

新たな国際コンテナ貨物輸送環境におけるターミナル規模について

— Modified Layout of Container Terminal adapted to the New Condition of International Container Transportation —

*奥田 薫 **村田 利治 ***岡野 秀男

by Kaoru OKUDA, Toshiharu MURATA, and Hideo OKANO

1.はじめに

経済や産業のグローバル化、工場などの生産基地の東アジア地域への急激な展開、工業製品や生鮮食品などの輸入の急増をうけて、港湾におけるコンテナ貨物が急増を続けている。

コンテナ貨物輸送は、円滑な複合一貫輸送の確保、港湾荷役の高速化等から、専用利用を目的として整備されたコンテナ・ターミナルで取り扱われることが多い。我が国の本格的なコンテナ・ターミナルの整備は、1967年に設立された外貿埠頭公団により始められた。1980年代までに整備されたコンテナハースの基本的諸元は、岸壁延長250-300m、水深12-13m、埠頭の奥行き300-350mで、対象としたコンテナ船はト数で、25,000D/W-35,000D/W、積載能力で1,500TEU-2,500TEUであった（TEUは脚注を参照）。また、当時の施設は主として輸出貨物の効率的な輸送を目的として計画されていた。

しかしながら、このようなコンテナ輸送環境に大きな変化が生じてきている。このうち、特に埠頭規模に関わる事項についてまとめると次のようになる。

- a. 船社における運行の合理性の追求の結果、船舶の超大型化が進みつつある。幹線航路では4,000TEU積み船舶の就航が一般化し、6,000TEU積みの船舶が運航を始めている。
- b. 輸入コンテナ貨物が急増し、輸出を上回るようになった。輸入貨物は荷主の都合に応じて引き取りが行われるため、全体的に埠頭での滞留時間が長くなってきた。

c. 情報技術の革新にともない、埠頭内の作業・運営等のコンピュータ化、外部とのネットワークの情報化が進みつつある。

このような状況の変化を受けて、コンテナ・ターミナルの規模の再検討が求められている。そこで本論文では、新たな輸送環境条件のもとでのコンテナ・ターミナルの規模についての検討を行った。

2. コンテナ・ターミナルの施設構成と機能

コンテナ・ターミナルの施設は図-1に示すように、岸壁、1700、コンテナヤード、道路、駐車場等の基盤施設、管理棟、コンテナ・フレート・ステーション（CFS）、メンテナンスショップ、ゲート等の建物、受電・変電施設、給水・給油施設などのユーティリティ施設により構成される。このうち、コンテナ・ターミナルの規模に大きく影響するのはコンテナヤードである。

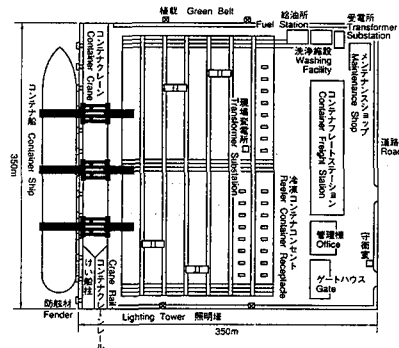


図-1 コンテナ・ターミナルの施設構成

キーワード：港湾計画、システム分析、物質流動

* 正会員 運輸省 港湾技術研究所 主任研究官
(〒239 横須賀市長瀬3-1-1 0468-44-5035)

** 正会員 工修 運輸省 港湾技術研究所
計画基準研究室長

*** 正会員 運輸省港湾技術研究所 研究員

一般に、コンテナヤードは埠頭の全面積の60-70%を占める。これに、船舶との荷役作業に用いる1700（標準的には岸壁より幅50mである）を加えると70-85%となる。

