

# 那覇港航行安全の検討

## EXAMINATION OF THE NAHA HARBOR VESSEL CRUISE SAFETY

浦辺信一<sup>1</sup>・轟正彦<sup>2</sup>・吉平健治<sup>3</sup>・後藤嘉雄<sup>4</sup>

Shinichi URABE, Masahiko TODOROKI, Kenji YOSHIHIRA, Yoshio GOTOU

<sup>1</sup>正会員 那覇港湾・空港整備事務所長（〒900-0001 沖縄県那覇市港町二丁目6-11）

<sup>2</sup>那覇港湾・空港整備事務所 副所長（〒900-0001 沖縄県那覇市港町二丁目6-11）

<sup>3</sup>那覇港湾・空港整備事務所 建設専門官（〒900-0001 沖縄県那覇市港町二丁目6-11）

<sup>4</sup>元那覇港湾・空港整備事務所 工務課 調査係長（〒900-0001 沖縄県那覇市港町二丁目6-11）

Two routes of north Yamatoguchi and southern Touguchi are fixed in the Naha harbor. However, a Yamatoguchi route has narrow Entry-into-port part to the weather and billow conditions, and is difficult to navigate -- etc. -- since there is a problem on use, most of large vessels use Touguchi. On the other hand, it is expected by the deployment to the north Urasoe head area that the importance of a Yamatoguchi route will increase increasingly from now on. Then, it is necessary to regard a Yamatoguchi route as the main route of the Naha harbor, and to fix as a route which a large vessel tends to use. This examination reports what carried out the navigation simulation in order to verify the form of a route, and the safety of the navigation about arrangement of a breakwater, when a vessel uses a Yamatoguchi route.

**Key Words :** Navigation simulation, Safety of a cruise, Arrangement of a breakwater, port plan, route plan, beacon

### 1. 目的

那覇港には北の倭口および南の唐口の2航路があるが、コンテナ船をはじめとする入港船舶の大型化、新港ふ頭地区の更なる整備、浦添ふ頭地区への拡張等に伴う北方（浦添沖）への展開により、倭口航路の重要性が今後ますます高まるものと思われることから、倭口航路を那覇港の主航路と位置付け、大型船の利用し易い航路として整備する必要性が高まっている。一方、倭口航路は気象、海象条件等の制約に対して港口部が狭く、大角度変針を要するなどの利用上の問題から大型船のほとんどが利用されず、唐口を利用しているのが現状である。

本検討は、那覇港へ入出港する船舶が倭口航路を利用する場合の港湾施設（航路形状、防波堤配置など）に係る操船の安全性をシミュレーションにより検証し、対応策を検討するために実施したものを報告するものである。

なお、操船シミュレータは、プロジェクト関連ではすでに百件以上の実績がある（株）日本海洋科学の開発したものを利用することとした。

従来は、操船経験者の意見に基づき定性的に検討されていたものが、ヒューマンファクターを考慮し

て定量的に評価を行うことが可能となったこと及び船種、港湾、自然環境等を設定し、いろいろな条件下での訓練を実践しながらに実施できることから、本操船シミュレータを使用することとした。

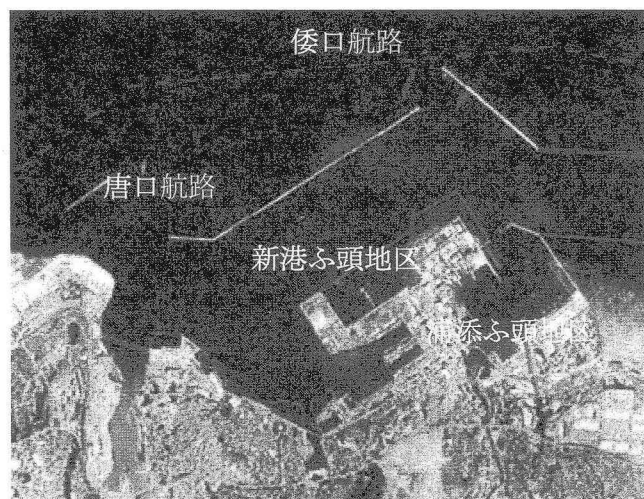


写真-1 那覇港航空写真

## 2. 実施内容

### (1) 実施概要

操船シミュレータ実験は、幅員300mの新倭口航路（案）（図-1参照）について、新港ふ頭地区の計画コンテナバースにおける受入最大船型の6万DWT型コンテナ船を対象とし、表-1に示す7ケースを実施した。また、現入港の最大船型の5万DWT型コンテナ船を対象に現状における倭口航路の操船性の問題点を把握するため、表-2に示す2ケースを実施した。なお、条件設定にあたっては、那覇港の風況および波浪、潮流、視程、水先人へのヒアリング結果等から操船に与える影響を考慮し設定した。

