

宮古港を拠点とした観光振興による復興促進のための基盤整備調査

○（調査の背景・目的）岩手県では、宮古港が14万トン級のクルーズ船の受入ポテンシャルを有しており、県と宮古市が積極的にポートセールスを実施したところ、平成30年度から寄港の打診を受けているが、現状では、大型のクルーズ船が安全に入出港するための体制が整っていないことから、大型外航クルーズ船が安全に入出港できる航行環境及び操船に係る施設の確認・検討、岸壁の機能検討を行う。

調査成果

①宮古港に入港が計画されている14万総トン級大型旅客船について、入出港操船及び係留の安全性の基礎的検討を行うとともに、14万層トン級大型路各線のビジュアル操船シミュレーション実験を実施し、入出港基準を策定した。

表 1.2.1-1 入出港の運用基準（案）

風 速	10m/sec 以下
波 高	港外波高 1.5m 以下
視 程	1 マイル以上
着岸速度	10cm/sec 以下
着 岸 柱	入船左舷付けを基本とする。 風速などの状況が許せば、出船右舷付けも可能とする。
曳船支援	3,100 馬力以上の曳船機×1 隻
入出港時間	日出～日没までの間とする。 なお、やむを得ず出港時間が遅延した場合は、薄暮での出港も可能とする。



操船シミュレーション実施の状況

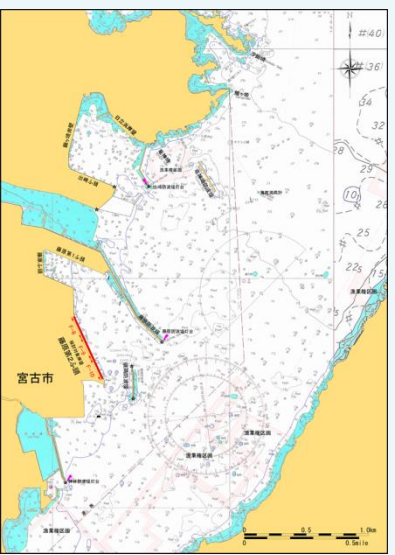


委員による安全性の評価

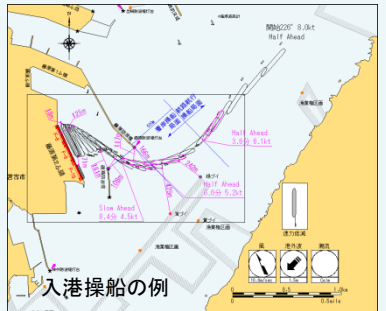


入港操船の例

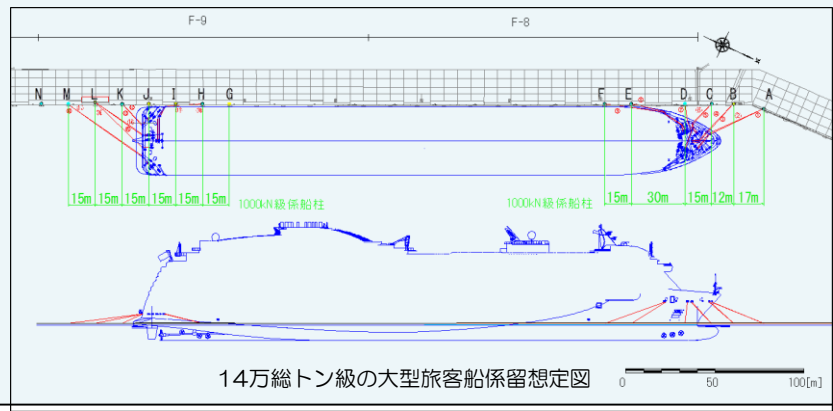
②大型クルーズ船の係留中の安全性について
宮古港藤原第2ふ頭において対象とする船舶の接岸、係留に必要な施設の検討を行った。
対象船舶の静的な係留限界風速16.79m/sを確認し、基本的な係留計画を示した。



