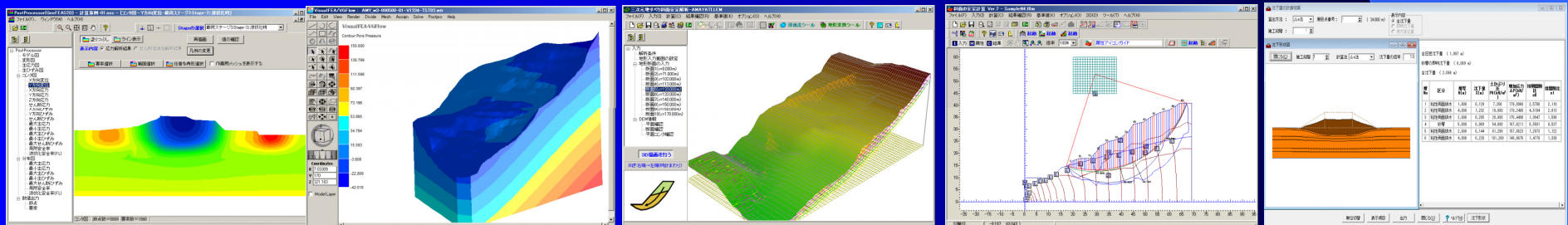
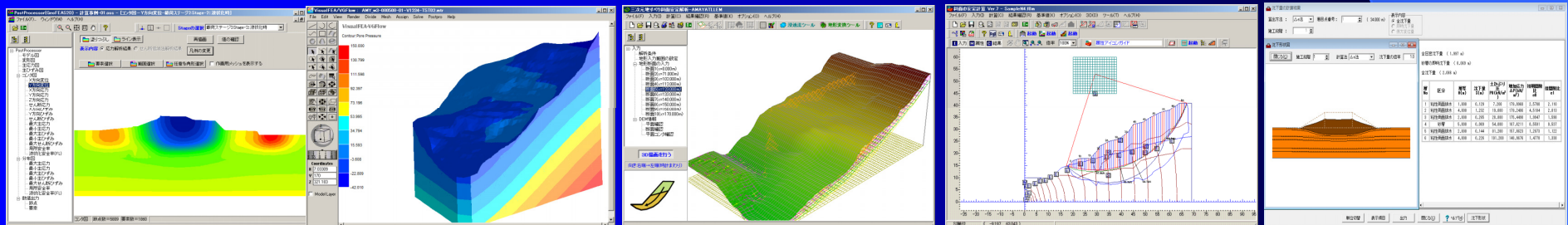


# 地盤製品 of 最新情報

2011年11月17日



# 1. 受託解析支援にみる 製品活用事例



## 地中構造物の耐震性能照査

地中構造物のレベル2地震時の耐震性能照査についてはいくつかの手法があり、道路ボックスカルバートについては、道路土工指針により大断面では応答変位法等で検討する必要がある。また、配水池耐震設計では下水道施設耐震設計指針等により動的解析を行うことが提唱されています。

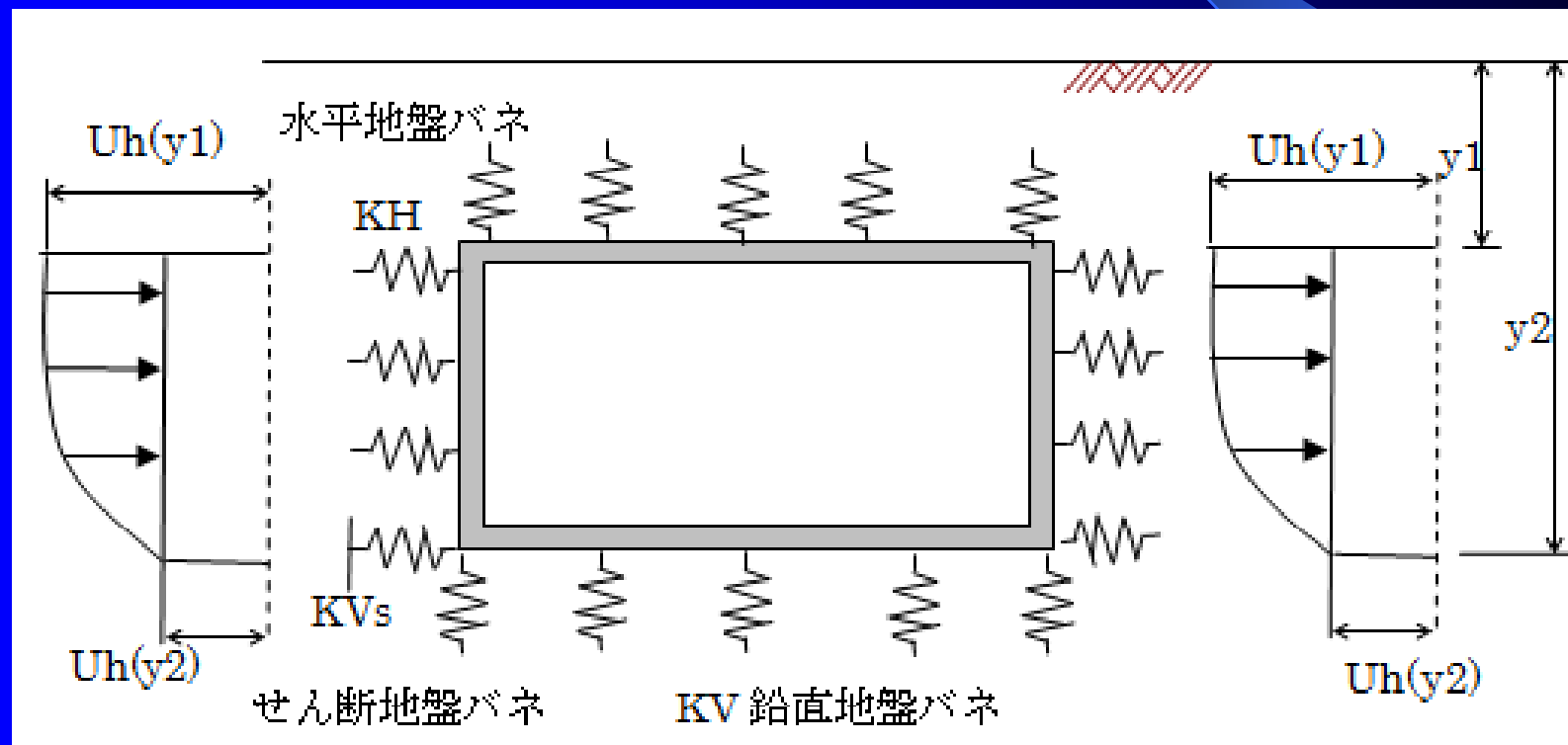
弊社の地盤解析シリーズとES(Engineers' Studio)等の構造設計プログラムを組み合わせることで以下の3通りの手法について紹介します。

1. 応答変位法
2. 骨組みモデルの動的解析
3. 地盤と構造物の一体解析

## 応答変位法

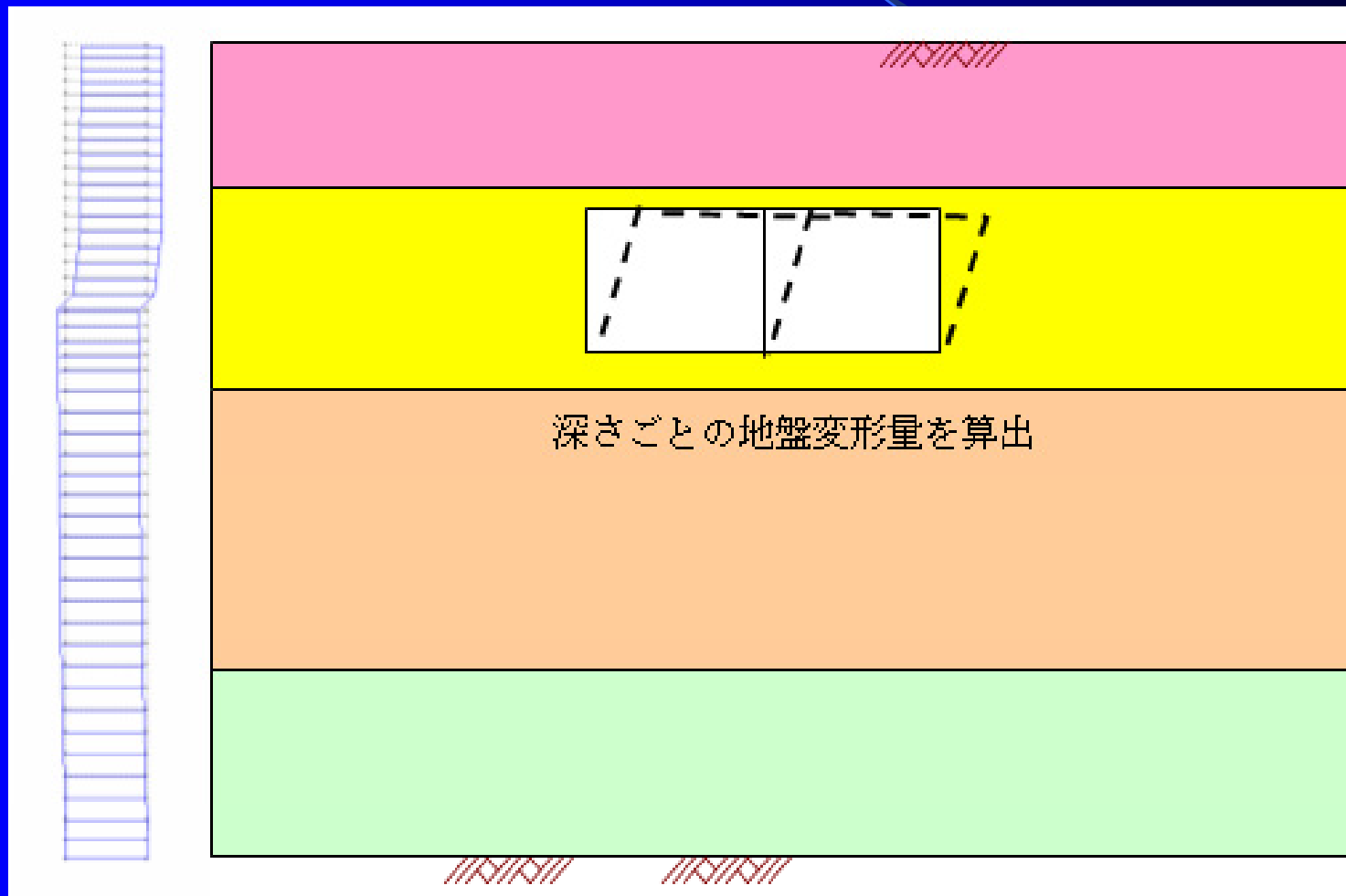
地盤変位と地盤バネを掛け合わせて地震時動土圧を算出します。

地盤バネを考慮した骨組みモデルのボックスカルバートに対して、荷重としては常時の水平土圧(静止土圧)を考慮し、応答変位法による地盤変位と地盤バネと掛けて地震時動土圧を加算します。



## 応答変位法

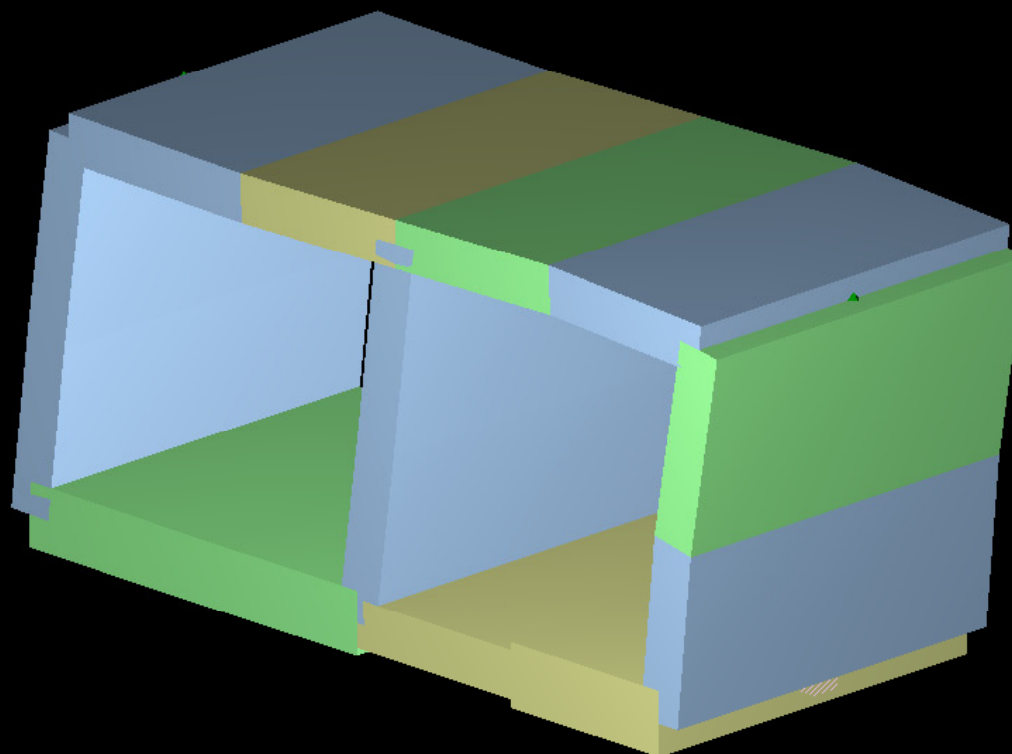
UWLCで地震応答解析：地震時の地盤変位を求める  
→ ES (Frame3D) 応答変位法により断面照査



