

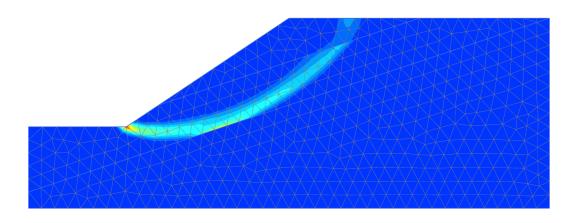
# 地盤解析ソフトウェアPLAXISの斜面安定解析事例紹介

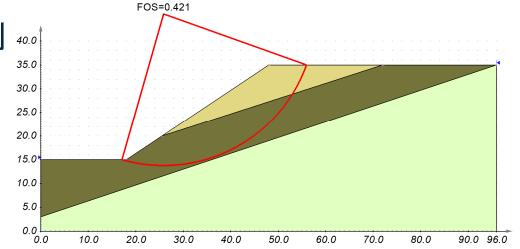
JIPテクノサイエンス 株式会社



## 内容

- PLAXISの概要
- PLAXISによる斜面安定解析事例
- PLAXIS LEによる斜面安定解析事例
- サポートサービスのご案内

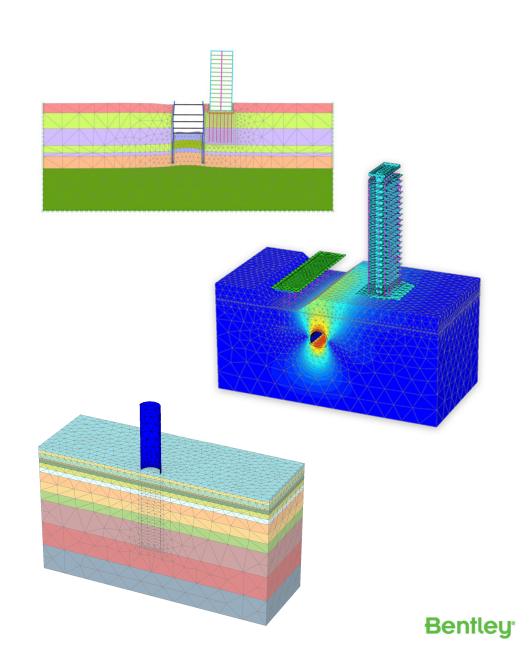






## 内容

- PLAXISの概要
- PLAXISによる斜面安定解析事例
- PLAXIS LEによる斜面安定解析事例
- サポートサービスのご案内





#### PLAXISの概要

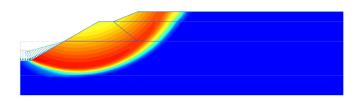
- PLAXISとは・・・
  - 有限要素法(FEM)ならびに極限平衡法(LEM)による地盤解析ソフトウェア
  - 開発元 : 株式会社ベントレー・システムズ(米国)

• 3つの製品

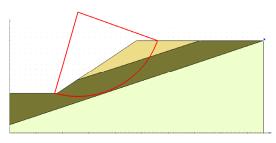




#### PLAXIS 2Dの概要



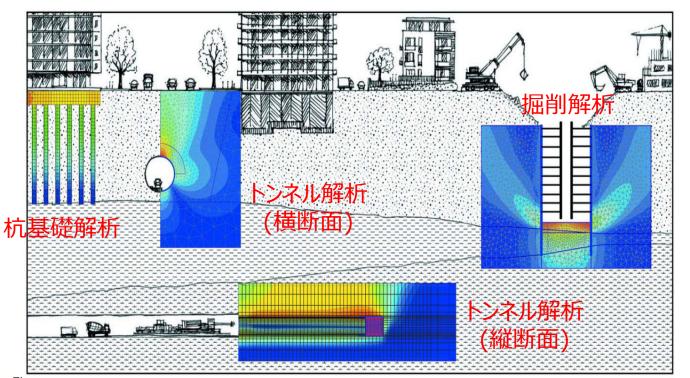


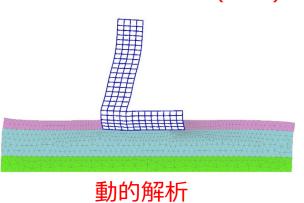


斜面安定解析(LEM)



- 2次元地盤解析ソフトウェア





凍結解析

Bentley<sup>e</sup>

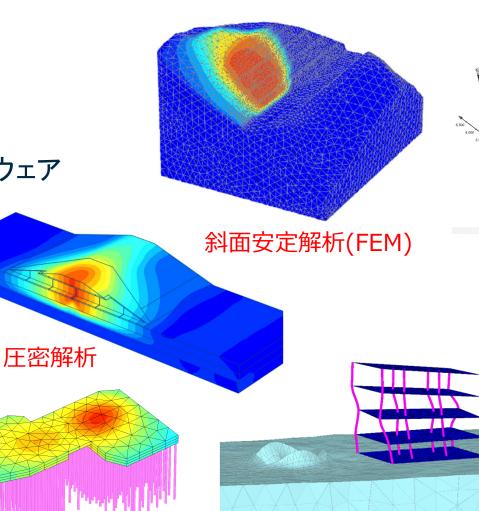


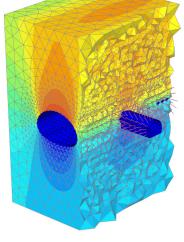
## PLAXIS 3Dの概要

• PLAXIS 3Dとは・・・

掘削解析

- 3次元地盤解析ソフトウェア





斜面安定解析(LEM)

