

国土技術政策総合研究所 研究報告

RESEARCH REPORT of National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 10

June 2003

港湾計画段階におけるコンテナターミナルエリア規模推計モデル
—コンテナターミナル諸元に関する計画基準(案)—

高橋宏直

A Model for Estimation Scales of Container Terminal Areas

at the Stage of Port and Harbor Planning

- A Standard for Designing Principal Size in Container Terminals : A Proposal -

Hironao TAKAHASHI

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

港湾計画段階における コンテナターミナルエリア規模推計モデル —コンテナターミナル諸元に関する計画基準(案)—

高橋 宏直*

要 旨

わが国のコンテナターミナルは、近年では公共バースとして整備されることが多くなってきた。しかしながら、この公共事業としての整備に先立ち、港湾管理者が港湾計画策定段階においてコンテナターミナルの規模を算定しようとした場合に、活用できる適切な推計モデルは存在していない。例えば、「港湾の施設の技術上の基準」では、ターミナル規模を決定する面積、背後長等について定性的な記述はもちろん、定量的な記述はなされていない。

このため、港湾計画策定段階で得られる対象航路、対象最大コンテナ船の規模、計画取扱量を前提としたコンテナターミナル規模推計モデルを構築した。

キーワード：コンテナターミナル、港湾計画、エリア規模推計モデル

* 港湾研究部 港湾計画研究室長
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所
電話：046-844-5027 Fax：046-844-5027 e-mail: takahashi-h92y2@ysk.nilim.go.jp

**A Model for Estimating Scales of Container Terminal Areas
at the Stage of Port and Harbor Planning
- A Standard for Designing Principal Sizes in Container Terminals: A Proposal -**

Hironao TAKAHASHI*

Synopsis

Recently, public container terminals have been mainly constructed in Japan rather than private terminals.

Yet currently any model for estimating scale of public container terminals, which can be utilized by port authorities when they examine preliminary layout plan of container terminal before this public investment, does not exist. For instance, in the present 'technical standards for port and harbour facilities', any criteria for setting factors such as size or depth of terminals which decide scale of the terminals, are not included not only qualitatively but also quantitatively.

For this reason, in this paper a model for estimating scales of container terminals has been constructed and proposed. In the model the estimation is based on information as to the shipping routes, the maximum size of container vessels, and the cargo volume, which are obtained when port and harbor plans are made.

Key Words: container terminal , port and harbor planning , model for estimating scales

* Head of Planning Division, Port and Harbour Department
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone : +81-468-44-5027 Fax : +81-468-44-5027 e-mail:takahashi-h92y2@ysk.nilim.go.jp

目 次

1. はじめに	1
2. コンテナターミナルエリア規模推計モデルに関する既往の文献、基準等の分析	2
2.1 既往の文献、研究の整理	2
2.2 既往の文献、基準等におけるコンテナターミナル規模推計に関する主要内容	2
2.3 既往の文献、基準等に対する評価	5
3. 国内外のコンテナターミナルの分析	12
3.1 国内外のコンテナターミナルの図面化	12
3.2 エプロンエリア	12
3.3 マーシャリングエリア	13
3.4 バックヤードエリア	13
3.5 ターミナルエリア幅	14
4. コンテナターミナルエリア規模推計モデル	33
4.1 推計モデルの基本概念	33
4.2 バース長	33
4.3 バース水深	34
4.4 エプロンエリア幅	34
4.5 マーシャリングエリア幅	35
4.6 バックヤードエリア幅	36
4.7 コンテナターミナルエリア幅	37
5. コンテナターミナルエリア規模推計モデルによる事例解析	41
6. コンテナターミナルエリア規模推計モデルの トランシップ対応型コンテナターミナル（PTT）への適用の可能性	43
6.1 PTT（Pure Transhipment container-Terminal）の概念	43
6.2 世界のPTTの実態分析	43
6.3 PTT計画への規模推計モデルの適用の可能性	43
6.4 PTT計画への規模推計モデルの適用に対する評価	45
7. おわりに	46
謝辞	46
参考文献	46
付録A	47
付録B	79

1. はじめに

1) 技術基準におけるコンテナターミナルに関する記述

現行の「港湾の施設の技術上の基準」では、対象コンテナ船に対するバース長／バース水深については定量的に与えられている。しかしながら、コンテナターミナルに関しては、コンテナヤード、コンテナフレートステーション、メンテナンスショップ他については定性的な記述はなされているものの定量的な記述はなされておらず、ターミナル規模を決定する背後長、面積等について定性的な記述はもちろん、定量的な基準値は示されていない。

2) ターミナル規模が示されていない背景

わが国のコンテナの黎明期においては、コンテナターミナル規模については、外貿埠頭公団により検討がなされ、また、規模推計に関する様々な技術開発がなされた。

外貿埠頭公団は 1981 年 (S56) に解散し、各港の公団に継承された。しかし、この公団が有していた価値あるターミナル規模推計に関する技術の体系は十分に継承されず、また発展されなかったといえる。また、その後はコンテナバースの借受者が主体的に検討することとなったために、さらに公的な機関におけるターミナル規模推計に関する必要性が弱まったと考えられる。

3) コンテナターミナルの規模推計モデルの必要性

コンテナターミナルの整備主体は、公団から公社へ、さらに近年では公共バースとしての整備が主体になって

きている。この公共事業での整備に先立ち、港湾計画策定段階において港湾管理者がコンテナターミナルの規模を推計することが必要になったにもかかわらず、活用できる具体的な適切な推計モデルが存在していない状況になっている。

特に、コンテナ船の大型化、1バースあたりの取扱量の増大等から、既往の文献、基準等では対応できなくなってきた。

このため、港湾計画策定段階で得られる条件に基づき、コンテナターミナル規模を推計できるモデルの構築が強く求められている。

4) 本研究の目的

このような状況を踏まえて、本研究では「港湾計画策定段階で得られる対象航路、対象最大コンテナ船の規模、計画取扱量を前提としたコンテナターミナルの規模推計モデル」を構築する。

また、本研究の体系は次の 5 つの要素により構成されている。

- ①コンテナターミナルエリア規模推計モデルに関する既往の文献、基準等の分析
- ②国内外のコンテナターミナルの分析
- ③コンテナターミナルエリア規模推計モデル
- ④コンテナターミナルエリア規模推計モデルによる事例解析
- ⑤コンテナターミナルエリア規模推計モデルのトランシップ対応型コンテナターミナルへの適用の可能性

2. コンテナターミナルエリア規模推計モデルに関する既往の文献、基準等の分析

2.1 既往の文献、研究の整理

コンテナターミナルエリア規模推計モデルに関する既往の文献、基準等を出来る限り収集して、年代順に以下に整理する(表-1)。なお、ここでは「コンテナターミナル」に関して記述がなされているものを選択している。

これらにおいて、コンテナターミナル規模推計に関する主要部分を以下に整理する。

2.2 既往の文献、基準等におけるコンテナターミナル規模推計に関する主要内容

(1) 1968 (S43) 年 長尾義三「港湾工学」p.261～p.265

「8.4 雑貨ふ頭, B.コンテナターミナル」においてコンテナターミナルの考え方およびアメリカでの実績数値が著され、次のような記述がなされている。

「国際的に最も多く用いられている規格 8'×8'×20'を1,000個積むコンテナ船をウィクリースービスさせると1バース当たり 83,000m²のターミナルを必要とするといわれている。」

(2) 1971 (S46) 年 奥山育英, 中井典倫子, 久保重美 港湾技術研究所報告 第10巻 第3号「コンテナ埠頭の規模および荷役方式に関する考察」

この論文においては、まず貯留コンテナ数を決定する要因を考察している。その結果、その要因として、コンテナ船の運航特性、取り扱いコンテナ数、揚げ積みの方法およびコンテナターミナルの搬出入特性を挙げている。次に、これらの要因から貯留コンテナ数が求められるシ

ミュレーションプログラムを作成し、数ケースについて計算を実施している。さらに、コンテナターミナル内の荷役機器の特性と能力を観測データから求め、各荷役機器の能力と台数を与えたときの稼働状況や有休状況を待ち合わせ理論に基づいて計算し、図として整理している。ここでのシミュレーションのフローチャートを図-1に示す。

(3) 1972 (S47) 年 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」

阪神外貿埠頭公団では、体系的なコンテナ埠頭の計画、建設のため、1970～1971(昭和45～46)年度の2年間にわたり、京都大学長尾義三教授の指導のもとに調査を実施した。ここでは、コンテナ埠頭の輸送動態を調査・解析し、多重リンク系シミュレーションによるコンテナフレートステーション、コンテナヤードの規模決定のためのモデル構築および規模解析を実施している。多重リンク系の輸送活動を報告書の中で次のように説明している。「生産および消費活動の中間に位置し、それらを連結するコンテナ輸送のような輸送活動は、原理的には複数のリンクおよびノードから構成された多重リンク系として把握できる場合が多い。各リンクにおける輸送活動は、リンク上を運行する輸送機関の数量、容量、速度並びにそれらのバラツキにより影響されるが、リンクの両端にあるノードの数量、規模、ノード間距離並びに隣接するリンクのそれらの固有値によっても影響を受ける。」

この多重リンク系のイメージとして図-2が示されている。

ここで、解析結果の一例として年間取扱量とコンテナヤードの最適規模との関係を図-3に示す。図中における

表-1 既往の文献、基準等

年次	著者等	著作名
1)	1968 (S43) 長尾義三	港湾工学 ¹⁾
2)	1971 (S46) 奥山育英 他	コンテナ埠頭の規模および荷役方式に関する考察 ²⁾
3)	1972 (S47) 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 ³⁾
4)	1972 (S47) 京浜外貿埠頭公団	コンテナ埠頭の計画 ⁴⁾
5)	1974 (S47) 来栖義明	港工学 ⁵⁾
6)	1974 (S49) 京浜外貿埠頭公団	コンテナターミナルの計画と建設 ⁶⁾
7)	1976 (S51) 京浜外貿埠頭公団	コンテナターミナルの計画と管理 ⁷⁾
8)	1979 (S54) 港湾協会	港湾の施設の技術上の基準 ⁸⁾
9)	1979 (S54) 井上春夫, 泉信也, 石渡友夫	港湾計画概論 ⁹⁾
10)	1981 (S56) 藤野慎吾, 川崎芳一	港湾計画 ¹⁰⁾
11)	1982 (S57) 日本海上コンテナ協会	国際コンテナ実務要覧 ¹¹⁾
12)	1986 (S61) 長尾義三	港湾工学概論 ¹²⁾
13)	1989 (H01) 港湾協会	港湾の施設の技術上の基準 ¹³⁾
14)	1993 (H05) 港湾局/OCDI	コンテナターミナル施設計画報告書 ¹⁴⁾
15)	1998 (H10) 合田良実	海岸・港湾(二訂版) ¹⁵⁾
16)	1999 (H11) 港湾協会	港湾の施設の技術上の基準 ¹⁶⁾

s5=500~2000 は対象コンテナ船のコンテナ積載可能個数を示し、例えば s5=500 は 500TEU クラスのコンテナ船を意味する。

(4) 京浜外貿埠頭公団による成果

a) 1972 (S47) 年「コンテナ埠頭の計画」

「コンテナ埠頭の計画」において既にコンテナターミナル施設の基準として、表-2 が示されている。ただし、ここでは根拠が示されていない。

b) 1974 (S49) 年「コンテナターミナルの計画と建設」

「コンテナターミナルの計画と建設」は、1967 (S42) 年に公団が設立されて以来、蓄積されてきた資料を計画部が中心となって整理したものとなっている。ここでも、表-2 が示されているものの、その根拠は示されていない。しかし、施設規模、配線計画等を前提にして取り扱い能力をシミュレーションするモデルが示されており、次の記述がなされている。

「・・・さまざまなケースの中でマーシャリング機能だけに限定して利用した場合、現存のコンテナ埠頭面積において取扱限界は、250m バースで 75 万トン/年、300m バースで 100 万トン/年と言えよう。・・・」

また、「・・・さまざまな条件を踏まえ、250m バースで 45 万トン/年、300m バースで 60 万トン/年程度が採算を維持し得る下限の年間取扱量ではなからうかと考えている。」

これらから、表-2 に示すバースの取扱量として、250m バースで 45~75 万トン/年、300m バースで 60~100 万トン/年程度を想定していたと考えられる。ここで、1TEU あたり 10~15 トンとして換算すると 250m バースで 3~7.5 万 TEU/年、300m バースで 4~10 万 TEU/年程度となる。

c) 1976 (S51) 年「コンテナターミナルの計画と管理」

「コンテナターミナルの計画と管理」は次のように位置づけられている。

「・・・このような困難な時に高度成長から安定成長へのソフトランディングという方向付けに経済学者も政策担当者も決定的な有効打を探しあぐねている。わが国の海運界も未曾有の不況に突入し、外貿埠頭公団としても創立以来の試練期を迎えている。この時機にあたり、問題の解決に全力を投入し、公団の将来計画を確立することが、われわれに課せられた使命であると考え。以上を基礎として本書をまとめている。・・・」

ここでの「II コンテナターミナルの計画」において、

同じく表-2 が示されている。さらに、取扱能力を検討方法としてのフローチャートを図-4 に示す。また、今後の必要バースを検討するためのバース取扱能力として、250m バースで 80 万トン/年、300m バースで 100 万トン/年としている。先と同様の原単位により TEU 換算すると、250m バースで 5.3~8 万 TEU/年、300m バースで 6.7~10 万 TEU/年となる。

なお、外貿埠頭公団は 1981 (S56) 年に解散している。

(5) 1974 (S47) 年 来栖義明 「港工学」 p.24~p.72

「1.3 コンテナ埠頭 1.3.2 コンテナ埠頭計画」において、コンテナ埠頭の役割、整備、計画のための基本条件、規模とレイアウトの決定、施設の整備、運営が著され、次に「1.3.3 コンテナ埠頭の計画例」が挙げられている。ここでは、コンテナ埠頭の施設の標準として、表-2 が引用されており、また、ニューヨーク港、横浜港、神戸港、東京港等で整備されたコンテナ埠頭の施設配置図、施設規模が示されている。各港の事例のうち、シヤーン方式の計画例としてのニューヨーク港エリザベス・マリナーターミナルの計画平面図を図-5 に示す。

(6) 1979 (S54) 年 井上春男、泉信也、石渡友夫編著

「港湾計画概論」 p.227~p.272

「3.4 埠頭計画 3.4.3 コンテナ埠頭」において、コンテナターミナル、コンテナターミナルの荷役、施設の計画、コンテナ埠頭の標準規模と取扱能力等が著されている。「施設の計画」において示されているマーシャリングヤードの規模決定のフローチャートを図-6 に示す。また、「コンテナ埠頭の標準規模と取扱能力」においては、表-2 が標準規模として示されており、取扱能力として次の記述がなされている。

「・・・これらコンテナ埠頭の取扱能力は、積荷の状況（例えば往復船のコンテナの実入り状況）により異なるが、わが国の例では 50 万トンから 80 万トン程度の場合が最も経済的なオペレーションが行われているといわれている。」

これを先と同様の原単位により TEU 換算すると、3.4~8 万 TEU/年となる。

(7) 1981 (S56) 年 藤野慎吾、川崎芳一 「港湾計画」

p.172~p.180

「5 章 埠頭計画 5.3 コンテナ埠頭計画」においてコンテナ埠頭、コンテナ埠頭の施設と荷役方式、計画例が著されている。「コンテナ埠頭の施設と荷役方式」のコンテナヤードにおいて、外貿コンテナ埠頭の施設の標準とし

て表-2 が示されており、コンテナヤードに関して次の記述がなされている。

「・・・コンテナ船の到着間隔、コンテナヤード内の滞留状況、ヤードの荷役方式等を考慮して、その面積を定める必要がある。」

(8) 1986 (S61) 年 長尾義三監修 港湾工学概論
p.109～p.126

「8.ターミナル計画 8.2 コンテナターミナル」において、コンテナターミナルの施設、立地条件、施設規模の決定方法等が著されている。「コンテナターミナルの施設規模の決定方法」では、第1に長尾が阪神外貿埠頭公園を指導して実施した多重リンクモデルが示されている。第2に、多重モデルにおけるパラメータを既知として、ある一定値を与えることにより手計算でヤード面積を決定する簡便法を示している。ここでの、ヤード決定要因は、対象コンテナの積載量、取扱量、一般貨物と冷凍コンテナの比率、それぞれの実入率、コンテナのヤード滞留率およびコンテナの段数積である。簡便法による250mバースのマーシャリングヤード面積の計算例を図-7に示す。

(9) 1998 (H10) 年 海岸・港湾(二訂版) p.231～232

「9.4 埠頭および埠頭施設 9.4.3 コンテナ埠頭」において、次の記述がなされている。「コンテナターミナルは、バース長以上の奥行きのある長方形の用地を占有する。バース水深15.5mの最大規模の埠頭であれば、水際線延長350m、奥行440～500mの広さを確保する。その大半はコンテナを仮置きするためのコンテナヤードとして使われる。」

(10) 1982 (S57) 年 日本海上コンテナ協会 国際コンテナ実務要覧 p.127～p.187

「5章コンテナターミナル 5-1 コンテナターミナルの意義と現状」において、日本および世界の主要コンテナターミナルの規模が紹介されているものの施設規模としてはバース長のみでヤード規模は示されていない。なお、本文中では日本のコンテナヤードの大きさとして東京港大井バースにおける、250mバースでの75000m²、300mバースでの105000m²を紹介している。また、日本のコンテナターミナルの規模紹介では標準取扱屯数として100～150万トンの値が示されている。これを先と同様の原単位によりTEU換算すると、6.7～15万TEU/年となる。

(11) 1993 (H05) 年 港湾局/OCDI コンテナターミナル施設計画報告書

「3章コンテナ施設計画手法 3-2 コンテナターミナルの施設計画手法」において、岸壁諸元、エプロン幅、コンテナヤード、コンテナフレートステーション決定/設定方法がマニュアル的に示されている。例えば、コンテナ・ヤードの規模については次のように記述されている。「コンテナ・ヤードの規模の算定は次の手順で行う。」

- ①ピーク時のヤード内コンテナ滞留個数の算定
- ②荷役システムの設定
- ③積み段数の設定
- ④グラントスロット数の設定
- ⑤リーファーヤードの検討
- ⑥空コンテナ・ヤードの検討
- ⑦施設配置計画の作成

また、それぞれに簡便法に算定式および注意要項等が記述されている。例えば、①ピーク時のヤード内コンテナ滞留個数の算定式として次の式が示されている。

「ピーク時のヤード内コンテナ滞留個数 ML は次式の簡便法により算定できる。

$$ML = (My/Dy) \times Dt \times P$$

ここで My : 年間取扱い量 (TEU/年)

Dy : 年間作業日数 (日/年)

Dt : 当該ヤード内の平均蔵置日数

P : ピーク率

(12) 港湾の施設の技術上の基準

- ①1967 (S42) 年 港湾構造物設計基準
- ②1979 (S54) 年 港湾の施設の技術上の基準
- ③1989 (H01) 年 港湾の施設の技術上の基準
- ④1999 (H11) 年 港湾の施設の技術上の基準

いわゆる「技術基準」において、コンテナターミナルが取り上げられているのは1979 (S54) 年の「港湾の施設の技術上の基準」からであり、それ以前の1967 (S42) 年の「港湾構造物設計基準」では、コンテナに関しての記述はなされていない。最新の1999 (H11) 年の「港湾の施設の技術上の基準」では、「第10編専門ふ頭 第1章コンテナふ頭」において、設計の基本方針、係留施設的设计、陸上施設的设计が示されている。設計の基本方針においてコンテナふ頭の規模と施設配置の具体的な検討に際して取り上げる事項として次の項目が示されている。

(a) 計画取扱貨物量

(b) 貨物特性 (輸出入率, トランジット率等)

(c) コンテナ船の配船間隔と船型

(d) ターミナルの管理・運営方式

- (e) 岸壁・ヤードにおける荷役方式
- (f) 利用可能な土地面積と形状
- (g) 直背後地区における保管施設の状況
- (h) 背後圏への輸送方式と道路などの交通事情
- (i) 周辺の土地利用状況、船舶航行状況
- (j) 近年のコンテナふ頭の状況

また、「1.3 陸上施設の設計」では、エプロン、コンテナクレーン、コンテナヤード、コンテナプレートステーション、メンテナンスショップ、管理棟、ゲート、その他の付属設備について記述されている。ここで、バース長とバース水深に関しては表-3 が示されている。また、コンテナヤードに関しては計画に際しての配慮事項が記述されているものの、コンテナの間隔以外には定量的には示されていない。

2.3 既往の文献、基準等に対する評価

本研究の目的である港湾計画の策定段階でのコンテナターミナルのエリア規模を具体的に推計する観点から、既往の文献、基準等を再整理すると、以下の手法と課題が挙げられる。なお、港湾計画の策定段階で与えられる主要な前提条件として以下の3項目を考える。

- ① 計画取扱量 (TEU 単位)
- ② 対象航路
- ③ 計画対象最大コンテナ船

第1の手法として、表-2 に示した京浜外貿埠頭公団が示した施設の標準とその取扱能力から算定することが挙げられる。すなわち、計画取扱量を計画担当者が設定した取扱能力で割ることで必要バースが設定されると考えられる。しかしながら、表-2 は 1970 年代前半 (昭和 40

年代) の値であり、例えばバース水深は 12m となっているなどから 15m のバース水深が出現している現状において適用はできない。さらに、取扱能力については既往の成果から原単位として設定する以外に、図-4 で示されているように「最適取扱いコンテナ個数」をシミュレーションすることが考えられるが、ここではエリア規模の前提となるスロット数が説明変数となっている。すなわち、エリア面積からシミュレーションで取扱能力を決定するには、先にエリア規模の基本となるグランドスロット数が確定していなければならないという矛盾が生じる。

第2の手法として、1986 (S61) の「港湾工学概論」の簡便法の適用が考えられる。しかしながら、計算に必要なパラメータが詳細に設定されていない。

第3の手法として、計画対象最大コンテナ船から 1999 (H11) の「港湾の施設の技術上の基準」を用いてバース長、バース水深を求め、1993 (H05) の「コンテナターミナル施設計画報告書」を用いてターミナルエリアの必要規模を求めることが考えられる。しかしながら、仮にグランドスロット数が設定されたとしてもマーシャリングエリア面積の算定が出来ない。また、マーシャリングエリア以外のコンテナヤード面積に関しても、個別施設の規模はある程度与えられているものの全体面積の算定はできない。

この結果、現状では港湾計画の策定段階において、最近の動向に基づいたコンテナターミナルの規模を具体的に推計する手法が確立されていないことが明らかになる。

このため、港湾計画策定段階で得られる条件に基づくコンテナターミナルの規模推計モデルを構築することが必要である。

表-2 京浜外貿埠頭公団によるコンテナターミナル施設の標準⁴⁾

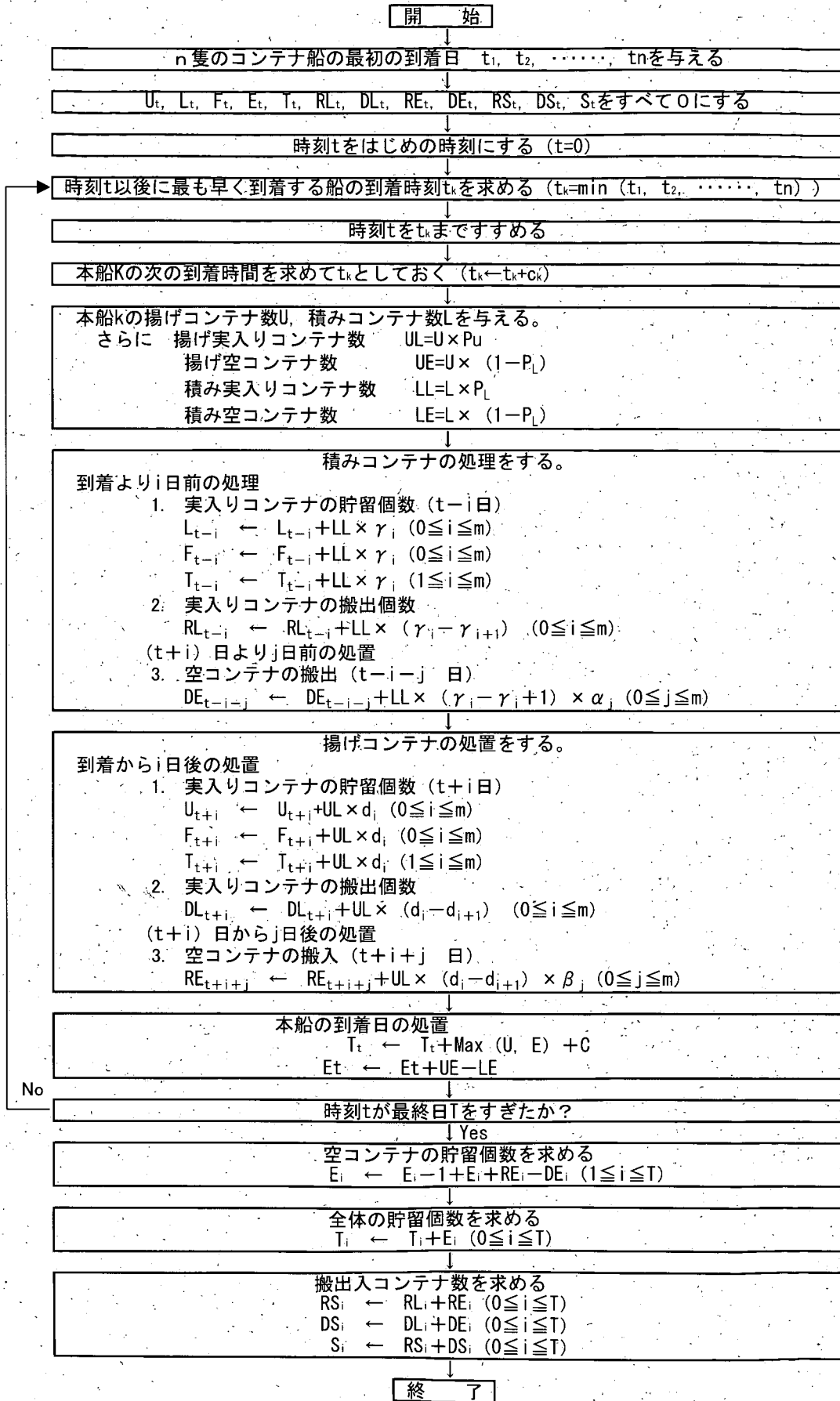
コンテナターミナル施設の標準

施設の標準			摘要
施設名	300mバース	250mバース	
1. 岸壁			1. 標準荷重は移動荷重 21.5 t f / 輪 分布荷重 3 t f / m ²
(1) 延長	300m	250m	
(2) 水深	-12m	-12m	
2. 泊地			
(1) 水深	-12m	-12m	
(2) 面積	前巾300m	前巾250m	
3. 埠頭用地			
(1) 面積	105,000m ²	75,000m ²	
4. クレーン			1. 定格荷重 30.5 t f 2. 横行(岸壁法線から海側へ) 33.0 m 但し250mバースの場合は 31.0 m
(1) 基数	2 基	2 基	
5. C F S			
(1) 面積(壁内)	6,000m ²	5,000m ²	
6. その他施設			管制、電気、通信、衛生、給油、給水修理及び保安施設
	1 式	1 式	

表-3 「港湾の施設の技術上の基準」に示されるコンテナ埠頭のバース長と水深¹⁶⁾

コンテナ埠頭のバースの長さ及び水深

載貨重量トン数 (DWT)	バースの長さ (m)	バースの水深 (m)
30,000	250	12
40,000	300	13
50,000	330	14
60,000	350	15



- n コンテナ船の隻数
- t_k k 番目のコンテナ船の到着日
- U_t 時刻 t における実入り揚コンテナ船の貯留個数
- L_t 時刻 t における実入り積みコンテナの貯留個数
- F_t 時刻 t における実入りコンテナの貯留個数
- E_t 時刻 t における空コンテナの貯留個数
- T_t 時刻 t におけるコンテナ貯留個数
- RL_t 時刻 t における搬入実入りコンテナ数
- DL_t 時刻 t における搬出実入りコンテナ数
- RE_t 時刻 t における搬入空コンテナ数
- DE_t 時刻 t における搬出空コンテナ数
- RS_t 時刻 t における搬入コンテナ数
- DS_t 時刻 t における搬出コンテナ数
- S_t 時刻 t における搬出入コンテナ数
- U 本船の揚げコンテナ数
- L 本船の積みコンテナ数
- P_u 本船の揚げコンテナ数における実入りコンテナ数の占める比率
- P_L 本船の積みコンテナ数における実入りコンテナ数の占める比率
- UL 本船の揚げ実入りコンテナ数
- UE 本船の揚げ空コンテナ数
- LL 本船の積み実入りコンテナ数
- γ_i 実入りコンテナの搬入分布。i 日前までに搬入している比率である。
- d_{-i} 実入りコンテナの搬出分布。-i 日後にまだコンテナ・ヤードに留まっている比率である。
- α_j 空コンテナの搬出分布。実入りコンテナとなって搬入する日から j 日前に空コンテナの搬出する比率である。
- β_j 空コンテナの搬出分布。実入りコンテナが搬出した日から j 日後に空コンテナとなって搬入する比率である。
- T シミュレーションを終える最後の日である。
- m コンテナの搬出入分布で、m 日より大になると搬出入が 0 となるような値。
- c 揚げ積みの方で述べた借置き の 個数。

図-1 奥山らによるシミュレーションのフローチャート²⁾

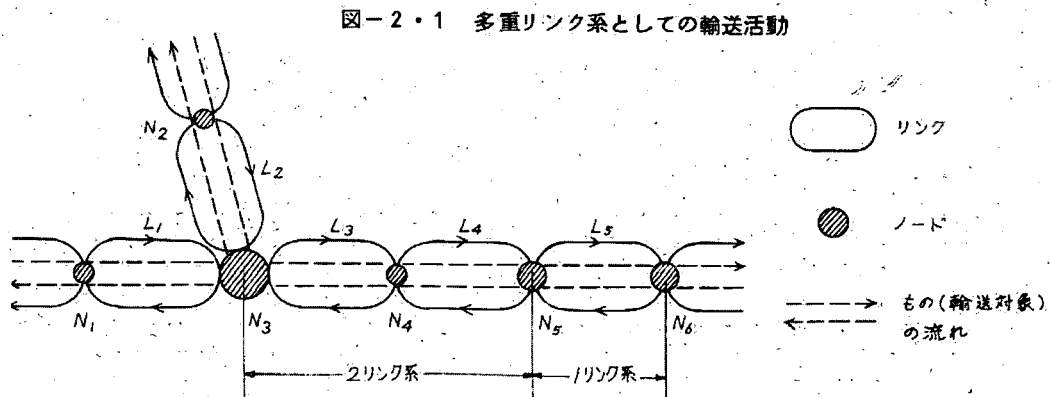


図-2 阪神外貿埠頭公団による多重リンク系のイメージ図³⁾

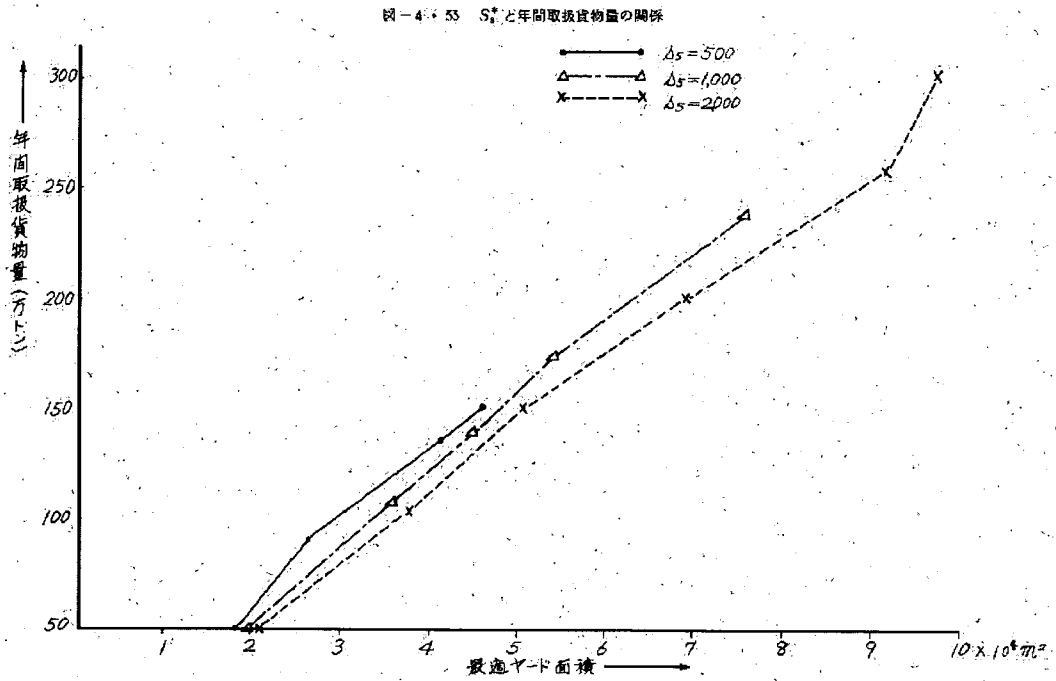


図-3 阪神外貿埠頭公団による最適規模算用図³⁾

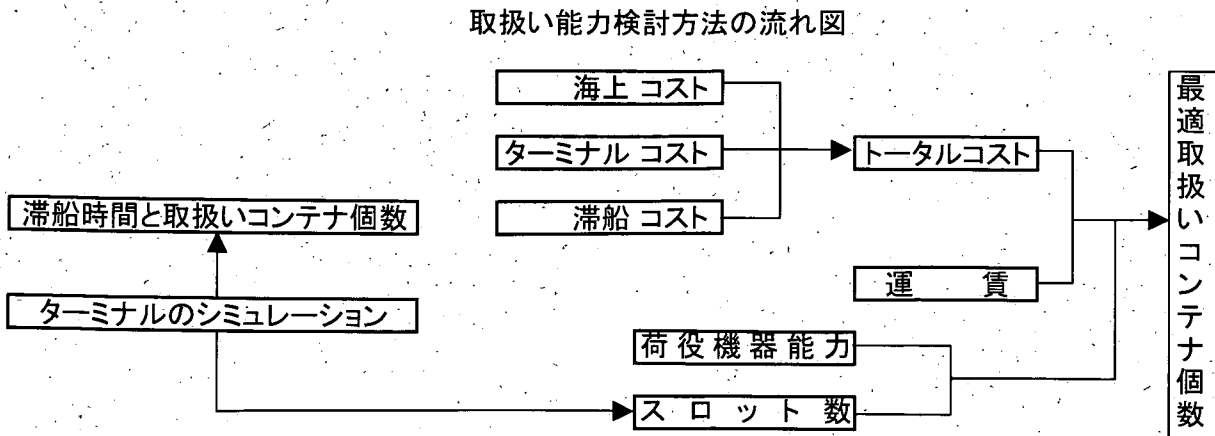


図-4 京浜外貿埠頭公団による取扱能力検討のフローチャート⁷⁾

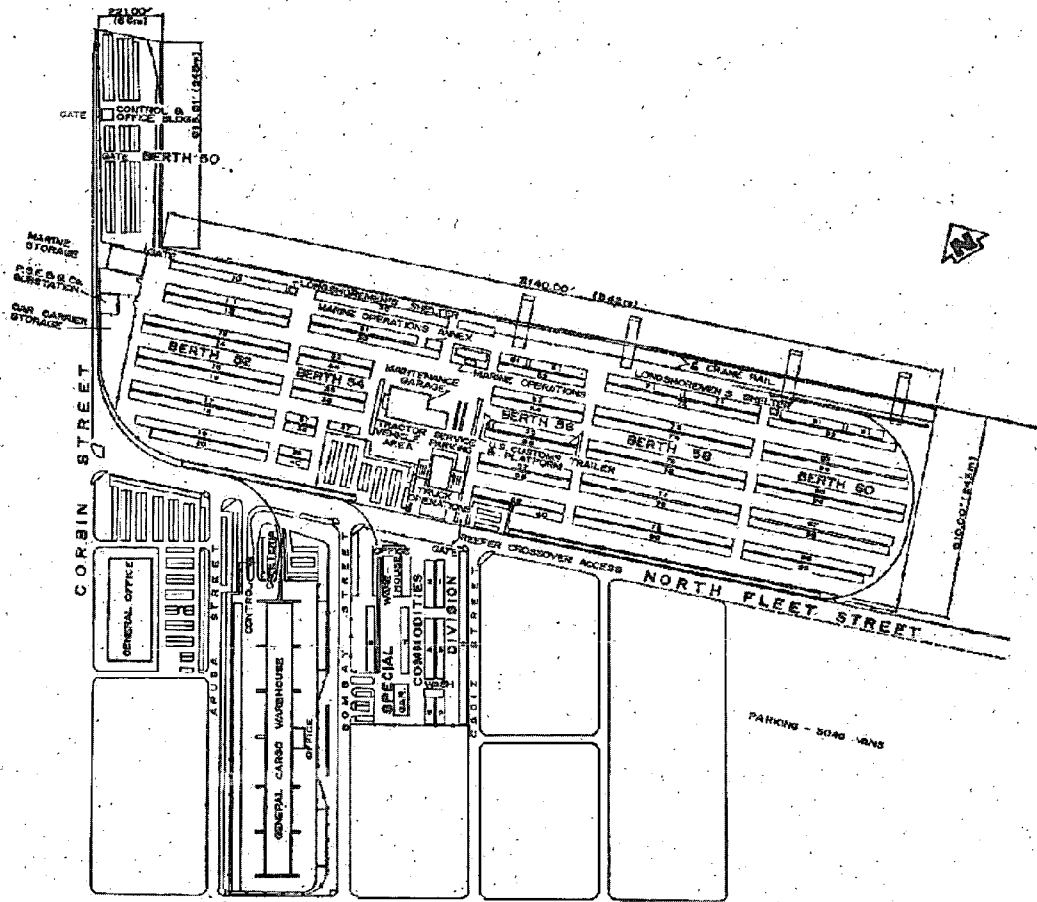


図-1.23 ニューヨーク港エリズベス・マリンターミナルの計画平面図

図-5 「港工学」に示されたニューヨーク港コンテナターミナルの計画平面図⁵⁾

コンテナマーシャリングヤードの規模決定に関するフロー

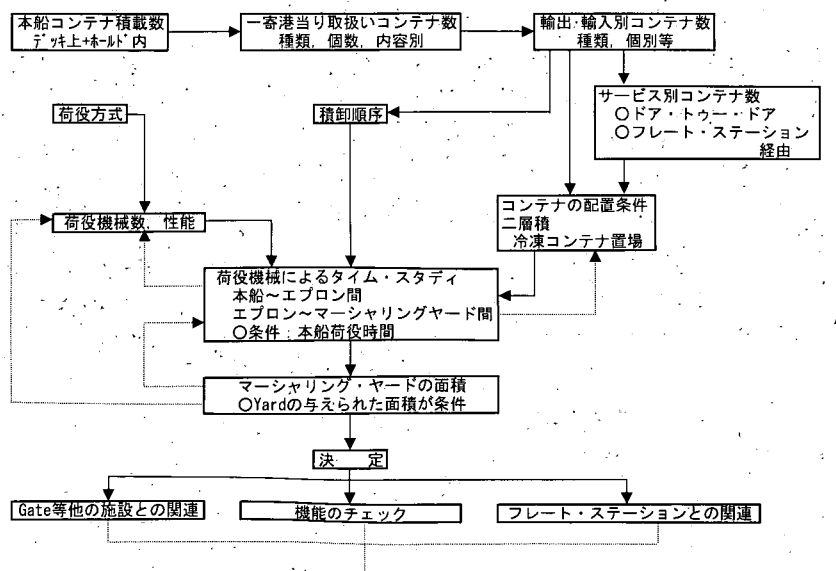


図-6 「港湾計画概論」に示されたマーシャリングヤード規模決定のフローチャート⁹⁾

3. 国内外のコンテナターミナルの分析

3.1 国内外のコンテナターミナルの図面化

既往の研究、文献等でのコンテナターミナルの事例集ではバース水深、バース延長は整理されているもののターミナルエリア規模はほとんど整理されていない。このため、ターミナルエリアの実態を分析した。国内に関しては、東京港、横浜港、神戸港、大阪港の埠頭公社から提供されたターミナルの平面図を対象として、海外では「世界のコンテナターミナル施設台帳（1996. 港湾空間高度化センター）」での平面図を対象として分析した。具体的には、国内では4港47ターミナル、海外では12港22ターミナルを対象として分析することができた。

