

姫路港における大型クルーズ船受入機能強化基盤整備調査

(調査の背景・目的)

姫路港は、瀬戸内海に位置する国際拠点港湾で、近畿のエネルギー供給拠点として我が国の経済に重要な役割を果たしている。一方で、姫路港は古くは「飾磨江」「飾磨津」と呼ばれ、遣唐使船も寄港する瀬戸内海航路の要衝、播磨の海の玄関口として栄えてきた。現在では、家島諸島への定期航路や小豆島への定期フェリー航路が運航しているほか、毎年数隻のクルーズ客船が寄港しており、平成29年3月には飛鳥Ⅱが姫路港に初入港する予定である。

姫路港周辺には、世界遺産姫路城をはじめ観光資源が豊富なため、クルーズ客船を誘致し、観光客の増加による地域経済の活性化、交流人口の拡大を図る必要がある。

本調査では、姫路港における大型クルーズ船を受け入れるために必要となる港湾施設の検討並びに入出港する際の安全対策を策定する。

調査成果

調査の対象船舶となる大型クルーズ船は、全長約290m、総トン数11万6千総トンとし、入出港時の数値シミュレーション及びビジュアル操船シミュレータ実験の結果を踏まえ、姫路港における大型クルーズ船の入出港に係る航行安全対策を策定するとともに、必要な基盤整備の検討を行った。

①大型クルーズ船入出港時における航行安全対策の検討

接岸時及び係留時の安全性の検討

接岸速度10cm/secでは、防舷材V-600H×2400Lを15m間隔で設置する必要がある

風速15m/secで安全に係留するためには、1500kN型係船柱を船首尾に1基ずつ設置する必要がある。

入出港安全対策の策定

【入出港中止基準】

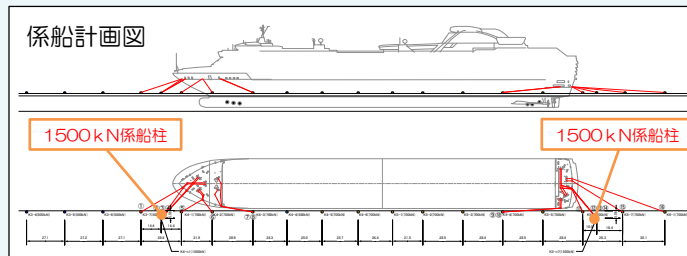
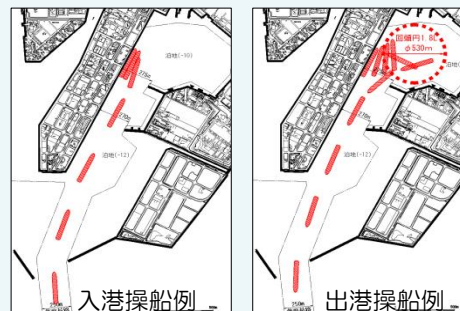
風速	平均風速8m/secを超える場合
波高	1.2mを超える場合
視程	1,500m以下の場合

【船舶交通の調整等】

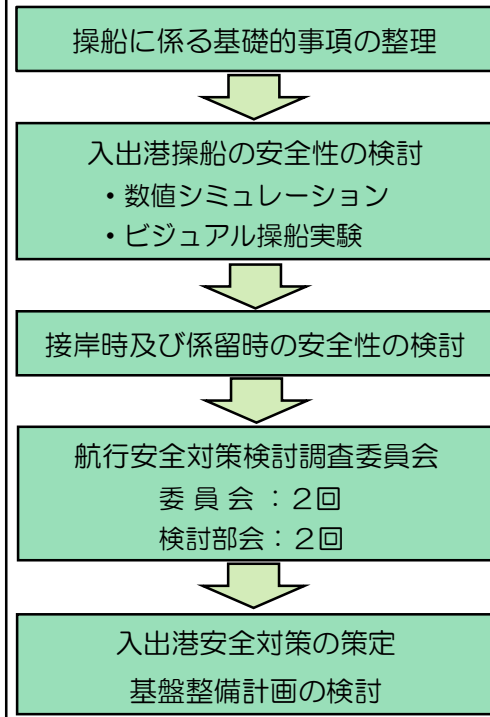
- ・入出港する大型クルーズ船と他の船舶とが行き会わないようにすること。
- ・大型クルーズ船が着離岸するときは、隣接する岸壁で他の船舶が同時着離岸することがないようにすること。
- ・入出港に当たっては、タグボート1隻及び警戒船1隻を配備すること。

②大型クルーズ船の転回(回頭)に必要な水深確保のための浚渫量検討

対象船舶が入出港するために必要となる水深は9.5m(喫水8.57m×1.1=9.43m≒9.5m)以上となる。航路等の水深測量を実施した結果、図に示すように対象岸壁前及び回頭領域における一部の範囲で9.5mより若干浅い箇所があったため、大型クルーズ船の航行安全を確保するために浚渫が必要である。(浚渫量は約4.5万m³)