杭基礎解析

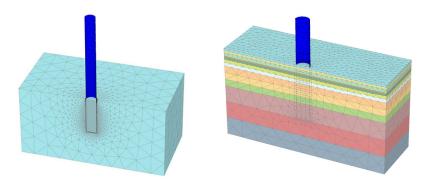
動的解析



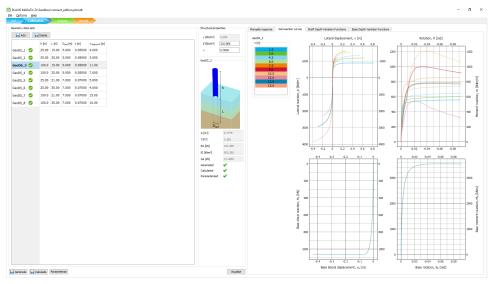
トンネル解析 Bentley

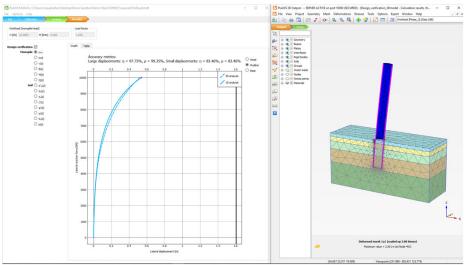
## PLAXIS Monopile Designerの概要

- PLAXIS Monopile Designerとは・・・
  - モノパイル基礎の最適化設計ツール
    - PISA Methodに基づく1次元解析
    - PLAXIS 3Dと連動して解析モデルを自動作成
    - 非線形地盤バネを自動設定



[1] SIG Workshop: Geotechnical Analysis – August 2020, Design of XXL Monopiles for Offshore Wind Turbines in Homogeneous and Layered Soils, Bentley Systems [2] Byrne, B. et al. (2017). PISA: New Design Methods for Offshore Wind Turbine Monopiles. 8th International Conference for Offshore Site Investigation and Geotechnics, London, UK.

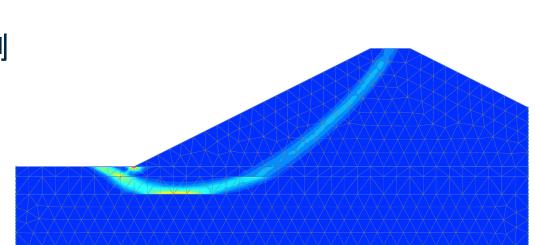






## 内容

- PLAXISの概要
- PLAXISによる斜面安定解析事例
- PLAXIS LEによる斜面安定解析事例
- サポートサービスのご案内





## PLAXISによる斜面安定解析(その1)

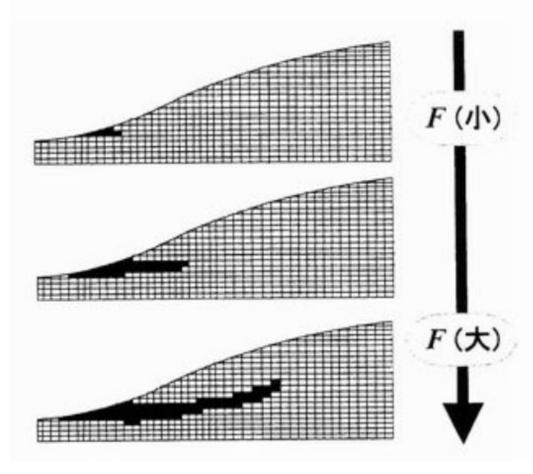
- せん断強度低減法1)の概要
  - 斜面の強度定数(c':粘着力と φ':摩擦角)を徐々に低減していく