まず、ここでターミナルの形状の標準化した図面を図-8に示す。ここで、ターミナルエリア諸元を定量的に分析するために、ターミナルエリアを図-8の(A)で示すエプロンエリア、(B)で示すマーシャリングエリア、(C)で示すバックヤードエリアの3要素に分割した。以下にコンテナターミナルの3要素を説明する。

(1) エプロンエリア (図-9)

コンテナクレーンの走行、荷役のための車両の走行、コンテナの仮置き、コンテナ船のハッチカバーの仮置き等がなされるエリアである。ここで(a)をエプロンエリア幅とする。

(2) マーシャリングエリア (図-10)

エプロンと一体となってコンテナ船に積み卸しするコンテナを整列させておくエリアである。ここで(b)をマーシャリングエリア幅とする。このマーシャリングエリアにはコンテナのサイズにあわせて、あらかじめ基盤の目のように区画線が引かれている(図-11)。このマス目のことがグラッドスロットとよばれている。ここには番号が付されており、積付け計画にしたがって所定のマス目にコンテナが整然と配置される。このグラッドスロットはドライコンテナ対応(図-12)のエリアと冷凍コンテナ用電源を必要とするリーファコンテナ対応(図-13)のエリアが存在する。

(3) バックヤードエリア (図-14)

図-15に示すようにコンテナフレートステーション、メンテナンスショップ、管理棟、ゲート等バックヤード施設のあるエリアである。ここで(c)をバックヤードエリア幅とする。

各施設の概要を次に示す。

①コンテナフレートステーション

コンテナ1個に満たない小口貨物の受け渡し、保管、コンテナの詰め込みおよび取り出し作業を行う建物

②メンテナンスショップ

メンテナンスエリアと隣接され、コンテナ自体の検査、損傷箇所の修理、使用前後の清掃等を実施する建物

③管理棟

ヤード内の作業計画、コンテナ配置計画等指示監督等のヤード全体の作業を統括する司令する建物

④ゲート

コンテナおよびコンテナ貨物の受け渡しを行う場所

なお、バックヤードエリアという表現は一般的ではなく、通常はマーシャリングエリアと合わせてコンテナヤードと表現することが多い。しかしながら、本研究ではエリア規模の定量的な推計のためにあらたに「バックヤード」を設定している。

ここで、国内外のコンテナターミナルの図面化した結果を付録A-1~28に示す。あわせて、各ターミナルの定量的な分析に際して設定したエプロンエリア(A)、マーシャリングエリア(B)、バックヤードエリア(C)を示す。また、連続バースの場合には併せて表示をしている。ただし、バックヤードエリアについては単独で設定されておらず、定量的分析の対象外としている場合には(C)として表示をしている。ここでの値に基づき、3.2以降の分析を実施している。

なお、この図面は各埠頭公社から提供された平面図および(財)港湾空間高度化センターの資料、インターネットによる情報等を基に港湾計画研究室で作成している。また、レイアウト図、各エリアの分割、図面内での値等は港湾計画研究室において原図面から設定、計測したものであり、必ずしも十分な精度が確保されているものではない。各図面の内容および各数値に対する責任は港湾計画研究室にある。

3.2 エプロンエリア (図-16)

エプロンエリアについては、エプロンエリア幅について国内と海外に分けて分析する。ここで、単純なヒストグラムではなく、バース水深を横軸にして、エプロンエリア幅を縦軸にしてプロットして表示した結果を図-16に示す。海外についてはエプロンエリア幅の値が確認されたターミナルの結果を示し、それぞれの個別の値を表にして併せて示す。以下の分析においても同様の表示を行う。

国内については、バース水深に関係なく50mを中心に

25~75m に分布していることが明らかになる。海外においても同様に 25~75m に分布している。ただし、ロッテルダム港のデルタ/シーランドターミナルが 100m 近い値を示している。

3.3 マーシャリングエリア

(1) マーシャリングエリア幅 (図-17)

国内については、バース水深に対応して増加している傾向が見られる。水深 12m では 150~210m に対して、水深 15m では 200~300m となっている。最大では 320m となっている。データが少ないものの海外についても 150~300m の分布となり、全体的には国内と同様の傾向となっている。

なお、連続バースの場合においてマーシャリングエリア幅が異なる場合には平均値において表示している。以下の他の分析においても同様の処理を実施している。

(2) マーシャリングエリア面積 (図-18)

国内については、概ね 40,000~110,000m² に分布しているものの、バース水深 14m までは 40,000~90,000m² に分布している。バース水深 15m 以上では 70,000~110,000m² に分布している。データが 1 カ所しかないものの海外では、60,000m² となっている。

(3) グランドスロット数 (図-19)

国内については、マーシャリングエリア幅と同様にバース水深に対応して増加している傾向が見られる。水深 12m では 1,700TEU に対して、水深 15m では 2,000TEU 程度となっている。最大では 2,700TEU となっている。データが少ないもの、海外では 1,000~2,000TEU の分布となっている。

(4) リーフコンテナグランドスロット比率 (図-20)

グランドスロット数のうちリーファコンテナ対応のスロット数の割合をリーファコンテナグランドスロット比率と定義して分析した。この値は概ね 0.05~0.15 に分布しているものの、水深 14m 以上では 0.15 を越えるバースも存在している。データが少ないもの、海外においても 0.05~0.15 の分布となっている。

(5) マーシャリングエリア係数 (図-21)

既往の文献、基準を実際に適する際の課題としてグランドスロット数の設定からマーシャリングエリア面積の算定が出来ないことが挙げられた。このため、先ずグランドスロット数をドライコンテナとリーファコンテナ別

に算定し、それぞれ毎に床面積を乗じることでグランドスロット面積を算定した。なお、ドライコンテナは (8feet × 20feet =) 14.87m²、リーファコンテナは日本の港湾の図面から 19.47m² とした。このグランドスロット面積に対するマーシャリングエリア面積の比率を算定した。ここでは、これをマーシャリング係数 (マーシャリングエリア面積 / グランドスロット面積) と定義して分析した。水深 14m までは 2.0~3.0 に分布している。水深 15m 以上では、2.5~3.5 に分布している。

3.4 バックヤードエリア

バックヤードエリアについては、基本施設として、コンテナフレートステーション、メンテナンスショップ、管理棟、ゲートを考える。ここでは、得られた図面においてこの 4 施設が明確に確認できる 8 データを対象に分析を実施した。

(1) バックヤードエリア幅 (図-22)

国内については、概ね 90~130m に分布しており、大半が 100m 以上になっている。また、特にバース水深による差は明確にはみられない。

(2) バックヤードエリア面積 (図-23)

国内については、概ね 30,000~41,000m² に大半が分布しており、大半が 40,000m² に分布している。また、ここにおいても、特にバース水深による差は明確にはみられない。

(3) バックヤード施設面積 (図-24)

バックヤードエリア幅、バックヤードエリア面積についてはバース水深との関連はみられなかった。このため、バックヤードエリア施設面積については、マーシャリングエリア面積に関連すると想定してこの両者をプロットした。この結果、マーシャリングエリア面積の 90,000m² を境にして 2 つにグループ化されることが確認される。90,000m² 未満の 5 データの平均値は約 7,500m² であるのに対して、90,000m² 以上のデータの平均値は約 9,000m² となっている。

(4) バックヤードエリア係数 (図-25)

既往の文献、基準を実際に適する際の課題としてコンテナフレートステーション、メンテナンスショップ、管理棟、ゲート等の面積設定からバックヤードエリア面積の算定が出来ないことが挙げられた。このため、先ず図面から把握できるこれらの 4 施設の床面積を算定し、こ

の面積に対するバックヤードエリア面積の比率を算定した。ここでは、これをバックヤードエリア係数（バックヤードエリア面積／各施設の床面積）と定義して分析した。この値は、国内では概ね4.5となっている。また、ここにおいても、特にバース水深による差は明確にはみられない。

3.5 ターミナルエリア幅(図-26)

エプロンエリア幅 (a)、マーシャリングエリア幅 (b)、バックヤードエリア幅 (c) の全ての合計値をターミナルエリア幅 (a+b+c) として分析した。バース水深14mまでは300~400mに分布している。バース水深15mでは350~500mに幅広く分布しており、15.5m以上では500mとなっている。データが少ないものの海外では330~420mの分布となっているが、600m程度のバースも存在する。

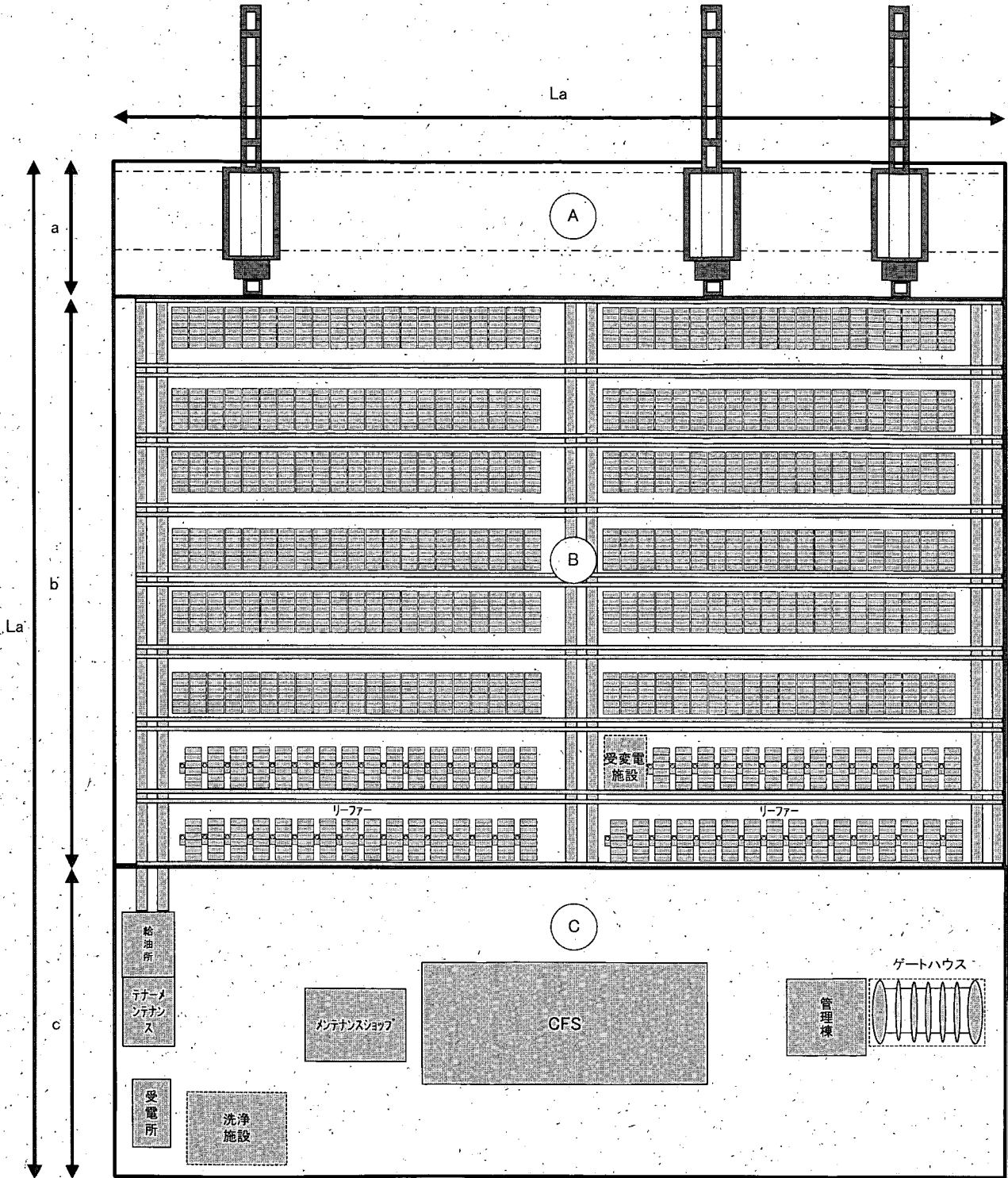


図-8 標準的なコンテナターミナル (イメージ)

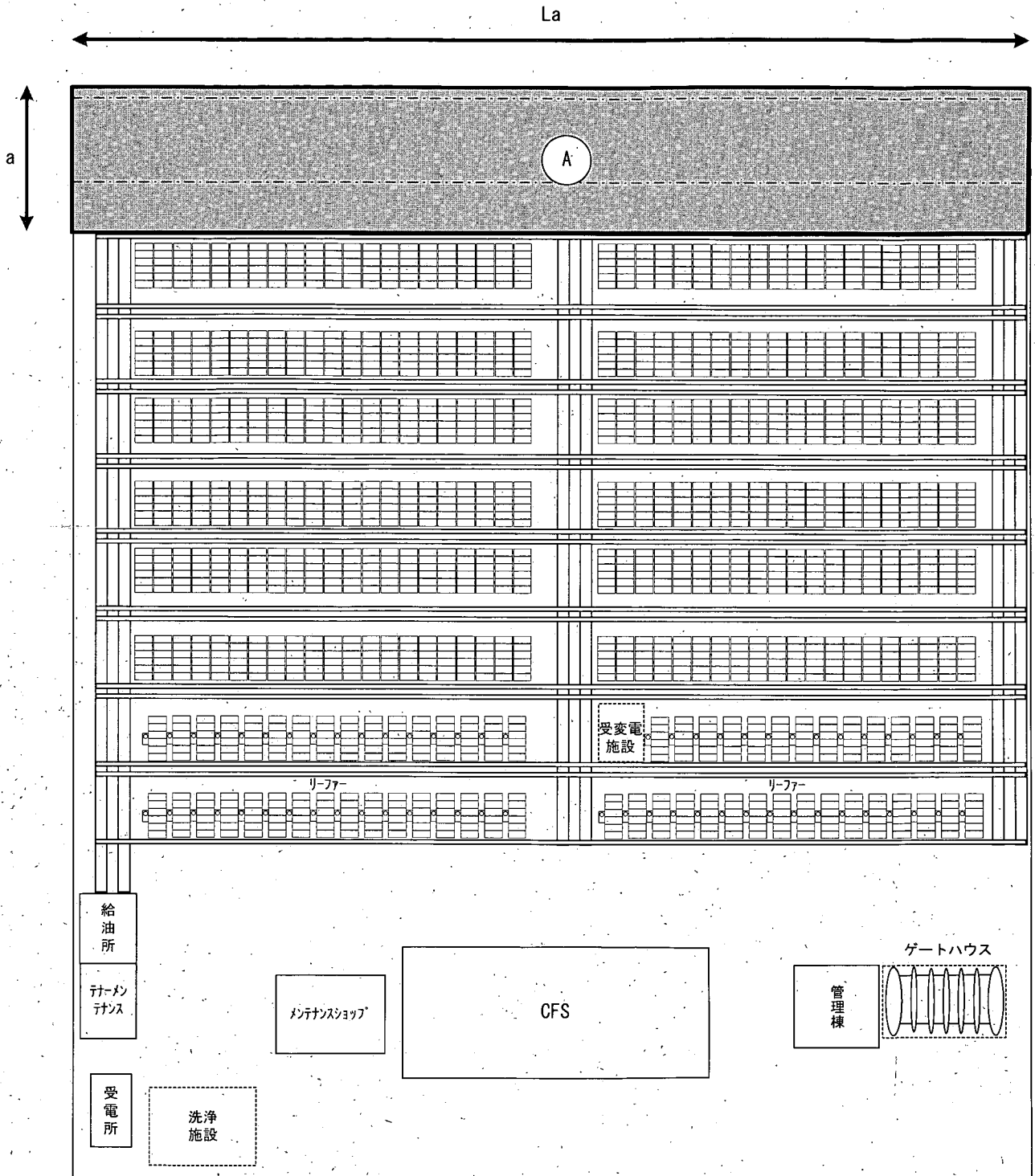


図-9 エプロンエリア (A)

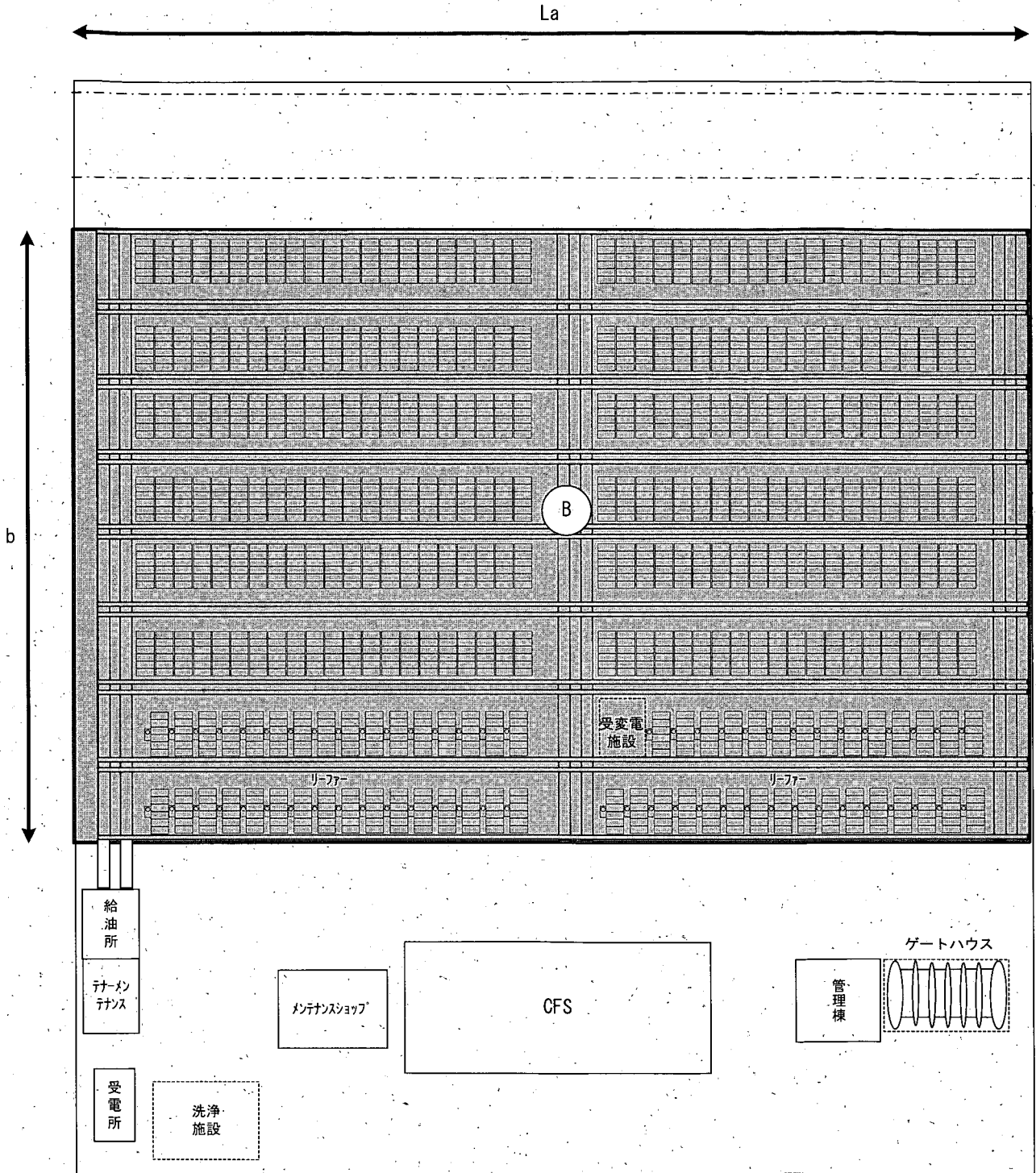


図-10 マーシャリングエリア (B)

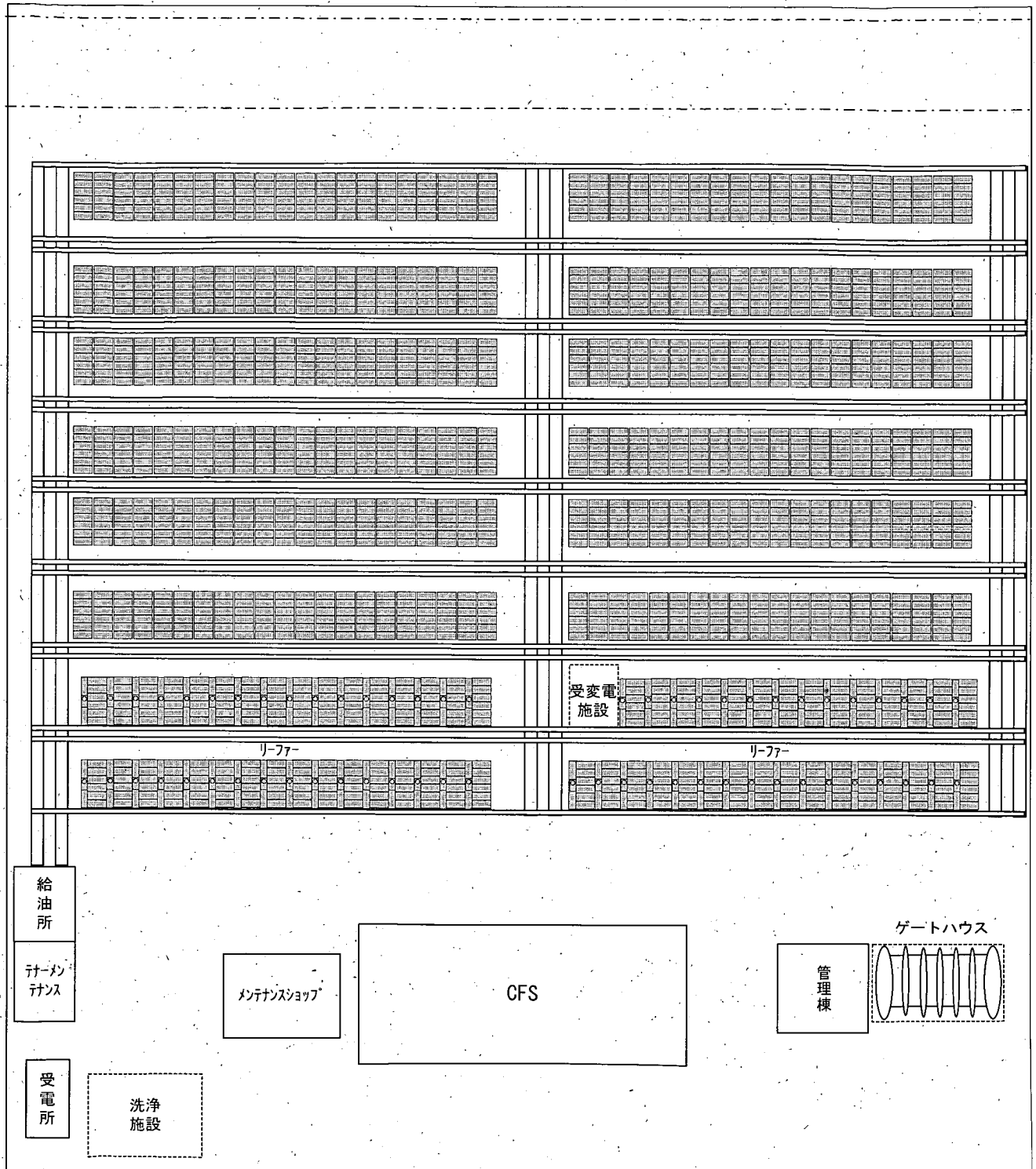


図-11 グランドスロット (ドライコンテナ+リーファーコンテナ)

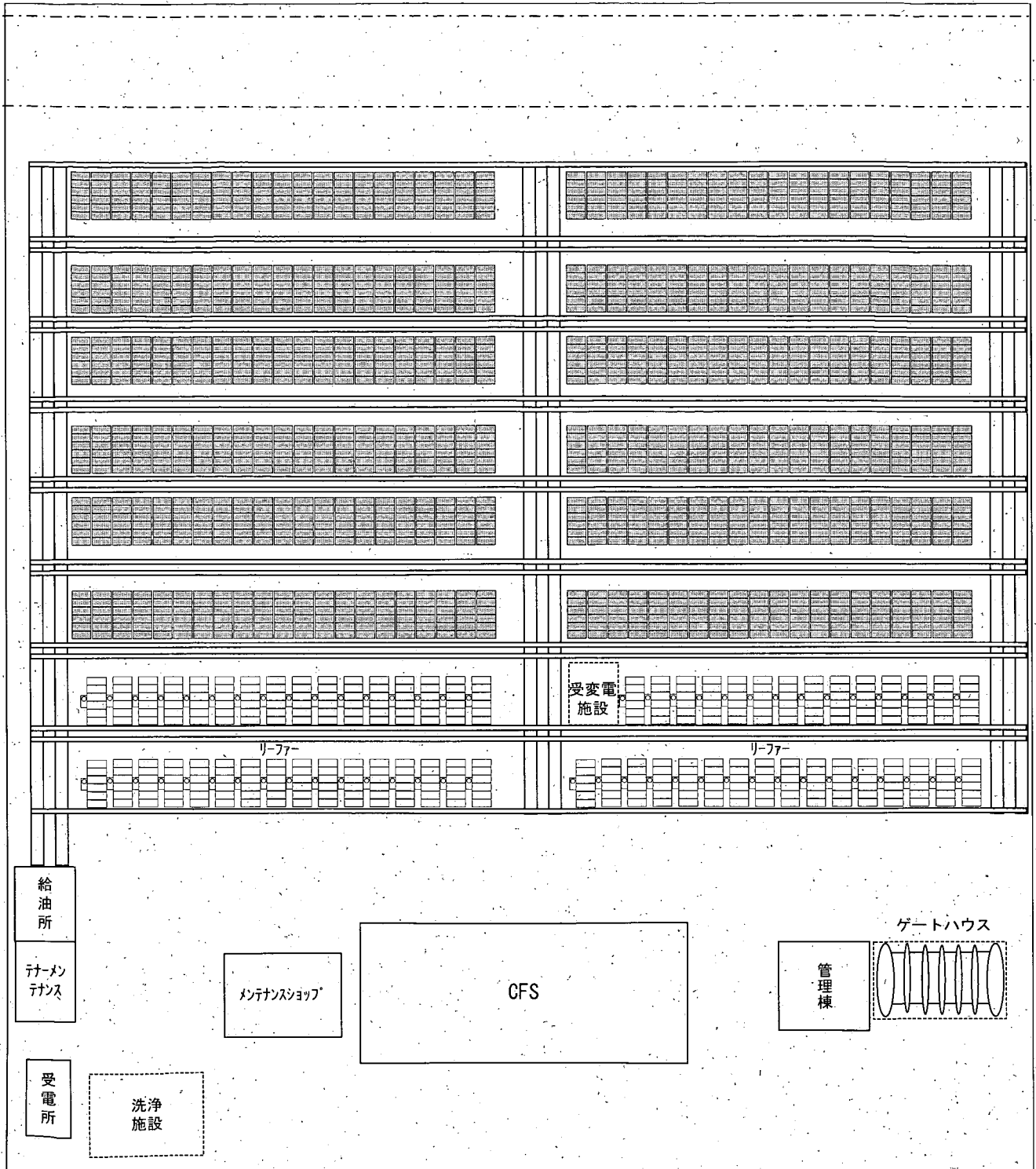


図-12 平面蔵置コンテナ(ドライ) (V3)

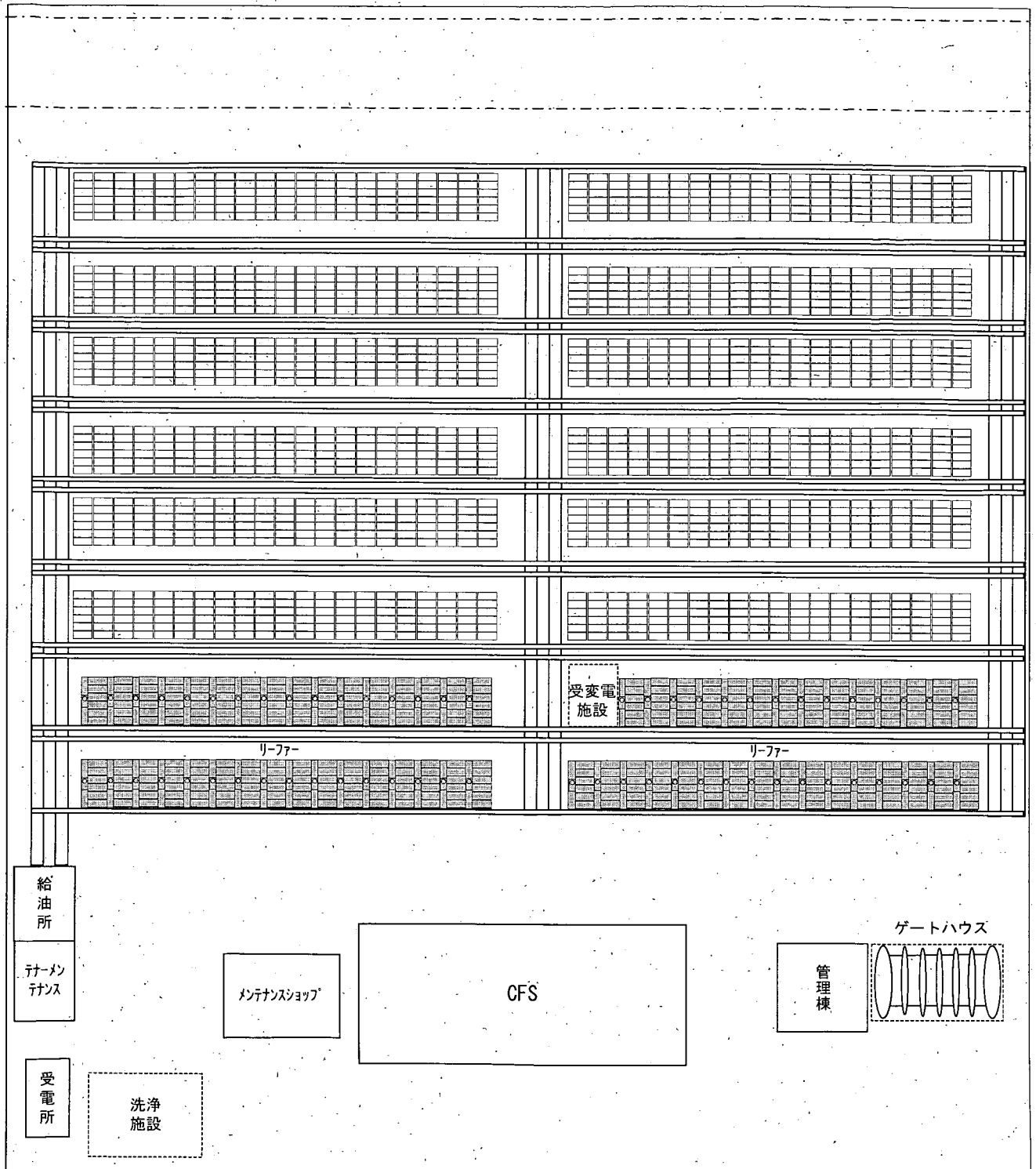


図-13 平面蔵置コンテナ(リーファー) (V4)

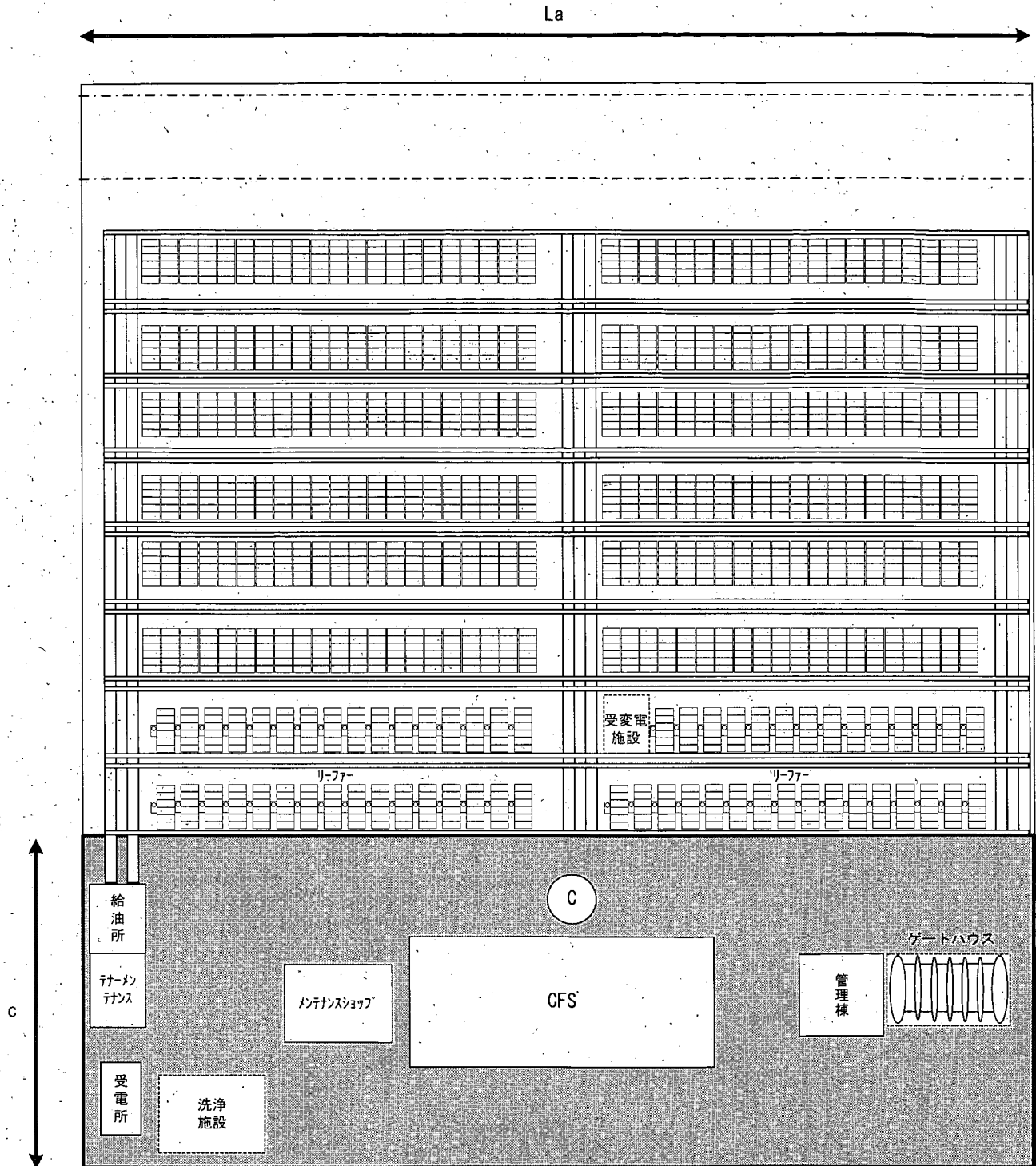


図-14 バックヤードエリア(C)

