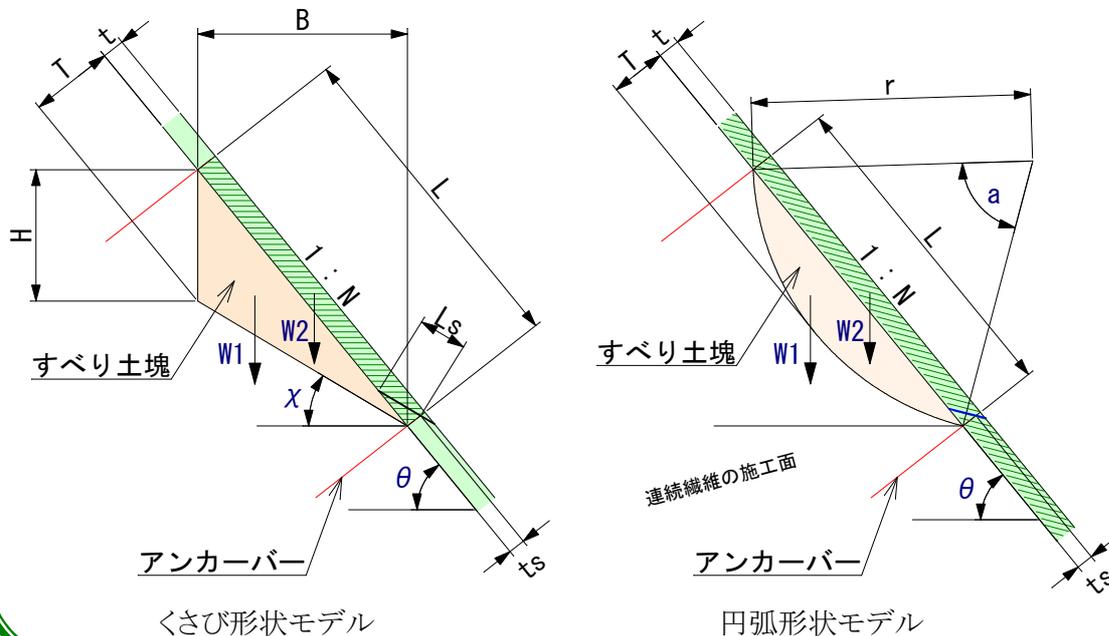


# ロービングウォール工法の安定計算 (のり面保護タイプの計算) Ver.2.0



## 本ソフトの概要・機能

- ・本ソフトは、ロービングウォール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ロービングウォール工法を対象とします。
- ・計算方法は、「ロービングウォール工法 設計・施工マニュアル」に準拠します。
- ・上記マニュアルでは、アンカーバーで囲まれた菱形領域のくさびすべりを対象としていますが本ソフトではアンカーバーで囲まれた矩形領域のくさびすべりと円弧すべり形状の計算も可能です。

## 使用方法

- ・菱形領域のくさびすべり計算は、「菱形くさびすべり」シートをご利用ください。
- ・矩形領域のくさびすべり計算は、「矩形くさびすべり」シートをご利用ください。
- ・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。
- ・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

- ・技術審査証明事業(砂防技術) 報告書「ロービングウォール工法」  
平成20年 9月 (財)砂防・地すべり技術センター
- ・上記報告書の「添付資料.4 ロービングウォール工法 設計・施工マニュアル」

## 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

長繊維混入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菱形領域が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、「ロービングウォール工法 設計・施工マニュアル」に準拠して行う。

