

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密あるいは防護上の観点
から公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	補足 - 400-1 改9
提出年月日	平成30年9月25日

工事計画に係る補足説明資料

耐震性に関する説明書のうち

補足-400-1【地震応答解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較】

平成30年9月

日本原子力発電株式会社

目次

1. 概要
2. 地震応答解析モデル及び手法の比較

別紙 1-1 原子炉建屋の地盤接地状況と埋込みS Rモデルの適用性について

別紙 1-2 原子炉建屋の地震応答解析モデルの変更について

別紙 1-3 原子炉建屋の地震応答解析モデルについて

別紙 2-1 使用済燃料乾式貯蔵建屋で用いる有効入力動の適用性について

別紙 2-2 使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析モデルの変更について

別紙 2-3 使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析モデルについて

下線：本日ご説明該当箇所

別紙 1-2 原子炉建屋の地震応答解析モデルの変更について

目次

1. 概要	別紙 1-2-1
2. 原子炉建屋の地震応答解析モデルの変更について	別紙 1-2-2
2.1 人工岩盤の考慮方法の変更	別紙 1-2-2
2.2 クレーン階における変更	別紙 1-2-3
2.3 積雪荷重による変更	別紙 1-2-4
2.4 4階の壁剛性の変更	別紙 1-2-5
3. 固有値解析結果の比較	別紙 1-2-8

1. 概要

原子炉建屋の水平方向の地震応答解析モデル（以下「R/B 今回工認モデル」という。）は、基本的に建設工認時の地震応答解析モデル（以下「R/B 建設工認モデル」という。）に基づいて設定しているが、解析モデルの精緻化等を目的とし、R/B 建設工認モデルから変更を行っている。本資料では、変更の概要を示す。

図 1-1 に地震応答解析モデルの変更箇所の概要を示す。

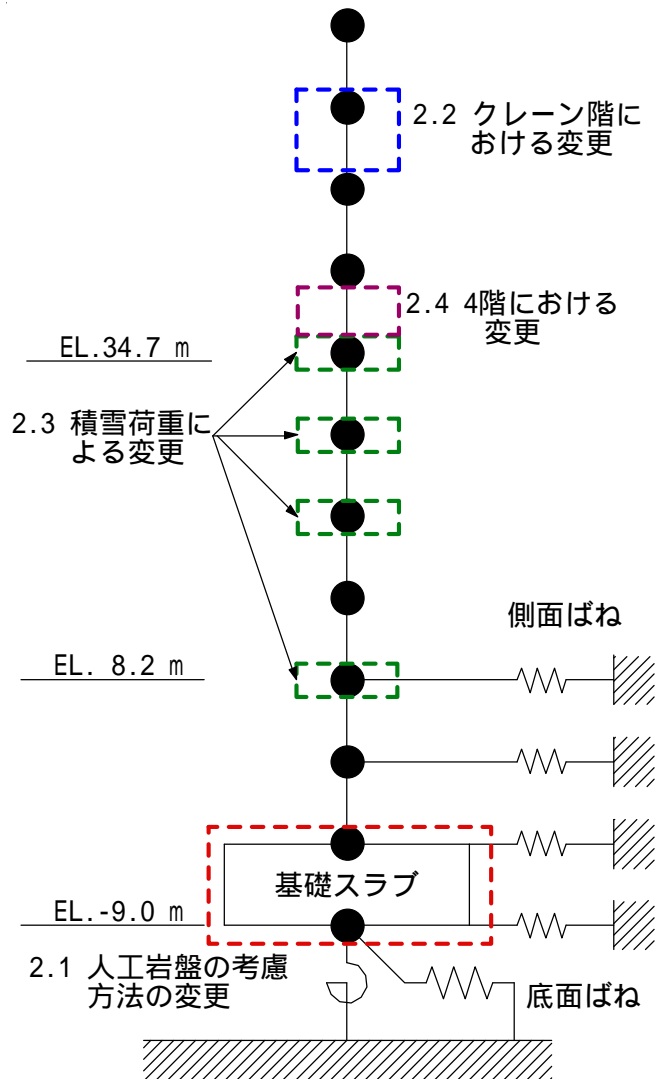


図 1-1 地震応答解析モデルの変更箇所の概要

2. 原子炉建屋の地震応答解析モデルの変更について

2.1 人工岩盤の考慮方法の変更

R/B 建設工認モデルにおいては、人工岩盤 (EL. - 9.0 m ~ EL. - 17.0 m) を地震応答解析モデルに含めてモデル化していた。R/B 今回工認モデルにおいては、人工岩盤については、東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析で保守的な結果 (別紙 1-3 参照) となったことから、支持地盤として考慮するものとし、地震応答解析モデルは EL. - 9.0 m の基礎スラブ下端位置までをモデル化する。図 2-1 に地震応答解析モデルの比較を示す。

