港内航路管制の運用基準策定に関する研究—I.

井上欣三*・宇佐美茂**・原 大地***

Guidelines for Traffic Control in Port

Kinzo INOUE, Shigeru USAMI and Daichi HARA

Abstract

In order to improve the traffic safety in port, a signal control system is introduced against geographically restricted fairways or congested fairways. However we don't have any effective operational criteria to judge the necessity of the control system or improve the operational method.

The most significant research work to establish the operational criteria of the signal control system is the evaluation of the safeness and also mariners' preferences based on the quantitative index.

In the present paper, an evaluation diagram which can show the allowable level of mariners for the meeting of two vessels on a fairway is proposed. And a modeling approach is shown to make an operational criteria of the signal control system using this evaluation diagram that the allowable level of mariners for the combination of the size of in-coming vessel and out-going vessel does not exceed the specified limit allowed.

1. はじめに

船型の大型化に伴い、国内諸港では大水深バース確保のために埋め立てによる港湾の沖出しが活発化し、これにより港内は見通しの悪い交差点を含む奥深い水路網を形成するようになった。このような港内交通環境の悪化に対しては、港則法の規定によって港内交通の安全を図るため特定の港内水域においては管制信号による交通整理が実施される。しかし、現在までのところ、港湾の新しい配置展開に際しあらたに航路管制が必要かどうかを判断したり、将来の交通状況の変化に対しどのような管制を運用すべきかを検討するための確たる基準はないようである。

今後、このような港湾施設環境の変化や港内交通状況の変化にも対応して管制が実施できるためには、まず、第一に、現在の運用基準に基づく管制がどれほど好ましい水準にあるかを定量的に評価できることが重要であり、それとともに、管制を実施する側と管制を受ける側とが互いの共通理解のうえに立った運用基準を策定し、かつ、そのようにして策定された基準が港内交通の円滑さを阻害しないことを確認しておくことが必要である。

港内航路管制の運用基準策定にあたっては、具体的には、

- (1) 2 船の行き会いに際し、その水路の幅方向の余裕に応じてそこで行き会わせることのできる船の大きさの組み合わせを設定すること（管制信号の運用基準策定）
- (2) 水路に相次いで進入する 2 船に対し、両船間に確保すべき追従間隔を設定すること（管制船の船間間隔に関する運用基準策定）

* 正 会 員 神戸商船大学（〒658 神戸市東灘区深江南町 5-1-1）

** 正 会 員 ナビテコ（株）（〒100 東京都千代田区一ツ橋 1-1-1）

*** 学生会員 神戸商船大学大学院（〒658 神戸市東灘区深江南町 5-1-1）

(3) 水路の出入口付近において出港船と入港船が接近して行き会わないように両船間に必要な間隔を設定すること（管制信号の切り替え時期に関する運用基準の策定）

などが対象となる。

この一連の研究のうち、本論文は第Ⅰ報として、港内航路管制の運用基準のなかでも最も中心的な課題である管制信号の運用基準策定の問題をとりあげる。

なお、この論文内での用語の統一を図るため、ここでは、信号による交通整理が行われる水面、水路、航路を総称して「管制航路」と呼び、このような交通整理のシステムを「港内航路管制」と呼ぶことにする。また、総トン数、船長、船幅等、船舶諸元間の換算には運輸省の港湾の施設の技術上の基準・同解説⁽¹⁾にとりまとめられている標準船型の表をもとに回帰式を求め使用した。

表1 港内航路管制の信号内容

信号の意味	信号の方法		
	灯火信号	形象物信号	電光信号板
入航信号	毎2秒に白色光一閃	黒色の上向き円錐形形象物	[I]
出航信号	毎2秒に赤色光一閃	黒色の方形形象物	[O]
自由信号	毎3秒に赤色光一閃に続いて白色光一閃	黒色の鼓形形象物	[F]
禁止信号	毎6秒に赤色光三閃に続いて白色光三閃	黒色の鼓形形象物および赤色の方旗	[X]

2. 現行港内航路管制と信号の運用

港内の船舶交通が輻輳する水域や狭い水路においては信号による交通整理が実施される。港長が行うこのような船舶航行の制限に関する法規制は港則法36条の3に基づくものである。また、交通整理が行われる水面、水路、航路の場所および信号所の位置と信号の意味については、港則法施行規則20条の2、別表第4に一覧表の形で整理されている。