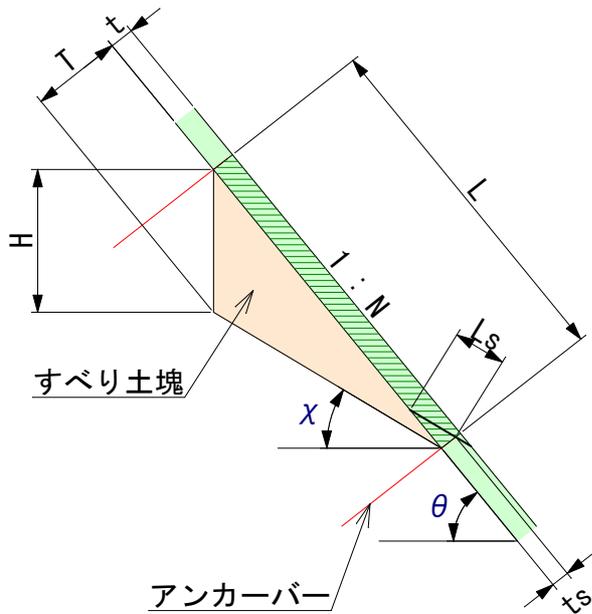


図-1 計算モデル断面図

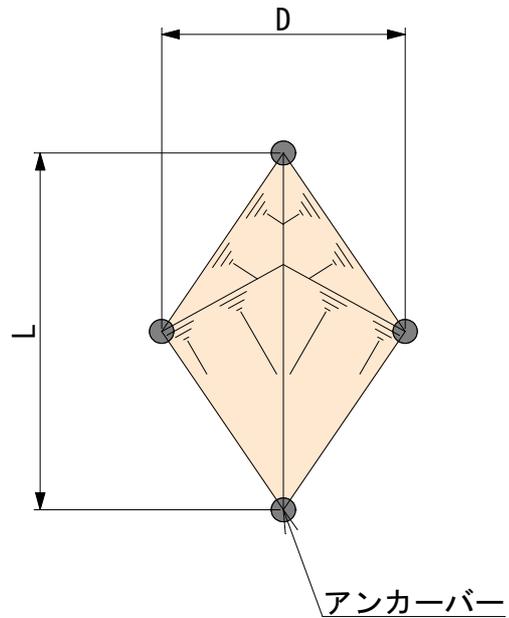


図-2 アンカーバー配置図

(1) 計算条件表(菱形領域の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 =	-	0.800	
	単位体積重量	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	18.000	
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	$\alpha$	°	33.690	
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	1.500	
	鉛直方向間隔	L	m	3.000	
長繊維混入補強土	造成厚	t	m	0.200	
	せん断抵抗部厚さ	ts	m	0.150	
	単位体積重量	$\gamma_r$	kN/m <sup>3</sup>	18.000	
	粘着力	Crw	kN/m <sup>2</sup>	40.000	
安定条件	計画安全率	Fsp	-	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  
 $\theta = \text{ATAN}(1/N)$   
 $= 0.8961 \text{ (rad)} = 51.340 \text{ (}^\circ\text{)}$

- すべり面の角度  
 $\chi = \text{入力値}$   
 $= 33.690 \text{ (}^\circ\text{)}$

- すべり土塊の水平幅  
 $B = L \times \cos \theta$   
 $= 3.000 \times \cos(51.340)$   
 $= 1.874 \text{ (m)}$

- すべり面の背面高  
 $H = B \times (\tan \theta - \tan \chi)$   
 $= 1.093$

- すべり土塊の重量  

$$W1 = \frac{1}{3} \times A \times D \times \gamma_s$$

$$= 1/3 \times 1.024 \times 1.500 \times 18.000$$

$$= 9.216 \text{ (kN)}$$

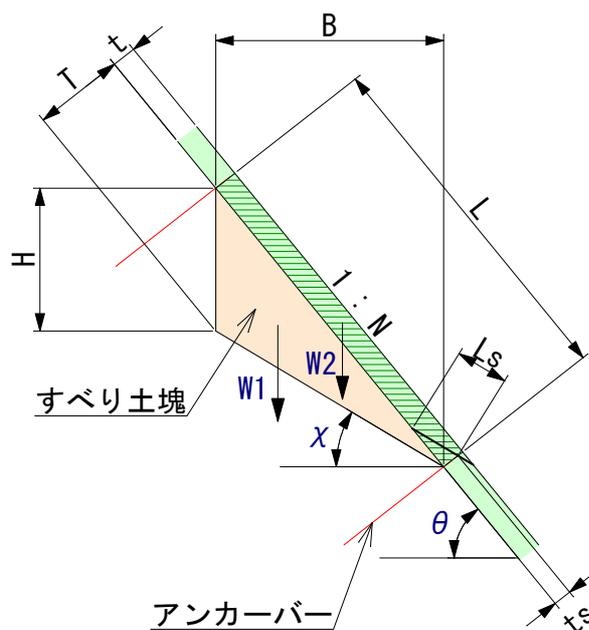
ここに、A：崩壊部の断面積

$$A = 1/2 \times B \times H = 1/2 \times 1.874 \times 1.093 = 1.024 \text{ (m}^2\text{)}$$

D：アンカーバーの水平間隔 = 1.500 (m)

