

# 港 灣 技 研 資 料

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

No. 424      June, 1982

ケーソン配筋設計の自動化（その2）  
——ケーソンの非対称配筋設計——

福	井	正	幸
岩	崎	正	二
内	田	豊	彦

運輸省港湾技術研究所



# 目 次

要 旨 .....	3
1. まえがき .....	3
2. 自動設計システムの大要 .....	3
2.1 システム設計の基本方針 .....	3
2.2 システムの構成及びフロー .....	4
2.3 設計対象及び範囲 .....	4
2.4 設計条件 .....	5
3. 設 計 法 .....	5
3.1 基本方針 .....	5
3.2 配筋設計の流れ .....	8
3.3 底版の設計 .....	9
3.4 側壁の設計 .....	22
3.5 隔壁の設計 .....	29
3.6 フーチングの設計 .....	31
3.7 出力項目 .....	33
4. 自動設計法の検討 .....	33
4.1 底版の非対称性 .....	34
4.2 側壁の非対称性 .....	35
5. 自動設計の利用法 .....	36
5.1 システムの利用法 .....	36
5.2 利用上の留意点 .....	49
5.3 計算例 .....	49
6. あとがき .....	71
参 考 文 献 .....	71

## Automatic Design System for Bar Arrangement of the Caison (Part 2)

### — Unsymmetrical Bar Arrangement of the Caison —

Masayuki FUKUI\*  
Shoji IWASAKI\*\*  
Toyohiko UCHIDA\*\*\*

#### Synopsis

This report presents the system and the design method of the program for the automatic design system which is developed for the unsymmetrical bar arrangement of the caison being used as quay-walls or breakwaters.

This system has the function to calculate the bar arrangement and the total amounts of bars. The bar arrangement drawing can be also obtained by automatic drafting machine in this system.

---

\* Deputy Chief of Training and Library Section, Design Standard Division  
\*\* Member of Automatic Design Laboratory, Design Standard Division  
\*\*\* Chief of Automatic Design Laboratory, Design Standard Division

# ケーソン配筋設計の自動化（その2）

## ——ケーソンの非対称配筋設計——

福井正幸\*  
岩崎正二\*\*  
内田豊彦\*\*\*

### 要 旨

本資料は、設計計算などの自動化に関する研究の一環として開発されたケーソン非対称配筋プログラムの内容を紹介するものである。本自動設計システムの設計法は“港湾の施設の技術上の基準・同解説”によっており、防波堤及び係船岸に用いられるケーソンの港内外非対称配筋設計を行うものである。機能としては、基本設計で決定されるケーソンの形状及び設計条件を入力することにより、配筋計算、鉄筋量の算出、配筋図の作成が行える。配筋図の作成は自動図化機あるいはグラフィックディスプレイにより行うことができる。なお、本自動設計システムは既に開発されているケーソン配筋プログラム（対称配筋）に改良を加えたものである。

### 1. まえがき

昭和45年度より設計の合理化、省力化を目的として港湾構造物の設計の自動化の研究が進められており、これまでに配筋設計プログラムとしては、ケーソン（対称配筋）、L形ブロック、棧橋上部工について開発が行われている。今回は、比較的波の大きい場所に設置される防波堤あるいは水深の大きい係船岸に用いられることが多い非対称配筋ケーソンの配筋設計プログラムを開発するものである。

機能としては、基本設計で決定されるケーソンの形状及び設計条件を入力することにより、配筋計算、鉄筋量の算出、配筋図の作成が行える。配筋図の作成は自動図化機あるいはグラフィックディスプレイにより行うことができる。作成される図面は、一般図、底版配筋図、底版断面図、底版加工図（底版配筋図に余裕があれば底版配筋図にまとめて描かれる）、側壁法線平行方向配筋図及び加工図（港外側あるいは海側）、側壁法線平行方向配筋図及び加工図（港内側あるいは陸側）、側壁法線直角方向配筋図及び加工図（外側筋）、側壁法線直角方向配筋図及び加工図（内側筋）、隔壁法線平行方向配筋図、断面図及び加工図、隔壁法線直角方向配筋図及び加工図、法線直角方向断面図の計11枚である。

配筋はケーソンの各版に作用する曲げモーメントに対し、鉄筋量が最小となるように鉄筋の径及びピッチを決定しており、鉄筋の継ぎ手、加工長、ピッチの調整等を含めた比較は行っていない。したがって、施工性、経済性等を厳密な意味で考慮したものではない。

なお、本自動設計システムは既に開発されているケーソン配筋プログラム（対称配筋）に改良を加えたものであり、対称配筋と重複する部分については説明を省略あるいは簡単な記述にとどめているので、港湾技研資料No.216「ケーソン配筋設計の自動化」<sup>1)</sup>を参照されたい。

### 2. 自動設計システムの概要

#### 2.1 システム設計の基本方針

(1) 本自動設計システムが対象としているのは、ケーソン式防波堤及び係船岸に使用されるケーソンの港内外非対称配筋設計であり、基本設計で決定されるケーソンの形状及び設計条件を入力することにより、配筋計算、材料の算出、配筋図の作成の一連の作業を電子計算機及び自動図化機、グラフィックディスプレイにより処理しようとするものである。

(2) 設計法は原則として“港湾の施設の技術上の基準・同解説”<sup>2)</sup>によっている。

\* 設計基準部 研修資料課専門官  
\*\* 設計基準部 自動設計研究室  
\*\*\* 設計基準部 自動設計研究室長

(3) 標準部分に用いられるケーソンを対象とし、取付け部や隅角部などに使用される異形のものは対象としない。配筋は港内外非対称とするが、ケーソン形状は法線平行方向、直角方向とも左右対称とする。

(4) 波圧の計算方法は消波工を設ける場合は、合田式を準用する方法、消波ブロックを十分被覆したときの波力算定式による。消波工を設けない場合は、合田式、従来式とする。ただし、側壁に波力を考慮する場合は波圧分布が問題となるので、従来式による検討は行わないこととする。

## 2.2 システムの構成及びフロー

本自動設計システムの流れは図-2.1に示すとおりであり、配筋計算部門と図化計算部門及び設計図作成部門に大別することができる。

配筋計算部門では各部材の設計荷重を計算し、各配筋

区間における曲げモーメント、必要鉄筋量を求める。必要鉄筋量に対して鉄筋の径とピッチを決定し、使用鉄筋の形状等、設計図の作成及び材量表の算出に必要な諸元を計算する。

図化計算部門は、ケーソンの形状及び前部門で決定された配筋を図化するために必要な図面上の座標の計算である。その結果は磁気テープに保管される。さらに、配筋区間境界における鉄筋のピッチ等の調整を行い、材量表をラインプリンタに出力する。

設計図作成部門では、座標計算された情報を用い、自動図化機あるいはグラフィックディスプレイを用いて、一般図、配筋図等の設計図面を作成する。

## 2.3 設計対象及び範囲

### (1) ケーソンの形状

本システムが対象とするケーソンの形状は以下のとお

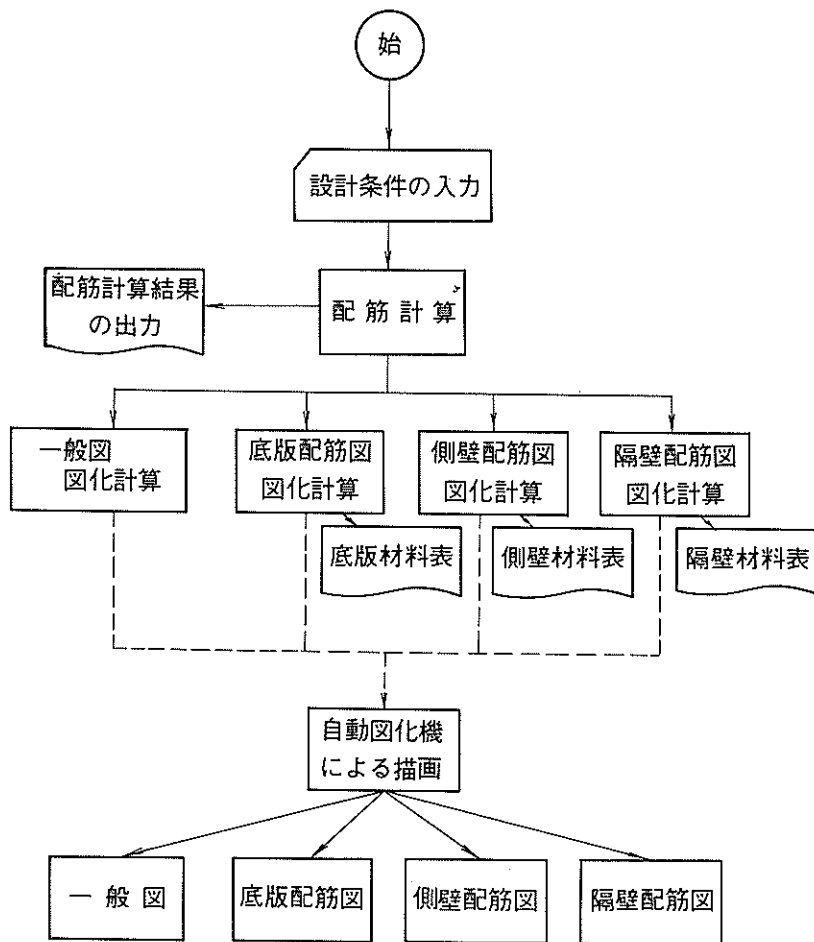


図-2.1 配筋自動設計システムの流れ

りである。

a) 法線平行方向，法線直角方向とも左右対象な直方体とする。

b) 底版，側壁，隔壁の版厚はそれぞれ等厚とする。

c) はち巻は設けない。

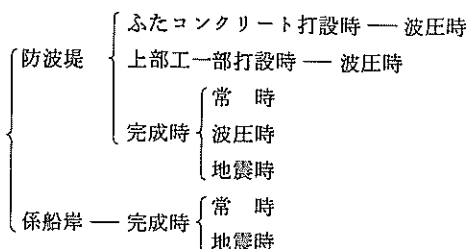
d) ケーソンの大きさは幅，長さ，高さとも制限がないが，隔壁の数は法線平行方向，直角方向とも6室以内とする。

e) フーチングを設ける場合，その形状は長方形又は台形とする。

f) 隅角部のハンチはすべて等しい大きさとする。

## (2) 設計外力の範囲

製作時，曳航時及び吊上げ時の外力は考慮しない。進水及び浮遊時の外力は底版及び側壁について，吃水 + 1.0 m の静水圧を考える。据付け時の外力は隔壁について各室間に 1 m の水位差を考える。据付け後の外力は以下に示す各ケースについて検討する。



なお，係船岸は陸側の埋立が遅れるような場合には，防波堤としての検討も行う。

## (3) 設計計算の範囲

本システムにおける設計計算及び図化の範囲は一般にケーソンの細部設計と言われる部分である。すなわち，基本設計で決定された防波堤，係船岸のケーソンの形状及び各種設計条件を入力することにより以下の各計算が行われる。

a) ケーソンの各部材に作用する外力の計算

b) 地盤支持力の不均等による荷重が働く場合のケーソン自体のはりの一体性についての計算

c) 外力により生じる曲げモーメント及び引張力の計算

d) 曲げモーメント，引張力に耐えるための鉄筋量の計算

e) 必要鉄筋量を満足する鉄筋の径とピッチの計算

f) 設計図として図化機で描画されるすべての線の座標計算

g) 材料表の計算

## 2.4 設計条件

設計条件は設計対象施設が防波堤か係船岸かで異なる。

係船岸の場合でも防波堤としての検討を行うかどうかで異なる。設計対象施設ごとのおもな設計条件を以下に示す。

### (1) 防波堤の場合

a) 潮位 (H.W.L., L.W.L., 偏差)

b) 波 (設計波高又は換算沖波波高, 周期, 入射角)

c) 地形 (前面水深, ケーソン設置水深, 海底勾配)

d) 設計震度

e) 形状 (ケーソン, 上部工)

f) 単位体積重量 (鉄筋コンクリート, 無筋コンクリート, 中詰材)

g) 許容応力度

### (2) 係船岸の場合

a) 潮位 (L.W.L., 残留水位)

b) 地形 (ケーソン設置水深)

c) 土圧 (常時土圧, 地震時土圧)

d) 設計震度

e) 形状 (ケーソン, 上部工)

f) 上載荷重

g) 単位体積重量 (鉄筋コンクリート, 無筋コンクリート, 中詰材)

h) 許容応力度

### (3) 係船岸で防波堤としての検討も行う場合

施工時は想定される波に対して防波堤としての検討を行い，完成時は係船岸としての検討を行う。したがって，設計条件は上記の防波堤及び係船岸の場合に準ずる。

## 3. 設計法

### 3.1 基本方針

ケーソンの配筋法については，港湾の施設の技術上の基準・同解説においてプレキャスト部材の設計として記述されており，本システムでも基本的にはこれによって行われる。すなわち，作用する外力を各状態 (浮遊時，据付け時，据付け後) ごとに求め，各部材 (底版，側壁，隔壁，フーチング) ごとに作用する荷重を計算する。この荷重に対して，各部材を独立の版及び梁として配筋計算するものである。

#### (1) 設計外力

製作時，曳航時及び吊上げ時の外力は考慮しない。進水及び浮遊時は吃水に 1.0 m の余裕を見込んだ静水圧を外力とする。この状態では隔壁の検討は行わない。側壁については三角形の静水圧分布，底版は下からの静水圧と自重の差を外力として検討とする。据付け時は注水する際の各室間の水位差を 1 m と考え，隔壁に作用する外力とする。他の部材については据付け時以外の状態での

ほうが危険側となることから検討を省略している。

据付け後の検討は、ふたコンクリート打設までの状態、上部工を一部打設した状態、完成時の状態で行うことができる。どの状態で検討するかは入力によって指示でき、施工時の状態がかなり長期にわたることから許容応力度の割増しは行っていない。係船岸の場合には常に完成時のほうが危険側であるため、完成時のみ検討している。また、係船岸の場合、陸側の埋立が遅れ防波堤と同様の状態となることがあるので、防波堤としての検討を行うこともできる。

防波堤の完成時については常時、波圧時、地震時の各検討を行い、係船岸の完成時については常時、地震時の検討を行う。防波堤の完成時の常時は、対称配筋の場合、常に安全側となるので省略していたが、非対称配筋の場合、波圧時の港外側の底面反力に対し、常時の底面反力のほうが大きくなる場合もあるので検討することとした。

(2) 曲げモーメント及び引張力

底版、側壁、隔壁は各部材を独立の版として計算する。曲げモーメントは作用する荷重を等分布荷重と三角形分布荷重に換算し、計算数表を用いて求める。ただし、側壁に作用する波力による曲げモーメントは曲げ解析法<sup>3)</sup>による。

計算数表は辺長比の最も近いものを適用するものとするが、四辺固定版で辺長比が 3.0 より大きい場合、三辺固定一辺自由版で辺長比が 5.0 より大きい場合は、それぞれ辺長比 3.0、5.0 の値を用いる。

隔壁には底版及び側壁が抜け出そうとする引張力が生じるので曲げモーメントとともに引張力の計算も行う。

(3) 曲げモーメントによる有効厚のチェック

版の有効厚は作用する曲げモーメントに対して式(3.1)の  $d_{min}$  以上でなければならない。

$$\left. \begin{aligned} d_{min} &= C_c \sqrt{\frac{M}{\sigma_{ca} B}} \\ C_c &= \sqrt{\frac{2}{s(1-\frac{s}{3})}} \\ s &= \frac{n}{m+n} \\ m &= \frac{\sigma_{sa}}{\sigma_{ca}} \end{aligned} \right\} (3.1)$$

ここに  $d_{min}$  ; 最小有効厚 (cm)  
 $M$  ; 作用曲げモーメント (kgf・cm)  
 $n$  ; 弾性係数比  
 $\sigma_{sa}$  ; 鉄筋許容引張応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_{ca}$  ; コンクリート許容曲げ圧縮応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$B$  ; 部材単位幅 (100 cm)

式(3.1)による最小有効厚が確保できないときは、エラーメッセージが打ち出される。計算は厚さが不足する場合にも続行され、その場合には許容応力度を越えた応力度が算出される。

(4) 必要鉄筋量の計算

曲げモーメントに対する必要鉄筋量は、作用曲げモーメントと有効厚の関係に対して式(3.2)により計算する。

$$A_s = \frac{M}{\sigma_{sa} (1 - \frac{s}{3}) d} \quad (3.2)$$

ここに  $A_s$  ; 必要鉄筋量 (cm<sup>2</sup>)  
 $d$  ; 有効厚 (cm)

なお、隔壁は引張力に対して配筋計算するが、その場合には式(3.3)による。

$$A_s = \frac{P}{\sigma_{sa}} \quad (3.3)$$

ここに  $P$  ; 引張力 (kgf)

(5) 配筋

本システムでは D13, D16, D19, D22, D25 の 5 種類の鉄筋を使い、鉄筋のピッチは 10, 20, 40 cm の組み合わせを使うこととする。

配筋の方法は各部材ごとに全長に通す鉄筋を選び、必要鉄筋量の大きいところには、その間に他の鉄筋を配置し補強するという方法をとっている。さらに 3 種類以上の鉄筋の組み合わせは考えないこと、隣り合う鉄筋径は 3 ランク以内に収めることとした。したがって、鉄筋の組み合わせから得られる配筋量は表-3.1 に示す値となる。

表-3.1 各ピッチの鉄筋量

呼び名	鉄筋量 cm <sup>2</sup> /m		
	10 cmピッチ	20 cmピッチ	30 cmピッチ
D13	12.68	6.34	3.17
D16	19.84	9.92	4.96
D19	28.64	14.32	7.16
D22	38.72	19.36	9.68
D25	50.68	25.34	12.67

表-3.2 10 cmピッチ交互配筋鉄筋表

D <sub>a</sub> \ D <sub>b</sub>	D 13	D 16	D 19	D 22	D 25
D 13	12.68	16.26	20.66	—	—
D 16	16.26	19.84	24.24	29.28	—
D 19	20.66	24.24	28.64	33.68	39.66
D 22	—	29.28	33.68	38.72	44.70
D 25	—	—	39.66	44.70	50.68

単位 cm<sup>2</sup>/m

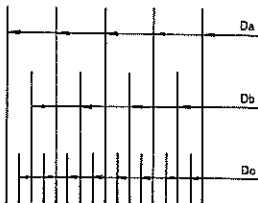
表-3.3 20 cmピッチ交互配筋鉄筋表

D <sub>a</sub> \ D <sub>b</sub>	D 13	D 16	D 19	D 22	D 25
D 13	6.34	8.13	10.33	—	—
D 16	8.13	9.92	12.12	14.64	—
D 19	10.33	12.12	14.32	16.84	19.83
D 22	—	14.64	16.84	19.36	22.35
D 25	—	—	19.83	22.35	25.34

単位 cm<sup>2</sup>/m

表-3.4 3本交互配筋鉄筋表

D <sub>a</sub>	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	鉄筋量 cm <sup>2</sup> /m	D <sub>a</sub>	D <sub>b</sub>	D <sub>c</sub>	鉄筋量 cm <sup>2</sup> /m
13	13	—	6.34	16	13	—	8.13
		13	12.68			13	14.47
		16	16.27			16	18.06
		19	20.66			19	22.45
	16	—	8.13		—	9.92	
		13	14.47		13	16.26	
		16	18.06		16	19.85	
		19	22.45		19	24.24	
	19	—	10.33		22	29.28	
		13	16.67		—	12.12	
		16	20.26		13	18.46	
		19	24.65		16	22.05	
22	16	22.78	19	26.44			
	19	27.17	22	31.48			
25	19	30.16	22	24.57			
	—	—	19	28.96			
	—	—	22	34.00			
	—	—	25	31.95			
—	—	—	—	22	36.99		



(6) 鉄筋の継ぎ手

隣り合う鉄筋の継ぎ手位置は原則として、継ぎ手長分以上ずらすように設計している。側壁の縦筋については10, 20, 40 cmピッチの3種類の鉄筋の組み合わせとなるため隣り合う鉄筋の継ぎ手位置が重なる場合がある。部材の全長に通す鉄筋については、継ぎ手位置を部材中心に対して対称とならないよう配置し、交互に振り替えることにより、継ぎ手が1か所に並ばないようにしている。継ぎ手位置は曲げモーメントの反曲点の位置を選定しているが、側壁、隔壁の縦筋についてはコンクリート打設段階の制約を受けるため、この位置を継ぎ手位置としている。

継ぎ手長は式(3.4)による値を5 cm単位に切り上げて使用している。

$$l = \frac{\sigma_{sa}}{4\tau_{0a}} D \quad (3.4)$$

ここに  $l$  ; 継ぎ手長 (cm)

$\sigma_{sa}$  ; 鉄筋許容引張応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$\tau_{0a}$  ; コンクリート許容付着応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$D$  ; 鉄筋径 (cm)

(7) 鉄筋の定着

鉄筋の定着を考慮するのは、部材途中において応力的に不必要となった鉄筋の定着と、部材端部での定着の2か所である。前者については、応力的に不必要となった点(反曲点)を超えてスパンの端部に入る鉄筋は、スパンの1/16あるいは最大有効高さのうち大きいほうの値、スパンの中央部に入る鉄筋は、支点(側壁あるいは隔壁の中心)の位置までのばして定着する。後者の定着は底板、側壁の内側筋、隔壁の縦筋、横筋の端部に生じ、折り曲げ長さ20 cmの直角フックを付けて定着する。

(8) 鉄筋の曲げ形状、かぶり

鉄筋の曲げ半径は鉄筋径の10倍以上とコンクリート標準示方書に規定されている。本システムではD25の鉄筋の使用はまれであることからD22に対する曲げ半径22 cmに統一した。

かぶりについては、港湾の施設の技術上の基準・同解説で、底板、側壁の外側筋7 cm、底板、側壁の内側筋及び隔壁5 cmと規定されている。本システムでも、これに従っているが表示及び計算の便宜上、鉄筋中心からの距離で示すこととし、それぞれ8 cm、6 cmとし、この内側に配筋する鉄筋については10 cm、8 cmとしている。

(9) ハンチ筋

ハンチ筋は主鉄筋を曲げたものとせず、別の鉄筋を用いることとし、ハンチの内側に沿ってD13の鉄筋を配筋し、主鉄筋に沿う長さを20 cmとする。ハンチ筋の長



さは必要以上に長くすると、かぶりが不足するので5 cm単位で切り下げるものとする。

ハンチ筋を入れる箇所は、底版と側壁、底版と隔壁、側壁と側壁、側壁と隔壁、隔壁と隔壁、側壁とフーチングの各隅角部である。ハンチ筋は底版の場合下側筋、側壁の場合外側筋に沿わせるが、配筋位置における沿わせるべき鉄筋の有無を考慮して以下のとおりとした。底版と側壁については外側主鉄筋の全段に、底版と隔壁、側壁と隔壁については隔壁の主鉄筋に、側壁と側壁については内側主鉄筋の全段に、隔壁と隔壁については40 cmピッチの千鳥に、側壁とフーチングについては側壁内側主鉄筋の40、20 cmピッチの鉄筋に配筋する。

#### ⑩ 頭部補強

側壁、隔壁のそれぞれについて、頭部補強の範囲を入力で指示できる。この場合、原則としてD19の鉄筋を10 cmピッチで配筋する。ただし、許容応力度を満足しない場合は鉄筋をD22またはD25とする。

#### ⑪ 応力度の計算

配筋計算終了後のコンクリート及び鉄筋に生じる応力度は式(3.5)により計算する。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_c &= \frac{2M}{Bx \left(d - \frac{x}{3}\right)} \\ \sigma_s &= \frac{M}{A_s' \left(d - \frac{x}{3}\right)} \\ x &= \frac{nA_s'}{B} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2Bd}{nA_s'}}\right) \end{aligned} \right\} (3.5)$$

ここに  $\sigma_c$  ; コンクリート曲げ圧縮応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_s$  ; 鉄筋引張応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$A_s'$  ; 使用鉄筋量 (cm<sup>2</sup>)

$M$  ; 作用曲げモーメント (kgf・cm)

$d$  ; 有効厚 (cm)

$B$  ; 単位幅 (100 cm)

引張力に対しては式(3.6)による。

$$\sigma_s = \frac{P}{A_s'} \quad (3.6)$$

ここに  $P$  ; 引張力 (kgf)

#### ⑫ 地盤支持力の不均等に対する計算

地盤支持力の不均等による荷重が働く場合の計算として、ケーソンの長手方向の長さの1/3の片持ばりとして、ケーソン自体のはりの一体性について式(3.7)により検討を行う。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_c &= \frac{M}{Z_c} < \sigma_{ca} \\ \sigma_t &= \frac{M}{Z_t} < \sigma_{cta} \end{aligned} \right\} (3.7)$$

ここに  $\sigma_c$  ; 圧縮応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$M$  ; 曲げモーメント (kgf・cm)

$Z_c$  ; 圧縮側断面係数 ( $Z_c = I/y_c$ ) (cm<sup>3</sup>)

$\sigma_{ca}$  ; コンクリート許容圧縮応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_t$  ; 引張応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$Z_t$  ; 引張側断面係数 ( $Z_t = I/y_t$ ) (cm<sup>3</sup>)

$\sigma_{cta}$  ; コンクリート許容曲げ引張応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$I$  ; 中立軸まわりの断面2次モーメント (cm<sup>4</sup>)

$y_c$  ; 中立軸から圧縮側端までの長さ (cm)

$y_t$  ; 中立軸から引張側端までの長さ (cm)

ケーソン全体をはりとして検討する方法には、鉄筋を考慮した有効換算断面をもとにして、鉄筋及びコンクリートの応力を検討する方法、コンクリートも引張荷重を受けもつものとし、コンクリート部だけの断面係数をもとにして求めたコンクリートの引張応力により検討する方法がある。本システムでは後者の方法を用いている。

なお、地盤支持力の不均等に対する計算は、配筋設計とは独立したものであり、この検討の結果、エラーのメッセージが出たとしても、配筋設計には何ら影響を及ぼすことはない。

### 3.2 配筋設計の流れ

配筋設計は底版、側壁、隔壁の各部材を独立の版と仮定して計算する。概略のフローを図-3.1に示す。

計算は浮遊時、据付け時、据付け後の各状態における外力により曲げモーメントの計算を行い、各状態での曲げモーメントから最大曲げモーメントを選定する。次に、最大曲げモーメントに対し必要となる鉄筋量を計算する。配筋は求められた必要鉄筋量を満足する鉄筋の径とピッチが選ばれるが、その際、3種類以上の鉄筋の組み合わせは用いないこと、隣り合う鉄筋径は5種類の鉄筋の中で3ランク以内に収めることとしている。必要鉄筋量を満足する鉄筋の径とピッチはいくつか求められるが、本システムでは、このうち鉄筋量が最小となる径とピッチの組み合わせを配筋として採用している。