	船首側				船尾側			
	ヘッドライン	プレストライン	スプリングライン	スプリングライン	プレストライン	スターンライン		
係留索本数	4本 ①② ③④ ⑤⑥ ⑦	3本 ⑧	2本 ⑨	2本 ⑩⑪	3本 ⑫⑬	4本 ⑭⑮		
係留柱	A B C D E F	G H	I J K L M					

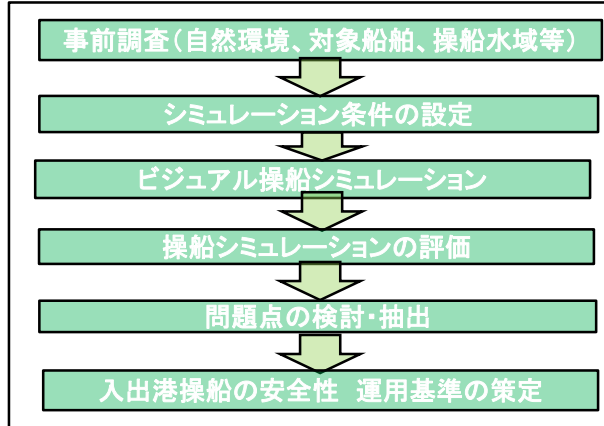


入港操船の例



14万総トン級の大型旅客船係留想定図

（調査の手順）



基盤整備の見込み・方向性

宮古港においては、今回調査対象とした大型クルーズ船について一定の条件のもとで安全に入出港することが可能であることが確認できた。このことにより、今後、クルーズ船社に対する誘致活動を積極的に展開していくことが可能になる。

一方、対象とした宮古港藤原岸壁において、大型クルーズ船の接岸、係留のために必要な施設整備を行なっていく必要があることを確認したことから、防舷材、係船柱の整備に取り組む。

今後の課題

- ・泊地及び岸壁前面に浅い部分が存在するので、測量・浚渫を行い余裕水深を確保する必要がある。
- ・大型船である14万総トン級大型旅客船に対応した防舷材、係船柱に取り替える必要がある。
- ・安全管理体制を確立するために、港湾利用者等と運航時間やバース利用調整を行なうとともに、必要な安全対策を確実に履行する必要がある。

宮古港を拠点とした観光振興による復興促進のための基盤整備調査			
調査主体	岩手県		
対象地域	岩手県宮古市	対象となる 基盤整備分野	港湾

1. 調査の背景と目的

岩手県では、宮古港が 14 万トン級のクルーズ船の受入ポテンシャルを有しており、県と宮古市が積極的にポートセールスを実施したところ、平成 30 年度から寄港の打診を受けているが、現状では、大型のクルーズ船が安全に入出港するための体制が整っていないことから、大型外航クルーズ船が安全に入出港できる航行環境及び操船に係る施設の確認・検討、岸壁の機能検討を行う。

本調査は、宮古港周辺海域の自然環境、航行環境等を調査し、大型旅客船（14 万総トン数及び 11 万総トン数）を対象船舶として入出港操船に与える影響、航行安全上の課題等を抽出して、大型旅客船の入出港に必要な船舶航行安全対策を策定することを目的とした。

