

#### 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

$\alpha$  : 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) $\alpha$ : 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  $45^\circ$  の場合には  $\alpha = 1.0$ 、交角度  $30^\circ$  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  $180 \sim 290$ 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 ( $B_0 = 32.2$ 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、 $L_0 = 300$ m、 $B_0$  は  $32.2$ m 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 ( $B_0 > 32.2$ 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  $B_0 = 40.0$ 、 $L_0 = 275$ 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 ( $B_0 = 42.8$ 、 $L_0 = 347$ m)、および次の規模の SUPER-OVER-PANAMAX タイプ ( $B_0 = 42.8$ 、 $L_0 = 318$ 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。

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

$\beta_1$  : 余裕水深比率

$\beta_2$  : 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)  $\beta_1$  : 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<sup>16)</sup>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)  $\beta_2$  : 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、 $\beta_2$  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」<sup>14)</sup>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 a<sub>2</sub> 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) a<sub>3</sub> : 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 : V<sub>0</sub> (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 V<sub>1</sub> : 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 V<sub>2</sub> : グランドスロット数の算定

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

g<sub>1</sub> : 最大段積係数

g<sub>2</sub> : 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

V<sub>3</sub> : ドライコンテナグランドスロット数

V<sub>4</sub> : リーフコンテナグランドスロット数

i<sub>1</sub> : ドライコンテナ 1TEU あたりの床面積

i<sub>2</sub> : 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」<sup>14)</sup>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。

$$e = Dy / Dt$$

$$e : 52 \sim 182$$

$$Dy = 364 \text{ 日 輸出コンテナ : } Dt = 2 \sim 7 \text{ 日}^*$$

$$e : 40 \sim 121$$

$$Dy = 364 \text{ 日 輸入コンテナ : } Dt = 3 \sim 9 \text{ 日}^*$$

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.

$$\text{水深 } 15\text{m 未満} : 40,000 \sim 90,000\text{m}^2$$

$$\text{水深 } 15\text{m 以上} : 70,000 \sim 110,000\text{m}^2$$

#### 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.

$$\text{水深 } 13\text{m 未満} : 150 \sim 250\text{m}$$

$$\text{水深 } 13 \text{ 以上} \sim 15.5\text{m 未満} : 200 \sim 300\text{m}$$

$$\text{水深 } 15.5\text{m 以上} : 250 \sim 330\text{m}$$

### 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」<sup>14)</sup>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

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

$$\text{メンテナンスショップ} = 800 \sim 1000\text{m}^2 *$$

$$\text{管理棟} = 1000 \sim 2000\text{m}^2 *$$

$$\text{ゲート} = 300\text{m}^2 *$$

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 <sup>2</sup> 未満	7,500m <sup>2</sup>
90,000m <sup>2</sup> 以上	9,000m <sup>2</sup>