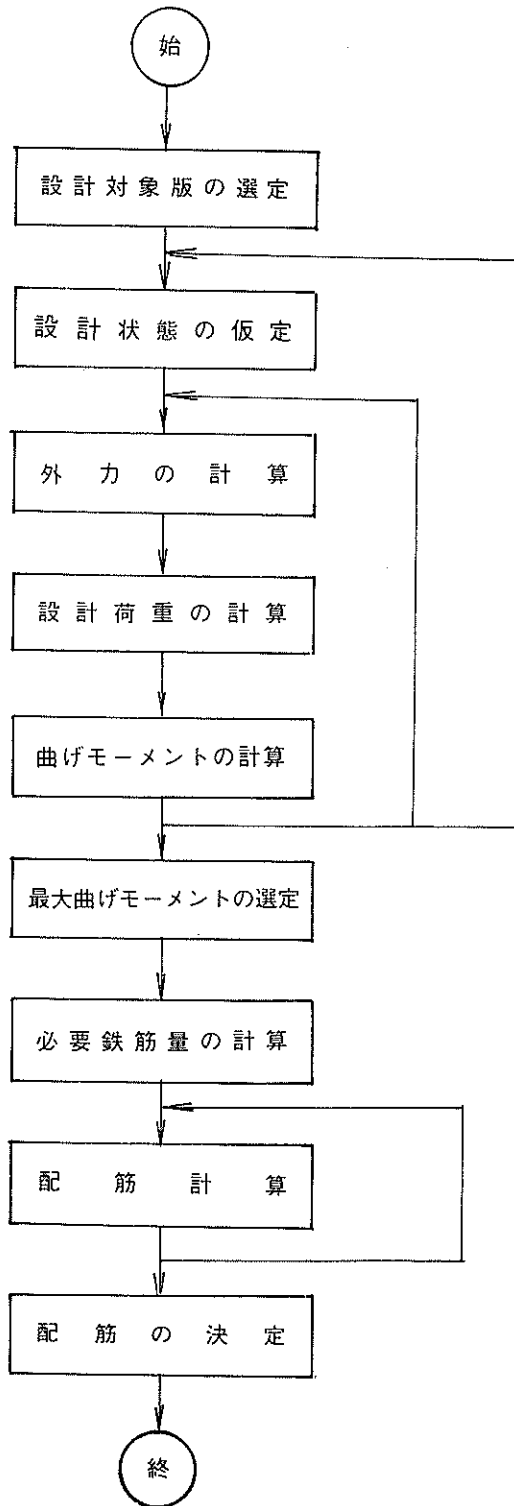


図-3.1 配筋設計の概略フロー

### 3.3 底版の設計

#### (1) 配筋設計の流れ

防波堤の場合の配筋設計の流れを図-3.2に、係船岸の場合を図-3.3に示す。

防波堤の場合は浮遊時及び据付け後の常時、波圧時、地震時について検討する。波圧時の場合はL.W.LからH.W.L+偏差まで、地震時の場合はL.W.LからH.W.Lまで水位を10cm間隔で変化させ、各水位で底版に作用する設計荷重を求め、各設計荷重より計算される曲げモーメントから設計対象となる最大曲げモーメントを求めている。

係船岸の場合は浮遊時及び据付け後の常時、地震時について検討する。水位はL.W.LからH.W.Lまで変化させ、最大曲げモーメントを求めている。

#### (2) 設計対象版

法線平行方向隔壁長（側壁あるいは隔壁の中心線間の距離）が、最も長い隔壁を法線直角方向に取ったものをそれぞれ設計対象版とする。図-3.4の場合、 $b_2$ が最長とすれば、×印を付けた版が設計対象版となる。なお、○印、△印を付けたものは、それぞれ側壁、隔壁の設計対象版となるが説明はそれぞれの節にゆずるものとする。

#### (3) 設計外力

##### a) 浮遊時

浮遊時のケーソンに作用する外力は、図-3.5に示すように、吃水に1mの余裕を見込んだ静水圧を底版下面に上向きにかけ、これと底版自重（カウンターバラスト材がある場合はこれを含む）との差を設計荷重とする。設計荷重 $p$ は式(3.8)のとおりである。

$$\left. \begin{aligned} p &= p_w - w \\ p_w &= 1.03 h_0 \end{aligned} \right\} (3.8)$$

ここに  $p$  ; 浮遊時の底版設計荷重 (tf/m<sup>2</sup>)

$p_w$  ; 底版下面に働く静水圧 (tf/m<sup>2</sup>)

$h_0$  ; 吃水 + 1.0 (m)

$w$  ; 浮力を引かない底版重量 (tf/m<sup>2</sup>)

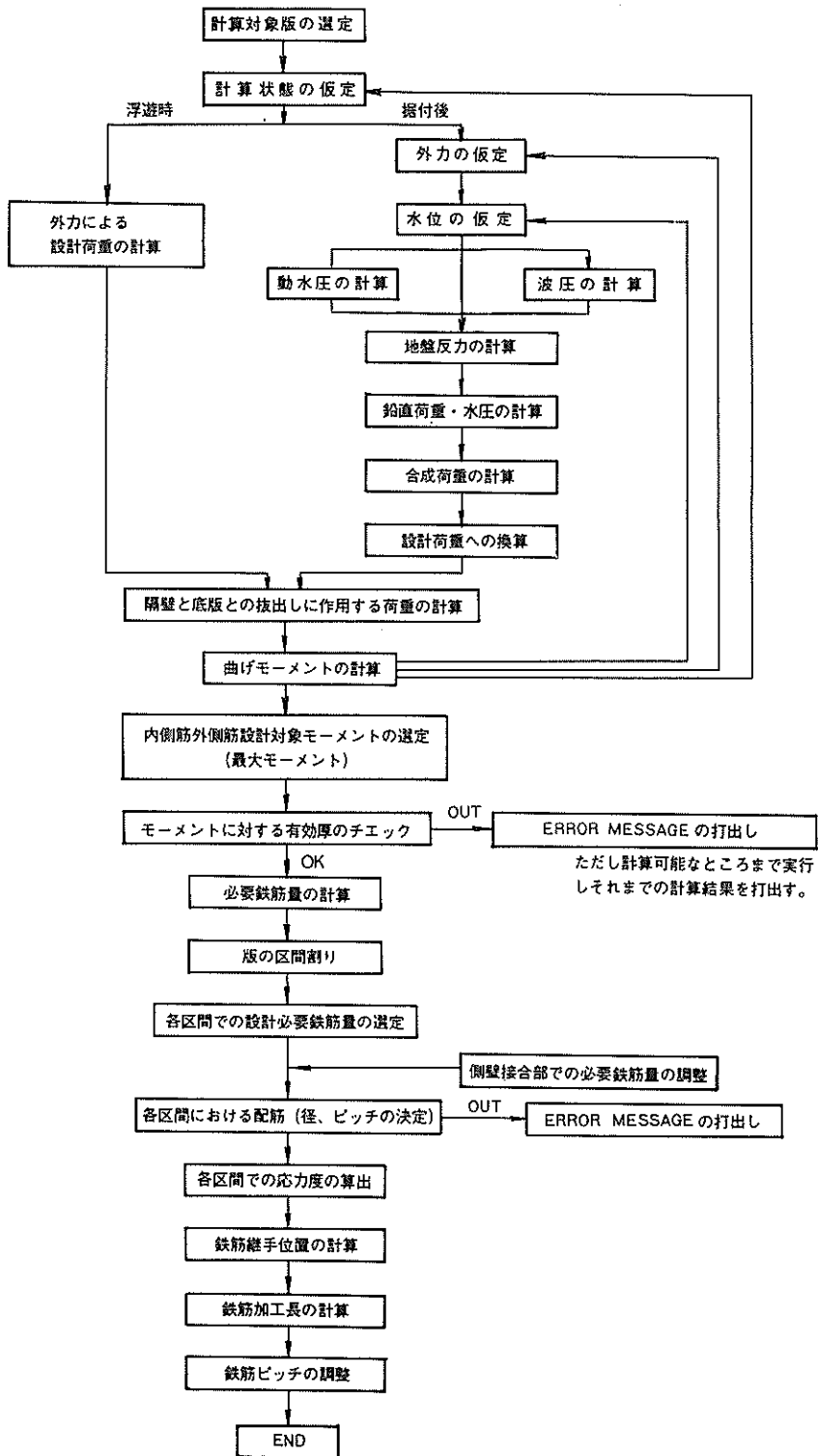


図-3.2 底版の配筋設計フロー（防波堤）

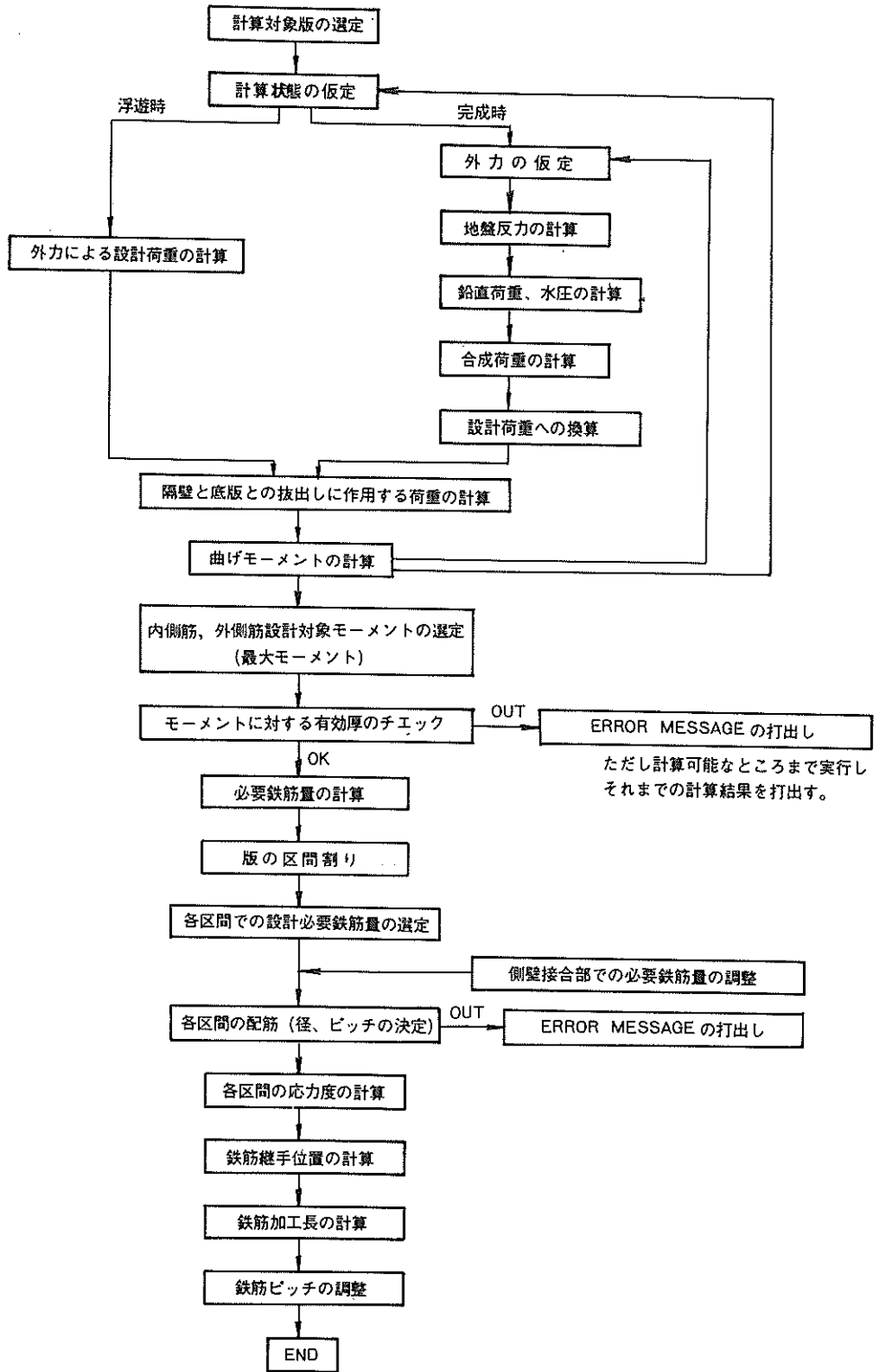


図-3.3 底版の設計フロー (係給岸)

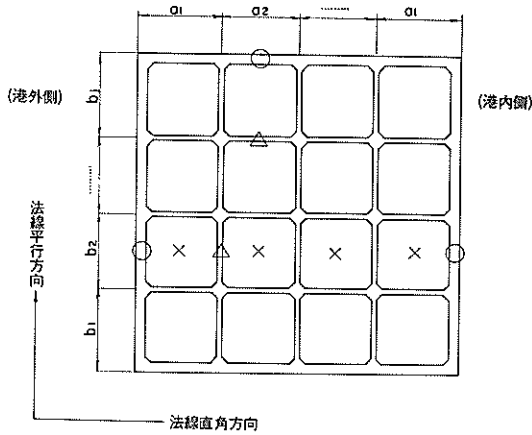


図-3.4 設計対象版

$$\left. \begin{aligned}
 \eta^* &= 0.75 (1 + \cos \beta) \lambda H_D \\
 p_1 &= \frac{1}{2} (1 + \cos \beta) \lambda \alpha_1 w_0 H_D \\
 p_2 &= \frac{p_1}{\cosh(2\pi h/L)} \\
 p_3 &= \alpha_3 p_1 \\
 p_u &= \frac{1}{2} (1 + \cos \beta) \lambda \alpha_1 \alpha_3 w_0 H_D \\
 \alpha_1 &= 0.6 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{4\pi h/L}{\sinh(4\pi h/L)} \right\}^2 \\
 \alpha_3 &= 1 - \frac{h'}{h} \left\{ 1 - \frac{1}{\cosh(2\pi h/L)} \right\}
 \end{aligned} \right\} (3.9)$$

ここに  $\eta^*$  ; 静水面上波圧強度が0になる高さ (m)  
 $\beta$  ; 波向と法線直角方向の角度 (°)  
 $\lambda$  ; 消波ブロック被覆による波圧のてい減率  
 $p_1$  ; 静水面における波圧強度 (tf/m<sup>2</sup>)  
 $p_2$  ; 海底面における波圧強度 (tf/m<sup>2</sup>)  
 $p_3$  ; 直立壁底面における波圧強度 (tf/m<sup>2</sup>)  
 $p_u$  ; 揚圧力 (tf/m<sup>2</sup>)  
 $h$  ; 直立壁前面における水深 (m)  
 $h'$  ; 直立壁底面の水深 (m)  
 $w_0$  ; 海水の単位体積重量 (tf/m<sup>3</sup>)  
 $H_D$  ; 設計計算に用いる波高 (m)  
 $L$  ; 水深  $h$  における設計計算に用いる波長 (m)

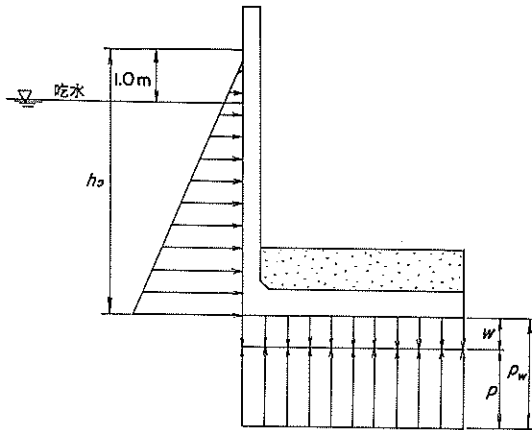


図-3.5 浮遊時の設計荷重

b) 据付け後

i) 波力

波圧時にケーソンに作用する外力は波圧であり、これにより発生する底面反力が底版に作用する。波圧の計算方法は、消波工を設ける場合は、合田式を準用する方法 (以下合田式という)、消波ブロックを十分被覆したときの波力算定式 (以下森平式という) を用いた。消波工を設けない場合は、合田式、従来式を用いた。いずれの式を用いるかは利用者が選択するが、従来式を用いる場合の広井式と部分碎波圧を考慮したサンフルーの簡略式 (以下部分碎波式という) の区別はプログラム内で行っている。

イ) 消波工を設ける場合の合田式

壁面に波の山がある場合の波圧分布を図-3.6に示す。各波圧強度の値は式 (3.9) により計算する。

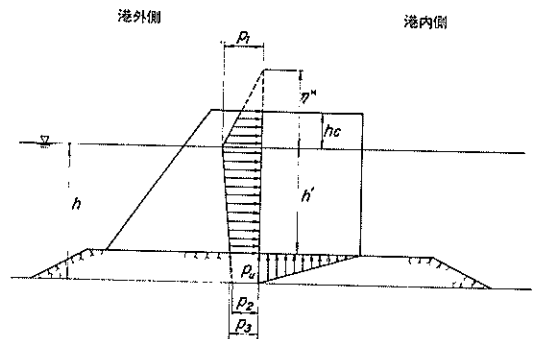


図-3.6 壁面に波の山があるときの消波工を設ける場合の合田式

壁面に波の谷がある場合の波圧分布を図-3.7に示す。波圧強度の値は式 (3.10) により計算する。

$$\left. \begin{aligned}
 p &= 0.5 w_0 H_D \\
 p_u &= 0.5 w_0 H_D
 \end{aligned} \right\} (3.10)$$

ここに  $p$  ; 波圧強度 (tf/m<sup>2</sup>)

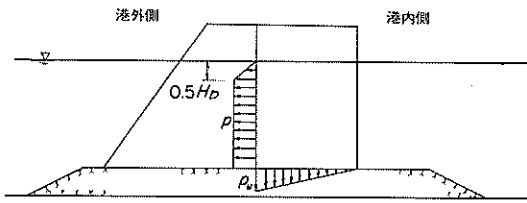


図-3.7 壁面に波の谷があるときの消波工を設ける場合の合田式

ロ) 森平式

壁面に波の山がある場合の波圧分布を図-3.8に示す。波圧強度の値は式(3.11)により計算する。

$$\left. \begin{aligned} p &= 1.0 w_0 H_D \cos \beta & 0 \leq \beta \leq 45^\circ \\ p &= 0.7 w_0 H_D & \beta > 45^\circ \\ p_u &= p \end{aligned} \right\} (3.11)$$

ただし、 $H_D > h_e$  の場合は揚圧力を考慮しない。

ここに  $H_D$  ; 設計有義波高 (m)

$h_e$  ; 静水面から天端までの高さ (m)

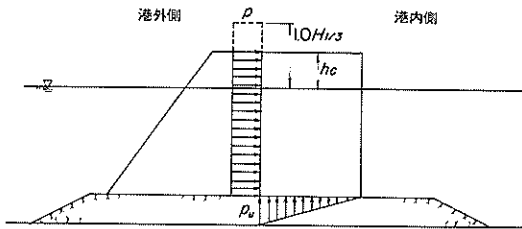


図-3.8 壁面に波の山があるときの森平式

壁面に波の谷がある場合の波圧分布は合田式の場合と同様であり、波圧強度の値は式(3.12)により計算する。

$$\left. \begin{aligned} p &= 0.5 w_0 H_D \\ p_u &= 0.5 w_0 H_D \end{aligned} \right\} (3.12)$$

ハ) 合田式

壁面に波の山がある場合の波圧分布を図-3.9に示す。各波圧強度の値は式(3.13)により計算する。

$$\left. \begin{aligned} \eta^* &= 0.75 (1 + \cos \beta) H_D \\ p_1 &= \frac{1}{2} (1 + \cos \beta) (\alpha_1 + \alpha_2 \cos^2 \beta) w_0 H_D \\ p_2 &= \frac{p_1}{\cosh (2\pi h / L)} \\ p_3 &= \alpha_3 p_1 \\ p_u &= \frac{1}{2} (1 + \cos \beta) \alpha_1 \alpha_3 w_0 H_D \\ \alpha_1 &= 0.6 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{4\pi h / L}{\sinh (4\pi h / L)} \right\}^2 \end{aligned} \right\} (3.13)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha_2 &= \min \left\{ \frac{h_b - d}{3 h_b} \left( \frac{H_D}{d} \right)^2, \frac{2d}{H_D} \right\} \\ \alpha_3 &= 1 - \frac{h'}{h} \left\{ 1 - \frac{1}{\cosh (2\pi h / L)} \right\} \end{aligned} \right\}$$

ここに  $h_b$  ; 直立壁前面から沖側へ有義波高の5倍だけ離れた地点での水深 (m)

$d$  ; 根固め工又は、マウンド被覆工天端のいずれか小さいほうの水深 (m)

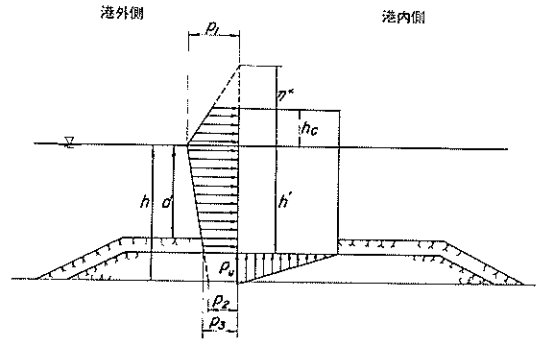


図-3.9 壁面に波の山があるときの合田式

壁面に波の谷がある場合の波圧分布を図-3.10に示す。波圧強度の値は式(3.14)により計算する。

$$\left. \begin{aligned} p &= 0.5 w_0 H_D \\ p_u &= 0.5 w_0 H_D \end{aligned} \right\} (3.14)$$

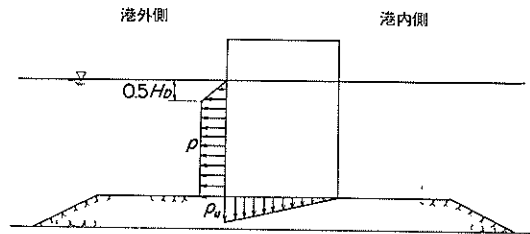


図-3.10 壁面に波の谷があるときの合田式

ニ) 広井式

広井式は  $d / H_D < 2$  のとき適用される。

壁面に波の山がある場合の波圧分布を図-3.11に示す。波圧強度の値は式(3.15)により計算する。

$$\left. \begin{aligned} p &= 1.5 w_0 H_D \cos^2 \beta \\ p_u &= 1.25 w_0 H_D \cos^2 \beta \end{aligned} \right\} (3.15)$$

ただし、 $1.25 H_D > h_e$  の場合、揚圧力は考慮しない。

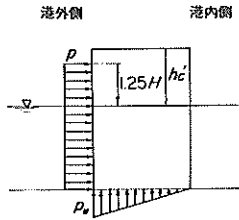


図-3.11 壁面に波の山があるときの広井式

壁面に波の谷がある場合の波圧分布を図-3.12に示す。波圧強度の値は式(3.16)により計算する。

$$\left. \begin{aligned} p &= 0.5 w_0 H_D \\ p_u &= 0.5 w_0 H_D \end{aligned} \right\} (3.16)$$

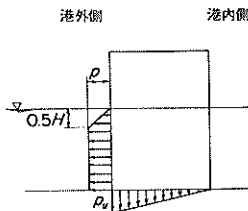


図-3.12 壁面に波の谷があるときの広井式

ホ) 部分砕波式

部分砕波式は  $d/H_3 \geq 2$  のとき適用される。

壁面に波の山がある場合の波圧分布を図-3.13に示す。各波圧強度の値は式(3.17)により計算する。

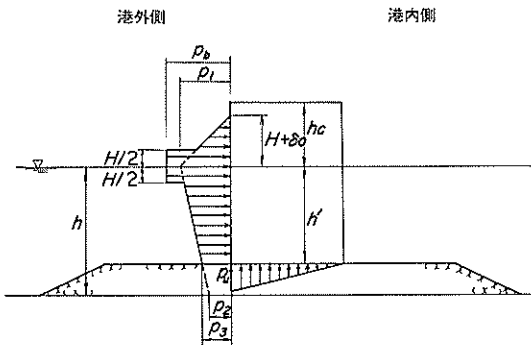


図-3.13 壁面に波の山があるときの部分砕波式

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= (p_2 + w_0 h) \left( \frac{H_D + \delta_0}{h + H_D + \delta_0} \right) \\ p_2 &= \frac{w_0 H_D}{\cosh(2\pi h/L)} \\ p_3 &= p_1 - \frac{h'}{h} (p_1 - p_2) \\ p_b &= 1.5 w_0 H_D \cos^2 \beta \\ p_u &= p_3 \end{aligned} \right\} (3.17)$$

$$\delta_0 = \frac{\pi H_D^2}{L} \cosh \frac{2\pi h}{L}$$

ただし、 $p_b < p_1$  のとき  $p_b$  は考慮しない。また、 $H_D + \delta_0 > h_e$  の場合、揚圧力は考慮しない。

壁面に波の谷がある場合の波圧分布を図-3.14に示す。各波圧強度の値は式(3.18)により計算する。

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= w_0 (H_D - \delta_0) \\ p_2 &= \frac{w_0 H_D}{\cosh(2\pi h/L)} \\ p_3 &= p_1 - \frac{h' - (H - \delta_0)}{h - (H - \delta_0)} (p_1 - p_2) \end{aligned} \right\} (3.18)$$

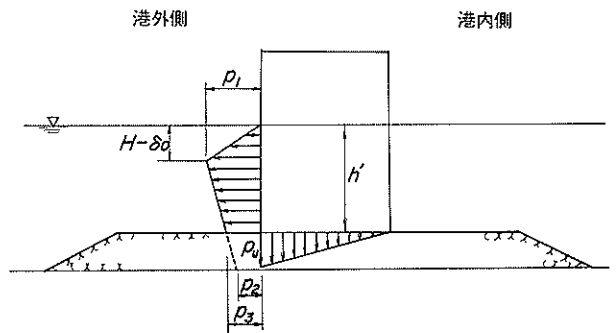


図-3.14 壁面に波の谷があるときの部分砕波式

ii) 浮力

各波圧公式を用いる場合の浮力の作用範囲は以下のとおりとする。

イ) 合田式

消波工を設置する場合、しない場合とも静水面までを浮力の作用範囲とする。ただし、静水面が天端を越える場合は天端までとする。

ロ) 森平式

静水面までを浮力の作用範囲とする。ただし、 $H_3 > h_e$  の場合は天端までとする。

ハ) 広井式

壁面に波の山がある場合、静水面までを浮力の作用範囲とし、波の谷がある場合、(検討水位面 -  $0.5 H_D$ ) までとする。ただし、 $1.25 H_D > h_e$  の場合は天端までとする。

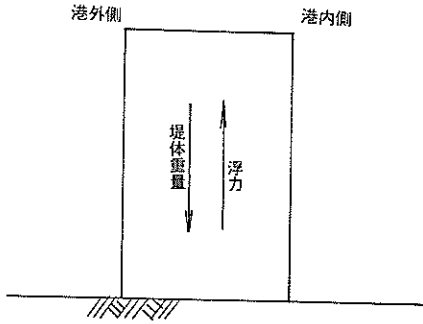
ニ) 部分砕波式

壁面に波の山がある場合、静水面までを浮力の作用範囲とし、波の谷がある場合、(検討水位面 -  $H_D + \delta_0$ ) までとする。ただし、 $H_D + \delta_0 > h_e$  の場合は天端までとする。

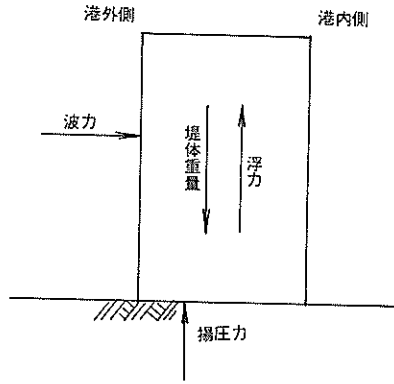
(4) 設計荷重

防波堤の場合、堤体重量、波力、地震力などにより計算される底面反力、静水圧、揚圧力、中詰重量、ふたコ

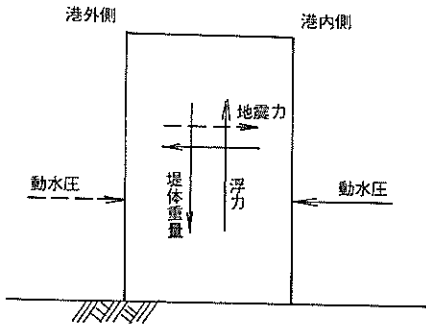
① 防波堤常時



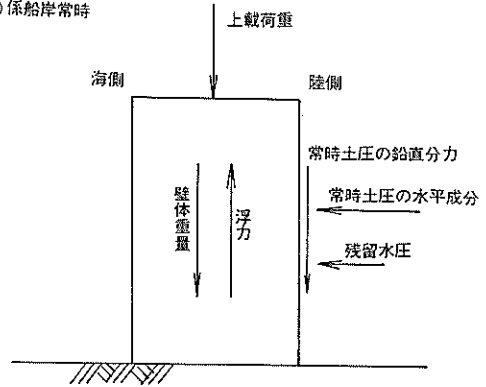
② 防波堤波圧時



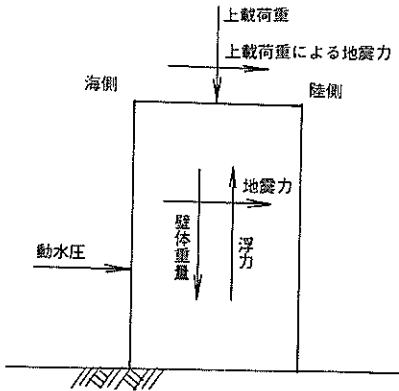
③ 防波堤地震時



④ 係船岸常時



⑤ 係船岸地震時



⑥ 係船岸地震時

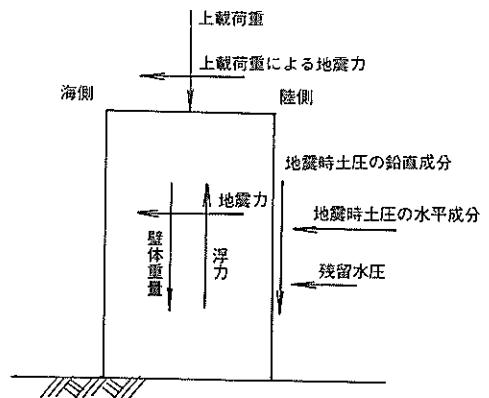


図 - 3.15 底面反力の算定に当って考慮する外力



ンクリート重量、底版重量を合成したものを荷重として用いる。係船岸の場合は、堤体重量、土圧、地震力などにより計算される底面反力、静水圧、中詰重量、ふたコンクリート重量、底版重量、載荷重を合成したものを荷重として用いる。底版の設計は四辺固定の版として計算するが、その際、計算で求めた合成荷重を等分布荷重と三角形荷重の組み合わせに換算し設計荷重とする。底面反力の算定に当たって考慮する外力は図-3.15のとおりである。

