大学校と共同で行った関門海峡での連続48時間調査です。

4 1990年代

次の1990年代は海上交通計画の視点の時代ということで、どんなことをやっていたかと言いますと人工島建設や海上空港建設の計画、架橋も含めた海上土木工事がますます盛んになり、このような海上交通環境の変化が船舶交通に与えるインパクトに対しての対応が求められた時代です。



海上交通計画の視点の時代

- 人工島建設や海上空港建設の計画、海上土木工事がますます盛んになり、このような海上交通環境の変化が船舶交通に与えるインパクトに対しての対応が求められた。
- 「船—操船者—環境」の連環システムとしての評価が要求されてきた。
- 1996年9月(学会誌129号)に「アセスメントを基軸とした研究成果の体系化」として取りまとめた。

↑
「海上交通現象の調査法」

明石海峡を見てみますと、関西国際空港を埋立てで作るために瀬戸内からどんどん土を運んでいます。土運船が走り交通量が増えた時期に、明石海峡大橋の建設計画が始まり、作業区域を設定しなければならないというような時代になりました。それではどのように区域設定するのか、明石海峡を通過した後埋立地までどう運行してもらうのかといったことが問題となってきました。私は交通流しかやっていませんでしたので、他の先生から聞いた話ですが、船というのは単体じゃなくて、船と操船する人、そして環境が三位一体となった海上交通というものを考えないといかんとすることで、連鎖システムとしての評価が要求されていました。そのためには、海上アセスメントが要ります。海上交通がどのような状態なのか、ここでこういうことをしたらどうなるのかといったことが必要となり、海上アセスメントをまとめました。1996年9月学会誌にアセスメントを基軸とした研究成果の体系化として取りまとめました。この時の海上交通現象の調査では、船舶航行実態調査をどのように行うのか、どのようにしてデータをまとめるのかという作業をやらせていただきました。ここで交通工学との出会いの接点ができたのです。

【陸上の交通工学との出会い】

<p>陸上の「交通工学」との出会い</p> <p>○ 自動車道の「織り込み区間」 航路航行船の挙動に適應できる</p>  <p>交通工学研究発表会(1994年10月)</p>	<p>○ 歩行者の挙動 柱を避ける行動→障害物に対する避航 歩行者の道路横断 →航路横断船の挙動</p> 
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

陸上の交通工学の中で非常に興味を持ったのは、この自動車道の「織り込み区間」の現象でした。高速道路ではこのように2車線の道路が交わると、こちらの車線からこちらの車線に移る車が出てくる、反対にこっちからこっちへ移る車も出てくる、この分析を立命館大学の先生がされていてすごく興味持ちました。これを航路だと考えたら、こちらから入ってきた船がこちらに行きたいとしたらこちらに寄って来るでしょう。ただ、船の場合には一方通行じゃないから非常に難しいのですけれども、これを何とか船に応用できないか、航路の分析に応用できないかと考えました。

その時に明石海峡のデータを持っていましたので、ちょっと行き来を無視して、東航船

なら東航船、西航船なら西航船だけについて同じような分析をしてみたのです。数字的には少し難しい細工が必要でしたが、この織込み率というのを求めたら同じ様な数字が出てきました。織り込み現象を航路航行船の挙動に適用できるところまで行ったのですが、なにせ時間がなかったと言ったら怒られますが、これ以上はあまり進みませんでした。

次の問題の方が面白いのですが、歩行者の挙動についてです。障害物に対する避航の航跡です。この図は東京駅の丸の内改札を出てから、出口に出るまでの人の軌跡です。この図を見て、私が明石海峡で交通量調査を行った時、明石海峡に作業区域が設けられたときの航跡とよく似ていると思いました。交通工学的には占有領域ということになりますが、これ以上は船を入れたくないという閉塞領域ということで、この柱を守っているのです。人は柱を避けているのです。船も一緒にこういう行動をしている、航路障害物に対する避航と全く同じじゃないか、これは面白いということで分析しました。どこから避航し始めるかを数字で出すことができました。船が大きくなると当然避航する距離は遠くなっています。それから、歩行者の道路横断を船の航路横断に使えないかと考え、持っていたデータから明石海峡を横断するフェリーのデータを分析しました。そうすると、歩行者が道路を横断するための待ち時間計算について、船は横断する際に停まりませんので、道路のように車が行き過ぎるのを待っているのではなくて、横断できる時間の隙間を探しに船は動き回るという結論を出したら、平均道路横断時間と平均航路横断時間の理屈がほぼ合いました。それを土木学会に出したのですが、論文にはしてもらえませんでした。

【道路交通の安全対策の海上交通工学への応用】

道路交通の安全対策を 海上に利用できないか

- 対向車があることを知らせる
(VTSの仕事でしょうが……)

1993年 日海防の委員会で提言
「反航船が確認できるシステムの開発を」

音戸の瀬戸ライブカメラ
<http://180.43.117.132/mics/camera.html>

もう一つ、道路における安全対策を海上交通工学に応用できないかという疑問が出てきました。例えば、道路が合流する際に右から来た車と左から来た車が、三角形で入って来ますが、優先道路はまっすぐに行かせ、合流車はちょっと角度をつけて進入してから思い切り曲げ優先道路に直角に道路付けしています。まっすぐに入るのでは

なくて、こちら来た道路はこのように曲げて直角にしてここに信号をつけていますが、船は信号が付けられませんので、どうしているのかと言えば、見通しが利くようにしているのです。一旦停止をした時に見通しが利かないと、どんどん前へ出てしまうから危ない訳です。だからあのような形にするそうですけれども、これは船には難しいですね。

船は止まれませんので、合流方法については先程の織り込み現象を使うと何か良い策が出てくるかもしれません。

もう一つ、カーブなどで対向車ありという電光掲示板が設置されていることがありますが、対向車をどのような感知しているのでしょうか、上を見ると電波の発信機が付けられていて、対向車が来ると電波が遮断されるので、相手側に対向車ありと表示を出している訳です。

これを船に応用できないかと考えたのですが、車の世界と違うのは、海面が上がり下がりますのでそれに合わせてセンサーを上下しないといけない訳ですが、それが難しく私の知恵ではなかなか思い浮かびませんでした。何故そんなことをするのかと言うと、運転している人は向こうからやって来る車を知りたいのです。船でもやっぱり狭いところでは反航して来る船を早く見つけようと操船している訳です。それなら海上交通でも対向してくる船を教えるシステムを考え、狭水道の真ん中で衝突しそうな反航船があると教えられたら、操船者の気持ちの中にその情報があれば飛び出しなんかにはなりません。予測できる訳ですから、うまいことやればそれで時間調整もできる訳です。現在、海上交通センターでやっておられる仕事は、ほとんどがこれだと思います。

車と同じように反航船があることを知らせることができないだろうか、実は1993年の日海防の委員会であるシステムを提言しました。1993年当時は現在のように技術も発達していない訳ですから、反航船を確認できるシステムとして、例えばどんなものがあるか問われましたので、音戸の瀬戸の話をしました。

音戸大橋にカメラを設置して、そのカメラで撮った映像をUHF帯の電波を使って放送できないか、テレビなら船は自由に見られるではないですかと申し上げたのですが、これは電波法に引っかかるからダメだと言われました。他に何かないかと言っているうちに委員会は終わってしまいました。

音戸大橋のライブカメラをご存知でしょうか。実際にインターネットで繋いでみます。ここにカメラ3台が設置されておりますので、その一つを選択してみましょう。これが中央のカメラから撮った現在の音戸瀬戸です。ということは、iPadを持っていれば見えるのです。こちらから来る船はこの映像を見て反航船がいるとか、漁船がいるとかが分かります。