$$\tau_f = c' + \sigma' \tan \phi'$$

→c 'とφ 'に関わる係数Fを大きくしていく

$$\tau_{fF} = \frac{c'}{F} + \sigma' \frac{\tan \phi'}{F}$$

- 料面全体が破壊した時点で 全体安全率を定義する。
- この安全率はFOS(Factor of Safety)と呼ばれる



1) (公社)地盤工学会:弾塑性有限要素法がわかる、地盤技術者のためのFEMシリーズ②



## PLAXISによる斜面安定解析(その2)

- PLAXISのせん断強度低減法
  - 計算タイプで安全率解析を選択



どの施工段階にも追加可能切土時、掘削時、圧密終了時・・・

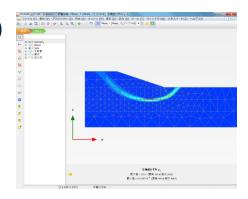


せん断強度低減法

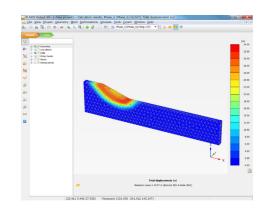


## PLAXISによる斜面安定解析(その3)

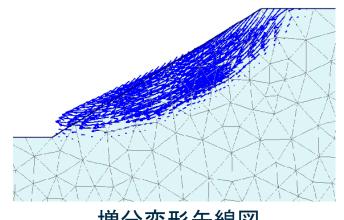
• PLAXIS 2D



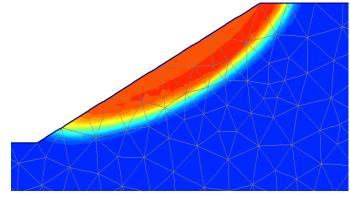
PLAXIS 3D



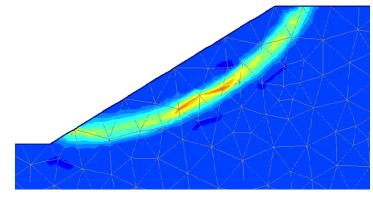
• 様々な出力方法で、斜面すべりを可視化



增分変形矢線図



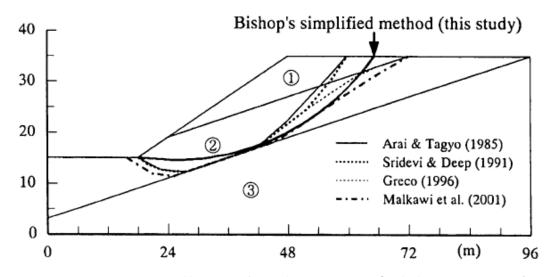
増分変形コンター図

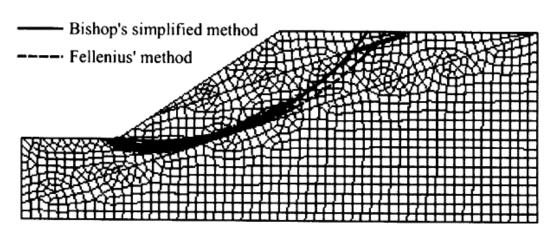


増分せん断ひずみコンタ一図 **Bentley**<sup>®</sup>

- ・ 均質な単純斜面
  - 傾斜した地層構造
  - 層①と層③の間にせん断強度が 小さい層②がはさまれている

Layer	φ'(°)	c'(kPa)	$\gamma (kN/m^3)$
1	12	29.4	18.82
2	5	9.8	18.82
3	40	294.0	18.82

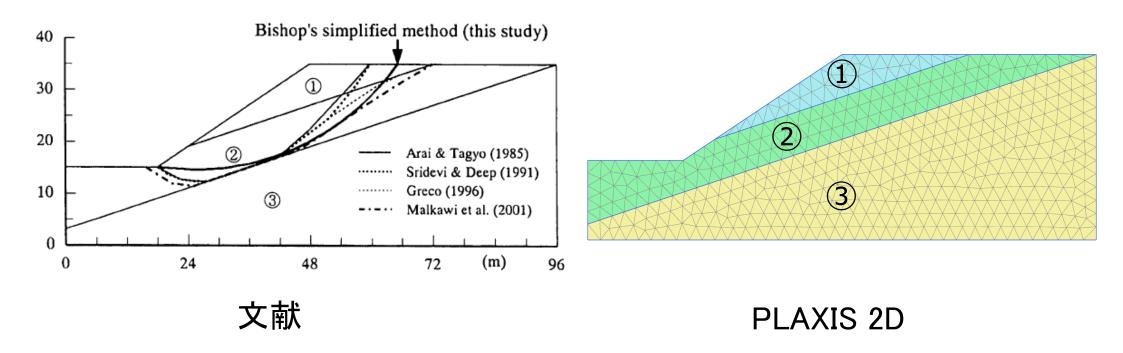




2) 蔡 飛·鵜飼恵三: 斜面安定性の評価-極限平衡法と弾塑性FEMの比較,地すべり,Vol.39,No.4,2003.



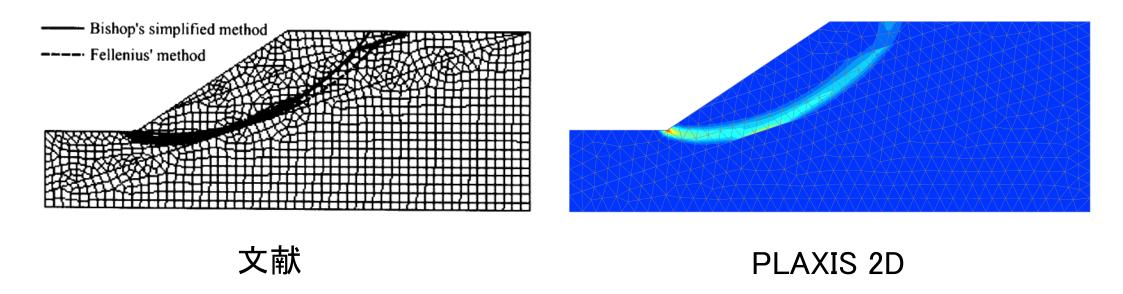
#### • PLAXIS 2Dによるモデル化



2) 蔡 飛·鵜飼恵三:斜面安定性の評価-極限平衡法と弾塑性FEMの比較,地すべり,Vol.39,No.4,2003.



・臨界すべり面の比較

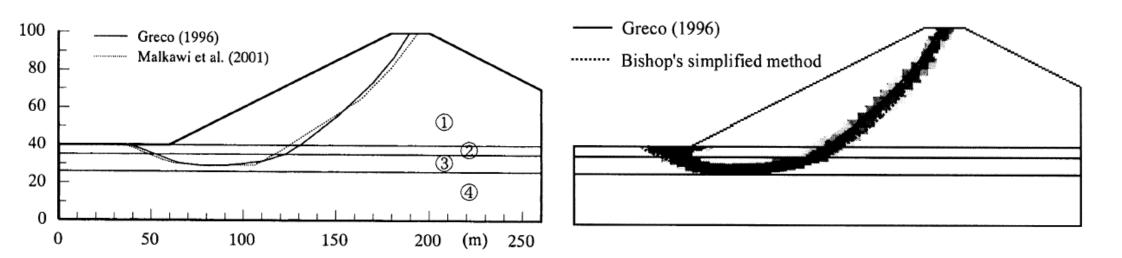


2) 蔡 飛·鵜飼恵三:斜面安定性の評価-極限平衡法と弾塑性FEMの比較,地すべり,Vol.39,No.4,2003.