コンテナヤードの規模を定めるのはヤード内のコンテナ蔵置量

注) TEU：コンテナをカウントする単位で、各種の大きさのコンテナを20フィート・コンテナに換算した値。

と運営方式である。蔵置量については、船舶からの揚げ・積み、背後地域からの搬出入が条件となる。実入りコンテナでは、輸入は、船舶から荷揚げされたコンテナが荷主の引き取りまで埠頭に蔵置され、その後、荷主のトラックで引き取られる。輸出ではこの逆となる。また、輸送単位が一個のコンテナに満たないLCL (Less Than Container Load) では、CFSにおいてコンテナ詰め・取出しが行われる。空コンテナは、ターミル内で管理・運営が行われる場合と、ターミル外で行われる場合がある。ターミル内で行われる場合には、船舶からの揚げ・積み及び背後地域からの搬出入がある。実入りコンテナが荷主により搬出されると、一定日の後、空コンテナとして返却され、また、コンテナ詰めのため持出された空コンテナは、一定日の後実入りコンテナとして搬入される。

ターミル内におけるコンテナのハンドリングはターミルによって異なる。主としてヤシー方式、ストラトル・キャリア方式、トランスファー・クレーン方式などが専用コンテナターミルでは用いられる。取扱方式はそれぞれ特質を有しているが、最近はいくつかの方式を併用して用いることが多い。我が国では、単位面積当たりの蔵置量が多いトランスファー・クレーン方式、ストラトル・キャリア方式が用いられることが多い。

3. シミュレーションプログラムの構造と入力条件の設定

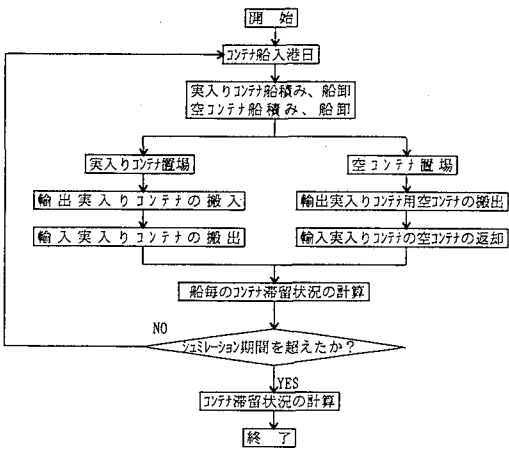


図-2 滞留量計算プログラムのフローチャート

(1)シミュレーションプログラムの構造

ターミルのコンテナ蔵置必要量を求めるには、船舶への揚

げ、積みコンテナ量及びゲートを通して背後地域へ搬出入されるコンテナ量の動きを把握する必要がある。コンテナは、実入りと空とでは動きが異なり、また、蔵置の方法（積み段数）も異なる。そこで、実入りコンテナと空コンテナに分けてターミル内のコンテナ滞留量を求める。

コンテナ滞留量のシミュレーション・プログラムのフローチャートは図-2のとおりである。

(2)船舶の着岸、コンテナの搬出入等の条件設定

シミュレーションに必要な条件として、着岸する船舶のスケジュールと荷役コンテナ数、実入り・空別の背後地域からのコンテナの搬出入数がある。これらの条件を次のように設定した。

①船舶の着岸スケジュール

荷主へのサービスを確保するために、定曜日サービスが行われている。いくつかの航路を有するターミルの事例を参考に、週間の船舶着岸スケジュールを表-1のとおり設定した。

表-1 週間の船舶着岸スケジュール

	幹線航路	アジア域内航路
月	* : 2500TEU積み (北米西岸)	
火	* : 3000TEU積み (欧州)	
水		* : 650TEU積み
木	* : 2500TEU積み (北米西岸)	
金		* : 650TEU積み
土		
日		