カメラをインターネットに繋げてくれたことを大変うれしく思いました。ただ、これがどのぐらいの効果を持っているのか、データがないので判断できませんが、かなり効果を持っているのではないかと思います。このような形で実現してくれたら嬉しいですね。四国から広島へ入っていく時にこれを見ていると、向こうから来ている船と中央部あたりで

出合いそうだとしたら、速度調整をするなり、反航船があることをイメージして操船ができますので、これはかなり安全に貢献している素晴らしいものだと考えています。陸上交通でも同じようなことしていると思いますが、船の場合はセンサーが難しいので生データを見た方がいいですね。その当時、二箇所レーダーを合成した映像を放送できないか提言したのですが、やはり電波に乗せるのが難しかった。現在は、インターネットという自由に使える手段ができて、これを利用しない手はないと思います。何か利用するアイデアを出せば、いろんなことができる時代になりました。ただし、維持管理費がかなりかかります。

【交通量比較】

交通量比較(データは古いですが)		
	L換算	L ² 換算
・ 浦賀水道 1803隻/3日	1698	2853
・ 伊良湖水道 3853隻/3日	1663	1758
・ 明石海峡 3032隻/3日	2106	2288

1000総トン(長さ70m)に換算

どの航路が一番混雑していると思いますか？

交通の混雑状況を示すのに交通量比較があります。20年くらい前の少し古いデータですが、3日間の通航船舶隻数は、浦賀水道が約1,800隻、伊良湖水道約3,800隻、明石水道約3,000隻でした。一番混雑しているのはどこでしょう。

この中では一番混雑していない伊良湖水道の通航隻数が一番多くなっています。この通航量では海峡の混雑を表す指標にはな

らないということで、L換算を使いました。L換算は、1,000総トン、長さ70メートルに換算するもので、長さ70メートルの船は1隻、長さが35メートルだと0.5隻、140メートルの船は2隻になります。L換算で表すと、浦賀水道1,698隻、伊良湖水道1,663隻、明石海峡2,106隻となりました。伊良湖水道が一番低くなったものの明石海峡と浦賀水道を比べると明石海峡が混雑しているとなりますが、通航経験の多い人に聞くと、明石海峡と言われる方もおられますが、浦賀水道の方が混雑していると言われる方が非常に多い訳です。

そこでもう一段階進めて、L²換算してみます。長さが2倍になったら4隻に、長さが2分の1になったら0.25隻に換算します。計算すると浦賀水道が2,853隻、明石海峡が2,288隻となり、操船者の持っている混雑イメージに合う数字になりました。ただし、これが絶対的なものではありません。実際は、多分船の速度とか幅、航路の長さや水道の長さも絡んでくると思うのですが、浦賀水道と明石海峡では少し浦賀水道が混雑している、伊良湖水道と比べると浦賀水道が1.8倍位混雑しているという数字の比較はできます。ど

の位混雑しているかの根拠に使えるのではないか。このL2やLは普通密度で換算されていると思います。大型船がたくさん通れば数字は非常に大きくなります。

【陸上交通と海上交通の違い】

船舶の操縦と自動車の運転

船舶と自動車を比較してみましょう。

2つの大きな違いがあります。

①操縦性能
極端なものとしては、内輪差とキックの違い。
船口はブレーキがありません。
全速で航行中の船では急停止することができません。

②大きさの違い
船舶では
長さ数mの小型船舶から400m近い大型タンカーまで
百倍近い差があり、幅にも極端な違いがあります。
自動車は
バイクや普通車と大型トラックとの比較

船舶の操縦と自動車の運転

航路と道路を比較してみましょう。

道路は、車線があり車は一列に並んで走っています。
航路は、特に規制はありません。
自由航行が原則であり、車で広い車道を走るのと同じです。

しかし、
最短経路を走ろうとするため同じ所を航行することになり、
これが航路となるのです。

車線がない道路(車道のようなところ)で交通量が多くなれば、
自由運転となり事故発生率が高くなります。

これが、自動車の世界で交通工学が必要になった理由です。
海上交通はこのような状態にあります。

ここで陸上交通と海上交通の違いは何かということ自動車を船舶で比較してみましょう。二つの大きな違いがあります。

先ず操縦性能が違います。次に大きさが違います。

大きさでは、陸上交通はトラックで最大12メートル、バスの最大が12メートルです。それを超えると牽引車になります。一番小さいのはたぶん人になりますが、1桁くらいしか違いません。船は、一番小さいのは2メートル位の漁船、一番大きいのは400メートル位、トン数にすると2トン位と30万トン、40万トンになります。40万トンのタンカーの横幅は70メートルくらいあります。1000トンくらいの船の長さが70メートルですので、タンカーに横に乗せても舷側からはみ出さないくらいのスケールの違いがあります。

次に道路と航路を比べてみましょう。道路には車線がありますが、航路にはそれがありません。これは船の横幅の違いが大きいため仕方ありません。道路では車線上を一列になって走りますけれど、航路は航路の中を走りなさいと書いてあるだけで、真直ぐに走ろうが斜めに走ろうが、ジグザグに走っても違反ではありません。混雑するところは、この間を走りましょうと航路を決めているということになります。

5 2000年代

最後の10年間です。2000年から2010年ですが、情報把握の高速化と管理により安全性を求められた時代です。関門海峡の航路変更が行われ、海上交通管制による安全性の向上を図ることを追求された時代です。

情報把握の高速化と管理より 安全性を求められた時代

- 関門海峡の航路変更
- 海上交通管理による安全性向上を図る

【関門航路中央部において多発する衝突事故】

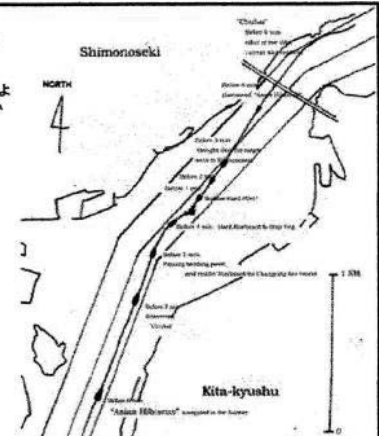
関門航路中央部において 多発する衝突事故

海上交通工学がどのように航行安全に役立つかを実例をもって説明する。

平成9年11月11日、関門航路の中央部において中国籍貨物船「Chuhai(2387GT)」とパナマ籍貨物船「Asian Hibiscus(7170GT)」が衝突、「Chuhai」が沈没した。
翌年10月に引き上げられるまで、マストを海面に出した無残な姿を見せていた。また、沈んでいる「Chuhai」に衝突する2重事故まで発生した。

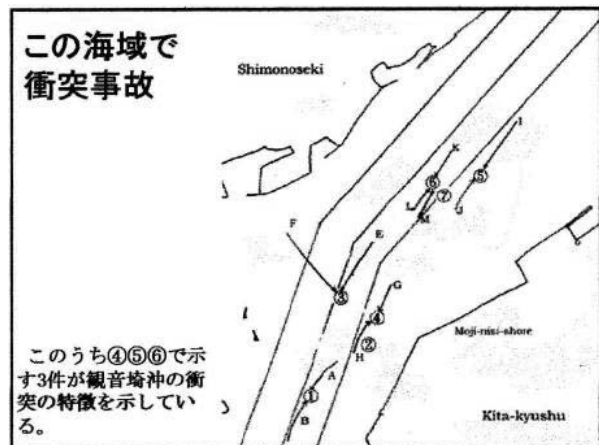
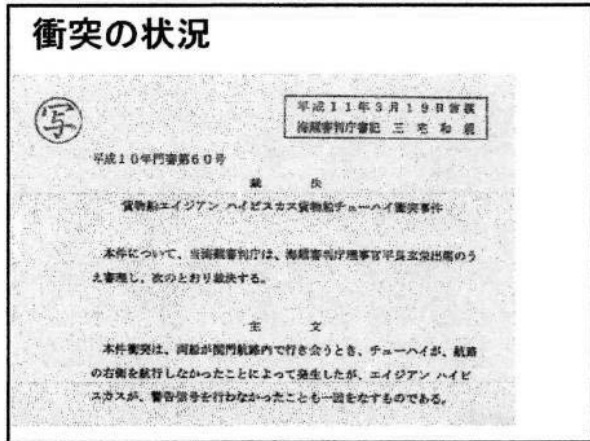
衝突の状況