(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。

$$c = 90 \sim 130m$$

#### 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

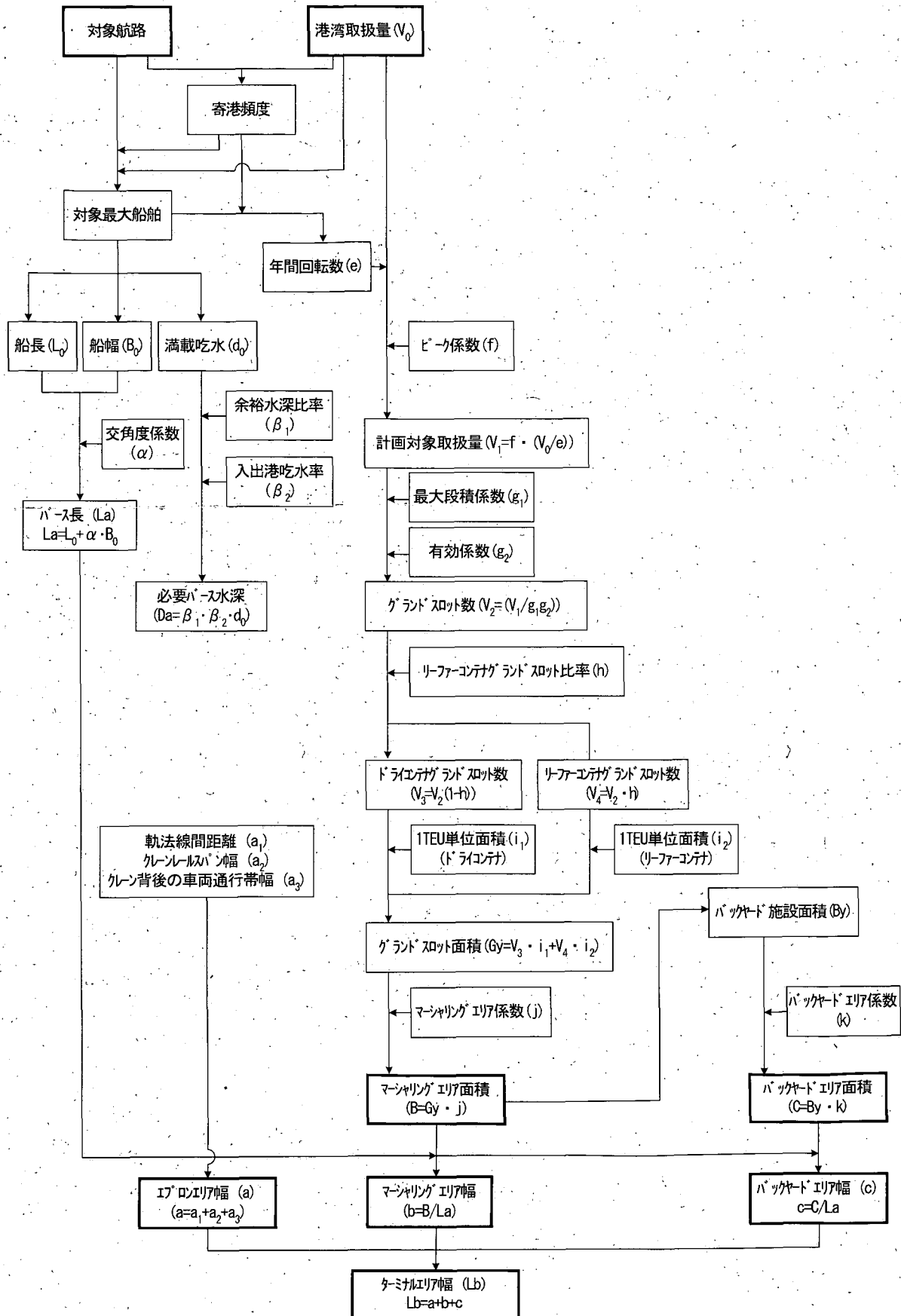
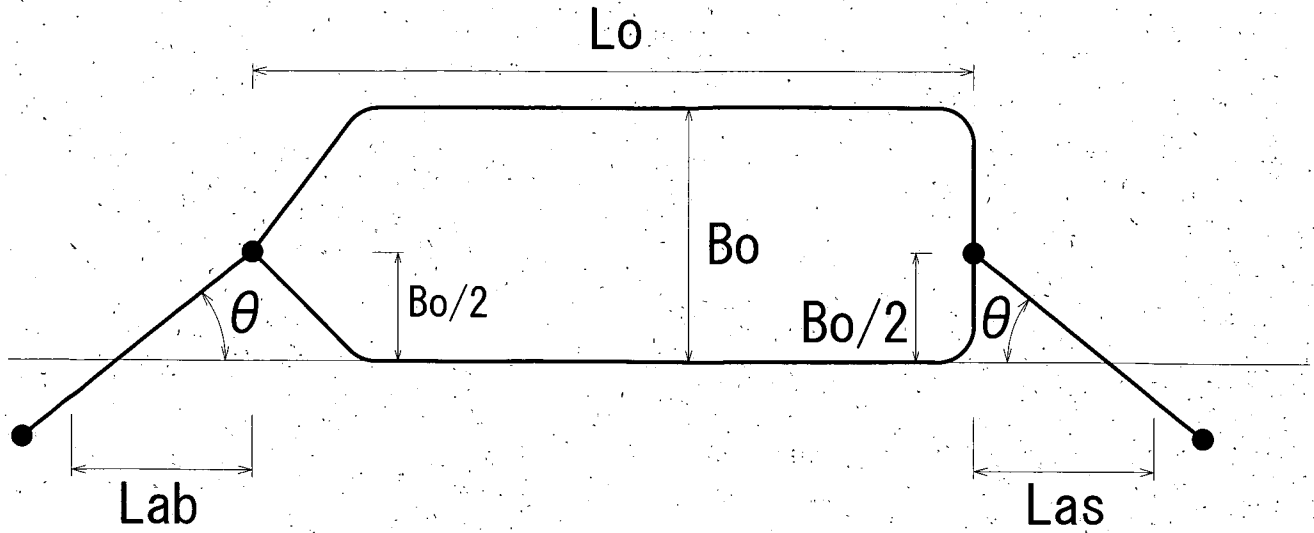


