

4. 解析結果

4-1 固有値解析

Type-1～Type-6のCase-1～Case-3について、それぞれ30次までの固有値解析結果（固有振動周期，刺激係数，有効質量比，減衰定数，および加速度応答倍率）を表4-1～表4-18に示す。表中，各モードの減衰定数は鋼とコンクリートの運動エネルギー分担比率より算出した値であり，加速度応答倍率は有効質量比が5%以上のモードについて，加速度応答スペクトル値（ S_a ）を入力加速度180galで除した値である。

主塔がコンクリート，主桁の中央径間が鋼，側径間がコンクリートの典型的な複合斜張橋といえるType-2（スパン比 1:2.7:1）とType-6（スパン比 1:3.2:1）の2タイプについて，それぞれCase-1～Case-3における10次までの振動モード図を，図4-1および図4-2に示す。

また，Type-1～Type-6の全タイプについては，Case-1～Case-3の卓越振動のみピックアップしたモード図を，図4-3に示す。なお，各タイプの卓越振動以外のモードは，主桁の鉛直曲げ振動が主体であり，Type-2およびType-6とほぼ同様のモードとなるため省略した。

表4-1 固有値解析結果 Type-1 Case-1

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	5.64	48.77	69.9	2.56	0.23
2	3.02	0.0	0.0	2.28	
3	2.36	11.24	3.7	2.35	
4	1.53	0.0	0.0	2.11	
5	1.36	-2.44	0.2	2.03	
6	1.31	0.0	0.0	2.00	
7	1.16	1.64	0.1	2.00	
8	1.01	0.0	0.0	2.02	
9	0.93	-0.88	0.0	2.00	
10	0.93	0.0	0.0	2.01	
11	0.89	1.55	0.1	2.02	
12	0.79	0.0	0.0	2.03	
13	0.73	-1.29	0.0	2.02	
14	0.72	0.0	0.0	4.36	
15	0.66	0.0	0.0	2.14	
16	0.63	15.64	7.2	4.10	1.38
17	0.59	3.89	0.4	2.12	
18	0.54	0.0	0.0	2.00	
19	0.48	-1.05	0.0	2.01	
20	0.44	0.0	0.0	2.00	
21	0.42	0.0	0.0	3.65	
22	0.39	0.18	0.0	2.00	
23	0.37	-14.15	5.9	4.77	1.30
24	0.36	0.0	0.0	2.00	
25	0.35	0.0	0.0	3.39	
26	0.33	-0.50	0.0	2.00	
27	0.30	0.0	0.0	2.00	
28	0.28	0.0	0.0	2.00	
29	0.26	0.0	0.0	2.00	
30	0.24	0.16	0.0	2.00	

表4-2 固有値解析結果 Type-1 Case-2

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	3.02	-2.02	0.1	2.29	
2	2.36	-9.84	2.8	2.33	
3	1.53	-2.25	0.1	2.10	
4	1.36	-7.38	1.6	2.06	
5	1.32	4.43	0.6	2.01	
6	1.16	1.83	0.1	2.01	
7	1.01	1.83	0.1	2.02	
8	0.95	44.03	57.0	3.22	1.30
9	0.93	-0.44	0.0	2.00	
10	0.93	9.24	2.5	2.05	
11	0.88	-5.98	1.1	2.01	
12	0.79	2.27	0.2	2.02	
13	0.73	0.89	0.0	2.07	
14	0.70	13.99	5.8	4.22	1.37
15	0.66	-4.88	0.7	2.32	
16	0.60	0.49	0.0	2.50	
17	0.58	2.08	0.1	3.11	
18	0.54	-0.53	0.0	2.02	
19	0.48	-1.05	0.0	2.01	
20	0.44	0.0	0.0	2.00	
21	0.39	-0.21	0.0	2.00	
22	0.38	0.87	0.0	4.90	
23	0.37	-14.55	6.2	4.68	1.31
24	0.36	0.73	0.0	2.01	
25	0.33	-0.46	0.0	2.00	
26	0.30	-0.17	0.0	2.00	
27	0.28	-0.24	0.0	2.00	
28	0.26	-11.28	3.7	2.05	
29	0.26	-2.21	0.1	2.00	
30	0.24	-0.20	0.0	2.00	

表4-3 固有値解析結果 Type-1 Case-3

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	3.00	0.0	0.0	2.27	
2	2.36	-14.53	6.2	2.42	0.57
3	1.51	0.0	0.0	2.10	
4	1.36	7.41	1.6	2.07	
5	1.31	0.0	0.0	2.00	
6	1.16	-5.62	0.9	2.03	
7	1.01	0.0	0.0	2.01	
8	0.95	41.18	49.8	3.48	1.27
9	0.93	0.0	0.0	2.01	
10	0.93	-17.44	8.9	2.26	1.49
11	0.87	17.50	9.0	2.24	1.58
12	0.79	0.0	0.0	2.03	
13	0.73	2.52	0.2	2.00	
14	0.72	0.0	0.0	4.29	
15	0.66	0.0	0.0	2.17	
16	0.59	1.80	0.1	2.00	
17	0.54	0.0	0.0	2.00	
18	0.48	1.52	0.1	2.01	
19	0.44	0.0	0.0	2.00	
20	0.40	18.61	10.2	3.88	1.41
21	0.39	-2.08	0.1	2.03	
22	0.36	0.0	0.0	2.01	
23	0.35	0.0	0.0	4.31	
24	0.33	-0.52	0.0	2.00	
25	0.30	0.0	0.0	2.00	
26	0.28	0.11	0.0	2.00	
27	0.27	-12.82	4.8	4.07	
28	0.26	0.0	0.0	2.00	
29	0.24	0.0	0.0	2.00	
30	0.23	0.0	0.0	3.64	

表4-4 固有値解析結果 Type-2 Case-1

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	6.48	55.37	76.4	4.02	0.18
2	2.99	0.0	0.0	2.79	
3	2.41	10.95	3.0	3.36	
4	1.74	0.0	0.0	4.10	
5	1.61	0.34	0.0	3.83	
6	1.40	0.0	0.0	2.37	
7	1.16	2.00	0.1	2.08	
8	1.08	0.0	0.0	4.33	
9	1.07	0.03	0.0	4.64	
10	0.99	0.0	0.0	2.56	
11	0.86	1.77	0.1	2.66	
12	0.78	0.0	0.0	3.27	
13	0.73	0.0	0.0	4.71	
14	0.70	1.84	0.1	3.63	
15	0.65	15.98	6.4	4.62	1.35
16	0.63	0.0	0.0	3.18	
17	0.54	0.94	0.0	2.98	
18	0.49	0.0	0.0	4.57	
19	0.48	0.0	0.0	3.16	
20	0.43	1.30	0.0	3.44	
21	0.40	0.0	0.0	3.45	
22	0.37	14.53	5.3	4.93	1.29
23	0.37	0.0	0.0	4.92	
24	0.35	0.26	0.0	3.16	
25	0.32	0.0	0.0	2.98	
26	0.28	0.17	0.0	3.06	
27	0.27	0.0	0.0	3.32	
28	0.25	0.02	0.0	3.45	
29	0.23	0.0	0.0	3.29	
30	0.21	0.14	0.0	2.96	

表4-5 固有値解析結果 Type-2 Case-2

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	2.99	1.91	0.1	2.79	
2	2.41	9.32	2.2	3.34	
3	1.74	3.65	0.3	4.11	
4	1.61	0.01	0.0	3.83	
5	1.40	2.13	0.1	2.36	
6	1.16	4.24	0.5	2.09	
7	1.08	1.64	0.1	4.33	
8	1.07	2.93	0.2	4.63	
9	0.99	1.15	0.0	2.56	
10	0.97	48.34	58.9	4.26	1.18
11	0.86	2.91	0.2	2.66	
12	0.78	2.48	0.2	3.24	
13	0.71	12.15	3.7	4.35	
14	0.70	11.53	3.4	4.00	
15	0.63	2.58	0.2	3.43	
16	0.62	1.53	0.1	4.29	
17	0.54	0.86	0.0	2.98	
18	0.48	0.29	0.0	3.09	
19	0.43	1.27	0.0	3.44	
20	0.40	0.14	0.0	3.46	
21	0.38	2.77	0.2	4.94	
22	0.37	12.67	4.0	4.93	
23	0.35	0.12	0.0	3.16	
24	0.32	0.03	0.0	2.98	
25	0.28	0.03	0.0	3.06	
26	0.27	0.05	0.0	3.32	
27	0.25	18.18	8.3	3.04	
28	0.25	0.78	0.0	3.45	
29	0.23	0.05	0.0	3.29	
30	0.21	0.30	0.0	2.96	1.64

表4-6 固有値解析結果 Type-2 Case-3

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	2.96	0.0	0.0	2.75	
2	2.41	14.28	5.1	3.39	
3	1.72	0.0	0.0	4.15	
4	1.61	1.09	0.0	3.85	
5	1.40	0.0	0.0	2.34	
6	1.17	10.21	2.6	2.17	
7	1.07	0.0	0.0	4.34	
8	1.07	2.92	0.2	4.62	
9	0.99	0.0	0.0	2.55	
10	0.98	52.96	19.9	4.34	1.14
11	0.86	9.43	2.2	2.68	
12	0.78	0.0	0.0	3.26	
13	0.73	0.0	0.0	4.71	
14	0.70	1.64	0.1	3.56	
15	0.63	0.0	0.0	3.18	
16	0.54	1.26	0.0	2.98	
17	0.48	0.0	0.0	3.09	
18	0.43	9.32	2.2	3.59	
19	0.42	19.04	9.0	4.33	1.40
20	0.40	0.0	0.0	3.46	
21	0.38	0.0	0.0	4.81	
22	0.35	0.15	0.0	3.16	
23	0.32	0.0	0.0	2.96	
24	0.28	0.47	0.0	3.06	
25	0.27	12.73	4.0	4.40	
26	0.27	0.0	0.0	3.32	
27	0.25	0.0	0.0	4.91	
28	0.25	0.06	0.0	3.45	
29	0.23	0.0	0.0	3.29	
30	0.21	0.16	0.0	2.96	

表4-7 固有値解析結果 Type-3 Case-1

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	10.33	48.19	93.0	3.84	0.14
2	3.01	0.0	0.0	2.54	
3	2.38	4.27	0.7	3.14	
4	1.76	0.0	0.0	4.24	
5	1.64	-0.57	0.0	3.84	
6	1.42	0.0	0.0	2.22	
7	1.17	0.94	0.0	2.10	
8	1.09	0.0	0.0	4.26	
9	1.08	-0.21	0.0	4.56	
10	0.99	0.0	0.0	2.60	
11	0.86	0.36	0.0	2.67	
12	0.78	0.0	0.0	3.25	
13	0.70	0.04	0.0	3.55	
14	0.63	0.0	0.0	3.19	
15	0.54	0.18	0.0	2.98	
16	0.51	0.0	0.0	4.51	
17	0.48	0.0	0.0	3.09	
18	0.43	-0.16	0.0	3.43	
19	0.40	0.0	0.0	3.45	
20	0.35	0.09	0.0	3.16	
21	0.33	-8.10	2.6	2.03	
22	0.33	0.0	0.0	2.05	
23	0.32	0.0	0.0	2.97	
24	0.28	0.01	0.0	3.06	
25	0.27	0.0	0.0	3.32	
26	0.25	-0.01	0.0	3.45	
27	0.23	0.0	0.0	3.29	
28	0.21	0.0	0.0	2.96	
29	0.21	0.36	0.0	3.02	
30	0.18	0.0	0.0	3.21	

