

内水圧が作用するRCセグメント(外径 3550mm)の設計

剛性一様リング - 地盤バネモデルによる計算

1. 設計概要

セグメント設計における土圧、水圧の大小、およびセグメントの構造条件により、部材に最大応力が生じる荷重の組み合わせは、『内水圧が作用するシールドトンネル覆工構造設計の手引き』(先端建設技術センター)による組み合わせを基本とする。

(1) 荷重の組合せ一覧表

荷重 ケース	管内の状態	土圧		地下水圧		内水圧		自重	地盤 反力	許容応力度 の割増し
		大	小	高	低	平常	異常			
1	空水の状態									1.0
2	空水の状態									1.0
3	平常時内水位									1.0
4	平常時内水位									1.0
5	異常時内水位									1.5
6	異常時内水位									1.5

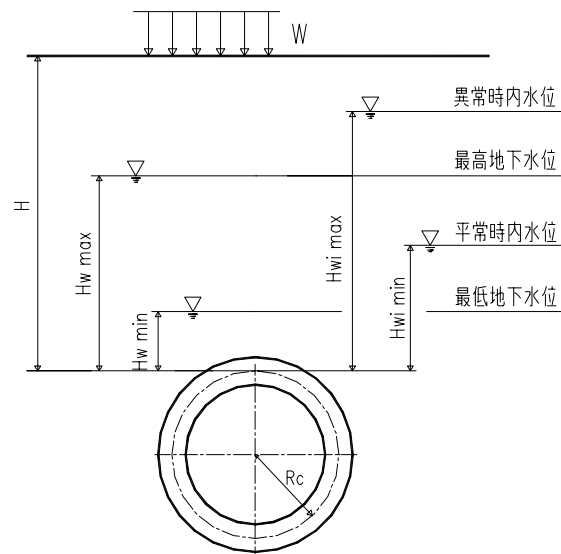


図-1.1 地盤条件及び内水圧

2. セグメント条件

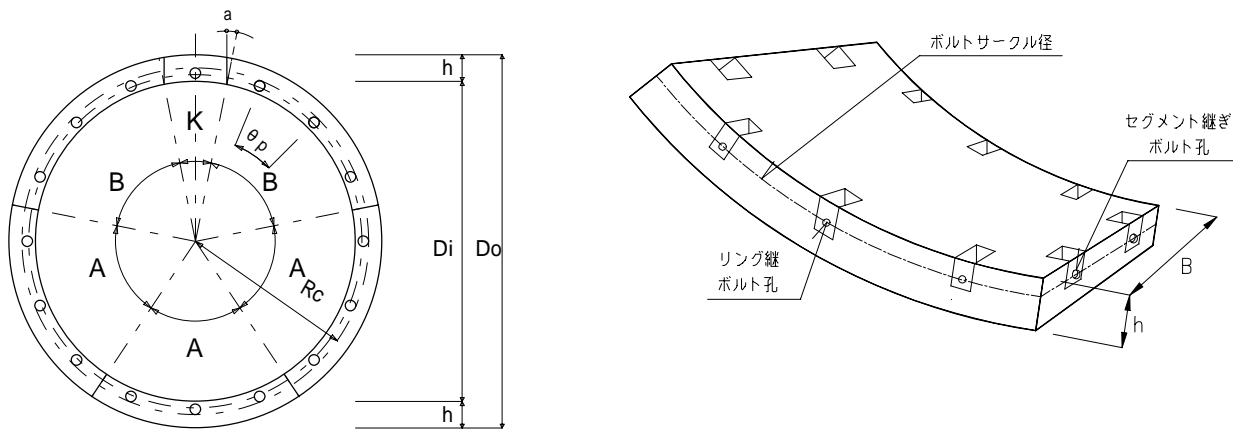


図-2.1 セグメント仕様

セグメント番号 C26

項目		単位	諸元値	備考
セグメント外径	Do	mm	3550	
図心半径	Rc	mm	1700	
断面積	A	m ²	0.150000	
断面二次モーメント	Is	m ⁴ /m	0.00028125	
ヤング係数	Es	kN/m ²	33000000	
曲げ剛性の有効率		%	100	
曲げモーメントの割増率		%	0	
曲げ剛性	EI	kN・m ² /m	9281.25	1

1 曲げ剛性: EI = Es · Is

= 1.00 × 33000000 × 0.00028125

= 9281.25 (kN・m²/m)

3. 荷重設定

(1)各設計ケースに用いた荷重条件の考え方

各設計ケースに用いる荷重は、設計概要で述べた『内水圧が作用するシールドトンネル覆工構造設計の手引き』を基に以下の様に設定する。

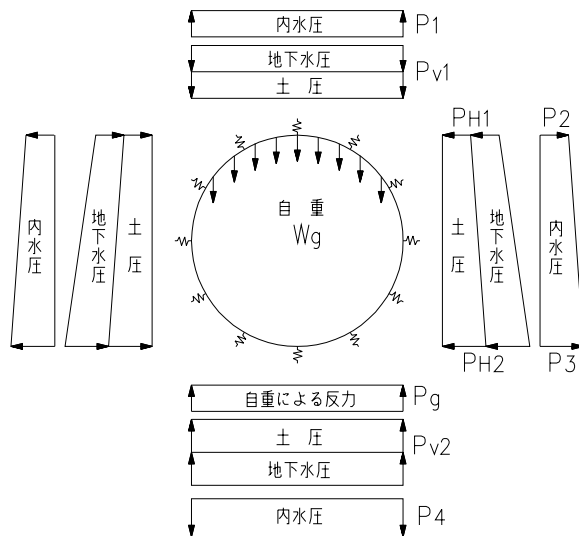


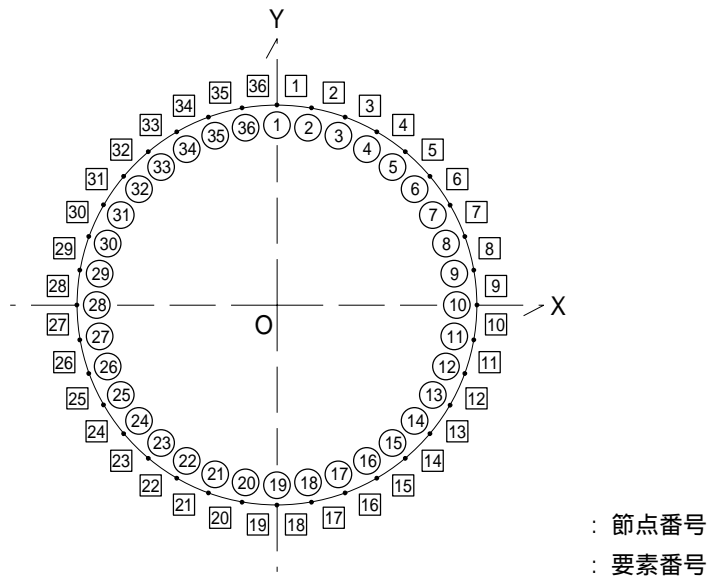
図-3.1 作用荷重分布図

ケース番号	単位	ケース 1	ケース 2	ケース 3
管内の状態	-	空水の状態	平常時内水位	異常時内水位
外荷重の算定	-	土圧大	土圧小	土圧大
土と水の考え方	-	土水分離	土水分離	土水分離
鉛直土圧	-	緩み土圧	0.175 × D0	緩み土圧
側方土圧係数	-	0.50	0.50	0.50
土の単位体積重量	kN/m ³	20.000	20.000	20.000
土の水中重量	kN/m ³	11.000	11.000	11.000
粘着力 C	kN/m ²	0.00	0.00	0.00
摩擦係数	°	30	30	30
地盤反力係数 k	MN/m ³	20.00	20.00	20.00
地下水	-	有	有	有
GL-	m	5.000	5.000	5.000
Hwv	m	5.000	5.000	5.000
Hwh	m	5.000	5.000	5.000
内水圧	-	無	有	有
Hwi	m	-	3.000	8.000
水の単位体積重量 w	kN/m ³	10.000	10.000	10.000
基本荷重				
鉛直荷重 Pv1	kN/m ³	128.100	56.831	128.100
水平荷重(頂部) PH1	kN/m ³	55.462	19.828	55.462
水平荷重(底部) PH2	kN/m ³	108.162	72.528	108.162
底部反力 Pv2	kN/m ³	128.100	56.831	128.100
自重 Wg	kN/m ³	3.904	3.904	3.904
自重反力 Pg	kN/m ³	12.265	12.265	12.265
側方地盤反力 q	kN/m ³	0.000	0.000	0.000
内水圧				
P1	kN	-	-30.000	-80.000
P2	kN	-	-30.000	-80.000
P3	kN	-	-64.000	-114.000
P4	kN	-	-64.000	-114.000
許容応力度				
割増係数	-	1.00	1.00	1.00

4. 断面力算定

(1) 節点座標

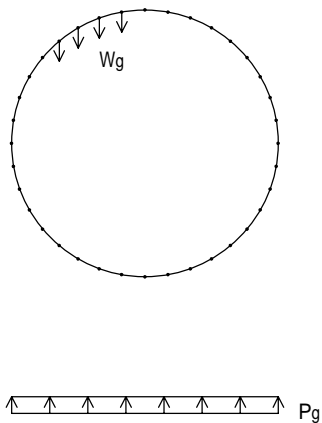
セグメント断面力の算定には、セグメント周長を下図のとおり36分割したフレームモデルを用い、その節点をX、Y座標で整理する。



節点番号	X座標 (m)	Y座標 (m)	節点番号	X座標 (m)	Y座標 (m)
1	0.000	1.700	19	0.000	-1.700
2	0.295	1.674	20	-0.295	-1.674
3	0.581	1.598	21	-0.581	-1.598
4	0.850	1.472	22	-0.850	-1.472
5	1.093	1.302	23	-1.093	-1.302
6	1.302	1.093	24	-1.302	-1.093
7	1.472	0.850	25	-1.472	-0.850
8	1.598	0.581	26	-1.598	-0.581
9	1.674	0.295	27	-1.674	-0.295
10	1.700	0.000	28	-1.700	0.000
11	1.674	-0.295	29	-1.674	0.295
12	1.598	-0.581	30	-1.598	0.581
13	1.472	-0.850	31	-1.472	0.850
14	1.302	-1.093	32	-1.302	1.093
15	1.093	-1.302	33	-1.093	1.302
16	0.850	-1.472	34	-0.850	1.472
17	0.581	-1.598	35	-0.581	1.598
18	0.295	-1.674	36	-0.295	1.674

4 - 1 断面力算定 (計算ケース1:空水の状態)

(1)基本荷重 [自重] (計算ケース1:空水の状態)



項 目		単 位	荷 重 値
鉛直荷重	P_{V1}	kN/m^2	0.000
頂部水平荷重	P_{H1}	kN/m^2	0.000
底部水平荷重	P_{H2}	kN/m^2	0.000
底部地盤反力	P_{V2}	kN/m^2	0.000
セグメントの円周単位当り重量	W_g	kN/m^2	3.904
自重による下部反力荷重	P_g	kN/m^2	12.265
側部地盤反力	q	kN/m^2	0.000

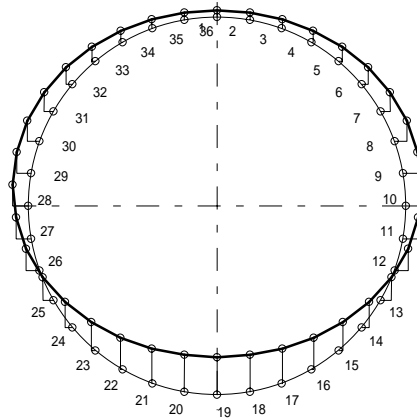
(2)各節点に作用する荷重 [自重] (計算ケース1: 空水の状態)

要素長	$ds = 0.297(m)$
鉛直荷重	$P_{V1} = 0.000 (kN/m^2)$
頂部水平荷重	$P_{H1} = 0.000 (kN/m^2)$
底部水平荷重	$P_{H2} = 0.000 (kN/m^2)$
底部地盤反力	$P_{V2} = 0.000 (kN/m^2)$
円周単位m当り自重	$W_g = 3.904 (kN/m^2)$
自重による下部反力	$P_g = 12.265 (kN/m^2)$
側方地盤反力	$q = 0.000 (kN/m^2)$

上記荷重を各節点に作用する荷重成分に分解すると以下表のとおりとなる。
尚、セグメント内側方向を正としていた荷重座標は、ここでX方向は右側を正、Y方向は上側を正に座標変換する。

要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)	要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)
1	1	0.000	-0.579	19	19	0.000	1.231
1	2	0.000	-0.579	19	20	0.000	1.231
2	2	0.000	-0.579	20	20	0.000	1.176
2	3	0.000	-0.579	20	21	0.000	1.176
3	3	0.000	-0.579	21	21	0.000	1.068
3	4	0.000	-0.579	21	22	0.000	1.068
4	4	0.000	-0.579	22	22	0.000	0.909
4	5	0.000	-0.579	22	23	0.000	0.909
5	5	0.000	-0.579	23	23	0.000	0.706
5	6	0.000	-0.579	23	24	0.000	0.706
6	6	0.000	-0.579	24	24	0.000	0.463
6	7	0.000	-0.579	24	25	0.000	0.463
7	7	0.000	-0.579	25	25	0.000	0.189
7	8	0.000	-0.579	25	26	0.000	0.189
8	8	0.000	-0.579	26	26	0.000	-0.109
8	9	0.000	-0.579	26	27	0.000	-0.109
9	9	0.000	-0.579	27	27	0.000	-0.421
9	10	0.000	-0.579	27	28	0.000	-0.421
10	10	0.000	-0.421	28	28	0.000	-0.579
10	11	0.000	-0.421	28	29	0.000	-0.579
11	11	0.000	-0.109	29	29	0.000	-0.579
11	12	0.000	-0.109	29	30	0.000	-0.579
12	12	0.000	0.189	30	30	0.000	-0.579
12	13	0.000	0.189	30	31	0.000	-0.579
13	13	0.000	0.463	31	31	0.000	-0.579
13	14	0.000	0.463	31	32	0.000	-0.579
14	14	0.000	0.706	32	32	0.000	-0.579
14	15	0.000	0.706	32	33	0.000	-0.579
15	15	0.000	0.909	33	33	0.000	-0.579
15	16	0.000	0.909	33	34	0.000	-0.579
16	16	0.000	1.068	34	34	0.000	-0.579
16	17	0.000	1.068	34	35	0.000	-0.579
17	17	0.000	1.176	35	35	0.000	-0.579
17	18	0.000	1.176	35	36	0.000	-0.579
18	18	0.000	1.231	36	36	0.000	-0.579
18	19	0.000	1.231	36	1	0.000	-0.579

(3) 節点変位 [自重] (計算ケース1: 空水の状態)



節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向	節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向
1	0.000000	0.000195	0.000000	1					
2	0.000002	0.000213	0.000121	1	36	-0.000002	0.000213	-0.000121	1
3	0.000015	0.000264	0.000229	1	35	-0.000015	0.000264	-0.000229	1
4	0.000050	0.000338	0.000314	1	34	-0.000050	0.000338	-0.000314	1
5	0.000108	0.000421	0.000365	1	33	-0.000108	0.000421	-0.000365	1
6	0.000186	0.000500	0.000377	1	32	-0.000186	0.000500	-0.000377	1
7	0.000275	0.000562	0.000346	1	31	-0.000275	0.000562	-0.000346	1
8	0.000359	0.000601	0.000274	1	30	-0.000359	0.000601	-0.000274	1
9	0.000422	0.000619	0.000166	1	29	-0.000422	0.000619	-0.000166	1
10	0.000452	0.000622	0.000034	1	28	-0.000452	0.000622	-0.000034	1
11	0.000442	0.000624	-0.000108	1	27	-0.000442	0.000624	0.000108	1
12	0.000391	0.000638	-0.000242	1	26	-0.000391	0.000638	0.000242	1
13	0.000311	0.000676	-0.000349	0	25	-0.000311	0.000676	0.000349	0
14	0.000218	0.000742	-0.000413	0	24	-0.000218	0.000742	0.000413	0
15	0.000130	0.000831	-0.000425	0	23	-0.000130	0.000831	0.000425	0
16	0.000061	0.000930	-0.000381	0	22	-0.000061	0.000930	0.000381	0
17	0.000019	0.001021	-0.000286	0	21	-0.000019	0.001021	0.000286	0
18	0.000002	0.001084	-0.000153	0	20	-0.000002	0.001084	0.000153	0
19	0.000000	0.001107	0.000000	0					

変位方向 = 0 : セグメント内側に変位

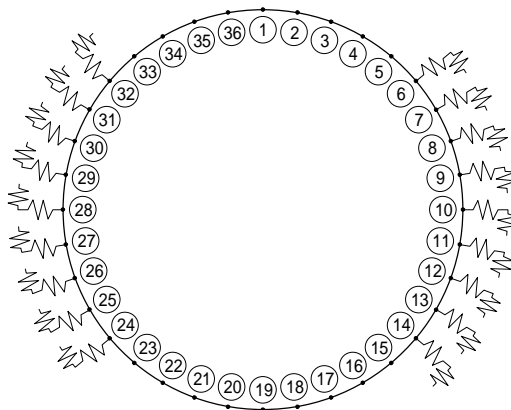
変位方向 = 1 : セグメント外側に変位

(4)断面力 [自重] (計算ケース1:空水の状態)

