

斜面の安定計算サンプルデータ

計算結果出力例

SampleI1

「河川堤防のの構造検討の手引き」に基づく河川堤防に
おける非定常浸透流 FEM 解析例

目次

1章 安定計算条件	1
1.1 設計条件	1
1.2 計算条件	1
1.3 形状・属性	2
1.3.1 計算対象範囲	2
1.3.2 土質ブロック	3
1.3.3 格子範囲	4
1.3.4 水位線	4
1.3.5 等ポテンシャル線	5
1.3.6 ネバーカットライン	8
1.4 土質物性値一覧	8
2章 臨界面の計算結果	9
2.1 臨界面の結果一覧	9
2.2 臨界面の詳細結果	11
2.2.1 滑動	11
2.2.2 抵抗	15
2.3 格子点安全率	18

1章 安定計算条件

データファイル : Sample11

1.1 設計条件

設計基準 : 河川堤防の構造検討の手引き ((財)国土技術研究センター)

設計対象 : 普通堤防

水の状態 : 定常浸透時

水の単位体積重量 w 10.00(kN/m³)

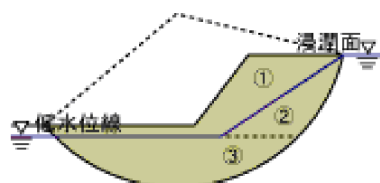
破壊基準 : 全応力法

すべりの種類 : 円弧すべり

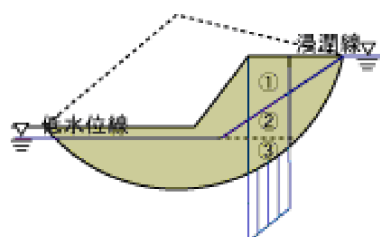
計算法 : 修正Fellenius法

水圧の扱い : 体積法

単位重量 ・ 間隙水圧 u の取扱い



	滑動
(1) 浸潤線より上	t
(2) 浸潤線と低水位線の間	sat (U = 0)
(3) 低水位線以下	sat (U = 0)



	抵抗
(1) 浸潤線より上	t
(2) 浸潤線と低水位線の間	sat (U = 計算)
(3) 低水位線以下	sat (U = 計算)

1.2 計算条件

(1) 計算方法の設定

計算種別 : 地震時

設計震度 k_h 0.120

設計震度 k_v 0.000

地震時慣性力をせん断抵抗に考慮する

地震時慣性力の作用位置 : スライス重心

荷重

集中荷重、分布荷重をせん断抵抗に考慮する

鉛直力、水平力とも考慮する

臨界面種別 : 最小安全率臨界面

必要抑止力 P_{req} の計算を行う

計画安全率 F_{sp} 1.20

すべり円中心

すべり円を格子範囲とする

格子内コンターラインの描画を行わない

すべり円半径

すべり円半径を固定としない

すべり円半径の刻み幅 R 1.000 (m)

スライス分割幅 b 0.800(m)

表層すべりの制御

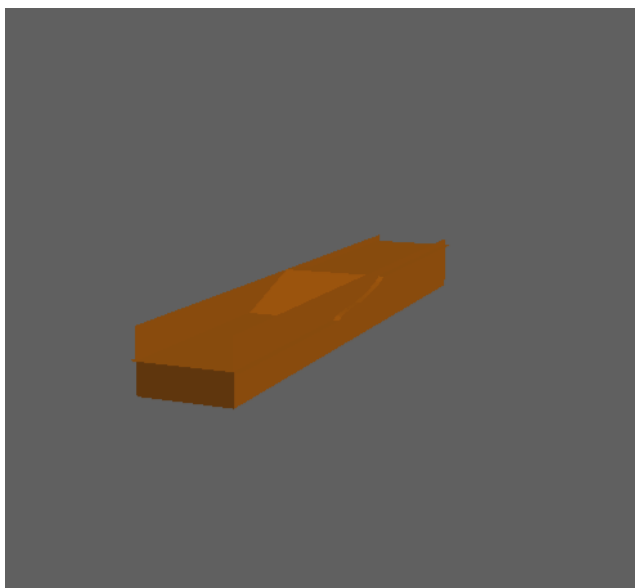
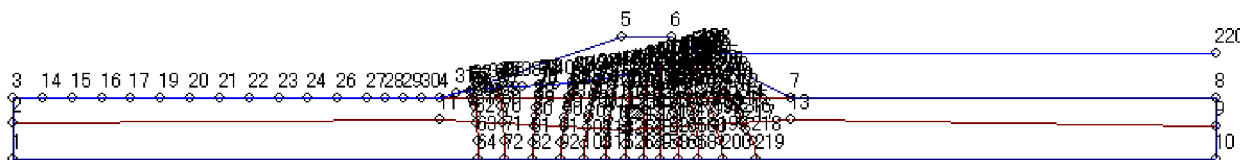
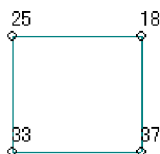
最小すべり幅 0.00(m)

対策工(抑制工)

押え盛土の計算を行わない

地下水排除工における地下水位低下量の計算を行わない

1.3 形状・属性



1.3.1 計算対象範囲

ID	X (m)	Y (m)
1	0.000	0.000
2	0.000	6.000
3	0.000	10.000
4	70.000	10.000
5	100.000	20.000
6	108.000	20.000
7	127.500	10.000
8	197.500	10.000
9	197.500	5.400
10	197.500	0.000
1	0.000	0.000

1.3.2 土質ブロック

(1) ブロック名：堤体

ID	X (m)	Y (m)
4	70.000	10.000
5	100.000	20.000
6	108.000	20.000
7	127.500	10.000
4	70.000	10.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	21.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	22.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	11.0
全応力法における見かけの粘着力	c0 (kN/m ²)	25.00
全応力法における見かけの内部摩擦角	u (度)	10.00
地震時設計震度の補正係数		1.0

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

(2) ブロック名：表土

ID	X (m)	Y (m)
2	0.000	6.000
3	0.000	10.000
4	70.000	10.000
7	127.500	10.000
8	197.500	10.000
9	197.500	5.400
13	127.500	6.500
12	100.000	4.780
11	70.000	6.400
2	0.000	6.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	18.7
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	19.5
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	9.5
全応力法における見かけの粘着力	c0 (kN/m ²)	0.00
全応力法における見かけの内部摩擦角	u (度)	33.00
地震時設計震度の補正係数		1.0

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

(3) ブロック名：基礎地盤

ID	X (m)	Y (m)
1	0.000	0.000
2	0.000	6.000
11	70.000	6.400
12	100.000	4.780
13	127.500	6.500
9	197.500	5.400
10	197.500	0.000
1	0.000	0.000