(調査の手順)



基盤整備の見込み・方向性

- ・接岸時の安全性を確保するために防舷材を更新(H28整備完了)
- ・係船時の安全性をより向上させるために係船柱2基設置(H29整備予定)
- ・対象船舶に対する必要水深を確保するために泊地の一部を浚渫(H29整備予定)

今後の課題

- ・基盤整備の着実な推進
- ・官民一体となってクルーズ客船の誘致・受け入れ体制を強化

姫路港における大型クルーズ船受入機能強化基盤整備調査

調査主体	兵庫県		
対象地域	兵庫県姫路市	対象となる 基盤整備分野	港湾

1. 調査の背景と目的

姫路港は瀬戸内海の東部、播磨地域の中央部に位置する国際拠点港湾で、発電所やLNG施設が立地する近畿のエネルギー供給拠点として、隣接する重要港湾「東播磨港」とともに、我が国の経済に重要な役割を果たしている。

一方、姫路港は古くは「飾磨江」^{しかまえ}「飾磨津」^{しかまつ}と呼ばれ、瀬戸内海を往来する船はもとより、遣唐使船も寄港する瀬戸内海航路の要衝、播磨の海の玄関口として栄えてきた。現在では、家島諸島への定期航路や小豆島への定期フェリー航路が運航しているほか、毎年数隻のクルーズ船が寄港しており、平成29年3月には飛鳥Ⅱが姫路港に初入港する予定である。

姫路港周辺には、世界遺産姫路城をはじめ、書寫山圓教寺^{しよしゃざんえんぎょうじ}や好古園^{こうこえん}、少し足を伸ばせば、砥峰高原^{とのみねこうげん}や天空の城竹田城、家島諸島、時期が合えば灘のけんか祭りなどの観光資源が豊富で、クルーズ観光の拠点となるポテンシャルは充分にある。世界遺産姫路城がリニューアルオープンしたことによって大きく高まった魅力を最大限に活用し、クルーズ船誘致を強力に推進する必要がある。

本調査では、姫路港へ大型クルーズ船の寄港を実現させ、観光客の増加による地域経済の活性化、交流人口の拡大を図るため、姫路港における大型クルーズ船を受け入れるために必要となる港湾施設の検討並びに入出港する際の安全対策を策定する。