H：すべり土塊の背面高 = 1.093 (m)

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



### 2) 長繊維混入補強土の重量 (W2)

$$W2 = 1/2 \times D \times L \times t \times \gamma_r$$

$$= 1/2 \times 1.500 \times 3.000 \times 0.200 \times 18.000$$

$$= 8.100 \text{ (kN)}$$

ここに、D：アンカーバーの水平間隔 = 1.500 (m)

L：アンカーバーの鉛直間隔 = 3.000 (m)

t：長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)

$$W = W1 + W2$$

$$= 9.216 + 8.100$$

$$= 17.316 \text{ (kN)}$$

(3) 長繊維混入補強土に作用するせん断力の計算

長繊維混入補強土に作用するせん断力 (S)

$$\begin{aligned} S &= W \times \sin \chi \\ &= 17.316 \times \sin(33.690) \\ &= 9.605 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

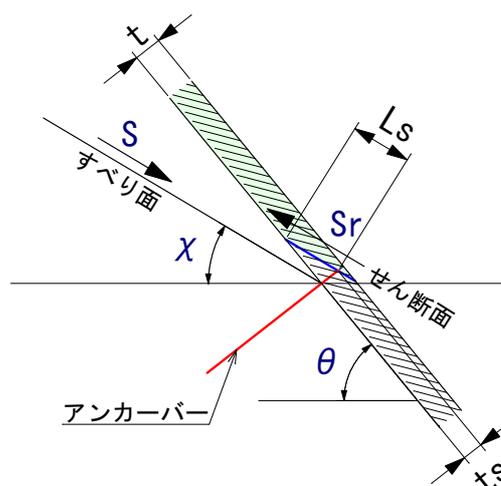
ここに、W : 崩壊部の重量 = 17.316 (kN)  
 $\chi$  : すべり面の角度 = 33.690 (°)

(4) 長繊維混入補強土のせん断抵抗力計算

1) 長繊維混入補強土のせん断抵抗長 (Ls)

$$\begin{aligned} L_s &= t_s / \sin(\theta - \chi) \\ &= 0.150 / \sin(51.340 - 33.690) \\ &= 0.495 \text{ (m)} \end{aligned}$$

ここに、 $t_s$  : 繊維補強土のせん断抵抗厚 = 0.150 (m)  
 $\theta$  : のり面の角度 = 51.340 (°)  
 $\chi$  : すべり面の角度 = 33.690 (°)



2) 長繊維混入補強土のせん断抵抗力 (Sr)

$$\begin{aligned} S_r &= D \times C_{rw} \times L_s \\ &= 1.500 \times 40.00 \times 0.495 \\ &= 29.700 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここに、D : アンカーバーの水平間隔 = 1.500 (m)  
 $C_{rw}$  : 連続繊維補強土の粘着力 = 40.00 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $L_s$  : 繊維補強土のせん断抵抗長 = 0.495 (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。

$$\begin{aligned} F_s &= S_r / S \\ &= 29.700 / 9.605 \\ &= 3.092 \geq F_{sp} = 1.50 \quad \dots \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

長繊維混入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領域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、「ロービングウォール工法 設計・施工マニュアル」に準拠して行う。

