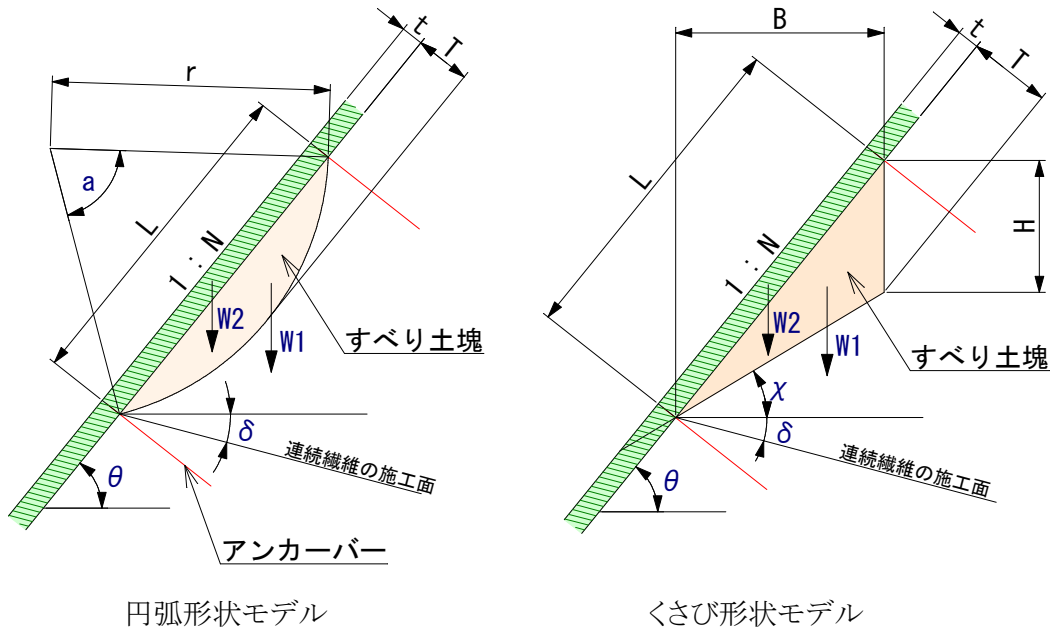


# ジオファイバー工法の安定計算 (のり面保護タイプの計算) Ver.2.0



## 本ソフトの概要・機能

- 本ソフトは、ジオファイバー工法の土塊の抜け出しに対する安定計算を行います。
- のり面保護工タイプのジオファイバー工法を対象とします。
- 円弧形状(土砂部)とくさび形状(岩盤部)の抜け出し崩壊を対象とします。
- 計算方法は、“法面保護用連続繊維補強土「ジオファイバー工法」設計・施工マニュアル 平成21年 4月 (財)土木研究センター” に準拠します。

## 使用方法

- 円弧形状の計算は、「円弧形状すべり」シートをご利用ください。
- くさび形状の計算は、「くさび形状すべり」シートをご利用ください。
- 各計算シートの入力条件表で黄色セルを入力して下さい。
- くさび形状の計算では、くさび形状の決定方法として、以下の3タイプが選択可能です。
  - ① すべり面の角度( $\chi$ )を指定する。
  - ② すべり面の背面高さ(H)を指定する。
  - ③ すべり面の層厚(T)を指定する。

## 参考文献

- 法面保護用連続繊維補強土「ジオファイバー工法」設計・施工マニュアル 平成21年 4月 (財)土木研究センター

## 改訂履歴

- 2011/08/29 (Ver.1.0) : 初期版作成
- 2015/07/29 (Ver.2.0) : 初期版に手を加えて公開開始

連続繊維補強土の抜け落ち検討(円弧形状すべり)

