

酒田港を拠点とした『観光立県山形』実現のための基盤整備調査

○（調査の背景・目的）山形県では平成27年10月に「やまがた創生総合戦略」を策定し、インバウンドをはじめとした誘客の促進を図っており、酒田港ではクルーズ客船の誘致活動を実施している。しかしながら、酒田港にはこれまで大型クルーズ客船が寄港した実績がないことから、大型クルーズ客船の入出港に係る安全性を確認する必要があるため、操船及び係留に係る安全性について調査・検討を行った。

調査成果

① 大型クルーズ船が安全に入出港できる航行環境や船舶の操船に係る施設の確認・検討

○ 入出港操船の安全性について

ビジュアル操船実験を行い、航跡図による状態量及び舵や機関等の制御量から客観的に評価するとともに、立会人及び操船者による主観的な評価を併せ、操船時の安全性を総合的に評価した。

その結果、対象とした16万総トン級客船のいずれのケース（風向、昼夜間、入出港等）においても主機、舵、スラスタ等により十分制御可能と評価された。また、視界制限状態については、入出港には少なくとも2,000m以上の視程が必要と評価された。



図1 操船実験状況

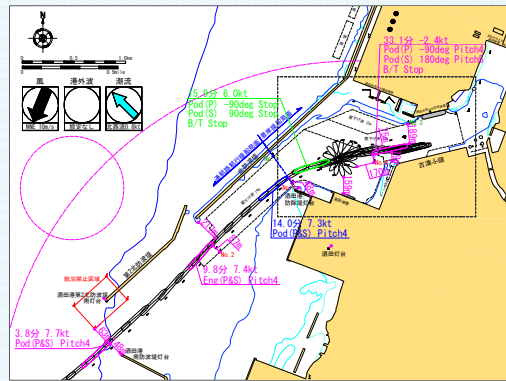


図2 操船実験結果（航跡図）

表1 入出港基準

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

○ 入港の条件等

対象とした16万総トン級客船については、入出港操船及び係留の安全性に係る評価を行った結果、クルーズ船寄港に係る管理体制を確立し、入港の条件及び入出港基準等の入出港対策を遵守することにより、酒田港への入港が可能と判断された。

② 港湾設備の概略設計

大型クルーズ客船が安全に接岸、係留できるよう防舷材及び係船柱について検討を行い、表2及び図3のとおり仕様・配置を計画した。

表2 防舷材の計画仕様

型式	受衝板付サークル型
サイズ	1,150H
設置間隔	20.0m
吸収エネルギー	437kN・m

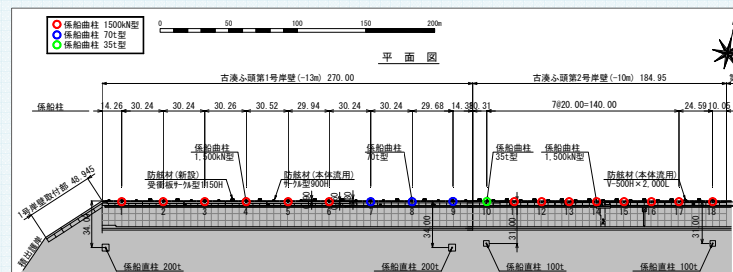
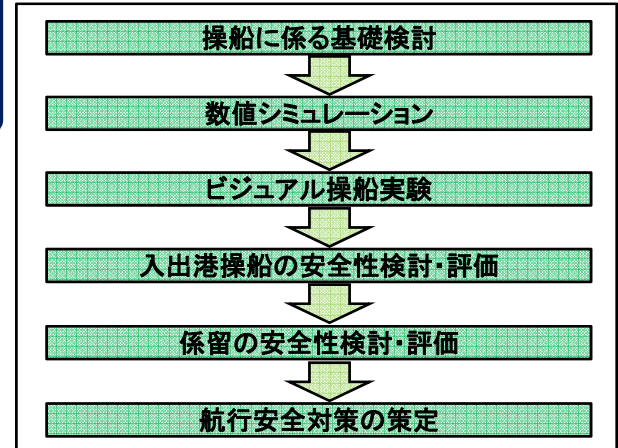


図3 係船柱の計画配置図

（調査の手順）



基盤整備の見込み・方向性

今回の調査により、検討対象とした大型クルーズ客船が酒田港へ安全に入出港可能であることを確認できた。一方で、岸壁の防舷材及び係船柱の機能強化が必要であったため、これらの整備を実施し、平成29年3月に完了した。

