

# 斜面の安定計算 Ver.10 (対策工対応)

Ver.10

UC-1  
道路土工

## 耐震性能照査に対応した 斜面安定解析・対策工設計プログラム

各種設計基準類の選択により対象とする土構造物における設定された湛水条件での土中水の状態を自動設定する斜面安定解析プログラム。斜面安定解析／逆解析(逆算法)の基本解析或いは法面工の景観設計を行う基本機能と、各種対策工の設計計算機能を付加した製品とに区分されます。土構造物に対する性能設計化規定に備え、「ニューマーク法」及び「浸透流FEM解析」の機能を標準実装しています。「ニューマーク法」では、従来の地震力を静的な慣性力とした破壊安全率による仕様設計に加え、地震波形を与えて地震後に残留する変位量に着目し、その大小による斜面の安定性能評価が可能です。「浸透流FEM解析」では、鉛直二次元飽和/不飽和浸透流FEM解析及び解析結果のアニメーション出力が行え、その解析結果を斜面安定プログラムにインポートすることによる、浸透に起因するすべり破壊の照査が可能です。

プログラム価格(対策工対応): ¥320,000.

プログラム価格: ¥250,000.

保守契約・レンタル価格: P.160~161参照

電子納品 対応	3D PDF	SXF3.1 対応	有償 セミナー
------------	-----------	--------------	------------

Windows XP/Vista/7/8 対応

### プログラムの機能と特長

- 各種すべり面形状に対応し、常時・地震時・液状化時での解析が可能です。臨界面には最小安全率と最大抑止力とをサポートし、逆算法や間隙水圧の変更、格子範囲の変更等の二次処理機能に加え、圧密による地盤の強度増加やサンドコンパクションパイル工法、逆算法における鉛直層圧の計算、残留浸潤面の自動計算等の付加計算機能も豊富です。
- 斜面安定解析で使用した標準断面形状に奥行きを与えることにより、すべり面の3D表示機能に加え、様々な法面対策工画像を貼り付けることによる三次元イメージパースを出力させる簡易景観設計を行うこともできます。安定計算機能としては、仕様設計として安全率による照査と信頼性設計レベル1として部分係数法による耐力作用比による照査が可能です。
- 紙(スキャンによる画像取り込み)、画像ファイル(TIF, BMP, GIF, JPEG)、CADファイル(DXF形式, SXF形式)、浸透流解析データ(当社別売「3次元浸透流解析(VGFlow)」または別製品でも可)等の様々な媒体のインポートにより簡単に地層モデル形状を作成することができます。

#### ■適用基準

各種設計基準類の選択により対象とする土構造物における設定された湛水状態での土中水の状態を自動設定します。以下に挙げる設計基準以外での計算は、設計基準として任意を選択することによりあらゆる計算が可能です。

