

港湾技術資料

TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 794 Dec. 1994

コンテナ埠頭の実態及び物流シミュレーションの開発

酒 井 浩 二
浜 田 賢 二

運輸省港湾技術研究所



目 次

1. 概要	5
1.1 まえがき	5
1.2 研究方法	5
2. コンテナ埠頭の実態	6
2.1 ターミナルの形状及び規模	6
2.2 地方コンテナ埠頭における荷役機械	11
2.3 情報処理システム	11
2.4 コンテナ蔵置能力	11
2.5 港別コンテナ取扱い実績の特徴	12
2.6 港湾施設規模とコンテナ取扱量の関係	17
2.7 取扱い量と荷役時間、在港時間の関係	21
3. コンテナ物流シミュレーション	29
3.1 概要	29
3.2 A埠頭におけるコンテナ貨物取扱い状況	29
3.3 埠頭を中心としたコンテナ流動	32
3.4 コンテナ滞留状況の計算	35
3.5 コンテナ滞留状況の計算結果	37
3.6 コンテナ滞留計算の適用例	40
4. まとめ	40
5. あとがき	41
参考文献	42

コンテナ埠頭の実態及び物流シミュレーションの開発

酒井 浩二*
浜田 賢二**

要 旨

我国におけるコンテナ港湾は、当初輸出を主目的として整備されたが、近年の製品輸入の増大による取扱量の増加からコンテナヤードや空コンテナ置場の不足、ゲート封鎖時のトラック待ち行列による車道の占有等の問題が出てきている。また地方コンテナ港湾においては、在来埠頭を改良してコンテナを取り扱っている埠頭もあり、貨物取扱量が大都市型コンテナ港湾に比べ極端に低くなっているところもある。

そこで本調査では、外貨コンテナを取り扱っているコンテナ港湾を公社コンテナ港湾と地方コンテナ港湾に分類し、埠頭やヤード内施設の規模や能力、情報システム、取扱いコンテナの特徴、取扱量と荷役時間や在港時間等に関する実態を取りまとめたものである。またコンテナ埠頭の物流能力の算定のために必要と考えられるコンテナのシミュレーションを、特定のバースに着目することによりコンテナヤード内にコンテナが滞留していく状況として再現し、その実用性について考察した。

キーワード：コンテナ，埠頭規模，シミュレーション

* 計画設計基準部 システム研究室

** 第四港湾建設局下関機械整備事務所（前システム研究室室長）

Analysis on Container wharf and Development of Physical distribution Simulation Program

Koji SAKAI*
Kenji HAMADA**

Synopsis

Recently, there are many problems in container wharf, because of the rapid increase of the amount of trade. For example, the line of truck at the gate, the lack of container yard area and empty containerpool. On the other hand, some local container wharfs have small amount of trade when they are compared with the container public corporation.

In this study, we have divided the trading container wharf into the container public corporation and the local container wharf, and have classified the scale of facilities and capacity, information system, the feature of treating container. And we have developed the simulation program for calculating a pile of full container and empty container.

Key Words : container, capacity of wharf, simulation,

* Member, Systems Laboratory, Planning and Design Standard Division
** Chief, Systems Laboratory, Planning and Design Standard Division

1. 概要

1.1 まえがき

1960年代の終わりに開始されたコンテナの輸送は、その後四半世紀の間に急速に発展し、世界中の主要定期航路のほとんどがコンテナ輸送で占められるようになってきている。1980年代の後半からコンテナや船舶、荷役機械の大型化、情報化の進展等が顕著になり現在に至っている。今日のような急速なコンテナ輸送の発展にともない、港湾施設の規模や能力等のハード面のみならず管理運営方法、情報処理等のソフト面においても新しい概念や効率的な物流システムの構築が求められるようになってきている。我国におけるコンテナ港湾は、当初輸出を主目的として整備されたが、近年の製品輸入の増大による取り扱い量の増大からコンテナヤードや空コンテナ置場の不足、ゲート封鎖時のトラック待ち行列による車道の占有等の問題が出てきている。また地方コンテナ港湾においては、在来埠頭を改良してコンテナを取り扱っている埠頭もあり、貨物取扱量が大都市型コンテナ港湾に比べ極端に低くなっているところもある。

そこで、上記のような問題点に対し、近代的なコンテナ港湾が備えるべき施設の規模や能力のとりまとめ、コンテナ港湾の地方展開への応用方法を検討することを目的としており、本報告はその第一報として大都市型コンテナ港湾及び地方コンテナ港湾における埠頭やヤード内施設の規模や能力、情報システム、取扱い貨物の特徴や取扱量と在港時間、荷役時間等に関する実態を取りまとめたものである。さらにこれら実態調査結果をもとに、コンテナ埠頭を中心としたコンテナ貨物の流動状況を計算機上で再現し、その実用性について考察した。

1.2 研究方法

コンテナ埠頭の施設規模、取扱い能力等については現

地ヒヤリング、アンケート、公式に発表されているデータ等の集計により分析を行った。調査を行った港湾は、東京港、横浜港、大阪港、神戸港、新潟港、伏木富山港、金沢港、日立港、舞鶴港、広島港、今治港、境、徳山下松港、下関港、北九州港、博多港、志布志港、名古屋港、清水港、苫小牧港、室蘭港である。また2章において入港コンテナ船毎のデータをもとに、コンテナ取扱い量の整理を行ったが、そのデータの収集期間は表-1のとおりである。ただし公社埠頭の年間取扱い量については、Containerisation International Year BOOK '91を使用した。なおアンケートは港名等公表しない条件で協力してもらったところもあり記号にて表記している。

さらに特定のコンテナバースに着目し、コンテナの流

表-1 データ収集期間

大井埠頭	平成2年12月
本牧、大黒埠頭	平成元年12月
大阪南港	平成2年11月～平成3年1月
六甲埠頭	平成2年10月～平成2年12月
地方埠頭	平成元年～平成2年

動状況からヤード内滞留状況を計算機上で再現するために、船社やターミナルオペレーターに対するヒヤリングや必要データの提供を受けて、コンテナ物流状況のモデル化を行った。コンテナ滞留の実績値とシミュレーション結果を比較して、シミュレーションモデルの妥当性の検討を行った。また、その活用方法の一つとして、実際のコンテナ埠頭ではコンテナヤードの不足を解消するために、他港との間で空コンテナのポジショニングを変更する調整が行われているが、この調整が行われた場合と行われなかった場合とを想定し、コンテナヤードが不足するという現象について計算を行った。

2. コンテナ埠頭の実態

2.1 ターミナルの形状及び規模

公社コンテナ埠頭は、全般に一パース長あたり幅 250～350m、奥行き 300～370m（横浜港 DC-3 は 500m）の矩形に近い形状であり、その面積は、8 万 m²～12 万 m²となっている。一方、地方外貿コンテナ港湾は、地域格差が大きく、またコンテナ専用埠頭でない場合も多く、コンテナ埠頭として明確には区域が特定出来ない例も多い。従って地方コンテナ港湾においては、コンテナ

を扱っている区域として広義に解釈すれば、その規模は 5 千～20 万 m²（但し一港あたり複数パースの場合は合計）の範囲である。また形状も不規則であり、更に奥行きが狭いため岸壁法線方向に細長い場合が多い。これら地方コンテナ港湾の形状の同一スケールでの比較を、図-1.1～1.12に示す。また地方コンテナ埠頭内の施設別面積を、表-2に示す。ここでマーシャリングヤードにおいてコンテナ置場と通路を区別できない場合、コンテナヤードはすべてコンテナ置場として計算してある。