表1には、港則法に基づく交通整理実施の際の現行の信号の種類と表示方法を要約整理している。これをみてわかるように交通整理のための信号は大別して4種類ある。

「入航信号」は、港則法36条の3、第2項の規定に基づいて入航予定時刻を事前に通報しなければならない一定以上の大きさの船舶（以後「管制船」という）が入航するときに表示され、入航船舶はすべて入航することができるが、他方、ある一定の大きさ以上の船舶（以後「管制対象船」という）の出航が制限される。「出航信号」は、港則法36条の3、第2項の規定に基づいて出航予定時刻を事前に通報しなければならない一定以上の大きさの「管制船」が出航するときに表示され、出航船舶はすべて出航することができるが、他方、ある一定の大きさ以上の「管制対象船」の入航が制限される。

「自由信号」の下では、ある一定以上の大きさの船舶は入出航できないが、それより小さい船舶は自由に入出航できる。そして、「禁止信号」の下では、港長の指示を受けた船舶以外の船舶は入出航できない。

これらの信号は、基本的には、管制航路内において大きな船同志の行き会いを生じさせないことを目標とした交通整理の方法である。すなわち、自由信号において、まず、一定の大きさ以上の船の通航を制限し、その船型よりも小型の船同志の行き会いを許す状態を設定しておく。そして、ここに通航を制限した一定の大きさの船よりも大型の船の入出航があるときには、信号を入航信号または出航信号に切り替えて、その大型船と行き会うことのできる船をより小型の船に制限して航路航行の安全を確保する。また、特別の場合として、例えば極めて大型の船舶の航行など管制航路内でいかなる他船とも行き会いを許すことが難しいと思われる船舶の航行に際しては、禁止信号を用いてその船以外の交通を制限して単独航行させる。

このように、4種類の信号の運用は、管制航路内で行き会わせることのできる船の大きさの組み合わせの段階的切り替えの指示でもある。現行の港内航路管制においては港則法施行規則21条～56条において港ごとに管制船の大きさの基準設定や運用要領が定められているが、将来の港内交通状況の変化を考慮したときの妥当な管制船の大きさの基準設定ならびに管制船と管制対象船の適切な組み合わせの設定については、管制航路航行中の安全性確保と効率性維持の両面から検討がなされる必要がある。

3. 行き会い可能な船型の組み合わせの算定

3.1 航過距離モデル、離隔距離モデル、操船者意識のばらつきモデル

図1 航路内での2船の行き会い

可航幅に制約を受ける水路において2船が行き会うとき、互いに船型が大きくなるほど操船者は大きな負担を感じる。図1に示すような浮標で明示された港内水域において2船が行き会ったとき、操船者が相手船との間に最小限確保したいと考える船間間隔

(P) ならびに浮標との間に最小限確保したいと考える離隔距離(D)については井上⁽²⁾は、これを操船者の安全意識を基に許容レベル(k)の値に応じて与えるモデルを提案している。

論文⁽²⁾では、港内の制約水域において他船と行き会う際に互いに接近して航過することに強い不安を感じるため、この距離以内に他船を入れることを許容できない限界の領域として、自船の左右方向に図2に示すような概念で構成される限界航過左右距離 SP を定義し、これを式(1)のようなモデル式により与えている。

$$SP = (0.008L_t + 0.667)k \cdot L_o \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここに、 L_o は自船の船長、 L_t は他船の船長である。つまり、限界航過左右距離 SP は、自船と他船の大きさの組み合わせに応じて変化し、船型の大きな組み合わせほど大きな領域が要求されることになる。

なお、限界航過左右距離 SP は、図2に示すような概念で構成されているので、自船の幅を B_o とすると、式(2)の関係から、両船が航過する際に他船との間に最小限確保したいと考える船間間隔 P は式(3)により与えられる。

$$SP = S + B_o + P \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$P = \frac{1}{2}(SP - B_o) \quad \dots\dots\dots(3)$$

次に、港内の障害物に対して最小限確保したいと考える離隔距離の大きさは対象となる障害物の種類によって異なるが、浮標に対しては式(4)のモデル式により与えている。

$$D = 0.33 \cdot k \cdot L_o \quad \dots\dots\dots(4)$$

また、これらの航過距離、離隔距離の見積もり方に関する操船者意識のばらつきの様子は対数正規近似によりモデル化されている。したがって、式(1)、式(4)で示される航過距離モデルおよび離隔距離モデルでは、 k の値の取り方によって大胆タイプから慎重タイプにおよぶ操船者の安全意識のばらつきを表現できるようになっている。すなわち、 $k=1$ のときは操船者集団のおよそ40%の人が式(1)、式(4)で与えられる航過距離および離隔距離の値を許容し、 $k=2$ のときは操船者集団のおよそ80%の人が式(1)、式(4)で与えられる航過距離および離隔距離の値を許容する水準にあるとみることができる。

