

酒田港大型客船入出港
に係る航行安全調査

報告書

平成28年11月

公益社団法人日本海海難防止協会

目 次

第1章 調査・検討の概要	1
1 調査目的	1
2 調査内容	1
2.1 航行安全に係る検討	1
2.2 航行安全対策	1
3 委員会の設置	2
4 委員会等の開催状況	3
5 調査結果	5
第2章 大型クルーズ客船の入港計画	6
1 入港クルーズ客船	6
2 係留岸壁	8
3 通航路及び回頭水域	14
3.1 通航路	15
3.2 回頭水域	15
4 係留計画	15
5 入港の時期	20
6 入港の対策	20
第3章 酒田港の現況	21
1 酒田港の概要	21
1.1 位 置	21
1.2 沿 革	22
1.3 法令に基づく指定	24
1.4 港の区域	25
2 港湾施設	26
2.1 主な外郭施設	26
2.2 係留施設	27
3 利用状況	29
3.1 入港船舶	29
3.2 取扱貨物	30
3.3 定期航路	32
3.3.1 国際コンテナ航路	32
3.3.2 飛島航路	34

3.4	クルーズ客船の入出港状況	35
4	港湾計画の概要	35
5	水先業務	39
6	曳船	41
第4章	航行環境	43
1	自然環境	43
1.1	地勢	43
1.2	気象	43
1.2.1	気候	43
1.2.2	風況	45
1.2.3	台風	49
1.3	海象	51
1.3.1	潮位	51
1.3.2	潮流	52
1.3.3	波浪	53
2	水域環境	59
2.1	操船・航行水域	59
2.2	錨地	60
2.3	港内静穏度	60
2.4	漁業活動	64
2.5	小型船舶等	65
2.6	船舶通航状況	67
3	航路標識等	68
4	海難	70
第5章	操船に係る基礎検討	73
1	水域施設の安全性	73
1.1	航路等	73
1.1.1	通航路水深	75
1.1.2	航路幅員	78
1.2	回頭水域	80
1.2.1	水域の広さ	81
1.2.2	水深	82
2	許容接岸速度の検討	83
2.1	防舷材の仕様	83

2.2	接岸エネルギーの算出方法	83
2.3	許容接岸速度	86
3	操船に係る横方向の推力	88
3.1	検討条件	89
3.1.1	スラスタ及びアジポッド	89
3.1.2	計算条件	90
3.2	検討結果	92
第6章	操船シミュレーションによる検討	95
1	検討概要	95
1.1	数値シミュレーション	97
1.2	ビジュアル操船実験	98
2	操船条件	99
2.1	モデル船	99
2.1.1	主機関	101
2.1.2	舵及びアジポッド	102
2.1.3	スラスタ等	102
2.2	曳船	103
3	操船水域	104
4	操船シナリオ	106
4.1	11万GT級客船	106
4.2	16万GT級客船	110
5	数値シミュレーション	114
5.1	操船局面の設定	114
5.2	外力条件	115
5.3	シミュレーションケース	119
5.4	評価・検討方法	121
5.5	11万GT級客船の数値シミュレーション結果	122
5.5.1	低速保針制御	122
5.5.2	減速～停止の行き脚制御	125
5.5.3	その場回頭	128
5.5.4	後進移動	130
5.5.5	着岸横移動発動	133
5.5.6	着岸横移動制動	136
5.5.7	離岸引き出し	139
5.6	16万GT級客船の数値シミュレーション結果	142

5.6.1	低速保針制御	142
5.6.2	減速～停止の行き脚制御	145
5.6.3	その場回頭	148
5.6.4	後進移動	150
5.6.5	着岸横移動発動	153
5.6.6	着岸横移動制動	156
5.6.7	離岸引き出し	159
5.7	数値シミュレーションのまとめ	162
6	ビジュアル操船実験による検討	163
6.1	外力条件等	163
6.2	シミュレーションケース	170
6.3	評価・検討方法	171
6.4	ビジュアル操船実験	174
6.5	ビジュアル操船実験結果	176
6.5.1	11万GT級客船の入港	176
6.5.2	16万GT級客船の入港	208
6.5.3	11万GT級客船の出港	235
6.5.4	16万GT級客船の出港	243
7	操船の安全性の評価	253
7.1	入出港操船の安全性	253
7.2	操船において留意すべき事項	253
第7章	係留の安全性の検討	254
1	係留岸壁及び係留設備	254
1.1	岸壁諸元	254
1.1.1	バースの長さ	254
1.1.2	バースの水深	260
1.2	係留設備	262
1.2.1	係船柱の配置及び仕様	262
1.2.2	防舷材の配置及び仕様	263
2	係留の限界風速	266
2.1	設定条件	266
2.1.1	外力	266
2.1.2	係留索の諸元	267
2.1.3	係船柱の諸元	267
2.2	風圧力及び係留力の算出式	268

