

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.992

October 2017

コンテナターミナルエリアの規模に関する検討

江本翔一・山形創一

An Analysis of the Scale of Container Terminal Areas

Shoichi EMOTO, Soichi YAMAGATA

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, Transport and Tourism, Japan

コンテナターミナルエリアの規模に関する検討

江本 翔一* ・ 山形 創一**

要 旨

コンテナターミナルエリアの規模の算定については「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成 19 年）」に示されており，コンテナターミナルエリア規模推計モデル及びターミナル諸元の標準値によりターミナル規模を算定することができる．一方で当該モデルの係数及び標準値については，2003 年に作成されており，既に 15 年余りが経過する間，コンテナ船の大型化や，新たな荷役方式の導入等，コンテナ輸送を取り巻く環境の変化が起きている．

そこで本研究ではわが国のコンテナターミナルの現状について調査し，コンテナターミナルエリア規模推計モデルの係数及び標準値の更新を行った．

キーワード：コンテナターミナル，港湾計画，コンテナターミナルエリア規模推計モデル

* 港湾研究部 港湾計画研究室

** 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：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail：ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

An Analysis of the Scale of Container Terminal Areas

Shoichi EMOTO*
Soichi YAMAGATA**

Synopsis

The method of estimating the scale of container terminals is presented in ‘Technical standards and commentaries for port and harbour facilities in Japan’ in 2007, and port authorities can calculate their size, by using the model for estimating scales of container terminal areas and the standard values of dimensions of terminal areas.

But this model was constructed in 2003, and there have been changes surrounding container cargo in the intervening 15 years, such as the trend to larger container ships, and use of new cargo handling methods.

In this paper, we grasp the current situation of container terminals in Japan, and try to update the coefficient of this model and the standard value of container terminal areas.

Key Words: container terminal, port and harbour planning, container terminal area estimation.

* Researcher of Planning Division, Port and Harbour Department

** Head of Planning Division, Port and Harbour Department

National Institute for Land and Infrastructure Management

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan

Phone : +81-46-844-5019 Fax : +81-46-842-9265 e-mail : ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

目 次

1. はじめに	1
1.1 背景	1
1.2 本研究の目的	1
2. コンテナターミナルエリア規模推計モデルの概要	1
2.1 コンテナターミナルの構成要素	1
2.2 コンテナターミナル規模推計モデル	3
3. コンテナターミナルの実態調査の概要	5
4. 各種係数の標準値の検討	7
4.1 標準値検討における規模別の分類	7
4.2 標準値更新の検討	7
5. 結論	31
謝辞	31
参考文献	31

1. はじめに

1.1 背景

コンテナターミナルエリアの規模の算定の手法については、「港湾施設の技術上の基準・同解説（2007）」¹⁾に示されている。この手法は2003年に高橋²⁾が構築したコンテナターミナルエリア規模推計モデルを参考としており、この手法を用いることで、バース長、バース水深、計画取扱量が与えられれば、ピーク係数や有効係数等の各種係数の標準値を用いて、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算定し、コンテナターミナルエリアの規模を算定することができる。

各種係数の標準値については、高橋がモデル構築の際に収集した国内の主要港湾等のデータを元に設定されている。

これら各種係数の標準値については、2011年に赤倉³⁾が検討した結果を元に、2012年にマーシャリングエリア面積が9,000m²より非常に大きい場合のバックヤード施設面積、バース水深が16mより大きい場合のコンテナターミナルエリア幅の値が新たに港湾施設の技術上の基準・同解説（以下、「現行基準」という。）に追加されたものの、それ以外の係数の標準値については改訂されていない。

他方で近年、コンテナ船の大型化やリーチスタッカに代表される新たな荷役機器の出現等、コンテナの荷役を取り巻く環境が大きく変化し、これらの各種係数についても値が変化している可能性がある。

2.2 本研究の目的

本研究では新たに国内の港湾のデータを収集し、標準値を検討した。

以下、2章で高橋が構築したコンテナターミナルエリア規模推計モデルについての概要を、3章で標準値更新のために行った国内港湾の実態調査の概要を、4章においてそれらのデータを用いて検討した各種係数の標準値を示し、5章において本研究で検討した標準値及び現行基準の標準値をとりまとめている。

2. コンテナターミナルエリア規模推計モデルの概要

2.1 コンテナターミナルエリアの構成要素

コンテナターミナルは主としてエプロンエリア、マーシャリングエリア、バックヤードエリアにより構成される。これらの要素の概要を以下に示す。また、標準的なコンテナターミナルエリアの平面図を図-2.1に示す。

(1)エプロンエリア

エプロンエリアは、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。本資料では、図-2.1におけるL_{b1}をエプロンエリア幅とする。

(2)マーシャリングエリア

マーシャリングエリアは、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。本資料では、図-2.1におけるL_{b2}をマーシャリングエリア幅とする。

(3)バックヤードエリア

バックヤードエリアは、メンテナンスショップ、管理棟、ゲート等の施設のあるエリアである。なお、必要に応じてコンテナフレートステーションを設置する場合がある。本資料では、図-2.1のL_{b3}をバックヤードエリア幅とする。

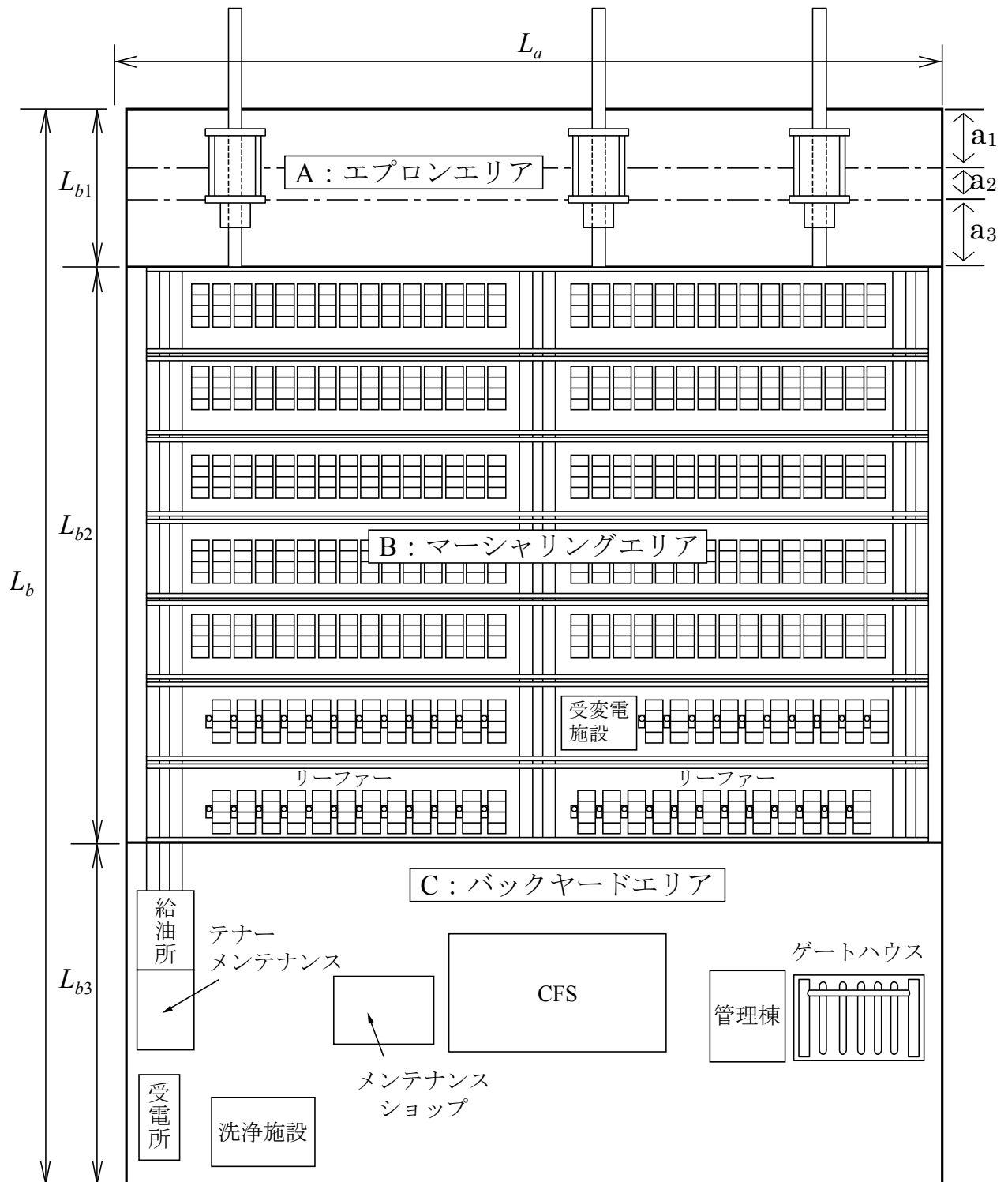


図-2.1 標準的なコンテナターミナル ※文献 2)を基に加筆修正

2.2 コンテナターミナル規模推計モデル

高橋が構築したコンテナターミナル規模推計モデル

を図-2.2 に示す.

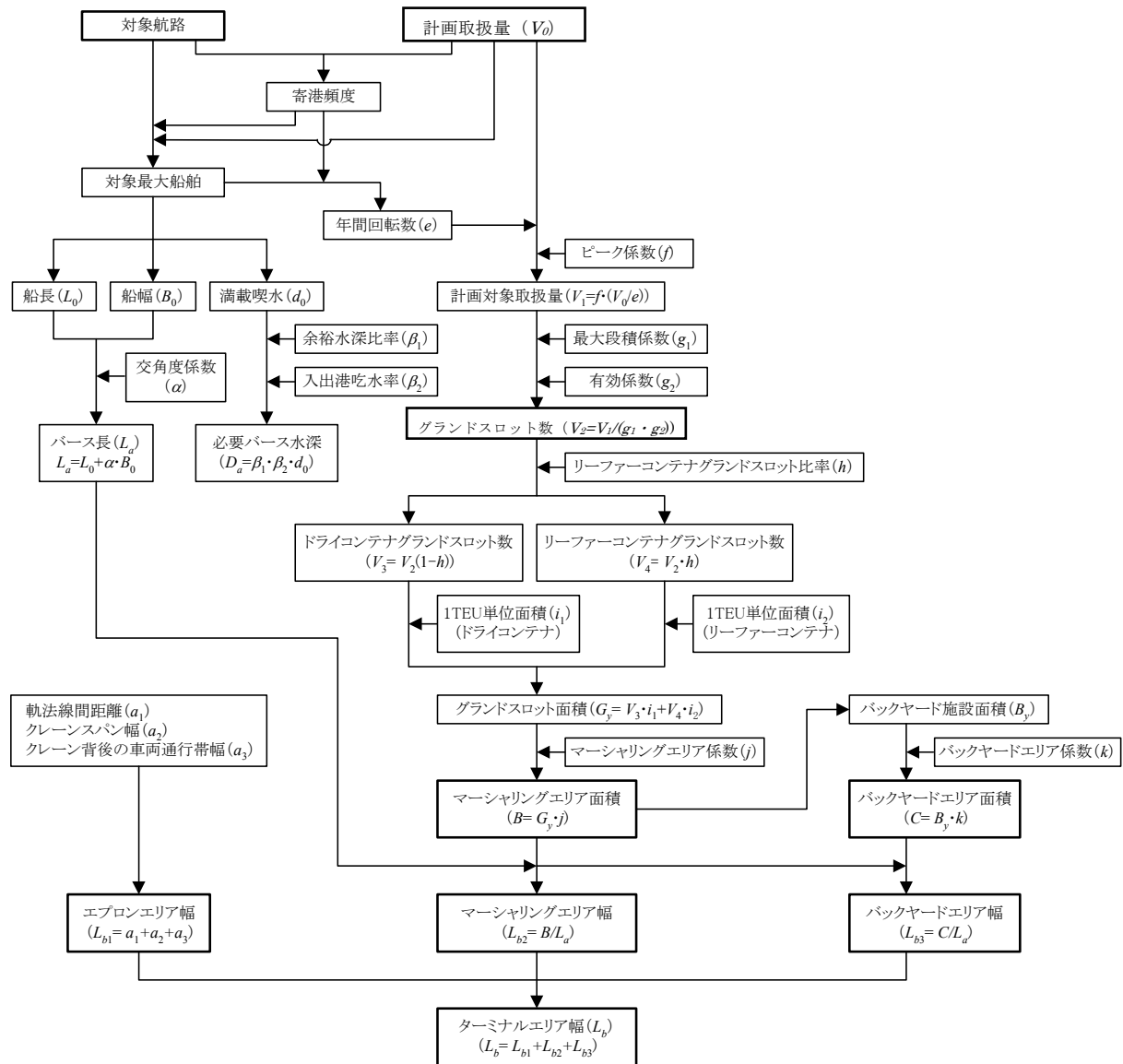


図-2.2 標準的なコンテナターミナルエリア規模推計モデル ※文献 2)を基に加筆修正

ここで、図-2.2 に示すモデルの各種係数は以下の通りである。

L_a : バース長

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

L_{b1} : エプロンエリア幅

ここで $L_{b1} = a_1 + a_2 + a_3$ により求めることができる

V_0 : 計画取扱量 (TEU)

e : 年間回転数 (回/年)

ここで $e = D_y / D_t$ により求めることができる

D_y : 年間作業日数 (日)

D_t : ヤード内の平均蔵置日数 (日)

f : ピーク係数

ここで $f = \text{月最大取扱量} / \text{平均取扱量}$

V_1 : マーシャリングエリアを計画するための対象コンテナ个数 (TEU)

ここで $V_1 = f \times V_0 / e$ により求めることができる

g_1 : 最大段積係数

コンテナを段積みする最大値

g_2 : 有効係数

ここで $g_2 = \text{平均的な段積み数} / g_1$

V_2 : グランドスロット数 (TEU)