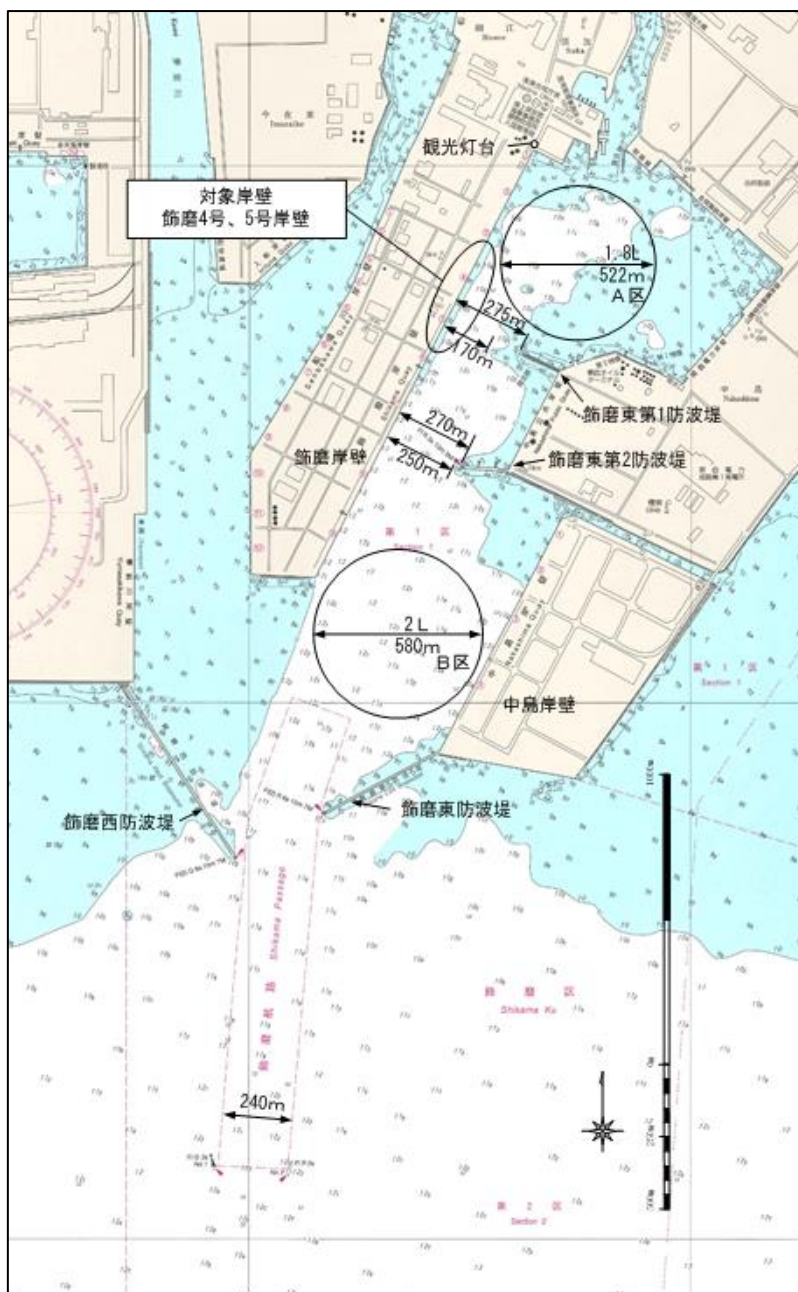


2. 調査内容

(1) 調査の概要と手順

調査の対象船舶となる大型クルーズ船は、全長約 290m、総トン数 11 万 6 千総トンとし、入出港対象岸壁は、飾磨 4 号・5 号岸壁とする。

入出港に際し、港湾の施設の技術上の基準・同解説に定められた標準的な航路幅や転回場（回頭領域）が確保できないことから、学識経験者、港湾利用者、海事関係者、行政関係者からなる「姫路港大型クルーズ客船の入出港に係る航行安全対策検討調査委員会」を設置し、ビジュアル操船シミュレータ実験結果を踏まえ、姫路港における大型クルーズ船の入出港に係る航行安全対策を策定するとともに必要となる港湾施設整備の検討を行う。



入出港対象岸壁(飾磨 4 号・5 号岸壁)に至る港湾施設の概要

①大型クルーズ船入出港時における航行安全対策の検討

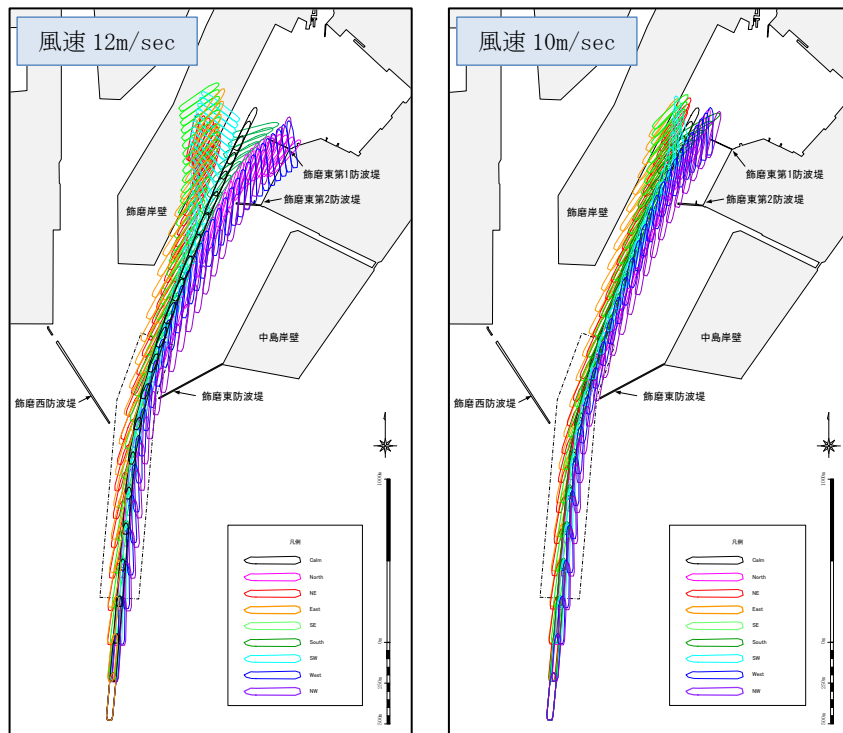
対象クルーズ船のビジュアル操船シミュレーター実験を実施し、航行安全対策検討会委員会により航行安全対策の検討を行う。調査の手順を以下に示す。

