

ISSN 1346-7328

国総研資料 第94号

平成15年6月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 94

June 2003

マウンド不陸を考慮したケーソン底版部材設計法の提案

森屋陽一・宮田正史・長尾毅

Design Method for Bottom Slab of Caisson
Considering Surface Roughness of Rubble Mound

Yoichi MORIYA, Masafumi MIYATA and Takashi NAGAO

国土交通省 国土技術政策総合研究所

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

マウンド不陸を考慮したケーソン底版部材設計法の提案

森屋陽一*・宮田正史**・長尾毅***

要 旨

現在のケーソン式混成堤の設計においては、捨石マウンドの表面の凹凸は考慮しておらず、ケーソンの底版に過大な集中荷重が作用しないように、潜水士によるマウンド表面の入念な均し作業を行っており、その精度（不陸量）は±5cmと定められている。しかしながら、近年の潜水士の不足および高齢化、潜水作業の危険性、建設コストの削減などの理由により、マウンドの均し精度を緩和し、捨石マウンドの施工効率を向上させる必要がある。

本研究は、捨石マウンド表面の均し精度（マウンド不陸）を考慮した場合のケーソン式混成堤のケーソン底版の部材設計法を提案するものである。このため、大型模型実験結果に基づいて確率的な反力分布モデルを構築するとともに、構築した反力分布モデルを用いて信頼性解析を実施し、マウンドの均し精度を考慮した場合のケーソン底版部材設計法に用いる部分係数を算定した。

信頼性解析の実施にあたっては、終局曲げ安全性に関係する波力、自重、材料強度などの設計パラメタの従う確率分布を用いた。また、部分係数は、全国の防波堤の建設事例をもとに、底版部材の安全性の最低水準が外的安定問題の安全性の平均水準以上になるように設定した。

キーワード：マウンド不陸，防波堤，底版，信頼性設計法，安全性指標，部分係数

*港湾研究部港湾施設研究室研究官

**近畿地方整備局 神戸港湾空港技術調査事務所 技術開発課長（前 沿岸海洋研究部主任研究官）

***港湾研究部港湾施設研究室長

〒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：046-844-5029 Fax：046-844-5081 e-mail: moriya-y92y2@ysk.nilim.go.jp

Design Method for Bottom Slab of Caisson Considering Surface Roughness of Rubble Mound

Yoichi MORIYA*
Masafumi MIYATA**
Takashi NAGAO***

Synopsis

In construction of a rubble mound, the surface roughness is not taken into consideration in present design of a caisson breakwater. Expert divers rearrange rubble rocks and prepare a smooth surface to avoid concentrated load acting on the bottom slab of a caisson. In order to shorten construction period and reduce the associated costs for the foundation, we need a new design method for the bottom slab of a caisson considering surface roughness of a rubble mound.

In this study, we proposed a new design method for the bottom slab of a caisson considering surface roughness of a rubble mound. Therefore, the stochastic reaction-force distribution model was built based on the full scale experiment result. The partial factors taking the surface roughness of the rubble mound into consideration were estimated based on the reliability analysis using the reaction-force distribution model.

In reliability analysis, we used the probability distributions of design parameters such as wave force, deadweight, material strength and so on. Target safety level is set based the present breakwaters all over Japan that the minimum of the safety level of the bottom slab might become beyond the average of the safety level of the external safety problem.

Key Words : surface roughness of rubble-mound, breakwater, bottom slab, reliability based design, safety index, partial factor

* Researcher of Port Facilities Division, Port and Harbor Department

** Chief, Technical Development Section, Kobe Port and Airport Engineering Investigation Office, Kinki Regional Development Bureau (Ex-Senior Researcher of Coastal and Maritime Department)

*** Head of Port Facilities Division, Port and Harbor Department

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

Phone : +81-468-44-5029 Fax : +81-468-44-5081 e-mail:moriya-y92y2@ysk.nilim.go.jp

目 次

1. はじめに	1
2. マウンド不陸を考慮した反力分布算定モデルの概要	1
2.1 捨石マウンドへの大型載荷実験の概要	1
2.2 反力分布算定モデル	2
3. 終局限界状態における部分係数の算定	7
3.1 破壊確率の計算	7
3.2 検討条件	8
3.3 現行設計による鉄筋量に対する安全性指標	10
3.4 部分係数の決定	11
4. 使用限界状態および疲労限界状態における部分係数	12
5. 不陸量と鉄筋量の関係	15
6. おわりに	16
謝辞	16
参考文献	16
付録A. 部分係数評価における詳細データ	18
付録B. マウンド不陸を考慮したケーソン底版設計マニュアル案	54
付録C. マウンド不陸を考慮した底版の設計例	60

1. はじめに

防波堤には数多くの種類と形式があるが、ケーソン式混成堤は、我が国で最も普及しているものの一つである。ケーソン式混成堤は、一般的に、捨石で構築したマウンド上に鉄筋コンクリート製のケーソンを据え付ける構造である。マウンドの建設においては、マウンド上に据え付けるケーソン底版に過大な集中荷重が作用しないように、潜水土による入念な均し作業を行っており、その精度（不陸量）は±5cmと定められている（国土交通省港湾局，1999a）。このため現行設計においては、捨石マウンドの表面の凹凸は考慮していない。しかしながら、近年の潜水土の不足および高齢化、潜水作業の危険性、建設コストの削減などの理由により、国土交通省では現行のマウンドの均し精度を緩和し、捨石マウンドの施工効率を向上させる方向で検討を進めている。

捨石マウンドの均し制度を緩和した場合、ケーソン底版に対して、これまで以上の不均一かつ集中的な接触荷重が作用することが想定され、ケーソン底版に作用する曲げモーメント等の断面力が増加する（宮田ら，1999）。したがって、均し精度緩和の検討にあたっては、マウンド支持機構に及ぼす影響を的確に評価した上で、ケーソン底版の部材設計法を構築する必要がある。

そこで、著者らは以下のような手順で、捨石マウンドの均し精度を考慮したケーソン底版の部材設計法の構築を進めてきた。

- 1) 大型模型実験により、ケーソン底版がどの程度の接触点数で支持され、接触点における接触荷重がどの程度ばらつくのかというケーソン支持形態について評価する。
- 2) 実験結果との整合が取れるように捨石マウンドによるケーソン底版支持状況を表現する確率的な反力分布モデルを構築する。反力モデルは、捨石マウンドの均し精度を考慮できるモデルとする。
- 3) 構築した反力分布モデルを用いたモンテカルロシミュレーションにより、マウンドの均し精度を考慮した底版反力の曲げモーメントの確率分布を評価する。
- 4) 最後に、信頼性解析を用いて現行設計法の持つ安全性と同程度の安全性を有するように、マウンドの均し精度を考慮した場合の部分係数を算定する。

本稿は、3) および4) の検討結果についてまとめたものである。1) および2) については、検討結果が宮田ら（2003）にまとめられているので、ここでは、その概要のみを示す。

具体的には、2. で1) および2) の概要であるマウンド不陸を考慮した反力分布算定モデルの構築の概要について述べ、3. で終局限界状態における部分係数の算定について述べ、4. で使用限界状態および疲労限界状態における部分係数について述べ、5. で本研究で設定した部分係数を用いた設計による不陸量と鉄筋量の関係について述べる。

また、付録 A に部分係数に関わる詳細データ、付録 B に本研究結果に基づくマウンド不陸を考慮したケーソン定版設計マニュアル案、付録 C にマウンド不陸を考慮した底版の設計例を示す。

2. マウンド不陸を考慮した反力分布算定モデルの概要

2.1 捨石マウンドへの大型載荷実験の概要

捨石マウンドの標高分布、ケーソンとの接触点数および接触点における接触力を測定し、マウンド不陸を考慮した断面力算定モデルにおけるパラメタを決定するために、実際に港湾工事で使用される捨石を用いた大型載荷試験を実施した。実験状況を写真-1 および写真-2 に示し、実験ケースの一覧を表-1 に示す。

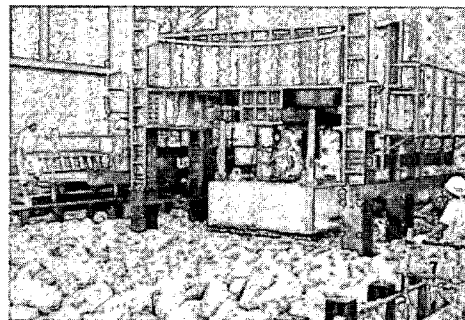


写真-1 実験状況写真（ケース1~6）

捨石の質量は約1kg~200kgであり、径は10cm~80cmである。捨石マウンド模型は、実験ケース1~6については、1:2の勾配のマウンド法面を持つ形で作成し、実験ケース7~10については、長さ3.0m×幅3.5m×高さ2.0mの土層を作成し、その土層中に捨石を投入した。捨石マウンド上への載荷は、ケーソン底版の一部を模擬した2.5m×2.5mの載荷ブロックを捨石マウンド上に載せ、加圧ジャッキを用いて載荷ブロックに荷重をかけることにより行った。実験においては、捨石マウンド作成時（載荷前）および除荷後のマウンド標高の計測と共に、載荷ブロックの底面には接触面10cm×10cmの625個のロードセルを取り付け、載荷時の接触点荷重を直接計測した。

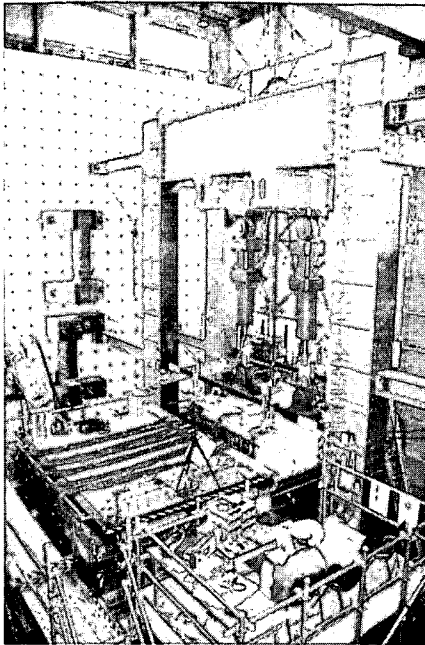


写真-2 実験状況写真 (ケース 7~10)

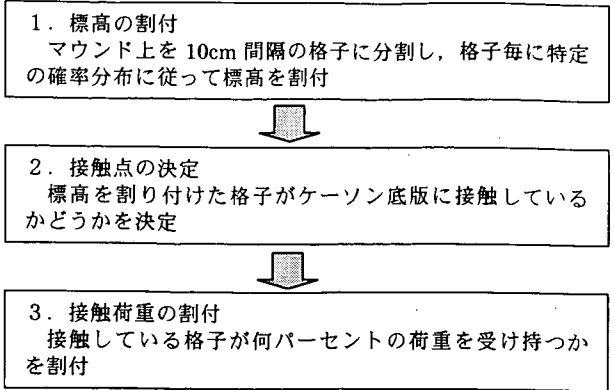


図-1 反力分布算定モデルの構築フロー

(1) 標高の割付

マウンド天端面の標高分布に関しては、小名浜港の防波堤マウンドの実測結果がある(宮田ら, 1999)。本均し(均し精度±5cm)、荒均し(均し精度±30cm)および機械均しの3種類の均し方法によるマウンドが築造され、マウンドの天端標高が測量された。その結果、本均し、機械均しはほぼ正規分布と見なすことができる。荒均しは、最大突出高が均しの許容範囲に入っているものの、標高の標準偏差が大きく全体的に不陸量大きい。ただし、標高の分布は平均値に対して対象な形状をしているため、近似的には正規分布みなせるものと考えられる。

図-2 に示す例からも分かるように、実験結果の載荷前の標高の分布も、ほぼ正規分布と見なすことができる(宮田ら, 2003)。不陸量は標高の最高値と最低値の差を表すものであるが、上述した理由により、標高の分布を正規分布と仮定するため、均し精度を不陸量ではなく標高の標準偏差で表す方が便利である。よって、以下の検討では、均し精度を標高の標準偏差で表すこととし、標高の標準偏差は不陸量の 1/3 程度を目安として、不陸量と標高の標準偏差の対応を表-2 に示すように決定した。

表-1 実験ケース

ケース	目標不陸量	マウンド厚さ	目標載荷荷重 (平均値)	荷重の偏心	均し
1	±5cm	3.5m	1000kPa 相当	あり	潜水土
2	±30cm	3.5m	1000kPa 相当	あり	潜水土
3	±30cm	1.5m	1000kPa 相当	あり	潜水土
4	±30cm	3.5m	1000kPa 相当	あり	潜水土
5	±5cm	1.5m	1000kPa 相当	あり	潜水土
6	±30cm	1.5m	1000kPa 相当	あり	潜水土
7	±10cm	1.5m	600kPa 相当	なし	一般作業員
8	±30cm	1.5m	600kPa 相当	なし	一般作業員
9	±20cm	1.5m	600kPa 相当	なし	一般作業員
10	±10cm	1.5m	600kPa 相当	なし	一般作業員

ここで、ケース1~6については、平均値が200kPaまでは偏心させずに載荷し、平均値が1000kPaの場合に偏心率が33.3%になるように、徐々に偏心率を増していくように載荷している。ケース7~10については、荷重は偏心させずに載荷している。

2.2 反力分布算定モデル

マウンド不陸を考慮した場合の反力分布算定モデルは、図-1に示す流れで構築する。マウンド不陸を考慮した断面力は、構築した反力分布モデルを外力として、有限要素法により算定可能である(宮田ら, 2003)。

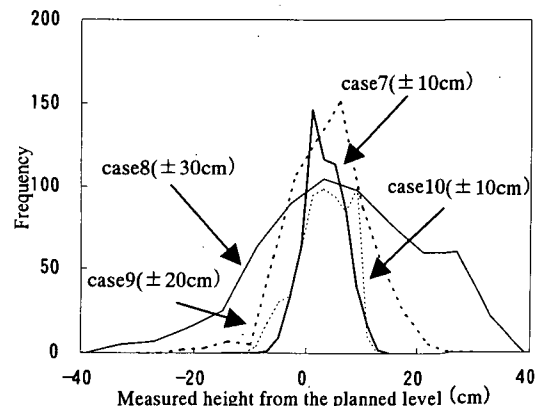


図-2 実験結果の標高の頻度分布の例 (ケース 7~ケース 10)

表-2 不陸量と標高の標準偏差

不陸量	標準偏差
±0.05m	0.02m
±0.20m	0.067m
±0.30m	0.10m

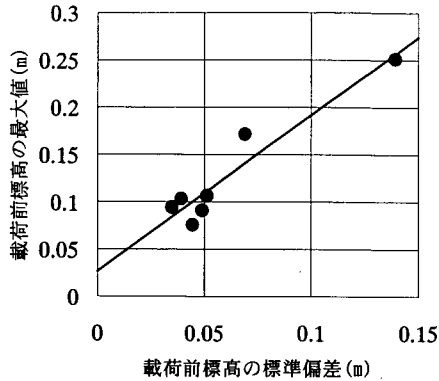


図-3 載荷前の標準偏差と最高標高の関係

また、実験結果の載荷前の標高の標準偏差と平均標高を0とした最高標高には図-3の関係があり、最小自乗法により載荷前の最高標高 z_{max} と標準偏差 σ_z の関係を求めると、

$$z_{max} = 1.6496 \times \sigma_z + 0.0268 \quad (1)$$

という関係が得られた。ここで、 z_{max} と σ_z の単位は m であり、最小自乗法を行った際の相関係数 R^2 は 0.91 であった。解析に用いる標高の最大値は、(1)式により評価した。

次に、標高の空間相関を考える。空間相関 R は、距離を l 、空間相関の程度を表す距離を L として、

$$R = \exp(-l/L) \quad (2)$$

と仮定し、実際に潜水士が捨石を列べたケース 1~6 の実験結果との比較により、空間相関の程度を表す距離 L を評価すると $L=0.20m$ となる。図-4 に実験から計算した相関係数と $L=0.20m$ として計算した相関係数を l に対してプロットしたものを示す。ここで、ケース 1~6 は表-1 に示した実験ケースに対応している。

本研究においては、(2)式に示す空間相関を持ちながら、かつ、不陸量に応じて表-2 に示した標準偏差を持つ正規分布をもとに、マウンド上に $10cm \times 10cm$ の格子ごとの標高の割付を行う。

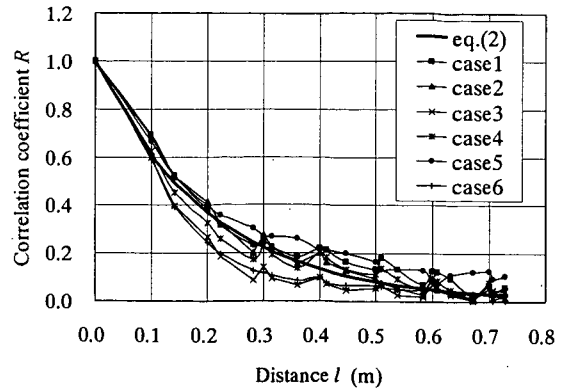


図-4 標高の空間相関

(2) 接触点の決定

接触確率と標高の関係は、実験結果とモデルの接触点数が合うように決定する。図-5 は全実験結果の標高の標準偏差と接触点数の関係を表したものである。標高の標準偏差が大きいほど接触確率が小さいことがわかる。また、波作用時と比較して静穏時には全鉛直荷重レベルが小さいため、接触確率が小さいことに注意が必要である。

図中の曲線は、最小自乗法による近似曲線である。接触点数を全点数で無次元化したものを N_a 、標準偏差を $\sigma_z(m)$ とするとし、近似曲線で式を表すと、波作用時については、

$$N_a = -0.0995 \ln(\sigma_z) - 0.1161 \quad (3)$$

であり、相関係数 R^2 は 0.21 であった。また、静穏時については、

$$N_a = -0.0533 \ln(\sigma_z) - 0.0711 \quad (4)$$

であり、相関係数 R^2 は 0.35 であった。

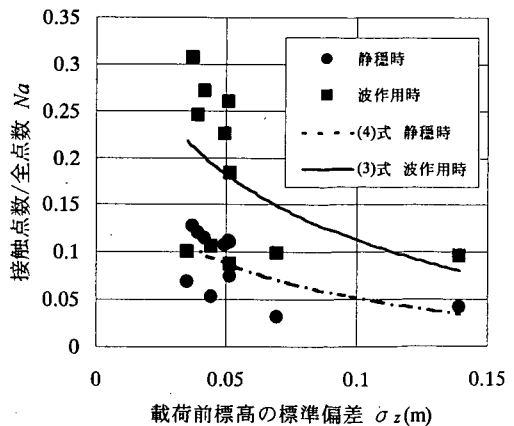


図-5 標高の標準偏差と接触点数の関係

次に、標高と接触確率の関係を表すモデルとして、実験結果を考慮し以下の exp 型の関数形を仮定した。ここに、 p は接触確率、 z は最高標高点からの鉛直下向き距離 (m)、 A 、 B 、 C は定数である。

$$p = \frac{A}{1.0 + B \exp(Cz)} \quad (5)$$

このモデルにより、接触点数に関する計算を行い、実験結果と接触点数が合うように A 、 B 、 C の値を決めた。決定した値を表-3 に示す。具体的なパラメタの決め方は、標準偏差 0.02m の場合の実験結果と接触点数が合うように、 A 、 B 、 C の値を決め、標準偏差 0.067m と 0.10m の場合は、標準偏差 0.02m の場合の A 、 B を用いて、実験結果と接触点数が合うように、 C の値のみ決めた。

表-3 接触確率モデルのパラメタ

標高の標準偏差	波作用時			静穏時		
	A	B	C	A	B	C
0.02m	1.9	1.0	30.0	1.9	0.9	50.0
0.067m	1.9	1.0	23.0	1.9	0.9	38.0
0.10m	1.9	1.0	23.0	1.9	0.9	51.0

表-4 に標高の標準偏差と接触点数の実験と計算結果の比較結果を示す。実験による接触点数は、実験結果を用いて最小自乗法により評価した近似式である(3)式および(4)式を用いて評価した。これより、実用上十分な精度で接触点数を再現できるモデルであることがわかる。

表-4 標高の標準偏差と接触点数の実験と計算結果の比較

標高の標準偏差	波作用時		静穏時	
	実験	モデル	実験	モデル
0.02m	171	172	86	84
0.067m	96	95	46	45
0.10m	71	71	32	34

(3) 接触荷重の割付

潜水土均しによるケース 1~6 の結果を解析し、波作用時の載荷前標高と接触点荷重の関係を示したものが図-6 である。図-6 にプロットしたデータに対して載荷前標高

を 5mm 間隔でランク分けし、そのランクにおける接触点荷重の平均値 (平均接触点荷重) を示したものが図-7 である。これより、載荷前標高と接触点荷重の相関はほとんどないことがわかる。図-6 および図-7 は波作用時のデータに対するものであるが、静穏時に対応するデータに関しても標高と接触点荷重の相関はほとんどない。標高の分布は、荷重の載荷によりマウンドが変形するため、載荷前、載荷中、載荷後で異なると考えられる。その根拠の一例として、図-8 にケース 1 の載荷前標高と載荷後標高の関係を示す。図-8 より載荷前と載荷後の標高に相関は認められない。

載荷中の標高と接触点荷重の間には相関があると考えられるが、載荷前標高と接触点荷重の相関はほとんどないのは、載荷によりマウンドの変形が生じ、載荷前と載荷中の標高分布が大きく異なるためであると考えられる。ここで提案するモデルは、載荷前の標高分布を用いているため、標高と接触点荷重の相関を考慮しないことは問題ないと考えられる。

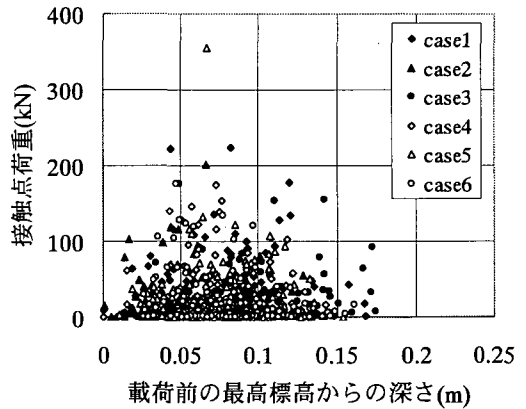


図-6 波作用時の標高と接触点荷重の関係

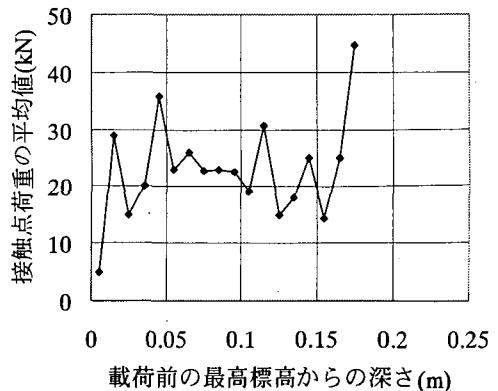


図-7 波作用時の標高と平均接触点荷重の関係

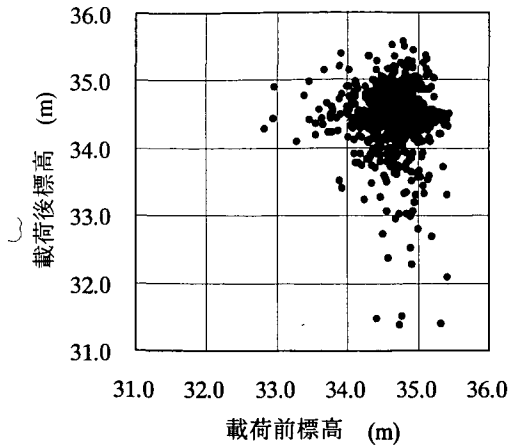


図-8 載荷前標高と載荷後標高の関係 (case1)

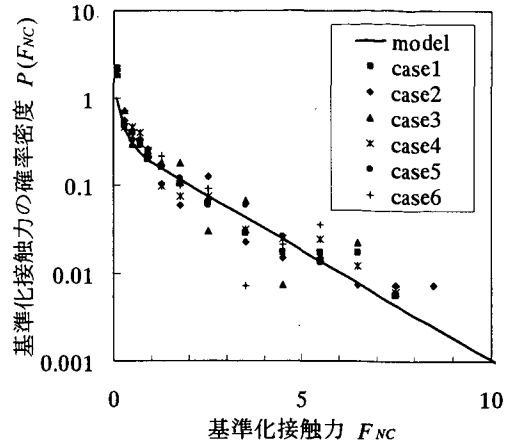


図-9 基準化接触力の確率密度

以上より、モデルでは標高と接触点荷重の相関はないとし、基準化接触力 F_{NC} の確率密度に従うように接触している各標高に接触点荷重を割り付けるものとする。ここで、本検討ではケーソン底版を 10cm 間隔の格子でモデル化しているため、基準化接触力は各接触格子における接触荷重を全接触荷重の平均値で除したものと定義される。

基準化接触力の確率密度分布 $P(F_{NC})$ としては、Radai et al. (1996) により提案されている以下の式を採用する。

$$P(F_{NC}) = A(F_{NC})^\alpha \quad F_{NC} < 1.0 \quad (6)$$

$$= B \exp\{-\beta(F_{NC} - 1.0)\} \quad F_{NC} > 1.0 \quad (7)$$

上式におけるパラメタは、 A 、 B 、 α 、 β の 4 つである。式中的パラメタは、

- ① $F_{NC}=1.0$ において、連続
- ② 確率密度関数の積分値は 1.0
- ③ F_{NC} の期待値は 1.0

という条件より、1 つが決まれば残りの 3 つを決定することができる。

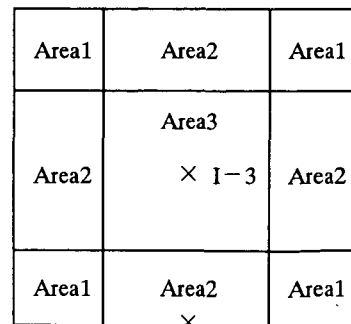
ここでは接触荷重の大きい領域の確率分布の広がりを表すパラメタ β を実験結果より決定する。潜水士均しによるケース 1~6 の基準化接触力 1.0 以上の全データに対して誤差最小になるようにパラメタ β を決めた結果、 $\beta = 0.57$ となった。よって、 $A=B=0.18$ 、 $\alpha=-0.74$ となる。

図-9 は波作用時に対応する荷重 600kPa の場合のケース 1~ケース 6 の実験結果と $\beta=0.57$ として計算したモデルによる基準化接触力の確率密度である。

(4) 断面力算定における領域分割と計算回数の設定

現行の設計においては、図-10 に示すように底版を 9 領域に分割し、各領域内は同じ配筋としている。ここでも同様に底版を 9 領域に分割し、領域を Area1, Area2, Area3 と定義する。また、現行設計にならい、版中央を I-3, 版端部の中点を III-3 とする。

マウンド不陸を考慮した断面力は、構築した反力分布モデルを用いて、有限要素法 (Miyata et al., 2002) により算定可能である。マウンドの不陸を考慮すると、マウンドの標高により版に生じる断面力 (曲げモーメント) は大きく異なる (宮田ら, 2003)。よって、マウンド不陸を考慮した場合の版の断面力は、確率的な扱いをする必要がある。ここでは、マウンド不陸を考慮した場合の版の断面力の確率分布をモンテカルロシミュレーションにより算出する。



III-3

図-10 底版の領域分割

モンテカルロシミュレーションの計算回数について検討を行い、計算回数を決定した。図-11 は計算結果の曲げモーメントの変化を表したものであり、縦軸は各領域

内の最大曲げモーメントの 95%フラクタイル値について任意回数 i での値 $M(i)$ を計算回数 5000 回の値 $M(5000)$ で無次元化したものである。計算条件は実験条件と合わせてあり、作用荷重は等分布の 600kPa である。

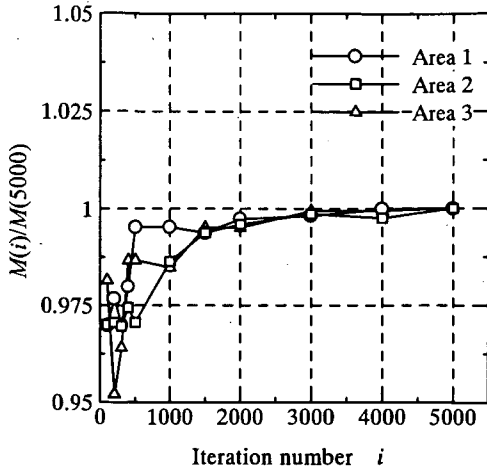


図-11 計算回数と曲げモーメントのフラクタイル値比

計算回数 2000 回を越えると 5000 回との誤差がすべての領域で約 1 パーセント未満になるため、本検討では、計算回数は 2000 回とした。

(5) モデルによる断面力算定結果

等分布荷重が作用した 4 辺固定版においては、Area2 の端部において最小曲げモーメントが発生し、Area3 の中央で最大曲げモーメントが発生する。表-5 および表-6 は、Area2 および Area3 内の最大曲げモーメントの平均値および最大値について実験結果 (Miyata et al., 2003) と本モデルによる結果を比較したものである。値は現行設計における設計値で無次元化してある。実験結果としての曲げモーメントは、実験により得られたロードセル荷重を入力データとして有限要素法で底板の断面力計算を行った結果である。比較に用いた実験はケース 1~6 であり、その時の標高の標準偏差が 3.7~6.6cm であるため、標高の標準偏差を 2cm (不陸量±5cm) および 6.7cm (不陸量±20cm) の本モデルによる結果と比較した。

最大曲げモーメントの平均値について実験結果と本モデルによる結果の結果を比較すると、本モデルによる最大曲げモーメントの平均値は、Area2 については実験結果とほぼ同程度の値となり、Area3 については実験結果よりもやや大きく、不陸量±5cm の場合はその割合は 15%程度である。

次に、本モデルによる最大曲げモーメントの 67%フラクタイル値と実験における最大値の比較結果について考

察する。ここで、実験における最大値との比較対象を 67%フラクタイル値としたのは、実験における最大値は 6 ケースの最大値としているためであり、別途実施したモンテカルロシミュレーションにおいて、正規分布に従うデータから任意の 6 個を抽出した結果、6 個の最大値の期待値が元の正規分布の 67%フラクタイル値と対応したことによる。実験 6 ケースの標高の標準偏差の最大値は 6.6cm であり、本モデルによる不陸量±20cm の標高の標準偏差 6.7cm とほぼ同じである。最大曲げモーメントは標高の標準偏差が大きい方が大きくなるため、実験結果と不陸量±20cm の本モデルによる結果が対応する。波作用時について、実験結果の最大曲げモーメントの最大値と不陸量±20cm の本モデルによる結果の最大曲げモーメントの 67%フラクタイル値を比較するとほぼ同程度の値となる。また、静穏時については、実験結果の最大曲げモーメントの最大値は不陸量±20cm の本モデルによる結果の最大曲げモーメントの 67%フラクタイル値よりも大きくなるが、その割合は 8~15%程度である。

このように、Area2 については曲げモーメントの最大値の期待値および平均値ともに本モデルによる結果は実験結果をよく再現できている。しかしながら、Area3 については、本モデルによる結果は実験結果と比較すると静穏時の最大値の期待値は小さく、平均値は大きい。この理由としては接触点の空間分布や接触点数などの影響が考えられる。特に、接触点については、本モデルは図-5 に示したように実験結果の平均的な接触点数を与えるようにフィッティングしているため、最大値の期待値に差が出るのは当然の結果であるといえる。本モデルは底板の破壊確率の算定に用いるものであり、破壊確率の算出においては最大値ではなくフラクタイル値の大きな領域の確率分布の妥当性が問題となる。実験ケースが 6 ケースと少ないためここでこれ以上の議論は行えないが、平均値の比較結果を加味して考慮すると本モデルは概ね妥当な結果を与えると判断できる。

表-5 最大曲げモーメントの平均値の実験結果と計算結果

		実験結果 の平均値	計算結果 (平均値)	
			±5cm	±20cm
波作用時	Area2	1.0	0.95	1.05
	Area3	1.2	1.39	1.71
静穏時	Area2	1.0	1.03	1.18
	Area3	1.5	1.69	2.25

表-6 最大曲げモーメントの最大値の実験結果と計算結果

		実験結果 の最大値	計算結果 (67%値)	
			±5cm	±20cm
波作用時	Area2	1.2	0.99	1.12
	Area3	1.8	1.50	1.87
静穏時	Area2	1.4	1.10	1.30
	Area3	2.9	1.86	2.52

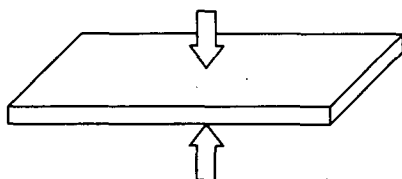
3. 終局限界状態における部分係数の算定

3.1 破壊確率の計算

(1) 性能関数

終局限界状態における底版の検討は、曲げ耐力の設計用値 M_u が断面力 (曲げモーメント) の設計用値 M_d 以上であることを確かめることによって行われる。ここで、断面力にはこれまで検討してきた底版反力以外の各種の荷重を考慮する必要がある。底版に作用する荷重を図-12に示す。

底版自重, 中詰め砂自重, 蓋コンクリート自重



静水圧, 揚圧力, 底版反力 (静穏時, 波作用時)

図-12 底版に作用する荷重

よって、性能関数 Z は次式により表すことができる。

$$Z = M_u - M_d \quad (8)$$

$$M_u = A_s f_y d \left(1 - \frac{A_s (b_w d) f_y}{1.7 f_c'} \right) \quad (9)$$

$$M_d = M_{D0} + M_{D1} + M_{D2} + M_S + M_U + M_R + M_{\Delta R} \quad (10)$$

ここで、

A_s : 鉄筋の断面積

b_w : 対象部材の幅

d : 有効高さ

f_y : 鉄筋の引張降伏強度

f_c' : コンクリートの基準強度

M_{D0} : 蓋コンクリート重量による曲げモーメント

M_{D1} : 中詰め砂重量による曲げモーメント

M_{D2} : ケーソン底版自重による曲げモーメント

M_S : 静水圧による曲げモーメント

M_U : 揚圧力による曲げモーメント

M_R : 静穏時底版反力による曲げモーメント

$M_{\Delta R}$: 波作用による底版反力の変動分による曲げモーメント

である。また、底版に作用する荷重が直線分布で表される場合の版の曲げモーメントは、底版の辺長比 $\lambda = L_x/L_y > 1$ の場合、

$$M_d = M_x = XqL_y^2 \quad (\text{x 方向}) \quad (11)$$

$$M_d = M_y = YqL_x^2 \quad (\text{y 方向}) \quad (12)$$

辺長比 $\lambda = L_x/L_y \leq 1$ の場合、

$$M_d = M_x = XqL_x^2 \quad (\text{x 方向}) \quad (13)$$

$$M_d = M_y = YqL_x^2 \quad (\text{y 方向}) \quad (14)$$

で表される。ここで、

L_x, L_y : ケーソン底版の x 方向, y 方向の長さ (m)

X, Y : 求める点での x 方向, y 方向のモーメント係数 (港湾の施設の技術上の基準・同解説 (国土交通省港湾局, 1999a) の巻末参照)

であり、 q は対象とする荷重強度を表す。マウンドの不陸を考慮する場合の静穏時底版反力および波作用による底版反力の変動分については、荷重は集中荷重の集合になり、線形分布では表すことができないため、前節で述べたモデルにより評価する必要がある。

(2) 信頼性解析

構造物の荷重作用時の破壊可能性を表す性能関数 Z を確率変数 X_i を用いて(15)式のように表現すると、破壊局面は $Z=0$ により表現され、 Z が正の領域は構造物が安全な領域にあることを示す。破壊確率は、(16)式に示すように、破壊領域 $g(X) < 0$ において確率変数 X_1, X_2, \dots, X_n の結合確率密度関数 $f_X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ を積分することにより得られる。

$$Z = g(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (15)$$

$$P_f = \int \dots \int_{g(X) < 0} f_X(x_1, x_2, \dots, x_n) dx_1 dx_2 \dots dx_n \quad (16)$$

しかしながら、確率変数の結合確率密度関数を算出

することは一般的に困難であることが多く、同時に(16)式の多重積分を実施することは容易ではない。このため、(16)式の多重積分と等価な値を得るための近似法が提案されている。このうち一般的な方法が1次信頼性解析法FORM(First-Order Reliability Method)であり、性能関数がある状態において線形化近似することにより破壊確率と関連付けられる安全性指標を算出するものである。本研究における解析ではFORMを用い、安全性指標としては1次ガウス近似法により破壊点を収束計算によって求めるHasofer-Lindタイプの安全性指標(Hasofer and Lind, 1974)を算出する。安全性指標の算出方法については、星谷・石井(1986)やHaldar and Mahadevan(2000)が参考となる。なお、本研究においてFORMの計算には、RCP GmbH社製のプログラムCOMRELを用いた。

性能関数が正規確率変数であるとき、破壊確率 p_f と安全性指標 β は式(17)に示す関係にある。

$$p_f = 1 - \Phi(\beta) \quad (17)$$

ここに、 Φ は標準正規確率分布関数である。図-13はその場合の破壊確率と安全性指標の関係を示したものである。安全性指標は、その値が大きいほど破壊確率が小さいことを示す。

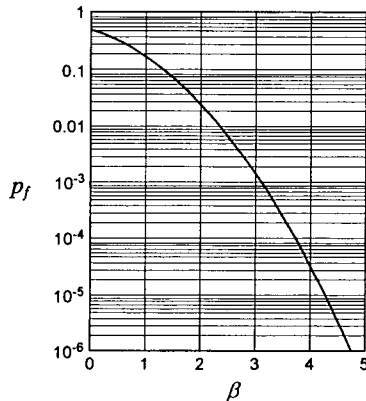


図-13 破壊確率と安全性指標の関係

(3) 設計変数の確率分布

信頼性解析に用いた確率変数の従う分布型は正規分布とし、その平均値の偏り α (平均値と現行の設計に用いている設定値との比)と変動係数 V は表-7に示すものを用いた。表-7の値の根拠は長尾(2001)に詳述されている。また、静穏時底板反力および波作用による底板反力の変動分による版の曲げモーメントの確率分布の評価は、設計条件により値が異なるため、3.2の検討条件において述べる。

表-7 設計変数の平均値の偏りと変動係数

	α	V	
曲げ耐力算定精度 M_u	1.13	0.14	
鉄筋の断面積 A_s , 幅 b_w	1.00	0.0	
有効高さ d	1.00	0.05	
鉄筋の引張降伏強度 f_y	1.14	0.05	235N/mm ² に 対して
コンクリートの基準強度 f_c	1.25	0.05	24N/mm ² に 対して
断面力算定精度 M_d	1.00	0.15	
蓋コンクリートの単位体積重量	1.02	0.02	無筋コンクリート
中詰砂の単位体積重量	1.02	0.02	
鉄筋コンクリートの単位体積重量	0.98	0.02	鉄筋コンクリート
揚圧力の算定精度	0.771	0.238	ケーソン式混成 堤
揚圧力の算定精度	0.708	0.186	消波ブロック被 覆堤

3.2 検討条件

(1) 検討条件

近年の全国における防波堤の設計事例等から、5例を検討対象として選んだ。対象とした5例の設計条件を表-8および表-9に示す。X港は設計事例集(沿岸開発技術研究センター, 1999)に記載されているケーソン式混成堤の条件である。ここで、ケーソン幅はフーチングがある場合もフーチングを含まない値である。 l_x は隔壁の法線平行方向の距離、 l_y は隔壁の法線直角方向の距離である。

表-8 検討対象事例の設計条件

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
港名	N港	O港	M港	T港	X港
消波工	なし	なし	あり	なし	なし
波高(m)	13.4	14.3	7.5	13.1	13.1
周期(s)	13.5	13.0	13.0	14.0	13.5
水深(m)	-21.0	-29.5	-12.3	-17.0	-16.0
ケーソン設置水深(m)	-16.0	-18.5	-7.0	-13.0	-13.0
ケーソン幅(m)	22.0	20.0	10.5	19.3	19.0
ケーソン高さ(m)	17.0	19.0	9.5	15.0	15.0
ケーソン長さ(m)	17.0	14.0	14.0	13.0	12.0
法線平行方向 隔壁数	4	3	3	3	3
法線直角方向 隔壁数	5	4	2	5	4

表-9 検討対象事例の底版の設計条件

	l_x	l_y	底版厚
ケース 1	4.375m	4.065m	0.7m
ケース 2	4.95m	4.4m	0.65m
ケース 3	5.05m	4.6m	0.5m
ケース 4	3.8m	4.1m	0.6m
ケース 5	4.7m	3.8m	0.6m