図-1と図-2に示すように、アンカーバーで区切られた矩形範囲が円弧形状で抜け落ちるものと想定する。

抜け落ちに対する安定照査は、「法面保護用連続繊維補強土 ジオファイバー工法 設計・施工マニュアル (土木研究センター)」に準拠して行う。

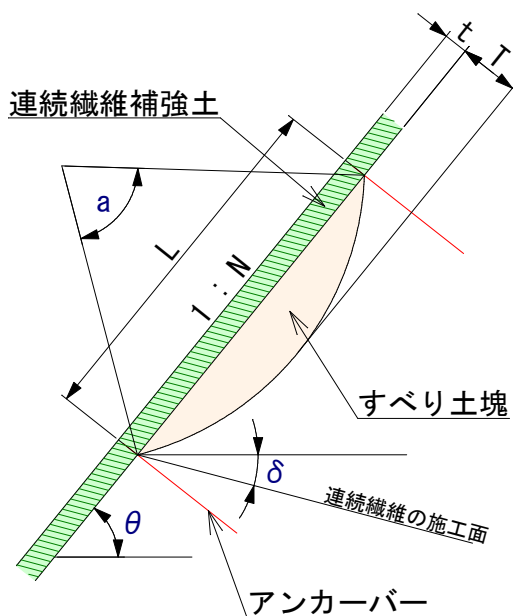


図-1 計算モデル断面図

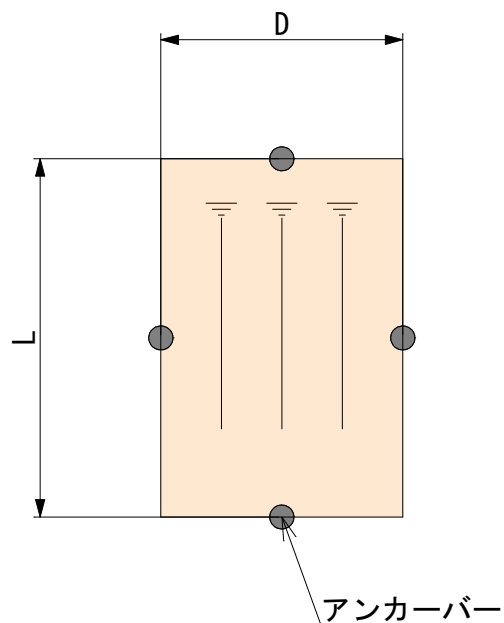


図-2 アンカーバー配置図

(1) 計算条件表(くさびすべりタイプ)

項目	内容	記号	単位	数値	備考
地山条件	のり面勾配	1 : N =	-	0.600	
	単位体積重量	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	20.000	
すべり土塊	すべり層厚	T	m	0.500	
アンカーバー又は地山補強土工の配置条件	水平方向間隔	D	m	2.100	
	鉛直方向間隔	L	m	2.100	
連続繊維補強土	造成厚	t	m	0.200	
	単位体積重量	$\gamma_r$	kN/m <sup>3</sup>	18.000	
	施工面の角度	$\delta$	°	15.000	
安定条件	計画安全率	F <sub>sp</sub>	-	1.500	

## (2) 外力計算

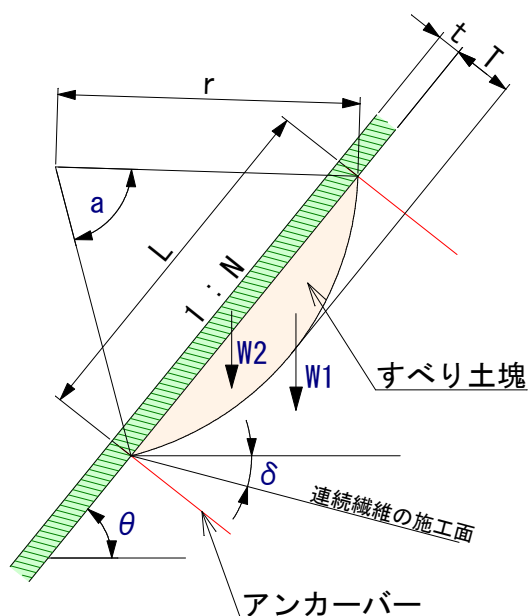
### 1) 地山のすべり土塊重量 (W1)

- のり面の角度  
 $\theta = \text{ATAN}(1/N)$   
 $= 1.0304 \text{ (rad)} = 59.036 \text{ (}^\circ\text{)}$

- 円弧の半径(r)  
 $r = (L^2/4 + T^2)/2T$   
 $= (2.100^2/4 + 0.500^2) / (2 \times 0.500)$   
 $= 1.353 \text{ (m)}$