1) 操船に係る基礎的事項の整理

対象となる港湾施設の状況や気象・海象状況等を整理し、対象船舶の運動性能をモデル化する。

2) 入出港操船の安全性の検討

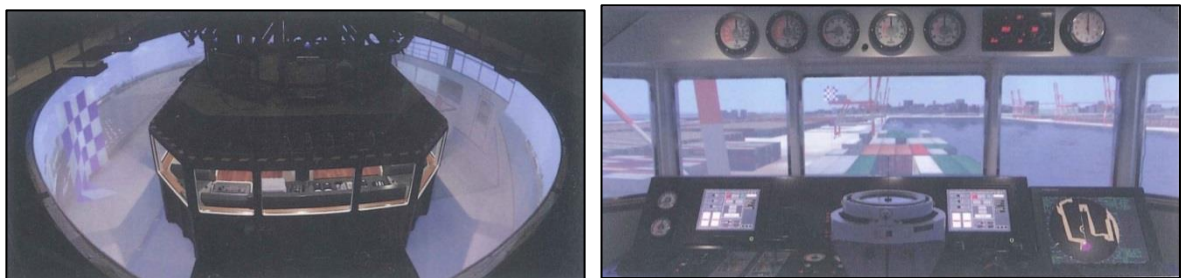
気象・海象状況から操船に及ぼす影響が大きい風向・風速、波浪を選定し、数値シミュレーションを実施する。数値シミュレーションでは、入出港する船舶の運動性能、風等の外力条件が船体運動に与える傾向を定量的に把握する。



数値シミュレーション結果の抜粋(風速 12m/sec 及び 10m/sec 入港時)

その結果から、安全に入出港できる可能性がある風向・風速、波浪等を条件として数ケースの操船局面を設定し、ビジュアル操船シミュレーター実験を行い、大型クルーズ船の操船の安全性を検討する。

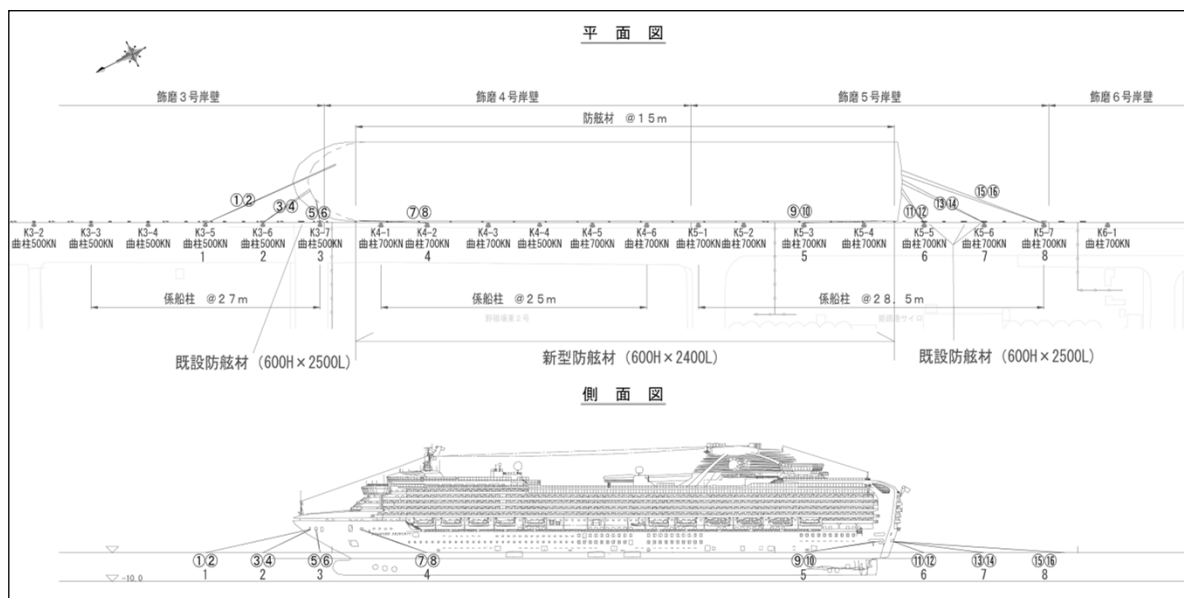
ビジュアル操船シミュレーター実験は、360° 水平視野と下方視野を備え、かつ実船と同様の航海計器を備えたフルミッション・ブリッジ操船シミュレーター装置を使用し、港湾の水域環境及び係留岸壁・周辺景観等を再現して行う。