表4-8 固有値解析結果 Type-3 Case-2

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度倍率 β
1	3.01	1.57	0.1	2.54	
2	2.39	0.11	0.0	3.14	
3	1.76	-2.62	0.3	4.24	
4	1.64	-0.76	0.0	3.84	
5	1.42	-0.66	0.0	2.22	
6	1.17	0.02	0.0	2.10	
7	1.09	-1.71	0.1	4.26	
8	1.08	-0.61	0.0	4.56	
9	0.99	1.19	0.1	2.61	
10	0.86	-6.10	1.5	2.70	
11	0.85	39.48	63.6	3.92	1.36
12	0.78	0.08	0.0	3.25	
13	0.70	0.13	0.0	3.55	
14	0.63	0.07	0.0	3.19	
15	0.54	0.16	0.0	2.98	
16	0.48	0.15	0.0	3.08	
17	0.43	-0.19	0.0	3.43	
18	0.40	0.01	0.0	3.45	
19	0.35	0.04	0.0	3.16	
20	0.34	8.47	2.9	2.02	
21	0.33	-6.43	1.7	2.03	
22	0.32	-0.06	0.0	2.97	
23	0.28	-0.03	0.0	3.06	
24	0.27	-0.15	0.0	3.32	
25	0.26	-17.10	11.9	3.02	1.62
26	0.25	0.46	0.0	3.45	
27	0.23	-0.01	0.0	3.29	
28	0.21	0.05	0.0	2.96	
29	0.20	0.0	0.0	2.75	
30	0.18	0.0	0.0	3.12	

表4-9 固有値解析結果 Type-3 Case-3

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	2.99	0.0	0.0	2.53	
2	2.36	4.52	0.8	3.14	
3	1.75	0.0	0.0	4.27	
4	1.64	-0.59	0.0	3.84	
5	1.41	0.0	0.0	2.20	
6	1.18	11.46	5.3	2.18	1.17
7	1.09	0.0	0.0	4.26	
8	1.09	46.79	87.6	3.62	1.11
9	1.07	-8.64	3.0	4.47	
10	0.99	0.0	0.0	2.60	
11	0.86	1.98	0.2	2.70	
12	0.78	0.0	0.0	3.27	
13	0.70	0.03	0.0	3.51	
14	0.63	0.0	0.0	3.14	
15	0.54	-0.27	0.0	3.00	
16	0.48	0.0	0.0	3.18	
17	0.48	0.0	0.0	4.15	
18	0.43	0.14	0.0	3.48	
19	0.40	0.0	0.0	3.39	
20	0.35	-0.02	0.0	3.07	
21	0.32	0.0	0.0	2.96	
22	0.28	0.01	0.0	3.19	
23	0.27	0.0	0.0	3.46	
24	0.25	-0.01	0.0	3.38	
25	0.23	0.0	0.0	3.13	
26	0.22	5.2	1.1	2.05	
27	0.22	0.0	0.0	2.36	
28	0.21	0.4	0.0	2.89	
29	0.21	1.8	0.1	3.14	
30	0.20	0.0	0.0	2.80	

表4-10 固有値解析結果 Type-4 Case-1

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	8.75	40.45	90.3	2.00	0.16
2	2.99	0.0	0.0	2.00	
3	2.28	4.18	1.0	2.00	
4	1.50	0.0	0.0	2.00	
5	1.35	-1.16	0.1	2.00	
6	1.31	0.0	0.0	2.00	
7	1.15	-0.92	0.1	2.00	
8	1.00	0.0	0.0	2.00	
9	0.92	-0.37	0.0	2.00	
10	0.92	0.0	0.0	2.00	
11	0.88	-0.43	0.0	2.00	
12	0.79	0.0	0.0	2.00	
13	0.72	0.02	0.0	2.00	
14	0.66	0.0	0.0	2.00	
15	0.59	-0.25	0.0	2.00	
16	0.54	0.0	0.0	2.00	
17	0.48	0.06	0.0	2.00	
18	0.44	0.0	0.0	2.00	
19	0.41	0.0	0.0	2.00	
20	0.39	-0.11	0.0	2.00	
21	0.36	0.0	0.0	2.00	
22	0.34	-8.26	3.8	2.00	
23	0.34	0.0	0.0	2.00	
24	0.33	0.03	0.0	2.00	
25	0.31	0.0	0.0	2.00	
26	0.28	-0.07	0.0	2.00	
27	0.26	0.0	0.0	2.00	
28	0.24	-0.1	0.0	2.00	
29	0.23	0.0	0.0	2.00	
30	0.21	0.03	0.0	2.00	

表4-11 固有値解析結果 Type-4 Case-2

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	2.99	1.61	0.1	2.00	
2	2.29	-0.2	0.0	2.00	
3	1.50	1.82	0.2	2.00	
4	1.35	-1.68	0.2	2.00	
5	1.31	2.75	0.4	2.00	
6	1.15	-0.34	0.0	2.00	
7	1.00	-0.86	0.0	2.00	
8	0.92	1.37	0.1	2.00	
9	0.92	-1.22	0.1	2.00	
10	0.88	1.25	0.1	2.00	
11	0.80	21.05	24.5	2.00	1.75
12	0.79	29.81	49.0	2.00	
13	0.72	-0.13	0.0	2.00	
14	0.66	0.2	0.0	2.00	
15	0.59	0.06	0.0	2.00	
16	0.54	-0.32	0.0	2.00	
17	0.48	-0.02	0.0	2.00	
18	0.44	-0.08	0.0	2.00	
19	0.39	-0.10	0.0	2.00	
20	0.36	-0.09	0.0	2.00	
21	0.34	-6.26	2.2	2.00	
22	0.34	-7.03	2.7	2.00	
23	0.33	-0.03	0.0	2.00	
24	0.31	0.04	0.0	2.00	
25	0.28	-0.23	0.0	2.00	
26	0.27	-0.23	0.0	2.00	1.83
27	0.26	0.31	0.0	2.00	
28	0.24	-0.09	0.0	2.00	
29	0.23	0.01	0.0	2.00	
30	0.21	0.10	0.0	2.00	

表4-12 固有値解析結果 Type-4 Case-3

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	2.48	0.0	0.0	2.00	
2	2.28	3.47	0.7	2.00	
3	1.49	0.0	0.0	2.00	
4	1.35	-2.94	0.5	2.00	
5	1.31	0.0	0.0	2.00	
6	1.15	-3.47	0.7	2.00	
7	1.00	0.0	0.0	2.00	
8	0.97	38.98	83.9	2.00	1.44
9	0.92	-8.17	3.7	2.00	
10	0.92	0.0	0.0	2.00	
11	0.87	-5.18	1.5	2.00	
12	0.79	0.0	0.0	2.00	
13	0.72	0.26	0.0	2.00	
14	0.66	0.0	0.0	2.00	
15	0.59	0.51	0.0	2.00	
16	0.54	0.0	0.0	2.00	
17	0.48	-0.10	0.0	2.00	
18	0.44	0.0	0.0	2.00	
19	0.39	0.04	0.0	2.00	
20	0.39	0.0	0.0	2.00	
21	0.36	0.0	0.0	2.00	
22	0.33	-0.01	0.0	2.00	
23	0.31	0.0	0.0	2.00	
24	0.28	-0.06	0.0	2.00	
25	0.26	0.0	0.0	2.00	
26	0.24	0.0	0.0	2.00	
27	0.23	0.0	0.0	2.00	
28	0.23	-4.65	1.6	2.00	
29	0.22	0.0	0.0	2.00	
30	0.21	0.13	0.0	2.00	

表4-13 固有値解析結果 Type-5 Case-1

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	8.05	-69.78	58.1	5.00	0.13
2	3.71	0.0	0.0	5.00	
3	2.66	31.48	11.8	5.00	0.39
4	1.73	0.0	0.0	5.00	
5	1.47	-6.29	0.5	5.00	
6	1.30	0.0	0.0	5.00	
7	1.09	11.30	1.5	5.00	
8	0.92	0.0	0.0	5.00	
9	0.88	6.50	0.0	5.00	
10	0.84	0.0	0.0	5.00	
11	0.73	3.86	0.2	5.00	
12	0.66	0.0	0.0	5.00	
13	0.61	-4.46	0.2	5.00	
14	0.59	0.0	0.0	5.00	
15	0.55	0.0	0.0	5.00	
16	0.50	16.94	3.4	5.00	
17	0.47	20.78	5.2	5.00	1.25
18	0.45	0.0	0.0	5.00	
19	0.44	0.0	0.0	5.00	
20	0.44	4.19	0.2	5.00	
21	0.39	-9.80	1.1	5.00	
22	0.37	0.0	0.0	5.00	
23	0.35	0.0	0.0	5.00	
24	0.31	-1.26	0.0	5.00	
25	0.28	0.0	0.0	5.00	
26	0.24	-1.26	0.0	5.00	
27	0.23	0.0	0.0	5.00	
28	0.23	26.73	0.0	5.00	1.25
29	0.23	0.80	0.0	5.00	
30	0.23	0.0	0.0	5.00	

表4-14 固有値解析結果 Type-5 Case-2

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	3.71	-1.54	0.0	5.00	
2	2.76	9.04	1.0	5.00	
3	1.74	7.58	0.7	5.00	
4	1.47	-6.95	0.6	5.00	
5	1.30	-8.54	0.9	5.00	
6	1.10	-7.91	0.7	5.00	
7	0.97	66.76	52.4	5.00	1.08
8	0.92	-3.18	0.1	5.00	
9	0.88	-9.06	1.0	5.00	
10	0.84	3.70	0.2	5.00	
11	0.73	3.21	0.1	5.00	
12	0.66	-0.27	0.0	5.00	
13	0.61	-4.03	0.2	5.00	
14	0.56	7.33	0.6	5.00	
15	0.51	23.25	6.3	5.00	1.25
16	0.49	5.18	0.3	5.00	
17	0.46	-18.35	4.0	5.00	
18	0.44	0.09	0.0	5.00	
19	0.41	-2.70	0.1	5.00	
20	0.40	4.13	0.2	5.00	
21	0.38	-10.78	1.4	5.00	
22	0.35	0.19	0.0	5.00	
23	0.31	1.93	0.0	5.00	
24	0.29	18.55	4.0	5.00	
25	0.28	-2.57	0.1	5.00	
26	0.24	-1.38	0.0	5.00	
27	0.23	0.68	0.0	5.00	
28	0.23	26.73	8.4	5.00	1.25
29	0.23	0.0	0.0	5.00	
30	0.20	0.25	0.0	5.00	

表4-15 固有値解析結果 Type-5 Case-3

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	3.67	0.0	0.0	5.00	
2	2.71	15.86	3.0	5.00	
3	1.68	0.0	0.0	5.00	
4	1.47	-7.25	0.6	5.00	
5	1.30	0.0	0.0	5.00	
6	1.09	-19.94	4.7	5.00	
7	0.91	0.0	0.0	5.00	
8	0.89	31.90	12.2	5.00	1.18
9	0.84	0.0	0.0	5.00	
10	0.80	-68.55	56.1	5.00	1.25
11	0.72	22.37	6.0	5.00	1.25
12	0.66	0.0	0.0	5.00	
13	0.61	-9.15	1.0	5.00	
14	0.59	0.0	0.0	5.00	
15	0.54	0.0	0.0	5.00	
16	0.49	-5.27	0.3	5.00	
17	0.44	0.0	0.0	5.00	
18	0.40	-4.16	0.2	5.00	
19	0.39	9.87	1.2	5.00	
20	0.38	0.0	0.0	5.00	
21	0.35	0.0	0.0	5.00	
22	0.33	22.55	6.1	5.00	1.25
23	0.31	6.63	0.5	5.00	
24	0.30	0.0	0.0	5.00	
25	0.28	0.0	0.0	5.00	
26	0.24	0.07	0.0	5.00	
27	0.23	0.07	0.0	5.00	
28	0.23	0.0	0.0	5.00	
29	0.20	0.0	0.0	5.00	
30	0.19	0.0	0.0	5.00	

表4-16 固有値解析結果 Type-6 Case-1

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	6.39	54.74	76.0	3.91	0.18
2	3.20	0.0	0.0	2.41	
3	2.49	10.59	2.8	2.69	
4	1.71	0.0	0.0	2.96	
5	1.51	2.78	0.2	4.33	
6	1.45	0.0	0.0	3.80	
7	1.29	1.7	0.0	2.18	
8	1.11	0.0	0.0	2.19	
9	1.02	1.16	0.0	3.55	
10	0.98	0.0	0.0	4.17	
11	0.90	0.98	0.0	3.19	
12	0.79	0.0	0.0	2.84	
13	0.74	0.0	0.0	4.67	
14	0.69	0.86	0.0	3.09	
15	0.65	16.07	6.5	4.70	1.33
16	0.63	0.0	0.0	3.35	
17	0.56	0.84	0.0	3.25	
18	0.50	0.0	0.0	3.11	
19	0.49	0.0	0.0	4.51	
20	0.43	1.42	0.1	2.91	
21	0.40	0.0	0.0	2.94	
22	0.37	14.53	5.4	4.92	1.29
23	0.37	0.0	0.0	4.89	
24	0.35	0.57	0.0	3.22	
25	0.33	0.0	0.0	3.30	
26	0.30	0.26	0.0	3.19	
27	0.28	0.0	0.0	3.00	
28	0.25	0.07	0.0	2.78	
29	0.24	0.0	0.0	2.66	
30	0.22	0.15	0.0	2.56	