2.2.1	係留力の算出式	268
2.2.2	風圧力の算出式	269
2.3	限界風速の算出結果	270
2.3.1	11万GT級客船	270
2.3.2	16万GT級客船	274
第8章	航行安全対策	278
1	入出港の管理	278
1.1	管理体制の確立	278
1.2	入出港に係る調整	278
1.3	気象情報の把握	278
2	入港の条件	279
2.1	操船水域	279
2.2	係留岸壁	279
3	入出港の対策	279
3.1	入出港の基準	279
3.2	進路警戒船	279
3.3	水先人	280
3.4	曳船	280
3.5	操船の留意点	280
4	係留中の対策	280
4.1	係留限界風速	280
4.2	気象急変への備え	280
4.3	避難・離岸	281
4.4	連絡手段の確保	281
5	その他	281
5.1	船長への情報提供	281
5.2	河川流に関する注意喚起	281
5.3	係留索への注意	281
委員会	の開催状況及び議事の概要	283
1	第1回委員会	283
1.1	開催状況	283
1.2	出席者	283
1.3	議事の概要	284
2	ビジュアル操船実験	294

2.1	実施状況	294
2.2	立会者	294
3	作業部会	295
3.1	開催状況	295
3.2	出席者	295
4	第2回委員会	296
4.1	開催状況	296
4.2	出席者	296
4.3	議事の概要	297
資料1	酒田港湾事務所観測による季節別の風況	303
資料2	気象庁観測による風況	312
資料3	酒田の季節別の波浪状況	316
資料4	山形県沖の波浪状況	318
資料5	津波想定	318
1	対象津波(最大クラス)の設定	328
2	津波シミュレーション	329
資料6	船舶における津波避難対策	332

第1章 調査・検討の概要

1 調査目的

酒田港への大型客船（11万GT級、16万GT級）の入出港について、操船及び係留に係る安全性を調査・検討して、船舶交通の安全確保に資することを目的とした。

2 調査内容

2.1 航行安全に係る検討

(1) 操船に係る基礎検討

入出港操船に係る施設等の安全性について、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年7月発行）」（以下「技術基準」という。）に基づき検討した。

① 操船に係る水域施設

航路及び回頭泊地について照査した。

② 許容接岸速度

係留岸壁設備の防舷材に対する許容接岸速度を算出し検討した。

③ 操船に係る横方向の推力

スラスタ推力等の操船に係る横方向の推力を検討した。

(2) 入出港操船の安全性

イ 係留岸壁へのアプローチから着岸までの主要局面について、対象クルーズ船のモデル船により、操船シミュレータによる数値シミュレーション（以下「数値シミュレーション」という。）を実施して風・波浪等の外力の操船への影響を把握した。

ロ 数値シミュレーションから得られた操船に及ぼす影響の大きい風・波浪等を条件とし、フルミッション・ブリッジ操船シミュレータによる操船実験（以下「ビジュアル操船実験」という。）により操船の安全性を検討した。

(3) 係留の安全性

対象クルーズ船の係留計画を基に算出される係留限界風速から係留の安全性を検討した。

2.2 航行安全対策

酒田港の現状及び入出港操船の安全性、係留の安全性の検討結果を踏まえ、以下の対策を検討した。

① 入出港の管理体制

- ② 入港の条件
- ③ 入出港の対策（気象・海象基準等）
- ④ 係留中の対策（係留限界風速等）
- ⑤ その他

3 委員会の設置

酒田港及び船舶交通等に関する専門的知識を有する者及び学識経験者の委員及び酒田港を管理、管轄する関係官公庁の指導を受ける「酒田港大型客船入出港に係る航行安全調査委員会」を設置した。

なお、委員会には委員会資料を事前検討する作業部会を置くこととした。

委員会等の構成は以下の通り。

委員会の構成

(順不同・敬称略)