- 円弧の中心角(a)  
 $a = 2 \times \sin^{-1}(L/2r)$   
 $= 2 \times \sin^{-1}\{2.100 / (2 \times 1.353)\}$   
 $= 1.777 \text{ (rad)} = 101.801 \text{ (}^\circ\text{)}$

- すべり土塊の重量  
 $W1 = A \times D \times \gamma_s$   
 $= 0.731 \times 2.100 \times 20.000$   
 $= 30.687 \text{ (kN)}$



ここに、A：円弧すべりの断面積

$$A = 1/2 \times \{ a \times r^2 - L \times (r - T) \}$$

$$= 1/2 \times \{ 1.777 \times 1.353^2 - 2.100 \times (1.353 - 0.500) \}$$

$$= 0.731 \text{ (m}^2\text{)}$$

D：アンカーバーの水平間隔 =	2.100 (m)
L：アンカーバーの鉛直間隔 =	2.100 (m)
a：円弧の中心角(単位:ラジアン) =	1.777 (rad)
r：円弧の半径 =	1.353 (m)
$\gamma_s$ ：土塊の単位体積重量 =	20.00 (kN/m <sup>3</sup> )

### 2) 連続繊維補強土の重量 (W2)

$$W2 = D \times L \times t \times \gamma_r$$

$$= 2.100 \times 2.100 \times 0.200 \times 18.000$$

$$= 15.876 \text{ (kN)}$$

ここに、D：アンカーバーの水平間隔 =	2.100 (m)
L：アンカーバーの鉛直間隔 =	2.100 (m)
t：繊維混入補強土の造成厚 =	0.200 (m)
$\gamma_r$ ： " の単位体積重量 =	18.00 (kN/m <sup>3</sup> )

### 3) 崩壊部の重量 (W)

$$W = W1 + W2$$

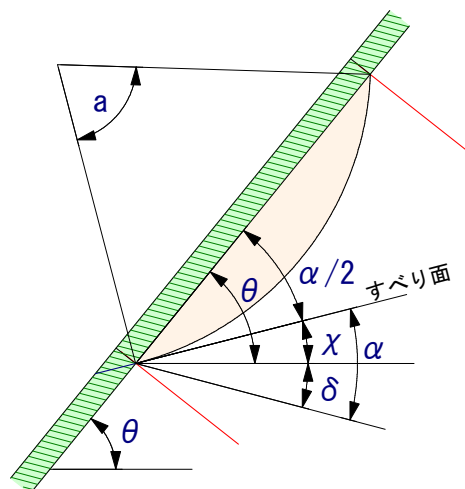
$$= 30.687 + 15.876$$

$$= 46.563 \text{ (kN)}$$

(3) 連続繊維補強土に作用するせん断力の計算

1) すべり面の角度( $\chi$ )

$$\begin{aligned}\chi &= \theta - a/2 \\ &= 59.036 - 101.801 / 2 \\ &= 8.136 \text{ (}^\circ\text{)}\end{aligned}$$



2) 施工面とすべり面の成す角度( $\alpha$ )

$$\begin{aligned}\alpha &= \chi + \delta \\ &= 8.136 + 15.000 \\ &= 23.136 \text{ (}^\circ\text{)}\end{aligned}$$

ここに、 $\chi$  : すべり面の角度 = 8.136 (°)  
 $\delta$  : 施工面の角度 = 15.000 (°)

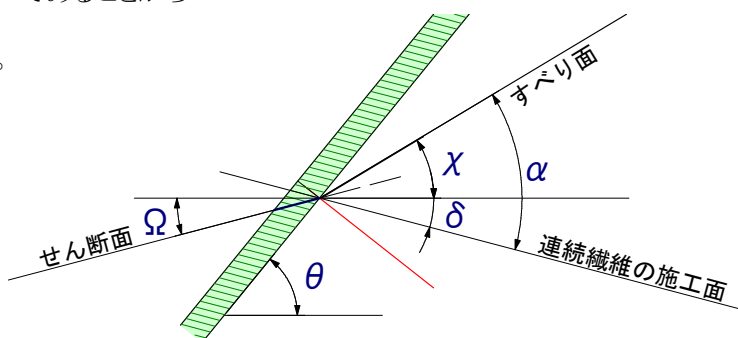
3) せん断面と水平面の成す角度( $\Omega$ )