表4-17 固有値解析結果 Type-6 Case-2

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	3.21	1.92	0.1	2.41	
2	2.49	8.54	1.9	2.67	
3	1.71	1.60	0.1	2.97	
4	1.51	5.10	0.7	4.32	
5	1.45	3.55	0.3	3.80	
6	1.29	2.25	0.1	2.18	
7	1.11	0.61	0.0	2.19	
8	1.02	14.36	5.3	3.60	1.19
9	0.98	3.01	0.2	4.18	
10	0.97	45.54	53.2	4.19	1.18
11	0.90	1.60	0.1	3.17	
12	0.79	3.05	0.2	2.78	
13	0.70	17.44	7.8	4.78	1.32
14	0.69	0.08	0.0	3.09	
15	0.63	0.71	0.0	3.36	
16	0.62	1.81	0.1	4.51	
17	0.56	0.76	0.0	3.25	
18	0.50	0.29	0.0	3.04	
19	0.43	1.40	0.1	2.91	
20	0.40	0.20	0.0	2.96	
21	0.38	2.70	0.2	4.91	
22	0.37	12.88	4.3	4.9	
23	0.35	0.47	0.0	3.22	
24	0.33	0.36	0.0	3.30	
25	0.30	0.07	0.0	3.19	
26	0.28	0.01	0.0	3.00	
27	0.26	16.84	7.3	2.94	1.66
28	0.25	1.24	0.0	2.78	
29	0.24	0.01	0.0	2.66	
30	0.22	0.29	0.0	2.55	

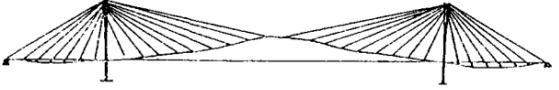
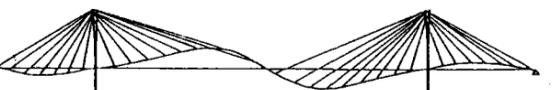
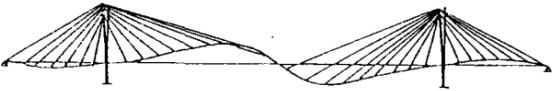
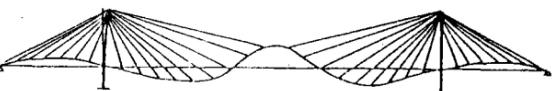
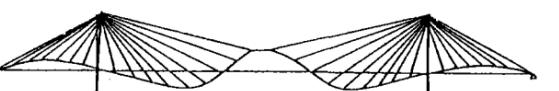
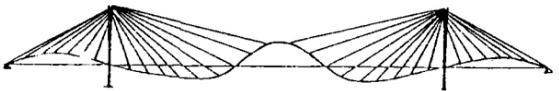
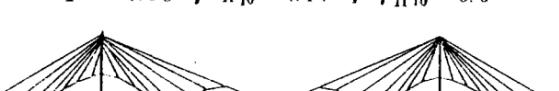
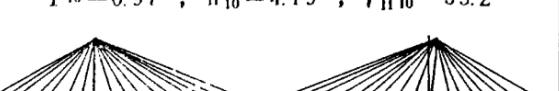
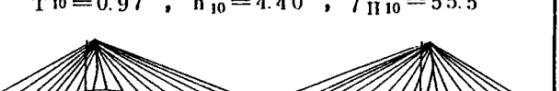
表4-18 固有値解析結果 Type-6 Case-3

モード NO.	固有周期 (秒)	刺激係数	有効質量比 (%)	減衰定数 (%)	加速度応答倍率 β
1	3.19	0.0	0.0	2.40	
2	2.49	13.04	4.3	2.72	
3	1.69	0.0	0.0	2.90	
4	1.51	7.23	1.3	4.28	
5	1.45	0.0	0.0	3.88	
6	1.29	5.43	0.7	2.23	
7	1.11	0.0	0.0	2.19	
8	1.03	25.34	16.3	3.68	1.17
9	0.98	0.0	0.0	4.18	
10	0.97	46.79	55.5	4.40	1.16
11	0.90	8.03	1.6	3.09	
12	0.79	0.0	0.0	2.83	
13	0.73	0.0	0.0	4.66	
14	0.69	0.16	0.0	3.09	
15	0.63	0.0	0.0	3.35	
16	0.56	0.92	0.0	3.25	
17	0.50	0.0	0.0	3.04	
18	0.44	7.26	1.3	3.06	
19	0.42	19.83	10.0	4.24	1.42
20	0.40	0.0	0.0	2.96	
21	0.38	0.0	0.0	4.75	
22	0.35	0.33	0.0	3.22	
23	0.33	0.0	0.0	3.30	
24	0.30	0.51	0.0	3.19	
25	0.28	0.0	0.0	3.00	
26	0.27	11.78	3.5	4.16	
27	0.25	0.12	0.0	2.78	
28	0.24	0.0	0.0	4.86	
29	0.24	0.0	0.0	2.66	
30	0.22	0.22	0.0	2.56	

	Case - 1	Case - 2	Case - 3
1 次	$T_1=6.48, h_1=4.02, \gamma_{H1}=76.0$ 	$T_1=2.99, h_1=2.79, \gamma_{H1}=0.1$ 	$T_1=2.96, h_1=2.75, \gamma_{H1}=0.0$
2 次	$T_2=2.99, h_2=2.79, \gamma_{H2}=0.0$ 	$T_2=2.41, h_2=3.34, \gamma_{H2}=2.2$ 	$T_2=2.41, h_2=3.39, \gamma_{H2}=5.1$
3 次	$T_3=2.41, h_3=3.36, \gamma_{H3}=3.0$ 	$T_3=1.74, h_3=4.11, \gamma_{H3}=0.3$ 	$T_3=1.72, h_3=4.15, \gamma_{H3}=0.0$
4 次	$T_4=1.74, h_4=4.10, \gamma_{H4}=0.0$ 	$T_4=1.61, h_4=3.83, \gamma_{H4}=0.0$ 	$T_4=1.61, h_4=3.85, \gamma_{H4}=0.0$
5 次	$T_5=1.61, h_5=3.83, \gamma_{H5}=0.0$ 	$T_5=1.40, h_5=2.36, \gamma_{H5}=0.1$ 	$T_5=1.40, h_5=2.34, \gamma_{H5}=0.0$
6 次	$T_6=1.40, h_6=2.37, \gamma_{H6}=0.0$ 	$T_6=1.16, h_6=2.09, \gamma_{H6}=0.5$ 	$T_6=1.17, h_6=2.17, \gamma_{H6}=2.6$
7 次	$T_7=1.16, h_7=2.08, \gamma_{H7}=0.1$ 	$T_7=1.08, h_7=4.33, \gamma_{H7}=0.1$ 	$T_7=1.07, h_7=4.34, \gamma_{H7}=0.0$
8 次	$T_8=1.08, h_8=4.33, \gamma_{H8}=0.0$ 	$T_8=1.07, h_8=4.63, \gamma_{H8}=0.2$ 	$T_8=1.07, h_8=4.62, \gamma_{H8}=0.2$
9 次	$T_9=1.07, h_9=4.64, \gamma_{H9}=0.0$ 	$T_9=0.99, h_9=2.56, \gamma_{H9}=0.0$ 	$T_9=0.99, h_9=2.55, \gamma_{H9}=0.0$
10 次	$T_{10}=0.99, h_{10}=2.56, \gamma_{H10}=0.0$ 	$T_{10}=0.97, h_{10}=4.26, \gamma_{H10}=58.9$ 	$T_{10}=0.98, h_{10}=4.34, \gamma_{H10}=69.9$

注 1) T_n : 第 n 次の固有振動周期 (sec)
 2) h_n : 第 n 次の減衰定数 (%)
 3) γ_{Hn} : 第 n 次の有効質量比 (%)

図 4 - 1 Type - 2 の固有振動モード図

	Case - 1	Case - 2	Case - 3
1 次	$T_1=6.39, h_1=3.91, \gamma_{H1}=76.1$ 	$T_1=3.21, h_1=2.41, \gamma_{H1}=0.1$ 	$T_1=3.19, h_1=2.40, \gamma_{H1}=0.0$ 
2 次	$T_2=3.20, h_2=2.41, \gamma_{H2}=0.0$ 	$T_2=2.49, h_2=2.67, \gamma_{H2}=1.9$ 	$T_2=2.49, h_2=2.72, \gamma_{H2}=4.3$ 
3 次	$T_3=2.49, h_3=2.69, \gamma_{H3}=2.8$ 	$T_3=1.71, h_3=2.97, \gamma_{H3}=0.1$ 	$T_3=1.69, h_3=2.90, \gamma_{H3}=0.0$ 
4 次	$T_4=1.71, h_4=2.96, \gamma_{H4}=0.0$ 	$T_4=1.51, h_4=4.32, \gamma_{H4}=0.7$ 	$T_4=1.51, h_4=4.28, \gamma_{H4}=1.3$ 
5 次	$T_5=1.51, h_5=4.33, \gamma_{H5}=0.2$ 	$T_5=1.45, h_5=3.80, \gamma_{H5}=0.3$ 	$T_5=1.45, h_5=3.88, \gamma_{H5}=0.0$ 
6 次	$T_6=1.45, h_6=3.80, \gamma_{H6}=0.0$ 	$T_6=1.29, h_6=2.18, \gamma_{H6}=0.1$ 	$T_6=1.29, h_6=2.23, \gamma_{H6}=0.7$ 
7 次	$T_7=1.29, h_7=2.18, \gamma_{H7}=0.0$ 	$T_7=1.11, h_7=2.19, \gamma_{H7}=0.0$ 	$T_7=1.11, h_7=2.19, \gamma_{H7}=0.0$ 
8 次	$T_8=1.11, h_8=2.19, \gamma_{H8}=0.0$ 	$T_8=1.02, h_8=3.60, \gamma_{H8}=5.3$ 	$T_8=1.03, h_8=3.68, \gamma_{H8}=16.3$ 
9 次	$T_9=1.02, h_9=3.55, \gamma_{H9}=0.0$ 	$T_9=0.98, h_9=4.18, \gamma_{H9}=0.2$ 	$T_9=0.98, h_9=4.18, \gamma_{H9}=0.0$ 
10 次	$T_{10}=0.98, h_{10}=4.17, \gamma_{H10}=0.0$ 	$T_{10}=0.97, h_{10}=4.19, \gamma_{H10}=53.2$ 	$T_{10}=0.97, h_{10}=4.40, \gamma_{H10}=55.5$ 

注 1) T_n : 第 n 次の固有振動周期 (sec)
 2) h_n : 第 n 次の減衰定数 (%)
 3) γ_{Hn} : 第 n 次の有効質量比 (%)

図 4 - 2 Type - 6 の固有振動モード図

	Case - 1	Case - 2	Case - 3
Type - 1	1次, $T_1=5.64$, $h_1=2.56$, $\gamma_{H1}=69.9$ 	8次, $T_8=0.95$, $h_8=3.22$, $\gamma_{H8}=57.0$ 	8次, $T_8=0.95$, $h_8=3.48$, $\gamma_{H8}=49.8$ 
Type - 2	1次, $T_1=6.48$, $h_1=4.02$, $\gamma_{H1}=76.4$ 	10次, $T_{10}=0.97$, $h_{10}=4.26$, $\gamma_{H10}=58.9$ 	10次, $T_{10}=0.98$, $h_{10}=4.34$, $\gamma_{H10}=69.9$ 
Type - 3	1次, $T_1=10.33$, $h_1=3.84$, $\gamma_{H1}=93.0$ 	11次, $T_{11}=0.85$, $h_{11}=3.90$, $\gamma_{H11}=63.6$ 	8次, $T_8=1.09$, $h_8=3.62$, $\gamma_{H8}=87.6$ 
Type - 4	1次, $T_1=8.75$, $h_1=2.00$, $\gamma_{H1}=90.3$ 	11次, $T_{11}=0.80$, $h_{11}=2.00$, $\gamma_{H11}=73.1$ 	8次, $T_8=0.97$, $h_8=2.00$, $\gamma_{H8}=85.8$ 
Type - 5	1次, $T_1=8.05$, $h_1=5.00$, $\gamma_{H1}=58.1$ 	7次, $T_7=0.97$, $h_7=5.00$, $\gamma_{H7}=52.4$ 	10次, $T_{10}=0.80$, $h_{10}=5.00$, $\gamma_{H10}=56.1$ 
Type - 6	1次, $T_1=6.39$, $h_1=3.91$, $\gamma_{H1}=76.0$ 	10次, $T_{10}=0.97$, $h_{10}=4.19$, $\gamma_{H10}=53.2$ 	10次, $T_{10}=0.97$, $h_{10}=4.40$, $\gamma_{H10}=55.5$ 

