

III 耐候性大型土のうの設計計算

耐候性大型土のう積層工法

耐候性大型土のうとは

「耐候性大型土のう」は従来の土のうよりも強さ特性および耐候性などに優れる素材で製造された袋材です。本土のうを用いた積層工法は、施工性に優れるために短期間に施工・撤去等を必要とする工事において、道路、河川等への仮設構造物や災害復旧工事等に採用されます。

土留め工 (仮護岸工)



河川工事の仮締切工



土留め工 (工事用道路)

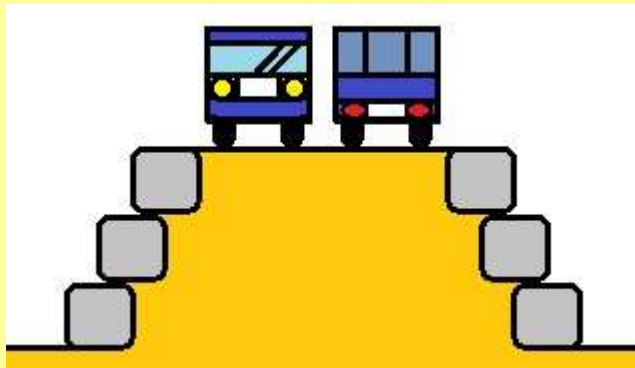


耐候性大型土のう積層工法

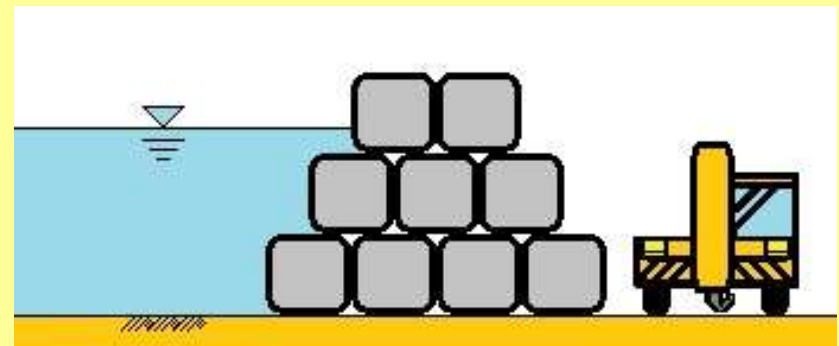
主な積層工法

耐候性大型土のうを用いた積層工法には、以下のようなものがあります。

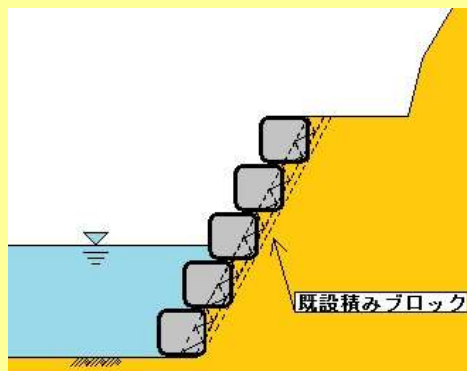
仮設土留め工



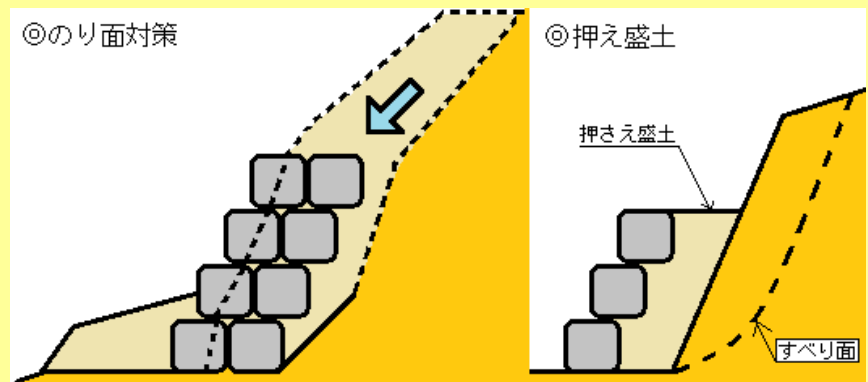
仮締切工