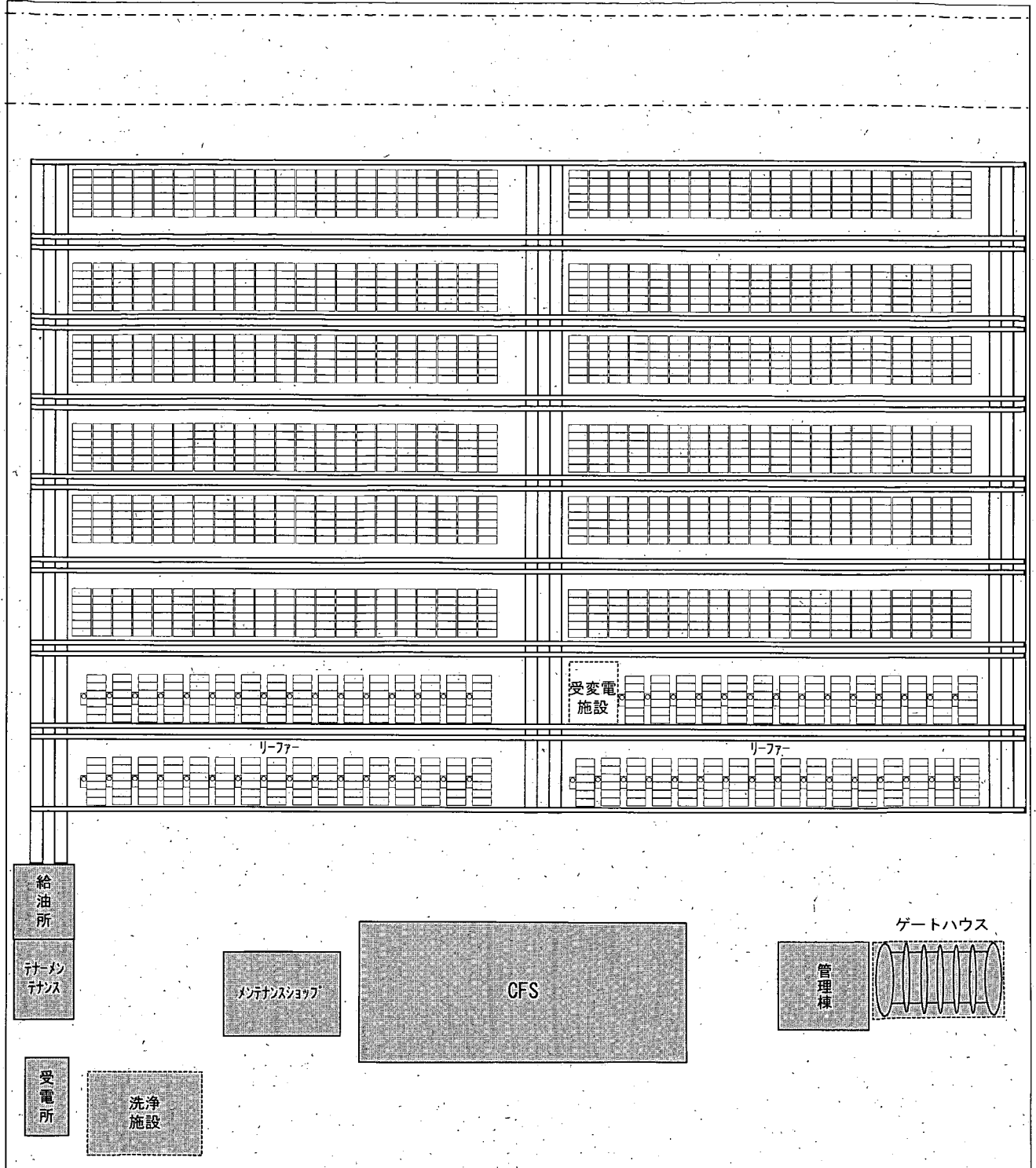
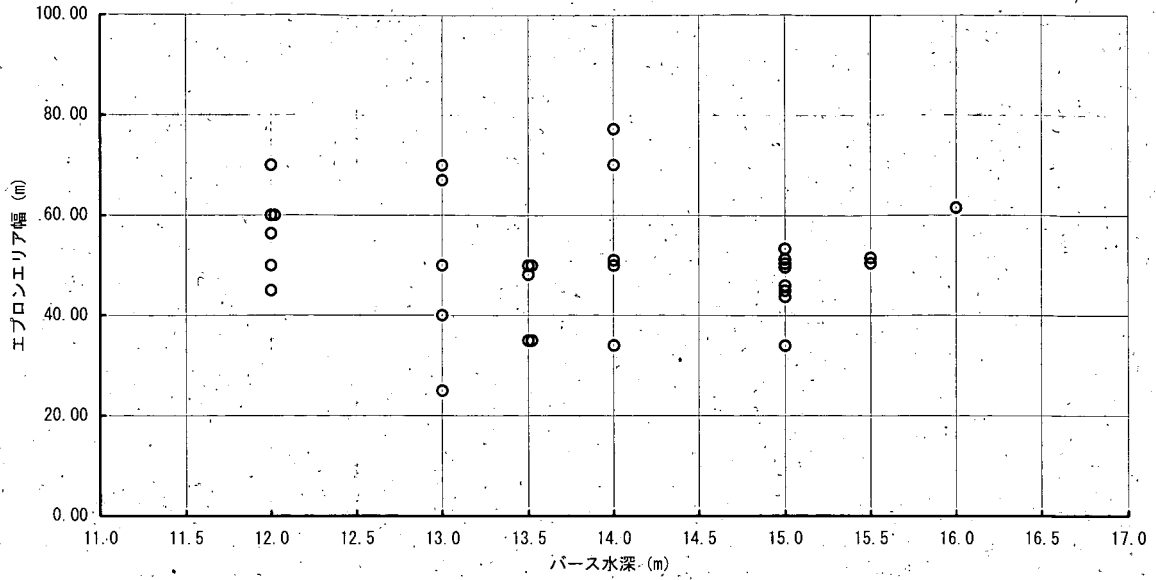


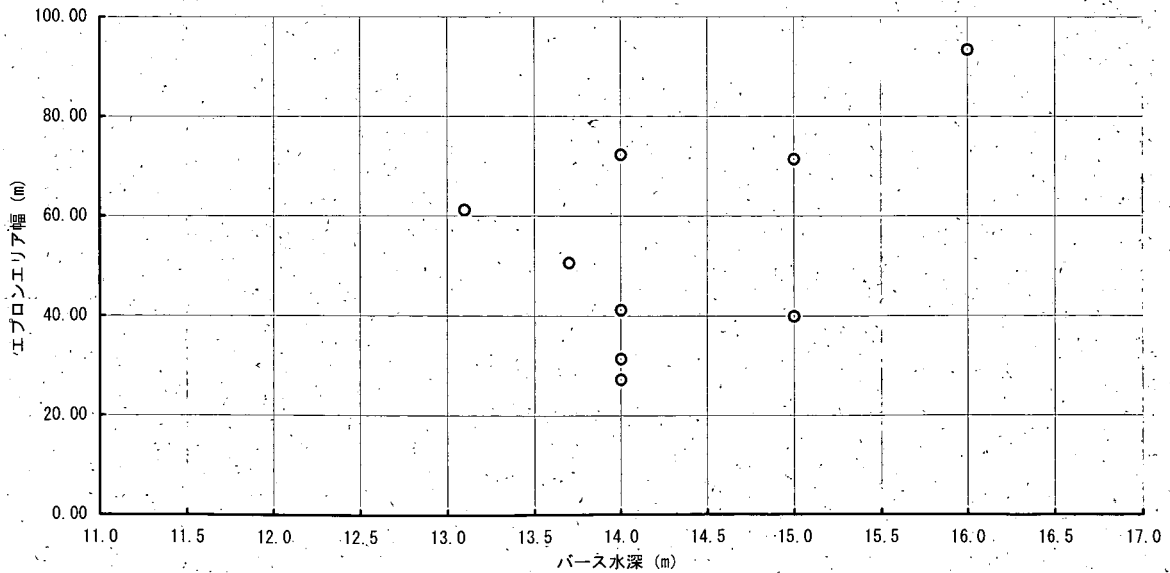
図-15 バックヤード施設 (By)

国内港湾



注) 東京港、横浜港、大阪港、神戸港の各埠頭会社の資料に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

海外港湾

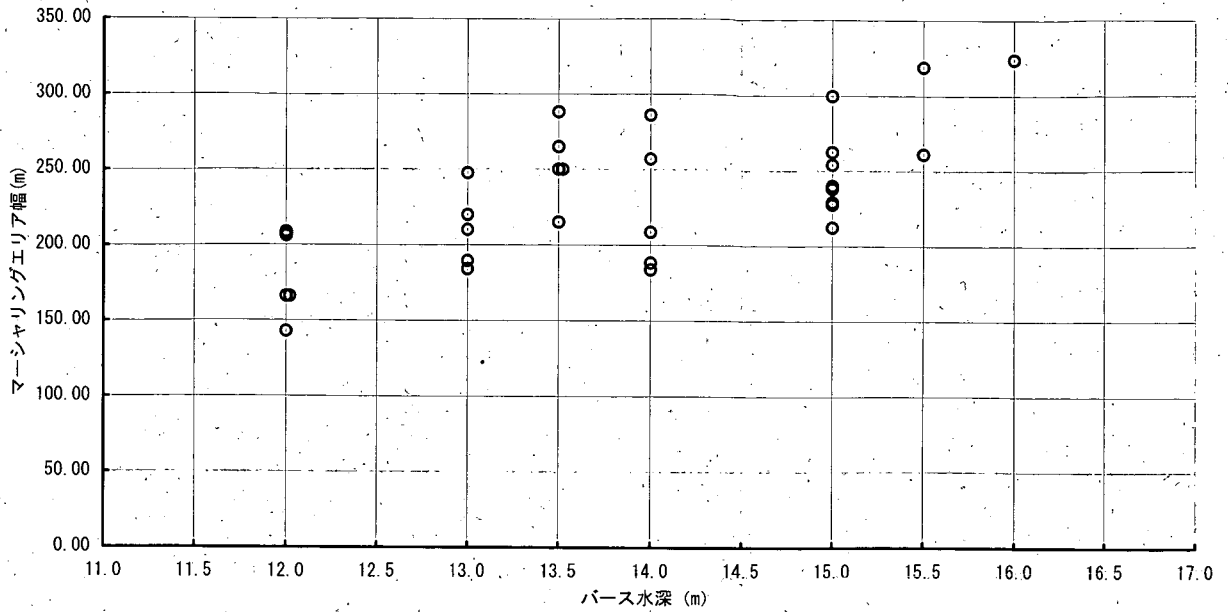


注) 世界のコンテナターミナル施設台帳 ((財)港湾空間高度化センター) に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

港湾	ターミナル	水深	データ値
釜山港	2 シンゲン CT (3B)	14.00	72.36
高雄港	6 T4 (n°-s115-119) (5B)	14.00	27.23
	7 T4 (n°-s120) (1B)	14.00	31.40
レムチャパン	8 第4ターミナル (1B)	14.00	41.20
ロッタム	9 デルタ/シラント -	16.00	93.44
シンガポール	10 プラエT (9B)	15.00	71.43
	11 シンジョバガ (7B)	13.10	61.22
ロングビーチ	12 ピアJ(266-270) (3B)	13.70	50.66
ハンプガ	13 プーシャットイト -	15.00	39.91

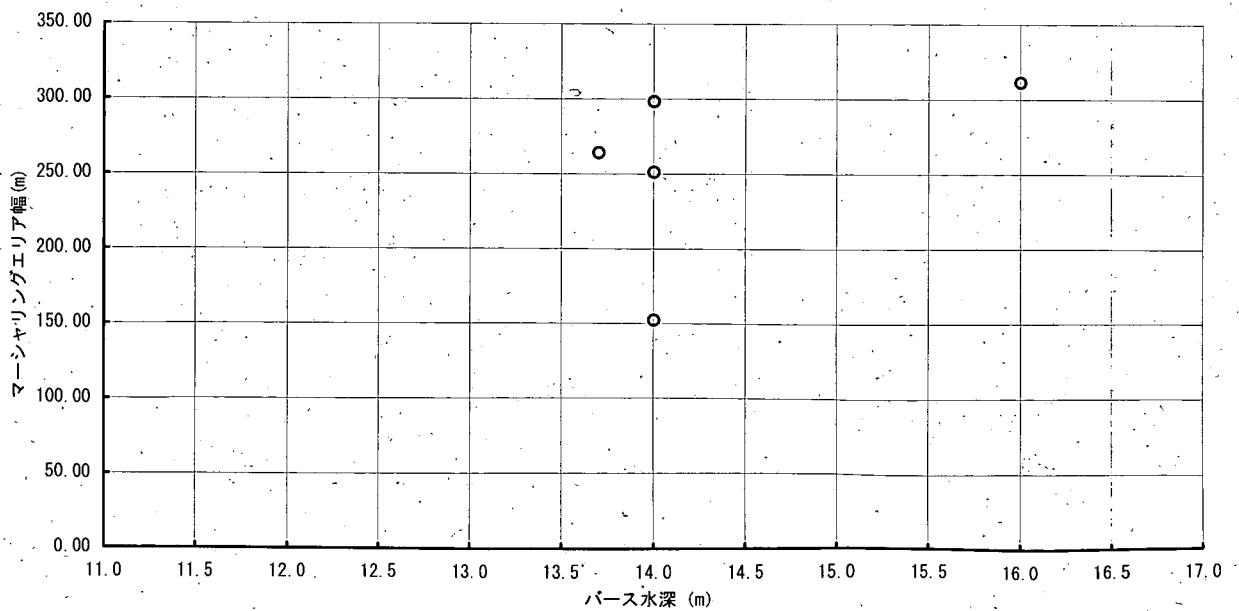
図-16 エプロンエリア幅 (a)

国内港湾



注) 東京港, 横浜港, 大阪港, 神戸港の各埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

海外港湾

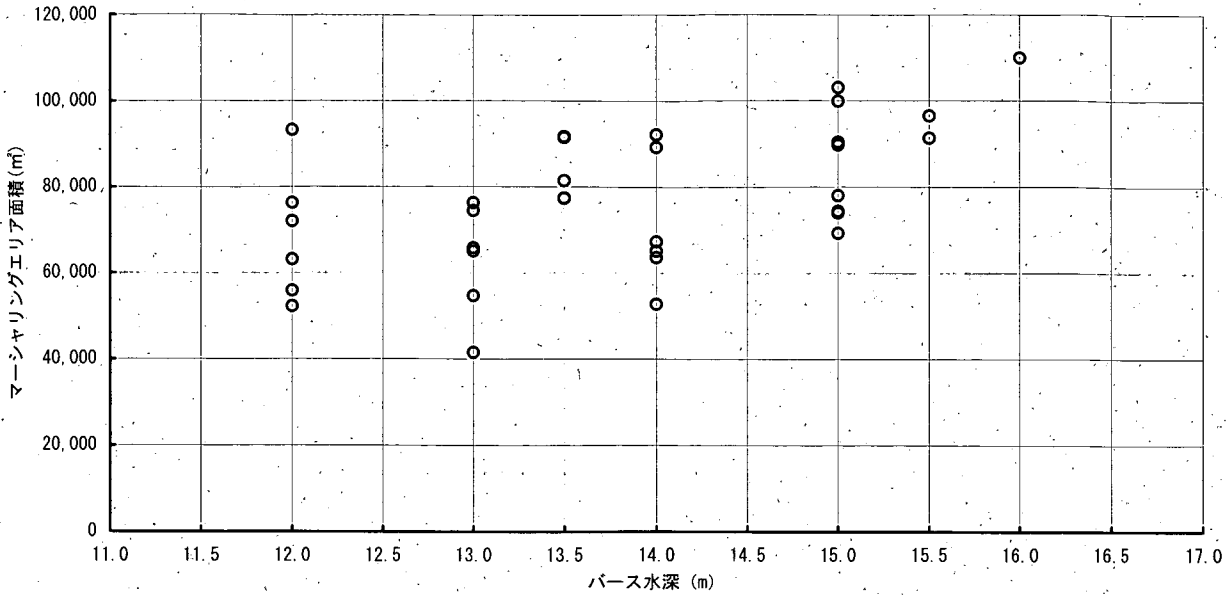


注) 世界のコンテナターミナル施設台帳 ((財) 港湾空間高度化センター) に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

港湾	ターミナル	バース水深	データ値
高雄港	6 T4 (バース115-119) (5B)	14.00	298.21
	7 T4 (バース120) (1B)	14.00	251.17
レムチャパン	8 第4ターミナル (1B)	14.00	152.47
ロケット島	9 デルタ/シーランド	16.00	311.47
ロングビーチ	12 マスバシフィカ	13.70	264.07

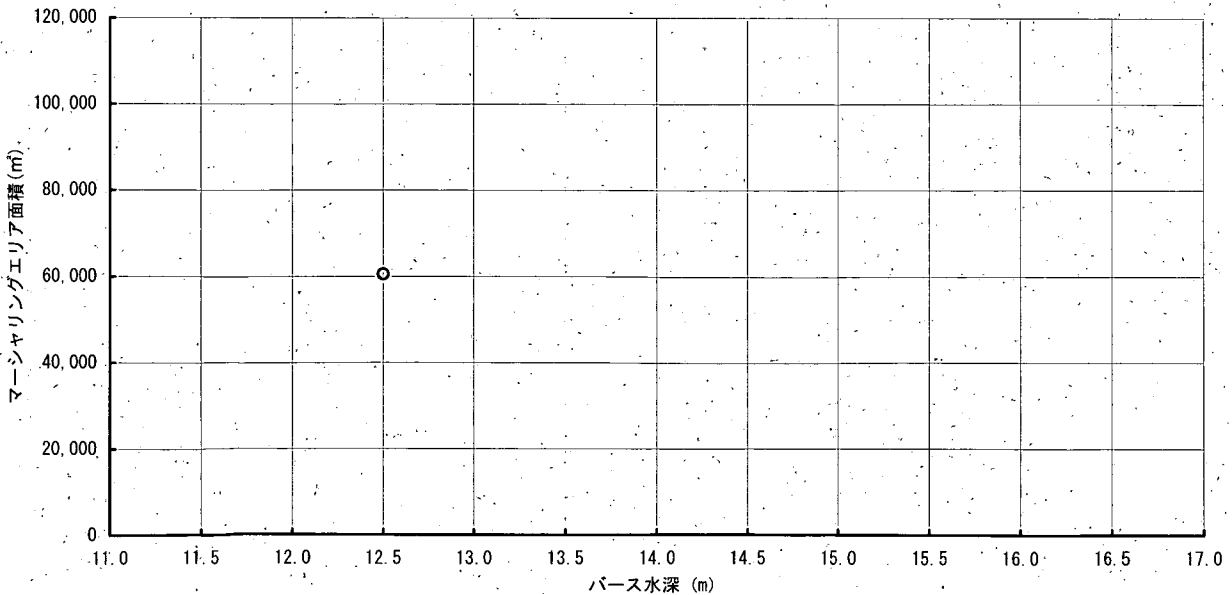
図-17 マーシャリングエリア幅 (b)

国内港湾



注) 東京港、横浜港、大阪港、神戸港の各埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

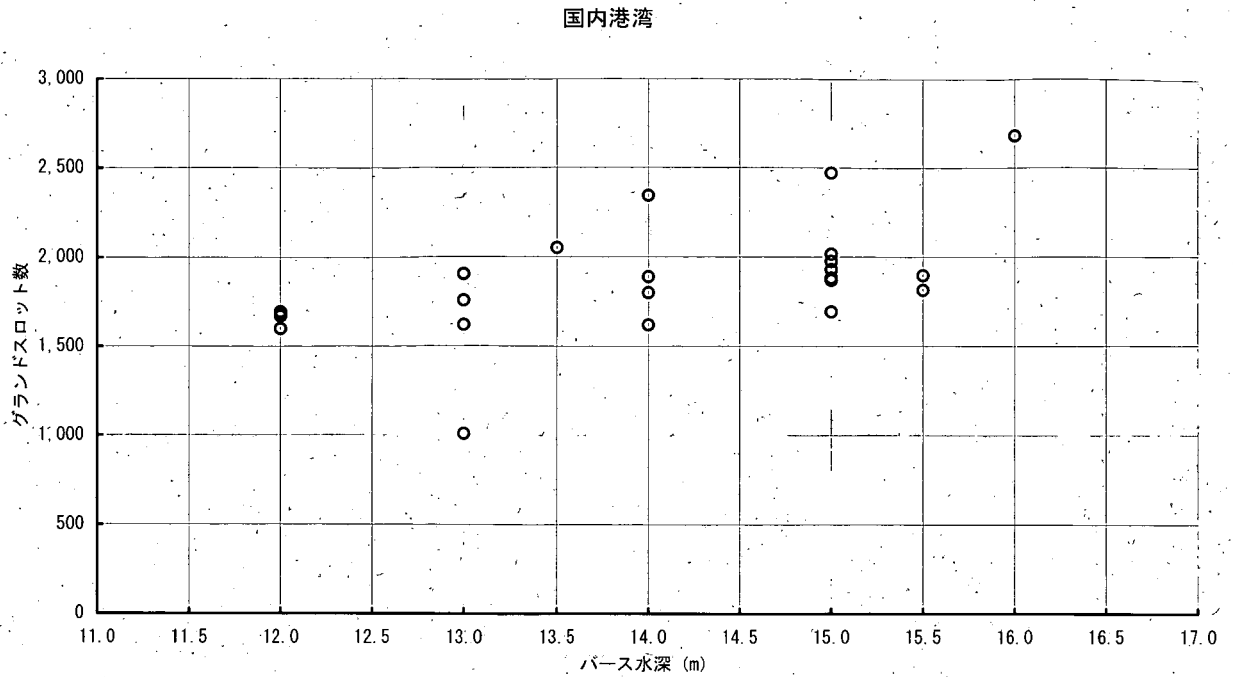
海外港湾



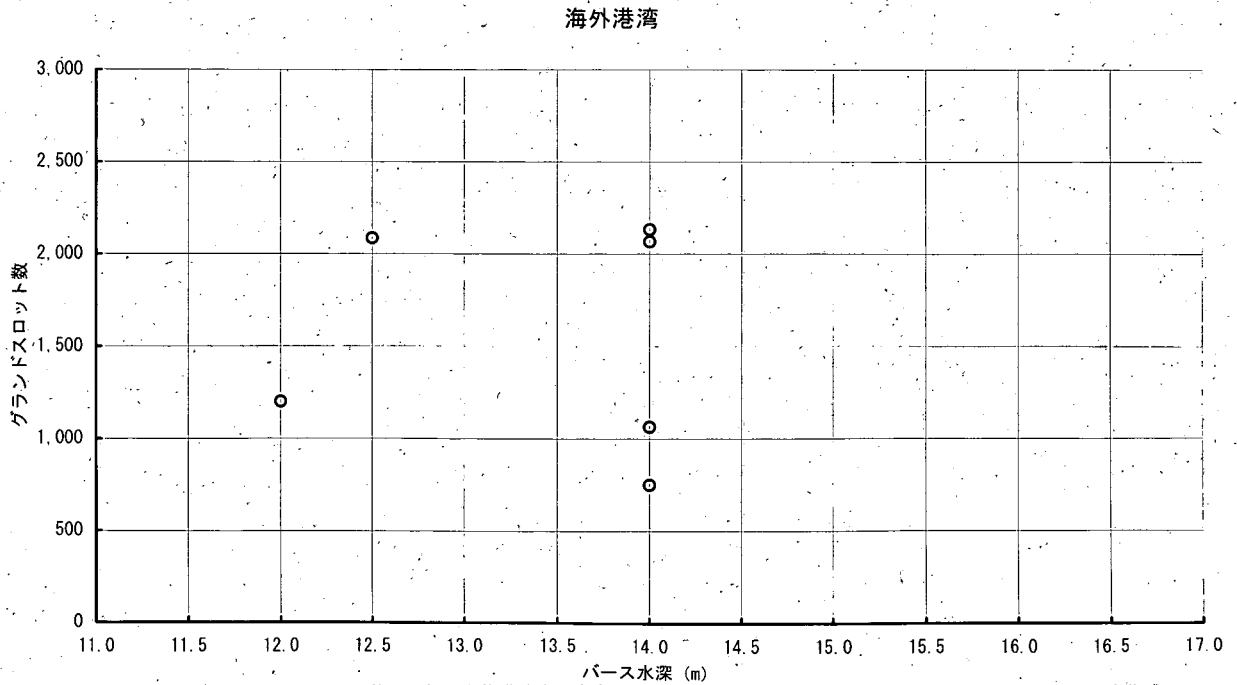
注) 世界のコンテナターミナル施設台帳 ((財)港湾空間高度化センター) に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

港湾	ターミナル	バース水深	データ値
釜山港	1 ショスンCT	12.50	60,547

図-18 マーシャリングエリア面積 (B)



注) 東京港、横浜港、大阪港、神戸港の各埠頭会社の資料に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

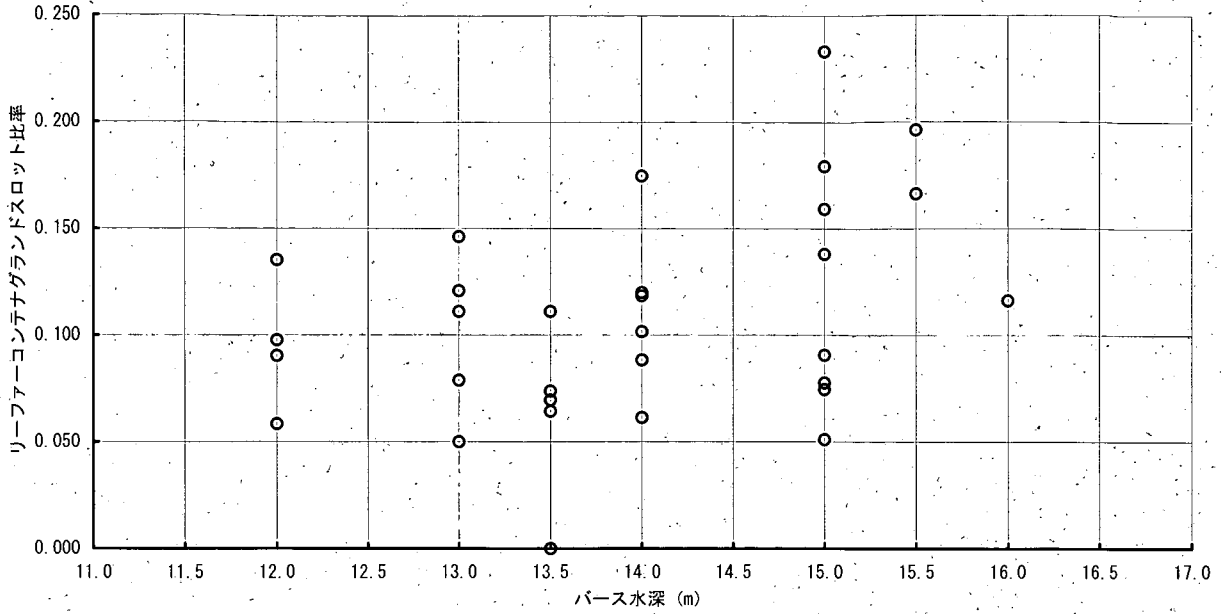


注) 世界のコンテナターミナル施設台帳 (財)港湾空間高度化センター) に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

港湾	ターミナル	バース水深	ターミナル値
釜山港	1 シェンテ CT (4B)	12.50	2,086
高雄港	4 T2 (バース63-67) (5B)	12.00	1,200
	5 T3 (バース68-70) (3B)	14.00	2,067
	6 T4 (バース115-119) (5B)	14.00	2,133
	7 T4 (バース120) (1B)	14.00	1,063
シマバシ	8 第4ターミナル (1B)	14.00	750

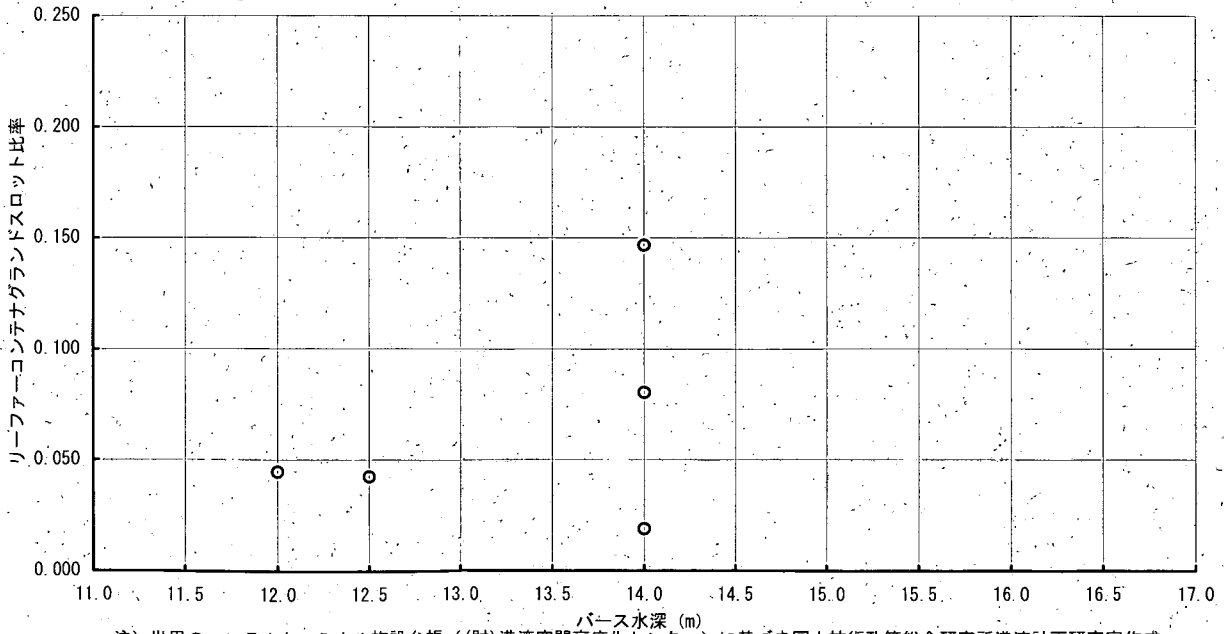
図-19 グランドスロット数 (V₂)

国内港湾



注) 東京港、横浜港、大阪港、神戸港の各埠頭会社の資料に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

海外港湾

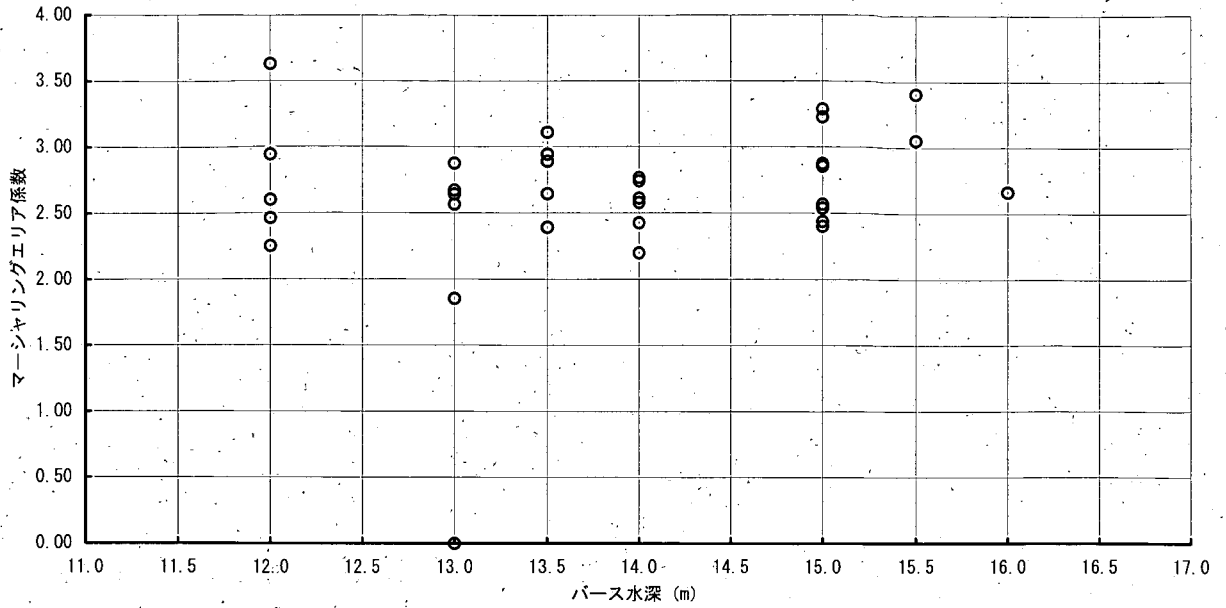


注) 世界のコンテナターミナル施設台帳 ((財)港湾空間高度化センター) に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

港湾	ターミナル	バース水深	データ値
釜山港	1 シェンデ CT (4B)	12.50	0.042
	4 T2 (A'-X63-67) (5B)	12.00	0.045
高雄港	5 T3 (A'-X68-70) (3B)	14.00	0.080
	6 T4 (A'-X115-119) (5B)	14.00	0.019
	7 T4 (A'-X120) (1B)	14.00	0.147

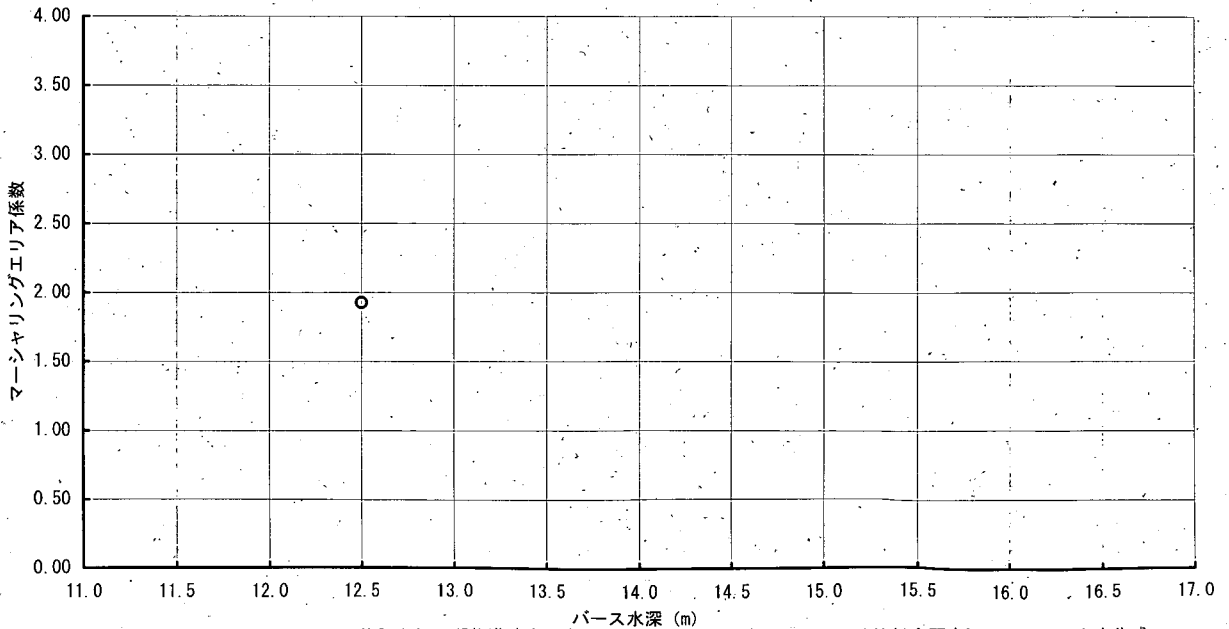
図-20 リーファーコンテナグランドスロット比率 (h)

国内港湾



注) 東京港、横浜港、大阪港、神戸港の各埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

海外港湾

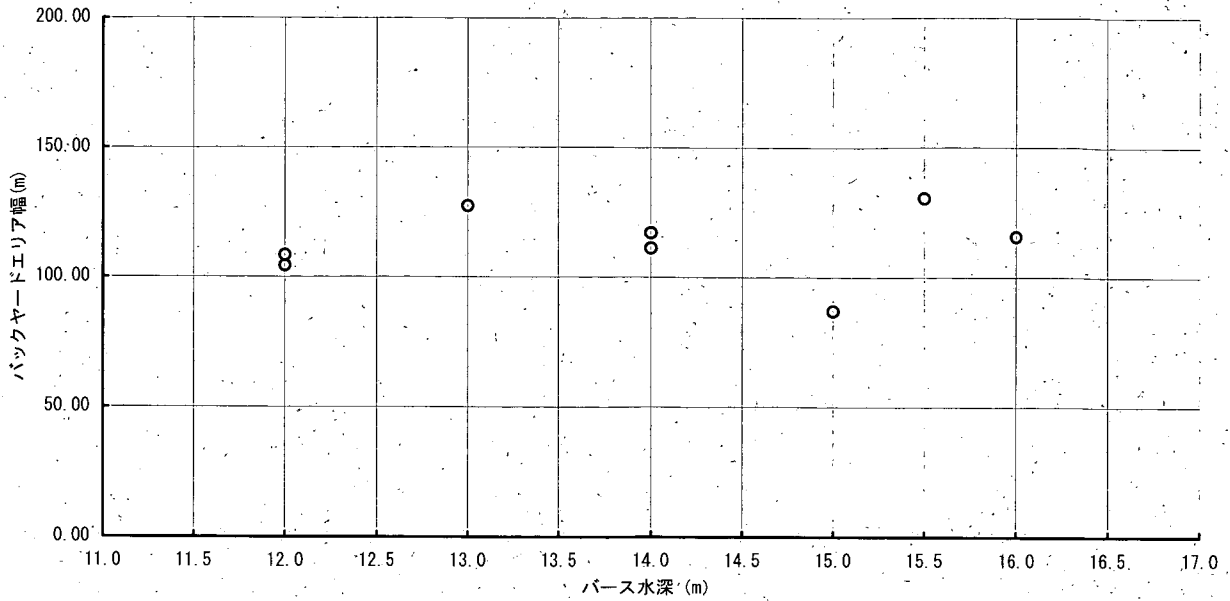


注) 世界のコンテナターミナル施設台帳 ((財)港湾空間高度化センター) に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

港湾	ターミナル	データ値
釜山港	1 シェアステ CT (4B)	1.93

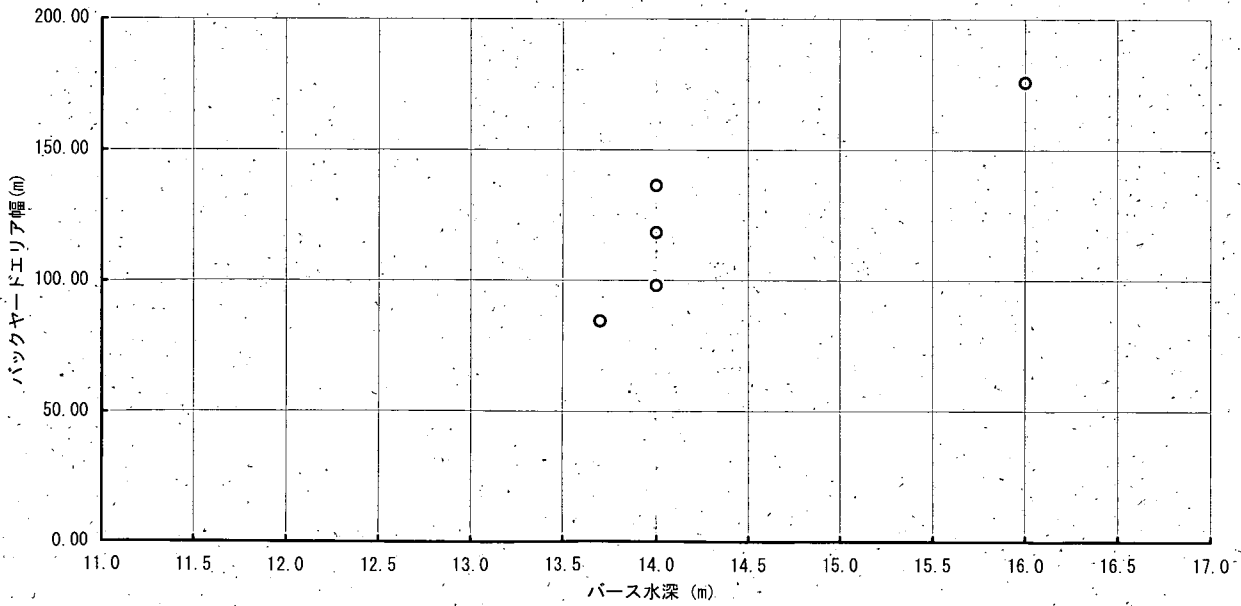
図-21 マーシャリングエリア係数 (j)