コンテナを蔵置する 1 段目のスペースの数

ここで $V_2 = V_1 / (g_1 \times g_2)$ により求めることができる

h : リーフコンテナグランドスロット比率

グランドスロット数とリーファコンテナ対応のスロット数の割合

V_3 : ドライコンテナグランドスロット数 (TEU)

ドライコンテナのグランドスロット数

ここで $V_3 = V_2 \times (1 - h)$ により求めることができる

V_4 : リーフコンテナグランドスロット数 (TEU)

ここで $V_4 = V_2 \times h$ により求めることができる

i_1 : ドライコンテナ 1TEU あたりの床面積 (m^2)

i_2 : リーフコンテナ 1TEU あたりの床面積 (m^2)

G_y : グランドスロット面積 (m^2)

ここで $G_y = V_3 \times i_1 + V_4 \times i_2$ により求めることができる

j : マーシャリングエリア係数

マーシャリングエリア面積とグランドスロット

面積の比率

B : マーシャリングエリア面積 (m^2)

ここで $B = G_y \times j$ により求めることができる

L_{b2} : マーシャリングエリア幅

ここで $L_{b2} = B / L_a$ により求めることができる

B_y : バックヤード施設面積

バックヤードに建設される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, 管理棟, ゲート等の床面積

k : バックヤードエリア係数

バックヤードエリア面積とバックヤード施設面積の比率

C : バックヤードエリア面積

ここで $C = B_y \times k$ により求めることができる

L_{b3} : バックヤードエリア幅

ここで $L_{b3} = C / L_a$ により求めることができる

L_b : ターミナルエリア幅

ここで $L_b = L_{b1} + L_{b2} + L_{b3}$ により求めることができる

1 章で述べたとおり高橋²⁾, 赤倉³⁾はこの推計モデルにおける L_a, V_0 を除く上述の各種係数について標準値を設定している。また, 高橋らは通常の港湾計画の策定段階では, e, f, g_1, g_2 が設定するのは容易ではないことから, $p : f / (e \times g_1 \times g_2)$ についても標準値を設定している。なお, 現行基準におけるこれらの標準値の値については 3 章及び 4 章において後述する。

3. コンテナターミナルの実態調査の概要

モデルの各種係数を更新するため、2015 年度から 2016 年度にかけて、これら係数について国内のコンテナターミナルの実態調査を行った。

調査にあたっては、できるだけモデルの汎用性を高めること、また規模別に標準値を分けることの必要性を検討していたため、主要なコンテナ取扱港の他は幅広い規模や地域の港湾を候補とした。

国際コンテナ戦略港湾、国際拠点港湾、その他重要港湾の 3 種の港湾を含む国内 62 港 103 ターミナルに対してアンケートやヒアリングにより調査を行い、このうち 42 港 83 ターミナルから回答を得ることができた。回答を得ることができた 42 港を図-3.1 及び表-3.1 に示す。この 42 港 83 ターミナルのデータを用いて、標準値の更新を検討した。なお、主な調査項目は下記のとおりである。

- バース水深・延長・数

- 取扱量 (TEU) (年間・月最大・月平均)
- エプロンエリア幅・面積
- マーシャリングエリア幅・面積
- グラントスロット数・面積
- リーフアコンテナグラントスロット数・面積
- 平均蔵置日数 (輸入・輸出) (ドライ・リーファ)
- 最大段積数・平均段積数
- バックヤードエリア幅・面積
- バックヤードに設置している施設種類・面積
(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等)
- 荷役方式
- 蔵置ヤード面積に対する意見

ここで調査項目における荷役方式とは、トランスファークレーン (TC) 方式、ストラドルキャリア (SC) 方式、リーチスタッカ (RS) 方式のいずれを採用しているかを調査するものである。各方式の概要を表-3.2 に示す。

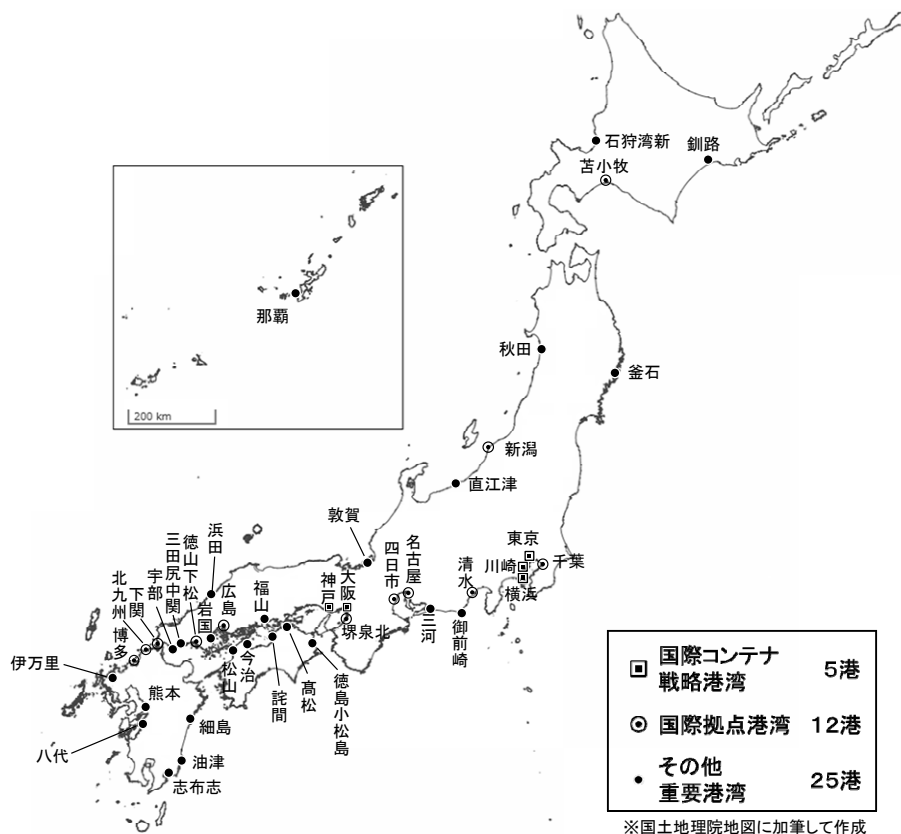


図-3.1 調査対象港湾

表-3.1 調査対象港湾

港湾区分	港 名
国際コンテナ 戦略港湾 (5港)	東京港, 横浜港, 川崎港, 大阪港, 神戸港
国際拠点 港湾 (12港)	苫小牧港, 清水港, 千葉港, 名古屋港, 四日市港, 新潟港, 堺泉北港, 広島港, 徳山下松港, 下関港, 北九州港, 博多港
その他 重要港湾 (25港)	釧路港, 釜石港, 石狩湾新港, 秋田港, 御前崎港, 三河港, 直江津港, 敦賀港, 福山港, 岩国港, 三田尻中関港, 宇部港, 浜田港, 徳島小松島港, 高松港, 詫間港, 今治港, 松山港, 細島港, 油津港, 志布志港, 八代港, 熊本港, 伊万里港, 那覇港

表-3.2 荷役方式の概要

TC方式	SC方式	RS方式
 ・面積当たりの荷役の効率が最も高い ・初期投資が高い	 ・面積当たりの荷役の効率がTC方式に次いで高い ・CY内のどこでも自由に運搬可能 ・初期投資が比較的低い	 ・面積当たりの荷役の効率が3方式の中では低い ・2000年以降に普及 ・初期投資が低い ・取扱量の少ない港では主流になりつつある

写真提供：ロジネクストユニキャリア（株）

4. 各種係数の標準値の検討

4.1 標準値検討における規模別の分類

現行基準は国内主要4港等の比較的大規模なターミナルのデータを用いており、ターミナルの規模に関わらず一律の標準値を設定していた。しかし、国内には小規模なターミナルも存在しており、これらのターミナルにおいては各種係数の値が大規模なターミナルとは大きく異なることが考えられる。このため、本研究ではターミナルの規模、具体的にはターミナルの年間取扱量とバース水深によってターミナルを分類し、標準値を設定することを検討した。

まず3章で収集した42港83ターミナルのデータを用いて、年間取扱量とマーシャリング面積の相関を図-4.1に、バース水深とマーシャリングエリア面積の相関を図-4.2に示す。これらの図によると、年間取扱量が多く、バース水深が深くなるにつれてマーシャリング面積は大きくなっており、上述の考察のとおり、これらの要素がマーシャリングエリア面積に代表される各種係数と一定程度の相関があることが伺える。

ここで、図-4.3に横軸を年間取扱量、縦軸をバース水深とした場合の荷役方式別のデータ分布を示す。図-4.3

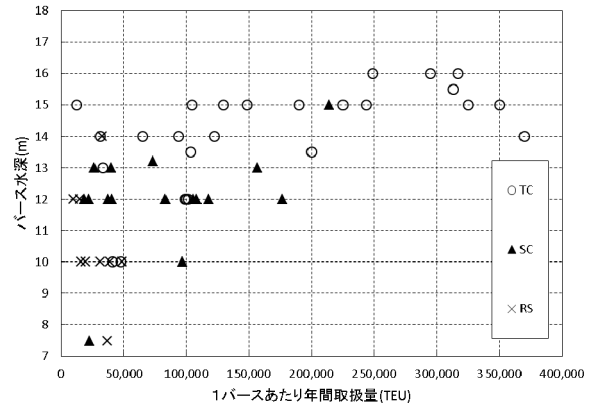


図-4.3 荷役方式別のターミナル分布

によれば、概ね年間取扱量が60,000TEU未満、バース水深が13m未満の場合は概ねRS方式が採用されていることが伺える。RS方式については、表-3.2で示したとおり、TC方式やSC方式に比べると荷役効率が低いことから、マーシャリングエリア面積に代表される各種係数についても値が大きく変化することが考えられる。

よって、これらの検討を踏まえ、本研究では年間取扱量が約60,000TEU未満かつバース水深13m未満のターミナルを小規模ターミナルとし、それ以外を一般ターミナルとして分類する。標準値の検討にあたっては、小規模ターミナル、一般ターミナル別にデータを抽出し、各係数のデータのばらつきが大きく異なる場合は小規模ターミナル／一般ターミナル別に値を検討することとした。

4.2 標準値更新の検討

各種係数の標準値の検討にあたっては、①データの分布、②蔵置ヤード面積に対する意見、③現行基準の値、④項目毎に規模推計する上での影響等を考慮し、総合的に検討を行っている。

①のデータ分布については、全データの90%をカバーする範囲を採用している。これは同範囲の上限値を最小値から数えて全データの95%をカバーする値、下限値は最小値から数えて全データの5%をカバーする値とするもので、結果的に上下各5%が除かれた90%が分布する範囲を求めている。

また、ここで②蔵置ヤード面積に対する意見とは、3章で示した調査において収集した意見であり、ここで蔵置ヤード面積、すなわちマーシャリングエリアの規模が不足していると回答したターミナルのデータについては、マーシャリングエリアに関する係数の標準値を検討する際には、そのデータの扱いに留意した上で検討を行った。

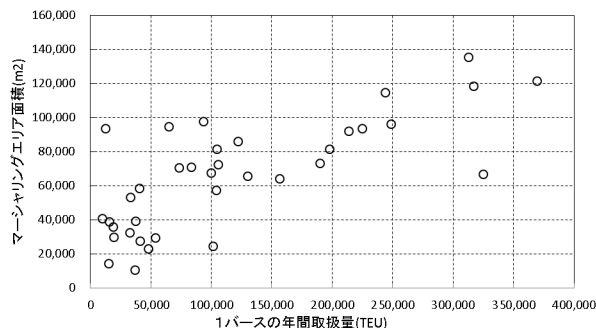


図-4.1 年間取扱量とマーシャリングエリア面積の相関

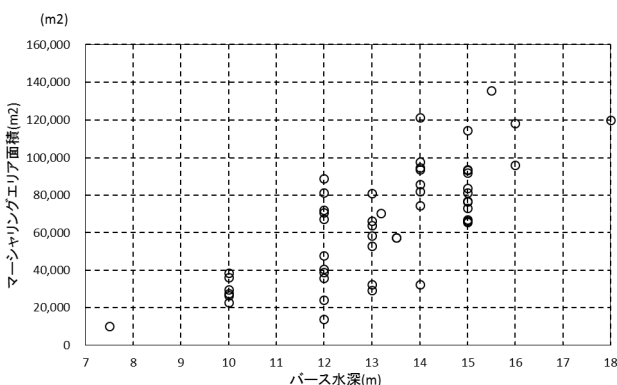


図-4.2 バース水深とマーシャリングエリア面積の相関

(1) エプロンエリアに関する係数

① エプロンエリアの構成

エプロンエリア幅については、以下3つの施設諸元から構成される。

軌法線間距離： a_1

レーススパン幅： a_2

クレーン背後の車両通行帯幅： a_3

なお、 a_1 、 a_2 、 a_3 の標準値については、バース水深に関わらず、コンテナクレーン諸元、荷役方式によって定まるため、データ分布による解析は行わない。

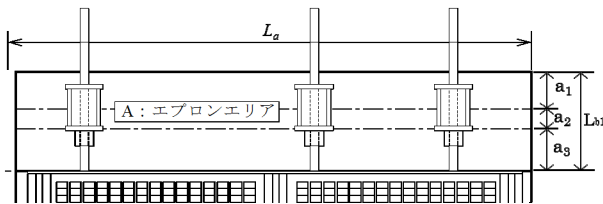


図-4.4 エプロンエリアの諸元

② 軌法線間距離： a_1

図-4.5に距離別の軌法線間距離の分布を示す。最も多いものが3.0～3.5mとなっている。次に2.5～2.9m、3.6～4.0mの順となり、3.0～4.0mで57%を占める。また、近年のコンテナ船の大型化に伴って、船舶とクレーンの接触防止のため軌法線間距離を長くとするターミナルが増えてきている。については a_1 の標準値は以下が考えられる。

