

EXSSAS検証資料

- ・本資料は、弊社の円弧すべり解析ソフト(EXSSAS)のバグ取りおよび計算結果の妥当性を確認するために、弊社が保有している他社製ソフトと同一条件で計算した結果を比較したものです。
- ・分割法による円弧すべり解析では、スライスの分割位置や分割数および計算途中の丸め等により安全率の数値に差が生じます。
したがって、開発会社によって若干の違いが出るのはやむを得ないと思われれます。
- ・本検証では、盛土断面と切土断面の合計5ケースで比較計算を行ないましたが、全てのケースで臨界円弧の発生位置(格子点位置と半径)は一致しました。
また、小数点以下3桁レベルで臨界円弧の安全率が一致しました。
- ・本検証では、弊社の円弧すべり解析ソフト(EXSSAS)の計算結果に問題点は確認できませんでした。
しかしながら、本ソフトは初期バージョンであり、使用実績も乏しいため、全てのケースで計算結果を保証するものではありません。
今後も検証を重ね、また、ユーザー様からのご指摘をいただきながら改善を図りたいと思います。

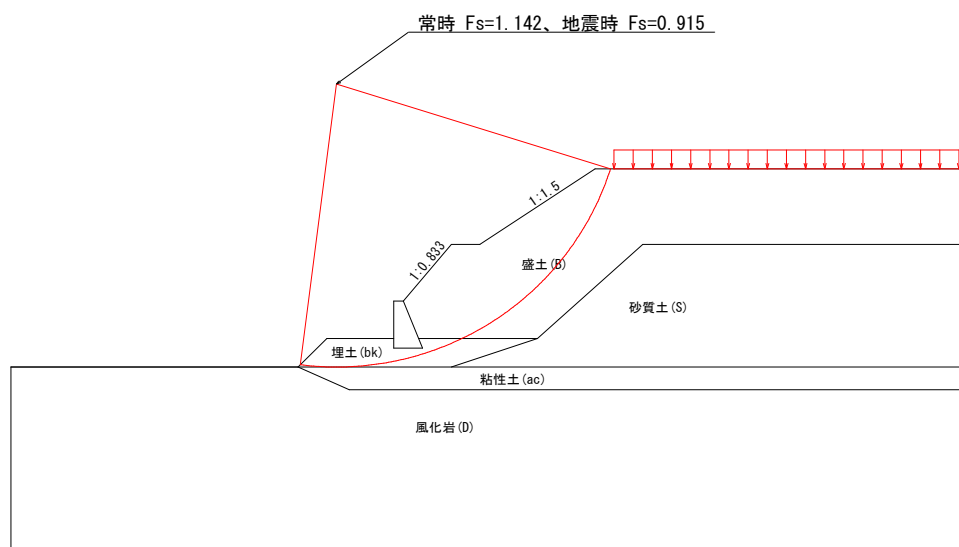
有限会社 シビルテック

2019/04/24版

検証ケース：Sample1

解析断面：法尻に重力式擁壁がある盛土断面

解析式：修正フェレニウス法



円弧すべり計算結果の比較表 (その1)

解析名： Test-01

解析断面： 法尻に重力式擁壁がある盛土断面

・最大スライス分割幅：1.0m

・計画安全率：常時 $F_{sp}=1.20$ 、地震時 $F_{sp}=1.00(kh=0.12)$

ソフト名		EXSSAS Ver1.0	Power SSA PRO (ver.5.55)	COSTANA (Ver18.1H)			
開発会社		有限会社 シビルテック	五大開発株式会社	富士通エフ・アイ・ピー株式会社			
解析式		修正フェレニウス法	修正フェレニウス法	修正フェレニウス法			
解析ケース		常時	地震時	常時	地震時		
計算結果	最小安全率	Fs	1.142	0.915	1.142	0.914	
	必要抑止力	Pr(kN/m)	25.411	44.036	25.44	44.06	
	滑動力	S(kN/m)	438.928	516.232	438.928	516.231	
	抵抗力	R(kN/m)	501.303	472.197	501.283	472.176	
	滑動モーメント	Ms(kN/m)	6,583.926	7,743.487	-	-	
	抵抗モーメント	Mr(kN/m)	7,519.542	7,082.948	-	-	
円弧情報	半径中心	X(m)	2.000	2.000	2.000	2.000	
		Y(m)	15.000	15.000	15.000	15.000	
	半径	R(m)	15.000	15.000	15.000	15.000	
土塊情報	土塊断面積	A(kN/m ²)	49.785	49.785	49.78	49.78	
	総重量	W(kN/m ³)	916.331	916.331	916.3	916.3	
	スライス全長	SL(m)	20.878	20.878	20.878	20.878	
CAD計測 & 手計算	土塊断面積	A(kN/m ²)	49.785	← CAD計測			
	総重量	W(kN/m ³)	916.330	← 手計算 $W=39.585*18.0+7.700*19.0+2.500*23.0=916.330$			
	スライス全長	SL(m)	20.878	← CAD計測			

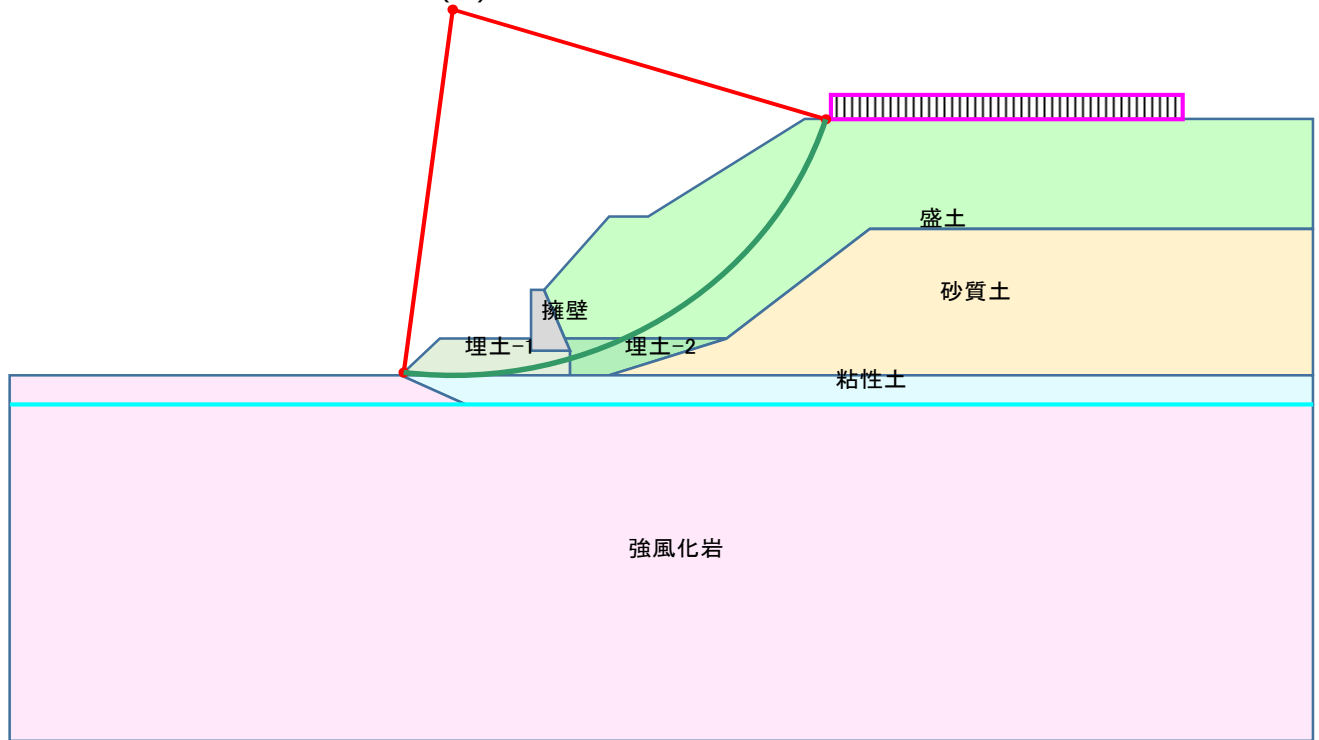
※ 五大開発のPower SSA PROと、弊社の解析手法は同じであるが、スライス自動分割位置の違いでわずかな差異が出ている。

※ 富士通FIPのCOSTANAは、スライス法ではなく積分法で解析を行なっている。また、計算丸めの有無が不明なので、計算結果を単純に比較することはできない。

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	EXSSAS Sample-1、常時		
サブタイトル	法尻に重力式擁壁がある盛土断面		
計算タイプ(目的)	最大必要抑止力の算定	縮尺 1 :	290

- ・安全率 $F_s = 1.142$
- ・最大抑止力 $Pr_{max} = 25.411$
- ・円弧中心座標 (m) $X = 2.000$
 $Y = 15.000$
- ・円弧の半径 (m) $R = 15.000$

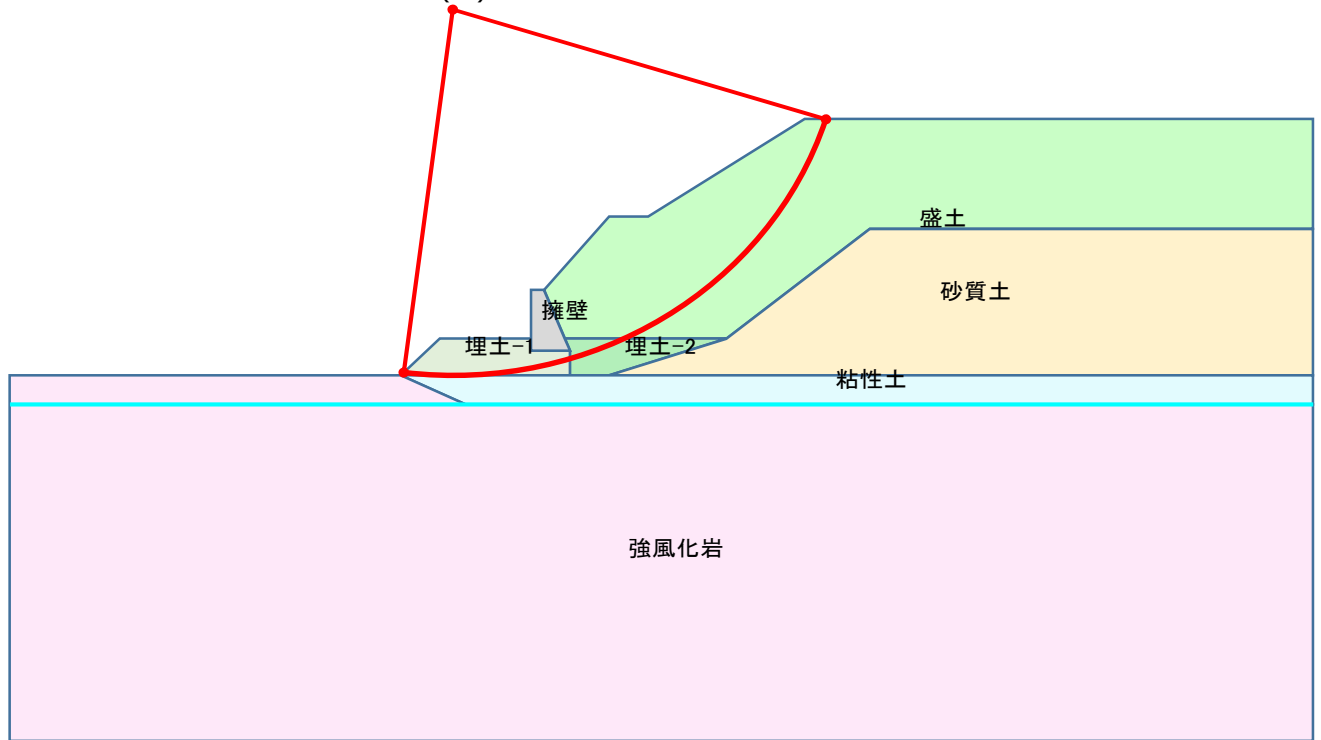


項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	必要抑止力の算定	
安全率	$F_s = 1.142$	
計画安全率	$F_{sp} = 1.20$	
必要抑止力	$Pr = 25.411$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 20.878$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 49.785$ m ²	
総重量	$\Sigma W = 916.331$ m ³	
滑動モーメント	$\Sigma M_s = 6,583.926$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma M_r = 7,519.542$ kN・m	

円弧すべり解析結果断面図

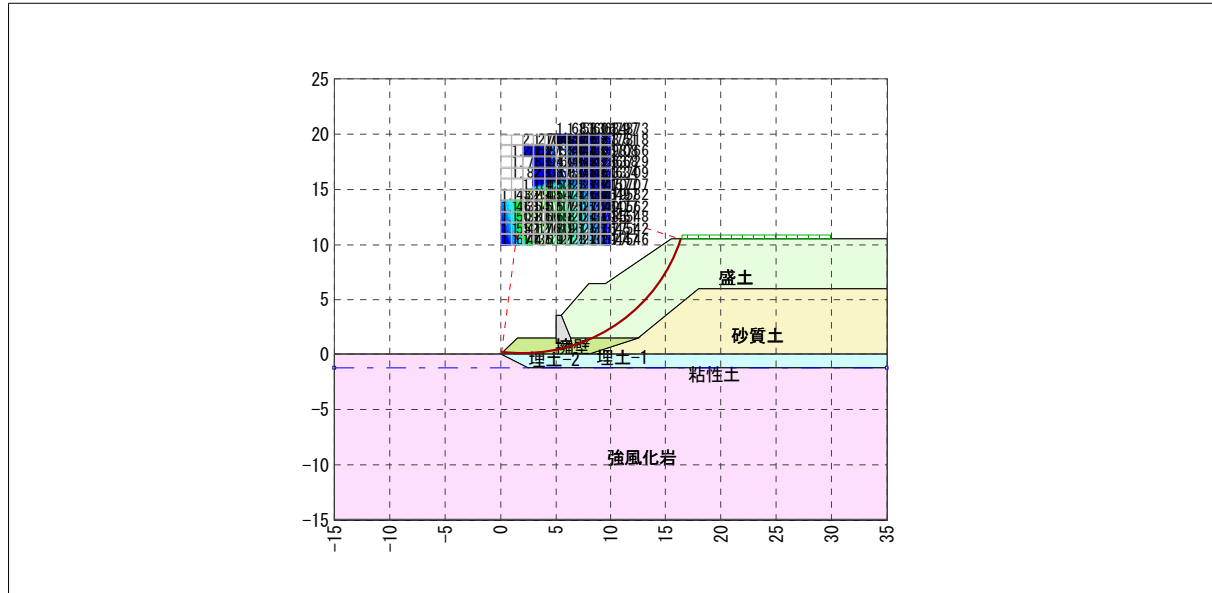
タイトル	EXSSAS Sample-1、地震時		
サブタイトル	法尻に重力式擁壁がある盛土断面		
計算タイプ(目的)	最大必要抑止力の算定	縮尺 1 :	290