国内港湾



注) 東京港、横浜港、大阪港、神戸港の各埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

海外港湾

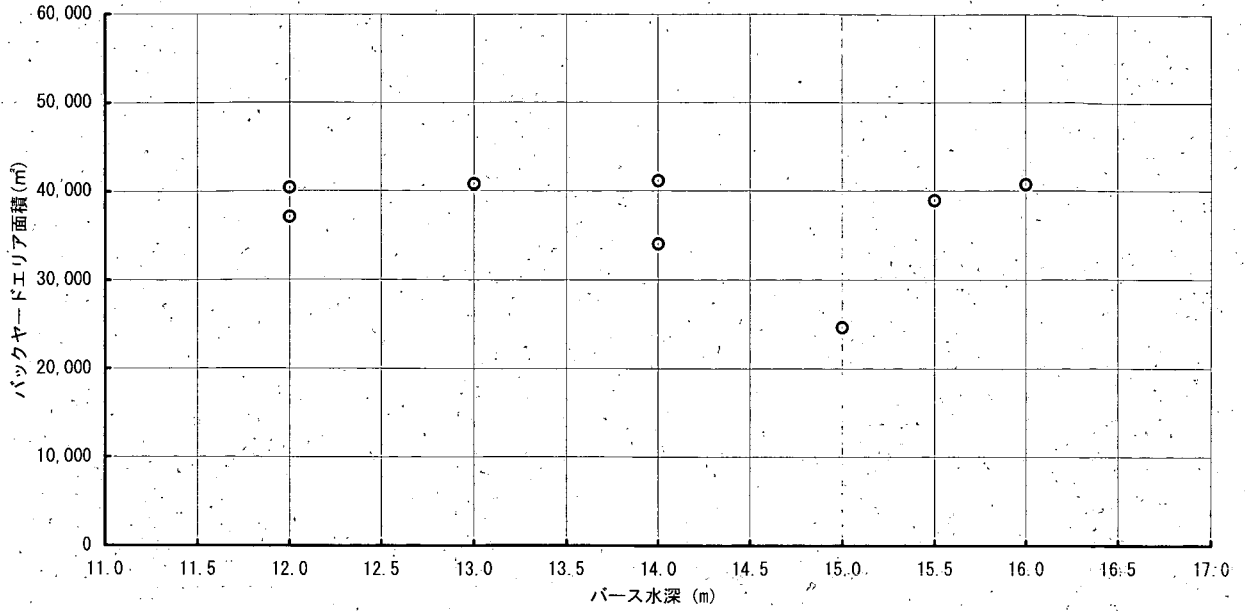


注) 世界のコンテナターミナル施設台帳 ((財)港湾空間高度化センター) に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

港湾	ターミナル	バース水深	デーク値
高雄港	6 T4 (バース115-119) (5B)	14.00	98.04
	7 T4 (バース120) (1B)	14.00	118.34
レムチャパン	8 第4ターミナル (1B)	14.00	136.33
ロッテルダム	9 デルタ/シーランド	16.00	175.76
ハンブルク	13 フォーカイト	13.70	84.44

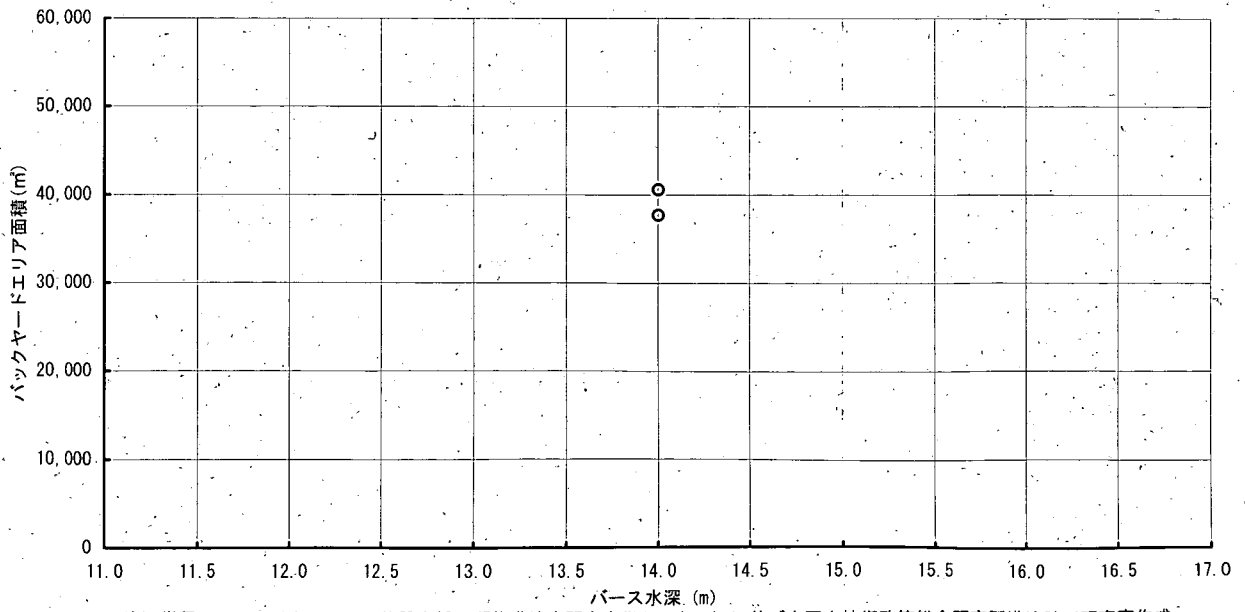
図-22 バックヤードエリア幅 (c)

国内港湾



注) 東京港, 横浜港, 大阪港, 神戸港の各埠頭会社の資料に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

海外港湾

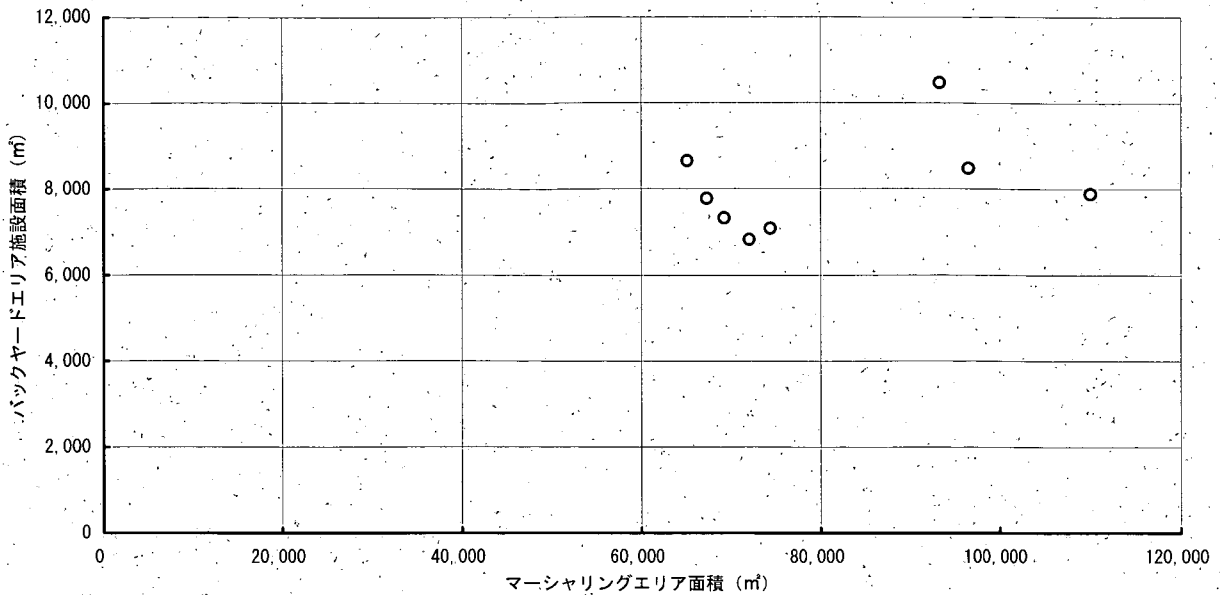


注) 世界のコンテナターミナル施設台帳 (財) 港湾空間高度化センター) に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

港湾	ターミナル	バース水深	データ値
高雄港	7 T4(バース120)	14.00	37,713
ムチャバン	8 第4ターミナル	14.00	40,605

図-23 バックヤードエリア面積 (C)

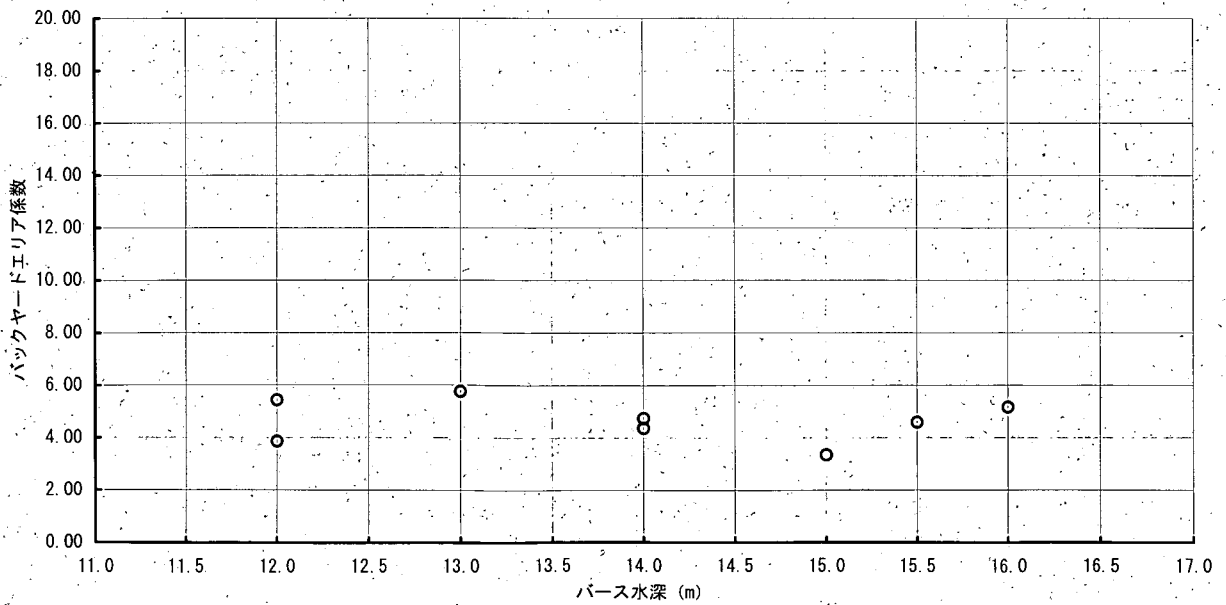
国内港湾



注) 東京港, 横浜港, 大阪港, 神戸港の各埠頭会社の資料に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

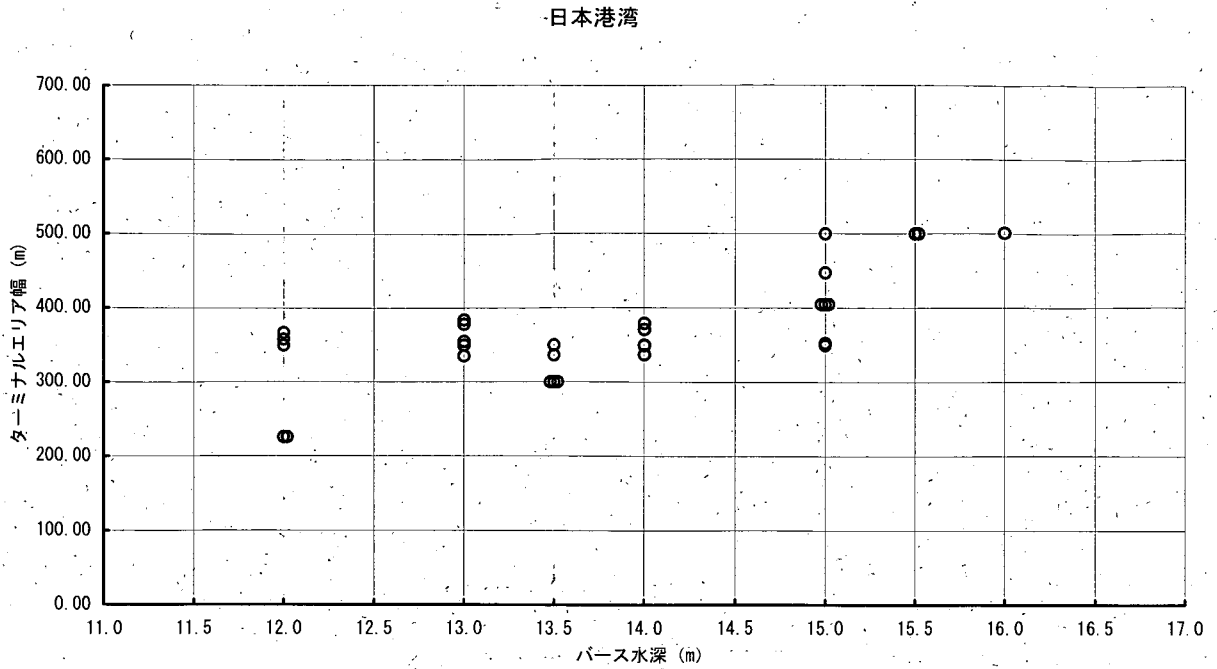
図-24 マーシャリングエリア面積 (B) とバックヤードエリア施設面積 (By) の関係

国内港湾

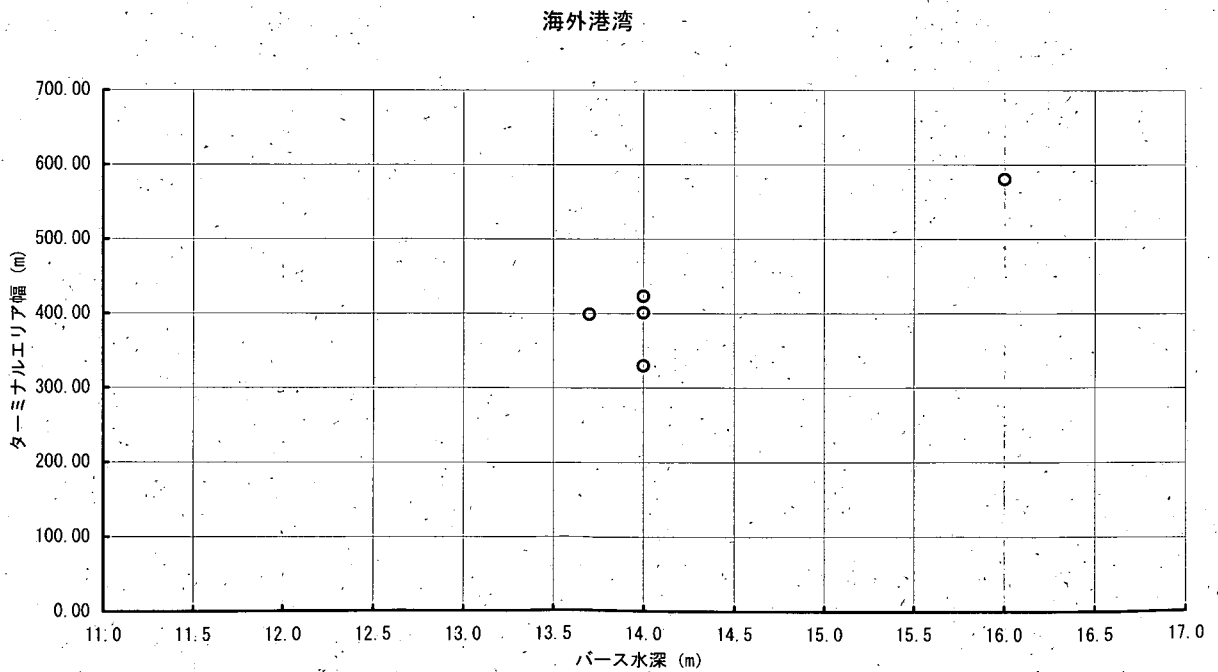


注) 東京港, 横浜港, 大阪港, 神戸港の各埠頭会社の資料に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

図-25 バックヤードエリア係数 (k)



注) 東京港, 横浜港, 大阪港, 神戸港の各埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成



注) 世界のコンテナターミナル施設台帳 ((財)港湾空間高度化センター) に基づき国土技術政策総合研究所港湾計画研究室作成

港湾	ターミナル	水深	背後長
高雄港	6 T4 (バース115-119) (5B)	14.00	423.48
	7 T4 (バース120) (1B)	14.00	400.91
レムチャバン	8 第4ターミナル (1B)	14.00	330.00
ロッテルダム	9 テルム/クワント	16.00	580.67
ハンブルグ	13 プーシャートMT	13.70	399.17

図-26 ターミナルエリア幅 (a+b+c)

4. コンテナターミナルエリア規模推計モデル

4.1 推計モデルの基本概念

2章の既往の研究、文献、基準等に関する分析、3章の国内外のコンテナターミナルの実態分析を踏まえて、港湾計画の策定段階での以下の条件が与えられた場合に、コンテナターミナル規模の4項目（バース長、エプロンエリア幅、マーシャリングエリア幅、バックヤードエリア幅）を推計するモデルを以下に提案する。この推計モデルのフローを図-27に示し、4.2以降に個別の具体的な推計手法を示す。

- ①計画取扱量 (TEU 単位)
- ②対象航路
- ③計画対象最大コンテナ船

4.2 バース長 (La)

コンテナバースのバース長 (La) は次式により求められる。

$$L_a = L_0 + \alpha \cdot B_0 \quad (1)$$

L_0 : 計画対象最大コンテナ船の船長

B_0 : 計画対象最大コンテナ船の船幅

α : 船首尾の係留索とバースとの交角度等により決定される係留部係数

(解説)

(1) α : 係留部係数の設定

交角度は、 $30 \sim 45^\circ$ が想定される。交角度 45° の場合には $\alpha = 1.0$ 、交角度 30° の場合には $\alpha = 1.7$ となる (図-28)。

ここで、単独バースでは大型コンテナ船ほど交角度は大きくすることが一般的である。また、連続バースでは、係留索をとるエリアを共用できるため、大きな交角度を必要とする大型船であっても、係留部係数としては小さく設定することができる。

(2) L_0 と B_0 の設定

L_0 と B_0 は対象船舶の DWT に基づき与えられるのが一般的である。しかしながら、大型コンテナ船の場合には、図-29 に示すように DWT に対応した L_0 と B_0 の関係は相似的不是ではない。このために、コンテナ船のタイプに応じて以下のように設定することが考えられる。

a) PANAMAX タイプ

パナマ運河の通航を想定するコンテナ船で最大級の船幅 ($B_0 = 32.2$) のコンテナ船は PANAMAX タイプとよばれる。

この PANAMAX タイプは $B_0 = 32.2$ で与えられるものの、 L_0 に関しては $180 \sim 290\text{m}$ と幅広く存在することから、対象船舶について十分に検討してから L_0 を設定する必要がある。

b) PANAMAXMAX タイプ

PANAMAX ($B_0 = 32.2\text{m}$) のうち最大の船長 (290m 程度) を有するコンテナ船は PANAMAXMAX とよばれる。このため、対象船舶が PANAMAXMAX タイプの場合には、 $L_0 = 300\text{m}$ 、 B_0 は 32.2m と設定される。

なお、この場合に式(1)を用いてバース長を算定すると次のように 350m となる。

$$290 + 1.7 \times 32.2 = 344.7 \approx 350$$

c) OVER-PANAMAX タイプ

パナマ運河の通航を想定しないコンテナ船 ($B_0 > 32.2\text{m}$) は OVER-PANAMAX あるいは POST-PANAMAX タイプとよばれる。この OVER-PANAMAX タイプの L_0 と B_0 の関係は、図-29 で見られるように幅広い。特に、船長が PANAMAXMAX タイプの 290m よりも短い OVER-PANAMAX タイプが多く存在する。このために、OVER-PANAMAX タイプにおいても対象船舶について十分に検討して L_0 を設定する必要がある。

なお、最もデータ数が多い $B_0 = 40.0$ 、 $L_0 = 275\text{m}$ の OVER-PANAMAX タイプを最大対象船舶とする場合に、式(1)を用いてバース長を算定すると次のように PANAMAXMAX タイプと同じ 350m となる。

$$275 + 1.7 \times 40.0 = 343 \approx 350$$

d) SUPER-OVER-PANAMAX タイプ

L_0 と B_0 がともに PANAMAXMAX タイプを越えるコンテナ船をここでは SUPER-OVER-PANAMAX タイプとする。2001年の LMIS データベースでは 53 隻であるものの今後さらに増大することが想定される。この SUPER-OVER-PANAMAX タイプを計画対象最大コンテナ船とする場合には、今後の大型化の動向を想定して、 B_0 、 L_0 を設定する必要がある。なお、2001年における最大の SUPER-OVER-PANAMAX タイプ ($B_0 = 42.8$ 、 $L_0 = 347\text{m}$)、および次の規模の SUPER-OVER-PANAMAX タイプ ($B_0 = 42.8$ 、 $L_0 = 318\text{m}$) を最大対象船舶とする場合に、式(1)を用いてバース長を算定すると次のようになる。

$$347 + 1.7 \times 42.8 = 419.8 \approx 420$$

$$318 + 1.7 \times 42.8 = 390.8 \approx 390$$

(3) 標準的な値

港湾計画の策定段階において計画対象最大コンテナ船の船舶諸元が確定出来ない場合の単独バースでは、船型タイプから表-4 に示す値が考えられる。

なお、実際の港湾計画の策定段階では、個別の対象船舶、単独・連続バース、係留方法等を十分に検討することが必要である。とくに、連続バースの場合には係留索の部分を重複して使用することが可能となるために、単位バースあたりの延長を短くすることができる。

表-4 バース長の標準的な値

	バース長 (La)
PANAMAX タイプ	300~350m
PNAMAXMAX タイプ	350m
OVER-PANAMAX タイプ	350m
SUPER-OVER-PANAMAX タイプ	350~400m

4.3 バース水深

コンテナバースのバース水深 (Da) は次式により求められる。

$$Da = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot d_0 \quad (2)$$

β_1 : 余裕水深比率

β_2 : 入出港喫水率

d_0 : 計画対象最大コンテナ船の満載喫水

(解説)

(1) β_1 : 余裕水深比率の設定

船舶のもっと深い部分と海底面との間に余裕を確保することが必要である。この余裕は最大喫水の 10%程度が標準¹⁶⁾とされていることから、 $\beta_1=1.1$ とすることが考えられる。

(2) β_2 : 入出港喫水率の設定

入出港において満載の状態が通常に想定される場合には $\beta_2=1.0$ となる。空コンテナの積載等によりコンテナ船は満載状態にならないのが通常である。この場合には $\beta_2=1.0$ 以下の値にすることが考えられる。

(3) バース水深の設定

$Da = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot d_0$ により算定された結果は整数値にならないため、整数値に切り上げることが必要である。しかしながら、数 cm を越えた場合においてもさらに 1m の増深することの妥当性については、 β_2 の設定とあわせて十分に検討することが必要である。このために、例えば大水深バースの場合には 0.2m を越えた場合に 1m の増深すること、あるいは 1m 単位ではなく 0.5m 単位での切り上げが考えられる。

(4) 標準的な値

港湾計画の策定段階において計画対象最大コンテナ船の船舶諸元が確定出来ない場合には、船型タイプから表-5 に示す値が考えられる。

4.4 エプロンエリア幅

エプロンエリア幅 (a) は次式により求められる。

$$a = a_1 + a_2 + a_3 \quad (3)$$

a_1 : 軌法線間距離

a_2 : レールスパン幅

a_3 : クレーン背後の車両通行帯幅

(解説)

(ここで、*については「コンテナターミナル施設計画報告書」¹⁴⁾より引用)

(1) a_1 : 軌法線間距離の設定

海側レールから岸壁法線までの距離は係船柱、コンテナ用ケーブル溝、ケーブル巻き上げ、係留コンテナ船の昇降階段の設置等を考慮した 3.0m* が考えられる。

(2) a_2 : レールスパン幅の設定

レールスパンは一船荷役にかかるクレーンの台数分のレーンに予備として 1レーンを加えたものを確保できる幅であることが望ましい。さらに、歩行者、雑務車両の通路として 5m 程度を追加することが必要とされる。

なお、クレーン下の 1レーンあたりの必要幅は次のように考えられる。

表-5 バース水深の標準的な値

	対象満載喫水 (d_0)	必要水深 (D)	バース水深 (Da)
PANAMAX タイプ	11.5~12.5m	12.40~13.48m	12.5~13.5m
PNAMAXMAX タイプ	12.0~13.5m	12.93~14.55m	13.0~15.0m
OVER-PANAMAX タイプ	13.0~14.0m	14.01~15.09m	14.0~15.0m
SUPER-OVER-PANAMAX タイプ	14.0~14.5m	15.09~15.63m	15.0~16.0m

・トラクタートレーラー 5.0m/レーン*

・ストラドルキャリア 5.5m/レーン*

この結果、1船あたり3基のクレーンを使用し、ストラドルキャリアを用いる場合には a₂ は次のように考えられる。

$$a_2 = (3+1) \cdot \text{レーン} \times 5.5\text{m}/\text{レーン} + 8\text{m (余裕幅)} = 30\text{m}$$

なお、クレーンの構造面から設定されるレールスパンが、この所要レーン幅よりも大きい場合にはその値とすることが必要である。

(3) a₃ : クレーン背後の車両通行帯幅の設定

トラクタートレーラーの場合には、クレーン背後の車両通行帯はハッチカバー (4列: 11m, 5列: 13.5m) *の仮置場および最小レーン幅 3.5m*に余裕幅 3mを加えた 20m (5列ハッチカバーのケース) が考えられる。

ストラドルキャリアの場合には、キャリアの旋回幅 22m*に余裕幅 15mを加えた 37mが考えられる。

(4) a : エプロンエリア幅の算定例*

この結果、1船あたり3基のクレーンを使用し、ストラドルキャリアを用いる場合には a は次のように算定される。

$$a = a_1 + a_2 + a_3 = 3.0 + 30 + 37 = 70\text{m}$$

(5) a : エプロンエリア幅の標準的な値

通常の港湾計画の策定段階では、ターミナルにおける荷役方式までは必ずしも想定されない。このため、上記の結果および図-16 から次の値が考えられる。

$$a = 50 \sim 80\text{m}$$

4.5 マーシャリングエリア幅

マーシャリングエリア幅 (b) は次式により求められる。

$$b = B / La \quad (3)$$

B : マーシャリングエリア面積

ここで、マーシャリングエリア面積は、計画取扱量 : V₀ (TEU 単位) から以下のように段階的に計算することで与えられる。

STEP1 V₁ : マーシャリングエリア面積を計画するための対象コンテナ個数の算定

$$V_1 = f \cdot V_0 / e$$

e : 年間回転数

f : ピーク係数

STEP2 V₂ : グランドスロット数の算定

$$V_2 = V_1 / (g_1 \cdot g_2)$$

g₁ : 最大段積係数

g₂ : 有効係数

STEP3 Gy : グランドスロット面積の算定

$$V_3 = V_2 \cdot (1 - h)$$

$$V_4 = V_2 \cdot h$$

$$Gy = V_3 \cdot i_1 + V_4 \cdot i_2$$

h : リーフコンテナグランドスロット比率

V₃ : ドライコンテナグランドスロット数

V₄ : リーフコンテナグランドスロット数

i₁ : ドライコンテナ 1TEU あたりの床面積

i₂ : リーフコンテナ 1TEU あたりの床面積

STEP4 B : マーシャリングエリア面積の算定

$$B = Gy \cdot j$$

j : マーシャリングエリア係数

(解説)

(*については「コンテナターミナル施設計画報告書」¹⁴⁾より引用)

(1) e : 年間回転数の設定

年間回転数 (e) は、対象航路および計画対象最大コンテナ船から設定される。具体的には、年間作業日数 (Dy) を当該ヤード内の平均蔵置日数 (Dt) で割ることで算定される。年間作業日数 (Dy) を 364 日 (1 月 1 日休み) とした場合の e は次の値が考えられる。

$$e = Dy / Dt$$

e : 52 ~ 182

Dy = 364 日 輸出コンテナ : Dt = 2 ~ 7 日*

e : 40 ~ 121

Dy = 364 日 輸入コンテナ : Dt = 3 ~ 9 日*

ここで、対象航路を Weekly サービスとして考えるならば Dt = 7 日となる。

(2) f : ピーク係数の設定

横浜港における月変動の実績値 (2000 年) は 1.125 (月最大取扱量 / 平均取扱量) となっており、週間的な変動としてはこの値の二乗値を想定する。

ここで f について、次の値が考えられる。

$$f = 1.2 \sim 1.3^*$$

(3) g_1 : 最大段積係数, g_2 : 有効係数の設定

計画段階で想定する最大段積係数 (g_1), 稼働状態における平均的な段積数を設定する有効係数 (g_2) については, 次の値が考えられる.

g_1 : トランスファークレーン=4~5 段*

ストラドルキャリア =3~4 段*

g_2 : 0.75*

(4) $f / (e \cdot g_1 \cdot g_2)$ の設定

通常の港湾計画の策定段階では, e, f, g_1, g_2 を具体的に設定するのは容易ではない.

このため3章で対象としたコンテナターミナルでの港湾取扱実績値とグランドスロット数から $f / (e \cdot g_1 \cdot g_2)$ の実績値を逆解析した. その結果を図-30 に示す. この結果から次の値が考えられる. なお, 0.030 を越える実績を有するターミナルも存在する.

$$f / (e \cdot g_1 \cdot g_2) = 0.005 \sim 0.020$$

(5) h : リーフコンテナグランドスロット比率の設定

全体のグランドスロット数から, リーフコンテナ対応のグランドスロット数を設定するリーフコンテナグランドスロット比率 (h) については, 3章で示した図-20 から次の値が考えられる.

$$h = 0.05 \sim 0.15$$

(6) i_1 : ドライコンテナ 1TEU あたりのグランドスロット床面積および i_2 : リーフコンテナ 1TEU あたりのグランドスロット床面積の設定

$$i_1 = (8\text{feet} \times 20\text{feet}) = 14.87\text{m}^2$$

$$i_2 = 19.47\text{m}^2 \quad \text{国内港湾の実績から設定}$$

(7) j : マーシャリングエリア係数の設定

マーシャリングエリア係数 (j) については, 4.3 で設定されるバース水深に対応して, 3章で示した図-21 から次の値が考えられる.

$$j = 2.0 \sim 3.0 \quad (\text{水深 } 15\text{m 未満})$$

$$= 2.5 \sim 3.5 \quad (\text{水深 } 15\text{m 以上})$$

(8) マーシャリングエリアに関する標準的な値

通常の港湾計画の策定段階でのマーシャリングエリアの設定に関しては, 直接マーシャリング幅を設定する場合のみならずそれ以前の様々な段階を設定することが考えられる. ここでは, 各段階に応じた標準的な値を示す.

① グランドスロット数

グランドスロット数については, 4.3 で設定されるバース

水深に対応して, 3章で示した図-19 から次の値が考えられる.

水深 15m 未満 : 1500~2000TEU

水深 15m 以上 : 1500~2500TEU

② マーシャリングエリア面積

マーシャリングエリア面積については, 4.3 で設定されるバース水深に対応して, 3章で示した図-18 から次の値が考えられる.

水深 15m 未満 : 40,000~90,000 m^2

水深 15m 以上 : 70,000~110,000 m^2

③ マーシャリングエリア幅

マーシャリングエリア幅については, 4.3 で設定されるバース水深に対応して, 3章で示した図-17 から次の値が考えられる.

水深 13m 未満 : 150~250m

水深 13 以上~15.5m 未満 : 200~300m

水深 15.5m 以上 : 250~330m

4.6 バックヤードエリア幅

バックヤードエリア幅 (c) は次式により求められる.

$$c = C / La \quad (4)$$

C : バックヤードエリア面積

ここで, バックヤードエリア面積は次式により得られる.

$$C = B_y \cdot k$$

B_y : バックヤードエリア施設面積 (バックヤードに建設されるコンテナプレートステーション, メンテナンスショップ, 管理棟, ゲート等の床面積)

k : バックヤードエリア係数

(解説)

(*については「コンテナターミナル施設計画報告書」¹⁴⁾より引用)

(1) B_y : バックヤードエリア施設面積

バックヤードエリア施設面積(B_y)の各施設について, 次の値が考えられる.

コンテナプレートステーション

$$= \text{幅} (30 \sim 60\text{m}) \times \text{長さ} (100 \sim 180\text{m}) *$$

メンテナンスショップ = 800~1000 m^2 *

管理棟 = 1000~2000 m^2 *

ゲート = 300 m^2 *

しかしながら, ここでは3.4での分析結果を踏まえて, マーシャリングエリア面積に応じて, バックヤードエリ

ア施設面積として次の値が考えられる。

マーシャリングエリア面積	バックヤードエリア施設面積
90,000m ² 未満	7,500m ²
90,000m ² 以上	9,000m ²

(2) k : バックヤードエリア係数の設定

バックヤードエリア係数 (k) については、3.4 での分析結果から次の値が考えられる。

$$k=4.5$$

(3) c : バックヤードエリア幅の標準的な値

通常の港湾計画の策定段階では、バックヤードの個別施設の床面積までは明確に想定されない。このため、コンテナプレートステーション、メンテナンスショップ、管理棟、ゲートの4施設を有するバックヤードエリアの幅については、3章で示した図-22 から次の値が考えられる。

$$c = 90 \sim 130\text{m}$$

4.7 コンテナターミナルエリア幅

コンテナターミナルエリア幅 (Lb) は次式により得られる。

$$Lb = a + b + c \quad (5)$$

a : エプロンエリア幅

b : マーシャリングエリア幅

c : バックヤードエリア幅

(解説)

(1) コンテナターミナルエリア幅 (Lb) の算定

コンテナターミナルエリア幅 (Lb) は、(a) エプロンエリア幅、(b) マーシャリングエリア幅、(c) バックヤードエリア幅の合計値として求められる。

(2) コンテナターミナルエリア幅 (Lb) の比較検証

コンテナターミナルエリア幅 (Lb) は、個別に算定される (a)、(b)、(c) の合計値で求められる。このため、場合によっては過小、あるいは過大となることがある。このため、4.3 で設定されるバース水深に対応して3章の図-26 で示される以下の値と比較検証することが望ましい。

水深 15m 未満 : Lb=300~400m

水深 15m 以上 : Lb=350~600m

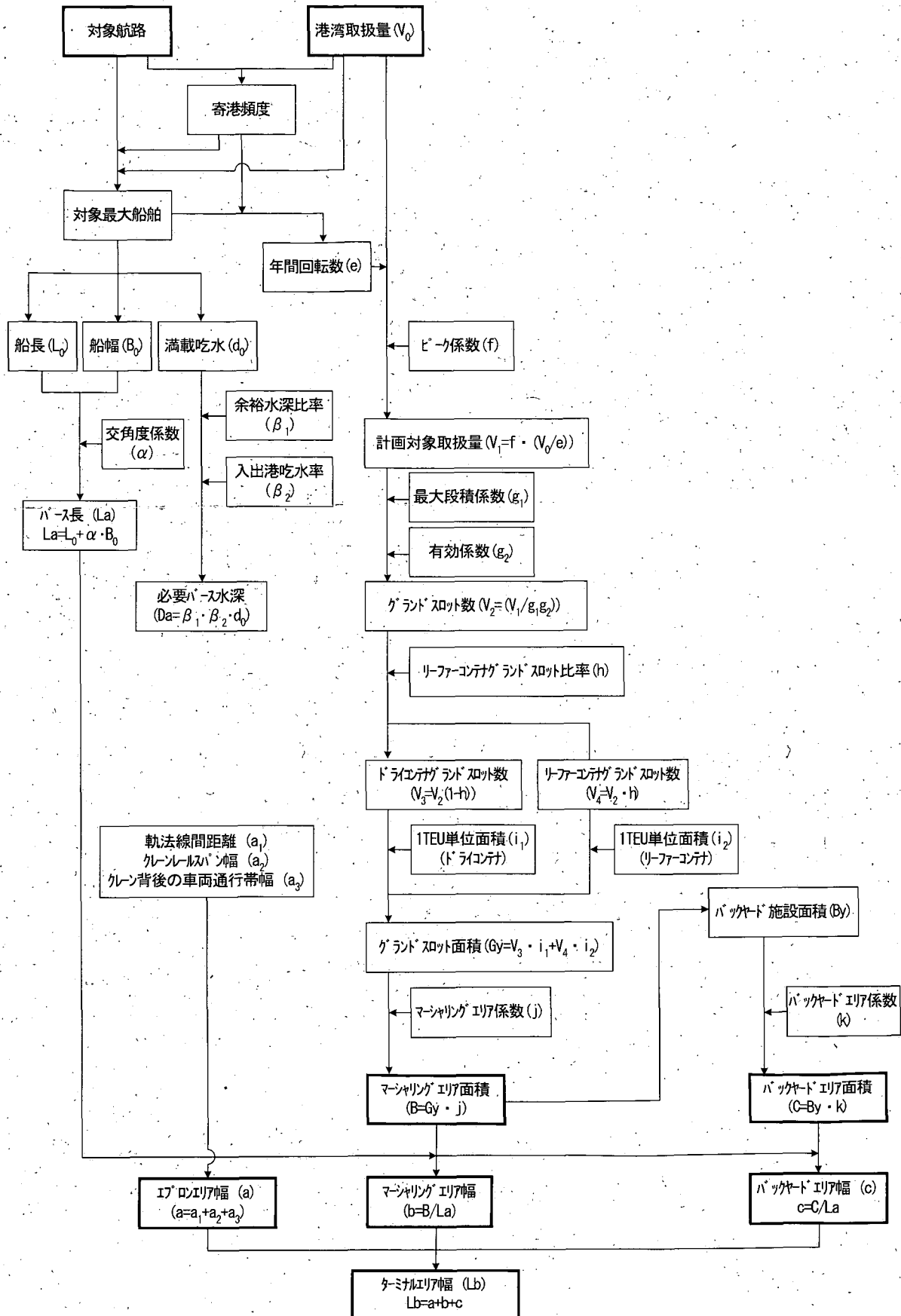
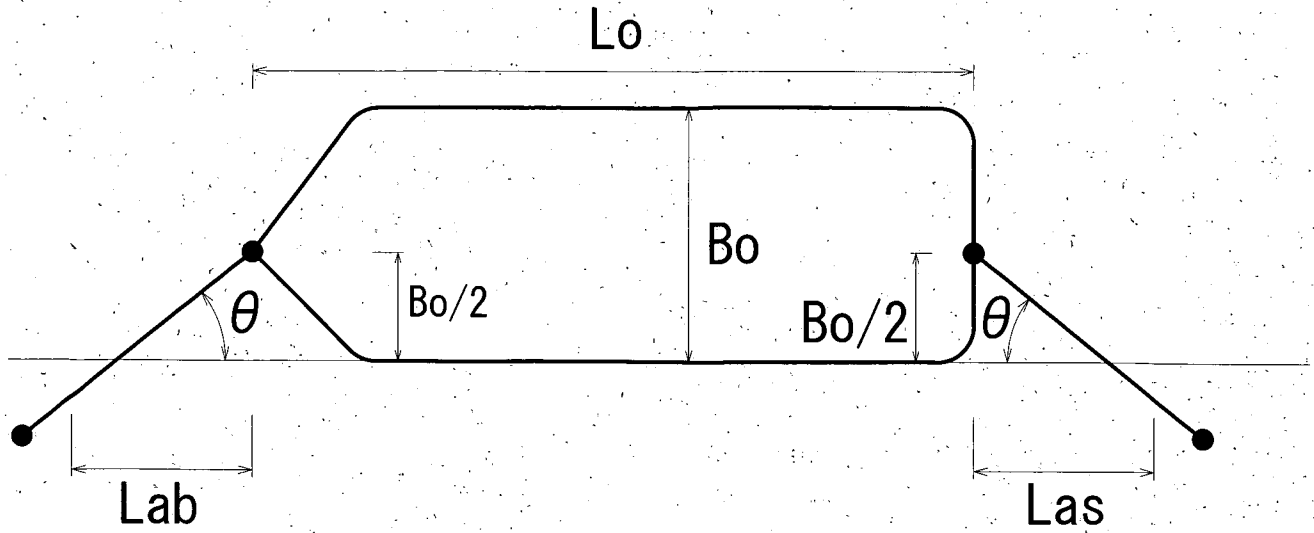


