

取扱い貨物量ベースによる港内船舶交通推定モデル

ESTIMATION MODEL OF VESSEL TRAFFIC FLOW IN PORT BASED ON HANDLED GOODS

黒田 勝彦*, 宮崎 晶 光**

By Katsuhiko KURODA and Akiyosi Miyazaki

Assessment of navigational safety in port is an important work in planning of scale and location of offshore manmade island and of allocation of other facilities. In order to do this estimation of future vessel traffic flow as well as total volume is the fundamental. However, no research about estimation method of in-port traffic can be seen. The present paper proposes a method to estimate the traffic volume of a port as well as its traffic flow at particular waters of port including ship track and in- and out-time from the waters of individual ship navigating through the waters. The estimation model is examined by the vessel traffic data observed at Osaka Port in 1991. It is concluded that the proposed model gives good estimation of the vessel traffic flow in port.

1. 緒言

近年、輸送効率の面から、外国貿易船の大多数はコンテナ化され、しかも大型化されてきている。また、国内定期航路や一部の近隣諸国間での航路では、高速のフェリーが就航し、近い将来にはテクノスーパーライナーのような超高速船（約5千噸級、40ノット）が実用される見通しとなっている。このような傾向は、港湾出入船舶の隻数を減らす方向に向いているが、一方では余暇時間の増大に伴い、クルージング等が大衆化の傾向にあり、いわゆるプレジャーボート等が増加している。この

Keyword: vessel traffic, commodity, collision risk,

* 正会員 工博 熊本大学教授 工学部土木環境工学科

〒862 熊本市黒髪2丁目39-1

** 正会員 熊本市役所土木部西部土木事務所

ため隻数は余り減少せず、船舶の大型化が進行する結果となっている。しかるに、東京湾、伊勢湾、大阪湾等に位置する大都市港湾では、船舶大型化に併せた大水深岸壁の需要、廃棄物の埋立、都市施設のための土地需要の増大等のために、多くの沖合い人工島の建設が計画されている。このことは、港湾内の船舶航行の為の水域を結果として縮小していることになり、港内航行安全性の予測が、港湾計画の中で大変重要な位置を占めるようになってきている。

港内の船舶航行安全性は、多くの場合、操船シミュレータによって、予想される最大船型の船の出入時の操船難易度によってチェックされている。しかし、操船シミュレータでは、輻輳する交通条件でのシミュレートはほぼ不可能で、混雑する水域での航行安全性の評価は出来

表－１ 船種と品目対応の例

船 種	５品目分類	１５品目分類との対応
１ コンテナ船	コンテナ貨物	コンテナ
２ タンカー	タンカー貨物	石油類，その他化学製品
３ バルク船	バルク貨物	米穀類，石炭，鉄鋼石，砂，砂利，他鉱産品，セメント
４ 一般貨物船	一般貨物	原木・製材，他林産品，鉄鋼，紙，パルプ，その他雑貨
５ フェリー	フェリー貨物	フェリー

ないのが現状である。したがって、混雑する水域での航行安全性を簡単にチェックする方法の開発が望まれている。著者らは、そのために、港内の着目する水域での航行安全性を評価するための簡易シミュレーションモデルを別途開発しているが、モデルに入力するための将来の船舶交通流の推定法が無かった。本研究はこのような現状に鑑み、港湾における将来取扱い貨物量から、港内の特定水域の船舶交通流を推定するモデルを提案するものである。