シミュレータ実験は、図-2のイメージ図に示すビジュアル式操船シミュレータ装置を使用し、操船は那覇水先区の水先人（1名）に依頼した。

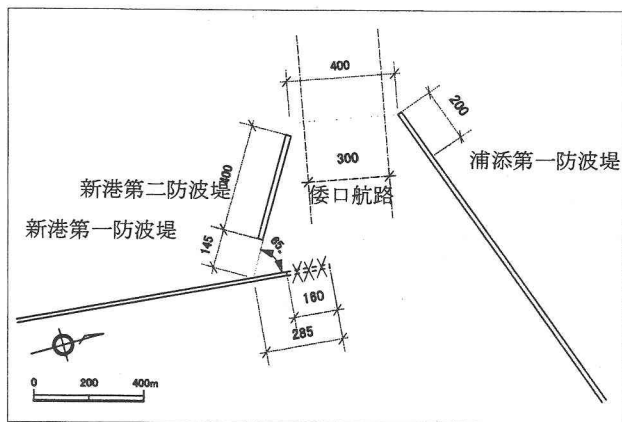


図-1 新倭口航路（案）

表-1 実験ケース（新倭口航路（案））

| ケース | 対象地区 | 入出港 | 対象船舶      |            | 対象<br>ふ頭 | 風   |             | 潮 流         |           | 備考                   |
|-----|------|-----|-----------|------------|----------|-----|-------------|-------------|-----------|----------------------|
|     |      |     | 船種        | 船型         |          | 風向  | 平均風速<br>m/s | 流向          | 流速<br>ノット |                      |
| 1   | 新港地区 | 入港  | コンテナ<br>船 | 6万<br>DWT型 | 11号      | NNW | 13m/s       | SW<br>(下げ潮) | 1.8       | 強風、強潮流下における入出<br>港実験 |
| 2   |      | 出港  |           |            |          |     |             |             |           |                      |
| 3   | 浦添地区 | 入港  |           |            | 12号      | NW  |             |             |           |                      |
| 4   |      | 出港  |           |            |          |     |             |             |           |                      |
| 5   | 新港地区 | 入港  |           |            | 11号      | NW  | 10m/s       | NE<br>(上げ潮) | 1.8       |                      |
| 6   |      |     |           |            |          | SSW |             |             |           |                      |
| 7   |      |     |           |            |          | NW  |             |             |           | SW<br>(下げ潮)          |

表-2 実験ケース（現状）

| ケース  | ①（入港） | ②（出港）   |
|------|-------|---------|
| 対象地区 | 新港地区  |         |
| 対象船  | コンテナ船 | 6万DWT型  |
| 対象ふ頭 | 9号    |         |
| 風    | 風向    | NNW     |
|      | 風速    | 平均13m/s |
| 潮流   | 流向    | SW（下げ潮） |
|      | 流速    | 1.8ノット  |