図-27 コンテナバースターミナルエリア規模推計モデル



$$\theta = 45^\circ \quad Lab = Las = B_0/2 \quad \rightarrow \quad Lab + Las = B_0 \quad \alpha = 1.0$$

$$\theta = 30^\circ \quad Lab = Las = \sqrt{3}B_0/2 \quad \rightarrow \quad Lab + Las = \sqrt{3}B_0 \quad \alpha = 1.7$$

図-28 α の設定

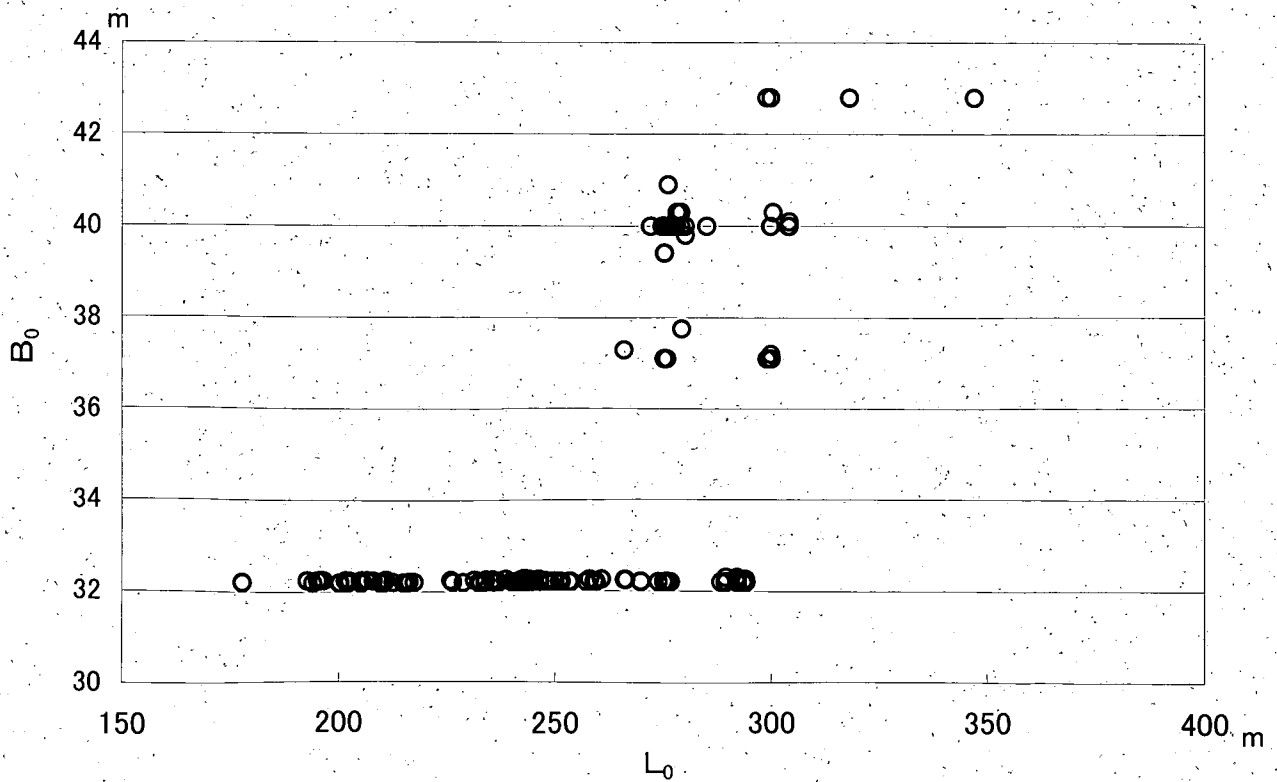


図-29 大型コンテナ船における L_0 と B_0 の関係

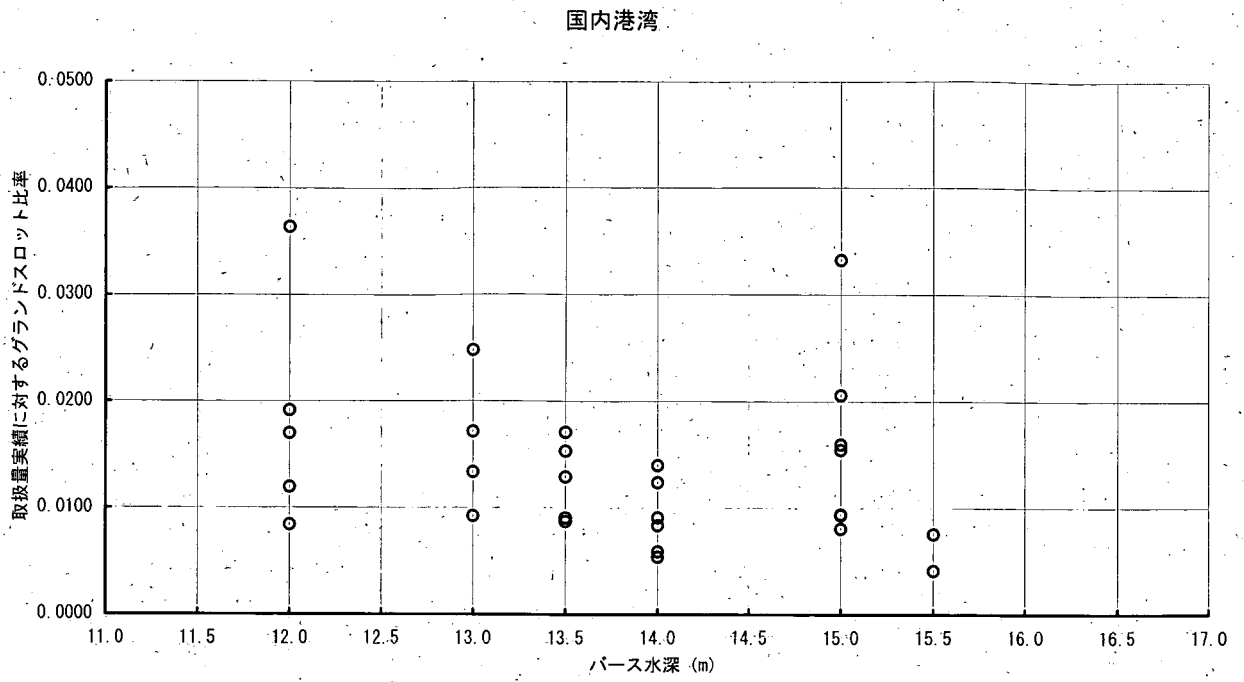


図-30 取扱量実績に対するグラントスロット比率 ($f/eg, g_2$)

5. コンテナターミナルエリア規模推計モデルによる事例解析

ここで、幾つかの係数等については複数（*：複数のケースを設定する条件）を想定し、その組み合わせのケースによりコンテナターミナルエリア幅（Lb）の算定を行った結果を以下に示す。特に、年間回転数、平均段積係数の設定により、コンテナターミナルエリア幅（Lb）は大きく異なることが明らかになる。

4章において構築したモデルにより、港湾計画策定時において実際に想定されるケースを対象として事例解析を行う。

表-6 事例解析における初期条件（*：複数ケースを設定する条件）

*La	バース長	350m,400m
*Da	バース水深	14m,15m
*V0	港湾取扱量	20万TEU,25万TEU,30万TEU,35万TEU
a	エプロンエリア幅員	70m
*e	年間回転数	40回転/年,60回転/年,80回転/年,100回転/年
f	ピーク係数	1.25
*g1	最大段積係数	3段,4段,5段
g2	有効係数	0.75
h	リーフコンテナラントスロット比率	0.1
i1	ドライコンテナラント1TEU面積	14.87 m ²
i2	リーフコンテナラント1TEU面積	19.47 m ²
j	マーシャリングエリア係数	2.5 (バース水深 15m 未満) 3.0 (バース水深 15m 以上)
By	バックヤードエリア施設面積	7,500m ² (マーシャリングエリア面積 90,000m ² 未満) 9,000m ² (マーシャリングエリア面積 90,000m ² 以上)
k	バックヤードエリア係数	4.5

【事例解析 ケース1】

La：バース長：400m
 Da：バース水深：15m
 V₀：港湾取扱量：35万TEU
 *e：年間回転数：40回転/年 60回転/年
 80回転/年 100回転/年
 *g₁：最大段積係数：3段,4段,5段

【事例解析 ケース2】

La：バース長：350m
 Da：バース水深：15m
 V₀：港湾取扱量：35万TEU
 *e：年間回転数：40回転/年 60回転/年
 80回転/年 100回転/年
 *g₁：最大段積係数：3段,4段,5段

Lb：ターミナルエリア幅 (単位：m)

(最大段積係数)	年間回転数 (回転/年)			
	40	60	80	100
3	730	544	451	378
4	590	451	364	322
5	507	378	322	289

Lb：ターミナルエリア幅 (単位：m)

(最大段積係数)	年間回転数 (回転/年)			
	40	60	80	100
3	824	612	505	422
4	665	505	406	358
5	569	422	358	320

【事例解析 ケース 3】

La : パース長 : 350m
 Da : パース水深 : 15m
 V₀ : 港湾取扱量 : 30 万 TEU
 *e : 年間回転数 : 40 回転/年 60 回転/年
 80 回転/年 100 回転/年
 *g₁ : 最大段積係数 : 3 段, 4 段, 5 段

Lb : ターミナルエリア幅 (単位 : m)

	年間回転数 (回転/年)			
	40	60	80	100
(最大段積係数)				
3	733	551	459	385
4	596	459	372	331
5	514	385	331	317

【事例解析 ケース 4】

La : パース長 : 350m
 Da : パース水深 : 15m
 V₀ : 港湾取扱量 : 25 万 TEU
 *e : 年間回転数 : 40 回転/年 60 回転/年
 80 回転/年 100 回転/年
 *g₁ : 最大段積係数 : 3 段, 4 段, 5 段

Lb : ターミナルエリア幅 (単位 : m)

	年間回転数 (回転/年)			
	40	60	80	100
(最大段積係数)				
3	642	490	395	349
4	528	395	338	303
5	459	349	303	276

【事例解析 ケース 5】

La : パース長 : 350m
 Da : パース水深 : 14m
 V₀ : 港湾取扱量 : 20 万 TEU
 *e : 年間回転数 : 40 回転/年 60 回転/年
 80 回転/年 100 回転/年
 *g₁ : 最大段積係数 : 3 段, 4 段, 5 段

Lb : ターミナルエリア幅 (単位 : m)

	年間回転数 (回転/年)			
	40	60	80	100
(最大段積係数)				
3	490	369	319	288
4	395	319	280	258
5	349	288	258	239

6. コンテナターミナルエリア規模推計モデルの トランシップ対応型コンテナターミナル(PTT) への適用の可能性

6.1 PTT (Pure Transshipment container-Terminal) の 概念

4章では、主に港湾の背後圏にODを有するコンテナ貨物を対象にしたコンテナターミナルについての規模推計モデルを示している。こうした従来型のコンテナターミナルとは異なり、近年ではトランシップコンテナを主対象としたコンテナターミナルが出現している。

こうしたトランシップコンテナを主対象としたコンテナターミナルは、近年のわが国においては存在していないものの、今後はスーパー中核港湾等においても想定されている。このため、このようなコンテナターミナルについての規模推計モデルが必要になる。

このために、4章で検討した規模推計モデルの適用可能性について検討する。具体的には、海外におけるトランシップを対象としたターミナルの諸元を分析し、4章で検討した規模推計モデルから得られる推計結果との比較を実施する。

なお、本研究ではこのトランシップコンテナを主対象としたターミナルをトランシップ対応コンテナターミナル(PTT: Pure Transshipment container-Terminal)とする。

6.2 世界のPTTの実態分析

PTTとして、Singapore港(Pasir Panjung Terminal)、Algeciras港、Gioia Tauro港、Salalah港、Tanjung Pelepas港、Port Said港のコンテナターミナルを対象とした。ターミナルに関連する各種の諸元、ターミナル平面図について整理した結果を付録Bに示す。同一の項目に全て整理されていないものの、コンテナターミナルの基本諸元(1バースあたり)について推計等を踏まえて表-7に整理する。

ここで、Singapore港 Pasir Panjung Terminal 以外は、Maersk-Sealand社の拠点ターミナルが対象となっている。

6.3 PTT計画への規模推計モデルの適用の可能性

主に港湾の背後圏にODを有するコンテナ貨物を対象にした日本の伝統的なコンテナターミナルの計画基準として構築した4章での規模推計モデルをPTTへ適用する可能性について検討する。

この検証のためには、ターミナルの諸元のみならず初期条件としての①計画取扱量(TEU単位)、②対象航路、③計画対象最大コンテナ船の情報が必要となる。

ここで、6.2で対象とした港湾のうちTanjung Pelepas港のみについては計画取扱量(TEU単位)が示されている。また、このTanjung Pelepas港はMaersk-Sealand社がSingapore港に代わる東南アジアでの中継拠点港と位置づ

表-7 世界のPTTの実態

	バース水深*2	バース長	ターミナルエリア幅*6	T/S率
Singapore 港*1	-16m	350m	400m	78%*7
Algeciras 港	-16m	312m*4	420m	83%*8
Gioia Tauro 港	-15.5m～(-16m)*3	—*5	400m	100%*9
Salalah 港	-16m	—*5	444m	99%*10
Tanjung Pelepas 港	-15m	360m	550m	—*11
Port Said 港	-16.5m～(-17.5m)*3	300m	500m	—*12

*1: Pasir Panjung Terminal を対象

*2: 最大水深を対象としている。

*3: () 内の値は将来計画値

*4: 図面から推定バース数に基づく推定値

*5: 延長は示されているもののバース数が示されていない。

*6: ターミナルエリア幅としては示されていないので、ターミナル面積からの算定、図面計測による。

*7: Drewry Report

*8: 須野原豊: ヨロッパとアフリカの十字路にあるアルジェiras港, 雑誌「港湾」2001.6

*9: Major Container Ports and Container Flows in and around the Meiterranean Region/OCDI

*10: 岡田光彦: 中東の新しいハブ, サララ港, 雑誌「港湾」2000.10

*11: T/S率が示されたデータはないものの、Singapore港から機能を移転させたターミナルであることからPTTとした。

*12: 計画において「Transshipment Center for the EasternMediterranean」とされていることからPTTとした。

けていることから、②対象航路は、欧州－アジア、アジア－北米の基幹航路およびアジア域内航路と想定される。その結果、③計画対象最大コンテナ船としては Maersk-Sealand 社が基幹航路に投入している Maersk-Sealand 社所有の最大級のコンテナ船と想定される。この想定に基いた結果をターミナル規模推計モデルに適用するための初期条件として以下に整理する。

計画策定段階での初期条件

- ①計画取扱量 (TEU 単位) : 640,000TEU / 1バースあたり
- ②対象航路 : 欧州－アジア－北米
- ③計画対象最大コンテナ船 : SUPER-OVER-PANAMAX タイプとして次の2タイプを想定する。

S シリーズ La=347m B=42.8m d₀=14.5m

K シリーズ La=318m B=42.8m d₀=14.0m

この初期条件に基づいて、4章のコンテナターミナル規模推計モデルにより推計を行い、その結果と Tanjung Pelepas 港のコンテナターミナルの実際の諸元との整合性を分析する。

Tanjung Pelepas 港のターミナル諸元 (1バースあたり)

- ①バース長 360m
- ②バース水深 15m
- ③ターミナルエリア幅 555m
- ④ターミナルエリア面積 200,000m²
- ⑤グラントスロット数 3,690TEU
- ⑥リーファグラントスロット数 350pts

(1) バース長 (La) の検証

S シリーズ (La=347m B=42.8m d₀=14.5m) の場合

$\alpha=1.0$ La (バース長) = 347 + 1.0 × 42.8 = 390m

$\alpha=1.7$ La (バース長) = 347 + 1.7 × 42.8 = 420m

K シリーズ (La=318m B=42.8m d₀=14.0m)

$\alpha=1.0$ La (バース長) = 318 + 1.0 × 42.8 = 361m

$\alpha=1.7$ La (バース長) = 318 + 1.7 × 42.8 = 390m

Tanjung Pelepas 港のバース長は 360m であることから、最大級の S シリーズでは対応出来ない結果とはなっているものの、K シリーズに対する推計結果は実際の値と同様の値となっている。

ただし、Tanjung Pelepas 港は 6バースが連続的に配置されており、また、同一のターミナルオペレータにより運用されていることから、 α の低い場合においても対応が可能になっていると考えられる。

(2) バース水深 (Da) の検証

S シリーズ (La=347m B=42.8m d₀=14.5m) の場合

$\beta_1=1.1$ $\beta_2=0.98$

Da (バース水深) = 1.1 × 0.98 × 14.5 = 15.6

K シリーズ (La=318m B=42.8m d₀=14.0m) の場合

$\beta_1=1.1$ $\beta_2=0.98$

Da (バース水深) = 1.1 × 0.98 × 14.0 = 15.1

Tanjung Pelepas 港のバース水深は 15m であることから、最大級の S シリーズでは対応出来ないものの、次の K シリーズであれば対応可能な結果となっている。

ただし、S シリーズにおいても、 $\beta_2=0.95$ とすればバース水深 15m での対応も可能となる。

Da (バース水深) = 1.1 × 0.95 × 14.5 = 15.1

(3) グラントスロット数 (V2) の検証

4.5の解説で示した内容に基づき、以下の値を設定する。

Dy (年間作業日数) = 365 日

Dt (平均蔵置日数) = 3, 6, 9 日

(4.5の解説で示した範囲に基づき 3 ケースを設定)

f=1.25 (1.2~1.3の中央値)

g1: トランスファークレーン=5 段

(4~5 段の上方値)

g2: 0.75

① Dt (平均蔵置日数) = 3 日のケース (e = 122)

V2 (グラントスロット数)

= 1.25 × 640,000 / (122 × 5 × 0.75) = 1750

② Dt (平均蔵置日数) = 6 日のケース (e = 61)

V2 (グラントスロット数)

= 1.25 × 640,000 / (61 × 5 × 0.75) = 3500

③ Dt (平均蔵置日数) = 9 日のケース (e = 41)

V2 (グラントスロット数)

= 1.25 × 640,000 / (41 × 5 × 0.75) = 5200

Tanjung Pelepas 港のグラントスロット数は 3690 であり、Dt (平均蔵置日数) = 6 日のケース (e = 61) の結果である 3500 と同程度の値となっている。

このように、f, Dt 等について中間的な値を用いた結果、実際の値と同様の値となった。

(4) リーファコンテナグラントスロット数 (V4) の検証

4.5の解説で示した内容に基づき以下の値を設定し、グラントスロット数として整合性が高かった Dt (平均蔵置日数) = 6 日のケースでの推計結果を用いる。

$h = 0.05, 0.10, 0.15$ (4.5 の解説で示した範囲に基づき 3 ケースを設定)

① h (リーファコンテナグランドスロット比率)

= 0.05 のケース

V4 (リーファグランドスロット数)

= $3500 \times 0.050 = 175$

② h (リーファコンテナグランドスロット比率)

= 0.10 のケース

V4 (リーファグランドスロット数)

= $3500 \times 0.10 = 350$

③ h (リーファコンテナグランドスロット比率)

= 0.15 のケース

V4 (リーファグランドスロット数)

= $3500 \times 0.15 = 525$

Tanjung Pelepas 港のリーファグランドスロット数は 350 であり、 h (リーファコンテナグランドスロット比率) = 0.10 の結果である 350 と同値となっている。

このように、 h について中間的な値を用いた結果、実際の値と同様の値となった。

(5) マーシャリングエリア面積、マーシャリングエリア幅の検証

4.4 の解説で示した内容に基づき、以下の値を設定する。

4.5 の解説で示した内容に基づき以下の値を設定する。なお、ここでは前段階まで再現性の高かった全グランドスロット数 3500 (リーファグランドスロット数 350) の推計結果を用いる。

$i1 = 14.87m^2$

$i2 = 19.47m^2$

$j = 2.5, 3.0, 3.5$ (4.5 で示した範囲に基づき 3 ケースを設定)

① j (マーシャリングエリア係数) = 2.5 のケース

マーシャリングエリア面積 : $(3,150 \times 14.87 + 350 \times 19.47) \times 2.5 \approx 134,100m^2$

マーシャリングエリア幅 : $134,100 / 360 = 373m$

② j (マーシャリングエリア係数) = 3.0 のケース

マーシャリングエリア面積 : $(3,150 \times 14.87 + 350 \times 19.47) \times 3.0 \approx 161,000m^2$

マーシャリングエリア幅 : $161,000 / 360 = 447m$

③ j (マーシャリングエリア係数) = 3.5 のケース

マーシャリングエリア面積 : $(3,150 \times 14.87 + 350 \times 19.47) \times 3.5 \approx 187,800m^2$

マーシャリングエリア幅 : $187,800 / 360 = 522m$

資料 B-5 での Tanjung Pelepas 港のターミナルにおいては、エプロンエリアとマーシャリングエリアを合わせてターミナルエリアとしている。このため、エプロンエリア幅を 4.4 で解説で具体的に算定した 70m とすると各ケースのコンテナターミナルエリア幅は次のように算定される。

① j (マーシャリングエリア係数) = 2.5 のケース

コンテナターミナルエリア幅 : $373 + 70 = 443m$

② j (マーシャリングエリア係数) = 3.0 のケース

コンテナターミナルエリア幅 : $447 + 70 = 517m$

③ j (マーシャリングエリア係数) = 3.5 のケース

コンテナターミナルエリア幅 : $522 + 70 = 592m$

Tanjung Pelepas 港のターミナルエリア幅は 555m であり、 j (マーシャリングエリア係数) として選択した中間値の 3.0 のケースの結果に近い値となっている。

6.4 PTT 計画への規模推計モデルの適用に対する評価

4 章で検討したコンテナターミナルの規模推計モデルにおける各係数の値は、PTT とは異なる国内外の一般的なコンテナターミナルの分析に基づいて設定されている。しかしながら、Tanjung Pelepas 港の計画取扱量に基づき、推計の各段階において幅で与えられた係数の中間値により推計を実施した結果、現実のコンテナターミナルの規模とほぼ同じ値となった。

この結果、さらに他港の PTT での検証が必要であるものの、各係数を適切に設定することにより、4 章で示したコンテナターミナル規模推計モデルは、PTT にたいしてもの適用することが可能であると判断される。

7. おわりに

本研究では、既往の文献、基準の分析、国内外のコンテナターミナルの実態分析を踏まえて港湾計画策定段階で得られる対象航路、対象最大コンテナ船の規模、計画取扱量を前提としたコンテナターミナルの規模推計モデルを構築した。

ここでは、主にわが国の主要なコンテナターミナルの分析に基づき、推計の各段階における係数を設定した。

さらに、この規模推計モデルをトランシップコンテナ対応型コンテナターミナル (PTT) への適用についても検討し、適用の可能性を明らかにした。

今後は、コンテナターミナルに関するデータをさらに分析して、より妥当な係数設定を実施することにより、コンテナターミナル規模推計モデルを改善することが必要である。

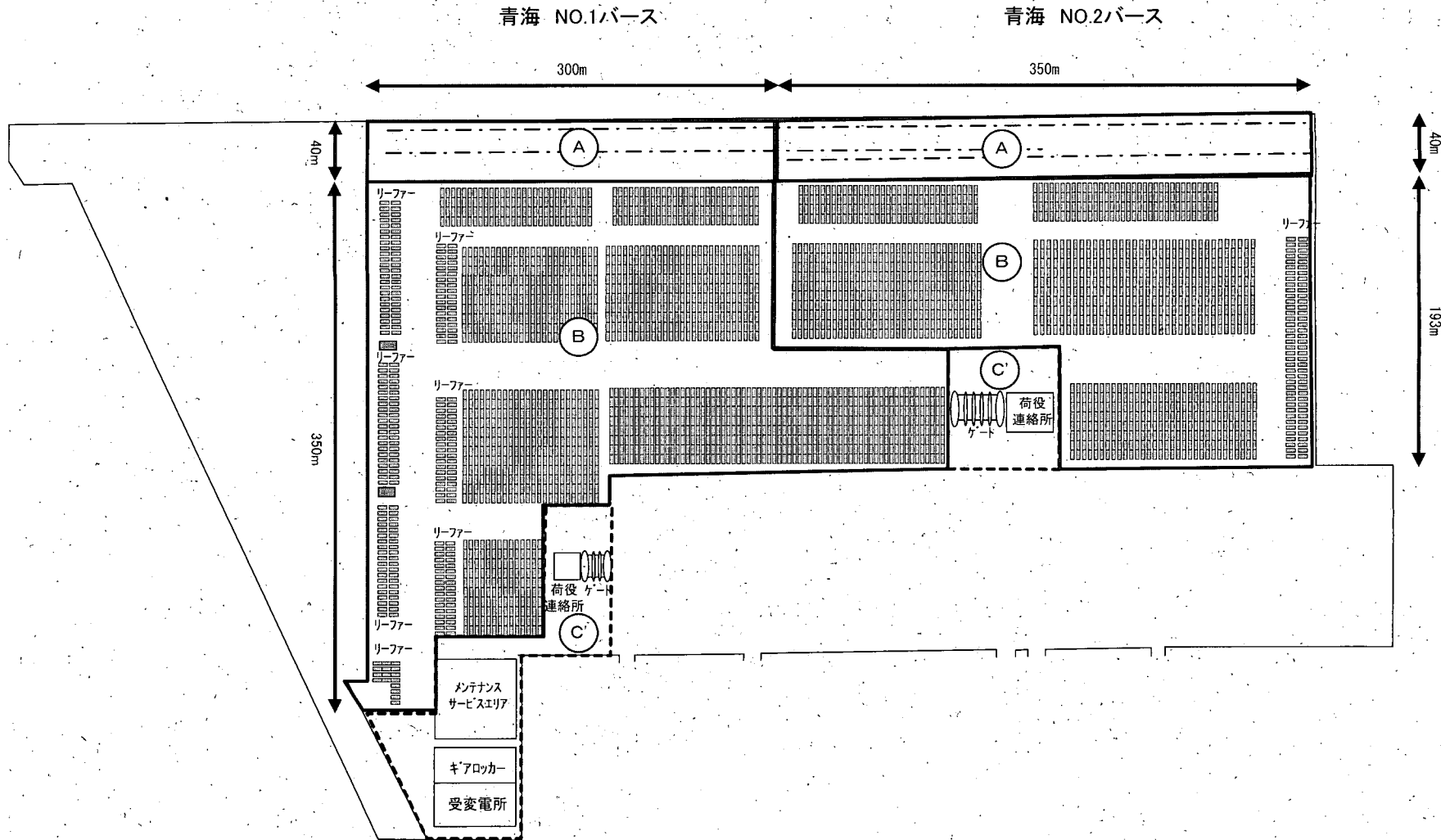
(2003年2月14日受付)

謝辞

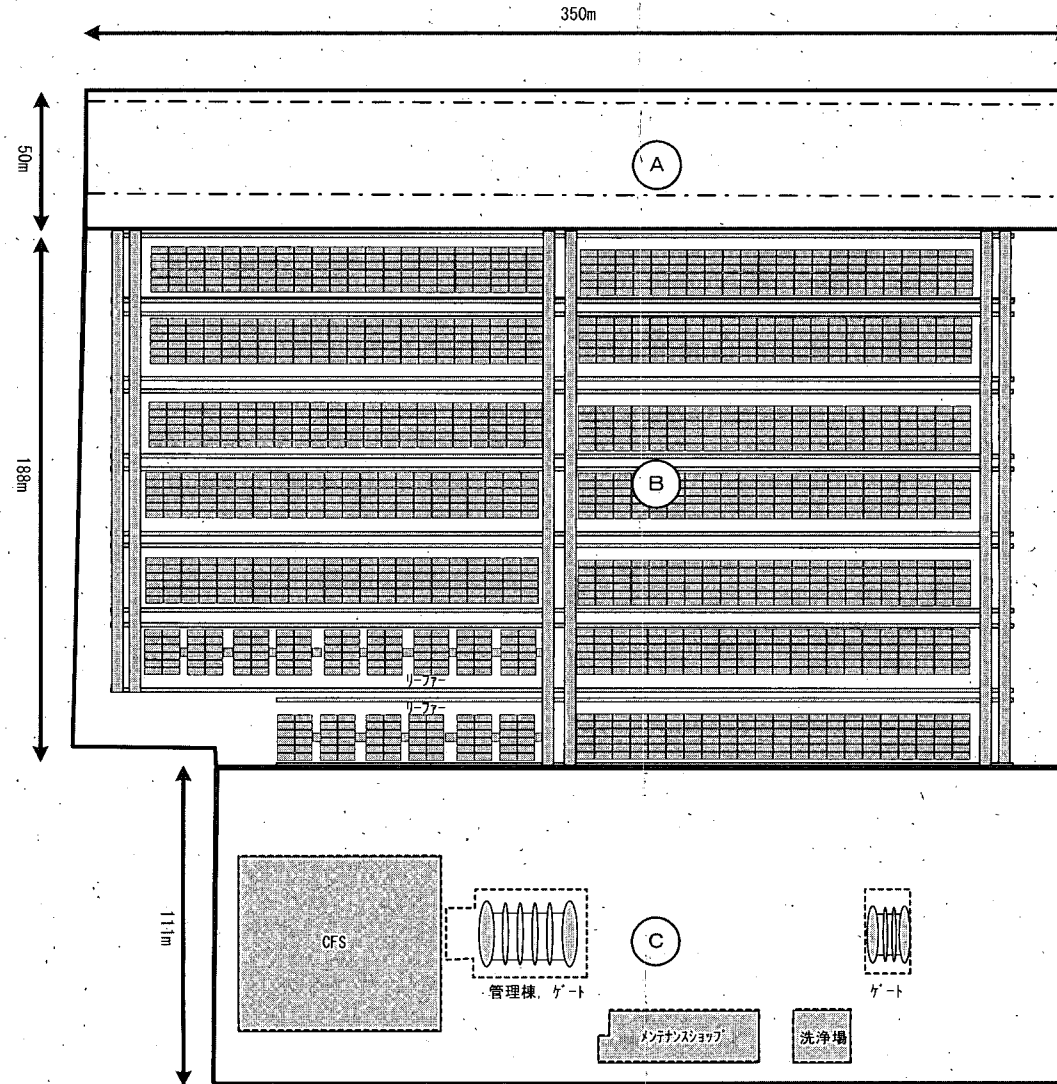
本研究の取りまとめに際しては、山本修司港湾研究部長をはじめ港湾研究部の方々、また国土交通省港湾局の方々から貴重なご意見、ご助言、ご支援を頂きました。また、コンテナターミナルの図面作成においては、白井宗一郎元研修生、山根正嗣研究員のご支援を頂きました。末尾ながら、ここに記して深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 長尾義三：港湾工学，共立出版，1968年
- 2) 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，1971年
- 3) 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，1972年
- 4) 京浜外貿埠頭公団：コンテナ埠頭の計画，1972年
- 5) 来栖義明：港工学，森北出版，1974年
- 6) 京浜外貿埠頭公団：コンテナターミナルの計画と建設，1974年
- 7) 京浜外貿埠頭公団：コンテナターミナルの計画と管理，1976年
- 8) 運輸省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準，港湾協会，1979年
- 9) 井上春夫，泉信也，石渡友夫：港湾計画概論，全日本建設技術協会，1979年
- 10) 藤野慎吾，川崎芳一：港湾計画，技報堂，1981年
- 11) 日本海上コンテナ協会：国際コンテナ実務要覧，成山堂書店，1982年
- 12) 長尾義三監修：港湾工学概論，共立出版，1986年
- 13) 運輸省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準，港湾協会，1989年
- 14) 運輸省港湾局・国際臨海開発研究センター：コンテナターミナル施設計画報告書，1993年
- 15) 合田良実：海岸・港湾（二訂版），彰国社，1998年
- 16) 運輸省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準，港湾協会，1999年



