盛土地盤の側方変位量（計算方法は「柔構造樋門設計の手引き」に拠る）

盛土条件

項目	記号	単位	数値
盛土高さ	H	m	10.000
盛土底面幅	B	m	53.000
盛土延長(奥行)	L	m	800.000
単位体積重量	γ	kN/m3	19.000
載荷重(活荷重)	q	kN/㎡	10.000
盛土荷重分散角	θ	度	30.000
	$\tan\theta$	−	0.577
地盤のポアソン比	ν	−	0.300

地層条件

層NO	層厚 ti (m)	変形係数 Es(kN/㎡)	層深度 hi (m)	備考
1	1.500	2,500.0	1.500	
2	4.500	18,000.0	6.000	
3	1.000	15,000.0	7.000	
4	6.000	22,000.0	13.000	
5				
影響を考慮する深度 hn =			13.000	

盛土の節点座標		
NO	X座標	Y座標
1	−25.000	0.000
2	−16.000	5.000
3	−14.500	5.000
4	−5.500	10.000
5	8.500	10.000
6	17.500	5.000
7	19.000	5.000
8	28.000	0.000
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
盛土の節点総数 N=		8

スライス分割位置Y座標	
NO	Y座標
1	1.000
2	2.000
3	3.000
4	4.000
5	5.000
6	6.000
7	7.000
8	8.000
9	9.000
10	10.000
11	
12	
13	
14	
スライス数 N=	10

着目点 X座標	
NO	X座標
①	−25.000
②	−20.000
③	−15.000
④	−10.000
⑤	−5.500
⑥	0.000
⑦	5.500
⑧	10.000
⑨	15.000
⑩	20.000
⑪	25.000
⑫	28.000
⑬	
⑭	
⑮	
⑯	
着目点数 N=	12

地盤の換算変形係数(Em)の計算表

地盤層NO	変形係数 E_i(kN/㎡)	層深度 h_i (m)	層深度 h_{i-1} (m)	Em算定における分母の計算					Em算定における分子の計算		
				$B+2h_i\tan\theta$	$B+2h_{i-1}\tan\theta$	$L+2h_i\tan\theta$	$L+2h_{i-1}\tan\theta$	$\frac{1}{Ei}\log\frac{C1\cdot C4}{C3\cdot C2}$	$(B+2h_n\tan\theta)L$	$(L+2h_n\tan\theta)B$	$\log(C5/C6)$
				C1	C2	C3	C4		C5	C6	
1	2,500.0	1.500	0.000	54.732	53.000	801.732	800.000	0.0000120	54,408.886	43,195.589	0.2307891
2	18,000.0	6.000	1.500	59.928	54.732	806.928	801.732	0.0000047			
3	15,000.0	7.000	6.000	61.083	59.928	808.083	806.928	0.0000012			
4	22,000.0	13.000	7.000	68.011	61.083	815.011	808.083	0.0000045			
5											
合計								0.0000224			

Em計算式

$$Em = \frac{\log\frac{(B+2hn\cdot\tan\theta)L}{(L+2hn\cdot\tan\theta)B}}{\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{Ei}\log\frac{(B+2h_i\cdot\tan\theta)(L+2h_{i-1}\cdot\tan\theta)}{(L+2h_i\cdot\tan\theta)(B+2h_{i-1}\cdot\tan\theta)}}$$

