

コンテナ輸送系の設計に関する一考察

京都大学工学部 正 員 長尾義三
 関西大学 " " 則武通彦
 京都大学 " 学生員 ○斎藤卓二

1.はじめに

輸送の合理化の要請に対応すべくコンテナ輸送が伸展しつつあり、筆者らはその最適設計に関する研究を行なってきたが、コンテナ輸送のメリットを考えればその最適設計はトータルシステムを対象として決定されねばならない。本考察ではトータルシステムとしてのコンテナ輸送系施設規模決定へのアプローチとして、海上輸送リンクも含めた海上コンテナ輸送系を例にとり、コンテナターミナルの規模、投入隻数(船団)、船型と同時に決定することと試みた。

図-1 施設規模決定のアルゴリズム

2.コンテナ輸送系の施設規模決定法

本考察では二港間貿易、バースの航路別使用と想定し、ターミナルの荷役システムはキャリア方式を採用した。図-1はバース数、クレーン臺数、キャリア臺数、船型をパラメータとして変化させ与えられた需要貨物量を取扱うことが可能な種々の代替案を得るアルゴリズムを示している。ヤード規模は船型、バース数、コンテナ船到着率および内陸へのコンテナ搬出入分布(三角形分布で近似)よりコンテナ滞留個数を計算し、これに在庫理論を適用して決定できる。荷役モデルにおいてクレーンとキャリアの動態関係は2リンクの待ち合せ理論で解析され、エデロン容量は2個、コンテナ段積数は2段としてクレーンの遊休率を求めた。コンテナ船の待ち時間はバース数、コンテナ船到着率、けい岸率より待ち合せ理論で求めた。表-1は計算に採用した各分布形である。所要コンテナバン数(Nv)、貨物輸送時間(Tt)は次式で計算した。

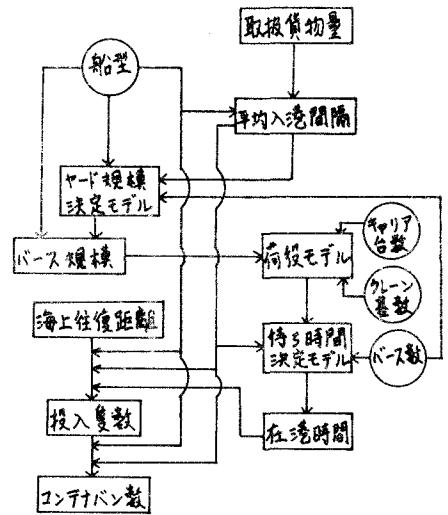


表-1 分布形

クレーンの サイクルタイム	キャリアの サイクルタイム	けい岸率	コンテナ船 到着率
指数	指数	指数	ポアソン レギュラー

$$N_v = n_s \cdot n_c + 2 \cdot n_c \cdot \lambda \cdot T_i \quad (1)$$

$$T_t = \frac{1}{2} \lambda + \frac{t_s}{2} + t_p \quad (2)$$

ここに、 n_s :投入隻数、 n_c :コンテナ船積載個数、 λ :コンテナ船平均到着間隔、 T_i :コンテナバンの内陸往復日数、 t_s :航海日数、 t_p :停泊日数 である。

3.最適規模の決定

得られた代替案のうちトータルコストCが最小となる規模を最適と定義する。ここにCは次式により計算される。

$$C = \Delta_b (n_4 \cdot n_3 \cdot C_3 + n_4 \cdot C_4 + C_6 + A \cdot C_7) + n_s \cdot 365 (C_{ss} \cdot \frac{t_s}{t_s} + C_{sp} \cdot \frac{2t_p}{t_s}) + N_v \cdot C_v + Q \cdot T_t \cdot C_1 \quad (3)$$

ここに、 Δb : バース数, n_4 : クレーン基数(基/バース), n_3 : キャリア台数(台/基), t_5 : ラウンド日数, Q : 年間取扱貨物量(万/年), C_3 : キャリア関係費用(円/台・年), C_4 : クレーン関係費用(円/基・年), C_6 : 岸壁関係費用(円/基・年), C_7 : ヤード関係費用(円/年・ m^2), C_{55} : 航海時船舶関係費用(円/日), C_{5P} : 停泊時船舶関係費用(円/日), C_v : コンテナバン関係費用(円/個・年), C_i : 貨物関係費用(円/トン) である。費用係数は表-2に示したごとくである。コンテナバンは20^{ft}に換算した値を用いた。

4. 計算結果と結論

船型は500個積, 1000個積, 1500個積, 2000個積のレベルを与え、バース数は1~2, クレーン基数は1~2, キャリア台数は1~6まで変化させて得られた最適規模結果が表-3, 表-4である。これより次のように結論される。

1) Q が増大するにつれて単位輸送コストは減少しており、スケールメリットが働いていることが認められた。

2) 船舶がレギュラー到着の場合ではポアソン到着の場合よりも1バースで最適な取扱貨物量は大きく、綿密な配船スケジュールを作成することにより高い荷役能力が期待できることを示している。

3) クレーン基数は、 Q が50万トンでレギュラー到着の場合以外はすべて2クレーンが最適であり、キャリアの最適台数は2~4台の範囲にあった。このことはクレーン基数は荷役能率の向上に大きな効果を示すが、キャリアは6台投入しても能率の上昇よりも費用の増加の方が上回ることに起因している。

4) バースの利用率はポアソン到着では0.17~0.32, レギュラー到着では0.25~0.44の範囲にあって、従来のライナーバースよりも低い値を示した。

5) 輸送コストの内訳をみると、航海時船舶費用が約50%を占め、コンテナバン費用、貨物関係費用が高い割合を占めているのに対し、ヤード費用、岸壁費用の占める割合が低いことが注目された。

4) 5)の結論は、コンテナ船関係費用が相対的に高価なことに起因している。

参考文献

- 1) 本間鶴千代: 待ち行列の理論, 理工学社, 1966年.
- 2) 阪神外貿埠頭公団: コンテナ埠頭のレイアウトおよび規模に関する調査報告書, 調査報告46-2, 昭和47年3月.

表-2 費用係数

船型	C_6 (円/年)	C_{55} (円/日)	C_{5P} (円/日)
500	3500	160	80
1000	4000	290	180
1500	4500	460	280
2000	5000	710	380
$C_3=1500$ (円/台・年) $C_i=55$ (円/トン)			
$C_4=5300$ (円/基・年) $C_v=23$ (円/個・年)			
$C_7=1900$ (円/年・ m^2)			

表-3 計算結果(ポアソン到着)

Q	船型	S_b	n_3	n_4	n_5	バース面積(%)	輸送コスト(円/年)
50	500	1	2	2	2.8	32900	5579
150	1000	1	3	2	4.1	72500	4773
250	1000	2	3	2	6.2	66100	4431
350	1000	2	3	2	8.5	72500	4362
450	1000	2	4	2	10.9	86400	4304

表-4 計算結果(レギュラー到着)

Q	船型	S_b	n_3	n_4	n_5	バース面積(%)	輸送コスト(円/年)
50	500	1	2	1	2.8	17400	5361
150	1000	1	2	2	3.8	41400	4554
250	1000	1	3	2	6.2	58600	4365
350	1000	2	2	2	8.5	41400	4298
450	1000	2	3	2	10.8	58600	4243