3.2 行き会い可能な船型の組み合わせ

いま、航路幅を W とすると、図1の関係から、

$$W = P + D_o + D_t + B_o + B_t \quad \dots\dots\dots(5)$$

の関係が得られる。ただし、添え字 o は自船に関するもの、 t は他船に関するものを意味する。なお、船間間隔 P については、2船のうち大きい方の船からみた所要船間間隔をとるものとする。つまり、

$$L_o > L_t : P = P_o = \frac{1}{2}(SP_o - B_o) \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$L_o < L_t : P = P_t = \frac{1}{2}(SP_t - B_t) \quad \dots\dots\dots(7)$$

したがって、

$L_o > L_t$ の場合、

$$W = D_o + D_t + B_o + B_t + \frac{1}{2}(SP_o - B_o) \quad \dots\dots\dots(8)$$

図2 限界航過左右距離SPの概念

式(8)に式(1)、式(4)を代入して式を整理すると、

$$W = (0.664k + 0.08) L_o + (0.33k + 0.004 \cdot k \cdot L_o + 0.15) L_t \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$L_t/W = \frac{1 - (0.664k + 0.08) L_o/W}{(0.33k + 0.004 \cdot k \cdot L_o + 0.15)} \quad \dots\dots\dots(10)$$

$L_o < L_t$ の場合、

$$L_t/W = \frac{1 - (0.33k + 0.15) L_o/W}{(0.664k + 0.004 \cdot k \cdot L_o + 0.08)} \quad \dots\dots\dots(11)$$

このように、幅 W の航路で行き会うことができる2船の大きさの組み合わせは、式(10)、または、式(11)に示されるように操船者の安全意識に基づく許容レベル (k) をパラメータに表わされる。

図3は、一定の操船者許容レベルのもとで行き会いが可能な2船の大きさの組み合わせを算定した結果を航路幅300mの航路を対象として例示している。

この図を用いることにより、与えられた幅の航路においてある大きさの入航船と出航船が行き会うとき、その船型の組み合わせが操船者の安全意識からみてどの程度の許容レベルの行き会い状況であるかを知ることができる。また、ある大きさの船が入航して航路内で他船と行き会うとき、その行き会い状況を操船者の安全意識において一定の許容レベルに維持するためには、航路内でその船と行き会わせることができる出航船の大きさをどれほどに制限すべきかを知ることができる。

すなわち、行き会い可能な船型の組み合わせを評価するための指標算定式としての式(10)および式(11)は、いわば航路内での2船の行き会いの安全水準を操船者の安全意識の下で測るものさしとしての役目を果たすものである。

式(10)および式(11)で与えられる評価指標算定式は、式の性質上航路幅 W で基準化できない。そこで、図4に、国内の管制水路の多くが含まれる200mから400mの航路幅の範囲について指標値を重ねて描いてみた。これによると、船の大きさを航路幅との比によって表現できるので、一般的なものさしとして利用しやすいものとなる。

例えば、許容レベル60%に着目すると、水路への入港船の船長が $1W$ のときには、いかなる船との行き会いも不可、 $0.5W$ のときには $0.3W$ 程度の船まで行き会い可能。より高い許容レベルを設定すると、行き会うことができる船型はさらに小型に限定されることがわかる。

4. 現行の管制信号運用の評価

現在、国内において港内航路管制が実施されている水路は30カ所以上に及ぶ。しかし、将来、港湾の新しい配置展開に際しあらたに航路管制が必要かどうかの判断や、交通状況の変化に対する合理的な管制信号の運用基準の策定にあたっては、まず、現状の運用基準が操船者にとってどれほど好ましい水準にあるかを知ったうえで、今後のあり方を検討していく姿勢が望まれる。

図3 操船者の安全意識に基づく行き会いの評価ダイヤグラム (航路幅300m)

図4 操船者の安全意識に基づく行き会いの評価ダイヤグラム (航路幅200m~400m)

