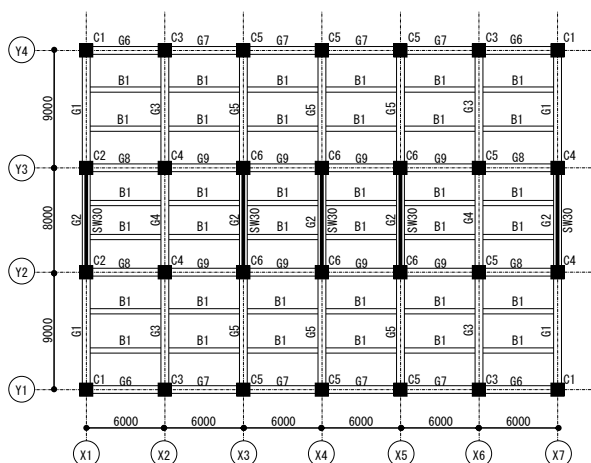


『SS21/DynamicPRO』を用いた地震応答解析の入力データと解析結果 【プログラム Ver6.50 : 12階建てRC造建物】

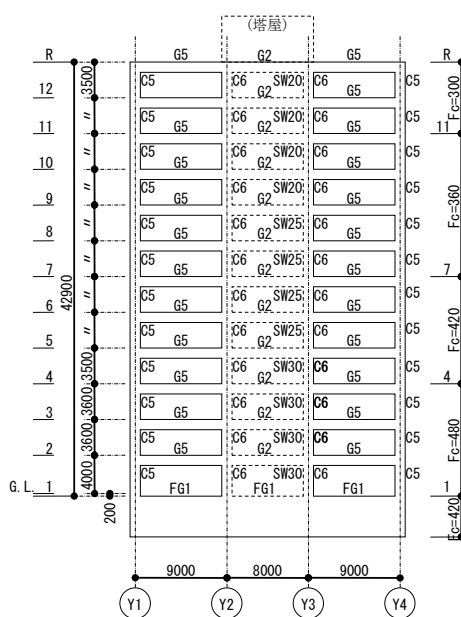
本資料は、『SS21/DynamicPRO』を用いて12階建てRC造建物の地震応答解析を行うための入力データとその解析結果を示すもので、プログラム導入時でデータ作成方法を理解することやプログラムバージョンの違いによる結果確認などに利用できるように作成したものです。なお、本資料に示した解析条件やデータ作成方針は、実務設計において無条件に適用できるものではありません。

1. 建物データ

建物データは、鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説¹⁾(日本建築学会編)に記載の設計例(12階建て)を元データとしました。詳細は当該文献を参照してください。