設計基準類	対象
道路土工要綱 平成21年6月(社)日本道路協会	——
道路土工指針 盛土工指針 平成22年4月(社)日本道路協会	道路盛土/切土工・地すべり
道路土工指針 切土工・斜面安定工指針 平成21年6月(社)日本道路協会	切土工・地すべり
道路土工のり面工・斜面安定工指針 平成11年3月(社)日本道路協会	道路盛土
道路土工 軟弱地盤対策工指針(社)日本道路協会	軟弱地盤対策
設計要領 第一集 土工編 NEXCO	道路盛土/軟弱地盤対策/地すべり/高盛土・大規模盛土
鉄道構造物等設計標準・解説書土構造物(財)鉄道総合研究所	鉄道盛土/軟弱地盤対策/地すべり
宅地耐震設計指針(案)住宅・都市整備公団都市開発事業部	宅地造成
港湾の施設の技術上の基準・解説書 平成11年4月/平成19年9月(社)日本港湾協会	港湾施設
建設省河川砂防技術基準(案)設計編(II)(社)日本河川協会編	港湾施設
多目的ダムの建設 設計編(財)ダム技術センター	ダム
建設省河川砂防技術基準(案)設計編(I)(社)日本河川協会編	ダム/普通堤防/高規格堤防
(第二次)改訂ダム設計基準(社)日本ダム学会	ダム
土地改良事業計画設計基準 設計「ダム」技術書(フィルダム編) 農林水産省 農村振興局	ダム
土地改良事業計画設計基準 設計「ダム」基準書 技術書(共通編) 農林水産省 農村振興局	貯水池周辺地すべり
土地改良事業計画設計基準 計画「農地地すべり防止対策」 農林水産省 農村振興局 計画部資源開発課	地すべり
土地改良事業設計指針 ため池整備 農林水産省 構造改善局	ため池
防災調節池等技術基準(案)(社)日本河川協会	防災調節池
河川堤防の構造検討の手引き(財)国土技術研究センター	普通堤防
高規格堤防盛土設計・施工マニュアル(財)リバーフロント整備センター	高規格堤防
新版 地すべり綱要設計要領(社)地すべり対策技術協会	地すべり
多目的ダムの建設 調査編(財)ダム技術センター	貯水池周辺地すべり
貯水池周辺の地すべり調査と対策(財)国土開発センター	貯水池周辺地すべり

#### ■検討ケース

計算種別: 常時、地震時、液状化時 臨界面種別: 最小安全率臨界面 最大抑止力臨界面

#### ■破壊基準

有効応力法、全応力法、全応力法( $\phi_u=0$ )法の3通りから設定できます。

#### ■対応すべり面

すべり面	円弧すべり	複合すべり			任意すべり
		円弧-円弧	円弧-円弧-円弧	円弧-直線-円弧	
形状図					

#### ■計算法

Fellenius法、修正Fellenius法、簡易Bishop法、簡便法に対応し、貯水池周辺地山における斜面安定計算手法に対し、基準水面法をサポートしています。

#### ■付加属性

- 集中荷重・分布荷重の考慮: 地表面に載荷される荷重を考慮した安定解析が可能です。
- 定常浸透状態における等ポテンシャル線の入力により、間隙水圧の計算も可能です。

#### ■二次処理機能

- 必要抑止力の計算: 各種すべり面形状に対する必要抑止力の計算が可能。
- 押え盛土の計算: のり戻への押え盛土形状の概略検討が可能。
- c- $\phi$ 変更・逆算法: 臨界面に対するc- $\phi$ の処理機能により、地すべり解析における逆算法の検討が可能。マウスにより土質ブロックの指定が、ビジュアルかつ容易にできます。
- 間隙水圧値変更・間隙水圧倍率変更: 臨界面に対し間隙水圧値を変更した状態での安全率の計算が可能です。間隙水圧値の変更はビジュアルかつ容易にできます。
- 格子範囲変更: 検討格子範囲を変更した場合での臨界面を再計算。

#### ■付加計算

- 粘着力の深度による増加: 設定した深度を基準とした粘着力の単純増加値でのせん断抵抗の計算が可能です。

- サンドコンパクションパイル工法施工時の安全率の照査が可能です。
- 基礎地盤の圧密に伴う強度増加を考慮した全応力法の計算が可能です。
- 逆算法における粘着力cの経験値による計算に際し、cの決定根拠としてすべり土塊の鉛直層厚を計算・出力します。
- 残留率の入力による残留浸潤面の計算: 貯水池周辺地山の地すべりにおける基準水面法での計算に際して、残留率の入力により、残留浸潤面を自動計算します。
- 地震時安定検討に際して、設計震度を土質ブロックごとに設定できます。
- 土質ブロックごとの過剰間隙水圧比の変更: 盛土施工直後の安定検討及び液状化時の安定検討に際して、過剰間隙水圧を土質ブロックごとに設定できます。

