

運輸省	港灣技術研究所	正員	與山	青	英
〃	〃		佐々木	芳	寛
〃	航空局	正員	中辻		隆

1. まえがき 先の報告で 航路・港内の船舶交通の特性を評価する一つの方法として 船の流れを 待ち合わせ問題として捉えて、リンク・ノードにより構成されるネットワークモデルを設定し、それぞれのリンクやノードにおける待ち回数、待ち時間、待ち数の状態確率等の統計量をもって 航路を評価する指標としようとした。ここで、我々の目的としたことは、複雑な船舶の航行を簡便にモデル化することにより、シミュレーションプログラムの作成を容易にし、また、シミュレーションモデルをインプットデータにより設定する事であった。

しかし、先に示したプログラムは、一種類の標準船が時刻に依存しない速度分布に従って航行するモデルしか設定出来なかったために、大小様々な船が各々の航行特性をもって、操業船舶の影響や夜間規制や航行管制を受けながら航行する現実をモデル内に再現するには、不満足な物ではなかった。そこで、より現実を姿を再現するために、いくつかの改良を行ない、ある程度の成果が得られたので、実際の適用例とともに報告したい。

2. 拡張されたネットワークモデル

(1) 船の種類 船型、船種により必要に応じて10種類まで分類出来る様にした。

(2) 船の入港 入港する船の隻数および船の種類分布は、朝、昼、夕それぞれ異なる。そこで、必要に応じ入港する隻数および船種分布を時刻により変えることが出来る。

(3) リンク・ノード容量の時間変動 早朝に漁船が操業したり、夜間の航行規制が行なわれる所では、航行し得る船の隻数(容量)は時刻によって変化する。これを リンク・ノード容量の時間変動としてモデル化した。

(4) リンク・ノードと船の種類 船舶一般の海域を航行する時には、船の大きさに比例して海域(リンク・ノード)を占有するが、埠頭では、船の大小に関係なく荷役施設を占有する。ここでは、各々のリンク・ノードにおいて、各船が占有する量を船の種類毎に与える事が出来る。埠頭ノードの場合その容量は「バース」数となる。

(5) リンク・ノードの通過時間(荷役時間) 船の航行速度は船の種類によって異なる。また潮の流れは時刻によって大きく変化することを考えると、船の航行速度は、同じ船でも時刻によって異なると予想される。そこで各リンク・ノードの通過時間(荷役時間)を与える確率分布が船種と時刻に依存するようにした。

(6) 管制 狭水道や湾口部では、航行の安全を確保するために、大型船舶の行会いを避けるようにする等の各種管制を実施することがある。プログラムでは、全ての船を X、Y、Z 船と分類し、「X 船が指定された海域にさしかかった時には、特定されたコースを進む X 船および Y 船はその海域に進むことが出来ず、既にその海域にある X 船、Y 船は速やかにその海域を出る。Z 船は何ら制限をうけることなく自由航行出来る。」ような管制を用いている。同時にいくつかの海域で、いくつかの X、Y、Z 船の任意の組み合わせにより管制を行おうとも出来る。時刻によって航行方向を指定する型の管制(信号管制)は、その海域のリンク・ノード容量を時刻に応じて適時変化させることにより、設定可能である。

(4) 異形ノード ネットワークモデルの基本的なノードの型としては Fig-1 に示す 6 種類だけであるが、Fig-2 の上段にある様な型のノードも下段に示す様に ダミーのリンク・ノードを設け、その間の通過時間を常に 0 とすることにより、基本的に用いることができる。

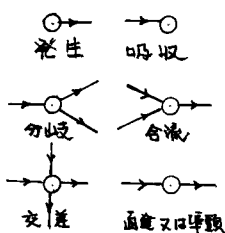


FIG-1

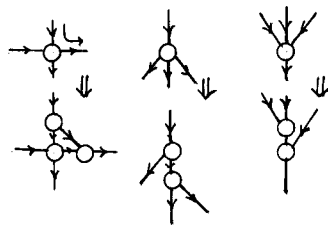


FIG-2

3 ケース・スタディ

Fig-3は 高知港の将来計画が船舶航行に与える影響を検討するために組まれたネットワークモデルである。

●ノードは埠頭を表わし、モデルの簡略化のために、いくつかのバースが1つの埠頭ノードに統合されている。

現在 利用度の高いバースは港東部の第1〜4埠頭であるが、将来の取扱い貨物量の増大と船舶船型の大型化を考えると、瀬戸水道・孕水道において、船舶航行の安全性に問題が生じると予想される。そこで、