前章においては、航路内で2船が行き会うとき、その行き会いの安全性のレベルを操船者の安全意識の下で測る評価指標を提案した。ここでは、この評価指標を用いて、国内の管制航路を対象に、現状その航路において発生が予想される最大船型同志の行き会いの組み合わせについて、それが操船者の安全意識の上からどれほど好ましい水準にあるか評価を試みる。

図5は、国内の管制航路のうち幅200m以上の一般的な管制航路を対象として、各管制航路内での最大船型同志の行き会いの可能性を評価モデル図の上にプロットした結果を示している。ただし、この評価モデル図は国内の管制航路の平均的な幅300mを対象にして描いたものである。また、入航信号下での通航最大船型は過去における通航実績に基づくものである。

自由信号の下においては、ある一定の大きさよりも小型の船は自由に往来してもよい状態にある。

したがって、このとき、規則に定められた一定の大きさの船同志の行き会いが航路内での最大船型同志の行き会いとなる。このような同型船同志の行き会いは評価モデル図の上では45°線上にプロットされる。

図5の☆印のプロットをみると、現行各航路における自由信号の運用に際しては、航路内で行き会いを許す最大船型の限界基準は概略 $0.5W$ （ W は航路幅）同志に設定している例が多いようである。そして、この基準を評価指標の値に照らしてみると、少なくとも40～60%の指標値を維持できる水準で管制が運用されていることがわかる。ただし、例外的には、自由信号下での行き会いの限界船型を $0.2\sim 0.3W$ 同志と比較的小型船同志に、または逆に、 $1W$ 同志と比較的大型船同志に設定している例もみられる。

自由信号の下では一定の大きさ以上の船舶の入出航が制限されるが、この一定以上の大きさの船舶が管制航路を入航または出航しようとするときは、当該船舶は入出航予定時刻を事前に通報して信号が入航信号または出航信号に切り替わるのを待つ。そして、入航信号、出航信号の下では管制船が航路内で行き会う可能性のある船を小さな船型に制限して通航の安全を確保する。

入航信号、出航信号の下で通航を制限される管制対象船の大きさの設定については、図5の○●印のプロットにみられるように、どの管制航路においても概略 $0.25W$ 程度の船型を基準としているようである。そして、入航信号、出航信号の下において航路内で生じる可能性のある管制船と管制対象船の最大船型同志の行き会いの組み合わせを評価指標の値に照らしてみると、平均的には操船者の安全意識に基づく許容レベル40～60%を維持できるような水準で管制が運用されているようであるが、大型船の出入がある航路では20～30%と低い運用水準となる例もみられる。

このように管制の運用水準が著しく低下する場合には、原則的には、ある一定の大きさ以上の大型船は禁止信号の下で単独航行させるべきであろう。現状いくつかの航路において設定されている禁止信号の使用基準を図5に×印でプロットした。これによると図中やや小さめの×印で示した苫小牧、川崎、鶴見の各航路においては、禁止信号は $0.5W$ 程度以上の船型が通航するときに使用され、操船者の許容レベルからみて80%以上の高い安全水準を維持するような運用がなされている。図中やや大きめの×印で示した鹿島、浜寺の各航路では禁止信号は $1W$ 弱を目安に運用されているようである。そして、この場合は70%レベルを維持するように管制が運用されているとみることができる。

ただし、禁止信号を常時使用する航路は全体の数からみて僅かである。これは、実際にはその航路の交通量が少なく通航船型が大型でも他の船舶との行き会いがまれな状況にある等の理由によるものと思われる。

図5 現行の管制信号運用の評価

図6 現行の自由信号における評価指標値の分布 図7 現行の入・出航信号における評価指標値の分布

5. 管制信号の運用基準の策定

5.1 操船者が望む運用水準

国内の管制航路においては、これまで実務的判断を基に管制が運用され、その経験の集積の結果が現行の運用基準を形成しているものと考えられる。図6、図7は、現行の管制信号の運用状況を操船者の安全意識に基づく評価指標に照らしてみた結果を、評価指標値の分布として示している。

これによると、それぞれ航路の環境条件により差異があるものの、操船者の目からみた現行の信号運用の好ましさの水準は、自由信号、入出航信号について概ね50%強の許容水準にあることがわかる。

ところで、今後、港湾における施設環境の変化や港内の交通状況の変化に対応して港内航路管制が合理的に実施できるためには、管制の運用水準を定量的に評価できることに加えて、管制を行う側が管制を受ける側の考えを知った上で適切な運用基準を策定することが望まれる。