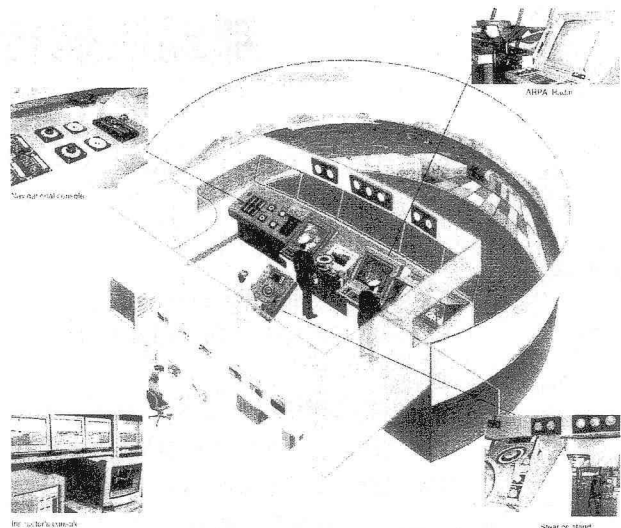


図-2 操船シミュレータ装置および概観

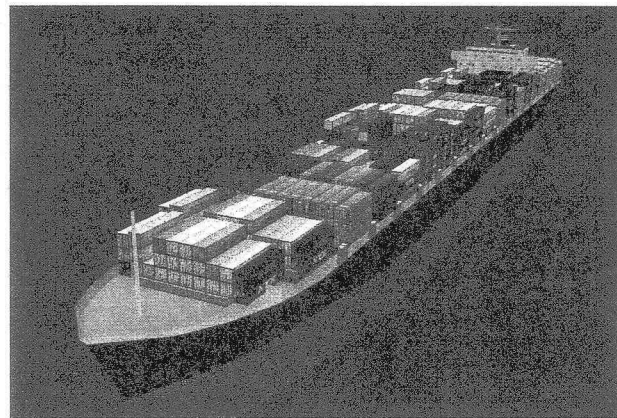


図-3 操船実験に使用した6万DWT型コンテナ船



図-4 シミュレータ実験状況

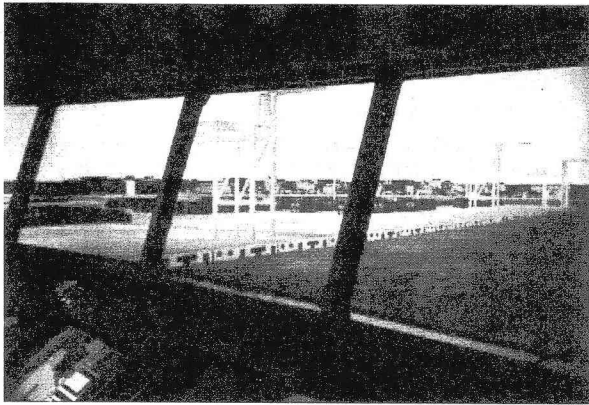


図-5 シミュレータ実験状況

(2) 対象港湾および操船実験の開始, 終了位置  
新倭口航路(案)および現状港湾の対象海域および実験開始, 終了位置をそれぞれ図-6, 7に示す。

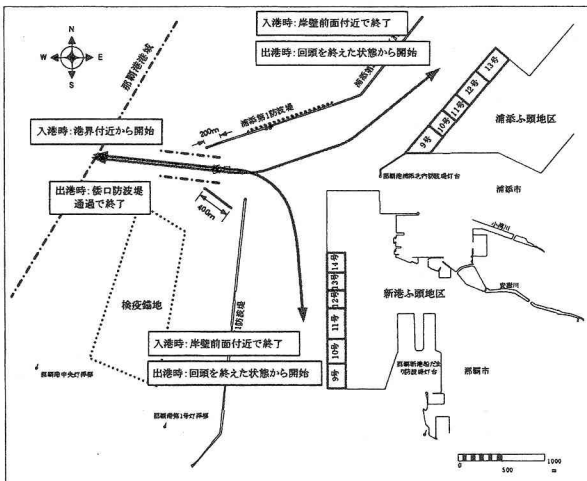


図-6 新倭口航路(案)における実験開始, 終了地点

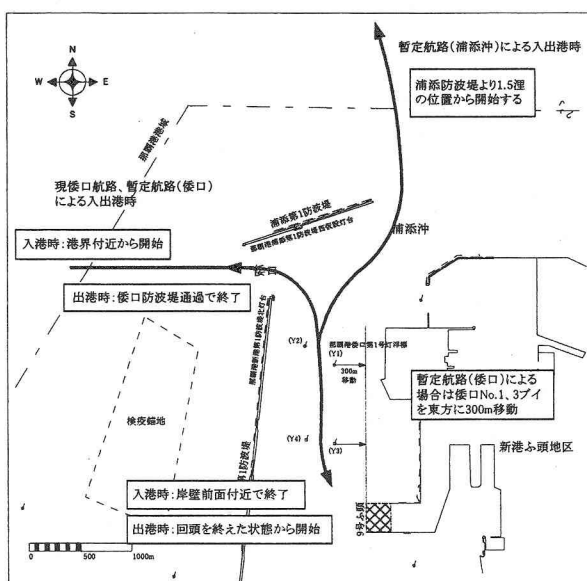


図-7 現状港湾における対象海域  
および実験開始, 終了地点

### 3. 評価

航跡状況および操船状況(船体姿勢, 速力, 操舵量, 主機使用状況, タグボートの使用状況等)による客観値とヒアリング調査による主観値から操船の難易度等について評価した。

#### (1) 操船状況

実験毎に航跡図および操船状況図(船体姿勢, 速力, 操舵量, 主機使用状況, タグボートの使用状況等)を出力し, 岸壁へのアプローチ状況, 船体姿勢の制御状況等について解析した。

