ISSN 1346-7328 国総研資料 第995号 平成29年10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. 995

October 2017

上部斜面を有する防波堤のレベル1信頼性設計法に関する検討 ~滑動照査および転倒照査を対象として~

高野向後・竹信正寛・宮田正史・佐藤健彦

A Study of the Level 1 Reliability Design Method for a Gravity-type Breakwater with a Slope ~ Performance Verifications of Sliding Failure and Overturning Failure ~

Hisachika TAKANO, Masahiro TAKENOBU, Masafumi MIYATA, Takehiko SATO

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan 上部斜面を有する防波堤のレベル1信頼性設計法に関する検討

~ 滑動照査および転倒照査を対象として~

高野向後*・竹信正寛**・宮田正史***・佐藤健彦****

要 旨

港湾施設の設計では、平成19年度から信頼性設計法が導入されており、部分係数を用いた性能照査 (レベル1信頼性設計法)が行われてきた.近年、この部分係数の見直しが進められており、岸壁お よび防波堤の主な構造形式である重力式係船岸、矢板式係船岸、桟橋、重力式防波堤(混成堤、消波 ブロック被覆堤)の全体安定性に関する性能照査については、既に荷重抵抗係数アプローチによる新 しい部分係数が提案されている.

本検討の目的は、重力式防波堤のうち、上部斜面堤および消波ブロック被覆上部斜面堤を対象とし て、上記に示した構造形式と同様に、荷重抵抗係数アプローチに基づく部分係数を提案することであ る.本検討では、混成堤および消波ブロック被覆堤と同様に、変動波浪に対する堤体の滑動照査およ び転倒照査において、現行設計法による断面が有する安全性を基に目標破壊確率を設定し、部分係数 を算出した.また、新たな部分係数による堤体の断面幅と現行設計法による堤体の断面幅を比較した 上で、滑動照査および転倒照査に用いる荷重抵抗係数アプローチに基づく部分係数を提案した.なお、 破壊確率や部分係数の算出はモンテカルロシミュレーションを用いて行った.

キーワード:レベル1信頼性設計法,部分係数,荷重抵抗係数アプローチ,防波堤,上部斜面堤

* 港湾研究部 港湾施設研究室 交流研究員(株式会社日本港湾コンサルタント)

** 港湾研究部 主任研究官

*** 港湾研究部 港湾施設研究室 室長

**** 港湾研究部 港湾施設研究室 交流研究員(五洋建設株式会社)

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所 電話:046-844-5019 Fax:046-842-9265 e-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

Technical Note of NILIM No. 995 Oct. 2017 (YSK-N-379)

A Study of the Level 1 Reliability Design Method for a Gravity-type Breakwater with a Slope

 \sim Performance Verifications of Sliding Failure and Overturning Failure \sim

Hisachika TAKANO* Masahiro TAKENOBU** Masafumi MIYATA*** Takehiko SATO****

Synopsis

The level 1 reliability design method (the partial factor method) has been introduced in port facilities since 2007. And now, to verify the performance of the main structural form of port facilities, new partial factors based on the load resistance factor approach have been proposed. The purpose of this study is to propose new partial factors based on the load resistance factor approach, similar to the port facilities shown above, for a breakwater with a slope.

In this study, the partial factor used for sliding verification and turning verification for the variable wave were calculated based on the safety possessed by a breakwater with a slope by the current design method. In addition, we compared the section width by new partial factors with the section width that was designed based on the current design method, and then proposed new partial factors based on the load resistance factor approach.

Key Words : Level 1 reliability design method, Partial factor, Load and Resistance Factor Approach, Performance verification, Gravity-type breakwater, Breakwater with slope

National Institute for Land and Infrastructure Management Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism 3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan Phone : +81-46-844-5019 Fax : +81-46-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

^{*} Visiting Researcher, Port Facilities Division, Port and Harbor Department, NILIM (Japan Port Consultants, Ltd.)

^{**} Senior Researcher, Port and Harbor Department, NILIM

^{***} Head, Port Facilities Division, Port and Harbor Department, NILIM

^{****} Visiting Researcher, Port Facilities Division, Port and Harbor Department, NILIM (PENTA-OCEAN CONSTRUCTION Co., Ltd.)

k

1. はじ	めに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1
1.1	目的 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1
1.2	検討手順·····	1
2. 上部	3斜面を有する防波堤の変動波浪に対する照査方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2
2.1	上部斜面を有する防波堤の特徴・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2
2.2	上部斜面を有する防波堤の変動波浪に対する照査方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2
2.3	上部斜面を有する防波堤の波力算定式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
2.4	H19設計法における部分係数······	6
3. 安全	*性水準の比較····································	8
3.1	H19設計法における安全性水準の考え方 ······	8
3.2	檢討条件	8
3.3	実質安全率による安全性水準の比較 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10
4. 目標	『破壊確率の設定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	13
4.1	破壊確率の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	13
4.2	H19設計法による断面の破壊確率・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	13
4.3	目標破壊確率の設定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	15
		10
5. 部分		10
5.1	部分係数フォーマット・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	16
5.2	部分係数の算出······	16
5.3	部分係数の確認・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	19
6 +>+	<u></u>	05
0. ይፋ		20
謝辞··		25
参考文i	载 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	25
付録 A	試行回数の設定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	27
付録 B	波力算定式の統計的性質・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	28
付録 C	材料係数アプローチに基づく部分係数の算出・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	31
付録 D	部分係数一覧 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	35
付録 E	破壊確率一覧・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	43

1. はじめに

1.1 目的

港湾施設では「港湾の施設の技術上の基準」の性能規 定化に伴い,平成19年から信頼性設計法が導入され,「港 湾の施設の技術上の基準・同解説(平成19年7月)」¹⁾に は,港湾施設の性能照査の手法の1つとして,レベル1信 頼性設計法(部分係数法)が示された.これ以降,港湾 施設の設計は「港湾の施設の技術上の基準・同解説(平 成19年7月)」に基づく設計法(以下,「H19設計法」と いう.)による部分係数を用いて行われてきた.

近年,この部分係数の見直しが行われており²⁾,岸壁お よび防波堤の主な構造形式である重力式係船岸,矢板式 係船岸,桟橋,重力式防波堤の全体安定性に関する性能 照査については,既に新しい部分係数が提案されている. 佐藤ら³⁾は重力式防波堤のうち,混成堤および消波ブロッ ク被覆堤を対象として,変動波浪に対する滑動照査およ び転倒照査に用いる新しい部分係数を提案しており,具 体的には,「港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成 19年7月)」¹⁾に示されている部分係数フォーマット(性 能照査に用いる際の部分係数の形式)を見直し,荷重抵 抗係数アプローチに基づく部分係数を提案している.

本検討の目的は、佐藤ら³⁾の研究では対象としていない ものの、近年、採用実績が比較的多い上部斜面堤および 消波ブロック被覆上部斜面堤を対象として(図-1.1), 荷重抵抗係数アプローチに基づく部分係数を提案するこ とである.本検討では、佐藤ら³⁾の研究と同様な手順によ り部分係数を算出することとし、提案する部分係数によ って、上部斜面堤および消波ブロック被覆上部斜面堤の 性能照査は、混成堤および消波ブロック被覆堤と同様な 手法に基づき行うことが可能となる.

なお、本検討において、上部斜面堤および消波ブロック被覆上部斜面堤に共通する事項を述べる場合には、2 つの構造形式を総称して「上部斜面堤等」とする.また、 混成堤および消波ブロック被覆堤についても同様に、「混 成堤等」とする.

1.2 検討手順

本検討では,以下の検討手順により部分係数を算出する(図-1.2).

まず,①安全性水準の比較では, H19設計法による防 波堤断面の安全性水準が「港湾の施設の技術上の基準・ 同解説(平成11年7月)」⁴⁾に基づく設計法(以下,「H11 設計法」という.)による防波堤断面の安全性水準から 変化があったのか不明確であるため, H19設計法によっ て設計された防波堤断面が有する安全性水準を安全率や 断面幅を指標として,H11設計法によって設計された防 波堤断面との比較によって確認する.安全性水準の比較 にあたっては,一般的な防波堤における設計条件が包含 されるように設定された設計条件の下で滑動照査および 転倒照査を実施し,各々の最小断面幅を算出する.設計 条件については,上部斜面堤および消波ブロック被覆上 部斜面堤のそれぞれに対して41ケースを設定した.

②目標破壊確率の設定では、①で算定したH19設計法 による断面の滑動照査および転倒照査に対する破壊確率 を算出し、各断面の破壊確率の傾向を確認する.その上 で構造形式,照査項目毎に目標破壊確率を設定する.

③部分係数の算出では、②で設定した目標破壊確率に 基づき,部分係数を算出する.ここで算出する部分係数 は,荷重抵抗係数アプローチに基づく部分係数であり, 各部分係数フォーマットについては後述する.

なお,破壊確率および部分係数の算出には,竹信ら²⁾ や佐藤ら³⁾の研究と同じ計算手法を用いるものとし,具 体的にはモンテカルロシミュレーションを用いて行った.

以下,2章では上部斜面を有する防波堤の特徴と波力算 定式を含む照査方法について,3章ではH19設計法による 断面の安全性水準について,4章では目標とする破壊確率 について,5章では目標破壊確率に基づき算出した部分係 数について示す.







上部斜面を有する防波堤の変動波浪に対する照 査方法

2.1 上部斜面を有する防波堤の特徴

上部斜面堤は,混成堤の上部を斜面とすることで(上 部工に限らず,本体工の上部も含めて斜面とする場合も ある),水平波力を小さくすると同時に,斜面部に作用 する波力のうち,耐力側に期待できる鉛直波力を堤体の 安定性に利用する防波堤である.このように安定性に対 する利点はあるが,その一方で,上部斜面堤の天端高を 混成堤と同一天端高とした場合,波高伝達率(防波堤の 前後における波高の比)は混成堤の2倍程度となり,混成 堤と比較して大きくなる.このため,上部斜面堤の天端 高は,朔望平均満潮位から有義波高程度の高さ(H.W.L. +1.0H_{1/3})とすることで,混成堤の天端高が有義波高の 0.6倍の場合(H.W.L. +0.6H_{1/3})と同程度に波高伝達率 を抑えることが可能である¹⁾.

消波ブロック被覆上部斜面堤は,上部斜面堤の前面に 消波ブロックを設置することによって,上部斜面堤の特 徴に加え,堤体直立部に作用する水平波力を小さくする ことで,堤体の耐波安定性の向上を図る防波堤である. また,消波ブロックの設置による消波効果により,波の 反射率の低下を期待する防波堤である.

2.2 上部斜面を有する防波堤の変動波浪に対する照査方法

上部斜面堤等の変動波浪に対する照査方法は,基本的 に混成堤等の照査方法と同じであるが,波力算定につい ては斜面部による水平波力の低減と波力の鉛直成分を考 慮することができるため,これらを考慮し性能照査を行 うことになる.ここではまず,照査方法の概略を説明す るために,安全率法(H11設計法)による上部斜面堤等 の安定計算について述べ,部分係数を用いた照査方法 (H19設計法)については2.4に示す.

安全率法による滑動および転倒に対する安定計算は, 耐力の合計値Rと作用の合計値Sの比である安全率が許容 値(許容安全率Fs)以上であることを確認することによ り行う.安全率法による安定計算は式(2.1)よって行い, 滑動安定計算および転倒安定計算に用いる耐力Rおよび 作用Sはそれぞれ式(2.2),式(2.3)によって算定し,安定 計算に用いる許容安全率は表-2.1に示す値である.また, 作用および耐力の概念図を図-2.1に示す.

作用Sは混成堤と同じく水平波力によって求められ,耐 カRは混成堤と同じく摩擦係数,堤体重量,浮力,揚圧力 に加えて,斜面部に作用する鉛直波力によって求められ る. なお,上部斜面堤等の安定計算に用いる許容安全率 は混成堤等の場合に同じである.

$$Fs \leq R/S \tag{2.1}$$

(滑動安定計算)

$$R = \mu \cdot (W - P_B - P_U + P_V)$$

$$S = P_H$$
(2.2)

(転倒安定計算)

$$R = W \cdot a_{1} - P_{B} \cdot a_{2} - P_{U} \cdot a_{3} + P_{V} \cdot a_{4}$$

$$S = P_{H} \cdot a_{5}$$
(2.3)
ここに,

 μ : 摩擦係数

 W : 堤体重量 (kN)

 P_{B} : 浮力 (kN)

 P_{U} : 揚圧力 (kN)

 P_{V} : 斜面部に作用する鉛直波力 (kN)

 P_{H} : 水平波力 (kN)

 $a_{12}a_{5}$: 各作用のアーム長 (m)

表-2.1 許容安全率⁴⁾

	滑動安定計算	転倒安定計算
波圧時	1.2**	1.2

※模型実験によって堤体の安定性を確認した場合に は、安全率が1.2を下回ってもよいが、1.0を下回っては ならない.



図-2.1 作用および耐力の概念図

2.3 上部斜面を有する防波堤の波力算定式

(1) 混成堤等に作用する波力

上部斜面堤等の性能照査に用いる波力は,混成堤等に 作用する波力に補正係数を乗じることで得ることが出来 る.そのため,ここではまず,混成堤等に作用する波力 を示す.

混成堤等に作用する波力は一般に式(2.4) ~式(2.10) に示す合田式⁵⁾が適用される.ここで,波力算定に用いる 波高H_Dは,H11設計法では特性値であることに対して, H19設計法では特性値に部分係数を乗じた設計用値であ る.部分係数については,2.4において詳述する.合田式 の特徴は,重複波から砕波に至る波力を連続的に算定で きることにあり,式(2.8)に示すa₁が重複波の特徴を,式 (2.9)に示すa₂が砕波の特徴を表している.また,図-2.2 に波圧分布の概略図を示す.

$$\eta^* = 0.75 (1 + \cos\beta) \lambda_1 H_D$$
 (2.4)

$$p_1 = 0.5(1 + \cos\beta) (\alpha_1 \lambda_2 + \alpha_2 \lambda_2 \cos^2\beta) \rho_{0g} H_D$$

(2.5)

$$p_2 = \frac{p_1}{\cosh(2\pi h/L)}$$
 (2.6)

 $p_3 = \alpha_3 p_1 \tag{2.7}$

$$\eta^*$$
:静水面上で波圧強度が0となる高さ(m)

*P*₁:静水面における波圧強度(kN/m²)

- *p*₂ : 海底面における波圧強度 (kN/m²)
- *P*3 : 直立壁底面における波圧強度(kN/m²)
- $\rho_0 : 海水の密度(1.03t/m^3)$
- *g* : 重力加速度(9.81m/s²)
- β : 波の主方向から±15°の範囲内で最も危険な 方向と直立壁の法線の垂線が成す角度(°)
- λ₁, λ₂: 波圧の補正係数(標準は1.0)
 - h : 直立壁前面における水深 (m)
 - L : 水深hにおける設計計算に用いる波長 (m)
 - *H_D*:計算に用いる波高(m)

α₁, α₂, α₃は次式にって表される数値

$$\alpha_1 = 0.6 + \frac{1}{2} \left\{ \frac{4\pi h/L}{\sinh(4\pi h/L)} \right\}$$
(2.8)
$$\left\{ h_h - d \left(H_D \right)^2 - 2d \right\}$$

$$\alpha_{2} = \min\left\{\frac{\frac{1}{3h_{b}}}{\frac{1}{d}}, \frac{\frac{1}{H_{D}}}{\frac{1}{d}}\right\} (2.9)$$

$$\alpha_{3} = 1 - \frac{h'}{h} \left\{1 - \frac{1}{\cosh\left(2\pi h/L\right)}\right\} (2.10)$$

d : マウンドの根固め工又は被覆工の天端の うち,いずれか浅い水深(m)

h': 直立壁の底面の水深(m)



図-2.2 波圧分布の概略図¹⁾

直立部底面に作用する揚圧力の合力は直立壁の前趾において式(2.11)で与えられる揚圧力*Pu*,後趾において0となる三角形分布として算定できる.

$$p_{u} = 0.5(1 + \cos\beta) \alpha_{1} \alpha_{3} \lambda_{3} \rho_{0} g H_{D} \qquad (2.11)$$

$$\Xi \subseteq k \zeta,$$

*P*_u: 直立壁の底面に作用する揚圧力(kN/m²)

 λ_3 : 揚圧力の補正係数 ($\lambda_3 = \lambda_1$)

また, 消波ブロックを被覆した場合の波圧は, 波圧の 補正係数λ₁, λ₂, λ₃を式(2.12)により求めることで算定で きる.

$$\lambda_{1} = \begin{cases} 1.0 & (H_{D}/h \leq 0.3) \\ 1.2 - 2(H_{D}/h)/3 & (0.3 < H_{D}/h \leq 0.6) \\ 0.8 & (H_{D}/h > 0.6) \end{cases}$$

$$\lambda_{2} = 0$$

$$\lambda_{3} = \lambda_{1} \qquad (2.12)$$

ここで、波の入射角 β (図-2.3) が20°以内であって、 かつ急勾配海底の場合または高マウンドの場合は衝撃砕 波力が生じやすい.このような場合は、衝撃砕波係数 a_I を導入して波力を算定する.この係数は高橋ら^のによって 提案されており、式(2.13)~式(2.19)より求め、合田式 において $a_2 \ge a_I$ の大きい方を用いて波力を算定する.こ の a_I は、 H_D/h が比較的大きい場合の滑動実験結果に基づ いて定式化されており、 $H_D/h \ge 0.5$ の場合における直立壁 の滑動を検討するときに用いることができる. なお, $H_D/h < 0.5$ の場合には, $h = 2H_D$ とすることにより求める ことができる¹⁾.

$$\alpha_I = \alpha_{I0} \alpha_{I1} \tag{2.13}$$

ここに,

*α*₁₀:波高の影響を表すパラメータ

$$\alpha_{I0} = \begin{cases} H_D/d & (H_D/d \le 2) \\ 2 & (H_D/d > 2) \end{cases}$$
(2.14)

$$\alpha_{I1} = \begin{cases} \frac{\cosh \delta_2}{\cosh \delta_1} & (\delta_2 \leq 0) \\ \frac{1}{\cosh \delta_1 (\cosh \delta_2)^{1/2}} & (\delta_2 > 0) \end{cases}$$
(2.15)

$$\delta_{1} = \begin{cases} 20\delta_{11} & (\delta_{11} \leq 0) \\ 15\delta_{11} & (\delta_{11} > 0) \end{cases}$$
(2.16)

$$\delta_2 = \begin{cases} 4.9\delta_{22} & (\delta_{22} \leq 0) \\ 3\delta_{22} & (\delta_{22} > 0) \end{cases}$$
(2.17)

$$\delta_{11} = 0.93 \left(\frac{B_M}{L} - 0.12 \right) + 0.36 \left(\frac{h-d}{h} - 0.6 \right)$$
(2.18)

$$\delta_{22} = -0.36 \left(\frac{B_M}{L} - 0.12 \right) + 0.93 \left(\frac{h-d}{h} - 0.6 \right)$$
(2.19)



図-2.3 波の入射角 β¹⁾

(2) 上部斜面堤に作用する波力

上部斜面堤に作用する波力は式(2.20)および式(2.21) に表される.このうち,上部斜面堤の斜面部に作用する 波力については、混成堤(直立壁)に作用する波力(水 平力)が斜面平行方向と斜面鉛直方向に分解され、さら に斜面鉛直方向の波力は水平方向成分と鉛直方向成分に 分解されることが森平ら⁷によって提案された.これに、 細山田ら⁸は実験結果に基づいて波力補正係数*λ*_{SL}'を導入 し、式(2.22)~式(2.26)の波力算定式が提案された.一 方、直立部に作用する波力についても、斜面部を有する ことで通常の直立壁に比べて低減する傾向があるため、 波力補正係数*λ*_Vを導入した式(2.27)が提案された.

ここで,式(2.26)に示すように,斜面部の波力補正係 数 λ_{SL} ,は波形勾配H/Lと斜面部の角度 α の関数であり,斜 面部の角度 α が45°で波形勾配H/Lが小さい場合は補正係 数が上限値2を取り(直立壁に作用する波力に等しくな る),波形勾配H/Lが大きい場合は下限値1を取る.また, 直立部の波力補正係数 λ_{V} については式(2.27)に示すよう に,上限値は1であるが,下迫ら⁹⁾の考察から,実験が最 大でも波形勾配 H_D/L が 0.080程度までしか行われていな いことを踏まえて,実用上,直立部の波力補正係数 λ_{V} の 下限値は0.75とすることが提案された.

