IV—3　輸出埠頭のバース計画に関する理論的一考察

京都大学工学部　正員　工博　吉川和広
京都大学工学部　学生員　〇小山計三

1　まえがき

近年港湾の発展はめざましく，従来の港湾の概念から大きくはみだし，世界的に専用埠頭化の傾向が顕著である。このことはかぎりなき高度成長をとげる経済の必然的結果である。専用埠頭化の傾向にはつぎの2通りがある。1つは，「工場埠頭」とも呼ばれるもので，高度成長をとげた産業が自らの産業過程の中に包含した埠頭であり，いま1つは，従来商業港といわれていたものの中における新しい発展の形のものであり，「公共埠頭」といわれるものである。

したがって，近代港湾におけるその計画は上述の近代港湾の性格を理解し，全体的港湾計画をたて，そのもとに埠頭計画がたてられなければならないと考える。

本研究では，輸出公共埠頭の計画において重要であるところのバース割り当てに関して，operations research の手法を導入し，従来の研究をいま1歩前進させることを試みる。

2　待ち合せ理論による平均待ち時間の算出

バースは，入港船の吃水の深浅を考慮し，大型と小型の2種類にわける。

大型バースには大型，小型両船舶とも接岸できるが，小型バースには小型船舶しか接岸できないとする。

またバースに着くのは先着順と仮定する。

入港船の到着の分布および在港日数の分布は，過去の資料の解析から，工学的・巨視的にはポアソン分布および指数型分布をする。

なをバースのサービス時間は各バースとも同じとする。

以上の仮定からこのシステムに対して状態方程式を導くことができるが，その状態方程式を解析的に解くのは困難であるので，つぎのように平均到着隻数に関する仮定をとり，近似的に解くことにする。

大型バースのサービスは，両種の船舶が争って受けようとすると考える。

大型バースへの平均到着隻数

$$\lambda_1 = \lambda r + \frac{S_1}{S}(1-r)\lambda \quad \text{------------------} \quad (1)$$

小型バースへの平均到着隻数

$$\lambda_2 = \frac{S_2}{S}(1-r)\lambda \quad \text{------------------} \quad (2)$$

S：全バース数

S_1：大型バース数

S_2　小型バース数

λ：全入港船の平均入港隻数

r：大型船舶の全入港船に占める割合

各チャンネルが同じ指数型サービス時間をもち，到着単位がポアソン分布に従う並列にならんだ複数チャンネルの場合の平均待ち時間は式(3)で与えられる．式(1)，(2)のSおよびS_1を適当に変えることによって算出されるλ_1，λ_2を式(3)に代入することにより，各種の場合の大型バースおよび小型バースに対する平均待ち時間を求めることができる。

$$\text{平均待ち時間}\ \bar{t}_w = \frac{(c\rho)^{c+1}}{\lambda(c-1)!\sum_{n=0}^{c}\frac{(c\rho)^n}{n!}[(c-n)^2-n]} \quad \text{--------} \ (3)$$

c：サービス窓口数

λ：平均到着単位数

$\frac{1}{\mu}$：平均サービス時間

ρ：$\frac{\lambda}{c\mu}$

3　バース数の決定

ここでは国民経済的立場からいわゆる損益分岐点の考えを導入し，損失費用を最小にするバース数をもって最適バース数とする。損失費用Cはつぎのようにあらわす。

$$C = S_1 a_1 + \lambda_1 \bar{t}_{w1}[\alpha b_1 + (1-\alpha) b_2] + S_2 a_2 + \lambda_2 \bar{t}_{w2} b_2 \quad \text{-------} \ (4)$$

a_1, a_2：大型および小型バースの遊休の1日あたりの損失

b_1, b_2：大型および小型入港船のバース待ちをする1日あたりの損失

$\bar{t}_{w1}, \bar{t}_{w2}$：大型および小型バースに対する平均待ち時間

α　：大型バースに着く船舶のうち大型船舶の占める割合

ここにおいてS，S_1を適当に与え，それに対する$\bar{t}_{w1}$，$\bar{t}_{w2}$を求め，式(4)に代入して損失費用を算出する。この損失費用が最小となる場合をもって最適バース数すなわち最適の大型小型バースの組合とする。

なお待ち合せ理論による平均待ち時間の算出は，理論的ではあるが現実的には種々の問題点を含んでいるので，同じoperations researchの1方法であるsimulationの手法を用いることにより，より現象に即した平均待ち時間を求めてみたい。

基本的simulation-diagramは図−1に示すとおりである。

図−1