- ・薄い弱面を持つ不均質斜面
  - 水平成層斜面
  - 材料特性は右表の通り

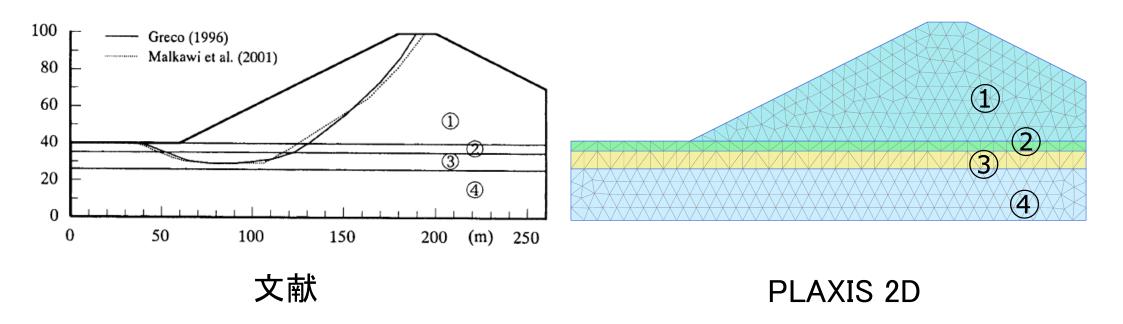
Layer	φ'(°)	c'(kPa)	$\gamma (kN/m^3)$
1	29	49.00	20.38
2	30	0.00	17.64
3	20	7.84	20.38
4	30	0.00	17.64



2) 蔡 飛·鵜飼恵三: 斜面安定性の評価-極限平衡法と弾塑性FEMの比較,地すべり,Vol.39,No.4,2003.



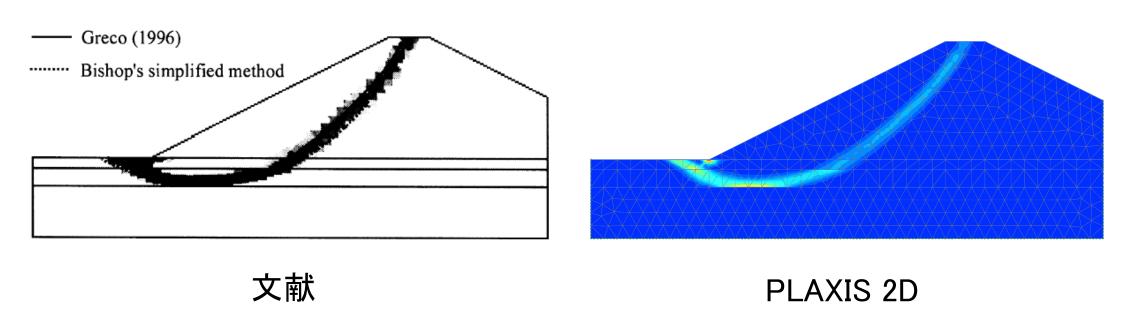
#### • PLAXIS 2Dによるモデル化



2) 蔡 飛·鵜飼恵三:斜面安定性の評価ー極限平衡法と弾塑性FEMの比較,地すべり,Vol.39,No.4,2003.



・臨界すべり面の比較



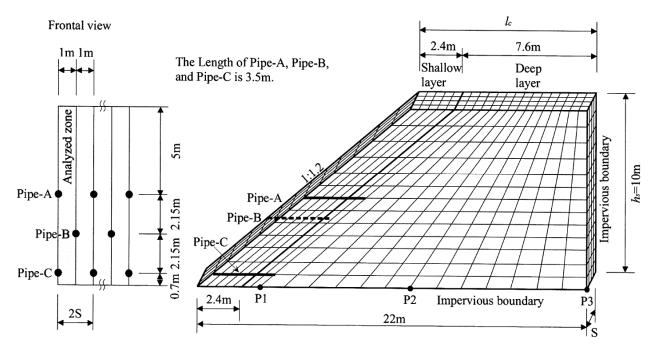
2) 蔡 飛·鵜飼恵三:斜面安定性の評価-極限平衡法と弾塑性FEMの比較,地すべり,Vol.39,No.4,2003.



- ・表層破壊を対象としたモデル
  - 材料特性は次の通り

Layer	φ'(°)	c'(kPa)	$\gamma (kN/m^3)$
浅層	27	8.83	17.66
深層	27	24.53	17.66

- 飽和度の違いによる 安全率を比較



2) 蔡 飛·鵜飼恵三: 斜面安定性の評価-極限平衡法と弾塑性FEMの比較,地すべり, Vol.39, No.4, 2003.