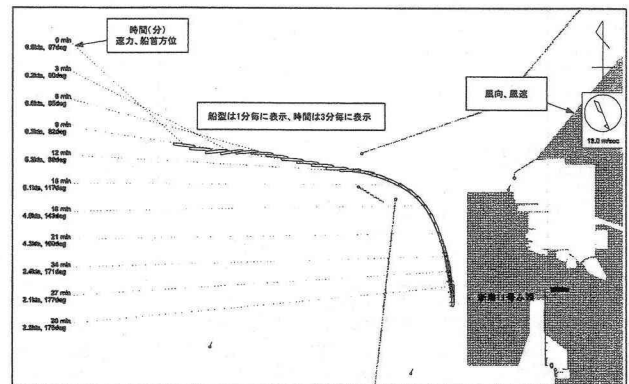


図-8 航跡出力例

#### (2) 操船者に対するヒアリング調査

各実験後に操船者に対し, 以下の事項についてヒアリングを実施した。ヒアリング結果については, 表-3, 4に示す。

- 倭口航路について(航路幅, 航路の屈曲角, 航路形状等)
- 倭口の防波堤配置について
- 港内において注意を要する水域
- 操船の主観的な難しさ, 危険な状況の有無
- 航行上の安全を確保する上で必要な条件

### 4. シミュレーション操船結果および課題

#### (1) 現倭口航路

現倭口航路から新港方面へは, 直角に近い大角度変針をして幅300mの倭口No. 1, 2ブイ間の水路へ進入しなければならない。変針操船の難易度は高いものと考えられる。出港操船時は, 倭口No. 1, 2ブイを通過しても倭口の開口部水域を確認することができず, また, 浦添第一防波堤は進路を塞ぐ形となって接近するため, 操船者に対し圧迫感と不安感を与える結果となった。このことより, 今後の入港船舶の大型化に対応していくためには, 現在の形状, 航路幅員300mは十分とは言えず, とくに新港ふ頭への大型船の入出港操船に問題のあることが判明した。

表-3 操船者の評価及びコメント一覧（新倭口航路）

| ケース | 対象ふ頭  | 入出港 | 対象船型   | 風   |    | 潮流 |     | 難易度 |    | 許容度 | 操船者のコメント等                                                                         |
|-----|-------|-----|--------|-----|----|----|-----|-----|----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|
|     |       |     |        | 風向  | 風速 | 流向 | 流速  | 保針  | 変針 |     |                                                                                   |
| 1   | 新港11号 | 入 港 | 6万DWT型 | NNW | 13 | SW | 1.8 | 3   | 2  | 限界  | 強い潮流および風を正横方向から受けて入港操船するには防波堤入口が狭すぎる。また、入口通過後の急変針が困難。強風下でのタグボートの係止が可能かどうか問題。      |
| 2   |       | 出 港 |        | NNW | 13 | SW | 1.8 |     | 2  | 可   | 風に圧流されて新港第1防波堤北端に接近しないよう注意が必要。                                                    |
| 3   | 浦添12号 | 入 港 |        | NW  | 13 | SW | 1.8 | 3   | 2  | 限界  | 強い潮流および風を正横方向から受けての入港操船するには防波堤入口が狭すぎるが、浦添ふ頭方面への変針は角度が小さく問題なく航行できる。                |
| 4   |       | 出 港 |        | NW  | 13 | SW | 1.8 |     | 0  | 可   | NWの風の場合、船体が岸壁に寄せられることに注意が必要。                                                      |
| 5   | 新港11号 | 入港  |        | NNW | 13 | SW | 1   | 2   | 2  | 可   | 港口の狭さと防波堤通過後の急変針に対する負担は残るが、潮流が小さい場合には対応可能である。                                     |
| 6   |       |     |        | SSW | 13 | NE | 1.8 | 2   | 2  | 可   | 南系の風の場合、変針方向と切り上がりによる回頭方向が同じであるため回頭しやすい。入港の際、浦添防波堤寄りを通することで新港方面への屈曲角が小さくなり変針しやすい。 |
| 7   |       |     |        | NNW | 10 | SW | 1   | 1   | 2  | 可   | 港口の狭さと防波堤通過後の急変針に対する負担は残るが、風潮流が小さい場合には対応可能である。                                    |

※操船実験はケース順に実施した。

※操船の難易度は4段階評価とし、0:「容易」、1:「低い」、2:「中位」、3:「高い」とした。

※許容度は実施した港湾形状、自然条件、自船条件における倭口利用可否を示したものである（許容度は1:許容できる（可）、2:許容限界（限界）、3:許容不可（不可）の3択）。