港湾における将来取扱い貨物量の推計法は、直接本研究の対象ではないので省略するが、着目港湾における年間品目別将来取扱い貨物量は与件としてモデルを開発した。

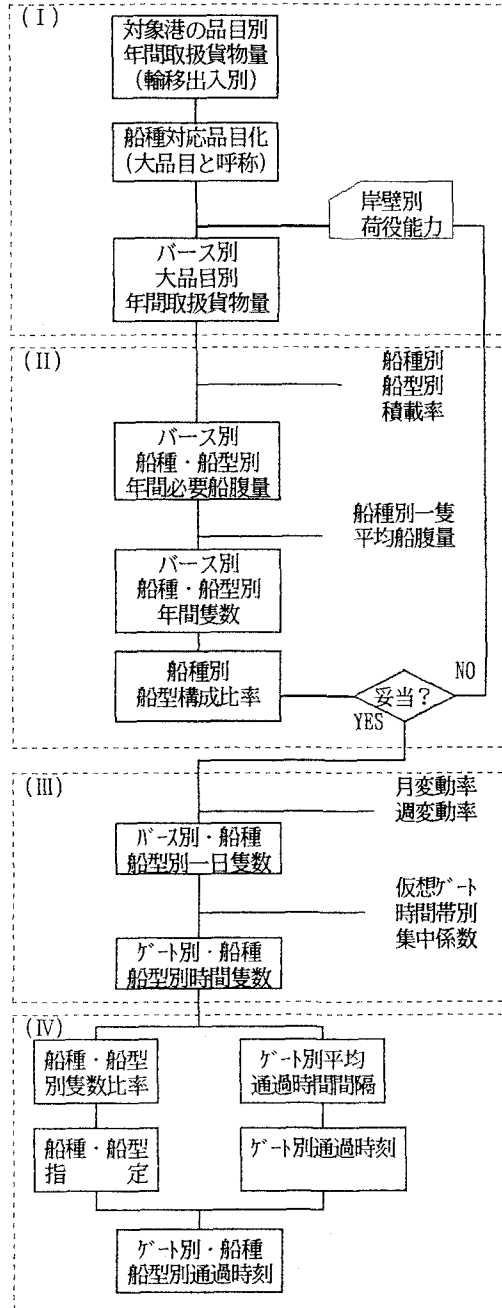
２章では、全体の推計手順を説明し、３章では、年間の船種・船型別船舶交通量の推計法から船型別の特定水域における時間交通量を推計する方法について述べる。４章では、１９９２年７月に目視およびレーダーで行った大阪港での船舶交通実態調査の結果とモデルによる推計結果を比較検討し、モデルの精度について議論する。５章は本研究の結論と今後に残された課題を纏める。

２．全体推計の手順

図－１に全体の推計手順を示した。図において、上に述べたように、対象港湾の品目別・輸出入別・移出入別年間取扱い貨物量は与件とする。

さて、第一段階では、予測された小品目分類を、それらを輸送する船種との対応をつけるため、表－１に例示するような船種との対応で小品目を大品目分類に纏める。次いで、港湾施設利用計画の出力としての岸壁別バース別年間取扱い貨物量（バース別荷役能力と呼ぶ）を基準に、将来の各バースでの品目別年間取扱い貨物量を算定する。

第二段階では、表－１で示したように、船種別に取り扱う貨物品目は決まっているので、各バースで大品目別年間取扱い貨物量を、それを取り扱うのに必要な船種別の総船腹量を算定する。通常、各岸壁ごとに水深が決



図－１ 船舶交通流推計の手順

まっているから各バースに接岸できる船型はほぼ一定である。したがって、過去の実績から船種別・船型別一隻当たり平均積載量がわかるので、これより各バースごとに将来の年間に必要な船種・船型別隻数を求める。これを下に、全ての品目別にバースで累計をとれば将来の船種別船型構成分布が計算される。この計算された将来の船種別船型構成分布が、船社の動向等から別途予測される船種別船型構成分布と合致すれば、第三段階に進む。もし、計算された船型構成分布が妥当でなければ、各バースにおける将来取扱貨物量が妥当でないのをこれを修正し、再び以上の過程を繰り返す。

第三段階では、まず、月別変動率（実績または将来の運用計画による）及び週間変動率を用いて、船種・船型別年間隻数からバースごとに一日当たりの船種・船型別隻数を算定する。次いで、着目水域に仮想ゲート（後に例示する）を設定して同じゲートを利用して接岸・離岸出来る岸壁グループを更に一つのグループとして纏め、その大グループ別に、また、入出港別に船種・船型別日隻数を算出する。これは、仮想ゲートを航行する船舶の入港出港別の一日当たりの船種・船型別交通量を算定したことに等しい。さらに、一日の入港・出港の時間変動を考慮して一日の各時間帯における、ゲートごとの出港・入港別の船種・船型別時間交通量を算定する。時間帯別隻数分布は現行の管理形態（入港制限時間、荷役許可時間等）が変化しないという前提で、現在のパターンを用いる。

第四段階では、ゲート別の一日当たり入出港別航行隻数から、ゲートを通過する船舶の平均航行時間間隔を算定し、これを基に各ゲート別で乱数（理由は後に説明する）を発生させ、入出港別に船種・船型別通過時刻を指定する。この際、ゲートへの船舶到着時間間隔が指数分布に従う（調査結果より実証）ことを用いて、指数乱数によって各ゲートへの到着時刻を指定する。また、各船舶の船種・船型は、ゲート別の船種別隻数比率・船種別船型構成比率を別途計算し、これに基づいて、再び乱数を発生させて船種・船型を指定する。