必要な基盤整備が完了したことから、今後はクルーズ船社に対し酒田港寄港を強く働きかけていく。

今後の課題

酒田港においては、これまで大型クルーズ客船が寄港した実績がないことから、各観光施設や商業施設において大勢の観光客を受け入れるための態勢強化が必要である。また、外国人観光客に対応した案内板等の多言語表記やWi-Fi環境の整備のほか、観光案内通訳等の人材育成を進めていく必要がある。

さらに、クルーズ客船の寄港回数の増加を図るため、船社キーパーソンの招聘やクルーズ見本市への出展を行うなど酒田港のPRを行っていく必要がある。

酒田港を拠点とした『観光立県山形』実現のための基盤整備調査			
調査主体	山形県		
対象地域	山形県酒田市	対象となる基盤整備分野	港湾

1. 調査の背景と目的

酒田港は、日本海に注ぐ最上川の河口部に位置しており、背後には国宝である羽黒山五重塔をはじめ数多くの観光資源を有していることから、クルーズ客船寄港時には県内観光の玄関口として重要な役割を担っている（図1）。

山形県では、平成27年10月に「やまがた創生総合戦略」を策定し、インバウンドをはじめとした誘客の促進等により、観光消費を拡大するという目標を掲げている。これに基づき、酒田港においては外航クルーズ客船の誘致や受け入れ体制の整備を実施しているところである。

しかしながら、酒田港にはこれまで5万総トン級のクルーズ客船までしか寄港した実績がなく、大型クルーズ客船を誘致するにあたり、大型クルーズ客船が安全に入出港できるかの確認が必要となっている。このため、酒田港における大型クルーズ客船の入出港について、船舶交



図1 山形県内における酒田港及び主な観光地の位置

通の安全を確保することを目的として、操船及び係留に係る安全性を調査・検討したものである。

2. 調査内容

(1) 調査の概要と手順

I 大型クルーズ船が安全に入出港できる航行環境や船舶の操船に係る施設の確認・検討

酒田港において、クルーズ客船は古湊ふ頭第1号岸壁及び第2号岸壁を使用することとなる(図2)。港外から岸壁に至るまでの入出港操船や係留の安全性など航行安全について調査し、入出港の管理体制や入港の条件等の安全対策の検討を行った。

調査の実施に当たっては、船舶の航行安全に関して専門的な知見を有する学識経験者及び酒田港を航行する船舶の管理・運航を行う主な利用者や船舶航行関係者を委員とし、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、図3に示すフローで行った。なお、委員会には操船シミュレーション結果及び航行安全対策等を事前検討する作業部会を置いた。

委員会及び作業部会の構成

「委員」	「関係官公庁」
(委員長) 東京海洋大学 名誉教授	第二管区海上保安本部交通部【部会】
海上保安大学校 名誉教授【部会】	酒田海上保安部【部会】
一般社団法人日本船長協会	東北地方整備局港湾空港部
酒田水先区水先人会【部会】	東北地方整備局酒田港湾事務所
酒田海陸運送株式会社	山形地方气象台
日本通運株式会社	酒田市商工観光部
酒田曳船株式会社	
酒田共同火力発電株式会社	
酒田石油基地協議会	※【部会】は作業部会の構成員
山形県漁業協同組合	
山形県小型船舶安全協会	