- ・安全率 $F_s = 0.915$
- ・最大抑止力 $Pr_{max} = 44.036$
- ・円弧中心座標 (m) $X = 2.000$
 $Y = 15.000$
- ・円弧の半径 (m) $R = 15.000$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	地震時の計算	
計算タイプ(計算目的)	必要抑止力の算定	
安全率	$F_s = 0.915$	
計画安全率	$F_{spe} = 1.00$	
必要抑止力	$Pr = 44.036$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 20.878$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 49.785$ m ²	
総重量	$\Sigma W = 916.331$ m ³	
滑動モーメント	$\Sigma M_s = 7,743.487$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma M_r = 7,082.948$ kN・m	

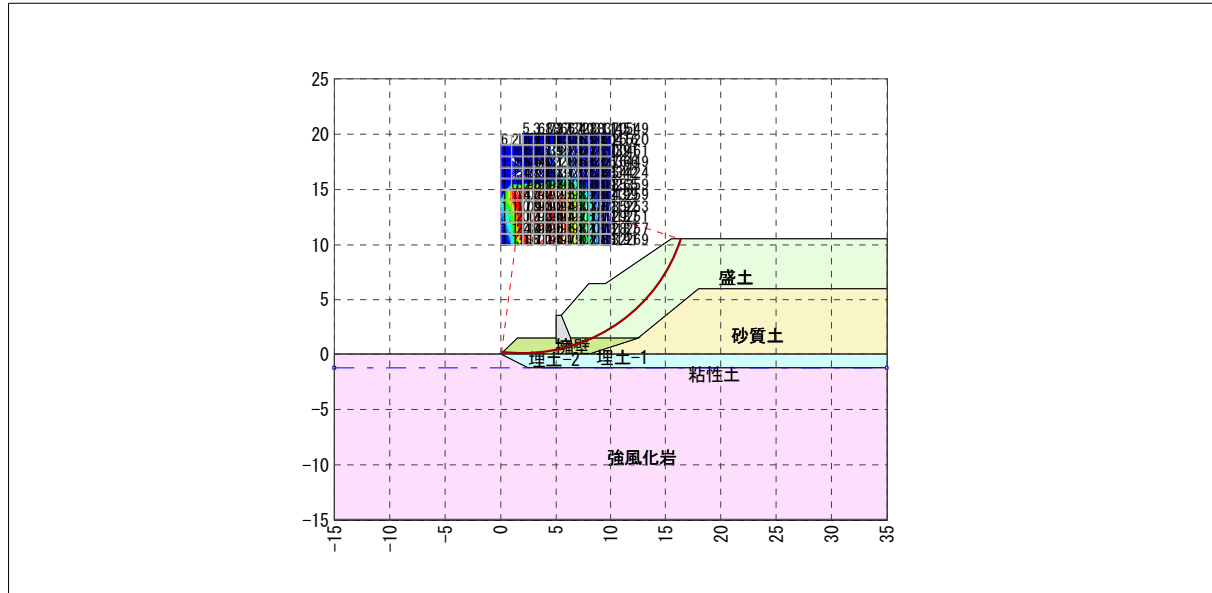
現場名	Samp/e-1、常時
測線名	法尻に重力式擁壁がある盛土断面
備考	五大開発、PSSA PRO



断面図

種別	記号	単位	条件と結果
計算式	-	-	修正Fellenius法(道路土工式)
安全率	Fs	-	1.142
計画安全率	p. Fs	-	1.200
抑止力	Pr	kN/m	25.44
円弧中心座標	X	m	2.000
	Y	m	15.000
円弧半径	R	m	15.000
すべり面長	L	m	20.878
面積	A	m ²	49.78
法線力	N	kN/m	760.2
間隙水圧	U	kN/m	0.0
地すべり抵抗力	S	kN/m	501.283
地すべり力	T	kN/m	438.928

現場名	Samp/e-1、地震時
測線名	法尻に重力式擁壁がある盛土断面
備考	五大開発、PSSA PRO



断面図

種別	記号	単位	条件と結果
計算式	-	-	修正Fellenius法(道路土工式)
地盤水平震度係数	Kh	-	0.120
安全率	Fs	-	0.914
計画安全率	p. Fs	-	1.000
抑止力	Pr	kN/m	44.06
円弧中心座標	X	m	2.000
	Y	m	15.000
円弧半径	R	m	15.000
すべり面長	L	m	20.878
面積	A	m ²	49.78
間隙水圧	U	kN/m	0.0
法線力	N	kN/m	707.6
地すべり抵抗力	S	kN/m	472.176
地すべり力	T	kN/m	516.231

COSTANA Sample-1 盛土のり面-重力式擁壁あり

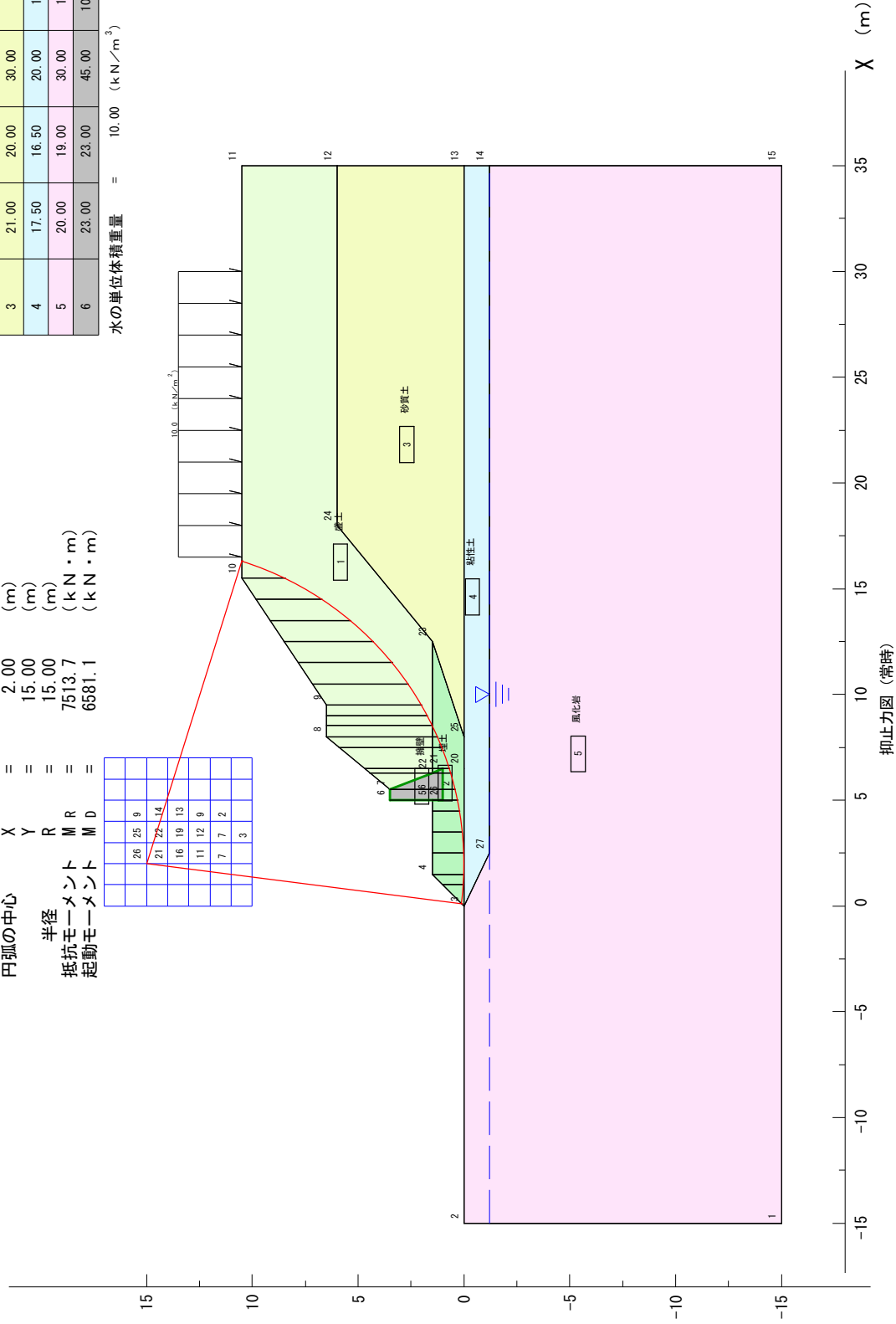
縮尺 : 1/ 300

F ST = 1.200 (kN)
 F S = 25.6 (kN)
 X = 1.142 (m)
 Y = 2.00 (m)
 R = 15.00 (m)
 M R = 7513.7 (kN・m)
 M D = 6581.1 (kN・m)

26	25	9
21	22	14
16	19	13
11	12	9
7	7	2
		3

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	19.00	18.00	30.00	5.00	0.00	0.000	0.000
2	20.00	19.00	25.00	5.00	0.00	0.000	0.000
3	21.00	20.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000
4	17.50	16.50	20.00	15.00	0.00	0.000	0.000
5	20.00	19.00	30.00	10.00	0.00	0.000	0.000
6	23.00	23.00	45.00	100.00	0.00	0.000	0.000



抑止力図 (常時)

COSTANA Sample-1 盛土のり面-重力式擁壁あり

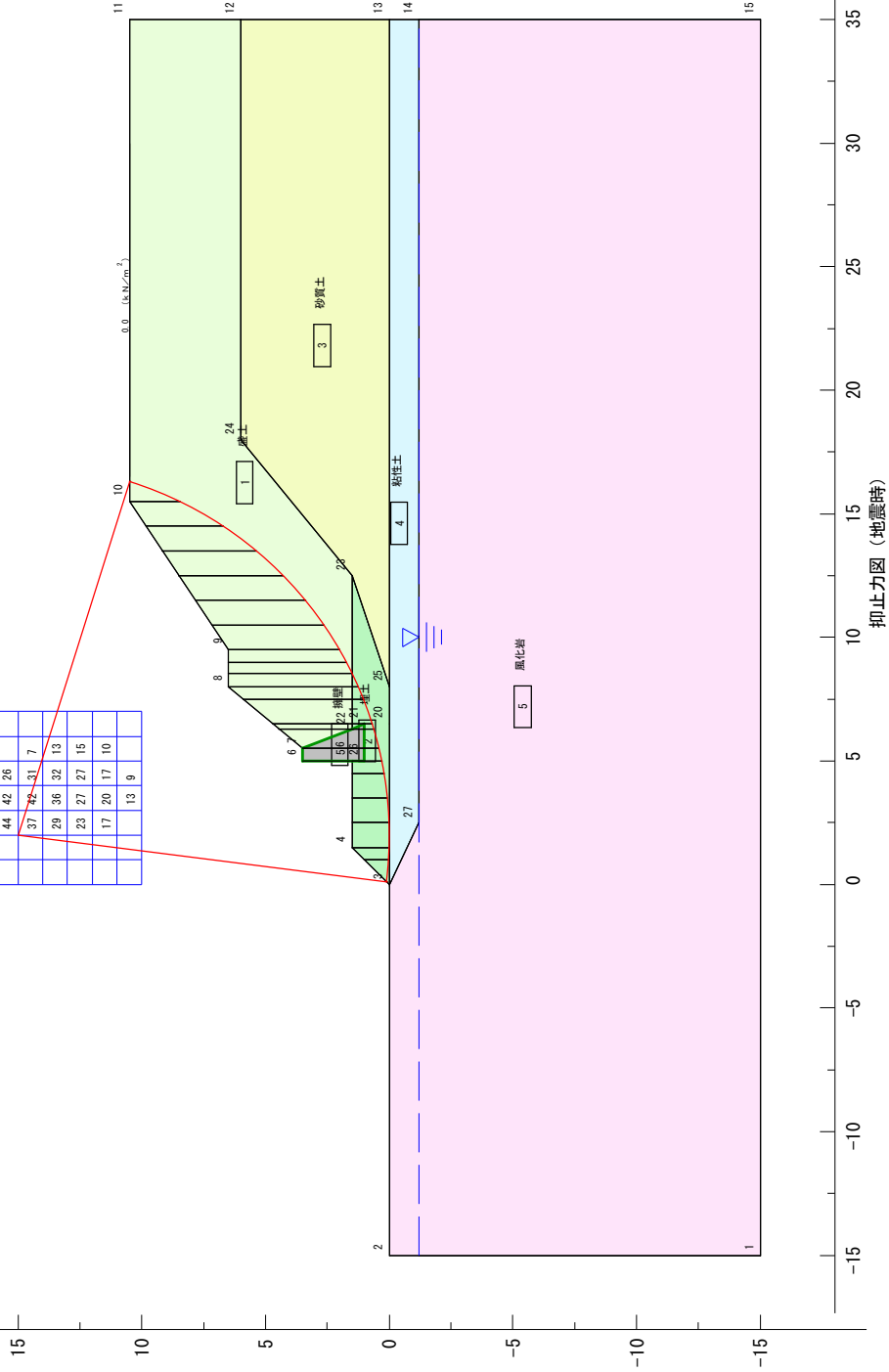
縮尺 : 1/ 300

必要安全率 F ST = 1.000
 最大抑止力 = 44.2 (kN)
 安全率 F S = 0.914
 円弧の中心 X = 2.00 (m)
 Y = 15.00 (m)
 半径 R = 15.00 (m)
 抵抗モーメント M R = 7077.3 (kN・m)
 起動モーメント M D = 7740.1 (kN・m)

			44	42	26
		37	74	31	7
		29	36	32	13
		23	27	27	15
		17	20	17	10
			13	9	

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	19.00	18.00	30.00	5.00	0.00	0.120	0.000
2	20.00	19.00	25.00	5.00	0.00	0.120	0.000
3	21.00	20.00	30.00	0.00	0.00	0.120	0.000
4	17.50	16.50	20.00	15.00	0.00	0.120	0.000
5	20.00	19.00	30.00	10.00	0.00	0.120	0.000
6	23.00	23.00	45.00	100.00	0.00	0.120	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)