基準階伏図



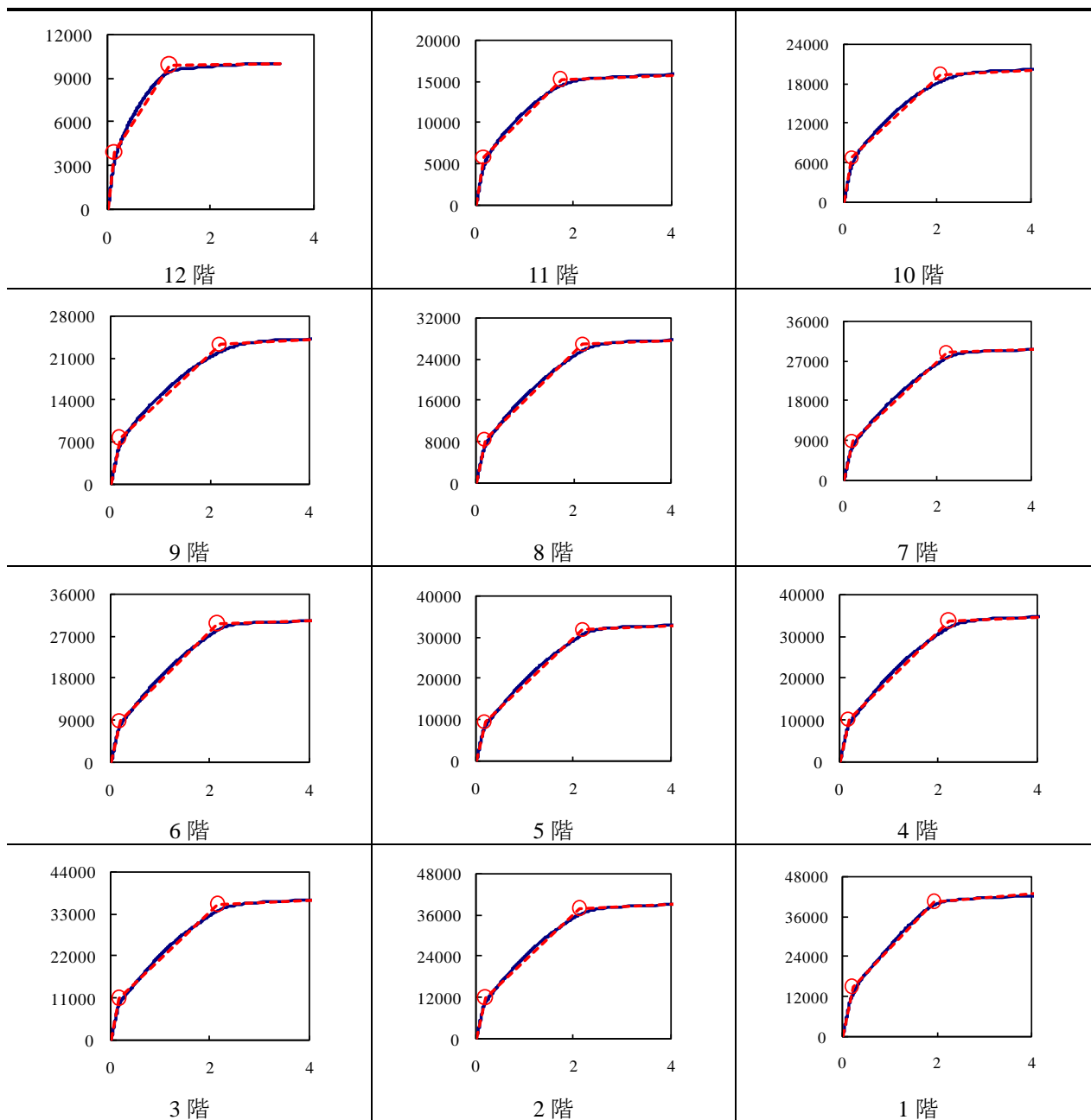
X3軸組図

2. Q- δ 曲線とトリリニア型骨格曲線

建物データを『SuperBuild/SS3』に入力し、静的荷重増分解析を行った結果 (Q- δ 曲線) からトリリニア型骨格曲線をモデル化しました。また置換振動系は等価せん断型モデルとしました。