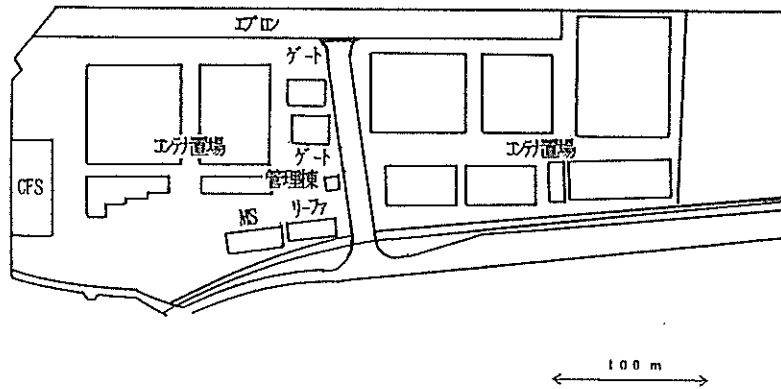


図-1.1 新潟港東港区港 西埠頭

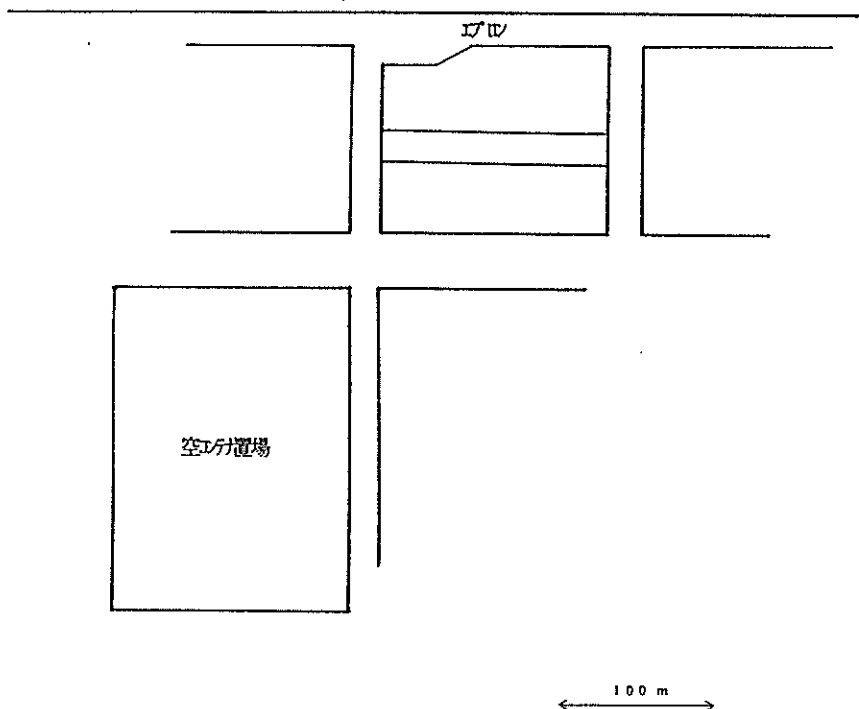


図-1.2 伏木富山港 富山新港公共4号埠頭

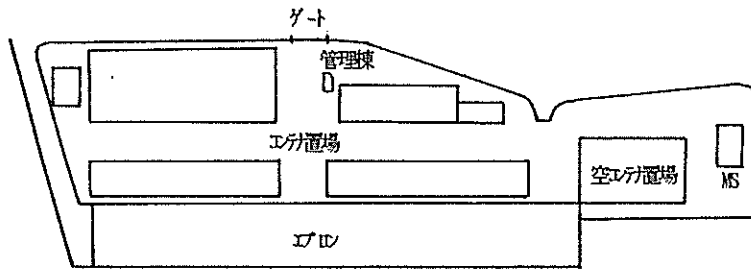


図-1.3 日立港 第四埠頭

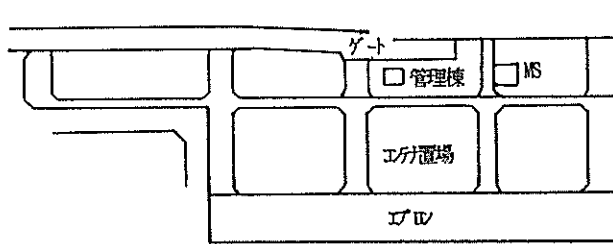


図-1.4 広島港 海田コンテナターミナル

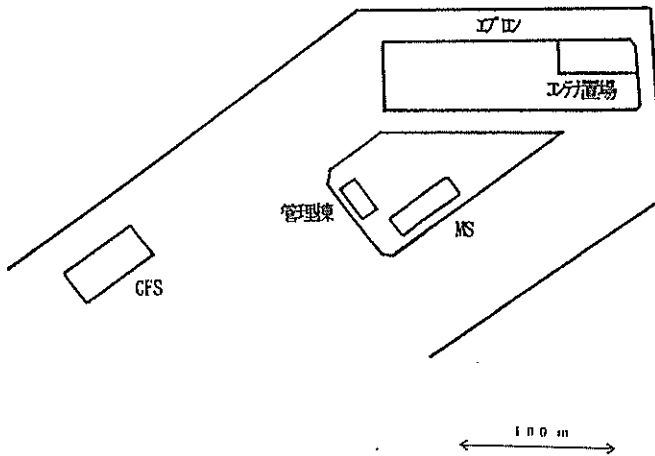


図-1.5 舞鶴港 第2埠頭

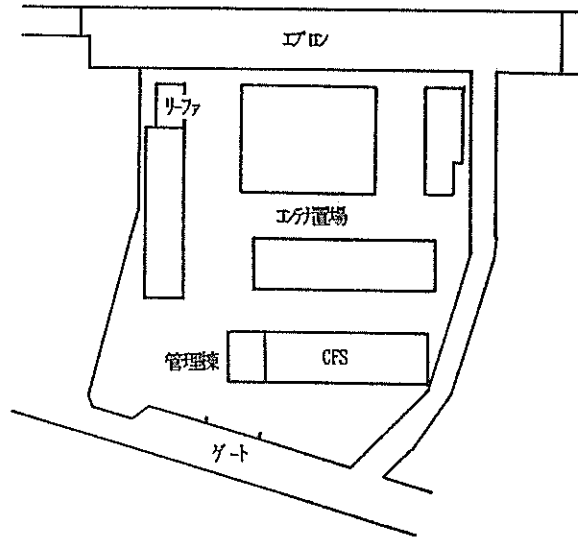


図-1.6 北九州港 田野浦コンテナターミナル

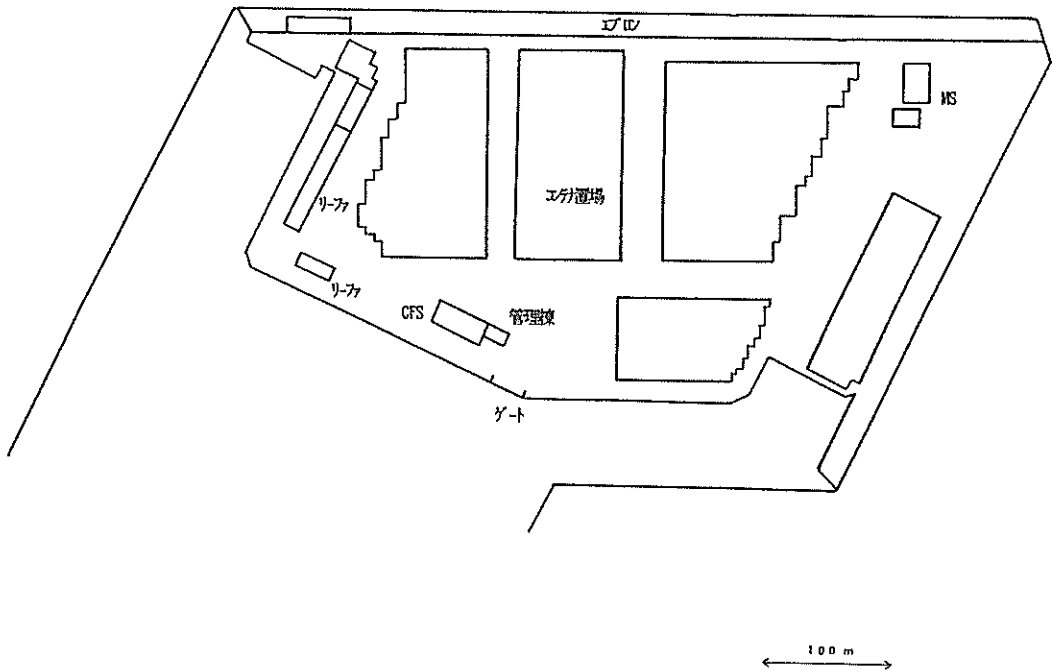


図-1.7 北九州港 太刀浦第1コンテナターミナル

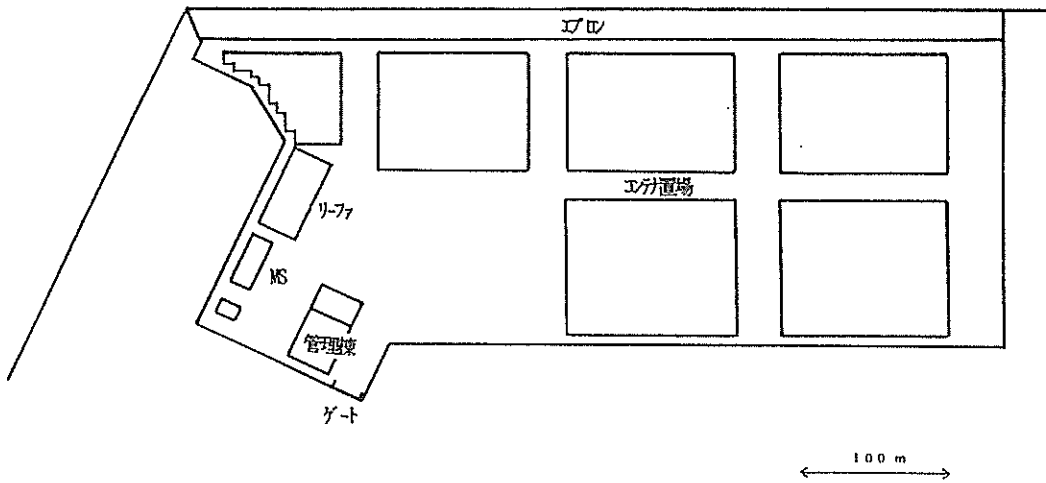


図-1.8 北九州港 太刀浦第2コンテナターミナル

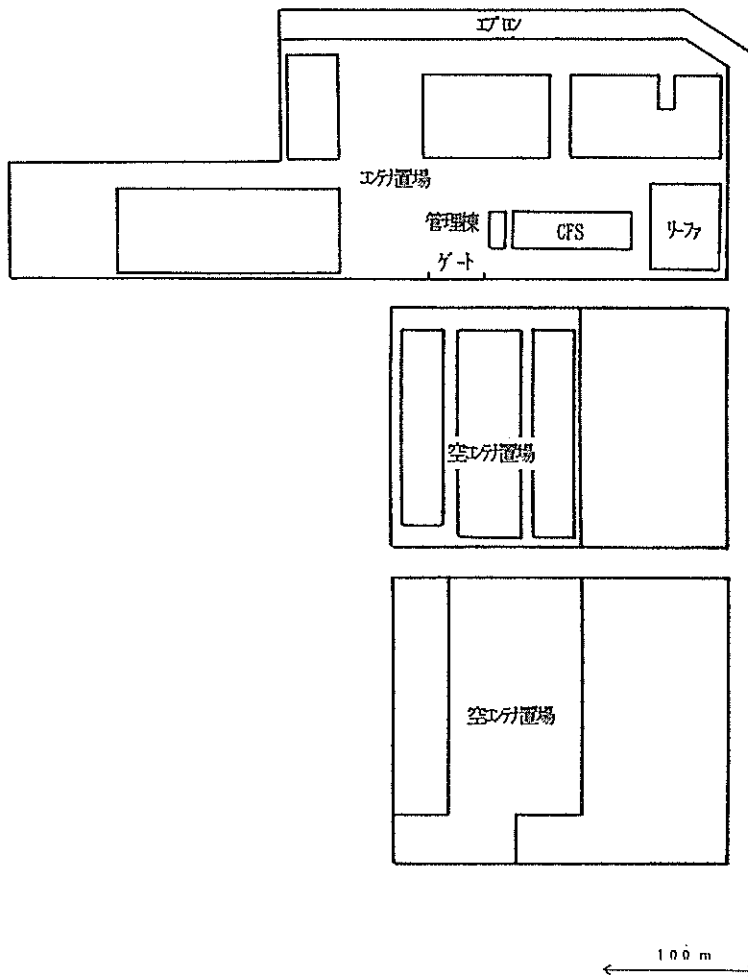


図-1.9 博多港 箱崎埠頭

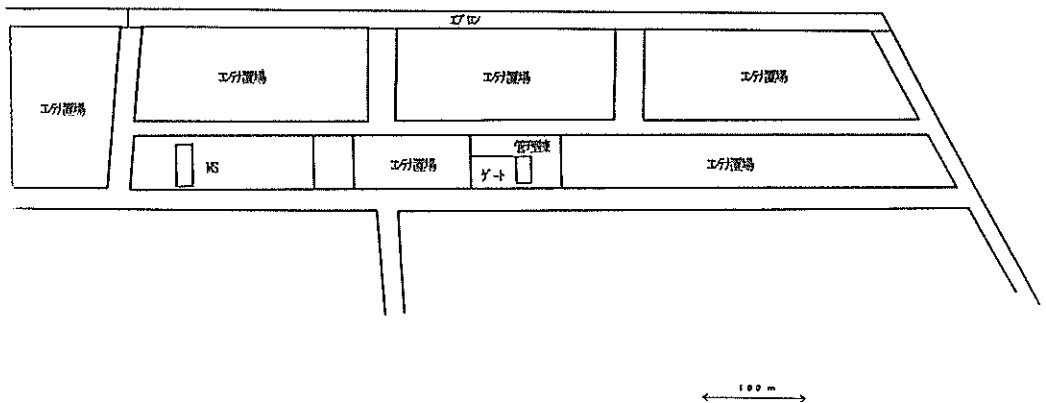


図-1.10 清水港 袖師埠頭

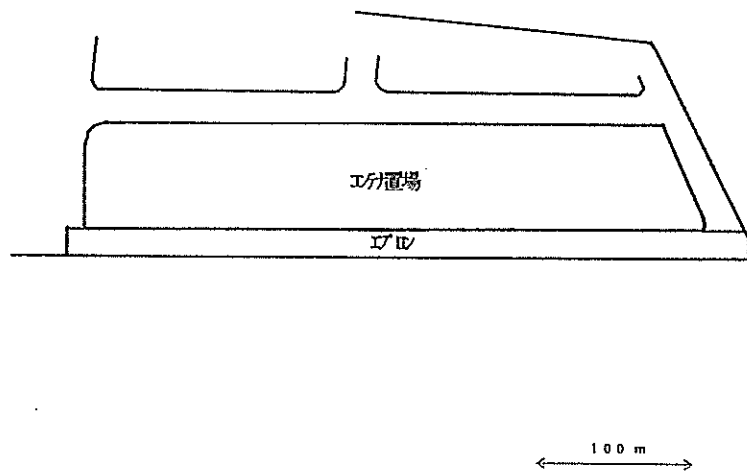


図-1.11 清水港 興津埠頭

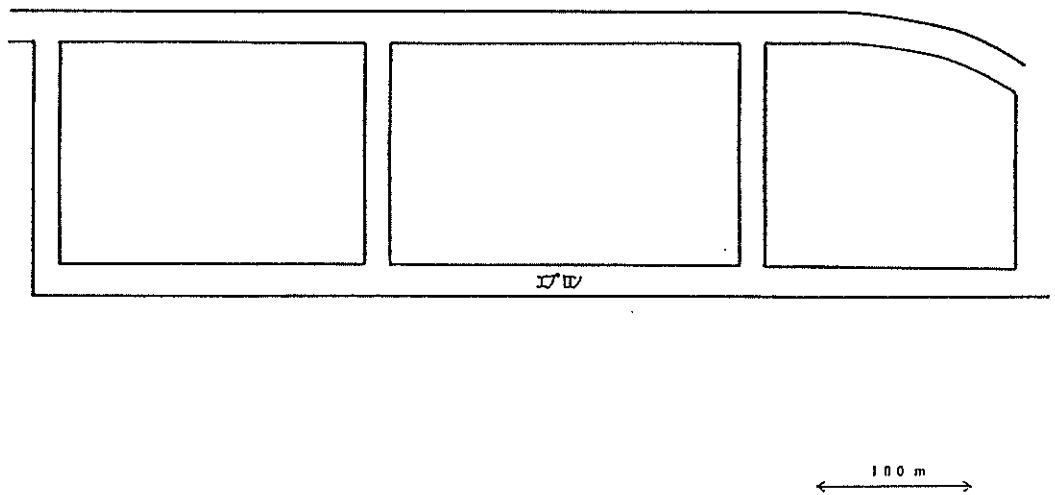


図-1.12 苫小牧港 勇払埠頭

表-2 地方コンテナ埠頭内施設別面積内訳

(単位: m²)

	平均	標準偏差	最小値	最大値	比率
全体	61,561.59	51,952.95	4,734.00	204,900.00	100.00
エプロン	8,060.00	7,485.69	1,940.00	35,700.00	13.09
建物類	2,584.06	3,523.31	0.00	15,200.00	4.20
管理棟	343.47	490.72	0.00	2,000.00	0.56
CFS	1,435.63	1,603.17	0.00	5,288.00	2.33
メンテナンス・ショップ	530.12	1,530.07	0.00	6,600.00	0.86
ゲートハウス	269.92	1,032.73	0.00	4,400.00	0.44
コンテナ置き場	28,159.04	26,757.04	720.00	88,000.00	45.74
その他	23,275.18	23,070.26	0.00	68,299.00	37.81
通路	22,212.30	21,940.99	0.00	68,299.00	26.08
緑地	359.11	1,315.12	0.00	5,598.00	0.58

2.2 地方コンテナ埠頭における荷役機械

コンテナ荷役は、岸壁荷役とヤード内荷役に大別される。このうち、岸壁荷役の主流は専用のガントリークレーンであり、公社埠頭の場合は1バースあたり2～4基のガントリークレーンにおいて荷役を行い、フルコンテナ船の在港時間の短縮を計っている。一方、地方コンテナ埠頭の場合には、岸壁荷役機械は取扱い量、初期投資等の観点から陸上の自走式クレーンや船載クレーンでコンテナの荷役を行う例も多い。またヤード用荷役機械も公社埠頭に比べて小型の荷役機械が多く用いられており、これらをまとめて表-3に示す。

2.3 情報処理システム

海上コンテナ輸送が開始されてから四半世紀が経過し、現在は、コンピューターの利用なしでは処理できない程の輸送量となっている。今後も取扱い量が増加し、さらに荷受け、荷渡しの迅速化や省力化、自動化の要求が強まり、より高能率のハード、ソフト両面の開発が必要と考えられる。

コンテナターミナルにおけるコンピューターの利用は基本的には、下記の事柄が考えられる。

- ・輸入コンテナの船卸から搬出までの一連の作業処理
- ・輸出コンテナの搬入から船積までの一連の作業処理
- ・各官庁(税関、動植検事務所、保安庁および消防署)提出用帳票の編集処理作業
- ・船舶への積付計画等船積み書類の作成

・ターミナル各種機器の作業、管理および機器保守管理業務の処理

・各種ターミナル作業に伴う料金、経理処理

埠頭公社の専用コンテナ埠頭では、上記の業務に、コンピューターが利用されているが、地方コンテナ港湾においてはまだ導入されていない港湾も多く、また導入されている場合も小規模であったり、他の業務と兼用であったりするのが実態である。埠頭公社のコンテナ埠頭においても、コンテナの蔵置き場所の自動決定は行われて無く、人間が蔵置き場所を指定し、コンテナの管理をするにとどまっている。またCFS等コンテナへのバンニング作業についても、人間の経験則により小口貨物を積みつけているのが現状である。地方コンテナ港湾に導入されているコンピュータシステムの機能、構成等の例を表-4に示す。ここで日立港、広島港、清水港についてはコンテナ埠頭についてのコンピュータシステムであるが、北九州港、博多港については港湾全体のコンピュータシステムである。

2.4 コンテナ蔵置能力

コンテナは、コンテナヤード内において格子状描かれたグラウンドスロットに整然と蔵置される。コンテナヤードの蔵置能力は、このグラウンドスロット数と積段数によって決定される。このうち積段数は荷役機械能力、気象条件、貨物積載状態等によって変動し、シャシー方式以外は通常2～4段とする場合が多い。ここでは、蔵置量算定の基本となるグラウンドスロット数(x)とヤード面積

(Y)の関係を図-2に示す。グランドスロット数も詳細には、荷役方式、ヤードの利用形態等により影響を受けるが、最小自乗法により回帰分析を行うと、 $y=37.4x+33,700$ の直線になり、1TEUの増加に対して約40m²程度の面積増加になっている。

2.5 港別取扱い実績の特徴

以下に港別の取扱い実績の特徴を示す。取扱いコンテナ量とは、岸壁荷役が行われたコンテナの事であり、例えばコンテナヤードに搬入搬出だけ行われたコンテナ量は考えていない。また各港のデータ期間は表-1のとおりである。

(1) 取扱いコンテナの輸出入別割合

図-3に港別の取扱いコンテナのTEU単位による輸出入別割合を示す。ただし入手できたデータの都合上、地方コンテナ埠頭のうち地方D港、地方F港、地方G港、地方H港、地方I港、地方Q港については、個数による割合である。必ずしも50:50ではなく、地方、公社にか

かわらず港によっては極端に片荷状態になっていることが分かる。3章において述べるように、空コンテナの準備量の過不足の原因にもなり、空コンテナ管理を煩雑にするものである。

(2) 取扱いコンテナのサイズ別割合

図-4に港別の取扱いコンテナのサイズ別の割合を示す。ただし入手できたデータの都合上、地方コンテナ埠頭のうち地方D港、地方F港、地方G港、地方H港、地方I港、地方Q港については、実入りコンテナのみの割合である。地方コンテナ埠頭においては20ftのコンテナが多く用いられており、公社埠頭においては40ftの割合が多くなっている。コンテナのサイズは航路に依存する傾向があり、地方コンテナ埠頭では、韓国や東南アジア等の航路の取扱い量が多く、公社埠頭では北米航路等40ftのコンテナを使用する割合が多いと考えられる。

(3) 取扱いコンテナの実入り・空の割合

図-5に港別取扱いコンテナの実入りコンテナと空コンテナのTEU単位の割合で示す。ただし入手できたデ

表-3 地方コンテナ埠頭における荷役機械

	岸壁荷役機械		ヤード荷役機械						
	ガントリークレーン	その他	トランスファークレーン	ストラドルキャリア	フォークリフト	サイドフォーク	トップリフター	トラクターヘッド	その他
新潟港西港区港		自走式クレーン 1			1				
新潟港東港区港	1				3	13	3		
梶川港		モービルクレーン 1				1		2	
伏木富山港	1	引込式アンローダー 1			1			19	引込式アンローダー 2
金沢港		モービルクレーン 1 トラッククレーン 1			2			3	
日立港	1	モービルクレーン 1		2	1			3	
徳山下松港	1			2	1			14	コンテナシャーシ 18
今治港		ジブクレーン 1	不明						
境港		船載クレーンによる荷役			2				トラッククレーン 2
舞鶴港		モービルクレーン 1 多目的クレーン 1			1			1	その他 3
広島港	1		3			5		10	
北九州港									
田野浦CT	1			2					
太刀浦1CT	3			13					
太刀浦2CT	3			9					
博多港	2		ストラドルキャリアによる荷役(台数不明)						
清水港	4		10		1	10	1	21	
苫小牧港	1			3	7				
室蘭港		船載クレーンによる荷役			1				

表-4 地方コンテナ埠頭のコンピュータシステム

機 能	日 立 港	広 島 港	清 水 港	北 九 州 港	博 多 港
機 能	ヤード内コンテナ在庫管理(ヤード搬出入コンテナの米歴及び保管場所の管理)	コンテナターミナルオペレーション管理、搬入搬出作業指示、管理台帳作成、通関、船積書類作成、ネットワーク管理	搬出入コンテナの予約受付、蔵置コンテナ管理、ヤード内移動作業、本船関係業務、履歴作業結果管理	船入出港管理システム 入港予定届、係留施設使用申請書に基づきバーコードを把握を行う。各種船舶のリアルタイム情報を提供する。	船入出港管理システム 船船会社(代理店)から提出される入出港予定、係留施設利用申込書等に基づき、バーコードの資料を作成するとともに、大型プロジェクトにより、リアルタイム表示システムにより、リアルタイム表示システムを把握し、効率的なバーコード管理、運営を図る。施設の利用許可、実績等の管理を行うとともに、在港船舶状況、岸壁・ひき船利用状況、船舶動静等の各種情報提供サービスを行う。
ハードウェア	日立 L30/18	IBM5381 200 型	NEC ACOS3300		
ソフトウェア	開発者 日立エンジニアリング	S/38 CPF	自社開発		
ネットワーク		マツダ㈱RJTE、社内ネットワーク APPN			
処理能力		1 パッチジョブあたり 5 ~ 10 分			
入出力	入力: キーボード 出力: プリンター, 磁気フアイル	入力: キーボード, フロッピー, 磁気テープ, 伝送 出力: プリンター, フロッピー, 磁気テープ, 伝送	入力: キーボード 出力: プリンター		
設置時期	1989.10	1987.5	1986.5		
運営体制	ゲートハウスのブースにオペレータ 1 名	コンテナターミナル (S/38) に業務オペレーション要員 4 名, 専用回線 (9600BPI) にマロックス本社 (AS/400) (2 名) と接続。マロックス本社は S/38 をリモート回線により保守 (システムエアー等) を行う。	本体 (ACOS3300) 管理端末 1 台, コンテナ搬入受付 (ゲート) 端末 5 台, 搬入出予定管理履歴作業明細等端末 3 台, ヤードコントロール端末 2 台システムを管理するための専門家は設置していない。運用者が兼務しており、業務量により要員の増減あり。		
情報交換	外部組織のコンピュータとの情報交換はない。	マツダ㈱ホストと専用回線を接続して、バニング計画情報、パルナニング実績情報を受信し、コンテナステータス情報を送信している。	外部組織のコンピュータとの情報交換はない。		
問題点	コンテナ集配システムとヤード管理システムのオンライン化が未完了。集配ターミナル入力プログラムの不備によりヤードと事務所間 (2km) のオンライン化 (パッチ交換) が完成していない。	無停電装置がないため、停電等によりしばしばダウンする。マツダ㈱の専用ターミナルとしての位置付けがステータスとしてたため、汎用ターミナルとしての機能が不備な面がある。	停電によるシステム停止。船社からの要望が年々多くなり、対応するためにシステムの使用方法を変更していかねばならない。		
改良計画	コンテナ集配システムの不具合対策ターミナルの簡略化 対策ターミナル体制作の見直し	既存システムが92年5月にリネースエントとなるため、その代替機としてIBM AS/400 にリプレースする予定。(設置スペースの縮小、無停電装置の設置、処理能力の向上、通信機能の向上)	開発中 請求書作成、経理処理システム、修理工関係のシステム 今後の予定 船社との情報交換のシステム		
情報交換	外部組織のコンピュータとの情報交換はない。	マツダ㈱ホストと専用回線を接続して、バニング計画情報、パルナニング実績情報を受信し、コンテナステータス情報を送信している。	外部組織のコンピュータとの情報交換はない。		
問題点	コンテナ集配システムとヤード管理システムのオンライン化が未完了。集配ターミナル入力プログラムの不備によりヤードと事務所間 (2km) のオンライン化 (パッチ交換) が完成していない。	無停電装置がないため、停電等によりしばしばダウンする。マツダ㈱の専用ターミナルとしての位置付けがステータスとしてたため、汎用ターミナルとしての機能が不備な面がある。	停電によるシステム停止。船社からの要望が年々多くなり、対応するためにシステムの使用方法を変更していかねばならない。		
改良計画	コンテナ集配システムの不具合対策ターミナルの簡略化 対策ターミナル体制作の見直し	既存システムが92年5月にリネースエントとなるため、その代替機としてIBM AS/400 にリプレースする予定。(設置スペースの縮小、無停電装置の設置、処理能力の向上、通信機能の向上)	開発中 請求書作成、経理処理システム、修理工関係のシステム 今後の予定 船社との情報交換のシステム		

一タの都合上、地方コンテナ埠頭のうち地方D港、地方F港、地方G港、地方H港、地方I港、地方Q港については、個数による割合である。岸壁に荷役において空コンテナを船積みもしくは船卸することは岸壁荷役用クレーン

の使用料の支払い、荷役時間が長くなる事からくる岸壁使用料の支払い等により出来るだけ行われたいようが望ましい。しかし、空コンテナの準備量の過不足のために他港との調整を行っているのが現状であると言えよう。

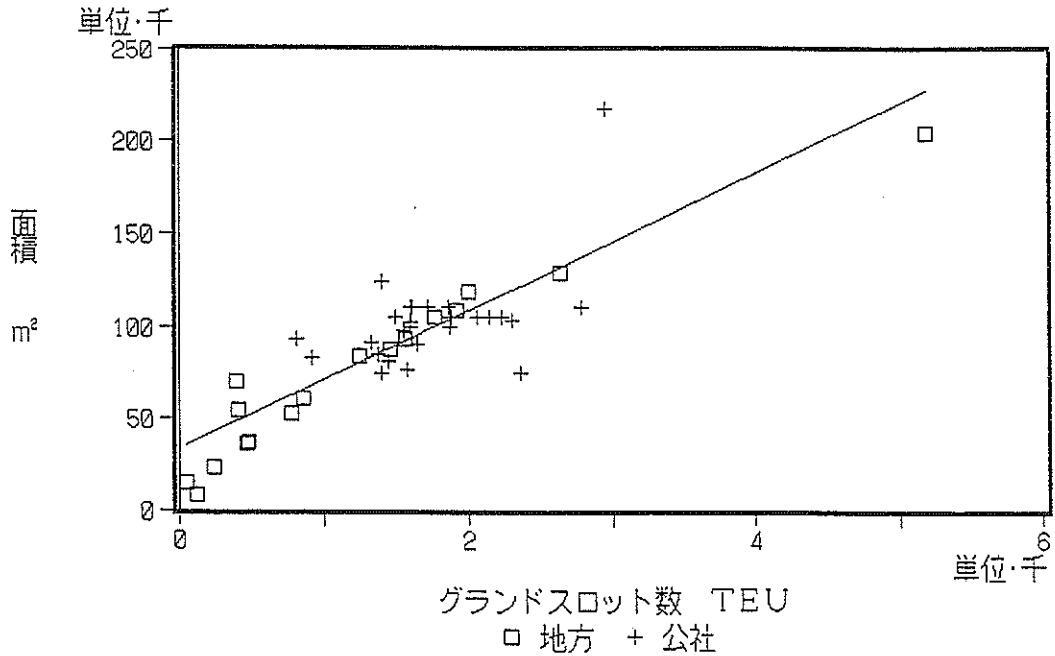
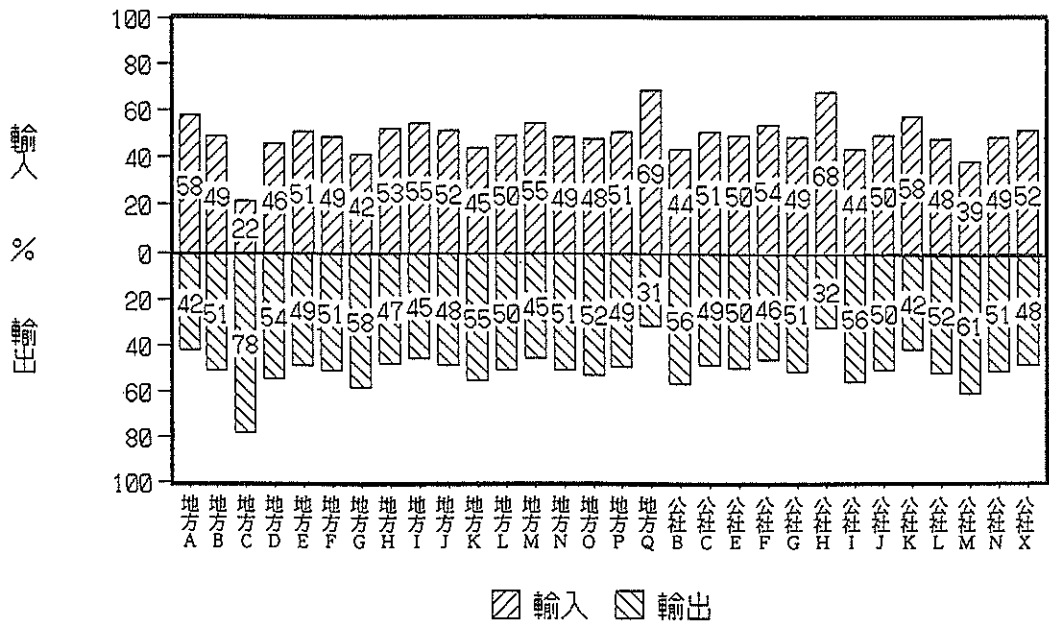


