

堤体の安定計算

「堤体の安定計算、液状化の検討

簡易ニューマーク法による堤体の滑動変位量の計算が可能」

ーはじめにー

本システムは、「土地改進黨業設計基準 設計ダム「フィルダム編」、土地改良耐震設計の手引き」「防災調節池等技術基準(案)」等の基準に基づき、「堤体の安定計算」を行います。また、安全率を指定して地層の土質定数(C、 ϕ)を「逆算法」により算定することができます。「液状化の検討」では、「レベル1地震時」、「レベル2地震時(タイプⅠ、Ⅱ)」に対して、液状化に対する抵抗率FL値の算定を行います。また、液状化の検討で算出されたFL値に対して過剰間隙水圧比を求め、過剰間隙水圧(ΔU 法)を考慮した安定解析も可能です。「簡易ニューマーク法」では、すべり安定計算に加速度波形を考慮し、すべり土塊の滑動変位量を求めることができます。安定解析の結果、所定の安全率が得られない場合、「対策工(押え盛土、地盤改良、サンドコンパクションパイル、ジオテキスタイル補強盛土)」の対策の計算が可能です。

●本システムの特徴

適用基準及び参考文献

1. 堤体の安定計算

①土地改進黨業設計基準 設計ダム「フィルダム編」	H.15.4	農水省農村振興局
②土地改進黨業設計指針「ため池整備」	H.27.5	公社 農業農村工学会
③防災調節池等技術基準(案)	H.19.9	(社) 日本河川協会
④土地改良耐震設計の手引き	H.16.3	(社) 農業土木学会
⑤高規格堤防盛土・設計施工マニュアル	H.12.3	(社) リバーフロント整備センター
⑥河川堤防の構造検討の手引き	H.14.7	(社) 国土技術センター

2. 液状化の検討

①道路橋示方書・同解説Ⅴ 耐震設計編	H.24.4	(社) 日本道路協会
②道路土工軟弱地盤対策工指針	H.24.8	(社) 日本道路協会
③土地改進黨業設計指針「ため池整備」	H.27.5	公社 農業農村工学会

3. 対策工

①道路土工軟弱地盤対策工指針	H.24.8	(社) 日本道路協会
②ジオテキスタイルを用いた補強土の設計施工マニュアル	H.25.12	(財) 土木研究センター

4. 簡易ニューマーク法 * 参考文献

①設計要領 第一集 土工編	H.22.7	東・中・西日本高速道路株式会社
②道路土工盛土工指針	H.22.4	(社) 日本道路協会
③道路構造物等設計基準・同解説 耐震設計	H.11.10	鉄道総合研究所
④道路震災対策便覧(震災復旧編)	H.18年度版	(社) 日本道路協会
⑤高盛土における大規模地震時の耐震性能	H.15.9	土木学会 第58回年次学術講演会
⑥ひずみ軟化と粒径特性を考慮したNewmark法による土構造物の地震時残留変形解析	H.13	第36回地盤工学研究発表会

●本システムの特徴

堤体形式

堤体形式は、「均一型」、「傾斜遮水ゾーン型」、「中心遮水ゾーン型」、「表面遮水壁型」の4つ形式から選択が可能です。

検討ケース

検討ケースは、「設計洪水位」、「サーチャージ水位」、「常時満水位」、「完成直後」、「水位急降下」の5ケースです。また、堤体の上流、下流に対して、常時、地震時の検討が可能です。

堤体形状

堤体の形状については、CADから座標点を取り込んで、堤体の形状を生成する方法、予め、CADで堤体の地層ブロックを生成したものを直接取り込むことも可能です。

浸潤線水位

堤体内の浸潤線水位は、「直接入力」、「均一型フィルダム（下流法先ドレーンタイプ、水平ドレーンタイプ、立上ドレーンタイプ）」、「中心遮水ゾーン型フィルダム」、「傾斜遮水ゾーン型フィルダム」のタイプより、各ケースごとに計算することも可能です。

荷重

荷重としては、「鉛直荷重」、「水平荷重」を考慮することができます。また、「常時」、「地震時」及び「すべり力に考慮」、「抵抗力に考慮」、「両方に考慮」から選択可能です。

