

セグメント開口部の検討

出力例-3

1. 設計条件

図1.1.1に示すとおりセグメント外径3.550mなる本管に1.713mの開口を設けた場合の検討を行う。

1-1 セグメント断面諸元

セグメント番号	RCセグメント C23
セグメント外径	D_o : 3.550 (m)
セグメント内径	D_i : 3.300 (m)
セグメント幅	B : 1.000 (m)
ヤング係数	E_s : 33000000 (kN/m ²)

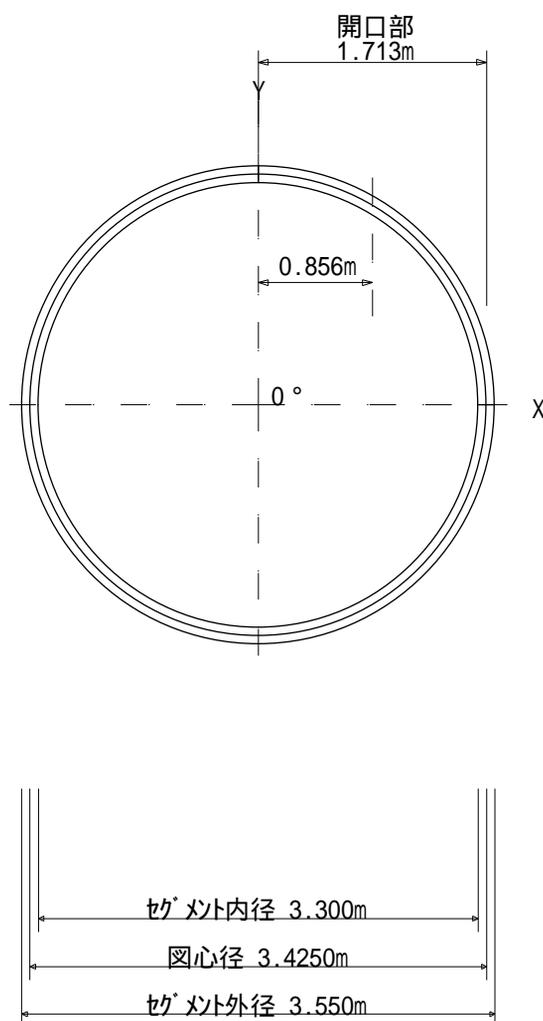


図1.1.1 本管断面形状及び開口位置

(1)セグメント1リング当り断面性能

セグメント厚 H : 0.125 (m)

1)断面積

$$A_s = B \cdot H = 1.000 \times 0.125 = 0.125000 \text{ (m}^2\text{)}$$

2)断面二次モーメント

$$\begin{aligned} I_s &= B \cdot H^3 / 12 \\ &= 1.000 \times 0.125^3 / 12 = 0.000162760417 \text{ (m}^4\text{)} \end{aligned}$$

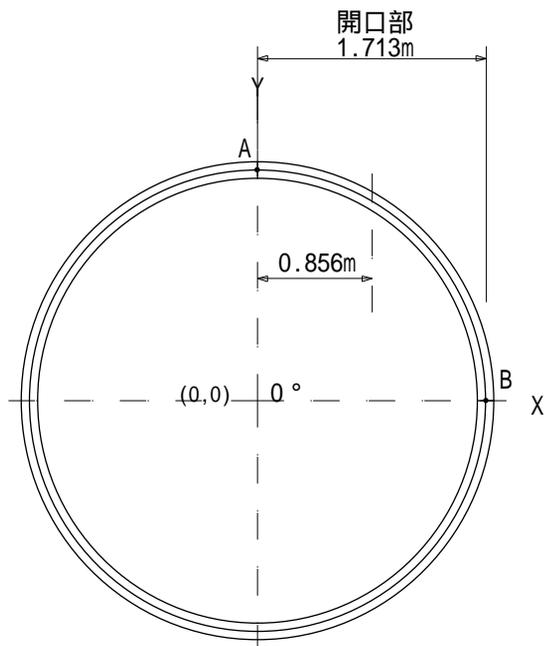
3)図心半径

$$\begin{aligned} r_c &= (D_o + D_i) / 4 \\ &= (3.550 + 3.300) / 4 = 1.7125 \text{ (m)} \end{aligned}$$

4)セグメント剛性

曲げ剛性の有効率 : 100 (%)
曲げモーメントの割増率 : 0 (%)

1-2 開口諸元



図心径上の開口部座標 (m)

A点 $X_A = 0.00000$, $Y_A = 1.71250$

B点 $X_B = 1.71250$, $Y_B = 0.00000$

開口角度 = 90.000°

図1.2.1 開口形状

1-3 解析モデル

セグメントに発生する断面力は、フレーム解析により求める。

解析モデルは図1.3.1に示すとおり、開口部に拘束点を設け、全周地盤バネモデルとして解析する。

この時、地盤バネは、セグメントが外側方向に変位する節点のみが圧縮バネとして機能するものとし、セグメントが内側方向に変位する節点の引張バネについては機能しないものとする。この地盤バネ設定については、「2-6 節点変位」の章で節点の変位方向と節点バネの有無を確認する。

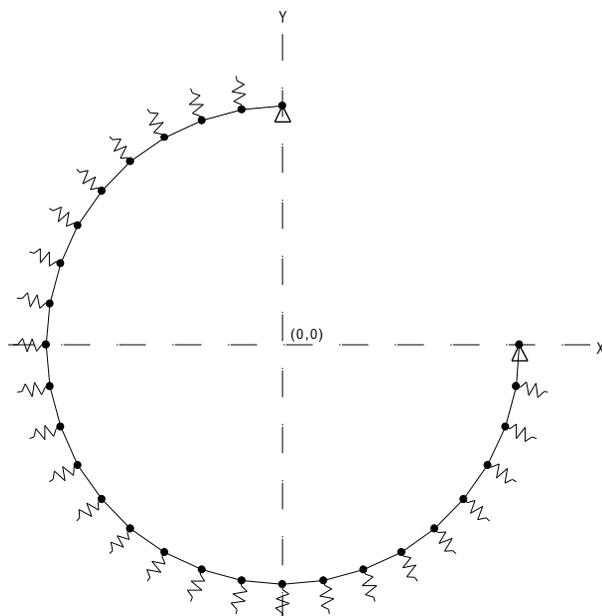


図1.3.1 フレーム解析モデル

1-4 許容応力度

(1) コンクリート

設計基準強度	ck	: 42 (N/mm ²)
許容曲げ圧縮応力度	ca	: 16 (N/mm ²)
許容せん断応力度	a	: 0.71 (N/mm ²)

(2) 鉄筋(外側)

鉄筋の種類	SD345
許容応力度	sa1 : 200 (N/mm ²)

(3) 鉄筋(内側)

鉄筋の種類	SD345
許容応力度	sa2 : 200 (N/mm ²)

(4) H鋼材(補強部材)

許容応力度	sca	: 140 (N/mm ²)
許容せん断応力度	sca	: 80 (N/mm ²)