(5) 曲げモーメントの計算

底版における曲げモーメントの計算は側壁、隔壁により支持された四辺固定の版として行われ、先に述べた施工の状態、外力状態及び水位の変化の各状態ごとの設計荷重により曲げモーメントを計算し、求められた各点ごとの曲げモーメントの最大値を配筋に用いる曲げモーメントとする。

(6) 径、ピッチの決定

底版での必要鉄筋量はおおのこの版について縦横5×5の格子点ごとに求められた最大曲げモーメントにより計算されるが、配筋は図-3.16に示すとおり各版を9つに区分し、各区分内での最大必要鉄筋量により計算される。

底版の配筋は主鉄筋と補強筋に分けられる。主鉄筋とは20cmのピッチで底版の端から端まで通して配筋される鉄筋であり、下側筋の場合は側壁に立ち上がり、側壁

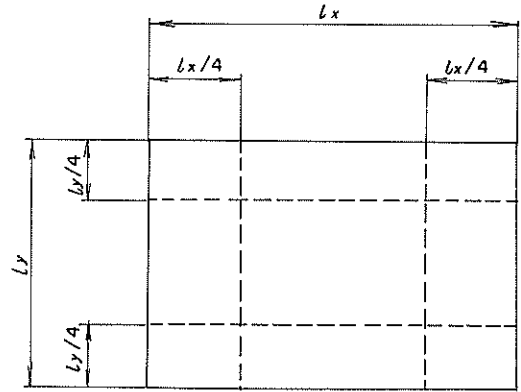


図-3.16 底版の配筋区分線

の外側縦筋に継がれる。補強筋は主鉄筋だけでは必要鉄筋量を満足しない区間についてのみ配筋される鉄筋であり、主鉄筋と主鉄筋の間に配筋される。

a) 法線直角方向筋の配筋法

配筋区分内における最大必要鉄筋量を図-3.17に示すように、 $A_{E1}, A_{E2}, \dots, A_{C1}, A_{C2}, \dots$ とする。配筋はE列、C列ごとに以下の手順により決定する。

i) 20cmピッチ全長筋の径をD13とする。

ii) 補強筋が必要な区間において、補強筋の鉄筋径を決定する。このとき、全長筋と3ランク以内に取まらな

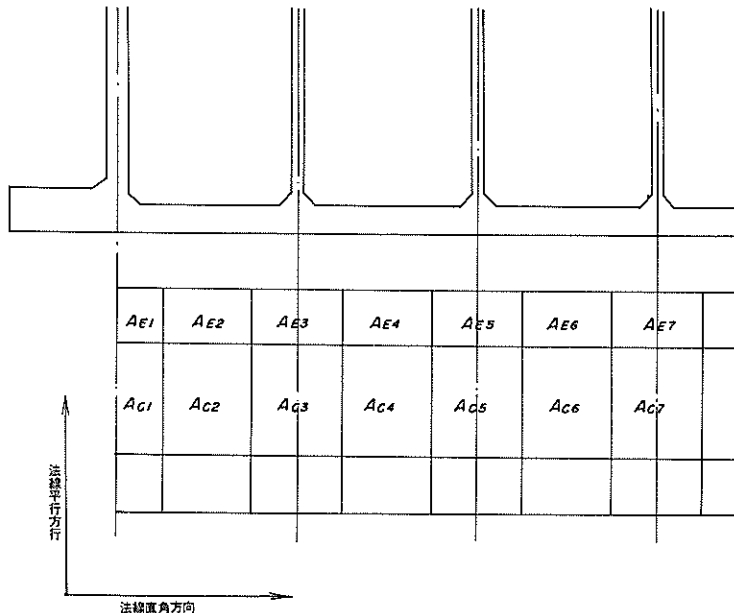


図-3.17 法線直角方向筋の配筋法

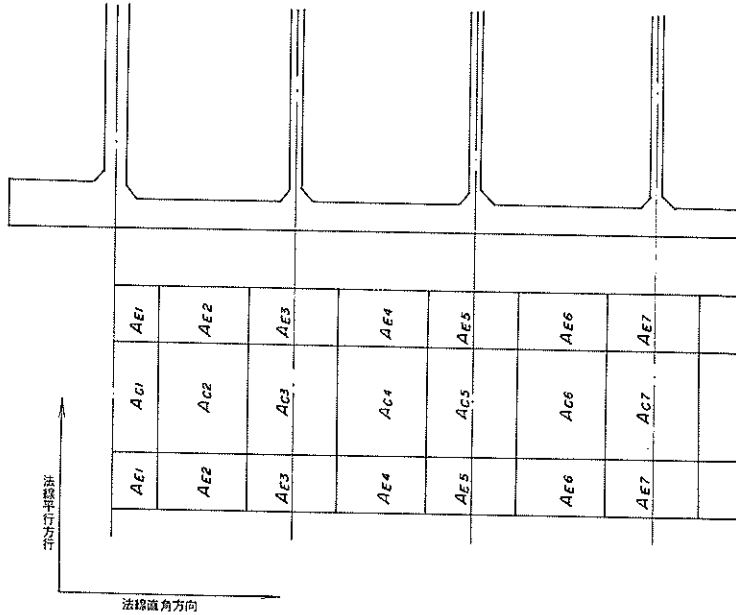


図-3.18 法線平行方向筋の配筋法

い場合は配筋不可となる。

iii) 隣り合った区間で、ともに補強筋を配筋する必要があるときは、その鉄筋径を太いほうにそろえる。

iv) 配筋可能な場合は、全体での鉄筋量を計算する。

v) 20 cmピッチ全長筋の径を1ランク上げD22(あるいはD25)になるまでii)~iv)を繰り返す、その中で鉄筋量が最小となるものを求める。

b) 法線平行方向筋の配筋法

配筋区分内における最大必要鉄筋量を図-3.18に示すように $AE_1, AE_2, \dots, AC_1, AC_2, \dots$ とする。配筋は $(AE_1, AC_1, AE_1), (AE_2, AC_2, AE_2), \dots$ について行う。配筋手順は法線直角方向筋と同様である。

(7) 鉄筋加工長

外側筋には図-3.19に示すa)~m)の形状を用いる。

このうちa)~e)は全長筋の形状であり、e)~m)は主鉄筋の間に配筋される補強筋の形状である。ただし、c) d), e), g), h), k), l)の形状は、側壁への立ち上がりの高さが(第1打設高さ+1.5 m)より低い場合に用いられるものであり、あまり短い鉄筋が継がれることをさけたものである。また、側壁の外側縦筋との対応からみると、a)は40 cmピッチ、b)~e)は20 cmピッチ、e)~l)は10 cmピッチの鉄筋に継がれるものである。側壁における継ぎ手の位置が、同じ高さに並ばないように配慮し、第一打設高さからの長さが継手長 $\eta$ のものと $2\eta$ のものを用意している。

補強筋の長さは、配筋される区間により、図-3.20から図-3.22に示すとおりとなる。

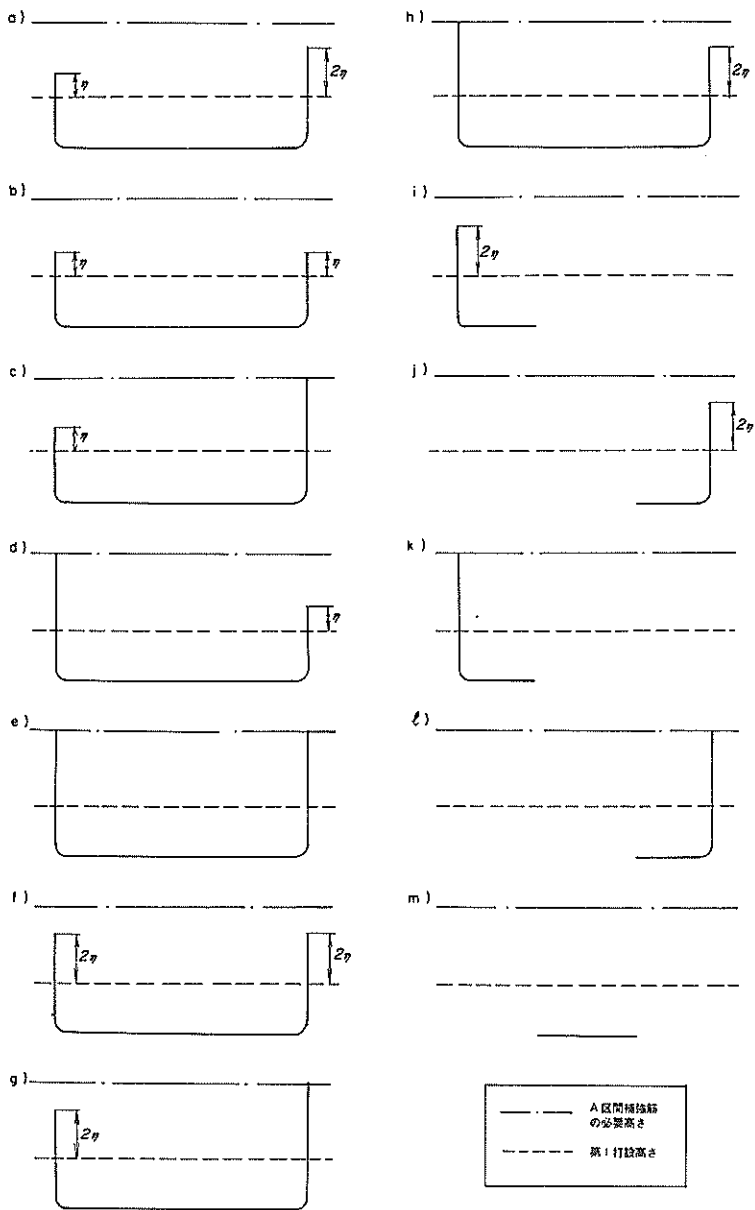


図-3.19 外側筋の形状

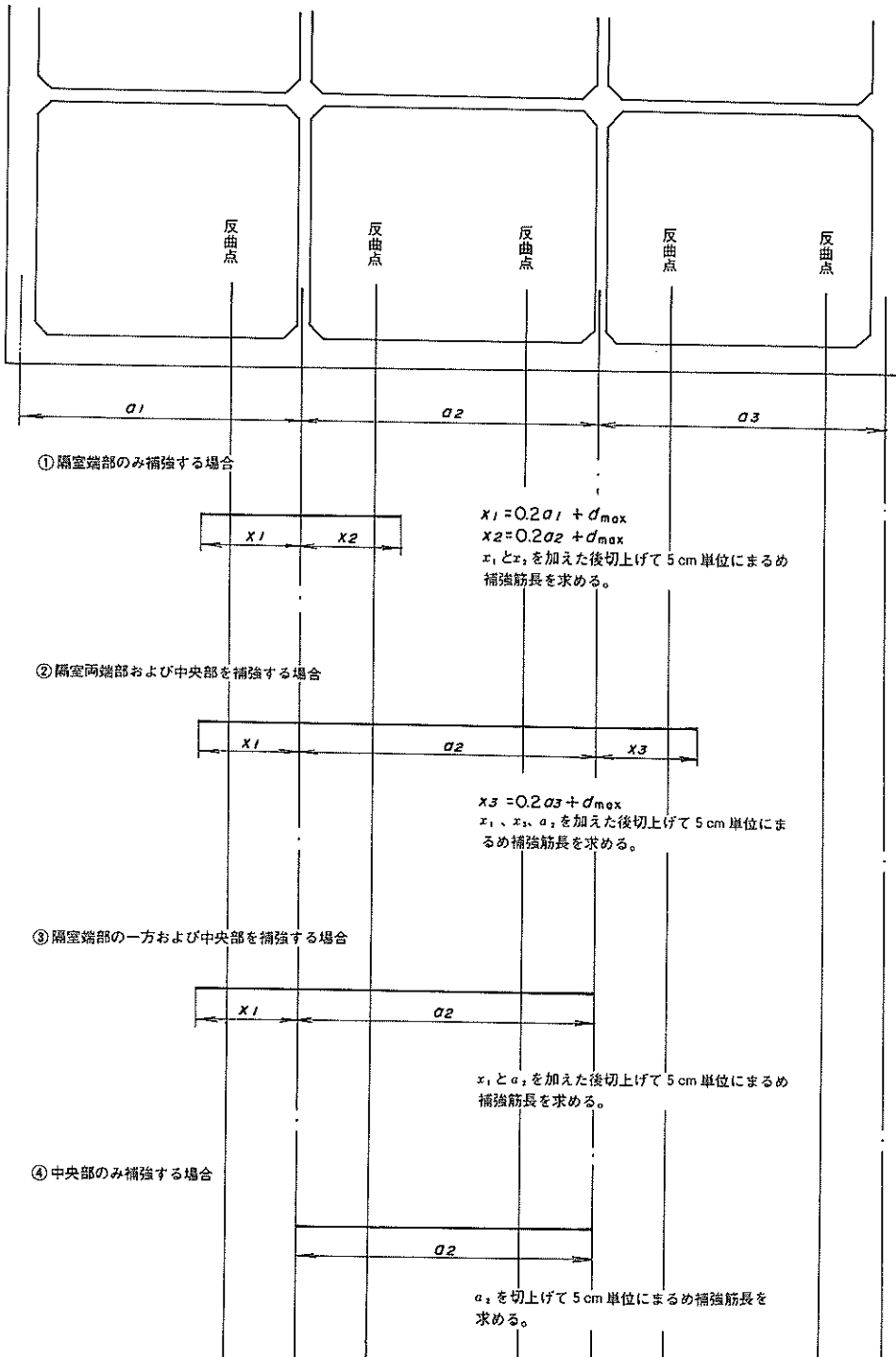


図- 3.20 底版中央部の補強筋

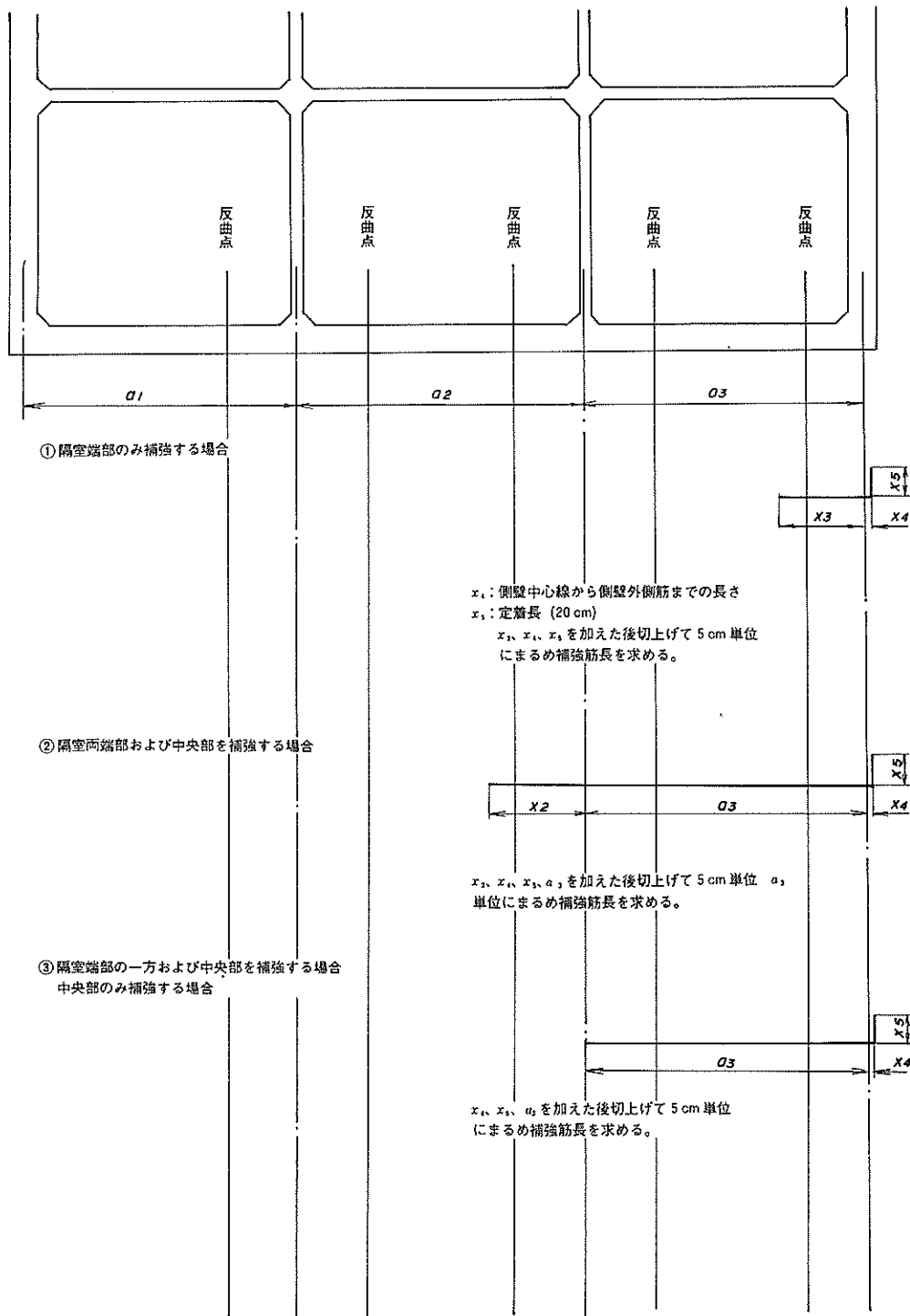


図 - 3.21 底板端部上側の補強筋

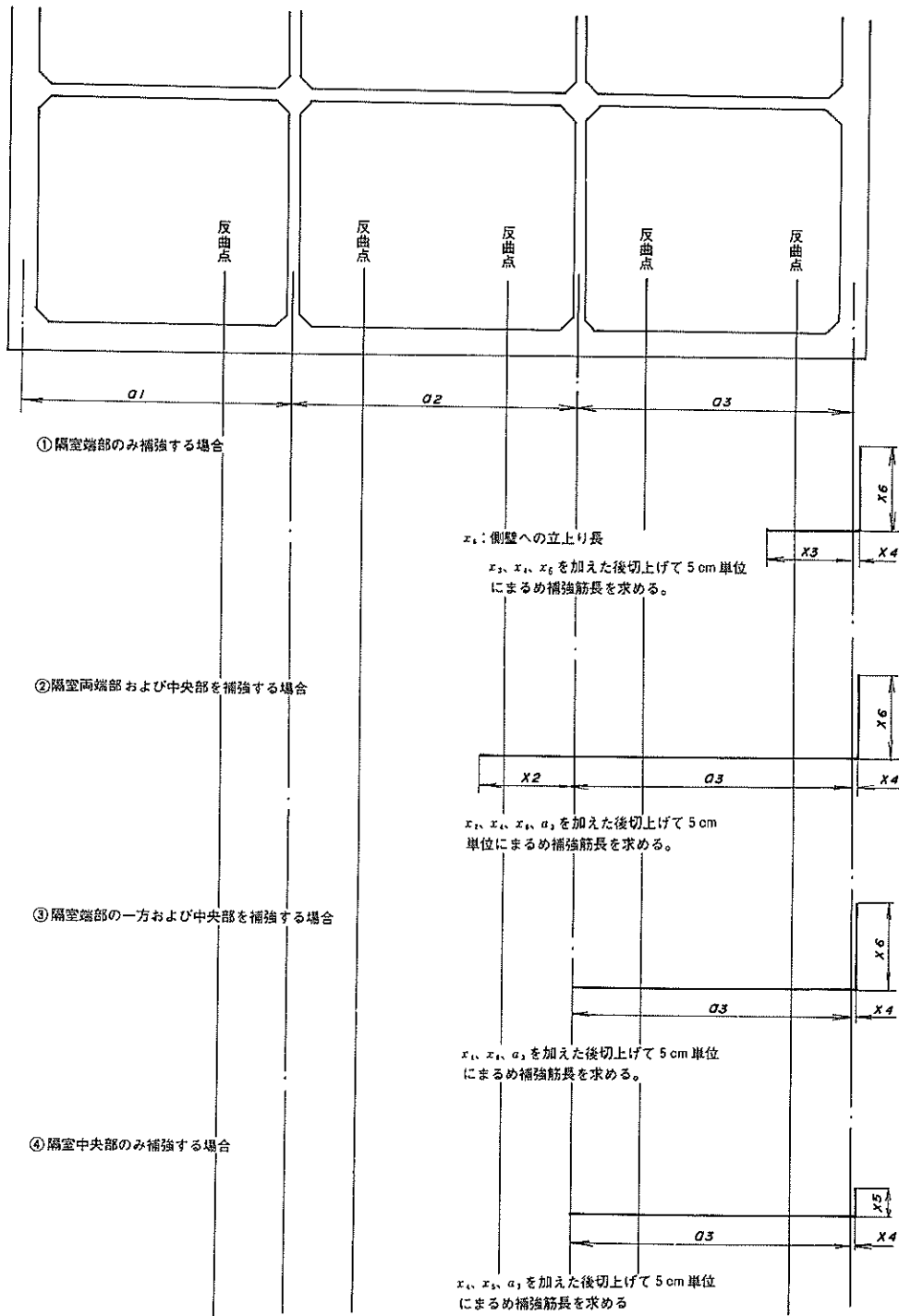


図-3.22 底版端部下側の補強筋

### 3.4 側壁の設計

#### (1) 設計の流れ

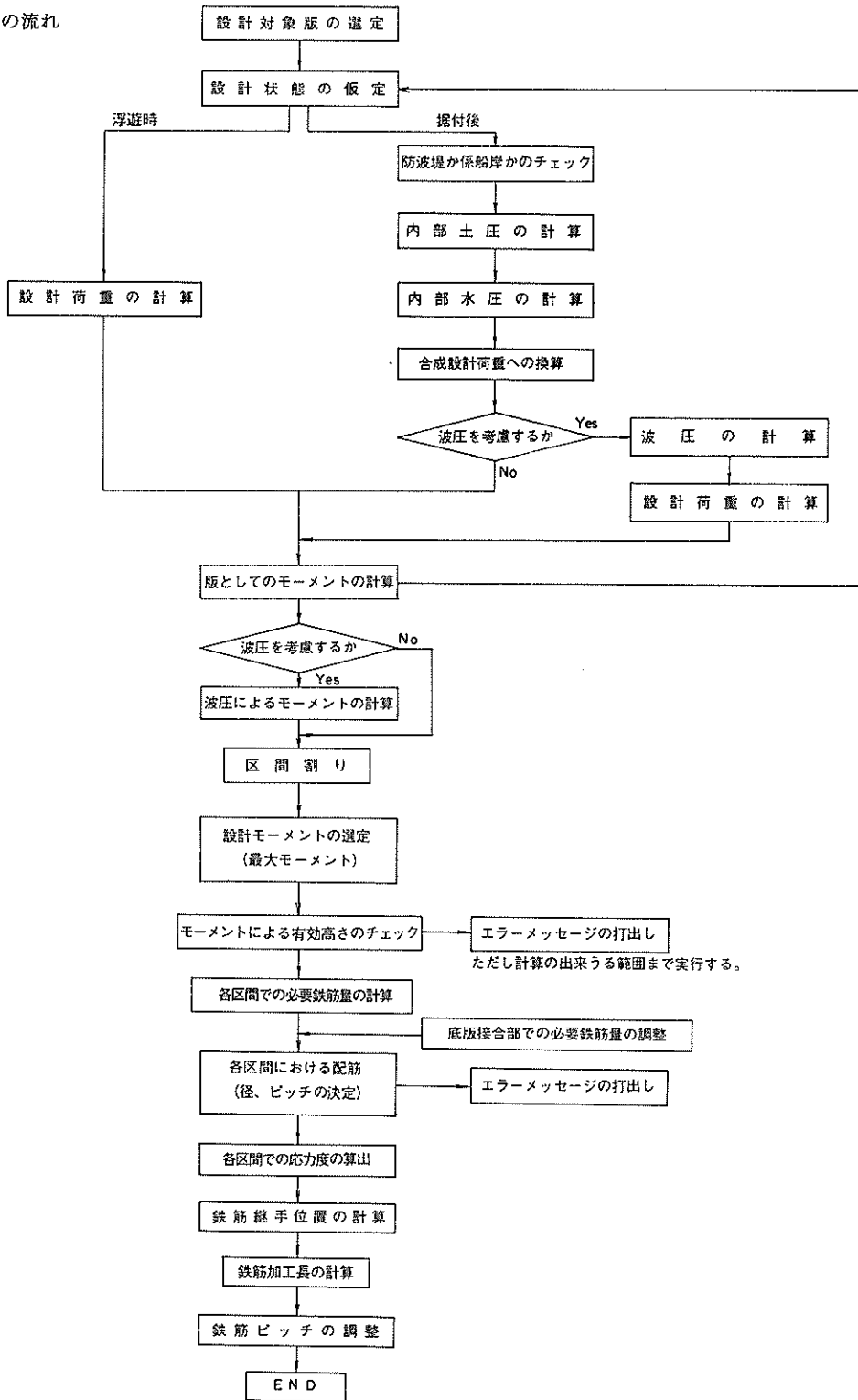


図-3.23 側壁の配筋設計フロー

側壁の配筋設計の流れを図-3.23に示す。検討は浮遊時と据付け後について行われる。波圧を考慮する場合は、L.W.LからH.W.L+偏差まで、水位を10cm間隔で変化させ、繰り返し計算を行い、側壁に発生する最大曲げモーメントを求めている。

(2) 設計対象版

法線平行方向隔室長、法線直角方向隔室長がそれぞれ最も長い隔室の側壁を設計対象版とする。先に示した図-3.4の場合、それぞれの方向で $a_2$ 、 $b_2$ が最長であれば○印を付けた版が設計対象版となる。

(8) 設計外力及び設計荷重

a) 浮遊時

浮遊時の側壁に作用する外力は吃水による静水圧である。設計荷重は図-3.24に示すように、計算上の吃水に1mの余裕を見込んだ底版中心線上における静水圧を一辺とし、ケーソン天端までかかる三角形分布荷重とする。

b) 据付け後

1) 中詰土圧及び内部水圧

中詰土圧は土圧係数を0.6とする静止土圧とする。内部水圧算定の際の水位差は外部水位で入力するものとし、入力がない場合、防波堤であれば、法線平行方向港外側及び法線直角方向側壁に対する外部水位は(L.W.L -