図-27 コンテナバースターミナルエリア規模推計モデル



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

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

図-28  $\alpha$ の設定

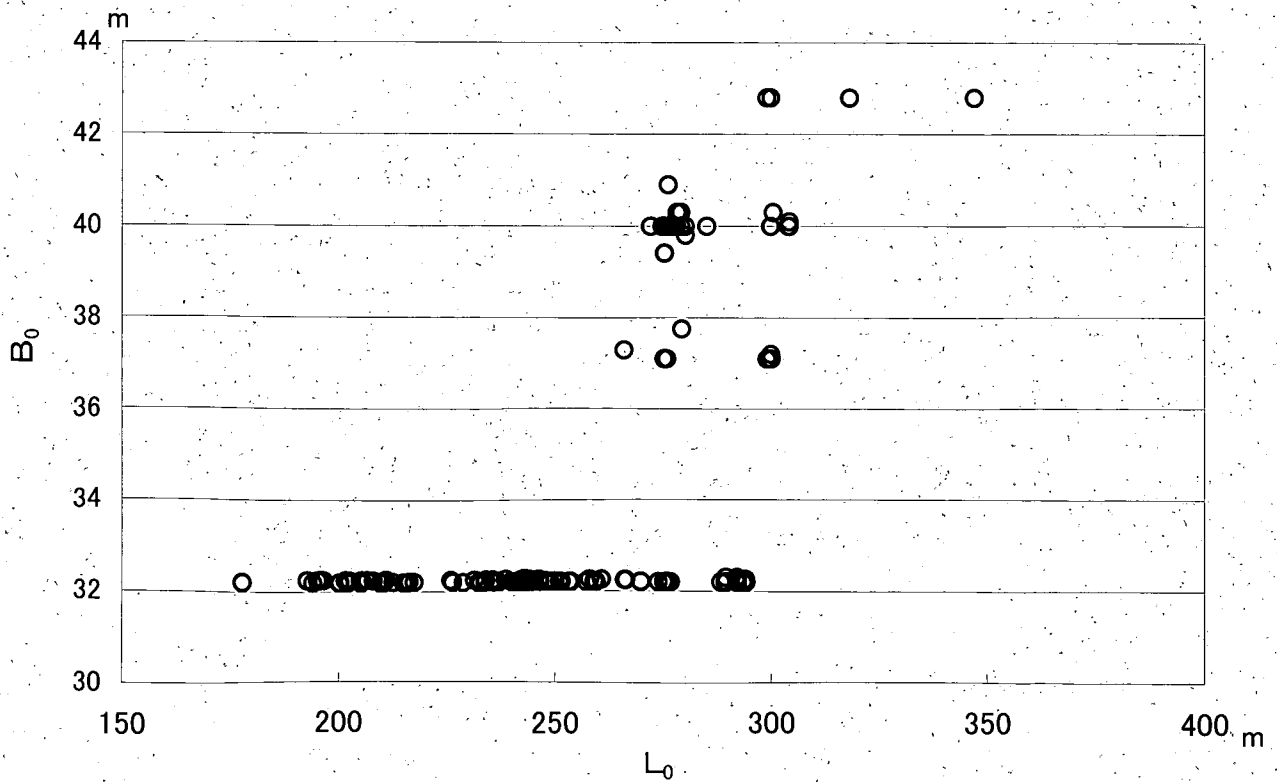


図-29 大型コンテナ船における  $L_0$  と  $B_0$  の関係

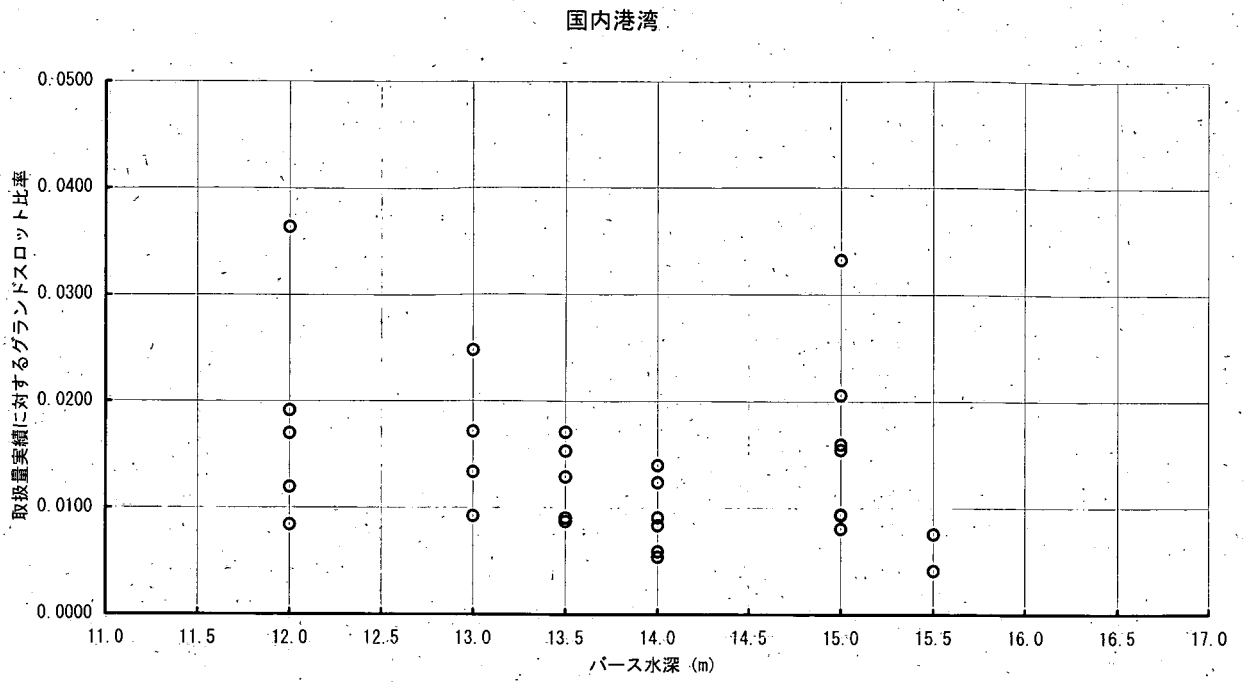


図-30 取扱量実績に対するグラントスロット比率 ( $f/eg, g_2$ )