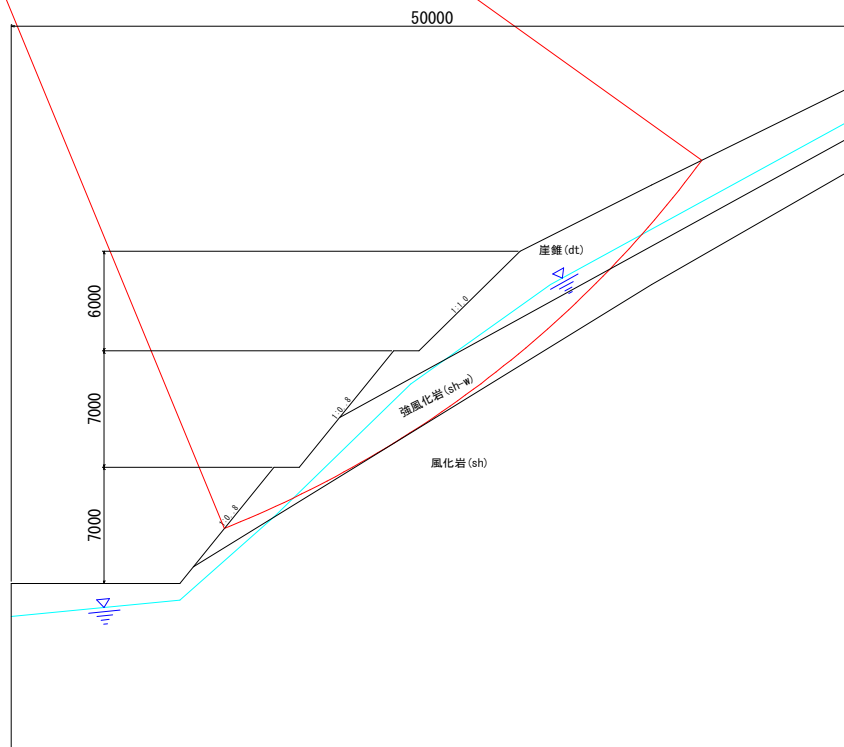


検証ケース：Sample2

解析断面：切土斜面

解析式：修正フェレニウス法

修正フェレニウス法
常時 $F_s=0.837$ 、地震時 $F_s=0.672$



円弧すべり計算結果の比較表 (その2)

解析名： Test-02 修正フェレニウス法
 解析断面： 切土のり面

・最大スライス分割幅：1.0m
 ・計画安全率：常時 Fsp=1.20、地震時 Fsp=1.00(kh=0.12)

ソフト名		EXSSAS Ver1.0		Power SSA PRO (ver.5.55)		COSTANA (Ver18.1H)		
開発会社		有限会社 シビルテック		五大開発株式会社		富士通エフ・アイ・ピー株式会社		
解析式		修正フェレニウス法		修正フェレニウス法		修正フェレニウス法		
解析ケース		常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時	
計算結果	最小安全率	Fs	0.850	0.702	0.850	0.702	0.850	0.702
	必要抑止力	Pr(kN/m)	440.806	480.133	440.81	480.14	440.6	479.9
	滑動力	S(kN/m)	1,258.565	1,612.870	1,258.566	1,612.869	-	-
	抵抗力	R(kN/m)	1,069.473	1,132.737	10,694.473	1,132.736	-	-
	滑動モーメント	Ms(kN/m)	101,314.523	125,803.839	-	-	101,279.4	125,763.3
	抵抗モーメント	Mr(kN/m)	86,092.547	88,353.483	-	-	86,070.9	88,333.1
円弧情報	半径中心	X(m)	-18.000	-10.000	-18.000	-10.000	-18.000	-10.000
		Y(m)	188.000	190.000	188.000	190.000	188.000	190.000
	半径	R(m)	80.500	78.000	80.500	78.000	80.500	78.000
土塊情報	土塊断面積	A(kN/m ²)	120.767	140.787	120.76	140.780	120.728	140.744
	総重量	W(kN/m ³)	2,158.085	2,514.527	2,158.0	2,514.5	2,157.351	2,513.742
	スライス全長	SL(m)	39.757	42.804	39.757	42.804	39.75	42.80
CAD計測 & 手計算	土塊断面積	A(kN/m ²)	120.767	← CAD計測				
	総重量	W(kN/m ³)	2,158.082	← 手計算 W=55.024*17.0+10.890*18.0+15.553*18.0+39.300*19.0=2158.082				
	スライス全長	SL(m)	39.757	← CAD計測				

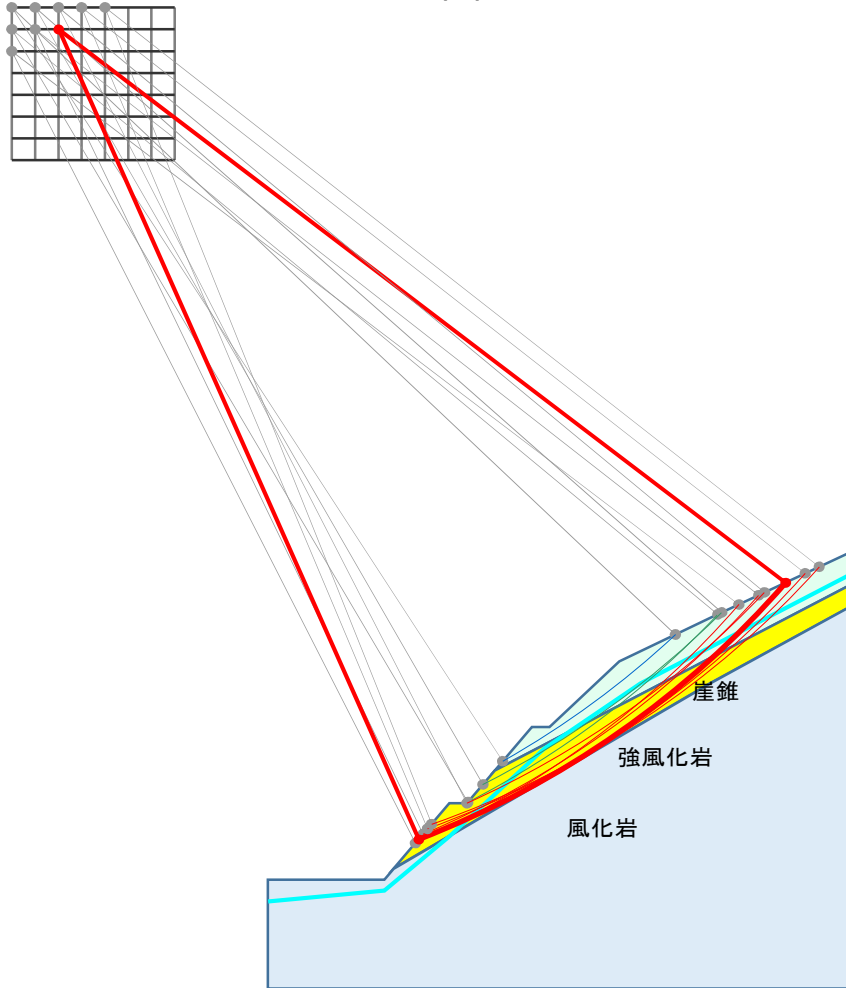
※ 五大開発のPower SSA PROと、弊社の解析手法は同じであるが、スライス自動分割位置の違いでごくわずかな差異が出ている。

※ 富士通FIPのCOSTANAは、スライス法ではなく積分法で解析を行なっている。また、計算丸めの有無が不明なので、計算結果を単純に比較することはできない。

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	EXSSAS Sample-2、常時		
サブタイトル	切土のり面、修正フェレニウス法		
計算タイプ(目的)	最大必要抑止力の算定	縮尺 1 :	650

- ・安全率 $F_s = 0.850$
- ・最大抑止力 $Pr_{max} = 440.806$
- ・円弧中心座標 (m) $X = -18.000$
 $Y = 188.000$
- ・円弧の半径 (m) $R = 80.500$

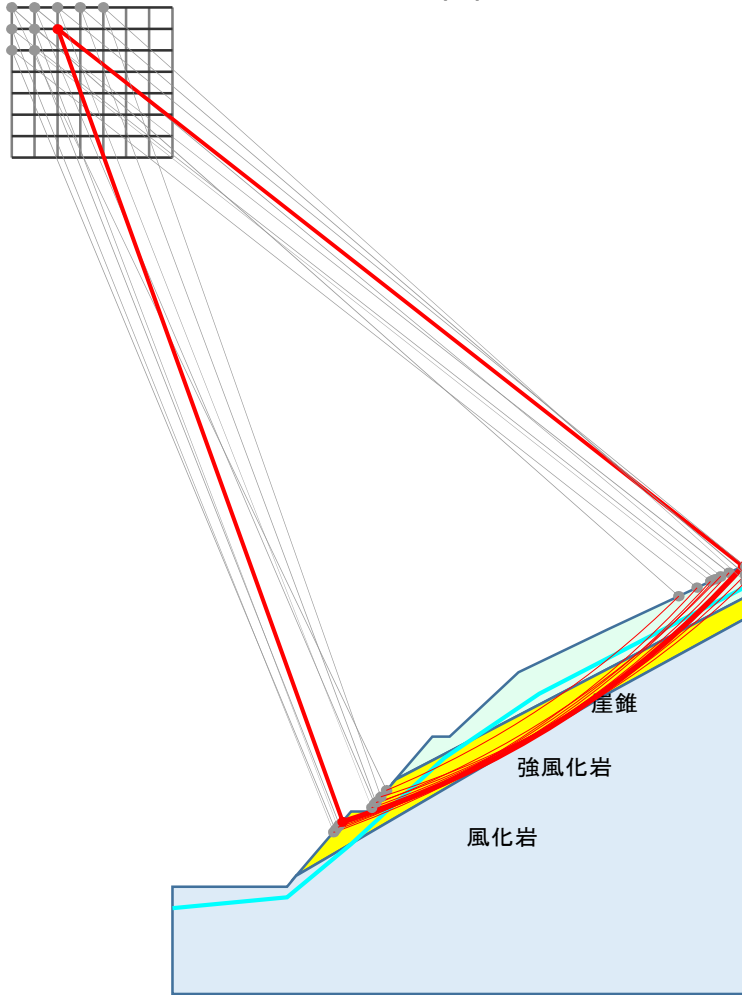


項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	必要抑止力の算定	
安全率	$F_s = 0.850$	
計画安全率	$F_{sp} = 1.20$	
必要抑止力	$Pr = 440.806$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 39.757$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 120.767$ m ²	
総重量	$\Sigma W = 2,158.085$ m ³	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 101,314.523$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 86,092.547$ kN・m	

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	EXSSAS Sample-2、地震時		
サブタイトル	切土のり面、修正フェレニウス法		
計算タイプ(目的)	最大必要抑止力の算定	縮尺 1 :	660

- ・安全率 $F_s = 0.702$
- ・最大抑止力 $Pr_{max} = 480.133$
- ・円弧中心座標 (m) $X = -10.000$
 $Y = 190.000$
- ・円弧の半径 (m) $R = 78.000$

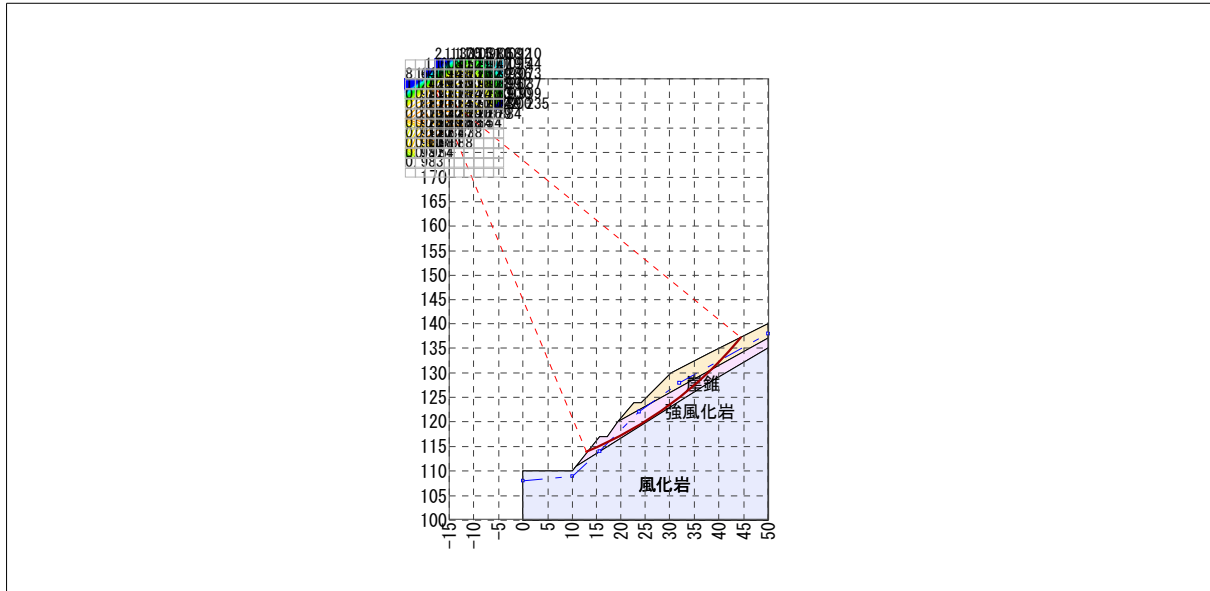


項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	地震時の計算	
計算タイプ(計算目的)	必要抑止力の算定	
安全率	$F_s = 0.702$	
計画安全率	$F_{spe} = 1.00$	
必要抑止力	$Pr = 480.133$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 42.804$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 140.787$ m ²	
総重量	$\Sigma W = 2,514.527$ m ³	
滑動モーメント	$\Sigma M_s = 125,803.839$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma M_r = 88,353.483$ kN・m	