仮護岸工



災害復旧工事

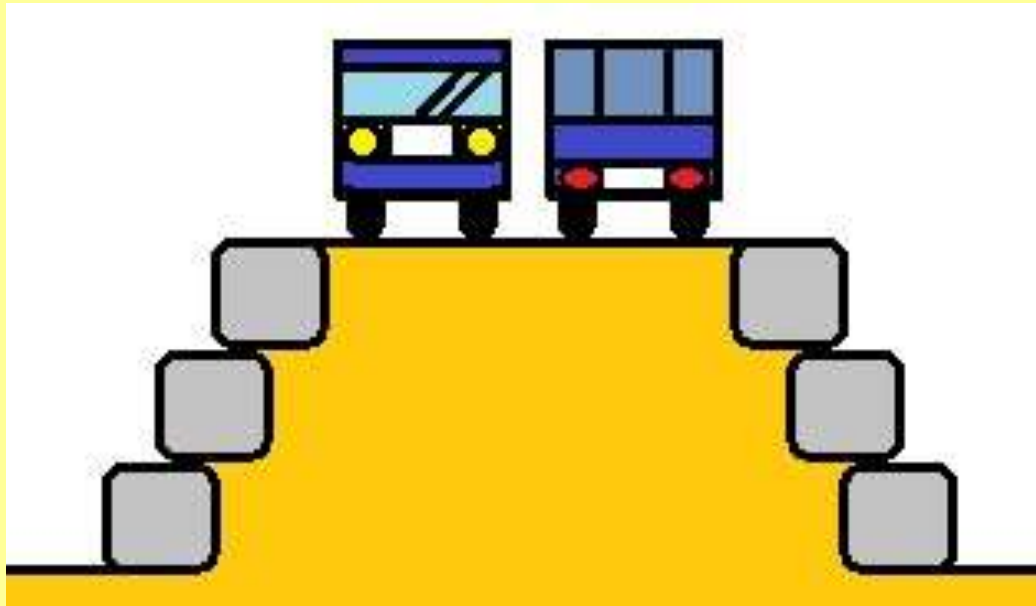


耐候性大型土のう積層工法

主な積層工法①

仮設土留め工

背面側がのり面や斜面で、前面側が何も無い場所での積層です。

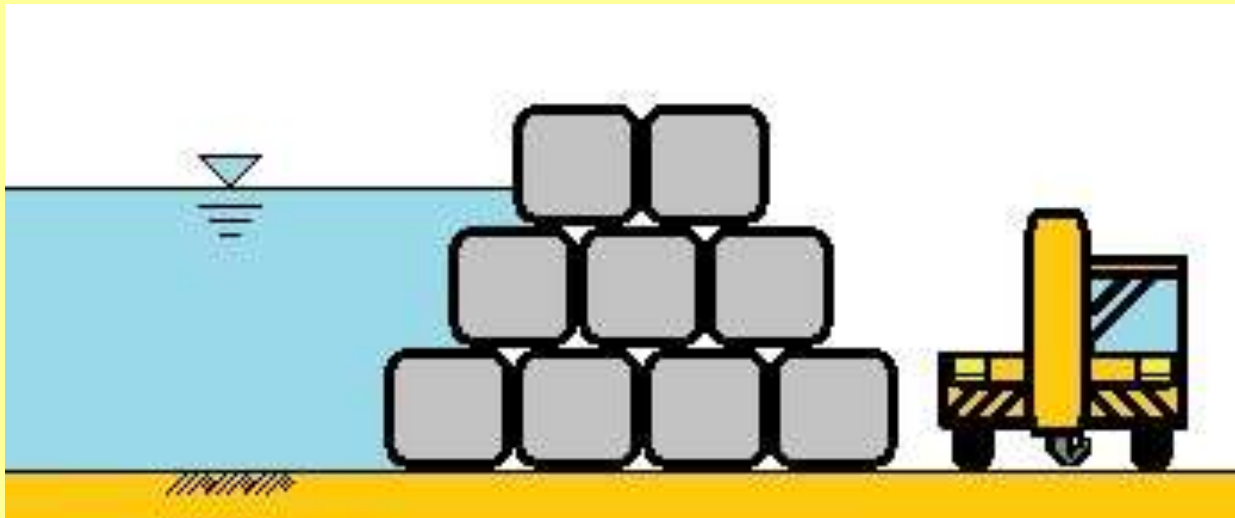


耐候性大型土のう積層工法

主な積層工法②

仮締切工

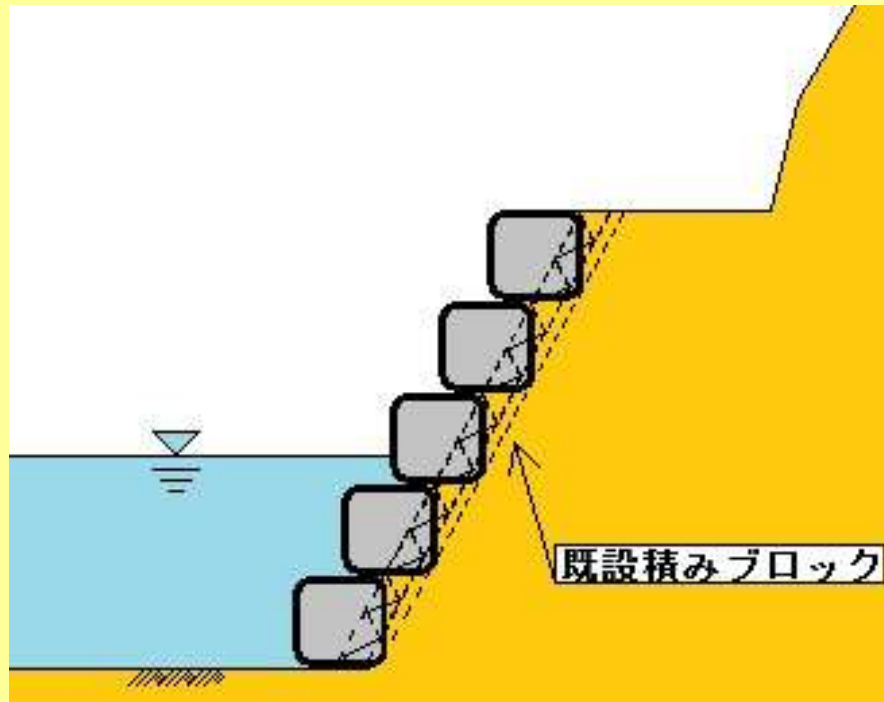
背面側に何も無く、前面側に水を湛えている場所での積層です。



主な積層工法③

仮護岸工

背面側が斜面や盛土となっており、
前面側に水を湛えている場所での積層です。

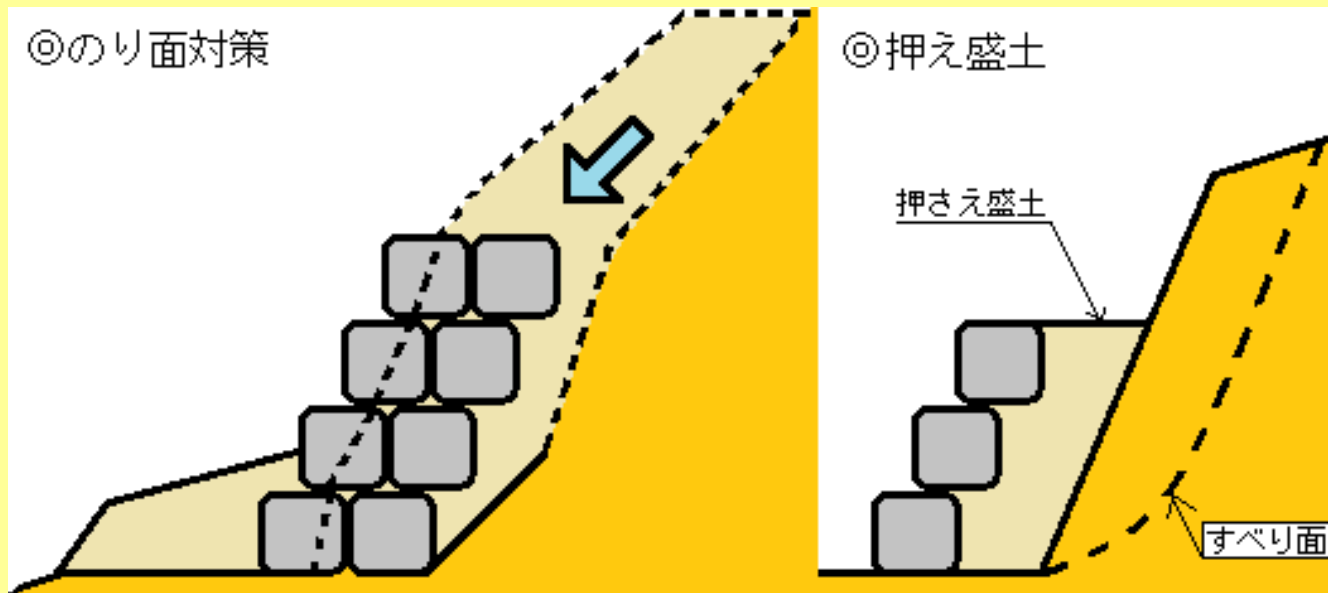


耐候性大型土のう積層工法

主な積層工法④

災害復旧工事

災害復旧工事として、のり面对策などを行います。



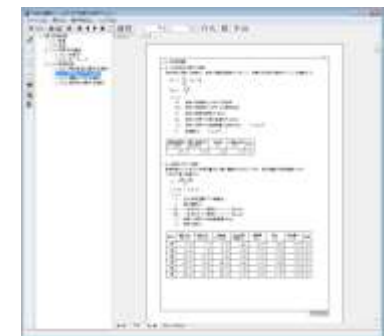