土性項目	記号(単位)	物性値
湿潤単位体積重量	t (kN/m ³)	20.0
飽和単位体積重量	sat (kN/m ³)	21.0
水中単位体積重量	' (kN/m ³)	10.0
全応力法における見かけの粘着力	c0 (kN/m ²)	0.00
全応力法における見かけの内部摩擦角	u (度)	33.00
地震時設計震度の補正係数		1.0

粘着力に対して深度による増加を考慮しない

せん断強度の増加

強度増加を考慮しない

1.3.3 格子範囲

ID	X (m)	Y (m)
37	86.000	37.000
18	86.000	56.000
25	65.000	56.000
33	65.000	37.000

検討格子分割幅 X 1.00(m)

Y 1.00(m)

1.3.4 水位線

ID	X (m)	Y (m)
3	0.000	10.000
14	4.843	10.000
15	9.686	10.000
16	14.529	10.000
17	19.372	10.000
19	24.215	10.000
20	29.059	10.000
21	33.902	10.000
22	38.745	10.000
23	43.588	10.000
24	48.431	10.000
26	53.274	10.000
27	58.117	10.000
28	61.088	10.000
29	64.059	10.000
30	67.029	10.000
4	70.000	10.000
31	72.727	10.909
32	75.455	11.331
34	78.182	11.647
35	80.133	11.818
36	80.909	11.887
38	83.636	12.070
39	86.364	12.213
40	89.091	12.309
41	91.818	12.643
42	92.497	12.727
43	94.545	12.959
44	97.273	13.393
45	98.645	13.636
46	100.000	13.864
47	102.000	14.231
48	103.493	14.545
49	104.000	14.645
50	106.000	15.113
51	107.356	15.455
52	108.000	15.604
53	109.773	16.117
54	110.464	16.364
55	111.545	16.800
191	112.682	17.273
192	113.031	17.420
220	197.500	17.420

1.3.5 等ポテンシャル線

(1)等ポテンシャル線1

ID	X (m)	Y (m)
56	74.976	11.257
57	75.142	10.909
58	75.312	10.000
59	75.455	9.378
60	75.653	8.698
61	75.908	7.387
62	76.006	6.076
63	76.181	3.033
64	76.182	0.000

(2)等ポテンシャル線2

ID	X (m)	Y (m)
65	79.267	11.742
66	79.556	10.909
67	79.742	10.000
68	80.096	8.618
69	80.285	7.230
70	80.380	5.839
71	80.629	2.913
72	80.660	0.000

(3)等ポテンシャル線3

ID	X (m)	Y (m)
73	86.901	12.232
74	86.613	11.818
75	86.419	10.909
76	86.364	10.591
77	86.257	10.000
78	85.902	8.514
79	85.698	7.035
80	85.565	5.560
81	85.404	2.784
82	85.369	0.000

(4)等ポテンシャル線4

ID	X (m)	Y (m)
83	92.384	12.713
84	92.111	11.818
85	91.872	10.909
86	91.818	10.669
87	91.632	10.000
88	90.984	8.422
89	90.553	6.860
90	90.295	5.304
91	89.898	2.663
92	89.800	0.000

(5)等ポテンシャル線5

ID	X (m)	Y (m)
93	96.088	13.204
94	95.839	12.727
95	95.591	11.818
96	95.390	10.909
97	95.234	10.000
98	94.781	8.354
99	94.545	7.203
100	94.432	6.720
101	94.180	5.094
102	93.789	2.558
103	93.701	0.000

(6)等ポテンシャル線6

ID	X (m)	Y (m)
104	98.922	13.683
105	98.899	13.636
106	98.690	12.727
107	98.532	11.818
108	98.393	10.909
109	98.277	10.000
110	97.945	8.297
111	97.692	6.603
112	97.511	4.914
113	97.274	2.464
114	97.273	2.445
115	97.159	0.000

(7)等ポテンシャル線7

ID	X (m)	Y (m)
116	101.668	14.170
117	101.486	13.636
118	101.320	12.727
119	101.198	11.818
120	101.101	10.909
121	101.025	10.000
122	100.812	8.277
123	100.662	6.548
124	100.573	4.816
125	100.428	2.403
126	100.369	0.000

(8)等ポテンシャル線8

ID	X (m)	Y (m)
127	104.037	14.654
128	104.000	14.577
129	103.980	14.545
130	103.826	13.636
131	103.733	12.727
132	103.658	11.818
133	103.602	10.909
134	103.566	10.000
135	103.482	8.333
136	103.442	6.664
137	103.448	4.996
138	103.353	2.495
139	103.360	0.000

(9)等ポテンシャル線9

ID	X (m)	Y (m)
140	106.107	15.140
141	106.060	14.545
142	106.014	13.636
143	106.000	13.208
144	105.983	12.727
145	105.969	11.818
146	105.969	10.909
147	105.978	10.000
148	106.000	9.351
149	106.034	8.386
150	106.106	6.775
151	106.183	5.167
152	106.252	2.586
153	106.248	0.000

(10)等ポテンシャル線10

ID	X (m)	Y (m)
154	108.070	15.625
155	108.018	15.455
156	108.014	14.545

ID	X (m)	Y (m)
157	108.069	13.636
158	108.140	12.727
159	108.208	11.818
160	108.284	10.909
161	108.352	10.000
162	108.569	8.439
163	108.763	6.885
164	108.938	5.339
165	109.169	2.677
166	109.253	0.000

(11)等ポテンシャル線11

ID	X (m)	Y (m)
167	109.753	16.111
168	109.773	15.865
169	109.811	15.455
170	109.944	14.545
171	110.118	13.636
172	110.315	12.727
173	110.504	11.818
174	110.677	10.909
175	110.821	10.000
176	111.223	8.494
177	111.545	7.046
178	111.557	7.002
179	111.795	5.518
180	112.373	2.777
181	112.540	0.000

(12)等ポテンシャル線12

ID	X (m)	Y (m)
182	111.058	16.603
183	111.133	16.364
184	111.467	15.455
185	111.545	15.243
186	111.892	14.545
187	112.311	13.636
188	112.700	12.727
189	113.050	11.818
190	113.318	10.984
193	113.348	10.909
194	113.623	10.000
195	114.291	8.558
196	114.799	7.137
197	115.091	6.040
198	115.188	5.730
199	116.072	2.893
200	116.382	0.000

(13)等ポテンシャル線13

ID	X (m)	Y (m)
201	112.264	17.099
202	112.771	16.364
203	113.318	15.621
204	113.528	15.455
205	114.390	14.545
206	115.091	13.648
207	115.103	13.636
208	115.904	12.727
209	116.521	11.818
210	116.864	11.175
211	117.048	10.909
212	117.514	10.000
213	118.505	8.646
214	118.636	8.396
215	119.342	7.326
216	119.872	6.023
217	120.410	4.885
218	121.524	3.063