現場名 Sample-2、修正フェレニウス法、常時

測線名 切土のり面

備考 五大開発、PSSA Pro



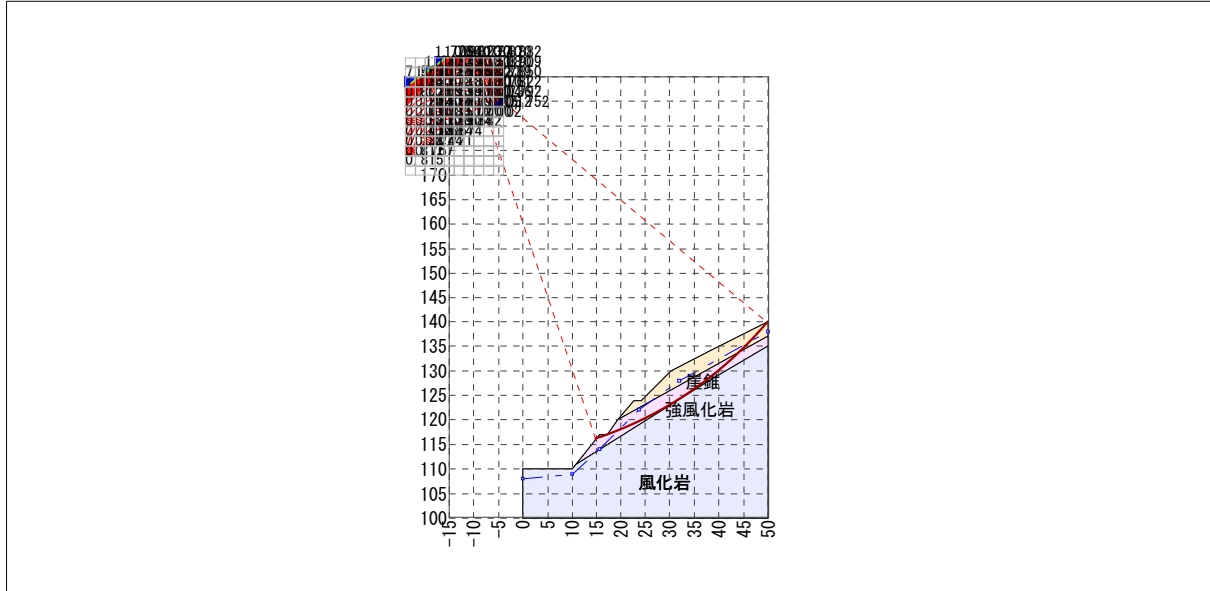
断面図

種別	記号	単位	条件と結果
計算式	-	-	修正Fellenius法(道路土工式)
安全率	Fs	-	0.8497
計画安全率	p. Fs	-	1.2000
抑止力	Pr	kN/m	440.81
円弧中心座標	X	m	-18.000
	Y	m	188.000
円弧半径	R	m	80.500
すべり面長	L	m	39.757
面積	A	m ²	120.76
法線力	N	kN/m	1738.0
間隙水圧	U	kN/m	406.5
地すべり抵抗力	S	kN/m	1069.473
地すべり力	T	kN/m	1258.566

現場名 Sample-2、修正フェレニウス法、地震時

測線名 切土のり面

備考 五大開発、PSSA Pro

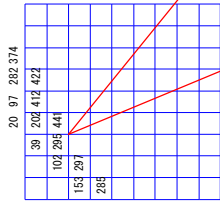


断面図

種別	記号	単位	条件と結果
計算式	-	-	修正Fellenius法(道路土工式)
地盤水平震度係数	Kh	-	0.120
安全率	Fs	-	0.7023
計画安全率	p. Fs	-	1.0000
抑止力	Pr	kN/m	480.14
円弧中心座標	X	m	-10.000
	Y	m	190.000
円弧半径	R	m	78.000
すべり面長	L	m	42.804
面積	A	m ²	140.78
間隙水圧	U	kN/m	535.9
法線力	N	kN/m	1922.7
地すべり抵抗力	S	kN/m	1132.736
地すべり力	T	kN/m	1612.869

Sample-2 切土のり面、修正フェレニウス法

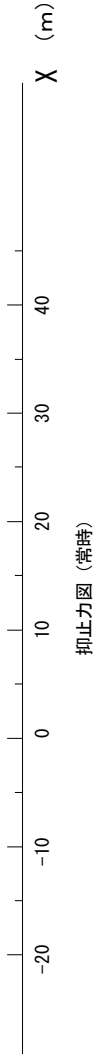
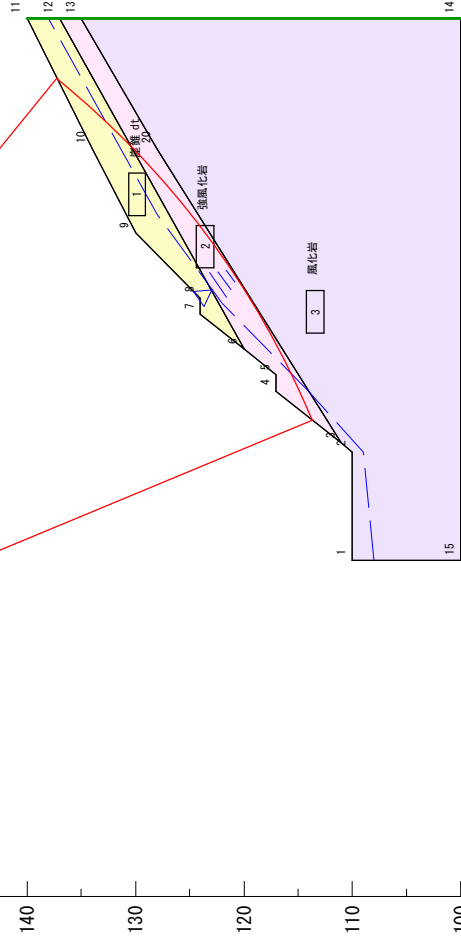
縮尺 : 1 / 700



必要安全率 $F_{ST} = 1.200$
 最大抑止力 $= 440.6 \text{ (kN)}$
 安全率 $F_s = 0.850$
 円弧の中心 $X = -18.00 \text{ (m)}$
 $Y = 188.00 \text{ (m)}$
 半径 $R = 80.50 \text{ (m)}$
 抵抗モーメント $M_R = 86070.9 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$
 起動モーメント $M_D = 101279.4 \text{ (kN} \cdot \text{m)}$

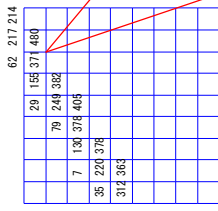
層番号	飽和重量 (kN/m^3)	湿潤重量 (kN/m^3)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m^2)	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	18.00	17.00	25.00	7.00	0.00	0.000	0.000
2	19.00	18.00	28.00	10.00	0.00	0.000	0.000
3	20.00	19.00	30.00	500.00	0.00	0.000	0.000

水の単位体積重量 = $10.00 \text{ (kN}/\text{m}^3)$



Sample-2 切土のり面、修正フェレニウス法

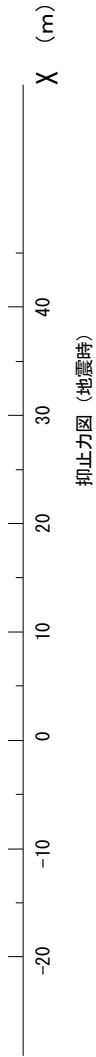
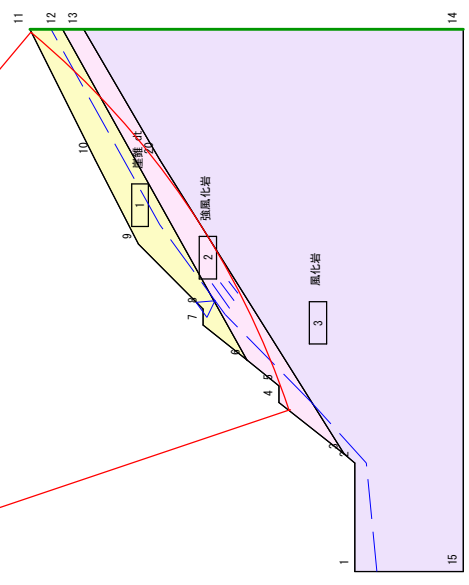
縮尺 : 1/ 700



- 必要安全率 F ST = 1.000
- 最大抑止力 FS = 479.9 (kN)
- 安全率 X = 0.702
- 円弧の中心 Y = -10.00 (m)
- 半径 R = 190.00 (m)
- 抵抗モーメント MR = 78.00 (kN・m)
- 起動モーメント MD = 88333.1 (kN・m)
- = 125763.3 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	18.00	17.00	25.00	7.00	0.00	0.120	0.000
2	19.00	18.00	28.00	10.00	0.00	0.120	0.000
3	20.00	19.00	30.00	500.00	0.00	0.120	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)

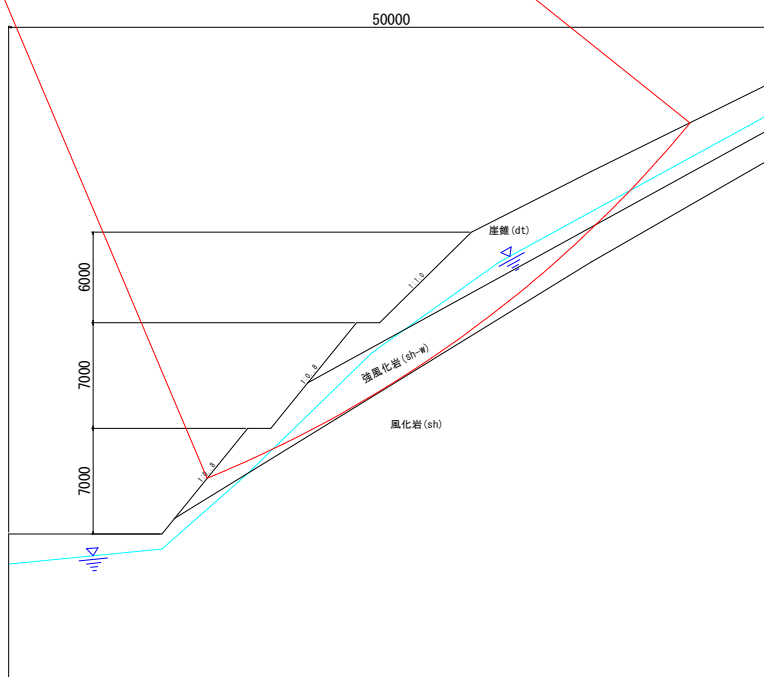


検証ケース : Sample3

解析断面 : 切土斜面

解析式 : フェレニウス法

フェレニウス法
常時 $F_s=0.759$ 、地震時 $F_s=0.625$



円弧すべり計算結果の比較表 (その3)

解析名： Test-03 フェレニウス法

解析断面： 切土のり面

・最大スライス分割幅：1.0m

・計画安全率：常時 $F_{sp}=1.20$ 、地震時 $F_{sp}=1.00(kh=0.12)$

ソフト名		EXSSAS Ver1.0		Power SSA PRO (ver.5.55)		COSTANA (Ver18.1H)		
		有限会社 シビルテック		五大開発株式会社		富士通エフ・アイ・ピー株式会社		
開発会社		フェレニウス法		フェレニウス法		フェレニウス法		
解析式		フェレニウス法		フェレニウス法		フェレニウス法		
解析ケース		常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時	
計算結果	最小安全率	Fs	0.759	0.625	0.759	0.625	-	-
	必要抑止力	Pr(kN/m)	554.678	605.087	554.68	605.09	-	-
	滑動力	S(kN/m)	1,258.565	1,612.870	1,258.566	1,612.869	-	-
	抵抗力	R(kN/m)	955.601	1,007.782	955.601	1,007.782	-	-
	滑動モーメント	Ms(kN/m)	101,314.523	125,803.839	-	-	-	-
	抵抗モーメント	Mr(kN/m)	76,925.868	78,607.023	-	-	-	-
円弧情報	半径中心	X(m)	-18.000	-10.000	-18.000	-10.000	-	-
		Y(m)	188.000	190.000	188.000	190.000	-	-
	半径	R(m)	80.500	78.000	80.500	78.000	-	-
土塊情報	土塊断面積	A(kN/m ²)	120.767	140.787	120.76	140.78	-	-
	総重量	W(kN/m ³)	2,158.085	2,514.527	2,158.0	2,514.5	-	-
	スライス全長	SL(m)	39.757	42.804	39.757	42.804	-	-
CAD計測 & 手計算	土塊断面積	A(kN/m ²)	120.767	← CAD計測				
	総重量	W(kN/m ³)	2,158.082	← 手計算 $W=55.024*17.0+10.890*18.0+15.553*18.0+39.300*19.0=2158.082$				
	スライス全長	SL(m)	39.757	← CAD計測				

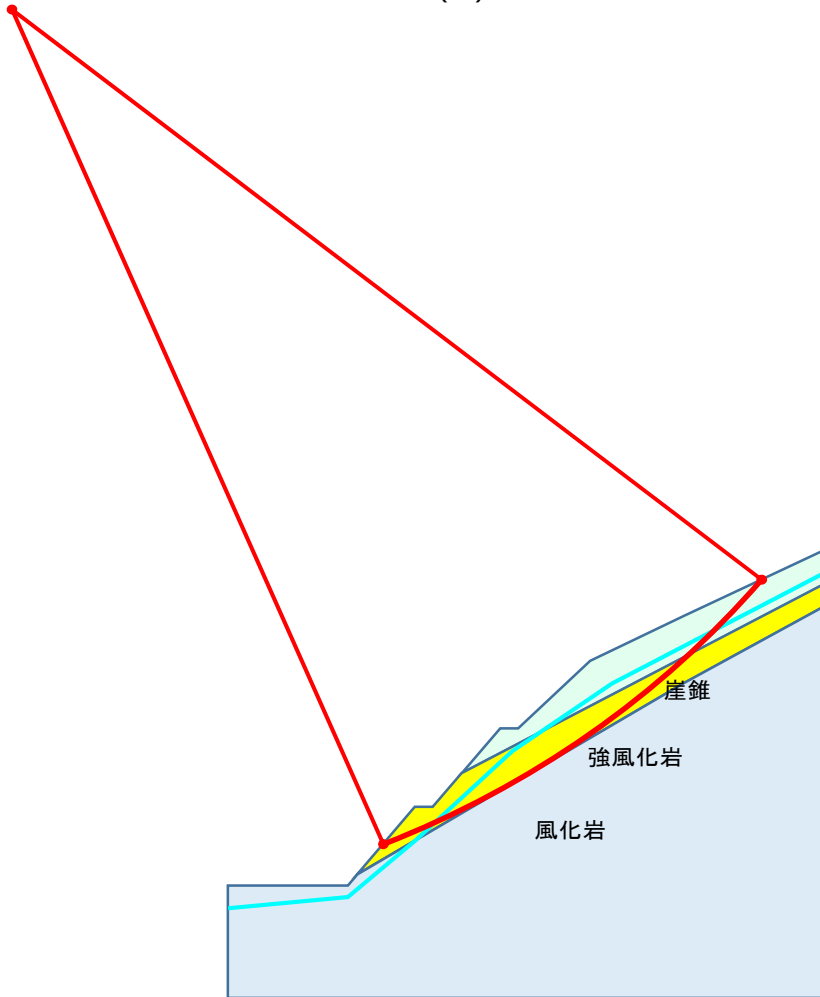
※ 五大開発のPower SSA PROと、弊社の解析手法は同じであるが、スライス自動分割位置の違いでごくわずかな差異が出ている。