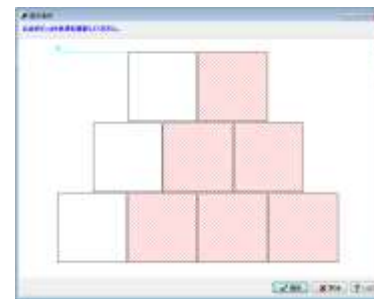
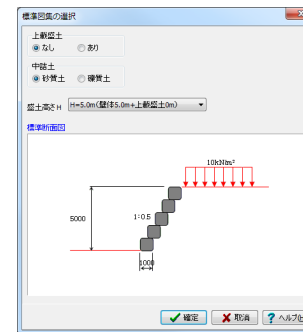
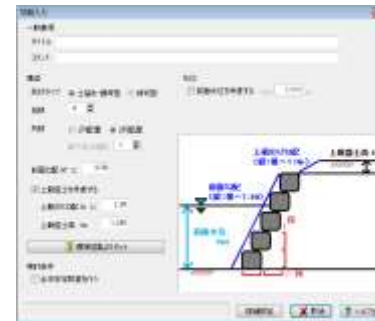
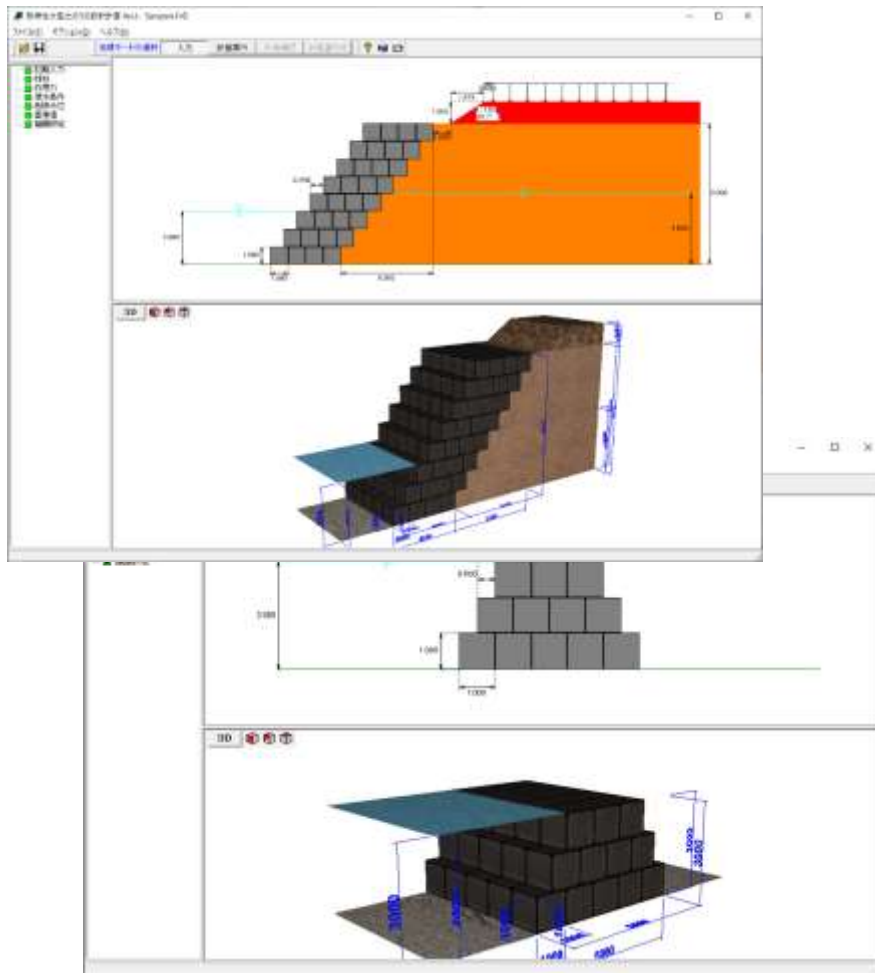
※本プログラムでは未対応ですが、条件により「土留め・護岸型」と考えられる場合は検討可能と思われます。

耐候性大型土のうの設計計算

初版リリース: 2013年6月

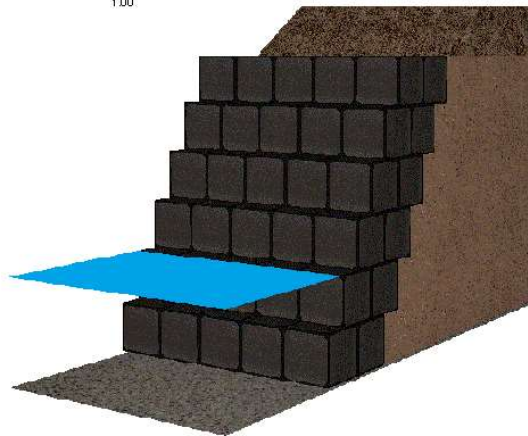
Ver.3リリース: 2019年12月

本製品は、『「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアル(一般財団法人土木研究センター 平成29年10月)』(以下、マニュアルと記す)に準拠し、耐候性大型土のうを用いた積層工法の設計計算を行うプログラムです。