管制を受ける側の立場としての操船者が、定量評価指標のどの程度の運用レベルを望んでいるかについては、大阪湾内の港内航路を通航する操船者に行った港内航路管制に関するアンケート(3)が役に立つ。このアンケートは、平成6年6月から8月にかけて神戸海難防止研究会が実施したもので190通の回答が得られ回収率は18%であった。

図8は、一連のアンケートの設問のなかから、航路内での他船との行き会いに際し許容可能な限界船型について質問した回答を整理したものである。このアンケートの回答にあたっては、木津川水面、安治川水面、南港水路、堺南航路、浜寺航路、神戸港第3航路、東神戸水路といった大阪湾内の港内管制航路を常時航行する操船者が、そのときの通航状況を想定しながら行き会い可能な限界船型を数値で記入している。

この図では、横軸は回答者が操船する自船の船長を通航想定航路の幅で基準化して示し、縦軸はその

図8 行き会い許容可能な限界船型

図9 操船者が希望する行き会い運用水準

図10 現行運用水準と操船者が希望する運用水準の比較

ときその航路で行き会いを許すことのできる他船船長を自船船長で基準化して示している。全体に右下りの傾向が明かであるが、これより、自船船長が航路幅の半分より大きいと、航路内で行き会える他船は自船より小さく、自船船長が航路幅の半分より小さいと、航路内で行き会える他船は自船と同等またはそれより大きくても許容するようになる意識がうかがえる。

図のプロットには大胆型から慎重型におよぶ操船者の安全意識のばらつきがみられるが、各プロットの記号は、航路内での2船の行き会い条件に対応する安全水準の評価値を操船者の許容レベルごとに分類して示している。これをみると、操船者が航路内で行き会い可能と考える他船との組み合わせについては、2船が同等の大きさの組み合わせの場合も、行き会う2船の大きさが異なる場合も、概ね60~80%許容レベルを希望していることがわかる。

図9は、これら操船者が希望する航路内での行き会い条件を操船者の安全意識に基づく評価指標に照らしてみた結果を、評価指標値の分布として示している。これによると、操船者が考える行き会いの許容水準は平均値でみれば約70%のレベルにある。

図10は、現行の管制信号の運用水準(図6および図7)と操船者が希望する運用水準(図9)を累積百分率の形で比較したものである。これによれば、現行の自由信号と入出航信号の運用水準はほぼ類似の分布傾向を示しており、これを操船者が希望する運用水準と比較すると、操船者の意識は現状の管制水準よりも全体に20%程度高いレベルを要求しているようである。

5.2 管制信号の運用基準策定モデル

5.2.1 管制船の大きさの基準設定

管制信号の運用は航路内で行き会わせることのできる船の大きさの組み合わせの切り替えの指示である。図11は、このような管制信号の運用基準を策定するための考え方をモデル化して説明したものである。モデル化の手順は以下のとおりである。

①まず、所要の操船者許容レベル(L)を維持する

図11 管制信号の運用基準策定モデル

図12 70%許容レベルの運用水準を確保するときの管制船の大きさ基準 (船の長さ表示)

図13 70%許容レベルの運用水準を確保するときの管制船の大きさ基準 (総トン数表示)

ような同型船同志の行き会い条件 (点P) を求め、この条件に対応する船型 (A) を自由信号における管制船の基準とする。この自由信号の下では、船型Aよりも大きな船型は入出航できないが、船型Aより小型の船は自由に往来できる。したがって、航路内で生じる行き会いは常に許容レベルLより安全側にある。

②船型Aより大型の船の入航、出航がある場合は入航信号または出航信号に切り替える。入出航信号の下で通航が制限される管制対象船の大きさを船型 (T) に設定し、そして、所要の操船者許容レベルLを確保できるような管制船と管制対象船の行き会い条件の限界 (点Qおよび点R) を求める。この条件に対応する船型Bと船型Aの範囲の船型を入出航信号における管制船の基準とする。この範囲の管制船が先に設定した管制対象船Tと行き会う限りにおいては許容レベルは常にLより安全側に保たれる。

③船型Bよりさらに大型の船の通航があるときは、原則として禁止信号の下で単独航行させ、航路通航の安全を図る。

このような管制信号の運用基準策定モデルを用いて、操船者が希望する行き会いの許容レベル70%の運用水準確保を目標にして管制基準を具体的に求めた結果を、図12および図13にとりまとめる。図12は、航路の幅200~500mの管制航路における管制船の基準を船の長さで表示し、図13は、これを総トン数で表示している。