※ 富士通FIPのCOSTANAの計算は省略した。

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	EXSSAS Sample-2、常時		
サブタイトル	切土のり面-フェレニウス法		
計算タイプ(目的)	最大必要抑止力の算定	縮尺 1 :	630

- ・安全率 $F_s = 0.759$
- ・最大抑止力 $Pr_{max} = 554.678$
- ・円弧中心座標 (m) $X = -18.000$
 $Y = 188.000$
- ・円弧の半径 (m) $R = 80.500$

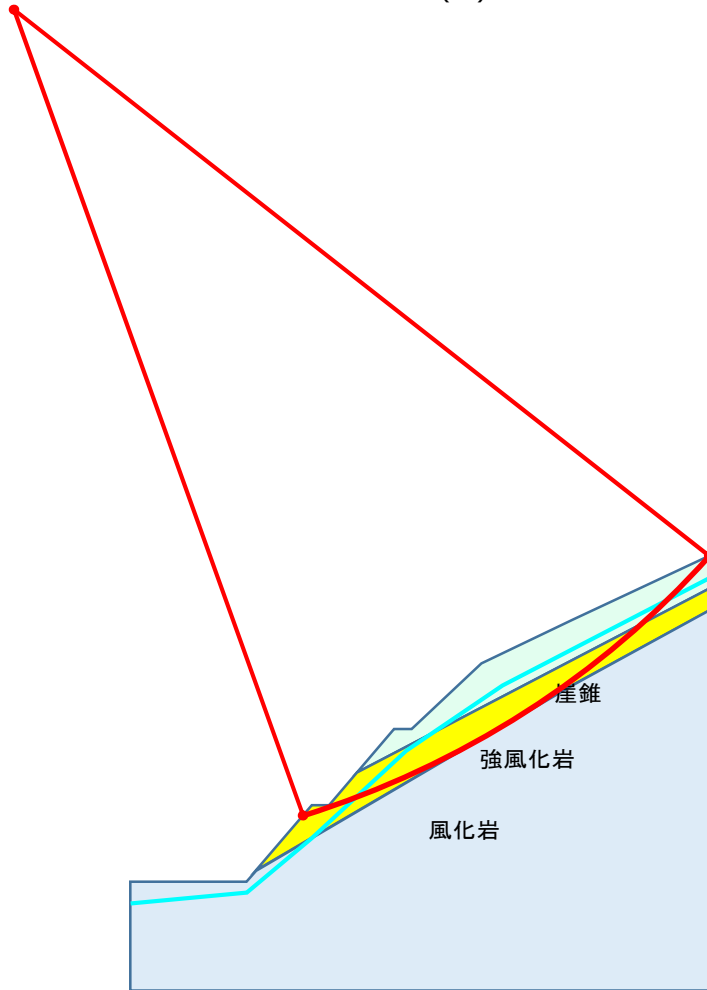


項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	必要抑止力の算定	
安全率	$F_s = 0.759$	
計画安全率	$F_{sp} = 1.20$	
必要抑止力	$Pr = 554.678$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 39.757$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 120.767$ m ²	
総重量	$\Sigma W = 2,158.085$ m ³	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 101,314.523$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 76,925.868$ kN・m	

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	EXSSAS Sample-2、地震時		
サブタイトル	切土のり面-フェレニウス法		
計算タイプ(目的)	最大必要抑止力の算定	縮尺 1 :	650

- ・安全率 $F_s = 0.625$
- ・最大抑止力 $Pr_{max} = 605.087$
- ・円弧中心座標 (m) $X = -10.000$
 $Y = 190.000$
- ・円弧の半径 (m) $R = 78.000$

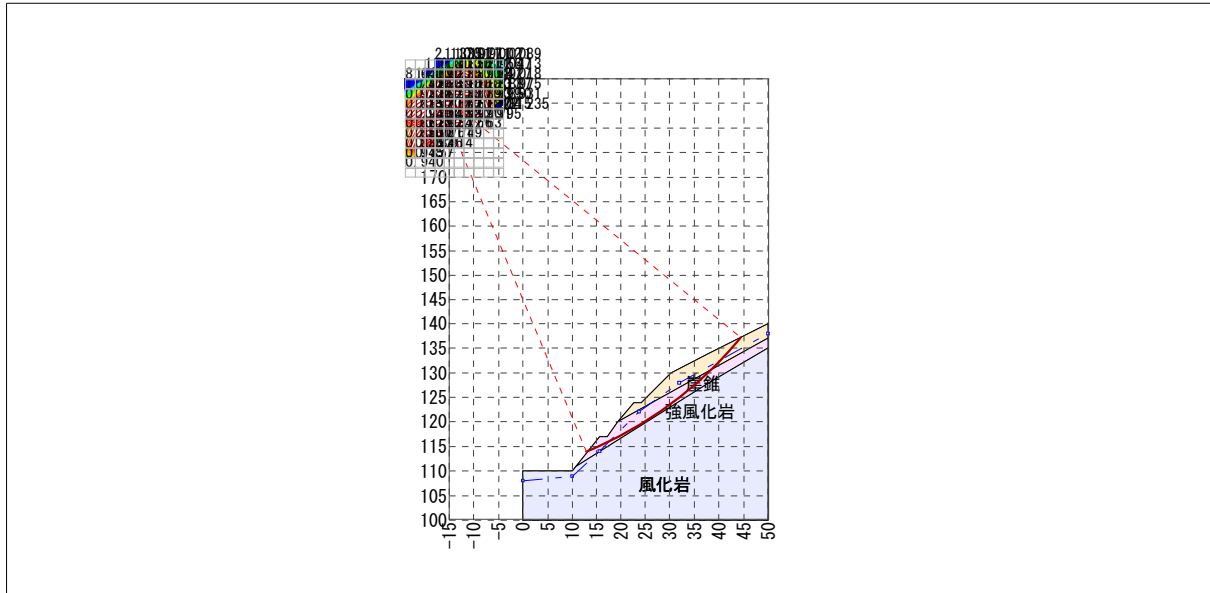


項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	地震時の計算	
計算タイプ(計算目的)	必要抑止力の算定	
安全率	$F_s = 0.625$	
計画安全率	$F_{spe} = 1.00$	
必要抑止力	$Pr = 605.087$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 42.804$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 140.787$ m ²	
総重量	$\Sigma W = 2,514.527$ m ³	
滑動モーメント	$\Sigma Ms = 125,803.839$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma Mr = 78,607.023$ kN・m	

現場名 Sample-3、フェレニウス法、常時

測線名 切土のり面

備考 五大開発、PSSA Pro



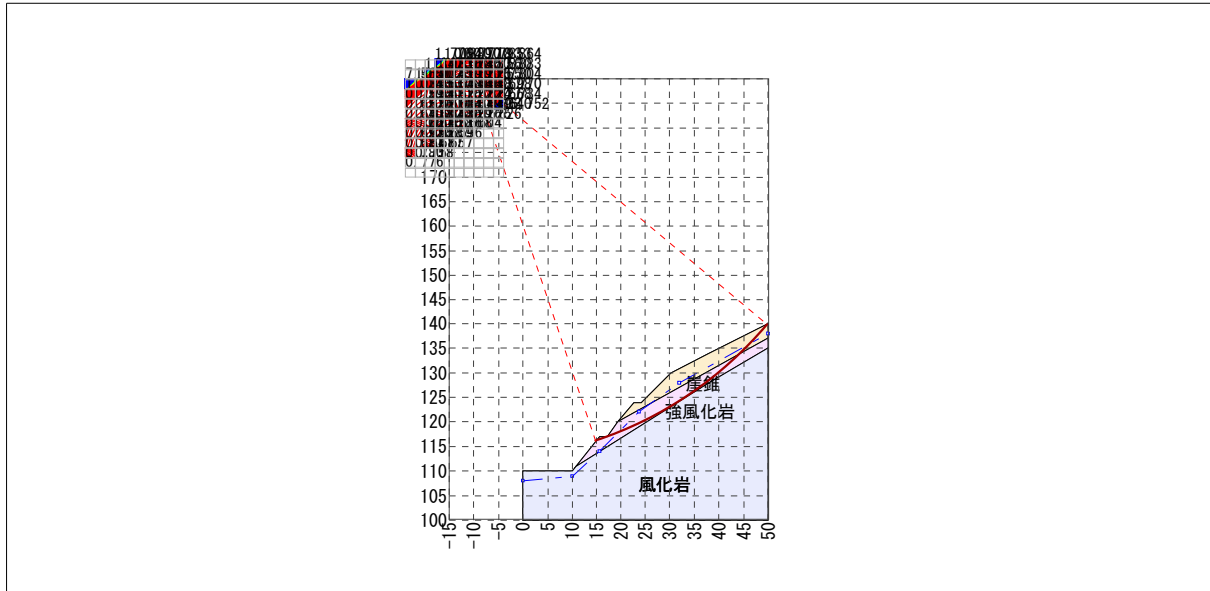
断面図

種別	記号	単位	条件と結果
計算式	-	-	Fellenius法
安全率	Fs	-	0.7592
計画安全率	p. Fs	-	1.2000
抑止力	Pr	kN/m	554.68
円弧中心座標	X	m	-18.000
	Y	m	188.000
円弧半径	R	m	80.500
すべり面長	L	m	39.757
面積	A	m ²	120.76
法線力	N	kN/m	1738.0
間隙水圧	U	kN/m	621.7
地すべり抵抗力	S	kN/m	955.601
地すべり力	T	kN/m	1258.566

現場名 Sample-3、フェレニウス法、地震時

測線名 切土のり面

備考 五大開発、PSSA Pro



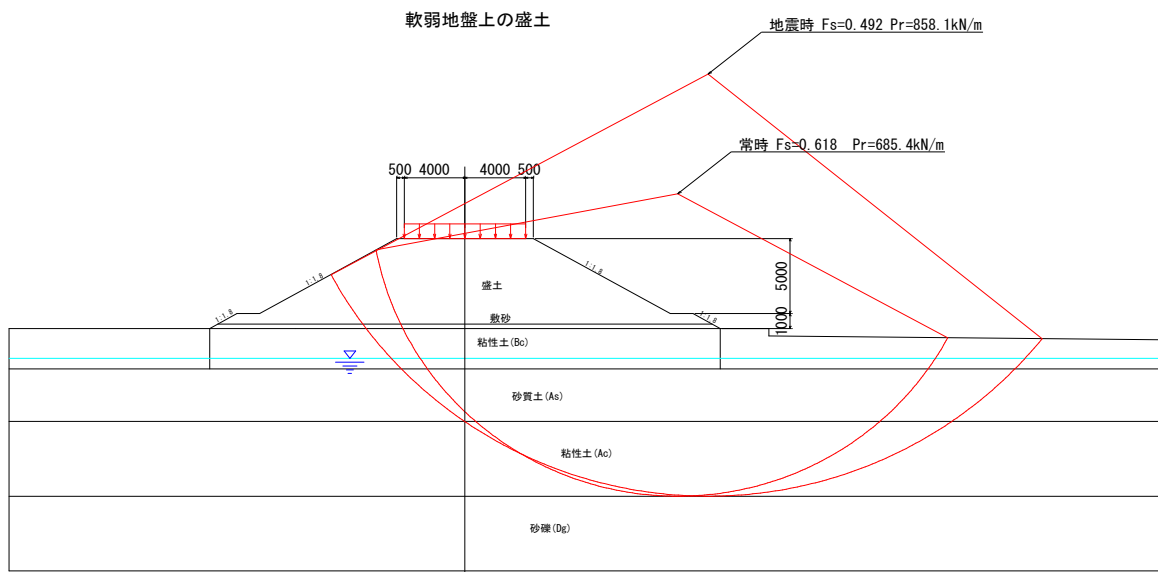
断面図

種別	記号	単位	条件と結果
計算式	-	-	Fellenius法
地盤水平震度係数	Kh	-	0.120
安全率	Fs	-	0.6248
計画安全率	p. Fs	-	1.0000
抑止力	Pr	kN/m	605.09
円弧中心座標	X	m	-10.000
	Y	m	190.000
円弧半径	R	m	78.000
すべり面長	L	m	42.804
面積	A	m ²	140.78
間隙水圧	U	kN/m	772.0
法線力	N	kN/m	1922.7
地すべり抵抗力	S	kN/m	1007.782
地すべり力	T	kN/m	1612.869

検証ケース：Sample4

解析断面：軟弱地盤上の盛土(粘着力の強度増加考慮)

解析式：修正フェレニウス法



円弧すべり計算結果の比較表 (その4)

解析名： Test-04

解析断面： 軟弱地盤上の盛土(粘着力の深度方向強度増加)

・最大スライス分割幅：1.0m

・計画安全率：常時 $F_{sp}=1.25$ 、地震時 $F_{sp}=1.00$ ($kh=0.10$)

ソフト名		EXSSAS Ver1.0		Power SSA PRO (ver.5.55)		COSTANA (Ver18.1H)		
開発会社		有限会社 シビルテック		五大開発株式会社		富士通エフ・アイ・ピー株式会社		
解析式		修正フェレニウス法		修正フェレニウス法		修正フェレニウス法		
解析ケース		常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時	
計算結果	安全率	Fs	0.618	0.492	0.618	0.492	0.618	0.492
	必要抑止力	Pr(kN/m)	685.372	858.075	685.36	858.06	685.7	858.1
	滑動力	S(kN/m)	1,084.970	1,687.966	1,084.942	1,687.940	-	-
	抵抗力	R(kN/m)	670.841	829.891	670.827	829.883	-	-
	滑動モーメント	Ms(kN/m)	21,916.402	47,600.643	-	-	21,914.2	47,595.2
	抵抗モーメント	Mr(kN/m)	13,550.992	23,402.930	-	-	13,542.8	23,397.6
円弧情報	半径中心	X(m)	14.000	16.000	14.000	16.000	14.000	16.000
		Y(m)	10.000	18.000	10.000	18.000	10.000	18.000
	半径	R(m)	20.200	28.200	20.200	28.200	20.200	28.200
土塊情報	土塊断面積	A(kN/m ²)	374.650	446.000	374.65	445.99	374.600	445.944
	総重量	W(kN/m ³)	7,036.013	8,277.256	7,036.0	8,277.2	7,035.086	8,276.218
	スライス全長	SL(m)	49.665	55.524	49.664	55.523	49.66	55.58
CAD計測 & 手計算	土塊断面積	A(kN/m ²)	374.649	← CAD計測				
	総重量	W(kN/m ³)	7,035.990	← 手計算				
	スライス全長	SL(m)	49.665	← CAD計測				