当時の新聞記事および海難審判の採決から作成した。



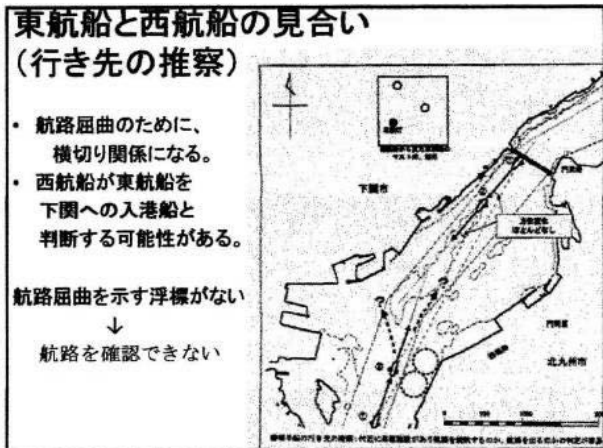
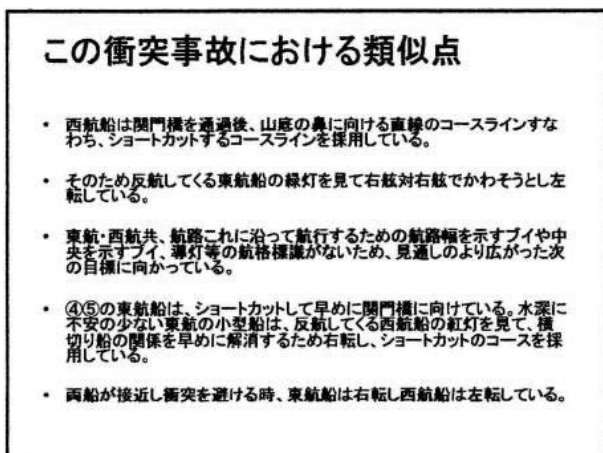
関門航路の中央部で起こった中国籍の貨物船チューハイとパナマ籍の貨物船アシアンハイビスカスとの衝突事故について分析しました。チューハイが衝突後に沈没した事故ですが、新聞記事と海難審判の判決から衝突状況は多分こうだろうという衝突図を作成しています。

チューハイが南航中、エイジアン・ハイビスカスが北航中で、ここで衝突してチューハイが沈没しました。これを見るとどちらが悪いのか、やはり航路を守ってないチューハイが悪い。しかし、海上交通工学というのは悪い船を探そうとしているのではないのです。何故こんな事故が起こるのかを見つけ、このような事故が起こらないようにしようというのが海上交通工学の仕事です。

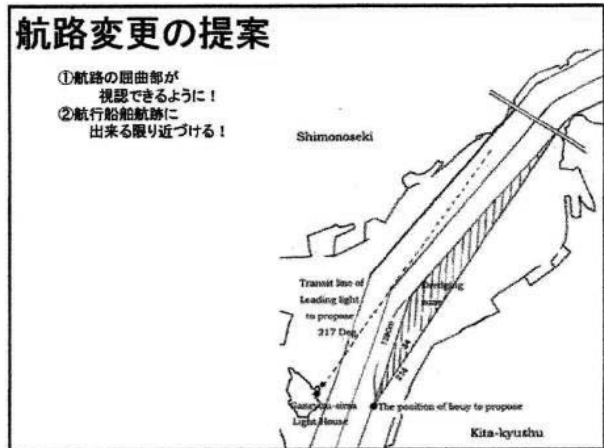
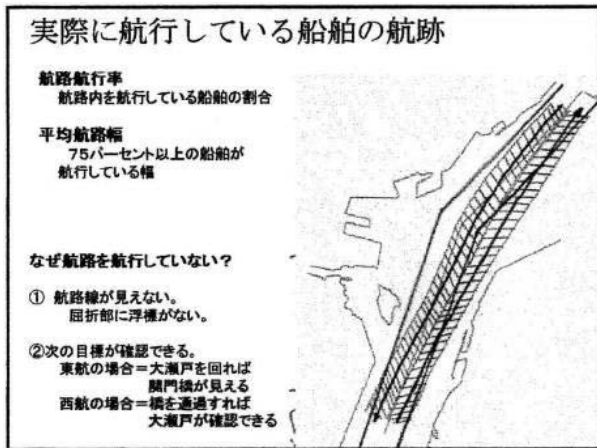


これが判決文ですけれど、チューハイが航路の右側を航行しなかったことで発生したとの趣旨です。

この海域では同じような事故が発生していました。図の④番、⑤番、⑥番は9年間に同じような理屈で起こった事故です。3年間に1回事故が起こっているということは、ハイリッピの法則でいうと2、3日に1回ぐらいは同じような見合い関係でヒヤリハットが発生していることになります。ただし、この時代はまだ船のヒヤリハットがそう分析されていませんでした。



この事故の特徴は航路です。航路を走っていくと、南航する船と北航する船は航路が曲がっているために見合い関係が行き合い船ではなく、横切り船になるのです。関門大橋の下を通るとき大瀬戸が見えますので曲がっているとは思わないのです。曲がっていると思っているでしょうけど、ブイがなかったから曲がり角が見えない、だから真っ直ぐ突っ込んできて、東航船の航路にはみ出して来るのだらうということになります。



交通調査をすると実際に航行している船舶の航跡はこのようになりました。青い線が西航船の平均航路で、赤い線が東航船の平均航路です。綺麗に分かれているのですが、航路の屈折が完全に無視されています。何故航路を航行しないかという屈折が見えない、ブイがないので航路線が見えない、また、東航船も西航船も目標が見えるから真っ直ぐに走るのです。律義に航路をきっちり守っていた船が、反航船のど真ん中に突っ込んでしまうこととなります。

この様な問題がありましたので、この事故の海難審判で航路変更の提案をさせていただきました。学校の紀要に航路変更の提案を出していたのですが、ちょうどそのとき門司地方海難審判理事所に3年先輩の方がおられ、私を書いた紀要を見て、この事故の海難審判でこういうことが考えられるのではないかと行ってくれませんかと言われ、審判に出させてもらいました。

航路変更の提案

- ① 航路の屈曲部が視認できるように！
- ② 航行船舶航跡に出来る限り近づける！

通過船9割 直進で近道

関門海峡 規則は曲がれ

航路、変更すべき

航行安全委員会での検討

(西部海難防止協会の検討)

- ★ 門司西海岸の埠頭沖にターンスペースの確保
- ★ 浮標の設置は入港船舶の航行を阻害しない位置へ
- ★ 導灯は可能な限り現行航路に沿って

当時の新聞記事ですけれど、大島商船高専教官が航路変更をすべしと言ったと書かれています。すべしとは言っていないのです。規則では曲がれとなっていますが、みんな真っ直ぐに走っていますと言っただけです。