## 応答変位法

## ES (Frame3D) によるフレーム計算と断面照査

x 24.3 倍率



圧縮レベル4

圧縮レベル3

圧縮レベル2

圧縮レベル1

なし

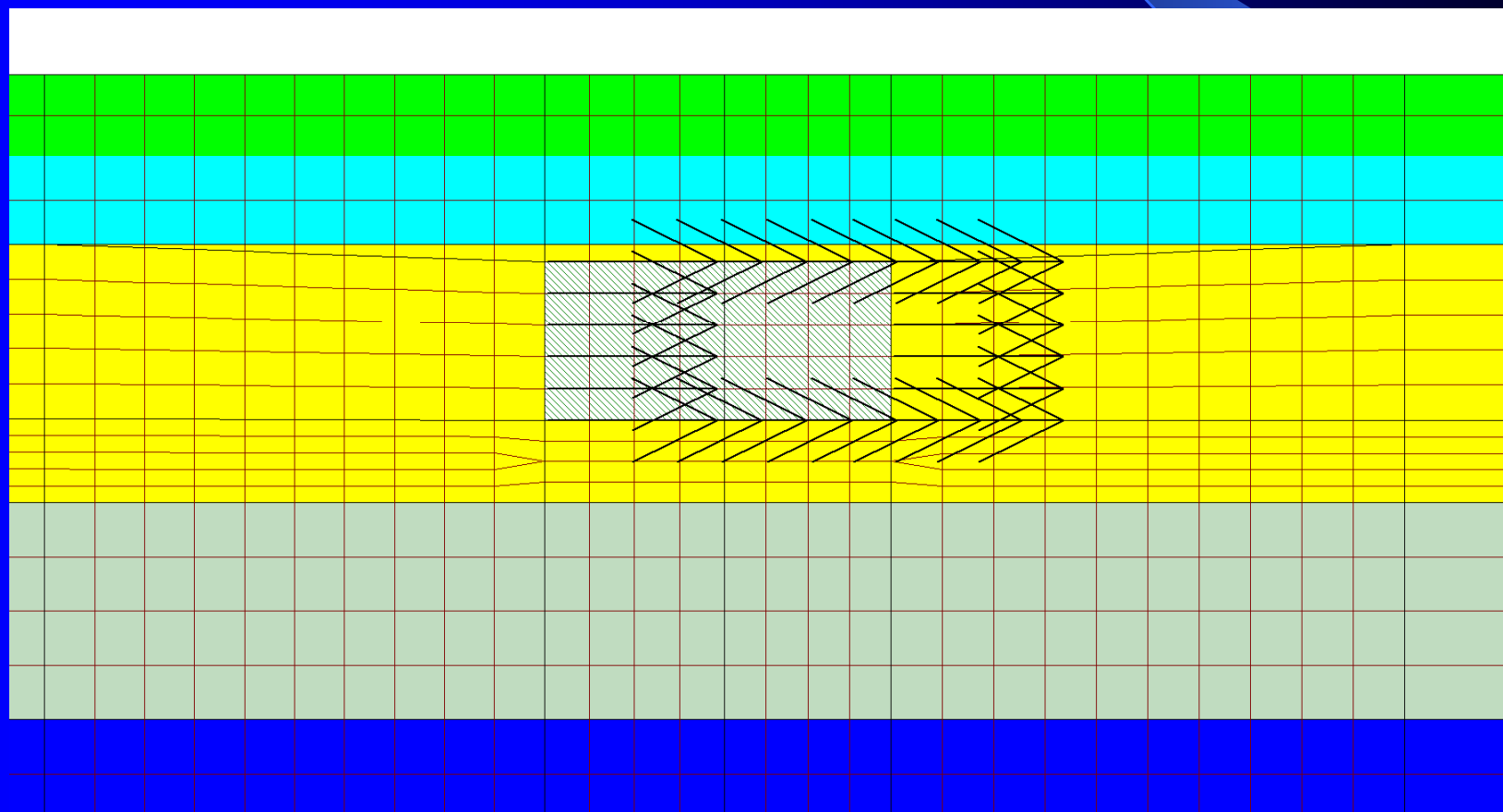
引張レベル1

## 地中構造物の動的解析

地盤バネを静的FEM解析GeoFEAS2Dにより求め、ボックスカルバートを骨組みモデルとして動的解析をおこないます。

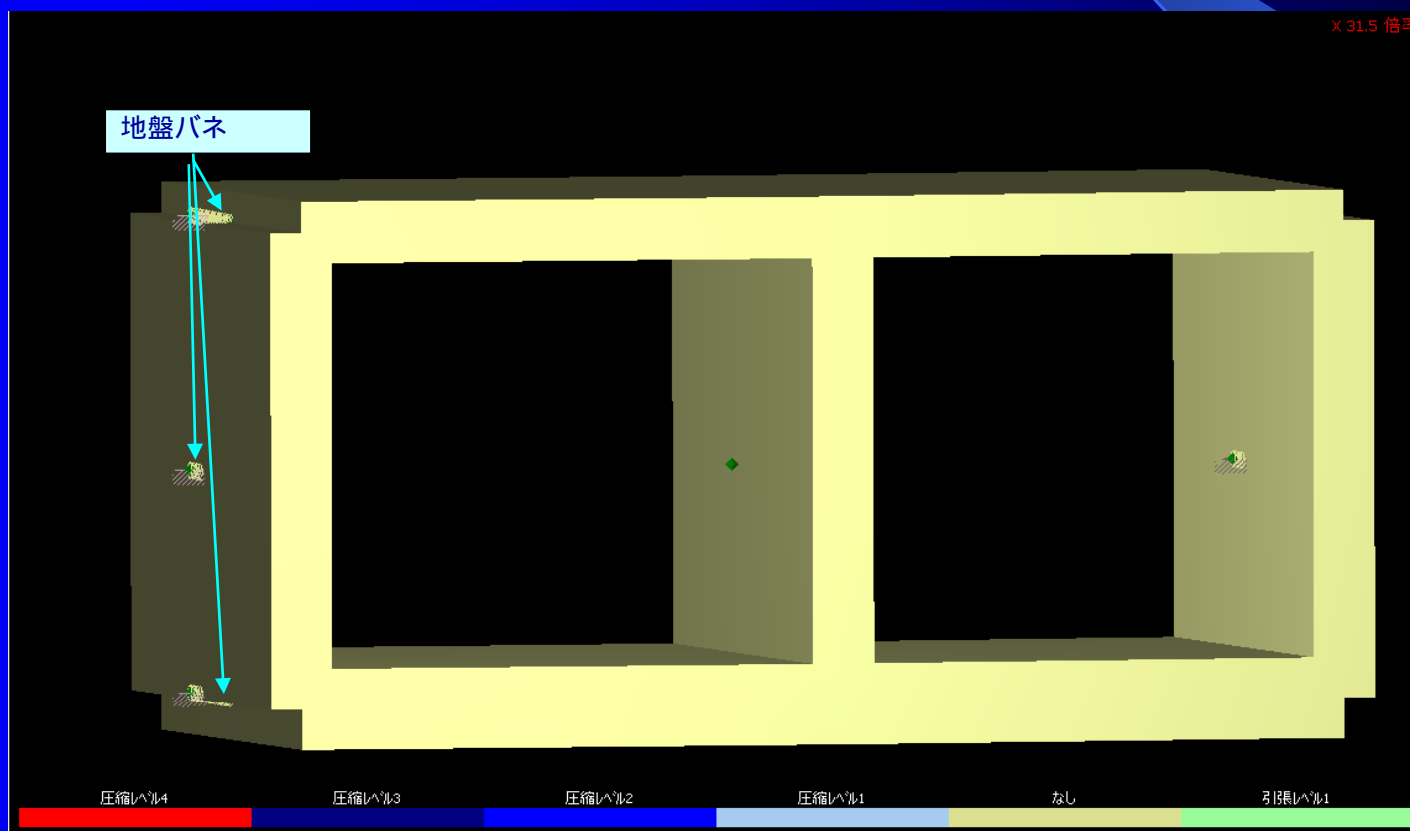
GeoFEAS2Dにより地盤バネ(駐車場設計指針)を算出

→ ES (Frame3D) 動的解析・断面照査



## 地中構造物の動的解析

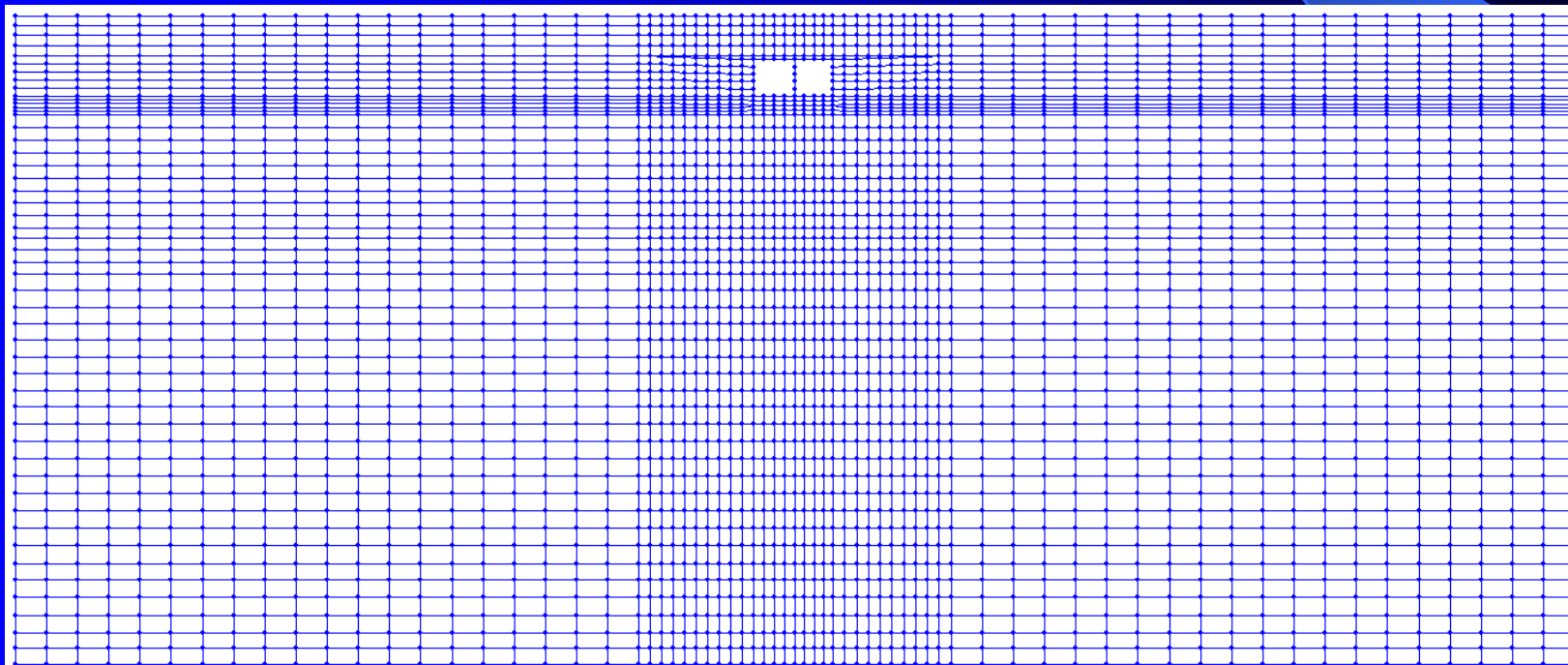
次にESで新たなボックスカルバートのモデルを作成し、上記の地盤バネを支点条件に地震波を入力して地震応答解析および断面照査を行います。なお下図では側面には3点の節点バネを設定していますが、必要に応じて更に部材を分割して節点を増やします。



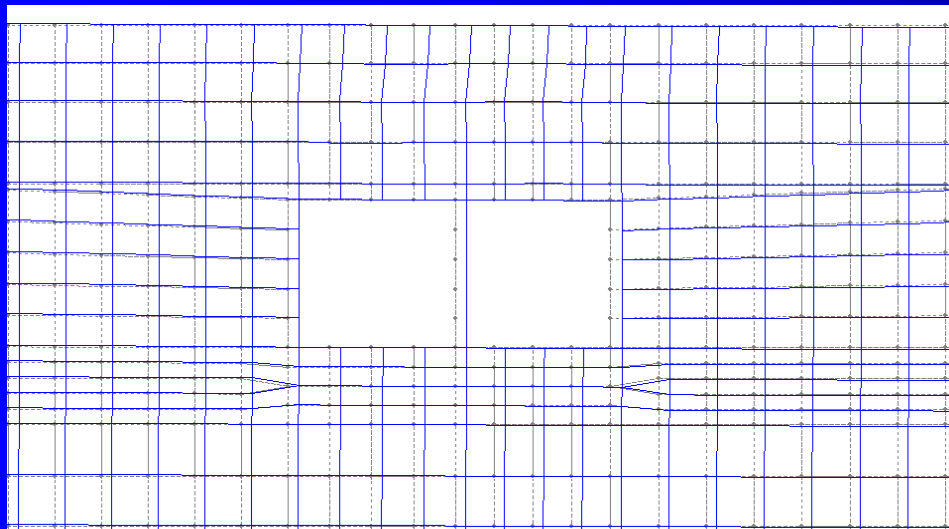
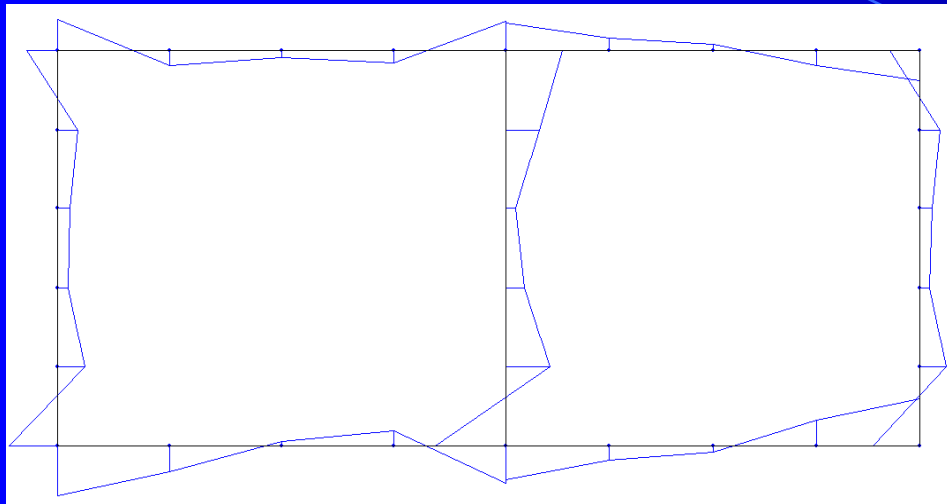