図-2.4に上部斜面堤の波力の概念図を示す.

$$F_X = F_{SH} + F_V \tag{2.20}$$

$$F_Z = -F_{SV} + F_U$$
 (2.21)

ここに,

Fx	:	上部斜面堤に作用する	全水平波力	(kN/m)
Fz	:	上部斜面堤に作用する	全鉛直波力	(kN/m)
F _{SH}	:	斜面部に作用する波力の	の水平成分	(kN/m)
F_{SV}	:	斜面部に作用する波力の	の鉛直成分	
		(上向きを正とする)	(kN/m)	
F_V	:	直立部に作用する波力	(kN/m)	
F_U	:	底面に作用する揚圧力	(kN/m)	

 $F_{SH} = \lambda_{SL} F_{1} \sin^{2} \alpha \qquad (2.22)$

$$F_{SV} = \lambda_{SL} F_{1} \sin \alpha \cos \alpha \qquad (2.23)$$

$$F_V = \lambda_V F_2 \tag{2.24}$$

$$F_U = 0.5 p_u B$$
 (2.25)

- F₁: 合田式で計算される直立壁に作用する水平 波力のうち,斜面部に対応する部分(kN/m)
- F2:合田式で計算される直立壁に作用する水平 波力のうち,直立部に対応する部分(kN/m)

$$\lambda_{SL}' = \min [\max \{ 1.0, -23(H/L) \tan^{-2} \alpha \}$$

 $+0.46\tan^{-2}\alpha + \sin^{-2}\alpha$ }, $\sin^{-2}\alpha$] (2.26)

λ _{sL} 'は,以下の3つの領域で定義される.	
 H/L が比較的小さいとき 	
$\lambda_{SL}' = \sin^{-2} \alpha$,	
すなわち、 $F_{SH} = F_1$ 、 $F_{SV} = F_1 \tan^{-1} \alpha$	
② H/L が大きいとき	
λ_{SL} '=1.0,	
すなわち、 $F_{SH} = F_1 \sin^2 \alpha$ 、 $F_{SV} = F_1 \sin \alpha \cos^2 \alpha$	osα
③ H/L が①と②の中間のとき	
H/Lが大きくなるにつれて, λ _{sL} 'は減少す	-3.
λν : 直立部に作用する波力の補正係数	
$\lambda_{V} = \min [1.0, \max \{ 1.1, 1.1 + 11d_{c}/L \}$	
-5.0(H/L)] (2)	97)
ペー・ 約 西 郊 の 舟 南 (⁰)	21)
α : 新面部の角度 (f)	
<i>pu</i> : 合田式で計算される揚圧力(kN/m ²)	
<i>B</i> : 堤体幅 (m)	
H : 波高 (m)	
L : 波長 (m)	
<i>d</i> _c :静水面から斜面下端までの高さ(静水)	面よ
り上にある場合を正とする) (m)	



図-2.4 上部斜面堤の波力の概念図

(3) 消波ブロック被覆上部斜面堤に作用する波力

消波ブロック被覆上部斜面堤に作用する波力も上部斜 面堤と同様に,上部斜面を有することで水平波力に加え, 鉛直波力が作用し,式(2.20)および式(2.21)で表される. ただし,上部斜面堤と異なり,消波ブロック被覆上部斜 面堤の波力は,佐藤ら¹⁰によって提案された,式(2.28) ~式(2.32)に示す波力算定式により求める.具体的には, 斜面部に作用する波力は波高水深比H/hの関数である波 力補正係数は波形勾配H/Lと斜面部の角度αの関数で あるが、この消波ブロック被覆上部斜面堤の波力補正係 数λ*Fs*は斜面角45°の場合にしか適用できない.また、消 波ブロックで被覆されている直立部の波力は通常の消波 ブロック被覆堤と同様に、式(2.12)で示される波圧の補 正係数λ₁,λ₂,λ₃を用いて波力を算定する.

図-2.5に消波ブロック被覆上部斜面堤の波力の概念図 を示す.

- $F_{SH} = \lambda_{FS} F_1 \sin^2 \alpha \qquad (2.28)$
- $F_{SV} = \lambda_{FS} F_1 \sin \alpha \cos \alpha \qquad (2.29)$

$$F_V = F_2 \tag{2.30}$$

$$F_U = 0.5 p_u B (2.31)$$

ここに,

- F₁: 合田式で計算される直立壁に作用する水平 波力のうち,斜面部に対応する部分(kN/m)
- F2:合田式で計算される直立壁に作用する水平 波力のうち,直立部に対応する部分(kN/m)

$$\lambda_{FS} = \begin{cases} 2.0 & (H/h < 0.35) \\ -10H/3h + 19/6 & (0.35 \le H/h \le 0.65) \\ 1.0 & (H/h > 0.65) \end{cases}$$

(2.32)

- α :斜面部の角度(°)
- *Pu* : 合田式で計算される揚圧力 (kN/m²)
- B : 堤体幅 (m)
- H : 波高 (m)
- h : 前面水深 (m)



図-2.5 消波ブロック被覆上部斜面堤の波力の概念図

2.4 H19設計法における部分係数

H19設計法における上部斜面堤等の部分係数は,「過 去の設計法に基づく平均的な安全性水準に基づく方法」 によって目標とする安全性水準を設定し,この安全性水 準に対する目標システム破壊確率を基に設定されている. この部分係数は摩擦係数,潮位,単位体積重量などの各 設計因子に対する係数である.

部分係数を用いた性能照査は、特性値に部分係数を乗 じて得られる設計用値を用いて耐力および作用の各合力 を算出し、耐力の合計値Rdが作用の合計値Sd以上である ことを確認することにより行う.部分係数を用いた性能 照査は式(2.33)によって行い、滑動照査および転倒照査 に用いる耐力Rdおよび作用Sdはそれぞれ式(2.34),式 (2.35)によって算定する.なお、作用および耐力の各合 力の概念図は図-2.1に示したとおりである.

 $R_d \geq S_d$ (2.33)(滑動照査) $R_d = f_d \cdot (W_d - P_{Bd} - P_{Ud} + P_{Vd})$ (2.34) $S_d = P_{Hd}$ (転倒照査) $R_d = W_d \cdot a_1 - P_{Bd} \cdot a_2 - P_{Ud} \cdot a_3 + P_{Vd} \cdot a_4$ $S_d = P_{Hd} \cdot a_5$ (2.35) ここに. *f* : 摩擦係数 W : 堤体重量(kN) P_B : 浮力 (kN) *P_U*: 揚圧力 (kN) P_V:斜面部に作用する鉛直波力(kN) P_H :水平波力 (kN) *a*_{1~}*a*₅: 各作用のアーム長(m)

式(2.34)および式(2.35)は設計用値で与えられており, 例えば,摩擦係数,揚圧力,水平波力の設計用値は式 (2.36)に示すとおり,特性値に部分係数を乗じて算出す る.式中の記号γはその添字に関する部分係数であり, 添字kおよびdはそれぞれ特性値および設計用値を示す.

その他,堤体重量は堤体を構成する中詰材,鉄筋コン クリート,無筋コンクリートの各材料の単位体積重量に 部分係数を乗じて得られる単位体積重量を用いて堤体重 量の設計用値を算出する.また,浮力は潮位に部分係数 を乗じて得られる潮位から浮力を算出する.

$$f_{d} = \gamma_{f} \times f_{k}$$

$$P_{Ud} = \gamma_{PU} \times P_{Ud}$$

$$P_{Hd} = \gamma_{PH} \times P_{Hd}$$
(2.36)

H19設計法では構造形式や照査項目に応じた破壊確率 に対する部分係数が与えられている.上部斜面堤および 消波ブロック被覆上部斜面堤の部分係数をそれぞれ表 -2.2,表-2.3に示す.これらの部分係数は波浪に関する 変動状態における滑動照査および転倒照査に用いる部分 係数である.

なお、H19設計法では、上部斜面堤に作用する波力は、 水理模型実験によって定めることが望ましいとあるが、 水理模型実験によることが困難な場合には、細山田ら⁸⁾ の算定式によることができるとしており、消波ブロック 被覆上部斜面堤に作用する波力については佐藤ら¹⁰⁾の算 定式によることができる.本検討では、先述した細山田 ら⁸⁾の算定式または佐藤ら¹⁰⁾の算定式を用いた照査方法 を対象として、破壊確率および部分係数等を算出した.

	目標シス	テム信頼性指標 β_T	2.16				
	目標シス	・テム破壊確率 P _f	1.5×10 ⁻²				
γD	計算に用い	いる目標信頼性指標 β_T	2.24				
			γ	α	μ/X_k	V	
	γf	摩擦係数	0.80	0.727	1.060	0.150	
	Ÿрн,	水深变化 緩	1.05	0.670	0.777	0.232	
	ү Ри	水深変化 急	1.19	-0.670	0.868	0.243	
滑		$r_{wl} = 1.5$	1.03		1.000	0.200	
•••	Y w I	$r_{wl} = 2.0, 2.5$	1.05	-0.058	1.000	0.400	
動		H.H.W.L.	1.00		—	—	
	γ _w rc	RCの単位体積重量	0.98	0.027	0.980	0.020	
	γ w nc	NCの単位体積重量	1.02	0.031	1.020	0.020	
	γ w sand	中詰砂の単位体積重量	1.01	0.128	1.020	0.040	
	Ÿрн,	水深変化 緩	1.17	0.070	0.777	0.232	
	ү Ри	水深変化 急	1.33	-0.970	0.868	0.243	
		$r_{wl} = 1.5$	1.04		1.000	0.200	
転	Y w 1	$r_{wl} = 2.0, 2.5$	1.09	-0.096	1.000	0.400	
倒		H.H.W.L.	1.00		—	—	
	γwrc	RCの単位体積重量	0.98	0.045	0.980	0.020	
	γ w nc	NCの単位体積重量	1.02	0.049	1.020	0.020	
	γ <i>w</i> sand	中詰砂の単位体積重量	1.00	0.214	1.020	0.040	

表-2.2 部分係数(上部斜面堤) 1)

※1 α:感度係数, μ/X_k:平均値の偏り(平均値/特性値), V:変動係数

※2 RC:鉄筋コンクリート,NC: 無筋コンクリート

※3 水深変化 緩/急は,海底勾配1/30 未満/以上

※4 r_{wl} は既往最高潮位(H.H.W.L.)と朔望平均満潮位(H.W.L.)の比

表-2.3 部分係数(消波ブロック被覆上部斜面堤)1)

	目標シス	テム信頼性指標 β_T	2.38				
	目標シス	- テム破壊確率 P _f	8.7×10 ⁻³				
γD	計算に用い	いる目標信頼性指標 $\beta_{T'}$		2.4	16		
			γ	α	μ/X_k	V	
	γf	摩擦係数	0.74	0.812	1.060	0.150	
	_{УРН} ,	水深変化 緩	0.93	0.566	0.737	0.187	
	Y Pu	水深変化 急	1.04	-0.300	0.813	0.201	
滑		$r_{wl} = 1.5$	1.03		1.000	0.200	
	Y w I	$r_{wl} = 2.0, 2.5$	1.05	-0.055	1.000	0.400	
動		H.H.W.L.	1.00		—	—	
	γwrc	RCの単位体積重量	0.98	0.025	0.980	0.020	
	γ w nc	NCの単位体積重量	1.02	0.031	1.020	0.020	
	γ w sand	中詰砂の単位体積重量	1.01	0.124	1.020	0.040	
	Ŷ <i>РН</i> ,	水深変化 緩	1.06	0.057	0.737	0.187	
	Y Ри	水深変化 急	1.20	-0.937	0.813	0.201	
		$r_{wl} = 1.5$	1.06		1.000	0.200	
転	Y w1	$r_{wl} = 2.0, 2.5$	1.11	-0.113	1.000	0.400	
倒		H.H.W.L.	1.00		—	—	
	γwrc	RCの単位体積重量	0.98	0.053	0.980	0.020	
	γ w nc	NCの単位体積重量	1.02	0.058	1.020	0.020	
	γ w sand	中詰砂の単位体積重量	1.00	0.254	1.020	0.040	

※1 α:感度係数, μ/X_k:平均値の偏り(平均値/特性値), V:変動係数

※2 RC:鉄筋コンクリート,NC:無筋コンクリート ※3 水深変化緩/急は,海底勾配1/30未満/以上

※4 r_{wl} は既往最高潮位(H.H.W.L.)と朔望平均満潮位(H.W.L.)の比

3. 安全性水準の比較

3.1 H19設計法における安全性水準の考え方

安全性水準の比較では,H19設計法による防波堤断面 の安全性水準がH11設計法による防波堤断面の安全性水 準から変化があったのか不明確であるため,H19設計法 によって設計された防波堤断面が有する安全性水準を安 全率や断面幅を指標として,H11設計法によって設計さ れた防波堤断面との比較によって確認する.ここではま ず,H19設計法における安全性水準の考え方について述 べる.

H19設計法において,上部斜面堤の滑動照査および転 倒照査に用いる部分係数は,「過去の設計法(H11設計 法)の平均的な安全性水準に基づく方法」によって設定 されており,消波ブロック被覆上部斜面堤の滑動照査お よび転倒照査に用いる部分係数は,混成堤等の安全性水 準に合わせて設定されている.吉岡ら¹¹⁾は混成堤等およ び上部斜面堤について,宮脇ら¹²⁾は消波ブロック被覆上 部斜面堤について,安全率法で設計された各構造形式の 防波堤のシステム信頼性指標を算出しており,これを表 -3.1に示す.また,同表には参考として吉岡ら¹¹⁾により 算出された混成堤および消波ブロック被覆堤のシステム 信頼性指標も併せて示す.

ここで,消波ブロック被覆上部斜面堤のシステム信頼 性指標は算出された値を採用せず,混成堤等のシステム 信頼性指標に合せている.これは,宮脇ら¹²⁾によって「消 波ブロック被覆上部斜面堤の平均システム信頼性指標は 2.63であるが,ここでは,一般的な防波堤形式であるケ ーソン式混成堤,消波ブロック被覆堤の平均システム信 頼性指標2.38を目標値とする.」とされていることによ る.また,混成堤と消波ブロック被覆堤については,吉 岡ら¹¹⁾によれば,「ケーソン式混成堤,消波ブロック被 覆堤については,それぞれの平均信頼性指標が異なって いるが,これは明瞭な意図のもとに設計された結果では ないと考えられるため,ここでは両者の平均値(2.38) を目標値とした」とある.これらのシステム信頼性指標 の数値はH19設計法に示されている数値と同じである.

なお,信頼性指標は破壊確率と関連付けられる評価パ ラメータであり¹⁾,ここに示したシステム信頼性指標は滑 動,転倒,支持力の照査項目において,いずれかの一つ でも性能照査を満足しない場合を破壊したと考え,その 際の破壊確率によって得られた数値である.

表-3.1 システム信頼性指標

構造形式	平均シン 信頼性: β _T	ステム 指標	(参考) システム破壊確率 P _{FT} ^{※2}		
上部斜面堤	2.16		2.16		0.015
消波ブロック被覆上部斜面堤	$2.63 \rightarrow 2.38^{\times 1}$		0.0087		
ケーソン式混成堤	2.28 2.11		0.0087		
消波ブロック被覆堤	2.38	2.64	0.0087		

※1."→"は目標システム信頼性指標を変更していることを示す. ※2. 平均システム信頼性指標に対するシステム破壊確率を示す.

3.2 検討条件

安全性水準の比較に用いた設計条件は,一般的な防波 堤における設計条件が包含されるように設定した.具体 的には,宮脇ら¹²⁾の研究に用いられた検討条件であり, 全国広範囲より地域,設計条件に偏りがないように収集 された混成堤の設計条件¹¹⁾を基に設定された条件である. 本検討においては,消波ブロックの有無の違いはあるが, 上部斜面堤と消波ブロック被覆上部斜面堤の検討条件は 同じとした.**表**-3.2に検討条件を示す.

表中の「地域」および「H.H.W.L./H.W.L.の比」は、長 尾¹³⁾によって既往最高潮位(H.H.W.L.)と朔望平均満潮 位(H.H.W.L.)の比について地域的にまとめられた結果 に基づき設定された条件を示している(図-3.1).また、 斜面部の角度は一般的な上部斜面堤等で採用される角度 と同様に45°とし、斜面部の平面形状は斜面下端高から一 様な斜面とした.さらに、上部工を含む堤体重量は、佐 藤ら³⁾の混成堤等の研究と同様に、堤体の単位体積重量を 21.0kN/m³として算出することにした.

なお、H19設計法では、海底勾配が1/30未満を水深変化 が緩い場合(以下、「海底勾配(緩)」という.)とし、 海底勾配が1/30以上を水深変化が急な場合(以下、「海 底勾配(急)」という.)とし、それぞれ部分係数を使 い分けることになっている.これは、高山ら¹⁴⁾の研究に より、地形変化が単純な場合と複雑な場合では、波浪変 形計算精度が異なることが確認されており、このことを 踏まえた結果である.本検討では、佐藤ら³⁾の混成堤等の 研究と同様に、H19設計法において海底勾配の違いによ って使い分けている部分係数を波浪変形計算精度の違い によるものであるとし、検討条件に示す海底勾配によら ず、各検討条件に対して、2通りの統計的性質を考慮する ことにした.

	設計波高	有義波高	周期	入射角	海底勾配	設計潮位	地域	HHWL/ HWL	摩擦係数	前面水深	設置水深	根固水深	マウンド	天端高	斜面	斜面部の
No.	<i>H</i> _D (m)	H 1/3 (m)	T (s)	β (°)		wl (m)		の比	f	h (m)	h' (m)	d (m)	肩幅B _M (m)	C_T (m)	▶ 瑞局d _c	角度α (°)
1	13.4	7.5	13.5	15	0.0077	0.5	(Ā)	2.5	0.75	21	16	13.3	10.6	8	2.5	45
2	16.68	9.4	13.5	10.3	0.0077	0.5	(4)	2.5	0.75	21.5	10	14.3	12.6	9,9	2.5	45
3	14.05	9.8	14	0	0.009	0.5	(4)	2.5	0.75	17.5	13.5	10.3	11.5	10.3	0.5	45
4	12.5	7.1	13.5	0	0.008	0.7	<u>(4)</u>	2.5	0.6	21	16	13.3	12.5	7.8	2.3	45
5	6.73	3.74	14	20	0.005	0.5	4	2.5	0.6	13	8.5	7.5	9	4.3	2.5	45
6	13.07	8.5	13.5	25	0.013	0.5	4	2.5	0.75	16	13	11.5	7	9	0.5	45
7	14.3	8	13	7	0.014	1.5	1	1.5	0.6	22	16.5	15	8	9.5	1.5	45
8	14.3	8	13	0	0.005	1.4	1	1.5	0.6	27.5	18.5	15	33	9.4	1.6	45
9	13.3	7.4	13	0	0.005	1.4	1	1.5	0.6	26.5	16.5	13.3	28	8.8	1.6	45
10	13.3	7.4	11	0	0.023	0.4	4	2.5	0.6	14.7	12.5	10.5	13.5	7.8	2.6	45
11	14.36	8	14	7	0.002	1.4	1	1.5	0.6	23.2	16.5	13	10	9.4	1.6	45
12	6.4	3.5	13	23	0.01	1.5	1	1.5	0.6	12.7	9.5	8	10	5	1.5	45
13	5.9	3.3	7	0	0.01	0.8	1	1.5	0.6	19.5	10.7	9.7	6.5	4.1	0.2	45
14	5.94	3.3	7	5.5	0.01	0.8	1	1.5	0.6	19.5	10.7	9.7	6.5	4.1	0.2	45
15	5.9	3.3	7	0	0.01	0.8	1	1.5	0.6	19.5	10.7	9.7	6.5	4.1	0.2	45
16	9.6	5.5	12	12	0.009	1.6	1	1.5	0.6	13.1	10.5	7.6	12	7.1	1.4	45
17	13	8.4	12.5	0	0.01	1.3	4	2.5	0.75	18.5	13	11.5	15.8	9.7	-0.3	45
18	13	8.4	13.5	0	0.02	3.5	2	2	0.6	13.5	10	8	15.5	11.9	-0.5	45
19	13.05	8.5	14	0	0.01	0.9	4	2.5	0.75	14.5	12	10.5	11	9.4	0.1	45
20	13.05	8.5	14	0	0.01	0.9	4	2.5	0.75	15.6	12	10.5	15.6	9.4	0.1	45
21	13.05	8.5	14	0	0.01	0.9	4	2.5	0.75	17	13	11.5	15.6	9.4	0.1	45
22	8.64	4.8	10.8	30	0.01	1.67	3	1.5	0.6	12	9	8	7.5	6.5	1.33	45
23	4.95	2.8	5.9	30	0.005	2.2	3	1.5	0.6	17.2	10	9	6.5	5	-1.2	45
24	4.1	2.3	7.5	43	0.004	2.1	0	1.5	0.6	12.6	9	7.5	11.1	4.4	-1.1	45
25	4.5	2.5	7.6	42	0.004	2.1	0	1.5	0.6	12.2	9	7.5	.7	4.6	-1.1	45
26	6.6	3./	14.8	0	0.01	3.1	3	1.5	0.6	13	9	5 2	8	6.8	-0.1	45
27	1.5	5.1	11.1	38	0.01	1.3	0	1.5	0.6	8.0	6.5	5.5	5	6.4	-0.3	45
28	12.7	7.7	13	12	0.003	1.5		1.5	0.6	1/	14	12.6	9.6	9.2	1.5	45
29	5.5 10.5	2.9	11	43	0.02	0.4	4	2.5	0.6	18.7	12.5	12.2	9.4	3.3	0.0	43
31	10.5	5.6	11	15	0.01	1.5	(1)	1.5	0.0	14.1	10	12.5	13.05	7.5	2.0	45
32	10.8	6	87	25	0.0091	0.9	(<u>4</u>)	2.5	0.0	18.4	13	11.5	10.1	69	0.1	45
33	12	6	11.3	7	0.0167	0.9	(4)	2.5	0.75	18.5	12	9.6	9.6	6.9	2.1	45
34	5.4	3	7.3	0	0.01	0.8	(4)	2.5	0.6	19	11	10	6	3.8	0.2	45
35	10.08	5.78	13	40	0.0346	1.42	1	1.5	0.75	12.1	9	7.5	10	7.2	-0.42	45
36	8.02	4.71	13	59	0.0033	1.33	1	1.5	0.6	10	7.5	6	8	6.1	-0.33	45
37	8.02	4.71	13	59	0.0033	1.33	1	1.5	0.6	10	7.5	6	8	6.1	-0.33	45
38	4.21	2.34	4.7	14	0.01	4.05	3	1.5	0.6	15	7	6	7	6.4	-3.05	45
39	9.1	5.5	14	22	0.01	3.1	3	1.5	0.6	10	7	5.6	10	8.6	-2.1	45
40	16.9	9.9	15.1	44.5	0.005	3.2	3	1.5	0.75	20	13	12	12	13.1	-2.2	45
41	18.1	10.3	15.4	0	0.025	3.2	3	1.5	0.75	35	15	13.3	13	13.5	-0.2	45

表-3.2 検討条件¹¹⁾



図-3.1 地域の分割および H.H.W.L/H.W.L.の比の分布¹³⁾

3.3 実質安全率による安全性水準の比較

(1) H19設計法による断面の安全性水準

H19設計法による断面の安全性水準は実質安全率Fsを 指標に整理する.ここで,実質安全率とは,H19設計法 による必要な断面において,部分係数を乗じた設計用値 での耐力作用比ではなく,式(3.1)で示される特性値を 用いて算出される耐力と作用の比を指す.H11設計法で は滑動安定計算および転倒安定計算に用いる許容安全率 は1.2であり,これとH19設計法における滑動照査および 転倒照査による実質安全率を比較した.なお,H19設計 法では,海底勾配(緩)と海底勾配(急)の波力の部分 係数は異なることから,海底勾配(緩)と海底勾配(急) のそれぞれに対して比較を行った.表-3.3にH19設計法 による各断面の実質安全率の平均を示す.