Em= 10,303.1 kN/㎡

スライス(帯)荷重の計算

帯	盛土底面			盛土上面			スライス高	盛土面積	盛土荷重	スライス幅	スライス中心
NO	左 XL(m)	右 XR(m)	幅 B1(m)	左 XL(m)	右 XR(m)	幅 B2(m)	T (m)	Ai (㎡)	qi (kN/㎡)	2ai (m)	Xi (m)
載荷重	−	−	−	−5.500	8.500	14.000	0.000	0.000	10.000	14.000	1.500
1	−25.000	28.000	53.000	−23.200	26.200	49.400	1.000	51.200	19.000	51.200	1.500
2	−23.200	26.200	49.400	−21.400	24.400	45.800	1.000	47.600	19.000	47.600	1.500
3	−21.400	24.400	45.800	−19.600	22.600	42.200	1.000	44.000	19.000	44.000	1.500
4	−19.600	22.600	42.200	−17.800	20.800	38.600	1.000	40.400	19.000	40.400	1.500
5	−17.800	20.800	38.600	−16.000	19.000	35.000	1.000	36.800	19.000	36.800	1.500
6	−14.500	17.500	32.000	−12.700	15.700	28.400	1.000	30.200	19.000	30.200	1.500
7	−12.700	15.700	28.400	−10.900	13.900	24.800	1.000	26.600	19.000	26.600	1.500
8	−10.900	13.900	24.800	−9.100	12.100	21.200	1.000	23.000	19.000	23.000	1.500
9	−9.100	12.100	21.200	−7.300	10.300	17.600	1.000	19.400	19.000	19.400	1.500
10	−7.300	10.300	17.600	−5.500	8.500	14.000	1.000	15.800	19.000	15.800	1.500

各スライス荷重による側方変位量の計算(その1)

荷重 / 着目点		載荷重		スライス荷重-1		スライス荷重-2		スライス荷重-3		スライス荷重-4	
		qi (kN/㎡)	10.000	qi (kN/㎡)	19.000	qi (kN/㎡)	19.000	qi (kN/㎡)	19.000	qi (kN/㎡)	19.000
		ai (m)	7.000	ai (m)	25.600	ai (m)	23.800	ai (m)	22.000	ai (m)	20.200
		bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000
		Xi (m)	1.500	Xi (m)	1.500	Xi (m)	1.500	Xi (m)	1.500	Xi (m)	1.500
NO	着目点	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量
	X(m)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)
①	-25.000	-26.500	-0.338	-26.500	-2.352	-26.500	-2.186	-26.500	-2.021	-26.500	-1.856
②	-20.000	-21.500	-0.341	-21.500	-1.978	-21.500	-1.984	-21.500	-1.990	-21.500	-1.871
③	-15.000	-16.500	-0.344	-16.500	-1.518	-16.500	-1.522	-16.500	-1.527	-16.500	-1.531
④	-10.000	-11.500	-0.347	-11.500	-1.058	-11.500	-1.061	-11.500	-1.064	-11.500	-1.067
⑤	-5.500	-7.000	-0.349	-7.000	-0.644	-7.000	-0.646	-7.000	-0.648	-7.000	-0.650
⑥	0.000	-1.500	-0.075	-1.500	-0.138	-1.500	-0.138	-1.500	-0.139	-1.500	-0.139
⑦	5.500	4.000	0.200	4.000	0.368	4.000	0.369	4.000	0.370	4.000	0.371
⑧	10.000	8.500	0.349	8.500	0.782	8.500	0.784	8.500	0.787	8.500	0.789
⑨	15.000	13.500	0.346	13.500	1.242	13.500	1.246	13.500	1.249	13.500	1.253
⑩	20.000	18.500	0.343	18.500	1.702	18.500	1.707	18.500	1.712	18.500	1.717
⑪	25.000	23.500	0.340	23.500	2.162	23.500	2.168	23.500	2.031	23.500	1.865
⑫	28.000	26.500	0.338	26.500	2.352	26.500	2.186	26.500	2.021	26.500	1.856

各スライス荷重による側方変位量の計算(その2)