航路変更と効果の検証

航路改修



彦島導灯

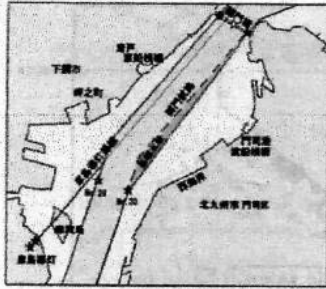


図4 航路幅と彦島導灯導線

平成15年4月に関門航路の変更が行われた

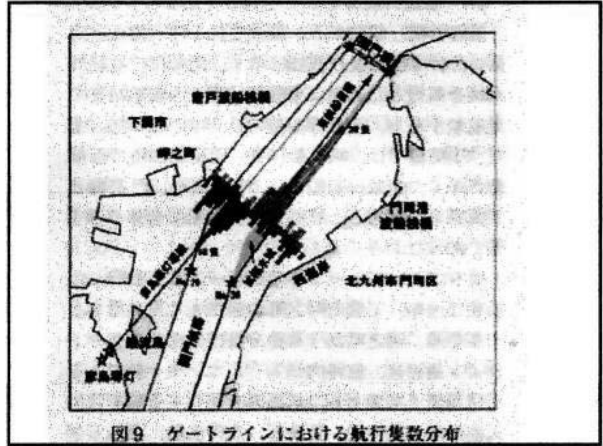
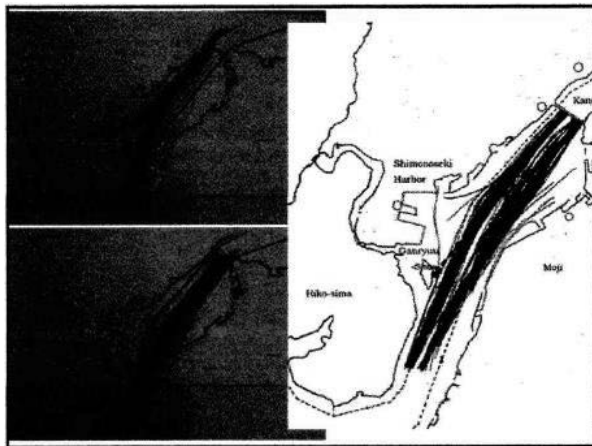


図9 ゲートラインにおける航行隻数分布

この提案に対して、業界でいろいろ検討いただき、平成15年4月に航路を変更して頂きました。1年後の平成16年3月に水産大学校と協力して、航路変更の効果を検査したところ、綺麗に分離できていることが確認できました。これは海上交通工学の仕事の最たる例です。

【航行安全のために】

海上交通工学とは

・目的

海上交通の効率運行と航行安全の確保

★航行安全の確保（事故減少が目的）

航路設計＝船舶交通流の整流
操船負担の軽減
航行援助施設の設置

事故調査＝事故原因の追求
事故原因を引起す要因を追求する

海上交通アセスメント

航行安全のために

・安全の3E

★Engineering(技術)

航海学、海上交通工学、造船学、.....

★Education(教育)

訓練、免許、.....

★Enforcement(管理)

航行管制、運航管理、.....

少し時間が長くなってしまいましたが、海上交通工学の目的は海上交通の効率運航と航行安全の確保です。海上交通の安全のためには、安全の3E、Engineering 技術、Education 教育、Enforcement 管理が重要です。技術は、現在で言えば航海学とか海上交通工学、造船学などで、例えば船体が原因で事故が起こっていれば、船体を変えましょうということであり、昭和40年代には、北太平洋で低気圧に巻込まれて船体が叩かれ、折れるというスラミングがありました。

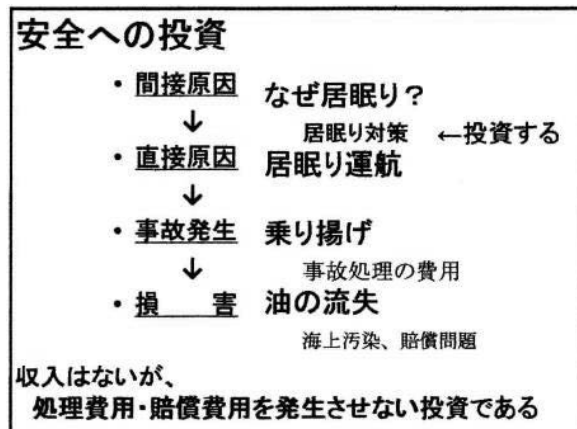
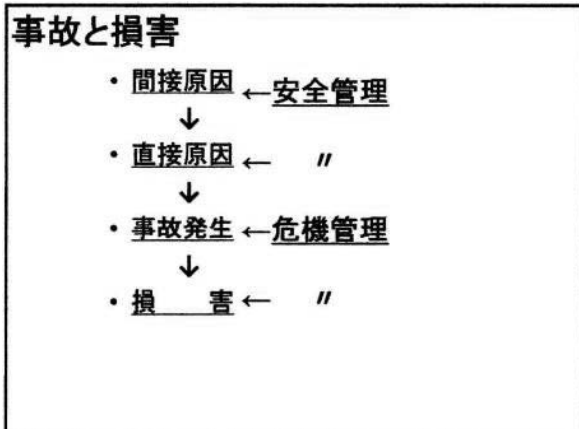
2番目のEは、教育であり訓練です。きちんと訓練を受け、技術を持った人には資格・免許を与えましょうと。

3番目のEは管理です。航行管制、運航管理、航行管制は海上交通センターで行っていますが、運航管理は各会社で行っていただいています。

衝突防止のために	乗り揚げ防止のために
<ul style="list-style-type: none">• 厳重な見張り 見張りは航海術の基本。 自己に都合の良い判断をしない。• 機を逸しない動作 まだ時間はある⇒ 時間的余裕はあるが危険性の減少にはならない。 操船の意思をハッキリと見せる• 危険を知らせる援助装置 ARPAレーダなどの採用。「ものは使いよう」	<ul style="list-style-type: none">• 常に正確な位置確認 障害物との位置関係を把握する。 自己に都合の良い判断をしない。• 車線を引こう 航路線を確認する。(避険線) 浮標がなくても航路線をイメージする。• 危険を知らせる援助装置 航跡プロッタなどの採用。「ものは使いよう」

衝突防止のためには、厳重な見張りをし、機を逸しないで避航動作をきちんととって、操船の意思を相手にはっきり見せましょう。危険を知らせる援助装置、例えばARPAレーダーはビビッと教えてくれる訳ですが、警報音がうるさいと捉えたらだめで、やはり使ってください。乗り揚げ防止のためにはやはり正しい船位をとってください。海に車線を引けません、ブイを一つ置けば、航海士はそこに線があることをイメージできます。ただし、ブイが航行の邪魔になることがあるので場所はよく考えてください。

危険を知らせる援助装置として航跡プロッターがありますが便利ですね。船の問題点は障害物が見えないことですが、GPSを使って、今ここを走っていると教えてくれ、危険個所に近づいていることが分かれば何とか対処できます。



事故が発生した直接原因は何か、見張り不十分や居眠りなどの直接原因の究明は行政の仕事と思いますが、例えば居眠りしたら何故居眠りしたのかといった間接原因を求めるのが我々の仕事になります。

間接原因、直接原因で事故が起これば損害問題が発生します。例えば、居眠りで乗り揚げたら事故の処理費用や流出油の汚染問題が発生します。間接原因、直接原因に対する安全管理、事故と損害に対する危機管理となりますが、居眠り対策などの安全管理への投資が重要です。安全への投資をすると必ず見返りを欲しがりますが、安全の投資に見返りはありません。その代りに事故が減少します。事故減少という見返りを社会的に認めてもらうには、かなり説明しないとイケません。収入はないが、処理費用や損害賠償費用を発生させないための投資です。居眠り事故、うっかり事故の対策もこのような観点で考えていただきたいと思います。