図-2 コンテナヤード面積とグランドスロット数の関係



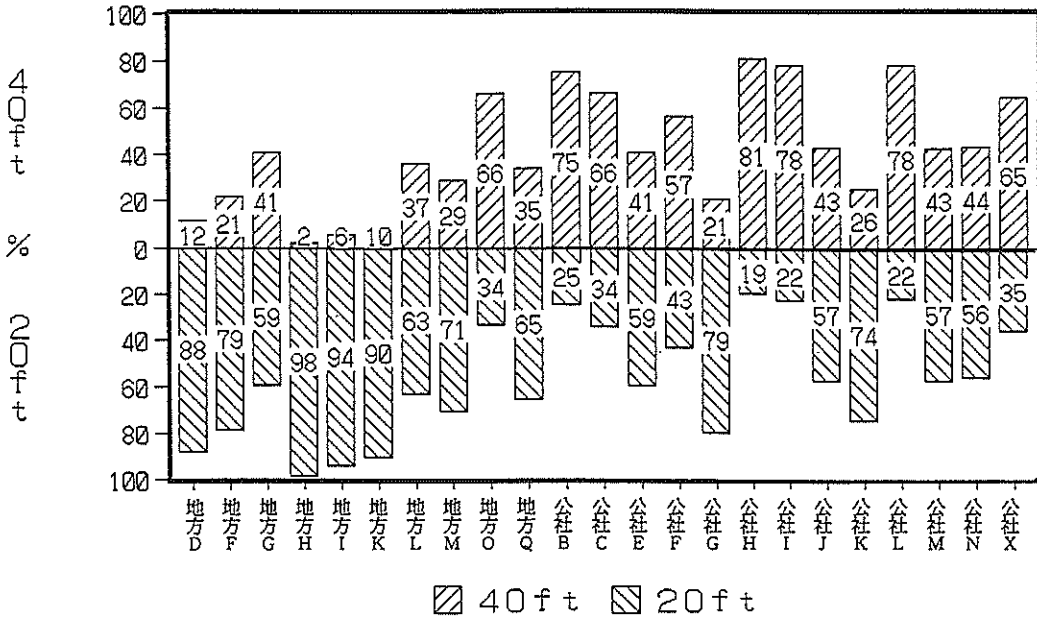
※ 地方D, F, G, H, I, Qは個数による割合

図-3 取扱コンテナの輸出入別割合

(4) 取扱いコンテナのドライ・リーファの割合

図-6に港別取扱いコンテナのドライコンテナとリーファコンテナのTEU単位による割合を示す。ただし入手できたデータの都合上、地方コンテナ埠頭のうち地方

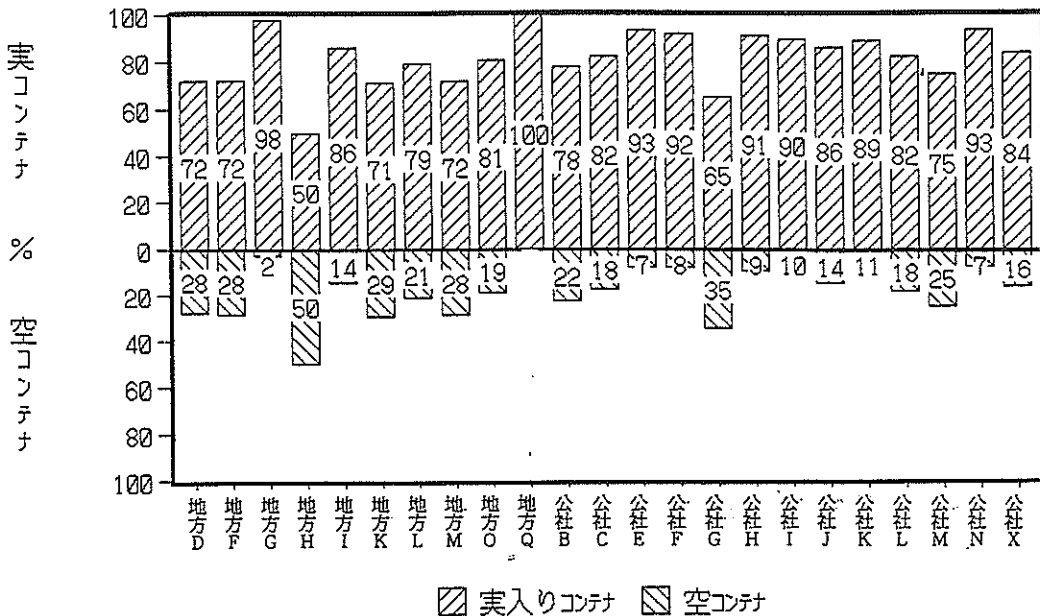
D港、地方F港、地方G港、地方H港、地方I港、地方Q港については、実入りコンテナによる割合である。公社埠頭と比べると地方コンテナ埠頭では、リーファコンテナ用電源設備が完備していないことも考えられリー



▨ 40ft ▩ 20ft

※ 地方D, F, G, H, I, Qは実入りコンテナによる割合

図-4 取扱いコンテナのサイズ別割合



▨ 実入りコンテナ ▩ 空コンテナ

※ 地方D, F, G, H, I, Qは個数による割合

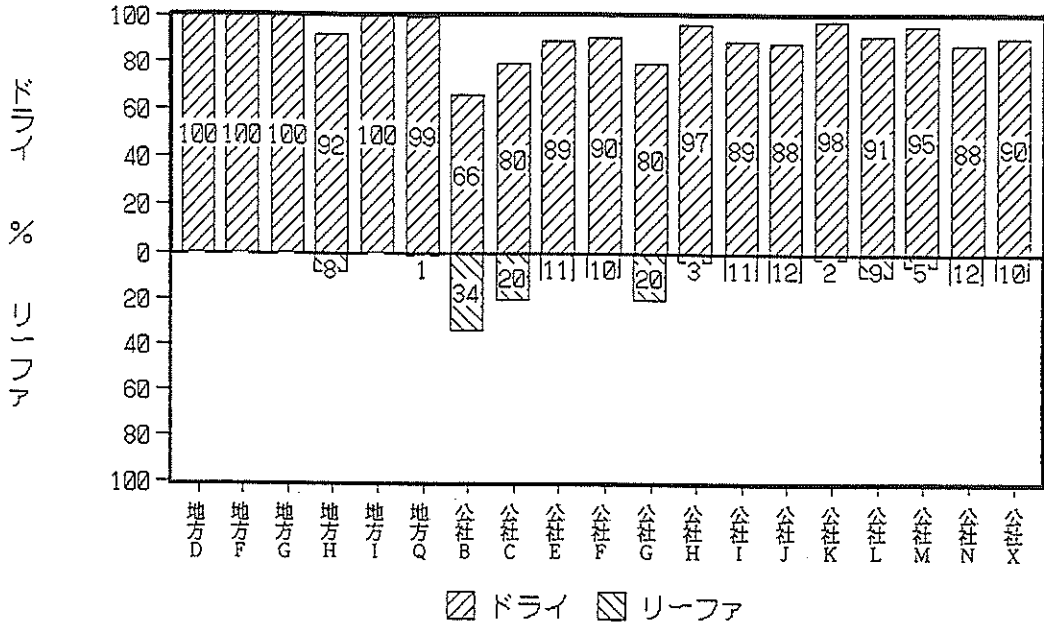
図-5 取扱いコンテナの実入り・空の割合

ファコンテナの取扱いの割合が少なくなっている。

(5) 取扱いコンテナの輸出入別 CFS の利用率

図-7に港別取扱いコンテナの輸出入別にコンテナヤード内にある CFS を利用した割合を TEU 単位で示し

たものである。輸入輸出で CFS を利用している割合に差があるが、どの場合も 1 割以下の取扱いである。なお地方コンテナの CFS の利用状況は整理されたデータが入手出来なかった。



※ 地方 D, F, G, H, I, Q は実入りコンテナによる割合
図-6 取扱いコンテナのドライ・リーファの割合

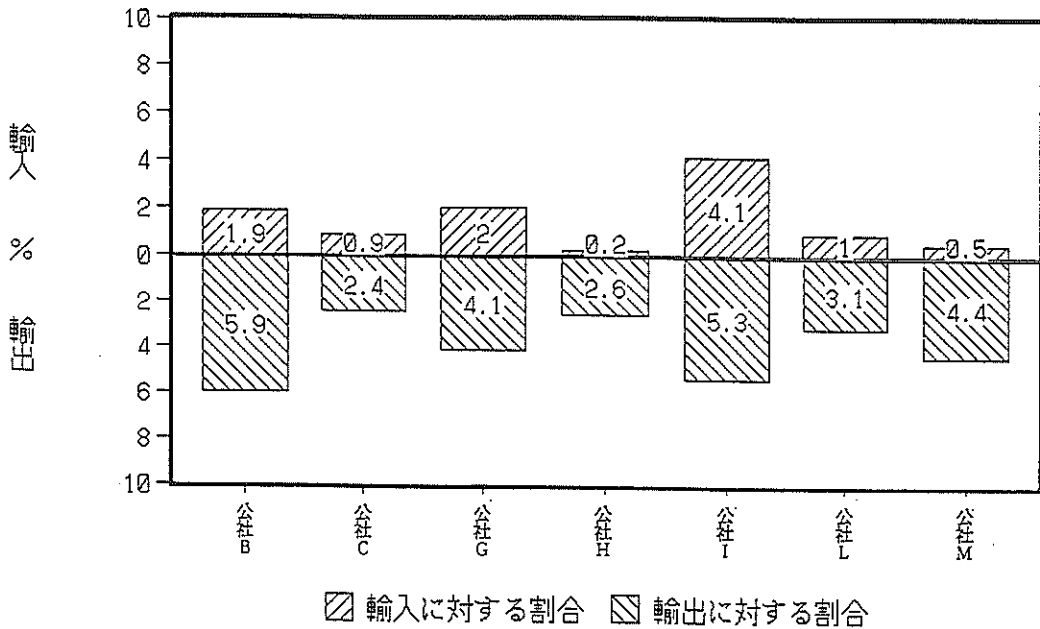


図-7 取扱いコンテナの輸出入別 CFS の利用率

2.6 港湾施設と取扱量の関係

(1) 年間取扱量 (TEU/年)

図-8に年間の取扱量を、地方コンテナ埠頭と公社埠

頭を並べて表示する。地方J港, 地方K港, 地方L港, 地方M港, 地方N港, 地方O港, 地方P港などの地方中核港湾における年間取扱量は、公社埠頭と同程度であり、その他の地方コンテナ埠頭では取扱量が極端に少なく

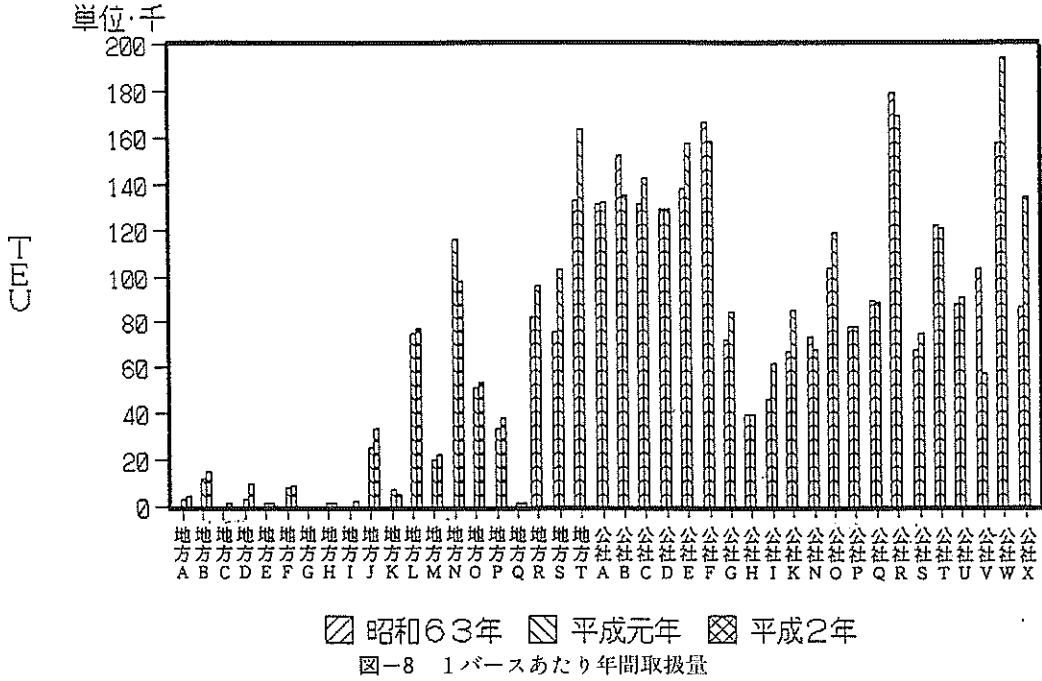


図-8 1バースあたり年間取扱量

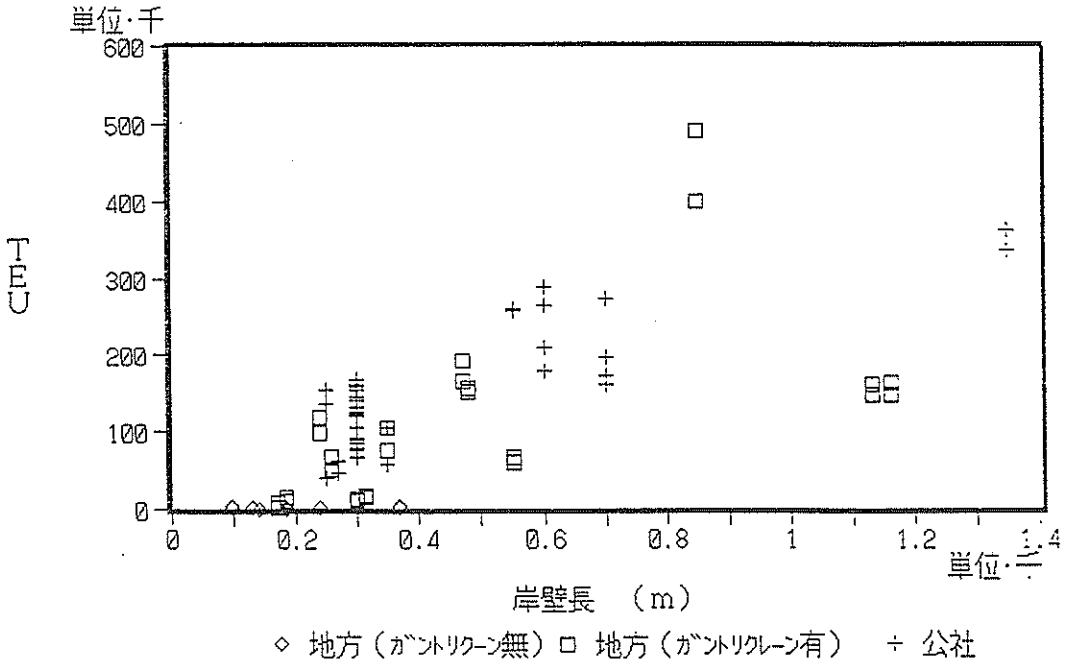


図-9 コンテナ取扱量と岸壁延長の関係

なっている。

(2) 岸壁長あたり年間取扱量 (TEU/m/年)

図-9に年間取扱量と岸壁延長との関係を示す。ガントリークレーン等により岸壁荷役が機械化されたコンテナ埠頭においては、荷役能力は岸壁荷役機械の能力に大き

く依存し、岸壁長とは必ずしも一義的には対応つけられないが、整備水準等をマクロ的に考える場合には一つの有効な指標となろう。一般的に地方コンテナ港湾の岸壁長あたりの取扱量は、公社埠頭に比較して低く、特にガントリークレーンを持たない港湾において相当低い傾向

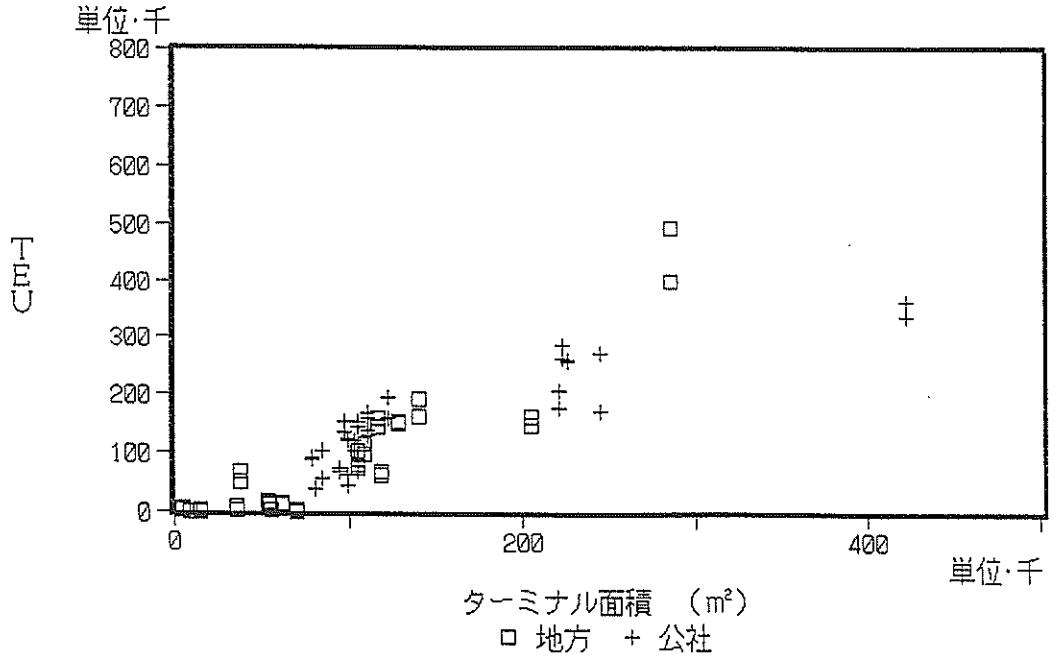


図-10 コンテナ取扱量とコンテナターミナル面積の関係

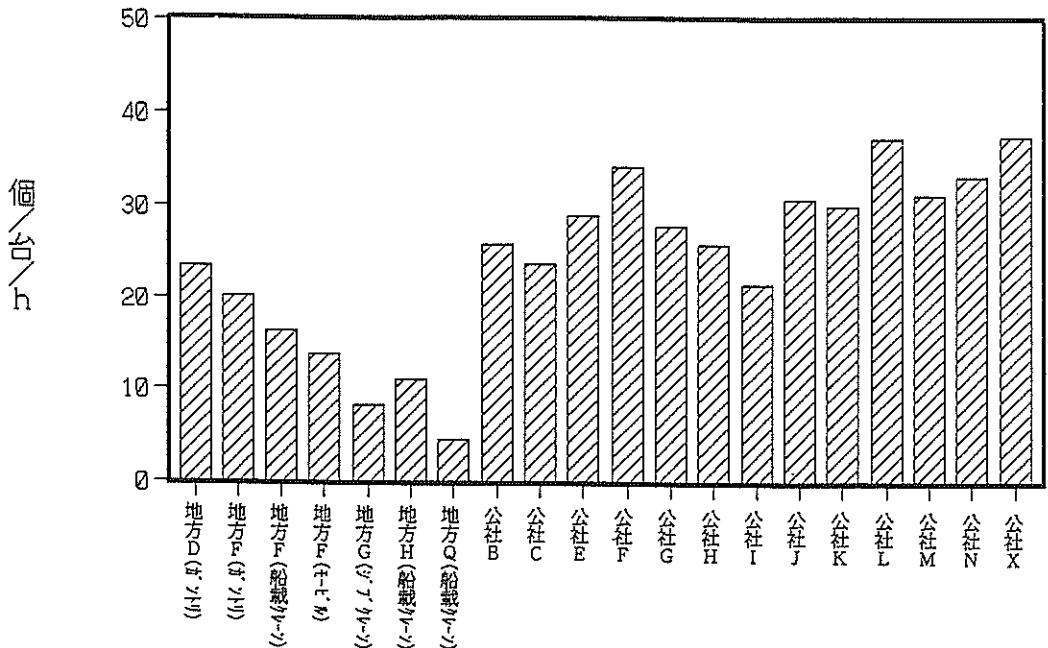


図-11 コンテナクレーン1基単位時間あたり取扱量

がある。公社埠頭の場合も変動幅は大きく、図-9より160~610TEU/m/年、平均的には約350TEU/m/年となる。コンテナターミナルの場合、1TEUあたりの貨物重量を15~20トンとすると350TEU/m/年は5,250t/m~7,000t/m程度に相当すると考えられる。