②実入りコンテナの背後地域からの搬出入分布

埠頭公社（横浜、神戸、東京、大阪）のターミルの実態調査結果を踏まえ、平均的な搬出入分布を、搬入については図-3、搬出については図-4のとおり設定した。

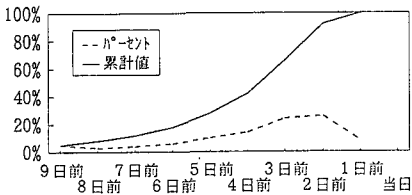


図-3 平均的な搬入分布

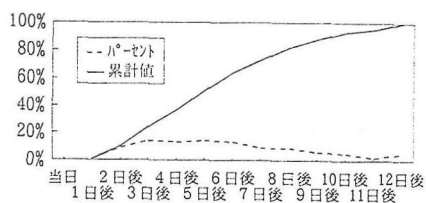


図-4 平均的な搬出分布

③空コンテナの搬出入

空コンテナの搬出入は、船舶からの荷役によるものと、実入りコンテナのハブ詰め、デハブニングにより生ずるものがある。後者については、実入りコンテナの搬出後に何日でターミナルに空として返送されたか、また、空コンテナが搬出され、何日後に実入りコンテナとして搬入されたかのデータが必要となる。横浜港での実態調査をもとに図-5のとおり設定した。

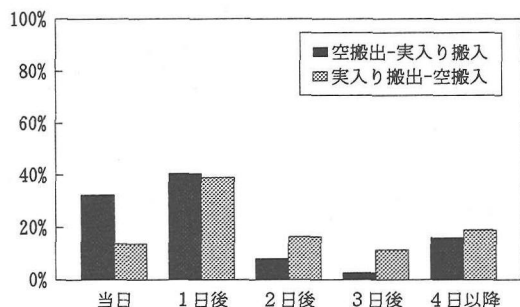


図-5 コンテナ返却パターン

4. 滞留量シミュレーションのケース設定と結果

(1)シミュレーションケースの設定

新たなコンテナ輸送環境によるターミナル施設への影響を考慮するため、次に示す5つのケースを設定した。

ケース1：標準ケース

北米東・西岸航路に2,500TEU積み船、欧州航路に3,000TEU積み船、東アジア航路に650TEU積み船（いずれも現在の実績程度）の船が就航し、コンテナ荷役比率は幹線航路で20%、東アジア航路で30%とした。コンテナの搬出入の分布は、図-3、図-4、図-5のとおりとした。

ケース2：船舶大型化のケース

船舶の大型化を考慮し、北米西岸及び欧州航路に6,000TEU積み船が就航するとした。

ケース3：船舶超大型化とハブ構造のケース

ケース2をもとに、北米西岸航路がさらに大型化

し8,000TEU積みの船舶が就航するとした。また、ハブ＝フィーダーネットワークが進み、一港あたりの荷役比率が30%に高まるとした。

ケース4：輸入コンテナ滞留時間延長のケース

標準ケースをもとに、輸入コンテナの滞留時間が2倍になるとした。

ケース5：輸出コンテナ滞留時間短縮のケース

情報化によって船舶動向の把握や通関手続きの迅速化が進み、輸出コンテナの滞留時間が1/2になるとした。

(2)シミュレーション結果と考察

①標準ケースの結果

標準ケースについて、実入りコンテナの滞留量の時間的変化を示したものが、図-6である。定曜日のサービスとされているので、周期的に変化する。最大値は2,568TEU、最小値が2,052TEUである。

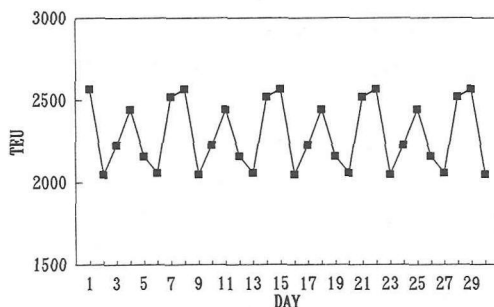


図-6 実入りコンテナ滞留量の時間的変化

空コンテナについては、船舶からの荷役量及び背後地域からの搬出入を計算した。ただし、日曜日はゲートをクリックするため、搬出量は土曜日に、搬入量は日曜日に加えた。結果を表-2に示す。

表-2 空コンテナの荷役及び搬出入量(TEU)

曜日	搬出量	搬入量	(単位:TEU) 船舶への揚 げ・積み量
月	228	497	150
火	214	238	180
水	251	232	0
木	244	243	58
金	221	244	150
土	534	237	58
日	0	0	0