居眠り対策は？ うっかり事故対策は？

新幹線でも居眠り運転があった。
停車駅を通過してしまった。

「居眠りは操船者の責任」ではあるが……

- ・ 居眠りをした人を起こす方法を考案しましょう。

海上交通事故の要因が

「もし、航路にあるなら……」

「もし、ヒューマンエラーであるなら……」

最後に、もし事故の原因が航路にあるなら、事故が起こらない航路に変えられないか、もしヒューマンエラーがあるなら、ヒューマンエラーを何とか抑えるものにできないかというのが海上交通工学の目的となります。

【商船高等専門学校について】

これで講演は終わりですが、せっかく九州に来ましたので、少し高等専門学校のPRをさせていただきます。

高専というのは何々高等専門学校という意味で、全国に57校あります。山口県3校、福岡県3校、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、沖縄にそれぞれ1校あり、佐賀県にはありません。高専は5年で一貫教育する高等教育機関ですが、実践的な技術者を養成するのが目的です。

大島商船高等専門学校は歴史があって、1897年(明治30年)の創立で、山口県立から国立に移管された後、商船高等専門学校となったのが1967年です。戦後、県立から国立に移管されたのは全国に5校ありましたがその一つです。

本校の商船学科は外航船舶の運航技術を教えていますが、船乗り希望者が少なくて困っています。私が赴任したときの学生定員は120名だったのですが、現在は40名です。3分の1です。それでも集まりません。何故かと言うと船の業界としてPRが下手だと思っています。あまり外に向かって言えることではないのですが、人集めに困っています。大島商船は一番西にありますので、学生は九州出身が割と多いのです。現在は、福岡県が64名、長崎県20名、佐賀県1名、熊本県14名、大分県8名、鹿児島県6名です。しかし、最近九州からの入学生も少なくなっています。もし皆さんの近くで船乗りになりたいという生徒さんがおられたら、山口県には大島商船高専が、広島県には広島商船高専、愛媛県には弓削商船高専があると勧めていただき、商船高等専門学校を助けてください。

ご清聴ありがとうございました。

(以上講演要旨を掲載)

3 ミニ知識・海 (37)

波とうねり

船舶海難の中でも「転覆事故」は、一度に多くの死者・行方不明者を生じる悲惨な事故である。そして、転覆事故の多くが漁船やプレジャーボート等の小型船で発生している。平成26年に九州・沖縄海域で発生した転覆海難は、16隻で漁船・遊漁船7隻、プレジャーボート8隻、作業船1隻となっている。

小型船の転覆海難が多い理由は、小型船が転覆の主な原因である波に対抗する力(耐航力)が弱く、波の変化に耐えるだけの余力が少ないためとされている。

波には、波を起こす力と復元力の種類によって、表面張力波(さざ波等)、重力波(風浪、うねり、船によって作られる波等)、潮汐波、超越潮汐波(気象擾乱、気候・潮流の変化により起こる波)などがあるが、通常、海の波といえば、風浪とうねりを指していることが多い。

➤ 風 浪

海上で風が吹くと、海面には波が立ち、波は風下に向かって進んでゆく。波が進む速さ(波速)より風速が大きければ、波は風に押されて発達を続ける。このようにその場所で吹く風によって生じる波を「風浪」という。風浪は、個々の波の形状が不規則で尖っており、強風時には白波が立つことが多い。発達した波ほど、波の高さ(波高)が大きく、周期も長くなり波速も大きくなるが、風がなくなれば小さな風浪はすぐに消えてしまう。



➤ うねり

一方、「うねり」は、風浪が風の吹かない場所まで進んだり、風が弱まって、風による発達がなくなった後に残される波をいう。うねりは、その場所で吹く波とは直接関係なく起こりうる波であり、減衰しながら伝搬するので、同じ波高の風浪と比較すると、形状は規則的で丸みを帯び、ゆったりと穏やかに見えることもある。



うねりは、風浪よりも波長や周期が長いため、水深の浅い海岸(浜辺、磯、防波堤

等)付近では、海底の影響を受けて波が高くなりやすい特性を持っている。このため、沖合から来たうねりが海岸付近で急激に高くなり、小型船の転覆や防波堤や磯で波にさらわれる事故が発生しやすいので注意が必要である。

夏から秋にかけて起こる「土用波」は、数千km南方の台風周辺で発生した波が日本沿岸まで伝わってきたものである。土用波の波速は非常に速く、時には時速 50 km 以上に達することもある。

➤ 巨大波

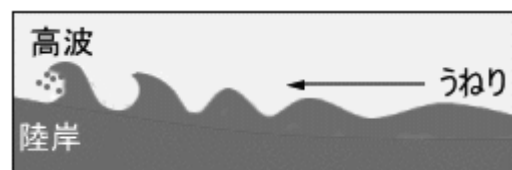
現実の海面では無数の波の重ね合わせが繰り返している。それぞれの波は周期が異なるため、重ね合わさったときに波高があまり高くないところもあれば、思いがけない大波が発生することもある。

「三角波」「一発大波」などと呼ばれる巨大波は、複数の大波が偶然山同士、谷同士で重なった波と考えられる。このような巨大波は、数千から数万回に1回の確率で発生する現象であるが、大波が発生している時化の海上では巨大波に遭遇する危険性が高いので、十分な注意が必要である。

➤ 浅海波

波が水深の浅い海域(浅海域)に進入すると、海底の影響を受けて波高、波速、波長が変化する。これを浅水変形というが、浅水変形は水深が波長の 1/2 より浅い場所で起こり、副次的に碎波や屈折等の現象が発生する。

水深に対する波高の変化をみると、水深が波長の 1/2 から 1/6 の海域では浅くなるほど波高が低下し、元の波高の 90% 程度まで低くなるが、それよりも水深が浅くなると急激に波高が高くなる。波速については水深が浅くなるほど減速し、波長については短くなる傾向がある。



➤ 碎波

すでに述べたように、風浪が発達すると波高も波長も大きくなるが、波高の増加率が大きいと、波の形状は急峻になる。また、沖合から浅海域に進入したうねりも水深が浅くなると波高が大きくなる一方で波長は短くなるため、波形は急峻になる。急峻になった波形が限界を超えると、波頭が前方に崩れ落ちて白波が発生する。この現象を碎波と呼んでいる。

4 会員だより

会員(正会員)名簿

平成 28 年 4 月 1 日現在の正会員(個人会員を除く)は以下のとおりです。

1 福岡地区 (含む山口)

	名 称	住 所
1	(公財)海上保安協会	北九州市若松区本町 1 - 14 - 12 若松港湾合同庁舎内
2	関門地区海運組合	北九州市門司区浜町 10 - 16 K S 浜町ビル 3 F
3	関門水先区水先人会	北九州市門司区西海岸 1 - 4 - 24
4	北九州市	北九州市門司区西海岸 1 - 2 - 7
5	九州地方港運協会	北九州市門司区港町 2 - 15
6	九州旅客船協会連合会	福岡市博多区博多駅東 2 - 10 - 13 芙蓉ビル 3 F
7	島原海湾水先区水先人会	大牟田市新港町 1 三池港物流(株)三池事業所別館 3 F
8	下関市	下関市東大和町 1 - 10 - 50 下関港国際ターミナル 3 F
9	(独)水産大学校	下関市永田本町 2 - 7 - 1
10	西部地区海務協議会	北九州市若松区安瀬 64 - 19 山九(株)若松支店 若松営業所内
11	全国内航タンカー海運組合	下関市岬之町 16 - 10 マル幸ビル
12	全日本海員組合	北九州市門司区西海岸 1 - 2 - 18
13	内海水先区水先人会	北九州市門司区東港町 6 - 7
14	(公社)日本海難防止協会	東京都港区虎ノ門 1 - 1 - 3 磯村ビル
15	(一社)日本船主協会	北九州市若松区本町 1 - 5 - 11 鶴丸海運(株)内
16	博多水先区水先人会	福岡市博多区石城町 12 - 5 ウインクスビル
17	福岡県漁船保険組合	福岡市中央区舞鶴 2 - 4 - 19 福岡水産会館
18	福岡県港湾建設協会	福岡市博多区博多駅東 2 - 9 - 1 東福第 2 ビル 5 F