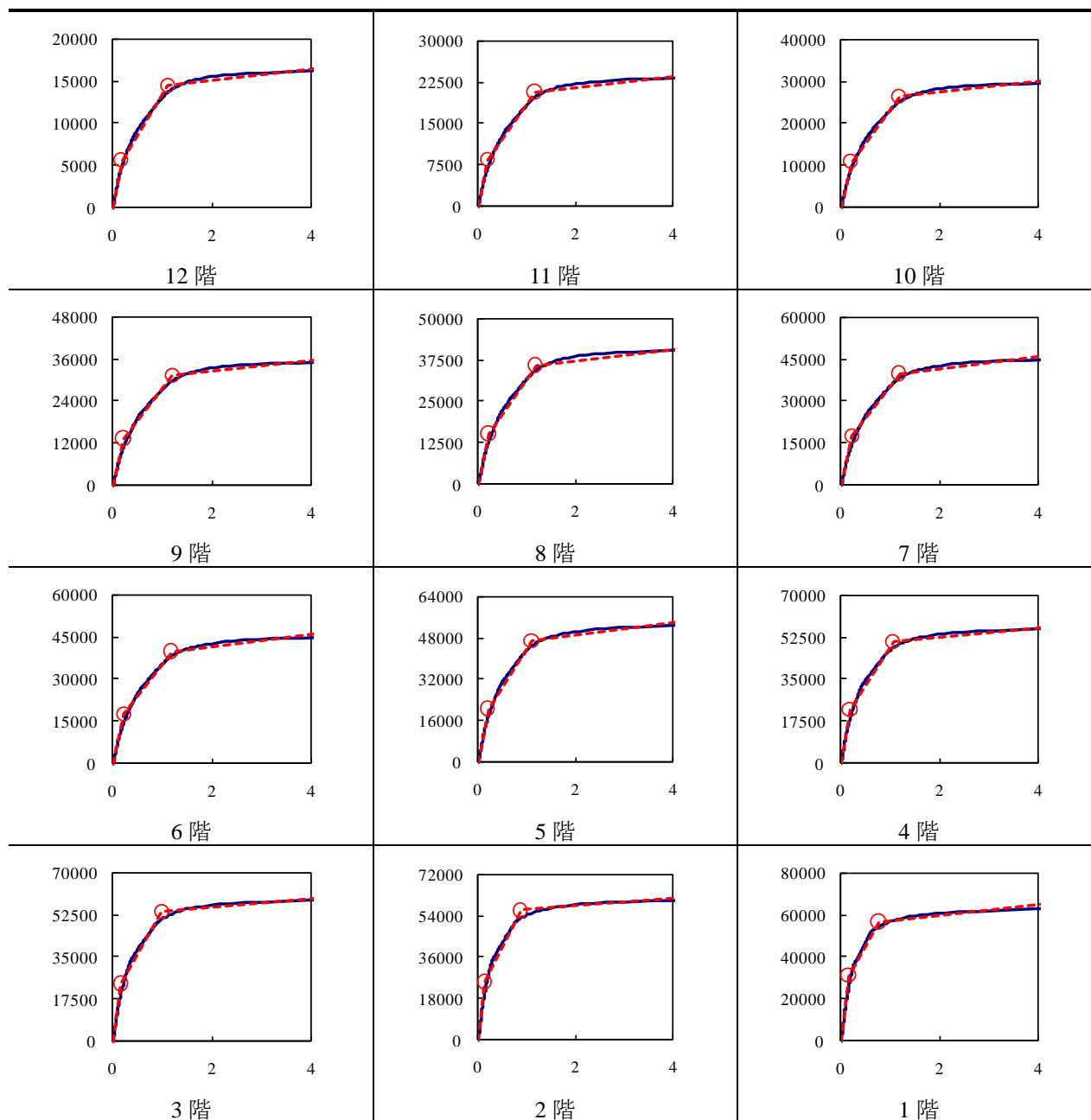
2.1. X 方向

X 方向の Q- δ 曲線と Tri-linear 型骨格曲線



トリリニア骨格曲線のモデル化方法	第1 剛性：初期剛性 第3 剛性：層間変形角 1/125-1/75 を通る直線 (1階のみ 1/200 での接線) 第1 折点：等価剛性の初期剛性比が 0.7 の点 (第2 剛性の開始点) 第2 折点：1/125 (1Fは 1/200) まで面積等価になるように決定
------------------	--

2.2. Y方向

Y方向のQ- δ 曲線とTri-linear型骨格曲線

トリリニア骨格曲線のモデル化方法	第1剛性：初期剛性 第3剛性：層間変形角 $1/250 - 1/100$ を通る直線（1階のみ $1/500 - 1/200$ ） 第1折点：等価剛性の初期剛性比が 0.8 の点（第2剛性の開始点） 第2折点： $1/250$ （1Fは $1/500$ ）まで面積等価になるように決定
------------------	---

3. 振動解析モデルと解析条件

各階の振動解析モデルデータと解析条件を示します。

階高と各階重量

階	階高 (cm)	各階重量 (kN)
12	350	17244.00
11	350	12313.86
10	350	12513.38
9	350	12619.68
8	350	12877.76
7	350	13044.56
6	350	13152.82
5	350	13180.64
4	350	13236.84
3	360	13770.72
2	360	13804.32
1	525	14083.34

1 階は構造階高

X 方向の初期バネ定数と復元力特性

階	K1 (kN/cm)	Q1 (kN)	K2/K1	Q2 (kN)	K3/K1	履歴則
12	32230.61	3958.43	0.17380	9953.88	0.00141	TAKEDA モデル ²⁾ を想定し、「D-Tri-4」を採用 除荷時の指数パラメータは0.4 内部ループ除荷時剛性の低減は無視
11	35849.44	5839.18	0.16729	15325.27	0.00582	
10	40728.23	6789.25	0.16521	19529.10	0.00835	
9	43656.71	7759.45	0.17797	23380.07	0.01031	
8	48596.20	8432.68	0.18970	26936.70	0.00791	
7	50588.46	8837.19	0.19777	28938.96	0.00716	
6	52898.91	8918.27	0.20032	29798.69	0.00719	
5	55059.06	9516.46	0.20332	32007.37	0.00824	
4	59402.72	10180.94	0.19662	33853.01	0.00848	
3	65136.15	10946.11	0.19065	35632.28	0.00922	
2	67784.72	11944.80	0.19873	38062.08	0.00921	
1	74115.57	14981.77	0.20065	40694.18	0.01616	

Y 方向の初期バネ定数と復元力特性

階	K1 (kN/cm)	Q1 (kN)	K2/K1	Q2 (kN)	K3/K1	履歴則
12	32932.13	5599.80	0.28517	14457.07	0.02052	武藤モデル ³⁾ を想定し、「D-Tri-2」を採用
11	43256.10	8420.35	0.29494	20719.56	0.02363	
10	53165.83	10913.74	0.29685	26328.10	0.02436	
9	60818.64	13248.86	0.30105	31352.87	0.02489	
8	70848.05	15177.35	0.30133	35901.62	0.02421	
7	79260.35	17578.23	0.29251	39931.16	0.02819	
6	90253.53	19190.17	0.28957	43897.12	0.02523	
5	101772.18	20605.30	0.28859	47061.90	0.02372	
4	120776.15	22248.72	0.26871	50749.15	0.01564	
3	145988.57	23781.23	0.24894	54000.98	0.01179	
2	183194.31	25147.07	0.23071	56335.61	0.00885	
1	201771.76	31002.57	0.20888	56877.95	0.01288	