2. 断面力の算定

2-1 節点条件

フレーム解析は、36分割モデルとし、10°位置に節点を設ける。尚、開口部には節点28、1を新たに設けるものとし、開口部より時計周りに節点番号を設定する。

角度0°位置より順に節点座標、及び各節点の拘束条件を以下表にまとめる。

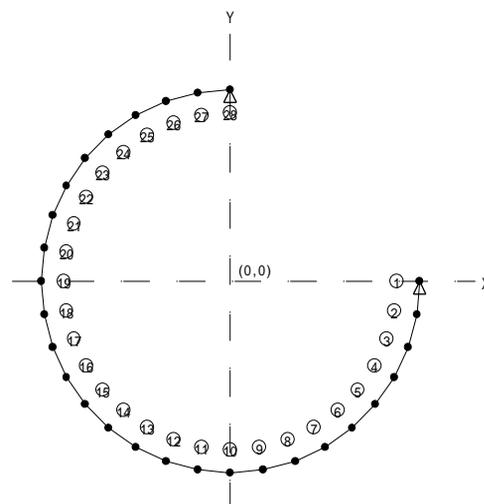


図2.1.1 節点図

節点番号	角度(°)	X座標(m)	Y座標(m)	拘束点	
				X方向	Y方向
28	0	0.00000	1.71250	固定	固定
1	90	1.71250	0.00000	固定	固定
2	100	1.68648	-0.29737		
3	110	1.60922	-0.58571		
4	120	1.48307	-0.85625		
5	130	1.31185	-1.10077		
6	140	1.10077	-1.31185		
7	150	0.85625	-1.48307		
8	160	0.58571	-1.60922		
9	170	0.29737	-1.68648		
10	180	0.00000	-1.71250		
11	190	-0.29737	-1.68648		
12	200	-0.58571	-1.60922		
13	210	-0.85625	-1.48307		
14	220	-1.10077	-1.31185		
15	230	-1.31185	-1.10077		
16	240	-1.48307	-0.85625		
17	250	-1.60922	-0.58571		
18	260	-1.68648	-0.29737		
19	270	-1.71250	0.00000		
20	280	-1.68648	0.29737		
21	290	-1.60922	0.58571		
22	300	-1.48307	0.85625		
23	310	-1.31185	1.10077		
24	320	-1.10077	1.31185		
25	330	-0.85625	1.48307		
26	340	-0.58571	1.60922		
27	350	-0.29737	1.68648		

2-2 地盤バネ条件

法線方向節点バネ kh 及び、接線方向節点バネ ks は、地盤剛性に
分担周長 ds' を乗じて求める。

$$kh = Kh \cdot ds'$$

$$ks = Ks \cdot ds'$$

尚、セグメント内側へ変位する節点については、バネが機能
しないものとする。

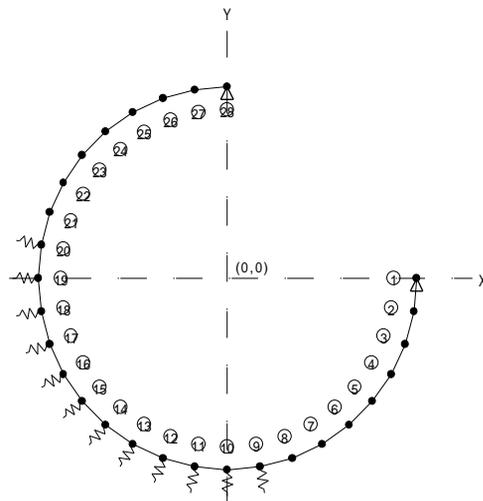


図2.2.1 地盤バネ

節点 番号	角度 (°)	法線方向 Kh (kN/m ³)	接線方向 Ks (kN/m ³)	分担周長 ds' (m)	節点バネ (kN/m ²)	
					法線方向 kh	接線方向 ks
28	0	0.000	0.000	0.14944	0.000	0.000
1	90	0.000	0.000	0.14944	0.000	0.000
2	100	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
3	110	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
4	120	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
5	130	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
6	140	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
7	150	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
8	160	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
9	170	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
10	180	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
11	190	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
12	200	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
13	210	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
14	220	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
15	230	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
16	240	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
17	250	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
18	260	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
19	270	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
20	280	3000.000	0.000	0.29889	896.663	0.000
21	290	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
22	300	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
23	310	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
24	320	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
25	330	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
26	340	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000
27	350	0.000	0.000	0.29889	0.000	0.000

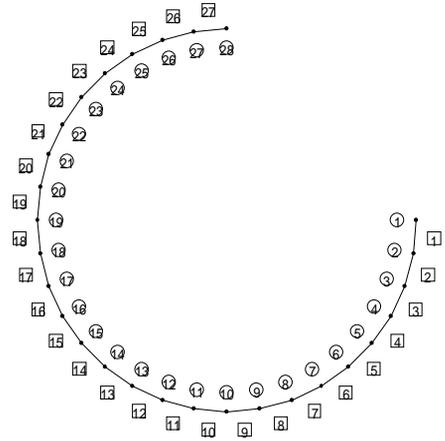
2-3 部材条件

単位m当り断面性能を以下表に示す。

断面積	As	m ²	0.1250000
ヤング係数	E	kN・m ²	33000000
断面二次モーメント	Is	m ⁴	0.000162760417
曲げ剛性	EI	kN・m ²	5371

曲げ剛性 EI = E ・ Is ・

: 曲げ剛性の有効率 100 %



各部材毎の断面性能を以下表に整理する。

図2.3.1 部材番号

: 節点番号
: 部材番号

部材番号	i端	j端	部材長(m)	周長(m)	断面積 (m ²)	断面二次モーメント (m ⁴)	ヤング係数 (kN/m ²)	曲げ剛性 (kN・m ²)
1	1	2	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
2	2	3	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
3	3	4	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
4	4	5	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
5	5	6	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
6	6	7	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
7	7	8	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
8	8	9	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
9	9	10	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
10	10	11	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
11	11	12	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
12	12	13	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
13	13	14	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
14	14	15	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
15	15	16	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
16	16	17	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
17	17	18	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
18	18	19	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
19	19	20	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
20	20	21	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
21	21	22	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
22	22	23	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
23	23	24	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
24	24	25	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
25	25	26	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
26	26	27	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371
27	27	28	0.29851	0.29889	0.1250000	0.0001628	33000000	5371

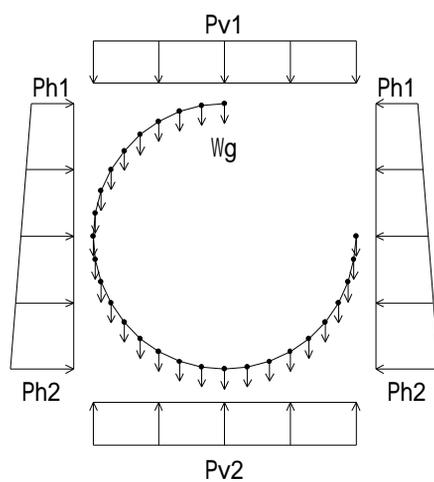
2-4 荷重条件

2-4-1 作用荷重

(1) 荷重強度の算定

セグメント開口部の検討を行う時の設計荷重は、開口により作用長さが減った分荷重強度を増加させるものとし、増加後の荷重強度を算定する。

1) 荷重強度増加前の作用荷重



鉛直荷重	Pv1	kN/m ²	207.104
頂部水平荷重	Ph1	kN/m ²	166.483
底部水平荷重	Ph2	kN/m ²	210.323
セグメントの円周単位当り重量	Wg	kN/m	3.253

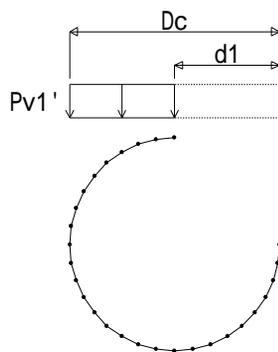
以上の荷重を基に、増加荷重の算定を行う。

2) 鉛直荷重 $Pv1'$

鉛直荷重の総重量は同じと考え、作用長さが減った分荷重強度を増加させる。

$$\begin{aligned} Pv1' &= Pv1 + \frac{Pv1 \cdot d1}{Dc - d1} \\ &= 207.104 + \frac{207.104 \times 1.7125}{3.4250 - 1.7125} \\ &= 414.208 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

ここで、 $Pv1$: 増加前の鉛直荷重 207.104 (kN/m²)
 Dc : 図心径 3.4250 (m)
 $d1$: 開口部長さ 1.7125 (m)



