

京都大学工学部 正員 長尾義三

学生員 則武通彦

京浜外贸埠頭公社 正員 ○金沢 寛

1. はじめに

外貿におけるコンテナ輸送の発達にともない、その輸送基礎施設たるコンテナふ頭の建設、整備が急がれているが、従来その施設規模決定方法に関しては数理工学的解析がなされていない。本考察においては、コンテナ海陸一貫輸送を図-1に示すように多重リンク系からなる輸送システムとみなしてモデル化し、現在わが国で稼働しているコンテナふ頭で得られたデータをもとにしてモンテカルロ・シミュレーションを行なった。そしてヤード上に滞留するコンテナ個数の確率分布、コンテナ船の平均待ち時間を定量的に把握し、さらにコンテナが図-1に示される経路を輸送される過程で費される物的流通コストを最小とすべき評価基準を設け、最適なヤード規模、船型、年間取扱貨物量を決定した。

2. ヤード規模決定のためのシミュレーション

図-1 コンテナ輸送システム多重リンクモデル

ヤード規模を決定するためには、図-1に示す多重リンク

系の各リンクを構成する要素ベクトル(μ , λ , v , w , α)の変化に対応したヤード上滞留コンテナ数の確

率分布を求めることが必要となる。ここに、 μ : 輸送機

関数、 λ : 輸送機関容量、 v : 平均速度、 w , α : サ

イクルタイムの平均値および分散である。本考察においては、図-2 シミュレーション・フローチャート

リンク L_5 , すなわち船型および船舶到着時間間隔がヤード規模

に及ぼす影響を明確にすることを主眼としたので、リンク L_2 は

リンク L_1 に含めて考えた。また、他のいくつかのリンクの構成

要素は、先決的あるいは外生的変数として与えている。すなわ

ち、バース数は1とし、リンク L_4 にはクレーン2基を投入し、

クレーンの1基あたり荷役能力は現地調査結果を参考にして、

25個/時間に固定した。一方、リンク L_3 のトラック台数は、リン

ク L_4 とノード N_5 を考慮して求めた。図-2は、シミュレーション

のフローチャートを示したものである。シミュレーションの実

施にあたって必要となる船舶到着時間間隔分布、

1船あたり積みコンテナ数分布、1船あたりの

おげ・積みコンテナ比率分布は、J港バースB

のデータを整理して得た図-3、図-4、図-5をそ

れぞれ使用した。さらに、内陸からヤードへの

コンテナ搬入、あるいは内陸への搬出を船舶到

着日と関係づけて示したものが、図-6、図-7で

ある。ヤード上の滞留コンテナ数は、これら

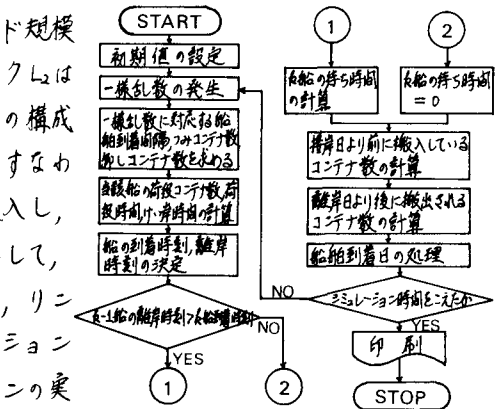
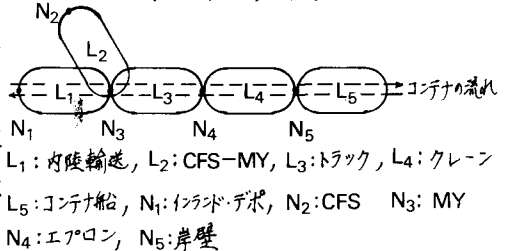


図-3 船舶到着時間間隔分布

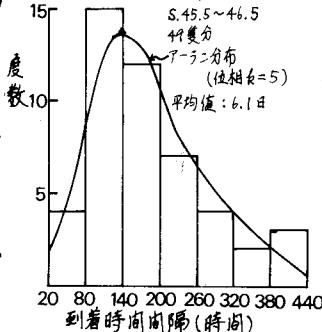
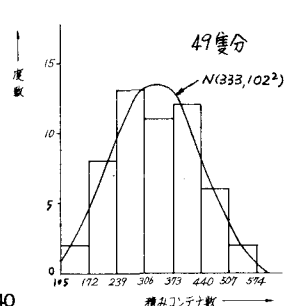