以下,上部斜面堤および消波ブロック被覆上部斜面堤 のそれぞれの構造形式における実質安全率の比較結果に ついて述べる.

Fs = R	/ <i>S</i>	(3.1)
1-		

ここに,

R :特性値を用いて算出される耐力(kN)

S:特性値を用いて算出される作用(kN)

推准形士	海南方町	実質安全率		
博坦形式	伊瓜勾配	滑動	転倒	
し如約素相	緩	1.33	1.20	
工部料面堤	急	1.53	1.39	
消波ブロック被覆	緩	1.27	1.08	
上部斜面堤	急	1.42	1.23	

表-3.3	H19設計法によ	る断面の実質安全率
-------	----------	-----------

a)上部斜面堤

図-3.2および図-3.3に,上部斜面堤における滑動照査 および転倒照査による断面の実質安全率を示す.この結 果より,一部のケースを除けば,各断面の実質安全率は 概ね一定であり,各照査における平均値は海底勾配(緩) の滑動照査で1.33,海底勾配(緩)の転倒照査で1.20,海 底勾配(急)の滑動照査で1.53,海底勾配(急)の滑動 照査で1.39であった.一部のケースにおいて,実質安全 率が大きい要因については後述する.

上部斜面堤では,滑動照査および転倒照査いずれも H11設計法と比較してH19設計法の実質安全率が大きい. 海底勾配(緩)と海底勾配(急)の実質安全率を比較す ると,海底勾配(急)の方が大きい.



b) 消波ブロック被覆上部斜面堤

図-3.4および図-3.5に消波ブロック被覆上部斜面堤に おける滑動照査および転倒照査による断面の実質安全率 を示す.この結果より,一部のケースを除けば,各断面 の実質安全率は概ね一定であり,各照査における平均値 は海底勾配(緩)の滑動照査で1.27,海底勾配(緩)の 転倒照査で1.08,海底勾配(急)の滑動照査で1.42,海底 勾配(急)の滑動照査で1.23であった.一部のケースに おいて,実質安全率が大きい要因については後述する.

消波ブロック被覆上部斜面堤では、H11設計法と比較 して、滑動照査においてH19設計法の実質安全率は同程 度であるが、転倒照査においては小さい. 海底勾配(緩) と海底勾配(急)の実質安全率を比較すると、海底勾配 (急)の方が大きい. H19設計法の実質安全率が転倒照 査において小さい要因は、H19設計法の部分係数を設定 する際に、平均システム信頼性指標βrを混成堤等に合せ (2.63→2.38)、安全性水準を下げたことによるものと想 定される.



図-3.4 滑動実質安全率(消波ブロック被覆上部斜面堤)



図-3.5 転倒実質安全率(消波ブロック被覆上部斜面堤)

また、上部斜面堤および消波ブロック被覆上部斜面堤 に共通して、図中の丸印(○)で示したケースは他のケ ースと比較して実質安全率が高い.これは、天端高によ って断面幅に制約が生じるケースであり、設定した天端 高を確保するために、断面幅がある値以下とならないこ とによるものである(図-3.6).本検討では、上部斜面 堤等の天端高を混成堤等の波高伝達率と同程度となるよ うに、H.W.L.+1.0×H_{1/3}に設定していることから、この ような断面幅の制約が生じる.これは、一般的に斜面部 の角度αが45°(斜面高:斜面幅=1:1)であることから、 斜面幅は斜面下端から天端高までの高さと同じ距離(幅) が必要となり、断面幅としてはこの斜面幅が最低限必要 となることを意味している.これらのケースは作用の大 きさとは異なる要因で断面幅が決定されるため、本章以 降の検討では除外する.



図-3.6 天端高による断面幅の制約に関する概念図

(2) H19設計法とH11設計法との断面幅の対比

上述では実質安全率を指標にH19設計法による断面の 安全性水準を整理したが、ここでは、H19設計法とH11 設計法によって得られた最小断面幅を比較する.照査項 目は変動波浪に対する滑動照査および転倒照査であり、 H19設計法による性能照査では海底勾配(緩)および海 底勾配(急)のそれぞれ場合に対して行った.表-3.4に H19設計法とH11設計法によって得られた最小断面幅の 比の平均を示す.また、表-3.5にH19設計法によって得 られた最小断面幅を示す.

以下,上部斜面堤および消波ブロック被覆上部斜面堤 のそれぞれの構造形式における最小断面幅の比較結果に ついて述べる.

構造形式	海底勾配	断面幅の比(H19設計法/H11設計法)					
	10月22日	滑動照査	転倒照査	決定断面			
「カクリナ」日	緩	1.11	1.00	1.05			
工动动面在	急	1.29	1.07	1.20			
消波ブロック被覆 上部斜面堤	緩	0.96	0.91	0.92			
	急	1.09	0.97	1.02			

表-3.4 H19設計法とH11設計法による断面幅の比(平均)

a)上部斜面堤

各照査項目における断面幅の比について,H19設計法 とH11設計法を比較すると,海底勾配(緩)の滑動照査 では断面幅が平均11%大きくなり,海底勾配(急)の滑 動照査では断面幅が平均29%大きくなる.また,海底勾 配(緩)の転倒照査では断面幅は同程度であり,海底勾 配(急)の転倒照査では断面幅が平均7%大きくなる.

さらに,決定断面幅の比について,H19設計法とH11 設計法を比較すると,海底勾配(緩)では断面幅はほぼ 同程度(平均5%の違い)であり,海底勾配(急)では断 面幅が平均20%大きくなる.

なお、本検討おける決定断面幅とは滑動照査または転 倒照査において必要となる断面幅(それぞれを滑動断面 幅、転倒断面幅とする.)のうち、大きい方の断面幅の ことをいい、実際の設計では、支持力照査やその他の条 件によって断面幅が決定される場合もあることに注意さ れたい.

b) 消波ブロック被覆上部斜面堤

各照査項目における断面幅の比について,H19設計法 とH11設計法を比較すると,海底勾配(緩)の滑動照査 では断面幅が平均4%小さくなり,海底勾配(急)の滑動 照査では断面幅が平均9%大きくなる.また,海底勾配(緩) の転倒照査では断面幅が平均9%小さくなり,海底勾配 (急)の転倒照査では断面幅が平均3%小さくなる.

さらに,決定断面幅の比について,H19設計法とH11 設計法を比較すると,海底勾配(緩)では断面幅が平均 8%小さくなり,海底勾配(急)では断面幅は同程度(平 均2%の違い)である.

	断面幅(上部斜面堤) (m)				断面幅(消波ブロック被覆上部斜面堤) (m)				
No.	海底勾西	己 (緩)	海底勾西	己 (急)	海底勾画	记(緩)	海底勾西	记(急)	
	滑動	転倒	滑動	転倒	滑動	転倒	滑動	転倒	
1	13.30	14.20	16.40	15.40	10.90	12.90	12.90	13.80	
2	17.20	17.00	20.80	18.40	13.80	15.10	16.20	16.20	
3	14.00	14.90	15.90	16.00	11.40	13.20	12.60	14.00	
4	16.50	13.80	19.70	14.90	14.40	12.80	16.70	13.70	
5	11.20	8.60	13.10	9.30	8.70	7.40	9.90	8.00	
6	11.70	13.10	13.40	14.10	10.00	11.70	11.10	12.50	
7	17.80	15.20	20.90	16.50	14.50	13.50	16.60	14.50	
8	23.80	17.70	27.90	18.90	17.40	15.90	19.90	16.80	
9	24.20	17.20	28.20	18.40	15.80	14.40	18.00	15.30	
10	15.80	12.90	18.60	13.80	13.00	11.40	14.90	12.20	
11	20.40	16.20	24.00	17.50	15.50	14.00	17.70	15.00	
12	9.30	8.60	10.70	9.20	8.00	7.80	9.00	8.30	
13	4.70	6.20	5.40	6.70	5.10	6.40	5.70	6.90	
14	4.80	6.30	5.40	6.70	5.20	6.50	5.80	6.90	
15	4.70	6.20	5.40	6.70	5.10	6.40	5.70	6.90	
16	13.30	10.80	15.60	11.70	10.20	9.40	11.60	10.00	
17	11.20	13.10	12.70	14.10	9.90	11.90	11.00	12.70	
18	16.70	13.90	19.80	14.90	13.90	12.60	15.90	13.40	
19	12.60	13.50	14.40	14.50	10.80	12.10	12.00	12.90	
20	12.80	13.60	14.60	14.60	10.70	12.10	11.90	12.80	
21	12.60	13.80	14.40	14.80	10.60	12.30	11.80	13.00	
22	9.20	8.60	11.00	9.30	8.10	8.00	9.50	8.50	
23	4.00	5.10	4.00	5.40	4.00	5.70	4.30	6.10	
24	3.30	5.00	3.70	5.30	3.60	5.10	4.00	5.40	
25	3.60	5.20	4.10	5.60	4.00	5.40	4.40	5.80	
26	10.90	9.50	12.90	10.20	10.10	9.00	11.60	9.50	
27	7.70	7.40	8.80	7.90	6.90	6.80	7.70	7.20	
28	16.10	13.50	19.30	14.50	13.60	12.20	15.90	13.00	
29	6.70	5.50	7.80	5.90	5.20	4.70	5.80	5.00	
30	11.30	10.70	13.40	11.50	10.70	10.20	12.40	10.90	
31	15.50	11.90	18.00	12.90	12.00	10.30	13.60	11.00	
32	8.40	9.60	9.50	10.30	8.10	9.30	9.00	9.90	
33	12.90	12.30	15.40	13.30	9.30	10.70	10.80	11.40	
34	4.50	6.10	5.10	6.50	4.90	6.30	5.50	6.70	
35	9.30	10.00	10.60	10.80	/.60	8.80	8.50	9.40	
27	8.00	7.60	9.10	8.10	6.50	6.60	7.30	7.10	
3/	8.00	/.60	9.10	5.00	0.50	0.0U	/.30	7.10	
38	4.90	4.90	4.90	5.00	4.90	0.00	4.90	3.60	
39	11.70	10.10	13.30	10.80	9.80	9.00	10.90	9.30	
40	12.90	15.20	14.50	21.00	11.90	14.00	15.10	14.80	
41	23.40	19.40	28.50	21.00	18.00	18.00	21.40	19.10	

表-3.5 断面幅

4. 目標破壊確率の設定

4.1 破壊確率の概要

部分係数の算出にあたっては,目標となる破壊確率(目 標破壊確率)を設定する必要がある.本検討では,目標 破壊確率をH19設計法による断面が有する安全性水準か ら設定する.目標破壊確率は後述するように,構造形式 別(上部斜面堤,消波ブロック被覆上部斜面堤),破壊 モード別(滑動,転倒)に異なるため,各々設定するこ とにした.

破壊確率および部分係数の算出にあたっては、竹信ら²⁾の研究と同様にモンテカルロシミュレーション(以下, 「MCS」という.)を用いる.MCSを用いた破壊確率お

よび部分係数の算出方法を図-4.1に基づき,概説すると 以下である.

まず,各設計因子に対して統計的性質を設定し,統計 的性質に基づき乱数を発生させ,多数の標本値を得る.

この多数の標本値を用いて,性能照査を行い,作用が耐 力を上回れば破壊(性能関数Z<0)と判定し,破壊の回 数を求める.乱数の発生回数はMCSの全試行回数であり, 破壊回数(図中の破壊領域にある点数)をこの全試行回 数で除することで,破壊確率が求められる.本検討にお ける試行回数については**付録A**に示す.

次に,ある特定の断面が保有する破壊確率を目標破壊 確率に合せる.目標破壊確率に合せるためには,性能関 数Z=0である破壊線によって破壊と判定される点数の割 合が目標破壊確率に合うように,この破壊線を平行移動 させればよい.

最後に,部分係数は破壊領域における最尤点である設 計値(図中の○)と特性値(図中の×)の比を取ること で得られる.なお,最尤点とは性能関数を構成する全て の確率変数の確率密度の積が最大となる,最も出現確率 が高い点である.



4.2 H19設計法による断面の破壊確率

(1) 検討対象および検討条件

検討対象は上部斜面堤および消波ブロック被覆上部斜 面堤であり、変動波浪に対する滑動照査および転倒照査 とする.検討条件は3章に示した条件であり(表-3.2), この検討条件の下でH19設計法によって得られる最小断 面幅をケース毎に算定し、この最小断面幅に対して破壊 確率を算出する.最小断面幅は3章で算定しており、その 結果は表-3.5のとおりである.

上部斜面堤等の滑動照査および転倒照査における性能 関数をそれぞれ式(4.1),式(4.2)に示す.図-4.2には上 部斜面堤等における作用および耐力の概念図を示す.同 図中において,水平波力 P_H ,斜面部に作用する鉛直波力 P_V ,揚圧力 P_U は完全相関する設計因子である.

また,設計因子の統計的性質は表-4.1に示す.設計因 子の統計的性質のうち,摩擦係数,堤体単位体積重量, 潮位,設計波高については佐藤ら³⁾の研究によって,上部 斜面堤の波力算定式については吉岡ら¹¹⁾の研究によって, 消波ブロック被覆上部斜面堤の波力算定式については宮 脇ら¹²⁾の研究によって設定されている.また,これらの 設計因子はすべて正規分布に従うものと仮定し,設定さ れている.波力算定式の統計的性質については**付録B**に詳 細を示す.

表-4.1 設計因子の統計的性質3)11)12)

	設計因子	平均値 の偏り	変動 係数
摩擦係数		1.06	0.15
堤体単位体積	重量	1.01	0.03
潮位	r _{w1} =1.5	1.00	0.20
	$r_{w1} = 2.0, 2.5$	1.00	0.40
	H.H.W.L	1.00	0.00
設計波高	水深変化 緩	0.84	0.14
	水深変化 急	0.92	0.16
波力算定式	上部斜面堤	0.96	0.18
	消波ブロック被覆上部斜面堤	0.89	0.11

(滑動照査)

$$Z = R - S$$

= {f · (W - P_B - P_U + P_V)} - {P_H} (4.1)

(転倒照査)

$$Z = R - S$$

= { $W \cdot a_1 - P_B \cdot a_2 - P_U \cdot a_3 + P_V \cdot a_4$ }
-{ $P_H \cdot a_5$ } (4.2)

- --1
 - f : 摩擦係数
 - W : 堤体重量 (kN)
 - P_B : 浮力 (kN)
 - *P_U* : 揚圧力 (kN)
 - P_V:斜面部に作用する鉛直波力(kN)

$$P_H$$
:水平波力(kN)

a1~a5: 各作用のアーム長(m)



図-4.2 作用および耐力の概念図

(2) 検討結果

検討条件および設計因子の統計的性質に基づき,各断 面の破壊確率Pfを算出した.以下,上部斜面堤および消 波ブロック被覆上部斜面堤のそれぞれの構造形式におけ る破壊確率の算出結果について述べる.

a)上部斜面堤

図-4.3および図-4.4に上部斜面堤の滑動照査および転 倒照査による各断面における破壊確率を示す.この結果 より,滑動照査および転倒照査による各断面における破 壊確率は概ね同じであった.滑動照査による各断面にお ける破壊確率の平均は海底勾配(緩)の場合で0.018,海 底勾配(急)の場合で0.0194であり,海底勾配(緩)と 海底勾配(急)の破壊確率には大きな差はなかった.ま た,転倒照査による各断面における破壊確率の平均は海 底勾配(緩)の場合で0.0265,海底勾配(急)の場合で 0.0286であり,海底勾配(緩)と海底勾配(急)の破壊 確率には大きな差はなかった.これは,H19設計法では 海底勾配(緩)の場合と海底勾配(急)の場合のいずれ も同じ目標破壊確率によって部分係数が設定されている ためである.

一方,滑動照査および転倒照査はそれぞれ異なる破壊 モードであることから,各々の破壊確率の平均は異なる 結果であった.



b) 消波ブロック被覆上部斜面堤

図-4.5および図-4.6に消波ブロック被覆上部斜面堤の 滑動照査および転倒照査による各断面における破壊確率 を示す.この結果より,各断面における破壊確率は概ね 同じであった.滑動照査による各断面の破壊確率の平均 は海底勾配(緩)の場合で0.0073,海底勾配(急)の場 合で0.0079であり,海底勾配(緩)と海底勾配(急)の 破壊確率には大きな差はなかった.また,転倒照査によ る各断面における破壊確率の平均は海底勾配(緩)の場 合で0.0127,海底勾配(急)の場合で0.0137であり,海底 勾配(緩)と海底勾配(急)の破壊確率には大きな差は なかった.これも,H19設計法では海底勾配(緩)の場 合と海底勾配(急)の場合のいずれも同じ目標破壊確率 によって部分係数が設定されているためである.

一方,滑動照査および転倒照査はそれぞれ異なる破壊 モードであることから,各々の破壊確率の平均は異なる 結果であった.

なお,3章で述べたとおり,ケース23およびケース38 については断面幅の制約があるケースであるため,除外 している.







図-4.6 転倒破壊確率(消波ブロック被覆上部斜面堤)

4.3 目標破壊確率の設定

目標破壊確率は各断面の破壊確率の算出結果より,海 底勾配(緩)と海底勾配(急)の破壊確率がほぼ同じで あるため,海底勾配(緩)と海底勾配(急)の破壊確率 の平均に設定した.この破壊確率は,H19設計法によっ て設計された断面が有する平均的な破壊確率である.た だし,構造形式(上部斜面堤,消波ブロック被覆上部斜 面堤)や破壊モード(滑動,転倒)によって破壊確率は 異なるため,構造形式別,破壊モード別に目標破壊確率 を設定した.表-4.2に設定した目標破壊確率を示す.な お,同表の破壊確率は各断面の平均値を示している.

表-4.2 目標破壞確率

構造形式	破壊 モード	海底 勾配	破壊確率 (平均)	目標 破壊確率
	。通言中	緩	0.0180	0.010
しかがする	佰助	急	0.0194	0.019
工动料田炉	声気	緩	0.0265	0.028
	転倒	急	0.0286	0.028
	。通言中	緩	0.0073	0.008
消波ブロック被覆 上部斜面堤	佰助	急	0.0079	0.008
	声気	緩	0.0127	0.013
	転刊	急	0.0137	0.015

H19設計法に基づく上部斜面堤の平均的な破壊確率は, 他の防波堤の構造形式に比べて大きい(表-3.1). 仮に 上部斜面提の目標破壊確率を他の構造形式の破壊確率に 合致させる場合,上部斜面堤はH19設計法より広い断面 幅が要求されることになり,上部斜面堤のみコストアッ プとなる.しかし,既往の上部斜面堤のみが著しく被災 事例が多いという報告はなく,他の構造形式と比較して 上部斜面堤のみが安全性水準が低いとは判断できない. これらを踏まえ,混成堤と上部斜面堤の目標破壊確率を 揃えるという判断は行わず,H19設計法で設計された断 面と平均的に同等となるような破壊確率を目標破壊確率 として設定することにした.

