

狭水道における船舶交通容量の試算

西 田 俊 策*
渡 辺 信 夫**

1. ま え が き

近年、東京湾、大阪湾、瀬戸内海など大都市周辺の海上交通は、陸上交通のふくそうと同様、繁忙をきわめている。特に、これら地域の主要港湾の航路や浦賀水道・瀬戸内海等の狭水道においては、船舶交通量の増大と船型の大型化に起因する海上交通の混雑と事故発生の危険性が増大しており、航路の整備が関係者から切実に訴えられている。従来の航路計画は道路計画において行なわれているような交通量の要素から吟味された例は少ない。これは、航路整備にあたって、船舶のふくそうに対する交通容量の概念の導入よりも、通航最大船型に対する操船技術面の問題が重視され、航路の線形・幅員・水深などが定められていたことによる。

しかし、今後の航路計画においては、海上交通のふくそうからみて船舶交通の量的実態の把握、あるいは航路交通容量の分析が一つの重点となろう。さらにそれらは、大都市圏近辺における今後の海上交通の繁忙に対して将来必要とされるであろう船舶航行の管制の手法にも役立つものとなろう。

そこで、本文では浦賀水道の現地観測をもとに、航路における船舶航行に関する解析を行ない、船舶交通容量推定に対する一つの接近法を提案する。

2. 船舶交通容量の概念

自動車の長さは3mから12m程度の範囲にあるが、船舶の長さは数mから300mにもおよび、陸上交通における一要素のもつレンジより、海上交通におけるそれの方がはるかに大きい。さらに、陸上交通と比較して船舶の運動の根本的な相異は、固体上の運動ではなく、水という流体中を浮行し、制動・旋回等に流体の影響が

大きく、相当の困難性をともなうということである。

道路交通においては、自動車が前車を追従して走行するときの最小車頭間隔を観測し、その平均値 \bar{D} を速度 V の関数として求め、最適速度 V_0 に対する最大交通量 V_0/\bar{D} を交通容量として推定し車線数に応じた1車線あたりの単位時間あたりの台数として設定している。

海上交通における交通容量を論じたものは、藤井弥平氏¹⁾ほかの報告があるだけで、研究の体系化はまだなされていない。したがって、船舶交通容量に関する明確な定義もなされていないが、ここでは、藤井氏の報告に準じて次のごとく定義づけよう。

- ① 基本交通容量：通常の航行条件のもとにほぼ同船型の船舶が、一定方向に一定幅の直線水路を超越しができないほどの密度で航行するときの単位時間における最大通過隻数。
- ② 可能交通容量：ある水路において通常の航行条件のもとに単位時間内に通過しうる最大隻数。
- ③ 実用交通容量：ある水路において通常の航行条件のもとに不当な遅れや危険がなく、操船者の自由を拘束しないような状態での単位時間あたりの通過隻数の限度。

基本交通容量は、一般には運動性能や諸元に相当の開きのある通航船舶の船型を単一化し、水路の条件も単純化した場合に求められる理論的な交通量である。これについて藤井氏の研究では、通航船舶を1つの標準船型に単一化し、船の密度と通航速度とを観測結果より想定し、水路幅員と船長との関数とする基本交通容量の近似式を提案している。すなわち、基本交通容量 C_b は

$$C_b/B = V \cdot P_{\max}(L_{pp}, V) \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 B ：水路幅員 (m)、 V ：船の群の速度 (m/sec)、 L_{pp} ：船長 (m)、 $P_{\max}(L_{pp}, V)$ ：船舶の群の最大密度と表わし、船の速度と船長との相関、あるいは現地観測にもとづく船の密度や速度の検討結果を用いて、式(1)から

* 正会員 運輸省第一港湾建設局長、前第二港湾建設局技術次長
** 正会員 運輸省第二港湾建設局企画課長

a) 運輸省船舶技術研究所

$$\log C_b = \log B - 1.59 \lambda + 2.13 + 0.14 \dots \dots (2)$$

ここに、 C_b の単位：隻/時、 $\lambda = \log L_{pp}$

なる近似式を導入している。

前述の可能交通容量は、基本交通容量に海象・気象・水路形状等の実体的な影響を考慮するとともに、大小さまざまな船型の船が混合した航行状況を対象としているところに基本交通容量と最大の相異がある。陸上における自動車の場合と異なり、交通要素である船がその運動性能や諸元において、大から小に至る大きな幅を有していることから考えると、可能交通容量あるいは、それに安全係数的要素を加味した実用交通容量の分析こそ、航路交通容量として重要な意味を持つといえよう。上述の藤井氏提案の式(2)は、通航船型がある範囲に限定された航路や航路容量の概数的推定にはある程度有効であるが、一般の交通容量の推計としては問題が残る。