(3) ターミナル面積あたり取扱量 (TEU/m²/年)

年間取扱量とターミナル面積との関係を図-10に示す。図より岸壁延長との関係と同様に、一般的に地方コンテナ港湾のターミナル面積あたりの取扱量は、公社埠頭に比較して低くなっている。公社埠頭の場合にも変動幅は大きく、0.46~1.6TEU/m²/年程度になっている。ただし、地方中核港湾におけるターミナル面積あたりの取扱量は、公社埠頭の場合と大きな相違は見られない。

(4) コンテナクレーン一基単位時間あたり取扱量

(個/基/h)

荷役効率を示す指標として、図-11に地方コンテナ埠頭、公社埠頭のコンテナクレーン一基単位時間あたりの平均コンテナ取扱個数を示す。本値は、コンテナクレーン取扱個数をコンテナクレーン稼働時間で割って求めたものである。公社埠頭についてはすべてガントリークレーンで岸壁荷役が行われており、25~35個/基/hの値となって、今回得られたデータでは、平均30.5個/基/hであった。一方、地方コンテナ埠頭の場合、ガントリークレーンを使用しているも公社埠頭よりやや低く20~23個/基/hである。さらにガントリークレーン以外で岸壁

荷役を行う場合、岸壁荷役効率が低くなっている。船載クレーンにおけるデータは少ないが、平均10.5個/基/hであった。

(5) コンテナクレーン一基あたり年間取扱量

(TEU/基/年)

図-12にバース毎の年間取扱量より求めたコンテナクレーン一基あたりの取扱量を示す。船載クレーンで対応している港湾では、クレーン一基として計算してある。ガントリークレーン一基あたりの年間取扱量は、そのコンテナターミナルの特性に大部分依存していると考えられる。たとえば、コンテナ船の入出港可能時間、荷役可能時間、1バースあたりのガントリークレーン数等である。そのため標準的なガントリークレーン一基あたりの可能な取扱個数は、一義的には決められないが、ここでは以下のような考え方により考察する。

公社埠頭ガントリークレーン一基あたりの標準的年間可能取扱量をX、ガントリークレーン単位時間あたり平均取扱個数をY、年間稼働可能時間をT、年間接岸率をE、接岸時間と荷役時間の比をPとする。

$$\begin{aligned}
 X &= Y \times T \times E \times P \\
 &= 30 \times 365 \times 24 \times 0.31 \times 0.60 \\
 &= 50,000 \text{ (個/年)}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

ここで、年間接岸率0.31、接岸時間と荷役時間の比

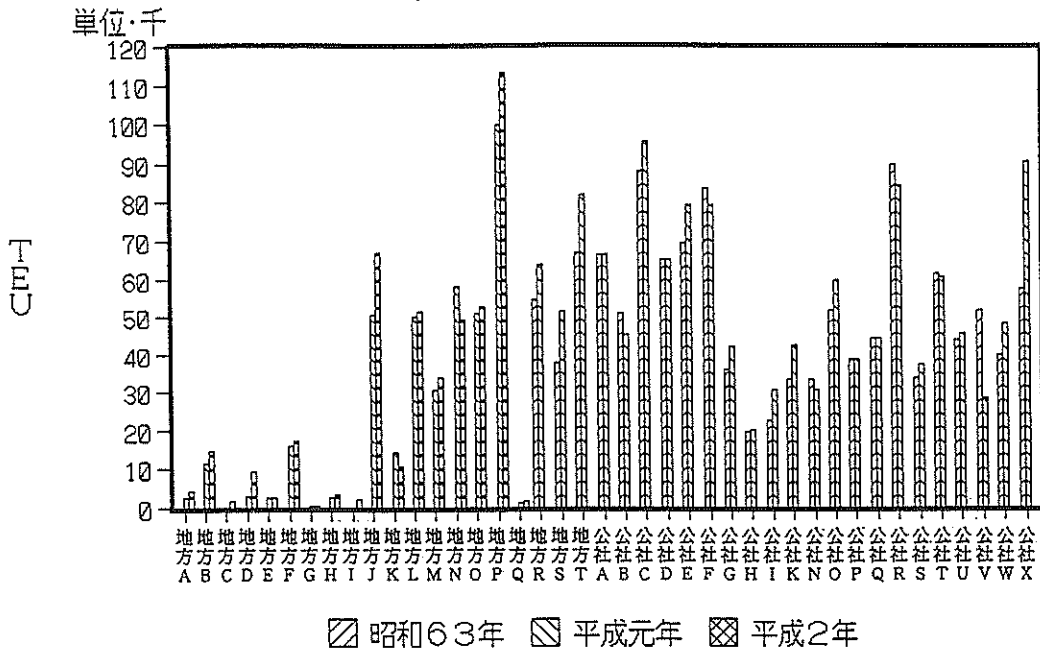


図-12 コンテナクレーン1基あたり年間取扱量

0.60は入手した公社埠頭のデータの平均値である。図-4より公社埠頭の取扱いコンテナの20フィートコンテナ、40フィートコンテナ別の割合の平均値は、それぞれ47.3%、53.7%であったので、今簡略化して、それぞれ50%と仮定するとガントリークレーン一基あたり年間可能取扱量は $25,000 \times 1 + 25,000 \times 2 = 75,000$ TEU程度と見積られる。図-12と比較して取扱量が多い埠頭の

場合、ほぼこの値に近い値になり、式(1)の考え方により見積られるであろう。よって、ガントリークレーンの1基あたりの取扱い量を増やすためにはガントリークレーンの能力を向上させるだけでなく、バース使用の回転率を上げることや接岸時間のうち荷役時間以外の時間を出来るだけ少なくすることが必要となる。なお、各港湾の諸事情つまり港湾の入出港許可時間、荷役可能時間、

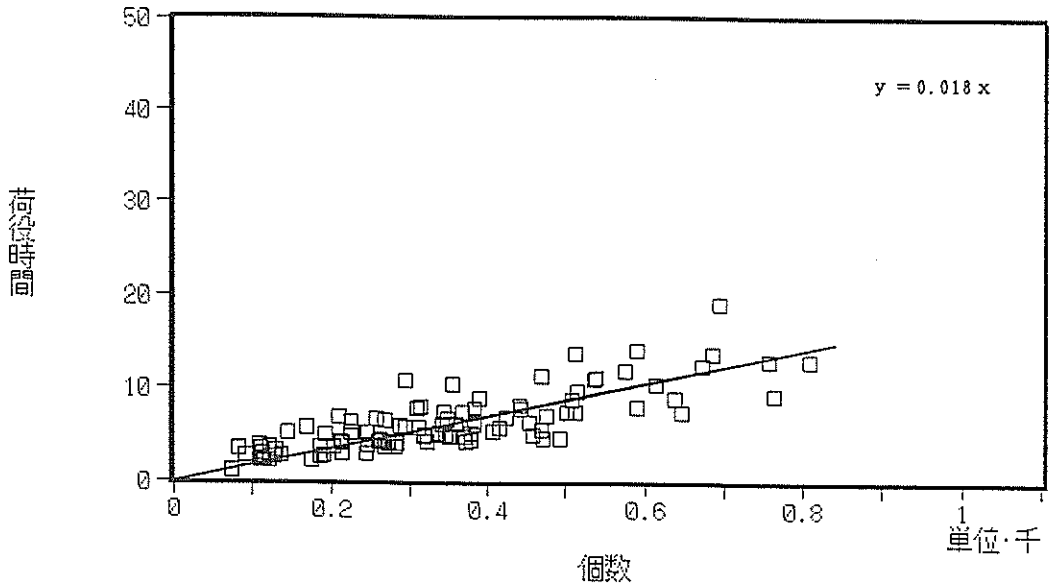


図-13.1 荷役時間と取扱い個数の関係 (東京港)

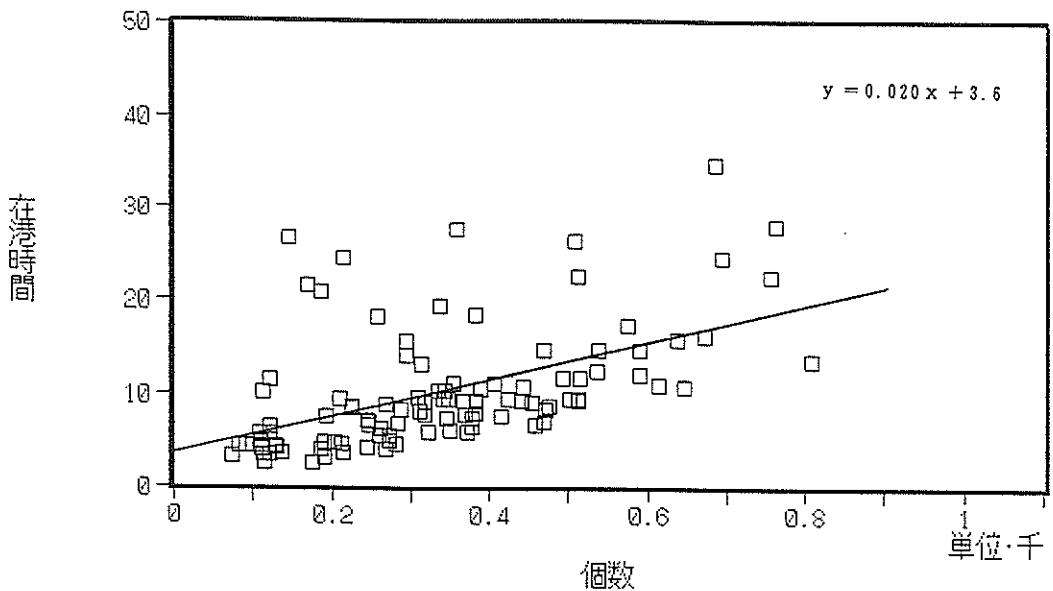


図-13.2 在港時間と取扱い個数の関係 (東京港)

土曜日、日曜日の荷役状況により、この50,000個および75,000TEUの値は変動すると考えられる。

2.7 取扱いコンテナ数と荷役時間、在港時間の関係

図-13.1~20.2に入港船舶毎の取扱いコンテナ個数と岸壁荷役時間および在港時間の関係を示す。

岸壁荷役時間(y)と取扱い個数(x)が比例すると仮定し、

取扱い個数が0個の時には、荷役時間も0時間になると考えて $y=ax$ で表現すれば、 $[1/a] = [\text{個}/\text{h}]$ となり、これは概略のガントリークレーン取扱能力を表す。公社埠頭の場合 $1/a=56\sim 100$ となり、前述のガントリークレーン一基時間あたり取扱量 $30\text{個}/\text{h}/\text{基} \times 2$ または 3 基で各船舶の荷役に対応していることがわかる。一方、地方コンテナ埠頭の場合、岸壁荷役機械は1台の場合が多

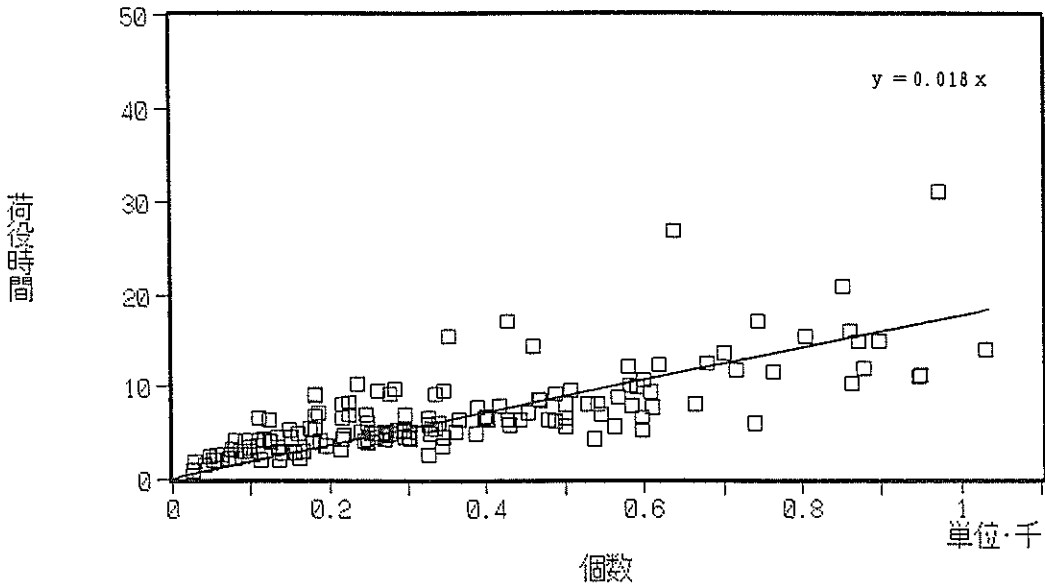


図-14.1 荷役時間と取扱い個数の関係 (横浜港)

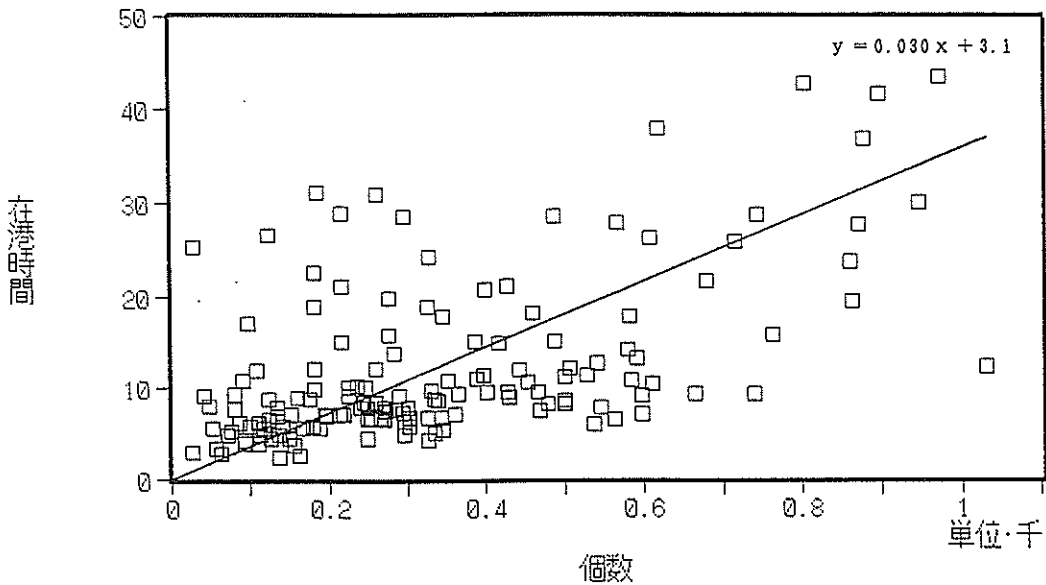


図-14.2 在港時間と取扱い個数の関係 (横浜港)

く、1/a は総じて公社の場合よりも低くなっている。

船舶の在港時間は、コンテナ荷役時間と入出港や荷役の準備に係わる時間であり、そのため、在港時間(y)と取扱個数(x)が比例し、取扱個数が少ない場合でも荷役以外に必要とする時間(b)を考慮して $y=ax+b$ で表現して図に示す。コンテナターミナルにとってこのbの値を小さくして在港時間を短縮し、船舶の運航効率の向

上を計っている。また、データを見ると荷役時間との関係に比較してばらつきが大きいことがわかる。取扱個数と荷役時間や在港時間の関係の図から、aの値は近いものが多く、bの値は公社埠頭の方が地方コンテナ埠頭よりも小さい傾向がある。

表-5に取扱個数と荷役時間、在港時間の回帰式を示す。

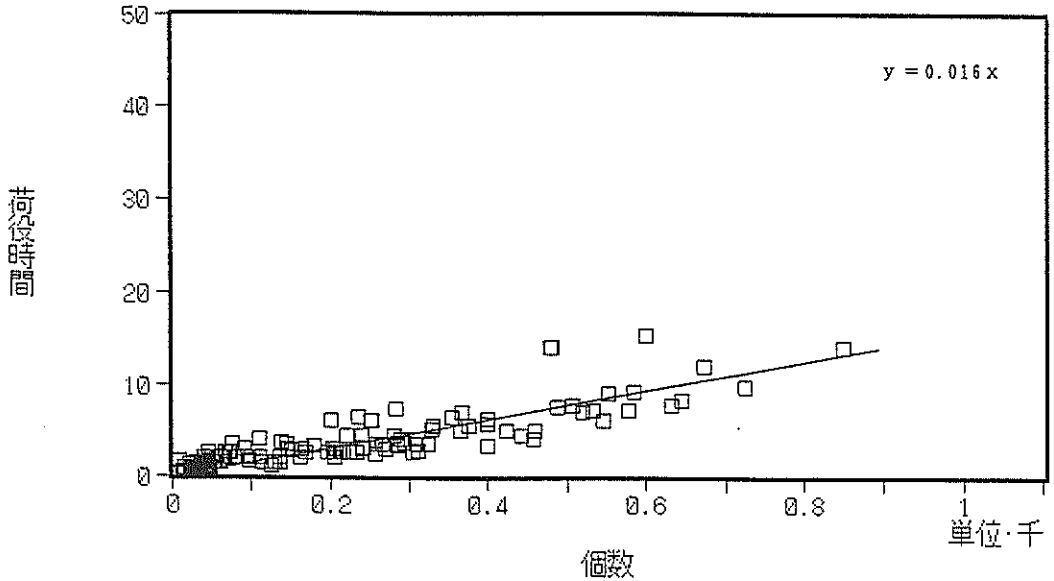


図-15.1 荷役時間と取扱個数の関係 (大阪港)

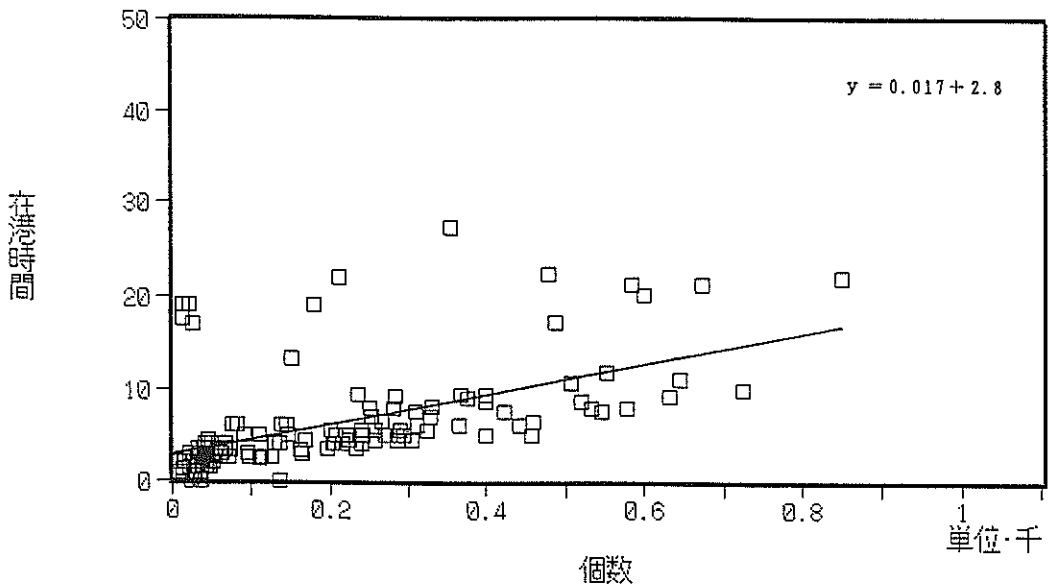


図-15.2 在港時間と取扱個数の関係 (大阪港)

荷役時間

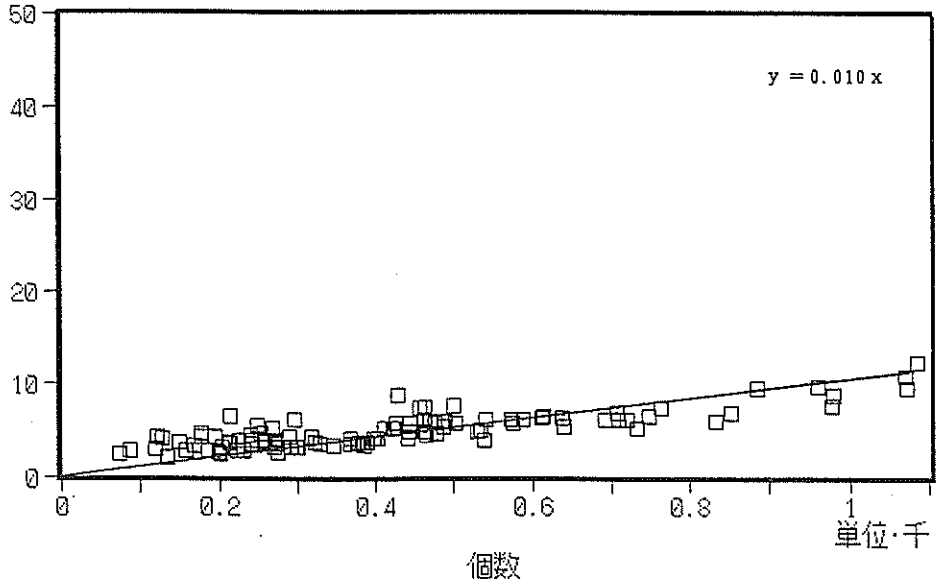


図-16.1 荷役時間と取扱い個数の関係 (神戸港)