$a_1 = 3.0 \sim 4.0m$

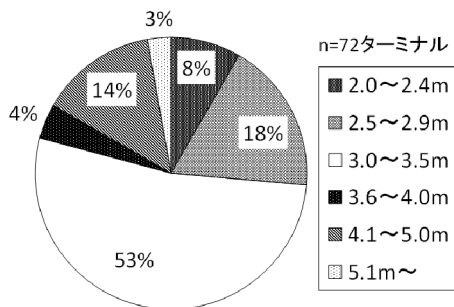


図-4.5 軌法線間距離（ a_1 ）

③ レーススパン幅： a_2

現行基準においては、場内運搬の方式に応じて、 a_2 の考え方を以下の通りとしている。

$a_2 = (\text{レーン数} + 1) \times \text{レーン幅}^* + \text{余裕 } 5 \sim 10m$

※ 5.5m/レーン（ストラドルキャリア(SC)使用時）

5.0m/レーン（トラクタートレーラー使用時）

レーンの必要幅については特段変化していないと考えられ、今般調査は行っていない。以降の値の算出においては、現行基準の考え方を使用する。

④ クレーン背後の車両通行帯幅： a_3

現行基準においては、 a_3 の考え方を以下の通りとしている。

・SC使用時

$a_3 = 37m$

=SCの旋回幅 22m + 余裕 15m

・トラクタートレーラー使用時

$a_3 = \text{ハッチカバー仮置場}(11 \sim 13.5m)$

+レーン幅 3.5m + 余裕 3.5m

1レーンあたりの必要幅やSCの旋回性能等は変化していないと考えられるため、以降の値の算出においては、現行基準の考え方を使用する。

⑤ エプロンエリア幅： L_{b1}

図-4.6にバース水深別の L_{b1} のデータ分布を、表-4.1にデータを統計的に解析した値を示す。

図-4.6によれば、バース水深が13mを境に L_{b1} のデータ分布がやや変化している傾向が見受けられる。ただし、水深13m未満でも、一般ターミナル/小規模ターミナルの別による分布傾向の差異は見られない。このため、 L_{b1} の標準値については一般ターミナル/小規模ターミナルでは分類せず、バース水深13m以上、未満によって標準値を設定することを検討する。

ここで、表-4.1によれば、バース水深13m以上の L_{b1} については、最小31m～最大74mに値が分布し、平均値は53.1m、カバー率90%の範囲は36～70mとなる。

一方で、現行基準においては L_{b1} の標準値はバース水深に関わらず50～80mとしている。

このため、 L_{b1} を低く設定すると、レーススパンやクレーン背後の通行帯幅が十分に取れず、安全に荷さばきを行う上で支障があると考えられることから下限値、上限値については現行基準のとおり50～80mとすることが妥当と考える。

次に、バース水深13m未満の L_{b1} については、最小20m～最大53mに値が分布し、平均値は37.1m、カバー率90%の範囲は20～52mとなる。

一方で、現行基準においてはバース水深による区分がなく、バース水深13m未満のデータ分布に合わせた標準値の設定はない。

ここで、表-4.1によれば、エプロンエリア幅の最小値は $a_1 + a_2 + a_3 = 35.5 \sim 49m$ （トラクタートレーラー使用時）であるため、下限値は40mとすることが妥当と考える。また、上限値はカバー率90%値に余裕を持たせた設

定とする。

については、これらを総合的に考慮し、以下の標準値が考えられる。

バース水深13m以上：50～80m
バース水深13m未満：40～60m

なお、 $L_{b1}=a_1+a_2+a_3$ であることから、 a_1 、 a_2 、 a_3 の標準値の合計を、前述の L_{b1} の標準値と比較し、確認を行った（表-4.2）。この結果、 a_1 、 a_2 、 a_3 の標準値の合計は、概ね前述の L_{b1} の標準値の範囲に包含される。

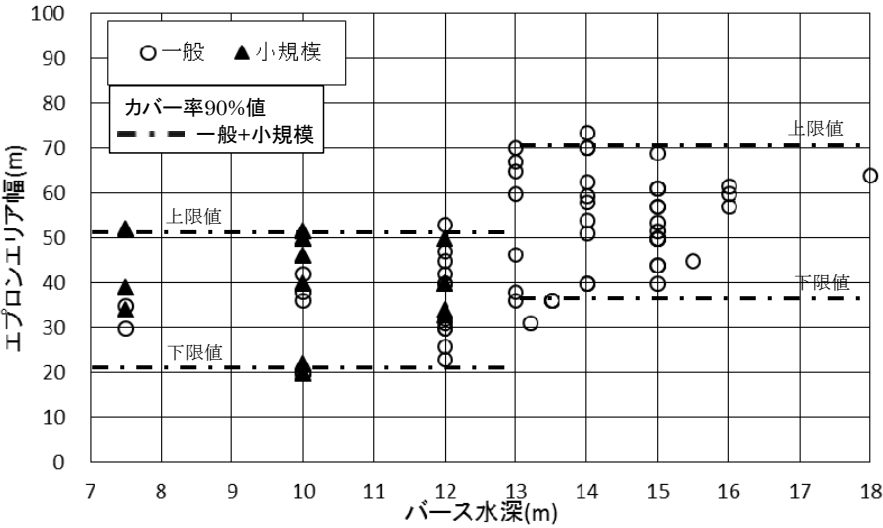


図-4.6 バース水深別のエプロンエリア幅 (L_{b1})

表-4.1 エプロンエリア幅に関する統計解析

水深13m以上		水深13m未満	
データ数	40	データ数	34
最大値	74	最大値	53
最小値	31	最小値	20
平均値	53.1	平均値	37.1
標準偏差	10.8	標準偏差	9.7
カバー率90%値		カバー率90%値	
上限値	70	上限値	52
下限値	36	下限値	20

表-4.2 エプロンエリア幅 (L_{b1}) の比較

項 目	ヤード荷役機械	トラクタートレーラー		ストラドルキャリア	
		水深13m未満	水深13m以上	水深13m未満	水深13m以上
		1～2レーン	2～3レーン	1～2レーン	2～3レーン
軌法線間距離(m)	a_1	3～4		3～4	
レールスパン幅(m)	a_2	15-25	20～30	16-26.5	21.5～32
クレーン背後の通行帯幅(m)	a_3	17.5～20		37	
(計算値 = $a_1+a_2+a_3$)		35.5～49	40.5～54	56～67.5	61.5～73
エプロンエリア幅(m)	L_{b1}	40～60	50～80	40～60	50～80

(2)マーシャリングエリア幅に関する係数

①平均蔵置日数及び年間回転数

(a) 平均蔵置日数：Dt

図-4.7 にバース水深別の輸入コンテナの Dt のデータ分布を、表-4.3 にそのデータを統計的に解析した値を示す。同様に図-4.8 に輸出コンテナの Dt のデータ分布を、表-4.4 にそのデータを統計的に解析した値を示す。

コンテナについてはドライコンテナとリーファコンテナが存在するが、数量としてはドライコンテナが大半を占めることから、ここではドライコンテナを対象とした。

図-4.7 及び図-4.8 によると、輸入コンテナの方が輸出コンテナより蔵置日数がやや長くなっている傾向が見受けられる。また、バース水深及び小規模ターミナル／一般ターミナルの別に係わず値は全体的に分布しており、これらとの関係性は薄いと考えられるため、区分は行わない。

輸入のDtについては、最小1日～最大20日に値が分布し、平均値は7.3日、カバー率90%の範囲は3.5～12.0日となる。

なお、蔵置日数が20日と極端に長い1件は、同時にマーシャリングエリア規模を不足していると回答していることから、これは想定外に蔵置日数が長い非効率な状況にあるケースと考えられるので、これを除くと値は3～12日周辺に集中している。

一方で、現行基準においては、輸入のDtの標準値は3～9日としている。

ここで、Dtを高く設定することは、ひとつのコンテナ蔵置日数が長く回転が悪い非効率な状況を前提とした計画となることを意味するため、上限値については現行基準通り9日とすることが妥当と考えられる。

については、これらを総合的に考慮し、以下の標準値が考えられる。

Dt（輸入）=3～9日

輸出のDtについては、最小1日～最大15日に値が分布し、平均値は5.3日、カバー率90%の範囲は2.5～7.0日となる。

蔵置日数が10日～15日と長いものは、同時にマーシャリングエリア規模を不足していると回答していることから、これは想定外に蔵置日数が長い非効率な状況にあるケースと考えられるので、これらを除くと、値は2～7日周辺に集中している。

また、現行基準においても、輸出のDtの標準値は2～7日としている。

については、これらを総合的に考慮し、以下の標準値が考えられる。

Dt（輸出）=2～7日

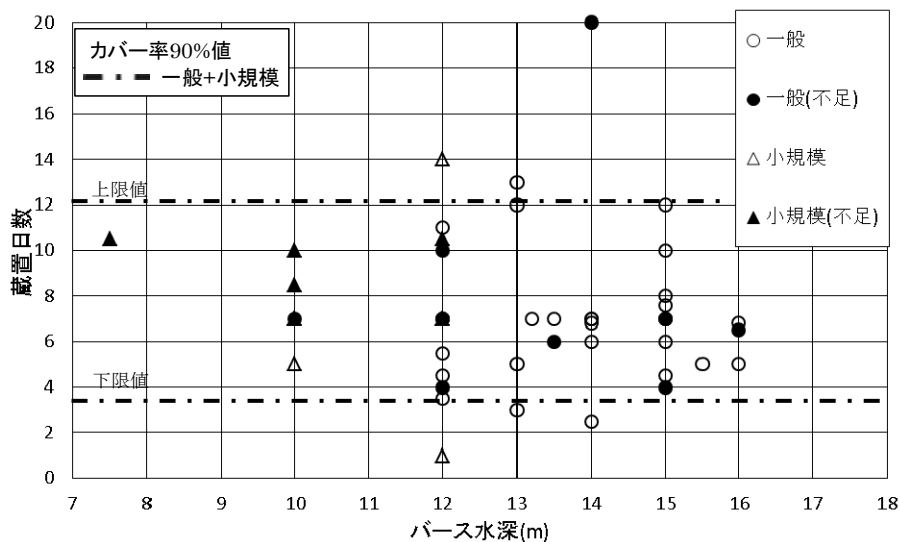


図-4.7 バース水深別のドライコンテナの蔵置日数 (Dt) (輸入)

表-4.3 コンテナ蔵置日数 (Dt) (輸入) の統計解析

データ数	49	カバー率90%値	
最大値	20	上限値	12.0
最小値	1	下限値	3.5
平均値	7.3		
標準偏差	3.2		

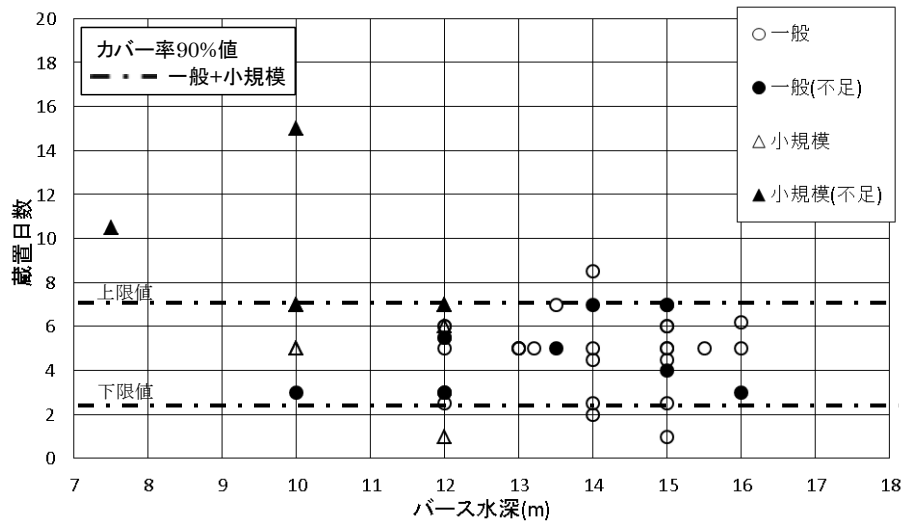


図-4.8 バース水深別のドライコンテナの蔵置日数 (Dt) (輸出)

表-4.4 コンテナ蔵置日数 (Dt) (輸入) の統計解析

データ数		カバー率90%値	
データ数	48	上限値	7.0
最大値	15	下限値	2.5
最小値	1		
平均値	5.3		
標準偏差	2.4		

(b) 年間回転数：e

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が、具体的には、年間作業日数 Dy を当該ヤードの Dt で除することで算出される。Dy を 364 日（1 月 1 日のみ休み）とした場合、(a)の Dt の標準値に対応する e は以下となる。

e（輸入）=40～121

e（輸出）= 52～182

②ピーク係数：f

ピーク係数 f はターミナルにおける季節変動等によるコンテナ取扱量の変動状態を知るためのもので、最大月間取扱量を平均月間取扱量で除した値である。図-4.9 にバース水深別のピーク係数のデータ分布を、表-4.5 にそのデータを統計的に解析した値を示す。

これらの分布をみると、バース水深及び小規模ターミナル／一般ターミナルの別に係わらず値は全体的に分布しており、これらとの関係性は薄いと考えられるため、区分は行わない。

表-4.5 によれば、 f の値については、最小 1.01～最大 1.53 に値が分布する。平均値は 1.15、カバー率 90%の

範囲は 1.04～1.27 となる。 f が 1.5 を超えるケースも見られるがこれは取扱貨物量の実績値で季節変動が特に大きいケースであり、これらを除くと、値は概ね 1.0～1.3 に集中している。