また、本検討において、部分係数の算出に用いる各破 壊モードの目標破壊確率は、H19設計法による耐力作用 比がほぼ1.0になる断面を作成し、その断面が有する破壊 確率の平均値を採用することにした.この手法は、過去 の設計法に基づく安全性水準と平均的に同等になるよう に目標破壊確率を設定する手法であり、この考え方は信 頼性設計法に関する文献¹⁵⁾等にも示されており、コード キャリブレーションを実施する際の一般的な手法である. ただし、ここで設定した目標破壊確率は、破壊の生じる 危険性の限界値そのものを示すものではないことに留意 が必要である.

5. 部分係数の算出

5.1 部分係数フォーマット

本検討で設定する部分係数フォーマットは、佐藤ら³⁾ の混成堤等の研究において提案された、荷重抵抗係数ア プローチAおよび荷重抵抗係数アプローチBの2種類のフ ォーマットとする.次節では、これらの部分係数フォー マットに対応した部分係数を算出する.なお、参考とし て、材料係数アプローチに基づく部分係数についても算 出しており、その算出結果を**付録C**に示す.

以下に各部分係数フォーマットの概要と照査式(式 (5.1),式(5.2))を示し,表-5.1に部分係数フォーマッ トの一覧を示す.また,図-5.1には上部斜面堤等におけ る作用および耐力の概念図を再掲する.

①荷重抵抗係数アプローチA

荷重抵抗係数アプローチAは防波堤の全体安定性に関 する性能照査において,作用側の合計値を荷重項,耐力 側の合計値を抵抗項とし,この荷重項と抵抗項に対して 部分係数を乗じるフォーマットである.

$$R_{d} \geq S_{d}$$

(滑動照査)
 $R_{d} = \gamma_{R} \cdot \{f \cdot (W - P_{B} - P_{U} + P_{V})\}$
 $S_{d} = \gamma_{S} \cdot P_{H}$
(転倒照査)

$$R_{d} = \gamma_{R} \cdot \{W \cdot a_{1} - P_{B} \cdot a_{2} - P_{U} \cdot a_{3} + P_{V} \cdot a_{4}\}$$

$$S_{d} = \gamma_{S} \cdot P_{H} \cdot a_{5}$$
(5.1)

②荷重抵抗係数アプローチB

荷重抵抗係数アプローチBは防波堤の全体安定性に関 する性能照査において,作用側,耐力側の代表的な合力 に対して部分係数を乗じるフォーマットである.

$$R_d \geq S_d$$

(滑動照査)

$$R_{d} = \gamma_{f} \cdot f \cdot (\gamma_{W} \cdot W - \gamma_{PB} \cdot P_{B} - \gamma_{PU} \cdot P_{U} + \gamma_{PV} \cdot P_{V})$$

$$S_{d} = \gamma_{PH} \cdot P_{H}$$

$$R_{d} = \gamma_{W} \cdot W \cdot a_{1} - \gamma_{PB} \cdot P_{B} \cdot a_{2} - \gamma_{PU} \cdot P_{U} \cdot a_{3}$$
$$+ \gamma_{PV} \cdot P_{V} \cdot a_{4}$$
$$S_{d} = \gamma_{PH} \cdot P_{H} \cdot a_{5}$$
(5.2)

ここで,式(5.1),式(5.2)中のyは,その添字の部分係 数を示す.

表-5.1 部分係数フォーマット

21			
分類	設計因子	記号	部分係数
荷重抵抗係数	荷重	S	γs
アプローチA	抵抗	R	γ _R
	摩擦係数	f	γ_f
	堤体の重量	W	? w
荷重抵抗係数	浮力	P_B	<i>ү рв</i>
アプローチB	揚圧力	P_{U}	γ_{PU}
	鉛直波力	P_V	γ _{PV}
	水平波力	P_{H}	<i>ү</i> рн



図-5.1 作用および耐力の概念図(再掲)

5.2 部分係数の算出

(1) 上部斜面堤

4章で設定した目標破壊確率に基づき部分係数を算出 した.

図-5.2~図-5.9に上部斜面堤における部分係数の算出 結果を示す.海底勾配(緩)の場合,荷重抵抗係数アプ ローチAに基づく滑動照査および転倒照査の部分係数は, 各断面において概ね一定の値であった.荷重抵抗係数ア プローチBに基づく滑動照査および転倒照査の部分係数 についても,各断面において概ね一定の値であった.

一方,海底勾配(急)の場合,荷重抵抗係数アプロー チAでは作用の合計値の部分係数ys,荷重抵抗係数アプロ ーチBでは鉛直波力の部分係数ypvおよび水平波力の部分 係数ypuは海底勾配(緩)の場合と比較して,若干のばら つきが見られるが概ね一定の値であった.これらの傾向 は,滑動照査および転倒照査いずれに対しても同じ傾向 である.



図-5.2 荷重抵抗係数アプローチA

(上部斜面堤_滑動_緩)



図-5.3 荷重抵抗係数アプローチA (上部斜面堤_転倒_緩)



図-5.4 荷重抵抗係数アプローチB

(上部斜面堤_滑動_緩)



図-5.5 荷重抵抗係数アプローチB (上部斜面堤_転倒_緩)



図-5.6 荷重抵抗係数アプローチA

(上部斜面堤 滑動 急)



図-5.7 荷重抵抗係数アプローチA

(上部斜面堤_転倒_急)



図-5.8 荷重抵抗係数アプローチB

(上部斜面堤_滑動_急)



図-5.9 荷重抵抗係数アプローチB

(上部斜面堤_転倒_急)

(2) 消波ブロック被覆上部斜面堤

図-5.10~図-5.17に消波ブロック被覆上部斜面堤にお ける部分係数の算出結果を示す.消波ブロック被覆上部 斜面堤の部分係数についても、上部斜面堤と同様な傾向 であった.つまり、海底勾配(緩)の場合、荷重係数ア プローチAに基づく滑動照査および転倒照査の部分係数 は、各断面において概ね一定の値であった.荷重係数ア プローチBに基づく滑動照査および転倒照査の部分係数 についても、各断面において概ね一定の値であった.

一方,海底勾配(急)の場合,荷重係数アプローチA では作用の合計値の部分係数ys,荷重係数アプローチBで は鉛直波力の部分係数ypvおよび水平波力の部分係数ypH は海底勾配(緩)の場合と比較して,若干のばらつきが 見られるが概ね一定の値であった.これらの傾向は,滑 動照査および転倒照査いずれに対しても同じ傾向である.



図-5.10 荷重抵抗係数アプローチA (消波ブロック被覆上部斜面堤_滑動_緩)



図-5.11 荷重抵抗係数アプローチA (消波ブロック被覆上部斜面堤_転倒_緩)



図-5.12 荷重抵抗係数アプローチB

(消波ブロック被覆上部斜面堤_滑動_緩)



図-5.13 荷重抵抗係数アプローチB(消波ブロック被覆上部斜面堤_転倒_緩)



図-5.14 荷重抵抗係数アプローチA

(消波ブロック被覆上部斜面堤_滑動_急)



図-5.15 荷重抵抗係数アプローチA (消波ブロック被覆上部斜面堤 転倒 急)



図-5.16 荷重抵抗係数アプローチB(消波ブロック被覆上部斜面堤_滑動_急)



図-5.17 荷重抵抗係数アプローチB(消波ブロック被覆上部斜面堤_転倒_急)

(3) 部分係数の算出結果

上述したとおり,算出した部分係数は構造条件によってほぼ一定の値であった.**表-5**.2に各断面の部分係数の 平均値を部分係数一覧として示す.

なお,各断面の部分係数については付録Dに示す.

5.3 部分係数の確認

(1) 断面幅

5.2で算出した部分係数(表-5.2)による断面幅とH19 設計法による断面幅を対比することで,算出した部分係 数の確認を行った.図-5.18~図-5.25に荷重抵抗係数ア プローチA,荷重抵抗係数アプローチBによる断面幅と H19設計法による断面幅の対比を示す.また,表-5.3に は対比結果の一覧表を示す.なお,断面幅を比較する際 には,滑動照査または転倒照査で必要となる断面幅のう ち,大きい方の断面幅を決定断面幅とし,この決定断面 幅の対比を行った.

この結果より、荷重抵抗係数アプローチA、荷重抵抗 係数アプローチBによる断面幅はH19設計法による断面 幅と対比して、最大で2%の増加、最小で4%の減少であ り、平均で見れば概ね同じ(平均で1.00もしくは1.01)で あった.このことから、算出した部分係数によって設計 した断面の安全性は、H19設計法による断面が有する安 全性と平均的に同程度であると言える.

表-5.3 算出した部分係数による断面幅とH19設計法に よる断面幅の対比一覧

	海底		算出した H19設	部分係刻 計法によ	数による こる断面「	断面幅と 幅の比	:
構造形式	勾配	荷重抵抗係数A			荷重抵抗係数B		
		平均	最大	最小	平均	最大	最小
上部斜面堤	緩	1.00	1.02	0.99	1.00	1.01	0.98
	急	1.00	1.02	0.98	1.00	1.01	0.98
消波ブロック被覆 上部斜面堤	緩	1.00	1.02	0.98	1.00	1.02	0.99
	急	1.01	1.02	1.00	1.00	1.02	0.96

X 0.2 印// 小 外 元	表-5.2	部分係数一覧
------------------------	-------	--------

構造形式	海底	海底	海底	海底	海底	海底	海底	海底	海底	海底	海底	破壊	荷重抵抗係数 アプローチA		荷重抵抗係数 アプローチB				
	勾配	モード	R	S	S/R	f	W	P_B	P_{U}	P_V	P_{H}								
	海	滑動	0.84	1.11	1.32	0.85	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11								
上部斜面堤	秡	転倒	0.98	1.17	1.19	-	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17								
	急	滑動	0.85	1.29	1.52	0.87	1.00	1.00	1.26	1.32	1.29								
		転倒	0.97	1.36	1.40	-	1.00	1.00	1.31	1.38	1.36								
消波ブロック被覆 上部斜面堤	緩	滑動	0.76	0.95	1.25	0.76	1.00	1.00	0.95	0.94	0.95								
		転倒	0.98	1.06	1.08	-	0.99	1.01	1.05	1.07	1.06								
	厶	滑動	0.77	1.09	1.42	0.78	1.00	1.00	1.08	1.14	1.09								
	忌	転倒	0.99	1.22	1.23	-	0.99	1.01	1.18	1.27	1.22								



図-5.18 荷重抵抗係数アプローチAによる断面幅とH19 設計法による断面幅の対比

(上部斜面堤_緩)



図-5.19 荷重抵抗係数アプローチBによる断面幅とH19 設計法による断面幅の対比 (上部斜面堤_緩)



図-5.20 荷重抵抗係数アプローチA による断面幅とH19 設計法による断面幅の対比 (上部斜面堤_急)



図-5.21 荷重抵抗係数アプローチBによる断面幅とH19
 設計法による断面幅の対比
 (上部斜面堤_急)



図-5.22 荷重抵抗係数アプローチAによる断面幅とH19
 設計法による断面幅の対比
 (消波ブロック被覆上部斜面堤_緩)



図-5.23 荷重抵抗係数アプローチBによる断面幅とH19 設計法による断面幅の対比 (消波ブロック被覆上部斜面堤_緩)



図-5.24 荷重抵抗係数アプローチAによる断面幅とH19 設計法による断面幅の対比



図-5.25 荷重抵抗係数アプローチBによる断面幅とH19 設計法による断面幅の対比 (消波ブロック被覆上部斜面堤_急)

また,荷重抵抗係数アプローチAによる断面と荷重抵 抗係数アプローチBによる断面幅の対比を行った(図 -5.26~図-5.29).表-5.4に対比結果の一覧表を示す.

この結果より、荷重抵抗係数アプローチAによる断面 と荷重抵抗係数アプローチBによる断面幅を対比して、 最大で5%、最小で2%であり、平均で見れば概ね同じ(平 均で1.00もしくは1.01)であった.このことから、荷重抵 抗係数アプローチAおよび荷重抵抗係数アプローチBに 基づく部分係数のいずれを用いても、算定される断面に は平均的に大きな違いがないと言える.

表-5.4 荷重抵抗係数アプローチAとBによる断面幅の対

比一覧

構造形式	海底 勾配	荷重抵抗停	系数Aと荷重きの断面幅の比	抵抗係数 B 公
	, HD	平均	最大	最小
上部斜面堤	緩	1.00	1.02	0.99
	急	1.00	1.01	0.98
消波ブロック被覆 上部斜面堤	緩	1.00	1.02	0.98
	急	1.01	1.05	0.99



図-5.26 荷重抵抗係数アプローチAによる断面幅と荷 重抵抗係数アプローチBによる断面幅の対比 (上部斜面堤_緩)



図-5.27 荷重抵抗係数アプローチAによる断面幅と荷 重抵抗係数アプローチBによる断面幅の対比 (上部斜面堤_急)



図-5.28 荷重抵抗係数アプローチAによる断面幅と荷 重抵抗係数アプローチBによる断面幅の対比 (消波ブロック被覆上部斜面堤_緩)



図-5.29 荷重抵抗係数アプローチAによる断面幅と荷 重抵抗係数アプローチBによる断面幅の対比 (消波ブロック被覆上部斜面堤_急)

(2)破壊確率

上述した断面幅と同様に,算出した部分係数(表-5.2) によって設計した断面の破壊確率を求め,算出した部分 係数の確認を行った.図-5.30~図-5.37に各断面の破壊 確率を示す.また,表-5.5に各断面の破壊確率の平均値 を破壊確率一覧として示し,表-5.6にその変動係数を示 す.なお,各断面の破壊確率については付録Eに示す.

この結果,各断面の破壊確率の平均値は目標破壊確率 と概ね同じ値であり,目標破壊確率に基づいた部分係数 が得られたと考えられる.また,荷重抵抗係数アプロー チAと荷重抵抗係数アプローチBの部分係数フォーマッ ト間による破壊確率には大きな違いがない.

構造形式別に破壊確率を見ると,上部斜面堤では各断

面の破壊確率は概ね一定の値であり,変動係数は小さい. 消波ブロック被覆上部斜面堤においても,上部斜面堤と 同様の傾向であり,各断面の破壊確率は概ね一定の値で あり,変動係数は小さい.

表-5.5 破壞確率一覧

			海南	破壊確率(平均)		
構造形式	破壊 モード	日標 破壊確率	海底 勾配	荷重抵抗 係数A	荷重抵抗 係数B	
	调制	0.010	緩	0.018	0.018	
山如約五相	須IJ	0.019	急	0.019	0.020	
上部斜面堤	転倒	0.028	緩	0.026	0.028	
			急	0.024	0.027	
	调制	0.000	緩	0.008	0.008	
消波ブロック被覆	俏IJ	0.008	急	0.008	0.009	
上部斜面堤	またの	0.013	緩	0.010	0.010	
	料印	0.015	急	0.011	0.010	

表-5.6 破壊確率の変動係数

	The lat	مدر مارد	破壊確率の変動係数		
構造形式	破壊 モード	破壊 海底 モード 勾配		荷重抵抗 係数B	
上部斜面堤	温制	緩	0.063	0.031	
	们助	急	0.130	0.090	
	まっな山	緩	0.112	0.080	
	料公開	急	0.193	0.134	
	過動	緩	0.056	0.056	
消波ブロック被覆 上部斜面堤	们到	急	0.067	0.075	
	志 (4)	緩	0.136	0.155	
	昭四	急	0.173	0.237	





(3) 部分係数に関する留意点

上述したとおり,荷重抵抗係数アプローチAおよび荷 重抵抗係数アプローチBに基づく部分係数を用いて断面 を算定しても平均的には大きな違いはないことから,こ れら2種類の部分係数を提案する(**表-5.7**).

これらの部分係数を適用するにあたり,留意すべき点 を以下に示す.

a)海底勾配

本検討では,海底勾配(緩)と海底勾配(急)のそれ ぞれに対して部分係数を算出したが,海底勾配(急)の 部分係数を用いた場合,海底勾配(緩)に比較して大き な断面幅が必要となる.そのため,海底勾配(急)とな る条件下での防波堤設置を避けることが,より経済的な 断面を設定することに繋がる.

b)上部斜面形状

本検討における斜面部の角度は表-3.2の検討条件に示 したとおり、45°である.また、消波ブロック被覆上部斜 面堤の波力算定式は斜面角が45°の場合にしか適用でき ない.そのため、斜面角が45°以外の場合には、提案した 部分係数は適用範囲外とする.また、本検討では、斜面 部は平面形状が一様な斜面としており、斜面部にスリッ トを設けた形状などは、波力特性が異なることが想定さ れるため、適用範囲外とする.

c) 一般事項

混成堤等を対象とした佐藤ら³⁾の研究では,衝撃砕波が 発生すると破壊確率の変動が大きくなり,急に破壊に至 る可能性があることが示されているが,本検討では衝撃 砕波の発生有無によって,破壊確率が大きく異なる傾向 は見られない.これは,作用する波力が増大しても,斜 面部によって波力が作用にも耐力にも寄与するからと考

> 荷重抵抗係数 荷重抵抗係数 海底 破壊 アプローチA アプローチB 構造形式 勾配 モード R S W P_B P_{U} P_V P_{H} f 滑動 0.84 1 10 1 1 1 0.85 1.00 1.00 1.12 1.11 緩 転倒 0.98 1.17 _ 1.00 1.00 1.17 1.17 1.17 上部斜面堤 滑動 0.85 1.29 0.87 1.00 1.00 1.26 1.32 1.29 急 0.97 転倒 1.00 1.00 1 38 136 1 31 136 滑動 0.76 1.00 0.94 0.95 0.95 076 1.00 0.94 緩 消波ブロック 0.99 1.01 転倒 0.98 1.06 1.05 1.07 1.06 被覆上部斜 1.00 1.00 1.14 1.09 滑動 0.77 1.09 0.78 1.08 面堤 急 1.01 1.18 1.22 転倒 0.99 1.22 0.99 1.27

表-5.7 部分係数一覧

えられる.しかし,衝撃砕波の発生が防波堤への安定性 や部材応力に影響を及ぼすことには変わりがないため, 一般的な防波堤と同様に,強大な衝撃砕波力が生じる恐 れのある断面形状や構造の採用はできるだけ避けること が望ましい.

6.おわりに

本検討では,重力式防波堤のうち,上部斜面堤および 消波ブロック被覆上部斜面堤を対象として,変動波浪に 対する滑動照査および転倒照査に用いる新しい部分係数 を提案した.新しい部分係数は,混成堤と消波ブロック 被覆堤と同様に,H19設計法によって設計された断面の 破壊確率に基づき算出しており,荷重抵抗係数アプロー チに基づく部分係数である.以下に,本検討において得 られた結果を示す.

- ・H19設計法による上部斜面堤等の断面幅は,H11設計 法と比較して,上部斜面堤では海底勾配(急)の場 合で約20%大きく,海底勾配(緩)の場合で同程度 である(断面幅が約5%大きい).消波ブロック被覆 上部斜面堤では海底勾配(急)の場合で同程度であ り(断面幅が約2%大きい),海底勾配(緩)の場合 で小さい(断面幅が約8%小さい).
- ・新しい部分係数はH19設計法による断面の破壊確率 に基づき算出した.また,新しい部分係数を算出す る際に設定した目標破壊確率は,海底勾配(緩)と 海底勾配(急)の各条件で求まる破壊確率の平均と した.ただし,目標破壊確率は構造形式別(上部斜 面堤,消波ブロック被覆上部斜面堤)や破壊モード 別(滑動,転倒)に設定した.
- ・新しい部分係数は荷重抵抗係数アプローチに基づく 部分係数であり、2種類(荷重抵抗係数アプローチA, 荷重抵抗係数アプローチB)の新しい部分係数を提 案した.具体的な数値は表-5.7に示す.なお、2種類 の部分係数を用いて求まる断面幅には大きな違いは ない.

(2017年8月31日受付)

謝辞

本資料をとりまとめるにあたり,上部斜面堤および消 波ブロック被覆上部斜面堤の波力算定や安定性等につい ては,(国研)港湾空港技術研究所の下迫健一郎特別研 究主幹,鈴木高二朗耐波研究グループ長より,懇切丁寧 なご指導,適切なご助言および参考情報を頂きました. また,検討内容については,港湾施設研究室の交流研究 員である勝俣優氏,田端優憲氏より,貴重なご意見を頂 きました.ここに記して,深く感謝の意を表します.