東京港：晴海 No. 1, 2バース
(東京港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

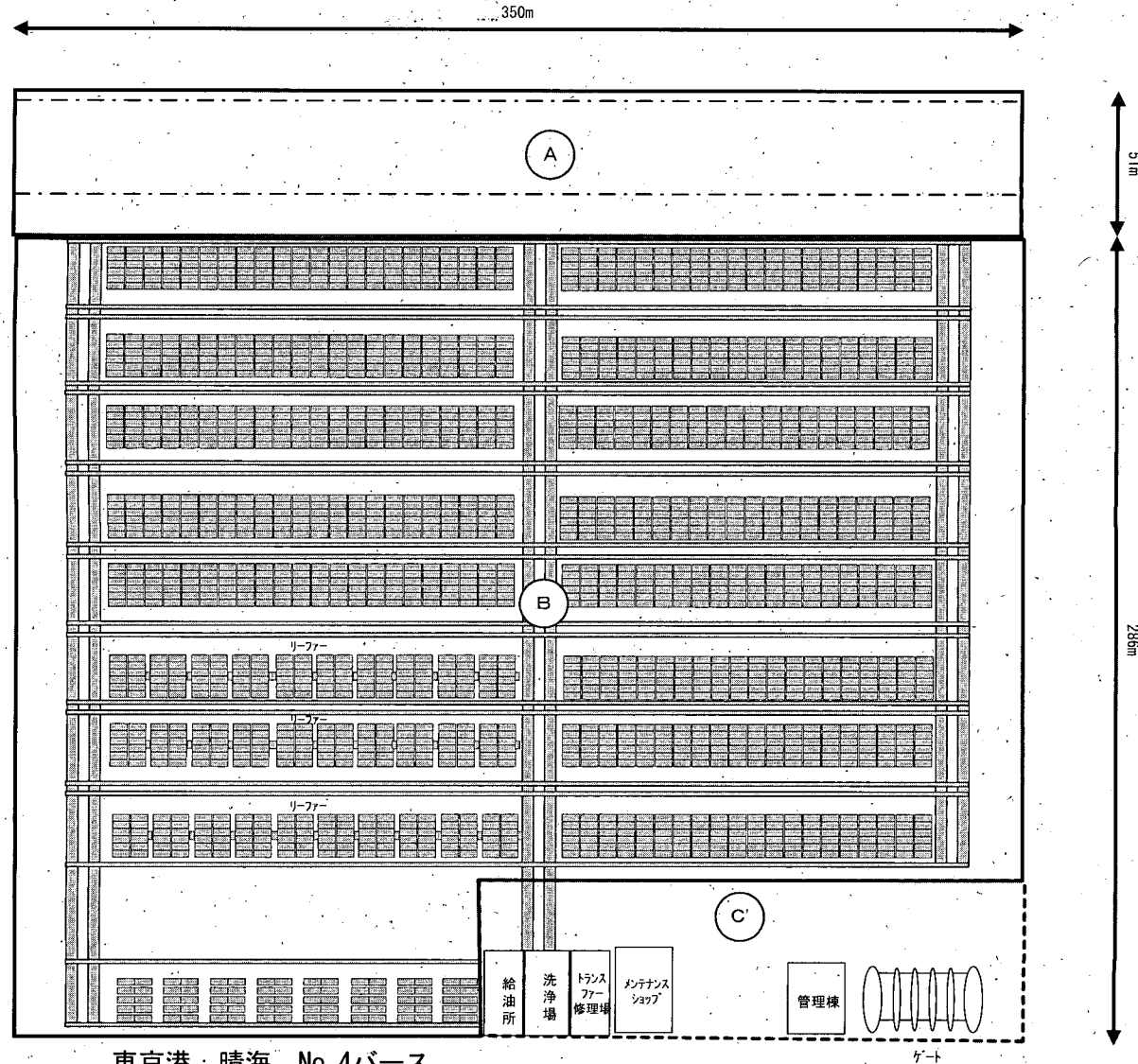


東京港：晴海 No.3バース

(東京港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

青海 NO.4バース

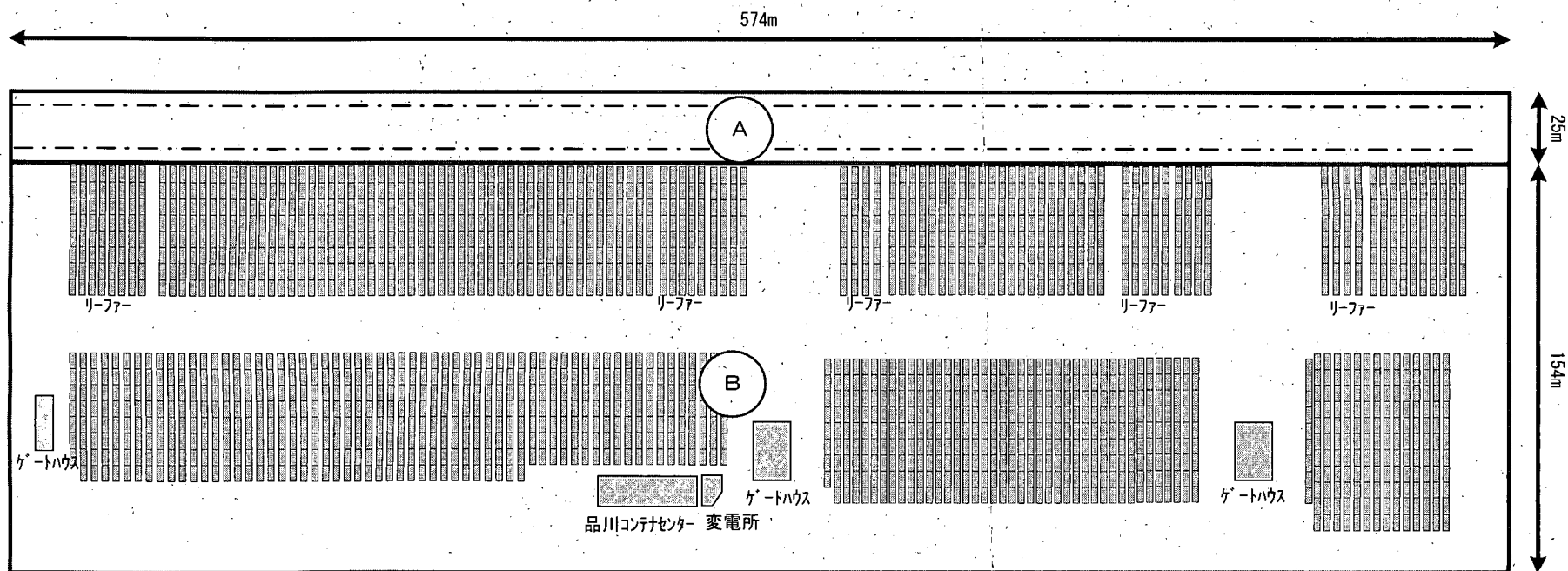
参考図A-3



東京港：晴海 No. 4バース

(東京港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

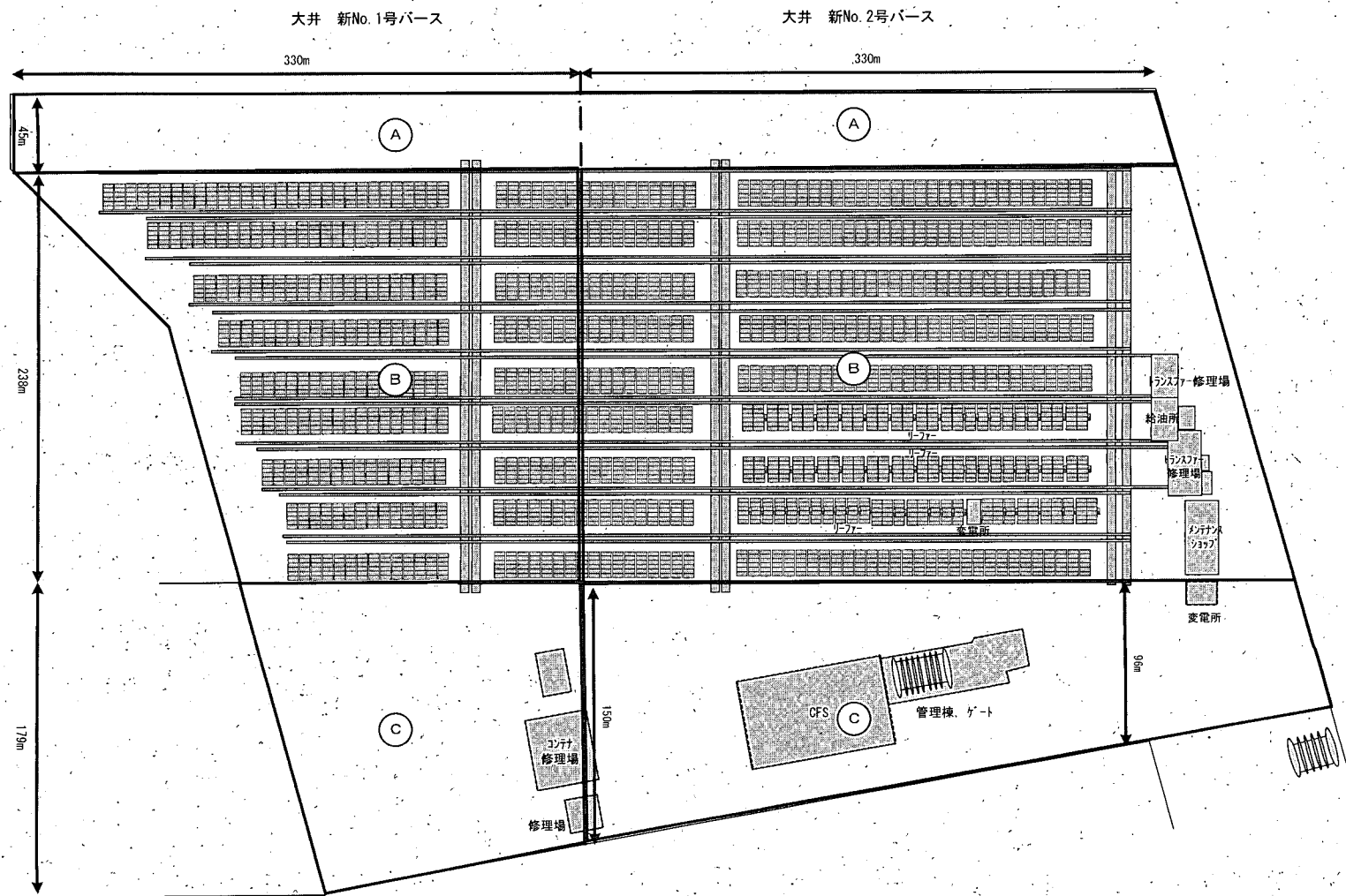
品川 SC, SD, SEバース



港湾計画段階におけるコンテナターミナルエリア規模推計モデル/高橋 宏直

東京港：品川 SC, SD, SEバース

(東京港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

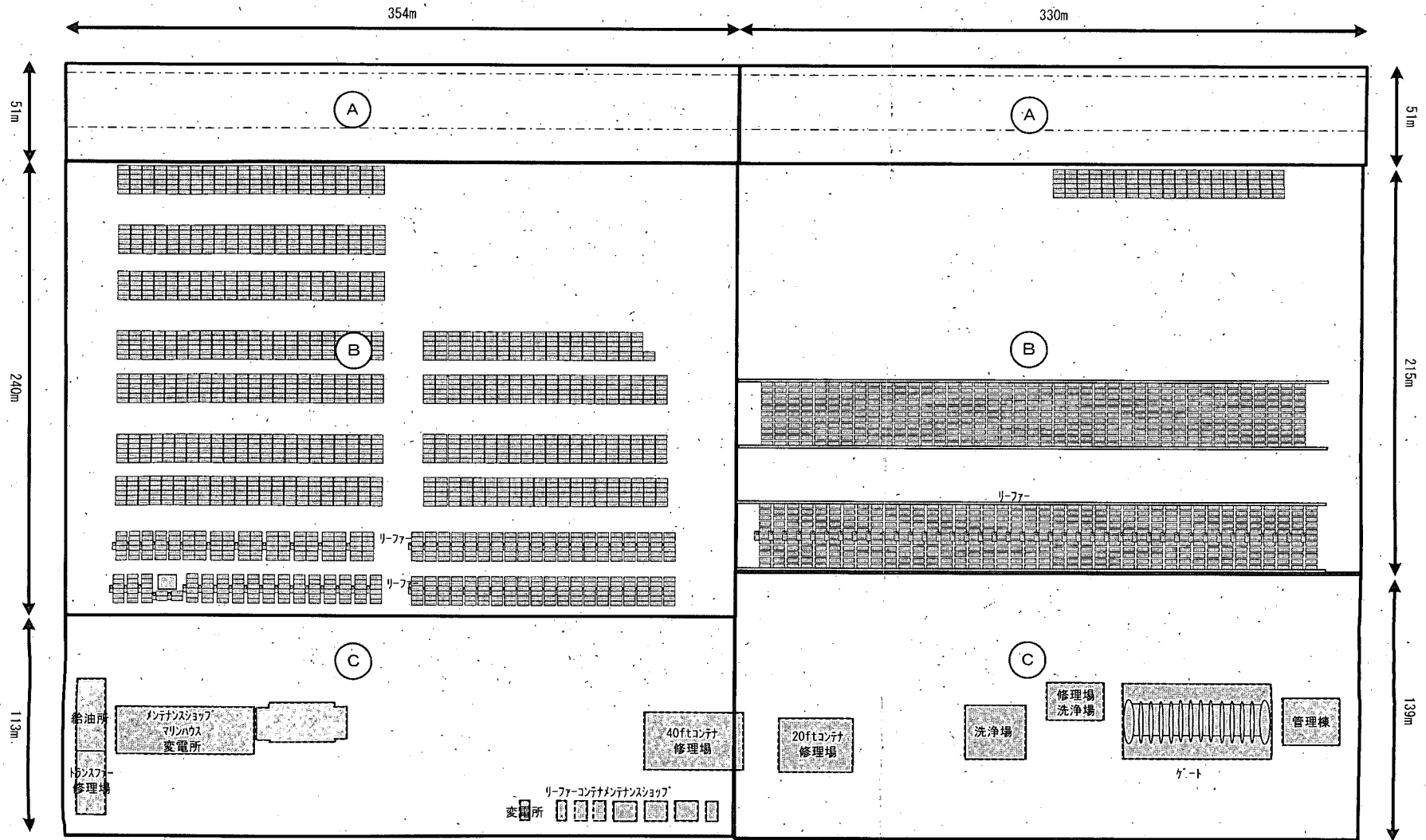


東京港：大井 新No. 1, 2バース
(東京港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

大井 新NO.3バース

大井 新NO.4バース

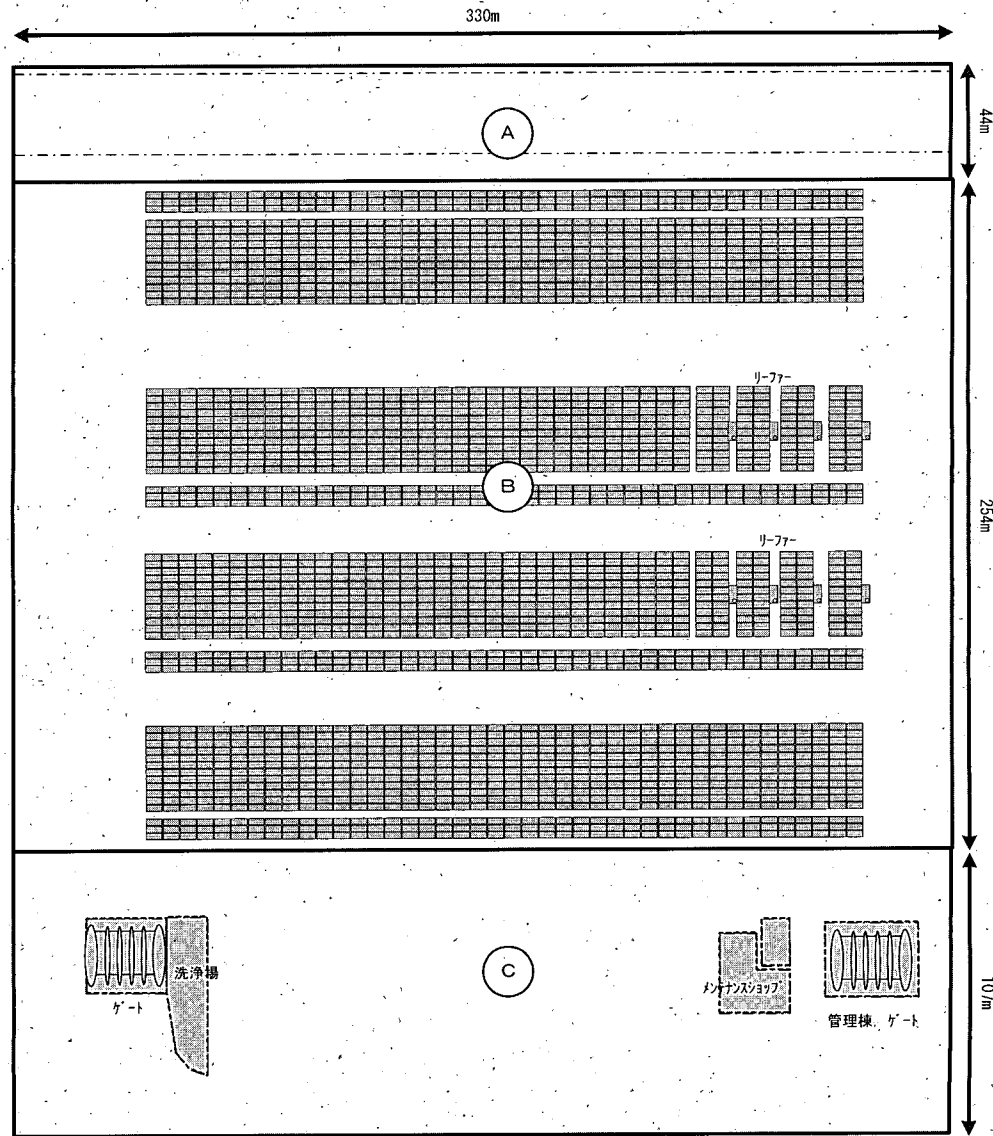
参考図A-6



港湾計画段階におけるコンテナターミナルエリア規模推計モデル/高橋 宏直

東京港：大井 新No.3,4バース

(東京港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)



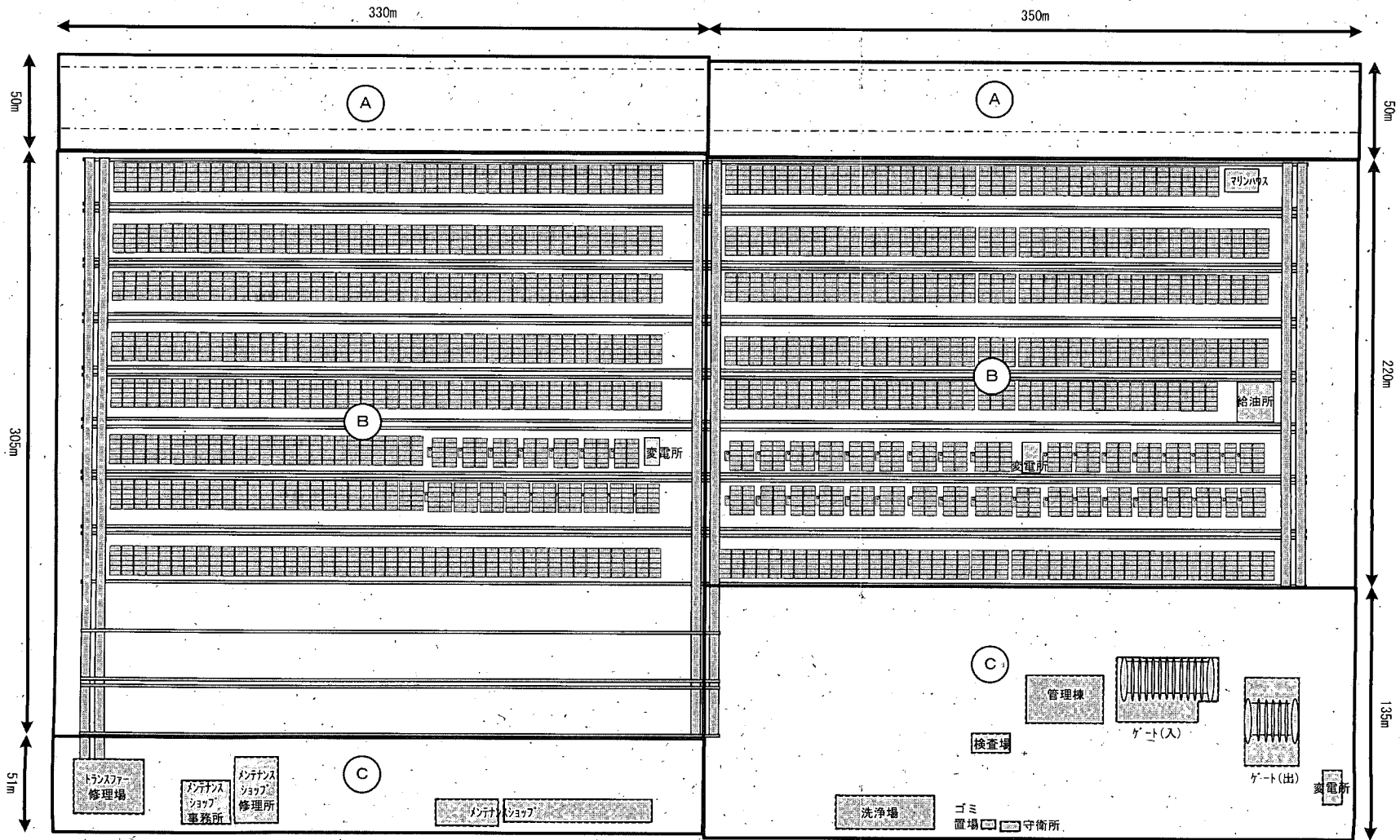
東京港：大井 新No.5バース

(東京港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

大井 新NO.6バース

大井 新NO.7バース

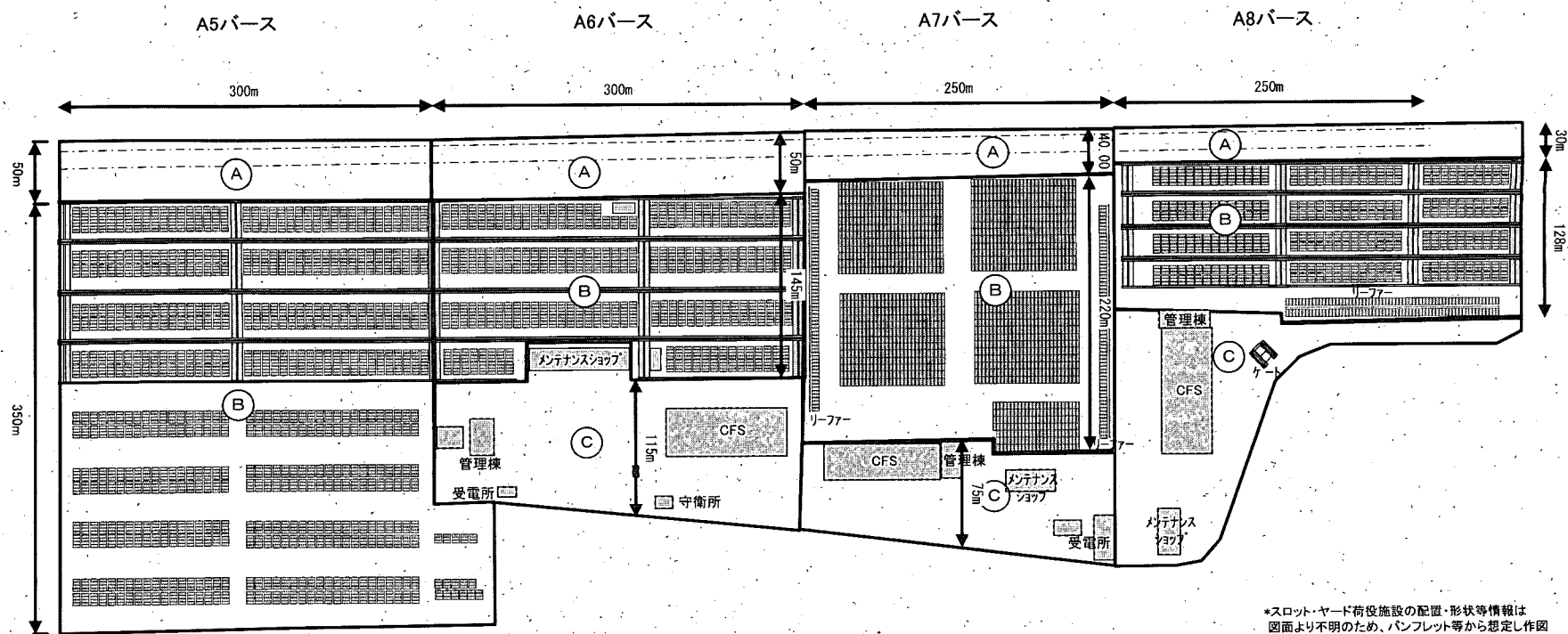
参考図A-8



港湾計画段階におけるコンテナターミナルエリア規模推計モデル/高橋 宏直

東京港：大井 新No.6,7バース

(東京港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)



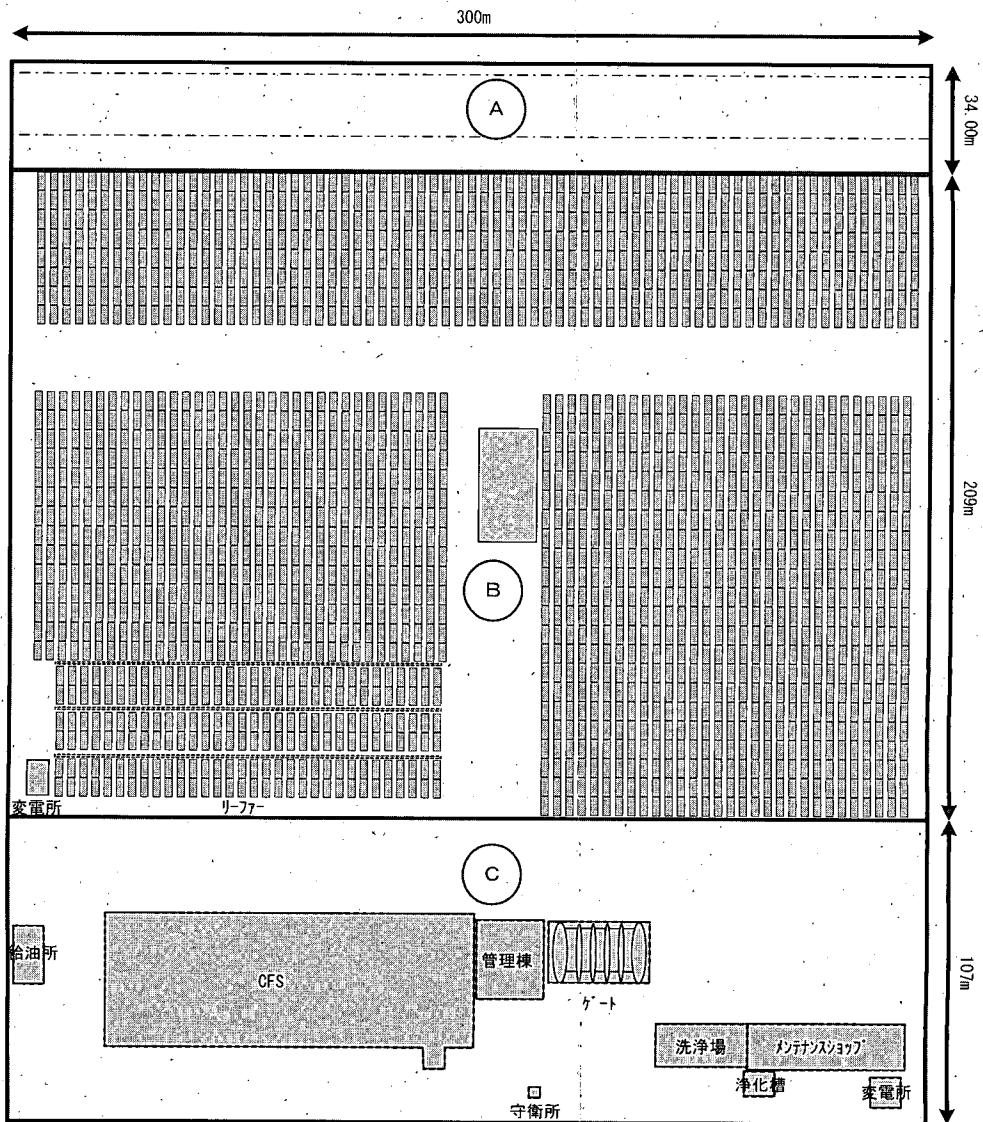
*スロット・ヤード荷役施設の配置・形状等情報は
図面より不明のため、パンフレット等から想定し作図

横浜港：本牧 A5-A8バース

(横浜港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

本牧 D4バース

参考図A-10

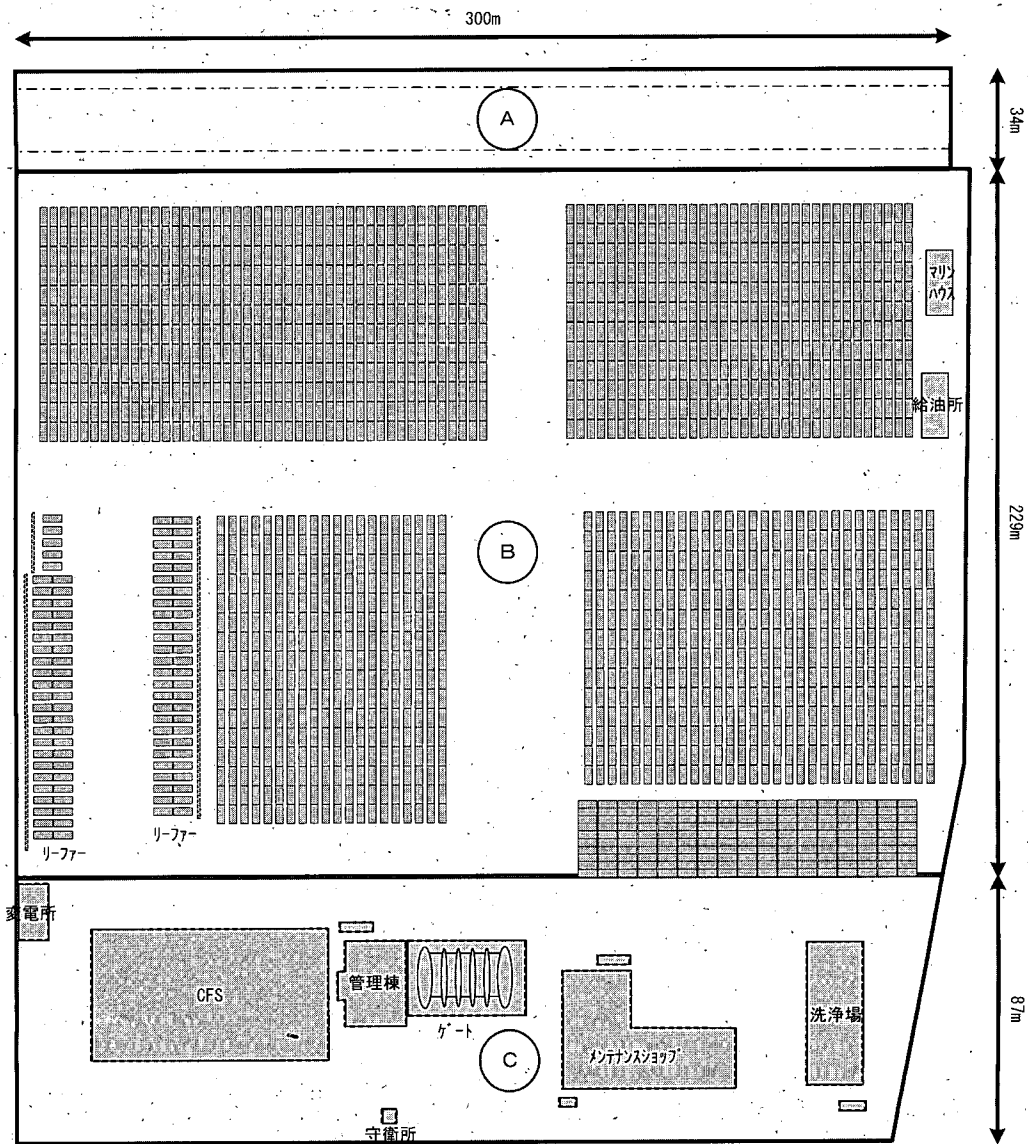


横浜港：本牧 D4バース

(横浜港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

本牧 D5バース

参考図A-11

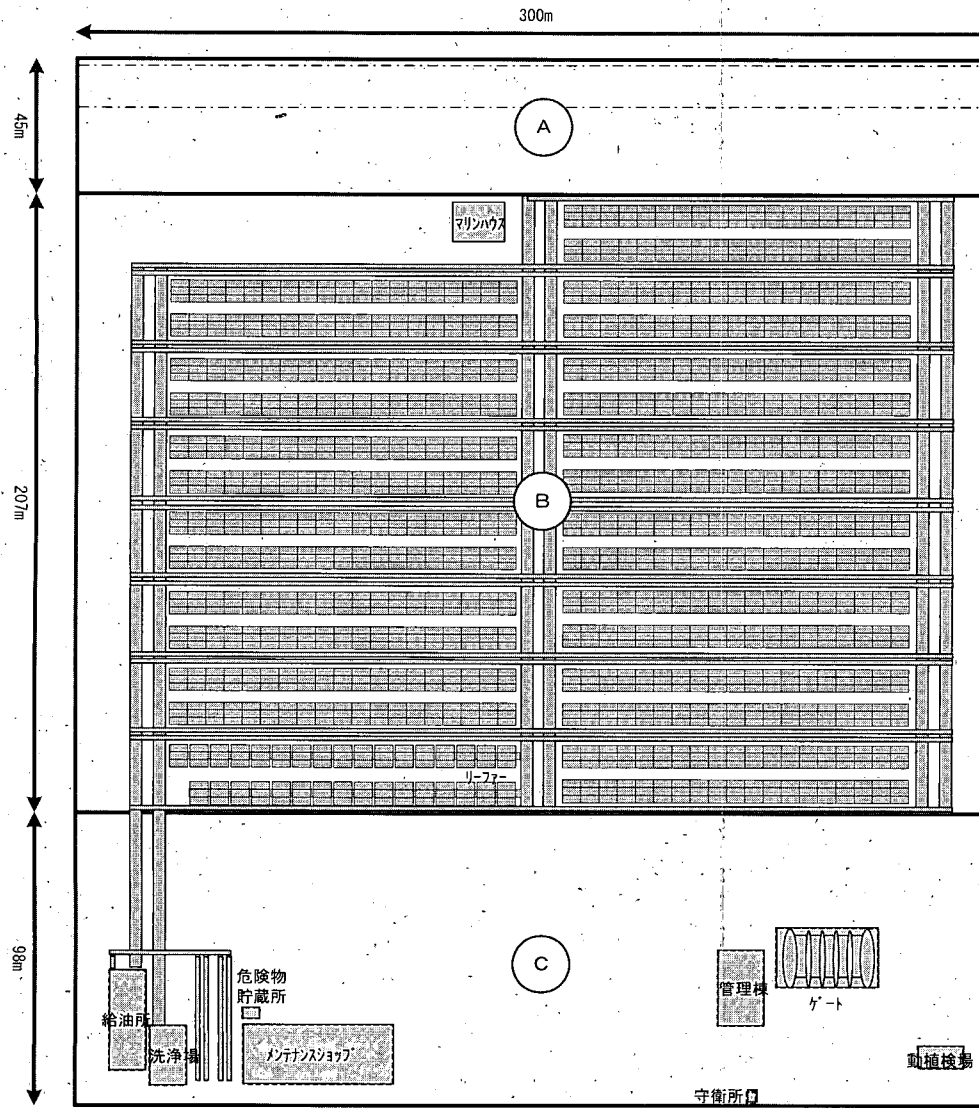


横浜港：本牧 D5バース

(横浜港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

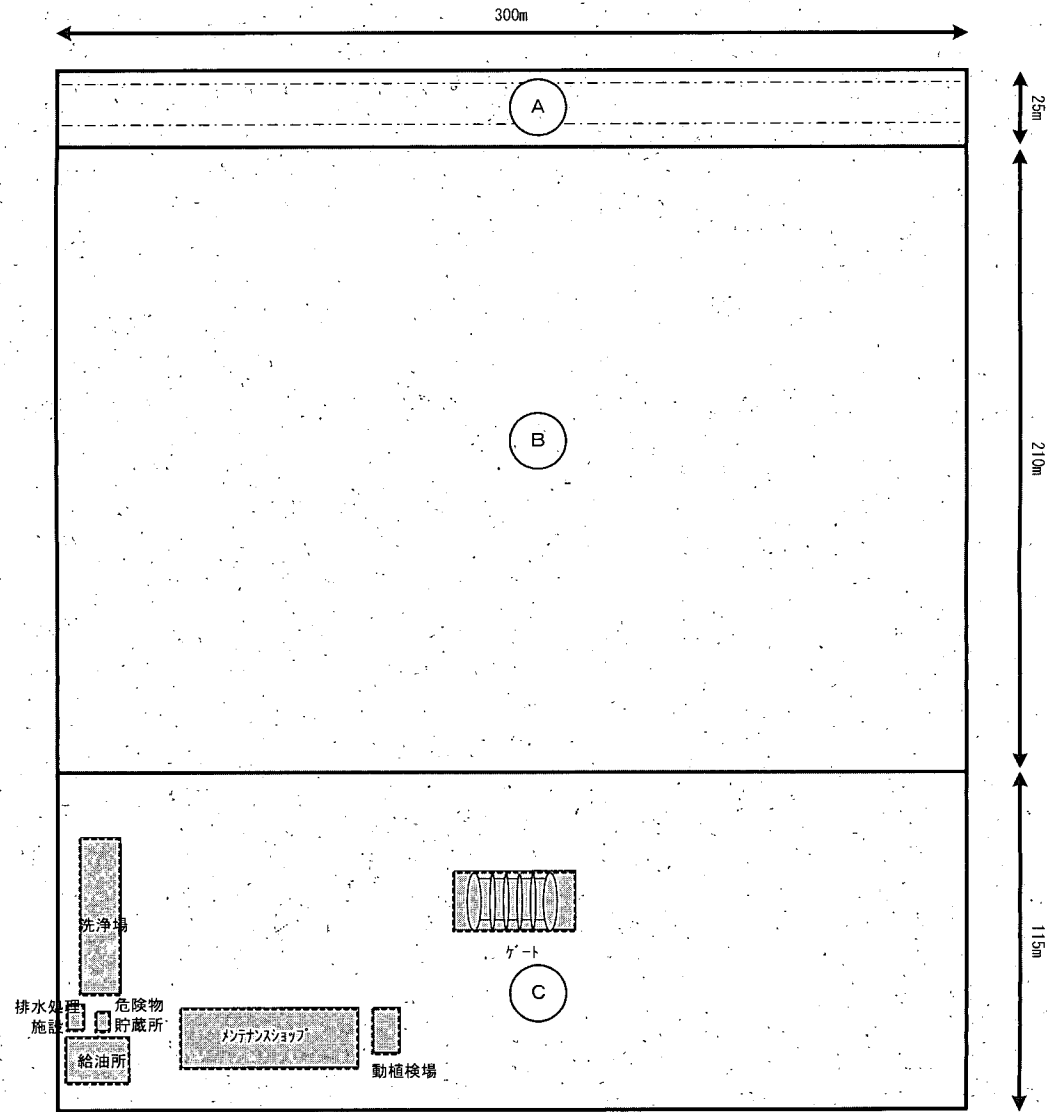
大黒 C1バース

参考図A-12



横浜港：大黒 C1バース

(横浜港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

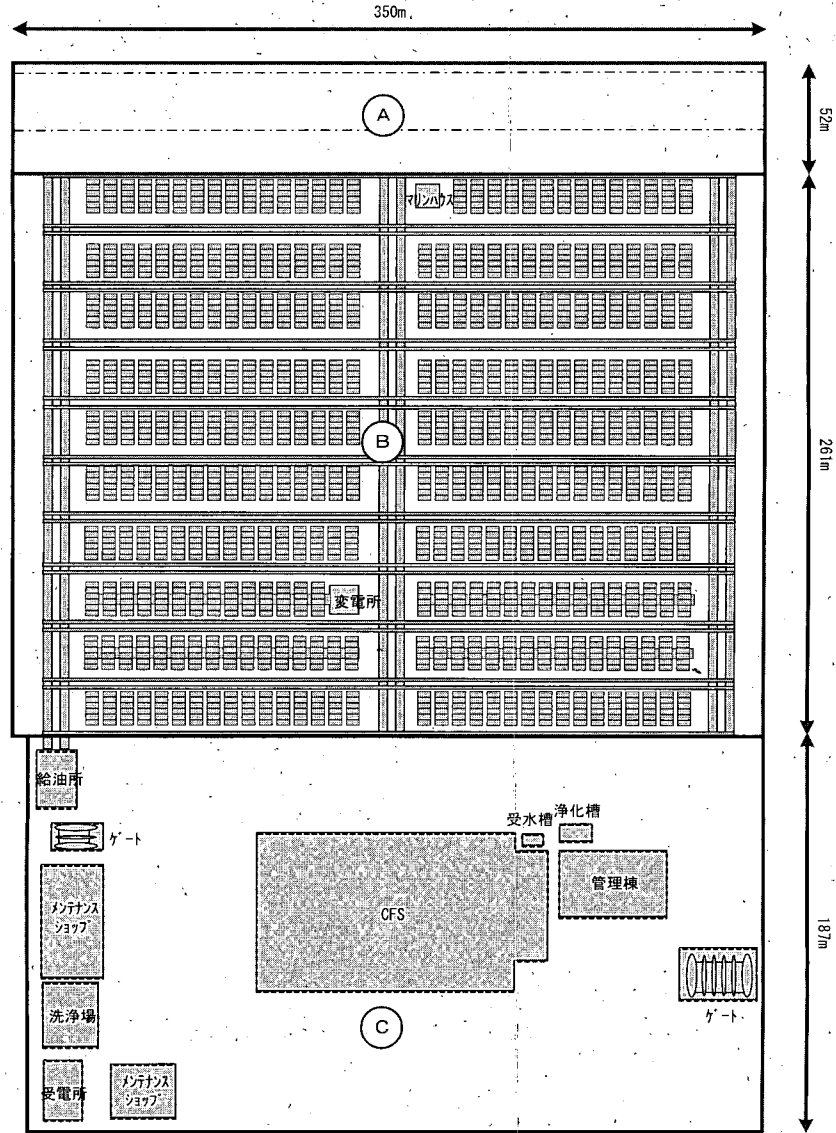


横浜港：大黒 C2バース

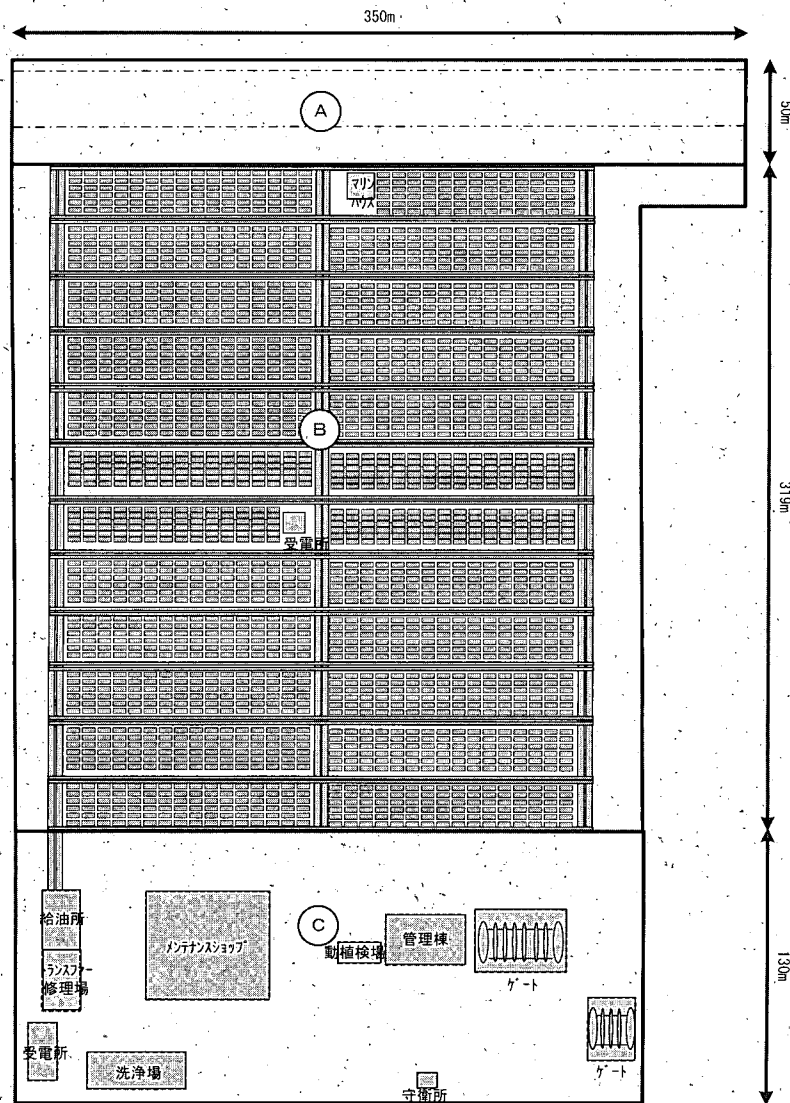
(横浜港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