在港時間

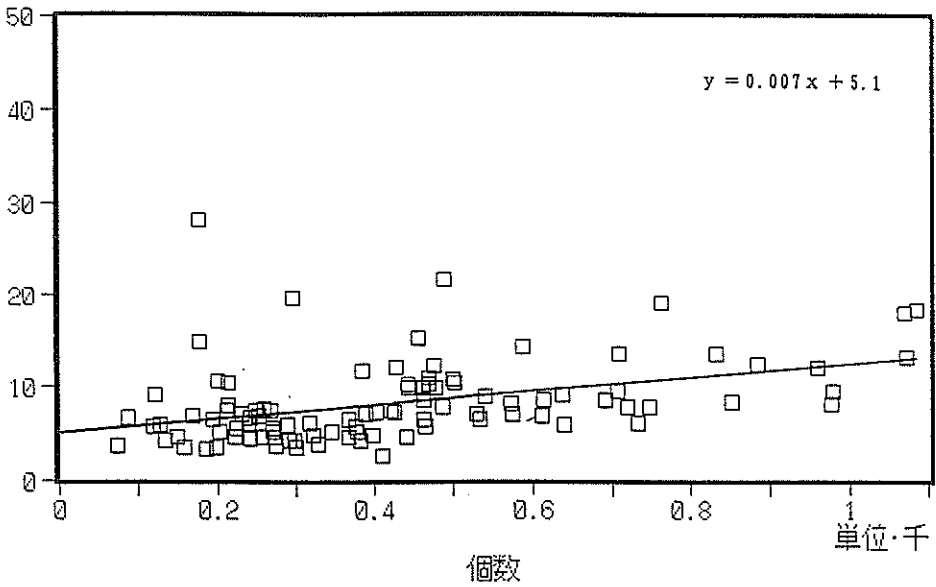


図-16.2 在港時間と取扱い個数の関係 (神戸港)

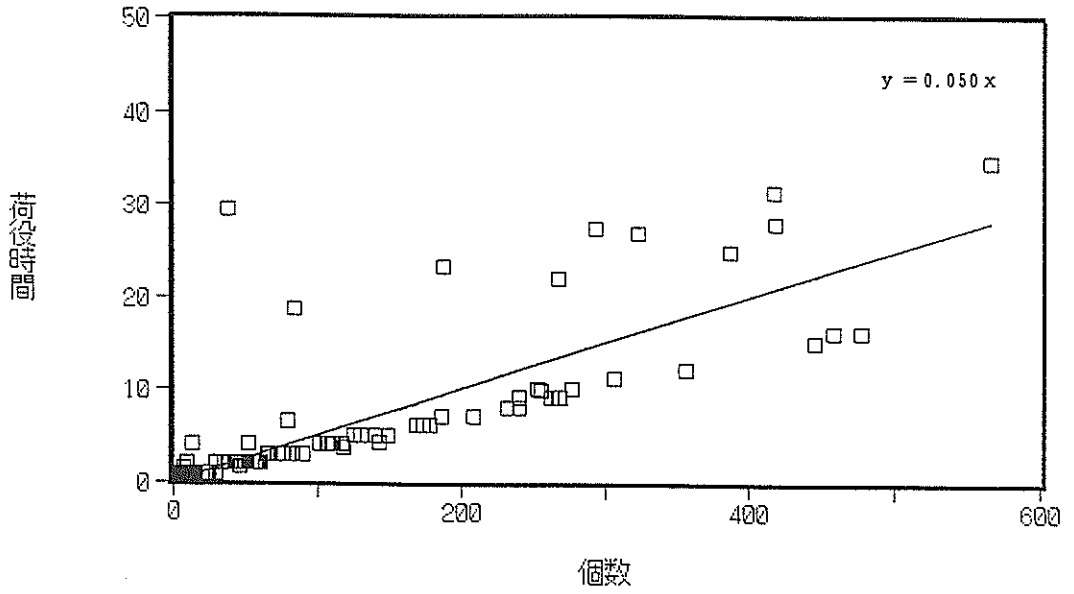


図-17.1 荷役時間と取扱い個数の関係 (地方D港)

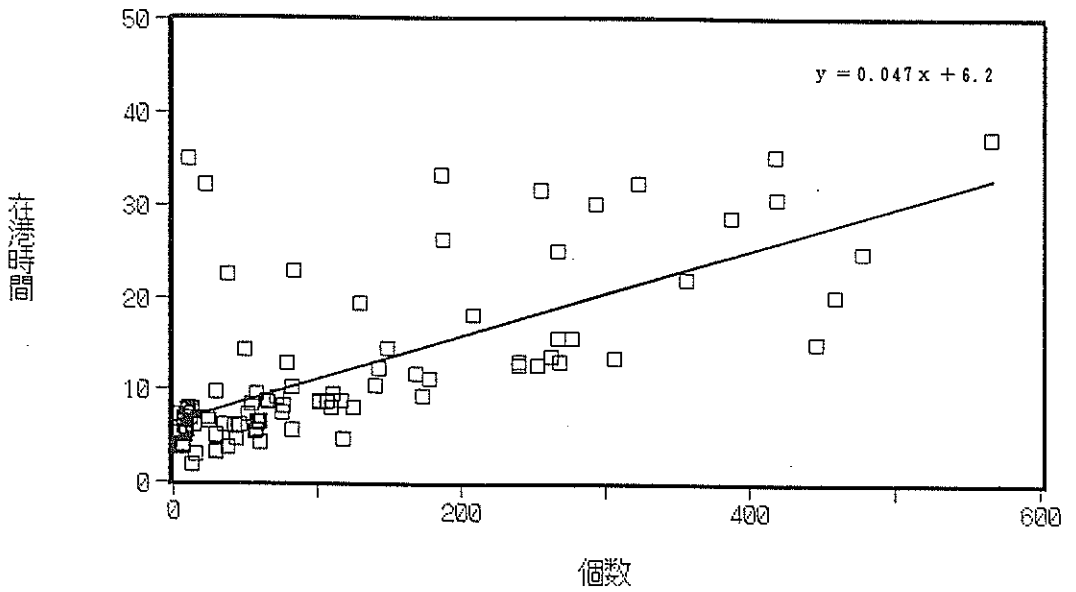


図-17.2 在港時間と取扱い個数の関係 (地方D港)

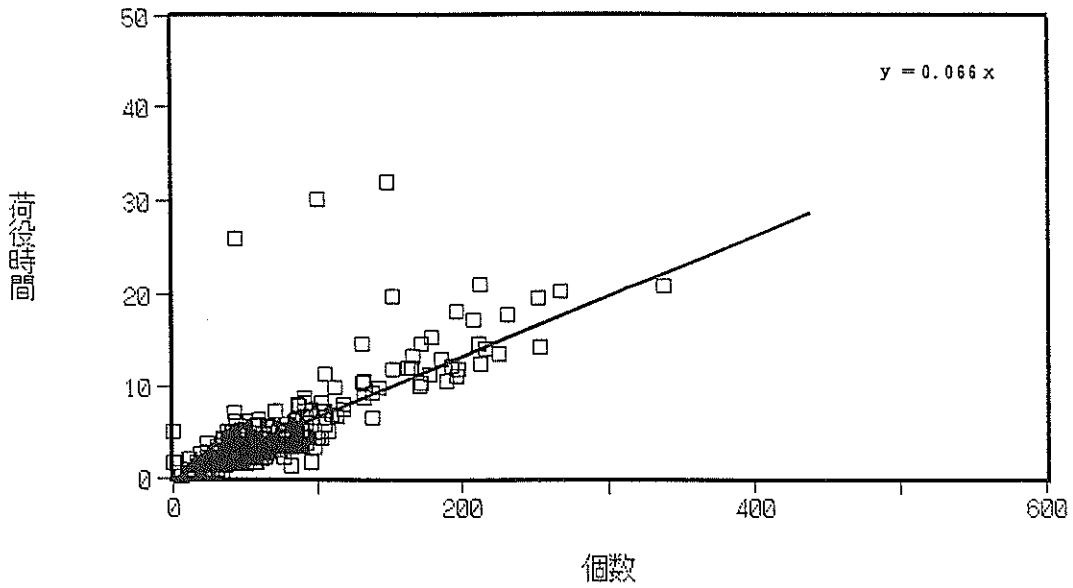


図-18.1 荷役時間と取扱い個数の関係 (地方F港)

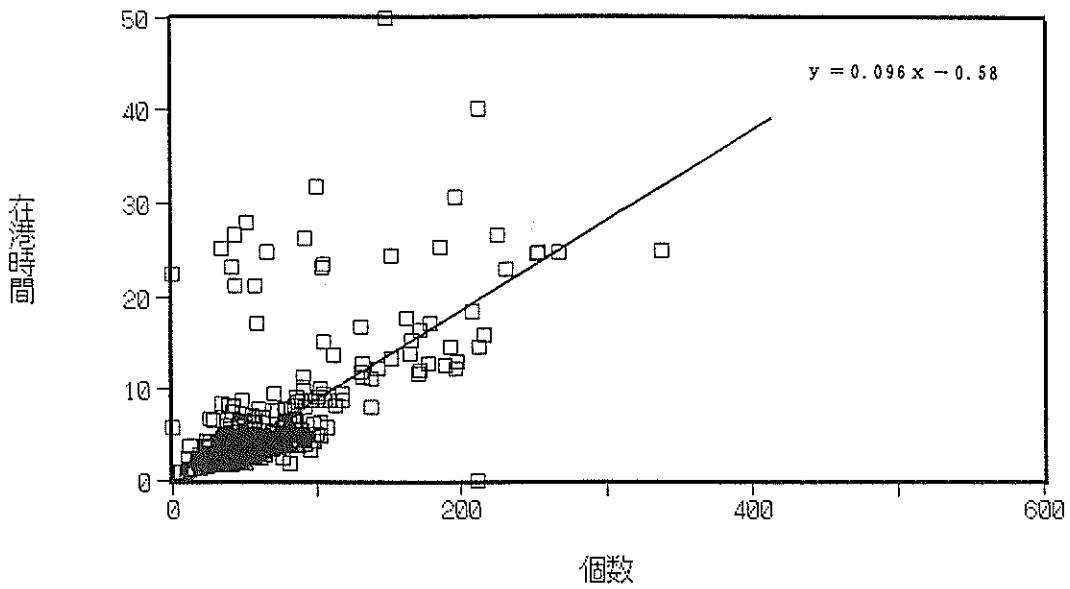


図-18.2 在港時間と取扱い個数の関係 (地方F港)

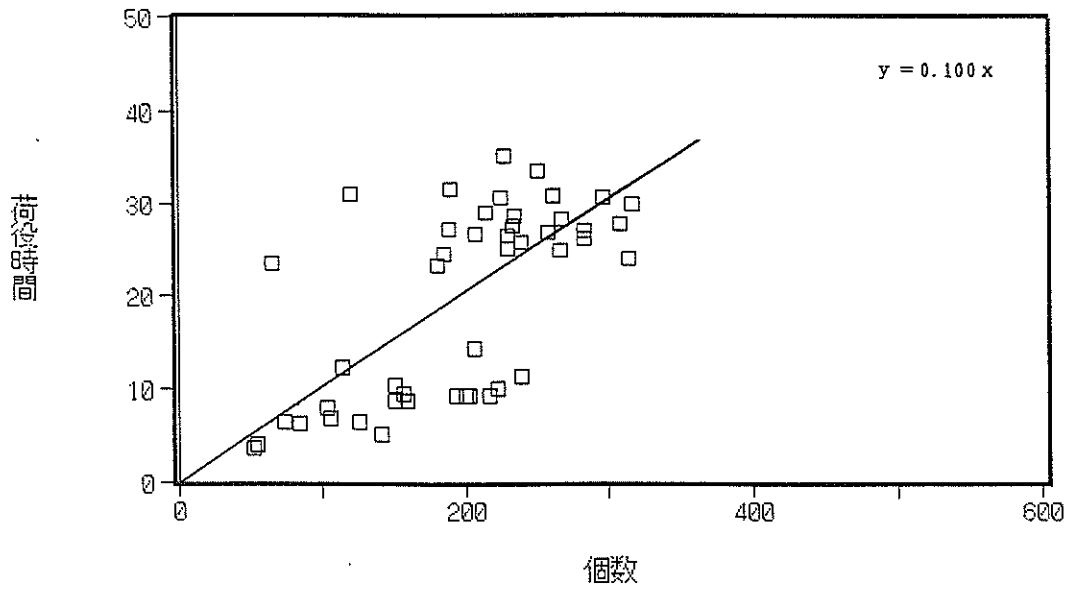


図-19.1 荷役時間と取扱い個数の関係 (地方H港)

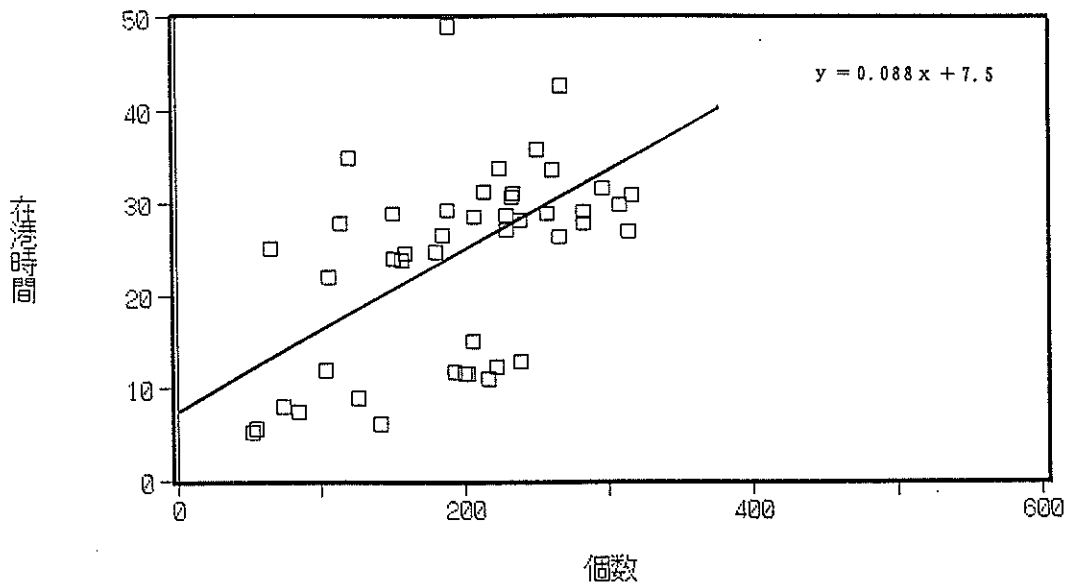


図-19.2 在港時間と取扱い個数の関係 (地方H港)

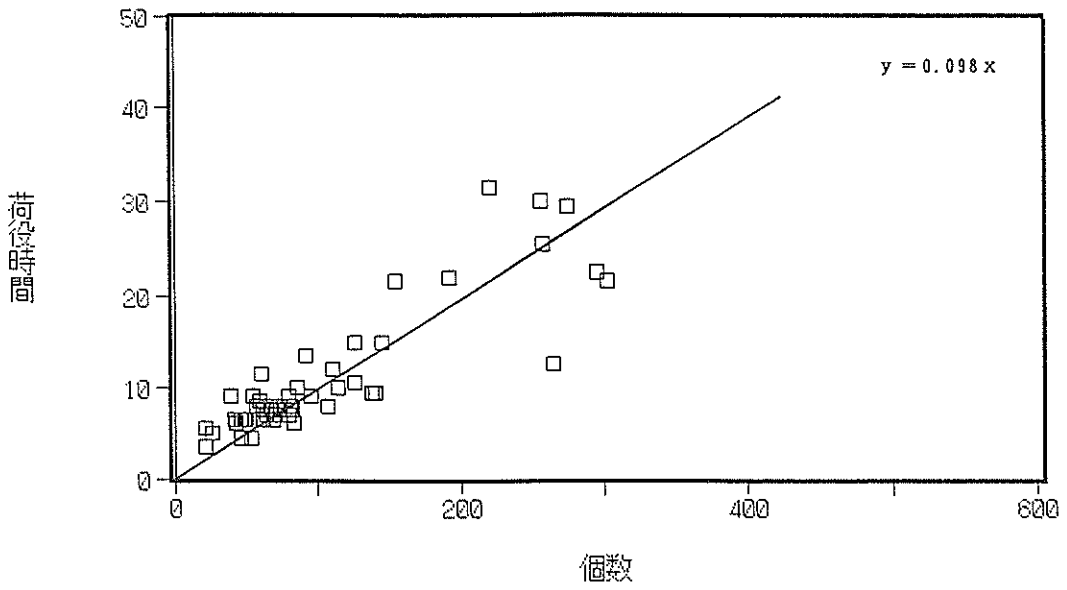


図-20.1 荷役時間と取扱い個数の関係（地方Q港）

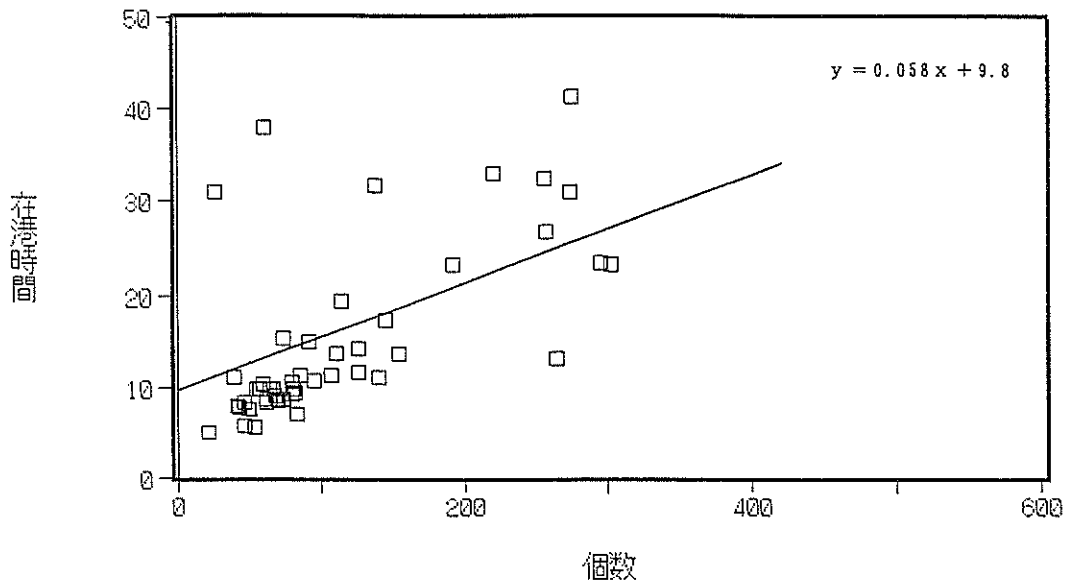


図-20.2 在港時間と取扱い個数の関係（地方Q港）

表-5 取扱い個数と荷役時間・在港時間の関係

	荷役時間	在港時間
東京港	$y=0.018x$	$y=0.020x+3.6$
横浜港	$y=0.018x$	$y=0.030x+3.1$
大阪港	$y=0.016x$	$y=0.017x+2.8$
神戸港	$y=0.010x$	$y=0.007x+5.1$
地方D港	$y=0.050x$	$y=0.047x+6.2$
地方F港	$y=0.066x$	$y=0.096x-0.58$
地方H港	$y=0.100x$	$y=0.088x+7.5$
地方Q港	$y=0.098x$	$y=0.058x+9.8$