	名 称	住 所
19	福岡市	福岡市博多区沖浜町 12 - 1
20	細島水先区水先人会	日向市江良町 4 - 9
21	門司エーゼント会	北九州市門司区西海岸 1 - 1 - 112 F
22	伊万里湾ポートサービス(株)	伊万里市山代町久原 2982 (株)奈雅井内
23	(株)浮羽技研	福岡市早良区城西 1 - 4 - 8
24	宇部興産(株)	宇部市大字小串 1978 - 96
25	宇部興産海運(株)	宇部市港町 1 - 5 - 5
26	(株)MOL マリン	東京都港区海岸 3 - 18 - 1 ピアシティ芝浦ビル 11 F
27	オーシャントランス(株)	北九州市門司区新門司北 1 - 12
28	関門港湾建設(株)	下関市細江新町 3 - 54
29	北九州エル・エヌ・ジー(株)	北九州市戸畑区大字中原 字先の浜 46 - 117
30	九州電力(株)	福岡市中央区渡辺通 2 - 1 - 82
31	九州郵船(株)	福岡市博多区神屋町 1 - 27
32	グリーン SHIPPING(株)	北九州市門司区港町 9 - 7 本社ビル 4 F
33	(株)五省コンサルタント	福岡市博多区下川端町 9 - 12 福岡武田ビル 4 F
34	五洋建設(株)	福岡市博多区博多駅東 2 - 7 - 27 TERASO 6 F・7 F
35	(株)近藤海事	北九州市若松区北湊町 3 - 24
36	コスモ海洋(株)	北九州市門司区栄町 11 - 9
37	西部ガス(株)	福岡市博多区千代 1 - 17 - 1
38	山九(株)	北九州市戸畑区大字中原先の浜 46 - 51 先の浜ビル 4 F
39	下関三井化学(株)	下関市彦島迫町 7 - 1 - 1
40	(株)商船三井	福岡市博多区綱場町 8 - 31 はっこう福岡ビル 8 F
41	(株)白海	北九州市若松区響町 3 - 1 - 33
42	白島石油備蓄(株)	北九州市若松区響町 1 - 108
43	白島テクノサポート(株)	北九州市若松区響町 1 - 108

	名 称	住 所
44	新日鐵住金(株)	北九州市戸畑区飛幡町 1 - 1
45	(株)シーゲートコーポレーション	北九州市門司区西海岸 1 - 4 - 12
46	(株)ジェネック	北九州市門司区浜町 10 - 16
47	日鉄住友物流八幡(株)	北九州市戸畑区大字戸畑 464 番地 24
48	製鉄曳船(株)	北九州市戸畑区飛幡町 2 - 2 飛幡ビル 2 F
49	西部石油(株)	山陽小野田市西沖 5 番地
50	西部マリン・サービス(株)	山陽小野田市西沖 5 番地 西部石油(株)山口製油所内
51	セナーアンドバーンズ(株)	東京都大田区羽田空港 1 - 6 - 6
52	(株)ゼニライトブイ	福岡市東区水谷 2 - 3 - 9
53	太刀浦埠頭(株)	北九州市門司区大字田野浦 1116 - 1
54	中電技術コンサルタント(株)	広島市南区出汐 2 - 3 - 30
55	鶴丸海運(株)	北九州市若松区本町 1 - 5 - 11
56	鶴見サンマリン(株)	福岡市博多区神屋町 9 - 23 日之出博多ビル 2 F
57	出口産業(株)	北九州市戸畑区南鳥旗町 8 - 3
58	東亜建設工業(株)	福岡市博多区博多駅前 1 - 6 - 16 西鉄博多駅前ビル 11 F
59	東京製鐵(株)	北九州市若松区南二島 3 - 5 - 1
60	東洋建設(株)	福岡市中央区薬院 3 - 3 - 31 六番館 2 F
61	(株)東洋信号通信社	北九州市門司区港町 9 - 11 門司港レトロスクエアセンタービル 6 F
62	洞海マリンシステムズ(株)	北九州市若松区久岐の浜 7 - 1 久岐の浜マリンコア
63	(株)奈雅井	伊万里市山代町久原 2982
64	西日本海運(株)	北九州市門司区西海岸 1 - 4 - 19
65	(株)日本海洋科学	北九州市門司区港町 7 - 8 郵船ビル 4 F
66	日本コークス工業(株)	北九州市若松区響町 1 - 3
67	日本サルヴェージ(株)	北九州市門司区田野浦海岸 15 - 73
68	日本ジタン(株)	北九州市小倉北区京町 4 - 1 - 24
69	日本郵船(株)	福岡市博多区住吉 4 - 3 - 2 博多エイトビル

	名 称	住 所
70	(有)仁徳海運	北九州市門司区小森江 1 - 2 - 9
71	博多港開発(株)	福岡市博多区沖浜町 12 - 1 博多港センタービル
72	阪九フェリー(株)	北九州市門司区新門司北 1 - 1
73	彦島製錬(株)	下関市彦島西山町 1 - 1 - 1
74	ひびきエル・エヌ・ジー(株)	福岡市博多区千代 1 - 17 - 1
75	深田サルベージ建設(株)	北九州市門司区田野浦海岸 1 - 26
76	福島海運(株)	福岡県京都郡苅田町磯浜町 1 - 3 - 9
77	(株)ブイメンテ	北九州市若松区北湊町 3 - 21
78	三池港物流(株)	大牟田市新港町 1
79	三菱化学(株)	北九州市八幡西区黒崎城石 1 - 1
80	三菱マテリアル(株)	福岡県京都郡苅田町松原町 12
81	(株)名門大洋フェリー	北九州市門司区新門司 1 - 6
82	矢野海運(株)	北九州市若松区本町 1 - 11 - 17
83	(有)海交会	東京都中央区湊 3 丁目 3 番 2 号 前田セントラルビル 5 F



2 大分地区

	名 称	住 所
84	大分県漁船保険組合	大分市府内町 3 - 5 - 7
85	大分曳船(株)	佐伯市春日町 8 - 26
86	大分液化ガス共同備蓄(株)	大分市大字日吉原 1 - 6
87	大分エル・エヌ・ジー(株)	大分市大字青崎 4 - 1
88	大分海陸運送(株)	大分市大字大在 2
89	大分臨海興業(株)	大分市松原町 3 - 1 - 11 大分鉄鋼ビル内
90	昭和電工(株)	大分市大字中の洲 2
91	J X エネルギー(株)	大分市大字一の洲 1 - 1
92	住友化学(株)	大分市大字鶴崎 2200
93	太平洋セメント(株)	津久見市合ノ元町 2 - 1
94	鶴崎海陸運輸(株)	大分市大字中ノ洲 1 - 8
95	西瀧海運(株)	津久見市港町 2 - 18
96	パンパシフィック・カッパー(株)	大分市大字佐賀関 3 - 3382
97	三井造船(株)	大分市大字日吉原 3
98	南日本造船(株)	大分市大字青崎 3 - 1