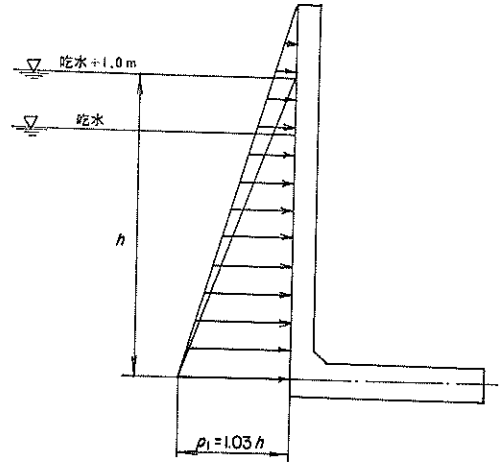


図-3.24 浮遊時の外力

$H/2$ )、法線平行方向港内側に対する外部水位はL.W.Lとする。係船岸の場合は、どの側壁もL.W.Lとする。

中詰土圧と内部水圧の合成荷重は不規則な形状となるが、設計荷重としては図-3.25に示すように、下端での荷重強度が等しく面積の等しい台形に換算し、等分布荷重と三角形分布荷重としている。

ii) 波力

波力を考慮する場合、設計荷重は図-3.26に示すよ

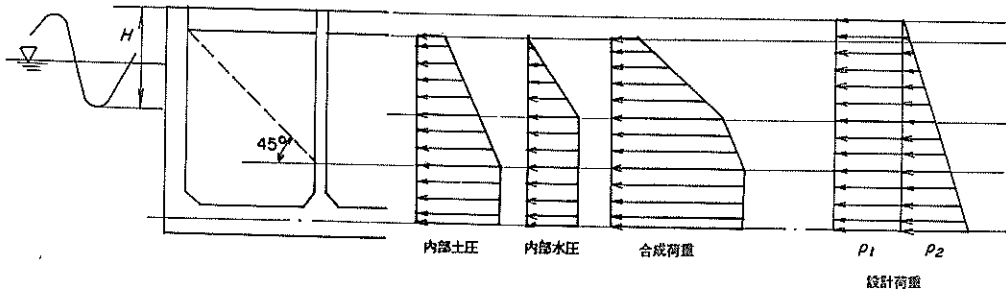


図-3.25 据付け後の外力(中詰土圧, 内部水圧)

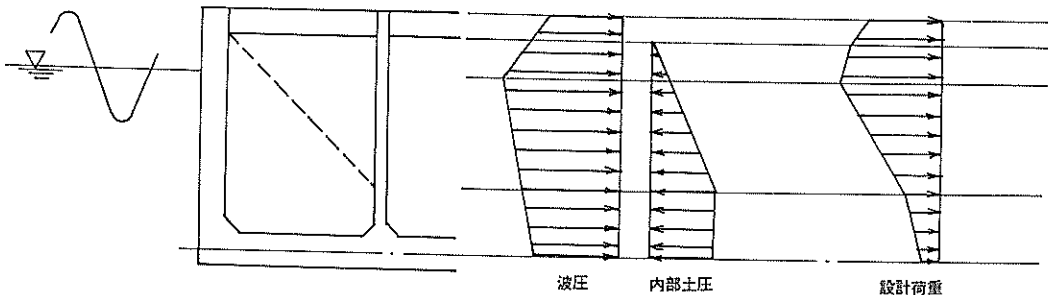


図-3.26 据付け後の外力(波力)



うに波圧から中詰土圧を差し引いたものを設計荷重とする。

波圧式については3.3の(3)で詳述しているので、ここでの説明は省略する。

(4) 曲げモーメントの計算

側壁における曲げモーメントの計算は、中詰土圧、内部水圧に対しては、三辺固定一辺自由の版として行う。波圧に対しては、四辺固定、三辺固定一辺自由の版の両方で計算し、求められた横方向に5点、縦方向に7点の格子点の曲げモーメントのうち大きいほうを採用する。ただし、波圧に対しては、ふたコンクリート等によりケーソン頭部も固定されていると考えられる場合があるので、設計者の選択により四辺固定版としてだけの検討も行うことができるものとした。

(5) 配筋区間割

側壁での必要鉄筋量はおのおのの版について5×7の格子点ごとに求められた最大曲げモーメントにより計算されるが、配筋は図-3.27に示す各区分内での最大必要鉄筋量をもとに計算される。

各区分線は次の要領で決定する。

区分線①：曲げモーメントの反曲点の位置とする。ただし、波力を考慮する場合で、四辺固定版としてのみ計算する場合は  $l_1 = l_y/4$  とし、三辺固定一辺自由、四辺固定版の両方で計算する場合は、三辺固定版としての反曲点の位置とする。

区分線②：入力データとして与える。ただし、入力しない場合は  $l_2 = l_y/4$  とする。また、設計者の選択に

より区分線②を設けないこともできる。

区分線③：固定端からスパンの1/4点とする。

区分線④：頭部補強筋の配筋範囲であり入力データとする。ただし、設計者の選択により設けないこともできる。

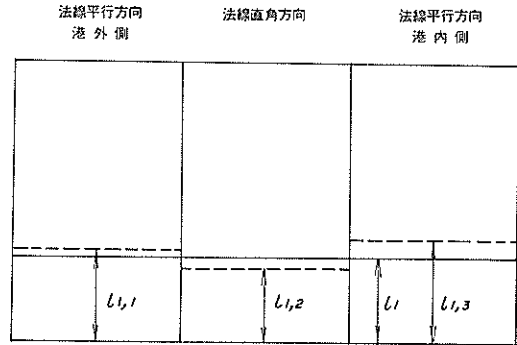


図-3.28 側壁の配筋区分線①

区分線①を反曲点で決定する場合には、図-3.28に示すように各側壁でそれぞれ、区分線の位置が異なる場合がある。区分線①が異なると、横筋の外側筋の決定の際などに不都合が生じるので、各側壁の区分線①までの長さを単純平均し、区分線①までの長さとする。この場合、定着長は区分線①からそれぞれ必要な方向にとる。

ただし、側壁縦筋の補強筋で、区分線①より下の部分で補強し、区分線①より上の部分で補強が不要の場合、これは対象配筋プログラムと同じ配筋パターンであるの

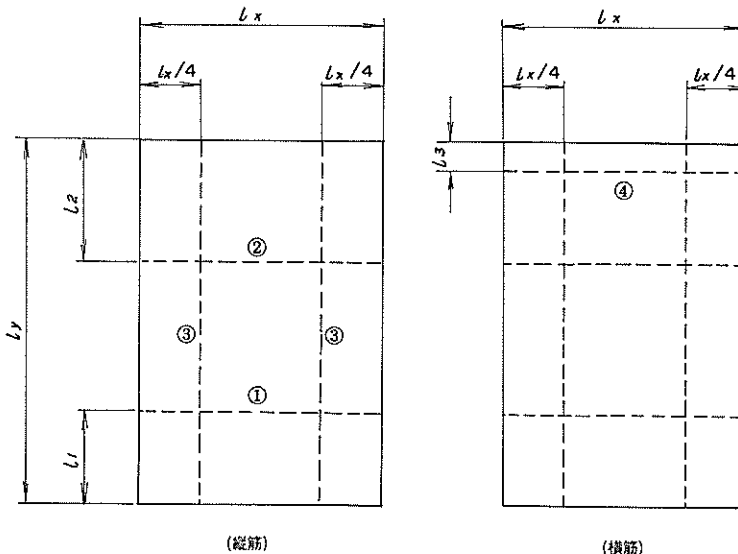


図-3.27 側壁の配筋区分線

で区分線①は定着長  $\varepsilon$  を含み、式 (3.19) によるものとする。

$$l_1 = \max \{ l_{1,1}, l_{1,2}, l_{1,3} \} + \varepsilon \quad (3.19)$$

(6) 径、ピッチの決定

- a) 縦筋
- イ) 内側筋

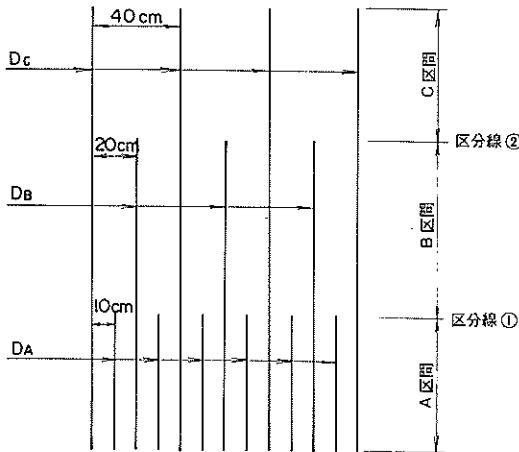


図-3.29 側壁の配筋区間

図-3.29 に示すように、区分線①及び②により区分された各区間を A 区間、B 区間、C 区間とし、それぞれの必要鉄筋量を  $A_a$ 、 $A_b$ 、 $A_c$  とする。区分線②がある場合には  $A_a$ 、 $A_b$ 、 $A_c$  に対し配筋を行い、区分線②がない場合には、 $A_a$ 、 $A_c$  に対して配筋を行う。図-3.29 に示す  $D_A$ 、 $D_B$ 、 $D_C$  の鉄筋をそれぞれ 10 cm ピッチ、20 cm ピッチ、40 cm ピッチの鉄筋と呼ぶ。配筋は以下に示す手順により決定する。

- i) 40 cm ピッチの全長筋の径を D13 とする。
- ii) 20 cm ピッチ、10 cm ピッチの補強筋の径を各区間ごとに決定する。このとき、隣り合う区間で補強筋が必要な場合は、鉄筋径を太いほうにそろえる。なお、補強筋が全長筋と 3 ランク以内に収まらない場合は配筋不可とする。40 cm ピッチ配筋を許さないというデータが指定されている場合は、20 cm ピッチの鉄筋が全長筋となる。
- iii) 配筋可能な場合には、全体での鉄筋量を計算する。
- iv) 40 cm ピッチの全長筋の径を 1 ランク上げ、D22 (あるいは D25) まで、ii)、iii) を繰返し、その中で鉄筋量が最小となるものを求める。

側壁の配筋パターンを図-3.30 に示す。これらのパターンは波圧を考慮する場合、C 区間での必要鉄筋量が大きくなることも考えられるので、従来の対称配筋設計

の配筋パターンに、側壁頭部に鉄筋が密に入るパターンを追加したものである。ただし、10、20 cm ピッチの鉄筋が B 区間のみに入るパターンなど、配筋パターンとして実際的でないものについては、採用される配筋パターンから除くこととした。

ロ) 外側筋

A 区間には、底版からの立ち上がり筋が最初の継ぎ手位置まで、そのまま配筋されるが、他は内側筋と同様である。

b) 横筋

イ) 内側筋

A、B、C 各区間ごとに、全長筋を通し、鉄筋量が不足する部分には補強筋を配置する。配筋手順は底版の配筋と同様である。

ロ) 外側筋

A、B、C 各区間ごとに、同径の鉄筋を法線平行方向、直角方向を通して一周させ、鉄筋量が不足する部分には補強筋を配置する。配筋手順は底版の配筋と同様である。

(7) 側壁と底版の鉄筋量の補正

底版と側壁の配筋設計において、底版の下側筋を側壁に立ち上げるため、鉄筋量の補正を行う必要がある。鉄筋量の補正は、図-3.31 に示すように底版端部の隔壁における中央部の必要鉄筋量  $A_{TC}$ 、端部の必要鉄筋量  $A_{TE}$ 、側壁の A 区間の必要鉄筋量  $A_S$  の大小関係により決定する。この補正は、底版端部の隔壁においてのみ行うものとし、底版中央部の隔壁では補正しないこととする。底版、側壁の各配筋設計の過程において、配筋は補正された必要鉄筋量を用いて行われる。

(8) 鉄筋加工長

側壁縦筋は打設高さとの関係で図-3.32 に示すように継ぎ手を設ける。ただし、e)、f) のパターンの場合で鉄筋長が第一打設段階より上に 1.5 m 以下の場合には、継ぎ手を設けないものとする。g) から l) は鉄筋が側壁下端までなく、区分線①あるいは②でとまるパターンであるが、施工性を考慮して、それぞれ区分線①あるいは②の直下の打設段階まで鉄筋を配筋するものとした。ただし、この配筋で定着長が不足する場合には、さらに一段下の打設段階まで鉄筋をのぼすものとする。

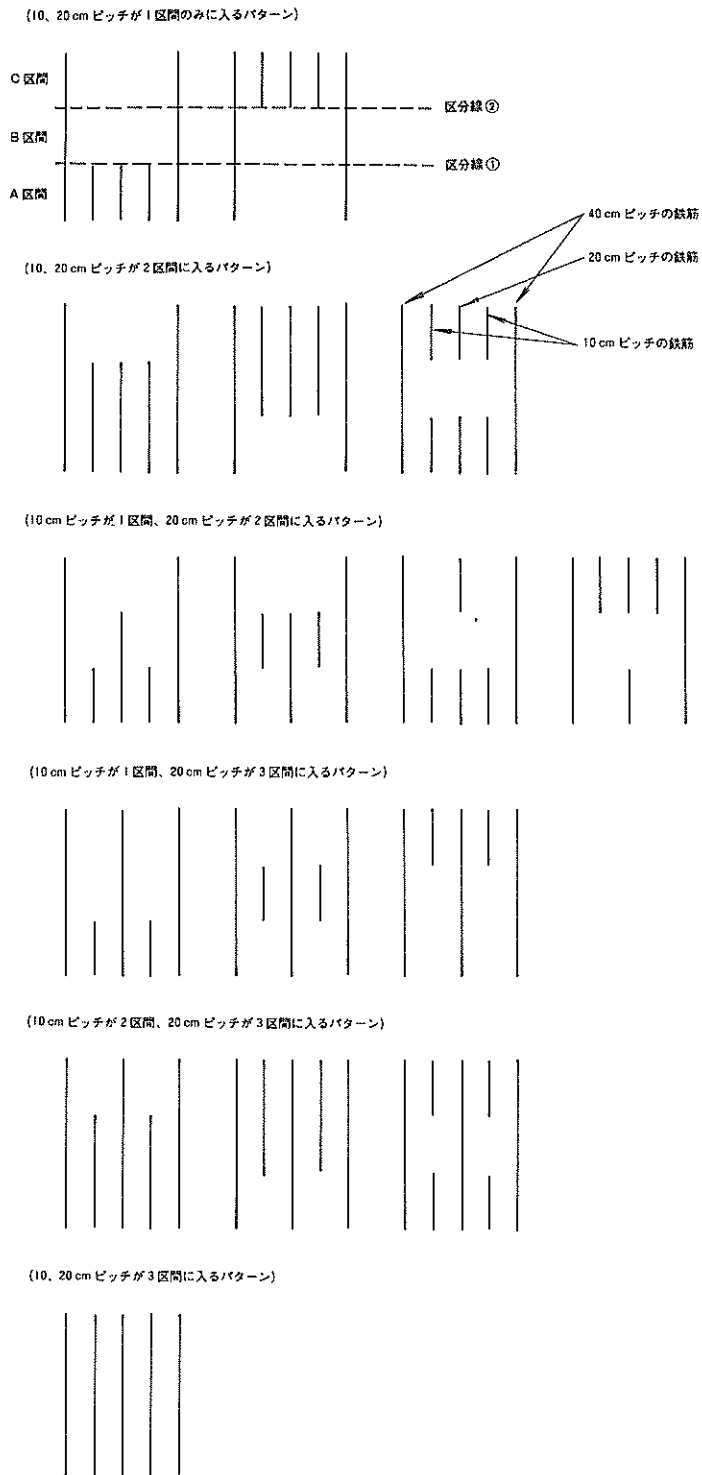


図-3.30 側壁の配筋パターン

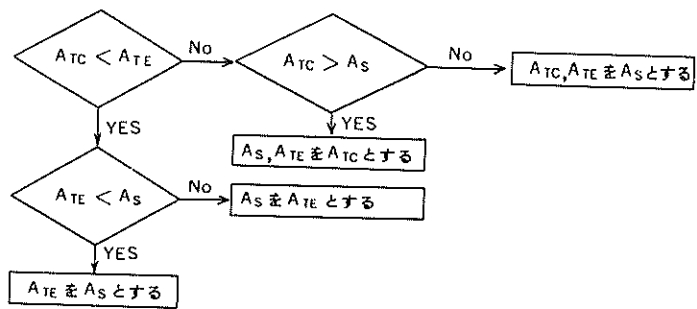
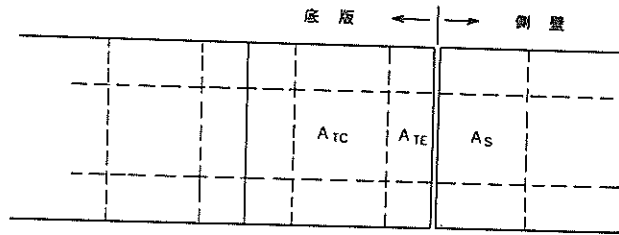


図-3.31 側壁と底板の鉄筋量の補正

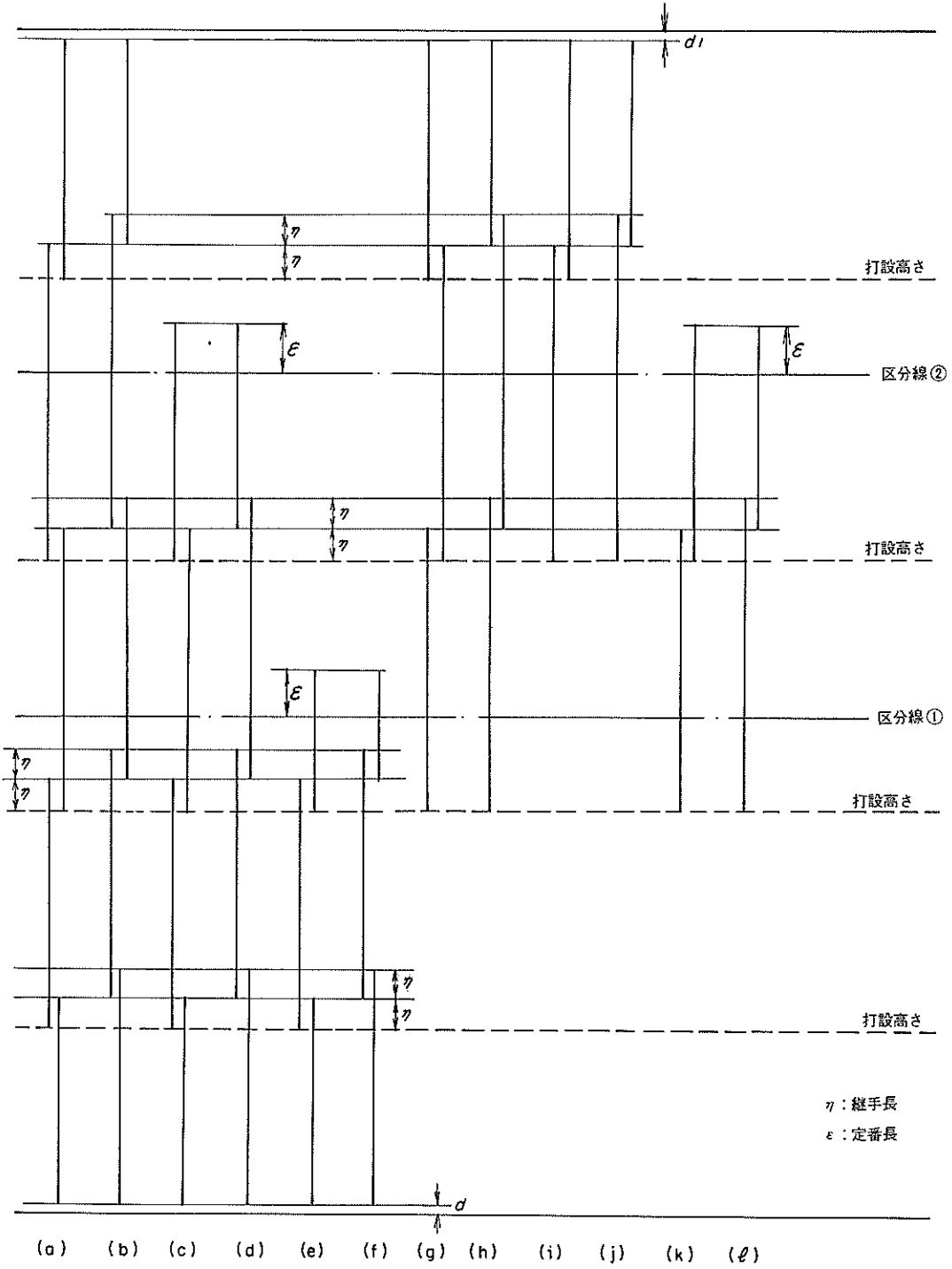


図-3.32 鉄筋加工長

### 3.5 隔壁の設計

#### (1) 設計の流れ

隔壁の配筋設計の流れを図-3.33に示す。検討は据付け時と据付け後について行われる。据付け時は曲げモーメントに対し、据付け後は引張力に対し検討を行う。

#### (2) 設計対象版

法線平行方向隔壁長、法線直角方向隔壁長がそれぞれ最も長い隔壁の隔壁を設計対象版とする。先に示した図

-3.4の場合、それぞれの方向で $a_2$ 、 $b_2$ が最長であれば、△印をつけた版が設計対象版となる。

#### (3) 設計外力及び設計荷重

##### a) 据付け時

据付け時の外力は注水時の水位差であり、各室間の水位差を1mとして、図-3.34に示す水圧をかける。設計荷重としては、 $p$ を天端までかけた等分布荷重とする。

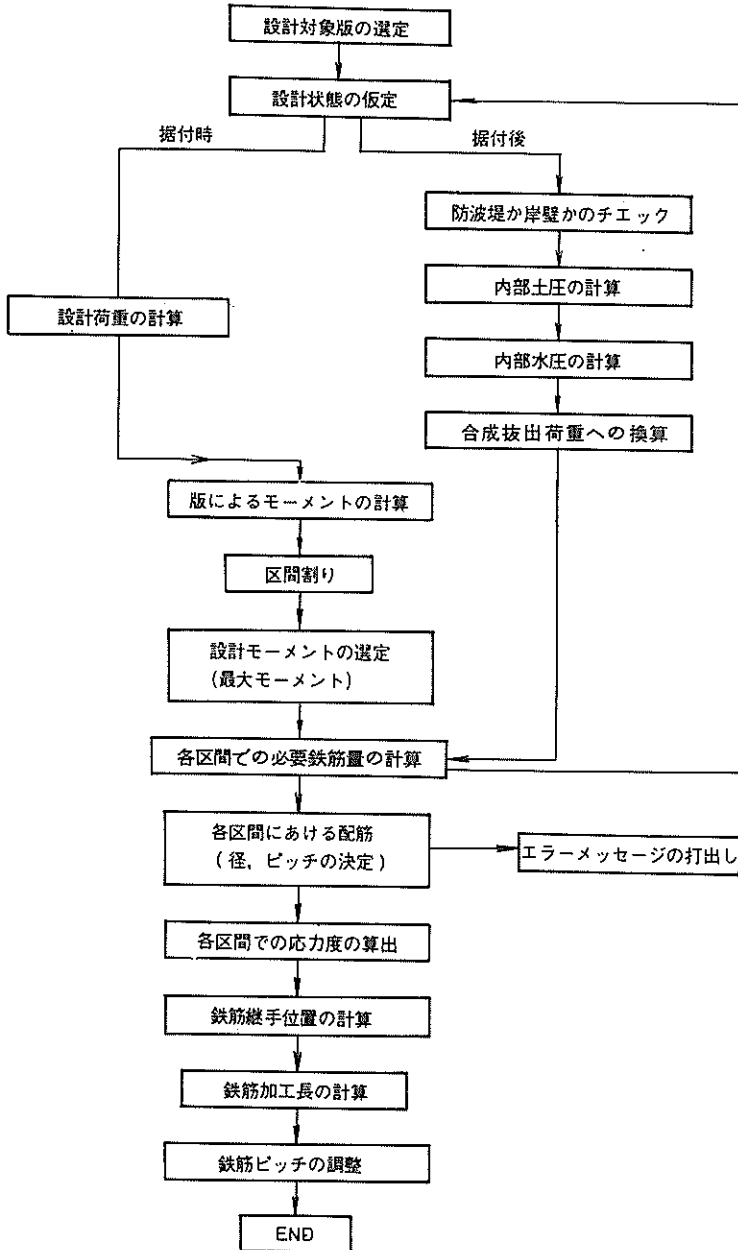


図-3.33 隔壁の配筋設計フロー

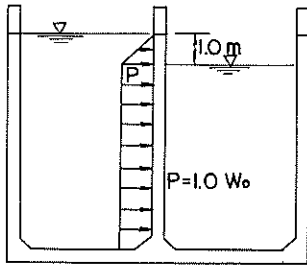


図-3.34 掘付け後の外力

b) 掘付け後

掘付け後の隔壁は、内側からの中詰土圧及び水圧によって側壁が抜け出すのを防ぐこと、上からの荷重によって底版が抜け出すのを防ぐことについて検討を行う。これらの荷重に対しては、隔壁には引張力が作用するので、引張力による設計となる。

側壁の抜け出しに対しては、単位長さ当たりの荷重として側壁の設計の際に求めた合成荷重を用い、隔壁の荷重分担範囲を図-3.35のようにとると、隔壁にかかる分担荷重は同図右のように求められる。設計荷重としては、最大荷重強度を全長にかけるものとする。底版の抜け出しに対しては、単位長さ当たりの荷重として底版の設計の際に求めた合成荷重のうち内部から作用する最大のものを、隔壁の荷重分担範囲を図-3.36のよう

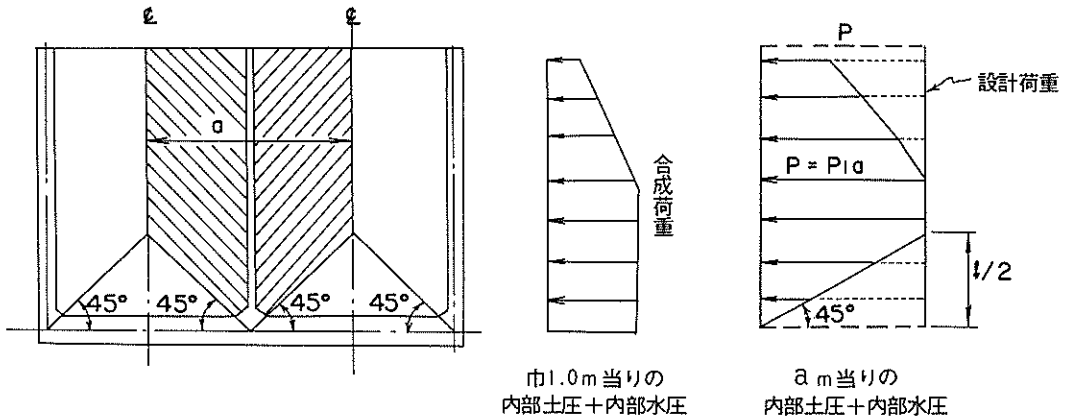


図-3.35 側壁と隔壁の抜け出しに対する設計荷重

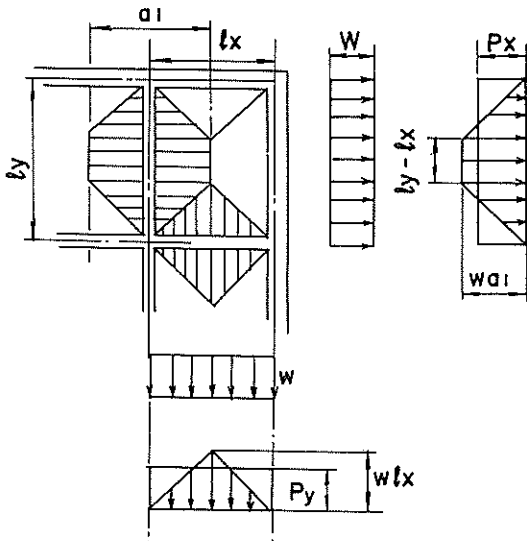


図-3.36 底版と隔壁の抜け出しに対する設計荷重

にとると、隔壁にかかる分担荷重は同図に示すようになる。式(3.20)により、この荷重を等分布荷重に換算して設計荷重とする。

$$\left. \begin{aligned} p_x &= w a_1 \left( 1 - \frac{l_x^2}{3 l_y^2} \right) \\ p_y &= \frac{2}{3} w l_x \end{aligned} \right\} (3.20)$$