せん断面と水平面の成す角度( $\Omega$ )は、施工面とすべり面の成す角度( $\alpha$ )に応じて以下のように設定する。

- $\alpha < 30^\circ$  の場合  $\Omega = \chi = 8.136 \text{ (}^\circ\text{)}$
- $\alpha \geq 30^\circ$  の場合  $\Omega = \delta = 15.000 \text{ (}^\circ\text{)}$

$\alpha = 23.136 < 30^\circ$  であることから

$\Omega = 8.136 \text{ (}^\circ\text{)}$ とする。



4) 連続繊維補強土に作用するせん断力 (S)

$$\begin{aligned}S &= W \times \sin \Omega \\ &= 46.563 \times \sin(8.136) \\ &= 6.590 \text{ (kN)}\end{aligned}$$

ここに、W : 崩壊部の重量 = 46.563 (kN)  
 $\Omega$  : せん断面と水平面の成す角度 = 8.136 (°)

(4) 連続繊維補強土のせん断抵抗力計算

1) 連続繊維補強土の粘着力(Cgeo)

連続繊維補強土の粘着力(Cgeo)は、施工面とすべり面の成す角度( $\alpha$ )に応じて表-1より設定する。

$$\alpha = 23.136 \geq 20^\circ \text{ であることから}$$

$$C_{geo} = 22.0 \text{ (kN/m}^2\text{) とする。}$$

表-1 連続繊維補強土の粘着力(標準値)

施工面とすべり面の成す角度( $\alpha$ )	$\alpha \geq 15^\circ$	$\alpha \geq 20^\circ$	$\alpha \geq 25^\circ$	$\alpha \geq 30^\circ$
粘着力 $C_{geo}$ (kN/m <sup>2</sup> )	19	22	25	30

2) 連続繊維補強土のせん断抵抗長 (Ls)

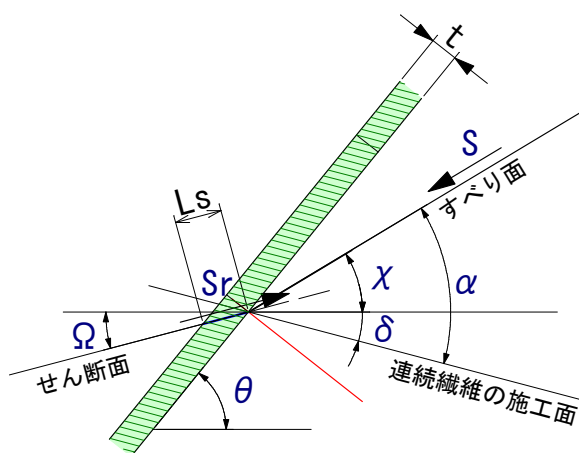
$$\begin{aligned} L_s &= t / \sin(\theta - \Omega) \\ &= 0.200 / \sin(59.036 - 8.136) \\ &= 0.258 \text{ (m)} \end{aligned}$$

ここに、t : 繊維混入補強土の造成厚 = 0.200 (m)  
 $\theta$  : のり面の角度 = 59.036 (°)  
 $\Omega$  : せん断面と水平面の成す角度 = 8.136 (°)

3) 連続繊維補強土のせん断抵抗力 (Sr)

$$\begin{aligned} S_r &= D \times C_{geo} \times L_s \\ &= 2.100 \times 22.00 \times 0.258 \\ &= 11.920 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここに、D : アンカーバーの水平間隔 = 2.100 (m)  
 $C_{geo}$  : 連続繊維補強土の粘着力 = 22.00 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $L_s$  : 繊維補強土のせん断抵抗長 = 0.258 (m)



(5) 安定照査

せん断抵抗力とせん断力のつり合い方程式から安全率を求める。

$$\begin{aligned} F_s &= S_r / S \\ &= 11.920 / 6.590 \\ &= 1.809 \geq F_{sp} = 1.50 \quad \dots \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

連続繊維補強土の抜け落ち検討(くさび形状すべり)