条件設定

「MCL」、「NCL」、「ミニマムポイント」、「マキシマムポイント」、「引張亀裂線」等の各種条件を設定することが可能です。

計算機能

1.堤体の安定計算

1)堤体形式

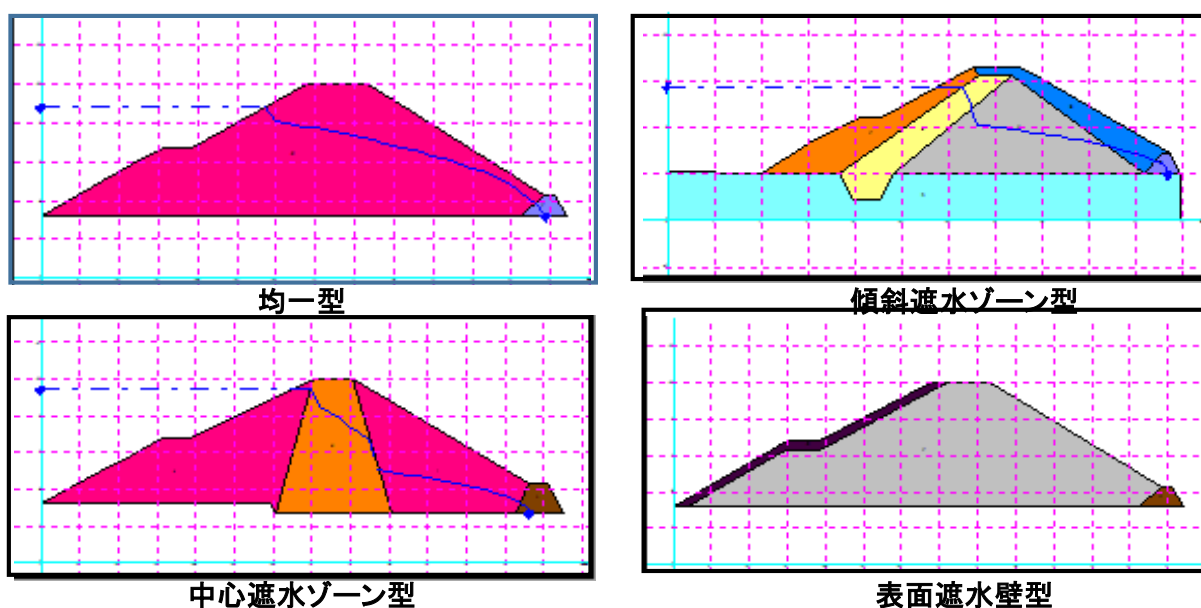


図-1 堤体形式

2)浸潤線水位

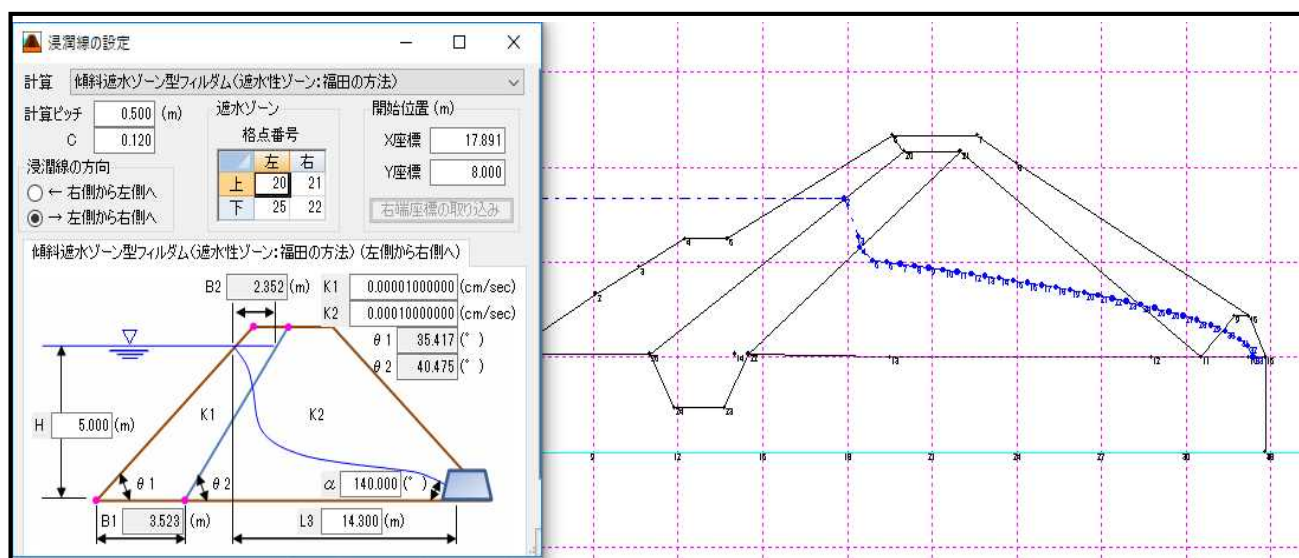