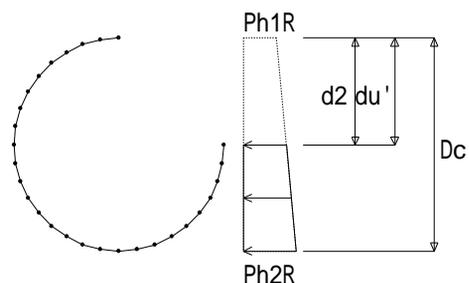
3) 水平荷重

水平荷重の総重量は同じと考え、作用長さが減った分荷重強度を増加させる。

a) 右側水平荷重 Ph_{1R} 、 Ph_{2R}

$$\begin{aligned} Ph_{1R} &= Ph1 + \frac{(Ph3 + Ph4) / 2 \cdot d2}{Dc - d2} \\ &= 166.483 + \frac{(166.483 + 188.403) / 2 \times 1.7125}{3.4250 - 1.7125} \\ &= 343.926 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ph_{2R} &= Ph2 + \frac{(Ph3 + Ph4) / 2 \cdot d2}{Dc - d2} \\ &= 210.323 + \frac{(166.483 + 188.403) / 2 \times 1.7125}{3.4250 - 1.7125} \\ &= 387.766 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$



ここで、
 $Ph1$: 増加前の上部水平荷重 166.483 (kN/m²)
 $Ph2$: 増加前の下部水平荷重 210.323 (kN/m²)
 Dc : 図心径 3.4250 (m)
 $d2$: 開口部長さ 1.7125 (m)
 $Ph3$: 増加前の開口上部位置での荷重強度

$$Ph3 = Ph1 = 166.483 \text{ (kN)}$$

$Ph4$: 増加前の開口下部位置での荷重強度

$$\begin{aligned} Ph4 &= Ph1 + (Ph2 - Ph1) \cdot \frac{du'}{Dc} \\ &= 166.483 + (210.323 - 166.483) \times \frac{1.7125}{3.4250} = 188.403 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

du' : 図心頂部より開口下部位置までの距離 1.7125 (m)

4) 下部反力 Pv2

下部反力Pv2は、鉛直荷重による反力及び自重による反力の総和とする。

$$\begin{aligned}
 Pv2 &= \frac{Pv1' \cdot (Dc - d1)}{Dc} + Pg \\
 &= \frac{414.208 \times (3.4250 - 1.7125)}{3.4250} + 7.665 = 214.769 \text{ (kN/m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

ここで、 Pv1' : 鉛直荷重 414.208 (kN/m²)

Pg : 自重による下部反力

$$Pg = \frac{Wg \cdot L1}{Dc} = \frac{3.253 \times 8.0700}{3.4250} = 7.665 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Wg : 円周単位m当り重量 3.253 (kN/m)

L1 : セグメント図心周長

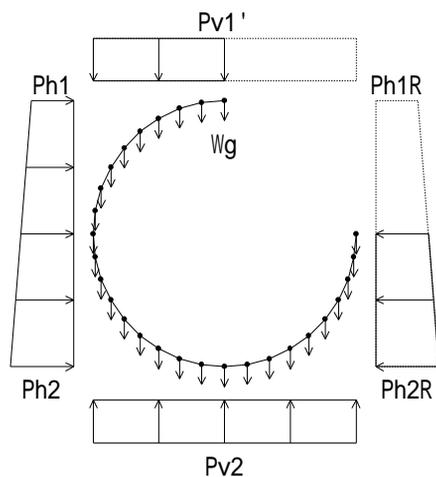
$$\begin{aligned}
 L1 &= \cdot Dc \cdot (1 - \quad / 360) \\
 &= \times 3.4250 \times (1 - 90.000 / 360) = 8.0700 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

: セグメント開口部角度 90.000 (°)

Dc : 図心径 3.4250 (m)

d1 : 鉛直荷重部における開口部長さ 1.7125 (m)

(2) 作用荷重分布図



鉛直荷重	$Pv1'$	kN/m^2	414.208
頂部水平荷重(右側)	Ph_{1R}	kN/m^2	343.926
底部水平荷重(右側)	Ph_{2R}	kN/m^2	387.766
頂部水平荷重(左側)	$Ph1$	kN/m^2	166.483
底部水平荷重(左側)	$Ph2$	kN/m^2	210.323
セグメントの円周単位当り重量	Wg	kN/m	3.253
下部反力荷重	$Pv2$	kN/m^2	214.769

(3) 節点荷重一覧表

前述の作用荷重を、節点荷重としてXY方向に整理する。

節点番号	Y方向荷重(kN/m)			X方向荷重(kN/m)		荷重合計(kN/m)	
	自重	鉛直荷重	下部反力	水平荷重	地盤反力	Y方向	X方向
1	-0.486	0.000	2.794	-54.538	0.000	2.308	-54.538
2	-0.972	0.000	11.090	-108.246	0.000	10.118	-108.246
3	-0.972	0.000	21.844	-104.311	0.000	20.871	-104.311
4	-0.972	0.000	31.933	-97.018	0.000	30.961	-97.018
5	-0.972	0.000	41.053	-86.525	0.000	40.080	-86.525
6	-0.972	0.000	48.924	-73.116	0.000	47.952	-73.116
7	-0.972	0.000	55.310	-57.197	0.000	54.338	-57.197
8	-0.972	0.000	60.015	-39.288	0.000	59.042	-39.288
9	-0.972	0.000	62.896	-19.998	0.000	61.924	-19.998
10	-0.972	0.000	63.866	-2.308	0.000	62.894	-2.308
11	-0.972	0.000	62.896	10.835	0.000	61.924	10.835
12	-0.972	0.000	60.015	21.241	0.000	59.042	21.241
13	-0.972	0.000	55.310	30.814	0.000	54.338	30.814
14	-0.972	0.000	48.924	39.198	0.000	47.952	39.198
15	-0.972	0.000	41.053	46.104	0.000	40.080	46.104
16	-0.972	0.000	31.933	51.321	0.000	30.961	51.321
17	-0.972	0.000	21.844	54.726	0.000	20.871	54.726
18	-0.972	0.000	11.090	56.281	0.000	10.118	56.281
19	-0.972	-5.388	2.794	56.026	0.000	-3.567	56.026
20	-0.972	-21.389	0.000	54.068	0.000	-22.361	54.068
21	-0.972	-42.128	0.000	50.568	0.000	-43.100	50.568
22	-0.972	-61.587	0.000	45.719	0.000	-62.559	45.719
23	-0.972	-79.175	0.000	39.733	0.000	-80.147	39.733
24	-0.972	-94.357	0.000	32.827	0.000	-95.329	32.827
25	-0.972	-106.672	0.000	25.212	0.000	-107.644	25.212
26	-0.972	-115.746	0.000	17.083	0.000	-116.718	17.083
27	-0.972	-121.303	0.000	8.623	0.000	-122.275	8.623
28	-0.486	-61.587	0.000	2.167	0.000	-62.073	2.167
(-)合計	-26.252	-709.331	0.000	-642.545	0.000	-715.774	-642.545
(+)合計	0.000	0.000	735.584	642.545	0.000	715.775	642.545
合計	-26.252	-709.331	735.584	0.000	0.000	0.001	0.000