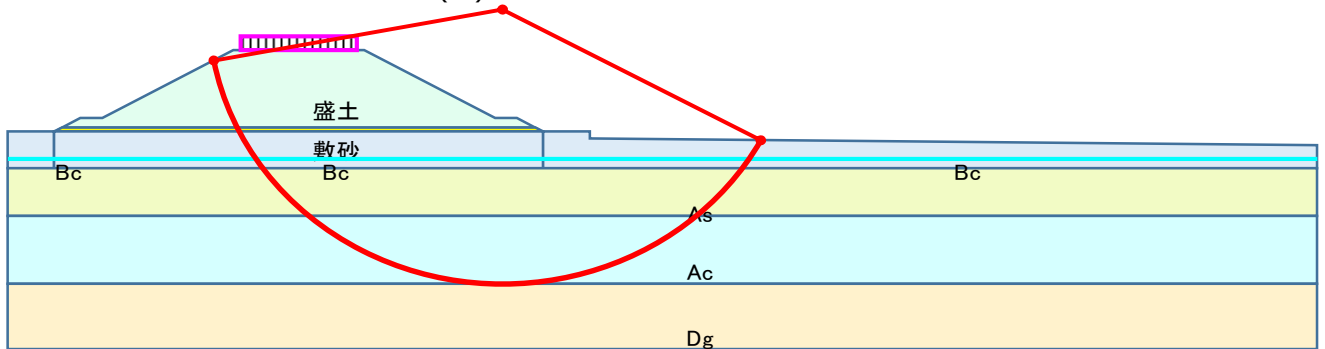
※ 五大開発のPower SSA PROと、弊社の解析手法は同じであるが、スライス自動分割位置の違いでわずかな差異が出ている。

※ 富士通FIPのCOSTANAは、スライス法ではなく積分法で解析を行なっている。また、計算丸めの有無が不明なので、計算結果を単純に比較することはできない。

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	EXSSAS Sample-4、常時		
サブタイトル	盛土断面、粘性土の深度方向の強度増加考慮		
計算タイプ(目的)	最大必要抑止力の算定	縮尺 1 :	520

- ・安全率 $F_s = 0.618$
- ・最大抑止力 $Pr_{max} = 685.372$
- ・円弧中心座標 (m) $X = 14.000$
 $Y = 10.000$
- ・円弧の半径 (m) $R = 20.200$

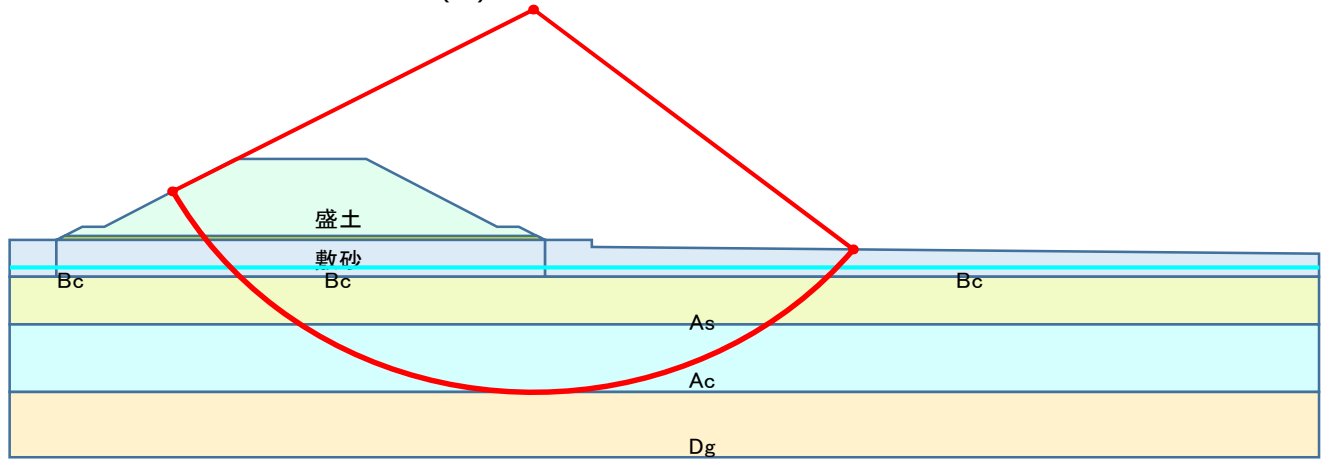


項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	必要抑止力の算定	
安全率	$F_s = 0.618$	
計画安全率	$F_{sp} = 1.25$	
必要抑止力	$Pr = 685.372$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 49.665$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 374.650$ m ²	
総重量	$\Sigma W = 7,036.013$ m ³	
滑動モーメント	$\Sigma M_s = 21,916.402$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma M_r = 13,550.992$ kN・m	

円弧すべり解析結果断面図

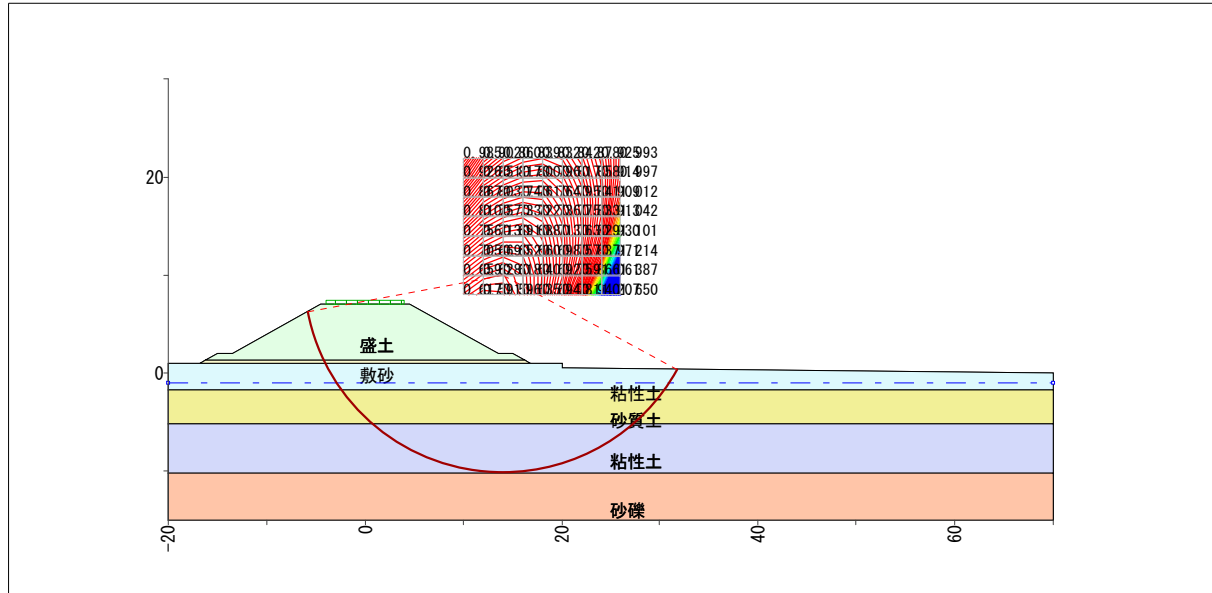
タイトル	EXSSAS Sample-4、地震時		
サブタイトル	盛土断面、粘性土の深度方向の強度増加考慮		
計算タイプ(目的)	最大必要抑止力の算定	縮尺 1 :	520

- ・安全率 $F_s = 0.492$
- ・最大抑止力 $Pr_{max} = 858.075$
- ・円弧中心座標 (m) $X = 16.000$
 $Y = 18.000$
- ・円弧の半径 (m) $R = 28.200$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	地震時の計算	
計算タイプ(計算目的)	必要抑止力の算定	
安全率	$F_s = 0.492$	
計画安全率	$F_{spe} = 1.00$	
必要抑止力	$Pr = 858.075$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 55.524$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 446.000$ m ²	
総重量	$\Sigma W = 8,277.256$ m ³	
滑動モーメント	$\Sigma M_s = 47,600.643$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma M_r = 23,402.930$ kN・m	

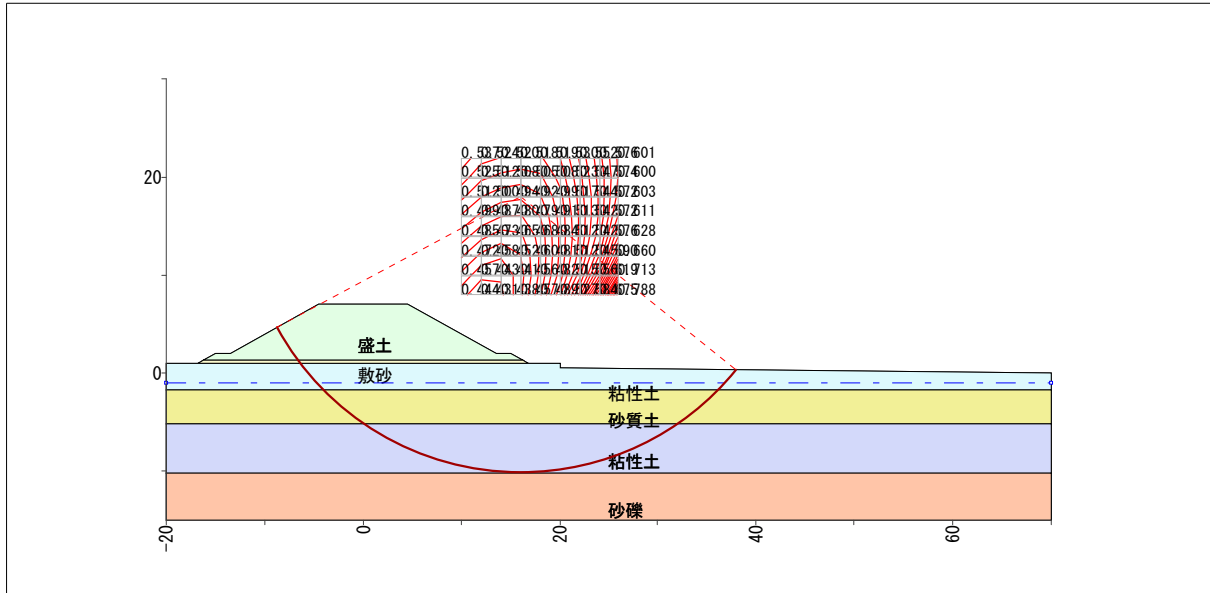
現場名	Sample-4、常時
測線名	盛土断面、粘性土の強度増加考慮
備考	五大開発 PSSA Pro



断面図

種別	記号	単位	条件と結果
計算式	-	-	修正Fellenius法(道路土工式)
安全率	Fs	-	0.6183
計画安全率	p.Fs	-	1.2500
抑止力	Pr	kN/m	685.36
円弧中心座標	X	m	14.000
	Y	m	10.000
円弧半径	R	m	20.200
すべり面長	L	m	49.664
面積	A	m ²	374.65
法線力	N	kN/m	6130.4
間隙水圧	U	kN/m	2014.0
地すべり抵抗力	S	kN/m	670.827
地すべり力	T	kN/m	1084.942

現場名	Sample-4、地震時
測線名	盛土断面、粘性土の強度増加考慮
備考	五大開発 PSSA Pro



断面図

種別	記号	単位	条件と結果
計算式	-	-	修正Fellenius法(道路土工式)
地盤水平震度係数	Kh	-	0.100
安全率	Fs	-	0.4916
計画安全率	p. Fs	-	1.0000
抑止力	Pr	kN/m	858.06
円弧中心座標	X	m	16.000
	Y	m	18.000
円弧半径	R	m	28.200
すべり面長	L	m	55.523
面積	A	m ²	445.99
間隙水圧	U	kN/m	2490.7
法線力	N	kN/m	7386.5
地すべり抵抗力	S	kN/m	829.883
地すべり力	T	kN/m	1687.940

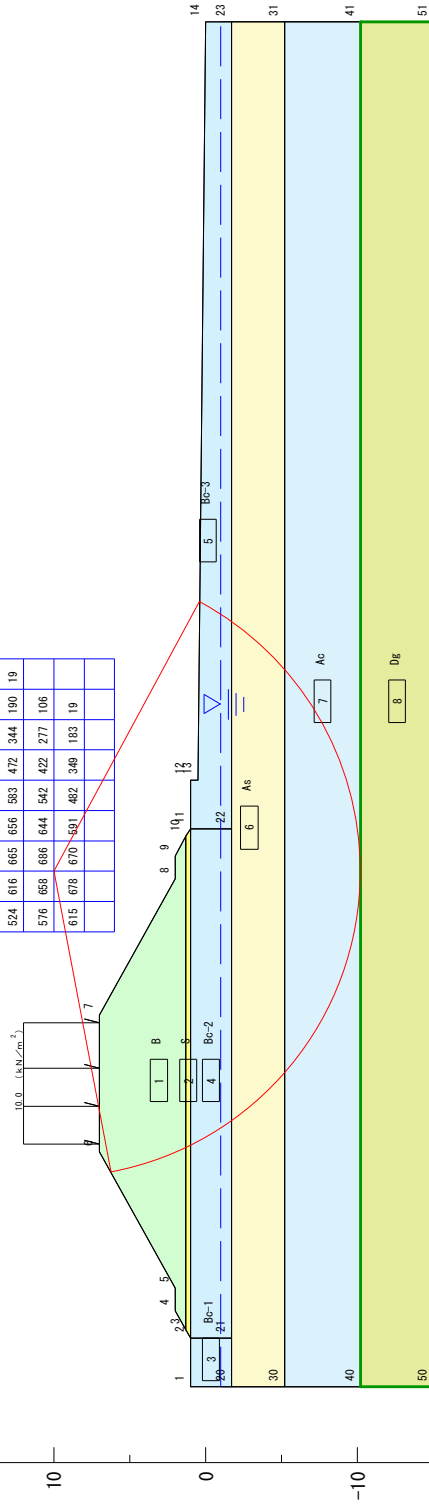
COSTABA、Sample-4、盛土断面(粘着力の強度増加考慮)

縮尺：1/ 500

必要安全率 F ST = 1. 250
 最大抑止力 = 685. 7 (k N)
 安全率 F S = 0. 618
 円弧の中心 X = 14. 00 (m)
 Y = 10. 00 (m)
 半径 R = 20. 20 (m)
 抵抗モーメント M R = 13542. 8 (k N・m)
 起動モーメント M D = 21914. 2 (k N・m)

161 266 350 405 438 443 404 340 256 146

214	325	406	458	485	477	423	347	245	122
272	385	462	511	530	502	435	341	225	90
335	447	519	561	566	518	436	324	194	48
400	506	574	607	590	522	417	295	151	
464	563	624	641	599	505	388	251	94	
524	616	665	656	583	472	344	190	19	
576	658	686	644	542	422	277	106		
615	678	670	501	462	349	183	19		