要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)	要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)
1	1	3.887	-0.672	-1.033	36	1	3.887	0.672	-1.033
1	2	3.688	-0.672	-1.033	36	36	3.688	0.672	-1.033
2	2	3.688	-1.960	-0.601	35	36	3.688	1.960	-0.601
2	3	3.108	-1.960	-0.601	35	35	3.108	1.960	-0.601
3	3	3.108	-3.084	0.238	34	35	3.108	3.084	0.238
3	4	2.194	-3.084	0.238	34	34	2.194	3.084	0.238
4	4	2.194	-3.945	1.434	33	34	2.194	3.945	1.434
4	5	1.025	-3.945	1.434	33	33	1.025	3.945	1.434
5	5	1.025	-4.455	2.917	32	33	1.025	4.455	2.917
5	6	-0.296	-4.455	2.917	32	32	-0.296	4.455	2.917
6	6	-0.296	-4.545	4.595	31	32	-0.296	4.545	4.595
6	7	-1.642	-4.545	4.595	31	31	-1.642	4.545	4.595
7	7	-1.642	-4.169	6.363	30	31	-1.642	4.169	6.363
7	8	-2.878	-4.169	6.363	30	30	-2.878	4.169	6.363
8	8	-2.878	-3.300	8.110	29	30	-2.878	3.300	8.110
8	9	-3.855	-3.300	8.110	29	29	-3.855	3.300	8.110
9	9	-3.855	-1.941	9.714	28	29	-3.855	1.941	9.714
9	10	-4.431	-1.941	9.714	28	28	-4.431	1.941	9.714
10	10	-4.431	-0.139	10.900	27	28	-4.431	0.139	10.900
10	11	-4.472	-0.139	10.900	27	27	-4.472	0.139	10.900
11	11	-4.472	1.894	11.270	26	27	-4.472	-1.894	11.270
11	12	-3.911	1.894	11.270	26	26	-3.911	-1.894	11.270
12	12	-3.911	3.789	10.696	25	26	-3.911	-3.789	10.696
12	13	-2.788	3.789	10.696	25	25	-2.788	-3.789	10.696
13	13	-2.788	5.213	9.343	24	25	-2.788	-5.213	9.343
13	14	-1.243	5.213	9.343	24	24	-1.243	-5.213	9.343
14	14	-1.243	5.930	7.469	23	24	-1.243	-5.930	7.469
14	15	0.514	5.930	7.469	23	23	0.514	-5.930	7.469
15	15	0.514	5.815	5.398	22	23	0.514	-5.815	5.398
15	16	2.237	5.815	5.398	22	22	2.237	-5.815	5.398
16	16	2.237	4.871	3.473	21	22	2.237	-4.871	3.473
16	17	3.681	4.871	3.473	21	21	3.681	-4.871	3.473
17	17	3.681	3.232	1.993	20	21	3.681	-3.232	1.993
17	18	4.638	3.232	1.993	20	20	4.638	-3.232	1.993
18	18	4.638	1.132	1.191	19	20	4.638	-1.132	1.191
18	19	4.974	1.132	1.191	19	19	4.974	-1.132	1.191

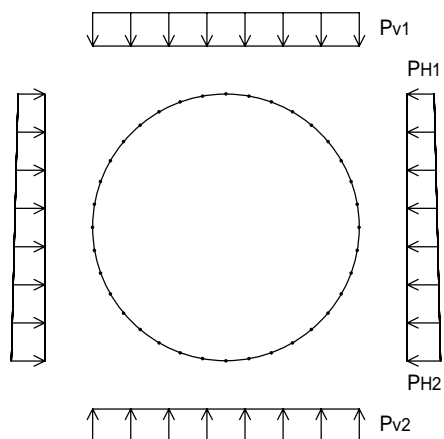
(5)地盤バネ [外荷重]

地盤バネは、覆工が地盤内に変位する節点にのみ考慮する。



節点 番号	法線方向バネ kh(kN/m³)	接線方向バネ ks(kN/m³)	要素長 ds(m)	1要素長当り 法線方向バネ ds・kh(kN/m²)	1要素長当り 接線方向バネ ds・ks(kN/m²)
1	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
6	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
7	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
8	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
9	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
10	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
11	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
12	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
13	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
14	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
15	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
21	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
22	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
23	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
24	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
25	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
26	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
27	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
28	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
29	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
30	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
31	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
32	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
33	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
34	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
35	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
36	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000

(6)基本荷重 [外荷重] (計算ケース1: 空水の状態)



項目		単位	荷重値
鉛直荷重	Pv1	kN/m ²	128.100
頂部水平荷重	PH1	kN/m ²	55.462
底部水平荷重	PH2	kN/m ²	108.162
底部地盤反力	Pv2	kN/m ²	128.100
セグメントの円周単位当り重量	Wg	kN/m ²	0.000
自重による下部反力荷重	Pg	kN/m ²	0.000
側部地盤反力	q	kN/m ²	0.000

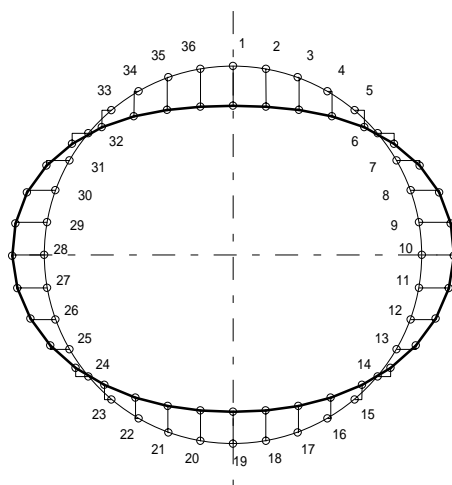
(7)各節点に作用する荷重 [外荷重] (計算ケース1: 空水の状態)

要素長	$ds = 0.297(m)$
鉛直荷重	$P_{V1} = 128.100 (kN/m^2)$
頂部水平荷重	$P_{H1} = 55.462 (kN/m^2)$
底部水平荷重	$P_{H2} = 108.162 (kN/m^2)$
底部地盤反力	$P_{V2} = 128.100 (kN/m^2)$
円周単位m当り自重	$W_g = 0.000 (kN/m^2)$
自重による下部反力	$P_g = 0.000 (kN/m^2)$
側方地盤反力	$q = 0.000 (kN/m^2)$

上記荷重を各節点に作用する荷重成分に分解すると以下表のとおりとなる。
尚、セグメント内側方向を正としていた荷重座標は、ここでX方向は右側を正、Y方向は上側を正に座標変換する。

要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)	要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)
1	1	-0.717	-18.908	19	19	1.394	18.908
1	2	-0.719	-18.908	19	20	1.391	18.908
2	2	-2.154	-18.331	20	20	4.121	18.331
2	3	-2.176	-18.331	20	21	4.098	18.331
3	3	-3.605	-17.204	21	21	6.646	17.204
3	4	-3.665	-17.204	21	22	6.586	17.204
4	4	-5.067	-15.545	22	22	8.832	15.545
4	5	-5.179	-15.545	22	23	8.721	15.545
5	5	-6.544	-13.425	23	23	10.604	13.425
5	6	-6.714	-13.425	23	24	10.434	13.425
6	6	-7.987	-10.882	24	24	11.869	10.882
6	7	-8.215	-10.882	24	25	11.641	10.882
7	7	-9.358	-8.025	25	25	12.617	8.025
7	8	-9.637	-8.025	25	26	12.337	8.025
8	8	-10.576	-4.913	26	26	12.838	4.913
8	9	-10.894	-4.913	26	27	12.521	4.913
9	9	-11.569	-1.652	27	27	12.582	1.652
9	10	-11.907	-1.652	27	28	12.244	1.652
10	10	-12.244	1.652	28	28	11.907	-1.652
10	11	-12.582	1.652	28	29	11.569	-1.652
11	11	-12.521	4.913	29	29	10.894	-4.913
11	12	-12.838	4.913	29	30	10.576	-4.913
12	12	-12.337	8.025	30	30	9.637	-8.025
12	13	-12.617	8.025	30	31	9.358	-8.025
13	13	-11.641	10.882	31	31	8.215	-10.882
13	14	-11.869	10.882	31	32	7.987	-10.882
14	14	-10.434	13.425	32	32	6.714	-13.425
14	15	-10.604	13.425	32	33	6.544	-13.425
15	15	-8.721	15.545	33	33	5.179	-15.545
15	16	-8.832	15.545	33	34	5.067	-15.545
16	16	-6.586	17.204	34	34	3.665	-17.204
16	17	-6.646	17.204	34	35	3.605	-17.204
17	17	-4.098	18.331	35	35	2.176	-18.331
17	18	-4.121	18.331	35	36	2.154	-18.331
18	18	-1.391	18.908	36	36	0.719	-18.908
18	19	-1.394	18.908	36	1	0.717	-18.908

(8)節点変位 [外荷重] (計算ケース1: 空水の状態)



節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向	節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向
1	0.000000	-0.001989	0.000000	0					
2	-0.000001	-0.001892	0.000640	0	36	0.000001	-0.001892	-0.000640	0
3	0.000061	-0.001626	0.001178	0	35	-0.000061	-0.001626	-0.001178	0
4	0.000224	-0.001253	0.001528	0	34	-0.000224	-0.001253	-0.001528	0
5	0.000488	-0.000857	0.001647	0	33	-0.000488	-0.000857	-0.001647	0
6	0.000817	-0.000511	0.001536	1	32	-0.000817	-0.000511	-0.001536	1
7	0.001150	-0.000263	0.001237	1	31	-0.001150	-0.000263	-0.001237	1
8	0.001422	-0.000122	0.000812	1	30	-0.001422	-0.000122	-0.000812	1
9	0.001582	-0.000066	0.000322	1	29	-0.001582	-0.000066	-0.000322	1
10	0.001602	-0.000051	-0.000172	1	28	-0.001602	-0.000051	0.000172	1
11	0.001484	-0.000028	-0.000622	1	27	-0.001484	-0.000028	0.000622	1
12	0.001255	0.000047	-0.000989	1	26	-0.001255	0.000047	0.000989	1
13	0.000957	0.000200	-0.001245	1	25	-0.000957	0.000200	0.001245	1
14	0.000644	0.000434	-0.001371	1	24	-0.000644	0.000434	0.001371	1
15	0.000364	0.000731	-0.001353	0	23	-0.000364	0.000731	0.001353	0
16	0.000156	0.001048	-0.001183	0	22	-0.000156	0.001048	0.001183	0
17	0.000036	0.001332	-0.000876	0	21	-0.000036	0.001332	0.000876	0
18	-0.000005	0.001529	-0.000465	0	20	0.000005	0.001529	0.000465	0
19	0.000000	0.001599	0.000000	0					

変位方向 = 0 : セグメント内側に変位

変位方向 = 1 : セグメント外側に変位

(9)断面力 [外荷重] (計算ケース1:空水の状態)

要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)	要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)
1	1	20.915	-5.761	151.241	36	1	20.915	5.761	151.241
1	2	19.207	-5.761	151.241	36	36	19.207	5.761	151.241
2	2	19.207	-16.104	156.806	35	36	19.207	16.104	156.806
2	3	14.435	-16.104	156.806	35	35	14.435	16.104	156.806
3	3	14.435	-23.261	167.002	34	35	14.435	23.261	167.002
3	4	7.542	-23.261	167.002	34	34	7.542	23.261	167.002
4	4	7.542	-25.789	180.133	33	34	7.542	25.789	180.133
4	5	-0.100	-25.789	180.133	33	33	-0.100	25.789	180.133
5	5	-0.100	-22.871	194.069	32	33	-0.100	22.871	194.069
5	6	-6.877	-22.871	194.069	32	32	-6.877	22.871	194.069
6	6	-6.877	-16.701	204.920	31	32	-6.877	16.701	204.920
6	7	-11.826	-16.701	204.920	31	31	-11.826	16.701	204.920
7	7	-11.826	-10.083	213.281	30	31	-11.826	10.083	213.281
7	8	-14.814	-10.083	213.281	30	30	-14.814	10.083	213.281
8	8	-14.814	-3.499	218.538	29	30	-14.814	3.499	218.538
8	9	-15.851	-3.499	218.538	29	29	-15.851	3.499	218.538
9	9	-15.851	2.384	220.536	28	29	-15.851	-2.384	220.536
9	10	-15.144	2.384	220.536	28	28	-15.144	-2.384	220.536
10	10	-15.144	7.066	219.609	27	28	-15.144	-7.066	219.609
10	11	-13.050	7.066	219.609	27	27	-13.050	-7.066	219.609
11	11	-13.050	10.545	216.409	26	27	-13.050	-10.545	216.409
11	12	-9.925	10.545	216.409	26	26	-9.925	-10.545	216.409
12	12	-9.925	12.911	211.739	25	26	-9.925	-12.911	211.739
12	13	-6.100	12.911	211.739	25	25	-6.100	-12.911	211.739
13	13	-6.100	14.516	206.376	24	25	-6.100	-14.516	206.376
13	14	-1.798	14.516	206.376	24	24	-1.798	-14.516	206.376
14	14	-1.798	16.060	200.880	23	24	-1.798	-16.060	200.880
14	15	2.961	16.060	200.880	23	23	2.961	-16.060	200.880
15	15	2.961	15.905	194.251	22	23	2.961	-15.905	194.251
15	16	7.674	15.905	194.251	22	22	7.674	-15.905	194.251
16	16	7.674	13.149	188.679	21	22	7.674	-13.149	188.679
16	17	11.571	13.149	188.679	21	21	11.571	-13.149	188.679
17	17	11.571	8.628	184.704	20	21	11.571	-8.628	184.704
17	18	14.127	8.628	184.704	20	20	14.127	-8.628	184.704
18	18	14.127	3.017	182.644	19	20	14.127	-3.017	182.644
18	19	15.021	3.017	182.644	19	19	15.021	-3.017	182.644

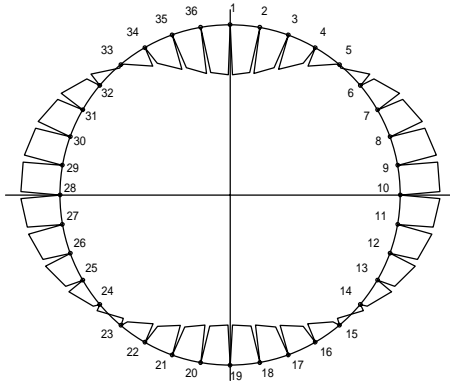
(10)断面力 (計算ケース1:空水の状態)

[自重 + 外荷重]

要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)	要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)
1	1	24.802	-6.433	150.208	36	1	24.802	6.433	150.208
1	2	22.895	-6.433	150.208	36	36	22.895	6.433	150.208
2	2	22.895	-18.064	156.205	35	36	22.895	18.064	156.205
2	3	17.543	-18.064	156.205	35	35	17.543	18.064	156.205
3	3	17.543	-26.345	167.240	34	35	17.543	26.345	167.240
3	4	9.736	-26.345	167.240	34	34	9.736	26.345	167.240
4	4	9.736	-29.734	181.567	33	34	9.736	29.734	181.567
4	5	0.925	-29.734	181.567	33	33	0.925	29.734	181.567
5	5	0.925	-27.326	196.986	32	33	0.925	27.326	196.986
5	6	-7.173	-27.326	196.986	32	32	-7.173	27.326	196.986
6	6	-7.173	-21.246	209.515	31	32	-7.173	21.246	209.515
6	7	-13.468	-21.246	209.515	31	31	-13.468	21.246	209.515
7	7	-13.468	-14.252	219.644	30	31	-13.468	14.252	219.644
7	8	-17.692	-14.252	219.644	30	30	-17.692	14.252	219.644
8	8	-17.692	-6.799	226.648	29	30	-17.692	6.799	226.648
8	9	-19.706	-6.799	226.648	29	29	-19.706	6.799	226.648
9	9	-19.706	0.443	230.250	28	29	-19.706	-0.443	230.250
9	10	-19.575	0.443	230.250	28	28	-19.575	-0.443	230.250
10	10	-19.575	6.927	230.509	27	28	-19.575	-6.927	230.509
10	11	-17.522	6.927	230.509	27	27	-17.522	-6.927	230.509
11	11	-17.522	12.439	227.679	26	27	-17.522	-12.439	227.679
11	12	-13.836	12.439	227.679	26	26	-13.836	-12.439	227.679
12	12	-13.836	16.700	222.435	25	26	-13.836	-16.700	222.435
12	13	-8.888	16.700	222.435	25	25	-8.888	-16.700	222.435
13	13	-8.888	19.729	215.719	24	25	-8.888	-19.729	215.719
13	14	-3.041	19.729	215.719	24	24	-3.041	-19.729	215.719
14	14	-3.041	21.990	208.349	23	24	-3.041	-21.990	208.349
14	15	3.475	21.990	208.349	23	23	3.475	-21.990	208.349
15	15	3.475	21.720	199.649	22	23	3.475	-21.720	199.649
15	16	9.911	21.720	199.649	22	22	9.911	-21.720	199.649
16	16	9.911	18.020	192.152	21	22	9.911	-18.020	192.152
16	17	15.252	18.020	192.152	21	21	15.252	-18.020	192.152
17	17	15.252	11.860	186.697	20	21	15.252	-11.860	186.697
17	18	18.765	11.860	186.697	20	20	18.765	-11.860	186.697
18	18	18.765	4.149	183.835	19	20	18.765	-4.149	183.835
18	19	19.995	4.149	183.835	19	19	19.995	-4.149	183.835

(11)断面力図 (計算ケース1:空水の状態)

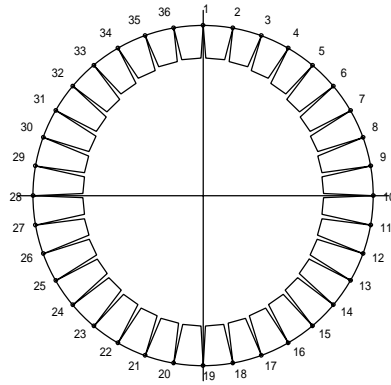
(a)曲げモーメント図



正最大曲げモーメント = 24.802 (kN·m)