3.1. 解析条件と入力地震動

解析条件と入力地震動を示します。

解析条件

置換振動系	1階床レベルを固定とした12質点等価せん断型モデル
内部粘性減衰定数 h	内部粘性減衰定数 h は、1次減衰定数を0.02、高次は振動数に比例
減衰マトリックス $[C]$	減衰マトリックス $[C]$ は、 $[C] = 2h_1/\omega_1 [K]$ ここに、 $[K]$ は瞬間剛性マトリックスを用いる
積分方法	ニューマークの β 法による。ただし $\beta=0.25$ (平均加速度法)
塑性率基点	トリリニア骨格曲線の第2折れ点での変位

入力地震波

地震波名	最大加速度 (cm/s^2)	最大速度 (cm/s)	継続時間 (s)	波形時間間隔 (s)	解析時間間隔 (s)
EL CENTRO 1940 NS	510.0	50.0	53.74	0.02	0.005
TAFT 1952 EW	496.9	50.0	54.38	0.02	0.005
HACHINOHE 1968 NS	333.7	50.0	50.98	0.02	0.005

地震波は、(財)日本建築センター、1994年研究助成版による。

地震波(加速度)データの解析時間間隔値(分割値)は直線補間による。

4. 固有値解析結果

固有周期と固有円振動数を示します。

固有周期と固有円振動数

	X方向		Y方向	
	固有周期(s)	固有円振動数(rad/s)	固有周期(s)	固有円振動数(rad/s)
1次	0.7710	8.1497	0.5660	11.1012
2次	0.2816	22.3108	0.2223	28.2659
3次	0.1728	36.3691	0.1380	45.5310

5. 最大応答値

主な最大応答値を示します。

最大加速度

層	X 方向		Y 方向	
	最大加速度(cm/s ²)	地震波	最大加速度(cm/s ²)	地震波
13	597.62	TAFT 1952 EW	867.78	TAFT 1952 EW
12	566.14	"	851.55	EL CENTRO 1940 NS
11	470.50	"	831.58	"
10	490.35	"	763.50	"
9	471.23	"	750.18	TAFT 1952 EW
8	490.23	"	721.06	EL CENTRO 1940 NS
7	489.41	EL CENTRO 1940 NS	621.55	"
6	495.94	"	571.17	TAFT 1952 EW
5	528.12	"	550.85	"
4	521.33	"	534.14	"
3	485.07	TAFT 1952 EW	515.81	"
2	526.05	EL CENTRO 1940 NS	517.82	"

最大層間変形角

階	X 方向		Y 方向	
	最大層間変形角(rad)	地震波	最大層間変形角(rad)	地震波
12	1/232	TAFT 1952 EW	1/268	TAFT 1952 EW
11	1/127	"	1/131	EL CENTRO 1940 NS
10	1/100	"	1/95	"
9	1/131	"	1/95	"
8	1/164	"	1/128	"
7	1/151	"	1/154	TAFT 1952 EW
6	1/107	"	1/177	"
5	1/135	"	1/200	"
4	1/133	"	1/245	HACHINOHE 1968 NS
3	1/126	"	1/294	"
2	1/128	"	1/263	"
1	1/231	"	1/248	"

最大せん断力係数

階	X 方向		Y 方向	
	最大せん断力係数	地震波	最大せん断力係数	地震波
12	0.578	TAFT 1952 EW	0.846	TAFT 1952 EW
11	0.526	"	0.753	EL CENTRO 1940 NS
10	0.476	"	0.703	"
9	0.431	"	0.642	"
8	0.393	"	0.571	"
7	0.360	"	0.526	TAFT 1952 EW
6	0.322	"	0.488	"
5	0.301	"	0.455	"
4	0.284	"	0.428	HACHINOHE 1968 NS
3	0.269	"	0.406	"
2	0.261	"	0.387	"
1	0.254	"	0.373	"

最大塑性率

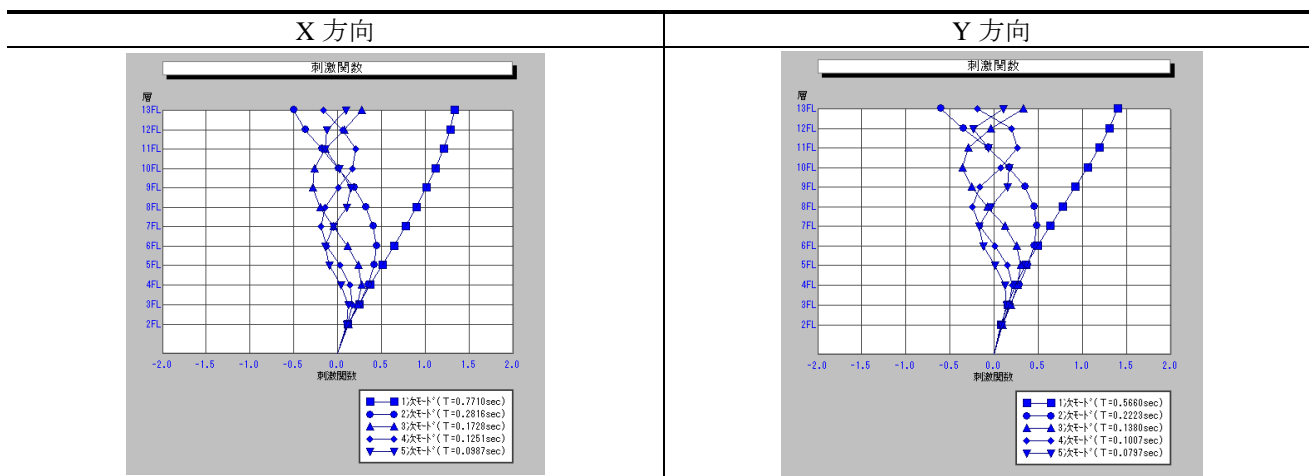
階	X方向		Y方向	
	最大塑性率	地震波	最大塑性率	地震波
12	1.267	TAFT 1952 EW	1.175	TAFT 1952 EW
11	1.582	"	2.303	EL CENTRO 1940 NS
10	1.696	"	3.132	"
9	1.217	"	3.044	"
8	0.980	"	2.307	"
7	1.061	"	1.919	TAFT 1952 EW
6	1.533	"	1.703	"
5	1.188	"	1.588	"
4	1.217	"	1.366	HACHINOHE 1968 NS
3	1.323	"	1.233	"
2	1.327	"	1.564	"
1	1.175	"	2.754	"

最大転倒モーメント

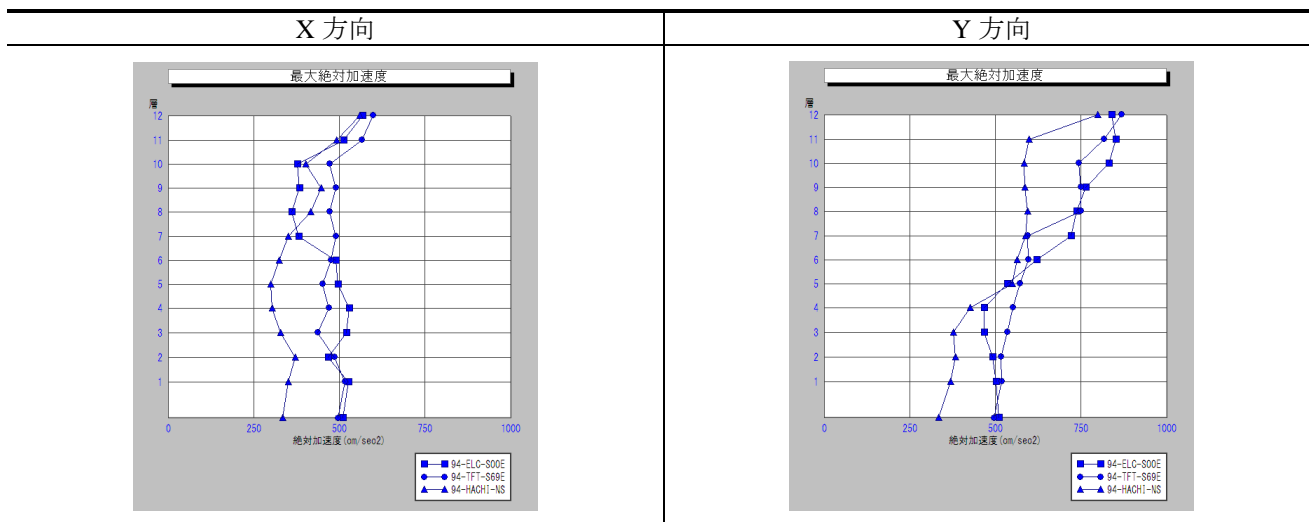
層	X方向		Y方向	
	最大転倒 M(kN・m)	地震波	最大転倒 M(kN・m)	地震波
12	3.489E+04	TAFT 1952 EW	5.106E+04	TAFT 1952 EW
11	8.900E+04	"	1.287E+05	EL CENTRO 1940 NS
10	1.581E+05	"	2.256E+05	TAFT 1952 EW
9	2.406E+05	"	3.480E+05	EL CENTRO 1940 NS
8	3.305E+05	"	4.816E+05	"
7	4.136E+05	"	6.153E+05	"
6	4.988E+05	"	7.589E+05	"
5	6.108E+05	"	9.132E+05	"
4	7.184E+05	"	1.094E+06	"
3	8.343E+05	"	1.288E+06	TAFT 1952 EW
2	9.549E+05	"	1.486E+06	"
1	1.143E+06	"	1.777E+06	"

6. 図化出力

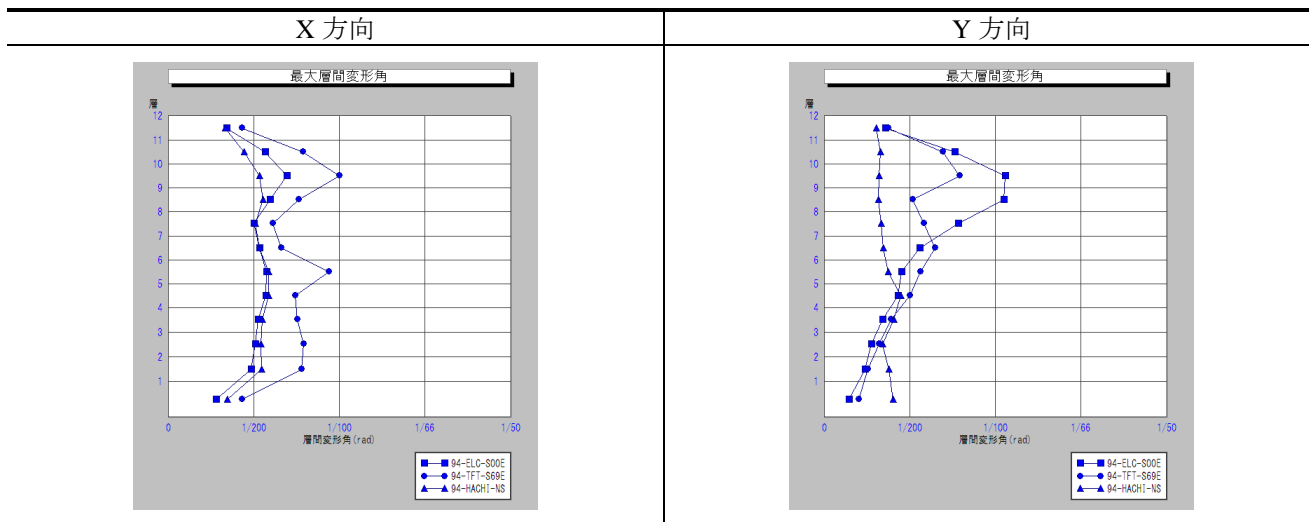
刺激関数



最大加速度

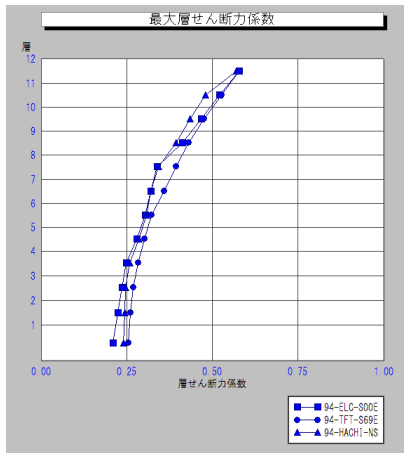


最大層間変形角

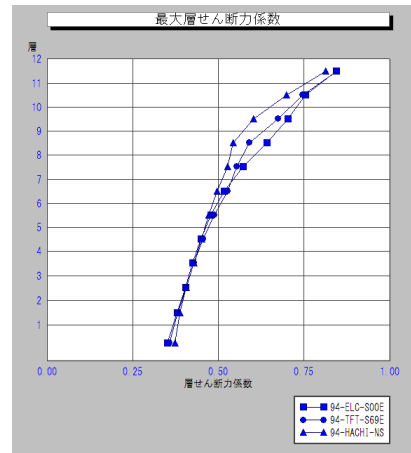


最大層せん断力係数

X方向

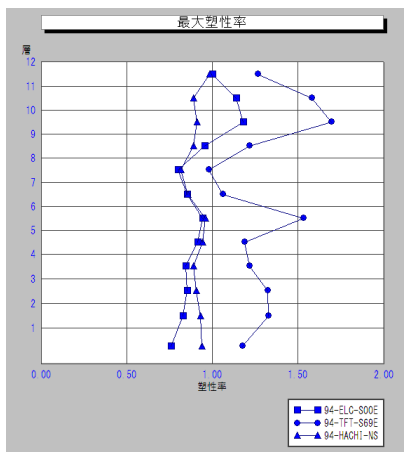


Y方向

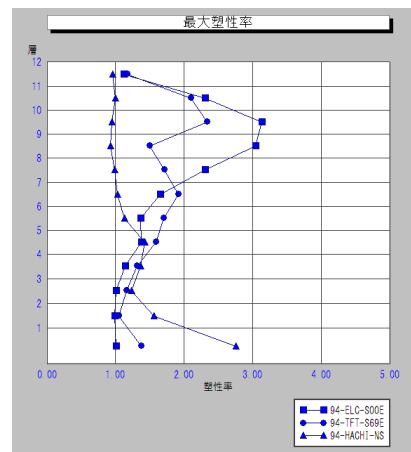


最大塑性率

X方向