図-2傾斜遮水ゾーン型フィルダム浸潤線水位

3) 安定計算

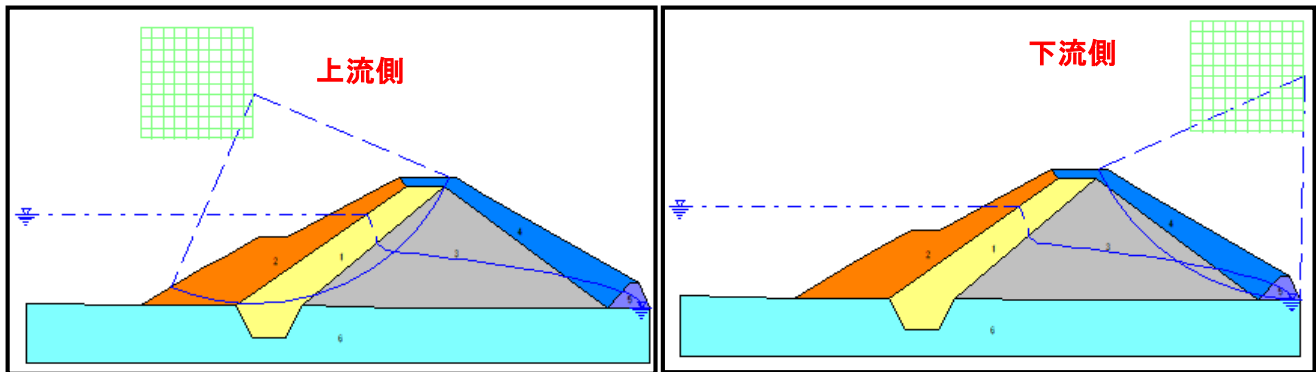


図-3 安定計算結果図

安定解析は、土地改良「フィリダム編」、土地改良「ため池整備」に記載されている「静水圧(a)～(d)法」の検討及び「地震時過剰間隙水圧を考慮した(ΔU 法)」の検討も可能です。