参考文献

- 国土交通省港湾局監修:港湾の施設の技術上の基準・ 同解説,社団法人 日本港湾協会,2007.
- 2) 竹信正寛,西岡悟史,佐藤健彦,宮田正史:荷重抵抗 係数アプローチによるレベル1信頼性設計法に関する 基礎的研究 ~永続状態におけるケーソン式岸壁の滑 動および転倒照査を対象に~,国土技術政策総合研究 所資料, No.880, 2015.
- 3) 佐藤健彦,竹信正寛,宮田正史:重力式防波堤のレベル1信頼性設計法に関する基礎的研究 ~混成堤および 消波ブロック被覆堤の滑動および転倒照査を対象に~, 国土技術政策総合研究所資料, No.922, 2016.
- 国土交通省港湾局監修:港湾の施設の技術上の基準・ 同解説,社団法人 日本港湾協会, 1999.
- 5)合田良実:防波堤の設計波圧に関する研究,港湾技術 研究所報告, Vol.12, No.3, 1973.
- 6)高橋重雄,谷本勝利,下迫健一郎,細山田得三:混成 防波堤のマウンド形状による衝撃波力係数の提案,第 39回海岸工学論文集,1992.
- 7)森平倫生,国田治:斜面壁堤の水理特性に関する模型 実験,第26回海岸工学講演会論文集,1979.
- 8)細山田得三,高橋重雄,谷本勝利:離島港湾における 上部斜面堤の適用性について,海岸工学論文集,第41 巻,1994.
- 9)下迫健一郎,大嵜菜々子:各種混成堤における波力算 定法の適用性に関する考察 一衝撃砕波力係数など波 力算定上の留意点一,港湾空港技術研究所資料, No.1107, 2005.
- 10) 佐藤孝夫、山縣延文、古川正美、高橋重雄、細山田 得三:消波ブロック被覆上部斜面堤の水理特性一那覇 港大水深域における新構造防波堤の開発一,海岸工学 論文集,第39巻,1992.

- 吉岡健,長尾毅:重力式防波堤の外的安定に関する レベル1信頼性設計法の提案,国土技術政策総合研究所 研究報告, No.20, 2005.
- 12) 宮脇周作,長尾毅:複数の構造的特徴を有する重力 式防波堤の部分係数設定方法に関する研究,国土技術 政策総合研究所資料, No.350, 2006.
- 13) 長尾毅: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, 2002.
- 14) 高山知司,池田直太:現行設計法における防波堤の 滑動安定性,海岸工学論文集,第38巻,1991.
- 15) 長尚:基礎知識としての構造信頼性設計,山海堂, 1995.

付録 A 試行回数の設定

41

平均

0.01822

0.01883

0.01794

0.01844

モンテカルロシミュレーション(以下,「MCS」という.)を用いた破壊確率や部分係数の算出においては, 確率変数を安定的に計算するためにMCSにおける試行 回数を設定した.試行回数の設定にあたっては,本編の 検討ケースNo.1, No.11, No.21, No.31, No.41を対象に, MCSにおける試行回数を10万回,50万回,100万回と変 化させて破壊確率を算出し,その算出結果を検証した.

破壊確率の算出結果一覧を付表-A.1および表-A.2に, 図化したものを付図-A.1~付図-A.4に示す.この結果, MCSにおける試行回数は10万回,50万回,100万回と変 化させても破壊確率に大きな変化がない.本検討では, 混成堤および消波ブロック被覆堤を対象とした佐藤ら¹⁾ の研究と同様に,MCSにおける試行回数は50万回に設定 した.

		• • • • •		(— El:::4	ш /с/		
No	滑	骨動破壊確率	杠	転倒破壊確率			
NO.	10万回	50万回	100万回	10万回	50万回	100万回	
1	0.01897	0.01857	0.01891	0.02949	0.02932	0.02945	
11	0.01945	0.01908	0.01945	0.02731	0.02707	0.02714	
21	0.01851	0.01809	0.01849	0.02619	0.02610	0.02615	
31	0.01899	0.01852	0.01898	0.02897	0.02878	0.02876	

付表-A.1 破壊確率(上部斜面堤)

付表-A.2 破壊確率(消波ブロック被覆上部斜面堤)

0.01836

0.01884

0.02881

0.02815

0.02854

0.02796

0.02861

0.02802

No.	滑動破壊確率			転倒破壊確率			
	10万回	50万回	100万回	10万回	50万回	100万回	
1	0.00776	0.00737	0.00746	0.01328	0.01307	0.01330	
11	0.00807	0.00765	0.00771	0.01293	0.01264	0.01292	
21	0.00790	0.00742	0.00753	0.01194	0.01161	0.01191	
31	0.00818	0.00773	0.00787	0.01270	0.01254	0.01278	
41	0.00777	0.00718	0.00736	0.01458	0.01451	0.01463	
平均	0.00794	0.00747	0.00759	0.01309	0.01287	0.01311	







付図-A.3 滑動破壊確率(消波ブロック被覆上部斜面堤)



付図-A.4 転倒破壊確率(消波ブロック被覆上部斜面堤)

参考文献

 佐藤健彦,竹信正寛,宮田正史:重力式防波堤のレベル1信頼性設計法に関する基礎的研究 ~混成堤および 消波ブロック被覆堤の滑動および転倒照査を対象に~, 国土技術政策総合研究所資料, No.922, 2016.

付録 B 波力算定式の統計的性質

(1) 概要

本検討で用いた設計因子の統計的性質を**付表-B.1**に示 す.この内,波力算定精度以外は,佐藤ら¹¹の研究におけ る混成堤等の部分係数の算定に用いた設計因子の統計的 性質と同じであるため,ここでは,その詳細については 省略し,波力算定精度についてのみ記載する.波力算定 精度は,上部斜面堤と消波ブロック被覆上部斜面堤とで は異なるため,各々について記載する.

付表-B.1 設計因子の統計的性質

	設計因子	平均値 の偏り	変動 係数
摩擦係数		1.06	0.15
堤体単位体積	重量	1.01	0.03
潮位	$r_{w1} = 1.5$	1.00	0.20
	$r_{w1} = 2.0, 2.5$	1.00	0.40
	H.H.W.L	1.00	0.00
設計波高	水深変化 緩	0.84	0.14
	水深変化 急	0.92	0.16
波力算定式	上部斜面堤	0.96	0.18
	消波ブロック被覆上部斜面堤	0.89	0.11

(2) 上部斜面堤

上部斜面堤の波力算定式の統計的性質は、吉岡ら²によって評価されている.これは、過去に行われた実験結果 に基づいて評価されたものであり、用いられた実験デー タ数は48となっている(付表-B.2).各実験結果を付図 -B.1~付図-B.4に、評価結果を付図-B.5に示す.なお、 森平ら³⁾のデータについては、「森平・国田(1979)の波 力実験結果は、堤体の滑動限界重量に基づく逆算値であ るため、摩擦係数のばらつきの影響が含まれているもの と考えられる.このため、摩擦係数の確率分布を基にそ の影響を除去して算出した.」とある.

	データ数		
実験データ(文献)	上部斜面堤	消波ブロック被覆 上部斜面堤	
1. 森平ら,1979 ³⁾	26	_	
2.中田ら, 1983 ⁴⁾	5	2	
3.大堀ら,1986 ⁵⁾	13	13	
4.細山田ら,1994 ⁶⁾	4	4	
合計	48	19	







付図-B.2 実験データ (中田ら4))



付図-B.3 実験データ(大堀ら⁵))



付図-B.4 実験データ(細山田らの)



付図-B.5 上部斜面堤の波力算定式推定精度²⁾

(3) 消波ブロック被覆上部斜面堤

消波ブロック被覆上部斜面堤の波力算定式の統計的性 質は、宮脇ら⁷によって評価されている.これは、消波ブ ロック被覆上部斜面堤が上部斜面堤と消波ブロック被覆 堤の特徴を有することから、混成堤、消波ブロック被覆 堤および上部斜面堤の波力算定式推定精度に基づいて評 価されたものある.

付図-B.6により概説すると、まず、①混成堤の波力算 定式精度と③上部斜面堤の波力算定式推定精度から④上 部斜面堤の波力補正係数推定精度を求める.次に、④上 部斜面堤の波力補正係数推定精度と①混成堤の波力算定 式精度または③消波ブロック被覆堤の波力算定式推定精 度から、斜面部および直立部(消波ブロック被覆部)の それぞれに対して⑤消波ブロック被覆上部斜面堤の波力 算定式推定精度を求める.最後に、⑤消波ブロック被覆 上部斜面堤の斜面部および直立部のそれぞれに対する波 力算定式推定精度から、⑥消波ブロック被覆上部斜面堤 の全体に対する波力算定式推定精度を評価する.評価方 法の詳細については、宮脇ら⁷⁰の研究を参照されたい.



付図-B.6 消波ブロック被覆上部斜面堤の波力算定式 推定精度の評価手順

付表-B.3には各構造形式の波力算定式推定精度から評価された消波ブロック被覆上部斜面堤の波力算定式推定精度を示す.また,2つの構造的特徴からなる波力および波力補正係数の平均値または変動係数は,2つの構造形式の波力および波力補正係数を互いに独立な確率変数であると考え,それぞれ式(B.1),式(B.2)で求めることができる.

項目	1	推定精度		備考	
①波力算定式	平均値の偏り B	0.91		吉岡ら ²⁾ より	
(混成堤)	変動係数V	0.19			
②波力算定式 推定精度	平均値の偏り B	0.84		+ 177 č ²) + 10	
(消波ブロック 被覆堤)	変動係数V	0.	12	古岡ら"より	
◎冲力落合土	対象箇所	斜面部	直立部	実験データ(2.	
 ③波刀鼻正式 推定精度 (上部斜面堤) 	平均值μ	0.60	1.04	中田ら ³⁾ , 3.大 堀ら ⁴⁾ , 4.細山	
	変動係数V	0.33	0.13	田ら ⁵⁾) より	
①波力技工作教	対象箇所	斜面部	直立部	①と③より	
 ④彼刀補止係数 推定精度 (上部斜面焊) 	平均值μ	0.66	1.14	$\mu_{}^{}_{}_{}^{}=\mu_{}^{}_{}^{}_{}/\mu_{}^{}_{}_{}^{}_{}$ $V_{}^{}_{}^{}=(V_{}^{}_{}^{}^{2}-V_{}^{}_{}^{}_{}^{}_{}^{}_{}^{})$	
	変動係数V	0.27	0.00	²) ^{1/2}	
⑤波力算定式	対象箇所	斜面部	直立部	①or②と④より	
推定精度 (消波ブロック被	平均值μ	0.60	0.96	$\mu_{5} = \mu_{0 \circ 2} / \mu_{4}$ $V_{5} = (V_{0 \circ 2}^{2} -$	
覆上部斜面堤)	変動係数V	0.33	0.12	$V_{\textcircled{4}}^{2})^{1/2}$	
⑥波力算定式 推定精度	平均値の偏りB	0.	89	7)	
(消波ブロック被 覆上部斜面堤)	変動係数V	0.11		(5)より算出''	

付表-B.3	消波ブロック被覆上部斜面堤の波力算定式
	推定精度

μ_{XY}	=	$\mu_X \cdot \mu_Y$	(B. 1)
V_{XY}	=	$(V_X^2 + V_Y^2)^{1/2}$	(B. 2)
ここ	z.		

- *μ_{XY}* : 平均値
- V_{XY}: 変動係数(標準偏差/平均値)

参考文献

 佐藤健彦,竹信正寛,宮田正史:重力式防波堤のレベル1信頼性設計法に関する基礎的研究 ~混成堤および 消波ブロック被覆堤の滑動および転倒照査を対象に~, 国土技術政策総合研究所資料, No.922, 2016.

- 吉岡健,長尾毅:重力式防波堤の外的安定に関するレベル1信頼性設計法の提案,国土技術政策総合研究所研究報告,No.20, 2005.
- 3)森平倫生,国田治:斜面壁堤の水理特性に関する模型 実験,第26回海岸工学講演会論文集,1979.
- 4)中田邦夫,池田龍彦,岩崎三日子,北野雅三,藤田隆:
 上部斜面堤の現地建設に伴う水理模型実験,第30回海 岸工学講演会論文集,1983.
- 5) 大堀晃一, 森川雅行, 大野光嘉, 石田国夫:上部斜面 堤に作用する波力に関する実験的研究, 第33回海岸工 学講演会論文集, 1986.
- 6)細山田得三,高橋重雄,谷本勝利:離島港湾における 上部斜面堤の適用性について,海岸工学論文集,第41 巻,1994.
- 7)宮脇周作,長尾毅:複数の構造的特徴を有する重力式 防波堤の部分係数設定方法に関する研究,国土技術政 策総合研究所資料,No.350, 2006.

付録 C 材料係数アプローチに基づく部分係数の算出

(1) 部分係数の算出

ここでは、材料係数アプローチに基づく部分係数を算 出した.材料係数アプローチは防波堤の全体安定性に関 する性能照査において、関連する設計因子に対して部分 係数を乗じるフォーマットである.材料係数アプローチ に基づく部分係数を用いた照査式を式(C.1)に示し、 部分係数フォーマットを**付表-C.1**に示す.

なお,部分係数の算出において,検討条件や目標破壊 確率は本編で示した荷重抵抗係数アプローチAおよび荷 重抵抗係数アプローチBと同じである.

各断面における部分係数の算出結果は**付図-C.1~付** 図-C.8に示し,付表-C.2に各断面の部分係数の平均値 を部分係数一覧として示す.

$$R_{d} \geq S_{d}$$
(滑動照査)
$$R_{d} = f[f] \cdot (W[\gamma c] - P_{B}[r_{wl}] - P_{U}[H_{D}, P] + P_{V}[H_{D}, P])$$

$$S_{d} = P_{H}[H_{D}, P]$$
(転倒照査)
$$R_{d} = W[\gamma_{a}] \cdot a_{1} - P_{B}[r_{wl}] \cdot a_{2} - P_{U}[H_{D}, P]$$

$$R_d = W[\gamma_c] \cdot a_1 - P_B[r_{wl}] \cdot a_2 - P_U[H_D, P] \cdot a_3$$
$$+ P_V[H_D, P] \cdot a_4$$

$$S_d = P_H[H_D, P] \cdot a5 \tag{C.1}$$

- ここに,
 - f : 摩擦係数

W	:	堤体重量	(kN)
---	---	------	------

- P_B : 浮力 (kN)
- *P*_U : 揚圧力 (kN)
- P_V: 斜面部に作用する鉛直波力(kN)
- *P_H* : 水平波力 (kN)
- a1~a5: 各作用のアーム長(m)

ここで,[]は部分係数を乗じる設計因子を示す.

付表-C.1	部分係数フ	オーマッ	\mathbb{P}
--------	-------	------	--------------

分類	設計因子	記号	部分係数
	摩擦係数	f	γ_f
	堤体単位体積重量	γc	$\gamma_{\gamma C}$
材料係数 アプローチ	潮位	Y wl	Y wl
	設計波高	H_D	γ _{HD}
	波力算定式	Р	γ _P

付表-C.2 部分係数一覧

構造形式	海底 勾配	破壊	材料係数 アプローチ					
		り配 モード	f	γ _c	Y wl	H_D	Р	
	緩	滑動	0.85	1.00	1.03	0.97	1.16	
上如約五坦		転倒	-	1.00	1.04	0.99	1.18	
上的种面炉	急	滑動	0.87	1.00	1.03	1.10	1.15	
		転倒	-	1.00	1.04	1.12	1.17	
	緩	滑動	0.76	1.00	1.04	0.97	0.98	
消波ブロック		転倒	-	0.99	1.06	1.03	1.01	
10復上前料 面堤	占	滑動	0.78	1.00	1.04	1.11	0.98	
	急	転倒	-	0.99	1.06	1.17	1.01	



付図-C.1 材料係数アプローチ (上部斜面堤_滑動_緩)



付図-C.2 材料係数アプローチ (上部斜面堤_転倒_緩)



付図-C.3 材料係数アプローチ (上部斜面堤_滑動_急)



付図-C.4 材料係数アプローチ (上部斜面堤_転倒_急)



付図−C.5 材料係数アプローチ (消波ブロック被覆上部斜面堤_滑動_緩)



付図-C.6 材料係数アプローチ (消波ブロック被覆上部斜面堤_転倒_緩)



付図-C.7 材料係数アプローチ

(消波ブロック被覆上部斜面堤_滑動_急)



付図-C.8 材料係数アプローチ (消波ブロック被覆上部斜面堤_転倒_急)

(2) 断面幅の確認

上述した材料係数アプローチに基づく部分係数による 断面とH19設計法による断面を対比した.ここで対比に 用いた部分係数は,各断面の部分係数の平均値であり, 付表-C.2に示した部分係数である.付図-C.9~付図-C.12 に材料係数アプローチによる断面幅とH19設計法による 断面幅の対比を示す.また,付表-C.3には対比結果の一 覧表を示す.なお,断面幅を比較する際には,滑動照査 または転倒照査で必要となる断面幅の内,大きい方の断 面幅を決定断面幅とし,この決定断面幅の対比を行った.



付図-C.9 材料係数アプローチによる断面幅とH19設計 法による断面幅の対比

(上部斜面堤_緩)



付図-C.10 材料係数アプローチによる断面幅とH19設計 法による断面幅の対比 (消波ブロック被覆上部斜面堤_緩)

材料係数とH19設計法の 海底 断面幅の比 構造形式 勾配 平均 最大 最小 1.01 1.03 緩 0.95 上部斜面堤 0.99 刍 1.06 0.96 緩 1.00 1.01 0.99 消波ブロック被覆 上部斜面堤 急 0.99 1.02 0.93



付図-C.11 材料係数アプローチによる断面幅とH19設計
 法による断面幅の対比
 (上部斜面堤_急)



付図-C.12 材料係数アプローチによる断面幅とH19設計 法による断面幅の対比 (消波ブロック被覆上部斜面堤_急)

付表-C.3 断面幅の対比一覧

(3) 破壊確率の確認

材料係数アプローチに基づく部分係数による断面の破 壊確率を算出した.破壊確率の算出に当たっては,本編3 章で示した検討条件の下(表-3.2),前節で示した各断 面の部分係数の平均値(付表-C.3)を用いて断面を設定 し,設定した断面に対してMCSを用いて破壊確率を算出 した.付図-C.13~付図-C.16に各断面の破壊確率を示す. また,各断面の破壊確率の平均値,およびその破壊確率 の平均値の変動係数を付表-C.4に示す.





付表-C.4 破壊確率および変動係数

-					
構造形式	破壊 モード	目標 破壊確率	海底 勾配	破壊確率	変動係数
	测制	0.019	緩	0.0162	0.135
山如約末相	肎助		急	0.0222	0.142
工部种面炉	転倒	0.028	緩	0.0273	0.105
			急	0.0335	0.166
	山田田市	0.008	緩	0.0073	0.072
消波ブロック被覆	们助		急	0.0092	0.221
上部斜面堤	まる	0.012	緩	0.0138	0.164
	転倒	0.015	急	0.0173	0.545



付図-C.15 滑動破壊確率(消波ブロック被覆上部斜面堤)



付図-C.16 転倒破壊確率(消波ブロック被覆上部斜面堤)

付録 D 部分係数一覧

本検討において算出した部分係数の一覧を**付表-D.1**~ **付表-D.8**に示す.各表は、上部斜面堤および消波ブロッ ク被覆上部斜面堤における滑動照査および転倒照査の部 分係数であり、海底勾配(緩)と海底勾配(急)の場合 に分けて整理している.また、各表には、荷重抵抗係数 アプローチA、荷重抵抗係数アプローチB、材料係数アプ ローチのそれぞれのフォーマットに対する部分係数を示 している.なお、表内の空欄は、本検討において除外し たケース (No.23, No.38)である.