#### ■対応湛水状態

- 過剰間隙水圧、浸透流、残留間隙水の有無等により以下の湛水状態での計算が可能です。
  - 空虚時: 堤水が行われていない、また、地下水位が低く、すべり面と交差しない状態。
  - 施工直後: 盛土の施工が急激で、非排水状態が保たれ、過剰間隙水圧が発生する状態。
  - 部分水中時: 斜面の一部が水中に没し、通常は浸潤面が外水位と同一レベルにある状態。また、浸潤面が外水位とレベルではないが、側方の水の流れがなく、静止している状態。
  - 定常浸透時: 浸潤面が外水面と同一レベルでなく、側方に水が流れている状態。別売VGFlow(別製品も可)との浸透流解析連携が可能です。
  - 水位急低下時: 堤体の透水性が低い場合、外水位の急低下による残留間隙水圧が土塊に作用する状態。水位の急激な下降のため、堤体内に水が残留し、水位急降下前の水位(旧水位線)から水位急降下後の水位線までの間に残留間隙水が存在する計算となります。
  - 圧力作用時: すべり土塊自体には間隙水圧がないが、すべり面下に被圧されて地下水があり、被圧地下水頭がすべり面より高い状態。

#### ■港湾基準における信頼性設計法レベル1部分係数法(地盤の支持力・地盤のすべり破壊)

- 各種対策施設毎の部分係数のデータベースをプログラムに内蔵
- 耐力の設計用値Rdが作用効果の設計用値Sdを上回るとした耐力作用比による破壊確率の照査機能に対応
- 照査用残留水圧の計算に対応

#### ■中規模地震動対応の設計水平震度の自動計算

レベル1地震動を考慮した地震時安定計算に用いる設計地震動には、中規模地震動対応の設計水平震度が用いられます。地盤種別および日本国土の地域別補正係数のデータベースを内蔵しており、設計水平震度の自動算出、自動データセットに対応します。

#### ■データ連携

- GeoFEAS2D読み込むことができる地形データ(原地盤面以下の地層のみ)を保存に対応
- 地盤の動的有効応力解析UWLWから等価加速度波形の連携が可能(ニューマーク法)

#### ■特長

- 極限平衡法による静的安全率照査、及びニューマーク法による動的残留変位量(滑動変位量)の照査に対応。レベルI地震時を想定した極限平衡法による安全率照査、レベルII地震時を想定したニューマーク法による残留変位量(滑動変位量)の照査を同時計算可能。
- 飽和/不飽和浸透流FEM解析結果を反映させた斜面安定解析が可能。土質ブロックをメッシュ分割し、材料プロパティ、境界条件を設定して行った浸透流FEM解析(等ポテンシャル線図)を取り込んだ斜面安定解析を行います。
- 斜面安定計算から対策工の設計計算に至る一連の設計計算に対応。斜面安定計算(極限平衡法)を行った地形条件に、対策斜面工区並び対策条件を定義することで、対策工の設計計算までを検討することができます。
- 直感的なインターフェース
- 必要な入力項目はツリービュー表示しています。また、メインウィンドウに表示の各入力アイコンをクリックし、直ちに、入力画面を呼び出すことができます。ニューマーク法による耐震性能照査では、入力地震波に連動した滑動変位図のアニメーション出力により、地震応答をよりビジュアルに確認できます。
- 編集可能な出力
- 比較一覧表の出力、図面のDXF出力、出力プレビュー機能、HTML出力などもサポートしています。出力は、当社F8-PPF機能により、出力内容を編集する事が可能で、表紙、目次の追加、ページ情報の設定、文書全体の体裁を設定するための機能があります。

#### 浸透流FEM解析 機能概要

近年特に集中豪雨の発生頻度と相まって数多くの土砂災害が発生し、斜面安定問題において浸透流に対する安全性の検討は極めて重要視されてきています。盛土は豪雨時に崩壊することが多く、有限要素法による飽和/不飽和浸透流解析は、間隙水圧の評価に対する有用なツールとなります。本機能ではFEM解析結果のアニメーションにより確認・流況を取込み、地盤中の浸透流を考慮した斜面安定解析を行うことが可能です。