2. 逆算法

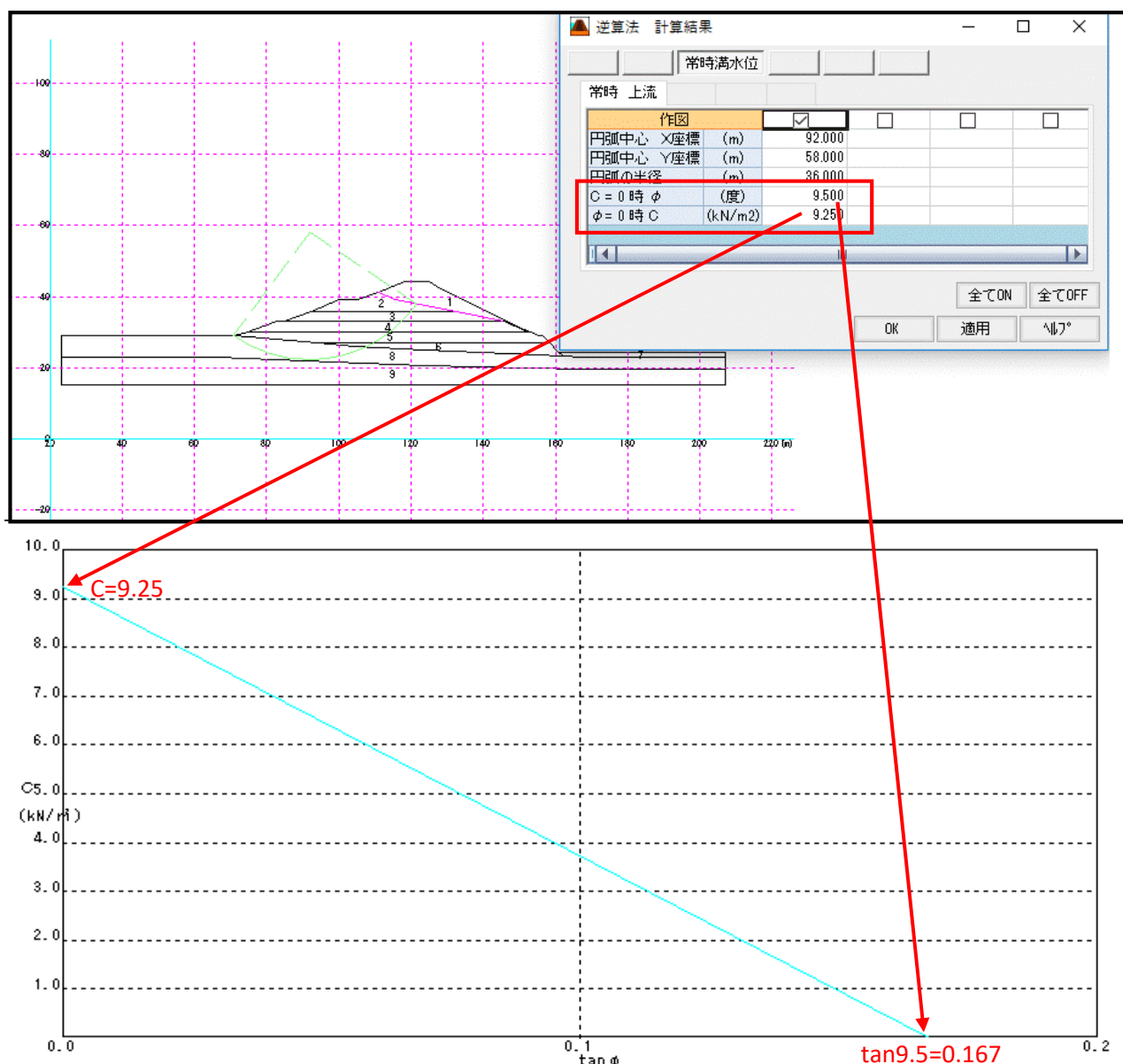


図-5 C-tan ϕ 図

逆算法では、C=0の時の ϕ 、 $\phi=0$ の時のCの自動算出に加え、C、 ϕ を指定して求めることも可能です。

3.液状化の検討

液状化判定

レベル1 | レベル2タイプI | レベル2タイプII

各深度の抵抗率FL

No	深度 (G.L.-m)	N値	σ_v (kN/m ²)	σ_v' (kN/m ²)	σ_{vb}' (kN/m ²)	低減係数 γ_d	R	L	FL
1	1.000								
2	3.000								
3	6.000								
4	9.000	5.000	170.938	166.680	166.680	0.865	0.161	0.355	0.452
5	12.000	20.000	229.138	196.960	196.960	0.820	0.285	0.382	0.747
6	20.000	35.000	379.238	267.760	267.760	0.700	0.407	0.397	1.025

各層の液状化の判定

判定 ○:液状化する ×:液状化しない 空:判定しない

No	層厚 (m)	深度 (G.L.-m)	平均N値	土質	平均FL	平均R	判定	土質低減係数 De
1	5.500	5.500	7.818	その他				
2	3.040	8.540	12.000	砂質土				
3	1.460	10.000	5.000	砂質土	0.452	0.161	○	0.333
4	3.000	13.000	20.000	砂質土	0.747	0.285	○	1.000
5	3.000	16.000	24.688	その他				
6	3.300	19.300	30.594	砂質土	0.944	0.371	○	1.000
7	0.700	20.000	34.344	礫質土				

※黄線は底板下面を示します。 ※水色着色層は地下水位以下の層を示します。
 ※土層は底板下面、水位、GL-10m、20mで自動的に分割されます。
 ※平均N値が赤色で表示されている場合は当該層にN値データがありません。
 この場合の平均FLは当該層上下位置のFL値の平均で計算しております。
 必要に応じてN値データを追加してください。

再判定

液状化指数(m2) PL = 7.73

液状化の検討では、平均FLの算出から液状化の判定を行います。また、液状化指数:PLの算出も行います。

算出されたFL値を安定計算に反映させて、「過剰間隙間隙水圧比」を求め、「 ΔU 法」による安定解析を行うこともできます。

4.簡易ニューマーク法

ニューマーク法データ入力

計算条件 地震波形

降伏震度の探索条件
降伏震度最小値 0.00001
降伏震度最大値 0.99999
計算最小間隔 0.00100
安全率許容誤差 0.01000
盛土材の強度低下
☐ 考慮しない
☒ 急激な強度低下を考慮
☐ 暫時的な強度低下を考慮
3波平均による残留変位量
☒ 計算する
☐ 計算しない