図2 検討箇所

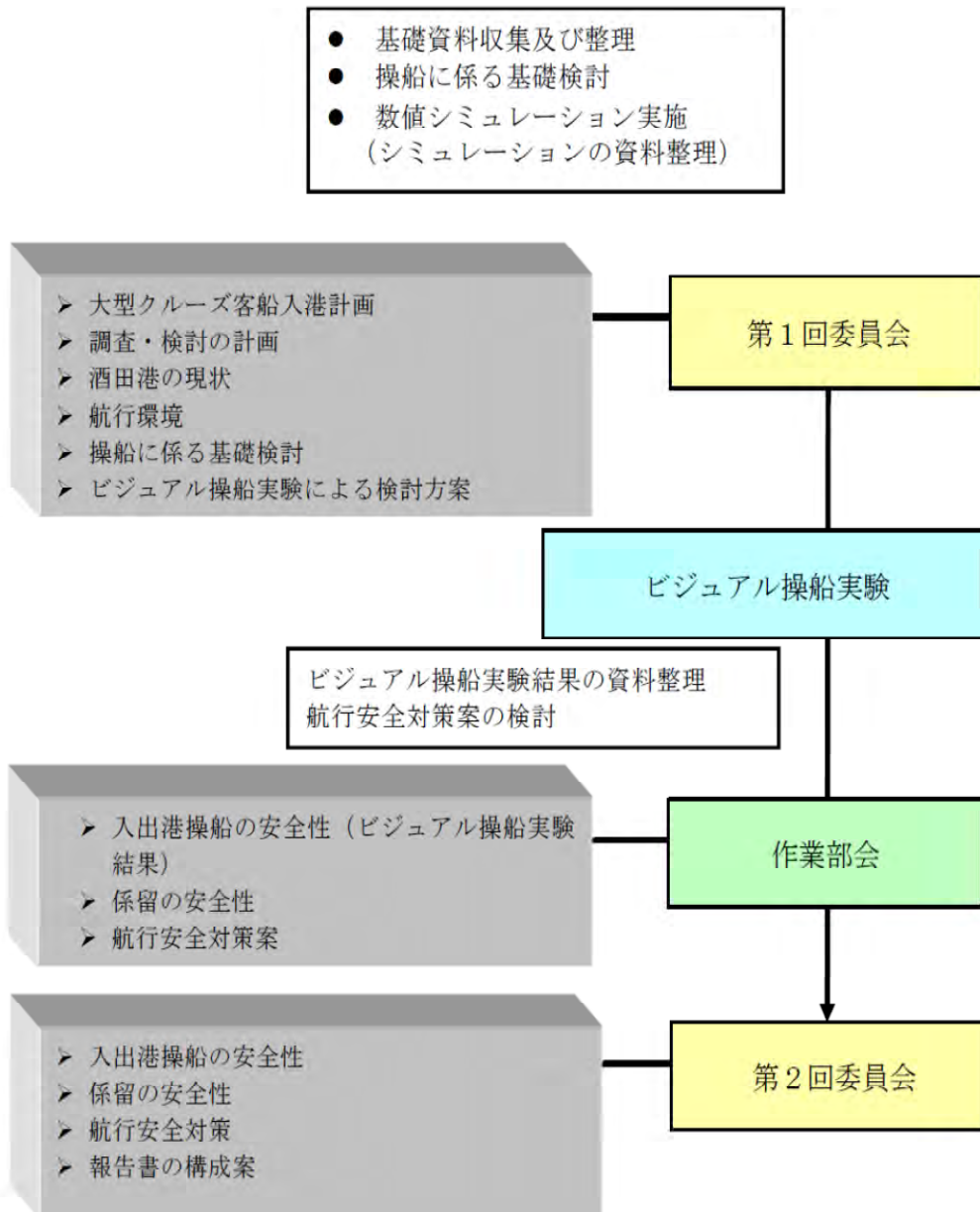


図3 調査・検討フロー

ア 第1回委員会

第1回委員会では、16万総トン級クルーズ客船を検討対象船舶として決定し（表1）、酒田港の利用状況などの現状、気象や海象などの航行環境を確認した。また、通航路の水深・幅員及び回頭水域の広さ・水深の照査、防舷材の性能による許容接岸速度の基礎検討を行った。さらに、ビジュアル操船実験の前段階として、数値シミュレーションにより検討対象船舶の運動性能、風波浪等の外力条件が船体運動に与える一般的な傾向を把握した。その上で、操船が難しいと考えられる風・波浪・潮流等の条件を次に実施するビジュアル操船実験の対象ケースとして選定した。



図4 委員会開催状況

表 1 検討対象船舶の主な諸元

	16万総トン級客船
全 長	348.0m
型 幅	41.4m
喫 水	8.50m
プロペラ・舵	アジポッド×2

イ ビジュアル操船実験

ビジュアル操船実験では、360°の水平視野と下方視野を備えたフルミッションブリッジ操船シミュレータを使用し、港湾水域環境及び係留岸壁周辺景観等を再現して実際の操船をシミュレーションした。図5はビジュアル操船シミュレータの概観である。

数値シミュレーションによって選定した操船が難しくなると想定される風波浪等の外力条件のもとで、ビジュアル操船実験を行い、風波浪等の自然環境及び地理的制約が入出港操船に及ぼす影響を検証し、入出港操船の安全性を評価した(図6)。また、近隣岸壁に停泊する船舶の影響や霧等による視程制限による影響についても検証・評価を行った。さらに、出港操船については、夜間条件についても検証・評価を行った。



図5 ビジュアル操船シミュレータの概観



(シミュレーション状況)

(ブリーフィング状況)

図6 実験状況

ウ 作業部会

作業部会では、ビジュアル操船実験で得られた各操船局面（通航路航行操船、入港着岸操船、離岸出発操船）（図7）の評価項目について確認を行った。また、係留岸壁のバース長・水深、係留設備の配置や仕様を確認し係留の安全性を評価した。さらに、入出港に係る管理体制や調整事項について検討を行った。