## 地盤と構造物の一体モデルによる動的解析

地盤と構造物を一緒にモデル化します。地盤はソリッド要素、構造物は梁要素でモデル化し地盤の動的解析UWLCを用いて地震応答解析を行い、ボックスカルバート断面力を算出します。各部材の断面照査については鉄筋コンクリートの断面計算プログラム R/C断面を用いて計算します。



# 地盤と構造物の一体モデルによる動的解析



照査結果(限界)

前

後

詳細 | 終局一覧 | 使用一覧 | 疲労一覧

形状 : 矩形

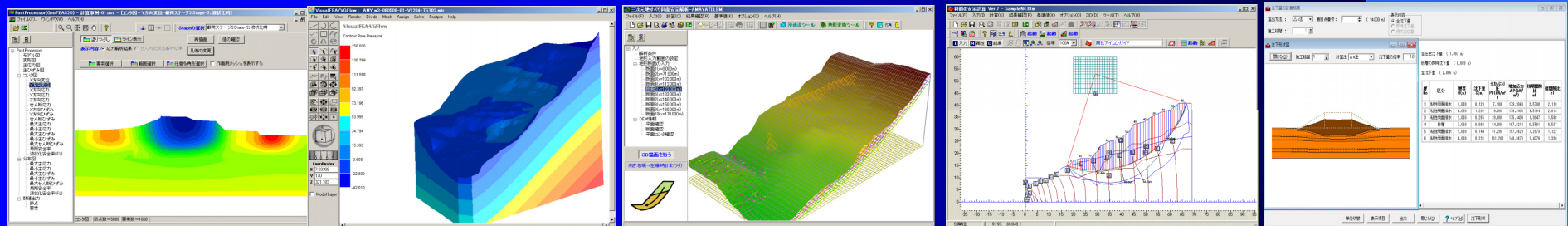
IDNo : 3

矩形断面(許・限)応変

		終局限界状態	使用限界状態	疲労限界状態
曲げ・軸力	Mud(kN·m)	511.154		
	N'ud(kN)	179.425		
	k1	0.850		
	N'oud(kN)	14301.652		
	$\gamma_i \cdot Md/Mud$	0.861 < 1.00		
せん断	Vyd(kN)	367.965		
	Vwcd(kN)	3573.385		
	$\gamma_i \cdot Vd/Vyd$	0.434 < 1.00		
	$\gamma_i \cdot Vd/Vwcd$	0.045 < 1.00		
ねじり				

断面照査して OK

# 2. 斜面の安定計算 Ver.9 高盛土地震時変位量



## 斜面の安定計算とUWLC

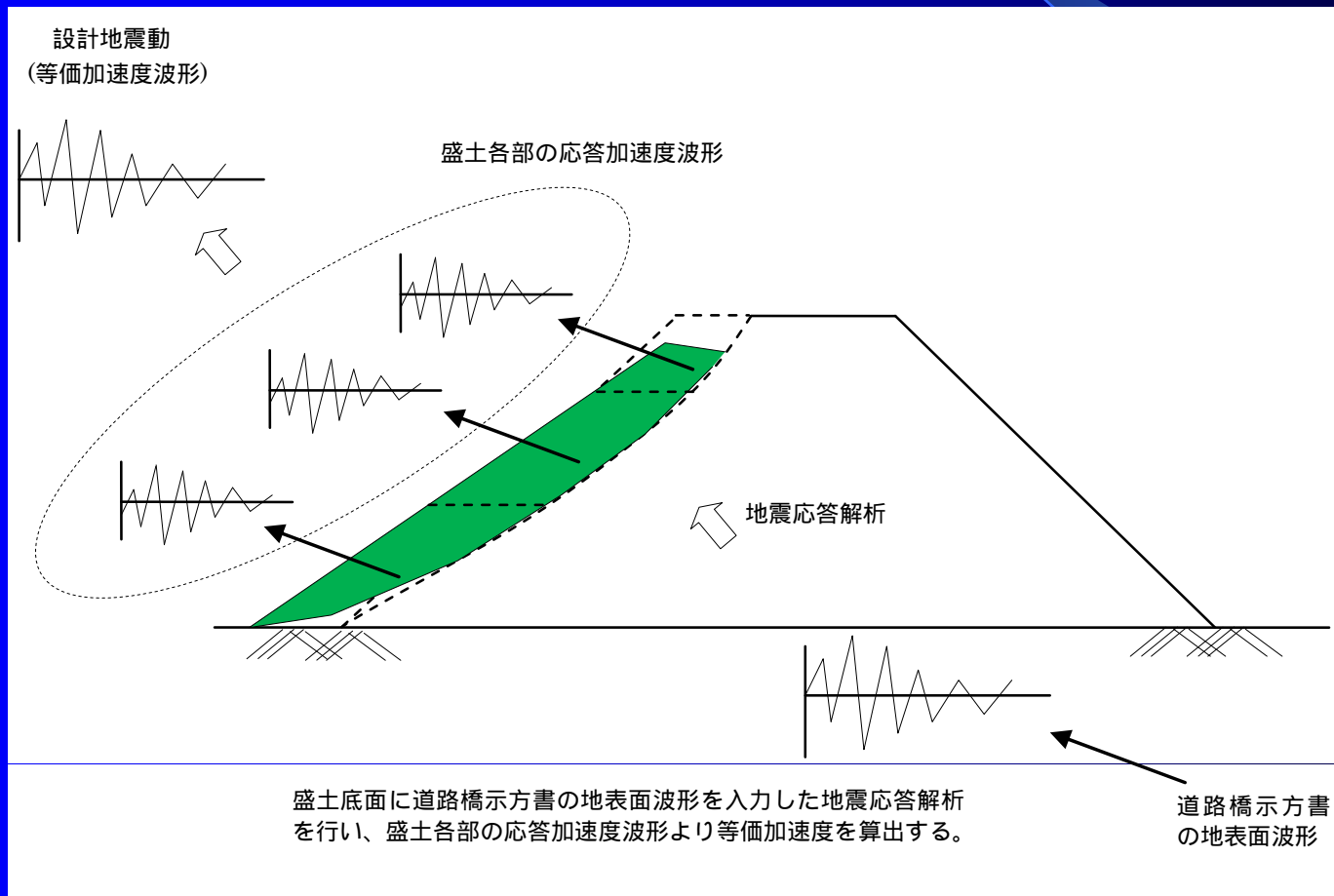
NEXCO「設計要領第一集土工編 第6章 高盛土・大規模盛土 (2009.07)」では、高盛土のレベル2地震動の安定計算をする場合、ニューマーク法により、残留(滑動)変位量を求めて、許容変位量と比較して耐震性能照査を行うものと規定されています。

設計地震動としては、道路橋示方書で示されているレベル2タイプⅡの加速度波形を入力地震動とし、二次元FEMなどの地震応答解析で求めた応答加速度を基にして計算した等価加速度波形を用います。

道路橋示方書では、レベル2タイプⅡでは、3種類の地表面波形が示されていることから、この3波形について正負それぞれ入力に対しての値を求めて、その平均値を残留変位量とするものとしています。

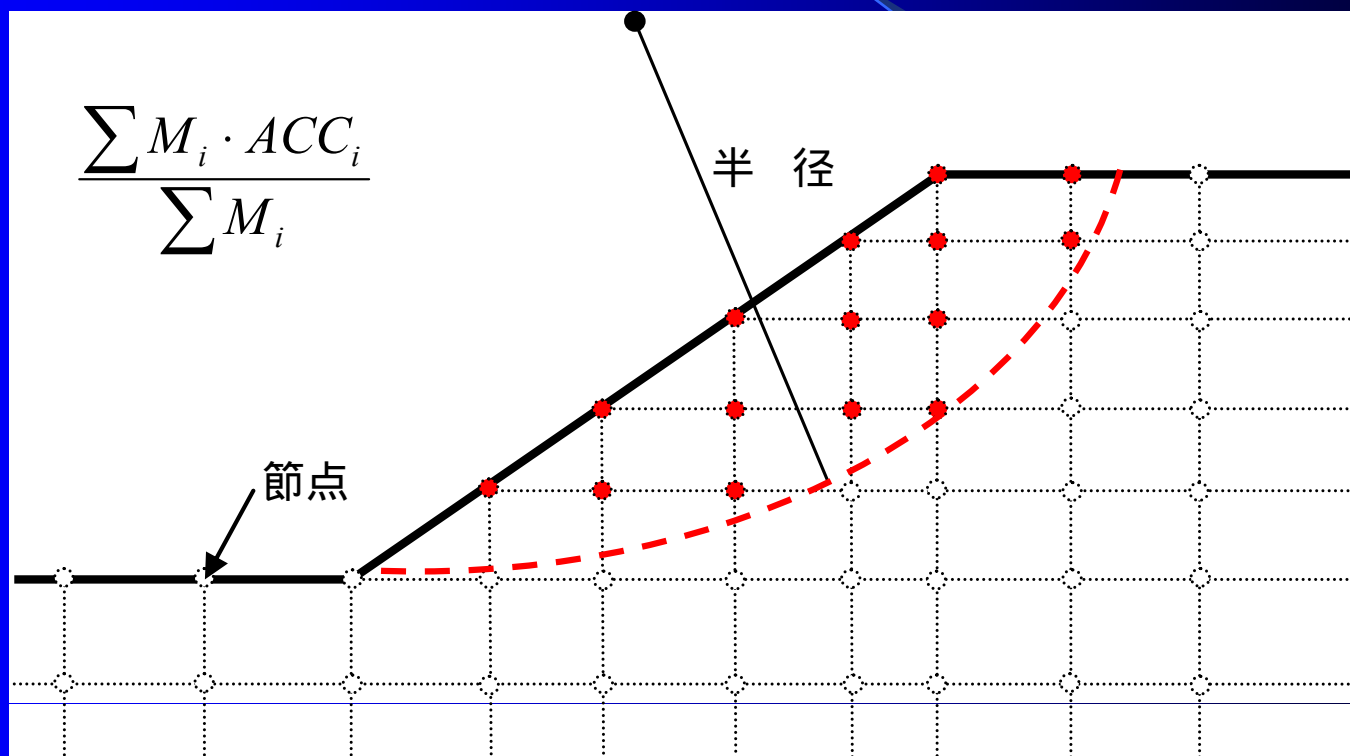
## 斜面の安定計算とUWLC

耐震設計上の基盤面に道路橋示方書の地表面波形を入力した地震応答解析を行い、盛土各部の応答加速度波形より等価加速度波形を算出する。



## 斜面の安定計算とUWLC

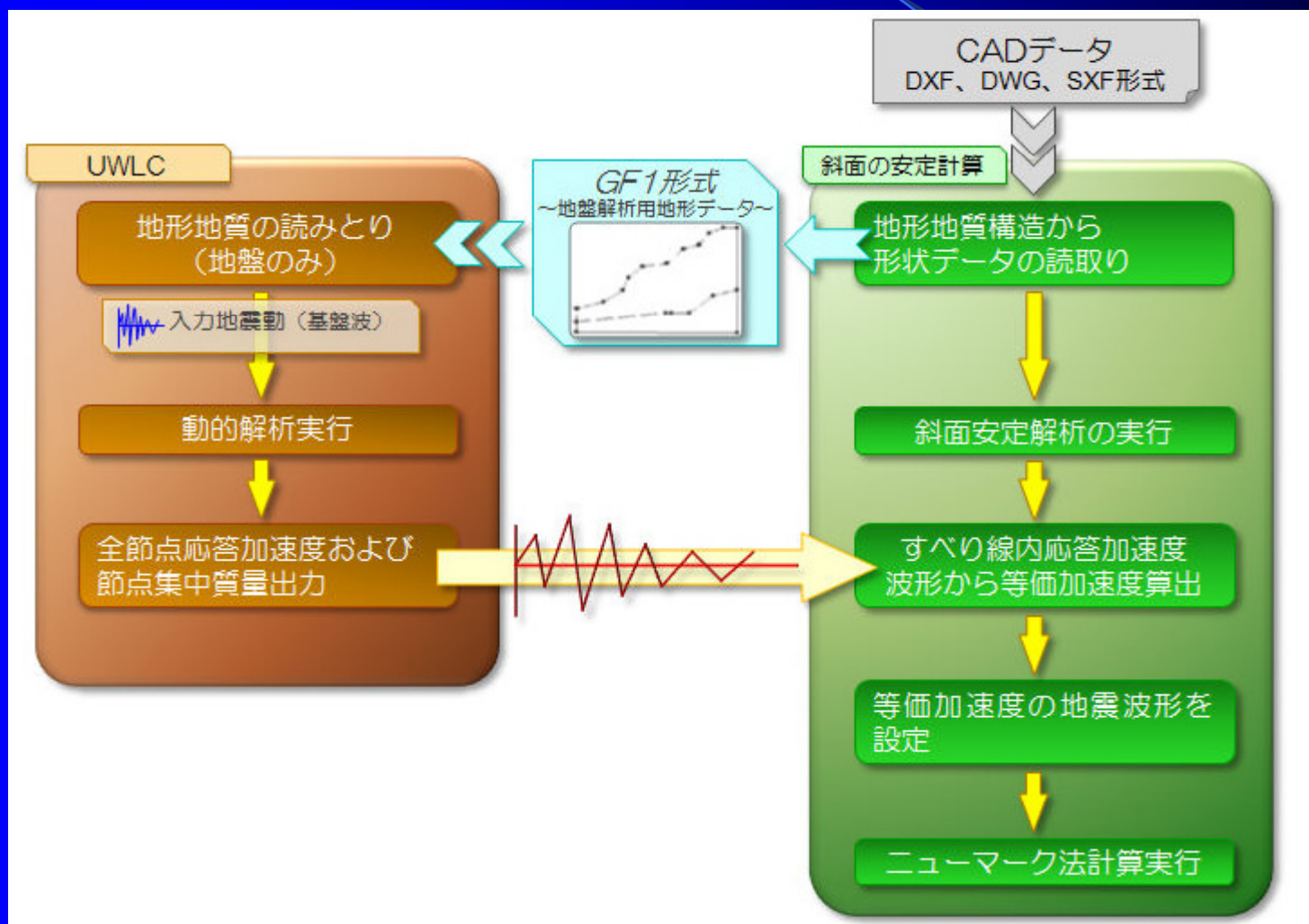
等価加速度は、すべり面(すべり土塊)内に位置する節点の集中質量と、地震応答解析結果より求めたその点の加速度の値で計算します。