ID	X (m)	Y (m)
219	122.048	0.000

1.3.6 ネバーカットライン

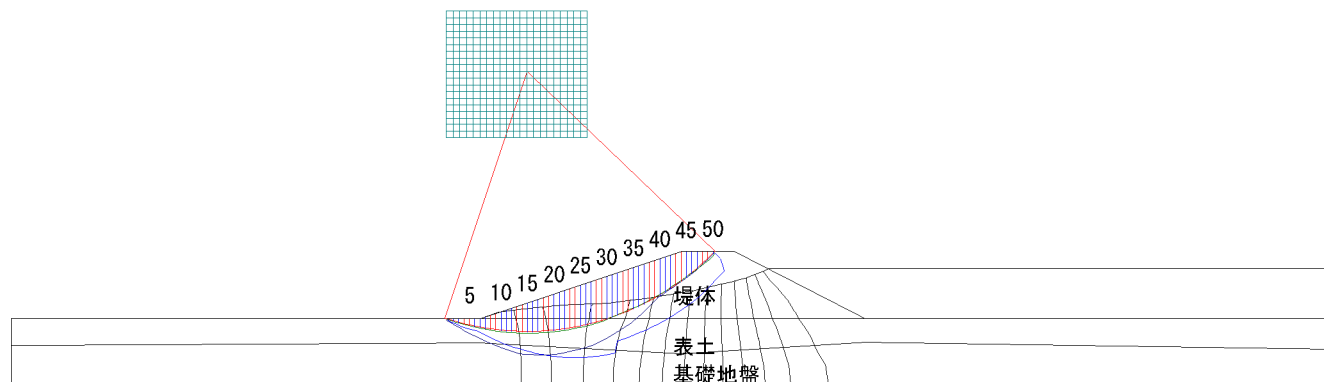
(1)ネバーカットライン1

ID	X (m)	Y (m)
3	0.000	10.000
2	0.000	6.000
1	0.000	0.000
10	197.500	0.000
9	197.500	5.400
8	197.500	10.000

1.4 土質物性値一覧

ブロック名	土の重量			土性			
	湿潤重量 t (kN/m ³)	飽和重量 sat (kN/m ³)	水中重量 ' (kN/m ³)	粘着力 Co (kN/m ²)	増加係数 k1 (kN/m ³)	増加基準値 yo (m)	内部摩擦角 u (度)
堤体	21.0	22.0	11.0	25.00	_____	_____	10.00
表土	18.7	19.5	9.5	0.00	_____	_____	33.00
基礎地盤	20.0	21.0	10.0	0.00	_____	_____	33.00

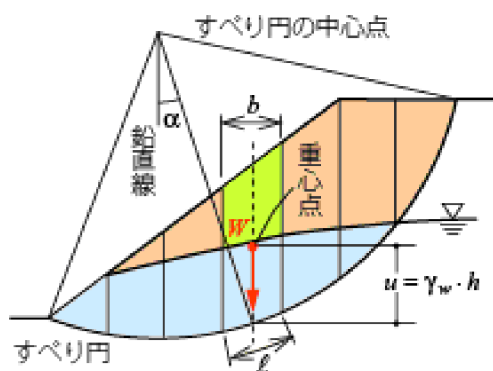
2章 臨界面の計算結果



2.1 臨界面の結果一覧

$$F_s = \frac{c \cdot \ell + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi}{W \cdot \sin \alpha}$$

- F_s : 安全率
- u : すべり面の間隙水圧
- W : 分割片の重量
- c : すべり面に沿う土の粘着力
- ℓ : 円弧の長さ
- ϕ : すべり面に沿う土の内部摩擦角
- b : 分割片の幅



$$\text{Preq} = \frac{F_{sp} \cdot MD - MR}{R}$$

ここに、Preq : 必要抑止力

- F_{sp} : 計画安全率
- MD : 滑動モーメント
- MR : 抵抗モーメント
- R : 円弧半径

解析方法	修正Fellenius法
破壊基準	全応力法
水の状態	定常浸透状態
すべりの種類	円弧すべり
計画安全率 F_{sp}	1.200
円弧中心X座標(m)	77.000
円弧中心Y座標(m)	47.000
円弧半径R(m)	39.000
安全率 F_s	1.159
滑動モーメント MD(kN.m)	51425.453
抵抗力	1528.092
MD/R	1318.601
必要抑止力 P_{req} (kN)	54.230

2.2 臨界面の詳細結果

2.2.1 滑動

(1)鉛直力による滑動モーメント

$$W = (\text{土塊}W) + (\text{水重量}) + (\text{慣性力}V)$$

$$MDv = W \cdot X$$

ここに、 W : 鉛直方向作用力の総和

MDv : 鉛直方向滑動モーメント

X : 円弧中心からスライス重心までのアーム長

No	土塊W (kN)	水重量 (kN)	慣性力V (kN)	W (kN)	X (m)	MDv (kN.m)
1	0.988	0.000	0.000	0.988	-11.959	-11.815
2	4.708	0.000	0.000	4.708	-11.322	-53.305
3	8.328	0.000	0.000	8.328	-10.552	-87.873
4	11.665	0.000	0.000	11.665	-9.766	-113.921
5	14.725	0.000	0.000	14.725	-8.975	-132.164
6	17.512	0.000	0.000	17.512	-8.183	-143.301
7	20.029	0.000	0.000	20.029	-7.390	-148.012
8	24.390	0.000	0.000	24.390	-6.587	-160.667
9	30.922	0.000	0.000	30.922	-5.802	-179.413
10	37.198	0.000	0.000	37.198	-5.015	-186.566
11	43.218	0.000	0.000	43.218	-4.228	-182.732
12	48.880	0.000	0.000	48.880	-3.440	-168.151
13	54.294	0.000	0.000	54.294	-2.652	-143.966
14	59.460	0.000	0.000	59.460	-1.863	-110.770
15	64.364	0.000	0.000	64.364	-1.074	-69.136
16	69.013	0.000	0.000	69.013	-0.285	-19.684
17	73.415	0.000	0.000	73.415	0.504	36.985
18	77.569	0.000	0.000	77.569	1.293	100.284
19	81.461	0.000	0.000	81.461	2.082	169.598
20	85.106	0.000	0.000	85.106	2.871	244.349
21	88.504	0.000	0.000	88.504	3.660	323.949
22	91.643	0.000	0.000	91.643	4.450	407.765
23	94.526	0.000	0.000	94.526	5.239	495.200
24	97.157	0.000	0.000	97.157	6.028	585.664
25	99.531	0.000	0.000	99.531	6.817	678.529
26	101.640	0.000	0.000	101.640	7.607	773.127
27	103.488	0.000	0.000	103.488	8.396	868.866
28	105.072	0.000	0.000	105.072	9.185	965.096
29	106.379	0.000	0.000	106.379	9.974	1061.069
30	107.412	0.000	0.000	107.412	10.764	1156.149
31	108.167	0.000	0.000	108.167	11.553	1249.658
32	108.587	0.000	0.000	108.587	12.342	1340.202
33	108.348	0.000	0.000	108.348	13.131	1422.747
34	107.716	0.000	0.000	107.716	13.921	1499.467
35	106.744	0.000	0.000	106.744	14.710	1570.177
36	105.422	0.000	0.000	105.422	15.499	1633.943
37	103.735	0.000	0.000	103.735	16.288	1689.665
38	101.678	0.000	0.000	101.678	17.077	1736.398
39	99.250	0.000	0.000	99.250	17.867	1773.264
40	96.444	0.000	0.000	96.444	18.656	1799.232
41	93.250	0.000	0.000	93.250	19.445	1813.240
42	89.801	0.000	0.000	89.801	20.234	1817.063
43	86.003	0.000	0.000	86.003	21.023	1808.070
44	81.761	0.000	0.000	81.761	21.812	1783.398
45	77.054	0.000	0.000	77.054	22.601	1741.503
46	70.538	0.000	0.000	70.538	23.390	1649.913
47	60.182	0.000	0.000	60.182	24.188	1455.690
48	49.253	0.000	0.000	49.253	24.985	1230.587
49	37.715	0.000	0.000	37.715	25.779	972.246
50	25.521	0.000	0.000	25.521	26.567	678.026
51	12.622	0.000	0.000	12.622	27.330	344.948
52	1.273	0.000	0.000	1.273	27.914	35.532
+	3553.661	0.000	0.000	3553.661		38911.597
-	0.000	0.000	0.000	0.000		-1911.477
	3553.661	0.000	0.000	3553.661		37000.120