なお、現行基準においては、 f の標準値は 1.2～1.3 としている。

また、 f が 1.0 に近い場合、最大取扱貨物量と平均取扱貨物量に差が少ないことを意味し、ピーク時に余裕がなく対応が困難となることから、下限値は現行基準のとおり 1.2 とすることが妥当と考えられる。

これらを総合的に考慮し、以下の標準値が考えられる。

$$f = 1.2 \sim 1.3$$

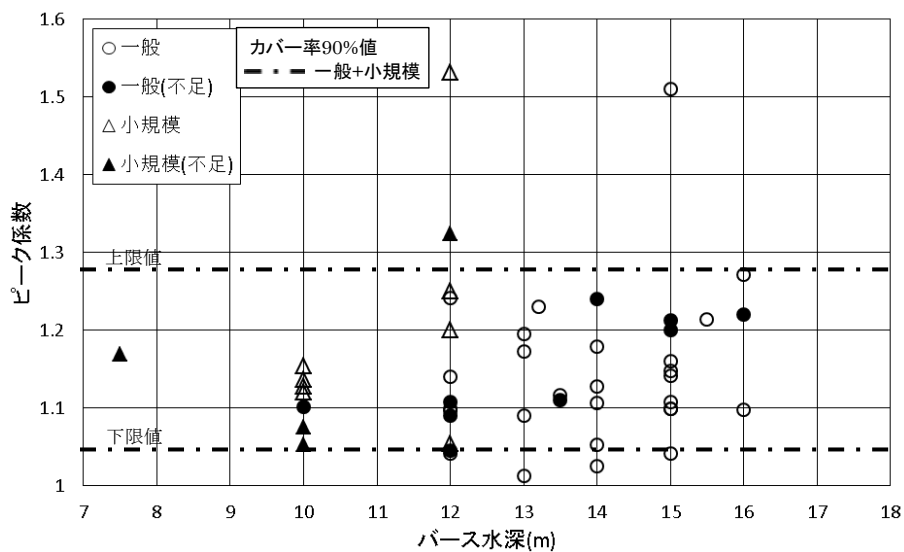


図-4.9 バース水深別のピーク係数 (f)

表-4.5 ピーク係数 (f) の統計解析

データ数	49	カバー率90%値	
最大値	1.53	上限値	1.27
最小値	1.01	下限値	1.04
平均値	1.15		
標準偏差	0.10		

③最大段積係数・有効係数

最大段積み係数 g_1 、有効係数 g_2 はマーシャリングエリアでのコンテナの段積み数の最大値とそれに乗ずることによって、荷役を行う余裕をもった平均の積み段数を与える係数である。

なお、 g_1 、 g_2 の標準値については、バース水深に関わらず、荷役方式によって定まるため、データ分布による解析は行わない。

(a)最大段積係数： g_1

コンテナターミナルにおける荷役方式として、トランスファークレーン (TC) 方式、ストラドルキャリア (SC) 方式、リーチスタッカ (RS) 方式があり、各方式によりコンテナ段積み数は異なる。そこで各方式の g_1 を図-4.10

～12に示す。

TC方式については3～5段積が行われており、4段積が最多、次いで5段積、3段積の順となり、4～5段積みで約83%を占める。SC方式については3～4段積が行われており、3段積が最多、次いで4段積となる。リーチスタッカ (RS) 方式では最大でも3段積であり、次いで2段積となる。

各方式における g_1 の標準値として以下が考えられる。

TC方式	$g_1=4\sim5$
SC方式	$g_1=3\sim4$
RS方式	$g_1=2\sim3$

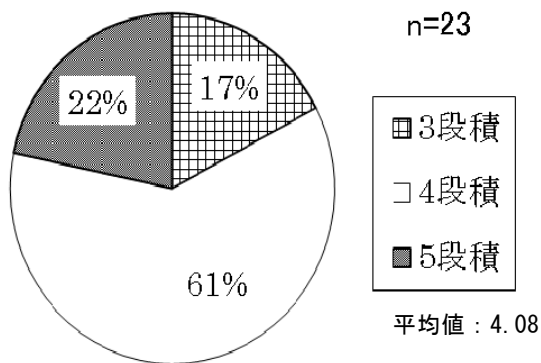


図-4.10 TC方式の最大段積係数(g_1)

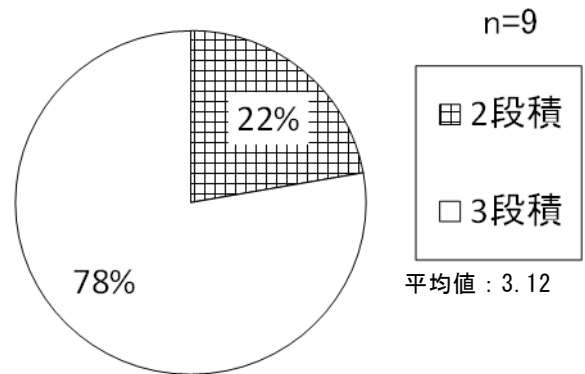


図-4.12 RS方式の最大段積係数(g_1)

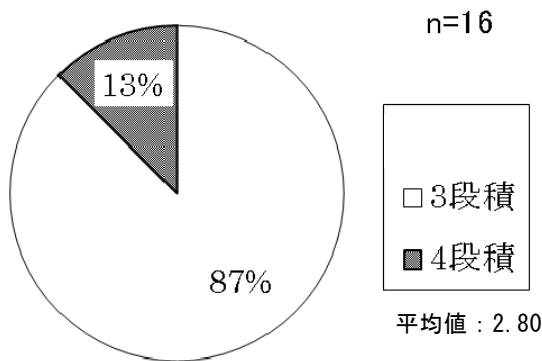


図-4.11 SC方式の最大段積係数(g_1)

(b)有効係数： g_2

有効係数とは、平均の積み段数と最大段積係数の比であり、図-4.13～15に荷役方式（TC、SC、RS）ごとの有効係数の分布状況を示す。

TC方式で g_2 は0.53～1.0に分布し、平均値は0.79,

SC方式で g_2 は0.67～1.0に分布し、平均値は0.76,

RS方式で g_2 は0.67～1.0に分布し、平均値は0.86,であった。

各方式とも最大値は、最大段積数を最大まで使っていると回答した港湾・ターミナルが存在するため1.0となっているが、実際にマーシャリング作業をすることを考えると、有効係数が1.0に近いと段積みに余裕がなく取り回しが難しくなり、マーシャリングエリア外かターミナルエリア外にも空コンテナ置き場を設ける等の対応が必要

になり作業効率は悪化することから、計画段階から設定するのは望ましくない。

一方で現行基準では $g_2=0.7\sim0.8$ としていることから、上限は現行基準に示す標準値にも鑑み、0.8程度とするのが適当と考えられる。

また下限値については、

TC方式は0.6以上で94%を占める、

SC方式は0.65以上で全て包含する、

RS方式は0.65以上で全て包含する、

については、 g_2 の標準値は以下が考えられる。

TC方式 $g_2 = 0.6\sim0.8$

SC方式 $g_2 = 0.65\sim0.8$

RS方式 $g_2 = 0.65\sim0.8$

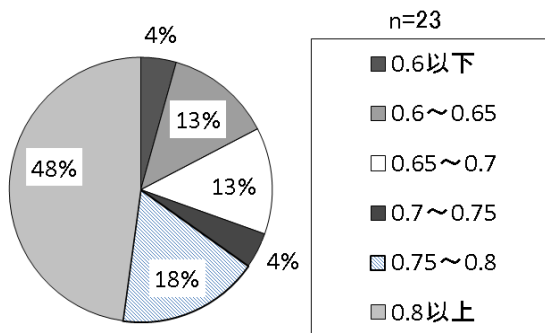


図-4.13 TC方式の有効係数 (g_2)

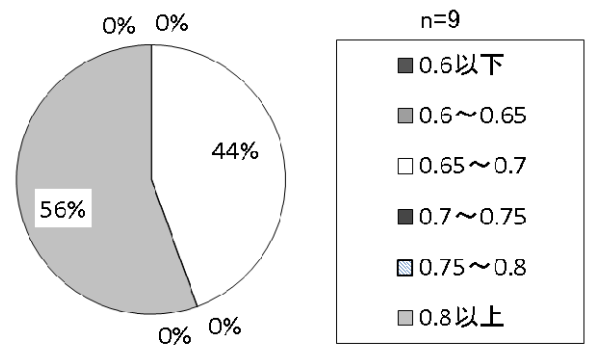


図-4.15 RS方式の有効係数 (g_2)

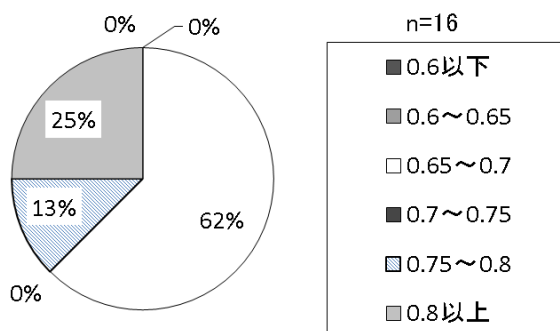


図-4.14 SC方式の有効係数 (g_2)

④取扱量実績に対するグランズロット比率：p

当係数は、 f 、 e 、 g_1 、 g_2 を個別に設定することが難しい場合に用いることができ、数値が大きいくほど取扱貨物量に対するグランズロット数が多いことを示す。図-4.16に当該係数の分布を、表-4.6にデータを統計的に解析した値を示す。

図-4.16によればバース水深及び小規模ターミナル／一般ターミナルの別に係わらず値は全体的に分布しており、これらとの関係性は薄いと考えられるため、区分は行わない。

表-4.6によれば、 p の値については、最小0.0016～最大0.0185に値が分布し、平均値は0.0077、カバー率90%の範囲は0.0038～0.0159となる。

一方で、現行基準においては、 p の標準値を0.005～0.020としている。

なお、 p を低く設定するとグランズロット数は減少し、 $p=0$ はグランズロット数が0と算定されることを意味する。

このため、下限値、上限値はある程度の大きさが必要である。

下限値を0.0038、上限値を0.0159とすると現行基準より余裕がない値となるため、現行基準のとおり0.005～0.020とすることが妥当と考えられる。

ついては、これらを総合的に考慮し、以下の標準値が考えられる。

$$p=0.005\sim0.020$$

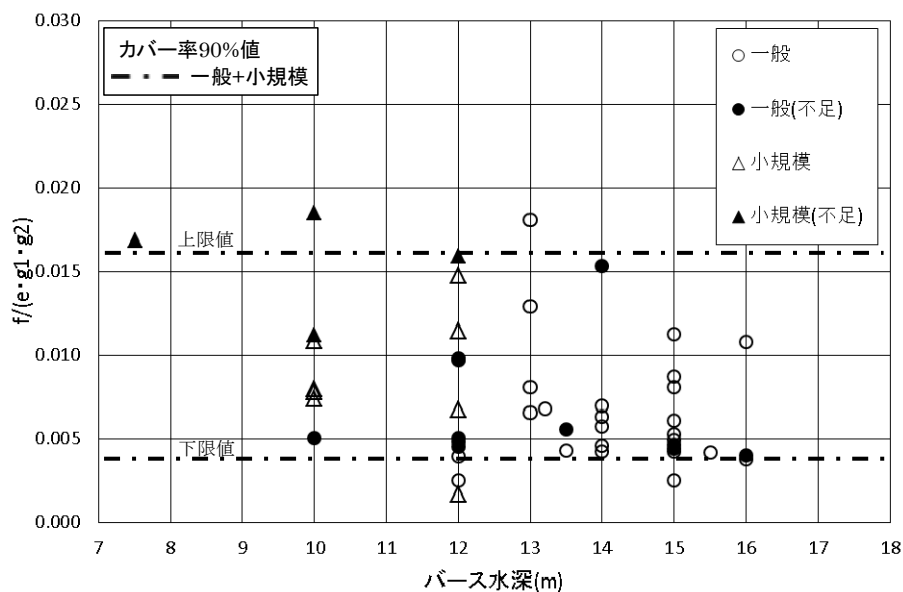


図-4.16 バース水深別の取扱量実績に対するグランズロット比率（p）

表-4.6 取扱量実績に対するグランズロット比率（p）の統計解析

データ数	48	カバー率90%値	
最大値	0.0185	上限値	0.0159
最小値	0.0016	下限値	0.0038
平均値	0.0077		
標準偏差	0.0042		

⑤リーファコンテナグランドスロット比率：h

図-4.17 に h の分布を、表-4.7 にデータを統計的に解析した値を示す。

図-4.17 によればバース水深及び小規模ターミナル／一般ターミナルの別に係らず値は全体的に分布しており、これらとの関係性は薄いと考えられるため、区分は行わない。

表-4.7 によれば h の値については、最小 0.01～最大 0.23 に値が分布し、平均値は 0.07、カバー率 90% の範囲は 0.01～0.18 となる。

一方で、現行基準においては、h の標準値を 0.05～0.15 としている。

ここで、h を低く設定するとリーファコンテナグランドスロット数は減少し、h=0 はリーファコンテナグランドスロット数が 0 と算定されることを意味する。このた

め、h の下限値はある程度の大きさが必要であり、現行基準のとおり 0.05 が妥当と考えられる。

また、リーファ設備の必要性は港湾の性格（取扱貨物、生産地型／消費地型）による影響が強いが、必要性の高い港湾では今後もリーファコンテナの利用需要が高く推移することが予想されることから、h の上限値は高めに設定することが適切と考えられるため、カバー率 90% の上限値に余裕を見た設定が妥当と考えられる。