注 1) T_n : 第n次の固有振動周期(sec) , 2) h_n : 第n次の減衰定数(%) , 3) γ_{Hn} : 第n次の有効質量比(%)

図4-3 各タイプ, ケースの卓越振動モード図

4-2 応答値

主桁および主塔の代表的な位置における最大応答値（主桁および塔頂の水平変位、主桁の鉛直変位、橋台および塔基部の水平反力および主塔の曲げモーメント）を各タイプ毎にまとめ、表4-19に示す。なお、主塔の主桁位置での曲げモーメントは各タイプによって下部工の構造等への影響も想定されるので、この位置についても応答値を示した。（特定のタイプについては交差部より上方で曲げモーメントの極大値を生ずるケースがあり、この値を参考値として記している）

表4-19(a) 最大応答値一覧 (Type-1 Type-4)

Type-1

	水平変位 (cm)		鉛直変位 (cm)	支点水平反力 (t)		塔曲げモーメント (t.m)			備考 卓越周期
	X _A	X _{B (B')}	Y _E	R _{A'}	R _{D (D')}	M _{C (C')}	M _{D (D')}	M _{C-}	
Case-1	37.0	32.7	13.0 [22]	—	636	37498	54126	—	1次 5.64sec
Case-2	5.7	7.6 (3.7)	7.5 [22]	3697	725 (436)	12907 (6442)	33131 (18549)	—	8次 0.95sec
Case-3	2.2	5.2	9.9 [22]	—	2086	6409	60654	10448	8次 0.95sec

Type-2

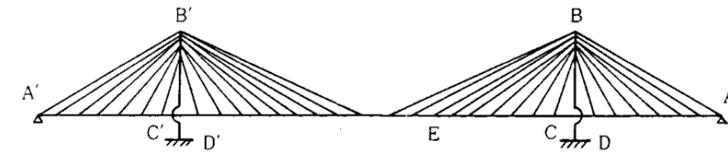
	水平変位 (cm)		鉛直変位 (cm)	支点水平反力 (t)		塔曲げモーメント (t.m)			備考 卓越周期
	X _A	X _{B (B')}	Y _E	R _{A'}	R _{D (D')}	M _{C (C')}	M _{D (D')}	M _{C-}	
Case-1	36.6	32.7	11.2 [22]	—	670	37524	54115	—	1次 6.48sec
Case-2	5.7	7.4 (3.2)	6.1 [23]	4304	688 (465)	12332 (6088)	31073 (17338)	—	10次 0.97sec
Case-3	2.9	6.0	8.9 [23]	—	2943	7220	83781	13582 [57]	10次 0.98sec

Type-3

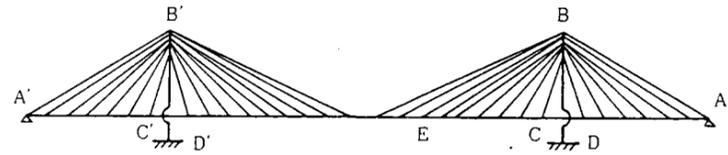
	水平変位 (cm)		鉛直変位 (cm)	支点水平反力 (t)		塔曲げモーメント (t.m)			備考 卓越周期
	X _A	X _{B (B')}	Y _E	R _{A'}	R _{D (D')}	M _{C (C')}	M _{D (D')}	M _{C-}	
Case-1	68.2	65.8	9.1 [23]	—	312	25863	31864	—	1次 10.33sec
Case-2	5.4	5.0 (1.7)	2.5 [16]	4730	163 (139)	2961 (1967)	5433 (2961)	—	11次 0.85sec
Case-3	5.3	5.4	5.3 [24]	—	2179	54399	10899	—	8次 1.09sec

Type-4

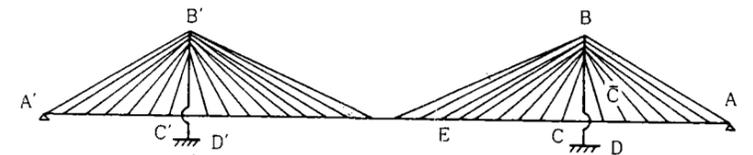
	水平変位 (cm)		鉛直変位 (cm)	支点水平反力 (t)		塔曲げモーメント (t.m)			備考 卓越周期
	X _A	X _{B (B')}	Y _E	R _{A'}	R _{D (D')}	M _{C (C')}	M _{D (D')}	M _{C-}	
Case-1	56.1	53.9	8.6 [22]	—	264	18628	25989	—	1次 8.75sec
Case-2	4.8	4.6 (1.8)	6.1 [9]	3042	147 (129)	1853 (1823)	5427 (4105)	—	12次 0.80sec
Case-3	5.7	5.9	4.2 [33]	—	1983	9034	50046	—	8次 0.97sec



Case-1 (フロティングタイプ)



Case-2 (桁左端水平固定)



Case-3 (塔・桁交差部を水平固定)

- (1) 塔の中間部において曲げモーメントが極大値をとる場合、M_{C-}として表示
- (2) Y_E、M_{C-}において [] 内に示す数値は節点番号を示す (図3-1参照)
- (3) Case-2については、() 内に左塔に関する値を示す

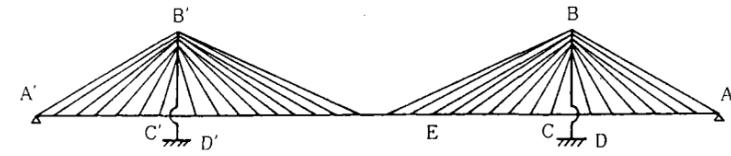
表4-19(b) 最大応答値一覧 (Type-5~Type-6)

Type-5

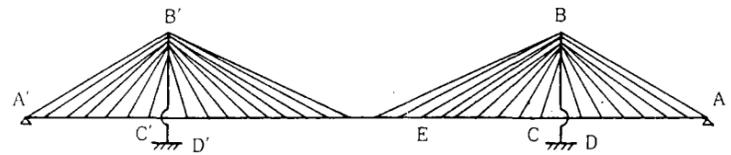
	水平変位 (cm)		鉛直変位 (cm)	支点水平反力 (t)		塔曲げモーメント (t.m)			備考 卓越周期
	X_A	$X_{B(B')}$	Y_E	$R_{A'}$	$R_{D(D')}$	$M_{C(C')}$	$M_{D(D')}$	M_{C-}	
Case-1	35.4	32.1	23.7 [41]	—	1210	42424	66097	—	1次 8.05sec
Case-2	5.7	6.9 (2.5)	4.1 [39]	7582	1236 (1163)	15000 (8508)	41976 (32461)	— [64]	7次 0.97sec
Case-3	2.2	3.7	6.0 [41]	—	5470	12201	139009	14105 [66]	10次 0.80sec

Type-6

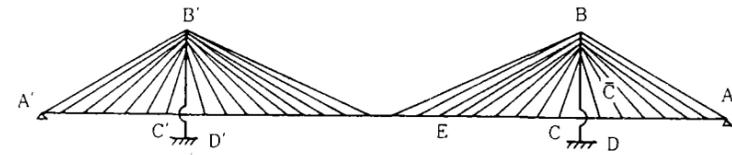
	水平変位 (cm)		鉛直変位 (cm)	支点水平反力 (t)		塔曲げモーメント (t.m)			備考 卓越周期
	X_A	$X_{B(B')}$	Y_E	$R_{A'}$	$R_{D(D')}$	$M_{C(C')}$	$M_{D(D')}$	M_{C-}	
Case-1	36.6	32.7	12.4 [22]	—	672	37527	54154	—	1次 6.39sec
Case-2	5.4	6.9 (3.0)	6.4 [21]	3895	665 (537)	11611 (6238)	29400 (20022)	—	10次 0.97sec
Case-3	2.3	5.0	9.1 [21]	—	2440	6971	69089	11412 [57]	10次 0.97sec



Case-1 (フローティングタイプ)



Case-2 (桁左端水平固定)



Case-3 (塔・桁交差部を水平固定)

- (1) 塔の中間部において曲げモーメントが極大値をとる場合、 M_{c-} として表示
- (2) Y_E 、 M_{c-} において [] 内に示す数値は節点番号を示す (図3-2, 3-3参照)
- (3) Case-2については、() 内に左塔に関する値を示す

4 - 3 主塔の応答値分布

各タイプごとに、各ケースの右主塔変位、右主塔曲げモーメントの応答値分布を比較したものが図4-4～図4-9である。

各タイプでの右主塔水平変位性状・曲げモーメント性状とも、Case-1が片持ち梁の静的応答性状に近く、Case-2, Case-3となるにつれて、片持ち梁の静的応答性状から離れてゆく傾向にある。Case-3の曲げモーメント性状については、主塔がコンクリートの場合は主桁位置で、主塔が鋼の場合は主桁位置より下方で、曲げモーメント分布が屈折している。この理由は、コンクリートと鋼の剛性の差に起因する卓越モード・有効質量比等の影響で性状が異なったものと推定される。また、主桁位置より上の主塔曲げモーメント分布に着目すると、主塔がコンクリートの場合はその曲げモーメント分布に極大値があり、主塔が鋼の場合は極大値は見られない。

各ケースごとに各タイプの右主塔変位、右主塔曲げモーメントの応答値分布を比較したものが図4-10～図4-12である。

Case-1での応答値分布を概観すると、(Type-1, 2, 6)、(Type-3, 4)、(Type-5)の3つのグループに分けられると考えられる。同様に、Case-2, Case-3の場合も、応答値分布にCase-1程の強い相関は出ていないが、Case-1と同様のグループに分けられると考えられる。

Case-1, Case-2では、(Type-1, 2, 6)と(Type-5)の応答値分布がほぼ等しいとすれば、動的応答性状は主塔構造に大きく依存し、主桁構造にはあまり依存しないものと考えられる。