	荷 ア	重抵抗係数 プローチA	女 \			荷重抵 アプロ	抗係数 ーチB			材料係数 アプローチ				
No.	抵抗	荷重	比	摩擦係数	堤体重量	浮力	揚圧力	鉛直波力	水平波力	摩擦係数	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定
	Y R	γs	γ_S/γ_R	f	W	P_B	P_{U}	P_V	P _H	f	л <u></u>	rwl	H_D	Р
1	0.84	1.11	1.32	0.85	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.85	1.00	1.03	0.97	1.16
2	0.84	1.11	1.32	0.86	1.00	1.00	1.12	1.11	1.11	0.86	1.00	1.03	0.97	1.16
3	0.84	1.10	1.31	0.85	1.00	1.00	1.12	1.09	1.10	0.85	1.00	1.01	0.97	1.15
4	0.84	1.11	1.32	0.86	1.00	1.00	1.12	1.11	1.11	0.86	1.00	1.03	0.97	1.16
5	0.84	1.12	1.33	0.86	1.00	1.00	1.13	1.11	1.12	0.86	1.00	1.05	0.97	1.16
6	0.84	1.10	1.32	0.85	1.00	1.00	1.11	1.09	1.10	0.85	1.00	1.03	0.97	1.15
7	0.84	1.11	1.32	0.86	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.86	1.00	1.02	0.97	1.16
8	0.85	1.11	1.31	0.86	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.86	1.00	1.02	0.98	1.14
9	0.86	1.12	1.31	0.87	1.00	1.00	1.13	1.12	1.12	0.87	1.00	1.02	0.98	1.15
10	0.85	1.12	1.32	0.86	1.00	1.00	1.13	1.12	1.12	0.86	1.00	1.02	0.98	1.16
11	0.85	1.12	1.32	0.87	1.00	1.00	1.13	1.11	1.12	0.87	1.00	1.01	0.97	1.16
12	0.84	1.11	1.32	0.85	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.85	1.00	1.02	0.96	1.16
13	0.84	1.10	1.31	0.85	1.00	1.00	1.11	1.09	1.10	0.85	1.00	1.02	0.97	1.15
14	0.84	1.10	1.31	0.84	1.00	1.00	1.11	1.09	1.10	0.84	1.00	1.02	0.96	1.15
15	0.84	1.10	1.31	0.85	1.00	1.00	1.11	1.09	1.10	0.85	1.00	1.02	0.97	1.15
16	0.84	1.12	1.32	0.86	1.00	1.00	1.13	1.11	1.12	0.86	1.00	1.03	0.97	1.16
17	0.84	1.10	1.31	0.85	1.00	1.01	1.11	1.09	1.10	0.85	1.00	1.06	0.97	1.15
18	0.83	1.11	1.33	0.87	1.00	1.04	1.12	1.10	1.11	0.87	1.00	1.15	0.97	1.15
19	0.84	1.11	1.32	0.85	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.85	1.00	1.03	0.97	1.15
20	0.84	1.11	1.32	0.86	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.86	1.00	1.03	0.97	1.15
21	0.84	1.11	1.32	0.86	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.86	1.00	1.05	0.97	1.15
22	0.84	1.11	1.32	0.85	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.85	1.00	1.02	0.96	1.16
23														
24	0.83	1.09	1.32	0.84	1.00	1.01	1.09	1.07	1.09	0.84	1.00	1.04	0.95	1.15
25	0.83	1.10	1.32	0.84	1.00	1.01	1.10	1.08	1.10	0.84	1.00	1.04	0.95	1.16
26	0.83	1.10	1.32	0.85	1.00	1.01	1.11	1.09	1.10	0.85	1.00	1.05	0.96	1.15
27	0.84	1.11	1.32	0.85	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.85	1.00	1.03	0.96	1.16
28	0.84	1.11	1.33	0.86	1.00	1.00	1.12	1.11	1.11	0.86	1.00	1.01	0.97	1.16
29	0.84	1.12	1.33	0.86	1.00	1.00	1.13	1.11	1.12	0.86	1.00	1.03	0.97	1.16
30	0.84	1.11	1.32	0.85	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.85	1.00	1.00	0.97	1.16
31	0.84	1.12	1.33	0.87	1.00	1.00	1.13	1.11	1.12	0.87	1.00	1.02	0.97	1.16
32	0.84	1.10	1.31	0.85	1.00	1.00	1.11	1.09	1.10	0.85	1.00	1.05	0.97	1.15
33	0.84	1.10	1.32	0.85	1.00	1.00	1.12	1.10	1.10	0.85	1.00	1.06	0.97	1.16
34	0.84	1.10	1.31	0.84	1.00	1.00	1.11	1.09	1.10	0.84	1.00	1.06	0.96	1.15
35	0.84	1.11	1.32	0.86	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.86	1.00	1.03	0.97	1.16
36	0.83	1.11	1.32	0.85	1.00	1.01	1.11	1.09	1.11	0.85	1.00	1.03	0.96	1.16
37	0.83	1.11	1.32	0.85	1.00	1.01	1.11	1.09	1.11	0.85	1.00	1.03	0.96	1.16
38														
39	0.84	1.11	1.32	0.86	1.00	1.01	1.12	1.11	1.11	0.86	1.00	1.04	0.97	1.16
40	0.83	1.10	1.31	0.84	1.00	1.01	1.11	1.09	1.10	0.84	1.00	1.03	0.96	1.15
41	0.84	1.11	1.32	0.86	1.00	1.00	1.12	1.10	1.11	0.86	1.00	1.03	0.97	1.16

付表-D.1 部分係数一覧(上部斜面堤/滑動照查/海底勾配(緩))

	荷	苛重抵抗係券 アプローチ⊿	牧 4			荷重抵 アプロ	抗係数 ーチB					材料係数 アプローチ		
	抵抗	荷重	比	摩擦係数	擦係数 堤体重量 浮力 揚圧力 鉛直波力 水平波力 摩				摩擦係数	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定	
平均	0.84	1.11	1.32	庫除味致 延祥里重 汗刀 摘江刀 珀直波刀 亦平波刀 声 0.85 1.00 1.00 1.12 1.10 1.11				0.85	1.00	1.03	0.97	1.16		
標準偏差	0.005	0.008	0.007	0.007	0.001	0.006	0.009	0.010	0.008	0.007	0.001	0.025	0.006	0.005
変動係数	0.006	0.007	0.005	0.009	0.001	0.006	0.008	0.009	0.007	0.009	0.001	0.024	0.007	0.004

	荷 フ	庁重抵抗係数 ΡプローチΑ	牧 A		荷丁	庁重抵抗係券 アプローチ]	牧 B			材料 アプロ	係数 コーチ	
No.	抵抗	荷重 ッ。	比 v s/v p	堤体重量 W	浮力 P。	揚圧力 <i>P u</i>	鉛直波力 Pv	水平波力 P.,	堤体単重 ッ	潮位	設計波高 <i>H</i> 5	波力算定 <i>P</i>
1	0.98	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.04	0.99	1.19
2	0.98	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.03	0.99	1.18
3	0.98	1.17	1.19	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.03	1.00	1.18
4	0.97	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.03	0.99	1.19
5	0.97	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.04	0.99	1.19
6	0.97	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.02	0.99	1.18
7	0.97	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.02	0.99	1.19
8	1.00	1.17	1.17	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.02	1.00	1.17
9	0.99	1.17	1.19	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.01	1.00	1.17
10	0.98	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.02	1.00	1.18
11	0.97	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.01	0.99	1.18
12	0.97	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.16	1.17	1.00	1.04	0.98	1.19
13	0.99	1.17	1.19	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.02	0.99	1.18
14	0.99	1.17	1.19	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.02	0.99	1.18
15	0.99	1.17	1.19	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.02	0.99	1.18
16	0.97	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.03	0.99	1.18
17	0.98	1.17	1.20	1.00	1.01	1.17	1.17	1.17	1.00	1.08	0.99	1.18
18	0.96	1.15	1.20	1.00	1.04	1.16	1.15	1.15	1.00	1.17	0.99	1.17
19	0.97	1.17	1.21	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.05	0.99	1.18
20	0.97	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.06	0.99	1.19
21	0.97	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.05	0.99	1.18
22	0.97	1.17	1.20	1.00	1.01	1.17	1.17	1.17	1.00	1.04	0.99	1.19
23												
24	0.98	1.16	1.19	0.99	1.01	1.17	1.16	1.16	0.99	1.05	0.98	1.19
25	0.98	1.16	1.19	1.00	1.01	1.17	1.16	1.16	1.00	1.06	0.98	1.19
26	0.98	1.16	1.19	1.00	1.01	1.17	1.16	1.16	1.00	1.05	0.98	1.19
27	0.97	1.17	1.20	1.00	1.01	1.17	1.17	1.17	1.00	1.04	0.99	1.18
28	0.97	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.02	0.99	1.19
29	0.96	1.17	1.21	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.06	0.99	1.19
30	0.98	1.17	1.19	1.00	1.00	1.1/	1.1/	1.1/	1.00	1.02	0.99	1.18
31	0.97	1.17	1.21	1.00	1.00	1.1/	1.1/	1.1/	1.00	1.03	0.99	1.18
22	0.99	1.17	1.10	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.05	0.99	1.10
24	0.98	1.17	1.20	1.00	1.00	1.17	1.1/	1.17	1.00	1.07	0.99	1.19
35	0.98	1.17	1.19	1.00	1.01	1.1/	1.10	1.1/	1.00	1.08	0.98	1.19
36	0.97	1.17	1.21	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.02	0.99	1.19
37	0.97	1.17	1.21	1.00	1.00	1.17	1.10	1.17	1.00	1.03	0.28	1.19
38	0.97	1.17	1.21	1.00	1.00	1.1/	1.10	1.17	1.00	1.05	0.70	1.17
39	0.97	1.16	1.20	1.00	1.02	1.17	1.16	1.16	1.00	1.06	().99	1.18
40	0.97	1.17	1.20	1.00	1.02	1.17	1.16	1.17	1.00	1.04	0.99	1.18
41	0,98	1.17	1.19	1.00	1.01	1.17	1,17	1.17	1.00	1.03	0.99	1.18
	0.50	/		1.00	1.01	,	/		1.00	1.05	0.77	
	荷フ	庁重抵抗係数 ₽プローチΑ	牧 A	荷重抵抗係数 アプローチB						材料 アプロ	係数 コーチ	
	抵抗	荷重	比	堤体重量	浮力	揚圧力	鉛直波力	水平波力	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定
平均	0.98	1.17	1.19	1.00	1.00	1.17	1.17	1.17	1.00	1.04	0.99	1.18
標準偏差	0.007	0.004	0.008	0.001	0.006	0.003	0.004	0.004	0.001	0.028	0.005	0.005
変動係数	0.008	0.003	0.007	0.001	0.006	0.003	0.003	0.003	0.001	0.027	0.005	0.004

付表-D.2 部分係数一覧(上部斜面堤/転倒照查/海底勾配(緩))

	荷フ	テ重抵抗係数 アプローチ♪	牧 A			荷重抵 アプロ	抗係数 ーチB					材料係数 アプローチ		
No.	抵抗	荷重	比	摩擦係数	堤体重量	浮力	揚圧力	鉛直波力	水平波力	摩擦係数	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定
	γ _R	γs	γs/γR	f	W	P _B	P_{U}	P_V	P_{H}	f	γ _c	r _{wl}	H_D	Р
1	0.75	0.94	1.25	0.76	1.00	1.00	0.95	0.93	0.94	0.76	1.00	1.03	0.97	0.98
2	0.76	0.95	1.25	0.76	1.00	1.00	0.95	0.94	0.95	0.76	1.00	1.02	0.98	0.98
3	0.76	0.95	1.25	0.76	1.00	1.00	0.95	0.93	0.95	0.76	1.00	1.04	0.98	0.97
4	0.76	0.95	1.25	0.77	1.00	1.00	0.96	0.95	0.95	0.77	1.00	1.03	0.98	0.98
5	0.77	0.96	1.25	0.77	1.00	1.00	0.96	0.95	0.96	0.77	1.00	1.05	0.98	0.98
6	0.76	0.96	1.25	0.77	1.00	1.00	0.96	0.95	0.96	0.77	1.00	1.03	0.98	0.98
7	0.76	0.95	1.25	0.76	1.00	1.00	0.96	0.94	0.95	0.76	1.00	1.02	0.97	0.98
8	0.75	0.94	1.25	0.76	1.00	1.00	0.94	0.93	0.94	0.76	1.00	1.02	0.97	0.97
9	0.75	0.94	1.25	0.76	1.00	1.00	0.95	0.93	0.94	0.76	1.00	1.02	0.97	0.97
10	0.77	0.96	1.25	0.77	1.00	1.00	0.96	0.95	0.96	0.77	1.00	1.03	0.98	0.98
11	0.76	0.96	1.25	0.77	1.00	1.00	0.96	0.95	0.96	0.77	1.00	1.02	0.98	0.98
12	0.77	0.96	1.25	0.77	1.00	1.01	0.96	0.95	0.96	0.77	1.00	1.04	0.98	0.98
13	0.75	0.95	1.25	0.76	1.00	1.00	0.95	0.94	0.95	0.76	1.00	1.01	0.97	0.98
14	0.75	0.94	1.25	0.76	1.00	1.00	0.95	0.93	0.94	0.76	1.00	1.01	0.97	0.97
15	0.75	0.93	1.23	0.70	1.00	1.00	0.95	0.94	0.95	0.70	1.00	1.01	0.97	0.98
10	0.70	0.90	1.23	0.77	1.00	1.00	0.90	0.95	0.90	0.77	1.00	1.02	0.98	0.98
17	0.75	0.94	1.23	0.70	1.00	1.01	0.95	0.95	0.94	0.70	1.00	1.00	0.97	0.98
10	0.75	0.95	1.20	0.78	1.00	1.04	0.90	0.94	0.95	0.78	1.00	1.10	0.98	0.98
20	0.76	0.95	1.25	0.77	1.00	1.00	0.90	0.94	0.95	0.77	1.00	1.00	0.98	0.98
20	0.70	0.95	1.25	0.76	1.00	1.00	0.95	0.94	0.95	0.76	1.00	1.00	0.97	0.98
21	0.75	0.95	1.25	0.77	1.00	1.00	0.95	0.95	0.95	0.77	1.00	1.03	0.97	0.98
23	0.70	0.75	1120	0.111	1.00	1.00	0.55	0.50	0.95	0.77	1.00	1105	0.70	0.70
24	0.75	0.95	1.26	0.76	1.00	1.01	0.95	0.94	0.95	0.76	1.00	1.05	0.97	0.98
25	0.75	0.95	1.26	0.76	1.00	1.01	0.95	0.94	0.95	0.76	1.00	1.04	0.97	0.98
26	0.76	0.95	1.26	0.77	1.00	1.01	0.95	0.95	0.95	0.77	1.00	1.06	0.97	0.98
27	0.76	0.96	1.25	0.77	1.00	1.00	0.96	0.95	0.96	0.77	1.00	1.02	0.98	0.98
28	0.76	0.96	1.25	0.77	1.00	1.00	0.96	0.95	0.96	0.77	1.00	1.02	0.98	0.98
29	0.76	0.95	1.25	0.77	1.00	1.00	0.96	0.94	0.95	0.77	1.00	1.06	0.97	0.98
30	0.76	0.95	1.25	0.76	1.00	1.00	0.95	0.94	0.95	0.76	1.00	1.03	0.97	0.98
31	0.77	0.96	1.25	0.77	1.00	1.00	0.96	0.95	0.96	0.77	1.00	1.02	0.98	0.98
32	0.75	0.95	1.26	0.76	1.00	1.00	0.95	0.94	0.95	0.76	1.00	1.05	0.97	0.98
33	0.75	0.94	1.25	0.76	1.00	1.00	0.95	0.93	0.94	0.76	1.00	1.05	0.97	0.98
34	0.75	0.94	1.26	0.76	1.00	1.01	0.94	0.93	0.94	0.76	1.00	1.08	0.97	0.97
35	0.76	0.95	1.25	0.76	1.00	1.00	0.95	0.94	0.95	0.76	1.00	1.02	0.98	0.98
36	0.76	0.96	1.25	0.77	1.00	1.00	0.96	0.95	0.96	0.77	1.00	1.03	0.98	0.98
37	0.76	0.96	1.25	0.77	1.00	1.00	0.96	0.95	0.96	0.77	1.00	1.03	0.98	0.98
38														
39	0.76	0.95	1.26	0.77	1.00	1.02	0.95	0.94	0.95	0.77	1.00	1.06	0.97	0.98
40	0.75	0.95	1.25	0.76	1.00	1.01	0.95	0.94	0.95	0.76	1.00	1.04	0.97	0.98
41	0.75	0.94	1.26	0.76	1.00	1.01	0.94	0.93	0.94	0.76	1.00	1.04	0.97	0.97
									1					
	荷フ	テ重抵抗係数 アプローチ♪	交 A			荷重抵 アプロ	抗係数 ーチB					材料係数 アプローチ		
	抵抗	荷重	HŁ.	摩擦係数	提体重量	淫力	揚圧力	鉛直波力	水平波力	摩擦係数	提体単重	潮位	設計波高	波力算定

0.95

0.006

0.007

0.76

0.006

0.007

平均

標準偏差

変動係数

1.25

0.003

0.002

0.76

0.005

0.006

1.00

0.001

0.001

1.00

0.007

0.007

0.95

0.006

0.006

0.94

0.007

0.008

0.95

0.006

0.007

1.00

0.001

0.001

1.04

0.029

0.028

0.97

0.004

0.004

0.98

0.003

0.003

0.76

0.005

0.006

付表-D.3 部分係数一覧(消波ブロック被覆上部斜面堤/滑動照査/海底勾配(緩))

	荷 フ	庁重抵抗係数 アプローチΑ	女 \		荷	苛重抵抗係∛ アプローチ∃	牧 B		材料係数 アプローチ カ 堤体単重 潮位 設計波高 波力算5			
No.	抵抗	荷重	比	堤体重量	浮力	揚圧力	鉛直波力	水平波力	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定
	γ _R	γs 1.06	γ_S/γ_R	W 0.00	P _B	P _U	P_V	P _H	γ _c	r _{wl}	<i>H_D</i>	P 1.02
1	0.98	1.06	1.07	0.99	1.00	1.05	1.06	1.06	0.99	1.04	1.03	1.02
2	0.99	1.00	1.07	0.99	1.00	1.05	1.07	1.00	0.99	1.04	1.04	1.02
3	0.99	1.0/	1.08	0.99	1.00	1.05	1.08	1.0/	0.99	1.05	1.04	1.01
4	0.98	1.00	1.07	0.99	1.00	1.05	1.00	1.00	0.99	1.00	1.03	1.01
	0.98	1.00	1.08	0.99	1.00	1.05	1.07	1.00	0.99	1.00	1.05	1.02
0	0.99	1.00	1.08	0.99	1.00	1.05	1.0/	1.00	0.99	1.04	1.04	1.02
/	0.98	1.05	1.07	0.99	1.00	1.05	1.00	1.05	0.99	1.05	1.05	1.02
<u> </u>	1.00	1.07	1.07	0.99	1.00	1.05	1.08	1.07	0.99	1.02	1.04	1.01
9	1.00	1.0/	1.07	0.99	1.00	1.05	1.08	1.0/	0.99	1.03	1.04	1.01
10	0.99	1.00	1.07	0.99	1.00	1.05	1.07	1.00	0.99	1.03	1.04	1.01
11	0.99	1.00	1.07	0.99	1.00	1.05	1.0/	1.00	0.99	1.02	1.04	1.01
12	0.98	1.05	1.00	0.99	1.01	1.05	1.00	1.05	0.99	1.04	1.05	1.02
15	0.99	1.00	1.07	0.99	1.00	1.05	1.0/	1.00	0.99	1.02	1.04	1.01
14	0.98	1.05	1.07	0.99	1.00	1.05	1.00	1.05	0.99	1.03	1.05	1.02
15	0.99	1.00	1.07	0.99	1.00	1.05	1.07	1.00	0.99	1.02	1.04	1.01
10	0.98	1.00	1.00	0.99	1.01	1.05	1.07	1.00	0.99	1.04	1.04	1.01
17	0.98	1.00	1.00	0.99	1.01	1.03	1.07	1.00	0.99	1.11	1.04	1.01
18	0.90	1.05	1.09	0.99	1.05	1.04	1.05	1.05	0.99	1.24	1.03	1.00
20	0.99	1.00	1.00	0.99	1.01	1.05	1.07	1.00	0.99	1.08	1.04	1.01
20	0.99	1.00	1.00	0.99	1.01	1.05	1.07	1.00	0.99	1.08	1.04	1.01
21	0.98	1.00	1.08	0.99	1.00	1.05	1.0/	1.00	0.99	1.07	1.04	1.01
22	0.98	1.05	1.06	0.99	1.01	1.05	1.00	1.05	0.99	1.05	1.05	1.01
23	0.07	1.05	1.09	0.00	1.01	1.04	1.05	1.05	0.00	1.00	1.02	1.02
24	0.97	1.05	1.00	0.99	1.01	1.04	1.05	1.05	0.99	1.06	1.03	1.02
25	0.97	1.05	1.08	0.99	1.01	1.05	1.00	1.05	0.99	1.07	1.03	1.02
20	0.97	1.04	1.00	0.99	1.02	1.04	1.03	1.04	0.99	1.06	1.05	1.01
27	0.98	1.00	1.00	0.99	1.01	1.05	1.07	1.00	0.99	1.05	1.04	1.01
20	0.98	1.00	1.07	0.99	1.00	1.05	1.07	1.00	0.99	1.05	1.05	1.02
29	0.98	1.00	1.00	0.99	1.01	1.05	1.0/	1.00	0.99	1.09	1.05	1.01
21	0.98	1.05	1.07	0.99	1.00	1.05	1.00	1.05	0.99	1.04	1.03	1.02
22	0.98	1.00	1.08	0.99	1.00	1.05	1.07	1.00	0.99	1.04	1.03	1.02
22	0.99	1.00	1.07	0.99	1.01	1.05	1.00	1.00	0.99	1.00	1.03	1.02
24	0.98	1.00	1.07	0.99	1.01	1.05	1.00	1.00	0.99	1.07	1.03	1.01
25	0.98	1.05	1.07	0.99	1.01	1.05	1.00	1.05	0.99	1.09	1.05	1.02
35	0.98	1.00	1.08	0.99	1.01	1.05	1.07	1.00	0.99	1.04	1.03	1.01
30	0.70	1.00	1.00	0.79	1.01	1.05	1.07	1.00	0.79	1.05	1.05	1.02
38	0.70	1.00	1.08	0.79	1.01	1.05	1.07	1.00	0.79	1.05	1.05	1.02
30	0.97	1.05	1.08	0.00	1.02	1.04	1.05	1.05	0.00	1.09	1.03	1.01
40	0.97	1.05	1.08	0.99	1.02	1.04	1.05	1.05	0.99	1.09	1.03	1.01
<u>41</u>	1.00	1.00	1.08	0.99	1.01	1.05	1.00	1.00	0.99	1.00	1.03	1.01
+1	1.00	1.07	1.07	0.99	1.01	1.05	1.07	1.07	0.99	1.05	1.04	1.01
	荷	亍重抵抗係 数	女		右	苛重抵抗係 對	 牧			材料	係数	
	7	アプローチ	1		-	アプローチ	B	·	アプローチ			
	抵抗	荷重	比	堤体重量	浮力	揚圧力	鉛直波力	水平波力	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定
平均	0.98	1.06	1.08	0.99	1.01	1.05	1.07	1.06	0.99	1.06	1.03	1.01
標準偏差	0.007	0.006	0.004	0.001	0.008	0.003	0.007	0.006	0.001	0.038	0.004	0.003
変動係数	0.008	0.005	0.004	0.001	0.008	0.003	0.007	0.005	0.001	0.036	0.003	0.003