M<sub>i</sub>: すべり面内のある節点の集中質量  
ACC<sub>i</sub>: その点のある時刻の加速度

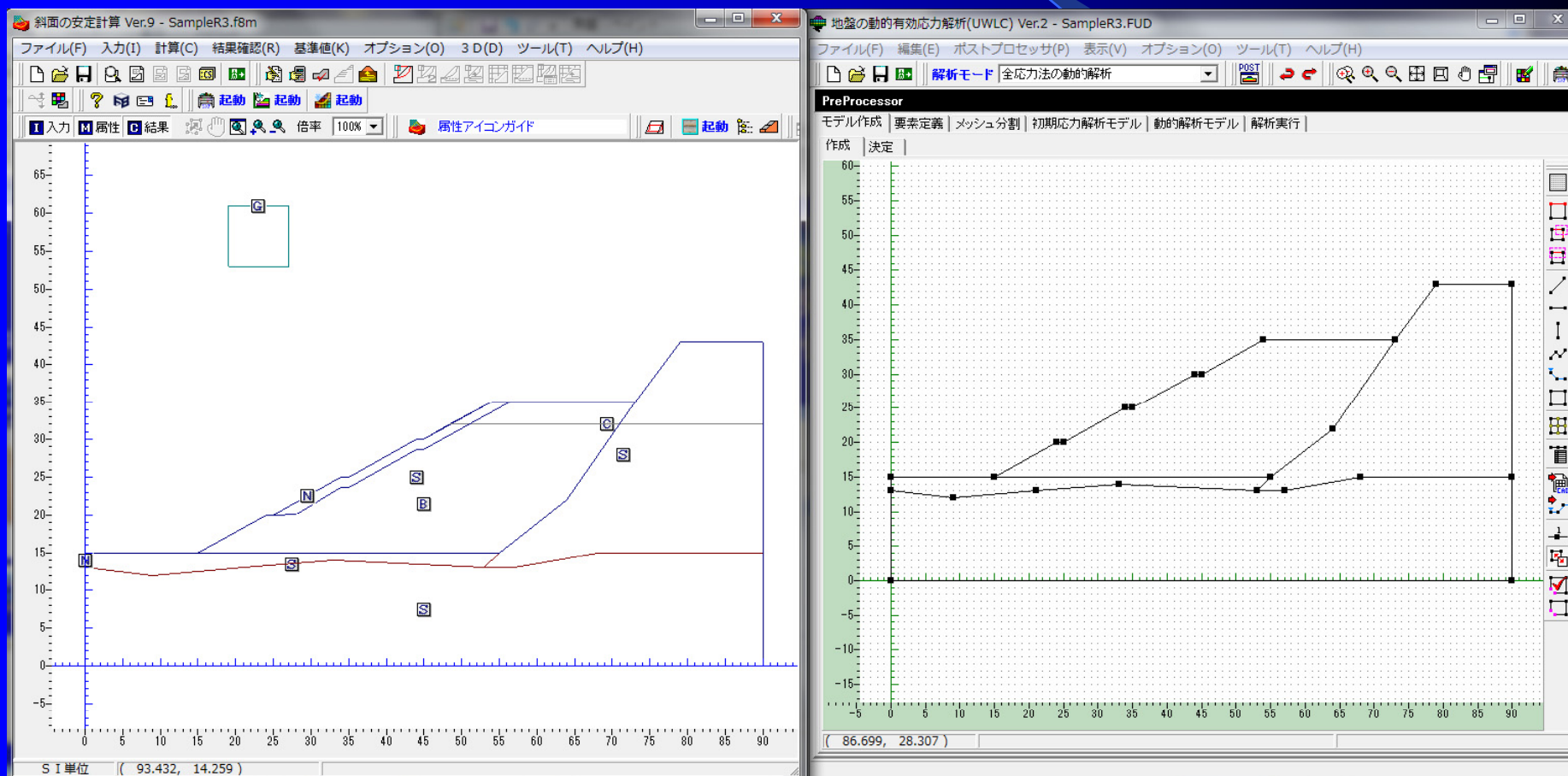
## 斜面の安定計算とUWLC

斜面安定本体プログラムと地盤の動的有効応力解析(UWLC)とのデータのやり取りは下記の通りです。



# 斜面の安定計算とUWLC

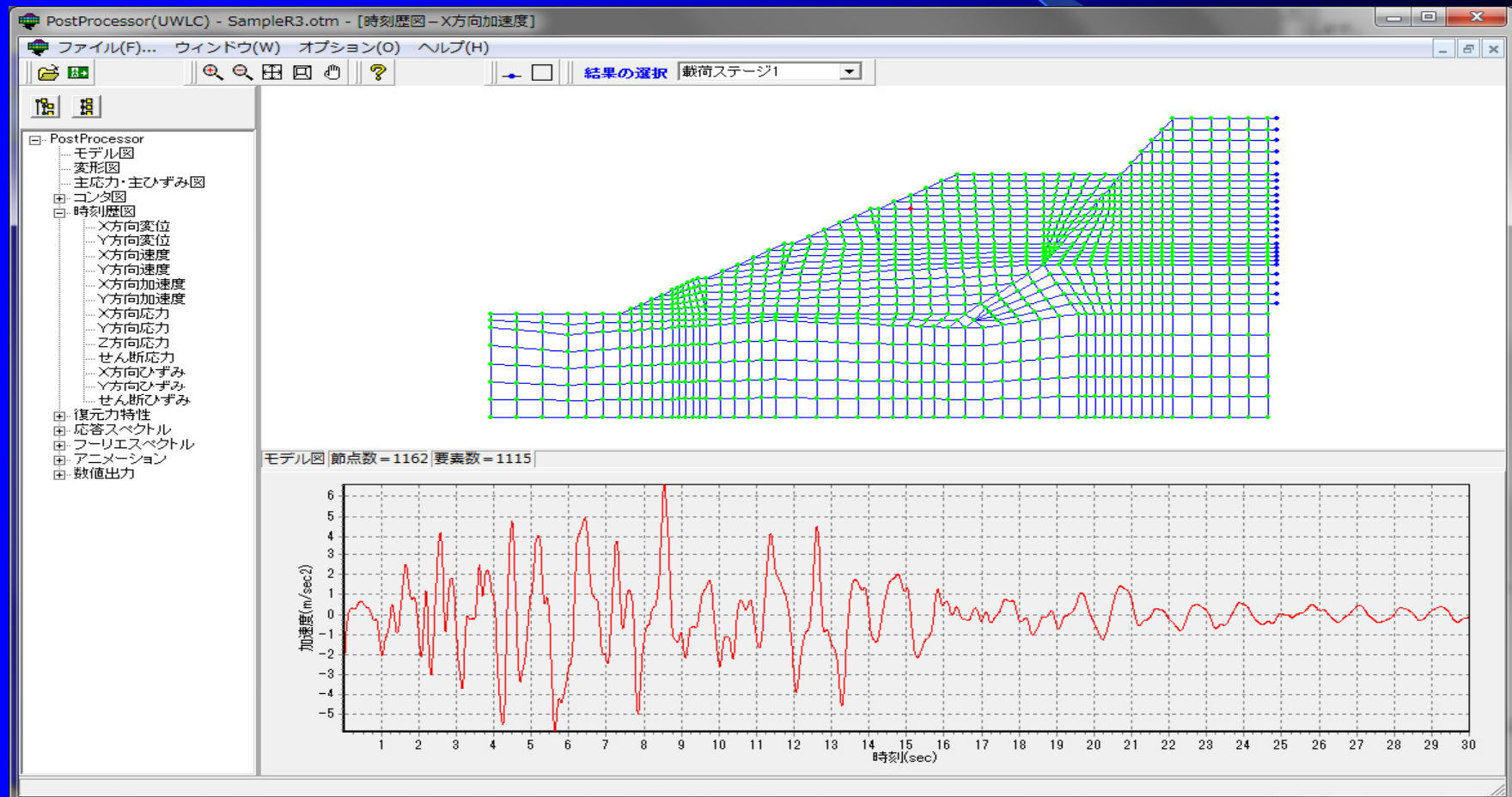
- 1.「斜面の安定計算Ver9」を起動し、断面形状を入力します。
- 2.[ファイル]メニュー→[名前を付けて保存]で「ファイルの種類」を「地盤解析用地形データファイル(\*.GF1)」とします。





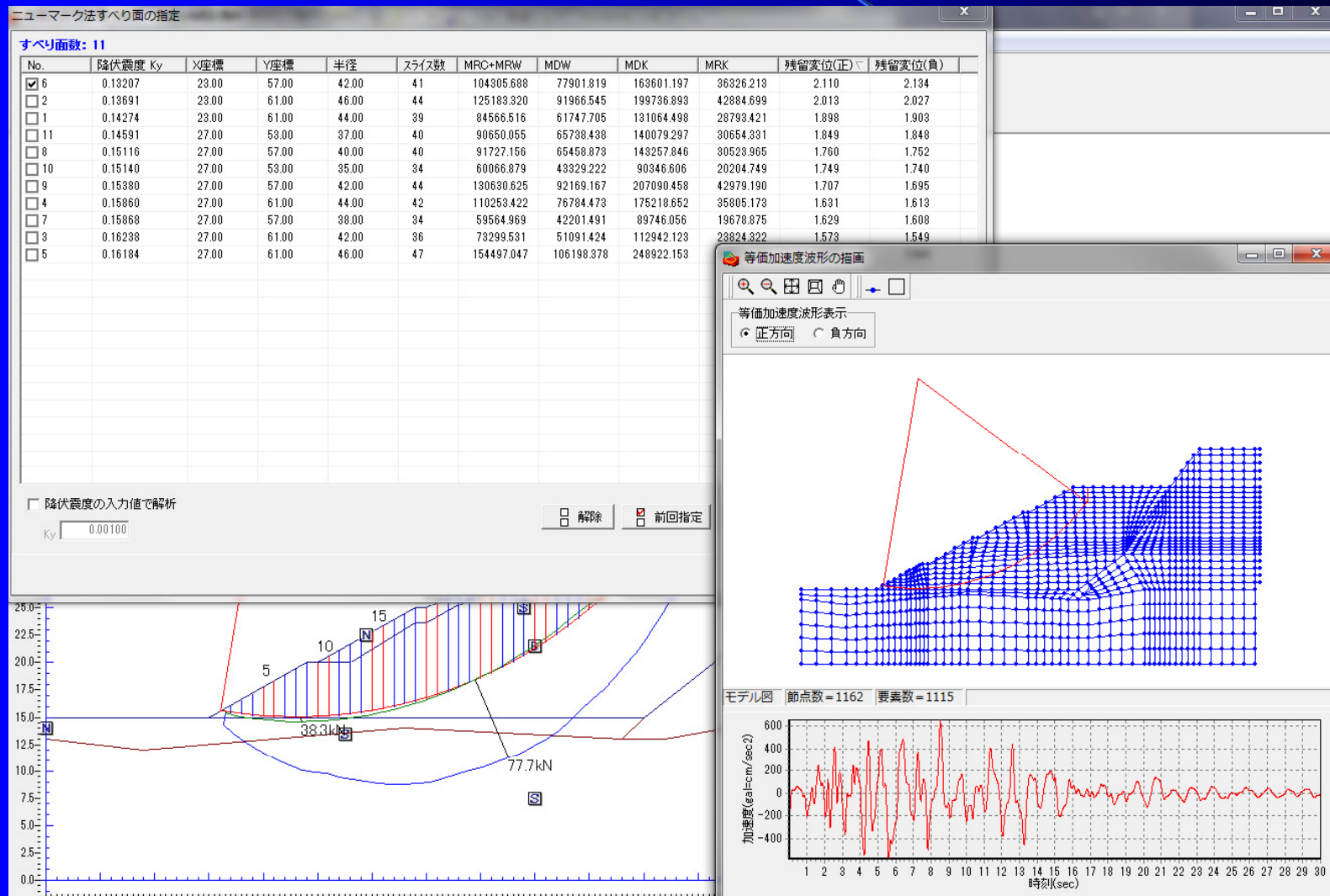
## 斜面の安定計算とUWLC

UWLCは、時刻歴解析結果として、変位、速度、加速度(節点の値)、応力、ひずみ、過剰間隙水圧、過剰間隙水圧比(要素の値)を出力します。等価加速度の算定には、加速度時刻歴値を使います。