図-4 積みコンテナ数分布



分布の重ね合わされたものとして決定できる。以上のシミュレーションを
表-1に示す15ケースについて行なった。その際、船舶到着時間間隔は平均
値が変化しても分散が一定になるようにアーラン次数を操作し、またバ
ス利用率も常に1以下になるようにプログラミングを行なった。船型とあ
げ・つみコンテナ総数とは、線形関係にあるものと仮定した。

3. 費用関数

輸送経路中で費されるトータルコスト(C_T)は、次の8項目からなるもの
と考へた。

$$C_T = C_Y + C_F + C_H + C_a + C_{sp} + C_e + C_{so} + C_o$$

ここに、 C_Y : ヤード費用、 C_F : ヤード規模不足による特別費用、 C_H : 荷
役システム費用、 C_a : 岸壁費用、 C_{sp} : 在港時船舶費用、 C_e : 港湾諸掛費
用、 C_{so} : 航海時船舶費用、 C_o : コンテナ在庫費用である。

4. 結果と考察

(1)一般に、一定の貨物量を扱う場合は小型船を使用した方がヤード規
模は小さくてすむ。逆にヤード規模が同一の場合は、小型船でサービ
スした方が年間取扱貨物量は大きくなるが、しかしバス数に制限
がある場合はバス利用率が1以上になるため一定内の貨物しか
扱えなくなる。以上のことは、コストを考慮しないときの結論で
ある。

(2)図-8は、貨物単位あたり相対総費用とバス適正能力との関
係を図示したものである。各船型につきそれぞれ最適点が存在す
るが、本研究で採用したコスト係数のもとでは船型は大型化する
ほど有利になる。しかし、 C_o を10倍にして試算してみたところ、
50万トン以下を扱う場合には小型船でサービス回数を増やし、
貯留規模を小さくしたシステムの方が有利となった。高価商品
を輸送する場合は、このことに注意する必要がある。実用的には、感度分
析による精度の向上を検討する必要がある。

(3)図-9にはバス利用率と相対総費用との関係を示している。図中、左側
はバス遊休による港湾施設費用の影響が、また右側は船舶バス待ち費用
による影響が現れている。大型船ほどバス利用率の最適値が小さくなる
は、大型船ほどバス待ち損失が施設関係費用以上に大きくなるためである。

(4)全体的結論として、1バスあたりの最適能力は2,000個積り船を週2日
就航させた時に得られ、その値は年間200万トンとなった。また、それに対応
するヤード規模は69,300㎡と推定された。なお、以上の結論は内陸輸送を考慮
せずバス数も1に固定した場合の値であるため必ずしも現実と適合する
は言い難いが、コンテナふ頭の建設計画に1つの指針を与えるものであろう。
参考文献 1)長尾、則武、橋岡; "2リンク輸送系の動態解析に関する一考察", 関西大学工学部学術講演会講演概要, 昭和47年。

図-5 卸しコンテナ数、積みコンテナ数 = PULの分布

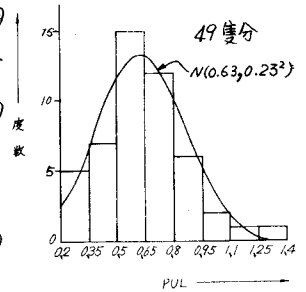


図-6 コンテナ搬入率累積分布

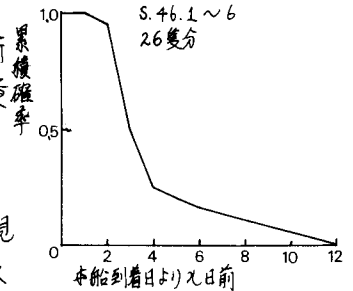


図-7 コンテナ搬出率累積分布

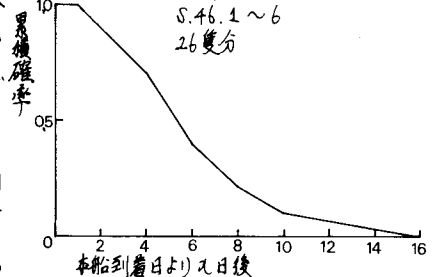


表-1 シミュレーションの実施ケース

S_s (個)	14.0	7.00	4.67	3.50	2.33	1.75	1.16	0.88
500				I	II	III	IV	
1000		V	VI	VII	VIII	IX		
2000	X	XI	XII	XIII	XIV	XV		

S_s : 積載可能コンテナ数, λ : 平均到着間隔

図-8 バス適正能力

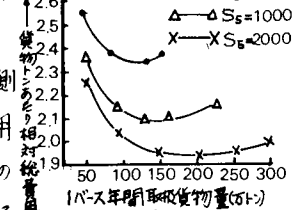


図-9 バス利用率と相対総費用