「委員」

(委員長) 矢吹 英雄	国立大学法人東京海洋大学	名誉教授
(岡崎 忠胤	国立大学法人東京海洋大学大学院	教授
		※第1回委員会 委員長代理
池田 英治	海上保安大学校	名誉教授
久古 弘幸	一般社団法人日本船長協会	副会長
松浦 安洋	酒田水先区水先人会	会長
佐藤 健一	酒田海陸運送株式会社	営業部長
稲毛 弘始	日本通運株式会社	酒田支店長
水澤 秀樹	酒田曳船株式会社	取締役社長
高橋 芳彦	酒田共同火力発電株式会社	取締役管理部長
川口 良助	酒田石油基地協議会	会長
五十嵐安哉	山形県漁業協同組合	代表理事組合長
齋藤 賢作	山形県小型船舶安全協会	会長

「関係官公庁」

第二管区海上保安本部交通部
 酒田海上保安部
 東北地方整備局港湾空港部
 東北地方整備局酒田港湾事務所
 山形地方气象台
 酒田市商工観光部商工港湾課

4 委員会等の開催状況

酒田港港湾統計、港湾要覧、酒田港港湾計画資料、技術基準等を基に作成する資料、係留施設の検討資料及び対象クルーズ船のモデル船による操船シミュレーション結果を検討・審議資料とした。

なお、作業部会では、操船シミュレーション結果及び航行安全対策等について整理・検討した。

委員会等の開催については、以下の通り。

(1) 第1回委員会

日時：平成28年7月1日(金)13:15～15:45

場所：酒田市(ホテルリッチ&ガーデン酒田)

議題：① 大型クルーズ客船の入港計画について

② 調査・検討の計画(案)について

③ 酒田港の現況について

④ 航行環境について

⑤ 操船に係る基礎的検討について

⑥ 操船シミュレーションによる検討方案について

(2) ビジュアル操船実験

期日：平成28年7月19日(火)、20日(水)

場所：東京都(株式会社MOLマリン 1階：シミュレータ室)

(3) 作業部会

日時：平成28年8月23日(火)13:30～15:25

場所：酒田市(ホテルリッチ&ガーデン酒田)

議題：① 第1回委員会の質疑・対応について

② 操船シミュレーションによる検討について

③ 係留の安全性の検討について

④ 航行安全対策案について

(4) 第2回委員会

日時：平成28年8月30日(火)13:30～15:35

場所：酒田市(ホテルリッチ&ガーデン酒田)

議題：① 第1回委員会の質疑・対応について

② 操船シミュレーションによる検討について

③ 係留の安全性の検討について

④ 航行安全対策について

⑤ 報告書構成案について

5 調査結果

大型クルーズ客船の入港計画及び酒田港の現状等を基に、対象クルーズ船の操船に係る基礎事項の照査及び操船シミュレーションにより入出港操船の安全性を検討するとともに、山形県提供の係留設備改修計画資料を基に係留の安全性を検討した。

その結果の主な概要は次の通りであり、第5章から第8章に詳細を記載する。

なお、報告書に詳述した諸安全対策は、その基本的事項を示したものであり、大型クルーズ客船の受入に当たっては、委員会の議事の概要を考慮して関係者間で十分協議を行い、安全確保に万全を期す必要がある。

(1) 入出港操船の安全性

風速 10m/s以下及び港外波高1.5m以下を条件に、酒田港への11万GT級及び16万GT級の客船の入出港の安全性は確保できると考える。

また、視界制限状態については、目標となる物標の把握や小型船舶への対応を考慮すると、入出港には少なくとも2,000m以上の視程が確保されている必要がある。

(2) 航行安全対策の主要点の要旨

イ 対象クルーズ船の入港に当たっては、係船柱及び防舷材の整備（強化）を条件とする。

ロ 入出港の気象基準は、風速 10m/s 以下、視程 2,000m以上とする。また、係留停泊中に係留限界風速を超えることが予想される場合には入港を中止すること。

ハ 対象クルーズ船が港内航行中は、進路警戒船を配備して、漁船、プレジャーボート等の警戒に当たらせるとともに、夜間出港においては、探照灯による物標の照射及び操船目標として支援させること。