(2)水平力による滑動モーメント

$$MDh = H \cdot Y$$

ここに、H : 水平方向地震時慣性力

MDh : 水平方向滑動モーメント

Y : 円弧中心から地震時慣性力までのアーム長

No	慣性力H (kN)	Y (m)	MDh (kN.m)
1	0.119	37.060	4.394
2	0.565	37.160	20.994
3	0.999	37.272	37.247
4	1.400	37.378	52.323
5	1.767	37.476	66.221
6	2.101	37.566	78.941
7	2.403	37.646	90.483
8	2.927	37.643	110.175
9	3.711	37.563	139.382
10	4.464	37.478	167.293
11	5.186	37.386	193.887
12	5.866	37.290	218.728
13	6.515	37.186	242.277
14	7.135	37.075	264.537
15	7.724	36.957	285.444
16	8.282	36.831	305.019
17	8.810	36.698	323.305
18	9.308	36.558	340.290
19	9.775	36.410	355.920
20	10.213	36.255	370.262
21	10.620	36.092	383.315
22	10.997	35.922	395.042
23	11.343	35.745	405.460
24	11.659	35.560	414.589
25	11.944	35.368	422.420
26	12.197	35.168	428.932
27	12.419	34.960	434.154
28	12.609	34.745	438.087
29	12.765	34.522	440.697
30	12.889	34.292	442.007
31	12.980	34.054	442.027
32	13.030	33.807	440.519
33	13.002	33.539	436.071
34	12.926	33.260	429.920
35	12.809	32.971	422.331
36	12.651	32.671	413.307
37	12.448	32.360	402.819
38	12.201	32.037	390.893
39	11.910	31.703	377.578
40	11.573	31.356	362.893
41	11.190	30.998	346.862
42	10.776	30.631	330.080
43	10.320	30.253	312.224
44	9.811	29.862	292.991
45	9.246	29.458	272.380
46	8.465	29.103	246.343
47	7.222	28.796	207.958
48	5.910	28.472	168.282
49	4.526	28.132	127.317
50	3.063	27.775	85.061
51	1.515	27.410	41.515
52	0.153	27.118	4.142
+	426.439		14425.337
-	0.000		0.000
	426.439		14425.337

(3)滑動モーメントの集計

鉛直力による MDv : 37000.120

水平力による MDh : 14425.337

静水圧による Mw : 0.000

荷重による Mp : 0.000

計 MD : 51425.457(kN.m)
(時計回りをプラスとする)

静水圧による滑動モーメント

$$Mw = Pw \cdot (yo - yg)$$

Pw : 静水圧合力 (kN)

yo : すべり円中心のY座標 (m)

yg : 静水圧合力の作用Y座標 (m)

(4)鉛直力による滑動力

$$V = (\text{土塊}W) + (\text{水重量}) + (\text{慣性力}V) + (\text{荷重}V)$$

No	土塊W (kN)	水重量 (kN)	慣性力V (kN)	荷重V (kN)	V (kN)	すべり (度)	V.sin (kN)
1	0.988	0.000	0.000	0.000	0.988	-17.857	-0.303
2	4.708	0.000	0.000	0.000	4.708	-16.876	-1.367
3	8.328	0.000	0.000	0.000	8.328	-15.698	-2.253
4	11.665	0.000	0.000	0.000	11.665	-14.502	-2.921
5	14.725	0.000	0.000	0.000	14.725	-13.305	-3.389
6	17.512	0.000	0.000	0.000	17.512	-12.112	-3.674
7	20.029	0.000	0.000	0.000	20.029	-10.923	-3.795
8	24.390	0.000	0.000	0.000	24.390	-9.724	-4.120
9	30.922	0.000	0.000	0.000	30.922	-8.556	-4.600
10	37.198	0.000	0.000	0.000	37.198	-7.389	-4.784
11	43.218	0.000	0.000	0.000	43.218	-6.224	-4.685
12	48.880	0.000	0.000	0.000	48.880	-5.060	-4.312
13	54.294	0.000	0.000	0.000	54.294	-3.899	-3.691
14	59.460	0.000	0.000	0.000	59.460	-2.738	-2.840
15	64.364	0.000	0.000	0.000	64.364	-1.578	-1.773
16	69.013	0.000	0.000	0.000	69.013	-0.419	-0.505
17	73.415	0.000	0.000	0.000	73.415	0.740	0.948
18	77.569	0.000	0.000	0.000	77.569	1.900	2.571
19	81.461	0.000	0.000	0.000	81.461	3.060	4.349
20	85.106	0.000	0.000	0.000	85.106	4.222	6.265
21	88.504	0.000	0.000	0.000	88.504	5.385	8.306
22	91.643	0.000	0.000	0.000	91.643	6.551	10.456
23	94.526	0.000	0.000	0.000	94.526	7.720	12.697
24	97.157	0.000	0.000	0.000	97.157	8.892	15.017
25	99.531	0.000	0.000	0.000	99.531	10.067	17.398
26	101.640	0.000	0.000	0.000	101.640	11.247	19.824
27	103.488	0.000	0.000	0.000	103.488	12.432	22.279
28	105.072	0.000	0.000	0.000	105.072	13.622	24.746
29	106.379	0.000	0.000	0.000	106.379	14.818	27.207
30	107.412	0.000	0.000	0.000	107.412	16.021	29.645
31	108.167	0.000	0.000	0.000	108.167	17.231	32.043
32	108.587	0.000	0.000	0.000	108.587	18.449	34.364
33	108.348	0.000	0.000	0.000	108.348	19.676	36.481
34	107.716	0.000	0.000	0.000	107.716	20.912	38.448
35	106.744	0.000	0.000	0.000	106.744	22.159	40.261
36	105.422	0.000	0.000	0.000	105.422	23.416	41.896
37	103.735	0.000	0.000	0.000	103.735	24.686	43.325
38	101.678	0.000	0.000	0.000	101.678	25.969	44.523
39	99.250	0.000	0.000	0.000	99.250	27.266	45.468
40	96.444	0.000	0.000	0.000	96.444	28.578	46.134
41	93.250	0.000	0.000	0.000	93.250	29.907	46.493
42	89.801	0.000	0.000	0.000	89.801	31.254	46.591
43	86.003	0.000	0.000	0.000	86.003	32.620	46.361
44	81.761	0.000	0.000	0.000	81.761	34.007	45.728
45	77.054	0.000	0.000	0.000	77.054	35.416	44.654
46	70.538	0.000	0.000	0.000	70.538	36.852	42.305
47	60.182	0.000	0.000	0.000	60.182	38.332	37.325