ビジュアル操船シミュレーター装置

3) 接岸時及び係留時の安全性の検討

対象船舶の係留計画を基に、防舷材や係船柱の能力から許容接岸速度や係留限界風速を算定し、接岸時及び係留時の安全性を検討する。



対象船舶の係留計画図

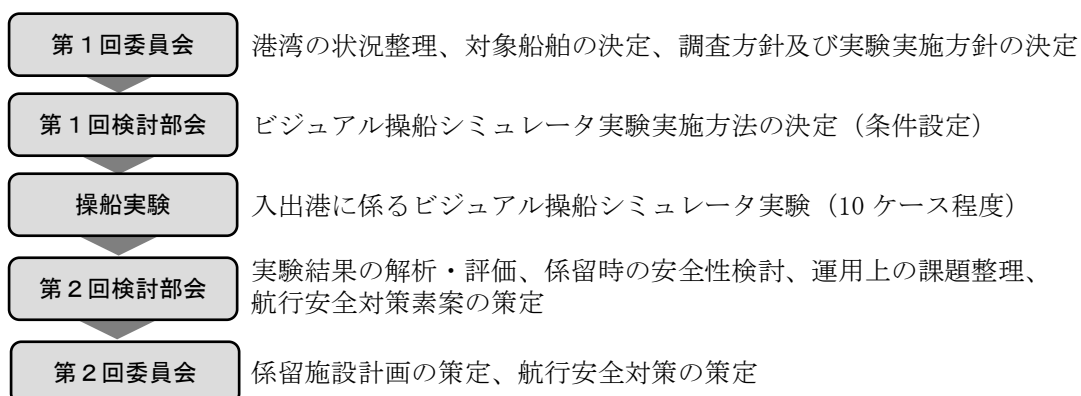
対象岸壁(飾磨 4号・5号岸壁)の概要

施設区分	飾磨 4号岸壁	飾磨 5号岸壁
延長	170m	170m
防舷材	V-600H×2400 L 設置間隔 15.0m	V-600H×2400 L (船尾部3基分は2500 L) 設置間隔 15.0m
係船柱 (索設置予定箇所)	700kN 型 設置間隔 25.0m	700kN 型 設置間隔 28.5m
	※対象船舶の係留には、飾磨 3号岸壁の係船柱も使用する。 500kN 型 設置間隔 27.0m	