- ここに  $p_x$  ; 法線平行方向隔壁の設計荷重 (kgf/cm)  
 $p_y$  ; 法線直角方向隔壁の設計荷重 (kgf/cm)  
 $w$  ; 底版の設計の際に求めた合成荷重のうち内部から作用する最大のもの (kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $a_1$  ; 法線平行方向隔壁の荷重分担範囲 (cm)  
 $l_x$  ; 法線直角方向隔壁長 (cm)  
 $l_y$  ; 法線平行方向隔壁長 (cm)

(4) 曲げモーメント及び引張力

隔壁における曲げモーメントの計算は、三辺固定一辺

自由の版として行う。引張力については、前項で述べた荷重が作用するものとする。

(5) 配筋区間割

隔壁の配筋区間割は図-3.37に示すとおりである。各区分線は次の要領で決定する。

区分線①：三辺固定一辺自由の版の反曲点までの長さとする。

区分線②：固定端からスパンの1/4点とする。

区分線③：頭部補強筋の配筋範囲であり、入力データとする。ただし、設計者の選択により設けないこともできる。

底版の抜け出しに対する鉄筋は区分線①より下に配筋さ

れる。ただし、この区間における曲げモーメントによる配筋量が抜け出しに対する配筋量よりも大きい場合は、曲げモーメントに対する配筋がなされる。

(6) 径、ピッチの決定

縦筋は側壁内側筋の場合の区分線②がない場合と同様である。横筋はほとんど側壁の抜け出しに対する配筋量により配筋されるが、決定された鉄筋は全長に通すものとする。

3.6 フーチングの設計

(1) 設計の流れ

フーチングの配筋設計の流れは図-3.38に示すとおりであり、港内側、港外側それぞれについて設計が行われる。

(2) 設計外力及び設計荷重

フーチングの設計は据付け後の状態で行い、図-3.39に示すように、波圧、地震力、土圧などによる底面反力と水圧、自重などの鉛直荷重を合成して設計荷重とする。

(3) 曲げモーメントの計算

フーチングは側壁前面位置を支承とする片持梁として曲げモーメントを求める。

(4) 径、ピッチの決定

フーチングの鉄筋は計算された曲げモーメントに対し必要となる鉄筋を10cmあるいは20cmピッチに配筋する。配力筋は主鉄筋の20%とし、20cmピッチに配筋する。

(5) 鉄筋加工長

主鉄筋はフーチングの形状及び上側筋、下側筋のピッ

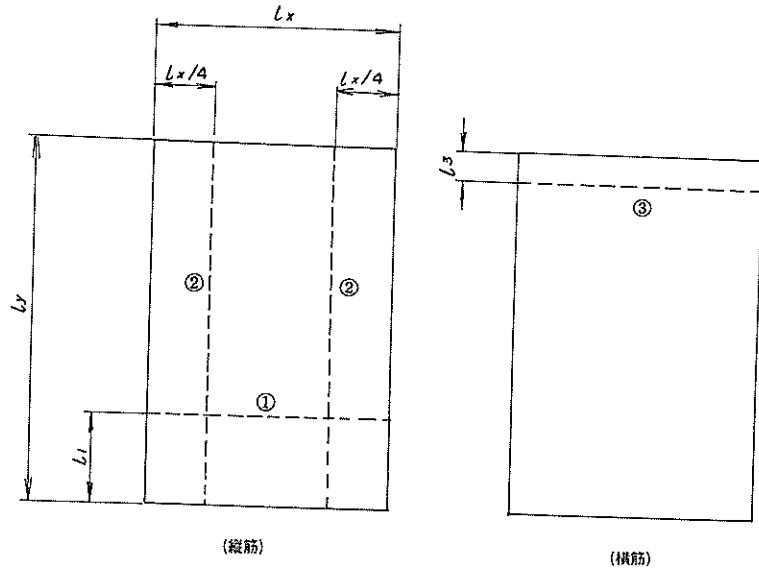


図-3.37 隔壁の配筋区分線

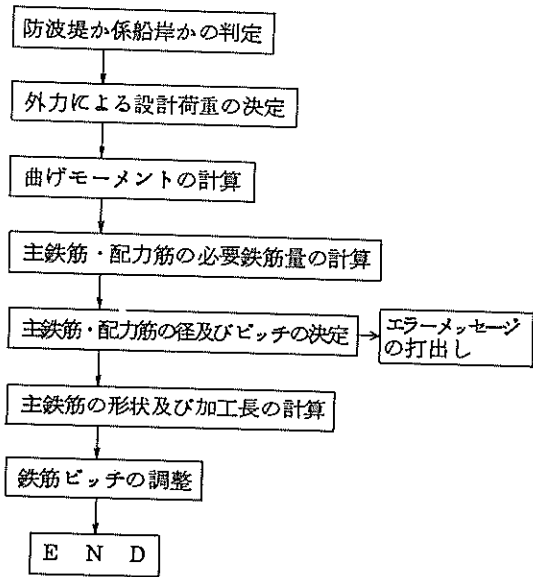


図-3.38 フーチングの配筋設計フロー

チを考慮して、図-3.40に示すパターンにより配筋される。なお、フーチング部のハンチ筋については、フーチング長がフーチング高さ+50cmより短い場合、図-3.41に示すとおり配筋される。a)はハンチ筋がフーチング前面に当たる場合、b)はハンチ筋がフーチング前面に当たる場合でフック長が下側にとれない場合、c)はハンチ筋がフーチング底面に当たる場合の配筋である。



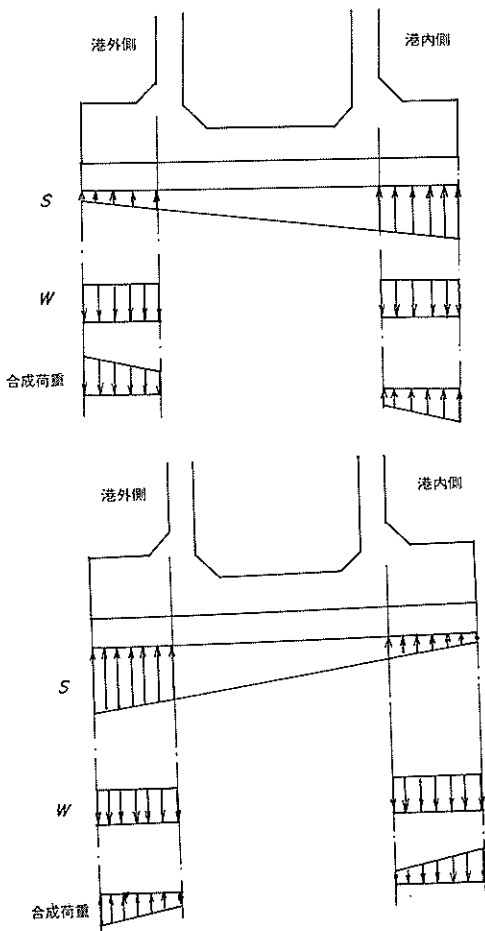


図-3.39 フーチングの設計荷重

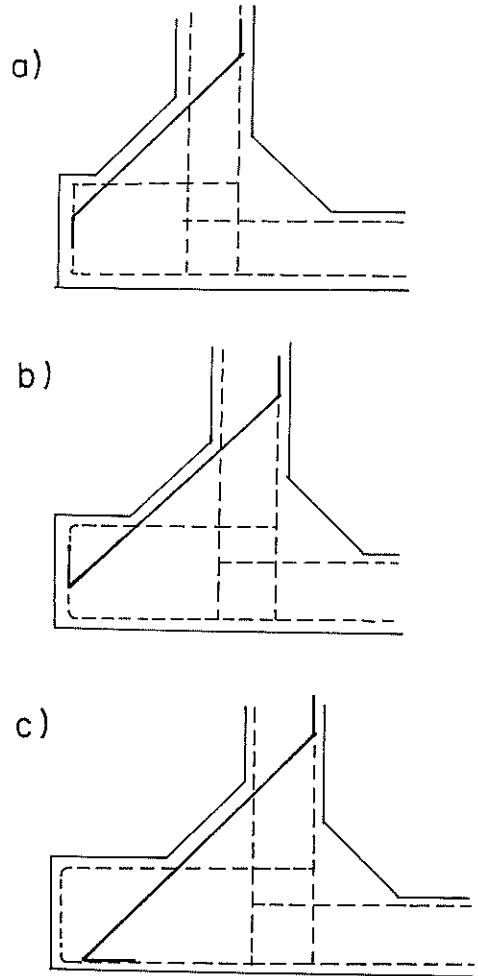


図-3.41 フーチング部のハンチ筋の配筋法

	矩 形		台 形	
	上側筋と下側筋の径が異なる場合。径が同じでも使用鉄筋が、D 22 以上の場合	上側筋と下側筋の径が同じ場合	上側筋と下側筋の径が異なる場合。径が同じでも使用鉄筋が、D 22 以上の場合	上側筋と下側筋の径が同じ場合
ピッチが同じ				
下側筋のピッチが小さい。				
上側筋のピッチが小さい。				

図-3.40 フーチングの配筋法

### 3.7 出力項目

本自動設計システムによる出力項目は以下のとおりである。各項目の詳細及び図化される図面については、5.3(2)の計算結果を参照されたい。

#### (1) ラインプリンターによる出力

##### a) 入力データリスト

入力データのチェックのため、入力したデータがプリントされる。

##### b) 曲げモーメント計算結果

底版に作用する地盤反力、曲げモーメント、側壁に作用する曲げモーメント、底版と隔壁、側壁と隔壁の抜け出し荷重などがプリントされる。

##### c) 配筋設計結果

底版、側壁、隔壁、フーチングの必要鉄筋量、配筋された鉄筋の径、ピッチなどがプリントされる。

##### d) 材量表

底版、側壁、隔壁、フーチングに配筋された鉄筋の長さ、重量などがプリントされる。

##### e) エラーメッセージ

D25の鉄筋を10cmピッチで配筋しても必要鉄筋量を満足しない。版厚が不足するため配筋できないなど7項目のエラーメッセージがプリントされる。

#### (2) 自動図化機及びグラフィックディスプレイによる

#### 描画

- a) 一般図
- b) 底版配筋図
- c) 底版加工図
- d) 底版断面図
- e) 側壁法線平行方向港外側(海側)配筋図及び加工図
- f) 側壁法線平行方向港内側(陸側)配筋図及び加工図
- g) 側壁法線直角方向外側筋配筋図及び加工図
- h) 側壁法線直角方向内側筋配筋図及び加工図
- i) 隔壁法線平行方向配筋図、加工図及び断面図
- j) 隔壁法線直角方向配筋図及び加工図
- k) 法線直角方向断面図

### 4. 自動設計法の検討

本自動設計システムの検証のため、表-4.1に示す12ケースのデータにより、ケーソン式防波堤の港内外の配筋の非対称性について検討を行った。検討に用いたケースは換算沖波波高を4.0m, 8.0m, 12.0mの3種類とし、防波堤設置水深を-5.0m, -10.0m, -15.0m, -20.0mの4種類として、その組み合わせにより12ケースを設定した。

表-4.1 設計条件

	換算沖波波高 $H_0$ (m)	周期 (s)	設計震度	ケーソン形状 (m)					法線平行方向			法線直角方向			天端高 (m)	ケーソン設置水深 (m)	防波堤設置水深 (m)
				高さ	底版厚	側壁厚	隔壁厚	フーチング長	幅	隔壁長(m)	幅	隔壁長(m)	幅	隔壁長(m)			
CHECK-1	4.0	8.0	0.0 0.1 0.2	4.0	0.5	0.4	0.2	0	1.0	5.0	5.0	1.0	5.0	5.0	1.8	-3.5	-5.0
2	8.0	12.0	0.0 0.1 0.2	4.0	0.5	0.4	0.2	1.0	2.0	5.2 4.8	4.8 5.2	1.5	5.1 4.8	5.1	2.0	-3.5	-5.0
3	12.0	14.0	0.0 0.1 0.2	4.0	0.5	0.4	0.2	1.0	2.0	5.2 4.8	4.8 5.2	1.6	4.1 3.9	3.9 4.1	2.3	-3.5	-5.0
4	4.0	8.0	0.0 0.1 0.2	8.4	0.5	0.4	0.2	1.0	1.0	5.0	5.0	1.0	5.0	5.0	2.2	-8.4	-10.0
5	8.0	12.0	0.0 0.1 0.2	9.5	0.55	0.45	0.2	1.0	2.0	5.2 4.8	4.8 5.2	1.5	5.1 4.8	5.1	3.6	-8.5	-10.0
6	12.0	14.0	0.0 0.1 0.2	9.5	0.55	0.45	0.2	1.0	2.0	5.2 4.8	4.8 5.2	1.7	4.4 4.1	4.1 4.4	3.8	-8.5	-10.0
7	4.0	8.0	0.0 0.1 0.2	13.0	0.5	0.4	0.2	2.0	1.0	5.0	5.0	1.0	5.0	5.0	2.2	-13.0	-15.0
8	8.0	12.0	0.0 0.1 0.2	14.1	0.6	0.5	0.2	1.5	2.0	5.2 4.8	4.8 5.2	1.9	4.9 4.6	4.6 4.9	4.4	-13.3	-15.0
9	12.0	14.0	0.0 0.1 0.2	15.0	0.6	0.5	0.2	1.5	2.0	5.2 4.8	4.8 5.2	2.2	4.6 4.2	4.3 4.3	5.4	-13.5	-15.0
10	4.0	8.0	0.0 0.1 0.2	17.6	0.5	0.4	0.2	2.0	2.0	5.2 4.8	4.8 5.2	1.5	5.1 4.8	5.1	2.2	-17.6	-20.0
11	8.0	12.0	0.0 0.1 0.2	17.8	0.6	0.5	0.2	2.0	2.0	5.2 4.8	4.8 5.2	2.2	4.6 4.2	4.3 4.3	4.4	-17.8	-20.0
12	12.0	14.0	0.0 0.1 0.2	19.7	0.65	0.55	0.2	2.0	2.0	5.2 4.8	4.8 5.2	3.0	5.2 4.9	4.9 4.9	6.6	-18.0	-20.0

#### 4.1 底版の非対称性

図-4.1は横軸に換算沖波波高をとり、縦軸に底版の必要鉄筋量をとって、底版の港外側と港内側の鉄筋量を比較したものである。なお、縦軸の必要鉄筋量は、底版を法線平行方向の中心線で港外側と港内側に分け、それぞれの法線平行方向、直角方向の上側筋、下側筋の必要鉄筋量の平均値で示している。また、設計震度 $k$ をパラメータとしてまとめている。

白抜き記号は港外側を示し、黒塗りの記号は港内側を示すが、全体的にみて黒塗りの記号が、白抜き記号より大きい値をとっており、港内側のほうが必要鉄筋量が多いことがわかる。これは波圧により底面反力が港内側が大となる三角形分布になるためである。この関係は例えば水深15.0m、波高4.0mの場合に逆転している

が、これはケーソンの大きさに比べて波高が小さいため、掘付け後の上向きにかかる荷重と浮遊時の上向きにかかる水圧が、ほぼ同程度となるため、上向きの荷重に対しては港内外の鉄筋量に、ほとんど差がなく、掘付け後の下向きにかかる荷重による配筋分だけ港外側の必要鉄筋量が多くなるためである。

水深が5.0mの場合、港内外それぞれで設計震度0.0、0.1、0.2の場合の必要鉄筋量が同じ値となっている。これは水深5.0m程度では波圧による影響が大きく、配筋は震度に関係なく、波圧で決定していることを示している。また、水深15.0m、20.0mの場合には、波高4.0mで設計震度0.2の場合の港内外の必要鉄筋量が同じ値をとっている。これは港内外が対称配筋になっていることを示しており、水深が深く、波高が小さい場合、設計

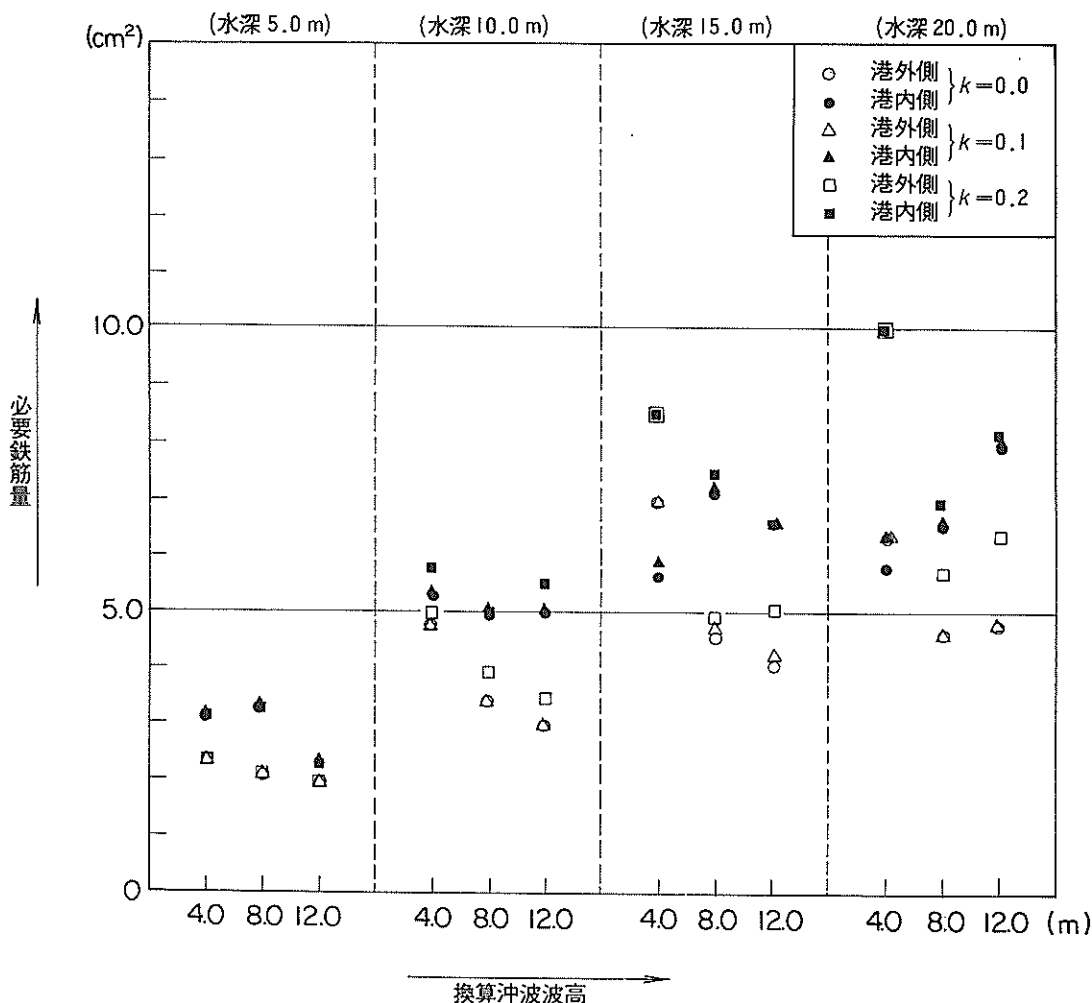


図-4.1 底版の非対称性

震度が大きくなれば、配筋は地震時の外力により決定していることがわかる。

#### 4.2 側壁の非対称性

図-4.2は港外側側壁の各区間ごとの平均必要鉄筋量を白抜き記号で示し、港内側を黒塗りの記号で示している。各区間は図-3.29で示したように、A区間は側壁下端から区分線①までの区間であり、B区間は区分線①から区分線②までの区間、C区間は区分線②より上の区間である。ただし、水深5.0m、10.0mの場合は区分線②を設けていないので、区分線①より上の区間をB区間として整理している。

各記号を比較すると、白抜きの記号が黒塗りの記号の上であり、側壁にかかる波圧により港外側側壁の必要鉄筋量が多いことがわかる。港内側については、常に下側

の区間ほど必要鉄筋量が大きくなっている。これは、港内側の側壁は中詰土圧と内部水圧の合成荷重が設計荷重となっており、下側ほど設計荷重が大きく、三辺固定一辺自由の版として計算された結果によるものである。一方、港外側では、水深5.0mの場合及び波高が4.0mの場合は波圧による影響が小さいため、港内側と同じ傾向を示すが、水深10.0m以上、波高8.0m以上になると、波圧により頭部に大きな荷重がかかるため、B区間に比べてC区間の必要鉄筋量が大きくなっている。

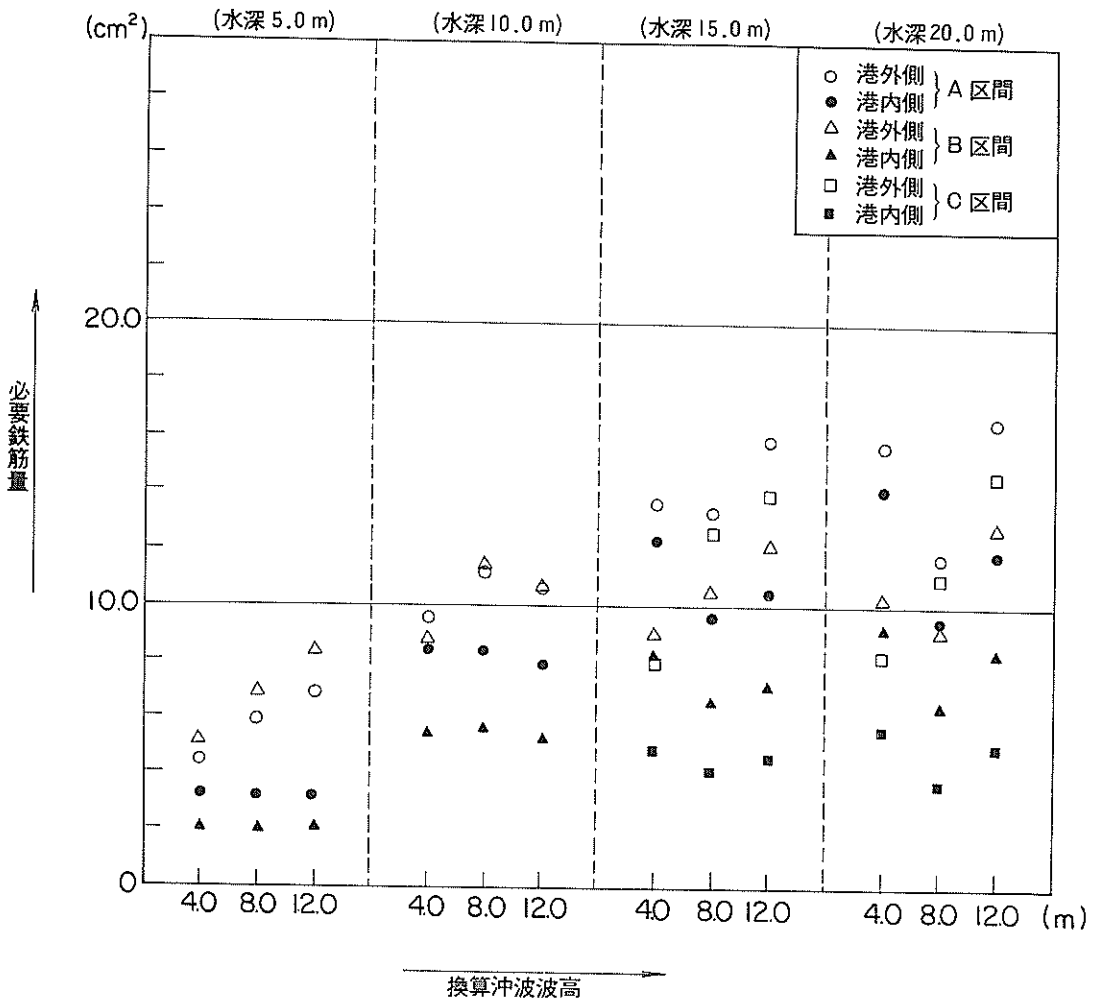


図-4.2 側壁の非対称性

## 5. 自動設計の利用法

### 5.1 システムの利用法

本自動設計システムはケーソンの港内外非対称配筋設計を行い、自動図化機あるいはグラフィックディスプレイを用いて設計図の描画を行うものである。

入力データは図-5.1から図-5.3に示す様式により

防波堤の場合、係船岸の場合、係船岸と防波堤の場合に分けて入力される。各入力データの内容は表-5.1に示すとおりである。また、本システムでは計算内容のチェックを行っており、表-5.2に示すエラーメッセージを印字する。なお、本システムにおける設計計算時間は、おおむね3分程度であり、図面の描画は自動図化機の場合、1枚5～10分程度である。

防波堤

①	IC	I	NAME										77	78
②	H	T	BETA	HWL	LWL	HENSA	SHINDO	(7 F 8.3)					NOZOK IYOATU	
③	TAKASA	TEI-ATSU	SOK-ATSU	KAK-ATSL	FOOT- ATSU	FOOT- TYO	HUNCH	KISSUI	WI	YWI	(10 F 8.3)			
④	X-SHITSU -SU	NAGASA X-1	NAGASA X-2	NAGASA X-3	NAGASA X-4	NAGASA X-5	NAGASA X-6	(18, 6 F 8.3)						
⑤	Y-SHITSU -SU	NAGASA Y-1	NAGASA Y-2	NAGASA Y-3	NAGASA Y-4	NAGASA Y-5	NAGASA Y-6	(18, 6 F 8.3)						
⑥	FUTA- ATSU	COU- ATSU	A 1	A 2	A 3	A 4	DAIKEI	SLOPE	(8 F 8.3)					
⑦	U	T	UU	S	K	RI	R 2	R 3	(8 F 8.3)					
⑧	N	DMAX	HCKYO-SO	HCKYO-KA	ISHOHA	MWAVE	ISH	SH 1	SH 2	SH 3	(218, 2 F 8.3, 318, 3 F 8.3)			
⑨	LCAL	HO	RAMDA	HD	GWLF	(18, 4 F 8.3)								
⑩	LSOK	NKUBN	LA	(218, F 8.3)										
⑪	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	(10 F 8.3)			
⑫	GAM-C 1	GAM-C 2	GAM- COUNT	FCOUNT	GAM- NAKA	SIGM-CA	SIGM-SA	SIGM- CTA	TAU-DA	ICH	(9 F 8.3, 18)			
⑬	FHIFUA	FHIFUB	BHIFUA	BHIFUB	(4 F 8.3)									
⑭	FMA- HABA	BMA- HABA	FMA- KOUBAI	BMA- KOUBAI	HIFU- TENBA	(5 F 8.3)								
⑮	L- KOUBAI	R- KOUBAI	FTO- KOUBAI	BTO- KOUBAI	OKIKAE -L	TOKOBORI -L	(6 F 8.3)							
⑯	MA- KEIJO	JOB- KEIJO	(218)											