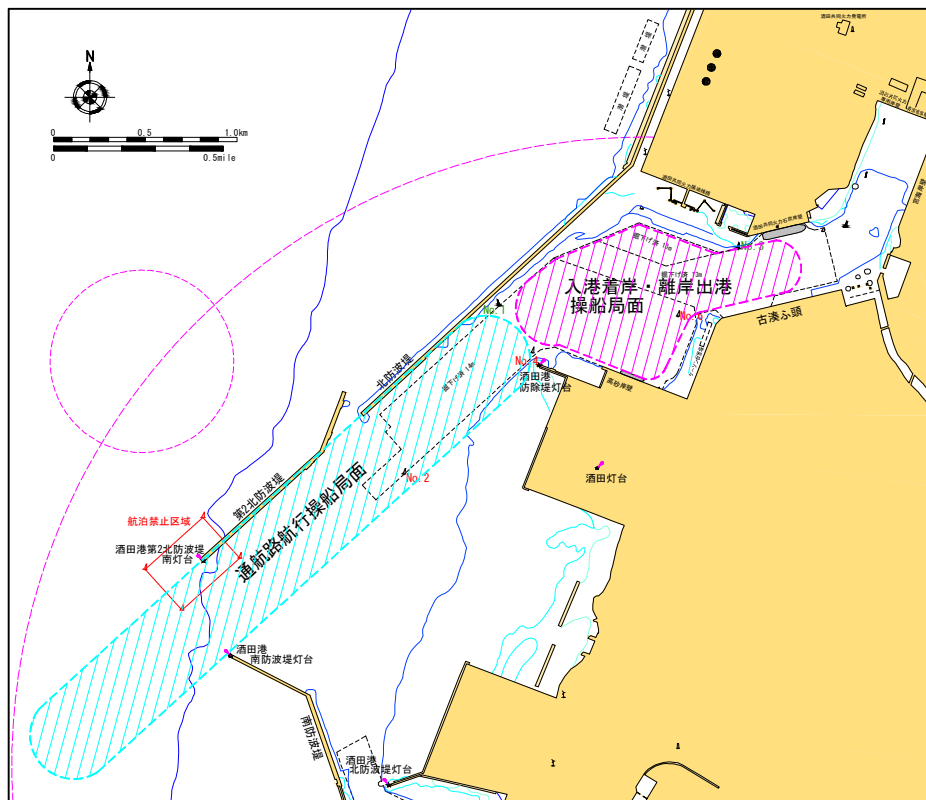


図7 操船局面の概念

エ 第2回委員会



第2回委員会では、検討対象船舶の操船に係る安全性について、ビジュアル操船実験で得られた評価の検証を行った。また、係留の安全性についても評価の検証を行い、入出港に係る航行安全対策を取りまとめた。

II 港湾設備の概略設計

ア 防舷材

古湊ふ頭第1号岸壁及び第2号岸壁に設置されている防舷材の仕様は、表2に示すとおりである。港湾の施設の技術上の基準に示される接岸エネルギーの算出式を用いて許容接岸速度を算出したところ、古湊ふ頭第1号岸壁のサークル型防舷材は9.2cm/s、第2号岸壁のV型防舷材は5.8cm/sとなった（表3）。クルーズ客船の着岸時における安全性を確保するためには、接岸速度10cm/s以上が許容される性能を有する防舷材が必要であることから、新たな防舷材を設置することとし、その性能について検討を行った。

表 2 既存防舷材の仕様

岸壁	古湊ふ頭第 1 号	古湊ふ頭第 2 号
型式	サークル型防舷材	V 型防舷材
サイズ	900H	500H×2,000L
設置間隔	15.0 m	10.0 m
吸収エネルギー ※	315 kN・m (283.5 kN・m)	123 kN・m (110.7 kN・m)
(設置状況)		

※ () 内は性能公差-10%を考慮した値

接岸エネルギーの算出式 $E_f = \frac{1}{2} M_s V_b^2 C_m C_e C_s C_c$

- ここに E_f : 船舶の接岸エネルギー
 M_s : 船舶の質量 (排水量)
 V_b : 船舶の接岸速度
 C_m : 仮想質量係数
 C_e : 偏心係数
 C_s : 柔軟性係数
 C_c : バースの形状係数

表 3 既存防舷材の許容接岸速度

	許容接岸速度	備考
古湊ふ頭第 1 号岸壁 (サークル型防舷材)	9.2 cm/s	$E_f = 32,798.6 \text{ V}^2$
古湊ふ頭第 2 号岸壁 (V 型防舷材)	5.8 cm/s	$E_f = 31,713.0 \text{ V}^2$