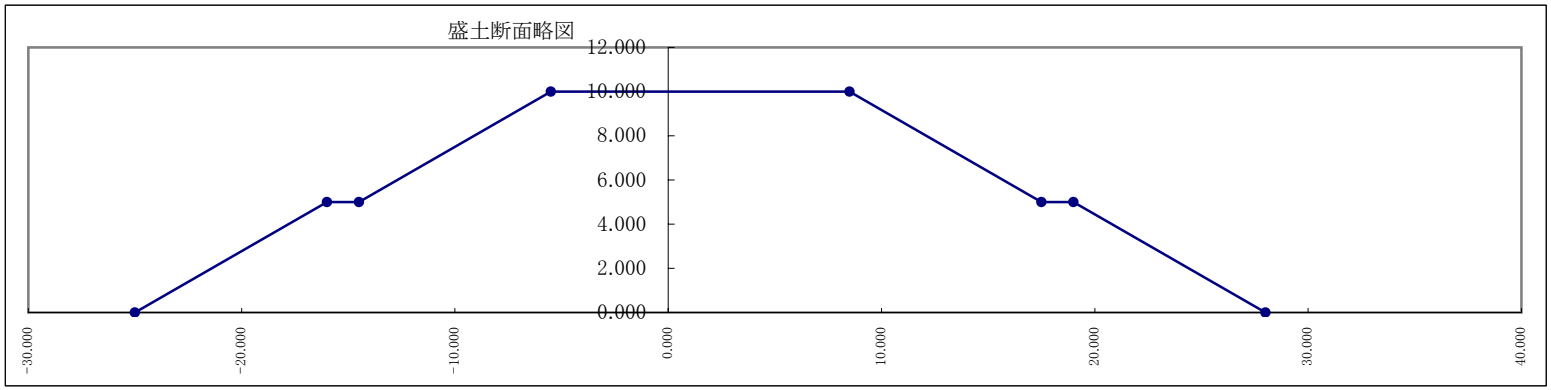
荷重 / 着目点		スライス荷重-5		スライス荷重-6		スライス荷重-7		スライス荷重-8		スライス荷重-9	
		qi (kN/㎡)	19.000	qi (kN/㎡)	19.000	qi (kN/㎡)	19.000	qi (kN/㎡)	19.000	qi (kN/㎡)	19.000
		ai (m)	18.400	ai (m)	15.100	ai (m)	13.300	ai (m)	11.500	ai (m)	9.700
		bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000
		Xi (m)	1.500	Xi (m)	1.500	Xi (m)	1.500	Xi (m)	1.500	Xi (m)	1.500
NO	着目点	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量
	X(m)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)
①	-25.000	-26.500	-1.690	-26.500	-1.387	-26.500	-1.222	-26.500	-1.056	-26.500	-0.891
②	-20.000	-21.500	-1.704	-21.500	-1.399	-21.500	-1.232	-21.500	-1.065	-21.500	-0.898
③	-15.000	-16.500	-1.536	-16.500	-1.410	-16.500	-1.242	-16.500	-1.074	-16.500	-0.906
④	-10.000	-11.500	-1.071	-11.500	-1.076	-11.500	-1.079	-11.500	-1.083	-11.500	-0.913
⑤	-5.500	-7.000	-0.652	-7.000	-0.655	-7.000	-0.657	-7.000	-0.659	-7.000	-0.661
⑥	0.000	-1.500	-0.140	-1.500	-0.140	-1.500	-0.141	-1.500	-0.141	-1.500	-0.142
⑦	5.500	4.000	0.372	4.000	0.374	4.000	0.375	4.000	0.377	4.000	0.378
⑧	10.000	8.500	0.791	8.500	0.796	8.500	0.798	8.500	0.800	8.500	0.803
⑨	15.000	13.500	1.257	13.500	1.263	13.500	1.248	13.500	1.079	13.500	0.910
⑩	20.000	18.500	1.713	18.500	1.405	18.500	1.238	18.500	1.070	18.500	0.903
⑪	25.000	23.500	1.699	23.500	1.394	23.500	1.228	23.500	1.062	23.500	0.895
⑫	28.000	26.500	1.690	26.500	1.387	26.500	1.222	26.500	1.056	26.500	0.891