付表-D.4 部分係数一覧(消波ブロック被覆上部斜面堤/転倒照査/海底勾配(緩))

	荷重抵抗係数 アプローチA 抵抗 荷重 比					荷重抵 アプロ	抗係数 ーチB					材料係数 アプローチ		
No.	抵抗	荷重	比	摩擦係数	堤体重量	浮力	揚圧力	鉛直波力	水平波力	摩擦係数	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定
	γ _R	γs	γ _S /γ _R	f	W	P_B	P_{U}	P_V	P_H	f	γ _c	r_{wl}	H_D	Р
1	0.85	1.30	1.54	0.87	1.00	1.00	1.27	1.33	1.30	0.87	1.00	1.02	1.09	1.16
2	0.85	1.33	1.55	0.88	1.00	1.00	1.28	1.35	1.33	0.88	1.00	1.04	1.11	1.15
3	0.87	1.34	1.55	0.87	1.00	1.00	1.27	1.37	1.34	0.87	1.00	1.02	1.11	1.14
4	0.84	1.30	1.54	0.87	1.00	1.00	1.27	1.32	1.30	0.87	1.00	1.05	1.10	1.15
5	0.84	1.30	1.55	0.87	1.00	1.00	1.27	1.33	1.30	0.87	1.00	1.03	1.09	1.16
6	0.85	1.30	1.53	0.87	1.00	1.00	1.26	1.33	1.30	0.87	1.00	1.03	1.10	1.15
-7	0.85	1.30	1.54	0.88	1.00	1.00	1.27	1.33	1.30	0.88	1.00	1.01	1.10	1.15
8	0.86	1.33	1.54	0.87	1.00	1.00	1.26	1.35	1.33	0.87	1.00	1.01	1.11	1.14
9	0.86	1.34	1.56	0.88	1.00	1.00	1.28	1.38	1.34	0.88	1.00	1.02	1.11	1.15
10	0.86	1.33	1.56	0.88	1.00	1.00	1.28	1.36	1.33	0.88	1.00	1.01	1.11	1.15
12	0.85	1.32	1.50	0.88	1.00	1.00	1.28	1.30	1.32	0.88	1.00	1.01	1.11	1.15
12	0.84	1.28	1.52	0.87	1.00	1.00	1.20	1.31	1.28	0.87	1.00	1.02	1.09	1.10
15	0.85	1.27	1.50	0.85	1.00	1.00	1.25	1.30	1.27	0.85	1.00	1.01	1.09	1.15
14	0.85	1.27	1.50	0.85	1.00	1.00	1.25	1.30	1.27	0.85	1.00	1.01	1.09	1.15
15	0.85	1.27	1.50	0.85	1.00	1.00	1.23	1.30	1.27	0.85	1.00	1.01	1.09	1.15
10	0.85	1.32	1.50	0.00	1.00	1.00	1.27	1.55	1.32	0.86	1.00	1.05	1.11	1.15
17	0.85	1.30	1.52	0.80	1.00	1.01	1.20	1.55	1.30	0.80	1.00	1.00	1.10	1.14
10	0.85	1.31	1.50	0.87	1.00	1.04	1.20	1.33	1.31	0.00	1.00	1.10	1.10	1.15
20	0.85	1.30	1.54	0.87	1.00	1.00	1.20	1.35	1.30	0.87	1.00	1.04	1.10	1.15
20	0.85	1 31	1.51	0.87	1.00	1.00	1.27	1 34	1.31	0.87	1.00	1.01	1.10	1.15
22	0.84	1.29	1.53	0.87	1.00	1.00	1.27	1.31	1.29	0.87	1.00	1.03	1.10	1.15
23														
24	0.84	1.23	1.48	0.85	1.00	1.01	1.23	1.26	1.23	0.85	1.00	1.04	1.07	1.14
25	0.83	1.23	1.48	0.84	1.00	1.01	1.23	1.26	1.23	0.84	1.00	1.04	1.07	1.14
26	0.83	1.26	1.51	0.86	1.00	1.01	1.25	1.28	1.26	0.86	1.00	1.05	1.09	1.15
27	0.85	1.29	1.53	0.86	1.00	1.00	1.26	1.32	1.29	0.86	1.00	1.01	1.10	1.15
28	0.84	1.29	1.54	0.87	1.00	1.00	1.27	1.32	1.29	0.87	1.00	1.02	1.10	1.15
29	0.84	1.30	1.55	0.87	1.00	1.00	1.27	1.33	1.30	0.87	1.00	1.04	1.10	1.16
30	0.85	1.29	1.52	0.87	1.00	1.00	1.27	1.32	1.29	0.87	1.00	1.02	1.10	1.15
31	0.84	1.32	1.56	0.88	1.00	1.00	1.28	1.34	1.32	0.88	1.00	1.02	1.10	1.16
32	0.85	1.28	1.50	0.86	1.00	1.00	1.25	1.30	1.28	0.86	1.00	1.02	1.09	1.15
33	0.85	1.30	1.54	0.87	1.00	1.00	1.27	1.32	1.30	0.87	1.00	1.05	1.10	1.16
34	0.84	1.26	1.49	0.85	1.00	1.00	1.24	1.28	1.26	0.85	1.00	1.06	1.08	1.15
35	0.84	1.29	1.54	0.87	1.00	1.00	1.26	1.32	1.29	0.87	1.00	1.02	1.09	1.16
36	0.84	1.27	1.52	0.86	1.00	1.00	1.26	1.32	1.27	0.86	1.00	1.02	1.09	1.16
37	0.84	1.27	1.52	0.86	1.00	1.00	1.26	1.32	1.27	0.86	1.00	1.02	1.09	1.16
38														
39	0.84	1.30	1.54	0.87	1.00	1.01	1.26	1.31	1.30	0.87	1.00	1.04	1.10	1.15
40	0.84	1.27	1.51	0.86	1.00	1.01	1.25	1.29	1.27	0.86	1.00	1.03	1.09	1.15
41	0.85	1.32	1.55	0.88	1.00	1.01	1.27	1.34	1.32	0.88	1.00	1.03	1.10	1.16
	荷 ア	i重抵抗係数 アプローチ♪	牧 A			荷重抵 アプロ	抗係数 ーチB					材料係数 アプローチ		

付表-D.5 部分係数一覧(上部斜面堤/滑動照査/海底勾配(急))

	宿り	苛重抵抗係数 ₽プローチ∤	牧 A			荷重抵 アプロ	抗係数 一チB					材料係数 アプローチ		
	抵抗	荷重	比	摩擦係数	擦係数 堤体重量 浮力 揚圧力 鉛直波力 水平波力 周 0.87 100 100 126 132 120					摩擦係数	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定
甲均	0.85	1.29	1.52	0.87	1.00	1.00	1.26	1.32	1.29	0.87	1.00	1.03	1.10	1.15
標準偏差	0.008	0.026	0.023	0.010	0.001	0.006	0.013	0.027	0.026	0.010	0.001	0.025	0.009	0.005
変動係数	0.009	0.020	0.015	0.011	0.001	0.006	0.010	0.021	0.020	0.011	0.001	0.024	0.009	0.005

	荷フ	テ重抵抗係数 アプローチ♪	女 \		荷フ	ҕ重抵抗係券 アプローチ]	牧 B			材料 アプロ	係数 コーチ	
No.	抵抗	荷重	比	堤体重量	浮力	揚圧力	鉛直波力	水平波力	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定
	γ _R	γs	γs/γR	W	P_B	P_{U}	P_V	P_H	γ _c	r _{wl}	H_D	Р
1	0.97	1.36	1.40	1.00	1.00	1.31	1.38	1.36	1.00	1.03	1.12	1.17
2	0.97	1.38	1.41	1.00	1.00	1.31	1.39	1.38	1.00	1.03	1.12	1.17
3	0.99	1.41	1.42	1.00	1.00	1.31	1.43	1.41	1.00	1.03	1.13	1.16
4	0.97	1.36	1.40	1.00	1.00	1.31	1.37	1.36	1.00	1.03	1.12	1.17
5	0.96	1.35	1.41	1.00	1.00	1.31	1.38	1.35	1.00	1.06	1.11	1.18
6	0.97	1.37	1.41	1.00	1.00	1.31	1.39	1.37	1.00	1.03	1.12	1.17
7	0.96	1.35	1.40	1.00	1.00	1.31	1.38	1.35	1.00	1.02	1.12	1.17
8	1.01	1.39	1.37	1.00	1.00	1.31	1.40	1.39	1.00	1.01	1.13	1.16
9	1.00	1.40	1.40	1.00	1.00	1.31	1.42	1.40	1.00	1.02	1.13	1.10
10	0.98	1.38	1.41	1.00	1.00	1.31	1.40	1.38	1.00	1.03	1.12	1.17
12	0.96	1.3/	1.42	1.00	1.00	1.31	1.40	1.3/	1.00	1.02	1.12	1.1/
12	0.96	1.34	1.39	1.00	1.00	1.31	1.3/	1.54	1.00	1.03	1.11	1.18
15	0.99	1.34	1.30	1.00	1.00	1.31	1.30	1.34	1.00	1.02	1.12	1.17
14	0.99	1.34	1.30	1.00	1.00	1.31	1.30	1.34	1.00	1.02	1.12	1.17
15	0.99	1.34	1.30	1.00	1.00	1.31	1.30	1.34	1.00	1.02	1.12	1.17
10	0.97	1.37	1.42	1.00	1.00	1.31	1.40	1.37	1.00	1.02	1.12	1.17
18	0.70	1.37	1.40	1.00	1.01	1.31	1.37	1.37	1.00	1.07	1.12	1.17
10	0.97	1.37	1.41	1.00	1.04	1.50	1.37	1.37	1.00	1.10	1.12	1.10
20	0.97	1.37	1.42	1.00	1.00	1.31	1.37	1.37	1.00	1.05	1.12	1.17
20	0.97	1.30	1 41	1.00	1.00	1.31	1.10	1.30	1.00	1.05	1.12	1.17
22	0.97	1.35	1.39	1.00	1.00	1.31	1.40	1.37	1.00	1.03	1.12	1.17
23												
24	0.98	1.32	1.35	1.00	1.01	1.30	1.35	1.32	1.00	1.05	1.10	1.18
25	0.98	1.32	1.35	1.00	1.01	1.31	1.35	1.32	1.00	1.05	1.11	1.18
26	0.98	1.32	1.36	1.00	1.01	1.30	1.34	1.32	1.00	1.05	1.11	1.17
27	0.97	1.37	1.41	1.00	1.01	1.31	1.38	1.37	1.00	1.03	1.12	1.18
28	0.97	1.35	1.40	1.00	1.00	1.31	1.37	1.35	1.00	1.02	1.11	1.18
29	0.95	1.36	1.42	1.00	1.00	1.31	1.39	1.36	1.00	1.06	1.12	1.17
30	0.98	1.35	1.39	1.00	1.00	1.31	1.37	1.35	1.00	1.01	1.12	1.17
31	0.96	1.36	1.42	1.00	1.00	1.31	1.38	1.36	1.00	1.02	1.12	1.17
32	0.99	1.36	1.37	1.00	1.00	1.31	1.38	1.36	1.00	1.06	1.12	1.17
33	0.98	1.36	1.39	1.00	1.00	1.31	1.38	1.36	1.00	1.06	1.12	1.17
34	0.98	1.33	1.36	1.00	1.00	1.31	1.36	1.33	1.00	1.06	1.11	1.18
35	0.96	1.36	1.42	1.00	1.00	1.31	1.39	1.36	1.00	1.03	1.12	1.18
36	0.96	1.34	1.40	1.00	1.00	1.31	1.39	1.34	1.00	1.03	1.11	1.18
37	0.96	1.34	1.40	1.00	1.00	1.31	1.39	1.34	1.00	1.03	1.11	1.18
38												
39	0.97	1.36	1.40	1.00	1.02	1.31	1.37	1.36	1.00	1.06	1.12	1.17
40	0.97	1.35	1.40	1.00	1.01	1.31	1.37	1.35	1.00	1.04	1.11	1.18
41	1.00	1.38	1.38	1.00	1.01	1.31	1.39	1.38	1.00	1.04	1.12	1.17
	荷	亍重抵抗係 数	۲.		f重抵抗係 對	故		材料	係数			
		アプローチム	A	アプローチB 提供重量 浮力 場圧力 鉛直波力 水平波力					旧什兴手	アプロ	コーチ	油土体土
~ ~	抵抗	何重	1.40	堤14車重 1.00	洋刀	扬止刀	<u> </u>	水平波力	堤14年里 1.00	期位	設計波高	波刀算定 1.17
半 功 「一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一	0.97	1.30	1.40	1.00	1.00	1.31	1.38	1.30	1.00	1.04	1.12	1.17
惊华偏 <u>左</u>	0.012	0.020	0.022	0.001	0.006	0.003	0.019	0.020	0.001	0.026	0.006	0.005
发到係叙	0.013	0.015	0.016	0.001	0.006	0.003	0.014	0.015	0.001	0.025	0.005	0.005

付表-D.6 部分係数一覧(上部斜面堤/転倒照查/海底勾配(急))

	荷 ア	テ重抵抗係数 アプローチ♪	牧 A			荷重抵 アプロ	抗係数 ーチB					材料係数 アプローチ		
No.	抵抗	荷重	比	摩擦係数	堤体重量	浮力	揚圧力	鉛直波力	水平波力	摩擦係数	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定
	γ _R	γs	γs/γR	f	W	P_B	P_{U}	P_{V}	P_{H}	f	γ _c	r_{wl}	H_D	Р
1	0.77	1.09	1.41	0.77	1.00	1.00	1.08	1.13	1.09	0.77	1.00	1.03	1.10	0.98
2	0.78	1.10	1.41	0.78	1.00	1.00	1.09	1.15	1.10	0.78	1.00	1.03	1.11	0.98
3	0.78	1.10	1.41	0.77	1.00	1.00	1.08	1.17	1.10	0.77	1.00	1.02	1.11	0.98
4	0.78	1.10	1.42	0.78	1.00	1.00	1.09	1.14	1.10	0.78	1.00	1.03	1.11	0.98
5	0.77	1.10	1.42	0.78	1.00	1.00	1.09	1.14	1.10	0.78	1.00	1.06	1.11	0.98
6	0.77	1.09	1.41	0.77	1.00	1.00	1.08	1.14	1.09	0.77	1.00	1.03	1.10	0.98
7	0.77	1.09	1.42	0.78	1.00	1.00	1.09	1.14	1.09	0.78	1.00	1.02	1.11	0.98
8	0.78	1.10	1.41	0.77	1.00	1.00	1.0/	1.14	1.10	0.77	1.00	1.02	1.11	0.97
9	0.78	1.11	1.42	0.78	1.00	1.00	1.08	1.16	1.11	0.78	1.00	1.01	1.11	0.97
10	0.78	1.11	1.42	0.78	1.00	1.00	1.09	1.1/	1.11	0.78	1.00	1.01	1.11	0.98
11	0.77	1.10	1.42	0.78	1.00	1.00	1.09	1.15	1.10	0.78	1.00	1.02	1.11	0.98
12	0.77	1.09	1.42	0.78	1.00	1.00	1.09	1.15	1.09	0.78	1.00	1.05	1.11	0.98
13	0.77	1.08	1.41	0.77	1.00	1.00	1.08	1.13	1.08	0.77	1.00	1.01	1.10	0.97
15	0.77	1.00	1.41	0.77	1.00	1.00	1.07	1.12	1.00	0.77	1.00	1.02	1.10	0.97
16	0.77	1.09	1.42	0.78	1.00	1.00	1.08	1.14	1.09	0.78	1.00	1.03	1.11	0.98
17	0.77	1.09	1.41	0.77	1.00	1.01	1.08	1.14	1.09	0.77	1.00	1.07	1.10	0.98
18	0.77	1.10	1.43	0.78	1.00	1.04	1.08	1.14	1.10	0.78	1.00	1.17	1.11	0.98
19	0.78	1.10	1.41	0.78	1.00	1.00	1.09	1.15	1.10	0.78	1.00	1.05	1.11	0.98
20	0.78	1.10	1.41	0.78	1.00	1.00	1.09	1.15	1.10	0.78	1.00	1.05	1.11	0.98
21	0.78	1.10	1.41	0.78	1.00	1.00	1.08	1.15	1.10	0.78	1.00	1.06	1.11	0.98
22	0.77	1.09	1.42	0.78	1.00	1.01	1.09	1.13	1.09	0.78	1.00	1.03	1.11	0.98
23														
24	0.76	1.07	1.41	0.77	1.00	1.01	1.07	1.10	1.07	0.77	1.00	1.05	1.10	0.98
25	0.77	1.08	1.41	0.78	1.00	1.01	1.08	1.11	1.08	0.78	1.00	1.05	1.10	0.98
26	0.76	1.08	1.42	0.78	1.00	1.02	1.07	1.10	1.08	0.78	1.00	1.06	1.10	0.98
27	0.78	1.10	1.42	0.78	1.00	1.00	1.09	1.15	1.10	0.78	1.00	1.03	1.11	0.98
28	0.77	1.09	1.42	0.78	1.00	1.00	1.08	1.13	1.09	0.78	1.00	1.03	1.10	0.98
29	0.78	1.10	1.42	0.78	1.00	1.00	1.09	1.15	1.10	0.78	1.00	1.06	1.11	0.98
30	0.77	1.09	1.41	0.78	1.00	1.00	1.08	1.13	1.09	0.78	1.00	1.02	1.10	0.98
31	0.77	1.10	1.42	0.78	1.00	1.00	1.09	1.15	1.10	0.78	1.00	1.03	1.11	0.98
32	0.77	1.08	1.41	0.77	1.00	1.00	1.07	1.12	1.08	0.77	1.00	1.05	1.10	0.97
33	0.77	1.09	1.41	0.77	1.00	1.00	1.08	1.13	1.09	0.77	1.00	1.05	1.10	0.98
34	0.77	1.08	1.41	0.77	1.00	1.00	1.07	1.11	1.08	0.77	1.00	1.07	1.10	0.98
35	0.78	1.10	1.41	0.78	1.00	1.00	1.09	1.15	1.10	0.78	1.00	1.02	1.11	0.98
36	0.77	1.10	1.42	0.78	1.00	1.00	1.09	1.15	1.10	0.78	1.00	1.02	1.11	0.98
37	0.77	1.10	1.42	0.78	1.00	1.00	1.09	1.15	1.10	0.78	1.00	1.02	1.11	0.98
38														
39	0.77	1.10	1.42	0.78	1.00	1.01	1.08	1.14	1.10	0.78	1.00	1.04	1.11	0.98
40	0.77	1.08	1.41	0.77	1.00	1.01	1.07	1.12	1.08	0.77	1.00	1.04	1.10	0.97
41	0.78	1.10	1.41	0.77	1.00	1.01	1.07	1.13	1.10	0.77	1.00	1.04	1.10	0.97
			L			+ = 17						11 Jul 17 34		
	荷	」里	X N			何重払	加係致 エD					材料係数		
)		1			,) [- 7 B	1			-	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,		

付表-D.7 部分係数一覧(消波ブロック被覆上部斜面堤/滑動照査/海底勾配(急))

	石 フ	庁重抵抗係券 Ρプローチ∤	牧 A			荷重抵 アプロ	抗係数 ーチB					材料係数 アプローチ		
	抵抗	荷重	比	摩擦係数	擦係数 堤体重量 浮力 揭圧力 鉛直波力 水平波力					摩擦係数	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定
平均	0.77	1.09	1.42	0.78	1.00	1.00	1.08	1.14	1.09	0.78	1.00	1.04	1.11	0.98
標準偏差	0.005	0.009	0.006	0.005	0.001	0.007	0.006	0.016	0.009	0.005	0.001	0.028	0.004	0.003
変動係数	0.006	0.008	0.004	0.006	0.001	0.007	0.006	0.014	0.008	0.006	0.001	0.026	0.004	0.003