以上の荷重をフレームモデルに載荷し、計算を行う。

2-5 支点反力

フレーム解析による拘束点及びバネ支持点のX方向、Y方向反力を以下の表に示す。

尚、符号は反力の作用方向を示し、X方向反力は右方向を正、Y方向反力は上方向を正とし、法線方向反力は外向を正、接線方向反力は時計回りを正とする。

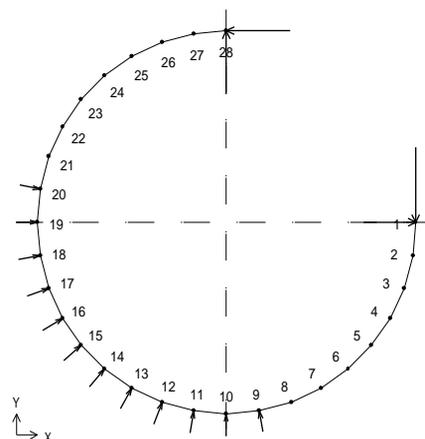


図2.5.1 支点反力図

節点番号	角度 (°)	X座標(m)	Y座標(m)	支点反力(kN)			
				X方向 Rx	Y方向 Ry	法線方向 Rh	接線方向 Rs
28	0	0.000	1.713	-250.944	243.006	-	-
1	90	1.713	0.000	182.081	-310.455	-	-
2	100	1.686	-0.297	-	-	-	-
3	110	1.609	-0.586	-	-	-	-
4	120	1.483	-0.856	-	-	-	-
5	130	1.312	-1.101	-	-	-	-
6	140	1.101	-1.312	-	-	-	-
7	150	0.856	-1.483	-	-	-	-
8	160	0.586	-1.609	-	-	-	-
9	170	0.297	-1.686	-	-	-0.445	-
10	180	0.000	-1.713	-	-	-4.346	-
11	190	-0.297	-1.686	-	-	-7.984	-
12	200	-0.586	-1.609	-	-	-11.050	-
13	210	-0.856	-1.483	-	-	-13.301	-
14	220	-1.101	-1.312	-	-	-14.563	-
15	230	-1.312	-1.101	-	-	-14.725	-
16	240	-1.483	-0.856	-	-	-13.746	-
17	250	-1.609	-0.586	-	-	-11.660	-
18	260	-1.686	-0.297	-	-	-8.587	-
19	270	-1.713	0.000	-	-	-4.739	-
20	280	-1.686	0.297	-	-	-0.434	-
21	290	-1.609	0.586	-	-	-	-
22	300	-1.483	0.856	-	-	-	-
23	310	-1.312	1.101	-	-	-	-
24	320	-1.101	1.312	-	-	-	-
25	330	-0.856	1.483	-	-	-	-
26	340	-0.586	1.609	-	-	-	-
27	350	-0.297	1.686	-	-	-	-
合計				-68.863	-67.449	-105.579	0.000

2-6 節点変位

フレーム解析による各節点の変位を以下の表に示す。

変位方向は、セグメント内側方向に変位する節点を「内側」、セグメント外側方向に変位する節点を「外側」と表示する。

ここで、セグメント外側に変位している節点にのみ節点バネが設定されているかを確認する。

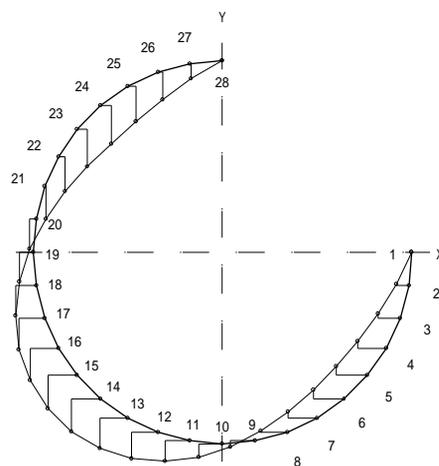


図2.6.1 変位図

節点番号	角度(°)	X方向変位(m)	Y方向変位(m)	回轉變位(m)	変位方向	節点バネ有無
28	0	0.000000	0.000000	0.019354	-	-
1	90	0.000000	0.000000	-0.015717	-	-
2	100	-0.004545	0.000419	-0.014440	内側	-
3	110	-0.008259	0.001435	-0.011092	内側	-
4	120	-0.010661	0.002578	-0.006617	内側	-
5	130	-0.011684	0.003322	-0.001875	内側	-
6	140	-0.011595	0.003267	0.002435	内側	-
7	150	-0.010850	0.002250	0.005828	内側	-
8	160	-0.009935	0.000357	0.008052	内側	-
9	170	-0.009235	-0.002132	0.009077	外側	有
10	180	-0.008965	-0.004847	0.009043	外側	有
11	190	-0.009157	-0.007427	0.008165	外側	有
12	200	-0.009699	-0.009584	0.006642	外側	有
13	210	-0.010384	-0.011134	0.004644	外側	有
14	220	-0.010954	-0.012010	0.002310	外側	有
15	230	-0.011152	-0.012257	-0.000226	外側	有
16	240	-0.010759	-0.012025	-0.002825	外側	有
17	250	-0.009638	-0.011541	-0.005319	外側	有
18	260	-0.007771	-0.011077	-0.007495	外側	有
19	270	-0.005285	-0.010894	-0.009080	外側	有
20	280	-0.002462	-0.011175	-0.009745	外側	有
21	290	0.000286	-0.011944	-0.009132	内側	-
22	300	0.002490	-0.013004	-0.006976	内側	-
23	310	0.003755	-0.013921	-0.003231	内側	-
24	320	0.003905	-0.014102	0.001849	内側	-
25	330	0.003080	-0.012955	0.007676	内側	-
26	340	0.001732	-0.010103	0.013343	内側	-
27	350	0.000506	-0.005588	0.017679	内側	-

2-7 単位m当り断面力

(1) 各部材の断面力一覧表(単位m当り)

フレーム解析による各部材に発生する単位m当り断面力(曲げモーメント、軸力、せん断力)を以下表に示す。

尚、図2.7.1に各断面力の正方向を示す。

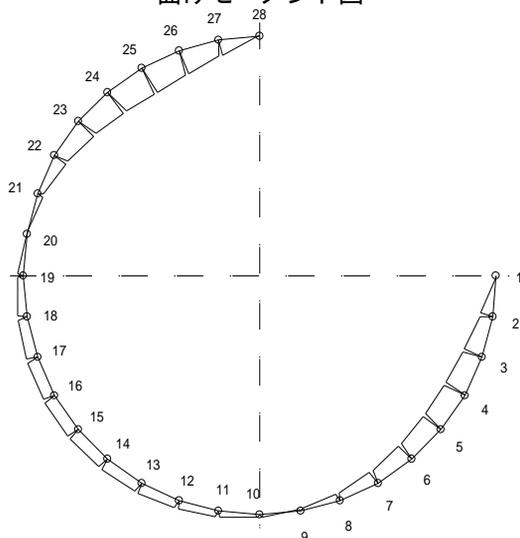


図2.7.1 断面力の正方向

部材番号	節点番号		角度(°)		曲げモーメント(kN・m/m)		軸力(kN/m)		せん断力(kN/m)	
	i点	j点	i点	j点	i点	j点	i点	j点	i点	j点
1	1	2	90	100	0.000	45.945	295.859	295.859	153.915	153.915
2	2	3	100	110	45.945	74.535	282.880	282.880	95.776	95.776
3	3	4	110	120	74.535	86.500	287.119	287.119	40.084	40.084
4	4	5	120	130	86.500	84.142	306.082	306.082	-7.898	-7.898
5	5	6	130	140	84.142	70.963	335.645	335.645	-44.152	-44.152
6	6	7	140	150	70.963	51.138	370.601	370.601	-66.414	-66.414
7	7	8	150	160	51.138	28.907	405.378	405.378	-74.470	-74.470
8	8	9	160	170	28.907	7.969	434.819	434.819	-70.145	-70.145
9	9	10	170	180	7.969	-9.180	454.957	454.957	-57.448	-57.448
10	10	11	180	190	-9.180	-22.421	466.181	466.181	-44.357	-44.357
11	11	12	190	200	-22.421	-32.362	473.058	473.058	-33.303	-33.303
12	12	13	200	210	-32.362	-39.570	478.319	478.319	-24.146	-24.146
13	13	14	210	220	-39.570	-44.393	482.330	482.330	-16.156	-16.156
14	14	15	220	230	-44.393	-46.867	485.267	485.267	-8.287	-8.287
15	15	16	230	240	-46.867	-46.664	487.005	487.005	0.681	0.681
16	16	17	240	250	-46.664	-43.097	487.057	487.057	11.948	11.948
17	17	18	250	260	-43.097	-35.198	484.595	484.595	26.464	26.464
18	18	19	260	270	-35.198	-21.852	478.561	478.561	44.708	44.708
19	19	20	270	280	-21.852	-2.065	465.270	465.270	66.286	66.286
20	20	21	280	290	-2.065	24.092	439.123	439.123	87.626	87.626
21	21	22	290	300	24.092	53.496	399.545	399.545	98.503	98.503
22	22	23	300	310	53.496	81.274	351.347	351.347	93.053	93.053
23	23	24	310	320	81.274	101.537	301.274	301.274	67.883	67.883
24	24	25	320	330	101.537	108.179	257.121	257.121	22.249	22.249
25	25	26	330	340	108.179	95.745	226.709	226.709	-41.654	-41.654
26	26	27	340	350	95.745	60.277	216.790	216.790	-118.816	-118.816
27	27	28	350	0	60.277	0.000	232.061	232.061	-201.927	-201.927

