

1. はじめに

海上交通は陸上交通と異り、対象が1トン未満の小舟から数十万トンにおよぶ超巨大船までがどときとして同一海域を通航すること、立体交差が許されないこと、操縦性があるやかであることに加えて船種船型によって幅広く異なることなどから、陸上交通工学におけるような壮大な理論も未だ樹立されておらず、交通実態の観測結果の整理・解析をもとにして得られた情報を活用してシミュレーションプログラムを開発し、それらによって現実と直面する数多くの問題に対処していかねばならないというケースが非常に多い。

ここでは、それらのうちから、航路体系の改善、海上交通量の増大、管制の導入等による交通流の変化の予測に用いられてきた、海上交通流をマクロ的に評価するのに適した輸送体系の評価シミュレーション(便宜的に、ネットワーク・シミュレーションとよんできた)の最新のモデルを述べる。これは、従来のネットワーク・シミュレーションが多くの実例に適用されるにつれて幾多の改善がなされてきたが、それでもなお、次頁の図のようなネットワークを組んでそこでの交通流を評価しようとするには、従来のようにすべてのノードを発生、吸収、ダミー、交差、合流、分岐だけに帰着するとそこでの容量や通過時間を現実の姿と対応づけることが非常に困難となること、およびノードの数が500近くになると修復を考慮するとリンクは1000を越える場合も稀ではなくなり入力方法の容易化の要請が生じてきたことから、新たにこれらの問題を解決したシミュレーション・プログラムを開発し、実際の問題に適用したので、ここに報告する次第である。

2. シミュレーションの方法と交通流の評価

方法は、交通の場をリンクとノードから成るネットワークで構成し、各々の船は出発地点の発生ノードから目的地点の吸収ノードまでを、その船固有に与えられた速力で(場所に依存することも可能である)、与えられたコースを進行していき、吸収ノードへ達したら系から消え、このようにして数多くの船を種々のコース上を進行させるのである。各々のノードやリンクには同時通過可能容量があらかじめ与えられており、既に通過中の船舶により容量が空いてない場合はノード待ち、リンク待ちをする。また、ノードにおいては、このような容量空き待ちの他に、交差する関係で進行方向による待ちも生ずる。これは交差する二船のうち、一船が通航しているときに他方向船が横切りが可能となるまでの待ちである。シミュレーションは、このようにして実行されていくが、この交通体系を評価するために、各々のリンクやノードの待ち時間に関する分布や統計量、待ち数に関する分布や統計量等を求めている。

3. 入力情報

入力情報は必要最小限度とし、シミュレーション実行時に利用するテーブルは入力情報をもとにして作成した。

- i) 船種・船型 ----- 船種・船型別に船の全長 L_i , 速力 v_i を与える。
- ii) 座標領域 ----- 船が互いに入らない領域で、前方 $6.4L$, 後方 $1.6L$, 左右両方向へ $1.6L$ づつといわれているが、前方 aL , 側方 bL として a, b を与える。
- iii) コース情報 ----- コース番号とその経路をノード番号列で与える。
- iv) ノード座標 ----- ノード番号とその座標値(x, y)を与える。
- v) 船舶交通量 ----- コース別、船種・船型別に単位時間当りの発生交通量を与える。
- vi) その他 ----- シミュレーション実施時間、print の指定の情報等を与える。

実際のシミュレーションの実施にあたっては、以上の情報を加工して、例えば、自動的にリンク番号をつける、リンク容量、ノード容量を求める、リンク・ノード毎に船型別通過時間テーブルを作成する、交差等の情報を得るためにリンクの角度を求めるといった一連の作業は、入力データを読み込んだ直後に行い、ファイルへ格納してシミュレーション実行プログラムへうけわたす。