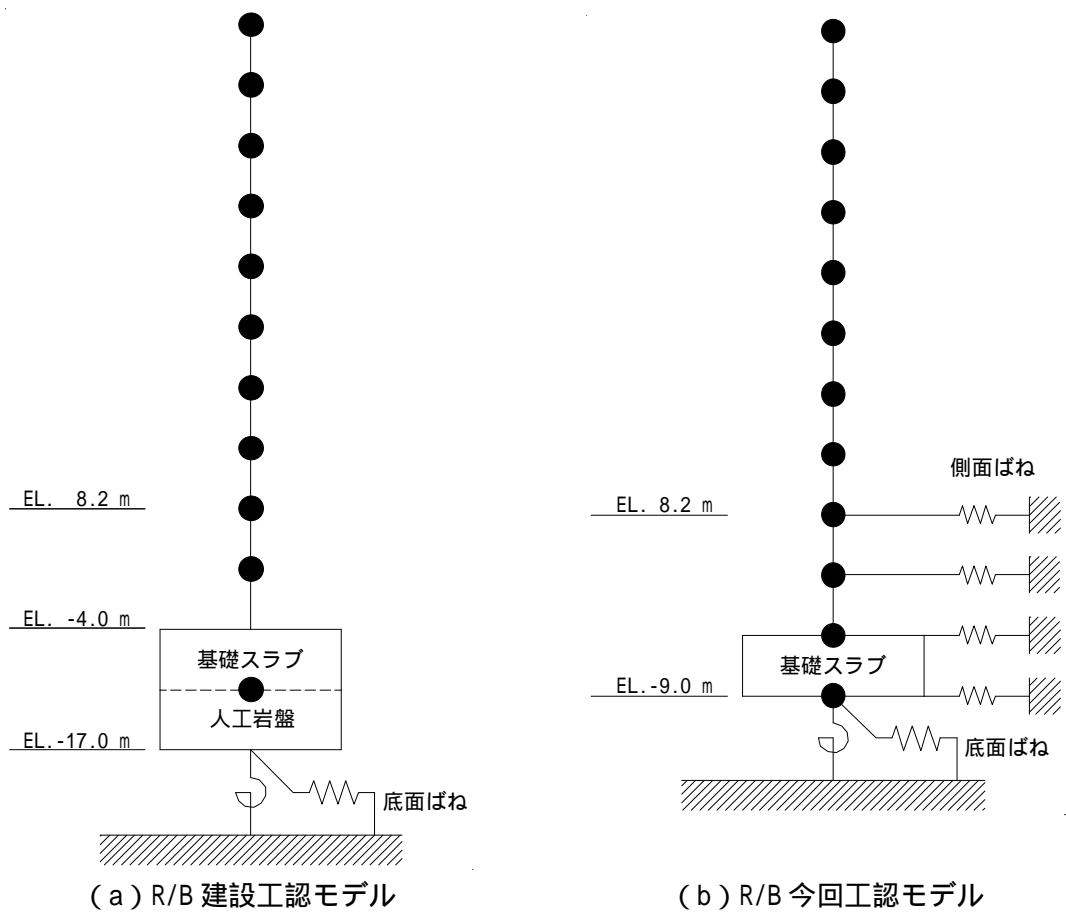


図 2-1 地震応答解析モデルの比較

2.2 クレーン階における変更

(1) 重量の変更

R/B 建設工認モデルにはクレーン重量が考慮されていなかったが R/B 今回工認モデルでは、クレーンの重量を考慮することとし、EL.57.0 m の質点重量及び回転慣性重量を変更した。

(2) せん断断面積の変更

R/B 建設工認モデルにおいては、オペフロ上部 (EL.46.50 m ~ EL.57.00 m) のせん断断面積として、耐震壁と壁付柱の突出部の断面積を考慮して、せん断断面積を算定していた。R/B 今回工認モデルにおいては、耐震壁のみでせん断断面積を算定する。図 2-2 にせん断断面積を評価する耐震壁を示したオペフロ階 (EL.46.50 m ~ EL.57.00 m) の平面図を示す。