#### ■浸透流FEM解析機能概要

鉛直二次元定常・非定常浸透問題: 鉛直二次元平面(重力項を考慮)における定常・非定常浸透問題

#### ■対応境界条件

- 水頭既知境界: 水位が一定の境界/浸出面境界: 浸出可能となる境界
- 降雨境界: 降雨を与える境界面/流量境界: 流量が既知である境界
- 水位変動境界(非常): 経時的に水位が変化する境界
- 浸出禁止境界(非常): 計算結果により水が地盤内に入らなければ水頭既知境界となり、水が地盤外に流出すれば不透水境界となります。

#### ■斜面安定と浸透流解析との間で連携されるデータ

斜面安定から浸透流解析へは、地層線を含むモデル形状及び土質ブロック属性を、浸透流解析から斜面安定へは、水位線データ、等ポテンシャル線となります。



対策工の設計計算 機能概要

対策工対応版では斜面安定解析機能に加え、のり面に対策工区(最大5工区同時計算)を設定し、対策工の設計計算、対策工施工後の斜面安定計算を行うことが可能です。対策工法としてはジオテキスタイル補強盛土工法、グラウンドアンカー工、切土補強土工、ロックボルト工、のり枠工、杭工をサポートし、各種対策工法での数量計算にも対応しています。補強材設置後の斜面の安定計算を行うことも可能です。

■対策工適用範囲

設計計算	
ジオテキスタイル工	工法:補強盛土(1:1.0緩)h≤8.0m、補強盛土(1:1.0緩)h>8.0m 設計項目:内的安定(破断検討、引抜け検討:簡便設計法、設計法)、全体安定(すべり破壊) 安定計算:引張力そのものが抵抗する(Mr+ΣRT)/Md、引留め効果と締付け効果とで抵抗する(Fs=[Mr+ΣR(Tsinθtanφ+Tcosθ)]/Md)
グラウンドアンカー工	設計区分:のり枠工本体の設計を含む場合、アンカー材のみを設計する場合 工法:CCL工法、フレッシュナー法、VSL工法、SEEE工法、ストロングホールドリル工法 設計項目:横枠・縦枠設計(RC断面)/アンカー一時(支圧応力度、地盤支持力度)
切土補強土工	補強材タイプ:異径棒鋼、ロックボルト 目的:仮設、永久 設計項目:補強材の断面照査、補強材長、内的安定計算、外的安定計算
のり枠工	のり枠種類:プレキャスト枠工、吹付枠工、場所打枠工 設計項目:横枠・縦枠設計(RC断面)/アンカー一時(支圧応力度、地盤支持力度)
杭工	杭設計位置:Ru-Lx曲線/杭種・工法:杭種(鋼管杭、H鋼杭、鋼矢板)、工法(くさび杭、せん断杭、抑え杭) / 設計項目:安定計算(杭形式の判定/最大変位量/杭間隔/不動層の根入れ長検討/地盤の降伏・破壊)、断面照査(曲げ照査/せん断照査)、杭前面の受働崩壊に対する検討
補強斜面の安定計算	
補強盛土:ジオテキスタイル工	引張材抑止:グラウンドアンカー工、切土補強土工

ニューマーク法 機能概要

土構造物に対する性能設計化規定に備え、盛土の耐震照査として、レベルⅠ地震動を想定した照査と、レベルⅡ地震動を想定したニューマーク法による性能照査との同時出力ができます。過圧密粘土や密な砂に対するひずみ軟化に伴う盛土材の強度劣化を考慮した解析も可能であり、出力は各種時刻歴図に加え、入力地震波形に連動する滑動変位量のアニメーション機能も備え、地震応答を視覚的に捉えることができます。

■耐震検討ケース

- ・レベルⅠ地震動:地震力を静的な慣性力として破壊・非破壊の評価を行う極限平衡法による従来の仕様設計
- ・レベルⅡ地震動:地震後に残留する変位量に着目し、その大小により斜面の安定性を評価するニューマーク法による性能設計