2. 調査内容

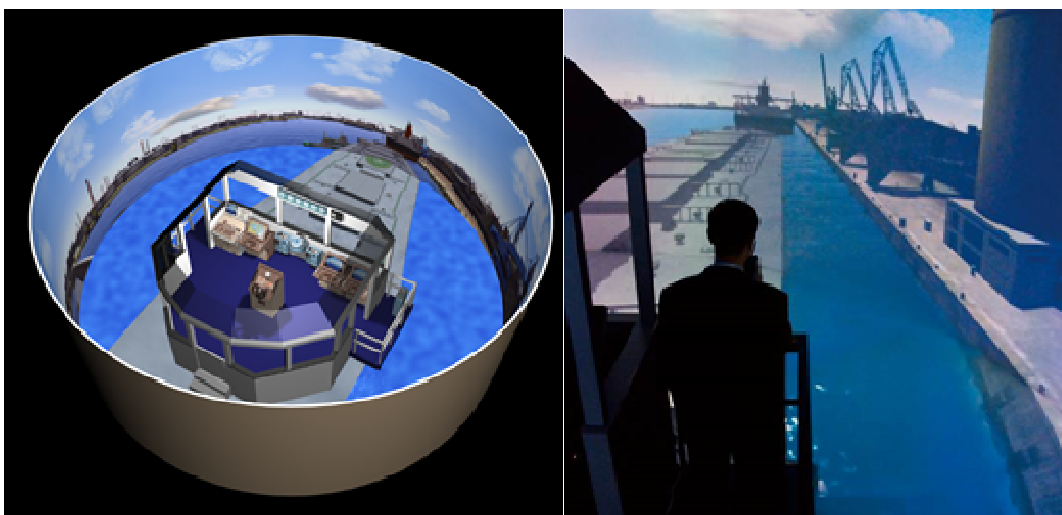
(1) 調査の概要と手順

宮古港藤原ふ頭における大型旅客船の受入れ計画及び宮古港の自然環境、航行環境等を踏まえ、対象船舶の入出港操船の安全性を検討するため、ビジュアル操船シミュレーションを実施して、風波浪が入出港操船に与える影響及び入出港に必要な航行安全対策等について検討した。

① 大型旅客船入出港操船の安全性の検討

宮古港に入港が予定されている大型旅客船を対象船舶として、ビジュアル操船シミュレーションを実施して、大型旅客船の入出港操船の安全性を検討するとともに、入出港の運用基準を策定することを目的とする。

外力条件、水域施設等の航行環境をビジュアル操船シミュレータに再現して、大型旅客船の入出港操船シミュレーションを実施し、入出港操船の安全性を検討した。



ビジュアル操船シミュレータの概観

② 大型旅客船係留中の安全性の検討

係留中の安全性を評価するため、係留施設の配置の妥当性を確認することとともに、対象船舶が係留した場合の静的な係留限界風速を石油会社国際海事評議会（OCIMF：The Oil Companies International Marine Forum、以下「OCIMF」という）の指針に沿って検討した。