No	土塊W (kN)	水重量 (kN)	慣性力V (kN)	荷重V (kN)	V (kN)	すべり (度)	V.sin (kN)
48	49.253	0.000	0.000	0.000	49.253	39.839	31.554
49	37.715	0.000	0.000	0.000	37.715	41.376	24.929
50	25.521	0.000	0.000	0.000	25.521	42.938	17.385
51	12.622	0.000	0.000	0.000	12.622	44.489	8.845
52	1.273	0.000	0.000	0.000	1.273	45.705	0.911
+	3553.661	0.000	0.000	0.000	3553.661		997.733
-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		-49.012
	3553.661	0.000	0.000	0.000	3553.661		948.721

(5) 水平力による滑動力

$$H = (\text{慣性力H}) + (\text{側水圧}) + (\text{荷重H})$$

$$(\text{滑動力}) = (V \cdot \sin) + (H \cdot \cos)$$

No	慣性力H (kN)	側水圧 (kN)	荷重H (kN)	H (kN)	すべり (度)	H.cos (kN)	滑動力計 (kN)
1	0.119	0.000	0.000	0.119	-17.857	0.113	-0.190
2	0.565	0.000	0.000	0.565	-16.876	0.541	-0.826
3	0.999	0.000	0.000	0.999	-15.698	0.962	-1.291
4	1.400	0.000	0.000	1.400	-14.502	1.355	-1.566
5	1.767	0.000	0.000	1.767	-13.305	1.720	-1.669
6	2.101	0.000	0.000	2.101	-12.112	2.055	-1.620
7	2.403	0.000	0.000	2.403	-10.923	2.360	-1.435
8	2.927	0.000	0.000	2.927	-9.724	2.885	-1.235
9	3.711	0.000	0.000	3.711	-8.556	3.669	-0.931
10	4.464	0.000	0.000	4.464	-7.389	4.427	-0.357
11	5.186	0.000	0.000	5.186	-6.224	5.156	0.470
12	5.866	0.000	0.000	5.866	-5.060	5.843	1.531
13	6.515	0.000	0.000	6.515	-3.899	6.500	2.809
14	7.135	0.000	0.000	7.135	-2.738	7.127	4.287
15	7.724	0.000	0.000	7.724	-1.578	7.721	5.948
16	8.282	0.000	0.000	8.282	-0.419	8.281	7.777
17	8.810	0.000	0.000	8.810	0.740	8.809	9.757
18	9.308	0.000	0.000	9.308	1.900	9.303	11.875
19	9.775	0.000	0.000	9.775	3.060	9.761	14.110
20	10.213	0.000	0.000	10.213	4.222	10.185	16.450
21	10.620	0.000	0.000	10.620	5.385	10.574	18.880
22	10.997	0.000	0.000	10.997	6.551	10.925	21.381
23	11.343	0.000	0.000	11.343	7.720	11.240	23.938
24	11.659	0.000	0.000	11.659	8.892	11.519	26.536
25	11.944	0.000	0.000	11.944	10.067	11.760	29.158
26	12.197	0.000	0.000	12.197	11.247	11.963	31.786
27	12.419	0.000	0.000	12.419	12.432	12.127	34.406
28	12.609	0.000	0.000	12.609	13.622	12.254	37.000
29	12.765	0.000	0.000	12.765	14.818	12.341	39.548
30	12.889	0.000	0.000	12.889	16.021	12.389	42.034
31	12.980	0.000	0.000	12.980	17.231	12.397	44.440
32	13.030	0.000	0.000	13.030	18.449	12.361	46.725
33	13.002	0.000	0.000	13.002	19.676	12.243	48.723
34	12.926	0.000	0.000	12.926	20.912	12.074	50.522
35	12.809	0.000	0.000	12.809	22.159	11.863	52.124
36	12.651	0.000	0.000	12.651	23.416	11.609	53.505
37	12.448	0.000	0.000	12.448	24.686	11.311	54.635
38	12.201	0.000	0.000	12.201	25.969	10.969	55.492
39	11.910	0.000	0.000	11.910	27.266	10.587	56.055
40	11.573	0.000	0.000	11.573	28.578	10.163	56.297
41	11.190	0.000	0.000	11.190	29.907	9.700	56.193
42	10.776	0.000	0.000	10.776	31.254	9.212	55.804
43	10.320	0.000	0.000	10.320	32.620	8.693	55.053
44	9.811	0.000	0.000	9.811	34.007	8.133	53.862
45	9.246	0.000	0.000	9.246	35.416	7.536	52.189
46	8.465	0.000	0.000	8.465	36.852	6.773	49.079
47	7.222	0.000	0.000	7.222	38.332	5.665	42.990
48	5.910	0.000	0.000	5.910	39.839	4.538	36.092
49	4.526	0.000	0.000	4.526	41.376	3.396	28.325
50	3.063	0.000	0.000	3.063	42.938	2.242	19.627
51	1.515	0.000	0.000	1.515	44.489	1.080	9.925
52	0.153	0.000	0.000	0.153	45.705	0.107	1.018
+	426.439	0.000	0.000	426.439		398.516	1358.357
-	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	-11.120
	426.439	0.000	0.000	426.439		398.516	1347.237

2.2.2 抵抗

(1) 抵抗力 (鉛直力・水平力)