■ニューマーク法機能概要

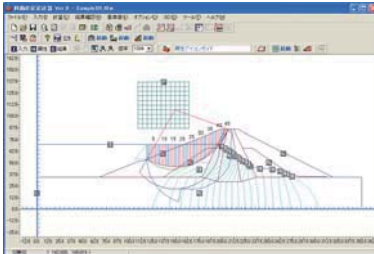
地震波形読込/サイン波形新規作成、ひずみ軟化に伴う盛土材の強度劣化の考慮、設定範囲内のすべり線に対する降伏震度Kyの計算、すべり線の設定に対する照査、入力地震波形に対応する滑動変位量の時刻歴解析、各種時刻歴図出力/滑動変位アニメーション出力/対策工施工時、震度の方向考慮した解析が可能/降伏震度の直接入力が可能/時刻歴図への降伏震度を描画/土工指針平成21年6月、NEXCO設計要領平成21年7月改定に対応

■Ver.10 改訂内容<2013年7月17日リリース>

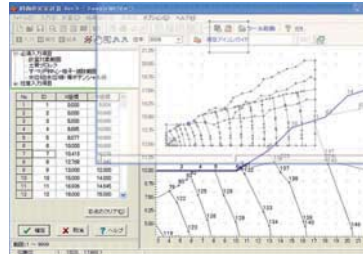
- 1.道路土工 軟弱地盤対策工指針(平成24年8月(社)日本道路協会)に対応
- 2.鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計(平成24年9月(財)鉄道総合研究所)に対応
- 3.鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物(平成19年1月(財)鉄道総合研究所)に対応
- 4.設計要領第一集 土工編(平成24年7月東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、西日本高速道路(株))に対応
- 5.港湾の施設の技術上の基準・同解説(平成19年9月、(社)日本港湾協会 記載の『構造解析係数γa』に対応
- 6.SXFファイル Ver.3.1のファイルのインポートに対応

画面サンプル

▼入力メイン画面



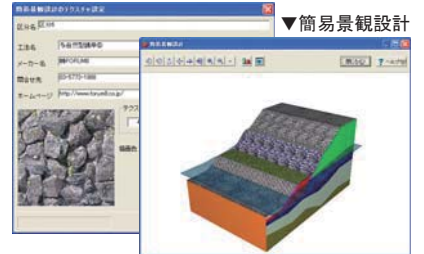
▼形状・属性入力(モデルビューワ)



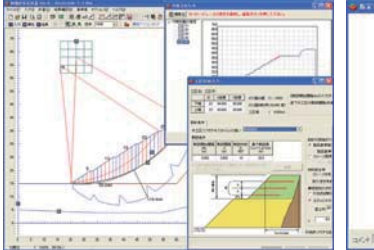
▼設計条件-設計基準



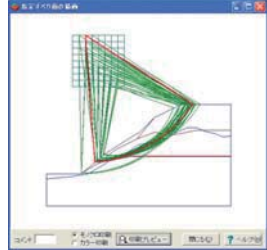
▼簡易景観設計



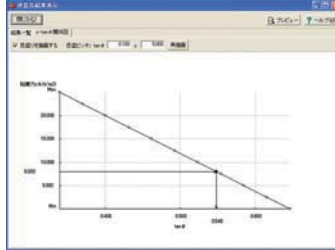
▼ジオテキスタイル補強盛土工法



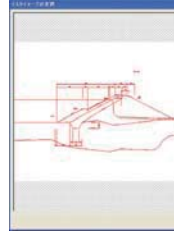
▼複数すべり面の同時描画



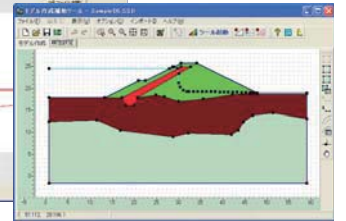
▼逆算法c-tanφ関係図



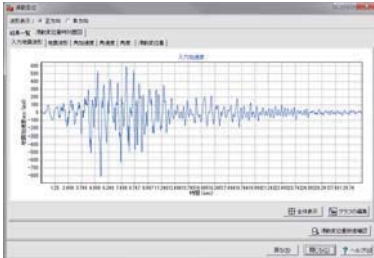
▼SXF生成ツール(ラスターイメージ変換)