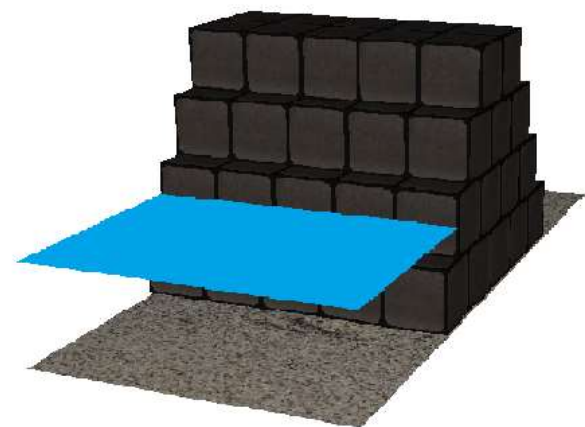


適用基準

- ## 構造形式



▲土留め・護岸型



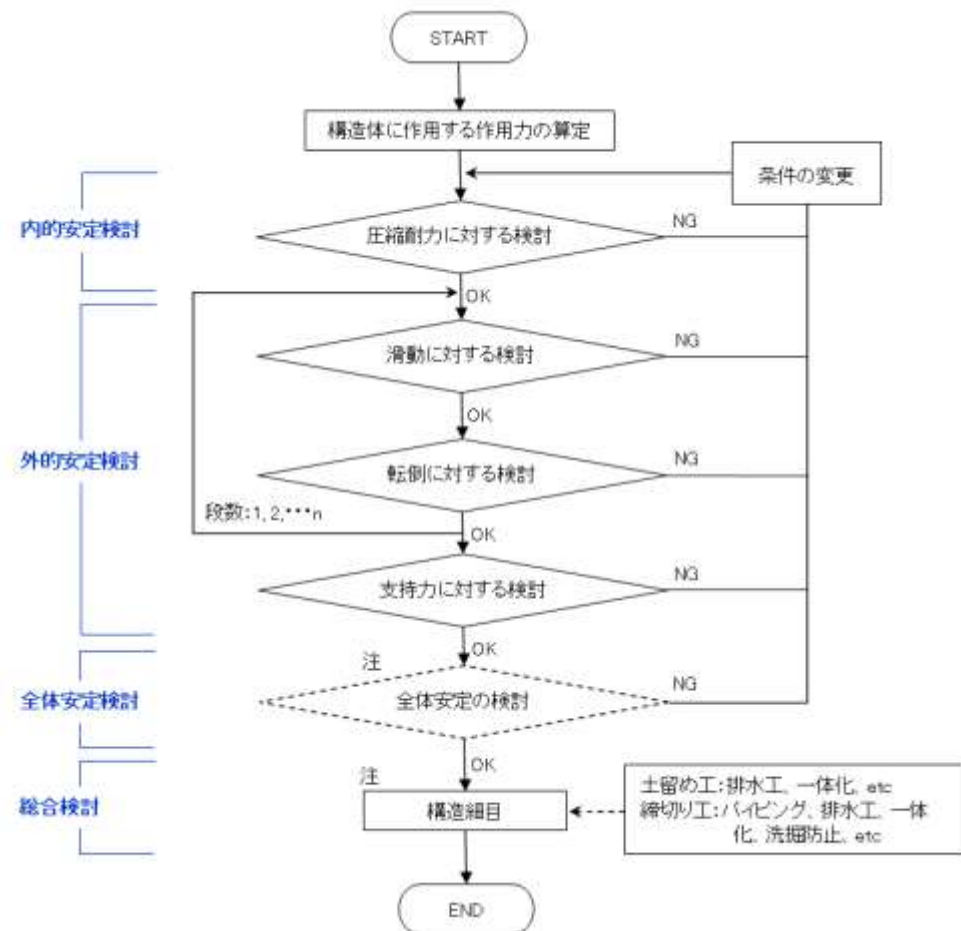
▲締切工型

耐候性大型土のうの設計計算

照査内容

本プログラムで検討することができる照査内容は、以下の通りです。

検討内容	照査内容
内的安定	袋体の圧縮耐力
外的安定	転倒 滑動 支持力
全体安定	構造体を含む全体安定 (円弧すべり)



耐候性大型土のうの設計計算

内的安定の検討-袋体の耐力照査

耐候性大型土のう積み工に対する内的安定性は、袋体の極限圧縮強さに対して、下式により所要の安全率を満足することを確認する。

$$F_s = \frac{P_o}{P_m} \geq F_{sa}$$

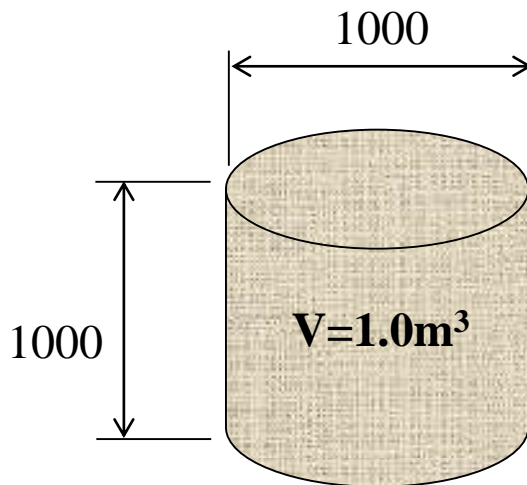
ここに、

F_s : 袋体の圧縮強さに対する安全率

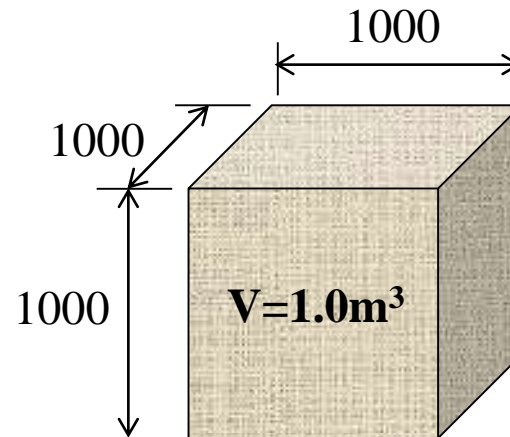
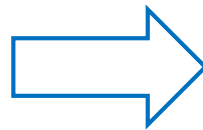
F_{sa} : 必要安全率

P_o : 袋体の極限圧縮強さ (kN/m²)

P_m : 袋体に作用する最大鉛直応力 (kN/m²)



袋体の出来形



設計で考慮する形状

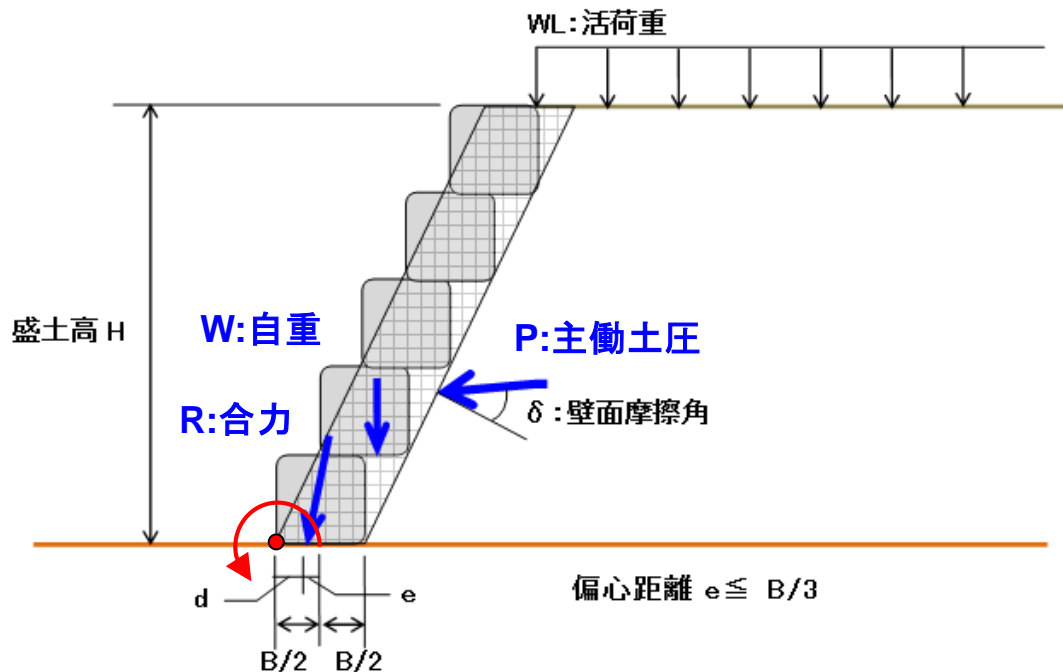
耐候性大型土のう積層工法に用いられる袋体の形状

耐候性大型土のうの設計計算

外的安定の検討-転倒

底版前面からの合力の作用位置 d および偏心距離 e を下式より求め、偏心距離 e が許容の範囲内に収まることを照査する。

$$d = \frac{\sum M_v - \sum M_o}{\sum V} \quad e = \frac{B}{2} - d \leq e_a (= B/3)$$



ここに、

d : 合力作用点までの距離 (m)

e : 偏心距離 (m)

$\sum M_v$: つま先回りの抵抗モーメント (kN.m/m)

$\sum M_o$: つま先回りの転倒モーメント (kN.m/m)

$\sum V$: 底版に作用する総鉛直荷重 (kN/m)

B : 底版の幅 (m)

e_a : 許容偏心距離 (m)

転倒に対する安定照査の考え方

耐候性大型土のうの設計計算

外的安定の検討-滑動

滑動に対する安全率を下式より求め、安定性を照査する。

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu + c \cdot B}{\sum H} \geq F_{sr}$$

