

IV-153 コンテナふ頭の規模算定図表の作成

運輸省港湾技術研究所 正員 奥山育英
○運輸省港湾技術研究所 正員 清水勝義

1. はじめに

近年、産業構造の変化を反映し、貨物の小口化、高価格化等が進み、港湾においても迅速で多頻度な輸送が要請されており、機動的な輸送が可能なフェリー、RO/RO船、コンテナ船等によるユニットロード貨物の輸送量が増大してきている。

外資コンテナ貨物については、最近10年間、年率14%の伸びで急増しており、今後においても世界的なコンテナリゼーションの進展、特にこれまで遅れていた南北航路のコンテナ化の進展等に伴ない引き続き増加することが予想される。また、内資貨物についても、近年コンテナ専用船の定期航路が相次ぎ開設されており、今後フェリー、RO/RO船を含め急速にコンテナリゼーションが進展するものと考えられる。

このような情勢のもとに、今後コンテナふ頭建設への要請が高まるものと考えられ、コンテナふ頭の規模をマクロ的に計画する際に利用が容易である、規模算定のための図表を用意しておくことが望まれる。

今回は、コンテナ船の運航特性、コンテナの搬出入特性を最も簡単なモデルで表わした場合のコンテナふ頭の規模算定図表を作成したのでここに報告する。

2. コンテナふ頭の規模の考え方

ここでは、コンテナふ頭の規模を面積ではなく貯留個数で表わし、荷役方式に応じてコンテナを置く方法が決定してから、所要面積を算定するという考え方をとる。

3. 貯留モデル

3.1 貯留モデルの仮定

モデルを作成する上で、導入した仮定を次に示す。

- (1) コンテナ船はランダムに到着し、その時間間隔は平均 $1/\lambda^*$ の指数分布に従う。
- (2) 1船の取り扱い個数は、常に揚げ積み共に同数の一定値とし、荷役時間を無視する。したがって、コンテナ船の到着は、同時にコンテナふ頭上における、積みコンテナ・揚げコンテナの個数のそれぞれ1船分の減少・増加を意味する。
- (3) コンテナ数の単位は、1船分の取扱い個数とする。
- (4) 1船分のコンテナがすべて搬出される時間間隔

は、平均 $1/\mu^*$ の指数分布に従う。

- (5) 1船分のコンテナがコンテナふ頭に搬入される時間間隔は、平均 $1/\nu^*$ の指数分布に従う。
- (6) バース待ちは考慮しない。

3.2 貯留モデルの作成

コンテナふ頭上に積みコンテナ・揚げコンテナが、それぞれ i 船分・ j 船分の個数ある状態を (i, j) と記して、時間の単位を $1/\lambda^*$ とすると、

- ① $\lambda (=1)$ の割合で起こるコンテナ船の到着は、状態 (i, j) を $(i-1, j+1)$ に移行させる。
- ② $j \cdot \mu$ の割合で起こる1船分の個数のコンテナの搬出は、状態 (i, j) を $(i, j-1)$ に移行させる（但し、 $\mu = \mu^* / \lambda^*$ ）。
- ③ ν の割合で起こる1船分の個数のコンテナの搬入は、状態 (i, j) を $(i+1, j)$ に移行させる（但し、 $\nu = \nu^* / \lambda^*$ ）。

これらの関係を示すと、図-1 のようになり、状態が (i, j) である確率を $P_{i,j}$ と記して連立方程式で表わしたのが式-(1)である。

$$(a\lambda + j\mu + b\nu)P_{i,j} = \nu P_{i-1,j} + (j+1)\mu P_{i,j+1} + \lambda P_{i+1,j-1} + c\lambda P_{i,j-1} \dots \dots (1)$$

但し、 $a = 0$ ($j=n$), 1 ($j \neq n$)

$b = 0$ ($i=n$), 1 ($i \neq n$)

$c = 0$ ($i \neq 0$), 1 ($i=0$)

$P_{i,-1} = P_{-1,j} = P_{n+1,j} = P_{i,n+1} = 0$

n は、貯留個数の最大許容数

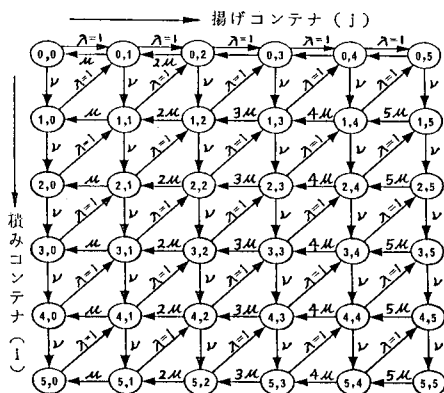


図-1 貯留モデル ($n=5$ の場合)