盛土材ピーク強度

地層ブロック番号	粘着力 (kN/m ²)	内部摩擦角 (度)
1	20.000	30.00
2	10.000	35.00
3	20.000	30.00
4	10.000	35.00

ニューマーク法データ入力

計算条件 地震波形

地震波形
地震波形1 I- I-1 2003 清水道路維持出張所 EW
地震波形2 I- II-1 2003 直別観測点地盤上 EW
地震波形3 I-III-1 2003 大樹町生花観測点 EW
地震波形
地震波形: 1 I- I-1 2003 清水道路維持出張所 EW

簡易ニューマーク法は、すべり土塊が剛体であって、すべり面における応力歪み関係が剛塑性と仮定してすべり安定計算に加速度波形を考慮し、すべり土塊の滑動変位量を求めます。
 残留変位量(正側、負側)は、地震波に対して、正側、負側で計算します。

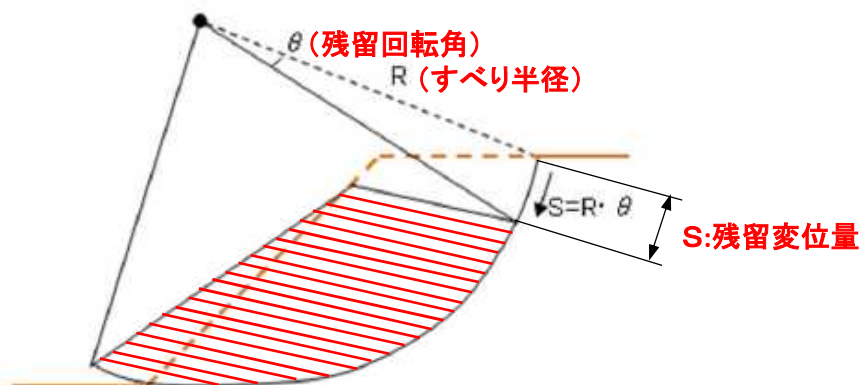


図-6 すべり図

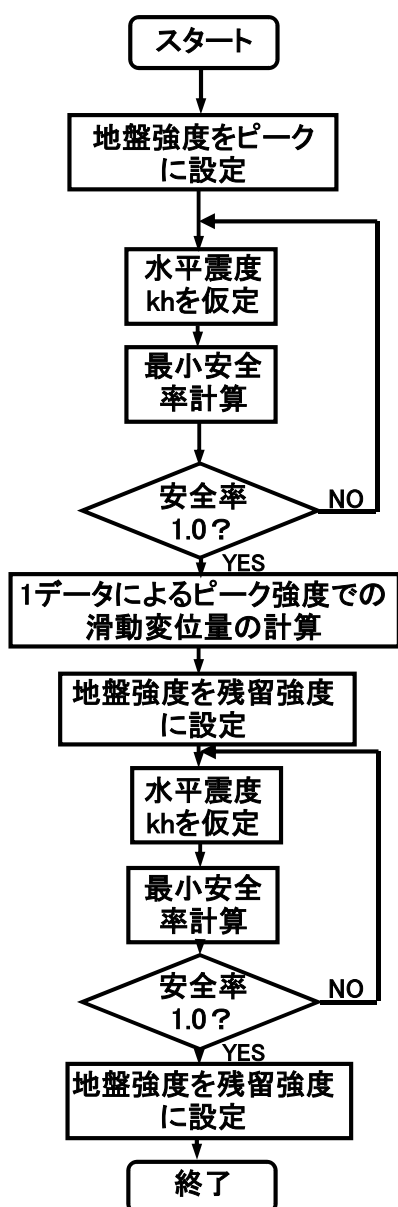


図-6 計算フロー(瞬時強度低下)