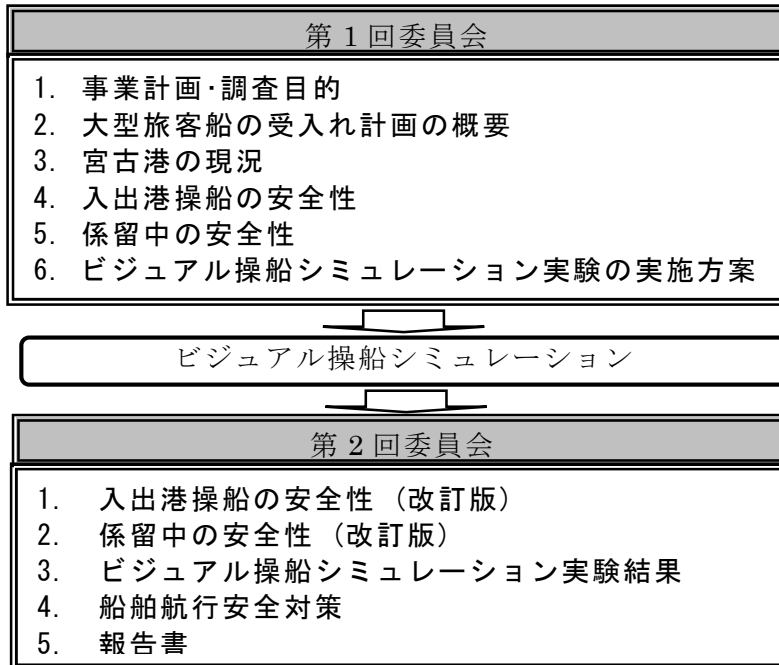
検討箇所



(2) 調査結果

＜航行安全対策の検討フロー＞

航行安全対策は、次に示すフローに従い、2回の委員会及びビジュアル操船実験により、対象とする船型について検討した。

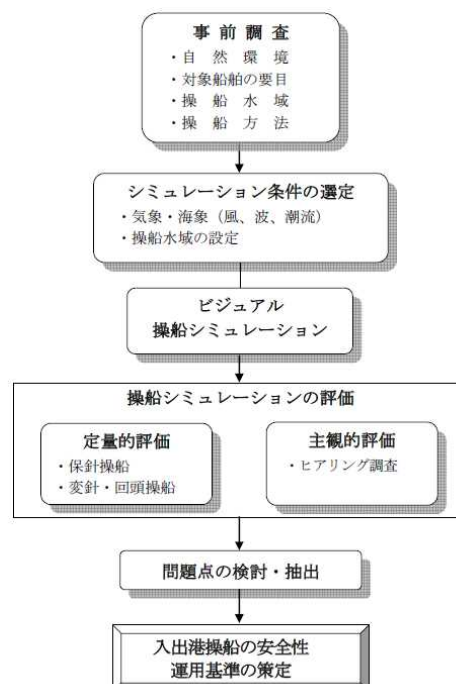


① 大型旅客船入出港操船の安全性の検討

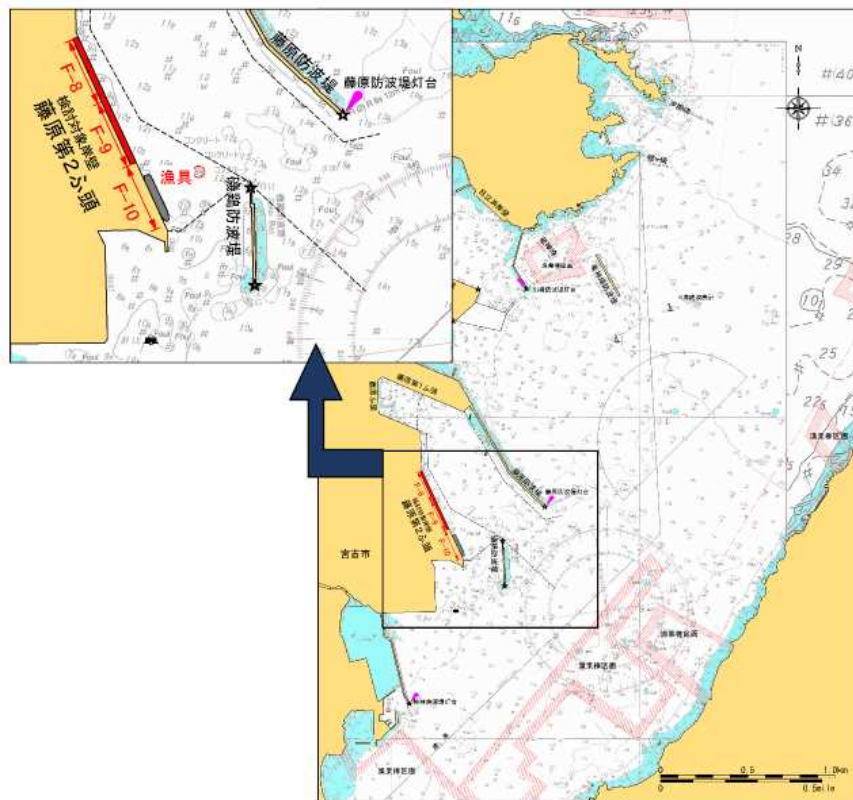
1) ビジュアル操船シミュレーション実験

外力条件、水域施設等の航行環境をビジュアル操船シミュレータに再現して、大型旅客船の入出港操船シミュレーションを実施し、入出港操船の安全性を検討した。

検討のフロー図



実験対象海域



シミュレーション実施当日のスケジュール

日付	時間割			ケース 番号	入出港	時間帯	着岸舷	風		波 (港外波)		備考	所要時間						
								風向	風速	波向	波高								
1月26日 (木)	13:00	～	13:25	挨拶・全体説明									(25分)						
	13:25	～	14:05	2	入港	昼間	入船 左舷付け	SSE	10m/sec	NE	1.5m	—	(40分)						
	14:05	～	14:55	6	出港		出船 右舷付け	calm				ログ再生	(20分)						
	14:55	～	15:15	1※1	入港			calm				ログ再生	(10分)						
	15:15	～	15:25	5※1	出港														
	15:25	～	15:40	休憩									(15分)						
	15:40	～	16:30	3	入港	昼間	入船 左舷付け	NNE	10m/sec	NE	1.5m	—	(50分)						
