

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.956

March 2017

控え矢板式係船岸の永続状態における レベル1信頼性設計法に関する基礎的研究

松原弘晃・竹信正寛・宮田正史・渡部要一

A Basic Study on Level 1 Reliability Design Method
for Anchored Sheet Pile Quay Wall in a Permanent Design Situation

Hiroaki MATSUBARA, Masahiro TAKENOBU, Masafumi MIYATA, Yoichi WATABE

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

控え矢板式係船岸の永続状態における レベル1信頼性設計法に関する基礎的研究

松原弘晃*・竹信正寛**・宮田正史***・渡部要一****

要 旨

控え工を有する矢板式係船岸の永続状態における性能照査に用いる部分係数は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年）」において、材料係数アプローチに基づく部分係数として構築されている（以下、同解説部分の控え矢板式係船岸の永続状態の性能照査方法に関して「H19設計法」という）。これに対して、地盤が関連する破壊モードに関する性能照査には、荷重抵抗係数アプローチに基づく部分係数を適用することが望ましいとの知見が既往の文献から得られている。本研究の主な目的は、控え工を有する矢板式係船岸に関する代表的な破壊モードである根入れ長、矢板の本体応力、タイ材応力の各性能照査式に対して荷重抵抗係数アプローチによる部分係数を設定することである。

本研究では、控え矢板式係船岸の根入れ長、矢板本体およびタイ材の応力照査に関し、既報の国総研資料No.901で提案された目標安全性水準となる断面を設定し、モンテカルロシミュレーション(MCS)を用いて破壊確率の評価を行い、目標破壊確率の設定を行った。また、設定した目標破壊確率に対して荷重抵抗係数アプローチによる部分係数を提案した。さらに、提案した部分係数を用いた試設計を行い（以下、提案設計法）、永続状態に関する提案設計法およびH19設計法とレベル1地震動に関する変動状態における照査断面の比較を行った。

キーワード：レベル1信頼性設計法、荷重抵抗係数アプローチ、控え矢板式係船岸、永続状態、モンテカルロシミュレーション、レベル1地震動に関する変動状態

* 港湾研究部 港湾施設研究室 交流研究員（株式会社エコー）
** 港湾研究部 港湾施設研究室 主任研究官
*** 港湾研究部 港湾施設研究室 室長
**** 元国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 地盤研究領域長
（現 北海道大学教授）
〒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: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

A Basic Study on Level 1 Reliability Design Method for Anchored Sheet Pile Quay Wall in a Permanent Design Situation

Hiroaki MATSUBARA*
Masahiro TAKENOBU**
Masafumi MIYATA***
Yoichi WATABE****

Synopsis

The partial factor for “Anchored Sheet Pile Quay Wall in Permanent Design Situation” is designed for a partial factor approach, according to the Japanese design standard for port facilities, in the “Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan (2007),” whereas, for a design method on ground related failure mode, previous documents report that using a resistance factor approach is recommended. The main purpose of this study is to re-evaluate new partial safety resistance factors for an anchored sheet pile quay wall in a permanent design situation, which are required for verification of the embedment length of the sheet pile wall, stress of the wall, and stress of the tie bar.

As the first step of the study toward the re-evaluation of the partial factors, the authors calculated a section to be the target safety level, and proposed that the target safety level should be readjusted to the level of past structures designed by the safety factor method. In addition, the authors also proposed the partial factor based on Load and Resistance Factor Approach, which was calculated using Monte Carlo Simulation (MCS) as a reliability analysis method. We conducted a trial design using the proposed partial factor and compared the proposal design method among the permanent design situation, H19(2007) design method, and grasp section level during level 1 earthquake motion.

Keywords : Level 1 Reliability Design Method, Load and Resistance Factor Approach, Anchored Sheet Pile Quay Wall, Permanent Design Situation, Monte Carlo Simulation, Level 1 Earthquake Motion

* Exchanging Researcher, Port Facilities Division, Port and Harbor Department, NILIM (ECOH Co., Ltd) (ECOH CORPORATION)

** Senior Researcher, Port Facilities Division, Port and Harbor Department, NILIM

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

**** Formerly, Director of Geotechnical Engineering Division, Port and Airport Research Institute, National Institute of Maritime, Port and Aviation Technology (Currently, Professor of Hokkaido University)

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

Phone : +81-468-44-5028 Fax : +81-468-44-5081 e-mail: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

目 次

1. 本研究の目的と構成	1
1.1 研究の背景および目的	1
1.2 本論文の構成	1
2. 性能関数および実質的な安全率を指標とした目標安全性水準に関する整理	2
2.1 本章の概要	2
2.2 性能関数	2
2.3 実質的な安全率を指標とした目標安全性水準の整理	3
3. 確率変数の整理	5
3.1 本章の概要	5
3.2 モンテカルロシミュレーションで考慮する確率変数	5
3.3 粘性土地盤のせん断強度	5
3.4 土圧合力の統計的性質の設定	9
4. 目標破壊確率の評価	12
4.1 本章の概要	12
4.2 検討断面	12
4.3 破壊確率の算定方法	15
4.4 破壊確率の算定結果	15
4.5 目標破壊確率の設定	24
4.6 本章のまとめ	25
5. 荷重抵抗係数アプローチによる部分係数の提案	26
5.1 本章の概要	26
5.2 部分係数の算定	26
5.3 提案設計法	29
6. 提案設計法を用いた試設計	30
6.1 本章の概要	30
6.2 控え矢板式係船岸の設計手法の概要	30
6.3 設計手法の違いによる断面比較	31
6.4 本章のまとめ	44
7. 結論	44
謝辞	44
参考文献	45

付録A	MCSで用いる統計的性質の設定根拠	46
付録B	実務で取り扱う粘着力の変動係数とデータ数の統計	54
付録C	補正係数 b_1 , b_2 の積に対応した粘着力の変動係数の算定結果	59
付録D	矢板壁に作用する土圧合力の変動係数の算定結果	64
付録E	MCSによる信頼性解析を行う検討断面	122
付録F	MCSによる鋼種の違いによる破壊確率の計算結果	132
付録G	MCSの算定結果図	134
付録H	部分係数の算定結果	154
付録I	試設計の算定結果	157

1. 本研究の目的と構成

1.1 研究の背景および目的

控え工を有する矢板式係船岸の永続状態における性能照査における部分係数は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年）」¹⁾において、材料係数アプローチに基づく部分係数として構築されている（以下、同解説部分の控え矢板式係船岸の永続状態の性能照査方法に関して「H19設計法」という）。H19設計法による部分係数は、材料係数アプローチに基づく部分係数であり、地盤のせん断強度や単位体積重量など多くの設計因子の特性値に部分係数を乗じた設計値を用いて、性能照査を行う方法である。これに対して、竹信ら(2015)²⁾や Takenobu et. Al (2017)³⁾においては、地盤が関連する破壊モードに関する性能照査は、荷重項と抵抗項としてまとめた特性値に対して部分係数を乗じる、荷重抵抗係数アプローチに基づく部分係数法を適用することが望ましいとの知見が得られている。このため矢板式係船岸の永続状態における性能照査についても、これに基づいた設計法の検討が必要であると考えられる。

一方、既報の松原ら⁴⁾では、H19設計法である部分係数法と、従来の設計法である「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成11年）」⁵⁾に基づく常時の設計法（以下、H11設計法という。）、すなわち安全率および許容応力度設計法、の両設計法（H19設計法とH11設計法）を用いて設定された最小断面や実際に建設された断面が保有している安全性を、安全率を指標（実質的な安全率）として比較・評価することにより、矢板式係船岸の永続状態に対して目標とする安全性水準を提案している。なお、実質的な安全率は2.3で詳述する。

これらも踏まえ、本研究の目的は、控え工を有する矢板式係船岸の永続状態における性能照査対象である、根入れ長、矢板の本体応力、タイ材応力の各性能照査式に対して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。なお、部分係数の設定の際に必要な目標とする安全性水準は、上述した既報⁴⁾による提案内容を適用する。

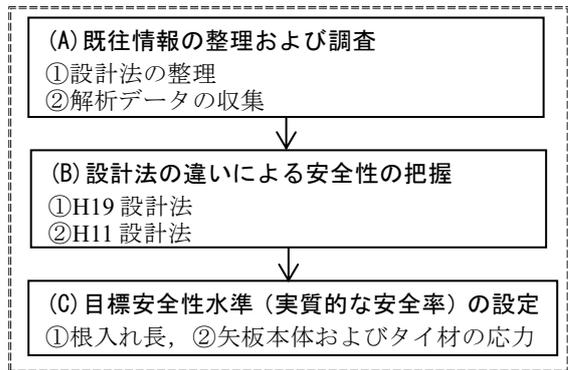
1.2 本論文の構成

図-1.1にレベル1信頼性設計法における部分係数の決定に必要な検討の全体フローを示す。なお、図中の番号は、各検討項目と対応する本資料の章を示したものである。図中のステップ1は、既報⁴⁾の検討フローである。ステップ1では、永続状態に対する控え矢板式係船岸の照査項目に対する目標安全性水準の設定を、実質的な安全率を指標とし

で行っている。ステップ2の(D)~(H)は、本研究の検討フローである。

第2章では、本研究の前提となる基本情報を示している。具体的には、矢板の根入れ長、矢板本体およびタイ材の応力照査について、限界状態の設定を行い、破壊モードおよび性能関数を示す。さらに、既報⁴⁾の結果に基づき、実質的な安全率を指標として設定された目標安全性水準の内容について概説する。第3章では、破壊確率の算定を行う前段として、設計因子の確率変数を設定する。第4章では、モンテカルロシミュレーションを用いた信頼性解析を行い、実質的な安全率を指標として設定された目標安全性水準を有する設計断面を対象として、破壊確率の評価を行う。その結果より、目標破壊確率を設定する。第5章では、目標破壊確率に対する部分係数を荷重抵抗係数アプローチに基づく方法で設定し、部分係数の適用範囲の検討を行う（以下、提案設計法という）。第6章では、性能照査法の違いを比較するために、H11設計法、H19設計法および第5章で検討した提案設計法における断面諸元をそれぞれ算出し、これら3つの設計法の違いによる断面比較を行う。

【ステップ1】既報⁴⁾



【ステップ2】本研究

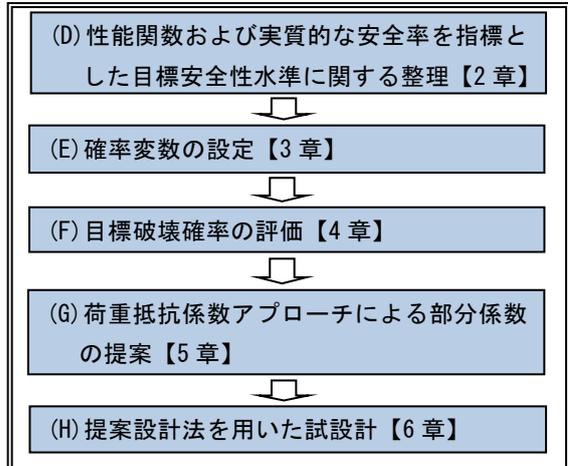


図-1.1 控え矢板式係船岸の永続状態におけるレベル1信頼性設計法に関する部分係数の設定フロー

2. 性能関数および実質的な安全率を指標とした目標安全性水準に関する整理

2.1 本章の概要

本章では、本研究の前提となる基本事項を示している。2.2では、本研究で対象とする控え矢板式係船岸の永続状態に関する矢板の根入れ長、矢板本体およびタイ材の応力照査について、照査方法および性能関数を示す。さらに、2.3では、既報⁴⁾の結果に基づき、実質的な安全率を指標として設定された目標安全性水準の内容について概説する。

2.2 性能関数

(1) 矢板の根入れ長

矢板の根入れ長は、フリーアースサポート法による設計手法を用いて照査する。フリーアースサポート法は矢板の根入れ下端において、タイ材取付点回りの曲げモーメントがゼロとなるような根入れ長を算定する設計手法である。

矢板の根入れ長の限界状態における照査は、図-2.1および式(2.1a)～式(2.1c)に示すとおり、タイ材取付点回りの受働側のモーメントが主働側のモーメント以上であることを満たすことで行われる。換言すると、受働側モーメントと主働側モーメントとの差で定義される性能関数 Z が、負にならないことを確認することで照査される。

$$Z = M_p - M_a (=R-S) \quad (2.1a)$$

$$M_p = P_{PH} \cdot y_1 \quad (2.1b)$$

$$M_a = P_{AH} \cdot y_2 + P_{WH} \cdot y_3 \quad (2.1c)$$

ここに、

Z : 性能関数(=R-S)

M_p (=R) : タイ材取付点まわりの受働側のモーメント

M_a (=S) : タイ材取付点まわりの主働側のモーメント

P_{PH} : 矢板に作用する受働土圧の水平合力

P_{AH} : 矢板に作用する主働土圧の水平合力

P_{WH} : 矢板に作用する残留水圧の合力

y_{1-3} : タイ材取付点から合力作用位置までの距離

(2) 矢板本体の応力およびタイ材の応力

矢板本体およびタイ材の応力は、仮想ばり法による設計手法を用いて算定する。ここで、仮想ばり法とは図-2.2に示すように、タイ材取付点と海底面を支点とし、矢板に海底面から上の土圧と残留水圧が分布荷重として作用する単純ばりと仮定し、矢板に作用する断面力(応力)を算定して設計を行う手法である。すなわち、この仮想的な梁(矢板)に対して、海底面から上面の主働土圧を算定し、矢板本体に発生する最大曲げモーメント(M_{max})あるいはタイ材取り付け点反力から算定されるタイ材張力(T)に基づいて、

矢板本体およびタイ材を決定する設計手法である。

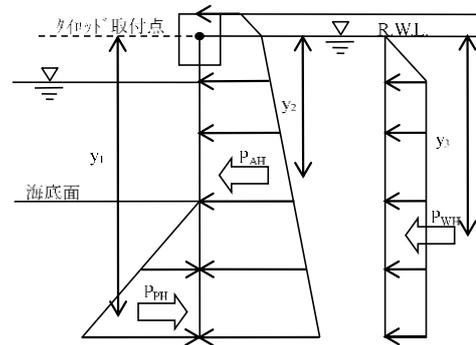


図-2.1 荷重図(根入れ長照査)

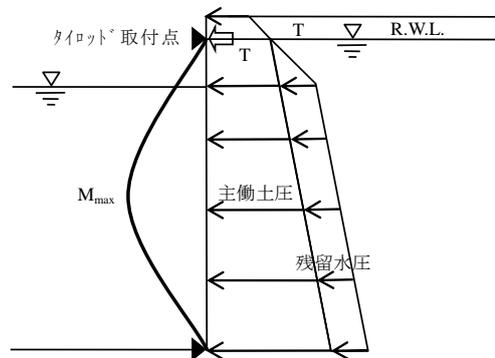


図-2.2 仮想ばり法の概念図

矢板本体の応力の限界状態における照査は、図-2.2および式(2.2a)～式(2.2b)に示すとおり、矢板鋼材の降伏強度 σ_y が矢板本体に作用する応力度 σ 以上であることを満たすことで行われる。

$$Z = \sigma_y - \sigma (=R-S) \quad (2.2a)$$

$$\sigma = M_{max} / Z_a \quad (2.2b)$$

ここに、

σ_y (=R) : 矢板本体の鋼材降伏強度

σ (=S) : 矢板本体に発生する応力度

M_{max} : 主働土圧および残留水圧により矢板本体に発生する最大曲げモーメント(仮想ばり法)

Z_a : 矢板本体(鋼矢板, 鋼管矢板)の断面係数

タイ材の応力の限界状態における照査は、式(2.3a)～式(2.3b)に示すとおり、タイ材の鋼材降伏強度 σ_y がタイ材に作用する引張応力度 σ 以上であることを確認する。

$$Z = \sigma_y - \sigma (=R-S) \quad (2.3a)$$

$$\sigma = T / A \quad (2.3b)$$

ここに、

σ_y (=R) : タイ材の鋼材降伏強度

T (=S) : タイ材1本あたりに作用する張力

A : タイ材の断面積

2.3 実質的な安全率を指標とした目標安全性水準の整理

既報⁴⁾では、実質的な安全率（以下、実質安全率という）を指標とし目標とすべき安全性水準を提案している。ここで、実質安全率とは、H11設計法とH19設計法により設定される最小断面や実際に建設された断面が保有している安全性を、安全率を指標として評価したものである。

本節では、既報⁴⁾の実質安全率を指標とした目標安全性水準の設定根拠を、根入れ長、矢板応力、タイ材応力ごとに再掲する。なお、4章では、本節で示した目標安全性水準を有する複数の設計断面を用いて、破壊確率の評価を行うことになる。

(1) 矢板根入れ長

既報⁴⁾では、矢板根入れ長については、H19設計法はH11設計法に比べてより大きな根入れ長を必要とするものの（図-2.3参照）、過去の設計断面で根入れ長さ不足による破壊に至っていない実績を踏まえ、目標とする安全性水準はH11設計法が保有していた水準とする、ことが提案されている。

この結果、根入れ長さに対する目標とする安全性水準（実質安全率を指標）として、表-2.1に示す2種類の地盤構成ごとに、その数値が提案されている。なお、表-2.1の実質安全率は、対象断面の設計条件下で、式(2.1b)により算出されるタイ材取付点回りの受働側のモーメントの特性値を、式(2.1c)により算出されるタイ材取付点回りの主働

側のモーメントの特性値で、除した値として定義される。

表-2.1 実質安全率を指標とした目標安全性水準（矢板根入れ長）⁴⁾

地盤構成	砂質土地盤 互層(砂質土主体)	互層(粘性土主体)
永続状態	1.5	1.2

(2) 矢板本体およびタイ材の応力

既報⁴⁾では、矢板本体およびタイ材の鋼材応力照査については、表-2.2に示すとおり各断面に発生する応力度に対する降伏応力度の比として実質安全率を指標とした目標安全性水準の提案が行われている。なお、鋼材応力照査における実質安全率とは、例えば矢板本体の場合、対象断面の設計条件下で、矢板本体の鋼材降伏強度 σ_y の特性値を、適用した設計法（H11設計法など）を用いて最小断面になる条件下で式(2.2b)によって計算される矢板本体に発生する応力度 σ の特性値で除した値として定義される。タイ材の実質安全率についても同様に定義される。

表-2.2 実質安全率を指標とした目標安全性水準（矢板本体応力、タイ材応力）

	照査項目	
	矢板本体	タイ材
永続状態	1.4	2.0

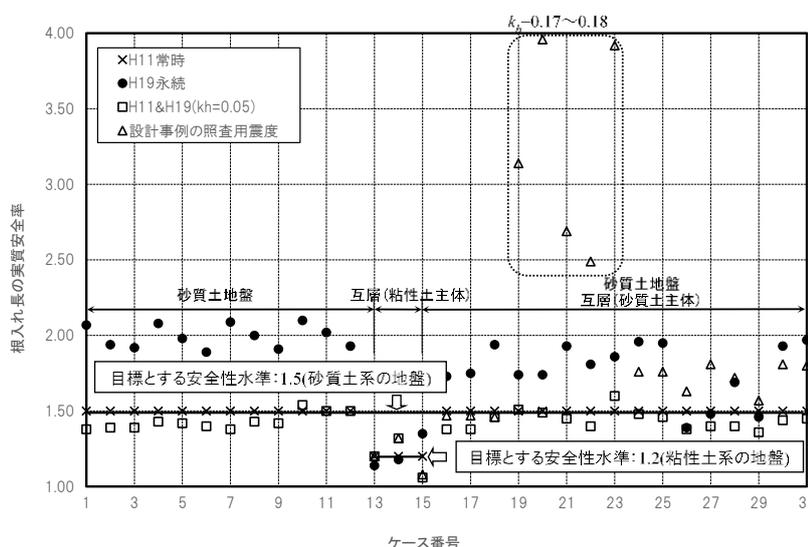


図-2.3 矢板根入れ長の実質安全率を指標とした目標安全性水準の設定（文献⁴⁾を一部変更・加筆）

既報⁴⁾では、矢板本体応力およびタイ材応力に対する目標安全性水準（実質安全率を指標）の範囲に関して、**図-2.4**及び**図-2.5**の結果から、以下の様に整理している。

・永続状態で必要とされる矢板断面（矢板壁本体およびタイ材（タイロッド））については、H19設計法はH11設計法に比べてより小さな断面で成立するものの、この断面諸元は、我が国の港湾構造物の耐震設計の下限として決まる最小断面（照査用震度0.05によって決まる断面）より小さな断面であり、実際に設計・建設されることがない低い水準であった。

一方、H11設計法による最小の矢板断面は、概ね照査用震度0.1以上で決まる断面と同程度であった。このため、H11設計法からH19設計法への移行にともしない、実質的に矢板断面の安全性水準の下限値が引き下げられたことになる。以上のことから、H19

設計法による設計事例を全国から集め、照査用震度0.05から0.10程度で設計された断面について、鋼材の降伏強度に対する永続状態における実質的な安全率を指標として、その安全性水準の設定実績を整理した。この結果、安全性水準の引き下げにより、矢板壁応力については鋼材応力の実質的な安全率として1.1~1.4程度の実績（H11年設計法：約1.7）、タイ材の応力については1.5~2.0程度の実績（H11設計法：2.5）があることがわかった。

これらの検討結果や設計モデルの誤差、実績数がまだ十分でないこと等を踏まえ、本研究では矢板の永続状態における鋼材応力に関する目標安全性水準として、当面、今回調査した設計実績の範囲における実質的な安全率の上限値付近（矢板は1.4、タイ材は2.0）とすることを提案する。

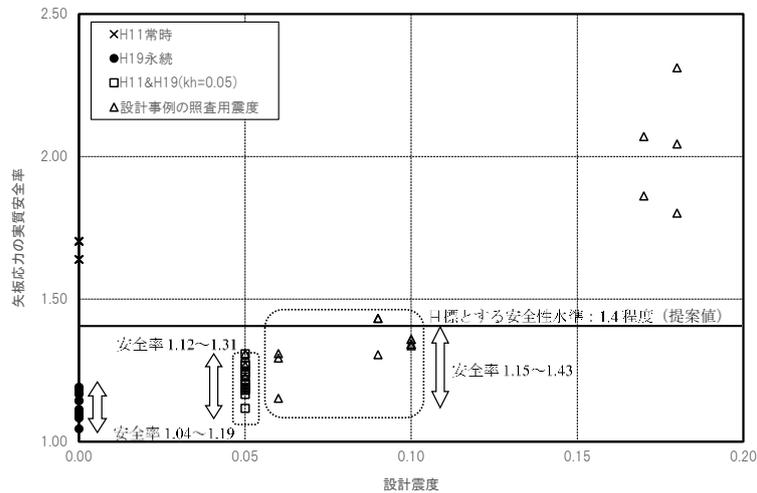


図-2.4 矢板本体応力に対する実質安全率を指標とした目標安全性水準の設定（文献⁴⁾を一部変更・加筆）

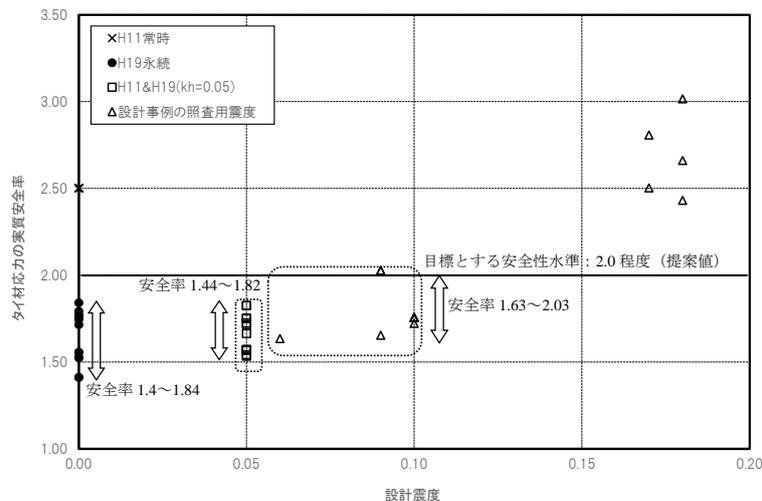


図-2.5 タイ材応力に対する実質安全率を指標とした目標安全性水準の設定（文献⁴⁾を一部変更・加筆）

3. 確率変数の整理

3.1 本章の概要

本章では、MCS でばらつきを考慮する設計因子の確率変数について概説する。3.2 では、MCS で用いる各設計因子に対して設定した統計的性質を簡潔に示す。また、3.3 においては、粘性土地盤のせん断強度（以下、粘着力と呼称する場合もある。）に関する統計的性質に関する設定手法を、3.4 では矢板壁に作用する主働土圧合力および受働土圧合力に関する考え方および統計的性質の設定手法をそれぞれ詳述する。

3.2 モンテカルロシミュレーションで考慮する確率変数

MCS で用いる確率変数は、矢板壁に作用する土圧合力および残留水圧を算定するための残留水位および鋼材の降伏強度である。表-3.1にMCSに用いる各確率変数の統計的性質を示す。なお、土圧合力に関する変動係数の設定手法については、3.4で詳述する。それ以外の統計的性質の設定根拠は付録A(1,2)に示す。

表-3.1 確率変数の統計的性質

確率変数とする設計パラメータ	確率分布	平均値の偏り	変動係数
矢板壁に作用する土圧合力(主働, 受働)	正規分布	1.00	詳細 3.4参照
残留水位	正規分布	1.00	0.05
鋼材(SY295,SY390) (SKY400, SKY490)	正規分布	1.20	0.09
鋼材(HT690,HT740) (SS400, SS490)	正規分布	1.11	0.07

3.3 粘性土地盤のせん断強度

(1) 概要

「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年）」¹⁾において、設計に用いる地盤パラメータの特性値を設定する方法として、地盤調査や土質試験から得られたデータのばらつきの大小やデータ数の多少に応じて、データの推定値（平均値）を補正するための簡易的な補正方法が導入された。ただし、後で詳細に述べるが、以下のような二つの大きな課題がある。

一点目の課題は、この補正方法は、実際の設計における利便性に配慮して作成されたため、何らかの統計的性質から厳密に導かれた補正係数ではない（渡部ら）⁶⁾、ことである。二点目は、この補正方法の導入とH19設計法による部分係数法の構築は、必ずしも相互に関係性をもって構築されているものではないことである。

以上のことから、本節では、以下(2)～(7)に示す内容につ

いて順を追って説明し、本研究で対象とする地盤パラメータの統計的性質の設定や部分係数の適用範囲の前提となる地盤パラメータのばらつきやデータ数の対象範囲の考え方について、基本的な立場を明確にする。

まず、(2)では、地盤パラメータの補正方法について概説する。(3)では、地盤パラメータの補正方法の実務設計における適用状況について概説する。(4)では、地盤パラメータの補正方法とH19設計法（部分係数法）との関係性や残された課題、本研究における課題への対応方針について述べる。(5)では、実態調査に基づき、粘性土の粘着力の変動係数およびデータ数の一般的な範囲を示す。以上の結果に基づき(6)では、本研究で提案する部分係数の適用範囲となる粘性土の変動係数・データ数の範囲を特定する。最後に、(7)として、上述した一点目の課題に対応して、本研究のMCS計算の入力条件として必要となる「粘性土地盤のせん断強度の変動係数」を設定する方法とその結果について詳述する。

(2) 地盤パラメータの特性値の設定方法

(1)に示す地盤パラメータの特性値を設定する方法の骨子は、式(3.1)に示すとおりである。すなわち、各種の地盤調査や土質試験等から推定される導出値（直接の計測値、または計測値を理論式や経験式に基づき別の工学量に換算した値）の平均値（期待値）に基づき設定した地盤パラメータの深度方向の推定値 a^* に対して、導出値の変動係数に応じた補正係数 b_1 およびデータ数に応じた補正係数 b_2 を乗じることにより、地盤パラメータの特性値を設定する方法である。

$$a_k = b_1 \times b_2 \times a^* \quad (3.1)$$

ここに、

- a_k : 地盤パラメータの代表値（特性値）
- b_1 : 導出値のばらつきに関する補正係数
- b_2 : 導出値のデータ数に関する補正係数
- a^* : 地盤パラメータのモデル値（推定値）

補正係数 b_1 の導入により、導出値のばらつき（地盤の不均質性が高い、サンプリング時の乱れが大きい、土質試験法が適切でない、深さ方向の地盤パラメータの分布に対するモデル化が適切でないなど）に起因する不確定要因を考慮した安全側の地盤パラメータの特性値の設定がなされる。表-3.2に、文献¹⁾に提示されている補正係数の値を示す。なお、同表に示すとおり、変動係数が0.1未満の場合は、統計結果にある程度の信頼性が担保されるとし、導出値の平均値（期待値）を特性値としている（補正係数 $b_1 = 1.0$ ）。

表-3.2 補正係数 b_1 の算定表¹⁾

変動係数	補正係数 b_1	
	特性値を導出値よりも小さい値に補正する必要がある場合	特性値を導出値よりも大きい値に補正する必要がある場合
0 以上 0.1 未満	1.0	1.0
0.1 以上 0.15 未満	0.95	1.05
0.15 以上 0.25 未満	0.9	1.1
0.25 以上 0.4 未満	0.85	1.15
0.4 以上 0.6 未満	0.75	1.25
0.6 以上	結果の解釈やモデル化の再検討、あるいは再調査	

一方、上述した導出値の変動係数に基づく補正方法は、統計処理を行うのに十分なデータ数があることが前提である。このため、データ数が統計処理をするのに不足している場合には、式(3.2)に示す導出値のデータ数に関する補正係数 b_2 が設定されている。すなわち、データ数 n が10個以上あることにより、統計結果にもある程度の信頼性が出てくるものと考え、それより不足する場合には補正係数を安全側になるように補正し、特性値が設定される。なお、式中の符号については、当該地盤パラメータの特性値を性能照査上、導出値よりも小さい値に補正する必要がある場合には負、導出値よりも大きい値に補正する必要がある場合には正をとる。

$$b_2 = (1 \pm 0.5/n) \quad (3.2)$$

ここに、

n : データ数 (10個未満. $n \geq 10$ の場合、補正は不要.)

(3) 実務設計における補正係数(b_1, b_2)の適用状況

次に、実務設計における、(2)に示した補正係数(b_1, b_2)の適用状況を示す。

①補正係数 b_1

実務設計では、対象地盤の単位体積重量、地盤のせん断強度(砂質土の場合:せん断抵抗角の正接、粘性土の場合:粘着力)など各種の地盤パラメータに対して、導出値から算定した変動係数に基づき、表-3.2に示される補正係数 b_1 が適用される。ただし、実際にはほとんどの地盤パラメータの変動係数は0.10未満であり、補正係数 $b_1=1.0$ が利用されることが多い。ただし、粘性土の粘着力については、変動係数は一般に大きく、補正係数 b_1 として1.0未満の値が適用されることも多い(以下(5)で具体的なデータを示す.)。

②補正係数 b_2

補正係数 b_2 についても、①で述べた各種の地盤パラメータに対して、導出値から変動係数を算定する際に用いたデータ数に基づき、式(3.2)に利用して算定した補正係数 b_2 が実務設計で適用される。一般的には、データ数 n は、10個

以上は確保されている。これは、設計上の土層区分は数メートル以上の厚さで設定されること、およびボーリング調査地点が異なっても同一土層と判断されれば、対象土層のデータとして反映することができるためである。なお、実務設計でのデータ数 n の設定事例の内訳についても、以下(5)で具体的なデータを示す。

(4) 地盤パラメータ補正方法とH19設計法の関係及び課題 ①課題

H19設計法(部分係数法)では、矢板式係船岸に上記(2)において示した粘着力の特性値に対し、部分係数を乗じた設計用値を用いて性能照査を行い、照査対象とする破壊モードの破壊確率が、目標破壊確率以下となることを照査する体系となっている。

ただし、控え工を有する矢板式係船岸に関する、H19設計法の部分係数は、粘着力の変動係数は0.10のみ(即ち、補正係数 $b_1=1.0$)に対して設定されている。また、明確な記載はないが、H19設計法による部分係数は、十分なデータ数が確保されていることが前提であると考えられる(即ち、補正係数 $b_2=1.0$)。しかしながら、それ以外(補正係数 $b_1=b_2=1.0$ 以外)の補正係数 b_1 または b_2 が乗じられた特性値に対して部分係数(H19設計法)を利用した際の、性能照査に対する適用性については明らかにされていない。

②本研究における対応方針

以上の課題を踏まえて、本研究では、目標安全性水準の見直しと荷重抵抗係数アプローチに基づく部分係数の設定を行うと同時に、あらたに設定した部分係数に対する、地盤パラメータの特性値に補正係数 $b_1=b_2=1.0$ 以外の係数を乗じた場合への適用性についても検討する。

具体的には、補正係数 $b_1=b_2=1.0$ 以外を適用する地盤パラメータとして、(3)で述べた結果に基づき、粘性土の粘着力のみを対象とし、それ以外の地盤パラメータについては補正係数 $b_1=b_2=1.0$ を全て適用することとした。次に、次項(5)に示す「粘着力の変動係数およびその算定に用いるデータ数に関する実態調査」の結果から、本研究で設定する部分係数の適用範囲として、粘着力の変動係数およびデータ数の範囲を設定する。(5)において設定する適用範囲は、MCSによる破壊確率の評価の際の前提条件となる(4章)。

(5) 粘着力の変動係数およびデータ数に関する実態調査

本項では、粘着力の変動係数、およびその算定に用いるデータ数に関する実態調査を行った結果を示す。なお、実態調査に関する詳細データは、付録Bに示す。

(a) 実態調査に関する整理対象

実態調査は、(i)国土情報検索サイト(以下、Kunijibanという)からの抽出データと、(ii)H19設計法で実際に設計に用いられたデータを整理対象とした。以下、各々のデータの内訳を示す。

(i) 地盤データベース (Kunijiban)

地盤データベース (Kunijiban) には、粘性土の粘着力として、一軸圧縮強度が掲載されている。当該データベースから抽出した一軸圧縮強度は、2016年11月に登録されている港湾を対象とする。また、港湾の選定では、各地方整備局に少なくとも1港湾を対象として、一軸圧縮試験が行われているボーリングデータから抽出する。整理に使用した調査数は69である。

(ii) H19設計法における設計事例

本研究で検討対象とする全国の設計事例19ケース(表-4.2参照)に関する設計計算報告書を対象とする。整理に使用した調査数は10である。

(b)粘着力の変動係数とデータ数に関する整理

図-3.1に、上記整理から得られた一軸圧縮強度(粘着力=一軸圧縮強度/2)に関する変動係数の割合を示す。なお、同図中の割合は、本整理に用いた調査数(=79)を100%として算定したものである。図に示すように、一軸圧縮強度の変動係数は0.15以上0.25未満が最も多く43%、次いで0.25以上0.40未満の25%である。その他の区分は10%前後であり、全体として偏った傾向には無い。なお、変動係数0.6以上となったデータは今回の整理結果では見られなかった。

また、図-3.2に上記粘着力の変動係数を算定する際に用いたデータ数に関して、図-3.1と同様に整理した結果を示す。データ数が10個以上の割合は72%と、そのほとんどを占めていることが分かる。

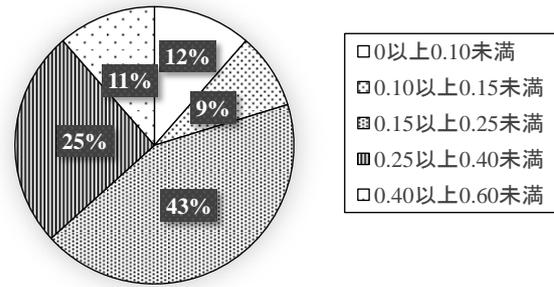


図-3.1 一軸圧縮強度の変動係数の割合 (Kunijiban, 設計事例)

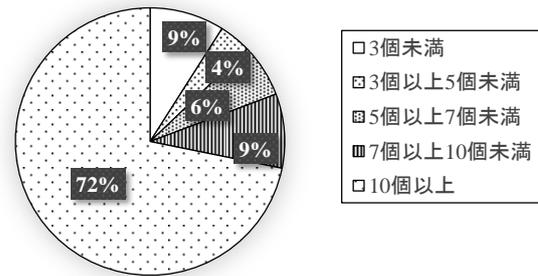


図-3.2 一軸圧縮強度のデータ数の統計 (Kunijiban, 設計事例)

(6) 本研究で提案する部分係数の適用範囲となる粘性土の変動係数・データ数の範囲

以上の検討結果より、本研究で提案する部分係数の適用範囲として、粘性土の粘着力に関する変動係数は0.0以上0.6未満までを対象とし、データ数については10個以上を対象とする。なお、粘性土の粘着力以外の地盤パラメータについては、変動係数は0.0以上0.1未満、データ数は10個以上を対象とする。

(7) MCSに用いる粘着力に関する変動係数の設定

①概要

本項では、3.3(1)に示した一点目の課題、すなわち(2)に示す地盤パラメータの補正方法は、実際の設計における利便性に配慮して作成されたため、何らかの統計的性質から厳密に導かれた補正係数ではない⁶⁾、ことへの対応内容を示す。具体的には、実際設計で導出値から算出される変動係数と(2)に示す地盤パラメータの補正方法の両者を考慮した上で、MCS計算の入力条件として必要となる「粘性土地盤のせん断強度の変動係数」を統計的な意味を持たせて設定する。

②Ovesen⁷⁾による地盤パラメータの特性値の設定提案式

粘着力の特性値を算定する際の、推定値に乘じる補正係数 b_1 および b_2 は、上記表-3.2および式(3.2)に示すとおり、

粘着力の変動係数やデータ数で場合分けされた値として提案されている。この表および式は、実際にはOvesen⁷⁾による、特性値を算定するための提案式を参考として提案されているが、最終的には、渡部ら⁶⁾による実際の設計における利便性に配慮して作成されたため、何らかの統計的性質から厳密に導かれた補正係数ではない。

ここで、Ovesen⁷⁾の提案式は以下の式(3.3)に示すとおりである。この式は、データ数が十分にある条件下で、母平均が推定された平均値の95%信頼水準（下限側）に対応した特性値を設定することを目的としている。

$$a_k = \mu(a) - \frac{1.645\sigma(a)}{\sqrt{n}} \quad (3.3)$$

ここに、

- a_k : 地盤強度の特性値
- μ : 地盤強度の平均値
- σ : 地盤強度の標準偏差
- n : データ数

である。

③Ovesen⁷⁾の提案式を援用した変動係数の設定

(a)仮定

本研究では粘性土に関する変動係数を設定するに当たり、以下の仮定を設けた。

- ・粘着力の特性値は地盤物性値に関する母平均の95%信頼水準であるとした。これは、式(3.3)に関する元々の仮定である。
- ・H19設計法において、補正係数 b_1 、 b_2 を用いて得られる特性値は、式(3.3)で求められる特性値と等しいとする仮定を行った。

(b)導出過程

以下、(a)に示す仮定に基づき、MCSの入力条件として利用する粘性土の変動係数を算出する方法について導出する。

Ovesen⁷⁾による提案式(3.3)の両辺を $\mu(a)$ で除すと、下式となる。

$$\frac{a_k}{\mu(a)} = 1.0 - \frac{\sigma(a)}{\mu(a)} \frac{1.645}{\sqrt{n}} \quad (3.4)$$

一方、H19設計法による特性値 a_k の算定方法は、前述したとおり導出値 a^* と補正係数 b_1 および b_2 を用いると、式(3.1)に示す方法で表される。式(3.1)の両辺を a^* で除すると、以下の式(3.5)のようになる。

$$\frac{a_k}{a^*} = b_1 \cdot b_2 \quad (3.5)$$

導出値 a^* は、地盤強度に関する平均値が用いられることが一般的であるため、式(3.4)の左辺と式(3.5)の左辺は同等なものとして解釈することが出来る。このとき、式(3.4)の $\sigma(a)/\mu(a)$ が変動係数であることに注意して整理すると以下の式(3.6)が得られる。

$$b_1 \cdot b_2 = 1.0 - CV' \frac{1.645}{\sqrt{n}} \quad (3.6)$$

式(3.6)の右辺に現れる CV' を、本研究における粘着力に関する変動係数として設定した。

(c) MCSに用いる粘着力に関する変動係数(CV')

表-3.3に、補正係数 b_1 と補正係数 b_2 との積 $b_1 \times b_2$ （式(3.6)の左辺）と本研究における粘着力の変動係数 CV' の関係を示す。ただし、前述したとおり、変動係数 CV' の算定にあたっては、データ数 n は10としている。なお、本設定に関する更なる詳細事項は、付録Cに示す。4章で行う破壊確率の計算においては、表-3.3に示す変動係数 CV' を利用する。

表-3.3 補正係数 $b_1 \times b_2$ に対する変動係数

補正係数 b_1 の区分 (土質調査結果の CV)	補正係数の積 $b_1 \times b_2^{**}$	変動係数 CV'
0.00以上0.10未満	1.00	0.10
0.10以上0.15未満	0.95	0.10
0.15以上0.25未満	0.90	0.19
0.25以上0.40未満	0.85	0.29
0.40以上0.60未満	0.75	0.48

※：データ数は10個として、補正係数 b_2 は1.0で固定

3.4 土圧合力の統計的性質の設定

(1) 概要

本研究では、MCS による破壊確率の評価を行う際、矢板壁に作用する主働土圧および受働土圧について、各土層の土圧強度をばらつかせるのではなく、矢板壁全体に作用する土圧合力（主働土圧合力、受働土圧合力）を確率変数として設定し、そのばらつきを考慮することとした。本節では、矢板壁に作用する土圧合力を、MCS で直接利用する確率変数とした理由と、土圧合力の統計的性質の設定手法をそれぞれ詳述する。

(2) 矢板壁における主働土圧および受働土圧の統計的性質の設定にあたっての留意点

矢板壁の根入れ長や応力の照査に関して、破壊確率を評価するためには、矢板壁における主働土圧および受働土の統計的性質を適切に設定する必要がある。土圧強度の算定については、設計上は土圧理論に基づく算定式を用いることができるが、その推定誤差については知見がほとんどないのが実状である。

図-3.3は、砂質土の間に粘性土が挟まった互層地盤における、設計上仮定している矢板に作用する主働土圧分布のイメージ図である。粘性土が存在した場合の土圧強度を評価する式は、以下の式(3.7)に示すとおりであり、粘性土の粘着力が大きい場合、式(3.7)の右辺が負となるため、粘性土層からの土圧はゼロとなる分布となる。

$$P_a = \Sigma \gamma h + \omega - 2c \quad (3.7)$$

ここに、

- P_a : 各土層下面に作用する主働土圧強度の特性値
- γ : 各土層の単位体積重量
- h : 各土層の層厚
- ω : 地表面の載荷重
- c : 粘着力

しかしながら、実際の土圧分布が、この図に示すような分布形状になるのかについても不明である。

さらに、矢板に作用する曲げモーメントに関しては、例えば既報⁴⁾に示している「平成13年度北海道十勝港人工地震による振動実験」では、図-3.4に示すように、砂質土と粘性土の互層地盤に対して矢板に発生する最大曲げモーメントの差が設計値と計測値で2倍程度ある等の限られた知見は得られているが、土圧合力の推定誤差については不明である。

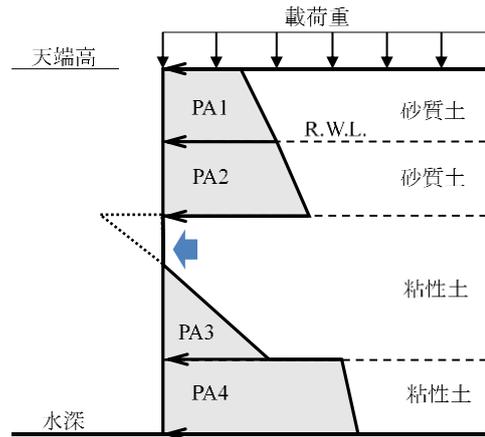


図-3.3 矢板壁に作用する土圧のイメージ図

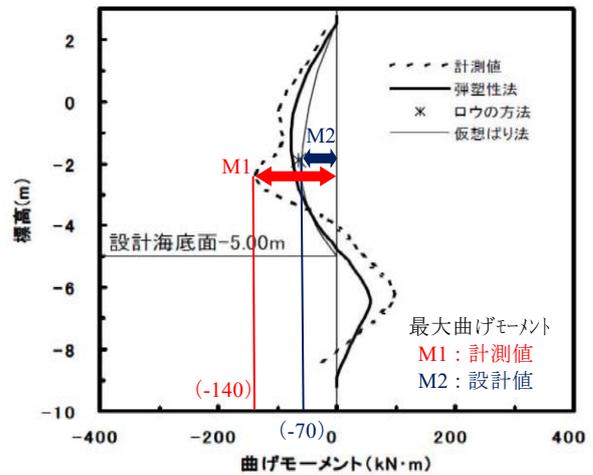


図-3.4 設計値と計測値の比較⁴⁾
(H11設計法)

(3) 基本的な対応方針

各々の土層に対して単位体積重量やせん断強度などの地盤パラメータの統計的性質を設定し、土圧算定式や土圧分布形状を正解として信頼性解析を実施することは可能である。しかしながら、(2)に示したとおり、矢板壁に作用する土圧分布や土圧強度自体の推定誤差や統計的性質は不明な点が多い。

このため、本研究における信頼性解析では、矢板壁に作用する土圧について、今後実測を行うことによりデータの蓄積が可能であるという観点から、矢板壁全体に作用する合力を確率変数として位置づけた。また、その統計的性質については、一定の工学的判断も踏まえて設定することとした。

具体的には、菊池ら⁸⁾によって実験室で計測された砂質土地盤における主働土圧係数 ($K_a \cdot \cos \delta$) のばらつきから、砂質土の主働土圧係数の統計的性質として、平均値の偏り1.0、変動係数0.12を設定した。この設定根拠については、

付録Dに示す。その上で、以下(3)に示すモデル地盤を想定し、粘性土が介在する場合も含めて、代表的なとして「砂質土主体の地盤構成」と「粘性土主体の地盤構成」の2種類の地盤構成を設定し、それらの地盤に対して主働土圧合力と受働土圧合力の統計的性質として、正規分布を仮定し、変動係数を設定した。以下、この設定方法について述べる。

(4) 矢板壁に作用する土圧合力の変動係数の算定

本項では、(1)で示した矢板壁に作用する土圧合力の変動係数の設定に関する検討モデル、土質条件および土圧合力の算定に関する設計因子の確率変数と算定結果を示す。なお、詳細な検討過程は付録Dに示す。

① 検討モデルの設定

(a) 構造諸元および土質条件

構造諸元は、表-3.4に示す既報⁴⁾で設定した全国の港湾を対象とした平均的な諸元とする。土質条件は、表-3.5に示す砂の内部摩擦角は、既報⁴⁾で設定した相対密度が「緩い」「中位」「密な」の3種類を設定し、粘性土の粘着力は、土質工学の範疇で想定可能な諸元とするとともに、層厚は砂質土主体と粘性土主体で区別する。

表-3.4 構造諸元

項目	諸元
天端高	+2.0m,+4.0m,+6.0m
水深	4.5m,7.5m,10.0m,13.0m,16.0m
上載荷重	30kN/m ²
R.W.L.	2/3 (H.W.L. - L.W.L.) + L.W.L.

表-3.5 土質条件

項目	諸元
砂の内部摩擦角	30°, 35°, 40°
粘性土の粘着力	主働土圧：正規圧密粘土の強度 受働土圧：矢板が自立する強度
粘性土の層厚	互層(砂質土主体)：層厚Hの1/2未満 互層(粘性土主体)：層厚Hの1/2以上

※層厚H：R.W.L.以下の対象層厚

(b) モデル図

(a)で設定した構造諸元および土質条件に対して検討モデルを図-3.5、図-3.6に示す。

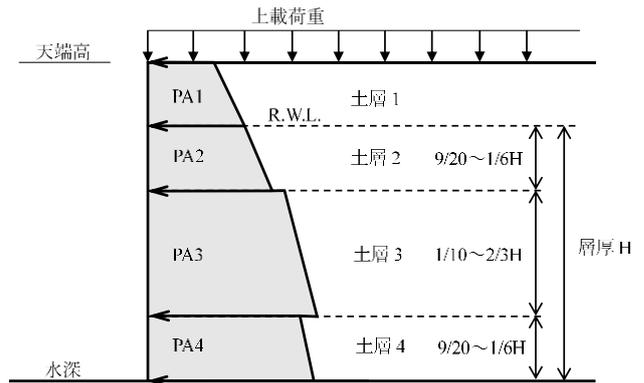


図-3.5 主働土圧合力のモデル (互層地盤の場合)

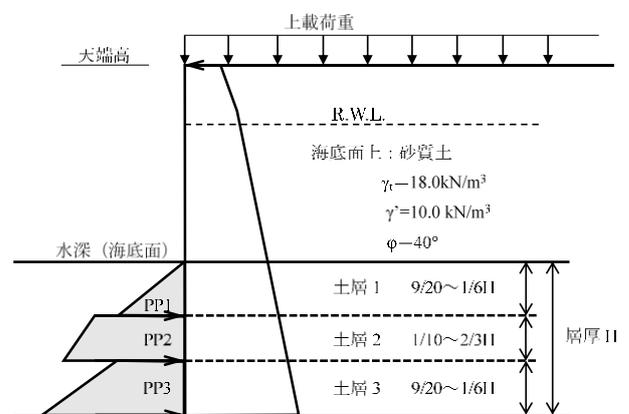


図-3.6 受働土圧合力のモデル (互層地盤の場合)

(c) 設計因子の確率変数およびMCSの計算条件

表-3.6に土圧合力の変動係数の算定に用いる設計因子の確率変数とMCSの計算条件を示す。なお、詳細な設定根拠は付録A(3~6)に示す。また、MCSに用いる粘着力の変動係数は、前述した表-3.3に示すとおり、特性値を算定する補正係数の積($b_1 \times b_2$)に対応した変動係数CV'を逆算して設定する。

表-3.6 設計因子の確率変数と MCS の計算条件

項目	平均値の偏り μ/Xk	変動係数 CV
砂のせん断強度 $\tan\phi$	1.00	0.10
粘性土の粘着力 c	1.00	※
主働土圧係数 $K_a \cdot \cos\delta$ 受働土圧係数 $K_p \cdot \cos\delta$	1.00	0.12
湿潤単位体積重量 γ_t	1.02	0.04
水中単位体積重量 γ'	1.00	0.03
局所平均の分散関数	Vanmarcke(1977) ⁹⁾	
自己相関距離 θ	1.00m ($\tan \phi$) 1.25m (c)	
乱数の発生回数	10 万回	

※ 表-3.3参照

② 土圧合力の変動係数の算定手法

土圧合力の変動係数は、表-3.7に示すとおり各土層の土圧合力の合計値に対する平均値と標準偏差から、算定値の分布形状を正規分布と仮定して算定する。算定値の分布形状の妥当性は、図-3.7の作図結果から正規分布の理論値との比較として χ 乗検定を行った結果、 χ 二乗値(115.1)が5%有意水準(6.0)を超えているものの、図-3.8に示すQQplotにおいて99%信頼水準以上の範囲において理論値と算定値が異なる程度でMCSを行う上では理論値を用いて検討を行っても問題ないと判断する。ここで、QQplotとは、2つの標本が同じ分布によるものであるかどうかを視覚的に評価するために使われる手法である。

表-3.7 主働土圧合力の変動係数の算定手法(例)

MCS	各土層の主働土圧合力					合計 (土圧合力)
	PA_1	PA_2	PA_3	...	PA_N	ΣPA
1回目	PA_{11}	PA_{21}	PA_{31}	...	PA_{N1}	P1
2回目	PA_{12}	PA_{22}	PA_{32}	...	PA_{N2}	P2
3回目	PA_{13}	PA_{23}	PA_{33}	...	PA_{N3}	P3
...
n回目	PA_{1n}	PA_{2n}	PA_{3n}	...	PA_{Nn}	Pn
平均 (AVERAGE)						$P_{average}$
標準偏差(SD)						P_{SD}
変動係数(CV)						$P_{SD}/P_{average}$

③ 算定結果

②の算定手法を用いた土圧合力の変動係数の算定結果を以下に示す。

全て砂質土で構成された砂質土地盤は、対象ケースの平均値として主働土圧合力に対する変動係数を0.13、受働土圧合力に対する変動係数を0.15とする。

また、互層地盤に対しては、補正係数 b_1 の変動係数の区分に対応させ、対象ケースの平均値として表-3.8に一覧表

としてまとめる。後述するMCSで実施する破壊確率の算定では、これらの変動係数を用いるものとする。

表-3.8 互層地盤の土圧合力の変動係数

補正係数 b_1 変動係数の区分	主働土圧合力		受働土圧合力	
	地盤構成 ^{※1}			
	①	②	①	②
0.00以上0.10未満	0.13	0.13	0.14	0.13
0.10以上0.15未満	0.13	0.14	0.14	0.13
0.15以上0.25未満	0.14	0.15	0.14	0.14
0.25以上0.40未満	0.15	0.17	0.15	0.16
0.40以上0.60未満	0.18	0.23	0.16	0.20

※1：地盤構成①は互層(砂質土主体)、地盤構成②は互層(粘性土主体)

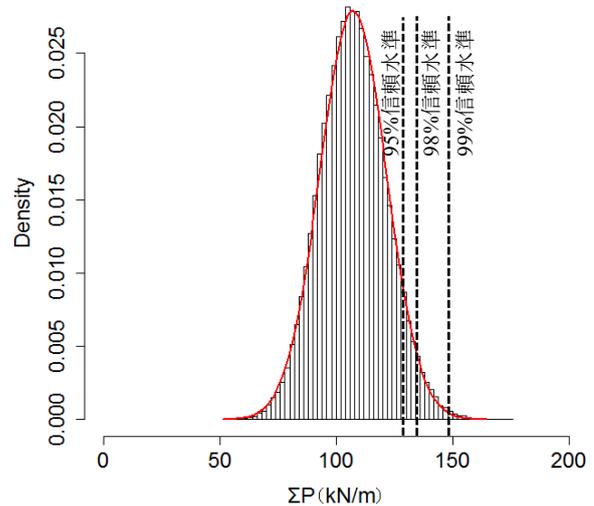


図-3.7 主働土圧合力の頻度分布の比較の一例 (天端高+2.0m, 水深4.5m, 砂質土地盤φ砂質土)

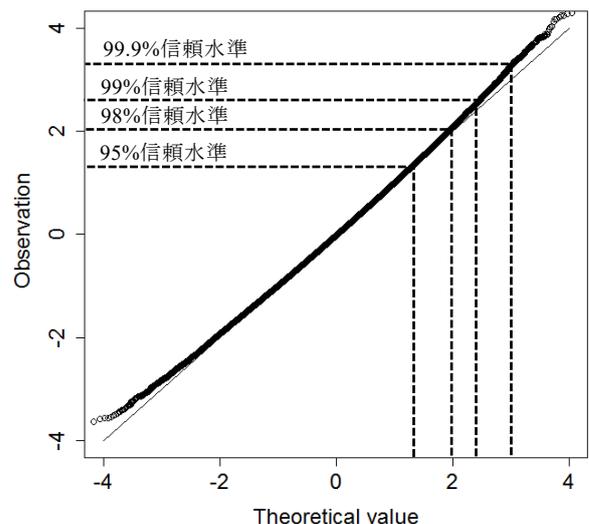


図-3.8 主働土圧合力のQQplotの一例 (天端高+2.0m, 水深4.5m, 砂質土地盤φ40°)

4. 目標破壊確率の評価

4.1 本章の概要

本章では、実質安全率を指標として設定された目標安全性水準を有する設計断面を対象として、前章で設定した確率変数およびMCSを用いて信頼性解析を行い、破壊確率の算定を行う。目標破壊確率はその結果から設定する。

4.2では、キャリブレーション対象断面の詳細について説明する。4.3では、MCSによる破壊確率の算定方法について概説する。4.4では、控え矢板式係船岸の永続状態における矢板の根入れ長、矢板本体およびタイ材の応力の照査項目ごとに、破壊確率の算定結果を示す。4.5では、目標破壊確率の設定を行う

4.2 検討断面

(1) 検討断面

破壊確率を算定するための検討断面は、各照査項目に対して2.3で設定した実質安全率を指標とした目標安全性水準を満たす最小断面とする。検討断面を設定するための構造諸元および地盤モデルは、平均的な砂質土地盤の標準モデル12断面と、H19設計法で性能照査を実施した設計事例のモデル19断面を対象とし、既報⁴⁾と同じ全31断面とする。ただし、設計事例のモデルに関しては、MCSを実施する上で便宜上、陸側と海側の土層構成（標高、土質条件）を同じとする。表-4.1に、検討に用いた設計パラメータの一覧を示す。表-4.2に、検討条件の一覧を示す。付録Eには、検討断面図を示す。

粘性土を挟む互層地盤のモデル（全13断面）に対しては、粘着力の推定値に補正係数 b_l を乗じた特性値に対してもそれぞれ断面を設定し、破壊確率の算定を行う。ここで、補正係数 b_l は、表-3.3に示すとおり、変動係数に対応した係数を利用する。なお、粘着力の特性値は、式(4.1)により設定する。ここで、式(4.1)は、式(3.1)において補正係数 $b_2=1.0$ （本研究ではデータ数 n が10個以上を対象）とすることにより導出される。

$$c_k = c^* \times b_l \quad (4.1)$$

ここに、

c_k : 粘着力の特性値

c^* : 粘着力の推定値

b_l : 変動係数に対応した補正係数

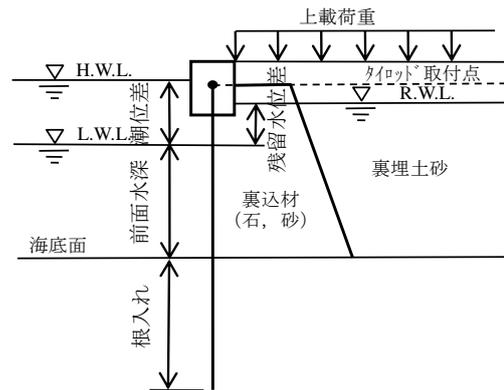


図-4.1 検討断面諸元

(2) 地盤条件に関するモデルの呼称

本研究では、土層構成によるモデルの呼称を便宜上、照査項目ごとに区分する。

1) 矢板の根入れ長照査

矢板の根入れ長の破壊確率の算定は、全て砂質土で構成した砂質土地盤と砂質土層の間に粘性土が挟まった地盤に対して検討する。本研究では、以下の(a)~(d)の4種類に対して地盤構成に応じたモデル化を行う。

(a)砂質土地盤：全て砂質土で構成した地盤

(b)互層（砂質土主体）：

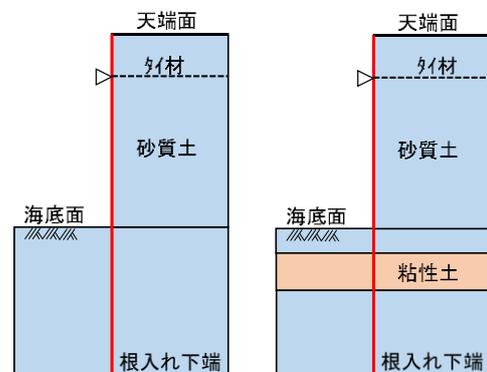
海底面～根入れ下端までの層厚に対して粘性土が50%以下の地盤

(c)互層（粘性土主体）：

海底面～根入れ下端までの層厚に対して粘性土が50%以上の地盤

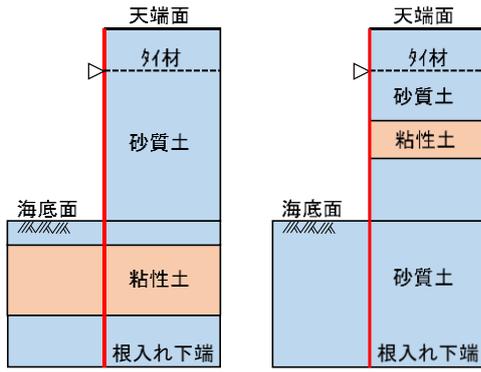
(d)互層（海底面以下砂質土）：

海底面～天端までの層厚に対して粘性土があるが、海底面以下には粘性土がない地盤



(a)砂質土地盤

(b)互層地盤(砂質土主体)



(c) 互層地盤(粘性土主体) (d)互層地盤(海底面以下砂質土)

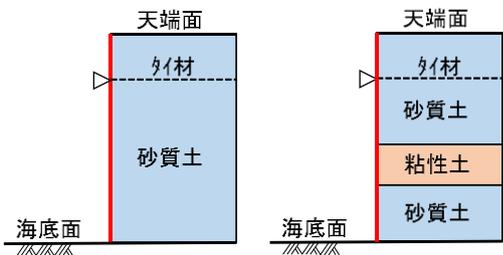
図-4.2 土層構成による地盤の種類 (根入れ長)

2) 矢板本体およびタイ材の応力照査

矢板本体およびタイ材の応力に関する破壊確率の算定は、根入れ長の照査と同様に地盤構成に応じたモデル化を行う。ここで、既報⁴⁾では実質安全率を指標とした目標安全性水準は地盤構成によらず1種類が設定されている。しかし、地盤構成の違いによって破壊確率が異なった場合、部分係数を変える必要があるかを判断するために、根入れ長の照査と同様のモデル分けを行うこととした。

本研究では、以下の(a)~(c)の3種類を地盤構成に応じたモデル化を行う。ただし、最大曲げモーメントおよびタイ材の張力算定では、海底面以下の地盤による影響はないためモデルの設定は行っていない。

- (a)砂質土地盤：全て砂質土で構成した地盤
- (b)互層(砂質土主体)：海底面～根入れ下端までの層厚に対して粘性土が50%以下の地盤
- (c)互層(粘性土主体)：海底面～根入れ下端までの層厚に対して粘性土が50%以上の地盤



(a)砂質土地盤 (b)互層地盤(砂質土主体)

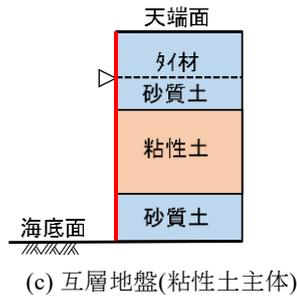


図-4.3 土層構成による地盤の種類 (矢板本体およびタイ材の応力照査)

表-4.1 検討に用いた設計パラメータの一覧

設計因子	条件	備考
潮位差	0.3m 1.8m 4.5m	
残留水位差	0.2m 1.2m 3.0m	潮位差0.3mのとき 潮位差1.8mのとき 潮位差4.5mのとき
天端高 (水面からの高さ)	2.0m 4.0m 6.0m	潮位差0.3mのとき 潮位差1.8mのとき 潮位差4.5mのとき
前面水深 (L.W.L.の水深)	4.5m 7.5m 10.0m 16.0m	
裏込石の飽和単位体積重量	20kN/m ³	
裏込石の湿潤単位体積重量	18kN/m ³	
内部摩擦角	40° 35°	裏込石 原地盤
壁面摩擦角	15°	
上載荷重	30kN/m ²	
根入れ長	必要最小長	
矢板	必要最小断面	SY390.SKY490
タイ材	必要最小径	HT690

表-4.2 検討条件一覧

モデル	ケース	水深 (m)	潮位差 (m)	残留 水位 (m)	天端高 (m)	壁体高 (m)	単位体積重量 (kN/m ³)						上載 荷重 (kN/m ²)	内部摩擦角 (°)					粘着力 (kN/m ²)		地盤種別		
							裏埋土 裏込石		砂質土		粘性土			壁面 摩擦角	裏埋 土	裏込 石	背後 地盤	原地 盤	背後 地盤	原地 盤	根入れ長	矢板の 応力	タイ材の 応力
							飽和	湿潤	飽和	湿潤	飽和	湿潤											
標準モデル	1	4.5	0.3	0.2	2.0	6.5	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
	2	4.5	1.8	1.2	4.0	8.5	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
	3	4.5	4.5	3.0	6.0	10.5	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
	4	7.5	0.3	0.2	2.0	9.5	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
	5	7.5	1.8	1.2	4.0	11.5	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
	6	7.5	4.5	3.0	6.0	13.5	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
	7	10.0	0.3	0.2	2.0	12.0	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
	8	10.0	1.8	1.2	4.0	14.0	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
	9	10.0	4.5	3.0	6.0	16.0	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
	10	16.0	0.3	0.2	2.0	18.0	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
	11	16.0	1.8	1.2	4.0	20.0	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
	12	16.0	4.5	3.0	6.0	22.0	20.0	18.0	20.0	18.0	-	-	30.0	15	30	40	-	35	-	-	(a)	(a)	(a)
設計事例のモデル	13	6.1	0.5	0.33	2.3	8.4	-	-	○	○	○	○	20.0	15	-	-	○	○	-	○	(c)	(a)	(a)
	14	6.1	0.5	0.33	2.3	8.4	-	-	○	○	○	○	10.0	15	-	-	○	○	-	○	(c)	(a)	(a)
	15	3.5	1.51	1.1	2.8	6.3	-	-	○	○	○	○	10.0	15	-	-	○	○	-	○	(c)	(a)	(a)
	16	8.1	0.5	0.33	2.3	10.4	-	-	○	○	○	○	20.0	15	-	-	○	○	○	○	(b)	(b)	(b)
	17	8.1	0.5	0.33	2.3	10.4	-	-	○	○	○	○	20.0	15	-	-	○	○	○	○	(b)	(b)	(b)
	18	3.6	0.5	0.33	2.3	5.9	-	-	○	○	○	-	10.0	15	-	-	○	○	-	-	(a)	(a)	(a)
	19	10.7	1.8	1.2	3.0	13.7	-	-	○	○	○	○	20.0	15	-	-	○	○	○	○	(d)	(c)	(c)
	20	11.4	1.8	1.2	3.0	14.4	-	-	○	○	○	○	20.0	15	-	-	○	○	○	-	(d)	(c)	(c)
	21	10.2	1.7	1.13	3.4	13.6	-	-	○	○	○	○	30.0	15	-	-	○	○	-	○	(a)	(a)	(a)
	22	10.2	1.7	1.13	3.4	13.6	-	-	○	○	○	○	30.0	15	-	-	○	○	○	○	(d)	(b)	(b)
	23	13.6	1.7	1.13	3.4	17	-	-	○	○	○	○	30.0	15	-	-	○	○	-	○	(b)	(a)	(a)
	24	7.0	2.09	1.6	3.5	10.5	○	○	○	○	○	-	10.0	15	-	○	○	○	○	-	(a)	(a)	(a)
	25	7.0	2.09	1.6	3.5	10.5	○	○	○	○	○	-	10.0	15	-	○	○	○	○	-	(a)	(a)	(a)
	26	9.6	3.82	2.63	5.2	14.8	○	○	○	○	○	○	20.0	15	○	○	-	○	-	○	(b)	(a)	(a)
	27	10.6	3.82	2.63	5.1	15.7	○	○	○	○	○	○	20.0	15	○	-	○	○	-	○	(b)	(a)	(a)
	28	10.6	3.82	2.63	5.1	15.7	○	○	○	○	○	○	20.0	15	○	-	○	○	-	○	(b)	(a)	(a)
	29	10.0	3.82	2.63	5.1	15.1	○	○	○	○	○	○	20.0	15	○	○	-	○	-	○	(b)	(a)	(a)
	30	10.9	3.82	2.63	5.1	16	○	○	○	○	-	-	20.0	15	○	○	-	○	-	-	(a)	(a)	(a)
	31	10.9	3.82	2.63	5.1	16	○	○	○	○	-	-	20.0	15	○	○	-	○	-	-	(a)	(a)	(a)

※ 設計事例モデルの「○」：各断面の地盤条件に関する該当箇所

4.3 破壊確率の算定方法

破壊確率の算定は、矢板の根入れ長、矢板本体およびタイ材の応力に関して2.2節で設定した性能関数に対して破壊確率の算定を行う。破壊確率とは、4.2の検討断面に対して、性能関数 $Z(=R-S)$ が負($Z<0$)となる回数(n 回)をMCSの試行回数で除した値と定義する。ここでの破壊確率(P_f)の算定では、式(4.1)の計算を行っている。なお、性能関数 Z の式は、抵抗項 R と荷重項 S の差で表される。ここで、重点サンプリング法(IS法)とは、モンテカルロ積分という方法を用いて、積分値を乱数によって近似する方法である。重点サンプリングを行うためには、重点的密度関数と呼ばれる密度関数を導入し、この重点的密度関数から乱数を発生させ、その乱数によって期待値を近似的に評価する方法である。

$$P_f = \frac{n\text{回}(Z < 0)}{\text{試行回数}} \quad (4.1)$$

各照査の試行回数を表-4.3に示す。矢板本体およびタイ材の応力は破壊確率のオーダーが $10^{-5} \sim 10^{-16}$ であるため重点サンプリング法を用いる。

表-4.3 各照査のMCS試行回数

照査項目	試行回数	重点サンプリング法
根入れ長	100万回	なし
矢板本体の応力	50万回	サンプリング回数10
タイ材の応力	50万回	サンプリング回数5

また、本編では矢板およびタイ材は、表-4.1に示す鋼種を対象として議論を行うものとし、付録Fには他の鋼種の破壊確率の算定結果が変わらないことを示している。

4.4 破壊確率の算定結果

(1) 矢板壁の根入れ長

① 破壊確率の算定事例(矢板壁の根入れ長)

図-4.4に、矢板根入れ長の破壊確率の算定事例を示す。本図は、標準モデルのケース1に関して、タイ材取付点まわりの受働側のモーメント M_p (図中、 R で表示。)とタイ材取付点まわりの主働側のモーメント M_a (図中、 S で表示。)のMCSの各試行計算毎の計算値の分布を示している。また、図中には、式(2.1a)に示す性能関数も描画している。なお、図中の■は、実質安全率が1.5となる断面の受働側のモーメント M_p の特性値(図中、 R_k で表示。)および主働側のモーメント M_a の特性値(図中、 S_k で表示。)を示している。この結果から、本ケースの場合、矢板根入れ長に関する破壊確率は、 2.0×10^{-2} と算出される。

② 破壊確率の算定結果

図-4.5に全検討ケースの破壊確率の算定結果を示す。以下に、土層モデルの種別毎に、破壊確率の算定結果について考察する。

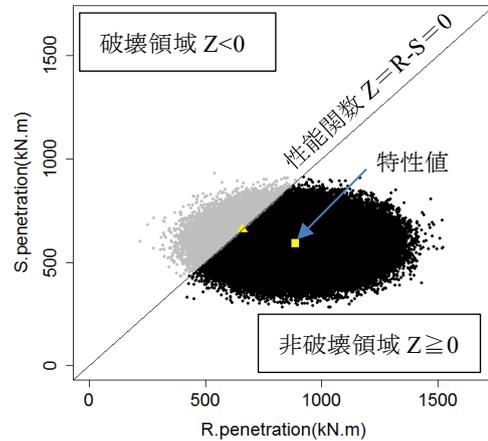


図-4.4 MCSによるR,Sの分布図
(矢板根入れ長)(ケース1)

(a) 砂質土地盤

砂質土地盤に関する破壊確率を、図-4.5における凡例(○)に示す。砂質土地盤の破壊確率は、キャリブレーション対象断面(根入れ長に関する実質安全率1.5の断面)に対して $2.0 \times 10^{-2} \sim 2.6 \times 10^{-2}$ の範囲で推移し、大きな変化はみられない。

(b) 互層(粘性土主体)

「互層(粘性土主体)」(4.2で定義)に関する破壊確率を図-4.5中の凡例(□)に示す。当該地盤モデルは、粘性土が存在するため、同一断面に対し、粘着力の特性値として粘着力の推定値に対し、5種類の補正係数 b_l を乗じたケースを考慮した(粘着力の変動係数を5種類設定。)。このため、同一断面に対して5つのプロットが存在する。

図-4.5より、当該地盤モデルに関する破壊確率は、他の地盤モデルよりも全体的に1オーダー程度、高い破壊確率が算定された。これは、当該地盤モデルを粘性土主体として扱ったことで、キャリブレーション対象断面に関する根入れ長の実質安全率を1.2として設定したためである。この結果を踏まえた、根入れ長に関する部分係数を計算する際の目標破壊確率については4.5で後述することとする。

図-4.6①~③は、3種類の互層地盤に対して、横軸に粘着力の変動係数、縦軸に破壊確率を示したものである。ここで、横軸の粘着力の変動係数は、表-3.3に示す補正係数 b_l の区分の最大値を便宜上示したものであり、MCSでは表-

3.4に示す CV' に対応した土圧合力の変動係数(表-3.8)を用いて計算していることに注意されたい。

図-4.6①に、「互層(粘性土主体)」の地盤モデルにおける、粘着力 c の変動係数と破壊確率の関係を示す。これらの結果は、図-4.5の断面ケースNo.13-15に該当する。

本図より、粘着力の変動係数が大きくなる(補正係数 b_l の値が小さくなる)と、破壊確率は小さくなる傾向にあることがわかる。これは、以下に示す理由による。

キャリブレーション対象断面の設定を行う際、粘着力の推定値を固定した条件で、5種類の補正係数 b_l (変動係数)を考慮した粘着力の特性値を用いて断面設定を行う。この際、粘性土の粘着力に関する変動係数が大きい場合には、粘着力の特性値を小さく設定するため、キャリブレーション対象断面の根入れ長をより長く設定する必要がある。その一方で、粘性土の粘着力に関する変動係数が大きい場合には、3.4で述べたとおり(表-3.8)、主働土圧合力および受働土圧合力の変動係数も大きく設定される。この変動係数の設定は、根入れ長の破壊確率を大きく評価する方向に寄与する。

この結果は、今回の検討条件下では、粘性土の粘着力の変動係数0.10の条件下で目標破壊確率を設定し、それに対応する部分係数を設定しておけば、変動係数が0.10より大きな値であっても同じ部分係数を用いることで、目標破壊確率を満足する断面を設定することができることを意味している。

以上に示した内容を確認するために、図-4.7に事例として、ケース13の断面を対象として、粘性土の粘着力の変動係数が異なる2断面におけるMCSの算定結果を示す。図には、MCS計算で計算された受働側モーメントの和(=抵抗項 R)、主働側モーメントの和(=荷重項 S)、およびこれらから得られる性能関数 Z の頻度分布を示したものである。図①は粘着力の変動係数を0以上0.10未満の補正係数に対応した CV' (表-3.8参照)とした場合、図②に0.40以上0.60未満の補正係数に対応した CV' (表-3.8参照)とした場合の結果を示す。両図の比較より、②においては、荷重項 S の分布と抵抗項 R の分布における変動係数が①と比較して大きくなっているが(破壊確率を大きく評価することに寄与)、 S と R の分布の山(平均値に相当)に着目すると、特に R の平均値が①に比較して右側に移動していることがわかる(破壊確率を小さく評価することに寄与)。 R の平均値の右側への移動は、粘性土の粘着力の低減補正によって、矢板壁の根入れ長を大きくしなければならないことに対応している。

(c) 互層(砂質土主体)および互層(海底面以下砂質土)

4.2で定義した「互層(砂質土主体)」および「互層(海底面以下砂質土)」に関する破壊確率を、図-4.5中の凡例(△)に示す。(b)の地盤モデルよりは粘性土が全体に占める割合は相対的に少ないが、互層であるためいずれかの層に粘性土が含まれている。このため、(b)と同様な理由で、同一断面に対して5つのプロットが存在する。

当該地盤モデルの破壊確率の算定結果に関する全体的な傾向としては、「砂質土地盤」と同等もしくは若干低い程度である。

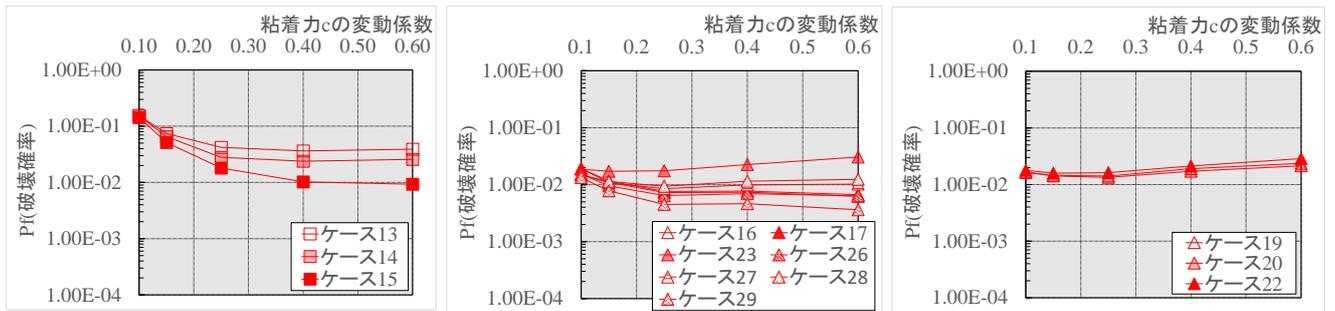
図-4.6②および③に、「互層(砂質土主体)」および「互層(海底面以下砂質土)」の地盤モデルにおける、粘着力 c の変動係数と破壊確率の関係を示す。これらの結果は、それぞれ、図-4.5の断面ケース16,17,23,26-29,およびケース19,20,22に該当する。

図より、上記(b)と同様に、粘着力の補正係数 b_l に対応する変動係数が大きくなるにつれて、破壊確率は同等もしくは小さくなる傾向にあることがわかる。この要因については、上記(b)で考察した理由によるものと同等であると考えられる。ただし、「互層(海底面以下砂質土)」については、海底面以下に粘性土が存在しないことから、受働土圧の影響というよりはむしろ、矢板背後地盤における粘性土地盤の層厚が相対的に小さく、粘性土地盤の影響が全体には大きな影響を与えなかったためと思われる。

上記キャリブレーション対象断面に関する根入れ長の破壊確率の算定結果から、特に、粘着力の変動係数が大きくなっても、変動係数を一番小さく評価出来る場合(変動係数0.10未満)の根入れ長の破壊確率よりも大きくなることはなく、破壊確率と同等もしくはそれ以下になることが判明した。



図-4.5 矢板壁の根入れ長に関する各ケースの破壊確率(全ケース)

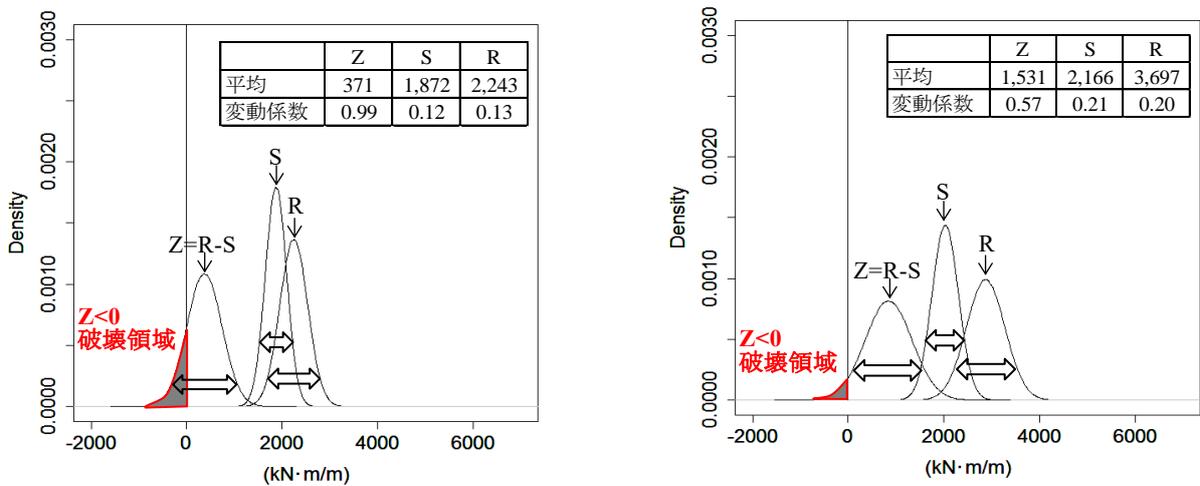


① (b)互層(粘性土主体)

② (c)互層(砂質土主体)

③ (c)互層(海底面以下砂質)

図-4.6 矢板壁の根入れ長に関する各ケースの破壊確率



① ケース 13(粘着力の変動係数 0 以上 0.10 未満)

② ケース 13(粘着力の変動係数 0.40 以上 0.60 未満)

図-4.7 矢板壁の根入れ長に関するケース 13 の R, S, Z(=R-S)の分布図

(2) 矢板本体の応力

図-4.8に標準モデルのケース1に関してIS法による抵抗(R), 荷重(S)の分布, および破壊確率が 1.7×10^{-4} の破壊領域と非破壊領域の関係を示す. また, 図中の●は実質安全率が1.4となる断面の特性値(R_k, S_k), □は鋼材の平均値の偏り(平均値/特性値=1.20)に対応したばらつきを中心, ▲は破壊領域の中の尤度最大の点となる設計点(R_d, S_d)である.

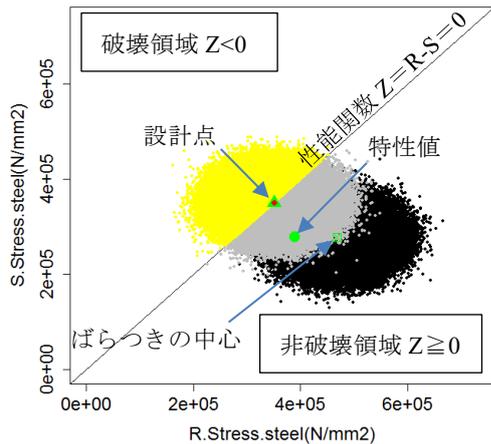


図-4.8 IS法による R, S の分布図 (ケース1)

図-4.10に全検討ケースの破壊確率をプロットした. 以下に, 土層モデルの種別毎に破壊確率の評価を行った結果について示す.

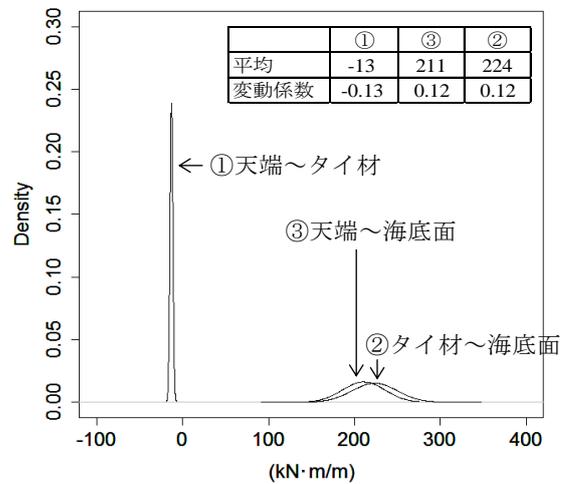
(a) 砂質土地盤

「砂質土地盤」の地盤モデルに関する破壊確率を, 図-4.10における凡例(○)に示す. 当該地盤モデルの破壊確率は概ね $10^{-5} \sim 10^{-4}$ 程度のオーダーに分布することがわかる. ケース1~12は, キャリブレーション対象断面としてモデル断面を使用した結果であり, まず, このケースに関する結果に関して考察する.

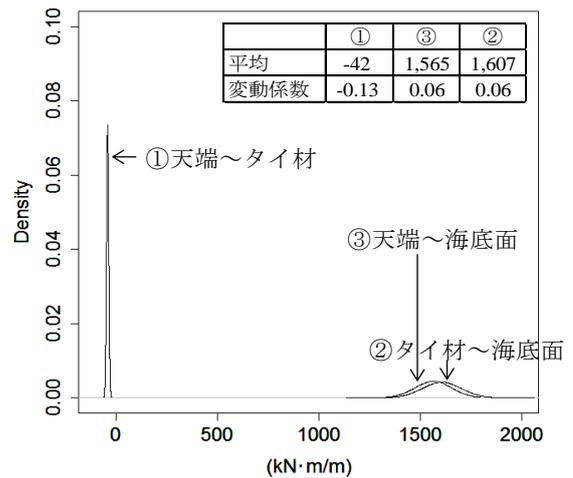
①ケース1-3, ②ケース4-6, ③ケース7-9, ④ケース10-12は, それぞれ異なる水深による破壊確率の算定結果であるが, ①~④のグループ間の破壊確率に関する違いはほとんど見られず, 水深が破壊確率に与える影響は小さいと考えられる. しかし, 同一水深グループでも, 例えばケース1と3では破壊確率が1オーダー程度異なる. この2つのケースは, 水深は同じであるが天端高が異なる.

ここで図-4.9に, ケース1および3に対し, 天端から海底面までの主働土圧によるタイ材取り付け点周りの曲げモーメントの頻度分布を示す. ①はケース1, ②はケース3の結果である. また, 同図中にこの頻度分布を天端~タイ材取り付け点位置, タイ材取り付け点位置~海底面に分割して頻度分

布を描画したものをあわせて示す. 図中にはそれぞれの平均値及び変動係数を示した.



①ケース1(水深4.5m, 天端高2.0m, R.W.L.+0.2m)



②ケース3(水深4.5m, 天端高6.0m, R.W.L.+3.0m)

図-4.9 天端~海底面上のタイ材取付点回りの主働側の曲げモーメントの分布図 (ケース1,3)

図-4.9より, 天端高がより高いケース3に関しては, タイ材取付点以下における曲げモーメントの変動が相対的に小さくなっていることがわかる. 図-4.12は, 式2.2(a), (b)より得られる荷重項($S=\sigma$)と抵抗項($R=\sigma_y$)および性能関数 $Z(=R-S)$ の値を頻度分布で示したものであるが, 荷重項 S は上記の影響を受けて変動係数が小さくなっている. このため, 天端高が破壊確率に与える影響は少なからずあると考えられるが, 土圧合力の変動係数による影響が大きく, また算定される破壊確率の値が小さいことも踏まえ, 本研究ではこれ以上の詳細な検討は実施していない.

また、設計事例に基づくケース13以降の砂質土地盤に関する破壊確率は、概ね 10^{-4} 程度の値として算定された。

(b) 互層（粘性土主体）

「互層（粘性土主体）」の地盤モデルに関する破壊確率を、**図-4.10**における凡例（□）に示す。対応する断面ケースは19および20である。同一ケース内に5つのプロットが存在する理由は、前述の根入れ長において詳述したとおり、粘着力の変動係数を5種類設定したためである。

図-4.11①、②は、2種類の互層地盤に対して、横軸に粘着力の変動係数、縦軸に破壊確率を示したものである。ここで、横軸の粘着力の変動係数は、**表-3.3**に示す補正係数 b_f の区分の最大値を便宜上示したものであり、IS法では**表-3.4**に示す CV に対応した土圧合力の変動係数（**表-3.8**）を用いて計算していることに注意されたい。

このプロットについて、粘着力の変動係数と破壊確率を**図-4.11**①に整理した。応力に関しても、根入れ長と同様に粘着力の変動係数の増加と共に破壊確率が減少していることがわかる。変動係数が大きい粘性土の場合、特性値を大きく推定値から割り引いて算定することとなる。このとき、矢板本体のキャリブレーション対象断面における断面係数は、粘性土の変動係数が小さい場合（つまり補正係数 b_f をより大きく設定する場合）と比較し、相対的に大きく設定されることに起因するためであると考えられる。

(c) 互層（砂質土主体）

「互層（砂質土主体）」の地盤モデルに関する破壊確率を、**図-4.10**における凡例（△）に示す。対応する断面ケースは16,17および22である。地盤モデルは「互層（砂質土主体）」であるが、粘性土が存在しており、同一ケース内に5つのプロットが存在する理由は、前述の通りである。

図-4.11②は、上記同様に粘着力の変動係数と破壊確率の関係を整理したものである。傾向としては、上述の「互層（粘性土主体）」のものと同様であるが、一部ケースで若干ではあるが、変動係数の増加に伴い、破壊確率が増加している。ただし、その差はほとんどないと評価できる。

上記キャリブレーション対象断面に関する矢板本体の応力に関する破壊確率の算定結果においても、粘着力の変動係数が大きい場合でも、変動係数を一番小さく評価出来る場合（変動係数 0.10 未満）の矢板本体の破壊確率よりも大きくなることはなく、破壊確率と同等もしくはそれ以下になることが判明した。

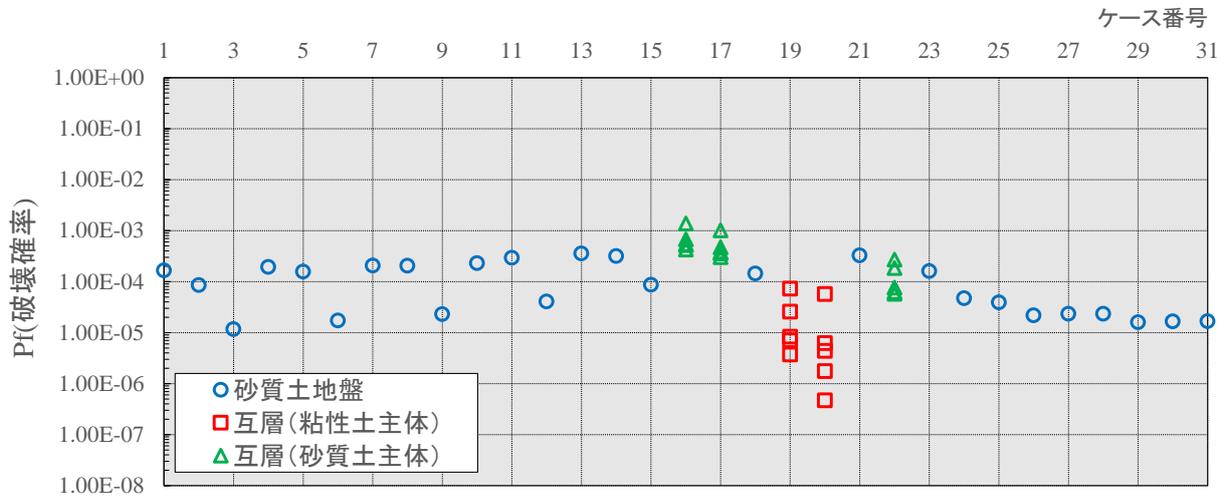
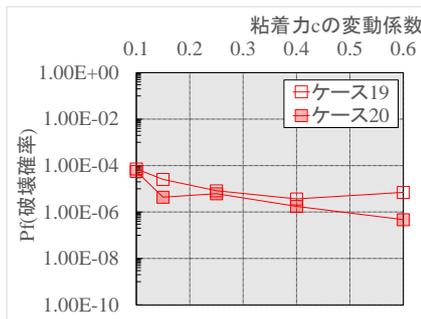
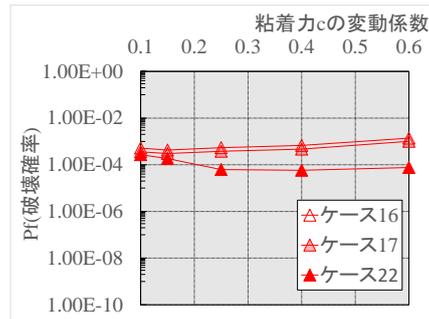


図-4.10 矢板本体の応力に関する各ケースの破壊確率(全ケース)

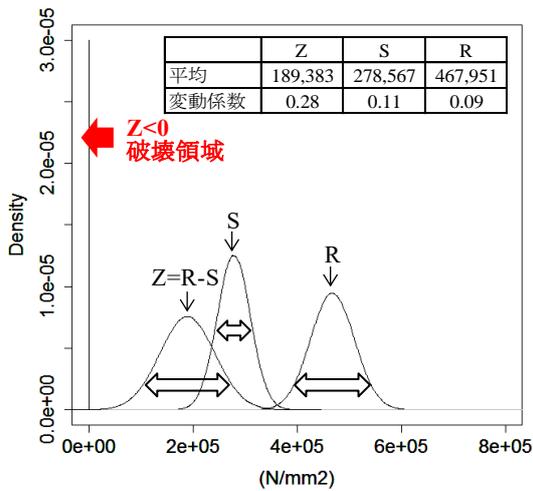


①(b)互層(粘性土主体)

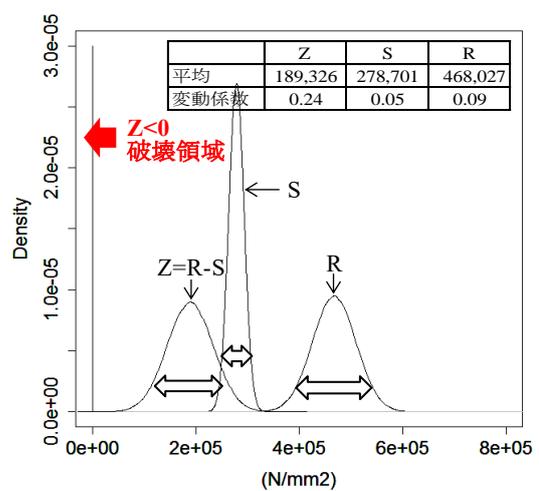


②(c)互層(砂質土主体)

図-4.11 矢板本体の応力に関する各ケースの破壊確率



①ケース 1(水深 4.5m, 天端高 2.0m, R.W.L.+0.2m)



②ケース 3(水深 4.5m, 天端高 6.0m, R.W.L.+3.0m)

図-4.12 矢板本体の応力に関するケース 1, 3 の R, S, Z(=R-S)の分布図

(3) タイ材の応力

図-4.13に標準モデルのケース1に関してIS法による抵抗(R), 荷重(S)の分布, および破壊確率が 2.5×10^{-10} の破壊領域と非破壊領域の関係を示す. また, 図中の●は実質安全率が2.0となる断面の特性値(R_k, S_k), □は鋼材の平均値の偏り(平均値/特性値=1.11)に対応したばらつきの中心, ▲は破壊領域の中の尤度最大の点となる設計点(R_d, S_d)である.

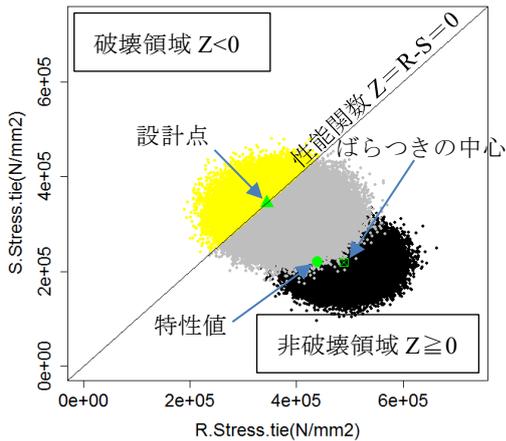


図-4.13 IS法によるR,Sの分布図 (ケース1)

図-4.15に全検討ケースの破壊確率をプロットした. 以下に, 土層モデルの種別毎に破壊確率の評価を行った結果について示す.

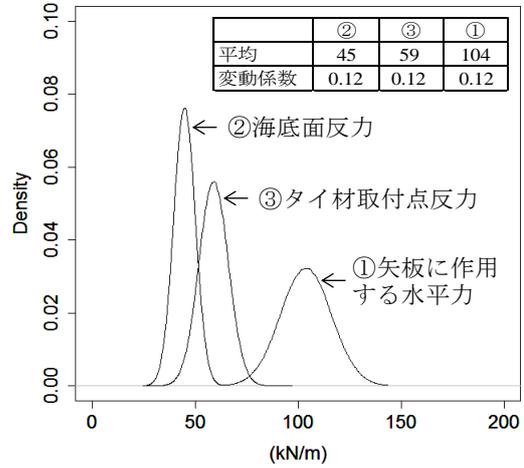
(a) 砂質土地盤

「砂質土地盤」の地盤モデルに関する破壊確率を, 図-4.15における凡例(○)に示す. 当該地盤モデルの破壊確率は概ね 1.0×10^{-10} 程度の非常に小さいオーダーとなった. 矢板本体に関する整理と同様に整理すると, タイ材についても水深が破壊確率による影響はほとんどないことがわかるが, 天端高が異なる場合, その影響が多少発生する.

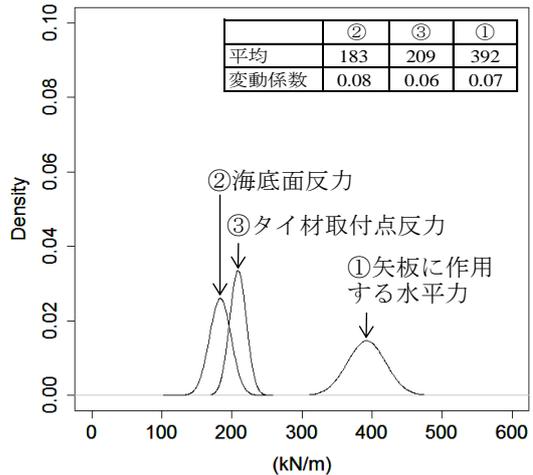
図-4.14①および②に, ケース1および3に関するタイ材取付点反力, 海底面反力, 矢板に作用する水平力の頻度分布を描画したものを示す. 図中には, それぞれ平均値および変動係数を示した. この図から, 天端高がより高いケース3に関しては, 矢板に作用する水平力, タイ材取付点反力および海底面反力の変動が相対的に小さくなっていることがわかる. 図-4.17は, 式2.3(a), (b)より得られる荷重項 $S(=\sigma)$ と抵抗項 $R(=\sigma_y)$ および性能関数 $Z(=R-S)$ の値を頻度分布で示したものであるが, 荷重項 S は上記の影響を受けて変動係数が小さくなっている. このため, 天端高が破壊確率に与える影響は少なからずあると考えられるが, 算定される破壊確率の値が小さいことも踏まえ, 本研究ではこ

れ以上の詳細な検討は実施していない.

また, 設計事例に基づくケース13以降の砂質土地盤に関する破壊確率は, 概ね 10^{-12} 程度の値として算定された.



①ケース 1(水深 4.5m, 天端高 2.0m, R.W.L.+0.2m)



②ケース 3(水深 4.5m, 天端高 6.0m, R.W.L.+3.0m)

図-4.14 矢板に作用する水平力, タイ材取付点および海底面反力の分布図 (ケース1,3)

(b) 互層 (粘性土主体)

「互層 (粘性土主体)」の地盤モデルに関する破壊確率を, 図-4.15における凡例(□)に示す. 対応する断面ケースは19および20である. 同一ケース内に5つのプロットが存在する理由は, 前述の根入れ長において詳述したとおり, 粘着力の変動係数を5種類設定したためである.

図-4.16①, ②は, 2種類の互層地盤に対して, 横軸に粘着力の変動係数, 縦軸に破壊確率を示したものである. ここで, 横軸の粘着力の変動係数は, 表-3.3に示す補正係数 b_f の区分の最大値を便宜上示したものであり, IS法では表

-3.4に示す CV' に対応した土圧合力の変動係数(表-3.8)を用いて計算していることに注意されたい。このプロットについて、粘着力の変動係数と破壊確率を図-4.16①に整理した。応力に関しても、矢板本体の応力と同様に粘着力の変動係数の増加と共に破壊確率が減少していることがわかる。変動係数が大きい粘性土の場合、特性値を大きく推定値から割り引いて算定することとなる。このとき、タイ材のキャリブレーション対象断面におけるタイ材の径は、粘性土の変動係数が小さい場合(つまり補正係数 b_l をより大きく設定する場合)と比較し、相対的に大きく設定されることに起因するためであると考えられる。

(c) 互層(砂質土主体)

「互層(砂質土主体)」の地盤モデルに関する破壊確率を、図-4.10における凡例(Δ)に示す。対応する断面ケースは16,17および22である。地盤モデルは「互層(砂質土主体)」であるが、粘性土が存在しており、同一ケース内に5つのプロットが存在する理由は、前述の通りである。

図-4.16②は、上記同様に粘着力の変動係数と破壊確率の関係を整理したものである。傾向としては、上述の「互層(粘性土主体)」のものと同様であるが、一部ケースで若干ではあるが、変動係数の増加に伴い、破壊確率が増加している。ただし、その差はほとんどないと評価できる。

上記キャリブレーション対象断面に関するタイ材の応力に関する破壊確率の算定結果においても、粘着力の変動係数が大きい場合でも、変動係数を一番小さく評価出来る場合(変動係数0.10未満)の矢板本体の破壊確率よりも大きくなることはなく、破壊確率と同等もしくはそれ以下になることが判明した。

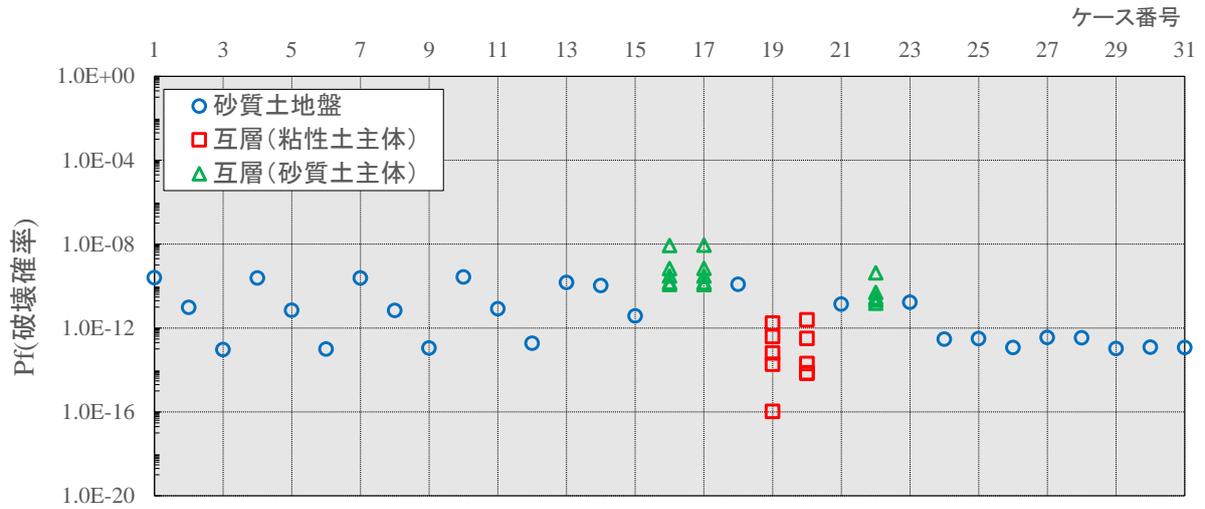
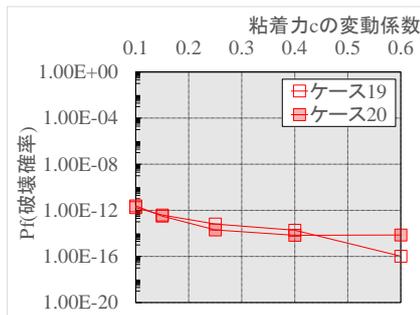
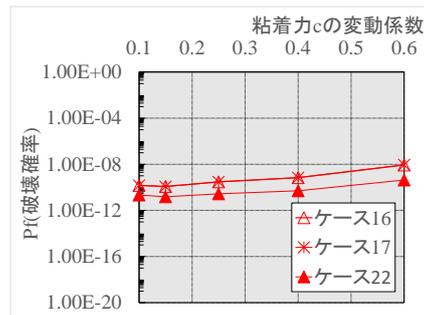


図-4.15 タイ材の応力に関する各ケースの破壊確率(全ケース)

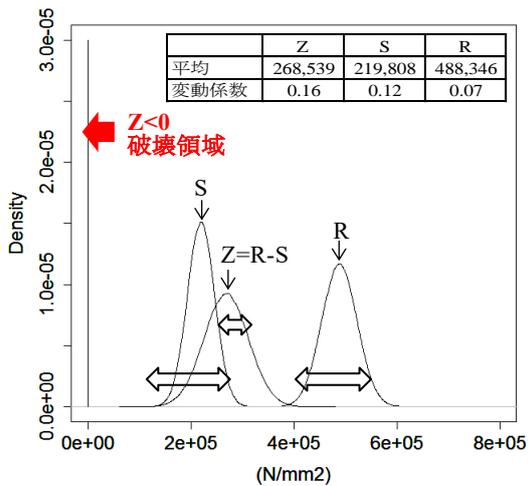


① (b) 互層(粘性土主体)

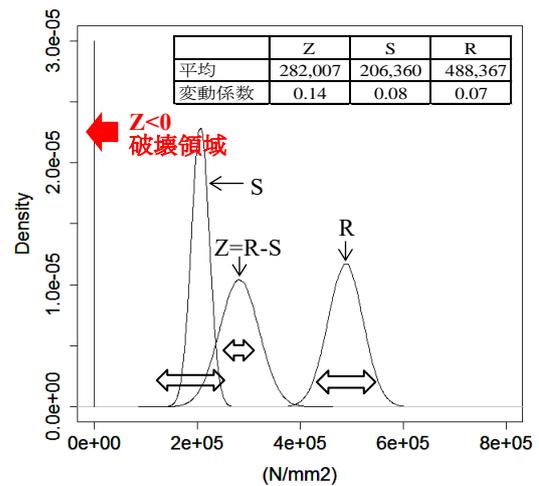


② (c) 互層(砂質土主体)

図-4.16 タイ材の応力に関する各ケースの破壊確率



① ケース 1(水深 4.5m, 天端高 2.0m, R.W.L.+0.2m)



② ケース 3(水深 4.5m, 天端高 6.0m, R.W.L.+3.0m)

図-4.17 タイ材の応力に関するケース 1, 3 の R, S, Z(=R-S)の分布図

4.5 目標破壊確率の設定

(1) 概要

4.4にて破壊確率を算定した断面は、各照査における目標安全性水準（実質安全率）を満たす最小断面である。本節では、目標破壊確率の設定方法を示し、矢板壁の根入れ長、矢板本体の応力およびタイ材の応力の各破壊モード別に目標破壊確率を設定する。部分係数は、この目標破壊確率に対応して設定する（5章参照）。

(2) 目標破壊確率の設定方法

竹信ら(2015)²⁾は目標破壊確率の設定方法として2通りの提案を行っている。本研究においてもこの提案を踏襲し、同様の手法を用いることとする。それぞれの設定方法を以下に紹介する。

方法①：安全率法の常時条件によって実質安全率となる最小断面（矢板壁の根入れ長、矢板本体の応力、タイ材の応力ごと）が有する平均的な破壊確率を目標破壊確率として設定する。

方法②：安全率法の常時条件によって実質安全率となる最小断面（矢板壁の根入れ長、矢板本体の応力、タイ材の応力ごと）が有する最も小さい破壊確率を目標破壊確率として設定する。つまり、安全性水準としては最も高い安全性を有することになる。

今回の検討では、根入れ長および矢板本体およびタイ材の応力照査に関する目標破壊確率の設定は、方法①による手法を採用することとした。詳細を以下に記載する。

1) 根入れ長

図-4.18に根入れ長の目標破壊確率の設定の根拠図を示す。なお、図中に示す互層の破壊確率は、粘性土の粘着力の変動係数CVが補正係数b1の区分に対応した5種類についてプロットし、CVが0.10の結果を塗りつぶしとしている。

本図より、破壊確率は、ケース13～15の互層地盤（粘性土主体）を除く、「砂質土地盤（●）」、「互層（砂質土主体）（▲）」および「互層（海底面以下砂質土）（▲）」において、その差は小さいことがわかる。このため、根入れ長に関しては、これらの地盤条件によって破壊確率の差が小さいため、破壊確率の平均値（方法①）を、目標破壊確率（ $P_f=2.0 \times 10^{-2}$ ）とすることとした。

一方、ケース13～15の「互層（粘性土主体）（□）」については、その他の地盤モデルによる断面ケースと比較すると、破壊確率が大きく評価されている。目標破壊確率は、

地盤モデルに依らず同じ値とすべきであることから、本研究では「互層（粘性土主体）」の目標安全性水準を、先述した目標破壊確率（ $P_f=2.0 \times 10^{-2}$ ）に合わせることにした。

なお、粘性土が含まれる「互層（砂質土主体）」、「互層（海底面以下砂質土）」については、この水準で目標破壊確率を設定すれば、粘性土の変動係数が大きくなって、これと同等か、それ以上の安全性水準が担保できる（4.4参照）。

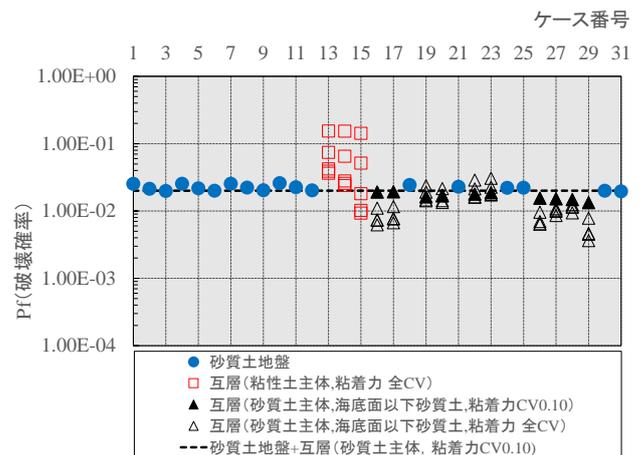


図-4.18 目標破壊確率の設定（根入れ長）

2) 矢板本体の応力

図-4.19に矢板本体の応力の目標破壊確率の設定の根拠図を示す。図中に示す互層の破壊確率は、粘性土の粘着力の変動係数CVが補正係数b1の区分に対応した5種類についてプロットし、CVが0.10の結果を塗りつぶしとしている。

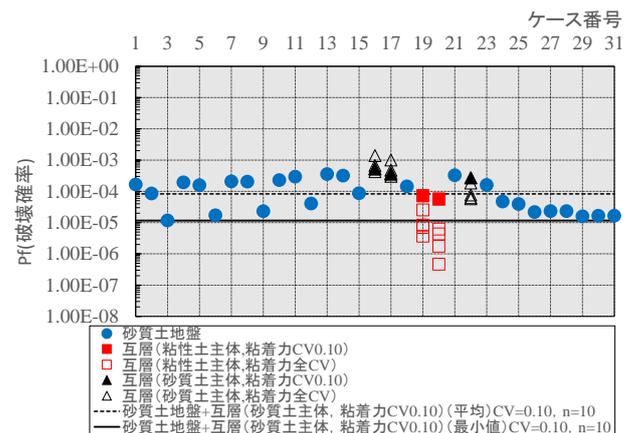


図-4.19 目標破壊確率の設定（矢板本体の応力）

本図より、破壊確率は、「砂質土地盤（●）」、「互層地盤（砂質土主体）（▲）」および「互層（粘性土主体）（■）」において、1オーダー程度の差がある。しかしながら、破壊確率の値が小さいこと、また破壊確率の差が生じる明確な理由が定量的に明らかとなっていないことから、

本研究ではこれらの破壊確率の平均値（方法①）を目標破壊確率($P_f=8.3 \times 10^{-5}$)とすることとした。

また、粘性土が含まれる「互層（砂質土主体）」、「互層（海底面以下砂質土）」については、破壊確率はほぼ同じか、小さくなる。このため、提案した水準で目標破壊確率を設定すれば、これと概ね同等か、それ以上の安全性水準が担保できる(4.4参照)。

3) タイ材の応力

図-4.20にタイ材の応力の目標破壊確率の設定の根拠図を示す。図中に示す互層の破壊確率は、粘性土の粘着力の変動係数CVが補正係数b1の区分に対応した5種類についてプロットし、CVが0.10の結果を塗りつぶしとしている。

タイ材の応力についても、上記の矢板本体の応力に述べた理由と同様な理由により、タイ材の応力に関する目標破壊確率は方法①で得られる破壊確率の平均値とし、 $P_f=4.1 \times 10^{-12}$ とした。粘性土が含まれる「互層（砂質土主体）」、「互層（海底面以下砂質土）」に関する安全性水準の考え方についても、矢板本体と同様である。

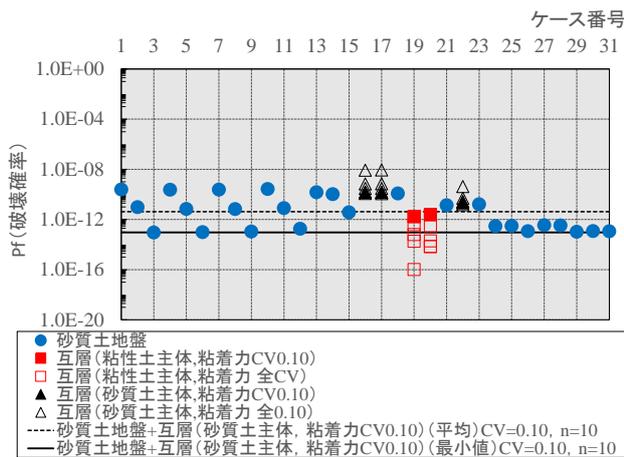


図-4.20 目標破壊確率の設定 (タイ材の応力)

4.6 本章のまとめ

本章では、目標安全性水準となる検討断面に対して、MCSを用いて破壊確率を算定し、各照査項目に対する目標破壊確率の設定を行った。

根入れ長に関しては、目標安全性水準として実質安全率が小さい互層(粘性土主体)において、設定した断面の実質安全率を砂質土地盤1.5に対して1.2に下げていることで破壊確率が大きくなるのがわかったため、破壊確率を「砂質土地盤」および「互層(砂質土主体,海底面以下砂質土)」の水準に合わせることにした。

また、矢板本体およびタイ材の応力に関しては、元々のキャリブレーション対象断面において、鋼材の降伏応力に

対する実質的な安全性水準として評価した場合の目標安全性水準を、設計事例等に基づいて安全側に判断し、照査用震度0.10相当の値としたものを用いている。このため、目標破壊確率を得られた破壊確率の最小値とすると、それ以上の安全性水準を与えることにつながるため、破壊確率の算定で得られた平均的な破壊確率を設定することとした。

なお、各照査モードにおける破壊確率の平均値を算定する際、粘性土が含まれた「互層」地盤については、粘着力の変動係数が0.10未満に対応した破壊確率のみを用いて算定した。これは、粘着力の変動係数が増加しても、破壊確率はほぼ変化しない、もしくは低下することを受け、この変動係数で目標破壊確率を設定すれば、全ての粘着力の変動係数に対し、破壊確率がそれ以下になることを担保できるという考え方によるものである。

最後に、本章で検討した破壊確率と目標破壊確率の解釈について述べる。

破壊確率は、図-4.4などに示したように、ある破壊モードに対応する性能関数が負となる確率と定義できる。ただし、この破壊確率は、実際の断面が破壊する確率とは対応しない。

これは、①現状の知見による各破壊モードの設計照査式によって破壊の有無を判断せざるを得ない点や、②信頼性解析に用いる物性値の統計的性質に関する推定においても、限られた情報による仮定を用いざるを得ない点を考慮すると、信頼性解析において算定される破壊確率は、ある条件下における指標としての確率と捉えるべきであり、実際の破壊現象の発生確率とは対応しないと考えるためである。

このため目標破壊確率は、各破壊モードに対して設定した目標安全性水準に対応したある条件下における指標としての破壊確率であり、実際の破壊現象そのものの発生確率ではないことに留意が必要である。

5. 荷重抵抗係数アプローチによる部分係数の提案

5.1 本章の概要

本章では、永続状態における矢板式係船岸の各照査項目（根入れ長、矢板本体の応力、タイ材の応力）に対して、目標破壊確率に合わせた部分係数を算定し、荷重抵抗係数アプローチによる部分係数を提案する。5.2で、部分係数の算定方法および設定の根拠を示し、5.3では提案設計法としてまとめを示している。

5.2 部分係数の算定

(1) 部分係数の算定手法

荷重抵抗係数アプローチによる部分係数の算定では、竹信ら(2015)²⁾の手法を用いる。以下に、設定手法の概要を示す。詳細については、竹信ら(2015)²⁾による文献を参照されたい。図-5.1に、MCSによる得られた矢板応力（作用側）と鋼材降伏強度（耐力側）の散布図を示す。図中には、部分係数を算定する際に利用する特性値と設計点の関係を示す。

作用側の部分係数 γ_S （荷重項 S_k に対する部分係数）および抵抗側の部分係数 γ_R は（抵抗項 R_k に対する部分係数）、それぞれ式(5.1a)、式(5.1b)に基づき計算することができる。

$$\gamma_S = S_d / S_k \quad (5.1a)$$

$$\gamma_R = R_d / R_k \quad (5.1b)$$

ここに、

S_k : 荷重項の特性値

R_k : 抵抗項の特性値

S_d : 荷重項の設計点における値

R_d : 抵抗項の設計点における値

γ_S : 荷重項の特性値 S_k に対する部分係数

γ_R : 抵抗項の特性値 R_k に対する部分係数

特性値の座標（ S_k , R_k ）は、土圧や残留水圧などの作用側の特性値および検討断面を構成する材料の特性値を使って計算されるため、一義的に決まる。

一方、設計点の座標（ S_d , R_d ）については、2段階の操作により決めることができる。まず、目標破壊確率に合うように性能関数 Z を $+\alpha$ 移動させ、あらたな性能関数を設定する。すなわち、図中の破壊と非破壊の境界線を上方に平行移動する。その上で、破壊する条件下のうち、尤度（設計因子として考慮している全ての確率密度の積の値）が最大となる点（最尤点）を探索し、この最尤点を設計点の座標とすることができる。

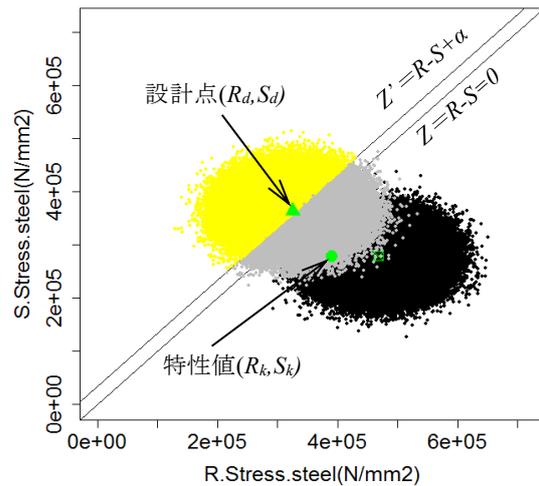


図-5.1 特性値と設計点の関係（矢板応力の例）

(2) 部分係数の評価

本項では、4.5で設定した目標破壊確率となる部分係数を、1)矢板壁の根入れ長、2)矢板本体の応力および3)タイ材の応力、ごとに評価する。付録Gには、MCSを用いて目標破壊確率に合わせた算定結果図を示す。

1) 矢板壁の根入れ長

矢板壁の根入れ長の照査に関する性能照査式は、以下に示すとおりである。

$$Z = \gamma_R \times R_k - \gamma_S \times S_k \quad (5.2a)$$

$$R_k = M_{pk} \quad (5.2b)$$

$$S_k = M_{sk} \quad (5.2c)$$

ここに、

Z : 性能関数

R_k : 抵抗項の合計値の特性値

S_k : 作用項の合計値の特性値

γ_R : 抵抗項の合計値の特性値に乘じる部分係数

γ_S : 作用項の合計値の特性値に乘じる部分係数

M_p : 受働側のモーメントの特性値の和

M_a : 主働側のモーメントの特性値の和

図-5.2に、砂質土地盤を対象とした矢板根入れ長に関する部分係数（ γ_R , γ_S ）の算定結果を示す。部分係数を算定した対象断面は、4.2(1)a)で定義した砂質土地盤に分類される全18断面である。図中のケース番号は、表-4.2に示す断面ケースを示している。本図より、砂質土地盤の場合、算出された部分係数は、ほぼ一定値をとる結果となっていることがわかる。そこで本研究では、砂質土地盤の部分係数はこれらの全ケースの平均値（ $\gamma_R = 0.72$, $\gamma_S = 1.09$ ）とし

て評価した(表-5.1)。なお、全断面の部分係数の算定値については、付録Hに示している。

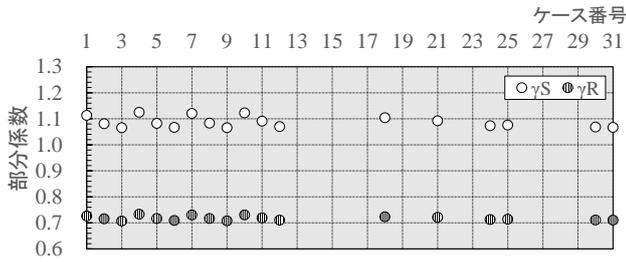


図-5.2 根入れ長に関する部分係数(砂質土地盤)

次に、互層地盤を対象とした矢板根入れ長に関する部分係数の算定結果を図-5.3に示す。ここで、互層地盤とは、4.2(1)b~d)により定義される地盤構成(3分類)を有する断面であり、原地盤又は海底面より上方に粘性土層を挟む地盤構成の場合である。部分係数を算定した対象断面は、表-4.2に示す地盤種別(根入れ長)のうちb)~d)に該当する全13断面である。図-5.3に示す部分係数は、先述したとおり、粘性土層の粘着力の変動係数を0.10として仮定して設定した断面に対する算定結果である。

本図より、いずれの地盤種別であっても、ケース数は少ないが、算出された部分係数は概ね一定の値となることがわかる。本研究では、互層地盤の部分係数は、地盤種別ごと算出された部分係数の平均値として、それぞれの地盤種別ごとに評価した。表-5.1に、本研究で提案する部分係数を示す。

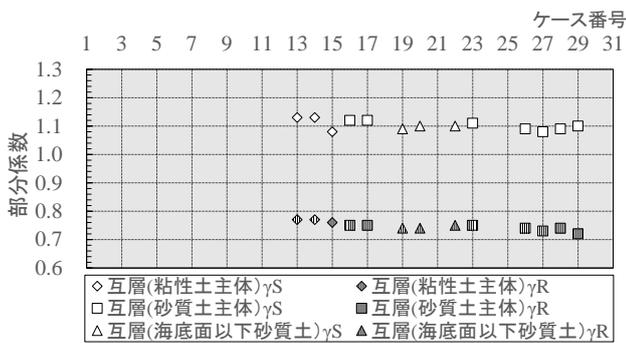


図-5.3 根入れ長に関する部分係数(互層地盤)

表-5.1 根入れ長に関する部分係数

地盤条件	γ_R	γ_S
(a) 砂質土地盤	0.72	1.09
(b) 互層(粘性土主体)	0.77	1.11
(c) 互層(砂質土主体)	0.75	1.10
(d) 互層(海底面以下砂質土)	0.74	1.10

2) 矢板本体の応力

矢板本体の鋼材応力照査に関する性能照査式は、以下に示すとおりである。

$$Z = \gamma_R \times R_k - \gamma_S \times S_k \tag{5.3a}$$

$$R_k = \sigma_y \tag{5.3b}$$

$$S_k = M_{max} / Z_{ak} \tag{5.3c}$$

ここに、

Z : 性能関数

R_k : 抵抗項の特性値

S_k : 作用項の特性値

γ_R : 抵抗項の特性値に乘じる部分係数

γ_S : 作用項の特性値に乘じる部分係数

σ_y : 鋼材の降伏応力度

M_{max} : 最大曲げモーメントの特性値

Z_{ak} : 矢板の断面係数の特性値

図-5.4に、矢板応力照査に関する部分係数(γ_R, γ_S)の算定結果を示す。部分係数を算定した対象断面は、表-4.2に示す全31断面である。矢板応力照査に関する部分係数は、4.2(2)にて定義した3種類の地盤種別には細分化せず、全断面ケースの平均値($\gamma_R=0.84, \gamma_S=1.18$)として評価する(表-5.2)。全断面ケースの平均値を採用しているのは、4.5に示すとおり、矢板応力照査の目標破壊確率は地盤種別によらず、全ての対象断面の破壊確率の平均値を採用しているためである。なお、全断面の部分係数の算定値については、付録Hに示している。

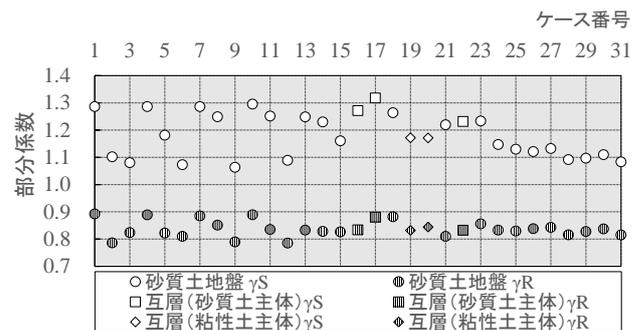


図-5.4 矢板本体の応力に関する部分係数の算定結果

表-5.2 矢板本体の応力に関する部分係数

地盤条件	γ_R	γ_S
砂質土地盤, 互層地盤	0.84	1.18

3) タイ材の応力

タイ材の鋼材応力照査に関する性能照査式は、以下に示すとおりである。

$$Z = \gamma_R \times R_k - \gamma_S \times S_k \quad (5.4a)$$

$$R_k = \sigma_y \quad (5.4b)$$

$$S_k = T_k / A_k \quad (5.4c)$$

ここに、

Z : 性能関数

R_k : 抵抗項の特性値

S_k : 作用項の特性値

γ_R : 抵抗項の特性値に乗じる部分係数

γ_S : 作用項の特性値に乗じる部分係数

σ_y : 鋼材の降伏応力度

T_k : タイ材1本あたりに作用する張力の特性値

A_k : タイ材の断面積の特性値

図-5.5に、タイ材の応力照査に関する部分係数(γ_R, γ_S)の算定結果を示す。部分係数を算定した対象断面は、表-4.2に示す全31断面である。矢板応力照査に関する部分係数は、4.2(2)にて定義した3種類の地盤種別には細分化せず、全断面ケースの平均値(γ_R=0.64, γ_S=1.29)として評価する(表-5.3)。全断面ケースの平均値を採用しているのは、4.5に示すとおり、タイ材の応力照査の目標破壊確率は地盤種別によらず、全ての対象断面の破壊確率の平均値を採用しているためである。なお、全断面の部分係数の算定値については、付録Hに示している。

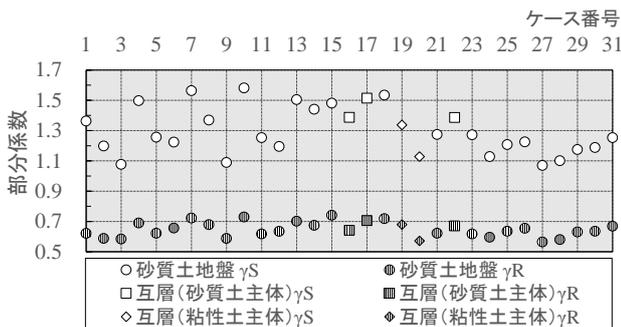


図-5.5 タイ材の応力に関する部分係数の算定結果

表-5.3 タイ材の応力に関する部分係数

地盤条件	γ _R	γ _S
砂質土地盤, 互層地盤	0.64	1.29

(3) 実質安全率の算定

本項では、(2)で評価した部分係数(γ_R, γ_S)から、各照査項目の実質安全率を参考として算定した結果を示す。実質安全率とは、性能関数がちょうど0になる場合のR_kとS_kの比を用いて、以下の式に示すとおり部分係数の比(γ_S/γ_R)で表すことが出来る。

$$Z = \gamma_R \times R_k - \gamma_S \times S_k = 0 \quad (5.5a)$$

$$\gamma_R \times R_k = \gamma_S \times S_k \quad (5.5b)$$

$$R_k / S_k = \gamma_S / \gamma_R \quad (5.5c)$$

ここに、

Z : 性能関数

R_k : 抵抗項の特性値

S_k : 作用項の特性値

γ_R : 抵抗項の特性値に乗じる部分係数

γ_S : 作用項の特性値に乗じる部分係数

ここでは、表-5.1~表 5.3 に示す部分係数を用いて、式(5.5c)で実質安全率を算定する。表 5.4~表 5.6 に各照査項目に対する実質安全率を示す。

表-5.4 根入れ長に関する実質安全率 (参考)

地盤条件	γ _R	γ _S	γ _S /γ _R
a) 砂質土地盤	0.72	1.09	1.51
b) 互層 (粘性土主体)	0.77	1.11	1.44
c) 互層 (砂質土主体)	0.75	1.10	1.47
d) 互層 (海底面以下砂質土)	0.74	1.10	1.49

表-5.5 矢板本体の応力に関する実質安全率 (参考)

地盤条件	γ _R	γ _S	γ _S /γ _R
砂質土地盤, 互層地盤	0.84	1.18	1.40

表-5.6 タイ材の応力に関する実質安全率 (参考)

地盤条件	γ _R	γ _S	γ _S /γ _R
砂質土地盤, 互層地盤	0.64	1.29	2.02

5.3 提案設計法

本章では、控え矢板式係船岸における根入れ長、矢板本体およびタイ材の応力に関して荷重抵抗係数アプローチによる部分係数を設定した。詳細な設定根拠は、5.2に示すとおりである。そこで、本研究ではこの部分係数を用いた設計法を提案設計法と称し、以下に性能照査式と部分係数を設定した。

(1) 根入れ長

根入れ長は地盤条件によって、砂質土地盤および互層（砂質土主体、海底面以下砂質土）と互層（粘性土主体）の4種類について部分係数の提案をおこなった。以下に、地盤構成と部分係数表を再度掲載する。

$$Z = \gamma_R \times R_k - \gamma_S \times S_k \quad (5.6a)$$

$$R_k = M_{pk} \quad (5.6b)$$

$$S_k = M_{sk} \quad (5.6c)$$

ここに、

Z : 性能関数

R_k : 抵抗項の合計値の特性値

S_k : 作用項の合計値の特性値

γ_R : 抵抗項の合計値の特性値に乘じる部分係数

γ_S : 作用項の合計値の特性値に乘じる部分係数

M_{pk} : 受働側のモーメントの特性値の和

M_{sk} : 主働側のモーメントの特性値の和

表-5.7 根入れ長に関する部分係数

地盤条件	γ_R	γ_S
(a) 砂質土地盤	0.72	1.09
(b) 互層（粘性土主体）	0.77	1.11
(c) 互層（砂質土主体）	0.75	1.10
(d) 互層（海底面以下砂質土）	0.74	1.10

以下に、根入れ長に関する部分係数に対する地盤構成の区分を示す。

(a)砂質土地盤：全て砂質土で構成した地盤

(b)互層（砂質土主体）：

海底面～根入れ下端までの層厚に対して粘性土が50%以下の地盤

(c)互層（粘性土主体）：

海底面～根入れ下端までの層厚に対して粘性土が50%以上の地盤

(d)互層（海底面以下砂質土）：

海底面～天端までの層厚に対して粘性土があるが、海底面以下には粘性土がない地盤

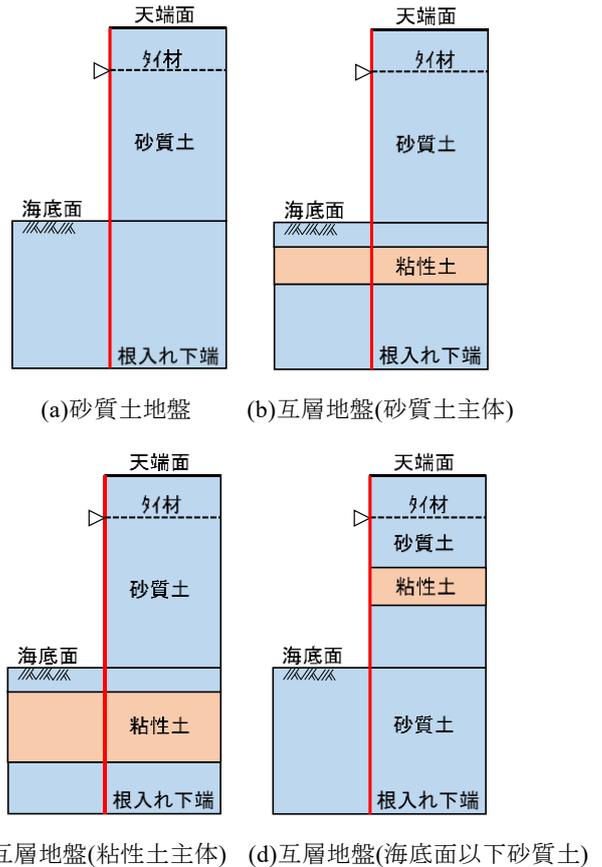


図-5.6 土層構成による地盤の種類（根入れ長）

(2) 矢板本体の応力

矢板本体の応力は、従来の設計法と同様に地盤条件による場合分けは行わず、各ケースの平均的な部分係数の提案をおこなった。以下に、性能照査式と部分係数表を再度掲載する。

矢板本体の鋼材応力照査に関する性能照査式は、以下に示すとおりである。

$$Z = \gamma_R \times R_k - \gamma_S \times S_k \quad (5.7a)$$

$$R_k = \sigma_y \quad (5.7b)$$

$$S_k = M_{maxk} / Z_{ak} \quad (5.7c)$$

ここに、

Z : 性能関数

R_k : 抵抗項の特性値

S_k : 作用項の特性値

γ_R : 抵抗項の特性値に乘じる部分係数

γ_S : 作用項の特性値に乘じる部分係数

σ_y : 鋼材の降伏応力度

M_{maxk} : 最大曲げモーメントの特性値

Z_{ak} : 矢板の断面係数の特性値

表-5.8 矢板本体の応力に関する部分係数

地盤条件	γ_R	γ_S
砂質土地盤, 互層地盤	0.84	1.18

(3) タイ材の応力

タイ材の応力は、従来の設計法と同様に地盤条件による場合分けは行わず、各ケースの平均的な破壊確率を目標破壊確率として部分係数の提案をおこなった。以下に性能照査式と部分係数表を再度掲載する。

タイ材の鋼材応力照査に関する性能照査式は、以下に示すとおりである。

$$Z = \gamma_R \times R_k - \gamma_S \times S_k \quad (5.8a)$$

$$R_k = \sigma_y \quad (5.8b)$$

$$S_k = T_k / A_k \quad (5.8c)$$

ここに、

- Z : 性能関数
- R_k : 抵抗項の特性値
- S_k : 作用項の特性値
- γ_R : 抵抗項の特性値に乘じる部分係数
- γ_S : 作用項の特性値に乘じる部分係数
- σ_y : 鋼材の降伏応力度
- T_k : タイ材1本当たりに作用する張力の特性値
- A_k : タイ材の断面積の特性値

表-5.9 タイ材の応力に関する部分係数

地盤条件	γ_R	γ_S
砂質土地盤, 互層地盤	0.64	1.29

6. 提案設計法を用いた試設計

6.1 本章の概要

本章では、5章で検討を行った荷重抵抗係数アプローチにより算定した部分係数を用いる「提案設計法」を用いて設計した断面と「H11設計法」、「H19設計法」の3断面の比較を行う。なお、地震時においては設計震度 ($k_h=0.05, 0.10, 0.15$)を変えた設計断面の比較を行い、各設計法による断面の大小関係を把握する。6.2では、矢板の根入れ長、矢板本体の応力およびタイ材の応力に関する設計手法の概要を説明する。なお、本章では矢板の断面剛性と地盤強度の影響を反映(補正)するロウの補正による方法および粘性土を主体とした地盤を対象としたたわみ曲線法についても断面比較を行うため、これらについても記載する。6.3では、各設計法に対する矢板の根入れ長、矢板本体の応力およびタイ材の応力の断面諸元を計算し、各設計法がもつ断面水準を比較する。6.4では本章のまとめを行う。

6.2 控え矢板式係船岸の設計手法の概要

(1) フリーアースサポート法および仮想ばり法

この2種類の設計手法は、前述の2.2で説明しているとおり、フリーアースサポート法とは矢板の根入れ下端において、タイ材取り付け点回りの曲げモーメントがゼロとなるような根入れ長を算定する設計手法であり、仮想ばり法とは、タイ材取付点と海底面を支点とし、矢板に海底面から上の土圧と残留水圧が分布荷重として作用する単純ばりと仮定し、矢板に作用する断面力(応力)を算定し、設計を行う手法である。

(2) ロウの補正による方法

ロウの補正による方法は、岸壁の大水深化にともない鋼管矢板が採用される等、仮想ばりによる設計法の仮定が成立しない条件下での設計に対応するため、4.2で説明した砂質土地盤や互層(砂質土主体、海底面以下砂質土)に対して矢板の断面剛性と地盤強度の影響を考慮した補正を行う設計手法である。菊池ら⁸⁾は、矢板の横方向の変位及び海底面からの深さに比例する地盤反力を用いて、矢板の挙動を弾性床の上の梁として解いたロウの方法によって、フィクストアースサポート状態の矢板の挙動を解析している。この解析結果から、ロウの提唱したフレキシビリティナンバーを改善し、仮想ばり法の計算値に対する比から諸特性値を算出できる指標を提案している。以下にロウの補正による方法に用いられる計算式を示す。

1) 根入れ長

(永続状態／常時)

$$\delta_N = D_F / H_T \geq 4.9510 \times \omega^{0.2} - 0.2486 \quad (6.1)$$

(レベル1地震動に関する変動状態／地震時)

$$\delta_S = D_F / H_T \geq 5.0916 \times \omega^{0.2} - 0.2591 \quad (6.2)$$

2) 矢板本体の応力

(永続状態／常時)

$$\mu_N = M_F / M_T \geq 3.8625 \times \omega^{0.2} - 0.2255 \quad (6.3)$$

(レベル1地震動に関する変動状態／地震時)

$$\mu_S = M_F / M_T \geq 4.5647 \times \omega^{0.2} - 0.1329 \quad (6.4)$$

3) タイ材応力

(永続状態／常時)

$$\tau_N = T_F / T_T \geq 1.8259 \times \omega^{0.2} + 0.6232 \quad (6.5)$$

(レベル1地震動に関する変動状態／地震時)

$$\tau_S = T_F / T_T \geq 2.3174 \times \omega^{0.2} + 0.5514 \quad (6.6)$$

ここに、

δ : 矢板の根入れ長とタイ材取付点から海底面までの高さの比

D_F : 矢板の根入れ長

H_T : タイ材取付点から海底面までの高さ

M_F : 収束根入れ時の最大曲げモーメント

M_T : 仮想ばり法による設計時の最大曲げモーメント

T_F : 収束根入れ時のタイ材取付点反力

T_T : 仮想ばり法による設計時の最大曲げモーメント

ω : シミラリティーナンバー (= ρl_h)

ρ : フレキシビリティナンバー (= H_T^4 / EI)

E : 矢板のヤング係数

I : 矢板の単位幅当たりの断面二次モーメント

l_h : 矢板壁の地盤反力係数

(3) たわみ曲線法

4.2で説明した砂質土地盤や互層(砂質土主体、海底面以下砂質土)では、ロウの補正の方法により矢板の断面剛性と地盤強度の影響を考慮した設計手法を用いるが、軟弱地盤のような緩い粘性土主体の地盤における矢板の設計では、深い根入れをもつ矢板を対象とするたわみ曲線法という設計手法がある。この設計手法は、根入れ下端およびタ

イ材取付点の変位がゼロ、また矢板下端部のたわみ角および曲げモーメントがゼロという境界条件を満たすものである。作用は、受働側は受働土圧を荷重として、主働側は主働土圧および残留水圧を荷重として考慮する。

6.3 設計手法の違いによる断面比較

(1) 検討ケース

検討ケースの水深や地盤条件は、表-6.1のとおり表-4.2の31ケースのうち検討条件一覧の標準モデル全12ケースと設計事例のモデル8ケースを抽出した合計20ケースとした。なお、設計事例のモデルを8ケースとした理由は、表-4.2のケースに同一港湾、同一地区のケースが含まれているため、その場合は1ケースを抽出したためである。また、互層地盤では、表-6.2に示す粘着力の変動係数を3種類(補正係数 b_1 を反映した特性値を3種類)設定し検討ケースを追加することとした。なお、粘着力のデータ数は10個とし、補正係数 b_2 は1種類とした。

断面比較を行う設計法は、表-6.3に示すとおりである。永続状態に関する3種類の設計法に対し、さらに地震時として、 $k_h=0.05, 0.10, 0.15$ の3種類の設計震度に対して比較を行った。ただし、地震時の設計法はH11設計法、H19設計法とも大きな変化はないため、地震時については、H11設計法の安全率で断面設定を行うこととした。

また、当該断面に対し、矢板の断面剛性と地盤強度の影響を考慮したロウの補正による設計手法またはたわみ曲線法を適用した結果についてもあわせて検討した。ロウの補正は砂質土地盤および互層(砂質土主体、海底面以下砂質土)を対象とし、たわみ曲線法はそれ以外の互層(粘性土主体)のケース13のみを対象とした。

表-6.1 検討ケース

モデル	検討ケース	合計
標準モデル	1~12	12
設計事例のモデル	*13,16,19,21,22,24,27,30	8
合計		20

※下線のケースは互層地盤を示し、粘着力の変動係数およびデータ数による特性値を反映させるケースである。

表-6.2 粘着力の変動係数およびデータ数

補正係数の区分	検討ケース	合計
変動係数(b_1)	0.00以上0.10未満 0.15以上0.25未満 0.40以上0.60未満	3
データ数(b_2)	10個	1

表-6.3 検討を行う設計法と設計手法

設計手法	・フリーアースサポート法 ・仮想ばり法	・ロウの補正 または、たわみ 曲線法
H11設計法	○	○
H19設計法	○	○
提案設計法	○	○
地震時($k_h=0.05$)	○	○
〃 ($k_h=0.10$)	○	○
〃 ($k_h=0.15$)	○	○

(2) 設計断面の性能規定値

各照査項目に対して、設計断面の性能規定値を表-6.4、表-6.5に示す。ここで示す数値は安全率法における安全率と提案設計法における実質安全率(γ_s/γ_R)に対応したものである。一方、H19設計法は文献¹⁾の部分係数表を用いることとする。また、応力関係の性能規定値は、H11設計法および地震時に対しては許容応力度法を用いることとする。ここでは、根入れ長に関しては、砂質土地盤および互層(砂質土主体、海底面以下砂質土)の提案設計法の実質安全率を、一律安全側の設計になるように砂質土地盤で設定した実質安全率を使用する。

表-6.4 根入れ長 (フリーアースサポート法)

	砂質土地盤 互層(砂質土主体、 海底面以下砂質土)	互層(粘性土主体)
H11設計法	1.5	1.2
H19設計法	※1	※1
提案設計法	1.51	1.44
地震時	1.2	1.2

表-6.5 矢板本体およびタイ材の応力 (仮想ばり法)

	矢板本体の応力	タイ材の応力
H11設計法	許容応力度	許容応力度
H19設計法	※1	※1
提案設計法	1.4	2.02
地震時	許容応力度×1.5	許容応力度×1.5

※1:H19設計法の部分係数表を用いて設計

(3) 鋼種および腐食代の設定

検討ケース20ケースの断面設定にあたっては、鋼矢板はSYW390材、鋼管矢板はSKY490材、またタイ材はHT690材とした。また、試設計では、耐用年数50年に対する腐食後の断面に対して照査を行うこととし、表-6.6に示す腐食速度、電気防食の有無および耐用年数を用いることとした。

表-6.6 鋼種および腐食速度等

	矢板本体	タイ材
鋼種	SYW390, SKY490	HT690
腐食速度	海側：0.15mm/年 陸側：0.02mm/年	0.03mm/年
電気防食	防食率90%	-
耐用年数	50年	50年

(4) 検討結果

本項では、(1)~(3)の条件で検討した20ケースの矢板の根入れ長、矢板本体およびタイ材の応力に関して設計法および設計手法の違いによる断面比較を行うために試設計を行った結果を示す。なお、計算結果の詳細な数値は付録Iに示す。

1) 根入れ長

図-6.1にフリーアースサポート法、図-6.2にロウの補正による方法またはたわみ曲線法による全ケースの計算結果を示す。また、図-6.3、図-6.4に各設計手法におけるH19設計法と提案設計法の断面比較結果を示す。さらに、図-6.5~図-6.10は、横軸にH19設計法の断面と地震時における設計震度($k_h=0.05, 0.10, 0.15$)に対する断面を比較して大きくなる断面(決定断面)、縦軸に提案設計法の断面と地震時における上記震度の断面を比較して大きくなる断面(決定断面)を示す。

まず、図-6.1に示すフリーアースサポート法では、ケース13の互層(粘性土主体)以外の地盤に対して、提案設計法とH11設計法の根入れ長は同等である。これは、表-6.4に示す提案設計法の実質安全率が1.51、H11設計法の安全率が1.5で差が無いことによるものである。一方、ケース13に関しては、提案設計法の実質安全率が1.44、H11設計法の安全率が1.2であるため、提案設計法の方が根入れ長が大きい。

一方、図-6.2に示すロウの補正による方法およびたわみ曲線法では、砂質土地盤で水深が4.5m~10m程度のケース1~5, 21, 24では、仮想ばり法で算出した矢板の剛性が小さいため、提案設計法と同等もしくは若干大きい程度である。その他のケースは、水深および地盤条件(互層地盤)によって、提案設計法に比べて大きい傾向にある。

次に、表-6.7に図-6.3~図-6.10の根入れ長の比較結果を根入れ長の割合を指標として示す。なお、ここでの比較対象は以下に示す比較①~④である。フリーアースサポート法では、比較①で提案設計法がH19設計法に比べて0.89倍であるが、ロウの補正またはたわみ曲線法では1.06倍と若干長くなることがわかった。また比較②においても同じ傾向がみられる。一方、比較③、④では設計手法による根入

れ長の差はほとんどない。この理由としては、地震時で計算される断面が提案設計法とH19設計法の根入れ長より大きくなったことが要因である。

以上から、フリーアースサポート法を用いた場合は、地震時における設計震度($k_h=0.10$)未満では、H19設計法の根入れ長が提案設計法より大きい。一方、ロウの補正による方法およびたわみ曲線法を用いる場合は、提案設計法とH19設計法による差はほとんどないことがわかった。

- 比較①：H19設計法に対する提案設計法の根入れ長比
- 比較②：H19設計法と地震時($k_h=0.05$)の決定断面に対する提案設計法と地震時($k_h=0.05$)の決定断面の根入れ長比
- 比較③：H19設計法と地震時($k_h=0.10$)の決定断面に対する提案設計法と地震時($k_h=0.10$)の決定断面の根入れ長比
- 比較④：H19設計法と地震時($k_h=0.15$)の決定断面に対する提案設計法と地震時($k_h=0.15$)の決定断面の根入れ長比

表-6.7 各種設計法のH19設計法に対する根入れ比

比較	フリーアースサポート法	ロウの補正たわみ曲線法
①	0.89	1.06
②	0.89	1.04
③	0.98	1.01
④	1.00	1.00

2) 矢板本体の応力

図-6.11に仮想ばり法、図-6.12にロウの補正による方法またはたわみ曲線法による全ケースの計算結果を示す。また、図-6.13、図-6.14に各設計手法におけるH19設計法と提案設計法の断面比較結果を示す。さらに、図-6.15～図-6.20は、横軸にH19設計法の断面と地震時における設計震度($k_h=0.05, 0.10, 0.15$)の断面を比較して大きくなる断面(決定断面)、縦軸に提案設計法の断面と地震時における上記設計震度の断面を比較して大きくなる断面(決定断面)を示す。

まず、図-6.11に示す仮想ばり法では、全てのケースに対してH11設計法が提案設計法の断面係数より大きい。これは、H11設計法は許容応力度法に基づく断面設定を行っているためである。ちなみに、許容応力度法の実質安全率は、既報⁴⁾によると1.7程度であるため提案設計法の1.4より大きい値である。また、図-6.12に示すロウの補正による方法またはたわみ曲線法においても同様の傾向である。

次に、表-6.8に図-6.13～図6.20の矢板の断面係数の比

較結果を断面係数の比を指標として示す。なお、ここでの比較対象は以下に示す比較①～④である。仮想ばり法では、比較①で提案設計法がH19設計法に比べて1.26倍であるが、ロウの補正およびたわみ曲線法では1.33倍と同程度の割合の増加となることがわかった。また比較②においても同じ傾向がみられる。ここで、鋼矢板の型式の差による断面係数の増加分は、例えばⅡw型からⅢw型は約90%、Ⅳw型からⅤL型は約20%である。また、鋼管矢板は同じ径であれば肉厚が2~3mm増加するごとに15~18%程度であるため、H19設計法で鋼矢板および鋼管矢板の断面係数ぎりぎり設計されている場合は、提案設計法では1ランク程度の規格アップにつながる可能性が示唆される。

一方、比較③、④では設計手法による断面の差はほとんどない。この理由としては、地震時で計算される断面係数が提案設計法とH19設計法の断面係数より大きくなり、このため決定断面が地震時に変わったことが要因である。

以上から、仮想ばり法、ロウの補正による方法またはたわみ曲線法の全ての設計手法を用いた場合、地震時における設計震度($k_h=0.10$)未満では、提案設計法の断面係数がH19設計法より大きい。一方、地震時における設計震度($k_h=0.10$)以上の場合は、提案設計法とH19設計法による差はほとんどないことがわかった。

- 比較①：H19設計法に対する提案設計法の断面係数比
- 比較②：H19設計法と地震時($k_h=0.05$)の決定断面に対する提案設計法と地震時($k_h=0.05$)の決定断面の断面係数比
- 比較③：H19設計法と地震時($k_h=0.10$)の決定断面に対する提案設計法と地震時($k_h=0.10$)の決定断面の断面係数比
- 比較④：H19設計法と地震時($k_h=0.15$)の決定断面に対する提案設計法と地震時($k_h=0.15$)の決定断面の断面係数比

表-6.8 各種設計法のH19設計法に対する断面係数比

比較	仮想ばり法	ロウの補正たわみ曲線法
①	1.26	1.33
②	1.12	1.14
③	1.01	1.01
④	1.00	1.00

3) タイ材の応力

図-6.21に仮想ばり法、図-6.22にロウの補正による方法またはたわみ曲線法による全ケースの計算結果を示す。また、図-6.23、図-6.24に各設計手法におけるH19設計法と

提案設計法の断面比較結果を示す。さらに、図-6.25～図-6.30は、横軸にH19設計法の断面と地震時における設計震度($k_h=0.05, 0.10, 0.15$)の断面を比較して大きくなる断面(決定断面)、縦軸に提案設計法の断面と地震時における上記設計震度の断面を比較して大きくなる断面(決定断面)を示す。

まず、図-6.21に示す仮想ばり法では、全てのケースに対してH11設計法が提案設計法の断面係数より大きい。これは、H11設計法は許容応力度法に基づく断面設定を行っているためである。ちなみに、許容応力度法の実質安全率は、既報⁴⁾によると2.5程度であるため提案設計法の2.02より大きい値である。また、図-6.22に示すロウの補正による方法またはたわみ曲線法においても同様の傾向である。

次に、表-6.9に図-6.23～図6.30のタイ材必要径の比較結果をタイ材必要径の比を指標として示す。なお、ここでの比較対象は以下に示す比較①～④である。仮想ばり法では、比較①で提案設計法がH19設計法に比べて1.07倍であるが、ロウの補正およびたわみ曲線法では1.08倍と同程度の割合の増加となることがわかった。また比較②においても同じ傾向がみられる。ここで、H19設計法でタイ材の規格径ぎりぎり設計されている場合は、提案設計法では1~2ランクの規格アップにつながる可能性が示唆される。

一方、比較③、④では設計手法による断面の差はほとんどない。この理由としては、地震時で計算されるタイ材必要径が提案設計法とH19設計法のタイ材必要径より大きくなり、このため決定断面が地震時に変わったことが要因である。

以上から、仮想ばり法、ロウの補正による方法またはたわみ曲線法の全ての設計手法を用いた場合、地震時における設計震度($k_h=0.10$)未満では、提案設計法の断面係数がH19設計法より大きい。一方、地震時における設計震度($k_h=0.10$)以上の場合、提案設計法とH19設計法による差はほとんどないことがわかった。

比較①：H19設計法に対する提案設計法のタイ材必要径比

比較②：H19設計法と地震時($k_h=0.05$)の決定断面に対する提案設計法と地震時($k_h=0.05$)の決定断面のタイ材必要径比

比較③：H19設計法と地震時($k_h=0.10$)の決定断面に対する提案設計法と地震時($k_h=0.10$)の決定断面のタイ材必要径比

比較④：H19設計法と地震時($k_h=0.15$)の決定断面に対する提案設計法と地震時($k_h=0.15$)の決定断面のタイ材必要径比

表-6.9 各種設計法のH19設計法に対するタイ材径の比

比較	仮想ばり法	ロウの補正 たわみ曲線法
①	1.07	1.08
②	1.06	1.06
③	1.02	1.01
④	1.00	1.00

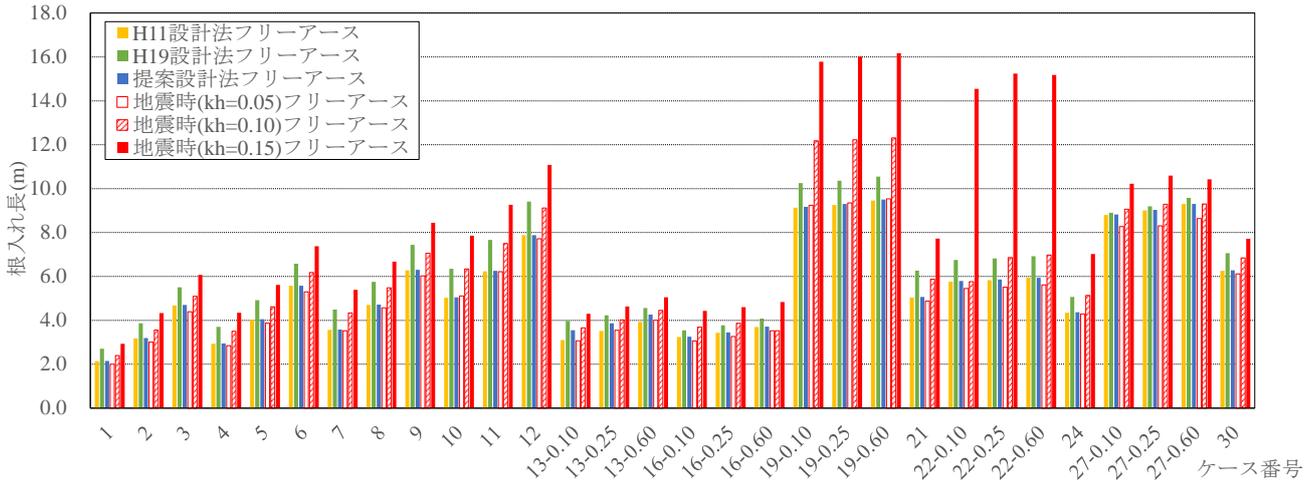


図-6.1 フリーアースサポート法による根入れ長

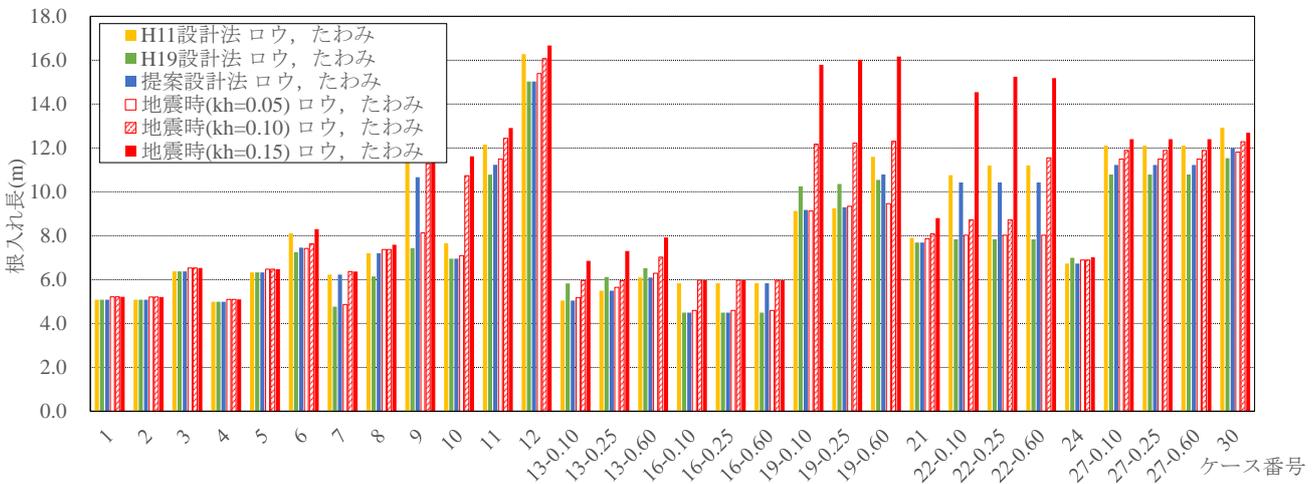


図-6.2 ロウの補正による方法，たわみ曲線法による根入れ長

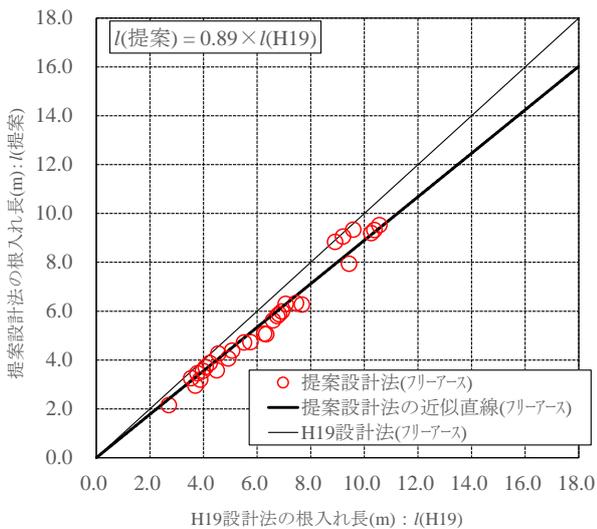


図-6.3 フリーアースサポート法による
H19 設計法と提案設計法の断面比較

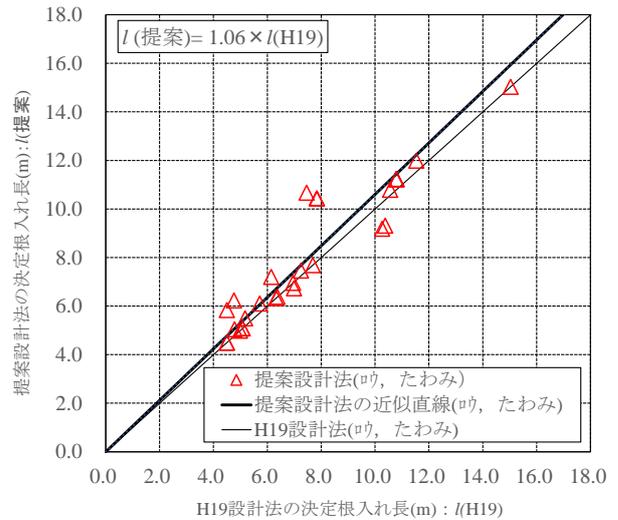


図-6.4 ロウの補正による方法，たわみ曲線法による
H19 設計法と提案設計法の断面比較

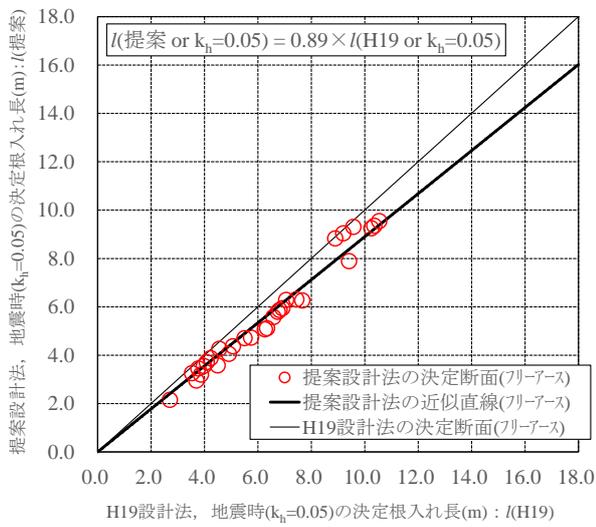


図-6.5 フリーアースサポート法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.05$)との決定断面の比較

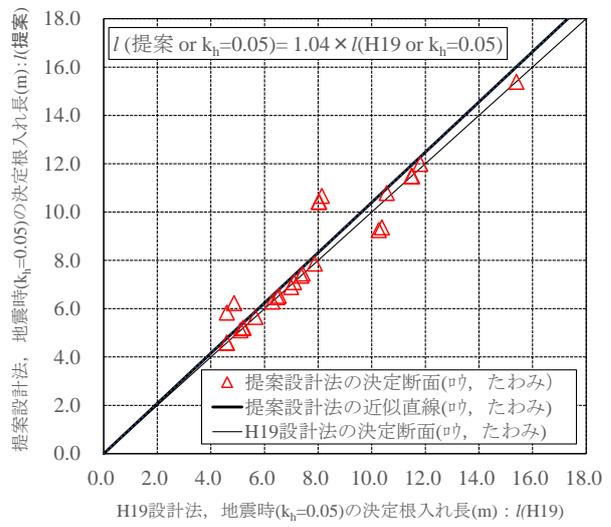


図-6.6 ロウの補正による方法、たわみ曲線法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.05$)との決定断面の比較

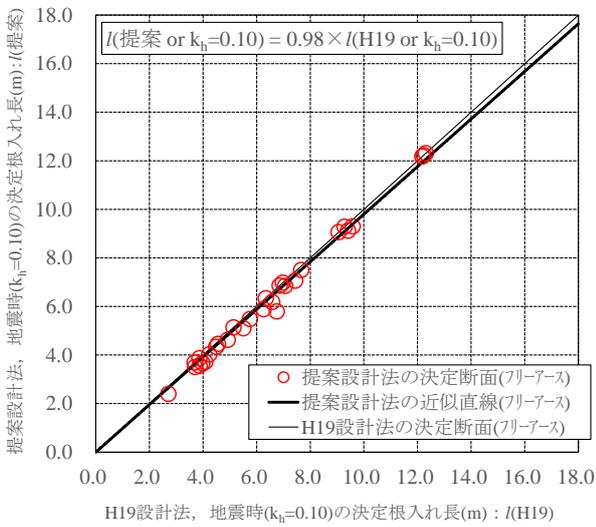


図-6.7 フリーアースサポート法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.10$)との決定断面の比較

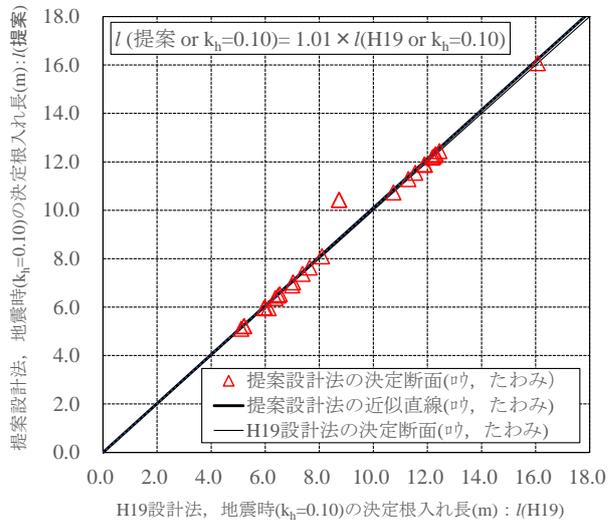


図-6.8 ロウの補正による方法、たわみ曲線法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.10$)との決定断面の比較

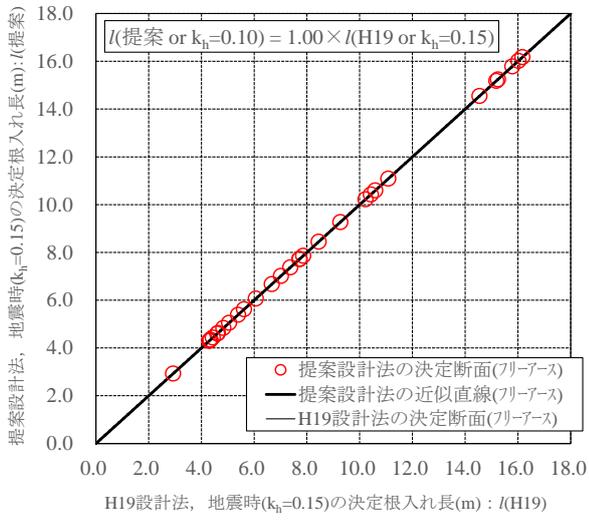


図-6.9 フリーアースサポート法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.10$)との決定断面の比較

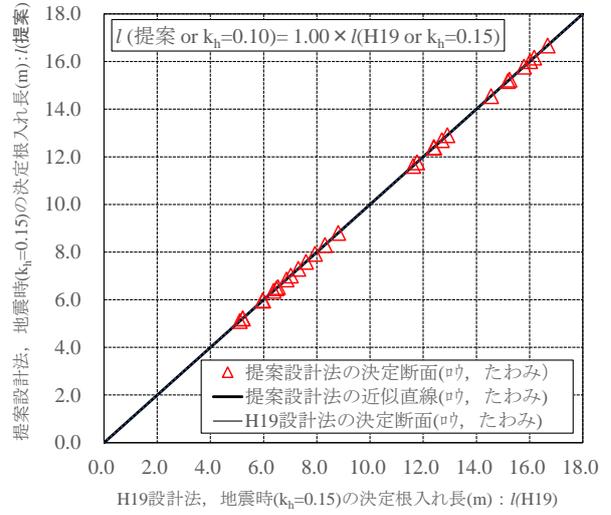


図-6.10 ロウの補正による方法、たわみ曲線法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.10$)との決定断面の比較

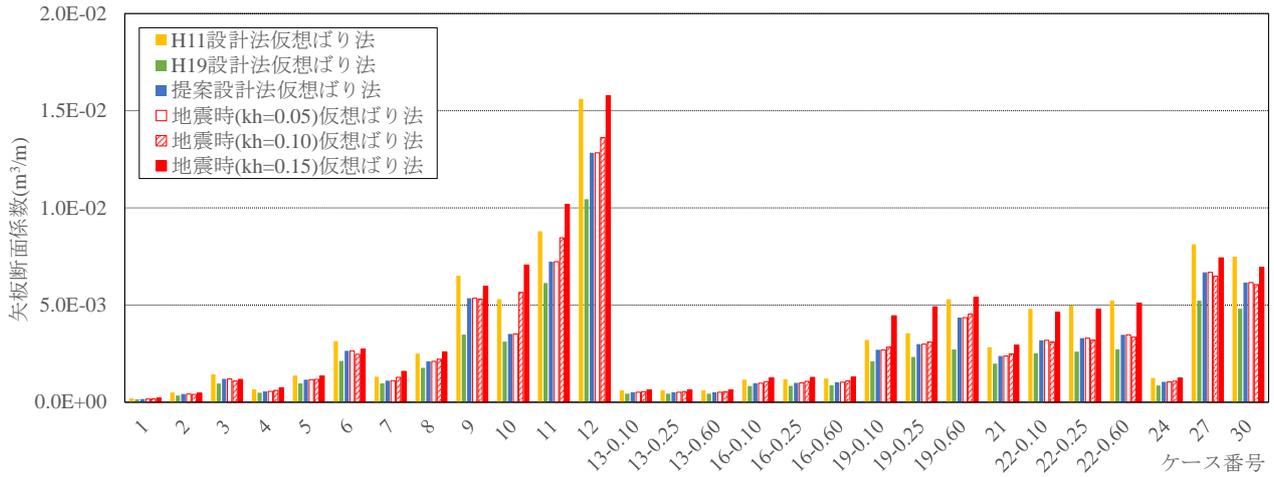


図-6.11 仮想ばり法による矢板断面係数

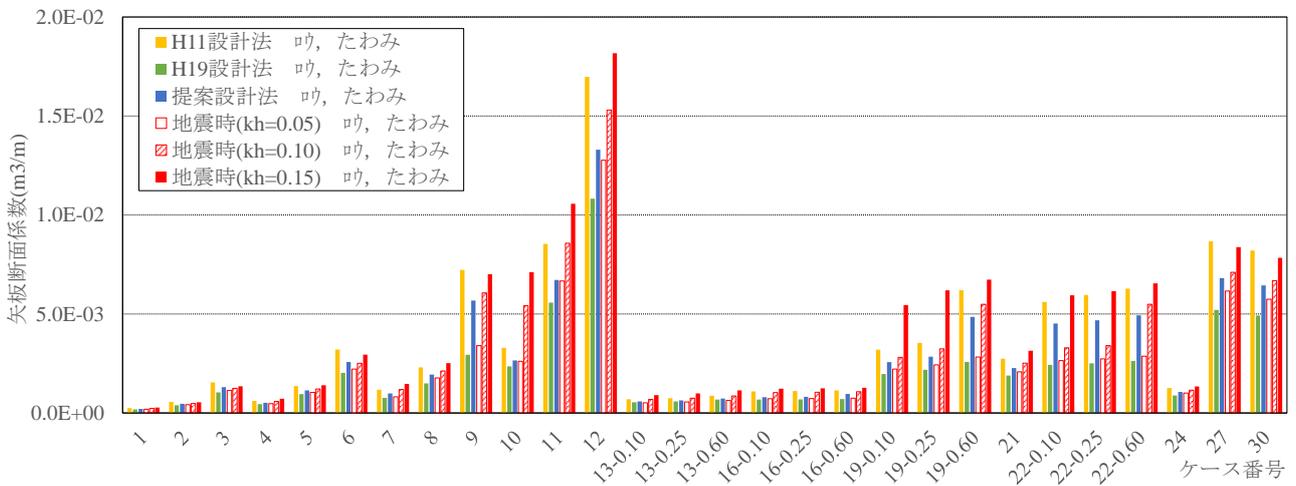


図-6.12 ロウの補正による方法，たわみ曲線法による矢板断面係数

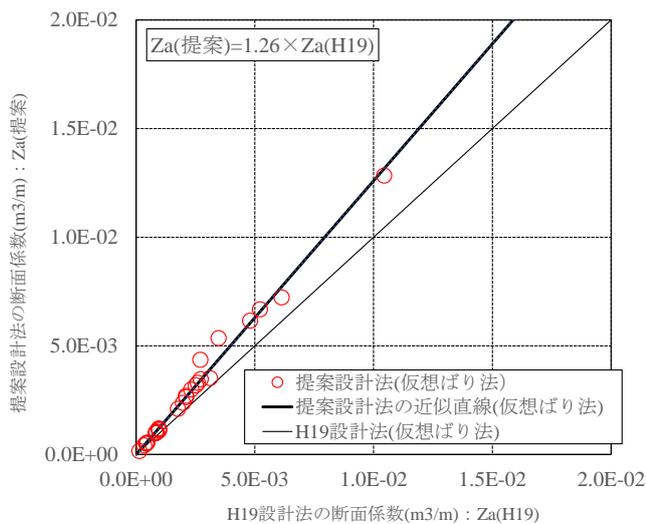


図-6.13 仮想ばり法による
H19設計法と提案設計法の断面比較

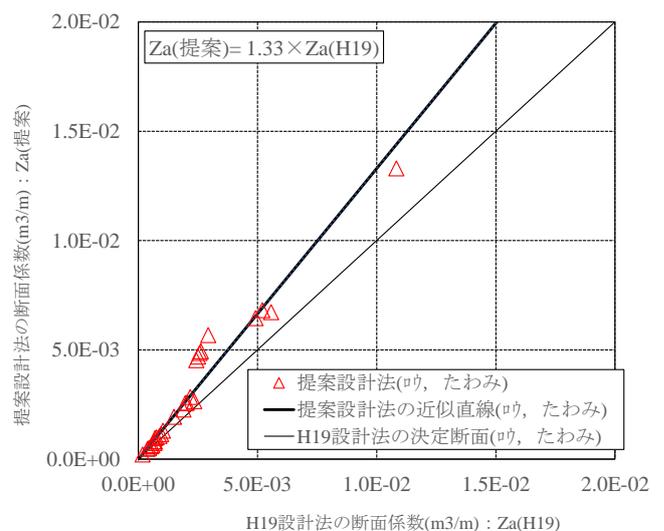


図-6.14 ロウの補正による方法，たわみ曲線法による
H19設計法と提案設計法の断面比較

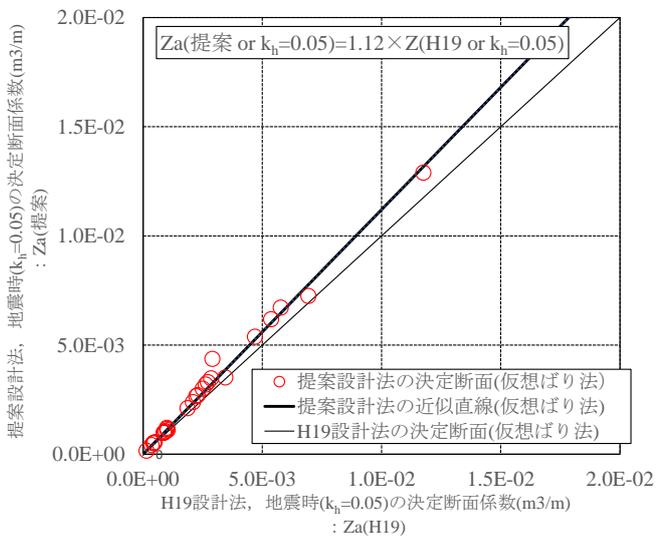


図-6.15 仮想ばり法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.05$)との決定断面の比較

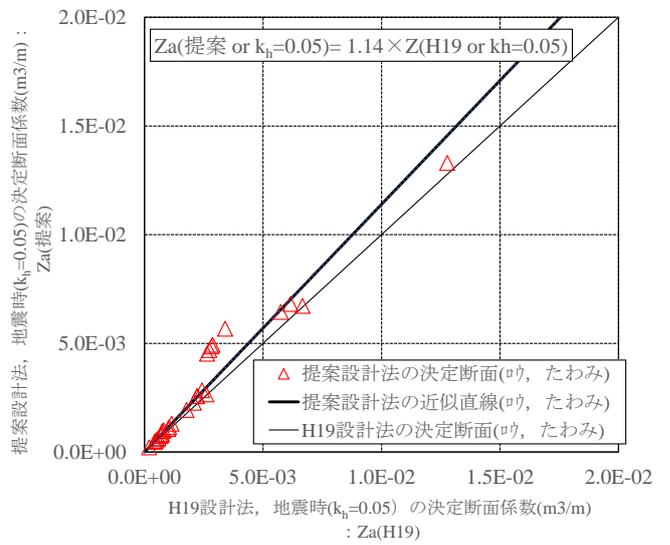


図-6.16 ロウの補正による方法、たわみ曲線法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.05$)との決定断

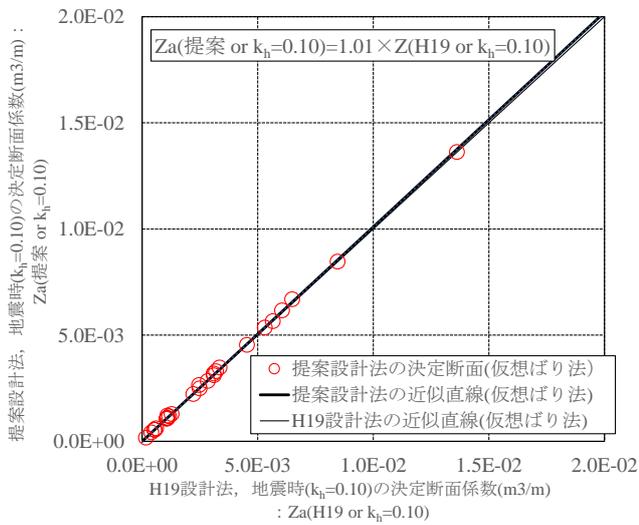


図-6.17 仮想ばり法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.10$)との決定断面の比較

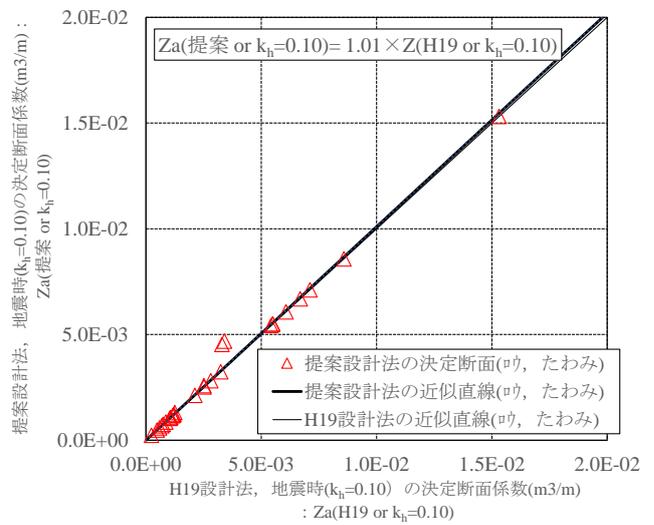


図-6.18 ロウの補正による方法、たわみ曲線法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.10$)との決定断面の

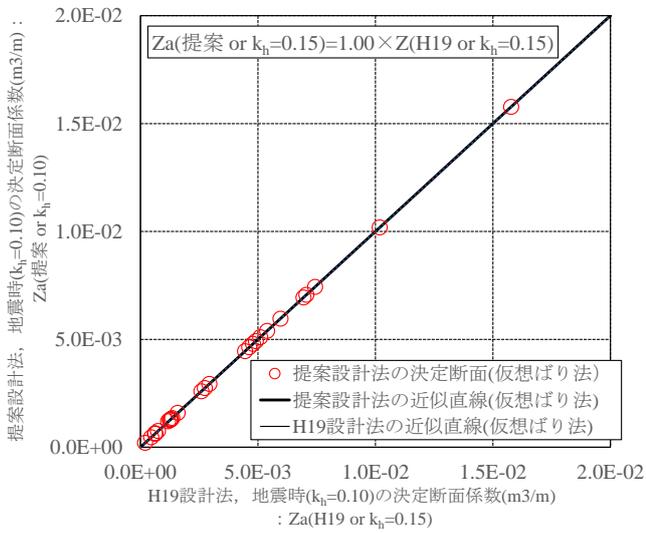


図-6.19 仮想ばり法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.15$)との決定断面の比較

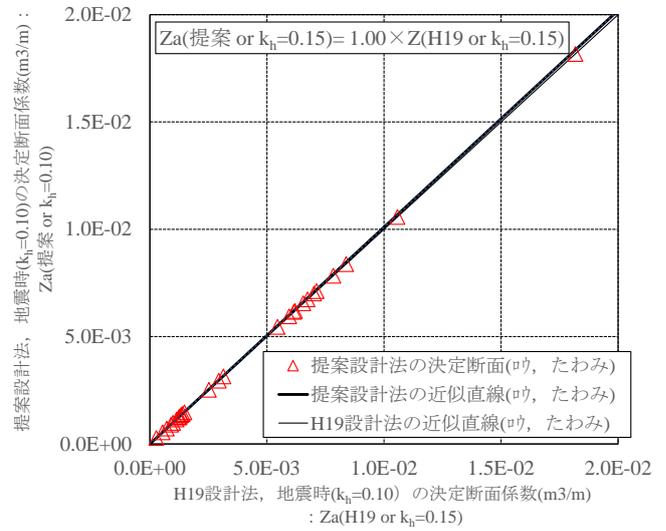


図-6.20 ロウの補正による方法, たわみ曲線法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.15$)との決定断面

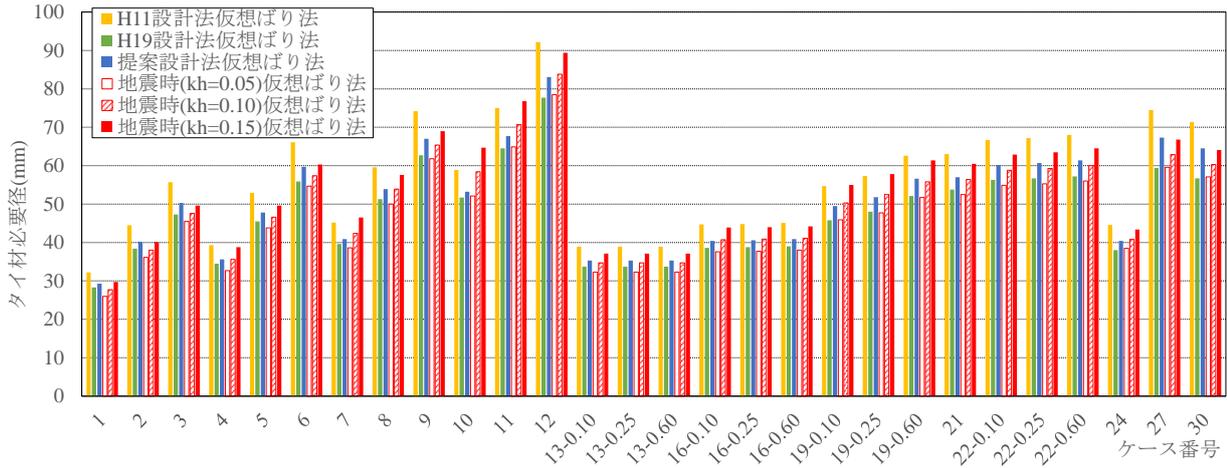


図-6.21 仮想ばり法によるタイ材必要径

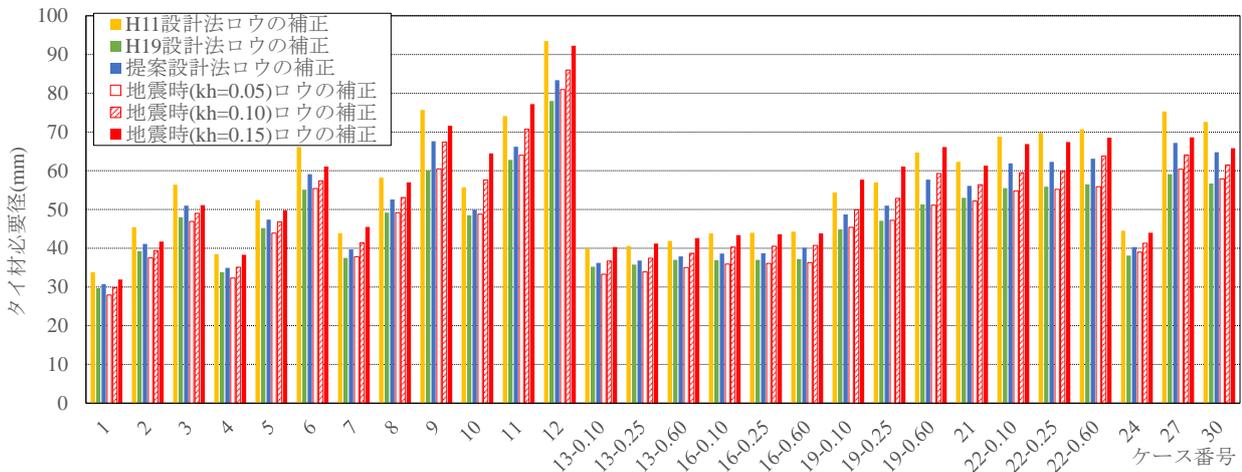


図-6.22 ロウの補正による方法、たわみ曲線法によるタイ材必要径

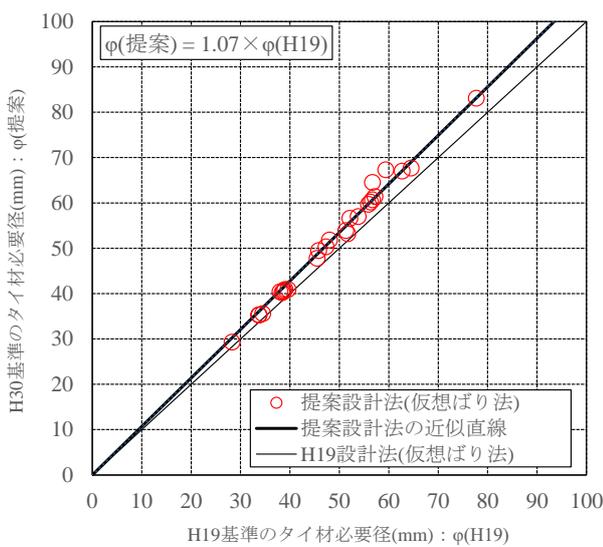


図-6.23 仮想ばり法による H19 設計法と提案設計法の断面比較

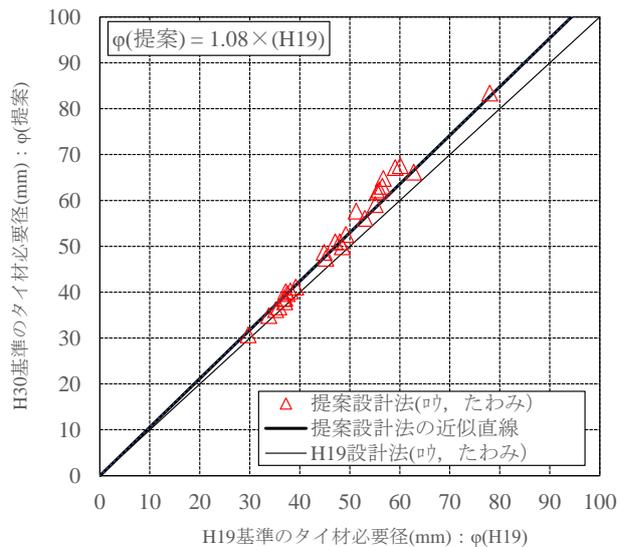


図-6.24 ロウの補正による方法、たわみ曲線法による H19 設計法と提案設計法の断面比較

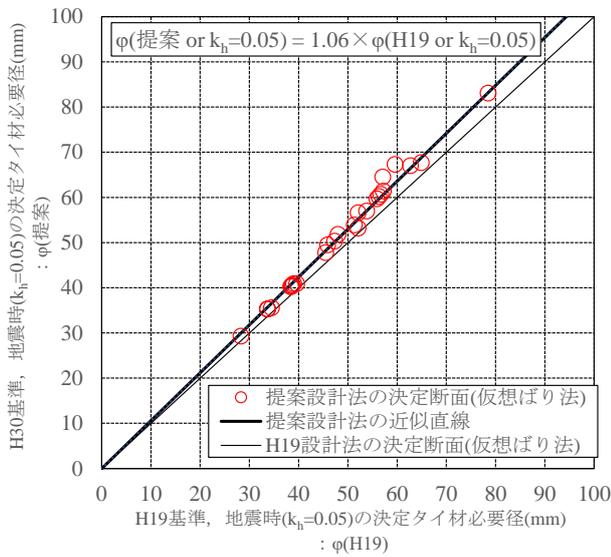


図-6.25 仮想ばり法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.05$)との決定断面の比較

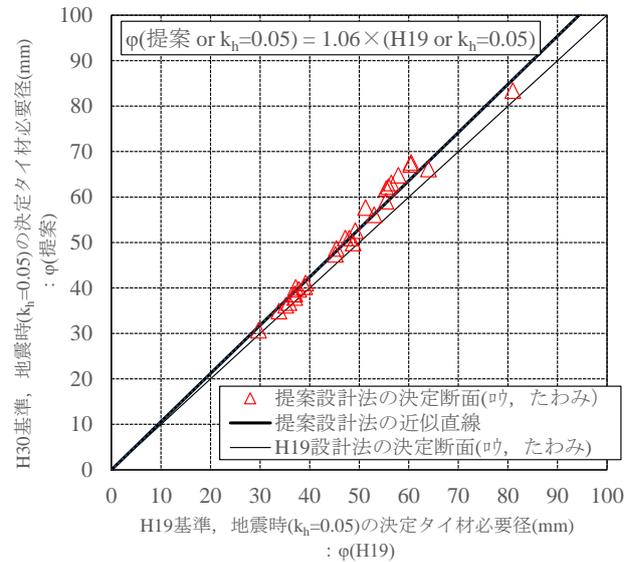


図-6.26 ロウの補正による方法、たわみ曲線法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.05$)との決定断面の

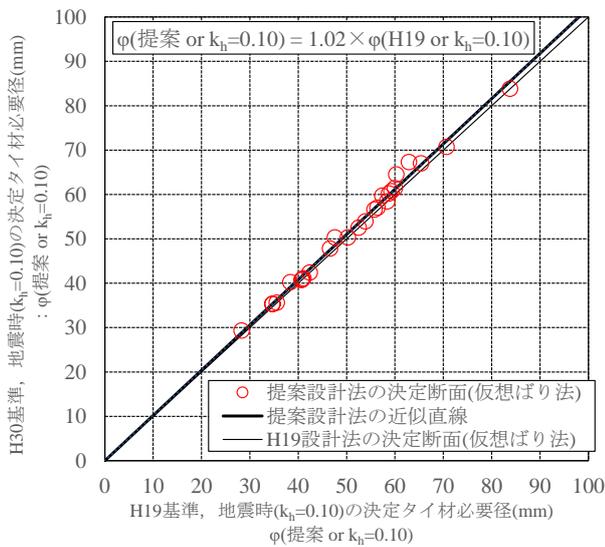


図-6.27 仮想ばり法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.10$)との決定断面の比較

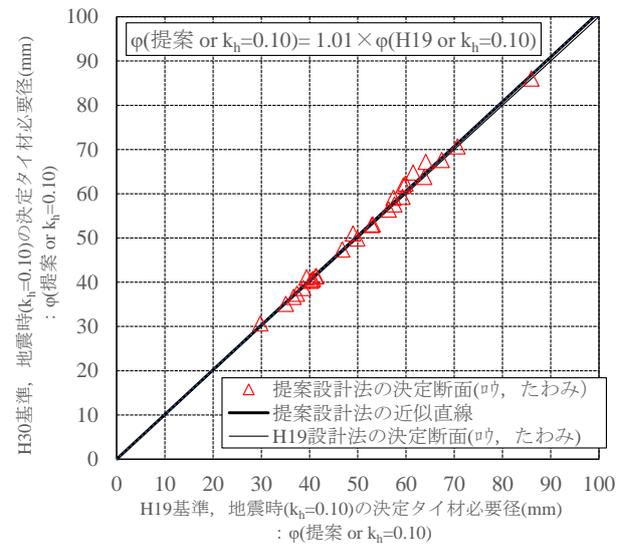


図-6.28 ロウの補正による方法、たわみ曲線法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.10$)との決定断面

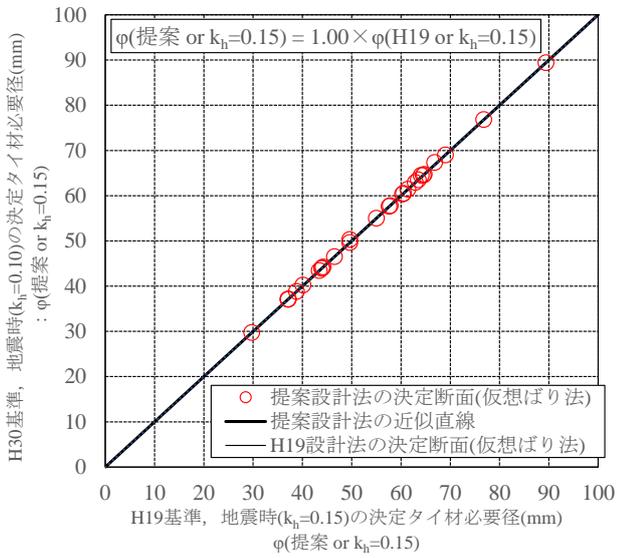


図-6.29 仮想ばり法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.15$)との決定断面の比較

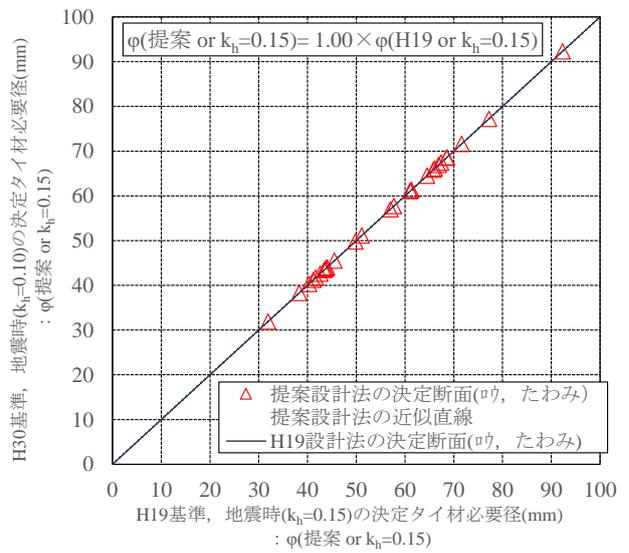


図-6.30 ロウの補正による方法, たわみ曲線法による H19 設計法と提案設計法の地震時($k_h=0.15$)との決定断面

6.4 本章のまとめ

本章では、控え矢板式係船岸における根入れ長、矢板本体およびタイ材の応力に関して提案設計法による試設計を行い、さらにH11設計法、H19設計法および地震時における設計震度 ($k_n=0.05, 0.10, 0.15$) で設計される断面の比較を行い提案設計法の断面水準を明らかにした。また、試設計では、設計手法の違いによる比較を行うため、フリーアースサポート法、仮想ばり法、ロウの補正による方法およびたわみ曲線法について計算した。

根入れ長は、フリーアースサポート法を用いた場合は、地震時における設計震度($k_n=0.10$)未満では、H19設計法の根入れ長が提案設計法より大きい。一方、ロウの補正による方法およびたわみ曲線法を用いる場合は、提案設計法とH19設計法による差はほとんどないことがわかった。

矢板本体は、仮想ばり法、ロウの補正による方法およびたわみ曲線法の全ての設計手法を用いた場合、地震時における設計震度($k_n=0.10$)未満では、提案設計法の断面係数がH19設計法より大きい。一方、地震時における設計震度($k_n=0.10$)以上の場合、提案設計法とH19設計法による差はほとんどないことがわかった。

タイ材は、仮想ばり法、ロウの補正による方法およびたわみ曲線法の全ての設計手法を用いた場合、地震時における設計震度($k_n=0.10$)未満では、提案設計法の断面係数がH19設計法より大きい。一方、地震時における設計震度($k_n=0.10$)以上の場合、提案設計法とH19設計法による差はほとんどないことがわかった。

7. 結論

本研究では、H19設計法の部分係数法による設計法に関し、荷重抵抗係数アプローチによる新たな部分係数を提案した。本研究で得られた結論を以下に示す。

- 1)第2章では、MCSを実施する際の性能関数の設定と既報⁴⁾の国総研資料No.901で提案した実質安全率を指標とした目標安全性水準を各照査項目に対して整理した。
- 2)第3章では、MCSに導入する設計因子の確率変数を整理した。また、新たな試みとして、地盤条件による土圧合力の平均的なばらつきを設定するために、矢板壁に作用する土圧合力の変動係数を新たに設定し解析をおこなった。
- 3)第4章では、目標安全性水準となる検討断面に対して破壊確率を算定し、各照査項目に対して目標破壊確率を設定した。設定した目標破壊確率は、根入れ長が 2.0×10^{-2} 、矢板本体の応力が 8.3×10^{-5} 、タイ材の応力が 4.1×10^{-12} である。
- 4)第5章では、目標破壊確率に対して荷重抵抗係数アプローチによる部分係数を提案した(提案設計法)。5.3に各照査項目の部分係数を示す。
- 5)第6章では、第5章で得られた提案設計法、H19設計法、H11設計法および地震時における設計震度($k_n=0.05, 0.10, 0.15$)に対する設計法およびフリーアースサポート法、仮想ばり法、ロウの補正による方法またはたわみ曲線法の設計手法の違いによる断面水準の比較を行った。

(2017年2月14日受付)

謝辞

本稿をとりまとめるにあたり、信頼性設計法について岐阜大学の山城勇介名誉教授、新潟大学の竹雄准教授より、また、控え矢板式係船岸の設計法について、東京理科大学の菊池喜昭教授、港湾空港技術研究所の森川嘉之領域長よりご指導および適切なご助言、様々な参考情報を頂きました。

また、港湾施設研究室の交流研究員である佐藤健彦氏、西岡悟史氏、高野向後氏、川俣秀樹氏、勝俣優氏、においては、本稿の執筆方針および検討内容に対して貴重な意見を頂きました。ここに記して、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，
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，国総研資料，No.880，2015，pp6~7
- 3) Masahiro Takenobu, Masafumi Miyata, Yusuke Honjo,
Yu Otake, Takehiko Sato and Satoshi Nishioka : Revision
of “The Technical Standard for Port and Harbor Structures”
Based on LRFD, Reliability-Based Design and Code
Developments(Geoteknik2017), pp. 514- 523, 2017
- 4) 松原弘晃，竹信正寛，宮田正史：控え矢板式係船岸の永
続状態における目標安全性水準に関する諸考察，国総研
資料，No.901，2016
- 5) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，
1999.
- 6) 渡部要一，田中政典，佐々真志，菊池喜昭：信頼性設計
に基づく性能設計実現に向けた新しい地盤定数設定法
の提案，港研報告，Vol.48 No.2，2009，pp123~143
- 7) Ovesen,N.K.(1995) : Eurocode 7 for geotechnical design,
Proceedings Bengt B. Broms Symposium on Geotechnical
Engineering, Singapore,pp.333-360
- 8) 菊池喜昭，高橋邦夫，小椋卓実：土圧実験における土
圧のばらつきと近接構造物の変位による土圧の変化に
関する実験，港湾技研資料，No.811，1995.
- 9) Vanmarcke, E.H. : Probabilistic modeling of soil profiles,
J.Geotechnical Engineering(ASCE), Vol.103, No.GT11,
pp.1227-1246, 1977

付録A 確率変数の設定

1. 残留水位 (古戸井ら1977¹⁾)

古戸井らは、全国の港湾施設を対象として、潮位観測を実施している。観測期間は3ヶ月間とし、測定期間中、毎月朔望の日から(朔望の月を含む)5日間の連続観測を実施している。残留水位は、前面の潮位に連動し変化するため、ここでは控え矢板式岸壁に関して観測期間のH.W.L.時を過ぎた時刻に観測された最大の残留水位を抽出し(付図A-1~付図A-8)、その水位のばらつきから変動係数を算定した(付表A-1)。これによると、変動係数は8港湾施設の平均値として0.043を採ることが判る。なお、この整理手法は、長尾ら²⁾(2005)の論文においても同様の手法が用いられている。以上より、変動係数は0.05とする。

また、本検討では、一般的な港湾を対象に検討を行うことため、平均値と特性値は同値とし、平均値の偏りは1.00とする。

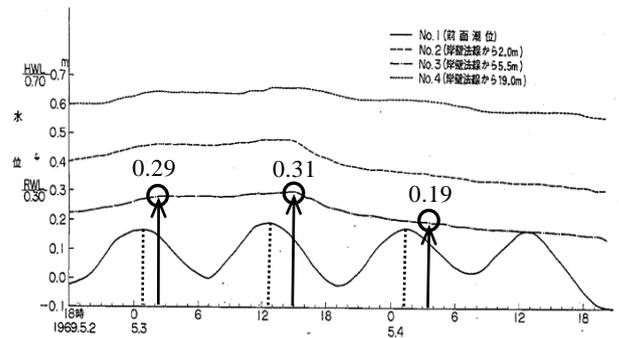
平均値の偏り (μ/X_k)	: 1.00
変動係数 (CV)	: 0.05

付表A-1 残留水位の変動係数の算出

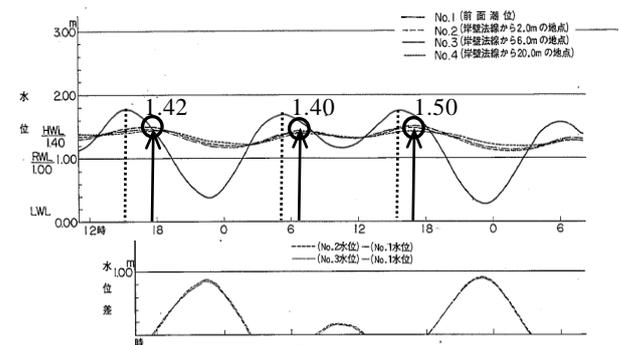
1971 残留水位の測定結果より算定 (単位:m)

港名	伏木富山	鹿島	八戸	小松島	門司	八代	鹿児島	衣浦
水深	-10.0m	-5.5m	-5.5m	-9m	-10m	-7.5m	-7.5m	-9m
LWL時の背後潮位①	0.29	1.42	1.31	1.19	3.45	3.10	2.00	1.60
LWL時の背後潮位②	0.31	1.40	1.30	1.18	3.25	3.12	2.15	1.65
LWL時の背後潮位③	0.19	1.50	1.31	1.19	3.35	-	1.90	1.55
ave	0.26	1.44	1.31	1.19	3.35	3.11	2.02	1.60
sd	0.052	0.043	0	0	0.082	0	0.103	0.041
cov	0.199	0.03	0.004	0.004	0.024	0.003	0.051	0.026
							変動係数の平均	0.043

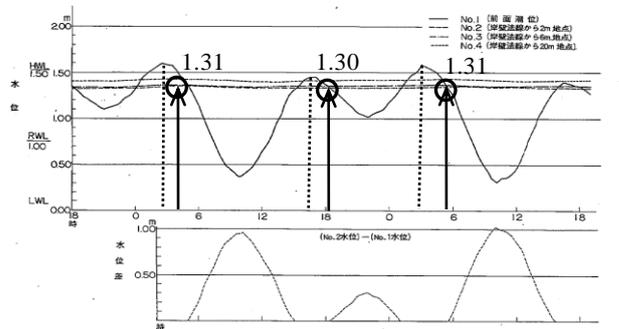
以下の図に、付表A-1の読み値を整理した。



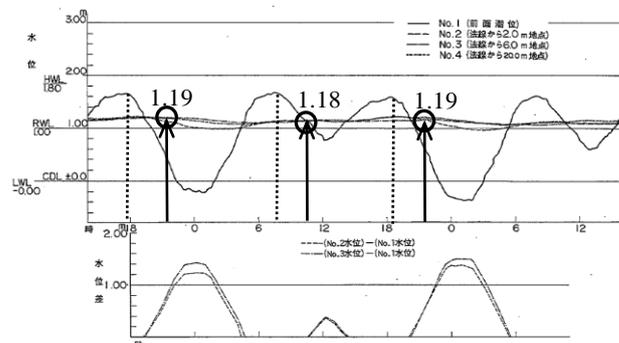
付図 A-1 伏木富山港



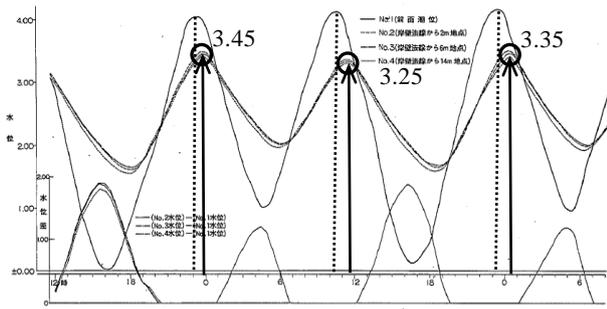
付図 A-2 鹿島港



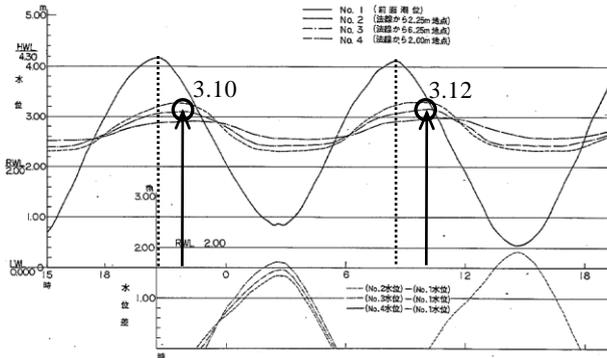
付図 A-3 八戸港



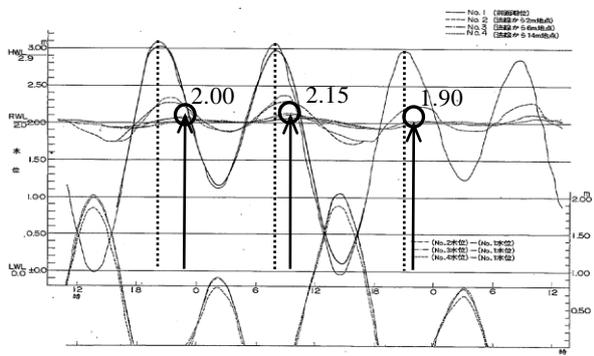
付図 A-4 小松島港



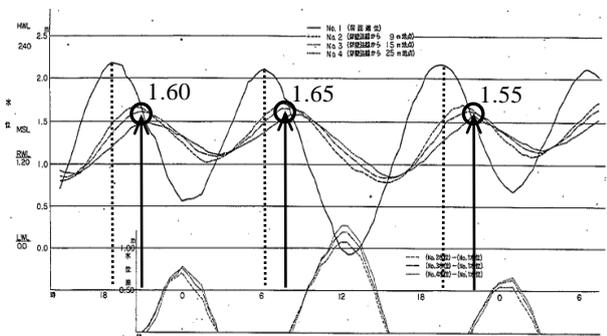
付図 A-5 門司港



付図 A-6 八代港



付図 A-7 鹿児島港



付図 A-8 衣浦港

2.降伏応力度 σ_y (鋼矢板, 鋼管矢板)

鋼構造物には、鋼材の製造、部材の製作・組立、現場架設、および供用の各段階において、不完全因子が生じることが知られている。これらを総称して初期不整という。

初期不整には、大別して幾何学的初期不整と材料的初期不整があり、前者には初期たわみ、後者には残留応力等が対応する。初期不整は、部材の強度に極めて著しい悪影響を及ぼすことが多い。一般に初期不整の大きさと分布は不規則であり、不確定量として取り扱う必要があると考えられる。また、材料強度も不規則性を有しており不確定量として取り扱う必要性が生じている。

(1) SS400, SY295, SY390, SKY400, SKY490

このような背景のもと、村越ら(2008)³⁾は、鋼材の材料強度や部材強度等を対象として、文献調査等データ収集・分析が行い、信頼性設計の基本となる強度等の統計値について収集整理した結果をまとめている。SS材、SM材は、降伏点強度試験のデータ数が合計78901である。その結果を次頁の付表A-2に示す。

本検討では、全ての鋼種に対して想定される初期不整を網羅できるような危険側の設定とし、平均値の偏りと変動係数を以下のとおり設定する。

平均値の偏り (μ/X_k)	: 1.20
変動係数 (CV)	: 0.09

(2) HT690, HT740

座屈設計ガイドライン⁴⁾では、高張力鋼に関する保証降伏点の統計が整理されている。その結果を次頁の付表A-3に示す。本検討では、平均値の偏りと変動係数は、ここの統計値を引用する。

平均値の偏り (μ/X_k)	: 1.11
変動係数 (CV)	: 0.07

付表A-2 材料・部材強度の統計値³⁾

No.	鋼種	板厚		規格下限値 [N/mm ²]	分類別の統計値特性調査結果 N: データ数 μ: 平均値 σ: 標準偏差 V: 変動係数				鋼種	普通鋼・耐腐性鋼	全数
		区分	範囲(mm)		鋼種及び板厚区分分類	JIS規格下限値分類	μ	σ			
1	SS400 SM400	I	6 ≤ t ≤ 12	245	N=16236	μ=1.27 σ=0.12 V=0.09	N=22483	μ=1.25 σ=0.11 V=0.09	N=31579	μ=1.25 σ=0.10 V=0.08	
2	SS400 SM400	II	12 < t ≤ 16		N=6247	μ=1.19 σ=0.08 V=0.07					
3	SS400 SM400	III	16 < t ≤ 25		N=6207	μ=1.26 σ=0.08 V=0.06					
4	SS400 SM400	IV	25 < t ≤ 32		235	N=1827	μ=1.24 σ=0.08 V=0.06	N=9096			μ=1.25 σ=0.08 V=0.06
5	SS400 SM400	V	32 < t ≤ 40			N=1062	μ=1.22 σ=0.06 V=0.05				
6	SS400 SM400	VI	40 < t ≤ 100			データ無し					
7	SM490	I	6 ≤ t ≤ 12	325	N=618	μ=1.26 σ=0.11 V=0.09	N=1010	μ=1.25 σ=0.11 V=0.09	N=2448	μ=1.26 σ=0.11 V=0.09	
8	SM490	II	12 < t ≤ 16		N=392	μ=1.24 σ=0.10 V=0.08					
9	SM490	III	16 < t ≤ 25		N=686	μ=1.25 σ=0.10 V=0.08					
10	SM490	IV	25 < t ≤ 32		315	N=219	μ=1.24 σ=0.09 V=0.07	N=1040			μ=1.25 σ=0.10 V=0.08
11	SM490	V	32 < t ≤ 40			N=135	μ=1.23 σ=0.10 V=0.08				
12	SM490	VI	40 < t ≤ 100			295	N=398				
13	SM490Y	I	6 ≤ t ≤ 12	365	N=6650	μ=1.20 σ=0.09 V=0.08	N=13559	μ=1.20 σ=0.08 V=0.07	N=73489	μ=1.23 σ=0.09 V=0.08	
14	SM490Y	II	12 < t ≤ 16		N=6909	μ=1.19 σ=0.08 V=0.07					
15	SM490Y	III	16 < t ≤ 25		N=7693	μ=1.20 σ=0.07 V=0.06					
16	SM490Y	IV	25 < t ≤ 32		355	N=3898	μ=1.18 σ=0.07 V=0.06	N=14915			μ=1.19 σ=0.07 V=0.06
17	SM490Y	V	32 < t ≤ 40			N=3324	μ=1.18 σ=0.06 V=0.05				
18	SM520	VI	40 < t ≤ 100			335, 325	N=1539				
19	SM570	I	6 ≤ t ≤ 12	460	N=403	μ=1.29 σ=0.07 V=0.05	N=1489	μ=1.28 σ=0.07 V=0.05	N=9449	μ=1.22 σ=0.08 V=0.07	
20	SM570	II	12 < t ≤ 16		N=1086	μ=1.28 σ=0.06 V=0.05					
21	SM570	III	16 < t ≤ 25		N=2287	μ=1.25 σ=0.08 V=0.06					
22	SM570	IV	25 < t ≤ 32		450	N=1633	μ=1.20 σ=0.07 V=0.06	N=5465			μ=1.22 σ=0.08 V=0.06
23	SM570	V	32 < t ≤ 40			N=1545	μ=1.19 σ=0.06 V=0.05				
24	SM570	VI	40 < t ≤ 100			430, 420	N=2495				
25	SMA400	I	6 ≤ t ≤ 12	245	N=1050	μ=1.46 σ=0.12 V=0.08	N=1392	μ=1.44 σ=0.12 V=0.08	N=2094	μ=1.43 σ=0.11 V=0.08	
26	SMA400	II	12 < t ≤ 16		N=342	μ=1.39 σ=0.09 V=0.06					
27	SMA400	III	16 < t ≤ 25		N=375	μ=1.41 σ=0.09 V=0.06					
28	SMA400	IV	25 < t ≤ 32		235	N=117	μ=1.37 σ=0.06 V=0.06	N=594			μ=1.39 σ=0.09 V=0.06
29	SMA400	V	32 < t ≤ 40			N=102	μ=1.36 σ=0.09 V=0.07				
30	SMA400	VI	40 < t ≤ 100			215	N=108				
31	SMA490	I	6 ≤ t ≤ 12	365	N=975	μ=1.26 σ=0.10 V=0.08	N=1632	μ=1.24 σ=0.10 V=0.08	N=5412	μ=1.32 σ=0.14 V=0.10	
32	SMA490	II	12 < t ≤ 16		N=657	μ=1.22 σ=0.09 V=0.07					
33	SMA490	III	16 < t ≤ 25		N=855	μ=1.25 σ=0.08 V=0.06					
34	SMA490	IV	25 < t ≤ 32		355	N=368	μ=1.30 σ=0.11 V=0.08	N=1571			μ=1.26 σ=0.09 V=0.07
35	SMA490	V	32 < t ≤ 40			N=348	μ=1.26 σ=0.10 V=0.08				
36	SMA490	VI	40 < t ≤ 100			335, 325	N=115				
データ区分数					36(35)		18(17)		6	2	1

付表 A-3 材料・部材強度の統計値⁴⁾

	SS(SS 34-SS 50)				SM (SM 41-SM 58)				HT (HT 60-HT 80)			
	N	M	S	ω	N	M	S	ω	N	M	S	ω
σ_{yu}/F_T	169	1.410	0.156	0.111	5	1.174	0.175	0.149	0	—	—	—
σ_{yt}/F_T	1 337	1.179	0.132	0.112	508	1.162	0.135	0.116	209	1.112	0.082	0.074
σ_u/F_u	1 112	1.096	0.069	0.063	328	1.099	0.066	0.060	179	1.054	0.059	0.056
$\varepsilon_y/\varepsilon_{yt}$	239	1.322	0.171	0.129	9	1.253	0.211	0.168	5	1.173	1.099	0.084
E/E_n	775	0.998	0.044	0.044	161	1.006	0.045	0.045	88	0.999	0.054	0.054
E_{st}	242	0.039	0.011	0.283	19	0.033	0.010	0.295	4	0.032	0.013	0.403
ε_{st}	261	20 170	4 304	0.213	19	18 290	6 327	0.346	1	—	—	—
ν/ν_n	412	0.936	0.075	0.086	117	0.952	0.114	0.120	59	0.912	0.076	0.083
$\Delta l/\Delta l_n$	526	1.586	0.285	0.180	100	1.393	0.265	0.190	41	1.207	0.290	0.240

F_T =保証降伏点 F_u =保証引張強さ ε_{yn} =保証降伏のひずみ $E_n=2.1 \times 10^6$ kg/cm² $\nu_n=0.3$
 E_{st} =初期ひずみ硬化係数 ($\times 10^6$)kg/cm², ε_{st} =硬化開始ひずみ ($\times 10^{-6}$) Δl_n =保証伸び
 N =データ数 M =平均値 S =標準偏差 ω =変動係数

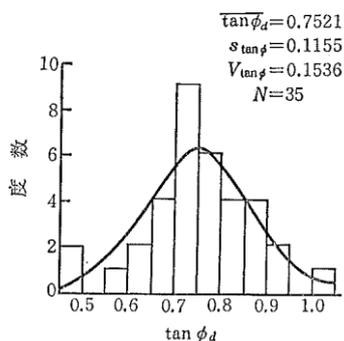
3.砂のせん断抵抗角の正接 ($\tan \phi$)

せん断抵抗角の正接の統計は、地盤工学(1984)⁵⁾、土質基礎ライブラリー(1985)⁶⁾、phoonら(1999)⁷⁾によって整理されている。これらの文献を基に、砂のせん断抵抗角の正接 ($\tan \phi$) の変動係数は0.10とする。

平均値の偏り (μ/X_k)	: 1.00
変動係数 (CV)	: 0.10

(1)地盤工学(1984)⁵⁾

本書では、渡良瀬川で採取された試料による排水三軸圧縮試験結果から求めたせん断抵抗角の正接 $\tan \phi_d$ の分布が示されている(付図A-9)。また、この分布から標準偏差、変動係数が算定されているが、粒度の異なる土に関するデータを一括してまとめているため、変動係数が大きく出ていると説明している。著者の意見では、同一粒度の砂について試験すれば、そのばらつきは0.15以下より小さくなるかと結論づけている。変動係数の具体的な数値は示していないが、根拠としてLumb⁸⁾によるシルト質砂に関する試験結果からも $\tan \phi_d$ の最大値と最小値の幅が0.4であり、その変動係数はかなり小さいためとしている。



付図A-9 砂の排水三軸圧縮試験による摩擦角の分布⁵⁾

(2)土質基礎ライブラリー(1985)⁶⁾

「土質基礎の信頼性設計」土質基礎ライブラリー28(1985)⁶⁾では、砂質土のせん断抵抗角の正接 ($\tan \phi_d$) の変動係数を0.10としている。

(3)Phoonら(1999)⁷⁾

Phoonらは、サンプルデータの統計から砂質土のせん断抵抗角の正接 ($\tan \phi_d$) の変動係数を0.09としている。

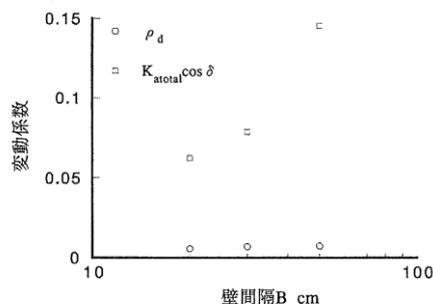
4.土圧係数

菊池ら⁹⁾は、矢板に作用する主働土圧係数および受働土圧係数のばらつきに関する実験を行っている。

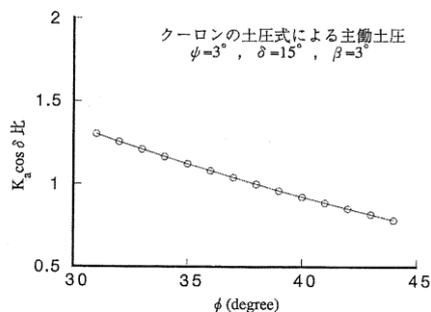
(i) 主働土圧係数 ($K_a \cdot \cos \delta$)

実験では、主働土圧係数は内部摩擦角 (ϕ) と堤体の傾斜角 (ψ) を変えた場合に大きく変動し、壁面摩擦角 (δ) と地表面の傾斜角 (β) の変化はほとんど影響がないとされている。(付図A-10, 付図A-11, 付図A-12)

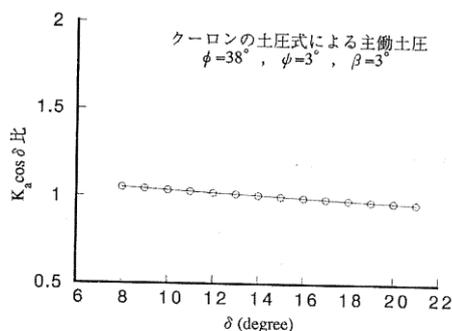
ここで、控え矢板式係船岸の矢板構造は、堤体の傾斜角は設計では 0° であるため、内部摩擦角のみに影響を受けることがわかる。また、主働土圧係数の算定には内部摩擦角の項が入っており、内部摩擦角が固定値とした場合の計算結果がばらつくのであれば、内部摩擦角の変動を考慮する必要があると考えられる。



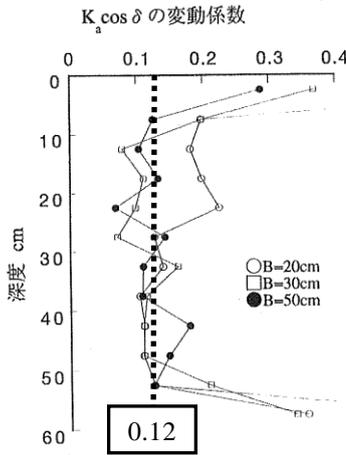
付図A-10 地盤密度と主働土圧係数の変動係数の違い⁹⁾



付図A-11 クーロン土圧式による主働土圧 (ϕ の影響)⁹⁾



付図A-12 クーロン土圧式による主働土圧 (δ の影響)⁹⁾



付図A-13 主働土圧の変動係数の深度分布⁹⁾

しかし、菊池ら⁹⁾の実験では、設定を試みた内部摩擦角(固定値)にはならなかった。

付図A-13から、主働土圧係数 $K_a \cdot \cos\delta$ は、主働土圧として作用するには十分な壁間隔である30cm, 50cmでは、ほぼ一定の変動係数をとっている。これにより、本検討では変動係数は0.12を採用する。

平均値の偏り (μ/X_k)	: 1.00
変動係数 (CV)	: 0.12

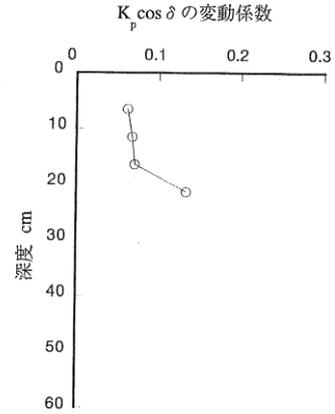
(ii) 受働土圧係数 ($K_p \cdot \cos\delta$)

実験では受働土圧が発生する幅になるように設定しているため、受働土圧係数は、使用した実験土槽の大きさの関係で幅180cmの1種類での実験結果となっている。付図A-14に変動係数の結果を示す。

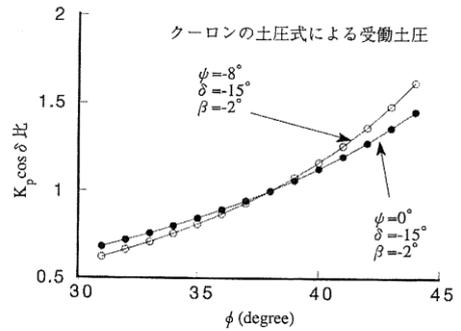
受働土圧係数は、壁面摩擦角や地表面の傾斜角の変化に敏感に反応するため、静止土圧係数および主働土圧係数に比べ大きくなるのが想定される。しかし、付図A-13の結果は、ばらつきが小さく評価されているが、菊池らは、この原因は実験規模の問題にあり、地盤の盛り上がり量のばらつきなどの他の要因が重なって、誤差が相殺してばらつきが結果的に小さくなったと評価している。

本検討では、受働土圧係数 $K_p \cdot \cos\delta$ は、前述したとおり受働土圧係数は主働土圧係数に比べ、内部摩擦角の影響または感度が大きいため、少なくとも主働土圧係数と同等の変動係数を与えることが妥当と判断し、変動係数は0.12を採用する。

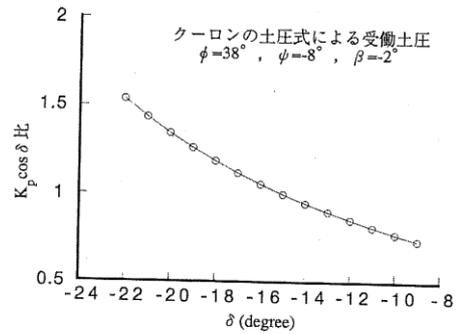
平均値の偏り (μ/X_k)	: 1.00
変動係数 (CV)	: 0.12



付図A-14 受働土圧係数の変動係数の深度分布⁹⁾



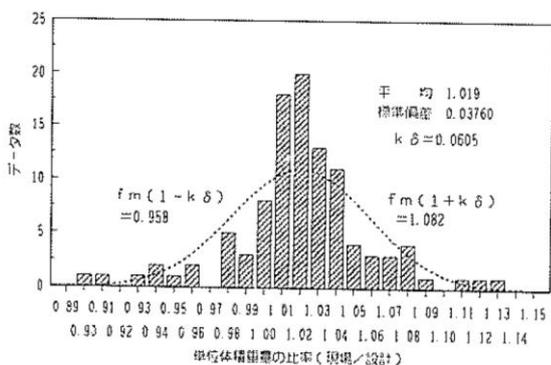
付図A-15 クーロン土圧式による受働土圧 (ϕ の影響)⁹⁾



付図A-16 クーロン土圧式による受働土圧 (δ の影響)⁹⁾

5. 単位体積重量（裏込材）

埋立型港湾の場合、裏込材は施工時の投入管理（法勾配）が実施されている。これは、ケーソンの中詰砂の投入に関する施工方法・精度と同等であると捉えた場合、次のようにばらつきを設定することができると考えられる。南ら³⁾は、ケーソンの中詰材の単位体積重量のばらつきを推定するために、中詰砂の管理試験結果をアンケートによりまとめている。以上を整理したものを付図A-17に示す。中詰砂の単位体積重量の現場と設計の比に対する平均値 $\mu=1.019$ 、標準偏差 $\sigma=0.0376$ が得られている。このグラフは、単位体積重量の設計値に対する現場で採取された値の平均値の比（平均値の偏り）であると考えられる。



付図A-17 中詰砂の単位体積重量の現場と設計の比¹⁰⁾

付図-17より、算術平均 (μ) が1.019、標準偏差 (σ) が0.0376であるため、変動係数 (CV) は0.04と算出される。

変動係数 : $CV = \sigma / \mu = 0.0376 / 1.019 = 0.0368 \approx 0.04$

単位体積重量の比率は、設計値に対する現場での値であり、これを一般化すると平均値 (μ) に対する特性値 (X_k) と捉えることができる。つまり、現場での値は実際のサンプリング結果から生データとして扱っているため統計的性質を持っている。これは、設計値が設計で用いられる特性値として捉えることができるため、上記の判断に至った。

平均値の偏り : $\mu / X_k = 1.019 \approx 1.02$

平均値の偏り (μ / X_k) : 1.02
変動係数 (CV) : 0.04

6. 水中単位体積重量（原地盤）

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(2007)¹¹⁾では、間隙が水で完全に飽和していれば、浮力を考慮して式(1)のように表される。

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = \frac{\rho_s - \rho_w}{1 + e} g = \frac{G_s}{1 + e} \gamma_w \quad \text{式 (1)}$$

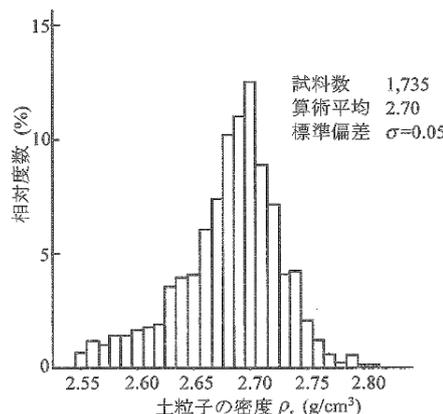
ここに、

γ' : 水中単位体積重量 (kN/m³)

γ_{sat} : 飽和単位体積重量 (kN/m³)

水の単位体積重量 γ_w は、塩分濃度や温度に若干依存するものの、正しい値が分かっているため、飽和地盤の単位体積重量のばらつきを考慮して特性値を求めるときには、 γ_{sat} ではなく γ' のばらつきを考えるべきと記載されている。ここで、式(1)より、 γ' のばらつきは、海水の密度(ρ_w)が固定値であるため、土粒子の密度のばらつきに依存することが分かる。これにより、土粒子の密度に関する試料として1,735のデータが整理されている(付図A-18)。ここでは、算術平均(μ)が2.7g/cm³、標準偏差(σ)が0.05であるため、変動係数(CV)は0.02と算出される。

変動係数 : $CV = \sigma / \mu = 0.05 / 2.7 = 0.019 \approx 0.02$



付図A-18 土粒子の密度のヒストグラム¹¹⁾

また、地盤工学(1984)⁵⁾によると、飽和粘土の単位体積重量 γ_i に関する変動係数の統計値は付表A-4に示すとおり0.023~0.041(平均0.032)である。

付表A-4 粘性土の単位体積重量の変動係数

調査地点	N_0	N_1	N	$\bar{\gamma}_i$ (t/m ³)	s_{γ_i} (t/m ³)	V_{γ_i}	B (t/m ³)	χ^2	f
堀川橋	9	35	35	1.63	0.04	0.025	0.04	1.2080	2
木更津	15	58	57	1.49	0.05	0.035	0.04	3.6837	4
寝屋川(1)	14	35	34	1.63	0.04	0.023	0.04	0.0344	2
寝屋川(2)	22	44	43	1.63	0.04	0.026	0.04	0.6915	3
安浦	23	184	114	1.62	0.05	0.029	0.04	13.8277	4
京浜	9	94	36	1.50	0.03	0.020	0.04	0.2915	2
市場	5	27	25	1.58	0.05	0.031	0.04	1.8723	3
塩釜	30	58	27	1.55	0.06	0.037	0.04	7.7148	5
東京湾	6	77	63	1.51	0.06	0.041	0.04	6.2498	3

記号 : s_{γ_i} : γ_i の標準偏差
 N_0 : ボーリング本数
 N_1 : γ_i の変動係数
 N_2 : サンプルング回数
 N : 単位体積試験回数
 $\bar{\gamma}_i$: γ_i の平均値

危険率5%
検定不適合例……1例

以上、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（2007）¹¹⁾と地盤工学(1984)⁹⁾から、安全側の設計に配慮し変動係数変動係数は0.03とする。

平均値の偏り (μ / X_k) : 1.00 変動係数 (CV) : 0.03

参考文献

- 1) 古戸井光昭, 片山猛雄: 残留水位測定調査, 港湾技研資料, No.115, 1971.
- 2) 長尾毅, 柴崎隆一, 尾崎竜三: 経済損失を考慮した期待総費用最小化のための岸壁の常時のレベル1信頼性設計法, 構造工学論文集, Vol.51A, 2005.
- 3) 村越潤, 梁取直樹, 有馬敬育, 清水英樹, 小森大資: 鋼材料・鋼部材の強度等に関する統計データの調査, 土木研究所資料, 第4090号, 2008.
- 4) 座屈設計ガイドライン(2005年版 土木学会)第4章 構造物の材料強度と初期不整
- 5) 松尾 稔: 地盤工学, 技報堂出版, pp85, 1984
- 6) 土質基礎の信頼性設計 土質基礎ライブラリー28 土質工学会, 1985
- 7) Phoon, K. K. and Kulhawy: Characterization of geotechnical variability, Canadian Geotechnical Journal, 36, 612-624, 1999
- 8) Lumb, P.: The variability of natural soils, Canadian Geotechnical Journal, 3(2), 74-97, 1966.
- 9) 菊池喜昭, 高橋邦夫, 小椋卓実: 土圧実験における土圧のばらつきと近接構造物の変位による土圧の変化に関する実験, 港湾技研資料, No.811, 1995.
- 10) 南兼一郎, 春日井康夫: 鉄筋コンクリート港湾構造物への限界状態設計法の適用, 港湾技研資料, No.716, 1991.
- 11) 日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の基準・同解説, 2007.

付録B 実務で取り扱う粘着力の変動係数とデータ数の統計

(1)設計報告書の粘着力 c(一軸圧縮強度 q_u)の変動係数

本研究で検討対象とする全国の設計事例 19 ケースの設計報告書に対して、粘着力 c の変動係数とデータ数を付表 B-1 に整理した。これによると、変動係数は平均で 0.27、データ数は平均で 18 個である。平成 19 年度以降にレベル 2 地震動に対する耐震設計以外の設計事例では、平均的に上記のような結果となっていることがわかった。

付表 B-1 設計事例の粘着力 c の変動係数とデータ数

検討ケース	土層	粘着力c					備考
		平均値	変動係数	b1	データ数	b2	
13	Ac	43.0	-	-	-	-	※1
14	Ac	43.0	-	-	-	-	※1
15	Ac	38.6	0.03	1.00	3	0.83	
16	Ac	43.0	-	-	-	-	※1
17	Ac	43.0	-	-	-	-	※1
18	Ac	43.0	-	-	-	-	※1
19	BK	45.0	-	-	-	-	※2
20	BK	45.0	-	-	-	-	※2
21	軽石	68.8	-	-	-	-	※2
22	軽石	68.8	-	-	-	-	※2
23	軽石	68.8	-	-	-	-	※2
24	Dc	-60.5+12.2z	0.48	0.75	31	1.00	
25	Dc	-60.5+12.2z	0.48	0.75	31	1.00	
26	Dc	-133.6+8.61z	0.31	0.85	15	1.00	
27	Dc	99.1	0.17	0.90	16	1.00	
28	Dc	99.1	0.17	0.90	16	1.00	
29	Ac	93.3	0.27	0.85	16	1.00	
30	Ac	93.3	0.27	0.85	16	1.00	
31	Ac	93.3	0.27	0.85	16	1.00	
		平均値	0.27		18		
		最大値	0.48	-	31	-	
		最小値	0.03		3		

※1：ボーリング調査では、Ac層が0.80mであったためばらつきは考慮せず、算術平均を採用。各設計断面は、危険側の標高になるように調整しているため層厚が大きく設定している。

※2：一軸圧縮試験は実施されていないため、N値から q_u を算定(N/8)し、その算術平均値を採用している。

(ii)地盤データベース(Kunijiban)の粘着力 c(一軸圧縮強度 q_u)の変動係数

①対象港湾

地盤データベース (Kunijiban) から抽出した一軸圧縮強度は、2016年11月に登録されている港湾を対象とする。また、港湾の選定では、各地方整備局に少なくとも1港湾を抽出するように、各地域をある程度網羅することに注意した。ただし、沖縄については、本検討の設計

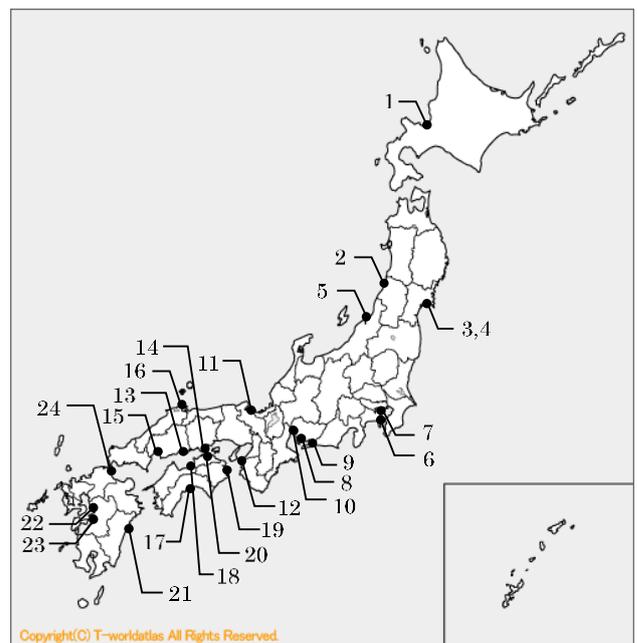
事例に該当する港湾が無かったため、範囲外としている。付表 B-2 は、整理番号、都道府県、港湾名・地区名およびデータ番号を示す。また、付表 B-3 は、本検討で検討した設計事例の港湾に対応するデータを示す。

付表 B-2 Kunijiban データ(対象港湾)

整理番号	都道府県	港湾名	地区	Kunijibanデータ番号
K-1	北海道	石狩湾新港	中央水路	93026-103,105
K-2	秋田	酒田港		12010-115,118,131
K-3	宮城	仙台塩釜港	仙台区区向洋地区	24010372
K-4	宮城	仙台塩釜港	仙台区区中野地区	24010-266,267
K-5	新潟	新潟港		13010-233,234,235
K-6	神奈川	横浜港	本牧地区	29010648
K-7	神奈川	川崎港	千鳥町	29020-327~330
K-8	愛知	衣浦港	中央ふ頭地区	53010179
K-9	愛知	三河港	神野地区	53020-112,113
K-10	愛知	名古屋港	金城地区	52010166
K-11	京都	舞鶴港		3A010032
K-12	和歌山県	下津港		4,6~8
K-13	広島	福山港		05010502
K-14	岡山	宇野港		3E010-100,101
K-15	広島	広島港		3F010-019,020
K-16	鳥取	境港		3D10027
K-17	高知	高知港		3J010088
K-18	愛媛	三島川之江港		3I10013
K-19	徳島	小松島港		3G020028
K-20	香川	高松港		3H010071
K-21	宮崎	細島		4K0600-08~14
K-22	熊本	熊本港		4I010050
K-23	熊本	八代港		4I060007
K-24	福岡	苅田港		4E010072

付表 B-3 Kunijiban データ(設計事例)

整理番号	都道府県	港湾名	地区	設計区間
S-1	宮崎	細島港	-	11号岸壁
S-2	福岡	北九州港	田野浦地区	岸壁(-9m)B・C区間
S-3	福岡	北九州港	田野浦地区	岸壁(-9m)A区間
S-4	福岡	北九州港	松ヶ島地区	物揚場(-3.0m)



付図 B-1 位置図(Kunijiban データ(対象港湾))

②一軸圧縮強度 q_u の変動係数およびデータ個数

付表 B-2, 付表 B-3 に対応する全 80 ケースの一軸圧縮強度 q_u の変動係数およびデータ個数を付表 B-4, 付表 B-5 にとりまとめた。データの内訳は, Kunjiban データ数が 70 ケース, また設計事例が本研究で対象とした港湾・地区の 5 ケース, さらに Kunjiban で抽出した 24 港湾に対して, 現行基準で設計された設計報告書が入手可能であった 5 ケースの全 80 ケースである。なお, 表中の通し番号 63 はデータ数が 1 個であるため除外し, 対象とするデータ数は 79 個として統計を整理した。

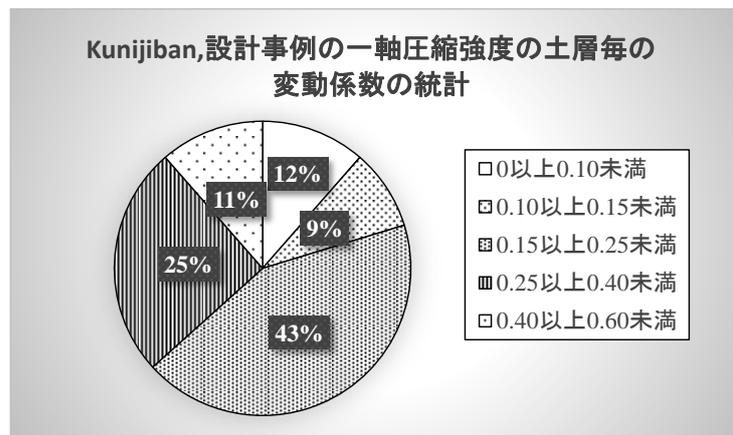
ここで, 表中に示すデータ整理番号について説明を行う。例えば, 「K-1-1」は, 「K-1」が港湾名・地区名の区分を示し, 枝番の「-1」は一軸圧縮強度が得られている土層番号を示す。また, 表中には, 変動係数とデータ数の他, 標高, 土の工学的分類, 粗粒分および細粒分の割合を示し, 一軸圧縮試験が対象とした土性を参考にした。

付表 B-4 一軸圧縮強度 q_u の変動係数およびデータ個数 (Kunijiban データ)

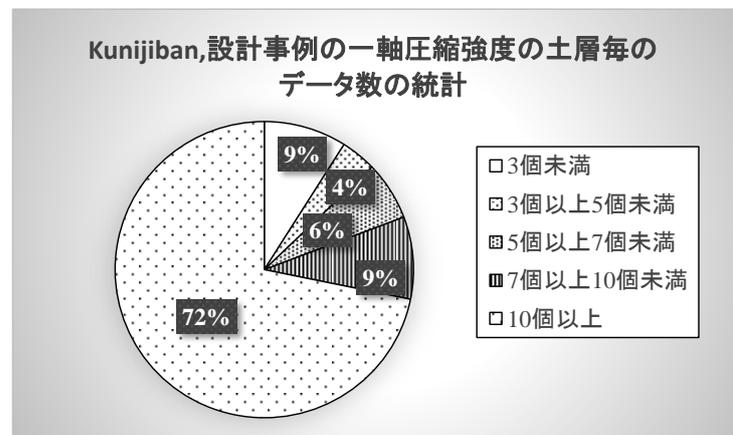
データの種類	通し番号	データ整理番号	標高	土の工学的分類	変動係数CV	データ数n	粗粒分(%)	細粒分(%)
Kunijiban	1	K-1-1	-19.45~30.83	CH, MH	0.24	8	28	72
	2	K-2-1	-34.95~48.00	CH	0.19	30	18	82
	3	K-2-2	-33.00~48.30	CH	0.24	18	12~26	74~88
	4	K-2-3	-34.10~48.30	CH, MH	0.19	23	2~13	87~98
	5	K-3-1	-15.89~19.94	MH	0.09	12	10	90
	6	K-3-2	-22.94~26.54	CL	0.25	12	63	37
	7	K-4-1	-14.00~18.40	CH	0.02	6	13	87
	8	K-5-1	-8.40~12.35	CH	0.13	2	19	81
	9	K-5-2	-13.00~14.40	CH	0.16	19	35	65
	10	K-6-1	-11.75~15.50	SF	0.05	4	56	44
	11	K-6-2	-16.50~21.95	MH	0.26	12	49	51
	12	K-6-3	-25.50~29.75	MH	0.16	8	6	94
	13	K-7-1-1	-9.20~29.20	MH	0.16	36	4	96
	14	K-7-1-2	-29.20~39.90	CL,MH	0.17	16	17	83
	15	K-7-1-3	-9.30~30.00	MH	0.16	36	6	94
	16	K-7-1-4	-30.00~42.50	MH, CH	0.5	20	16~50	50~84
	17	K-7-1-5	-9.20~20.33	MH	0.15	20	6	94
	18	K-7-1-6	-20.33~29.05	MH	0.13	16	2	98
	19	K-7-1-7	-30.80~40.10	MH	0.19	20	8	92
	20	K-7-1-8	-10.40~26.35	MH	0.18	28	5	95
	21	K-7-1-9	-26.35~39.90	MH	0.28	28	13	87
	22	K-7-1-10	-12.20~28.48	MH	0.13	32	4	96
	23	K-7-1-11	-28.48~40.00	MH	0.19	12	16	84
	24	K-7-1-12	-11.50~31.40	MH	0.08	40	4	96
	25	K-7-1-13	-31.40~39.50	CL	0.23	16	18	82
	26	K-8-1	-2.59~9.41	CH	0.37	21	10	90
	27	K-8-2	-9.41~17.06	CH	0.16	15	3	97
	28	K-8-3	-17.06~19.41	CH	0.34	6	17	83
	29	K-8-4	-21.86~26.56	CH	0.44	9	4	96
	30	K-9-1	-9.30~26.56	CH, MH	0.16	42	7~21	79~93
	31	K-10-1	+4.10~7.60	MH	0.35	28	0	100
	32	K-10-2	-7.60~10.40	SF	0.22	4	80	20
	33	K-10-3	-10.40~24.70	CL,MH	0.29	36	1~50	50~99
	34	K-11-1	-11.50~25.35	CH	0.14	24	0~56	44~100
	35	K-12-1	-11.95~25.35	CH	0.15	14	13	87
	36	K-12-2	-11.10~16.50	CH	0.55	15	3~12	88~97
	37	K-12-3	-14.80~30.30	CH	0.55	13	43	57
	38	K-12-4	-10.20~17.80	CH	0.49	25	9	91
	39	K-12-5	-25.50~31.30	CH	0.52	19	2	98
	40	K-13-1	-3.95~15.00	C	0.17	28	8	92
	41	K-13-2	-15.00~16.45	C	0.36	4	1	99
	42	K-13-3	-22.92~26.55	C	0.39	11	20	100
	43	K-14-1	-9.70~17.00	CH	0.19	37	3~18	82~97
	44	K-15-1	-9.70~21.70	CH	0.30	56	4	96
	45	K-15-2	-22.20~24.50	SF-G	0.59	7	74	26
	46	K-16-1	-9.50~34.90	SF,CL,MH,CH	0.2	63	5~54	46~95
	47	K-17-1	-6.90~34.00	CH	0.32	69	1~40	60~99
	48	K-18-1	-17.10~22.90	CH,C	0.3	10	1~19	81~99
	49	K-19-1	-4.50~24.40	CH	0.26	40	5~31	69~95
	50	K-20-1	-5.10~8.10	CH	0.25	8	43	57
	51	K-20-2	-8.90~13.60	CH	0.42	12	1	99
	52	K-21-1	-18.15~19.05	CH	0.11	3	21	79
	53	K-21-2	-19.05~24.20	CH	0.32	12	17	83
	54	K-21-3	-17.05~22.20	CH	0.28	12	33	67
	55	K-21-4	-16.90~23.50	CH	0.18	12	17~28	72~83
	56	K-21-5	-17.10~22.45	CH	0.1	9	17	83
	57	K-21-6	-17.30~22.30	CH	0.19	9	21	79
	58	K-21-7	-16.60~22.60	CH	0.15	9	26	74
	59	K-21-8	-16.05~22.70	CH	0.24	12	18	82
	60	K-22-1	-0.90~18.30	MH	0.17	31	9	91
	61	K-22-2	-18.30~35.70	MH	0.08	29	2	98
	62	K-22-3	-35.70~41.20	C	0.03	2	20~23	77~80
	63	K-22-4	-42.3~44.45	C	-	1	0	100
	64	K-22-5	-44.45~49.60	CH	0.04	2	23~32	68~77
	65	K-23-1	-2.40~5.75	CH	0.14	6	11	89
	66	K-23-2	-5.75~13.60	CH	0.2	15	33	67
	67	K-23-3	-13.60~19.25	SF	0.23	12	52~59	41~48
	68	K-23-5	-20.40~22.40	CH	0.19	3	8	92
	69	K-23-6	-22.40~25.80	CH	0.05	3	40	60
	70	K-24-1	-17.40~30.00	C	0.36	12	7	93

付表 B-5 一軸圧縮強度 q_u の変動係数およびデータ個数 (設計事例)

データの種類	通し番号	データ整理番号	標高	土の工学的分類	変動係数CV	データ数n	粗粒分(%)	細粒分(%)
設計事例 (H19以降)	71	S-1-1	-14.50~-26.70		0.48	31		
	72	S-2-1	-14.30~-16.00		0.31	15		
	73	S-2-2	-15.00~-16.50		0.17	16		
	74	S-3-1	-15.30~-18.00		0.27	10		
	75	S-4-1	-1.20~-5.50		0.03	6		
	76	K-1-1	-10.60~-17.90		0.20	29		
	77	K-3-1	-16.50~-21.40		0.18	42		
	78	K-4-1	-15.20~-20.90		0.25	70		
	79	K-23-1	~		0.19	14		
	80	K-24-1	~		0.249	13		



付図 B-2 一軸圧縮強度の変動係数の統計



付図 B-3 一軸圧縮強度のデータ数の統計

付表 B-6 一軸圧縮強度 q_u の変動係数およびデータ個数 (Kunijiban データ)

個数のカウント (設計事例+全国のBor.)

COV	n									合計	累積合計
	10以上	9	8	7	6	5	4	3	2		
0~0.10未満	3	0	0	0	2	0	1	1	2	9	9
0.10以上~0.15未満	3	1	0	0	1	0	0	1	1	7	16
0.15以上~0.25未満	2	2	2	0	0	0	1	1	0	34	50
0.25以上~0.40未満	17	0	1	0	1	0	1	0	0	20	70
0.40以上~0.60未満	7	1	0	1	0	0	0	0	0	9	79
合計	58	4	3	1	4	0	3	3	3	79	-
累積合計	58	62	65	66	70	70	73	76	79	-	-

個数
69

全体に対する個数の割合 (%) (設計事例+全国のBor.)

COV	n									合計	累積合計
	10以上	9	8	7	6	5	4	3	2		
0~0.10未満	4	0	0	0	3	0	1	1	3	11	11
0.10以上~0.15未満	4	1	0	0	1	0	0	1	1	9	20
0.15以上~0.25未満	35	3	3	0	0	0	1	1	0	43	63
0.25以上~0.40未満	22	0	1	0	1	0	1	0	0	25	89
0.40以上~0.60未満	9	1	0	1	0	0	0	0	0	11	100
合計 (%)	73	5	4	1	5	0	4	4	4	100	-
累積合計 (%)	73	78	82	84	89	89	92	96	100	-	-

割合 (%)
87

個数のカウント (全国のBor.)

COV	n									合計	累積合計
	10以上	9	8	7	6	5	4	3	2		
0~0.10未満	3	0	0	0	1	0	1	1	2	8	8
0.10以上~0.15未満	3	1	0	0	1	0	0	1	1	7	15
0.15以上~0.25未満	23	2	2	0	0	0	1	1	0	29	44
0.25以上~0.40未満	14	0	1	0	1	0	1	0	0	17	61
0.40以上~0.60未満	16	1	0	1	0	0	0	0	0	8	69
合計	49	4	3	1	3	0	3	3	3	69	-
累積合計	49	53	56	57	60	60	63	66	69	-	-

個数
59

全体に対する個数の割合 (%) (全国のBor.)

COV	n									合計	累積合計
	10以上	9	8	7	6	5	4	3	2		
0~0.10未満	4	0	0	0	1	0	1	1	3	12	12
0.10以上~0.15未満	4	1	0	0	1	0	0	1	1	10	22
0.15以上~0.25未満	53	3	3	0	0	0	1	1	0	42	64
0.25以上~0.40未満	20	0	1	0	1	0	1	0	0	25	88
0.40以上~0.60未満	19	1	0	1	0	0	0	0	0	12	100
合計 (%)	71	6	4	1	4	0	4	4	4	100	-
累積合計 (%)	71	77	81	83	87	87	91	96	100	-	-

割合 (%)
86

個数のカウント (設計事例)

COV	n									合計	累積合計
	10以上	9	8	7	6	5	4	3	2		
0~0.10未満	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
0.10以上~0.15未満	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0.15以上~0.25未満	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6
0.25以上~0.40未満	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9
0.40以上~0.60未満	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
合計	9	0	0	0	1	0	0	0	0	10	-
累積合計	9	9	9	9	10	10	10	10	10	-	-

個数
10

全体に対する個数の割合 (%) (設計事例)

COV	n									合計	累積合計
	10以上	9	8	7	6	5	4	3	2		
0~0.10未満	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	10
0.10以上~0.15未満	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
0.15以上~0.25未満	50	0	0	0	0	0	0	0	0	50	60
0.25以上~0.40未満	20	0	0	0	0	0	0	0	0	30	90
0.40以上~0.60未満	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	100
合計 (%)	90	0	0	0	10	0	0	0	0	100	-
累積合計 (%)	90	90	90	90	100	100	100	100	100	-	-

割合 (%)
100

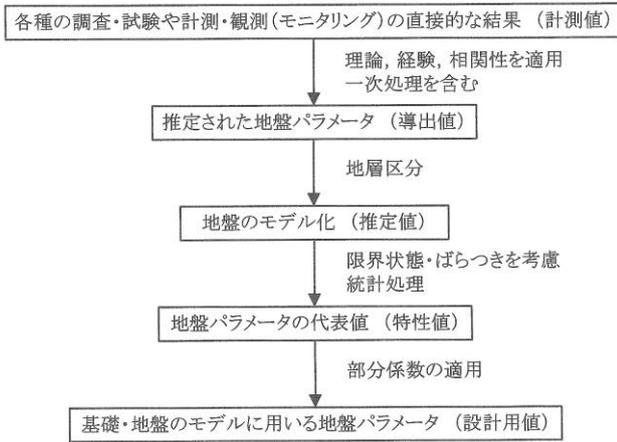
付録 C 補正係数 b_1 , b_2 の積に対応した粘着力の変動係数の算定結果

(1)特性値の設定に補正係数 b_1 , b_2 を適用する設計因子

1) 現行基準および設計事例集による取り決め

(i) 地盤定数の設定手順

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」(2007)では、付図 C-1 のように計測値から実際に設計に用いる設計用値までの設定手順が示されている。



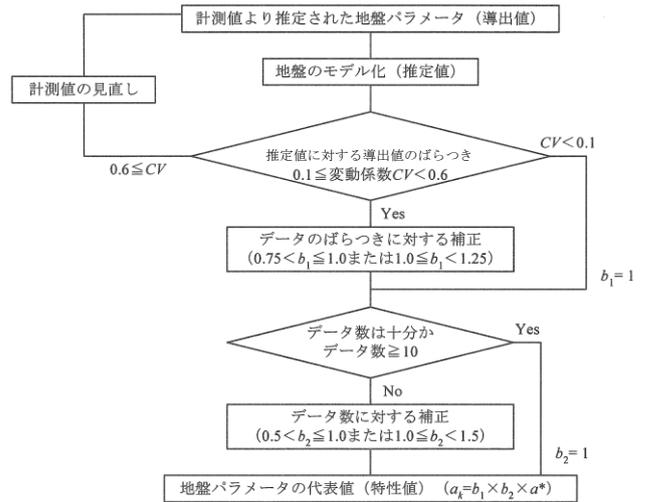
付図 C-1 地盤パラメータの設計用値の設定手順(例)

(ii) 地盤定数の空間的ばらつき、および統計的推定誤差による補正

現行基準では、付図 C-2 に示すように地盤パラメータの特性値の設定手順が一例として示されている。ここでは、推定値のばらつきとデータ数によって、推定値に補正係数 b_1 , b_2 を乗じることで特性値とする手法が紹介されている。

①地盤定数の空間的ばらつき (補正係数 b_1)

現行基準では、導出値のばらつきに補正係数を設定することで、累積確率密度が約 70%に相当する値を特性値としている。付表 C-1 に補正係数 b_1 を示す。



付図 C-2 地盤パラメータの特性値の設定手順(例)

付表 C-1 補正係数 b_1 の値

変動係数	補正係数 b_1	
	特性値を導出値よりも小さい値に補正する必要がある場合	特性値を導出値よりも大きい値に補正する必要がある場合
0 以上 0.1 未満	1.0	1.0
0.1 以上 0.15 未満	0.95	1.05
0.15 以上 0.25 未満	0.9	1.1
0.25 以上 0.4 未満	0.85	1.15
0.4 以上 0.6 未満	0.75	1.25
0.6 以上	結果の解釈やモデル化の再検討、あるいは再調査	

②統計的推定誤差 (補正係数 b_2)

現行基準では、補正係数 b_1 の設定方法については、統計処理を行うのに十分なデータ数があることが前提であった。しかし、データ数が統計処理をするのに不足している場合には、統計的推定誤差が生じるため、導出値のデータ数に関する補正係数 b_2 が設定されている。なお、補正係数 b_2 ($=1-0.5/n$ n : データ数) である。

(iii) 導出値に対する補正を考慮する地盤定数

導出値に対して地盤のばらつきを考慮した補正を考慮する地盤定数は、設計事例集(上巻)p.2-4 表-2.2 にまとめられている。ここでは、物理探査・PS 検層、ボーリング、サウンディング、試験载荷の調査法毎に整理されている。

控え矢板式岸壁の設計に関する地盤定数に着目すると、単位体積重量 γ_t および γ' (湿潤密度 ρ_t , 土粒子密度 ρ_s)、砂のせん断抵抗角 ϕ ($\tan\phi$)、粘性土のせん断強度 (一軸圧縮強度 q_u , 三軸圧縮強度およびせん断抵抗角 $\tan\phi$) が挙げられる。

(iv)補正係数を適用しない条件

補正係数は、導出値に対して地盤のばらつきを考慮できる係数であるが、現行基準では地盤定数によって補正の必要性の有無が示されている。その条件を付表 C-2 に示す。

付表 C-2 補正係数を適用しない条件

条件	補正を行わない条件
①	作用側と耐力側がバランスしているとみなせる量については、安全側と危険側のどちらにも寄与していないことから補正は行わない。設計事例集(上巻)p.2-4 右上段
②	当該調査・試験で得られる値(計測値)をもとに算出される地盤定数の導出値は経験式・相関式等でばらつきが考慮されているため、これらの導出値は補正せずにそのまま特性値として扱うことができる。設計事例集(上巻)p.2-4 表-2.2
③	補正の必要性の有る地盤定数であっても、3m程度以下の薄層の場合等、取得可能なデータ個数に限りがある場合は統計的処理に適さないこともある。設計事例集(上巻)p.2-4 表-2.2

(v)控え矢板式岸壁の設計に関して補正係数を用いる地盤定数

控え矢板式岸壁の設計で用いる地盤定数に対して、付表 C-2 の補正係数を適用しない条件を当てはめて、付表 C-3 のとおり適用の有無を検証する。これによると、補正係数の適用は、粘性土の一軸圧縮強度 q_u に限られることがわかる。ただし、設計では土圧強度の算定において粘着力 c ($=1/2q_u$) を用いるため、本検討では粘着力 c のばらつきを対象とする。

付表 C-3 補正係数を適用の有無

地盤定数	補正係数の適用判定
γ_t, γ'	適用無：条件① 根入れ長は、主動側のモーメントと受働側のモーメントのつりあい以て算定され、作用側と耐力側がバランスしているため。
$\tan\phi$	適用無：条件② 砂の内部摩擦角は、標準貫入試験の計測値である N 値から経験式として算定されるため、すでにばらつきが考慮されているため。 なお、粘性土では三軸圧縮試験 (CD) では、 $\tan\phi$ が直接的に算定されるため、この場合はばらつきを考慮した補正を行う。
q_u	適用有：条件に該当なし 一軸圧縮試験は、直接的に一軸圧縮強度を計測するため、データのばらつきと個数の補正は行う必要がある。

2)現行基準の補正係数 $b_1 \times b_2$ に対応する変動係数の算出

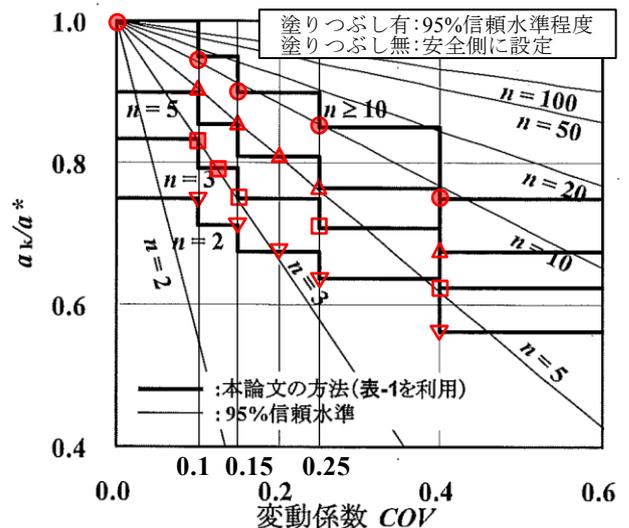
(i)現行基準の補正係数 b_1, b_2 の設定方針および適用範囲
渡部ら(2009)¹⁾ は、性能照査に用いるもの地盤定数の設計値は地盤工学会基準 JGS4001 に基づき、特性値(地盤パラメータの代表値)の設定に関する整理を以下のようにおこなっている。

①地盤全体の破壊を考えると、Eurocode7 および JGS4001 では、特性値は試験結果の平均強度の 95%信頼水準の限界値のうち安全側をとることが明記された。

②現行基準の特性値は、後述する Schneider の式と Ovesen(1995)²⁾ の式の主旨を取り入れ、①との整合を図った簡便法により設定した。

③データ数 $n=10$ かつ現実的な試験結果のばらつき ($CV=0.10$) において、95%信頼水準が累積確率密度 30% あるいは 70% 程度のフラクタル値に相当することから、これに合うように、データ数 n が 10 個以下、あるいは変動係数 CV が 0.1 以上の試験結果に対しても簡便法の適応が可能である。

④現行基準の特性値を 95%信頼水準の上下限值に相当する値と比較すると、データ数が 10 個以上の場合にはやや安全側、データ数が 10 個未満の場合はやや危険側に設定される。付図 C-3 は、現行基準の提案方法と 95%信頼水準に対応させる方法を比較した図を示す。



付図 C-3 現行基準で採用された提案方法¹⁾

著者らは、渡部ら(2009)¹⁾が作成した図に、現行基準の変動係数およびデータ数に対応した補正係数 b_1, b_2 と変動係数の交点をプロットし、95%信頼水準程度と判断できる場合は「塗りつぶし有」、95%信頼水準と値より大きく設定している場合（危険側に設定）は「塗りつぶし無」とした。これによって、現行基準の補正係数 b_1, b_2 を用いた特性値の設定の本来の95%信頼水準の信憑性を評価することができる。

(ii) 地盤調査結果の変動係数と補正係数 b_1, b_2 の対応

提案方法では、特性値 a_k は推定値 a^* に補正係数 b_1 と b_2 を乗じて次式で決定される。

$$a_k = b_1 \cdot b_2 \cdot a^* = \left(1 \pm \frac{CV}{2}\right) \left(1 \pm \frac{0.5}{n}\right) \cdot a^* \quad (1)$$

ここに、

a_k : 特性値

b_1, b_2 : 補正係数

a^* : 推定値（平均値）

ここで、 b_1 に対応する平均は、CV を直接代入した計算値ではなく、付表 C-3 から CV に対応した補正係数を用いる。一方、 b_2 に対応する補正は、データ数 n を直接代入した計算値を用いる。

(iii) 補正係数 $b_1 \times b_2$ に対応する変動係数の算出

補正係数 b_1, b_2 で算定した特性値は、(ii) に示す簡便式により95%信頼水準の上下限值に設定した値であるが、この特性値はデータ数 n が10個以下の場合、土質調査結果の変動係数より小さく（危険側）見積もっているとしている。このことから、現行基準で設定した特性値は土質調査結果の変動係数に対応していないため、これに対応した変動係数を見かけの変動係数(CV')として

Ovesen(1995)²⁾の式より再算出する必要がある。

式(2)に示す Ovesen の式は、ある調査結果の変動係数とデータ数があれば、95%信頼水準に対応した特性値を算出できるものである。この式(2)の両辺を平均値 $\mu(a)$ で割ると、平均値に対する特性値の比率(a_k と (a))が算出できるため、この比率を現行基準の補正係数の積と解釈すると、補正係数の積とデータ数 n に対応した見かけの変動係数 CV' が算出可能となる。

$$a_k = \mu(a) - 1.645 \cdot \sigma(a) / \sqrt{n} \quad \dots \text{式(2)}$$

両辺 $\mu(a)$ で割る

$$\frac{a_k}{\mu(a)} = 1 - \frac{\sigma(a)}{\mu(a)} \cdot \frac{1.645}{\sqrt{n}} \quad \dots \text{式(3)}$$

$$b_1 \cdot b_2 = 1 - CV' \cdot \frac{1.645}{\sqrt{n}} \quad \dots \text{式(4)}$$

付表 C-4 は、式(4)で計算した見かけの変動係数を算出した結果を示す。元の調査結果の変動係数が0.25までは、データ数10個が見かけ上の変動係数が最も小さく、データ数が小さくなるにつれて、その変動係数は大きくなる傾向にある。しかし、元の調査結果の変動係数が0.25以上の場合、データ数が10個の変動係数が必ずしも最も小さくなるわけではなく、データが少ない場合が逆に変動係数が小さく計算されている。これは、付図 C-3 で示した補正係数 b_1, b_2 が安全側の設定をしている範囲に一致する。

付表 C-4 補正係数 $b_1 \cdot b_2$ に対応した変動係数の算出

$$CV' = \frac{1}{1.645} \times (1 - b_1 \cdot b_2) \times \sqrt{n}$$

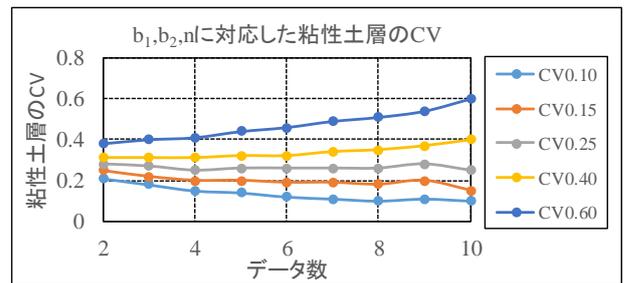
CV	b_1	n	b_2	$b_1 \cdot b_2$	CV'
0.1	1	10	1	1	0.1
0.1	1	9	0.94	0.94	0.11
0.1	1	8	0.94	0.94	0.1
0.1	1	7	0.93	0.93	0.11
0.1	1	6	0.92	0.92	0.12
0.1	1	5	0.9	0.9	0.14
0.1	1	4	0.88	0.88	0.15
0.1	1	3	0.83	0.83	0.18
0.1	1	2	0.75	0.75	0.21

CV	b_1	n	b_2	$b_1 \cdot b_2$	CV'
0.4	0.85	10	1	0.85	0.4
0.4	0.85	9	0.94	0.799	0.37
0.4	0.85	8	0.94	0.799	0.35
0.4	0.85	7	0.93	0.7905	0.34
0.4	0.85	6	0.92	0.782	0.32
0.4	0.85	5	0.9	0.765	0.32
0.4	0.85	4	0.88	0.748	0.31
0.4	0.85	3	0.83	0.7055	0.31
0.4	0.85	2	0.75	0.6375	0.31

CV	b_1	n	b_2	$b_1 \cdot b_2$	CV'
0.15	0.95	10	1	0.95	0.15
0.15	0.95	9	0.94	0.893	0.2
0.15	0.95	8	0.94	0.893	0.18
0.15	0.95	7	0.93	0.8835	0.19
0.15	0.95	6	0.92	0.874	0.19
0.15	0.95	5	0.9	0.855	0.2
0.15	0.95	4	0.88	0.836	0.2
0.15	0.95	3	0.83	0.7885	0.22
0.15	0.95	2	0.75	0.7125	0.25

CV	b_1	n	b_2	$b_1 \cdot b_2$	CV'
0.6	0.75	10	1	0.75	0.6
0.6	0.75	9	0.94	0.705	0.54
0.6	0.75	8	0.94	0.705	0.51
0.6	0.75	7	0.93	0.6975	0.49
0.6	0.75	6	0.92	0.69	0.46
0.6	0.75	5	0.9	0.675	0.44
0.6	0.75	4	0.88	0.66	0.41
0.6	0.75	3	0.83	0.6225	0.4
0.6	0.75	2	0.75	0.5625	0.38

CV	b_1	n	b_2	$b_1 \cdot b_2$	CV'
0.25	0.9	10	1	0.9	0.25
0.25	0.9	9	0.94	0.846	0.28
0.25	0.9	8	0.94	0.846	0.26
0.25	0.9	7	0.93	0.837	0.26
0.25	0.9	6	0.92	0.828	0.26
0.25	0.9	5	0.9	0.81	0.26
0.25	0.9	4	0.88	0.792	0.25
0.25	0.9	3	0.83	0.747	0.27
0.25	0.9	2	0.75	0.675	0.28



参考文献

- 1) 渡部要一, 田中政典, 佐々真志, 菊池喜昭: 信頼性設計に基づく性能設計実現に向けた新しい地盤定数設定法の提案, 港研報告, Vol.48 No.2, 2009, pp123~143
- 2) Ovesen,N.K.(1995) : Eurocode 7 for geotechnical design, Proceedings Bengt B. Broms Symposium on Geotechnical Engineering, Singapore,pp.333-360

付録D 矢板壁に作用する土圧合力の変動係数

(1)全体構成

ここでは、モンテカルロシミュレーションを実施する前提条件として、矢板壁に作用する土圧合力の変動係数を設定する。この理由は、控え矢板式岸壁が、根入れ部および海底面上は多種多様な地盤条件が存在するため、本研究で対象とする土層構成および土質条件で検討を行うと一部の条件に限定した結果になることが懸念されるためである。モンテカルロシミュレーションの検討断面は、限られた地盤条件でしか検討できないため、本研究では、数少ない検討断面に対しても、主たる外力として矢板壁に作用する平均的な土圧合力の変動係数を組み込むことで、ある程度一般化した結果が得られることを期待している。

また、矢板壁に作用する土圧合力は、空間的ばらつきをもつ土圧強度に層厚を乗じることで算出できる。

土圧強度の空間的ばらつきには、単位体積重量 (γ_t , γ')、砂のせん断強度の正接 ($\tan \phi$)、粘性土のせん断強度 (粘着力 c) がある。この中でも、 $\tan \phi$ と粘着力 c については、局所平均の分散を用いて変動係数の低減を行うものとする。(3)参照)

主働および受働土圧合力の変動係数の算定では、砂質土地盤と互層地盤に関して実施する。ここで、砂質土地盤とは、全て砂質土 (裏込石、裏埋砂を含む) で構成された地盤とする。また互層地盤とは、砂質土と粘性土が互層になった多層地盤と定義する。土圧合力の変動係数は、粘性土が挟む互層地盤の場合、粘着力 c の変動係数が現行基準では 0 以上~0.60 未満まで区分されているため、この区分に合わせた設定を行う。データ数は 10 個とする。(4)参照)

さらに、粘性土が複数層ある互層地盤では、層数が多いことによる土圧合力の変動係数の違いを比較する。また、粘性土が複数層あり、かつ粘着力 c の変動係数が異なる場合、どの層の粘着力 c の変動係数が支配的になるか比較する。(5)参照)

最後に、ここまでの検討結果を整理し、モンテカルロシミュレーションに導入する土圧合力の変動係数を設定する。(6)参照)

(2)検討条件

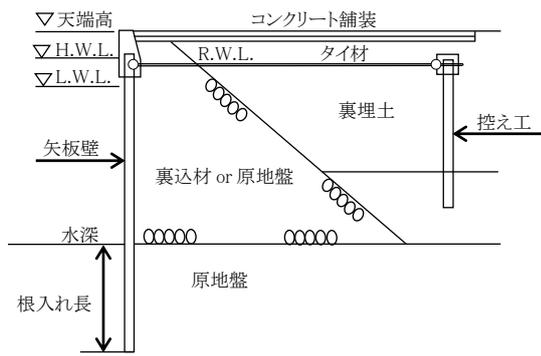
検討条件は、付表 D-1 に示すとおり全国の港湾の平均的な諸元を設定する。ここで設定した検討条件は、前稿¹⁾で検討した標準的な構造諸元とする。なお、粘性土に関する諸元については、現行基準の記載に基づき本資料で

設定した。詳細は、後述する(4)土圧合力の変動係数の算定を参照されたい。

付表D-1 検討条件一覧

項目	諸元
天端高	+2.0m,+4.0m,+6.0m
水深	4.5m,7.5m,10.0m,13.0m [※] ,16.0m
H.W.L.	+0.3m,+1.8m,+4.5m
L.W.L.	±0.0m
R.W.L.(残留水位) タイ材取付点	2/3 (H.W.L. - L.W.L.) + L.W.L.
上載荷重	30kN/m ²
湿潤単位体積重量 γ_t	一般的な砂質土：18.0kN/m ³ 沖積粘性土：16.0kN/m ³
水中単位体積重量 γ'	砂質土：10.0kN/m ³ 粘性土：6.0kN/m ³
内部摩擦角	30° , 35° , 40°
粘着力 c	主働土圧 (正規圧密粘土) 受働土圧 (矢板が自立する強度)

※前稿¹⁾の条件に、水深 13.0m を追加。



付図 D-1 控え矢板式岸壁のモデル図

(3)自己相関性を考慮した変動係数の低減

1)自己相関性の導入経緯

地盤の原位置からサンプリングされた土試料の土質試験結果を統計的に整理する場合、試料の採取位置との関係性を与えることが望ましい。しかし、ある特定位置の統計的性質を知るためには、その点から多くのデータを得る必要があるが、それは現実的ではない。地盤の統計的性質を把握するためには、平均値と分散に加えて、位置的な自己相関性を調べる必要がある。例えば、粘着力 c は地盤内の各位置においてばらつくが、地盤内各位置のそれぞれの粘着力 c は、相互間にどのような関係があるかを特定する必要がある。

本研究では、地盤がもつ不均質性を「地盤パラメータの空間的ばらつき」と表現し、このばらつきを近似的に評価する方法として、Vanmarcke(1977)²⁾の提案に従い、自己相関性を取り入れた局所平均を用いる。つまり、この提案を用いることで、地盤のある適当な範囲についての局所平均値の不確実性を評価できる。また、これに基づいて信頼性解析を行うことによって、地盤パラメータの空間的ばらつきが構造物の性能に与える影響を評価できると考える。

2)Vanmarcke(1977)²⁾による局所平均と分散関数

Vanmarcke は、地盤の空間的ばらつきを、確率場の理論でモデル化することを提唱し、分散関数を提案した。これは、定常確率場の局所平均は、局所平均を取る長さ、面積、体積と自己相関距離との相対的な大きさに応じて、その分散が元の確率場の分散より低減することを定量的に記述する関数である。局所平均の考え方は、地盤構造物の設計上重要であり、その面で先見的な論文である。

以下に、Vanmarcke が提案した局所平均の分散関数を示す。

$$\sigma_{zV}^2 = \sigma_z^2 \Gamma^2(V/\theta) \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

ここに、

- σ_{zV}^2 : 局所平均の分散
- σ_z^2 : ある位置での分散
- $\Gamma^2(V/\theta)$: 分散関数

$\Gamma^2(V/\theta)$ は、仮定される自己相関関数の関数形に応じて解析的に求められる。自己相関関数が、指数型の分散関数は次のようになる。

$$\rho(\Delta x) = \exp\left[-\frac{\Delta x}{\theta}\right] \dots \dots \dots \text{式(2)}$$

$$\Gamma^2\left(\frac{V}{\theta}\right) = \left(\frac{\theta}{V}\right)^2 \left[2\left(\frac{V}{\theta} - 1 + \exp\left(-\frac{V}{\theta}\right)\right)\right] \dots \dots \dots \text{式(3)}$$

ここに、

- Δx : 2点間の距離(m)
- V : 層厚(m)
- θ : 自己相関距離(m)

式(3)が分散関数であるため、 $[\Gamma^2(V/\theta)]^{0.5}$ が標準偏差の低減関数となる。すなわち、変動係数(CV)は標準偏差(SD)と平均値(μ)の比であるため、変動係数の低減は、標準偏差の低減関数を用いることにする。

3)自己相関距離

Vanmarcke の分散関数では、自己相関距離 θ を設定する必要がある。松尾(1984)³⁾(地盤工学 pp73)によると、粘性土の粘着力は鉛直方向の相関性は一般的に小さく、2mも離ればほとんど相関がなくなるとされている。一方、水平方向に20~30m離れても強い相関を示し、海成粘土の場合では1000m程度離れても強い相関を示すと結論づけている。

以上から、本検討では、鉛直方向に関する自己相関距離を反映した局所平均による分散の低減を考慮することにする。なお、自己相関距離 θ は、付表 D-2 に示すとおり $\tan \phi$ を 1.00m、粘着力 c を 1.25m とする。

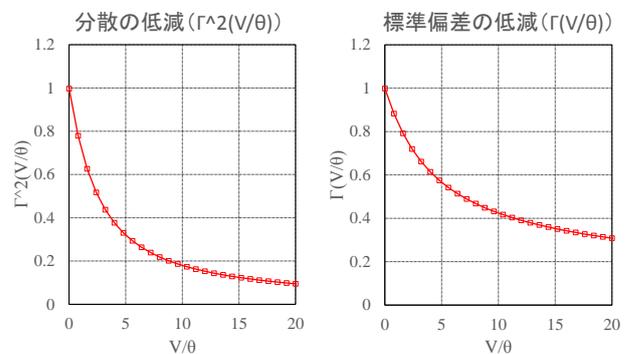
付表 D-2 各設計因子と自己相関距離 θ

設計因子	自己相関距離 θ	出典
\tan 相 ^{※1}	1.00m	phoon ら(1999) ⁴⁾
c ^{※2}	1.25m	〃

※1 : 標準貫入試験の N 値に対して $dv=2\theta=2.4m$, $\theta=1.20m$ 。

日本国内のボーリングは深度 1m 毎に実施するため、本検討では 1m に設定する。

※2 : $dv=2\theta=2.5m$, $\theta=1.25m$ に設定する。



付図 D-2 自己相関距離 θ 1.25m 時の低減関数

(4)土圧合力の変動係数の算定

0)本項の構成

本項では、矢板の根入れ長、矢板本体の応力およびタイ材の応力に関して信頼性解析を行うために、矢板に作用する土圧合力の変動係数はモンテカルロシミュレーションを用いて設定する。ここで、土圧合力の変動係数は、本資料での提案であり新たな試みである。このため、検討モデル、土圧算定式、土圧合力の変動係数の算定手法および結果についてはその詳細を以下に示す。

1)主働土圧合力の変動係数

(i)検討モデル

①砂質土地盤

本検討では、前述したとおり、全て砂質土もしくは裏込石、裏込砂で構成される地盤を砂質土地盤と呼び、砂質土地盤に対する検討モデルは、付表D-3～付表D-6の各条件について合計60ケース(=3×5×4)とする。付図D-3、付図D-4は各ケースのモデル図を示す。全ケースに共通事項として、R.W.L.上の土層1は、一般的な岸壁の施工では、エプロン部の舗装を施工するために裏埋土の投入が必要になるため、全ケースに対して裏埋土とする。

また、検討ケースでは、砂質土のせん断強度を幅広く網羅できるように、相対密度の区分によって内部摩擦角を3区分とする。(土質調査法(1982)⁵⁾)

付表D-3 砂質土の内部摩擦角φ

N値	相対密度Dr	内部摩擦角φ
4~10	緩い (0.2~0.4)	30°
10~30	中位 (0.4~0.6)	35°
30~50	密な (0.6~0.8)	40°

付表D-4 構造諸元

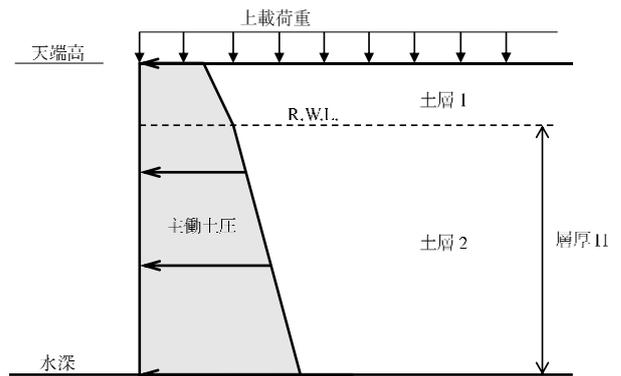
項目	諸元	検討数
天端高	+2.0m,+4.0m,+6.0m	3
水深	4.5m,7.5m,10.0m,13.0m,16.0m	5
上載荷重	30kN/m ²	1
R.W.L.	2/3 (H.W.L.-L.W.L.)+L.W.L.	1

付表D-5 土質条件

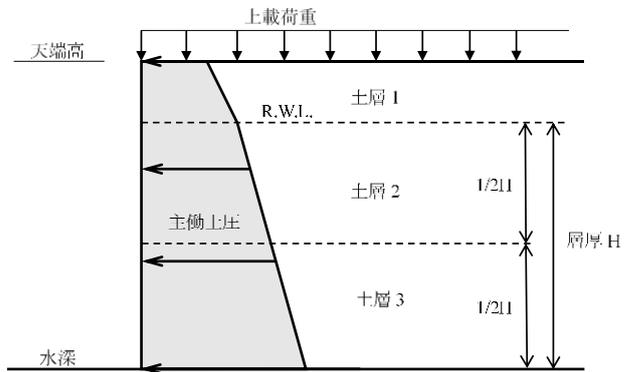
ケース	土層区分および土質条件	検討数
1	単層 (土層 1,2⇒φ 30°)	4
2	単層 (土層 1,2⇒φ 40°)	
3	2層 (土層 1⇒φ 30°) (土層 2⇒φ 40°)	
4	3層 (土層 1⇒φ 30°) (土層 2⇒φ 35°, 層厚 1/2H) (土層 2⇒φ 40°, 層厚 1/2H)	

付表D-6 各設計因子の確率変数等

項目	平均値の偏り μ /Xk	変動係数 CV
tan θ	1.00	0.10
Ka · cos δ	1.00	0.12
γ _t	1.02	0.04
γ'	1.00	0.03
自己相関距離 θ	1.00m (tan φ)	
乱数の発生回数	10万回	



付図D-3 モデル図 (ケース 1~3)



付図D-4 モデル図 (ケース 4)

②互層地盤

本検討では、前述したとおり、砂質土層と粘性土層で構成する地盤を互層地盤と呼び、互層地盤に対する検討モデルは、付表 D-7～付表 D-10 の各条件について合計 300 ケース (=3×5×4×5) とする。なお、R.W.L.上の土層 1 は、一般的な岸壁の施工では、エプロン部の舗装を施工するために裏埋土の投入が必要になるため、全ケースに対して裏埋土とする。(付図 D-5)

土層 2,4 の砂質土層は、土層 3 を挟むように分布し、層厚は等しいものとして設定する。なお、砂質土の内部摩擦角は相対密度が中位となる 35° とする。ここで内部摩擦角を固定する理由は、後述する砂質土地盤の検討結果から、内部摩擦角の違いによる土圧合力の変動係数はほぼ一定値になるため、平均的な値を採用した。

土層 3 の粘性土層は、R.W.L.～海底面の中央に位置するように設定する。粘性土のせん断強度は、自然堆積粘土地盤として正規圧密粘土が有する強度とし、港湾基準 (H11, p244), 現行基準 (H19, p319) から、有効土被り圧 σ'_{vo} を用いて、 $c_u/\sigma'_{vo}=0.30$ とする。現行基準では、圧密降伏応力 p_c で定式化しているが、正規圧密粘土の場合、 $\sigma'_{vo}=p_c/OCR$ の OCR が 1.0 であるため、結果的に c_u/σ'_{vo} は H11 基準の範囲に収まることになる。

付表 D-7 構造諸元

項目	諸元	検討数
天端高	+2.0m,+4.0m,+6.0m	3
水深	4.5m,7.5m,10.0m,13.0m,16.0m	5
上載荷重	30kN/m ²	1
R.W.L.	2/3 (H.W.L. - L.W.L.) + L.W.L.	1

付表 D-8 土質条件

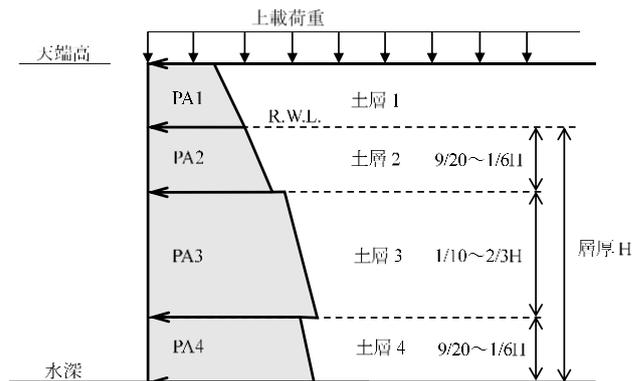
ケース	土層区分および土質条件	検討数
5	4層 (土層 1⇒ ϕ 30°) (土層 2,4⇒ ϕ 35°) (土層 3⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚:1/10H)	4
6	4層 土層 1, 2, 4⇒ケース 1 と同じ 土層 3⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚 1/3H	
7	4層 土層 1, 2, 4⇒ケース 1 と同じ 土層 3⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚 1/2H	
8	4層 土層 1, 2, 4⇒ケース 1 と同じ 土層 3⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚 2/3H	

付表 D-9 R.W.L.以下の各土層の層厚

ケース	土層 2	土層 3	土層 4	合計
5	9/20H	1/10H	9/20H	1.0H
6	1/3H	1/3H	1/3H	1.0H
7	1/4H	1/2H	1/4H	1.0H
8	1/6H	2/3H	1/6H	1.0H

付表 D-10 各設計因子の確率変数等

項目	平均値の偏り μ/X_k	変動係数 CV
$\tan\phi$	1.00	0.10
c	1.00	0.10~0.60 (検討数 5)
$K_a \cdot \cos\delta$	1.00	0.12
γ_t	1.02	0.04
γ'	1.00	0.03
自己相関距離 θ	1.00m ($\tan\phi$) 1.25m (c)	
乱数の発生回数	10 万回	



付図 D-5 モデル図 (ケース 5~8)

(a)層厚の定義

互層地盤の場合、砂質土層と粘性土層の割合によって、矢板壁に作用する土圧合力の主体が変わる。ケース 5,6 は、R.W.L.以下の全層厚 H に対して粘性土層厚が 1 割、3 割程度とし、このケースを砂質土主体とする。一方、ケース 7,8 は、R.W.L.以下の全層厚 H に対して粘性土層厚が 5 割、7 割程度とし、このケースを粘性土主体とする。

(b)粘着力の設定

各ケースの粘着力の設定を行う。ここで設定する粘性土は、前述したとおり自然堆積粘土地盤として正規圧密粘土とする。

各ケースの有効土被り圧 σ'_{vo} は、天端高、水深、R.W.L. によって異なるため、それぞれ構造諸元に対して粘着力を算定する。（付表 D-11）

付表 D-11 各ケースの粘着力の算定結果

天端高+2.0m

項目	砂質土主体										粘性土主体														
	ケース5					ケース6					ケース7					ケース8									
検討ケース																									
天端高(m)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
RWL(m)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
海底面(m)	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16
層厚(m)	4.8	7.8	10.3	13.3	16.3	4.8	7.8	10.3	13.3	16.3	4.8	7.8	10.3	13.3	16.3	4.8	7.8	10.3	13.3	16.3	4.8	7.8	10.3	13.3	16.3
割合1	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
RWL～土層上端(m)	2.2	3.5	4.6	6.0	7.3	1.6	2.6	3.4	4.4	5.4	1.2	2.0	2.6	3.3	4.1	0.8	1.3	1.8	2.3	2.8	0.8	1.3	1.8	2.3	2.8
$\sigma 1$ (kN/m ²)	52.2	65.7	77.0	90.5	104.0	46.4	56.3	64.6	74.5	84.4	42.6	50.1	56.4	63.9	71.4	38.8	43.9	48.1	53.2	58.3	38.8	43.9	48.1	53.2	58.3
割合2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
土層上端～中央(m)	0.24	0.39	0.52	0.67	0.82	0.82	1.33	1.75	2.26	2.77	1.20	1.95	2.58	3.33	4.08	1.58	2.57	3.40	4.39	5.38	1.58	2.57	3.40	4.39	5.38
$\sigma 2$ (kN/m ²)	1.44	2.34	3.09	3.99	4.89	4.90	7.96	10.51	13.57	16.63	7.20	11.70	15.45	19.95	24.45	9.50	15.44	20.39	26.33	32.27	9.50	15.44	20.39	26.33	32.27
$\Sigma \sigma$ (kN/m ²)	53.6	68.0	80.0	94.4	108.8	51.3	64.3	75.1	88.1	101.0	49.8	61.8	71.8	83.8	95.8	48.3	59.3	68.5	79.5	90.6	48.3	59.3	68.5	79.5	90.6
cu/ σ'_{vo}	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
cu(kN/m ²)	20.0	30.0	30.0	30.0	40.0	20.0	20.0	30.0	30.0	40.0	20.0	20.0	30.0	30.0	30.0	30.0	20.0	20.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0

天端高+4.0m

項目	砂質土主体										粘性土主体														
	ケース5					ケース6					ケース7					ケース8									
検討ケース																									
天端高(m)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
RWL(m)	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
海底面(m)	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16
層厚(m)	6.3	9.3	11.8	14.8	17.8	6.3	9.3	11.8	14.8	17.8	6.3	9.3	11.8	14.8	17.8	6.3	9.3	11.8	14.8	17.8	6.3	9.3	11.8	14.8	17.8
割合1	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
RWL～土層上端(m)	2.8	4.2	5.3	6.7	8.0	2.1	3.1	3.9	4.9	5.9	1.6	2.3	3.0	3.7	4.5	1.1	1.6	2.0	2.5	3.0	1.1	1.6	2.0	2.5	3.0
$\sigma 1$ (kN/m ²)	68.0	81.5	92.7	106.2	119.7	60.4	70.3	78.5	88.4	98.3	55.4	62.9	69.1	76.6	84.1	50.3	55.4	59.7	64.8	69.9	50.3	55.4	59.7	64.8	69.9
割合2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
土層上端～中央(m)	0.32	0.47	0.59	0.74	0.89	1.07	1.58	2.01	2.52	3.03	1.58	2.33	2.95	3.70	4.45	2.08	3.07	3.89	4.88	5.87	2.08	3.07	3.89	4.88	5.87
$\sigma 2$ (kN/m ²)	1.89	2.79	3.54	4.44	5.34	6.43	9.49	12.04	15.10	18.16	9.45	13.95	17.70	22.20	26.70	12.47	18.41	23.36	29.30	35.24	12.47	18.41	23.36	29.30	35.24
$\Sigma \sigma$ (kN/m ²)	69.8	84.2	96.2	110.6	125.0	66.8	79.8	90.6	103.5	116.5	64.8	76.8	86.8	98.8	110.8	62.8	73.8	83.0	94.1	105.1	62.8	73.8	83.0	94.1	105.1
cu/ σ'_{vo}	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
cu(kN/m ²)	30.0	30.0	30.0	40.0	40.0	30.0	30.0	30.0	40.0	40.0	20.0	30.0	30.0	30.0	40.0	20.0	30.0	30.0	30.0	40.0	20.0	30.0	30.0	30.0	40.0

天端高+6.0m

項目	砂質土主体										粘性土主体														
	ケース5					ケース6					ケース7					ケース8									
検討ケース																									
天端高(m)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
RWL(m)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
海底面(m)	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16
層厚(m)	7.5	10.5	13	16	19	7.5	10.5	13	16	19	7.5	10.5	13	16	19	7.5	10.5	13	16	19	7.5	10.5	13	16	19
割合1	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
RWL～土層上端(m)	3.4	4.7	5.9	7.2	8.6	2.5	3.5	4.3	5.3	6.3	1.9	2.6	3.3	4.0	4.8	1.3	1.8	2.2	2.7	3.2	1.3	1.8	2.2	2.7	3.2
$\sigma 1$ (kN/m ²)	87.8	101.3	112.5	126.0	139.5	78.8	88.7	96.9	106.8	116.7	72.8	80.3	86.5	94.0	101.5	66.8	71.9	76.1	81.2	86.3	66.8	71.9	76.1	81.2	86.3
割合2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
土層上端～中央(m)	0.38	0.53	0.65	0.80	0.95	1.28	1.79	2.21	2.72	3.23	1.88	2.63	3.25	4.00	4.75	2.48	3.47	4.29	5.28	6.27	2.48	3.47	4.29	5.28	6.27
$\sigma 2$ (kN/m ²)	2.25	3.15	3.90	4.80	5.70	7.65	10.71	13.26	16.32	19.38	11.25	15.75	19.50	24.00	28.50	14.85	20.79	25.74	31.68	37.62	14.85	20.79	25.74	31.68	37.62
$\Sigma \sigma$ (kN/m ²)	90.0	104.4	116.4	130.8	145.2	86.4	99.4	110.2	123.1	136.1	84.0	96.0	106.0	118.0	130.0	81.6	92.6	101.8	112.9	123.9	81.6	92.6	101.8	112.9	123.9
cu/ σ'_{vo}	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
cu(kN/m ²)	30.0	40.0	40.0	40.0	50.0	30.0	30.0	40.0	40.0	50.0	30.0	30.0	40.0	40.0	40.0	30.0	30.0	30.0	40.0	40.0	30.0	30.0	30.0	40.0	40.0

(ii) 土圧算定式

① 砂質土

クーロン土圧式

主働土圧及び崩壊面が水平面と成す角度

$$p_{ai} = K_{ai} \left[\sum \gamma h_i + \frac{\omega \cos \psi}{\cos(\psi - \beta)} \right] \cos \psi$$

$$\cos(\zeta_i - \beta) = -\tan(\phi_i + \delta + \psi - \beta) + \sec(\phi_i + \delta + \psi - \beta) \sqrt{\frac{\cos(\psi + \delta) \sin(\phi_i + \delta)}{\cos(\psi - \beta) \sin(\phi_i - \beta)}}$$

この場合において、

$$K_{ai} = \frac{\cos^2(\phi_i - \psi)}{\cos^2 \psi \cos(\delta + \psi) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_i + \delta) \sin(\phi_i - \beta)}{\cos(\delta + \psi) \cos(\psi - \beta)}} \right]^2}$$

ここに、

- p_{ai} 及び p_{pi} : それぞれ i 層下面の壁面に作用する主働土圧及び受働土圧 (kN/m²)
- ϕ_i : i 層の土のせん断抵抗角 (°)
- γ_i : i 層の土の単位体積重量 (kN/m³)
- h_i : i 層の厚さ (m)
- K_{ai} 及び K_{pi} : それぞれ i 層の主働土圧係数及び受働土圧係数
- ψ : 壁面が鉛直と成す角 (°)
- β : 地表面が水平と成す角 (°)
- δ : 壁面摩擦角 (°)
- ζ_i : i 層の崩壊面が水平と成す角 (°)
- ω : 地表面の単位面積当たりの載荷重 (kN/m²)

② 粘性土

ランキン土圧式

主働土圧

$$p_a = \sum \gamma_i h_i + \omega - 2c$$

ここに、

- p_a : 各土層下面の壁面に作用する主働土圧の特性値 (kN/m²)
- p_p : 各土層下面の壁面に作用する受働土圧の特性値 (kN/m²)
- γ_i : i 層の土の単位体積重量 (kN/m³)
- h_i : i 層の厚さ (m)
- ω : 地表面の単位面積当たりの載荷重 (kN/m²)
- c : 粘着力 (kN/m²)

(iii) 矢板壁全体に作用する土圧合力の変動係数の算定手法

① 各土層に作用する土圧合力の変動係数

各土層の上端下端に作用する土圧強度の変動係数は、土圧強度の算定に必要となる、砂の内部摩擦角 ϕ 、粘着力 c 、単位体積重量 γ 、主働土圧係数 $K_a \cdot \cos \delta$ 、残留水位 R.W.L.である。残留水位は、単位体積重量の他、残留水圧の算定に必要となるため、後述する信頼性設計を実施する際に確率変数として与えるものとする。

(a) 主働土圧強度

砂質土 $P_{ac} = K_a \cdot \cos \delta \times (\Sigma \gamma h + w)$

$K_a \cdot \phi$ に変動係数を考慮

$K_a \cdot \cos \delta$: 算出した $K_a \cdot \cos \delta$ に変動係数を考慮

$\Sigma \gamma h + w$: γ に変動係数を考慮

・粘性土 $P_{ar} = K_a \cdot \cos \delta \times (\Sigma \gamma h + w - 2c)$

$\Sigma \gamma h + w - 2c$: γ , c に変動係数を考慮

$K_a \cdot \cos \delta$: 粘性土に対しても算出した主働土圧のばらつきに対して変動係数を考慮

(b) 矢板壁に作用する土圧合力

i 層の土圧合力 : $PA_i = (p_{ai1} + p_{ai2}) \times h_i \times 1/2$

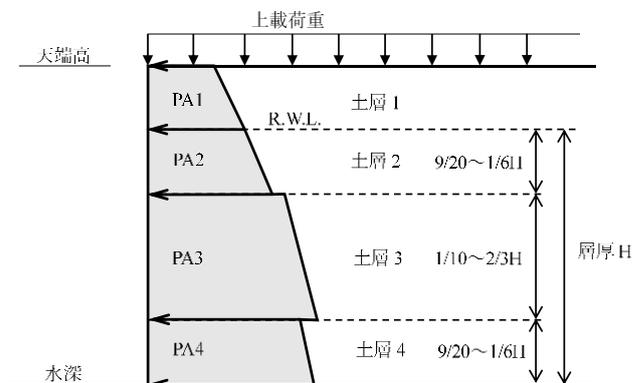
矢板壁全体に作用する土圧合力 : $PA = \Sigma PA_i$

ここに、

p_{ai1} : i 層の上端に作用する土圧強度

p_{ai2} : i 層の下端に作用する土圧強度

h_i : i 層の層厚



付図 D-6 土圧合力の分割図

② 矢板壁全体に作用する土圧合力の変動係数の算定手法

土圧合力の変動係数は、表-2.12 に示すとおり土圧算定に係る設計因子に対してモンテカルロシミュレーションを行い、各土層の土圧合力の合計値に対する平均値と変動係数から算定する。なお、各土層の土圧合力は、前述したとおり乱数を 10 万回発生させ、各回に対して算出する。

これにより、矢板壁に作用する土圧合力の変動係数は、砂質土主体と粘性土主体の地盤に対して、それぞれ設定することが可能となる。

付表 D-12 土圧合力の変動係数の算定手法

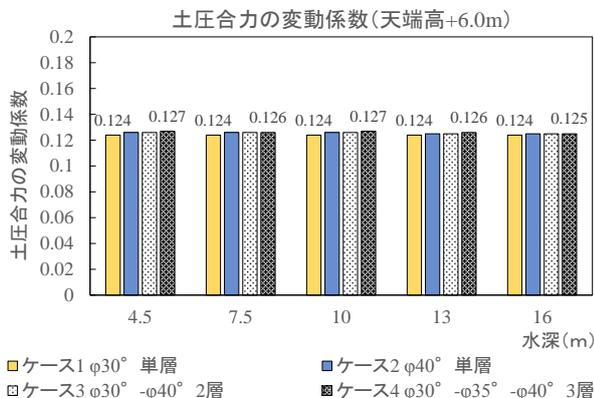
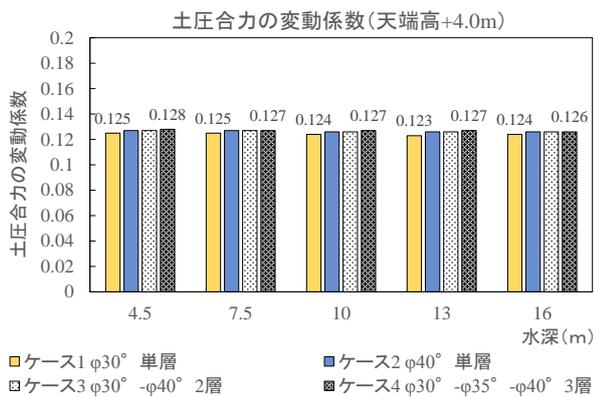
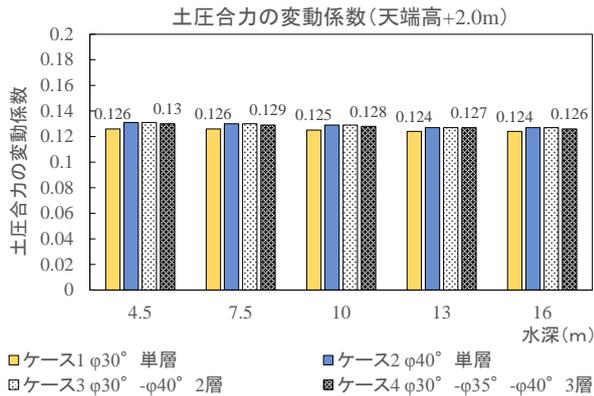
MCS	各土層の主働土圧合力					合計(矢板壁に作用する土圧合力)
	PA ₁	PA ₂	PA ₃	...	PA _N	ΣPA
1回目	PA ₁₁	PA ₂₁	PA ₃₁	...	PA _{N1}	P1
2回目	PA ₁₂	PA ₂₂	PA ₃₂	...	PA _{N2}	P2
3回目	PA ₁₃	PA ₂₃	PA ₃₃	...	PA _{N3}	P3
...
n回目	PA _{1n}	PA _{2n}	PA _{3n}	...	PA _{Nn}	Pn
	平均 (AVERAGE)					P _{average}
	標準偏差(SD)					P _{SD}
	変動係数(CV)					P _{SD} /P _{average}

(iv) 検討結果
① 砂質土地盤

付表 D-13 砂質土地盤の矢板壁に作用する土圧合力の変動係数

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土			土圧合力の 変動係数
									土層1 φ(°)	土層2 φ(°)	土層3 φ(°)	
砂質土	1	1	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	-	-	0.126
	2			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	-	-	0.126
	3			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	-	-	0.125
	4			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	-	-	0.124
	5			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	-	-	0.124
	6	2		4.5	0.3	0.0	0.2	30	40	-	-	0.131
	7			7.5	0.3	0.0	0.2	30	40	-	-	0.13
	8			10.0	0.3	0.0	0.2	30	40	-	-	0.129
	9			13.0	0.3	0.0	0.2	30	40	-	-	0.127
	10			16.0	0.3	0.0	0.2	30	40	-	-	0.127
	11	3		4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	40	-	0.133
	12			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	40	-	0.131
	13			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	40	-	0.129
	14			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	40	-	0.128
	15			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	40	-	0.128
	16	4		4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.13
	17			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.129
	18			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.128
	19			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.127
	20			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.126
	21	1	4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	-	-	0.125
	22			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	-	-	0.125
	23			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	-	-	0.124
	24			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	-	-	0.123
	25			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	-	-	0.124
	26	2		4.5	1.8	0.0	1.2	30	40	-	-	0.127
	27			7.5	1.8	0.0	1.2	30	40	-	-	0.127
	28			10.0	1.8	0.0	1.2	30	40	-	-	0.126
	29			13.0	1.8	0.0	1.2	30	40	-	-	0.126
	30			16.0	1.8	0.0	1.2	30	40	-	-	0.126
	31	3		4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	40	-	0.13
	32			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	40	-	0.129
	33			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	40	-	0.128
	34			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	40	-	0.127
	35			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	40	-	0.126
	36	4		4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.128
	37			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.127
	38			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.127
	39			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.127
	40			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.126
	41	1	6.0	4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	-	-	0.124
	42			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	-	-	0.124
	43			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	-	-	0.124
	44			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	-	-	0.124
	45			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	-	-	0.124
	46	2		4.5	4.5	0.0	3.0	30	40	-	-	0.126
	47			7.5	4.5	0.0	3.0	30	40	-	-	0.126
	48			10.0	4.5	0.0	3.0	30	40	-	-	0.126
	49			13.0	4.5	0.0	3.0	30	40	-	-	0.125
	50			16.0	4.5	0.0	3.0	30	40	-	-	0.125
	51	3		4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	40	-	0.129
	52			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	40	-	0.128
	53			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	40	-	0.127
	54			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	40	-	0.126
	55			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	40	-	0.126
	56	4		4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.127
	57			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.126
	58			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.127
	59			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.126
	60			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.125
全ケースの平均値												0.127

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
1	0.124
2	0.127
3	0.128
4	0.127
1~4	0.127



付図 D-7 各天端高で整理した
 矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数

これより、各天端高に対する変動係数の差は小さく、水深によっても大きな差はないため、これらの平均値を採用し主働土圧合力の変動係数は 0.13 に設定する。

②互層地盤(砂質土主体, 粘性土主体)

ここでは、粘性土が砂質土に挟まれる互層地盤について主働土圧合力の変動係数を設定する。本編の「3.3 粘性土のせん断強度」の表-3.9は、付表 D-14, 付表 D-15にあるデータ数 n が 10 個の時の土圧合力の変動係数 CV を転記している。巻末資料にデータ数 10 個の時の検討結果一覧を示す。なお、付表 D-14, 付表 D-15 にはデータ数が 10 個未満のケースについても結果のみ示す。

付表 D-14 主働土圧合力の変動係数の算定結果
 互層(砂質土主体)

n	CV				
	0.1	0.15	0.25	0.4	0.6
10	0.13	0.13	0.14	0.15	0.18
9	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18
8	0.13	0.13	0.14	0.16	0.18
7	0.13	0.14	0.14	0.15	0.18
6	0.13	0.14	0.14	0.15	0.17
5	0.13	0.14	0.14	0.15	0.17
4	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16
3	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16
2	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16

付表 D-15 主働土圧合力の変動係数の算定結果
 互層(粘性土主体)

n	CV				
	0.1	0.15	0.25	0.4	0.6
10	0.13	0.14	0.15	0.17	0.23
9	0.13	0.15	0.17	0.19	0.25
8	0.13	0.14	0.16	0.19	0.24
7	0.13	0.15	0.16	0.18	0.23
6	0.13	0.15	0.16	0.18	0.22
5	0.14	0.15	0.16	0.18	0.21
4	0.14	0.15	0.16	0.18	0.21
3	0.14	0.15	0.17	0.18	0.2
2	0.15	0.16	0.17	0.18	0.2

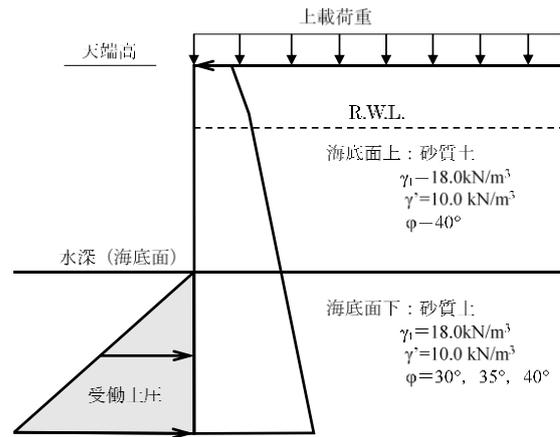
2)受働土圧合力の変動係数

(i)検討モデル

①砂質土地盤

本検討では、全て砂質土で構成される地盤を砂質土地盤と呼び、砂質土地盤に対する検討モデルは、付表 D-16 ~付表 D-19 の各条件について合計 45 ケース (=3×5×3) とする。検討ケースでは、砂質土のせん断強度を幅広く網羅できるように、相対密度の区分によって内部摩擦角を 3 区分する。(土質調査法⁵⁾ pp205)

ここで、受働土圧が作用する根入れ下端は、付図 D-8 に示すモデル図に対して、フリーアースサポート法により目標信頼性水準(実質安全率 1.5)を満たす諸元とする。これにより、受働土圧が作用する範囲は、各ケースによって異なる。



付図 D-8 モデル図 (ケース 1~3)

付表 D-16 砂質土の内部摩擦角 φ

N値	相対密度 Dr	内部摩擦角 φ
4~10	緩い (0.2~0.4)	30°
10~30	中位 (0.4~0.6)	35°
30~50	密な (0.6~0.8)	40°

付表 D-17 構造諸元

項目	諸元	検討数
天端高	+2.0m,+4.0m,+6.0m	3
水深	4.5m,7.5m,10.0m,13.0m,16.0m	5
上載荷重	30kN/m ²	1
R.W.L.	2/3 (H.W.L.-L.W.L.)+L.W.L.	1

付表 D-18 土質条件

ケース	土層区分および土質条件	検討数
1	単層 (土層 1⇒ φ 30°)	3
2	単層 (土層 1⇒ φ 35°)	
3	単層 (土層 1⇒ φ 40°)	

付表 D-19 各設計因子の確率変数等

項目	平均値の偏り μ / X _k	変動係数 CV
tan θ	1.00	0.10
K _p · cos δ	1.00	0.12
γ'	1.00	0.03
自己相関距離 θ	1.00m (tan φ)	
乱数	10 万回	

付表 D-20 砂質土地盤に対する根入れ長

(単位:m)

水深(m)	4.5	φ30°	φ35°	φ40°
天端高(m)	2.0	2.9	2.1	1.6
	4.0	4.3	3.2	2.4
	6.0	※1	4.7	3.6

※1:フリーアースサポート法では収束根入れ長が算定不可

水深(m)	7.5	φ30°	φ35°	φ40°
天端高(m)	2.0	3.9	2.9	2.2
	4.0	5.4	4.0	3.1
	6.0	7.4	5.6	4.3

水深(m)	10.0	φ30°	φ35°	φ40°
天端高(m)	2.0	4.8	3.6	1.7
	4.0	6.2	4.7	3.6
	6.0	8.3	6.3	4.9

水深(m)	13.0	φ30°	φ35°	φ40°
天端高(m)	2.0	5.7	4.3	3.3
	4.0	7.2	5.5	4.2
	6.0	9.3	7.1	5.5

水深(m)	16.0	φ30°	φ35°	φ40°
天端高(m)	2.0	6.7	5.0	3.9
	4.0	8.2	6.2	4.8
	6.0	10.3	7.9	6.2

②互層地盤

本検討では、砂質土層と粘性土層で構成する地盤を互層地盤と呼び、互層地盤に対する検討モデルは、付表D-21～付表D-23の各条件について合計200ケース(=10×4×5)とする。

付図D-9に示すとおり、土層1,3の砂質土層は土層2を挟むように分布し、層厚は等しいものとして設定する。なお、砂質土の内部摩擦角は相対密度が中位となる35°とする。ここで内部摩擦角を固定する理由は、後述する砂質土地盤の検討結果から、内部摩擦角の違いによる土圧合力の変動係数に違いがあるものの、内部摩擦角が35°の結果と平均値が同等であるためである。土層2の粘性土層は、海底面～根入れ下端の中央に位置するように設定する。粘性土のせん断強度は、矢板が自立できる強度とし、現行基準(H19, pp1000)から、 $4c > \sum \gamma h + w + \gamma_{wh} w$ を満たす強度とする。

付表D-21 構造諸元

項目	諸元	検討数
天端高	+2.0m,+4.0m,+6.0m	10 [※]
水深	4.5m,7.5m,10.0m,13.0m,16.0m	
上載荷重	30kN/m ²	1
R.W.L.	2/3(H.W.L.-L.W.L.)+L.W.L.	1

※：根入れ長は、土質条件が決まらなると算定できないため、砂質土主体の地盤、粘性土主体の地盤の計4ケース(互層①～④)を仮定して層厚を設定した。詳細な設定根拠は、付録に示す。

付表D-22 互層地盤の粘着力と根入れ長

検討数	粘着力(kN/m ²)	根入れ長(m)
1	30.0	3.0
2	40.0	4.0
3	50.0	5.0
4	50.0	6.0
5	60.0	6.0
6	60.0	7.0
7	70.0	7.0
8	70.0	8.0
9	70.0	9.0
10	80.0	9.0

付表D-23 土質条件

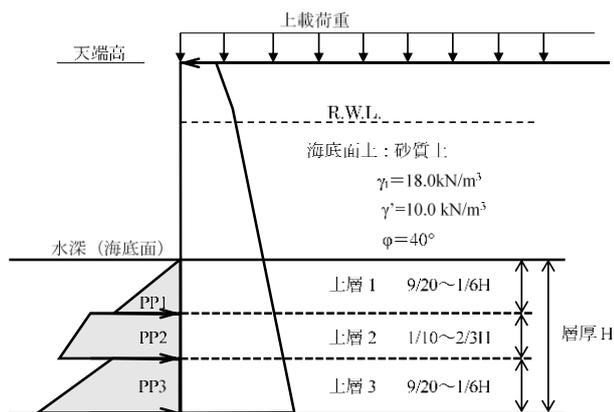
ケース	土層区分および土質条件	検討数
4	3層 (土層1⇒φ35°) (土層2⇒c:矢板が自立する強度, 層厚:1/10H (土層3⇒φ35°)	4
5	3層 (土層1⇒φ35°) (土層2⇒c:矢板が自立する強度, 層厚:1/3H (土層3⇒φ35°)	
6	3層 (土層1⇒φ35°) (土層2⇒c:矢板が自立する強度, 層厚:1/2H (土層3⇒φ35°)	
7	3層 (土層1⇒φ35°) (土層2⇒c:矢板が自立する強度, 層厚:2/3H (土層3⇒φ35°)	

付表D-24 R.W.L.以下の各土層の層厚

ケース	土層1	土層2	土層3	合計
4	9/20H	1/10H	9/20H	1.0H
5	1/3H	1/3H	1/3H	1.0H
6	1/4H	1/2H	1/4H	1.0H
7	1/6H	2/3H	1/6H	1.0H

付表D-25 各設計因子の確率変数等

項目	平均値の偏り μ/Xk	変動係数 CV
tanφ	1.00	0.10
c	1.00	0.10~0.60 (検討数5)
Kp・cosδ	1.00	0.12
γ'	1.00	0.03
自己相関距離θ	1.00m(tanφ) 1.25m(c)	
乱数	10万回	



付図D-9 モデル図 (ケース5~8)

(a) 層厚の定義

互層地盤の場合、砂質土層と粘性土層の割合によって、矢板壁に作用する土圧合力の主体が変わる。ケース5,6は、海底面から根入れ下端までの層厚Hに対して粘性土層厚が1割、3割程度とし、このケースを砂質土主体とする。一方、ケース7,8は、R.W.L.以下の全層厚Hに対して粘性土層厚が5割以上とし、このケースを粘性土主体とする。

(b) 粘着力の設定

各ケースの粘着力の設定を行う。ここで設定する粘性土は、前述したとおり矢板が自立する強度を有するものとして設定する。

各ケースの海底面での荷重は、天端高、水深、R.W.L.によって異なるため、それぞれ構造諸元に対して粘着力を算定する。

【補足】 受働土圧係数の変動係数算定に用いる根入れ長補足1. 根入れ長の算定

(1) 根入れ長を算定する理由

矢板の根入れ長は、フリーアースサポート法で算出する場合、海底面以下の土質条件に依存する。本資料では互層地盤において、砂質土主体と粘性土主体に対して粘性土の層厚を1/10H~2/3Hとしてケースを設定している。互層地盤の設定では、海底面から根入れ下端までの層厚をHとしている。そこで、上記のHを設定するために海底面以下の土質条件に対して、ある程度現実的に想定される地盤条件を設定し、算出する。

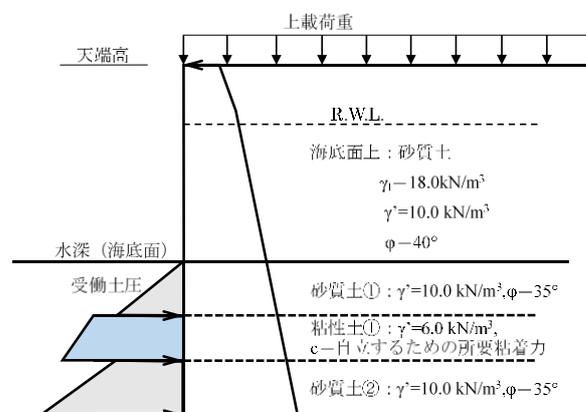
根入れ長を別途算定する理由は、以下のとおりである。

- ・天端高、水深によって矢板が自立するために必要な粘着力が異なる。
- ・根入れ長が地盤条件によって異なる。

- ・変動係数を設定する際、モデル化する砂質土と粘性土の層厚は無数に存在する。
- ・可能な限り、現実的に想定できるケースを対象とし、一般化した受働土圧合力の変動係数を設定する。

(2) 互層地盤モデル

付図D-10に検討モデルを示す。海底面以上は、裏込石が投入された土層とし、海底面以下の砂質土は、 $\phi 35^\circ$ の砂質土(相対密度が中位)と自立するために必要な粘着力を有した粘性土とする。層厚は、付表D-26に示すとおり、互層①~③は、砂質土主体の場合の地盤条件、互層④は粘性土主体の場合の地盤条件とする。



付図D-10 検討モデル (互層地盤)

付表D-26 各検討ケースの層厚

地盤	互層①	互層②	互層③	互層④
砂質土①	1.0m	1.5m	2.0m	0.5m
粘性土①	1.0m	0.5m	0.5m	*2.0~4.0m
砂質土②	計算上、必要な根入れ長に対する残土層厚			

*粘性土層厚が、砂質土層厚より大きくなるように50cmピッチでトライアル計算を行う。

(3) 算定結果

各検討ケースの根入れ長の算定結果を付表D-27に示す。本表では、水深、天端高および粘性土の粘着力によって、互層①~④の断面の層厚を把握することができる。本資料では、各地盤の条件で算定された根入れ長の差が1.2m程度の差であることと、砂質土の内部摩擦角が想定している 35° 以下の場合も実際は存在し、その場合は根入れ長が大きくなることを考慮し、本資料でモデル化する層厚Hは、最大層厚を採用する。

付表 D-27 互層④の根入れ長および粘性土の層厚

単位(m)

粘着力	水深4.5m	互層①	互層②	互層③	互層④	最大層厚
30	天端+2.0m	1.8	2.1	2.2	3.0	3.0
40	天端+4.0m	3.6	3.5	3.5	3.1	4.0
50	天端+6.0m	5.2	5.0	5.0	5.2	6.0

粘着力	水深7.5m	互層①	互層②	互層③	互層④	最大層厚
40	天端+2.0m	3.2	3.1	3.2	3.7	4.0
50	天端+4.0m	4.5	4.3	4.4	4.7	5.0
60	天端+6.0m	6.2	5.9	5.9	6.4	7.0

(m)

粘着力	水深10.0m	互層①	互層②	互層③	互層④	最大層厚
50	天端+2.0m	4.0	3.8	3.9	4.3	5.0
60	天端+4.0m	4.8	4.8	4.8	5.3	6.0
70	天端+6.0m	6.6	6.5	6.5	6.7	7.0

(m)

粘着力	水深13.0m	互層①	互層②	互層③	互層④	最大層厚
50	天端+2.0m	4.9	4.6	4.7	5.6	6.0
60	天端+4.0m	5.7	5.6	5.7	6.7	7.0
70	天端+6.0m	7.5	7.3	7.4	8.4	9.0

(m)

粘着力	水深16.0m	互層①	互層②	互層③	互層④	最大層厚
60	天端+2.0m	5.3	5.2	5.2	6.3	7.0
70	天端+4.0m	6.6	6.5	6.5	7.4	8.0
80	天端+6.0m	8.1	8.0	8.0	8.9	9.0

付表 D-28 互層④の根入れ長および粘性土の層厚

単位(m)

粘着力	水深4.5m	互層④	粘性土の層厚
30	天端+2.0m	3.0	2.0
40	天端+4.0m	3.1	2.0
50	天端+6.0m	5.2	3.0

粘着力	水深7.5m	互層④	粘性土の層厚
40	天端+2.0m	3.7	2.0
50	天端+4.0m	4.7	2.5
60	天端+6.0m	6.4	3.5

(m)

粘着力	水深10.0m	互層④	粘性土の層厚
50	天端+2.0m	4.3	2.5
60	天端+4.0m	5.3	3.0
70	天端+6.0m	6.7	3.5

(m)

粘着力	水深13.0m	互層④	粘性土の層厚
50	天端+2.0m	5.6	3.0
60	天端+4.0m	6.7	3.5
70	天端+6.0m	8.4	4.5

(m)

粘着力	水深16.0m	互層④	粘性土の層厚
60	天端+2.0m	6.3	3.5
70	天端+4.0m	7.4	4.0
80	天端+6.0m	8.9	4.5

付表 D-29 各ケースの粘着力の算定結果(1)

項目		潮位差 (小)					潮位差 (中)				
		水深4.5m	水深7.5m	水深10.0m	水深13m	水深16m	水深4.5m	水深7.5m	水深10m	水深13m	水深16m
名称	単位	諸元	諸元	諸元	諸元	諸元	諸元	諸元	諸元	諸元	諸元
天端高	m	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
H.W.L.	m	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
L.W.L.	m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
R.W.L.	m	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
海底面	m	-4.5	-7.5	-10	-13	-16	-4.5	-7.5	-10	-13	-16
上載荷重 w	kN/m ²	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
γ_t ①	kN/m ³	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
γ' ①	kN/m ³	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
γ_w	kN/m ³	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
h1	m	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
h2	m	4.7	7.7	10.2	13.2	16.2	5.7	8.7	11.2	14.2	17.2
(A) $\Sigma\gamma \cdot h$	kN/m ²	79.4	109.4	134.4	164.4	194.4	107.4	137.4	162.4	192.4	222.4
(B) $\gamma_w \cdot h_w$	kN/m ²	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	12.12	12.12	12.12	12.12	12.12
(C) w	kN/m ²	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
(D) = (A) + (B) + (C)	kN/m ²	111.4	141.4	166.4	196.4	226.4	149.5	179.5	204.5	234.5	264.5
必要粘着力 (D) / 4	kN/m ²	27.9	35.4	41.6	49.1	56.6	37.4	44.9	51.1	58.6	66.1
モデル化粘着力 (kN/m ²)		30	40	50	50	60	40	50	60	60	70

付表 D-30 各ケースの粘着力の算定結果(2)

項目		潮位差 (大)				
		水深4.5m	水深7.5m	水深10m	水深13m	水深16m
名称	単位	諸元	諸元	諸元	諸元	諸元
天端高	m	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
H.W.L.	m	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
L.W.L.	m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
R.W.L.	m	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
海底面	m	-4.5	-7.5	-10	-13	-16
上載荷重 w	kN/m ²	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
γ_t ①	kN/m ³	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
γ' ①	kN/m ³	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
γ_w	kN/m ³	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
h1	m	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
h2	m	7.5	10.5	13	16	19
(A) $\Sigma\gamma \cdot h$	kN/m ²	129.0	159.0	184.0	214.0	244.0
(B) $\gamma_w \cdot h_w$	kN/m ²	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3
(C) w	kN/m ²	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
(D) = (A) + (B) + (C)	kN/m ²	189.3	219.3	244.3	274.3	304.3
必要粘着力 (D) / 4	kN/m ²	47.3	54.8	61.1	68.6	76.1
モデル化粘着力 (kN/m ²)		50	60	70	70	80

(ii) 土圧算定式

① 砂質土

クーロン土圧式

$$p_{pi} = K_{pi} \left[\sum \gamma_i h_i + \frac{\omega \cos \psi}{\cos(\psi - \beta)} \right] \cos \psi$$

$$\cot(\zeta_i - \beta) = \tan(\phi_i - \delta - \psi + \beta) + \sec(\phi_i - \delta - \psi + \beta) \sqrt{\frac{\cos(\psi + \delta) \sin(\phi_i - \delta)}{\cos(\psi - \beta) \sin(\phi_i + \beta)}}$$

この場合において、

$$K_{pi} = \frac{\cos^2(\phi_i + \psi)}{\cos^2 \psi \cos(\delta + \psi) \left[1 - \frac{\sin(\phi_i - \delta) \sin(\phi_i + \beta)}{\cos(\delta + \psi) \cos(\psi - \beta)} \right]^2}$$

ここに、

- p_{pi} 及び p_{pi} : それぞれ i 層下面の壁面に作用する主働土圧及び受働土圧 (kN/m²)
- ϕ_i : i 層の土のせん断抵抗角 (°)
- γ_i : i 層の土の単位体積重量 (kN/m³)
- h_i : i 層の厚さ (m)
- K_{pi} 及び K_{pi} : それぞれ i 層の主働土圧係数及び受働土圧係数
- ψ : 壁面が鉛直と成す角 (°)
- β : 地表面が水平と成す角 (°)
- δ : 壁面摩擦角 (°)
- ζ_i : i 層の崩壊面が水平と成す角 (°)
- ω : 地表面の単位面積当たりの載荷重 (kN/m²)

② 粘性土

ランキン土圧式

$$p_p = \sum \gamma_i h_i + \omega + 2c$$

ここに、

- p_o : 各土層下面の壁面に作用する主働土圧の特性値 (kN/m²)
- p_p : 各土層下面の壁面に作用する受働土圧の特性値 (kN/m²)
- γ_i : i 層の土の単位体積重量 (kN/m³)
- h_i : i 層の厚さ (m)
- ω : 地表面の単位面積当たりの載荷重 (kN/m²)
- c : 粘着力 (kN/m²)

(iii) 矢板壁全体に作用する土圧合力の変動係数の算定手法

① 各土層に作用する土圧合力の変動係数

各土層の上端下端に作用する土圧強度の変動係数は、土圧強度の算定に必要となる、砂の内部摩擦角 ϕ 、粘着力 c 、単位体積重量 γ 、主働土圧係数 $K_p \cdot \cos \delta$ である。

(a) 受働土圧強度

砂質土 $P_{pc} = K_p \cdot \cos \delta \times (\Sigma \gamma h + w)$

K_p : ϕ に変動係数を考慮

$K_p \cdot \cos \delta$: 算出した $K_p \cdot \cos \delta$ に変動係数を考慮

$\Sigma \gamma h + w$: γ に変動係数を考慮

・粘性土 $P_{pr} = K_p \cdot \cos \delta \times (\Sigma \gamma h + w + 2c)$

$\Sigma \gamma h + w + 2c$: γ , c に変動係数を考慮

$K_p \cdot \cos \delta$: 粘性土に対しても算出した受働土圧のばらつきに対して変動係数を考慮

(b) 矢板壁に作用する土圧合力

i 層の土圧合力: $PP_i = (pp_{i1} + pp_{i2}) \times h_i \times 1/2$

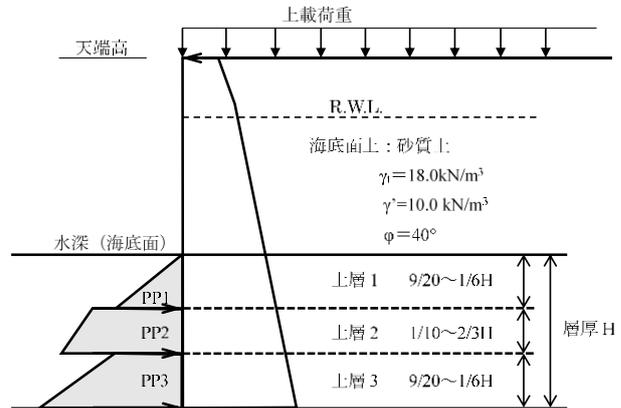
矢板壁全体に作用する土圧合力: $PP = \Sigma PP_i$

ここに、

pp_{i1} : i 層の上端に作用する土圧強度

pp_{i2} : i 層の下端に作用する土圧強度

h_i : i 層の層厚



付図 D-11 土圧合力の分割図

② 矢板壁全体に作用する土圧合力の変動係数の算定手法

土圧合力の変動係数は、付表 D-31 に示すとおり土圧算定に係る設計因子に対してモンテカルロシミュレーションを行い、各土層の土圧合力の合計値に対する平均値と変動係数から算定する。なお、各土層の土圧合力は、前述したとおり乱数を 10 万回発生させ、各回に対して算出する。

これにより、矢板壁に作用する土圧合力の変動係数は、砂質土主体と粘性土主体の地盤に対して、それぞれ設定することが可能となる。

付表 D-31 土圧合力の変動係数の算定手法

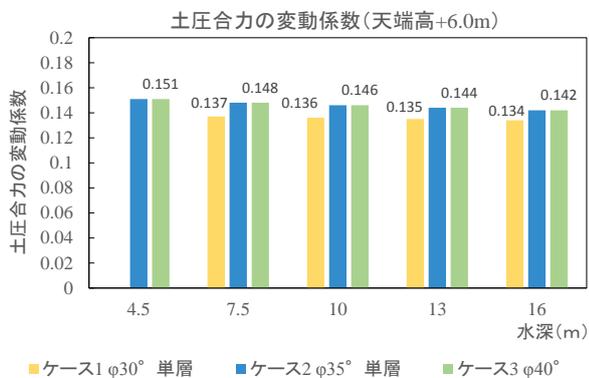
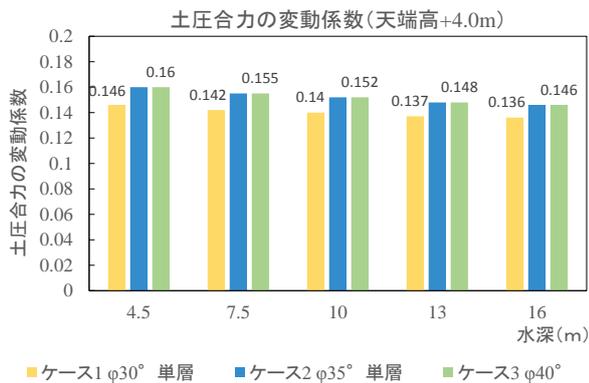
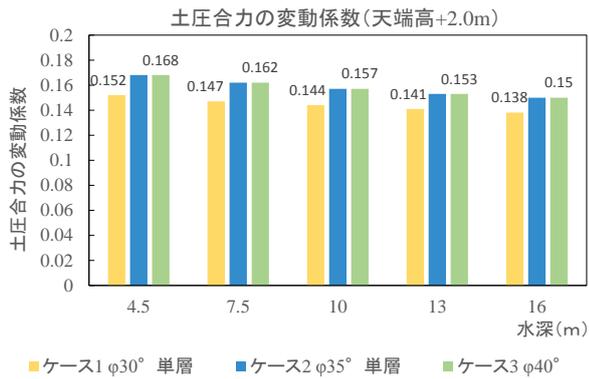
MCS	各土層の主働土圧合力					合計(矢板壁に作用する土圧合力)	
	PP ₁	PP ₂	PP ₃	...	PP _N	ΣPP	
1回目	PP ₁₁	PP ₂₁	PP ₃₁	...	PP _{N1}	P1	
2回目	PP ₁₂	PP ₂₂	PP ₃₂	...	PP _{N2}	P2	
3回目	PP ₁₃	PP ₂₃	PP ₃₃	...	PP _{N3}	P3	
...	
n回目	PP _{1n}	PP _{2n}	PP _{3n}	...	PP _{Nn}	Pn	
	平均 (AVERAGE)					$P_{average}$	
	標準偏差(SD)					P_{SD}	
	変動係数(CV)					$P_{SD}/P_{average}$	

(iv) 検討結果
① 砂質土地盤

付表 D-32 砂質土地盤の矢板壁に作用する土圧合力の変動係数

地盤	case	資料 ケース	天端高	水深	H.W.L.	L.W.L.	R.W.L.	上載荷重	砂質土 土層1	土圧合力の 変動係数
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	φ(°)	
砂質土	1	1	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	0.152
	2			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	0.147
	3			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	0.144
	4			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	0.141
	5			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	0.138
	6			4.5	0.3	0.0	0.2	30	35	0.168
	7	2		7.5	0.3	0.0	0.2	30	35	0.162
	8			10.0	0.3	0.0	0.2	30	35	0.157
	9			13.0	0.3	0.0	0.2	30	35	0.153
	10	16.0		0.3	0.0	0.2	30	35	0.15	
	11	3		4.5	0.3	0.0	0.2	30	40	0.189
	12			7.5	0.3	0.0	0.2	30	40	0.181
	13		10.0	0.3	0.0	0.2	30	40	0.176	
	14		13.0	0.3	0.0	0.2	30	40	0.17	
	15	16.0	0.3	0.0	0.2	30	40	0.166		
	16	1	4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	0.146
	17			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	0.142
	18			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	0.14
	19			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	0.137
	20			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	0.136
	21			4.5	1.8	0.0	1.2	30	35	0.16
	22	2		7.5	1.8	0.0	1.2	30	35	0.155
	23			10.0	1.8	0.0	1.2	30	35	0.152
	24			13.0	1.8	0.0	1.2	30	35	0.148
	25	16.0		1.8	0.0	1.2	30	35	0.146	
	26	3		4.5	1.8	0.0	1.2	30	40	0.179
	27			7.5	1.8	0.0	1.2	30	40	0.172
	28		10.0	1.8	0.0	1.2	30	40	0.168	
	29		13.0	1.8	0.0	1.2	30	40	0.164	
	30	16.0	1.8	0.0	1.2	30	40	0.161		
	31	1	6.0	4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	-
	32			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	0.137
	33			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	0.136
	34			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	0.135
	35			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	0.134
	36			4.5	4.5	0.0	3.0	30	35	0.151
	37	2		7.5	4.5	0.0	3.0	30	35	0.148
	38			10.0	4.5	0.0	3.0	30	35	0.146
	39			13.0	4.5	0.0	3.0	30	35	0.144
	40	16.0		4.5	0.0	3.0	30	35	0.142	
	41	3		4.5	4.5	0.0	3.0	30	40	0.168
	42			7.5	4.5	0.0	3.0	30	40	0.163
	43		10.0	4.5	0.0	3.0	30	40	0.16	
	44		13.0	4.5	0.0	3.0	30	40	0.157	
	45		16.0	4.5	0.0	3.0	30	40	0.154	
全ケースの平均値										0.154

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
1	0.140
2	0.152
3	0.169
1~3	0.154



付図 D-12 各天端高で整理した
 矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数

これより、各天端高に対する変動係数の差は小さく、水深によっても大きな差はないため、これらの平均値を採用し受働土圧合力の変動係数は 0.15 に設定する。

②互層地盤（砂質土主体，粘性土主体）

ここでは、粘性土が砂質土に挟まれる互層地盤について受働土圧合力の変動係数を設定する。本編の「3.3 粘性土のせん断強度」の表-3.9 は、付表 D-33、付表 D-34 にあるデータ数 n が 10 個の時の土圧合力の変動係数 CV を転記している。巻末資料にデータ数 10 個の時の検討結果一覧を示す。なお、付表 D-33、付表 D-34 にはデータ数が 10 個未満のケースについても結果のみ示す。

付表 D-33 受働土圧合力の変動係数の算定結果
 互層（砂質土主体）

n	CV				
	0.1	0.15	0.25	0.4	0.6
10	0.14	0.14	0.14	0.15	0.16
9	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16
8	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16
7	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16
6	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16
5	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15
4	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15
3	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15
2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

付表 D-34 受働土圧合力の変動係数の算定結果
 互層（粘性土主体）

n	CV				
	0.1	0.15	0.25	0.4	0.6
10	0.13	0.13	0.14	0.16	0.2
9	0.14	0.15	0.16	0.18	0.22
8	0.13	0.14	0.15	0.17	0.21
7	0.14	0.14	0.16	0.17	0.2
6	0.14	0.14	0.16	0.17	0.2
5	0.14	0.15	0.16	0.17	0.19
4	0.14	0.15	0.15	0.16	0.19
3	0.14	0.15	0.16	0.16	0.18
2	0.15	0.15	0.16	0.16	0.18

(5)複数層（2層以上）に粘性土がある地盤に対する土圧合力の変動係数の取り扱い

ここでは、粘性土層が1層の場合と2層以上の場合で、土圧合力の変動係数がどの程度変化するかを把握する。粘性土層が1層の場合を単層、2層の場合を複数層と呼ぶ。

1)主働土圧合力の変動係数

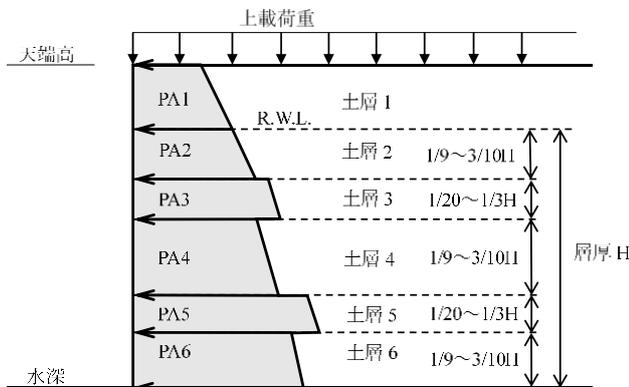
(i)検討モデル

①2層の粘着力cが同じで変動係数が異なる場合

本検討では、砂質土層と粘性土層で構成する地盤を互層地盤と呼び、互層地盤に対する検討モデルは、付表D-35～付表D-39の各条件について合計1500ケース（ $=3 \times 5 \times 4 \times 25$ ）とする。なお、R.W.L.上の土層1は、一般的な岸壁の施工では、エプロン部の舗装を施工するために裏埋土の投入が必要になるため、全ケースに対して裏埋土とする。

土層2,4,6の砂質土層は、土層3,5を挟むように分布し、層厚は等しいものとして設定する。なお、砂質土の内部摩擦角は相対密度が中位となる 35° とする。

土層3,5の粘性土層は、R.W.L.～海底面の中央を対称に1層の場合の粘性土の層厚である $1/10H, 1/3H, 1/2H, 2/3H$ の $1/2$ とする。粘性土のせん断強度は、自然堆積粘土地盤として正規圧密粘土が有する強度とし、港湾基準（H11, p244）、現行基準（H19, p319）から、有効土被り圧 σ'_{vo} を用いて、 $c_u/\sigma'_{vo}=0.30$ とする。現行基準では、圧密降伏応力 p_c で定式化しているが、正規圧密粘土の場合、 $\sigma'_{vo}=p_c/OCR$ のOCRが1.0であるため、結果的に c_u/σ'_{vo} はH11基準の範囲に収まることになる。



付図 D-13 土圧合力の分割図

付表 D-35 構造諸元

項目	諸元	検討数
天端高	+2.0m,+4.0m,+6.0m	3
水深	4.5m,7.5m,10.0m,13.0m,16.0m	5
上載荷重	30kN/m ²	1
R.W.L.	2/3 (H.W.L.-L.W.L.)+L.W.L.	1

付表 D-36 土質条件

ケース	土層区分および土質条件	検討数
5	6層 (土層1⇒ $\phi 30^\circ$) (土層2,4,6⇒ $\phi 35^\circ$) (土層3,5⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚:1/20H)	4
6	6層 土層1, 2, 4, 6⇒ケース1と同じ 土層3,5⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚 1/6H	
7	6層 土層1, 2, 4, 6⇒ケース1と同じ 土層3,5⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚 1/4H	
8	6層 土層1, 2, 4, 6⇒ケース1と同じ 土層3,5⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚 1/3H	

付表 D-37 R.W.L.以下の各土層の層厚

ケース	土層2,4,6	土層3,5	合計
5	3/10H	1/20H	1.0H
6	2/9H	1/6H	1.0H
7	1/6H	1/4H	1.0H
8	1/9H	1/3H	1.0H

付表 D-38 各設計因子の確率変数等

項目	平均値の偏り μ/Xk	変動係数 CV
$\tan\phi$	1.00	0.10
c	1.00	0.10~0.60
$K_a \cdot \cos\delta$	1.00	0.12
γ_t	1.02	0.04
γ'	1.00	0.03
自己相関距離 θ	1.00m ($\tan\phi$) 1.25m (c)	
乱数	10万回	

付表 D-39 粘着力 c の変動係数の組み合わせ

ケース	土層 3	土層 5	ケース数	検討 ケース
1	0.10	0.10	5	25
2		0.15		
3		0.25		
4		0.40		
5		0.60		
6	0.15	0.10	5	
7		0.15		
8		0.25		
9		0.40		
10		0.60		
11	0.25	0.10	5	
12		0.15		
13		0.25		
14		0.40		
15		0.60		
16	0.40	0.10	5	
17		0.15		
18		0.25		
19		0.40		
20		0.60		
21	0.60	0.10	5	
22		0.15		
23		0.25		
24		0.40		
25		0.60		

②粘着力 c が異なり変動係数も異なる場合

本検討では、①の検討ケースに対して、第3層、第5層の粘性土が過圧密状態の場合を想定し、正規圧密粘土として算出した粘着力に対してそれぞれ 10kN/m²を加えた場合を検討モデルとする。

(a)第3層が正規圧密粘土として算出した粘着力 c より 10kN/m²大きい場合

(b)第5層が正規圧密粘土として算出した粘着力 c より 10kN/m²大きい場合

(ii)検討結果

①砂質土主体の地盤条件の場合

単層で算出した主働土圧合力の変動係数は、粘着力 c とその変動係数が同じ場合、変動係数が 0.10~0.25 は同等、0.40~0.60 の範囲で大きい。これは、上記の条件の場合、粘性土を複数層挟んだ地盤では、単層で設定した変動係数を用いて設計を行うことで安全側の設計に繋がることを意味する。

同様に、粘着力 c とその変動係数が複数層で異なる場合、粘着力 c の変動係数が 0.10~0.60 の全範囲で、どち

らか粘着力の変動係数が大きい方の単層で算出した主働土圧合力の変動係数の方が大きい。

以上の検討結果から、粘性土が複数層挟んだ地盤では粘着力の変動係数が最も大きい土層を代表地盤として、その変動係数に対応した単層で設定した主働土圧合力の変動係数を用いれば安全側の設計に繋がることわかれる。

②粘性土主体の地盤条件の場合

単層で算出した主働土圧合力の変動係数は、粘着力 c とその変動係数が同じ場合、変動係数が 0.10~0.60 の全範囲で同等である。これは、上記の条件の場合、層厚が大きく粘性土が主体となる地盤では、単層で設定した変動係数を用いて設計と同等の安全性を有していることに繋がる。

一方、粘着力 c とその変動係数が複数層で異なる場合、前述の結果と異なる場合がある。まず、結果が同じである場合は、粘着力 c の変動係数が 0.10,0.15 の場合である。この場合は、粘着力が第3層、第5層で異なったとしても、どちらか粘着力の変動係数が大きい方の単層で設定した主働土圧合力の変動係数と同等となる。しかし、粘着力 c の変動係数が 0.25 以上の場合、第5層（下層）の粘着力が大きくなると、どちらか粘着力の変動係数が大きい方の単層で設定した主働土圧合力の変動係数より大きくなる。つまり、前項までの設定では危険側の設計に繋がるということを示唆している。以上から、粘着力 c の変動係数が 0.25 以上の場合は、本検討結果を採用してモンテカルロシミュレーションを行うことが望ましい。

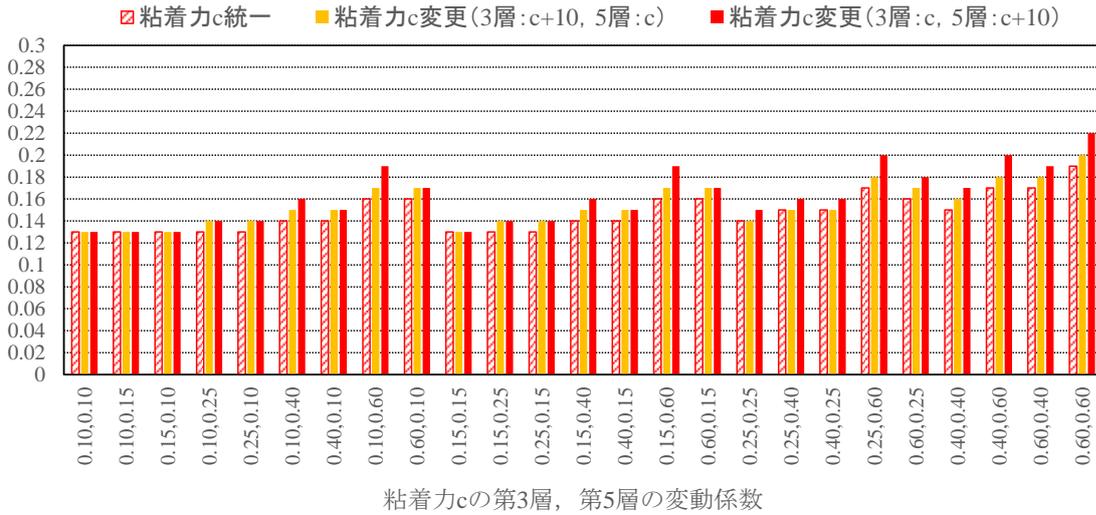
付表 D-40 修正後の主働土圧合力の変動係数

粘着力 c 変動係数	前項の設定	本検討結果
0.10	0.13	0.14
0.15	0.14	0.14
0.25	0.15	0.16
0.40	0.17	0.19
0.60	0.23	0.26

(iii)運用面の考察

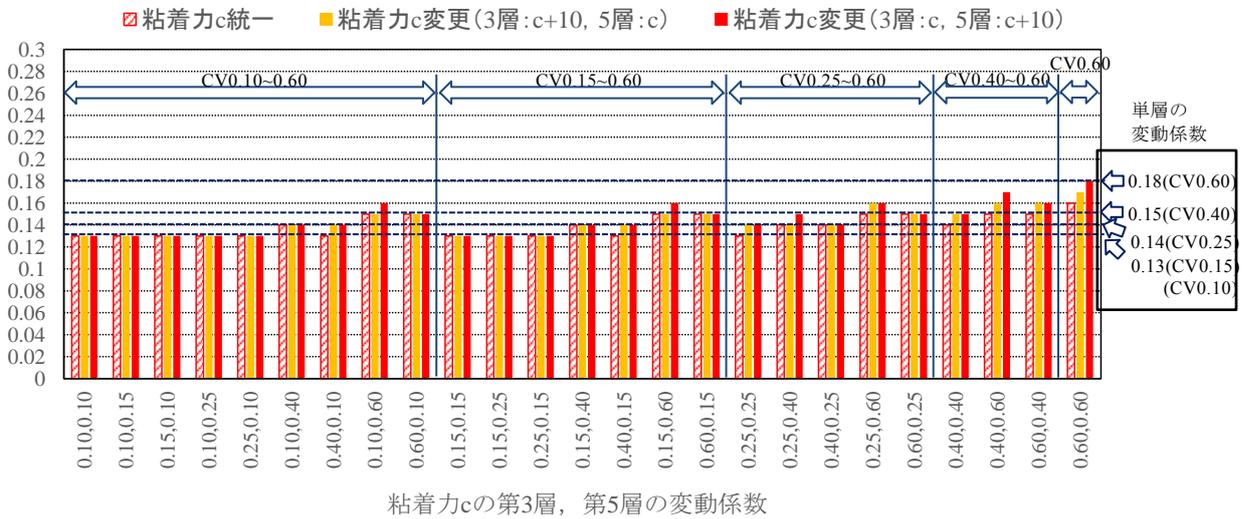
設計では、粘着力 c の変動係数が最も大きい土層が地盤全体の主働土圧合力を支配するため、この変動係数に対応した部分係数を採用することが得策であるが、本研究では変動係数の違いによる部分係数の使い分けを行っていないため、今後の研究の一助になることを期待する。

矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数



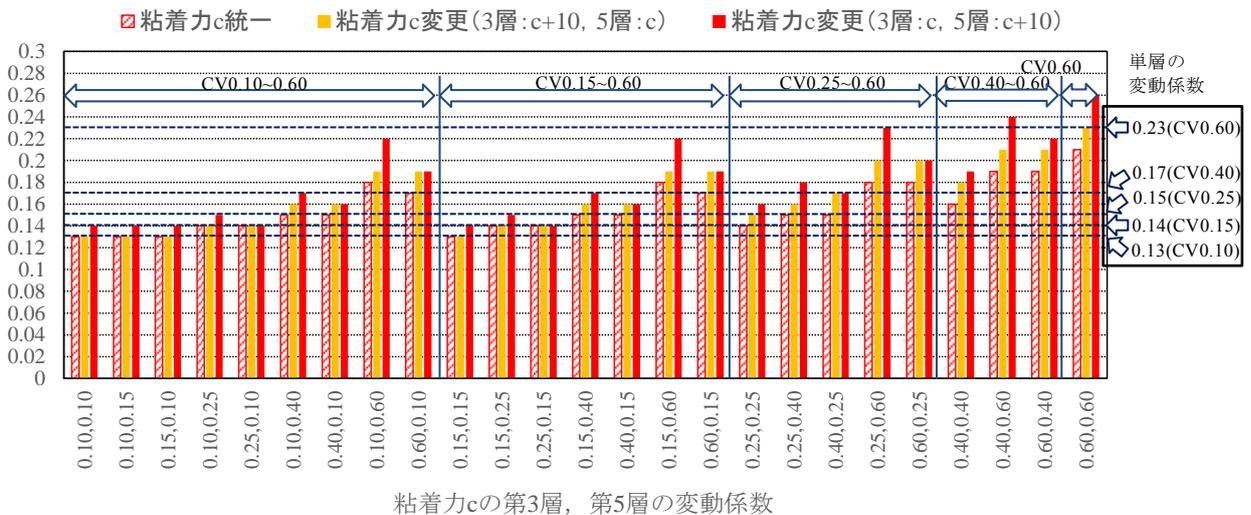
付図 D-14 粘着力 c の大小および変動係数の違いによる矢板壁に作用する主働土圧係数 (全体平均)

矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数



付図 D-15 粘着力 c の大小および変動係数の違いによる矢板壁に作用する主働土圧係数 (砂質土主体)

矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数



付図 D-16 粘着力 c の大小および変動係数の違いによる矢板壁に作用する主働土圧係数 (粘性土主体)

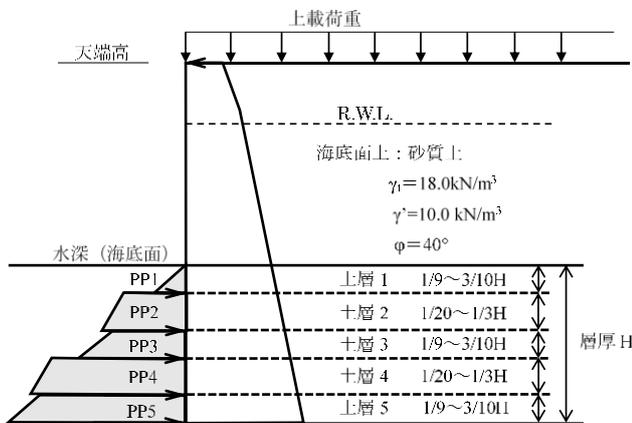
2)受働土圧合力の変動係数

(i)検討モデル

①2層の粘着力cが同じで変動係数が異なる場合

本検討では、砂質土層と粘性土層で構成する地盤を互層地盤と呼び、互層地盤に対する検討モデルは、付表D-41～付表D-45の各条件について合計1000ケース（=10×4×25）とする。なお、R.W.L.上の土層1は、一般的な岸壁の施工では、エプロン部の舗装を施工するために裏埋土の投入が必要になるため、全ケースに対して裏埋土とする。

土層3,5の粘性土層は、海底面～根入れ下端の中央を対称に1層の場合の粘性土の層厚である1/10H,1/3H,1/2H,2/3Hの1/2とする。



付図D-17 土圧合力の分割図

付表D-41 構造諸元

項目	諸元	検討数
天端高	+2.0m,+4.0m,+6.0m	10 [*]
水深	4.5m,7.5m,10.0m,13.0m,16.0m	
上載荷重	30kN/m ²	1
R.W.L.	2/3 (H.W.L. - L.W.L.) + L.W.L.	1

※：表-2.25の検討数，粘着力および根入れ長同値

付表D-42 土質条件

ケース	土層区分および土質条件	検討数
5	5層 (土層1,3,5⇒ $\phi 35^\circ$) (土層2,4⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚:1/20H)	4
6	5層 (土層1,3,5⇒ $\phi 35^\circ$) (土層2,4⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚 1/6H)	
7	5層 (土層1,3,5⇒ $\phi 35^\circ$) (土層2,4⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚 1/4H)	
8	5層 (土層1,3,5⇒ $\phi 35^\circ$) (土層2,4⇒c:正規圧密粘土の強度, 層厚 1/3H)	

付表D-43 R.W.L.以下の各土層の層厚

ケース	土層1,3,5	土層2,4	合計
5	3/10H	1/20H	1.0H
6	2/9H	1/6H	1.0H
7	1/6H	1/4H	1.0H
8	1/9H	1/3H	1.0H

付表D-44 各設計因子の確率変数等

項目	平均値の偏り μ/Xk	変動係数 CV
$\tan\phi$	1.00	0.10
c	1.00	0.10~0.60
$K_a \cdot \cos\delta$	1.00	0.12
γ_1	1.02	0.04
γ'	1.00	0.03
自己相関距離 θ	1.00m ($\tan\phi$) 1.25m (c)	
乱数	10万回	

付表 D-45 粘着力 c の変動係数の組み合わせ

ケース	土層 3	土層 5	ケース数	検討 ケース
1	0.10	0.10	5	25
2		0.15		
3		0.25		
4		0.40		
5		0.60		
6	0.15	0.10	5	
7		0.15		
8		0.25		
9		0.40		
10		0.60		
11	0.25	0.10	5	
12		0.15		
13		0.25		
14		0.40		
15		0.60		
16	0.40	0.10	5	
17		0.15		
18		0.25		
19		0.40		
20		0.60		
21	0.60	0.10	5	
22		0.15		
23		0.25		
24		0.40		
25		0.60		

②粘着力 c が異なり変動係数も異なる場合

本検討では、①の検討ケースに対して、第2層、第4層の粘性土に対して、矢板が自立する強度として算出した粘着力に対してそれぞれ 10kN/m^2 を加えた場合のモデルとした。

(a)第2層を矢板が自立する強度として算出した粘着力 c より 10kN/m^2 大きい場合

(b)第4層を矢板が自立する強度として算出した粘着力 c より 10kN/m^2 大きい場合

(ii)検討結果

①砂質土主体の地盤条件の場合

単層で算出した受働土圧合力の変動係数は、粘着力 c とその変動係数が同じ場合、および異なる場合において、変動係数が $0.10\sim 0.60$ の範囲で同等もしくは大きい。

つまり、粘性土が複数層挟む場合であっても、粘着力および変動係数の大小に関わらず、単層で設定した受働土圧合力の変動係数を超えることはないため、設計では

単層の変動係数を与えることで安全側の設計に繋がると考えられる。

また、粘着力の変動係数が $0.10\sim 0.15$ の場合は、第2層、第4層の粘着力、および変動係数が異なる場合で受働土圧合力の変動係数は同等である。

一方、粘着力の変動係数が 0.25 以上の場合は、海底面に近い第2層の粘着力の変動係数が地盤全体の変動係数を与えることがわかる。

以上の検討結果から、粘性土が複数層挟んだ地盤では表層に近い粘性土層の粘着力の変動係数を受働土圧合力の変動係数とする。

②粘性土主体の地盤条件の場合

単層で算出した受働土圧合力の変動係数は、粘着力 c とその変動係数が同じ場合、および異なる場合において、変動係数が $0.10\sim 0.60$ の範囲で同等もしくは大きい。

つまり、粘性土が複数層挟む場合であっても、粘着力および変動係数の大小に関わらず、単層で設定した受働土圧合力の変動係数を超えることはないため、設計では単層の変動係数を与えることで安全側の設計に繋がると考えられる。

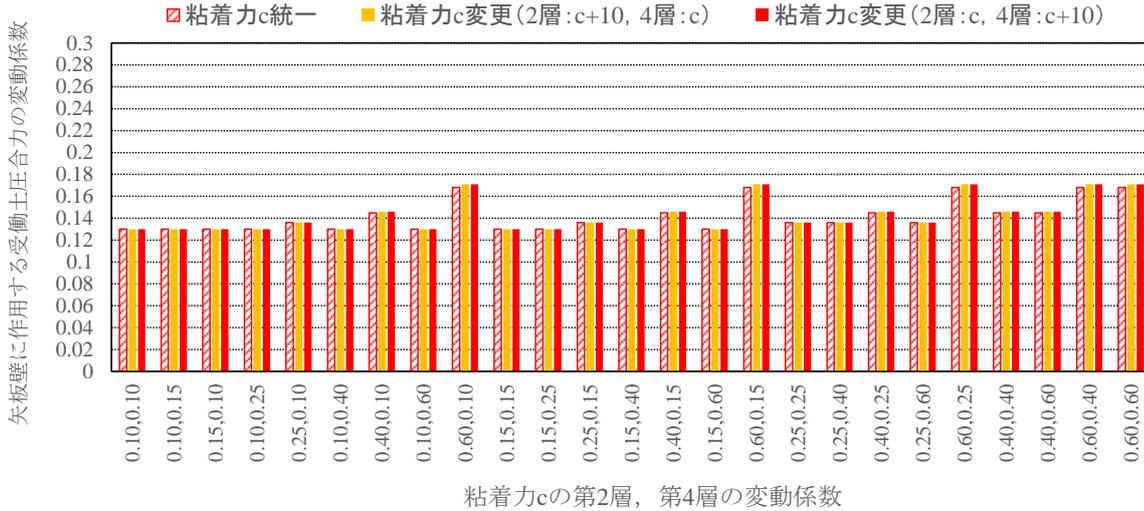
また、粘着力の変動係数が $0.10\sim 0.15$ の場合は、第2層、第4層の粘着力、および変動係数が異なる場合で受働土圧合力の変動係数は同等である。

一方、粘着力の変動係数が 0.25 以上の場合は、海底面に近い第2層の粘着力の変動係数が地盤全体の変動係数を与えることがわかる。

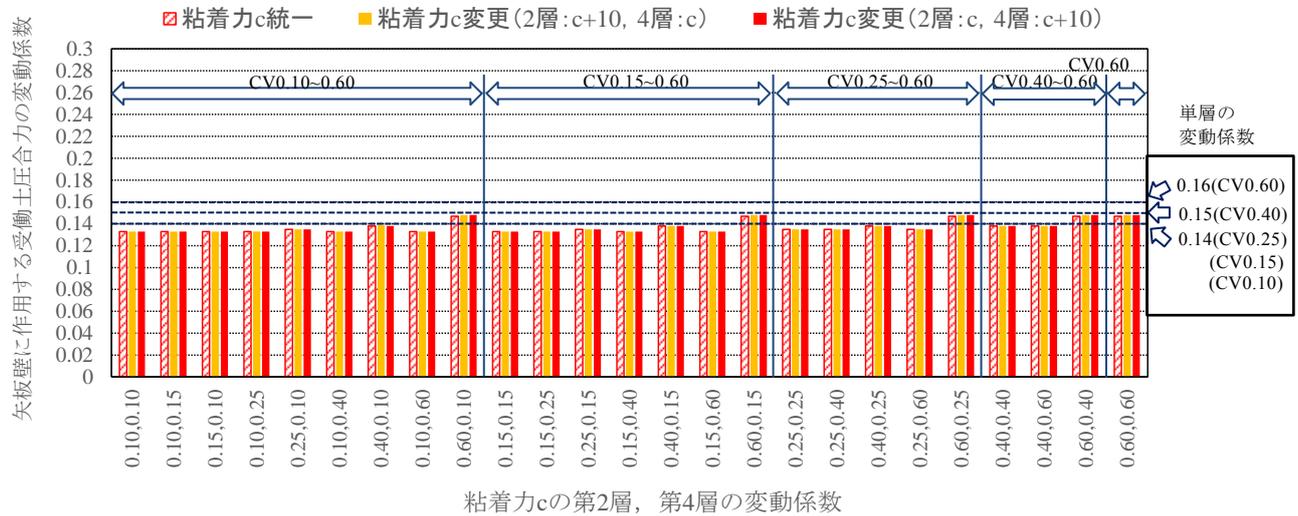
以上の検討結果から、粘性土が複数層挟んだ地盤では表層に近い粘性土層の粘着力の変動係数を受働土圧合力の変動係数とする。

(iii)運用面の考察

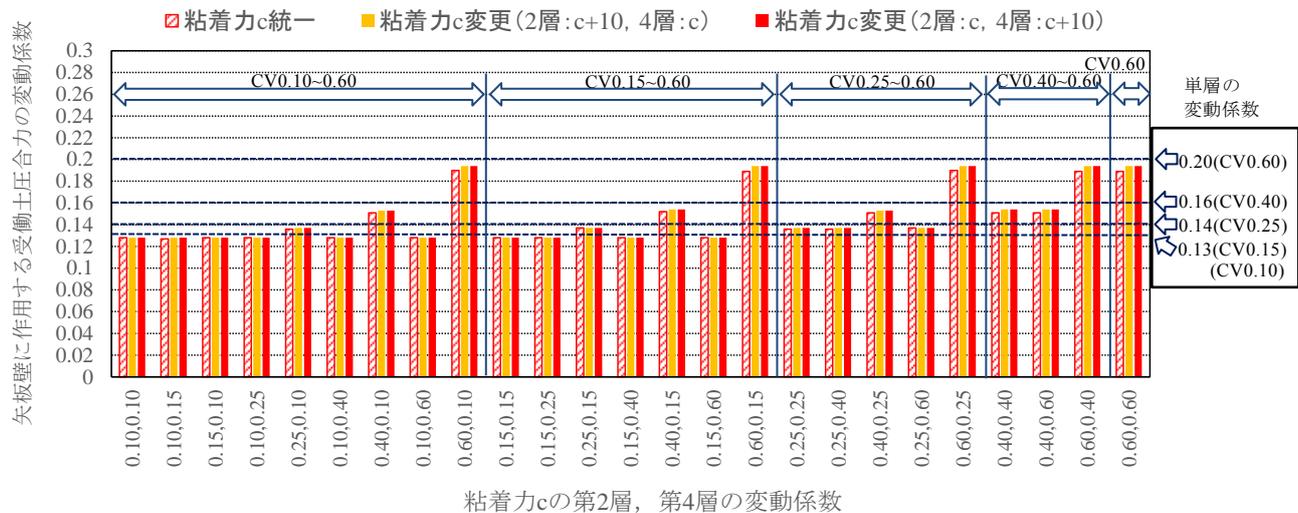
設計では、海底面に近い粘性土層の粘着力の変動係数が地盤全体の受働土圧合力を支配するため、この変動係数に対応した部分係数を採用することが得策であるが、本研究では変動係数の違いによる部分係数の使い分けを行っていないため、今後の研究の一助になることを期待する。



付図 D-18 粘着力 c の大小および変動係数の違いによる矢板壁に作用する受働土圧係数 (全体平均)



付図 D-19 粘着力 c の大小および変動係数の違いによる矢板壁に作用する受働土圧係数 (砂質土主体)



付図 D-20 粘着力 c の大小および変動係数の違いによる矢板壁に作用する受働土圧係数 (粘性土主体)

(6)モンテカルロシミュレーションに導入する土圧合力の変動係数

前述した(1)~(5)の検討結果から、モンテカルロシミュレーションに導入する土圧合力の変動係数を以下に示す。

1)主働土圧合力

①砂質土地盤

付表 D-46 には、全て砂質土で構成された砂質土地盤の土圧合力の変動係数を示す。

付表 D-46 砂質土地盤の土圧合力の変動係数

地盤構成	土圧合力の変動係数
砂質土地盤	0.13

②互層地盤

付表 D-47 には、粘性土がタイ材から海底面までの層厚の 50%未満の互層地盤に対する土圧合力の変動係数を示す。付表 D-48 には、粘性土がタイ材から海底面までの層厚の 50%以上の互層地盤に対する土圧合力の変動係数を示す。

付表 D-47 互層（砂質土主体）の土圧合力の変動係数

粘着力の変動係数	土圧合力の変動係数
0.0 以上 0.10 未満	0.13
0.10 以上 0.15 未満	0.13
0.15 以上 0.25 未満	0.14
0.25 以上 0.40 未満	0.15
0.40 以上 0.60 未満	0.18

付表 D-48 互層（粘性土主体）の土圧合力の変動係数

粘着力の変動係数	土圧合力の変動係数
0.0 以上 0.10 未満	0.13
0.10 以上 0.15 未満	0.14
0.15 以上 0.25 未満	0.15
0.25 以上 0.40 未満	0.17
0.40 以上 0.60 未満	0.23

2)受働土圧合力

①砂質土地盤

付表 D-49 には、全て砂質土で構成された砂質土地盤の土圧合力の変動係数を示す。

付表 D-49 砂質土地盤の土圧合力の変動係数

地盤構成	土圧合力の変動係数
砂質土地盤	0.15

②互層地盤

付表 D-50 には、粘性土がタイ材から海底面までの層厚の 50%未満の互層地盤に対する土圧合力の変動係数を示す。付表 D-51 には、粘性土がタイ材から海底面までの層厚の 50%以上の互層地盤に対する土圧合力の変動係数を示す。

付表 D-50 互層（砂質土主体）の土圧合力の変動係数

粘着力の変動係数	土圧合力の変動係数
0.0 以上 0.10 未満	0.14
0.10 以上 0.15 未満	0.14
0.15 以上 0.25 未満	0.14
0.25 以上 0.40 未満	0.15
0.40 以上 0.60 未満	0.16

付表 D-51 互層（粘性土主体）の土圧合力の変動係数

粘着力の変動係数	土圧合力の変動係数
0.0 以上 0.10 未満	0.13
0.10 以上 0.15 未満	0.13
0.15 以上 0.25 未満	0.14
0.25 以上 0.40 未満	0.16
0.40 以上 0.60 未満	0.20

参考文献

- 1) 松原弘晃, 竹信正寛, 宮田正史 : 控え矢板式岸壁の永続状態における目標安全性水準に関する諸考察, 国総研資料, No.901, 2016
- 2) Vanmarcke, E.H. : Probabilistic modeling of soil profiles, *J,Geotechnical Engineering(ASCE)*, Vol.103, No.GT11, pp.1227-1246, 1977
- 3) 松尾稔 : 地盤工学 -信頼性設計の理念と実際-, 技報堂出版, 1984, pp.71-81
- 4) Phoon, K.K. and Kulhawy, F.H : Characterization of geotechnical variability, *Can.Geotech.J.*, Vol.36, pp.612-624, 1999
- 5) 土質調査法 : 地盤工学会, pp.205

【巻末資料】主働土圧合力の変動係数

(a)砂質土主体

②互層地盤（粘着力c：変動係数0.0以上0.60未満）

（データ数n：10個以上）

付表D-52 互層地盤（砂質土主体：粘着力cの変動係数0.10未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係数

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			砂質土 土層4 φ(°)	土圧合力の 変動係数
									土層1 φ(°)	土層2 φ(°)	土層3		土層4 φ(°)		
互層地盤 (砂質土 主体)	1	5	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	1/10H	35	0.129
	2			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.13
	3			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.128
	4			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.127
	5			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.127
	6	6		4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	1/3H	35	0.13
	7			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	1/3H	35	0.127
	8			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.132
	9			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.128
	10			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.10	1/3H	35	0.132
	11	5	4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.132
	12			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.128
	13			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.135
	14			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.13
	15			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.127
	16	6		4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.134
	17			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.129
	18			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.139
	19			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	1/3H	35	0.132
	20			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	1/3H	35	0.129
	21	5	6.0	4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.129
	22			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.128
	23			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.127
	24			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.127
	25			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	50	0.10	1/10H	35	0.126
	26	6		4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.133
	27			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.13
	28			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/3H	35	0.128
	29			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/3H	35	0.13
	30			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	50	0.10	1/3H	35	0.128
全ケースの平均値														0.130	

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
5	0.129
6	0.131
5~6	0.130

付表D-53 互層地盤（砂質土主体：粘着力cの変動係数0.10以上0.15未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			砂質土 土層4 φ(°)	土圧合力の 変動係数
									土層1 φ(°)	土層2 φ(°)	土層3		土層4 φ(°)		
互層地盤 (砂質土 主体)	1	5	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	1/10H	35	0.128
	2			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.129
	3			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.128
	4			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.127
	5			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.127
	6	6		4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	1/3H	35	0.129
	7			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	1/3H	35	0.127
	8			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.132
	9			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.129
	10			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.10	1/3H	35	0.131
	11	5	4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.129
	12			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.128
	13			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.127
	14			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.127
	15			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.126
	16	6		4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.132
	17			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.13
	18			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.128
	19			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	1/3H	35	0.13
	20			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	1/3H	35	0.128
	21	5	6.0	4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	1/10H	35	0.128
	22			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.128
	23			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.127
	24			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/10H	35	0.126
	25			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	50	0.10	1/10H	35	0.126
	26	6		4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.13
	27			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	1/3H	35	0.128
	28			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/3H	35	0.131
	29			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/3H	35	0.128
	30			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	50	0.10	1/3H	35	0.13
全ケースの平均値														0.128	

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
5	0.128
6	0.130
5~6	0.128

付表 D-54 互層地盤（砂質土主体：粘着力 c の変動係数 0.15 以上 0.25 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			砂質土 土層4 φ(°)	土圧合力の 変動係数
									土層1	土層2	土層3		層厚		
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数			
互層地盤 (砂質土 主体)	1	5	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.19	1/10H	35	0.13
				7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.19	1/10H	35	0.133
				10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.19	1/10H	35	0.131
				13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.19	1/10H	35	0.129
				16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.19	1/10H	35	0.13
	6	6		4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.19	1/3H	35	0.142
	7			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.19	1/3H	35	0.135
	8			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.19	1/3H	35	0.147
	9			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.19	1/3H	35	0.139
	10			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.19	1/3H	35	0.146
	11	5	4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	1/10H	35	0.132
	12			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	1/10H	35	0.129
	13			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	1/10H	35	0.128
	14			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.19	1/10H	35	0.129
	15			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.19	1/10H	35	0.128
	16	6		4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	1/3H	35	0.147
	17			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	1/3H	35	0.14
	18			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	1/3H	35	0.136
	19			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.19	1/3H	35	0.142
	20			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.19	1/3H	35	0.137
	21	5	6.0	4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.19	1/10H	35	0.13
	22			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.19	1/10H	35	0.13
	23			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.19	1/10H	35	0.13
	24			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.19	1/10H	35	0.129
	25			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	50	0.19	1/10H	35	0.129
	26	6		4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.19	1/3H	35	0.141
	27			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.19	1/3H	35	0.136
	28			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.19	1/3H	35	0.144
	29			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.19	1/3H	35	0.138
	30			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	50	0.19	1/3H	35	0.142
全ケースの平均値														0.135	

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
5	0.131
6	0.141
5~6	0.135

付表 D-55 互層地盤（砂質土主体：粘着力 c の変動係数 0.25 以上 0.40 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			砂質土 土層4 φ(°)	土圧合力の 変動係数
									土層1	土層2	土層3		層厚		
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数			
互層地盤 (砂質土 主体)	1	5	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.29	1/10H	35	0.134
				7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.29	1/10H	35	0.139
				10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.29	1/10H	35	0.135
				13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.29	1/10H	35	0.132
				16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.29	1/10H	35	0.136
	6	6		4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.29	1/3H	35	0.161
	7			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.29	1/3H	35	0.148
	8			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.29	1/3H	35	0.172
	9			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.29	1/3H	35	0.155
	10			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.29	1/3H	35	0.17
	11	5	4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	1/10H	35	0.136
	12			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	1/10H	35	0.133
	13			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	1/10H	35	0.131
	14			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.29	1/10H	35	0.134
	15			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.29	1/10H	35	0.132
	16	6		4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	1/3H	35	0.172
	17			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	1/3H	35	0.159
	18			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	1/3H	35	0.149
	19			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.29	1/3H	35	0.162
	20			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.29	1/3H	35	0.151
	21	5	6.0	4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.29	1/10H	35	0.134
	22			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.29	1/10H	35	0.136
	23			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.29	1/10H	35	0.134
	24			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.29	1/10H	35	0.132
	25			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	50	0.29	1/10H	35	0.134
	26	6		4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.29	1/3H	35	0.16
	27			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.29	1/3H	35	0.148
	28			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.29	1/3H	35	0.165
	29			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.29	1/3H	35	0.153
	30			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	50	0.29	1/3H	35	0.164
全ケースの平均値														0.147	

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
5	0.137
6	0.159
5~6	0.147

付表 D-56 互層地盤（砂質土主体：粘着力 c の変動係数 0.40 以上 0.60 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			砂質土 土層4 φ(°)	土圧合力の 変動係数
									土層1 φ(°)	土層2 φ(°)	土層3		土層4		
									c(kN/m ²)	変動係数	層厚				
互層地盤 (砂質土 主体)	1	5	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.48	1/10H	35	0.144
	2			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.48	1/10H	35	0.155
	3			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.48	1/10H	35	0.15
	4			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.48	1/10H	35	0.144
	5	16.0		0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.48	1/10H	35	0.15	
	6	6		4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.48	1/3H	35	0.208
	7			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.48	1/3H	35	0.181
	8			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.48	1/3H	35	0.227
	9			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.48	1/3H	35	0.197
	10			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	40	0.48	1/3H	35	0.226
	11		4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	1/10H	35	0.146
	12	7.5		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	1/10H	35	0.144	
	13	10.0		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	1/10H	35	0.141	
	14	13.0		1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.48	1/10H	35	0.146	
	15	16.0		1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.48	1/10H	35	0.142	
	16	6		4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	1/3H	35	0.226
	17			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	1/3H	35	0.202
	18			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	1/3H	35	0.185
	19			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.48	1/3H	35	0.211
	20			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.48	1/3H	35	0.188
	21		6.0	4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.48	1/10H	35	0.144
	22	7.5		4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.48	1/10H	35	0.151	
	23	10.0		4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.48	1/10H	35	0.147	
	24	13.0		4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.48	1/10H	35	0.143	
	25	16.0		4.5	0.0	3.0	30	30	35	50	0.48	1/10H	35	0.148	
	26	5		4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.48	1/3H	35	0.206
	27			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.48	1/3H	35	0.185
	28			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.48	1/3H	35	0.214
	29			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.48	1/3H	35	0.192
	30	16.0		4.5	0.0	3.0	30	30	35	50	0.48	1/3H	35	0.212	
全ケースの平均値														0.175	

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
5	0.152
6	0.204
5~6	0.175

(b)粘性土主体

付表 D-57 互層地盤（粘性土主体：粘着力 c の変動係数 0.10 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係数

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			砂質土 土層4 φ(°)	土圧合力の 変動係数
									土層1	土層2	土層3		層厚		
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数			
互層地盤 (粘性土 主体)	1	7	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	1/2H	35	0.127
				7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	1/2H	35	0.131
				10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.129
				13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.127
				16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.129
				4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	2/3H	35	0.128
	7	8	2.0	7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	2/3H	35	0.134
				10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.13
				13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.127
				16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.131
	7	4.0	4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	20	0.10	1/2H	35	0.128
				7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.129
				10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.126
				13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.126
				16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	1/2H	35	0.126
				4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	20	0.10	2/3H	35	0.131
	7	8	4.0	7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.128
				10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.131
				13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.128
				16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	2/3H	35	0.131
	7	6.0	6.0	4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.133
				7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.129
				10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/2H	35	0.134
				13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/2H	35	0.13
				16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/2H	35	0.128
				4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.136
	7	8	6.0	7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.131
				10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	2/3H	35	0.138
				13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	2/3H	35	0.132
				16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	2/3H	35	0.129
全ケースの平均値														0.130	

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
7	0.129
8	0.131
7~8	0.130

付表 D-58 互層地盤（粘性土主体：粘着力 c の変動係数 0.10 以上 0.15 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係数

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			砂質土 土層4 φ(°)	土圧合力の 変動係数
									土層1	土層2	土層3		層厚		
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数			
互層地盤 (粘性土 主体)	1	7	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	1/2H	35	0.13
				7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	1/2H	35	0.133
				10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.131
				13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.129
				16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.13
				4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	2/3H	35	0.142
	7	8	2.0	7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.10	2/3H	35	0.135
				10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.147
				13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.139
				16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.146
	7	4.0	4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	20	0.10	1/2H	35	0.132
				7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.129
				10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.128
				13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.129
				16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	1/2H	35	0.128
				4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	20	0.10	2/3H	35	0.147
	7	8	4.0	7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.14
				10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.136
				13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.142
				16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.10	2/3H	35	0.137
	7	6.0	6.0	4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.138
				7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	1/2H	35	0.154
				10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/2H	35	0.145
				13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/2H	35	0.137
				16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	1/2H	35	0.147
				4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.13
	7	8	6.0	7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.10	2/3H	35	0.13
				10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	2/3H	35	0.13
				13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	2/3H	35	0.129
				16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.10	2/3H	35	0.129
全ケースの平均値														0.136	

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
7	0.136
8	0.137
7~8	0.136

付表 D-59 互層地盤（粘性土主体：粘着力 c の変動係数 0.15 以上 0.25 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			砂質土 土層4 φ(°)	土圧合力の 変動係数	
									土層1	土層2	土層3		層厚			
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数				
互層地盤 (粘性土 主体)	1	7	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.19	1/2H	35	0.15	
				7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.19	1/2H	35	0.139	
				10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.19	1/2H	35	0.158	
				13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.19	1/2H	35	0.144	
	16.0	0.3		0.0	0.2	30	30	35	30	0.19	1/2H	35	0.136			
	2	8		4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.19	2/3H	35	0.158	
				7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.19	2/3H	35	0.142	
				10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.19	2/3H	35	0.17	
				13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.19	2/3H	35	0.151	
	16.0	0.3		0.0	0.2	30	30	35	30	0.19	2/3H	35	0.141			
	3	7		4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	20	0.19	1/2H	35	0.136
					7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	1/2H	35	0.148
			10.0		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	1/2H	35	0.14	
			13.0		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	1/2H	35	0.135	
	16.0	1.8	0.0		1.2	30	30	35	40	0.19	1/2H	35	0.142			
	4	8	4.5		1.8	0.0	1.2	30	30	35	20	0.19	2/3H	35	0.138	
			7.5		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	2/3H	35	0.154	
			10.0		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	2/3H	35	0.145	
			13.0		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.19	2/3H	35	0.137	
	16.0	1.8	0.0		1.2	30	30	35	40	0.19	2/3H	35	0.147			
	5	7	6.0		4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.19	1/2H	35	0.15
					7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.19	1/2H	35	0.141
				10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.19	1/2H	35	0.153	
				13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.19	1/2H	35	0.143	
	16.0	4.5		0.0	3.0	30	30	35	40	0.19	1/2H	35	0.137			
	6	8		4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.19	2/3H	35	0.157	
				7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.19	2/3H	35	0.144	
				10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.19	2/3H	35	0.163	
				13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.19	2/3H	35	0.149	
	16.0	4.5		0.0	3.0	30	30	35	40	0.19	2/3H	35	0.141			
全ケースの平均値														0.146		

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
7	0.144
8	0.149
7~8	0.146

付表 D-60 互層地盤（粘性土主体：粘着力 c の変動係数 0.25 以上 0.40 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

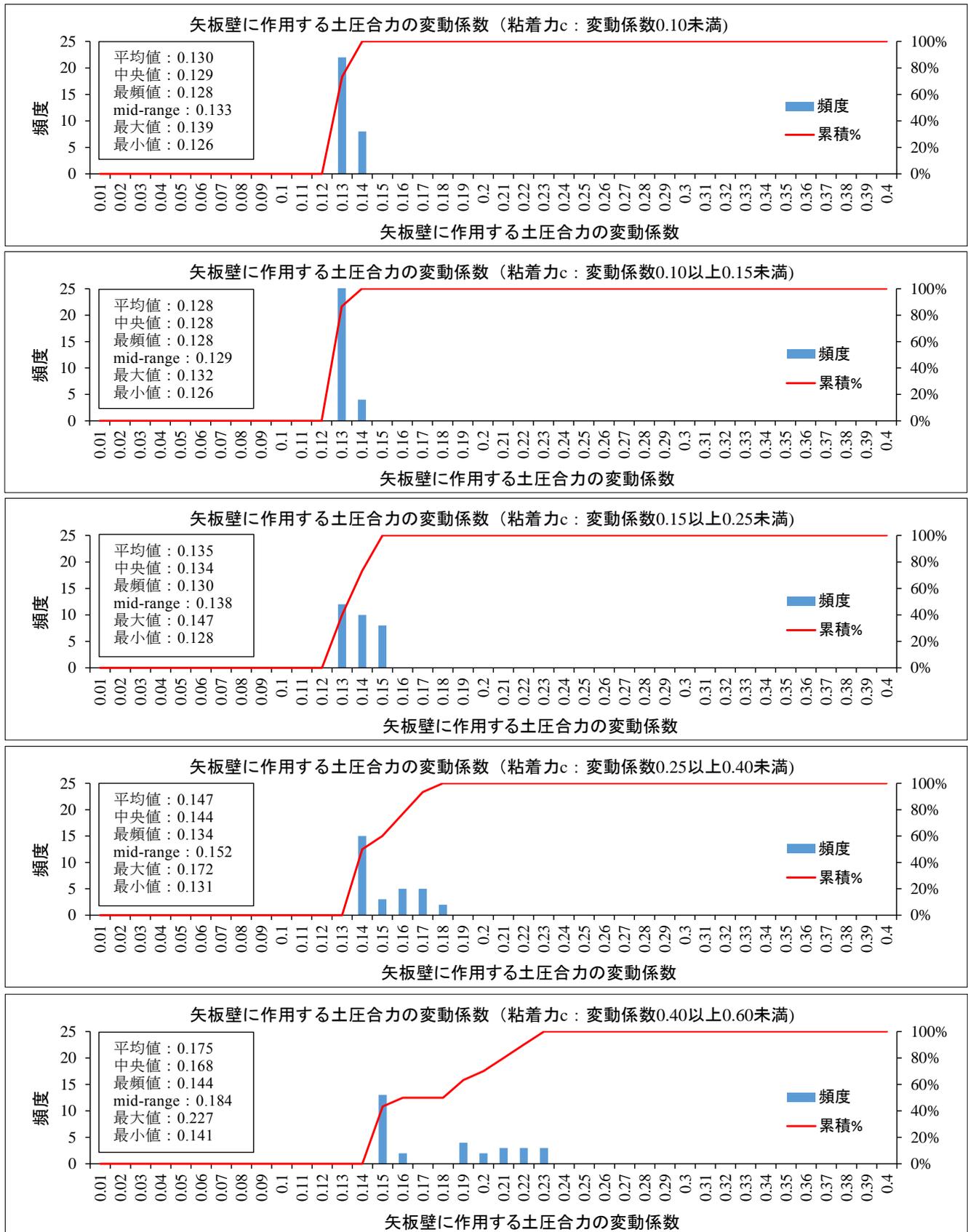
地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			砂質土 土層4 φ(°)	土圧合力の 変動係数	
									土層1	土層2	土層3		層厚			
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数				
互層地盤 (粘性土 主体)	1	7	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.29	1/2H	35	0.179	
				7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.29	1/2H	35	0.157	
				10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.29	1/2H	35	0.194	
				13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.29	1/2H	35	0.167	
	16.0	0.3		0.0	0.2	30	30	35	30	0.29	1/2H	35	0.152			
	2	8		4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.29	2/3H	35	0.194	
				7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.29	2/3H	35	0.164	
				10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.29	2/3H	35	0.214	
				13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.29	2/3H	35	0.18	
	16.0	0.3		0.0	0.2	30	30	35	30	0.29	2/3H	35	0.16			
	3	7		4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	20	0.29	1/2H	35	0.148
					7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	1/2H	35	0.173
			10.0		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	1/2H	35	0.159	
			13.0		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	1/2H	35	0.147	
	16.0	1.8	0.0		1.2	30	30	35	40	0.29	1/2H	35	0.163			
	4	8	4.5		1.8	0.0	1.2	30	30	35	20	0.29	2/3H	35	0.154	
			7.5		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	2/3H	35	0.186	
			10.0		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	2/3H	35	0.167	
			13.0		1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.29	2/3H	35	0.152	
	16.0	1.8	0.0		1.2	30	30	35	40	0.29	2/3H	35	0.173			
	5	7	6.0		4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.29	1/2H	35	0.175
					7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.29	1/2H	35	0.159
				10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.29	1/2H	35	0.184	
				13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.29	1/2H	35	0.165	
	16.0	4.5		0.0	3.0	30	30	35	40	0.29	1/2H	35	0.153			
	6	8		4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.29	2/3H	35	0.189	
				7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.29	2/3H	35	0.167	
				10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.29	2/3H	35	0.201	
				13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.29	2/3H	35	0.176	
	16.0	4.5		0.0	3.0	30	30	35	40	0.29	2/3H	35	0.161			
全ケースの平均値														0.170		

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
7	0.165
8	0.176
7~8	0.170

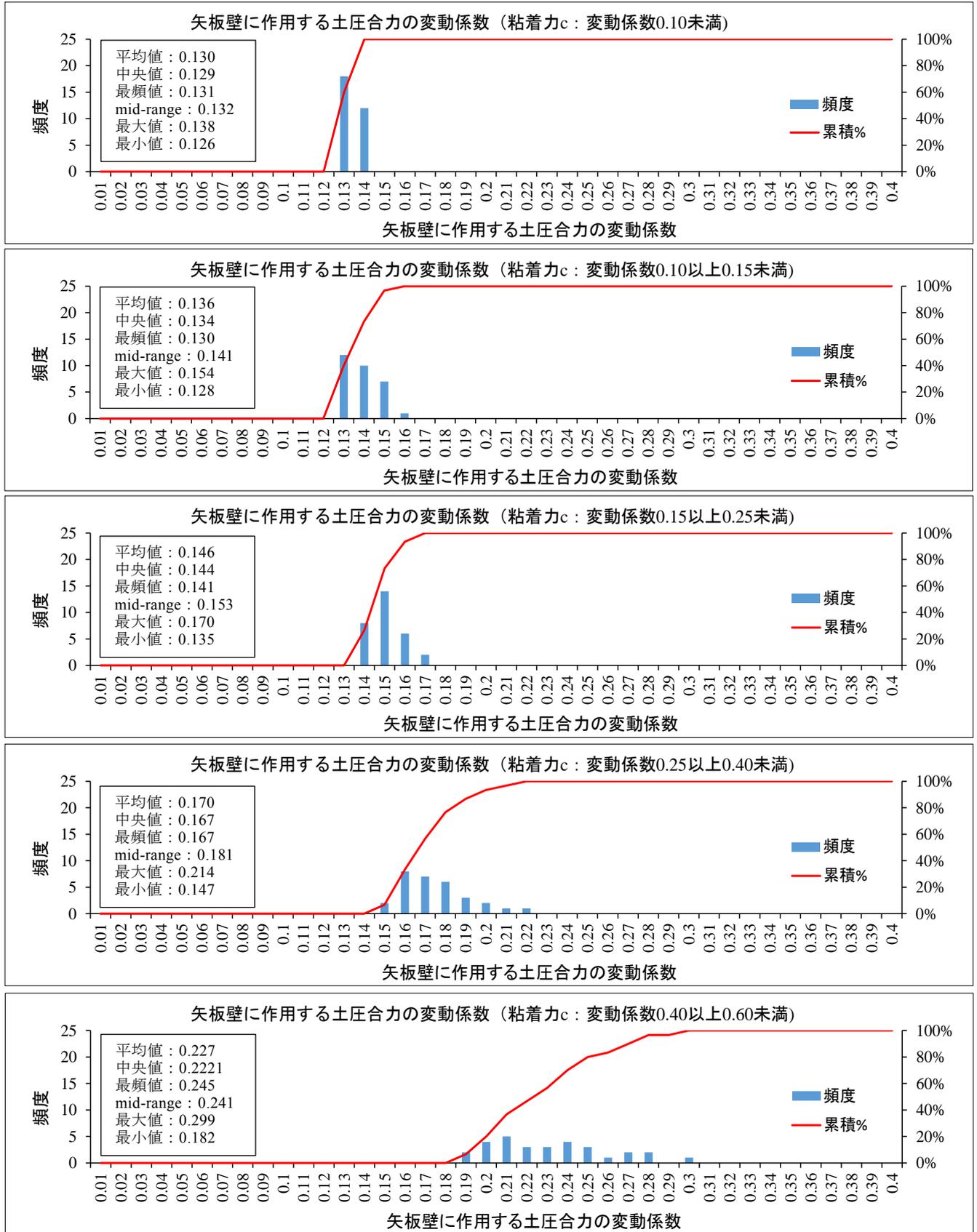
付表 D-61 互層地盤（粘性土主体：粘着力 c の変動係数 0.40 以上 0.60 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			砂質土	土圧合力の 変動係数
									土層1	土層2	土層3		土層4		
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数	層厚	φ(°)	
互層地盤 (粘性土 主体)	1	7	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.48	1/2H	35	0.245
	2			7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.48	1/2H	35	0.202
	3			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.48	1/2H	35	0.268
	4			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.48	1/2H	35	0.224
	5			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.48	1/2H	35	0.194
	6			4.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.48	2/3H	35	0.274
	7	8	2.0	7.5	0.3	0.0	0.2	30	30	35	20	0.48	2/3H	35	0.218
	8			10.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.48	2/3H	35	0.299
	9			13.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.48	2/3H	35	0.245
	10			16.0	0.3	0.0	0.2	30	30	35	30	0.48	2/3H	35	0.208
	11	7	4.0	4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	20	0.48	1/2H	35	0.183
	12			7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	1/2H	35	0.232
	13			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	1/2H	35	0.204
	14			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	1/2H	35	0.182
	15			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.48	1/2H	35	0.212
	16			4.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	20	0.48	2/3H	35	0.195
	17	8	4.0	7.5	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	2/3H	35	0.258
	18			10.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	2/3H	35	0.221
	19			13.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	30	0.48	2/3H	35	0.192
	20			16.0	1.8	0.0	1.2	30	30	35	40	0.48	2/3H	35	0.231
	21	7	6.0	4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.48	1/2H	35	0.237
	22			7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.48	1/2H	35	0.206
	23			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.48	1/2H	35	0.249
	24			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.48	1/2H	35	0.217
	25			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.48	1/2H	35	0.192
	26			4.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.48	2/3H	35	0.264
	27	8	6.0	7.5	4.5	0.0	3.0	30	30	35	30	0.48	2/3H	35	0.221
	28			10.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.48	2/3H	35	0.278
	29			13.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.48	2/3H	35	0.237
	30			16.0	4.5	0.0	3.0	30	30	35	40	0.48	2/3H	35	0.208
全ケースの平均値															0.227

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
7	0.217
8	0.237
7~8	0.227



付図 D-21 矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数 (互層: 砂質土主体)



付図 D-22 矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数 (互層: 粘性土主体)

【巻末資料】受働土圧合力の変動係数

互層地盤（粘着力c：変動係数0.0以上0.60未満）

(a)砂質土主体

(データ数：10個以上)

付表D-62 互層地盤（砂質土主体：粘着力cの変動係数0.10未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係数

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			土圧合力の 変動係数
									土層1	土層3	土層2			
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数	層厚	
互層地盤 (砂質土 主体)	1	4	2.0	7.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.10	1/10H	0.154
	2								35	35	40	0.10	1/10H	0.151
	3								35	35	50	0.10	1/10H	0.148
	4								35	35	50	0.10	1/10H	0.146
	5								35	35	60	0.10	1/10H	0.146
	6								35	35	60	0.10	1/10H	0.144
	7								35	35	70	0.10	1/10H	0.144
	8								35	35	70	0.10	1/10H	0.143
	9								35	35	70	0.10	1/10H	0.141
	10								35	35	80	0.10	1/10H	0.142
	11	5	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.10	1/3H	0.145
	12								35	35	40	0.10	1/3H	0.143
	13								35	35	50	0.10	1/3H	0.142
	14								35	35	50	0.10	1/3H	0.141
	15								35	35	60	0.10	1/3H	0.139
	16								35	35	60	0.10	1/3H	0.139
	17								35	35	70	0.10	1/3H	0.139
	18								35	35	70	0.10	1/3H	0.139
	19								35	35	70	0.10	1/3H	0.138
	20								35	35	80	0.10	1/3H	0.137
全ケースの平均値														0.143

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
4	0.146
5	0.140
4~5	0.143

付表D-63 互層地盤（砂質土主体：粘着力cの変動係数0.10以上0.15未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			土圧合力の 変動係数
									土層1	土層3	土層2			
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数	層厚	
互層地盤 (砂質土 主体)	1	4	2.0	7.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.10	1/10H	0.154
	2								35	35	40	0.10	1/10H	0.151
	3								35	35	50	0.10	1/10H	0.148
	4								35	35	50	0.10	1/10H	0.146
	5								35	35	60	0.10	1/10H	0.146
	6								35	35	60	0.10	1/10H	0.145
	7								35	35	70	0.10	1/10H	0.144
	8								35	35	70	0.10	1/10H	0.143
	9								35	35	70	0.10	1/10H	0.141
	10								35	35	80	0.10	1/10H	0.141
	11	5	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.10	1/3H	0.146
	12								35	35	40	0.10	1/3H	0.143
	13								35	35	50	0.10	1/3H	0.142
	14								35	35	50	0.10	1/3H	0.142
	15								35	35	60	0.10	1/3H	0.140
	16								35	35	60	0.10	1/3H	0.140
	17								35	35	70	0.10	1/3H	0.138
	18								35	35	70	0.10	1/3H	0.138
	19								35	35	70	0.10	1/3H	0.137
	20								35	35	80	0.10	1/3H	0.138
全ケースの平均値														0.143

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
4	0.146
5	0.140
4~5	0.143

付表 D-64 互層地盤（砂質土主体：粘着力 c の変動係数 0.15 以上 0.25 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			土圧合力の 変動係数
									土層1	土層3	土層2			
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数	層厚	
互層地盤 (砂質土 主体)	1	4	2.0	7.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.19	1/10H	0.154
	2								35	35	40	0.19	1/10H	0.151
	3								35	35	50	0.19	1/10H	0.148
	4								35	35	50	0.19	1/10H	0.146
	5								35	35	60	0.19	1/10H	0.146
	6								35	35	60	0.19	1/10H	0.145
	7								35	35	70	0.19	1/10H	0.145
	8								35	35	70	0.19	1/10H	0.142
	9								35	35	70	0.19	1/10H	0.141
	10								35	35	80	0.19	1/10H	0.141
	11	5	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.19	1/3H	0.149
	12								35	35	40	0.19	1/3H	0.147
	13								35	35	50	0.19	1/3H	0.145
	14								35	35	50	0.19	1/3H	0.144
	15								35	35	60	0.19	1/3H	0.144
	16								35	35	60	0.19	1/3H	0.143
	17								35	35	70	0.19	1/3H	0.142
	18								35	35	70	0.19	1/3H	0.141
	19								35	35	70	0.19	1/3H	0.140
	20								35	35	80	0.19	1/3H	0.139
全ケースの平均値														0.145

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
4	0.146
5	0.143
4~5	0.145

付表 D-65 互層地盤（砂質土主体：粘着力 c の変動係数 0.25 以上 0.40 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			土圧合力の 変動係数
									土層1	土層3	土層2			
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数	層厚	
互層地盤 (砂質土 主体)	1	4	2.0	7.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.29	1/10H	0.155
	2								35	35	40	0.29	1/10H	0.151
	3								35	35	50	0.29	1/10H	0.149
	4								35	35	50	0.29	1/10H	0.147
	5								35	35	60	0.29	1/10H	0.147
	6								35	35	60	0.29	1/10H	0.145
	7								35	35	70	0.29	1/10H	0.144
	8								35	35	70	0.29	1/10H	0.143
	9								35	35	70	0.29	1/10H	0.142
	10								35	35	80	0.29	1/10H	0.141
	11	5	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.29	1/3H	0.157
	12								35	35	40	0.29	1/3H	0.154
	13								35	35	50	0.29	1/3H	0.152
	14								35	35	50	0.29	1/3H	0.148
	15								35	35	60	0.29	1/3H	0.150
	16								35	35	60	0.29	1/3H	0.147
	17								35	35	70	0.29	1/3H	0.149
	18								35	35	70	0.29	1/3H	0.146
	19								35	35	70	0.29	1/3H	0.144
	20								35	35	80	0.29	1/3H	0.145
全ケースの平均値														0.148

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
4	0.146
5	0.149
4~5	0.148

付表 D-66 互層地盤（砂質土主体：粘着力 c の変動係数 0.40 以上 0.60 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			土圧合力の 変動係数
									土層1	土層3	土層2		層厚	
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数		
互層地盤 (砂質土 主体)	1	4	2.0 4.0 6.0	4.5 7.5 10.0 13.0 16.0	0.3 1.8 4.5	0.0	0.2 1.2 3.0	30.0	35	35	30	0.48	1/10H	0.157
	2								35	35	40	0.48	1/10H	0.154
	3								35	35	50	0.48	1/10H	0.151
	4								35	35	50	0.48	1/10H	0.149
	5								35	35	60	0.48	1/10H	0.149
	6								35	35	60	0.48	1/10H	0.146
	7								35	35	70	0.48	1/10H	0.147
	8								35	35	70	0.48	1/10H	0.145
	9								35	35	70	0.48	1/10H	0.143
	10								35	35	80	0.48	1/10H	0.143
	11	5	2.0 4.0 6.0	4.5 7.5 10.0 13.0 16.0	0.3 1.8 4.5	0.0	0.2 1.2 3.0	30.0	35	35	30	0.48	1/3H	0.179
	12								35	35	40	0.48	1/3H	0.176
	13								35	35	50	0.48	1/3H	0.172
	14								35	35	50	0.48	1/3H	0.163
	15								35	35	60	0.48	1/3H	0.169
	16								35	35	60	0.48	1/3H	0.162
	17								35	35	70	0.48	1/3H	0.166
	18								35	35	70	0.48	1/3H	0.159
	19								35	35	70	0.48	1/3H	0.155
	20								35	35	80	0.48	1/3H	0.158
全ケースの平均値													0.157	

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
4	0.148
5	0.166
4~5	0.157

(b)粘性土主体

付表 D-67 互層地盤（粘性土主体：粘着力 c の変動係数 0.10 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係数

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			土圧合力の 変動係数
									土層1	土層3	土層2			
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数	層厚	
互層地盤 (砂質土 主体)	1	6	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.10	1/2H	0.140
	2								35	35	40	0.10	1/2H	0.138
	3								35	35	50	0.10	1/2H	0.137
	4								35	35	50	0.10	1/2H	0.137
	5								35	35	60	0.10	1/2H	0.136
	6								35	35	60	0.10	1/2H	0.136
	7								35	35	70	0.10	1/2H	0.135
	8								35	35	70	0.10	1/2H	0.134
	9								35	35	70	0.10	1/2H	0.135
	10								35	35	80	0.10	1/2H	0.134
	11	7	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.10	2/3H	0.136
	12								35	35	40	0.10	2/3H	0.134
	13								35	35	50	0.10	2/3H	0.134
	14								35	35	50	0.10	2/3H	0.133
	15								35	35	60	0.10	2/3H	0.132
	16								35	35	60	0.10	2/3H	0.131
	17								35	35	70	0.10	2/3H	0.131
	18								35	35	70	0.10	2/3H	0.131
	19								35	35	70	0.10	2/3H	0.131
	20								35	35	80	0.10	2/3H	0.130
全ケースの平均値														0.134

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
6	0.136
7	0.132
6~7	0.134

付表 D-68 互層地盤（粘性土主体：粘着力 c の変動係数 0.10 以上 0.15 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			土圧合力の 変動係数
									土層1	土層3	土層2			
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数	層厚	
互層地盤 (砂質土 主体)	1	6	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.10	1/2H	0.139
	2								35	35	40	0.10	1/2H	0.138
	3								35	35	50	0.10	1/2H	0.137
	4								35	35	50	0.10	1/2H	0.137
	5								35	35	60	0.10	1/2H	0.136
	6								35	35	60	0.10	1/2H	0.135
	7								35	35	70	0.10	1/2H	0.135
	8								35	35	70	0.10	1/2H	0.135
	9								35	35	70	0.10	1/2H	0.134
	10								35	35	80	0.10	1/2H	0.134
	11	7	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.10	2/3H	0.135
	12								35	35	40	0.10	2/3H	0.134
	13								35	35	50	0.10	2/3H	0.133
	14								35	35	50	0.10	2/3H	0.133
	15								35	35	60	0.10	2/3H	0.132
	16								35	35	60	0.10	2/3H	0.132
	17								35	35	70	0.10	2/3H	0.131
	18								35	35	70	0.10	2/3H	0.131
	19								35	35	70	0.10	2/3H	0.131
	20								35	35	80	0.10	2/3H	0.130
全ケースの平均値														0.134

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
6	0.136
7	0.132
6~7	0.134

付表 D-69 互層地盤（粘性土主体：粘着力 c の変動係数 0.15 以上 0.25 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			土圧合力の 変動係数
									土層1	土層3	土層2			
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数	層厚	
互層地盤 (砂質土 主体)	1	6	2.0	7.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.19	1/2H	0.149
	2								35	35	40	0.19	1/2H	0.148
	3								35	35	50	0.19	1/2H	0.146
	4								35	35	50	0.19	1/2H	0.144
	5								35	35	60	0.19	1/2H	0.144
	6								35	35	60	0.19	1/2H	0.142
	7								35	35	70	0.19	1/2H	0.143
	8								35	35	70	0.19	1/2H	0.141
	9								35	35	70	0.19	1/2H	0.139
	10								35	35	80	0.19	1/2H	0.139
	11	7	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.19	2/3H	0.154
	12								35	35	40	0.19	2/3H	0.151
	13								35	35	50	0.19	2/3H	0.148
	14								35	35	50	0.19	2/3H	0.144
	15								35	35	60	0.19	2/3H	0.145
	16								35	35	60	0.19	2/3H	0.142
	17								35	35	70	0.19	2/3H	0.144
	18								35	35	70	0.19	2/3H	0.141
	19								35	35	70	0.19	2/3H	0.139
	20								35	35	80	0.19	2/3H	0.140
全ケースの平均値													0.144	

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
6	0.144
7	0.145
6~7	0.144

付表 D-70 互層地盤（粘性土主体：粘着力 c の変動係数 0.25 以上 0.40 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

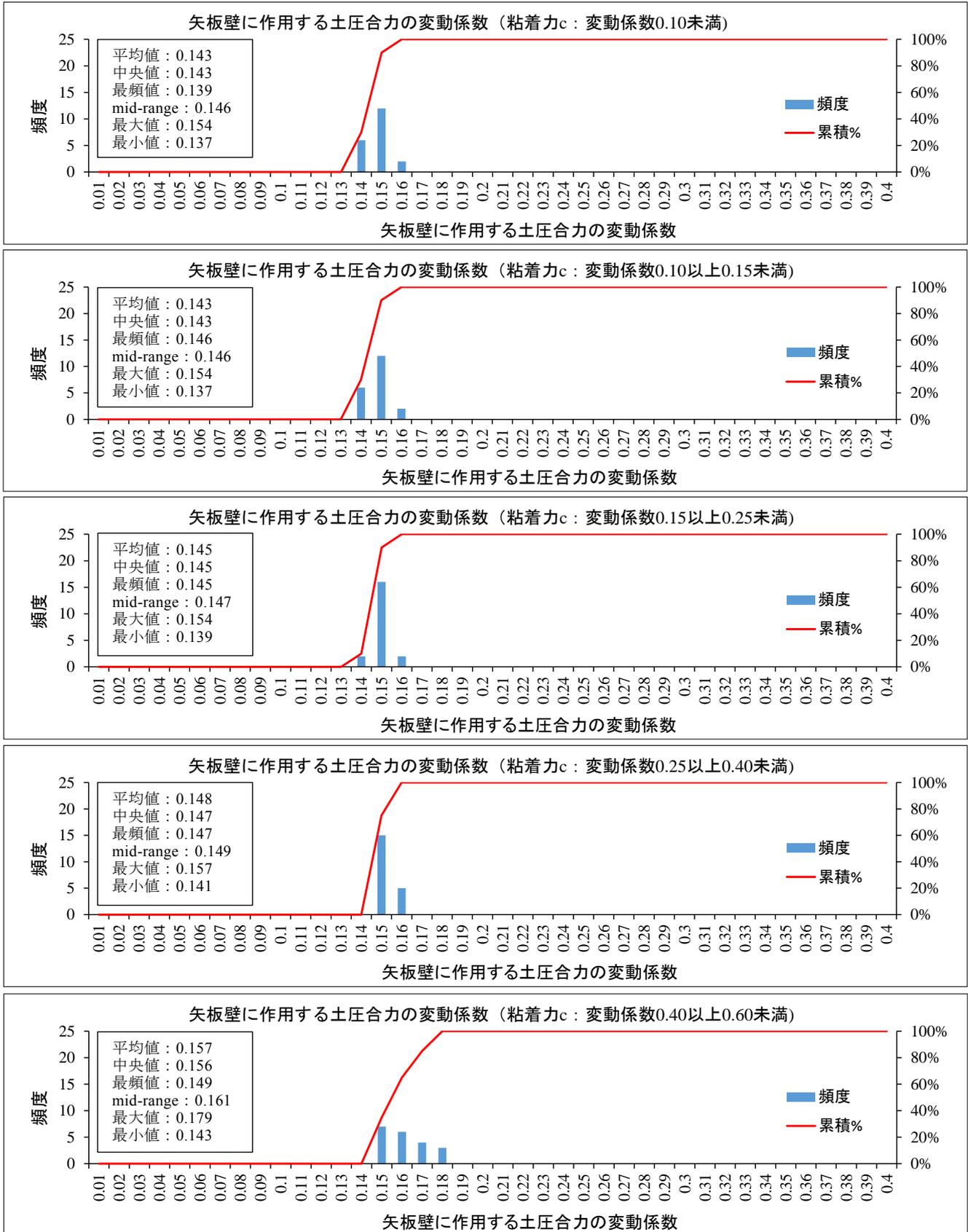
地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			土圧合力の 変動係数
									土層1	土層3	土層2			
									φ(°)	φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数	層厚	
互層地盤 (砂質土 主体)	1	6	2.0	7.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.29	1/2H	0.167
	2								35	35	40	0.29	1/2H	0.164
	3								35	35	50	0.29	1/2H	0.161
	4								35	35	50	0.29	1/2H	0.155
	5								35	35	60	0.29	1/2H	0.158
	6								35	35	60	0.29	1/2H	0.152
	7								35	35	70	0.29	1/2H	0.155
	8								35	35	70	0.29	1/2H	0.151
	9								35	35	70	0.29	1/2H	0.147
	10								35	35	80	0.29	1/2H	0.149
	11	7	2.0	4.5	0.3	0.0	0.2	30.0	35	35	30	0.29	2/3H	0.183
	12								35	35	40	0.29	2/3H	0.177
	13								35	35	50	0.29	2/3H	0.172
	14								35	35	50	0.29	2/3H	0.163
	15								35	35	60	0.29	2/3H	0.167
	16								35	35	60	0.29	2/3H	0.160
	17								35	35	70	0.29	2/3H	0.163
	18								35	35	70	0.29	2/3H	0.158
	19								35	35	70	0.29	2/3H	0.153
	20								35	35	80	0.29	2/3H	0.155
全ケースの平均値													0.161	

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
6	0.156
7	0.165
6~7	0.161

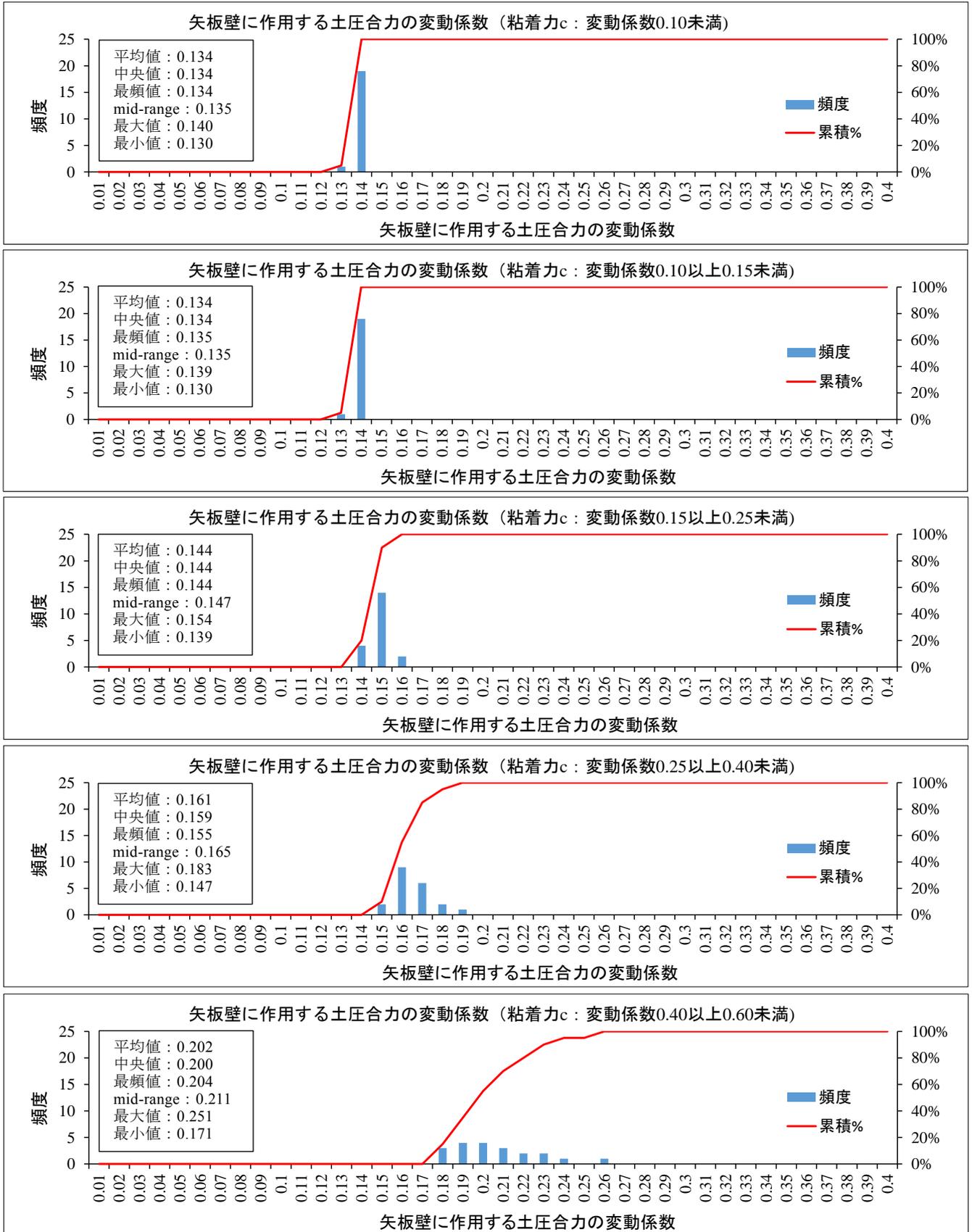
付表 D-71 互層地盤（粘性土主体：粘着力 c の変動係数 0.40 以上 0.60 未満）の矢板壁に作用する土圧合力の変動係

地盤	case	資料 ケース	天端高 (m)	水深 (m)	H.W.L. (m)	L.W.L. (m)	R.W.L. (m)	上載荷重 (kN/m ²)	砂質土		粘性土			土圧合力の 変動係数
									土層1	土層3	土層2			
											φ(°)	c(kN/m ²)	変動係数	
互層地盤 (砂質土 主体)	1	6	2.0 4.0 6.0	4.5 7.5 10.0 13.0 16.0	0.3 1.8 4.5	0.0	0.2 1.2 3.0	30.0	35	35	30	0.48	1/2H	0.211
	2								35	35	40	0.48	1/2H	0.204
	3								35	35	50	0.48	1/2H	0.199
	4								35	35	50	0.48	1/2H	0.185
	5								35	35	60	0.48	1/2H	0.193
	6								35	35	60	0.48	1/2H	0.181
	7								35	35	70	0.48	1/2H	0.188
	8								35	35	70	0.48	1/2H	0.178
	9								35	35	70	0.48	1/2H	0.171
	10								35	35	80	0.48	1/2H	0.176
	11	7	2.0 4.0 6.0	4.5 7.5 10.0 13.0 16.0	0.3 1.8 4.5	0.0	0.2 1.2 3.0	30.0	35	35	30	0.48	2/3H	0.251
	12								35	35	40	0.48	2/3H	0.240
	13								35	35	50	0.48	2/3H	0.229
	14								35	35	50	0.48	2/3H	0.210
	15								35	35	60	0.48	2/3H	0.221
	16								35	35	60	0.48	2/3H	0.204
	17								35	35	70	0.48	2/3H	0.213
	18								35	35	70	0.48	2/3H	0.200
	19								35	35	70	0.48	2/3H	0.190
	20								35	35	80	0.48	2/3H	0.196
全ケースの平均値													0.202	

資料 ケース	土圧合力の 変動係数 (平均値)
6	0.189
7	0.215
6~7	0.202



付図 D-23 矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数 (互層: 砂質土主体)



付図 D-24 矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数 (互層 : 粘性土主体)

付表 D-72 互層地盤（粘着力 c 統一（第3層，第5層））の矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数（1）

case	tenba	RWL	kaitei	As2	Ac3	As4	Ac5	As6	0.10,0.10	0.10,0.15	0.15,0.10	0.10,0.25	0.25,0.10	0.10,0.40	0.40,0.10	0.10,0.60	0.60,0.10	
1	2	0.3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.127	0.128	0.128	0.129	0.128	0.132	0.132	
2	2	0.3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.129	0.129	0.131	0.131	0.137	0.135	
3	2	0.3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.127	0.128	0.127	0.13	0.13	0.135	0.132	
4	2	0.3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.128	0.128	0.133	0.131	
5	2	0.3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.128	0.127	0.13	0.129	0.135	0.133	
6	2	0.3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.128	0.128	0.128	0.131	0.131	0.138	0.138	0.158	0.156	
7	2	0.3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.125	0.126	0.126	0.128	0.129	0.134	0.133	0.147	0.147	
8	2	0.3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.129	0.135	0.135	0.145	0.145	0.175	0.166	
9	2	0.3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.127	0.126	0.127	0.131	0.131	0.138	0.138	0.159	0.155	
10	2	0.3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.13	0.136	0.136	0.148	0.145	0.179	0.164	
11	2	0.3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.129	0.136	0.136	0.147	0.147	0.177	0.174	
12	2	0.3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.126	0.127	0.126	0.13	0.131	0.138	0.138	0.158	0.158	
13	2	0.3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.132	0.132	0.132	0.143	0.142	0.16	0.157	0.203	0.188	
14	2	0.3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.128	0.135	0.135	0.146	0.146	0.176	0.17	
15	2	0.3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.126	0.126	0.126	0.13	0.131	0.138	0.138	0.158	0.157	
16	2	0.3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.131	0.131	0.14	0.14	0.155	0.155	0.194	0.191	
17	2	0.3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.133	0.132	0.142	0.142	0.168	0.168	
18	2	0.3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.136	0.136	0.136	0.15	0.15	0.174	0.168	0.23	0.206	
19	2	0.3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.13	0.131	0.13	0.139	0.139	0.153	0.152	0.192	0.182	
20	2	0.3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.128	0.133	0.133	0.143	0.142	0.168	0.164	
21	4	1.2	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.129	0.128	0.13	0.13	0.133	0.133	
22	4	1.2	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.127	0.128	0.128	0.129	0.129	0.132	0.131	
23	4	1.2	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.126	0.127	0.128	0.127	0.131	0.13	
24	4	1.2	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.127	0.127	0.129	0.128	0.133	0.133	
25	4	1.2	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.125	0.125	0.126	0.126	0.127	0.128	0.131	0.131	
26	4	1.2	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.13	0.135	0.136	0.144	0.144	0.168	0.164	
27	4	1.2	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.128	0.128	0.129	0.132	0.132	0.139	0.139	0.158	0.157	
28	4	1.2	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.126	0.127	0.127	0.13	0.13	0.135	0.135	0.151	0.15	
29	4	1.2	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.128	0.128	0.129	0.134	0.134	0.143	0.143	0.167	0.161	
30	4	1.2	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.127	0.127	0.126	0.13	0.131	0.137	0.137	0.156	0.153	
31	4	1.2	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.126	0.126	0.127	0.129	0.129	0.134	0.134	0.148	0.147	
32	4	1.2	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.13	0.13	0.13	0.136	0.136	0.147	0.147	0.176	0.174	
33	4	1.2	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.127	0.128	0.132	0.133	0.14	0.142	0.164	0.163	
34	4	1.2	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.126	0.126	0.126	0.129	0.129	0.134	0.135	0.152	0.151	
35	4	1.2	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.128	0.128	0.134	0.134	0.144	0.144	0.172	0.166	
36	4	1.2	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.13	0.13	0.137	0.137	0.155	0.154	
37	4	1.2	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.132	0.132	0.132	0.14	0.14	0.156	0.154	0.192	0.188	
38	4	1.2	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.129	0.129	0.135	0.135	0.146	0.146	0.175	0.172	
39	4	1.2	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.127	0.127	0.131	0.13	0.138	0.138	0.159	0.158	
40	4	1.2	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.131	0.13	0.138	0.138	0.151	0.15	0.185	0.176	
41	6	3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.127	0.127	0.127	0.129	0.129	0.132	0.131	
42	6	3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.127	0.128	0.129	0.13	0.13	0.136	0.133	
43	6	3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.126	0.128	0.128	0.129	0.129	0.134	0.133	
44	6	3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.128	0.128	0.132	0.131	
45	6	3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.127	0.127	0.129	0.128	0.134	0.132	
46	6	3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.128	0.128	0.128	0.133	0.132	0.139	0.14	0.159	0.157	
47	6	3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.127	0.126	0.126	0.13	0.13	0.135	0.135	0.151	0.15	
48	6	3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.13	0.135	0.134	0.144	0.143	0.169	0.162	
49	6	3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.127	0.127	0.127	0.131	0.132	0.138	0.139	0.157	0.155	
50	6	3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.129	0.129	0.135	0.135	0.145	0.143	0.172	0.161	
51	6	3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.13	0.131	0.137	0.137	0.149	0.148	0.178	0.175	
52	6	3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.127	0.128	0.132	0.132	0.141	0.141	0.163	0.162	
53	6	3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.132	0.132	0.133	0.141	0.141	0.155	0.153	0.193	0.182	
54	6	3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.129	0.135	0.135	0.146	0.145	0.174	0.169	
55	6	3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.127	0.127	0.127	0.132	0.131	0.139	0.139	0.161	0.158	
56	6	3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.133	0.133	0.133	0.142	0.141	0.156	0.156	0.194	0.191	
57	6	3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.129	0.129	0.135	0.135	0.146	0.145	0.174	0.172	
58	6	3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.136	0.136	0.135	0.147	0.147	0.166	0.163	0.215	0.199	
59	6	3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.131	0.132	0.139	0.139	0.153	0.152	0.188	0.181	
60	6	3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.129	0.128	0.134	0.134	0.143	0.143	0.17	0.166	
全体平均									平均	0.128	0.128	0.128	0.133	0.133	0.141	0.14	0.162	0.158
									差				0		-0.001		-0.004	
砂質土主体									%			0	0.0		-0.7		-2.5	
									平均	0.127	0.127	0.127	0.13	0.13	0.135	0.148	0.145	
									差				0		0.000		-0.003	
粘性土主体									%			0	0.0		-0.7		-2.1	
									平均	0.129	0.129	0.129	0.136	0.136	0.147	0.147	0.172	
									差				0		0.000		0.000	
									%			0		0.0		-0.005		
													0		0.0		-2.9	

付表 D-73 互層地盤（粘着力 c 統一（第 3 層，第 5 層））の矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数（2）

case	tenba	RWL	kaitei	As2	Ac3	As4	Ac5	As6	0.15,0.15	0.15,0.25	0.25,0.15	0.15,0.40	0.40,0.15	0.15,0.60	0.60,0.15	0.25,0.25	0.25,0.40	0.40,0.25	
1	2	0.3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.128	0.128	0.129	0.129	0.132	0.132	0.129	0.13	0.13	
2	2	0.3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.129	0.129	0.131	0.13	0.137	0.135	0.13	0.132	0.132	
3	2	0.3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.128	0.128	0.129	0.129	0.135	0.133	0.129	0.13	0.13	
4	2	0.3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.127	0.128	0.128	0.132	0.131	0.128	0.129	0.129	
5	2	0.3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.127	0.13	0.129	0.136	0.132	0.129	0.13	0.13	
6	2	0.3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.127	0.132	0.131	0.139	0.139	0.157	0.157	0.135	0.142	0.142	
7	2	0.3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.125	0.128	0.129	0.134	0.133	0.147	0.147	0.131	0.136	0.136	
8	2	0.3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.135	0.135	0.146	0.145	0.174	0.166	0.142	0.152	0.151	
9	2	0.3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.127	0.131	0.131	0.138	0.138	0.159	0.156	0.135	0.142	0.142	
10	2	0.3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.137	0.136	0.148	0.145	0.179	0.164	0.143	0.154	0.152	
11	2	0.3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.13	0.136	0.136	0.147	0.147	0.177	0.175	0.142	0.153	0.152	
12	2	0.3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.127	0.131	0.13	0.138	0.138	0.159	0.158	0.134	0.142	0.141	
13	2	0.3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.133	0.142	0.143	0.159	0.157	0.203	0.189	0.152	0.168	0.166	
14	2	0.3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.135	0.134	0.146	0.146	0.176	0.17	0.141	0.152	0.151	
15	2	0.3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.126	0.131	0.13	0.138	0.138	0.159	0.157	0.135	0.141	0.142	
16	2	0.3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.14	0.139	0.155	0.155	0.193	0.19	0.148	0.163	0.163	
17	2	0.3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.132	0.133	0.142	0.142	0.169	0.168	0.138	0.147	0.147	
18	2	0.3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.136	0.15	0.15	0.173	0.168	0.228	0.206	0.163	0.183	0.181	
19	2	0.3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.139	0.139	0.154	0.152	0.192	0.181	0.148	0.161	0.16	
20	2	0.3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.133	0.132	0.143	0.142	0.169	0.164	0.138	0.147	0.146	
21	4	1.2	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.129	0.13	0.129	0.133	0.133	0.129	0.131	0.13	
22	4	1.2	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.128	0.127	0.129	0.129	0.132	0.132	0.128	0.129	0.129	
23	4	1.2	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.125	0.126	0.126	0.128	0.127	0.131	0.131	0.127	0.128	0.128	
24	4	1.2	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.127	0.129	0.129	0.133	0.132	0.128	0.13	0.13	
25	4	1.2	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.125	0.126	0.126	0.127	0.127	0.131	0.131	0.127	0.128	0.128	
26	4	1.2	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.135	0.135	0.144	0.144	0.168	0.164	0.14	0.149	0.149	
27	4	1.2	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.132	0.132	0.139	0.139	0.158	0.158	0.136	0.143	0.143	
28	4	1.2	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.126	0.13	0.13	0.135	0.135	0.151	0.15	0.133	0.138	0.138	
29	4	1.2	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.134	0.134	0.143	0.143	0.168	0.161	0.138	0.147	0.147	
30	4	1.2	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.127	0.131	0.13	0.137	0.137	0.156	0.153	0.135	0.141	0.141	
31	4	1.2	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.126	0.129	0.129	0.134	0.134	0.148	0.148	0.131	0.136	0.136	
32	4	1.2	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.13	0.136	0.136	0.147	0.148	0.176	0.174	0.142	0.153	0.153	
33	4	1.2	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.133	0.133	0.141	0.141	0.164	0.162	0.137	0.145	0.145	
34	4	1.2	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.125	0.129	0.129	0.135	0.135	0.152	0.151	0.133	0.138	0.138	
35	4	1.2	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.134	0.134	0.144	0.144	0.17	0.166	0.14	0.149	0.149	
36	4	1.2	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.131	0.13	0.137	0.136	0.154	0.154	0.134	0.14	0.14	
37	4	1.2	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.132	0.141	0.141	0.155	0.154	0.192	0.188	0.149	0.162	0.162	
38	4	1.2	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.136	0.135	0.146	0.146	0.175	0.172	0.141	0.151	0.151	
39	4	1.2	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.131	0.131	0.139	0.138	0.159	0.158	0.135	0.143	0.142	
40	4	1.2	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.13	0.139	0.138	0.151	0.15	0.186	0.177	0.145	0.157	0.156	
41	6	3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.128	0.128	0.129	0.129	0.132	0.132	0.128	0.13	0.13	
42	6	3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.13	0.13	0.135	0.134	0.129	0.131	0.131	
43	6	3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.127	0.128	0.129	0.134	0.132	0.128	0.13	0.13	
44	6	3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.127	0.127	0.128	0.132	0.131	0.127	0.128	0.128	
45	6	3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.127	0.129	0.129	0.134	0.132	0.128	0.129	0.129	
46	6	3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.133	0.133	0.14	0.139	0.159	0.157	0.136	0.143	0.144	
47	6	3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.127	0.13	0.13	0.135	0.135	0.15	0.15	0.133	0.138	0.138	
48	6	3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.134	0.134	0.144	0.143	0.17	0.163	0.14	0.149	0.148	
49	6	3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.127	0.131	0.131	0.138	0.138	0.158	0.155	0.135	0.142	0.142	
50	6	3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.135	0.135	0.145	0.143	0.172	0.161	0.14	0.15	0.149	
51	6	3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.137	0.138	0.148	0.149	0.178	0.175	0.144	0.154	0.154	
52	6	3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.127	0.133	0.132	0.141	0.14	0.163	0.162	0.137	0.145	0.145	
53	6	3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.132	0.141	0.141	0.156	0.154	0.192	0.183	0.149	0.162	0.161	
54	6	3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.135	0.135	0.146	0.146	0.173	0.168	0.141	0.151	0.15	
55	6	3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.127	0.132	0.132	0.139	0.138	0.16	0.158	0.136	0.143	0.142	
56	6	3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.133	0.142	0.142	0.156	0.156	0.194	0.19	0.15	0.164	0.164	
57	6	3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.13	0.135	0.135	0.146	0.146	0.173	0.172	0.141	0.151	0.151	
58	6	3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.136	0.147	0.147	0.167	0.163	0.214	0.199	0.157	0.177	0.173	
59	6	3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.139	0.139	0.153	0.152	0.189	0.18	0.147	0.159	0.159	
60	6	3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.134	0.134	0.144	0.143	0.17	0.166	0.139	0.149	0.148	
全体平均									平均	0.128	0.133	0.133	0.141	0.14	0.162	0.158	0.137	0.145	0.145
全体平均									差			0.000		-0.001		-0.004			0.000
全体平均									%			0.0		-0.7		-2.5			0.0
砂質土主体									平均	0.127	0.13	0.13	0.135	0.134	0.148	0.145	0.133	0.137	0.137
砂質土主体									差			0.000		-0.001		-0.003			0.000
砂質土主体									%			0.0		-0.7		-2.1			0.0
粘性土主体									平均	0.129	0.136	0.136	0.147	0.147	0.177	0.172	0.142	0.153	0.152
粘性土主体									差			0.000		0.000		-0.005			-0.001
粘性土主体									%			0.0		0.0		-2.9			-0.7

付表D-74 互層地盤（粘着力c統一（第3層，第5層））の矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数（3）

case	tenba	RWL	kaitei	As2	Ac3	As4	Ac5	As6	0.25,0.60	0.60,0.25	0.40,0.40	0.40,0.60	0.60,0.40	0.60,0.60	
1	2	0.3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.132	0.131	0.134	0.134	0.137	
2	2	0.3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.138	0.136	0.134	0.14	0.138	0.144	
3	2	0.3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.135	0.132	0.137	0.136	0.141	
4	2	0.3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.132	0.13	0.134	0.134	0.138	
5	2	0.3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.134	0.133	0.138	0.136	0.142	
6	2	0.3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.161	0.16	0.148	0.167	0.165	0.182	
7	2	0.3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.15	0.149	0.141	0.154	0.154	0.166	
8	2	0.3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.179	0.172	0.16	0.186	0.179	0.203	
9	2	0.3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.162	0.159	0.148	0.168	0.165	0.182	
10	2	0.3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.184	0.17	0.162	0.19	0.179	0.205	
11	2	0.3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.181	0.18	0.163	0.189	0.189	0.211	
12	2	0.3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.162	0.161	0.149	0.167	0.167	0.185	
13	2	0.3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.209	0.195	0.18	0.218	0.207	0.242	
14	2	0.3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.18	0.175	0.161	0.188	0.184	0.208	
15	2	0.3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.162	0.161	0.15	0.17	0.166	0.184	
16	2	0.3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.2	0.197	0.176	0.211	0.208	0.239	
17	2	0.3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.173	0.172	0.156	0.18	0.179	0.199	
18	2	0.3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.236	0.216	0.199	0.248	0.231	0.274	
19	2	0.3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.198	0.187	0.172	0.206	0.198	0.229	
20	2	0.3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.173	0.169	0.155	0.181	0.176	0.198	
21	4	1.2	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.134	0.132	0.136	0.135	0.139	
22	4	1.2	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.132	0.13	0.134	0.133	0.137	
23	4	1.2	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.131	0.131	0.129	0.132	0.132	0.135	
24	4	1.2	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.133	0.132	0.136	0.135	0.139	
25	4	1.2	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.132	0.132	0.13	0.134	0.133	0.137	
26	4	1.2	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.172	0.168	0.157	0.178	0.175	0.195	
27	4	1.2	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.162	0.16	0.149	0.168	0.166	0.182	
28	4	1.2	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.153	0.153	0.144	0.158	0.157	0.171	
29	4	1.2	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.171	0.166	0.155	0.179	0.173	0.194	
30	4	1.2	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.16	0.157	0.148	0.165	0.163	0.178	
31	4	1.2	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.151	0.151	0.141	0.154	0.155	0.167	
32	4	1.2	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.182	0.178	0.163	0.19	0.187	0.211	
33	4	1.2	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.167	0.166	0.152	0.173	0.173	0.191	
34	4	1.2	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.155	0.155	0.144	0.16	0.159	0.174	
35	4	1.2	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.175	0.171	0.158	0.183	0.178	0.201	
36	4	1.2	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.157	0.157	0.146	0.163	0.163	0.178	
37	4	1.2	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.199	0.195	0.175	0.21	0.204	0.234	
38	4	1.2	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.179	0.177	0.161	0.187	0.186	0.208	
39	4	1.2	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.162	0.161	0.149	0.168	0.168	0.185	
40	4	1.2	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.19	0.182	0.168	0.199	0.192	0.219	
41	6	3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.132	0.132	0.13	0.134	0.134	0.137	
42	6	3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.135	0.132	0.139	0.136	0.141	
43	6	3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.133	0.131	0.136	0.135	0.139	
44	6	3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.132	0.129	0.134	0.133	0.137	
45	6	3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.133	0.131	0.137	0.135	0.14	
46	6	3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.162	0.16	0.15	0.168	0.167	0.183	
47	6	3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.153	0.152	0.143	0.158	0.157	0.171	
48	6	3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.173	0.167	0.157	0.18	0.176	0.196	
49	6	3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.161	0.159	0.148	0.167	0.164	0.181	
50	6	3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.177	0.166	0.157	0.183	0.175	0.197	
51	6	3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.183	0.18	0.164	0.191	0.189	0.212	
52	6	3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.167	0.166	0.152	0.173	0.174	0.191	
53	6	3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.198	0.188	0.174	0.208	0.2	0.23	
54	6	3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.178	0.173	0.16	0.186	0.182	0.204	
55	6	3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.164	0.162	0.15	0.17	0.168	0.185	
56	6	3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.201	0.197	0.177	0.211	0.207	0.238	
57	6	3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.178	0.177	0.161	0.186	0.184	0.207	
58	6	3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.222	0.207	0.191	0.233	0.219	0.258	
59	6	3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.194	0.186	0.171	0.203	0.196	0.225	
60	6	3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.175	0.17	0.157	0.182	0.178	0.2	
全体平均									平均	0.166	0.162	0.152	0.172	0.168	0.186
									差			-0.004			-0.004
砂質土主体									%		-2.5			-2.4	
									平均	0.15	0.147	0.141	0.153	0.151	0.162
粘性土主体									差		-0.003			-0.002	
									%		-2.0			-1.3	
									平均	0.182	0.177	0.163	0.19	0.186	0.21
									差		-0.005			-0.004	
									%		-2.8			-2.2	

付表D-75 互層地盤（粘着力c変更（第3層：大，第5層：小））の矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数

case	tenba	RWL	kaitei	As2	Ac3	As4	Ac5	As6	0.10,0.10	0.10,0.15	0.15,0.10	0.10,0.25	0.25,0.10	0.10,0.40	0.40,0.10	0.10,0.60	0.60,0.10		
1	2	0.3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.129	0.129	0.13	0.13	0.133	0.134		
2	2	0.3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.13	0.129	0.132	0.131	0.138	0.135		
3	2	0.3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.129	0.128	0.131	0.13	0.136	0.134		
4	2	0.3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.126	0.127	0.128	0.129	0.13	0.134	0.133		
5	2	0.3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.126	0.128	0.128	0.13	0.129	0.136	0.133		
6	2	0.3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.132	0.132	0.136	0.14	0.145	0.15	0.168	0.172		
7	2	0.3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.128	0.129	0.129	0.132	0.136	0.138	0.145	0.153	0.165		
8	2	0.3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.132	0.132	0.139	0.139	0.151	0.149	0.185	0.172		
9	2	0.3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.129	0.129	0.134	0.136	0.143	0.144	0.167	0.164		
10	2	0.3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.13	0.138	0.136	0.151	0.144	0.187	0.164		
11	2	0.3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.137	0.136	0.136	0.145	0.15	0.159	0.167	0.197	0.2		
12	2	0.3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.131	0.131	0.136	0.142	0.145	0.157	0.171	0.186		
13	2	0.3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.135	0.135	0.135	0.148	0.146	0.17	0.161	0.223	0.195		
14	2	0.3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.132	0.132	0.131	0.139	0.14	0.153	0.153	0.19	0.181		
15	2	0.3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.129	0.134	0.136	0.143	0.146	0.167	0.17		
16	2	0.3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.141	0.141	0.141	0.154	0.159	0.174	0.182	0.225	0.226		
17	2	0.3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.133	0.133	0.133	0.141	0.147	0.154	0.165	0.186	0.202		
18	2	0.3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.137	0.137	0.137	0.156	0.15	0.187	0.169	0.258	0.213		
19	2	0.3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.132	0.132	0.131	0.143	0.141	0.161	0.158	0.21	0.192		
20	2	0.3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.128	0.129	0.136	0.136	0.148	0.148	0.18	0.175		
21	4	1.2	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.129	0.129	0.129	0.13	0.129	0.13	0.131	0.134	0.134		
22	4	1.2	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.128	0.128	0.129	0.129	0.131	0.133	0.133		
23	4	1.2	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.127	0.127	0.128	0.128	0.129	0.132	0.133		
24	4	1.2	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.126	0.126	0.128	0.128	0.129	0.129	0.134	0.134		
25	4	1.2	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.126	0.127	0.128	0.129	0.132	0.132		
26	4	1.2	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.134	0.134	0.139	0.142	0.15	0.151	0.177	0.172		
27	4	1.2	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.131	0.136	0.138	0.144	0.148	0.165	0.169		
28	4	1.2	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.128	0.129	0.129	0.132	0.135	0.139	0.144	0.156	0.163		
29	4	1.2	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.131	0.137	0.138	0.148	0.147	0.175	0.167		
30	4	1.2	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.128	0.132	0.135	0.14	0.143	0.162	0.16		
31	4	1.2	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.13	0.133	0.136	0.139	0.148	0.155	0.175		
32	4	1.2	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.135	0.135	0.134	0.142	0.146	0.155	0.162	0.19	0.192		
33	4	1.2	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.131	0.131	0.136	0.141	0.146	0.155	0.174	0.182		
34	4	1.2	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.128	0.132	0.135	0.138	0.146	0.159	0.169		
35	4	1.2	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.132	0.131	0.131	0.138	0.139	0.15	0.151	0.182	0.176		
36	4	1.2	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.131	0.131	0.135	0.141	0.143	0.157	0.165	0.19		
37	4	1.2	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.139	0.139	0.139	0.149	0.153	0.169	0.173	0.212	0.212		
38	4	1.2	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.134	0.134	0.142	0.146	0.155	0.162	0.189	0.195		
39	4	1.2	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.13	0.13	0.135	0.138	0.144	0.151	0.169	0.179		
40	4	1.2	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.132	0.133	0.132	0.142	0.141	0.157	0.154	0.198	0.186		
41	6	3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.128	0.128	0.13	0.13	0.133	0.133		
42	6	3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.129	0.129	0.131	0.131	0.137	0.134		
43	6	3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.127	0.128	0.128	0.13	0.13	0.135	0.134		
44	6	3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.126	0.127	0.129	0.129	0.133	0.132		
45	6	3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.127	0.127	0.129	0.129	0.135	0.133		
46	6	3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.131	0.136	0.139	0.144	0.149	0.166	0.168		
47	6	3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.128	0.132	0.135	0.138	0.144	0.156	0.163		
48	6	3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.132	0.132	0.138	0.138	0.149	0.148	0.177	0.168		
49	6	3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.13	0.129	0.133	0.136	0.141	0.145	0.162	0.163		
50	6	3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.13	0.131	0.137	0.137	0.148	0.144	0.179	0.163		
51	6	3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.136	0.135	0.136	0.143	0.148	0.157	0.164	0.191	0.194		
52	6	3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.132	0.131	0.131	0.136	0.14	0.147	0.154	0.172	0.182		
53	6	3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.136	0.136	0.137	0.147	0.147	0.164	0.16	0.207	0.19		
54	6	3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.132	0.132	0.132	0.139	0.141	0.152	0.153	0.184	0.179		
55	6	3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.129	0.135	0.136	0.144	0.146	0.168	0.169		
56	6	3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.14	0.14	0.141	0.151	0.155	0.169	0.176	0.215	0.216		
57	6	3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.134	0.134	0.141	0.146	0.154	0.162	0.188	0.197		
58	6	3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.139	0.138	0.138	0.153	0.151	0.177	0.169	0.236	0.207		
59	6	3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.133	0.134	0.134	0.144	0.143	0.161	0.159	0.203	0.192		
60	6	3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.131	0.131	0.138	0.139	0.149	0.15	0.181	0.177		
全体平均									平均	0.131	0.131	0.131	0.137	0.138	0.146	0.148	0.172	0.17	
									差				0				-0.002		
砂質土主体									%				0.7		1.4			-1.2	
									平均	0.129	0.129	0.129	0.132	0.133	0.137	0.138	0.152	0.15	
粘性土主体									差				0		0.001		0.001		-0.002
									%				0		0.8		0.7		-1.3
									平均	0.133	0.133	0.133	0.141	0.144	0.155	0.159	0.192	0.19	
									差				0		0.003		0.004		-0.002
									%				0		2.1		2.5		-1.1

付表 D-76 互層地盤（粘着力 c 変更（第3層：大，第5層：小））の矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数

case	tenba	RWL	kaitei	As2	Ac3	As4	Ac5	As6	0.15,0.15	0.15,0.25	0.25,0.15	0.15,0.40	0.40,0.15	0.15,0.60	0.60,0.15	0.25,0.25	0.25,0.40	0.40,0.25		
1	2	0.3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.129	0.129	0.131	0.131	0.133	0.135	0.13	0.131	0.131		
2	2	0.3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.129	0.13	0.129	0.132	0.13	0.138	0.136	0.131	0.132	0.132		
3	2	0.3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.129	0.129	0.13	0.13	0.136	0.134	0.13	0.131	0.131		
4	2	0.3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.128	0.129	0.129	0.133	0.133	0.129	0.13	0.13		
5	2	0.3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.128	0.128	0.13	0.129	0.137	0.133	0.129	0.131	0.13		
6	2	0.3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.137	0.14	0.145	0.151	0.167	0.173	0.144	0.152	0.155		
7	2	0.3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.128	0.132	0.136	0.138	0.145	0.154	0.165	0.138	0.144	0.148		
8	2	0.3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.139	0.139	0.152	0.148	0.185	0.172	0.146	0.158	0.155		
9	2	0.3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.135	0.136	0.143	0.145	0.166	0.164	0.141	0.149	0.149		
10	2	0.3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.138	0.135	0.152	0.143	0.186	0.164	0.143	0.156	0.151		
11	2	0.3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.137	0.145	0.15	0.159	0.167	0.197	0.202	0.157	0.171	0.173		
12	2	0.3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.136	0.141	0.145	0.157	0.171	0.186	0.146	0.156	0.161		
13	2	0.3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.135	0.148	0.146	0.169	0.161	0.223	0.196	0.158	0.178	0.172		
14	2	0.3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.139	0.14	0.154	0.153	0.189	0.181	0.148	0.161	0.16		
15	2	0.3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.135	0.136	0.143	0.147	0.168	0.17	0.141	0.149	0.151		
16	2	0.3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.142	0.154	0.159	0.173	0.182	0.224	0.226	0.17	0.188	0.192		
17	2	0.3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.14	0.147	0.153	0.165	0.187	0.202	0.154	0.165	0.171		
18	2	0.3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.137	0.156	0.15	0.187	0.169	0.256	0.213	0.168	0.195	0.186		
19	2	0.3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.132	0.143	0.141	0.162	0.158	0.209	0.192	0.153	0.17	0.167		
20	2	0.3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.136	0.135	0.148	0.147	0.181	0.176	0.143	0.154	0.153		
21	4	1.2	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.129	0.13	0.13	0.13	0.134	0.134	0.13	0.132	0.131		
22	4	1.2	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.128	0.128	0.129	0.13	0.133	0.134	0.129	0.13	0.131		
23	4	1.2	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.127	0.128	0.129	0.132	0.133	0.128	0.129	0.129		
24	4	1.2	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.128	0.13	0.129	0.134	0.133	0.129	0.131	0.13		
25	4	1.2	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.125	0.127	0.127	0.128	0.129	0.132	0.132	0.128	0.129	0.129		
26	4	1.2	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.14	0.141	0.15	0.151	0.177	0.173	0.147	0.157	0.157		
27	4	1.2	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.136	0.138	0.143	0.148	0.165	0.169	0.142	0.15	0.153		
28	4	1.2	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.132	0.135	0.138	0.144	0.156	0.163	0.138	0.144	0.147		
29	4	1.2	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.137	0.138	0.148	0.147	0.176	0.167	0.143	0.153	0.152		
30	4	1.2	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.133	0.134	0.141	0.143	0.161	0.16	0.139	0.146	0.147		
31	4	1.2	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.133	0.136	0.138	0.149	0.155	0.176	0.139	0.145	0.151		
32	4	1.2	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.134	0.143	0.146	0.156	0.162	0.19	0.192	0.153	0.166	0.168		
33	4	1.2	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.137	0.141	0.147	0.154	0.174	0.182	0.146	0.155	0.159		
34	4	1.2	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.132	0.134	0.139	0.145	0.158	0.169	0.139	0.145	0.149		
35	4	1.2	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.138	0.139	0.15	0.151	0.18	0.175	0.146	0.156	0.157		
36	4	1.2	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.136	0.141	0.144	0.156	0.165	0.19	0.145	0.152	0.16		
37	4	1.2	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.139	0.15	0.154	0.168	0.173	0.213	0.212	0.163	0.18	0.182		
38	4	1.2	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.142	0.145	0.155	0.162	0.189	0.195	0.153	0.165	0.168		
39	4	1.2	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.13	0.135	0.138	0.145	0.151	0.169	0.178	0.143	0.152	0.155		
40	4	1.2	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.132	0.142	0.141	0.157	0.154	0.199	0.186	0.15	0.164	0.163		
41	6	3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.129	0.129	0.129	0.13	0.133	0.134	0.13	0.131	0.131		
42	6	3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.129	0.128	0.131	0.13	0.136	0.134	0.13	0.132	0.132		
43	6	3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.128	0.128	0.129	0.129	0.135	0.134	0.129	0.131	0.131		
44	6	3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.128	0.128	0.129	0.133	0.132	0.128	0.129	0.13		
45	6	3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.127	0.129	0.129	0.135	0.133	0.128	0.13	0.13		
46	6	3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.137	0.139	0.144	0.149	0.166	0.169	0.143	0.151	0.153		
47	6	3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.133	0.135	0.138	0.144	0.156	0.163	0.138	0.144	0.147		
48	6	3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.138	0.139	0.149	0.148	0.177	0.169	0.145	0.155	0.154		
49	6	3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.134	0.136	0.141	0.144	0.164	0.162	0.14	0.147	0.148		
50	6	3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.137	0.136	0.149	0.145	0.179	0.163	0.143	0.153	0.151		
51	6	3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.136	0.144	0.148	0.156	0.164	0.192	0.194	0.155	0.167	0.169		
52	6	3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.137	0.141	0.147	0.154	0.172	0.182	0.146	0.155	0.159		
53	6	3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.136	0.146	0.147	0.164	0.161	0.207	0.191	0.156	0.172	0.169		
54	6	3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.132	0.139	0.14	0.152	0.153	0.184	0.179	0.148	0.159	0.159		
55	6	3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.13	0.135	0.137	0.143	0.146	0.167	0.169	0.141	0.149	0.151		
56	6	3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.14	0.151	0.156	0.169	0.176	0.215	0.215	0.166	0.182	0.185		
57	6	3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.141	0.146	0.155	0.163	0.188	0.196	0.153	0.165	0.169		
58	6	3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.138	0.153	0.151	0.178	0.169	0.235	0.208	0.164	0.187	0.181		
59	6	3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.144	0.143	0.161	0.158	0.203	0.19	0.153	0.168	0.167		
60	6	3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.138	0.138	0.15	0.15	0.181	0.177	0.145	0.156	0.156		
全体平均									平均	0.131	0.137	0.138	0.146	0.148	0.172	0.17	0.144	0.152	0.153	
全体平均									差											0.001
全体平均									%						0.7		1.4			0.7
砂質土主体									平均	0.129	0.132	0.133	0.137	0.138	0.152	0.15	0.136	0.141	0.141	
砂質土主体									差											0.000
砂質土主体									%											0.0
粘性土主体									平均	0.133	0.142	0.144	0.156	0.159	0.191	0.19	0.151	0.164	0.165	
粘性土主体									差											0.001
粘性土主体									%											0.6

付表 D-77 互層地盤（粘着力 c 変更（第 3 層：大，第 5 層：小））の矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数

case	tenba	RWL	kaitei	As2	Ac3	As4	Ac5	As6	0.25,0.60	0.60,0.25	0.40,0.40	0.40,0.60	0.60,0.40	0.60,0.60	
1	2	0.3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.134	0.133	0.136	0.137	0.14	
2	2	0.3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.139	0.136	0.134	0.14	0.139	0.144	
3	2	0.3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.136	0.133	0.138	0.137	0.142	
4	2	0.3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.133	0.131	0.136	0.136	0.14	
5	2	0.3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.134	0.133	0.139	0.136	0.142	
6	2	0.3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.174	0.176	0.161	0.182	0.181	0.2	
7	2	0.3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.161	0.168	0.154	0.168	0.172	0.186	
8	2	0.3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.19	0.177	0.166	0.195	0.186	0.212	
9	2	0.3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.172	0.168	0.156	0.178	0.174	0.193	
10	2	0.3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.19	0.17	0.163	0.195	0.18	0.209	
11	2	0.3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.205	0.207	0.185	0.217	0.217	0.242	
12	2	0.3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.179	0.19	0.169	0.19	0.196	0.216	
13	2	0.3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.228	0.203	0.189	0.234	0.217	0.257	
14	2	0.3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.194	0.187	0.172	0.203	0.197	0.224	
15	2	0.3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.173	0.174	0.16	0.183	0.179	0.2	
16	2	0.3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.236	0.234	0.208	0.25	0.246	0.281	
17	2	0.3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.197	0.207	0.182	0.21	0.215	0.237	
18	2	0.3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.262	0.226	0.209	0.27	0.244	0.295	
19	2	0.3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.215	0.199	0.182	0.224	0.212	0.248	
20	2	0.3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.185	0.181	0.164	0.194	0.19	0.214	
21	4	1.2	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.135	0.133	0.137	0.136	0.14	
22	4	1.2	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.134	0.132	0.136	0.135	0.139	
23	4	1.2	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.132	0.133	0.131	0.134	0.134	0.138	
24	4	1.2	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.134	0.132	0.137	0.136	0.14	
25	4	1.2	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.133	0.131	0.135	0.135	0.138	
26	4	1.2	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.182	0.177	0.165	0.189	0.184	0.205	
27	4	1.2	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.172	0.172	0.159	0.179	0.179	0.196	
28	4	1.2	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.161	0.166	0.153	0.169	0.17	0.185	
29	4	1.2	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.18	0.171	0.162	0.187	0.18	0.201	
30	4	1.2	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.167	0.165	0.154	0.173	0.17	0.187	
31	4	1.2	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.161	0.178	0.157	0.171	0.182	0.194	
32	4	1.2	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.199	0.197	0.179	0.21	0.207	0.232	
33	4	1.2	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.18	0.185	0.166	0.19	0.192	0.212	
34	4	1.2	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.164	0.172	0.156	0.174	0.178	0.193	
35	4	1.2	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.186	0.181	0.167	0.195	0.189	0.213	
36	4	1.2	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.172	0.193	0.167	0.186	0.199	0.214	
37	4	1.2	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.224	0.219	0.197	0.237	0.23	0.263	
38	4	1.2	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.197	0.201	0.179	0.209	0.211	0.236	
39	4	1.2	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.175	0.183	0.163	0.185	0.189	0.208	
40	4	1.2	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.203	0.192	0.176	0.212	0.203	0.234	
41	6	3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.134	0.132	0.135	0.136	0.139	
42	6	3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.135	0.133	0.139	0.137	0.142	
43	6	3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.134	0.132	0.137	0.136	0.141	
44	6	3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.133	0.13	0.135	0.135	0.138	
45	6	3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.133	0.132	0.138	0.135	0.141	
46	6	3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.172	0.172	0.16	0.18	0.179	0.196	
47	6	3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.16	0.165	0.152	0.168	0.17	0.185	
48	6	3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.182	0.173	0.163	0.189	0.182	0.204	
49	6	3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.168	0.166	0.155	0.175	0.172	0.19	
50	6	3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.183	0.168	0.16	0.188	0.177	0.201	
51	6	3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.2	0.2	0.181	0.211	0.209	0.234	
52	6	3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.18	0.186	0.167	0.19	0.194	0.213	
53	6	3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.213	0.197	0.183	0.222	0.21	0.243	
54	6	3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.19	0.184	0.17	0.199	0.193	0.218	
55	6	3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.173	0.173	0.159	0.181	0.18	0.199	
56	6	3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.226	0.222	0.2	0.24	0.234	0.268	
57	6	3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.196	0.202	0.18	0.209	0.21	0.236	
58	6	3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.242	0.217	0.202	0.252	0.232	0.275	
59	6	3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.209	0.198	0.181	0.219	0.209	0.241	
60	6	3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.186	0.181	0.166	0.194	0.19	0.214	
全体平均									平均	0.177	0.174	0.161	0.184	0.181	0.2
									差						
砂質土主体									%		-1.7			-1.7	
									平均	0.155	0.152	0.146	0.159	0.157	0.168
									差						
粘性土主体									%		-2.0			-1.3	
									平均	0.198	0.196	0.177	0.209	0.205	0.232
									差						
									%		-1.0			-2.0	

付表D-78 互層地盤（粘着力c変更（第3層：小，第5層：大））の矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数

case	tenba	RWL	kaitei	As2	Ac3	As4	Ac5	As6	0.10,0.10	0.10,0.15	0.15,0.10	0.10,0.25	0.25,0.10	0.10,0.40	0.40,0.10	0.10,0.60	0.60,0.10	
1	2	0.3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.129	0.129	0.132	0.129	0.137	0.133	
2	2	0.3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.129	0.129	0.129	0.131	0.13	0.134	0.133	0.141	0.136	
3	2	0.3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.129	0.128	0.133	0.131	0.14	0.134	
4	2	0.3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.126	0.128	0.127	0.131	0.129	0.138	0.132	
5	2	0.3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.126	0.129	0.128	0.132	0.13	0.14	0.134	
6	2	0.3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.132	0.132	0.141	0.136	0.158	0.144	0.19	0.166	
7	2	0.3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.128	0.129	0.129	0.135	0.132	0.148	0.137	0.177	0.153	
8	2	0.3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.133	0.134	0.134	0.146	0.141	0.166	0.153	0.208	0.177	
9	2	0.3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.129	0.13	0.138	0.134	0.152	0.142	0.188	0.163	
10	2	0.3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.133	0.133	0.133	0.145	0.141	0.165	0.151	0.209	0.173	
11	2	0.3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.137	0.137	0.137	0.155	0.145	0.181	0.16	0.23	0.194	
12	2	0.3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.131	0.131	0.142	0.137	0.162	0.146	0.206	0.17	
13	2	0.3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.141	0.141	0.14	0.163	0.153	0.196	0.171	0.258	0.21	
14	2	0.3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.134	0.133	0.133	0.147	0.141	0.17	0.154	0.222	0.184	
15	2	0.3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.129	0.138	0.135	0.154	0.143	0.192	0.166	
16	2	0.3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.142	0.142	0.142	0.169	0.155	0.203	0.175	0.267	0.221	
17	2	0.3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.133	0.133	0.15	0.141	0.175	0.153	0.231	0.186	
18	2	0.3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.15	0.15	0.15	0.182	0.168	0.227	0.192	0.308	0.242	
19	2	0.3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.138	0.138	0.137	0.158	0.149	0.188	0.166	0.255	0.203	
20	2	0.3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.132	0.131	0.132	0.144	0.139	0.165	0.151	0.214	0.177	
21	4	1.2	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.129	0.129	0.129	0.13	0.129	0.132	0.131	0.136	0.134	
22	4	1.2	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.128	0.128	0.129	0.128	0.131	0.13	0.136	0.132	
23	4	1.2	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.127	0.127	0.127	0.13	0.128	0.135	0.131	
24	4	1.2	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.126	0.126	0.128	0.127	0.131	0.129	0.137	0.134	
25	4	1.2	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.127	0.126	0.129	0.128	0.135	0.131	
26	4	1.2	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.134	0.134	0.144	0.14	0.159	0.15	0.189	0.172	
27	4	1.2	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.131	0.139	0.136	0.152	0.143	0.183	0.164	
28	4	1.2	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.128	0.129	0.129	0.135	0.132	0.146	0.139	0.173	0.156	
29	4	1.2	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.132	0.14	0.137	0.156	0.147	0.192	0.168	
30	4	1.2	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.128	0.135	0.133	0.147	0.14	0.177	0.158	
31	4	1.2	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.129	0.137	0.132	0.149	0.138	0.18	0.154	
32	4	1.2	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.135	0.135	0.134	0.148	0.142	0.17	0.156	0.216	0.187	
33	4	1.2	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.131	0.131	0.141	0.137	0.157	0.147	0.198	0.172	
34	4	1.2	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.128	0.135	0.132	0.146	0.139	0.178	0.158	
35	4	1.2	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.132	0.131	0.132	0.142	0.139	0.16	0.15	0.204	0.176	
36	4	1.2	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.131	0.131	0.141	0.135	0.157	0.143	0.198	0.164	
37	4	1.2	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.139	0.139	0.139	0.157	0.15	0.188	0.167	0.246	0.208	
38	4	1.2	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.134	0.134	0.147	0.142	0.169	0.155	0.22	0.186	
39	4	1.2	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.13	0.13	0.13	0.139	0.135	0.154	0.144	0.193	0.168	
40	4	1.2	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.136	0.136	0.135	0.15	0.145	0.173	0.159	0.228	0.191	
41	6	3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.129	0.128	0.131	0.129	0.136	0.132	
42	6	3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.128	0.128	0.13	0.129	0.133	0.131	0.139	0.134	
43	6	3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.127	0.127	0.129	0.128	0.131	0.13	0.138	0.134	
44	6	3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.127	0.127	0.13	0.129	0.136	0.131	
45	6	3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.126	0.126	0.128	0.127	0.131	0.129	0.138	0.133	
46	6	3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.131	0.14	0.136	0.153	0.145	0.182	0.163	
47	6	3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.128	0.135	0.132	0.145	0.139	0.173	0.155	
48	6	3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.132	0.132	0.142	0.137	0.158	0.148	0.193	0.17	
49	6	3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.129	0.136	0.135	0.148	0.143	0.177	0.161	
50	6	3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.131	0.132	0.141	0.138	0.156	0.147	0.194	0.167	
51	6	3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.136	0.135	0.136	0.149	0.144	0.171	0.157	0.216	0.188	
52	6	3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.132	0.131	0.131	0.14	0.137	0.157	0.146	0.196	0.171	
53	6	3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.137	0.138	0.138	0.154	0.148	0.178	0.162	0.231	0.196	
54	6	3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.133	0.133	0.132	0.143	0.14	0.162	0.151	0.206	0.179	
55	6	3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.129	0.138	0.134	0.151	0.143	0.186	0.165	
56	6	3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.141	0.14	0.141	0.159	0.15	0.188	0.17	0.247	0.211	
57	6	3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.134	0.134	0.147	0.141	0.168	0.154	0.219	0.186	
58	6	3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.144	0.144	0.144	0.166	0.159	0.2	0.178	0.269	0.221	
59	6	3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.136	0.136	0.137	0.151	0.146	0.176	0.162	0.232	0.196	
60	6	3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.132	0.132	0.131	0.142	0.139	0.16	0.15	0.204	0.176	
全体平均									平均	0.132	0.132	0.132	0.142	0.137	0.157	0.147	0.192	0.168
全体平均									差				0	-0.005		-0.010		-0.024
全体平均									%				0	-3.6		-6.8		-14.3
砂質土主体									平均	0.129	0.129	0.129	0.134	0.132	0.143	0.137	0.162	0.149
砂質土主体									差				0	-0.002		-0.006		-0.013
砂質土主体									%				0	-1.5		-4.4		-8.7
粘性土主体									平均	0.135	0.135	0.135	0.149	0.143	0.172	0.156	0.222	0.187
粘性土主体									差				0	-0.006		-0.016		-0.035
粘性土主体									%				0	-4.2		-10.3		-18.7

付表D-79 互層地盤（粘着力c変更（第3層：小，第5層：大））の矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数

case	tenba	RWL	kaitei	As2	Ac3	As4	Ac5	As6	0.15,0.15	0.15,0.25	0.25,0.15	0.15,0.40	0.40,0.15	0.15,0.60	0.60,0.15	0.25,0.25	0.25,0.40	0.40,0.25	
1	2	0.3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.13	0.129	0.132	0.13	0.137	0.133	0.131	0.133	0.131	
2	2	0.3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.129	0.131	0.13	0.134	0.132	0.141	0.137	0.133	0.135	0.134	
3	2	0.3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.13	0.129	0.133	0.13	0.14	0.134	0.131	0.133	0.132	
4	2	0.3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.128	0.127	0.131	0.129	0.137	0.132	0.129	0.132	0.13	
5	2	0.3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.129	0.128	0.132	0.129	0.141	0.133	0.13	0.133	0.132	
6	2	0.3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.142	0.136	0.159	0.145	0.189	0.167	0.146	0.162	0.154	
7	2	0.3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.128	0.136	0.132	0.148	0.137	0.178	0.153	0.139	0.151	0.144	
8	2	0.3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.146	0.141	0.167	0.152	0.207	0.177	0.153	0.173	0.164	
9	2	0.3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.138	0.134	0.153	0.143	0.188	0.163	0.143	0.157	0.15	
10	2	0.3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.133	0.146	0.14	0.166	0.151	0.208	0.173	0.153	0.172	0.162	
11	2	0.3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.137	0.155	0.145	0.181	0.16	0.23	0.195	0.162	0.188	0.175	
12	2	0.3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.143	0.135	0.162	0.146	0.207	0.17	0.147	0.166	0.156	
13	2	0.3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.141	0.163	0.154	0.195	0.172	0.258	0.211	0.174	0.205	0.191	
14	2	0.3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.133	0.147	0.141	0.17	0.154	0.222	0.184	0.155	0.176	0.167	
15	2	0.3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.139	0.134	0.153	0.144	0.193	0.166	0.144	0.158	0.152	
16	2	0.3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.143	0.168	0.154	0.203	0.175	0.266	0.221	0.178	0.212	0.197	
17	2	0.3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.149	0.141	0.175	0.153	0.232	0.186	0.157	0.181	0.168	
18	2	0.3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.15	0.183	0.168	0.227	0.192	0.306	0.242	0.198	0.238	0.22	
19	2	0.3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.138	0.157	0.149	0.188	0.166	0.255	0.203	0.168	0.197	0.183	
20	2	0.3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.132	0.144	0.138	0.165	0.15	0.215	0.178	0.151	0.17	0.16	
21	4	1.2	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.129	0.129	0.129	0.132	0.13	0.136	0.134	0.13	0.133	0.131	
22	4	1.2	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.129	0.128	0.131	0.129	0.136	0.133	0.129	0.131	0.13	
23	4	1.2	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.127	0.129	0.128	0.135	0.131	0.128	0.13	0.129	
24	4	1.2	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.128	0.127	0.131	0.129	0.138	0.133	0.129	0.132	0.131	
25	4	1.2	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.125	0.127	0.126	0.129	0.128	0.135	0.131	0.128	0.13	0.129	
26	4	1.2	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.144	0.14	0.159	0.149	0.19	0.173	0.15	0.164	0.159	
27	4	1.2	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.139	0.135	0.152	0.143	0.183	0.164	0.143	0.156	0.151	
28	4	1.2	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.135	0.132	0.145	0.139	0.173	0.155	0.139	0.149	0.144	
29	4	1.2	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.141	0.137	0.156	0.147	0.192	0.168	0.146	0.161	0.155	
30	4	1.2	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.135	0.133	0.147	0.14	0.176	0.158	0.14	0.151	0.147	
31	4	1.2	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.137	0.132	0.149	0.139	0.181	0.155	0.139	0.152	0.145	
32	4	1.2	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.134	0.148	0.142	0.17	0.156	0.216	0.187	0.155	0.176	0.167	
33	4	1.2	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.141	0.137	0.158	0.147	0.199	0.172	0.146	0.162	0.156	
34	4	1.2	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.135	0.132	0.147	0.139	0.178	0.158	0.139	0.15	0.146	
35	4	1.2	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.132	0.142	0.138	0.16	0.15	0.202	0.175	0.149	0.165	0.159	
36	4	1.2	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.131	0.141	0.135	0.158	0.143	0.197	0.164	0.145	0.161	0.152	
37	4	1.2	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.14	0.158	0.15	0.187	0.167	0.247	0.208	0.167	0.195	0.184	
38	4	1.2	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.148	0.141	0.169	0.155	0.221	0.187	0.154	0.175	0.166	
39	4	1.2	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.13	0.139	0.135	0.155	0.144	0.193	0.167	0.144	0.159	0.152	
40	4	1.2	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.135	0.15	0.145	0.173	0.159	0.229	0.192	0.158	0.18	0.172	
41	6	3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.129	0.129	0.131	0.129	0.136	0.133	0.13	0.132	0.131	
42	6	3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.128	0.13	0.128	0.132	0.13	0.139	0.135	0.13	0.133	0.133	
43	6	3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.127	0.128	0.128	0.131	0.129	0.138	0.133	0.13	0.132	0.131	
44	6	3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.127	0.127	0.129	0.129	0.136	0.132	0.128	0.13	0.129	
45	6	3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.126	0.128	0.127	0.131	0.129	0.137	0.133	0.129	0.131	0.13	
46	6	3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.14	0.136	0.153	0.144	0.183	0.164	0.143	0.157	0.152	
47	6	3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.135	0.132	0.145	0.138	0.172	0.155	0.138	0.148	0.144	
48	6	3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.133	0.141	0.138	0.158	0.148	0.193	0.171	0.147	0.162	0.157	
49	6	3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.136	0.134	0.147	0.141	0.179	0.16	0.141	0.152	0.148	
50	6	3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.141	0.138	0.157	0.148	0.194	0.168	0.147	0.162	0.156	
51	6	3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.136	0.149	0.144	0.17	0.157	0.216	0.188	0.157	0.176	0.168	
52	6	3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.131	0.141	0.137	0.158	0.146	0.196	0.172	0.146	0.162	0.155	
53	6	3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.138	0.153	0.148	0.178	0.163	0.231	0.197	0.163	0.186	0.176	
54	6	3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.133	0.143	0.139	0.162	0.152	0.206	0.178	0.15	0.168	0.161	
55	6	3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.13	0.137	0.135	0.151	0.143	0.185	0.165	0.142	0.155	0.15	
56	6	3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.14	0.159	0.151	0.188	0.169	0.246	0.21	0.169	0.196	0.185	
57	6	3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.147	0.141	0.168	0.154	0.218	0.185	0.154	0.175	0.166	
58	6	3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.144	0.166	0.158	0.201	0.178	0.268	0.221	0.178	0.211	0.197	
59	6	3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.136	0.151	0.146	0.176	0.161	0.233	0.195	0.16	0.183	0.175	
60	6	3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.132	0.143	0.139	0.16	0.15	0.204	0.177	0.149	0.166	0.159	
全体平均									平均	0.132	0.142	0.137	0.157	0.146	0.192	0.168	0.147	0.162	0.155
全体平均									差										
全体平均									%			-0.005		-0.011		-0.024			-0.007
砂質土主体									平均	0.129	0.134	0.132	0.143	0.137	0.162	0.149	0.137	0.145	0.142
砂質土主体									差										
砂質土主体									%			-0.002		-0.006		-0.013			-0.003
粘性土主体									平均	0.135	0.149	0.143	0.172	0.156	0.222	0.187	0.157	0.178	0.169
粘性土主体									差										
粘性土主体									%			-0.006		-0.016		-0.035			-0.009
粘性土主体									%			-4.2		-10.3		-18.7			-5.3

付表 D-80 互層地盤（粘着力 c 変更（第3層：小，第5層：大））の矢板壁に作用する主働土圧合力の変動係数

case	tenba	RWL	kaitei	As2	Ac3	As4	Ac5	As6	0.25,0.60	0.60,0.25	0.40,0.40	0.40,0.60	0.60,0.40	0.60,0.60	
1	2	0.3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.138	0.134	0.134	0.139	0.137	0.142	
2	2	0.3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.142	0.138	0.137	0.144	0.141	0.148	
3	2	0.3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.141	0.137	0.135	0.142	0.14	0.146	
4	2	0.3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.138	0.133	0.132	0.14	0.136	0.143	
5	2	0.3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.141	0.136	0.136	0.143	0.139	0.147	
6	2	0.3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.193	0.175	0.169	0.199	0.187	0.214	
7	2	0.3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.181	0.159	0.156	0.185	0.17	0.197	
8	2	0.3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.212	0.187	0.182	0.219	0.202	0.236	
9	2	0.3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.192	0.17	0.164	0.197	0.181	0.211	
10	2	0.3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.213	0.182	0.18	0.22	0.198	0.235	
11	2	0.3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.234	0.208	0.198	0.242	0.228	0.266	
12	2	0.3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.21	0.179	0.174	0.215	0.195	0.234	
13	2	0.3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.265	0.225	0.218	0.273	0.248	0.299	
14	2	0.3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.226	0.194	0.187	0.235	0.212	0.255	
15	2	0.3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.196	0.174	0.167	0.204	0.185	0.219	
16	2	0.3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.273	0.239	0.228	0.285	0.265	0.314	
17	2	0.3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.236	0.198	0.191	0.243	0.218	0.263	
18	2	0.3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.315	0.263	0.255	0.328	0.293	0.355	
19	2	0.3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.261	0.216	0.209	0.27	0.239	0.294	
20	2	0.3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.218	0.187	0.179	0.227	0.203	0.245	
21	4	1.2	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.135	0.134	0.139	0.137	0.142	
22	4	1.2	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.134	0.133	0.138	0.136	0.141	
23	4	1.2	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.132	0.131	0.136	0.134	0.139	
24	4	1.2	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.138	0.134	0.134	0.14	0.137	0.143	
25	4	1.2	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.133	0.131	0.138	0.135	0.141	
26	4	1.2	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.193	0.181	0.173	0.2	0.192	0.217	
27	4	1.2	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.187	0.17	0.163	0.193	0.182	0.208	
28	4	1.2	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.175	0.161	0.155	0.18	0.169	0.194	
29	4	1.2	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.195	0.176	0.169	0.203	0.188	0.218	
30	4	1.2	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.18	0.165	0.158	0.185	0.174	0.199	
31	4	1.2	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.183	0.161	0.157	0.187	0.172	0.199	
32	4	1.2	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.222	0.196	0.186	0.231	0.214	0.252	
33	4	1.2	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.202	0.179	0.17	0.208	0.193	0.226	
34	4	1.2	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.181	0.164	0.157	0.187	0.173	0.2	
35	4	1.2	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.207	0.184	0.175	0.215	0.197	0.233	
36	4	1.2	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.2	0.173	0.167	0.206	0.187	0.221	
37	4	1.2	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.254	0.221	0.209	0.265	0.242	0.29	
38	4	1.2	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.225	0.196	0.186	0.233	0.214	0.256	
39	4	1.2	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.196	0.175	0.166	0.202	0.187	0.22	
40	4	1.2	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.233	0.201	0.192	0.242	0.219	0.264	
41	6	3	-4.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.133	0.133	0.137	0.136	0.141	
42	6	3	-7.5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.14	0.136	0.135	0.142	0.139	0.145	
43	6	3	-10	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.139	0.134	0.134	0.14	0.137	0.143	
44	6	3	-13	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.133	0.131	0.138	0.135	0.141	
45	6	3	-16	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.139	0.134	0.133	0.141	0.137	0.144	
46	6	3	-4.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.185	0.17	0.164	0.192	0.182	0.207	
47	6	3	-7.5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.175	0.16	0.154	0.18	0.169	0.193	
48	6	3	-10	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.197	0.177	0.171	0.204	0.191	0.22	
49	6	3	-13	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.182	0.166	0.159	0.188	0.175	0.202	
50	6	3	-16	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.198	0.175	0.17	0.204	0.188	0.219	
51	6	3	-4.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.222	0.198	0.188	0.23	0.215	0.251	
52	6	3	-7.5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.201	0.179	0.17	0.207	0.193	0.225	
53	6	3	-10	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.237	0.207	0.198	0.247	0.226	0.27	
54	6	3	-13	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.21	0.187	0.177	0.218	0.201	0.238	
55	6	3	-16	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.189	0.172	0.162	0.196	0.182	0.212	
56	6	3	-4.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.254	0.224	0.211	0.264	0.245	0.292	
57	6	3	-7.5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.223	0.196	0.185	0.231	0.212	0.253	
58	6	3	-10	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.277	0.236	0.227	0.288	0.259	0.314	
59	6	3	-13	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.238	0.206	0.197	0.248	0.224	0.271	
60	6	3	-16	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.209	0.184	0.175	0.216	0.198	0.235	
全体平均									平均	0.195	0.175	0.169	0.201	0.187	0.216
									差						
砂質土主体									%		-0.020			-0.014	
									平均	0.164	0.153	0.15	0.168	0.16	0.177
粘性土主体									差		-0.011			-0.008	
									%		-7.2			-5.0	
									平均	0.227	0.197	0.189	0.235	0.215	0.256
									差		-0.030			-0.020	
									%		-15.2			-9.3	

付表 D-81 互層地盤（粘着力 c 統一（第 2 層，第 4 層））の矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数（1）

case	kaitei	neire	As1	Ac2	As3	Ac4	As5	0.10,0.10	0.10,0.15	0.15,0.10	0.10,0.25	0.25,0.10	0.10,0.40	0.40,0.10	0.10,0.60	0.60,0.10	
1	0	-3	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.139	0.139	0.14	0.139	0.14	0.139	0.141	0.139	0.142	
2	0	-4	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.139	0.138	0.141	
3	0	-5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.136	0.137	0.137	0.137	0.137	0.138	0.136	0.139	
4	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.136	0.135	0.136	0.136	0.136	0.137	0.136	0.138	
5	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.135	0.138	
6	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.136	0.135	0.136	0.137	
7	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.135	0.134	0.134	0.135	0.135	0.136	0.134	0.137	
8	0	-8	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.135	0.134	0.136	
9	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.134	0.134	0.133	0.134	0.134	0.134	0.133	0.135	
10	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.133	0.133	0.134	0.133	0.134	0.134	0.133	0.135	
11	0	-3	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.132	0.132	0.132	0.137	0.132	0.143	0.133	0.162	
12	0	-4	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.131	0.132	0.132	0.135	0.131	0.142	0.132	0.162	
13	0	-5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.131	0.131	0.135	0.131	0.141	0.131	0.159	
14	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.131	0.131	0.133	0.131	0.139	0.132	0.153	
15	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.13	0.131	0.13	0.134	0.131	0.14	0.13	0.158	
16	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.131	0.131	0.13	0.133	0.131	0.138	0.13	0.153	
17	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.13	0.13	0.133	0.13	0.139	0.13	0.157	
18	0	-8	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.13	0.13	0.132	0.13	0.138	0.13	0.152	
19	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.129	0.129	0.131	0.131	0.136	0.129	0.148	
20	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.13	0.13	0.132	0.13	0.137	0.129	0.151	
21	0	-3	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.13	0.13	0.138	0.129	0.153	0.129	0.191	
22	0	-4	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.129	0.129	0.137	0.129	0.152	0.129	0.187	
23	0	-5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.129	0.129	0.136	0.128	0.15	0.129	0.185	
24	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.129	0.129	0.135	0.129	0.145	0.129	0.173	
25	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.129	0.128	0.136	0.128	0.148	0.128	0.182	
26	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.127	0.128	0.128	0.134	0.128	0.144	0.128	0.172	
27	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.127	0.128	0.135	0.128	0.148	0.128	0.179	
28	0	-8	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.127	0.128	0.127	0.133	0.128	0.143	0.128	0.171	
29	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.128	0.127	0.132	0.128	0.141	0.128	0.164	
30	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.127	0.127	0.127	0.133	0.127	0.143	0.127	0.17	
31	0	-3	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.128	0.128	0.128	0.143	0.128	0.166	0.128	0.223	
32	0	-4	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.128	0.127	0.128	0.142	0.127	0.164	0.128	0.217	
33	0	-5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.128	0.14	0.127	0.161	0.127	0.211	
34	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.128	0.137	0.127	0.155	0.127	0.197	
35	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.127	0.138	0.127	0.158	0.127	0.207	
36	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.126	0.136	0.127	0.153	0.127	0.195	
37	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.126	0.127	0.127	0.138	0.127	0.157	0.127	0.202	
38	0	-8	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.126	0.126	0.136	0.126	0.151	0.126	0.193	
39	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.126	0.126	0.134	0.126	0.147	0.126	0.184	
40	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.126	0.126	0.135	0.126	0.15	0.126	0.189	
全体平均								平均	0.130	0.130	0.130	0.130	0.136	0.130	0.145	0.130	0.168
								差					0.006			0.038	
砂質土主体								%			0.0		4.4		10.3		22.6
								平均	0.133	0.133	0.133	0.133	0.135	0.133	0.138	0.133	0.147
粘性土主体								差			0.000		0.002		0.005		0.014
								%			0.0		1.5		3.6		9.5
全体平均								平均	0.128	0.127	0.128	0.128	0.136	0.128	0.151	0.128	0.19
								差			0.001		0.008		0.023		0.062
砂質土主体								%			0.8		5.9		15.2		32.6
								平均	0.128	0.127	0.128	0.128	0.136	0.128	0.151	0.128	0.19
粘性土主体								差			0.001		0.008		0.023		0.062
								%			0.8		5.9		15.2		32.6

付表 D-82 互層地盤（粘着力 c 統一（第 2 層，第 4 層））の矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数（2）

case	kaitei	neire	As1	Ac2	As3	Ac4	As5	0.15,0.15	0.15,0.25	0.25,0.15	0.15,0.40	0.40,0.15	0.15,0.60	0.60,0.15	0.25,0.25	0.25,0.40	0.40,0.25		
1	0	-3	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.139	0.139	0.139	0.139	0.14	0.14	0.142	0.139	0.14	0.14		
2	0	-4	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.138	0.138	0.138	0.138	0.139	0.137	0.141	0.138	0.138	0.139		
3	0	-5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.139	0.137	0.137	0.137		
4	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.136	0.136	0.136	0.137	0.135	0.138	0.137	0.136	0.136		
5	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.135	0.136	0.135	0.137	0.136	0.139	0.135	0.136	0.137		
6	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.136	0.137	0.135	0.135	0.135		
7	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.135	0.135	0.135	0.136	0.135	0.137	0.135	0.135	0.136		
8	0	-8	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.134	0.134	0.134	0.135	0.134	0.136	0.134	0.134	0.134		
9	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.133	0.134	0.133	0.134	0.133	0.136	0.134	0.133	0.134		
10	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.133	0.134	0.133	0.134	0.134	0.135	0.133	0.133	0.134		
11	0	-3	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.133	0.132	0.137	0.133	0.143	0.132	0.163	0.136	0.136	0.144		
12	0	-4	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.132	0.136	0.132	0.143	0.132	0.162	0.136	0.135	0.143		
13	0	-5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.132	0.135	0.131	0.141	0.131	0.16	0.135	0.135	0.141		
14	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.134	0.131	0.139	0.131	0.153	0.134	0.133	0.139		
15	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.135	0.131	0.14	0.131	0.158	0.134	0.134	0.14		
16	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.13	0.134	0.13	0.138	0.13	0.152	0.133	0.133	0.138		
17	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.133	0.13	0.14	0.13	0.157	0.133	0.134	0.139		
18	0	-8	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.133	0.13	0.138	0.131	0.151	0.133	0.133	0.138		
19	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.132	0.13	0.136	0.13	0.148	0.132	0.132	0.136		
20	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.132	0.13	0.137	0.129	0.151	0.133	0.132	0.137		
21	0	-3	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.138	0.13	0.153	0.129	0.191	0.138	0.138	0.152		
22	0	-4	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.137	0.128	0.151	0.129	0.187	0.138	0.137	0.151		
23	0	-5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.136	0.128	0.15	0.129	0.185	0.136	0.137	0.149		
24	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.135	0.129	0.146	0.129	0.173	0.135	0.134	0.145		
25	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.128	0.136	0.129	0.148	0.128	0.182	0.136	0.136	0.149		
26	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.134	0.128	0.145	0.128	0.173	0.134	0.134	0.144		
27	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.135	0.128	0.148	0.128	0.179	0.134	0.135	0.147		
28	0	-8	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.133	0.127	0.143	0.127	0.17	0.133	0.133	0.144		
29	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.133	0.128	0.141	0.127	0.164	0.132	0.133	0.141		
30	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.127	0.128	0.133	0.127	0.143	0.128	0.169	0.133	0.133	0.143		
31	0	-3	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.128	0.142	0.129	0.166	0.129	0.222	0.142	0.143	0.166		
32	0	-4	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.128	0.141	0.128	0.164	0.128	0.217	0.141	0.142	0.164		
33	0	-5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.14	0.128	0.161	0.128	0.212	0.14	0.139	0.161		
34	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.138	0.127	0.154	0.127	0.197	0.137	0.138	0.154		
35	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.14	0.127	0.158	0.127	0.206	0.139	0.138	0.158		
36	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.126	0.137	0.127	0.153	0.127	0.194	0.136	0.136	0.153		
37	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.138	0.127	0.157	0.126	0.202	0.137	0.138	0.156		
38	0	-8	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.127	0.136	0.126	0.152	0.126	0.192	0.136	0.136	0.152		
39	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.134	0.126	0.147	0.126	0.184	0.135	0.134	0.148		
40	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.135	0.126	0.15	0.125	0.19	0.135	0.135	0.15		
全体平均								平均	0.130	0.130	0.136	0.130	0.145	0.130	0.168	0.136	0.136	0.145	
全体平均								差			0.006		0.015		0.038				0.009
全体平均								%			4.4		10.3		22.6				6.2
砂質土主体								平均	0.133	0.133	0.135	0.133	0.138	0.133	0.147	0.135	0.135	0.138	
砂質土主体								差			0.002		0.005		0.014			0.003	
砂質土主体								%			1.5		3.6		9.5			2.2	
粘性土主体								平均	0.128	0.128	0.137	0.128	0.152	0.128	0.189	0.136	0.136	0.151	
粘性土主体								差			0.009		0.024		0.061			0.015	
粘性土主体								%			6.6		15.8		32.3				9.9

付表 D-83 互層地盤（粘着力 c 統一（第 2 層，第 4 層））の矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数 (3)

case	kaitei	neire	As1	Ac2	As3	Ac4	As5	0.25,0.60	0.60,0.25	0.40,0.40	0.40,0.60	0.60,0.40	0.60,0.60	
1	0	-3	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.139	0.142	0.14	0.14	0.142	0.142	
2	0	-4	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.14	0.139	0.138	0.141	0.14	
3	0	-5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.139	0.138	0.138	0.139	0.139	
4	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.138	0.136	0.136	0.138	0.138	
5	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.139	0.136	0.136	0.138	0.138	
6	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.137	0.136	0.135	0.137	0.137	
7	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.138	0.135	0.136	0.137	0.137	
8	0	-8	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.136	0.134	0.134	0.136	0.136	
9	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.135	0.134	0.135	0.135	0.135	
10	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.136	0.134	0.135	0.136	0.135	
11	0	-3	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.135	0.163	0.143	0.144	0.163	0.163	
12	0	-4	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.136	0.161	0.142	0.142	0.161	0.162	
13	0	-5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.16	0.141	0.141	0.16	0.16	
14	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.154	0.138	0.138	0.153	0.153	
15	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.159	0.141	0.14	0.158	0.158	
16	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.152	0.138	0.138	0.152	0.152	
17	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.157	0.14	0.139	0.157	0.157	
18	0	-8	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.133	0.152	0.138	0.137	0.152	0.151	
19	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.148	0.136	0.136	0.148	0.148	
20	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.133	0.15	0.137	0.137	0.151	0.152	
21	0	-3	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.138	0.19	0.153	0.153	0.191	0.191	
22	0	-4	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.137	0.188	0.151	0.151	0.187	0.188	
23	0	-5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.137	0.185	0.15	0.149	0.185	0.185	
24	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.134	0.173	0.145	0.145	0.173	0.173	
25	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.136	0.182	0.149	0.149	0.182	0.182	
26	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.134	0.172	0.144	0.144	0.172	0.172	
27	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.135	0.179	0.147	0.147	0.18	0.179	
28	0	-8	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.134	0.171	0.144	0.144	0.171	0.17	
29	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.133	0.164	0.141	0.142	0.164	0.164	
30	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.133	0.17	0.143	0.143	0.17	0.169	
31	0	-3	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.143	0.223	0.167	0.166	0.221	0.221	
32	0	-4	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.141	0.217	0.163	0.163	0.217	0.218	
33	0	-5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.14	0.211	0.16	0.161	0.211	0.212	
34	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.137	0.198	0.155	0.154	0.197	0.197	
35	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.139	0.207	0.158	0.158	0.207	0.207	
36	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.137	0.195	0.153	0.153	0.194	0.194	
37	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.138	0.203	0.156	0.156	0.202	0.202	
38	0	-8	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.136	0.191	0.151	0.151	0.192	0.192	
39	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.134	0.183	0.147	0.148	0.183	0.183	
40	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.135	0.189	0.15	0.15	0.189	0.189	
全体平均								平均	0.136	0.168	0.145	0.145	0.168	0.168
								差			0.032			0.023
砂質土主体								%		19.0			14	
								平均	0.135	0.147	0.138	0.138	0.147	0.147
								差			0.012			0.009
粘性土主体								%		8.2			6	
								平均	0.137	0.19	0.151	0.151	0.189	0.189
								差			0.053			0
%										27.9			20	

付表 D-84 互層地盤（粘着力 c 変更（第 2 層：大，第 4 層：小））の矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数

case	kaitei	neire	As1	Ac2	As3	Ac4	As5	0.10,0.10	0.10,0.15	0.15,0.10	0.10,0.25	0.25,0.10	0.10,0.40	0.40,0.10	0.10,0.60	0.60,0.10		
1	0	-3	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.139	0.139	0.139	0.139	0.14	0.139	0.141	0.139	0.143		
2	0	-4	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.138	0.137	0.137	0.137	0.138	0.137	0.139	0.138	0.141		
3	0	-5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.136	0.137	0.137	0.137	0.137	0.138	0.136	0.14		
4	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.136	0.135	0.136	0.136	0.136	0.137	0.136	0.138		
5	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.136	0.135	0.136	0.135	0.135	0.136	0.135	0.138		
6	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.135	0.135	0.135	0.136	0.135	0.136	0.135	0.137		
7	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.135	0.134	0.134	0.135	0.135	0.136	0.134	0.137		
8	0	-8	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.135	0.134	0.136		
9	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.133	0.134	0.133	0.134	0.134	0.134	0.133	0.135		
10	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.133	0.133	0.134	0.133	0.133	0.134	0.133	0.136		
11	0	-3	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.132	0.131	0.132	0.137	0.132	0.145	0.132	0.169		
12	0	-4	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.132	0.132	0.136	0.131	0.144	0.131	0.167		
13	0	-5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.13	0.131	0.13	0.135	0.131	0.143	0.13	0.163		
14	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.131	0.131	0.134	0.131	0.14	0.131	0.156		
15	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.13	0.13	0.134	0.131	0.141	0.13	0.161		
16	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.131	0.131	0.129	0.133	0.13	0.139	0.13	0.155		
17	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.129	0.13	0.134	0.13	0.14	0.13	0.16		
18	0	-8	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.13	0.13	0.132	0.13	0.138	0.129	0.154		
19	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.129	0.129	0.131	0.13	0.137	0.129	0.149		
20	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.129	0.13	0.132	0.129	0.137	0.129	0.152		
21	0	-3	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.129	0.13	0.139	0.129	0.157	0.129	0.201		
22	0	-4	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.129	0.129	0.138	0.129	0.155	0.129	0.195		
23	0	-5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.128	0.129	0.137	0.128	0.152	0.129	0.19		
24	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.128	0.129	0.135	0.129	0.147	0.129	0.178		
25	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.128	0.128	0.136	0.128	0.15	0.128	0.186		
26	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.127	0.128	0.128	0.135	0.128	0.145	0.128	0.175		
27	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.127	0.128	0.136	0.128	0.149	0.128	0.182		
28	0	-8	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.127	0.128	0.127	0.134	0.128	0.145	0.127	0.174		
29	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.127	0.128	0.128	0.127	0.133	0.127	0.142	0.128	0.167		
30	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.127	0.127	0.127	0.127	0.133	0.127	0.144	0.127	0.172		
31	0	-3	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.129	0.129	0.129	0.145	0.129	0.171	0.128	0.233		
32	0	-4	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.128	0.128	0.129	0.143	0.128	0.167	0.129	0.225		
33	0	-5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.128	0.128	0.128	0.141	0.127	0.163	0.127	0.217		
34	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.128	0.138	0.127	0.157	0.127	0.203		
35	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.127	0.127	0.127	0.139	0.127	0.16	0.127	0.211		
36	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.126	0.137	0.127	0.155	0.127	0.199		
37	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.127	0.139	0.127	0.158	0.127	0.206		
38	0	-8	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.126	0.127	0.136	0.126	0.153	0.126	0.196		
39	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.126	0.126	0.134	0.126	0.148	0.126	0.187		
40	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.126	0.126	0.136	0.126	0.151	0.126	0.192		
全体平均								平均	0.130	0.130	0.130	0.130	0.136	0.130	0.146	0.130	0.171	
全体平均								差			0.000		0.006		0.016			0.041
全体平均								%			0.0		4.4		11.0			24.0
砂質土主体								平均	0.133	0.133	0.133	0.133	0.135	0.133	0.139	0.133	0.148	
砂質土主体								差			0.000		0.002		0.006		0.015	
砂質土主体								%			0.0		1.5		4.3		10.1	
粘性土主体								平均	0.128	0.128	0.128	0.128	0.137	0.128	0.153	0.128	0.194	
粘性土主体								差			0.000		0.009		0.025		0.066	
粘性土主体								%			0.0		6.6		16.3		34.0	

付表 D-85 互層地盤（粘着力 c 変更（第 2 層：大，第 4 層：小））の矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数

case	kaitei	neire	As1	Ac2	As3	Ac4	As5	0.15,0.15	0.15,0.25	0.25,0.15	0.15,0.40	0.40,0.15	0.15,0.60	0.60,0.15	0.25,0.25	0.25,0.40	0.40,0.25		
1	0	-3	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.139	0.139	0.139	0.139	0.14	0.139	0.142	0.139	0.139	0.14		
2	0	-4	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.138	0.137	0.138	0.138	0.139	0.137	0.141	0.138	0.138	0.139		
3	0	-5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.14	0.137	0.137	0.137		
4	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.136	0.136	0.135	0.137	0.135	0.138	0.137	0.136	0.136		
5	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.135	0.135	0.135	0.137	0.135	0.139	0.135	0.136	0.137		
6	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.134	0.135	0.135	0.135	0.135	0.136	0.137	0.135	0.135		
7	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.135	0.135	0.134	0.136	0.135	0.138	0.135	0.135	0.136		
8	0	-8	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.134	0.134	0.134	0.135	0.134	0.136	0.134	0.134	0.134		
9	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.133	0.134	0.133	0.134	0.133	0.136	0.134	0.133	0.134		
10	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.133	0.134	0.133	0.134	0.133	0.136	0.133	0.133	0.134		
11	0	-3	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.132	0.137	0.132	0.146	0.132	0.169	0.137	0.136	0.146		
12	0	-4	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.136	0.131	0.144	0.131	0.166	0.136	0.136	0.144		
13	0	-5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.135	0.13	0.142	0.131	0.163	0.135	0.135	0.142		
14	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.134	0.131	0.139	0.131	0.156	0.134	0.133	0.14		
15	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.135	0.13	0.141	0.13	0.16	0.135	0.134	0.141		
16	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.134	0.13	0.139	0.13	0.155	0.133	0.133	0.138		
17	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.133	0.13	0.141	0.13	0.159	0.133	0.134	0.14		
18	0	-8	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.133	0.13	0.138	0.13	0.153	0.133	0.133	0.138		
19	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.13	0.132	0.129	0.136	0.13	0.149	0.132	0.132	0.136		
20	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.133	0.129	0.137	0.129	0.153	0.133	0.132	0.138		
21	0	-3	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.139	0.129	0.157	0.129	0.201	0.139	0.139	0.156		
22	0	-4	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.139	0.128	0.154	0.129	0.194	0.139	0.138	0.154		
23	0	-5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.137	0.128	0.152	0.129	0.19	0.137	0.138	0.151		
24	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.135	0.129	0.147	0.129	0.177	0.135	0.135	0.147		
25	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.128	0.136	0.128	0.15	0.128	0.186	0.136	0.136	0.15		
26	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.134	0.128	0.146	0.127	0.176	0.134	0.135	0.146		
27	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.135	0.128	0.149	0.128	0.183	0.135	0.135	0.148		
28	0	-8	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.134	0.127	0.144	0.127	0.173	0.134	0.134	0.145		
29	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.133	0.128	0.142	0.127	0.167	0.133	0.133	0.142		
30	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.127	0.128	0.134	0.127	0.144	0.128	0.172	0.133	0.133	0.144		
31	0	-3	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.129	0.145	0.13	0.171	0.129	0.233	0.145	0.145	0.171		
32	0	-4	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.129	0.143	0.128	0.167	0.128	0.225	0.143	0.143	0.167		
33	0	-5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.141	0.128	0.164	0.128	0.217	0.141	0.141	0.163		
34	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.139	0.127	0.157	0.127	0.202	0.138	0.138	0.157		
35	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.141	0.127	0.16	0.127	0.211	0.14	0.139	0.16		
36	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.126	0.137	0.127	0.155	0.127	0.198	0.137	0.137	0.155		
37	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.138	0.127	0.158	0.127	0.206	0.138	0.139	0.158		
38	0	-8	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.127	0.137	0.126	0.153	0.126	0.195	0.137	0.137	0.153		
39	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.134	0.126	0.149	0.126	0.187	0.135	0.135	0.149		
40	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.135	0.126	0.151	0.125	0.193	0.136	0.136	0.151		
全体平均								平均	0.130	0.130	0.136	0.130	0.146	0.130	0.171	0.136	0.136	0.146	
全体平均								差			0.006		0.016		0.041				0.010
全体平均								%			4.4		11.0		24.0				6.8
砂質土主体								平均	0.133	0.133	0.135	0.133	0.138	0.133	0.148	0.135	0.135	0.138	
砂質土主体								差			0.002		0.005		0.015			0.003	
砂質土主体								%			1.5		3.6		10.1			2.2	
粘性土主体								平均	0.128	0.128	0.137	0.128	0.154	0.128	0.194	0.137	0.137	0.153	
粘性土主体								差			0.009		0.026		0.066			0.016	
粘性土主体								%			6.6		16.9		34.0			10.5	

付表 D-86 互層地盤（粘着力 c 変更（第2層：大，第4層：小））の矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数

case	kaitei	neire	As1	Ac2	As3	Ac4	As5	0.25,0.60	0.60,0.25	0.40,0.40	0.40,0.60	0.60,0.40	0.60,0.60	
1	0	-3	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.139	0.143	0.14	0.14	0.143	0.143	
2	0	-4	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.141	0.139	0.138	0.141	0.141	
3	0	-5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.139	0.138	0.138	0.14	0.14	
4	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.138	0.136	0.136	0.138	0.138	
5	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.139	0.136	0.136	0.138	0.139	
6	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.137	0.136	0.135	0.138	0.137	
7	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.138	0.135	0.136	0.138	0.138	
8	0	-8	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.136	0.134	0.134	0.137	0.136	
9	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.135	0.134	0.135	0.135	0.136	
10	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.136	0.134	0.135	0.136	0.136	
11	0	-3	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.136	0.169	0.145	0.146	0.169	0.169	
12	0	-4	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.136	0.166	0.144	0.144	0.166	0.166	
13	0	-5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.135	0.163	0.143	0.142	0.163	0.163	
14	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.156	0.139	0.139	0.156	0.156	
15	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.135	0.162	0.142	0.141	0.161	0.161	
16	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.155	0.139	0.139	0.155	0.154	
17	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.159	0.141	0.14	0.159	0.16	
18	0	-8	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.133	0.154	0.138	0.138	0.154	0.153	
19	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.149	0.137	0.137	0.149	0.15	
20	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.133	0.152	0.138	0.138	0.152	0.153	
21	0	-3	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.14	0.2	0.157	0.157	0.201	0.2	
22	0	-4	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.138	0.194	0.154	0.154	0.194	0.194	
23	0	-5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.138	0.19	0.152	0.152	0.19	0.19	
24	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.135	0.178	0.147	0.147	0.178	0.178	
25	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.136	0.186	0.151	0.151	0.186	0.186	
26	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.135	0.176	0.145	0.146	0.176	0.176	
27	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.135	0.183	0.149	0.148	0.183	0.182	
28	0	-8	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.134	0.174	0.145	0.145	0.174	0.173	
29	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.133	0.167	0.142	0.143	0.167	0.167	
30	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.133	0.172	0.144	0.144	0.172	0.172	
31	0	-3	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.145	0.234	0.172	0.171	0.232	0.232	
32	0	-4	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.142	0.224	0.167	0.167	0.225	0.225	
33	0	-5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.141	0.217	0.163	0.163	0.217	0.217	
34	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.138	0.204	0.157	0.157	0.203	0.202	
35	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.139	0.211	0.161	0.16	0.211	0.211	
36	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.138	0.199	0.155	0.155	0.198	0.198	
37	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.138	0.206	0.158	0.158	0.205	0.206	
38	0	-8	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.137	0.195	0.153	0.153	0.195	0.195	
39	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.135	0.186	0.149	0.149	0.186	0.187	
40	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.136	0.192	0.151	0.151	0.192	0.192	
全体平均								平均	0.136	0.171	0.146	0.146	0.171	0.171
								差		0.035			0.025	
砂質土主体								%		20.5			15	
								平均	0.135	0.148	0.138	0.138	0.148	0.148
粘性土主体								差		0.013			0.010	
								%		8.8			7	
粘性土主体								平均	0.137	0.194	0.154	0.154	0.194	0.194
								差		0.057			0	
粘性土主体								%		29.4			21	

付表 D-87 互層地盤（粘着力 c 変更（第 2 層：小，第 4 層：大））の矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数

case	kaitei	neire	As1	Ac2	As3	Ac4	As5	0.10,0.10	0.10,0.15	0.15,0.10	0.10,0.25	0.25,0.10	0.10,0.40	0.40,0.10	0.10,0.60	0.60,0.10	
1	0	-3	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.139	0.139	0.139	0.139	0.14	0.139	0.141	0.139	0.143	
2	0	-4	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.138	0.137	0.137	0.137	0.138	0.137	0.139	0.138	0.141	
3	0	-5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.136	0.137	0.137	0.137	0.137	0.138	0.136	0.14	
4	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.136	0.135	0.136	0.136	0.136	0.137	0.136	0.138	
5	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.136	0.135	0.136	0.135	0.135	0.136	0.135	0.138	
6	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.135	0.135	0.135	0.135	0.136	0.135	0.136	0.137	
7	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.135	0.134	0.134	0.135	0.135	0.136	0.134	0.137	
8	0	-8	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.135	0.134	0.136	
9	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.133	0.134	0.133	0.134	0.134	0.134	0.133	0.135	
10	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.133	0.133	0.134	0.133	0.133	0.134	0.133	0.136	
11	0	-3	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.132	0.131	0.132	0.137	0.132	0.145	0.132	0.169	
12	0	-4	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.132	0.132	0.136	0.131	0.144	0.131	0.167	
13	0	-5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.13	0.131	0.13	0.135	0.131	0.142	0.13	0.163	
14	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.131	0.131	0.134	0.131	0.14	0.131	0.156	
15	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.13	0.13	0.134	0.131	0.141	0.13	0.161	
16	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.131	0.131	0.129	0.133	0.13	0.139	0.13	0.155	
17	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.13	0.13	0.134	0.13	0.14	0.13	0.16	
18	0	-8	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.13	0.13	0.132	0.13	0.138	0.129	0.154	
19	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.129	0.129	0.131	0.13	0.137	0.129	0.149	
20	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.129	0.13	0.132	0.129	0.137	0.129	0.152	
21	0	-3	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.13	0.13	0.139	0.129	0.157	0.129	0.201	
22	0	-4	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.129	0.129	0.138	0.129	0.155	0.129	0.194	
23	0	-5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.128	0.129	0.137	0.128	0.152	0.129	0.19	
24	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.128	0.129	0.135	0.129	0.147	0.129	0.178	
25	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.128	0.128	0.136	0.128	0.15	0.128	0.186	
26	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.127	0.128	0.128	0.135	0.128	0.145	0.128	0.175	
27	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.127	0.128	0.136	0.128	0.149	0.128	0.182	
28	0	-8	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.127	0.128	0.127	0.134	0.128	0.145	0.127	0.174	
29	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.127	0.128	0.128	0.127	0.133	0.127	0.142	0.128	0.167	
30	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.127	0.127	0.127	0.127	0.133	0.127	0.144	0.127	0.172	
31	0	-3	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.129	0.129	0.129	0.145	0.129	0.171	0.128	0.233	
32	0	-4	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.128	0.127	0.128	0.143	0.128	0.167	0.129	0.225	
33	0	-5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.128	0.128	0.128	0.141	0.127	0.163	0.127	0.217	
34	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.128	0.138	0.127	0.157	0.127	0.203	
35	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.127	0.127	0.127	0.139	0.127	0.16	0.127	0.211	
36	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.126	0.137	0.127	0.155	0.127	0.199	
37	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.127	0.127	0.139	0.127	0.158	0.127	0.206	
38	0	-8	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.126	0.126	0.136	0.126	0.153	0.126	0.196	
39	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.126	0.126	0.134	0.126	0.148	0.126	0.187	
40	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.126	0.126	0.136	0.126	0.151	0.126	0.192	
全体平均								平均	0.130	0.130	0.130	0.130	0.136	0.130	0.146	0.130	0.171
								差					0.006		0.016		0.041
								%					4.4		11.0		24.0
砂質土主体								平均	0.133	0.133	0.133	0.133	0.135	0.133	0.138	0.133	0.148
								差					0.002		0.005		0.015
								%					1.5		3.6		10.1
粘性土主体								平均	0.128	0.128	0.128	0.128	0.137	0.128	0.153	0.128	0.194
								差					0.009		0.025		0.066
								%					6.6		16.3		34.0

付表 D-88 互層地盤（粘着力 c 変更（第 2 層：小，第 4 層：大））の矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数

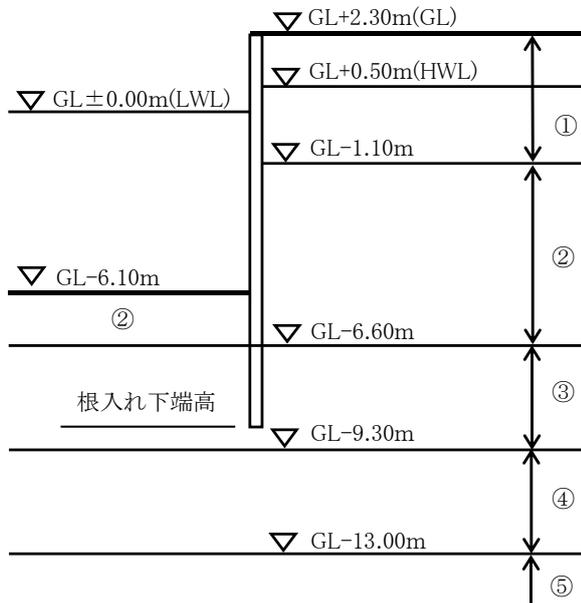
case	kaitei	neire	As1	Ac2	As3	Ac4	As5	0.15,0.15	0.15,0.25	0.25,0.15	0.15,0.40	0.40,0.15	0.15,0.60	0.60,0.15	0.25,0.25	0.25,0.40	0.40,0.25	
1	0	-3	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.138	0.139	0.139	0.139	0.14	0.139	0.142	0.139	0.139	0.14	
2	0	-4	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.138	0.137	0.138	0.138	0.139	0.137	0.141	0.138	0.138	0.139	
3	0	-5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.14	0.137	0.137	0.137	
4	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.136	0.136	0.135	0.137	0.135	0.138	0.137	0.136	0.136	
5	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.135	0.135	0.135	0.137	0.135	0.139	0.135	0.136	0.137	
6	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.134	0.135	0.135	0.135	0.135	0.136	0.137	0.135	0.135	
7	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.135	0.135	0.134	0.136	0.135	0.138	0.135	0.135	0.136	
8	0	-8	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.134	0.134	0.134	0.135	0.134	0.136	0.134	0.134	0.134	
9	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.133	0.134	0.133	0.134	0.133	0.136	0.134	0.133	0.134	
10	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.133	0.134	0.133	0.134	0.133	0.136	0.133	0.133	0.134	
11	0	-3	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.132	0.137	0.132	0.146	0.132	0.169	0.137	0.136	0.146	
12	0	-4	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.136	0.131	0.144	0.131	0.166	0.136	0.136	0.144	
13	0	-5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.135	0.13	0.142	0.131	0.163	0.135	0.135	0.142	
14	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.131	0.131	0.134	0.131	0.139	0.131	0.156	0.134	0.133	0.14	
15	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.135	0.13	0.141	0.13	0.16	0.135	0.134	0.141	
16	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.134	0.13	0.139	0.13	0.155	0.133	0.133	0.138	
17	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.133	0.13	0.141	0.13	0.159	0.133	0.134	0.14	
18	0	-8	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.13	0.13	0.133	0.13	0.138	0.13	0.153	0.133	0.133	0.138	
19	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.13	0.132	0.129	0.136	0.13	0.149	0.132	0.132	0.137	
20	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.129	0.129	0.133	0.129	0.137	0.129	0.153	0.133	0.132	0.138	
21	0	-3	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.14	0.129	0.157	0.129	0.201	0.14	0.139	0.157	
22	0	-4	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.139	0.128	0.154	0.129	0.194	0.139	0.138	0.154	
23	0	-5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.129	0.137	0.128	0.152	0.129	0.19	0.137	0.137	0.151	
24	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.135	0.129	0.147	0.129	0.177	0.135	0.135	0.147	
25	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.129	0.128	0.136	0.128	0.15	0.128	0.186	0.136	0.136	0.15	
26	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.134	0.128	0.146	0.127	0.177	0.134	0.135	0.146	
27	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.135	0.128	0.149	0.128	0.183	0.135	0.135	0.148	
28	0	-8	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.134	0.127	0.144	0.127	0.173	0.134	0.134	0.145	
29	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.128	0.128	0.133	0.128	0.142	0.127	0.167	0.133	0.133	0.142	
30	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.127	0.128	0.134	0.127	0.144	0.128	0.172	0.133	0.133	0.144	
31	0	-3	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.129	0.129	0.145	0.13	0.171	0.129	0.233	0.145	0.145	0.171	
32	0	-4	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.128	0.129	0.143	0.128	0.167	0.128	0.225	0.143	0.143	0.167	
33	0	-5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.141	0.128	0.164	0.128	0.217	0.141	0.141	0.163	
34	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.139	0.127	0.157	0.127	0.203	0.138	0.138	0.157	
35	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.141	0.127	0.16	0.127	0.211	0.14	0.139	0.16	
36	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.126	0.137	0.127	0.155	0.127	0.198	0.137	0.137	0.155	
37	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.127	0.127	0.138	0.127	0.158	0.127	0.206	0.138	0.139	0.158	
38	0	-8	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.127	0.137	0.126	0.153	0.126	0.195	0.137	0.137	0.153	
39	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.134	0.126	0.149	0.126	0.187	0.135	0.135	0.149	
40	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.126	0.126	0.135	0.126	0.151	0.125	0.193	0.136	0.136	0.151	
全体平均								平均	0.130	0.130	0.136	0.130	0.146	0.130	0.171	0.136	0.136	0.146
全体平均								差			0.006		0.016		0.041			0.010
全体平均								%			4.4		11.0		24.0			6.8
砂質土主体								平均	0.133	0.133	0.135	0.133	0.138	0.133	0.148	0.135	0.135	0.138
砂質土主体								差			0.002		0.005		0.015		0.003	
砂質土主体								%			1.5		3.6		10.1		2.2	
粘性土主体								平均	0.128	0.128	0.137	0.128	0.154	0.128	0.194	0.137	0.137	0.153
粘性土主体								差			0.009		0.026		0.066		0.016	
粘性土主体								%			6.6		16.9		34.0		10.5	