• PLAXIS 2Dによるモデル化

- 材料モデルに不飽和特性を考慮

- 境界条件

右端 : 鉛直ローラー

• 下端 : 固定

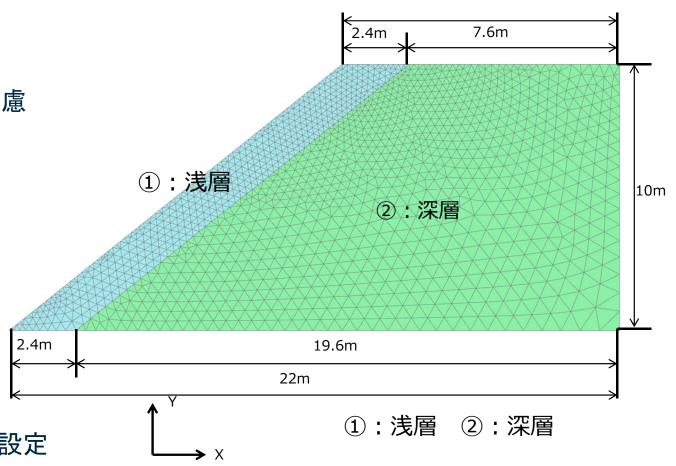
- 水理境界条件

• 右端 : 不透水

• 下端 : 不透水

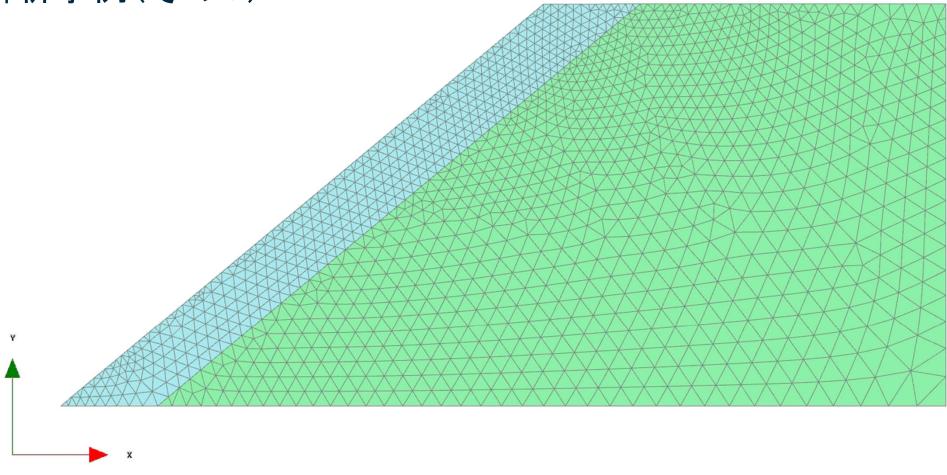
- 飽和度 : 初期飽和度による設定

2) 蔡 飛·鵜飼恵三: 斜面安定性の評価-極限平衡法と弾塑性FEMの比較,地すべり, Vol. 39, No. 4, 2003.



10m

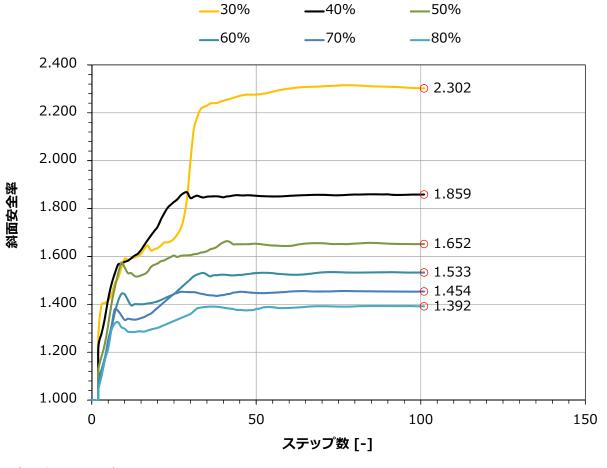






・飽和度の違いによる安全率

-	<u> </u>		<u> </u>	
	飽和度		斜面安全率	
	Sr		F	
	(-)		(-)	
	0.3		2.302	
	0.4		1.859	
	0.5		1.652	
	0.6		1.533	
	0.7		1.454	
	0.8		1.392	