については、これらを総合的に考慮し、以下の標準値が考えられる。

$$h = 0.05 \sim 0.20$$

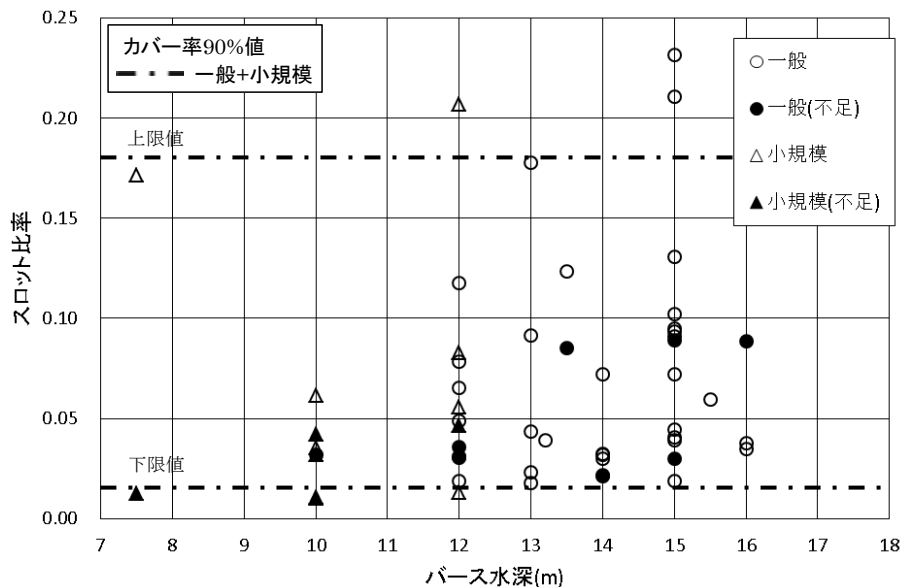


図-4.17 バース水深別のリーファコンテナグランドスロット比率（h）

表-4.7 リーファコンテナグランドスロット比率（h）の統計解析

データ数	55	カバー率90%値	
最大値	0.23	上限値	0.18
最小値	0.01	下限値	0.01
平均値	0.07		
標準偏差	0.05		

⑥マーシャリングエリア係数：j

マーシャリングエリア係数は、マーシャリングエリア全体の面積Bに対するグランドスロット面積の占める比率であり、値が大きいほど敷地に余裕があることを示し、この余裕には荷役機械やシャーシの走行路等が含まれる。

図-4.18 に j のデータ分布を、表-4.8 にデータを統計的に解析した値を示す。

バース水深及び小規模ターミナル／一般ターミナルの別に係わらず値は全体的に分布しており、これらとの関係性は薄いと考えられるため、区分は行わない。

表-4.8によれば、jの値については、最小1.54～最大5.09に値が分布し、平均値は2.90、カバー率90%の範囲は1.75～4.12となる。

値の中には4.0を大きく超えるものがあるが、これはエリアの形が歪でグランドスロットが上手く配置出来ない、取扱貨物量が少なくグランドスロットの配置に余裕があり空きスペースが多い等、条件が悪いケースと考えられるため、これらを除くと、値は2.0～4.0周辺に集中している。

一方、現行基準においては、j=2.0～3.5を標準値としている。このためデータ分布を踏まえjの上限値を4.0とすると、現行基準より若干余裕側となる。

については、これらを総合的に考慮し、以下の標準値が考えられる。

$$j = 2.0 \sim 4.0$$

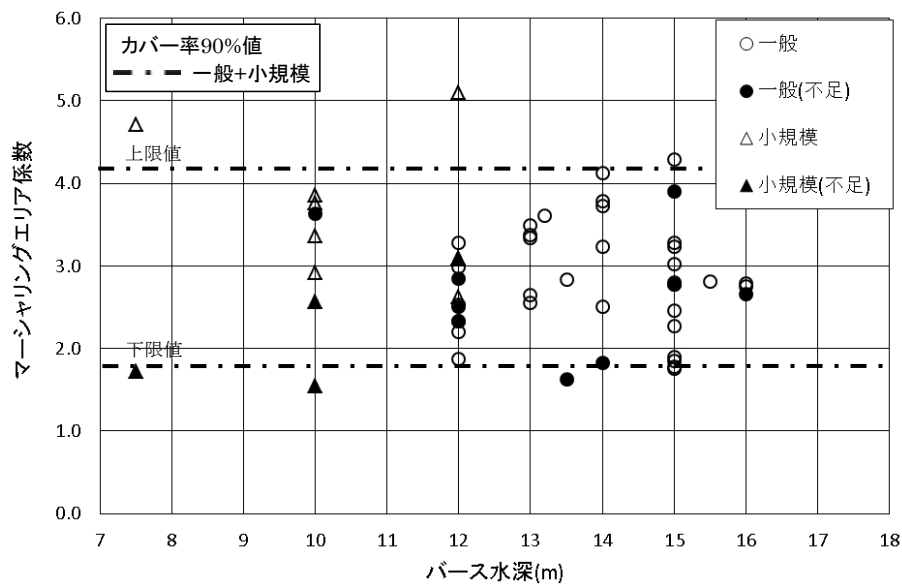


図-4.18 バース水深別のマーシャリングエリア係数 (j)

表-4.8 マーシャリングエリア係数 (j) の統計解析

データ数	54	カバー率90%値	
最大値	5.09	上限値	4.12
最小値	1.54	下限値	1.75
平均値	2.90		
標準偏差	0.78		

⑦ グランドスロット数： V_2

図-4.19に V_2 のデータ分布を、表-4.9にデータを統計的に解析した値を示す。

図-4.19によれば分布は全体的に右肩上がりで、バース水深が大きくなるにつれ V_2 も大きくなる傾向が確認できる。現行基準においては、バース水深15m以上と15m未満で区分して値を示していることから、これを参考に15mを境として値を分析する。また、小規模ターミナルについては、グラフ左下に値が集中し、一般ターミナルと分布傾向が異なるため区分して分析する。

表-4.9によれば水深15m以上の V_2 については、最小1,326TEU～最大3,189TEUに値が分布し、平均値は2,262TEU、カバー率90%の範囲は1,583～3,078TEUとなる。

一方、現行基準においては、1,500～2,500TEUを標準値としている。

ここで、 V_2 の下限値の設定をデータ分布から1,500TEU、上限値の設定をデータ分布から3,000TEUとすると現行基準より余裕がある値となる。

次に、水深15m未満の一般ターミナルの V_2 については、最小570TEU～最大2,535TEUに値が分布し、平均値は1,577TEU、カバー率90%の範囲は1,035～2,491TEUとなる。

一方、現行基準においては、1,500～2,000TEUを標準

値としている。このため V_2 の下限値を1,000TEUとすると、現行基準の標準値より余裕のない値となるため、現行基準のとおり1,500TEUとすることが妥当と考えられる。また、上限値をデータ分布から2,500TEUとすると現行基準より余裕がある値となる。

小規模ターミナルの V_2 については、最小140TEU～最大1,124TEUに値が分布し、平均値は567TEU、カバー率90%の範囲は182～900TEUとなる。

ここで、500～1,100TEUにヤード面積が不足するというターミナルが複数存在するため、上限値はこれらを超える値で一般ターミナルとの連続性を考慮し設定することが考えられる。

また、グランドスロット数はマーシャリングエリア面積に大きく影響する係数であり、小規模ターミナルにおいてもその下限値を低く設定すればコンテナ荷役に支障があると考えられることから、小規模ターミナルの下限値については500TEUと設定することが考えられる。

については、これらを考慮した結果、以下の標準値が考えられる。

$V_2 = 1,500 \sim 3,000 \text{TEU}$ (バース水深15m以上)

$V_2 = 1,500 \sim 2,500 \text{TEU}$ (バース水深15m未満)

$V_2 = 500 \sim 1,500 \text{TEU}$ (小規模ターミナル)

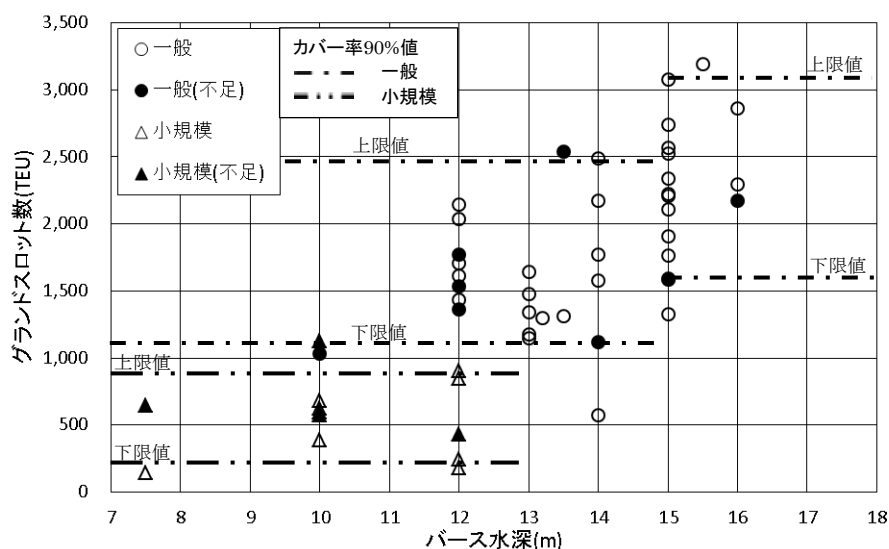


図-4.19 バース水深別のグランドスロット数 (V_2)

表-4.9 グランドスロット数 (V₂) の統計解析

水深15m以上		水深15m未満(一般)		小規模ターミナル	
データ数	17	データ数	23	データ数	13
最大値	3,189	最大値	2,535	最大値	1,124
最小値	1,326	最小値	570	最小値	140
平均値	2,262	平均値	1,577	平均値	567
標準偏差	513	標準偏差	461	標準偏差	228
カバー率90%値		カバー率90%値		カバー率90%値	
上限値	3,078	上限値	2,491	上限値	900
下限値	1,583	下限値	1,035	下限値	182

⑧マーシャリングエリア面積：B

図-4.20にBのデータ分布を、表-4.10にデータを統計的に解析した値を示す。

分布は全体的に右肩上がり、バース水深が大きくなるにつれBも大きくなる傾向が確認できる。現行基準においては、バース水深15m以上と15m未満で区分して値を示していることから、これを参考に15mを境として値を分析する。また、小規模ターミナルについては、グラフ左下に値が集中し、一般ターミナルと分布傾向が異なるため区分して分析する。

表-4.10によれば、バース水深15m以上のBについては、最小65,500m²～最大135,443m²に値が分布し、平均値は89,648m²、カバー率90%の範囲は66,350～120,250m²となる。

一方で、現行基準においては、70,000～110,000m²を標準値としている。このためBの下限値については現行基準が余裕側となるため70,000 m²、上限値はデータ分布を踏まえた余裕側となる120,000 m²が妥当と考えられる。

次に、バース水深15m未満の一般ターミナルのBにつ

いては、最小24,367m²～最大121,483m²に値が分布し、平均値は62,737m²、カバー率90%の範囲は29,400～94,700m²となる。

一方で、現行基準においては、40,000～90,000m²を標準値としている。このためBの下限値については現行基準が余裕側となるため40,000m²、上限値はデータ分布を踏まえた余裕側となる100,000m²が妥当と考えられる。

小規模ターミナルのBについては、最小10,330m²～最大43,000m²に値が分布し、平均値は27,033m²、カバー率90%の範囲は14,100～39,000m²となる。

20,000m²未満にはマーシャリングエリア規模が不足すると回答したケースが複数見られるため、これらを除き、下限値は20,000 m²とする。

上限値はデータ分布を踏まえて一般ターミナルとの連続性を考慮し設定することが考えられる。

については、これらを総合的に考慮し、以下の標準値が考えられる。

B = 70,000～120,000 m² (バース水深15m以上)

B = 40,000～100,000 m² (バース水深15m未満)

B = 20,000～40,000 m² (小規模ターミナル)

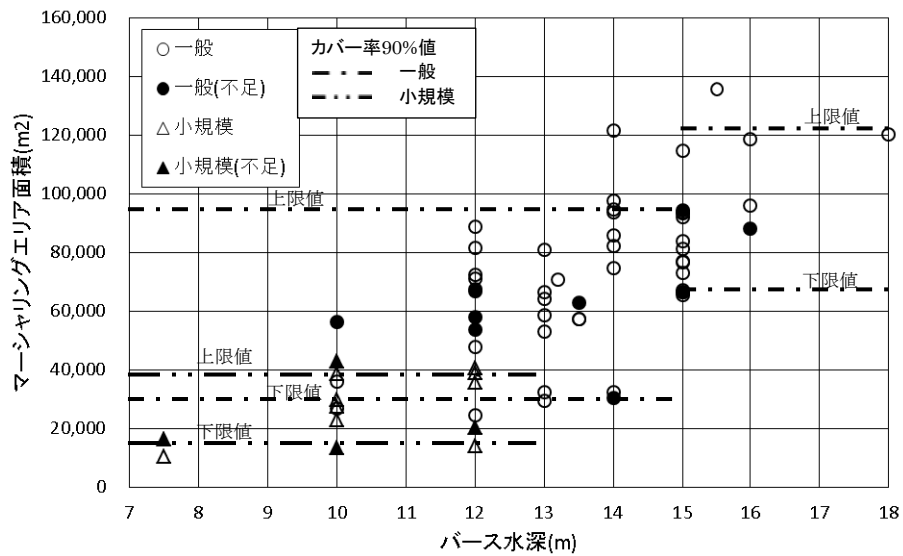


図-4.20 バース水深別のマーシャリングエリア面積 (B)

表-4.10 マーシャリングエリア面積 (B) の統計解析

水深15m以上		水深15m未満(一般)		小規模ターミナル	
データ数	19	データ数	32	データ数	13
最大値	135,443	最大値	121,483	最大値	43,000
最小値	65,500	最小値	24,367	最小値	10,330
平均値	89,648	平均値	62,737	平均値	27,033
標準偏差	19,831	標準偏差	22,829	標準偏差	11,139
カバー率90%値		カバー率90%値		カバー率90%値	
上限値	120,250	上限値	94,700	上限値	39,000
下限値	66,350	下限値	29,400	下限値	14,100