負最大曲げモーメント = -19.706 (kN·m)

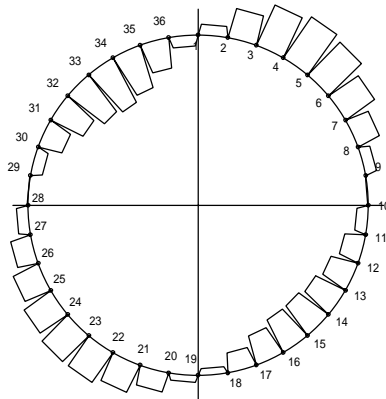
(b)軸力図



正最大曲げモーメント位置軸力 = 150.208 (kN)

負最大曲げモーメント位置軸力 = 226.648 (kN)

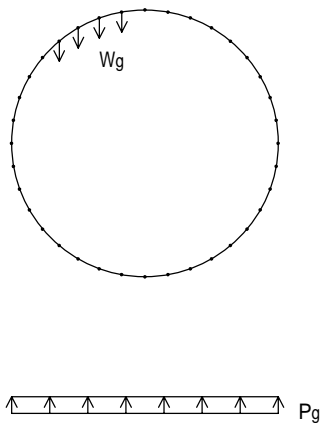
(c)せん断力図



最大せん断力 = -29.734 (kN)

4 - 2 断面力算定 (計算ケース2: 平常時内水位)

(1) 基本荷重 [自重] (計算ケース2: 平常時内水位)



項 目		単 位	荷 重 値
鉛直荷重	P_{V1}	kN/m^2	0.000
頂部水平荷重	P_{H1}	kN/m^2	0.000
底部水平荷重	P_{H2}	kN/m^2	0.000
底部地盤反力	P_{V2}	kN/m^2	0.000
セグメントの円周単位当り重量	W_g	kN/m^2	3.904
自重による下部反力荷重	P_g	kN/m^2	12.265
側部地盤反力	q	kN/m^2	0.000

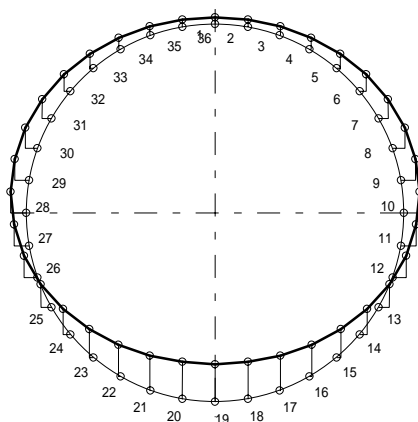
(2)各節点に作用する荷重 [自重] (計算ケース2: 平常時内水位)

要素長	$ds = 0.297(m)$
鉛直荷重	$P_{V1} = 0.000 (kN/m^2)$
頂部水平荷重	$P_{H1} = 0.000 (kN/m^2)$
底部水平荷重	$P_{H2} = 0.000 (kN/m^2)$
底部地盤反力	$P_{V2} = 0.000 (kN/m^2)$
円周単位m当り自重	$W_g = 3.904 (kN/m^2)$
自重による下部反力	$P_g = 12.265 (kN/m^2)$
側方地盤反力	$q = 0.000 (kN/m^2)$

上記荷重を各節点に作用する荷重成分に分解すると以下表のとおりとなる。
尚、セグメント内側方向を正としていた荷重座標は、ここでX方向は右側を正、Y方向は上側を正に座標変換する。

要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)	要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)
1	1	0.000	-0.579	19	19	0.000	1.231
1	2	0.000	-0.579	19	20	0.000	1.231
2	2	0.000	-0.579	20	20	0.000	1.176
2	3	0.000	-0.579	20	21	0.000	1.176
3	3	0.000	-0.579	21	21	0.000	1.068
3	4	0.000	-0.579	21	22	0.000	1.068
4	4	0.000	-0.579	22	22	0.000	0.909
4	5	0.000	-0.579	22	23	0.000	0.909
5	5	0.000	-0.579	23	23	0.000	0.706
5	6	0.000	-0.579	23	24	0.000	0.706
6	6	0.000	-0.579	24	24	0.000	0.463
6	7	0.000	-0.579	24	25	0.000	0.463
7	7	0.000	-0.579	25	25	0.000	0.189
7	8	0.000	-0.579	25	26	0.000	0.189
8	8	0.000	-0.579	26	26	0.000	-0.109
8	9	0.000	-0.579	26	27	0.000	-0.109
9	9	0.000	-0.579	27	27	0.000	-0.421
9	10	0.000	-0.579	27	28	0.000	-0.421
10	10	0.000	-0.421	28	28	0.000	-0.579
10	11	0.000	-0.421	28	29	0.000	-0.579
11	11	0.000	-0.109	29	29	0.000	-0.579
11	12	0.000	-0.109	29	30	0.000	-0.579
12	12	0.000	0.189	30	30	0.000	-0.579
12	13	0.000	0.189	30	31	0.000	-0.579
13	13	0.000	0.463	31	31	0.000	-0.579
13	14	0.000	0.463	31	32	0.000	-0.579
14	14	0.000	0.706	32	32	0.000	-0.579
14	15	0.000	0.706	32	33	0.000	-0.579
15	15	0.000	0.909	33	33	0.000	-0.579
15	16	0.000	0.909	33	34	0.000	-0.579
16	16	0.000	1.068	34	34	0.000	-0.579
16	17	0.000	1.068	34	35	0.000	-0.579
17	17	0.000	1.176	35	35	0.000	-0.579
17	18	0.000	1.176	35	36	0.000	-0.579
18	18	0.000	1.231	36	36	0.000	-0.579
18	19	0.000	1.231	36	1	0.000	-0.579

(3)節点変位 [自重] (計算ケース2: 平常時内水位)



節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向	節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向
1	0.000000	0.000195	0.000000	1					
2	0.000002	0.000213	0.000121	1	36	-0.000002	0.000213	-0.000121	1
3	0.000015	0.000264	0.000229	1	35	-0.000015	0.000264	-0.000229	1
4	0.000050	0.000338	0.000314	1	34	-0.000050	0.000338	-0.000314	1
5	0.000108	0.000421	0.000365	1	33	-0.000108	0.000421	-0.000365	1
6	0.000186	0.000500	0.000377	1	32	-0.000186	0.000500	-0.000377	1
7	0.000275	0.000562	0.000346	1	31	-0.000275	0.000562	-0.000346	1
8	0.000359	0.000601	0.000274	1	30	-0.000359	0.000601	-0.000274	1
9	0.000422	0.000619	0.000166	1	29	-0.000422	0.000619	-0.000166	1
10	0.000452	0.000622	0.000034	1	28	-0.000452	0.000622	-0.000034	1
11	0.000442	0.000624	-0.000108	1	27	-0.000442	0.000624	0.000108	1
12	0.000391	0.000638	-0.000242	1	26	-0.000391	0.000638	0.000242	1
13	0.000311	0.000676	-0.000349	0	25	-0.000311	0.000676	0.000349	0
14	0.000218	0.000742	-0.000413	0	24	-0.000218	0.000742	0.000413	0
15	0.000130	0.000831	-0.000425	0	23	-0.000130	0.000831	0.000425	0
16	0.000061	0.000930	-0.000381	0	22	-0.000061	0.000930	0.000381	0
17	0.000019	0.001021	-0.000286	0	21	-0.000019	0.001021	0.000286	0
18	0.000002	0.001084	-0.000153	0	20	-0.000002	0.001084	0.000153	0
19	0.000000	0.001107	0.000000	0					

変位方向 = 0 : セグメント内側に変位

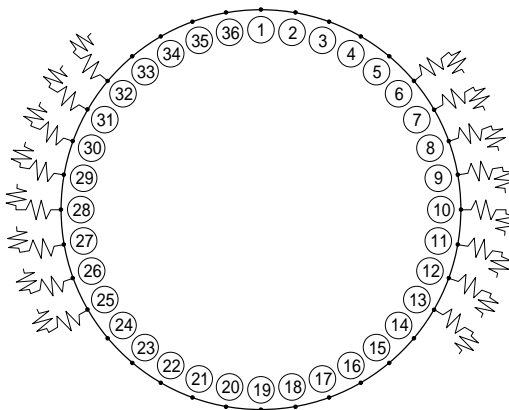
変位方向 = 1 : セグメント外側に変位

(4)断面力 [自重] (計算ケース2: 平常時内水位)

要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)	要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)
1	1	3.887	-0.672	-1.033	36	1	3.887	0.672	-1.033
1	2	3.688	-0.672	-1.033	36	36	3.688	0.672	-1.033
2	2	3.688	-1.960	-0.601	35	36	3.688	1.960	-0.601
2	3	3.108	-1.960	-0.601	35	35	3.108	1.960	-0.601
3	3	3.108	-3.084	0.238	34	35	3.108	3.084	0.238
3	4	2.194	-3.084	0.238	34	34	2.194	3.084	0.238
4	4	2.194	-3.945	1.434	33	34	2.194	3.945	1.434
4	5	1.025	-3.945	1.434	33	33	1.025	3.945	1.434
5	5	1.025	-4.455	2.917	32	33	1.025	4.455	2.917
5	6	-0.296	-4.455	2.917	32	32	-0.296	4.455	2.917
6	6	-0.296	-4.545	4.595	31	32	-0.296	4.545	4.595
6	7	-1.642	-4.545	4.595	31	31	-1.642	4.545	4.595
7	7	-1.642	-4.169	6.363	30	31	-1.642	4.169	6.363
7	8	-2.878	-4.169	6.363	30	30	-2.878	4.169	6.363
8	8	-2.878	-3.300	8.110	29	30	-2.878	3.300	8.110
8	9	-3.855	-3.300	8.110	29	29	-3.855	3.300	8.110
9	9	-3.855	-1.941	9.714	28	29	-3.855	1.941	9.714
9	10	-4.431	-1.941	9.714	28	28	-4.431	1.941	9.714
10	10	-4.431	-0.139	10.900	27	28	-4.431	0.139	10.900
10	11	-4.472	-0.139	10.900	27	27	-4.472	0.139	10.900
11	11	-4.472	1.894	11.270	26	27	-4.472	-1.894	11.270
11	12	-3.911	1.894	11.270	26	26	-3.911	-1.894	11.270
12	12	-3.911	3.789	10.696	25	26	-3.911	-3.789	10.696
12	13	-2.788	3.789	10.696	25	25	-2.788	-3.789	10.696
13	13	-2.788	5.213	9.343	24	25	-2.788	-5.213	9.343
13	14	-1.243	5.213	9.343	24	24	-1.243	-5.213	9.343
14	14	-1.243	5.930	7.469	23	24	-1.243	-5.930	7.469
14	15	0.514	5.930	7.469	23	23	0.514	-5.930	7.469
15	15	0.514	5.815	5.398	22	23	0.514	-5.815	5.398
15	16	2.237	5.815	5.398	22	22	2.237	-5.815	5.398
16	16	2.237	4.871	3.473	21	22	2.237	-4.871	3.473
16	17	3.681	4.871	3.473	21	21	3.681	-4.871	3.473
17	17	3.681	3.232	1.993	20	21	3.681	-3.232	1.993
17	18	4.638	3.232	1.993	20	20	4.638	-3.232	1.993
18	18	4.638	1.132	1.191	19	20	4.638	-1.132	1.191
18	19	4.974	1.132	1.191	19	19	4.974	-1.132	1.191

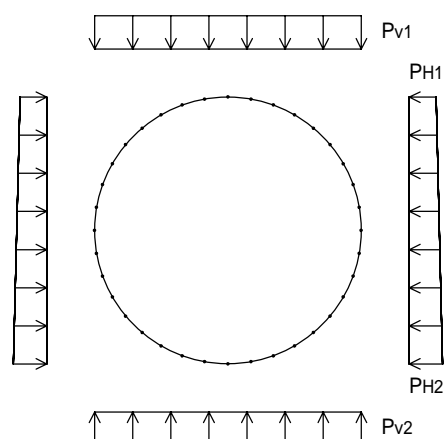
(5)地盤バネ [外荷重]

地盤バネは、覆工が地盤内に変位する節点にのみ考慮する。



節点 番号	法線方向バネ kh(kN/m ³)	接線方向バネ ks(kN/m ³)	要素長 ds(m)	1要素長当り 法線方向バネ ds・kh(kN/m ²)	1要素長当り 接線方向バネ ds・ks(kN/m ²)
1	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
6	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
7	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
8	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
9	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
10	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
11	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
12	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
13	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
14	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
21	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
22	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
23	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
24	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
25	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
26	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
27	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
28	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
29	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
30	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
31	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
32	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
33	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
34	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
35	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
36	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000

(6)基本荷重 [外荷重] (計算ケース2: 平常時内水位)



項 目		単 位	荷 重 値
鉛直荷重	P_{V1}	kN/m^2	56.831
頂部水平荷重	$PH1$	kN/m^2	19.828
底部水平荷重	$PH2$	kN/m^2	72.528
底部地盤反力	P_{V2}	kN/m^2	56.831
セグメントの円周単位当り重量	W_g	kN/m^2	0.000
自重による下部反力荷重	P_g	kN/m^2	0.000
側部地盤反力	q	kN/m^2	0.000

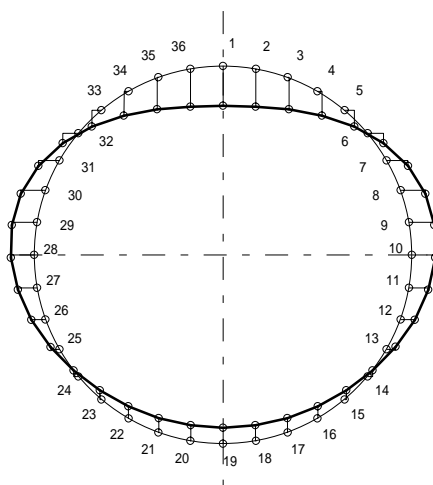
(7)各節点に作用する荷重 [外荷重] (計算ケース2: 平常時内水位)

要素長	$ds = 0.297(m)$
鉛直荷重	$P_{V1} = 56.831 (kN/m^2)$
頂部水平荷重	$P_{H1} = 19.828 (kN/m^2)$
底部水平荷重	$P_{H2} = 72.528 (kN/m^2)$
底部地盤反力	$P_{V2} = 56.831 (kN/m^2)$
円周単位m当り自重	$W_g = 0.000 (kN/m^2)$
自重による下部反力	$P_g = 0.000 (kN/m^2)$
側方地盤反力	$q = 0.000 (kN/m^2)$

上記荷重を各節点に作用する荷重成分に分解すると以下表のとおりとなる。
尚、セグメント内側方向を正としていた荷重座標は、ここでX方向は右側を正、Y方向は上側を正に座標変換する。

要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)	要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)
1	1	-0.257	-8.388	19	19	0.934	8.388
1	2	-0.260	-8.388	19	20	0.932	8.388
2	2	-0.787	-8.133	20	20	2.755	8.133
2	3	-0.810	-8.133	20	21	2.732	8.133
3	3	-1.372	-7.632	21	21	4.414	7.632
3	4	-1.433	-7.632	21	22	4.353	7.632
4	4	-2.040	-6.896	22	22	5.805	6.896
4	5	-2.152	-6.896	22	23	5.694	6.896
5	5	-2.809	-5.956	23	23	6.870	5.956
5	6	-2.979	-5.956	23	24	6.700	5.956
6	6	-3.663	-4.828	24	24	7.545	4.828
6	7	-3.891	-4.828	24	25	7.317	4.828
7	7	-4.572	-3.560	25	25	7.831	3.560
7	8	-4.852	-3.560	25	26	7.552	3.560
8	8	-5.477	-2.179	26	26	7.739	2.179
8	9	-5.795	-2.179	26	27	7.422	2.179
9	9	-6.309	-0.733	27	27	7.322	0.733
9	10	-6.647	-0.733	27	28	6.985	0.733
10	10	-6.985	0.733	28	28	6.647	-0.733
10	11	-7.322	0.733	28	29	6.309	-0.733
11	11	-7.422	2.179	29	29	5.795	-2.179
11	12	-7.739	2.179	29	30	5.477	-2.179
12	12	-7.552	3.560	30	30	4.852	-3.560
12	13	-7.831	3.560	30	31	4.572	-3.560
13	13	-7.317	4.828	31	31	3.891	-4.828
13	14	-7.545	4.828	31	32	3.663	-4.828
14	14	-6.700	5.956	32	32	2.979	-5.956
14	15	-6.870	5.956	32	33	2.809	-5.956
15	15	-5.694	6.896	33	33	2.152	-6.896
15	16	-5.805	6.896	33	34	2.040	-6.896
16	16	-4.353	7.632	34	34	1.433	-7.632
16	17	-4.414	7.632	34	35	1.372	-7.632
17	17	-2.732	8.133	35	35	0.810	-8.133
17	18	-2.755	8.133	35	36	0.787	-8.133
18	18	-0.932	8.388	36	36	0.260	-8.388
18	19	-0.934	8.388	36	1	0.257	-8.388

(8) 節点変位 [外荷重] (計算ケース2: 平常時内水位)