以上の方法で、特定水域（ゲートで囲まれた水域）のピーク時間帯における船舶交通流を推定することが出来る。以下、個々のステップについて詳述する。

3. 特定水域における船舶交通推計法

(1) 品目別将来年間取扱貨物量

特定港湾における将来取扱貨物量の推計においては、その港湾背後圏の社会・経済特性によって取扱品目が異なり、必ずしも一定していないが、ベースになるのは港湾統計における小分類品目である。これを対象港湾の特性に併せて取扱貨物の多少を勘案して適宜纏めて推計する方法が通常採られている。

対象港湾における小分類品目別の予測取扱貨物量を先に述べた纏められた大分類品目（船種と対応した品目） i ($i=1,2,\dots,m$) の計画目標年次における将来取扱輸出入貨物量を C^E_i ($i=1,2,\dots,m$, $E=1$ は輸入, $E=2$ は輸出)（単位は重量噸とする。以下同じ）とし、将来移出入貨物量を C^T_i ($i=1,2,\dots,m$, $T=1$ は移入, $T=2$ は移出) とする。これらは、将来貨物量の推計モデルからの出力であり、本研究では与件とする。

(2) バース別取扱貨物量

港湾では、税関・検疫等のために外貿埠頭と内貿埠頭は区別され、更に、岸壁によって取り扱う貨物の種類が決まっているのが通常である。そこで、大品目別・輸出入別・移出入別・水深別に（バース別に）取扱貨物量を推計する。大品目 i を取り扱うバース b ($b=1,2,\dots,n$) での計画年間取扱貨物量を $C^{E,b}_i$ とするとき、次式が成り立つ。

$$\sum_b C^{E,b}_i = C^E_i \quad (E=1,2) \quad (i=1,\dots,m) \quad \dots(1)$$

$$\sum_b C^{T,b}_i = C^T_i \quad (T=1,2) \quad (i=1,\dots,m) \quad \dots(2)$$

但し、 b の総和は品目別に行う。

各バース b への貨物量配分はバースの荷役能力あるいは荷役実績 $C^{c,b}_i$ (噸/日) に比例するとして配分する。すなわち、

$$C^{T,b}_i = C^E_i \frac{C^{c,b}_i}{\sum_b C^{c,b}_i} \quad \begin{matrix} (E=1,2) & (i=1,\dots,m) \\ (b=1,\dots,n) & \dots \end{matrix} \quad \dots(3)$$

$$C^{T,b}_i = C^T_i \frac{C^{c,b}_i}{\sum_b C^{c,b}_i} \quad \begin{matrix} (T=1,2) & (i=1,\dots,m) \\ (b=1,\dots,n) & \dots \end{matrix} \quad \dots(4)$$

(3) 船種・船型別年間隻数

さて、バース b で取り扱う貨物量 $C^{E,b}_i$ および $C^{T,b}_i$ を輸送するのに必要な年間の隻数を船種別に算定する。そ

のために、式(3)、(4)より、船種・船型別輸出入別・移出入別に必要な船腹量(DWT) $SC^{E_{i,l},b}_{i,l}$ あるいは $SC^{T_{i,l},b}_{i,l}$ は、輸出入・移出入別・船種別・船型別の一隻当たり積載係数(一隻当たり当該港での平均荷役量の船舶積荷噸数 DWT に対する比率) $\lambda^{E_{i,l}}_{i,l}$ および $\lambda^{T_{i,l}}_{i,l}$ を用いて

$$SC^{E_{i,l},b}_{i,l} = \frac{C^{E_{i,l},b}_{i,l}}{\lambda^{E_{i,l}}_{i,l}} \quad (E=1,2) \quad \dots(5)$$

($i=1,\dots,m$), ($l=1,\dots,L$), ($b=1,\dots,n$)
および

$$SC^{T_{i,l},b}_{i,l} = \frac{C^{T_{i,l},b}_{i,l}}{\lambda^{T_{i,l}}_{i,l}} \quad (T=1,2) \quad \dots(6)$$

($i=1,\dots,m$), ($l=1,\dots,L$), ($b=1,\dots,n$)
で算定できる。ただし、 l は船型を示す。

さて、バースbで荷役する船舶について、輸出入(E)別・移出入(T)別に、船種i(大品目分類と同じ)・船型l別の年間必要隻数 $N^{E_{i,l},b}_{i,l}$ および $N^{T_{i,l},b}_{i,l}$ は、それぞれ、式(5)、(6)より

$$N^{E_{i,l},b}_{i,l} = \frac{SC^{E_{i,l},b}_{i,l}}{DWT^{E_{i,l}}_{i,l}} \quad (\text{隻/年}) \quad \dots(7)$$