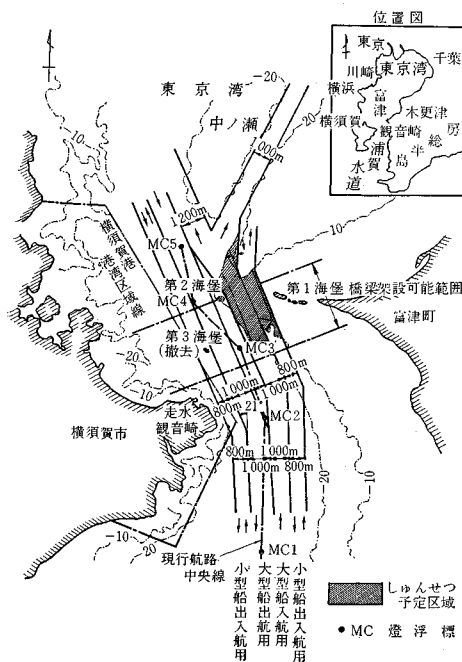
そこで、本論においては一般の狭水道あるいは航路の船舶航行を対象とすべく、船型の範囲を限定することなく、大小船舶の混合交通についての可能交通容量あるいは実用交通容量の解析を行なうものとした。

3. 狭水道における船舶航行の実態

(1) 東京湾口航路における船舶航行の実態

狭水道等の船舶交通量については、その近傍地域の経済的背景、すなわち、産業や人口の集積、港湾の規模な

図一 浦賀水道地形図および航路整備計画案



どにほぼ関連しているといえよう。ここでは、今日相当量の航行船舶があり、ますます問題化することが予想され、しかも船舶航行のパターンに特に制約を与える要素を持たないと考えられる東京湾口航路を例として論ずることとする。

浦賀水道の船舶航行の実態把握に関しては、三浦半島走水におけるレーダー観測も含めた 20 日間の現地観測と東洋信号通信社鳥ヶ崎信号所の記録とによった。これらの調査結果を要約すると次のごとくである。

- ① 1日通過総隻数：走水観測の1日通過隻数の平均は 494 隻，最高は 556 隻であり，昭和 40 年においては，1日通過隻数は 500 隻前後と推定される。
- ② 通航船舶の船種・船型構成：表一・1.2 のとおり。

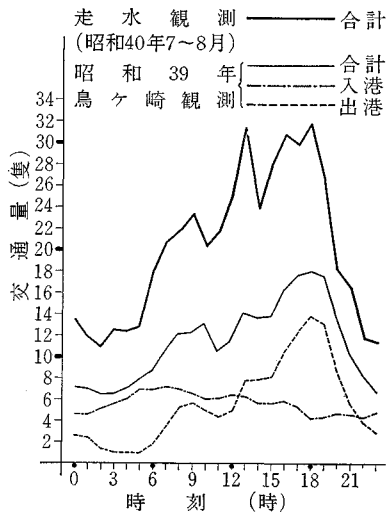
表一 船種別の構成比 (%)

船種	一般貨物船	タンカー	専用船	その他(客船, 軍艦, ランチ等)	計
走水観測	58.3	20.6	1.8	19.3	100.0
鳥ヶ崎記録	63.1	20.6	2.3	14.0	100.0

表二 船型別の構成比 (%)

船型(総トン)	500 GT 以下	500 ~ 1000	1000 ~ 3000	3000 ~ 6000	6000 ~ 10000	10000 ~ 30000	30000 GT 以上	計
走水観測	58.6	14.9	11.6	4.3	7.2	3.0	0.4	100.0
鳥ヶ崎記録	50.4	14.6	16.5	6.1	7.9	3.9	0.6	100.0

図二 通航船舶の時刻分布

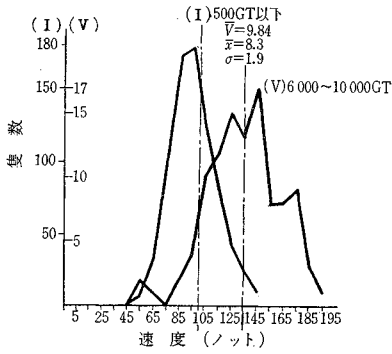


- ③ 通航船舶の時刻別分布：図二に示すごとく，東京湾への入港船の変動は少ないが，出港船の変動は大きく，18時にピークを示しており，出入全通航量の傾向も出港船とほぼ同様である。

(2) 船舶の通航速度

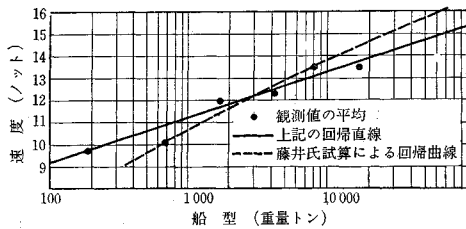
1分間隔のレーダー面撮影のフィルムを利用して、平均通航速度を算出し、6段階に区分された船型別の速度