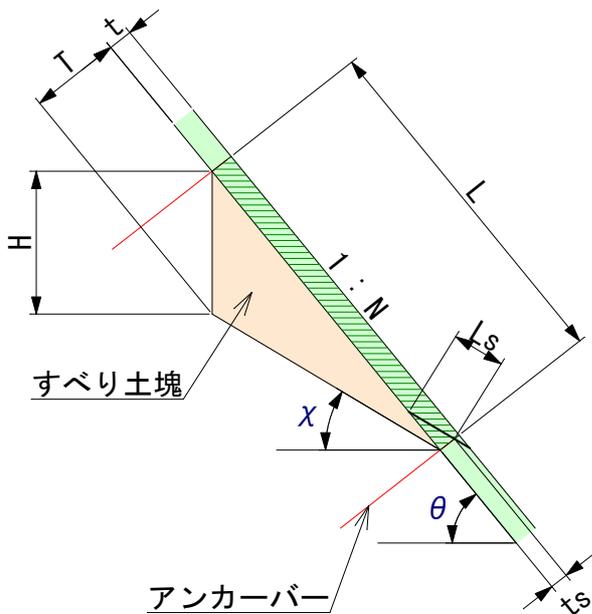


図-1 計算モデル断面図

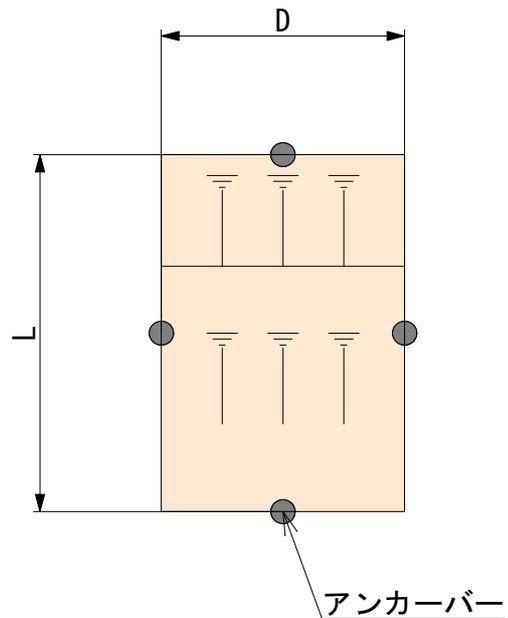


図-2 アンカーバー配置図

(1) 計算条件表(矩形領域の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 =	-	0.800	
	単位体積重量	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	18.000	
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	$\alpha$	°	39.806	
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	1.500	
	鉛直方向間隔	L	m	3.000	
長繊維混入補強土	造成厚	t	m	0.200	
	せん断抵抗部厚さ	ts	m	0.150	
	単位体積重量	$\gamma_r$	kN/m <sup>3</sup>	18.000	
	粘着力	Crw	kN/m <sup>2</sup>	40.000	
安定条件	計画安全率	Fsp	-	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  
 $\theta = \text{ATAN}(1/N)$   
 $= 0.8961 \text{ (rad)} = 51.340 \text{ (}^\circ\text{)}$

- すべり面の角度  
 $\chi = \text{入力値}$   
 $= 39.806 \text{ (}^\circ\text{)}$

- すべり土塊の水平幅  
 $B = L \times \cos \theta$   
 $= 3.000 \times \cos(51.340)$   
 $= 1.874 \text{ (m)}$

- すべり面の背面高  
 $H = B \times (\tan \theta - \tan \chi)$   
 $= 0.781$

- すべり土塊の重量  
 $W1 = A \times D \times \gamma_s$   
 $= 0.732 \times 1.500 \times 18.000$   
 $= 19.764 \text{ (kN)}$

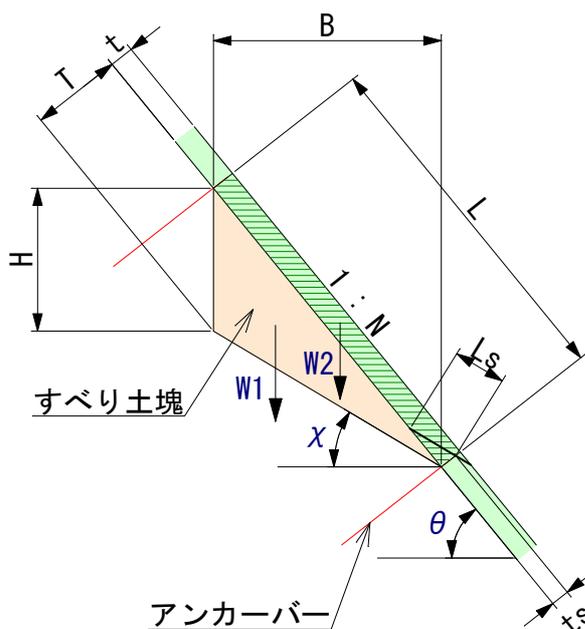
ここに、A：崩壊部の断面積

$$A = 1/2 \times B \times H = 1/2 \times 1.874 \times 0.781 = 0.732 \text{ (m}^2\text{)}$$

D：アンカーバーの水平間隔 = 1.500 (m)

H：すべり土塊の背面高 = 0.781 (m)

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



### 2) 長繊維混入補強土の重量 (W2)

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

$$= 1.500 \times 3.000 \times 0.200 \times 18.000$$

$$= 16.200 \text{ (kN)}$$

ここに、D：アンカーバーの水平間隔 = 1.500 (m)