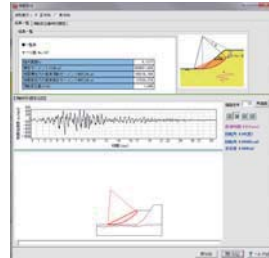
▼CADデータインポート



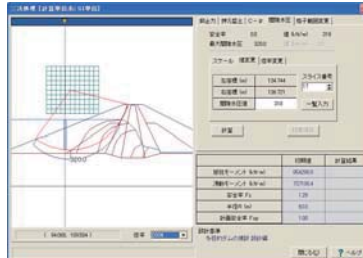
▼地震波形の設定(ニューマーク法)



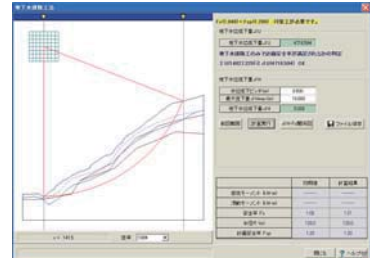
▼法滑動変位アニメーション出力



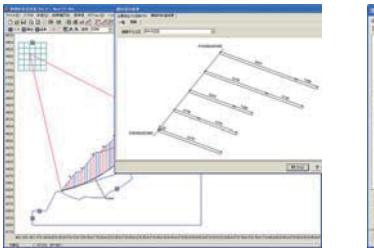
▼二次処理-間隙水圧変更画面



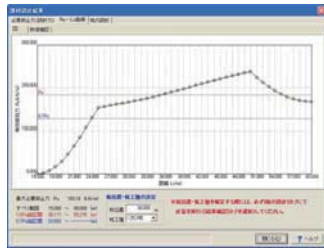
▼地下水排除工法画面



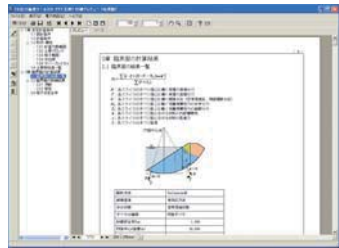
▼切土補強土工法



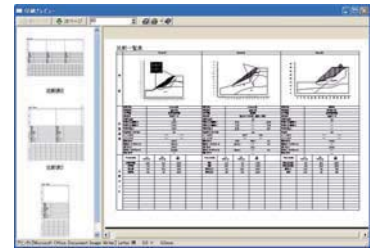
▼杭工Ru-Lx曲線出力



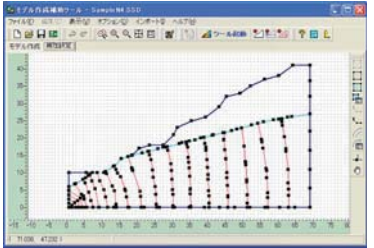
▼印刷プレビュー



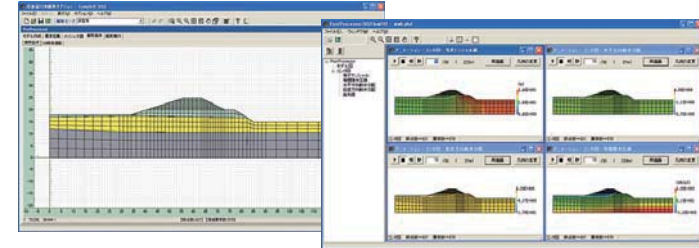
▼比較作作成画面



▼浸透流解析連携



▼浸透流FEM解析(PostProcessor)



▼点源により揚水をシミュレート