図-3 速度分布の例



\bar{V} : 全データによる平均 σ : 平均から 3σ 以上はずれたデータを棄却したときの平均 $\hat{\sigma}$: σ に対応する標準偏差

図-4 船型と通航速度との相関



の分布を求めた。図-3 は速度分布の例を示したもので、平均値のまわりにはほぼ正規分布をしている。さらに、各船型区分の平均重量トンと速度分布の平均値をみると、図-4 に示すごとく強い相関があることがわかる^{b)}。

(3) 船型区分ふくそう時の通航実態

ふくそう時の通航実態としては、図-2 に示したごとく夕方の 18 時を中心として交通量がピークになっている。原則的に対向船との航路分離が行なわれているから、ピークの大きい出港船のふくそう時が問題となる。その状況で、18 時(18 時~19 時)の出航船を対象として通航を分析する。

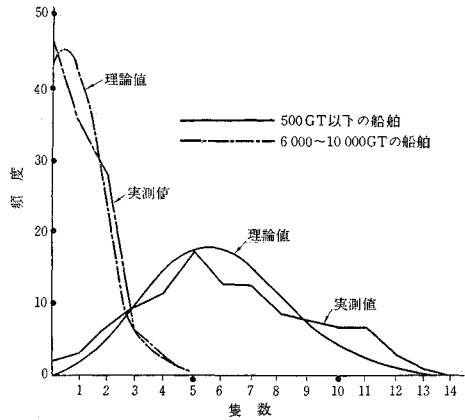
前述の船型区分別の通過確率分布を求めると、データに欠測の多い I およびデータ数の少ない VI の船型を除き、 χ^2 検定 0.05 以上の水準で、到着の一般の分布型であるポアソン分布型に適合している。すなわち、発生数の平均を μ とすれば、単位時間内に k 個の船舶発生が出現する確率 $P(k, \mu)$ は

$$P(k, \mu) = \frac{e^{-\mu} \cdot \mu^k}{k!} \dots\dots\dots(3)$$

と表示することができる。また、通航船舶群の形成については、レーダー写真より求めた船舶の相互位置の解析から、追行する船が先行船に接近する限界があり、その

b) 船型区分 (GT: 総トン数)
 I: 500 GT 以下, II: 500~1000 GT, III: 1000~3000 GT, IV: 3000~6000 GT, V: 6000~10000 GT, VI: 10000 GT 以上

図-5 ふくそう時の通航隻数確率分布の例



限界を示す領域「閉そく領域」は船型と相関していることがわかった。

4. 船舶交通容量試算の手順

(1) 船舶交通容量試算の手順

今回実施した東京湾口航路の場合を例にとって、交通容量試算の手順を示すと、図-6 のごとくである。

(2) 将来の船舶交通量の推計

航路における交通容量を推計するに際して、将来時点における船型別年間交通量を基盤となる指標とした。東京湾口航路の例では、将来の年間交通量の推計として、昭和 39 年の鳥ヶ崎の記録を走水観測の結果より補正し昭和 39 年の船型別年間交通量を算出した。次にこの値と湾内各港入港船舶隻数との比率を求め、過去(昭和 33 年~40 年)の湾内各港入港隻数に乗じて、過去の湾口交通量を推計した。さらに、各年の湾口交通量と湾内各港の港湾取扱貨物量の相関式を求め、この式に将来の湾内港湾取扱貨物量の想定値を代入して、将来の年間湾口交通量を推計した。また、船型別年間交通量は、時系列分析による値と、湾口交通量の総量と船型別構成比によって求めた値とを調整して算出した。なお、ここに用いた将来の東京湾港湾取扱貨物量は、東京湾港湾計画のため別途推計された昭和 50 年および 55 年の値によった。推計結果の概要を記すと、湾口交通量 (Y 隻) と東京湾

表-3 将来の湾口交通量の推計値 (出入航合計)

年次	昭和40年		昭和50年		昭和55年	
	推計値	昭和50/昭和40	推計値	昭和50/昭和40	推計値	昭和50/昭和40
東京湾港湾取扱貨物量 (千t)	177 894	2.23	397 590	2.23	507 438	2.85
年間湾口船舶交通量 (隻)	169 172	1.94	324 474	1.94	403 126	2.41