節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向	節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向
1	0.000000	-0.000626	0.000000	0					
2	-0.000001	-0.000593	0.000218	0	36	0.000001	-0.000593	-0.000218	0
3	0.000018	-0.000503	0.000393	0	35	-0.000018	-0.000503	-0.000393	0
4	0.000071	-0.000380	0.000493	0	34	-0.000071	-0.000380	-0.000493	0
5	0.000153	-0.000255	0.000502	0	33	-0.000153	-0.000255	-0.000502	0
6	0.000247	-0.000153	0.000426	1	32	-0.000247	-0.000153	-0.000426	1
7	0.000332	-0.000086	0.000290	1	31	-0.000332	-0.000086	-0.000290	1
8	0.000386	-0.000055	0.000126	1	30	-0.000386	-0.000055	-0.000126	1
9	0.000397	-0.000046	-0.000037	1	29	-0.000397	-0.000046	0.000037	1
10	0.000364	-0.000043	-0.000171	1	28	-0.000364	-0.000043	0.000171	1
11	0.000300	-0.000032	-0.000261	1	27	-0.000300	-0.000032	0.000261	1
12	0.000220	-0.000004	-0.000301	1	26	-0.000220	-0.000004	0.000301	1
13	0.000141	0.000039	-0.000298	1	25	-0.000141	0.000039	0.000298	1
14	0.000075	0.000092	-0.000263	0	24	-0.000075	0.000092	0.000263	0
15	0.000030	0.000145	-0.000210	0	23	-0.000030	0.000145	0.000210	0
16	0.000004	0.000192	-0.000150	0	22	-0.000004	0.000192	0.000150	0
17	-0.000006	0.000227	-0.000093	0	21	0.000006	0.000227	0.000093	0
18	-0.000005	0.000248	-0.000044	0	20	0.000005	0.000248	0.000044	0
19	0.000000	0.000255	0.000000	0					

変位方向 = 0 : セグメント内側に変位

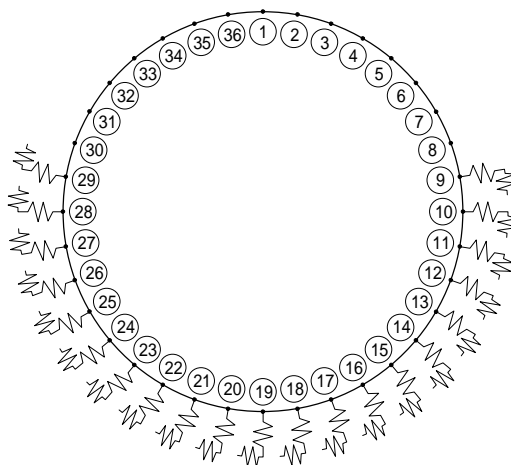
変位方向 = 1 : セグメント外側に変位

(9)断面力 [外荷重] (計算ケース2: 平常時内水位)

要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)	要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)
1	1	7.181	-2.403	68.850	36	1	7.181	2.403	68.850
1	2	6.469	-2.403	68.850	36	36	6.469	2.403	68.850
2	2	6.469	-6.630	71.486	35	36	6.469	6.630	71.486
2	3	4.504	-6.630	71.486	35	35	4.504	6.630	71.486
3	3	4.504	-9.318	76.238	34	35	4.504	9.318	76.238
3	4	1.743	-9.318	76.238	34	34	1.743	9.318	76.238
4	4	1.743	-9.852	82.185	33	34	1.743	9.852	82.185
4	5	-1.176	-9.852	82.185	33	33	-1.176	9.852	82.185
5	5	-1.176	-8.018	88.227	32	33	-1.176	8.018	88.227
5	6	-3.552	-8.018	88.227	32	32	-3.552	8.018	88.227
6	6	-3.552	-4.779	92.807	31	32	-3.552	4.779	92.807
6	7	-4.968	-4.779	92.807	31	31	-4.968	4.779	92.807
7	7	-4.968	-1.317	95.905	30	31	-4.968	1.317	95.905
7	8	-5.359	-1.317	95.905	30	30	-5.359	1.317	95.905
8	8	-5.359	1.841	97.361	29	30	-5.359	-1.841	97.361
8	9	-4.813	1.841	97.361	29	29	-4.813	-1.841	97.361
9	9	-4.813	4.139	97.381	28	29	-4.813	-4.139	97.381
9	10	-3.586	4.139	97.381	28	28	-3.586	-4.139	97.381
10	10	-3.586	5.228	96.476	27	28	-3.586	-5.228	96.476
10	11	-2.037	5.228	96.476	27	27	-2.037	-5.228	96.476
11	11	-2.037	5.143	95.300	26	27	-2.037	-5.143	95.300
11	12	-0.513	5.143	95.300	26	26	-0.513	-5.143	95.300
12	12	-0.513	4.122	94.468	25	26	-0.513	-4.122	94.468
12	13	0.708	4.122	94.468	25	25	0.708	-4.122	94.468
13	13	0.708	2.631	94.395	24	25	0.708	-2.631	94.395
13	14	1.488	2.631	94.395	24	24	1.488	-2.631	94.395
14	14	1.488	1.295	94.949	23	24	1.488	-1.295	94.949
14	15	1.871	1.295	94.949	23	23	1.871	-1.295	94.949
15	15	1.871	0.040	96.202	22	23	1.871	-0.040	96.202
15	16	1.883	0.040	96.202	22	22	1.883	-0.040	96.202
16	16	1.883	-0.742	97.801	21	22	1.883	0.742	97.801
16	17	1.663	-0.742	97.801	21	21	1.663	0.742	97.801
17	17	1.663	-0.814	99.264	20	21	1.663	0.814	99.264
17	18	1.422	-0.814	99.264	20	20	1.422	0.814	99.264
18	18	1.422	-0.331	100.129	19	20	1.422	0.331	100.129
18	19	1.324	-0.331	100.129	19	19	1.324	0.331	100.129

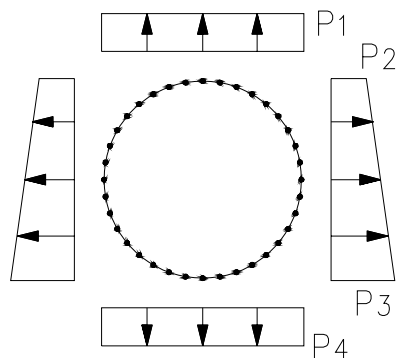
(10)地盤バネ [内水圧]

地盤バネは、覆工が地盤内に変位する節点にのみ考慮する。



節点 番号	法線方向バネ kh(kN/m³)	接線方向バネ ks(kN/m³)	要素長 ds(m)	1要素長当り 法線方向バネ ds・kh(kN/m²)	1要素長当り 接線方向バネ ds・ks(kN/m²)
1	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
9	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
10	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
11	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
12	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
13	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
14	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
15	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
16	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
17	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
18	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
19	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
20	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
21	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
22	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
23	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
24	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
25	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
26	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
27	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
28	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
29	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
30	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
31	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
32	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
33	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
34	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
35	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
36	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000

(11)内水圧 [内水圧] (計算ケース2:平常時内水位)



項 目		単 位	荷 重 値
頂部内水圧	P1	kN/m ²	-30.000
水平上部内水圧	P2	kN/m ²	-30.000
水平下部内水圧	P3	kN/m ²	-64.000
底部内水圧	P4	kN/m ²	-64.000

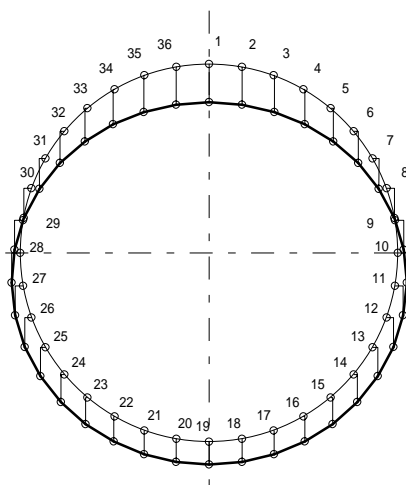
(12)各節点に作用する荷重 [内水圧] (計算ケース2: 平常時内水位)

要素長	$ds = 0.297(m)$
鉛直荷重	$Pv1 = 0.000 (kN/m^2)$
頂部水平荷重	$PH1 = 0.000 (kN/m^2)$
底部水平荷重	$PH2 = 0.000 (kN/m^2)$
底部地盤反力	$Pv2 = 0.000 (kN/m^2)$
円周単位m当り自重	$Wg = 0.000 (kN/m^2)$
自重による下部反力	$Pg = 0.000 (kN/m^2)$
側方地盤反力	$q = 0.000 (kN/m^2)$
内水圧	$P1 = -30.000 , P2 = -30.000 , P3 = -64.000 , P4 = -64.000 (kN/m^2)$

上記荷重を各節点に作用する荷重成分に分解すると以下表のとおりとなる。
尚、セグメント内側方向を正としていた荷重座標は、ここでX方向は右側を正、Y方向は上側を正に座標変換する。

要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)	要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)
1	1	0.389	4.428	19	19	-0.826	-9.446
1	2	0.391	4.428	19	20	-0.825	-9.446
2	2	1.182	4.293	20	20	-2.452	-9.158
2	3	1.197	4.293	20	21	-2.437	-9.158
3	3	2.003	4.029	21	21	-3.965	-8.595
3	4	2.042	4.029	21	22	-3.926	-8.595
4	4	2.850	3.641	22	22	-5.279	-7.766
4	5	2.922	3.641	22	23	-5.207	-7.766
5	5	3.726	3.144	23	23	-6.345	-6.707
5	6	3.835	3.144	23	24	-6.235	-6.707
6	6	4.598	2.549	24	24	-7.103	-5.437
6	7	4.746	2.549	24	25	-6.956	-5.437
7	7	5.441	1.880	25	25	-7.544	-4.010
7	8	5.621	1.880	25	26	-7.363	-4.010
8	8	6.201	1.151	26	26	-7.660	-2.454
8	9	6.406	1.151	26	27	-7.455	-2.454
9	9	6.828	0.387	27	27	-7.482	-0.826
9	10	7.046	0.387	27	28	-7.264	-0.826
10	10	7.264	-0.826	28	28	-7.046	0.387
10	11	7.482	-0.826	28	29	-6.828	0.387
11	11	7.455	-2.454	29	29	-6.406	1.151
11	12	7.660	-2.454	29	30	-6.201	1.151
12	12	7.363	-4.010	30	30	-5.621	1.880
12	13	7.544	-4.010	30	31	-5.441	1.880
13	13	6.956	-5.437	31	31	-4.746	2.549
13	14	7.103	-5.437	31	32	-4.598	2.549
14	14	6.235	-6.707	32	32	-3.835	3.144
14	15	6.345	-6.707	32	33	-3.726	3.144
15	15	5.207	-7.766	33	33	-2.922	3.641
15	16	5.279	-7.766	33	34	-2.850	3.641
16	16	3.926	-8.595	34	34	-2.042	4.029
16	17	3.965	-8.595	34	35	-2.003	4.029
17	17	2.437	-9.158	35	35	-1.197	4.293
17	18	2.452	-9.158	35	36	-1.182	4.293
18	18	0.825	-9.446	36	36	-0.391	4.428
18	19	0.826	-9.446	36	1	-0.389	4.428

(13)節点変位 [内水圧] (計算ケース2:平常時内水位)



節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向	節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向
1	0.000000	-0.002129	0.000000	0					
2	0.000006	-0.002107	0.000154	0	36	-0.000006	-0.002107	-0.000154	0
3	0.000026	-0.002043	0.000291	0	35	-0.000026	-0.002043	-0.000291	0
4	0.000073	-0.001952	0.000392	0	34	-0.000073	-0.001952	-0.000392	0
5	0.000148	-0.001852	0.000443	0	33	-0.000148	-0.001852	-0.000443	0
6	0.000243	-0.001761	0.000436	0	32	-0.000243	-0.001761	-0.000436	0
7	0.000344	-0.001695	0.000366	0	31	-0.000344	-0.001695	-0.000366	0
8	0.000428	-0.001659	0.000245	0	30	-0.000428	-0.001659	-0.000245	0
9	0.000478	-0.001649	0.000093	1	29	-0.000478	-0.001649	-0.000093	1
10	0.000482	-0.001651	-0.000060	1	28	-0.000482	-0.001651	0.000060	1
11	0.000444	-0.001652	-0.000191	1	27	-0.000444	-0.001652	0.000191	1
12	0.000374	-0.001636	-0.000289	1	26	-0.000374	-0.001636	0.000289	1
13	0.000286	-0.001600	-0.000348	1	25	-0.000286	-0.001600	0.000348	1
14	0.000196	-0.001541	-0.000367	1	24	-0.000196	-0.001541	0.000367	1
15	0.000118	-0.001469	-0.000349	1	23	-0.000118	-0.001469	0.000349	1
16	0.000059	-0.001392	-0.000297	1	22	-0.000059	-0.001392	0.000297	1
17	0.000023	-0.001324	-0.000216	1	21	-0.000023	-0.001324	0.000216	1
18	0.000006	-0.001278	-0.000113	1	20	-0.000006	-0.001278	0.000113	1
19	0.000000	-0.001261	0.000000	1					

変位方向 = 0 : セグメント内側に変位

変位方向 = 1 : セグメント外側に変位

(14)断面力 [内水圧] (計算ケース2:平常時内水位)

要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)	要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)
1	1	4.974	-0.954	-61.774	36	1	4.974	0.954	-61.774
1	2	4.691	-0.954	-61.774	36	36	4.691	0.954	-61.774
2	2	4.691	-2.843	-61.406	35	36	4.691	2.843	-61.406
2	3	3.849	-2.843	-61.406	35	35	3.849	2.843	-61.406
3	3	3.849	-4.575	-60.596	34	35	3.849	4.575	-60.596
3	4	2.493	-4.575	-60.596	34	34	2.493	4.575	-60.596
4	4	2.493	-5.924	-59.276	33	34	2.493	5.924	-59.276
4	5	0.737	-5.924	-59.276	33	33	0.737	5.924	-59.276
5	5	0.737	-6.636	-57.441	32	33	0.737	6.636	-57.441
5	6	-1.229	-6.636	-57.441	32	32	-1.229	6.636	-57.441
6	6	-1.229	-6.342	-55.241	31	32	-1.229	6.342	-55.241
6	7	-3.108	-6.342	-55.241	31	31	-3.108	6.342	-55.241
7	7	-3.108	-4.721	-53.011	30	31	-3.108	4.721	-53.011
7	8	-4.507	-4.721	-53.011	30	30	-4.507	4.721	-53.011
8	8	-4.507	-1.656	-51.251	29	30	-4.507	1.656	-51.251
8	9	-4.998	-1.656	-51.251	29	29	-4.998	1.656	-51.251
9	9	-4.998	1.398	-53.831	28	29	-4.998	-1.398	-53.831
9	10	-4.584	1.398	-53.831	28	28	-4.584	-1.398	-53.831
10	10	-4.584	3.196	-57.071	27	28	-4.584	-3.196	-57.071
10	11	-3.637	3.196	-57.071	27	27	-3.637	-3.196	-57.071
11	11	-3.637	3.958	-60.135	26	27	-3.637	-3.958	-60.135
11	12	-2.464	3.958	-60.135	26	26	-2.464	-3.958	-60.135
12	12	-2.464	4.168	-62.707	25	26	-2.464	-4.168	-62.707
12	13	-1.229	4.168	-62.707	25	25	-1.229	-4.168	-62.707
13	13	-1.229	4.122	-64.964	24	25	-1.229	-4.122	-64.964
13	14	-0.008	4.122	-64.964	24	24	-0.008	-4.122	-64.964
14	14	-0.008	3.863	-67.025	23	24	-0.008	-3.863	-67.025
14	15	1.137	3.863	-67.025	23	23	1.137	-3.863	-67.025
15	15	1.137	3.396	-68.901	22	23	1.137	-3.396	-68.901
15	16	2.144	3.396	-68.901	22	22	2.144	-3.396	-68.901
16	16	2.144	2.706	-70.505	21	22	2.144	-2.706	-70.505
16	17	2.945	2.706	-70.505	21	21	2.945	-2.706	-70.505
17	17	2.945	1.744	-71.694	20	21	2.945	-1.744	-71.694
17	18	3.462	1.744	-71.694	20	20	3.462	-1.744	-71.694
18	18	3.462	0.595	-72.325	19	20	3.462	-0.595	-72.325
18	19	3.639	0.595	-72.325	19	19	3.639	-0.595	-72.325

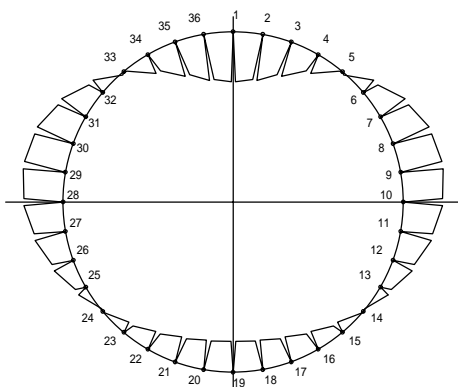
(15)断面力 (計算ケース2: 平常時内水位)

[自重 + 外荷重 + 内水圧]