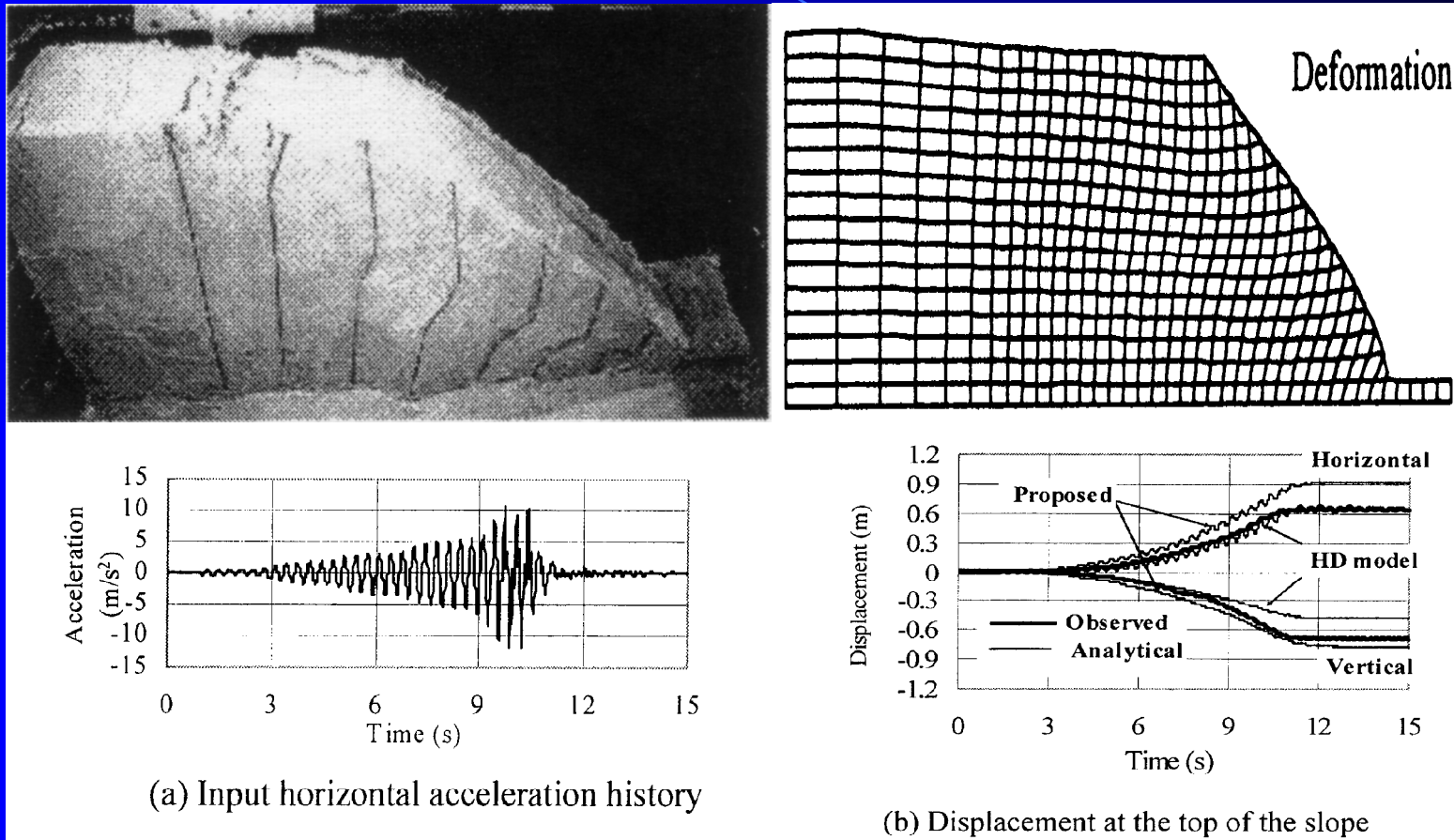
# 斜面の安定計算とUWLC

UWLCで作成された断面のメッシュ図と選択したすべり面が表示され、そのすべり面で計算された等価加速度波形が表示されます。



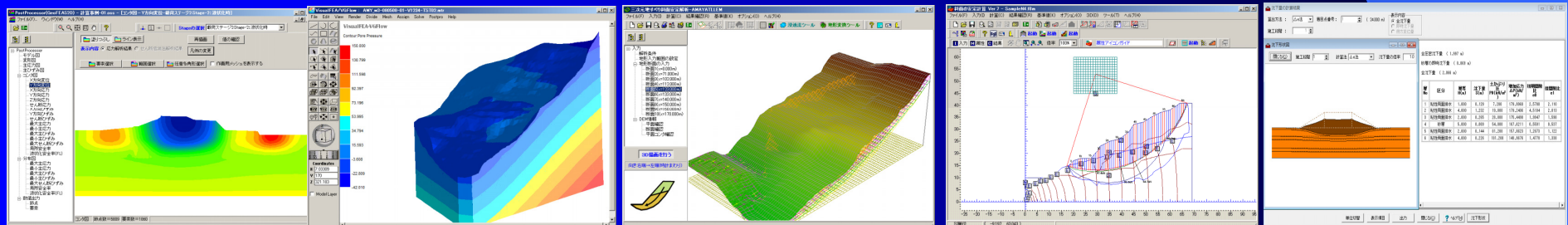
# 斜面の安定計算とUWLC

## UWLCで残留変位量を計算した事例



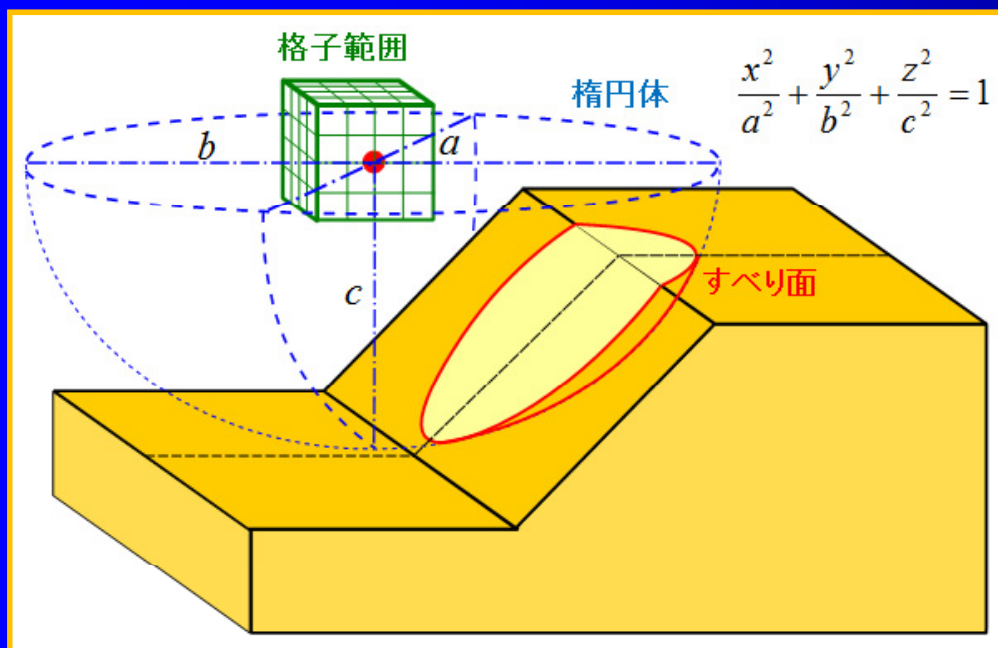
Wakai, A. & Ugai, K. (2004) : a simple constitutive model for the seismic analysis of slopes and its applications, *Soils and Foundations*, Vol.44, No.4, pp.83-97