②ケースごとの滞留量の比較と考察

実入りコンテナの必要蔵置量は、シミュレーション結果の週間最大値とした。空コンテナは、一日当たりの搬出・搬入量の差は少ないが、搬入されたコンテナのうち約30-40%は修理を必要とするので、3日間の搬出量を確保することとし、空コンテナの船舶荷役のために必要となる量との和とした。

ケース毎の実入りコンテナ及び空コンテナの必要蔵置量は表-3のとおりである。

表-3 ケース毎のコンテナ蔵置必要量(TEU)

ケース	(単位:TEU)	
	実入りコンテナ	空コンテナ
1	2,568	1,331
2	5,197	2,445
3	8,392	3,449
4	3,731	1,316
5	2,248	1,331

これによると、標準を1.0とした場合、実入りコンテナの蔵置量では、ケース2の船舶大型化の場合は、週最大値で2.02、平均値で1.97となる。超大型船とハブ&スポークのケース3では、週最大値が3.27倍となる。

また、荷揚げコンテナの滞留時間が2倍となるケース4では1.45となり、必要蔵置量が増える。輸出コンテナの滞留時間を1/2としたケース5では、0.87と減少する。このように、輸送状況の変化がターミナルの蔵置量に及ぼす影響を把握することができた。

5. コンテナ蔵置量と施設規模

求められたコンテナ蔵置量をもとに、ターミナルの必要規模をもとめる。ここでは、標準ケースとハブ&スポーク構造(ケース3)について検討する。

コンテナターミナルの運用には、1.で示したように主として3つの方法がある。用地利用の高度化及びターミナル運営のコンピュータ化に適した方法といわれるトランスファー・クレーン方式を採用した。また、蔵置の際のコンテナの積み段数は、一般の実入りコンテナ、冷凍・冷蔵コンテナ、空コンテナにより異なるため、実入りコンテナは2.5段積み、冷凍・冷蔵コンテナは2段積み、空コンテナは4段積みとした。

ケース3は、ハブ&ポートとしての機能を持つので、岸壁延長を700mとし、8,000TEU積みの大型船と2,000TEU積みの船舶が同時に着岸できるようにする。

これらの条件のもとでの必要なクレーンスポット数、及びターミナル規模は表-4のとおりである。

表-4 ターミナル施設規模の比較表

	ケース1 約20万TEU	ケース3 約65万TEU
取扱量		
必要スポット		
一般実入り	873	2,863
冷蔵・冷凍	193	630
空	332	862
施設規模		
岸壁延長	350m	700m
奥行き	400m	400m
面積	14ha	28ha

6. あとがき

本論文では、国際コンテナの輸送環境として、今後想定されるいくつかの条件を示し、ターミナルの規模に与える影響について検討した。輸送環境の変化が与える影響はターミナルの規模だけではなく、港の配置、港湾内の埠頭の配置、ターミナルの管理、背後地域へのインパクトなど多くの分野に及ぶ。特に、道路交通に与える影響は、交通混雑、騒音・排気ガス問題など地域に外部不経済を及ぼす分野であり、国、港湾管理者とも十分な検討を行うことが必要であると考ええる。今回作成したシミュレーションを道路交通量算定にも利用できるように改良し、検討を進めていきたいと考えている。

参 考 文 献

- (1)奥山育英、中井典倫子、久保重美：コンテナ埠頭の規模及び荷役方式に関する考察、港湾技術研究所報告 Vol.10 No.10, pp159-236, 1971.9
- (2)酒井浩二、浜田賢二：コンテナ埠頭の実態及び物流シミュレーションの開発、港湾技研資料 No.794, 1994.12
- (3)(社)日本海上コンテナ協会：次世代コンテナターミナル調査研究、(社)日本海上コンテナ協会、1990.3
- (4)港湾技術研究所システム研究室：コンテナ埠頭近代化調査報告書、港湾技術研究所、1994.3, p100
- (5)(社)港湾荷役機械化協会：コンテナ施設整備計画調査報告書、(社)港湾荷役機械化協会、1987.3