要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)	要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)
1	1	16.042	-4.029	6.043	36	1	16.042	4.029	6.043
1	2	14.848	-4.029	6.043	36	36	14.848	4.029	6.043
2	2	14.848	-11.433	9.479	35	36	14.848	11.433	9.479
2	3	11.461	-11.433	9.479	35	35	11.461	11.433	9.479
3	3	11.461	-16.977	15.880	34	35	11.461	16.977	15.880
3	4	6.430	-16.977	15.880	34	34	6.430	16.977	15.880
4	4	6.430	-19.721	24.343	33	34	6.430	19.721	24.343
4	5	0.586	-19.721	24.343	33	33	0.586	19.721	24.343
5	5	0.586	-19.109	33.703	32	33	0.586	19.109	33.703
5	6	-5.077	-19.109	33.703	32	32	-5.077	19.109	33.703
6	6	-5.077	-15.666	42.161	31	32	-5.077	15.666	42.161
6	7	-9.718	-15.666	42.161	31	31	-9.718	15.666	42.161
7	7	-9.718	-10.207	49.257	30	31	-9.718	10.207	49.257
7	8	-12.744	-10.207	49.257	30	30	-12.744	10.207	49.257
8	8	-12.744	-3.115	54.220	29	30	-12.744	3.115	54.220
8	9	-13.666	-3.115	54.220	29	29	-13.666	3.115	54.220
9	9	-13.666	3.596	53.264	28	29	-13.666	-3.596	53.264
9	10	-12.601	3.596	53.264	28	28	-12.601	-3.596	53.264
10	10	-12.601	8.285	50.305	27	28	-12.601	-8.285	50.305
10	11	-10.146	8.285	50.305	27	27	-10.146	-8.285	50.305
11	11	-10.146	10.995	46.435	26	27	-10.146	-10.995	46.435
11	12	-6.888	10.995	46.435	26	26	-6.888	-10.995	46.435
12	12	-6.888	12.079	42.457	25	26	-6.888	-12.079	42.457
12	13	-3.309	12.079	42.457	25	25	-3.309	-12.079	42.457
13	13	-3.309	11.966	38.774	24	25	-3.309	-11.966	38.774
13	14	0.237	11.966	38.774	24	24	0.237	-11.966	38.774
14	14	0.237	11.088	35.393	23	24	0.237	-11.088	35.393
14	15	3.522	11.088	35.393	23	23	3.522	-11.088	35.393
15	15	3.522	9.251	32.699	22	23	3.522	-9.251	32.699
15	16	6.264	9.251	32.699	22	22	6.264	-9.251	32.699
16	16	6.264	6.835	30.769	21	22	6.264	-6.835	30.769
16	17	8.289	6.835	30.769	21	21	8.289	-6.835	30.769
17	17	8.289	4.162	29.563	20	21	8.289	-4.162	29.563
17	18	9.522	4.162	29.563	20	20	9.522	-4.162	29.563
18	18	9.522	1.396	28.995	19	20	9.522	-1.396	28.995
18	19	9.937	1.396	28.995	19	19	9.937	-1.396	28.995

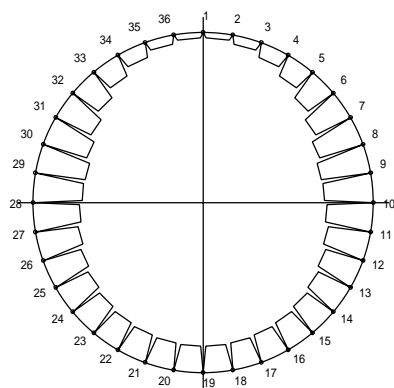
(16)断面力図 (計算ケース2: 平常時内水位)

(a)曲げモーメント図



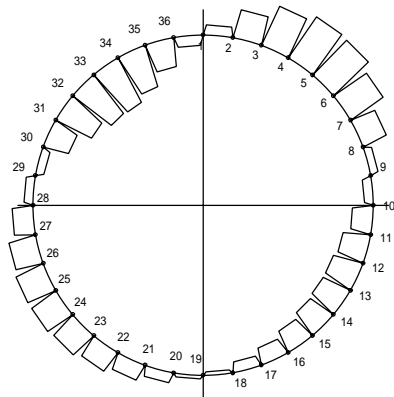
正最大曲げモーメント = 16.042 (kN·m)
 負最大曲げモーメント = -13.666 (kN·m)

(b)軸力図



正最大曲げモーメント位置軸力 = 6.043 (kN)
 負最大曲げモーメント位置軸力 = 53.264 (kN)

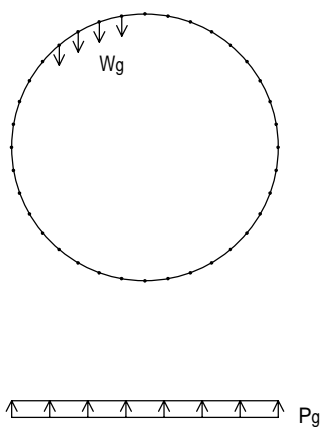
(c)せん断力図



最大せん断力 = -19.721 (kN)

4 - 3 断面力算定 (計算ケース3:異常時内水位)

(1)基本荷重 [自重] (計算ケース3:異常時内水位)



項 目		単 位	荷 重 値
鉛直荷重	Pv1	kN/m ²	0.000
頂部水平荷重	PH1	kN/m ²	0.000
底部水平荷重	PH2	kN/m ²	0.000
底部地盤反力	Pv2	kN/m ²	0.000
セグメントの円周単位当り重量	Wg	kN/m ²	3.904
自重による下部反力荷重	Pg	kN/m ²	12.265
側部地盤反力	q	kN/m ²	0.000

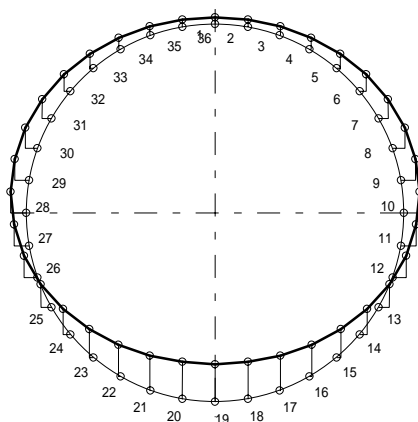
(2)各節点に作用する荷重 [自重] (計算ケース3:異常時内水位)

要素長	$ds = 0.297(m)$
鉛直荷重	$P_{V1} = 0.000 (kN/m^2)$
頂部水平荷重	$P_{H1} = 0.000 (kN/m^2)$
底部水平荷重	$P_{H2} = 0.000 (kN/m^2)$
底部地盤反力	$P_{V2} = 0.000 (kN/m^2)$
円周単位m当り自重	$W_g = 3.904 (kN/m^2)$
自重による下部反力	$P_g = 12.265 (kN/m^2)$
側方地盤反力	$q = 0.000 (kN/m^2)$

上記荷重を各節点に作用する荷重成分に分解すると以下表のとおりとなる。
尚、セグメント内側方向を正としていた荷重座標は、ここでX方向は右側を正、Y方向は上側を正に座標変換する。

要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)	要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)
1	1	0.000	-0.579	19	19	0.000	1.231
1	2	0.000	-0.579	19	20	0.000	1.231
2	2	0.000	-0.579	20	20	0.000	1.176
2	3	0.000	-0.579	20	21	0.000	1.176
3	3	0.000	-0.579	21	21	0.000	1.068
3	4	0.000	-0.579	21	22	0.000	1.068
4	4	0.000	-0.579	22	22	0.000	0.909
4	5	0.000	-0.579	22	23	0.000	0.909
5	5	0.000	-0.579	23	23	0.000	0.706
5	6	0.000	-0.579	23	24	0.000	0.706
6	6	0.000	-0.579	24	24	0.000	0.463
6	7	0.000	-0.579	24	25	0.000	0.463
7	7	0.000	-0.579	25	25	0.000	0.189
7	8	0.000	-0.579	25	26	0.000	0.189
8	8	0.000	-0.579	26	26	0.000	-0.109
8	9	0.000	-0.579	26	27	0.000	-0.109
9	9	0.000	-0.579	27	27	0.000	-0.421
9	10	0.000	-0.579	27	28	0.000	-0.421
10	10	0.000	-0.421	28	28	0.000	-0.579
10	11	0.000	-0.421	28	29	0.000	-0.579
11	11	0.000	-0.109	29	29	0.000	-0.579
11	12	0.000	-0.109	29	30	0.000	-0.579
12	12	0.000	0.189	30	30	0.000	-0.579
12	13	0.000	0.189	30	31	0.000	-0.579
13	13	0.000	0.463	31	31	0.000	-0.579
13	14	0.000	0.463	31	32	0.000	-0.579
14	14	0.000	0.706	32	32	0.000	-0.579
14	15	0.000	0.706	32	33	0.000	-0.579
15	15	0.000	0.909	33	33	0.000	-0.579
15	16	0.000	0.909	33	34	0.000	-0.579
16	16	0.000	1.068	34	34	0.000	-0.579
16	17	0.000	1.068	34	35	0.000	-0.579
17	17	0.000	1.176	35	35	0.000	-0.579
17	18	0.000	1.176	35	36	0.000	-0.579
18	18	0.000	1.231	36	36	0.000	-0.579
18	19	0.000	1.231	36	1	0.000	-0.579

(3)節点変位 [自重] (計算ケース3:異常時内水位)



節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向	節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向
1	0.000000	0.000195	0.000000	1					
2	0.000002	0.000213	0.000121	1	36	-0.000002	0.000213	-0.000121	1
3	0.000015	0.000264	0.000229	1	35	-0.000015	0.000264	-0.000229	1
4	0.000050	0.000338	0.000314	1	34	-0.000050	0.000338	-0.000314	1
5	0.000108	0.000421	0.000365	1	33	-0.000108	0.000421	-0.000365	1
6	0.000186	0.000500	0.000377	1	32	-0.000186	0.000500	-0.000377	1
7	0.000275	0.000562	0.000346	1	31	-0.000275	0.000562	-0.000346	1
8	0.000359	0.000601	0.000274	1	30	-0.000359	0.000601	-0.000274	1
9	0.000422	0.000619	0.000166	1	29	-0.000422	0.000619	-0.000166	1
10	0.000452	0.000622	0.000034	1	28	-0.000452	0.000622	-0.000034	1
11	0.000442	0.000624	-0.000108	1	27	-0.000442	0.000624	0.000108	1
12	0.000391	0.000638	-0.000242	1	26	-0.000391	0.000638	0.000242	1
13	0.000311	0.000676	-0.000349	0	25	-0.000311	0.000676	0.000349	0
14	0.000218	0.000742	-0.000413	0	24	-0.000218	0.000742	0.000413	0
15	0.000130	0.000831	-0.000425	0	23	-0.000130	0.000831	0.000425	0
16	0.000061	0.000930	-0.000381	0	22	-0.000061	0.000930	0.000381	0
17	0.000019	0.001021	-0.000286	0	21	-0.000019	0.001021	0.000286	0
18	0.000002	0.001084	-0.000153	0	20	-0.000002	0.001084	0.000153	0
19	0.000000	0.001107	0.000000	0					

変位方向 = 0 : セグメント内側に変位

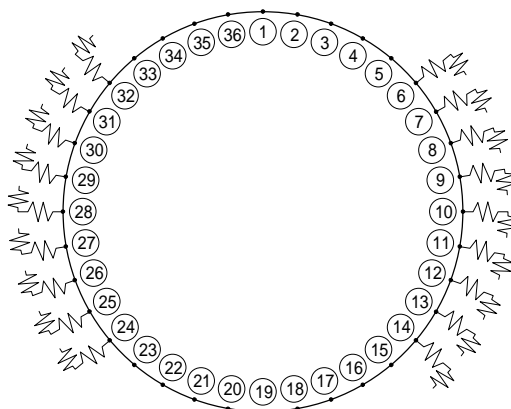
変位方向 = 1 : セグメント外側に変位

(4)断面力 [自重] (計算ケース3:異常時内水位)

要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)	要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)
1	1	3.887	-0.672	-1.033	36	1	3.887	0.672	-1.033
1	2	3.688	-0.672	-1.033	36	36	3.688	0.672	-1.033
2	2	3.688	-1.960	-0.601	35	36	3.688	1.960	-0.601
2	3	3.108	-1.960	-0.601	35	35	3.108	1.960	-0.601
3	3	3.108	-3.084	0.238	34	35	3.108	3.084	0.238
3	4	2.194	-3.084	0.238	34	34	2.194	3.084	0.238
4	4	2.194	-3.945	1.434	33	34	2.194	3.945	1.434
4	5	1.025	-3.945	1.434	33	33	1.025	3.945	1.434
5	5	1.025	-4.455	2.917	32	33	1.025	4.455	2.917
5	6	-0.296	-4.455	2.917	32	32	-0.296	4.455	2.917
6	6	-0.296	-4.545	4.595	31	32	-0.296	4.545	4.595
6	7	-1.642	-4.545	4.595	31	31	-1.642	4.545	4.595
7	7	-1.642	-4.169	6.363	30	31	-1.642	4.169	6.363
7	8	-2.878	-4.169	6.363	30	30	-2.878	4.169	6.363
8	8	-2.878	-3.300	8.110	29	30	-2.878	3.300	8.110
8	9	-3.855	-3.300	8.110	29	29	-3.855	3.300	8.110
9	9	-3.855	-1.941	9.714	28	29	-3.855	1.941	9.714
9	10	-4.431	-1.941	9.714	28	28	-4.431	1.941	9.714
10	10	-4.431	-0.139	10.900	27	28	-4.431	0.139	10.900
10	11	-4.472	-0.139	10.900	27	27	-4.472	0.139	10.900
11	11	-4.472	1.894	11.270	26	27	-4.472	-1.894	11.270
11	12	-3.911	1.894	11.270	26	26	-3.911	-1.894	11.270
12	12	-3.911	3.789	10.696	25	26	-3.911	-3.789	10.696
12	13	-2.788	3.789	10.696	25	25	-2.788	-3.789	10.696
13	13	-2.788	5.213	9.343	24	25	-2.788	-5.213	9.343
13	14	-1.243	5.213	9.343	24	24	-1.243	-5.213	9.343
14	14	-1.243	5.930	7.469	23	24	-1.243	-5.930	7.469
14	15	0.514	5.930	7.469	23	23	0.514	-5.930	7.469
15	15	0.514	5.815	5.398	22	23	0.514	-5.815	5.398
15	16	2.237	5.815	5.398	22	22	2.237	-5.815	5.398
16	16	2.237	4.871	3.473	21	22	2.237	-4.871	3.473
16	17	3.681	4.871	3.473	21	21	3.681	-4.871	3.473
17	17	3.681	3.232	1.993	20	21	3.681	-3.232	1.993
17	18	4.638	3.232	1.993	20	20	4.638	-3.232	1.993
18	18	4.638	1.132	1.191	19	20	4.638	-1.132	1.191
18	19	4.974	1.132	1.191	19	19	4.974	-1.132	1.191

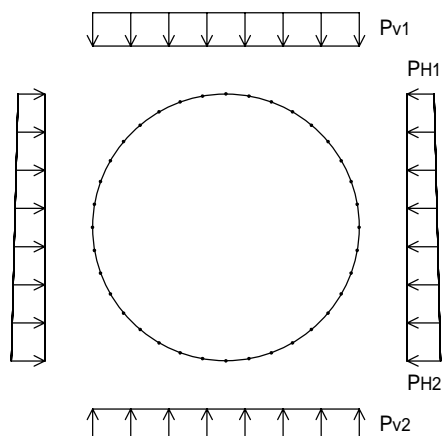
(5)地盤バネ [外荷重]

地盤バネは、覆工が地盤内に変位する節点にのみ考慮する。



節点 番号	法線方向バネ kh(kN/m³)	接線方向バネ ks(kN/m³)	要素長 ds(m)	1要素長当り 法線方向バネ ds・kh(kN/m²)	1要素長当り 接線方向バネ ds・ks(kN/m²)
1	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
6	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
7	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
8	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
9	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
10	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
11	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
12	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
13	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
14	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
15	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
21	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
22	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
23	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
24	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
25	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
26	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
27	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
28	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
29	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
30	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
31	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
32	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
33	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
34	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
35	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
36	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000

(6)基本荷重 [外荷重] (計算ケース3:異常時内水位)



項 目		単 位	荷 重 値
鉛直荷重	Pv1	kN/m ²	128.100
頂部水平荷重	PH1	kN/m ²	55.462
底部水平荷重	PH2	kN/m ²	108.162
底部地盤反力	Pv2	kN/m ²	128.100
セグメントの円周単位当り重量	Wg	kN/m ²	0.000
自重による下部反力荷重	Pg	kN/m ²	0.000
側部地盤反力	q	kN/m ²	0.000

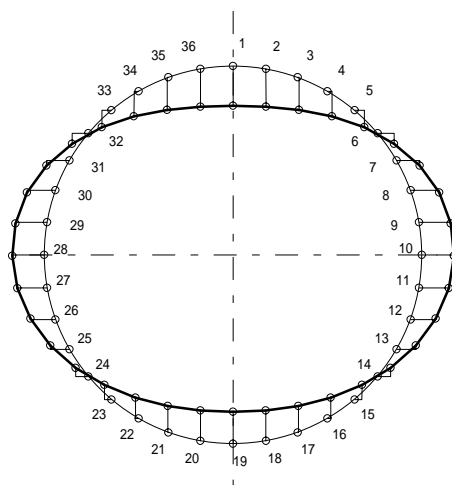
(7)各節点に作用する荷重 [外荷重] (計算ケース3:異常時内水位)

要素長	$ds = 0.297(m)$
鉛直荷重	$P_{V1} = 128.100 (kN/m^2)$
頂部水平荷重	$P_{H1} = 55.462 (kN/m^2)$
底部水平荷重	$P_{H2} = 108.162 (kN/m^2)$
底部地盤反力	$P_{V2} = 128.100 (kN/m^2)$
円周単位m当り自重	$W_g = 0.000 (kN/m^2)$
自重による下部反力	$P_g = 0.000 (kN/m^2)$
側方地盤反力	$q = 0.000 (kN/m^2)$

上記荷重を各節点に作用する荷重成分に分解すると以下表のとおりとなる。
尚、セグメント内側方向を正としていた荷重座標は、ここでX方向は右側を正、Y方向は上側を正に座標変換する。