ここに、

F_s : 滑動に対する安全率

F_{sr} : 滑動に対する必要安全率

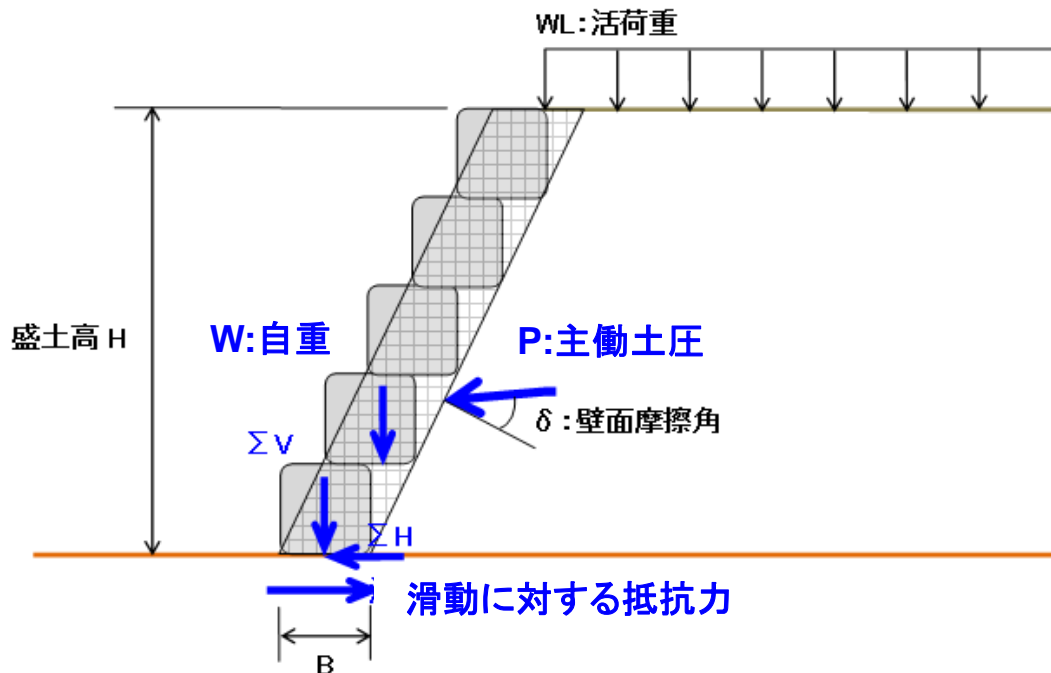
ΣV : 各段の底版に作用する総鉛直荷重 (kN/m)

ΣH : 各段の底版に作用する総水平荷重 (kN/m)

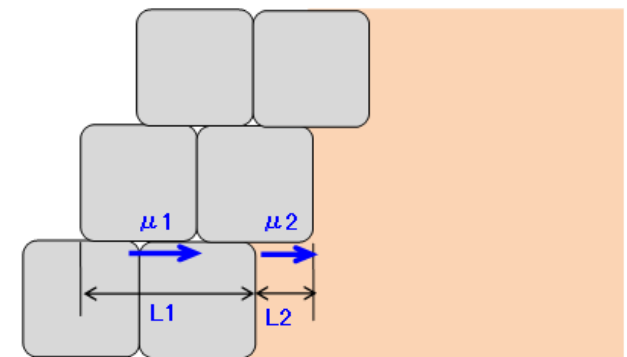
μ : 摩擦係数

c : 基礎地盤の粘着力 (kN/m²)

B : 底版の幅 (m)



滑動に対する安定照査の考え方



構造物積層間における
等価な摩擦係数の考え方

耐候性大型土のうの設計計算

外的安定の検討-支持力

基礎地盤に関する安全性の検討は、基礎地盤上に構築する最下段を対象に支持力照査を行う。

支持力に対する安全率を下式より求め、安全性を照査する。

$$F_s = \frac{Q_a}{q_{\max}} \leq F_{sb}$$

$$q_{\max} = \frac{\sum V}{B}$$

ここに、

F_s : 支持力に対する安全率

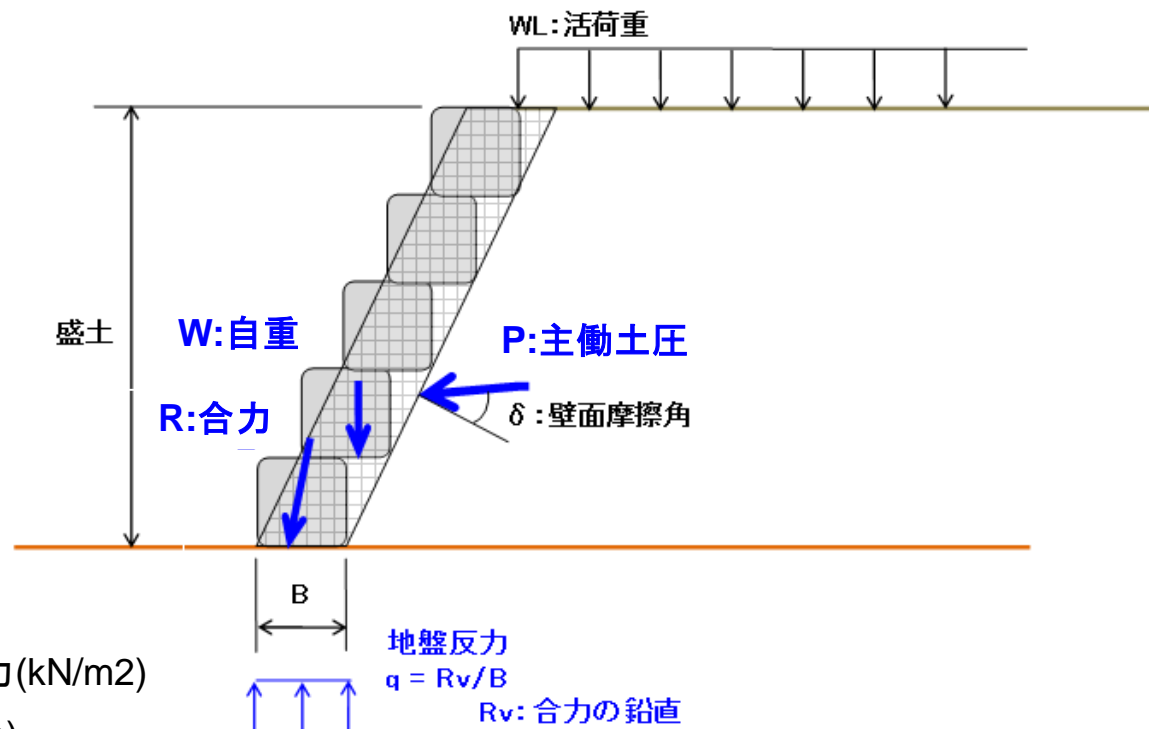
F_{sb} : 支持力に対する必要安全率

Q_a : 基礎地盤の極限支持力度(kN/m²)

q_{\max} : 基礎地盤に作用する最大地盤反力(kN/m²)

$\sum V$: 基礎地盤に作用する鉛直荷重 (kN/m)

B : 底版の幅 (m)