図には、自由信号における管制船の基準を■印で、入出航信号における管制船の大きさ範囲を■と○で挟まれた領域の範囲で、そして、禁止信号における管制船の基準を○印で与えている。ただし、管制対象船は1,000GT、500GT、300GTとした場合のそれぞれについて例示した。

例えば、幅300mの航路で管制対象船を500GTと定めるときを例にとれば、自由信号時の管制船の大きさの基準は約3,000GTとし、入出航信号時の管制船は3,000~10,000GT、そして禁止信号はおおよそ10,000GTを越える船型を管制の基準とした運用が望まれることになる。

5.2.2 危険物船に対する運用

国内の管制航路のうち油送船などの危険物積載船が入航する港においては、管制船の大きさの基準を一般船よりも小さく設定している。これは、航路内で行き会う油送船の大きさを制限して、万一事故が起こったときに事故の規模を極力抑制しようとする考えに基づくものと思われる。

図14は、現行の管制運用において、一般船舶に関する大きさ基準の設定と比較して、油送船の場合にはど

図14 危険物船に対する運用水準

の程度の操船者の行き会い許容レベルの水準で運用されることになるかを示している。データは油送船に関する基準が設定されている13の管制航路について調査し、図には平均値をプロットした。☆印は自由信号のときの行き会いに対する操船者許容レベルの向上の様子を、◆印は入出航信号のときの向上の様子を示している。

ここで、それぞれのプロットの操船者許容レベルの向上の様子を比率でみると、自由信号においては通航できる油送船を小型に制限することにより油送船と一般船舶の最大船型同志の行き会いは操船者許容レベルの比の値において約1.4倍向上し、入出航信号においては管制基準船型船と管制対象船型船との行き会いは管制船が油送船の場合は操船者許容レベルの比の値において約1.3倍向上していることがわかった。

危険物積載船に関する管制運用に際し、この種の管制船の大きさ基準の設定をどのように定めるべきかについては、危険物積載という特殊な事情を船の大きさにどう換算するかを解決することがポイントとなる。その意味では行き会いに関する操船者許容レベルのものさしの上で、ここに求められたような30～40%増しの水準の安全率を考慮して換算するのも一方法ではあろう。

6. むすび

本論文は、航路管制の運用基準策定に関する一連の研究のうち、第I報として管制信号の運用基準策定の問題を取りあげた。

研究を進めるにあたっては、まず、2船の行き会いに際しその水路で行き会う船の大きさの組み合わせが、操船者の安全意識からみてどの程度の許容レベルにあるかを定量評価するための指標を開発し、これをダイアグラムの形で表現した。

ここに提示した評価ダイアグラムによれば、与えられた幅の航路において2船が行き会うとき、その船型の組み合わせが操船者の安全意識からみてどの程度の許容レベルの行き会い状況であるかを知ることができる。また、このとき、一定の許容レベルを運用基準として設定するとき、その通航船の組み合わせが所定の運用基準より危険側にあるか安全側にあるかによって、その航路においてあらたに航路管制が必要かどうか判断できる。さらに、2隻の船が航路内で行き会うとき、その行き会いを操船者の安全意識からみて一定の許容レベルに維持するためには、航路内でその船と行き会わせることができる他船の大きさをどれほどに制限すべきかを知ることができる。

現行の管制航路においてはこれまでの経験則に基づく運用基準が存在するが、この現行の運用基準をここに提示した評価ダイアグラムに照らしてみると、ほぼ50%許容レベルの水準で運用されていることがわかった。一方、管制を受ける側の操船者の意識からすれば管制の運用水準は70%許容レベルを要求していることが判明した。

このような一定の許容レベルを運用上のガイドラインとして設定するとき、具体的に、自由信号、入航信号、出航信号、禁止信号の各信号における管制船の大きさの基準をどのように設定すればよいか、その考え方をモデル化して示した。

これに引き続き第II報以降においては、管制船の船間間隔ならびに信号の切り替え時期に関する運用基準策定の問題を取り上げるとともに、策定された基準が港内交通の円滑さを阻害しないかどうかを港内交通シミュレーションを行って検証する予定である。

参 考 文 献

- (1) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説。
- (2) 井上・宇佐美・柴田：制約水域における航過距離と離隔距離に関する操船者意識のモデル化，日本航海学会論文集、第90号、平成6年3月。
- (3) 神戸海難防止研究会：大阪港、神戸港における港内航路管制に関するアンケート調査，平成6年12月。