(2) 断面力図

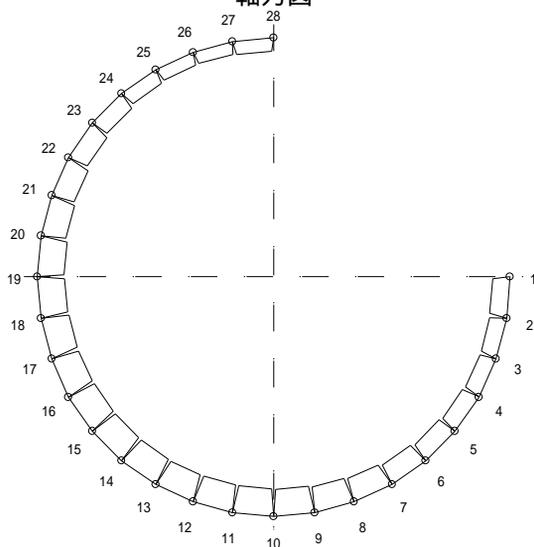
曲げモーメント図



最大曲げモーメント

部材番号	節点番号	角度(°)	曲げモーメント (kN·m/m)
25	25	330	108.179
14	15	230	-46.867

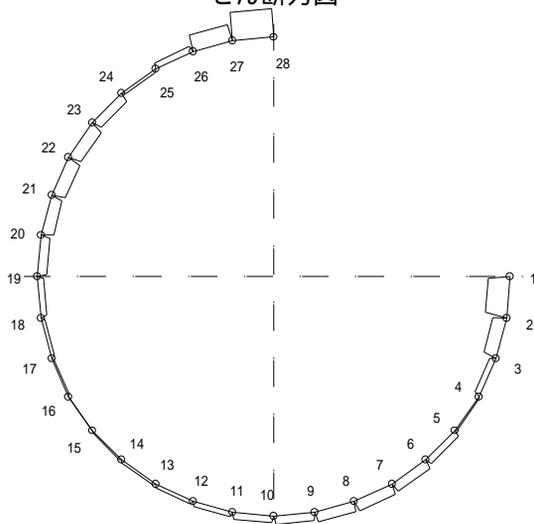
軸力図



最大曲げモーメント位置軸力

部材番号	節点番号	角度(°)	軸力 (kN/m)
25	25	330	226.709
14	15	230	485.267

せん断力図



最大せん断力

部材番号	節点番号	角度(°)	せん断力 (kN/m)
27	27	350	-201.927

2-8 1 リング当り断面力

$$M = M_0 \cdot B \cdot (1 + \quad)$$

$$Q = Q_0 \cdot B$$

$$N = N_0 \cdot B$$

M_0 : m当り曲げモーメント (kN・m/m)

Q_0 : m当りせん断力 (kN/m)

N_0 : m当り軸力 (kN/m)

: 曲げモーメント割増率 0 (%)

B : セグメント幅 1.000 (m)

部材 番号	節点番号		角度(°)		曲げモーメント(kN・m)		軸力(kN)		せん断力(kN)	
	i点	j点	i点	j点	i点	j点	i点	j点	i点	j点
1	1	2	90	100	0.000	45.945	295.859	295.859	153.915	153.915
2	2	3	100	110	45.945	74.535	282.880	282.880	95.776	95.776
3	3	4	110	120	74.535	86.500	287.119	287.119	40.084	40.084
4	4	5	120	130	86.500	84.142	306.082	306.082	-7.898	-7.898
5	5	6	130	140	84.142	70.963	335.645	335.645	-44.152	-44.152
6	6	7	140	150	70.963	51.138	370.601	370.601	-66.414	-66.414
7	7	8	150	160	51.138	28.907	405.378	405.378	-74.470	-74.470
8	8	9	160	170	28.907	7.969	434.819	434.819	-70.145	-70.145
9	9	10	170	180	7.969	-9.180	454.957	454.957	-57.448	-57.448
10	10	11	180	190	-9.180	-22.421	466.181	466.181	-44.357	-44.357
11	11	12	190	200	-22.421	-32.362	473.058	473.058	-33.303	-33.303
12	12	13	200	210	-32.362	-39.570	478.319	478.319	-24.146	-24.146
13	13	14	210	220	-39.570	-44.393	482.330	482.330	-16.156	-16.156
14	14	15	220	230	-44.393	-46.867	485.267	485.267	-8.287	-8.287
15	15	16	230	240	-46.867	-46.664	487.005	487.005	0.681	0.681
16	16	17	240	250	-46.664	-43.097	487.057	487.057	11.948	11.948
17	17	18	250	260	-43.097	-35.198	484.595	484.595	26.464	26.464
18	18	19	260	270	-35.198	-21.852	478.561	478.561	44.708	44.708
19	19	20	270	280	-21.852	-2.065	465.270	465.270	66.286	66.286
20	20	21	280	290	-2.065	24.092	439.123	439.123	87.626	87.626
21	21	22	290	300	24.092	53.496	399.545	399.545	98.503	98.503
22	22	23	300	310	53.496	81.274	351.347	351.347	93.053	93.053
23	23	24	310	320	81.274	101.537	301.274	301.274	67.883	67.883
24	24	25	320	330	101.537	108.179	257.121	257.121	22.249	22.249
25	25	26	330	340	108.179	95.745	226.709	226.709	-41.654	-41.654
26	26	27	340	350	95.745	60.277	216.790	216.790	-118.816	-118.816
27	27	28	350	0	60.277	0.000	232.061	232.061	-201.927	-201.927

2-9 補強部材ピッチ当り断面力

$$M = M_0 \cdot L_3 \cdot (1 + \quad)$$

$$Q = Q_0 \cdot L_3$$

$$N = N_0 \cdot L_3$$

M_0 : m当り曲げモーメント (kN・m/m)

Q_0 : m当りせん断力 (kN/m)

N_0 : m当り軸力 (kN/m)

: 曲げモーメント割増率 0 (%)

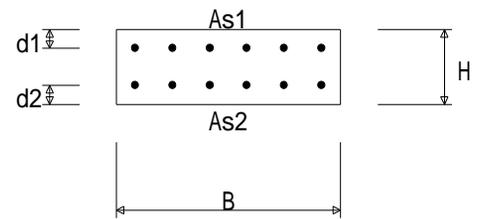
L_3 : 補強部材ピッチ 1.000 (m)

部材 番号	節点番号		角度(°)		曲げモーメント(kN・m)		軸力(kN)		せん断力(kN)	
	i点	j点	i点	j点	i点	j点	i点	j点	i点	j点
1	1	2	90	100	0.000	45.945	295.859	295.859	153.915	153.915
2	2	3	100	110	45.945	74.535	282.880	282.880	95.776	95.776
3	3	4	110	120	74.535	86.500	287.119	287.119	40.084	40.084
4	4	5	120	130	86.500	84.142	306.082	306.082	-7.898	-7.898
5	5	6	130	140	84.142	70.963	335.645	335.645	-44.152	-44.152
6	6	7	140	150	70.963	51.138	370.601	370.601	-66.414	-66.414
7	7	8	150	160	51.138	28.907	405.378	405.378	-74.470	-74.470
8	8	9	160	170	28.907	7.969	434.819	434.819	-70.145	-70.145
9	9	10	170	180	7.969	-9.180	454.957	454.957	-57.448	-57.448
10	10	11	180	190	-9.180	-22.421	466.181	466.181	-44.357	-44.357
11	11	12	190	200	-22.421	-32.362	473.058	473.058	-33.303	-33.303
12	12	13	200	210	-32.362	-39.570	478.319	478.319	-24.146	-24.146
13	13	14	210	220	-39.570	-44.393	482.330	482.330	-16.156	-16.156
14	14	15	220	230	-44.393	-46.867	485.267	485.267	-8.287	-8.287
15	15	16	230	240	-46.867	-46.664	487.005	487.005	0.681	0.681
16	16	17	240	250	-46.664	-43.097	487.057	487.057	11.948	11.948
17	17	18	250	260	-43.097	-35.198	484.595	484.595	26.464	26.464
18	18	19	260	270	-35.198	-21.852	478.561	478.561	44.708	44.708
19	19	20	270	280	-21.852	-2.065	465.270	465.270	66.286	66.286
20	20	21	280	290	-2.065	24.092	439.123	439.123	87.626	87.626
21	21	22	290	300	24.092	53.496	399.545	399.545	98.503	98.503
22	22	23	300	310	53.496	81.274	351.347	351.347	93.053	93.053
23	23	24	310	320	81.274	101.537	301.274	301.274	67.883	67.883
24	24	25	320	330	101.537	108.179	257.121	257.121	22.249	22.249
25	25	26	330	340	108.179	95.745	226.709	226.709	-41.654	-41.654
26	26	27	340	350	95.745	60.277	216.790	216.790	-118.816	-118.816
27	27	28	350	0	60.277	0.000	232.061	232.061	-201.927	-201.927

3. セグメントの応力度照査

3-1 セグメント断面諸元

項目	記号	単位	数値	備考
セグメント幅	B	m	1.000	
セグメント厚	H	m	0.125	
外側鉄筋量	As1	cm ²	6.977	
外側鉄筋被り	d1	m	0.035	
内側鉄筋量	As2	cm ²	6.977	
内側鉄筋被り	d2	m	0.035	



3-2 応力度算定方式

(1) 応力度状態の判定

コンクリート断面の照査は、断面に生じる応力状態が全断面圧縮、あるいは曲げ圧縮力と曲げ引張力が作用する場合によって異なり、これを偏心軸方向力が心内に作用するか、心外に作用するかの条件で判定する。

応力状態判定式

偏心軸圧縮力を受ける場合

$k1 \geq e$ 全断面圧縮状態

$k1 < e$ 曲げ圧縮応力と曲げ引張応力が生じる状態

$k1$ は心距離で以下式により求められる

$$k1 = I_i / (A_i \cdot Y2) \quad \text{偏心軸圧縮力を受ける場合の心距離}$$

ここで、

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

$$Y1 = \{ B \cdot H^2 / 2 + n \cdot (A_s \cdot d + A_s' \cdot d') \} / \{ B \cdot H + n \cdot (A_s + A_s') \}$$

$$Y2 = H - Y1$$

$$C1 = Y1 - d'$$

$$C2 = d - Y1$$

$$I_i = B / 3 \cdot (Y1^3 + Y2^3) + n \cdot \{ A_s \cdot (d - Y1)^2 + A_s' \cdot (Y1 - d')^2 \}$$

$$e = M / N$$

ただし、

B : セグメント幅(m)

H : セグメント厚(m)

As' : 圧縮側鉄筋量(m²)

As : 引張側鉄筋量(m²)

d' : 圧縮側鉄筋有効高(m)

d : 引張側鉄筋有効高(m)

n : ヤング係数比

Y1 : 圧縮縁から図心軸までの距離(m)

Y2 : 引張縁から図心軸までの距離(m)

C1 : 圧縮側鉄筋から図心軸までの距離(m)

C2 : 引張側鉄筋から図心軸までの距離(m)

Ai : 換算等値断面積(m²)

Ii : 換算等値断面の断面二次モーメント(m⁴)

e : 偏心量(m)

M : 曲げモーメント(kN・m/Ring)

N : 軸力(kN/Ring)

(2) コンクリートの圧縮応力度及び鉄筋応力度算定式

1) 全断面圧縮状態 ($k_1 = e$ の場合)

偏心軸圧縮力が心内に作用する場合は、以下式により応力度を算定する。

$$c = \frac{N}{A_i} + \frac{M}{I_i} \cdot Y_1$$

$$c' = \frac{N}{A_i} - \frac{M}{I_i} \cdot Y_2$$

$$s' = n \cdot \left\{ c - \left(c - c' \right) \cdot \frac{d'}{H} \right\}$$

$$s = n \cdot \left\{ c - \left(c - c' \right) \cdot \frac{d}{H} \right\}$$

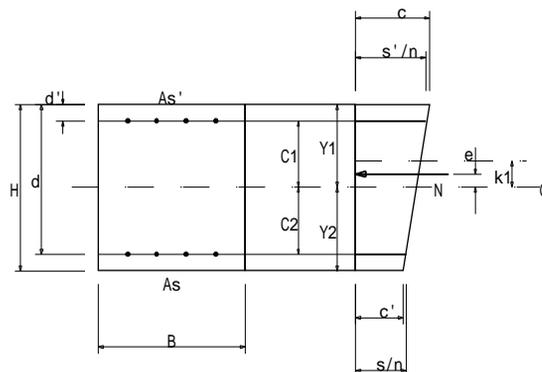
ここで、

c : コンクリートの最大圧縮応力度

c' : コンクリートの最小圧縮応力度

s' : 鉄筋の最大圧縮応力度

s : 鉄筋の最小圧縮応力度



2) 曲げ圧縮応力と曲げ引張応力が生じる場合 ($k_1 < e$ の場合)

偏心軸圧縮力が心外に作用する場合は、以下の3次方程式を満足する中立軸位置 x を求め、応力度を算定する。

$$x^3 - 3 \cdot (Y_1 - e) \cdot x^2 + \frac{6n}{B} \cdot \{ A_s \cdot (e + C_2) + A_s' \cdot (e - C_1) \} \cdot x$$

$$- \frac{6n}{B} \cdot \{ A_s \cdot (C_2 + Y_1) \cdot (e + C_2) + A_s' \cdot (Y_1 - C_1) \cdot (e - C_1) \} = 0$$

$$c = \frac{M}{B \cdot x/2 \cdot (Y_1 - x/3) + n \cdot A_s' / x \cdot C_1 \cdot (x - d') + n \cdot A_s / x \cdot C_2 \cdot (d - x)}$$

$$s' = \frac{n \cdot c}{x} \cdot (x - d')$$

$$s = \frac{n \cdot c}{x} \cdot (d - x)$$

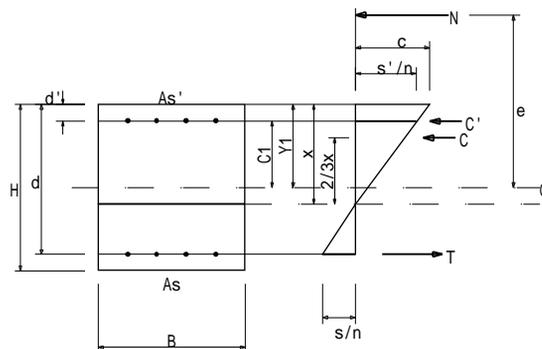
ここで、

x : 中立軸位置

c : コンクリートの圧縮応力度

s' : 鉄筋の圧縮応力度

s : 鉄筋の引張応力度



(3) せん断応力度算定式

コンクリート断面に生じるせん断応力度は、最大せん断応力度とし以下式により算定する。

$$c = \frac{Q}{B \cdot Z}$$

ここで、

- c : 最大せん断応力度
- Q : 1リング当りせん断力
- Z : 圧縮合力作用点から引張鉄筋までの距離で $d/1.15$ とする。

3-3 応力度一覧表(最大位置)