No	土塊W (kN)	水重量 (kN)	慣性力V (kN)	荷重V (kN)	V (kN)	慣性力H (kN)	荷重H (kN)	側水圧 (kN)	H (kN)
1	0.988	0.000	0.000	0.000	0.988	0.119	0.000	0.000	0.119
2	4.708	0.000	0.000	0.000	4.708	0.565	0.000	0.000	0.565
3	8.328	0.000	0.000	0.000	8.328	0.999	0.000	0.000	0.999
4	11.665	0.000	0.000	0.000	11.665	1.400	0.000	0.000	1.400
5	14.725	0.000	0.000	0.000	14.725	1.767	0.000	0.000	1.767
6	17.512	0.000	0.000	0.000	17.512	2.101	0.000	0.000	2.101
7	20.029	0.000	0.000	0.000	20.029	2.403	0.000	0.000	2.403
8	24.390	0.000	0.000	0.000	24.390	2.927	0.000	0.000	2.927
9	30.922	0.000	0.000	0.000	30.922	3.711	0.000	0.000	3.711
10	37.198	0.000	0.000	0.000	37.198	4.464	0.000	0.000	4.464
11	43.218	0.000	0.000	0.000	43.218	5.186	0.000	0.000	5.186
12	48.880	0.000	0.000	0.000	48.880	5.866	0.000	0.000	5.866
13	54.294	0.000	0.000	0.000	54.294	6.515	0.000	0.000	6.515
14	59.460	0.000	0.000	0.000	59.460	7.135	0.000	0.000	7.135
15	64.364	0.000	0.000	0.000	64.364	7.724	0.000	0.000	7.724
16	69.013	0.000	0.000	0.000	69.013	8.282	0.000	0.000	8.282
17	73.415	0.000	0.000	0.000	73.415	8.810	0.000	0.000	8.810
18	77.569	0.000	0.000	0.000	77.569	9.308	0.000	0.000	9.308
19	81.461	0.000	0.000	0.000	81.461	9.775	0.000	0.000	9.775
20	85.106	0.000	0.000	0.000	85.106	10.213	0.000	0.000	10.213
21	88.504	0.000	0.000	0.000	88.504	10.620	0.000	0.000	10.620
22	91.643	0.000	0.000	0.000	91.643	10.997	0.000	0.000	10.997
23	94.526	0.000	0.000	0.000	94.526	11.343	0.000	0.000	11.343
24	97.157	0.000	0.000	0.000	97.157	11.659	0.000	0.000	11.659
25	99.531	0.000	0.000	0.000	99.531	11.944	0.000	0.000	11.944
26	101.640	0.000	0.000	0.000	101.640	12.197	0.000	0.000	12.197
27	103.488	0.000	0.000	0.000	103.488	12.419	0.000	0.000	12.419
28	105.072	0.000	0.000	0.000	105.072	12.609	0.000	0.000	12.609
29	106.379	0.000	0.000	0.000	106.379	12.765	0.000	0.000	12.765
30	107.412	0.000	0.000	0.000	107.412	12.889	0.000	0.000	12.889
31	108.167	0.000	0.000	0.000	108.167	12.980	0.000	0.000	12.980
32	108.587	0.000	0.000	0.000	108.587	13.030	0.000	0.000	13.030
33	108.348	0.000	0.000	0.000	108.348	13.002	0.000	0.000	13.002
34	107.716	0.000	0.000	0.000	107.716	12.926	0.000	0.000	12.926
35	106.744	0.000	0.000	0.000	106.744	12.809	0.000	0.000	12.809
36	105.422	0.000	0.000	0.000	105.422	12.651	0.000	0.000	12.651
37	103.735	0.000	0.000	0.000	103.735	12.448	0.000	0.000	12.448
38	101.678	0.000	0.000	0.000	101.678	12.201	0.000	0.000	12.201
39	99.250	0.000	0.000	0.000	99.250	11.910	0.000	0.000	11.910
40	96.444	0.000	0.000	0.000	96.444	11.573	0.000	0.000	11.573
41	93.250	0.000	0.000	0.000	93.250	11.190	0.000	0.000	11.190
42	89.801	0.000	0.000	0.000	89.801	10.776	0.000	0.000	10.776
43	86.003	0.000	0.000	0.000	86.003	10.320	0.000	0.000	10.320
44	81.761	0.000	0.000	0.000	81.761	9.811	0.000	0.000	9.811
45	77.054	0.000	0.000	0.000	77.054	9.246	0.000	0.000	9.246
46	70.538	0.000	0.000	0.000	70.538	8.465	0.000	0.000	8.465
47	60.182	0.000	0.000	0.000	60.182	7.222	0.000	0.000	7.222
48	49.253	0.000	0.000	0.000	49.253	5.910	0.000	0.000	5.910
49	37.715	0.000	0.000	0.000	37.715	4.526	0.000	0.000	4.526
50	25.521	0.000	0.000	0.000	25.521	3.063	0.000	0.000	3.063
51	12.622	0.000	0.000	0.000	12.622	1.515	0.000	0.000	1.515
52	1.273	0.000	0.000	0.000	1.273	0.153	0.000	0.000	0.153
+	3553.661	0.000	0.000	0.000	3553.661	426.439	0.000	0.000	426.439
-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	3553.661	0.000	0.000	0.000	3553.661	426.439	0.000	0.000	426.439

(2) 抵抗力 (すべり面鉛直方向成分力)