対象とした 5 例は、波高 7.5m~14.3m、水深-12.3m~-29.5m、隔室数 2~5、底版の 1 辺の大きさ 3.8m~5.05m と広範囲の設計条件をカバーしている。また、M 港のみ消波ブロック被覆堤であり、残りの 4 港はケーソン式混成堤（消波ブロック無し）である。

(2) 版の曲げモーメントの確率分布

静穏時底版反力および波作用による底版反力の変動分による版の曲げモーメントの確率分布は、前述した反力分布算定モデルを用いてモンテカルロシミュレーションにより評価した。反力分布算定モデルに入力する平均応力は、現行設計による試設計結果を考慮して、表-10 に示す値とした。

表-10 平均応力の設定値

	波作用時	静穏時
ケース 1	300kPa	200kPa
ケース 2	400kPa	250kPa
ケース 3	250kPa	150kPa
ケース 4	350kPa	200kPa
ケース 5	400kPa	250kPa

評価結果の一例を図-14 および図-15 に示す。図中の実線は対数正規分布をあてはめた結果であり、点線は正規分布をあてはめた結果である。

図-14 は不陸量±5cm の場合の版中央(I-3)と端部(III-3)における曲げモーメントの評価結果である。端部(III-3)における曲げモーメントは負の値となるが、ここでは、対数正規分布をあてはめる都合上、絶対値をとり図示している。

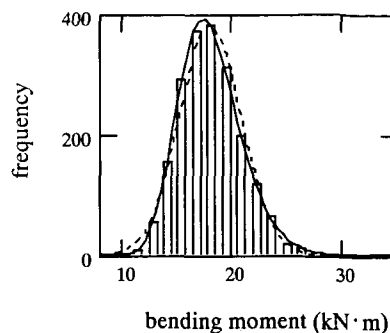


図-14(a) 版中央における曲げモーメントの頻度分布 (ケース 5, 不陸量±5cm, y 方向, I-3)

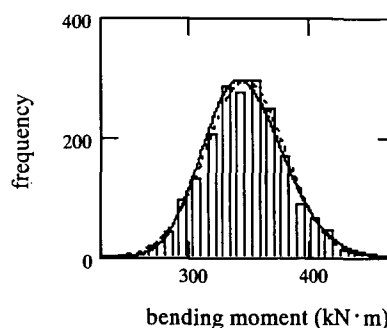


図-14(b) 版端部における曲げモーメントの頻度分布 (ケース 5, 不陸量±5cm, y 方向, III-3)

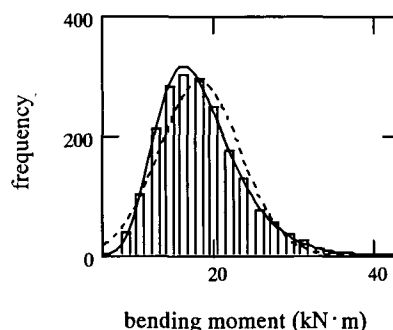


図-15(a) 版中央における曲げモーメントの頻度分布 (ケース 5, 不陸量±20cm, y 方向, I-3)

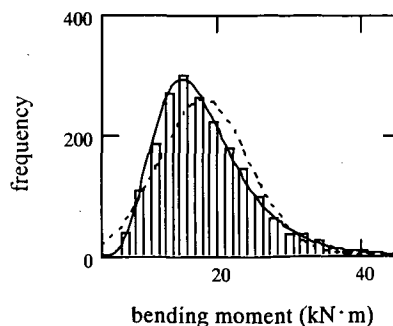


図-15(b) 版中央における曲げモーメントの頻度分布 (ケース 5, 不陸量±30cm, y 方向, I-3)

図-15 は不陸量 $\pm 20\text{cm}$ および $\pm 30\text{cm}$ の場合の版中央 (I-3) における曲げモーメントの評価結果である。図-14(a)に示した不陸量 $\pm 5\text{cm}$ の結果と合わせて比較すると、頻度が最大となる曲げモーメントの値は、不陸量によらずほぼ同じであるが、不陸量が大きいほど曲げモーメントのばらつきは大きいことがわかる。また、不陸量が多い場合、曲げモーメントは左右非対称の分布型となり、正規分布よりも対数正規分布の適合度が高いことがわかる。

全ケースの評価結果の一覧表を付録 A の表-A.1~表-A.10 に示す。

(3) 安全性指標算定のための入力値

安全性指標算定のための曲げモーメントの確率分布としては、あてはめを行った正規分布または対数正規分布とした。確率分布の選択にあたっては、 χ^2 検定を行い適合度の高い分布を用いた。

また、(11)式~(14)式からもわかるように、平均応力と曲げモーメントは比例関係にあり、モデルを用いた計算結果でも入力平均応力と算定結果の曲げモーメントは比例関係にあることを確認している。現行設計では、防波堤前面の波浪条件(波の山作用時、波の谷作用時および静穏時)および潮位条件(H.W.L.またはL.W.L.)毎に荷重合力を算出し、最も大きくなる条件に対して安全性の照査を行う。このため安全性指標の算出も各条件毎に行う必要がある。その際の底版反力によるモーメントは、作用する平均応力に対応して比例配分して評価した曲げモーメントの値を用いた。

3.3 現行設計による鉄筋量に対する安全性指標

(1) 現行設計による鉄筋量に対する安全性指標

現行設計法で設計した鉄筋量に対して、マウンドに不陸がある場合の安全性指標を評価した。現行設計法で鉄筋量を決める際には、コンクリート標準示方書設計編(土木学会, 1996)に準じて、曲げ部材の最小鉄筋比として0.2%を考慮している。

現行の設計法による鉄筋量の算出において、検討する荷重状態のうちマウンド不陸の影響があるものは静穏時、波の山作用時、波の谷作用時であり、それぞれについて潮位条件としてH.W.L.およびL.W.L.がある。検討する位置は、防波堤法線直角方向の各隔室における Area1, 2, 3 (図-10 参照) に対して上側鉄筋, 下側鉄筋があり、またモーメントの方向も防波堤法線直角(x)方向と水平(y)方向がある。ただし、表-11 に示すように、辺長比により危険側となる方向は決まる。例えば、ケース5は辺長

比が1.0以上となるため、y方向の安全性指標がx方向に比べて常に小さくなるので、y方向が危険側となる方向である。

表-11 各ケース辺長比

	辺長比	危険となる方向
ケース1	1.08	y
ケース2	1.13	y
ケース3	1.10	y
ケース4	0.99	x
ケース5	1.24	y

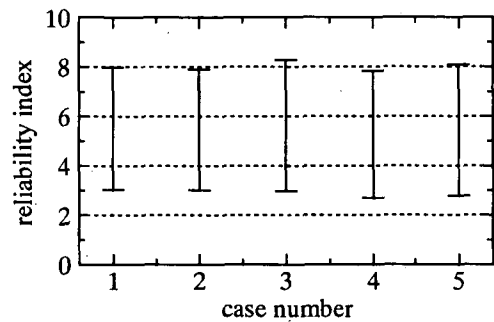


図-16(a) 安全性指標の最大値および最小値 (不陸量 $\pm 5\text{cm}$)

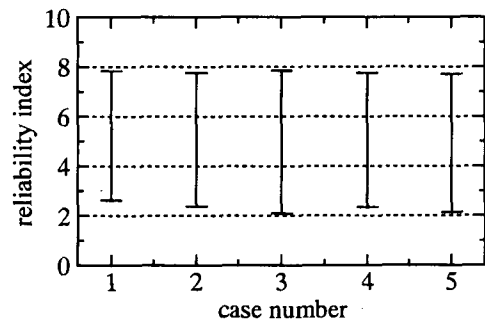


図-16(b) 安全性指標の最大値および最小値 (不陸量 $\pm 20\text{cm}$)

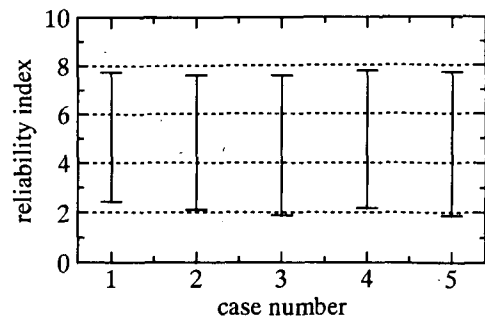


図-16(c) 安全性指標の最大値および最小値 (不陸量 $\pm 30\text{cm}$)

図-16 に不陸量に対する各ケースの安全性指標の最大値と最小値を示す。不陸量±5cm の場合の安全性指標の最小値はケース 4 の 2.69 であり、不陸量±20cm の場合はケース 3 の 2.10、不陸量±30cm の場合はケース 5 の 1.88 である。

全ケースの評価結果の一覧表を付録 A の表-A.11～表-A.20 に示す。

(2) 検討条件の絞り込み

部分係数の評価に関する検討は、全ケースの不陸量±20cm および±30cm について、各検討位置（例えば、港内側隔室 Area1 の上側鉄筋）における安全性指標が最小となる荷重条件（例えば、波の山作用時、H.W.L.）により行った。Area3 の下側鉄筋は他の位置と比較して安全性指標が常に大きな値（不陸量±30cm でも 6 以上）をとるため検討を省略した（付録 A の表-A.11～表-A.20 参照）。

相対的には、港外側隔室については静穏時の L.W.L. の条件で安全性指標が最小になることが多く、港内側隔室については波の山作用時の L.W.L. の条件で安全性指標が最小になることが多い。しかしながら、港内側隔室でも静穏時の条件で安全性指標が最小になる場合もあり、検討位置によって安全性指標が最小になる荷重条件を決めることは難しい。

3.4 部分係数の決定

(1) 部分係数と鉄筋量

ここではマウンド不陸を考慮した終局限界状態における部分係数の設定を行う。

部分係数と鉄筋量の関係を求めるためマウンド不陸に影響する静穏時底版反力 R の部分係数 (γ_{Ru} または γ_{Rd}) および波作用時の底版反力変動分 ΔR の部分係数 ($\gamma_{\Delta Ru}$ または $\gamma_{\Delta Rd}$) を 0.1 刻みで変えた場合の鉄筋量を現行の設計法により算定した。よって、設計荷重合力 q は、

$$q = (1.1 \text{ or } 0.9) \times (D + F) + (\gamma_{Ru} \text{ or } \gamma_{Rd}) \times R + (1.3 \text{ or } 0.7) \times U + (\gamma_{\Delta Ru} \text{ or } \gamma_{\Delta Rd}) \times \Delta R \quad (17)$$

で与えた。ここで、

$$D = D0 + D1 + D2$$

$$W = D + F + U + \Delta R$$

であり、

$D0$: 中詰め砂自重

$D1$: 蓋コンクリート自重

$D2$: 底版自重

F : 静水圧

U : 揚圧力

R : 静穏時底版反力

ΔR : 底版反力変動分である。

また、静穏時底版反力および波作用時の底版反力変動分の部分係数は 2 つずつ定義されており、それぞれ添え字に u および d が付けてある。底版反力が q と同じ向きに作用する場合は添え字 u をつけ、部分係数の値は底版反力が特性値よりも増加するように 1.0 以上の値をとり、底版反力が q と逆向きに作用する場合は添え字 d をつけ、部分係数の値は底版反力が特性値よりも減少するように 1.0 以下の値をとるように設定した。

算定した鉄筋量は、鉄筋の規格と間隔（例えば、D16, 20cm ピッチ）を考慮し、(17) 式の設計荷重合力を用いて現行設計法により決まる必要鉄筋量を上回る鉄筋量とした。

表-12 は、ケース 5 について静穏時底版反力の部分係数 γ_R と底版反力変動分の部分係数 $\gamma_{\Delta R}$ の値を 0.1 刻みで変えた場合（ケース A～AV）の鉄筋量の変化を示している。静穏時の検討においては、鉄筋量は波作用時の底版反力変動分の部分係数の影響を受けないため、静穏時底版反力の部分係数が変わるケースを除いては矢印で表している。

部分係数を大きくすると(17)式より荷重合力は大きくなるので、必要鉄筋量は大きくなる。また、部分係数を大きくしても鉄筋量が $12.12\text{cm}^2/\text{m}$ で変化しない場合もあるが、これは鉄筋量が最小鉄筋比 0.2% の規定で決まっているためである。

全ケースの部分係数と鉄筋量の関係は付録 A の表-A.21～表-A.25 に示す。

(2) 部分係数の決定

マウンド不陸を考慮した場合の底版の曲げ破壊に対する目標安全性指標は、ケーソン式防波堤の外的安定に関する安全性指標の平均値（長尾, 2002; 長尾・宮田, 2002）と同じ 2.4 に設定した。これは、ケーソン底版の曲げ破壊の安全性指標の最小値は、ケーソン式防波堤の外的安定の安全性指標の平均値と等しいことを意味する。なお、この設定の根拠は、部材破壊による復旧費用は外的破壊による復旧費用と比較して同程度以下であることによる。

マウンド不陸を考慮した部分係数の算定は、安全性指標が目標安全性指標 (2.4) 以下となるように、以下の手順で決定した。前述した部分係数を変えて算出した鉄筋量を用いて、安全性指標を評価する（評価した全ケースの安全性指標を付録 A の表-A.26～表-A.35 に示す）。次

いで、その安全性指標が全てのケースにおいて目標安全性指標（2.4）以上になる部分係数をマウンド不陸を考慮した部分係数として決定する。決定した不陸量±20cm、±30cmの部分係数を表-13に示す。静穏時底版反力および底版反力変動分に掛かる部分係数は同じ値となり、不陸量±20cmの場合は1.4（0.6）、不陸量±30cmの場合は1.7（0.3）となった。

図-17にマウンド不陸を考慮した部分係数を用いて底版の設計をした場合の安全性指標を示す。不陸量±20cmの場合、最小値はケース4の2.49であり、不陸量±30cmの場合、最小値はケース3の2.48である。目標安全性指標を2.4に設定したため、不陸量±20cmの場合も±30cmの場合も安全性指標は2.4以上になっている。

表-13 マウンド不陸を考慮した部分係数

不陸量	静穏時底版反力		底版反力変動分	
	ΔR と W が同向	ΔR と W が逆向	ΔR と W が同向	ΔR と W が逆向
	γ_{Ru}	γ_{Rd}	$\gamma_{\Delta Ru}$	$\gamma_{\Delta Rd}$
現行設計	1.1	0.9	1.2	0.8
±20cm	1.4	0.6	1.4	0.6
±30cm	1.7	0.3	1.7	0.3

また、不陸量±5cmの場合は、現行設計で設定されている部分係数を用いて鉄筋量を計算しており、その場合の安全性指標の最小値は、ケース4の2.69である。現行設計では不陸を考慮していないが、安全性指標の目標値を2.4と考えれば、±5cmの不陸があるマウンドに対して現行の設計法で底版の部材設計することに問題はないといえる。

4. 使用限界状態および疲労限界状態における部分係数

(1) 部分係数の設定

マウンド不陸に対応した静穏時底版反力と底版反力変動分の使用限界状態および疲労限界状態の部分係数の設定を行う。使用限界状態および疲労限界状態における設計荷重合力 q は、

$$q = 1.0 \times (D + F) + (\gamma_{Rsu} \text{ or } \gamma_{Rsd}) \times R + 1.0 \times U + (\gamma_{\Delta Rsu} \text{ or } \gamma_{\Delta Rsd}) \times \Delta R \quad (18)$$

で与えられる。部分係数の添え字の u および d はそれぞれ

れ R および ΔR が版に作用する全荷重 W と同じ向きおよび逆向きに作用する場合を示す。ここで、

$$D = D_0 + D_1 + D_2$$

$$W = D + F + U + \Delta R$$

であり、

- D_0 : 中詰め砂自重
- D_1 : 蓋コンクリート自重
- D_2 : 底版自重
- F : 静水圧
- U : 揚圧力
- R : 静穏時底版反力
- ΔR : 底版反力変動分

である。

現行設計法により算出した曲げモーメントの値は、反力分布モデルを用いたモンテカルロシミュレーションにより算出した曲げモーメントの確率分布と比較すると、静穏時が80%、波作用時が90%フラクティル値に相当する。このため、使用限界および疲労限界状態の部分係数は表-14に示した不陸量±5cmと不陸量±20cm、±30cmの場合の曲げモーメントの上述したフラクティル値の比として決定した。これより、部分係数は静穏時、波作用時共に不陸量±20cmで1.1、不陸量±30cmで1.2となる。

表-14 不陸量によるフラクティル値の比

不陸量	静穏時	波作用時
±20cm	1.1	1.2
±30cm	1.1	1.2

(2) 終局限界で決まる鉄筋量との比較

設計事例集（沿岸開発技術研究センター，1999）の例では、現行設計において使用限界状態で決まる鉄筋量の割合が、法線平行方向、港外側で40%、港内側で10%程度である。図-18に示すケース5、不陸量±30cmの計算例では法線平行方向、港外側で30%、港内側で20%程度である。マウンド不陸を考慮した計算法でも使用限界状態で鉄筋量が決まる割合は現行設計法と同程度になる。

また、実際の港湾構造物は疲労破壊した例はほとんどないと考えられる（長尾，1994）。本研究では既存の設計例を対象に検討しているため、不陸を考慮した場合も疲労限界状態の検討により鉄筋量が決まるケースはなかった。

以上より、本研究で決定した使用限界状態および疲労限界状態の部分係数の値は、妥当であると考えられる。

表-12 部分係数と鉄筋量の関係 (ケース 5)

領域	検討状態	地点	現行	A	B	C	D	E	F	G	H	I
			$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.2 (0.9)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.3 (0.9)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.4 (0.9)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.5 (0.9)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.6 (0.9)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.7 (0.9)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.8 (0.9)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.2 (0.8)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.3 (0.8)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.4 (0.8)(0.6)
港内側, Area3, 上側	波の山 LWL	I-3	12.12	12.12	12.12	12.68	14.32	14.32	16.26	12.12	12.12	12.68
港内側, Area2, 上側	波の山 HWL	I-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area2, 下側	静穏 LWL	III-3	12.12	12.12	→	→	→	→	→	12.12	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山 HWL	II-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area1, 下側	波の山 LWL	III-4	19.36	19.36	22.35	22.35	24.24	25.34	28.64	19.36	20.66	22.35
港外側, Area3, 上側	静穏 LWL	I-3	12.12	12.12	→	→	→	→	→	12.12	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏 LWL	I-2	12.12	12.12	→	→	→	→	→	12.12	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏 LWL	III-3	12.68	12.68	→	→	→	→	→	14.64	→	→
港外側, Area1, 上側	静穏 LWL	II-2	12.12	12.12	→	→	→	→	→	12.12	→	→
港外側, Area1, 下側	静穏 LWL	III-2	12.12	12.12	→	→	→	→	→	12.12	→	→

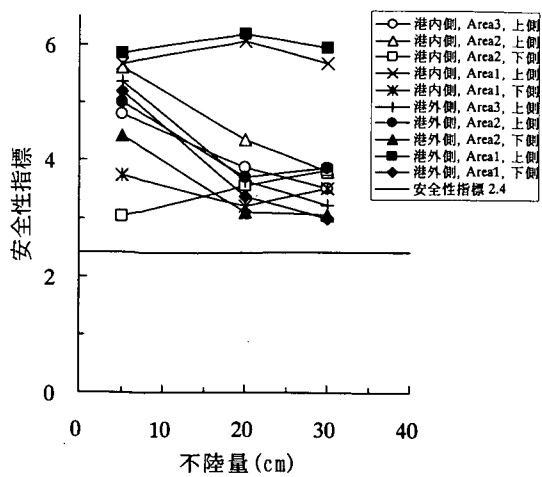
領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
			$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.5 (0.8)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.6 (0.8)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.7 (0.8)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.8 (0.8)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.2 (0.7)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.3 (0.7)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.4 (0.7)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.5 (0.7)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.6 (0.7)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.7 (0.7)(0.3)
港内側, Area3, 上側	波の山 LWL	I-3	14.32	14.32	16.26	16.26	12.12	12.68	14.32	14.32	16.26	16.26
港内側, Area2, 上側	波の山 HWL	I-4	12.12	12.12	12.12	12.68	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.68
港内側, Area2, 下側	静穏 LWL	III-3	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山 HWL	II-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area1, 下側	波の山 LWL	III-4	24.24	25.34	28.64	28.64	20.66	22.35	24.24	24.24	28.64	28.64
港外側, Area3, 上側	静穏 LWL	I-3	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏 LWL	I-2	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏 LWL	III-3	→	→	→	→	16.84	→	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	静穏 LWL	II-2	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→	→
港外側, Area1, 下側	静穏 LWL	III-2	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
			$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.8 (0.7)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.2 (0.6)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.3 (0.6)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.4 (0.6)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.5 (0.6)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.6 (0.6)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.7 (0.6)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.8 (0.6)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.2 (0.5)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.3 (0.5)(0.7)
港内側, Area3, 上側	波の山 LWL	I-3	16.26	12.68	14.32	14.32	16.26	16.26	16.26	16.84	14.32	14.32
港内側, Area2, 上側	波の山 HWL	I-4	14.32	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.68	14.32	12.12	12.12
港内側, Area2, 下側	静穏 LWL	III-3	→	14.32	→	14.32	→	→	→	→	16.26	→
港内側, Area1, 上側	波の山 HWL	II-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area1, 下側	波の山 LWL	III-4	28.64	22.35	24.24	24.24	28.64	28.64	28.64	33.68	24.24	24.24
港外側, Area3, 上側	静穏 LWL	I-3	→	12.12	→	12.12	→	→	→	→	12.12	→
港外側, Area2, 上側	静穏 LWL	I-2	→	12.12	→	12.12	→	→	→	→	12.12	→
港外側, Area2, 下側	静穏 LWL	III-3	→	19.36	→	19.36	→	→	→	→	20.66	→
港外側, Area1, 上側	静穏 LWL	II-2	→	12.12	→	12.12	→	→	→	→	12.12	→
港外側, Area1, 下側	静穏 LWL	III-2	→	12.68	→	12.68	→	→	→	→	14.32	→

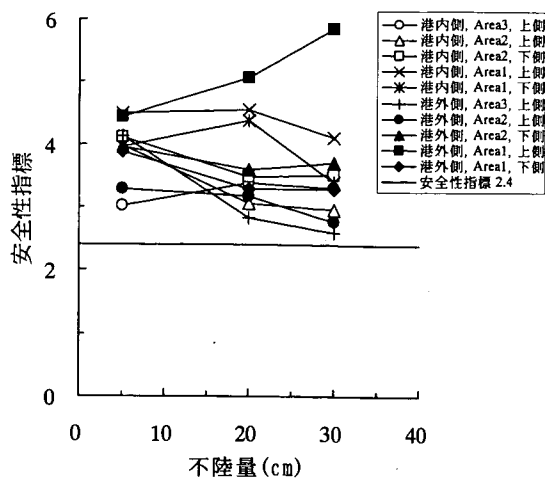
領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
			$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.4 (0.5)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.5 (0.5)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.6 (0.5)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.7 (0.5)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.8 (0.5)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.2 (0.4)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.3 (0.4)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.4 (0.4)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.5 (0.4)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.6 (0.4)(0.4)
港内側, Area3, 上側	波の山 LWL	I-3	16.26	16.26	16.26	16.84	19.36	14.32	16.26	16.26	16.26	16.84
港内側, Area2, 上側	波の山 HWL	I-4	12.12	12.12	12.68	14.32	14.32	12.12	12.12	12.12	12.68	14.32
港内側, Area2, 下側	静穏 LWL	III-3	→	→	→	→	→	16.84	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山 HWL	II-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area1, 下側	波の山 LWL	III-4	25.34	28.64	28.64	29.28	33.68	24.24	25.34	28.64	28.64	29.28
港外側, Area3, 上側	静穏 LWL	I-3	→	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏 LWL	I-2	→	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏 LWL	III-3	→	→	→	→	→	24.24	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	静穏 LWL	II-2	→	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→
港外側, Area1, 下側	静穏 LWL	III-2	→	→	→	→	→	16.26	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV
			$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.7 (0.4)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.8 (0.4)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.2 (0.3)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.3 (0.3)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.4 (0.3)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.5 (0.3)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.6 (0.3)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.7 (0.3)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.8 (0.3)(0.2)
港内側, Area3, 上側	波の山 LWL	I-3	19.36	19.36	16.26	16.26	16.26	16.84	19.36	19.36	19.36
港内側, Area2, 上側	波の山 HWL	I-4	14.32	14.32	12.12	12.12	12.12	12.68	14.32	14.32	14.64
港内側, Area2, 下側	静穏 LWL	III-3	→	→	19.36	→	→	→	→	19.36	→
港内側, Area1, 上側	波の山 HWL	II-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area1, 下側	波の山 LWL	III-4	33.68	33.68	25.34	28.64	28.64	29.28	33.68	33.68	33.68
港外側, Area3, 上側	静穏 LWL	I-3	→	→	12.12	→	→	→	→	12.12	→
港外側, Area2, 上側	静穏 LWL	I-2	→	→	12.12	→	→	→	→	12.12	→
港外側, Area2, 下側	静穏 LWL	III-3	→	→	25.34	→	→	→	→	25.34	→
港外側, Area1, 上側	静穏 LWL	II-2	→	→	12.12	→	→	→	→	12.12	→
港外側, Area1, 下側	静穏 LWL	III-2	→	→	16.26	→	→	→	→	16.26	→

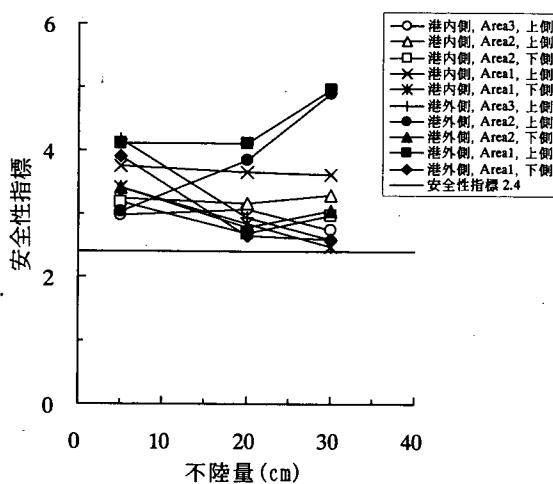
(単位: cm²/m)



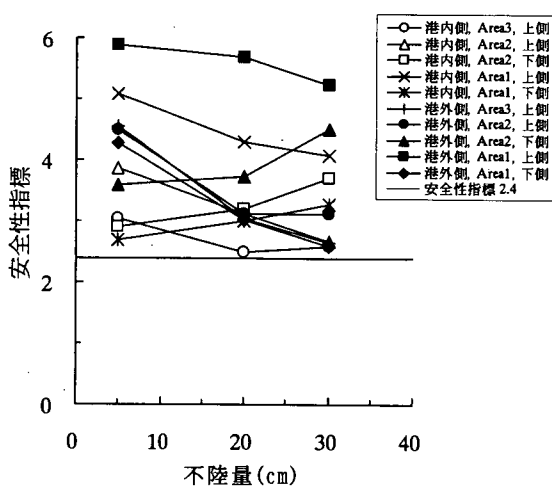
(ケース 1)



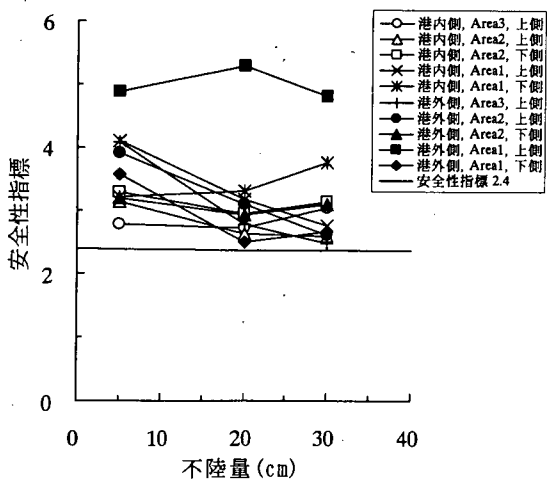
(ケース 2)



(ケース 3)



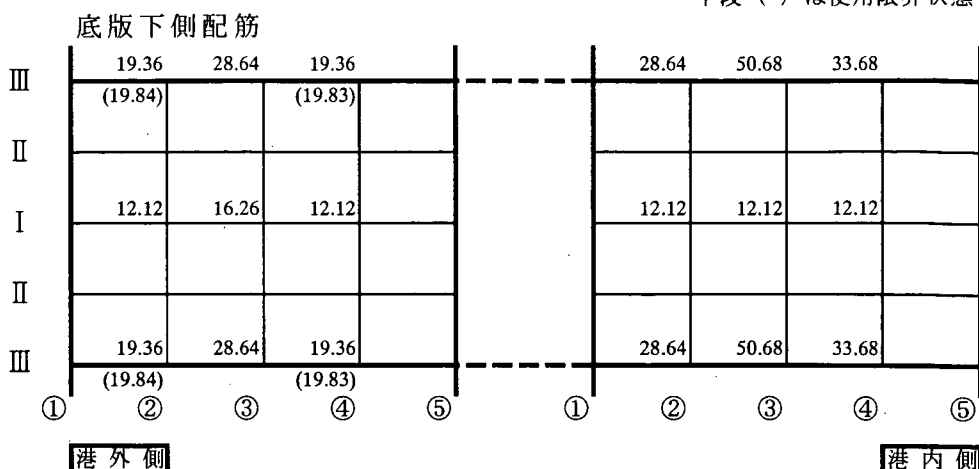
(ケース 4)



(ケース 5)

図-17 不陸量に対する安全性指標

上段は終局限界状態で決まる鉄筋量
 下段（ ）は使用限界状態で決まる鉄筋量



上段は終局限界状態で決まる鉄筋量
 下段（ ）は使用限界状態で決まる鉄筋量

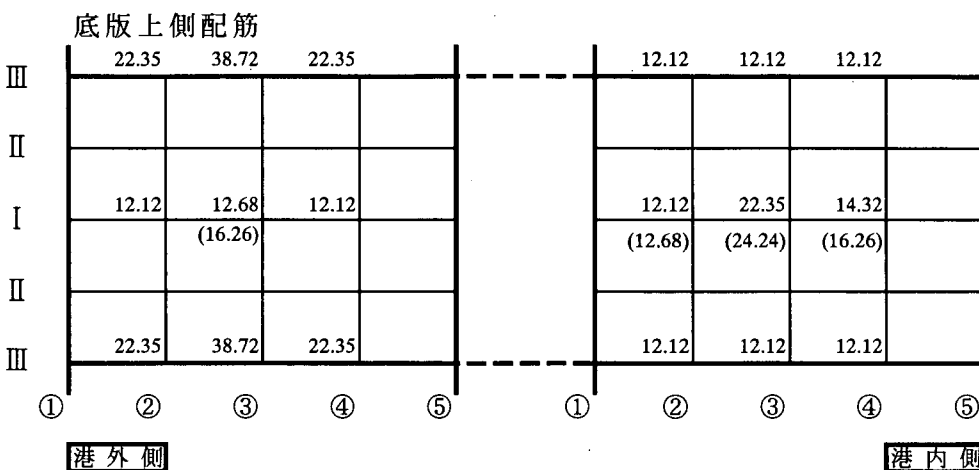


図-18 終局限界状態と使用限界状態で決まる鉄筋量の比較 (単位: cm²/m)
 (ケース 5, 不陸量±30cm)

5. 不陸量と鉄筋量の関係

マウンド不陸を考慮することにより、底版には局所的に大きな反力が作用し、底版に発生する曲げモーメントのばらつきが大きくなるため、現行設計法と同じレベルの安全性を確保しようとする鉄筋量は増加する。図-19は、不陸を考慮した場合のケーソン一函当たりの底版の鉄筋量の増分を示している。条件によって鉄筋量の増分はかなりばらつくことがわかる。

また、図-20は、上述した底版の鉄筋量の増分に関して、検討対象とした全ケースの最大、最小および平均(○)である。当然のことながら、不陸量の増加に伴い、鉄筋量の増分も増加し、不陸量±20cmの場合、鉄筋量の増分は最小1.01、最大1.22、平均1.11であり、不陸量±30cmの場合、鉄筋量の増分は最小1.06、最大1.52、平均1.30である。

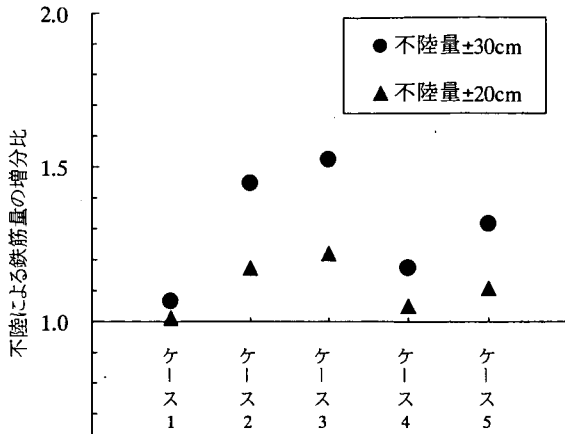


図-19 不陸を考慮した場合の鉄筋量の増分

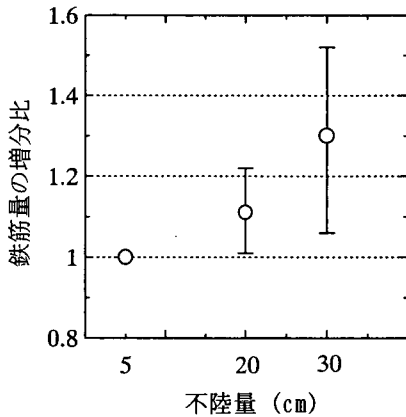


図-20 不陸量に対する鉄筋量の増分 (ケース 1~5)

6. おわりに

本研究では、実験結果に基づいた反力分布モデルを用いて、マウンド不陸を考慮した場合の底版の部材設計に用いる部分係数を評価した。

終局限界状態における静穏時底版反力および波作用時の底版反力変動分に掛ける部分係数は表-15 に示す値となった (記号については 3.4 参照)。ここで、目標安全性指標はケーソン式防波堤の外的安定に関する安全性指標の平均値 (長尾, 2002; 長尾・宮田, 2002) と同じ 2.4 に設定した。

また、現行設計法により算出した曲げモーメントと反力分布モデルにより算出した曲げモーメントの確率分布

と比較すると、静穏時が 80%、波作用時が 90% フラクタイル値に相当する。よって、使用限界および疲労限界状態の部分係数は、不陸量±5cm と不陸量±20cm, ±30cm の場合の曲げモーメントの上述したフラクタイル値の比として決定した。決定した結果を表-16 に示す。終局限界状態における設計結果と使用限界状態および疲労限界状態における設計結果の比較より、本研究で決定した使用限界状態および疲労限界状態の部分係数の値は、妥当であると考えられる。

表-15 終局限界状態における底版反力の部分係数

不陸量	静穏時底版反力		底版反力変動分	
	ΔR と W が同向	ΔR と W が逆向	ΔR と W が同向	ΔR と W が逆向
	γ_{Ru}	γ_{Rd}	$\gamma_{\Delta Ru}$	$\gamma_{\Delta Rd}$
現行設計	1.1	0.9	1.2	0.8
±20cm	1.4	0.6	1.4	0.6
±30cm	1.7	0.3	1.7	0.3

表-16 使用および疲労限界状態における底版反力の部分係数

不陸量	静穏時	波作用時
現行設計	1.0	1.0
±20cm	1.1	1.2
±30cm	1.1	1.2

(2003 年 2 月 14 日受付)

謝辞

本研究を取りまとめるにあたり、横浜港湾空港技術調査事務所の菊池信夫技術開発課長および山本修司港湾研究部長に有益な意見を頂いた。また、解析および付録に示した設計例の作成については、佐藤秀政氏 (復建調査設計 (株)) に協力頂いた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 沿岸開発技術研究センター (1999) : 港湾構造物設計事例集
- 国土交通省港湾局監修 (1999a) : 港湾の施設の技術上の基準・同解説, 日本港湾協会
- 国土交通省港湾局監修 (1999b) : 港湾工事共通仕様書,

日本港湾協会

- 土木学会 (1996) : コンクリート標準示方書 (平成 8 年度
制定) 設計編.
- 長尾毅 (1994) : 限界状態設計法の鉄筋コンクリート構造
物への適用に関する研究, 港湾技術研究所報告, 第
33 卷, 第 4 号, pp.69-113.
- 長尾毅 (2001) : ケーソン式港湾構造物への信頼性設計法
の適用に関する研究, 京都大学学位論文, 169P.
- 長尾毅 (2002) : ケーソン式防波堤の外的安定に関する信
頼性設計手法の提案, 国土技術政策総合研究所研究
報告, No.4.
- 長尾毅・宮田正史 (2002) : ケーソン式防波堤の終局曲げ
安全性照査に関する信頼性設計手法の提案, 国土技
術政策総合研究所資料, No.16.
- 星谷勝・石井清 (1986) : 構造物の信頼性設計法, 鹿島出
版会
- 宮田正史・菅野高弘・長尾毅・篠原勝次・近藤隆道 (1999) :
均し精度がケーソン底版断面力に及ぼす影響, 港湾
技研資料, No.945.
- 宮田正史・森屋陽一・長尾毅・菅野高弘 (2003) : 均し精
度がケーソン底版断面力に及ぼす影響~その 2~,
国土技術政策総合研究所資料 (投稿中).
- Haldar, A. and S. Mahadevan (2000) : Probability, Reliability
and Statistical Methods in Engineering Design, John
Wiley & Sons, Inc.
- Hasofer, A. M. and Lind, N. C. (1974) : Exact and Invariant
Second moment Code Format Journal of the Engineering
Mechanics Division, ASCE, Vol.100, No.EM1,
pp.111-121.
- Miyata, M., T. Sugano, T. Nagao, M. Nakagawa, G. G. Mustoe,
T. Tanaka and N. Kikuchi (2003) : Experimental Study on
Load Support Systems of Rubble Rock Foundations,
Journal of Geotechnical Engineering, (to be publishing).
- Radai, F., M. Jean, J-J. Moreau and S. N. Roux (1996) : Force
Distributions in Dense Two-dimensional Granular
Systems, Physical Review Let. 77, pp.274-277.