($E=1,2$), ($i=1,\dots,m$), ($l=1,\dots,L$), ($b=1,\dots,n$)

$$N^{T_{i,l},b}_{i,l} = \frac{SC^{T_{i,l},b}_{i,l}}{DWT^{T_{i,l}}_{i,l}} \quad (\text{隻/年}) \quad \dots(8)$$

($T=1,2$), ($i=1,\dots,m$), ($l=1,\dots,L$), ($b=1,\dots,n$)
で与えられる。ただし、 $DWT^{E_{i,l}}_{i,l}$ および $DWT^{T_{i,l}}_{i,l}$ は、それぞれ、外貿船、内貿船の船種i、船型lの平均船腹(噸)である。また、式(7)、(8)において小数の端数がある場合は(+1)とする。

式(7)、(8)より、当該港湾での内貿、外貿別の船種別・船型構成比率 $\alpha^{E_{i,l}}_{i,l}$ および $\alpha^{T_{i,l}}_{i,l}$ は、それぞれ次式で求められる。

$$\alpha^{E_{i,l}}_{i,l} = \frac{b \sum_l N^{E_{i,l},b}_{i,l}}{\sum_l \sum_b N^{E_{i,l},b}_{i,l}} \quad (\text{隻/年}) \quad \dots(9)$$

($E=1,2$), ($i=1,\dots,m$), ($l=1,\dots,L$)

$$\alpha^{T_{i,l}}_{i,l} = \frac{b \sum_l N^{T_{i,l},b}_{i,l}}{\sum_l \sum_b N^{T_{i,l},b}_{i,l}} \quad (\text{隻/年}) \quad \dots(10)$$

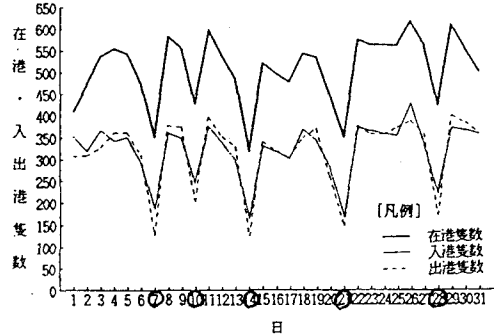
($T=1,2$), ($i=1,\dots,m$), ($l=1,\dots,L$)

(4)船種・船型別ピーク時間交通量

式(7)、(8)によって、バースごとに、船種別・船型別・輸出入別・移出入別に年間必要隻数が算定出来た。これを基に、まず、一日交通量を推定する。港湾における入出港船舶量の変動は、月変動、月内の週変動、週内の日

使用データの内訳 (単位:隻)

船種	総トン数	500以上	3000以上	1万以上	合計
貨物船	3692	495	104	24	4315
油槽船	3118	1002	9	3	4132
合計	6810	1497	113	27	8447



注)○印の付してある日は、日曜日もしくは休日にあたる。

図-2 入出港隻数の日変動・週変動(小谷らによる)

図-1 在港隻数と入出港隻数の日変動

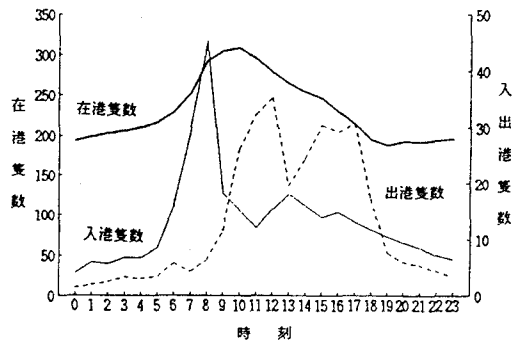


図-3 時間帯別入出港隻数分布(小谷らによる)

変動(曜日変動)および日内の時間変動が考えられる。この内、月変動は他の変動に比べて余り大きくないと思われる。また週変動についても、図-2に示した小谷等¹⁾の大阪港における分析に見られるように第1週と他の週との変動はほとんど無い。日変動については、土曜、日曜以外はほぼ一定である。したがって、港内の船舶航行安全性評価のための交通量算定を目的とする限り、月変動週変動までを考慮する必要はなく、年間稼働日数(365日から休日を除いた日数)Dを考慮して一日交通量としても差し支え無いであろう。