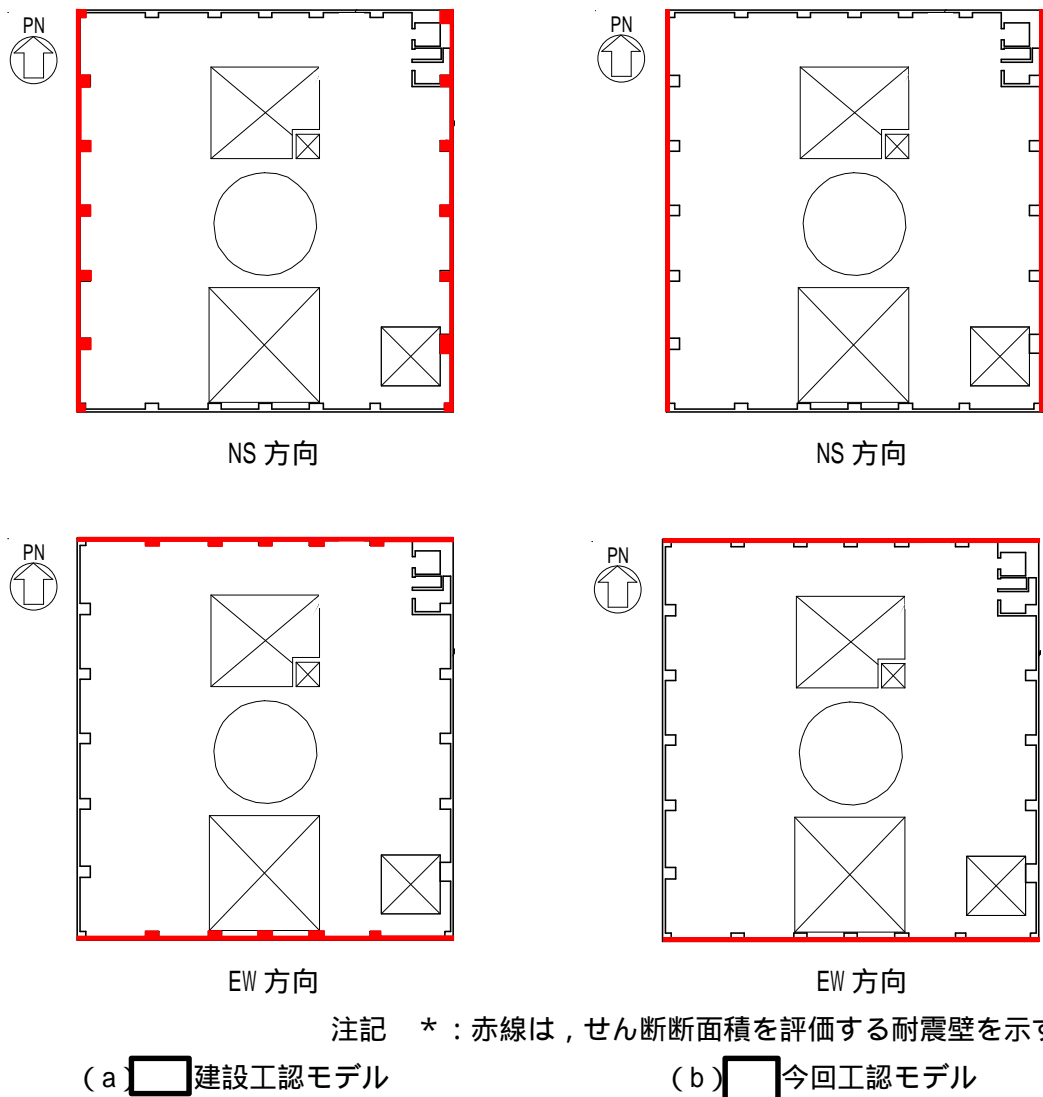


図 2-2 の平面図

2.3 積雪荷重による変更

R/B 今回工認モデルにおいては、多雪地域ではないが、原子炉建屋の地震応答解析に積雪荷重を考慮することとする。

R/B 今回工認モデルに積雪荷重を新たに加える原子炉建屋附属棟の部位を図 2-3 に示す。

原子炉建屋原子炉棟（以下「原子炉棟」という。）については、平成 22 年に屋根トラスの裕度向上工事として重量低減措置を実施している。原子炉棟の積雪荷重を考慮した屋根荷重に、裕度向上工事による低減重量を差し引くと、原子炉棟の屋根荷重は 586 kgf/m² となる。建設工認時の設計図書では原子炉棟の屋根荷重を 600 kgf/m² として質点重量を算定しており、積雪荷重を考慮した現状の屋根荷重とほぼ同等であることを踏まえて、R/B 建設工認モデルの値からの変更は行わない。