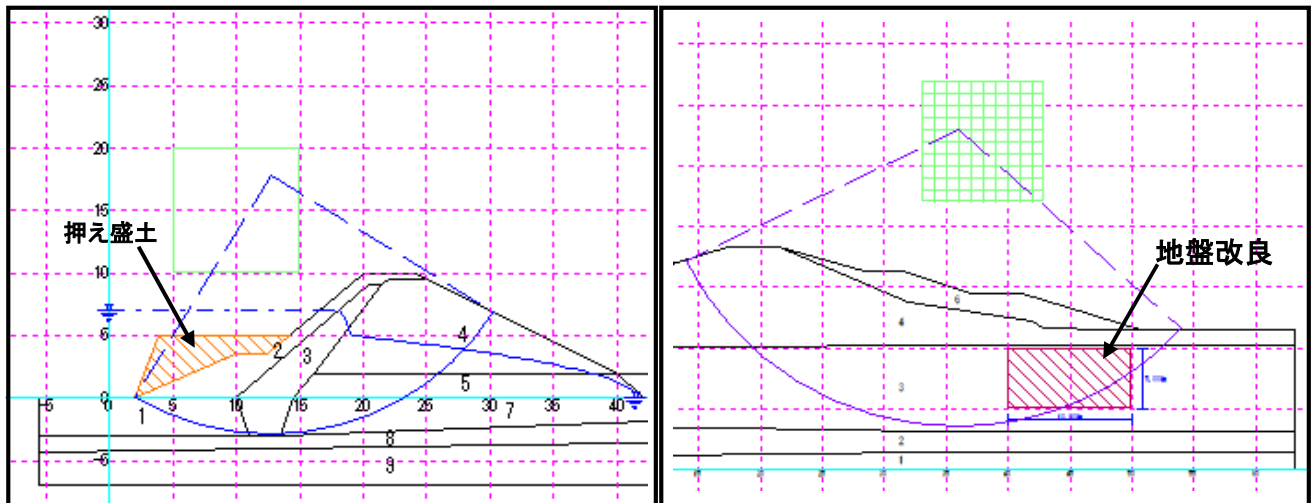


図-7 滑動変位図

5.対策工

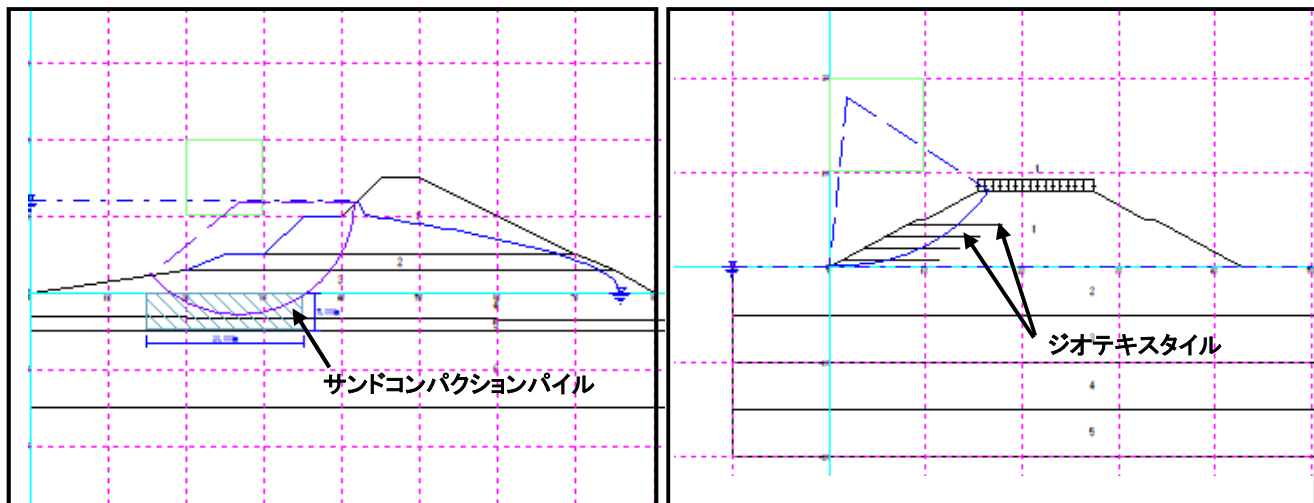
安定解析の結果、所定の安全率が得られない場合、以下の対策工の計算が可能です。

- (1) 押え盛土
- (2) 地盤改良工
- (3) サンドコンパクションパイル
- (4) ジオテキスタイル補強盛土



押え盛土

地盤改良



サンドコンパクションパイル

ジオテキスタイル補強盛土

図-8 対策工

体験版
お申込みページへ
当社で用意したサンプルデータ
で動作をご確認いただけます

<https://www.sogonet.co.jp/support/taiken.html>

出力例
ダウンロードページへ
出力サンプルを
ダウンロードできます

<https://www.sogonet.co.jp/download/syuturyokurei.html>

ご購入ページへ
ご購入のお客様は
オンラインショップを
ご利用ください

https://www.sogonet.co.jp/customer/products/detail.php?product_id=741