	16:30	～	17:15	7	出港									(45分)					
	17:15	～	17:45	総括・追加シミュレーションの検討									(30分)						
1月27日 (金)	9:00	～	9:45	4	入港	昼間	入船 左舷付け	WSW	10m/sec	—	—	—	(45分)						
	9:45	～	10:30	8	出港	薄暮	NE	12m/sec	12m/sec	NE	1.5m	—	(45分)						
	10:30	～	10:45	休憩									(15分)						
	10:45	～	11:10	9※2	入港	昼間							入船 左舷付け	NNE	8m/sec	—	(25分)		
	11:10	～	11:25	11※2	出港	昼間							入船 左舷付け	NNE	8m/sec		(15分)		
	11:25	～	12:10	10※2	入港	昼間							出船 右舷付け	NNE	8m/sec		(45分)		
	12:10	～	12:30	全体総括・終了									(20分)						

ビジュアル操船シミュレーション実験実施状況



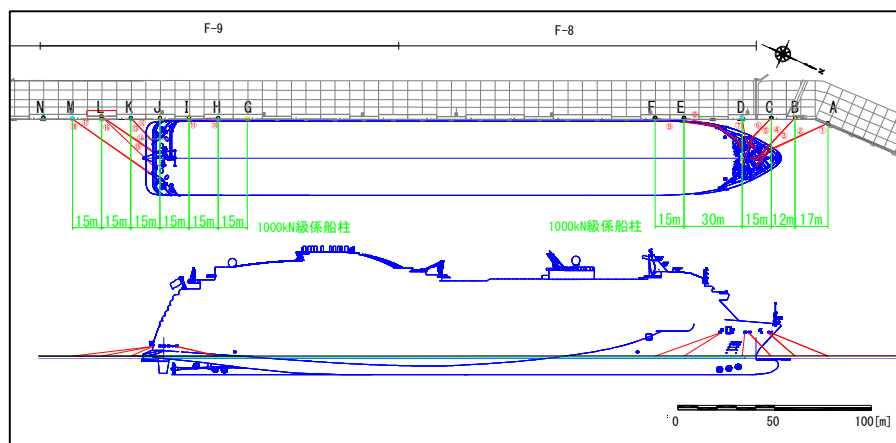
ビジュアル操船シミュレーション実験画像一例



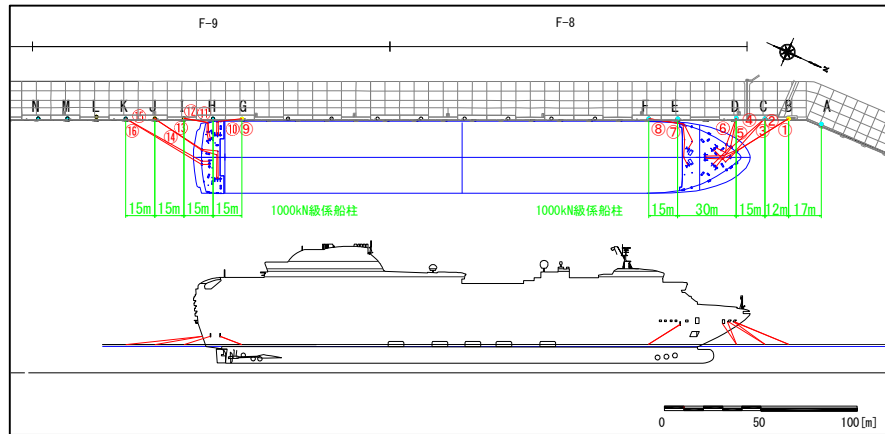
② 大型旅客船係留中の安全性の検討

係留中の安全性を評価するため、係留施設の配置の妥当性を確認することとともに、対象船舶が係留した場合の静的な係留限界風速を石油会社国際海事評議会（OCIMF：The Oil Companies International Marine Forum、以下「OCIMF」という）の指針に沿って検討した。