要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)	要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)
1	1	-0.717	-18.908	19	19	1.394	18.908
1	2	-0.719	-18.908	19	20	1.391	18.908
2	2	-2.154	-18.331	20	20	4.121	18.331
2	3	-2.176	-18.331	20	21	4.098	18.331
3	3	-3.605	-17.204	21	21	6.646	17.204
3	4	-3.665	-17.204	21	22	6.586	17.204
4	4	-5.067	-15.545	22	22	8.832	15.545
4	5	-5.179	-15.545	22	23	8.721	15.545
5	5	-6.544	-13.425	23	23	10.604	13.425
5	6	-6.714	-13.425	23	24	10.434	13.425
6	6	-7.987	-10.882	24	24	11.869	10.882
6	7	-8.215	-10.882	24	25	11.641	10.882
7	7	-9.358	-8.025	25	25	12.617	8.025
7	8	-9.637	-8.025	25	26	12.337	8.025
8	8	-10.576	-4.913	26	26	12.838	4.913
8	9	-10.894	-4.913	26	27	12.521	4.913
9	9	-11.569	-1.652	27	27	12.582	1.652
9	10	-11.907	-1.652	27	28	12.244	1.652
10	10	-12.244	1.652	28	28	11.907	-1.652
10	11	-12.582	1.652	28	29	11.569	-1.652
11	11	-12.521	4.913	29	29	10.894	-4.913
11	12	-12.838	4.913	29	30	10.576	-4.913
12	12	-12.337	8.025	30	30	9.637	-8.025
12	13	-12.617	8.025	30	31	9.358	-8.025
13	13	-11.641	10.882	31	31	8.215	-10.882
13	14	-11.869	10.882	31	32	7.987	-10.882
14	14	-10.434	13.425	32	32	6.714	-13.425
14	15	-10.604	13.425	32	33	6.544	-13.425
15	15	-8.721	15.545	33	33	5.179	-15.545
15	16	-8.832	15.545	33	34	5.067	-15.545
16	16	-6.586	17.204	34	34	3.665	-17.204
16	17	-6.646	17.204	34	35	3.605	-17.204
17	17	-4.098	18.331	35	35	2.176	-18.331
17	18	-4.121	18.331	35	36	2.154	-18.331
18	18	-1.391	18.908	36	36	0.719	-18.908
18	19	-1.394	18.908	36	1	0.717	-18.908

(8) 節点変位 [外荷重] (計算ケース3: 異常時内水位)



節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向	節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向
1	0.000000	-0.001989	0.000000	0					
2	-0.000001	-0.001892	0.000640	0	36	0.000001	-0.001892	-0.000640	0
3	0.000061	-0.001626	0.001178	0	35	-0.000061	-0.001626	-0.001178	0
4	0.000224	-0.001253	0.001528	0	34	-0.000224	-0.001253	-0.001528	0
5	0.000488	-0.000857	0.001647	0	33	-0.000488	-0.000857	-0.001647	0
6	0.000817	-0.000511	0.001536	1	32	-0.000817	-0.000511	-0.001536	1
7	0.001150	-0.000263	0.001237	1	31	-0.001150	-0.000263	-0.001237	1
8	0.001422	-0.000122	0.000812	1	30	-0.001422	-0.000122	-0.000812	1
9	0.001582	-0.000066	0.000322	1	29	-0.001582	-0.000066	-0.000322	1
10	0.001602	-0.000051	-0.000172	1	28	-0.001602	-0.000051	0.000172	1
11	0.001484	-0.000028	-0.000622	1	27	-0.001484	-0.000028	0.000622	1
12	0.001255	0.000047	-0.000989	1	26	-0.001255	0.000047	0.000989	1
13	0.000957	0.000200	-0.001245	1	25	-0.000957	0.000200	0.001245	1
14	0.000644	0.000434	-0.001371	1	24	-0.000644	0.000434	0.001371	1
15	0.000364	0.000731	-0.001353	0	23	-0.000364	0.000731	0.001353	0
16	0.000156	0.001048	-0.001183	0	22	-0.000156	0.001048	0.001183	0
17	0.000036	0.001332	-0.000876	0	21	-0.000036	0.001332	0.000876	0
18	-0.000005	0.001529	-0.000465	0	20	0.000005	0.001529	0.000465	0
19	0.000000	0.001599	0.000000	0					

変位方向 = 0 : セグメント内側に変位

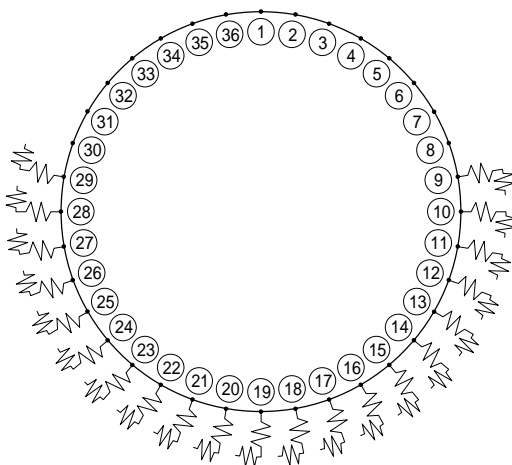
変位方向 = 1 : セグメント外側に変位

(9)断面力 [外荷重] (計算ケース3:異常時内水位)

要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)	要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)
1	1	20.915	-5.761	151.241	36	1	20.915	5.761	151.241
1	2	19.207	-5.761	151.241	36	36	19.207	5.761	151.241
2	2	19.207	-16.104	156.806	35	36	19.207	16.104	156.806
2	3	14.435	-16.104	156.806	35	35	14.435	16.104	156.806
3	3	14.435	-23.261	167.002	34	35	14.435	23.261	167.002
3	4	7.542	-23.261	167.002	34	34	7.542	23.261	167.002
4	4	7.542	-25.789	180.133	33	34	7.542	25.789	180.133
4	5	-0.100	-25.789	180.133	33	33	-0.100	25.789	180.133
5	5	-0.100	-22.871	194.069	32	33	-0.100	22.871	194.069
5	6	-6.877	-22.871	194.069	32	32	-6.877	22.871	194.069
6	6	-6.877	-16.701	204.920	31	32	-6.877	16.701	204.920
6	7	-11.826	-16.701	204.920	31	31	-11.826	16.701	204.920
7	7	-11.826	-10.083	213.281	30	31	-11.826	10.083	213.281
7	8	-14.814	-10.083	213.281	30	30	-14.814	10.083	213.281
8	8	-14.814	-3.499	218.538	29	30	-14.814	3.499	218.538
8	9	-15.851	-3.499	218.538	29	29	-15.851	3.499	218.538
9	9	-15.851	2.384	220.536	28	29	-15.851	-2.384	220.536
9	10	-15.144	2.384	220.536	28	28	-15.144	-2.384	220.536
10	10	-15.144	7.066	219.609	27	28	-15.144	-7.066	219.609
10	11	-13.050	7.066	219.609	27	27	-13.050	-7.066	219.609
11	11	-13.050	10.545	216.409	26	27	-13.050	-10.545	216.409
11	12	-9.925	10.545	216.409	26	26	-9.925	-10.545	216.409
12	12	-9.925	12.911	211.739	25	26	-9.925	-12.911	211.739
12	13	-6.100	12.911	211.739	25	25	-6.100	-12.911	211.739
13	13	-6.100	14.516	206.376	24	25	-6.100	-14.516	206.376
13	14	-1.798	14.516	206.376	24	24	-1.798	-14.516	206.376
14	14	-1.798	16.060	200.880	23	24	-1.798	-16.060	200.880
14	15	2.961	16.060	200.880	23	23	2.961	-16.060	200.880
15	15	2.961	15.905	194.251	22	23	2.961	-15.905	194.251
15	16	7.674	15.905	194.251	22	22	7.674	-15.905	194.251
16	16	7.674	13.149	188.679	21	22	7.674	-13.149	188.679
16	17	11.571	13.149	188.679	21	21	11.571	-13.149	188.679
17	17	11.571	8.628	184.704	20	21	11.571	-8.628	184.704
17	18	14.127	8.628	184.704	20	20	14.127	-8.628	184.704
18	18	14.127	3.017	182.644	19	20	14.127	-3.017	182.644
18	19	15.021	3.017	182.644	19	19	15.021	-3.017	182.644

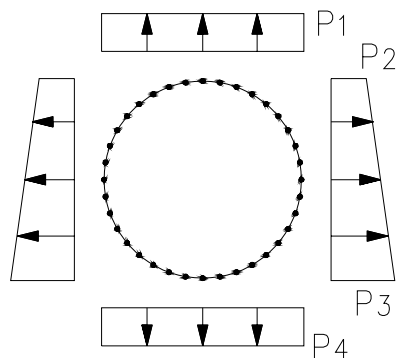
(10)地盤バネ [内水圧]

地盤バネは、覆工が地盤内に変位する節点にのみ考慮する。



節点 番号	法線方向バネ kh(kN/m³)	接線方向バネ ks(kN/m³)	要素長 ds(m)	1要素長当り 法線方向バネ ds・kh(kN/m²)	1要素長当り 接線方向バネ ds・ks(kN/m²)
1	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
9	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
10	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
11	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
12	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
13	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
14	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
15	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
16	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
17	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
18	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
19	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
20	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
21	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
22	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
23	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
24	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
25	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
26	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
27	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
28	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
29	20000.000	6667.000	0.297	5934.119	1978.139
30	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
31	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
32	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
33	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
34	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
35	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000
36	0.000	0.000	0.297	0.000	0.000

(11)内水圧 [内水圧] (計算ケース3:異常時内水位)



項 目		単 位	荷 重 値
頂部内水圧	P1	kN/m ²	-80.000
水平上部内水圧	P2	kN/m ²	-80.000
水平下部内水圧	P3	kN/m ²	-114.000
底部内水圧	P4	kN/m ²	-114.000

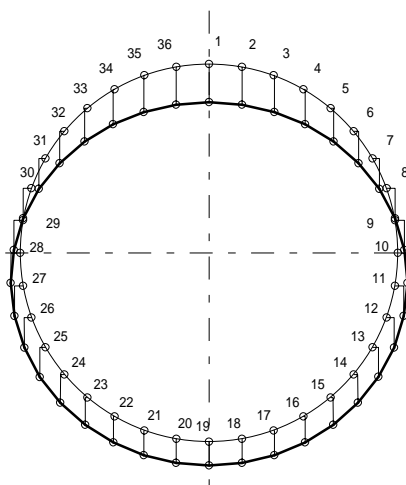
(12)各節点に作用する荷重 [内水圧] (計算ケース3: 異常時内水位)

要素長	ds = 0.297(m)
鉛直荷重	Pv1 = 0.000 (kN/m ²)
頂部水平荷重	PH1 = 0.000 (kN/m ²)
底部水平荷重	PH2 = 0.000 (kN/m ²)
底部地盤反力	Pv2 = 0.000 (kN/m ²)
円周単位m当り自重	Wg = 0.000 (kN/m ²)
自重による下部反力	Pg = 0.000 (kN/m ²)
側方地盤反力	q = 0.000 (kN/m ²)
内水圧	P1 = -80.000 , P2 = -80.000 , P3 = -114.000 , P4 = -114.000 (kN/m ²)

上記荷重を各節点に作用する荷重成分に分解すると以下表のとおりとなる。
尚、セグメント内側方向を正としていた荷重座標は、ここでX方向は右側を正、Y方向は上側を正に座標変換する。

要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)	要素 番号	節点 番号	X方向荷重 (kN/m)	Y方向荷重 (kN/m)
1	1	1.034	11.808	19	19	-1.471	-16.826
1	2	1.036	11.808	19	20	-1.470	-16.826
2	2	3.100	11.448	20	20	-4.369	-16.313
2	3	3.115	11.448	20	21	-4.355	-16.313
3	3	5.135	10.744	21	21	-7.098	-15.310
3	4	5.174	10.744	21	22	-7.058	-15.310
4	4	7.098	9.708	22	22	-9.527	-13.834
4	5	7.170	9.708	22	23	-9.455	-13.834
5	5	8.966	8.384	23	23	-11.585	-11.947
5	6	9.075	8.384	23	24	-11.475	-11.947
6	6	10.666	6.796	24	24	-13.171	-9.684
6	7	10.813	6.796	24	25	-13.023	-9.684
7	7	12.156	5.012	25	25	-14.259	-7.142
7	8	12.336	5.012	25	26	-14.078	-7.142
8	8	13.356	3.068	26	26	-14.815	-4.372
8	9	13.561	3.068	26	27	-14.610	-4.372
9	9	14.208	1.032	27	27	-14.862	-1.471
9	10	14.426	1.032	27	28	-14.644	-1.471
10	10	14.644	-1.471	28	28	-14.426	1.032
10	11	14.862	-1.471	28	29	-14.208	1.032
11	11	14.610	-4.372	29	29	-13.561	3.068
11	12	14.815	-4.372	29	30	-13.356	3.068
12	12	14.078	-7.142	30	30	-12.336	5.012
12	13	14.259	-7.142	30	31	-12.156	5.012
13	13	13.023	-9.684	31	31	-10.813	6.796
13	14	13.171	-9.684	31	32	-10.666	6.796
14	14	11.475	-11.947	32	32	-9.075	8.384
14	15	11.585	-11.947	32	33	-8.966	8.384
15	15	9.455	-13.834	33	33	-7.170	9.708
15	16	9.527	-13.834	33	34	-7.098	9.708
16	16	7.058	-15.310	34	34	-5.174	10.744
16	17	7.098	-15.310	34	35	-5.135	10.744
17	17	4.355	-16.313	35	35	-3.115	11.448
17	18	4.369	-16.313	35	36	-3.100	11.448
18	18	1.470	-16.826	36	36	-1.036	11.808
18	19	1.471	-16.826	36	1	-1.034	11.808

(13)節点変位 [内水圧] (計算ケース3:異常時内水位)



節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向	節点番号	X方向変位 (m)	Y方向変位 (m)	回転変位 (m)	変位方向
1	0.000000	-0.002060	0.000000	0					
2	0.000011	-0.002039	0.000151	0	36	-0.000011	-0.002039	-0.000151	0
3	0.000036	-0.001978	0.000285	0	35	-0.000036	-0.001978	-0.000285	0
4	0.000086	-0.001891	0.000384	0	34	-0.000086	-0.001891	-0.000384	0
5	0.000164	-0.001795	0.000434	0	33	-0.000164	-0.001795	-0.000434	0
6	0.000261	-0.001710	0.000426	0	32	-0.000261	-0.001710	-0.000426	0
7	0.000362	-0.001649	0.000357	0	31	-0.000362	-0.001649	-0.000357	0
8	0.000446	-0.001619	0.000237	0	30	-0.000446	-0.001619	-0.000237	0
9	0.000495	-0.001614	0.000089	1	29	-0.000495	-0.001614	-0.000089	1
10	0.000500	-0.001622	-0.000060	1	28	-0.000500	-0.001622	0.000060	1
11	0.000462	-0.001628	-0.000187	1	27	-0.000462	-0.001628	0.000187	1
12	0.000392	-0.001618	-0.000281	1	26	-0.000392	-0.001618	0.000281	1
13	0.000304	-0.001586	-0.000339	1	25	-0.000304	-0.001586	0.000339	1
14	0.000214	-0.001534	-0.000358	1	24	-0.000214	-0.001534	0.000358	1
15	0.000134	-0.001467	-0.000340	1	23	-0.000134	-0.001467	0.000340	1
16	0.000072	-0.001395	-0.000289	1	22	-0.000072	-0.001395	0.000289	1
17	0.000032	-0.001331	-0.000210	1	21	-0.000032	-0.001331	0.000210	1
18	0.000011	-0.001287	-0.000110	1	20	-0.000011	-0.001287	0.000110	1
19	0.000000	-0.001272	0.000000	1					

変位方向 = 0 : セグメント内側に変位

変位方向 = 1 : セグメント外側に変位

(14)断面力 [内水圧] (計算ケース3:異常時内水位)

要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)	要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)
1	1	4.880	-0.933	-146.297	36	1	4.880	0.933	-146.297
1	2	4.604	-0.933	-146.297	36	36	4.604	0.933	-146.297
2	2	4.604	-2.808	-145.934	35	36	4.604	2.808	-145.934
2	3	3.772	-2.808	-145.934	35	35	3.772	2.808	-145.934
3	3	3.772	-4.523	-145.131	34	35	3.772	4.523	-145.131
3	4	2.431	-4.523	-145.131	34	34	2.431	4.523	-145.131
4	4	2.431	-5.826	-143.824	33	34	2.431	5.826	-143.824
4	5	0.705	-5.826	-143.824	33	33	0.705	5.826	-143.824
5	5	0.705	-6.526	-142.008	32	33	0.705	6.526	-142.008
5	6	-1.229	-6.526	-142.008	32	32	-1.229	6.526	-142.008
6	6	-1.229	-6.224	-139.828	31	32	-1.229	6.224	-139.828
6	7	-3.073	-6.224	-139.828	31	31	-3.073	6.224	-139.828
7	7	-3.073	-4.566	-137.621	30	31	-3.073	4.566	-137.621
7	8	-4.427	-4.566	-137.621	30	30	-4.427	4.566	-137.621
8	8	-4.427	-1.501	-135.888	29	30	-4.427	1.501	-135.888
8	9	-4.872	-1.501	-135.888	29	29	-4.872	1.501	-135.888
9	9	-4.872	1.412	-138.422	28	29	-4.872	-1.412	-138.422
9	10	-4.453	1.412	-138.422	28	28	-4.453	-1.412	-138.422
10	10	-4.453	3.141	-141.601	27	28	-4.453	-3.141	-141.601
10	11	-3.522	3.141	-141.601	27	27	-3.522	-3.141	-141.601
11	11	-3.522	3.843	-144.597	26	27	-3.522	-3.843	-144.597
11	12	-2.383	3.843	-144.597	26	26	-2.383	-3.843	-144.597
12	12	-2.383	4.025	-147.099	25	26	-2.383	-4.025	-147.099
12	13	-1.191	4.025	-147.099	25	25	-1.191	-4.025	-147.099
13	13	-1.191	4.003	-149.293	24	25	-1.191	-4.003	-149.293
13	14	-0.005	4.003	-149.293	24	24	-0.005	-4.003	-149.293
14	14	-0.005	3.749	-151.299	23	24	-0.005	-3.749	-151.299
14	15	1.106	3.749	-151.299	23	23	1.106	-3.749	-151.299
15	15	1.106	3.294	-153.131	22	23	1.106	-3.294	-153.131
15	16	2.082	3.294	-153.131	22	22	2.082	-3.294	-153.131
16	16	2.082	2.652	-154.701	21	22	2.082	-2.652	-154.701
16	17	2.868	2.652	-154.701	21	21	2.868	-2.652	-154.701
17	17	2.868	1.708	-155.869	20	21	2.868	-1.708	-155.869
17	18	3.374	1.708	-155.869	20	20	3.374	-1.708	-155.869
18	18	3.374	0.574	-156.488	19	20	3.374	-0.574	-156.488
18	19	3.544	0.574	-156.488	19	19	3.544	-0.574	-156.488