表-4 操船者の評価及びコメント一覧（現倭口航路）

| ケース | 対象ふ頭 | 入出港 | 対象船型   | 風   |    | 潮流 |     | 難易度 |    | 許容度 | 操船者のコメント等                                                   |
|-----|------|-----|--------|-----|----|----|-----|-----|----|-----|-------------------------------------------------------------|
|     |      |     |        | 風向  | 風速 | 流向 | 流速  | 保針  | 変針 |     |                                                             |
| ①   | 新港9号 | 入港  | 5万DWT型 | NNW | 13 | SW | 1.8 | 3   | 3  | 不可  | 倭口への進入と大角度変針して倭口ブイ間への進入は極めて困難。倭口を拡幅、新港前面の水域を広く確保することで改善される。 |
| ②   |      | 出港  |        | NNW | 13 | SW | 1.8 | 3   | 3  | 不可  | 防波堤による閉塞間・不安感が大きく、倭口への大角度変針は困難。倭口を拡幅することで改善される。             |

## （2） 新倭口航路（案）

操船実験は、満載喫水の6万DWT型コンテナ船が強い風潮流をほぼ正横から受けながら新倭口航路（案）を入出港するという厳しい条件下で、単独航行・操船を前提に、実施したすべてのケースにおいて入出港操船は可能であったが、特に厳しいと思われるのは以下の事項であった。

- 風および潮流を同じ方向から受けて入港する場合、船首の風上への切り上がり、船体の風下への圧流が大きくなり、港口へ向けてのアプローチの際、厳しい操船となる。
- 北系の風が厳しい場合、新港ふ頭への入出港・大角度変針時は、回頭方向（右回頭）とは逆の方向に船首が切り上がり、厳しい操船となる。

今回の操船方法のポイントは次ぎのとおりである。

- 風潮流による大きな圧流への対応とともに、船首の風上への切り上がりを制御するための舵角15～20度の保針操船を要した。
- 港外にてタグボートを系止し、アプローチ時

の速力制御に利用した。

- 大角度変針時にもタグを利用して回頭を支援した。
- 船体の位置確認のためレーダを利用した。

なお、これらについては、実際に操船シミュレータと同様の操船方法・対応をとることができるか否かを見極める必要があると考える。

## 5. 対応策の検討

操船シミュレータ実験結果を踏まえ、新倭口航路（案）における対応策を以下に示す。

### （1） 航路標識

新設防波堤端への航路標識の設置は当然のことだが、操船シミュレーションの結果に見られるように、港外から港口へのアプローチにおいて、強い風潮流を受けて航行する際には強い圧流を生ずることから、

操船者が航路中央からの自船の偏位を容易に確認することができる船首目標（導灯または指向灯、もしくはこれに類するもの）の設置が必要と考えられる。

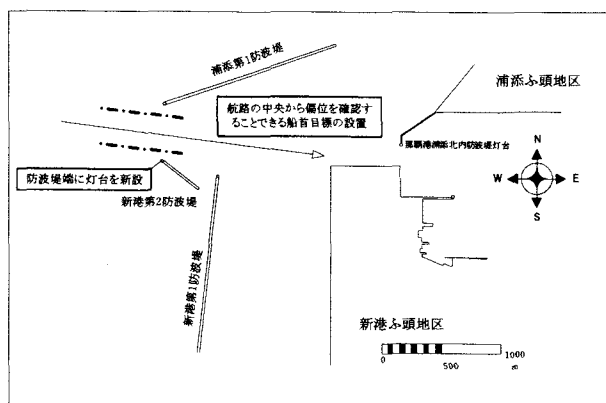


図-9 航路標識の検討

## (2) 潮流の把握

操船シミュレータ実験の結果から明らかなように、潮流が入港アプローチにおける操船（さらには、引き続き回頭操船）の安全に与える影響が大きい。

港外における潮流の実態（流向、流速）を調査・把握し、操船者が予め知ることができるようにする必要がある。

## (3) 通航方式

新倭口航路（案）では船舶が行き会うことができるような直線的な航路は確保できず、新港ふ頭へは直角に近い変針が必要となる。このため、倭口航路付近における他船との競合・行き会いを回避するため、同航路の通航方式を適切に定めることが望ましいと考える。