付録A 部分係数の評価における詳細データ

A.1 曲げモーメントの確率分布

モンテカルロシミュレーションにより評価した底版の曲げモーメントに対して正規分布と対数正規分布のあてはめを行った。表-A.1～表-A.10 にあてはめた結果の正規分布および対数正規分布の平均値および標準偏差を示す。また、合わせて χ^2 値も示した。安全性指標の評価には、 χ^2 値の小さい方の分布型を用いた。

A.2 現行設計の鉄筋量に対する安全性指標

不陸を考慮しない現行設計法で設定した鉄筋量に対して、安全性指標を評価した。表-A.11～表-A.20 に現行設計の鉄筋量に対する安全性指標を示す。

表中の空欄は、鉄筋の引張方向に荷重が作用していないケースである。

A.3 部分係数と鉄筋量の関係

部分係数を0.1刻みで変えた場合に鉄筋量がどう変化するかを評価した。表-A.21～表-A.25 に各ケースの部分係数と鉄筋量の関係を示す。

A.4 部分係数と安全性指標の関係

部分係数を0.1刻みで変えた場合に安全性指標がどう変化するかを評価した。表-A.26～表-A.35 に各ケースの部分係数と鉄筋量の関係を示す。

表-A.1 曲げモーメントの確率分布 (ケース 1, 波作用時)

ケース	不陸量(cm)	荷重条件	領域	曲げモーメント(kN・m/m)				χ^2 検定			
				正規分布		対数正規分布		正規	対数正規	χ^2 値	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差				
1	5	波作用時	x	I-1	-234.888	23.478	234.892	23.576	35.123	418.004	26.296
				I-2	58.045	15.095	58.096	15.682	198.247	39.497	26.296
				I-3	109.425	17.421	109.426	17.419	754.449	30.332	26.296
				II-1	-163.272	17.63	163.277	17.751	34.496	21.631	26.296
				II-2	37.078	12.326	37.197	13.385	173.726	67.628	26.296
				II-3	67.993	13.326	68.003	13.489	115.642	22.832	26.296
				III-1	-15.344	2.131	15.344	2.147	35.551	11.267	26.296
				III-2	-27.748	2.809	27.749	2.842	18.449	30.126	26.296
				III-3	-38.221	3.572	38.222	3.579	31.513	26.624	26.296
			y	I-1	-35.365	3.429	35.367	3.467	103.356	66.744	26.296
				I-2	81.645	13.973	81.649	14.033	5036.717	28.303	26.296
				I-3	124.224	17.835	124.221	17.767	467.174	25.78	26.296
				II-1	-25.404	2.644	25.405	2.677	39.102	33.606	26.296
				II-2	37.089	12.587	37.235	13.834	188.977	65.211	26.296
				II-3	54.471	13.864	54.528	14.529	120.509	45.435	26.296
				III-1	-15.343	2.145	15.344	2.16	46.237	12.068	26.296
				III-2	-178.19	18.727	178.195	18.87	27.153	16.825	26.296
				III-3	-249.954	24.121	249.957	24.19	31.29	17.724	26.296
1	20	波作用時	x	I-1	-235.351	42.459	235.401	43.312	43.982	73.559	26.296
				I-2	58.38	27.106			157711.567		26.296
				I-3	110.456	31.034	110.571	32.285	642.029	33.729	26.296
				II-1	-164.178	31.927	164.224	32.661	43.601	23.448	26.296
				II-2	37.461	22.06			838.215		26.296
				II-3	68.788	23.823	69.013	25.67	297.145	61.767	26.296
				III-1	-15.555	3.861	15.56	3.92	794.613	27.551	26.296
				III-2	-27.933	5.001	27.945	5.177	34.129	68.9	26.296
				III-3	-38.335	6.344	38.344	6.515	21.399	41.334	26.296
			y	I-1	-35.334	6.077	35.343	6.239	25.654	100.235	26.296
				I-2	82.466	25.392	82.565	26.426	300.776	39.526	26.296
				I-3	125.28	32.221	125.352	33.153	234.222	35.232	26.296
				II-1	-25.583	4.768	25.597	4.719	33.638	265.123	26.296
				II-2	37.5	22.131			471.511		26.296
				II-3	54.445	25.336			310.932		26.296
				III-1	-15.514	3.836	15.519	3.896	1051.326	22.683	26.296
				III-2	-179.338	34.008	179.383	34.719	59.116	21.446	26.296
				III-3	-250.801	43.818	250.858	44.82	32	29.517	26.296
1	30	波作用時	x	I-1	-234.209	54.491	234.354	56.393	86.815	587.092	26.296
				I-2	58.206	33.595			1509.275		26.296
				I-3	108.854	38.471	109.03	40.098	639.667	24.973	26.296
				II-1	-162.342	40.888	162.438	42.179	73.365	23.035	26.296
				II-2	37.069	28.208			581356.559		26.296
				II-3	67.372	28.356	67.838	31.827	274.96	48.25	26.296
				III-1	-15.283	4.88	15.291	4.987	209.367	17.002	26.296
				III-2	-23.472	6.11	27.498	6.449	22.529	97.773	26.296
				III-3	-37.822	7.853	37.855	8.282	27.201	163.328	26.296
			y	I-1	-35.187	7.803	35.233	8.335	46.818	80.407	26.296
				I-2	81.891	31.856	82.14	33.905	4146.463	23.276	26.296
				I-3	123.589	39.171	123.716	40.415	507.084	20.43	26.296
				II-1	-25.259	6.057			96.281		26.296
				II-2	36.501	27.229			9207.124		26.296
				II-3	53.138	30.807			303.498		26.296
				III-1	-15.286	4.898	15.293	4.991	298.254	17.204	26.296
				III-2	-176.073	41.862	176.19	43.423	60.11	36.106	26.296
				III-3	-247.483	53.877	247.603	55.554	69.023	34.581	26.296

表-A.2 曲げモーメントの確率分布 (ケース 1, 静穏時)

ケース	不陸量(cm)	荷重条件	領域	曲げモーメント(kN・m/m)				χ^2 検定			
				正規分布		対数正規分布		正規	対数正規	χ^2 値	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差				
1	5	静穏時	x	I-1	-155.681	25.034	155.7	25.376	33.404	70.562	26.296
				I-2	38.28	15.61	38.669	18.315	236.75	102.682	26.296
				I-3	73.044	18.244	73.092	18.804	185.776	26.295	26.296
				II-1	-108.8	19.161	108.831	19.695	23.849	41.478	26.296
				II-2	24.781	13.323			168.559		26.296
				II-3	45.492	14.07	45.568	14.823	725.504	40.078	26.296
				III-1	-10.293	2.312	10.299	2.394	57.913	52.696	26.296
				III-2	-18.507	3.035	18.514	3.167	17.02	148.931	26.296
				III-3	-25.456	3.821	25.461	3.921	23.978	77.289	26.296
			y	I-1	-23.452	3.647	23.458	3.75	41.428	34.549	26.296
				I-2	54.268	14.849	54.29	15.111	3341.654	14.312	26.296
				I-3	82.426	18.711	82.455	19.074	196.553	27.862	26.296
				II-1	-16.917	2.857	16.924	2.976	21.099	77.285	26.296
				II-2	24.958	13.423			271.447		26.296
				II-3	36.379	15.128	36.749	17.699	393.801	90.067	26.296
				III-1	-10.314	2.344	10.32	2.413	98.799	35.556	26.296
				III-2	-119.066	20.683	119.102	21.292	20.108	41.006	26.296
				III-3	-166.584	25.887	166.605	26.303	31.42	19.347	26.296
1	20	静穏時	x	I-1	-156.098	43.679	156.305	45.952	118.309	4072.662	26.296
				I-2	39.078	27.154			902.553		26.296
				I-3	72.24	31.422	72.54	33.476	29888290.601	34.939	26.296
				II-1	-108.494	33.678	108.653	35.37	118.22	31.368	26.296
				II-2	24.763	22.84			9407371.239		26.296
				II-3	44.868	23.026			6044.664		26.296
				III-1	-10.161	4.003	10.187	4.229	6975.549	30.76	26.296
				III-2	-18.427	5.095			1552.03		26.296
				III-3	-25.443	6.223	25.466	6.503	55.913	37.893	26.296
			y	I-1	-23.513	6.255			35.07		26.296
				I-2	54.778	26.112	55.2	28.952	30620.073	35.563	26.296
				I-3	82.359	32.843	82.502	33.966	345889977.119	43.617	26.296
				II-1	-16.882	5.035			93.912		26.296
				II-2	24.373	22.512			19786.959		26.296
				II-3	35.453	24.75			124430.334		26.296
				III-1	-10.165	3.996	10.191	4.226	21012.145	31.933	26.296
				III-2	-118.369	34.884	118.516	36.528	100.028	25.392	26.296
				III-3	-165.616	42.726	165.758	44.407	75.429	34.339	26.296
1	30	静穏時	x	I-1	-156.735	50.299	157.083	53.817	91.543	602.604	26.296
				I-2	38.201	31.43			11123375.308		26.296
				I-3	73.985	36.104	74.645	40.754	827202.092	51.169	26.296
				II-1	-109.362	38.315	109.639	40.914	275.965	53.467	26.296
				II-2	24.289	26.526			69387.658		26.296
				II-3	46.25	29.461			20003.544		26.296
				III-1	-10.344	4.654	10.382	4.961	1464.342	37.29	26.296
				III-2	-18.716	5.865			79.352		26.296
				III-3	-25.872	7.653			58.671		26.296
			y	I-1	-23.498	7.172	23.613	8.104	59.684	121.867	26.296
				I-2	54.853	30.108			83374802752.257		26.296
				I-3	83.936	37.325	84.37	40.636	12279.517	39.838	26.296
				II-1	-17.021	5.528	17.115	6.272	56.069	284.902	26.296
				II-2	25.036	26.941			193933.713		26.296
				II-3	37.595	31.502			86364.225		26.296
				III-1	-10.376	4.682	10.422	5.028	2236.892	45.383	26.296
				III-2	-119.757	40.307	120.069	43.359	107.459	52.406	26.296
				III-3	-168.82	52.925	169.153	56.297	87.293	32.441	26.296

表-A.3 曲げモーメントの確率分布 (ケース2, 波作用時)

ケース	不陸量(cm)	荷重条件	領域	曲げモーメント(kN・m/m)				χ^2 検定			
				正規分布		対数正規分布		正規	対数正規	χ^2 値	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差				
2	5	波作用時	x	I-1	-375.164	37.045	375.167	37.123	20.323	38.984	26.296
				I-2	84.741	22.641	84.877	24.13	78.302	61.1	26.296
				I-3	165.604	25.636	165.614	25.811	132.476	25.562	26.296
				II-1	-260.177	28.102	260.186	28.344	18.084	17.373	26.296
				II-2	54.324	18.68	54.8	21.984	104.086	171.863	26.296
				II-3	102.546	19.795	102.575	20.26	340.334	23.045	26.296
				III-1	-20.332	2.994	20.334	3.032	183.752	36.1	26.296
				III-2	-44.465	4.347	44.466	4.388	19.857	30.838	26.296
				III-3	-65.091	5.711	65.094	5.785	12.148	37.332	26.296
			y	I-1	-57.496	5.427	57.497	5.452	31.48	68.826	26.296
				I-2	127.64	20.744	127.647	20.86	108.388	25.923	26.296
				I-3	203.93	26.634	203.932	26.679	80.843	18.608	26.296
				II-1	-40.814	4.209	40.816	4.261	26.936	29.634	26.296
				II-2	60.778	18.407	60.953	20.049	113.509	105.967	26.296
				II-3	92.845	20.624	92.891	21.24	82.505	26.944	26.296
				III-1	-20.175	2.959	20.177	3.006	39.818	35.638	26.296
				III-2	-280.924	29.041	280.93	29.232	16.671	15.392	26.296
				III-3	-415.806	38.396	415.814	38.674	12.517	12.76	26.296
2	20	波作用時	x	I-1	-375.205	64.235	375.273	65.42	41.051	63.385	26.296
				I-2	84.4	38.033			382.197		26.296
				I-3	166.726	46.007	166.918	48.106	177.804	46.912	26.296
				II-1	-261.094	49.364	261.166	50.49	57.675	31.612	26.296
				II-2	53.917	31.728			513.801		26.296
				II-3	104.158	35.173	104.525	38.403	385.873	84.901	26.296
				III-1	-20.561	5.352	20.569	5.464	114.077	19.528	26.296
				III-2	-44.743	7.793	44.755	7.997	37.798	36.373	26.296
				III-3	-65.362	10.312	65.377	10.579	23.124	38.175	26.296
			y	I-1	-57.508	9.405	57.52	9.618	50.303	55.467	26.296
				I-2	127.832	36.544	127.941	37.683	451.59	28.171	26.296
				I-3	205.158	48.519	205.228	49.423	264.693	16.797	26.296
				II-1	-41.029	7.313	41.046	7.58	24.729	88.991	26.296
				II-2	60.592	31.305			659.058		26.296
				II-3	94.288	38.228			234.386		26.296
				III-1	-20.382	5.312	20.39	5.424	112.948	21.931	26.296
				III-2	-282.91	51.57	282.955	52.32	76.128	39.992	26.296
				III-3	-417.918	69.206	418.006	70.777	24.776	22.261	26.296
2	30	波作用時	x	I-1	-373.704	81.851	373.94	85.23	52.033	340.644	26.296
				I-2	82.475	48.257			1137.416		26.296
				I-3	166.722	58.246	167.024	60.848	1120.27	25.598	26.296
				II-1	-259.75	61.543	259.94	64.037	47.485	23.162	26.296
				II-2	53.375	40.496			3454.101		26.296
				II-3	102.489	44.145	103.292	49.793	4120.864	61.602	26.296
				III-1	-20.364	6.363	20.388	6.623	181.864	32.72	26.296
				III-2	-44.306	9.336	44.345	9.858	31.185	100.503	26.296
				III-3	-64.729	12.652	64.763	13.156	30.897	67.567	26.296
			y	I-1	-57.129	11.91	57.167	12.467	21.885	333.955	26.296
				I-2	126.968	45.405	127.353	48.808	236.472	26.173	26.296
				I-3	204.698	60.909	204.861	62.662	450.36	12.065	26.296
				II-1	-40.794	8.957	40.829	9.425	31.613	56.373	26.296
				II-2	60.306	39.389			1116.437		26.296
				II-3	91.788	45.476			347.552		26.296
				III-1	-20.189	6.306	20.213	6.556	165.382	23.444	26.296
				III-2	-280.334	63.628	280.545	66.365	47.589	31.891	26.296
				III-3	-413.622	85.217	413.802	87.854	54.253	44.238	26.296

表-A.4 曲げモーメントの確率分布 (ケース2, 静穏時)

ケース	不陸量(cm)	荷重条件	領域	曲げモーメント(kN・m/m)				χ ² 検定			
				正規分布		対数正規分布		正規	対数正規	χ ² 値	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差				
2	5	静穏時	x	I-1	-235.381	36.013	235.409	36.551	28.229	348.49	26.296
				I-2	53.204	22.241			1303.403		26.296
				I-3	103.918	24.652	103.956	25.172	97.07	20.675	26.296
				II-1	-162.695	27.111	162.723	27.631	26.637	31.274	26.296
				II-2	34.129	18.306			332.69		26.296
				II-3	64.808	19.571	64.875	20.275	652.572	22.522	26.296
				III-1	-12.708	2.866	12.71	2.896	200.79	23.116	26.296
				III-2	-27.871	4.156	27.875	4.246	26.112	31.277	26.296
				III-3	-40.851	5.53	40.854	5.589	40.977	25.256	26.296
			y	I-1	-36.059	5.306	36.064	5.413	22.753	25.604	26.296
				I-2	80.394	20.176	80.438	20.695	3610.246	24.5	26.296
				I-3	128.02	25.735	128.043	26.088	165.363	10.172	26.296
				II-1	-25.525	4.068	25.531	4.191	26.906	66.811	26.296
				II-2	37.833	17.548			721.061		26.296
				II-3	58.526	21.109	58.712	22.703	1083.759	56.622	26.296
				III-1	-12.624	2.844	12.627	2.881	202.6	21.061	26.296
				III-2	-176.332	28.366	176.355	28.795	39.138	25.604	26.296
				III-3	-261.169	37.334	261.185	37.676	58.177	21.432	26.296
2	20	静穏時	x	I-1	-233.657	59.726	233.88	62.446	55.877	127.192	26.296
				I-2	53.318	36.519			527327.885		26.296
				I-3	102.023	42.541	102.429	45.661	9501.497	19.933	26.296
				II-1	-162.393	45.804	162.539	47.472	123.492	27.613	26.296
				II-2	34.263	30.413			6858.228		26.296
				II-3	63.589	32.622			1873.196		26.296
				III-1	-12.666	4.787	12.68	4.908	544.211	14.001	26.296
				III-2	-27.627	7.039	27.66	7.419	55.556	51.594	26.296
				III-3	-40.399	9.251	40.432	9.951	45.624	40.472	26.296
			y	I-1	-35.777	8.724	35.892	9.683	53.145	388.359	26.296
				I-2	79.879	34.021	80.167	36.321	88120.423	31.136	26.296
				I-3	125.832	44.753	125.942	46.007	596.623	13.235	26.296
				II-1	-25.517	6.767	25.561	7.224	67.134	80.703	26.296
				II-2	37.979	30.628			25837.944		26.296
				II-3	58.082	35.338			728.721		26.296
				III-1	-12.602	4.744	12.618	4.897	514.905	12.493	26.296
				III-2	-175.03	48.011	175.196	49.906	89.062	21.234	26.296
				III-3	-258.069	63.787	258.277	66.377	60.194	33.026	26.296
2	30	静穏時	x	I-1	-232.095	70.542	232.544	75.06	95.235	1220.293	26.296
				I-2	51.767	42.136			158675.774		26.296
				I-3	101.609	48.765	102.224	53.281	3328.751	32.906	26.296
				II-1	-161.951	55.188	162.285	58.31	160.147	32.063	26.296
				II-2	33.388	34.818			2765.92		26.296
				II-3	64.139	40.032			415479.682		26.296
				III-1	-12.628	5.855	12.669	61.69	2258.099	15.784	26.296
				III-2	-27.728	8.3	27.796	8.961	157.129	91.767	26.296
				III-3	-40.501	11.376			53.491		26.296
			y	I-1	-35.663	10.441	35.749	11.288	74.938	1001.563	26.296
				I-2	77.455	39.146	78.233	44.331	1534.947	39.848	26.296
				I-3	124.688	51.929	124.998	54.561	1116.274	27.366	26.296
				II-1	-25.371	8.232			127.184		26.296
				II-2	37.891	33.951			96529.309		26.296
				II-3	58.781	42.77			4435680.205		26.296
				III-1	-12.54	5.761	12.586	6.121	2896.519	20.509	26.296
				III-2	-176	57.412	176.424	61.443	110.43	43.517	26.296
				III-3	-258.691	76.793	259.275	82.605	90.468	67.481	26.296

表-A.5 曲げモーメントの確率分布 (ケース 3, 波作用時)

ケース	不陸量(cm)	荷重条件	領域	曲げモーメント(kN・m/m)				χ^2 検定			
				正規分布		対数正規分布		正規	対数正規	χ^2 値	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差				
3	5	波作用時	x	I-1	-263.609	25.182	263.613	25.31	34.957	22.772	26.296
				I-2	58.083	14.678	58.137	15.32	339.461	41.363	26.296
				I-3	114.456	16.401	114.46	16.489	84.777	19.67	26.296
				II-1	-170.664	18.165	170.668	18.282	38.921	27.925	26.296
				II-2	35.147	11.625	35.346	13.166	314.033	263.473	26.296
				II-3	65.314	12.228	65.33	12.504	59.935	36.41	26.296
				III-1	-10.429	1.745	10.429	1.744	153.152	23.446	26.296
				III-2	-30.189	2.955	30.189	2.97	25.982	11.793	26.296
				III-3	-45.659	3.959	45.659	3.974	20.342	17.66	26.296
			y	I-1	-41.307	3.81	41.308	3.833	18.852	46.661	26.296
				I-2	82.78	13.201	82.78	13.204	237.543	26.436	26.296
				I-3	136.456	17.407	136.459	17.483	85.84	18.813	26.296
				II-1	-27.114	2.782	27.115	2.816	17.741	35.685	26.296
				II-2	36.193	11.601	36.335	12.867	150.538	83.91	26.296
				II-3	55.883	13.55	55.929	14.154	67.108	40.907	26.296
				III-1	-10.484	1.768	10.484	1.767	146.981	25.816	26.296
				III-2	-189.177	19.548	189.179	19.602	29.697	12.275	26.296
				III-3	-287.071	25.854	287.074	25.975	25.972	18.432	26.296
3	20	波作用時	x	I-1	-263.648	45.232	263.689	45.987	37.136	366.137	26.296
				I-2	58.488	25.78			7195.785		26.296
				I-3	114.407	29.411	114.487	30.348	238.583	40.357	26.296
				II-1	-170.175	33.509	170.206	33.993	55.193	15.63	26.296
				II-2	34.775	20.65			9835.363		26.296
				II-3	65.426	21.736	65.598	23.26	1022.106	55.791	26.296
				III-1	-10.336	3.058	10.342	3.116	298.873	15.716	26.296
				III-2	-30.075	5.323	30.086	5.499	19.833	39.862	26.296
				III-3	-45.465	7.285	45.474	7.452	53.149	43.437	26.296
			y	I-1	-41.308	6.744	41.315	6.878	28.77	203.201	26.296
				I-2	82.497	23.192	82.552	23.859	131	8.425	26.296
				I-3	135.799	30.387	135.833	30.88	135.666	12.696	26.296
				II-1	-27.073	5.1	27.081	5.23	43.382	36.802	26.296
				II-2	35.893	20.67			687.801		26.296
				II-3	55.702	24.353			3909.515		26.296
				III-1	-10.411	3.076	10.417	3.14	631.404	19.659	26.296
				III-2	-188.241	35.633	188.3	36.539	33.947	20.846	26.296
				III-3	-286.077	47.946	286.131	48.884	40.716	22.38	26.296
3	30	波作用時	x	I-1	-263.184	57.164	263.31	58.888	49.307	323.472	26.296
				I-2	57.618	31.69			1657.267		26.296
				I-3	114.313	36.795	114.379	37.544	445.815	20.986	26.296
				II-1	-169.343	40.845	169.472	42.488	62.444	41.116	26.296
				II-2	34.295	24.901			24679.61		26.296
				II-3	65.255	27.08	65.506	29.15	6022.771	21.22	26.296
				III-1	-10.286	3.775	10.304	3.941	392.767	21.779	26.296
				III-2	-30.002	6.613	30.023	6.86	93.876	103.469	26.296
				III-3	-45.637	9.064	45.651	9.285	45.045	23.323	26.296
			y	I-1	-41.251	8.629	41.272	8.931	37.03	65.316	26.296
				I-2	82.632	29.693	82.707	30.419	1342.686	19.922	26.296
				I-3	135.55	38.974	135.599	39.521	587.117	10.723	26.296
				II-1	-26.932	6.107	26.96	6.445	27.79	56.372	26.296
				II-2	35.467	25.028			12408.889		26.296
				II-3	56.021	30.607			371.259		26.296
				III-1	-10.363	3.83	10.379	3.974	1939.155	20.95	26.296
				III-2	-187.687	43.711	187.758	44.658	209.131	42.317	26.296
				III-3	-287.191	60.096	287.28	61.39	61.397	15.292	26.296

表-A.6 曲げモーメントの確率分布 (ケース 3, 静穏時)

ケース	不陸量(cm)	荷重条件	領域	曲げモーメント(kN・m/m)				χ^2 検定			
				正規分布		対数正規分布		正規	対数正規	χ^2 値	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差				
3	5	静穏時	x	I-1	-158.951	23.491	158.966	23.798	56.41	72.455	26.296
				I-2	35.015	13.442			5189.604		26.296
				I-3	69.259	15.996	69.278	16.279	129.723	17.884	26.296
				II-1	-102.322	17.551	102.332	17.711	69.412	15.824	26.296
				II-2	21.269	11.339			2588.392		26.296
				II-3	39.133	11.508	39.178	11.989	422.043	27.429	26.296
				III-1	-6.224	1.672	6.224	1.683	224.64	24.882	26.296
				III-2	-18.116	2.902	18.118	2.948	38.378	33.697	26.296
				III-3	-27.364	3.871	27.367	3.945	17.883	32.857	26.296
			y	I-1	-24.861	3.58	24.863	3.638	19.484	35.207	26.296
				I-2	49.864	12.329	49.884	12.585	1689.811	28.576	26.296
				I-3	82.216	16.802	82.241	17.214	53.627	28.635	26.296
				II-1	-16.301	2.671	16.305	2.74	48.024	53.026	26.296
				II-2	21.676	11.313			7404.551		26.296
				II-3	33.291	12.975	33.621	15.271	6678.352	140.399	26.296
				III-1	-6.261	1.694	6.262	1.708	246.166	18.32	26.296
				III-2	-113.711	19.166	113.717	19.252	82.289	9.253	26.296
				III-3	-172.119	25.348	172.139	25.772	23.498	25.276	26.296
3	20	静穏時	x	I-1	-157.763	40.711	157.914	42.574	50.855	284.316	26.296
				I-2	34.762	23.631			6953.362		26.296
				I-3	68.681	27.382	68.863	28.92	1086.256	26.504	26.296
				II-1	-101.73	29.847	101.869	31.312	117.374	34.484	26.296
				II-2	20.511	18.442			5160438.122		26.296
				II-3	39.083	19.721			8140.394		26.296
				III-1	-6.205	2.797	6.221	2.94	1276.492	22.924	26.296
				III-2	-18	4.892	18.033	5.243	61.707	67.43	26.296
				III-3	-27.365	6.638	27.398	7.039	31.172	87.084	26.296
			y	I-1	-24.658	6.172			73.713		26.296
				I-2	49.536	21.679	49.72	23.08	4536.804	23.843	26.296
				I-3	81.412	28.401	81.462	28.959	943.886	8.539	26.296
				II-1	-16.175	4.451	16.21	4.804	72.016	225.492	26.296
				II-2	21.169	18.71			18030408.094		26.296
				II-3	33.375	21.936			15395.171		26.296
				III-1	-6.234	2.783	6.252	2.943	732.124	30.467	26.296
				III-2	-112.575	32.243	112.73	33.94	103.717	59.27	26.296
				III-3	-172.15	43.446	172.335	45.637	83.887	43.176	26.296
3	30	静穏時	x	I-1	-156.927	47.097	157.235	50.33	62.901	2328.667	26.296
				I-2	34.789	26.882			241315.820		26.296
				I-3	67.308	31.333	67.749	34.449	176221.067	32.052	26.296
				II-1	-103.057	36.254	103.344	38.748	395.938	42.536	26.296
				II-2	21.76	22.783			27343.008		26.296
				II-3	38.198	23.166			3613962.461		26.296
				III-1	-6.387	3.39	6.433	3.703	3169.815	16.054	26.296
				III-2	-18.233	5.785	18.296	6.357	80.119	81.148	26.296
				III-3	-27.146	7.635	27.22	8.344	48.925	139.746	26.296
			y	I-1	-26.624	7.141	24.678	7.696	73.277	1251.076	26.296
				I-2	48.68	23.833			107954.781		26.296
				I-3	80.024	32.478	80.276	34.524	1911607.888	28.967	26.296
				II-1	-16.331	5.367	16.393	5.901	140.069	80.358	26.296
				II-2	22.616	22.044			1312303.273		26.296
				II-3	33.886	25.375			963927.175		26.296
				III-1	-6.428	3.397	6.472	3.716	1605.033	17.823	26.296
				III-2	-114.546	39.503	114.84	42.199	193.009	46.668	26.296
				III-3	-170.463	50.126	170.788	53.501	89.649	54.777	26.296

表-A.7 曲げモーメントの確率分布 (ケース4, 波作用時)

ケース	不陸量(cm)	荷重条件	領域	曲げモーメント(kN・m/m)				χ^2 検定			
				正規分布		対数正規分布		正規	対数正規	χ^2 値	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差				
4	5	波作用時	x	I-1	-267.617	26.522	267.623	26.724	15.023	33.458	26.296
				I-2	60.728	16.032	60.8	16.834	115.417	43.53	26.296
				I-3	128.372	19.761	128.376	19.84	176.195	17.622	26.296
				II-1	-184.159	20.92	184.164	21.042	27.214	16.615	26.296
				II-2	39.38	13.516	39.624	15.356	362.069	385.988	26.296
				II-3	80.659	14.947	80.678	15.25	116.911	30.61	26.296
				III-1	-15.647	2.472	15.647	2.474	144.072	29.445	26.296
				III-2	-28.326	3.125	28.238	3.156	12.552	19.175	26.296
				III-3	-40.046	3.92	40.047	3.962	12.266	37.735	26.296
			y	I-1	-40.9	3.882	40.902	3.933	16.246	52.75	26.296
				I-2	78.901	14.984	78.914	15.192	119.848	26.446	26.296
				I-3	125.703	19.663	125.704	19.691	78.76	12.136	26.296
				II-1	-28.757	3.155	28.759	3.198	21.603	24.257	26.296
				II-2	38.871	13.86			1469.422		26.296
				II-3	59.923	16.114	59.988	16.818	313.107	30.763	26.296
				III-1	-15.493	2.435	15.493	2.442	99.299	12.338	26.296
				III-2	-181.356	21.066	181.361	21.2	32.658	21.288	26.296
				III-3	-263.281	27.055	263.286	27.209	32.601	23.576	26.296
4	20	波作用時	x	I-1	-266.799	49.233	266.873	50.432	40.53	407.529	26.296
				I-2	60.084	28.955			413.14		26.296
				I-3	129.144	36.397	129.208	37.139	412.778	12.297	26.296
				II-1	-185.037	38.268	185.113	39.341	43.174	24.022	26.296
				II-2	39.797	24.636			4467.328		26.296
				II-3	81.945	27.032	82.142	28.859	247.992	30.741	26.296
				III-1	-15.91	4.472	15.92	4.577	705.499	20.066	26.296
				III-2	-28.603	5.591	28.62	5.84	26.952	49.029	26.296
				III-3	-40.452	7.143	40.468	7.397	17.76	45.831	26.296
			y	I-1	-40.846	7.124	40.862	7.387	15.2	77.222	26.296
				I-2	78.57	27.241	78.732	28.747	377.424	22.085	26.296
				I-3	126.314	36.559	126.392	37.41	910.724	14.886	26.296
				II-1	-28.872	5.567	28.891	5.844	11.156	173.966	26.296
				II-2	39.89	24.444			700.653		26.296
				II-3	61.855	29.286			206.102		26.296
				III-1	-15.742	4.427	15.751	4.531	241.767	31.788	26.296
				III-2	-183.893	38.164	183.962	39.185	53.474	29.741	26.296
				III-3	-265.619	49.432	265.684	50.495	62.147	30.044	26.296
4	30	波作用時	x	I-1	-264.83	59.355	265.021	61.943	30.556	103.794	26.296
				I-2	59.721	34.598			212.77		26.296
				I-3	127.031	43.464	127.259	45.727	433.948	30.432	26.296
				II-1	-182.201	46.857	182.34	48.535	100.212	23.726	26.296
				II-2	37.988	30.061			46392.603		26.296
				II-3	80.914	34.198	81.572	38.827	218.527	73.613	26.296
				III-1	-15.641	5.449	15.667	5.68	369.054	17.414	26.296
				III-2	-28.148	6.774	28.2	7.324	36.164	258.777	26.296
				III-3	-39.907	9.005	39.971	9.701	30.349	72.348	26.296
			y	I-1	-40.425	8.65	40.461	9.129	26.751	94.224	26.296
				I-2	77.59	32.233	78.205	36.612	1249.284	59.155	26.296
				I-3	124.197	42.555	124.42	44.664	8682.01	29.114	26.296
				II-1	-28.462	6.797	28.5	7.249	35.395	56.34	26.296
				II-2	38.207	30.101			8048.863		26.296
				II-3	60.546	36.311			301.698		26.296
				III-1	-15.516	5.375	15.544	5.62	229.299	21.841	26.296
				III-2	-179.757	46.539	179.935	48.588	123.595	39.155	26.296
				III-3	-262.384	62.244	262.613	65.181	35.607	30.671	26.296

表-A.8 曲げモーメントの確率分布 (ケース 4, 波作用時)

ケース	不陸量(cm)	荷重条件	領域	曲げモーメント(kN・m/m)				χ^2 検定			
				正規分布		対数正規分布		正規	対数正規	χ^2 値	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差				
4	5	静穏時	x	I-1	-152.045	25.72	152.071	26.188	30.345	58.185	26.296
				I-2	34.755	15.509	35.262	18.699	4367.689	78.158	26.296
				I-3	72.493	17.622	72.5	17.688	987672.309	33.426	26.296
				II-1	-104.871	19.358	104.898	19.792	31.241	21.004	26.296
				II-2	22.782	12.792			258.946		26.296
				II-3	45.773	13.828	45.802	14.162	298.229	20.679	26.296
				III-1	-8.952	2.213	8.954	2.246	127.684	16.607	26.296
				III-2	-16.14	2.83	16.147	2.934	51.58	79.358	26.296
				III-3	-22.806	3.688	22.811	3.775	16.687	27.758	26.296
			y	I-1	-23.219	3.689	23.224	3.772	24.016	22.692	26.296
				I-2	44.711	14.2	44.777	14.826	1518.471	24.266	26.296
				I-3	71.136	17.65	71.164	17.951	197817.871	22.386	26.296
				II-1	-16.385	2.889	16.393	3.012	54.39	285.676	26.296
				II-2	22.392	12.401			363.569		26.296
				II-3	34.228	14.845			342.556		26.296
				III-1	-8.846	2.182	8.848	2.211	205.156	21.8	26.296
				III-2	-103.661	19.197	103.68	19.497	74.327	28.815	26.296
				III-3	-149.803	24.94	149.819	25.227	43.218	24.305	26.296
4	20	静穏時	x	I-1	-149.339	41.834	149.556	44.191	72.165	57956.891	26.296
				I-2	33.064	24.442			74978485.755		26.296
				I-3	71.933	29.85	72.231	32.197	56933.079	28.479	26.296
				II-1	-103.52	31.798	103.687	33.544	117.118	33.769	26.296
				II-2	21.672	20.44			135703.296		26.296
				II-3	45.299	23.558	45.993	27.67	10989.819	46.636	26.296
				III-1	-9.024	3.924	9.053	4.124	7060.211	27.235	26.296
				III-2	-15.991	4.753			82.044		26.296
				III-3	-22.678	6.186	22.742	6.771	61.907	144.576	26.296
			y	I-1	-22.803	6.052	22.846	6.518	33.807	644.353	26.296
				I-2	43.574	23.061			107402979.996		26.296
				I-3	70.456	29.942	70.797	32.631	514921.159	40.827	26.296
				II-1	-16.15	4.644	16.261	5.465	39.063	12838.621	26.296
				II-2	21.827	20.777			13825.032		26.296
				II-3	34.531	25.469			4701.488		26.296
				III-1	-8.941	3.892	8.971	4.088	139362.56	21.273	26.296
				III-2	-102.291	32.273	102.483	34.154	128.577	41.221	26.296
				III-3	-148.647	42.866	148.874	45.176	153.495	50.246	26.296
4	30	静穏時	x	I-1	-151.041	50.22	151.601	55.369	78.188	629.444	26.296
				I-2	33.311	28.002			45840.720		26.296
				I-3	73.663	35.887	74.227	39.76	1335.943	34.118	26.296
				II-1	-103.384	38.006	103.847	41.978	203.619	67.436	26.296
				II-2	21.7	24.451			2657338.122		26.296
				II-3	45.384	27.774			17879.824		26.296
				III-1	-8.723	4.233			505.752		26.296
				III-2	-15.89	5.58			80.672		26.296
				III-3	-22.538	7.378			2156818.885		26.296
			y	I-1	-23.061	7.318	23.373	9.226	45.644	172.147	26.296
				I-2	44.317	26.787			19027.813		26.296
				I-3	71.386	35.209	71.82	38.245	127762.347	23.044	26.296
				II-1	-16.155	5.565			54.469		26.296
				II-2	21.628	25.233			39273.654		26.296
				II-3	33.867	31.053			6947.404		26.296
				III-1	-8.643	4.221			672.529		26.296
				III-2	-101.749	37.534	102.178	41.109	312.937	58.887	26.296
				III-3	-148.319	50.86	148.754	54.816	109.507	53.646	26.296

表-A.9 曲げモーメントの確率分布 (ケース5, 波作用時)

ケース	不陸量(cm)	荷重条件	領域	曲げモーメント(kN・m/m)				χ^2 検定			
				正規分布		対数正規分布		正規	対数正規	χ^2 値	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差				
5	5	波作用時	x	I-1	-287.51	32.547	287.517	32.742	30.483	16.228	26.296
				I-2	78.107	21.067	78.247	23.61	62.66	90.539	26.296
				I-3	121.154	21.752	121.168	22.009	53.224	13.138	26.296
				II-1	-192.218	23.665	192.225	23.823	37.975	18.54	26.296
				II-2	46.613	17.109	47.095	20.339	156.332	392.059	26.296
				II-3	68.498	16.615	68.543	17.192	107.737	32.227	26.296
				III-1	-18.015	2.796	18.016	2.818	48.423	26.861	26.296
				III-2	-39.255	4.18	39.257	4.236	39.867	43.994	26.296
				III-3	-54.223	4.983	54.225	5.054	31.823	24.897	26.296
			y	I-1	-43.113	4.702	43.114	4.743	23.218	8.503	26.296
				I-2	121.397	20.228	121.397	20.237	87.972	21.216	26.296
				I-3	176.462	24.095	176.468	24.236	55.713	19.946	26.296
				II-1	-29.999	3.59	30.001	3.649	28.873	29.66	26.296
				II-2	46.727	16.325	46.98	18.411	147.682	107.054	26.296
				II-3	63.695	17.288	63.798	18.397	166.997	61.918	26.296
				III-1	-17.989	2.813	17.99	2.831	54.076	42.686	26.296
				III-2	-250.559	28.412	250.567	28.611	34.698	19.531	26.296
				III-3	-345.848	33.388	345.858	33.701	20.46	32.351	26.296
5	20	波作用時	x	I-1	-288.765	56.203	288.85	57.512	45.404	78.024	26.296
				I-2	79.03	36.892			377.78		26.296
				I-3	121.526	38.751	121.658	40.031	743.026	13.602	26.296
				II-1	-193.797	41.683	193.886	42.948	50.986	26.736	26.296
				II-2	47.139	29.395			464.907		26.296
				II-3	68.454	28.899	69.067	33.126	284.095	45.623	26.296
				III-1	-18.025	5.029	18.033	5.125	155.549	18.279	26.296
				III-2	-39.553	7.383	39.569	7.626	30.165	84.84	26.296
				III-3	-54.525	9.053	54.536	9.255	25.575	24.602	26.296
			y	I-1	-43.264	7.972	43.278	8.204	29.615	54.321	26.296
				I-2	121.711	34.57	121.761	35.143	777.234	15.469	26.296
				I-3	177.148	42.462	177.197	43.097	233.009	26.328	26.296
				II-1	-30.232	6.041	30.252	6.323	27.588	60.968	26.296
				II-2	47.159	29.139			1570.934		26.296
				II-3	64.543	31.035			9246.862		26.296
				III-1	-18.011	5.075	18.018	5.163	171.333	8.808	26.296
				III-2	-252.481	50.25	252.531	51.063	71.695	17.452	26.296
				III-3	-347.444	61.364	347.512	62.56	41.919	11.632	26.296
5	30	波作用時	x	I-1	-287.96	71.387	288.224	74.669	62.122	457.385	26.296
				I-2	78	45.534			284.105		26.296
				I-3	121.144	48.871	121.76	53.547	349.289	45.744	26.296
				II-1	-192.419	52.561	192.564	54.211	125.194	20.043	26.296
				II-2	47.764	36.957			148657.225		26.296
				II-3	68.326	35.22			138437.602		26.296
				III-1	-18.022	6.327	18.046	6.555	295.269	24.746	26.296
				III-2	-39.174	8.972	39.21	9.433	30.71	54.754	26.296
				III-3	-53.859	11.252	53.896	11.768	37.835	54.072	26.296
			y	I-1	-43.122	10.236	43.174	10.832	42.277	56.089	26.296
				I-2	121.175	43.762	121.532	46.967	195.951	26.232	26.296
				I-3	175.795	53.488	175.975	55.341	373.778	21.217	26.296
				II-1	-30.048	7.651	30.092	8.129	78.415	93.366	26.296
				II-2	47.187	37.403			3175721.861		26.296
				II-3	62.719	39.546			16516824.33		26.296
				III-1	-17.981	6.305	18.005	6.541	382.026	18.268	26.296
				III-2	-250.171	62.072	250.347	64.213	70.68	32.759	26.296
				III-3	-344.676	75.198	344.85	77.535	51.912	32.913	26.296

表-A.10 曲げモーメントの確率分布 (ケース5, 静穏時)

ケース	不陸量(cm)	荷重条件	領域	曲げモーメント(kN・m/m)				χ^2 検定			
				正規分布		対数正規分布		正規	対数正規	χ^2 値	
				平均	標準偏差	平均	標準偏差				
5	5	静穏時	x	I-1	-179.292	30.415	179.335	31.192	29.718	32.785	26.296
				I-2	48.781	20.6			171.536		26.296
				I-3	75.168	21.748	75.235	22.471	343.83	35.828	26.296
				II-1	-119.548	22.573	119.578	23.044	42.117	31.173	26.296
				II-2	28.734	16.339			704.071		26.296
				II-3	42.408	16.422	42.657	18.282	1086.987	70.451	26.296
				III-1	-11.216	2.831	11.219	2.866	161.425	52.885	26.296
				III-2	-24.463	3.954	24.473	4.115	74.035	366.987	26.296
				III-3	-33.821	4.893	33.826	4.986	20.585	29.028	26.296
			y	I-1	-26.934	4.385	26.941	4.51	13.999	71.16	26.296
				I-2	75.351	19.712	75.378	20.045	308.048	13.29	26.296
				I-3	110.015	23.936	110.021	24.041	315.211	16.325	26.296
				II-1	-18.641	3.348	18.652	3.509	36.121	260.131	26.296
				II-2	29.068	16.234			8782.195		26.296
				II-3	39.774	16.974			591.422		26.296
				III-1	-11.206	2.816	11.21	2.864	157.777	18.566	26.296
				III-2	-156.044	27.131	156.06	27.434	62.527	16.653	26.296
				III-3	-215.536	33.225	215.557	33.654	34.605	28.896	26.296
5	20	静穏時	x	I-1	-177.593	52.152	177.898	55.382	89.654	135.476	26.296
				I-2	47.888	33.638			2753.102		26.296
				I-3	74.666	37.611	75.639	43.975	438472.098	57.903	26.296
				II-1	-118.728	39.01	118.942	41.108	221.612	40.436	26.296
				II-2	28.277	26.977			63925.092		26.296
				II-3	42.013	27.824			7410.13		26.296
				III-1	-11.058	4.663	11.09	4.923	1286.195	17.774	26.296
				III-2	-24.307	6.973	24.375	7.592	121.634	264.389	26.296
				III-3	-33.765	8.787	33.978		32.211		26.296
			y	I-1	-26.656	7.625	26.756	8.483	36.601	74.796	26.296
				I-2	74.277	31.658	74.573	33.899	17300.426	28.94	26.296
				I-3	108.923	40.91	109.124	42.699	1262.507	21.268	26.296
				II-1	-18.533	5.856			79.254		26.296
				II-2	28.592	26.841			48123.918		26.296
				II-3	39.844	30.088			6659.062		26.296
				III-1	-11.05	4.694	11.081	4.939	6874.757	26.461	26.296
				III-2	-154.867	47.153	155.109	49.612	187.406	34.043	26.296
				III-3	-214.794	59.143	215.069	62.323	79.379	39.973	26.296
5	30	静穏時	x	I-1	-178.318	62.009	178.856	66.821	192.077	38659.238	26.296
				I-2	48.415	42.868			2118225.583		26.296
				I-3	75.407	42.425			4847.826		26.296
				II-1	-118.942	45.422	119.306	48.629	217.797	31.675	26.296
				II-2	28.472	32.341			273101495.6		26.296
				II-3	43.49	33.091			10197291.48		26.296
				III-1	-11.272	5.755			615.674		26.296
				III-2	-24.589	7.937			92.917		26.296
				III-3	-34.035	10.136	34.132	11.075	57.264	123.19	26.296
			y	I-1	-26.678	8.885			82.789		26.296
				I-2	76.046	40.582	76.568	43.818	6642613.253	34.453	26.296
				I-3	109.45	47.667	109.807	50.566	2714.971	25.686	26.296
				II-1	-18.632	6.67			116.981		26.296
				II-2	29.135	31.897			77367.247		26.296
				II-3	40.948	35.058			88748.756		26.296
				III-1	-11.197	5.724			1059.715		26.296
				III-2	-156.733	54.813	157.119	58.299	365.464	34.57	26.296
				III-3	-216.855	68.9	217.362	73.893	97.107	49.981	26.296