イ 係船柱

港湾の施設の技術上の基準において、係船柱に作用する船舶の牽引力の標準値は 10 万総トン以下までしか示されておらず、10 万総トンを超える船舶の牽引力については、「気象・海象条件、係留施設の構造、既往の牽引力の実測資料等を考慮して定める必要がある。」とされている。このため、検討対象船舶に対応する係船柱の配置及び仕様について検討を行った。

(2) 調査結果

I 大型クルーズ船が安全に入出港できる航行環境や船舶の操船に係る施設の確認・検討

検討対象船舶の入港計画及び酒田港の現状等を基に、入出港操船の安全性及び係留の安全性について調査を行い、酒田港における大型クルーズ客船の入出港に係る航行安全対策を取りまとめた。

ア 入出港操船の安全性

ビジュアル操船実験の結果について、データ出力から導き出される航跡図による状態量及び舵や機関等の制御量から客観的に評価するとともに、立会人及び操船者による主観的な評価を併せ、操船時における安全性を総合的に評価した。

風速 10m/s 及び港外波高 1.5m の条件で実施したビジュアル操船実験では、何れのケースにおいても、主機、舵、スラスタ、ポッド等により十分制御可能であった（図 8 及び図 9）。

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した場合、入出港には少なくとも 2,000m 以上の視程確保が必要と評価された。