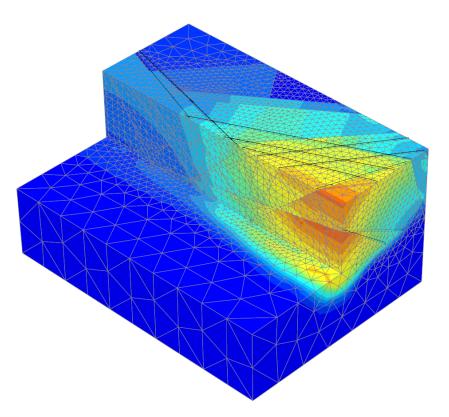


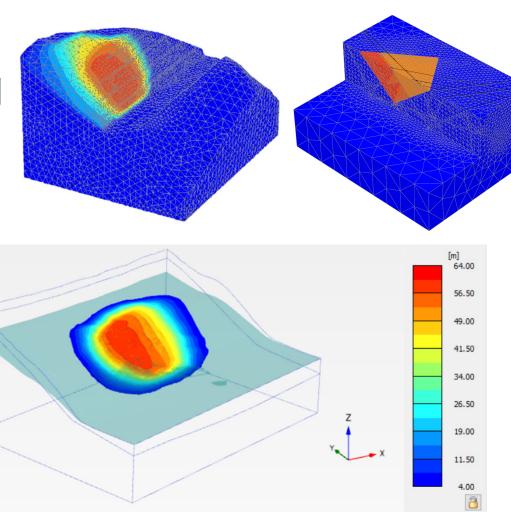
→ 飽和度(間隙水圧)の上昇により安全率が低下



## 解析事例(その4)

• PLAXIS 3Dによる斜面安定解析事例

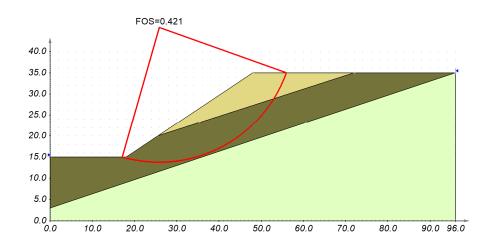


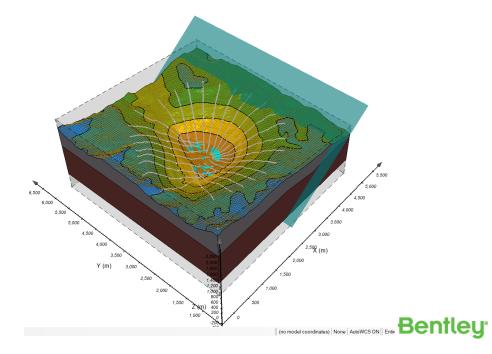




## 内容

- PLAXISの概要
- PLAXISによる斜面安定解析事例
- PLAXIS LEによる斜面安定解析事例
- サポートサービスのご案内







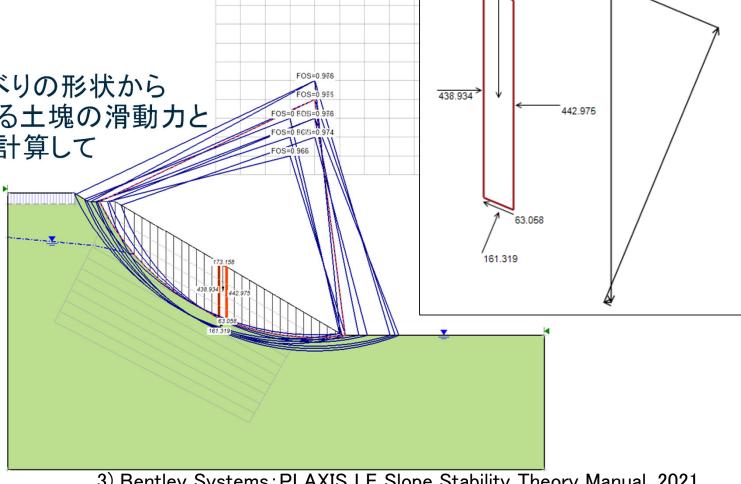
## 極限平衡法の概要3)

• 極限平衡法の概要

- 破壊と仮定した地すべりの形状から 極限平衡状態における土塊の滑動力と

土塊の持つ抵抗力を計算して

安全率を求める方法

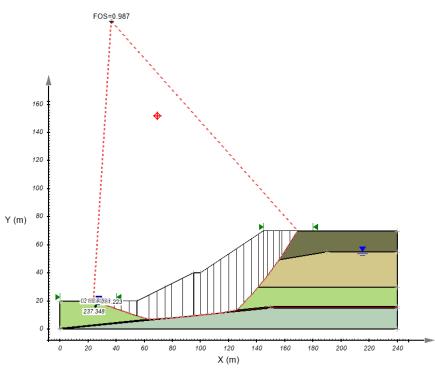




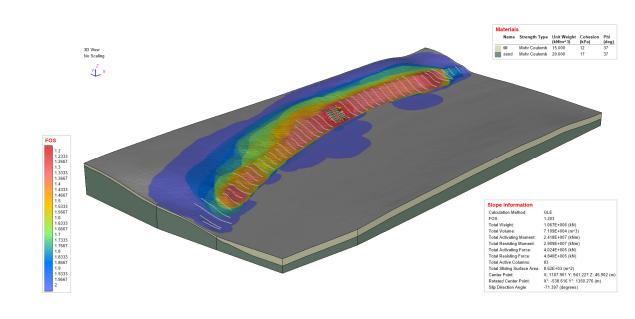


## PLAXIS LEの概要

- 2次元版
  - PLAXIS 2D LE



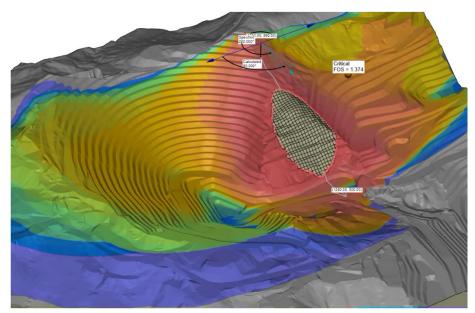
- 3次元版
  - PLAXIS 3D LE(2D LEを含む)

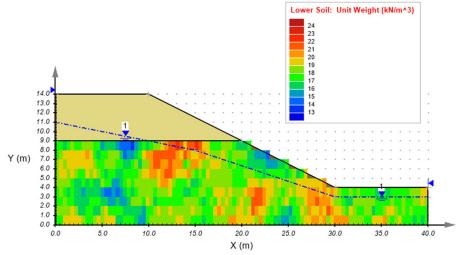




#### PLAXIS LEの特長

- 計算速度が早い
  - PLAXISのせん断強度低減法と比較
- MPA(Multi Plane Analysis)機能による 3次元すべり面の評価
  - PLAXIS 3D LE
- ・地盤パラメータの不確かさ
  - PLAXIS 2D LE