よって、式(7)、(8)より、バース別・輸出入別・移出入

別の船種・船型別一日隻数 $DN^{E=1,1,b}$ および $DN^{T=1,1,b}$ は、それぞれ次式で与えられる。

$$DN^{E=1,1,b} = N^{E=1,1,b} / D \quad \dots(11)$$

$$(E=1,2), (i=1,\dots,m), (l=1,\dots,L), (b=1,\dots,n)$$

$$DN^{T=1,1,b} = N^{T=1,1,b} / D \quad \dots(12)$$

$$(T=1,2), (i=1,\dots,m), (l=1,\dots,L), (b=1,\dots,n)$$

時間変動については、前述の小谷等の研究による図-3に見られるように、入港隻数は午前7時～8時にピークが見られ、出港隻数は午後2時～3時台にピークが見られ、その他の時間帯の交通量は全体に対して数パーセントである。このことから、一日の各時間帯 r の入港・出港時間交通量は、時間帯 r の交通量比率を γ_r^1 (入港)、 γ_r^2 (出港) とすると

$$HIN^{r,1,b} = \gamma_r^1 (DN^{E=1,1,b} + DN^{T=1,1,b}) \quad \dots(13)$$

$$(i=1,\dots,m), (l=1,\dots,L), (b=1,\dots,n)$$

$$HON^{r,1,b} = \gamma_r^2 (DN^{E=2,1,b} + DN^{T=2,1,b}) \quad \dots(14)$$

$$(i=1,\dots,m), (l=1,\dots,L), (b=1,\dots,n)$$

上式で、 $HIN^{r,1,b}$ および $HON^{r,1,b}$ は、それぞれ岸壁グループ別・船種別・船型別の入港・出港時間交通量を示している。また、輸入 ($E=1$) および移入 ($T=1$) は

入港とし、輸出 ($E=2$) および移出 ($T=2$) は出港とした。

(5) 特定水域における時間帯別交通量

港内の航行安全性のチェックは、港内の航路が輻輳する最も危険な水域で行えば、それ以外の水域では、危険度は低い筈である。そこで、航路が輻輳する特定水域における交通量が必要となってくる。そのために、着目する港内の水域に仮定のゲートを設定し、そのゲートでの船舶の通過交通を予測し、水域内での航行安全性チェックのデータを作成したい。そこで、各バースがどのゲートを通過しなければ接岸出来ないかを地図上で検討し、同一のゲートを利用するバースグループを一纏めにする。ゲート k を利用するバースの集合を B_k とする。ゲートの設定法はチェックしたい水域の設定の仕方によって変わってくるので、必ずしも、一つのバースが一つのゲートに対応する必要はないことに注意すべきである。図-4に大阪港で設定したゲート (全部で7ゲート) と各ゲートが受

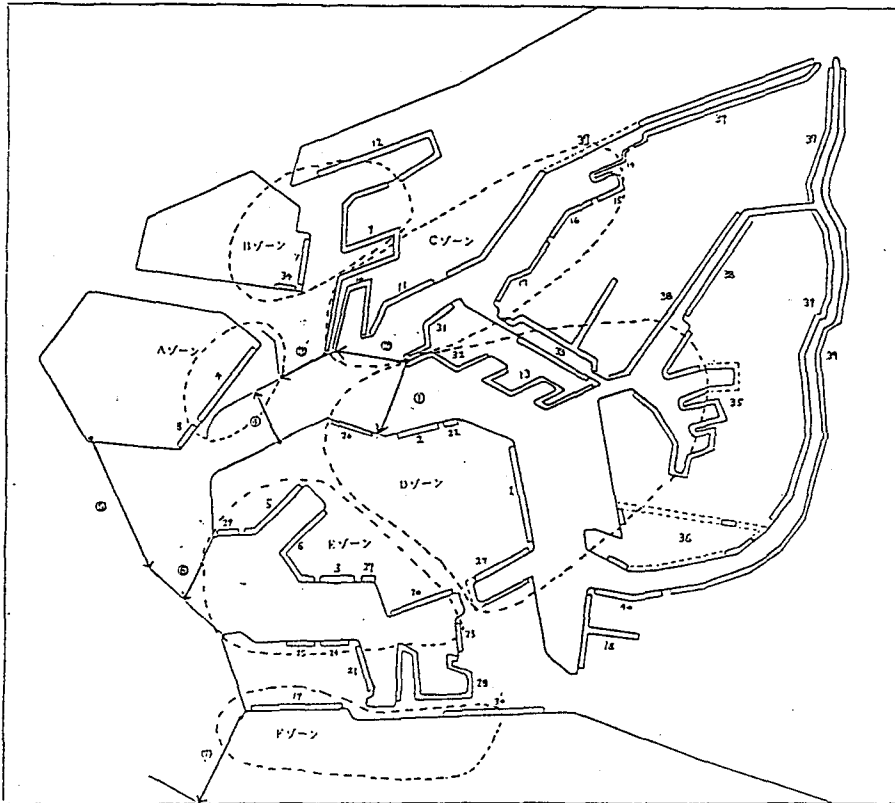


図-4 港内の仮想ゲートと岸壁グループとの対応 (大阪港)

