

## アンカーの設計計算報告書

地区名	五大地区地すべり防止工事
測線名	No.2測線
備考	アンカー案

項目		記号	単位	数	値
外力	必要抑止力	Pr	kN/m		300.0
	すべり面	平均角度	$\theta$	°	18.62
		$\tan \phi$	—	—	
配置計画	水平間隔	a	m		3.50
	縦間隔	b	m		3.50
	施工段数	m	段		4
	アンカー傾角	$\alpha$	°		30.0
	アンカー効果	締め付け+引き止め効果			
鋼材	アンカー種別	PC鋼線より線(スーパーフレックアンカー)			
	アンカーランク	ランクA(常時)			
定着	テンドンとグラウトの許容付着応力度	$\tau_b$	N/mm <sup>2</sup>		0.80
	アンカー体の周面摩擦抵抗	$\tau$	N/mm <sup>2</sup>		0.60
	設計安全率	Fs	—		2.5

計算結果							
アンカー傾角 $\alpha$ (°)	設計アンカー力 Td(kN/本)	テンドン規格	見かけ周長 U (mm)	削孔径 $d_A$ (mm)	アンカー体長 (m)		
					$l_{sa}$	$l_a$	La
30.0	240.0	SFL-2	95.4	90	3.15	3.54	4.0

## 1 アンカーの設計計算

## 1. 1 設計条件

## 1. 1. 1 すべり面

必要抑止力	Pr	=	300.0	(kN/m)
すべり面勾配	$\theta$	=	18.62	( $^{\circ}$ )

## 1. 1. 2 アンカーの配置・機能

水平間隔	a	=	3.50	(m)
施工段数	m	=	4	(段)
アンカー傾角	$\alpha$	=	30.0	( $^{\circ}$ )
アンカーとすべり面のなす角度	$\beta$	=	$\alpha + \theta = 48.62$	( $^{\circ}$ )
アンカーの抑止機能	締め付け+引き止め効果			
すべり面の内部摩擦角	$\tan \phi$	=	0.57735	( $\phi=30.000^{\circ}$ )

## 1. 1. 3 アンカー体

適用基準	地盤工学会
アンカーの支持方式	摩擦引張型
アンカー種別	PC鋼線より線(スーパーフロテックアンカー) ランクA(常時)
テンドンとグラウトの許容付着応力度	$\tau_b = 0.80$ (N/mm <sup>2</sup> )

			許容付着応力度 (N/mm <sup>2</sup> )			
			グラウトの設計基準強度			
			18	24	30	40以上
引張材の種類	ランクB	PC鋼より線	1.00	1.20	1.35	1.50
		多重PC //				
	ランクA	PC鋼より線	0.80	0.90	1.00	
		多重PC //				
		異形PC鋼棒	1.40	1.60	1.80	2.00
		異形PC鋼棒		1.60	1.80	2.00

仮設の許容付着応力度は、PC鋼より線・多重PCより線は永久の1.5倍、異形PC鋼棒は、永久と同じとした。

出典：グラウンドアンカー設計・施工基準 同解説 P.76  
(平成24年5月31日版 地盤工学会)

アンカー体の周面摩擦抵抗  $\tau = 0.60$  (N/mm<sup>2</sup>)

アンカーの周面摩擦抵抗

地盤の種類		摩擦抵抗 (N/mm <sup>2</sup> )	
岩盤	硬岩	1.50 ~ 2.50	
	軟岩	1.00 ~ 1.50	
	風化岩	0.60 ~ 1.00	
	土丹	0.60 ~ 1.20	
砂礫	N 値	10	0.10 ~ 0.20
		20	0.17 ~ 0.25
		30	0.25 ~ 0.35
		40	0.35 ~ 0.45
		50	0.45 ~ 0.70
砂	N 値	10	0.10 ~ 0.14
		20	0.18 ~ 0.22
		30	0.23 ~ 0.27
		40	0.29 ~ 0.35
		50	0.30 ~ 0.40
粘性土		1.0 c (cは粘着力)	

出典：グラウンドアンカー設計・施工基準 同解説 P. 78(平成24年5月31日版 地盤工学会)

設計安全率  $F_s = 2.5$

極限引抜き力に対する安全率

		安全率
ランクB		1.5
ランクA	(常時)	2.5
	(地震時)	1.5 ~ 2.0

出典：グラウンドアンカー設計・施工基準 同解説 P. 77(平成24年5月31日版 地盤工学会)

削孔径 (アンカー体径)  $d_A = 90$  (mm)