# 3.三次元地すべり斜面 安定解析Ver.2

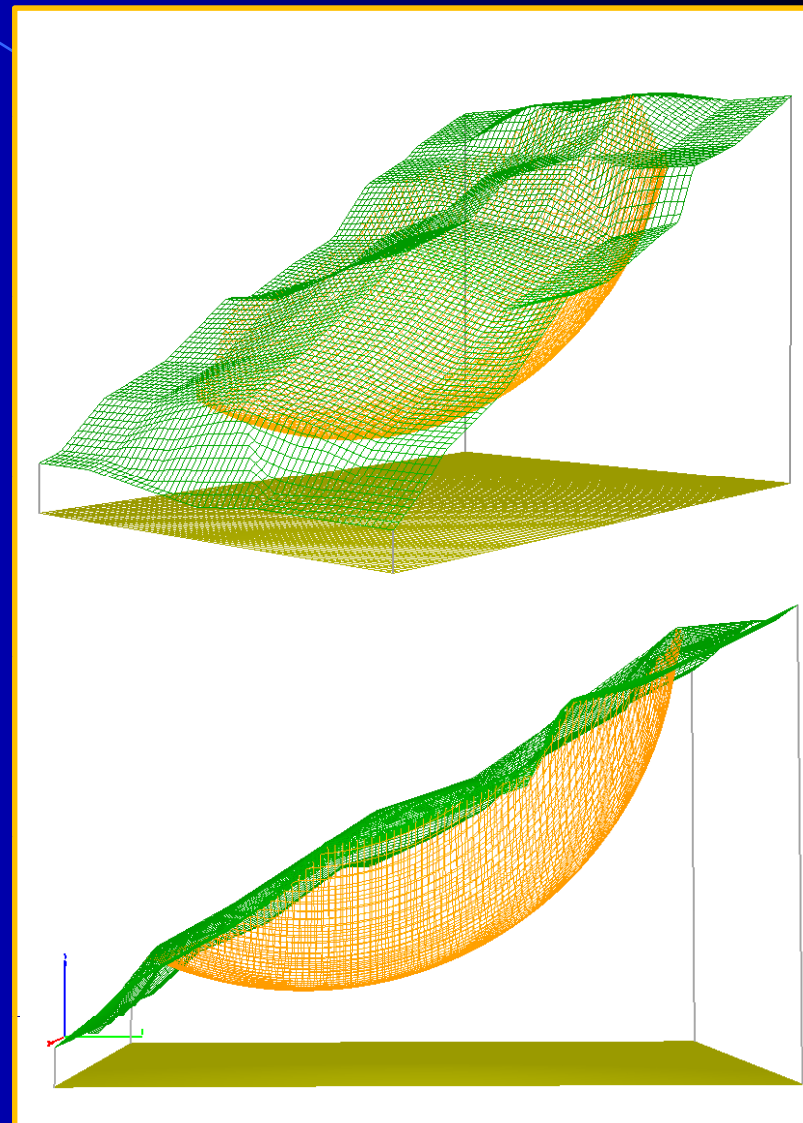


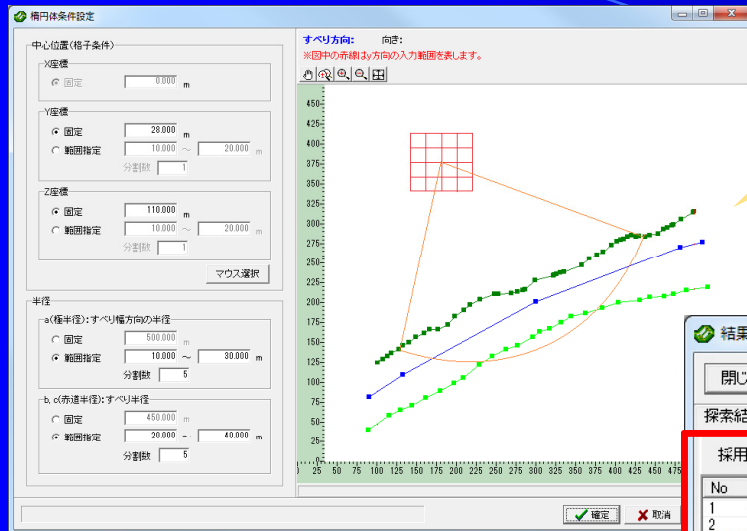
## 新機能：すべり面(回転楕円体面)の自動探索

すべり面の自動探索機能を追加しました。  
回転楕円体面としてすべり面を自動生成し、  
計算を行います。



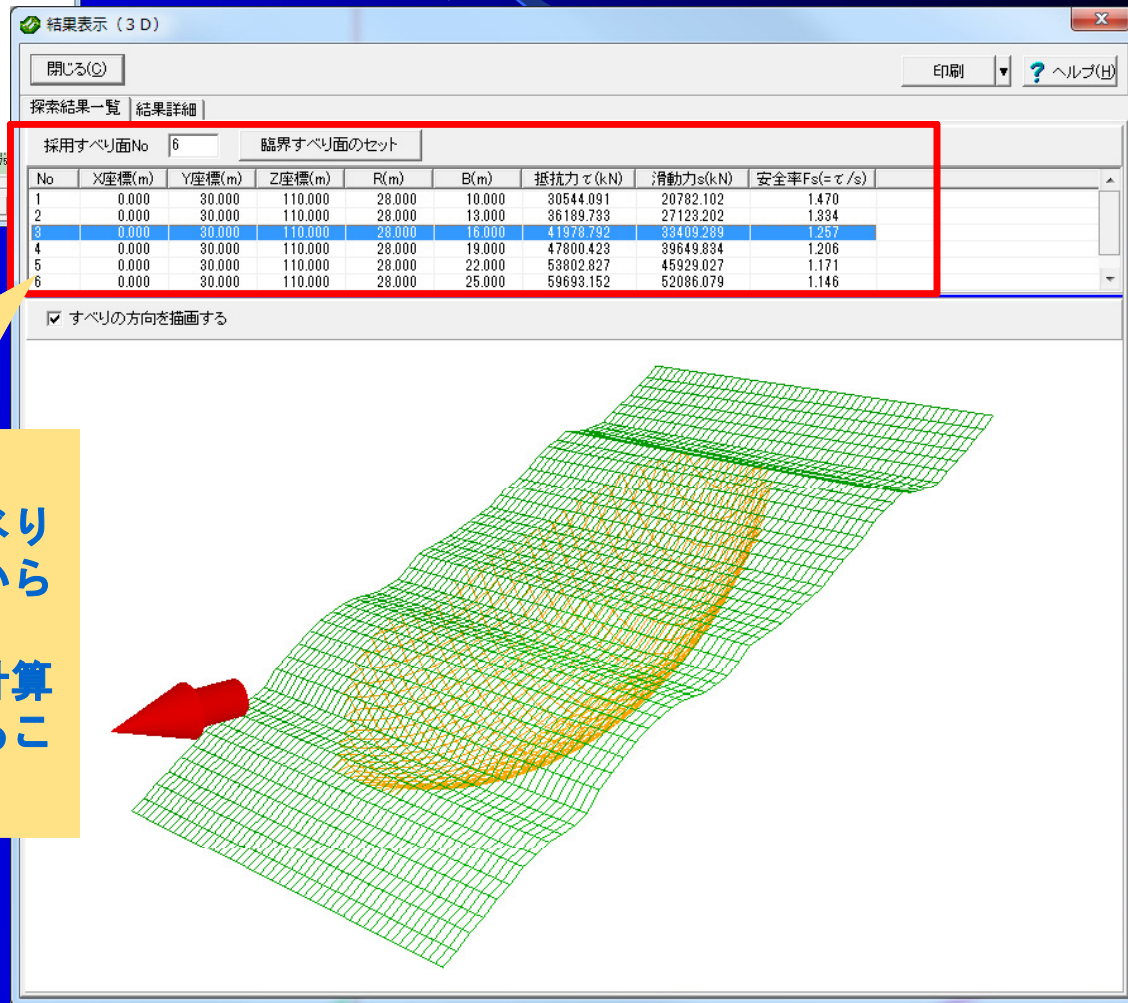
▲すべり面生成のイメージ図





■探索条件入力画面

すべり面生成に必要な回転楕円体の条件を入力します。

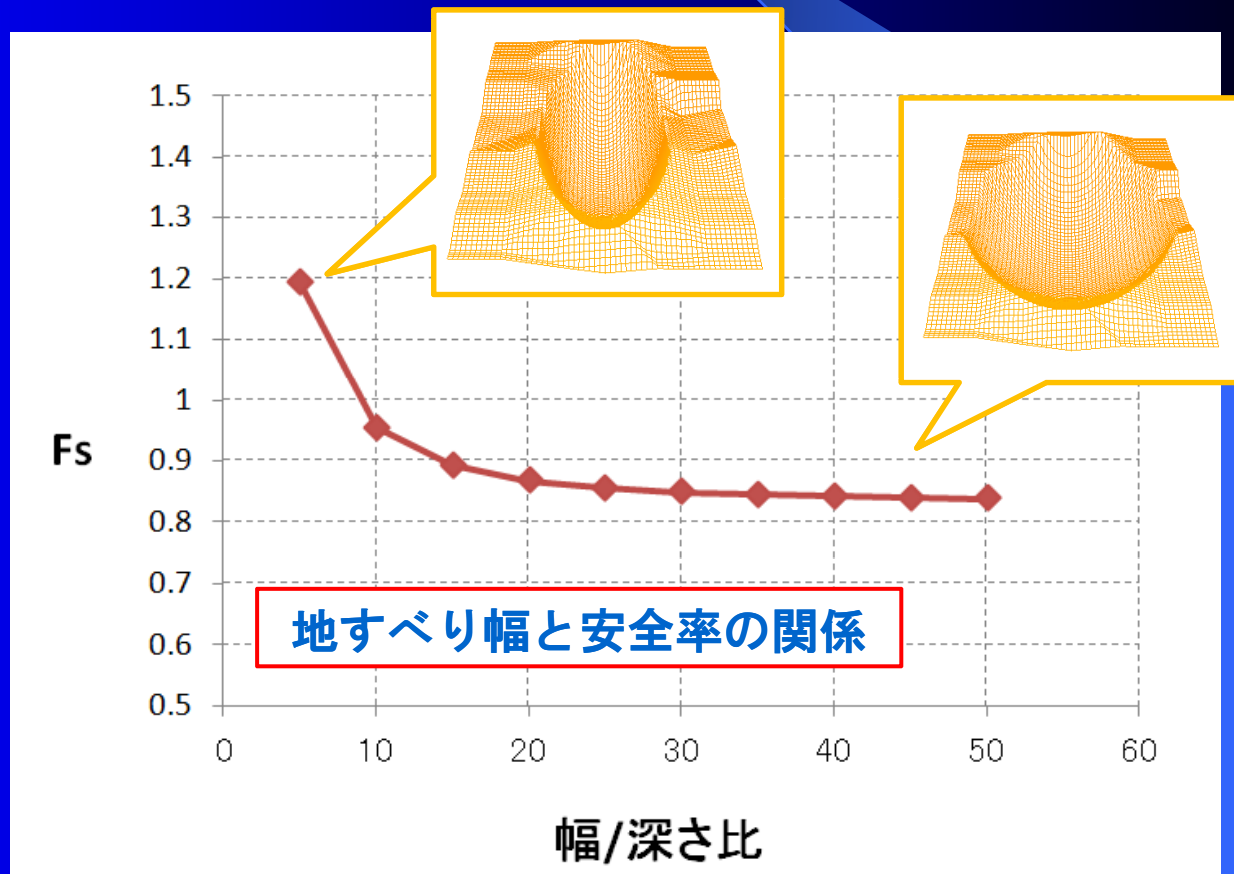
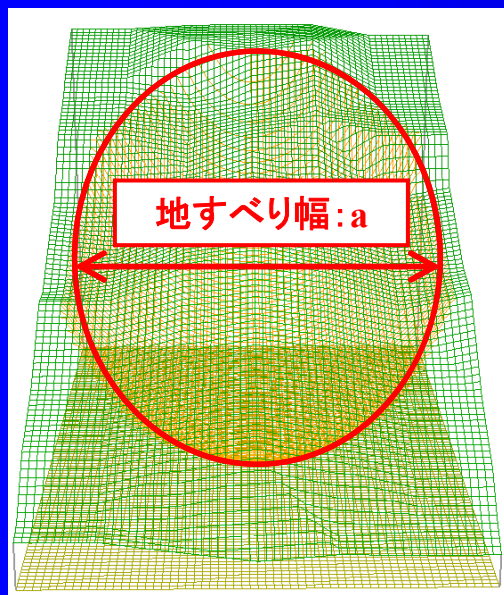


■採用すべり面の決定

計算条件より生成された複数のすべり面に対して計算を行い、結果の中から採用すべり面を決定します。採用すべり面に対しては、通常の計算と同様に計算結果の詳細を確認することができます。

## Try! : 三次元効果を確認する

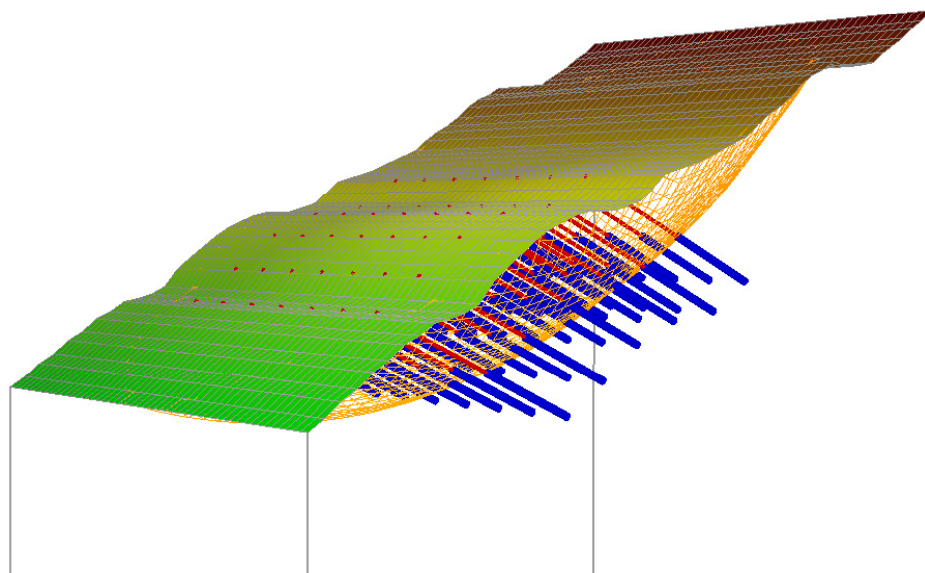
一般的に、三次元解析の安全率は二次元安全率より大きくなりますが、本機能により、地すべり幅が狭くなるにつれて三次元効果により安全率が大きくなることを確認できます。



## 新機能：アンカー工を考慮した安定計算

アンカー工を考慮した安定計算に対応しました。

アンカー配置やアンカー長、傾角などのアンカー諸条件を入力し、アンカー力を考慮した安全率の計算を行うことができます。



### 【Hovland法】

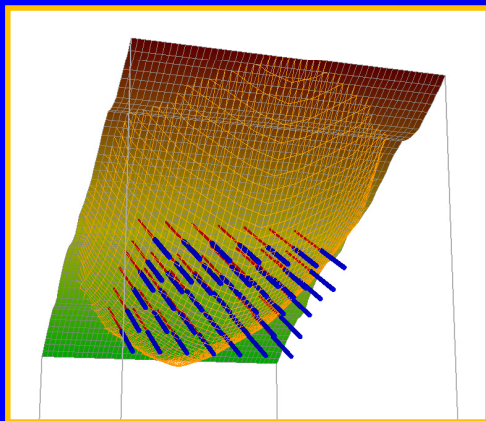
$$F_h = \frac{\sum \sum \left[ cJ\Delta A + \left( \frac{\Delta W}{J} - uJ\Delta A \right) \tan \phi \right] + \sum \sum P \left( \frac{\tan \alpha_{YZ} \cos \theta}{J} + \frac{\sin \theta}{J} \right) \tan \phi}{\sum \sum (\Delta W \sin \alpha_{YZ}) - \sum \sum P \cos(\alpha_{YZ} + \theta)}$$

アンカー効果

### 【簡易ヤンブ法】

$$F_j = \frac{\sum \sum \left[ \frac{\{ (c - u \tan \phi) \Delta A + [(1 + k_v) \Delta W + P \sin(\alpha_{YZ} + \theta) \cos \alpha_{YZ}] \tan \phi \}}{\cos \alpha_{YZ} \cdot m_{aj}} \right]}{\sum \sum [\Delta W (\tan \alpha_{YZ} + k_h) - P \cos \alpha_{YZ} \cos(\alpha_{YZ} + \theta)]}$$





**■断面入力**  
縦断面ごとにアンカーを入力します。  
二次元的な入力ができます。

**■平面配置**  
縦断(横断)方向の段数や配置間隔を設定することにより、アンカーを平面的に配置することができます。

平面配置

アンカー条件

傾角 δ(度)	水平角 ω(度)	自由長 Lf(m)	定着長 La(m)	アンカー力 T(kN)
25	0	18.000	5.000	0.1

基準位置  
 縦断方向 X座標: 0.000 m (-18.000 ~ 18.000)  
 横断方向 Y座標: 39.010 m (10.520 ~ 67.500)

縦断方向  
 段数: 4 段  
 配置間隔: 4.000 m  
 斜面上方: 0 段  
 斜面下方: 4 段  
 配置間隔の扱い:  頭部の距離  両材材の距離

横断方向  
 配置断面数: 3 断面  
 配置間隔: 3.000 m  
 左側: 3 断面  
 右側: 3 断面

配置

※平面配置を行った場合、既存のアンカー条件(断面)は全てクリアされて再配置されます。

範囲: 3.000~10.000

確定 取消 ヘルプ(出)

▲平面配置

アンカー配置断面の入力

断面 No. 4 X座標 0.000 m 工区数 1 選択されているアンカーの描画色: [Blue]

工区1

本工区の扱い:  新設  既設  
 配置間隔の扱い:  頭部の距離  両材材の距離

傾角 δ: 25 度 水平角 ω: 0 度 自動配置

※頭部位置のマウス移動: 表上で右クリック→ポップアップメニュー

No.	前Noとの間隔(m)	頭部Y座標(m)	自由長 Lf(m)	定着長 La(m)	アンカー力 T(kN)
1	-----	35.602	13.000	8.000	0.1
2	4.182	31.454	15.000	8.000	0.1
3	4.005	27.761	15.000	8.000	0.1
4	4.101	24.408	15.000	8.000	0.1
5	4.043	21.034	15.000	8.000	0.1
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					

すべり方向: ← 向き: 右端→左端(時計まわり)  
 ※図中の赤線はy方向の入力範囲を表します。

範囲: 3.000~10.000

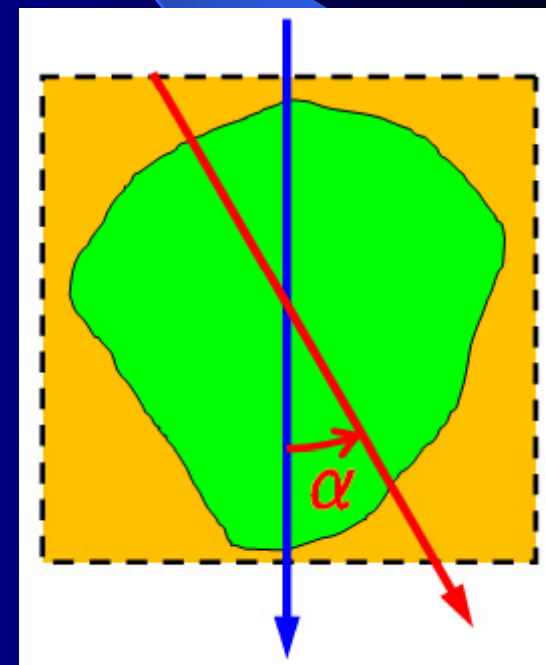
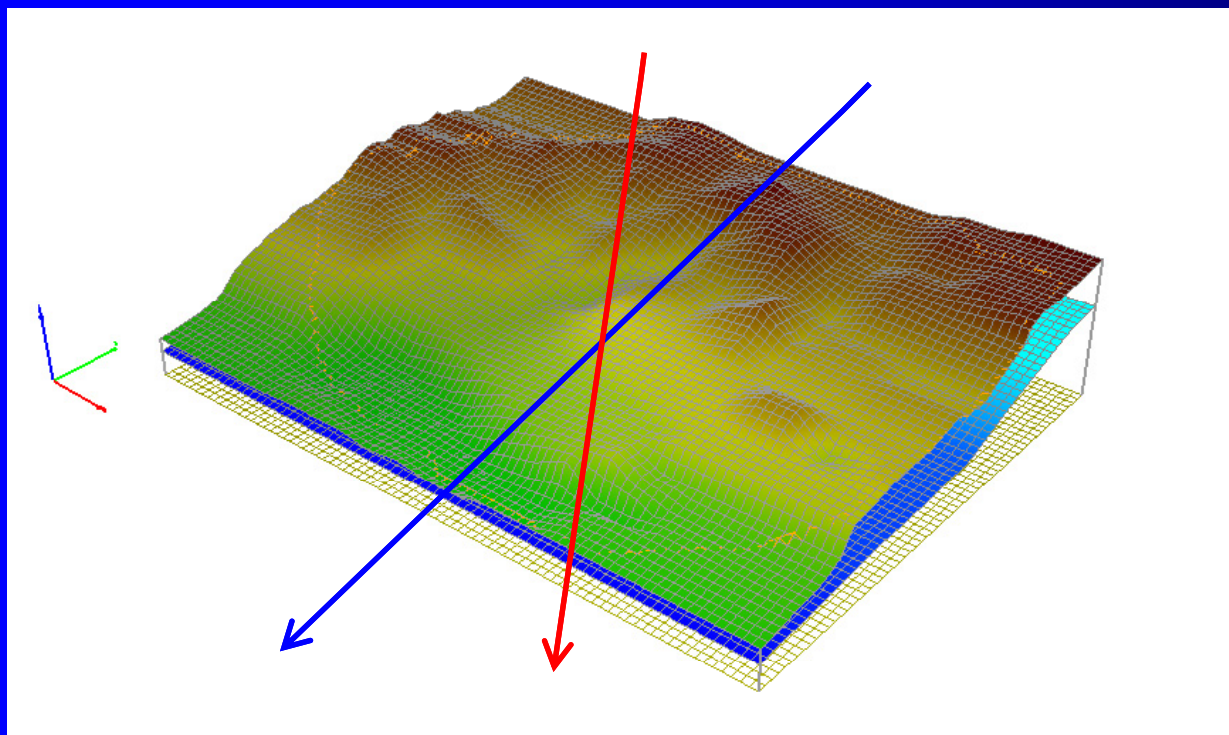
確定 取消 ヘルプ(出)