け持つバースグループとの対応を例示する。図中、○はゲート番号を示し、その他の番号はバースグループの番号を示している。例えば、A、Bゾーンに属するバースグループはゲート③を、Cゾーンはゲート②を利用して出入する。

さて、このようなグループ分けが出来ると、ゲートkを利用する船舶の船種・船型別、時間帯別の入港および出港隻数は式(13)、(14)より

$$H I N_{k,i,l}^r = \sum_{b \in B_k} H I N_{i,l,b}^r \quad \dots (15)$$

(k=1,...,K), (i=1,...,m), (l=1,...,L)

$$H O N_{k,i,l}^r = \sum_{b \in B_k} H O N_{i,l,b}^r \quad \dots (16)$$

(k=1,...,K), (i=1,...,m), (l=1,...,L)

以上により、各仮想ゲートへの時間帯別・船種別・船型別隻数が算定された。これを用いて、各ゲートへの一隻ずつの到着時刻を指定する方法について述べる。

各出港船舶は岸壁での荷役が終了し、準備を整えた後離岸する。離岸してから仮想水域に到着するまでの航行時間は港内ではほとんど大差が無い。従って一船ごとにゲートラインに到着する時刻のバラツキは、離岸時刻のバラツキと見なしてよい。多くの船舶について考える時、離岸時間間隔はまったくランダムと考えられる。このことは、結果として港内の任意の仮想ゲートへの船舶の到着時間をランダムにする。実際、図-5に例示するように、大阪港での観測結果では、出港船が各ゲート(図-4参照)に到着する到着時間間隔分布は指数分布に従うことが確認出来た。同様に、入港船がゲートに到着する時刻は、従来の研究にあるように²⁾ランダム到着と考えてよい。大阪港での一例を図-5に示した。

したがって、任意のゲートラインへの入港船および出港船の到着時間間隔は指数分布に従うものと仮定する。よって式(15)、(16)で与えられる船舶がランダムに各ゲートに到着するものとすれば、各ゲートでの時間帯別の平均到着時間間隔 μ^k は、

$$\mu_{rk}^I = 1 / \sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^L H I N_{k,i,l}^r \quad \dots (17)$$

(k=1,...,K), (r=1,...,R)

$$\mu_{rk}^O = 1 / \sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^L H O N_{k,i,l}^r \quad \dots (18)$$

(k=1,...,K), (r=1,...,R)

で与えられる。

式(17)、(18)を母数とする指数乱数を、各時間帯r毎に各ゲートkで入港・出港に対し、式(15)、(16)で与え

られる回数だけ発生させて時間帯別の船舶到着時刻を指定する。但し、いずれのゲートにおいても初期時刻(最初に発生させた船の到着時刻)は当該港湾の事情に伴せて指定する。

次に、発生させた各船舶の船種・船型を指定する。その際、各ゲート別に集計された出入船舶についてその船種構成比率および船型構成比率が必要である。ゲートkにおける時間帯別の入出別船舶の船種iの構成比率 β は、式(16)、(17)より

$$\beta I_{k,i}^r = \sum_{l=1}^L D I N_{k,i,l}^r / \sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^L D I N_{k,i,l}^r \quad \dots (19)$$

(k=1,...,K), (r=1,...,R)

$$\beta O_{k,i}^r = \sum_{l=1}^L D O N_{k,i,l}^r / \sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^L D O N_{k,i,l}^r \quad \dots (20)$$

(k=1,...,K), (r=1,...,R)

上式を用いて、先に発生させた船舶に対して、各ゲートでの船舶数だけ乱数を発生させて船種を指定する。同様に、ゲートごとの入出別船型構成比率 α は

$$\alpha I_{k,j}^r = \sum_{i=1}^m D I N_{k,i,j}^r / \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n D I N_{k,i,j}^r \quad \dots (21)$$

(k=1,...,K), (r=1,...,R)

$$\alpha O_{k,j}^r = \sum_{i=1}^m D O N_{k,i,j}^r / \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n D O N_{k,i,j}^r \quad \dots (22)$$

(k=1,...,K), (r=1,...,R)