⑨マーシャリングエリア幅： L_{b2}

図-4. 21に L_{b2} のデータ分布を、表-4. 11にデータを統計的に解析した値を示す。

小規模ターミナルについては、グラフ左下に値が集中し、一般ターミナルと分布傾向が異なるため区分して分析する。また、現行基準においては、バース水深13mと15.5mで区分しているが、今回得られた一般ターミナルの値の分布を見ると、バース水深に係わらず値が全体的に分布しており、バース水深との関係性は薄いと考えられるため、バース水深による区分は行わない。

一般ターミナルの L_{b2} については、最小83m～最大370mに値が分布し、平均値は232m、カバー率90%の範囲は146～355mとなる。

一方、現行基準においては、 $L_{b2}=150\sim330$ mを標準値

としている。このため L_{b2} の下限值については現行基準が余裕側となるため150m、上限値はデータ分布を踏まえた余裕側となる350mが妥当と考えられる。

次に、小規模ターミナルの L_{b2} については、最小84m～最大227mに値が分布し、平均値は156m、カバー率90%の範囲は104～215mとなる。

下限値、上限値はデータ分布を踏まえて設定することが考えられる。

については、これらを総合的に考慮し、以下の標準値が考えられる。

$L_{b2}=150\sim350$ m（一般ターミナル）

$L_{b2}=100\sim200$ m（小規模ターミナル）

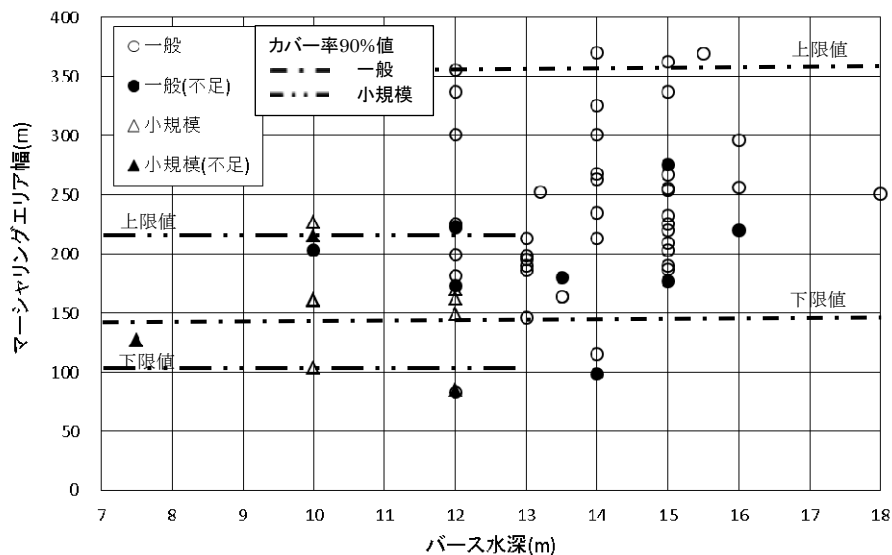


図-4. 21 バース水深別のマーシャリングエリア幅（ L_{b2} ）

表-4. 11 マーシャリングエリア幅（ L_{b2} ）の統計解析

一般ターミナル		小規模ターミナル	
データ数	49	データ数	10
最大値	370	最大値	227
最小値	83	最小値	84
平均値	232	平均値	156
標準偏差	65	標準偏差	42
カバー率90%値		カバー率90%値	
上限値	355	上限値	215
下限値	146	下限値	104

(3)バックヤードエリア幅に関する係数

①バックヤード施設面積：By

バックヤードの施設を構成する施設として、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（MS）、ゲート等があり、バックヤード施設面積Byはこれらの施設の床面積の合計値である。現行技術においては、マーシャリングエリア面積Bに応じて、

$$By=7,500\text{m}^2 \quad (B<90,000\text{m}^2)$$

$$By=9,000\text{m}^2 \quad (B\geq 90,000\text{m}^2)$$

$$By=0.05B+4,000\text{m}^2 \quad (B\gg 90,000\text{m}^2)$$

としている。

今般の調査結果においては、バックヤード施設面積については分析するのに十分なデータが得られなかった。

これは、港湾によって上記の施設が一律に整備されているものではないこと、複数のターミナル及び運営者が共同利用してバース当たりの正規化が困難であったり、近年はCFSを港運会社ごとにコンテナターミナル外に所有するケースが多いこと等が理由として挙げられる。

このため、1ターミナルにエプロンエリアからマーシャリングエリアとバックヤードエリアまで全てが揃っている前提の推計モデルを想定して、マーシャリングエリア面積とバックヤード施設面積の関係を求めることが困難であった、図-4.22にマーシャリングエリア面積とバックヤードエリア施設面積の関係を示す。

バックヤードエリア施設面積は1ターミナルの数値を共有していると思われる隣接ターミナルの数で割り戻している、これが正確でない影響もあり、マーシャリングエリア面積が90,000m²を超えてもバックヤード施設面積は3,000m²以下と低く、また、マーシャリングエリア面積90,000 m²未満にバックヤード施設面積3,000m²以上の点があり、矛盾を生じている。一方でバックヤード施設面積は最大でも5,200m²であり、現行基準が示す7,500 m²より少ない。

よって今回はByの標準値は示さず、以降の値の算出においては、標準値を使用する。

②バックヤードエリア係数：k

バックヤード係数は、バックヤード施設の面積に対するバックヤードエリアの全体面積の比率であり、値が大きいほどバックヤードエリアの敷地面積に余裕があることを示す。現行基準においては、

$$k=4.0\sim 5.0 \quad \text{としている。}$$

今般の調査においては、kの算出に必要なバックヤード施設面積Byの標準値が得られなかったため、kの新たな値は示さず、以降の値の算出においては、現行基準の値を使用する。

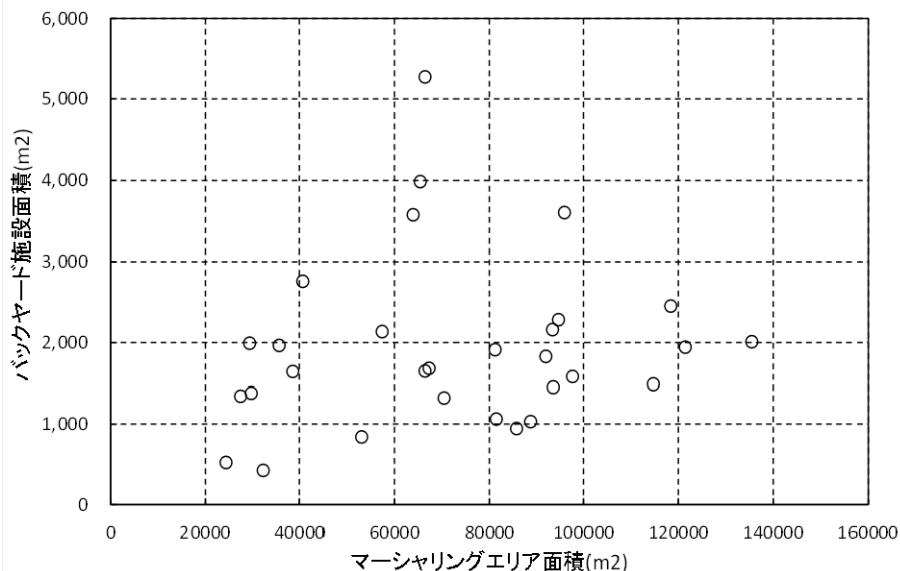


図-4.22 マーシャリングエリア面積とバックヤードエリア施設面積の関係

③バックヤードの各施設の面積

個別のバックヤード施設面積について、参考に今回調査で把握出来た数値を示す。なお、この数値はターミナル毎に正規化しておらず、施設そのものの面積である。

(a) メンテナンスショップ(MS)

図-4.23にメンテナンスショップ面積を示す。

バース水深15m未満は200～600m²以下に集中し、バース水深15m以上で分布が広がり、最大値も1,500m²と大きくなる。

小規模ターミナルについては、メンテナンスショップが無い方が多い。メンテナンスショップがある2ターミナルについては、その面積は一般ターミナルの下限值程度以下である。

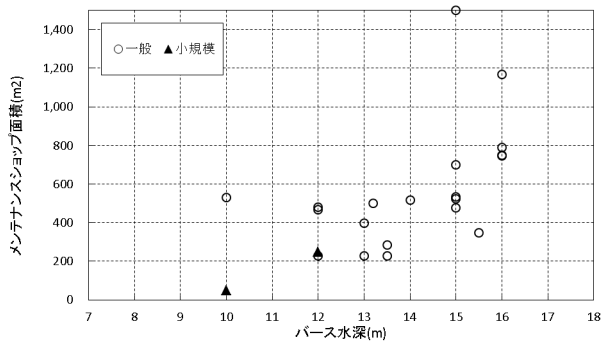


図-4.23 メンテナンスショップ面積

(b) コンテナフレートステーション(CFS)

図-4.24にコンテナフレートステーション面積を示す。

CFSは、ターミナルエリア内にある方が非常に少数で、42港83ターミナル中の8港8ターミナルであった。

また、バース水深15m未満に分布し、バース水深13m未満の点は全て小規模ターミナルである。

ターミナル内にCFSを有しているのは規模の小さいターミナルである傾向が強いと言える。

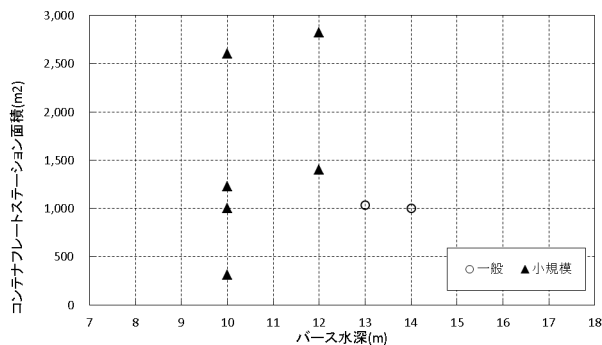


図-4.24 コンテナフレートステーション面積

面積は1,000～1,500 m²の点が多い、しかし、バース水深が10mと少なくとも、面積は2,500 m²以上の点がありバース水深と面積の関係は薄い。

(c) 管理棟

図-4.25に管理棟面積を示す。バース水深15m未満は100～600m²未満に多く分布している、バース水深13m以上で分布が広がり、最大値の1,500m²付近の大きな値が3点ある、水深15m以上は400m²以上に分布し増加傾向である。

小規模ターミナルについては、100～500m²に分布しているが、水深13m以上のターミナルでも、同じ面積に同数程度分布しており特別に低い値ではない。

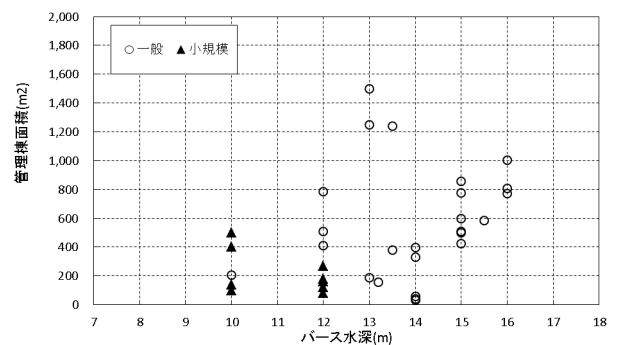


図-4.25 管理棟面積

(d) ゲート

図-4.26にゲート面積を示す。

バース水深10m以上から16m未満の200～1,500m²に多く分布している、全体的に右肩上がりでバース水深が増加するにつれゲート面積も増加している。

小規模ターミナルについては、100～500m²に分布しているが、水深13m以上のターミナルでも、同じ面積に同数程度分布しており特別に低い値ではない。

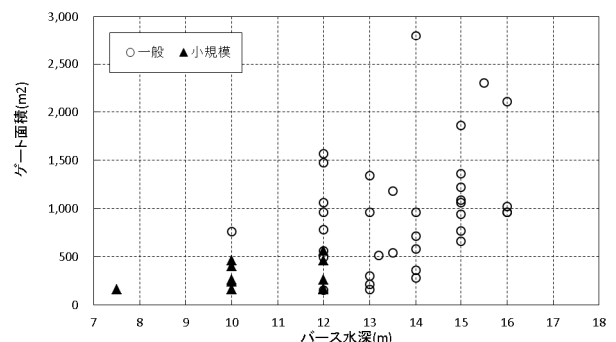


図-4.26 ゲート面積

④バックヤードエリア面積：C

Cについては、現行の技術基準・同解説においては値を示していないが、本分析では参考として図-4.27にCのデータ分布を、表-4.12にデータを統計的に解析した値を示す。分布は全体的に右肩上がりで、バース水深が大きくなるにつれCも大きくなり、また、小規模ターミナルと一部の一般ターミナルを含むバース水深13m未満では13m以上と分布が異なる傾向が見られる。

バース水深13m以上のCについては、最小3,750m²～最大76,450m²に値が分布し、平均値は29,854m²、カバー率90%の範囲は7,750～64,050m²となる。