	荷フ	庁重抵抗係数 ΡプローチΑ	女 \		荷	苛重抵抗係∛ アプローチ∃	数 B			材料 アプロ	係数 コーチ	
No.	抵抗	荷重	比	堤体重量 W	浮力	揚圧力 p	鉛直波力 p	水平波力	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定 P
1	/ R 0.99	1 22	1 23	0.99	1 00	1 18	1 27	1 22	/ c 0.99	1.05	117	1 1 01
2	1.00	1.22	1.23	0.99	1.00	1.10	1.27	1.22	0.99	1.03	1.17	1.01
3	1.00	1.25	1.25	0.99	1.00	1.10	1 34	1.25	0.99	1.02	1.10	1.01
4	1.02	1.27	1.23	0.99	1.00	1.15	1.54	1.27	0.99	1.04	1.10	1.00
5	0.98	1.22	1.22	0.99	1.00	1.10	1.27	1.22	0.99	1.05	1.17	1.01
6	0.99	1.21	1.23	0.99	1.00	1.10	1 29	1.21	0.99	1.07	1.17	1.01
7	0.99	1.23	1.21	0.99	1.00	1.15	1.27	1.25	0.99	1.02	1.10	1.01
8	1.05	1.26	1.21	0.99	1.00	1 18	1 30	1.26	0.99	1.02	1 18	1.00
9	1.04	1.26	1.21	0.99	1.00	1.18	1.32	1.26	0.99	1.02	1.18	1.00
10	1.00	1.24	1.23	0.99	1.00	1.19	1.30	1.24	0.99	1.03	1.18	1.01
11	0.99	1.22	1.23	0.99	1.00	1.18	1.30	1.22	0.99	1.03	1.17	1.01
12	0.98	1.20	1.23	0.99	1.01	1.18	1.25	1.20	0.99	1.05	1.17	1.01
13	0.99	1.21	1.22	0.99	1.00	1.18	1.27	1.21	0.99	1.03	1.17	1.01
14	0.99	1.21	1.22	0.99	1.00	1.18	1.27	1.21	0.99	1.03	1.17	1.01
15	0.99	1.21	1.22	0.99	1.00	1.18	1.27	1.21	0.99	1.03	1.17	1.01
16	0.99	1.22	1.24	0.99	1.00	1.18	1.29	1.22	0.99	1.03	1.17	1.01
17	1.00	1.23	1.24	0.99	1.01	1.18	1.29	1.23	0.99	1.11	1.18	1.01
18	0.98	1.23	1.25	0.99	1.05	1.17	1.26	1.23	0.99	1.23	1.17	1.00
19	1.00	1.24	1.24	0.99	1.01	1.19	1.29	1.24	0.99	1.07	1.18	1.01
20	1.00	1.24	1.24	0.99	1.01	1.18	1.30	1.24	0.99	1.08	1.18	1.01
21	0.99	1.23	1.24	0.99	1.01	1.18	1.29	1.23	0.99	1.08	1.18	1.01
22	0.99	1.21	1.23	0.99	1.01	1.18	1.25	1.21	0.99	1.05	1.17	1.01
23												
24	0.98	1.19	1.22	0.99	1.01	1.17	1.23	1.19	0.99	1.07	1.17	1.01
25	0.98	1.19	1.22	0.99	1.01	1.18	1.24	1.19	0.99	1.06	1.17	1.01
26	0.98	1.19	1.22	0.99	1.02	1.17	1.21	1.19	0.99	1.08	1.16	1.01
27	0.99	1.23	1.24	0.99	1.01	1.18	1.28	1.23	0.99	1.04	1.18	1.01
28	0.99	1.21	1.23	0.99	1.00	1.18	1.26	1.21	0.99	1.03	1.17	1.01
29	0.98	1.22	1.24	0.99	1.01	1.18	1.28	1.22	0.99	1.08	1.17	1.01
30	1.00	1.22	1.22	0.99	1.00	1.18	1.26	1.22	0.99	1.02	1.17	1.01
31	0.99	1.22	1.24	0.99	1.00	1.18	1.28	1.22	0.99	1.03	1.17	1.01
32	1.00	1.22	1.22	0.99	1.01	1.18	1.27	1.22	0.99	1.08	1.17	1.01
33	1.00	1.22	1.22	0.99	1.01	1.18	1.27	1.22	0.99	1.09	1.17	1.01
34	0.99	1.20	1.22	0.99	1.01	1.18	1.25	1.20	0.99	1.09	1.17	1.01
35	0.99	1.22	1.24	0.99	1.01	1.18	1.28	1.22	0.99	1.04	1.17	1.01
36	0.98	1.21	1.24	0.99	1.01	1.18	1.27	1.21	0.99	1.05	1.17	1.01
37	0.98	1.21	1.24	0.99	1.01	1.18	1.27	1.21	0.99	1.05	1.17	1.01
38								ļ				
39	0.98	1.22	1.24	0.99	1.02	1.18	1.25	1.22	0.99	1.08	1.17	1.00
40	0.99	1.22	1.24	0.99	1.01	1.18	1.25	1.22	0.99	1.06	1.17	1.01
41	1.04	1.25	1.20	0.99	1.01	1.18	1.29	1.25	0.99	1.05	1.18	1.00
	+		6	荷重抵抗係数						100	1元 半上	
	信 フ	」里抵抗係委 PプローチA	X A	荷重抵抗係数 アプローチB					材料 アプロ	ilk 叙 コーチ		
	抵抗	荷重	比	堤体重量	浮力	揚圧力	鉛直波力	水平波力	堤体単重	潮位	設計波高	波力算定
平均	0.99	1.22	1.23	0.99	1.01	1.18	1.27	1.22	0.99	1.06	1.17	1.01
標準偏差	0.016	0.018	0.012	0.001	0.008	0.004	0.023	0.018	0.001	0.037	0.004	0.003
変動係数	0.016	0.014	0.010	0.001	0.008	0.003	0.019	0.014	0.001	0.035	0.004	0.003

付表-D.8 部分係数一覧(消波ブロック被覆上部斜面堤/転倒照査/海底勾配(急))

付録 E 破壊確率一覧

本検討において算出した破壊確率の一覧を付表-E.1 ~付表-E.4に示す.ここに示す破壊確率は、荷重抵抗係 数アプローチA、荷重抵抗係数アプローチB、材料係数 アプローチに基づく部分係数を用いて算定された断面に 対する破壊確率であり、滑動照査および転倒照査のそれ ぞれについて整理している.なお、表内の空欄は、本検 討において除外したケース(No.23, No.38)である. また, 付図-E.1~付図-E.8 に参考として, ケース No.1 における MCS による耐力 R と作用 S の算出結果を示す. 図中の数値は耐力 R と作用 S の相関係数である.

		滑動照査			転倒照査	
No.	荷重抵抗係数ア プローチA	荷重抵抗係数ア プローチB	材料係数 アプローチ	荷重抵抗係数ア プローチA	荷重抵抗係数ア プローチB	材料係数 アプローチ
1	0.0178	0.0178	0.0159	0.0259	0.0293	0.0293
2	0.0185	0.0178	0.0173	0.0276	0.0276	0.0307
3	0.0174	0.0174	0.0153	0.0250	0.0285	0.0285
4	0.0185	0.0185	0.0161	0.0280	0.0280	0.0280
5	0.0198	0.0185	0.0163	0.0300	0.0300	0.0300
6	0.0184	0.0184	0.0149	0.0280	0.0280	0.0280
7	0.0190	0.0183	0.0158	0.0287	0.0287	0.0287
8	0.0169	0.0174	0.0249	0.0211	0.0266	0.0330
9	0.0177	0.0177	0.0231	0.0262	0.0290	0.0323
10	0.0180	0.0180	0.0172	0.0256	0.0295	0.0295
11	0.0191	0.0184	0.0161	0.0302	0.0271	0.0271
12	0.0190	0.0190	0.0162	0.0254	0.0254	0.0254
13	0.0152	0.0180	0.0152	0.0205	0.0291	0.0291
14	0.0154	0.0183	0.0154	0.0211	0.0298	0.0211
15	0.0152	0.0180	0.0152	0.0205	0.0291	0.0291
16	0.0184	0.0184	0.0159	0.0284	0.0284	0.0284
17	0.0176	0.0176	0.0163	0.0243	0.0285	0.0285
18	0.0199	0.0192	0.0184	0.0279	0.0321	0.0279
19	0.0186	0.0174	0.0153	0.0286	0.0286	0.0286
20	0.0182	0.0182	0.0160	0.0271	0.0271	0.0271
21	0.0181	0.0181	0.0159	0.0261	0.0261	0.0261
22	0.0181	0.0181	0.0151	0.0275	0.0275	0.0275
23						
24	0.0171	0.0171	0.0131	0.0210	0.0210	0.0210
25	0.0167	0.0167	0.0131	0.0249	0.0249	0.0249
26	0.0190	0.0190	0.0158	0.0246	0.0306	0.0246
27	0.0183	0.0183	0.0147	0.0272	0.0272	0.0272
28	0.0187	0.0187	0.0156	0.0258	0.0297	0.0258
29	0.0188	0.0188	0.0149	0.0232	0.0232	0.0232
30	0.0180	0.0180	0.0155	0.0252	0.0252	0.0252
31	0.0195	0.0185	0.0154	0.0288	0.0288	0.0288
32	0.0170	0.0170	0.0170	0.0223	0.0283	0.0283
33	0.0178	0.0178	0.0170	0.0248	0.0289	0.0289
34	0.0156	0.0188	0.0156	0.0210	0.0304	0.0210
35	0.0176	0.0176	0.0148	0.0267	0.0267	0.0267
36	0.0178	0.0178	0.0145	0.0309	0.0235	0.0235
37	0.0178	0.0178	0.0145	0.0309	0.0235	0.0235
38						
39	0.0190	0.0178	0.0154	0.0272	0.0272	0.0272
40	0.0174	0.0174	0.0162	0.0291	0.0291	0.0291
41	0.0179	0.0179	0.0193	0.0260	0.0285	0.0314

付表-E.1 破壊確率一覧(上部斜面堤/海底勾配(緩))

	滑動照査			転倒照査			
	荷重抵抗係数ア プローチA	荷重抵抗係数ア プローチB	材料係数 アプローチ	荷重抵抗係数ア プローチA	荷重抵抗係数ア プローチB	材料係数 アプローチ	
平均	0.018	0.018	0.016	0.026	0.028	0.027	
標準偏差	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.003	
変動係数	0.063	0.031	0.135	0.112	0.080	0.105	

		滑動破壊確率		転倒破壊確率		
No.	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ
1	0.0079	0.0079	0.0079	0.0104	0.0104	0.0164
2	0.0081	0.0081	0.0081	0.0116	0.0116	0.0141
3	0.0079	0.0079	0.0079	0.0098	0.0125	0.0125
4	0.0081	0.0081	0.0068	0.0105	0.0105	0.0168
5	0.0081	0.0081	0.0066	0.0094	0.0094	0.0140
6	0.0074	0.0074	0.0082	0.0109	0.0109	0.0142
7	0.0081	0.0081	0.0072	0.0111	0.0111	0.0138
8	0.0081	0.0077	0.0077	0.0088	0.0109	0.0164
9	0.0080	0.0075	0.0075	0.0103	0.0103	0.0128
10	0.0077	0.0077	0.0083	0.0114	0.0114	0.0150
11	0.0081	0.0081	0.0068	0.0104	0.0104	0.0190
12	0.0076	0.0076	0.0067	0.0109	0.0109	0.0161
13	0.0075	0.0075	0.0075	0.0088	0.0088	0.0146
14	0.0078	0.0078	0.0078	0.0095	0.0095	0.0095
15	0.0075	0.0075	0.0075	0.0088	0.0088	0.0146
16	0.0079	0.0079	0.0072	0.0113	0.0113	0.0113
17	0.0080	0.0080	0.0071	0.0112	0.0112	0.0147
18	0.0087	0.0087	0.0082	0.0142	0.0142	0.0142
19	0.0075	0.0075	0.0075	0.0103	0.0103	0.0134
20	0.0074	0.0074	0.0074	0.0119	0.0119	0.0119
21	0.0074	0.0074	0.0074	0.0116	0.0116	0.0116
22	0.0077	0.0077	0.0069	0.0113	0.0113	0.0168
23						
24	0.0066	0.0066	0.0066	0.0117	0.0061	0.0117
25	0.0084	0.0084	0.0064	0.0068	0.0068	0.0127
26	0.0082	0.0082	0.0070	0.0104	0.0104	0.0147
27	0.0075	0.0075	0.0075	0.0114	0.0114	0.0114
28	0.0079	0.0079	0.0079	0.0099	0.0099	0.0127
29	0.0070	0.0070	0.0070	0.0094	0.0094	0.0094
30	0.0080	0.0080	0.0069	0.0099	0.0099	0.0178
31	0.0077	0.0077	0.0077	0.0093	0.0093	0.0125
32	0.0073	0.0073	0.0063	0.0089	0.0089	0.0184
33	0.0080	0.0080	0.0074	0.0096	0.0096	0.0170
34	0.0084	0.0067	0.0067	0.0110	0.0110	0.0110
35	0.0071	0.0082	0.0071	0.0116	0.0116	0.0116
36	0.0071	0.0071	0.0071	0.0079	0.0079	0.0128
37	0.0071	0.0071	0.0071	0.0079	0.0079	0.0128
38						
39	0.0083	0.0083	0.0075	0.0120	0.0120	0.0120
40	0.0076	0.0076	0.0076	0.0098	0.0098	0.0124
41	0.0083	0.0077	0.0072	0.0101	0.0121	0.0145

付表-E.2 破壊確率一覧(消波ブロック被覆上部斜面堤/海底勾配(緩))

	滑動破壊確率			転倒破壊確率			
	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ	
平均	0.008	0.008	0.007	0.010	0.010	0.014	
標準偏差	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	
変動係数	0.056	0.056	0.072	0.136	0.155	0.164	

		滑動破壊確率			転倒破壊確率		
No.	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ	
1	0.0206	0.0206	0.0212	0.0279	0.0279	0.0309	
2	0.0218	0.0218	0.0191	0.0292	0.0292	0.0292	
3	0.0213	0.0234	0.0213	0.0311	0.0347	0.0311	
4	0.0208	0.0202	0.0235	0.0269	0.0269	0.0335	
5	0.0218	0.0197	0.0230	0.0253	0.0253	0.0361	
6	0.0189	0.0202	0.0255	0.0290	0.0290	0.0375	
7	0.0207	0.0200	0.0258	0.0279	0.0279	0.0416	
8	0.0210	0.0231	0.0168	0.0221	0.0324	0.0244	
9	0.0227	0.0232	0.0149	0.0256	0.0334	0.0234	
10	0.0224	0.0217	0.0195	0.0267	0.0301	0.0267	
11	0.0229	0.0216	0.0255	0.0294	0.0294	0.0384	
12	0.0186	0.0186	0.0230	0.0223	0.0223	0.0334	
13	0.0168	0.0168	0.0265	0.0179	0.0245	0.0439	
14	0.0147	0.0171	0.0270	0.0184	0.0251	0.0449	
15	0.0168	0.0168	0.0265	0.0179	0.0245	0.0439	
16	0.0222	0.0213	0.0251	0.0303	0.0303	0.0349	
17	0.0184	0.0210	0.0184	0.0257	0.0293	0.0293	
18	0.0231	0.0238	0.0205	0.0276	0.0350	0.0276	
19	0.0205	0.0205	0.0228	0.0280	0.0280	0.0315	
20	0.0210	0.0210	0.0246	0.0310	0.0310	0.0349	
21	0.0197	0.0208	0.0245	0.0297	0.0297	0.0377	
22	0.0191	0.0191	0.0202	0.0253	0.0253	0.0308	
23							
24	0.0134	0.0168	0.0211	0.0146	0.0224	0.0337	
25	0.0145	0.0179	0.0220	0.0123	0.0187	0.0404	
26	0.0176	0.0194	0.0226	0.0191	0.0233	0.0340	
27	0.0183	0.0201	0.0201	0.0242	0.0308	0.0308	
28	0.0205	0.0199	0.0239	0.0263	0.0263	0.0331	
29	0.0210	0.0192	0.0231	0.0276	0.0276	0.0367	
30	0.0188	0.0197	0.0205	0.0237	0.0277	0.0277	
31	0.0228	0.0211	0.0246	0.0285	0.0285	0.0369	
32	0.0167	0.0198	0.0181	0.0184	0.0276	0.0276	
33	0.0206	0.0206	0.0191	0.0237	0.0270	0.0270	
34	0.0155	0.0182	0.0254	0.0163	0.0226	0.0422	
35	0.0196	0.0196	0.0244	0.0269	0.0269	0.03/1	
36	0.0182	0.0182	0.0238	0.0216	0.0216	0.0345	
3/	0.0182	0.0182	0.0238	0.0216	0.0216	0.0345	
38	0.0100	0.0211	0.000	0.02.12	0.000 1	0.0251	
39	0.0199	0.0211	0.0251	0.0248	0.0296	0.0351	
40	0.0170	0.0192	0.0181	0.0251	0.0283	0.0283	
41	0.0218	0.0222	0.0151	0.0241	0.0306	0.0222	

付表-E.3 破壊確率一覧(上部斜面堤/海底勾配(急))

	滑動破壊確率			転倒破壊確率			
	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ	
平均	0.019	0.020	0.022	0.024	0.027	0.034	
標準偏差	0.002	0.002	0.003	0.005	0.004	0.006	
変動係数	0.130	0.090	0.142	0.193	0.134	0.166	

		滑動破壊確率			転倒破壊確率		
No.	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ	
1	0.0077	0.0091	0.0086	0.0118	0.0097	0.0144	
2	0.0077	0.0093	0.0081	0.0124	0.0124	0.0124	
3	0.0074	0.0096	0.0081	0.0136	0.0136	0.0109	
4	0.0079	0.0091	0.0119	0.0111	0.0111	0.0243	
5	0.0081	0.0089	0.0137	0.0113	0.0080	0.0398	
6	0.0073	0.0089	0.0080	0.0113	0.0113	0.0113	
7	0.0076	0.0090	0.0090	0.0108	0.0090	0.0158	
8	0.0078	0.0102	0.0132	0.0091	0.0157	0.0414	
9	0.0078	0.0099	0.0118	0.0092	0.0136	0.0325	
10	0.0081	0.0092	0.0081	0.0121	0.0121	0.0121	
11	0.0080	0.0093	0.0107	0.0113	0.0113	0.0192	
12	0.0073	0.0081	0.0124	0.0090	0.0090	0.0326	
13	0.0066	0.0078	0.0094	0.0101	0.0063	0.0157	
14	0.0069	0.0082	0.0082	0.0069	0.0069	0.0168	
15	0.0066	0.0078	0.0094	0.0101	0.0063	0.0157	
16	0.0076	0.0089	0.0076	0.0108	0.0108	0.0108	
17	0.0073	0.0090	0.0081	0.0114	0.0114	0.0114	
18	0.0089	0.0104	0.0085	0.0152	0.0152	0.0121	
19	0.0075	0.0089	0.0082	0.0114	0.0114	0.0114	
20	0.0074	0.0088	0.0081	0.0131	0.0131	0.0104	
21	0.0072	0.0086	0.0079	0.0130	0.0103	0.0103	
22	0.0078	0.0092	0.0085	0.0093	0.0093	0.0131	
23							
24	0.0070	0.0070	0.0070	0.0075	0.0075	0.0134	
25	0.0061	0.0077	0.0097	0.0093	0.0093	0.0157	
26	0.0080	0.0092	0.0122	0.0105	0.0105	0.0250	
27	0.0076	0.0088	0.0076	0.0146	0.0094	0.0094	
28	0.0080	0.0089	0.0080	0.0120	0.0097	0.0120	
29	0.0081	0.0081	0.0081	0.0116	0.0065	0.0116	
30	0.0075	0.0091	0.0137	0.0105	0.0105	0.0355	
31	0.0083	0.0089	0.0077	0.0135	0.0104	0.0104	
32	0.0069	0.0087	0.0122	0.0092	0.0092	0.0311	
33	0.0074	0.0091	0.0091	0.0088	0.0113	0.0147	
34	0.0067	0.0081	0.0081	0.0071	0.0071	0.0113	
35	0.0075	0.0085	0.0075	0.0121	0.0089	0.0121	
36	0.0072	0.0083	0.0072	0.0107	0.0107	0.0107	
37	0.0072	0.0083	0.0072	0.0107	0.0107	0.0107	
38							
39	0.0081	0.0089	0.0074	0.0117	0.0117	0.0117	
40	0.0074	0.0088	0.0074	0.0127	0.0127	0.0103	
41	0.0074	0.0100	0.0118	0.0082	0.0153	0.0357	

付表E.4	破壊確率一覧	(消波ブロッ	ク被覆上部斜面堤	/海底勾配	(急))
						/

	滑動破壊確率			転倒破壊確率			
	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ	荷重抵抗係数 アプローチA	荷重抵抗係数 アプローチB	材料係数 アプローチ	
平均	0.008	0.009	0.009	0.011	0.010	0.017	
標準偏差	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.009	
変動係数	0.067	0.075	0.221	0.173	0.237	0.545	



(上部斜面提_転倒_緩)

(消波ブロック被覆上部斜面提_転倒_緩)



(上部斜面提_転倒_急)

(消波ブロック被覆上部斜面提_転倒_急)

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 995 October 2017

編集·発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは ^{〒239-0826} 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019 E-mail:ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp