

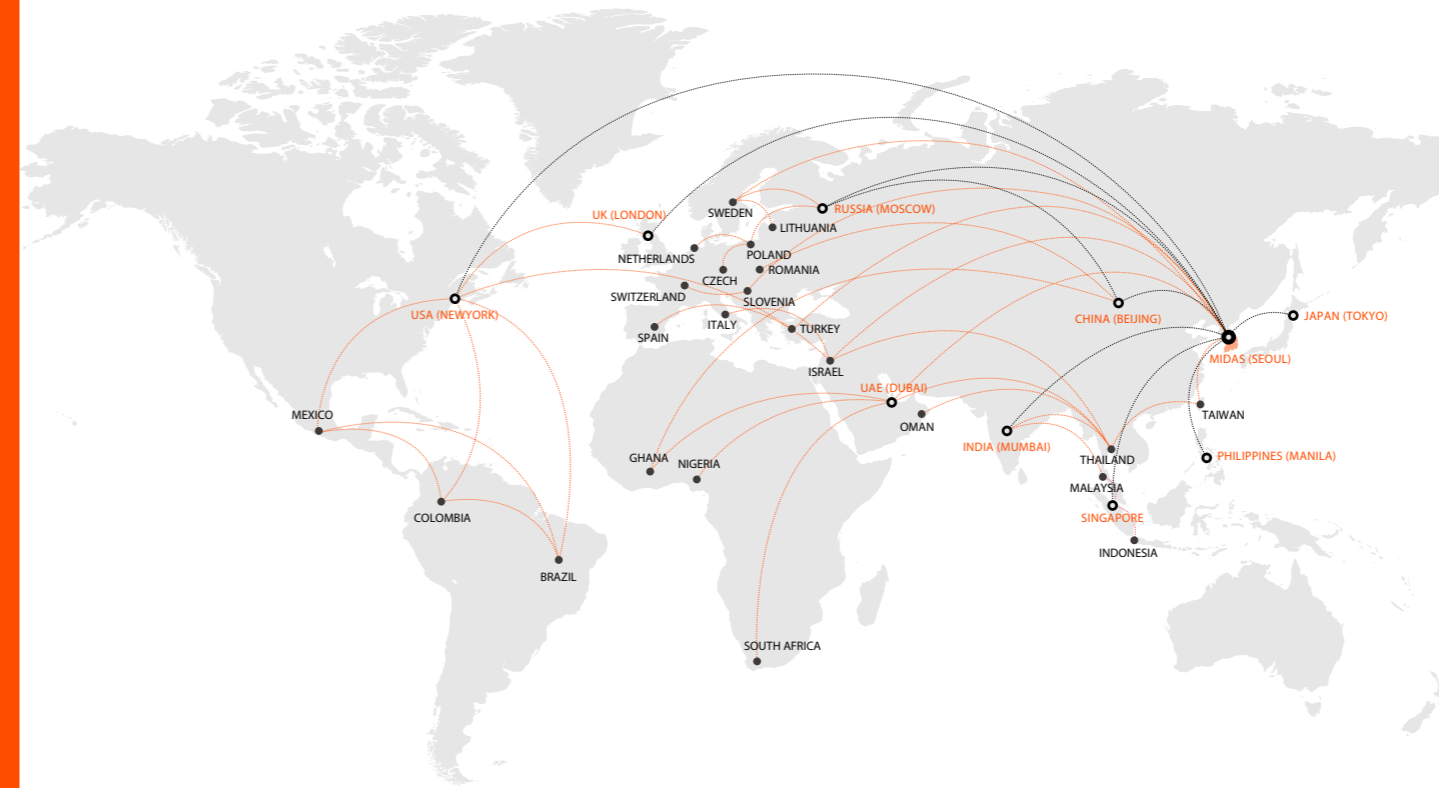
# SOLIFLUK PE

Liquefaction Countermeasure  
Design Solution for River Levee



MIDAS

## 河川堤防の液状化対策ソリューション



THE WORLD BEST  
ENGINEERING  
SOLUTION  
PROVIDER &  
SERVICE PARTNER

現地法人 9  
海外代理店 35  
輸出国 110

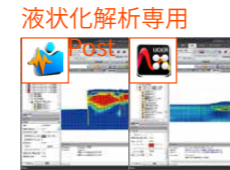
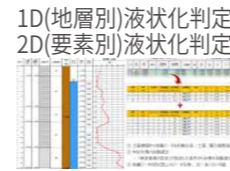
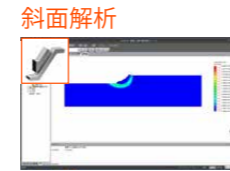
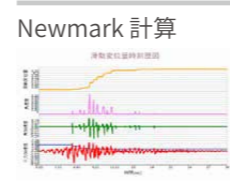
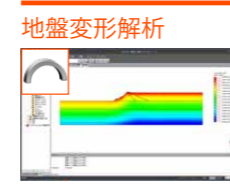
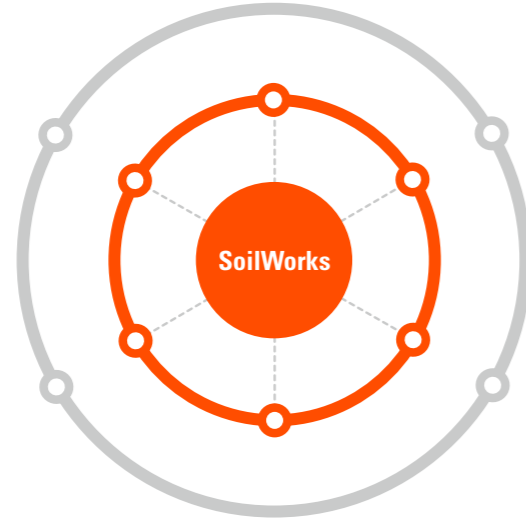
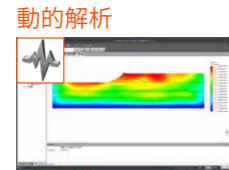
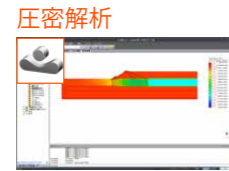
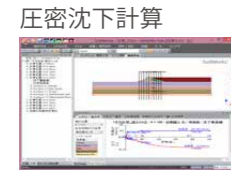
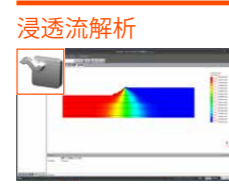
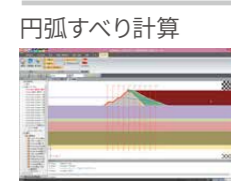
MIDAS ITは、グローバル専門技術者を中心とし、日本、アメリカ、中国、インド、ロシア、イギリス、ドバイ、シンガポールの現地法人や35ヶ国の代理店など、グローバルネットワークを通し、110ヶ国に工学技術用ソフトウェアを販売しています。

### CORPORATION

S. Korea (Seoul)	Lithuania
Japan (Tokyo)	Malaysia
China (Beijing)	Mexico
USA (New York)	Netherlands
India (Mumbai)	Nigeria
UK (London)	Oman
Russia (Moscow)	Poland
Singapore (Singapore)	Romania
UAE (Dubai)	Slovenia
Philippines (Manila)	South Africa
Brazil	Spain
Colombia	Sweden
Czech	Switzerland
Ghana	Taiwan
Indonesia	Thailand
Israel	Turkey
Italy	

# MIDAS Family Program

## 地盤分野



SOLIFLUK PE

河川堤防の  
液状化対策ソリューション

SoilWorks

2次元専用  
地盤汎用解析プログラム

SoilWorks for FLIP

液状化解析プログラム  
FLIP用のプリ・ポスト

SoilWorks for LIQCA

液状化解析プログラム  
LIQCA用のプリ・ポスト

GTS NX

2/3次元  
地盤汎用解析プログラム

土木分野

midas Civil | midas FEA | midas CIM

建築分野

midas iGen | midas eGen | midas Drawing

機械分野

midas NFX | midas NFX CFD

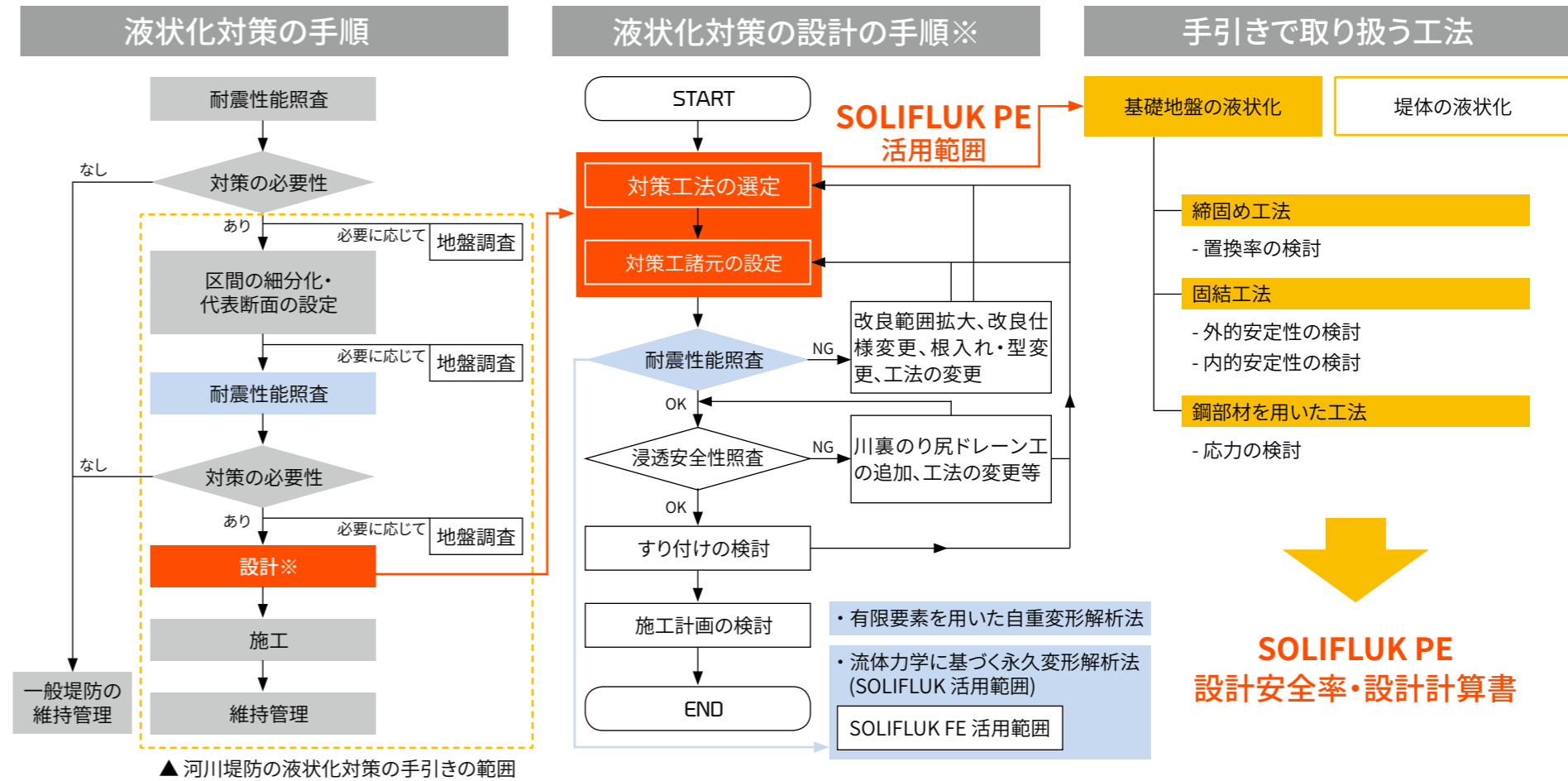
## SOLIFLUK PE

パラメトリック設計技術を利用して、  
新たなパラダイムのエンジニアリング  
ソリューションを提供します。

# CONTENTS

モデリング	10
対策工諸元設定	13
荷重	14
設計	16
沈下量検討	18
インタフェース	20
液状化判定	22

## 液状化対策設計におけるSOLIFLUK PE活用範囲



※ SOLIFLUK FEは一般財団法人国土技術研究センターのソフトウェアであるため、その使用に際しては別途使用許諾契約を締結する必要があります。  
 ※ SOLIFLUK PEのリリース記念キャンペーンで契約いただいた顧客に限り、年間保守契約締結中において、SOLIFLUK FEの使用許諾契約に係る手続きを株式会社マイダスアイティジャパンが無償で代行します。

# CONCEPT

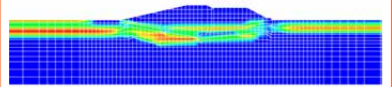
SOLIFLUK PEは河川堤防の液状化対策に必要な全ての価値を提供します。

1. 河川堤防の液状化対策業務における概略設計と詳細設計(耐震性能検討、浸透安全性検討)に対応

2. 既存の作業時間を10分の1に短縮するコストパフォーマンス

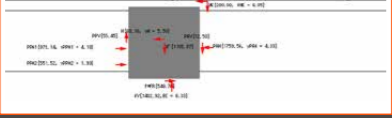
## 耐震安全性照査(ALID/FLIP/LIQCA連携)

FEM解析による地震時沈下量の検討  
- ALID<sup>※</sup>/FLIP/LIQCA  
データ書出し



## 対策工諸元設定

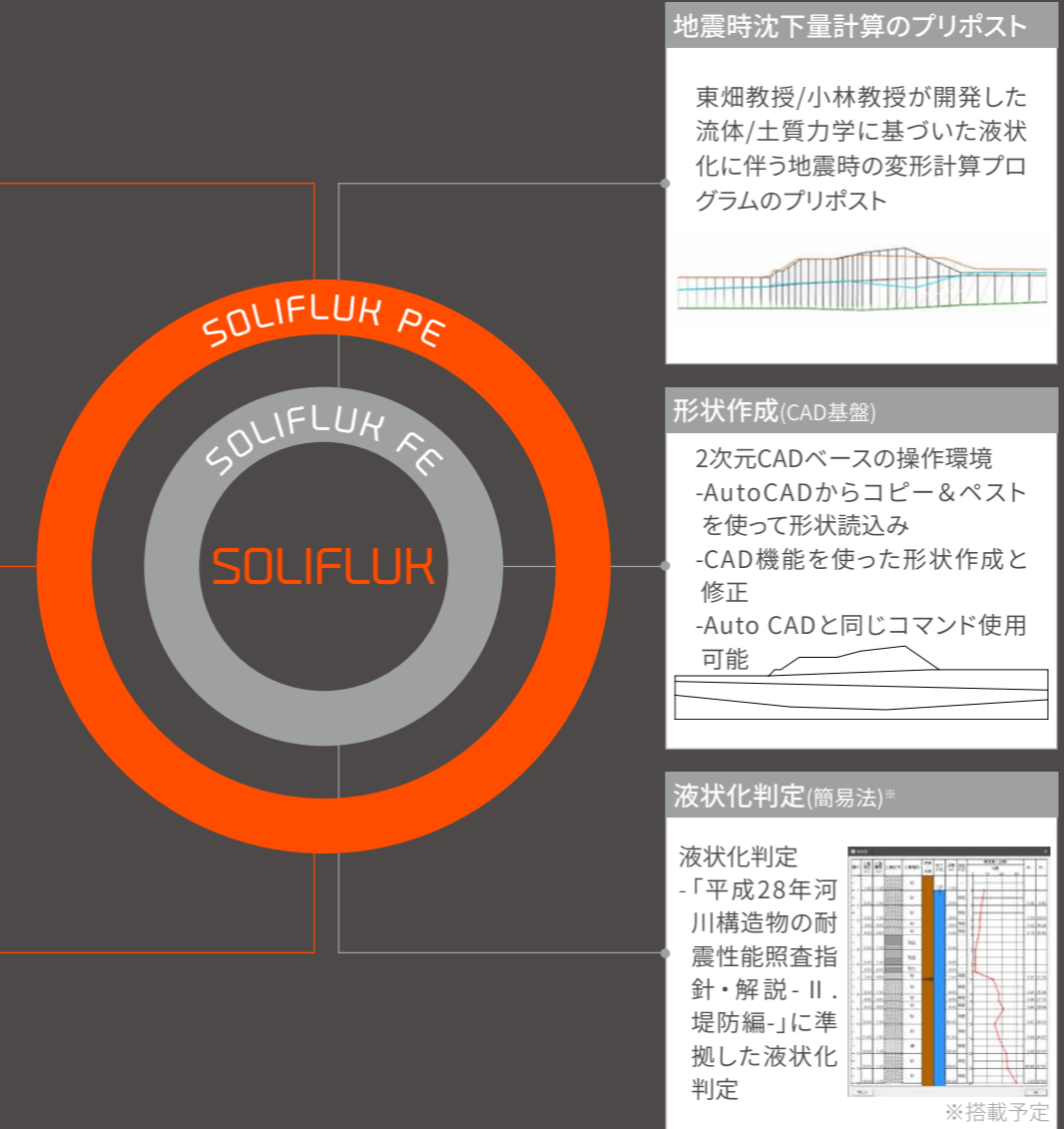
「平成28年河川堤防の液状化対策の手引き」に準拠した液状化対策工の諸元設定ツール  
-「締固め工法/固結工法/鋼部材工法」に対応



## 浸透安全性照査

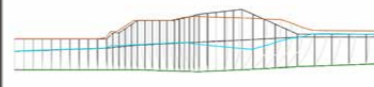
解析モジュール (SoilWorks) にて地盤FEM解析  
-地盤変形  
-斜面安定 (円弧滑り、せん断強度減少)  
-軟弱地盤(1次元、2次元圧密)  
-浸透流(定常、非定常)  
-動解析(1次元・2次元等価線形)

※ SOLIFLUK FEは一般財団法人国土技術研究センターのソフトウェアであるため、その使用に際しては別途使用許諾契約を締結する必要があります。  
※ SOLIFLUK PEのリリース記念キャンペーンで契約いただいた顧客に限り、年間保守契約締結中において、SOLIFLUK FEの使用許諾契約に係る手続きを株式会社マイダスアイティジャパンが無償で代行します。



## 地震時沈下量計算のプリポスト

東畑教授/小林教授が開発した流体/土質力学に基づいた液状化に伴う地震時の変形計算プログラムのプリポスト



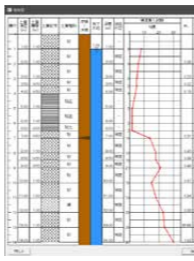
## 形状作成(CAD基盤)

2次元CADベースの操作環境  
-AutoCADからコピー&ペーストを使って形状読み込み  
-CAD機能を使った形状作成と修正  
-Auto CADと同じコマンド使用可能



## 液状化判定(簡易法)<sup>※</sup>

液状化判定  
-「平成28年河川構造物の耐震性能照査指針・解説-Ⅱ・堤防編-」に準拠した液状化判定



※搭載予定

# BENEFIT

※ SOLIFLUK FEは一般財団法人国土技術研究センターのソフトウェアであるため、その使用に際しては別途使用許諾契約を締結する必要があります。  
※ SOLIFLUK PEのリリース記念キャンペーンで契約いただいた顧客に限り、年間保守契約締結中において、SOLIFLUK FEの使用許諾契約に係る手続きを株式会社マイダスアイティジャパンが無償で代行します。

## SOLIFLUK, 競争力に差をつける!



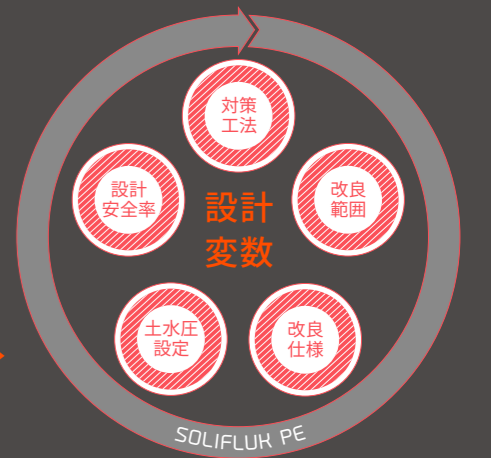
## Time Saving X Optimization

SOLIFLUK PEでは、対策工のパラメトリック設計を採用することにより、対策工法の選定と諸元設定における従来のTry& Error の繰り返し作業時間の画期的な短縮を実現しました。さらに、一つのプロジェクト上で複数のケースの検討が可能なることから最適設計ケースが導け、かつ、マネジメントとしても効率化を極めました。

また、対策工諸元設定に使用した形状、物性データだけで地震時沈下量の予測計算ができて、別途FEM解析時モデル作成と解析に掛かる作業時間を10分の1に短縮することができます。

## 対策工パラメトリック設計を通した最適の対策工諸元設定

- 対策工法の選定と諸元設定に掛かっていた従来のTry&Errorの繰り返し作業時間の画期的な短縮
- 「対策工法」、「改良範囲」、「改良仕様」、「土水圧の設定」、「設計安全率」を設計変数にしたパラメトリック設計



## 地震時沈下量検討の作業に掛かる時間を画期的に短縮

ステップ毎の作業時間	従来のFEM解析	SOLIFLUK PE
諸元/地盤物性の設定	0.5日	0.2日
FEM要素の生成	2日	
荷重や液状化パラメータの設定	2日	0.1日
沈下量解析	0.5日	1分以下
作業時間の合計	従来のFEM解析	SOLIFLUK PE
荷重や液状化パラメータの設定	5日	0.5日
沈下量解析	8日	0.5日

# モデリング SOLIFLUK FE

※ SOLIFLUK FEは一般財団法人国土技術研究センターのソフトウェアであるため、その使用に際しては別途使用許諾契約を締結する必要があります。  
 ※ SOLIFLUK PEのリリース記念キャンペーンで契約いただいた顧客に限り、年間保守契約締結中において、SOLIFLUK FEの使用許諾契約に係る手続きを株式会社マイダスアイティジャパンが無償で代行します。

## 直観的な作業環境

SOLIFLUK FE/PEでは、直観的な作業環境を提供し、ユーザー便宜性と分かりやすい操作性を極大化しています。

- 解析/設計作業の手順に沿った直観的なメニューの配置
- CADコマンド使用による簡単に形状作成や修正
- 設計及び結果データの構成が一目で分かる作業/結果ツリー

## 形状データの入力簡便化

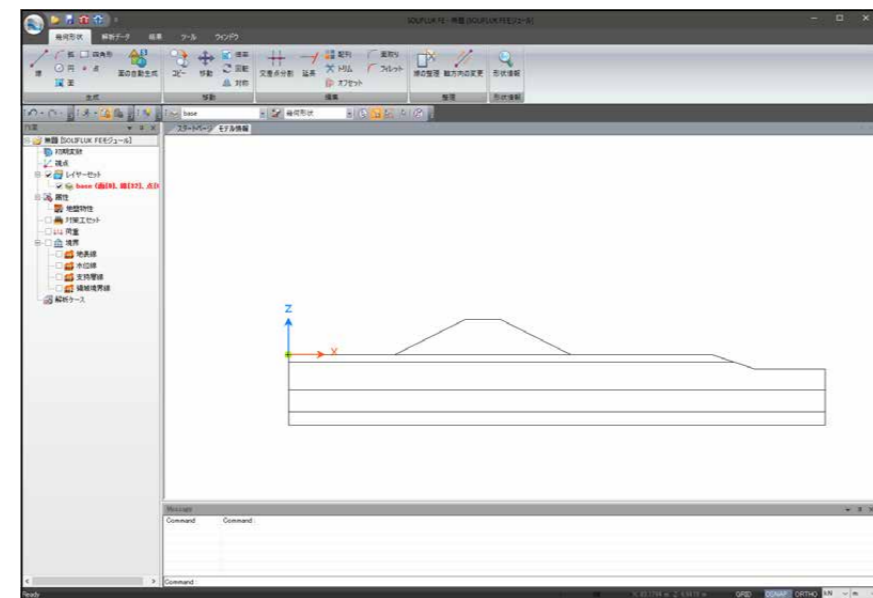
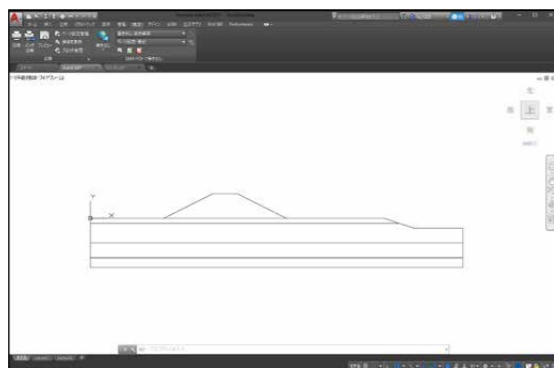
SOLIFLUK FE/PEは形状データ入力の簡便化と相互データ連携による優れた使用性を保証します。

- CADファイルの読み込みまたはAutoCAD上でマウスでコピー&ペーストするだけで形状データを定義
- モデル領域指定による面自動面生成機能の搭載
- 面に地盤物性をドラッグ&ドロップで割り当て可能
- 堤防領域による盛土自重の自動計算
- 設計計算に必要な形状データの自動算定

### POINT 1

## モデリングの入力簡便化

モデル形状をそのままコピー&ペースト可能



Auto CAD からCOPY&PASTE

Auto CADと同様なコマンドが使用可能です。

Message	
Command :	Command :
Command	Command : LINE
LINE Specify first point :	

Message	
Command	Command :
Command	Command : COPY
Select objects :	

Message	
Command	Command :
Command	Command : MOVE
Select objects :	

# モデリング SOLIFLUK PE

※ SOLIFLUK FEは一般財団法人国土技術研究センターのソフトウェアであるため、その使用に際しては別途使用許諾契約を締結する必要があります。  
 ※ SOLIFLUK PEのリリース記念キャンペーンで契約いただいた顧客に限り、年間保守契約締結中において、SOLIFLUK FEの使用許諾契約に係る手続きを株式会社マイダスアイティジャパンが無償で代行します。

### POINT 2

## 面自動生成機能とモデル領域の一括設定

モデル領域指定で形状に関する面、地層線等のデータを一括で設定します。

境界条件を自動でも手動でも設定可能

単位幅の盛土自重による鉛直荷重の自動計算を行います。

設計手順に沿ったメニュー構成で直観的な作業が可能

閉じた面に対して面を自動生成する機能を提供します。



# モデリング SOLIFLUK PE

POINT 3

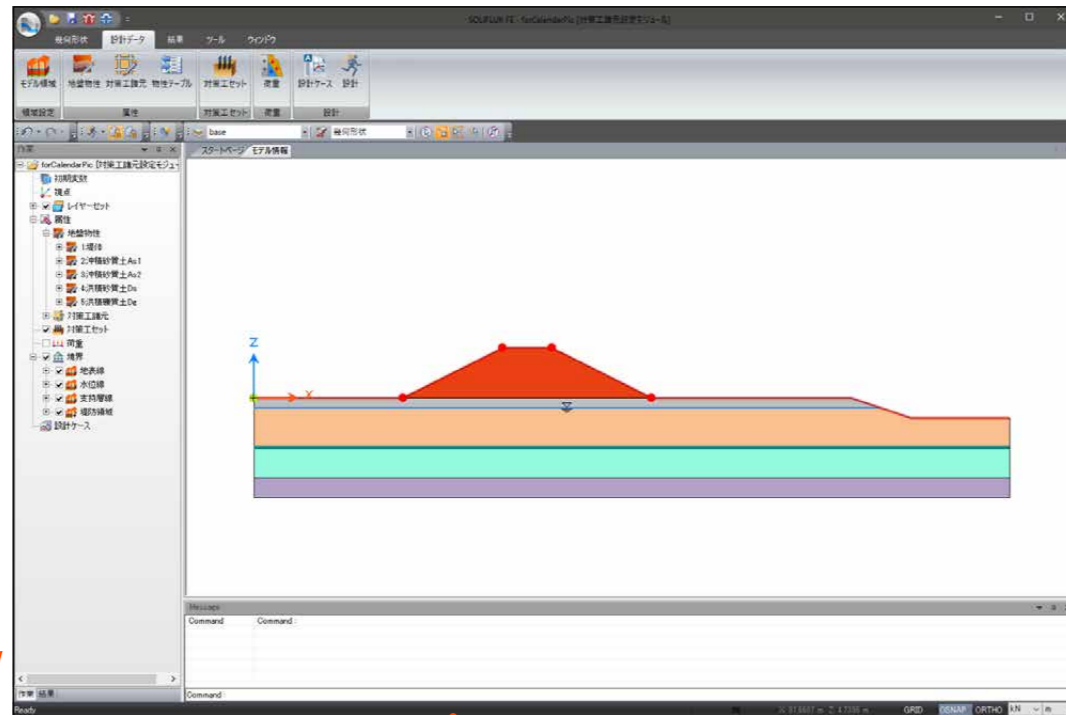
## 物性定義の簡単化

Excelデータから物性テーブルにコピー&ペーストして簡単に地盤物性を入力することができます。



COPY&PASTE

ID	Name	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	N <sub>60</sub>	FC(M)	C <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	K <sub>0</sub>	E <sub>0</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	$\alpha$	FL	FLB
1	埋戻	18	18	5	35	0	30	0.5	20000	8	1.5	1.5
2	中級砂質土	18	20	5	25	0	30	0.5	20000	2	1.5	1.5
3	高級砂質土	18	20	5	25	0	30	0.5	20000	2	1.5	1.5
4	高級砂質土	20	22	42.7	4	0	40	0.5	119550	2	1.5	1.5
5	高級砂質土	21	21	50	15	0	40	0.5	20000	8	1.5	1.5



面に対してドラッグ&ドロップで地盤物性の割り当てができます。

# 対策工諸元設定

## 土木研究所の最新基準反映

SOLIFLUK PEは最新基準に準拠した高い信頼性を持つ液状化対策工の諸元設定機能を提供します。

- (国研)土木研究所により公開された新指針である「河川堤防の液状化対策の手引き(H28.3)」に対応

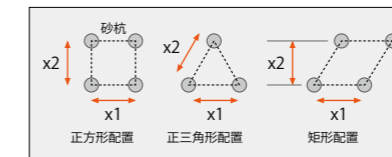
## 対策工諸元設定に最適化されたツール

SOLIFLUK PEは液状化対策工設計の諸元設定ツールです。

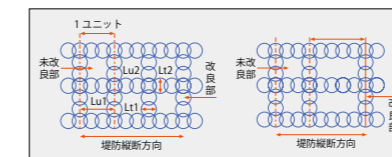
- 三つの工法(締固め/固結/鋼部材使用)の諸元設定
- 工法別の部材断面と材質データベースを提供
- 直観的な作業のための対策工範囲のプレビュー提供



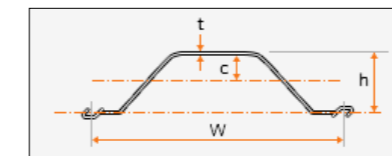
締固め/固結/鋼部材工法の代表的な断面、剛性、材質をデータベース化し入力を簡便化



締固め工法

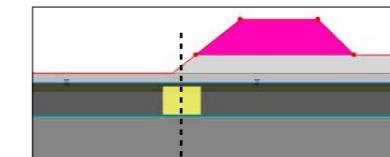


固結工法

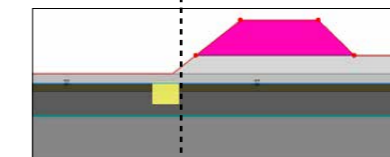


鋼部材使用工法

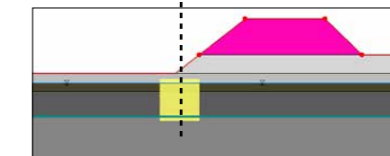
リアルタイムプレビューで改良範囲設定を自由自在に



締固め工法

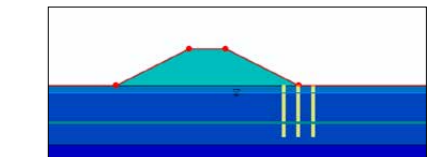


固結工法

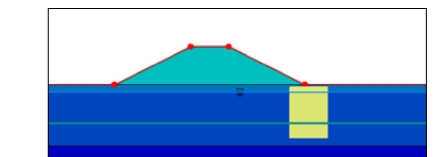


固結工法の場合

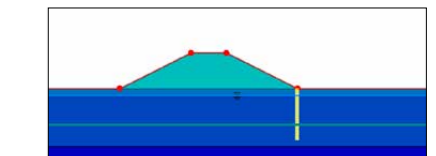
最小の入力で対策工諸元設定が完了



締固め工法



固結工法



鋼部材使用工法

# 荷重

## 荷重入力データの簡略化

SOLIFLUX PEでは荷重を自動計算して提供します。

- 工法別に最低限のデータ入力より外力を自動算定
- FEM地盤応力解析より土水圧の漸増成分を算出 (オプション)
- FEM解析による鋼部材の変位と応力計算で様々な地盤状況に対応

### POINT 1

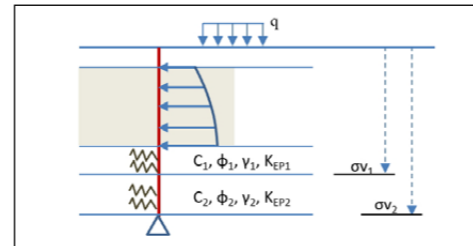
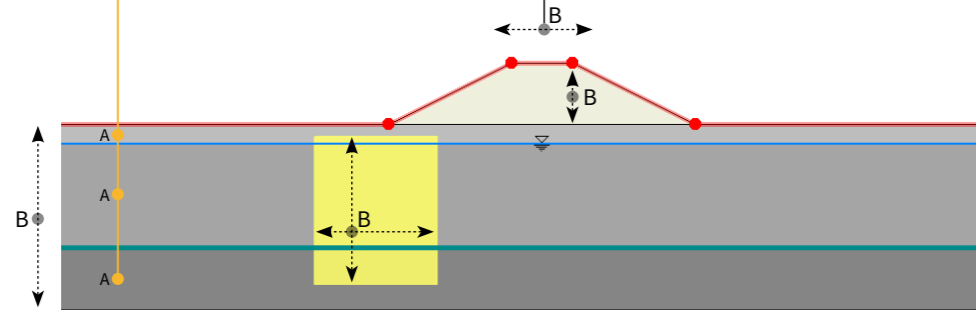
## 形状および物性情報による荷重データの自動計算

#### A.地盤物性から自動計算

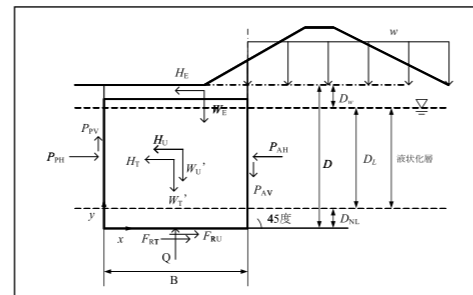
- FL値による自動土層区分→深度別土水圧の算出
- 重量から自重計算
- 地下水位の上下より湿潤・飽和体積重量の切替
- 液状化抵抗率の自動算出

#### B.形状情報から自動計算

- 面積を自動計算
- 改良地盤範囲の自動認識
- 形状の深度別に自動計算→土水圧の合力
- 盛土領域の面積と法面勾配の自動計算
- 地下水位の上下より水圧の自動計算



鋼部材の土水圧計算



固結工法の自重計算

### POINT 2

## 工法別の荷重タイプ

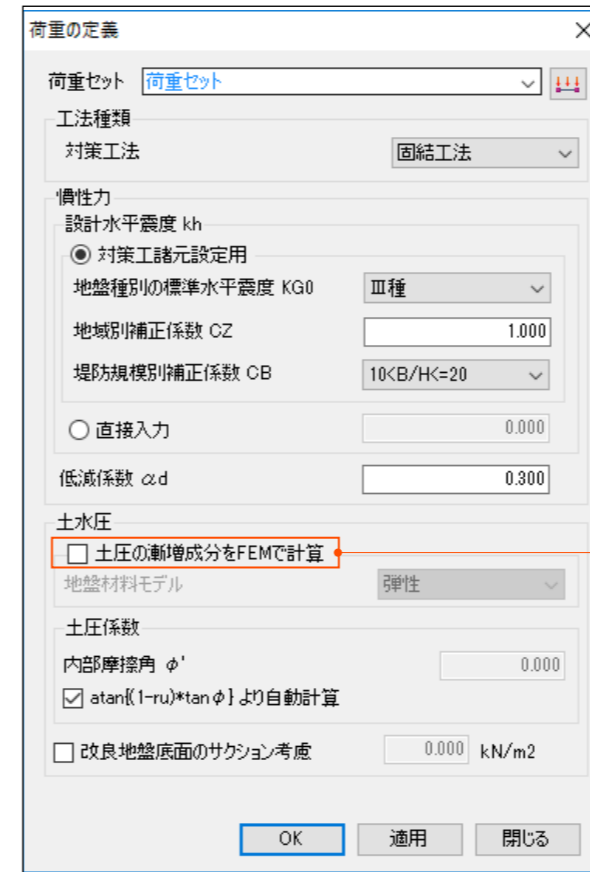
締固め工法	固結工法	鋼部材工法
<input type="checkbox"/> 目標N値	<input type="checkbox"/> 慣性力 <input type="checkbox"/> 土水圧	<input type="checkbox"/> 土水圧

# 荷重

### POINT 3

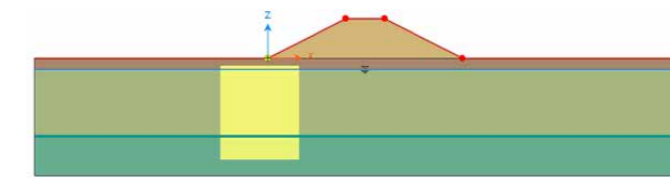
## 荷重の定義

複雑な荷重設定がSOLIFLUX PEではワンクリックで可能

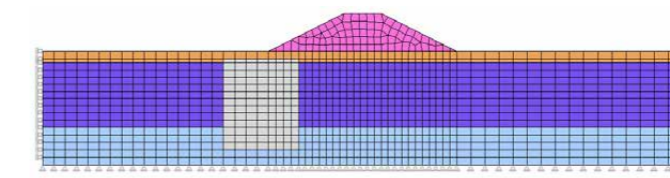


### POINT 4

## FEMモデルとの土圧の比較例

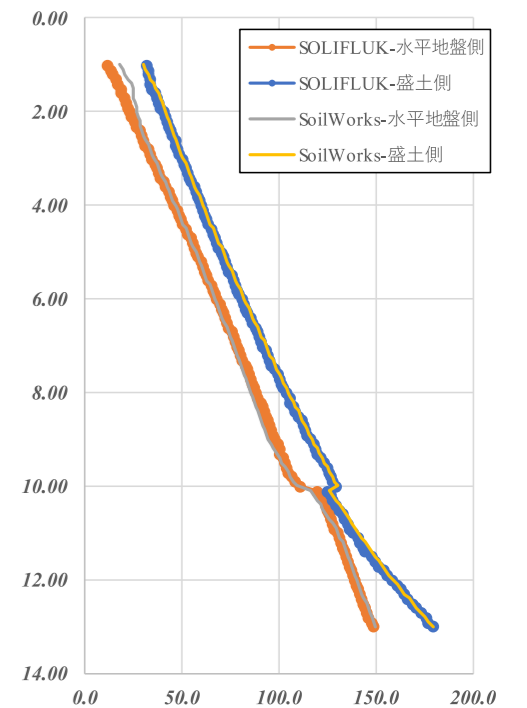


SOLIFLUX モデル



FEMモデル(SoilWorks地盤応力モジュール)

FEM解析では改良体を無視した元地盤状態を内部でFEMモデルに自動交換した後、鉛直応力を計算して対策工位置に線形補間します。



土圧の比較結果

SoilWorksは株式会社マイダスアイティジャパンが販売する2次元専用土盤汎用解析プログラムです。



# 設計

## パラメトリック設計を通じた最適設計検討

SOLIFLUK PEはパラメトリック設計を通して最適な設計を選定できます。

- 対策工法/改良仕様/改良範囲/土水圧/設計安全率の設計変数を組み合わせた設計ケースの生成
- 一つのファイルにおける複数の設計ケースの比較検討
- 各ケースに対する設計結果のグラフィック/テーブル出力
- 要約結果及び詳細結果の提供
- 結果確認後、素早い修正作業が可能

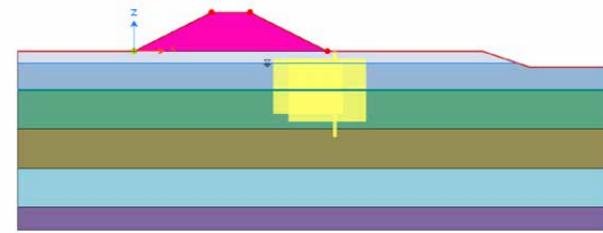
## EXCEL形式の設計計算書を提供

SOLIFLUK PEは活用度の高いEXCELベースの設計計算書を提供します。

- 表紙/目次/設計概要/設計条件/応力検討/結果グラフに至る実務で要求される情報が全て入った設計計算書
- 設計根拠まで含む高い品質の成果品提供
- 活用度の高いEXCEL形式の計算書

### POINT 1

#### 対策工パラメトリック設計



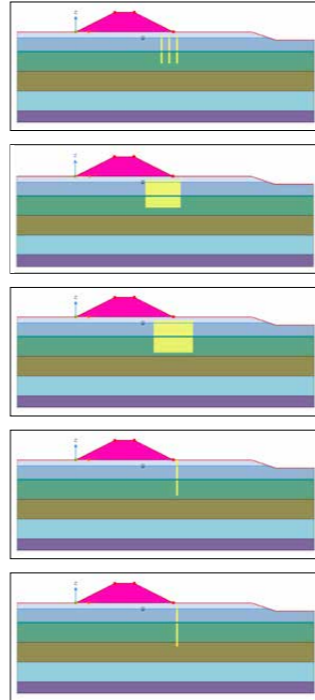
### POINT 2

#### パラメトリック設計の要約結果

最適な設計条件を一目で確認することができます。

SoilWorks 情報共有   モデル情報   結果情報   要約結果テーブル							
工法種類	結果種類	検討項目	SCP工法 安全率 Fs	固結工法-1 安全率 Fs	固結工法-2 安全率 Fs	鋼部材工法-1 安全率 Fs	鋼部材工法-2 安全率 Fs
締りめ工法	置換率	活動	0.97				
		支持力					
固結工法	外的安定性	活動		1.37	1.69		
		支持力		1.01	1.14		
	内的安定性	水平せん断		1.81	1.94		
		拔出せん断		2.87	3.02		
鋼部材使用工法	根入れ長 応力	根入れ長				1.01	0.60
		応力				1.00	1.27

注意) 根入れ長の安全率 Fsは「根入れ長/必要根入れ長」より計算されます。但し、複数層に根入れされている場合は $(\sum L \times \beta) / 2.0$ より計算されます。



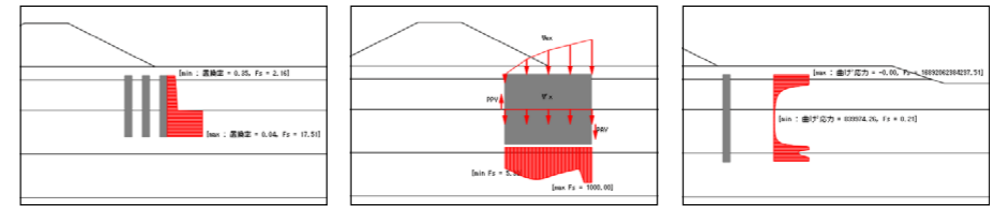
複数ケースをファイル一つで管理

複数条件の組合せにおける設計結果を要約して一括出力

# 設計

### POINT 3

#### ケース別の詳細結果例(グラフィック表示)



締りめ工法 固結工法 締りめ工法

### POINT 4

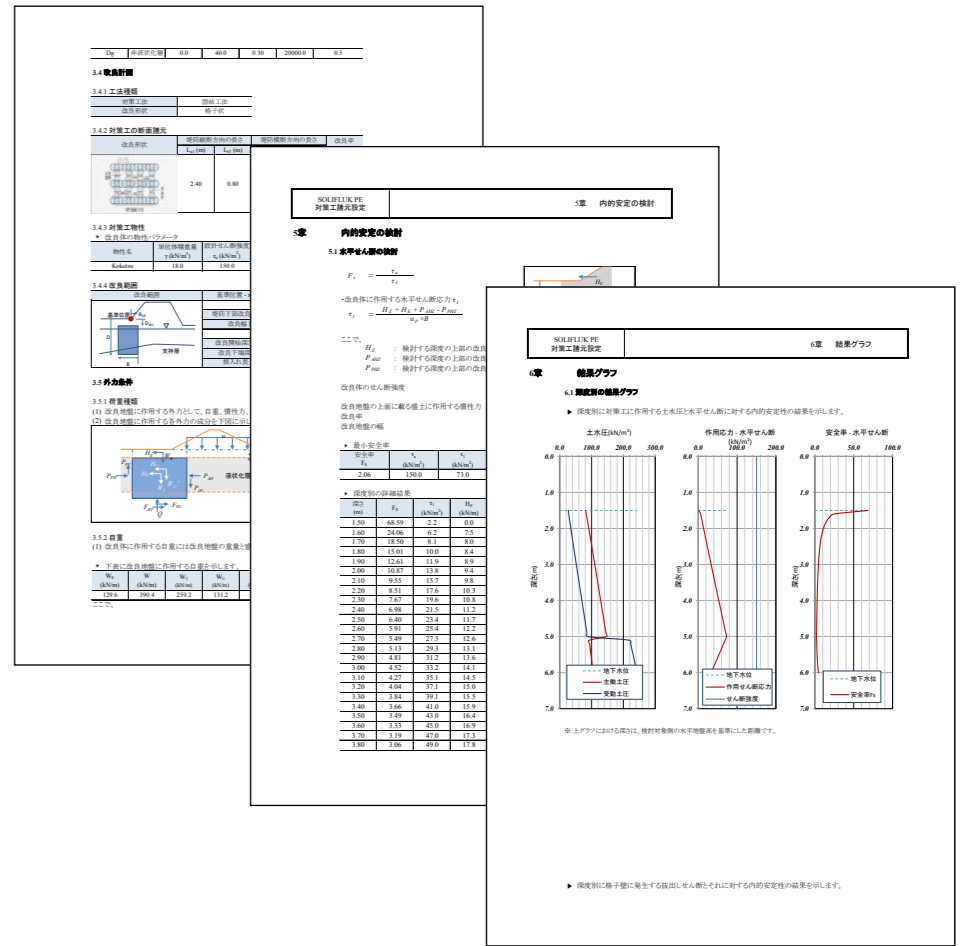
#### ケース別の詳細結果例(テーブル)

設計条件別の詳細結果が確認できます。

SoilWorks 情報共有   モデル情報   結果情報   要約結果テーブル   SCP工法   固結工法-1									
自重		慣性力		外的安定性の検討時		内的安定性の検討時		地層別の土圧係数	
WE (kN/m)	W (kN/m)	HT (kN/m)	HU (kN/m)	HE (kN/m)	H (kN/m)	HT (kN/m)	HU (kN/m)	土質名	土層区分
280.0000	2097.5000	9.1174	68.2988	34.1901	34.1087	13.6080	101.9385	As1	非液状化層
								As2	液状化層
								Ac	非液状化層

### POINT 5

#### Excel形式の設計計算書



# 沈下量検討 SOLIFLUK FE

※ SOLIFLUK FEは一般財団法人国土技術研究センターのソフトウェアであるため、その使用に際しては別途使用許諾契約を締結する必要があります。  
 ※ SOLIFLUK PEのリリース記念キャンペーンで契約いただいた顧客に限り、年間保守契約締結中において、SOLIFLUK FEの使用許諾契約に係る手続きを株式会社マイダスイテジヤパンが無償で代行します。

## 沈下量計算のための強力なプリポストツール

SOLIFLUK FEは SOLIFLUKソルバーのプリポストです。

- 基本データの共通化で対策工諸元設定モジュールとの連続性を確保
- メッシュ作成なしで簡易的な手法を利用した耐震性能照査用ソルバーのプリポスト
- 既存FEMソフトウェアに比べてモデリングと解析に掛かる時間を短縮化
- 簡単なモデル修正による作業効率を極大化

## 多様な形式の計算結果出力の提供

SOLIFLUK FEは多様な結果出力形式と詳細結果機能を搭載しています。

- グラフィックス基盤の変形図表示で一括に沈下量の確認が可能
- 詳細結果機能を使った着目点の節点毎、ステップ毎結果及びテーブル/グラフの出力可能
- EXCELにそのままコピー&ペーストできるような活用度の高いテーブル出力機能
- モデル情報から解析データ、結果まで含めたテキスト形式のファイル出力が可能

### POINT 1

#### Pre機能

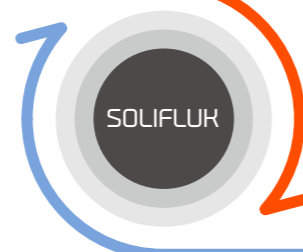
簡単かつ素早く解析用データの入力及び修正作業が可能です。



対策工諸元設定モジュールとのデータ連携を通して既存のモデルを利用した追加検討が可能です。

### DESIGN DATA

#### 対策工諸元設定モジュール (PE)



### ANALYSIS DATA

#### SOLIFLUK FE

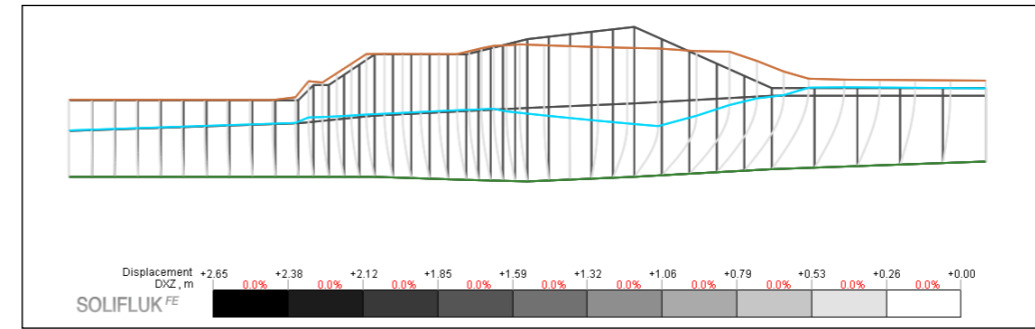
# 沈下量検討 SOLIFLUK FE

※ SOLIFLUK FEは一般財団法人国土技術研究センターのソフトウェアであるため、その使用に際しては別途使用許諾契約を締結する必要があります。  
 ※ SOLIFLUK PEのリリース記念キャンペーンで契約いただいた顧客に限り、年間保守契約締結中において、SOLIFLUK FEの使用許諾契約に係る手続きを株式会社マイダスイテジヤパンが無償で代行します。

### POINT 2

#### Post機能

変形モードが一目で分かる変形図を提供します。



テキスト形式の結果ファイルを提供します。

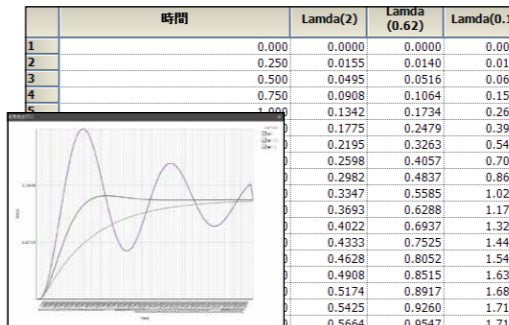
```

MIDAS/Text Editor - [SOLIFLUK_Result.txt]
File Edit View Window Help
+解析情報
+解析ケースの名称 : SOLIFLUK
+解析方法 : SOLIFLUK2009
*単位
m, kN
*プロジェクト情報
+プロジェクト名 : New Project
+プロジェクトサブ名 :
+使用者名 :
+顧客名 :
+日付 :
+追加情報 :
*解析条件
+境界データ
No. : 領域番号
X : X座標(境界左端)[m]
B : 基礎高さ[m]
H : 地表不飽和層厚[m]
T : 液状化層厚[m]
γt : 非液状化層の湿潤単位体積重量[kN/m3]
P2 : 上載荷重[kN/m2]
TYPE : 境界タイプ
F : 側方変位量[m]
E1 : 曲げ剛性[kN/m2/m]
G : せん断弾性係数[kN/m2]
c : 砂の残留強度[kN/m2]
=====
No. X B H T γt P2
=====
1 0.000e+000 2.000e+000 3.000e+000 2.000e+000 1.800e+001 3.600e+001
2 7.500e+000 2.000e+000 3.250e+000 1.750e+000 1.800e+001 3.150e+001
3 1.500e+001 2.000e+000 3.500e+000 1.500e+000 1.800e+001 2.700e+001
4 2.000e+001 2.000e+000 4.000e+000 4.000e+000 1.800e+001 8.200e+001
5 2.800e+001 1.800e+000 4.500e+000 3.700e+000 1.800e+001 7.660e+001
6 3.000e+001 1.700e+000 4.800e+000 4.500e+000 1.800e+001 8.100e+001
7 3.700e+001 2.000e+000 4.800e+000 5.000e+000 1.800e+001 9.000e+001
8 4.800e+001 2.500e+000 4.800e+000 5.000e+001 1.800e+001 9.000e+000
9 6.000e+001 3.000e+000 4.300e+000 5.000e-001 1.800e+001 9.000e+000
=====
+領域データ
No. : 領域番号
γt : 液状化層の単位体積重量[kN/m3]
c : 液状化層の残留強度[kN/m2]
E : 非液状化層の弾性係数[kN/m2]
TW : ヤングメント係数
    
```

全体結果テーブルを提供します。

ID	Elem	X (m)	Z (m)	Displacement X (m)	Displacement Z (m)
1	1	0	2	-0.0000	-0.0000
2	124	0	5	-0.0000	-0.0000
3	125	0	7	-0.0000	-0.0000
4	126	0	7	-0.0000	-0.0000
5	127	1.5	2	-0.0000	-0.0000
6	128	1.5	5.05	-0.2420	-0.3098
7	129	1.5	7	-0.2420	-0.3020
8	130	3	2	-0.0000	-0.0000
9	131	3	5.1	-0.4710	-0.3031
10	132	3	7	-0.4710	-0.2870
11	133	4.5	2	-0.0000	-0.0000
12	134	4.5	5.15	-0.6870	-0.2954
13	135	4.5	7	-0.6870	-0.2720
14	136	6	2	-0.0000	-0.0000
15	137	6	5.2	-0.8910	-0.2865
16	138	6	7	-0.8910	-0.2570

着目点に対する結果を提供します。



- 解析条件
- 物性情報
- 地震情報
- 解析結果

# インタフェース

※ SOLIFLUK FEは一般財団法人国土技術研究センターのソフトウェアであるため、その使用に際しては別途使用許諾契約を締結する必要があります。  
 ※ SOLIFLUK PEのリリース記念キャンペーンで契約いただいた顧客に限り、年間保守契約締結中において、SOLIFLUK FEの使用許諾契約に係る手続きを株式会社マイダスアイティジャパンが無償で代行します。

## FEM解析データとの互換

SOLIFLUK PEはFEM解析プログラムのALID(静的)、FLIP/LIQCA(動的)データと連携可能です。

- ALIDデータ連携を通した地震時沈下量の静的FEM解析検討
- FLIP、LIQCAデータ連携による地震時沈下量の動的FEM解析検討

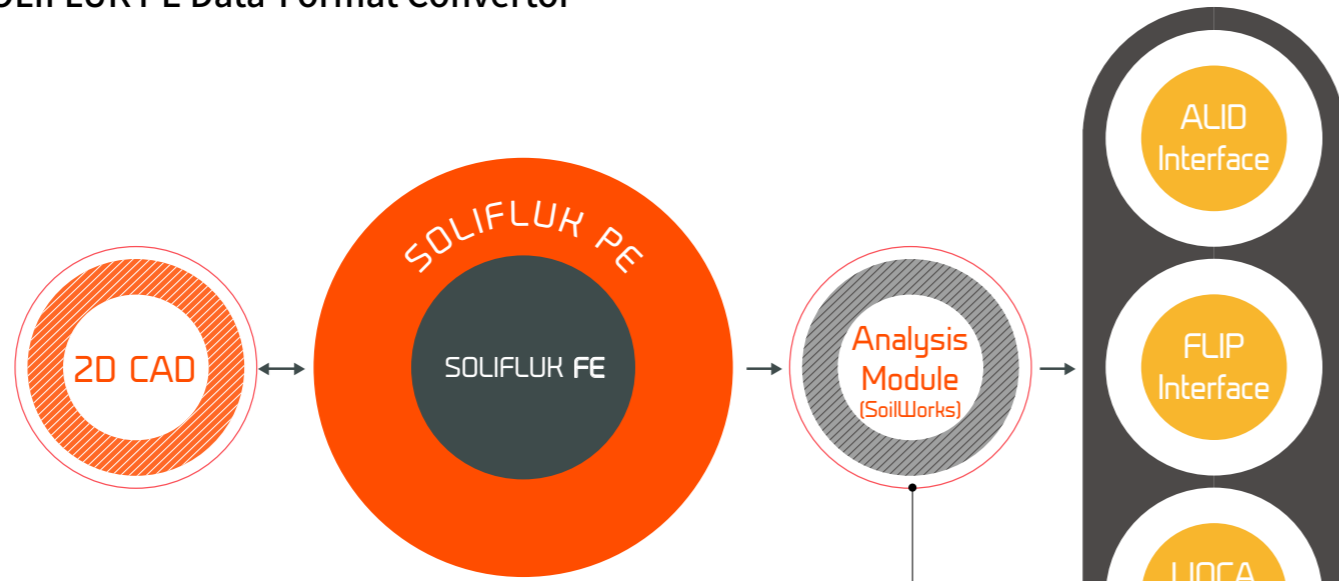
## 汎用地盤解析のための拡張性

SOLIFLUKPEは汎用地盤解析モジュール(SoilWorks)と連携可能です。

- 浸透流モジュールの連携を通した浸透安定性調査
- その他にも地盤変形/斜面安定/圧密/どう解析モジュールとデータ連携を提供

### POINT 1

## SOLIFLUK PE Data-Format Convertor



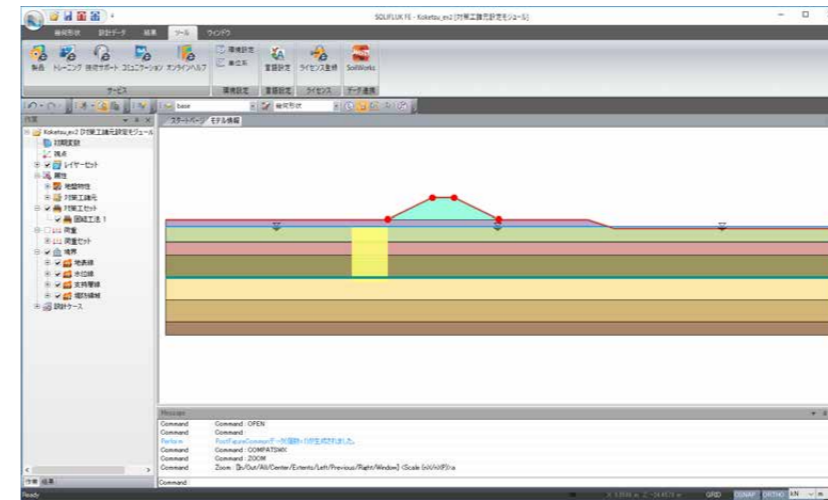
**浸透安定性照査**  
 形状情報/水位条件/物性情報が連携されます。

**FEMによる耐震性能検討**  
 要素・節点情報/水位条件/物性情報が連携されます。

# インタフェース

### POINT 2

## SOLIFLUK PE



### データ互換項目(SOLIFLUK PE / SoilWorks / ALID)

SOLIFLUK PE		SoilWorks		ALID
原地盤形状	↔	原地盤形状	↔	原地盤形状
地盤物性	→	地盤物性	↔	地盤物性 (弾性/弾塑性モデル)
対策工情報 (形状・物性・断面特性)	→	対策工情報 (形状・物性・断面特性)	↔	対策工情報 (形状・物性・断面特性)
地下水位	→	地下水位	↔	地下水位
		節点	↔	節点
		要素 (平面ひずみ、梁、トラス、インターフェイス、パネ、剛体リンク)	↔	要素 (Solid, Beam, Bar, Joint, Spring)

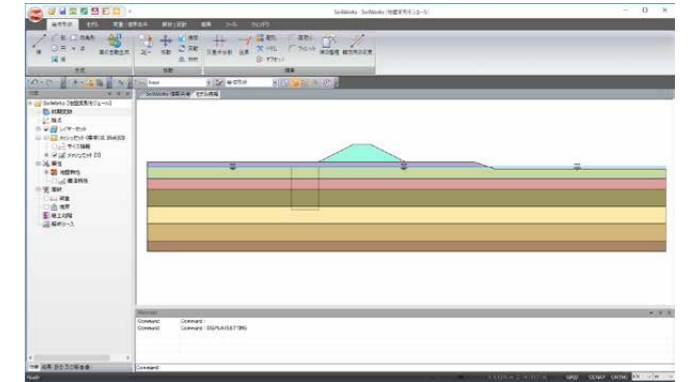
### POINT 3

## Analysis Module (SoilWorks)

SoilWorksと連携して浸透安定性調査を含む汎用地盤解析が可能です。

### 汎用地盤解析

- 浸透流
- 地盤変形
- 斜面安定
- 圧密
- 動解析

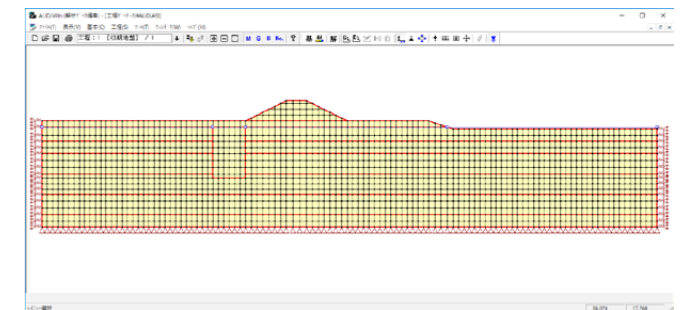


## FEM DATA Interface

ALID/FLIP/LIQCAデータと連携してFEMによる耐震安全性の検討が実施できます。

### 耐震安定性検討

- ALID
- FLIP
- LIQCA





# 液状化判定 SOLIFLUK FE

※搭載予定

※ SOLIFLUK FEは一般財団法人国土技術研究センターのソフトウェアであるため、その使用に際しては別途使用許諾契約を締結する必要があります。  
 ※ SOLIFLUK PEのリリース記念キャンペーンで契約いただいた顧客に限り、年間保守契約締結中において、SOLIFLUK FEの使用許諾契約に係る手続きを株式会社マイダスアイティジャパンが無償で代行します。

## 国土交通省の最新基準対応

SOLIFLUK FEは平成28年の最新基準に準拠した液状化判定機能を提供します。

- 国土交通省の新規準である「河川構造物の耐震性能照査指針・解説-Ⅱ.堤防編-」の対応

## 地層データと連動した液状化判定

SOLIFLUK FEでは新しく開発した「液状化判定」を用いて、ゆるい砂質土地盤における液状化の判定を行うことができます。

- 簡易液状化判定機能の搭載  
 モデルから液状化判定のための地層データを自動連動

### POINT 1

## 最新指針での変更内容

SOLIFLUK FEには新指針に追加された液状化判定法が反映されてあります。

平成24年2月の旧指針

#### 4. 静的照査法による耐震性能の照査方法

- 4.1 一般
- 4.2 液体化の影響
- 4.3 耐震性能の照査

平成28年3月新指針での追加内容

#### 6. 静的照査法による耐震性能の照査方法

- 6.1 一般
- 6.2 液体化の影響
- 6.3 液体化の判定
- 6.4 耐震性能の照査

### 繰り返し三軸強度比の算定式

基本曲線を含め補正方法を見直したものである。図-4.3に示すように繰り返し三軸強度比は、細粒分含有率が比較的小さい範囲では改定前の式で求めた繰り返し三軸強度比とほとんど変わらないが、粘性土に分類されるような細粒分を多く含む土では改定前に比べ大きな繰り返し三軸強度比が得られる。

指針では、繰り返し三軸強度比  $R_L$  を式(4.2)により算出する。

$$R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{(0.85N_a + 2.1)/1.7} & (N_a < 14) \\ 0.0882\sqrt{N_a/1.7 + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5}} & (14 \leq N_a) \end{cases}$$

ここで、礫質土以外の場合、

$$N_a = c_{FC} (N_1 + 2.47) - 2.47$$

$$N_1 = 170N / (\sigma'_v + 70)$$

$$c_{FC} = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 20)/30 & (10\% \leq FC < 40\%) \\ (FC - 16)/12 & (40\% \leq FC) \end{cases}$$

ここに、

$R_L$  : 繰り返し三軸強度比

$N$  : 標準貫入試験から得られる  $N$  値

$N_1$  : 有効上載圧 100kN/m<sup>2</sup> 相当に換算した  $N$  値

$N_a$  : 粒度の影響を考慮した補正  $N$  値

$c_{FC}$  : 細粒分含有率による  $N$  値の補正係数

$FC$  : 細粒分含有率 (%) (粒径 75 $\mu$ m 以下の土粒子の通過質量百分率)

### POINT 2

## 液状化判定の作業手順

モデルの形状及び物性情報が自動連動されて地層データの追加定義が不要です。

### Step 1. 判定基準の設定

- 土質による判定対象の指定(Fc, Ip, D50など)
- 基準に基づく地震外力の自動算定 (設計震度、地域区分、地域補正係数など)
- 上載圧の考慮

### Step 2. 土層データの定義

- 土質種類から地層データを自動生成: 土質、層分割数指定
- EXCELとのデータ互換: コピー&ペースト可能

簡易法  
 標準に基づく地震外力

### Step 3. 地層別液状化判定

・柱状図におけるFL判定結果

Liquefaction  
Countermeasure  
Design Solution  
for River Levee

工法別設計計算書



工法別設計計算書	締固め工法	27
	固結工法	31
	鋼部材工法	41

## 河川堤防の液状化対策 - 締固め工法 -

### 対策工緒元設定計算書

2018/4/1

株式会社000

SOLIFLUK PE 対策工緒元設定	目次
------------------------	----

### 目次

#### 1章 設計概要

- 1.1 工事概要
- 1.2 対策工概要
- 1.3 準拠基準
- 1.4 検討項目
- 1.5 使用ソフトウェア

#### 2章 結果要約

- 2.1 改良範囲の検討
- 2.2 置換率の検討

#### 3章 設計条件

- 3.1 設計対象
- 3.2 堤防概要
- 3.3 地盤条件
- 3.4 改良計画

#### 4章 置換率の検討

- 4.1 改良範囲の検討
- 4.2 置換率の検討
- 4.3 対策工深度別の置換率

#### 5章 結果グラフ

- 5.1 深度別の結果グラフ

SOLIFLUX PE 対策工諸元設定	1章 設計概要
------------------------	---------

## 1章 設計概要

### 1.1 工事概要

- プロジェクト名 : 河川堤防の液状化対策 - 締固め工法 -
- 日付 : 2017/4/1
- 会社名 : 株式会社〇〇〇
- 説明 :

### 1.2 対策工概要

- 対策工法 : 締固め工法
- 砂杭の平面配置 : 正方形配置

### 1.3 準拠基準

- 設計基準 : 河川堤防の液状化対策手引き(国立研究開発法人土木研究所、平成28年)

### 1.4 検討項目

- 締固め工法では以下の2項目について照査を行います。

- 改良範囲
  - 砂杭の列数が3本以上であることを照査します。
- 置換率の検討
  - 下表に改良後の地盤の目標N値を満足させる最低置換率を示します。
  - 置換率の検討では、対策工深度別における置換率が全て最低置換率以上となることを照査します。

目標値	改良目標N値	20
	最低置換率	0.35

### 1.5 使用ソフトウェア

- 対策工諸元設定 : SOLIFLUX Ver.1.0.0 - 対策工諸元設定モジュール

SOLIFLUX PE 対策工諸元設定	2章 結果要約
------------------------	---------

## 2章 結果要約

### 2.1 改良範囲の検討

"最小砂杭列数 ≤ 設計砂杭列数"

判定	最小砂杭列数	設計砂杭列数
OK	3	3

### 2.2 置換率の検討

"安全率 Fs = 設計置換率 / 最低置換率"

- 対策工深度別の置換率の中から最大値を最低置換率とし、設計置換率と検討します。

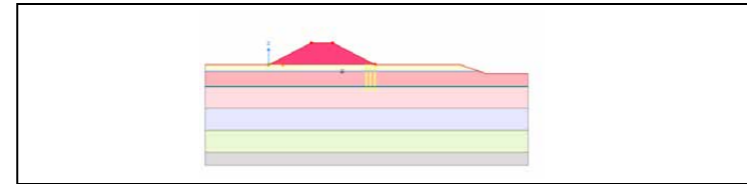
安全率 Fs	設計置換率	最低置換率	目標N値
2.16	0.75	0.35	20

SOLIFLUX PE 対策工諸元設定	3章 設計条件
------------------------	---------

## 3章 設計条件

### 3.1 設計対象

#### 3.1.1 対象の堤防と基礎地盤



### 3.2 堤防概要

#### 3.2.1 堤防形状の諸元

	共通	法尻(川裏)	法尻(川表)
法尻(川裏)の水平座標 (m)	25.00		
法尻(川裏)の水平座標 (m)	0.00		
堤防幅 (m)	25.00		
天端幅 (B <sub>u</sub> , m)	5.00		
堤防高さ (H <sub>1</sub> , m)	5.00		
堤防平均法面勾配 (n <sub>1</sub> , 割)	2.00		
堤防高さ (H <sub>2</sub> , m)	5.00		
平均法面勾配 (n <sub>2</sub> , 割)	2.00		

### 3.3 地盤条件

#### 3.3.1 地盤物性

- 地下水水位高 (m) : -1.50
- 地盤物性

土質名	土層区分	深さ (m)		γ <sub>t</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	F <sub>t</sub> 値	N <sub>60</sub> 値	F <sub>c</sub> (%)	r <sub>u</sub>
		上端	下端						
堤体	非液状化層	5.0	0.0	18.0	18.0	1.50	5.0	35.0	0.06
As1(水位以浅)	非液状化層	0.0	-1.5	18.0	18.0	1.50	3.5	16.0	0.06
As1	液状化層	-1.5	-5.0	18.0	18.0	0.82	3.5	16.0	1.00
As2	準液状化層	-5.0	-10.0	19.0	19.0	1.18	16.0	13.0	0.32
Ac1-1	非液状化層	-10.0	-15.0	17.0	17.0	1.50	2.4	74.0	0.06
Ac1-2	非液状化層	-15.0	-20.0	17.0	17.0	1.50	2.4	74.0	0.06
Dg	非液状化層	-20.0	-23.0	21.0	21.0	1.50	50.0	80.0	0.06

#### 地盤変形特性パラメータ

土質名	土層区分	粘着力 C (kN/m <sup>2</sup> )	摩擦角 φ (°)	ポアソン比 ν	変形係数 E (kN/m <sup>2</sup> )	静止土圧係数 K0
堤体	非液状化層	0.0	30.0	0.30	20000.0	0.5
As1(水位以浅)	非液状化層	0.0	30.0	0.30	20000.0	0.5
As1	液状化層	0.0	30.0	0.30	20000.0	0.5
As2	準液状化層	0.0	35.0	0.30	20000.0	0.5
Ac1-1	非液状化層	45.0	0.0	0.30	20000.0	0.5
Ac1-2	非液状化層	55.0	0.0	0.30	20000.0	0.5
Dg	非液状化層	0.0	40.0	0.30	20000.0	0.5

## 3.4 改良計画

### 3.4.1 工法種類

対策工法	締固め工法
砂杭の平面配置	正方形配置

### 3.4.2 対策工の断面諸元

配置形状	断面積 As (m <sup>2</sup> )	砂杭1本の 負担面積 (m <sup>2</sup> )	砂杭中心間の距離		設計置換率 as
			X1 (m)	X2 (m)	
	3.00	4.00	2.00	2.00	0.75

### 3.4.3 改良範囲

改良範囲	基準位置 - x座標 (m)	25.00
堤防下部の改良幅 B <sub>FE</sub> (m)	1.00	
砂杭の列数	3	
改良有効幅 B (m)	4.00	
改良開始深さ D <sub>WI</sub> (m)	1.00	
改良下端深さ D (m)	8.00	

SOLIFLUX PE 対策工諸元設定	4章 置換率の検討
------------------------	-----------

## 4章 置換率の検討

### 4.1 改良範囲の検討

"最小砂杭列数 ≤ 設計砂杭列数"

判定	最小砂杭列数	設計砂杭列数
OK	3	3

### 4.2 置換率の検討

#### 4.2.1 置換率の計算方法

- 細粒分含有率F<sub>c</sub>(%)より、e<sub>max</sub>、e<sub>min</sub>を求める
 
$$e_{max} = 0.02Fc + 1.0$$

$$e_{min} = 0.008Fc + 0.6$$
- 原地盤N値 N<sub>0</sub>と拘束圧 σ<sub>v</sub>'(kN/m<sup>2</sup>)及び細粒分による補正N値増分 ΔN<sub>f</sub>より、相対密度 D<sub>10</sub>及び e<sub>0</sub>を求める
 
$$D_{10} = 21 \sqrt{\left\{ \left( \frac{N_0}{0.7 + \sigma_v'/98} \right) + \frac{\Delta N_f}{1.7} \right\}}$$

$$e_0 = e_{max} - \frac{D_{10}}{100} (e_{max} - e_{min})$$
- 細粒分含有率 F<sub>c</sub>(%)より有効締固め係数 R<sub>c</sub>を求める
 
$$R_c = 1.05 - 0.46 \cdot \log F_c$$
- 改良後の目標N値 N<sub>1</sub>と拘束圧 σ<sub>v</sub>'(kN/m<sup>2</sup>)及び細粒分による補正N値増分 ΔN<sub>f</sub>より、D<sub>11</sub>及び e<sub>1</sub>を求める
 
$$D_{11} = 21 \sqrt{\left\{ \left( \frac{N_1}{0.7 + \sigma_v'/98} \right) + \frac{\Delta N_f}{1.7} \right\}}$$

$$e_1 = e_{max} - \frac{D_{11}}{100} (e_{max} - e_{min})$$
- 有効締固め係数を考慮して最低置換率 a<sub>s</sub>を求める
 
$$a_s = \frac{\Delta e}{R_c(1+e_0)} = \frac{e_0 - e_1}{R_c(1+e_0)}$$

#### 4.2.2 置換率の検討

"安全率 Fs = 設計置換率 / 最低置換率"

- 対策工深度別の置換率の中から最大値を最低置換率とし、設計置換率と検討します。

安全率 Fs	設計置換率	最低置換率	目標N値
2.16	0.75	0.35	20

### 4.3 対策工深度別の置換率

- 下表に対策工の深度別の置換率結果を示します。

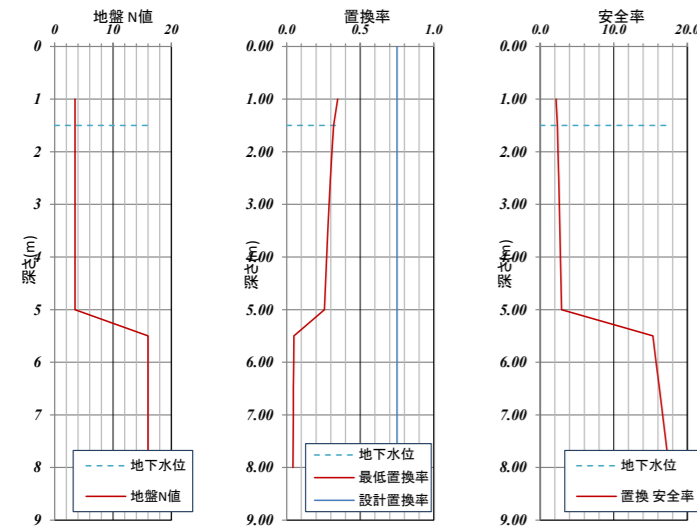
深さ (m)	安全率 Fs	最低置換率	N <sub>60</sub> 値	F <sub>c</sub> (%)	σ <sub>v</sub> ' (kN/m <sup>2</sup> )	ΔN <sub>f</sub>	D <sub>10</sub>	e <sub>0</sub>	R <sub>c</sub>	D <sub>11</sub>	e <sub>1</sub>
1.00	2.16	0.35	3.5	16.0	0.0	7.2	63.8	0.9	0.5	120.3	0.6
1.50	2.35	0.32	3.5	16.0	9.0	7.2	61.8	1.0	0.5	114.0	0.6
2.00	2.43	0.31	3.5	16.0	13.1	7.2	61.0	1.0	0.5	111.6	0.7
2.50	2.52	0.30	3.5	16.0	17.2	7.2	60.3	1.0	0.5	109.3	0.7
3.00	2.60	0.29	3.5	16.0	21.3	7.2	59.6	1.0	0.5	107.2	0.7
3.50	2.68	0.28	3.5	16.0	25.4	7.2	59.0	1.0	0.5	105.2	0.7
4.00	2.76	0.27	3.5	16.0	29.5	7.2	58.4	1.0	0.5	103.3	0.7
4.50	2.84	0.26	3.5	16.0	33.6	7.2	57.9	1.0	0.5	101.6	0.7
5.00	2.92	0.26	3.5	16.0	37.7	7.2	57.4	1.0	0.5	100.0	0.7
5.50	15.32	0.05	16.0	13.0	42.3	6.6	89.2	0.8	0.5	97.5	0.7
6.00	15.76	0.05	16.0	13.0	46.9	6.6	87.8	0.8	0.5	95.9	0.7
6.50	16.21	0.05	16.0	13.0	51.5	6.6	86.4	0.8	0.5	94.4	0.7
7.00	16.64	0.05	16.0	13.0	56.1	6.6	85.2	0.8	0.5	93.0	0.7
7.50	17.08	0.04	16.0	13.0	60.7	6.6	84.0	0.8	0.5	91.6	0.8
8.00	17.51	0.04	16.0	13.0	65.3	6.6	82.9	0.8	0.5	90.4	0.8

※ 上表における深さは、検討対象側の水平地盤高を基準にした距離です。

5章 結果グラフ

5.1 深度別の結果グラフ

以下に対策工深度別の置換率とその安全率を表示します。



※ 上グラフにおける深さは、検討対象側の水平地盤高を基準にした距離です。

深度(m)	地盤N値	置換率 - $F_s$	置換率
1.0	3.5	2.162	0.347
1.5	3.5	2.350	0.319
2.0	3.5	2.434	0.308
2.5	3.5	2.517	0.298
3.0	3.5	2.599	0.289
3.5	3.5	2.680	0.280
4.0	3.5	2.761	0.272
4.5	3.5	2.840	0.264
5.0	3.5	2.919	0.257
5.5	16	15.317	0.049
6.0	16	15.764	0.048
6.5	16	16.207	0.046
7.0	16	16.644	0.045
7.5	16	17.077	0.044
8.0	16	17.507	0.043

目次

**1章 設計概要**

- 1.1 工事概要
- 1.2 対策工概要
- 1.3 準拠基準
- 1.4 検討項目
- 1.5 使用ソフトウェア

**2章 結果要約**

- 2.1 外的安定の検討
- 2.2 内的安定の検討

**3章 設計条件**

- 3.1 設計対象
- 3.2 堤防概要
- 3.3 地盤条件
- 3.4 改良計画
- 3.5 外力条件

**4章 外的安定の検討**

- 4.1 滑動の検討
- 4.2 支持力の検討

**5章 内的安定の検討**

- 5.1 水平せん断の検討
- 5.2 拔出せん断の検討
- 5.3 鉛直せん断の検討

**6章 結果グラフ**

- 6.1 深度別の結果グラフ

河川堤防の液状化対策  
- 固結工法 -

対策工諸元設定計算書

2018/4/1

株式会社000

SOLIFLUK PE 対策工諸元設定	1章 設計概要
------------------------	---------

## 1章 設計概要

### 1.1 工事概要

- 1) プロジェクト名 : New Project  
 2) 日付 :  
 3) 会社名 :  
 4) 説明 :

### 1.2 対策工概要

- 1) 対策工法 : 固結工法  
 2) 改良形状 : 格子状

### 1.3 標準基準

- 1) 設計基準 : 河川堤防の液状化対策手引き(国立研究開発法人土木研究所、平成28年)

### 1.4 検討項目

- ▶ 固結工法では大きく、外的安定性と内的安定性について調査を行います。

#### 1) 外的安定の検討

##### (1) 滑動の検討

- ：外力によって改良地盤底面に作用するせん断とせん断抵抗力を求め安全率を算出し、その値が設計安全率以上となることを照査します。

設計安全率	1.00
-------	------

##### (2) 支持力の検討

- ：外力によって改良地盤底面に作用する鉛直地盤反力と極限支持力を求め安全率を算出し、その値が設計安全率以上となることを照査します。

設計安全率	1.00
-------	------

#### 2) 内的安定の検討

- ：外力に対して対策工が内的安定を損わないよう水平せん断、格子壁拔出せん断、鉛直せん断の検討を行い、各検討において改良体に作用するせん断応力が改良体の設計せん断強さを超えないことを照査します。但し、改良形状がブロック状の場合は、格子壁面の拔出せん断については検討しません。

改良体のせん断強さ (kN/m <sup>2</sup> )	200.0
--------------------------------	-------

### 1.5 使用ソフトウェア

- 1) 対策工諸元設定 : SOLIFLUK Ver.1.5.0 - 対策工諸元設定モジュール

SOLIFLUK PE 対策工諸元設定	2章 結果要約
------------------------	---------

## 2章 結果要約

### 2.1 外的安定の検討

外的安定の検討として、滑動と支持力に対する安定性の検討結果を示します。

検討項目	判定	設計安全率	安全率 F <sub>s</sub>
滑動	O.K.	1.00	1.20
支持力	O.K.	1.00	1.16

### 2.2 内的安定の検討

内的安定の検討として、水平せん断、格子壁の拔出せん断、鉛直せん断に対する安定性の検討結果を示します。ここに示す安全率は改良体の深度別に計算される安全率の中からの最小値です。

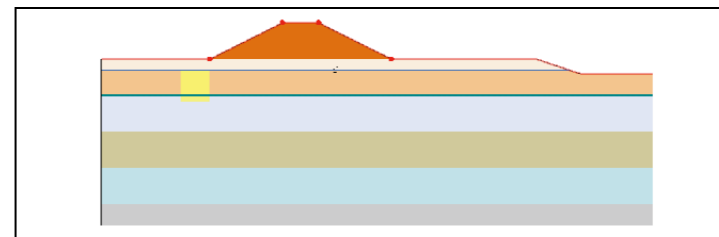
検討項目	判定	安全率 F <sub>s</sub>	設計強度 τ <sub>s</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	τ (kN/m <sup>2</sup> )
水平せん断	O.K.	3.02	200.0	66.3
拔出せん断	O.K.	3.20	200.0	62.6
鉛直せん断	O.K.	1.29	200.0	155.0

SOLIFLUK PE 対策工諸元設定	3章 設計条件
------------------------	---------

## 3章 設計条件

### 3.1 設計対象

#### 3.1.1 対象の堤防と基礎地盤



### 3.2 堤防概要

#### 3.2.1 堤防形状の諸元

項目	値
法尻(川表)の水平座標 (m)	25.00
法尻(川裏)の水平座標 (m)	0.00
堤防幅 (m)	25.00
天端幅 (B <sub>0</sub> , m)	5.00
堤防高さ (H <sub>1</sub> , m)	5.00
堤防平均法面勾配 (n <sub>1</sub> , 割)	2.00
堤防高さ (H <sub>2</sub> , m)	5.00
平均法面勾配 (n <sub>2</sub> , 割)	2.00

### 3.3 地盤条件

#### 3.3.1 地盤物性

- ▶ 地下水位高 (m) : (受動側) -1.50 (主動側) -1.50  
 ▶ 地盤物性

土質名	深さ (m) - 受動側		深さ (m) - 主動側		γ <sub>t</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	F <sub>1</sub> 値		N <sub>60</sub> 値	F <sub>c</sub> (%)
	上端	下端	上端	下端			受動側	主動側		
堤体	-	-	-	-	18.0	18.0	1.50	1.50	5.0	35.0
As1_上	-	-	-	-	18.0	18.0	1.50	1.50	3.5	16.0
As1_下	-1.5	-5.0	-1.5	-5.0	18.0	18.0	0.81	0.98	3.5	16.0
As2	-5.0	-10.0	-5.0	-10.0	19.0	19.0	1.17	1.43	16.0	13.0
Ac1-1	-10.0	-15.0	-10.0	-15.0	17.0	17.0	1.50	1.50	2.4	74.0
Ac1-2	-15.0	-20.0	-15.0	-20.0	17.0	17.0	1.50	1.50	2.4	74.0
Dg	-20.0	-23.0	-20.0	-23.0	21.0	21.0	1.50	1.50	50.0	80.0

#### ▶ 地盤変形特性パラメータ

土質名	土層区分		粘着力 C (kN/m <sup>2</sup> )	摩擦角 φ (°)	ポアソン比 ν	変形係数 E (kN/m <sup>2</sup> )	静止土圧係数 K0
	受動側	主動側					
堤体	非液状化層	非液状化層	0.0	30.0	0.30	20000.0	0.5
As1_上	非液状化層	非液状化層	0.0	30.0	0.30	20000.0	0.5
As1_下	液状化層	液状化層	0.0	30.0	0.30	20000.0	0.5

層名	土質	γ (kN/m <sup>3</sup> )	φ (°)	c (kN/m <sup>2</sup> )	E (kN/m <sup>2</sup> )	K0	
As2	準液状化層	非液状化層	0.0	35.0	0.30	20000.0	0.5
Ac1-1	非液状化層	非液状化層	45.0	0.0	0.30	20000.0	0.5
Ac1-2	非液状化層	非液状化層	55.0	0.0	0.30	20000.0	0.5
Dg	非液状化層	非液状化層	0.0	40.0	0.30	20000.0	0.5

### 3.4 改良計画

#### 3.4.1 工法種類

対策工法	固結工法
改良形状	格子状

#### 3.4.2 対策工の断面諸元

改良形状	堤防縦断方向の長さ		堤防横断方向の長さ		改良率 a <sub>p</sub>	改良全体の断面形状	
	L <sub>01</sub> (m)	L <sub>11</sub> (m)	L <sub>02</sub> (m)	L <sub>12</sub> (m)		l (m)	b (m)
	2.40	0.80	4.00	2.40	0.73	1.60	0.80

#### 3.4.3 対策工物性

- ▶ 改良体の物性パラメータ

物性名	単位体積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	設計せん断強度 τ <sub>s</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
Koketsu	18.0	200.0

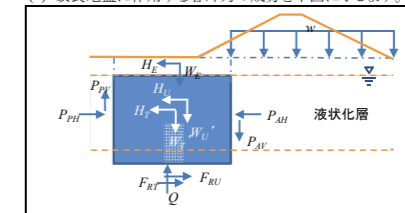
#### 3.4.4 改良範囲

改良範囲	基準位置 - x座標 (m)	値
基準位置		0.00
堤防下部改良幅 B <sub>10</sub> (m)		0.00
改良幅 B (m)		4.00
改良開始深さ D <sub>W1</sub> (m)		1.50
改良下端深さ D (m)		6.00
根入れ長 H <sub>1</sub> (m)		1.00

### 3.5 外力条件

#### 3.5.1 荷重種類

- (1) 改良地盤に作用する外力として、自重、慣性力、土水圧を考慮します。  
 (2) 改良地盤に作用する各外力の成分を下図に示します。



#### 3.5.2 自重

- (1) 改良体に作用する自重には改良地盤の重量と盛土の重量を考慮します。

▶ 下表に改良地盤に作用する自重を示します。

W <sub>E</sub> (kN/m)	W (kN/m)	W <sub>T</sub> (kN/m)	W <sub>U</sub> (kN/m)	W' (kN/m)	W' <sub>T</sub> (kN/m)	W' <sub>U</sub> (kN/m)	w-受動側 (kN/m <sup>2</sup> )	w-主動側 (kN/m <sup>2</sup> )
108.0	325.1	237.6	87.5	145.1	105.6	39.5	-	54.0

ここで、

- W<sub>E</sub> : 改良地盤の上面に載る盛土の重量
- W : 改良地盤の全重量 (= W<sub>T</sub> + W<sub>U</sub>)
- W<sub>T</sub> : 改良体の全重量
- W<sub>U</sub> : 格子内部の未改良土の全重量 (= (1-ap)・W)
- W' : 改良地盤の有効重量 (= W'<sub>T</sub> + W'<sub>U</sub>)
- W'<sub>T</sub> : 改良体の有効重量
- W'<sub>U</sub> : 格子内部の未改良土の有効重量 (= (1-ap)・W')
- w : 盛土自重による鉛直荷重(但し、改良地盤の上面に載る盛土部は除く)

### 3.5.3 慣性力

(1) 慣性力の計算に使用する設計水平震度k<sub>h</sub>を以下に示します。

$$k_h = C_Z \times k_{C0} \times C_B$$

ここで、

k <sub>h</sub>	設計水平震度		
	I種	II種	III種
C <sub>Z</sub>	0.12	0.15	0.18
C <sub>B</sub>	地盤種別による標準水平震度		
	B/H ≦ 10	10 < B/H ≦ 20	20 < B/H
C <sub>B</sub>	1.0	0.9	0.8

(2) 慣性力是对象とする範囲の全重量に改良地盤底面における水平震度と低減係数α<sub>g</sub>を乗じて求めます。  
ここで、外的安全性の検討時は改良地盤底面の深さ方向に低減した水平震度k<sub>hr</sub>を使用します。

$$k_{hr}(z) = k_h \times (1 - 0.03z)$$

ここで、

- k<sub>hr</sub> : 改良地盤底面深さで低減した水平震度
- z : 水平地盤高から改良地盤底面までの深さ

▶ 下表に本設計で適用した設計水平震度を示します。

k <sub>h</sub>	C <sub>Z</sub>	k <sub>C0</sub>	C <sub>B</sub>	改良体底面 k <sub>hr</sub>	改良体底面 z(m)	低減係数 α <sub>g</sub>
0.18	1.00	0.18	1.00	0.15	6.00	0.30

(3) 改良体に作用する慣性力として改良地盤の慣性力と改良地盤の上面に載る盛土の慣性力を考慮します。  
※ 深度方向の慣性力の低減係数に用いるHは地表面からの深度を用います。

▶ 下表に改良地盤に作用する慣性力を示します。

H <sub>E</sub> (kN/m)	H (kN/m)	H <sub>T</sub> (kN/m)	H <sub>U</sub> (kN/m)
4.8	14.4	10.5	3.9

ここで、

- H<sub>E</sub> : 改良地盤の上面に載る盛土に作用する慣性力
- H : 改良地盤の慣性力 (= H<sub>T</sub> + H<sub>U</sub>)
- H<sub>T</sub> : 改良体に作用する慣性力
- H<sub>U</sub> : 格子内部の未改良土に作用する慣性力

### 3.5.4 土水圧

(1) 土水圧には主動側の土水圧の合力(P<sub>AH</sub>, P<sub>AV</sub>)と受動側の土水圧の合力(P<sub>PH</sub>, P<sub>PV</sub>)を考慮します。

(2) 深度別に土層区分による計算式を利用して土水圧を算出し、これを積分して土水圧の合力を求めます。

(3) 水平成分の土水圧は以下の計算式から算出します。

- 完全液化化層 - 主動側
- $$\sigma_h(z) = \sigma_v(z) + w + P_{dw}(z, \gamma_{sat})$$

ここで、

- σ<sub>h</sub>(z) : 水平地盤の高さから深度zにおける土水圧の水平成分
- σ<sub>v</sub>(z) : 水平地盤の高さから深度zにおける鉛直応力(土載圧)
- P<sub>dw</sub>(z, γ<sub>sat</sub>) : Westergaardの動水圧公式による土水圧の振動成分

$$P_{dw}(z, \gamma_{sat}) = \alpha_d \frac{\gamma}{g} k_{hr}(z) \times \gamma \sqrt{D_L \cdot z}$$

ここで、

- α<sub>d</sub> : 低減係数
- γ : 液体の単位体積重量
- k<sub>hr</sub>(z) : 水平地盤の高さを基準に深度zに応じて低減した水平震度
- D<sub>L</sub> : 地下水位高から完全液化化層下端までの深さ
- z : 地下水位高からの深さ

- 完全液化化層 - 受動側

$$\sigma_h(z) = \sigma_v(z) - P_{dw}(z, \gamma_{sat})$$

- 非液化化層 - 主動側 : 以下から大きい方の値を使用

$$\sigma_h(z) = K_A \cdot \{\sigma_v(z) + w\} + u(z) + \tau_u \cdot (1 - K_A) \cdot \{\sigma_v(z) + w\} + P_{dw}(z, \gamma_w + \tau_u \cdot \gamma)$$

$$\sigma_h(z) = K_{EA} \cdot \{\sigma_v(z) + w\} + u(z)$$

ここで、

- K<sub>A</sub> : 常時の主動土圧係数
- u(z) : 地下水位高から深度zにおける静水圧
- τ<sub>u</sub> : 過剰間隙水圧比
- P<sub>dw</sub>(z, γ<sub>w</sub> + τ<sub>u</sub>・γ) : Westergaardの動水圧公式による土水圧の振動成分
- K<sub>EA</sub> : 過剰間隙水圧の上昇を考慮した内部摩擦角 φ' の地震時主動土圧係数

- 非液化化層 - 受動側 : 以下から小さい方の値を使用

$$\sigma_h(z) = K_p \cdot \{\sigma_v(z) + w\} + u(z) + \tau_u \cdot (1 - K_p) \cdot \{\sigma_v(z) + w\} - P_{dw}(z, \gamma_w + \tau_u \cdot \gamma)$$

$$\sigma_h(z) = K_{EP} \cdot \{\sigma_v(z) + w\} + u(z)$$

ここで、

- K<sub>p</sub> : 常時の受動土圧係数
- K<sub>EP</sub> : 過剰間隙水圧の上昇を考慮した内部摩擦角 φ' の地震時受動土圧係数

- 非液化化層 - 主動側

$$\sigma_h(z) = K_{EA} \cdot \{\sigma_v(z) + w\} - 2c \sqrt{K_{EA}} + u(z)$$

ここで、

- K<sub>EA</sub> : 地震時の主動土圧係数
- c : 粘着力

- 非液化化層 - 受動側

$$\sigma_h(z) = K_{EP} \cdot \{\sigma_v(z) + w\} + 2c \sqrt{K_{EP}} + u(z)$$

ここで、

- K<sub>EP</sub> : 地震時の受動土圧係数

表 - 土圧係数算定式一覧

■ 常時の土圧係数	
主動土圧係数	$K_A = \frac{\cos^2 \varphi}{\cos \delta \cdot \left\{ 1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin \varphi}{\cos \delta} \right\}^2} \cdot \cos \delta$ φ : 内部摩擦角(°) δ : 改良体と周辺地盤の壁面摩擦角(=φ/2)
受動土圧係数	$K_p = \frac{\cos^2 \varphi}{\cos \delta \cdot \left\{ 1 - \frac{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin \varphi}{\cos \delta} \right\}^2} \cdot \cos \delta$
■ 地震時の土圧係数	
主動土圧係数	$K_{EA} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos(\delta + \theta) \cdot \left\{ 1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \theta)}{\cos(\delta + \theta)} \right\}^2} \cdot \cos \delta$ 但し、φ-θ<0の場合には、sin(φ-θ)=0とする。 θ : 地震時の合成角で、θ = tan <sup>-1</sup> k <sub>h</sub> または、θ = tan <sup>-1</sup> k <sub>h</sub> ' (水位以浅ではk <sub>h</sub> 、水位以深ではk <sub>h</sub> 'を使用)
受動土圧係数	$K_{EP} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos(\delta - \theta) \cdot \left\{ 1 - \frac{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin(\varphi - \theta)}{\cos(\delta - \theta)} \right\}^2} \cdot \cos \delta$
■ 過剰間隙水圧の上昇を考慮した地震時土圧係数	
主動土圧係数	$K_{EA}' = \frac{\cos^2(\varphi' - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos(\delta' + \theta) \cdot \left\{ 1 + \frac{\sin(\varphi' + \delta') \cdot \sin(\varphi' - \theta)}{\cos(\delta' + \theta)} \right\}^2} \cdot \cos \delta'$ φ' : 過剰間隙水圧の上昇を考慮した内部摩擦角 準液化化層で tanφ'=(1-τ <sub>u</sub> )・tanφ として計算 δ' : 過剰間隙水圧の上昇を考慮した改良体と周辺地盤の壁面摩擦角 δ'=(φ'/φ)δ, δ=φ/2
受動土圧係数	$K_{EP}' = \frac{\cos^2(\varphi' - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos(\delta' - \theta) \cdot \left\{ 1 - \frac{\sin(\varphi' - \delta') \cdot \sin(\varphi' - \theta)}{\cos(\delta' - \theta)} \right\}^2} \cdot \cos \delta'$

(4) 鉛直成分の土水圧は水平成分の土水圧にtanδまたはtanδ'を乗じて求めます。

ここで、 δ : 改良体と周辺地盤の壁面摩擦角、δ = φ/2

### 3.5.5 深度別土水圧

▶ 地層別の土圧係数

土質名	土層区分		物性情報(°)								
	受動側	主動側	受動側				主動側				
			φ	δ	θ	φ'	δ'	δ	θ	φ'	δ'
As1_下	完全	完全	30.0	0.0	5.05	0.00	0.00	15.0	4.08	0.00	0.00
As2	準	非	35.0	0.0	5.70	24.90	0.00	17.5	4.79	35.00	17.50

土質名	土層区分		常時土圧係数		地震時土圧係数		過剰間隙水圧考慮	
	受動側	主動側	K <sub>p</sub>	K <sub>A</sub>	K <sub>EP</sub>	K <sub>EA</sub>	K <sub>EP</sub> '	K <sub>EA</sub> '
As1_下	完全	完全	1.00	1.00	2.84	0.34	1.00	1.01
As2	準	非	3.69	0.23	3.49	0.28	2.29	0.28

▶ 下表に対策工に作用する深度別の土水圧を示します。

深さ (m)	土水圧-受動側				土水圧-主動側							
	σ <sub>v</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	u (kN/m <sup>2</sup> )	P <sub>dw</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	σ <sub>h</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	σ <sub>v</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	u (kN/m <sup>2</sup> )	P <sub>dw</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	σ <sub>h</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	P <sub>AH</sub> (kN/m)	P <sub>AV</sub> (kN/m)		
1.50	27.0	0.0	0.0	27.0	58.8	0.0	27.0	0.0	81.0	32.8	8.8	
2.00	36.0	5.0	1.6	34.4	74.2	0.0	36.0	5.0	91.1	75.8	8.8	
2.50	45.0	10.0	2.3	42.7	93.4	0.0	45.0	10.0	1.5	100.5	123.7	8.8
3.00	54.0	15.0	2.8	51.2	116.9	0.0	54.0	15.0	1.8	109.8	176.3	8.8
3.50	63.0	20.0	3.1	59.9	144.7	0.0	63.0	20.0	2.0	119.0	233.5	8.8
4.00	72.0	25.0	3.5	68.5	176.8	0.0	72.0	25.0	2.2	128.2	295.3	8.8
4.50	81.0	30.0	3.7	77.3	213.2	0.0	81.0	30.0	2.4	137.4	361.7	8.8
5.00	90.0	35.0	3.9	86.1	254.1	0.0	90.0	35.0	2.5	146.5	432.7	8.8
5.50	99.5	40.0	3.0	176.3	338.4	0.0	99.5	40.0	0.0	71.9	467.1	19.6
6.00	109.0	45.0	3.1	191.6	430.4	0.0	109.0	45.0	0.0	78.2	504.6	31.5

※ 上表における深さは、検討対象側の水平地盤高を基準にした距離です。

ここで、

- P<sub>AH</sub> : 改良地盤の主動側(盛土側)に作用する土水圧合力の水平成分
- P<sub>AV</sub> : 改良地盤の主動側に作用する土水圧合力の鉛直成分
- P<sub>PH</sub> : 改良地盤の受動側(水平地盤側)に作用する土水圧合力の水平成分
- P<sub>PV</sub> : 改良地盤の受動側に作用する土水圧合力の鉛直成分



SOLIFLUK PE 対策工諸元設定	4章 外的安定の検討
------------------------	------------

#### 4章 外的安定の検討

##### 4.1 滑動の検討

$$F_s = \frac{P_{PH} + F_E}{H + H_E + P_{AH}}$$

$$F_R = F_{RT} + F_{RU} = c_B \cdot B + (W' + W_E + P_{AV} - P_{PV}) \cdot \tan \phi_B$$

改良地盤の受動側に作用する土水圧合力の水平分力	$P_{PH} =$	430.4	(kN/m)
改良体底面に作用するせん断抵抗力	$F_{RT} =$	171.6	(kN/m)
未改良土に作用するせん断抵抗力(根入れが前提)	$F_{RU} =$	27.6	(kN/m)
改良地盤底面に作用するせん断抵抗力	$F_R =$	199.2	(kN/m)

改良地盤の慣性力	$H =$	14.4	(kN/m)
改良地盤の上面に載る盛土に作用する慣性力	$H_E =$	4.8	(kN/m)
改良地盤の主動側に作用する土水圧合力の水平成分	$P_{AH} =$	504.6	(kN/m)

滑動の検討	設計安全率	安全率 F <sub>s</sub>
O.K.	1.00	1.20

##### 4.2 支持力の検討

##### 4.2.1 外力の補正

(1) 受動側の支持層及び非液状化層から作用する土水圧合力と改良地盤底面のせん断抵抗力を補正します。

$$f = \frac{14.39 + 4.78 + 504.59 - 195.26}{199.24 + 58.83 + 176.31} = 0.76$$

##### A. 受動側で抵抗力を発揮する土水圧合力の成分

土質名	土層区分	$P_{PH}$ (kN/m)	$y_{PH}$ (m)	$P_{PV}$ (kN/m)
As1_上	非液状化層	58.8	4.7	0.0
As2	準液状化層	176.3	0.5	0.0

$$\text{改良地盤底面に作用するせん断抵抗力 } F_R = 199.2 \text{ (kN/m)}$$

##### B. 受動側で抵抗力を発揮しない土水圧合力の成分

土質名	土層区分	$P_{PH}$ (kN/m)	$y_{PH}$ (m)	$P_{PV}$ (kN/m)
As1_下	液状化層	195.3	2.6	0.0

##### C. 主動側の水平力

改良地盤の慣性力	$H =$	14.4	(kN/m)
改良地盤の上面に載る盛土に作用する慣性力	$H_E =$	4.8	(kN/m)
改良地盤の主動側に作用する土水圧合力の水平成分	$P_{AH} =$	504.6	(kN/m)

##### 4.2.2 鉛直地盤反力 Q<sub>V</sub>

$$Q_V = \frac{145.07 + 108.00 + 31.47 - 0.76 \cdot 0.00 - 0.00 - 0.76 \cdot 0.00}{284.5} \text{ (kN/m)}$$

改良地盤の有効重量	$W' =$	145.1	(kN/m)
改良地盤の上面に載る盛土の重量	$W_E =$	108.0	(kN/m)

##### ▶ 鉛直荷重の偏心量の計算

$$e = B/2 - M/V$$

$$V = Q_V$$

$$M = M_R - M_D$$

改良幅	$B =$	4.00	(m)
$W_E$ 作用位置 - 改良地盤端(水平地盤)からの水平距離	$x_{WE} =$	2.00	(m)

$H, H_E, P_{AH}$ が作用する位置(重心位置)の改良地盤底面からの高さ

$y_H =$	2.25	(m)
$y_{HE} =$	5.25	(m)
$y_{PAH} =$	2.46	(m)

抵抗モーメント	$M_R =$	1414.7	(kN/m <sup>2</sup> ・m)
転倒モーメント	$M_D =$	1297.8	(kN/m <sup>2</sup> ・m)

改良地盤底面に作用する力以外によるモーメント	$M =$	116.9	(kN/m <sup>2</sup> ・m)
改良地盤底面に作用する力以外による鉛直力	$V =$	284.5	(kN/m)
鉛直荷重の偏心量	$e =$	1.59	(m)

##### 4.2.3 極限支持力 Q<sub>U</sub>

$$Q_U = B_E \cdot \{ \alpha c_B N_c S_c + \kappa q N_q S_q + 1/2 \gamma' B \beta B E N_r S_r \}$$

支持層の粘着力	$c_B =$	0.0	(kN/m <sup>2</sup> )
上載荷重(改良地盤底面高さにおける鉛直有効応力 $\sigma'V$ )	$q =$	64.0	(kN/m <sup>2</sup> )
荷重の偏心を考慮した有効荷重幅 (= B-2e)	$B_E =$	0.82	(m)
支持層の有効単位体積重量	$\gamma'_B =$	9.0	(kN/m <sup>3</sup> )

基礎の形状係数	$\alpha, \beta =$	1.00
根入れ効果に対する割増し係数	$\kappa =$	1.37
支持力係数の寸法効果に関する補正係数	$S_c =$	1.00
	$S_q =$	0.54
	$S_r =$	1.00

荷重の傾斜 (= $H_H/V$ )	$\tan \theta =$	0.53	(rad)
支持層の内部摩擦角	$\phi =$	35.00	(°)

荷重の傾斜を考慮した支持力係数	$N_c =$	12.74
	$N_q =$	8.29
	$N_r =$	2.71

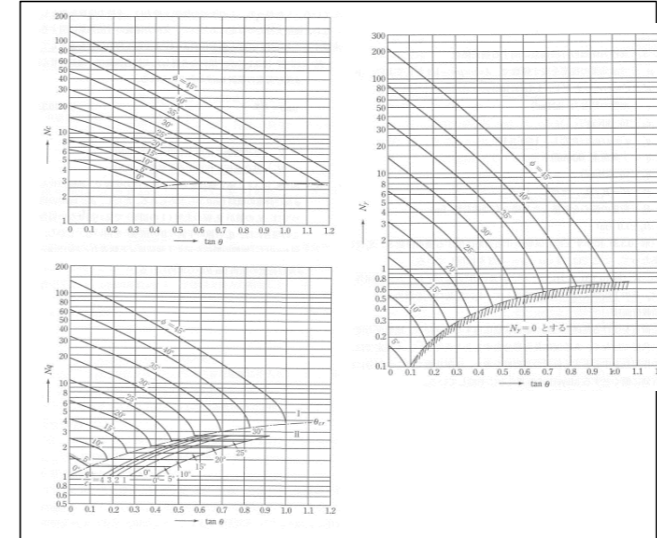
$$\text{荷重偏心傾斜、寸法、根入れ深さを考慮した極限支持力 } Q_U = 328.8 \text{ (kN/m)}$$

##### 4.2.4 安全率

$$F_s = \frac{Q_U}{Q_V}$$

支持力の検討	設計安全率	安全率 F <sub>s</sub>
O.K.	1.00	1.16

[参考] 支持力係数算出グラフ - 道路橋示方書・同解説・IV下部構造編



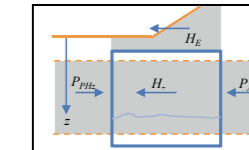
SOLIFLUK PE 対策工諸元設定	5章 内的安定の検討
------------------------	------------

#### 5章 内的安定の検討

##### 5.1 水平せん断の検討

$$F_s = \frac{\tau_a}{\tau_l}$$

$$\tau_l = \frac{H_Z + H_E + P_{AHZ} - P_{PHZ}}{\alpha_p \times B}$$



ここで、  
 $H_Z$  : 検討する深度の上部の改良地盤に作用する慣性力  
 $P_{AHZ}$  : 検討する深度の上部の改良地盤に作用する主動側土水圧合力  
 $P_{PHZ}$  : 検討する深度の上部の改良地盤に作用する受動側土水圧合力

$$\text{改良体のせん断強度 } \tau_a = 200.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

改良地盤の上面に載る盛土に作用する慣性力	$H_E =$	4.8	(kN/m)
改良率	$\alpha_p =$	0.73	
改良地盤の幅	$B =$	4.00	(m)

##### ▶ 最小安全率

安全率 F <sub>s</sub>	$\tau_a$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\tau_l$ (kN/m <sup>2</sup> )
3.02	200.0	66.3

##### ▶ 深度別の詳細結果

深さ (m)	F <sub>s</sub>	$\tau_l$ (kN/m <sup>2</sup> )	$H_Z$ (kN/m)	$P_{AHZ}$ (kN/m)	$P_{PHZ}$ (kN/m)
1.50	27.63	-7.2	0.0	32.8	58.8
2.00	72.94	2.7	1.6	75.8	74.2
2.50	15.33	13.0	3.2	123.7	93.4
3.00	8.51	23.5	4.8	176.3	116.9
3.50	5.87	34.1	6.4	233.5	144.7
4.00	4.47	44.7	8.0	295.3	176.8
4.50	3.60	55.5	9.6	361.7	213.2
5.00	3.02	66.3	11.2	432.7	254.1
5.50	4.01	49.8	12.8	467.1	338.4
6.00	6.28	31.8	14.4	504.6	430.4

※ 上表における深さは、検討対象側の水平地盤高を基準にした距離です。

### 5.2 抜出しせん断の検討

$$F_s = \frac{\tau_a}{\tau_2}$$

・検討する深度が改良地盤底面の場合

$$\tau_2 = \frac{(H_{TZ} + P_{AHZ} - P_{OHZ}) * l}{2bz}$$

・検討する深度が上記以外の場合

$$\tau_2 = \frac{(H_{TZ} + P_{AHZ} - P_{OHZ}) * l}{2bz + bl}$$

ここで、

- $\tau_2$  : 改良壁体に作用する抜出しせん断応力
- $H_{TZ}$  : 検討する深度の上部の改良壁体に作用する慣性力
- $P_{AHZ}$  : 検討する深度の上部の改良地盤に作用する主動側土圧合力
- $P_{OHZ}$  : 検討する深度の上部の改良壁体に格子内部から作用する静止土圧合力

改良体のせん断強度  $\tau_a = 200.0$  (kN/m<sup>2</sup>)

対象とする改良壁体の堤防延長方向の長さ  $l = 1.60$  (m)  
改良壁体の厚さ  $b = 0.80$  (m)

▶ 最小安全率

安全率 F <sub>s</sub>	$\tau_a$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\tau_2$ (kN/m <sup>2</sup> )
3.20	200.0	62.6

▶ 深度別の詳細結果

深さ (m)	F <sub>s</sub>	$\tau_2$ (kN/m <sup>2</sup> )	H <sub>TZ</sub> (kN/m)	P <sub>AHZ</sub> (kN/m)	P <sub>OHZ</sub> (kN/m)
1.50	1000.00	0.0	0.0	0.0	0.0
2.00	7.46	26.8	0.3	43.0	8.5
2.50	5.07	39.5	0.6	90.9	20.5
3.00	4.24	47.1	1.0	143.5	36.0
3.50	3.81	52.5	1.3	200.7	55.0
4.00	3.54	56.5	1.6	262.5	77.5
4.50	3.34	59.8	1.9	328.9	103.5
5.00	3.20	62.6	2.2	399.8	133.0
5.50	3.55	56.4	2.6	434.2	166.1
6.00	3.31	60.4	2.9	471.8	202.8

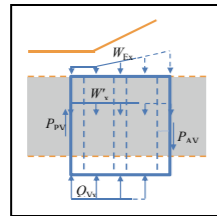
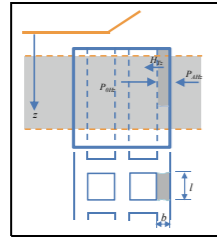
※ 上表における深さは、検討対象側の水平地盤高を基準にした距離です。

### 5.3 鉛直せん断の検討

$$F_s = \frac{\tau_a}{\tau_v}$$

・改良体底面に作用する鉛直せん断応力  $\tau_v$

$$\tau_v = \frac{(P_{PV} + Q_{Vx} - W'_x - W_{Ex}) * L}{D_T * L_T}$$



ここで、

- $Q_{Vx}$  : 改良地盤前趾(x=0)から鉛直せん断を検討する断面までの地盤反力の合力
- $W'_x$  : " 改良地盤の有効重量
- $W_{Ex}$  : " 改良地盤上面に載る盛土の全重量
- $V_{Sx}$  : " サクシンの合力

改良体のせん断強度  $\tau_a = 200.0$  (kN/m<sup>2</sup>)

改良地盤の受動側に作用する土水圧合力の鉛直成分  $P_{PV} = 0.0$  (kN/m)  
堤防縦断方向の改良地盤1ユニットの長さ  $L = 2.40$  (m)  
改良地盤の高さ  $D_T = 4.50$  (m)  
堤防縦断方向の改良地盤1ユニットの内改良壁体の長さ  $L_T = 0.80$  (m)

▶ 最小安全率

安全率 F <sub>s</sub>	$\tau_a$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\tau_v$ (kN/m <sup>2</sup> )
1.29	200.0	155.0

▶ 底面水平距離別の詳細結果

水平距離 (m)	F <sub>s</sub>	$\tau_v$ (kN/m <sup>2</sup> )	Q <sub>Vx</sub> (kN/m)	W' <sub>x</sub> (kN/m)	W <sub>Ex</sub> (kN/m)
0.00	1000.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.50	2.12	94.3	173.1	18.1	13.5
0.82	1.29	155.0	284.5	29.8	22.2
1.00	1.36	147.5	284.5	36.3	27.0
1.50	1.58	126.4	284.5	54.4	40.5
2.00	1.90	105.3	284.5	72.5	54.0
2.50	2.37	84.2	284.5	90.7	67.5
3.00	3.17	63.2	284.5	108.8	81.0
3.50	4.75	42.1	284.5	126.9	94.5
4.00	9.53	21.0	284.5	145.1	108.0

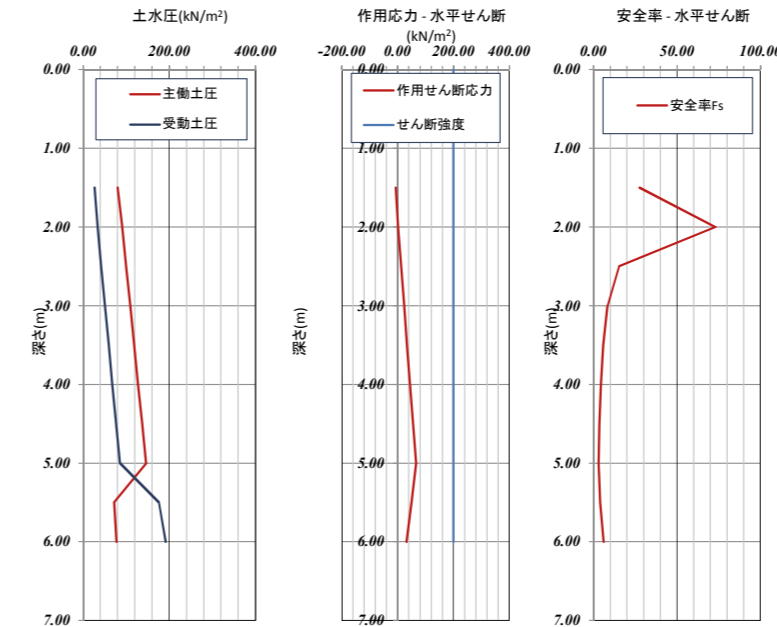
※ 上表における水平距離は、対策工底面の端部(水平地盤側)を基準とした距離です。

## SOLIFLUK PE 対策工諸元設定 6章 結果グラフ

### 6章 結果グラフ

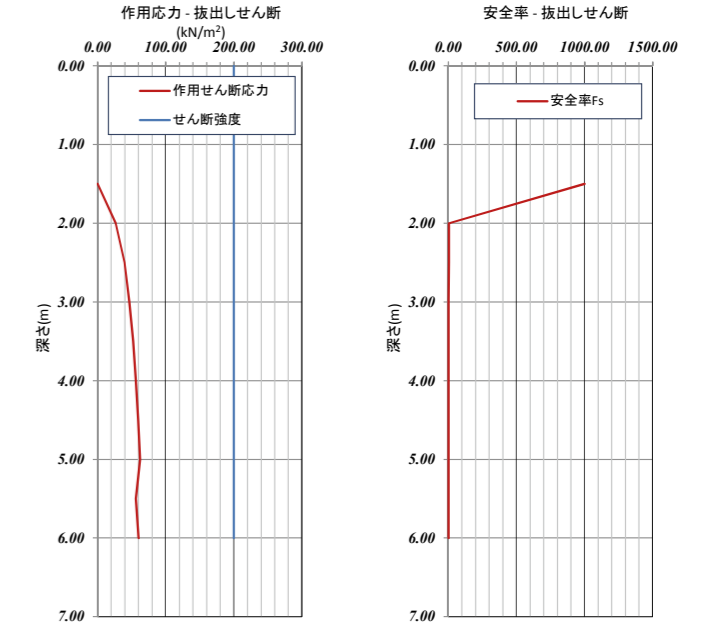
#### 6.1 深度別の結果グラフ

▶ 深度別に対策工に作用する土水圧と水平せん断に対する内的安定性の結果を示します。



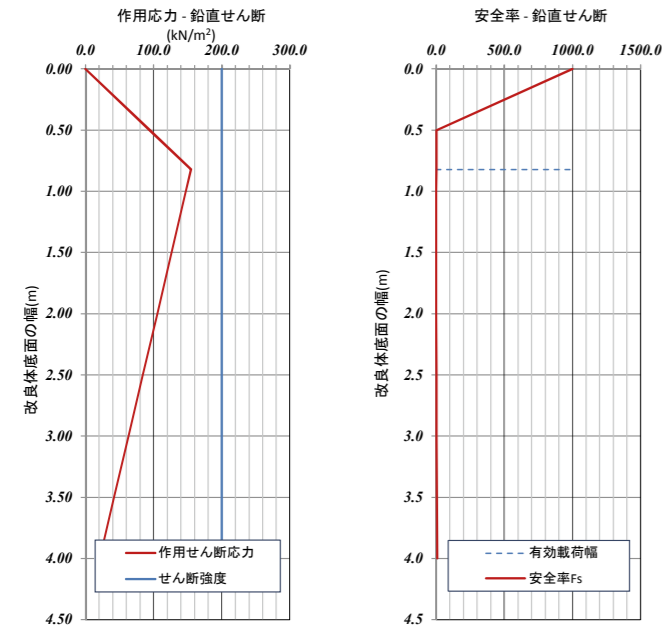
※ 上グラフにおける深さは、検討対象側の水平地盤高を基準にした距離です。

▶ 深度別に格子壁に発生する抜出しせん断とそれに対する内的安定性の結果を示します。



※ 上グラフにおける深さは、検討対象側の水平地盤高を基準にした距離です。

▶ 改良地盤底面における鉛直せん断とそれに対する内的安定性の結果を示します。



※ 上グラフにおける改良地盤底面の幅は、対策工底面の端部(水平地盤側)を基準とした距離です。

深度 (m)	土水圧(kN/m <sup>2</sup> )		水平せん断		拔出せん断		鉛直せん断		
	盛土側	水平地盤側	発生応力 (kN/m <sup>2</sup> )	安全率Fs	発生応力 (kN/m <sup>2</sup> )	安全率Fs	改良体底面の幅(m)	発生応力 (kN/m <sup>2</sup> )	安全率Fs
1.50	81.00	27.00	-7.24	27.63	0.00	1000.00	0.00	0.00	1000.00
2.00	91.06	34.35	-2.74	72.94	26.79	7.46	0.50	94.34	2.12
2.50	100.47	42.71	13.04	15.33	39.46	5.07	0.82	155.04	1.29
3.00	109.77	51.24	23.50	8.51	47.14	4.24	1.00	147.52	1.36
3.50	119.01	59.86	34.08	5.87	52.48	3.81	1.50	126.43	1.58
4.00	128.21	68.55	44.75	4.47	56.53	3.54	2.00	105.34	1.90
4.50	137.38	77.28	55.50	3.60	59.81	3.34	2.50	84.25	2.37
5.00	146.53	86.06	66.32	3.02	62.57	3.20	3.00	63.16	3.17
5.50	155.65	94.89	77.00	2.58	64.80	3.08	3.50	42.07	4.75
6.00	164.74	103.66	87.74	2.26	66.42	2.98	4.00	20.98	9.53

## 河川堤防の液状化対策 - 鋼部材使用工法 -

### 対策工緒元設定計算書

2018/4/1

株式会社000

SOLIFLUK PE 対策工緒元設定	目次
------------------------	----

### 目次

#### 1章 設計概要

- 1.1 工事概要
- 1.2 対策工概要
- 1.3 準拠基準
- 1.4 検討項目
- 1.5 使用ソフトウェア

#### 2章 結果要約

- 2.1 根入れ長の検討
- 2.2 応力の検討

#### 3章 設計条件

- 3.1 設計対象
- 3.2 堤防概要
- 3.3 地盤条件
- 3.4 改良計画
- 3.5 外力条件

#### 4章 応力の検討

- 4.1 応力の検討

#### 5章 結果グラフ

- 5.1 深度別の結果グラフ

SOLIFLUK PE 対策工諸元設定	1章 設計概要
------------------------	---------

## 1章 設計概要

### 1.1 工事概要

- プロジェクト名 : 河川堤防の液状化対策 - 鋼部材使用工法 -
- 日付 : 2017/4/1
- 会社名 : 株式会社〇〇〇
- 説明 :

### 1.2 対策工概要

- 対策工法 : 鋼部材を使用した工法
- 鋼部材の種類 : 鋼矢板

### 1.3 準拠基準

- 設計基準 : 河川堤防の液状化対策手引き(国立研究開発法人土木研究所、平成28年)

### 1.4 検討項目

- 鋼部材を使用した対策工法では以下の2項目について調査を行います。

- 改良範囲
  - 鋼部材の支持層への根入れ長が必要根入れ長以上であることを調査します。

設計制限値	2.00
-------	------
- 鋼部材の応力検討
  - 鋼部材に発生する応力度が以下の設計強度以内であることを調査します。

設計強度 (kN/m <sup>2</sup> )	1.80E+05
---------------------------	----------

### 1.5 使用ソフトウェア

- 対策工諸元設定 : SOLIFLUK Ver.1.0.0 - 対策工諸元設定モジュール

SOLIFLUK PE 対策工諸元設定	2章 結果要約
------------------------	---------

## 2章 結果要約

### 2.1 根入れ長の検討

" 必要根入れ長さ ≤ 設計根入れ長さ "

判定	設計制限値	ΣL × β
O.K.	2.00	4.77

### 2.2 応力の検討

" 安全率 F<sub>s</sub> = 許容応力度 / 発生曲げ応力度 "

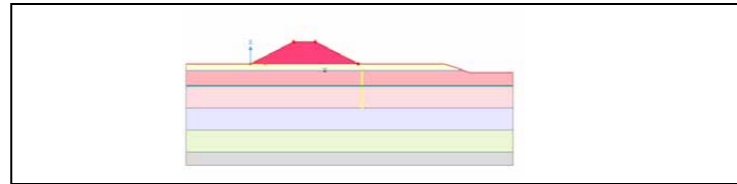
判定	安全率	設計強度	最大断面応力度
O.K.	1.24	(kN/m <sup>2</sup> ) 1.80E+05	σ <sub>max</sub> (kN/m <sup>2</sup> ) 1.45E+05

SOLIFLUK PE 対策工諸元設定	3章 設計条件
------------------------	---------

## 3章 設計条件

### 3.1 設計対象

#### 3.1.1 対象の堤防と基礎地盤



### 3.2 堤防概要

#### 3.2.1 堤防形状の諸元

共通	法尻(川表)の水平座標 (m)	25.00
	法尻(川裏)の水平座標 (m)	0.00
川表側	堤防幅 (m)	25.00
	天端幅 (B <sub>天</sub> , m)	5.00
川裏側	堤防高さ (H <sub>1</sub> , m)	5.00
	堤防平均法面勾配 (n <sub>1</sub> , 割)	2.00
	堤防高さ (H <sub>2</sub> , m)	5.00
	平均法面勾配 (n <sub>2</sub> , 割)	2.00

### 3.3 地盤条件

#### 3.3.1 地盤物性

- 地下水位高 (m) : -1.50
- 地盤物性

土質名	土層区分	深さ (m)		γ <sub>t</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	γ <sub>sat</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	F <sub>L</sub> 値	N <sub>60</sub> 値	F <sub>C</sub> (%)	r <sub>u</sub>
		上端	下端						
堤体	非液状化層	5.0	0.0	18.0	18.0	1.50	5.0	35.0	0.06
As1(水位以浅)	非液状化層	0.0	-1.5	18.0	18.0	1.50	3.5	16.0	0.06
As2	液状化層	-1.5	-5.0	18.0	18.0	0.82	3.5	16.0	1.00
As2	準液状化層	-5.0	-10.0	19.0	19.0	1.18	16.0	13.0	0.32
Ac1-1	非液状化層	-10.0	-15.0	17.0	17.0	1.50	2.4	74.0	0.06
Ac1-2	非液状化層	-15.0	-20.0	17.0	17.0	1.50	2.4	74.0	0.06
Dg	非液状化層	-20.0	-23.0	21.0	21.0	1.50	50.0	80.0	0.06