図-5.1 防波堤の場合の入力様式

係船岸

①	IC I	NAME													(211, A74, 211)						
②	RWL	Q 1	Q 2	(3 F 8.3)																	
③	TAKASA	TEI-ATSU	SOK-ATSU	KAK-ATSU	FOOT-ATSU	FOOT-ATSU	HUNCH	KISSUI	(8 F 8.3)												
④	X-SHITSU-SU	NAGASA X-1	NAGASA X-2	NAGASA X-3	NAGASA X-4	NAGASA X-5	NAGASA X-6	(18, 6 F 8.3)													
⑤	Y-SHITSU-SU	NAGASA Y-1	NAGASA Y-2	NAGASA Y-3	NAGASA Y-4	NAGASA Y-5	NASASA Y-6	(18, 6 F 8.3)													
⑥	FUTA-ATSU	COU-ATSU	DAIKEI	(3 F 8.3)																	
⑦	U	S	LWL	(3 F 8.3)																	
⑧	DMAX	HOKYO-SO	HOKYO-KA	ISH	SH 1	SH 2	SH 3	(18, 2 F 8.3, 18, 3 F 8.3)													
⑨	LSOK	NKUBN	LA	(218, F 8.3)																	
⑩	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	(10 F 8.3)										
⑪	GAM-C 1	GAM-C 2	GAM-COUNT	FCOUNT	GAM-NAKA	SIGM-CA	SIGM-SA	SIGM-CTA	TAU-OA	ICH	(9 F 8.3, 18)										
⑫	W	MW	MH	PSV	MPSH	MPSV	PKV	MHQ 2	(8 F 8.3)												
⑬	MPKH	HPKV	WCR	MWCR	MHCR	WURA	WOO	(7 F 8.3)													
⑭	MA-KEIJOU	JOB-KEIJOU	URA-KEIJOU	HIFU-KEIJOU																	
⑮	HWL	LWL	GIBAN-UMIL	GIBAN-RIKUL	TOKOBORI-L	OKIKAE-L	HIFU-TENBA														
⑯	UMA-KOUBAI	RMA-KOUBAI	UTO-KOUBAI	RTO-KOUBAI	URA-KOUBAI	EPU-KOUBAI															
⑰	A 2	A 3	A 4	EPU-HABA	UMA-HABA	RMA-HABA	UKODA-HAB	R KODA-HABA	L-TOKOBORI	R-TOKOBORI											
⑱	HIFUKUA	HIFUKUB	HIFU-DAKA	URA-TENBA	URA-DANHABA	URA-DANHABA															

図-5.2 係船岸の場合の入力様式

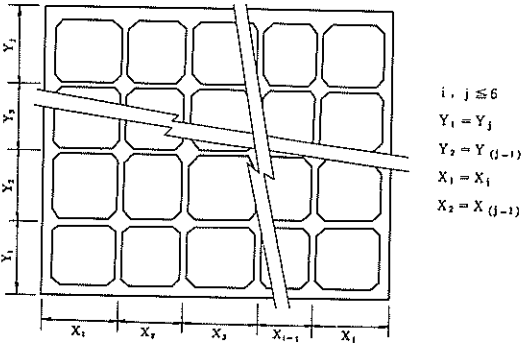
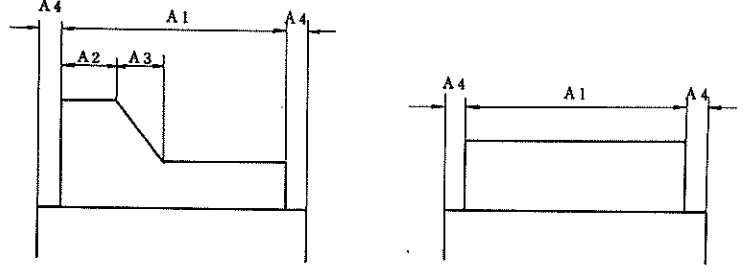
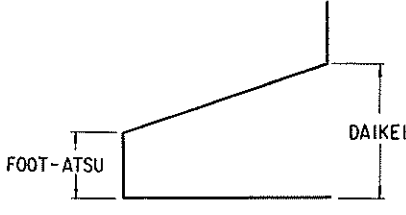
防波堤と係船岸

①	IC I	NAME															(211, A74, 211)		
②	H	T	BETA	HWL	LWL	HENSA	SHINDO	Q 1	Q 2	RWL	(10 F 8.3)								
③	TAKASA	TEI-ATSU	SOK-ATSU	KAK-ATSU	FOOT-ATSU	FOOT-TYO	HUNCH	KISSUI	W 1	Y.W 1	(10 F 8.3)								
④	X-SHITSU-SU	NAGASA X-1	NAGASA X-2	NAGASA X-3	NAGASA X-4	NAGASA X-5	NAGASA X-6	(18, 6 F 8.3)											
⑤	Y-SHITSU-SU	NAGASA Y-1	NAGASA Y-2	NAGASA Y-3	NAGASA Y-4	NAGASA Y-5	NAGASA Y-6	(18, 6 F 8.3)											
⑥	FUTA-ATSU	COU-ATSU	A 1	A 2	A 3	A 4	DAIKEI	SLOPE	(8 F 8.3)										
⑦	U	T	U U	S	K	R 1	R 2	R 3	(8 F 8.3)										
⑧	N	DMAX	HOKYO-SO	HOKYO-KA	ISHOHA	MWAVE	ISH	SH 1	SH 2	SH 3	(218, 2 F 8.3, 318, 3 F 8.3)								
⑨	LCAL	HO	RAMDA	HD	GWLF	(18, 4 F 8.3)													
⑩	LSOK	NKUBN	LA	(218, F 8.3)															
⑪	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	(10 F 8.3)								
⑫	GAM-C 1	GAM-C 2	GAM-COUNT	FCOUNT	GAM-NAKA	SIGM-CA	SIGM-SA	SIGM-CTA	TAU-OA	ICH	(9 F 8.3, 18)								
⑬	W	MW	MH	PSV	MPSH	MPSV	PKV	MHQ 2	(8 F 8.3)										
⑭	MPKH	MPKV	WCR	MWCR	MHCR	WURA	WOO	(7 F 8.3)											

図-5.3 係船岸と防波堤の場合の入力様式

表-5.1 入力データの内容

記号	内容
IC	実行の内容を示す数字（0とする。）
I	ケーソンの用途を示す数字 = 1 防波堤の場合 = 2 係船岸の場合 = 3 防波堤と係船岸の場合（防波堤の標準断面図を描く場合） = 4 防波堤と係船岸の場合（係船岸の標準断面図を描く場合）
NAME	港名工事名，コメント（3～76カラム）
IYOATU	底版の設計荷重としての揚圧力考慮の有無 設計指針ではこれを考慮することになっているので，通常は1とする。 = 0 揚圧力を考慮しない。 = 1 揚圧力を考慮する。
NOZOK	側壁，隔壁の配筋で40cmピッチになるのを避けたい場合のデータ = ブランク又は0……………40cmピッチの配筋を許す。 = 1 ………………側壁のみ40cmピッチの配筋を許さない。 = 2 ………………側壁，隔壁とも40cmピッチの配筋を許さない。
H	従来式，森平式を用いる場合は設計波高（m）。合田式を用いる場合は堤体前面から有義波高の5倍離れた所の水深を求めるための堤体前面での $H_b$ 。
T	設計波の周期（s）
BETA	波向。法線直角方向からの角度で補正後の値（°）
HWL	H.W.L.（m）
LWL	L.W.L.（m）
HENSA	偏差（m）
SHINDO	空中水平設計震度
Q1	常時における上載荷重（tf/m <sup>2</sup> ）
Q2	地震時における上載荷重（tf/m <sup>2</sup> ）
RWL	R.W.L.（m）
TAKASA	ケーソン本体の高さ（m）
TEI-ATSU	ケーソン底版の厚さ（m）
SOK-ATSU	ケーソン側壁の厚さ（m）
KAK-ATSU	ケーソン隔壁の厚さ（m）
FOOT-ATSU	ケーソンフーチングの厚さ（m）
FOOT-TYO	ケーソンフーチングの長さ（m）
HUNCH	ケーソンハンチの大きさ（0.2mまたは0.3m）
KISSUI	ケーソンえい航時の吃水（m）
W1	ケーソン本体，蓋コンクリート，中詰材，カウンターバラスト材の浮力を引かない合計重量（tf/m）
YW1	ケーソン下面からW <sub>1</sub> の重心までの高さ（m） 地震時の検討不要の場合には計算上必要ないので零で良い。
X-SHITSU-SU	法線直角方向の隔壁数（ $1 \leq X-SHITSU-SU \leq 6$ ）
NAGASAX-I	各隔壁の長さ，中心線に対して対称（m）
Y-SHITSU-SU	法線平行方向の隔壁数（ $1 \leq Y-SHITSU-SU \leq 6$ ）

記号	内容
NAGASAY-I	<p>各隔室の長さ，中心線に対して対称 ( m )</p> 
<p>FUTA-ATSU COUT-ATSU</p> <p>A1 A2 A3 A4</p>	<p>蓋コンクリートの厚さ ( m )</p> <p>えい航時におけるカウンターバラスト材の厚さ ( m )</p> <p>ただし，プログラムの中では据付後の底版に作用する荷重を計算する際に使用しているので，水の場合には零とする。</p> <p>上部工の形状</p> 
DAIKEI	<p>フーチングの形状が台形の場合の形状寸法 ( m )</p> <p>DAIKEI = 0.0 のときは，矩形のフーチングとなる。</p> 
SLOPE	<p>防波堤前面の海底勾配</p> <p>(例) 1 : 100 の勾配のとき 100.0 を入力する。</p> <p>U 防波堤または係船岸の完成時における天端高 ( m )</p> <p>T 上部工パラベット構造の場合の水叩きの高さ。パラベット構造でない場合はUとする。( m )</p> <p>基準面からの高さで表示</p>

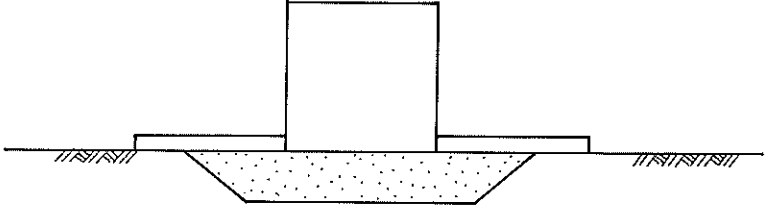
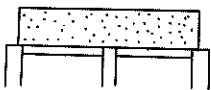
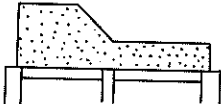
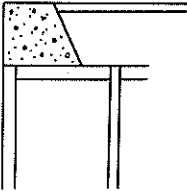
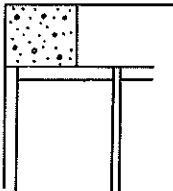
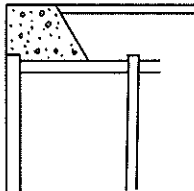
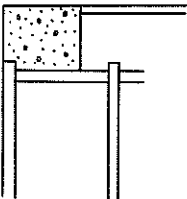
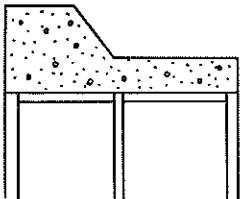


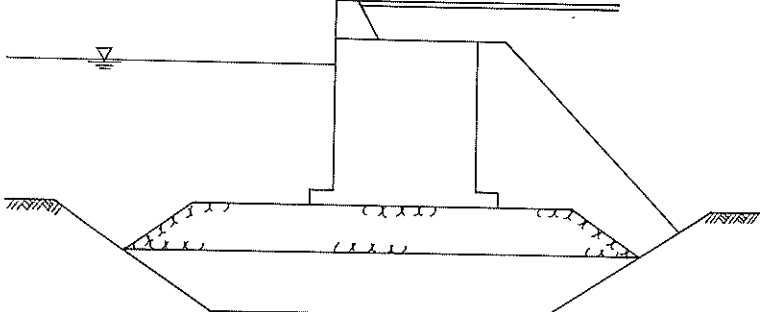
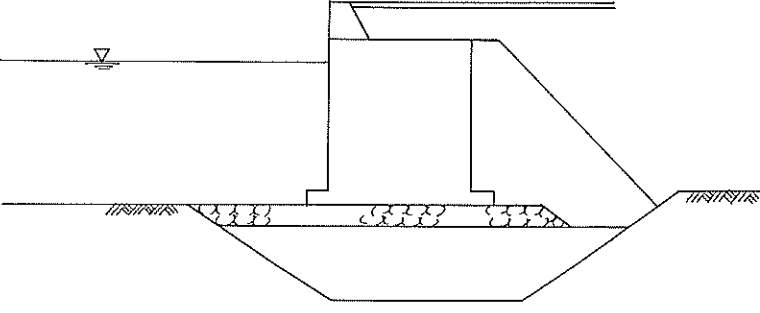
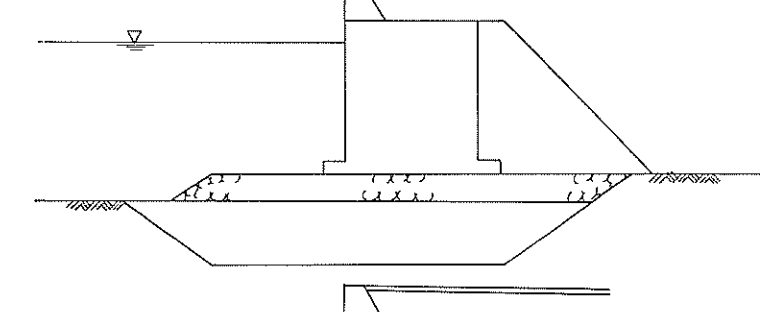
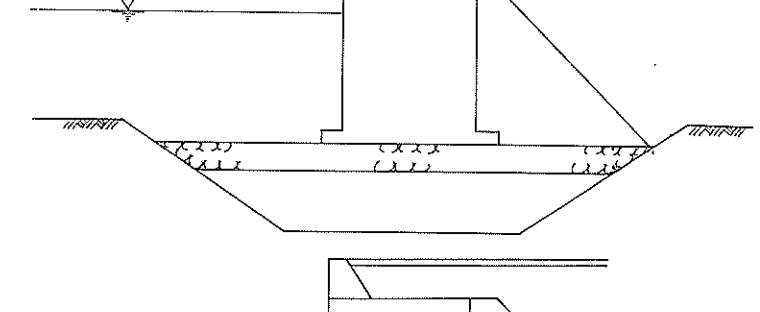
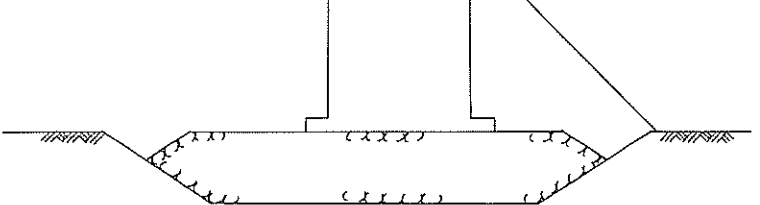
記号	内 容
UU	上部工一部打設時の高さ。上部工一部打設時の検討が不要の場合には 0.0 (m)
S	ケーソン設置水深 (m)
K	防波堤設置水深 (m)
R1	蓋コン打設時におけるマウンド被覆天端水深 (m)
R2	上部工一部打設時におけるマウンド被覆天端水深 (m)
R3	完成時におけるマウンド被覆天端水深 (m)
N	検討する状態の組合せにより下記に示す 1～4 の値を記入。 1…完成時のみ 2…蓋コン打設時と完成時 3…上部工一部打設時と完成時 4…蓋コン打設時と上部工一部打設時と完成時
DMAX	使用鉄筋の最大径 22…D22 まで使用可能な場合 25…D25 まで使用可能な場合
HOKYO-SO	側壁頭部補強筋の配筋幅 (ケーソン上端からの幅) (m)
HOKYO-KA	隔壁頭部補強筋の配筋幅 (ケーソン上端からの幅) (m)
ISHOHA	消波工の有無のフラグ ISHOHA = 0…消波工なし。広井式，部分砕波式，合田式 = 1…消波工あり。森平式 = 2…消波工あり。合田式
MWAVE	側壁に波力を考慮するか否のデータ MWAVE = 0…波力を考慮しない。 = 1…波力を考慮する。(広井式，部分砕波式の場合は許されない。)
HO	合田式を採用する場合の換算沖波波高 (m) 合田式を適用しない場合は零またはブランクとする。
RAMDA	消波工がある場合に、「消波工のある場合の合田式」を適用する場合の係数で $0 < \lambda < 1.0$ とする。 $\lambda$ は通常では 0.8～1.0 程度である。入力しない場合は 1.0 にセットされる。
HD	最大波高 ( $H_D$ ) を指定する。 合田式を用いる場合で、LCAL = 0 のときのみ必要。
GWLF	$H_D$ を決定するために用いる固定水位 (基準面からの高さで指定)。合田式を用いる場合で、LCAL = 1 または 2 のときのみ必要。

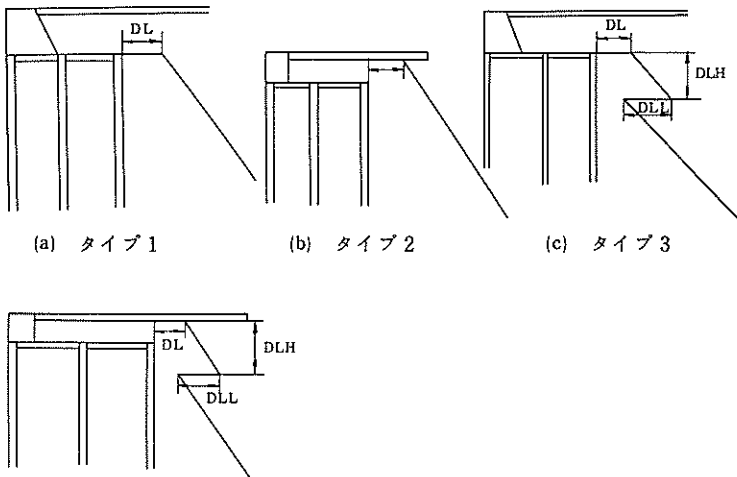
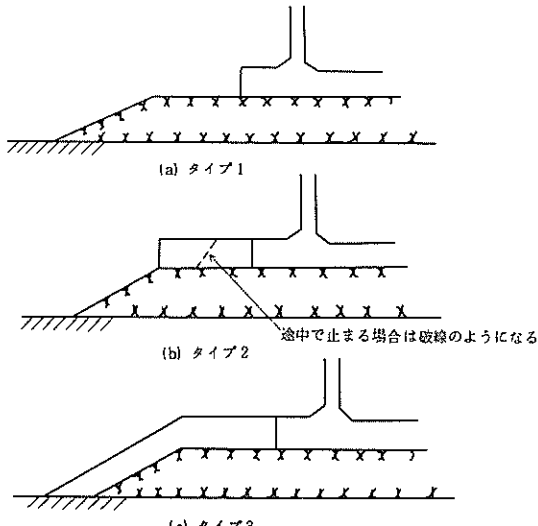
記号	内容
LSOK	<p>側壁に波圧を考慮する場合の版の曲げモーメントの計算法を指示する。</p> <p>0 四辺固定版，三辺固定一辺自由の版の両方で計算し絶対値を考慮して大きい方の曲げモーメントを用いる。区分線は三辺固定の場合の反曲点とする。</p> <p>1 四辺固定版としてのみの計算を行なう。 区分線①は <math>l_y/4</math> とする。</p>
NKUBN	<p>側壁区分線②の決定法を指示する。</p> <p>0 区分線②を設ける。</p> <p>1 区分線②を設けない。</p>
LA	<p>側壁の配筋を側壁上部で区分する場合の長さ (m)</p> <p>NKUBN = 1 のときは LA を入力しない。NKUBN = 0 で LA を入力しなければ <math>l_y/4</math> が採用される。</p>
ISH	<p>側壁の内側からの荷重について検討する時の外部水位の指定法を示す。</p> <p>0 検討水位を用いる。(次項の注を参照)</p> <p>1 データで指定する。</p>
SH1 SH2 SH3	<p>側壁の内側からの荷重について検討する時の外部水位</p> <p>SH1 港外側の側壁に対する水位</p> <p>SH2 港内側の側壁に対する水位</p> <p>SH3 法線直角方向の側壁に対する水位</p> <p>注) ISH に 0 を指定した時は次の値で検討を行なうので SH1, SH2, SH3 を入力する必要はない。</p> <p><math>SH1 = L.W.L. - H_g/2</math></p> <p><math>SH2 = L.W.L.</math></p> <p><math>SH3 = L.W.L. - H_g/2</math></p> <p>係船岸のみの検討の時は, <math>SH1 = SH2 = SH3 = L.W.L.</math></p>
LCAL	<p>合田式を用いる場合は下記に示す 0 ~ 4 の値を記入。</p> <p><math>H_D</math> の決定法を示すものである。</p> <p>0 <math>H_D</math> を直接指定する。</p> <p>1 <math>H_D</math> を算出する水位を指定して略算式で計算</p> <p>2 <math>H_D</math> を算出する水位を指定して厳密式で計算</p> <p>3 検討水位を用いて略算式で計算</p> <p>4 検討水位を用いて厳密式で計算</p>

記 号	内 容
M1~10	コンクリート打設段階の幅、第一施工段階から順に(最大10)記入する (m)
GAM-C1	鉄筋コンクリートの空中単位体積重量 (tf/m <sup>3</sup> )
GAM-C2	無筋コンクリートの空中単位体積重量 (tf/m <sup>3</sup> )
GAM-COUNT	据付け後における粒子間に水が詰まった状態でのカウンターバラスト材単位体積重量。 水の場合は0.0 (tf/m <sup>3</sup> )
FCOUNT	えい航時におけるカウンターバラスト材単位面積重量。浮遊時の底版に作用する外力の 決定に用いる (tf/m <sup>2</sup> )。
GAM-NAKA	粒子間に水が詰まった状態での中詰材単位体積重量 (tf/m <sup>3</sup> )
SIGM-CA	コンクリート許容圧縮応力度 (kgf/cm <sup>2</sup> )
SIGM-SA	鉄筋許容曲げ引張応力度 (kgf/cm <sup>2</sup> )
SIGM-CTA	コンクリートの許容曲げ引張応力度 (kgf/cm <sup>2</sup> )
TAU-OA	コンクリート許容付着応力度 (kgf/cm <sup>2</sup> )
ICH	中間結果リスティングフラグ 0 中間結果をリストしない 1 中間結果をリストする
W	係船岸堤体重量(残留水位以下の浮力を引いたもの) (tf/m)
MW	堤体重量による抵抗モーメント (tf・m/m)
MH	地震力による転倒モーメント (tf・m/m)
PSV	常時における土圧の鉛直分力 (tf/m)
MPSH	常時における土圧の水平分力と残留水圧による転倒モーメント (tf・m/m)
MPSV	常時における土圧の鉛直分力による抵抗モーメント (tf・m/m)
PKV	地震時における土圧の鉛直分力 (tf/m)
MHQ2	地震時における上載荷重による転倒モーメント (tf・m/m)
MPKH	地震時における土圧の水平分力と残留水圧による転倒モーメント (tf・m/m)
MPKV	地震時における土圧の鉛直分力による抵抗モーメント (tf・m/m)
WCR	クレーン鉛直荷重 (tf/m)
MWCR	クレーン荷重による抵抗モーメント (tf・m/m)
MHCR	地震時におけるクレーン荷重による転倒モーメント (tf・m/m)
WURA	岸壁陸側フーチング上に載る土砂重量(残留水位以下の浮力を引いたもの) (tf/m <sup>3</sup> )
WOO	ケーソン上の土砂等の重量(浮力を引かないもの) (tf/m <sup>3</sup> )
FHIFUA	港外側先端被覆石の幅。港外側の被覆石が1個のみの場合は0.0 (m)
FHIFUB	港外側被覆石の幅 (m)
BHIFUA	港内側先端被覆石の幅。港内側の被覆石が1個のみの場合は0.0 (m)
BHIFUB	港内側被覆石の幅 (m)
FMA-HABA	港外側マウンド法幅 (m)
BMA-HABA	港内側マウンド法幅 (m)
FMA-KOUBAI	港外側マウンドこう配
BMA-KOUBAI	港内側マウンドこう配
HIFU-TENBA	被覆石天端高 (m)

記号	内容
L-TOKOBORI R-TOKOBORI FTO-KOUBAI BTO-KOUBAI OKIKAE-L TOKOBORI-L MA-KEIJOU	<div data-bbox="370 222 1131 531" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="336 589 1118 840" data-label="Text"> <p>             ケーソン中心からの左床堀幅 ( m ) }              ケーソン中心からの右床堀幅 ( m ) } マウンド形状 = 1 の場合には 0.0 とする。              港外側床堀こう配              港内側床堀こう配              基礎地盤置換水深。マウンド形状 = 3 の場合のみ必要, その他は 0.0 ( m )              床堀水深。マウンド形状 = 1 の場合には 0.0 とする ( m )              マウンド形状。下図のタイプの中から選び 1 ~ 4 を記入           </p> </div> <div data-bbox="377 850 1131 1072" data-label="Diagram"> <p>1</p> </div> <div data-bbox="377 1110 1131 1391" data-label="Diagram"> <p>2</p> </div> <div data-bbox="377 1429 1131 1709" data-label="Diagram"> <p>3</p> </div>

記号	内容
JOB-KEIJOB	<p style="text-align: center;">4</p>  <p>上部工形状。下图のタイプから選び1, 2を記入</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>(a) タイプ1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) タイプ2</p> </div> </div>
JOB-KEIJOU	<p>上部工形状。下图のタイプの中から選び1～5を記入。ただし、タイプ5はケーソン用途を示す数字が4の場合に限る。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>(a) タイプ1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) タイプ2</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(c) タイプ3</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>(d) タイプ4</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(e) タイプ5</p> </div> </div>

記号	内容
MA-KEIJOU	<p data-bbox="340 208 871 241">マウンド形状。下図のタイプの中から選び1~4を記入</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 20px;"> <div style="margin-right: 20px;">(a) タイプ1</div>  </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 20px;"> <div style="margin-right: 20px;">(b) タイプ2</div>  </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 20px;"> <div style="margin-right: 20px;">(c) タイプ3</div>  </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 20px;"> <div style="margin-right: 20px;">(d) タイプ4</div>  </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;">(e) タイプ5</div>  </div> </div>

記号	内容
URA-KEIJOU	<p>裏込め形状。下図のタイプの中から選び記入。</p>  <p>(a) タイプ 1                      (b) タイプ 2                      (c) タイプ 3</p> <p>(d) タイプ 4</p>
HIFU-KEIJOU	<p>マウンド被覆形状。下図のタイプの中から選び記入する。</p>  <p>(a) タイプ 1</p> <p>(b) タイプ 2                      途中で止まる場合は破線のようになる</p> <p>(c) タイプ 3</p>
<p>HWL</p> <p>LWL</p> <p>GIBAN-UMIL</p> <p>GIBAN-RIKUL</p> <p>TOKOBORI-L</p>	<p>さく望平均満潮面 (m)</p> <p>さく望平均干潮面 (m)</p> <p>海側在来地盤水深 (m)</p> <p>陸側在来地盤水深 (m)</p> <p>床掘水深 (m)</p> <p>マウンド形状タイプ 5 の場合は 0.0, それ以外の場合 0.0 を入力すれば置換砂のないマウンドとして, また, 0.0 以外を入力すれば置換砂のあるマウンドとして描かれる。</p> <p style="text-align: right;">} 基準面からの高さで表示</p>

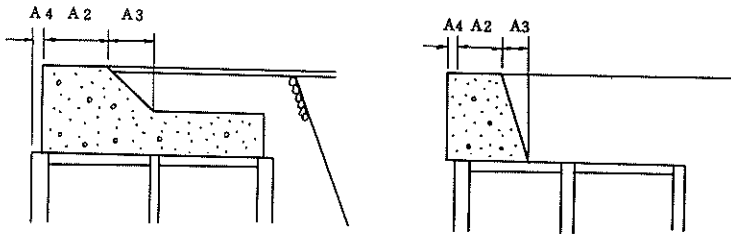
記号	内容
OKIKAE-L	基礎地盤置換水深 (m)
	在来地盤水深と同じ場合でも入力する。
HIFU-TENBA	被覆石天端高 (m)
UMA-KOBAI	海側マウンドこう配。1 : 2.0 の場合には 2.0 と記入。
RMA-KOBAI	陸側マウンドこう配
UTO-KOBAI	海側床堀こう配
RTO-KOBAI	陸側床堀こう配
URA-KOBAI	裏込めこう配
EPU-KOBAI	エプロンこう配
A 2	上部工の形状
A 3	
A 4	
	