14 万総トン級大型旅客船の係留想定図



11 万総トン級大型旅客船の係留想定図



対象船舶の係留限界風速の算出結果

(1) 11 万総トン級大型旅客船

バースに設置が計画されている係船柱を使用した係留想定図に基づいて、11 万総トン級大型旅客船の係留限界風速を OCIMF の指針に沿って算出した結果、相対風向 50° 、風速 14.83m/sec (28.83 ノット) のとき、スターンラインの係留索⑭が安全使用荷重 (437kN) に達する結果となった。なお、突風率 1.4 を考慮すると、平均風速 10.59m/sec (20.59 ノット) となる。

(2) 14 万総トン級大型旅客船

バースに設置が計画されている係船柱を使用した係留想定図に基づいて、14 万総トン級大型旅客船の係留限界風速を OCIMF の指針に沿って算出した結果、相対風向 130° 、風速 16.79m/sec (32.64 ノット) のとき、船首ブレストラインの係留索⑤が安全使用荷重 (437kN) に達する結果となった。なお、突風率 1.4 を考慮すると、平均風速 11.99m/sec (23.31 ノット) となる。

本試算結果は、対象船舶が係留中に受ける風圧力(定常風)と対象船舶の係留力が静的に釣り合うものと仮定した場合の係留限界風速であり、実際の運用においては、風波浪による船体動揺などの動的要素を考慮した検討をする必要があると考えられる。

<船舶航行安全対策>

1) 安全性の検討結果

宮古港に入港が計画されている 11 万総トン級大型旅客船および 14 万総トン級大型旅客船について、入出港操船および係留の安全性の基礎的検討を行うとともに、14 万総トン級大型旅客船のビジュアル操船シミュレーション実験を実施した。検討結果を整理し、安全対策を策定するための基礎資料とした。

入出港操船および係留の安全性の基礎的検討結果（1/2）

検討項目		検討結果
入出港・係留の基礎検討	航路幅員	最狭部となる防波堤間の航路幅員は 285m であり、11 万総トン級大型旅客船の全長 $L=288.3\text{m}$ に対する航路幅員は $0.98L$ 、14 万総トン級大型旅客船の全長 $L=330.0\text{m}$ に対する航路幅員は $0.86L$ となり、船舶の行き会いを想定しない航路において適切とされる幅員 $0.5L$ 以上が確保されている。なお、確保される幅員が $1.0L$ 未満であることから、航行を支援する設備等の安全上の対策を十分に図ることが望ましい。
	回頭水域の広さ	対象岸壁の前面水域では回頭円が確保できないものの、藤原防波堤～磯鷄防波堤間の沖合いにおいて、 $2.0L$ （11 万総トン級：576.6m、14 万総トン級：660.0m）を直径とする回頭円が確保されている。
	航路・泊地水深	港外から港口（藤原防波堤～磯鷄防波堤間）に至るまでの通航路の最浅部は -11.9m であり、対象船舶の最大喫水（11 万総トン級：8.57m、14 万総トン級：8.55m）の 10% を越える余裕水深は確保されている。 泊地内は、計画水深は -10m であるが、に水深 -8.5m の浅所（漁具）が存在し、岸壁前面にも水深 -10m より浅い部分が存在するので、最大喫水の 10% 以上の余裕水深を確保するため、水深 -9.43m （11 万総トン級）以深となるよう浚渫等により水深を確保することが必要である。
	横移動可能な限界風速	15cm/sec の横移動速度が得られる限界風速 ・ 11 万総トン級大型旅客船：13.3 m/sec ・ 14 万総トン級大型旅客船：16.5 m/sec
	許容最大着岸速度	相対的に大型船型である 14 万総トン級大型旅客船が、着岸速度 10cm/sec 以上で着岸できるよう、吸収エネルギー $261.2\text{kN}\cdot\text{m}$ 以上の防舷材に取り替える計画である。
	岸壁の長さ	係留索の張り出し索長は、概ねバランスのとれた配置とできる。係留索の張り出し角度は、一部が「技術基準」が推奨する角度に比べ少し小さくなるため、船体横方向からの離岸風（変動風）の影響を受けやすくなることが懸念されることから、係留索配置の妥当性について係留限界風速を試算して確認する。
	防舷材の配置	既設防舷材の設置間隔は 15m であり、対象船舶のパラレルボディに対して防舷材が適正に配置されるが、新替する防舷材の配置については、その取り付け位置、方向および間隔等を詳細に検討する必要がある。