図-6 船舶交通容量試算フローチャート

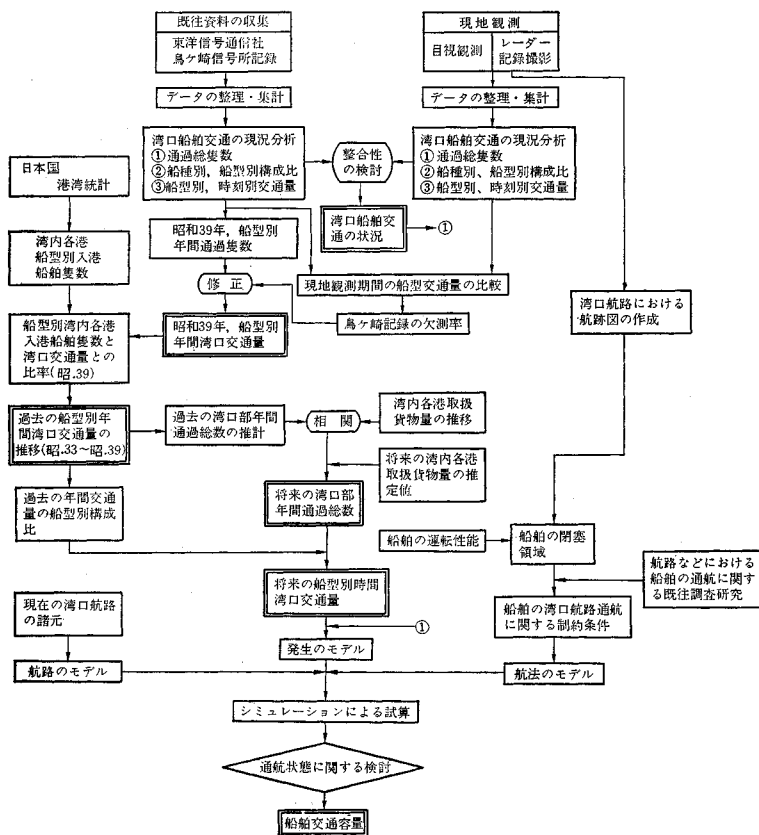
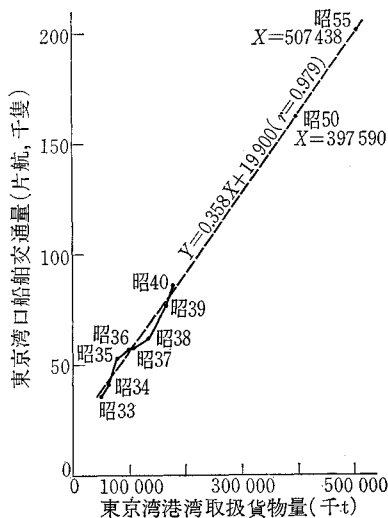


図-7 東京湾港湾取扱貨物量と湾口交通量 (片航) との相関



港湾取扱貨物量 (X 千 t) との相関式は

$$Y = 0.358X + 19900 \quad (r = 0.979) \dots (4)$$

となり、図-7 に示すとおりである。昭和 50 年および 55 年は表-3 に示すごとくとなる。また、船型別構成比

の推移をみると、10 000 GT 以上の大型船および 500 GT 以下の小型船の割合が増加し、3 000 ~ 10 000 GT の船舶の比率はやや減少する傾向にある。このことは、最近の船舶大型化と内航海運の増大にともなう小型船のシェアの増加を裏付けているものといえよう。

5. 船舶交通容量のシミュレーションによる推算

(1) シミュレーションモデルの概要

本研究においては、航路における船舶の通航状態のシミュレーションモデルをデジタル型電子計算機内に設定し、それによって将来の交通状況を推定し、その隘路となる現象から交通容量を想定した。

a) 航法のモデル

船舶航法の原則を把握することは、はなはだ困難なことである。

ここでは、まず走水観測より航跡を綿密に検討し、航法に関する一般的法則を抽出しようと試みたが、現段階では必ずしも十分なものが得られなかった。そこで、何人かの船長経験者の意見を聴取するとともに、船舶の一般的な運動性能の面からの検討を加え、さらに海上衝突予防法、特定水域航行令などの海上航行の安全に関する法律にもとづく原則や制約事項によっても検討した。

その結果、航法のモデル化において次のごとき仮定を行なった。

- ① 船舶の航行速度は前述の船型別の値を与えるものとする。
- ② 閉そく領域および進路区域という概念を導入し、閉塞領域内に他船が存在しない限り、船舶航行の安全は確保されるものとする。
- ③ 進路区域に前方の障害物(被追越船)が入った場合、追越船は衝突の危険があるとして、転針あるいは減速の待避行動をとる。
- ④ 航路入口の到着においても、上記①、②、③は適用されるものとする。

b) 航路のモデル

航路の屈曲が航行速度や変針にともなう局所的な所要

幅員などに変化を与える可能性はあるが、今回の分析においては浦賀水道を対象として、次のごときモデル航路を設定した。

1) 航路は延長と幅員をそれぞれ長辺および短辺とする矩形の直線航路とする。

2) 航路延長は 10 km (図-1 参照, MC (5) から MC (2) 付近まで) とする。

3) 現行の片航路は有効幅員を 1 000 m と想定し, 航行幅員は航跡の分析等を参考にして, 中央線から 100 m の余裕をあけて船型別に次の幅をとる。

区分 I, II (1 000 GT 以下): 900 m, 区分 III (1 000~3 000 GT): 700 m, 区分 IV, V, VI (3 000 GT 以上) 500 m