3. コンテナ物流シミュレーション

3.1 概要

コンテナ埠頭の能力や必要規模を算定する有効な手段の一つとしてシミュレーションによる方法がある。これは船舶やコンテナの流れを計算機上に再現するものであり、これにより現状のコンテナ埠頭の能力や問題点等を検討することが出来る。

現在、埠頭公社クラスの大都市型コンテナ埠頭の問題点としては、船舶の大型化への対応の遅れ、増大する輸入貨物取扱い施設の整備、バースやコンテナヤード面積の不足等が挙げられる。これらのうちヤード面積の不足はコンテナのヤード内滞留と密接に関係し、この滞留の評価には、コンテナ船の入港間隔、コンテナの搬入搬出状況、輸入輸出のバランス、取扱い量の変動性等を考慮する必要がある。さらに現実には、船社により空コンテナの滞留しがちな埠頭から、不足しがちな埠頭へと空コンテナのポジショニングを変更する等の各種調整作業が付加されている。今回のコンテナ物流シミュレーションでは、コンテナの流動状況とヤード内滞留状態を再現するために実態調査結果をもとにコンテナ物流のモデル化を行い、コンテナ滞留の実績値とシミュレーション結果を比較してシミュレーションモデルの妥当性やその活用

方法等について検討した。

3.2 A埠頭におけるコンテナ貨物取扱い状況

A埠頭は、2バースを所有し、コンテナヤードの面積220,000m²、オフドックバンプールの面積7,300m²、コンテナ蔵置量としては、ヤード内に8,800TEU、オフドックバンプールに800TEU蔵置する事が出来る。

A埠頭における平成4年度のコンテナ貨物取り扱い実績は、一年間に421隻のコンテナ船が入港し、コンテナ取扱量として333,639TEU扱われた。

図-21にコンテナ船の入港間隔を頻度別に示す。ここでは入港間隔はコンテナ船が着岸してから、次のコンテナ船が着岸するまでの期間とした。平均到着間隔は21時間、最大で3.5日間で入港していた。

取扱量として、図-22にコンテナ取扱量の頻度分布を輸入実入りコンテナ、輸入空コンテナ、輸出実入りコンテナ、輸出空コンテナ別に示し、図-23に月別のコンテナ取扱量を示す。取扱量を平均して1隻の平均値は、輸入実入りコンテナは352TEU、輸入空コンテナは58TEU、輸出実入りコンテナは305TEU、輸出空コンテナは77TEUとなっている。コンテナ単位ではA埠頭では、輸入超過である。

コンテナの搬入搬出状況を図-24、25に示す。搬入に

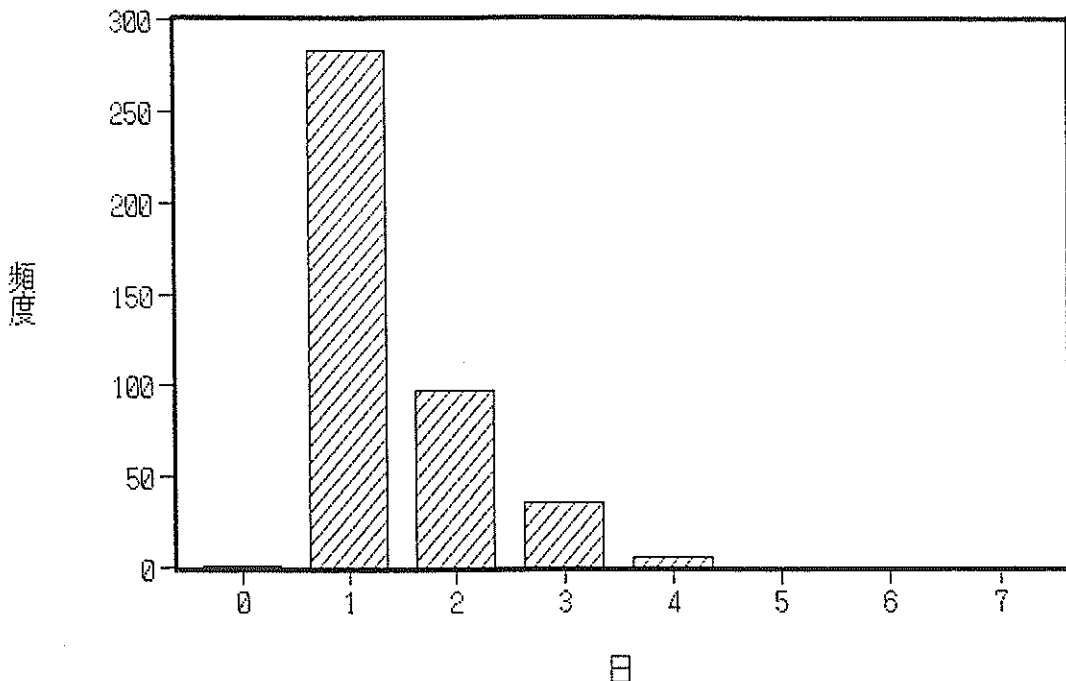


図-21 到着間隔

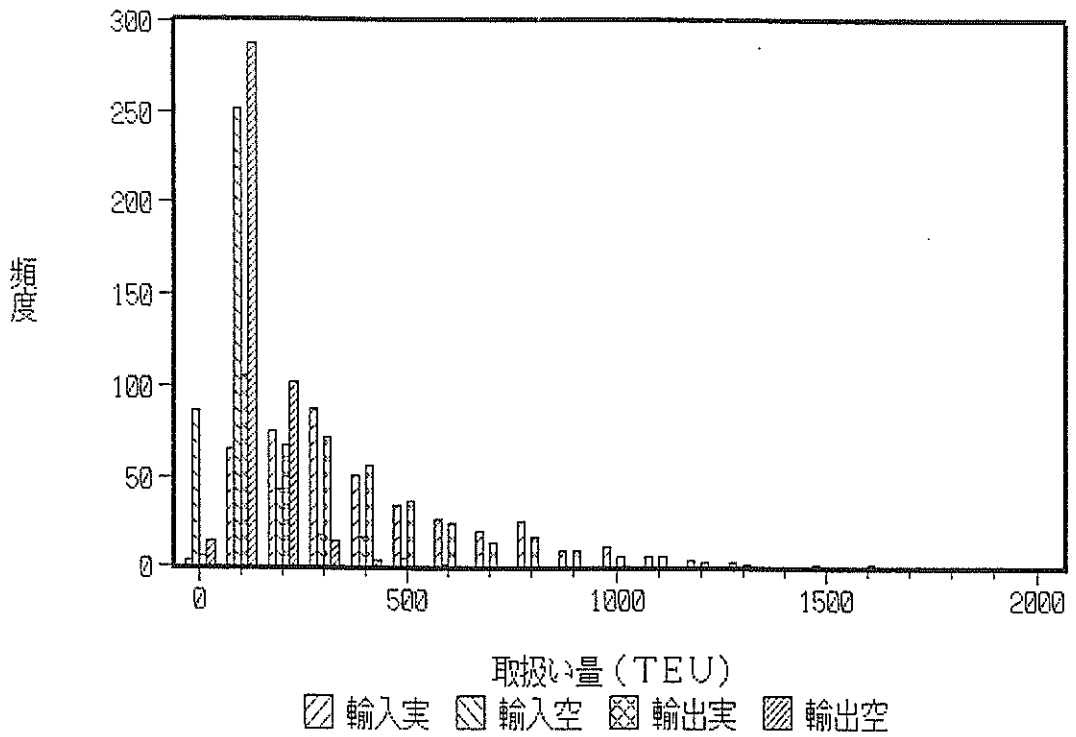


図-22 コンテナ取扱量頻度分布

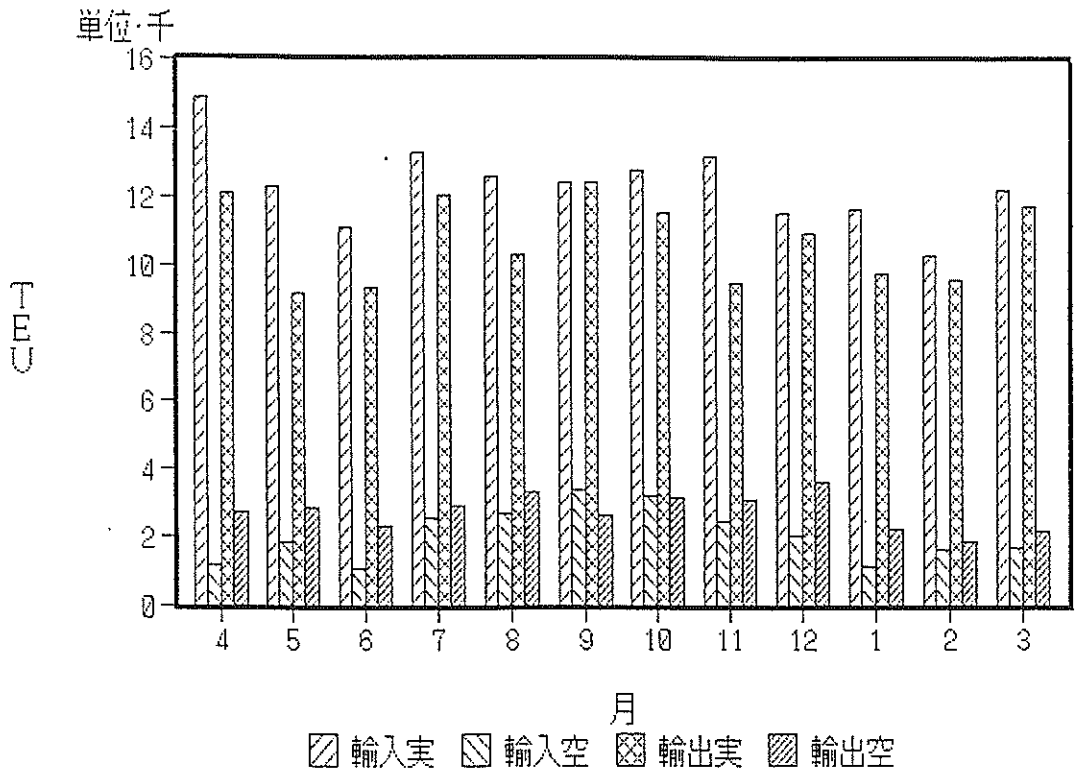


図-23 月別コンテナ取扱量

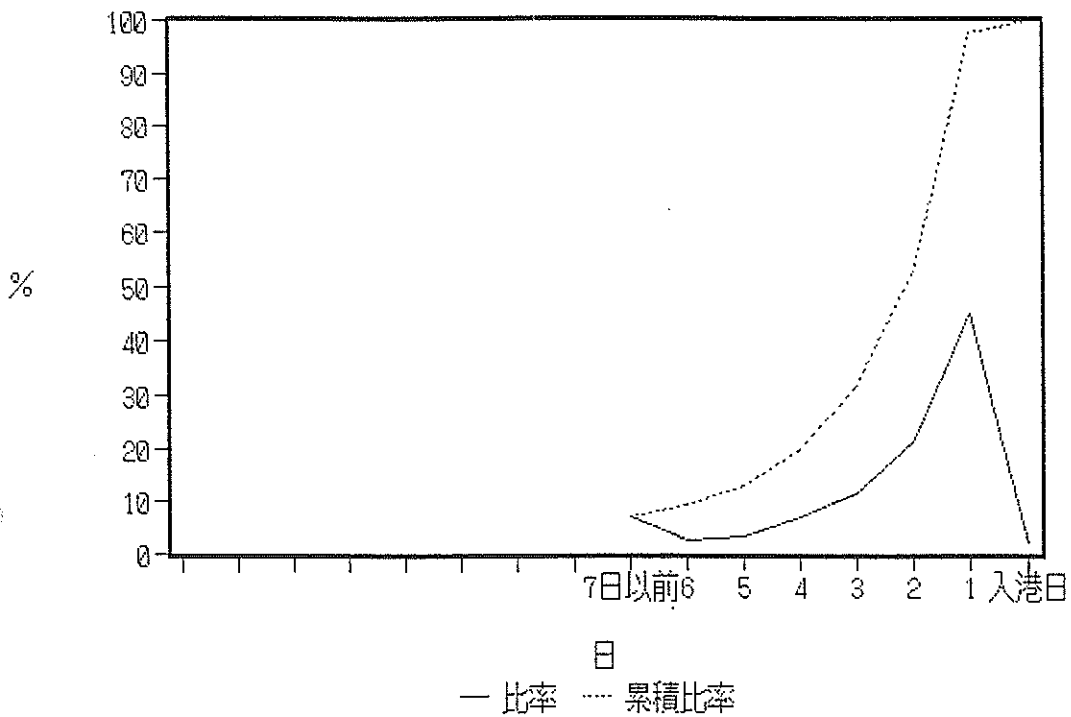


図-24 コンテナ搬入パターン

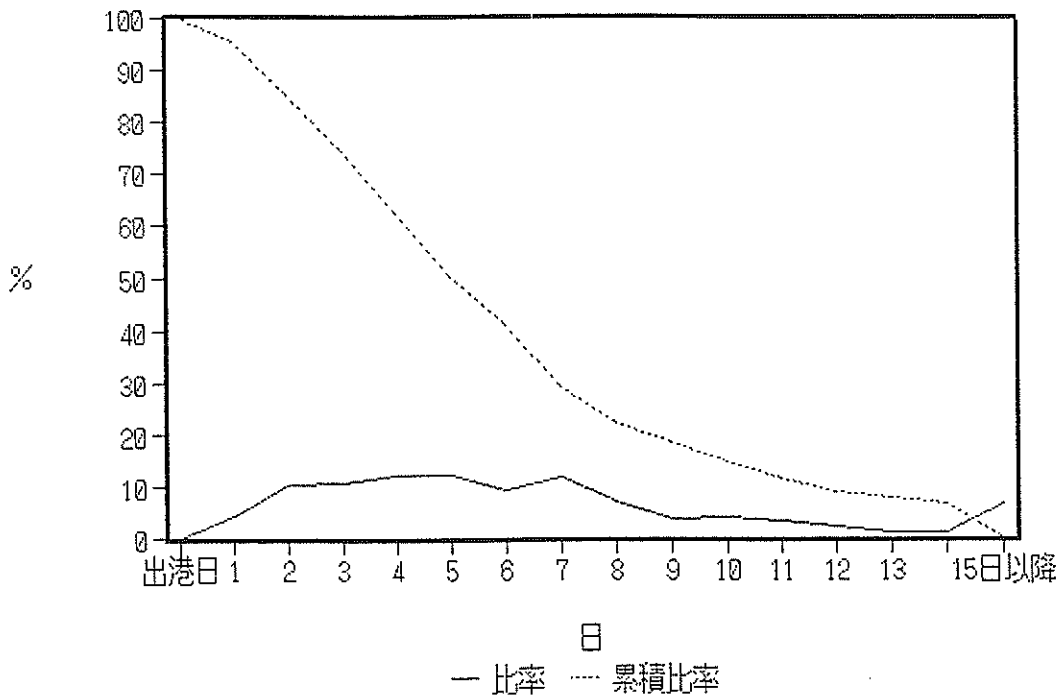


図-25 コンテナ搬出パターン

関しては、本船入港日から平均2.32日で搬入が行われている。搬出に関しては、本船出港日から平均6.28日で搬出が行われている。搬出において出港日から4～5日目に一度ピークが現れ、7日目にもう一度ピークが現れている。これは荷主にとってなるべく速く貨物を手に入れたい貨物については、本船出港後速やかに搬出されるのに対し、荷主にとって出来るだけコンテナヤードに置いておきたい貨物に関しては、コンテナ蔵置無料期間ぎりぎりまで蔵置していることによっている。

図-26にコンテナの搬出から搬入までの期間を示す。これは空コンテナが搬出されてから実入りコンテナとなって搬入されるまでの期間と、逆に実入りコンテナが搬出され空コンテナとして搬入されるまでの期間を示している。

図-27～29にA埠頭の一年間のコンテナ滞留状況を示す。ただし空コンテナについては、オフドックバンプールに関して正確な値が得られなかったためヒヤリングの結果、平均700TEUとして与えている。3.4においてA埠頭におけるコンテナ貨物の流動をモデル化し計算を行うが、その結果として、図-27～29を出力する事を目的としている。

3.3 埠頭を中心としたコンテナ流動

A埠頭におけるコンテナの流動状況を図-30に示す。輸入実入りコンテナは、陸揚げされた後、図-25に示す、平均6.28日の期間コンテナヤードに滞留した後、荷主に引き取られるためゲートから搬出される。搬出されたコンテナは、デバンニングされ貨物が荷主の手に渡った後、空コンテナとしてコンテナヤードに搬入される。この時荷主側でバンニングされ実入りコンテナとしてコンテナヤードに搬入されることはない。それは、コンテナのダメージ状態を確認するため、またダメージがあった場合その責任の所在を明らかにするため必ず、空コンテナとしてコンテナヤードに搬入されコンディションチェックを受ける。コンディションチェックを受けた空コンテナは、修理が必要なコンテナはメンテナンスショップで修理を受けた後、そのコンディション別に階級を付けられ、空コンテナ置場に蔵置される。A埠頭においては荷主に対しての空コンテナの搬出はオフドックのバンプールから行われているため、必要に応じてコンテナヤードからオフドックバンプールに空コンテナの移動が行われている。搬出された輸入実入りコンテナのうち、空コンテナとして返却されないコンテナがある。これはA埠頭で陸揚げされた後、船社責任において、コンテ

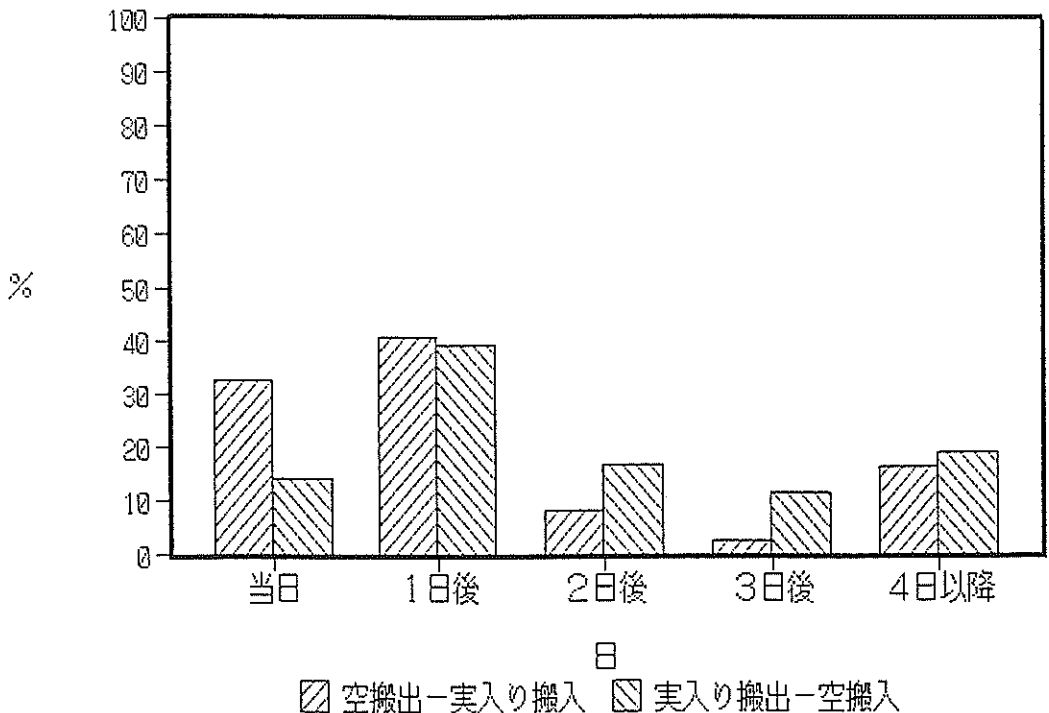


図-26 コンテナ返却パターン

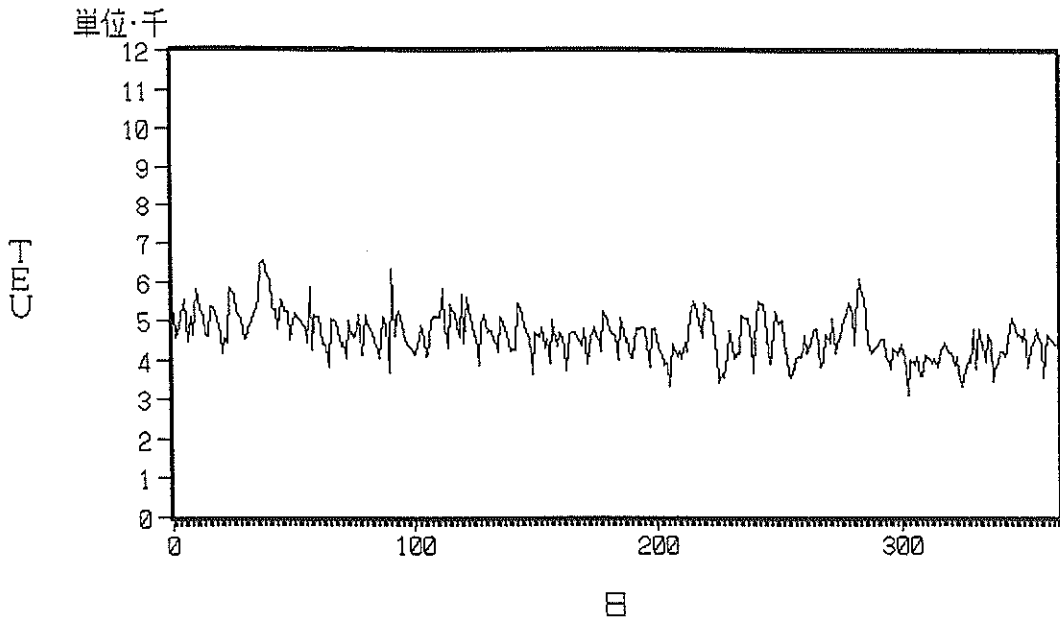


図-27 実入りコンテナ滞留状況 (実績)