入出港操船および係留の安全性の基礎的検討結果（2/2）

検討項目		検討結果
入出港・係留の基礎検討	曲柱・直柱の配置	大型旅客船は「技術基準」の示す標準値の総トン数を超過する船舶であることから、対象バースに設置が計画されている係船柱が対象船舶の係留に適するかどうかは、係留計画に基づく係留限界風速を試算して確認する必要がある。
	OCIMF 係留限界風速	OCIMFの指針に基づき係留限界風速を試算した結果、以下のとおりであり、想定される係留状況は、対象船舶の係留に適したものと考えられる。 ・11万総トン級大型旅客船：14.83m/sec（10.59m/sec） ・14万総トン級大型旅客船：16.79m/sec（11.99m/sec） （ ）は突風率1.4を考慮した係留限界風速を示す。

ビジュアル操船シミュレーション実施結果

ビジュアル操船シミュレーション	シミュレーション結果に基づく運用基準	<14万総トン級大型旅客船> ○風速：10m/sec以下 ○波高：港外波高1.5m以下 ○視程：1マイル以上 ○着岸速度：10cm/sec以下 ○着岸舷：入船左舷付けを基本とする。 風速などの状況が許せば、出船右舷付けも可能とする。 ○曳船支援：3,100馬力以上の曳船×1隻 ○入出港の時間帯：日出～日没前までとする。 なお、やむを得ず出港時間が遅延した場合は、薄暮での出港も可能とする。 なお、11万総トン級大型旅客船の運動性能を比較・検討した結果、上記の運用基準を11万総トン級大型旅客船にも準用可能と考えられる。

入出港の運用基準（案）

風速	10m/sec以下
波高	港外波高1.5m以下
視程	1マイル以上
着岸速度	10cm/sec以下
着岸舷	入船左舷付けを基本とする。 風速などの状況が許せば、出船右舷付けも可能とする。
曳船支援	3,100馬力以上の曳船×1隻
入出港時間	日出～日没までの間とする。 なお、やむを得ず出港時間が遅延した場合は、薄暮での出港も可能とする。

＜船舶航行安全対策＞

1) 入出港操船

① 入港操船

- 対象船舶は受風圧面積が大きいことから、風圧力による船体の圧流に留意して、保針操船する。
- アプローチ操船においては、低速力となり、横風を受ける場合は船体が大きく風下側へ圧流される。大角度変針操船または回頭操船を伴うため、相対風向を考慮して、スラスターや曳船により、早めに船体姿勢の制御を行う。また、圧流が加速されると対応が難しくなることから、速力低減するタイミングに留意すると共に、できるだけ早めに制御することが必要である。
- 大型旅客船の船橋は船首部にあり、対象船舶の前方のブラインドゾーンは32mと前方視野は広く、障害物との離隔距離は把握し易いが、正横より後方の視野が制限されることから、後方の障害物との離隔距離に十分留意することが必要である。
- 対象岸壁に設置が計画されている防舷材の性能から、着岸時の着岸速度は10cm/sec以下に制御することが必要であるので、着岸時の風向の変化・風速の増減に留意して、過大な着岸速度にならないよう留意する。
- 養殖棚が操船水域至近に存在するため、藤原防波堤沖合いでの大角度変針操船や回頭操船に際しては、防波堤や養殖棚に接近しすぎないように、船体位置や船体姿勢制御に注意する必要がある。
- 1 マイルの視界制限状態では、操船目標が順次視認可能となり、入出港操船は可能と考えられるが、曳船を前方警戒に活用することにより、安全性が高まると考えられる。