4) 出入航路はおおの分離された航路, すなわち, 対向船のない片道航路を想定する。

5) 全船舶は中央線に沿って平行に航行する。

6) 航路付近での漁船の操業, 小型船の横断等は規制されているものとする。

e) 船舶の到着モデル (発生モデル)

交通容量の分析に際しては, 現状のふくそう時の航行状況に着目して検討し, モデル設定に関し次の仮定をおいた。

1) 通航船舶の時刻別分布のパターンは将来においても変わらないものと仮定し, 最もふくそうする 18 時~19 時の航行状況を対象とする。

2) 単位時間あたりの船舶到着隻数の発生確率はポアソン分布にしたいが, 分布形は将来も変わらないものとし, その平均値が年間交通量に比例するものとする。

3) 航路入口への船舶の到着位置は, 上述 b) の ③ にもとづく範囲内でランダムに与えるものとする。

なお, モデルにおける到着船舶の発生は次のごとく処理する。すなわち, 前述の式 (3) で表現されるポアソン分布において, 船舶が発生する場合の発生時間間隔 T である確率を $Q(T)$ とすると, 式 (3) との間に

$$P(0, \mu) = e^{-\lambda T} = \int_0^{\infty} Q(T) dT \dots \dots \dots (5)$$

ここに, $\mu = \lambda T$, λ : 単位時間

あたりの平均発生率。

なる関係式が成立する。したがって, $Q(T) = \lambda e^{-\lambda T}$ とおけば式 (5) は満足される。すなわち, 発生時間間隔が指数分布をなすように与えれば, 船舶の単位時間あたりの発生数はポアソン分布をなす。これを満たすためには OR の定石を用い, $[0, 1]$ の一様乱数 r とし

$$\int_0^T Q(T) dT = \int_0^T \lambda e^{-\lambda T} dT = r \dots \dots \dots (6)$$

とおいて, これを解くと,

$$T = -\frac{1}{\lambda} \log(1-r) \dots \dots \dots (7)$$

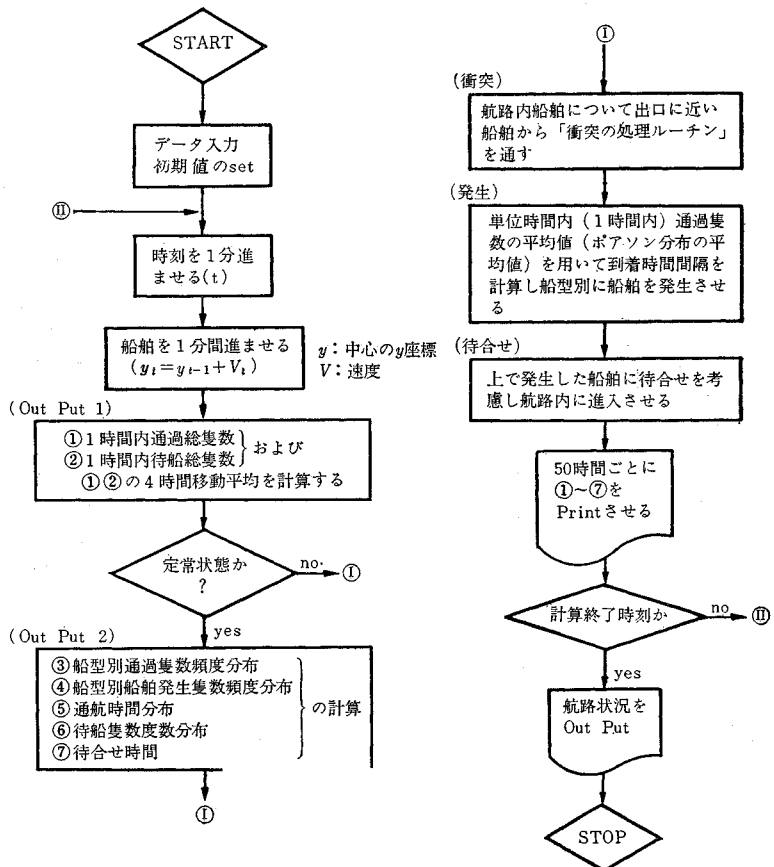
となる。 r に一様乱数を与え, 式 (7) により T に変換する。この結果, T は $\lambda e^{-\lambda T}$ の指数分布をなし, 単位時間の発生数はポアソン分布になる。