抑止力図 (常時)

層番号	飽和重量 (k N/m ³)	湿潤重量 (k N/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (k N/m ²)	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	20.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000
2	21.00	20.00	35.00	0.00	0.00	0.000	0.000
3	19.00	18.00	0.00	25.00	0.00	0.000	0.000
4	19.00	18.00	0.00	25.00	0.00	0.000	0.000
5	19.00	18.00	0.00	25.00	0.00	0.000	0.000
6	18.00	17.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000
7	19.00	18.00	0.00	6.00	0.50	0.000	0.000
8	21.00	20.00	38.00	0.00	0.00	0.000	0.000

粘着力の基準Y座標 = -5.200 (m)
 水の単位体積重量 = 10.00 (k N/m³)

COSTABA、Sample-4、盛土断面（粘着力の強度増加考慮）

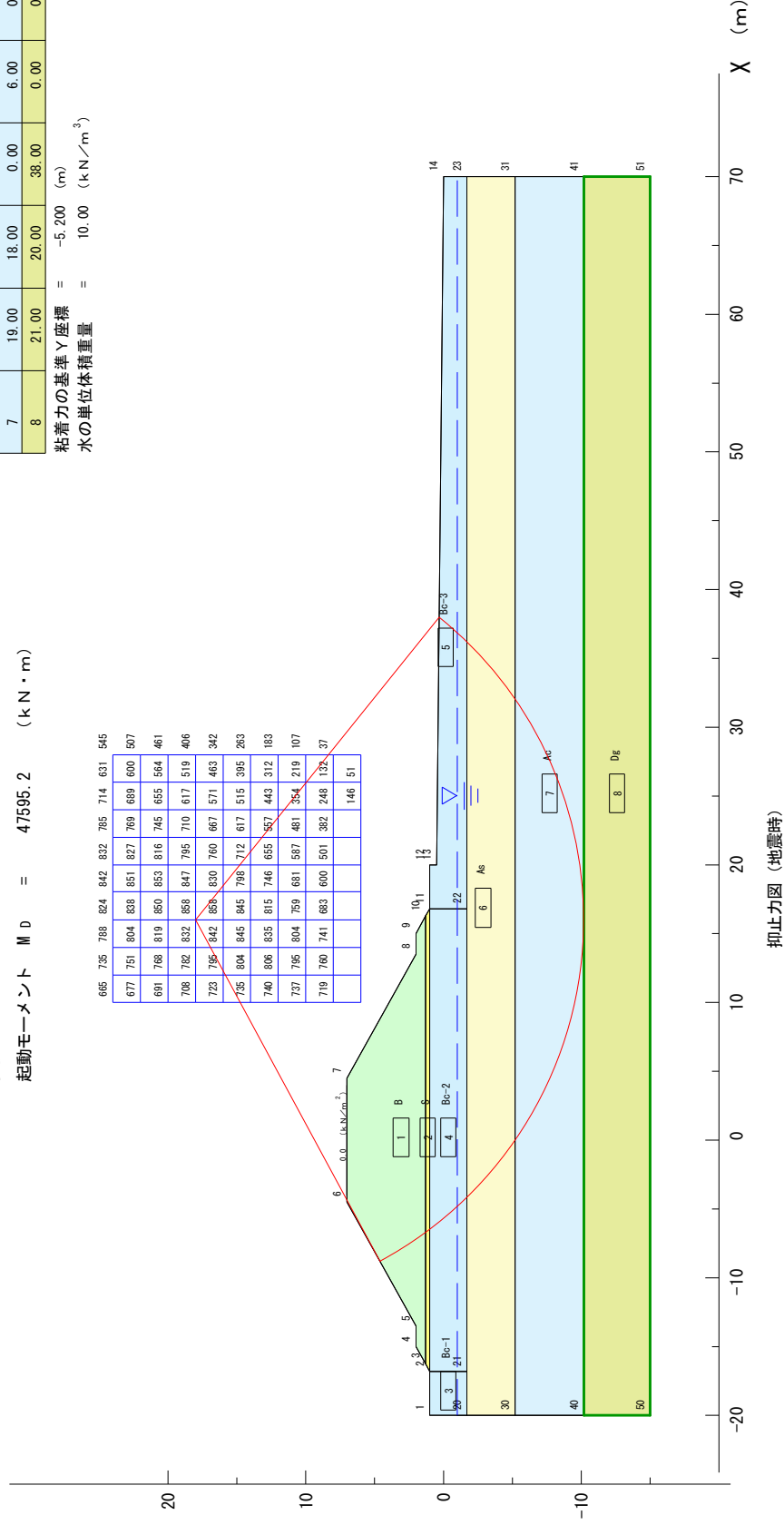
縮尺：1/ 500

必要安全率 $F_{ST} = 1.000$
 最大抑止力 $= 858.1$ (kN)
 安全率 $F_s = 0.492$
 円弧の中心 $X = 16.00$ (m)
 $Y = 18.00$ (m)
 半径 $R = 28.20$ (m)
 抵抗モーメント $M_R = 23397.6$ (kN・m)
 起動モーメント $M_D = 47595.2$ (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	20.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.100	0.000
2	21.00	20.00	35.00	0.00	0.00	0.100	0.000
3	19.00	18.00	0.00	25.00	0.00	0.100	0.000
4	19.00	18.00	0.00	25.00	0.00	0.100	0.000
5	19.00	18.00	0.00	25.00	0.00	0.100	0.000
6	18.00	17.00	30.00	0.00	0.00	0.100	0.000
7	19.00	18.00	0.00	6.00	0.50	0.100	0.000
8	21.00	20.00	38.00	0.00	0.00	0.100	0.000

粘着力の基準Y座標 = -5.200 (m)
 水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)

665	735	788	824	842	832	785	714	631	545	
677	751	804	838	851	827	769	689	600	507	
691	768	819	850	853	816	745	655	564	461	
708	782	832	858	847	795	710	617	519	406	
723	795	842	858	830	760	667	571	463	342	
735	804	845	845	796	712	617	515	395	263	
740	806	835	815	746	655	557	443	312	183	
737	795	804	759	681	587	481	354	219	107	
719	760	741	683	600	501	382	248	132	37	
									146	51

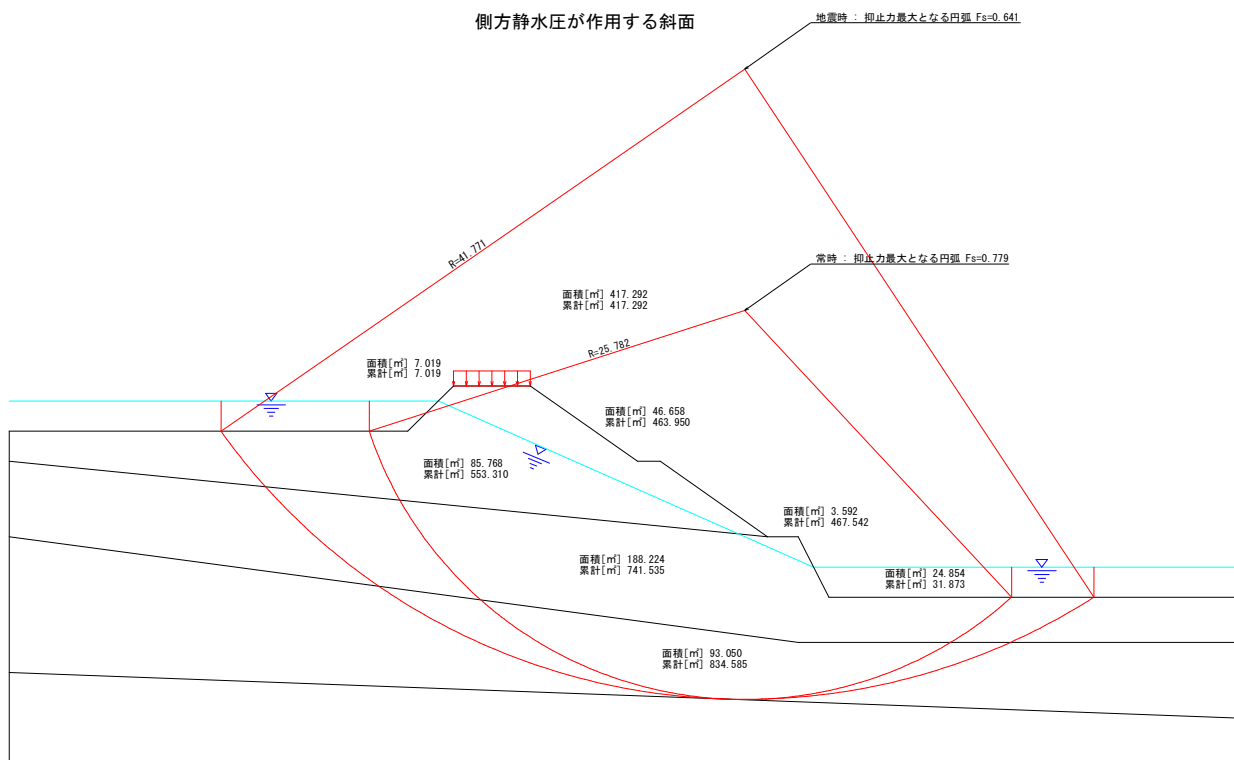


抑止力図（地震時）

検証ケース：Sample5

解析断面：側方静水圧が作用する断面

解析式：修正フェレニウス法



円弧すべり計算結果の比較表 (その5)

解析名： Test-05

解析断面： 側方静水圧照査断面

・最大スライス分割幅：1.0m

・計画安全率：常時 $F_{sp}=1.20$ 、地震時 $F_{sp}=1.00(kh=0.10)$

ソフト名		EXSSAS Ver1.0		Power SSA PRO (ver.5.55)		COSTANA (Ver18.1H)		
開発会社		有限会社 シビルテック		五大開発株式会社		富士通エフ・アイ・ピー株式会社		
解析式		修正フェレニウス法		修正フェレニウス法		修正フェレニウス法		
解析ケース		常時	地震時	常時	地震時	常時	地震時	
計算結果	安全率	Fs	0.779	0.641	-	-	0.779	0.641
	必要抑止力	Pr(kN/m)	891.912	1,148.985	-	-	891.9	1,148.9
	滑動力	S(kN/m)	2,116.700	1,687.966	-	-	-	-
	抵抗力	R(kN/m)	1,648.128	829.891	-	-	-	-
	滑動モーメント	Ms(kN/m)	54,572.506	133,541.382	-	-	54,567.0	133,526.5
	抵抗モーメント	Mr(kN/m)	42,491.844	85,547.545	-	-	42,487.1	85,538.5
円弧情報	半径中心	X(m)	48.000	48.000	-	-	48.000	48.000
		Y(m)	30.000	46.000	-	-	30.000	46.000
	半径	R(m)	25.782	41.771	-	-	25.782	41.770
土塊情報	土塊断面積	A(kN/m ²)	417.292	609.807	-	-	417.241	609.737
	総重量	W(kN/m ³)	8,438.851	11,229.277	-	-	8,437.797	11,227.983
	スライス全長	SL(m)	51.500	64.163	-	-	51.51	64.13
CAD計測 & 手計算	土塊断面積	A(kN/m ²)	417.292	← CAD計測				
	総重量	W(kN/m ³)	8,438.844	← 手計算				
	スライス全長	SL(m)	51.500	← CAD計測				

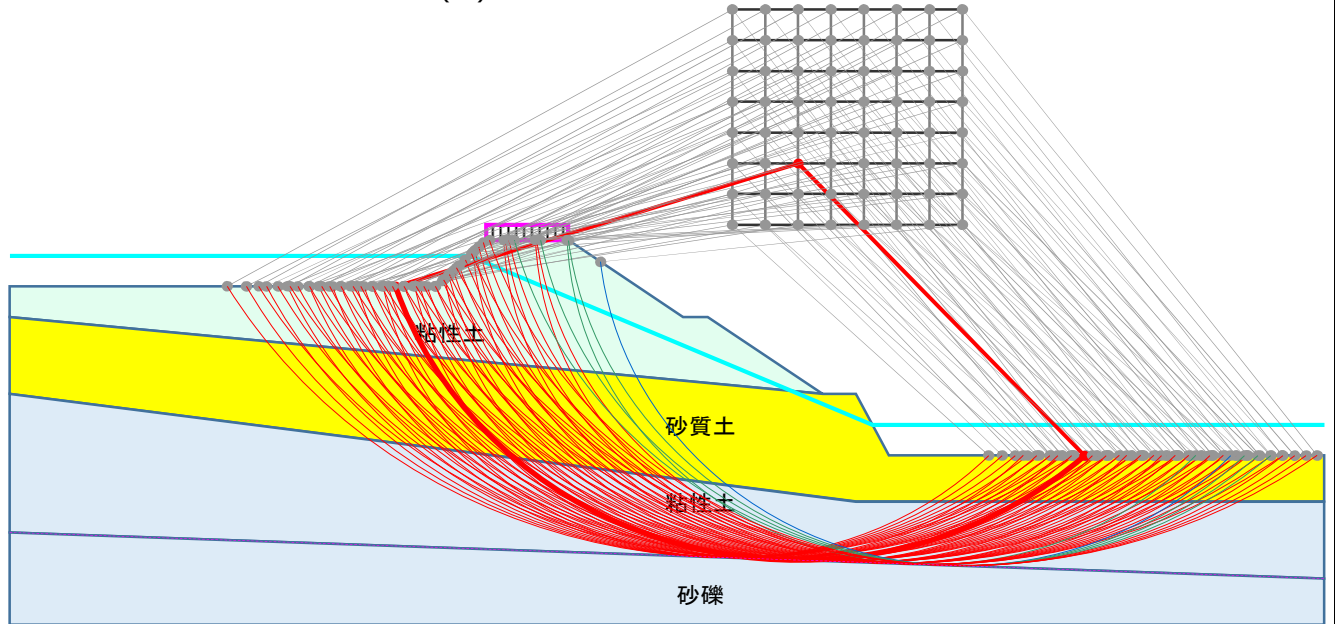
※ 五大開発のPower SSA PROは 側方静水圧の計算に対応していないので計算を省略した。

※ 富士通FIPのCOSTANAは、スライス法ではなく積分法で解析を行なっている。また、計算丸めの有無が不明なので、計算結果を単純に比較することはできない。

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	EXSSAS Sample-5、常時		
サブタイトル	側方静水圧照査断面		
計算タイプ(目的)	最大必要抑止力の算定	縮尺 1 :	460