図-1と図-2に示すように、アンカーバーで区切られた矩形範囲が三角形断面のくさび状に抜け落ちるものと想定する。

抜け落ちに対する安定照査は、「法面保護用連続繊維補強土 ジオファイバー工法 設計・施工マニュアル (土木研究センター)」に準拠して行う。

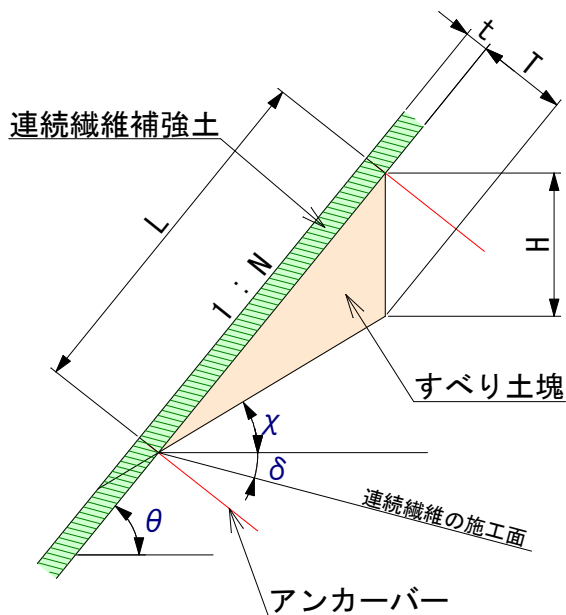


図-1 計算モデル断面図

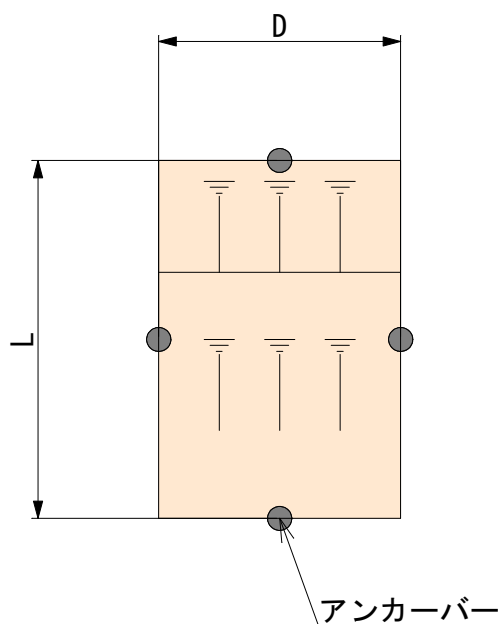


図-2 アンカーバー配置図

(1) 計算条件表(くさびすべりタイプ)

項目	内容	記号	単位	数値	備考
地山条件	のり面勾配	1 : N =	-	0.500	
	単位体積重量	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	20.000	
すべり形状	すべり面の決定方法	すべり面の角度( $\alpha$ )を指定する			
	すべり面の角度	$\alpha$	°	45.000	
アンカーバー又は地山補強土工の配置条件	水平方向間隔	D	m	2.100	
	鉛直方向間隔	L	m	2.100	
連続繊維補強土	造成厚	t	m	0.200	
	単位体積重量	$\gamma_r$	kN/m <sup>3</sup>	18.000	
	施工面の角度	$\delta$	°	15.000	
安定条件	計画安全率	F <sub>sp</sub>	-	1.500	

## (2) 外力計算

### 1) 地山のすべり土塊重量 (W1)

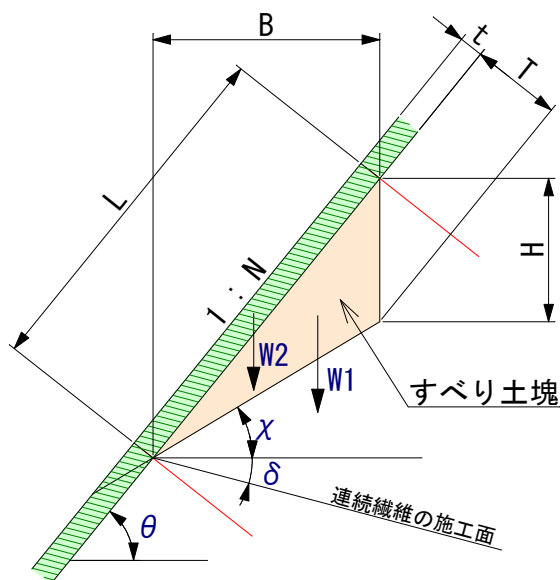
- のり面の角度  
 $\theta = \text{ATAN}(1/N)$   
 $= 1.1071 \text{ (rad)} = 63.435 \text{ (}^\circ\text{)}$