#### 地盤変形特性パラメータ

土質名	土層区分	粘着力 C (kN/m <sup>2</sup> )	摩擦角 φ (°)	ポアソン比 ν	変形係数 E (kN/m <sup>2</sup> )	静止土圧係数 K0
堤体	非液状化層	0.0	30.0	0.30	20000.0	0.5
As1(水位以浅)	非液状化層	0.0	30.0	0.30	20000.0	0.5
As1	液状化層	0.0	30.0	0.30	20000.0	0.5
As2	準液状化層	0.0	35.0	0.30	20000.0	0.5
Ac1-1	非液状化層	45.0	0.0	0.30	20000.0	0.5
Ac1-2	非液状化層	55.0	0.0	0.30	20000.0	0.5
Dg	非液状化層	0.0	40.0	0.30	20000.0	0.5

### 3.3.2 水平方向の地盤反力係数 k<sub>H</sub>

- 非液状化層の水平方向の地盤反力係数の計算式

$$k_{H10} = k_{H10} \left[ \frac{B_{H1}}{0.3} \right]^{-3.4}$$

$$k_{H10} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0$$

- ここで、
- k<sub>H10</sub> : 直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する水平方向の地盤反力係数
  - B<sub>H1</sub> : 基礎の換算載荷幅(連続壁の場合はB<sub>H1</sub>=10.0m、杭の場合はB<sub>H1</sub>=√Dβとする)
  - E<sub>0</sub> : 地盤バネが位置する地盤の変形係数
  - α : 地盤反力係数の推定に用いる係数

- 準液状化層の水平方向の地盤反力係数の計算式

$$k_{H1} = (1-r_u) k_{H10} \left[ \frac{B_{H1}}{0.3} \right]^{-3.4}$$

- ここで、 r<sub>u</sub> : 過剰間隙水圧比

- 根入れ層の水平方向の地盤反力係数

土質名	土層区分	k <sub>H</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	k <sub>H10</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	B <sub>H1</sub> (m)	α	E <sub>0</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	r <sub>u</sub>
As2	準液状化層	26012.0	533333.3	10.00	8	20000.0	0.32
Ac1-1	非液状化層	38445.0	533333.3	10.00	8	20000.0	0.06

### 3.4 改良計画

#### 3.4.1 工法種類

対策工法	鋼部材を使用した工法
鋼部材の種類	鋼矢板

#### 3.4.2 対策工の断面諸元

種類	寸法(mm)			単位壁幅 1m当りの特性値		
	W	h	t	A(m <sup>2</sup> /m)	I (m <sup>4</sup> /m)	Z (m <sup>3</sup> /m)
NS-SP-II	400.0	100	10.5	1.530E-02	8.740E-05	8.740E-04

- 本設計では断面2次モーメントと断面係数Zの断面性能を以下に低減します。

断面性能の低減	断面2次モーメント	断面係数
離手効率 (%)	80.0	100.0
腐食を考慮 (%)	80.0	80.0

#### 3.4.3 対策工の物性

- 鋼部材の材料物性

鋼材規格	単位重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 ν	弾性係数 E (kN/m <sup>2</sup> )	許容応力 (kN/m <sup>2</sup> )	地震時考慮	設計強度 (kN/m <sup>2</sup> )
SYW295	77.0	0.30	2.00E+08	1.80E+05	X	1.80E+05

[参考] 地震時考慮の場合、許容応力度を1.5倍割増した値を設計強度に使用します。

#### 3.4.4 鋼材の根入れ長さ

$$L_{min} = 2\beta$$

$$\beta = \left( k_{H1} \times \frac{D}{4EI} \right)^{1/4}$$

- ここで、
- L<sub>min</sub> : 必要根入れ長
  - β : 特性値
  - k<sub>H1</sub> : 水平方向の地盤反力係数
  - D : 鋼材の単位幅
  - E : 鋼材の弾性係数
  - I : 鋼材の腐食前、連結効率1.0の断面2次モーメント

判定	根入れ層	根入れ長L (m)	β (1/m)	L*β
O.K.	As2	5.00	0.78	3.90
	Ac1-1	1.00	0.86	0.86
			ΣL*β	4.77

### 3.4.5 改良範囲

改良範囲		基準位置 - x座標 (m)	25.00
水平距離の オフセット D <sub>0</sub>	方向	距離 (m)	右 1.00
	改良開始深さ D <sub>w1</sub> (m)		1.00
	改良下端深さ D (m)		11.00
	根入れ長 H <sub>1</sub> (m)		6.00

### 3.5 外力条件

#### 3.5.1 設計水平震度

- 振動成分土圧の計算に使用する設計水平震度k<sub>h</sub>を以下に示します。

$$k_h = C_z \times k_{G0} \times C_B \times \alpha_d$$

ここで、

k <sub>h</sub> : 設計水平震度	
C <sub>z</sub> : 地域別補正係数	
k <sub>G0</sub> : 地盤種別による標準水平震度	
	Ⅰ種    Ⅱ種    Ⅲ種
	0.12   0.15   0.18
C <sub>B</sub> : 堤防規模別補正係数	
	B/H ≤ 10   10 < B/H ≤ 20   20 < B/H
	1.0        0.9        0.8
α <sub>d</sub> : 低減係数	

- 下表に本設計で適用した設計水平震度を示します。

k <sub>h</sub>	C <sub>z</sub>	k <sub>G0</sub>	C <sub>B</sub>	α <sub>d</sub>
0.16	1.00	0.18	0.90	0.30

#### 3.5.2 土水圧

- 外力として、液状化層及び準液状化層から鋼材に作用する土水圧を考慮します。
- 鋼材に作用する土水圧は増成分と漸増成分から構成されます。

$$P = P_s + P_d$$

ここで、 P : 鋼材に作用する土水圧

- P<sub>s</sub> : 増成分の土水圧
- P<sub>d</sub> : 漸増成分の土水圧

- 土水圧 - 増成分 P<sub>S</sub>

地盤の液状化に伴って増加する土水圧成分です。

$$P_s = \alpha_1 \times \alpha_2 \times \alpha_3 \times F(z)$$

- ここで、
- α<sub>1</sub> : 盛土下の液状化程度に関する係数
  - α<sub>2</sub> : 矢板の相対剛性に対する補正係数
  - α<sub>3</sub> : 盛土形状に対する補正係数
  - F(z) : 漸増成分荷重の基本分布関数

(4) 土水圧 - 漸増成分 P<sub>d</sub>

地震時の地盤及び鋼矢板の振動に伴って作用する土水圧成分です。  
 $P_d = \alpha_d \times P_{dmax}$

$P_{dmax} = k(\gamma_w + \gamma' r_u) \sqrt{H_d \times z}$   
 ここで、  
 $\alpha_d$  : 使用矢板の剛性に対する振動成分土圧に係わる係数  
 $k$  : 設計水平震度  
 $\gamma'$  : 土の水中単位体積重量  
 $r_u$  : 堤防盛土外側の平地地盤での過剰間隙水圧比  
 $H_d$  : 水位面から最も下の液状化層の下端までの距離  
 $\gamma_w$  : 水の単位体積重量  
 $z$  : 深度

3.5.3 深度別土水圧 P

▶ 下表に液状化層及び準液状化層で鋼材に作用する深度別の土水圧を示します。

深さ (m)	地層区分	P (kN/m <sup>2</sup> )	P <sub>s</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	F(z) (kN/m <sup>2</sup> )	P <sub>d</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	$\alpha_d$	P <sub>dmax</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
1.00	非液状化層	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	36.1	0.0	0.0	0.0
1.50	非液状化層	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	40.8	0.0	0.0	0.0
2.00	液状化層	16.4	16.4	0.9	0.4	1.0	45.0	0.0	0.0	1.8
2.50	液状化層	17.8	17.7	0.9	0.4	1.0	48.6	0.1	0.0	2.6
3.00	液状化層	18.9	18.9	0.9	0.4	1.0	51.8	0.1	0.0	3.1
3.50	液状化層	19.9	19.9	0.9	0.4	1.0	54.5	0.1	0.0	3.6
4.00	液状化層	20.8	20.7	0.9	0.4	1.0	56.8	0.1	0.0	4.0
4.50	液状化層	21.5	21.4	0.9	0.4	1.0	58.7	0.1	0.0	4.4
5.00	液状化層	22.1	22.0	0.9	0.4	1.0	60.3	0.1	0.0	4.8
5.50	準液状化層	8.0	8.0	0.3	0.4	1.0	61.6	0.0	0.0	3.6
6.00	準液状化層	8.2	8.1	0.3	0.4	1.0	62.6	0.0	0.0	3.8
6.50	準液状化層	8.3	8.2	0.3	0.4	1.0	63.3	0.0	0.0	4.0
7.00	準液状化層	8.4	8.3	0.3	0.4	1.0	63.9	0.1	0.0	4.2
7.50	準液状化層	8.4	8.4	0.3	0.4	1.0	64.3	0.1	0.0	4.4
8.00	準液状化層	8.4	8.4	0.3	0.4	1.0	64.6	0.1	0.0	4.6
8.50	準液状化層	8.5	8.4	0.3	0.4	1.0	64.8	0.1	0.0	4.8
9.00	準液状化層	8.5	8.4	0.3	0.4	1.0	65.0	0.1	0.0	5.0
9.50	準液状化層	8.5	8.5	0.3	0.4	1.0	65.1	0.1	0.0	5.1
10.00	準液状化層	8.5	8.5	0.3	0.4	1.0	65.3	0.1	0.0	5.3
10.50	非液状化層	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	65.3	0.0	0.0	0.0
11.00	非液状化層	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	65.3	0.0	0.0	0.0

※ 上表における深さは、検討対象側の水平地盤高を基準にした距離です。

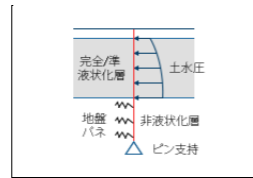
SOLIFLUK PE 対策工諸元設定	4章 応力の検討
------------------------	----------

4章 応力の検討

4.1 応力の検討

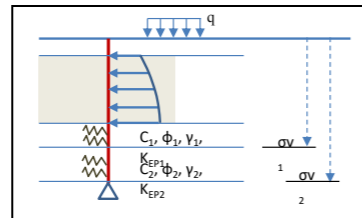
4.1.1 計算条件

- 応力計算は鋼材を弾性梁要素にし、地盤反力を地盤バネにモデリングしたFEM解析より求めます。
- 境界条件は液状化層下端の水平方向を地盤バネで支持し、鋼材端部はピン支持とします。
- 外力は液状化層及び準液状化層から鋼材に作用する土水圧とします。



- 根入れ層の地盤反力は受動土圧値を上限值とします。  
 従って、準/完全液状化層の土水圧によるモーメントが根入れ層の地盤反力によるモーメントを上回る場合は、支持端部(ピン支持部)のモーメントが釣合うように液状化層の土水圧を一定に低減します。

- 受動土圧の上限值は以下の計算式で算出します。  
 一方、支持層が複数の層で構成されている場合は、層ごとに受動土圧の上限值を計算します。



$$P_{EP1} = K_{EP1} \times (\sigma_{v1} + q) + 2C_1 \sqrt{K_{EP1}}$$

$$P_{EP2} = K_{EP2} \times (\sigma_{v2} + q) + 2C_2 \sqrt{K_{EP2}}$$

ここで、 $\sigma_{v1}$ ,  $\sigma_{v2}$  は各該当層の底面位置における鉛直全応力  
 $q$  は上載荷重、つまり、盛土の上載荷重  $w$   
 $K_{EP1}$ ,  $K_{EP2}$  は受動土圧係数

▶ 受動土圧係数は非液状化層、準液状化層に別に下式を使用します。

非液状化層	準液状化層
$K_{EP} = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos(\delta - \theta) \cdot \left[ 1 - \frac{\sin(\varphi - \delta) \cdot \sin(\varphi - \theta)}{\cos(\delta - \theta)} \right]} \cdot \cos \delta$	$K_{EP} = \frac{\cos^2(\varphi' - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos(\delta' - \theta) \cdot \left[ 1 - \frac{\sin(\varphi' - \delta') \cdot \sin(\varphi' - \theta)}{\cos(\delta' - \theta)} \right]} \cdot \cos \delta'$

▶ 下表に支持層の受動土圧の上限值 P<sub>EP</sub>を示します。

土質名	K <sub>EP</sub>	P <sub>EP</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
As2	1.67	369.10
Ac1-1	1.00	328.90

4.1.2 応力の検討

“安全率 F<sub>s</sub> = 許容応力度(設計強度) / 発生曲げ応力度”

▶ 下表に対策工の深度位置別の安全率から最小安全率を示します。

安全率 F <sub>s</sub>	設計強度 (kN/m <sup>2</sup> )	最大断面応力度 $\sigma_{max}$ (kN/m <sup>2</sup> )
1.24	1.80E+05	1.45E+05

▶ 下表に対策工の深度別の応力調査結果を示します。

深さ (m)	安全率 F <sub>s</sub>	設計強度 (kN/m <sup>2</sup> )	発生断面応力度 $\sigma$ (kN/m <sup>2</sup> )	発生曲げモーメント M (kN*m/m)
1.00	43243540406817	1.80E+05	-4.16E-09	-2.91E-12
1.50	21621770203409	1.80E+05	8.32E-09	5.82E-12
2.00	183.80	1.80E+05	9.79E+02	6.85E-01
2.50	25.95	1.80E+05	6.94E+03	4.85E+00
3.00	9.36	1.80E+05	1.92E+04	1.35E+01
3.50	4.70	1.80E+05	3.83E+04	2.68E+01
4.00	2.79	1.80E+05	6.45E+04	4.51E+01
4.50	1.83	1.80E+05	9.81E+04	6.86E+01
5.00	1.30	1.80E+05	1.39E+05	9.69E+01
5.50	1.24	1.80E+05	1.45E+05	1.01E+02
6.00	1.70	1.80E+05	1.06E+05	7.40E+01
6.50	2.97	1.80E+05	6.07E+04	4.24E+01
7.00	6.91	1.80E+05	2.60E+04	1.82E+01
7.50	34.30	1.80E+05	5.25E+03	3.67E+00
8.00	40.58	1.80E+05	-4.44E+03	-3.10E+00
8.50	24.97	1.80E+05	-7.21E+03	-5.04E+00
9.00	27.61	1.80E+05	-6.52E+03	-4.56E+00
9.50	41.47	1.80E+05	-4.34E+03	-3.04E+00
10.00	102.60	1.80E+05	-1.75E+03	-1.23E+00
10.50	439.41	1.80E+05	-4.10E+02	-2.86E-01
11.00	69189664650907100	1.80E+05	-2.60E-12	-1.82E-15

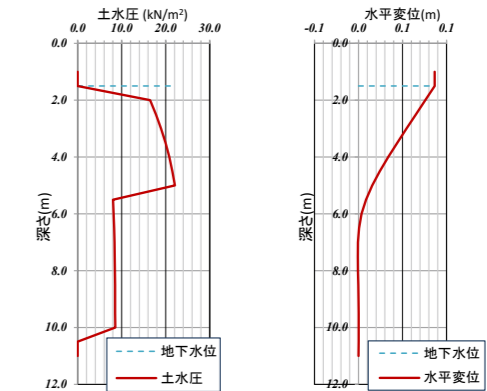
※ 上表における深さは、検討対象側の水平地盤高を基準にした距離です。

SOLIFLUK PE 対策工諸元設定	5章 結果グラフ
------------------------	----------

5章 結果グラフ

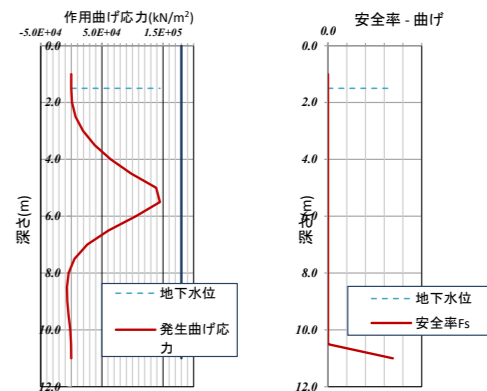
5.1 深度別の結果グラフ

▶ 深度別に鋼材に作用する土水圧と鋼材の変位結果を示します。



※ 上グラフにおける深さは、検討対象側の水平地盤高を基準にした距離です。

▶ 深度別に鋼材に発生する曲げ応力度とそれに対する安全率の結果を示します。



※ 上グラフにおける深さは、検討対象側の水平地盤高を基準にした距離です。



深度 (m)	土水圧 (kN/m <sup>2</sup> )	変位 (m)	曲げ応力	
			発生応力 (kN/m <sup>2</sup> )	安全率 Fs
1.00	0.00	0.09	0.00	43243540406816.90
1.50	0.00	0.09	0.00	21621770203408.50
2.00	16.43	0.08	979.32	183.80
2.50	17.78	0.07	6935.50	25.95
3.00	18.95	0.05	19239.13	9.36
3.50	19.95	0.04	38306.64	4.70
4.00	20.79	0.03	64498.00	2.79
4.50	21.50	0.02	98116.42	1.83
5.00	22.08	0.02	138566.93	1.30
5.50	8.04	0.01	144879.86	1.24
6.00	8.17	0.00	105862.41	1.70
6.50	8.28	0.00	60692.22	2.97
7.00	8.35	0.00	26048.34	6.91
7.50	8.41	0.00	5248.00	34.30
8.00	8.45	0.00	-4436.07	40.58
8.50	8.48	0.00	-7208.81	24.97
9.00	8.50	0.00	-6519.31	27.61
9.50	8.52	0.00	-4340.82	41.47
10.00	8.54	0.00	-1754.43	102.60
10.50	0.00	0.00	-409.64	439.41
11.00	0.00	0.00	0.00	69189664650907100.00

## 河川堤防の液状化対策ソリューション

# SOLIFLUK PE



東京都千代田区外神田5-3-1 秋葉原OSビル7F 株式会社マイダスイティジャパン  
Copyright© Since 1989 MIDAS Information Technology Co., Ltd. All rights reserved.

<http://jp.midasuser.com/geotech>