表-A.11 各条件での安全性指標 (ケース 1, x 方向)

隔室位置	Area	鉄筋位置	不陸量 (cm)	波の山		波の谷		静穏時	
				HWL	LWL	HWL	LWL	HWL	LWL
港内側	Area3	upper	5	4.999	4.985			6.600	6.542
			20	3.977	3.960			4.450	4.406
			30	3.548	3.526			3.907	3.868
		lower	5			7.793	7.801		
			20			7.601	6.832		
			30			7.485	6.586		
	Area2	upper	5	5.844	5.825	6.589	6.595	6.658	6.602
			20	4.401	4.380	6.129	6.091	7.253	7.214
			30	5.124	5.106	5.757	5.697	6.804	6.749
		lower	5	3.503	3.508	7.905	7.907	6.520	6.464
			20	3.141	3.142	7.619	7.591	6.033	5.971
			30	2.933	2.928	7.389	7.339	5.581	5.517
	Area1	upper	5	5.772	5.757	7.387	7.400	7.524	7.503
			20	6.092	6.070	7.197	7.194	7.051	7.006
			30	5.606	5.586	7.047	7.035	6.827	6.774
		lower	5	3.964	3.961	7.987	7.989	7.565	7.538
			20	3.409	3.401	7.816	7.798	4.584	4.534
			30	3.084	3.068	7.636	7.601	4.129	4.083
港外側	Area3	upper	5			5.946	5.956	5.332	5.295
			20			4.220	4.218	3.108	3.094
			30			3.649	3.646	3.175	3.151
		lower	5	6.978	6.936				
			20	6.978	6.936				
			30	6.978	6.936				
	Area2	upper	5	5.263	5.167	6.509	6.509	5.606	5.569
			20	5.263	5.167	4.506	4.499	6.132	6.093
			30	5.263	5.167	5.757	5.756	5.530	5.486
		lower	5	7.514	7.493	5.073	5.131	4.566	4.542
			20	7.514	7.493	3.913	3.946	3.883	3.855
			30	7.514	7.493	3.410	3.435	3.545	3.517
	Area1	upper	5	6.418	6.356	5.813	5.802	6.993	6.966
			20	6.418	6.356	6.256	6.246	6.126	6.082
			30	6.418	6.356	5.776	5.764	5.803	5.756
		lower	5	7.764	7.753	5.419	5.449	5.751	5.726
			20	7.764	7.753	3.979	3.989	3.457	3.430
			30	7.764	7.753	3.386	3.391	3.119	3.093

表-A.12 各条件での安全性指標（ケース1, y方向）

隔室位置	Area	鉄筋位置	不陸量 (cm)	波の山		波の谷		静穏時	
				HWL	LWL	HWL	LWL	HWL	LWL
港内側	Area3	upper	5	4.799	4.787			6.755	6.696
			20	3.891	3.876			4.591	4.545
			30	3.536	3.516			4.063	4.021
		lower	5			7.732	7.741		
			20			7.517	7.510		
			30			7.397	7.383		
	Area2	upper	5	5.631	5.612	6.477	6.489	6.919	6.861
			20	4.388	4.371	6.153	6.139	4.485	4.443
			30	3.821	3.798	5.952	5.925	6.769	6.713
		lower	5	3.027	3.034	7.967	7.976	6.461	6.405
			20	2.635	2.629	7.832	7.832	4.498	4.450
			30	2.448	2.436	7.746	7.741	3.766	3.723
	Area1	upper	5	5.676	5.661	7.306	7.321	7.800	7.787
			20	6.090	6.069	7.096	7.093	7.369	7.333
			30	5.697	5.676	6.939	6.925	7.053	7.005
		lower	5	3.736	3.735	7.968	7.969	7.460	7.429
			20	3.228	3.220	7.798	7.779	7.589	4.539
			30	2.982	2.966	7.643	7.610	4.056	4.010
港外側	Area3	upper	5			5.878	5.892	5.388	5.352
			20			4.210	4.210	3.673	3.645
			30			3.696	3.694	3.252	3.227
		lower	5	6.775	6.725				
			20	6.775	6.725				
			30	6.775	6.725				
	Area2	upper	5	5.106	5.006	6.424	6.428	5.755	5.717
			20	5.106	5.006	4.577	4.572	3.734	3.707
			30	5.106	5.006	3.871	3.865	5.422	5.379
		lower	5	7.361	7.334	4.661	4.709	4.447	4.423
			20	7.361	7.334	3.307	3.329	3.141	3.119
			30	7.361	7.334	2.891	2.906	2.632	2.611
	Area1	upper	5	6.250	6.182	5.864	5.856	7.275	7.255
			20	6.250	6.182	6.605	6.602	6.431	6.392
			30	6.250	6.182	6.190	6.184	5.991	5.947
		lower	5	7.753	7.741	5.200	5.232	5.509	5.483
			20	7.753	7.741	3.807	3.818	3.408	3.381
			30	7.753	7.741	3.322	3.328	3.016	2.991

表-A.13 条件での安全性指標 (ケース 2, x 方向)

隔室位置	Area	鉄筋位置	不陸量 (cm)	波の山		波の谷		静穏時	
				HWL	LWL	HWL	LWL	HWL	LWL
港内側	Area3	upper	5	3.329	3.300		6.523	5.008	4.905
			20	2.543	2.505		7.002	3.324	3.249
			30	2.235	2.196		6.478	2.993	2.926
		lower	5			7.934	7.830		
			20			7.557	6.973		
			30			7.368	6.385		
	Area2	upper	5	4.173	4.131	6.002	6.017	6.652	6.559
			20	4.539	4.492	5.140	5.007	5.840	5.720
			30	3.601	3.553	4.015	3.822	5.092	4.963
		lower	5	3.959	4.013	7.839	6.996	5.174	5.120
			20	3.496	3.541	7.136	5.628	3.906	3.831
			30	3.769	3.810	6.596	4.969	3.514	3.438
	Area1	upper	5	5.710	5.654	7.265	7.327	7.031	6.951
			20	4.702	4.645	6.814	6.786	5.950	5.823
			30	4.209	4.152	6.541	6.473	5.615	5.483
		lower	5	3.674	3.651	7.926	6.759	5.681	5.605
			20	3.077	3.049	7.480	5.030	3.450	3.371
			30	2.777	2.745	7.051	4.300	2.979	2.909
港外側	Area3	upper	5			4.412	4.476	4.256	4.182
			20			3.048	3.072	2.852	2.797
			30			2.606	2.622	2.577	2.528
		lower	5	6.413	6.250				
			20	6.413	6.250				
			30	6.413	6.250				
	Area2	upper	5	3.445	3.295	4.720	4.743	5.887	5.804
			20	3.445	3.295	4.787	4.816	4.691	2.594
			30	3.445	3.295	4.245	4.265	4.323	4.225
		lower	5	7.209	7.126	4.156	4.350	4.216	4.193
			20	7.209	7.126	3.255	3.382	3.205	3.164
			30	7.209	7.126	2.847	2.949	2.889	2.845
	Area1	upper	5	5.160	4.901	6.502	6.529	6.436	6.356
			20	5.160	4.901	5.394	5.408	5.233	5.128
			30	5.160	4.901	4.800	4.808	4.897	4.791
		lower	5	7.588	7.542	3.744	3.871	4.410	4.362
			20	7.588	7.542	2.742	2.808	2.771	2.720
			30	7.588	7.542	2.362	2.411	2.405	2.360

表-A.14 各条件での安全性指標（ケース2, y方向）

隔室位置	Area	鉄筋位置	不陸量 (cm)	波の山		波の谷		静穏時	
				HWL	LWL	HWL	LWL	HWL	LWL
港内側	Area3	upper	5	3.037	3.015		7.047	5.055	4.955
			20	2.412	2.379		5.054	3.444	3.365
			30	2.142	2.107		4.295	3.056	2.986
		lower	5			7.867	7.897		
			20			7.429	7.674		
			30			7.193	7.116		
	Area2	upper	5	4.021	3.983	5.759	5.802	5.419	5.312
			20	3.105	3.063	5.227	5.184	3.691	3.611
			30	2.688	2.647	4.896	4.809	3.218	3.150
		lower	5	4.132	4.110	8.019	8.041	4.400	4.338
			20	3.479	3.457	7.759	7.739	2.970	2.913
			30	3.214	3.189	7.600	7.559	2.522	2.471
	Area1	upper	5	4.539	4.490	6.910	6.967	7.041	6.965
			20	4.604	4.547	6.445	6.406	5.887	5.759
			30	4.156	4.100	6.148	6.067	5.624	5.492
		lower	5	3.977	3.954	8.014	6.910	4.977	4.894
			20	3.335	3.311	7.556	5.090	3.432	3.358
			30	3.026	2.997	7.167	4.346	2.948	2.882
港外側	Area3	upper	5			4.180	4.270	4.191	4.123
			20			2.951	2.991	2.885	2.830
			30			2.527	2.555	2.573	2.524
		lower	5	5.897	5.690				
			20	5.897	5.690				
			30	5.897	5.690				
	Area2	upper	5	3.768	3.938	5.052	5.104	4.714	4.634
			20	3.768	3.938	3.594	3.610	3.228	3.169
			30	3.768	3.938	3.026	3.035	2.831	2.779
		lower	5	6.862	6.743	4.380	4.119	3.993	3.958
			20	6.862	6.743	3.104	2.838	2.786	2.746
			30	6.862	6.743	2.731	2.484	2.377	2.340
	Area1	upper	5	4.721	4.437	4.965	4.967	6.445	6.367
			20	4.721	4.437	5.318	5.334	5.159	5.054
			30	4.721	4.437	4.773	4.782	4.895	4.789
		lower	5	7.565	7.516	3.889	3.894	3.918	3.871
			20	7.565	7.516	2.827	2.791	2.733	2.688
			30	7.565	7.516	2.441	2.402	2.356	2.315

表-A.15 各条件での安全性指標 (ケース 3, x 方向)

隔室位置	Area	鉄筋位置	不陸量 (cm)	波の山		波の谷		静穏時	
				HWL	LWL	HWL	LWL	HWL	LWL
港内側	Area3	upper	5	3.126	3.377	6.531	6.108	4.713	4.485
			20	3.037	3.219	4.656	4.283	3.187	3.023
			30	2.951	3.063	4.020	3.693	2.833	2.689
		lower	5	8.330	8.214	8.144			
			20	7.903	7.722	7.617			
			30	7.704	7.499	7.387			
	Area2	upper	5	3.498	3.795	5.768	5.983	5.234	5.011
			20	3.375	3.623	4.774	6.079	3.720	5.196
			30	3.307	3.519	4.190	5.582	3.333	4.813
		lower	5	3.916	3.779	5.782	5.284	4.361	4.163
			20	3.515	3.734	4.766	4.251	3.174	2.978
			30	3.501	3.720	4.169	3.679	2.883	2.695
	Area1	upper	5	3.764	4.102	6.482	5.457	6.364	6.112
			20	3.675	3.986	4.684	6.026	5.435	5.133
			30	3.630	3.916	4.029	5.664	4.895	4.588
		lower	5	3.929	3.789	6.479	6.045	4.617	4.402
			20	3.469	3.758	4.642	4.233	3.146	2.978
			30	3.457	3.730	3.984	3.624	2.695	2.547
港外側	Area3	upper	5			6.032	5.643	4.474	4.265
			20			4.237	3.918	3.033	2.883
			30			3.656	3.378	2.700	2.569
		lower	5	6.286	5.952				
			20	6.286	5.952				
			30	6.286	5.952				
	Area2	upper	5	3.230	3.421	5.944	5.263	5.042	4.836
			20	3.230	3.421	6.028	5.202	5.215	4.960
			30	3.230	3.421	5.523	4.699	4.840	4.583
		lower	5	7.158	6.986	3.703	3.859	3.897	3.731
			20	7.158	6.986	2.869	2.967	2.824	2.659
			30	7.158	6.986	2.471	2.542	2.562	2.405
	Area1	upper	5	4.997	4.484	5.436	4.872	6.193	5.945
			20	4.997	4.484	6.000	5.297	5.232	4.945
			30	4.997	4.484	5.637	4.906	4.689	4.401
		lower	5	7.530	7.436	4.725	4.811	4.305	4.114
			20	7.530	7.436	3.344	3.352	2.943	2.793
			30	7.530	7.436	2.882	2.878	2.523	2.390

表-A.16 各条件での安全性指標 (ケース 3, y 方向)

隔室位置	Area	鉄筋位置	不陸量 (cm)	波の山		波の谷		静穏時	
				HWL	LWL	HWL	LWL	HWL	LWL
港内側	Area3	upper	5	2.970	3.201	6.449	6.014	4.626	4.397
			20	2.879	3.054	4.745	4.347	3.265	3.090
			30	2.791	2.905	4.014	3.668	2.894	2.740
		lower	5	8.268	8.118	8.095			
			20	7.850	7.636	7.554			
			30	7.587	7.341	7.238			
	Area2	upper	5	3.242	3.512	5.714	6.657	5.314	5.080
			20	3.162	3.359	3.961	4.773	3.523	3.357
			30	3.052	3.150	3.365	4.034	3.440	4.670
		lower	5	3.175	3.421	5.578	5.068	4.101	3.906
			20	3.150	3.372	3.845	3.430	2.453	2.312
			30	3.120	3.318	3.262	2.899	2.201	2.074
	Area1	upper	5	3.752	3.681	6.350	5.906	6.935	6.745
			20	3.661	3.681	4.549	6.679	5.852	5.581
			30	3.614	3.681	3.965	6.235	5.373	5.091
		lower	5	3.399	3.575	6.332	5.867	4.406	4.196
			20	3.381	3.528	4.492	4.082	3.004	2.841
			30	3.367	3.488	3.913	3.547	2.557	2.414
港外側	Area3	upper	5			5.888	5.485	4.367	4.160
			20			4.291	3.951	3.087	2.929
			30			3.625	3.332	2.741	2.602
		lower	5	5.862	5.458				
			20	5.862	5.458				
			30	5.862	5.458				
	Area2	upper	5	3.035	3.216	6.596	5.774	5.092	4.878
			20	3.035	3.216	4.735	4.090	3.382	3.229
			30	3.035	3.216	4.002	3.460	4.672	4.421
		lower	5	6.821	6.588	3.402	3.580	3.633	3.471
			20	6.821	6.588	2.370	2.442	2.217	2.096
			30	6.821	6.588	2.017	2.067	1.996	1.887
	Area1	upper	5	4.652	4.098	5.878	5.311	6.754	6.563
			20	4.652	4.098	6.640	5.930	5.629	5.373
			30	4.652	4.098	6.195	5.441	5.147	4.884
		lower	5	7.526	7.428	4.480	4.583	4.084	3.900
			20	7.526	7.428	3.163	3.182	2.796	2.652
			30	7.526	7.428	2.766	2.773	2.381	2.254

表-A.17 各条件での安全性指標 (ケース 4, x 方向)

隔室位置	Area	鉄筋位置	不陸量 (cm)	波の山		波の谷		静穏時	
				HWL	LWL	HWL	LWL	HWL	LWL
港内側	Area3	upper	5	3.035	3.037	7.085	6.953	5.166	5.091
			20	2.521	2.492	5.063	4.918	3.433	3.379
			30	2.296	2.264	4.383	4.254	2.981	2.932
		lower	5			7.837			
			20			7.497			
			30			6.387			
	Area2	upper	5	3.860	3.871	7.038	7.601	5.411	5.335
			20	3.156	3.126	5.836	6.956	3.438	3.388
			30	2.692	2.658	5.330	6.601	5.270	5.177
		lower	5	2.897	2.914	7.461	7.384	4.780	4.721
			20	2.692	2.694	6.169	6.017	3.746	3.679
			30	2.596	2.590	5.702	5.535	3.308	3.242
	Area1	upper	5	5.096	5.082	7.771	7.754	7.129	7.078
			20	4.299	4.302	7.300	7.237	6.272	6.186
			30	4.072	4.072	7.041	6.935	5.824	5.730
		lower	5	2.687	2.692	7.338	7.218	4.815	4.742
			20	2.357	2.339	5.462	5.295	3.417	3.357
			30	2.202	2.177	4.766	4.608	2.922	2.870
港外側	Area3	upper	5			4.954	4.989	4.615	4.558
			20			3.431	3.441	3.082	3.040
			30			2.993	2.998	2.678	2.641
		lower	5	6.848	6.748				
			20	6.848	6.748				
			30	6.848	6.748				
	Area2	upper	5	4.698	4.483	5.663	5.678	4.958	4.898
			20	4.698	4.483	3.876	3.874	3.164	3.124
			30	4.698	4.483	3.176	3.172	4.682	3.113
		lower	5	7.438	7.386	3.596	3.701	4.177	4.154
			20	7.438	7.386	2.716	2.779	3.216	3.183
			30	7.438	7.386	2.455	2.507	2.814	2.779
	Area1	upper	5	6.033	5.879	6.952	6.962	6.746	6.694
			20	6.033	5.879	5.832	5.832	5.771	5.696
			30	6.033	5.879	5.390	5.387	5.307	5.228
		lower	5	7.760	7.735	4.265	4.325	4.327	4.280
			20	7.760	7.735	3.070	3.115	3.063	3.022
			30	7.760	7.735	2.708	2.725	2.621	2.585

表-A.18 各条件での安全性指標（ケース4, y方向）

隔室位置	Area	鉄筋位置	不陸量 (cm)	波の山		波の谷		静穏時	
				HWL	LWL	HWL	LWL	HWL	LWL
港内側	Area3	upper	5	3.070	3.074	7.085	6.953	5.095	5.021
			20	2.531	2.502	5.009	4.865	3.386	3.332
			30	2.338	2.307	4.427	4.298	3.044	2.995
		lower	5			7.856			
			20			7.511			
			30			7.359			
	Area2	upper	5	3.892	3.902	7.077	7.290	5.214	5.140
			20	3.183	3.152	6.411	5.121	5.746	5.659
			30	2.793	2.759	6.002	4.326	5.357	5.264
		lower	5	2.665	2.675	7.075	6.955	4.297	4.236
			20	2.382	2.371	5.118	4.953	2.908	2.857
			30	2.204	2.184	4.317	4.162	2.537	2.492
	Area1	upper	5	5.073	5.060	7.769	7.746	7.184	7.136
			20	4.301	4.304	7.334	7.241	6.228	6.141
			30	4.061	4.061	7.054	6.923	5.743	5.649
		lower	5	2.709	2.714	7.310	7.187	4.847	4.774
			20	2.357	2.338	5.449	5.281	3.365	3.306
			30	2.210	2.185	4.740	4.582	2.959	2.906
港外側	Area3	upper	5			4.973	5.007	4.557	4.500
			20			3.409	3.417	3.044	3.002
			30			3.035	3.040	2.740	2.702
		lower	5	6.890	6.793				
			20	6.890	6.793				
			30	6.890	6.793				
	Area2	upper	5	4.767	4.555	5.661	5.674	4.783	4.724
			20	4.767	4.555	3.868	3.865	5.158	5.086
			30	4.767	4.555	3.287	3.283	4.771	4.696
		lower	5	7.461	7.411	3.468	3.554	3.792	3.762
			20	7.461	7.411	2.454	2.497	2.560	2.531
			30	7.461	7.411	2.105	2.136	2.236	2.210
	Area1	upper	5	6.084	5.932	6.929	6.939	6.814	6.764
			20	6.084	5.932	5.842	5.842	5.725	5.649
			30	6.084	5.932	5.376	5.374	5.225	5.146
		lower	5	7.768	7.744	4.264	4.321	4.357	4.310
			20	7.768	7.744	3.063	3.087	3.018	2.977
			30	7.768	7.744	2.704	2.720	2.656	2.620

表-A.19 各条件での安全性指標 (ケース 5, x 方向)

隔室位置	Area	鉄筋位置	不陸量 (cm)	波の山		波の谷		静穏時	
				HWL	LWL	HWL	LWL	HWL	LWL
港内側	Area3	upper	5	3.102	3.633	7.389	7.335	4.766	4.720
			20	2.520	2.778	6.554	6.459	3.022	2.992
			30	2.174	2.346	6.094	5.990	4.483	4.426
		lower	5			7.959	7.946		
			20			7.096	7.026		
			30			6.539	6.453		
	Area2	upper	5	3.955	4.518	7.443	7.459	6.377	6.330
			20	3.283	3.732	5.934	5.866	5.247	5.188
			30	3.026	3.399	5.238	5.160	4.603	4.544
		lower	5	3.776	3.594	6.305	6.202	5.077	5.037
			20	3.439	3.246	5.500	5.385	3.806	3.761
			30	3.254	3.019	4.880	4.762	3.388	3.344
	Area1	upper	5	4.939	5.434	7.989	8.008	6.965	6.928
			20	4.058	4.549	7.534	7.524	5.938	5.881
			30	3.685	4.118	7.266	7.244	5.466	5.407
		lower	5	3.322	3.245	6.823	6.729	4.993	4.946
			20	2.911	2.687	5.029	4.929	3.388	3.352
			30	2.690	2.407	4.303	4.212	3.009	2.977
港外側	Area3	upper	5			4.775	4.786	4.184	4.148
			20			3.321	3.322	2.674	2.651
			30			2.734	2.734	3.742	3.699
		lower	5	7.080	6.995				
			20	7.080	6.995				
			30	7.080	6.995				
	Area2	upper	5	4.716	4.512	5.843	5.853	5.689	5.647
			20	4.716	4.512	4.631	4.634	4.544	4.497
			30	4.716	4.512	4.158	4.158	3.932	3.887
		lower	5	7.453	7.401	3.619	3.666	3.852	3.827
			20	7.453	7.401	2.887	2.922	2.840	2.813
			30	7.453	7.401	2.494	2.522	2.509	2.482
	Area1	upper	5	6.114	5.971	6.567	6.571	6.444	6.407
			20	6.114	5.971	5.449	5.448	5.300	5.252
			30	6.114	5.971	4.877	4.874	4.824	4.775
		lower	5	7.735	7.707	4.353	4.385	4.167	4.134
			20	7.735	7.707	3.119	3.133	2.851	2.825
			30	7.735	7.707	2.684	2.693	2.540	2.516

表-A.20 各条件での安全性指標 (ケース5, y方向)

隔室位置	Area	鉄筋位置	不陸量 (cm)	波の山		波の谷		静穏時	
				HWL	LWL	HWL	LWL	HWL	LWL
港内側	Area3	upper	5	2.785	2.918	6.693	6.596	4.848	4.800
			20	2.412	2.368	4.949	4.851	3.289	3.253
			30	2.185	2.091	4.181	4.094	2.926	2.894
		lower	5			8.056	8.075		
			20			7.610	7.593		
			30			7.326	7.305		
	Area2	upper	5	3.143	3.699	7.143	7.148	5.103	5.055
			20	2.659	2.967	6.453	6.431	3.574	3.538
			30	2.321	2.524	6.038	6.000	3.018	2.988
		lower	5	3.299	3.563	6.538	6.443	4.144	4.105
			20	2.977	3.125	4.361	4.255	2.706	2.676
			30	2.826	2.891	3.771	3.676	2.382	2.355
	Area1	upper	5	4.112	4.423	7.930	7.956	7.020	6.984
			20	3.202	4.581	7.324	7.313	5.988	5.932
			30	2.796	4.123	6.975	6.947	5.529	5.470
		lower	5	3.218	3.287	6.332	6.228	4.516	4.471
			20	2.870	2.795	4.641	4.538	3.037	3.002
			30	2.683	2.536	3.985	3.892	2.701	2.669
港外側	Area3	upper	5			4.365	4.389	4.102	4.102
			20			3.155	3.165	2.806	2.806
			30			2.683	2.689	2.503	2.503
		lower	5	6.398	6.268				
			20	6.398	6.268				
			30	6.398	6.268				
	Area2	upper	5	4.158	3.932	4.926	4.938	4.475	4.437
			20	4.158	3.932	3.594	3.596	3.152	3.124
			30	4.158	3.932	2.966	2.966	2.666	2.642
		lower	5	7.115	7.033	3.721	3.786	3.234	3.211
			20	7.115	7.033	2.542	2.570	2.152	2.132
			30	7.115	7.033	2.228	2.249	1.898	1.881
	Area1	upper	5	5.472	5.298	4.879	4.875	6.497	6.461
			20	5.472	5.298	5.518	5.518	5.344	5.297
			30	5.472	5.298	4.899	4.897	4.880	4.832
		lower	5	7.709	7.677	3.611	3.650	3.612	3.581
			20	7.709	7.677	2.599	2.618	2.459	2.435
			30	7.709	7.677	2.256	2.270	2.189	2.167

表-A.21 部分係数と鉄筋量の関係 (ケース1)

領域	検討状態	地点	現行	A	B	C	D	E	F	G	H	I
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.1 1.2 (0.9) (0.8)	1.1 1.3 (0.9) (0.7)	1.1 1.4 (0.9) (0.6)	1.1 1.5 (0.9) (0.5)	1.1 1.6 (0.9) (0.4)	1.1 1.7 (0.9) (0.3)	1.1 1.8 (0.9) (0.2)	1.2 1.2 (0.8) (0.8)	1.2 1.3 (0.8) (0.7)	1.2 1.4 (0.8) (0.6)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL III-3	12.68	14.32	14.32	16.26	16.26	19.36	19.36	14.32	14.32	16.26
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	14.32	14.32	→	→	→	→	→	14.32	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	14.32	14.32	→	→	→	→	→	14.32	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	12.68	12.68	→	→	→	→	→	12.68	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	12.68	12.68	→	→	→	→	→	12.68	→	→

領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.2 1.5 (0.8) (0.5)	1.2 1.6 (0.8) (0.4)	1.2 1.7 (0.8) (0.3)	1.2 1.8 (0.8) (0.2)	1.3 1.2 (0.7) (0.8)	1.3 1.3 (0.7) (0.7)	1.3 1.4 (0.7) (0.6)	1.3 1.5 (0.7) (0.5)	1.3 1.6 (0.7) (0.4)	1.3 1.7 (0.7) (0.3)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL III-3	16.26	19.36	19.36	19.36	14.32	16.26	16.26	19.36	19.36	19.36	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	12.68	12.68	12.68	14.32	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	14.32	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	14.32	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	→	→	14.32	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	12.68	→	→	→	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	12.68	→	→	→	→	→	

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.3 1.8 (0.7) (0.2)	1.4 1.2 (0.6) (0.8)	1.4 1.3 (0.6) (0.7)	1.4 1.4 (0.6) (0.6)	1.4 1.5 (0.6) (0.5)	1.4 1.6 (0.6) (0.4)	1.4 1.7 (0.6) (0.3)	1.4 1.8 (0.6) (0.2)	1.5 1.2 (0.5) (0.8)	1.5 1.3 (0.5) (0.7)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL III-3	20.66	16.26	16.26	19.36	19.36	19.36	20.66	22.35	16.26	19.36	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	14.32	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	14.32	14.32	12.68	12.68	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	14.32	→	→	→	→	→	→	14.32	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	14.32	→	→	→	→	→	→	14.32	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	12.68	→	→	→	→	→	→	14.32	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	12.68	→	→	→	→	→	→	12.68	→	

領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.5 1.4 (0.5) (0.6)	1.5 1.5 (0.5) (0.5)	1.5 1.6 (0.5) (0.4)	1.5 1.7 (0.5) (0.3)	1.5 1.8 (0.5) (0.2)	1.6 1.2 (0.4) (0.8)	1.6 1.3 (0.4) (0.7)	1.6 1.4 (0.4) (0.6)	1.6 1.5 (0.4) (0.5)	1.6 1.6 (0.4) (0.4)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL III-3	19.36	19.36	20.66	22.35	22.35	16.84	19.36	19.36	19.83	22.35
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	12.68	12.68	14.32	14.32	14.64	12.68	12.68	12.68	14.32	14.32
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	→	14.32	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	→	→	→	14.32	→	→	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	→	14.32	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	→	12.68	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.6 1.7 (0.4) (0.3)	1.6 1.8 (0.4) (0.2)	1.7 1.2 (0.3) (0.8)	1.7 1.3 (0.3) (0.7)	1.7 1.4 (0.3) (0.6)	1.7 1.5 (0.3) (0.5)	1.7 1.6 (0.3) (0.4)	1.7 1.7 (0.3) (0.3)	1.7 1.8 (0.3) (0.2)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL III-3	22.35	24.24	19.36	19.36	19.83	22.35	22.35	24.24	24.24
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	14.64	16.26	12.68	12.68	14.32	14.32	14.32	16.26	16.26
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	14.32	→	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	14.32	→	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	14.32	→	→	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	12.68	→	→	→	→	→	→

表-A.23 部分係数と鉄筋量の関係 (ケース3)

領域	検討状態	地点	現行	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.1 1.2 (0.9) (0.8)	1.1 1.3 (0.9) (0.7)	1.1 1.4 (0.9) (0.6)	1.1 1.5 (0.9) (0.5)	1.1 1.6 (0.9) (0.4)	1.1 1.7 (0.9) (0.3)	1.1 1.8 (0.9) (0.2)	1.2 1.2 (0.8) (0.8)	1.2 1.3 (0.8) (0.7)	1.2 1.4 (0.8) (0.6)	
港内側, Area3, 上側	波の山	HWL I-3	12.12	12.12	14.32	14.32	14.64	16.26	16.84	12.12	12.12	14.32	
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	10.33	12.12	9.92	9.92	9.92	
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	9.92	9.92	→	→	→	→	→	9.92	→	→	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	9.92	9.92	→	→	→	→	→	9.92	→	→	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	9.92	9.92	→	→	→	→	→	9.92	→	→	
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	12.12	12.12	12.12	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	9.92	9.92	→	→	→	→	→	9.92	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	9.92	9.92	→	→	→	→	→	9.92	→	→	

領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.2 1.5 (0.8) (0.5)	1.2 1.6 (0.8) (0.4)	1.2 1.7 (0.8) (0.3)	1.2 1.8 (0.8) (0.2)	1.3 1.2 (0.7) (0.8)	1.3 1.3 (0.7) (0.7)	1.3 1.4 (0.7) (0.6)	1.3 1.5 (0.7) (0.5)	1.3 1.6 (0.7) (0.4)	1.3 1.7 (0.7) (0.3)	
港内側, Area3, 上側	波の山	HWL I-3	14.32	16.26	16.26	16.84	12.12	12.68	14.32	14.32	16.26	16.26	
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	9.92	9.92	12.12	12.12	9.92	9.92	9.92	9.92	10.33	12.12	
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	10.33	→	→	→	→	→	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	9.92	→	→	→	→	→	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	9.92	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	12.12	12.12	12.12	12.12	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	14.32	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	9.92	9.92	9.92	9.92	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	9.92	→	→	→	→	→	

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.3 1.8 (0.7) (0.2)	1.4 1.2 (0.6) (0.8)	1.4 1.3 (0.6) (0.7)	1.4 1.4 (0.6) (0.6)	1.4 1.5 (0.6) (0.5)	1.4 1.6 (0.6) (0.4)	1.4 1.7 (0.6) (0.3)	1.4 1.8 (0.6) (0.2)	1.4 1.8 (0.6) (0.2)	1.5 1.2 (0.5) (0.8)	1.5 1.3 (0.5) (0.7)
港内側, Area3, 上側	波の山	HWL I-3	19.36	12.12	12.68	14.32	14.64	16.26	16.26	19.36	12.12	14.32	
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	12.12	9.92	9.92	9.92	9.92	10.33	12.12	12.12	9.92	9.92	
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	12.12	→	→	→	→	→	→	14.32	→	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	9.92	→	→	→	→	→	→	9.92	→	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	9.92	→	→	→	→	→	→	9.92	→	
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	14.32	16.26	16.26	16.26	16.26	16.26	16.26	16.26	19.36	19.36	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	14.32	→	→	→	→	→	→	14.64	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	12.12	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	14.64	14.64	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	9.92	→	→	→	→	→	→	9.92	→	

領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.5 1.4 (0.5) (0.6)	1.5 1.5 (0.5) (0.5)	1.5 1.6 (0.5) (0.4)	1.5 1.7 (0.5) (0.3)	1.5 1.8 (0.5) (0.2)	1.6 1.2 (0.4) (0.8)	1.6 1.3 (0.4) (0.7)	1.6 1.4 (0.4) (0.6)	1.6 1.5 (0.4) (0.5)	1.6 1.6 (0.4) (0.4)	
港内側, Area3, 上側	波の山	HWL I-3	14.32	14.64	16.26	16.84	19.36	12.68	14.32	14.32	16.26	16.26	
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	9.92	9.92	10.33	12.12	12.12	9.92	9.92	9.92	9.92	12.12	
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	→	16.26	→	→	→	→	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	→	9.92	→	→	→	→	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	→	9.92	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	19.36	19.36	19.36	19.36	19.36	22.35	22.35	22.35	22.35	22.35	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	→	16.84	→	→	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	14.64	14.64	14.64	14.64	14.64	16.84	16.84	16.84	16.84	16.84	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	→	10.33	→	→	→	→	

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.6 1.7 (0.4) (0.3)	1.6 1.8 (0.4) (0.2)	1.7 1.2 (0.3) (0.8)	1.7 1.3 (0.3) (0.7)	1.7 1.4 (0.3) (0.6)	1.7 1.5 (0.3) (0.5)	1.7 1.6 (0.3) (0.4)	1.7 1.7 (0.3) (0.3)	1.7 1.8 (0.3) (0.2)	
港内側, Area3, 上側	波の山	HWL I-3	16.84	19.36	12.68	14.32	14.32	16.26	16.26	19.36	19.36	
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	12.12	12.12	9.92	9.92	9.92	10.33	12.12	12.12	12.12	
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	16.84	→	→	→	→	→	→	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	9.92	
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	10.33	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	9.92	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	22.35	22.35	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	19.36	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	16.84	16.84	19.36	19.36	19.36	19.36	19.36	19.36	19.36	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	12.12	→	→	→	→	→	→	

表-A.25 部分係数と鉄筋量の関係 (ケース5)

領域	検討状態	地点	現行	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.2 (0.9) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.3 (0.9) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.4 (0.9) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.5 (0.9) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.6 (0.9) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.7 (0.9) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.8 (0.9) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.2 (0.8) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.3 (0.8) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.4 (0.8) (0.6)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	12.12	12.12	12.12	12.68	14.32	14.32	16.26	12.12	12.12	12.68
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	12.12	12.12	→	→	→	→	→	12.12	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	19.36	19.36	22.35	22.35	24.24	25.34	28.64	19.36	20.66	22.35
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	12.12	12.12	→	→	→	→	→	12.12	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	12.12	12.12	→	→	→	→	→	12.12	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	12.68	12.68	→	→	→	→	→	14.64	→	→
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	12.12	12.12	→	→	→	→	→	12.12	→	→
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	12.12	12.12	→	→	→	→	→	12.12	→	→

領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.5 (0.8) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.6 (0.8) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.7 (0.8) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.8 (0.8) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.2 (0.7) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.3 (0.7) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.4 (0.7) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.5 (0.7) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.6 (0.7) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.7 (0.7) (0.3)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	14.32	14.32	16.26	16.26	12.12	12.68	14.32	14.32	16.26	16.26
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	12.12	12.12	12.12	12.68	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.68
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	24.24	25.34	28.64	28.64	20.66	22.35	24.24	24.24	28.64	28.64
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	16.84	→	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→	→
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.8 (0.7) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.2 (0.6) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.3 (0.6) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.4 (0.6) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.5 (0.6) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.6 (0.6) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.7 (0.6) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.8 (0.6) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.2 (0.5) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.3 (0.5) (0.7)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	16.26	12.68	14.32	14.32	16.26	16.26	16.26	16.84	14.32	14.32
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	14.32	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.68	14.32	12.12	12.12
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	14.32	→	14.32	→	→	→	→	16.26	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	28.64	22.35	24.24	24.24	28.64	28.64	28.64	33.68	24.24	24.24
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	12.12	→	12.12	→	→	→	→	12.12	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	12.12	→	12.12	→	→	→	→	12.12	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	19.36	→	19.36	→	→	→	→	20.66	→
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	12.12	→	12.12	→	→	→	→	12.12	→
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	12.68	→	12.68	→	→	→	→	14.32	→

領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.4 (0.5) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.5 (0.5) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.6 (0.5) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.7 (0.5) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.8 (0.5) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.2 (0.4) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.3 (0.4) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.4 (0.4) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.5 (0.4) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.6 (0.4) (0.4)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	16.26	16.26	16.26	16.84	19.36	14.32	16.26	16.26	16.26	16.84
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	12.12	12.12	12.68	14.32	14.32	12.12	12.12	12.12	12.68	14.32
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	→	16.84	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	25.34	28.64	28.64	29.28	33.68	24.24	25.34	28.64	28.64	29.28
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	→	24.24	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	→	→	→	→	12.12	→	→	→	→
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	→	→	→	→	16.26	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.7 (0.4) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.8 (0.4) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.2 (0.3) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.3 (0.3) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.4 (0.3) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.5 (0.3) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.6 (0.3) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.7 (0.3) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.8 (0.3) (0.2)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	19.36	19.36	16.26	16.26	16.84	19.36	19.36	19.36	19.36
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	14.32	14.32	12.12	12.12	12.12	12.68	14.32	14.32	14.64
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	19.36	→	→	→	19.36	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	33.68	33.68	25.34	28.64	28.64	29.28	33.68	33.68	33.68
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	→	12.12	→	→	→	12.12	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	→	12.12	→	→	→	12.12	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	25.34	→	→	→	25.34	→	→
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	→	12.12	→	→	→	12.12	→	→
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	→	16.26	→	→	→	16.26	→	→

表-A.26 部分係数と安全性指標の関係 (ケース1, 不陸量±20cm)

領域	検討状態	地点	現行	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.1 1.2 (0.9)(0.8)	1.1 1.3 (0.9)(0.7)	1.1 1.4 (0.9)(0.6)	1.1 1.5 (0.9)(0.5)	1.1 1.6 (0.9)(0.4)	1.1 1.7 (0.9)(0.3)	1.1 1.8 (0.9)(0.2)	1.2 1.2 (0.8)(0.8)	1.2 1.3 (0.8)(0.7)	1.2 1.4 (0.8)(0.6)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL III-3	2.629	2.901	2.901	3.185	3.185	3.578	3.578	2.901	2.901	3.185	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	3.645	3.645	→	→	→	→	→	3.645	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	3.707	3.707	→	→	→	→	→	3.707	→	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	3.119	3.119	→	→	→	→	→	3.119	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	3.381	3.381	→	→	→	→	→	3.381	→	→	

領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.2 1.5 (0.8)(0.5)	1.2 1.6 (0.8)(0.4)	1.2 1.7 (0.8)(0.3)	1.2 1.8 (0.8)(0.2)	1.3 1.2 (0.7)(0.8)	1.3 1.3 (0.7)(0.7)	1.3 1.4 (0.7)(0.6)	1.3 1.5 (0.7)(0.5)	1.3 1.6 (0.7)(0.4)	1.3 1.7 (0.7)(0.3)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL III-3	3.185	3.578	3.578	3.578	2.901	3.185	3.185	3.578	3.578	3.578	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	3.22	3.22	3.22	3.5	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.5	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	3.645	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	→	→	3.707	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	3.119	→	→	→	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	3.381	→	→	→	→	→	