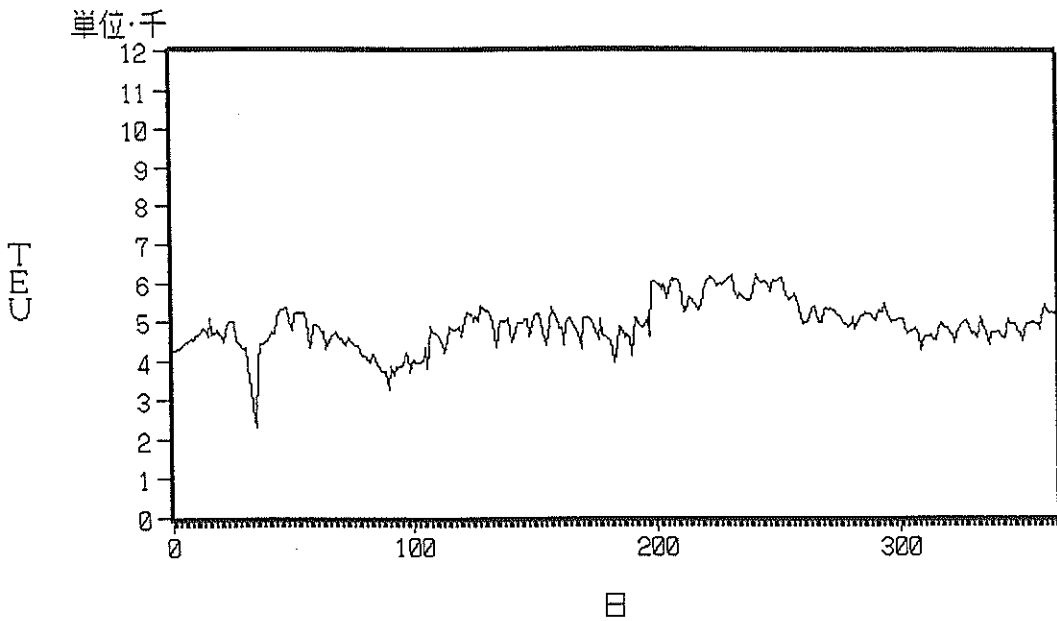


図-28 空コンテナ滞留状況 (実績)

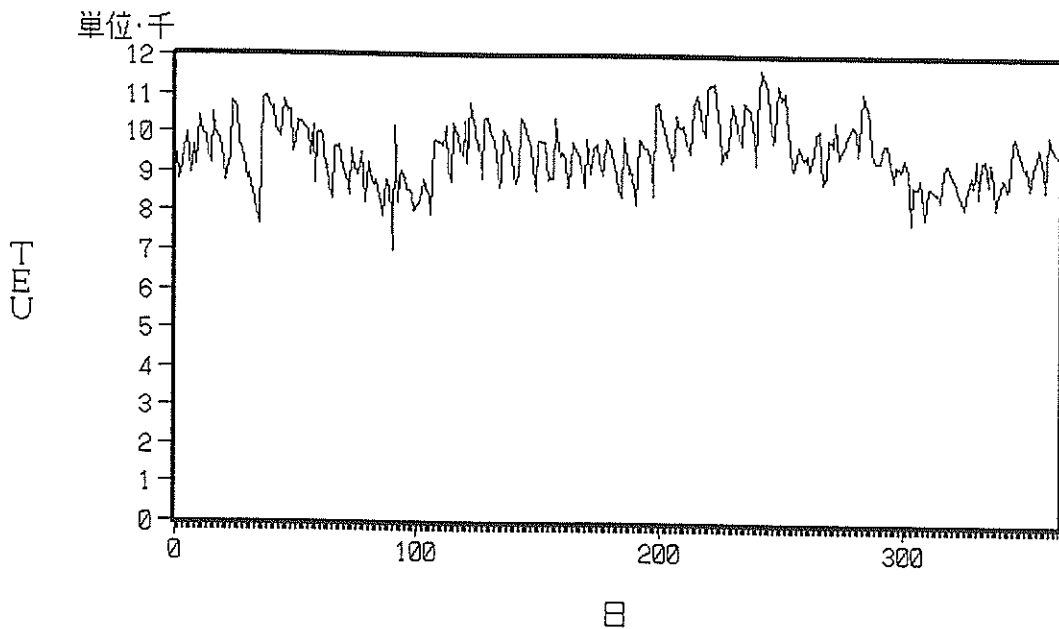


図-29 実入り+空コンテナ滞留状況 (実績)

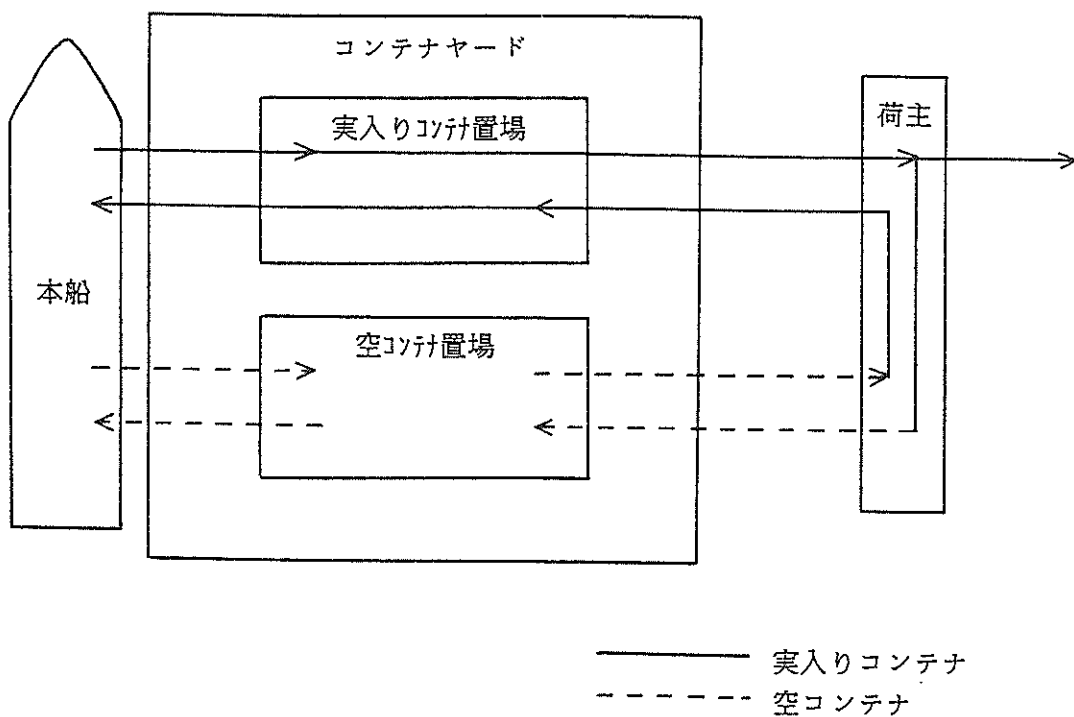


図-30 コンテナ流動のモデル化

ナを別の埠頭（B埠頭とする）に輸送する。この場合陸送で行われる。荷主はB埠頭にコンテナを取りに行くため、デバンニングした後、空コンテナの返却もB埠頭へ行われる。また、この場合以外にもA埠頭におけるコンテナヤードのスペースが不足している場合に空コンテナの返却を同じ船社が使用している他の埠頭に返却する場合があるそうだがこれはあくまでも例外的な場合である。船社やターミナルオペレーターからの指示によって荷主側が返却埠頭を変更することはなく、荷主からの提案があった時のみに、別の埠頭に返却される場合がある。ただしこれはあくまでも例外でありその量も極微量とのことである。

輸出コンテナは荷主からの要請により、オフドックのバンプールから空コンテナの搬出が行われる。空コンテナは荷主においてバンニングされ実入りコンテナとなりコンテナヤードに搬入される。A埠頭においては、別の埠頭の空コンテナを使用して、実入りコンテナが搬入されることはない。実入りコンテナが搬入されてからは指定されたコンテナ船の入港日までコンテナヤードにおいて滞留することになる。

ターミナルオペレーター等によるヒヤリングによると、コンテナ埠頭における大きな問題点として、コンテナヤードの不足、特に空コンテナヤードの不足が挙げられる。実際にコンテナヤードの外に、空コンテナ置き場を設けている例も数多く見られる。この原因としては、取扱量に応じた適正な面積が与えられていない等の理由があるが、もう一つ大きな要因として、輸出入のアンバランスから来るコンテナヤード面積の不足が考えられる。つまり、コンテナ埠頭を中心としたコンテナの流動状況から見て、輸出実入りコンテナ量と輸入実入りコンテナ量の差が空コンテナの蔵置量に直接関係してくる。輸出実入りコンテナが輸入実入りコンテナより多い場合、空コンテナはコンテナヤードから搬出され、空コンテナの不足が生じる。また、逆に輸出実入りコンテナが実入り輸入コンテナより少ない場合は、空コンテナがコンテナヤードに滞留する傾向にあり、コンテナヤード面積の不足が生じる。船社やターミナルオペレーターから見ると、このような空コンテナの過不足状態を解消するために、このA埠頭では、空コンテナの船積み、船卸し作業により、他港との間で空コンテナの管理を行っている。ゲートからの搬出入、つまり陸上輸送によって空コンテナの他港との調整は行っていない。A埠頭は輸入超過で空コンテナが溜まる傾向にある埠頭であるが、空コンテナを陸揚げしている理由としては、コンテナの使用は航路毎に指定している場合があり、航路毎に実入りコンテナの輸出

入のバランスの違いがあり、航路毎に空コンテナの余剰や不足や存在するためである。

3.4 コンテナ滞留状況の計算

ここでは図-27~29に示した、A埠頭におけるコンテナ滞留状況を計算機上で再現する。計算のフローチャートを図-31に示す。以下に計算の条件を示す。

コンテナ船の入港間隔および取扱量としては一年間の実績値を与えることにする。つまりA船の到着日と輸入実入りコンテナ数(TEU)、輸入空コンテナ数(TEU)、輸出実入りコンテナ数(TEU)、輸出空コンテナ数(TEU)をあたえる。コンテナの搬出入パターンはA埠頭における平均的な値である図-24、25を用いた。またコンテナが搬出してから搬入されるまでの平均期間は図-26で示す値を用いた。

輸入された実入りコンテナのうち空コンテナとなって返却されない比率を知る必要がある。入力条件として正確な値を入力出来れば、より埠頭を中心としたコンテナの流動状況を再現できるが、ターミナルオペレーターにおいても正確な値は把握していないため、ここでは以下の式によって推定する。

$$\alpha = \frac{(\text{IFC} - \text{EFC}) - (\text{EEC} - \text{IEC})}{\text{IFC}} \quad (2)$$

ここに

IFC : 輸入実入りコンテナ数

EFC : 輸出実入りコンテナ数

EEC : 輸出空コンテナ数

IEC : 輸入空コンテナ数

空コンテナがコンテナターミナルに過剰になったり、不足したりする原因として、実入りコンテナの輸出入のアンバランスが考えられ、そのバランスをとるように、空コンテナを他港との間で調整を行っている。A埠頭においては、それは必ずコンテナ船を経由しており、ゲートにおける搬入搬出では行われない。このことから、実入りコンテナの輸出入の差から空コンテナの輸出入の差を引いたものが、輸入実入りコンテナのうち空コンテナとなって返却されない量であり、 α は輸入実入りコンテナに対する割合を示している。ただし、一船毎にコンテナ船の片荷状態の調整を行っているとは考えられないので、 α の値も一船毎ではなく、年間の平均値として与えることにする。A埠頭では $\alpha=0.08$ であった。つまり、搬出された輸入実入りコンテナのうち、8%のコンテナが空コンテナとして返却されないことになる。

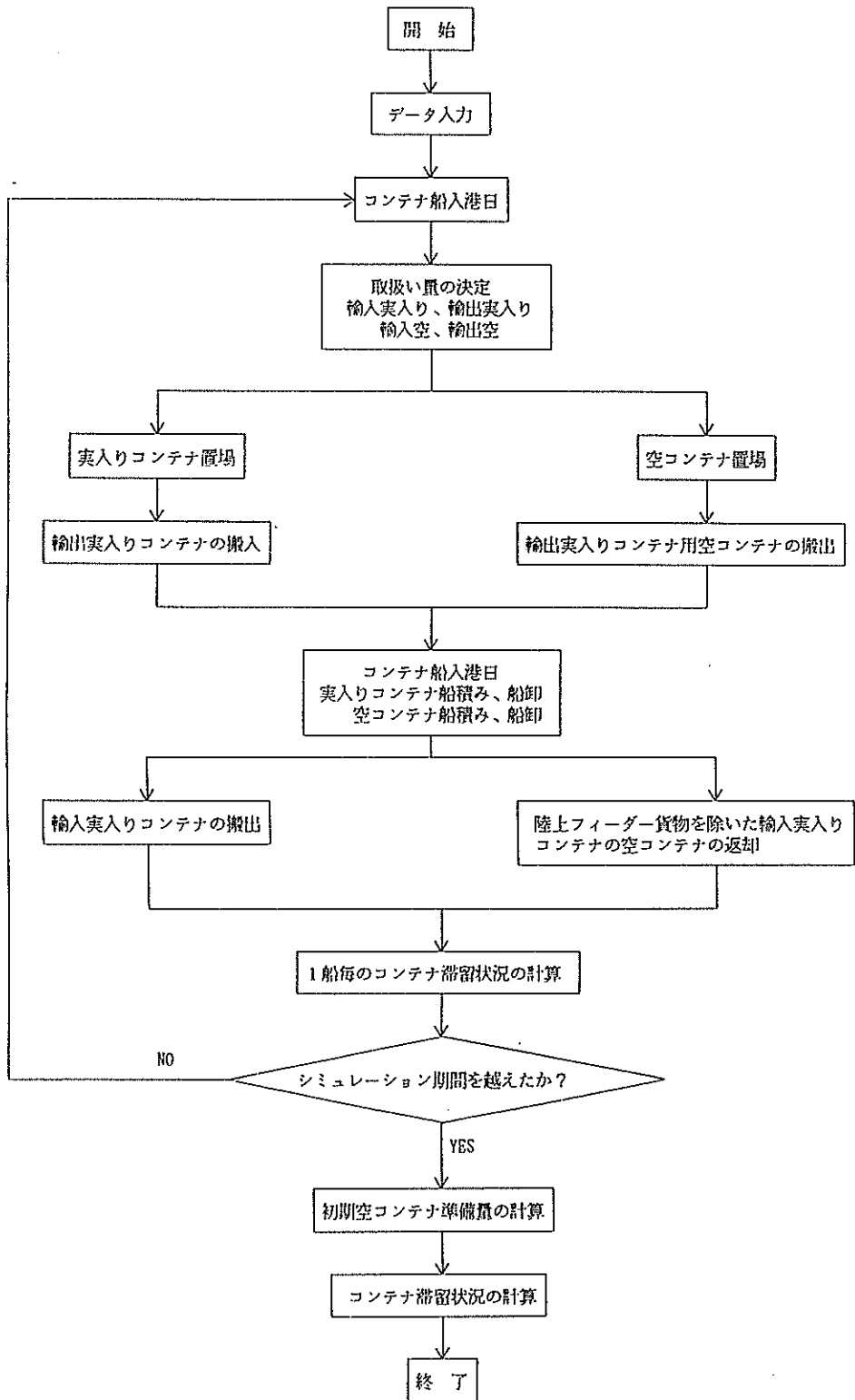


図-31 計算フローチャート

計算の方法を図-31のフローチャートに従い説明すると、初期条件として実入りコンテナ置場にはコンテナをゼロする。空コンテナ置場には本来ならターミナルとして空コンテナを準備しておく必要があるが、その量が分からないため空コンテナも初期条件ではゼロとし計算の最後で調整する。次に、コンテナ船の入港日と取扱い量を実績値から決められると、図-24の搬入パターンの割合でコンテナヤードに搬入させるために、図-26の返却期間を遡って、輸出実入りコンテナで使用する空コンテナが荷主へ貸し出されるために搬出される。この作業がなされるために、コンテナ船の入港日の前には、実入りコンテナ置場では、コンテナが増加していき、空コンテナ置場では、コンテナが減少していく。コンテナ船入港日には、いままで貯められてきた輸出実入りコンテナが船積みされ、輸入実入りコンテナが船卸される。また、空コンテナの船積み、船卸も行われる。コンテナ船出港日後は、輸入実入りコンテナの搬出が図-25の搬出パターンに応じて行われる。搬出された実入りコンテナは、空コンテナとしてこのA埠頭に返却されない貨物量の割合、つまり式(2)によって求められた α の割合を除いたコンテナが、図-26の返却パターンに応じて空コンテナとしてコンテナヤードに搬入される。つまり、コンテナ船出港後は、実入りコンテナ置場においては、船卸された実入りコンテナが搬出作業によって減少していき、空コンテナ置場においては、輸入実入りコンテナが空コンテナとなって返却されるためコンテナが増加していく。このようにしてコンテナ船一船毎におけるコンテナの滞留量が実入りコンテナ置場、空コンテナ置場に分けて求められる。一船毎における実入りコンテナ、空コンテナの滞留状況を図-32.1, 32.2に示す。そしてシミュレーション期間において入港したすべてのコンテナ船におけるコンテナ滞留量をもとめて足し合わせることにより、このA埠頭における実入りコンテナ、空コンテナの滞留量が算出される。ここで空コンテナの場合には、初期条件として仮に滞留量ゼロから計算を開始していることから図-33のようにマイナスのコンテナが滞留していることになる。A埠頭においては図-33より約3,500TEU準備しないと、A埠頭には空コンテナが一つもない状態になることになり、ヒヤリングによるとA埠頭では、航路毎のコンテナ利用や荷主の要望等に十分に應えるには、約3,500TEU以外に約3,000TEU準備している。以上のことから、空コンテナの初期蔵置量を6,500TEUとして空コンテナの滞留量を算出する。