- (1) 大型船は孕水道以南の横浜地区や浦戸水道以東の浦戸湾外に。
- (2) 浦戸水道湾曲部や中州地区及び孕水道以北に分散して係留している漁船や防波船を瀬戸・灘地区に船だまりをつくり集約させる。

という方針で将来の整備計画が立案された時、現状および昭和55年

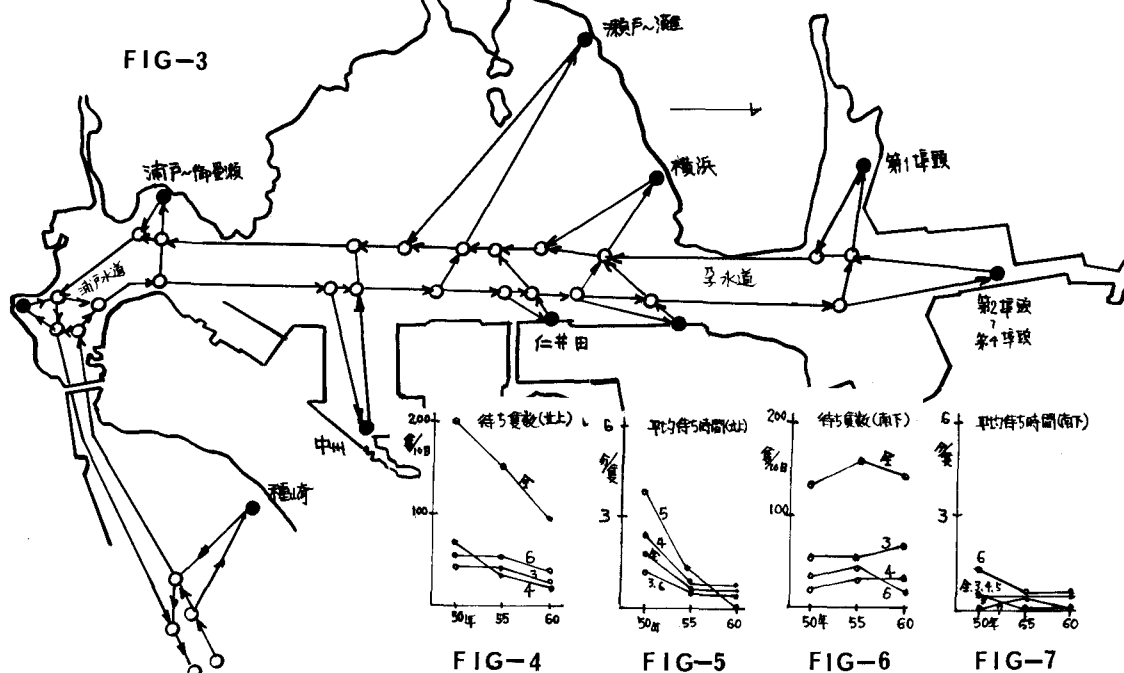
60年時のシミュレーションを行ってみたい。

Tab-1は 船舶の種類分類表である。入港船の到着時間間隔分布、リンク・ノード通過時間分布、各バースでの船舶の種類分布および各船舶の種類別の荷役時間分布が、過去のデータ調査から得られているので、湾口入口に到着した船舶は、所定の確率分布に従う通過時間で順次にリンク・ノードを遡っていく。船舶が転換してリンク・ノードの容量に余裕がない時や管制の制限を受ける時には待機しなければならない。高知港浦戸水道では、1000隻以上(タンカーでは500隻以上)の船舶が浦戸水道にさしかかった時には、反航する100隻以上の船舶は水道入口で待機しなければならない。管制が実施されている。

Fig-4~Fig-7に孕水道を北上する船と南下する船について、待ち隻数・平均待ち時間の変化を示した。

バース	船舶の分類	バース	船舶の分類
1	~5 隻	5	500~1000 (タンカー)
2	5 ~ 100	6	1000~6000 (タンカー)
3	100 ~ 500 (タンカー)	7	6000 ~
4	500 ~ 1000	8	フェリー・サンフラワー

TAB-1



4. あとがき 今報告で先の報告の際、誤解とされては事は一応整理された様に思われる。今後の方向としては数多くの適用例を積み重ねて、このネットワークモデルの船舶航行シミュレーションとしての妥当性を検証して行くとともに、このモデルにおいては、船舶を他の輸送機関に置き換える事は容易であるので、海上交通だけでなく、臨港交通を組み込んだ形の問題や、他の輸送ネットワーク問題への応用を図って行きたい。最後に、今回の高知港の解析における運輸省第3港湾建設局高知工事事務所の道重所長をはじめとする諸氏、ならびに、口田技官(港湾技術)の尽力に感謝の意を表したい。