4) 委員会等の開催

ビジュアル操船シミュレータ実験結果及び防舷材や係船柱の検討結果を航行安全対策検討調査委員会において審議する。

●調査・検討フロー



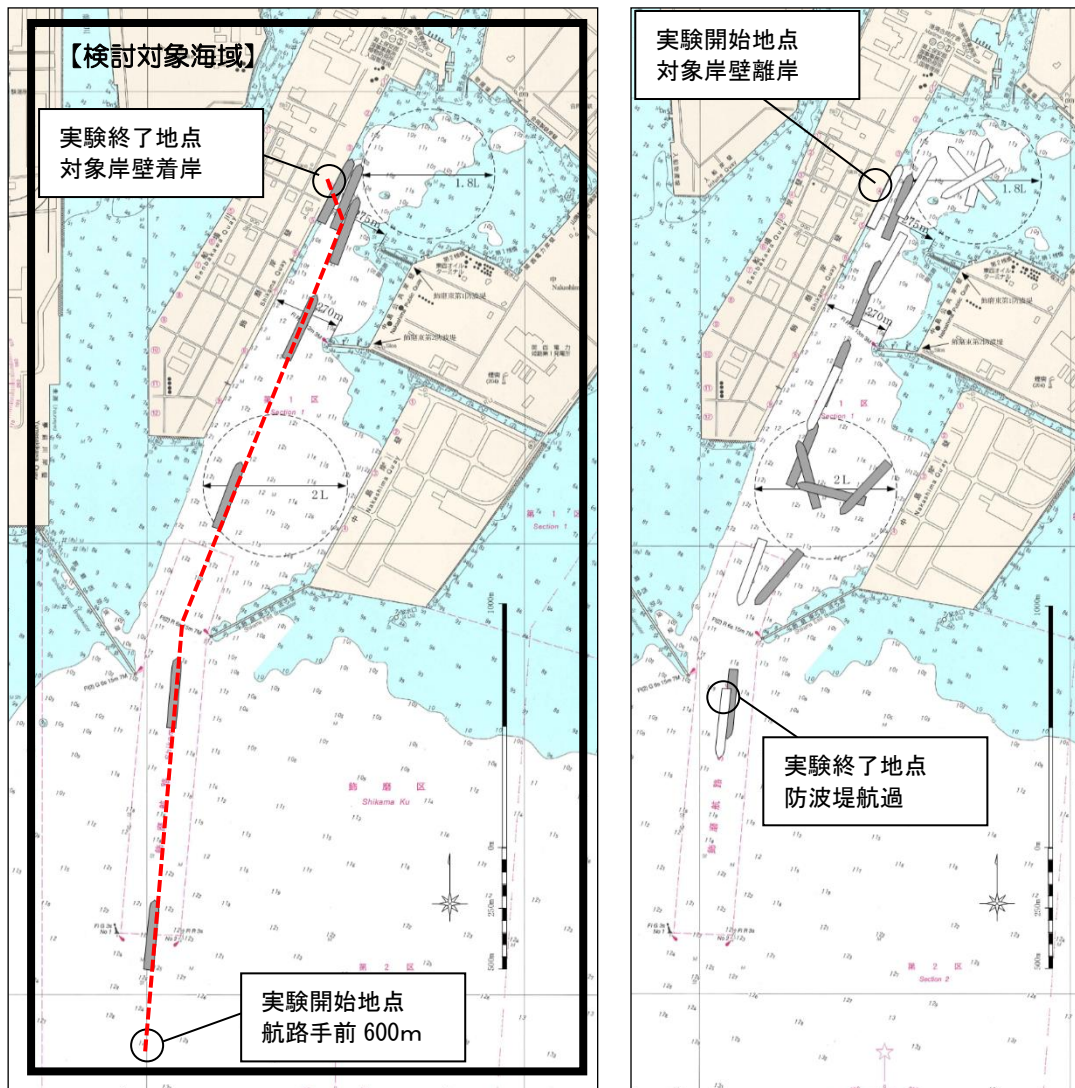
②大型クルーズ船の転回（回頭）に必要な水深確保のための浚渫量検討

対象となるクルーズ船が必要とする水深は確保されていることを前提にビジュアル操船シミュレータ実験を行うため、ビジュアル操船シミュレータ実験の結果から必要となる回頭領域等において、実際に必要な水深が確保されているか水深調査を行う。浚渫が必要な箇所が判明した場合、浚渫量を算出する。

(2) 調査結果

①大型クルーズ船入出港時における航行安全対策の検討

ビジュアル操船シミュレータ実験において検討する操船局面は、飾磨航路手前付近～飾磨4号・5号岸壁までの海域とした。また、入出港時の実験開始・終了位置は下図のとおりである。



対象海域及び入出港時の実験開始・終了位置

1) 実験で設定する外力条件等

風向については、ヒアリング結果及び数値シミュレーション結果から操船上影響があると思われる風向を選定した。

風速については、数値シミュレーション結果における圧流や切り上がりの状況から、平均風速10m/sec程度が機関・舵のみ（スラスト無し）での制御のほぼ限界と見られたため、平均風速10m/secを上限值として設定し、風速8m/secも外力条件として設定した。

潮流については、大潮期の最強流速から、航路正横方向となる West0.5 ノット、SE0.4 ノットを設定した。

航路内には定期旅客船等が航行しているが、他船交通については、行き会い調整を行う予定であるため設定しない。ただし、先端の公共岸壁には貨物船が長期間停泊することがあるため、停泊船を考慮した。

2) ビジュアル操船シミュレータ実験の結果

(ア) 入港操船

対象船舶は受風面積が大きく風の影響を強く受ける船型であり、風速 10m/sec では船体の風下への圧流が大きくなり、風向が変化すると変針操船と回頭操船の難易度は高く、外力条件が強風となる場合、特に着岸に向けて減速する入港操船時のドリフト角が大きく、操船者の心理的負担感が大きかった。

一方、風速 8m/sec ではこれらの外力影響が小さくなり、操船の制御状況から見ると比較的余裕を持って入港できることが確認された。

よって、風速 8m/sec であれば、風と潮流の影響があることから慎重な操船が必要となるが、入港操船の安全性は確保されていると考えられる。

(イ) 出港操船

出港時における南側泊地内での回頭操船では、比較的強い外力影響の下で長距離を後進する操船局面において針路不安定で制御余裕が少ない状況が見られたことから、北側泊地内での回頭領域を主として実験を行った。

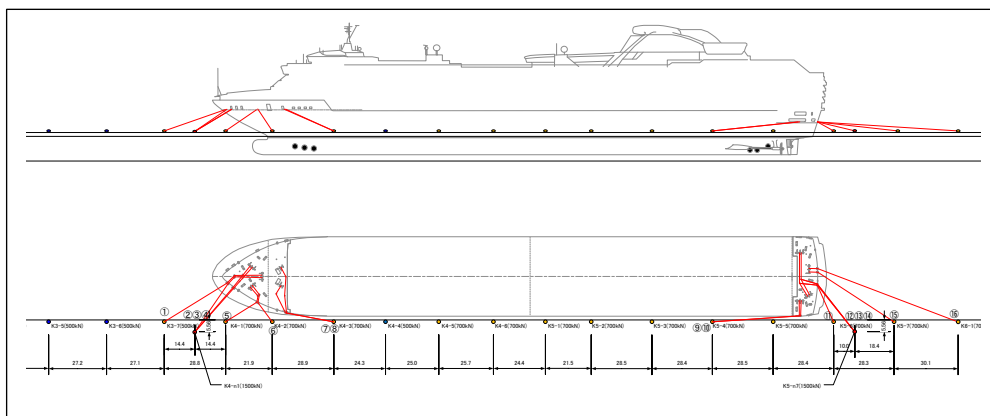
実験の結果、北側泊地内での回頭操船終盤から早めの増速を行うことにより、風速 10m/sec においても圧流を制御して出港は可能であったが、停泊船通過時の船速が平均 7 ノット前後と高くなった。停泊船に対する航走波の推定波高は、船速 7 ノットで沖 50m を通過すると 7cm 程度であり、荷役中断や係留索破断等の重大な事故には至らないと考えられるが、停泊船に与える影響について不安があるとの指摘があった。

