

運輸省港湾技術研究所 正員 工藤 和男

〇笹嶋 博

中井 典倫子

1. はじめに

近年、港湾計画部門においても、港湾を有機的なシステムとして捉え現象の分析や計画の立案が進んできている。この傾向は、港湾における船舶の滞船現象を科学的に分析するための待ち行列理論の導入によってもたらされてきた。しかし、解析的な待ち行列理論を船舶の滞船現象の解析に利用しようとする時には、従来から云われていふようにつぎに示すような種々の問題がある。①入港船のバース割当ての問題②沖荷役の問題③バースの変化の問題④本船-バース-上屋-倉庫のチェーンの問題⑤港湾労働力の問題⑥荷役時間に対する貨物の相乗の問題⑦埠頭間の船舶のシフトの問題⑧待岸船舶に対するはしけ荷役の問題⑨月末集中、季節変動等船舶の集中の問題。このような問題の生じている場合には、解析的な待ち行列理論のみでは充分な解析の行なえない場合が多い。しかし、船舶の待ち機軸を構成している物理的な要素である④船舶と⑦埠頭の属性のみを導入する事によっても精度よい滞船現象の解析が行なえ、上述の①③⑥の問題は解決されるものと考えられる。そこで本論文では、船舶と埠頭の属性を盛り込んだシミュレーションモデルを作成することによって精度よい滞船現象の解析に関する考察を行なった。

表-1 船舶属性と埠頭属性

2. 船舶属性と埠頭属性

解析的な待ち行列理論に導入されている船舶と埠頭の属性にはつぎのものがあつた。①船舶の到着時間分布②荷役サービス（待岸）時間分布③バース数。これらの属性は多くの場合均質に取扱われており、異質な取扱いを受けているものも、一般的に属性の数が少ない。

しかるに、現実の港湾においては表-1に示すような種々の属性があり、これらの属性間の関連によって船舶の待ち合わせの機軸が異なっている場合が多い。これら異質な属性を①同一視できる②平均的に取扱える③均質なもののサブシステムをつくることのできる等の手段を講じて解析的に解ける場合には問題はないが、このような取扱いの行なえない場合も多い。そこで、これらの属性のうち滞船現象の精度よい解析のために特に必要であると考えるべき属性に着目してシミュレーションモデルを作成することとした。①貨物の種類②船長③実吃水④積荷量⑤荷役機械の種類⑥荷役能力⑦バース長⑧バース水深。

3. シミュレーションモデル

シミュレーションモデルに上述の属性を盛り込むためには、つぎに示す3つの関係を定めておく必要がある。

①バース属性と船舶属性との関係②船舶属性間の関係③埠頭属性間の関係。①は入港した船舶が着岸できるかどうかを知り、着岸した時には荷役時間がどうなるかを知らねばならない必要の関係であり、本シミュレーションモデルではつぎに示す3つの属性間の関係を採用している。①船長とバース長②実吃水とバース水深③積貨物の種類と荷役機械の種類。①はバース長より長い船長をもつ船舶はそのバースに着岸できないことを表わす。②はバースの最小水深より大なる実吃水をもって入港あるいは出港するであろう船舶はそのバースに着岸できないことを表わす。③は④の埠頭属性間の関係の定め方によって異った考え方を取る必要はあるが、荷役機械をバースに固定させた場合には、荷役機械が荷役の対象としない貨物を揚積する船舶はそのバースに着岸できないことを表わす。④は入港した船舶がどのような属性をもっているかをモデル内で一貫させて作成するために必要の関係である。

この関係をみいだしておかざれば、ある属性を

過大に評価したり誤った評価を行ったりする危険がある。この関係は入出港届等のデータを

貨物の種類別に集計することによって得ることができる。本シミュレーションモデルにおいて

は、サービス時間との関係を捉えるのに便利な貨物量を属性の基本的な量として選び、①船長

は貨物量の回帰式で表わすこととした。また、②実吃水は貨物量とは独立に正規分布するもの

として取扱った。④は荷役機械の設置方法と船席の決め方によってサービス機構が非常に異なる

ために、モデルを作成する段階で定めておく必要のあるものである。本モデルでは、一般的と

考えられるべきのルールを採用している。①バースは単一のバースを複数種の固定長バースとし、②単一バースに荷役施設を固定させている。

③より、単一バースでは着岸できない船舶があるため、④単一バースを複数個組合せた組合せ

バースを使用することができるようになっている。⑤組合せバースを用いる場合には、組合せバースを構成する単一バースの荷役施設のうち、対象とする貨物を取扱えるものすべてを用いるこ

とができることとした。もちろん④として異なるルールが考えられるが、解析の対象が定まれば定める事ができる。

以上の関係を組み入れたシミュレーションモデルの作成を行なったが、その基本的なフローを図1に示した。また、必要なインプットデータを図2に示した。

4. 適用例

船舶属性と埠頭属性を考慮する必要がある実際例として、ある港における石油製品積出桟橋における滞船現象の解析を行なった。石油製品積出桟橋においては、1バースで数種の石油製品を積出す施設を保持しており、入出港届より集計を行なうと、船長および実吃水も単一バースのバース長および水深で制約を受けるものがあることが明らかとなり、平均的な取扱いを行なおうとしてもかなり無理があり、本モデルに適していると考えられる。船種としては製品の種類を①重油②揮発油③燃料油の3種にまとめた。単一バースは19バースであり、埠頭とバースの位置関係および荷役施設の位置関係より27通りの組合せバースを考え、15000 隻のケースを3ケース実行させた。なお、適用例のインプット・アウトプットおよび解析結果は講演当日示すこととする。

図-2インプットデータ

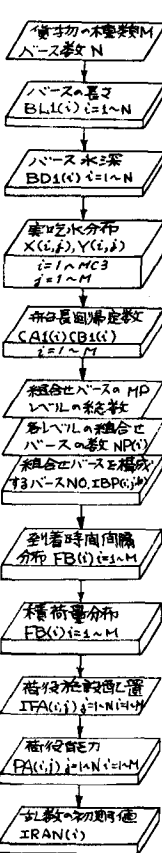


図-1 シミュレーションのフロー