照査位置			正曲げ最大位置		負曲げ最大位置		せん断最大位置	
部材番号			25		14		27	
節点番号			25		15		27	
断面力								
曲げモーメント	M	kN・m	108.179		-46.867		60.277	
軸力	N	kN	226.709		485.267		232.061	
せん断力	Q	kN	-41.654		-8.287		-201.927	
断面								
セグメント幅	B	m	1.000		1.000		1.000	
セグメント厚	H	m	0.125		0.125		0.125	
圧縮側鉄筋								
鉄筋径-本数			D -0 本		D -0 本		D -0 本	
鉄筋径-本数			D -0 本		D -0 本		D -0 本	
鉄筋量	As'	cm ²	6.977		6.977		6.977	
有効高	d'	m	0.035		0.035		0.035	
引張側鉄筋								
鉄筋径-本数			D -0 本		D -0 本		D -0 本	
鉄筋径-本数			D -0 本		D -0 本		D -0 本	
鉄筋量	As	cm ²	6.977		6.977		6.977	
有効高	d	m	0.090		0.090		0.090	
せん断補強鉄筋								
鉄筋径-本数			-		-		-	
区間sでの鉄筋量	Aw	cm ²	-		-		-	
区間	Ss	m	-		-		-	
部材軸となす角度	w	°	-		-		-	
応力度算定								
ヤング係数比	n		15		15		15	
換算等値断面積	Ai	m ²	0.146		0.146		0.146	
断面二次モーメント	Ii	m ⁴	0.000179		0.000179		0.000179	
圧縮縁～図心軸距離	Y1	m	0.0625		0.0625		0.0625	
引張縁～図心軸距離	Y2	m	0.0625		0.0625		0.0625	
圧縮鉄筋～図心軸距離	C1	m	0.0275		0.0275		0.0275	
引張鉄筋～図心軸距離	C2	m	0.0275		0.0275		0.0275	
偏心量 M/N (1)	e	m	0.4772		0.0966		0.2597	
核距離	k1	m	0.0196		0.0196		0.0196	
圧縮縁～中立軸距離	x	m	0.0362		0.0453		0.0378	
応力度状態			曲げ圧縮引張		曲げ圧縮引張		曲げ圧縮引張	
応力度								
コンクリート圧縮応力度	c	N/mm ²	80.144	×	32.928	×	44.257	×
コンクリートせん断応力度	c	N/mm ²	0.532		0.106		2.580	×
外側鉄筋応力度(2)	s1	N/mm ²	-38.481		486.717	×	-49.418	
内側鉄筋応力度(2)	s2	N/mm ²	1790.158	×	-112.565		916.122	×
せん断補強筋の応力度								
コンクリートの受持つせん断力	Qc	kN	-		-		-	
補強筋の受持つせん断力	Qs	kN	-		-		-	
せん断補強筋応力度	sw	N/mm ²	-		-		-	
許容応力度								
コンクリート許容圧縮応力度	ca	N/mm ²	16		16		16	
コンクリート許容せん断応力度	a	N/mm ²	0.71		0.71		0.71	
外側鉄筋許容応力度	sa1	N/mm ²	200		200		200	
内側鉄筋許容応力度	sa2	N/mm ²	200		200		200	
せん断補強筋許容応力度	saw	N/mm ²	-		-		-	

- 1 偏心量は圧縮縁方向を(+)引張縁方向を(-)とする。
- 2 鉄筋応力度は、引張応力度を(+)圧縮応力度を(-)とする。

3-4 応力度一覧表(全節点)

(応力度状態 1:全断面圧縮,2:曲げ圧縮引張,3:曲げのみ,4:全断面引張,5:曲げ圧縮引張)

部材 番号	節点 番号	曲げモーメント M (kN・m)	軸力 N (kN)	せん断力 Q (kN)	中立軸 x (m)	応力度 状態	c	c	s1	s2	sw	判定
							(N/mm ²)					
1	1	0.000	295.859	153.915	-	1	2.027	1.967	-30.411	-30.411	-	x
1	2	45.945	295.859	153.915	0.0405	2	33.215	1.967	-67.889	608.349	-	x
2	2	45.945	282.880	95.776	0.0402	2	33.275	1.224	-64.670	618.057	-	x
2	3	74.535	282.880	95.776	0.0378	2	54.742	1.224	-60.046	1135.936	-	x
3	3	74.535	287.119	40.084	0.0378	2	54.725	0.512	-61.151	1132.695	-	x
3	4	86.500	287.119	40.084	0.0373	2	63.691	0.512	-58.904	1349.829	-	x
4	4	86.500	306.082	-7.898	0.0375	2	63.617	0.101	-63.881	1335.287	-	x
4	5	84.142	306.082	-7.898	0.0376	2	61.850	0.101	-64.323	1292.496	-	x
5	5	84.142	335.645	-44.152	0.0380	2	61.732	0.564	-72.029	1269.891	-	x
5	6	70.963	335.645	-44.152	0.0387	2	51.845	0.564	-74.311	1030.968	-	x
6	6	70.963	370.601	-66.414	0.0392	2	51.694	0.849	-83.222	1004.495	-	x
6	7	51.138	370.601	-66.414	0.0414	2	36.770	0.849	-85.685	646.395	-	x
7	7	51.138	405.378	-74.470	0.0422	2	36.596	0.952	-94.064	620.749	-	x
7	8	28.907	405.378	-74.470	0.0508	2	19.675	0.952	-91.892	227.486	-	x
8	8	28.907	434.819	-70.145	0.0525	2	19.490	0.896	-97.632	208.363	-	x
8	9	7.969	434.819	-70.145	-	1	5.768	0.896	-63.101	-26.288	-	x
9	9	7.969	454.957	-57.448	-	1	5.906	0.734	-65.171	-28.358	-	x
9	10	-9.180	454.957	-57.448	0.1232	2	6.334	0.734	-25.576	-68.008	-	x
10	10	-9.180	466.181	-44.357	0.1246	2	6.407	0.567	-26.715	-69.123	-	
10	11	-22.421	466.181	-44.357	0.0641	2	14.326	0.567	87.009	-97.487	-	
11	11	-22.421	473.058	-33.303	0.0648	2	14.288	0.426	83.542	-98.488	-	
11	12	-32.362	473.058	-33.303	0.0518	2	21.906	0.426	242.114	-106.654	-	x
12	12	-32.362	478.319	-24.146	0.0521	2	21.873	0.309	238.712	-107.673	-	x
12	13	-39.570	478.319	-24.146	0.0478	2	27.402	0.309	362.981	-110.028	-	x
13	13	-39.570	482.330	-16.156	0.0479	2	27.378	0.206	360.225	-110.879	-	x
13	14	-44.393	482.330	-16.156	0.0460	2	31.061	0.206	444.998	-111.670	-	x
14	14	-44.393	485.267	-8.287	0.0461	2	31.044	0.106	442.933	-112.318	-	x
14	15	-46.867	485.267	-8.287	0.0453	2	32.928	0.106	486.717	-112.565	-	x
15	15	-46.867	487.005	0.681	0.0454	2	32.919	0.009	485.484	-112.955	-	x
15	16	-46.664	487.005	0.681	0.0454	2	32.764	0.009	481.885	-112.938	-	x
16	16	-46.664	487.057	11.948	0.0454	2	32.764	0.153	481.848	-112.949	-	x
16	17	-43.097	487.057	11.948	0.0466	2	30.045	0.153	418.825	-112.537	-	x
17	17	-43.097	484.595	26.464	0.0466	2	30.059	0.338	420.544	-112.000	-	x
17	18	-35.198	484.595	26.464	0.0504	2	24.014	0.338	282.940	-110.092	-	x
18	18	-35.198	478.561	44.708	0.0501	2	24.051	0.571	286.946	-108.877	-	x
18	19	-21.852	478.561	44.708	0.0666	2	13.833	0.571	72.860	-98.467	-	
19	19	-21.852	465.270	66.286	0.0652	2	13.903	0.847	79.324	-96.594	-	x
19	20	-2.065	465.270	66.286	-	1	3.911	0.847	-43.055	-52.594	-	x
20	20	-2.065	439.123	87.626	-	1	3.732	1.120	-40.367	-49.906	-	x
20	21	24.092	439.123	87.626	0.0586	2	15.760	1.120	-95.088	126.970	-	x
21	21	24.092	399.545	98.503	0.0553	2	16.008	1.259	-88.250	150.411	-	x
21	22	53.496	399.545	98.503	0.0417	2	38.407	1.259	-92.508	667.434	-	x
22	22	53.496	351.347	93.053	0.0407	2	38.641	1.189	-80.742	703.208	-	x
22	23	81.274	351.347	93.053	0.0383	2	59.517	1.189	-76.604	1205.909	-	x
23	23	81.274	301.274	67.883	0.0377	2	59.720	0.867	-63.601	1244.135	-	x
23	24	101.537	301.274	67.883	0.0370	2	74.900	0.867	-59.710	1611.959	-	x
24	24	101.537	257.121	22.249	0.0366	2	75.064	0.284	-47.981	1645.983	-	x
24	25	108.179	257.121	22.249	0.0364	2	80.035	0.284	-46.630	1766.642	-	x
25	25	108.179	226.709	-41.654	0.0362	2	80.144	0.532	-38.481	1790.158	-	x
25	26	95.745	226.709	-41.654	0.0364	2	70.839	0.532	-41.041	1564.249	-	x
26	26	95.745	216.790	-118.816	0.0363	2	70.875	1.518	-38.386	1571.915	-	x
26	27	60.277	216.790	-118.816	0.0376	2	44.318	1.518	-45.431	927.806	-	x
27	27	60.277	232.061	-201.927	0.0378	2	44.257	2.580	-49.418	916.122	-	x
27	28	0.000	232.061	-201.927	-	1	1.590	2.580	-23.853	-23.853	-	x