次にバース水深13m未満のCについては、最小2,700m²

～最大21,430m²に値が分布し、平均値は12,428m²、カバー率90%の範囲は5,400～20,300m²となる。

バックヤードエリアの下限値を極端に低くすることで支障を生じることがないように余裕を見て下限値を10,000m²とすることが考えられる。

についてはCの参考値は以下が考えられる。

C=10,000～60,000m²（バース水深13m以上）

C=10,000～20,000m²（バース水深13m未満）

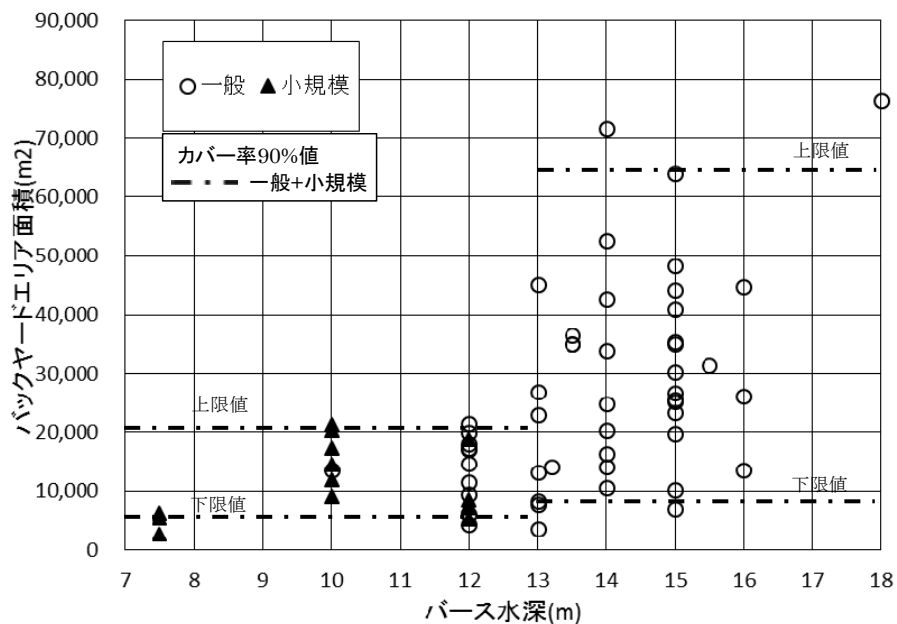


図-4.27 バース水深別のバックヤードエリア面積（C）

表-4.12 バックヤードエリア面積（C）の統計解析

水深13m以上		水深13m未満	
データ数	39	データ数	25
最大値	76,450	最大値	21,430
最小値	3,750	最小値	2,700
平均値	29,854	平均値	12,428
標準偏差	17,207	標準偏差	5,839
カバー率90%値		カバー率90%値	
上限値	64,050	上限値	20,300
下限値	7,750	下限値	5,400

⑤バックヤードエリア幅： L_{b3}

図-4. 28にバックヤードエリア幅 L_{b3} のデータ分布を、表-4. 13にデータを統計的に解析した値を示す。バース水深及び小規模ターミナル／一般ターミナルの別に係わらず値は全体的に分布しており、これらとの関係性は薄いと考えられるため、区分は行わない。

表-4. 13によれば、 L_{b3} については、最小15m～最大238mに値が分布し、平均値は75m、カバー率90%の範囲は21～146mとなる。

一方、現行基準においては、 $L_{b3}=90\sim130\text{m}$ が標準値としている。

このため L_{b3} の下限值については現行基準が余裕側と

なるため90m、上限値はデータ分布を踏まえた余裕側となる150mが妥当と考えられる。

については、これらを総合的に考慮し、以下の標準値が考えられる。

$$L_{b3} = 90 \sim 150\text{m}$$

なお、図-4. 28の L_{b3} の数値は1バース当りの幅であり、バックヤードエリアは複数のターミナルで共有されることが多いことから、そういった場合は標準値をバース数で除した値を参考とすることができる。

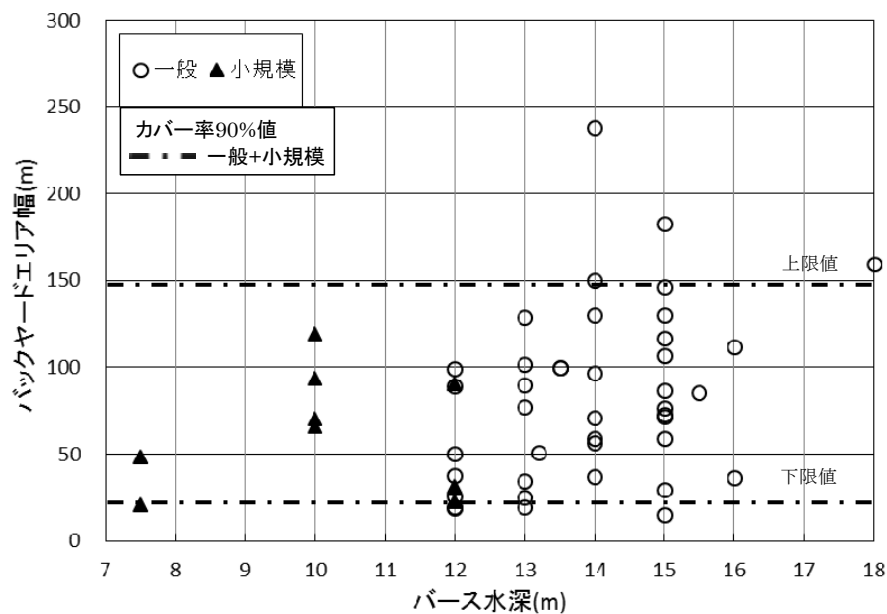


図-4. 28 バース水深別のバックヤードエリア幅 (L_{b3})

表-4. 13 バックヤードエリア幅 (L_{b3}) の統計解析

データ数	64	カバー率90%値	
最大値	283	上限値	146
最小値	15	下限値	21
平均値	75		
標準偏差	44		

(4)コンテナターミナルエリア幅： L_b

現行基準においては、 L_b については、コンテナターミナルエリア規模推計モデルによる算出だけでなく、当該エリアに関する様々な条件まで想定されない場合には、実績値に基づく値を参考にすることができるとされている。そこで、調査により直接に得られた L_b について分析しつつ、コンテナターミナルエリア規模推計による L_b とも比較を行う。

①実績値の分析による L_b の標準値の算出

調査により得られたターミナルエリア幅のデータ分布を図-4.29に、データを統計的に解析した値を表-4.14に示す。小規模ターミナルについては、グラフ左下に値が集中し、一般ターミナルと分布傾向が異なるため区分して分析する。

また、現行基準においては、バース水深15m未満と15m以上で区分して値を示しているが、今般調査の結果では、バース水深13m以上は $L_b=200\sim550m$ に幅を持って分布しており、バース水深15mの前後で変化が見られないため、バース水深での区分は行わない。

一般ターミナルの L_b については、最小159m～最大621mに値が分布し、平均値は366m、カバー率90%の範囲は230～526mとなる。

一方、現行基準においては、バース水深15m未満では $L_b=300\sim400m$ 、15m以上～16m以下では $L_b=350\sim600m$ が標準値とされている。

また、 $L_b=L_{b1}+L_{b2}+L_{b3}$ であることから、 L_{b1} 、 L_{b2} 、 L_{b3}

の標準値の合計値は

$L_b=280\sim560m$ （一般ターミナル：バース水深13m未満）

$L_b=290\sim580m$ （一般ターミナル：バース水深13m以上）

となる。このため L_b の下限值については現行基準が余裕側となるため300m、上限値は現行基準とデータ分布を比べた余裕側となる600mが妥当と考えられる。

次に小規模ターミナルの L_b については、最小110m～最大398mに値が分布し、平均値は223m、カバー率90%の範囲は114～302mとなる。

また、 L_{b1} 、 L_{b2} 、 L_{b3} の標準値の合計値は、

$L_b=230\sim410m$ （小規模ターミナル）

となる。このため L_b の下限值、上限値についてはデータ分布と $L_{b1}\sim L_{b3}$ の合計を比べた余裕側となる200～400mが妥当と考えられる。

については、これらを総合的に考慮し、以下の標準値が考えられる。

$L_b=300\sim600m$ （一般ターミナル：バース水深16m以下※）

$L_b=200\sim400m$ （小規模ターミナル）

※ 赤倉³⁾は、超大型コンテナ船に対応するターミナルエリア幅を算出しており、この際にバース水深16mより大きい場合を区分している。このため水深16mより大きい場合の標準値の検討については、②で述べる。

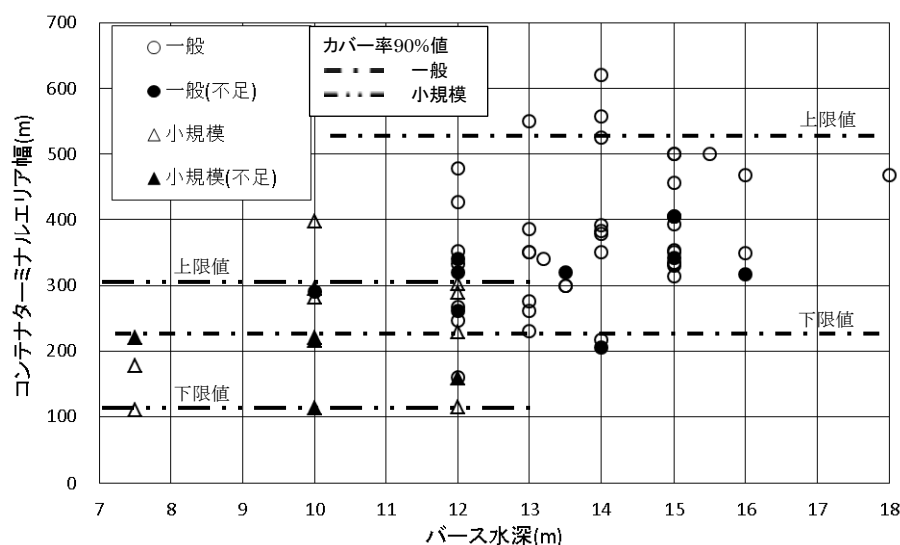


図-4.29 ターミナルエリア幅 (L_b)

表-4.14 ターミナルエリア幅 (L_b) の統計解析

一般ターミナル		小規模ターミナル	
データ数	50	データ数	14
最大値	621	最大値	398
最小値	159	最小値	110
平均値	366	平均値	223
標準偏差	96	標準偏差	81
カバー率90%値		カバー率90%値	
上限値	526	上限値	302
下限値	230	下限値	114

表-4.15 ターミナルエリア幅 (L_b) の比較

項 目	小規模ターミナル	一般ターミナル			
	バ ー ス 水 深				
	13m未満	13m未満	13m以上～16m以下	16mより大	
エプロンエリア幅(m) <i>L</i> b1	40～60	40～60	50～80		
マーシャリングエリア幅(m) <i>L</i> b2	100～200	150～350			
バックヤードエリア幅(m) <i>L</i> b3	90～150	90～150			
(計算値 = <i>L</i> b1+ <i>L</i> b2+ <i>L</i> b3)	230～410	280～560	290～580		
コンテナターミナルエリア幅(m) <i>L</i> b	200～400	300～600		400～700	

②コンテナターミナルエリア規模推計モデルによる算定
バース水深16mより大きいターミナル幅の標準値については、赤倉³⁾がコンテナターミナルエリア規模推計モデルにて $L_b = 400 \sim 700\text{m}$ と算定している。

バース水深16mより大きいターミナルは本研究においてもデータ数が少なく、データ分布を踏まえての標準値の設定が難しい。

そこで、これまでに分析し、更新した係数を使用して、2011年に赤倉³⁾が行ったものと同様の算定を実施し水深16m以上のターミナルエリア幅 L_b の標準値について検討する。検討のフローについて図-4.30に示す。

図-4.31にコンテナターミナルエリア幅算定フローを示す。コンテナターミナル規模推計モデルを基本に、各種入力値はバース水深16mより大きい場合を想定し設定した。

バース長さについては、バース水深17m、18mに対応する超大型コンテナ船にかかる対象船舶が特定できない場合のバース諸元³⁾から設定した、算定にあたって用いる取扱貨物量、最大段積係数、年間回転数については複数ケース想定し表-4.16のとおりである。なお、これらは赤倉³⁾が算定にあたって用いた設定値と同じ値となっている。

表-4.16 ターミナルエリア算定でのケース設定

原単位	設定と考え方
計画取扱量: V_o (バース・年)	30～50万TEU (10万TEU刻み)
最大段積数: g_1	3～5: トランスファークレーンで4～5段、ストラドルキャリアで3～4段が標準
年間回転数: e	40～80: 年間稼働日数÷コンテナ平均滞在日数(ピーク係数等余裕分考慮)、計画取扱量÷蔵置能力に相当

表-4.17 ターミナルエリア算定における係数等(2011年)³⁾

原単位	設定と考え方
ガントリークレーン レールスパン幅: a_2	30m: 22列対応のガントリークレーンでも、30m
ピーク係数: f	1.25: 横浜港の実データ ⁴⁾ より
有効係数: g_2	0.75: 稼働状態における平均的な段積み状態より ⁴⁾
リーファスロット比率: h	0.15: 収集した実データより
マーシャリングエリア 係数: j	3.0: 実データ ²⁾ の中で、水深15m以上の平均値を採用
バックヤードエリア 施設面積: By	マーシャリングエリア面積より算定式を策定
バックヤードエリア 係数: k	4.5: 実データ ²⁾ より

また、その他の数値に幅のある係数等の設定値については、赤倉³⁾が用いたものを表-4.17、本研究で収集したデータを用いて更新したものは表-4.18に示す。

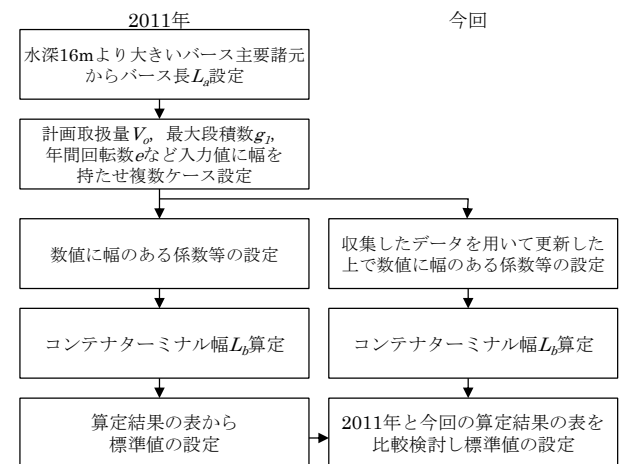


図-4.30 算定による検討フロー

表-4.18 ターミナルエリア算定での係数等(今回)