Type-1

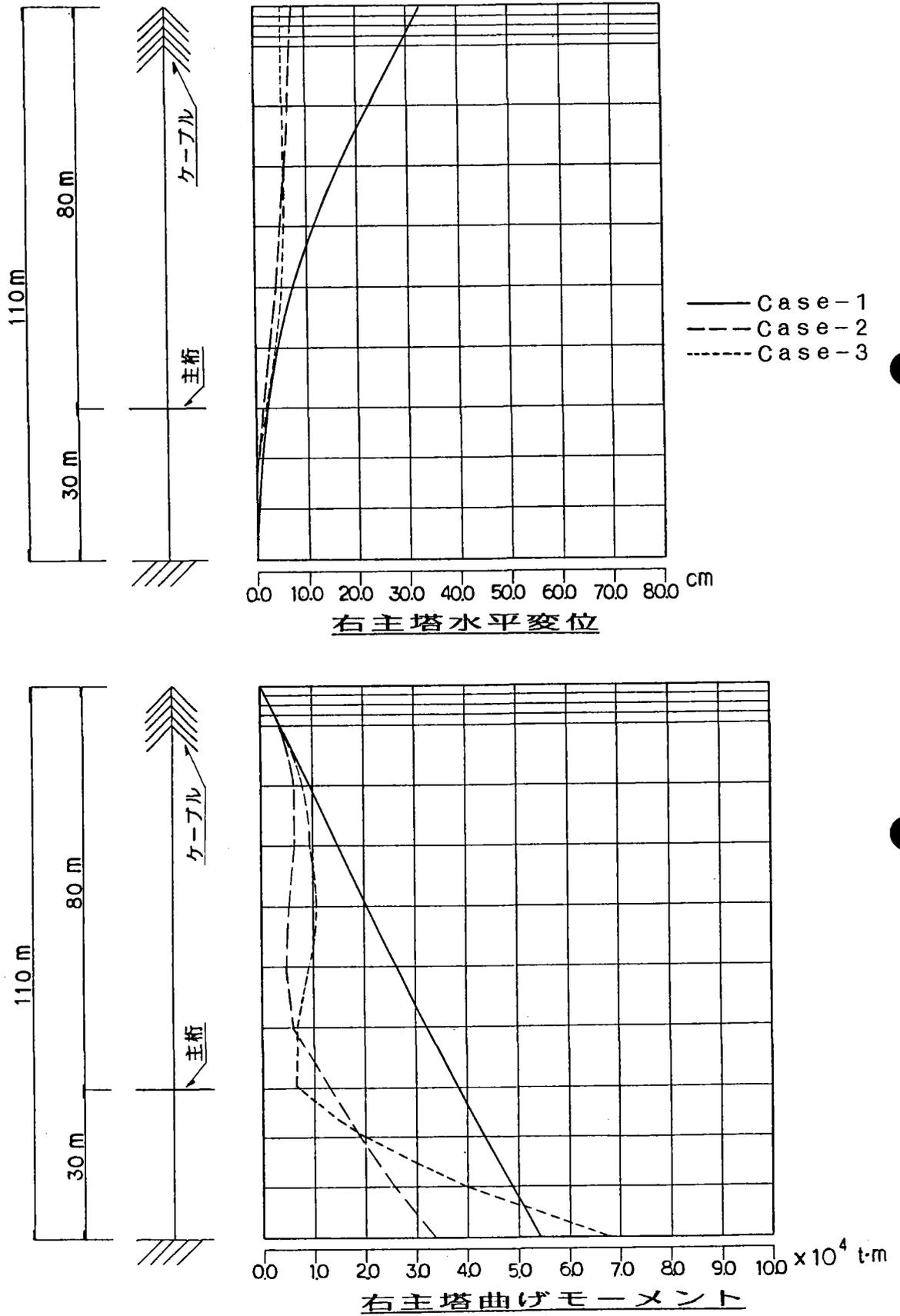


図4-4 主塔の応答値分布 (Type-1)

Type-2

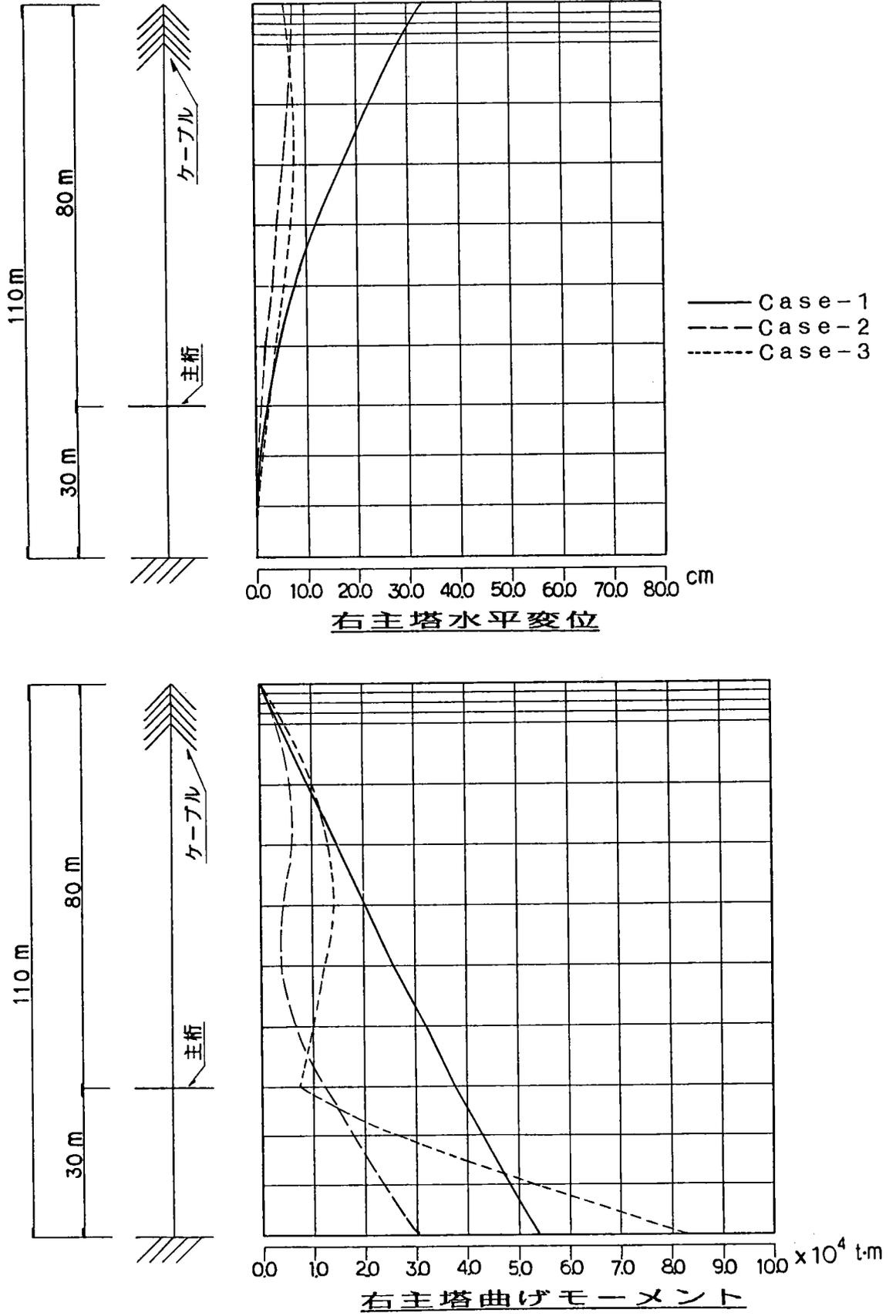


図 4 - 5 主塔の応答値分布 (Type-2)

Type-3

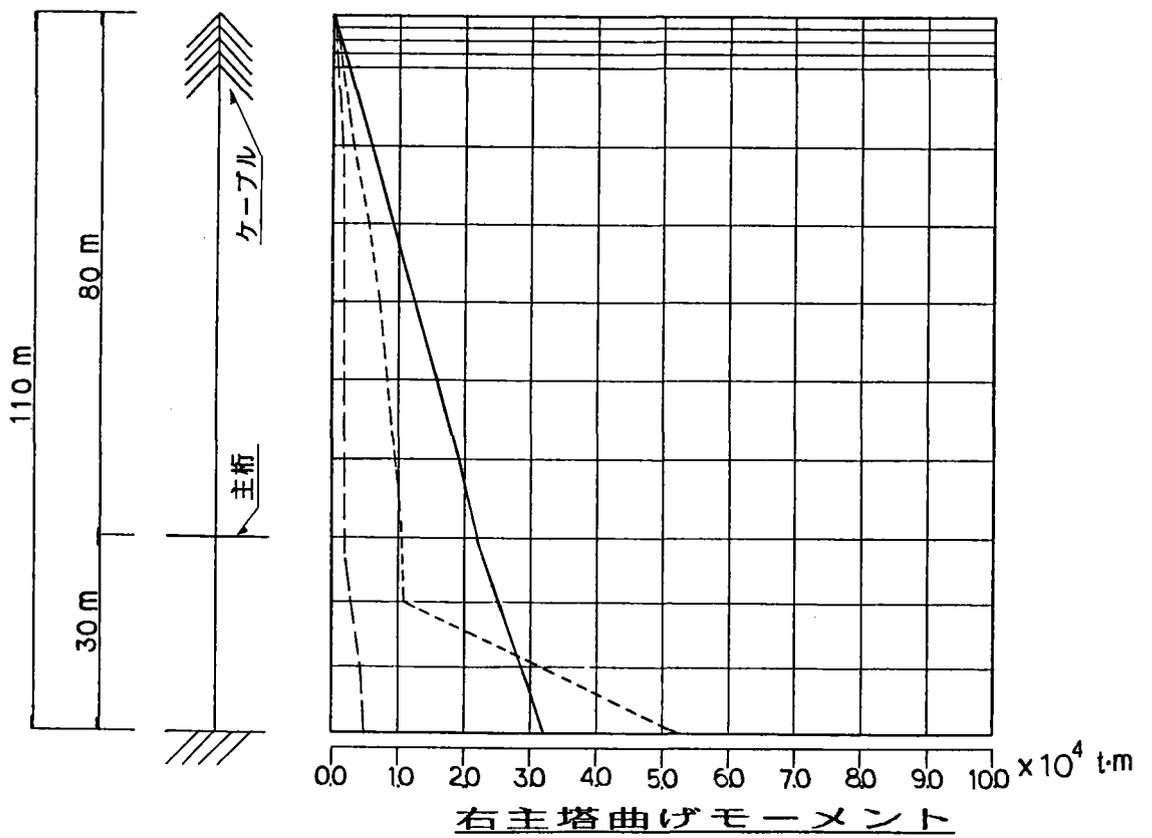
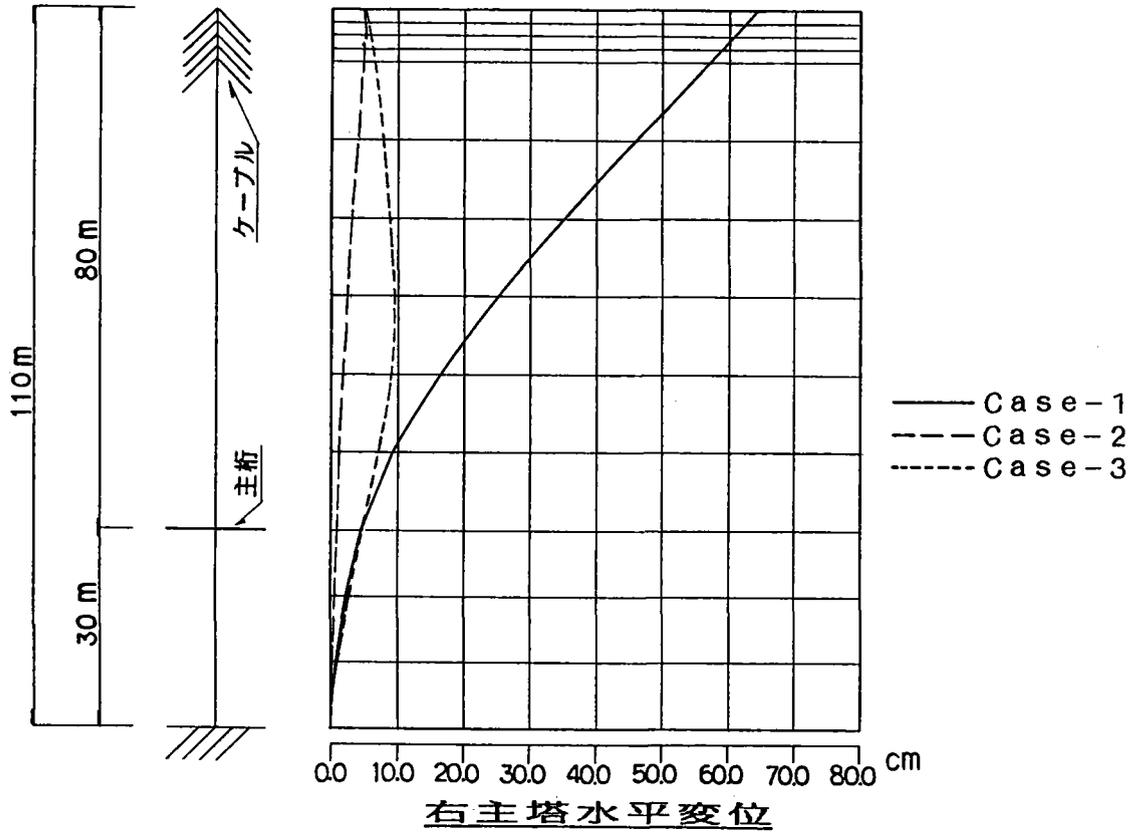
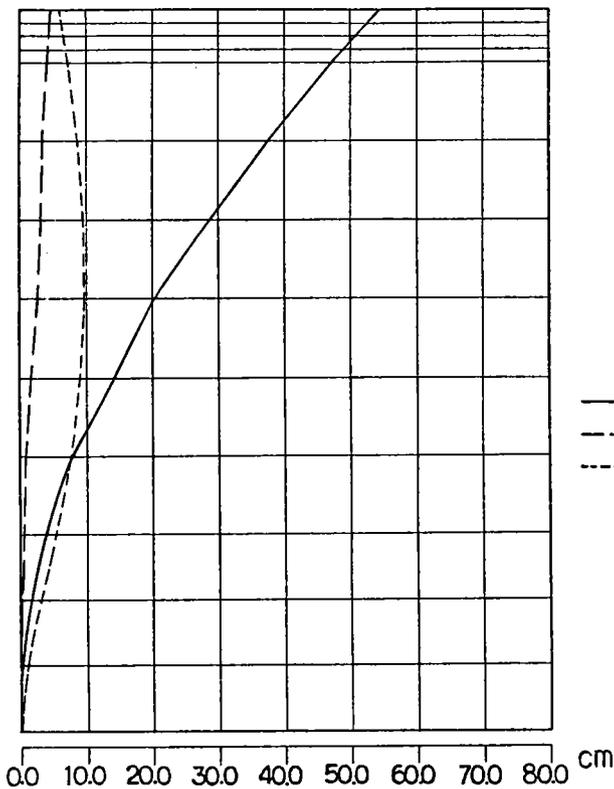
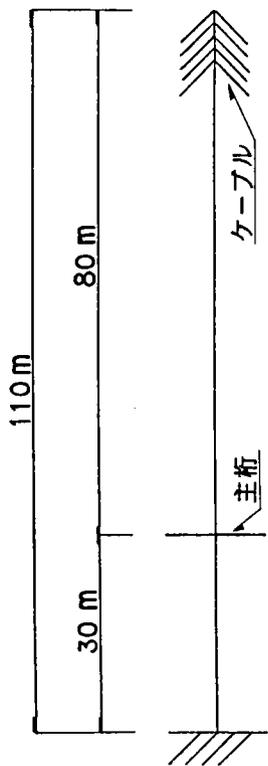


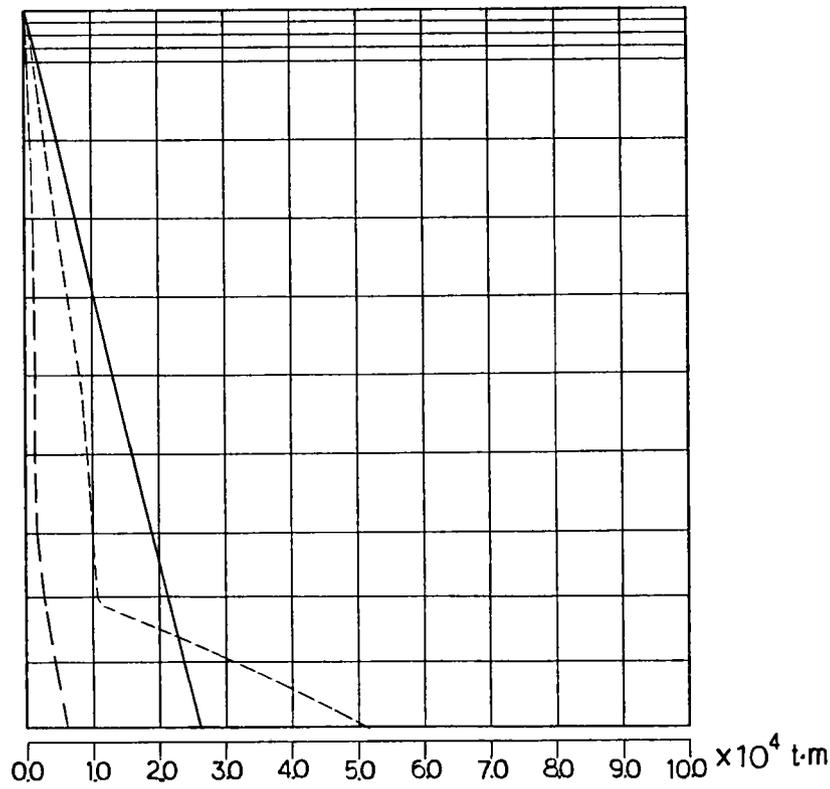
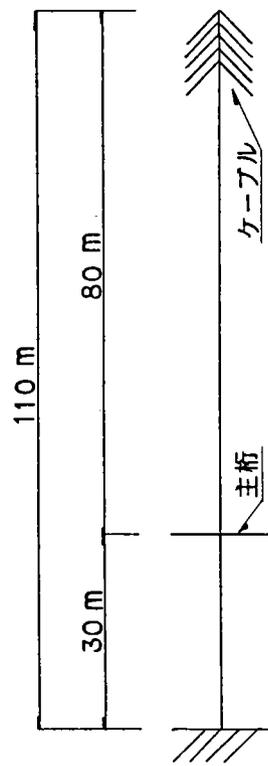
図 4 - 6 主塔の応答値分布 (Type-3)

Type-4



- Case-1
- - - Case-2
- · - Case-3

右主塔水平変位



右主塔曲げモーメント

図 4 - 7 主塔の応答値分布 (Type-4)

Type-5

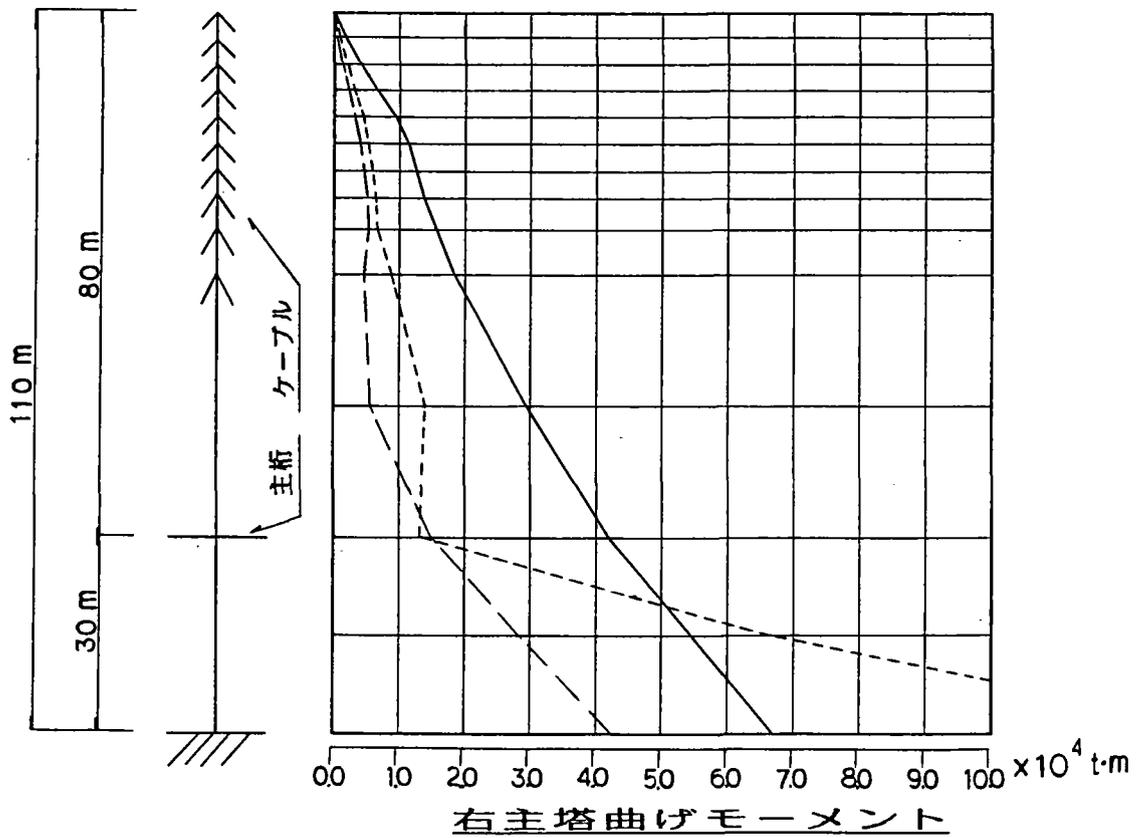
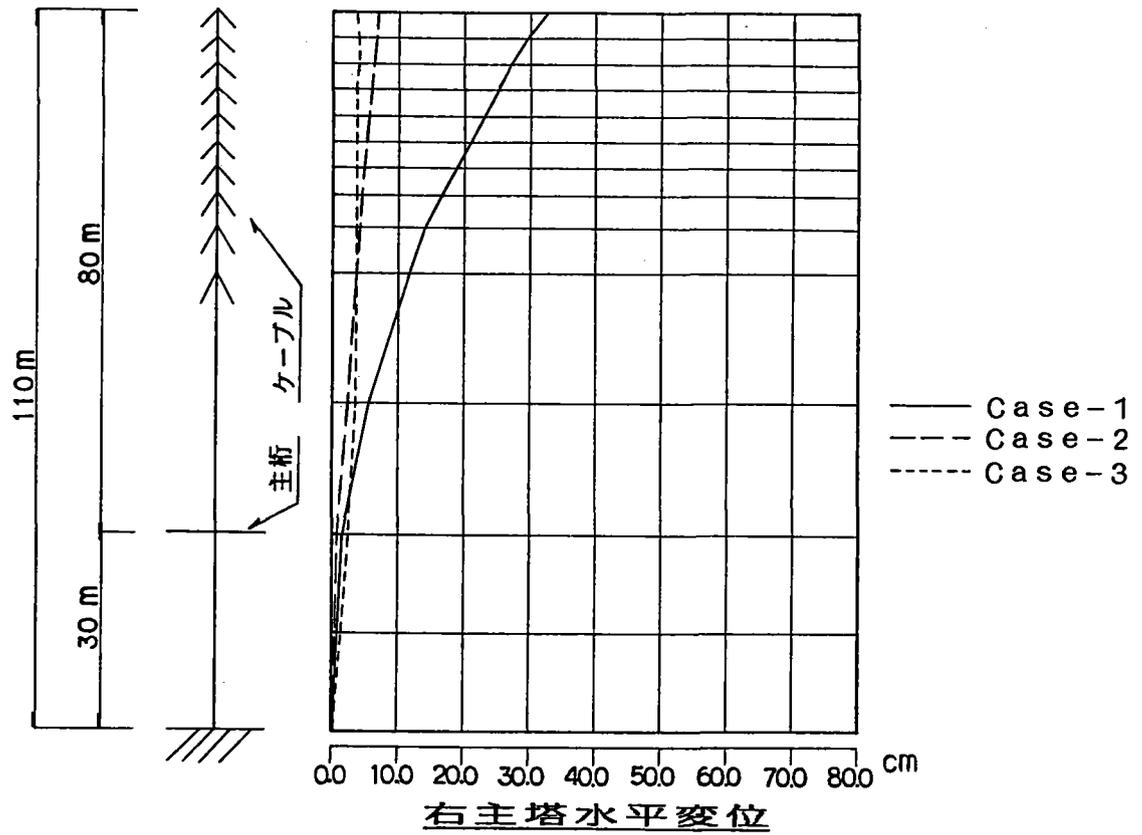


図 4 - 8 主塔の応答値分布 (Type-5)