## (4) 入出港運用基準

安全な入出港操船が期待できる風向・風速、潮流速等の入出港運用基準を適切に定める必要があると考える。

## (5) 情報提供体制

港内の船舶の動静、気象・海象の現況、航路・工事標識の現況等、船舶運航にかかるリアルタイムの情報を入出港船舶に対して提供できる体制の整備について検討が必要である。特に、新倭口航路（案）の入港操船に与える潮流の影響が大きいことから、港外における潮流速の観測・予測とその情報提供が必要と思われる。

## (6) 暫定対応策の検討

新倭口航路が整備されるまでの間、唐口航路の集中利用を改善することを目的に、下記の暫定対応策について検討する必要がある。

### a) 倭口航路

新港地区前面の浅瀬を浚渫して対象船舶の喫水を

考慮した水深を確保し、倭口 No. 1, 3 ブイは新港地区の埋め立てが予定される位置まで移動して、倭口から新港方面へのより広い操船水域を確保して、倭口航路の利用促進を図る。

なお、必要に応じて船首目標の設置について考慮することが望まれる。

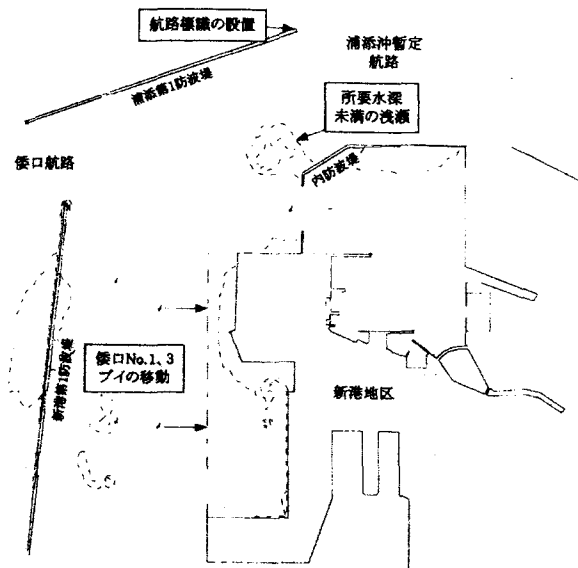


図-10 暫定対応策

### b) 浦添沖暫定航路

浦添第1防波堤の東側からの入出港操船は変針角度が小さく、大型船舶にとって操船が容易で利用しやすいことから、浦添沖暫定航路を整備することも有効である。

浦添沖付近水域の深浅測量を行い、対象船舶が安全に航行するために必要な水深を確保する。

操船実験では浦添沖から倭口ブイ間の水路へ侵入するS字の変針は可能であったが、より広い操船水域を確保し安全性を向上するため、倭口航路の暫定対応策に同じく、新港地区前面の水域を整備（浚渫および倭口 No. 1, 3 ブイの移動）する。また、内防波堤周辺を対象船舶の所要水深までに浚渫することが望ましい。

浦添第1防波堤の東端、内防波堤周辺の浅瀬（浚渫しない場合）等への航路標識の設置を検討する。

## 6. まとめ

那覇港にあつては、新港ふ頭地区の整備、浦添ふ頭地区への拡張等に伴う北方への展開により、倭口航路の重要性は今後ますます高まるものと思われる。

一方、那覇港の国際コンテナターミナル計画にあつては、物流の定時制・稼働率の向上を図るため、バースの稼働率99%の目標に検討することが求められている。

本検討において、最大船型のコンテナ船による入出港操船の安全性の検証および航行安全対策等の検討に操船シミュレーションを用いたことは、操船者の意見を反映させることから極めて有効であった。今後は、安全で効率的な利用促進に向けて検討を進めていきたい。

**謝辞：**本検討にあたっては、「那覇港船舶航行安全調査委員会」を設置しており、岩井聰東京商船大学名誉教授をはじめ各委員よりご意見・ご指導を頂いた。ここに記して謝意を表し感謝を申し上げる。

#### 参考文献

- 1)内閣府 沖縄総合事務局 那覇港湾空港工事事務所、(社)日本海難防止協会：平成14年度 那覇港船舶航行安全検討業務 報告書（平成15年1月）
- 2)那覇港港湾管理者：那覇港港湾計画書 一改訂一 平成15年3月、交通政策審議会第6回港湾分科会資料
- 3)遠藤真，津金正典：航行安全に関する研究と操船シミュレータ ー合理的な航行環境評価のために ー，第2回操船シミュレータシンポジウム「航行安全とシミュレータ」資料集（2002年2月）第6章，主催 日本海洋学会 操船シミュレータ研究会