	(a) (b)
	A 3 = 0.0 で入力した場合には上部工が長方形となる。また A 4 を負で入力した場合には (b) 図のようにケーソンより前出する。
EPU-HABA	エプロン幅 (m)
UMA-HABA	海側マウンド法幅 (m)
RMA-HABA	陸側マウンド法幅 (m)
UKODA-HABA	海側マウンド小段幅 (m)。TOKOBORI-L $\neq$ 0.0 の場合には 0.0 でもよい。
RKODA-HABA	陸側マウンド小段幅 (m)。TOKOBORI-L $\neq$ 0.0 の場合には 0.0 でもよい。
L-TOKOBORI	ケーソン側壁前面からの左床堀幅 (m)
R-TOKOBORI	ケーソン側壁前面からの右床堀幅 (m)
HIFUKUA	先端被覆石の幅 (m)
HIFUKUB	被覆石の幅 (m)
HIFU-DAKA	被覆石の高さ (m)
URA-TENBA	裏込め天端幅 (m)
URA-DANAKA	裏込め段高 (m)
URA-DANHABA	裏込め段幅 (m)



表-5.2 エラーメッセージ

配筋計算時において、次に示すような事態が生ずるとエラーメッセージを打ち出す。ただし、計算は不可能となる場合以外、続行するので注意が必要である。

(1) D25 GA HITSUYOU

……入力データ DMAX (使用可能最大径) に 22 が入力されているが 25 mm の径が配筋上必要である。

(2) MOMENT GA DAI YUE HAIKIN DEKINAI

……入力データ DMAX に 25 が入力されているが径 25 mm, 10 cm ピッチでも配筋できない。

(3) ATSUSABUSOKU NI YORI HAIKIN DEKINAI

……曲げモーメントに対して版厚が過小である。

(4) HOHSEN HEIKOH SOTOGAWA YOKOKIN GA ATSUSABUSOKU NI YORI HAKIN DEKINAI

MOMENT = 26.9183    YUKOUATSU = 0.3200    HITSUYOH YUKOUATSU = 0.4406

(必要有効厚の表示)

……有効厚が不足である。必要有効厚を表示する。

(5) SUIIMEN GA TENBA YORI TAKAI (JISHINJI)

W.L. = 10.5    U = 10.0

……地震時に水位面が天端より高いので動水圧は天端までとする。

(6) TOUBU HOKYO-KIN GA D22 DE OSAMARANAI

……鉄筋の使用最大径として D22 が指定されているが、側壁の頭部補強筋に D25 が必要であるので D25 を配筋する。

(7) TOUBU HOKYO-KIN GA D25 DEMO FUSOKU SURU

……側壁の頭部補強筋が D25 でも不足している。

仮の処置として D25 で配筋する。

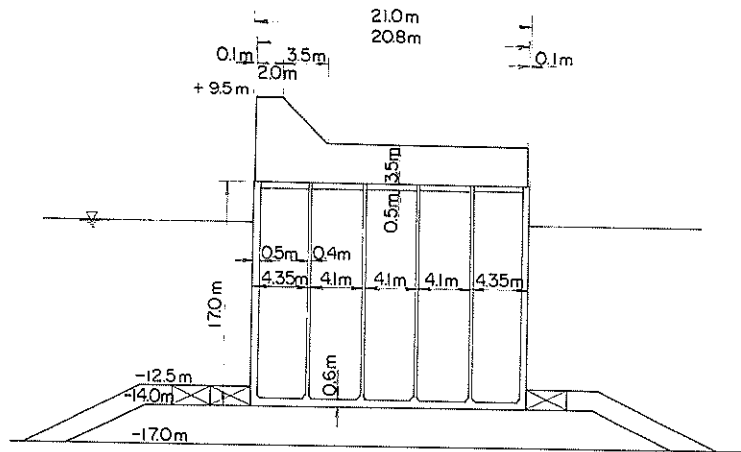


図-5.4 ケーソン形状

## 5.2 利用上の留意点

- (1) 隔室数は法線平行方向、法線直角方向とも最大6室までとする。
- (2) 波圧式として従来式を用いる場合、側壁に波力を考慮することはできない。
- (3) 防波堤及び係船岸の標準断面図用のデータは、標準断面図を必要とする場合だけインプットすれば良い。
- (4) 中間結果リスティングフラグ ICH を1とすると、水位を10cmごとに变化させた時点での計算結果が出力される。潮位差が大きい場合、出力量が多量になるので注意を要する。
- (5) 入力データで必要のないものは0またはblankとする。

## 5.3 計算例

### (1) 設計条件

波圧公式：合田式

換算沖波波高：6.38m

周期：1.30s

波向：0.0°

H.W.L.：2.1m

L.W.L.：0.0m

偏差：1.1m

設計震度：0.05

ケーソン形状：図-5.4に示すとおり

コンクリート許容圧縮応力度：80.0 kgf/cm<sup>2</sup>

鉄筋許容曲げ引張応力度：1,800.0 kgf/cm<sup>2</sup>

コンクリート許容曲げ引張応力度：12.0 kgf/cm<sup>2</sup>

コンクリート許容付着応力度：16.0 kgf/cm<sup>2</sup>

### (2) 計算結果

計算結果のラインプリンター出力及び自動図化機による描画結果を図-5.5から図5.25に示す。



\*\*\* KANSEIJI \*\*\*

\*\*\*\*\* ZIBAN REACTION AT EACH POINT OF TEIBAN \*\*\*\*\*

KANSEI WATER LEVEL 0. GOUDA HAATSU YAMA

FF(1)= 10.58 TON  
 FF(2)= 4.23 TON  
 FF(3)= -2.12 TON  
 FF(4)= -8.46 TON  
 FF(5)= -14.81 TON  
 FF(6)= -21.15 TON

\*\*\*\*\* ZIBAN REACTION AT EACH POINT OF TEIBAN \*\*\*\*\*

KANSEI WATER LEVEL 0. GOUDA HAATSU TANI

FF(1)= -9.04 TON  
 FF(2)= -7.22 TON  
 FF(3)= -5.40 TON  
 FF(4)= -3.58 TON  
 FF(5)= -1.75 TON  
 FF(6)= 0.07 TON

\*\*\*\*\* ZIBAN REACTION AT EACH POINT OF TEIBAN \*\*\*\*\*

KANSEI WATER LEVEL 0.10 GOUDA HAATSU YAMA

FF(1)= 10.63 TON  
 FF(2)= 4.26 TON  
 FF(3)= -2.11 TON  
 FF(4)= -8.48 TON  
 FF(5)= -14.85 TON  
 FF(6)= -21.22 TON

\*\*\*\*\* ZIBAN REACTION AT EACH POINT OF TEIBAN \*\*\*\*\*

KANSEI WATER LEVEL 0.10 GOUDA HAATSU TANI

FF(1)= -9.11 TON  
 FF(2)= -7.27 TON  
 FF(3)= -5.42 TON  
 FF(4)= -3.58 TON  
 FF(5)= -1.73 TON  
 FF(6)= 0.11 TON

\*\*\*\*\* ZIBAN REACTION AT EACH POINT OF TEIBAN \*\*\*\*\*

KANSEI WATER LEVEL 0.20 GOUDA HAATSU YAMA

FF(1)= 10.69 TON  
 FF(2)= 4.29 TON  
 FF(3)= -2.10 TON  
 FF(4)= -8.50 TON  
 FF(5)= -14.89 TON  
 FF(6)= -21.28 TON

\*\*\*\*\* ZIBAN REACTION AT EACH POINT OF TEIBAN \*\*\*\*\*

KANSEI WATER LEVEL 0.20 GOUDA HAATSU TANI

FF(1)= -9.18 TON  
 FF(2)= -7.31 TON  
 FF(3)= -5.45 TON  
 FF(4)= -3.58 TON  
 FF(5)= -1.71 TON  
 FF(6)= 0.15 TON

\*\*\*\*\* ZIBAN REACTION AT EACH POINT OF TEIBAN \*\*\*\*\*

KANSEI WATER LEVEL 0.30 GOUDA HAATSU YAMA

FF(1)= 10.74 TON  
 FF(2)= 4.32 TON  
 FF(3)= -2.09 TON  
 FF(4)= -8.51 TON  
 FF(5)= -14.93 TON  
 FF(6)= -21.35 TON

図一 5.6 底版に作用する合成荷重

1-2 SAIDAI MOMENT TO HITSUYOU TEKKIRYOU

-MX		+MX	
***** KAKUSITU NO.= 1 NO. MOMENT TABLE *****			
0.	0.	0.	0.
-0.12688E 01	-0.19374E 01	0.11064E 01	0.16892E 01
-0.12731E 01	-0.22785E 01	0.14611E 01	0.26133E 01
-0.12007E 02	-0.20481E 01	0.10470E 02	0.46408E 01
-0.76543E 01	-0.40462E 01	0.23501E 01	0.20314E 01
-0.12731E 01	-0.22785E 01	0.14611E 01	0.26133E 01
-0.12688E 01	-0.19374E 01	0.11064E 01	0.16892E 01
-MY			
0.	0.	0.	0.
-0.75638E 01	-0.11560E 02	0.65979E 01	0.10079E 02
-0.12747E 01	-0.12122E 01	0.11114E 01	0.13904E 01
-0.20129E 01	-0.23343E 01	0.17532E 01	0.26765E 01
-0.12747E 01	-0.12122E 01	0.11114E 01	0.13904E 01
-0.75638E 01	-0.11560E 02	0.65979E 01	0.10079E 02
***** KAKUSITU NO.= 1 TEKKIRYOU TABLE *****			
HOUSENCHYOKAK UEGAWAKIN			
0.	0.	0.	0.
0.94358E 01	0.23833E 01	0.14184E 01	0.21656E 01
0.14801E 02	0.28087E 01	0.18732E 01	0.35503E 01
0.94358E 01	0.23833E 01	0.14184E 01	0.21656E 01
HOUSENHEIKOU SITAGAWAKIN			
0.	0.	0.	0.
0.15132E 01	0.14390E 01	0.13701E 01	0.17138E 01
0.23894E 01	0.27710E 01	0.32994E 01	0.57209E 01
0.15132E 01	0.14390E 01	0.13701E 01	0.17138E 01
***** KAKUSITU NO.= 2 NO. MOMENT TABLE *****			
-MX			
0.	0.	0.	0.
-0.82307E 00	-0.11782E 01	0.84220E 00	0.12526E 01
-0.50032E 01	-0.97356E 00	0.50288E 01	0.70169E 01
-0.72451E 01	-0.30004E 01	0.78653E 01	0.15113E 01
-0.50032E 01	-0.97356E 00	0.50288E 01	0.70169E 01
-MY			
0.	0.	0.	0.
-0.48644E 01	-0.70327E 01	0.49526E 01	0.74744E 01
-0.82322E 00	-0.91264E 01	0.83728E 00	0.90545E 00
-0.12985E 01	-0.17544E 01	0.15186E 01	0.16910E 01
-0.82322E 00	-0.91264E 01	0.83728E 00	0.90545E 00
***** KAKUSITU NO.= 2 TEKKIRYOU TABLE *****			
HOUSENCHYOKAK UEGAWAKIN			
0.	0.	0.	0.
0.61676E 01	0.12002E 01	0.10669E 01	0.16059E 01
0.95478E 01	0.19239E 01	0.10084E 02	0.23657E 01
0.61676E 01	0.12002E 01	0.10669E 01	0.16059E 01
HOUSENHEIKOU UEGAWAKIN			
0.	0.	0.	0.
0.98804E 00	0.10534E 01	0.61032E 01	0.11162E 01
0.98804E 00	0.10534E 01	0.61032E 01	0.11162E 01

図一 5.7 底版に作用する最大曲げモーメントと必要鉄筋量

```

0. -0.58013E 00-0.96663E 00-0.63673E 00 0. 0. 0.19418E 01 0.32706E 01 0.21795E 01 3.
-MY
-0.34874E 01-0.57660E 01-0.37938E 01 0. 0. -0.11678E 02 0.19516E 02 0.13965E 02 3.
-0.20830E 01-0.56509E 01-0.23926E 01-0.64006E 00 0. -0.19138E 01 0.62468E 01 0.10287E 01 0.69791E 00 3.
-0.92303E 00-0.42577E 01-0.78342E 01-0.55533E 01-0.10094E 01 0. -0.10888E 01 0.13268E 01 0.23117E 01 0.13401E 01 3.
-0.57347E 00-0.20830E 01-0.36509E 01-0.23926E 01-0.64006E 00 0. -0.19138E 01 0.62468E 01 0.10287E 01 0.69791E 00 3.
-0.34874E 01-0.57660E 01-0.37938E 01 0. 0. -0.11678E 02 0.19516E 02 0.13965E 02 0.
+MY
0. 0.21515E 00 0.11912E 01 0.78693E 00 0. 0. -0.24894E 01 0.41930E 01 0.27942E 01 0.
HOUSENCHYOKAK UEGAWAKIN HOUSENCHYOKAK SITAGAWAKIN
0.42376E 01 0.25609E 01 0.54382E 01 0.31538E 01 0.47383E 01 0. -0.14703E 02 0.74962E 00 0.16711E 01 0.94598E 00 3.
0.67878E 01 0.59517E 01 0.96575E 01 0.50522E 01 0.74240E 01 0. 0.23623E 02 0.12421E 01 0.29676E 01 0.15195E 01 0.26401E 02
0.42376E 01 0.23609E 01 0.54382E 01 0.31538E 01 0.47383E 01 0. -0.14703E 02 0.74962E 00 0.16711E 01 0.94598E 00 0.16891E 02
0. 0.71515E 00 0.11912E 01 0.78693E 00 0. 0. -0.24894E 01 0.41930E 01 0.27942E 01 0.
HOUSENHEIKOU UEGAWAKIN HOUSENHEIKOU SITAGAWAKIN
0. 0.41399E 01 0.68447E 01 0.45035E 01 0. 0. 0.14397E 02 0.24059E 02 0.15982E 02 3.
0.68076E 00 0.24726E 01 0.43399E 01 0.28378E 01 0.75981E 00 0. -0.23592E 01 0.77005E 00 0.13598E 01 0.86034E 00 3.
0.10957E 01 0.50542E 01 0.92998E 01 0.54194E 01 0.11985E 01 0. 0.38077E 01 0.15616E 01 0.28334E 01 0.16519E 01 0.42559E 01
0.68076E 00 0.24726E 01 0.43399E 01 0.28378E 01 0.75981E 00 0. -0.23592E 01 0.77005E 00 0.13598E 01 0.86034E 00 0.27040E 01
0. 0.41399E 01 0.68447E 01 0.45035E 01 0. 0. 0.14397E 02 0.24059E 02 0.15982E 02 3.

```

```

1-3 KAKUHEKI TO TEIBAN TONO HUKEDASI NI SAYOU SURU KAJUU
*** KAKUSITU NO. 1 11.62 TON ***
*** KAKUSITU NO. 2 7.08 TON ***
*** KAKUSITU NO. 3 2.66 TON ***
*** KAKUSITU NO. 4 4.08 TON ***
*** KAKUSITU NO. 5 5.80 TON ***

```

図-5.8 底版と隔壁の抜け出しに作用する荷重







0.	12.223	12.962	12.068	11.299	10.634	10.402	0.	2.036	2.159	2.008	1.881	1.777	0.
	HOUSEN HEIKOU SOTOGAWA YOKOKIN MOMENT												
0.	-9.302	-10.394	-10.960	-11.525	-12.696	-14.765	0.	-1.553	-1.732	-1.827	-1.921	-2.116	0.
-0.719	-1.674	-1.589	-1.476	-1.391	-1.311	-1.245	0.	-0.858	-0.298	-0.227	-0.189	-0.185	-3.341
-1.208	-5.585	-6.267	-5.920	-5.574	-5.241	-5.254	0.	-7.261	-2.041	-1.145	-0.977	-0.908	-5.609
-0.719	-1.674	-1.589	-1.476	-1.391	-1.311	-1.245	0.	-4.342	-0.858	-0.298	-0.227	-0.189	-0.185
0.	-9.302	-10.394	-10.960	-11.525	-12.696	-14.765	0.	-1.553	-1.732	-1.827	-1.921	-2.116	0.
	HOUSEN HEIKOU UTIGAWA YOKOKIN MOMENT												
0.	9.489	10.006	9.410	8.924	8.532	8.440	0.	1.324	1.431	1.366	1.319	1.290	0.
0.571	1.280	1.021	0.743	0.489	0.244	0.043	3.440	0.704	0.187	0.115	0.072	0.058	0.
0.574	4.584	4.026	3.003	1.984	1.006	0.359	3.875	1.659	0.768	0.489	0.316	0.144	0.
0.571	1.280	1.021	0.743	0.489	0.244	0.043	3.440	0.704	0.187	0.115	0.072	0.058	0.
0.	9.489	10.006	9.410	8.924	8.532	8.440	0.	1.324	1.431	1.366	1.319	1.290	0.
	HOUSEN HEIKOU SOTOGAWA YOKOKIN MOMENT												
0.	-9.302	-8.526	-6.197	-3.853	-1.538	0.	0.	-1.553	-1.423	-1.035	-0.647	-0.259	0.
-0.719	-1.088	-1.057	-1.006	-0.975	-0.945	-0.920	-4.342	-0.552	-0.199	-0.155	-0.132	-0.130	0.
-1.208	-3.641	-4.167	-4.034	-3.902	-3.774	-3.862	-7.261	-1.317	-0.760	-0.667	-0.637	-0.616	0.
-0.719	-1.088	-1.057	-1.006	-0.975	-0.945	-0.920	-4.342	-0.552	-0.199	-0.155	-0.132	-0.130	0.
0.	-9.302	-8.526	-6.197	-3.853	-1.538	0.	0.	-1.553	-1.423	-1.035	-0.647	-0.259	0.

KOUHAI GAWA

2-3 KAKUHEKI TO SOKUHEKI TONO HUKEDASI NI SAYOU SURU KAJUU

\*\*\* KAKUHEKI HOUSEN CHYOKKAKU HOUKOU 8.549 TON \*\*\*

\*\*\* KAKUHEKI HOUSEN HEIKOU HOUKOU 8.723 TON \*\*\*

図→ 5.11 側壁と隔壁の抜け出しに作用する荷重



\*\*\* 3-2 HOSEN CYOKKAKU HOKO \*\*\*

\*1\* TATE KIN

7	DH	M	ASN	D	PCH	AS	SIG-S	SIG-C
CM	CM	T*M	CM**2	HM	CM	CM**2	KG/CM**2	KG/CM**2
1	20.	10.	P= 31.81(T)	13 - 16 - 16	10	100.00	1762.12	13.78
2	20.	10.	P= 0.25	13	40	1600.00	575.04	0.
3	20.	10.	0.	13	40	1600.00	0.	0.
4	20.	10.	P= 31.81(T)	13 - 16 - 16	10	100.00	1762.12	7.18
5	20.	10.	P= 0.13	13	40	1600.00	299.50	0.
6	20.	10.	0.	13	40	1600.00	0.	0.

\*2\* YOKO KIN

T	DH	M	ASN	D	PCH	AS	SIG-S	SIG-C
CM	CM	T*M	CM**2	HM	CM	CM**2	KG/CM**2	KG/CM**2
1	20.	8.	P= 37.40(T)	25	20	400.00	1475.93	
2	20.	8.	P= 57.40(T)	25	20	400.00	1475.93	
3	20.	8.	P= 57.40(T)	19	10	100.00	1505.87	

HEDSA 2.0M MADE KANOU 据付時の所定時の許容水位差

\*\*\* 4. SHIJIRYOKU FUKINTOU NO KENTOU \*\*\* 地盤支持力不均等の計算結果

M = 11037.3 (T\*M)  
 LX = 1146.3 (M\*\*4)  
 Y = 6.50 (H)

\*\*\* OK, --- SIGMA-C= 6.06 SIGMA-CA= 80.00

\*\*\* OK, --- SIGMA-T= 10.31 SIGMA-CTA= 12.00

\*\*\*\* DS - 10 END \*\*\*\*

\*\*\*\* DS - 10 END \*\*\*\*

図-5.13 地盤支持力不均等に対する検討結果

\*\*\*\*\* ZAIRYO HYO \*\*\*\*\*

\*\*\* REIDAI

\*\*\* TEIUN \*\*\*

\* 1. \* SOTOGAJA  
線形番号

線形 KEI MM	線形長さ NAGASA %	線形1m当たり重量 TANIJURYO KG/M	線形1本の重量 THONJURYO KG/HON	線形本数 HONSU HON	総重量 JURYO KG
T 1-1	8.000	0.995	7.960	27	215.00
T 1-2	7.000	0.995	6.960	27	188.00
T 1-3	6.220	0.995	6.190	27	167.00
T 1-4	5.500	0.995	5.470	27	146.00
T 2-1	8.000	1.560	12.500	20	250.00
T 2-2	7.000	1.560	10.900	20	218.00
T 2-3	6.220	1.560	9.700	20	194.00
T 2-4	5.500	1.560	8.580	20	172.00
T 3-1	7.500	0.995	7.460	18	134.00
T 3-2	7.000	0.995	6.960	18	125.00
T 3-3	6.270	0.995	6.240	18	112.00
T 3-4	5.500	0.995	5.470	18	98.00
T 4-1	7.500	1.560	11.700	24	281.00
T 4-2	7.000	1.560	10.900	24	262.00
T 4-3	6.270	1.560	9.780	24	235.00
T 4-4	5.500	1.560	8.580	24	206.00
T 5	3.900	0.995	3.880	82	318.00
T 6	2.650	0.995	2.640	82	216.00
T 7	2.650	1.560	4.130	42	173.00
T 8	2.650	2.250	5.960	40	238.00
T 9	3.900	2.250	8.780	42	369.00
T 10	3.900	3.040	11.900	40	476.00
T 11	8.000	0.995	7.960	46	366.00
T 12-1	3.000	0.995	4.980	46	229.00
T 12-2	5.000	0.995	4.980	46	218.00
T 12-3	4.760	0.995	4.740	46	218.00
T 13-1	6.000	0.995	5.970	46	275.00
T 13-2	8.000	1.560	12.500	5	62.00
T 13-3	5.000	1.560	7.800	5	39.00
T 13-4	4.760	1.560	7.430	5	37.00
T 14-1	6.000	1.560	9.360	5	47.00
T 14-2	7.500	0.995	7.460	42	313.00
T 14-3	5.000	0.995	4.980	42	209.00
T 14-4	4.810	0.995	4.790	42	201.00
T 15-1	6.000	0.995	5.970	42	251.00
T 15-2	7.500	1.560	11.700	6	70.00
T 15-3	5.000	1.560	7.800	6	47.00
T 15-4	4.810	1.560	7.530	6	45.00
T 16	6.000	0.995	9.360	6	56.00
T 17	4.350	0.995	4.330	108	468.00
T 18	4.350	1.560	6.790	48	326.00
T 19	2.850	2.250	9.790	20	196.00
T 20	2.850	0.995	2.840	108	307.00
T 21	2.850	1.560	4.450	48	214.00
T 22	2.800	2.250	6.410	20	128.00
T 23	2.800	0.995	2.790	54	151.00
T 24	2.800	1.560	4.370	24	105.00
T 25	2.800	2.250	6.300	10	63.00