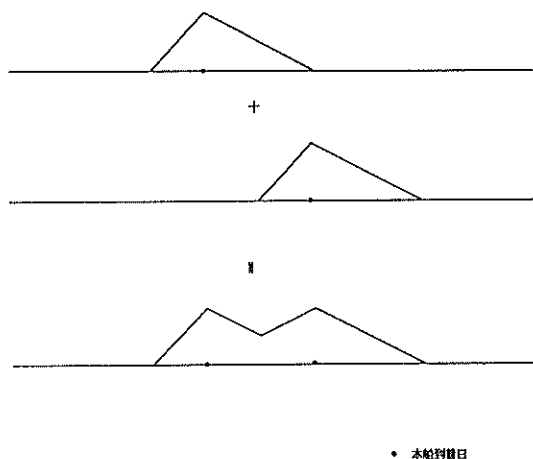


図-32.1 実入りコンテナの貯留状況

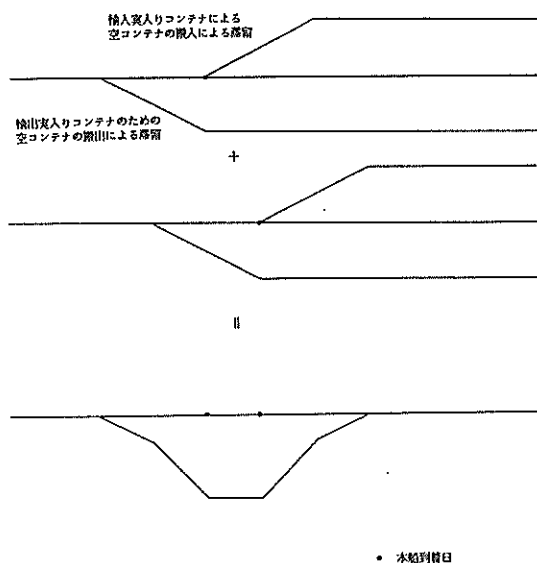


図-32.2 空コンテナの貯留状況

3.5 コンテナ滞留状況の計算結果

3.4で示した方法により、コンテナ滞留量を計算した結果を図-34~36へ示す。計算では一年間に入港した全コンテナ船についてその値を入力条件としたが、コンテナ船は、シミュレーション期間の一年間の前後においても入港しているため、実績値と計算値を比較するには、シミュレーション期間の両端を除いて比較する必要がある。ここでは、その影響がなくなるであろう約30日間を除いて図-29における実績値の300日間の平均、最大値、最小値を図に示して比較した。その結果、実入りコンテナの滞留量では約1,000TEUの違いがある。実入りコ

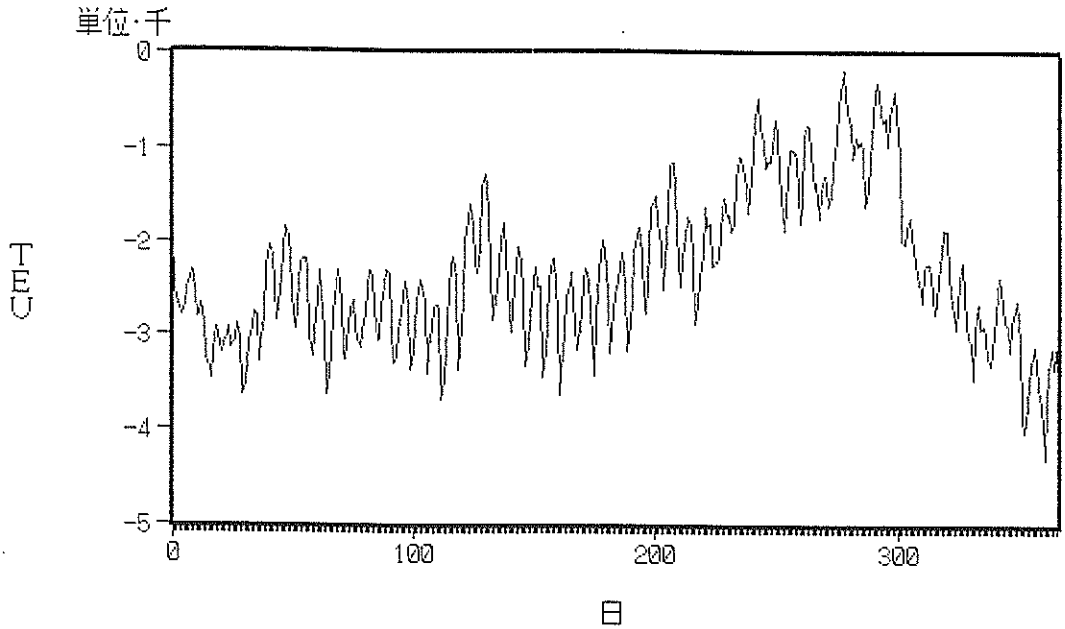


図-33 空コンテナ滞留状況 (計算値)

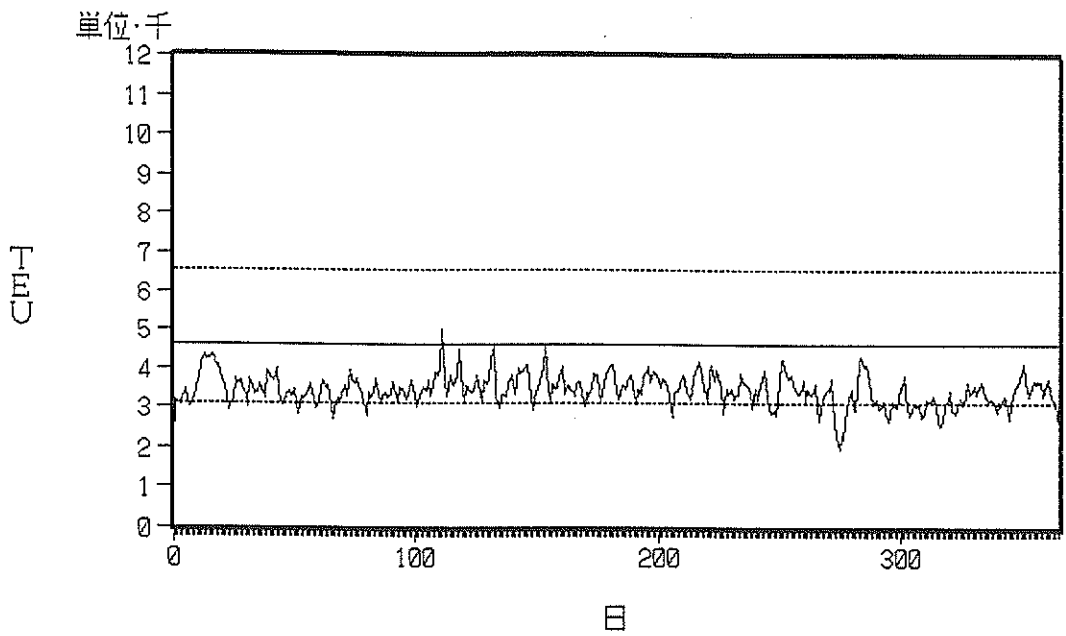


図-34 実入りコンテナ滞留状況 (計算値)

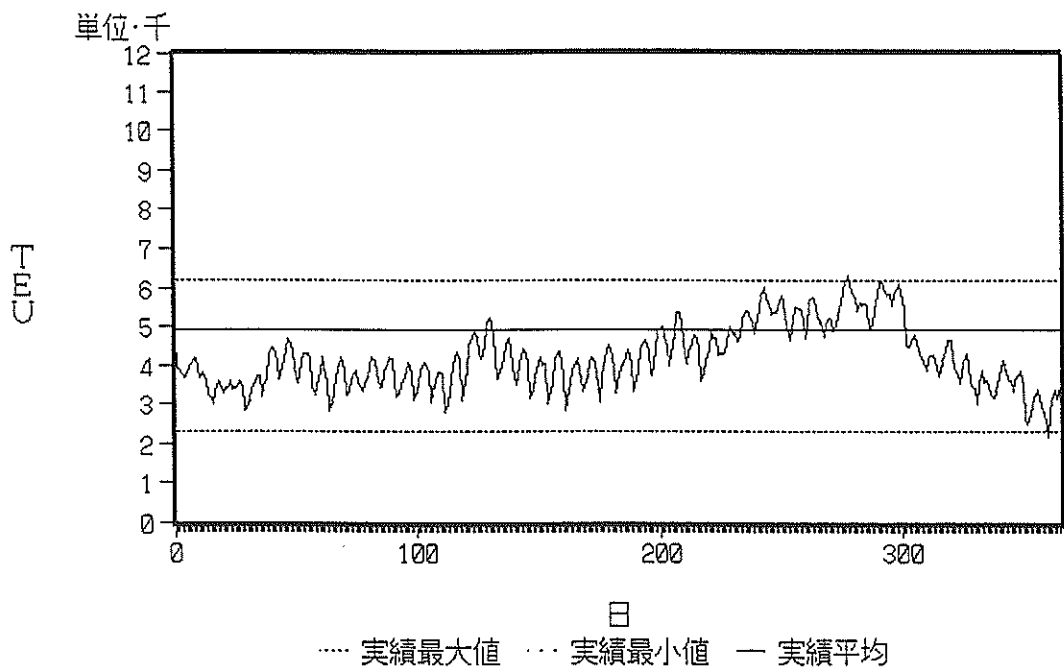


図-35 空コンテナ滞留状況 (計算値)

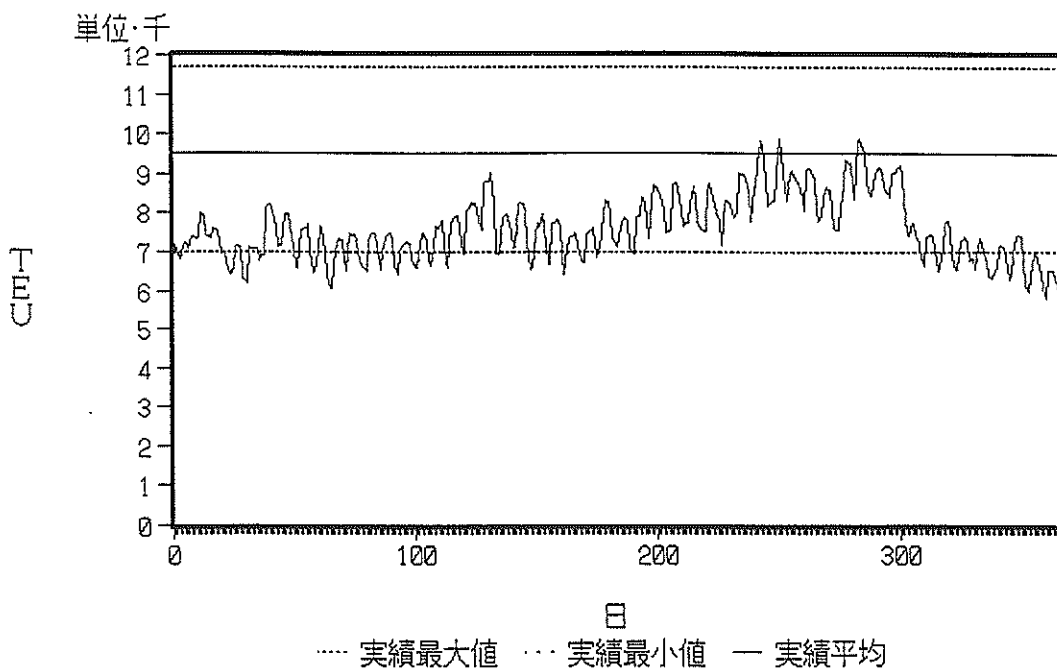


図-36 実入り+空コンテナ滞留状況 (計算値)

ンテナの場合、搬入搬出のパターンによって滞留量が決めるため、今回の計算では搬入搬出パターンに平均値を用いているためこの差が出ているようだが、計算値を実績値と近づけるためには航路や荷主の個別の状況をモデル化する必要があると考えられる。

3.6 コンテナ滞留計算の適用例

次に、空コンテナを他港との間で過不足分を調整しなかった場合の計算を試みる。A埠頭の場合、空コンテナの過不足分の調整は、陸送では行われず、必ずコンテナ船によって行われている。この実入りコンテナ以外の空コンテナの船積、船卸作業は、船社やターミナルオペレーターにとって荷役時間を増加させる原因となり、本来ならば不必要な作業であるが、コンテナヤードが不足していること等から行っている作業といえる。この空コンテナの輸出入を行わなかった場合の計算結果を、図-37~38に示す。計算方法は3.5に示した方法において、空コンテナの輸出入を強制的にゼロとし計算を行った。それによると、当然、実入りコンテナの滞留量は空コンテナの輸出入があった場合と比較して変化はない。しかし、空コンテナの場合、輸入超過のA埠頭の場合、明らかに空コンテナが貯まる傾向があり、実入りコンテナと空コンテナを足し合わせた合計では、最大値16,181TEUが滞留していることになる。実績値の最大値は11,677

TEUであるから比較して4,504TEUが過剰に滞留していることになり、A埠頭が平均2.5段でコンテナを管理していた場合、この余分なコンテナは約1,800TEUのグランドスロット数を必要としている。また図-2からこの必要グランドスロット数は面積として101,000m²と換算される。つまりA埠頭の場合、空コンテナの輸出入を行わなかった場合、毎年101,000m²の面積が不足する計算になる。

4. まとめ

コンテナ埠頭における取扱い貨物量を中心とした実態をとりまとめ、コンテナ埠頭を中心としたコンテナ貨物の流動状況を計算機上で再現した。

その結果を要約すると以下のとおりである。

- ① 地方コンテナ埠頭においては、コンテナ専用埠頭でない場合もあり、そのコンテナヤードの形状は在来埠頭の転用等の理由もあり、埠頭公社のコンテナヤードと比較して不規則であり、奥行きが狭いため岸壁法線方向に細長い場合が多い。
- ② 地方コンテナ埠頭における荷役機械は、コンテナ取扱い量の多いコンテナ埠頭では、埠頭公社クラスの荷役機械が用いられているが、コンテナ専用埠頭でない場合、岸壁用荷役機械は、多目的に利用でき

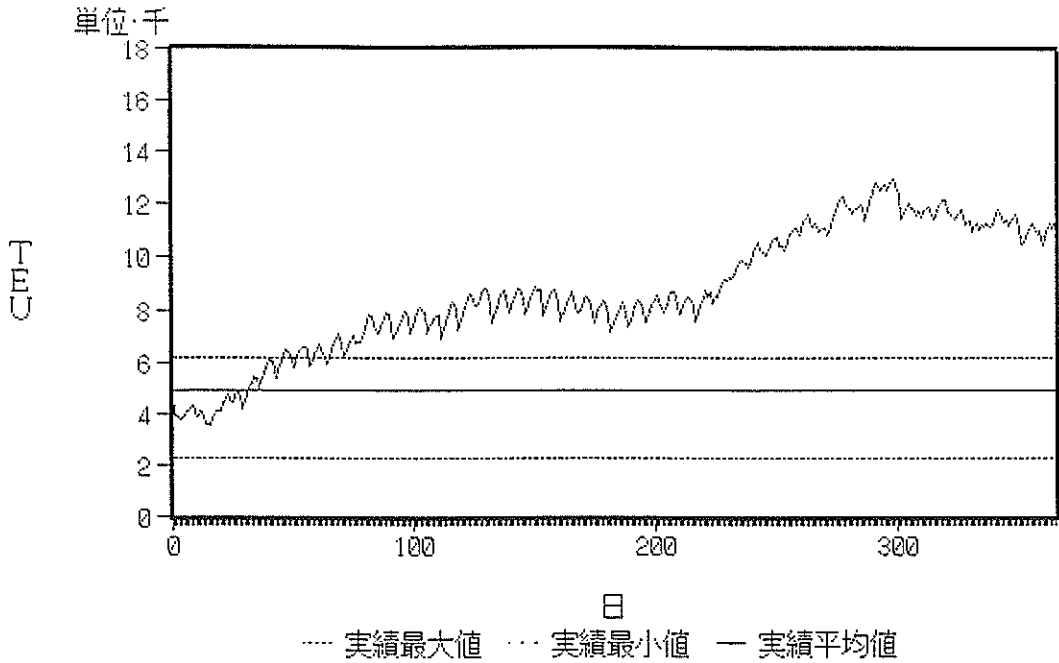
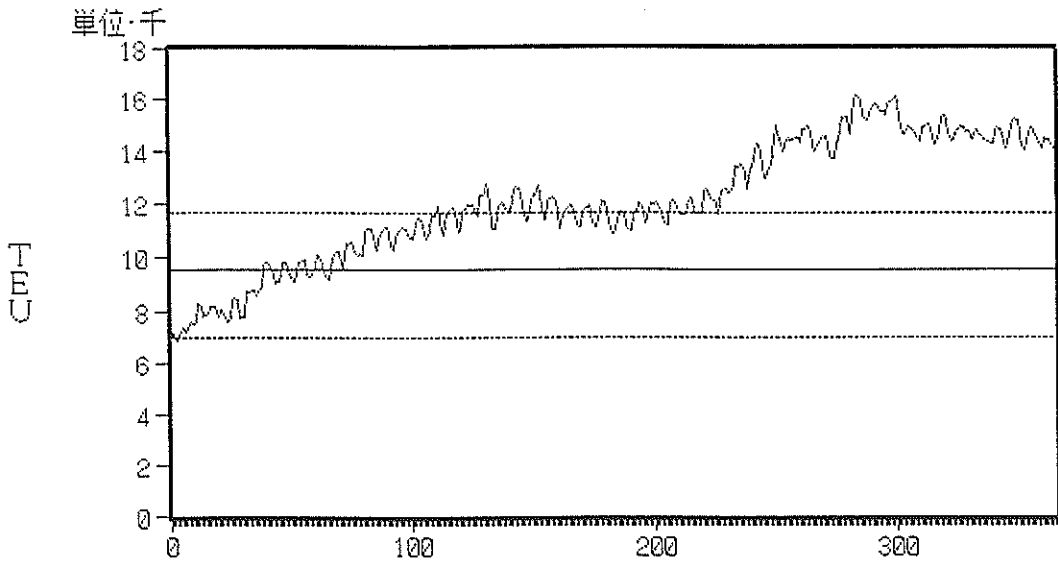


図-37 空コンテナ滞留状況 (計算値)



□
 実績最大値 ····· 実績最小値 — 実績平均値

図-38 実入り+空コンテナ滞留状況 (計算値)

るクレーンが用いられ、ヤード用荷役機械は、トランスファークレーン等と比べ、小型の荷役機械が使用されている。

③ 情報システムに関しては、現在、コンテナヤードにおいて、コンテナの蔵置き場所の管理、船積み計画の管理、通関手続き等に関してコンピューターが導入されている。ただし、コンテナヤードにおけるコンテナ蔵置き場所の自動決定は行われていない。また地方コンテナ埠頭においては、コンピューターが導入されていない港湾も多く、導入されていても小規模で行われている。

④ 一バースあたりの年間取扱量と施設規模の関係を見ると、一般に変動幅が大きい。地方コンテナ埠頭においても、公社埠頭と同程度の取扱量と能力を持っている埠頭があることがわかる。

⑤ 埠頭毎の取扱量コンテナの特徴を見ると、輸出入の割合、実入りコンテナと空コンテナの割合、サイズ別の割合、ドライコンテナとリーファコンテナの割合等、埠頭毎に違いがある。航路や荷主の特徴を調査すればこれらの違いが明白になるものと考えられる。

⑥ コンテナ埠頭を中心としたコンテナの流動状況のモデル化を行い。コンテナ船の入港日と取扱量をもとに、平均的な搬入搬出分布、平均的なコンテナ

返却パターン等を条件とすることにより、コンテナヤードにおけるコンテナ滞留状況を計算機上で再現することができた。またコンテナヤードが不足しているという状況を、その理由の一つとして、輸出入のアンバランスからくるものとし、一年間のヤード不足面積を算定した。

5. あとがき

今回、公社埠頭と地方コンテナ埠頭を比較しながらその取扱実態をとりまとめた。港湾貨物におけるコンテナ貨物が増加していく中で、地方コンテナ埠頭がはたす役割も増してきている。よって今回の行ったような、取扱量と施設規模からみた分析は今後とも定期的に行い、その経年変化と取扱実態を知ることは重要であると考えられる。

また、コンテナ滞留シミュレーションプログラムとして、特定の埠頭において、取扱実績と搬入搬出、返却率等からコンテナの滞留状況を再現したが、今後はより一般的な形でコンテナの流動状況を再現するためには、取扱量や到着分布は数値乱数を用いて、また搬入搬出分布などは代表的な数学分布を使用するなどして、より少ないデータからコンテナの滞留量を求める必要がある。

最後になりましたが、本資料をまとめるにあたり、船

社やターミナルオペレーターにおいて数多くの貴重な意見や実状の教えを受けた。ここに感謝の意を表します。

(1994年9月30日受付)

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および荷役方式に関する考察，港湾技術研究所

報告第10巻第3号，Sep 1971

- 2) 渡辺逸郎：コンテナターミナルの特性・能率分析の手法，CONTAINER AGE Feb~Oct, 1991
- 3) 長尾義三：港湾工学，共立出版
- 4) 飯田秀雄：コンテナ輸送の理論と実際，成山堂書店
- 5) ㈱日本海上コンテナ協会編：総合コンテナ実務用語辞典，成山堂書店

港湾技研資料 No.794

1994.12

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所

印刷所 阿部写真印刷株式会社

Edited by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.

Copyright ©(1994) by P.H.R.I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.H.R.I

この資料は、港湾技術研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本資料の全部又は一部の転載、複写は、港湾技術研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。