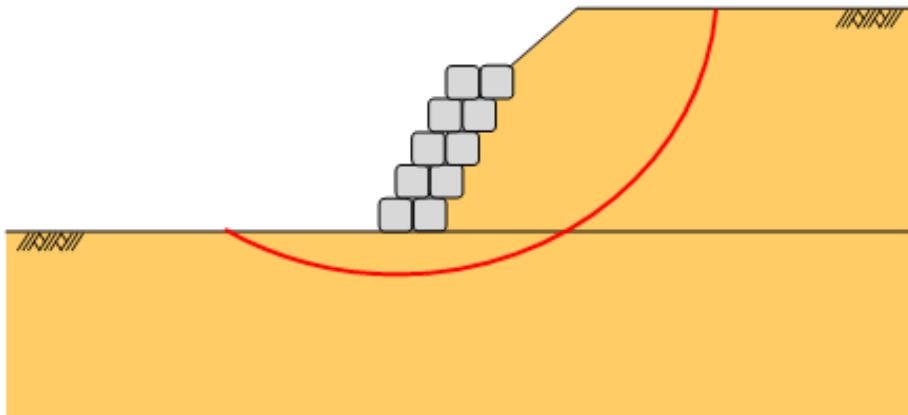
支持力に対する安定照査の考え方

耐候性大型土のうの設計計算

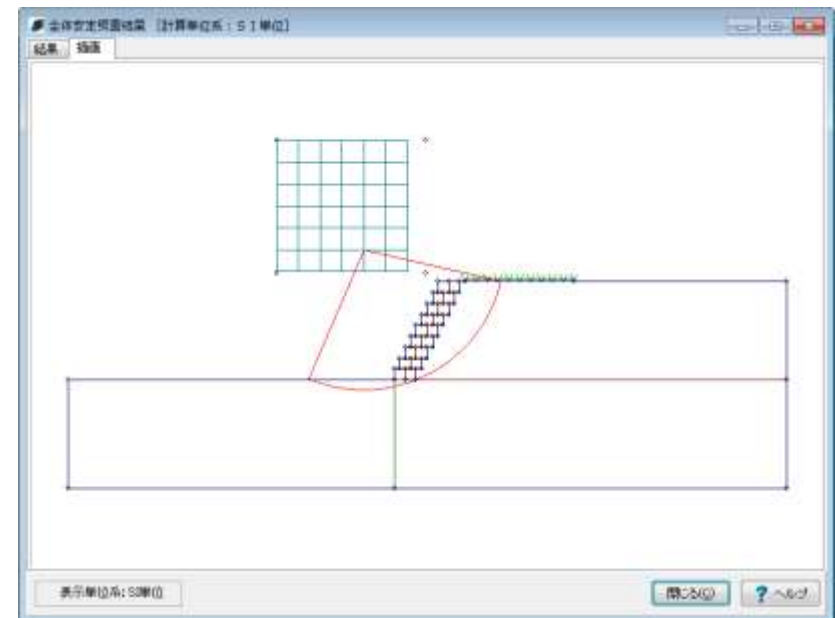
全体安定の検討

マニュアルには「構造体を含む全体安定検討は、内的小および外的小安定が確保された構造体およびその近傍での挙動に関する検討だけでなく、支持地盤や上載盛土などを含めた円弧すべりに対する安定性の検討が必要である」とあり、本製品では円弧すべりに対する全体安定の検討を行うことができます。

なお、全体安定の計算には弊社製品である「斜面の安定計算」の解析部を採用しており、本プログラムから同製品の入力データを出力し、「斜面の安定計算」側でより詳細な検討を行うことが可能です。



▲全体安定（円弧すべり）



▲[全体安定照査結果] 画面

耐候性大型土のうの設計計算

その他の機能(1/3): 標準断面図集の参照機能

本プログラムは、マニュアルに記載されている標準断面図集の各断面モデルをセットする機能を用意しています。

各標準断面モデルを選択してセットし、そのまま計算することもできますし、セット後に条件を調整することで、より少ない手順で設計計算を行うことも可能です。

耐候性大型土のう 標準断面図 一覧表 (上載盛土あり)

標準断面図	標準断面図 1	標準断面図 2	標準断面図 3	標準断面図 4	標準断面図 5
標準断面図					
標準断面図					

標準図集の選択

上載盛土
☒ なし ☐ あり

中詰土
☒ 砂質土 ☐ 礫質土

盛土高さH

標準断面図

▲ [標準断面図集] (マニュアルより)

▲ [標準断面図集の選択] 画面

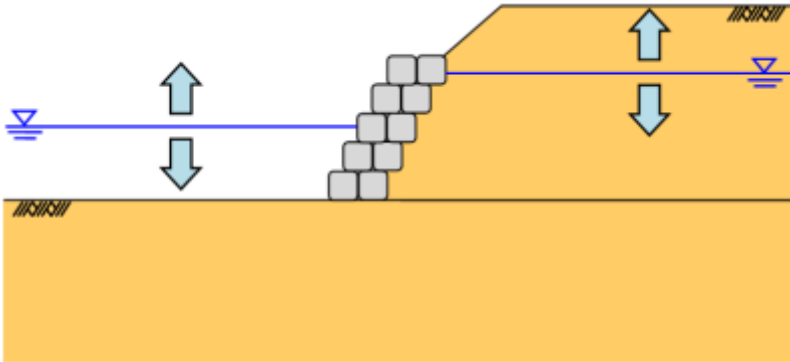
耐候性大型土のうの設計計算

その他の機能(2/3): 危険水位の算出機能

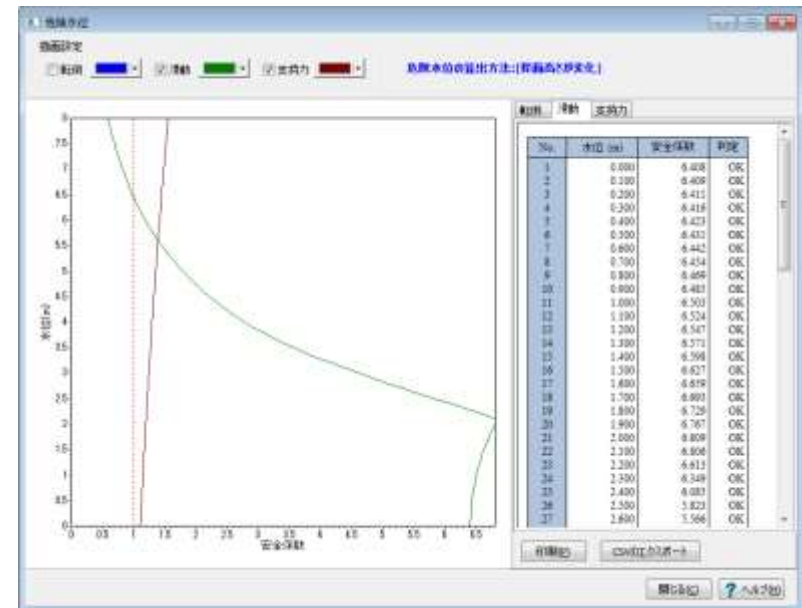
危険水位の算出とは、内部的に水位を変化させて繰り返し計算を行い、危険水位($1.0 < \text{安全係数}$)となる水位)を算出する機能を追加しました。