3 鹿児島地区

	名 称	住 所
99	鹿児島県漁業協同組合連合会	鹿児島市鴨池新町 11 - 1
100	鹿児島県砂利協同組合連合会	鹿児島市谷山港 2 - 21
101	鹿児島市船舶局	鹿児島市桜島横山町 61 - 4
102	鹿児島内航海運組合	鹿児島市住吉町 13 - 6 鹿児島荷役ビル 2 F
103	鹿児島水先区水先人会	鹿児島市南栄 5 - 10 - 8 第5ケイエスビル
104	十島村	鹿児島市泉町 14 - 15
105	三島村	鹿児島市名山町 12 - 18
106	奄美海運(株)	鹿児島市本港新町 3
107	有村商事(株)	奄美市名瀬入舟町 8 - 21
108	(株)植村組	鹿児島市伊敷 5 - 9 - 8
109	鹿児島船用品(株)	鹿児島市住吉町 7 - 9
110	鹿児島ドック鉄工(株)	鹿児島市七ツ島 1 - 2 - 2
111	(株)共進組	鹿児島市易居町 11 - 19
112	コスモライン(株)	鹿児島市住吉町 15 - 11 中川第一ビル 1 F
113	J X マリンサービス(株)	鹿児島市喜入中名町 2856 - 5
114	竹山建設(株)	奄美市名瀬小俣町 29 - 25
115	中越パルプ工業(株)	薩摩川内市宮内町 1 - 26
116	西岡海事事務所	鹿児島市住吉町 13 - 6
117	日本海事興業(株)	鹿児島市南栄 5 - 10 - 8 第5ケイエスビル
118	日本ガス(株)鹿児島工場	鹿児島市谷山港 3 - 3 - 5
119	パシフィックグレーンセンター(株)	鹿児島市南栄 4 - 20
120	マリックスライン(株)	鹿児島市城南町 45 - 1
121	マルエーフェリー(株)	鹿児島市城南町 45 - 1
122	吉留建設(株)	鹿児島市新栄町 25 - 1

4 長崎地区

	名 称	住 所
123	港湾労災防止協会	長崎市小ヶ倉町 3 - 76 - 120 長崎港湾福祉センター内
124	五島汽船協業組合	五島市東浜町 1 - 16 - 5
125	全国漁業協同組合連合会	長崎市木鉢町 1 - 22
126	長崎県漁業協同組合連合会	長崎市五島町 2 - 27
127	長崎県漁船保険組合	長崎市中町 5 - 11
128	(一社)長崎県以西底曳網漁業協会	長崎市京泊 3 - 3 - 1 関連商品売場棟 B - 20 山田水産(株)内
129	長崎小型船安全協会	長崎市旭町 8 - 8 福田工作所内
130	長崎県石油協同組合	長崎市元船町 2 - 8 竹島ビル 5 F
131	長崎県旋網漁業協同組合	長崎市京泊 3 - 3 - 1
132	長崎商工会議所	長崎市桜町 4 - 1
133	長崎地区海運組合	長崎市元船町 9 - 15 長崎食糧倉庫ビル 4 F
134	長崎水先区水先人会	長崎市常盤町 1 - 60 長崎港常盤ターミナルビル
135	長崎旅客船協会	長崎市元船町 16 - 12 九州商船ビル内 3 F
136	西九州タグボート協会	長崎市出島町 3 - 10 円口ビル 5 F
137	N T Tワールドエンジニアリング マリン(株)	長崎市西泊町 22 - 1
138	(株)エムエスケイ	長崎市五島町 3 - 25 松藤ビル 1 F
139	(株)大島造船所	西海市大島町 1605 - 1
140	上五島石油備蓄(株)	長崎県南松浦郡新上五島町 続浜ノ浦郷 818 - 411
141	上五島総合サービス(株)	長崎県南松浦郡新上五島町 続浜ノ浦郷 818 - 411
142	九州商船(株)	長崎市元船町 16 - 12
143	光和興業(株)	長崎市出島町 3 - 10 円口ビル
144	(株)コクサイエンジニアリング	長崎市元船町 12 - 6
145	後藤運輸(株)	長崎市出島町 2 - 16

	名 称	住 所
146	(株)五島産業汽船	長崎市元船町 17 - 3 長崎港ターミナルビル
147	五島旅客船(株)	長崎市松が枝町 5 - 35
148	崎永海運(株)	長崎市浪の平町 4 - 11
149	(株)澤山商会	長崎市出島町 3 - 10 円口ビル
150	(株)三基	長崎市大橋町 22 - 14
151	タカラ長運(株)	長崎市西泊町 22 - 38
152	電源開発(株)	西海市大瀬戸町松島内郷 2573 - 3
153	長崎魚市(株)	長崎市京泊 3 - 3 - 1
154	長崎汽船(株)	長崎市元船町 17 - 3 長崎港ターミナルビル 2 F
155	長崎倉庫(株)	長崎市出島町 2 - 13
156	長崎造船(株)	長崎市浪の平町 4 - 2
157	長崎ポートサービス(株)	長崎市常盤町 1 - 60 長崎港常盤ターミナルビル
158	西九州マリンサービス(株)	長崎市出島町 3 - 10 円口ビル 5 F
159	野母商船(株)	長崎市元船町 17 - 3 長崎港ターミナルビル 2 F
160	林兼石油(株)	長崎市旭町 6 - 1 タワーコート 4 F
161	福岡造船(株)	長崎市深堀町 1 - 1 - 4
162	(株)丸金佐藤造船鉄工所	長崎市土井首町 510 - 2
163	三菱重工業(株)	長崎市飽の浦町 1 - 1
164	やまさ海運(株)	長崎市古町 1
165	山田屋石油(株)	長崎市旭町 3 - 22
166	(株)ユニバーサルワークーズ	長崎市常盤町 1 - 60 常盤ターミナル 102 号
167	若築建設(株)	長崎市中町 1 - 22 M J Mビル 4 F

5 佐世保地区

	名 称	住 所
168	佐世保港運協会	佐世保市万津町 3 - 5
169	佐世保地区海運組合	佐世保市新港町 8 - 23
170	佐世保水先区水先人会	佐世保市塩浜町 6 - 2
171	佐世保旅客船協会	佐世保市新港町 8 - 1
172	佐世保マリン・アンド・ポート サービス(株)	佐世保市立神町 1
173	佐世保港湾運輸(株)	佐世保市万津町 7 - 47
174	佐世保重工業(株)	佐世保市立神町 1
175	西九州倉庫(株)	佐世保市稲荷町 3 - 7
176	(株)西日本流体技研	佐世保市小佐々町黒石免 字小島 339 - 30
177	福丸建設(株)	佐世保市白岳町 836 番地

6 沖縄地区

	名 称	住 所
178	(公社)琉球水難救済会	那覇市泊 3 - 1 - 6
179	沖縄県漁業協同組合連合会	那覇市前島 3 丁目 25 番 39 号
180	沖縄砂利採取事業協同組合	宜野湾市字宇地泊 668
181	那覇水先区水先人会	那覇市西 2 - 1 - 1
182	(一社)沖縄旅客船協会	那覇市泊 3 - 1 - 8
183	アジア海洋沖縄(株)	那覇市泊 3 - 1 - 6
184	いであ(株)沖縄支社	那覇市安謝 2 - 6 - 19
185	(株)オウ・テイ・ケイ	那覇市港町 2 丁目 16 番 1 号
186	沖縄海運産業(株)	うるま市与那城平宮 1 番地
187	(株)沖縄機械整備	糸満市西崎町 4 - 8
188	沖縄港運(株)	那覇市西 2 丁目 1 番 1 号
189	(有)沖縄国際海運	石垣市新川 291
190	沖縄第一倉庫(株)	那覇市西 2 丁目 26 番 18 号
191	沖縄電力(株)	浦添市牧港 5 丁目 2 番 1 号
192	沖縄荷役サービス(株)	那覇市港町 1 丁目 16 番 20 号
193	沖縄プラント工業(株)	浦添市牧港 4 - 11 - 3
194	沖縄マリンサービス(株)	中頭郡中城村字泊 537 - 3
195	海邦無線(株)	那覇市曙 1 - 18 - 14
196	共和マリン・サービス(株)	うるま市与那城平安座 6510