Type-6

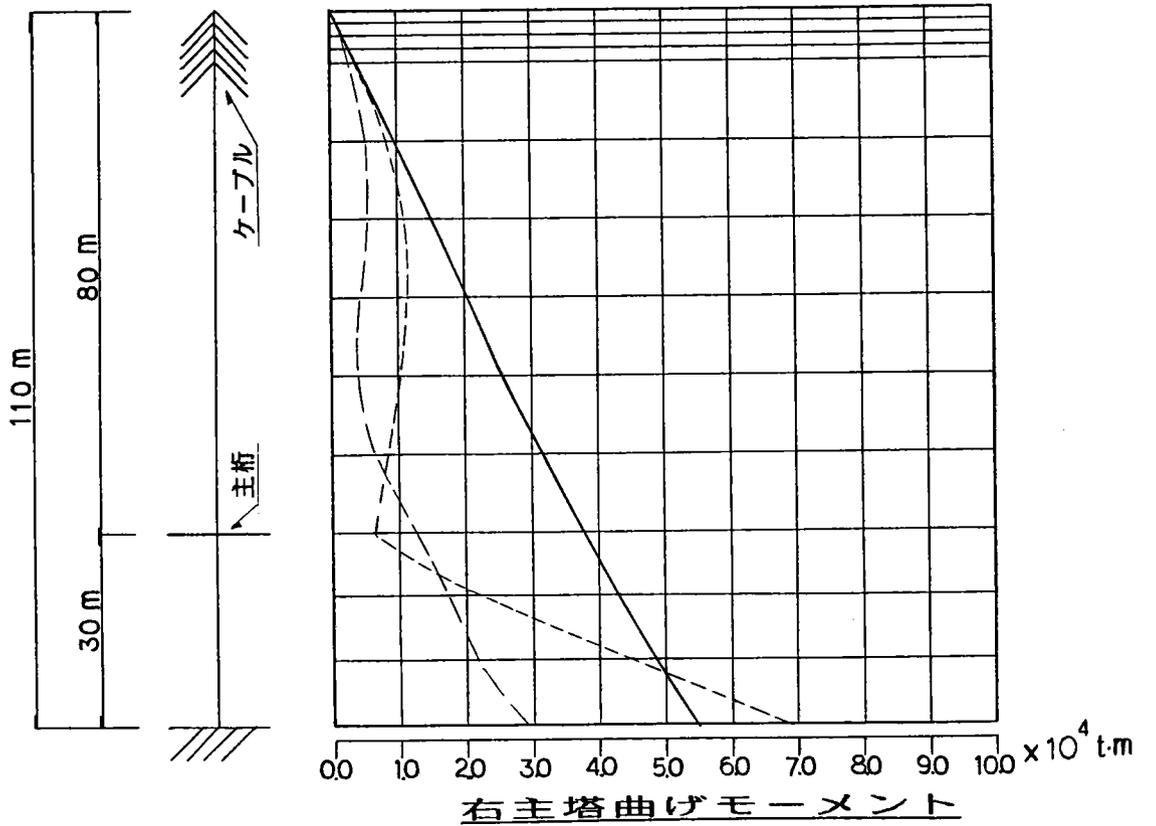
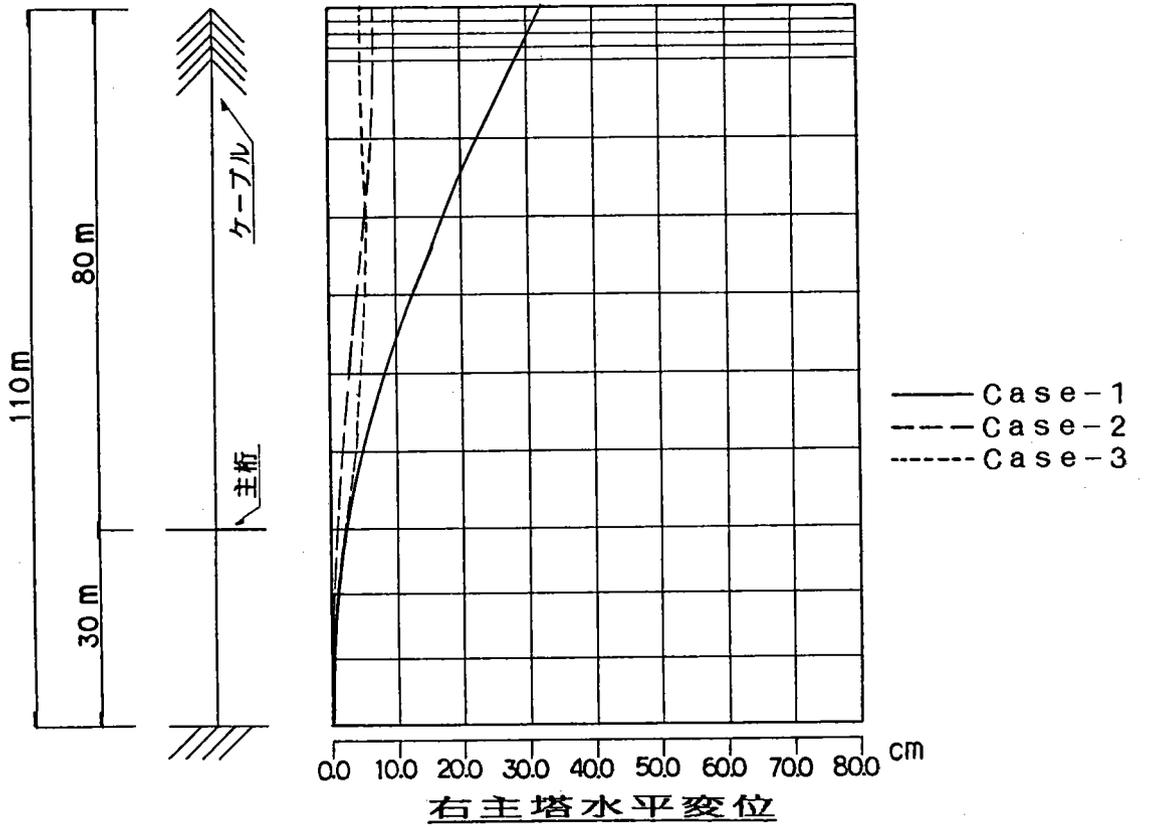


図 4 - 9 主塔の応答値分布 (Type-6)

Case-1 (All Free)

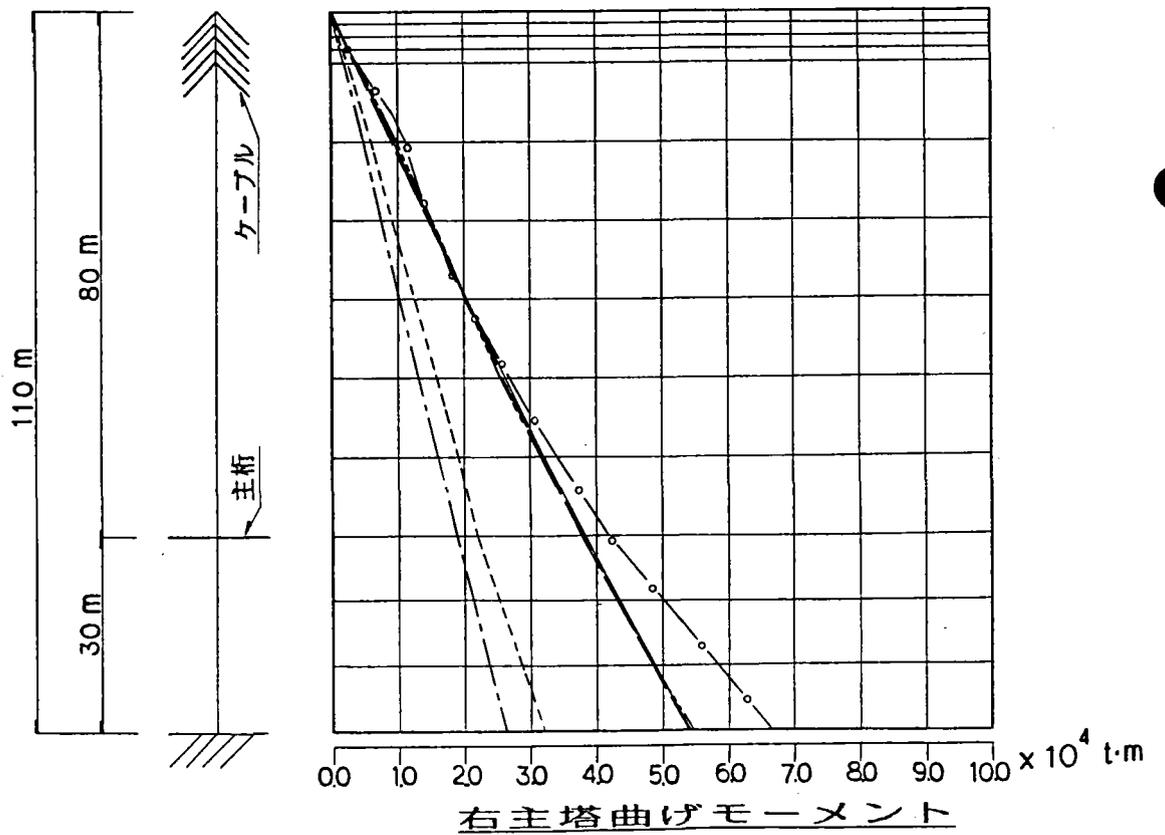
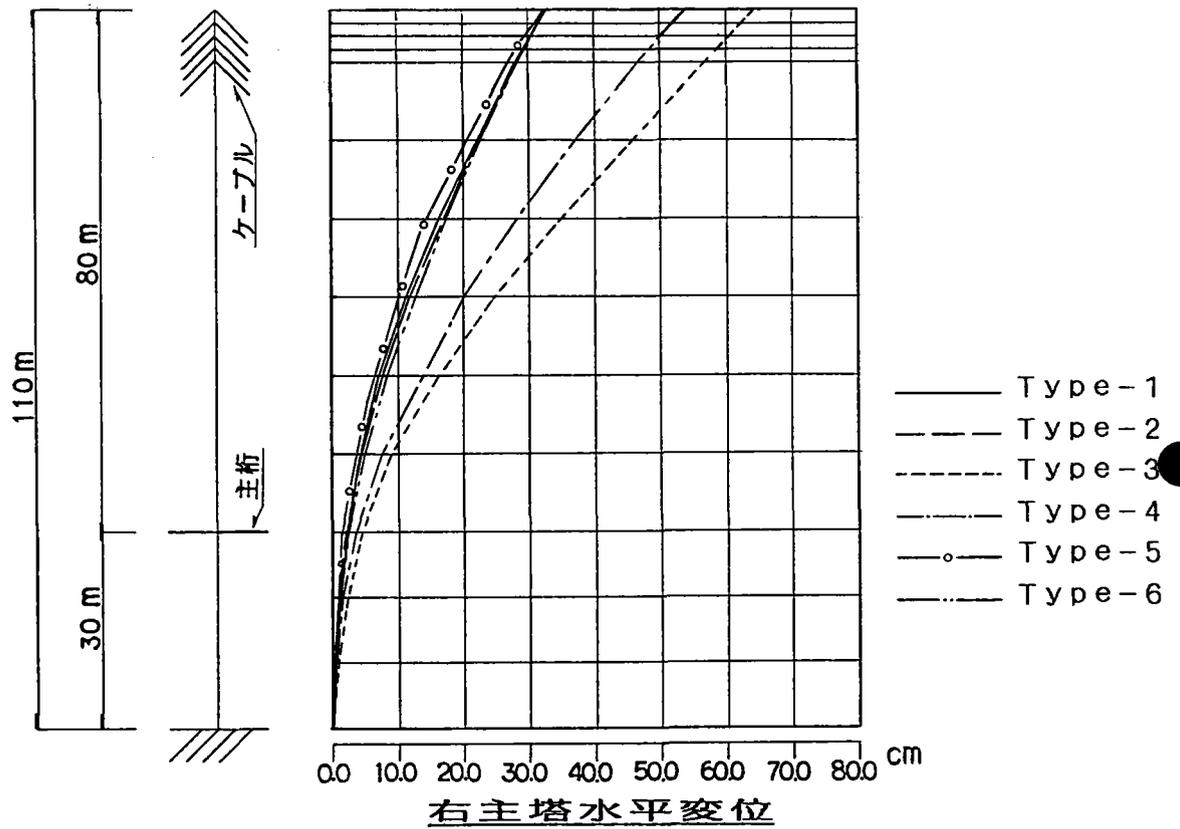


図 4 - 10 主塔の応答値分布 (Case-1)

Case-2 (片側橋台で固定)

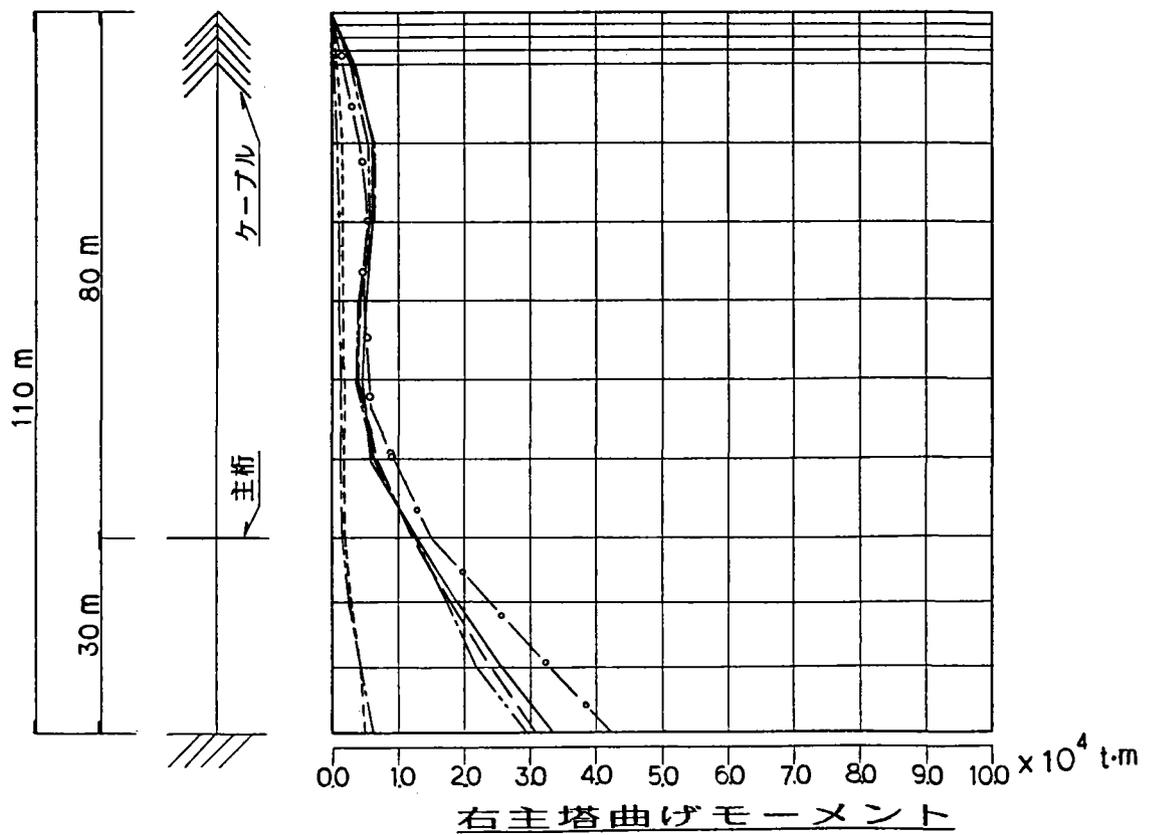
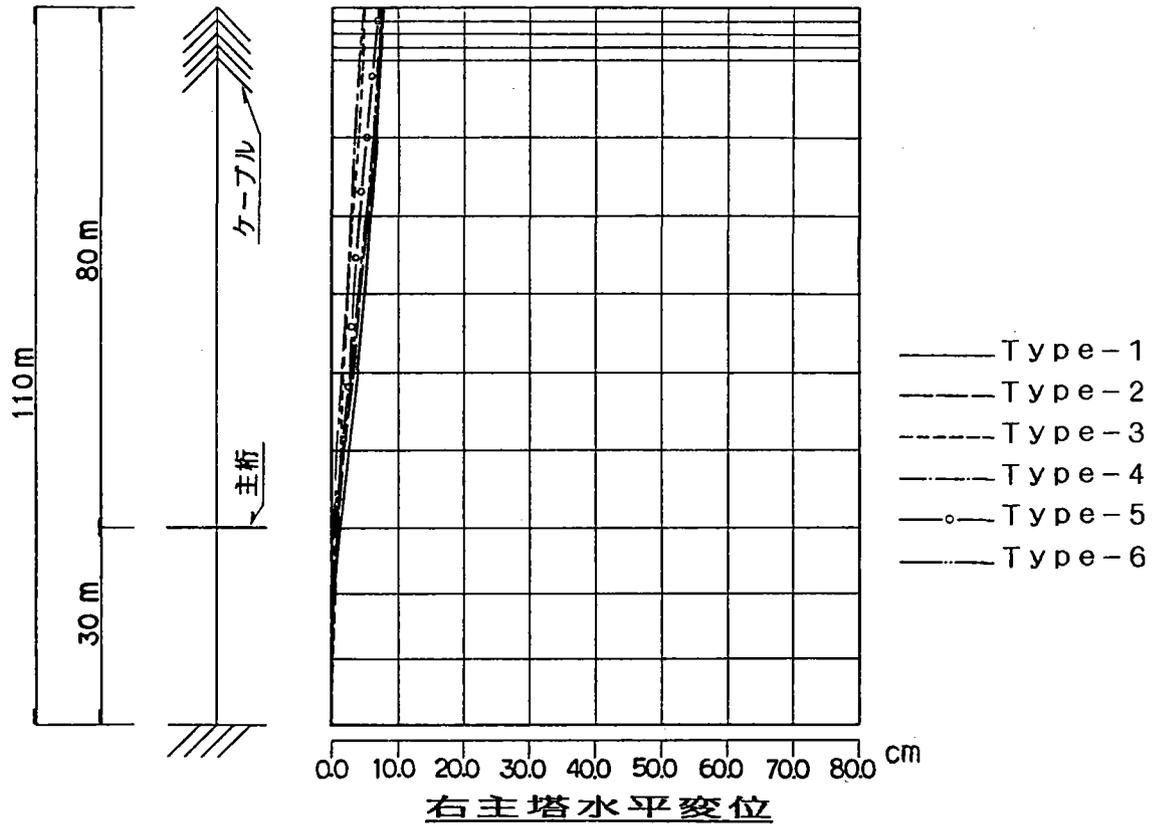


図 4 - 11 主塔の応答値分布 (Case-2)

Case-3 (主塔部橋脚で固定)

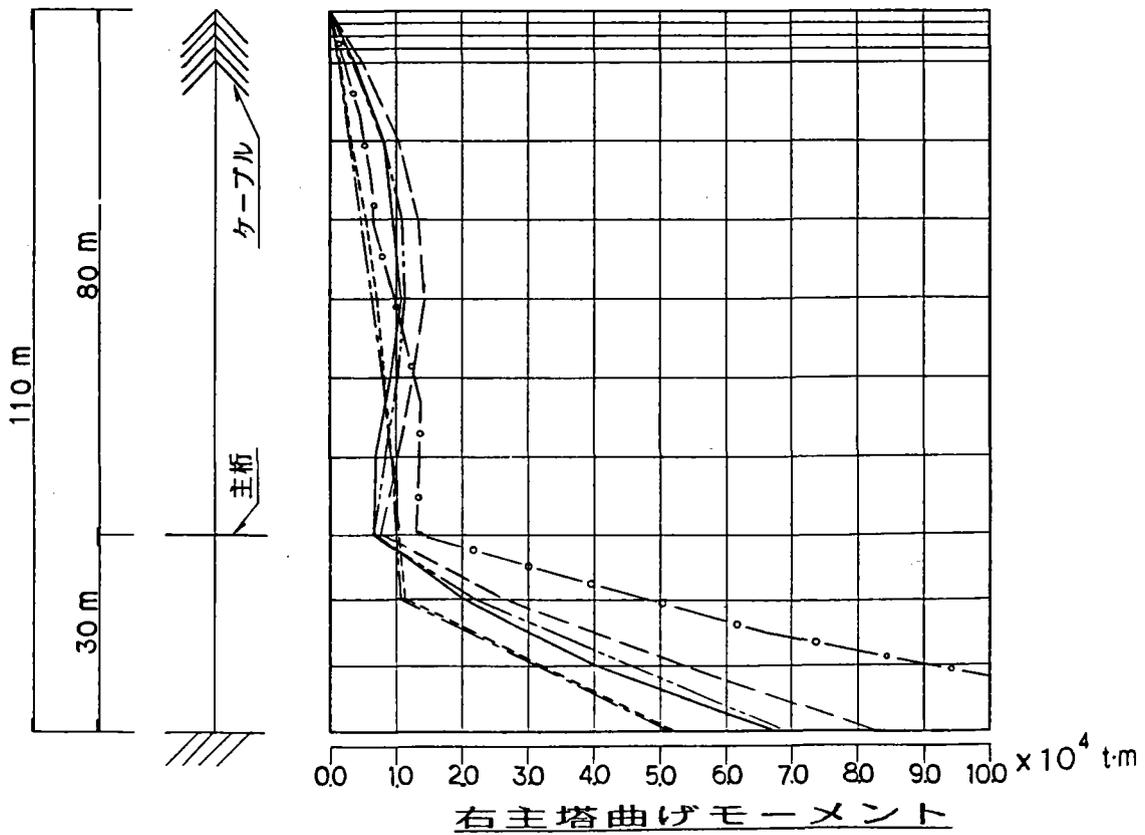
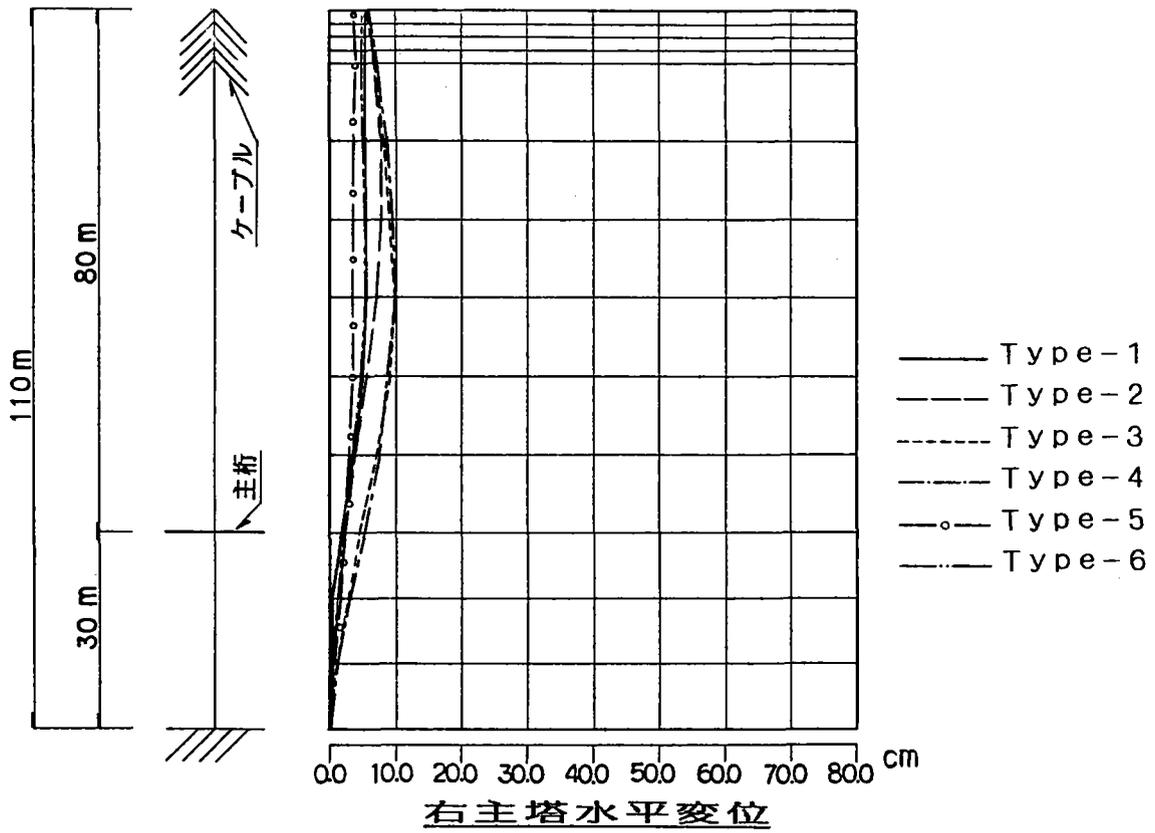


図4-12 主塔の応答値分布 (Case-3)