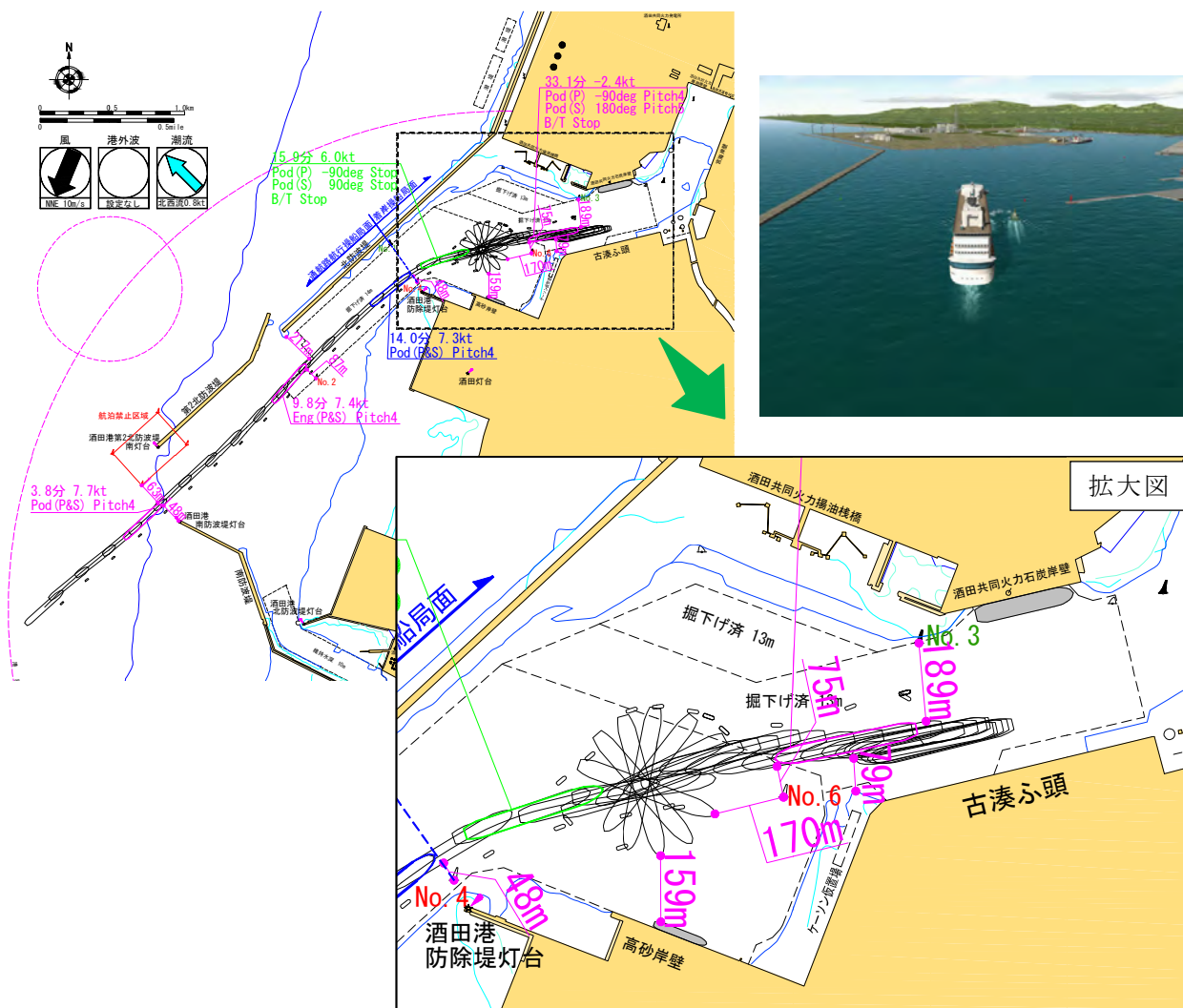


図 8 入港時の航跡（昼間）

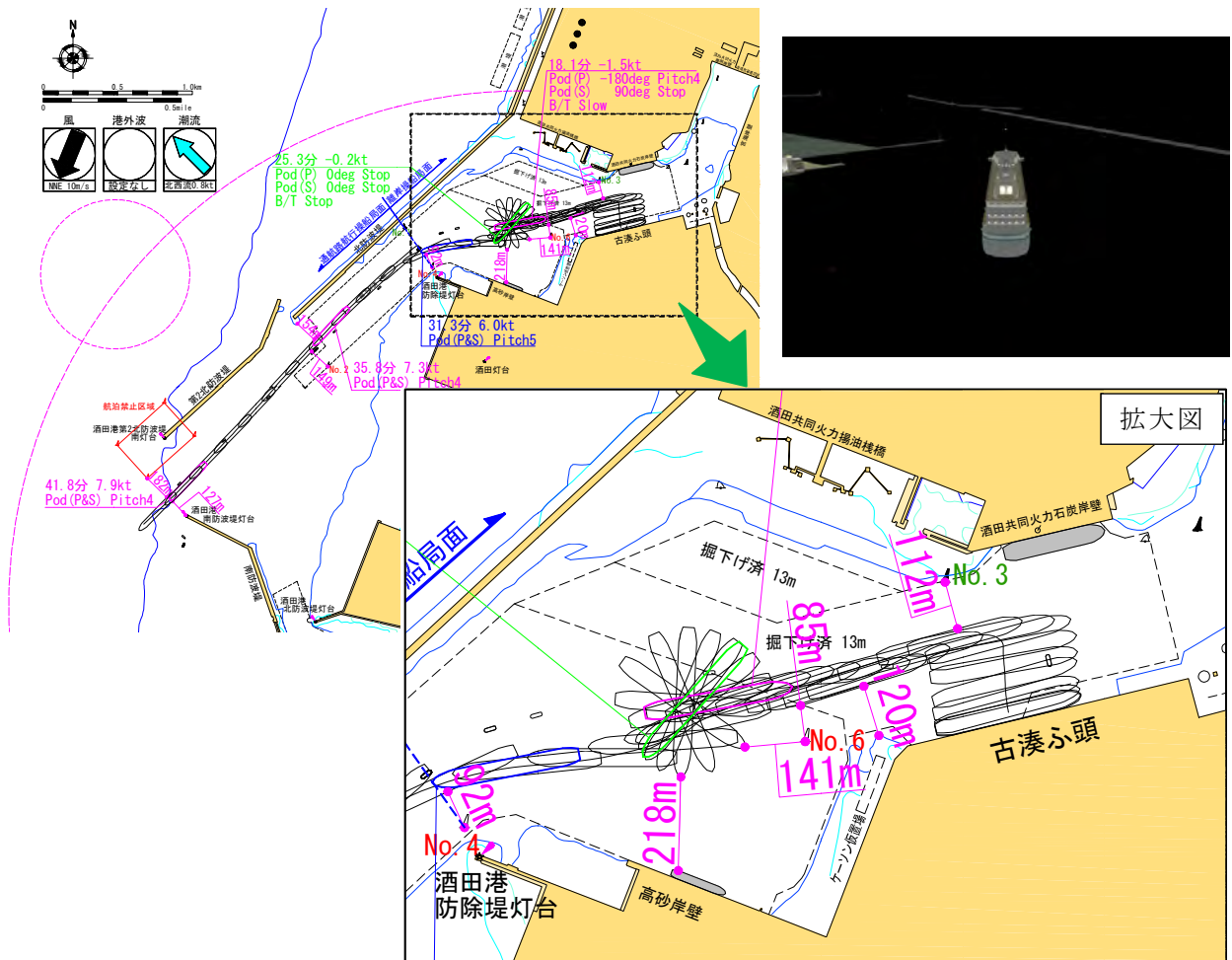


図9 出港時の航跡（夜間）

イ 係留の安全性

係留岸壁及び係留設備について、港湾の施設の技術上の基準に照らし合わせ照査を行った。係留舷側の相対風向を 10° 毎に設定し、風速を段階的に増大させて係留索または係船柱のいずれか1基が評価荷重に達した時の風速を限界風速（静的均衡値）とした。検討対象船舶においては、入船右舷着けでは相対風向 130° の時 16.70m/s 、出船左舷着けでは相対風速 130° の時 15.68m/s となった。図10に入船右舷着けの結果を、図11に出船左舷着けの結果を示す。