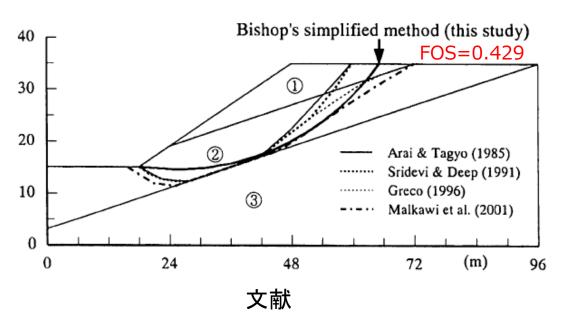


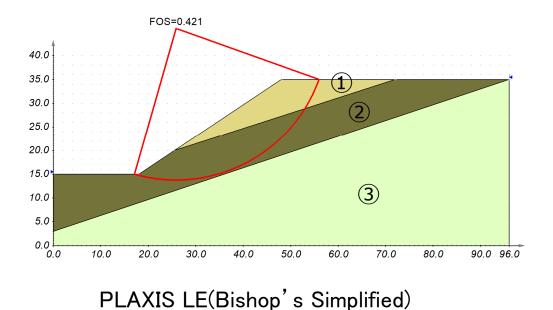




・PLAXIS LEによるモデル化 および臨界すべり面の比較

Layer	φ'(°)	c'(kPa)	$\gamma (kN/m^3)$
1	12	29.4	18.82
2	5	9.8	18.82
3	40	294.0	18.82



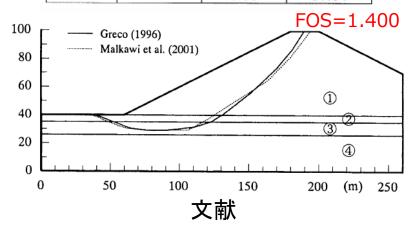


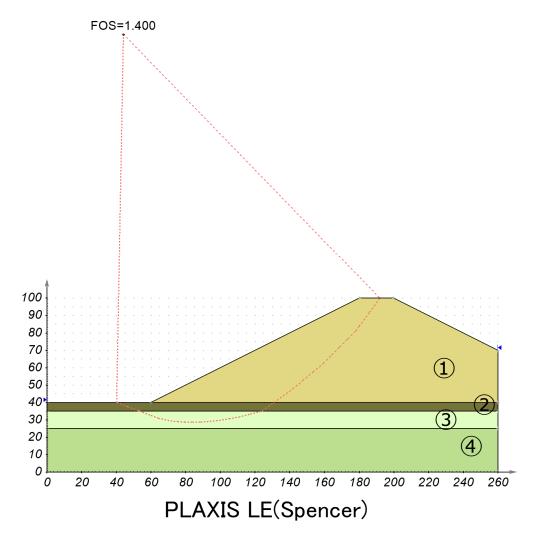
2) 蔡 飛·鵜飼恵三:斜面安定性の評価-極限平衡法と弾塑性FEMの比較,地すべり,Vol.39,No.4,2003.



・PLAXIS LEによるモデル化 および臨界すべり面の比較

Layer	φ'(°)	c'(kPa)	$\gamma (kN/m^3)$
1	29	49.00	20.38
2	30	0.00	17.64
3	20	7.84	20.38
4	30	0.00	17.64

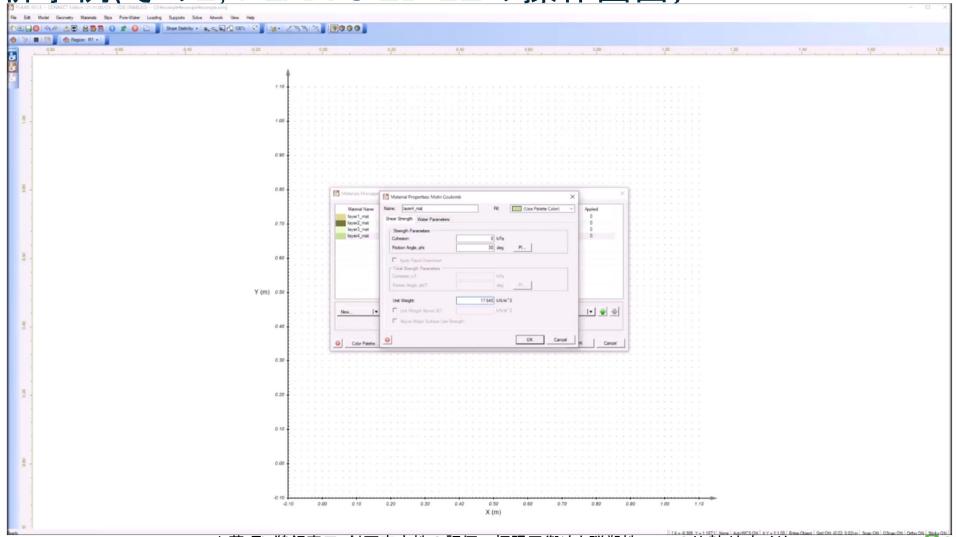




2) 蔡 飛·鵜飼恵三: 斜面安定性の評価-極限平衡法と弾塑性FEMの比較,地すべり,Vol.39,No.4,2003.