▲断面入力

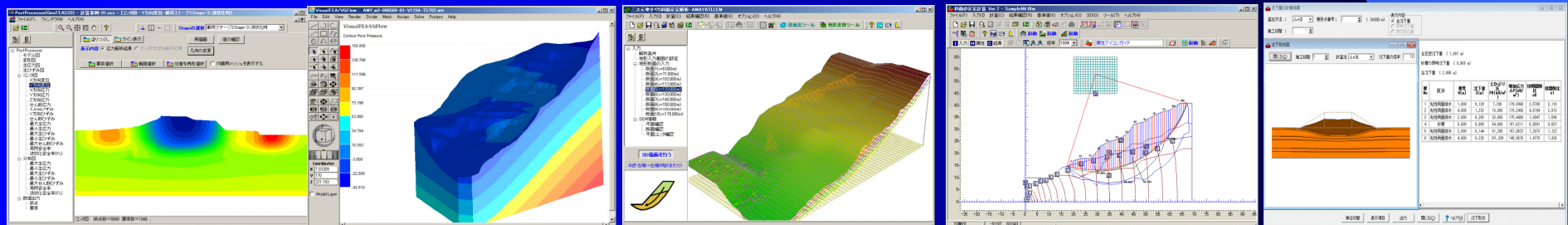
## 新機能:任意のすべり方向に対する検討に対応

任意のすべり方向に対する検討に対応しました。

前バージョンでは、入力した地形に対して必ず平行(図の青線)にすべるものとして解析していましたが、すべり方向角を入力することにより、任意のすべり方向の検討ができるようになりました。

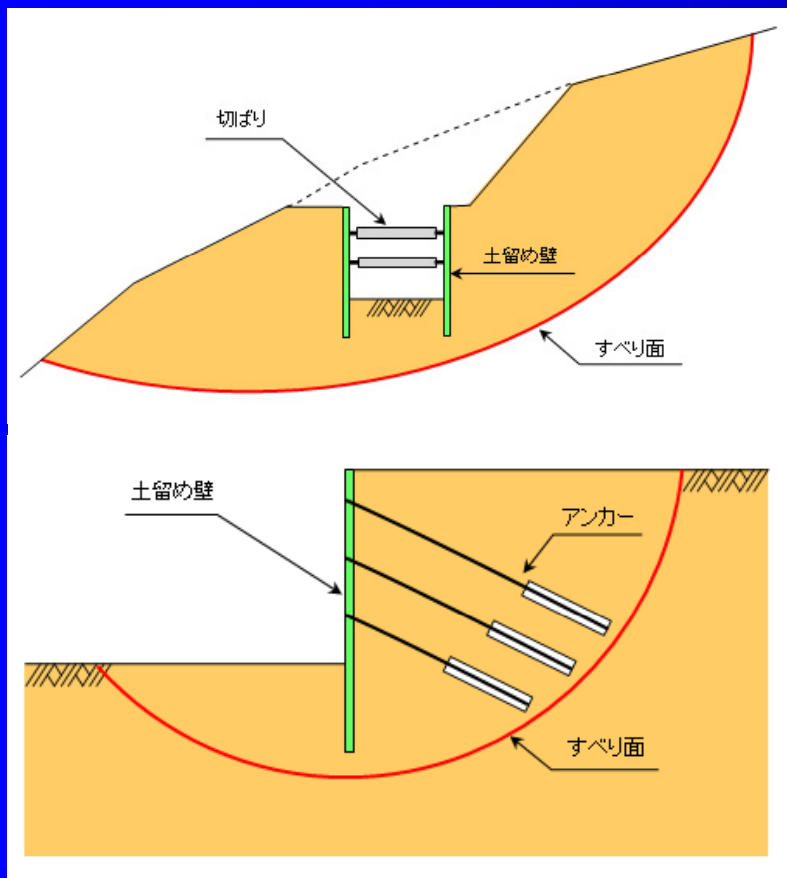


# 4.土留め工の設計Ver.9 外的安定性の検討



## 新機能: 外的安定性の検討 (円弧すべり)

「切梁式土留め(両壁選択時)」、「アンカー式土留め」の場合に  
外的安定性の検討(円弧すべり)に対応しました。



▲外的安定性の検討

円弧すべり検討結果(外的安定)

格子範囲変更

検討格子分割幅

△X (m)	3.00
△Y (m)	3.00

格子範囲 マウスによる入力  ON  OFF

始点 X	-15.274
始点 Y	63.977
終点 X	20.461
終点 Y	39.193

円弧すべり実行  斜面用ファイル保存

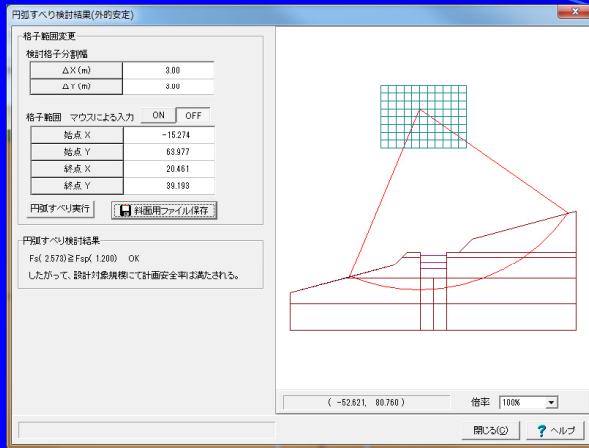
円弧すべり検討結果

Fs( 2.573) ≥ Fsp( 1.200) OK  
したがって、設計対象規模にて計画安全率が満たされる。

( -53.747, 52.340 ) 倍率 100%

閉じる(C) ヘルプ

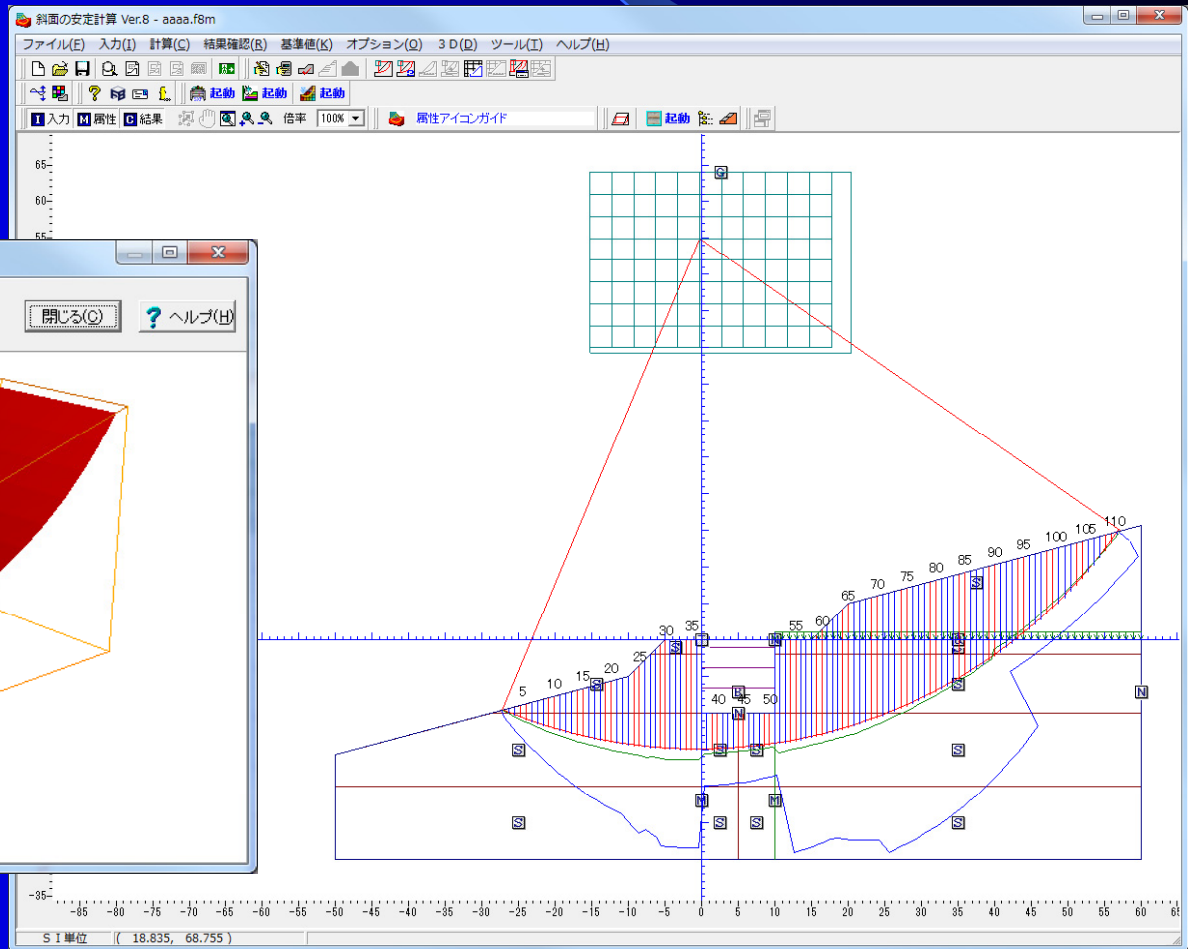
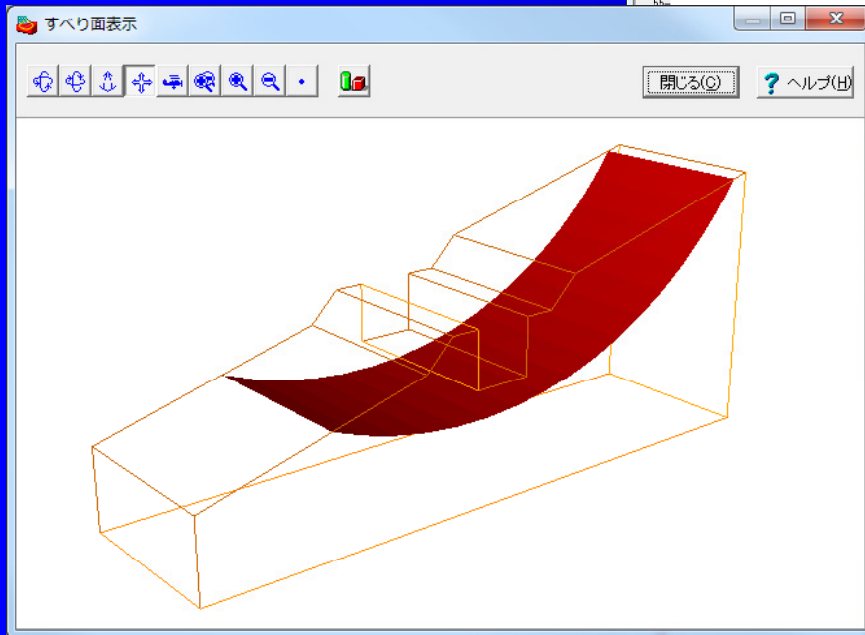
▲検討結果画面の検討



■「斜面の安定計算」用データの保存  
外的安定の計算データは『斜面の安定計算』  
用のデータとして保存することもできます。



▼斜面の安定計算



「アンカー式土留め」かつ  
「背面地層に傾斜あり」の  
場合の計算結果。

円弧すべり検討結果(外的安定)