- すべり面の角度  
 $\chi = \text{入力値}$   
 $= 45 \text{ (}^\circ\text{)}$

- すべり土塊の水平幅  
 $B = L \times \cos \theta$   
 $= 2.100 \times \cos(63.435)$   
 $= 0.939 \text{ (m)}$

- すべり面の背面高  
 $H = B \times (\tan \theta - \tan \chi)$   
 $= 0.939 \text{ (m)}$

- すべり土塊の重量  
 $W1 = A \times D \times \gamma_s$   
 $= 0.441 \times 2.100 \times 20.000$   
 $= 18.522 \text{ (kN)}$



ここに、A：崩壊部の断面積

$$A = 1/2 \times B \times H = 1/2 \times 0.939 \times 0.939 = 0.441 \text{ (m}^2\text{)}$$

D：アンカーバーの水平間隔 = 2.100 (m)

H：すべり土塊の背面高 = 0.939 (m)

$\gamma_s$ ：土塊の単位体積重量 = 20.00 (kN/m<sup>3</sup>)

### 2) 連続繊維補強土の重量 (W2)

$$W2 = D \times L \times t \times \gamma_r$$

$$= 2.100 \times 2.100 \times 0.200 \times 18.000$$

$$= 15.876 \text{ (kN)}$$

ここに、D：アンカーバーの水平間隔 = 2.100 (m)

L：アンカーバーの鉛直間隔 = 2.100 (m)

t：繊維混入補強土の造成厚 = 0.200 (m)

$\gamma_r$ ： " の単位体積重量 = 18.00 (kN/m<sup>3</sup>)

### 3) 崩壊部の重量 (W)

$$W = W1 + W2$$

$$= 18.522 + 15.876$$

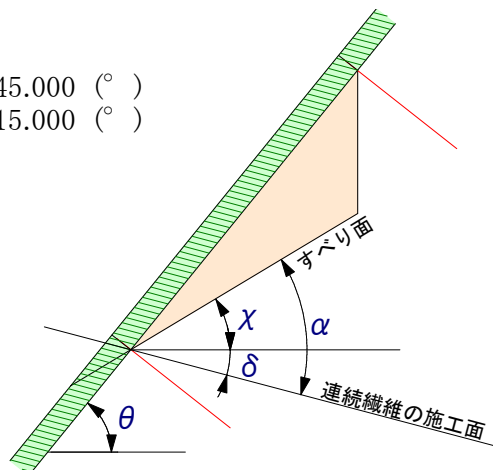
$$= 34.398 \text{ (kN)}$$

(3) 連続繊維補強土に作用するせん断力の計算

1) 施工面とすべり面の成す角度( $\alpha$ )

$$\begin{aligned}\alpha &= \chi + \delta \\ &= 45.000 + 15.000 \\ &= 60.000 \text{ (}^\circ\text{)}\end{aligned}$$

ここに、 $\chi$  : すべり面の角度 = 45.000 (°)  
 $\delta$  : 施工面の角度 = 15.000 (°)



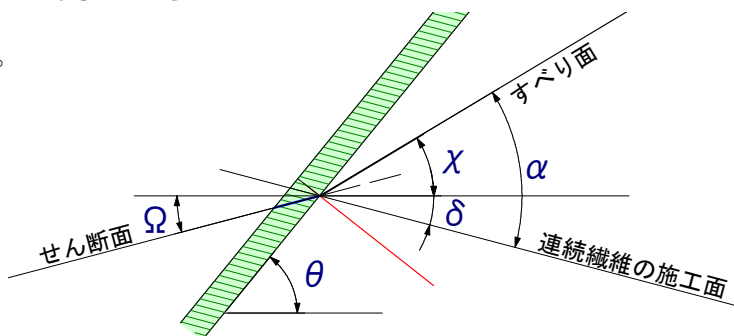
2) せん断面と水平面の成す角度( $\Omega$ )