ニ 対象クルーズ船の係留は、変動する自然風下での運用を考慮して風速 12m/s を係留限界風速とすること。

ホ 対象クルーズ船の入港前に、酒田港の気象特性及び通航路、回頭水域、港内の水深、係留岸壁等の最新情報を船長に伝え入出港の安全確保に最大限努めるものとする。

併せて、最上川上流域までの降雨情報に留意し、港口部の河川流に関する情報を操船者に提供するとともに注意喚起する必要がある。

第2章から第7章省略

第8章 航行安全対策

1 入出港の管理

1.1 管理体制の確立

酒田港への対象船舶の受入れに当たっては、港湾管理者が入出港の管理責任者となり、酒田港利用者等の協力を得て対象船舶の運航に係る安全管理体制を確立し、入出港に係る調整、入出港基準の遵守等について管理すること。

安全管理体制例を図 8.1-1 に示す。

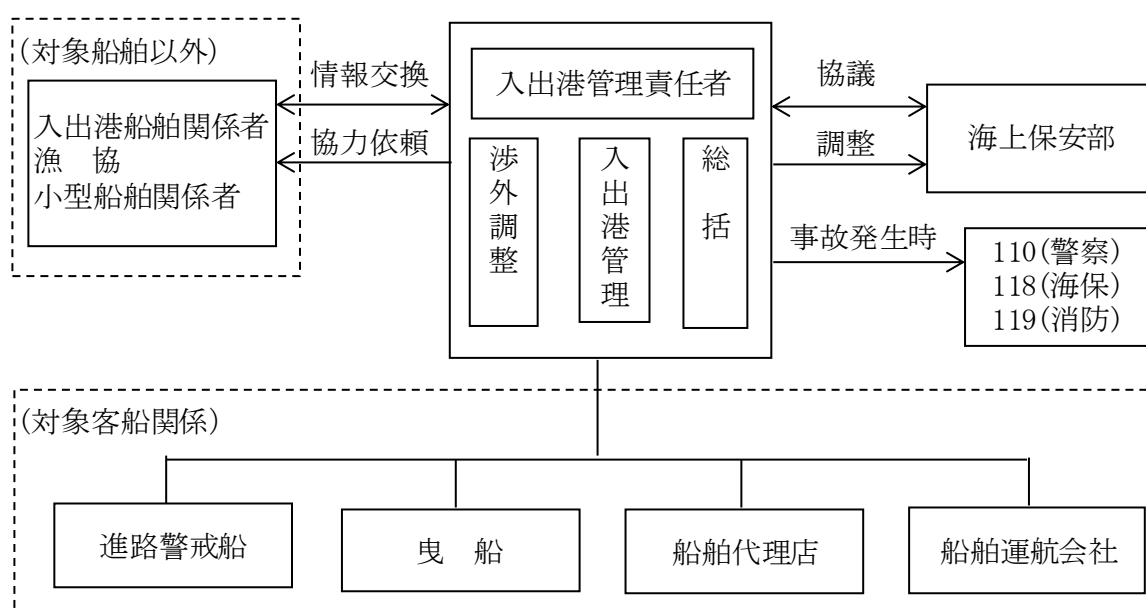


図 8.1-1 安全管理体制例

1.2 入出港に係る調整

以下に係る調整、要請を行い、対象船舶の通航路及び操船水域等において操船に支障を生じさせないように図ること。

- イ 古湊ふ頭第1号～第2号岸壁への他船の着岸係留の回避
- ロ 漁船、プレジャーボート等の対象船舶への接近及び針路上航行の自粛
- ハ 対象船舶の操船水域における他入出港船舶との競合回避（酒田港と飛島間の定期船など入出港船舶との時間調整）

1.3 気象情報の把握

対象船舶の入港前日からの気象情報の入手に努め、入出港操船及び係留の安全確保に資すること。

2 入港の条件

2.1 操船水域

(1) 水深

係留岸壁前面を含む操船水域は、対象船舶の入出港時最大喫水の10%以上の余裕水深が確保できる水深であること。

(2) 回頭水域の広さ

回頭水域は、対象船舶の全長の2倍以上の直径の円が確保できる広さであること。

2.2 係留岸壁

係留岸壁の防舷材は、対象船舶の接岸速度10 cm/s以上が許容される性能であること。

3 入出港の対策

3.1 入出港の基準

入出港の基準を表8.3-1に示す。

また、入港の時間は、日出から日没までの間とする。

表 8.3-1 入出港の基準

風速	10m/s 以下
波高	1.5m 以下（港外波高）
視程	2,000m 以上
接岸速度	10cm/s 未満

※ 風速は酒田港湾事務所における10分間平均風速とする。

なお、次の場合は、入港を中止すること。

- イ 係留停泊中に係留限界風速を超えることが予想される場合
- ロ 台風及び低気圧の急速な発達等による強風が予想される場合
- ハ 津波警報・注意報が発表された場合
- ニ その他着岸に支障をきたす異常事態が発生した場合