なお, 上記シミュレーション・プログラムのメインフローを図 8 に示す。

d) 閉そく領域と進路区域

閉そく領域とは船舶が安全かつ円滑に航行するために他船の存在を許さない。その船舶を中心にして描かれた最小限の領域であり, 道路交通における最小車頭間隔に

図-8 東京湾航路のシミュレーションのブロックチャート



相当する。これに影響する要因としては、船舶条件（船型、速度、操船性能等）、航路条件（幅員、水深等）、自然条件（潮流、視界、明暗等）、人為的条件（操船者の技術、心理状態等）が考えられる。この領域の形状と大きさは以下のごとく求めた。

まず、走水観測のふくそう時の航跡図から船の相対的位置を分析し、これが船舶相互の限界状態の航行を物語っているものとして、統計的解析によって船型ごとに船舶の位置を中心とする長円となる閉そく領域を求めた。さらに、この長円の長軸と短軸を表わす進行方向船間距離および横方向船間距離を、機関逆転停止距離等船舶の操船性能面より検討し修正した。モデルに用いた船型ごとの閉そく領域は、表-4のごとくである。

表-4 閉そく領域 (単位:m)

船型区分	I	II	III	IV	V	VI
進行方向の長さ (β)	140	280	480	700	980	1500
横方向の長さ (r)	70	150	220	260	300	350

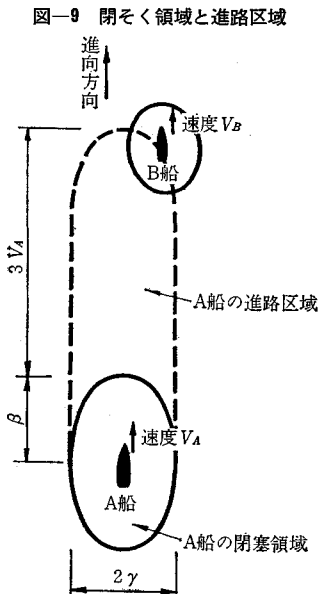


図-9 閉そく領域と進路区域

次に、モデル航法において、前船に対して変針、減速等の操船判断をするため、進路区域という考えを設定した。すなわち、前方障害物の状況を認知し変針の効果を出すには、約3分程度はかかるものと仮定し、閉そく領域を $3V$ (V : その船の速度 m/sec) だけ前方に伸ばした区域を考え、これを進路区域と定義した。進路区域内に自船より低速の船が入ったとき、変針の可能性を検討し、可能ならば変針し、不可能であれば前船に追従する。

(2) 船舶交通容量の定義

一つの航路の交通容量が増大する場合にみられる現象を考察すると

- ① 追抜きが多くなり、事故がこりやすくなる。
 - ② 追抜きする余裕がなく、減速追従が多くなり、操船者の心理的圧迫感を増大する。
 - ③ 通航に要する時間が長くなる。
 - ④ 航路入口で待船する船舶が発生し、その待船時間が次第に長くなる。
 - ⑤ 航路内に全く余裕がなく、それ以上航行量は増えず、航路入口での待船隻数はますます増加する。
- などであるが、前述の閉そく領域という概念を導入している点からすれば、航行に関する最小限の安全性は確保されていると考えて差し支えない。したがって、この点から ①, ②, ③ の状態については問題はない。

そこで、④の航路入口の待船という現象を考えると、限定された海域で待船すること自体に運動性能上問題があり、かつ、多数の船舶を一定海域に一定時間待船させておくことははなはだ危険なことで、不可能であると考えなければならない。

実際には、航路入口に接近した船舶は前方航路の状態を確認しながら、航路への進入の可否を判断し、原速通航ができない状況にあれば速度調節をして入口への到着時間を延ばす。しかし、この遅延可能時間には船舶の性能面からある限界が生ずる。この限界時間を許容待船時間と呼ぶこととし、これによって交通容量を次のごとく定義する。すなわち、航路入口での待船時間が許容待船時間に達した場合の航路の交通量を、当該航路の交通容量とする。

(3) 許容待船時間

許容待船時間は次の仮定を設けて求めた。

- 1) 船舶は航路入口へある一定の速度（航路通航速度と同じとする）で接近してくる。
- 2) 前方の状況を判断する位置は、航路入口に船舶の進路区域先端がさしかかったときの位置とし、これを航