格子範囲変更

検討格子分割幅

ΔX (m)	2.00
ΔY (m)	2.00

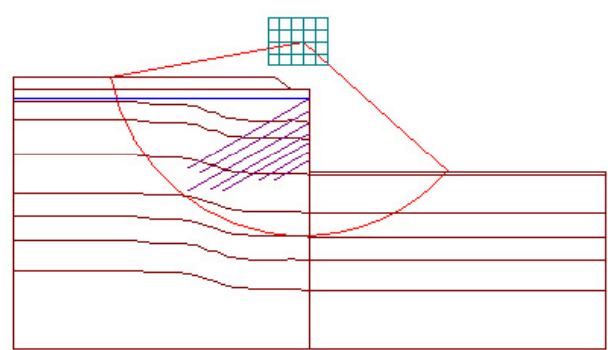
格子範囲 マウスによる入力  ON  OFF

始点 X	-7.000
始点 Y	12.000
終点 X	4.000
終点 Y	3.000

円弧すべり実行

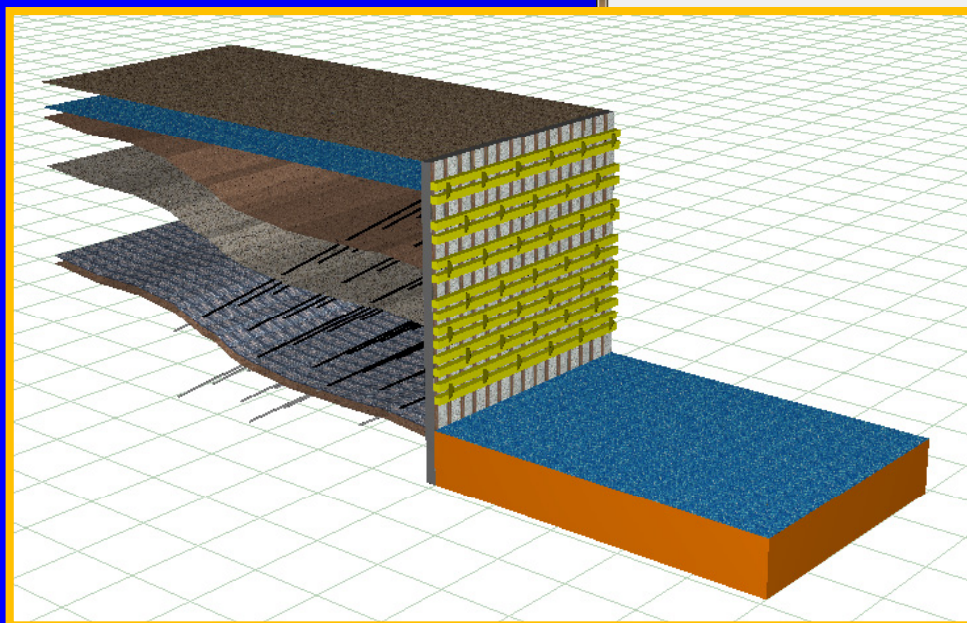
円弧すべり検討結果

$F_s(1.870) \geq F_{sp}(1.200)$  OK  
したがって、設計対象規模にて計画安全率が満たされる。

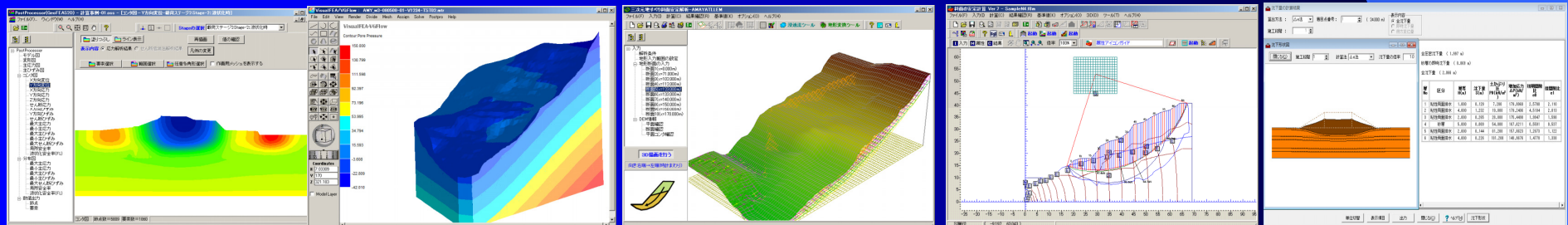


( -44.767, 44.767 ) 倍率 100%

閉じる(C) ヘルプ

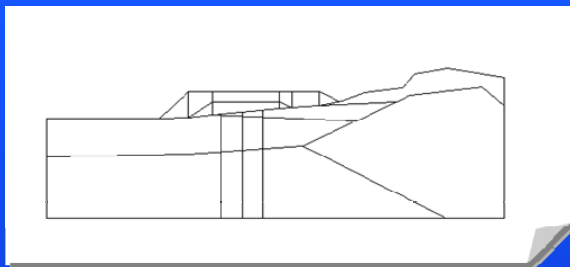


# 5. 圧密沈下の計算Ver.7 の新機能

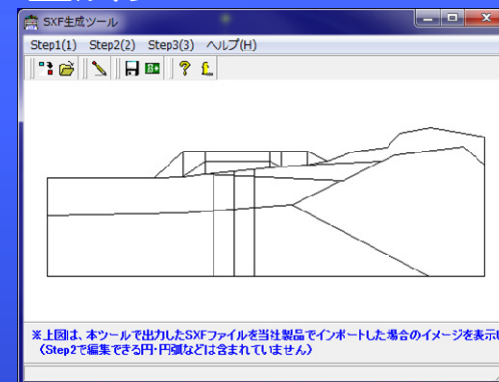


# 新機能: CADファイルからの地形インポート機能

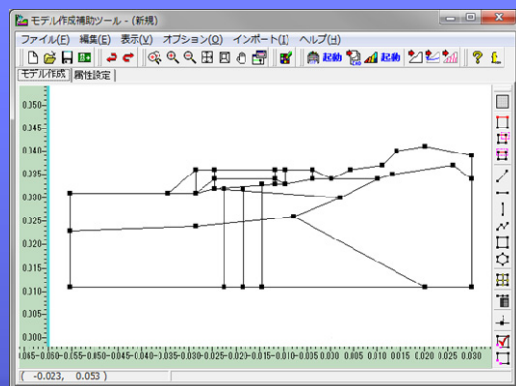
- CADファイル
- ラスタイメージ



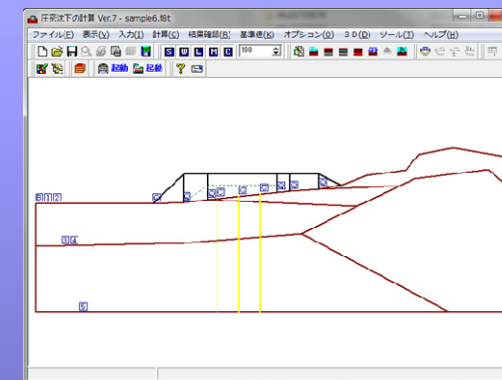
## SXF生成ツール



## モデル作成補助ツール

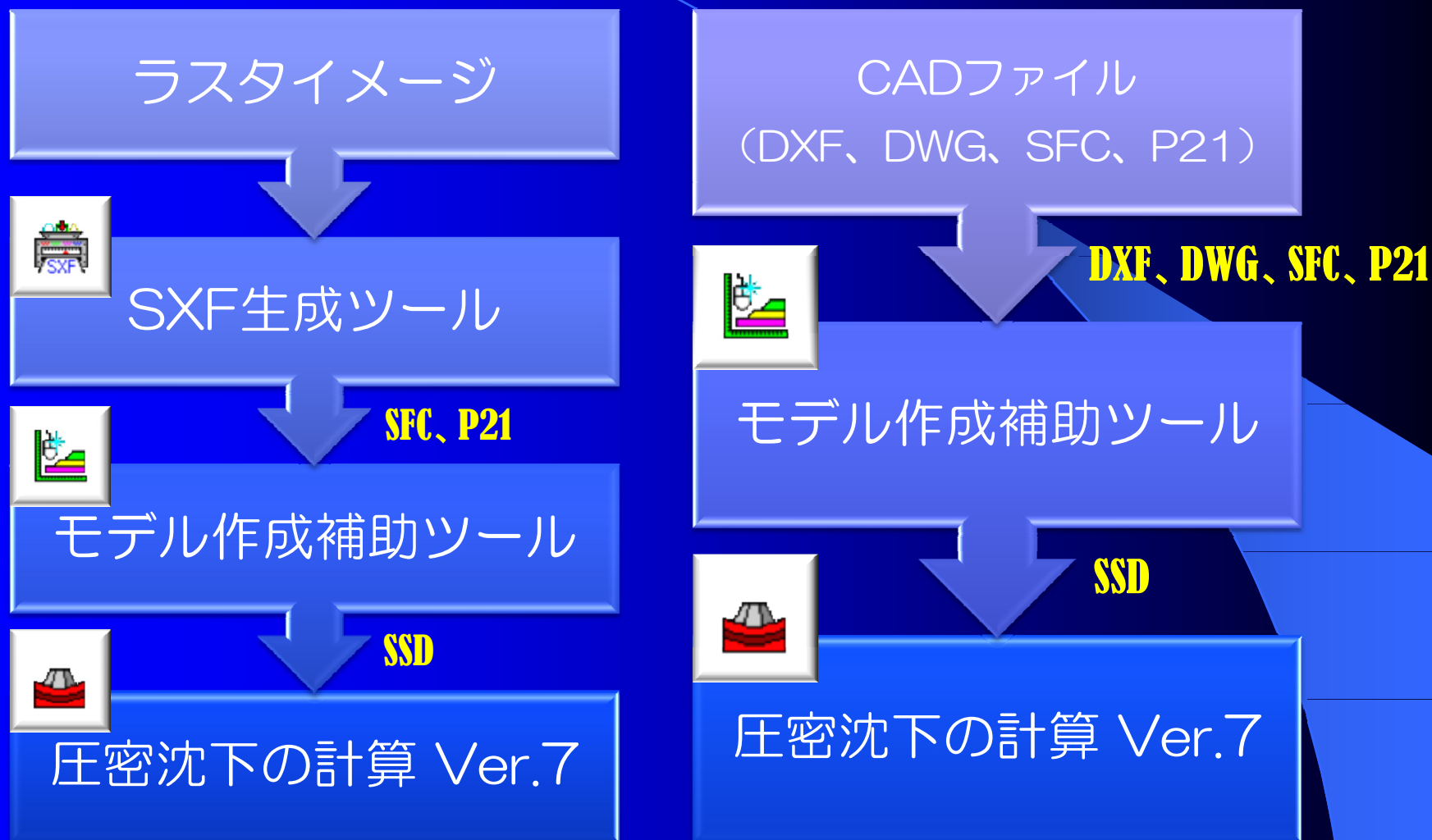


## 圧密沈下の計算 Ver.7





## 新機能: CADファイルからの地形インポート機能



# 新機能：盛土形状の座標入力

地表面の始終点の深さ(Y座標)

位置	始点(m)	終点(m)
	-20.000	-21.867

地表面の中間点の深さ(m)

NO	X座標	Y座標
1	-30.000	-20.000
2	-25.000	-25.000
3	-10.000	-25.000
4	-6.045	-21.500
5	0.000	-22.370
6	1.555	-21.980
7	2.179	-22.110
8	5.945	-22.080
9	11.529	-22.240
10	15.004	-22.169
11	16.438	-22.140
12		
13		
14		
15		

地層全体のX方向範囲(X座標)

位置	始点(m)	終点(m)
	-54.382	20.445

(始点X < 終点X)

適用

## 新機能：双曲線法対応による実測値解析値比較

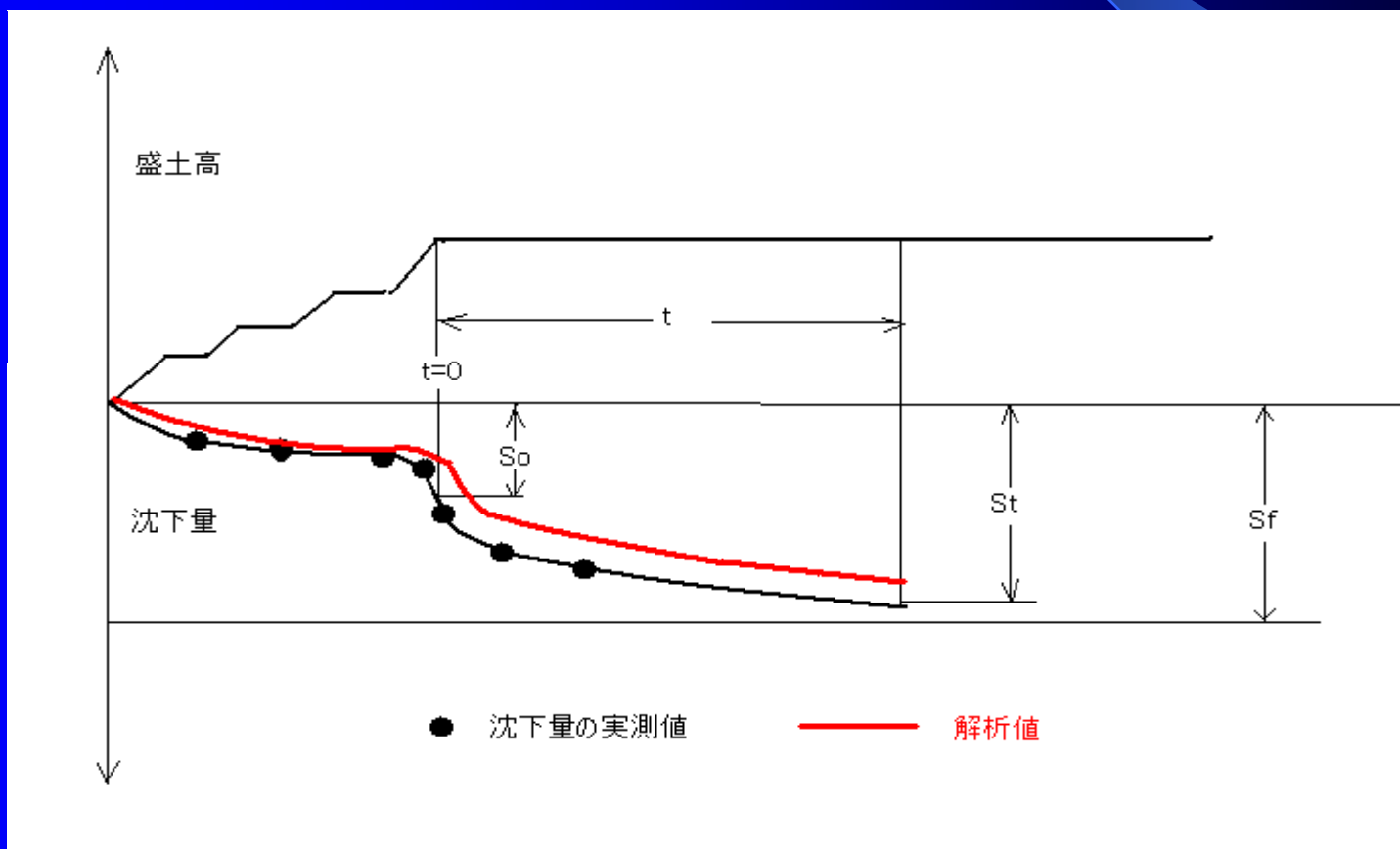
$$S_t = S_0 + \frac{t}{\alpha + \beta t}$$

ここに、

$S_0$ : 初期沈下量( $t=0$ )

$t$ : 経過時間

$\alpha$ 、 $\beta$ : 実測値から求められる係数





## FORUM8デザインフェスティバル 2011-3Days

・2011年11月15日(火)～11月17日(木)

15日(火):第10回 3D・VRコンテスト オンクラウド

16日(水):第12回 UC-win/Road協議会

第5回 国際VRシンポジウム

17日(木):第5回 FORUM8デザインコンファランス

Day2/3会場は、品川フロントビル会議室