付表 D-89 互層地盤（粘着力 c 変更（第 2 層：小，第 4 層：大））の矢板壁に作用する受働土圧合力の変動係数

case	kaitei	neire	As1	Ac2	As3	Ac4	As5	0.25,0.60	0.60,0.25	0.40,0.40	0.40,0.60	0.60,0.40	0.60,0.60	
1	0	-3	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.139	0.143	0.14	0.14	0.143	0.143	
2	0	-4	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.141	0.139	0.138	0.141	0.141	
3	0	-5	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.137	0.139	0.138	0.138	0.14	0.14	
4	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.138	0.136	0.136	0.138	0.138	
5	0	-6	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.136	0.139	0.136	0.136	0.138	0.139	
6	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.137	0.136	0.135	0.138	0.137	
7	0	-7	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.135	0.138	0.135	0.136	0.138	0.138	
8	0	-8	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.136	0.134	0.134	0.137	0.136	
9	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.134	0.135	0.134	0.135	0.135	0.136	
10	0	-9	0.30	0.05	0.30	0.05	0.30	0.133	0.136	0.134	0.135	0.136	0.136	
11	0	-3	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.136	0.17	0.145	0.146	0.169	0.169	
12	0	-4	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.136	0.166	0.144	0.144	0.166	0.166	
13	0	-5	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.135	0.164	0.143	0.142	0.163	0.163	
14	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.156	0.139	0.139	0.156	0.156	
15	0	-6	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.135	0.162	0.142	0.141	0.161	0.161	
16	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.155	0.139	0.139	0.155	0.155	
17	0	-7	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.134	0.159	0.141	0.14	0.159	0.159	
18	0	-8	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.133	0.154	0.138	0.138	0.154	0.153	
19	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.132	0.149	0.137	0.137	0.149	0.15	
20	0	-9	0.22	0.17	0.22	0.17	0.22	0.133	0.152	0.138	0.138	0.152	0.153	
21	0	-3	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.14	0.2	0.157	0.157	0.201	0.2	
22	0	-4	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.138	0.194	0.154	0.154	0.194	0.195	
23	0	-5	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.138	0.19	0.152	0.152	0.19	0.19	
24	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.135	0.178	0.147	0.147	0.178	0.178	
25	0	-6	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.136	0.186	0.151	0.151	0.187	0.186	
26	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.135	0.176	0.146	0.146	0.176	0.176	
27	0	-7	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.135	0.183	0.149	0.148	0.183	0.182	
28	0	-8	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.134	0.174	0.145	0.145	0.174	0.173	
29	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.133	0.167	0.142	0.143	0.167	0.167	
30	0	-9	0.17	0.25	0.17	0.25	0.17	0.133	0.172	0.144	0.144	0.172	0.172	
31	0	-3	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.145	0.234	0.172	0.171	0.232	0.232	
32	0	-4	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.143	0.224	0.167	0.167	0.224	0.225	
33	0	-5	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.141	0.217	0.163	0.163	0.217	0.217	
34	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.138	0.204	0.157	0.157	0.203	0.202	
35	0	-6	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.139	0.211	0.16	0.16	0.211	0.212	
36	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.138	0.199	0.155	0.155	0.198	0.198	
37	0	-7	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.138	0.206	0.158	0.158	0.205	0.206	
38	0	-8	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.137	0.195	0.153	0.153	0.195	0.195	
39	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.135	0.186	0.149	0.149	0.186	0.187	
40	0	-9	0.11	0.33	0.11	0.33	0.11	0.136	0.192	0.151	0.151	0.192	0.192	
全体平均								平均	0.136	0.171	0.146	0.146	0.171	0.171
								差			0.035			0.025
砂質土主体								%		20.5			15	
								平均	0.135	0.148	0.138	0.138	0.148	0.148
粘性土主体								差		0.013			0.010	
								%		8.8			7	
全体平均								平均	0.137	0.194	0.154	0.154	0.194	0.194
								差		0.057			0	
砂質土主体								%		29.4			21	
								%						

付録 E MCSによる信頼性解析を行う検討断面

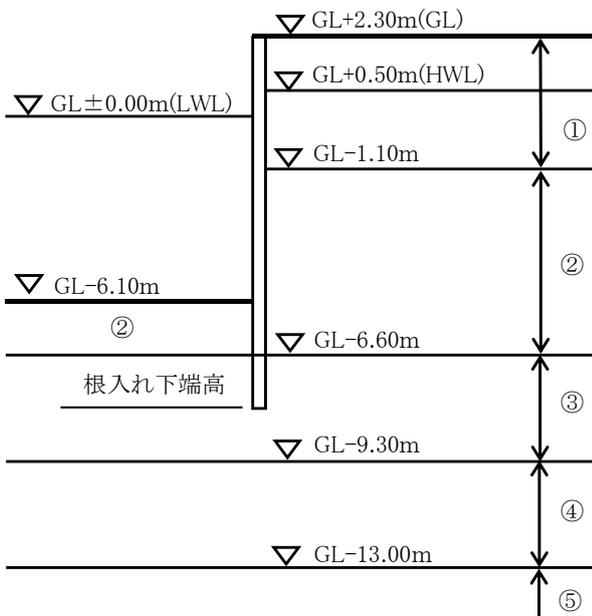
ケース 13



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	34.0	-	18.0	3.4
②	砂質土	33.0	-	18.0	5.5
③	粘性土	-	43.0	15.1	2.7
④	砂質土	39.0	-	18.0	3.7
⑤	砂質土	45.0	-	18.0	50.0

- ・上載荷重 : 20.0kN/m² (地震時は10.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +0.70m

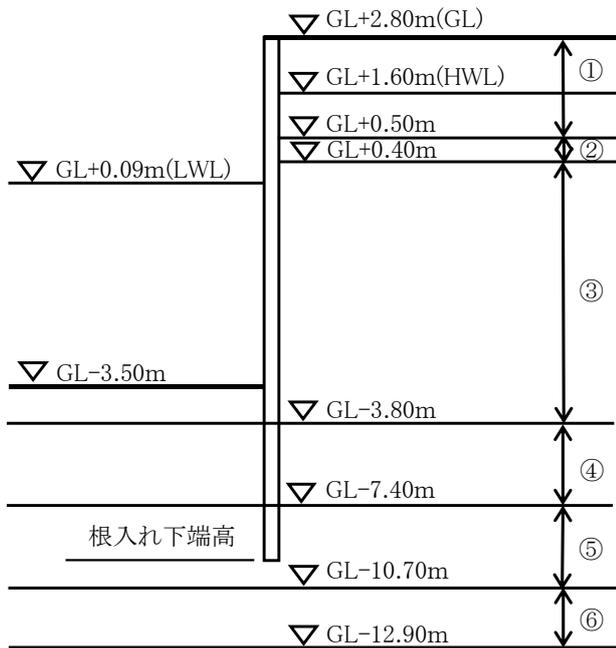
ケース 14



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	34.0	-	18.0	3.4
②	砂質土	33.0	-	18.0	5.5
③	粘性土	-	43.0	15.1	2.7
④	砂質土	39.0	-	18.0	3.7
⑤	砂質土	45.0	-	18.0	50.0

- ・上載荷重 : 10.0kN/m² (地震時は5.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +0.7m

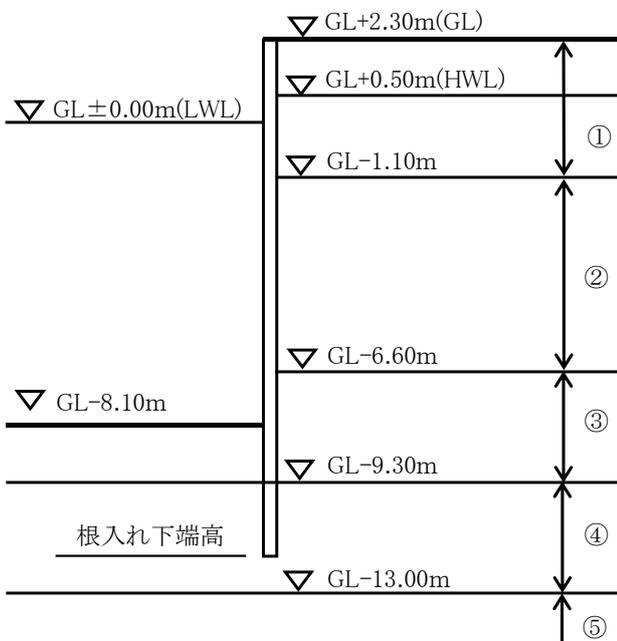
ケース 15



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	32.0	-	18.7	2.3
②	砂質土	32.0	-	18.7	0.1
③	砂質土	30.0	-	19.1	4.2
④	粘性土	-	38.6	16.9	3.6
⑤	砂質土	29.0	-	19.8	3.3
⑥	砂質土	30.0	-	18.0	2.2

- ・上載荷重 : 10.0kN/m² (地震時は5.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +1.1m

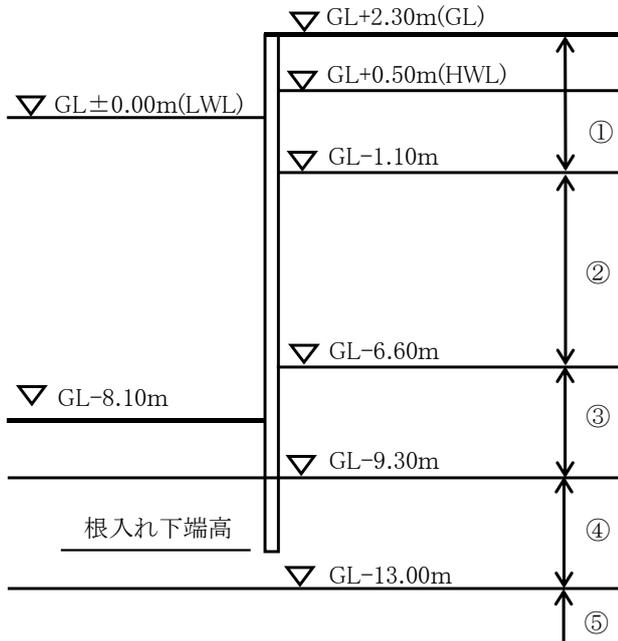
ケース 16



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	34.0	-	18.0	3.4
②	砂質土	33.0	-	18.0	5.5
③	粘性土	-	43.0	15.1	2.7
④	砂質土	39.0	-	18.0	3.7
⑤	砂質土	45.0	-	18.0	50.0

- ・上載荷重 : 20.0kN/m² (地震時は10.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +0.70m

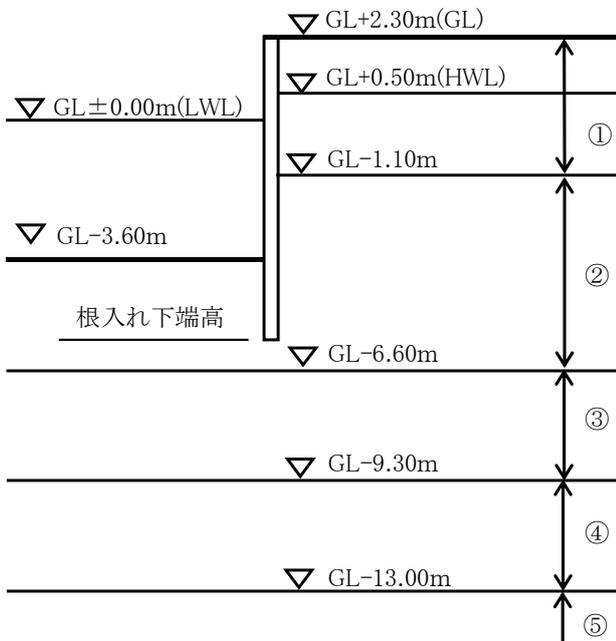
ケース17



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	34.0	-	18.0	3.4
②	砂質土	33.0	-	18.0	5.5
③	粘性土	-	43.0	15.1	2.7
④	砂質土	39.0	-	18.0	3.7
⑤	砂質土	45.0	-	18.0	50.0

- ・上載荷重 : 20.0kN/m² (地震時は10.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +1.5m

ケース18



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	34.0	-	18.0	3.4
②	砂質土	33.0	-	18.0	5.5
③	粘性土	-	43.0	15.1	2.7
④	砂質土	39.0	-	18.0	3.7
⑤	砂質土	45.0	-	18.0	50.0

- ・上載荷重 : 10.0kN/m² (地震時は5.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +0.7m

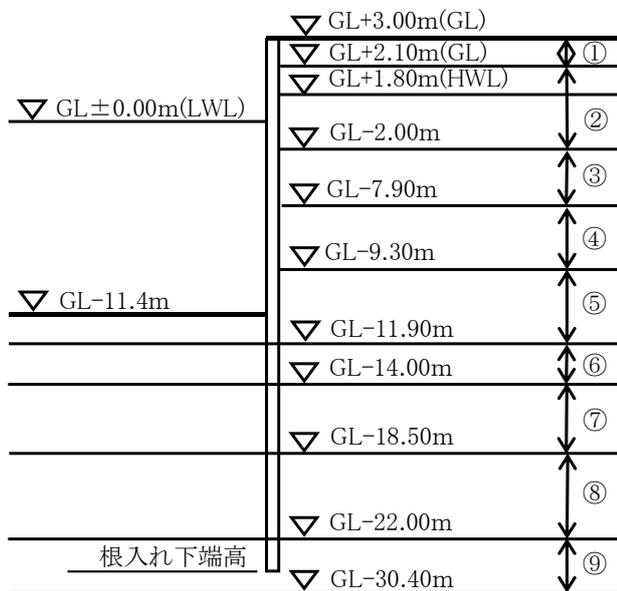
ケース 19



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	30.0	-	18.0	0.9
②	裏込石	40.0	-	18.0	3.1
③	粘性土	-	45.0	17.4	4.7
④	粘性土	-	21.0	16.4	2.4
⑤	砂質土	30.0	-	15.5	3.4
⑥	砂質土	30.0	-	15.0	2.5
⑦	砂質土	30.0	-	15.3	3.0
⑧	砂質土	30.0	-	15.4	5.8
⑨	粘性土	-	116.0	15.8	1.2
⑩	砂質土	30.0	-	15.2	4.7

- ・上載荷重 : 20.0kN/m² (地震時は10.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390,SKY490(P-P継手)
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +1.2m

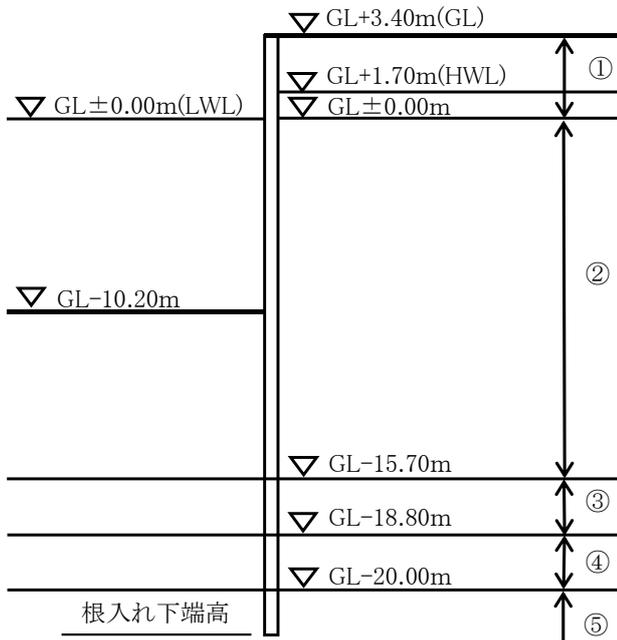
ケース 20



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	30.0	-	18.0	0.9
②	砂質土	35.0	-	18.0	4.1
③	粘性土	-	45.0	17.4	5.9
④	粘性土	-	21.0	16.4	1.4
⑤	砂質土	30.0	-	15.5	2.6
⑥	砂質土	30.0	-	15.0	2.1
⑦	砂質土	30.0	-	15.3	4.5
⑧	砂質土	30.0	-	15.4	3.5
⑨	砂質土	30.0	-	15.2	8.4

- ・上載荷重 : 20.0kN/m² (地震時は10.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390,SKY490(P-P継手)
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +1.2m

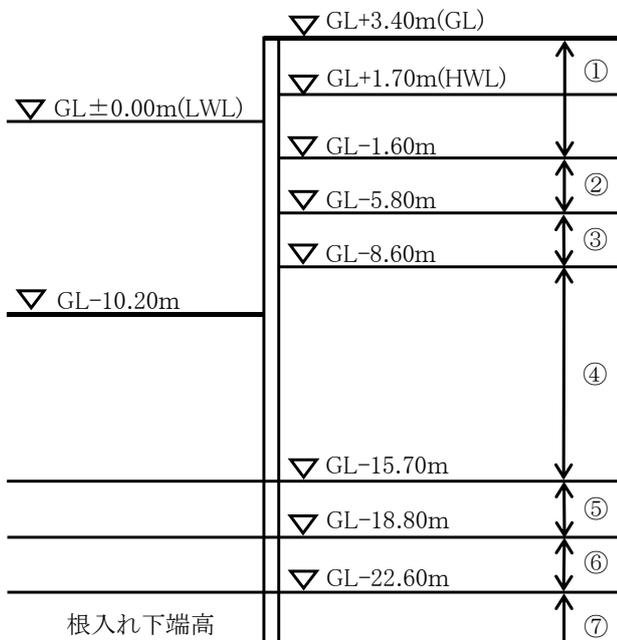
ケース 21



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	32.0	-	18.0	3.4
②	砂質土	34.0	-	18.0	15.7
③	砂質土	32.0	-	16.1	3.1
④	粘性土	-	68.8	16.1	1.2
⑤	砂質土	31.0	-	16.1	9.5

- ・上載荷重 : 30.0kN/m² (地震時は15.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390, SKY490 (P-P継手)
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +1.0m

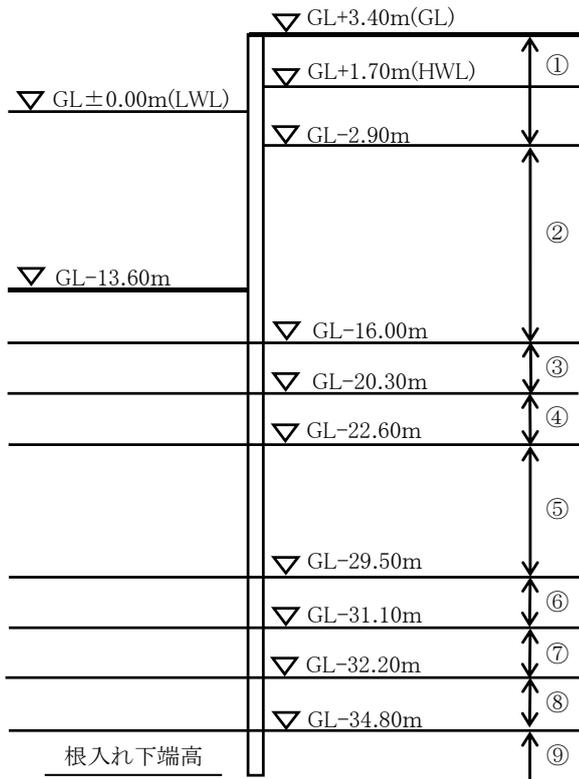
ケース 22



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	34.0	-	18.0	5.0
②	砂質土	34.0	-	18.0	4.2
③	粘性土	-	31.3	16.3	2.8
④	砂質土	33.0	-	18.0	7.1
⑤	砂質土	31.0	-	15.7	3.1
⑥	粘性土	-	43.8	5.7	3.8
⑦	砂質土	30.0	-	15.7	6.9

- ・上載荷重 : 30.0kN/m² (地震時は15.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390, SKY490 (P-P継手)
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +1.0m

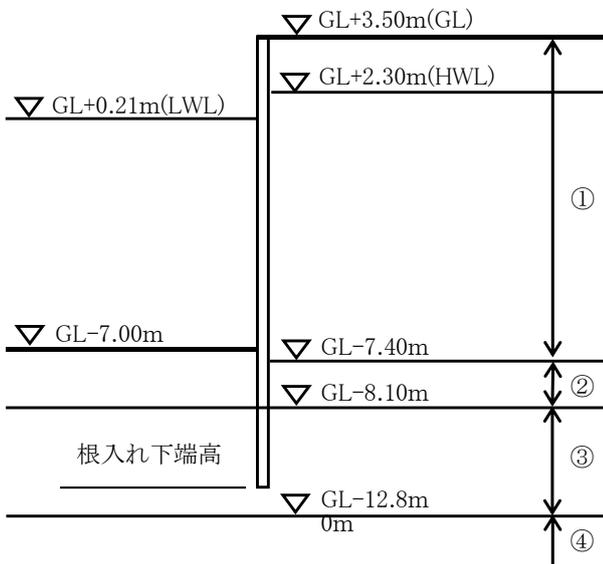
ケース 23



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	32.0	-	18.0	6.3
②	砂質土	34.0	-	18.0	13.1
③	砂質土	31.0	-	15.4	4.3
④	粘性土	-	31.3	15.4	2.3
⑤	砂質土	29.0	-	15.4	6.9
⑥	砂質土	33.0	-	18.4	1.6
⑦	砂質土	31.0	-	18.0	1.1
⑧	砂質土	29.0	-	13.1	2.6
⑨	砂質土	37.0	-	18.0	15.2

- ・上載荷重 : 30.0kN/m² (地震時は15.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390, SKY490 (P-P継手)
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +1.0m

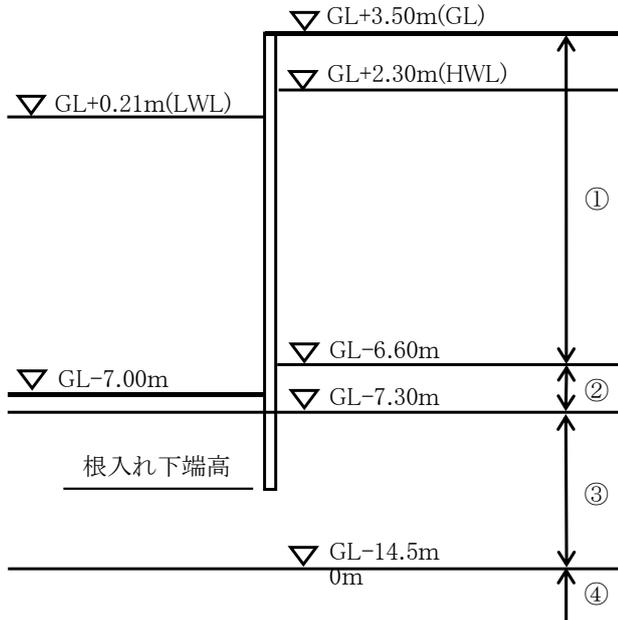
ケース 24



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	裏込石	40.0	-	18.0	10.9
②	砂質土	28.0	-	18.0	0.7
③	砂質土	32.0	-	18.0	4.7

- ・上載荷重 : 10.0kN/m² (地震時は5.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +1.8m

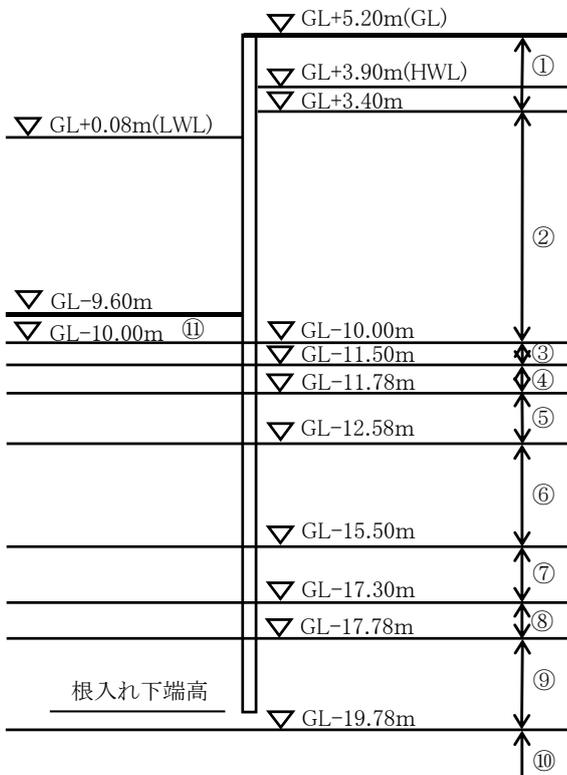
ケース 25



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	裏込石	40.0	-	18.0	10.1
②	砂質土	28.0	-	18.0	0.7
③	砂質土	32.0	-	18.0	7.2

- ・上載荷重 : 10.0kN/m² (地震時は5.0kN/m²)
- ・矢板 : SYW390
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +1.8m

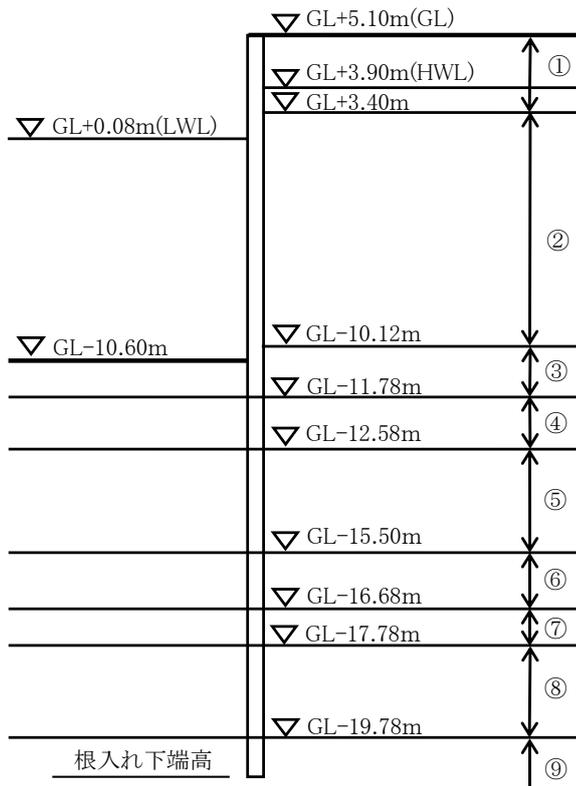
ケース 26



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	30.0	-	18.0	1.8
②	裏込石	40.0	-	18.0	13.4
③	基礎捨石	40.0	-	18.0	1.5
④	砂質土	35.0	-	18.0	0.28
⑤	砂質土	36.0	-	18.0	0.8
⑥	粘性土	-	33.6	15.6	2.92
⑦	粘性土	-	99.1	15.6	1.8
⑧	砂質土	36.0	-	18.0	0.48
⑨	砂質土	38.0	-	18.0	2.0
⑩	砂質土	39.0	-	20.0	5.22

- ・上載荷重 : 20.0kN/m² (地震時は10.0kN/m²)
- ・矢板 : SKY490(P-P継手)
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +4.0m

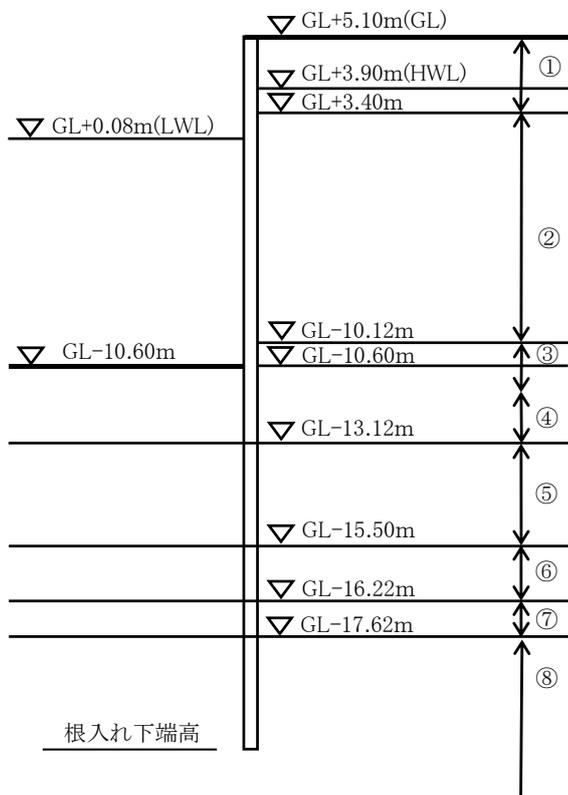
ケース 27



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	30.0	-	18.0	1.7
②	裏込栗石	34.0	-	18.0	13.52
③	砂質土	35.0	-	18.0	1.66
④	砂質土	36.0	-	18.0	0.8
⑤	粘性土	-	33.6	15.6	2.92
⑥	粘性土	-	99.1	15.6	1.18
⑦	砂質土	36.0	-	18.0	1.1
⑧	砂質土	38.0	-	18.0	2.0
⑨	砂質土	39.0	-	20.0	10.22

- ・上載荷重 : 20.0kN/m² (地震時は10.0kN/m²)
- ・矢板 : SKY490(P-P継手)
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +4.0m

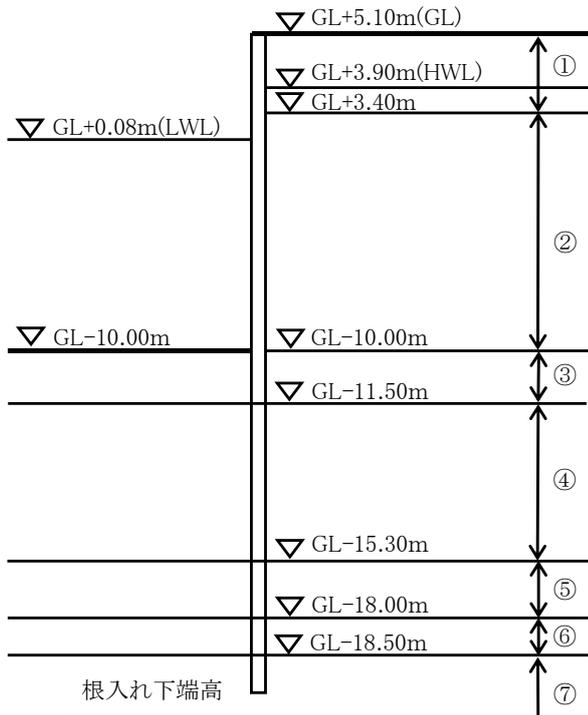
ケース 28



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	30.0	-	18.0	1.7
②	裏込栗石	34.0	-	18.0	13.52
③	砂質土	35.0	-	18.0	0.5
④	砂質土	36.0	-	18.0	2.5
⑤	粘性土	-	35.9	15.6	2.38
⑥	粘性土	-	99.1	15.6	0.72
⑦	砂質土	38.0	-	18.0	1.4
⑧	砂質土	39.0	-	20.0	12.38
⑨	砂質土	34.0	-	18.0	2.8

- ・上載荷重 : 20.0kN/m² (地震時は10.0kN/m²)
- ・矢板 : SKY490(P-P継手)
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +4.0m

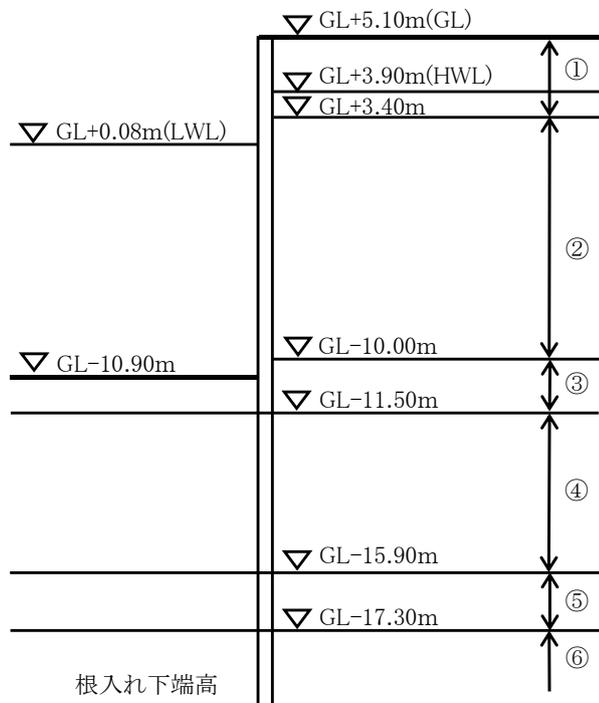
ケース 29



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	30.0	-	18.0	1.7
②	裏込石	40.0	-	18.0	13.4
③	基礎捨石	40.0	-	18.0	1.5
④	砂質土	33.0	-	19.8	3.8
⑤	粘性土	-	93.3	17.9	2.7
⑥	砂質土	37.0	-	20.6	0.5
⑦	砂質土	39.0	-	20.5	11.5

- ・上載荷重 : 20.0kN/m² (地震時は10.0kN/m²)
- ・矢板 : SKY490(P-P継手)
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +4.0m

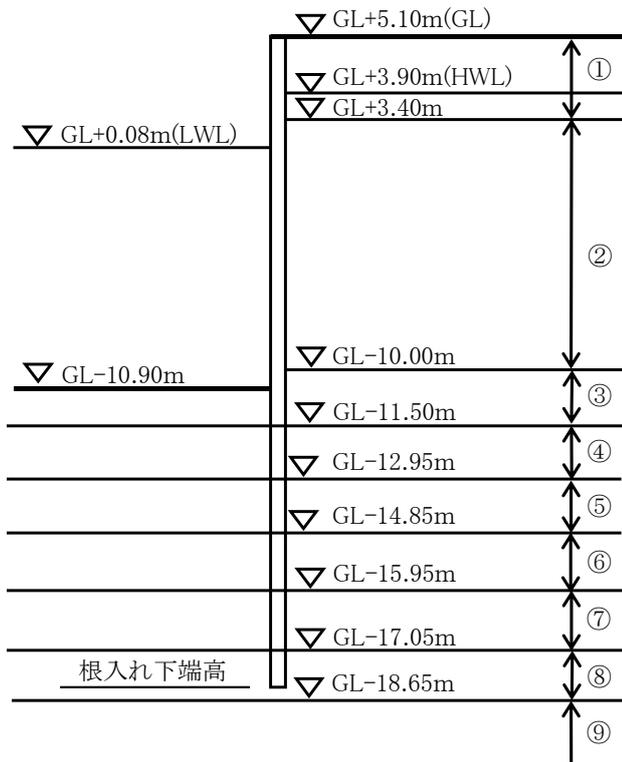
ケース 30



土層	性状	ϕ (°)	c (kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	30.0	-	18.0	1.7
②	裏込石	40.0	-	18.0	13.4
③	基礎捨石	40.0	-	18.0	1.5
④	砂質土	33.0	-	19.8	4.4
⑤	砂質土	37.0	-	20.6	1.4
⑥	砂質土	39.0	-	20.5	12.7

- ・上載荷重 : 20.0kN/m² (地震時は10.0kN/m²)
- ・矢板 : SKY490(P-P継手)
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +4.0m

ケース 31



土層	性状	ϕ (°)	c(kN/m ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	層厚 (m)
①	砂質土	30.0	-	18.0	1.7
②	裏込石	40.0	-	18.0	13.4
③	基礎捨石	40.0	-	18.0	1.5
④	砂質土	33.0	-	19.8	1.45
⑤	砂質土	34.0	-	20.8	1.9
⑥	砂質土	33.0	-	19.8	1.1
⑦	砂質土	37.0	-	20.6	1.1
⑧	砂質土	38.0	-	21.7	1.6
⑨	砂質土	39.0	-	20.5	11.35

- ・上載荷重 : 20.0kN/m² (地震時は10.0kN/m²)
- ・矢板 : SKY490(P-P継手)
- ・タイ材 : HT690
- ・タイ材間隔 : 2.0m
- ・タイ材取付点 : +4.0m

付録F MCSによる鋼種の違いによる破壊確率の計算結果

1. 矢板本体の応力

矢板本体の応力度の破壊確率は、鋼材の降伏応力度が大きい組み合わせとして「SY390とSKY490」、小さい組み合わせとして「SY295とSKY400」を選択した場合で比較を行った。付表F-1に破壊確率の計算結果を示す。これによると、鋼種の違いは破壊確率に影響を与えないことがわかった。

付表 F-1 鋼種の違いによる破壊確率の計算結果

ケース番号	Pf	
	SY390,SKY490	SY295,SKY400
1	1.65E-04	1.70E-04
2	8.48E-05	8.63E-05
3	1.17E-05	1.17E-05
4	1.93E-04	1.93E-04
5	1.57E-04	1.56E-04
6	1.71E-05	1.62E-05
7	2.06E-04	2.05E-04
8	2.03E-04	2.06E-04
9	2.30E-05	2.31E-05
10	2.28E-04	2.29E-04
11	2.92E-04	2.85E-04
12	4.06E-05	4.22E-05
13	3.54E-04	3.52E-04
14	3.16E-04	3.19E-04
15	8.65E-05	8.76E-05
16-CV0.10	5.19E-04	5.19E-04
16-CV0.15	4.26E-04	4.26E-04
16-CV0.25	5.36E-04	5.34E-04
16-CV0.40	6.70E-04	6.61E-04
16-CV0.60	1.38E-03	1.38E-03
17-CV0.10	3.57E-04	3.56E-04
17-CV0.15	3.01E-04	3.02E-04
17-CV0.25	3.78E-04	3.78E-04
17-CV0.40	4.69E-04	4.73E-04
17-CV0.60	1.01E-03	1.01E-03

ケース番号	Pf	
	SY390,SKY490	SY295,SKY400
18	1.43E-04	1.44E-04
19-CV0.10	7.24E-05	7.21E-05
19-CV0.15	2.55E-05	2.57E-05
19-CV0.25	8.28E-06	8.26E-06
19-CV0.40	3.69E-06	3.69E-06
19-CV0.60	7.02E-06	7.16E-06
20-CV0.10	5.66E-05	5.72E-05
20-CV0.15	4.35E-06	4.23E-06
20-CV0.25	6.17E-06	6.20E-06
20-CV0.40	1.75E-06	1.78E-06
20-CV0.60	4.68E-07	4.66E-07
21	3.26E-04	3.25E-04
22-CV0.10	2.69E-04	2.74E-04
22-CV0.15	1.84E-04	1.85E-04
22-CV0.25	6.23E-05	6.23E-05
22-CV0.40	5.78E-05	5.75E-05
22-CV0.60	7.62E-05	7.55E-05
23	1.59E-04	1.57E-04
24	4.71E-05	4.68E-05
25	3.91E-05	3.90E-05
26	2.16E-05	2.16E-05
27	2.32E-05	2.35E-05
28	2.32E-05	2.32E-05
29	1.59E-05	1.58E-05
30	1.65E-05	1.60E-05
31	1.66E-05	1.67E-05
Pf(平均値)	8.29E-05	8.30E-05
Pf(最小値)	1.17E-05	1.17E-05

2. タイ材の応力

タイ材の応力度の破壊確率は、HT690, HT740, SS490, SS400の4種類に対して比較を行った。付表F-2に破壊確率の計算結果を示す。これによると、鋼種の違いは破壊確率に影響を与えないことがわかった。

付表 F-2 鋼種の違いによる破壊確率の計算結果

ケース番号	Pf				ケース番号	Pf			
	HT690	HT740	SS400	SS490		HT690	HT740	SS400	SS490
1	2.48E-10	2.48E-10	2.48E-10	2.48E-10	18	1.19E-10	1.19E-10	1.17E-10	1.17E-10
2	9.55E-12	9.55E-12	9.55E-12	9.55E-12	19-0.10	1.70E-12	1.70E-12	1.65E-12	1.65E-12
3	9.27E-14	9.27E-14	9.27E-14	9.27E-14	19-0.15	3.88E-13	3.88E-13	3.91E-13	3.91E-13
4	2.38E-10	2.38E-10	2.38E-10	2.38E-10	19-0.25	6.40E-14	6.40E-14	6.51E-14	6.51E-14
5	6.89E-12	6.89E-12	6.89E-12	6.89E-12	19-0.40	1.86E-14	1.86E-14	1.84E-14	1.84E-14
6	9.74E-14	9.74E-14	9.74E-14	9.74E-14	19-0.60	1.05E-16	1.05E-16	1.01E-16	1.01E-16
7	2.40E-10	2.40E-10	2.40E-10	2.40E-10	20-0.10	2.43E-12	2.43E-12	2.47E-12	2.47E-12
8	6.80E-12	6.80E-12	6.80E-12	6.80E-12	20-0.15	3.15E-13	3.15E-13	2.98E-13	2.98E-13
9	1.10E-13	1.10E-13	1.10E-13	1.10E-13	20-0.25	2.00E-14	2.00E-14	2.04E-14	2.04E-14
10	2.69E-10	2.69E-10	2.69E-10	2.69E-10	20-0.40	6.85E-15	6.85E-15	6.60E-15	6.60E-15
11	8.12E-12	8.12E-12	8.12E-12	8.12E-12	20-0.60	7.20E-15	7.20E-15	7.11E-15	7.11E-15
12	1.84E-13	1.84E-13	1.92E-13	1.92E-13	21	1.36E-11	1.36E-11	1.37E-11	1.37E-11
13	1.48E-10	1.48E-10	1.35E-10	1.35E-10	22-0.10	2.14E-11	2.14E-11	2.19E-11	2.19E-11
14	1.06E-10	1.06E-10	1.05E-10	1.05E-10	22-0.15	1.52E-11	1.52E-11	1.44E-11	1.44E-11
15	3.73E-12	3.73E-12	3.65E-12	3.65E-12	22-0.25	2.75E-11	2.75E-11	2.69E-11	2.69E-11
16-0.10	1.48E-10	1.48E-10	1.45E-10	1.45E-10	22-0.40	4.99E-11	4.99E-11	5.04E-11	5.04E-11
16-0.15	1.19E-10	1.19E-10	1.20E-10	1.20E-10	22-0.60	4.27E-10	4.27E-10	4.39E-10	4.39E-10
16-0.25	2.97E-10	2.97E-10	2.88E-10	2.88E-10	23	1.65E-11	1.65E-11	1.60E-11	1.60E-11
16-0.40	6.84E-10	6.84E-10	6.87E-10	6.87E-10	24	2.93E-13	2.93E-13	3.03E-13	3.03E-13
16-0.60	8.56E-09	8.56E-09	9.06E-09	9.06E-09	25	3.07E-13	3.07E-13	3.04E-13	3.04E-13
17-0.10	1.48E-10	1.48E-10	1.49E-10	1.49E-10	26	1.17E-13	1.17E-13	1.20E-13	1.20E-13
17-0.15	1.16E-10	1.16E-10	1.18E-10	1.18E-10	27	3.50E-13	3.50E-13	3.55E-13	3.55E-13
17-0.25	2.98E-10	2.98E-10	2.92E-10	2.92E-10	28	3.39E-13	3.39E-13	3.52E-13	3.52E-13
17-0.40	6.98E-10	6.98E-10	6.81E-10	6.81E-10	29	1.04E-13	1.04E-13	1.11E-13	1.11E-13
17-0.60	8.92E-09	8.92E-09	8.98E-09	8.98E-09	30	1.20E-13	1.20E-13	1.16E-13	1.16E-13
					31	1.16E-13	1.16E-13	1.15E-13	1.15E-13
					Pf(平均値)	4.14E-12	4.14E-12	4.14E-12	4.14E-12
					Pf(最小値)	9.27E-14	9.27E-14	9.27E-14	9.27E-14

付録G MCSによる算定図

付録Gでは、各照査項目に対して目標破壊確率となる部分係数を算定したMCSの算定図を示す。各照査項目は、根入れ長、矢板本体およびタイ材の応力である。また、目標破壊確率は、付表G-1に示すとおり目標安全性水準となる断面に対する各ケースの破壊確率の平均値である。

付表G-1 各照査項目の目標破壊確率

照査項目	目標破壊確率
根入れ長	2.0×10^{-2}
矢板本体の応力	8.3×10^{-5}
タイ材の応力	4.1×10^{-12}

各照査項目の検討ケースは、付表G-2～付表G-4に示すものである。算定図中には、推定値（□）、特性値（●）、設計点（▲）の3種類を示しているが、ケースによっては推定値と特性値が同じとなるケースもあるため重なるケースもあることに注意されたい。

付表 G-2 根入れ長の caseNo.

caseNo	検討断面ケースNo. および粘着力のCV, n	目標破壊確率
1	1case1,	2.0E-02
2	2case2,	2.0E-02
3	3case3,	2.0E-02
4	4case4,	2.0E-02
5	5case5,	2.0E-02
6	6case6,	2.0E-02
7	7case7,	2.0E-02
8	8case8,	2.0E-02
9	9case9,	2.0E-02
10	10case10,	2.0E-02
11	11case11,	2.0E-02
12	12case12,	2.0E-02
13	13case13, CV=0.10, n=10	2.0E-02
14	14case13, CV=0.15, n=10	2.0E-02
15	15case13, CV=0.25, n=10	2.0E-02
16	16case13, CV=0.40, n=10	2.0E-02
17	17case13, CV=0.60, n=10	2.0E-02
18	18case14, CV=0.10, n=10	2.0E-02
19	19case14, CV=0.15, n=10	2.0E-02
20	20case14, CV=0.25, n=10	2.0E-02
21	21case14, CV=0.40, n=10	2.0E-02
22	22case14, CV=0.60, n=10	2.0E-02
23	23case15, CV=0.10, n=10	2.0E-02
24	24case15, CV=0.15, n=10	2.0E-02
25	25case15, CV=0.25, n=10	2.0E-02
26	26case15, CV=0.40, n=10	2.0E-02
27	27case15, CV=0.60, n=10	2.0E-02
28	28case16, CV=0.10, n=10	2.0E-02
29	29case16, CV=0.15, n=10	2.0E-02
30	30case16, CV=0.25, n=10	2.0E-02
31	31case16, CV=0.40, n=10	2.0E-02
32	32case16, CV=0.60, n=10	2.0E-02
33	33case17, CV=0.10, n=10	2.0E-02
34	34case17, CV=0.15, n=10	2.0E-02
35	35case17, CV=0.25, n=10	2.0E-02
36	36case17, CV=0.40, n=10	2.0E-02
37	37case17, CV=0.60, n=10	2.0E-02
38	38case18,	2.0E-02
39	39case19, CV=0.10, n=10	2.0E-02
40	40case19, CV=0.15, n=10	2.0E-02
41	41case19, CV=0.25, n=10	2.0E-02
42	42case19, CV=0.40, n=10	2.0E-02
43	43case19, CV=0.60, n=10	2.0E-02
44	44case20, CV=0.10, n=10	2.0E-02
45	45case20, CV=0.15, n=10	2.0E-02
46	46case20, CV=0.25, n=10	2.0E-02
47	47case20, CV=0.40, n=10	2.0E-02
48	48case20, CV=0.60, n=10	2.0E-02
49	49case21,	2.0E-02
50	50case22, CV=0.10, n=10	2.0E-02
51	51case22, CV=0.15, n=10	2.0E-02

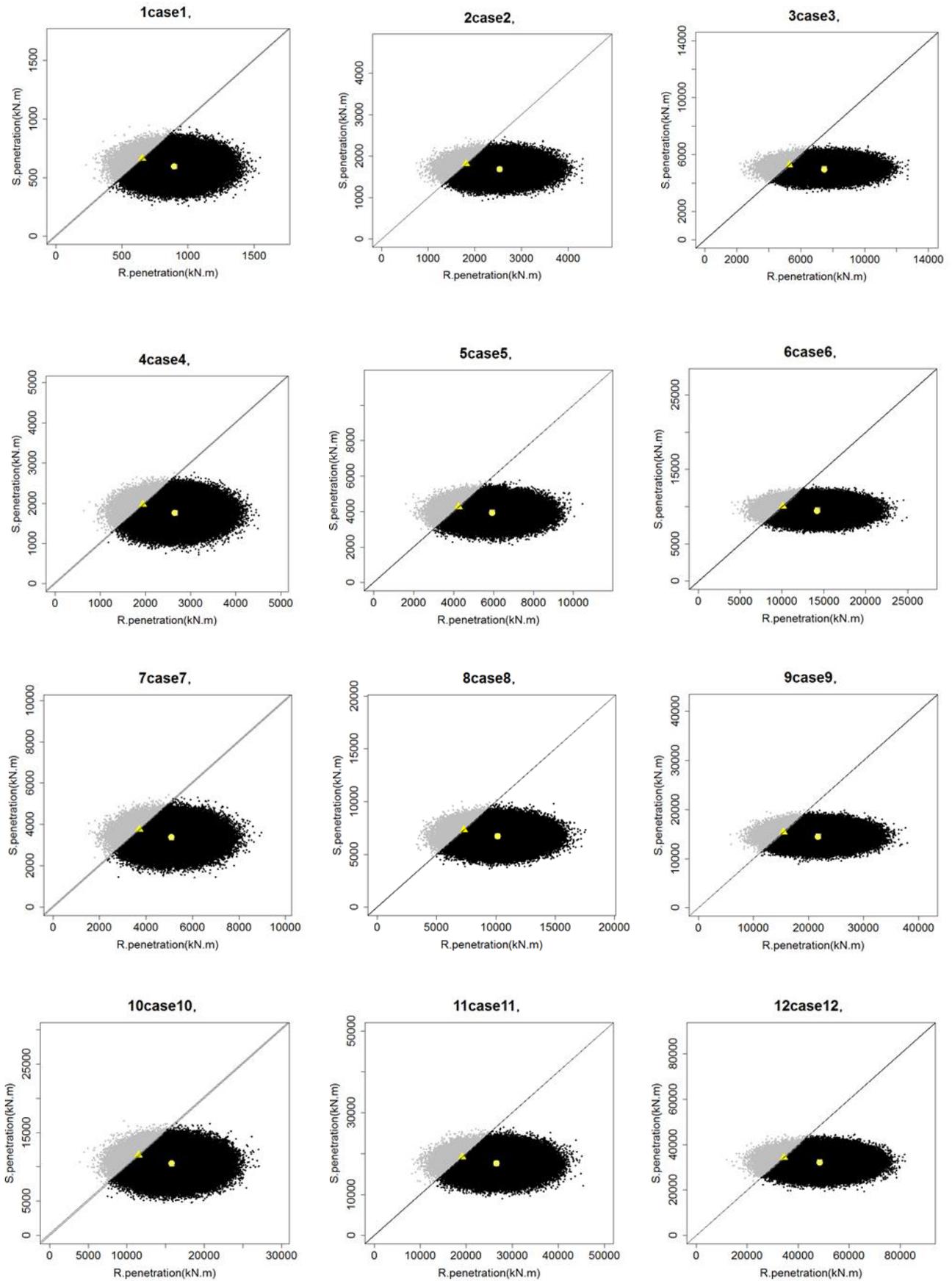
caseNo	検討断面ケースNo. および粘着力のCV, n	目標破壊確率
53	53case22, CV=0.40, n=10	2.0E-02
54	54case22, CV=0.60, n=10	2.0E-02
55	55case23, CV=0.10, n=10	2.0E-02
56	56case23, CV=0.15, n=10	2.0E-02
57	57case23, CV=0.25, n=10	2.0E-02
58	58case23, CV=0.40, n=10	2.0E-02
59	59case23, CV=0.60, n=10	2.0E-02
60	60case24,	2.0E-02
61	61case25,	2.0E-02
62	62case26, CV=0.10, n=10	2.0E-02
63	63case26, CV=0.15, n=10	2.0E-02
64	64case26, CV=0.25, n=10	2.0E-02
65	65case26, CV=0.40, n=10	2.0E-02
66	66case26, CV=0.60, n=10	2.0E-02
67	67case27, CV=0.10, n=10	2.0E-02
68	68case27, CV=0.15, n=10	2.0E-02
69	69case27, CV=0.25, n=10	2.0E-02
70	70case27, CV=0.40, n=10	2.0E-02
71	71case27, CV=0.60, n=10	2.0E-02
72	72case28, CV=0.10, n=10	2.0E-02
73	73case28, CV=0.15, n=10	2.0E-02
74	74case28, CV=0.25, n=10	2.0E-02
75	75case28, CV=0.40, n=10	2.0E-02
76	76case28, CV=0.60, n=10	2.0E-02
77	77case29, CV=0.10, n=10	2.0E-02
78	78case29, CV=0.15, n=10	2.0E-02
79	79case29, CV=0.25, n=10	2.0E-02
80	80case29, CV=0.40, n=10	2.0E-02
81	81case29, CV=0.60, n=10	2.0E-02
82	82case30,	2.0E-02
83	83case31,	2.0E-02

付表 G-3 矢板本体の応力の caseNo.

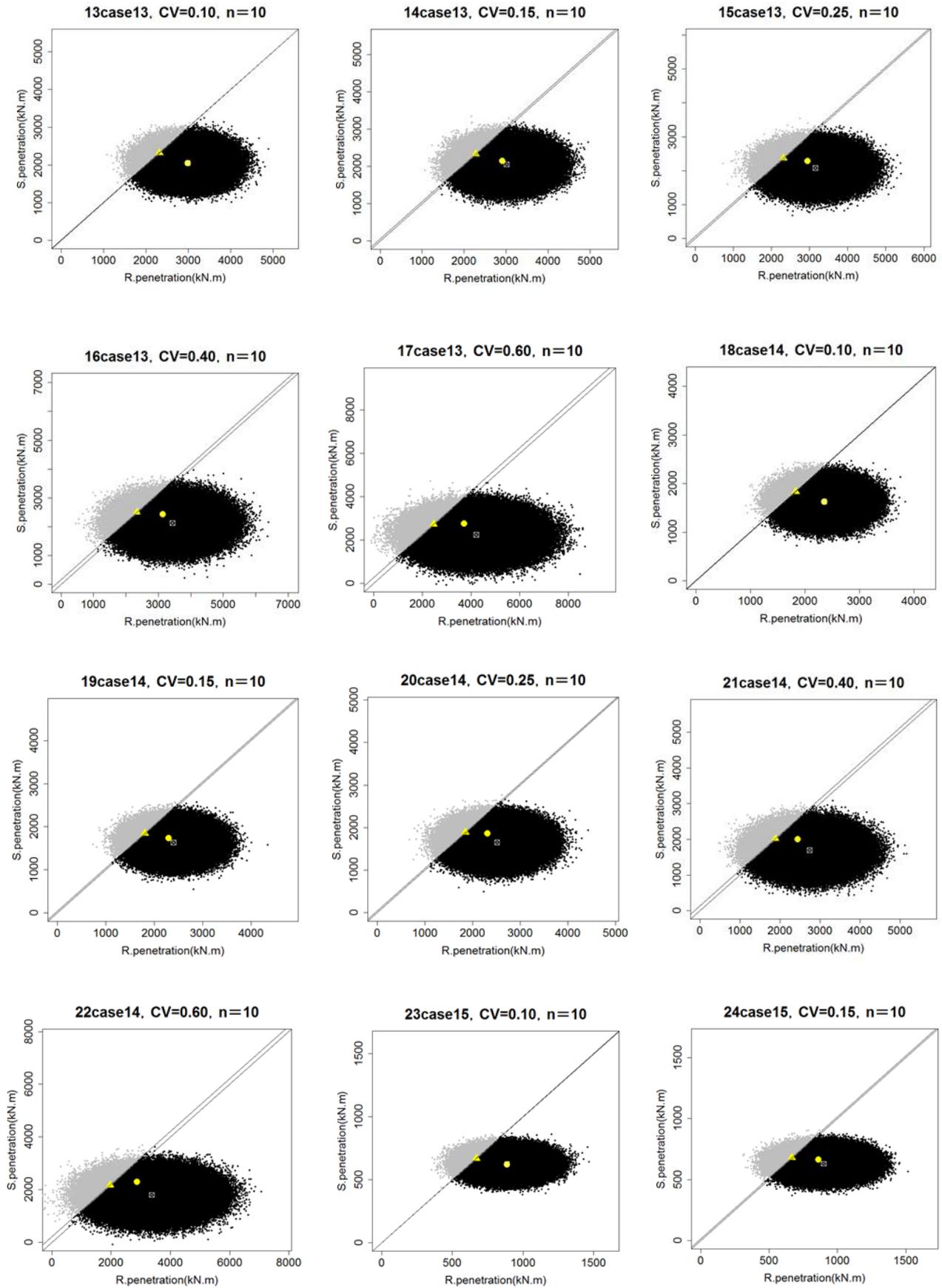
caseNo	検討断面ケースNo. および粘着力のCV, n	目標破壊確率
1	1case1	8.3E-05
2	2case2	8.3E-05
3	3case3	8.3E-05
4	4case4	8.3E-05
5	5case5	8.3E-05
6	6case6	8.3E-05
7	7case7	8.3E-05
8	8case8	8.3E-05
9	9case9	8.3E-05
10	10case10	8.3E-05
11	11case11	8.3E-05
12	12case12	8.3E-05
13	13case13	8.3E-05
14	14case14	8.3E-05
15	15case15	8.3E-05
16	16case16, CV=0.10, n= 10	8.3E-05
17	17case16, CV=0.15, n= 10	8.3E-05
18	18case16, CV=0.25, n= 10	8.3E-05
19	19case16, CV=0.40, n= 10	8.3E-05
20	20case16, CV=0.60, n= 10	8.3E-05
21	21case17, CV=0.10, n= 10	8.3E-05
22	22case17, CV=0.15, n= 10	8.3E-05
23	23case17, CV=0.25, n= 10	8.3E-05
24	24case17, CV=0.40, n= 10	8.3E-05
25	25case17, CV=0.60, n= 10	8.3E-05
26	26case18	8.3E-05
27	27case19, CV=0.10, n= 10	8.3E-05
28	28case19, CV=0.15, n= 10	8.3E-05
29	29case19, CV=0.25, n= 10	8.3E-05
30	30case19, CV=0.40, n= 10	8.3E-05
31	31case19, CV=0.60, n= 10	8.3E-05
32	32case20, CV=0.10, n= 10	8.3E-05
33	33case20, CV=0.15, n= 10	8.3E-05
34	34case20, CV=0.25, n= 10	8.3E-05
35	35case20, CV=0.40, n= 10	8.3E-05
36	36case20, CV=0.60, n= 10	8.3E-05
37	37case22, CV=0.10, n= 10	8.3E-05
38	38case22, CV=0.15, n= 10	8.3E-05
39	39case22, CV=0.25, n= 10	8.3E-05
40	40case22, CV=0.40, n= 10	8.3E-05
41	41case22, CV=0.60, n= 10	8.3E-05
42	42case21	8.3E-05
43	43case23	8.3E-05
44	44case24	8.3E-05
45	45case25	8.3E-05
46	46case26	8.3E-05
47	47case27	8.3E-05
48	48case28	8.3E-05
49	49case29	8.3E-05
50	50case30	8.3E-05
51	51case31	8.3E-05

付表 G-4 タイ材の応力の caseNo.

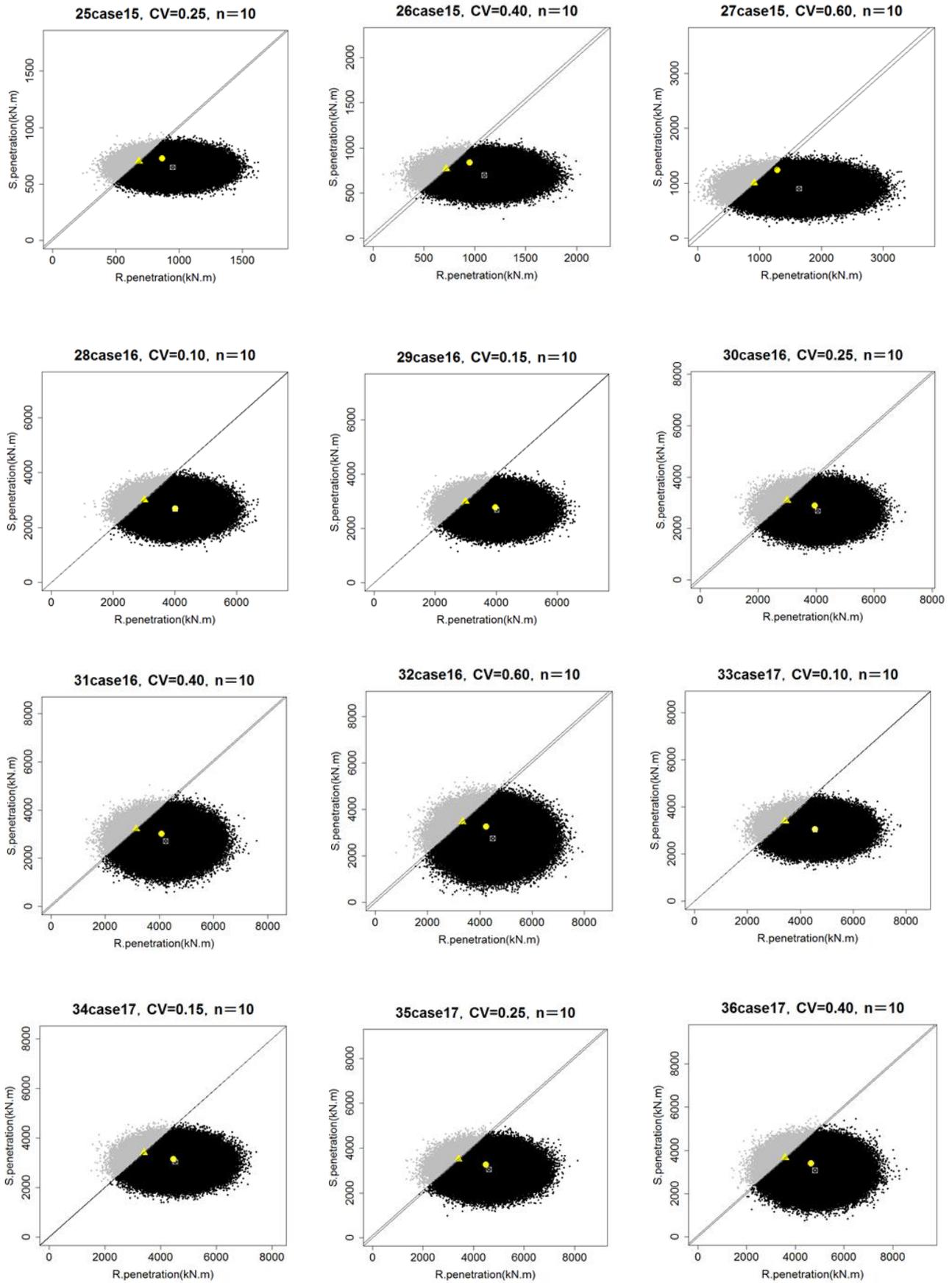
caseNo	検討断面ケースNo. および粘着力のCV, n	目標破壊確率
1	1case1	4.1E-12
2	2case2	4.1E-12
3	3case3	4.1E-12
4	4case4	4.1E-12
5	5case5	4.1E-12
6	6case6	4.1E-12
7	7case7	4.1E-12
8	8case8	4.1E-12
9	9case9	4.1E-12
10	10case10	4.1E-12
11	11case11	4.1E-12
12	12case12	4.1E-12
13	13case13	4.1E-12
14	14case14	4.1E-12
15	15case15	4.1E-12
16	16case16, CV=0.10, n= 10	4.1E-12
17	17case16, CV=0.15, n= 10	4.1E-12
18	18case16, CV=0.25, n= 10	4.1E-12
19	19case16, CV=0.40, n= 10	4.1E-12
20	20case16, CV=0.60, n= 10	4.1E-12
21	21case17, CV=0.10, n= 10	4.1E-12
22	22case17, CV=0.15, n= 10	4.1E-12
23	23case17, CV=0.25, n= 10	4.1E-12
24	24case17, CV=0.40, n= 10	4.1E-12
25	25case17, CV=0.60, n= 10	4.1E-12
26	26case18	4.1E-12
27	27case19, CV=0.10, n= 10	4.1E-12
28	28case19, CV=0.15, n= 10	4.1E-12
29	29case19, CV=0.25, n= 10	4.1E-12
30	30case19, CV=0.40, n= 10	4.1E-12
31	31case19, CV=0.60, n= 10	4.1E-12
32	32case20, CV=0.10, n= 10	4.1E-12
33	33case20, CV=0.15, n= 10	4.1E-12
34	34case20, CV=0.25, n= 10	4.1E-12
35	35case20, CV=0.40, n= 10	4.1E-12
36	36case20, CV=0.60, n= 10	4.1E-12
37	37case22, CV=0.10, n= 10	4.1E-12
38	38case22, CV=0.15, n= 10	4.1E-12
39	39case22, CV=0.25, n= 10	4.1E-12
40	40case22, CV=0.40, n= 10	4.1E-12
41	41case22, CV=0.60, n= 10	4.1E-12
42	42case21	4.1E-12
43	43case23	4.1E-12
44	44case24	4.1E-12
45	45case25	4.1E-12
46	46case26	4.1E-12
47	47case27	4.1E-12
48	48case28	4.1E-12
49	49case29	4.1E-12
50	50case30	4.1E-12
51	51case31	4.1E-12



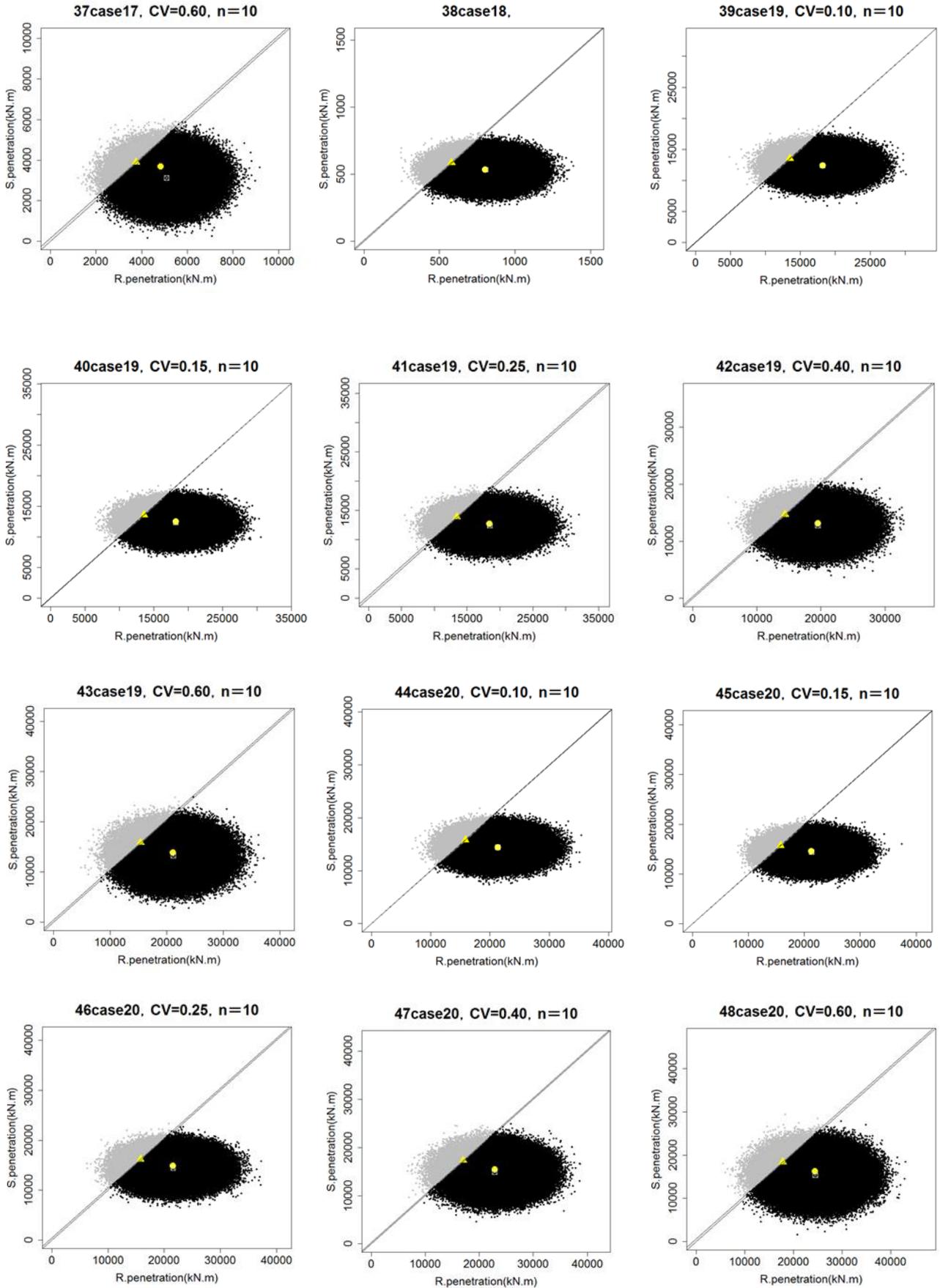
付図 G-1 根入れ長の MCS 図 (1/7)



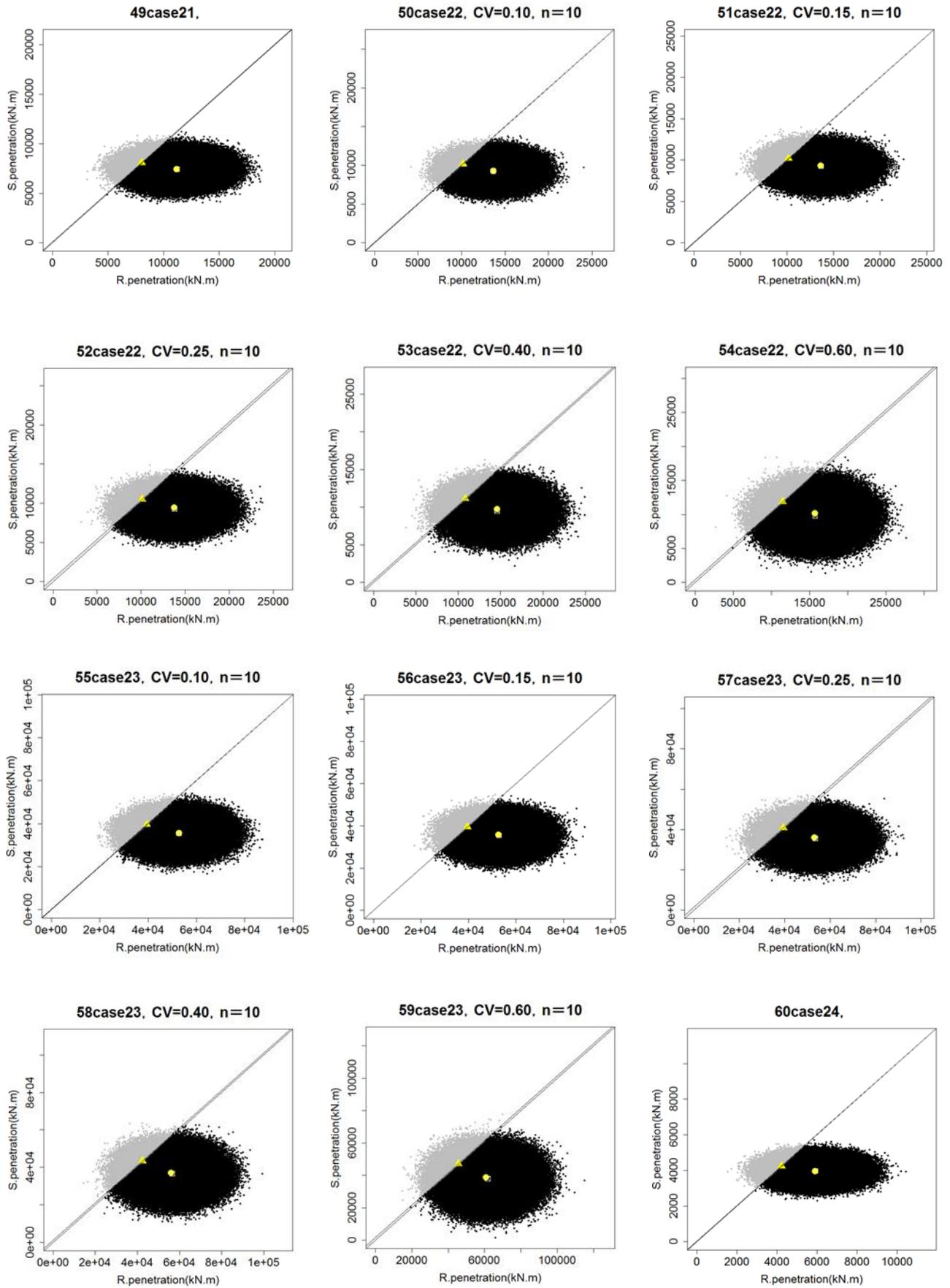
付図 G-2 根入れ長の MCS 図 (2/7)



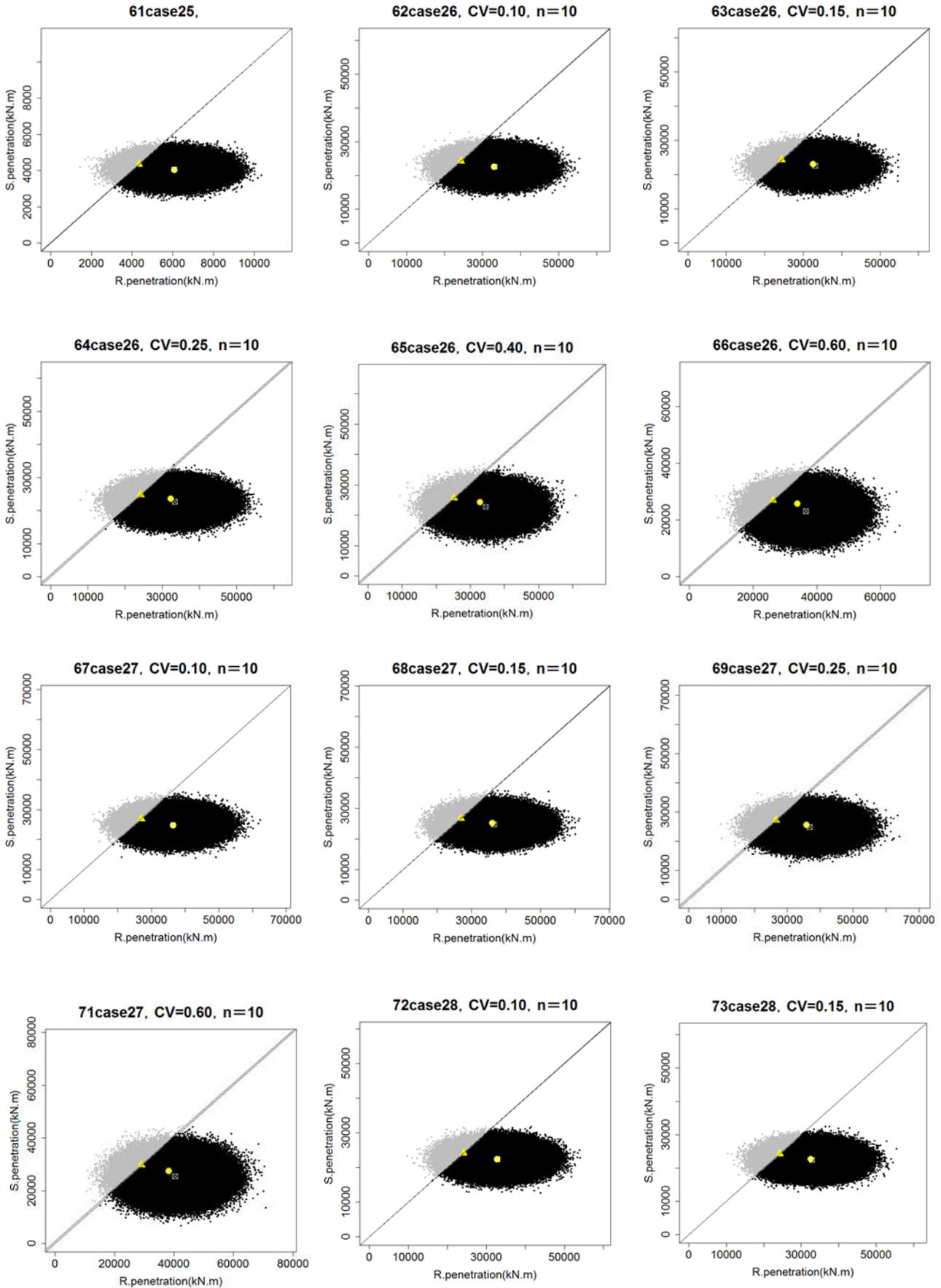
付図 G-3 根入れ長の MCS 図 (3/7)



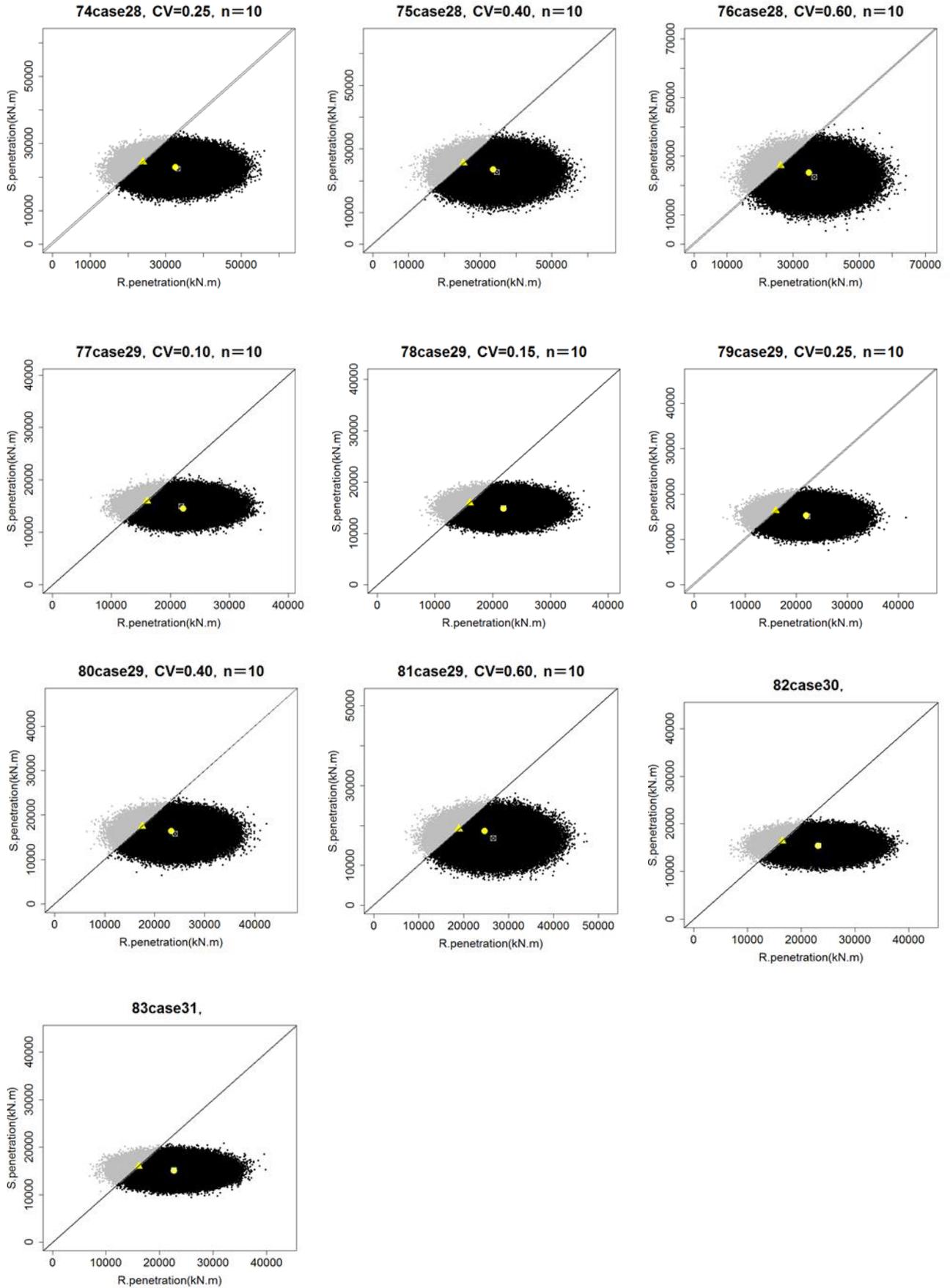
付図 G-4 根入れ長の MCS 図 (4/7)



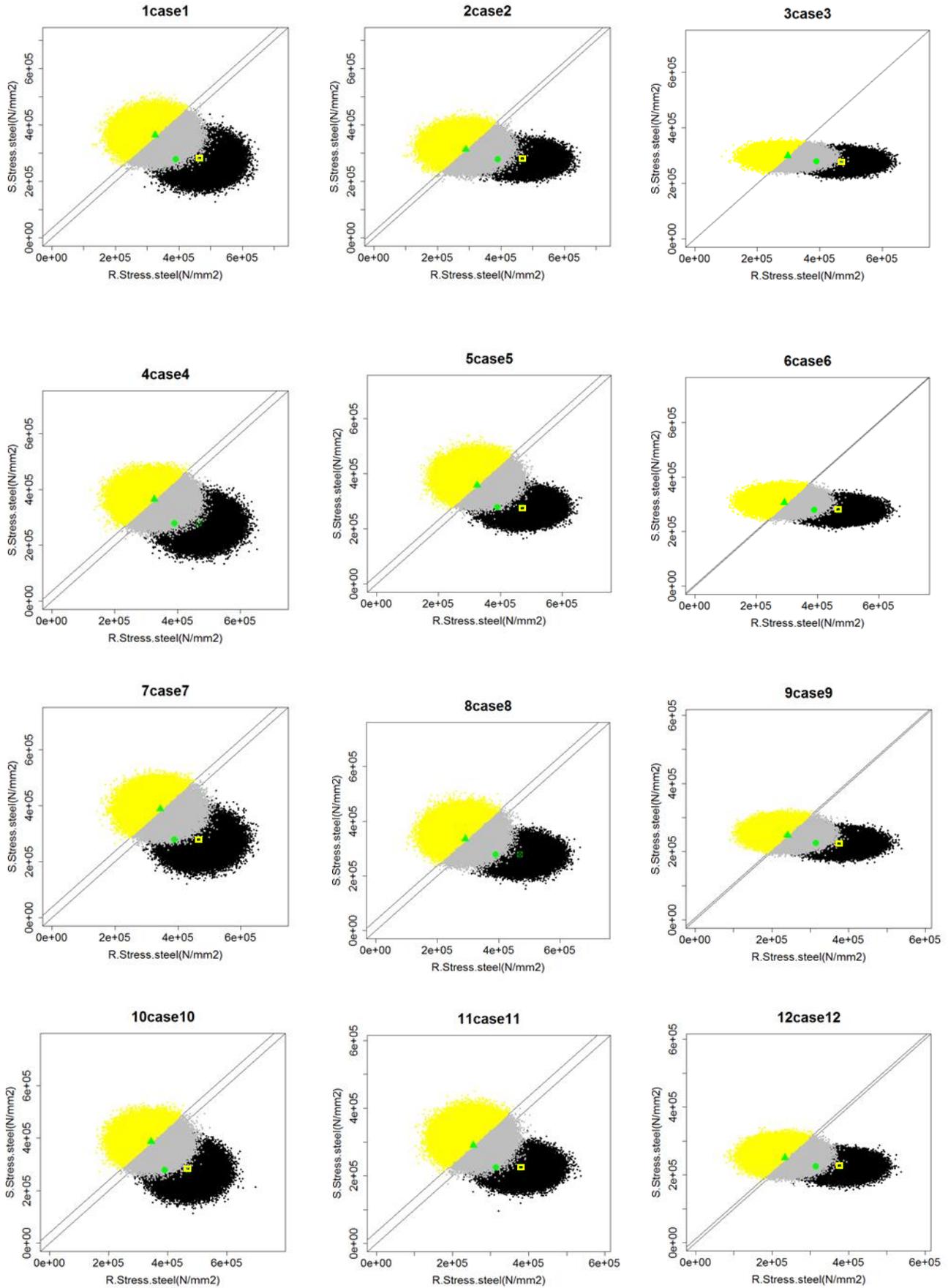
付図 G-5 根入れ長の MCS 図 (5/7)