手動で水位の入力を変えて試行計算を行わなくても、本機能を使用することにより危険(または安全)となる水位が容易にわかります。

水位は「前面のみ」、「背面のみ」、「前面と背面の両方同時」のいずれかで変化させることができます。



▲危険水位の算出



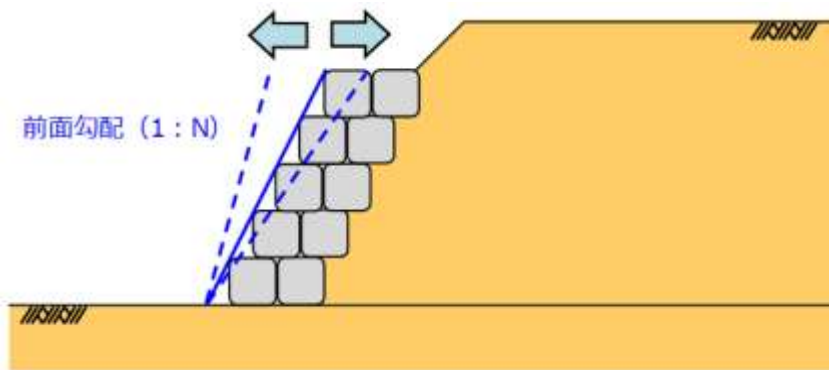
▲計算結果（水位と安全係数の関係）

耐候性大型土のうの設計計算

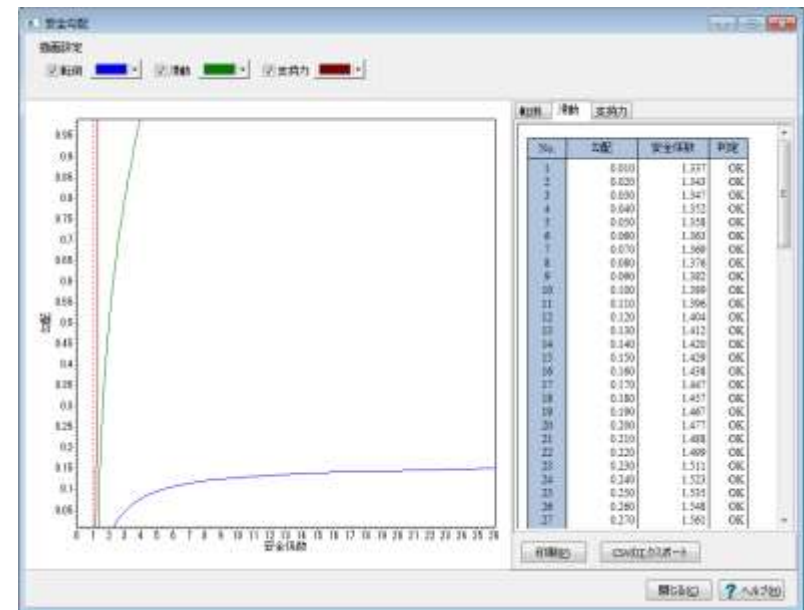
その他の機能(3/3)：土のうの安全勾配の算出機能

安全勾配の算出とは、土のうの前面勾配を変化させて繰り返し計算を行い、安全勾配([$1.0 < \text{安全係数}$])となる勾配)を算出する機能です。

危険水位の算出と同様に転倒・滑動・支持力照査それぞれについて勾配と安全係数の関係グラフが出力されますので、どの勾配が安全(危険)なのか容易にわかります。



▲安全勾配の算出



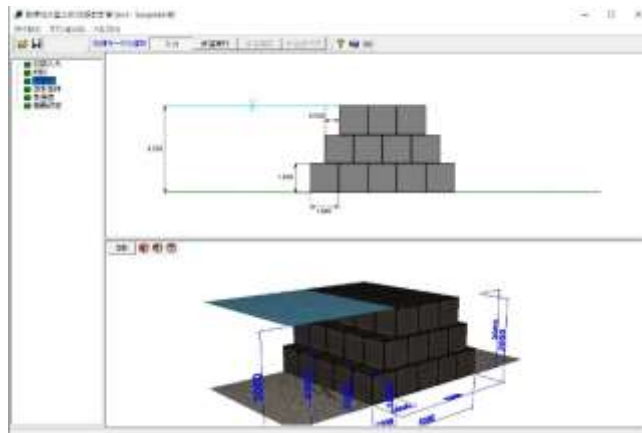
▲計算結果（勾配と安全係数の関係）

耐候性大型土のうの設計計算

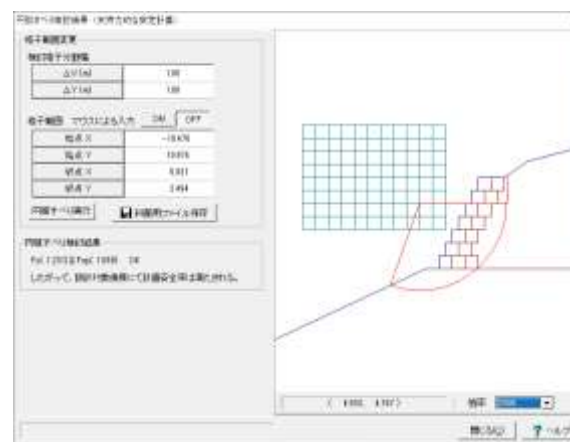
Ver.3の主な改定内容

リリース：2019年12月

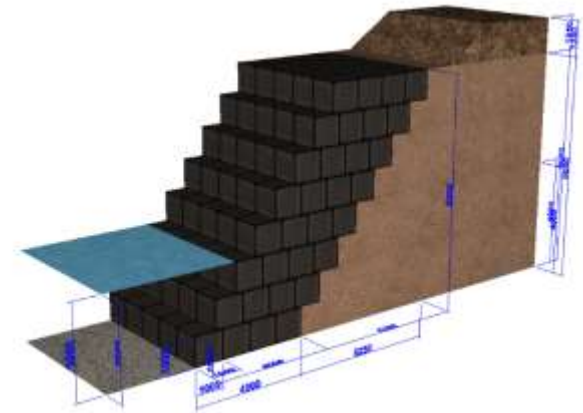
- 「耐候性大型土のつ積層工法 設計・施工マニュアル」(平成29年10月)に対応
 - ・ 基礎後端を通る支持力的な安定性の検討(円弧すべり)に対応
 - ・ 基礎部の余裕袋体の設置に対応
 - ・ 滑動照査において「河床と袋体との摩擦係数」の考慮に対応
 - ・ 締切型の場合、計算上の勾配の考え方を[1 : 0.5]か[1 : 0.333]か選択できるように改善
- 3Dアニメーション(寸法表示)に対応



▲メイン画面



▲円弧すべり



▲3Dアノテーション

耐候性大型土のうの設計計算

準拠基準の改訂について

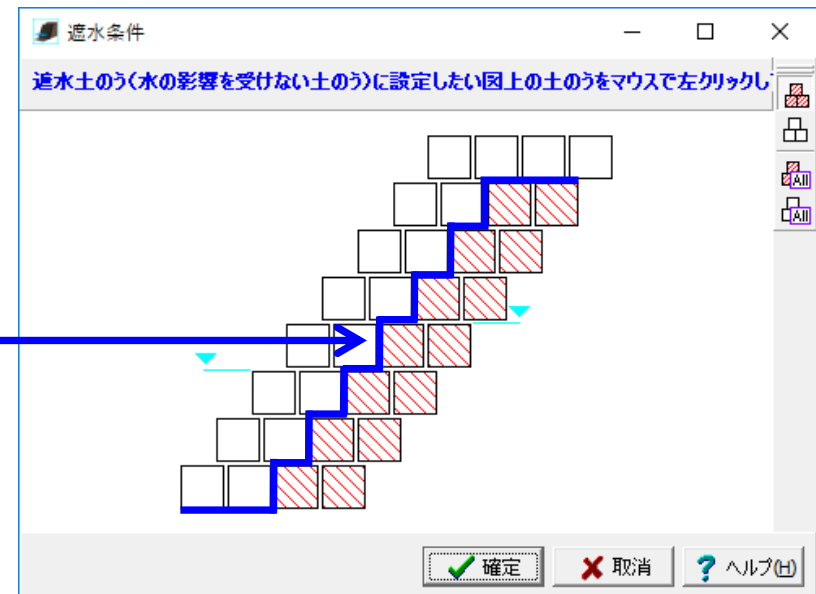
『耐候性大型土のう積層工法』設計・施工マニュアル』が平成29年10月に改訂されました。プログラムの対応状況も含めてご紹介します。