$$N' = (V - u \cdot b) \cdot \cos \alpha - H \cdot \sin \alpha$$

ここに、N' : すべり面鉛直方向成分力

V : 鉛直力の総和

H : 水平力の総和

α : すべり角

u : 間隙水圧

b : スライス幅

No	V (kN)	H (kN)	すべり (度)	u (kN/m)	b (m)	U = u · b (kN)	N' (kN)
1	0.988	0.119	-17.86	0.8	0.6	0.451	0.548
2	4.708	0.565	-16.88	2.8	0.8	2.211	2.554
3	8.328	0.999	-15.70	5.1	0.8	4.054	4.385
4	11.665	1.400	-14.50	7.4	0.8	5.898	5.934
5	14.725	1.767	-13.31	9.7	0.8	7.741	7.203
6	17.512	2.101	-12.11	12.0	0.8	9.585	8.191
7	20.029	2.403	-10.92	14.4	0.8	11.428	8.900
8	24.390	2.927	-9.72	16.7	0.8	13.165	11.558
9	30.922	3.711	-8.56	19.0	0.8	14.981	16.315
10	37.198	4.464	-7.39	21.3	0.8	16.797	20.806
11	43.218	5.186	-6.22	23.6	0.8	18.613	25.022
12	48.880	5.866	-5.06	25.9	0.8	20.429	28.858
13	54.294	6.515	-3.90	28.2	0.8	22.245	32.418
14	59.460	7.135	-2.74	30.5	0.8	24.061	35.700
15	64.364	7.724	-1.58	32.5	0.8	25.656	38.907
16	69.013	8.282	-0.42	33.2	0.8	26.190	42.882
17	73.415	8.810	0.74	33.9	0.8	26.725	46.572
18	77.569	9.308	1.90	34.5	0.8	27.260	49.973
19	81.461	9.775	3.06	35.2	0.8	27.794	53.068
20	85.106	10.213	4.22	35.9	0.8	28.329	55.871
21	88.504	10.620	5.39	35.8	0.8	28.234	59.007
22	91.643	10.997	6.55	35.2	0.8	27.764	62.206
23	94.526	11.343	7.72	34.6	0.8	27.295	65.098
24	97.157	11.659	8.89	34.0	0.8	26.826	67.684
25	99.531	11.944	10.07	33.4	0.8	26.357	69.960
26	101.640	12.197	11.25	32.8	0.8	25.887	71.919
27	103.488	12.419	12.43	32.2	0.8	25.418	73.566
28	105.072	12.609	13.62	31.4	0.8	24.750	75.092
29	106.379	12.765	14.82	29.4	0.8	23.248	77.101
30	107.412	12.889	16.02	27.5	0.8	21.746	78.781
31	108.167	12.980	17.23	25.6	0.8	20.244	80.132
32	108.587	13.030	18.45	23.7	0.8	18.741	81.105
33	108.348	13.002	19.68	21.8	0.8	17.239	81.411
34	107.716	12.926	20.91	19.9	0.8	15.737	81.307
35	106.744	12.809	22.16	18.0	0.8	14.235	80.845
36	105.422	12.651	23.42	15.4	0.8	12.150	80.563
37	103.735	12.448	24.69	12.5	0.8	9.901	80.059
38	101.678	12.201	25.97	9.7	0.8	7.653	79.189
39	99.250	11.910	27.27	6.8	0.8	5.404	77.962
40	96.444	11.573	28.58	4.0	0.8	3.156	76.386
41	93.250	11.190	29.91	0.7	0.8	0.529	74.795
42	89.801	10.776	31.25	0.0	0.8	0.000	71.178
43	86.003	10.320	32.62	0.0	0.8	0.000	66.875
44	81.761	9.811	34.01	0.0	0.8	0.000	62.291
45	77.054	9.246	35.42	0.0	0.8	0.000	57.438
46	70.538	8.465	36.85	0.0	0.8	0.000	51.367
47	60.182	7.222	38.33	0.0	0.8	0.000	42.730
48	49.253	5.910	39.84	0.0	0.8	0.000	34.033
49	37.715	4.526	41.38	0.0	0.8	0.000	25.309
50	25.521	3.063	42.94	0.0	0.8	0.000	16.597
51	12.622	1.515	44.49	0.0	0.8	0.000	7.943
52	1.273	0.153	45.70	0.0	0.3	0.000	0.780
+	3553.661	426.439					2506.376
-	0.000	0.000					0.000
	3553.661	426.439					2506.376

(3) 抵抗力・抵抗モーメント

$$= c \cdot L + N' \cdot \tan$$

ここに、
 : 抵抗力
 $c \cdot L$: 粘着抵抗 c : 粘着力 L : スライス弧長
 $N' \cdot \tan$: 摩擦抵抗 N' : すべり面鉛直方向成分力 : 内部摩擦角

$$MR = \cdot R$$

ここに、 MR : 抵抗モーメント
 : 抵抗力
 R : すべり円半径

No	すべり L (m)	c (kN/m)	c・L (kN)	N' (kN)	(度)	N' tan (kN)	(kN)	R (m)	MR (kN.m)
1	0.585	0.000	0.000	0.548	33.00	0.356	0.356	39.000	13.877
2	0.832	0.000	0.000	2.554	33.00	1.659	1.659	39.000	64.684
3	0.826	0.000	0.000	4.385	33.00	2.847	2.847	39.000	111.049
4	0.822	0.000	0.000	5.934	33.00	3.854	3.854	39.000	150.297
5	0.817	0.000	0.000	7.203	33.00	4.678	4.678	39.000	182.431
6	0.814	0.000	0.000	8.191	33.00	5.320	5.320	39.000	207.465
7	0.810	0.000	0.000	8.900	33.00	5.780	5.780	39.000	225.420
8	0.801	0.000	0.000	11.558	33.00	7.506	7.506	39.000	292.737
9	0.798	0.000	0.000	16.315	33.00	10.595	10.595	39.000	413.216
10	0.796	0.000	0.000	20.806	33.00	13.512	13.512	39.000	526.955
11	0.794	0.000	0.000	25.022	33.00	16.250	16.250	39.000	633.734
12	0.793	0.000	0.000	28.858	33.00	18.741	18.741	39.000	730.887
13	0.791	0.000	0.000	32.418	33.00	21.053	21.053	39.000	821.051
14	0.790	0.000	0.000	35.700	33.00	23.184	23.184	39.000	904.162
15	0.790	0.000	0.000	38.907	33.00	25.266	25.266	39.000	985.386
16	0.790	0.000	0.000	42.882	33.00	27.848	27.848	39.000	1086.065
17	0.790	0.000	0.000	46.572	33.00	30.245	30.245	39.000	1179.536
18	0.790	0.000	0.000	49.973	33.00	32.453	32.453	39.000	1265.664
19	0.791	0.000	0.000	53.068	33.00	34.463	34.463	39.000	1344.060
20	0.792	0.000	0.000	55.871	33.00	36.283	36.283	39.000	1415.047
21	0.793	0.000	0.000	59.007	33.00	38.320	38.320	39.000	1494.464
22	0.795	0.000	0.000	62.206	33.00	40.397	40.397	39.000	1575.495
23	0.797	0.000	0.000	65.098	33.00	42.275	42.275	39.000	1648.735
24	0.799	0.000	0.000	67.684	33.00	43.955	43.955	39.000	1714.230
25	0.802	0.000	0.000	69.960	33.00	45.433	45.433	39.000	1771.869
26	0.805	0.000	0.000	71.919	33.00	46.705	46.705	39.000	1821.481
27	0.808	0.000	0.000	73.566	33.00	47.774	47.774	39.000	1863.194
28	0.812	0.000	0.000	75.092	33.00	48.766	48.766	39.000	1901.857
29	0.817	0.000	0.000	77.101	33.00	50.070	50.070	39.000	1952.739
30	0.821	0.000	0.000	78.781	33.00	51.161	51.161	39.000	1995.283
31	0.827	0.000	0.000	80.132	33.00	52.038	52.038	39.000	2029.499
32	0.832	25.000	20.807	81.105	10.00	14.301	35.108	39.000	1369.199
33	0.838	25.000	20.961	81.411	10.00	14.355	35.316	39.000	1377.339
34	0.845	25.000	21.129	81.307	10.00	14.337	35.466	39.000	1383.170
35	0.852	25.000	21.312	80.845	10.00	14.255	35.567	39.000	1387.106
36	0.860	25.000	21.509	80.563	10.00	14.205	35.715	39.000	1392.873
37	0.869	25.000	21.723	80.059	10.00	14.117	35.840	39.000	1397.751
38	0.878	25.000	21.955	79.189	10.00	13.963	35.918	39.000	1400.795
39	0.888	25.000	22.205	77.962	10.00	13.747	35.952	39.000	1402.137
40	0.899	25.000	22.477	76.386	10.00	13.469	35.946	39.000	1401.881
41	0.911	25.000	22.771	74.795	10.00	13.188	35.959	39.000	1402.406
42	0.924	25.000	23.090	71.178	10.00	12.551	35.640	39.000	1389.968
43	0.937	25.000	23.436	66.875	10.00	11.792	35.227	39.000	1373.870
44	0.952	25.000	23.812	62.291	10.00	10.984	34.796	39.000	1357.025
45	0.969	25.000	24.222	57.438	10.00	10.128	34.350	39.000	1339.642
46	1.000	25.000	25.002	51.367	10.00	9.057	34.059	39.000	1328.310
47	1.020	25.000	25.506	42.730	10.00	7.534	33.040	39.000	1288.575
48	1.042	25.000	26.060	34.033	10.00	6.001	32.061	39.000	1250.393
49	1.067	25.000	26.673	25.309	10.00	4.463	31.135	39.000	1214.279
50	1.094	25.000	27.352	16.597	10.00	2.927	30.278	39.000	1180.854
51	1.124	25.000	28.109	7.943	10.00	1.401	29.509	39.000	1150.865
52	0.491	25.000	12.287	0.780	10.00	0.137	12.424	39.000	484.547
+			482.397			1045.694	1528.091		59595.556
-			0.000			0.000	0.000		0.000
-			482.397			1045.694	1528.091		59595.556