L：アンカーバーの鉛直間隔 = 3.000 (m)

t：長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)

$$W = W1 + W2$$

$$= 19.764 + 16.200$$

$$= 35.964 \text{ (kN)}$$

(3) 長繊維混入補強土に作用するせん断力の計算

長繊維混入補強土に作用するせん断力 (S)

$$\begin{aligned} S &= W \times \sin \chi \\ &= 35.964 \times \sin(39.806) \\ &= 23.024 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

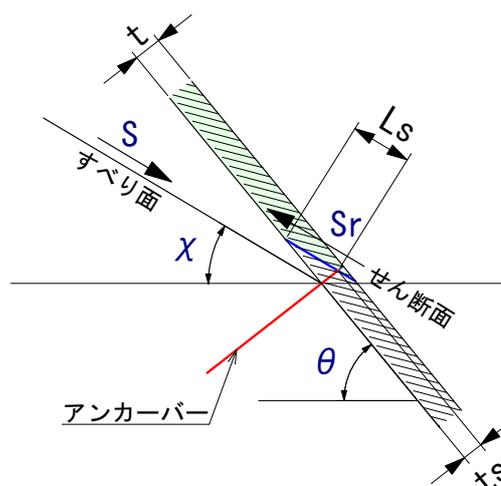
ここに、W : 崩壊部の重量 = 35.964 (kN)  
 $\chi$  : すべり面の角度 = 39.806 (°)

(4) 長繊維混入補強土のせん断抵抗力計算

1) 長繊維混入補強土のせん断抵抗長 (Ls)

$$\begin{aligned} L_s &= t_s / \sin(\theta - \chi) \\ &= 0.150 / \sin(51.340 - 39.806) \\ &= 0.750 \text{ (m)} \end{aligned}$$

ここに、 $t_s$  : 繊維補強土のせん断抵抗厚 = 0.150 (m)  
 $\theta$  : のり面の角度 = 51.340 (°)  
 $\chi$  : すべり面の角度 = 39.806 (°)



2) 長繊維混入補強土のせん断抵抗力 (Sr)

$$\begin{aligned} S_r &= D \times C_{rw} \times L_s \\ &= 1.500 \times 40.00 \times 0.750 \\ &= 45.000 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

ここに、D : アンカーバーの水平間隔 = 1.500 (m)  
 $C_{rw}$  : 連続繊維補強土の粘着力 = 40.00 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $L_s$  : 繊維補強土のせん断抵抗長 = 0.750 (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。

$$\begin{aligned} F_s &= S_r / S \\ &= 45.000 / 23.024 \\ &= 1.954 \geq F_{sp} = 1.50 \quad \dots \quad \text{O.K.} \end{aligned}$$

連続繊維補強土の抜け落ち検討(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領域が円弧すべり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、「ロービングウォール工法 設計・施工マニュアル」に準拠して行う。