4. 補強部材の応力度照査

セグメント開口部の補強は、H鋼材によるものとし、以下の3部材毎に応力度照査を行う。

- 梁部材・・・・・・・・・・軸方向に配置する部材でリング方向に発生する軸力を受ける。
- 柱部材・・・・・・・・・・梁部材を開口部両端で受ける部材。
- 欠損リング部材・・・・リング方向に発生する軸力を梁部材に伝達させる部材。

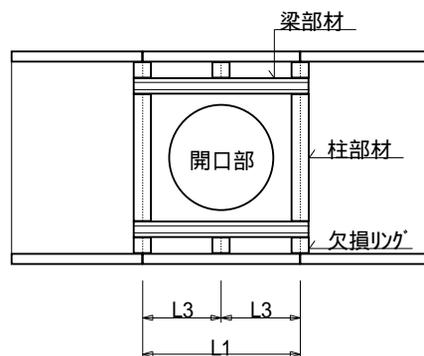


図4.1 補強部材

4-1 梁部材の応力度算定

(1) 梁部材の諸元

H鋼材(強軸断面)	H-150 × 150 × 7 × 10
フランジ幅	B : 150 (mm)
フランジ厚	T2 : 10 (mm)
ウェブ幅	A : 150 (mm)
ウェブ厚	T1 : 7 (mm)
単位重量	W1 : 0.311 (kN/m)
断面積	A1 : 39.650 (cm ²)
断面二次モーメント	I1 : 1620 (cm ⁴)
断面係数	Z1 : 216.0 (cm ³)

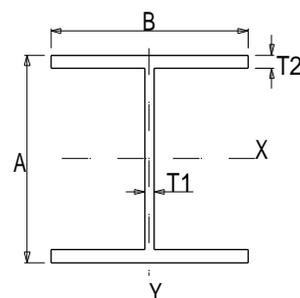


図4.1.1 梁部材断面

(2) 梁部材の設計

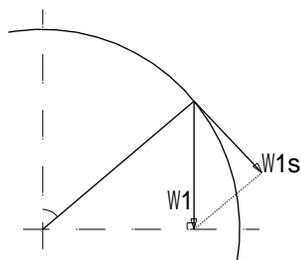
梁部材は、リング方向に発生する軸力を受ける部材と考え、フレーム解析で得られた開口部節点の支点反力の合力 R_{max} 及び、自重 $W1s$ を一様に受ける直梁として算定する。

開口部支点反力が最大となる節点番号[1] の反力を合成すると、

$$R_{max} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{182.081^2 + (-310.455)^2} = 359.911 \text{ (kN/m)}$$

ここに、	R_x : 節点番号[1] のX方向反力	182.081 (kN/m)
	R_y : 節点番号[1] のY方向反力	-310.455 (kN/m)

梁部材自重の接線方向成分 $W1s$ は、



$$\begin{aligned} W1s &= W1 \cdot |\sin \theta| \\ &= 0.311 \times |\sin(90.000^\circ)| \\ &= 0.311 \text{ (kN/m)} \end{aligned}$$

図4.1.2 自重の接線方向成分

よって梁部材に作用される等分布荷重 W は以下の様になる。

$$W = R_{max} + W1s = 359.911 + 0.311 = 360.222 \text{ (kN/m)}$$

梁部材に発生する最大曲げモーメント M_{max} 及び最大せん断力 Q_{max} は、等分布荷重 W が作用する両端固定梁として算定する。

$$M_{max} = \frac{W \cdot L^2}{12} = \frac{360.222 \times 1.000^2}{12} = 30.018 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$Q_{max} = \frac{W \cdot L}{2} = \frac{360.222 \times 1.000}{2} = 180.111 \text{ (kN)}$$

$$R_A = R_B = 180.111 \text{ (kN)}$$

ここに、 $L1$: スパン長 1.000 (m)

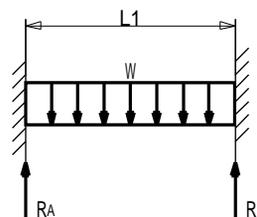


図4.1.3 両端固定梁モデル

よって、梁部材の応力度は以下の様になる。

$$s1 = \frac{M_{max}}{Z1} = \frac{30.018 \times 10^6}{216.0 \times 10^3} = 138.975 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$s1 = \frac{Q_{max}}{A1} = \frac{180.111 \times 10^3}{39.650 \times 10^2} = 45.425 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

4-2 柱部材の応力度算定

(1) 柱部材の諸元

H鋼材	H-150 × 150 × 7 × 10
フランジ幅	B : 150 (mm)
フランジ厚	T2 : 10 (mm)
ウェブ幅	A : 150 (mm)
ウェブ厚	T1 : 7 (mm)
断面積	A2 : 39.650 (cm ²)

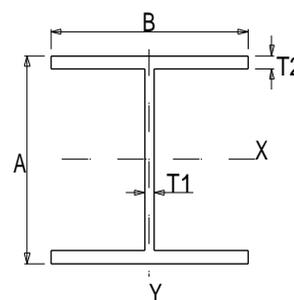


図4.2.1 柱部材断面

(2) 柱部材の設計

柱部材は、梁部材の反力 R_A 、 R_B を受け持つ部材と考え、軸圧縮力のみを考慮する。

$$N = R_A = R_B = 180.111 \text{ (kN)}$$

$$s_2 = \frac{N}{A_2} = \frac{180.111 \times 10^3}{39.650 \times 10^2} = 45.425 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

4-3 欠損リングの応力度算定

(1) 欠損リングの諸元

H鋼材	H-150 × 150 × 7 × 10
フランジ幅	B : 150 (mm)
フランジ厚	T2 : 10 (mm)
ウェブ幅	A : 150 (mm)
ウェブ厚	T1 : 7 (mm)
断面積	A3 : 39.650 (cm ²)
欠損リングピッチ	L3 : 1.000 (m)

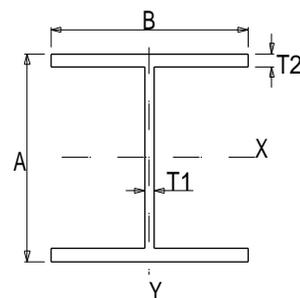


図4.3.1 欠損リング断面

(2) 欠損リングの設計

欠損リングは、リング方向軸力を受け持つ部材と考え、フレーム解析で得られた欠損リングピッチ当り最大軸力を考慮する。

$$\text{欠損リングピッチ当り最大軸力 } N_{\max} = 487.057 \text{ (kN)}$$

$$s_3 = \frac{N_{\max}}{A_3} = \frac{487.057 \times 10^3}{39.650 \times 10^2} = 122.839 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

4-4 補強部材応力度一覧表

項目	単位	許容値	応力度	判定	
梁部材曲げ応力度	s_1	N/mm ²	140	138.975	
梁部材せん断応力度	s_1	N/mm ²	80	45.425	
柱部材圧縮応力度	s_2	N/mm ²	140	45.425	
欠損リング圧縮応力度	s_3	N/mm ²	140	122.839	