2.3 格子点安全率

y / x	65.000	66.000	67.000	68.000	69.000	70.000	71.000	72.000	73.000
56.000	1.542	1.475	1.411	1.350	1.306	1.259	1.234	1.207	1.183
55.000	1.554	1.488	1.424	1.359	1.309	1.266	1.229	1.212	1.187
54.000	1.569	1.495	1.432	1.370	1.317	1.274	1.234	1.205	1.191
53.000	1.578	1.511	1.438	1.374	1.325	1.282	1.240	1.209	1.188
52.000	1.595	1.518	1.451	1.387	1.326	1.285	1.247	1.214	1.191
51.000	1.605	1.532	1.465	1.400	1.337	1.287	1.246	1.219	1.194
50.000	1.621	1.548	1.474	1.412	1.349	1.295	1.255	1.225	1.199
49.000	1.639	1.560	1.491	1.417	1.362	1.305	1.261	1.222	1.203
48.000	1.653	1.572	1.499	1.432	1.369	1.315	1.269	1.230	1.198
47.000	1.666	1.589	1.515	1.447	1.381	1.319	1.277	1.240	1.204
46.000	1.685	1.607	1.532	1.457	1.394	1.333	1.278	1.247	1.212
45.000	1.699	1.621	1.543	1.470	1.402	1.348	1.290	1.246	1.220
44.000	1.718	1.639	1.558	1.484	1.415	1.352	1.302	1.255	1.220
43.000	1.738	1.656	1.574	1.493	1.428	1.363	1.309	1.265	1.228
42.000	1.755	1.671	1.587	1.508	1.436	1.374	1.319	1.269	1.236
41.000	1.776	1.690	1.604	1.524	1.449	1.386	1.329	1.283	1.237
40.000	1.796	1.708	1.619	1.536	1.463	1.392	1.340	1.292	1.249
39.000	1.818	1.728	1.637	1.552	1.473	1.405	1.344	1.294	1.262
38.000	1.840	1.749	1.657	1.569	1.487	1.417	1.355	1.304	1.263
37.000	1.864	1.770	1.675	1.583	1.499	1.426	1.366	1.315	1.272

y / x	74.000	75.000	76.000	77.000	78.000	79.000	80.000	81.000	82.000
56.000	1.168	1.173	1.172	1.171	1.187	1.205	1.218	1.251	1.268
55.000	1.170	1.174	1.173	1.174	1.177	1.193	1.218	1.249	1.267
54.000	1.173	1.163	1.173	1.177	1.179	1.188	1.222	1.247	1.266
53.000	1.176	1.165	1.161	1.177	1.181	1.189	1.205	1.245	1.266
52.000	1.179	1.167	1.163	1.164	1.184	1.190	1.205	1.244	1.266
51.000	1.173	1.170	1.164	1.165	1.182	1.192	1.205	1.226	1.268
50.000	1.177	1.171	1.166	1.166	1.172	1.192	1.207	1.226	1.253
49.000	1.183	1.165	1.168	1.168	1.173	1.183	1.208	1.227	1.253
48.000	1.188	1.169	1.159	1.169	1.174	1.184	1.195	1.228	1.252
47.000	1.181	1.174	1.163	1.159	1.175	1.185	1.199	1.227	1.253
46.000	1.186	1.170	1.167	1.162	1.176	1.185	1.201	1.216	1.252
45.000	1.192	1.174	1.164	1.165	1.167	1.186	1.196	1.220	1.240
44.000	1.198	1.178	1.167	1.163	1.170	1.177	1.200	1.214	1.243
43.000	1.196	1.184	1.171	1.166	1.168	1.180	1.192	1.216	1.237
42.000	1.205	1.179	1.176	1.168	1.170	1.177	1.195	1.213	1.239
41.000	1.214	1.187	1.170	1.174	1.170	1.179	1.191	1.216	1.242
40.000	1.213	1.196	1.176	1.167	1.176	1.182	1.194	1.210	1.238
39.000	1.223	1.196	1.184	1.172	1.169	1.184	1.197	1.214	1.236
38.000	1.234	1.204	1.183	1.174	1.174	1.177	1.197	1.217	1.239
37.000	1.238	1.214	1.192	1.176	1.176	1.183	1.192	1.207	1.235

y / x	83.000	84.000	85.000	86.000
56.000	1.265	1.270	1.279	1.294
55.000	1.263	1.266	1.275	1.289
54.000	1.261	1.263	1.271	1.284
53.000	1.259	1.259	1.266	1.279
52.000	1.258	1.257	1.263	1.274
51.000	1.257	1.254	1.259	1.270
50.000	1.257	1.253	1.256	1.266
49.000	1.258	1.251	1.253	1.261
48.000	1.259	1.251	1.251	1.258
47.000	1.262	1.251	1.249	1.254
46.000	1.264	1.252	1.248	1.252
45.000	1.264	1.254	1.247	1.249
44.000	1.264	1.257	1.248	1.248
43.000	1.265	1.258	1.249	1.247
42.000	1.266	1.258	1.252	1.247
41.000	1.268	1.258	1.254	1.249
40.000	1.270	1.259	1.255	1.251
39.000	1.266	1.261	1.255	1.255
38.000	1.265	1.264	1.256	1.256
37.000	1.271	1.267	1.259	1.257