- ・安全率 $F_s = 0.779$
- ・最大抑止力 $Pr_{max} = 891.912$
- ・円弧中心座標 (m) $X = 48.000$
 $Y = 30.000$
- ・円弧の半径 (m) $R = 25.782$

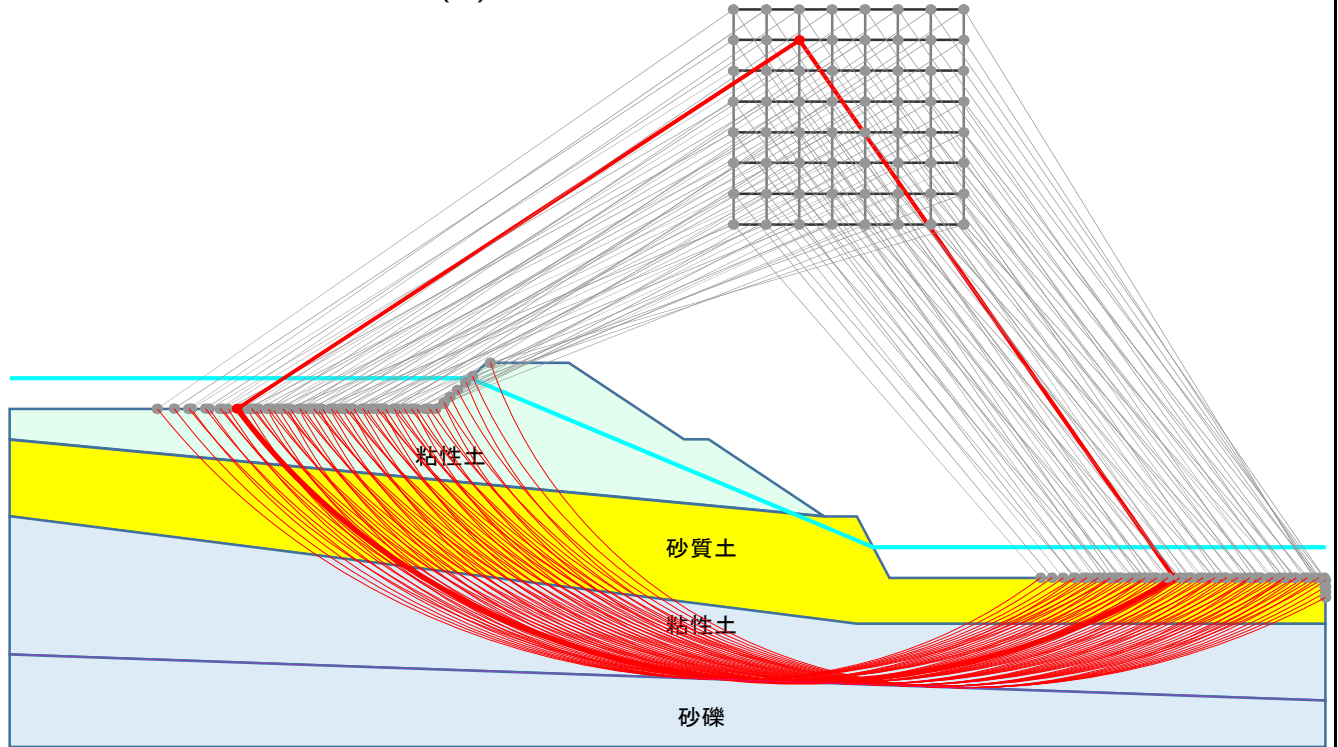


項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	常時の計算	
計算タイプ(計算目的)	必要抑止力の算定	
安全率	$F_s = 0.779$	
計画安全率	$F_{sp} = 1.20$	
必要抑止力	$Pr = 891.912 \text{ kN/m}$	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 51.500 \text{ m}$	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 417.292 \text{ m}^2$	
総重量	$\Sigma W = 8,438.851 \text{ m}^3$	
滑動モーメント	$\Sigma M_s = 54,572.506 \text{ kN}\cdot\text{m}$	
抵抗モーメント	$\Sigma M_r = 42,491.844 \text{ kN}\cdot\text{m}$	

円弧すべり解析結果断面図

タイトル	EXSSAS Sample-5、地震時		
サブタイトル	側方静水圧照査断面		
計算タイプ(目的)	最大必要抑止力の算定	縮尺 1 :	460

- ・安全率 $F_s = 0.641$
- ・最大抑止力 $Pr_{max} = 1,148.985$
- ・円弧中心座標 (m) $X = 48.000$
 $Y = 46.000$
- ・円弧の半径 (m) $R = 41.771$



項目	計算条件・結果	備考
円弧すべりの解析式	修正フェレニウス法	
解析種別(常時/地震時)	地震時の計算	
計算タイプ(計算目的)	必要抑止力の算定	
安全率	$F_s = 0.641$	
計画安全率	$F_{spe} = 1.00$	
必要抑止力	$Pr = 1,148.985$ kN/m	
円弧すべり面の全長	$\Sigma L = 64.163$ m	
円弧すべり土塊の総面積	$\Sigma A = 547.834$ m ²	
総重量	$\Sigma W = 11,229.278$ m ³	
滑動モーメント	$\Sigma M_s = 133,541.386$ kN・m	
抵抗モーメント	$\Sigma M_r = 85,547.544$ kN・m	

COSTANA、Sample5-側方静水圧照査断面

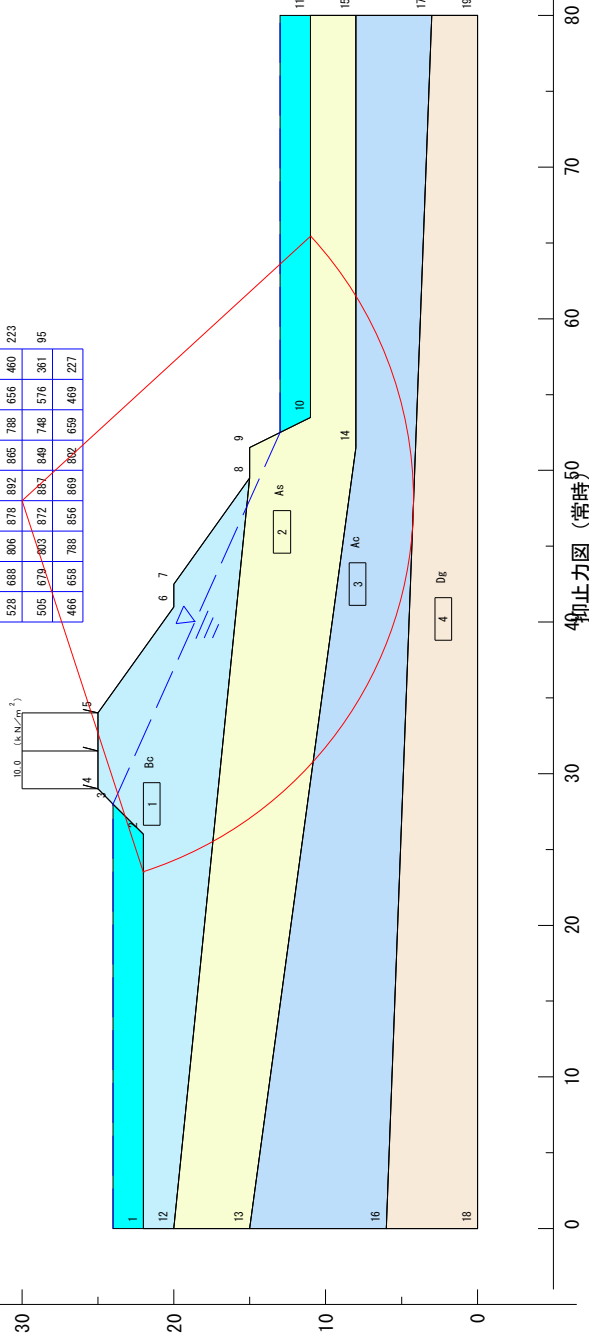
縮尺：1/ 500

必要安全率 F ST = 1.200
 最大抑止力 = 891.9 (k N)
 安全率 F S = 0.779
 円弧の中心 X = 48.00 (m)
 Y = 30.00 (m)
 半径 R = 25.78 (m)
 抵抗モーメント M R = 42487.1 (k N・m)
 起動モーメント M D = 54567.0 (k N・m)

層番号	飽和重量 (k N/m ³)	湿潤重量 (k N/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (k N/m ²)	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	19.00	18.00	15.00	15.00	0.00	0.000	0.000
2	20.00	19.00	28.00	5.00	0.00	0.000	0.000
3	19.00	18.00	10.00	20.00	0.00	0.000	0.000
4	20.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.000	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (k N/m³)

445	549	630	688	722	732	713	647	545	447
465	574	658	717	751	761	735	659	553	447
485	597	684	745	780	787	750	670	560	450
502	619	709	772	807	810	764	679	569	458
517	639	733	797	833	830	775	687	580	464
530	657	754	821	856	843	784	693	593	468
538	672	773	843	874	853	791	703	592	438
542	683	789	861	887	860	796	708	576	391
540	688	801	873	892	863	802	694	584	319
528	688	806	878	892	865	788	656	460	223
505	679	803	872	882	848	748	576	381	95
466	658	788	856	869	802	659	469	227	



抑止力図 (常時)

X (m)

COSTANA、Sample5-側方静水圧照査断面

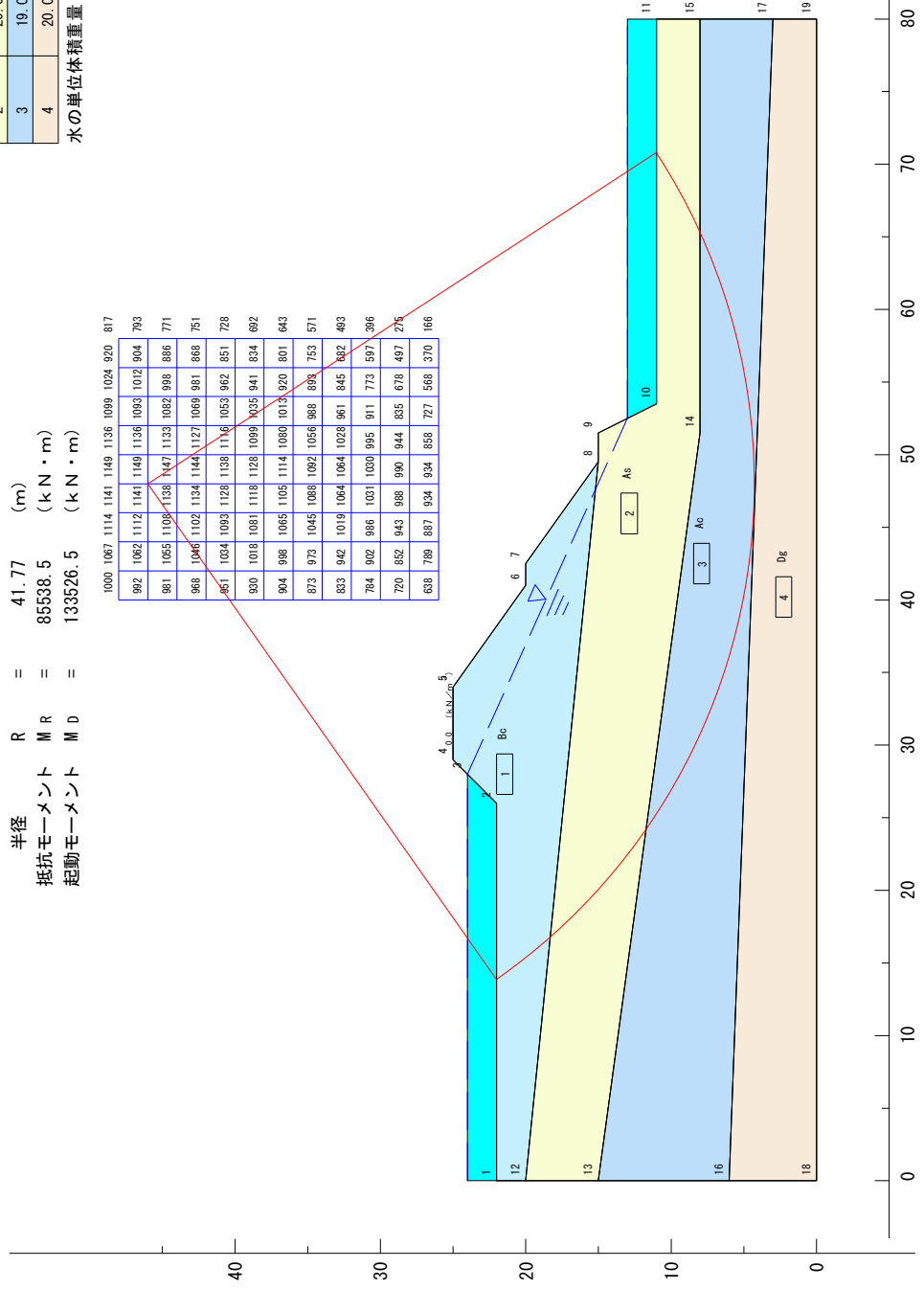
縮尺：1/500

必要安全率 F ST = 1.000
 最大抑止力 = 1148.9 (kN)
 安全率 F S = 0.641
 円弧の中心 X = 48.00 (m)
 Y = 46.00 (m)
 半径 R = 41.77 (m)
 抵抗モーメント M R = 85538.5 (kN・m)
 起動モーメント M D = 133526.5 (kN・m)

層番号	飽和重量 (kN/m ³)	湿潤重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kN/m ²)	粘着力の 一次係数	水平震度	鉛直震度
1	19.00	18.00	15.00	15.00	0.00	0.100	0.000
2	20.00	19.00	28.00	5.00	0.00	0.100	0.000
3	19.00	18.00	10.00	20.00	0.00	0.100	0.000
4	20.00	19.00	30.00	0.00	0.00	0.100	0.000

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)

1000	1067	1114	1141	1149	1136	1095	1024	920	817
992	1062	1112	1141	1149	1136	1095	1012	904	793
981	1055	1108	1138	1147	1133	1082	998	886	771
968	1046	1102	1134	1144	1127	1069	981	868	751
951	1034	1093	1128	1138	1116	1053	962	851	728
930	1018	1081	1118	1128	1099	1035	941	834	692
904	998	1065	1105	1114	1080	1013	920	801	643
873	973	1045	1088	1092	1056	989	893	783	571
833	942	1019	1064	1064	1028	961	845	722	493
794	902	986	1031	1030	995	911	773	597	396
720	852	943	989	990	944	835	679	497	275
638	789	887	934	934	858	727	588	370	166



抑止力図 (地震時)