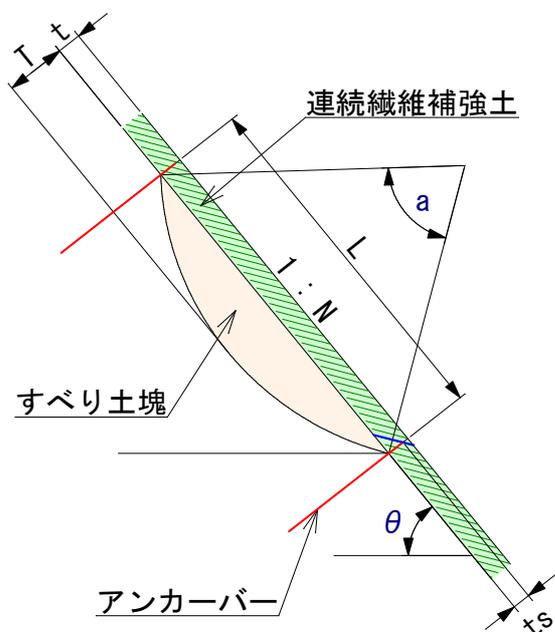


図-1 計算モデル断面図

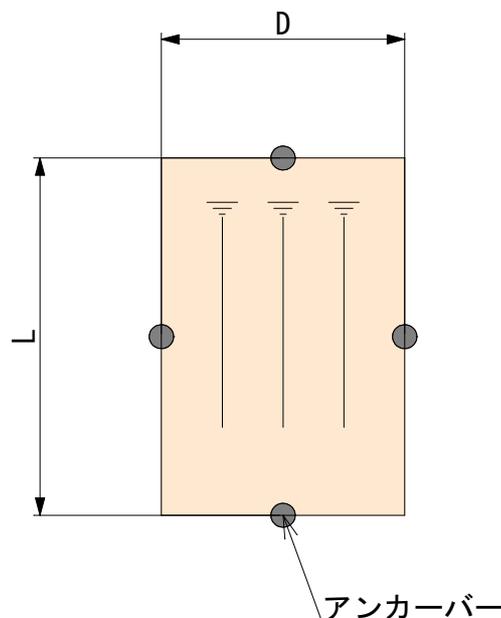


図-2 アンカーバー配置図

(1) 計算条件表(矩形領域の円弧すべりタイプ)

項目	内容	記号	単位	数値	備考
地山条件	のり面勾配	1 : N =	-	1.000	
	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	1.500	
	鉛直方向間隔	L	m	3.000	
連続繊維補強土	造成厚	t	m	0.200	
	せん断抵抗部厚さ	ts	m	0.150	
	単位体積重量	$\gamma_r$	kN/m <sup>3</sup>	18.000	
	粘着力	C <sub>rw</sub>	kN/m <sup>2</sup>	40.000	
安定条件	計画安全率	F <sub>sp</sub>	-	1.500	

## (2) 外力計算

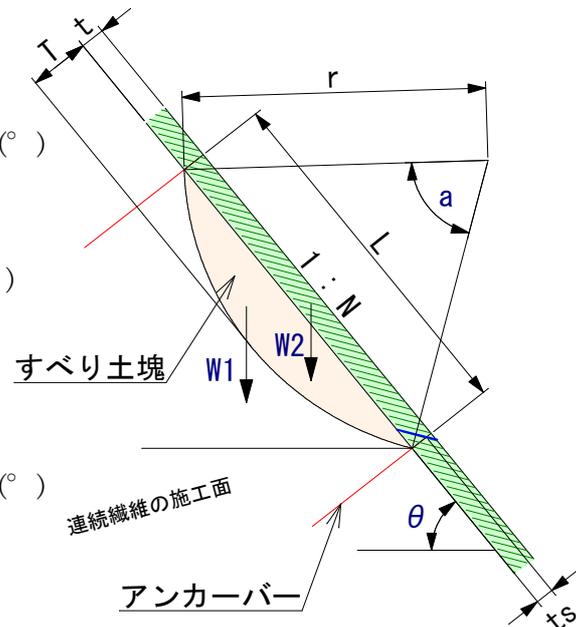
### 1) 地山のすべり土塊重量 (W1)

- のり面の角度  
 $\theta = \text{ATAN}(1/N)$   
 $= 0.785 \text{ (rad)} = 45.000 \text{ (}^\circ\text{)}$

- 円弧の半径(r)  
 $r = (L^2/4 + T^2)/2T$   
 $= (3.000^2/4 + 0.500^2) / (2 \times 0.500)$   
 $= 2.500 \text{ (m)}$

- 円弧の中心角(a)  
 $a = 2 \times \sin^{-1}(L/2r)$   
 $= 2 \times \sin^{-1}\{3.000 / (2 \times 2.500)\}$   
 $= 1.287 \text{ (rad)} = 73.740 \text{ (}^\circ\text{)}$

- すべり土塊の重量  
 $W1 = A \times D \times \gamma_s$   
 $= 1.022 \times 1.500 \times 20.000$   
 $= 30.656 \text{ (kN)}$



ここに、A：円弧すべりの断面積

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

$$= 1/2 \times \{ 1.287 \times 2.500^2 - 3.000 \times (2.500 - 0.500) \}$$

$$= 1.022 \text{ (m}^2\text{)}$$

D：アンカーバーの水平間隔 = 1.500 (m)

L：アンカーバーの鉛直間隔 = 3.000 (m)

a：円弧の中心角(単位:ラジアン) = 1.287 (rad)

r：円弧の半径 = 2.500 (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)

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

$$= 1.500 \times 3.000 \times 0.200 \times 18.000$$

$$= 16.200 \text{ (kN)}$$

ここに、D：アンカーバーの水平間隔 = 1.500 (m)

L：アンカーバーの鉛直間隔 = 3.000 (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)

$$W = W1 + W2$$

$$= 30.656 + 16.200$$

$$= 46.856 \text{ (kN)}$$