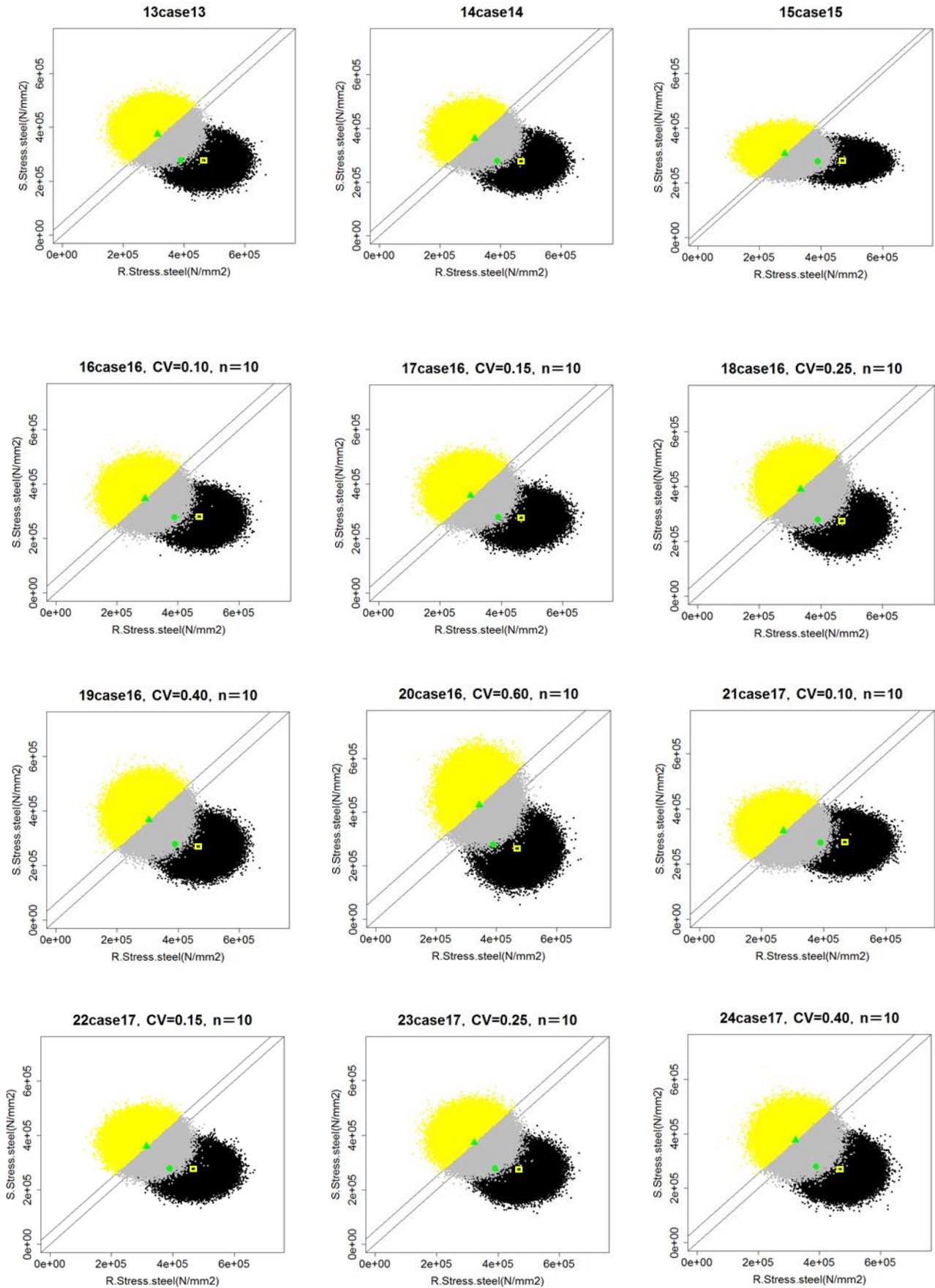
付図 G-6 根入れ長の MCS 図 (6/7)



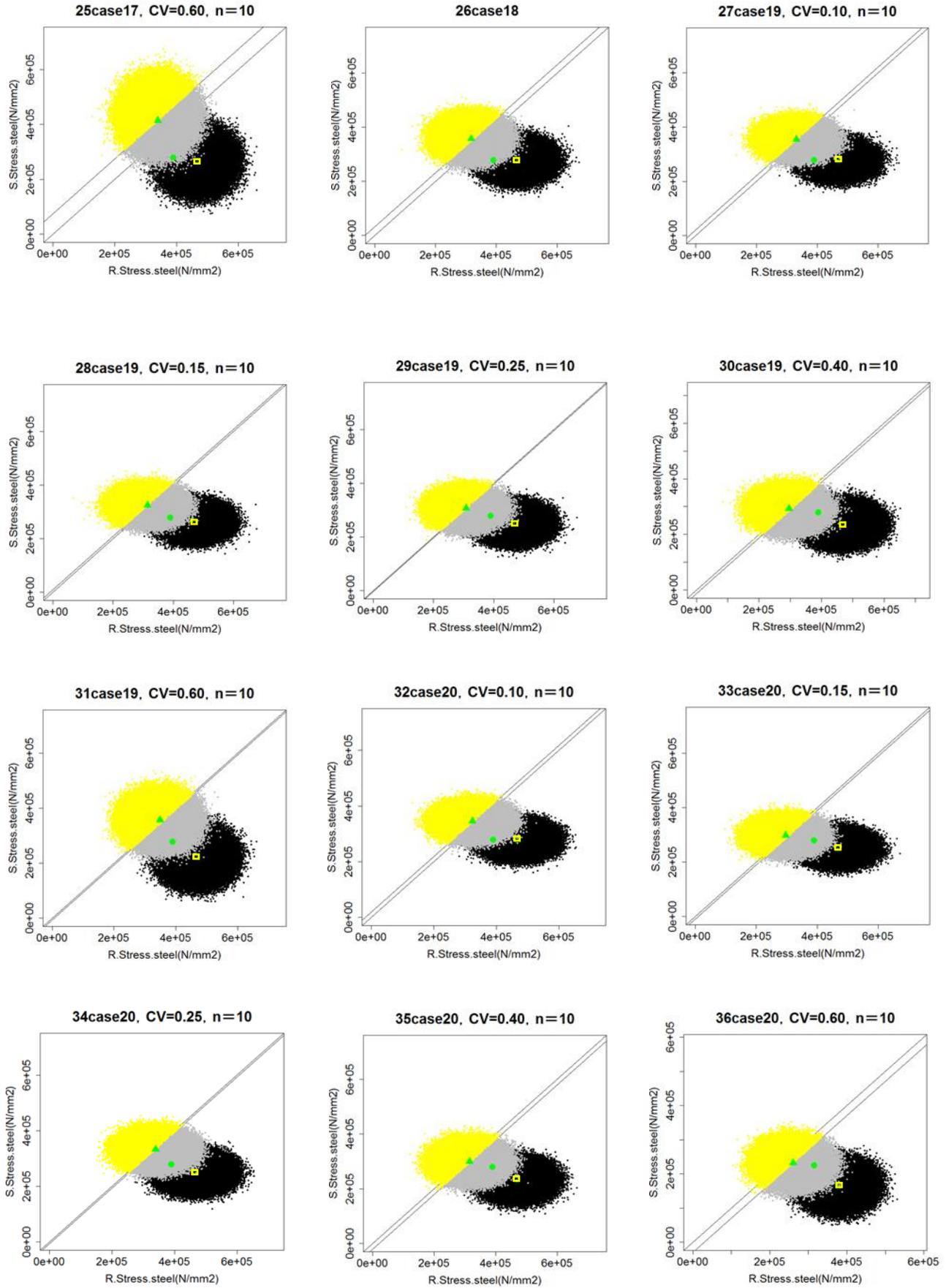
付図 G-7 根入れ長の MCS 図 (7/7)



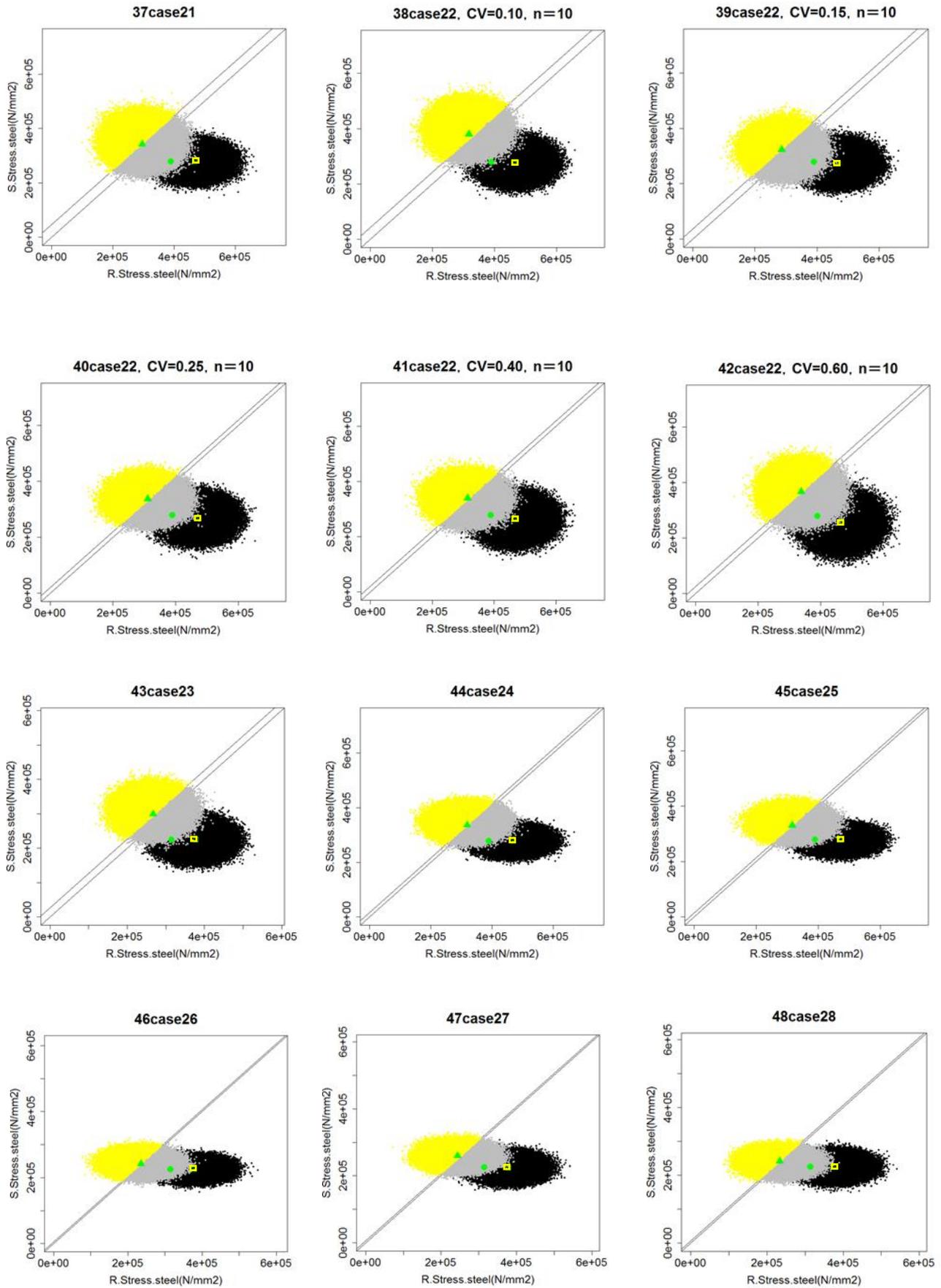
付図 G-8 矢板本体の応力の MCS 図 (1/5)



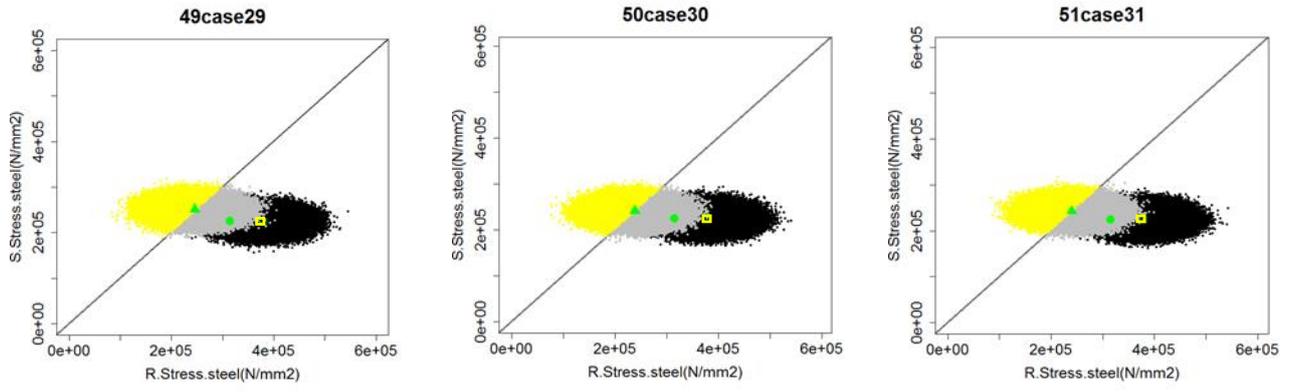
付図 G-9 矢板本体の応力の MCS 図 (2/5)



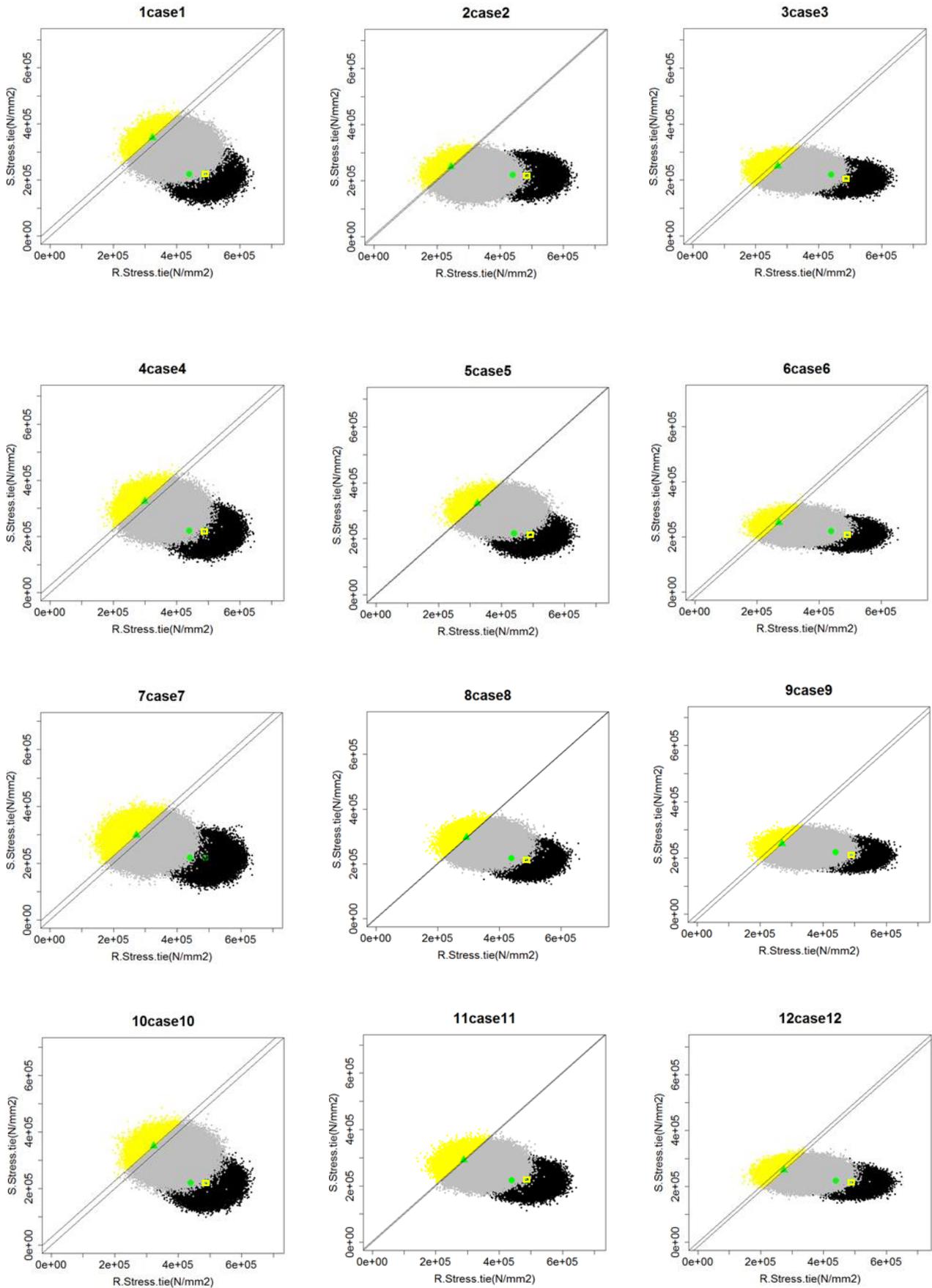
付図 G-10 矢板本体の応力の MCS 図 (3/5)



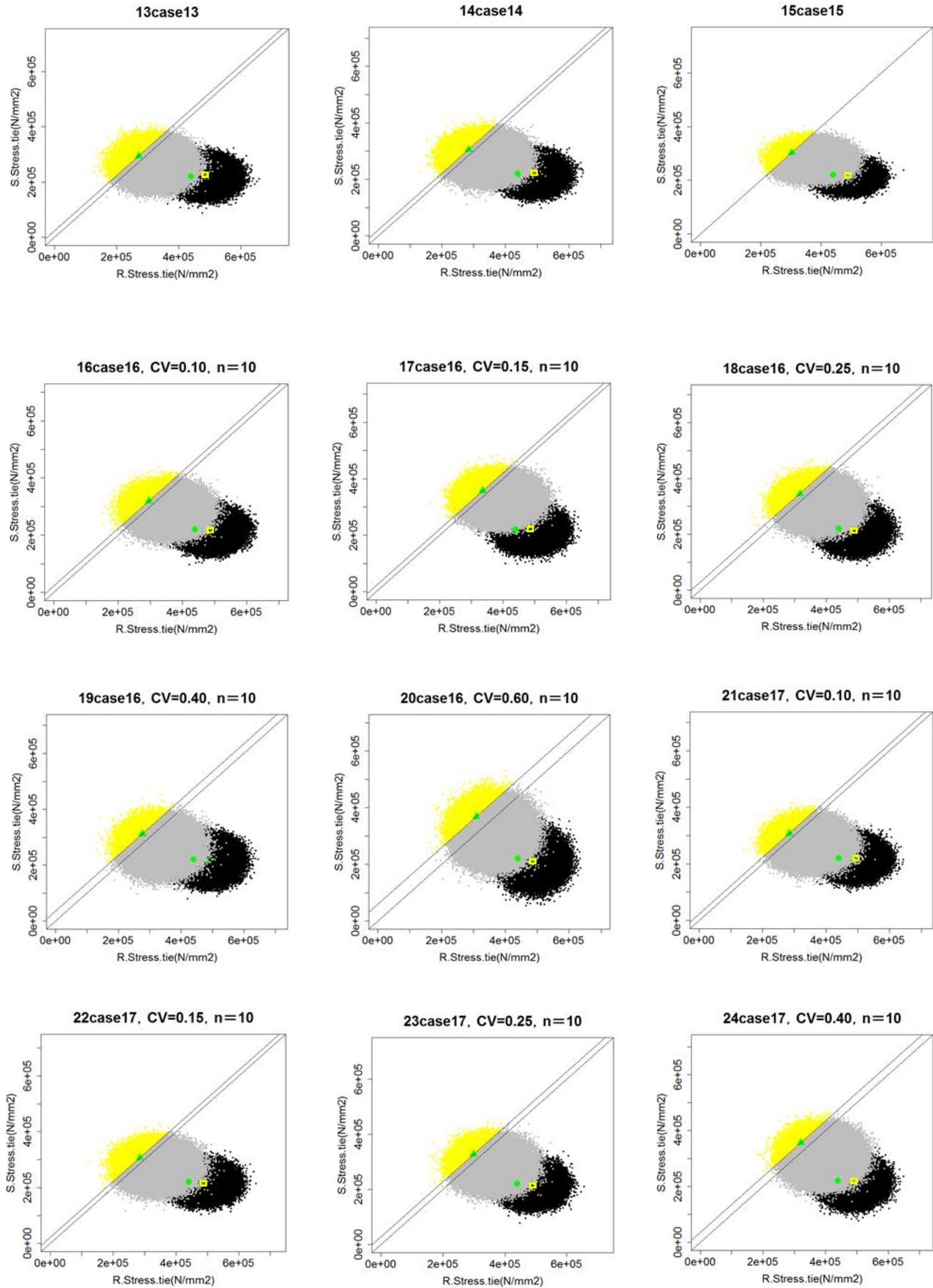
付図 G-11 矢板本体の応力の MCS 図 (4/5)



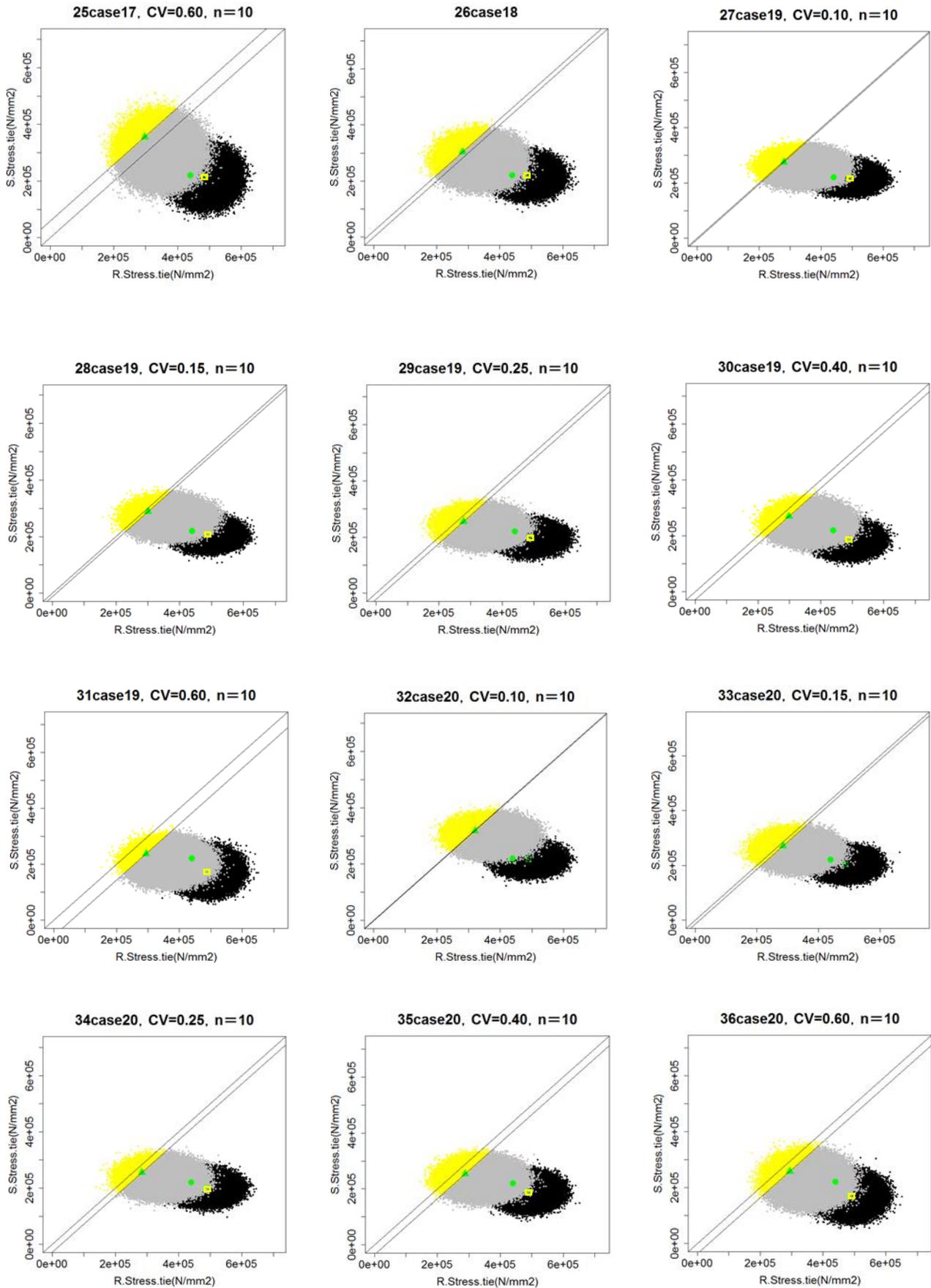
付図 G-12 矢板本体の応力の MCS 図 (5/5)



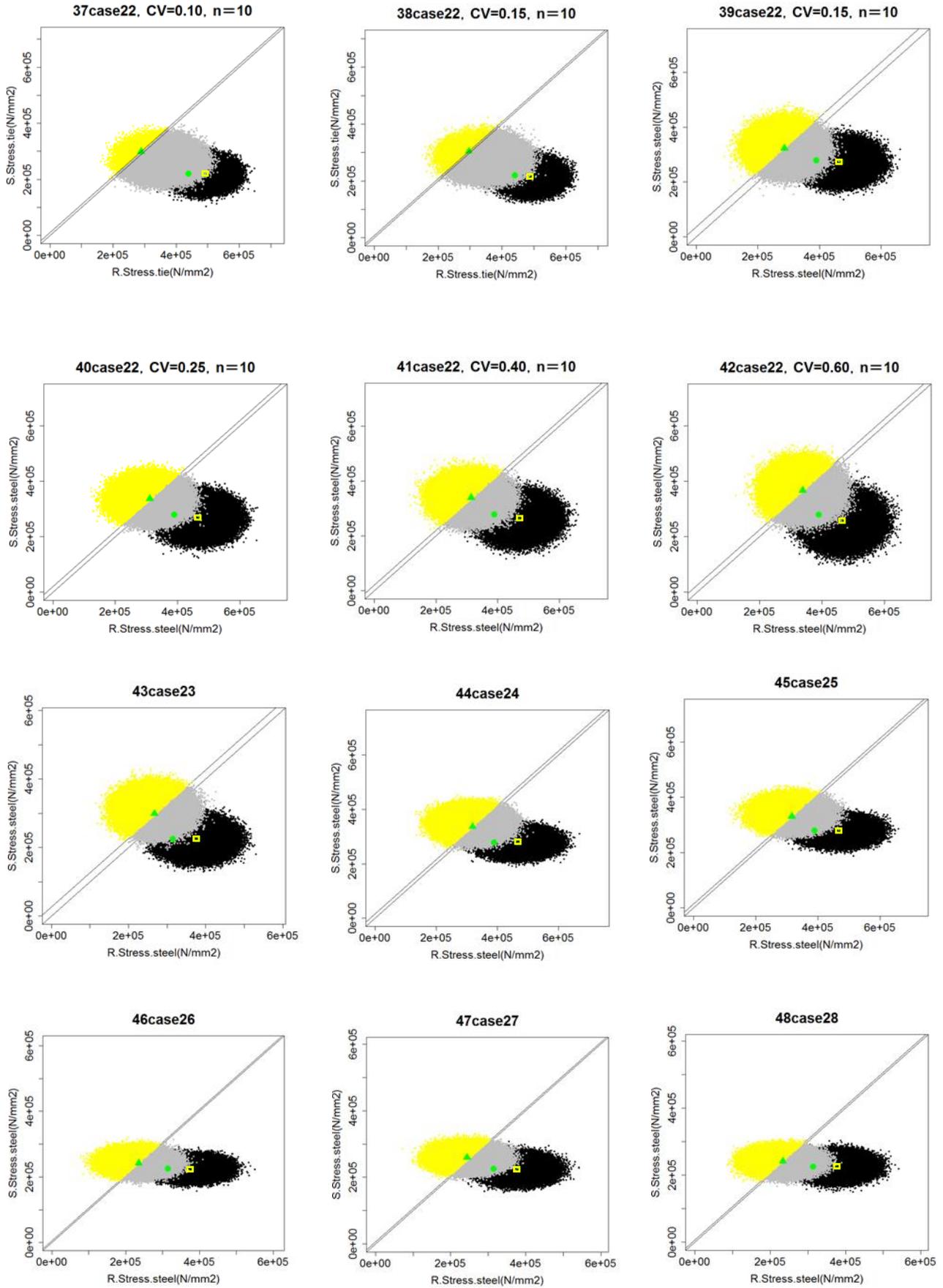
付図 G-13 タイ材の応力の MCS 図 (1/5)



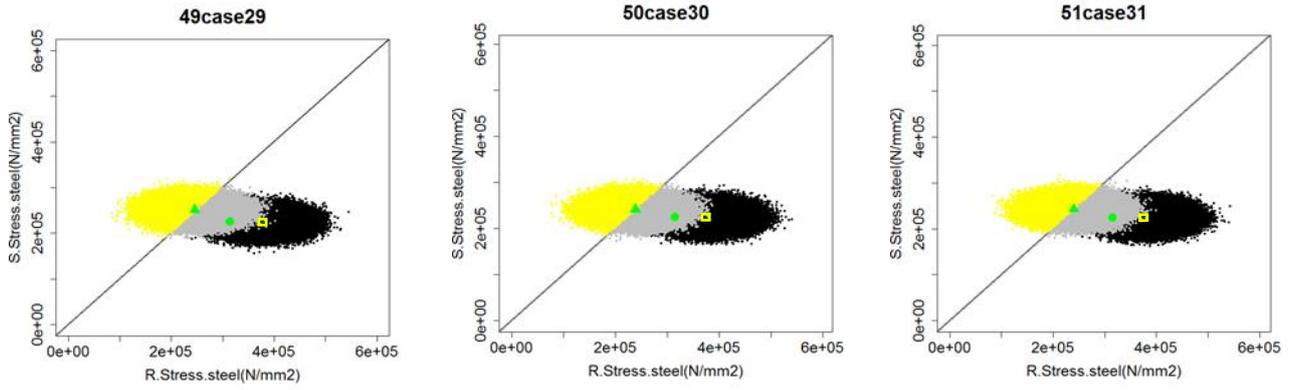
付図 G-14 タイ材の応力の MCS 図 (2/5)



付図 G-15 タイ材の応力の MCS 図 (3/5)



付図 G-16 タイ材の応力の MCS 図 (4/5)



付図 G-17 タイ材の応力の MCS 図 (5/5)

付録H 部分係数の算定結果

1. 根入れ長の部分係数

根入れ長の目標破壊確率($P_f=2.0 \times 10^{-2}$)に対する部分係数を付表H-1に示す。

付表 H-1 根入れ長 ($P_f=2.0 \times 10^{-2}$)

ケース番号	γ_S	γ_R	γ_S/γ_R
1	1.11	0.73	1.52
2	1.08	0.72	1.50
3	1.07	0.71	1.51
4	1.12	0.73	1.53
5	1.08	0.72	1.50
6	1.07	0.71	1.51
7	1.12	0.73	1.53
8	1.08	0.72	1.50
9	1.07	0.71	1.51
10	1.12	0.73	1.53
11	1.09	0.72	1.51
12	1.07	0.71	1.51
13-0.10	1.13	0.77	1.47
13-0.15	1.09	0.78	1.40
13-0.25	1.05	0.78	1.35
13-0.40	1.03	0.74	1.39
13-0.60	0.98	0.64	1.53
14-0.10	1.13	0.77	1.47
14-0.15	1.07	0.78	1.37
14-0.25	1.02	0.80	1.28
14-0.40	0.99	0.75	1.32
14-0.60	0.94	0.66	1.42
15-0.10	1.08	0.76	1.42
15-0.15	1.02	0.77	1.32
15-0.25	0.96	0.79	1.22
15-0.40	0.90	0.75	1.20
15-0.60	0.81	0.69	1.17
16-0.10	1.12	0.75	1.49
16-0.15	1.08	0.76	1.42
16-0.25	1.07	0.75	1.43
16-0.40	1.07	0.77	1.39
16-0.60	1.06	0.78	1.36
17-0.10	1.12	0.75	1.49
17-0.15	1.09	0.76	1.43
17-0.25	1.07	0.75	1.43
17-0.40	1.07	0.77	1.39
17-0.60	1.06	0.77	1.38
18	1.10	0.72	1.53
19-0.10	1.09	0.74	1.47
19-0.15	1.08	0.75	1.44
19-0.25	1.09	0.73	1.49
19-0.40	1.12	0.74	1.51
19-0.60	1.13	0.72	1.57
20-0.10	1.10	0.74	1.49
20-0.15	1.08	0.74	1.46
20-0.25	1.09	0.73	1.49
20-0.40	1.11	0.74	1.50
20-0.60	1.13	0.73	1.55
21	1.09	0.72	1.51
22-0.10	1.10	0.75	1.47
22-0.15	1.10	0.75	1.47

ケース番号	γ_S	γ_R	γ_S/γ_R
20-0.10	1.10	0.74	1.49
20-0.15	1.08	0.74	1.46
20-0.25	1.09	0.73	1.49
20-0.40	1.11	0.74	1.50
20-0.60	1.13	0.73	1.55
21	1.09	0.72	1.51
22-0.10	1.10	0.75	1.47
22-0.15	1.10	0.75	1.47
22-0.25	1.10	0.73	1.51
22-0.40	1.14	0.74	1.54
22-0.60	1.16	0.72	1.61
23-0.10	1.11	0.75	1.48
23-0.15	1.11	0.75	1.48
23-0.25	1.13	0.74	1.53
23-0.40	1.17	0.75	1.56
23-0.60	1.21	0.75	1.61
24	1.07	0.71	1.51
25	1.08	0.71	1.52
26-0.10	1.09	0.74	1.47
26-0.15	1.06	0.75	1.41
26-0.25	1.05	0.75	1.40
26-0.40	1.06	0.77	1.38
26-0.60	1.05	0.78	1.35
27-0.10	1.08	0.73	1.48
27-0.15	1.07	0.75	1.43
27-0.25	1.06	0.74	1.43
27-0.40	1.08	0.75	1.44
27-0.60	1.08	0.75	1.44
28-0.10	1.09	0.74	1.47
28-0.15	1.07	0.74	1.45
28-0.25	1.07	0.73	1.47
28-0.40	1.09	0.75	1.45
28-0.60	1.10	0.75	1.47
29-0.10	1.10	0.72	1.53
29-0.15	1.08	0.73	1.48
29-0.25	1.07	0.73	1.47
29-0.40	1.06	0.74	1.43
29-0.60	1.02	0.77	1.32
30	1.07	0.71	1.51
31	1.07	0.71	1.51

2. 矢板本体の応力に関する部分係数

矢板本体の応力の目標破壊確率に対する部分係数を付表H-2に示す。

付表 H-2 矢板本体の応力に関する部分係数

(平均)目標破壊確率 8.3×10^{-5}

ケース番号	γ_S	γ_R	γ_S/γ_R
1	1.29	0.89	1.45
2	1.10	0.79	1.39
3	1.08	0.82	1.32
4	1.29	0.89	1.45
5	1.18	0.82	1.44
6	1.07	0.81	1.32
7	1.29	0.89	1.45
8	1.25	0.85	1.47
9	1.06	0.79	1.34
10	1.30	0.89	1.46
11	1.25	0.84	1.49
12	1.09	0.79	1.38
13	1.25	0.83	1.51
14	1.23	0.83	1.48
15	1.16	0.83	1.40
16-0.10	1.27	0.83	1.53
16-0.15	1.20	0.78	1.54
16-0.25	1.39	0.91	1.53
16-0.40	1.25	0.80	1.56
16-0.60	1.42	0.86	1.65
17-0.10	1.32	0.88	1.50
17-0.15	1.28	0.86	1.49
17-0.25	1.28	0.85	1.51
17-0.40	1.29	0.85	1.52
17-0.60	1.41	0.89	1.58
18	1.26	0.88	1.43
19-0.10	1.17	0.83	1.41
19-0.15	1.14	0.85	1.34
19-0.25	1.11	0.86	1.29
19-0.40	1.07	0.86	1.24
19-0.60	1.14	0.89	1.28
20-0.10	1.17	0.84	1.39
20-0.15	1.06	0.83	1.28
20-0.25	1.08	0.84	1.29
20-0.40	1.04	0.85	1.22
20-0.60	0.97	0.85	1.14
21	1.22	0.81	1.51
22-0.10	1.23	0.83	1.48
22-0.15	1.18	0.82	1.44
22-0.25	1.20	0.86	1.40
22-0.40	1.22	0.88	1.39
22-0.60	1.24	0.89	1.39
23	1.23	0.86	1.43
24	1.15	0.83	1.39
25	1.13	0.83	1.36
26	1.12	0.84	1.33
27	1.13	0.84	1.35
28	1.09	0.82	1.33
29	1.10	0.83	1.33
30	1.11	0.84	1.32
31	1.08	0.82	1.32

(最小)目標破壊確率 1.2×10^{-5}

ケース番号	γ_S	γ_R	γ_S/γ_R
1	1.31	0.83	1.58
2	1.12	0.74	1.51
3	1.08	0.76	1.42
4	1.31	0.84	1.56
5	1.29	0.83	1.55
6	1.10	0.75	1.47
7	1.39	0.88	1.58
8	1.20	0.75	1.60
9	1.10	0.77	1.43
10	1.39	0.88	1.58
11	1.29	0.81	1.59
12	1.11	0.74	1.50
13	1.34	0.80	1.68
14	1.30	0.81	1.60
15	1.10	0.72	1.53
16-0.10	1.32	0.80	1.65
16-0.15	1.31	0.80	1.64
16-0.25	1.35	0.80	1.69
16-0.40	1.34	0.80	1.68
16-0.60	1.55	0.90	1.72
17-0.10	1.46	0.91	1.60
17-0.15	1.34	0.84	1.60
17-0.25	1.32	0.82	1.61
17-0.40	1.32	0.80	1.65
17-0.60	1.62	0.87	1.86
18	1.21	0.78	1.55
19-0.10	1.16	0.77	1.51
19-0.15	1.18	0.78	1.51
19-0.25	1.17	0.84	1.39
19-0.40	1.11	0.82	1.35
19-0.60	1.21	0.88	1.38
20-0.10	1.18	0.78	1.51
20-0.15	1.08	0.79	1.37
20-0.25	1.06	0.76	1.39
20-0.40	1.06	0.79	1.34
20-0.60	1.02	0.80	1.28
21	1.24	0.77	1.61
22-0.10	1.21	0.75	1.61
22-0.15	1.35	0.87	1.55
22-0.25	1.18	0.78	1.51
22-0.40	1.30	0.87	1.49
22-0.60	1.31	0.86	1.52
23	1.28	0.83	1.54
24	1.18	0.78	1.51
25	1.15	0.78	1.47
26	1.10	0.76	1.45
27	1.13	0.79	1.43
28	1.09	0.75	1.45
29	1.08	0.76	1.42
30	1.07	0.75	1.43
31	1.12	0.78	1.44

3. タイ材の応力に関する部分係数

矢板本体の応力の目標破壊確率に対する部分係数を付表H-3に示す。

付表 H-3 矢板本体の応力に関する部分係数

(平均)目標破壊確率 4.1×10^{-12}

ケース番号	γ_S	γ_R	γ_S/γ_R
1	1.36	0.62	2.19
2	1.20	0.59	2.03
3	1.08	0.58	1.86
4	1.50	0.69	2.17
5	1.26	0.62	2.03
6	1.22	0.66	1.85
7	1.56	0.72	2.17
8	1.37	0.68	2.01
9	1.09	0.59	1.85
10	1.58	0.73	2.16
11	1.25	0.62	2.02
12	1.20	0.63	1.90
13	1.50	0.70	2.14
14	1.44	0.67	2.15
15	1.48	0.74	2.00
16-0.10	1.39	0.64	2.17
16-0.15	1.45	0.68	2.13
16-0.25	1.52	0.70	2.17
16-0.40	1.52	0.68	2.24
16-0.60	1.53	0.63	2.43
17-0.10	1.51	0.71	2.13
17-0.15	1.38	0.64	2.16
17-0.25	1.55	0.71	2.18
17-0.40	1.75	0.80	2.19
17-0.60	1.61	0.67	2.40
18	1.53	0.72	2.13
19-0.10	1.34	0.68	1.97
19-0.15	1.14	0.60	1.90
19-0.25	1.29	0.70	1.84
19-0.40	1.10	0.62	1.77
19-0.60	1.07	0.66	1.62
20-0.10	1.13	0.57	1.98
20-0.15	1.24	0.65	1.91
20-0.25	1.21	0.67	1.81
20-0.40	1.26	0.71	1.77
20-0.60	1.39	0.78	1.78
21	1.27	0.62	2.05
22-0.10	1.39	0.67	2.07
22-0.15	1.45	0.71	2.04
22-0.25	1.37	0.66	2.08
22-0.40	1.59	0.76	2.09
22-0.60	1.67	0.76	2.20
23	1.27	0.62	2.05
24	1.13	0.60	1.88
25	1.21	0.64	1.89
26	1.23	0.65	1.89
27	1.07	0.56	1.91
28	1.10	0.58	1.90
29	1.17	0.63	1.86
30	1.19	0.64	1.86
31	1.25	0.67	1.87

(最小)目標破壊確率 9.3×10^{-14}

ケース番号	γ_S	γ_R	γ_S/γ_R
1	1.65	0.72	2.29
2	1.16	0.52	2.23
3	1.16	0.52	2.23
4	1.52	0.65	2.34
5	1.51	0.70	2.16
6	1.51	0.70	2.16
7	1.40	0.59	2.37
8	1.38	0.64	2.16
9	1.16	0.58	2.00
10	1.63	0.70	2.33
11	1.35	0.62	2.18
12	1.19	0.59	2.02
13	1.37	0.58	2.36
14	1.43	0.62	2.31
15	1.40	0.65	2.15
16-0.10	1.45	0.62	2.34
16-0.15	1.47	0.63	2.33
16-0.25	1.57	0.67	2.34
16-0.40	1.64	0.69	2.38
16-0.60	1.74	0.68	2.56
17-0.10	1.52	0.66	2.30
17-0.15	1.61	0.71	2.27
17-0.25	1.38	0.58	2.38
17-0.40	1.57	0.66	2.38
17-0.60	1.70	0.66	2.58
18	1.49	0.65	2.29
19-0.10	1.28	0.61	2.10
19-0.15	1.33	0.65	2.05
19-0.25	1.19	0.60	1.98
19-0.40	1.18	0.61	1.93
19-0.60	1.26	0.71	1.77
20-0.10	1.23	0.57	2.16
20-0.15	1.23	0.60	2.05
20-0.25	1.30	0.67	1.94
20-0.40	1.25	0.66	1.89
20-0.60	1.26	0.66	1.91
21	1.55	0.71	2.18
22-0.10	1.49	0.67	2.22
22-0.15	1.37	0.62	2.21
22-0.25	1.32	0.58	2.28
22-0.40	1.61	0.72	2.24
22-0.60	1.49	0.62	2.40
23	1.40	0.64	2.19
24	1.18	0.58	2.03
25	1.17	0.57	2.05
26	1.12	0.56	2.00
27	1.23	0.60	2.05
28	1.27	0.62	2.05
29	1.06	0.53	2.00
30	1.10	0.55	2.00
31	1.19	0.59	2.02

付録I 試設計の算定結果

1. 根入れ長

根入れ長の試算結果を付表I-1, 付表I-2に示す。なお、設計法①はフリーアースサポート法、設計法②は砂質土主体がロウの補正による方法、粘性土主体はたわみ曲線法である。

付表 I-1 根入れ長（各性能照査方法における算定結果）

単位:m

	ケース No.	粘着力c 変動係数	水深 (m)	H11設計法		H19設計法		提案設計法		地震時 (kh=0.05)		地震時 (kh=0.10)		地震時 (kh=0.15)	
				常時		永続状態		永続状態							
				設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②
標準モデル (砂質土地盤)	1	-	-4.5	2.14	5.09	2.71	5.09	2.15	5.09	2.00	5.21	2.40	5.21	2.93	5.21
	2	-	-4.5	3.17	5.08	3.87	5.08	3.19	5.08	3.00	5.21	3.56	5.21	4.33	5.21
	3	-	-4.5	4.67	6.38	5.50	6.38	4.70	6.38	4.39	6.53	5.10	6.53	6.07	6.53
	4	-	-7.5	2.93	4.99	3.70	4.99	2.94	4.99	2.84	5.10	3.50	5.10	4.34	5.10
	5	-	-7.5	4.03	6.33	4.92	6.33	4.05	6.33	3.88	6.48	4.62	6.48	5.62	6.48
	6	-	-7.5	5.57	8.11	6.58	7.25	5.57	7.46	5.30	7.42	6.18	7.64	7.37	8.30
	7	-	-10.0	3.56	6.23	4.49	4.77	3.58	6.23	3.53	4.87	4.34	6.37	5.39	6.37
	8	-	-10.0	4.70	7.20	5.75	6.15	4.72	7.20	4.57	7.37	5.48	7.37	6.67	7.59
	9	-	-10.0	6.28	11.49	7.44	7.44	6.31	10.67	6.02	8.13	7.06	11.29	8.44	11.77
	10	-	-16.0	5.03	7.66	6.35	6.96	5.05	6.96	5.11	7.10	6.34	10.74	7.86	11.62
	11	-	-16.0	6.23	12.16	7.66	10.78	6.26	11.23	6.22	11.49	7.50	12.44	9.27	12.91
	12	-	-16.0	7.88	16.28	9.41	15.03	7.88	15.03	7.72	15.39	9.12	16.07	11.09	16.67
全国の設計事例 (8ケース)	13-0.10	0.1未満	-6.1	3.10	5.05	3.98	5.83	3.55	5.05	3.07	5.19	3.66	5.96	4.30	6.85
	13-0.25	0.15~0.25未満	-6.1	3.52	5.49	4.23	6.12	3.87	5.49	3.55	5.65	4.02	5.96	4.63	7.30
	13-0.60	0.4~0.60未満	-6.1	3.93	6.10	4.56	6.52	4.26	6.10	4.01	6.29	4.46	7.02	5.05	7.93
	16-0.10	0.1未満	-8.1	3.24	5.84	3.54	4.50	3.25	4.50	3.06	4.59	3.69	5.97	4.43	5.97
	16-0.25	0.15~0.25未満	-8.1	3.44	5.84	3.78	4.50	3.45	4.50	3.26	4.59	3.86	5.97	4.60	5.97
	16-0.60	0.4~0.60未満	-8.1	3.70	5.84	4.08	4.50	3.71	5.84	3.52	4.59	3.52	5.97	4.84	5.97
	19-0.10	0.1未満	-10.7	9.13	9.13	10.25	10.25	9.17	9.17	9.24	9.13	12.18	12.18	15.79	15.79
	19-0.25	0.15~0.25未満	-10.7	9.25	9.25	10.36	10.36	9.30	9.30	9.35	9.35	12.23	12.23	16.02	16.02
	19-0.60	0.4~0.60未満	-10.7	9.46	11.59	10.55	10.55	9.51	10.79	9.54	9.46	12.31	12.31	16.17	16.17
	21	-	-10.2	5.04	7.91	6.26	7.69	5.07	7.69	4.88	7.87	5.88	8.10	7.73	8.80
	22-0.10	0.1未満	-10.2	5.76	10.76	6.75	7.84	5.79	10.43	5.45	8.03	5.76	8.73	14.55	14.55
	22-0.25	0.15~0.25未満	-10.2	5.83	11.20	6.82	7.84	5.86	10.43	5.51	8.03	6.86	8.73	15.24	15.24
	22-0.60	0.4~0.60未満	-10.2	5.94	11.20	6.92	7.84	5.94	10.43	5.61	8.03	6.97	11.55	15.18	15.18
	24	-	-7.0	4.35	6.74	5.06	6.99	4.37	6.74	4.29	6.90	5.14	6.90	7.02	7.02
	27-0.10	0.1未満	-10.6	8.80	12.11	8.90	10.80	8.82	11.23	8.28	11.50	9.06	11.89	10.22	12.40
	27-0.25	0.15~0.25未満	-10.6	9.01	12.11	9.20	10.80	9.04	11.23	8.30	11.50	9.29	11.89	10.59	12.40
	27-0.60	0.4~0.60未満	-10.6	9.30	12.11	9.58	10.80	9.30	11.23	8.63	11.50	9.30	11.89	10.43	12.40
	30	-	-10.9	6.26	12.93	7.06	11.54	6.28	11.99	6.12	11.81	6.84	12.28	7.72	12.70

付表 1-2 根入れ長（決定断面）

	ケース No.	粘着力c 変動係数	水深 (m)	H11設計法 決定断面 (常時orkh0.05)		H19設計法 決定断面 (永続orkh0.05)		提案設計法 決定断面 (永続orkh0.05)		地震時 (kh=0.10)		地震時 (kh=0.15)	
				設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②
標準モデル (砂質土地盤)	1	-	-4.5	2.14	5.21	2.71	5.21	2.15	5.21	2.40	5.21	2.93	5.21
	2	-	-4.5	3.17	5.21	3.87	5.21	3.19	5.21	3.56	5.21	4.33	5.21
	3	-	-4.5	4.67	6.53	5.50	6.53	4.70	6.53	5.10	6.53	6.07	6.53
	4	-	-7.5	2.93	5.10	3.70	5.10	2.94	5.10	3.50	5.10	4.34	5.10
	5	-	-7.5	4.03	6.48	4.92	6.48	4.05	6.48	4.62	6.48	5.62	6.48
	6	-	-7.5	5.57	8.11	6.58	7.42	5.57	7.46	6.18	7.64	7.37	8.30
	7	-	-10.0	3.56	6.23	4.49	4.87	3.58	6.23	4.34	6.37	5.39	6.37
	8	-	-10.0	4.70	7.37	5.75	7.37	4.72	7.37	5.48	7.37	6.67	7.59
	9	-	-10.0	6.28	11.49	7.44	8.13	6.31	10.67	7.06	11.29	8.44	11.77
	10	-	-16.0	5.11	7.66	6.35	7.10	5.11	7.10	6.34	10.74	7.86	11.62
	11	-	-16.0	6.23	12.16	7.66	11.49	6.26	11.49	7.50	12.44	9.27	12.91
	12	-	-16.0	7.88	16.28	9.41	15.39	7.88	15.39	9.12	16.07	11.09	16.67
全国の設計事例 (8ケース)	13	0.1未満	-6.1	3.10	5.19	3.98	5.83	3.55	5.19	3.66	5.96	4.30	6.85
	13	0.15-0.25未満	-6.1	3.55	5.65	4.23	6.12	3.87	5.65	4.02	5.96	4.63	7.30
	13	0.4-0.60未満	-6.1	4.01	6.29	4.56	6.52	4.26	6.29	4.46	7.02	5.05	7.93
	16	0.1未満	-8.1	3.24	5.84	3.54	4.59	3.25	4.59	3.69	5.97	4.43	5.97
	16	0.15-0.25未満	-8.1	3.44	5.84	3.78	4.59	3.45	4.59	3.86	5.97	4.60	5.97
	16	0.4-0.60未満	-8.1	3.70	5.84	4.08	4.59	3.71	5.84	3.52	5.97	4.84	5.97
	19	0.1未満	-10.7	9.24	9.13	10.25	10.25	9.24	9.17	12.18	12.18	15.79	15.79
	19	0.15-0.25未満	-10.7	9.35	9.35	10.36	10.36	9.35	9.35	12.23	12.23	16.02	16.02
	19	0.4-0.60未満	-10.7	9.54	11.59	10.55	10.55	9.54	10.79	12.31	12.31	16.17	16.17
	21	-	-10.2	5.04	7.91	6.26	7.87	5.07	7.87	5.88	8.10	7.73	8.80
	22	0.1未満	-10.2	5.76	10.76	6.75	8.03	5.79	10.43	5.76	8.73	14.55	14.55
	22	0.15-0.25未満	-10.2	5.83	11.20	6.82	8.03	5.86	10.43	6.86	8.73	15.24	15.24
	22	0.4-0.60未満	-10.2	5.94	11.20	6.92	8.03	5.94	10.43	6.97	11.55	15.18	15.18
	24	-	-7.0	4.35	6.90	5.06	6.99	4.37	6.90	5.14	6.90	7.02	7.02
27	0.1未満	-10.6	8.80	12.11	8.90	11.50	8.82	11.50	9.06	11.89	10.22	12.40	
27	0.15-0.25未満	-10.6	9.01	12.11	9.20	11.50	9.04	11.50	9.29	11.89	10.59	12.40	
27	0.4-0.60未満	-10.6	9.30	12.11	9.58	11.50	9.30	11.50	9.30	11.89	10.43	12.40	
30	-	-10.9	6.26	12.93	7.06	11.81	6.28	11.99	6.84	12.28	7.72	12.70	

2. 矢板本体の応力

矢板本体の断面係数および型式の試計算結果を付表I-3
 ~付表I-5に示す。なお、設計法①は仮想ばり法、設計法
 ②は海底面以下が砂質土主体の場合はロウの補正による
 方法、粘性土主体はたわみ曲線法である。

付表 I-3 矢板本体の断面係数（各性能照査方法における算定結果）

単位: m³/m

ケース No.	粘着力c 変動係数	水深 (m)	H11設計法		H19設計法		提案設計法		地震時		地震時		地震時		
			常時		永続状態		永続状態		(kh=0.05)		(kh=0.10)		(kh=0.15)		
			設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	
標準モデル (砂質土地盤)	-	-4.5	1.94E-04	2.46E-04	1.43E-04	1.81E-04	1.64E-04	2.07E-04	1.41E-04	1.92E-04	1.68E-04	2.29E-04	2.02E-04	2.74E-04	
	-	-4.5	4.97E-04	5.54E-04	3.45E-04	3.85E-04	4.18E-04	4.66E-04	3.58E-04	4.24E-04	4.02E-04	4.77E-04	4.58E-04	5.43E-04	
	-	-4.5	1.43E-03	1.55E-03	9.57E-04	1.04E-03	1.20E-03	1.30E-03	9.95E-04	1.14E-03	1.09E-03	1.25E-03	1.18E-03	1.35E-03	
	-	-7.5	6.58E-04	6.08E-04	4.86E-04	4.50E-04	5.54E-04	5.12E-04	4.91E-04	4.71E-04	6.09E-04	5.84E-04	7.48E-04	7.18E-04	
	-	-7.5	1.38E-03	1.36E-03	9.68E-04	9.55E-04	1.16E-03	1.14E-03	1.01E-03	1.04E-03	1.17E-03	1.21E-03	1.35E-03	1.40E-03	
	-	-7.5	3.14E-03	3.21E-03	2.12E-03	2.03E-03	2.64E-03	2.58E-03	2.22E-03	2.22E-03	2.47E-03	2.51E-03	2.74E-03	2.94E-03	
	-	-10.0	1.31E-03	1.17E-03	9.72E-04	7.62E-04	1.10E-03	9.89E-04	1.03E-03	8.14E-04	1.28E-03	1.18E-03	1.59E-03	1.47E-03	
	-	-10.0	2.50E-03	2.30E-03	1.77E-03	1.50E-03	2.10E-03	1.94E-03	1.86E-03	1.77E-03	2.22E-03	2.12E-03	2.59E-03	2.52E-03	
	-	-10.0	6.51E-03	7.22E-03	3.48E-03	2.93E-03	5.36E-03	5.67E-03	4.67E-03	3.40E-03	5.31E-03	6.07E-03	5.96E-03	7.01E-03	
	-	-16.0	5.30E-03	3.29E-03	3.11E-03	2.35E-03	3.51E-03	2.65E-03	3.45E-03	2.61E-03	5.65E-03	5.42E-03	7.06E-03	7.12E-03	
	-	-16.0	8.80E-03	8.54E-03	6.14E-03	5.57E-03	7.23E-03	6.72E-03	6.91E-03	6.67E-03	8.46E-03	8.58E-03	1.02E-02	1.06E-02	
	-	-16.0	1.56E-02	1.70E-02	1.04E-02	1.08E-02	1.28E-02	1.33E-02	1.17E-02	1.28E-02	1.36E-02	1.53E-02	1.58E-02	1.82E-02	
全国の設計事例 (8ケース)	13-0.10	0.1未満	-6.1	6.08E-04	6.91E-04	4.36E-04	5.37E-04	5.12E-04	5.82E-04	4.44E-04	5.12E-04	5.36E-04	6.83E-04	6.31E-04	9.01E-04
	13-0.25	0.15-0.25未満	-6.1	6.08E-04	7.51E-04	4.36E-04	5.86E-04	5.12E-04	6.32E-04	4.44E-04	5.55E-04	5.36E-04	7.43E-04	6.31E-04	9.85E-04
	13-0.60	0.4-0.60未満	-6.1	6.08E-04	8.67E-04	4.36E-04	6.78E-04	5.12E-04	7.30E-04	4.44E-04	6.39E-04	5.36E-04	8.55E-04	6.31E-04	1.14E-03
	16-0.10	0.1未満	-8.1	1.16E-03	1.09E-03	8.29E-04	6.78E-04	9.78E-04	8.01E-04	8.61E-04	7.18E-04	1.06E-03	1.03E-03	1.26E-03	1.23E-03
	16-0.25	0.15-0.25未満	-8.1	1.18E-03	1.11E-03	8.43E-04	6.89E-04	9.97E-04	8.16E-04	8.77E-04	7.30E-04	1.07E-03	1.05E-03	1.28E-03	1.25E-03
	16-0.60	0.4-0.60未満	-8.1	1.22E-03	1.14E-03	8.63E-04	7.06E-04	1.03E-03	9.61E-04	8.99E-04	7.49E-04	1.10E-03	1.07E-03	1.31E-03	1.27E-03
	19-0.10	0.1未満	-10.7	3.20E-03	3.19E-03	2.11E-03	1.97E-03	2.70E-03	2.56E-03	2.28E-03	2.22E-03	2.84E-03	2.81E-03	4.45E-03	5.45E-03
	19-0.25	0.15-0.25未満	-10.7	3.55E-03	3.54E-03	2.33E-03	2.18E-03	2.99E-03	2.84E-03	2.50E-03	2.43E-03	3.10E-03	3.24E-03	4.92E-03	6.20E-03
	19-0.60	0.4-0.60未満	-10.7	5.30E-03	6.20E-03	2.71E-03	2.58E-03	4.36E-03	4.86E-03	2.90E-03	2.83E-03	4.53E-03	5.49E-03	5.39E-03	6.73E-03
	21	-	-10.2	2.82E-03	2.74E-03	1.98E-03	1.89E-03	2.38E-03	2.27E-03	2.09E-03	2.08E-03	2.48E-03	2.52E-03	2.94E-03	3.14E-03
	22-0.10	0.1未満	-10.2	4.80E-03	5.61E-03	2.52E-03	2.43E-03	3.18E-03	4.52E-03	2.62E-03	2.64E-03	3.10E-03	3.29E-03	4.63E-03	5.95E-03
	22-0.25	0.15-0.25未満	-10.2	4.97E-03	5.97E-03	2.60E-03	2.51E-03	3.30E-03	4.69E-03	2.71E-03	2.73E-03	3.20E-03	3.40E-03	4.79E-03	6.15E-03
	22-0.60	0.4-0.60未満	-10.2	5.23E-03	6.28E-03	2.72E-03	2.63E-03	3.47E-03	4.93E-03	2.85E-03	2.87E-03	3.35E-03	5.49E-03	5.10E-03	6.55E-03
	24	-	-7.0	1.24E-03	1.26E-03	8.55E-04	8.88E-04	1.04E-03	1.06E-03	9.40E-04	1.00E-03	1.08E-03	1.15E-03	1.25E-03	1.34E-03
	27	-	-10.6	8.13E-03	8.67E-03	5.22E-03	5.20E-03	6.68E-03	6.81E-03	5.75E-03	6.16E-03	6.49E-03	7.11E-03	7.43E-03	8.38E-03
	30	-	-10.9	7.49E-03	8.21E-03	4.81E-03	4.92E-03	6.16E-03	6.45E-03	5.34E-03	5.75E-03	6.05E-03	6.68E-03	6.94E-03	7.83E-03

付表 I-4 矢板本体の型式

ケース No.	粘着力c 変動係数	水深 (m)	H11設計法		H19設計法		提案設計法		地震時		地震時		地震時		
			常時		永続状態		永続状態		(kh=0.05)		(kh=0.10)		(kh=0.15)		
			設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①
標準モデル (砂質土地盤)	1	-	-4.5	II w	II w	II w	II w	II w	II w	II w					
	2	-	-4.5	II w	II w	II w	II w	II w	II w	II w					
	3	-	-4.5	III w	III w	III w	III w	III w	III w	III w					
	4	-	-7.5	II w	II w	II w	II w	II w	II w	II w					
	5	-	-7.5	III w	III w	III w	III w	III w	III w	III w					
	6	-	-7.5	VIL	VIL	IV w	IV w	V L	V L	IV w	IV w	V L	V L	VIL	VIL
	7	-	-10.0	III w	III w	III w	II w	III w	III w	III w	II w	III w	III w	III w	III w
	8	-	-10.0	V L	IV w	IV w	III w	IV w	IV w	IV w	IV w	IV w	IV w	V L	V L
	9	-	-10.0	800-16	800-19	VIL	VIL	800-14	800-14	800-12	VIL	800-14	800-16	800-19	800-19
	10	-	-16.0	800-14	VIL	VIL	IV w	VIL	V L	VIL	V L	800-14	800-14	800-19	800-19
	11	-	-16.0	900-19	900-19	900-14	900-12	900-16	900-14	900-16	900-14	900-19	900-19	900-22	900-22
	12	-	-16.0	1400-19	1400-22	1400-16	1400-16	1400-16	1400-16	1400-16	1400-16	1400-16	1400-19	1400-19	1400-22
全国の設計事例 (8ケース)	13	0.1未満	-6.1	II w	II w	II w	II w	II w	II w	II w					
	13	0.15~0.25未満	-6.1	II w	II w	II w	II w	II w	II w	III w					
	13	0.4~0.60未満	-6.1	II w	III w	II w	II w	II w	II w	II w	II w	II w	III w	II w	III w
	16	0.1未満	-8.1	III w	III w	II w	II w	III w	II w	III w	II w	III w	III w	III w	III w
	16	0.15~0.25未満	-8.1	III w	III w	III w	II w	III w	II w	III w	III w	III w	III w	III w	III w
	16	0.4~0.60未満	-8.1	III w	III w	III w	II w	III w	III w	III w	II w	III w	III w	III w	III w
	19	0.1未満	-10.7	VIL	VIL	IV w	IV w	V L	V L	IV w	IV w	V L	V L	700-14	700-16
	19	0.15~0.25未満	-10.7	VIL	VIL	IV w	IV w	VIL	V L	VIL	IV w	VIL	VIL	700-14	700-19
	19	0.4~0.60未満	-10.7	700-16	700-19	V L	V L	700-14	700-14	V L	V L	700-14	700-16	700-16	700-19
	21	-	-10.2	V L	V L	IV w	IV w	IV w	IV w	IV w	IV w	V L	V L	VIL	VIL
	22	0.1未満	-10.2	700-14	700-16	V L	V L	VIL	700-14	IV w	V L	VIL	VIL	700-14	700-19
	22	0.15~0.25未満	-10.2	700-14	700-19	V L	V L	VIL	700-14	IV w	V L	VIL	VIL	700-14	700-19
	22	0.4~0.60未満	-10.2	700-16	700-19	V L	V L	VIL	700-14	V L	V L	VIL	800-14	700-16	700-19
	24	-	-7.0	III w	III w	III w	III w	III w	III w	III w					
	27	-	-10.6	900-19	900-19	900-12	900-12	900-14	900-14	900-14	900-14	900-14	900-16	900-16	900-19
	30	-	-10.6	900-16	900-19	900-12	900-12	900-14	900-14	900-12	900-14	900-14	900-14	900-16	900-16

矢板型式	断面係数 Z (m ³ /m)
II W	8.30E-04
III W	1.55E-03
IV W	2.43E-03
V L	2.90E-03
VIL	3.55E-03
600-14	4.05E-03
600-16	4.62E-03
600-19	5.46E-03
700-12	4.25E-03
700-14	4.98E-03
700-16	5.70E-03
700-19	6.74E-03
800-12	5.06E-03
800-14	5.93E-03
800-16	6.79E-03
800-19	8.05E-03
900-12	5.88E-03
900-14	6.89E-03
900-16	7.90E-03
900-19	9.34E-03

矢板型式	断面係数 Z (m ³ /m)
900-22	1.08E-02
1000-12	6.70E-03
1000-14	7.87E-03
1000-16	9.02E-03
1000-19	1.07E-02
1000-22	1.24E-02
1100-14	8.80E-03
1100-16	1.01E-02
1100-19	1.21E-02
1100-22	1.40E-02
1200-14	9.83E-03
1200-16	1.13E-02
1200-19	1.34E-02
1200-22	1.55E-02
1300-16	1.24E-02
1300-19	1.48E-02
1300-22	1.71E-02
1400-16	1.36E-02
1400-19	1.62E-02
1400-22	1.87E-02

付表 I-5 矢板本体の断面係数（決定断面）

単位: m³/m

	ケース No.	粘着力c 変動係数	水深 (m)	H11設計法 決定断面 (常時orkh0.05)		H19設計法 決定断面 (永続orkh0.05)		提案設計法 決定断面 (永続orkh0.05)		地震時 (kh=0.10)		地震時 (kh=0.15)	
				設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②
標準モデル (砂質土地盤)	1	-	-4.5	1.94E-04	2.46E-04	1.43E-04	1.92E-04	1.64E-04	2.07E-04	1.68E-04	2.29E-04	2.02E-04	2.74E-04
	2	-	-4.5	4.97E-04	5.54E-04	3.58E-04	4.24E-04	4.18E-04	4.66E-04	4.02E-04	4.77E-04	4.58E-04	5.43E-04
	3	-	-4.5	1.43E-03	1.55E-03	9.95E-04	1.14E-03	1.20E-03	1.30E-03	1.09E-03	1.25E-03	1.18E-03	1.35E-03
	4	-	-7.5	6.58E-04	6.08E-04	4.91E-04	4.71E-04	5.54E-04	5.12E-04	6.09E-04	5.84E-04	7.48E-04	7.18E-04
	5	-	-7.5	1.38E-03	1.36E-03	1.01E-03	1.04E-03	1.16E-03	1.14E-03	1.17E-03	1.21E-03	1.35E-03	1.40E-03
	6	-	-7.5	3.14E-03	3.21E-03	2.22E-03	2.22E-03	2.64E-03	2.58E-03	2.47E-03	2.51E-03	2.74E-03	2.94E-03
	7	-	-10.0	1.31E-03	1.17E-03	1.03E-03	8.14E-04	1.10E-03	9.89E-04	1.28E-03	1.18E-03	1.59E-03	1.47E-03
	8	-	-10.0	2.50E-03	2.30E-03	1.86E-03	1.77E-03	2.10E-03	1.94E-03	2.22E-03	2.12E-03	2.59E-03	2.52E-03
	9	-	-10.0	6.51E-03	7.22E-03	4.67E-03	3.40E-03	5.36E-03	5.67E-03	5.31E-03	6.07E-03	5.96E-03	7.01E-03
	10	-	-16.0	5.30E-03	3.29E-03	3.45E-03	2.61E-03	3.51E-03	2.65E-03	5.65E-03	5.42E-03	7.06E-03	7.12E-03
	11	-	-16.0	8.80E-03	8.54E-03	6.91E-03	6.67E-03	7.23E-03	6.72E-03	8.46E-03	8.58E-03	1.02E-02	1.06E-02
	12	-	-16.0	1.56E-02	1.70E-02	1.17E-02	1.28E-02	1.28E-02	1.33E-02	1.36E-02	1.53E-02	1.58E-02	1.82E-02
全国の設計事例 (8ケース)	13	0.1未満	-6.1	6.08E-04	6.91E-04	4.44E-04	5.37E-04	5.12E-04	5.82E-04	5.36E-04	6.83E-04	6.31E-04	9.01E-04
	13	0.15~0.25未満	-6.1	6.08E-04	7.51E-04	4.44E-04	5.86E-04	5.12E-04	6.32E-04	5.36E-04	7.43E-04	6.31E-04	9.85E-04
	13	0.4~0.60未満	-6.1	6.08E-04	8.67E-04	4.44E-04	6.78E-04	5.12E-04	7.30E-04	5.36E-04	8.55E-04	6.31E-04	1.14E-03
	16	0.1未満	-8.1	1.16E-03	1.09E-03	8.61E-04	7.18E-04	9.78E-04	8.01E-04	1.06E-03	1.03E-03	1.26E-03	1.23E-03
	16	0.15~0.25未満	-8.1	1.18E-03	1.11E-03	8.77E-04	7.30E-04	9.97E-04	8.16E-04	1.07E-03	1.05E-03	1.28E-03	1.25E-03
	16	0.4~0.60未満	-8.1	1.22E-03	1.14E-03	8.99E-04	7.49E-04	1.03E-03	9.61E-04	1.10E-03	1.07E-03	1.31E-03	1.27E-03
	19	0.1未満	-10.7	3.20E-03	3.19E-03	2.28E-03	2.22E-03	2.70E-03	2.56E-03	2.84E-03	2.81E-03	4.45E-03	5.45E-03
	19	0.15~0.25未満	-10.7	3.55E-03	3.54E-03	2.50E-03	2.43E-03	2.99E-03	2.84E-03	3.10E-03	3.24E-03	4.92E-03	6.20E-03
	19	0.4~0.60未満	-10.7	5.30E-03	6.20E-03	2.90E-03	2.83E-03	4.36E-03	4.86E-03	4.53E-03	5.49E-03	5.39E-03	6.73E-03
	21	-	-10.2	2.82E-03	2.74E-03	2.09E-03	2.08E-03	2.38E-03	2.27E-03	2.48E-03	2.52E-03	2.94E-03	3.14E-03
	22	0.1未満	-10.2	4.80E-03	5.61E-03	2.62E-03	2.64E-03	3.18E-03	4.52E-03	3.10E-03	3.29E-03	4.63E-03	5.95E-03
	22	0.15~0.25未満	-10.2	4.97E-03	5.97E-03	2.71E-03	2.73E-03	3.30E-03	4.69E-03	3.20E-03	3.40E-03	4.79E-03	6.15E-03
	22	0.4~0.60未満	-10.2	5.23E-03	6.28E-03	2.85E-03	2.87E-03	3.47E-03	4.93E-03	3.35E-03	5.49E-03	5.10E-03	6.55E-03
	24	-	-7.0	1.24E-03	1.26E-03	9.40E-04	1.00E-03	1.04E-03	1.06E-03	1.08E-03	1.15E-03	1.25E-03	1.34E-03
27	0.1未満	-10.6	8.13E-03	8.67E-03	5.75E-03	6.16E-03	6.68E-03	6.81E-03	6.49E-03	7.11E-03	7.43E-03	8.38E-03	
30	0.15~0.25未満	-10.6	7.49E-03	8.21E-03	5.34E-03	5.75E-03	6.16E-03	6.45E-03	6.05E-03	6.68E-03	6.94E-03	7.83E-03	

3. タイ材の応力

タイ材の必要径および規格径の試算結果を付表I-6～付表I-8に示す。なお、設計法①は仮想ばり法、設計法②は海底面以下が砂質土主体の場合はロウの補正による方法、粘性土主体はたわみ曲線法である。

付表 I-6 タイ材の径（各性能照査方法における算定結果）

単位: mm/本

	ケース No.	粘着力c 変動係数	水深 (m)	H11設計法		H19設計法		提案設計法		地震時 (kh=0.05)		地震時 (kh=0.10)		地震時 (kh=0.15)	
				常時		永続状態		永続状態		設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②
				設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②						
標準モデル (砂質土地盤)	1	-	-4.5	32.2	33.8	28.3	29.7	29.3	30.7	26.0	27.9	27.7	29.8	29.7	31.9
	2	-	-4.5	44.5	45.4	38.4	39.2	40.2	41.1	36.1	37.5	38.0	39.4	40.1	41.7
	3	-	-4.5	55.7	56.4	47.3	48.0	50.3	51.0	45.5	46.9	47.6	49.0	49.6	51.1
	4	-	-7.5	39.3	38.5	34.5	33.8	35.6	34.9	32.7	32.3	35.6	35.1	38.8	38.3
	5	-	-7.5	52.9	52.4	45.5	45.2	47.8	47.4	43.8	43.9	46.6	46.8	49.6	49.8
	6	-	-7.5	66.1	66.1	55.9	55.1	59.7	59.1	54.7	55.4	57.4	57.4	60.3	61.1
	7	-	-10.0	45.2	43.9	39.6	37.5	40.9	39.7	38.6	37.8	42.4	41.4	46.5	45.5
	8	-	-10.0	59.6	58.2	51.3	49.2	53.9	52.6	50.0	49.2	53.9	53.1	57.6	57.0
	9	-	-10.0	74.2	75.7	62.7	60.1	67.0	67.6	61.8	60.5	65.4	67.4	69.0	71.6
	10	-	-16.0	58.9	55.7	51.7	48.5	53.2	49.9	52.1	48.8	58.4	57.6	64.7	64.5
	11	-	-16.0	75.0	74.1	64.5	62.8	67.7	66.2	64.9	64.0	70.7	70.7	76.8	77.2
	12	-	-16.0	92.2	93.5	77.7	78.0	83.1	83.4	78.5	81.0	83.8	86.0	89.4	92.3
全国の設計事例 (8ケース)	13-0.10	0.1未満	-6.1	38.9	39.9	33.7	35.2	35.3	36.2	32.3	33.3	34.7	36.7	37.1	40.3
	13-0.25	0.15~0.25未満	-6.1	38.9	40.6	33.7	35.8	35.3	36.8	32.3	33.9	34.7	37.4	37.1	41.2
	13-0.60	0.4~0.60未満	-6.1	38.9	41.9	33.7	37.0	35.3	37.9	32.3	35.0	34.7	38.7	37.1	42.6
	16-0.10	0.1未満	-8.1	44.7	43.8	38.6	36.9	40.4	38.6	37.6	35.9	40.7	40.3	43.9	43.4
	16-0.25	0.15~0.25未満	-8.1	44.8	44.0	38.8	37.0	40.6	38.7	37.7	36.1	40.9	40.5	44.0	43.6
	16-0.60	0.4~0.60未満	-8.1	45.1	44.3	39.0	37.2	40.9	40.1	38.0	36.3	41.1	40.7	44.2	43.8
	19-0.10	0.1未満	-10.7	54.7	54.4	45.8	44.9	49.5	48.7	45.9	45.4	50.3	49.9	55.0	57.7
	19-0.25	0.15~0.25未満	-10.7	57.3	57.0	48.0	47.1	51.8	51.0	47.7	47.2	52.5	52.9	57.8	61.1
	19-0.60	0.4~0.60未満	-10.7	62.6	64.7	52.1	51.3	56.6	57.7	51.7	51.1	55.8	59.3	61.4	66.1
	21	-	-10.2	63.0	62.3	53.8	53.0	57.0	56.1	52.5	52.2	56.4	56.4	60.5	61.3
	22-0.10	0.1未満	-10.2	66.7	68.8	56.3	55.5	60.2	61.9	54.9	54.8	58.8	59.5	62.9	66.9
	22-0.25	0.15~0.25未満	-10.2	67.2	69.8	56.7	55.9	60.7	62.3	55.3	55.2	59.3	59.9	63.5	67.4
	22-0.60	0.4~0.60未満	-10.2	68.0	70.7	57.2	56.5	61.4	63.1	56.0	55.9	60.0	63.8	64.5	68.5
	24	-	-7.0	44.6	44.5	38.0	38.1	40.4	40.3	38.5	39.0	40.8	41.3	43.4	44.0
	27	-	-10.6	74.5	75.3	59.4	59.1	67.3	67.2	59.6	60.4	62.9	64.1	66.8	68.6
	30	-	-10.9	71.4	72.6	56.7	56.7	64.5	64.8	57.1	57.9	60.3	61.5	64.1	65.8

付表 I-7 タイ材の規格径

単位:mm/本

ケース No.	粘着力c 変動係数	水深 (m)	H11設計法		H19設計法		提案設計法		地震時 (kh=0.05)		地震時 (kh=0.10)		地震時 (kh=0.15)		
			常時		永続状態		永続状態								
			設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①
標準モデル (砂質土地盤)	1	-	-4.5	36	36	32	32	32	32	28	28	28	32	32	32
	2	-	-4.5	46	46	42	42	42	42	38	38	38	42	42	42
	3	-	-4.5	60	60	48	48	52	52	46	48	48	50	50	52
	4	-	-7.5	42	42	36	36	36	36	36	36	36	36	42	42
	5	-	-7.5	55	55	46	46	48	48	44	44	48	48	50	50
	6	-	-7.5	70	70	60	60	60	60	55	60	60	60	65	65
	7	-	-10.0	46	44	42	38	42	42	42	38	44	42	48	46
	8	-	-10.0	60	60	52	50	55	55	50	50	55	55	60	60
	9	-	-10.0	75	80	65	65	70	70	65	65	70	70	70	75
	10	-	-16.0	60	60	52	50	55	52	55	50	60	60	65	70
	11	-	-16.0	75	75	65	65	70	70	65	65	75	75	80	80
	12	-	-16.0	95	95	80	80	85	85	80	85	85	90	90	95
全国の設計事例 (8ケース)	13	0.1未満	-6.1	42	42	36	36	36	38	36	36	36	38	38	42
	13	0.15~0.25未満	-6.1	42	42	36	36	36	38	36	36	36	38	38	42
	13	0.4~0.60未満	-6.1	42	42	36	38	36	38	36	36	36	42	38	44
	16	0.1未満	-8.1	46	44	42	38	42	42	38	36	42	42	44	44
	16	0.15~0.25未満	-8.1	46	44	42	38	42	42	38	38	42	42	44	44
	16	0.4~0.60未満	-8.1	46	46	42	38	42	42	38	38	42	42	46	44
	19	0.1未満	-10.7	55	55	46	46	50	50	46	46	52	50	55	60
	19	0.15~0.25未満	-10.7	60	60	48	48	52	52	48	48	55	55	60	65
	19	0.4~0.60未満	-10.7	65	65	55	52	60	60	52	52	60	60	65	70
	21	-	-10.2	65	65	55	55	60	60	55	55	60	60	65	65
	22	0.1未満	-10.2	70	70	60	60	65	65	55	55	60	60	65	70
	22	0.15~0.25未満	-10.2	70	70	60	60	65	65	60	60	60	60	65	70
	22	0.4~0.60未満	-10.2	70	75	60	60	65	65	60	60	60	65	65	70
	24	-	-7.0	46	46	38	42	42	42	42	42	42	42	46	44
27	-	-10.6	75	80	60	60	70	70	60	65	65	65	70	70	
30	-	-10.6	75	75	60	60	65	65	60	60	65	65	65	70	

タイロット規格径 (mm)
25
28
32
36
38
42
44
46
48
50
52
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100

付表 I-8 タイ材の必要径（決定断面）

単位: mm/本

	ケース No.	粘着力c 変動係数	水深 (m)	H11設計法 決定断面 (常時orkh0.05)		H19設計法 決定断面 (永続orkh0.05)		提案設計法 決定断面 (永続orkh0.05)		地震時 (kh=0.10)		地震時 (kh=0.15)	
				設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②	設計法 ①	設計法 ②
標準 モデル (砂質土 地盤)	1	-	-4.5	32.2	33.8	28.3	29.7	29.3	30.7	27.7	29.8	29.7	31.9
	2	-	-4.5	44.5	45.4	38.4	39.2	40.2	41.1	38	39.4	40.1	41.7
	3	-	-4.5	55.7	56.4	47.3	48	50.3	51	47.6	49	49.6	51.1
	4	-	-7.5	39.3	38.5	34.5	33.8	35.6	34.9	35.6	35.1	38.8	38.3
	5	-	-7.5	52.9	52.4	45.5	45.2	47.8	47.4	46.6	46.8	49.6	49.8
	6	-	-7.5	66.1	66.1	55.9	55.4	59.7	59.1	57.4	57.4	60.3	61.1
	7	-	-10.0	45.2	43.9	39.6	37.8	40.9	39.7	42.4	41.4	46.5	45.5
	8	-	-10.0	59.6	58.2	51.3	49.2	53.9	52.6	53.9	53.1	57.6	57
	9	-	-10.0	74.2	75.7	62.7	60.5	67	67.6	65.4	67.4	69	71.6
	10	-	-16.0	58.9	55.7	52.1	48.8	53.2	49.9	58.4	57.6	64.7	64.5
	11	-	-16.0	75	74.1	64.9	64	67.7	66.2	70.7	70.7	76.8	77.2
	12	-	-16.0	92.2	93.5	78.5	81	83.1	83.4	83.8	86	89.4	92.3
全国 の設計 事例 (8ケ ース)	13	0.1未満	-6.1	38.9	39.9	33.7	35.2	35.3	36.2	34.7	36.7	37.1	40.3
	13	0.15~0.25未満	-6.1	38.9	40.6	33.7	35.8	35.3	36.8	34.7	37.4	37.1	41.2
	13	0.4~0.60未満	-6.1	38.9	41.9	33.7	37	35.3	37.9	34.7	38.7	37.1	42.6
	16	0.1未満	-8.1	44.7	43.8	38.6	36.9	40.4	38.6	40.7	40.3	43.9	43.4
	16	0.15~0.25未満	-8.1	44.8	44	38.8	37	40.6	38.7	40.9	40.5	44	43.6
	16	0.4~0.60未満	-8.1	45.1	44.3	39	37.2	40.9	40.1	41.1	40.7	44.2	43.8
	19	0.1未満	-10.7	54.7	54.4	45.9	45.4	49.5	48.7	50.3	49.9	55	57.7
	19	0.15~0.25未満	-10.7	57.3	57	48	47.2	51.8	51	52.5	52.9	57.8	61.1
	19	0.4~0.60未満	-10.7	62.6	64.7	52.1	51.3	56.6	57.7	55.8	59.3	61.4	66.1
	21	-	-10.2	63	62.3	53.8	53	57	56.1	56.4	56.4	60.5	61.3
	22	0.1未満	-10.2	66.7	68.8	56.3	55.5	60.2	61.9	58.8	59.5	62.9	66.9
	22	0.15~0.25未満	-10.2	67.2	69.8	56.7	55.9	60.7	62.3	59.3	59.9	63.5	67.4
	22	0.4~0.60未満	-10.2	68	70.7	57.2	56.5	61.4	63.1	60	63.8	64.5	68.5
	24	-	-7.0	44.6	44.5	38.5	39	40.4	40.3	40.8	41.3	43.4	44
27	0.1未満	-10.6	74.5	75.3	59.6	60.4	67.3	67.2	62.9	64.1	66.8	68.6	
30	0.15~0.25未満	-10.6	71.4	72.6	57.1	57.9	64.5	64.8	60.3	61.5	64.1	65.8	

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 956

March 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