大黒 C3バース

参考図A-14



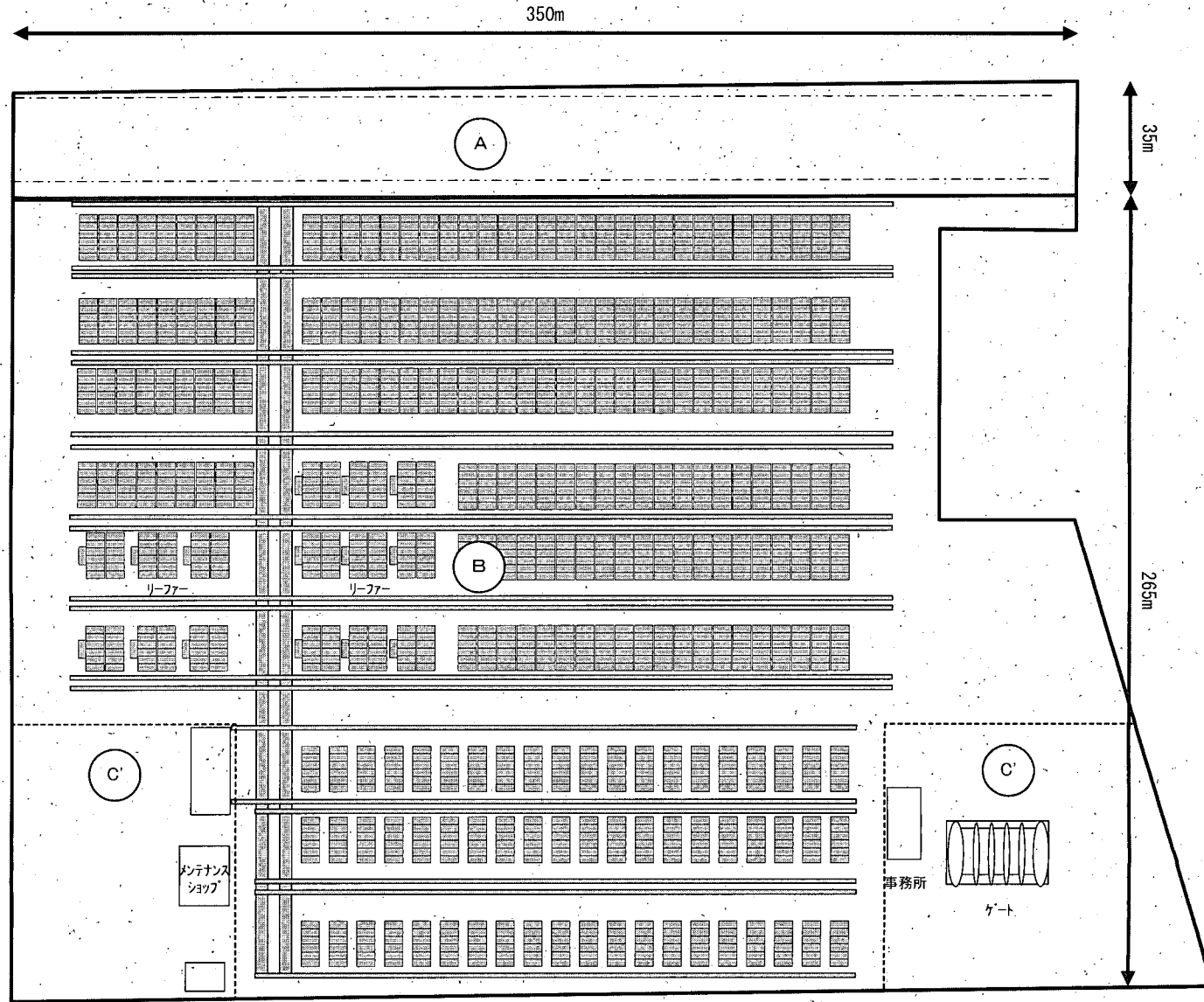
横浜港：大黒 C3バース
 (横浜港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)



横浜港：大黒 C4バース
 (横浜港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

OC1バース

参考図A-17

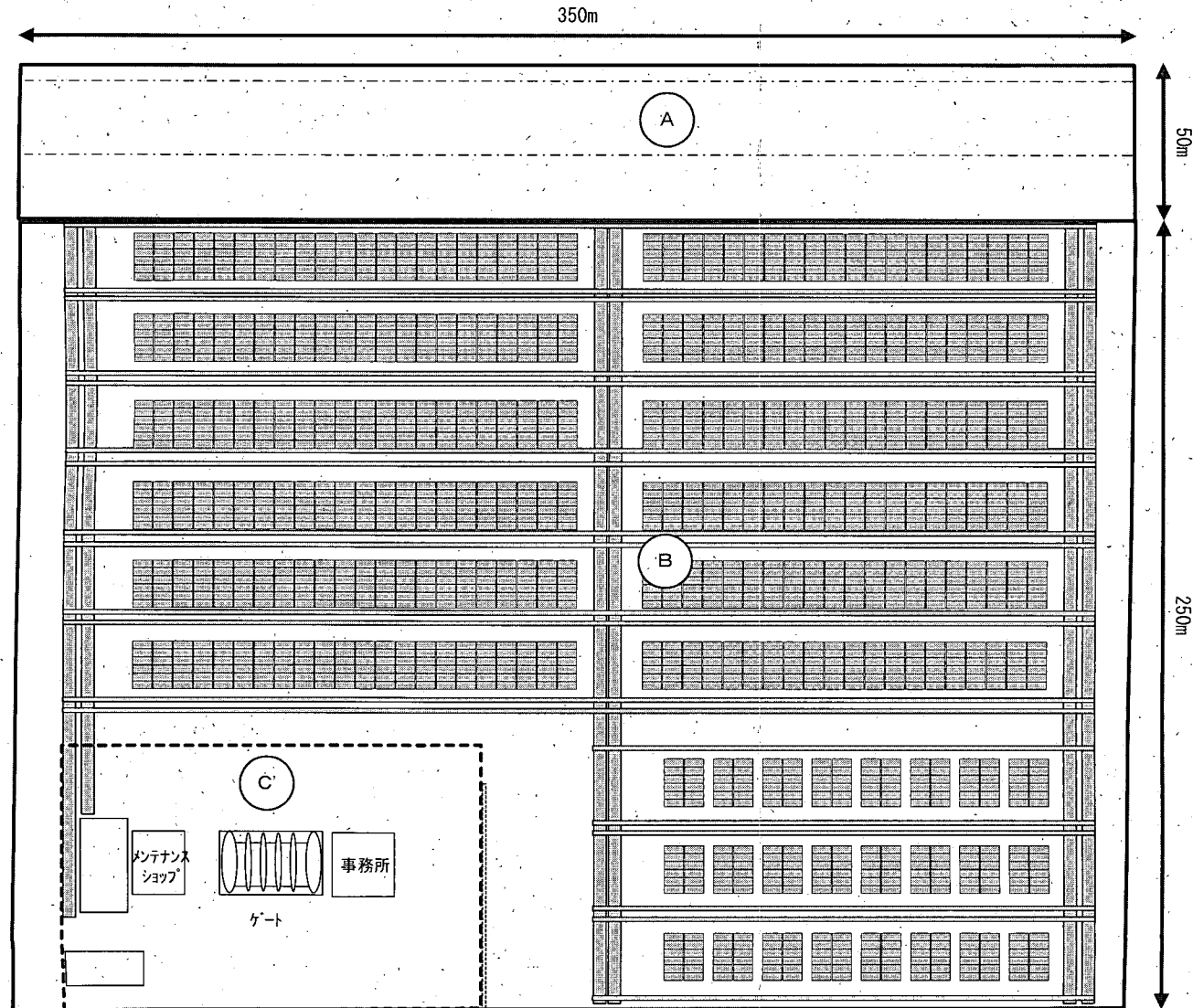


大阪港：大阪 OC1バース

(大阪港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

OC2バース

参考図A-18



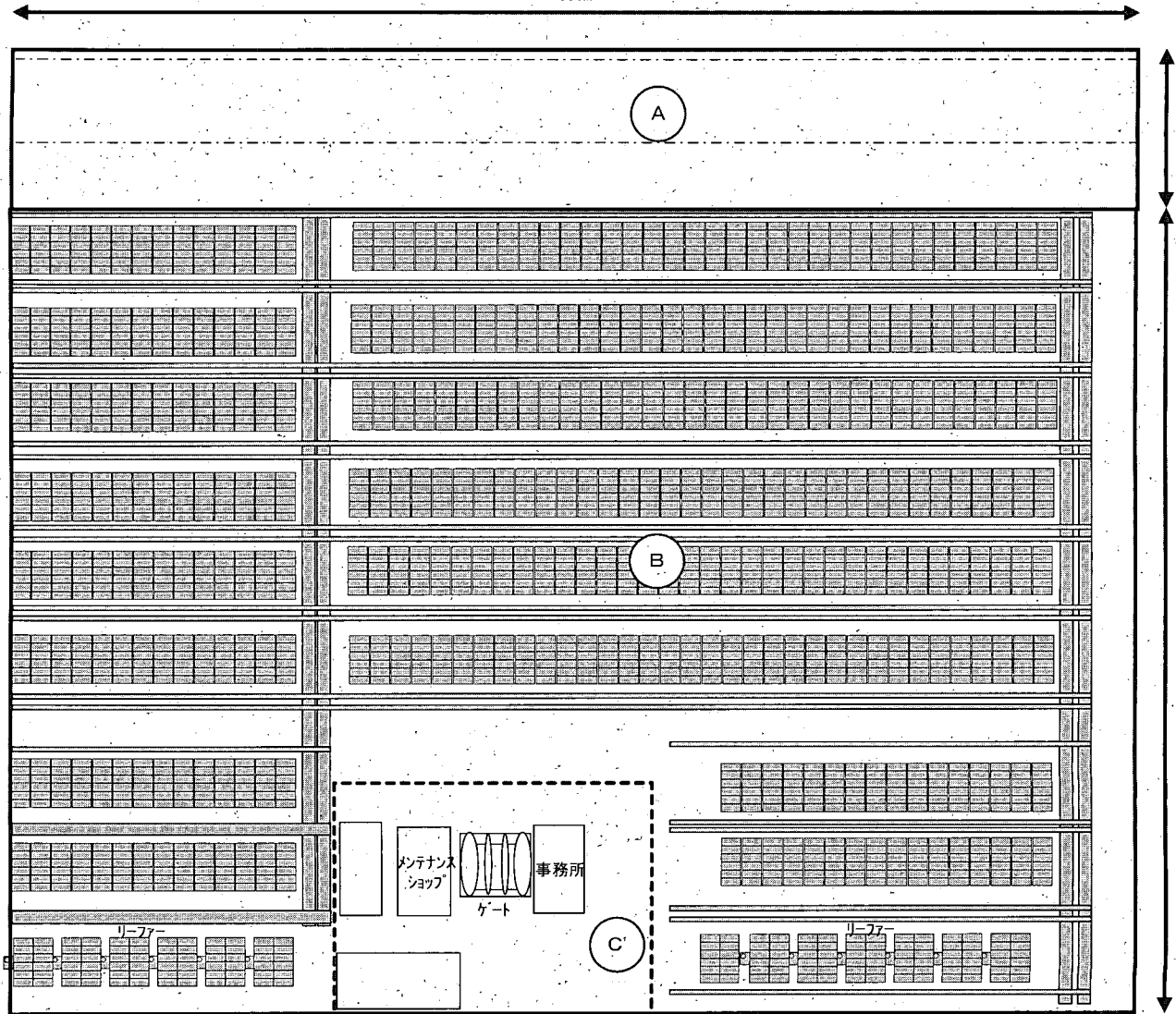
大阪港：大阪 OC2バース

(大阪港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

OC3バース

参考図A-19

350m



50m

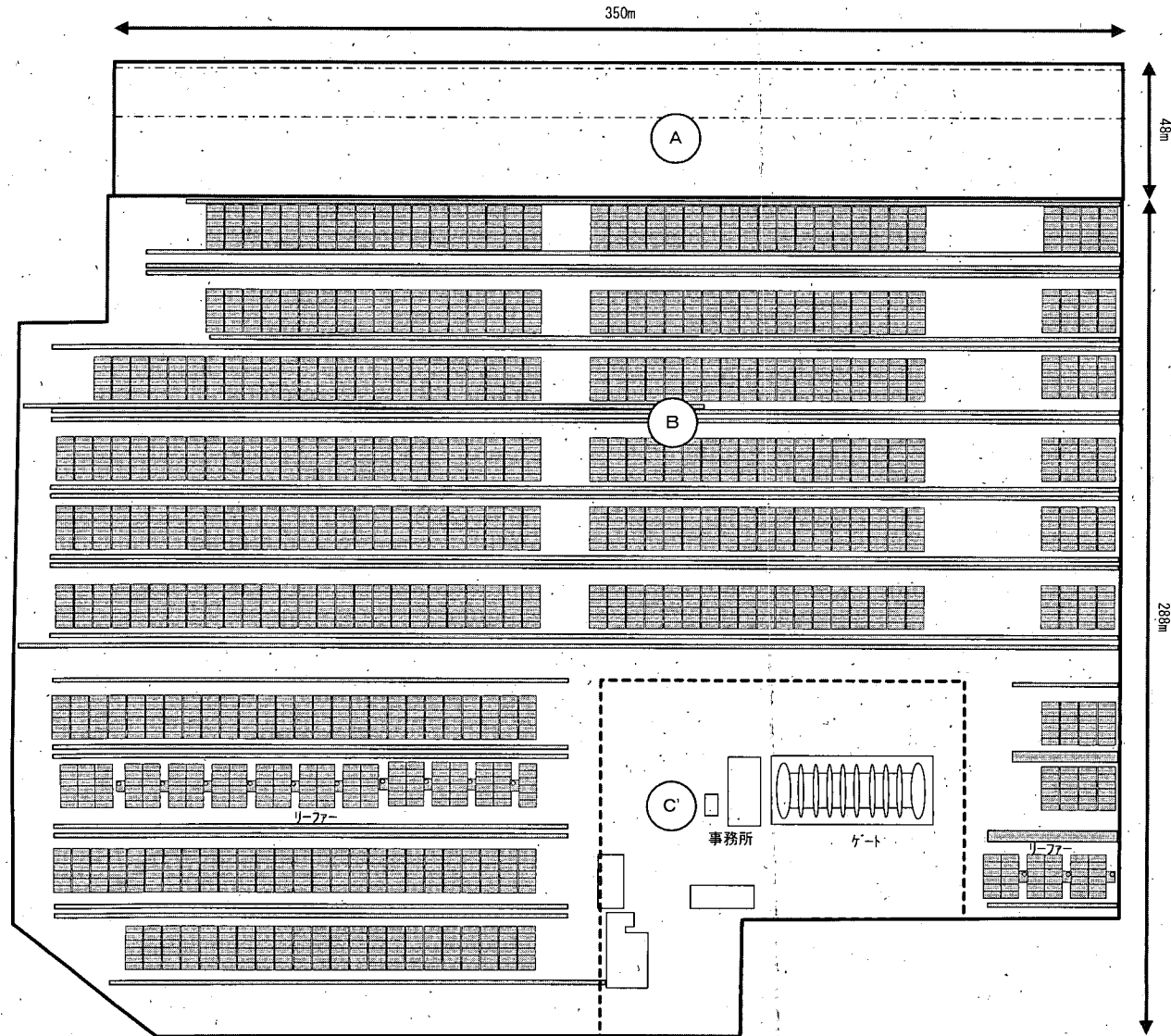
250m

大阪港：大阪 OC3バース

(大阪港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

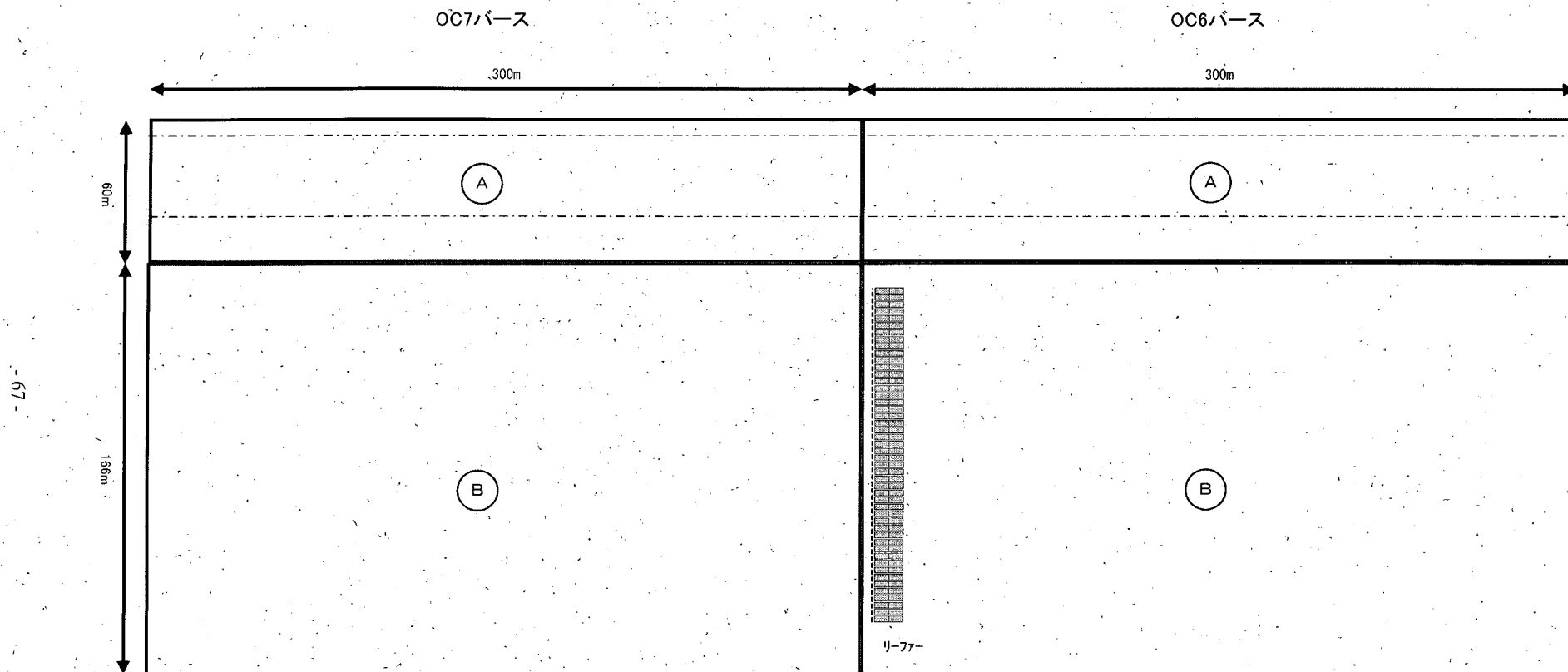
OC4バース

参考図A-20



大阪港：大阪 OC4バース

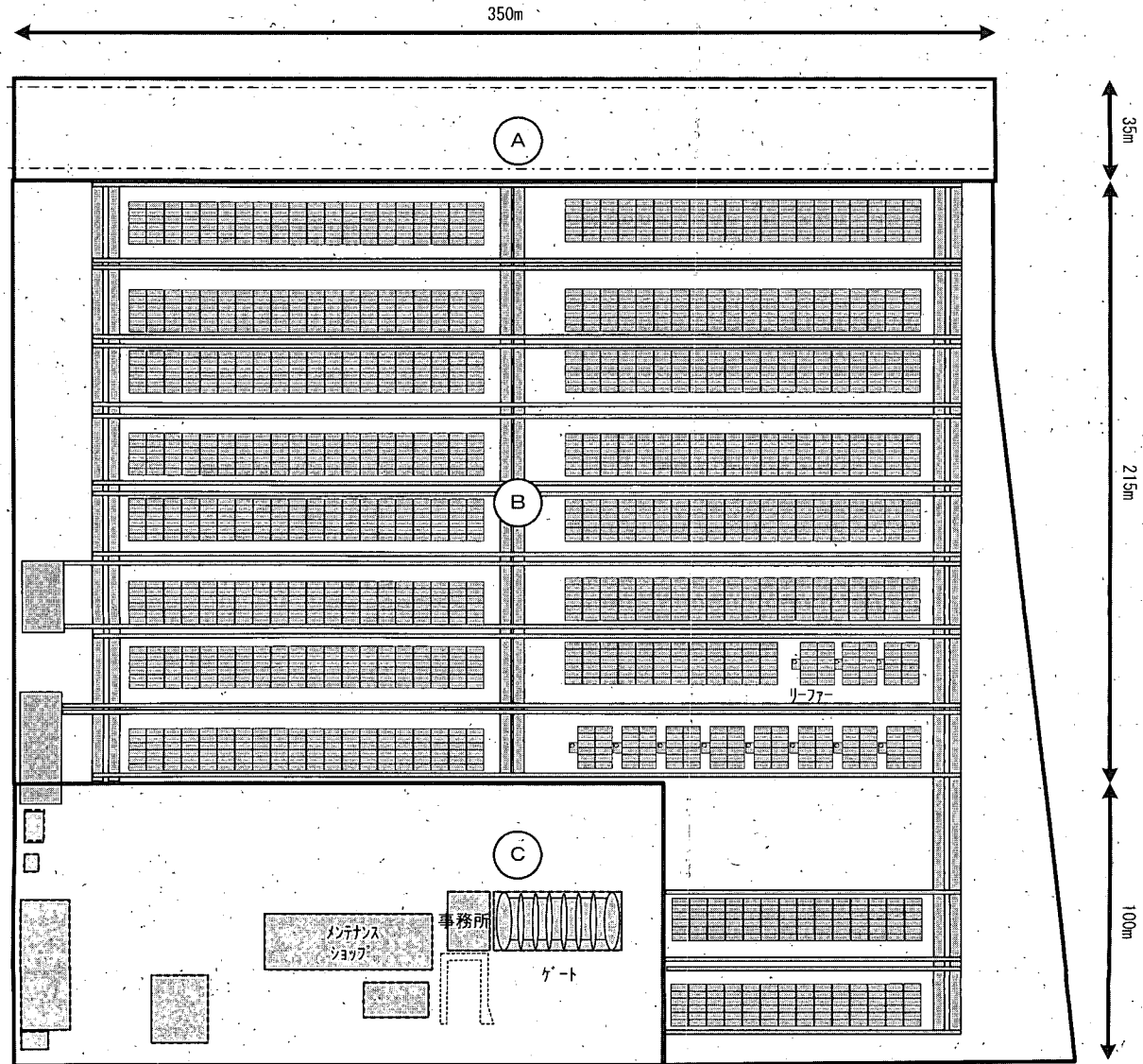
(大阪港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)



大阪港：大阪 OC6, 7バース
(大阪港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

0C8バース

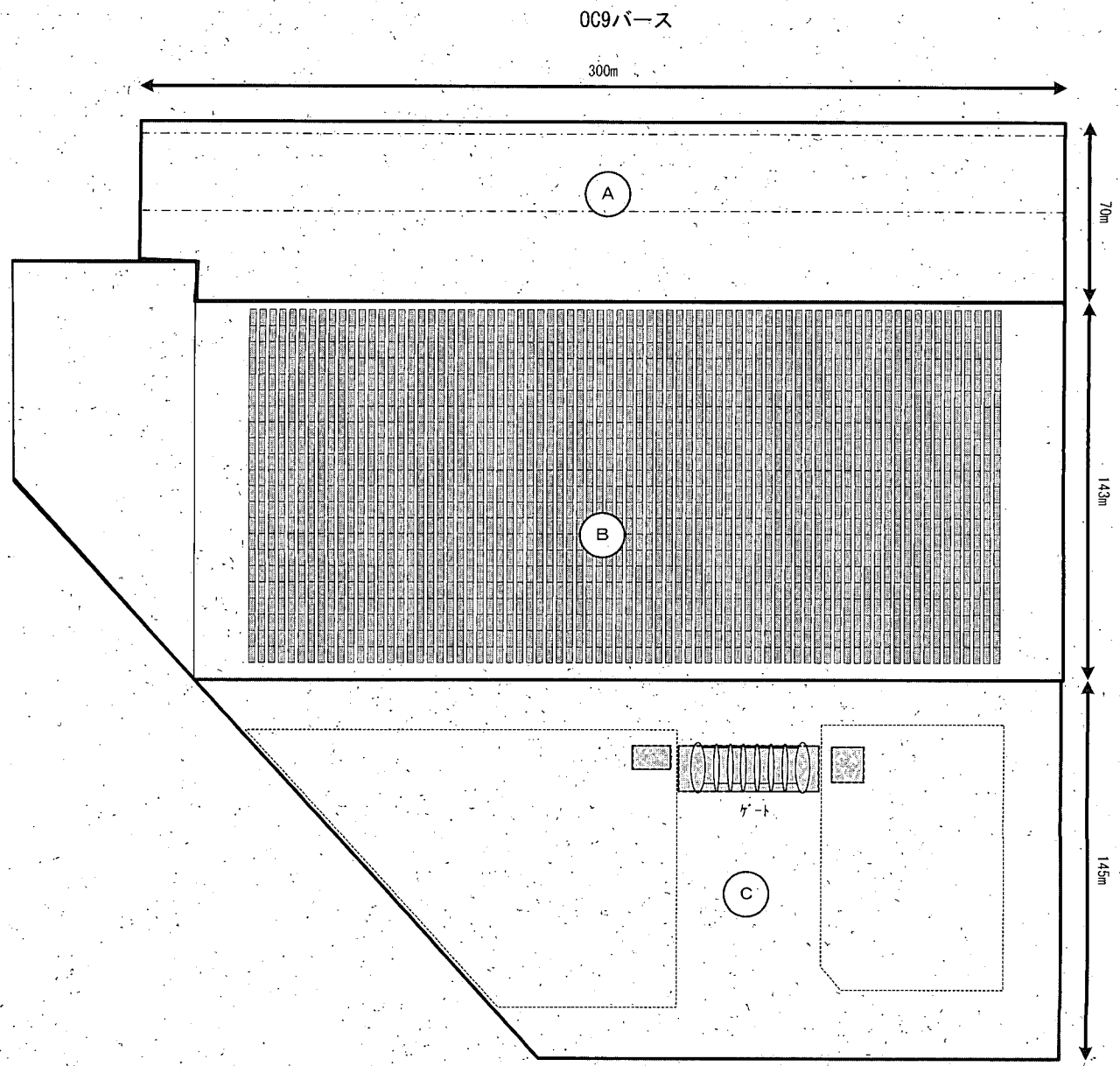
参考図A-22



大阪港：大阪 0C8バース

(大阪港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

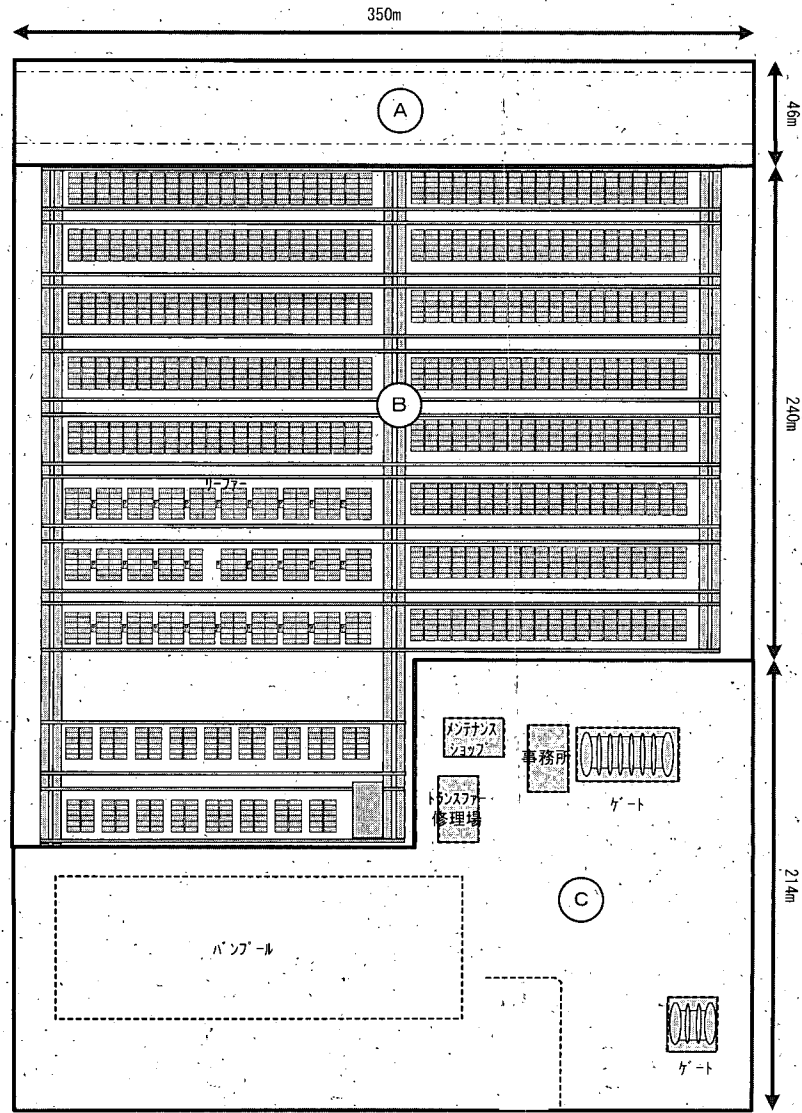
参考図A-23



大阪港：大阪 OC9バース
(大阪港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

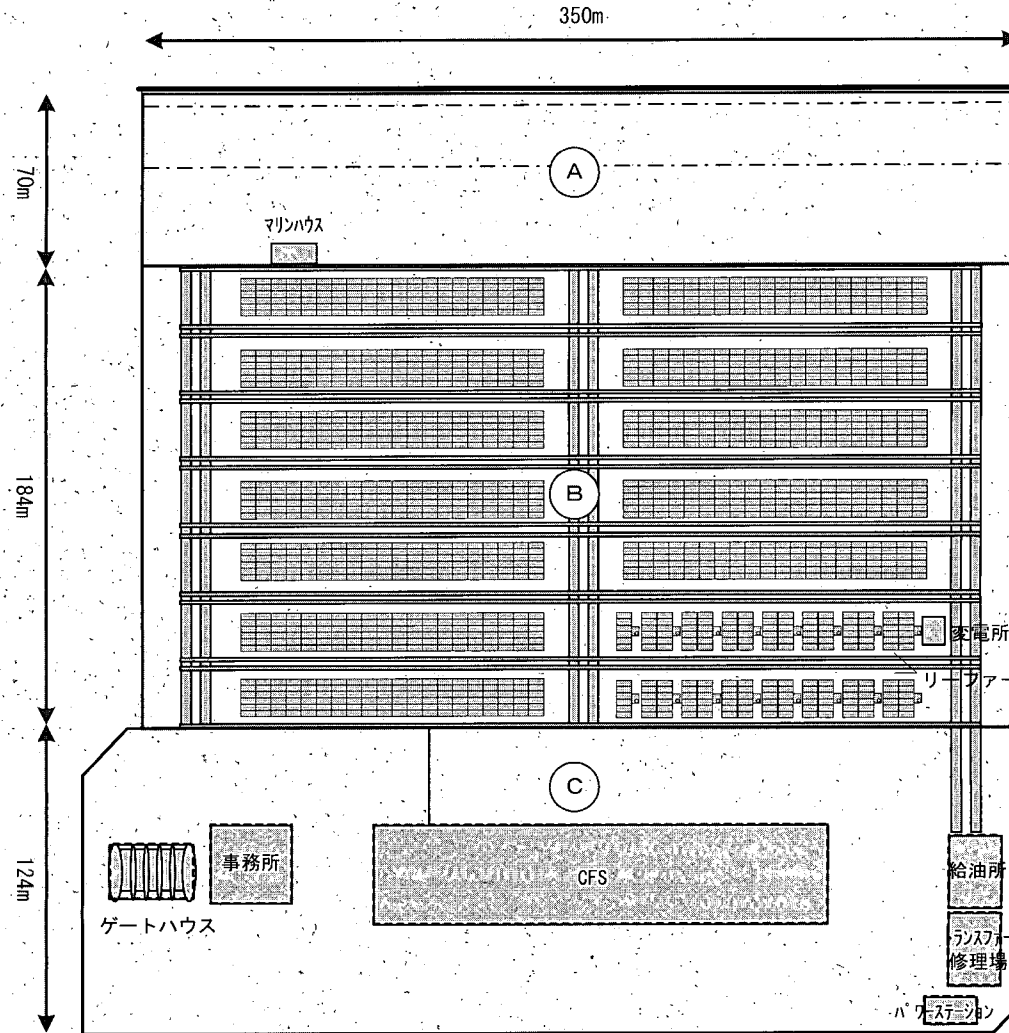
0C11バース

参考図A-24

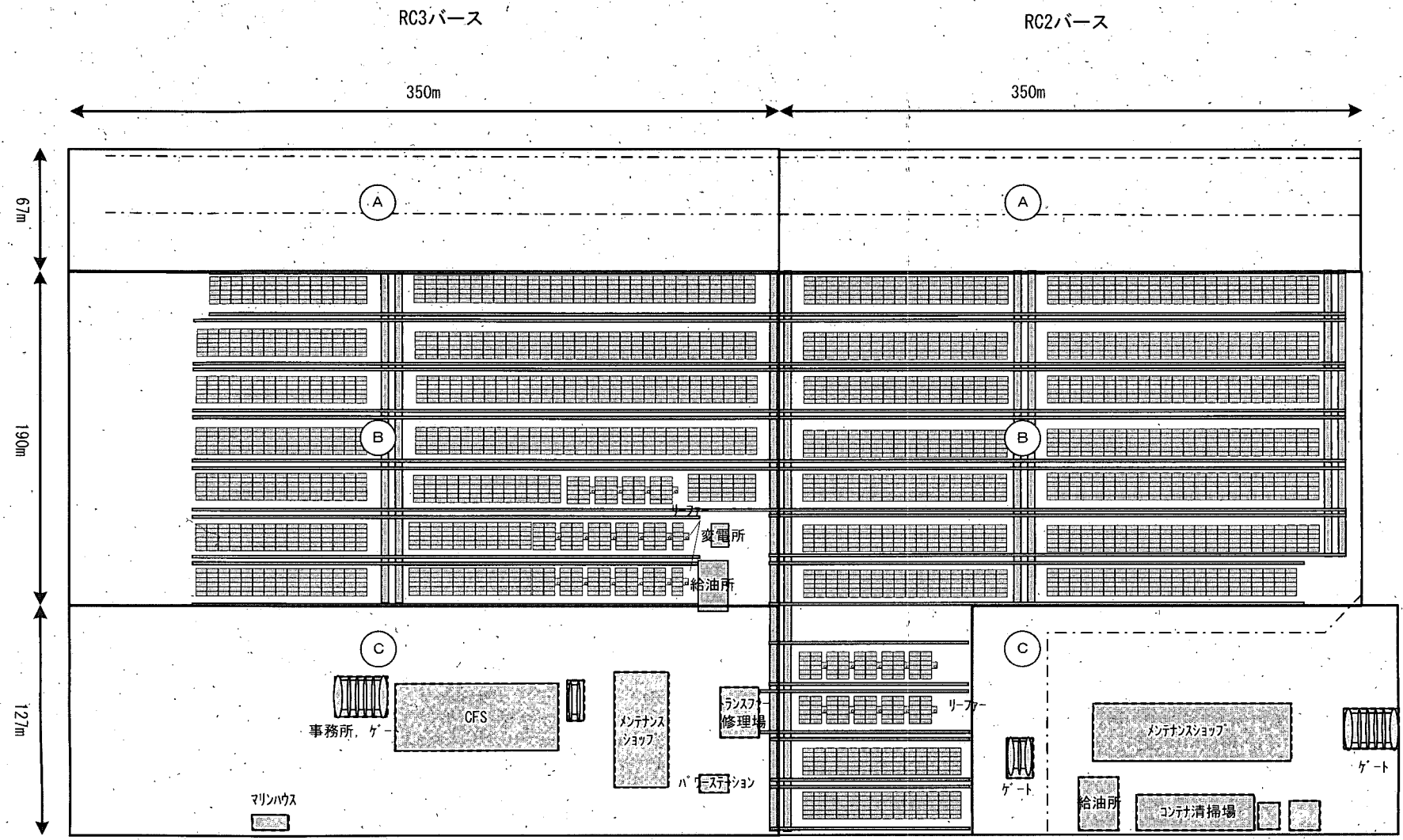


大阪港：大阪 0C11バース

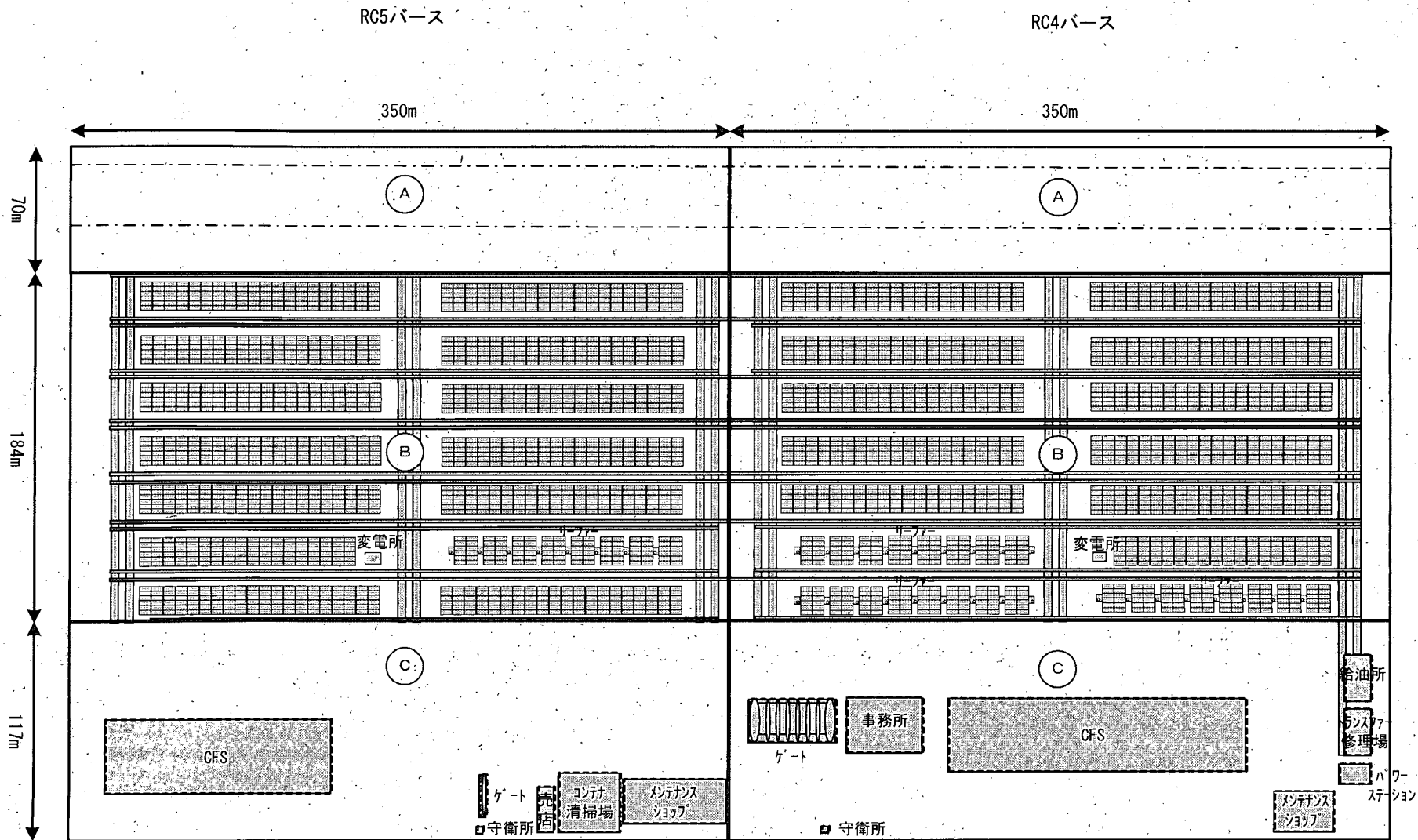
(大阪港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)