表-5 許容待船時間の計算

船型区分	I	II	III	IV	V	VI
垂線間長 L_{pp} (m)	32	53	79	103	132	179
航路通航速度 (m/min)	304	327	371	380	417	417
④進路区域 (m)	1078	1325	1720	2020	2516	3188
⑤惰走距離 (m)						
⑥航路通航速度より5ノットまで	160	400	810	1300	2000	3400
⑦=④-⑤ (5ノットで進む距離) (m)	918	925	910	720	516	0
⑧惰走距離における遅延可能時間 (sec)	14	36	76	120	195	350
⑨⑧の距離を航路内速度で進むに要する時間 (min)	0.23	0.60	1.27	2.00	3.25	5.83
⑩⑦の距離を航路内速度で進むに要する時間 (min)	3.02	2.83	2.45	1.89	1.24	0
⑪⑩の距離を5ノットで進むに要する時間 (min)	5.95	5.99	5.90	4.67	3.34	0
⑫=⑩-⑪ (⑩の距離での遅延可能時間) (min)	2.93	3.16	3.45	2.78	2.10	0
許容待船時間 (min)	3.16	3.76	4.72	4.78	5.35	5.83

路状況判定位置と呼ぶ。

3) 航路状況判定位置にさしかかった船舶は、ただちに機関を停止し、進路を保ちながら惰力で進む。

4) 船舶は5ノットまで速度を落せるとし、その後は5ノットを継続し、航路入口に達する(速度下限を5ノットとしたのは、船舶の操舵など操船上の安全性からの最低必要速度にもとづいた)。

以上の仮定をもとに、運動方程式を解くことにより惰走距離(5ノットに減速するまでの距離)および惰走時間を求め、これらから許容待船時間を船型別に算出した。

(4) 船舶交通容量の推算(実例)

以上述べたシミュレーションモデルにより、東京湾口航路の交通容量を推算したが、この際アウトプットを次の諸項目とした。

- ① 船型別発生(到着)隻数と待船隻数の時間的変化
- ② 1時間発生(到着)隻数の度数分布
- ③ 1時間通過隻数の度数分布
- ④ 船型別通航時間分布
- ⑤ 待船隻数の度数分布
- ⑥ 待船時間分布

シミュレーションの演算は、モデル内時間で開始後10時間で定常状態になると検定して、10時間目以降50時間までのデータにより上記アウトプットを図-10~13

図-10 時間内平均通過隻数の推移

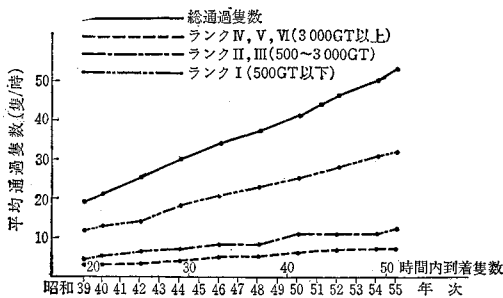


図-11 平均通航所要時間の推移

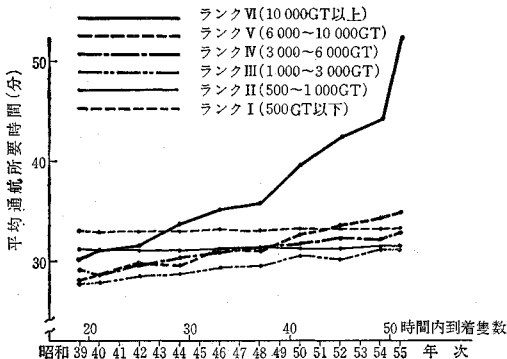


図-12 平均待船時間の推移

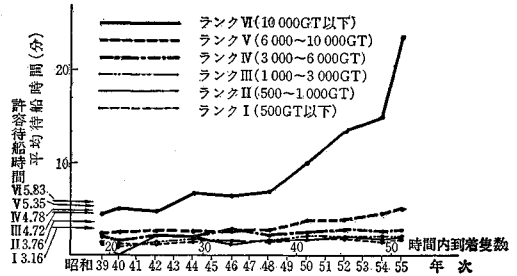
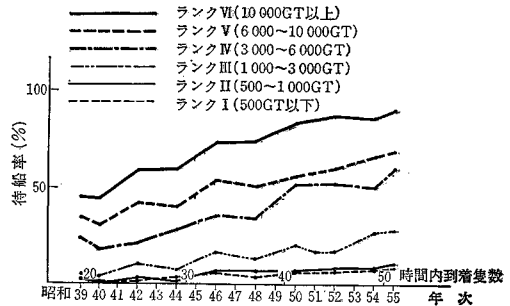


図-13 待船率の推移



に整理した。

この結果、大型船型については、図-11の平均通航所要時間が昭和50年ごろから急速に長くなり、図-12の平均待船時間も同年ごろから急増している。船型区分VIでは昭和44年に許容待船時間をやや越え、その後ほぼ一定で昭和48年以降急激に長くなっている。この点前節の定義からすれば、44年のふくそう時の交通量をもって交通容量に達しているといえるが、前述の許容待船時間は進路区域を用いた航路判定位置によって求められており、判定位置のいかんによって大きく変わる。この点をさらに吟味すると、船長等の意見によれば10,000総トン以上の大型船では、最小限3mile前方の状態を判断しながら航走するのが普通であるのでこれによれば許容待船時間は12~13分となる。