	名 称	住 所
197	久米商船(株)	那覇市前島 3 - 16 - 9
198	(株)呉屋組	糸満市西崎町 5 - 10 - 12
199	座波建設(株)	浦添市城間 3019 番地
200	新糸満造船(株)	糸満市西崎町 1 - 6 - 2
201	(株)第一港運	那覇市港町 2 - 12
202	デルタ電気工業(株)	宜野湾市我如古 2 - 36 - 15
203	東亜運輸(株)	那覇市港町 3 - 7 - 50
204	東亜海事土木(株)	那覇市東町 14 - 3 (浜川ビル 3F)
205	那覇国際コンテナターミナル(株)	那覇市港町 1 - 27 - 1
206	(株)那覇タグサービス	那覇市西 2 - 1 - 1
207	南西海運(株)	那覇市曙 2 - 24 - 13 2F
208	南西石油(株)	中頭郡西原町小那覇 858
209	野村海事事務所	那覇市前島 2 - 21 - 13
210	(有)丸伊産業	那覇市曙 2 - 27 - 1 - 1F
211	丸尾建設(株)	石垣市新栄町 54 - 12
212	南日本汽船(株)	浦添市西洲 2 - 4 - 3
213	八重山観光フェリー(株)	石垣市美崎町 1 番地
214	琉球海運(株)	那覇市西 1 - 24 - 11
215	(株)琉翔	宜野湾市字宇地泊 668
216	湧川運輸(株)	那覇市西 1 - 24 - 11



5 刊末寄稿

海難と刑事責任について

公益社団法人 西部海難防止協会

鹿児島支部 新 福 憲 一

船舶による海難事故は、保険金詐欺を目的とした故意海難や不可抗力などの一部の海難を除けば、その大半が「運航の過誤」や「機関取扱い不良」などの人為的原因、すなわち過失によって発生しています。

これら過失海難によって死傷者が発生し、船舶や積荷等の財産が失われ、さらには覆没船舶からの油流失によって海洋が汚染されることなどから、船舶の操船に従事する海技従事者等には、人の生命・身体に危害を加えるおそれのあるものとして、事故防止のために特に重い注意義務が課されています。このため、注意義務を怠った海技従事者等の原因者は、その過失について道義的非難を受け、刑事責任が追及されることとなります。

海上保安庁の海難統計による主な海難の種類別原因を簡潔にあげますと

- 衝突の場合
見張り不十分、操船不適切
- 乗揚げの場合
船位不確認、操船不適切
- 転覆の場合
気象海象不注意、操船不適切

というように、見張り、船位確認、操船といった海技従事者が尽さなければならない注意義務を果たさなかったことがその主な要因であることが伺えます。

衝突事故で言えば、十分な見張りを怠ったため、予見でき得た相手船を見落とし、転舵、減速などの手段で衝突を回避できたのにこれをせず、気付いた時は既に遅く、衝突を回避できなかったことが責任となるのです。これは、予見可能性、回避可能性及び期待可能性がありながら不注意によって、手段措置の時機を失したことが問われていると考えられます。

船舶海難の場合、最も多いのは業務上の過失によって、自船もしくは他船の往来の危険

を生じさせた「業務上過失往来危険罪」であり、さらにこれによって他人を死傷させた場合は「業務上過失致死傷罪」が加わることになります。

ここで業務上というのは、その過失によって人を死傷させる結果を惹起しがちな危険な行為を継続・反復することであり、業務従事者には結果防止のために特に重い注意義務が課されています。ここでいう業務には、例えば海技免状を保有しない者が、いつものとおり船長と当直交代して操船中に事故を起こした場合も業務であり、この運航が娯楽目的であったとしても業務ということになります。このため船舶海難では、ほとんどすべてで業務上の過失責任が問われています。

刑法第129条第1項では、過失により汽車、電車または艦船の往来の危険を生じさせた者は30万円以下の罰金となっていますが、業務に従事する者が犯した場合は同条第2項に3年以下の禁錮又は50万円以下の罰金とあり、より重い罪が科せられています。

ここで、業務上どのような過失があったかを認定をする場合、海上衝突予防法、海上交通安全法、港則法、同法施行規則、船舶安全法、同法施行規則、船員法、同法施行規則、船舶職員法等が注意義務の根拠とされることがありますが、その注意義務違反自体が特別法上の犯罪となっている場合もあります。

例えば、衝突事故を起こした場合、業務上過失往来危険罪等の刑法上の責任はもちろんのこと、船員法(第13条)上、人命及び船舶の救助に必要な手段を尽くし、船名、所有者、船籍港、発航地及び到着港を相手側に告げる義務があり、これを怠った場合は告知義務違反として、船長に30万円以下の罰金が規定されています。

更に、いわゆる当て逃げは、人命、船舶の救助に必要な手段を尽くさなかったとして、船長に3年以下の懲役又は100万円以下の罰金が規定されています。もっともこの場合、加害逃走で殺人の未必の故意が追及されることも考えられ、結果として非常に厳しい処分を科せられることになります。

また、海上衝突予防法には直接罰則は規定されていませんが、衝突の予防に関する義務が航法等について細かく定められており、衝突海難の場合は、この規範の注意を尽くした度合いに応じて責任を問われることになります。

例えば、針路保持船の立場にある無灯火船が、避航船の立場にある正規の灯火を掲げた船と衝突した場合、当時の見通し状況等にもよりますが、無灯火船側の一方的な責任が問われることがほとんどのようです。

ここで、私が過去に取扱った海難事例を二、三ご紹介します。

- (1) 鹿児島県大隅東岸で台船を曳航中の曳船を追い越す際、簡易灯火を点灯していた台船に気付かず、曳索を切り切り曳船を覆没させ、乗組員3名全員が死亡した事件で、加害船船長に見張り不十分及び追い越し船の航法違反で禁錮の判決が出されています。
- (2) 台風により鹿児島県硫黄島に座礁した外国貨物船(4,000トン)の船長に対し、台風の情報入手に努めず事前に避泊等の措置を執らなかったとして罰金が科せられています。
- (3) 鹿児島県宝島に座礁した外国貨物船(7,000トン)についても、レーダー、目視等の見張り不十分及び操船不適切として船長に罰金が科せられています。

(2)(3)では、台風という異常気象下での不可抗力が主張されましたが、裁判では船長の過失が認定され、異常気象の場合においても厳しく責任が問われています。

また、特異な事例として、瀬渡船で鹿児島県草垣島に磯釣客36人を瀬渡しした船長が、海上模様の悪化を予測できたのにこれを怠り、釣り客を孤立させて4人を死傷させたとして、罰金に処せられました。

いずれにしても海難には種々様々の態様があり、ケースごとにそれぞれの注意を尽くさなければならないのですが、事例として多い「運航の過誤」について考えてみますと、海上衝突予防法に定められているように「視覚、聴覚及びその時の状況に適した他のすべての手段により、常時適切な見張り」をすることが安全な避航動作の基本となることは論をまたず、刑事責任についても「見張り」を手抜きせず注意義務を果たすことが極めて大きな要素となると考えられます。

海の事件・事故は
局番なし「118」

(公社)西部海難防止協会
ホームページ
<http://www.seikaibo.ecweb.jp/>

公益社団法人 西部海難防止協会

〒801-0852

北九州市門司区港町7-8 郵船ビル4F

TEL (093) 321-4495

FAX (093) 321-4496

E-mail:seikaibou-moji@iris.ocn.ne.jp

ホームページ:<http://www.seikaibo.ecweb.jp/>