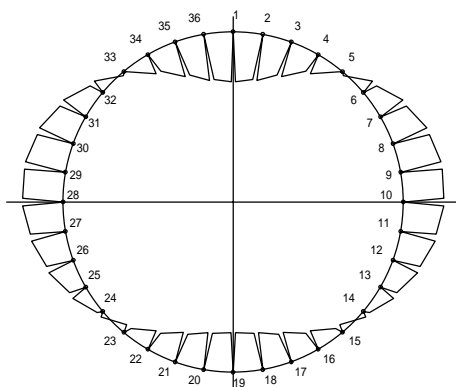
(15)断面力 (計算ケース3:異常時内水位)

[自重 + 外荷重 + 内水圧]

要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)	要素 番号	節点 番号	曲げモーメント M(kN・m)	せん断力 Q(kN)	軸力 N(kN)
1	1	29.682	-7.366	3.911	36	1	29.682	7.366	3.911
1	2	27.499	-7.366	3.911	36	36	27.499	7.366	3.911
2	2	27.499	-20.872	10.271	35	36	27.499	20.872	10.271
2	3	21.315	-20.872	10.271	35	35	21.315	20.872	10.271
3	3	21.315	-30.868	22.109	34	35	21.315	30.868	22.109
3	4	12.167	-30.868	22.109	34	34	12.167	30.868	22.109
4	4	12.167	-35.560	37.743	33	34	12.167	35.560	37.743
4	5	1.630	-35.560	37.743	33	33	1.630	35.560	37.743
5	5	1.630	-33.852	54.978	32	33	1.630	33.852	54.978
5	6	-8.402	-33.852	54.978	32	32	-8.402	33.852	54.978
6	6	-8.402	-27.470	69.687	31	32	-8.402	27.470	69.687
6	7	-16.541	-27.470	69.687	31	31	-16.541	27.470	69.687
7	7	-16.541	-18.818	82.023	30	31	-16.541	18.818	82.023
7	8	-22.119	-18.818	82.023	30	30	-22.119	18.818	82.023
8	8	-22.119	-8.300	90.760	29	30	-22.119	8.300	90.760
8	9	-24.578	-8.300	90.760	29	29	-24.578	8.300	90.760
9	9	-24.578	1.855	91.828	28	29	-24.578	-1.855	91.828
9	10	-24.028	1.855	91.828	28	28	-24.028	-1.855	91.828
10	10	-24.028	10.068	88.908	27	28	-24.028	-10.068	88.908
10	11	-21.044	10.068	88.908	27	27	-21.044	-10.068	88.908
11	11	-21.044	16.282	83.082	26	27	-21.044	-16.282	83.082
11	12	-16.219	16.282	83.082	26	26	-16.219	-16.282	83.082
12	12	-16.219	20.725	75.336	25	26	-16.219	-20.725	75.336
12	13	-10.079	20.725	75.336	25	25	-10.079	-20.725	75.336
13	13	-10.079	23.732	66.426	24	25	-10.079	-23.732	66.426
13	14	-3.046	23.732	66.426	24	24	-3.046	-23.732	66.426
14	14	-3.046	25.739	57.050	23	24	-3.046	-25.739	57.050
14	15	4.581	25.739	57.050	23	23	4.581	-25.739	57.050
15	15	4.581	25.014	46.518	22	23	4.581	-25.014	46.518
15	16	11.993	25.014	46.518	22	22	11.993	-25.014	46.518
16	16	11.993	20.672	37.451	21	22	11.993	-20.672	37.451
16	17	18.120	20.672	37.451	21	21	18.120	-20.672	37.451
17	17	18.120	13.568	30.828	20	21	18.120	-13.568	30.828
17	18	22.139	13.568	30.828	20	20	22.139	-13.568	30.828
18	18	22.139	4.723	27.347	19	20	22.139	-4.723	27.347
18	19	23.539	4.723	27.347	19	19	23.539	-4.723	27.347

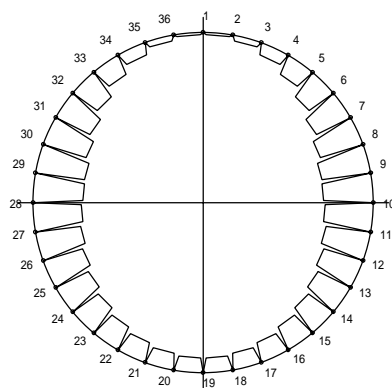
(16)断面力図 (計算ケース3:異常時内水位)

(a)曲げモーメント図



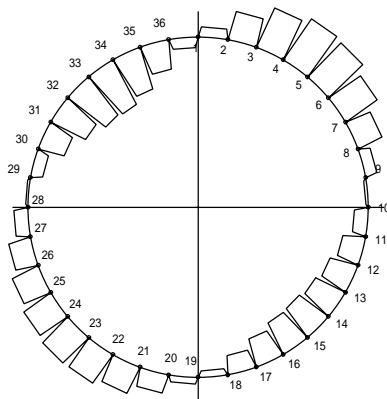
正最大曲げモーメント = 29.682 (kN·m)
 負最大曲げモーメント = -24.578 (kN·m)

(b)軸力図



正最大曲げモーメント位置軸力 = 3.911 (kN)
 負最大曲げモーメント位置軸力 = 90.760 (kN)

(c)せん断力図



最大せん断力 = -35.560 (kN)

(17)全計算ケース 断面力一覧表

(単位m当り)

ケース		正最大曲げ モーメント位置	負最大曲げ モーメント位置	最大 せん断位置
ケース1	M	24.802	-19.706	9.736
	N	150.208	226.648	181.567
	Q	-6.433	-6.799	-29.734
ケース2	M	16.042	-13.666	6.430
	N	6.043	53.264	24.343
	Q	-4.029	3.596	-19.721
ケース3	M	29.682	-24.578	12.167
	N	3.911	90.760	37.743
	Q	-7.366	-8.300	-35.560

M: 曲げモーメント(kN・m)

N: 軸力(kN)

Q: せん断力(kN)

(18)全計算ケース 断面力一覧表

(リング当り)

ケース		正最大曲げ モーメント位置	負最大曲げ モーメント位置	最大 せん断位置
ケース1	M・B・(1+)	24.802	-19.706	9.736
	M・B・(1-)	24.802	-19.706	9.736
	N	150.208	226.648	181.567
	Q	-6.433	-6.799	-29.734
ケース2	M・B・(1+)	16.042	-13.666	6.430
	M・B・(1-)	16.042	-13.666	6.430
	N	6.043	53.264	24.343
	Q	-4.029	3.596	-19.721
ケース3	M・B・(1+)	29.682	-24.578	12.167
	M・B・(1-)	29.682	-24.578	12.167
	N	3.911	90.760	37.743
	Q	-7.366	-8.300	-35.560

M: 曲げモーメント(kN・m)

N: 軸力(kN)

Q: せん断力(kN)

セグメント幅 B = 1.000 m

曲げモーメント割増率 = 0 %

5. 主断面の設計

(1) 断面応力の算定方式

(a) 主断面の応力状態の判定

コンクリートセグメントの主断面決定の設計計算は、断面に生じる応力状態が全断面圧縮状態か、もしくは、曲げ圧縮応力と曲げ引張応力が生じる場合になるかによって異なり、これを偏心管軸方向圧縮力が心外になるか、心内になるかで判定する。

応力状態判定式

$$K_i \geq f \quad \text{全断面圧縮状態}$$

$$K_i < f \quad \text{曲げ圧縮応力と曲げ引張応力が生ずる状態}$$

ただし、

$$K_i = \frac{l_i}{A_i \cdot (h - u)}$$

ここで、

$$A_i = B \cdot h + n \cdot (A_s + A_s')$$

$$u = (0.5 \cdot B \cdot h^2 + n \cdot (A_s \cdot d + A_s' \cdot d')) / A_i$$

$$l_i = B \cdot (u^3 + (h - u)^3) / 3 + n \cdot (A_s \cdot (d - u)^2 + A_s' \cdot (u - d')^2)$$

$$e = M / N$$

$$f = u - \left(\frac{h}{2} - e \right)$$

- ただし、
- A_i : 換算等値断面積
 - B : セグメント幅
 - u : 軸力側の縁側から換算等値断面の図心までの距離
 - h : セグメント厚
 - l_i : 換算等値面積の断面二次モーメント
 - e : 重心より軸力作用位置までの距離
 - n : ヤング係数比
 - A_s : 引張側鉄筋量
 - A_s' : 圧縮側鉄筋量
 - d : 引張側有効高
 - d' : 圧縮側有効高
 - M : 正の曲げモーメント
 - N : 正の曲げモーメント位置軸力

(2) 主断面の応力算定式

1) 全断面圧縮状態($K_i \geq f$ の場合)

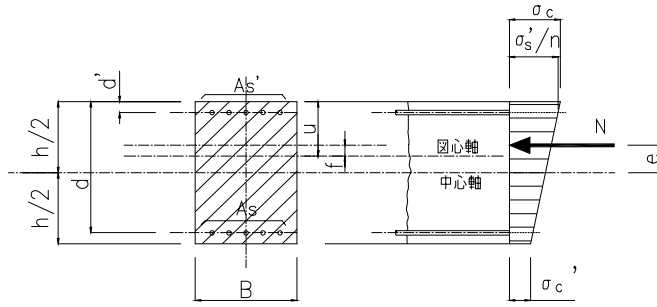


図-5.1.1 全断面圧縮状態の応力度

ただし、

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{M}{I_i} \cdot u \quad \sigma_{ca}$$

σ_{ca} : コンクリートの許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²)

σ_c : コンクリート最大圧縮応力度 (N/mm²)

2) 曲げ圧縮応力と曲げ引張応力が生じる場合($K_i < f$ の場合)

(a) 曲げと軸力が作用する場合

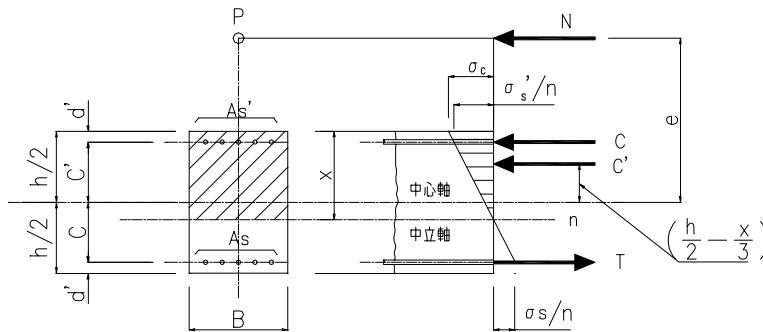


図-5.1.2 曲げ圧縮応力と曲げ引張応力が生じる場合の応力度

$$\sigma_c^3 - 3 \cdot (h/2 - e) \cdot \sigma_c^2 + (6 \cdot n/B) \cdot (As \cdot (e+C) + As' \cdot (e - C')) \cdot \sigma_c - (6 \cdot n/B) \cdot (As \cdot (e+C) \cdot (C+h/2) + As' \cdot (e - C') \cdot (h/2 - C')) = 0$$

$$\sigma_c = \frac{M}{B \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot (h/2 - \frac{1}{3}) + (n \cdot As' / B) \cdot C' \cdot (C' - h/2 + \frac{1}{3}) + (n \cdot As / B) \cdot C \cdot (C + h/2 - \frac{1}{3}) \right)} \quad \sigma_{ca}$$

$$\sigma_s = \frac{n \cdot \sigma_c}{B} \cdot \left(C + \frac{h}{2} - \frac{1}{3} \right) \quad \sigma_{sa}$$

$$\sigma_s' = \frac{n \cdot \sigma_c}{B} \cdot \left(C' - \frac{h}{2} + \frac{1}{3} \right) \quad \sigma_{sa}$$

(b) 曲げのみが作用する場合

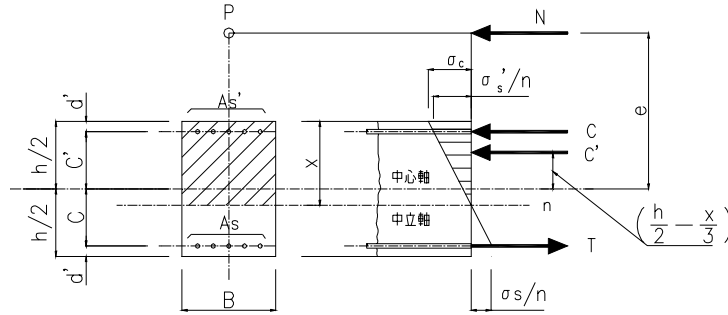


図-5.1.3 曲げ圧縮応力と曲げ引張応力が生じる場合の応力度

$$= -n \cdot \frac{(A_s + A_{s'})}{B} + \sqrt{\left(\frac{n \cdot (A_s + A_{s'})}{B}\right)^2 + \frac{2 \cdot n}{B} \cdot (d \cdot A_s + d' \cdot A_{s'})}$$

$$c = \frac{M}{B \cdot \left[\frac{d}{2} \cdot \left(\frac{d}{3} + n \cdot A_{s'} \cdot \left(\frac{d}{2} - d' \right) \right) \cdot (d - d') \right]} \quad ca$$

$$s = n \cdot c \cdot \frac{d - c}{sa}$$

$$s' = n \cdot c \cdot \frac{-d' - c}{sa}$$

- ただし、
- c : 圧縮側縁から中立軸までの距離 (mm)
 - C : セグメント厚中心から引張鉄筋までの距離 (mm)
 - C' : セグメント厚中心から圧縮鉄筋までの距離 (mm)
 - s_a : 鉄筋の許容応力度 (N/mm²)
 - s : 鉄筋の引張応力度 (N/mm²)
 - s' : 鉄筋の圧縮応力度 (N/mm²)

4) せん断力に対する設計

a) せん断応力度 c は、

$$c = \frac{1.15 \cdot Q_{\max}}{B \cdot d} \quad a$$

ただし、 Q_{\max} : 最大せん断力

5 - 1 主断面の設計 (計算ケース1:空水の状態)

検討位置		正最大曲げ モーメント位置		負最大曲げ モーメント位置		最大せん断 位置	
断面寸法	B (mm)	1000		1000		1000	
	h (mm)	150		150		150	
断面力 (リング当り)	M (kN・m)	24.802		-19.706		9.736	
	N (kN)	150.208		226.648		181.567	
	Q (kN)	-6.433		-6.799		-29.734	
引張側有効高	d (mm)	115		115		115	
引張側鉄筋量	As (cm ²)	10.7710		10.7710		10.7710	
圧縮側有効高	d' (mm)	35		35		35	
圧縮側鉄筋量	As' (cm ²)	10.7710		10.7710		10.7710	
ヤング係数比	n	15		15		15	
せん断補強筋							
断面積	Aw (cm ²)	-		-		-	
部材軸との角度	w (°)	-		-		-	
配置間隔	Ss (mm)	-		-		-	
応力度	e (mm)	165		87		54	
	Ai (mm ²)	182313		182313		182313	
	u (mm)	75		75		75	
	Ii (mm ⁴ /Ring)	332950800		332950800		332950800	
	Ki (mm)	24		24		24	
	f (mm)	165		87		54	
	応力状態	曲げ引張が作用		曲げ引張が作用		曲げ引張が作用	
	(mm)	55.0		67.0		87.0	
	c (N/mm ²)	9.900	OK	7.800	OK	3.800	OK
	s (N/mm ²)	162.000	OK	83.800	OK	18.300	OK
	s' (N/mm ²)	54.000	OK	55.900	OK	34.100	OK
	c (N/mm ²)	0.064	OK	0.068	OK	0.297	OK
せん断補強筋 の応力度	Qc (kN)	-		-		-	
	Qs (kN)	-		-		-	
	w (N/mm ²)	-	-	-	-	-	-
許容応力度	ca (N/mm ²)	16.0		16.0		16.0	
	sa (N/mm ²)	200.0		200.0		200.0	
	a (N/mm ²)	0.71		0.71		0.71	

許容応力度の割増係数 = 1.00

5 - 2 主断面の設計 (計算ケース2: 平常時内水位)