なお、係留設備は改修計画に基づく仕様とした。

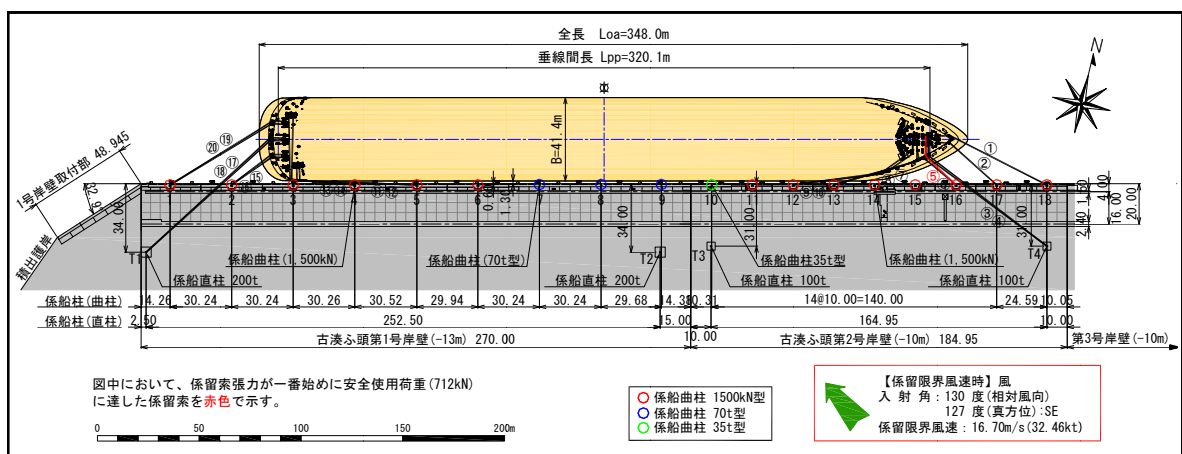


図10 係留計画（入船右舷着け）

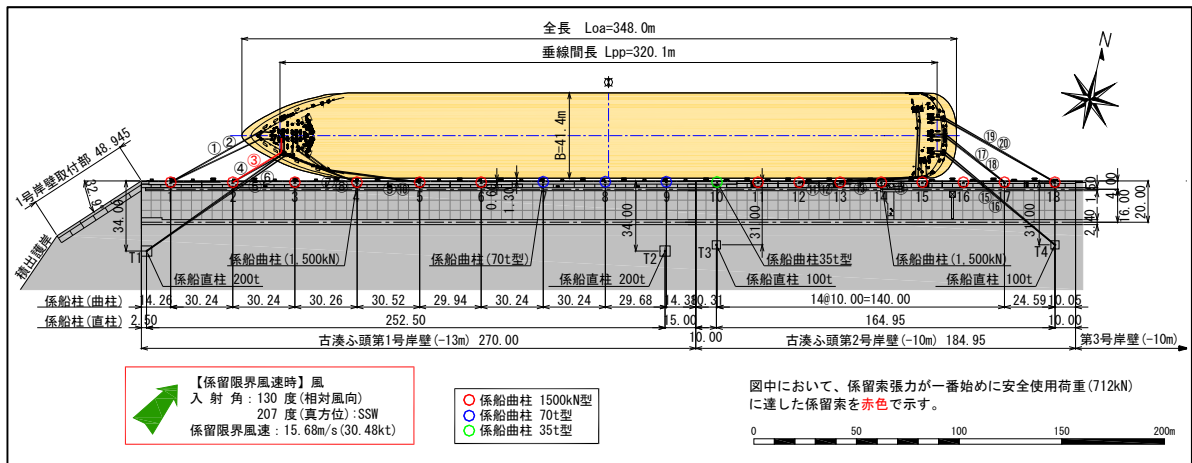


図 11 係留計画（出船左舷着け）

ウ 結論

入出港操船の安全性及び係留の安全性について検証し、次に示す管理体制の確立、入港の条件及び入出港対策を遵守することにより、大型クルーズ客船は酒田港への入港が可能と判断された。