せん断面と水平面の成す角度( $\Omega$ )は、施工面とすべり面の成す角度( $\alpha$ )に応じて以下のように設定する。

•  $\alpha < 30^\circ$  の場合       $\Omega = \chi = 45.000 \text{ (}^\circ\text{)}$   
 •  $\alpha \geq 30^\circ$  の場合       $\Omega = \delta = 15.000 \text{ (}^\circ\text{)}$

$\alpha = 60.000 \geq 30^\circ$  であることから

$\Omega = 15.000 \text{ (}^\circ\text{)}$ とする。



3) 連続繊維補強土に作用するせん断力 (S)

$$\begin{aligned}S &= W \times \sin \Omega \\ &= 34.398 \times \sin(15.000) \\ &= 8.903 \text{ (kN)}\end{aligned}$$

ここに、W : 崩壊部の重量 = 34.398 (kN)  
 $\Omega$  : せん断面と水平面の成す角度 = 15.000 (°)



(4) 連続繊維補強土のせん断抵抗力計算

1) 連続繊維補強土の粘着力(Cgeo)

連続繊維補強土の粘着力(Cgeo)は、施工面とすべり面の成す角度( $\alpha$ )に応じて表-1より設定する。

$$\alpha = 60.000 \geq 30^\circ \text{ であることから}$$

$$C_{geo} = 30.0 \text{ (kN/m}^2\text{) とする。}$$

表-1 連続繊維補強土の粘着力(標準値)

施工面とすべり面の成す角度( $\alpha$ )	$\alpha \geq 15^\circ$	$\alpha \geq 20^\circ$	$\alpha \geq 25^\circ$	$\alpha \geq 30^\circ$
粘着力 $C_{geo}$ (kN/m <sup>2</sup> )	19	22	25	30

2) 連続繊維補強土のせん断抵抗長 (Ls)

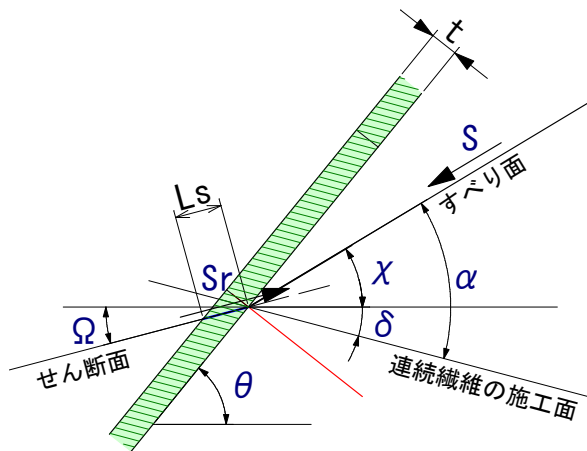
$$\begin{aligned} L_s &= t / \sin(\theta - \Omega) \\ &= 0.200 / \sin(63.435 - 15.000) \\ &= 0.267 \text{ (m)} \end{aligned}$$

ここに、t : 繊維混入補強土の造成厚 = 0.200 (m)  
 $\theta$  : のり面の角度 = 63.435 (°)  
 $\Omega$  : せん断面と水平面の成す角度 = 15.000 (°)

3) 連続繊維補強土のせん断抵抗力 (Sr)

$$\begin{aligned} S_r &= D \times C_{geo} \times L_s \\ &= 2.100 \times 30.00 \times 0.267 \\ &= 16.821 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここに、D : アンカーバーの水平間隔 = 2.100 (m)  
 $C_{geo}$  : 連続繊維補強土の粘着力 = 30.00 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $L_s$  : 繊維補強土のせん断抵抗長 = 0.267 (m)



(5) 安定照査

せん断抵抗力とせん断力のつり合い方程式から安全率を求める。

$$\begin{aligned} F_s &= S_r / S \\ &= 16.821 / 8.903 \\ &= 1.889 \geq F_{sp} = 1.50 \quad \dots \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$