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.3 1.8 (0.7)(0.2)	1.4 1.2 (0.6)(0.8)	1.4 1.3 (0.6)(0.7)	1.4 1.4 (0.6)(0.6)	1.4 1.5 (0.6)(0.5)	1.4 1.6 (0.6)(0.4)	1.4 1.7 (0.6)(0.3)	1.4 1.8 (0.6)(0.2)	1.5 1.2 (0.5)(0.8)	1.5 1.3 (0.5)(0.7)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL III-3	3.725	3.185	3.185	3.578	3.578	3.578	3.725	3.905	3.185	3.578	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	3.5	3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	3.5	3.5	3.22	3.22	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	3.645	→	→	→	→	→	→	3.645	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	3.707	→	→	→	→	→	→	3.707	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	3.119	→	→	→	→	→	→	3.37	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	3.381	→	→	→	→	→	→	3.381	→	

領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.5 1.4 (0.5)(0.6)	1.5 1.5 (0.5)(0.5)	1.5 1.6 (0.5)(0.4)	1.5 1.7 (0.5)(0.3)	1.5 1.8 (0.5)(0.2)	1.6 1.2 (0.4)(0.8)	1.6 1.3 (0.4)(0.7)	1.6 1.4 (0.4)(0.6)	1.6 1.5 (0.4)(0.5)	1.6 1.6 (0.4)(0.4)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL III-3	3.578	3.578	3.725	3.905	3.905	3.264	3.578	3.578	3.632	3.905	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	3.22	3.22	3.5	3.5	3.551	3.22	3.22	3.22	3.5	3.5	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	→	3.645	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	→	→	→	3.707	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	→	3.37	→	→	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	→	3.381	→	→	→	→	

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.6 1.7 (0.4)(0.3)	1.6 1.8 (0.4)(0.2)	1.7 1.2 (0.3)(0.8)	1.7 1.3 (0.3)(0.7)	1.7 1.4 (0.3)(0.6)	1.7 1.5 (0.3)(0.5)	1.7 1.6 (0.3)(0.4)	1.7 1.7 (0.3)(0.3)	1.7 1.8 (0.3)(0.2)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	3.876	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	4.371	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL III-3	3.905	4.092	3.578	3.578	3.632	3.905	3.905	4.092	4.092	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	6.069	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	3.551	3.793	3.22	3.22	3.5	3.5	3.5	3.793	3.793	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	3.645	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	3.707	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	3.37	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	6.182	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	3.381	→	→	→	→	→	→	

表-A.28 部分係数と安全性指標の関係 (ケース2, 不陸量±20cm)

領域	検討状態	地点	現行	A	B	C	D	E	F	G	H	I
			$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.1 1.2 (0.9)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.1 1.3 (0.9)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.1 1.4 (0.9)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.1 1.5 (0.9)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.1 1.6 (0.9)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.1 1.7 (0.9)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.1 1.8 (0.9)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.2 1.2 (0.8)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.2 1.3 (0.8)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.2 1.4 (0.8)(0.6)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.379	2.665	2.665	2.967	2.967	3.385	3.385	2.665	2.665	2.967
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	3.063	3.063	3.063	3.063	3.063	3.063	3.063	3.063	3.063	3.063
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	2.913	2.913	→	→	→	→	→	2.913	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	3.311	3.52	3.634	3.953	3.953	4.377	4.377	3.52	3.634	3.953
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	2.83	2.83	→	→	→	→	→	2.83	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	3.169	3.169	→	→	→	→	→	3.169	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	2.746	2.746	→	→	→	→	→	3.105	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	4.437	4.437	4.437	4.437	4.437	4.437	4.437	5.001	5.001	5.001
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	2.688	2.688	→	→	→	→	→	2.688	→	→

領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
			$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.2 1.5 (0.8)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.2 1.6 (0.8)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.2 1.7 (0.8)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.2 1.8 (0.8)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.3 1.2 (0.7)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.3 1.3 (0.7)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.3 1.4 (0.7)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.3 1.5 (0.7)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.3 1.6 (0.7)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.3 1.7 (0.7)(0.3)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.967	3.385	3.385	3.385	2.665	2.967	2.967	3.385	3.385	3.385
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	3.063	3.063	3.063	3.164	3.063	3.063	3.063	3.063	3.063	3.164
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	3.227	→	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	3.953	4.377	4.377	4.377	3.634	3.953	3.953	4.377	4.377	4.377
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	2.83	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	→	→	3.169	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	3.243	→	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	5.001	5.001	5.001	5.001	5.386	5.386	5.386	5.386	5.386	5.386
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	3.024	→	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
			$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.3 1.8 (0.7)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.4 1.2 (0.6)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.4 1.3 (0.6)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.4 1.4 (0.6)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.4 1.5 (0.6)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.4 1.6 (0.6)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.4 1.7 (0.6)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.4 1.8 (0.6)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.5 1.2 (0.5)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.5 1.3 (0.5)(0.7)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	3.443	2.967	2.967	3.385	3.385	3.385	3.443	3.542	2.967	3.385
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	3.436	3.063	3.063	3.063	3.063	3.063	3.164	3.436	3.063	3.063
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	3.475	→	→	→	→	→	→	3.828	→
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	4.743	3.953	3.953	4.377	4.377	4.377	4.743	4.743	3.953	4.01
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	2.83	→	→	→	→	→	→	2.83	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	3.169	→	→	→	→	→	→	3.169	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	3.586	→	→	→	→	→	→	3.683	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	5.386	5.849	5.849	5.849	5.849	5.849	5.849	5.849	6.335	6.335
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	3.287	→	→	→	→	→	→	3.287	→

領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
			$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.5 1.4 (0.5)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.5 1.5 (0.5)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.5 1.6 (0.5)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.5 1.7 (0.5)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.5 1.8 (0.5)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.6 1.2 (0.4)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.6 1.3 (0.4)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.6 1.4 (0.4)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.6 1.5 (0.4)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.6 1.6 (0.4)(0.4)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	3.385	3.385	3.443	3.542	3.733	3.385	3.385	3.385	3.443	3.542
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	3.063	3.063	3.164	3.436	3.436	3.063	3.063	3.063	3.164	3.436
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	→	3.962	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	4.377	4.377	4.743	4.743	4.743	4.01	4.377	4.377	4.743	4.743
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	→	2.83	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	→	→	→	3.169	→	→	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	→	3.953	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	6.335	6.335	6.335	6.335	6.335	6.625	6.625	6.625	6.625	6.625
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	→	3.658	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV
			$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.6 1.7 (0.4)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.6 1.8 (0.4)(0.2)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.7 1.2 (0.3)(0.8)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.7 1.3 (0.3)(0.7)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.7 1.4 (0.3)(0.6)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.7 1.5 (0.3)(0.5)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.7 1.6 (0.3)(0.4)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.7 1.7 (0.3)(0.3)	$\gamma_R \gamma_{AR}$ 1.7 1.8 (0.3)(0.2)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	3.733	3.733	3.385	3.385	3.443	3.542	3.733	3.733	3.93
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	3.436	3.436	3.063	3.063	3.164	3.436	3.436	3.436	3.723
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	4.127	→	→	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547	4.547
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL III-4	4.743	4.805	4.377	4.377	4.377	4.743	4.743	4.805	4.805
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	2.83	→	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	3.169	→	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	4.315	→	→	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	6.625	6.625	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	3.798	→	→	→	→	→	→

表-A.29 部分係数と安全性指標の関係 (ケース 2, 不陸量±30cm)

領域	検討状態	地点	現行	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
			$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$
			1.1 1.2 (0.9) (0.8)	1.1 1.3 (0.9) (0.7)	1.1 1.4 (0.9) (0.6)	1.1 1.5 (0.9) (0.5)	1.1 1.6 (0.9) (0.4)	1.1 1.7 (0.9) (0.3)	1.1 1.8 (0.9) (0.2)	1.2 1.2 (0.8) (0.8)	1.2 1.3 (0.8) (0.7)	1.2 1.4 (0.8) (0.6)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.107	2.359	2.359	2.625	2.625	2.996	2.996	2.359	2.359	2.625	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	2.647	2.647	2.647	2.647	2.647	2.647	2.647	2.647	2.647	2.647	
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	2.471	2.471	→	→	→	→	→	2.471	→	→	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	2.882	2.882	→	→	→	→	→	2.882	→	→	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	2.524	2.524	→	→	→	→	→	2.524	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	2.779	2.779	→	→	→	→	→	2.779	→	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	2.34	2.34	→	→	→	→	→	2.65	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	4.437	4.437	4.437	4.437	4.437	4.437	4.437	5.001	5.001	5.001	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	2.315	2.315	→	→	→	→	→	2.315	→	→	

領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
			$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$
			1.2 1.5 (0.8) (0.5)	1.2 1.6 (0.8) (0.4)	1.2 1.7 (0.8) (0.3)	1.2 1.8 (0.8) (0.2)	1.3 1.2 (0.7) (0.8)	1.3 1.3 (0.7) (0.7)	1.3 1.4 (0.7) (0.6)	1.3 1.5 (0.7) (0.5)	1.3 1.6 (0.7) (0.4)	1.3 1.7 (0.7) (0.3)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.625	2.996	2.996	2.996	2.359	2.625	2.625	2.996	2.996	2.996	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	2.647	2.647	2.647	2.733	2.647	2.647	2.647	2.647	2.647	2.733	
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	2.74	→	→	→	→	→	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	2.882	→	→	→	→	→	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	2.524	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	→	→	2.779	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	2.769	→	→	→	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	5.001	5.001	5.001	5.001	5.386	5.386	5.386	5.386	5.386	5.386	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	2.606	→	→	→	→	→	

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
			$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$
			1.3 1.8 (0.7) (0.2)	1.4 1.2 (0.6) (0.8)	1.4 1.3 (0.6) (0.7)	1.4 1.4 (0.6) (0.6)	1.4 1.5 (0.6) (0.5)	1.4 1.6 (0.6) (0.4)	1.4 1.7 (0.6) (0.3)	1.4 1.8 (0.6) (0.2)	1.5 1.2 (0.5) (0.8)	1.5 1.3 (0.5) (0.7)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	3.047	2.625	2.625	2.996	2.996	2.996	3.047	3.135	2.625	2.996	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	2.966	2.647	2.647	2.647	2.647	2.647	2.733	2.966	2.647	2.647	
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	2.955	→	→	→	→	→	→	3.261	→	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	2.882	→	→	→	→	→	→	2.882	→	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	2.524	→	→	→	→	→	→	2.524	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	2.779	→	→	→	→	→	→	2.779	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	3.068	→	→	→	→	→	→	3.153	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	5.386	5.849	5.849	5.849	5.849	5.849	5.849	5.849	6.335	6.335	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	2.835	→	→	→	→	→	→	2.899	→	

領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	
			$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$
			1.5 1.4 (0.5) (0.6)	1.5 1.5 (0.5) (0.5)	1.5 1.6 (0.5) (0.4)	1.5 1.7 (0.5) (0.3)	1.5 1.8 (0.5) (0.2)	1.6 1.2 (0.4) (0.8)	1.6 1.3 (0.4) (0.7)	1.6 1.4 (0.4) (0.6)	1.6 1.5 (0.4) (0.5)	1.6 1.6 (0.4) (0.4)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.996	2.996	3.047	3.135	3.304	2.996	2.996	2.996	3.047	3.135	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	2.647	2.647	2.733	2.966	2.966	2.647	2.647	2.647	2.733	2.966	
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	→	3.378	→	→	→	→	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	→	3.17	→	→	→	→	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	→	2.524	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	→	→	→	2.779	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	→	3.389	→	→	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	6.335	6.335	6.335	6.335	6.335	6.625	6.625	6.625	6.625	6.625	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	→	3.159	→	→	→	→	

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	
			$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$	$\gamma_R \gamma_{AR}$
			1.6 1.7 (0.4) (0.3)	1.6 1.8 (0.4) (0.2)	1.7 1.2 (0.3) (0.8)	1.7 1.3 (0.3) (0.7)	1.7 1.4 (0.3) (0.6)	1.7 1.5 (0.3) (0.5)	1.7 1.6 (0.3) (0.4)	1.7 1.7 (0.3) (0.3)	1.7 1.8 (0.3) (0.2)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	3.304	3.304	2.996	2.996	3.047	3.135	3.304	3.304	3.48	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL I-4	2.966	2.966	2.647	2.647	2.733	2.966	2.966	2.966	3.212	
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	3.522	→	→	→	→	→	→	
港内側, Area1, 上側	波の山	LWL II-4	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	3.396	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	2.597	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL I-2	→	→	2.779	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	3.707	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	6.625	6.625	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	3.281	→	→	→	→	→	→	

表-A.30 部分係数と安全性指標の関係 (ケース 3, 不陸量±20cm)

領域	検討状態	地点	現行	A	B	C	D	E	F	G	H	I
			$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.2	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.3	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.4	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.5	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.6	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.7	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.1 1.8	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.2	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.3	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.4
			(0.9) (0.8)	(0.9) (0.7)	(0.9) (0.6)	(0.9) (0.5)	(0.9) (0.4)	(0.9) (0.3)	(0.9) (0.2)	(0.8) (0.8)	(0.8) (0.7)	(0.8) (0.6)
港内側, Area3, 上側	波の山	HWL I-3	2.879	2.879	3.069	3.069	3.092	3.197	3.229	2.879	2.879	3.069
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	3.162	3.162	3.162	3.162	3.162	3.204	3.353	3.162	3.162	3.162
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	2.841	→	→	→	→	→	→	2.841	→	→
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	2.929	2.929	→	→	→	→	→	2.929	→	→
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	3.035	3.035	3.035	3.035	3.035	3.035	3.035	3.849	3.849	3.849
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	2.096	2.096	→	→	→	→	→	2.096	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	2.652	2.652	→	→	→	→	→	2.652	→	→

領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
			$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.5	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.6	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.7	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.2 1.8	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.2	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.3	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.4	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.5	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.6	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.7
			(0.8) (0.5)	(0.8) (0.4)	(0.8) (0.3)	(0.8) (0.2)	(0.7) (0.8)	(0.7) (0.7)	(0.7) (0.6)	(0.7) (0.5)	(0.7) (0.4)	(0.7) (0.3)
港内側, Area3, 上側	波の山	HWL I-3	3.069	3.197	3.197	3.229	2.879	2.933	3.069	3.069	3.197	3.197
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	3.162	3.162	3.353	3.353	3.162	3.162	3.162	3.162	3.204	3.353
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	2.384	→	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	2.841	→	→	→	→	→
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	2.929	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	3.849	3.849	3.849	3.849	4.468	4.468	4.468	4.468	4.468	4.468
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	2.465	→	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	4.098	4.098	4.098	4.098	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	2.652	→	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
			$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.3 1.8	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.2	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.3	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.4	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.5	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.6	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.7	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.4 1.8	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.2	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.3
			(0.7) (0.2)	(0.6) (0.8)	(0.6) (0.7)	(0.6) (0.6)	(0.6) (0.5)	(0.6) (0.4)	(0.6) (0.3)	(0.6) (0.2)	(0.5) (0.8)	(0.5) (0.7)
港内側, Area3, 上側	波の山	HWL I-3	3.3349	2.879	2.933	3.069	3.092	3.197	3.197	3.3349	2.879	3.069
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	3.353	3.162	3.162	3.162	3.162	3.204	3.353	3.353	3.162	3.162
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	2.679	→	→	→	→	→	→	2.999	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	2.841	→	→	→	→	→	→	2.841	→
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	2.929	→	→	→	→	→	→	2.929	→
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	4.468	4.897	4.897	4.897	4.897	4.897	4.897	4.897	5.421	5.421
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	2.788	→	→	→	→	→	→	2.832	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	4.81	4.957	4.957	4.957	4.957	4.957	4.957	4.957	5.389	5.389
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	2.652	→	→	→	→	→	→	2.652	→

領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
			$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.4	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.5	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.6	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.7	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.5 1.8	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.2	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.3	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.4	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.5	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.6
			(0.5) (0.6)	(0.5) (0.5)	(0.5) (0.4)	(0.5) (0.3)	(0.5) (0.2)	(0.4) (0.8)	(0.4) (0.7)	(0.4) (0.6)	(0.4) (0.5)	(0.4) (0.4)
港内側, Area3, 上側	波の山	HWL I-3	3.069	3.092	3.197	3.229	3.3349	2.933	3.069	3.069	3.197	3.197
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	3.162	3.162	3.204	3.353	3.353	3.162	3.162	3.162	3.162	3.353
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	3.252	→	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	→	2.841	→	→	→	→
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	→	2.929	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	5.421	5.421	5.421	5.421	5.421	5.794	5.794	5.794	5.794	5.794
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	→	3.114	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	5.389	5.389	5.389	5.389	5.389	5.759	5.759	5.759	5.759	5.759
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	→	2.728	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV
			$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.7	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.6 1.8	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.2	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.3	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.4	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.5	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.6	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.7	$\gamma_R \gamma_{DR}$ 1.7 1.8
			(0.4) (0.3)	(0.4) (0.2)	(0.3) (0.8)	(0.3) (0.7)	(0.3) (0.6)	(0.3) (0.5)	(0.3) (0.4)	(0.3) (0.3)	(0.3) (0.2)
港内側, Area3, 上側	波の山	HWL I-3	3.229	3.3349	2.933	3.069	3.069	3.197	3.197	3.3349	3.3349
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	3.353	3.353	3.162	3.162	3.162	3.204	3.353	3.353	3.353
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	3.323	→	→	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661	3.661
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	2.916	→	→	→	→	→	→
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	2.929	→	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	5.794	5.794	5.982	5.982	5.982	5.982	5.982	5.982	5.982
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	3.402	→	→	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	5.759	5.759	6.079	6.079	6.079	6.079	6.079	6.079	6.079
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	3.033	→	→	→	→	→	→

表-A.31 部分係数と安全性指標の関係 (ケース 3, 不陸量±30cm)

領域	検討状態	地点	現行	A	B	C	D	E	F	G	H	I
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.2 (0.9) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.3 (0.9) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.4 (0.9) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.5 (0.9) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.6 (0.9) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.7 (0.9) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.1 1.8 (0.9) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.2 (0.8) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.3 (0.8) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.4 (0.8) (0.6)
港内側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	2.74	→	→	→	→	→	→	2.74	→	→
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	3.052	3.052	3.052	3.052	3.052	3.102	3.284	3.052	3.052	3.052
港内側, Area2, 下側	静穏時	LWL III-3	2.074	2.074	→	→	→	→	→	2.074	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	2.414	→	→	→	→	→	→	2.414	→	→
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	2.602	2.602	→	→	→	→	→	2.602	→	→
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	3.035	3.035	3.035	3.035	3.035	3.035	3.035	3.849	3.849	3.849
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	1.887	1.887	→	→	→	→	→	1.887	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098	4.098
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	2.254	2.254	→	→	→	→	→	2.254	→	→

領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.5 (0.8) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.6 (0.8) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.7 (0.8) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.2 1.8 (0.8) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.2 (0.7) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.3 (0.7) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.4 (0.7) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.5 (0.7) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.6 (0.7) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.7 (0.7) (0.3)
港内側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	2.74	→	→	→	→	→
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	3.052	3.052	3.284	3.284	3.052	3.052	3.052	3.052	3.102	3.284
港内側, Area2, 下側	静穏時	LWL III-3	→	→	→	→	2.138	→	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	2.414	→	→	→	→	→
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	2.602	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	3.849	3.849	3.849	3.849	4.468	4.468	4.468	4.468	4.468	4.468
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	2.213	→	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	4.098	4.098	4.098	4.098	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81	4.81
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	2.254	→	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.3 1.8 (0.7) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.2 (0.6) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.3 (0.6) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.4 (0.6) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.5 (0.6) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.6 (0.6) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.7 (0.6) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.4 1.8 (0.6) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.2 (0.5) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.3 (0.5) (0.7)
港内側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	2.74	→	→	→	→	→	→	2.74	→
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	3.284	3.052	3.052	3.052	3.052	3.102	3.284	3.284	3.052	3.052
港内側, Area2, 下側	静穏時	LWL III-3	→	2.398	→	→	→	→	→	→	2.683	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	2.414	→	→	→	→	→	→	2.414	→
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	2.602	→	→	→	→	→	→	2.602	→
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	4.468	4.897	4.897	4.897	4.897	4.897	4.897	4.897	5.421	5.421
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	2.499	→	→	→	→	→	→	2.538	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	4.81	4.957	4.957	4.957	4.957	4.957	4.957	4.957	5.389	5.389
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	2.254	→	→	→	→	→	→	2.254	→

領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.4 (0.5) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.5 (0.5) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.6 (0.5) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.7 (0.5) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.5 1.8 (0.5) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.2 (0.4) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.3 (0.4) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.4 (0.4) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.5 (0.4) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.6 (0.4) (0.4)
港内側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	→	2.74	→	→	→	→
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	3.052	3.052	3.102	3.284	3.284	3.052	3.052	3.052	3.052	3.284
港内側, Area2, 下側	静穏時	LWL III-3	→	→	→	→	→	2.908	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	→	2.414	→	→	→	→
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	→	2.602	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	5.421	5.421	5.421	5.421	5.421	5.794	5.794	5.794	5.794	5.794
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	→	→	→	2.789	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	5.389	5.389	5.389	5.389	5.389	5.759	5.759	5.759	5.759	5.759
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	→	→	→	2.32	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.7 (0.4) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.6 1.8 (0.4) (0.2)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.2 (0.3) (0.8)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.3 (0.3) (0.7)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.4 (0.3) (0.6)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.5 (0.3) (0.5)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.6 (0.3) (0.4)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.7 (0.3) (0.3)	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$ 1.7 1.8 (0.3) (0.2)
港内側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	2.74	→	→	→	→	→	→
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL I-4	3.284	3.284	3.052	3.052	3.052	3.102	3.284	3.284	3.284
港内側, Area2, 下側	静穏時	LWL III-3	→	→	2.971	→	→	→	→	→	→
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614	3.614
港内側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	2.48	→	→	→	→	→	→
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	2.602	→	→	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	波の山	HWL III-3	5.794	5.794	5.982	5.982	5.982	5.982	5.982	5.982	5.982
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL III-3	→	→	3.046	→	→	→	→	→	→
港外側, Area1, 上側	波の山	LWL III-4	5.759	5.759	6.079	6.079	6.079	6.079	6.079	6.079	6.079
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL III-2	→	→	2.585	→	→	→	→	→	→

表-A.32 部分係数と安全性指標の関係 (ケース4, 不陸量±20cm)

領域	検討状態	地点	現行	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.1 1.2 (0.9)(0.8)	1.1 1.3 (0.9)(0.7)	1.1 1.4 (0.9)(0.6)	1.1 1.5 (0.9)(0.5)	1.1 1.6 (0.9)(0.4)	1.1 1.7 (0.9)(0.3)	1.1 1.8 (0.9)(0.2)	1.2 1.2 (0.8)(0.8)	1.2 1.3 (0.8)(0.7)	1.2 1.4 (0.8)(0.6)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL II-3	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	
港内側, Area2, 下側	波の山	HWL I-5	2.692	2.864	2.864	3.2	3.2	3.2	3.51	2.864	2.864	2.956	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL II-5	2.339	2.339	2.624	2.624	3.005	3.005	3.005	2.339	2.624	2.624	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	3.04	3.04	→	→	→	→	→	3.04	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL II-3	3.124	3.124	→	→	→	→	→	3.124	→	→	
港外側, Area2, 下側	波の谷	HWL I-1	2.716	2.716	2.716	2.852	3.223	3.223	3.223	2.716	2.852	3.223	
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL II-2	5.696	5.696	→	→	→	→	→	5.696	→	→	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL II-1	3.022	3.022	→	→	→	→	→	3.022	→	→	

領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.2 1.5 (0.8)(0.5)	1.2 1.6 (0.8)(0.4)	1.2 1.7 (0.8)(0.3)	1.2 1.8 (0.8)(0.2)	1.3 1.2 (0.7)(0.8)	1.3 1.3 (0.7)(0.7)	1.3 1.4 (0.7)(0.6)	1.3 1.5 (0.7)(0.5)	1.3 1.6 (0.7)(0.4)	1.3 1.7 (0.7)(0.3)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL II-3	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	
港内側, Area2, 下側	波の山	HWL I-5	3.2	3.2	3.51	3.51	2.864	2.956	3.2	3.2	3.51	3.51	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL II-5	3.005	3.005	3.005	3.056	2.624	2.624	3.005	3.005	3.005	3.056	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	3.04	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL II-3	→	→	→	→	3.124	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	波の谷	HWL I-1	3.223	3.291	3.616	3.616	3.223	3.223	3.616	3.616	3.616	3.726	
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL II-2	→	→	→	→	5.696	→	→	→	→	→	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL II-1	→	→	→	→	3.022	→	→	→	→	→	

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.3 1.8 (0.7)(0.2)	1.4 1.2 (0.6)(0.8)	1.4 1.3 (0.6)(0.7)	1.4 1.4 (0.6)(0.6)	1.4 1.5 (0.6)(0.5)	1.4 1.6 (0.6)(0.4)	1.4 1.7 (0.6)(0.3)	1.4 1.8 (0.6)(0.2)	1.5 1.2 (0.5)(0.8)	1.5 1.3 (0.5)(0.7)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL II-3	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	
港内側, Area2, 下側	波の山	HWL I-5	3.51	2.956	3.2	3.2	3.51	3.51	3.51	3.776	3.2	3.2	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL II-5	3.142	2.624	3.005	3.005	3.005	3.056	3.142	3.304	3.005	3.005	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	3.04	→	→	→	→	→	→	3.04	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL II-3	→	3.124	→	→	→	→	→	→	3.124	→	
港外側, Area2, 下側	波の谷	HWL I-1	4.16	3.616	3.616	3.726	4.16	4.16	4.16	4.16	3.726	4.16	
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL II-2	→	5.696	→	→	→	→	→	→	5.696	→	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL II-1	→	3.022	→	→	→	→	→	→	3.022	→	

領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.5 1.4 (0.5)(0.6)	1.5 1.5 (0.5)(0.5)	1.5 1.6 (0.5)(0.4)	1.5 1.7 (0.5)(0.3)	1.5 1.8 (0.5)(0.2)	1.6 1.2 (0.4)(0.8)	1.6 1.3 (0.4)(0.7)	1.6 1.4 (0.4)(0.6)	1.6 1.5 (0.4)(0.5)	1.6 1.6 (0.4)(0.4)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.492	2.492	2.492	2.492	2.588	2.492	2.492	2.492	2.492	2.492
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL II-3	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126
港内側, Area2, 下側	波の山	HWL I-5	3.51	3.51	3.51	3.776	3.776	3.2	3.51	3.51	3.51	3.776
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL II-5	3.005	3.056	3.142	3.304	3.467	3.005	3.005	3.056	3.142	3.304
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	→	3.04	→	→	→	→
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL II-3	→	→	→	→	→	3.124	→	→	→	→
港外側, Area2, 下側	波の谷	HWL I-1	4.16	4.16	4.16	4.362	4.362	4.16	4.16	4.235	4.362	4.605
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL II-2	→	→	→	→	→	5.696	→	→	→	→
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL II-1	→	→	→	→	→	3.022	→	→	→	→

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.6 1.7 (0.4)(0.3)	1.6 1.8 (0.4)(0.2)	1.7 1.2 (0.3)(0.8)	1.7 1.3 (0.3)(0.7)	1.7 1.4 (0.3)(0.6)	1.7 1.5 (0.3)(0.5)	1.7 1.6 (0.3)(0.4)	1.7 1.7 (0.3)(0.3)	1.7 1.8 (0.3)(0.2)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.588	2.846	2.492	2.492	2.492	2.492	2.588	2.846	2.846	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL II-3	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	3.126	
港内側, Area2, 下側	波の山	HWL I-5	3.776	3.776	3.51	3.51	3.51	3.776	3.776	3.776	3.776	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	4.299	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL II-5	3.467	3.467	3.005	3.056	3.142	3.304	3.467	3.467	3.467	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	3.04	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL II-3	→	→	3.124	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	波の谷	HWL I-1	4.605	4.605	4.362	4.362	4.605	4.605	4.853	4.853	4.853	
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL II-2	→	→	5.696	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL II-1	→	→	3.022	→	→	→	→	→	→	

表-A.33 部分係数と安全性指標の関係 (ケース 4, 不陸量±30cm)

領域	検討状態	地点	現行	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.1 1.2 (0.9)(0.8)	1.1 1.3 (0.9)(0.7)	1.1 1.4 (0.9)(0.6)	1.1 1.5 (0.9)(0.5)	1.1 1.6 (0.9)(0.4)	1.1 1.7 (0.9)(0.3)	1.1 1.8 (0.9)(0.2)	1.2 1.2 (0.8)(0.8)	1.2 1.3 (0.8)(0.7)	1.2 1.4 (0.8)(0.6)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL II-3	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL I-5	2.59	2.769	2.769	3.12	3.12	3.12	3.441	2.769	2.769	3.12	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL II-5	2.117	2.117	2.224	2.224	2.813	2.813	2.813	2.117	2.224	2.224	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	2.641	2.641	→	→	→	→	→	2.641	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL II-3	3.113	3.113	→	→	→	→	→	3.113	→	→	
港外側, Area2, 下側	波の谷	HWL I-1	2.455	2.455	2.455	2.582	2.93	2.93	2.93	2.455	2.582	2.93	
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL II-2	5.228	5.228	→	→	→	→	→	5.228	→	→	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL II-1	2.585	2.585	→	→	→	→	→	2.585	→	→	

領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.2 1.5 (0.8)(0.5)	1.2 1.6 (0.8)(0.4)	1.2 1.7 (0.8)(0.3)	1.2 1.8 (0.8)(0.2)	1.3 1.2 (0.7)(0.8)	1.3 1.3 (0.7)(0.7)	1.3 1.4 (0.7)(0.6)	1.3 1.5 (0.7)(0.5)	1.3 1.6 (0.7)(0.4)	1.3 1.7 (0.7)(0.3)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL II-3	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL I-5	3.12	3.12	3.441	3.441	2.769	3.12	3.12	3.12	3.441	3.441	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL II-5	2.813	2.813	2.813	2.863	2.224	2.224	2.813	2.813	2.813	2.863	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	2.641	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL II-3	→	→	→	→	3.113	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	波の谷	HWL I-1	2.93	2.995	3.304	3.304	2.93	2.93	3.304	3.304	3.304	3.408	
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL II-2	→	→	→	→	5.228	→	→	→	→	→	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL II-1	→	→	→	→	2.585	→	→	→	→	→	

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.3 1.8 (0.7)(0.2)	1.4 1.2 (0.6)(0.8)	1.4 1.3 (0.6)(0.7)	1.4 1.4 (0.6)(0.6)	1.4 1.5 (0.6)(0.5)	1.4 1.6 (0.6)(0.4)	1.4 1.7 (0.6)(0.3)	1.4 1.8 (0.6)(0.2)	1.5 1.2 (0.5)(0.8)	1.5 1.3 (0.5)(0.7)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL II-3	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL I-5	3.441	3.12	3.12	3.12	3.441	3.441	3.441	3.705	3.12	3.12	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL II-5	2.948	2.224	2.813	2.813	2.813	2.863	2.948	3.111	2.813	2.813	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	2.641	→	→	→	→	→	→	2.641	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL II-3	→	3.113	→	→	→	→	→	→	3.113	→	
港外側, Area2, 下側	波の谷	HWL I-1	3.828	3.304	3.304	3.408	3.828	3.828	3.828	3.828	3.408	3.828	
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL II-2	→	5.228	→	→	→	→	→	→	5.228	→	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL II-1	→	2.585	→	→	→	→	→	→	2.585	→	

領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.5 1.4 (0.5)(0.6)	1.5 1.5 (0.5)(0.5)	1.5 1.6 (0.5)(0.4)	1.5 1.7 (0.5)(0.3)	1.5 1.8 (0.5)(0.2)	1.6 1.2 (0.4)(0.8)	1.6 1.3 (0.4)(0.7)	1.6 1.4 (0.4)(0.6)	1.6 1.5 (0.4)(0.5)	1.6 1.6 (0.4)(0.4)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.264	2.264	2.264	2.264	2.351	2.264	2.264	2.264	2.264	2.264	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL II-3	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL I-5	3.441	3.441	3.441	3.705	3.705	3.12	3.441	3.441	3.441	3.705	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL II-5	2.813	2.863	2.948	3.111	3.276	2.813	2.813	2.863	2.948	3.111	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	→	→	→	2.641	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL II-3	→	→	→	→	→	3.113	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	波の谷	HWL I-1	3.828	3.828	3.828	4.024	4.024	3.828	3.828	3.9	4.024	4.263	
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL II-2	→	→	→	→	→	5.228	→	→	→	→	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL II-1	→	→	→	→	→	2.585	→	→	→	→	

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	
			$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$	$\gamma_R \gamma_{\Delta R}$
			1.6 1.7 (0.4)(0.3)	1.6 1.8 (0.4)(0.2)	1.7 1.2 (0.3)(0.8)	1.7 1.3 (0.3)(0.7)	1.7 1.4 (0.3)(0.6)	1.7 1.5 (0.3)(0.5)	1.7 1.6 (0.3)(0.4)	1.7 1.7 (0.3)(0.3)	1.7 1.8 (0.3)(0.2)	
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL I-3	2.351	2.584	2.264	2.264	2.264	2.264	2.351	2.584	2.584	
港内側, Area2, 上側	波の山	LWL II-3	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	2.658	
港内側, Area2, 下側	波の山	LWL I-5	3.705	3.705	3.441	3.441	3.441	3.705	3.705	3.705	3.75	
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL II-4	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	4.072	
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL II-5	3.276	3.276	2.813	2.863	2.948	3.111	3.276	3.276	3.276	
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL I-3	→	→	2.641	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL II-3	→	→	3.113	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area2, 下側	波の谷	HWL I-1	4.263	4.263	4.024	4.024	4.263	4.263	4.508	4.508	4.508	
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL II-2	→	→	5.228	→	→	→	→	→	→	
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL II-1	→	→	2.585	→	→	→	→	→	→	

表-A.34 部分係数と安全性指標の関係 (ケース 5, 不陸量±20cm)

領域	検討状態	地点	現行		A	B	C	D	E	F	G	H	I						
			γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$			
			1.1	1.2	1.1	1.3	1.1	1.4	1.1	1.5	1.1	1.6	1.1	1.7	1.1	1.8	1.2	1.2	1.2
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	2.368	2.368	2.368	2.475	2.764	2.764	3.066	2.368	2.368	2.475						
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	2.659	2.659	2.659	2.659	2.659	2.659	2.659	2.659	2.659							
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	2.676	2.676	→	→	→	→	→	2.676	→							
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202							
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	2.795	2.795	3.149	3.149	3.347	3.454	3.748	2.795	2.956	3.149						
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	2.806	2.806	→	→	→	→	→	2.806	→							
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	3.124	3.124	→	→	→	→	→	3.124	→							
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	2.132	2.132	→	→	→	→	→	2.407	→							
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	5.297	5.297	→	→	→	→	→	5.297	→							
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	2.435	2.435	→	→	→	→	→	2.435	→							

領域	検討状態	地点	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S							
			γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$					
			1.2	1.5	1.2	1.6	1.2	1.7	1.2	1.8	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.5	1.3
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	2.764	2.764	3.066	3.066	2.368	2.475	2.764	2.764	3.066							
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	2.659	2.659	2.659	2.754	2.659	2.659	2.659	2.659	2.754							
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	2.676	→	→	→	→							
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202							
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	3.347	3.454	3.748	3.748	2.956	3.149	3.347	3.347	3.748							
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	→	→	→	2.806	→	→	→	→							
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	→	→	→	3.124	→	→	→	→							
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	2.683	→	→	→	→							
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	→	→	→	5.297	→	→	→	→							
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	→	→	→	2.435	→	→	→	→							

領域	検討状態	地点	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC							
			γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$					
			1.3	1.8	1.4	1.2	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.6	1.4	1.7	1.4	1.8	1.5
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	3.066	2.475	2.764	2.764	3.066	3.066	3.066	3.15	2.764	2.764						
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	3.007	2.659	2.659	2.659	2.659	2.659	2.754	3.007	2.659	2.659						
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	2.987	→	→	→	→	→	3.232	→							
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202							
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	3.748	3.149	3.347	3.347	3.748	3.748	3.748	4.128	3.347	3.347						
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	2.806	→	→	→	→	→	→	2.806							
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	3.124	→	→	→	→	→	→	3.124							
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	2.966	→	→	→	→	→	→	3.1							
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	5.297	→	→	→	→	→	→	5.297							
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	2.522	→	→	→	→	→	→	2.761							

領域	検討状態	地点	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM							
			γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$					
			1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.7	1.5	1.8	1.6	1.2	1.6	1.3	1.6	1.4	1.6
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	3.066	3.066	3.066	3.15	3.481	2.764	3.066	3.066	3.15							
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	2.659	2.659	2.754	3.007	3.007	2.659	2.659	2.659	2.754							
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	→	3.301	→	→	→							
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202							
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	3.454	3.748	3.748	3.8	4.128	3.347	3.454	3.748	3.748							
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	→	→	→	→	→	→	→	→							
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	→	→	→	→	→	→	→	→							
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	→	→	→	→	→							
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	→	→	→	→	→	→	→	→							
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	→	→	→	→	→	→	→	→							

領域	検討状態	地点	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV						
			γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$					
			1.6	1.7	1.6	1.8	1.7	1.2	1.7	1.3	1.7	1.4	1.7	1.5	1.7	1.6	1.7
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	3.481	3.481	3.066	3.066	3.066	3.15	3.481	3.481						
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	3.007	3.007	2.659	2.659	2.659	2.754	3.007	3.007						
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	3.579	→	→	→	→	→						
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202	3.202						
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	4.128	4.128	3.454	3.748	3.748	3.8	4.128	4.128						
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	→	2.806	→	→	→	→	→						
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	→	3.124	→	→	→	→	→						
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	3.528	→	→	→	→	→						
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	→	5.297	→	→	→	→	→						
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	→	3.016	→	→	→	→	→						

表-A.35 部分係数と安全性指標の関係 (ケース5, 不陸量±30cm)

領域	検討状態	地点	現行																		
			γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$			
			(0.9)	(0.8)	(0.9)	(0.7)	(0.9)	(0.6)	(0.9)	(0.5)	(0.9)	(0.4)	(0.9)	(0.3)	(0.9)	(0.2)	(0.8)	(0.8)	(0.8)	(0.7)	(0.8)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	2.091	2.091	2.091	2.185	2.439	2.439	2.707	2.091	2.091	2.185								
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	2.321	2.321	2.321	2.321	2.321	2.321	2.321	2.321	2.321	2.321								
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	2.355	2.355	→	→	→	→	→	→	→	→								
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796								
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	2.536	2.536	2.861	2.861	3.046	3.146	3.424	2.536	2.683	2.861								
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	2.503	2.503	→	→	→	→	→	→	→	→								
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	2.642	2.642	→	→	→	→	→	→	→	→								
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	1.881	1.881	→	→	→	→	→	→	→	→								
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	4.832	4.832	→	→	→	→	→	→	→	→								
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	2.167	2.167	→	→	→	→	→	→	→	→								

領域	検討状態	地点	現行																		
			γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$			
			(1.2)	(1.5)	(1.2)	(1.6)	(1.2)	(1.7)	(1.2)	(1.8)	(1.3)	(1.2)	(1.3)	(1.3)	(1.3)	(1.4)	(1.3)	(1.5)	(1.3)	(1.6)	(0.7)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	2.439	2.439	2.707	2.707	2.091	2.185	2.439	2.439	2.707	2.707								
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	2.321	2.321	2.321	2.405	2.321	2.321	2.321	2.321	2.321	2.405								
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→								
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796								
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	3.046	3.146	3.424	3.424	2.683	2.861	3.046	3.046	3.424	3.424								
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	→	→	→	2.503	→	→	→	→	→								
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	→	→	→	2.642	→	→	→	→	→								
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	2.371	→	→	→	→	→								
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	→	→	→	4.832	→	→	→	→	→								
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	→	→	→	2.167	→	→	→	→	→								

領域	検討状態	地点	現行																		
			γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$			
			(1.3)	(1.8)	(1.4)	(1.2)	(1.4)	(1.3)	(1.4)	(1.4)	(1.4)	(1.5)	(1.4)	(1.6)	(1.4)	(1.7)	(1.4)	(1.8)	(1.5)	(1.2)	(0.5)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	2.707	2.185	2.439	2.439	2.707	2.707	2.707	2.707	2.781	2.439	2.439							
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	2.631	2.321	2.321	2.321	2.321	2.321	2.321	2.405	2.631	2.321	2.321							
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	2.632	→	→	→	→	→	→	→	2.852	→							
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796							
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	3.424	2.861	3.046	3.046	3.424	3.424	3.424	3.424	3.789	3.046	3.046							
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	2.503	→	→	→	→	→	→	→	2.503	→							
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	2.642	→	→	→	→	→	→	→	2.642	→							
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	2.624	→	→	→	→	→	→	→	2.744	→							
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	4.832	→	→	→	→	→	→	→	4.832	→							
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	2.246	→	→	→	→	→	→	→	2.46	→							