に基づいて乱数で指定する。

3. 大阪港での観測結果との比較

(1) 船舶動態観測

平成3年7月30日(火)の午前6時〜午後6時までの12時間において大阪港で、レーダー及び目視観測を行った。目視観測は、図-5に示した仮想ゲート上を通過する船舶の船種・船型・航行速度・航行位置・航行方向をベテランのパイロットおよび船長によって双眼鏡を用いて観測した。同時に大阪港ハーバーレーダーに写真機を設置し、秒単位でレーダー画面を撮影し目視観測データと照合しながらデータ整理を行った。

(2) モデル計算とデータ

一方モデルによる計算は、平成2年度の荷役実績²⁾より14品目別貨物量を算定し(表-2)、使用中の各バースに割り振った。但し、モデル計算では、船種・船型別の荷役量実績が把握出来ないで、式(5)、(6)の入は、内貿・外貿別の船種別取扱実績を参考に表-3の数値を用いた。また、船型は表-4に示す船型分類を用いた。

表-2 24品目取扱貨物量 (千噸)

品 目	移出	移入	輸出	輸入
1. 米穀類	51.0	56.1	0.7	331.3
2. 他農産品	16.0	16.7	16.6	645.8
3. 畜産品	5.1	1.5	3.3	289.1
4. 水産品	4.5	71.8	8.1	114.8
5. 原木	208.3	174.0	3.5	2194.3
6. 製材	0.0	0.0	0.0	0.0
7. 他林産品	6.5	0.4	2.4	52.3
8. 石灰	115.6	160.5	0.1	1134.4
9. 鉄鉱石	207.5	446.7	1.1	2227.5
10. 砂・砂利	74.8	3024.7	6.3	188.4
11. 他鉱産品	872.7	1588.0	15.3	940.2
12. 鉄鋼	4030.4	6972.5	965.8	2490.7
13. 金属類	100.9	322.6	229.4	654.3
14. 機械類	1489.7	2494.2	2815.8	362.5
15. セメント	66.5	2864.9	4.9	76.1
16. 石油類	441.2	4254.1	60.6	491.8
17. その他化学	752.4	2599.2	1040.9	1060.9
18. 紙・パルプ	226.2	1082.8	168.8	712.7
19. 繊維工業品	2.6	7.3	176.9	419.5
20. 食料工業品	321.1	238.8	64.5	436.2
21. 雑工業品	32.1	38.7	851.6	1252.5
22. 特殊品	223.8	139.7	122.7	512.6
23. 取合せ品	702.2	494.4	13.2	31.9
24. フェリー	16962.7	20331.1	0.0	0.0
合計	25895.5	44848.9	6137.4	17747.4

表-3 一隻当たり載荷係数

	船 種	入 港	出 港
外 貿	コンテナ	0.20	0.20
	タンカー	0.75	0.25
	バルク	0.65	0.65
	貨物	0.35	0.35
内 貿	タンカー	0.80	0.90
	バルク	0.75	0.85
	貨物	0.50	0.70
	フェリー	0.70	0.70

表-4 船種別船型構成比率 (想定値)

船 型 (GWT)	外 航			内 航		
	コン	タン	他貨物船	タン	他貨物船	フェリー
3万以上	19.0	11.0	1.0	0.0	0.0	0.0
3万~2万	14.0	6.0	5.0	0.0	0.0	0.0
2万~1万	19.0	17.0	11.0	0.0	0.0	11.0
1万~5千	10.0	8.0	10.0	0.0	0.0	19.0
5千~3千	16.0	28.0	20.0	0.0	0.0	59.0
3千~1千	22.0	6.0	28.0	4.0	0.0	11.0
1千~5百	0.0	20.0	22.0	7.0	2.0	0.0
5百~百	0.0	4.0	3.0	72.0	91.0	0.0
百未満	0.0	0.0	0.0	17.0	7.0	0.0

(3) モデルによる計算結果と観測結果の比較

先に説明した図-4のゲートライン上でどの程度モデルによる推定値が観測値を説明出来るかを検討した。

ゲート④ 出港

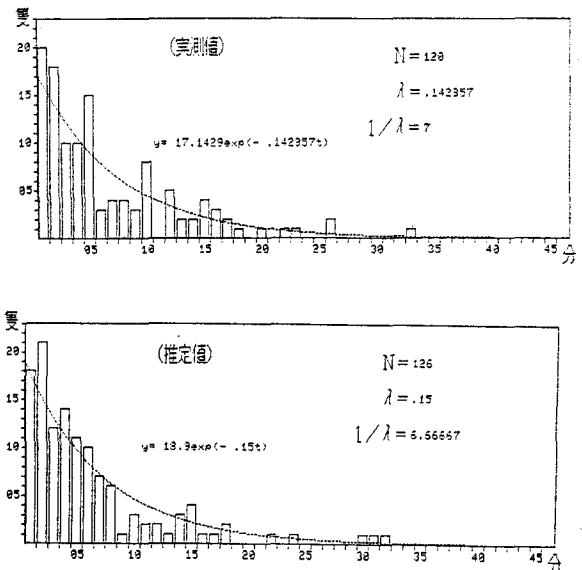


図-5 推定値と観測値の比較 (出港)