検討位置		正最大曲げ モーメント位置		負最大曲げ モーメント位置		最大せん断 位置	
断面寸法	B (mm)	1000		1000		1000	
	h (mm)	150		150		150	
断面力 (リング当り)	M (kN・m)	16.042		-13.666		6.430	
	N (kN)	6.043		53.264		24.343	
	Q (kN)	-4.029		3.596		-19.721	
引張側有効高	d (mm)	115		115		115	
引張側鉄筋量	As (cm ²)	10.7710		10.7710		10.7710	
圧縮側有効高	d' (mm)	35		35		35	
圧縮側鉄筋量	As' (cm ²)	10.7710		10.7710		10.7710	
ヤング係数比	n	15		15		15	
せん断補強筋							
断面積	Aw (cm ²)	-		-		-	
部材軸との角度	w (°)	-		-		-	
配置間隔	Ss (mm)	-		-		-	
応力度	e (mm)	2655		257		264	
	Ai (mm ²)	182313		182313		182313	
	u (mm)	75		75		75	
	Ii (mm ⁴ /Ring)	332950800		332950800		332950800	
	Ki (mm)	24		24		24	
	f (mm)	2655		257		264	
	応力状態	曲げ引張が作用		曲げ引張が作用		曲げ引張が作用	
	(mm)	45.0		51.0		50.0	
	c (N/mm ²)	6.400	OK	5.500	OK	2.600	OK
	s (N/mm ²)	149.300	OK	103.500	OK	50.700	OK
	s' (N/mm ²)	21.300	OK	25.900	OK	11.700	OK
	c (N/mm ²)	0.040	OK	0.036	OK	0.197	OK
せん断補強筋 の応力度	Qc (kN)	-		-		-	
	Qs (kN)	-		-		-	
	w (N/mm ²)	-	-	-	-	-	-
許容応力度	ca (N/mm ²)	16.0		16.0		16.0	
	sa (N/mm ²)	200.0		200.0		200.0	
	a (N/mm ²)	0.71		0.71		0.71	

許容応力度の割増係数 = 1.00

5 - 3 主断面の設計 (計算ケース3:異常時内水位)

検討位置		正最大曲げ モーメント位置		負最大曲げ モーメント位置		最大せん断 位置	
断面寸法	B (mm)	1000		1000		1000	
	h (mm)	150		150		150	
断面力 (リング当り)	M (kN・m)	29.682		-24.578		12.167	
	N (kN)	3.911		90.760		37.743	
	Q (kN)	-7.366		-8.300		-35.560	
引張側有効高	d (mm)	115		115		115	
引張側鉄筋量	As (cm ²)	10.7710		10.7710		10.7710	
圧縮側有効高	d' (mm)	35		35		35	
圧縮側鉄筋量	As' (cm ²)	10.7710		10.7710		10.7710	
ヤング係数比	n	15		15		15	
せん断補強筋							
断面積	Aw (cm ²)	-		-		-	
部材軸との角度	w (°)	-		-		-	
配置間隔	Ss (mm)	-		-		-	
応力度	e (mm)	7589		271		322	
	Ai (mm ²)	182313		182313		182313	
	u (mm)	75		75		75	
	Ii (mm ⁴ /Ring)	332950800		332950800		332950800	
	Ki (mm)	24		24		24	
	f (mm)	7589		271		322	
	応力状態	曲げ引張が作用		曲げ引張が作用		曲げ引張が作用	
	(mm)	45.0		50.0		49.0	
	c (N/mm ²)	11.900	OK	9.900	OK	4.900	OK
	s (N/mm ²)	277.700	OUT	193.000	OK	99.000	OK
	s' (N/mm ²)	39.700	OK	44.600	OK	21.000	OK
	c (N/mm ²)	0.074	OK	0.083	OK	0.356	OK
せん断補強筋 の応力度	Qc (kN)	-		-		-	
	Qs (kN)	-		-		-	
	w (N/mm ²)	-	-	-	-	-	-
許容応力度	ca (N/mm ²)	16.0		16.0		16.0	
	sa (N/mm ²)	200.0		200.0		200.0	
	a (N/mm ²)	0.71		0.71		0.71	

許容応力度の割増係数 = 1.00

6. セグメント継手の設計

6-1 せん断力に対する検討（計算ケース1:空水の状態）

(1) K型セグメント継手部についての検討

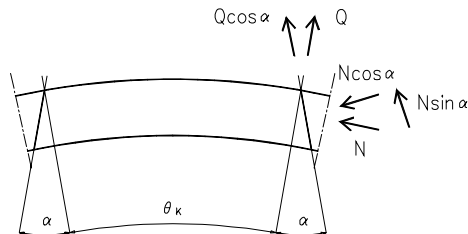


図-6.1.1 K型セグメント継手部に作用する応力

継手角度 = 14.5 °

$$\text{せん断力 } Q_k = N \cdot (\sin \alpha - f' \cdot \cos \alpha) - Q \cdot (\cos \alpha + f' \cdot \sin \alpha)$$

ただし、 $f' = 0.5$ (コンクリートの摩擦係数)

K型セグメント継手位置は 0 ° から 50 ° の範囲内にあるので、この範囲に作用するせん断力 Q_k を求め、検討する。

要素番号	節点番号	軸力 N(kN/m)	せん断力 Q(kN/m)	$N \cdot (\sin \alpha - f' \cdot \cos \alpha)$	$Q \cdot (\cos \alpha + f' \cdot \sin \alpha)$	合計せん断力 Q_k (kN/m)
32	32	196.986	27.326	-46.034	29.877	-75.911
32	33	196.986	27.326	-46.034	29.877	-75.911
33	33	181.567	29.734	-42.431	32.509	-74.940
33	34	181.567	29.734	-42.431	32.509	-74.940
34	34	167.240	26.345	-39.083	28.804	-67.887
34	35	167.240	26.345	-39.083	28.804	-67.887
35	35	156.205	18.064	-36.504	19.750	-56.254
35	36	156.205	18.064	-36.504	19.750	-56.254
36	36	150.208	6.433	-35.103	7.033	-42.136
36	37	150.208	6.433	-35.103	7.033	-42.136
1	1	150.208	-6.433	-35.103	-7.033	-28.070
1	2	150.208	-6.433	-35.103	-7.033	-28.070
2	2	156.205	-18.064	-36.504	-19.750	-16.754
2	3	156.205	-18.064	-36.504	-19.750	-16.754
3	3	167.240	-26.345	-39.083	-28.804	-10.279
3	4	167.240	-26.345	-39.083	-28.804	-10.279
4	4	181.567	-29.734	-42.431	-32.509	-9.922
4	5	181.567	-29.734	-42.431	-32.509	-9.922
5	5	196.986	-27.326	-46.034	-29.877	-16.157
5	6	196.986	-27.326	-46.034	-29.877	-16.157

K型セグメント継手部最大せん断力 $Q_{kmax} = -9.922$ (kN/m)

$Q_{kmax} < 0$ の為、ボルトにせん断力は働かない。

(2)最大せん断力 (計算ケース1:空水の状態)

最大せん断力 $Q_{\max} = -29.734 \text{ (kN)}$

これをリング当りに換算すると $Q_{\max} = -29.734 \times 1000 = -29734 \text{ (N/Ring)}$

となり、これにより使用ボルトのせん断応力度 B を求める。

$$B = \frac{Q_{\max}}{n_{sb} \cdot A_b} = \frac{29734}{2 \times 380}$$

$$= 39.1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

K_B : K型せん断応力度 $13.1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

B : 最大せん断力 $39.1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

強度区分	許容引張応力度 $b_a \text{ (N/mm}^2\text{)}$	許容せん断応力度 $b_a \text{ (N/mm}^2\text{)}$	照査
4.6	120.0	90.0	OK
6.8	210.0	150.0	OK
8.8	290.0	200.0	OK
10.9	380.0	270.0	OK

許容応力度の割増係数 : 1.00

6-2 せん断力に対する検討 (計算ケース2: 平常時内水位)

(1) K型セグメント継手部についての検討

$$\text{継手角度} = 14.5^\circ$$

$$\text{せん断力 } Q_k = N \cdot (\sin \theta - f' \cdot \cos \theta) - Q \cdot (\cos \theta + f' \cdot \sin \theta)$$

ただし、 $f' = 0.5$ (コンクリートの摩擦係数)

K型セグメント継手位置は 0° から 50° の範囲内にあるので、この範囲に作用するせん断力 Q_k を求め、検討する。

要素番号	節点番号	軸力 $N(\text{kN/m})$	せん断力 $Q(\text{kN/m})$	$N \cdot (\sin \theta - f' \cdot \cos \theta)$	$Q \cdot (\cos \theta + f' \cdot \sin \theta)$	合計せん断力 $Q_k(\text{kN/m})$
32	32	33.703	19.109	-7.876	20.893	-28.769
32	33	33.703	19.109	-7.876	20.893	-28.769
33	33	24.343	19.721	-5.689	21.562	-27.251
33	34	24.343	19.721	-5.689	21.562	-27.251
34	34	15.880	16.977	-3.711	18.562	-22.273
34	35	15.880	16.977	-3.711	18.562	-22.273
35	35	9.479	11.433	-2.215	12.500	-14.715
35	36	9.479	11.433	-2.215	12.500	-14.715
36	36	6.043	4.029	-1.412	4.405	-5.817
36	37	6.043	4.029	-1.412	4.405	-5.817
1	1	6.043	-4.029	-1.412	-4.405	2.993
1	2	6.043	-4.029	-1.412	-4.405	2.993
2	2	9.479	-11.433	-2.215	-12.500	10.285
2	3	9.479	-11.433	-2.215	-12.500	10.285
3	3	15.880	-16.977	-3.711	-18.562	14.851
3	4	15.880	-16.977	-3.711	-18.562	14.851
4	4	24.343	-19.721	-5.689	-21.562	15.873
4	5	24.343	-19.721	-5.689	-21.562	15.873
5	5	33.703	-19.109	-7.876	-20.893	13.017
5	6	33.703	-19.109	-7.876	-20.893	13.017

K型セグメント継手部最大せん断力 $Q_{kmax} = 15.873$ (kN/m)

これを1Ring当りに換算すると $Q_{kmax} = Q_{kmax} \cdot B = 15.873 \times 1000 = 15873$ (N/Ring)

となり、これより使用ボルトのせん断応力度 σ_{KB} を求める。

$$\sigma_{KB} = Q_{max} / (n_{sb} \cdot A_b)$$

$$= 15873 / (2 \times 380) = 20.9 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

(2)最大せん断力 (計算ケース2: 平常時内水位)

最大せん断力 $Q_{\max} = -19.721 \text{ (kN)}$

これをリング当りに換算すると $Q_{\max} = -19.721 \times 1000 = -19721 \text{ (N/Ring)}$

となり、これにより使用ボルトのせん断応力度 B を求める。

$$B = \frac{Q_{\max}}{n_{sb} \cdot A_b} = \frac{19721}{2 \times 380}$$

$$= 25.9 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

K_B : K型せん断応力度 $20.9 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

B : 最大せん断力 $25.9 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

強度区分	許容引張応力度 $b_a \text{ (N/mm}^2\text{)}$	許容せん断応力度 $b_a \text{ (N/mm}^2\text{)}$	照査
4.6	120.0	90.0	OK
6.8	210.0	150.0	OK
8.8	290.0	200.0	OK
10.9	380.0	270.0	OK

許容応力度の割増係数 : 1.00

6-3 せん断力に対する検討 (計算ケース3:異常時内水位)

(1)K型セグメント継手部についての検討

$$\text{継手角度} = 14.5^\circ$$

$$\text{せん断力 } Q_k = N \cdot (\sin \theta - f' \cdot \cos \theta) - Q \cdot (\cos \theta + f' \cdot \sin \theta)$$

ただし、 $f' = 0.5$ (コンクリートの摩擦係数)

K型セグメント継手位置は 0° から 50° の範囲内にあるので、この範囲に作用するせん断力 Q_k を求め、検討する。

要素番号	節点番号	軸力 N(kN/m)	せん断力 Q(kN/m)	$N \cdot (\sin \theta - f' \cdot \cos \theta)$	$Q \cdot (\cos \theta + f' \cdot \sin \theta)$	合計せん断力 Qk(kN/m)
32	32	54.978	33.852	-12.848	37.012	-49.860
32	33	54.978	33.852	-12.848	37.012	-49.860
33	33	37.743	35.560	-8.820	38.879	-47.699
33	34	37.743	35.560	-8.820	38.879	-47.699
34	34	22.109	30.868	-5.167	33.749	-38.916
34	35	22.109	30.868	-5.167	33.749	-38.916
35	35	10.271	20.872	-2.400	22.820	-25.220
35	36	10.271	20.872	-2.400	22.820	-25.220
36	36	3.911	7.366	-0.914	8.054	-8.968
36	37	3.911	7.366	-0.914	8.054	-8.968
1	1	3.911	-7.366	-0.914	-8.054	7.140
1	2	3.911	-7.366	-0.914	-8.054	7.140
2	2	10.271	-20.872	-2.400	-22.820	20.420
2	3	10.271	-20.872	-2.400	-22.820	20.420
3	3	22.109	-30.868	-5.167	-33.749	28.582
3	4	22.109	-30.868	-5.167	-33.749	28.582
4	4	37.743	-35.560	-8.820	-38.879	30.059
4	5	37.743	-35.560	-8.820	-38.879	30.059
5	5	54.978	-33.852	-12.848	-37.012	24.164
5	6	54.978	-33.852	-12.848	-37.012	24.164

K型セグメント継手部最大せん断力 $Q_{kmax} = 30.059$ (kN/m)

これを1Ring当りに換算すると $Q_{kmax} = Q_{kmax} \cdot B = 30.059 \times 1000 = 30059$ (N/Ring)

となり、これより使用ボルトのせん断応力度 σ_B を求める。

$$\sigma_B = Q_{max} / (n_{sb} \cdot A_b)$$

$$= 30059 / (2 \times 380) = 39.6 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

(2)最大せん断力 (計算ケース3:異常時内水位)

最大せん断力 $Q_{\max} = -35.560 \text{ (kN)}$

これをリング当りに換算すると $Q_{\max} = -35.560 \times 1000 = -35560 \text{ (N/Ring)}$

となり、これにより使用ボルトのせん断応力度 B を求める。

$$B = \frac{Q_{\max}}{n_{sb} \cdot A_b} = \frac{35560}{2 \times 380}$$

$$= 46.8 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

K_B : K型せん断応力度 $39.6 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

B : 最大せん断力 $46.8 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

強度区分	許容引張応力度 $b_a \text{ (N/mm}^2\text{)}$	許容せん断応力度 $b_a \text{ (N/mm}^2\text{)}$	照査
4.6	120.0	90.0	OK
6.8	210.0	150.0	OK
8.8	290.0	200.0	OK
10.9	380.0	270.0	OK

許容応力度の割増係数 : 1.00

7. 目開き量の照査

$$\text{目開き量} = M \cdot (h - x) \cdot R_c / (K \cdot EI)$$

ここに、	M	: 曲げモーメント	(kN・m)
	h	: 一次覆工厚	0.150 (m)
	x	: 中立軸位置	(m)
	K	: 無次元化した回転ばね定数	1
	R _c	: 図心半径	1.7 (m)
	EI	: セグメント曲げ剛性	9281.25 (kN・m)

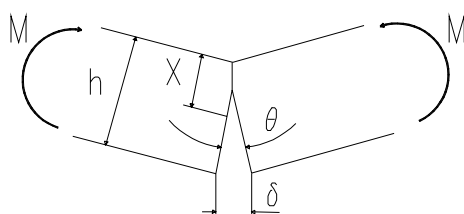


図-7.1 継手面の変形状態

(1)全計算ケース 目開き量結果一覧表

ケース	最大曲げモーメント (正) M(kN・m)	最大曲げモーメント (負) M(kN・m)	中立軸位置 (正曲げ) x(m)	中立軸位置 (負曲げ) x(m)	目開き量 (正曲げ) (m)	目開き量 (負曲げ) (m)
ケース1	24.802	-19.706	0.0550	0.0670	0.000432	0.000300
ケース2	16.042	-13.666	0.0450	0.0510	0.000309	0.000248
ケース3	29.682	-24.578	0.0450	0.0500	0.000571	0.000450

8. ひび割れに対する照査

$$W = k \cdot (4 \cdot c + 0.7 \cdot (c_s -)) \cdot (\sigma_{se} / E_s + \epsilon'_{cs})$$

k	: 鉄筋の付着性状の影響を表わす定数	1
c	: 引張側鉄筋の被り	(mm)
	$c = h - d$	
h	: セグメント高	150 (mm)
d	: 引張側有効高(正曲げ時)	115 (mm)
	: 引張側有効高(負曲げ時)	115 (mm)
c _s	: 鉄筋の中心間隔	150 (mm)
	: 鉄筋径	13 (mm)
E _s	: 鉄筋のヤング係数	210000 (N/mm ²)
ϵ'_{cs}	: コンクリートの乾燥収縮およびクリープによるひびわれ幅の増加が考えられる場合の数値	150×10^{-6}
σ_{se}	: 鉄筋応力度の増加量 (鉄筋の引張応力度)	(N/mm ²)

(1)全計算ケース ひび割れ照査結果一覧表

ケース	正最大曲げモーメント		負最大曲げモーメント	
	鉄筋の増加量 σ_{se} (N/mm ²)	ひび割れ幅 W(mm)	鉄筋の増加量 σ_{se} (N/mm ²)	ひび割れ幅 W(mm)
ケース1	162.000	0.217	83.800	0.130
ケース2	149.300	0.203	103.500	0.152
ケース3	277.700	0.347	193.000	0.252

(2)許容ひび割れ

項目	式	単位	正曲げ時	負曲げ時
一般環境	$0.005 \cdot c$	(mm)	0.1750	0.1750
腐食性環境	$0.004 \cdot c$	(mm)	0.1400	0.1400
特に厳しい腐食性環境	$0.0035 \cdot c$	(mm)	0.1225	0.1225