(ア) 管理体制の確立

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。

(イ) 入港の条件

a 操船水域

(a) 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。

(b) 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。

b 係留岸壁

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

(ウ) 入出港対策

a 入出港の基準

入出港の基準は表 4 に示すとおりであり、入港の時間は日出から日没までの間とする。

表 4 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

なお、次の場合は、入港を中止すること。

(a) 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

- (b) 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
- (c) 津波警報・注意報が発表された場合
- (d) その他着岸に支障をきたす異常事態が発生した場合

b 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。

c 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。

d 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。

e 操船の留意点

- (a) 事前に水先人と船長の意思疎通を図る。
- (b) 港口部における河川流の影響に注意する。
- (c) 風圧影響を強く受けることを考慮して操船する。
- (d) 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。

II 港湾設備の概略設計

ア 防舷材

新たに設置する防舷材が、対象船舶に対して接岸速度 10cm/s 以上が許容される性能を有するよう検討を行い、表 5 のとおり仕様を計画した。

表 5 計画防舷材の仕様

岸壁	古湊ふ頭第 1 号、第 2 号
型式	受衝板付サークル型防舷材
サイズ	1, 150H
設置間隔	20.0 m
吸収エネルギー※	437 kN・m (393 kN・m)

※ () 内は性能公差-10%を考慮した値

前述の接岸エネルギーの算出式を用いて許容接岸速度を算出したところ、表 6 の結果となり、検討対象船舶は安全に入港が可能であると判断された。

表 6 計画防舷材の許容接岸速度

	許容接岸速度	備考
古湊ふ頭第 1 号、第 2 号岸壁 (受衝板付サークル型防舷材)	10.4 cm/s	$E_f = 35,921.3 \text{ V}^2$

イ 係船柱

検討対象船舶に対応する係船柱の配置及び仕様について検討を行い、図 12 のとおり計画した。

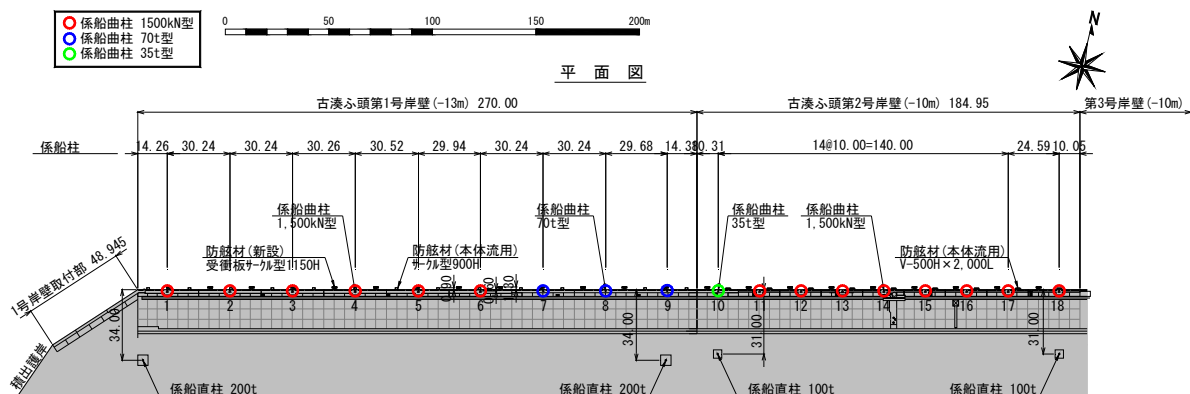


図 12 計画係船柱の配置及び仕様

検討対象船舶について、入船右舷着け及び出船左舷着けの各々のケースで係留力計算を行ったところ、2.(2) I イ「係留の安全性」に示した結果となり、検討対象船舶は安全に入港が可能であると判断された。

3. 基盤整備の見込み・方向性

今回の調査により、検討対象とした大型クルーズ客船が酒田港へ安全に入出港可能であることを確認できた。

一方で、古湊ふ頭第1号及び第2号岸壁の防舷材及び係船柱の機能強化が必要であったため、防舷材及び係船柱の整備を実施し、平成29年3月に完了した。

必要な基盤整備が完了したことから、今後はクルーズ船社に対し酒田港寄港を強く働き掛けていく。

4. 今後の課題

酒田港においては、これまで大型クルーズ客船が寄港した実績がないことから、各観光施設や商業施設において大勢の観光客を受け入れるための態勢強化が必要である。また、外国人観光客に対応した案内板等の多言語表記やWi-Fi環境の整備のほか、観光案内通訳等の人材育成を進めていく必要がある。

さらに、クルーズ客船の寄港回数を増加させ、インバウンドをはじめとした誘客の促進を図るため、船社キーパーソンの招聘やクルーズ見本市への出展を行うなど酒田港のPRを行っていく必要がある。