式-(1)を解くことにより $P_{1,j}$ が求まり、これからコンテナふ頭に k 船分のコンテナが貯留している確率 $P_k = P_{k,0} + P_{k-1,1} + \dots + P_{1,k-1} + P_{0,k}$ が得られる。この値を用いて貯留コンテナ数の平均、標準偏差、95%限界値、99%限界値を計算し図表で示したのが、図-2 ~ 図-5である。ここで $100p\%$ 限界値 N_p とは、貯留個数が1船の取り扱い個数の N_p 倍以上となる確率が、 $(1-p)$ 以下ということを意味している。なお、各図表中の値は、3.1でも述べた通り単位を1船分の取り扱い個数としてあることに注意されたい。

4. おわりに

コンテナふ頭規模算定図表の作成作業は、現在着手したばかりであるので、今回は、コンテナ船の運航特性、コンテナの搬出入特性をすべて指数分布に従うという簡単なモデルを解いて、数表を作成した。

今後、これと異なる特性を考慮したモデルについて、計算機によるシュミレーション等を行ない、より広範なケースに対応出来るような数表を作成することが課題である。

5. 参考文献

奥山、工藤：ふ頭のシステム設計について(容量の決定)、港湾技術研究所講演会講演集 1973年12月

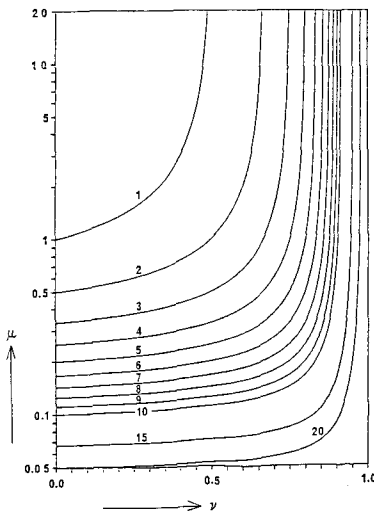


図-2 平均値

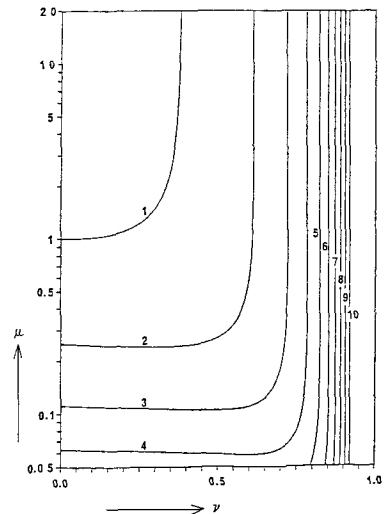


図-3 標準偏差

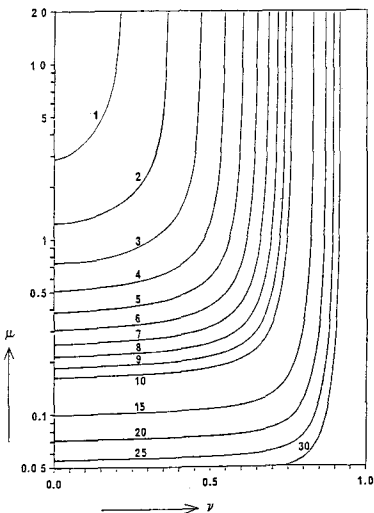


図-4 95%限界値

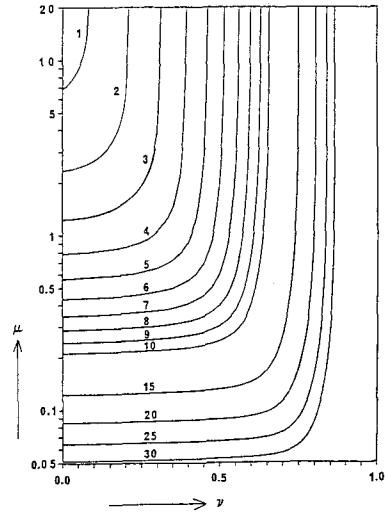


図-5 99%限界値