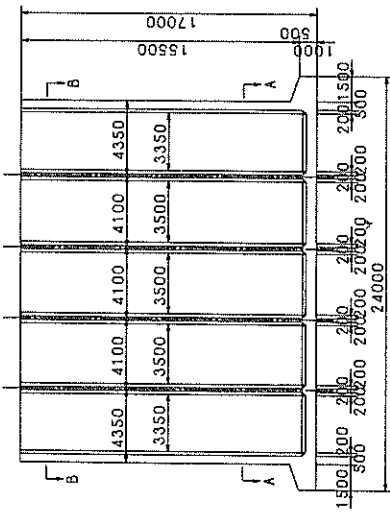
\* 2. \* UCHIGAWA

図-5.14 材 料 表

タワーン一般図

断面図

側面図



1	1800
2	2700
3	2700
4	2700
5	2700
6	2700
7	1700

塔工タカ

平面図

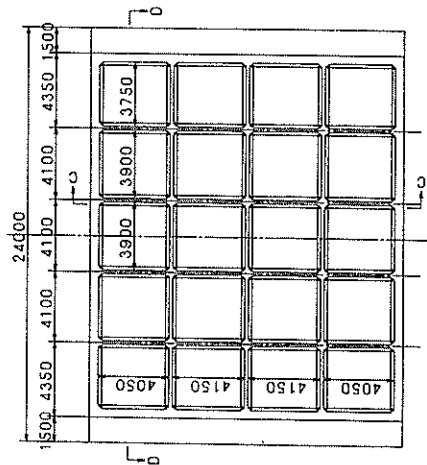


図-5.15 一般図

# 底板配筋图

外 侧 筋

内 侧 筋

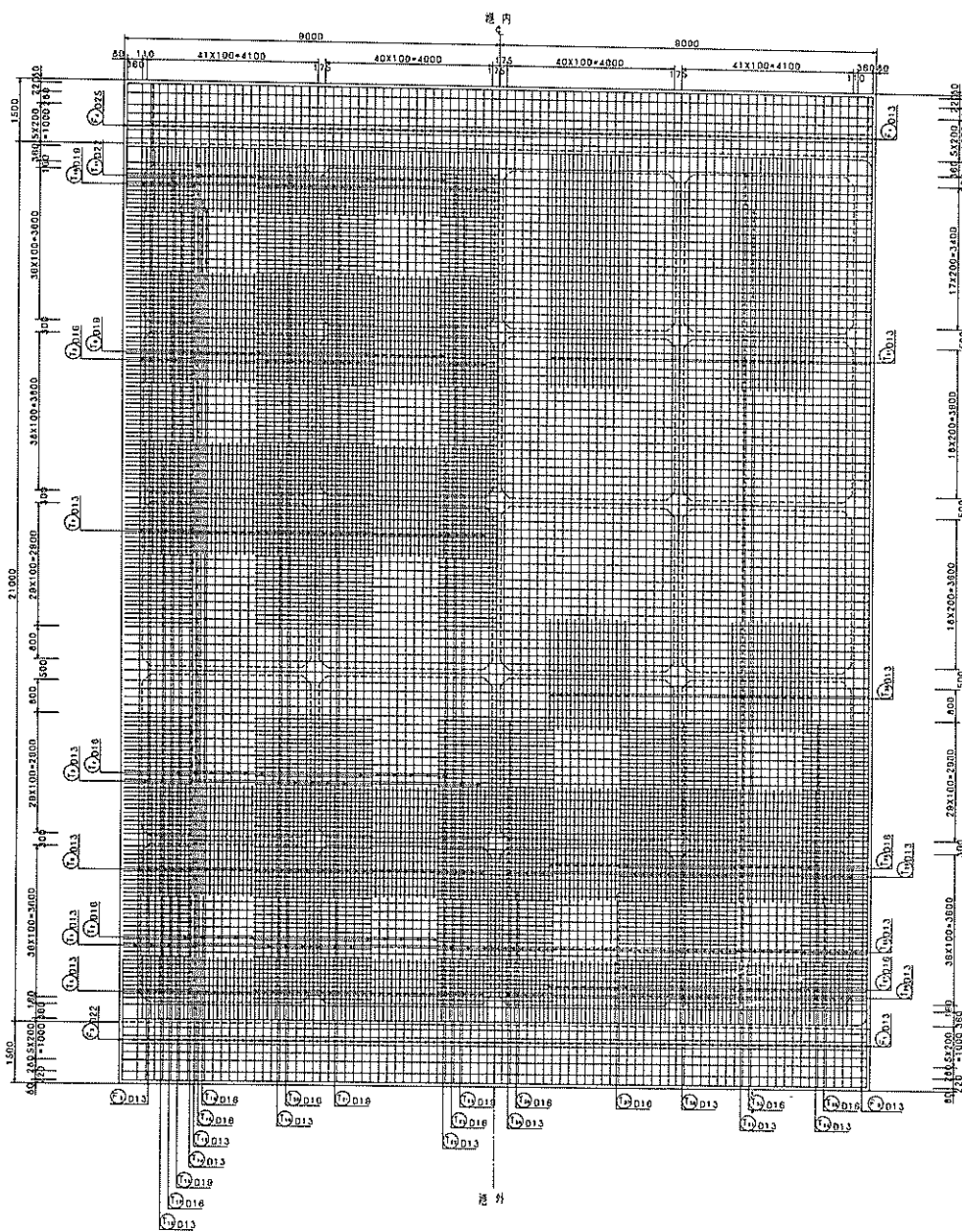


图-5.16 底板配筋图



A-A断面

断面图

B-B断面

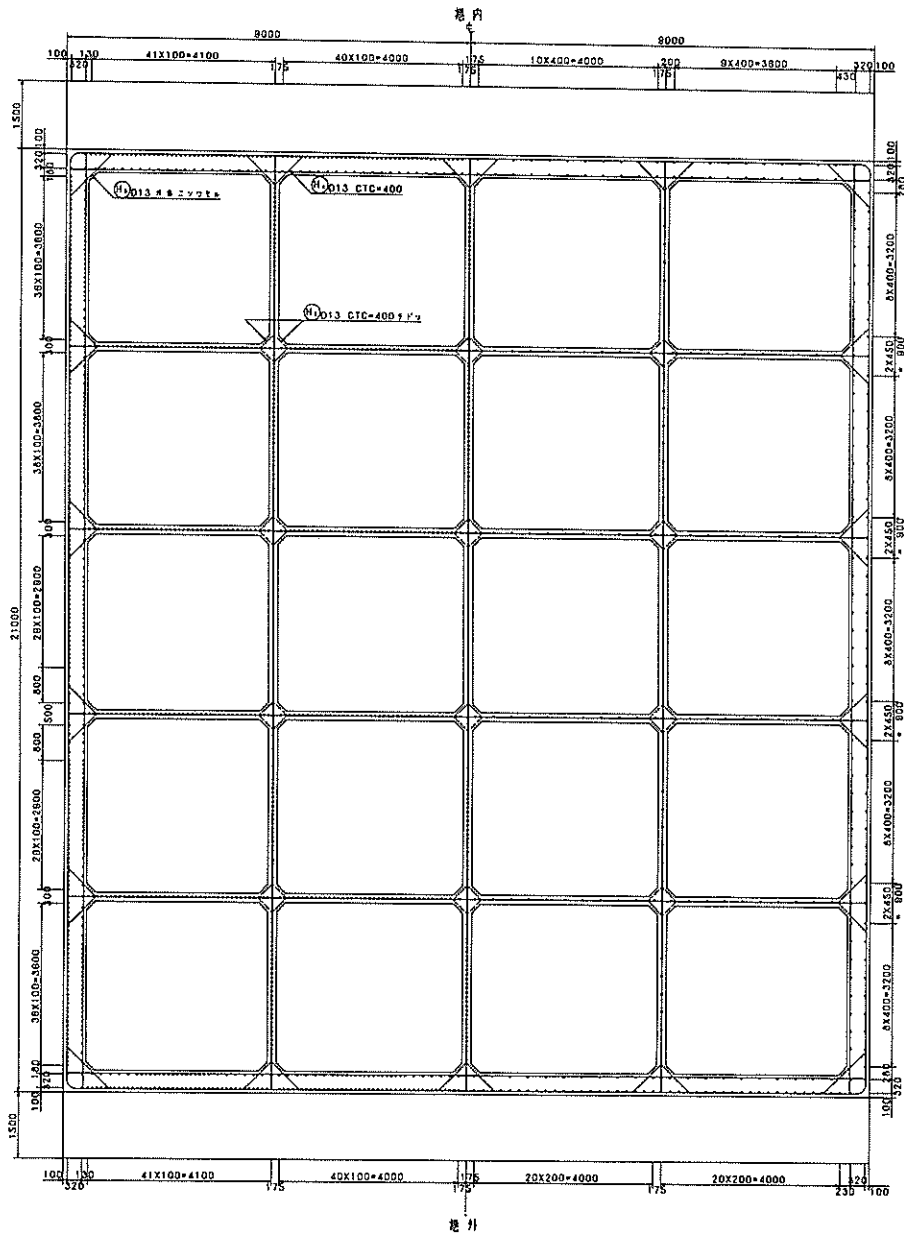
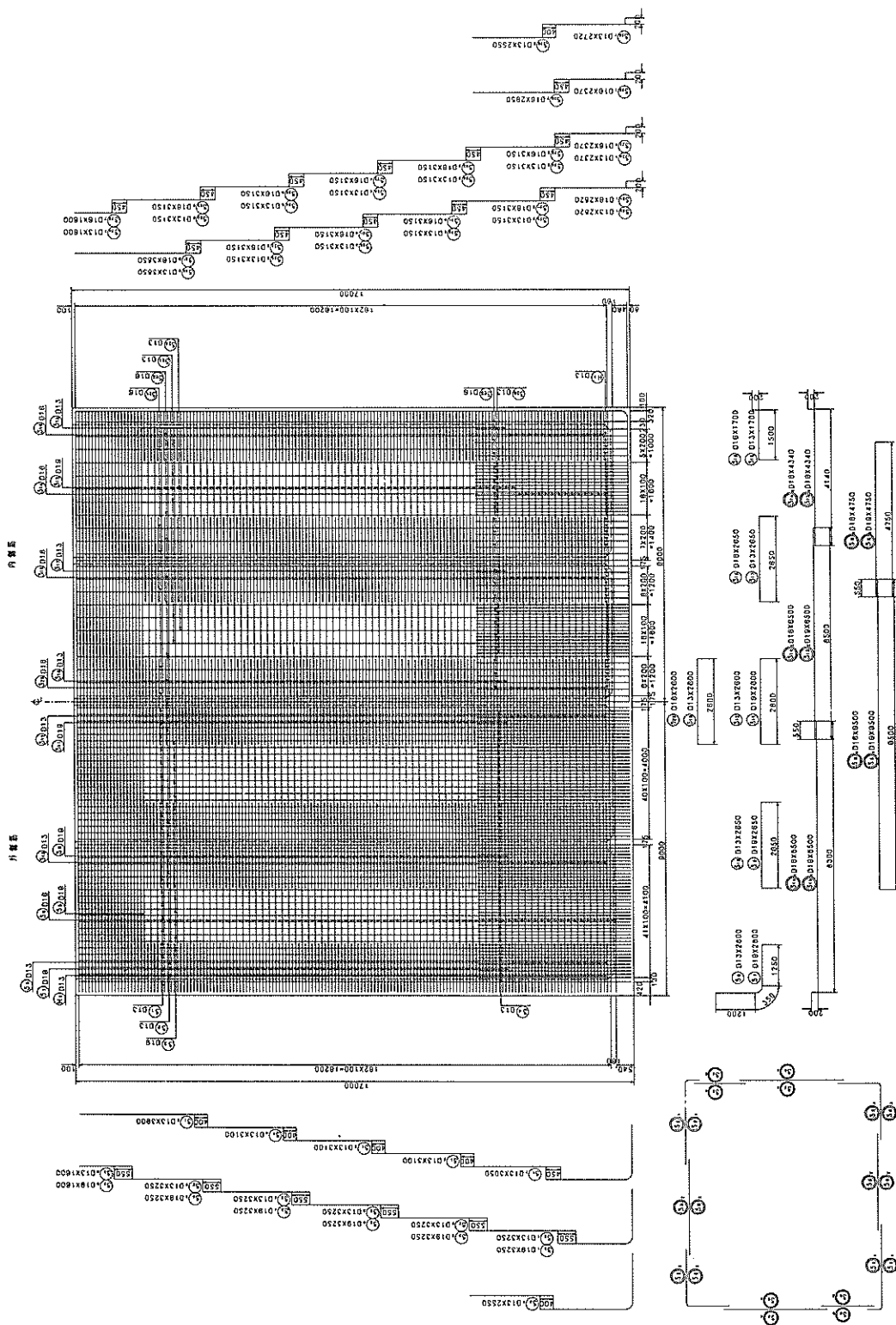


图-5.18 底板断面图



側壁法線平行方向配筋圖（港外側）



側壁法線平行方向配筋圖（港内側）

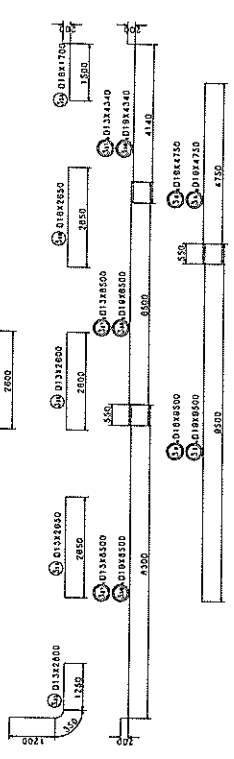
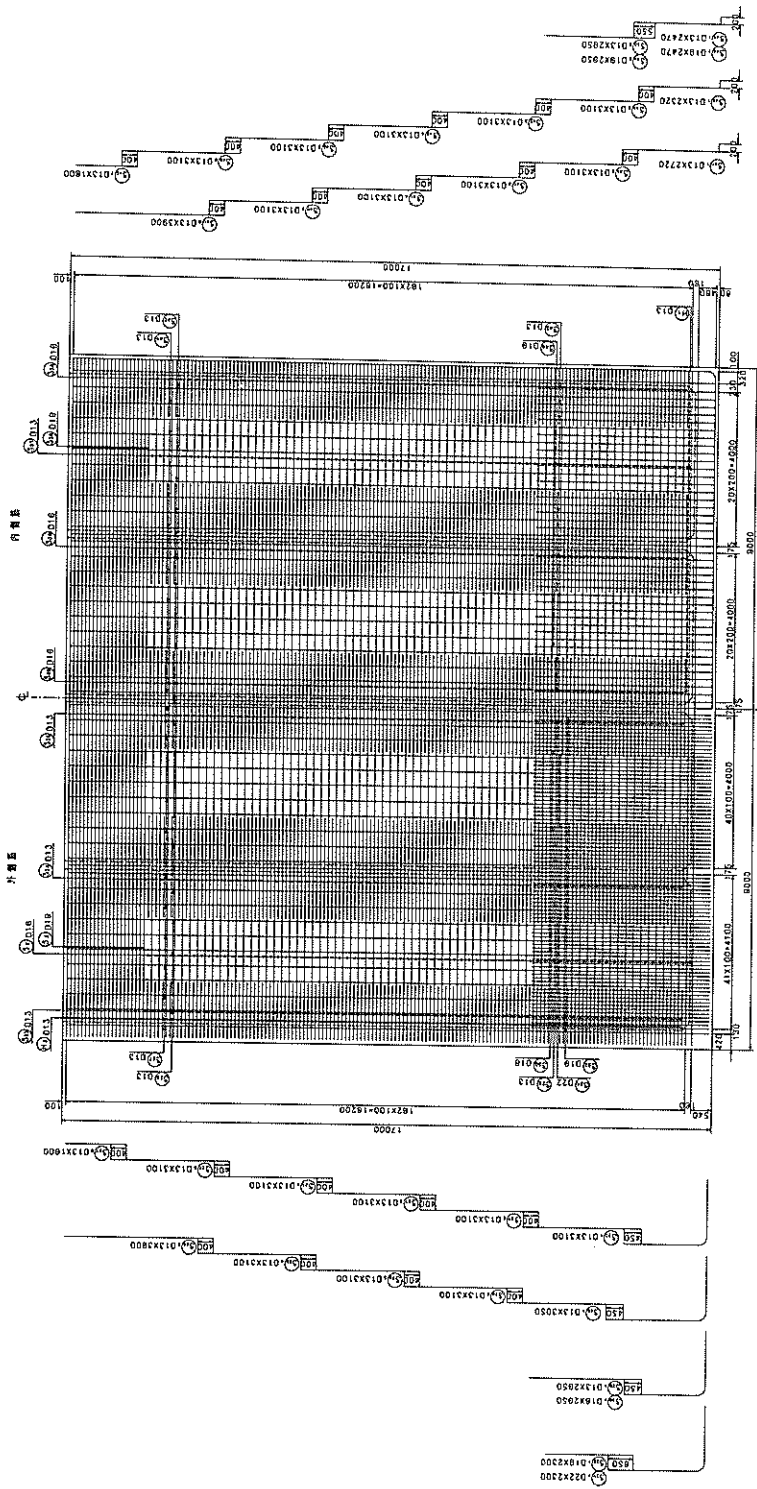


圖 - 5.20 側壁法線平行方向港内側配筋圖及び加工

側壁法線直角方向配筋図（外側筋）

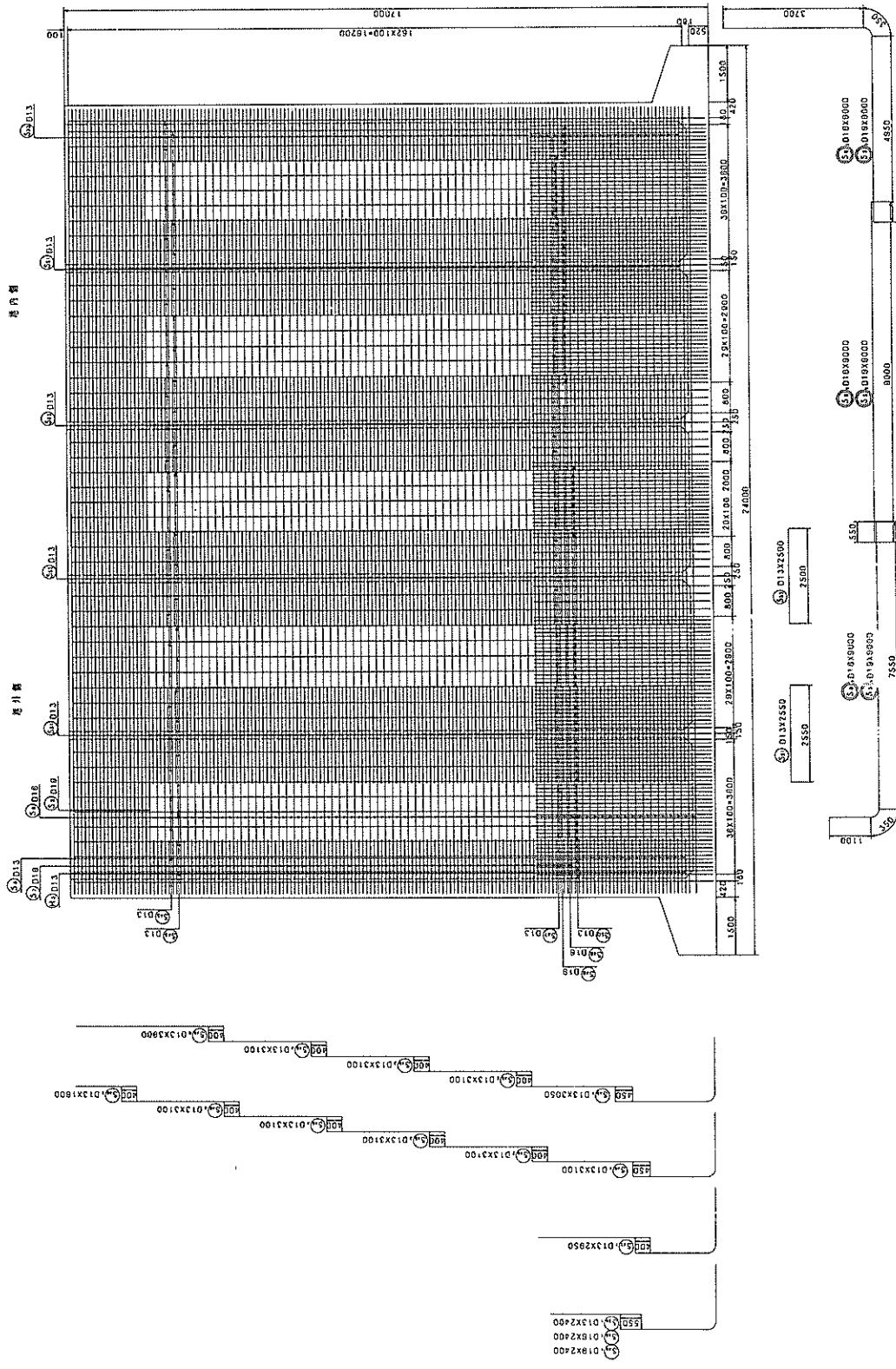


図-5.21 側壁法線直角方向外側配筋図及び加工図

側壁法線直角方向配筋圖（内筋筋）

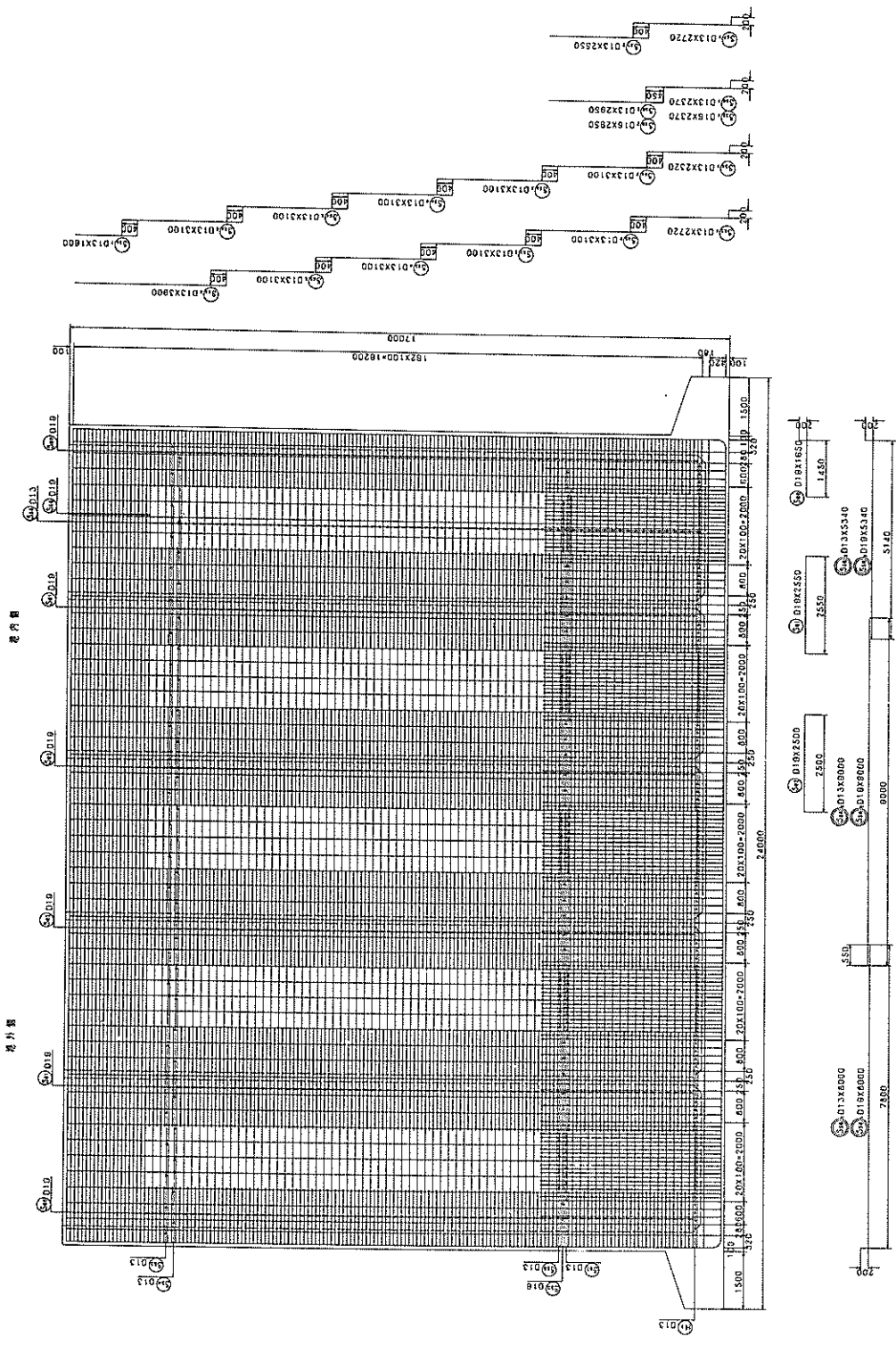


图-5.22 側壁法線直角方向内側筋配筋圖及び加工圖



設計書

隔壁法線直角方向配筋図

基本書

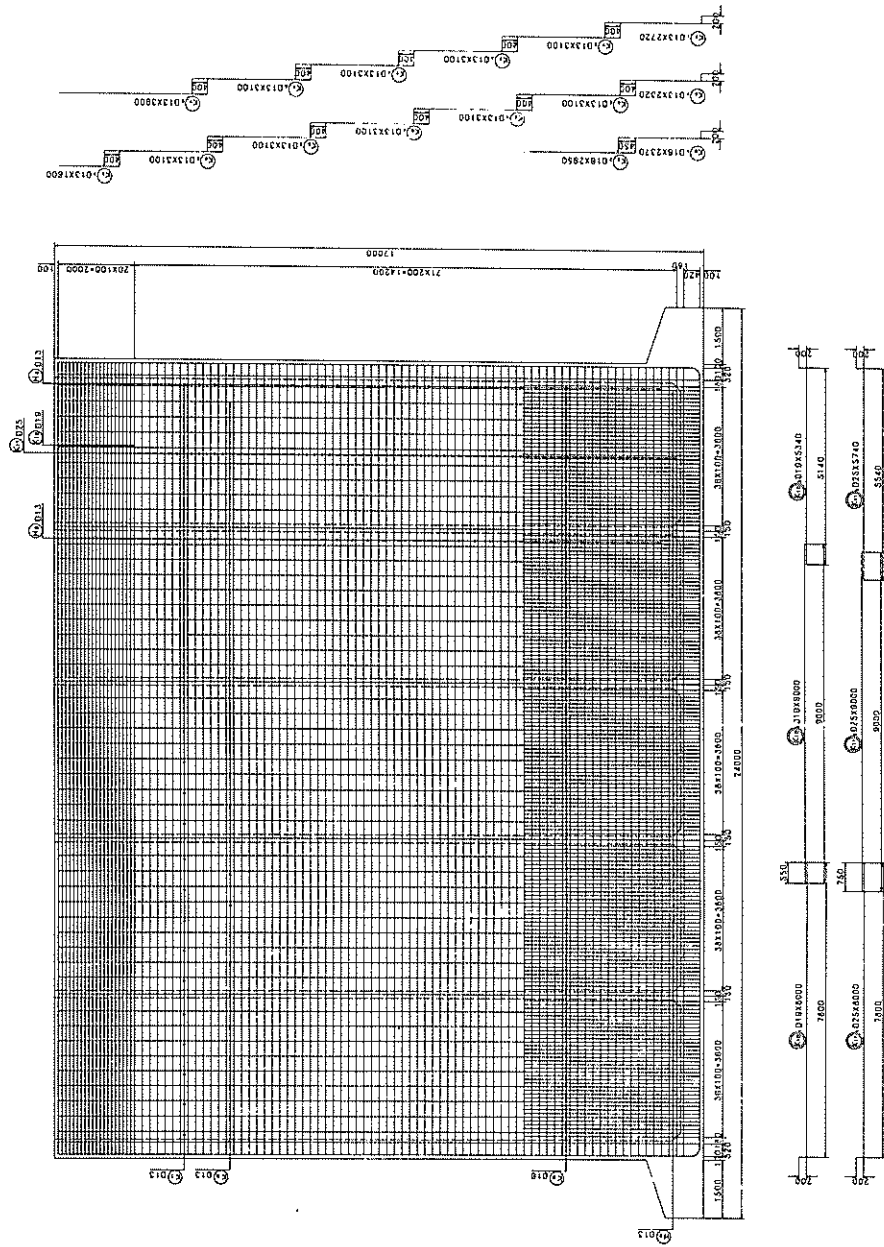


図 - 5.24 隔壁法線直角方向配筋図及び加工図

断面图 (□-□断面)

总外圈

总内圈

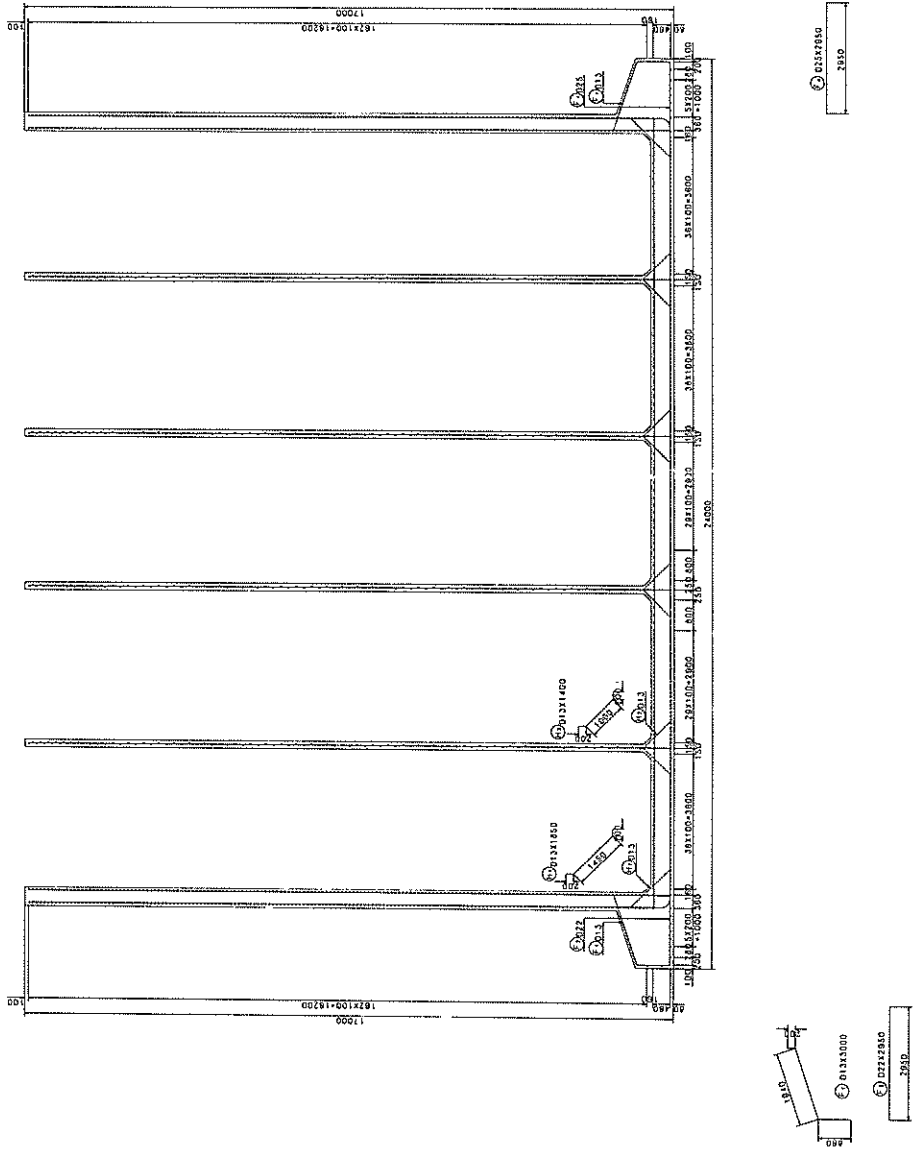


图 - 5.25 法線直角方向断面图

## 6. あとがき

本自動設計システムはケーソンの港内外非対称配筋設計に用いられるものであり、今後、港湾建設の分野において広く活用されることを期待する。

本システムの細部仕様の作成にあたって御協力いただいた各建設局、北海道開発局、沖縄総合事務局の関係部局、またプログラムの作成にあたり適切な助言をいただいた計算センターの関係各位に深く感謝して、ここに謝意を表する次第である。（1982年3月31日受付）

## 参考文献

- 1) 笹田彰，近藤功一：ケーソン配筋設計の自動化，港湾技研資料，No.216，1975.
- 2) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，1979
- 3) 谷本勝利，小舟浩治，大里睦男：ケーソン壁に作用する波力と応力計算，港湾技研資料，No.224，1975.



港湾技研資料 No. 424

1982・6

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所  
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 株式会社 東京プリント

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