原単位	設定と考え方
ガントリークレーン レールスパン幅: a_2	30m: 22列対応のガントリークレーンでも、30m ³⁾
ピーク係数: f	1.25: 収集した実データより (4.3 (2) ②)
有効係数: g_2	0.70: 収集した実データより (4.3 (2) ③ (b))
リーファスロット比率: h	0.20: 収集した実データより (4.3 (2) ⑤)
マーシャリングエリア 係数: j	3.0: 収集した実データより (4.3 (2) ⑥)
バックヤードエリア 施設面積: By	マーシャリングエリア面積より算定 $By=0.05B+4,000$ ³⁾
バックヤードエリア 係数: k	4.5: 実データ ²⁾ より

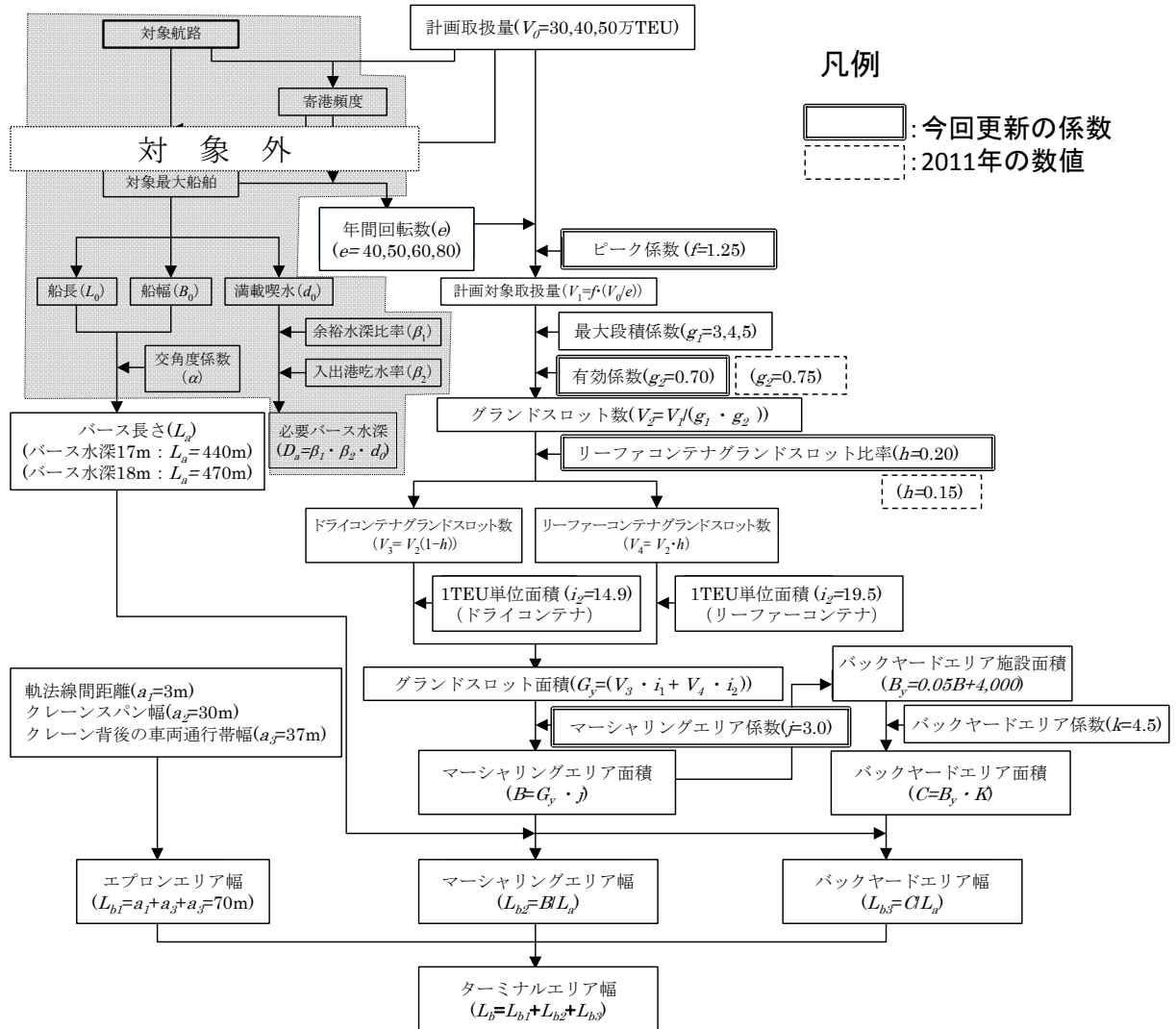


図-4.31 コンテナターミナルエリア幅算定フロー

表-4.19 コンテナターミナルエリア幅算定結果 (2011 年) ³⁾

(a)水深17mバース

最大段積数:3

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	652	544	472	382
40	833	689	592	472
50	1,013	833	713	562

最大段積数:4

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	517	436	382	314
40	652	544	472	382
50	788	652	562	449

最大段積数:5

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	436	371	328	273
40	544	457	400	328
50	652	544	472	382

(b)水深18mバース

最大段積数:3

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	615	514	446	362
40	784	649	559	446
50	953	784	672	531

最大段積数:4

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	489	412	362	298
40	615	514	446	362
50	742	615	531	425

最大段積数:5

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	412	352	311	260
40	514	433	379	311
50	615	514	446	362

表-4.20 コンテナターミナルエリア幅算定結果 (今回)

(a)水深17mバース

最大段積数:3

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	701	583	504	406
40	897	740	635	504
50	1,094	897	766	603

最大段積数:4

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	553	465	406	332
40	701	583	504	406
50	848	701	603	480

最大段積数:5

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	465	394	347	288
40	583	488	426	347
50	701	583	504	406

(b)水深18mバース

最大段積数:3

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	661	550	477	384
40	845	697	599	477
50	1,029	845	722	569

最大段積数:4

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	522	440	384	315
40	661	550	477	384
50	799	661	569	454

最大段積数:5

取扱量 (万TEU)	年間回転数			
	40	50	60	80
30	440	373	329	274
40	550	462	403	329
50	661	550	477	384

2011年に赤倉³⁾により算定されたコンテナターミナルエリア幅 (バース水深17m及び18m) の算出結果を表-4.19, 今回, 本分析にて更新した係数等に基づく算出結果を表-4.20に示す. 両者について値を比較すると, 若干ながら更新した値の方が大きくなるが, 概ね1割に満たない程度 (40~70m) の差である.

現行基準においては, この赤倉の算定結果をもとに, バース水深 16m 以上におけるターミナルエリア幅の標準値を $L_b=400\sim 700m$ としている. 今般の更新の結果では, コンテナターミナルで一般的な年間回転数 $e=50\sim 60$ (航路が Weekly の場合の $e=52$), 最大段積係数 $g_1=4$

~5 の範囲で算定した数値が 400~700m に収まっており, 従前の値との差が小さいことから, 標準値としては, $L_b=400\sim 700m$ を用いて良いと考えられる.

また, 図-4.29における, 水深 18m 以上の値は, $L_b=400\sim 700m$ 内に収まっている.

以上踏まえ, 今般の分析を踏まえた L_b の標準値は以下が考えられる.

$L_b = 400\sim 700m$ (バース水深16mより大きい)

$L_b = 300\sim 600m$ (バース水深16m以下)

$L_b = 200\sim 400m$ (小規模ターミナル)

5. 結論

本研究では、2015年から2016年にかけて国内コンテナターミナルに対して行った調査を元に、コンテナターミナルを一般ターミナルと小規模ターミナルに分類した上で、コンテナターミナルエリア規模推計モデルに関する各種係数の標準値の更新を検討した。

検討の結果を表-5.1に示す。ここで、現行基準と比べ値を変更した係数についてはその標準値を着色している。また、4章で述べたとおり、各種係数のうちデータ収集が不十分だったものは本研究では更新を検討しておらず、これら係数の標準値については現行基準を使用することが妥当と考える。

本研究では2015年から2016年にかけて行ったデータ収集を元に各種係数の標準値の更新を検討した。コンテナ船の大型化等、コンテナの荷役を取り巻く環境が大きく変化しており、こうした変化に対応するため、既存ターミナルの拡張や新たなターミナルの整備も進んでいくものと思われる。今後もこれらの変化を注視し、データの収集、標準値の更新を図っていくことが必要である。

(2017年 8月31日受付)

謝辞

本研究の取りまとめに際し、国土交通省港湾局技術企画課技術監理室並びに計画課より貴重な助言を頂きました。また、港湾管理者、ターミナル運営者等の港湾関係者の皆様にはアンケート及びヒアリングにおける貴重なデータの提供を頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) (社)日本港湾協会・国土交通省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説，2007.
- 2) 高橋宏直：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ーコンテナターミナル諸元に関する計画基準（案）ー，国土技術政策総合研究所研究報告，No.10，2003.
- 3) 赤倉康寛：超大型コンテナ船の船舶諸元及び対応するバース・ターミナル諸元，国土技術政策総合研究所研究報告，No.28，2011.
- 4) 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.

表-5.1 本研究による検討した標準値及び現行基準における標準値

No.	項目	単位	本研究による更新		現行 技術基準
			一般ターミナル	小規模ターミナル	
1-1	軌法線間距離 a_1	m	3～4		3
1-2	レールスパン幅(ヤードシャーシ) a_2	m	5.0m／レーン+余裕幅		5.0m／レーン+余裕幅
	レールスパン幅(ストラドルキャリア) a_2	m	5.5m／レーン+余裕幅		5.5m／レーン+余裕幅
1-3	クレーン背後の車両通行帯幅(ヤードシャーシ) a_3	m	ハッチカバー仮置き場+3.5m+3m		ハッチカバー仮置き場 +3.5m+3m
	クレーン背後の車両通行帯幅(ストラドルキャリア) a_3	m	37		37
1-4	エプロンエリア幅(水深13m未満) L_{b1}	m	40～60		50～80
	エプロンエリア幅(水深13m以上) L_{b1}	m	50～80		
2-1	平均蔵置日数(ドライ)(輸入) D_t	日	3～9		3～9
	平均蔵置日数(ドライ)(輸出) D_t	日	2～7		2～7
2-2	ピーク係数(月最大取扱量／平均取扱量) f		1.2～1.3		1.2～1.3
2-3	最大段積係数(TC方式) g^1	段	4～5		4～5
	最大段積係数(SC方式) g^1	段	3～4		3～4
	最大段積係数(RS方式) g^1	段	—	2～3	—
2-4	有効係数(TC方式) g^2 (最大段積数に乗じて平均的な段積数を設定する係数)		0.6～0.8		0.7～0.8
	有効係数(SC方式・RS方式) g^2		0.65～0.8		
2-5	取扱量実績に対するグラントスロット比率 p		0.005～0.020		0.005～0.020
2-6	リーフコンテナグラントスロット比率 (リーフコンテナグラントスロット数／グラントスロット数) h		0.05～0.20		0.05～0.15
2-7	マーシャリングエリア係数(水深15m未満) (マーシャリングエリア面積／グラントスロット面積) j		2.0～4.0		2.0～3.0
	マーシャリングエリア係数(水深15m以上) j				2.5～3.5
2-8	グラントスロット数(水深15m未満) V_2	TEU	1,500～2,500	500～1,500	1,500～2,000
	グラントスロット数(水深15m以上) V_2	TEU	1,500～3,000	—	1,500～2,500
2-9	マーシャリングエリア面積(水深15m未満) B	m ²	40,000～100,000	20,000～40,000	40,000～90,000
	マーシャリングエリア面積(水深15m以上) B	m ²	70,000～120,000	—	70,000～110,000
2-10	マーシャリングエリア幅(水深13m未満) L_{b2}	m	150～350	100～200	150～250
	マーシャリングエリア幅(水深13m～15.5未満) L_{b2}	m		—	200～300
	マーシャリングエリア幅(水深15.5m以上) L_{b2}	m		—	250～330
3-1	バックヤードエリア施設面積 (Bが90,000㎡未満) B_y	m ²	7,500		7,500
	バックヤードエリア施設面積 (Bが90,000㎡以上) B_y	m ²	9,000		9,000
	バックヤードエリア施設面積 (Bが90,000㎡非常に大) B_y	m ²	0.05B+4,000		0.05B+4,000
	各施設のエリア面積についての参考値 コンテナフレートステーション B_y	m ²	幅(30～60m) 長さ(100～180m)		幅(30～60m) 長さ(100～180m)
	メンテナンスショップ B_y	m ²	800～1,000		800～1,000
	管理棟 B_y	m ²	1,000～2,000		1,000～2,000
	ゲート B_y	m ²	300～1,500		300
3-2	バックヤードエリア係数 k		4～5		4～5
3-3	バックヤードエリア面積(水深13m未満) C	m ²	10,000～20,000		—
	バックヤードエリア面積(水深13m以上) C	m ²	10,000～60,000		
3-4	バックヤードエリア幅 (m) L_{b3}	m	90～150		90～130
4	コンテナターミナルエリア幅(水深15m未満) L_b	m	300～600	200～400	300～400
	コンテナターミナルエリア幅(水深15m～16m以下) L_b	m		—	350～600
	コンテナターミナルエリア幅(水深16mより大) L_b	m	400～700	—	400～700

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 992 October 2017

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:046-844-5019〕
E-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp