

例題5

5-1 検討計算

2次元多点入力の解析例題である。

検討計算は表5. 1. 1に示すとおりとした。

表5. 1. 1 検討計算

検討計算	検討内容
動的解析	・多点入力解析(動的非線形解析タイプII)

5-2 解析モデル

本例題は、図5. 2. 1に示す2次元建屋—基礎モデルに多点入力解析を行った場合の例を示す。部材のモデル化としては、建屋・杭を骨組みでモデル化し、地盤はばねでモデル化した。各部材の非線形特性としては杭は武田型モデル、地盤ばねは R-O モデルを設定した。なお、構造物は線形とした。

骨組みモデルの節点・要素番号を図5. 2. 2に示す。

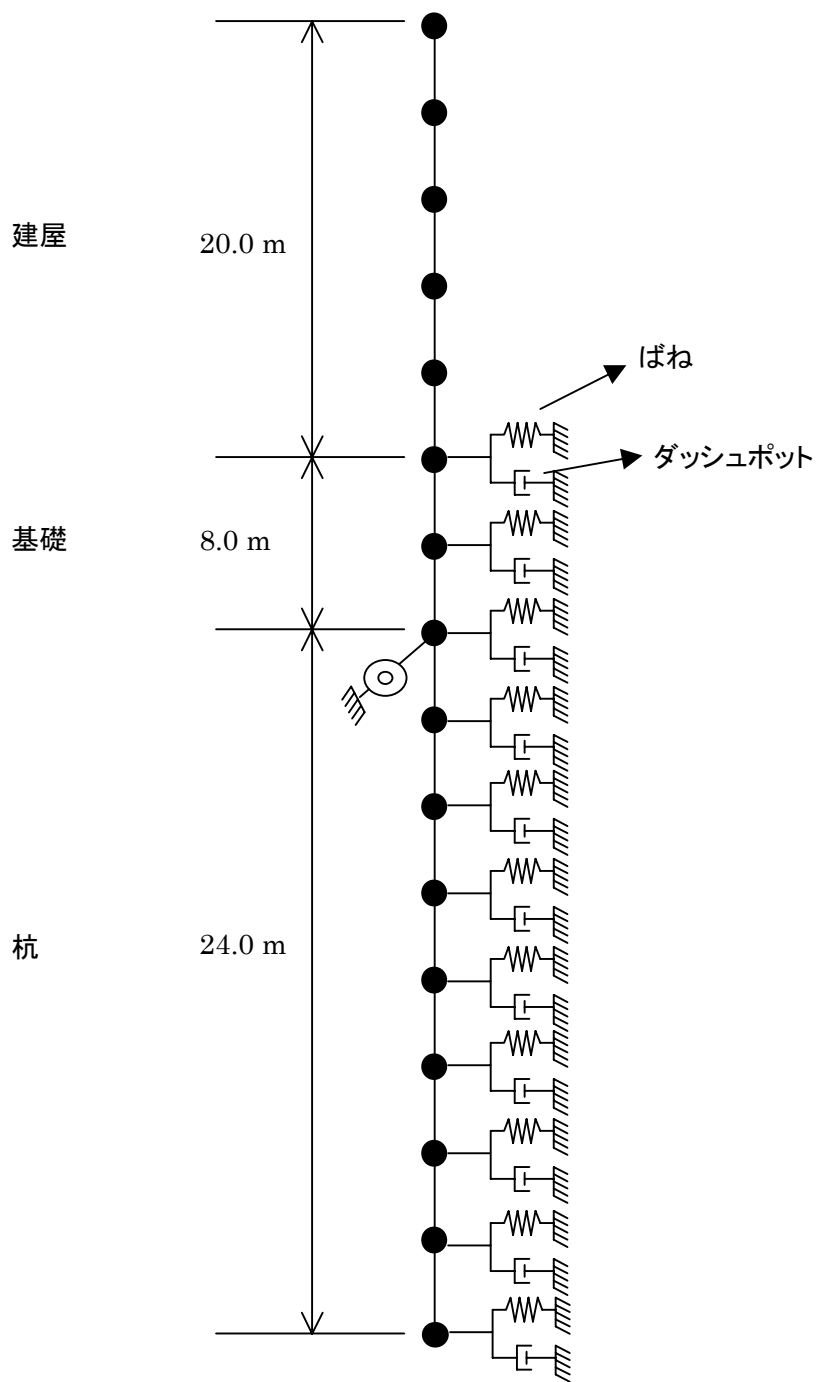


図5. 2. 1 骨組みモデル図

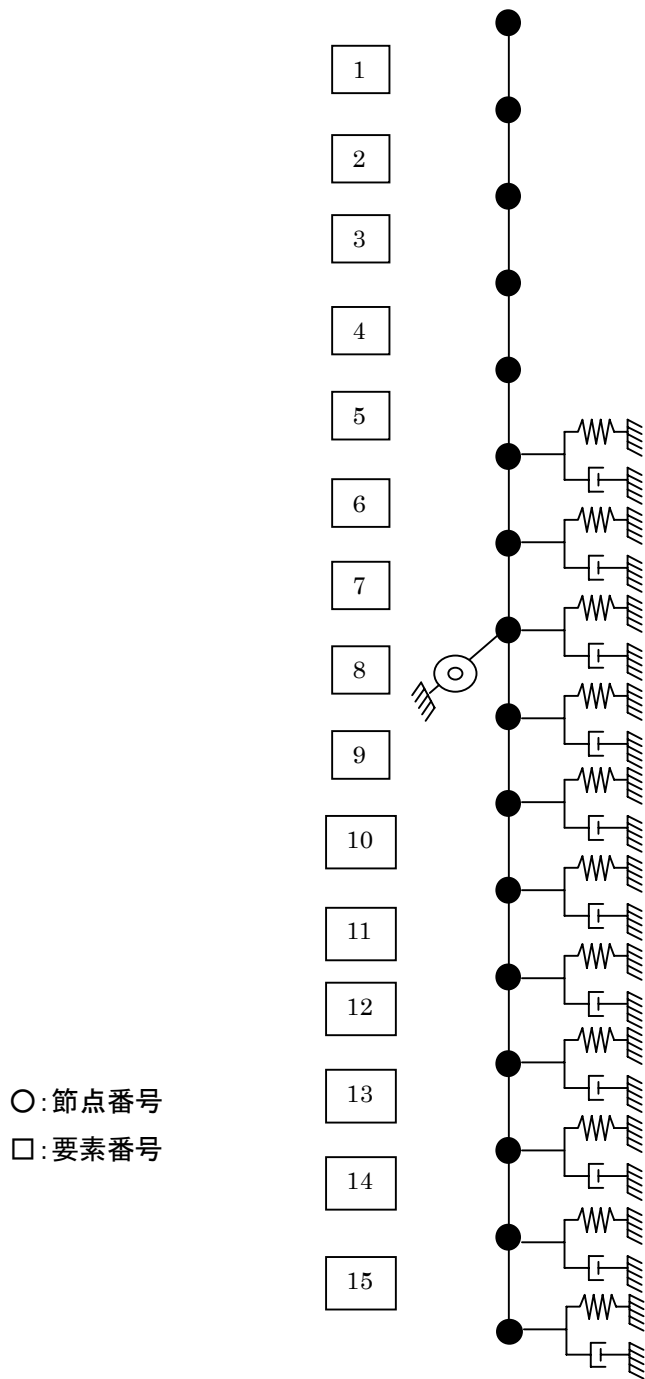


图5. 2. 2 節点·要素番号

5-3 解析諸元

建屋 : 線形部材でモデル化した。(表5. 3. 5参照)

基礎 : 線形部材でモデル化した。(表5. 3. 5参照)

杭 : 非線形部材でモデル化(武田モデル:表5. 3. 5,表5. 3. 6参照)した。

非線形特性としては図5. 3. 1に示すように剛性劣化型トリリニア(武田型)とした。

地盤 : 非線形ばねでモデル化(R-O モデル:表5. 3. 2参照)

材料減衰:表5. 3. 3に示す。

使用材料:表5. 3. 1に示す。

表5. 3. 4に各節点の座標値および重量を示す。

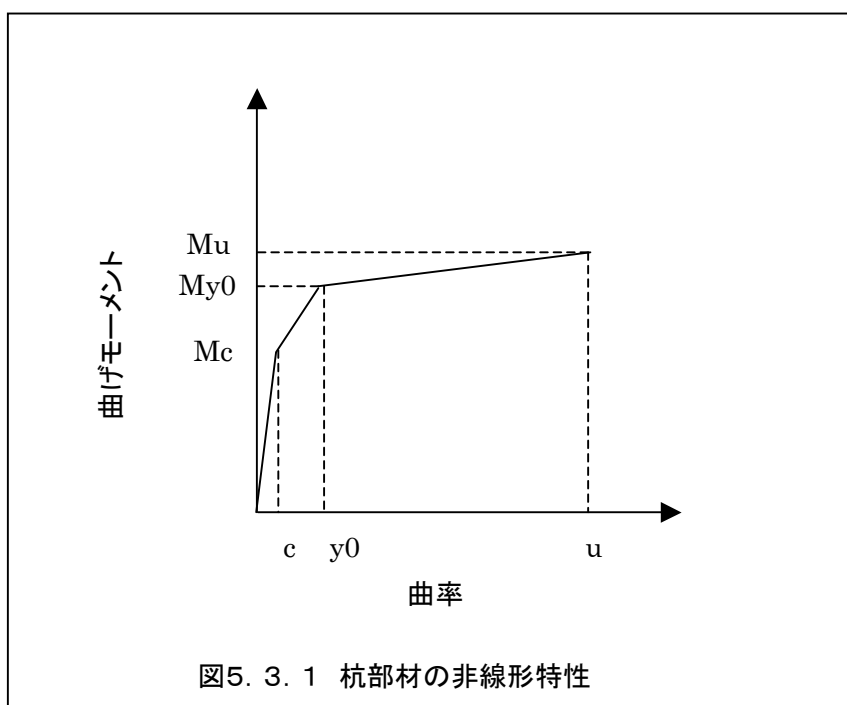


表5.3.1 使用材料

場所	ヤング率
	(kN/m ²)
建屋	2.500E+07
基礎	2.500E+07
杭	2.500E+07

表5.3.2 地盤ばねおよびダッシュポット物性

節点番号	初期剛性	減衰値	R-Oモデルパラメータ		
			α	β	Py
	(kN/m)	(kN・s/m)			
6	5.00000E+05	3.00000E+05	3.41834E-05	9.16129E-01	1.00
7	2.00000E+06	5.00000E+05	3.21307E-05	7.88402E-01	1.00
8	5.00000E+05	3.00000E+05	3.41834E-05	9.16129E-01	1.00
9	3.00000E+06	2.00000E+05	8.02094E-06	9.84483E-01	1.00
10	2.00000E+06	3.00000E+05	1.81148E-05	9.16129E-01	1.00
11	2.00000E+06	3.00000E+05	1.81148E-05	9.16129E-01	1.00
12	2.00000E+06	3.00000E+05	1.81148E-05	9.16129E-01	1.00
13	3.00000E+06	2.00000E+05	8.02094E-06	9.84483E-01	1.00
14	3.00000E+06	2.00000E+05	8.02094E-06	9.84483E-01	1.00
15	8.00000E+06	5.00000E+05	3.90849E-06	9.16129E-01	1.00
16	1.00000E+07	1.00000E+06	1.07710E-05	7.88402E-01	1.00
8 ^(*)	6.00000E+10	4.00000E+08			

(*1)このばねの成分は回転成分。

表5.3.3 材料減衰

場所	減衰値
	(%)
建屋	5.00
基礎	5.00
杭	2.00
地盤	1.00

表5. 3. 4 節点座標および重量

節点番号	高さ	重量	回転慣性重量	備考
No.	H (m)	W (kN)	(kNm ²)	
1	28.00	2.000E+04	6.000E+05	建屋
2	24.00	4.000E+04	1.000E+06	
3	20.00	8.000E+04	1.000E+06	
4	16.00	1.800E+05	8.000E+06	
5	12.00	1.600E+05	8.000E+06	
6	8.00	1.600E+05	8.000E+06	基礎
7	4.00	2.000E+05	2.000E+07	
8	0.00	1.600E+05	8.000E+06	杭
9	-3.00	1.000E+04	2.000E+03	
10	-6.00	1.000E+04	2.000E+03	
11	-9.00	1.000E+04	2.000E+03	
12	-12.00	1.000E+04	2.000E+03	
13	-15.00	1.000E+04	2.000E+03	
14	-18.00	1.000E+04	2.000E+03	
15	-21.00	1.000E+04	2.000E+03	
16	-24.00	1.000E+04	2.000E+03	

表5. 3. 5 建屋・杭物性値

要素番号	部材端節点番号		断面積	断面二次モーメント	せん断断面積	備考
No.	I端	J端	A (m ²)	I (m ⁴)	Ay (m ²)	
1	1	2		13000.00	40.00	建屋
2	2	3		50000.00	80.00	
3	3	4		70000.00	100.00	
4	4	5		70000.00	100.00	
5	5	6		10000.00	120.00	
6	6	7		500000.00	3000.00	基礎
7	7	8		500000.00	3000.00	
8	8	9	500.00	100.00	400.00	杭
9	9	10	500.00	100.00	400.00	
10	10	11	500.00	100.00	400.00	
11	11	12	500.00	100.00	400.00	
12	12	13	500.00	100.00	400.00	
13	13	14	500.00	100.00	400.00	
14	14	15	500.00	100.00	400.00	
15	15	16	500.00	100.00	400.00	

表5. 3. 6 杭非線形特性

	耐力	曲率
	(kNm)	(1/m)
ひび割れ	1.500E+04	6.000E-05
初降伏	1.200E+05	4.000E-03
終局	1.240E+05	2.000E-02

5-4 動的解析結果

(1) 固有値解析結果

図5. 4. 1に固有値解析のモード図を、表5. 4. 1に固有値解析結果の一覧を示す。

動的解析時の減衰としては、この固有値解析結果である各モードごとの歪みエネルギー比例減衰値を6次まで採用し、それ以上の高次のモードの減衰としては臨界減衰として1.0を設定した。

(2) 入力地震波

本例題では、入力波は事前に地盤の一次元波動伝播解析(SHAKE)を実施し得られた基盤の加速度と各層の相対速度、相対変位を入力波とした。(図5. 4. 2参照)

また、基準加速度の波形図を図5. 4. 3に示す。

(3) 動的解析結果

解析手法 : 非線形直接積分法

数値積分法 : Newmark- β 法

積分時間間隔 : 0.002秒

減衰種類 : モード減衰

動的解析結果を図5. 4. 4～図5. 4. 11に示す。

なお、断面力分布図中の単位系は(kN)あるいは(kNm)である。

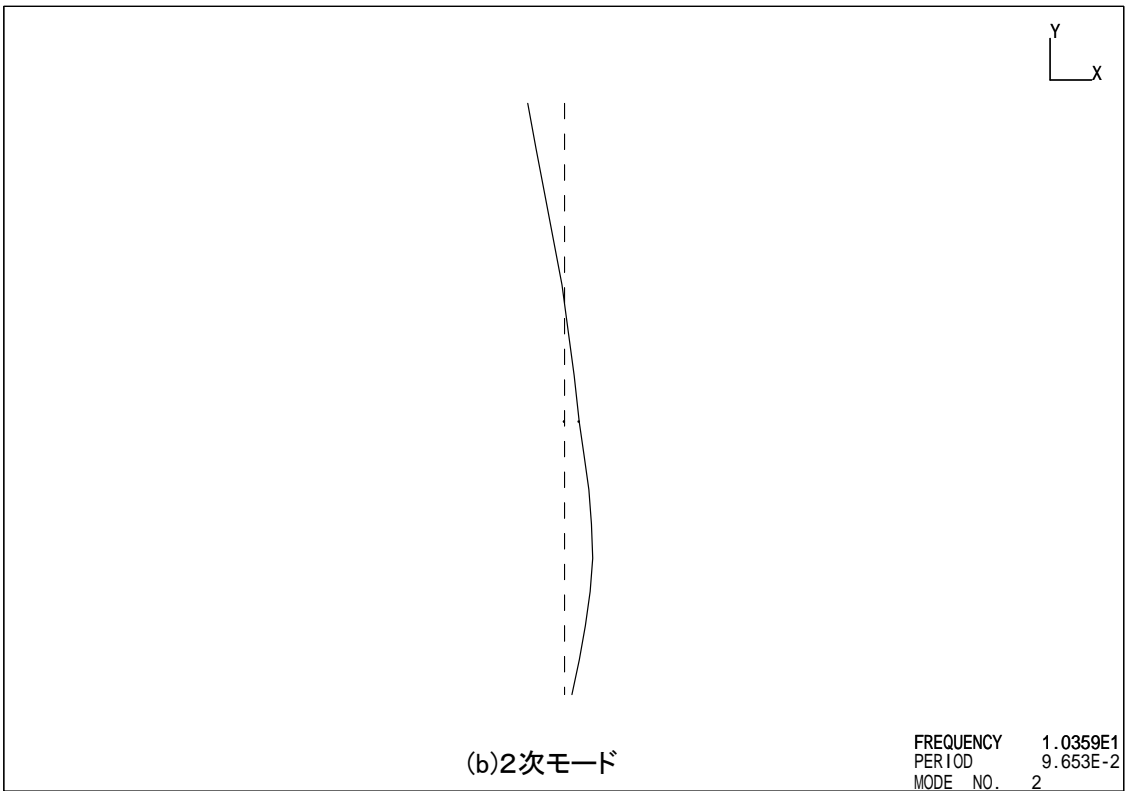
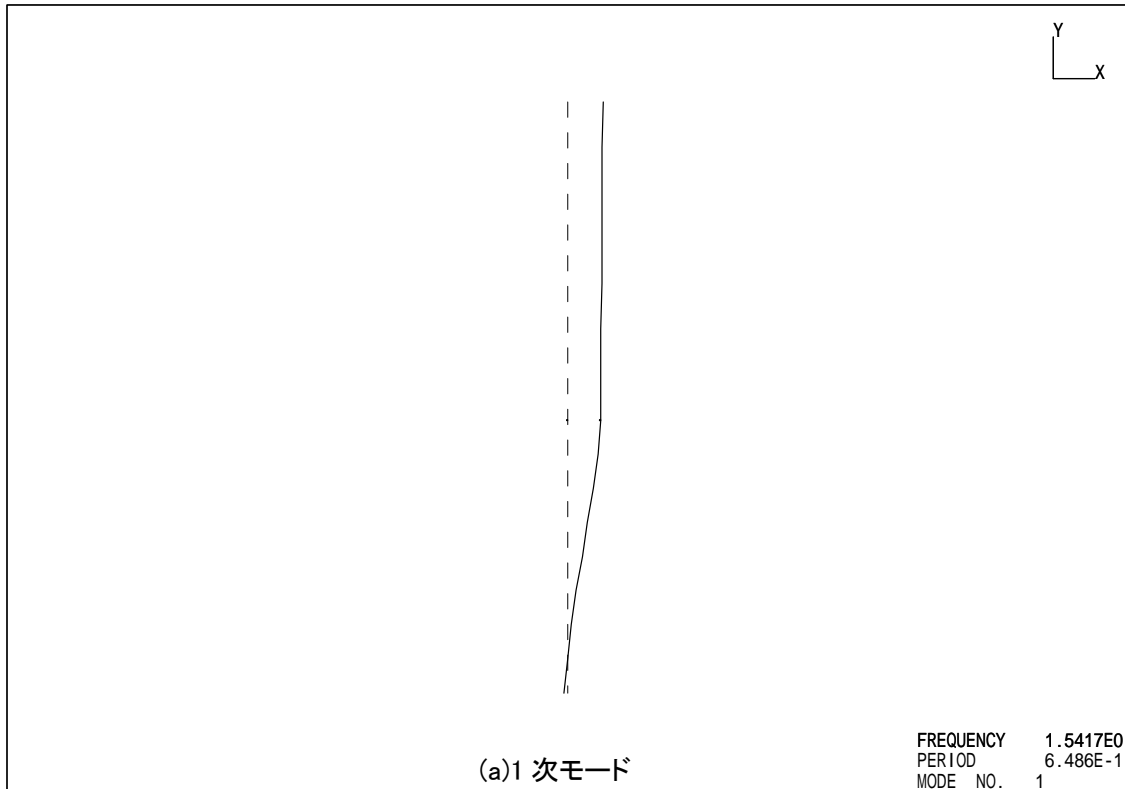


図 5.4.1 固有値解析モード図

表5. 4. 1 固有値解析結果

モード No.	振動数 (Hz)	周期 (秒)	有効質量比			モード減衰
			X	Y	θ_z	
1	1.5417E+00	6.4860E-01	0.9631	0.0000	0.0003	0.0115
2	1.0359E+01	9.6500E-02	0.0051	0.0000	0.3959	0.0182
3	1.2608E+01	7.9300E-02	0.0301	0.0000	0.0334	0.0129
4	1.8836E+01	5.3100E-02	0.0018	0.0000	0.0070	0.0160
5	3.2203E+01	3.1100E-02	0.0000	0.0000	0.0889	0.0411
6	4.2717E+01	2.3400E-02	0.0000	0.0000	0.0097	0.0197
7	6.7235E+01	1.4900E-02	0.0000	0.8621	0.0000	0.0200
8	8.1155E+01	1.2300E-02	0.0000	0.0000	0.0029	0.0199
9	1.1114E+02	9.0000E-03	0.0000	0.0000	0.0000	0.0500
10	1.3180E+02	7.6000E-03	0.0000	0.0000	0.0015	0.0200
11	1.6924E+02	5.9000E-03	0.0000	0.0000	0.0027	0.0500
12	1.9197E+02	5.2000E-03	0.0000	0.0000	0.0013	0.0200
13	1.9877E+02	5.0000E-03	0.0000	0.0902	0.0000	0.0200
14	2.3911E+02	4.2000E-03	0.0000	0.0000	0.1211	0.0499
15	2.5593E+02	3.9000E-03	0.0000	0.0000	0.0182	0.0232
16	2.5736E+02	3.9000E-03	0.0000	0.0000	0.1118	0.0467
17	3.1034E+02	3.2000E-03	0.0000	0.0000	0.0009	0.0202
18	3.2161E+02	3.1000E-03	0.0000	0.0285	0.0000	0.0200
19	3.3162E+02	3.0000E-03	0.0000	0.0000	0.0555	0.0495
20	4.2299E+02	2.4000E-03	0.0000	0.0000	0.0050	0.0499

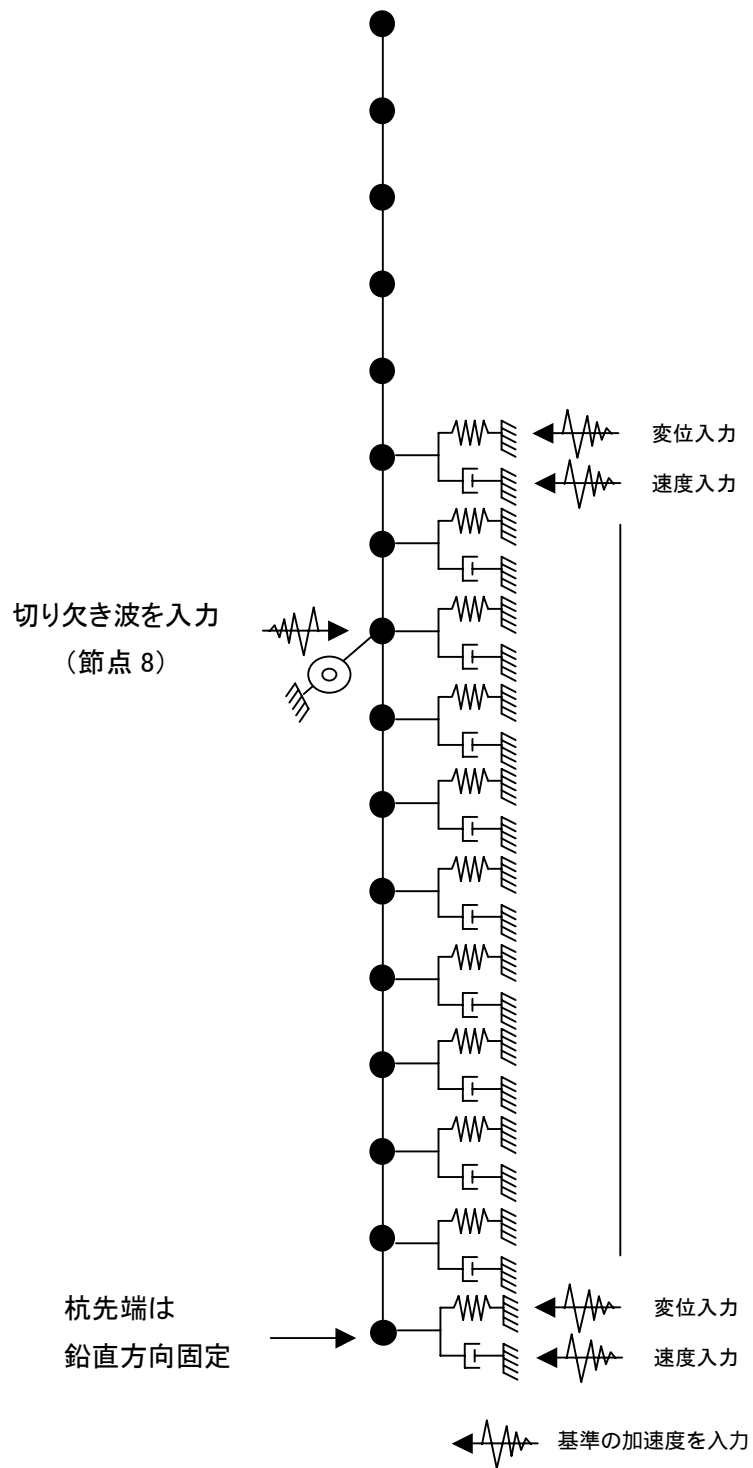
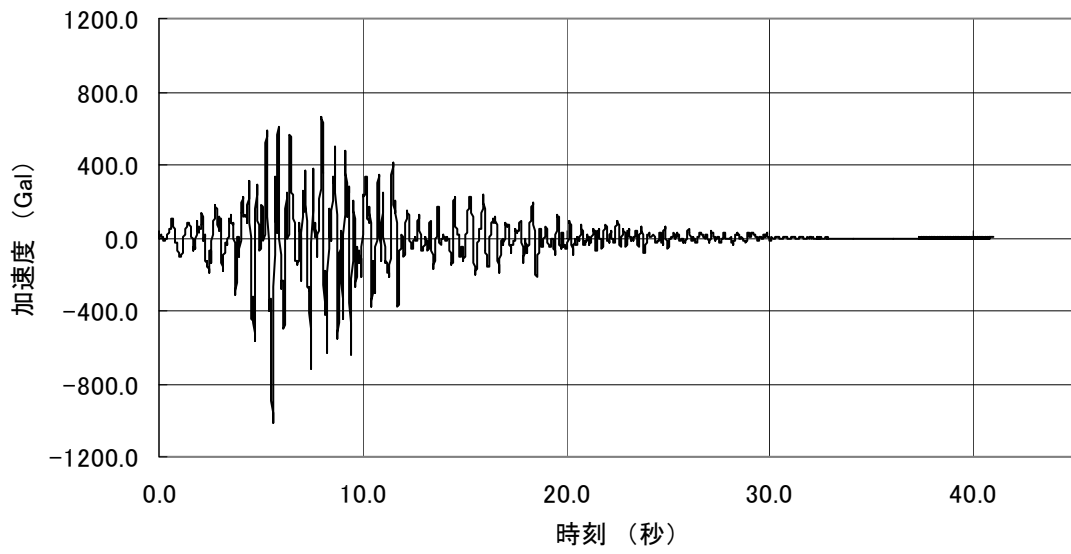
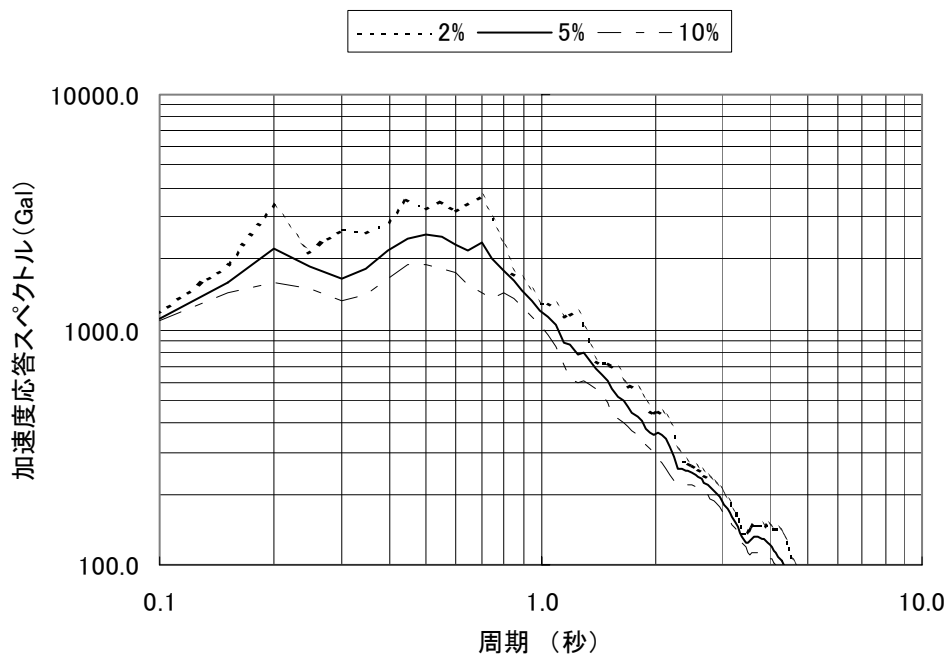


図 5.4.2 外力入力イメージ

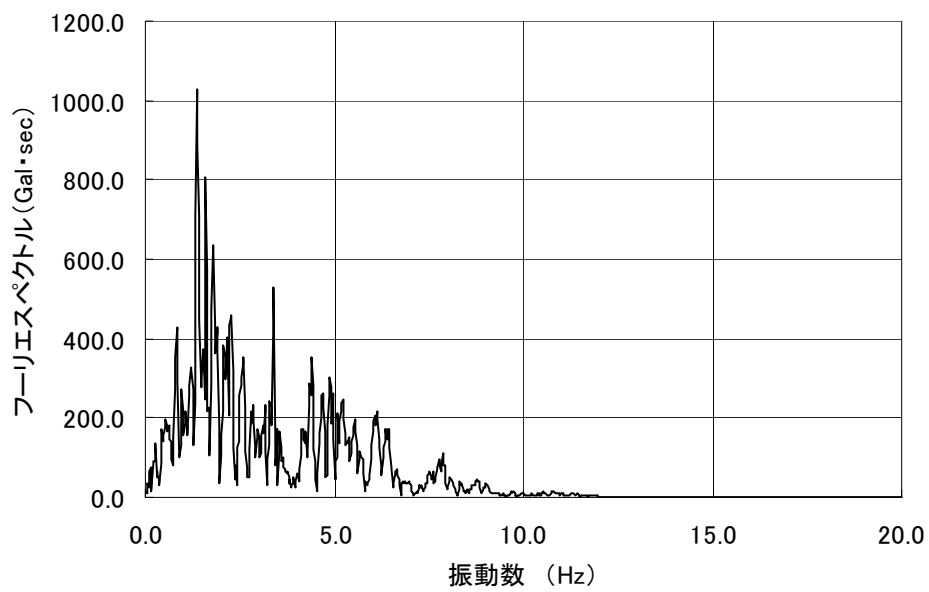
基準加速度



(a) 時刻歴波形図



(b) 加速度応答スペクトル



(c) フーリエスペクトル

図 5.4.3 入力基準加速度

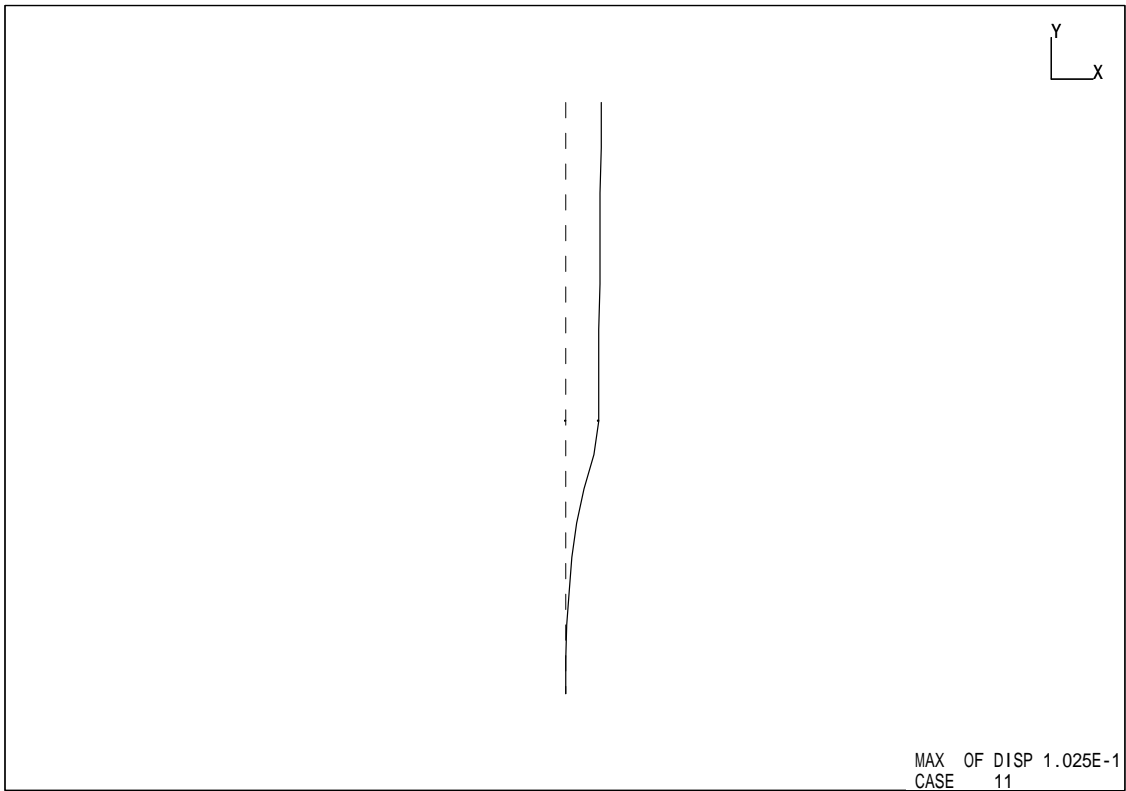


図 5.4.4 最大変形図

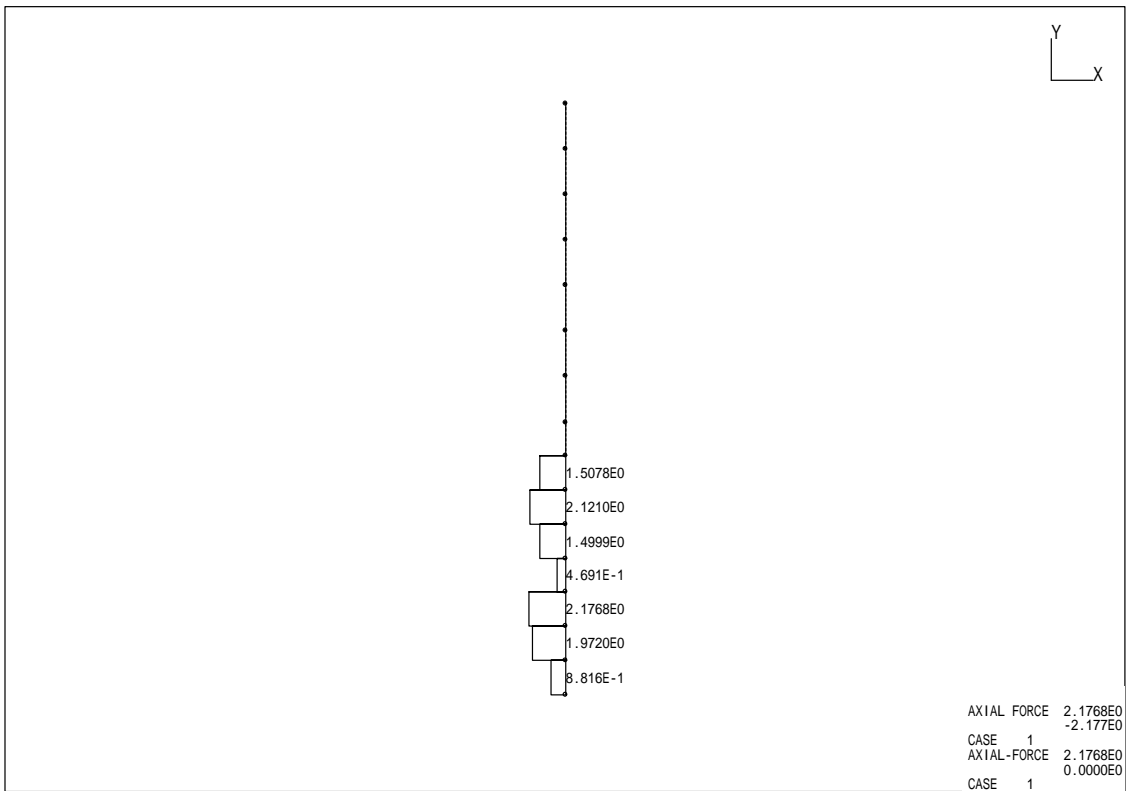


図 5.4.5 最大軸力図

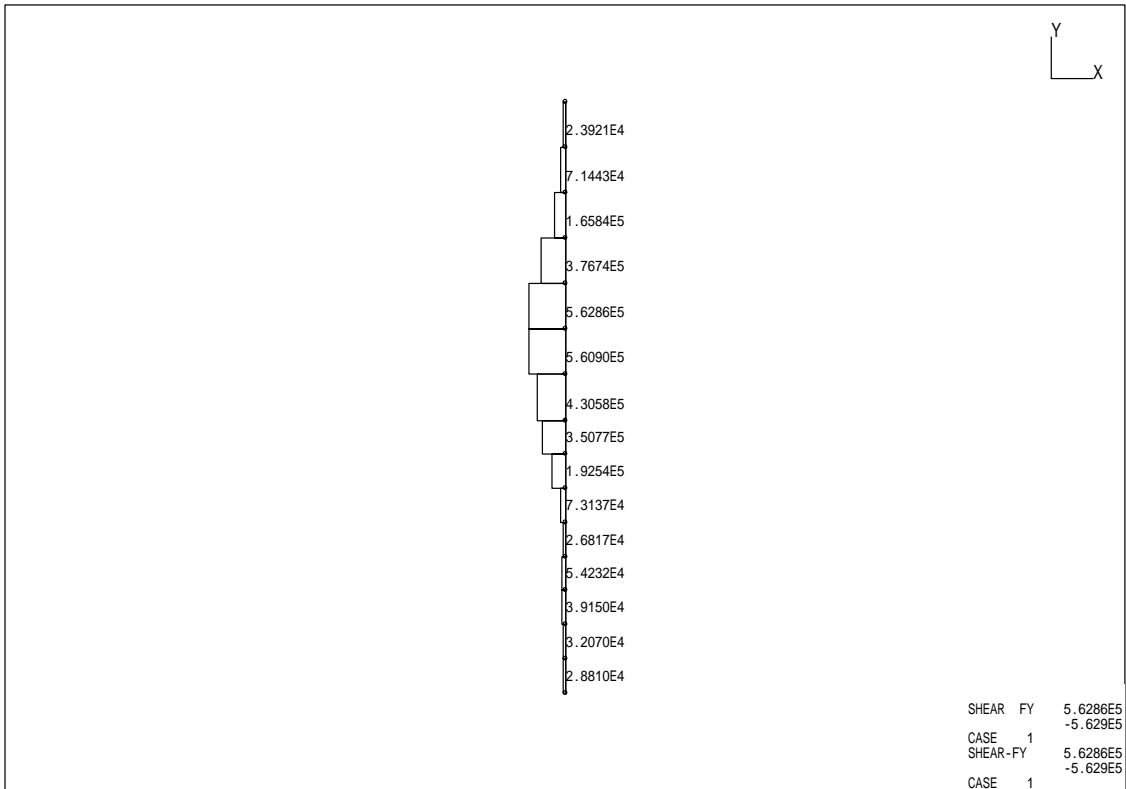


図 5.4.6 最大せん断力図

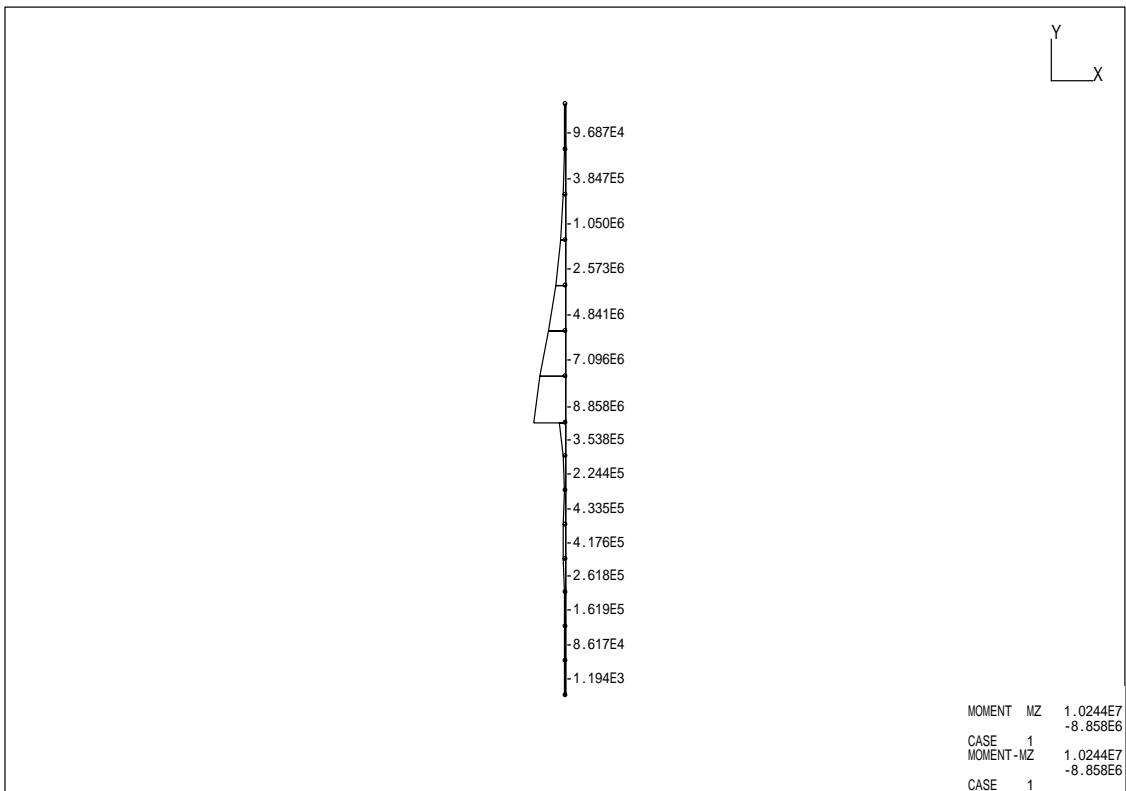
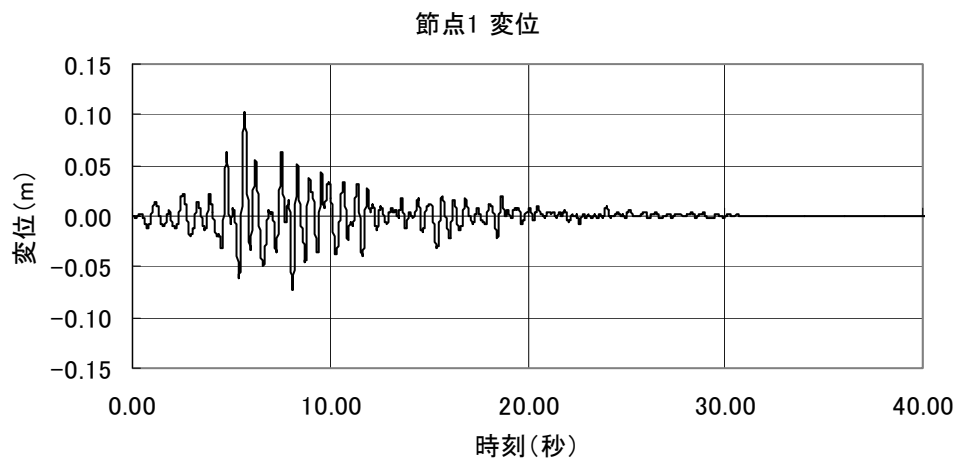
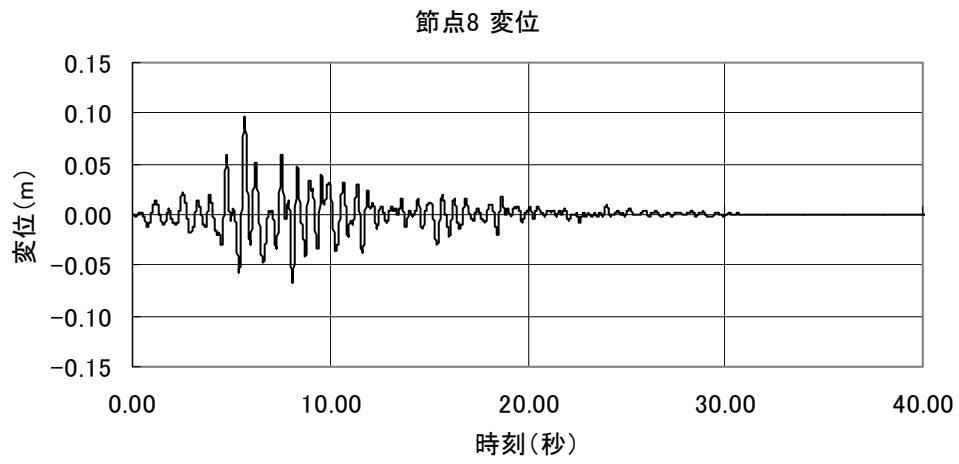


図 5.4.7 最大曲げモーメント図

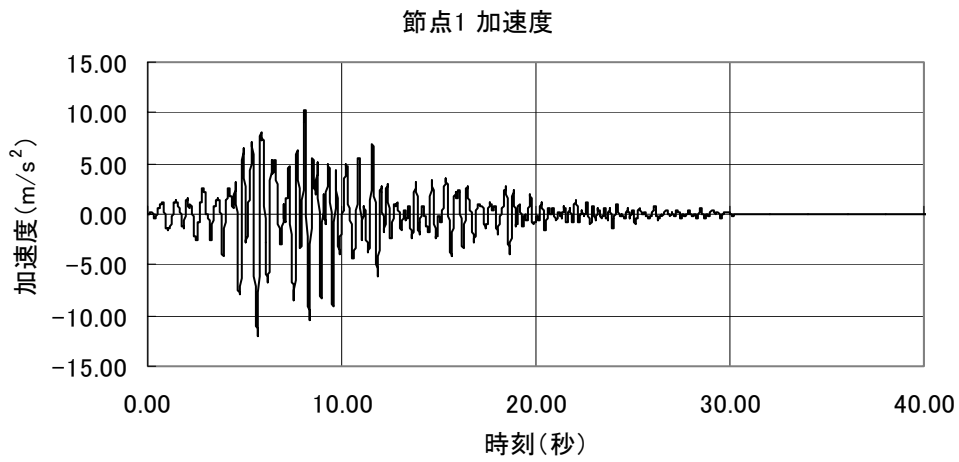


(a) 建屋天端

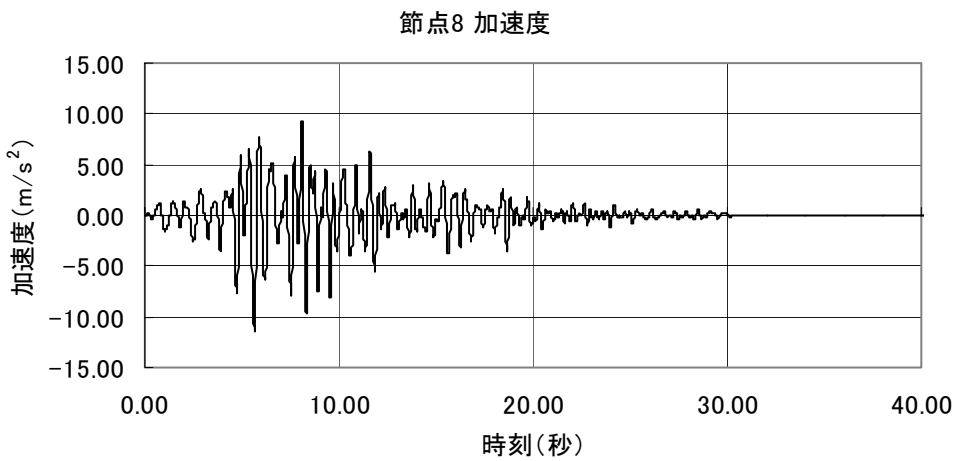


(b) 基礎底面

图 5.4.8 時刻歴変位波形图



(a) 建屋天端



(b) 基礎底面

图 5.4.9 時刻歴加速度波形图

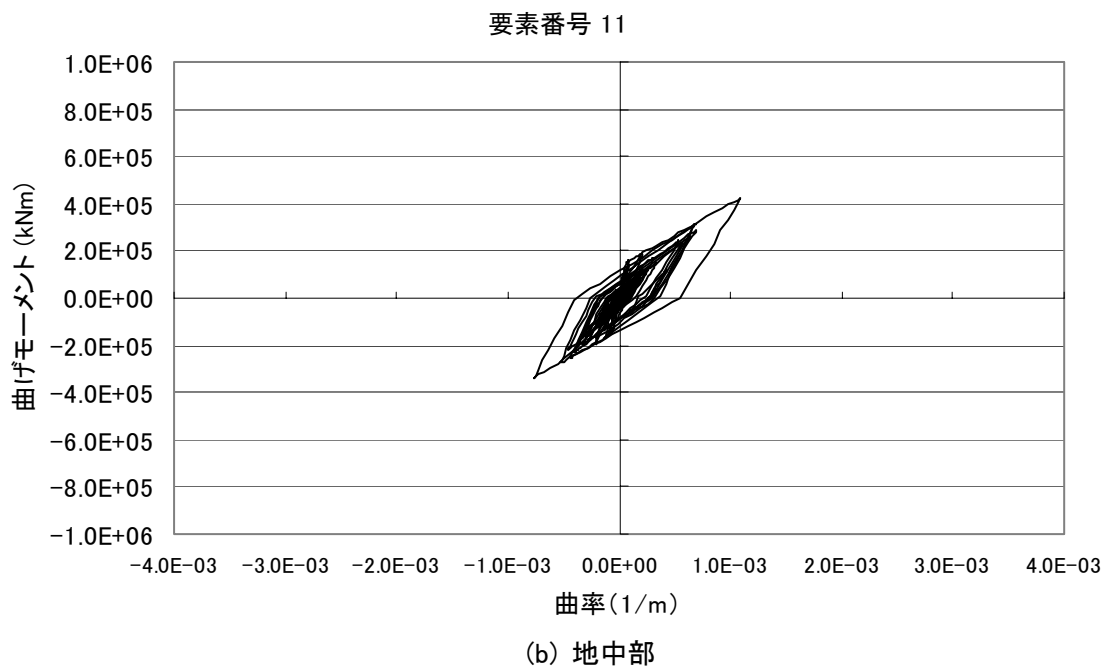
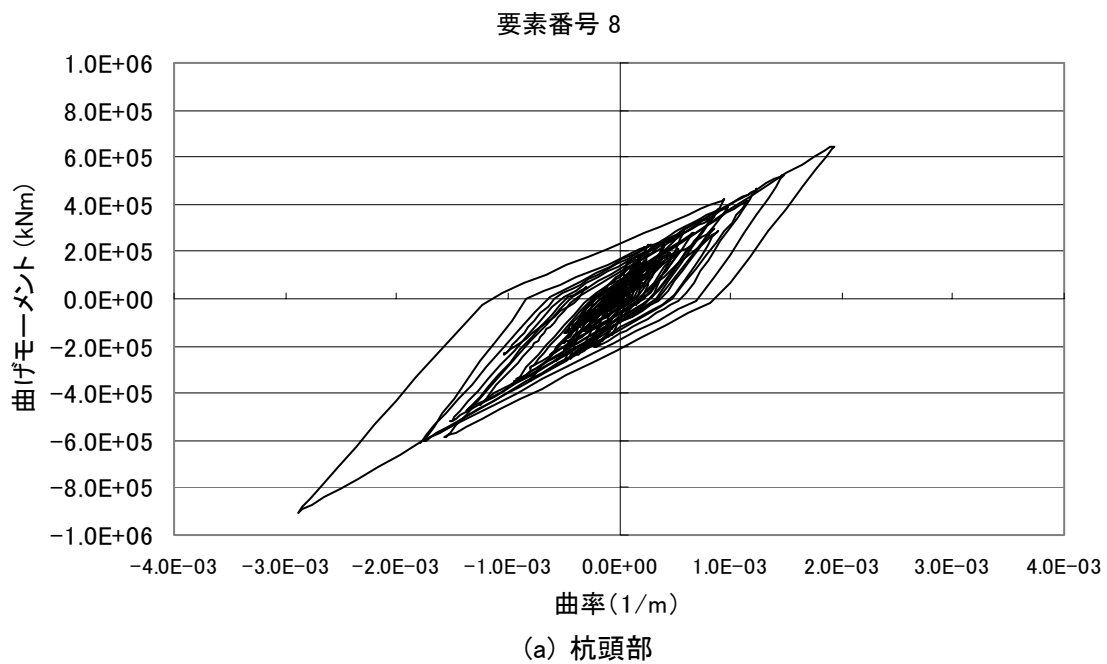
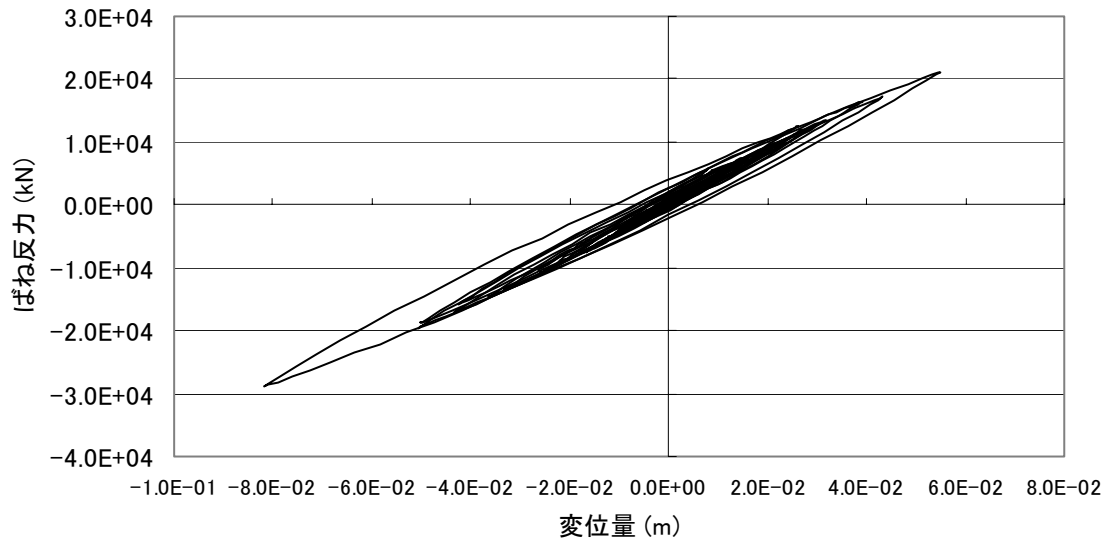


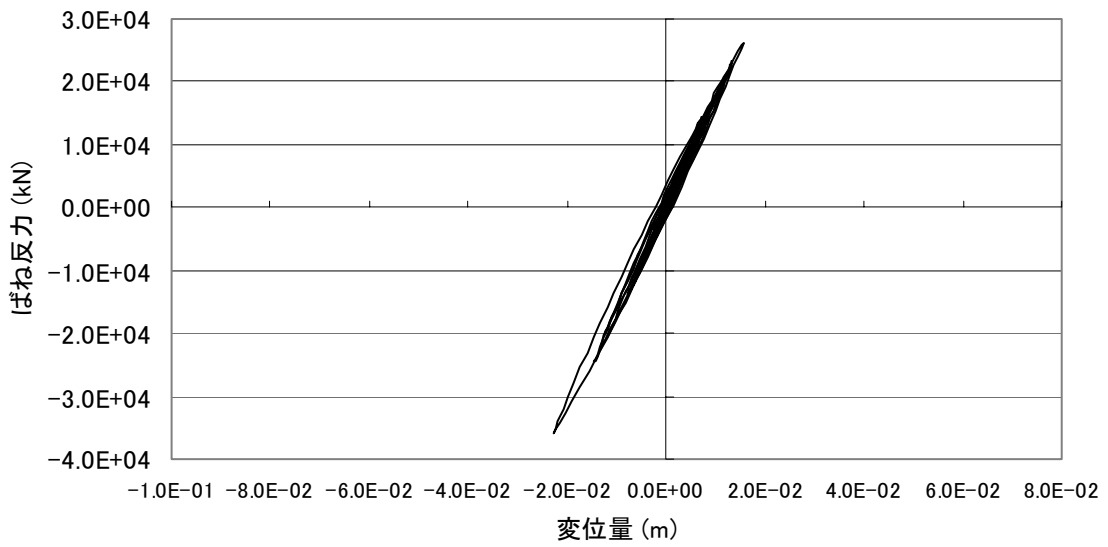
図 5.4.10 杭部材履歴曲線

要素番号 1006



(a)地表付近

要素番号 1011



(b)地中部

図 5.4.11 地盤ばね履歴曲線