なお、北側、南側の回頭領域いずれも回頭操船に要する支援力（スラスト能力）は十分確保されており、操船に要した水域は、2 L が確保されていない北側の回頭領域においても十分収まる結果となった。

3) 係留時の安全性の検討

現況の係船柱における 11 万 6 千総トン級の大型クルーズ船係留時の限界風速を算定した。

なお、係船柱は、飾磨 4 号・5 号岸壁の係船柱に加え隣接する飾磨 3 号岸壁の係船柱も使用することとした。



11 万 6 千総トン級大型クルーズ船の係留計画図

現況の係船柱を使用し係留索を船首尾 8 本ずつ、計 16 本配置した場合、限界風速は 12m/sec となった。これを超える風が連吹すると係船柱を破損させるおそれがある。

係留索の配置や係船柱の強度について、委員会で検討した結果、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」による風速 15m/sec でも安全に係留できるようにするためには、1500kN(150tf)係船柱を船首側と船尾側にそれぞれ 1 基、計 2 基設置する必要があることが判った。

4) 接岸時の安全性の検討

許容接岸速度を 10cm/sec と設定した場合、防舷材はV-600H×2400Lを 15mの間隔で設置する必要があることが判った。(対象船舶の接岸エネルギー190.4kN・mに対し、防舷材の吸収エネルギーが 190.8kN・m (10%の性能公差を考慮))

5) 入出港安全対策の策定

(ア) 入出港操船上の留意事項

[入港操船]

- ・飾磨航路出入航時は風向と潮流の影響に十分留意すること。
- ・横風による斜航角に留意すること。
- ・警戒船を活用して他船と行き会いを生じさせないようにすること。
- ・停泊船付近を航行する際は、速力を 5 ノット程度以下として、できるだけ離れて航行すること。
- ・岸壁に平行に横移動させ、接岸速度は 10cm/sec 以下で接岸すること。

[出港操船]

- ・回頭時は、岸壁と安全な離隔距離をとること。
- ・夜間に回頭操船を行うときは、回頭水域付近の浅所を明示するマーカー船（警戒船）を活用すること。
- ・警戒船を活用して他船との行き会いを生じさせないようにすること。
- ・停泊船付近を航行する際は、速力を 5 ノット程度以下として、できるだけ離れて航行すること。

(イ) 入港中止基準

ビジュアル操船シミュレータ

実験の結果を踏まえ、委員会において、入港中止基準を策定した。

- ・姫路港入域までに、着岸予定岸壁付近の最新の気象・海象情報を本船船長に情報提供すること。
- ・情報提供後に風速が強くなった場合は、随時風況について情報提供すること。
- ・出港は入港中止基準に準ずる。

入港中止基準

風速	平均風速 8m/sec を超える場合
波高	1.2mを超える場合
視程	1,500m以下の場合

(ウ) 船舶交通の調整等

- ・入出港する大型クルーズ船の飾磨航路入航から着岸まで及び離岸から飾磨航路出航までの間、

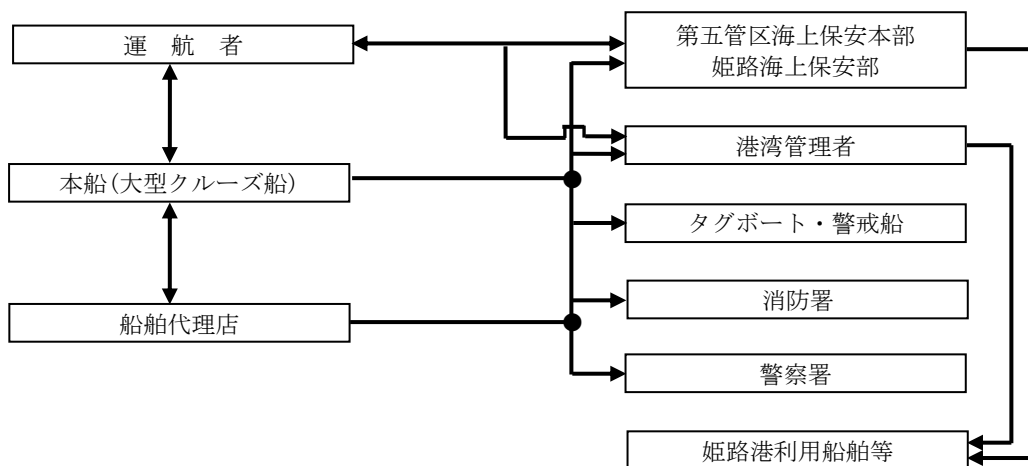
他の船舶と行き会わないようにすること。

- ・大型クルーズ船が着離岸するときは、隣接する岸壁で他の船舶が同時着離岸することがないようにすること。
- ・入出港に当たっては、3,500PS以上のタグボート1隻及び警戒船1隻を配備すること。