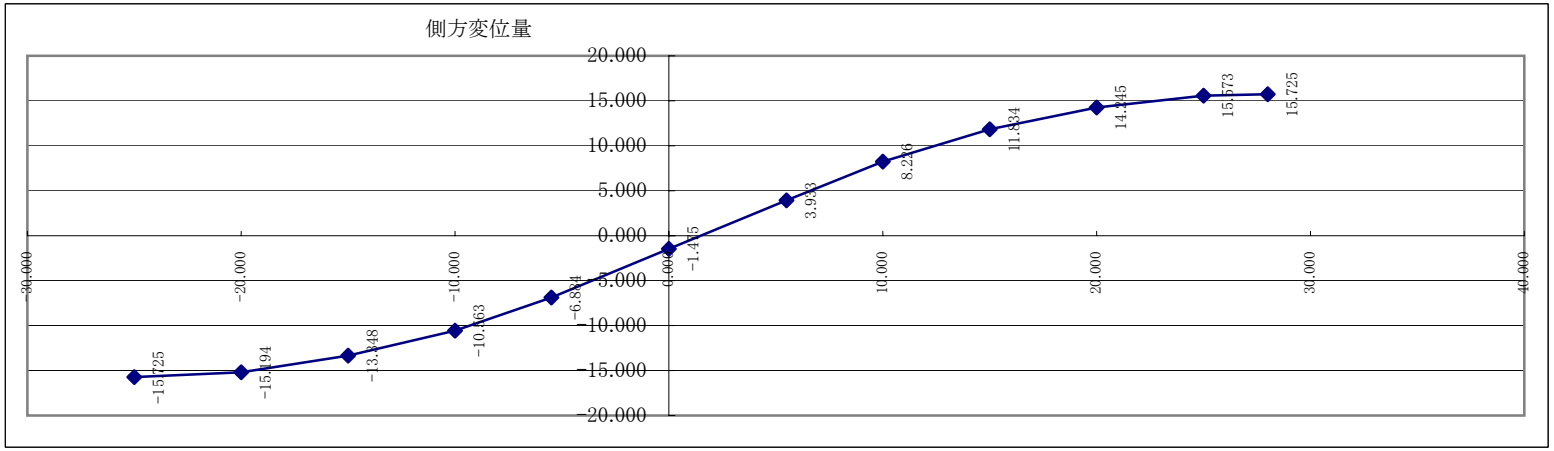
各スライス荷重による側方変位量の計算(その3)

荷重 / 着目点		スライス荷重-10		スライス荷重-11		スライス荷重-12		スライス荷重-13		スライス荷重-14	
		qi (kN/㎡)	19.000	qi (kN/㎡)		qi (kN/㎡)		qi (kN/㎡)		qi (kN/㎡)	
		ai (m)	7.900	ai (m)		ai (m)		ai (m)		ai (m)	
		bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000	bi =L/2(m)	400.000
		Xi (m)	1.500	Xi (m)		Xi (m)		Xi (m)		Xi (m)	
NO	着目点	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量	中心補正	側方変位量
	X(m)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)	Xc (m)	Δx (cm)
①	-25.000	-26.500	-0.726								
②	-20.000	-21.500	-0.732								
③	-15.000	-16.500	-0.738								
④	-10.000	-11.500	-0.744								
⑤	-5.500	-7.000	-0.663								
⑥	0.000	-1.500	-0.142								
⑦	5.500	4.000	0.379								
⑧	10.000	8.500	0.747								
⑨	15.000	13.500	0.741								
⑩	20.000	18.500	0.735								
⑪	25.000	23.500	0.729								
⑫	28.000	26.500	0.726								

側方変位量の計算（全スライス合計）

側方変位量の合計		
NO	着目点	側方変位量
	X(m)	Σ Δx (cm)
①	-25.000	-15.725
②	-20.000	-15.194
③	-15.000	-13.348
④	-10.000	-10.563
⑤	-5.500	-6.884
⑥	0.000	-1.475
⑦	5.500	3.933
⑧	10.000	8.226
⑨	15.000	11.834
⑩	20.000	14.245
⑪	25.000	15.573
⑫	28.000	15.725





側方変位量の計算式

$$Rix=\sum_{i=1}^{n}\frac{-(1+\nu)(1-2\nu)ai\cdot qi}{Em\cdot\pi}\left[\frac{bi}{2ai}\log\frac{(ai-x)^2+bi^2}{(ai+x)^2+bi^2}+\frac{ai-x}{ai}\tan^{-1}\frac{bi}{ai-x}-\frac{ai+x}{ai}\tan^{-1}\frac{bi}{ai+x}\right]$$

ここに、

Rix：着目点の側方変位量(m)
qi：盛土荷重 (kN/㎡)
Em：地盤の換算変形係数 (kN/㎡)
ν：地盤のポアソン比、通常 ν=0.3～0.45程度である。

2ai：載荷幅(盛土スライス幅) B=2ai (m)
2bi：盛土奥行き L=2bi (m)
n：等分布荷重数 (スライス数+載荷重)
x：等分布荷重のセンターからの距離(m)