領域	検討状態	地点	現行																			
			γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$				
			(1.5)	(1.4)	(1.5)	(1.5)	(1.5)	(1.6)	(1.5)	(1.7)	(1.5)	(1.8)	(1.6)	(1.2)	(1.6)	(1.3)	(1.6)	(1.4)	(1.6)	(1.5)	(1.5)	(0.4)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	2.707	2.707	2.707	2.781	3.078	2.439	2.707	2.707	2.707	2.781									
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	2.321	2.321	2.405	2.631	2.631	2.321	2.321	2.321	2.321	2.405	2.631								
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→								
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796								
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	3.146	3.424	3.424	3.474	3.789	3.046	3.146	3.424	3.424	3.474									
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→								
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→								
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→								
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→								
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→								

領域	検討状態	地点	現行																			
			γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$	γ_R	$\gamma_{\Delta R}$				
			(1.6)	(1.7)	(1.6)	(1.8)	(1.7)	(1.2)	(1.7)	(1.3)	(1.7)	(1.4)	(1.7)	(1.5)	(1.7)	(1.6)	(1.7)	(1.7)	(1.7)	(1.8)	(0.4)	(0.3)
港内側, Area3, 上側	波の山	LWL	I-3	3.078	3.078	2.707	2.707	2.707	2.781	3.078	2.707	2.707	3.078									
港内側, Area2, 上側	波の山	HWL	I-4	2.631	2.631	2.321	2.321	2.321	2.405	2.631	2.631	2.631	2.672									
港内側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	3.163	→	→	→	→	→	→	→									
港内側, Area1, 上側	波の山	HWL	II-4	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796	2.796									
港内側, Area1, 下側	波の山	LWL	III-4	3.789	3.789	3.146	3.424	3.424	3.474	3.789	3.789	3.789	3.789									
港外側, Area3, 上側	静穏	LWL	I-3	→	→	2.503	→	→	→	→	→	→	→									
港外側, Area2, 上側	静穏	LWL	I-2	→	→	2.642	→	→	→	→	→	→	→									
港外側, Area2, 下側	静穏	LWL	III-3	→	→	3.129	→	→	→	→	→	→	→									
港外側, Area1, 上側	静穏	LWL	II-2	→	→	4.832	→	→	→	→	→	→	→									
港外側, Area1, 下側	静穏	LWL	III-2	→	→	2.69	→	→	→	→	→	→	→									

付録B マウンド不陸を考慮したケーソン底版設計マニュアル（案）

B.1 適用範囲

本マニュアルは、捨石マウンド上に設置されたケーソン式防波堤において、マウンドの均し精度（不陸量）を±20cm～±30cm程度に緩和した場合のケーソン底版の部材設計に適用する。

（解説）

- (1) ケーソン式防波堤は、一般的に、捨石で構築したマウンド上に鉄筋コンクリート製のケーソンを据え付ける構造である。現行設計においては、捨石マウンドの表面の凹凸は考慮しておらず、マウンド上に据え付けるケーソン底版に過大な集中荷重が作用しないように、潜水土による入念な均し作業を行っている。その精度（不陸量）は、港湾工事共通仕様書（国土交通省港湾局，1999b）に±5cmと定められている。
 しかしながら、近年の潜水土の不足および高齢化、潜水作業の危険性、建設コストの削減などの理由により、現行のマウンドの均し精度を緩和することによるメリットも大きい。捨石マウンドの均し制度を緩和した場合、ケーソン式防波堤の外的および内的安定に対する設計法を見直す必要がある。特に、内的安定に対しては、ケーソン底版にこれまで以上の不均一かつ集中的な接触荷重が作用し、ケーソン底版に作用する曲げモーメント等の断面力が増加する（宮田ら，1999）。
- (2) 本マニュアルは、捨石マウンド上に設置されたケーソン式防波堤において、マウンドの均し精度（不陸量）に対応した内的安定問題に対する設計法について適用されるものであり、信頼性理論を適用したケーソン底版の部材設計法を示したものである。ケーソン式防波堤の外的安定（滑動、転倒、支持力破壊）問題は本マニュアルの適用範囲外である。
- (3) 均し精度（基準）と実際の捨石マウンド標高の分布特性の相関性に関する検討により、捨石マウンド標高の確率分布は、潜水土による場合、均し精度が±10cmまでは±5cmの場合とほぼ同程度と見なせることがわかっている。従って、潜水土による均しで均し精度が±10cm以下のケーソン底版の部材設計は±5cmの場合と同じ手法に従って良い。
- (4) マウンドの均し精度を考慮してケーソン底版の設計を行うにあたり、本マニュアルに記述のない部分については、現行のケーソン底版設計法（国土交通省港湾局，1999a；沿岸開発技術研究センター，1999）に従うものとする。

B.2 用語の定義

安全性指標、 β ：破壊確率を表す指標。破壊確率 P_f とすると、 $\beta = -\Phi^{-1}(P_f)$ で定義される。ここで、 Φ^{-1} は標準正規分布関数の逆関数である。

外的安定：ケーソン式防波堤の場合、滑動、転倒、支持力破壊に対する安定。

限界状態：構造物が要求性能を満足しなくなる状態。

システム破壊：複数の破壊モードを有する構造物（構造システム）の破壊。

システム破壊確率：ケーソン式防波堤の外的安定の場合、滑動、転倒、支持力破壊の破壊確率をそれぞれ P_{fs} 、 P_{fo} 、 P_{fb} とすると、それぞれの破壊モード間の相関は無視できるので（長尾，2002）、システム破壊確率 P_f は、 $P_f = 1 - (1 - P_{fs})(1 - P_{fo})(1 - P_{fb})$ である。

信頼性設計法：構造物がいかに壊れるかに基づいた確率論的手法による設計法（星谷・石井，1986）。

内的安定：ケーソン式防波堤の場合、ケーソンの側壁や底版の破壊に対する安定。

不陸：捨石マウンド天端の凹凸。

不陸量：捨石マウンド天端の均し精度。

要求性能：構造物がその機能を果たすために発揮する能力。例えば、破壊確率や安全性指標など。

B.3 不陸量を考慮した底版の設計

B.3.1 一般

ケーソン底版は、想定される限界状態において規定された要求性能を満たさなければならない。

B.3.2 限界状態と要求性能

ケーソン底版の限界状態と終局限界状態における要求性能は以下の通りである。

- ・終局限界状態：終局限界状態において考慮すべき波の作用等により、断面力（曲げモーメント）が曲げ耐力を越える場合を破壊（限界状態）とし、破壊確率が 8.2×10^{-3} 以下または破壊に対する安全性指標が 2.4 以上とする。
- ・使用限界状態：使用限界状態において考慮すべき波の作用等により発生するひび割れ幅の許容値に対して検討を行う。ひび割れ幅の許容値は、以下の通りとする。

鉄筋	環境条件	許容値(m)
下側筋	厳しい条件	0.0035C
上側筋	その他の条件	0.0040C

C：鉄筋のかぶり(m)

- ・疲労限界状態：変動応力度が疲労強度を越える場合を破壊とする。

(解説)

(1) 終局限界状態における要求性能である破壊確率 8.2×10^{-3} および破壊に対する安全性指標 2.4 は、既設のケーソン式防波堤の外的安定（滑動、転倒、支持力破壊のシステム破壊）に対する破壊確率の平均値および安全性指標の平均値（長尾，2002；長尾・宮田，2002）と同じ値とした。これは、ケーソン底版の曲げ破壊の安全性指標の最小値は、ケーソン式防波堤の外的安定の安全性指標の平均値と等しいことを意味する。なお、この設定の根拠は、部材破壊による復旧費用は外的破壊による復旧費用と比較して同程度以下であることによる。

既設のケーソン式防波堤の外的安定に対する破壊確率の上限値は 1.2×10^{-2} であり、安全性指標の下限値は 2.25 である。

現行設計法においては、防波堤ケーソンには集中的な荷重は作用せず、分布荷重のみが作用するものと考えている。そのような荷重作用条件においては、底版の破壊確率の上限値は 1.9×10^{-3} であり、安全性指標の下限値は 2.9 である（長尾・宮田，2002）。しかしながら、実際には $\pm 5\text{cm}$ の均し精度においてもケーソン底版には集中的な荷重が作用する。このため、不陸量が $\pm 5\text{cm}$ の場合の実際の破壊確率の上限値は 3.5×10^{-3} であり、安全性指標の下限値は 2.7 である。

- (2) 使用限界状態および疲労限界状態に対する限界状態と要求性能は不陸を考慮しない現行設計法（例えば、沿岸開発技術研究センター，1999）と同じである。
- (3) 一般に版の設計における断面力としては、曲げモーメントの影響が支配的であることから、通常はせん断力の検討は省略して良い。

B.3.3 信頼性設計法

終局限界状態の検討は、信頼性設計法により要求性能を満たすことを照査しなければならない。また、使用および疲労限界状態の検討は、適切な信頼性を有する手法により照査しなければならない。

(解説)

(1) 信頼性設計法には、次に示す3つのレベルがある(例えば、星谷・石井, 1986)。

レベル1は破壊確率(または安全性指標)が許容値以下になるように各変数のばらつきを考慮した特性値と安全係数を定めて安全性を照査する。部分係数法とも呼ばれる。レベル2は各変数の確率分布を正規分布などの扱いやすい分布型に仮定し、耐力および作用の平均値と標準偏差から求められる安全性指標が目標値を上回ることを照査する。レベル3は厳密な確率計算により構造物の破壊確率を計算し、その値が許容値以内に収まることを照査する。

(2) 適切な信頼性を有する手法とは、本マニュアルではレベル1の信頼性設計法(部分係数法)を指す。また、本方法では、現行設計法と同様の手順で均し精度緩和に対応した設計が可能である。

(3) 参考資料において示すように、ケーソン底版の破壊確率は設計条件および断面諸元によってばらつきが大きい。本マニュアルで提示するレベル1の信頼性設計法は、そのようなばらつきを考慮した上で、どのようなケースにおいても要求性能を満たすように定めたものであり、実際の適用にあたっては、かなり安全側の設定となることもある。そのため建設コストを最大限に縮減する必要がある場合には、レベル2以上の信頼性設計法を適用して、破壊確率を算出すればよい。

レベル2およびレベル3の信頼性設計法を用いる場合には、設計変数の確率特性が必要になる。設計変数の確率特性は、長尾・宮田(2002)が参考になる。

B.3.4 部分係数法

B.3.4.1 部分係数法

終局限界状態の検討においては、B.3.4.2で示す部分係数を用いて算定した合成荷重によって算出される底版の曲げモーメントの設計用値 M_d と曲げ耐力の設計用値 M_u を用いて、

$$\gamma_i M_d / M_u \leq 1.0$$

であることを照査すればよい。ここで、 γ_i は構造物係数である。

使用限界状態の検討においては、B.3.4.2で示す部分係数により底版に作用する合成荷重 q を用いて計算した使用時設計曲げモーメントを用いて算出したひび割れ幅が許容ひび割れ幅以下であることを照査すればよい。

疲労限界状態の検討は、必要に応じて行えばよい。疲労限界状態の検討を行う場合は、B.3.4.2で示す部分係数により底版に作用する合成荷重 q を用いて、疲労の検討のための曲げモーメントを求め、疲労時の照査を行えばよい。

(解説)

(1) 構造物係数 γ_i は、波作用時は1.1、その他は1.0とする。

(2) 底版の曲げモーメントの設計用値 M_d と曲げ耐力の設計用値 M_u は以下の式を用いて算定できる。

$$M_u = A_s f_{yd} d \left(1 - \frac{A_s / (b_w d) f_{yd}}{1.7 f_{cd}} \right) / \gamma_b \tag{B.1}$$

辺長比 $\lambda = L_x / L_y > 1$ の場合、

$$M_d = M_x = XqL_y^2 \quad (\text{x 方向}) \tag{B.2}$$

$$M_d = M_y = YqL_y^2 \quad (\text{y 方向}) \tag{B.3}$$

辺長比 $\lambda = L_x / L_y \leq 1$ の場合、

$$M_d = M_x = XqL_x^2 \quad (\text{x 方向}) \tag{B.4}$$

$$M_d = M_y = YqL_x^2 \quad (\text{y 方向}) \tag{B.5}$$

A_s : 鉄筋の断面積(m²)

b_w : 対象部材の幅(m)

d : 有効高さ(m)

f_{yd} : 鉄筋の設計引張降伏強度(N/m²)

f_{cd} : コンクリートの設計基準強度(N/m²)

γ_b : 部材係数 (1.15)

L_x, L_y : ケーソン底版の x 方向, y 方向の長さ(m)

X, Y : 求める点での x 方向, y 方向のモーメント係数 (港湾の施設の技術上の基準・同解説 (国土交通省港湾局, 1999a) の巻末参照)

(3) ひび割れ幅 W は, 以下の式を用いて算定できる.

$$W = 1.1k_1k_2k_3 \left\{ 4C + 0.7(C_\phi - \phi) \right\} \left[\frac{\sigma_{se}}{E_s} + \varepsilon_\phi \right] \quad (\text{B.6})$$

ここで,

W : ひび割れ幅(m)

k_1 : 鋼材の表面形状がひび割れ幅に及ぼす係数 (異形鉄筋の場合 1.0)

k_2 : コンクリートの品質がひび割れ幅に及ぼす影響を表す係数 (0.9)

k_3 : 引張鋼材の段数の影響を表す係数 (段数が 1 の場合 1.0)

C : 鉄筋の被り(m)

C_ϕ : 鉄筋の中心間隔(m)

ϕ : 鉄筋の径(m)

E_s : ヤング率 (2.0×10^{11} N/m²)

ε_ϕ : コンクリートの乾燥収縮およびクリープによるひび割れを考慮するための数値 (ここでは 0.0 とする)

σ_{se} : 鉄筋の増加引張強度(N/m²)

- (4) (B.6)式中の k_2 の値を 0.9 としたのは, 以下の理由による. まず, コンクリート標準示方書の構造性能照査編 (土木学会, 2002) に(B.6)式を用いる場合の解説として「強度が低いコンクリートでも, プリーディングが抑制され, 均質なかぶりコンクリートが施工される場合には, k_2 の値は 0.9 まで下げてよい」という記述がある. また, および(B.6)式の k_2 の値を 0.9 とすることで, 従来の用いられてきたひび割れ幅の算定式と同じ値が得られる.
- (5) 疲労限界状態の検討が必要かどうかは, 波高ランク毎に算定した疲労寿命により判断できる. 疲労寿命が 2×10^6 回を上回る場合は, 疲労破壊しないものと考え, 疲労限界状態の検討は行わなくて良い. 疲労寿命が 2×10^6 回以下となる波高ランクに対しては, 疲労限界状態の検討を行わなくてはならない.
- (6) 疲労強度, 疲労寿命の算定は, 長尾 (1994) または沿岸開発技術研究センター (1999) が参考になる.

B.3.4.2 部分係数の値

部分係数法に用いる部分係数の値は、以下に示す値を用いてよい。

ここに、本マニュアルで新たに示す部分係数は γ_{Ru} (γ_{Rd}) および γ_{ARu} (γ_{ARd}) であり、それぞれ静穏時底版反力 R および底版反力変動分 ΔR の係数である。また、添え字の u および d はそれぞれ R および ΔR が W と同じ向きおよび逆向きに作用する場合を示す。

表-B.1 部分係数および荷重の組み合わせ

限界状態	状態	条件		部分係数と荷重の組み合わせ
終局	波の山	$\Delta R \uparrow$	$W \uparrow$	$1.1(D+F)+\gamma_{Ru}R+1.3U+\gamma_{ARu}\Delta R$
			$W \downarrow$	$0.9(D+F)+\gamma_{Rd}R+0.7U+\gamma_{ARd}\Delta R$
		$\Delta R \downarrow$	$W \uparrow$	$1.1(D+F)+\gamma_{Rd}R+1.3U+\gamma_{ARd}\Delta R$
			$W \downarrow$	$0.9(D+F)+\gamma_{Ru}R+0.7U+\gamma_{ARu}\Delta R$ (注)
	波の谷	$\Delta R \uparrow$	$W \uparrow$	$1.1(D+F)+\gamma_{Ru}R+0.7U+\gamma_{ARu}\Delta R$
			$W \downarrow$	$0.9(D+F)+\gamma_{Rd}R+1.3U+\gamma_{ARd}\Delta R$
		$\Delta R \downarrow$	$W \uparrow$	$1.1(D+F)+\gamma_{Rd}R+0.7U+\gamma_{ARd}\Delta R$
			$W \downarrow$	$0.9(D+F)+\gamma_{Ru}R+1.3U+\gamma_{ARu}\Delta R$ (注)
	静穏時	$W \uparrow$		$1.1(D+F)+\gamma_{ARu}R$
		$W \downarrow$		$0.9(D+F)+\gamma_{ARd}R$
使用・疲労	波圧時	ΔR と W が同向		$1.0(D+F)+\gamma_{Rsu}R+1.0U+\gamma_{ARsu}\Delta R$
		ΔR と W が逆向		$1.0(D+F)+\gamma_{Rsd}R+1.0U+\gamma_{ARsd}\Delta R$

ただし、 $D=D0+D1+D2$ 、 $W=D0+D1+D2+F+U+\Delta R$ とし、各荷重は符号を含んだ値である。

注) $\gamma_{ARu} \Delta R$ が下向きに作用する場合には上限があり、 $\gamma_{Ru}R$ より大きくはなり得ない。

表-B.2 不陸量に対応した部分係数

不陸量	終局				使用・疲労			
	γ_{Ru}	γ_{ARu}	γ_{Rd}	γ_{ARd}	γ_{Rsu}	γ_{ARsu}	γ_{Rsd}	γ_{ARsd}
±5cm	1.1	1.2	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
±20cm	1.4	1.4	0.6	0.6	1.1	1.1	0.9	0.9
±30cm	1.7	1.7	0.3	0.3	1.2	1.2	0.8	0.8

ここに、

$D0$: 中詰め砂自重, $D1$: 蓋コンクリート自重, $D2$: 底版自重

F : 静水圧

U : 揚圧力

R : 静穏時底版反力

ΔR : 底版反力変動分

(解説)

ここで示した終局限界状態の部分係数の値は、安全性指標の下限値が 2.4 を下回らないように設定したものである。また、使用および疲労限界状態における部分係数の値は、マウンド不陸を考慮した場合と考慮しない場合の底版反力による底版の曲げモーメントの比をとったものである。

参考文献

沿岸開発技術研究センター（1999）：港湾構造物設計事例集

国土交通省港湾局（1999a）：港湾の施設の技術上の基準・同解説，日本港湾協会。

国土交通省港湾局（1999b）：港湾工事共通仕様書，日本港湾協会。

土木学会（2002）：コンクリート標準示方書，構造性能照査編

長尾毅（1994）：限界状態設計法の鉄筋コンクリート構造物への適用に関する研究，港湾技術研究所報告，第33巻，第4号，pp.69-113.

長尾毅（2002）：ケーソン式防波堤の外的安定に関する信頼性設計手法の提案，国土技術政策総合研究所研究報告，No.4.

長尾毅・宮田正史（2002）：ケーソン式防波堤の終局曲げ安全性照査に関する信頼性設計手法の提案，国土技術政策総合研究所資料，No.16.

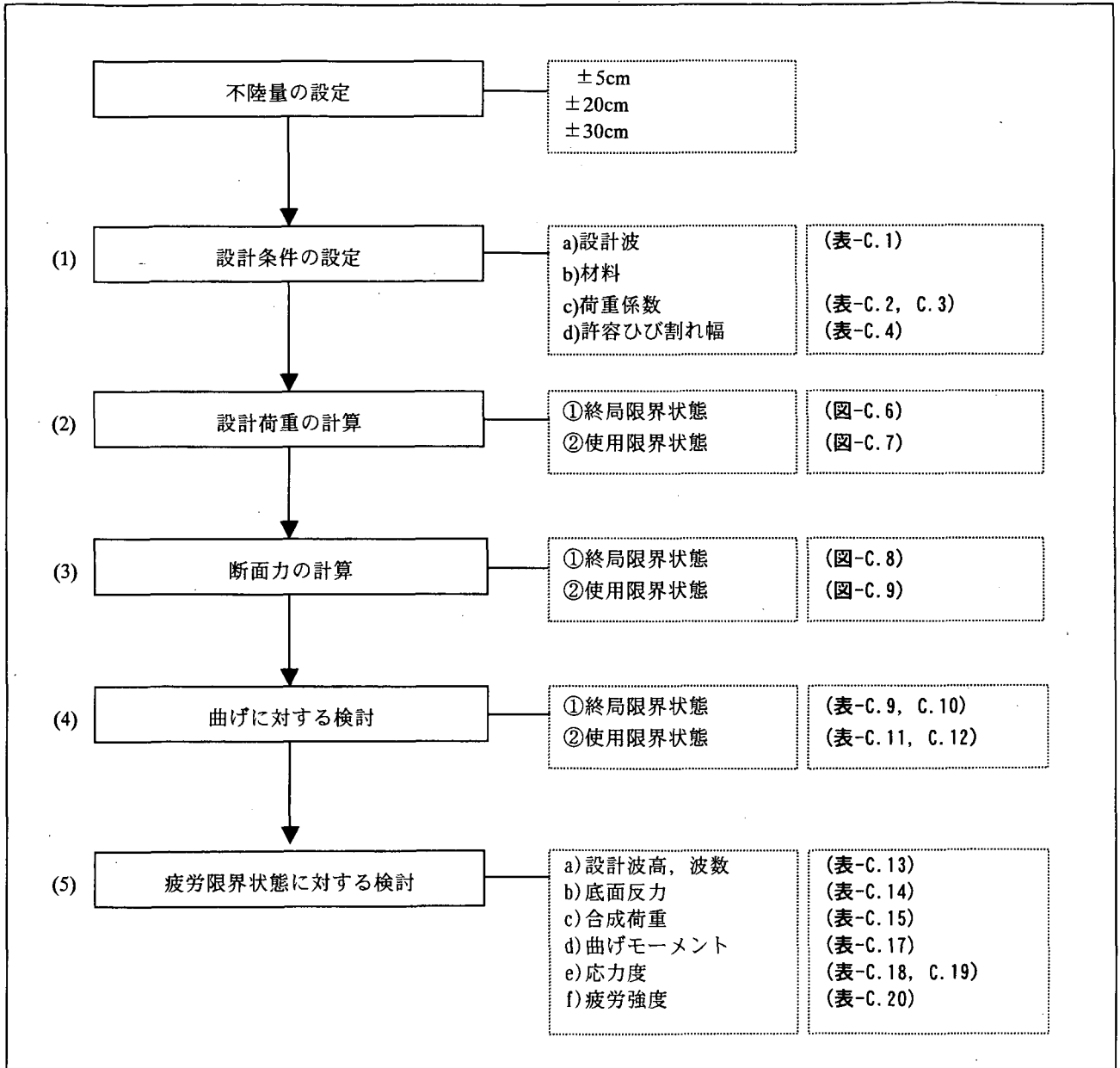
星谷勝・石井清（1986）：構造物の信頼性設計法，鹿島出版会，208P.

宮田正史・菅野高弘・長尾毅・篠原勝次・近藤隆道（1999）：均し精度がケーソン底版断面力に及ぼす影響，港湾技研資料，No.945.

付録C マウンド不陸を考慮した底版の設計例

本計算例は、不陸量 $\pm 30\text{cm}$ の場合のケーソン底版の部材設計を対象にしたものである。設計条件は港湾構造物設計事例集（沿岸開発技術研究センター，1999）の下巻第2編第2章ケーソン式混成堤に従った。また、計算結果として、港内側および港外側隔室のみ記述した。

下記に、マウンド不陸を考慮した底版の細部設計の検討フローを示す。



細部設計

基本設計は港湾構造物設計事例集（沿岸開発技術研究センター，1999）の通りである．よって，ここでは基本設計に関する記述を省略する．

(1) 設計条件

a) 標準断面

標準断面図を図-C.1に示す．

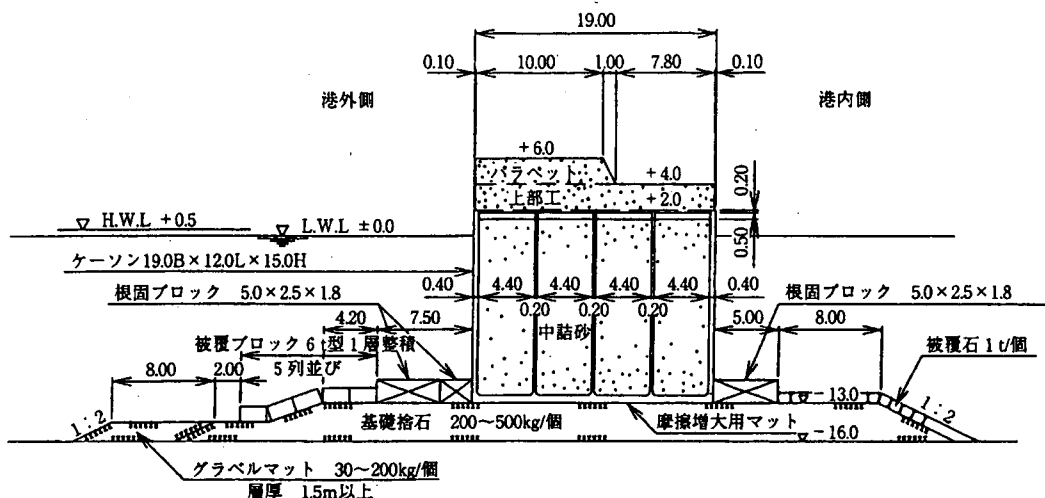


図-C.1 標準断面図 (単位：m)

b) 設計波

疲労限界状態での設計波は，疲労限界状態での検討で示した．

表-C.1 設計波

	終局限界状態		使用限界状態	
	H.W.L.	L.W.L.	H.W.L.	L.W.L.
$H_{max}(m)$	13.1	11.9	9.2	9.2
$H_{1/3}(m)$	8.5	8.5	5.1	5.1
$T(s)$	13.5	13.5	10.8	10.8

c) 材料

・) コンクリート

設計圧縮強度 $f'_{cd} = f'_{ck} / \gamma_c = 24 / 1.3 = 18.5 \text{ N/mm}^2$

ヤング係数 $E_c = 25 \text{ kN/mm}^2$

・) 鉄筋 (SD345)

設計引張降伏強度 $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 345 / 1.0 = 345 \text{ N/mm}^2$

設計引張強度 $f_{ud} = f_{uk} / \gamma_s = 490 / 1.05 = 467 \text{ N/mm}^2$

ヤング係数 $E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$

c) 荷重係数及び荷重の組合せ

・) 底版

底板に関する部分係数および荷重の組合せの考え方を表-C.2 および表-C.3 に示す。

表-C.2 部分係数および荷重の組み合わせ

限界状態	状態	条件		荷重係数と荷重の組み合わせ
終局	波の山	$\Delta R \uparrow$	$W \uparrow$	$1.1(D+F) + \gamma_{Ru}R + 1.3U + \gamma_{\Delta Ru} \Delta R$
			$W \downarrow$	$0.9(D+F) + \gamma_{Rd}R + 0.7U + \gamma_{\Delta Rd} \Delta R$
		$\Delta R \downarrow$	$W \uparrow$	$1.1(D+F) + \gamma_{Rd}R + 1.3U + \gamma_{\Delta Rd} \Delta R$
			$W \downarrow$	$0.9(D+F) + \gamma_{Ru}R + 0.7U + \gamma_{\Delta Ru} \Delta R$ (注)
	波の谷	$\Delta R \uparrow$	$W \uparrow$	$1.1(D+F) + \gamma_{Ru}R + 0.7U + \gamma_{\Delta Ru} \Delta R$
			$W \downarrow$	$0.9(D+F) + \gamma_{Rd}R + 1.3U + \gamma_{\Delta Rd} \Delta R$
		$\Delta R \downarrow$	$W \uparrow$	$1.1(D+F) + \gamma_{Rd}R + 0.7U + \gamma_{\Delta Rd} \Delta R$
			$W \downarrow$	$0.9(D+F) + \gamma_{Ru}R + 1.3U + \gamma_{\Delta Ru} \Delta R$ (注)
	静穏時	$W \uparrow$		$1.1(D+F) + \gamma_{\Delta Ru}R$
		$W \downarrow$		$0.9(D+F) + \gamma_{\Delta Rd}R$
使用・疲労	波圧時	$\Delta R, R$ と W が同向		$1.0(D+F) + \gamma_{Rsu}R + 1.0U + \gamma_{\Delta Rsu} \Delta R$
		$\Delta R, R$ と W が逆向		$1.0(D+F) + \gamma_{Rsd}R + 1.0U + \gamma_{\Delta Rsd} \Delta R$

ただし、 $D=D0+D1+D2$ ， $W=D0+D1+D2+F+U+\Delta R$ とし、各荷重は符号を含んだ値である。

注) 底板反力変動分 $\gamma_{\Delta Ru} \Delta R$ が下向きに作用する場合には上限があり、 $\gamma_{Ru}R$ より大きくはなり得ない。

表-C.3 不陸量に対応した部分係数

不陸量	終局				使用・疲労			
	γ_{Ru}	$\gamma_{\Delta Ru}$	γ_{Rd}	$\gamma_{\Delta Rd}$	γ_{Rsu}	$\gamma_{\Delta Rsu}$	γ_{Rsd}	$\gamma_{\Delta Rsd}$
±5cm	1.1	1.2	0.9	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0
±20cm	1.4	1.4	0.6	0.6	1.1	1.1	0.9	0.9
±30cm	1.7	1.7	0.3	0.3	1.2	1.2	0.8	0.8

ここに、

$D0$: 中詰め砂自重, $D1$: 蓋コン自重, $D2$: 底板自重

F : 静水圧

U : 揚圧力

R : 静穏時底板反力

ΔR : 底板反力変動分

d) 許容ひび割れ幅

許容ひび割れ幅を表-C.4 に示す。

表-C.4 許容ひび割れ幅

	環 境 条 件	
	海水に直接接する部分	左記以外の部分
許容ひび割れ幅 W_{lim} (cm)	0.0035C	0.0040C
最小かぶり(cm)	7.0	5.0

ここに, c : 鉄筋かぶり (cm)

(2) 設計荷重

検討する荷重状態は, 以下の通りである.

- ・永久荷重時 { 静穏時 H.W.L.
 静穏時 L.W.L.
- ・波の山作用時 { H.W.L.
 L.W.L.
- ・波の谷作用時 { H.W.L.
 L.W.L.
- ・浮遊時

上記各ケースにおいて, 浮遊時を除く底面反力は, 波の山作用時 (H.W.L.) が基本設計で求められており, それ以外のケースは本検討において算出する.

設計荷重の算定を以下に示すが, L.W.L.時は, 荷重の合成を省略し設計荷重のみを示した.

・) 永久荷重 (H.W.L.時)

① 自重 [D]

蓋コン $-0.5 \times 22.6 = 11.3$

中詰め $-(15.0 - 0.2 - 0.5 - 0.6) \times 20.0 = 274.0$

版自重 $-0.6 \times 24.0 = 14.4$

合 計 $-11.3 - 274.0 - 14.4 = -299.7 \text{ kN/m}^2$

② 静水圧 [F]

$13.5 \times 10.1 = 136.35 \text{ kN/m}^2$

③ 底版反力 (静穏時) [R]

$V = 4695.81 \text{ kN/m}$

$M_v = 46578.00 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$

$x = \frac{M_v}{V} = \frac{46578.00}{4695.81} = 9.919 \text{ m}$

$e = \frac{B}{2} - x = \frac{19.00}{2} - 9.919 = -0.419 \text{ m}$

$< \frac{1}{6} \times B = \frac{1}{6} \times 19.00 = 3.17 \text{ m}$

したがって, 反力は台形分布となる.

$q_1 = \left(1 + \frac{6 \times 0.419}{19.00}\right) \times \frac{4695.81}{19.00} = 279.85 \text{ kN/m}^2$

$q_2 = \left(1 - \frac{6 \times 0.419}{19.00}\right) \times \frac{4695.81}{19.00} = 214.44 \text{ kN/m}^2$

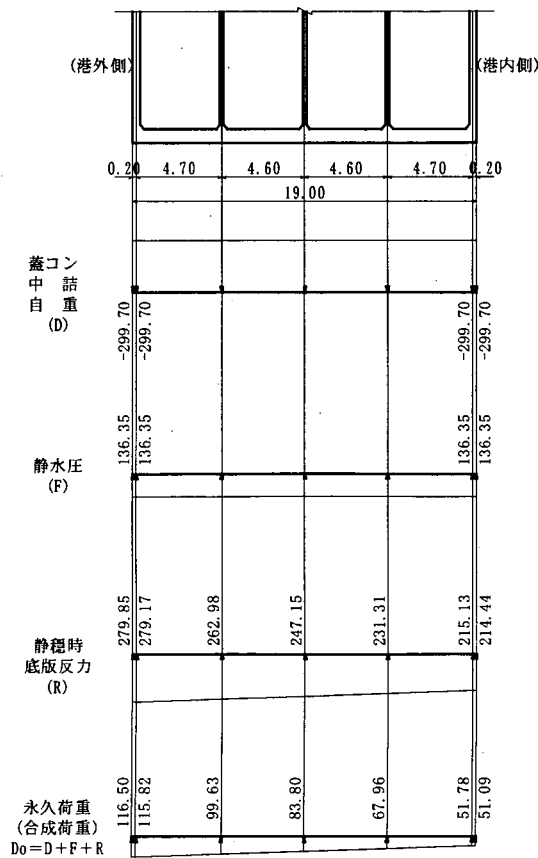
表-C.5 底版反力 (静穏時)

	H.W.L.	L.W.L.
$V(\text{kN/m})$	4695.82	4791.77
$M_v(\text{kN}\cdot\text{m/m})$	46578.08	47489.61
$q_1(\text{kN/m}^2)$	279.93	284.85
$q_2(\text{kN/m}^2)$	214.37	219.55
$b(\text{m})$	19.00	19.00

ここに,

- V : 浮力を考慮した全鉛直力
- M_v : 全鉛直力による曲げモーメント
- q_1, q_2 : 底面反力
- b : 底面反力の作用幅

④ 荷重の組合せ (永久荷重時)



・) 波の山作用時

波の山作用時の底面反力を表-C.6 に、荷重の組合せを図-C.3 および図-C.4 に示す。

表-C.6 底面反力 (波の山作用時)

	終 局 限 界 状 態		使 用 限 界 状 態	
	H.W.L.	L.W.L.	H.W.L.	L.W.L.
$H_{max}(m)$	13.10	11.90	9.20	9.20
$H_{1/3}(m)$	8.50	8.50	5.10	5.10
$T(s)$	13.50	13.50	10.80	10.80
$L(m)$	161.20	159.04	124.25	122.72
$P_1(kN/m^2)$	126.56	114.66	81.34	82.65
$P_3(kN/m^2)$	108.30	98.71	63.41	65.07
$P_4(kN/m^2)$	89.39	74.22	48.92	46.71
$P_u(kN/m^2)$	96.71	88.88	58.86	59.91
$\Sigma P(kN/m)$	2179.18	1953.53	1335.26	1348.22
$\Sigma P_u(kN/m)$	918.72	844.36	559.20	569.10
$V(kN/m)$	3777.09	3947.40	4136.61	4222.66
$H(kN/m)$	2179.18	1953.53	1335.26	1348.22
$M_V(kN \cdot m/m)$	34940.90	36794.30	39494.80	40280.90
$M_H(kN \cdot m/m)$	20534.80	18184.30	12606.80	12590.10
$q_1(kN/m^2)$	660.21	558.19	423.97	428.75
$q_2(kN/m^2)$	0.00	0.00	11.46	15.75
$b(m)$	11.46	14.14	19.00	19.00

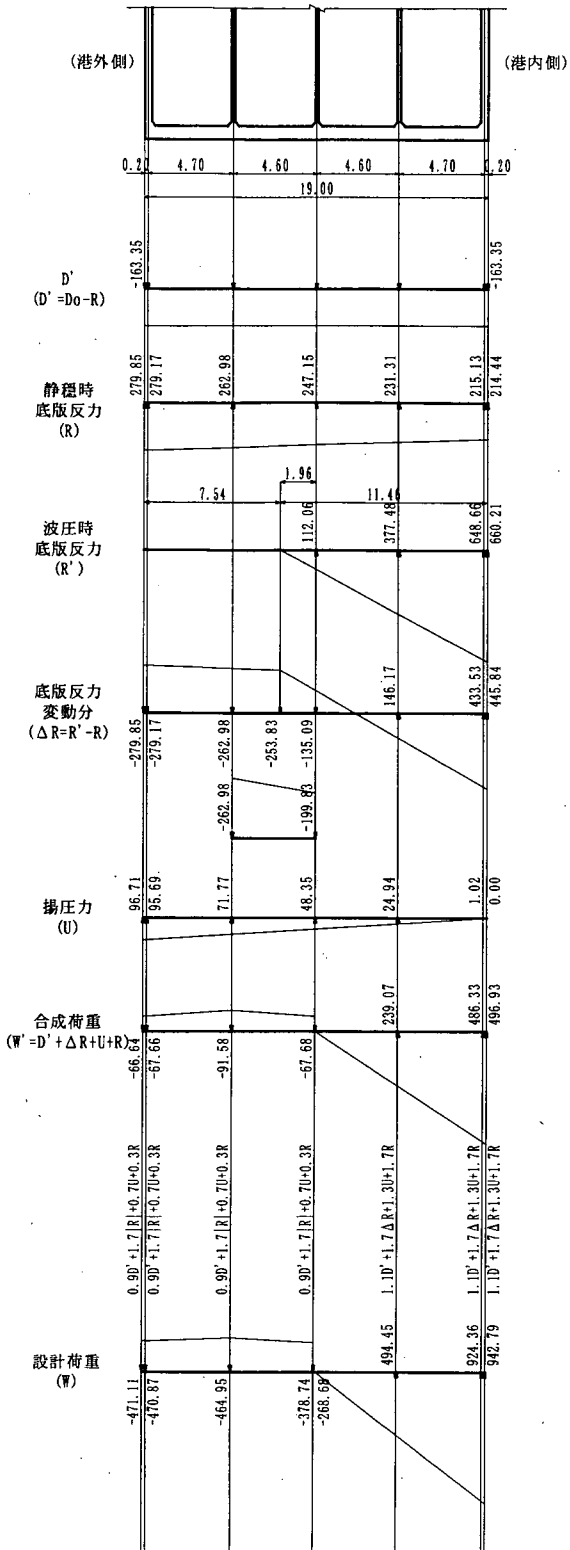


図-C.3 荷重の組合せ(波の山作用時(H.W.L時))
(終局限界状態) (単位: kN/m²)

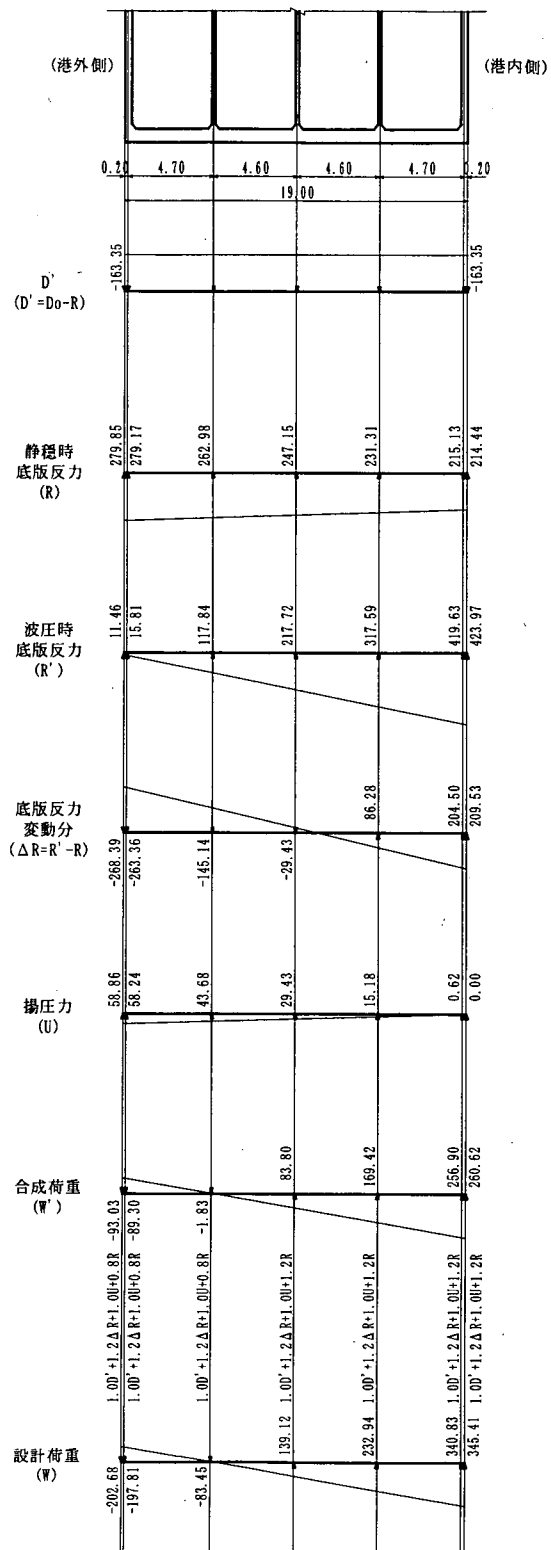


図-C.4 荷重の組合せ(波の山作用時(H.W.L時))
(使用限界状態) (単位: kN/m²)