(エ) 荒天時等の対策

- ・大型クルーズ船の飾磨岸壁における係留は、係船柱の増設を行えば係留限界風速 15m/sec以下で運用することとし、風速 15m/sec以上の連吹が予想されるときは、十分余裕のある時期に港外へ避泊するよう努めること。
- ・港湾管理者は、津波警報、大規模地震の警戒宣言等が発令されたときは、直ちに大型クルーズ船に伝達し、乗客の安全を確保するとともに、直ちに港外の安全な場所へ避難するよう指導すること。

(オ) 緊急連絡体制

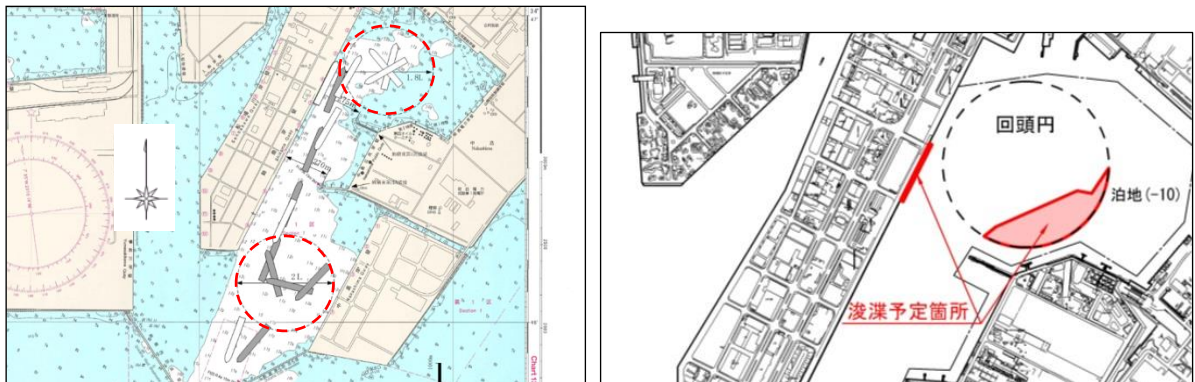


②大型クルーズ船の転回（回頭）に必要な水深確保のための浚渫量検討

下図に示す2つの回頭領域と航路の一部において、必要水深が確保されているか水深調査を行った。対象船舶が入出港する際の航路や転回に必要なエリア（回頭領域）における水深は、対象船舶の喫水に余裕水深10%を加えた9.5m（喫水8.57m×1.1=9.43m≒9.5m）以上必要となる。

航路及び回頭領域の水深測量を実施した結果、下図に示すように対象岸壁前及び北側回頭領域における一部の範囲で9.5mより若干浅い（現況水深：9.2m程度）箇所があることが判明した。大型クルーズ船の航行安全を確保するために浅い箇所を浚渫する必要がある。

浚渫量は、9.5mの水深を確保するために必要となる余掘量（計画水深9.5mに対し0.6m加えた水深を確保するために必要となる余分に掘る量）を加え、約4.5万m³となる。



回頭領域及び浚渫予定箇所

3. 基盤整備の見込み・方向性

今回の調査により、11万6千総トン級の大型クルーズ船の入出港について、委員会で策定した安全対策を遵守すれば、操船の安全性は確保されることが確認できた。ただし、係留索の配置や係船柱の強度について検討した結果、風速 15m/sec でも安全に係留できるようにするためには1500kN(150tf)係船柱を船首側と船尾側にそれぞれ1基、計2基設置する必要があることが判ったため、安全性をより向上させるために係船柱の整備を行う予定である。

また、水深調査により一部で浅くなっている箇所が判明したため、該当箇所の浚渫を行う予定である。

さらに、7基の簡易照明を90m間隔で設置することにより航行の安全性を確保する予定である。

これらの基盤整備を行うことによって、今後、姫路港へ大型クルーズ船が寄港することになれば、観光消費の増大により、姫路港の活性化、交流人口の拡大が図られるものと期待される。

なお、防舷材の設置については、本調査費の結果を踏まえて、平成28年度に社会資本整備総合交付金の港湾事業で施工した。また、係船柱の設置及び浚渫については、平成29年度に県単独費で施工し、同年度中の完了を目指す。

4. 今後の課題

今回の調査により、11万6千総トン級の大型クルーズ船を受け入れるための基盤整備の方向性が示されたため、それに従って整備を行う必要がある。

今後、姫路港の交流機能を強化するためには、基盤整備を着実に進めるとともに、クルーズ客やクルーに対する「おもてなし」が必要である。このため、姫路港では姫路市や商工会議所などで組織する「姫路港ポートセールス推進協議会」において積極的なポートセールス活動を行っているところであるが、より一層官民一体となってクルーズ船の誘致・受け入れ体制を強化していくことが重要である。