これらの諸点より昭和52年ごろのふくそう時に交通容量に達すると判断した。表-6に昭和52年の交通量を示す。

表-6 船型別平均時間交通量および年間交通量

(昭和52年・隻)

区分	合計	10 000 GT 以上	6 000 ~ 10 000	3 000 ~ 6 000	1 000 ~ 3 000	500 ~ 1 000	500 GT 以下
平均時間交通量	44.91	2.52	2.52	2.02	4.09	6.48	27.52
年間交通量	177 967	9 254	9 966	8 009	16 195	25 627	108 916

注: 上記の値はすべて片航のみを考慮したときの値

6. 航路整備計画への応用

(1) 航路分離計画への適用

浦賀水道の海上交通対策として、新航路開削を含めた航路整備計画の諸案が検討されている。それら諸案の特色は、大型船航路と小型船航路との航路分離の概念が導入されていることである。図-1 はその一案である。

ここで、図-1 のごとき計画航路における船舶交通容量を求めるにあたって、次の仮定を設けた。

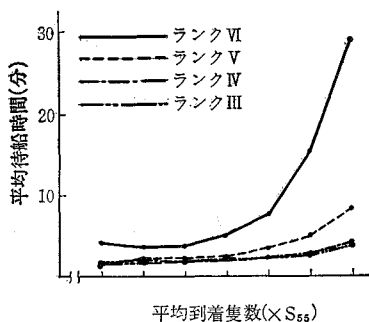
1) 大型船航路は 1000 GT 以上か、小型船航路は 1000 GT 未満の船舶が通航するものとする。

2) 小型船航路においても、出入航路は右側通航の原則により完全分離通航と考える。また、2本の小型船航路への到着隻数は同一比率で分担されるものとする。

3) 航行幅員は、大型船航路では両側 100 m、小型船航路では両側 50 m の余裕幅をみて決定する。

上記にもとづきそれぞれの航路について計算を行なったが、大型船航路については片航幅員 1000 m に対する昭和 55 年の発生数を基準に、その倍数の平均到着隻数に対応する航行状況を推計した。その結果、平均待船時間は図-14 のごとくであり、これからみると昭和 55 年の 3~3.5 倍のときに交通容量に達すると考えられる。前述の相関式(4)を用いて、この場合の交通容量に対応する港湾貨物量より、昭和 65 年ごろこの状態に達すると推定される。なお、この場合、小型船航路では十分余裕があり、交通容量に達していないと推定されるが、この時点における交通量は平均約 160 隻/h (大型船・小型船、片航)、年間約 120 万隻 (出入航合計) である。

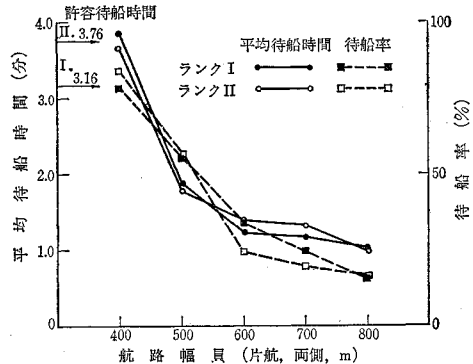
図-14 平均到着隻数と平均待船時間の関係



(2) 航路幅員についての検討

各航路の幅員を決定するには、各航路が同時に交通容量に達するように計画する方が、より合理的であると考えられるが、上記の例では大型船航路が容量に達する時期に、小型船航路はかなりの余裕がある。そこで、小型船航路の幅員を 100 m ずつ増減させて、前述のごとく大型船航路でほぼ交通容量に達する昭和 55 年の 3 倍の交通量について小型船航路の航行状況を推計した。その幅員の変化に対する平均待船時間と待船率を図-15 に示す。

図-15 小型船航路の幅員と平均待船時間・待船率



分析結果を総合的に検討すれば大型船航路 (片航) 幅員を 1000 m とすると、片側の小型船航路幅員は 500 m が適当であると考えられる。

7. 結 び

最後に上述の手法によって求めた交通容量の性格を考察すれば、計算結果から判断すると、到着隻数の増加に対して通航量がある値で頭打ちとなり、航路入口の待船隻数が増加するという状態を示す可能交通容量に相当するのではなく、通航量はまだ増加しており、しかも最低限の航行の安全性が確保されている点からみて、実用交通容量と考えることができよう。

以上、東京湾口航路の例を中心として、航路における船舶交通容量の分析を試みた。本手法には種々の仮説があり、また現段階では十分な定量化が困難な点などもあるが、これが交通容量の分析あるいは今後の航路問題の解明への足がかりとなることを望んでやまない。

(1969. 1. 9・受付)