② 出港操船

- 入船左舷付けからの離岸後、後進航行して回頭水域に至るまで、船体の風下への圧流が大きくなることに留意して、スラスターや曳船により、早めに船体姿勢の制御を行う。出船右舷付けからの離岸後も、前進速力が得られるまでは、船体の風下への圧流が大きくなることに留意すること。
- 回頭操船後に増速しながら港外に向けて航行する際、低速力では船体が大きく風下側へ圧流されるので、スラスターにより、早めに船体姿勢の制御を行う。
- 養殖棚が操船水域至近に存在するため、藤原防波堤沖合いでの大角度変針操船や回頭操船に際しては、防波堤や養殖棚に接近しすぎないように、船体位置や船体姿勢制御に注意する必要がある。
- 薄暮の出港は問題ないが、暗くなる前までに防波堤間を通過しておいた方がよい。また、漁具等の視認が難しくなるので注意が必要である。

2) 係留中

対象船舶が係留中に受ける風圧力と船舶の係留力が静的に釣り合うものと仮定した場合の係留限界風速は、表 1.3.2-1 のとおりである。

対象船舶の係留中においては、最新の気象・海象の予測情報および係留限界風速をふまえて、係留限界風速を超えることが予想される場合は、出港の運用基準の範囲内で余裕を持って離岸することが必要である。

対象船舶の静的な係留限界風速

対象船舶	係留限界風速 (OCIMF)
11 万総トン級大型旅客船	入船左舷付け : 14.83 m/sec (10.59m/sec)
14 万総トン級大型旅客船	入船左舷付け : 16.79 m/sec (11.99m/sec)

() は突風率 1.4 を考慮した係留限界風速を示す。

また、風の影響が大きい場合や外洋からのうねりが進入してくる場合は、船体動揺による係留索の切断等の不測の事故が生じる可能性があることから、以下の点に留意する。

- ① 船体動揺による係留索の切断等の事故を避けるため、係留索はできるだけ船首尾にバランス良く配置するとともに、必要に応じて係留索を増し取りする。
- ② 1 つの係船柱に数多くの係留索を係止しても、係船柱の強度以上に係留力を増加させることはできないことから、係留索を複数の係船柱に分散させる等、係船柱の強度をふまえて、係留索を適切に配置する。
- ③ 係留中は定期的に係留索の状況をチェックし、できる限り係留索を均等に張り合わせる。なお、大きな船体動揺に対する応急処置として、船首尾のスラスタにより本船を岸壁側に押しつけ、船体動揺を抑制することも有効である。

3) 地震津波・台風対策

地震津波、台風、異常気象等の安全対策は、「宮古港船舶津波・台風等異常気象対策協議会細則」を遵守する。

4) 防舷材の配置

既設防舷材の設置間隔は 15m であり、対象船舶のパラレルボディに対して防舷材が適正に配置されるが、新替する防舷材の配置については、その取り付け位置、方向および間隔等を詳細に検討する必要がある。

3. 基盤整備の見込み・方向性

宮古港においては、今回調査対象とした大型クルーズ船について一定の条件のもとで安全に入出港することが可能であることが確認できた。このことにより、今後、クルーズ船社に対する誘致活動を積極的に展開していくことが可能になる。

一方、対象とした宮古港藤原岸壁において、大型クルーズ船の接岸、係留のために必要な施設整備を行っていく必要があることを確認したことから、防舷材、係船柱の整備に取り組む。

4. 今後の課題

- ・ 泊地及び岸壁前面に浅い部分が存在するので、測量・浚渫を行い、余裕水深を確保する必要がある。
- ・ 大型船である 14 万総トン級大型旅客船に対応した防舷材、係船柱に取り替える必要がある。
- ・ 安全管理体制を確立するために、港湾利用者等と運航時間やバース利用調整を行うとともに、必要な安全対策を確実に履行する必要がある。