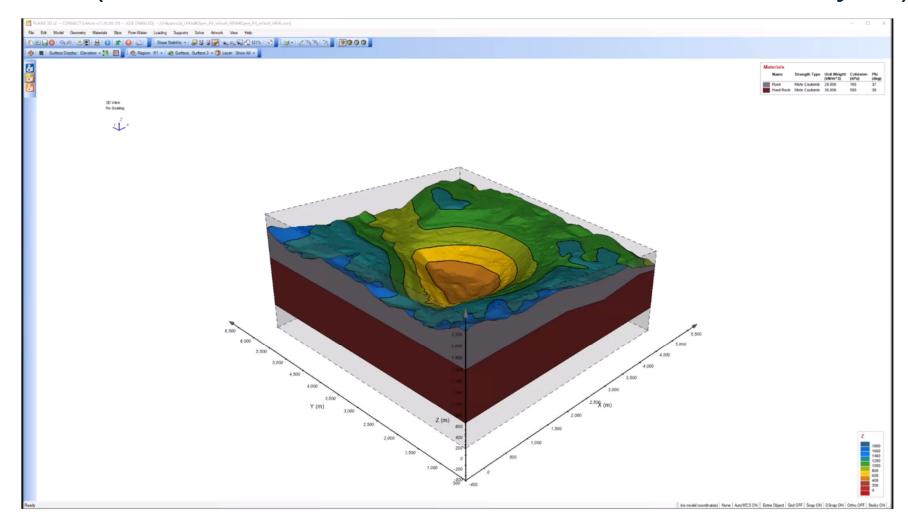
## 解析事例(その2, PLAXIS 2D LEの操作画面)<sup>2)</sup>





2) 蔡 飛·鵜飼恵三:斜面安定性の評価ー極限平衡法と弾塑性FEMの比較,地すべり,Vol.39,No.4,2003. **Bentley** 

# 解析事例(その3、PLAXIS 3D LEによるMulti Plane Analysis)4)







### 内容

- PLAXISの概要
- PLAXIS 2Dによる2次元掘削解析事例
- PLAXIS 3Dによる3次元掘削解析事例
- サポートサービスのご案内

#### JIPテクノサイエンス 株式会社

解析ソフトウェアQ&Aサポートサイト





## ソフトウェアサポートサービス

- 受託解析担当者が対応
- 開発元と連携し対応
- 解析ソフトウェアQ&Aサポートサイト にて対応
  - Webフォームにて問合せ
  - ユーザ様ごとの専用ページ
  - 過去の問合せ内容を検索
  - ソフトウェアの最新情報、FAQを提供

#### JIPテクノサイエンス 株式会社

解析ソフトウェアQ&Aサポートサイト



https://www.jts-femsupport.jp/



## 解析コンサルティングサービス

- データ作成コンサルティング
  - 内容:解析データの作成
    - ・解析条件の設定
    - ・材料モデルの選定
    - ・解析モデルの作成
  - 成果品 :解析データ、解析条件書





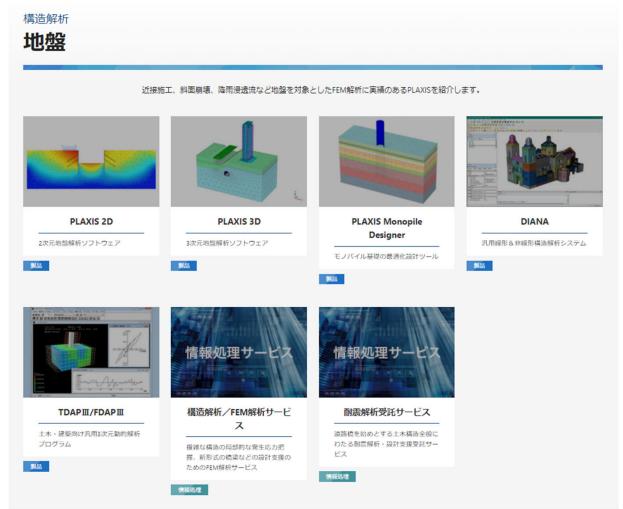


- 受託解析コンサルティング
  - 内容:解析データの作成+解析実行+結果のまとめ
  - 成果品:解析データ、解析条件書、結果まとめ資料



## 弊社HPによる情報提供(日本語)

- ・製品・サービス
  - 構造解析
    - 地盤

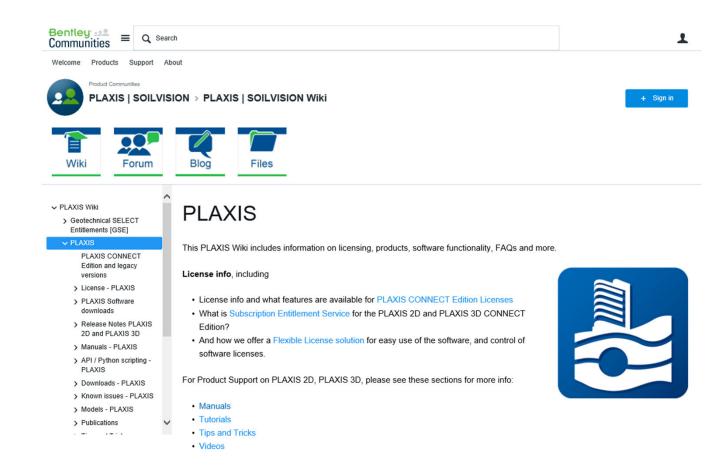




https://www.jip-ts.co.jp/product\_service/category\_ground.html

### 開発元HPによる情報提供

- 内容
  - 最新情報
  - マニュアル
  - 例題
  - 検証資料



https://communities.bentley.com/products/geotech-analysis/w/plaxis-soilvision-wiki/41123/plaxis

Bentleu