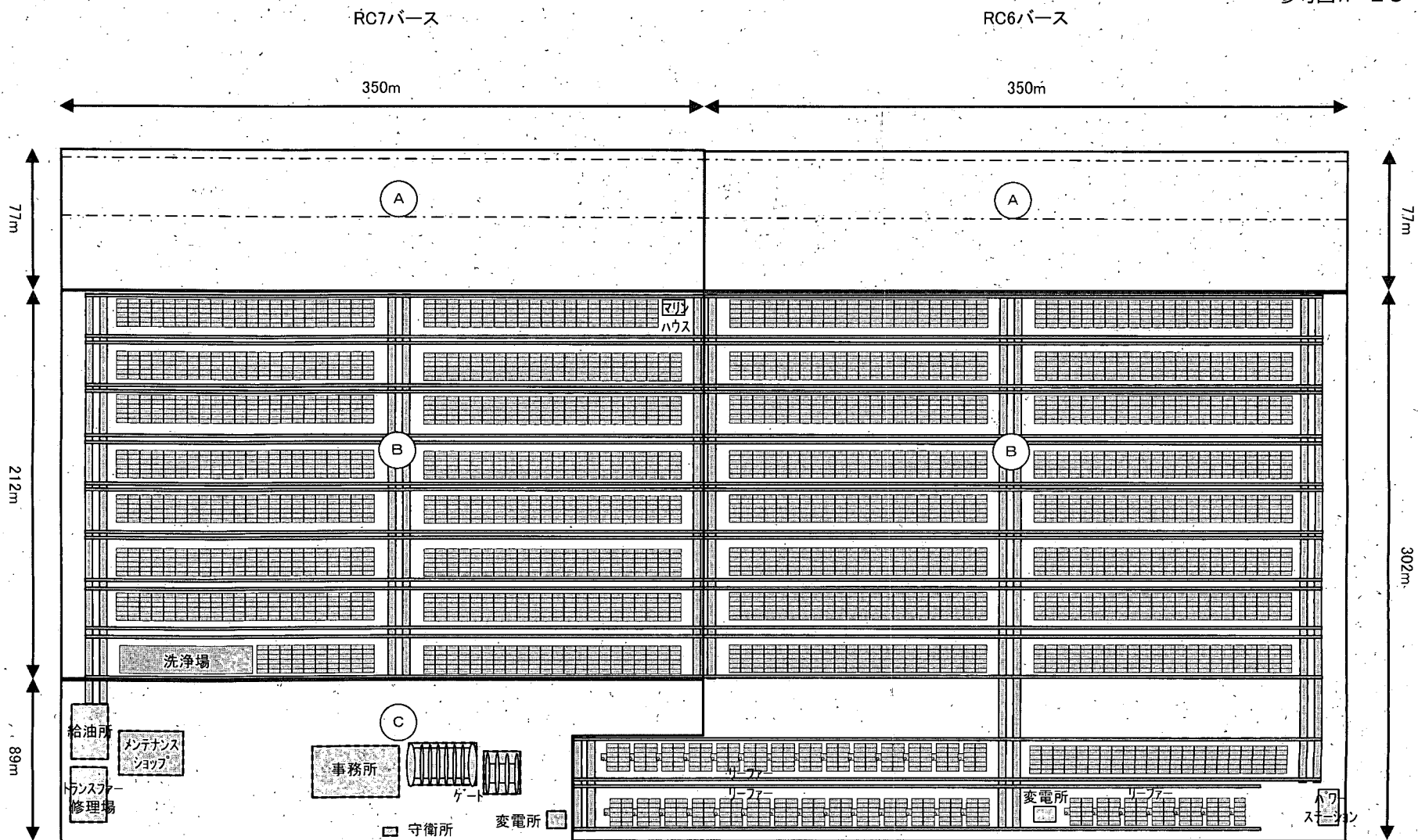
神戸港：六甲アイランド RC1バース
(神戸港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)



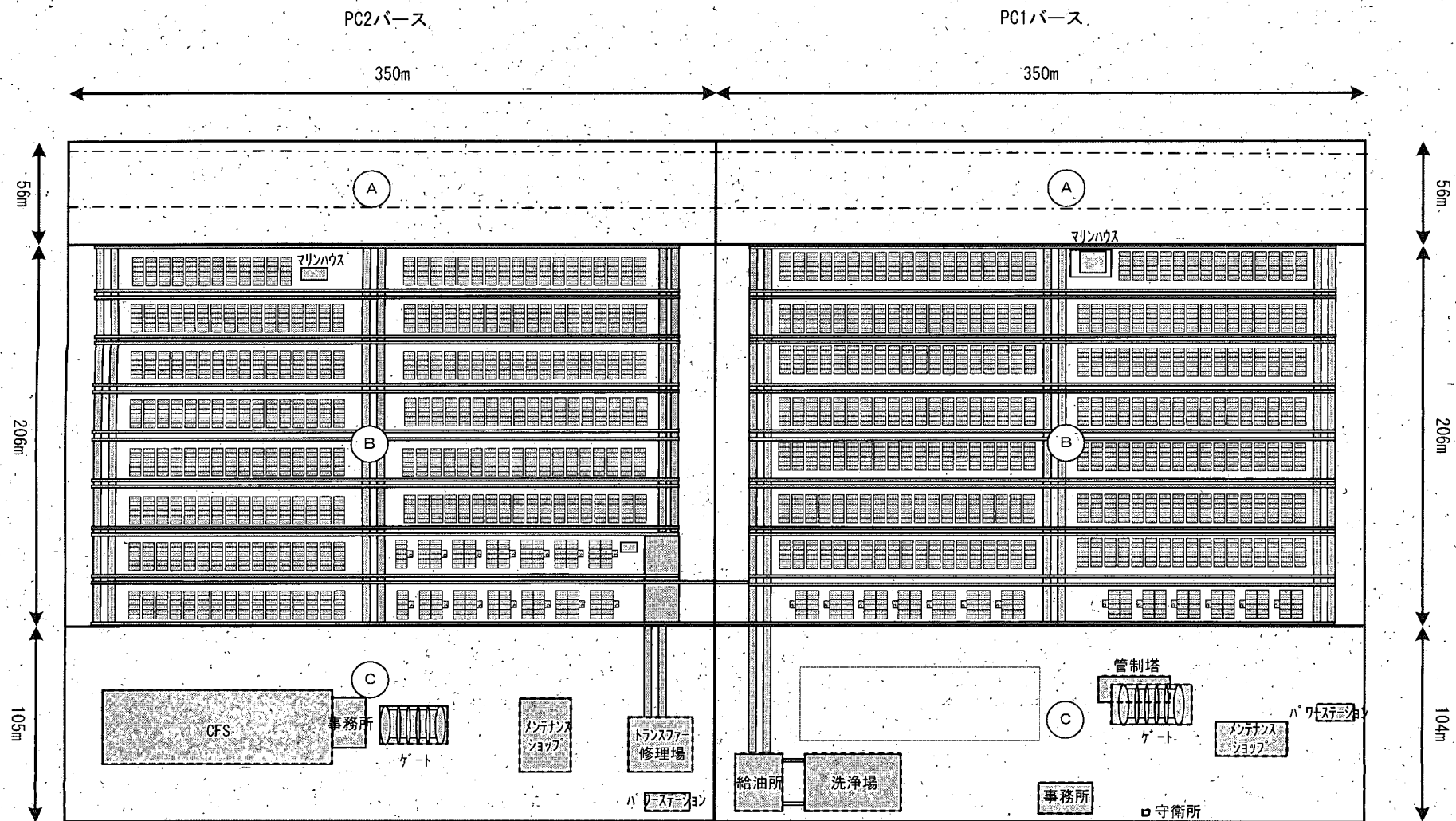
神戸港：六甲アイランド RC2, 3バース
 (神戸港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)



神戸港：六甲アイランド RC4, 5バース
 (神戸港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)



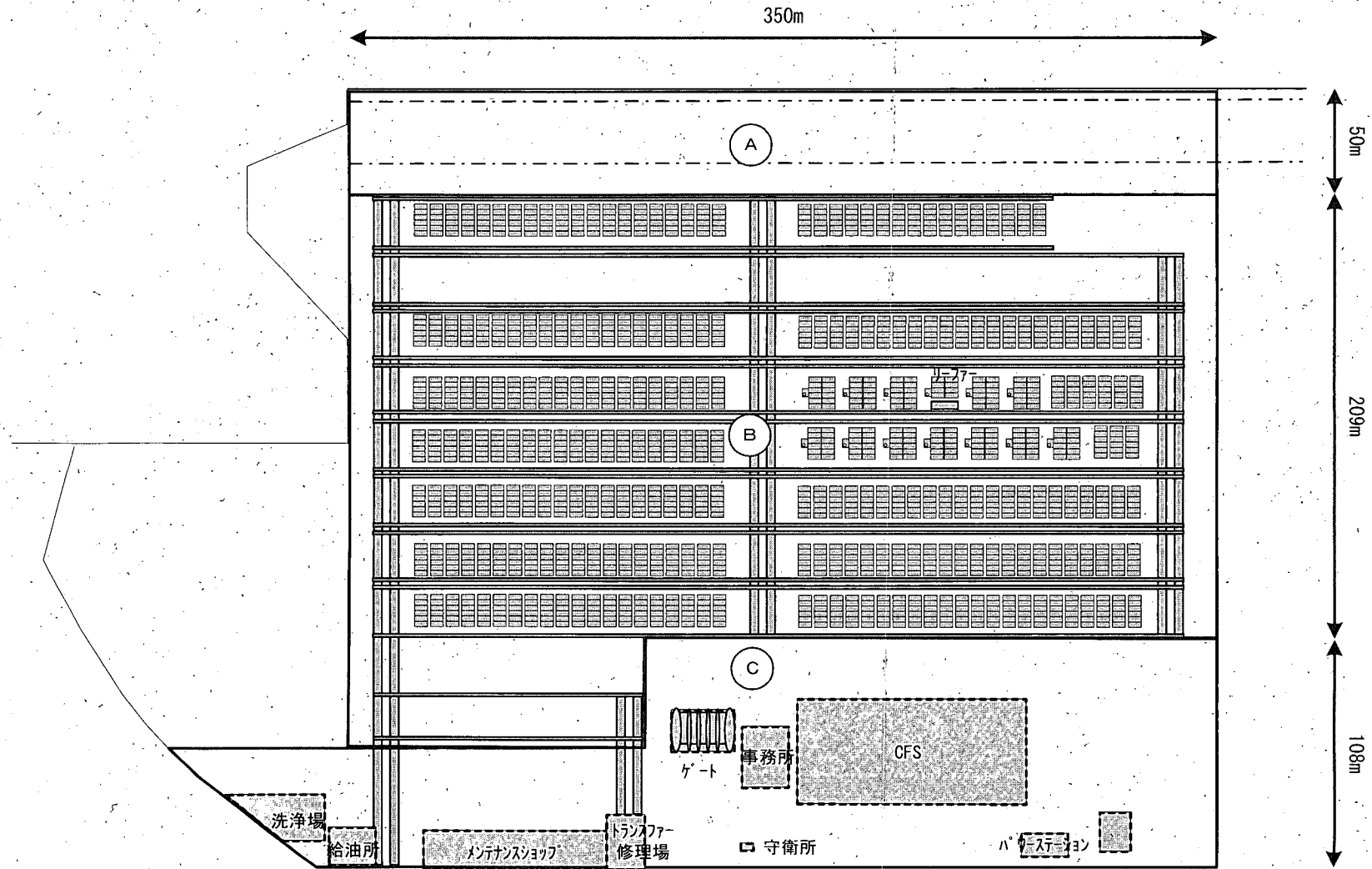
神戸港：六甲アイランド RC6, 7バース
 (神戸港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)



神戸港：ポートアイランド PC1, 2バース
 (神戸港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

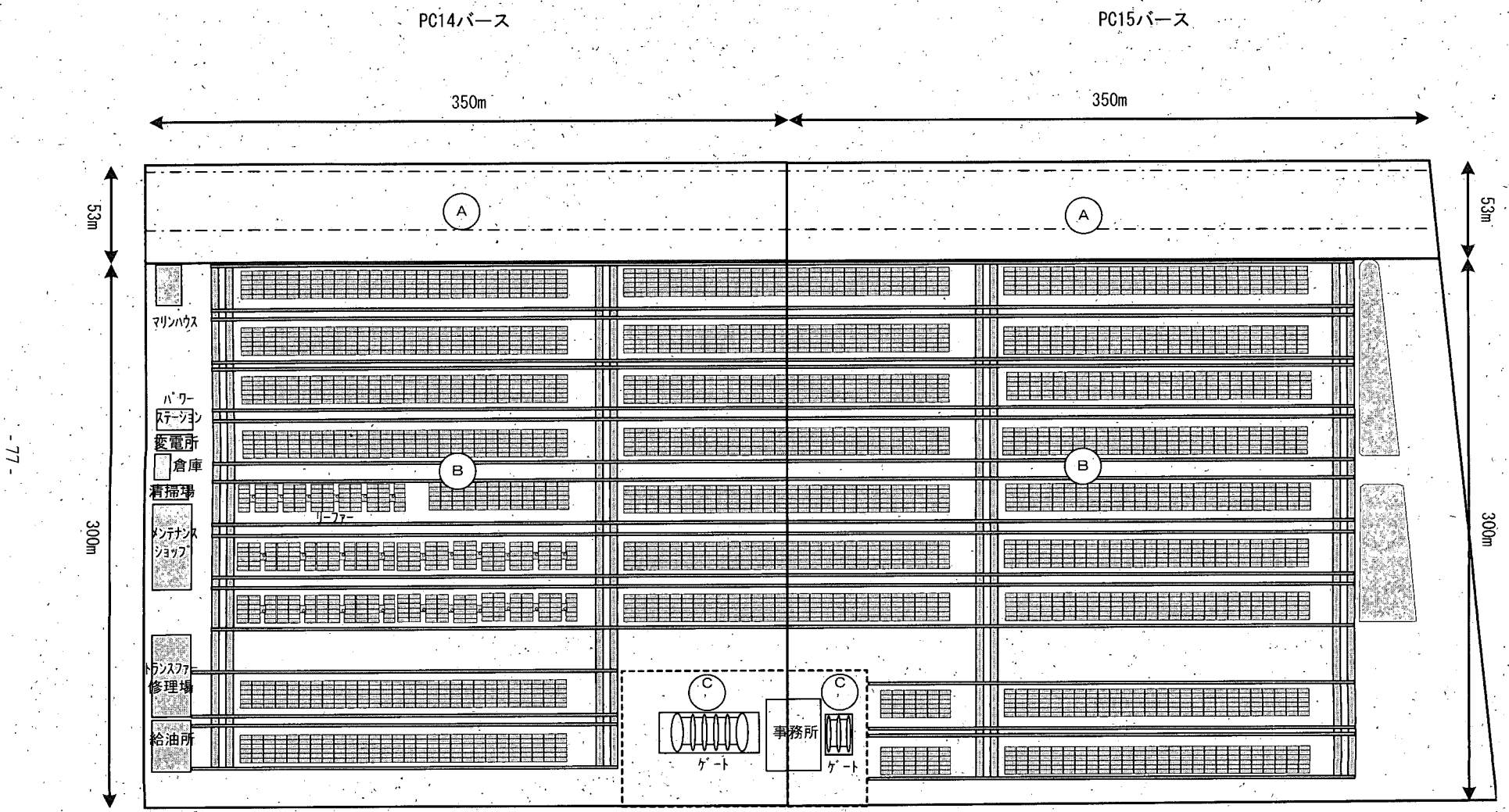
ポートアイランド PC5
 バース

参考図A-30

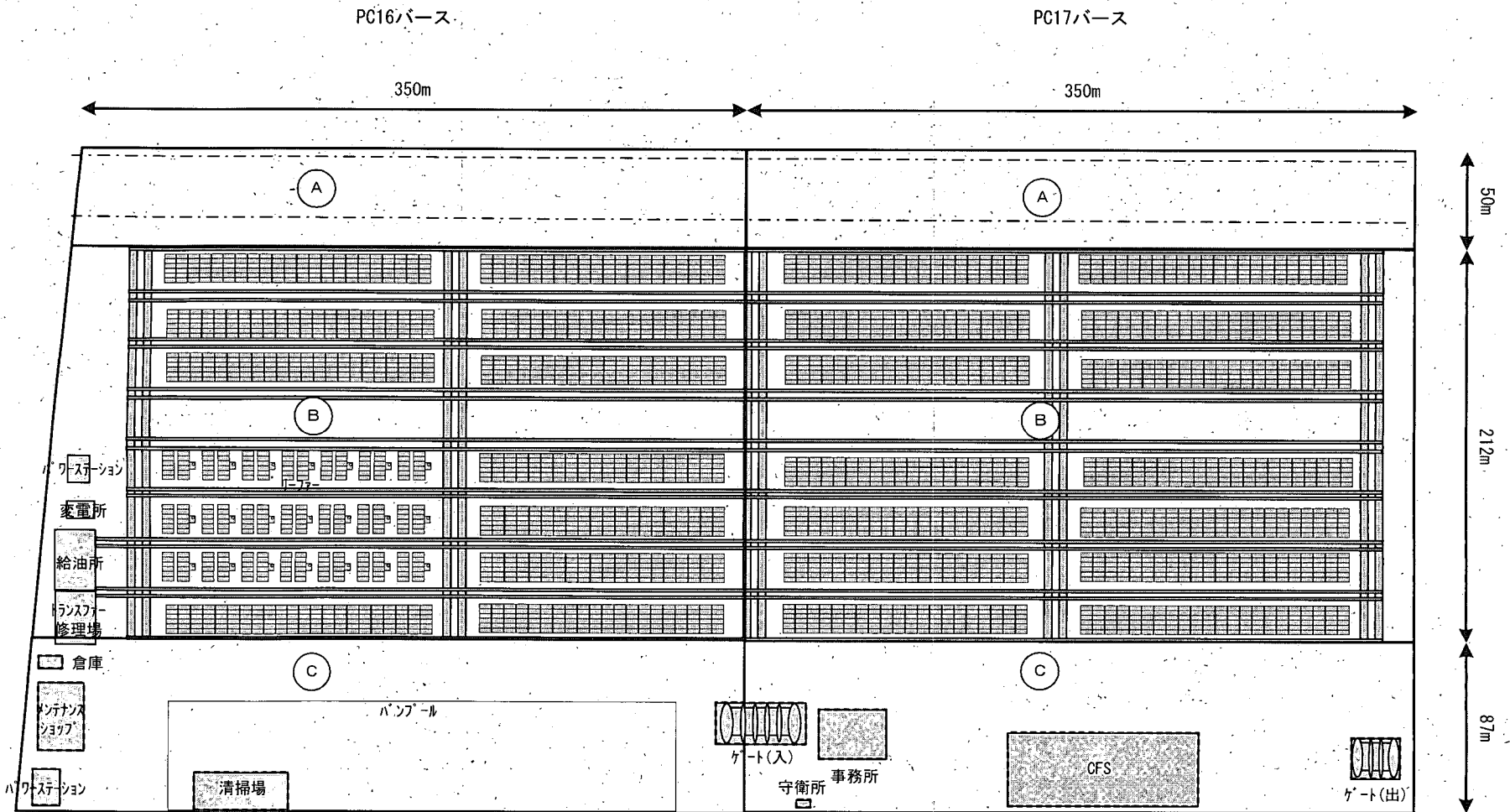


港湾計画段階におけるコンテナターミナルエリア規模推計モデル/高橋 宏直

神戸港：ポートアイランド PC5バース
 (神戸港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)



神戸港：ポートアイランド PC14, 15バース
(神戸港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

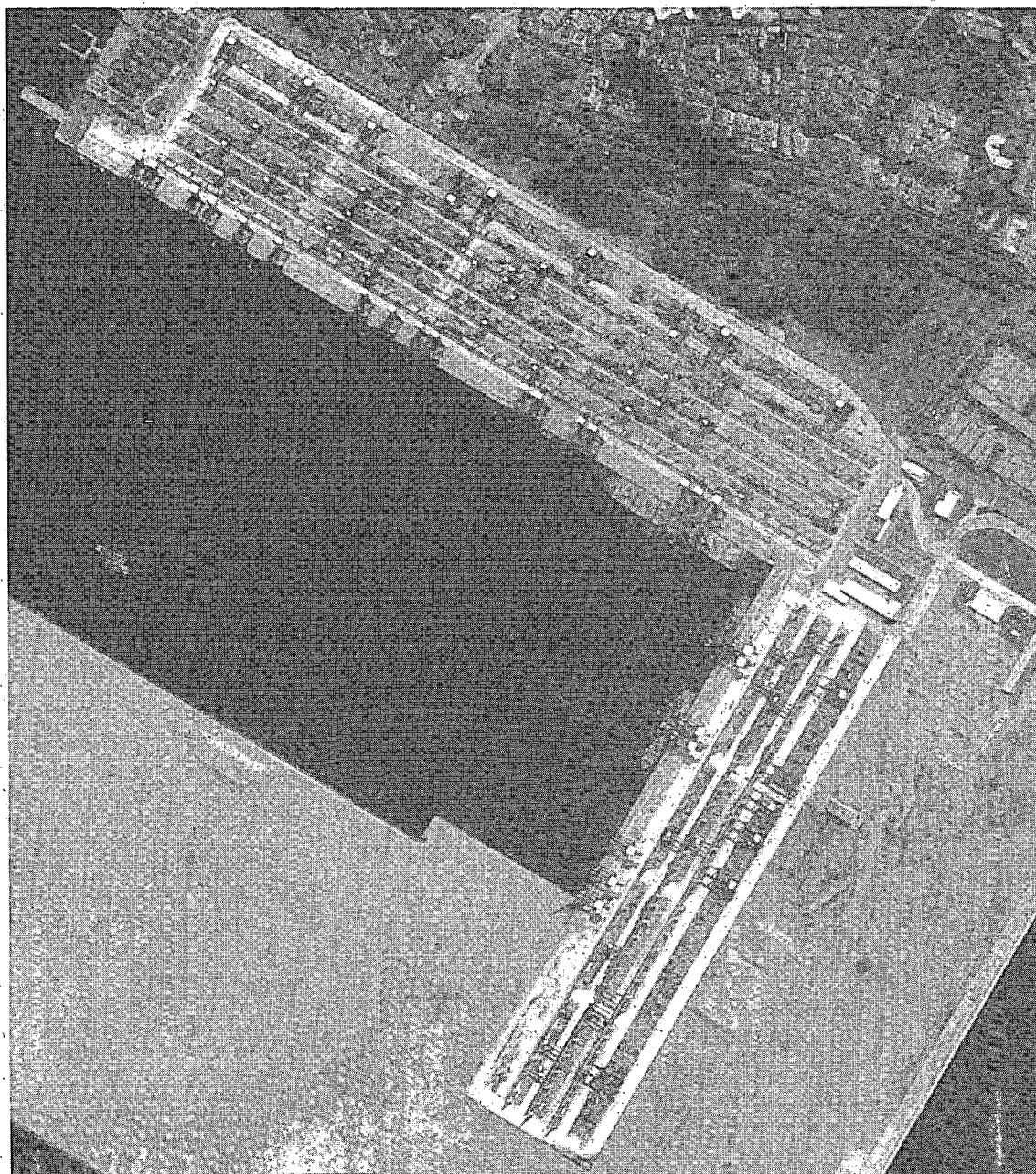


港湾計画段階におけるコンテナターミナルエリア規模推計モデル/高橋 宏直

神戸港：ポートアイランド PC16, 17バース
 (神戸港埠頭公社の資料に基づき国土技術政策総合研究所 港湾計画研究室作成)

Singapore港 : Pasir Panjang Terminal

- 1)バース長 2100m (6バース) 350m/バース
- 2)バース水深 -16m.
- 3)ヤード面積 840000m²
140000m² /バース=350m (バース長) × 400m (ターミナルエリア幅)
- 4)ゲランドシート数 14200TEU(6バース) 2367TEU/バース
- 5)ReeferPoints 648pts
- 6)取扱実績 Pasir Panjang Terminal みの値は不明

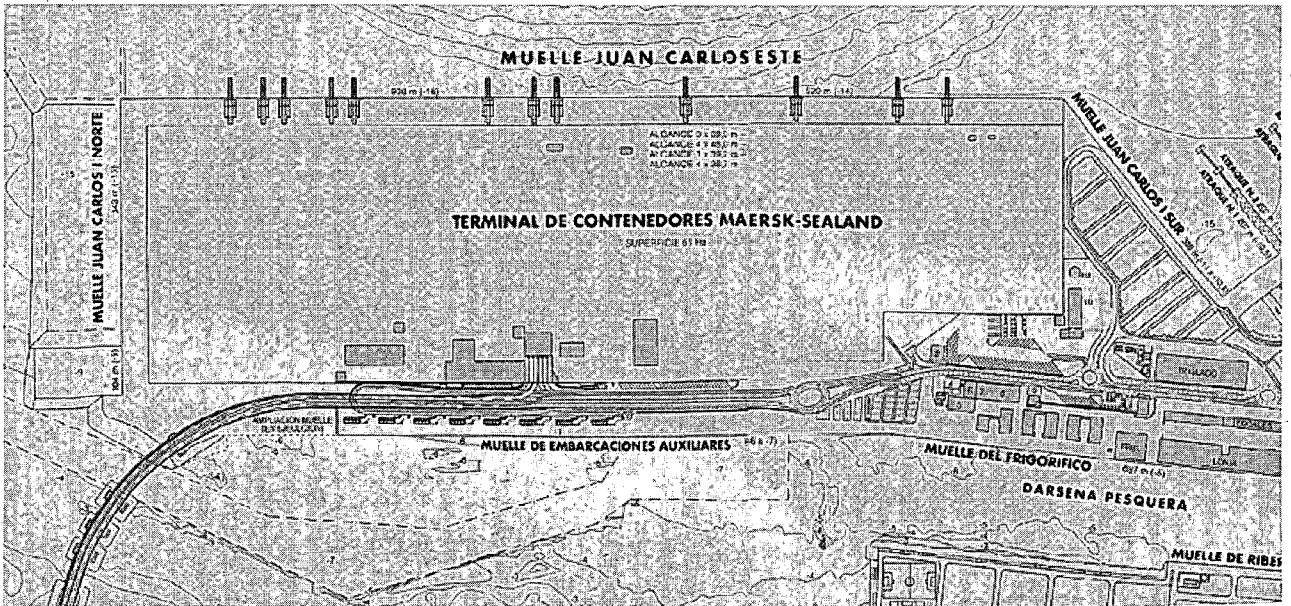


(撮影日時, 2000.4.18)



Algeciras港

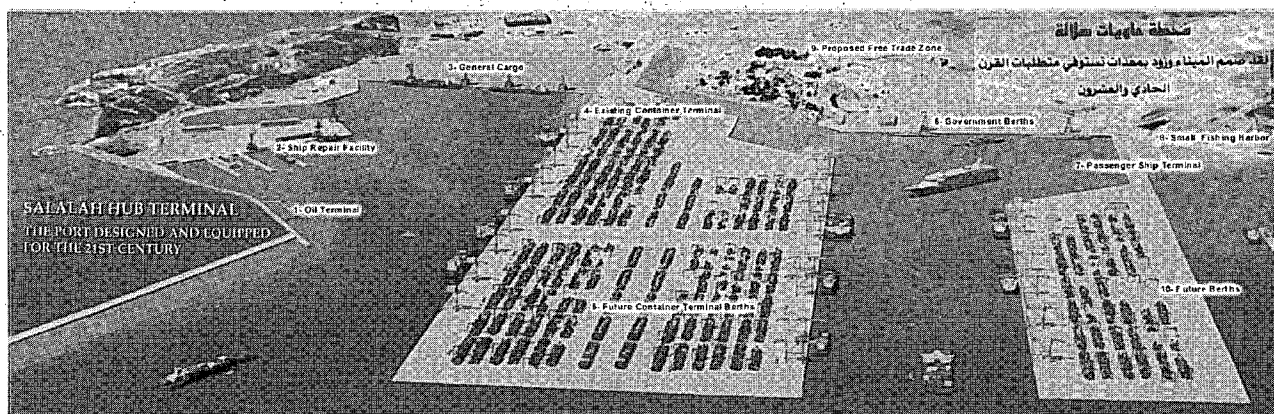
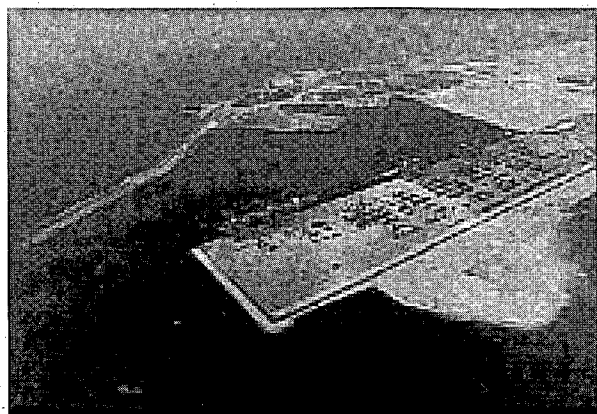
1)バース	-14m×520m	-16m×936m
2)ヤード面積	610000m ²	(平均ターミナルエリア幅：419m)
3)取扱実績	・2000	200.9万TEU
	・2001	215.1万TEU



2002.11. Algeciras 港 Home Page より

Salalah港

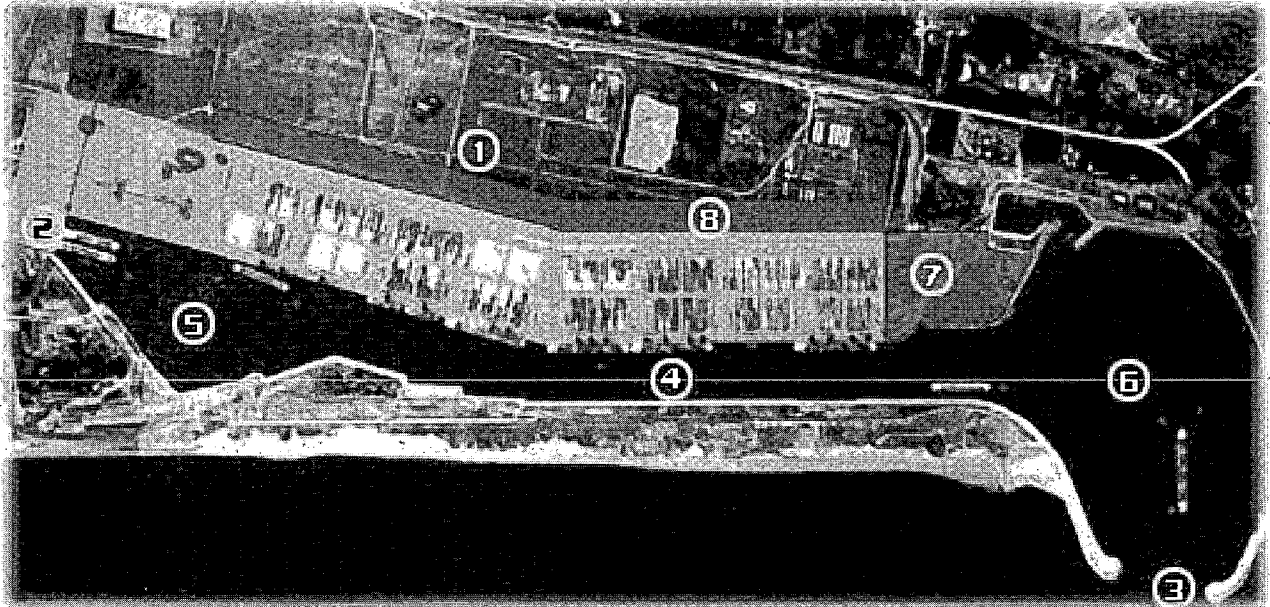
- 1)バース長 1236m
- 2)バース水深 -16m
- 3)ヤード面積 550000m² (平均ターミナル幅 : 444m)
- 4)取扱実績 ・ 1999 64万TEU



2002.11. Salalah 港 Home Page より

Gioia Tauro 港

- 1) バース長 3011m (将来計画 -350mを含む)
- 2) バース水深 -13.5~15.5m (将来計画分 -16m)
- 3) ヤード面積 1200000m² (平均ターミナル幅: 399m)
- 4) 取扱実績 ・ 1999 225.3万TEU

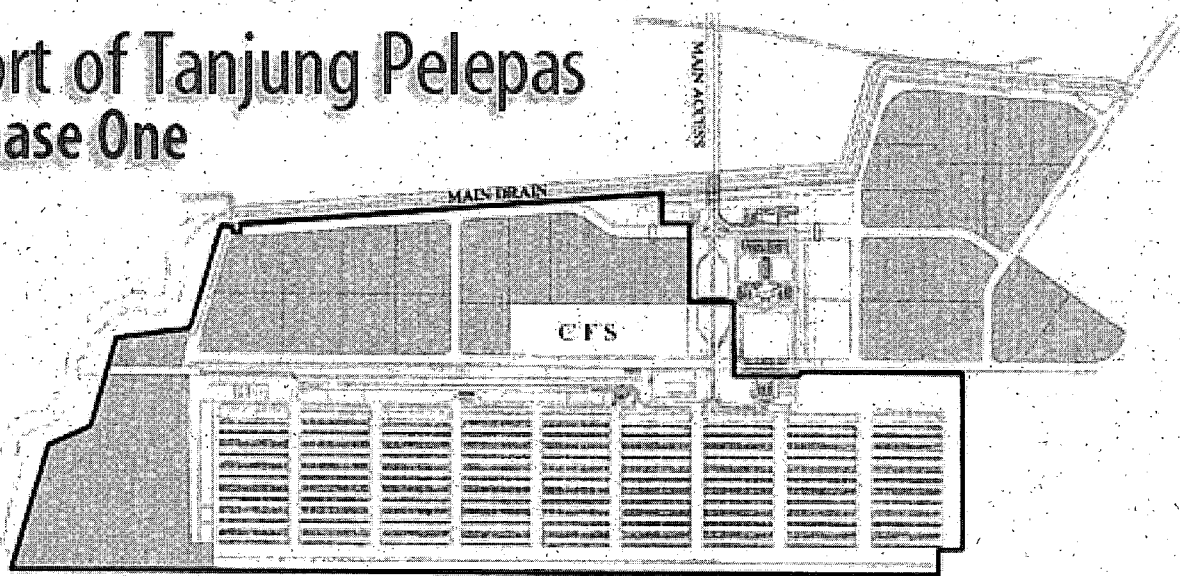


2002.11. Gioia Tauro 港 HomePage より

Tanjung Pelepas港

1)バース長	2160m (6バース)	360m/バース
2)バース水深	-15m	
3)ヤード面積	1200000m ² (6バース)	(平均ターミナル幅: 555m)
4)ランドロット数	22120TEU(6バース)	3690TEU/バース
5)ReeferPoints	2100pts(6バース)	350pts/バース
6)取扱実績	・ 2000 41.8万TEU ・ 2001 200.0万TEU	
7)計画取扱量	380万TEU (6バース)	

Port of Tanjung Pelepas Phase One

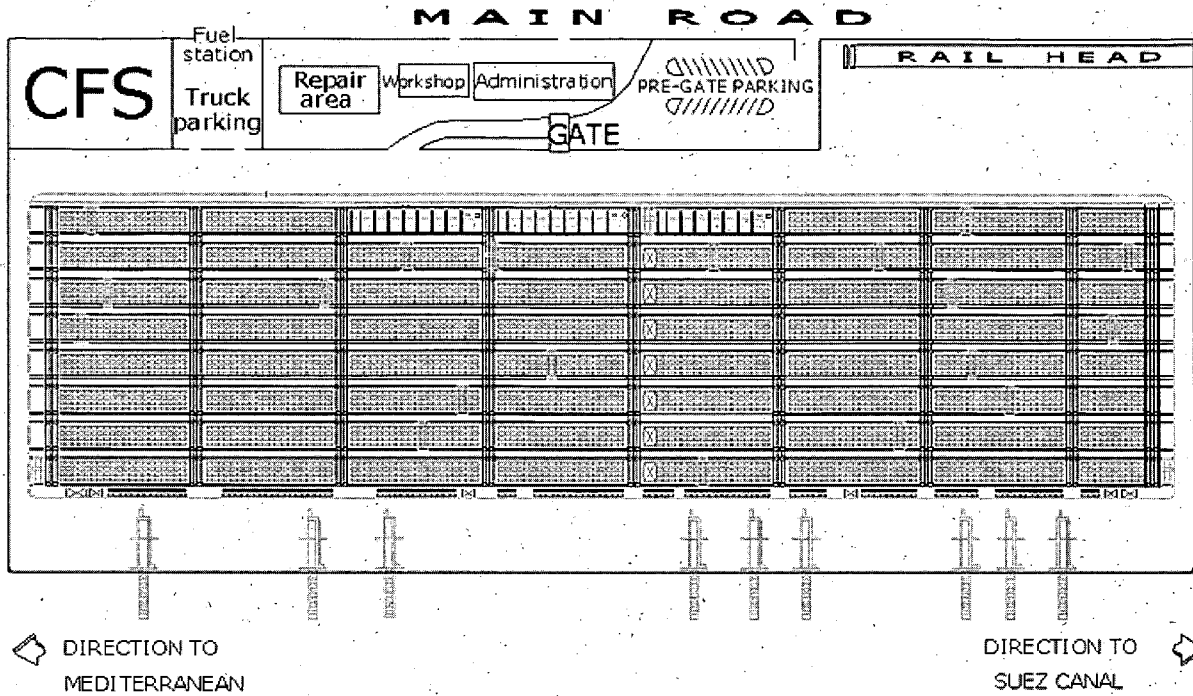


- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Free Zone Boundary | Distripark/Commercial (423 Acres) |
| CFS Container Freight Station | Container Yard |
| 14 Lane Terminal Gate | Leasable Land Area |

2002.11. Tanjung Pelepas港 Home Pageより

Port Said港

- 1)バース長 1200m (4バース) 300m/バース
- 2)バース水深 -16.5m increasable to -17.5m
- 3)ヤード面積 600000m² (4バース) (平均ターミナル幅: 500m)
- 4)ランドロット数 4690TEU/バース
- 5)ReeferPoints 372pts/バース
- 6)取扱実績



2002.11. APM Terminals Home Page より

国土技術政策総合研究所研究報告

RESEARCH REPORT of NILIM

No.10

June 2003

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは

〔 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1

管理調整部企画調整課 電話:046-844-5018 〕