3.2 進路警戒船

対象船舶が港内及び航路航行中は、進路警戒船を配備して、漁船、プレジャーボート等の小型船に対する警戒に当たらせること。

また、夜間出港においては、探照灯による物標の照射及び操船目標として支援させること。

3.3 水先人

入出港には、港内情勢に精通した水先人を乗船させること。

水先人の乗船人数については、周辺状況等を考慮し、水先人及び船長（または船舶所有者）と協議すること。

3.4 曳船

当時の条件等の事態急変時の操船支援に備え、入出港には3,100馬力以上の曳船を配備すること。

なお、進路警戒船として3,100馬力以上の曳船が配備されている場合には、進路警戒船が兼務することができるものとする。

ただし、進路警戒船との兼務（専従の支援曳船の要否）及び配備する隻数については、入出港の実績、入出港時の気象状況等を踏まえて、船長、水先人をはじめ、関係者間で協議すること。

3.5 操船の留意点

- イ 事前に水先人と船長の意思疎通を図る。
- ロ 港口部における河川流の影響に注意する。
- ハ 風圧影響を強く受けることを考慮して操船する。
- ニ 着岸に当たっては、防舷材の強度を考慮して、できるだけ船体を岸壁と平行にする。

4 係留中の対策

4.1 係留限界風速

対象船舶の係留にあつては、変動する自然風下での運用を考慮して風速12m/sを係留限界風速とし、係留中は、以下の事項に留意し、安全な係留の継続を確保すること。

- イ 係留限界風速以下での係留を厳守する。
- ロ 気象情報の常時把握に努める。
- ハ 係留索張力の均等保持を本船に励行させる。

4.2 気象急変への備え

係留中、安全に出港できる風速基準を超えることが予想される時は、対応に遅れを生じさせることがないよう余裕をもって船長及び水先人と協議して、以下により気象

の急変等による事態に備えること。

- イ 余裕をもって出港できる体制をとる。
- ロ 離岸出港は、入出港の基準の風速を遵守させる。

4.3 避難・離岸

次の事項に該当する場合には離岸し、安全な海域に避難させること。

- イ 係留限界風速以上が予想される場合
- ロ 津波警報が発表された場合
(ただし、津波到達予想時刻までに港外まで進出可能な場合)
- ハ 船長が離岸する必要があると判断した場合
- ニ その他係留の続行が危険な場合
- ホ 港長の勧告・命令があった場合

4.4 連絡手段の確保

係留停泊中は、入出港管理責任者、海上保安部、船舶代理店、曳船、水先人等関係者間において、常時確実な連絡が取れる手段を確保しておくこと。

5 その他

5.1 船長への情報提供

対象船舶は、高出力のポッド推進装置、スラスタ等を用意し、操船は当該船舶の操船に習熟した船長が ECDIS 等の支援装置を活用して自らコントローラーを操作して操船するケースが多く、正確な情報を提供しておくことは重要である。

そこで、酒田港の気象特性及び通航路、回頭水域、港内の水深、係留岸壁等の港内の最新情報を事前に船長に伝え、入出港の安全確保に最大限努めるものとする。

5.2 河川流に関する注意喚起

酒田港南防波堤先端港口部において最上川河川流の水量が増大した場合の操船影響が大きいことを考慮すると、対象船舶の入港に当たっては、最上川上流域までの降雨情報に留意し、港口部の河川流に関する情報を操船者に提供するとともに注意喚起する必要がある。

5.3 係留索への注意

対象船舶の係留に当たって、係船曲柱に加え直柱に係留索を配置することとなる場合は、岸壁上を往来する車両、乗客に対し、係留索の表示、事前の注意喚起等十分に配慮した対策を講ずること。

委員会の開催状況及び議事の概要、資料1から資料6省略