1. 4.2.4「水圧および浮力」(2) 浮力

解図4.5 (a)仮締切工に対する安定性において、
浮力の載荷範囲に変更がある

→ こちらは、遮水シートを導入した場合の表記となっており、
既に対応可能となっています。

このように遮水シートが入っている場合の
設定例になります。



耐候性大型土のうの設計計算

準拠基準の改訂について

2. 4.5.2「外的安定性の照査」(1)活動に対する安定の照査
解表-4.4「滑動に対する安定性検討に用いる摩擦係数」において
仮締切工および仮護岸工時の摩擦係数が追加

解表-4.5「滑動に対する安定性検討に用いる摩擦係数」

適用	対象部位		設計に用いる摩擦係数
仮設土留め構造物	袋体と袋体との摩擦係数		0.5
	土と袋体との 摩擦係数	礫質土	0.6
		砂質土	0.5
		粘性土	0.4
仮締切工及び仮護岸工	河床と袋体との摩擦係数		0.4

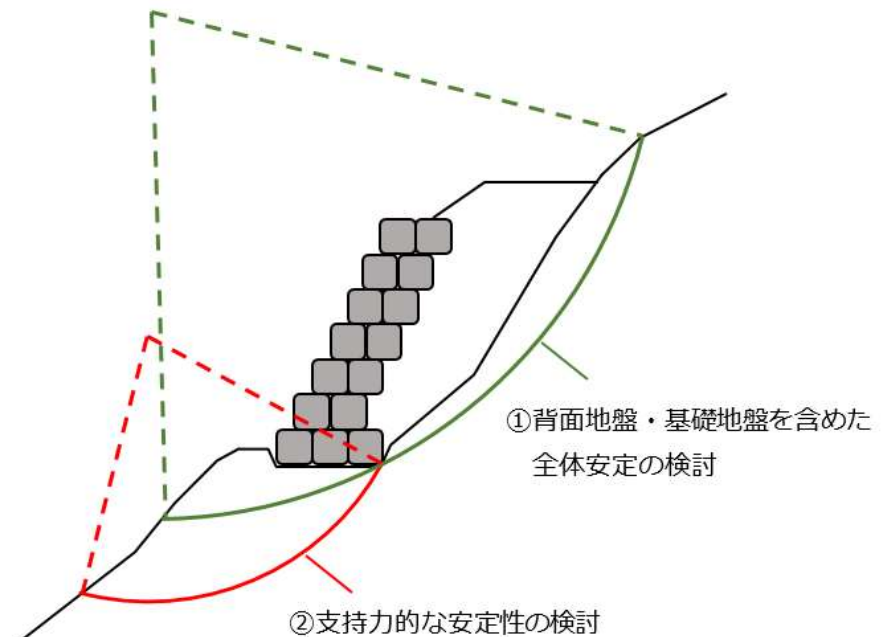
本プログラムは、上記の入力を追加いたしました。

準拠基準の改訂について

3. 4.5.3「構造体を含む全体安定性の照査」

- ・全体安定性の照査をしなければならない構造体の高さが
8.0mから**4.0m**へ変更
→ プログラムは、全体安定性能照査を任意で行うため、変更はありません。
- ・解図-4.12「斜面上のすべり面に対する安定性の照査例」が追加され、
構造物のつま先に**1.0m以上の水平根入れ長**が必須である旨が追加
- ・「基礎端を通る全ての安定性」の照査を行う旨が追加

対応いたしました。



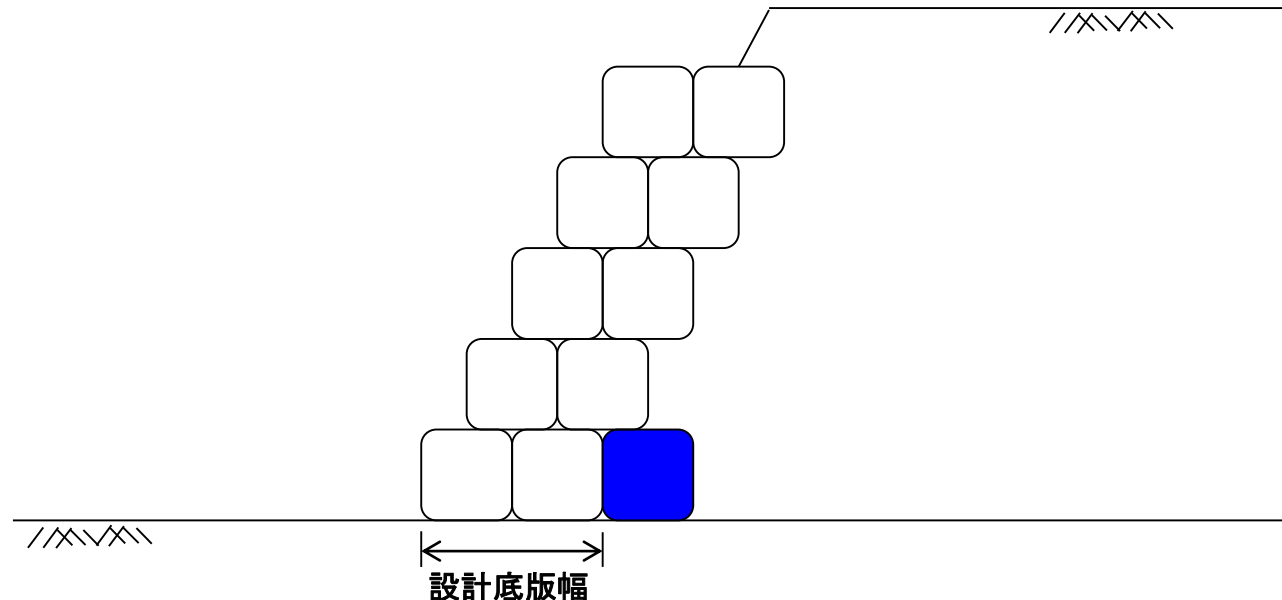
耐候性大型土のうの設計計算

準拠基準の改訂について

4. 4.6.3(2)「基礎部の配置」

支持力不足を防止するため、最下段のかかと部分に袋体1袋を配置
ただし、この1袋は、安定照査に含めないものとする

→ 上記より、プログラムでは、2D/3D描画および
全体安定照査においてのみ対応いたしました。



5. 4.6.5「仮締切工・仮護岸工」

土のうを適用できる流速が4.0m/sから2.0m/sに変更

→ プログラムは、代表流速および限界流速を計算しないため、
変更はありません。

これで2単元目「耐候性大型土のうの設計計算 製品説明」を終わります。