図-5はゲート④での計算値(a)と観測値とを示したものである。モデル計算では、ゲート④を通過する12時間出港船舶数はN=120隻で平均の時間当たり通過隻数は7隻である。一方、観測によると、12時間通過隻数はN=126隻であり、時間当たりの平均隻数は6.67であった。これより、モデルによる出港隻数推計は非常に精度高く推定出来ることが解る。図-4からわかるように、モデル計算では、ゲート④における出港隻数はゲート①②③を通過して出港する隻数の和で与えている。

しかし、図-6に示したように入港隻数の推定値は観測値とかなり異なっている。この原因は、実際には入港時に小型船舶のかんりの隻数がゲート④を通過せずにAゾーンとBゾーンの間の水路を通っているからで、モデルではその点が考慮されていない。したがって小型船舶がこの水路を利用する比率を何等かの方法で推定する必要がある。他の港湾においても小型船舶の航行は必ずしも港口から出入りするとは限らないので、同じ様な問題を抱えることが予想される。このような問題を解決するためには、岸壁ゾーン別に港外ゾーンとのOD貨物量を推計し、OD別に船舶隻数を算定する方法を採用する必要がある。この点に関しては、今後の課題としたい。

ゲート④ 入港

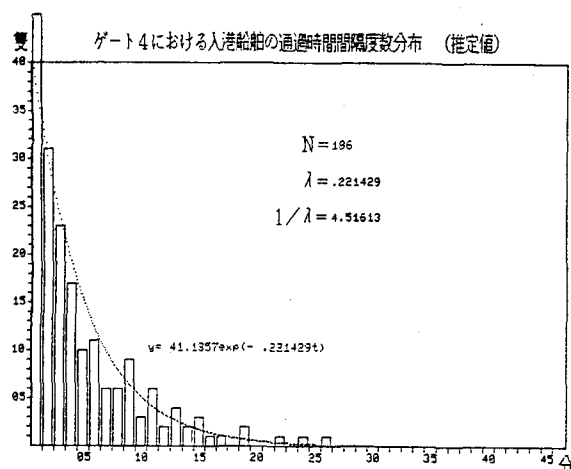
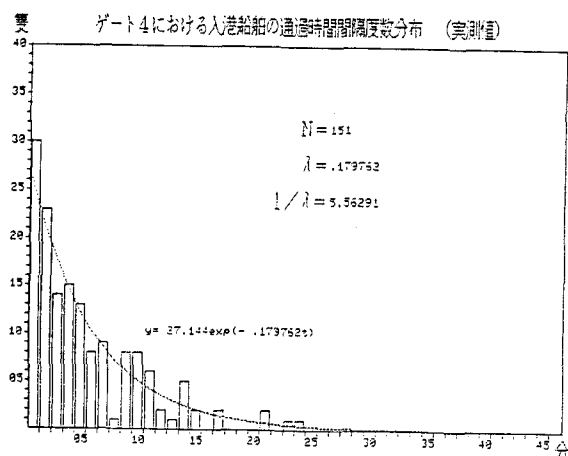


図-6 推定値と観測値の比較 (入港)

5. おわりに

港内における航行安全性を検討するための港内特定水域における船舶交通量を算定する方法について提案した。港内の船舶交通量の推定は皆無である現状では、提案したモデルがいくつか問題を抱えているものの、まずまずの成果と思われる。

このようなモデル化の方向はとりもなおさず、現状のネットワークシミュレーションでは時間と費用がかかりすぎる点を改良したい点にある。本モデルがさらに実用レベルの精度を確保できるように改善されれば、港内の船舶交通の安全性の検討は飛躍的に簡単になり、港湾計画における埠頭利用計画、施設配置計画、航路計画に資するところ大と考えられる。

今後は、船舶の港内OD交通量の推計法、ゲートラインでの航行位置の推定法を確立することが課題として残されている。

参考文献

- 1) 小谷道泰他：在港船舶隻数の推定手法に関する一考察，土木学会第41回年次学術講演概要IV-151, 1986.
- 2) 大阪港長期整備構想懇話会：大阪港の長期整備に対する基本方向（資料集），1991.