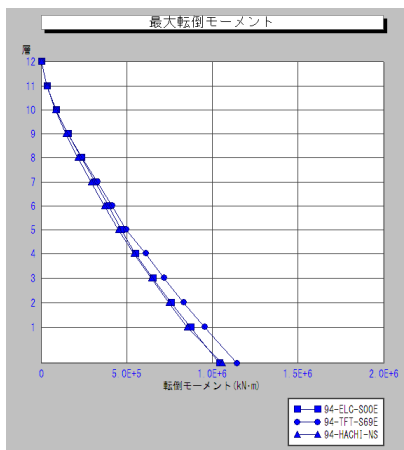


Y方向

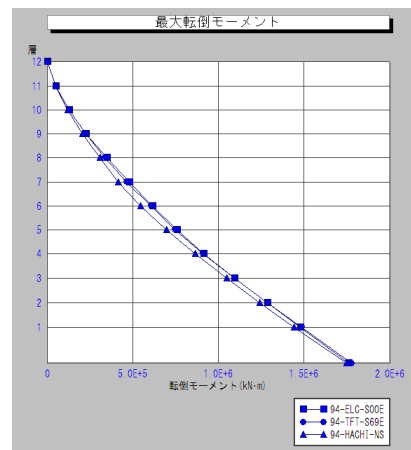


最大転倒モーメント

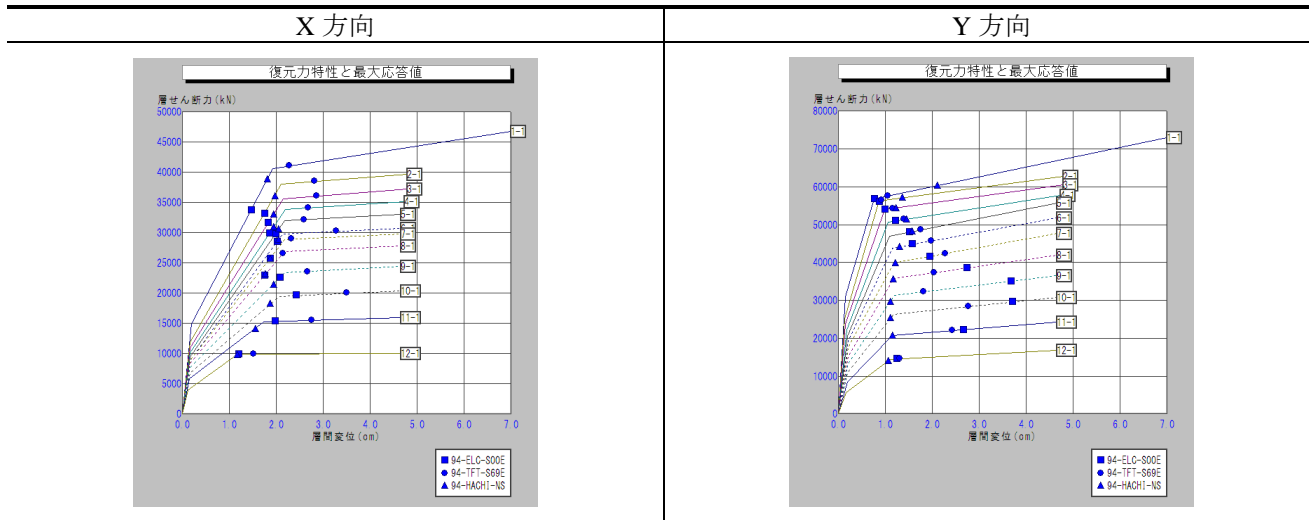
X方向



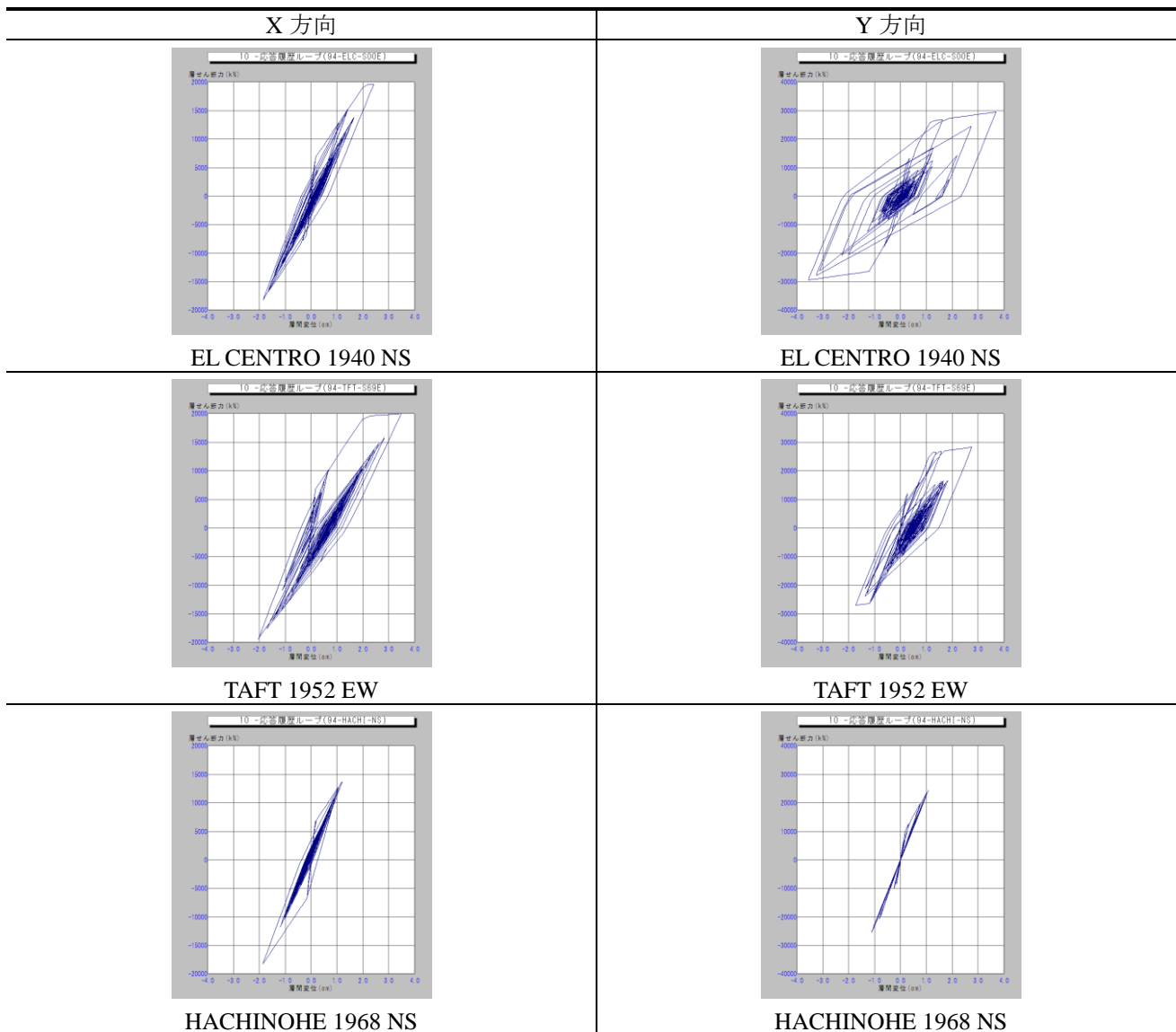
Y方向



復元力特性と最大応答値



10 階応答履歴ループ



参考文献

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説，丸善，2001.9
- 2) Toshikazu Takeda, Mete A. Sozen, N. Norby Nielsen：REINFORCED CONCRETE RESPONSE TO SIMULATED EARTHQUAKES, Journal of the STRUCTURAL DIVISION, ST12, ASCE, 1970
- 3) 武藤清，内田孝，津川恒久，本橋章平：鉄筋コンクリート造原子炉建屋の地震時挙動に関する構造実験とその解析（その2）地震応答解析，日本建築学会論文報告集第271号，1978.9

(2014/04/25)