4. ノード・リンクの容量と通過時間の考え方

ノードに關しては航路幅を容量の基準に、リンクに關しては航路面積を基準にしている。すなわち、ノードの幅を W とするとノードを通過する船の全長が L のときは船の当量を $b \cdot L$ とする。このとき、ノードの通過時間はこの船のその場所における速力を v とすると $(b \cdot L) / v$ で与え、長さ $a \cdot L$ ぶんはその次のリンクから差し引くことにして整合性を保たせた。従て、その次のリンク長を l とするとその船のリンク通過時間は $(l - a \cdot L) / v$ で与えた。リンクの容量は、長さ $\times$ 幅であるが、長さが船種によって異なるから $(l - a \cdot L)$ が長さだが、 L が船によって異なる、そのリンクを通過する船の平均長さ L' で代表して、リンク容量を近似的に与えた。この場合、リンク通過船の当量は $a \cdot L' \cdot b$ としている。場合によっては上で計算したリンク長が負の場合もあるが、その場合は上を零と取り、通過時間、容量とも矛盾しないよう配慮して近似値で代用している。

5. 出力結果

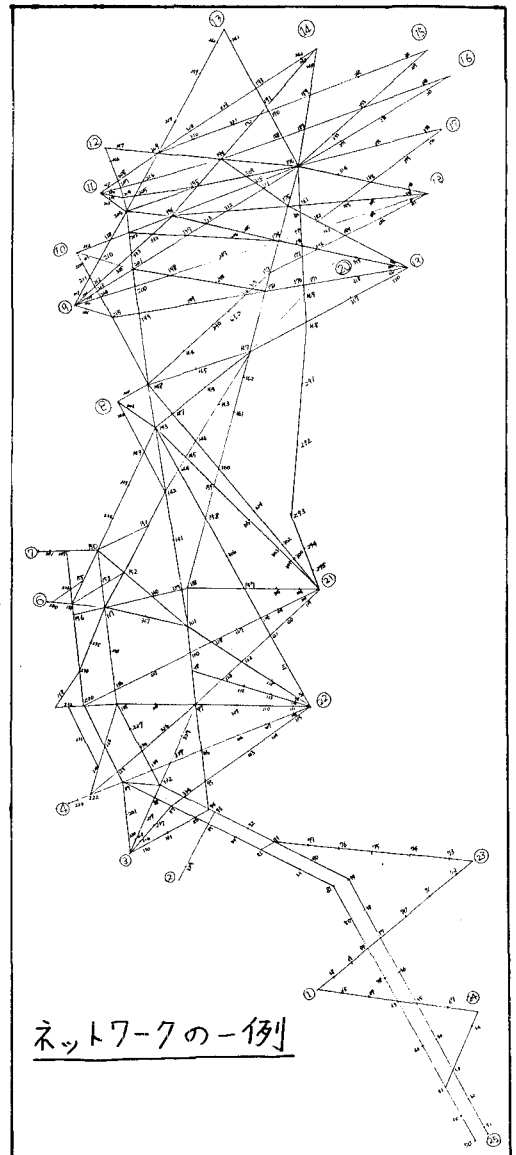
シミュレーション実行プログラムでは、入力データの加工、出力結果である統計量の作成は行わず、入力プログラムから受けわたされた膨大なデータファイルを利用してシミュレーションを実行し、船舶の状態変化とその時刻のみに記録し、すべて出力用のファイルへはき出すのみである。従て出力結果を求めるには、シミュレーションを再度実行することなく、そのファイルを用いてプログラミングするだけで足りる。この種のシミュレーションに必要であると思われる統計量、待ち時間に関する分布や統計量、待ち人数に関する分布や統計量、利用率等については、コントロールカードを用意するだけで得られる。

6. おわりに

実際の計算例についての入力データ、出力結果等は講演当日 A.H.P. を用いて説明する予定でいる。

このシミュレーションプログラムは自動車交通を 1 台 1 ミクロに追う場合にも応用ができ非常に汎用性があると思われる。尚問題点についても若干あるのでそれはスペースの都合で講演時にふれたい。

なお、ネットワークの作成と入力データの整理に日本海難防止協会の藤原氏、入力プログラムの作成に日科技研の堀氏、さらには交通量の作成に運輸省第二港湾建設局に御協力いただき、ここに厚く感謝する次第である。



ネットワークの一例