・) 波の谷作用時

波の谷作用時の底面反力を表-C.7に、荷重の組合せを図-C.5および図-C.6に示す。

表-C.7 底面反力（波の谷作用時）

	終 局 限 界 状 態		使 用 限 界 状 態	
	H.W.L.	L.W.L.	H.W.L.	L.W.L.
$H_{max}(m)$	13.10	11.90	9.20	9.20
$P(kN/m^2)$	66.16	66.16	46.46	46.46
$V(kN/m)$	5,324.28	5,420.23	5,137.18	5,233.13
$H(kN/m)$	676.44	643.36	520.35	497.12
$M_V(kN \cdot m/m)$	46,622.72	47,534.17	45,437.72	46,349.27
$M_H(kN \cdot m/m)$	3,576.53	3,246.58	2,954.93	2,700.21
$q_1(kN/m^2)$	405.45	405.02	375.43	376.25
$q_2(kN/m^2)$	155.00	165.53	165.33	174.61
$b(m)$	19.00	19.00	19.00	19.00

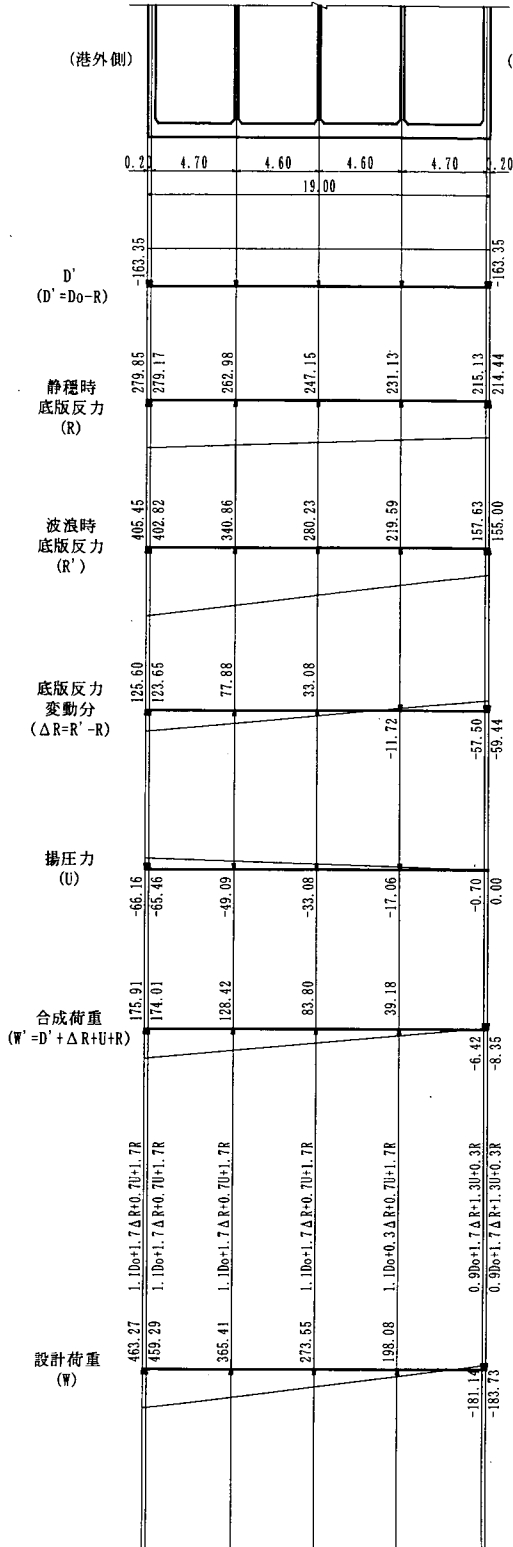


図-C.5 荷重の組合せ(波の谷作用時(H.W.L.時))
(終局限界状態) (単位: kN/m²)

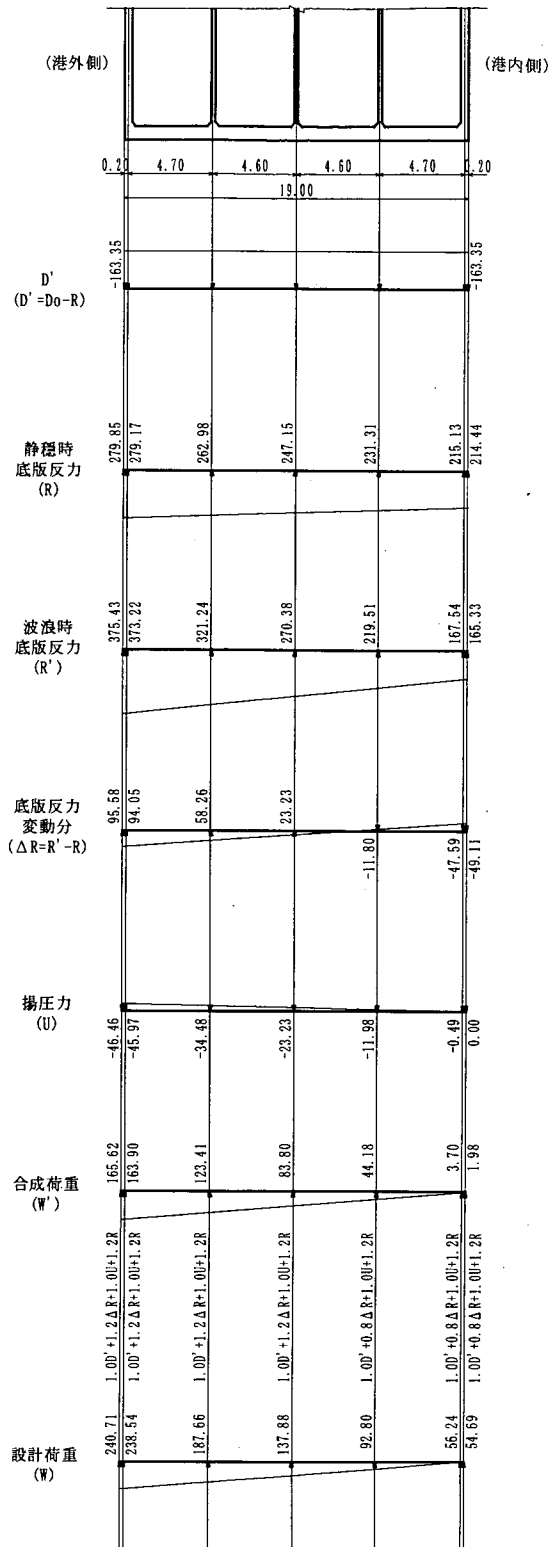


図-C.6 荷重の組合せ(波の谷作用時(H.W.L.時))
(使用限界状態) (単位: kN/m²)

・) 設計荷重

① 終局限界状態

② 使用限界状態

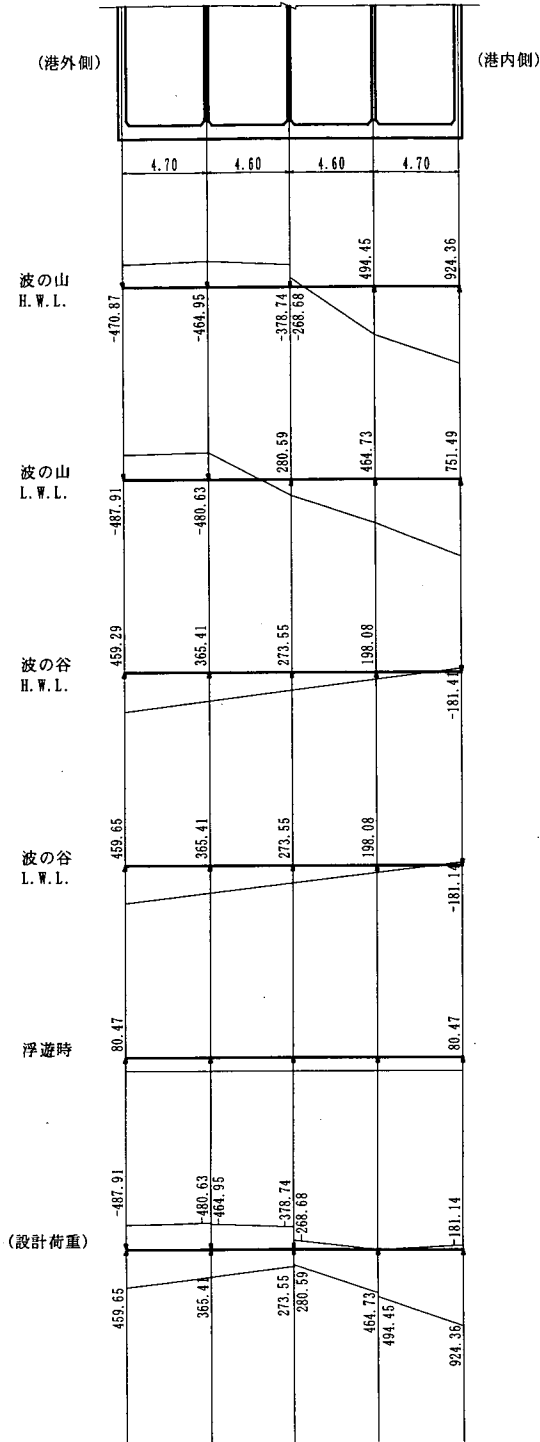


図-C.7 設計荷重 (底版, 終局限界状態)
(単位: kN/m²)

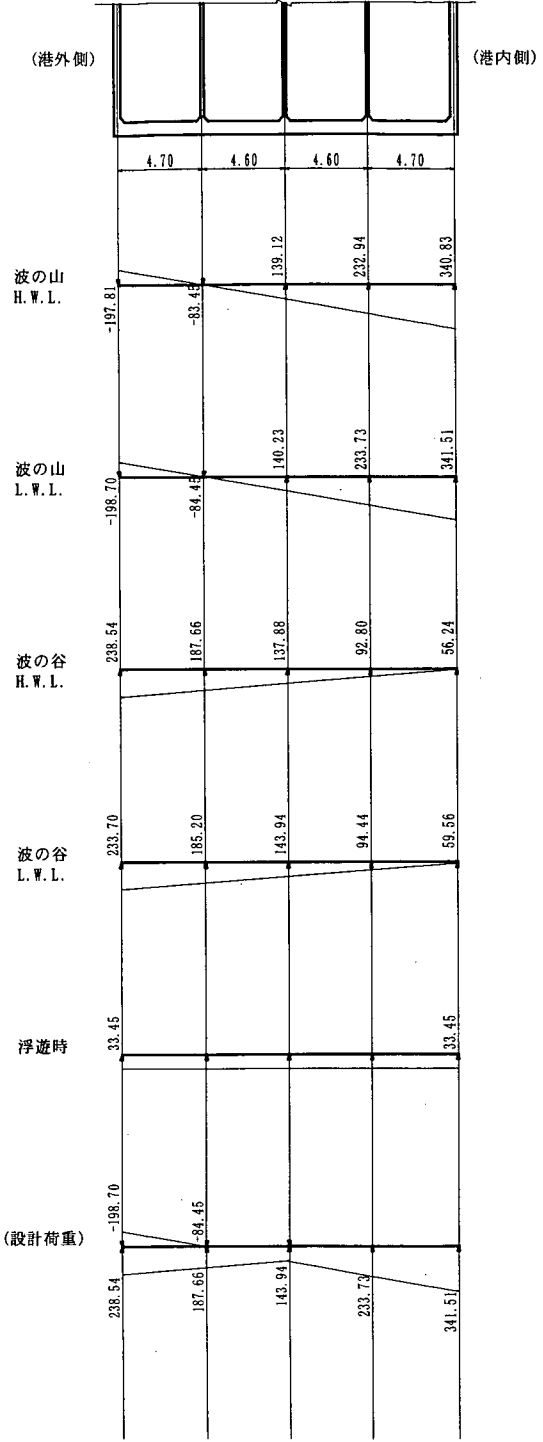
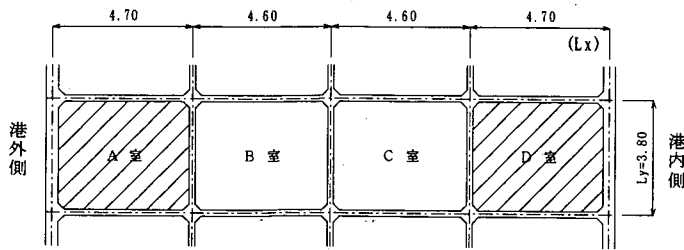


図-C.8 設計荷重 (底版, 使用限界状態)
(単位: kN/m²)

(3) 断面力の計算

四辺固定版として計算する。

モーメントの算定結果は、A、D室についてのみ示す。



辺長比 (λ)

A室・D室

$$\lambda = \frac{L_x}{L_y} = \frac{4.70}{3.80} = 1.24 \approx 1.25$$

B室・C室

$$\lambda = \frac{L_x}{L_y} = \frac{4.60}{3.80} = 1.21 \approx 1.25$$

$\lambda > 1$ の場合、 x 方向及び y 方向のモーメントは次式により算出する。

$$M_x = XqL_y^2 \tag{C.1}$$

$$M_y = YqL_y^2 \tag{C.2}$$

A室 I-①における x 方向の曲げモーメント

上向き荷重作用時

・荷重

等分布荷重 $q_1 = 459.65 \text{ kN/m}^2$

三角形荷重 $q_2 = -94.24 \text{ kN/m}^2$

・モーメント係数

四辺固定版の計算数表 ($\lambda = 1.25$) より、

等分布荷重 $X = -0.0559$

三角形分布 $X = -0.0171$

・ x 方向の曲げモーメント

$$M_{x1} = -0.0559 \times 459.65 \times 3.80^2 = -371.03$$

$$M_{x2} = -0.0171 \times (-94.24) \times 3.80^2 = 23.27$$

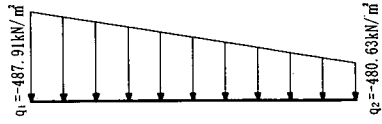
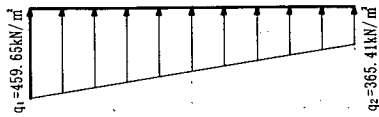
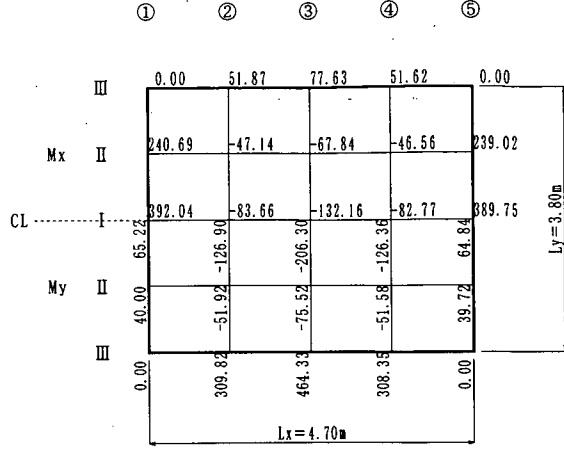
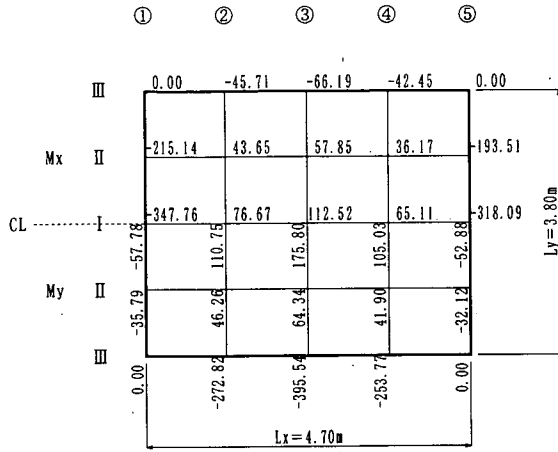
$$M_x = M_{x1} + M_{x2} = -371.03 + 23.27 = -347.76 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$

以下、同様の手順で各点の x 方向、 y 方向の曲げモーメントを算出する。

・ 終局時

・ A室上向き荷重

・ A室下向き荷重



・ D室上向き荷重

・ D室下向き荷重

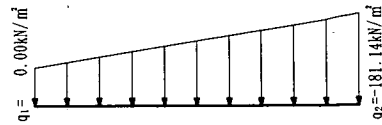
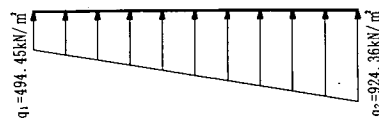
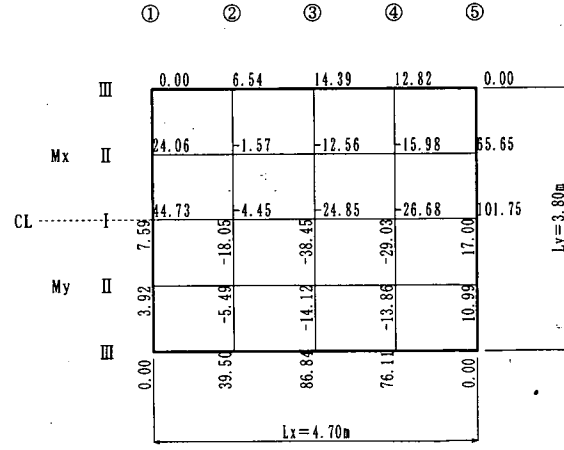
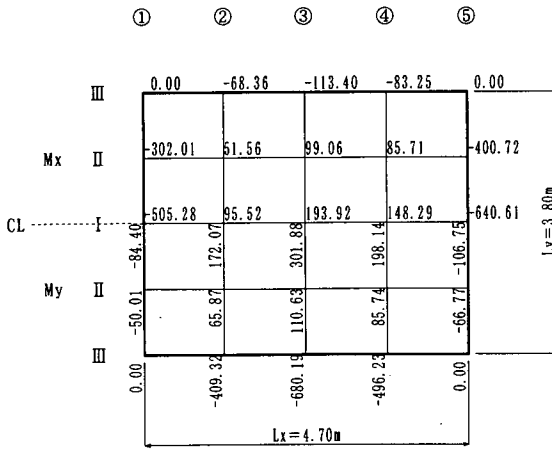
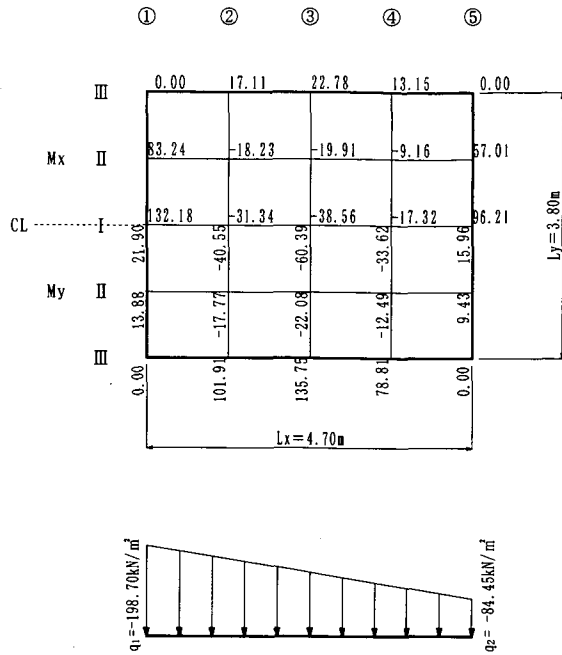
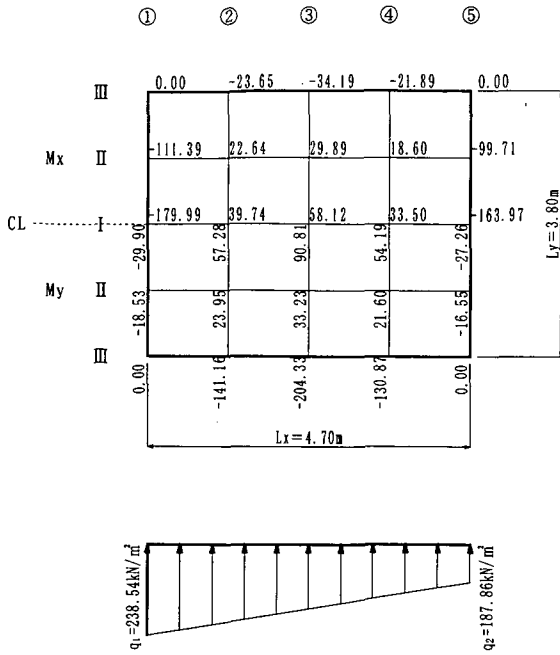


図-C.9 曲げモーメント (終局限界状態) (単位: kN・m/m)

ii) 使用時

・ A室上向き荷重

・ A室下向き荷重



・ D室上向き荷重

・ D室下向き荷重

作用荷重なし

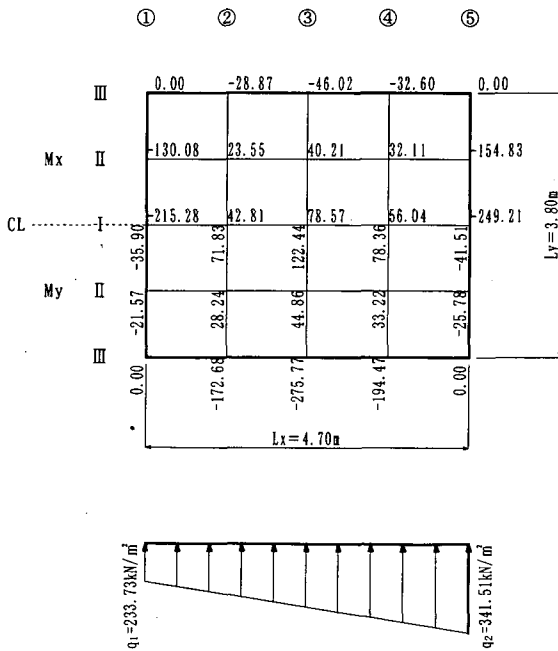


図-C.10 曲げモーメント (使用限界状態) (単位: kN・m/m)

(4) 部材の検討

a) 検討方法

・) 終局限界状態に対する検討

終局限界状態に対する検討は、曲げ耐力の設計用値 (M_u) が断面力の設計用値 (M_d) 以上であることを確かめることによ
って行う。

① 必要鉄筋量の算出

$\gamma_i M_d / M_u = 1.0$ となる時の鉄筋量 A_{sn} は次式により算出する。

$$A_{sn} = \frac{A_n \left(d - \sqrt{d^2 - \frac{4\gamma_b \gamma_i M_d}{A_n}} \right)}{2f_{yd}} \quad (C.3)$$

ここに、 $A_n = 1.7b_w f'_{cd}$

f'_{cd} : コンクリートの設計圧縮強度

$$f'_{cd} = \frac{f'_{ck}}{\gamma_c} = \frac{24}{1.3} = 18.5 \text{N/mm}^2$$

f_{yd} : 引張鉄筋の設計引張降伏強度

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{345}{1.0} = 345 \text{N/mm}^2$$

d : 有効高さ

γ_b : 部材係数 (1.15)

γ_s : 鉄筋の材料係数 (1.0)

γ_c : コンクリートの材料係数 (1.3)

γ_i : 構造物係数

波力作用時 1.1

その他 1.0

② 曲げ耐力の算出

曲げ耐力の設計用値は次式により算出する。

$$M_u = A_s f_{yd} d \left(1 - \frac{p_w f_{yd}}{1.7 f'_{cd}} \right) / \gamma_b \quad (C.4)$$

ここに、 A_s : 引張鉄筋量

$$p_w = \frac{A_s}{b_w d}$$

③ 照査

$$\frac{\gamma_i M_d}{M_u} \leq 1.0 \quad (C.5)$$

ii) 使用限界状態の検討

使用限界状態の検討は、ひび割れ幅限界状態の検討を行うものとし、ひび割れ幅の算定は次式で行う。

$$W = 1.1k_1k_2k_3 \left\{ 4C + 0.7(C_\phi - \phi) \right\} \left[\frac{\sigma_{se}}{E_s} + \varepsilon_\phi \right] \quad (C.6)$$

ここに、

W : ひび割れ幅 (cm)

k_1 : 鋼材の表面形状がひび割れ幅に及ぼす係数 (異形鉄筋の場合 1.0)

k_2 : コンクリートの品質がひび割れ幅に及ぼす影響を表す係数 (0.9)

k_3 : 引張鋼材の段数の影響を表す係数 (段数が 1 の場合 1.0)

C : 鉄筋のかぶり (cm)

C_ϕ : 鉄筋の中心間隔 (cm)

ϕ : 鉄筋の径 (cm)

E_s : 鉄筋のヤング係数 (200kN/mm²)

ε_ϕ : コンクリートの乾燥収縮及びクリープによるひび割れを考慮するための数値で、

$\varepsilon_\phi = 0.0$ とする。

σ_{se} : 鉄筋の増加引張応力度

$$\sigma_{se} = \frac{M_s}{A_s j d}$$

ここに

M_s : 使用時設計曲げモーメント

$$j = 1 - k/3$$

k : 中立軸比

$$k = \sqrt{2np + (np)^2} - np$$

n : ヤング係数比 (8.0)

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.0 \times 10^4}{2.5 \times 10^3} = 8.0$$

p : 鉄筋比

$$p = A_s / bd$$

許容ひび割れ幅は以下の通りとする。

表-C.8 許容ひび割れ幅

鉄筋	環境条件	許容値
下 (外) 側筋	厳しい環境	0.0035C
上 (内) 側筋	その他の環境	0.0040C

b) 底版

・ 終局限界に対する検討

A室の I-3 について、検討結果を以下に示す。

① 必要最小鉄筋量の算出

$$b_w = 1000\text{mm}$$

$$f_{yd} = 345\text{N/mm}^2$$

$$f'_{cd} = 18.5\text{N/mm}^2$$

$$A_n = 1.7 \times 1000 \times 18.5 = 31450\text{N/mm}$$

$$d = 520\text{mm}$$

$$\gamma_b = 1.15$$

$$\gamma_i = 1.1$$

$$M_d = 206300000\text{N}\cdot\text{mm}$$

(法線平行方向, 下側鉄筋)

$$A_{sn} = \frac{31450 \times (520 - \sqrt{520^2 - \frac{4 \times 1.15 \times 1.1 \times 206300000}{31450}})}{2 \times 345}$$

$$= 1502.29\text{mm}^2 = 15.02\text{cm}^2$$

② 配筋の決定

$A_{sn} = 15.02\text{cm}^2$ より, D16, D13 を 20cm ピッチで配筋する。

$$A_s = 16.26\text{cm}^2$$

③ 曲げ耐力の算出

$$A_s = 1626\text{mm}^2$$

$$f_{yd} = 345\text{N/mm}^2$$

$$f'_{cd} = 18.5\text{N/mm}^2$$

$$d = 520\text{mm}$$

$$P_w = 1626 / (1000 \times 520) = 0.00313$$

$$\gamma_b = 1.15$$

$$M_u = 1626 \times 345 \times 520 \times \left(1 - \frac{0.00313}{1.7} \times \frac{345}{18.5}\right) / 1.15$$

$$= 244937041\text{N}\cdot\text{mm} = 244.94\text{kN}\cdot\text{m}$$

④ 照査

$$\frac{1.1 \times 206.3}{244.94} = 0.93 \leq 1.0 \quad \text{O.K.}$$

ii) 使用限界状態

① 鉄筋の増加引張応度の算出

$$n = 8.0$$

$$P = \frac{16.26}{100 \times 52.0} = 0.00313$$

$$k = \sqrt{2 \times 8.0 \times 0.00313 + (8.0 \times 0.00313)^2} - 8.0 \times 0.00313$$

$$= 0.2000$$

$$j = 1 - 0.2000/3 = 0.9333$$

$$M_s = 60.39 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{se} &= \frac{60.39 \times 10^5}{16.26 \times 0.9333 \times 52.0} \\ &= 7652.8 \text{ N/cm}^2 = 76.53 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

②ひび割れ幅の算出

$$k_1 = 1.0$$

$$k_2 = 0.9$$

$$k_3 = 1.0$$

$$C = 7.0 \text{ cm}$$

$$C_\phi = 10.0 \text{ cm}$$

$$\phi = 1.43 \text{ cm}$$

$$E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$$

$$\varepsilon_\phi = 0.0$$

$$\sigma_{se} = 76.53 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} W &= 1.1 \times 1.0 \times 0.9 \times 1.1 \times \{4 \times 7.0 + 0.7 \times (10.0 - 1.43)\} \times \{(7.65 \times 10^3) / (200 \times 10^3) + 0.0\} \\ &= 0.0130 \text{ cm} \end{aligned}$$

③許容ひび割れ幅の算出

$$C = 7.0 \text{ cm}$$

$$W_{lim} = 0.0035 \times 7.0 = 0.0245 \text{ cm}$$

④照査

$$W = 0.0130 \leq W_{lim} = 0.0245 \quad \text{O.K}$$

以下、他の点についても同様の手順で検討を行う。

iii) 終局限界状態

表-C.9 曲げに対する検討 (法線平行方向)

(下側鉄筋)

		M_d (kN/m)	d (cm)	A_{sn} (cm ²)	配筋 径-ピッチ	A_s (cm ²)	M_u (kN·m)	$\frac{\gamma_i M_d}{M_u}$	
A	III	2	272.82	58.60	17.66	D16-10	19.84	335.81	0.89
		3	395.54	58.60	26.02	D19-10	28.64	476.44	0.91
		4	253.77	58.60	16.38	D25,D19-20	19.83	335.64	0.83
	I	2	126.80	52.00	9.12	D19,D16-20	12.12	184.23	0.76
		3	206.30	52.00	15.02	D16,D13-10	16.26	244.94	0.93
		4	126.36	52.00	9.08	D19,D16-20	12.12	184.23	0.75
	III	2	272.82	58.60	17.66	D16-10	19.84	335.81	0.89
		3	395.54	58.60	26.02	D19-10	28.64	476.44	0.91
		4	253.77	58.60	16.38	D25,D19-20	19.83	335.64	0.83
D	III	2	409.32	58.60	26.98	D19-10	28.64	476.44	0.95
		3	680.19	58.60	46.64	D25-10	50.68	806.25	0.93
		4	496.23	58.60	33.11	D22,D19-10	33.68	554.69	0.98
	I	2	18.05	52.00	1.28	D19,D16-20	12.12	184.23	0.11
		3	38.45	52.00	2.73	D19,D16-20	12.12	184.23	0.23
		4	29.03	52.00	2.06	D19,D16-20	12.12	184.23	0.17
	III	2	409.32	58.60	26.98	D19-10	28.64	476.44	0.95
		3	680.19	58.60	46.64	D25-10	50.68	806.25	0.93
		4	496.23	58.60	33.11	D22,D19-10	33.68	554.69	0.98

(上側鉄筋)

		M_d (kN/m)	d (cm)	A_{sn} (cm ²)	配筋 径-ピッチ	A_s (cm ²)	M_u (kN·m)	$\frac{\gamma_i M_d}{M_u}$	
A	III	2	309.82	54.00	22.02	D25,D22-20	22.35	345.60	0.99
		3	464.33	54.00	33.86	D22-10	38.72	577.82	0.88
		4	308.35	54.00	21.91	D25,D22-20	22.35	345.60	0.98
	I	2	110.75	54.00	7.64	D19,D16-20	12.12	191.50	0.64
		3	175.80	54.00	12.24	D16,D13-10	16.26	254.69	0.76
		4	105.03	54.00	7.24	D19,D16-20	12.12	191.50	0.60
	III	2	309.82	54.00	22.02	D25,D22-20	22.35	345.60	0.99
		3	464.33	54.00	33.86	D22-10	38.72	577.82	0.88
		4	308.35	54.00	21.91	D25,D22-20	22.35	345.60	0.98
D	III	2	39.50	54.00	2.70	D19,D16-20	12.12	191.50	0.23
		3	86.84	54.00	5.97	D19,D16-20	12.12	191.50	0.50
		4	76.11	54.00	5.22	D19,D16-20	12.12	191.50	0.44
	I	2	172.07	54.00	11.98	D13-10	12.68	200.11	0.95
		3	301.88	54.00	21.43	D19,D16-10	24.24	373.31	0.89
		4	198.14	54.00	13.84	D16,D13-10	16.26	254.69	0.86
	III	2	39.50	54.00	2.70	D19,D16-20	12.12	191.50	0.23
		3	86.84	54.00	5.97	D19,D16-20	12.12	191.50	0.50
		4	76.11	54.00	5.22	D19,D16-20	12.12	191.50	0.44

表-C.10 曲げに対する検討 (法線直角方向)

(下側鉄筋)

			M_d (kN/m)	d (cm)	A_{sn} (cm ²)	配筋 径-ピッチ	A_s (cm ²)	M_u (kN·m)	$\frac{\gamma_t M_d}{M_u}$
A	II	1	215.14	56.60	14.34	D22-20	19.36	316.37	0.75
		3	67.84	50.00	5.03	D19,D16-20	12.12	176.96	0.42
		5	193.51	56.60	12.86	D16,D13-10	16.26	267.38	0.80
	I	1	347.76	56.60	23.61	D19,D16-10	24.24	392.22	0.98
		3	132.16	50.00	9.91	D19,D16-20	12.12	176.96	0.82
		5	318.09	56.60	21.50	D19-10	28.64	459.26	0.76
	II	1	215.14	56.60	14.34	D22-20	19.36	316.37	0.75
		3	67.84	50.00	5.03	D19,D16-20	12.12	176.96	0.42
		5	193.51	56.60	12.86	D16,D13-10	16.26	267.38	0.80
D	II	1	302.01	56.60	20.37	D19,D13-10	20.66	336.73	0.99
		3	12.56	50.00	0.92	D19,D16-20	12.12	176.96	0.08
		5	400.72	56.60	27.42	D19-10	28.64	459.26	0.96
	I	1	505.28	56.60	35.13	D22-10	38.72	608.02	0.91
		3	24.85	50.00	1.83	D19,D16-20	12.12	176.96	0.15
		5	640.61	56.60	45.53	D25-10	50.68	775.84	0.91
	II	1	302.01	56.60	20.37	D19,D13-10	20.66	336.73	0.99
		3	12.56	50.00	0.92	D19,D16-20	12.12	176.96	0.08
		5	400.72	56.60	27.42	D19-10	28.64	459.26	0.96

(上側鉄筋)

			M_d (kN/m)	d (cm)	A_{sn} (cm ²)	配筋 径-ピッチ	A_s (cm ²)	M_u (kN·m)	$\frac{\gamma_t M_d}{M_u}$
A	II	1	240.69	52.00	17.63	D22-20	19.36	289.66	0.91
		3	57.85	52.00	4.12	D19,D16-20	12.12	184.23	0.35
		5	239.02	52.00	17.50	D22-20	19.36	289.66	0.91
	I	1	392.04	52.00	29.48	D22,D19-10	33.68	488.00	0.88
		3	112.52	52.00	8.07	D19,D16-20	12.12	184.23	0.67
		5	389.75	52.00	29.30	D22,D19-10	33.68	488.00	0.88
	II	1	240.69	52.00	17.63	D22-20	19.36	289.66	0.91
		3	57.85	52.00	4.12	D19,D16-20	12.12	184.23	0.35
		5	239.02	52.00	17.50	D22-20	19.36	289.66	0.91
D	II	1	24.06	52.00	1.70	D19,D16-20	12.12	184.23	0.14
		3	99.06	52.00	7.09	D19,D16-20	12.12	184.23	0.59
		5	65.65	52.00	4.68	D19,D16-20	12.12	184.23	0.39
	I	1	44.73	52.00	3.18	D19,D16-20	12.12	184.23	0.27
		3	193.92	52.00	14.09	D16,D13-10	16.26	244.94	0.87
		5	101.75	52.00	7.29	D19,D16-20	12.12	184.23	0.61
	II	1	24.06	52.00	1.70	D19,D16-20	12.12	184.23	0.14
		3	99.06	52.00	7.09	D19,D16-20	12.12	184.23	0.59
		5	65.65	52.00	4.68	D19,D16-20	12.12	184.23	0.39

iv) 使用限界状態

表-C.11 曲げに対する検討 (法線平行方向)

(下側鉄筋)

		M_d (kN/m)	配筋 径-ピッチ	A_s (cm^2)	d (cm)	σ_{se} (N/mm^2)	ひび割れ幅 W (cm)	許容ひび割れ幅 $W_{lim}(\text{cm})$
A	III	2	D16-10	19.84	58.6	130.42	0.0221	0.0035×7.00=0.0245
		3	D19-10	28.64	58.6	132.49	0.0223	
		4	D25,D19-20	19.83	58.6	120.97	0.0245	
	I	2	D19,D16-20	12.12	52.0	68.34	0.0139	0.0035×7.00=0.0245
		3	D16,D13-10	16.26	52.0	76.53	0.0130	
		4	D19,D16-20	12.12	52.0	56.66	0.0116	
	III	2	D16-10	19.84	58.6	130.42	0.0221	0.0035×7.00=0.0245
		3	D19-10	28.64	58.6	132.49	0.0223	
		4	D25,D19-20	19.83	58.6	120.97	0.0245	
D	III	2	D19-10	28.64	58.6	111.97	0.0188	0.0035×7.00=0.0245
		3	D25-10	50.68	58.6	103.53	0.0172	
		4	D22,D19-10	33.68	58.6	107.91	0.0181	
	I	2	D19,D16-20	12.12	52.0	0.00	0.0000	0.0035×7.00=0.0245
		3	D19,D16-20	12.12	52.0	0.00	0.0000	
		4	D19,D16-20	12.12	52.0	0.00	0.0000	
	III	2	D19-10	28.64	58.6	111.97	0.0188	0.0035×7.00=0.0245
		3	D25-10	50.68	58.6	103.53	0.0172	
		4	D22,D19-10	33.68	58.6	107.91	0.0181	

(上側鉄筋)

		M_d (kN/m)	配筋 径-ピッチ	A_s (cm^2)	d (cm)	σ_{se} (N/mm^2)	ひび割れ幅 W (cm)	許容ひび割れ幅 $W_{lim}(\text{cm})$
A	III	2	D25,D22-20	22.35	54.0	91.33	0.0148	0.0035×5.00=0.0175
		3	D22-10	38.72	54.0	71.77	0.0091	
		4	D25,D22-20	22.35	54.0	70.63	0.0114	
	I	2	D19,D16-20	12.12	54.0	92.85	0.0152	0.0035×5.00=0.0175
		3	D16,D13-10	16.26	54.0	110.69	0.0144	
		4	D19,D16-20	12.12	54.0	87.85	0.0144	
	III	2	D25,D22-20	22.35	54.0	91.33	0.0148	0.0035×5.00=0.0175
		3	D22-10	38.72	54.0	71.77	0.0091	
		4	D25,D22-20	22.35	54.0	70.63	0.0114	
D	III	2	D19,D16-20	12.12	54.0	0.00	0.0000	0.0035×5.00=0.0175
		3	D19,D16-20	12.12	54.0	0.00	0.0000	
		4	D19,D16-20	12.12	54.0	0.00	0.0000	
	I	2	D13-10	12.68	54.0	111.44	0.0145	0.0035×5.00=0.0175
		3	D19,D16-10	24.24	54.0	101.47	0.0131	
		4	D16,D13-10	16.26	54.0	95.51	0.0124	
	III	2	D19,D16-20	12.12	54.0	0.00	0.0000	0.0035×5.00=0.0175
		3	D19,D16-20	12.12	54.0	0.00	0.0000	
		4	D19,D16-20	12.12	54.0	0.00	0.0000	

表-C.12 曲げに対する検討 (法線直角方向)

(下側鉄筋)