## 1. 2 設計アンカー力の算出

## 1. 2. 1 必要アンカー力の算出

対策工施工後の斜面の計画安全率(PFs)と必要抑止力(Pr)の関係は以下の通りである。

$$PFs = \frac{[\text{すべりに抵抗する力}] + Pr}{[\text{すべろうとする力}]}$$

$$Pr = PFs \cdot [\text{すべろうとする力}] - [\text{すべりに抵抗する力}]$$

アンカーによってすべり面を押しつける締め付け力と、すべり面沿いに引き上げる引き止め力の両方を「すべりに抵抗する力」とみなす算式は、必要アンカー力を  $P_o$  とすると、

$$PFs = \frac{[\text{すべりに抵抗する力}] + P_o \cdot \sin \beta \cdot \tan \phi + P_o \cdot \cos \beta}{[\text{すべろうとする力}]}$$

$$\therefore P_o = \frac{PFs \cdot [\text{すべろうとする力}] - [\text{すべりに抵抗する力}]}{\cos \beta + \sin \beta \cdot \tan \phi}$$

となる。

したがって、締め付け+引き止め効果の場合は、必要アンカー力を以下のように計算できる。

$$\begin{aligned} P_o &= \frac{Pr}{\cos \beta + \sin \beta \cdot \tan \phi} \\ &= \frac{300.0}{\cos(48.62) + \sin(48.62) \times 0.57735} = 274.2 \quad (\text{kN/m}) \end{aligned}$$

## 1. 2. 2 設計アンカー力の算出

設計アンカー力 ( $T_d$ ) は、以下のように計算できる。

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{P_o \cdot a}{m} \\ &= \frac{274.2 \times 3.50}{4} = 240.0 \quad (\text{kN/本}) \end{aligned}$$

以上より、1本当たりの設計アンカー力 ( $T_d$ ) は、240.0 kN/本 となる。

## 1. 3 テンドン規格の決定

アンカー種別 PC鋼線より線(スーパーフロテックアンカー)

テンドン規格 SFL-2

上の場合の許容引張力は、引張強度 (Tus) 、降伏強度 (Tys) に対してそれぞれ以下のように計算できる。

$$0.60 \cdot (Tus \cdot N) = 0.60 \times 522.000 = 313.200 \text{ (kN)} \geq 240.0 \text{ (kN/本)} \dots \text{OK}$$

$$0.75 \cdot (Tys \cdot N) = 0.75 \times 444.000 = 333.000 \text{ (kN)} \geq 240.0 \text{ (kN/本)} \dots \text{OK}$$

N : PC鋼より線本数 ( 2 本)

Tus : 引張強度 (より線1本あたり 261.000 kN)

Tys : 降伏強度 (より線1本あたり 222.000 kN)

以上より、SFL-2 は、設計アンカー力に対して安全である。

## 1. 4 アンカー体長の算出

## 1. 4. 1 算出条件

テンドンとグラウトの許容付着応力度	$\tau_b$	=	0.80	( N /mm <sup>2</sup> )
アンカー体の周面摩擦抵抗	$\tau$	=	0.60	( N /mm <sup>2</sup> )
設計安全率	$F_s$	=	2.5	
テンドンの周長	$U$	=	95.4	(mm)
削孔径 (アンカー体径)	$d_A$	=	90	(mm)

## 1. 4. 2 計算結果

## (1) テンドン拘束長

グラウトとアンカーテンドンとの付着から求まるテンドン拘束長

$$\begin{aligned} \ell_{sa} &= \frac{Td \cdot 10^3}{U \cdot \tau_b} \\ &= \frac{240.0 \times 10^3}{95.4 \times 0.80} = 3145 \text{ (mm)} = 3.15 \text{ (m)} \end{aligned}$$

## (2) アンカー体長の算出

グラウトと地盤の摩擦から求まるアンカー体長

$$\begin{aligned} \ell_a &= \frac{Td \cdot 10^3 \cdot F_s}{\pi \cdot d_A \cdot \tau} \\ &= \frac{240.0 \times 10^3 \times 2.5}{\pi \times 90 \times 0.60} = 3537 \text{ (mm)} = 3.54 \text{ (m)} \end{aligned}$$

## (3) アンカー体長の決定

$$\ell_{sa} = 3.15 \text{ (m)} < \ell_a = 3.54 \text{ (m)} \text{ より}$$

アンカー体長 ( $L_a$ ) は  $L_a = 3.54 \text{ m}$  となるが、0.5 m 単位で切り上げ 4.0 m とする。

## 1. 5 アンカー長

各段の自由長を考慮した場合のアンカー長は以下の通りとなる。

段	自由長 Lf (m)	アンカー体長 La (m)	アンカー長 L (m)
1	12.00	4.0	16.00
2	11.00	4.0	15.00
3	10.00	4.0	14.00
4	8.50	4.0	12.50
合 計			57.50