		M_d (kN/m)	配筋 径-ピッチ	A_s (cm ²)	d (cm)	σ_{se} (N/mm ²)	ひび割れ幅 W (cm)	許容ひび割れ幅 W_{lim} (cm)
A	II	1	D22-20	19.36	56.6	109.23	0.0221	0.0035×7.00=0.0245
		3	D19,D16-20	12.12	50.0	34.94	0.0071	
		5	D16,D13-10	16.26	56.6	115.77	0.0197	
	I	1	D19,D16-10	24.24	56.6	142.07	0.0240	0.0035×7.00=0.0245
		3	D19,D16-20	12.12	50.0	67.65	0.0138	
		5	D19-10	28.64	56.6	110.22	0.0186	
	II	1	D22-20	19.36	56.6	109.23	0.0221	0.0035×7.00=0.0245
		3	D19,D16-20	12.12	50.0	34.94	0.0071	
		5	D16,D13-10	16.26	56.6	115.77	0.0197	
D	II	1	D19,D13-10	20.66	56.6	119.80	0.0203	0.0035×7.00=0.0245
		3	D19,D16-20	12.12	50.0	0.00	0.0000	
		5	D19-10	28.64	56.6	104.08	0.0175	
	I	1	D22-10	38.72	56.6	108.37	0.0181	0.0035×7.00=0.0245
		3	D19,D16-20	12.12	50.0	0.00	0.0000	
		5	D25-10	50.68	56.6	97.02	0.0161	
	II	1	D19,D13-10	20.66	56.6	119.80	0.0203	0.0035×7.00=0.0245
		3	D19,D16-20	12.12	50.0	0.00	0.0000	
		5	D19-10	28.64	56.6	104.08	0.0175	

(上側鉄筋)

		M_d (kN/m)	配筋 径-ピッチ	A_s (cm ²)	d (cm)	σ_{se} (N/mm ²)	ひび割れ幅 W (cm)	許容ひび割れ幅 W_{lim} (cm)
A	II	1	D22-20	19.36	52.0	89.10	0.0145	0.0035×5.00=0.0175
		3	D19,D16-20	12.12	52.0	50.36	0.0083	
		5	D22-20	19.36	52.0	61.02	0.0099	
	I	1	D22,D19-10	33.68	52.0	83.07	0.0106	0.0035×5.00=0.0175
		3	D13-10	12.68	52.0	93.74	0.0122	
		5	D22,D19-10	33.68	52.0	60.46	0.0077	
	II	1	D22-20	19.36	52.0	89.10	0.0145	0.0035×5.00=0.0175
		3	D19,D16-20	12.12	52.0	50.36	0.0083	
		5	D22-20	19.36	52.0	61.02	0.0099	
D	II	1	D19,D16-20	12.12	52.0	0.00	0.0000	0.0035×5.00=0.0175
		3	D19,D16-20	12.12	52.0	67.76	0.0111	
		5	D19,D16-20	12.12	52.0	0.00	0.0000	
	I	1	D19,D16-20	12.12	52.0	0.00	0.0000	0.0035×5.00=0.0175
		3	D16,D13-10	16.26	52.0	99.57	0.0129	
		5	D19,D16-20	12.12	52.0	0.00	0.0000	
	II	1	D19,D16-20	12.12	52.0	0.00	0.0000	0.0035×5.00=0.0175
		3	D19,D16-20	12.12	52.0	67.76	0.0111	
		5	D19,D16-20	12.12	52.0	0.00	0.0000	

(5) 疲労限界状態に対する検討

a) 設計波高及び波数の設定

防波堤前面における波高及び発生回数を下表に示す。

また、設計潮位は平均潮位 M.W.L+0.20m とする。

検討を行う必要がある部材は底版と波力を受ける港外側側壁となるが、ここでは底版の港内側隔室について検討し、他の部材は省略する。

表-C.13 波高及び発生回数

(単位：千回)

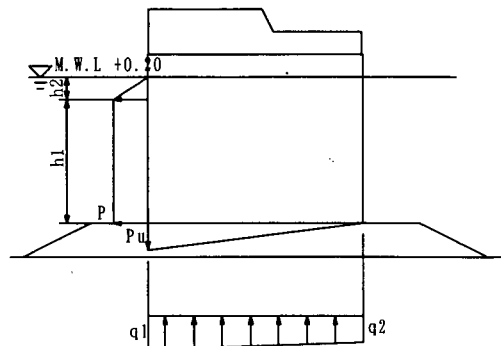
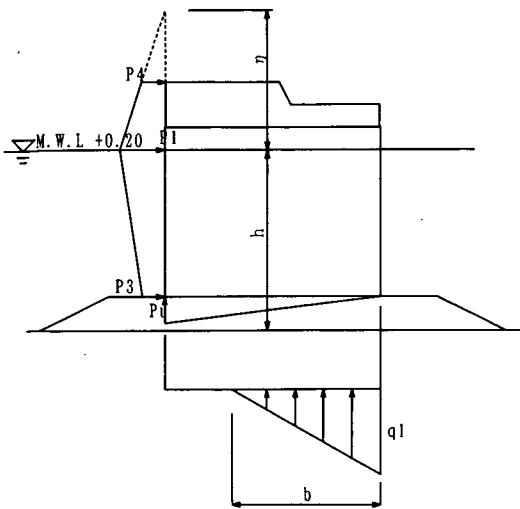
周期sec 波高m	0.0-3.0	3.0-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0	6.0-7.0	7.0-8.0	8.0-9.0	9.0-10.0	10.0-11.0	11.0-12.0	12.0-13.0	13.0-14.0	14.0-15.0	出現回数	平均周期
0~1	15566.0	70060.0	85877.0	67152.0	39306.0	17188.0	5680.0	1166.0	192.0	19.0	1.0	0.4	0.1	302207.5	4.9
1~2	10.0	492.0	3858.0	8516.0	12498.0	10838.0	6102.0	1805.0	374.0	49.0	2.0	1.0	0.3	44545.3	6.8
2~3	0.0	4.0	212.0	702.0	1739.0	2759.0	2874.0	1270.0	365.0	62.0	3.0	2.0	0.3	9992.3	7.8
3~4	0.0	0.0	2.0	47.0	245.0	707.0	1086.0	668.0	266.0	59.0	3.0	2.0	0.5	3085.5	8.5
4~5	0.0	0.0	0.0	5.0	30.0	161.0	356.0	304.0	161.0	46.0	3.0	2.0	0.5	1068.5	9.0
5~6	0.0	0.0	0.0	0.3	3.0	34.0	108.0	125.0	85.0	31.0	2.0	1.0	0.4	389.7	9.4
6~7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	6.0	30.0	46.0	41.0	18.0	2.0	1.0	0.3	144.6	9.8
7~8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	7.0	16.0	18.0	10.0	1.0	1.0	0.2	54.2	10.2
8~9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.0	5.0	7.0	5.0	1.0	0.4	0.2	20.8	10.5
9~10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	3.0	2.0	0.3	0.2	0.1	6.9	10.8
10~11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.0	1.0	0.1	0.1	0.1	2.8	11.0
11~12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.1	0.1	0.0	1.0	11.3
12~13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	11.0
出現回数	15576.0	70556.0	89949.0	76422.3	53821.3	31694.2	16245.4	5406.5	1513.4	302.5	18.5	11.2	3.0	361519.3	

b) 底面反力の計算

各波高別に波力を合田式によって求め底面反力を算定する。

・波の山作用時

・波の谷作用時



ここで、 $h_1 = \frac{H_{max}}{2}$ である。

表-C.14 底面反力

n (1000回)	0.2	1.0	2.8	6.9	20.8	54.2	144.6	389.7	1,068.5	3,085.5	9,992.5	44,545.3	302,207.5
H_{max} (m)	12.50	11.50	10.50	9.50	8.50	7.50	6.50	5.50	4.50	3.50	2.50	1.50	0.50
$H_{1/3}$ (m)	7.60	6.40	5.80	5.30	4.70	4.20	3.60	3.00	2.50	1.90	1.40	0.80	0.30
T (s)	11.0	11.3	11.0	10.8	10.5	10.2	9.8	9.4	9.0	8.5	7.8	6.8	4.9
h_b (m)	16.68	16.60	16.56	16.53	16.49	16.46	16.43	16.39	16.36	16.32	16.29	16.25	16.22
L (m)	126.09	130.20	126.09	123.33	119.19	115.03	109.44	103.87	98.14	90.96	80.77	65.85	37.14
α_1	0.8238	0.8345	0.8238	0.8164	0.8049	0.7929	0.7761	0.7587	0.7402	0.7166	0.6833	0.6396	0.6010
α_2	0.1268	0.1063	0.0881	0.0718	0.0572	0.0444	0.0332	0.0236	0.0157	0.0095	0.0048	0.0017	0.0002
α_3	0.7915	0.8018	0.7915	0.7842	0.7725	0.7599	0.7415	0.7213	0.6983	0.6661	0.6129	0.5174	0.2899
η^* (m)	17.87	16.44	15.01	13.58	12.15	10.72	9.29	7.86	6.43	5.00	3.57	2.14	0.71
P_1 (kN/m ²)	111.66	102.05	-90.59	80.06	69.71	59.88	50.27	41.20	32.63	24.41	16.54	9.26	2.89
P_2 (kN/m ²)	83.09	77.22	67.41	58.85	50.24	42.23	34.32	27.11	20.55	14.41	8.68	3.77	0.37
P_3 (kN/m ²)	88.38	81.82	71.70	62.78	53.85	45.50	37.27	29.72	22.79	16.26	10.14	4.79	0.84
P_4 (kN/m ²)	75.42	66.05	55.59	45.87	36.44	27.49	18.89	10.81	3.21	0.00	0.00	0.00	0.00
P_5 (kN/m ²)	78.46	74.07	65.91	58.55	50.88	43.50	36.01	28.98	22.39	16.08	10.08	4.78	0.84
ΣP (kN/m)	1862.84	1701.00	1495.03	1307.92	1123.30	948.87	778.34	618.86	469.67	329.46	205.62	102.63	25.67
ΣM_p (kN · m/m)	17685.48	16050.46	14070.64	12256.76	10475.09	8787.44	7143.19	5598.88	4147.71	2797.71	1680.36	814.85	206.34
ΣW (kN/m)	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39
ΣM_w (kN · m/m)	47125.00	47125.00	47125.00	47125.00	47125.00	47125.00	47125.00	47125.00	47125.00	47125.00	47125.00	47125.00	47125.00
ΣP_w (kN/m)	745.38	703.69	626.12	556.19	483.33	413.27	342.10	275.27	212.75	152.80	95.75	45.40	7.97
ΣM_{pw} (kN · m/m)	9441.51	8913.36	7930.87	7045.05	6122.23	5234.77	4333.26	3486.74	2694.79	1935.41	1212.85	575.11	100.93
q_1 (kN/m ²)	535.52	493.36	452.02	421.19	391.57	363.52	336.20	310.53	286.41	263.97	245.40	231.02	220.90
q_2 (kN/m ²)	0.00	0.00	0.00	20.62	57.91	93.33	128.15	160.85	191.55	220.30	244.88	264.56	278.62
b (m)	14.97	16.42	18.26	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00
h_1 (m)	6.25	5.75	5.25	4.75	4.25	3.75	3.25	2.75	2.25	1.75	1.25	0.75	0.25
h_2 (m)	6.95	7.45	7.95	8.45	8.95	9.45	9.95	10.45	10.95	11.45	11.95	12.45	12.95
$p(p_1)$ (kN/m ³)	63.13	58.08	53.03	47.98	42.93	37.88	32.83	27.78	22.73	17.68	12.63	7.58	2.53
Σp (kN/m)	635.98	599.62	560.74	519.33	475.39	428.93	379.95	328.44	274.40	217.84	158.76	97.15	33.01
ΣM_p (kN · m/m)	3306.51	3175.57	3025.81	2855.97	2664.80	2451.03	2213.40	1950.65	1661.51	1344.72	999.02	623.15	215.84
ΣW (kN/m)	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39	4753.39
ΣM_w (kN · m/m)	43189.41	43189.41	43189.41	43189.41	43189.41	43189.41	43189.41	43189.41	43189.41	43189.41	43189.41	43189.41	43189.41
ΣP_w (kN/m)	599.69	551.71	503.74	455.76	407.79	359.81	311.84	263.86	215.89	167.91	119.94	71.96	23.99
ΣM_{pw} (kN · m/m)	3798.02	3494.18	3190.34	2886.50	2582.65	2278.81	1974.97	1671.13	1367.29	1063.45	759.60	455.76	151.92
q_1 (kN/m ²)	400.97	393.74	386.20	378.33	370.10	361.50	352.50	343.08	333.22	322.91	312.11	300.82	289.00
q_2 (kN/m ²)	162.52	164.69	167.18	170.01	173.18	176.74	180.68	185.05	189.86	195.12	200.87	207.12	213.89
b (m)	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00

波の山作用時

波の谷作用時

c) 合成荷重の計算

D室について求め、荷重方向は、上向きを正とした。

・) 波の山作用時

・) 波の谷作用時

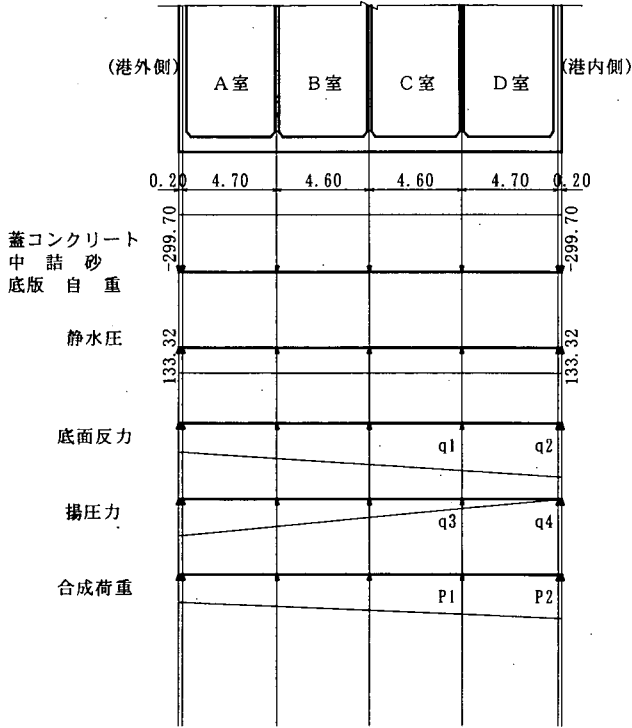


図-C.11 合成荷重 (D室, 波の山作用時)
(単位: kN/m²)

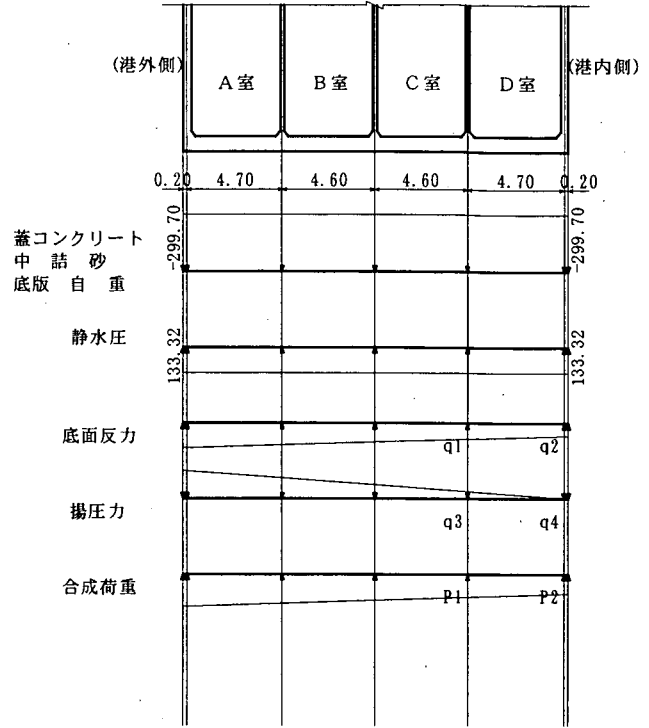


図-C.12 合成荷重 (D室, 波の谷作用時)
(単位: kN/m²)

表-C.15 合成荷重 (D室)

状態	H_D	底面反力		揚圧力		合成荷重	
		q_1	q_2	q_3	q_4	P_1	P_2
波の山作用時	12.50	360.23	528.37	20.23	0.83	214.08	362.82
	11.50	346.13	487.35	19.10	0.78	198.85	321.75
	10.50	330.72	447.07	17.00	0.69	181.34	281.38
	9.50	317.89	416.97	15.10	0.62	166.61	251.21
	8.50	305.52	388.06	13.12	0.54	152.26	222.22
	7.50	293.84	360.68	11.22	0.46	138.68	194.76
	6.50	282.55	334.01	9.29	0.38	125.46	168.01
	5.50	271.93	308.95	7.47	0.31	113.02	142.88
	4.50	261.95	285.41	5.77	0.24	101.34	119.27
	3.50	252.71	263.51	4.15	0.17	90.48	97.30
	2.50	245.27	245.39	2.60	0.11	81.49	79.12
	1.50	239.67	231.37	1.23	0.05	74.52	65.04
	0.50	235.79	221.51	0.22	0.01	69.63	55.14
	波の谷作用時	12.50	224.02	165.03	-16.28	-0.66	41.36
11.50		223.76	167.10	-14.98	-0.61	42.40	0.11
10.50		223.66	169.49	-13.68	-0.56	43.60	2.55
9.50		223.73	172.20	-12.37	-0.51	44.98	5.31
8.50		223.96	175.25	-11.07	-0.45	46.51	8.42
7.50		224.39	178.68	-9.77	-0.40	48.24	11.90
6.50		224.99	182.49	-8.47	-0.35	50.14	15.76
5.50		225.81	186.71	-7.16	-0.29	52.27	20.04
4.50		226.83	191.37	-5.86	-0.24	54.59	24.75
3.50		228.08	196.47	-4.56	-0.19	57.14	29.90
2.50		229.56	202.04	-3.26	-0.13	59.92	35.53
1.50		231.28	208.11	-1.95	-0.08	62.95	41.65
0.50		233.26	214.68	-0.65	-0.03	66.23	48.27

iii) 永久荷重時 (静穏時)

・底面反力

$$\Sigma W = 7286.47 - 13.2 \times 19.0 \times 10.1 = 4753.39$$

$$x = \frac{\Sigma M_w}{\Sigma W} = \frac{47125.00}{4753.39} = 9.91\text{m}$$

$$|e| = \frac{B}{2} - x = \frac{19.00}{2} - 9.91 = 0.41\text{m}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right) \cdot \frac{\Sigma W}{B} = \left(1 \pm \frac{6 \times 0.41}{19.00}\right) \times \frac{4753.39}{19.00}$$

$$= \frac{282.57\text{kN/m}^2}{217.79\text{kN/m}^2}$$

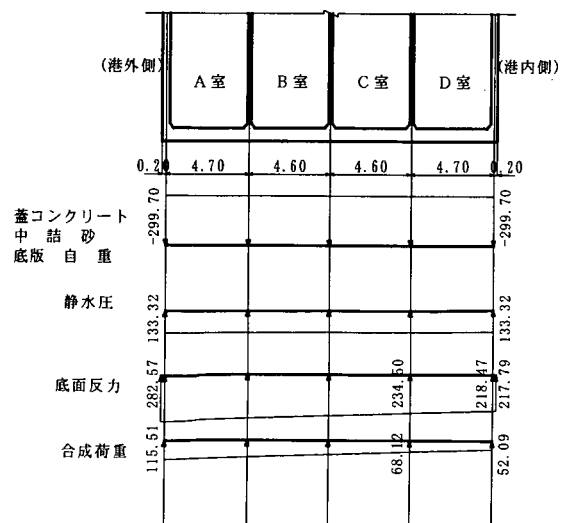
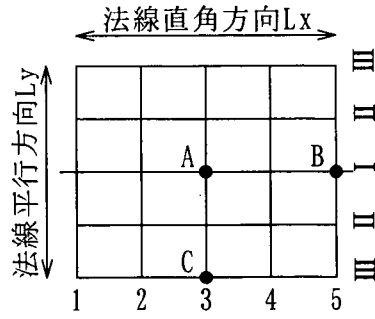


図-C.13 合成荷重 (D室, 静穏時) (単位: kN/m²)

d) 曲げモーメントの計算

・) 検討箇所



・) モーメント係数

$$\lambda = \frac{L_x}{L_y} = \frac{4.70}{3.80} = 1.24 \approx 1.25$$

表-C.16 モーメント係数

		四辺固定版	
		等分布	三角形分布
法線直角方向	スパン部	0.0189	0.0095
	支点部	-0.0559	-0.0389
法線平行方向	スパン部	0.0295	0.0147
	支点部	-0.0664	-0.0332

・) 曲げモーメント

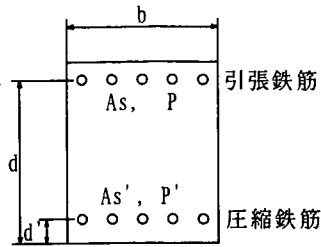
表-C.17 曲げモーメント (D室)

状態	H_D	設計荷重(kN/m ²)		曲げモーメント(kN・m/m)			
		P_1	P_2	法線直角方向		法線平行方向	
				スパン部	支点部	スパン部	支点部
波の山作用時	12.50	286.13	468.49	103.11	-333.40	160.59	-361.77
	11.50	268.08	419.22	93.90	-301.29	146.28	-329.50
	10.50	247.48	370.79	84.46	-269.03	131.60	-296.41
	9.50	230.19	334.60	77.15	-244.46	120.22	-270.77
	8.50	213.36	299.83	70.09	-220.80	109.24	-246.03
	7.50	197.45	266.90	63.41	-198.39	98.85	-222.61
	6.50	181.97	234.81	56.91	-176.57	88.73	-199.81
	5.50	167.41	204.67	50.80	-156.06	79.22	-178.38
	4.50	153.73	176.35	45.06	-136.80	70.29	-158.24
	3.50	141.02	150.00	39.72	-118.88	61.98	-139.52
	2.50	130.54	128.20	35.31	-104.06	55.11	-124.04
	1.50	122.45	111.31	31.89	-92.59	49.80	-112.07
	0.50	116.79	99.44	29.49	-84.53	46.07	-103.66
波の谷作用時	12.50	146.75	0.00	19.92	-36.02	31.36	-70.35
	11.50	91.45	54.08	19.83	-52.83	31.02	-69.77
	10.50	92.67	56.04	20.27	-54.23	31.70	-71.29
	9.50	94.03	58.26	20.76	-55.81	32.46	-73.01
	8.50	95.52	60.76	21.30	-57.58	33.31	-74.92
	7.50	97.16	63.55	21.91	-59.55	34.25	-77.05
	6.50	98.94	66.65	22.57	-61.73	35.29	-79.39
	5.50	100.91	70.09	23.31	-64.14	36.44	-81.98
	4.50	103.02	73.86	24.12	-66.78	37.70	-84.80
	3.50	105.32	77.99	25.00	-69.67	39.06	-87.88
	2.50	107.81	82.51	25.95	-72.81	40.55	-91.24
	1.50	110.49	87.42	26.99	-76.23	42.17	-94.88
	0.50	113.38	92.72	28.11	-79.92	43.91	-98.81
静穏時		115.02	95.78	28.75	-82.04	44.91	-101.06

設計荷重は、合成荷重に部分係数を考慮した値である。

e) 応力度の計算

部材の応力度は複鉄筋として行い、計算式は以下のとおりである。



ヤング係数比 $n = \frac{200}{25} = 8.0$

$$P = \frac{A_s}{bd}, \quad P' = \frac{A_s'}{bd}$$

等価換算応力度

$$\sigma_c' = \frac{3}{4}\sigma_c \tag{C.7}$$

・鉄筋の応力度

引張応力度

$$\sigma_s = n\sigma_c \frac{1-k}{k} \quad (\text{N/mm}^2) \tag{C.8}$$

圧縮応力度

$$\sigma_s' = n\sigma_c \left(1 - \frac{d'}{kd}\right) \quad (\text{N/mm}^2) \tag{C.9}$$

$$k = \sqrt{n^2(P+P')^2 + 2n\left(P+P'\frac{d'}{d}\right)} - n(P+P')$$

・コンクリートの圧縮応力度

$$\sigma_c = \frac{M}{bd^2} \cdot \frac{1}{\frac{k}{2}\left(1 - \frac{k}{3}\right) + \frac{nP'}{k}\left(k - \frac{d'}{d}\right)\left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \quad (\text{N/mm}^2) \tag{C.10}$$

応力度の計算結果を次表に示したが、例として、法線平行方向スパン部波の山作用時の最大波高時 ($H_D = 12.5\text{m}$, $M = 160.59\text{kN} \cdot \text{m/m}$) でのコンクリート及び鉄筋の応力度を求めると以下の通りである。

$$A_s = 24.24\text{cm}^2, A_s' = 12.12\text{cm}^2$$

$$d = 54\text{cm}, d' = 8\text{cm}$$

$$P = \frac{12.12}{100 \times 54} = 0.004489$$

$$P' = \frac{24.24}{100 \times 54} = 0.002244$$

$$k = \sqrt{8.0^2 \times (0.004489 + 0.002244)^2 + 2 \times 8.0 \times (0.004489 + 0.002244 \times 8/54)} - 8.0 \times (0.004489 + 0.002244)$$

$$= 0.229057 \approx 0.229$$

コンクリートの圧縮応力度

$$\sigma_c = \frac{160590000}{1000 \times 540^2} \times \frac{1}{\frac{0.229}{2} \times \left(1 - \frac{0.229}{3}\right) + \frac{8.0 \times 0.00224}{0.229} \times \left(0.229 - \frac{80}{540}\right) \times \left(1 - \frac{80}{540}\right)}$$

$$= 4.954 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c' = \frac{3}{4} \times 4.954 = 3.716 \text{ N/mm}^2$$

鉄筋の応力度

引張応力度（上側鉄筋）

$$\sigma_s = 8.0 \times 4.954 \times \frac{1 - 0.229}{0.229}$$

$$= 133.434 \text{ N/mm}^2$$

圧縮応力度（下側鉄筋）

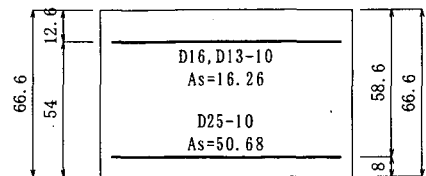
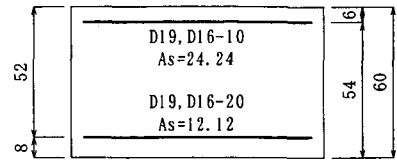
$$\sigma_s' = 8.0 \times 4.954 \times \left(1 - \frac{80}{0.229 \times 540}\right)$$

$$= 13.993 \text{ N/mm}^2$$

・) 法線平行方向

表-C.18 応力度 (D室, 法線平行方向)

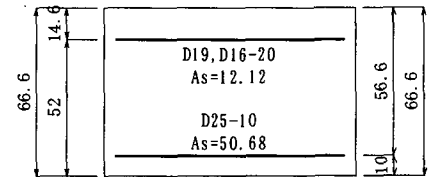
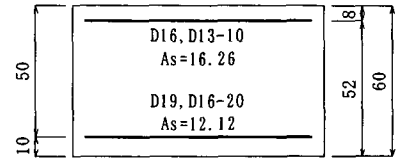
箇所	状態	H_D (m)	モーメント $M(kN \cdot m/m)$	応力度(N/mm ²)			
				σ_c'	σ_s (上側)	σ_s (下側)	
スパン中央部	波の山作用時	12.50	160.59	3.716	-133.434	13.993	
		11.50	146.28	3.385	-121.555	12.747	
		10.50	131.60	3.045	-109.354	11.468	
		9.50	120.22	2.782	-99.900	10.476	
		8.50	109.24	2.528	-90.769	9.519	
		7.50	98.85	2.288	-82.150	8.615	
		6.50	88.73	2.053	-73.720	7.731	
		5.50	79.22	1.833	-65.828	6.903	
		4.50	70.29	1.626	-58.394	6.124	
		3.50	61.98	1.434	-51.499	5.400	
		2.50	55.11	1.275	-45.789	4.802	
		1.50	49.80	1.152	-41.371	4.338	
		0.50	46.07	1.066	-38.274	4.014	
		波の谷作用時	12.50	31.36	0.726	-26.073	2.734
	11.50		31.02	0.718	-25.776	2.703	
	10.50		31.70	0.734	-26.342	2.762	
	9.50		32.46	0.751	-26.961	2.827	
	8.50		33.31	0.771	-27.689	2.904	
	7.50		34.25	0.793	-28.470	2.986	
	6.50		35.29	0.817	-29.332	3.076	
	5.50		36.44	0.843	-30.274	3.175	
	4.50		37.70	0.872	-31.325	3.285	
	3.50		39.06	0.904	-32.456	3.404	
	2.50		40.55	0.938	-33.695	3.533	
	1.50		42.17	0.976	-35.042	3.675	
	0.50		43.91	1.016	-36.496	3.827	
	静穏時			44.91	1.040	-37.331	3.915
	スパン端部部	波の山作用時	12.50	-361.77	5.576	17.410	-136.178
11.50			-329.50	5.079	15.858	-124.035	
10.50			-296.41	4.569	14.265	-111.580	
9.50			-270.77	4.174	13.031	-101.927	
8.50			-246.03	3.792	11.839	-92.605	
7.50			-222.61	3.431	10.713	-83.795	
6.50			-199.81	3.080	9.615	-75.205	
5.50			-178.38	2.750	8.585	-67.146	
4.50			-158.24	2.439	7.615	-59.563	
3.50			-139.52	2.150	6.714	-52.511	
2.50			-124.04	1.912	5.969	-46.687	
1.50			-112.07	1.727	5.393	-42.181	
0.50			-103.66	1.598	4.988	-39.013	
波の谷作用時			12.50	-70.35	1.085	3.386	-26.485
		11.50	-69.77	1.076	3.358	-26.265	
		10.50	-71.29	1.099	3.431	-26.833	
		9.50	-73.01	1.125	3.512	-27.474	
		8.50	-74.92	1.155	3.606	-28.206	
		7.50	-77.05	1.158	3.707	-28.994	
		6.50	-79.39	1.223	3.819	-29.873	
		5.50	-81.98	1.264	3.946	-30.862	
		4.50	-84.80	1.307	4.082	-31.924	
		3.50	-87.88	1.355	4.229	-33.078	
		2.50	-91.24	1.406	4.391	-34.342	
		1.50	-94.88	1.463	4.566	-35.716	
		0.50	-98.81	1.523	4.756	-37.199	
		静穏時			-101.06	1.558	4.864



・) 法線直角方向

表-C.19 応力度 (D室, 法線直角方向)

箇所	状態	H_D (m)	モーメント $M(kN \cdot m/m)$	応力度(N/mm ²)		
				σ_c'	(m)	$M(kN \cdot m/m)$
スパン中央部	波の山作用時	12.50	103.11	3.062	-131.445	-1.098
		11.50	93.90	2.789	-119.723	-1.000
		10.50	84.46	2.508	-107.680	-0.900
		9.50	77.15	2.291	-98.342	-0.822
		8.50	70.09	2.081	-89.358	-0.747
		7.50	63.41	1.883	-80.857	-0.676
		6.50	56.91	1.690	-72.549	-0.606
		5.50	50.80	1.508	-64.756	-0.541
		4.50	45.06	1.338	-57.447	-0.480
		3.50	39.72	1.180	-50.652	-0.423
	2.50	35.31	1.049	-45.017	-0.376	
	1.50	31.89	0.947	-40.670	-0.340	
	0.50	29.49	0.876	-37.611	-0.314	
	波の谷作用時	12.50	19.92	0.592	-25.407	-0.212
		11.50	19.83	0.589	-25.278	-0.211
		10.50	20.27	0.602	-25.825	-0.216
		9.50	20.76	0.617	-26.469	-0.221
		8.50	21.30	0.632	-27.145	-0.227
		7.50	21.91	0.650	-27.918	-0.233
		6.50	22.57	0.671	-28.788	-0.241
5.50		23.31	0.692	-29.722	-0.248	
4.50		24.12	0.716	-30.752	-0.257	
3.50		25.00	0.743	-31.879	-0.266	
2.50	25.95	0.771	-33.103	-0.277		
1.50	26.99	0.802	-34.423	-0.288		
0.50	28.11	0.835	-35.840	-0.299		
	静穏時		28.75	0.854	-36.645	-0.306
スパン端部	波の山作用時	12.50	-333.40	5.514	10.033	-130.303
		11.50	-301.29	4.983	9.067	-117.755
		10.50	-269.03	4.450	8.096	-105.153
		9.50	-244.46	4.043	7.357	-95.547
		8.50	-220.80	3.652	6.644	-86.296
		7.50	-198.39	3.281	5.970	-77.540
		6.50	-176.57	2.921	5.314	-69.015
		5.50	-156.06	2.582	4.697	-61.004
		4.50	-136.80	2.263	4.117	-53.472
		3.50	-118.88	1.967	3.578	-46.471
	2.50	-104.06	1.721	3.132	-40.675	
	1.50	-92.59	1.532	2.787	-36.191	
	0.50	-84.53	1.398	2.544	-33.037	
	波の谷作用時	12.50	-36.02	0.596	1.084	-14.072
		11.50	-52.83	0.874	1.590	-20.648
		10.50	-54.23	0.897	1.632	-21.197
		9.50	-55.81	0.923	1.680	-21.818
		8.50	-57.58	0.953	1.733	-22.509
		7.50	-59.55	1.357	1.792	-23.271
		6.50	-61.73	1.021	1.857	-24.122
5.50		-64.14	1.061	1.930	-25.061	
4.50		-66.78	1.105	2.010	-26.107	
3.50		-69.67	1.152	2.096	-27.223	
2.50	-72.81	1.205	2.192	-28.464		
1.50	-76.23	1.261	2.294	-29.793		
0.50	-79.92	1.322	2.404	-31.229		
	静穏時		-82.04	1.357	2.469	-32.062



f) 疲労強度の算定

・) 設計疲労強度

疲労強度の算定は以下の式により行う。

①コンクリート

$$f_{rd} = k_1 f_d \left(1 - \frac{\sigma_p}{f_d}\right) \left(1 - \frac{\log N}{K}\right) \quad (C.11)$$

ここに、

k_1 : 0.85 (圧縮及び曲げ圧縮の場合)

f_d : コンクリートの設計圧縮強度

$$f_d = \frac{24}{1.3} = 18.5 \text{ N/mm}^2$$

σ_p : 永久荷重時による応力度 (交番荷重を受ける場合 $\sigma_p = 0$)

K : 10 (普通コンクリートで水に飽和される場合)

N : 等価繰返し回数 ($\leq 2 \times 10^6$)

②鋼材

$$f_{rd} = f_{rzd} = 190 \frac{10^\alpha}{\sigma_{rd}} \left(1 - \frac{\sigma_{sp}}{f_{ud}}\right) / \gamma_s \quad (C.12)$$

ここに、

σ_{sp} : 永久荷重による鉄筋応力度

f_{ud} : 鉄筋の設計引張強度

$$f_{ud} = \frac{490}{1.05} = 467 \text{ N/mm}^2$$

$$\alpha = k_0(0.81 - 0.003 \phi)$$

$$k = 0.12, \quad k_0 = 1.0$$

ϕ : 鉄筋公称直径 (mm)

γ_s : 1.05 (鉄筋の材料係数)

ii) 疲労限界の設定

上式での設計疲労強度 (f_{rd}) を各波高別の変動応力度 (σ_{ri}) に等置して、求められる疲労寿命 (N_i) が 2×10^6 回を上回る場合には疲労破壊しないものと考えてよい。

また、この場合の設計変動応力度 (σ_{rd}) は σ_{ri} の最大値としてよく、ここでは最大波高による変動応力度となる。

最大波高について疲労強度を求めると表-C.20 のとおりであり、全ての部材で 2×10^6 回を上回り、疲労破壊はない。

法線平行方向スパン部のコンクリート及び上側鉄筋を求めると以下のとおりである。

コンクリート

$$\begin{aligned} \sigma_{rd} &= 3.716 - 0.726 \\ &= 2.990 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_i &= 10^{\left\{ \frac{[K \{k_1 (f_d - \sigma_p) - \sigma_{rd}\}]}{k_1 (f_d - \sigma_p)} \right\}} \\ &= 10^{\left\{ \frac{[10 \times (0.85 \times (18.5 - 1.040) - 2.990)]}{(0.85 \times (18.5 - 1.040))} \right\}} \\ &= 9.667 \times 10^7 \text{ 回 } (> 2 \times 10^6 \text{ 回}) \end{aligned}$$

上側鉄筋

$$\begin{aligned} \sigma_{rd} &= 133.434 - 26.073 \\ &= 107.361 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$N_i = \left\{ 190 \frac{10^6}{\sigma_{rd}} \left(1 - \frac{\sigma_{sp}}{f_{ud}} \right) / \gamma_s \right\}^{\frac{1}{k}}$$

$$= \left\{ 190 \times \frac{10^{0.762}}{107.361} \times \left(1 - \frac{37.331}{467} \right) / 1.05 \right\}^{\frac{1}{0.12}}$$

$$= 8.665 \times 10^7 \text{ 回 } (> 2 \times 10^6 \text{ 回})$$

表-C.20 疲労強度 (D室)

	部 材	検討箇所	$\sigma_{rd}(\text{N/mm}^2)$	疲労寿命 N_i (回)
法線平行方向	コンクリート	スパン部	2.990	$9.667 \times 10^7 > 2.000 \times 10^6$
		支点部	4.491	$7.610 \times 10^6 > 2.000 \times 10^6$
	上側鉄筋	スパン部	107.361	$8.665 \times 10^7 > 2.000 \times 10^6$
		支点部	14.024	$3.697 \times 10^{15} > 2.000 \times 10^6$
	下側鉄筋	スパン部	11.259	$1.370 \times 10^{16} > 2.000 \times 10^6$
		支点部	109.693	$4.175 \times 10^7 > 2.000 \times 10^6$
法線直角方向	コンクリート	スパン部	2.470	$2.255 \times 10^8 > 2.000 \times 10^6$
		支点部	4.918	$4.216 \times 10^6 > 2.000 \times 10^6$
	上側鉄筋	スパン部	106.038	$1.179 \times 10^8 > 2.000 \times 10^6$
		支点部	8.949	$1.975 \times 10^{17} > 2.000 \times 10^6$
	下側鉄筋	スパン部	0.886	$2.344 \times 10^{25} > 2.000 \times 10^6$
		支点部	116.231	$2.892 \times 10^7 > 2.000 \times 10^6$

以上で、疲労限界状態に対する検討は終了する。

疲労寿命が 2×10^6 回を上回らない場合は、各波高別に同様の手順で計算し、 2×10^6 回以下となった波高を検討対象として疲労強度の算定を行う。この場合の照査は以下の式による。

$$\frac{\gamma_i \sigma_{rd}}{f_{rd} / \gamma_b} \leq 1.0 \tag{C.13}$$

ここに、

γ_i : 構造物係数 1.0

γ_b : 部材係数 1.0

設計変動応力度 σ_{rd} に対する等価繰返し回数 N

コンクリート

$$N = \sum_{i=1}^m n_i 10^{B(\sigma_{ri} - \sigma_{rd})} \tag{C.14}$$

ここで、 n_i = 波高別発生回数

$$\sigma_{ri} = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$$

$$\sigma_{rd} = (\sigma_{ri})_{\max}$$

$$B = \frac{K}{k_1 f_{cd} \left(1 - \frac{\sigma_p}{f_{cd}} \right)}$$

鋼材

$$N = \sum_{i=1}^m n_i (\sigma_{ri} / \sigma_{rd})^{1/k} \quad (\text{C.15})$$

本設計例では、波浪観測データを基に砕波を考慮せずレーリー分布を用いて波高および出現回数（長尾，1994）を設定したものである。疲労限界状態で鉄筋量が決まる場合は、砕波を考慮しないと過大設計になる可能性があるため、注意が必要である。

現地に実測資料が無い場合は、波浪推算により波浪データを作成する（橋本ら，1999），もしくは自然条件の似かよった隣接地のデータを参考に求める。

参考文献

沿岸開発技術研究センター（1999）：港湾構造物設計事例集

長尾毅（1994）：限界状態設計法の鉄筋コンクリート構造物への適用に関する研究，港湾技術研究所報告，第33巻，第4号，pp.69-113.

橋本典明・川口浩二・真期俊行・永井紀彦（1999）：第3世代波浪推算法（WAM）の推算精度に関する検討，港湾技術研究所報告，第38巻，第4号，pp.3-47.

この資料は、国土交通省国土技術政策総合研究所長の複製許可承認
(平成15年3月11日付け国総研企調第101号)を得て複製したものである。

平成15年6月 複製

港湾空港技術振興会

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1
電話 046-843-6558 Fax. 046-843-2821

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.94

June 2003

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは

〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5018〕