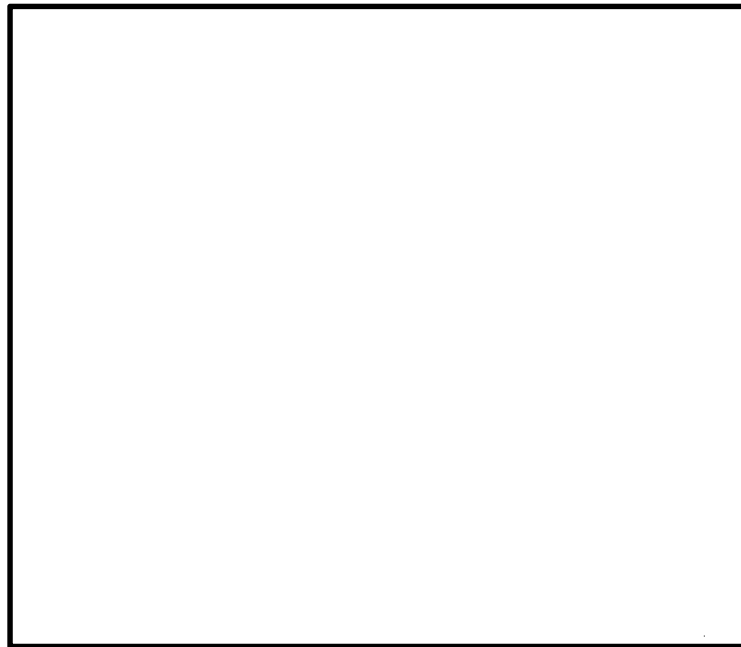


図 2-3 R/B 今回工認モデルに積雪荷重を新たに加える の部位

2.4 4階の壁剛性の変更

R/B 建設工認モデルにおいて示されている EL.38.8 m~EL.34.7 m のせん断断面積及び断面 2 次モーメントには、使用済燃料プールの壁を考慮している。使用済み燃料プールの壁は、シェル壁と内部ボックス壁に接続されシェル壁と一体として挙動すると考えられるため、剛性評価に考慮していた。EL.34.7 m は使用済み燃料プールの底版の上端レベルに相当するが、当該レベルは図 2-4 に示すように使用済み燃料プールの床以外に床が無い構造となっている。これより、R/B 今回工認モデルでは、上下階の床に接続されている壁を考慮することとし EL.34.7 m から EL.38.8 m の壁を剛性評価から除いた解析モデルを用いることとした。



図 2-4 4階の使用済燃料プール床周辺の構造概要

上記の変更を考慮した R/B 今回工認モデル諸元を表 2-1 に示す。

表 2-1 R/B 建設工認モデルと今回工認モデル諸元の比較 (1/2)

建設工認モデル諸元							今回工認モデル諸元					
高さ m EL.	質点 番号	質点質量 ¹ t・s ² /m	回転慣性 ¹ × 10 ³ t・s ² ・m		質点重量 ² kN W	回転慣性重量 ² × 10 ⁵ kN・m ²		高さ m EL.	質点 番号	質点重量 kN W	回転慣性重量 × 10 ⁵ kN・m ²	
			I _{gNS}	I _{gEW}		I _{gNS}	I _{gEW}				I _{gNS}	I _{gEW}
63.65	1	165	37.1	32.8	15,870	35.7	31.5	63.65	1	15,870	35.7	31.5
57.00	2	140	47.4	42.9	13,460	45.6	41.3	57.00	2	16,160	51.2	44.7
46.50	3	700	125.1	108.9	67,320	120.3	104.7	46.50	3	67,320	120.3	104.7
38.80	4	1,010	168.0	103.8	97,130	161.6	99.8	38.80	4	97,130	161.6	99.8
34.70	5	865	117.5	71.4	83,190	113.0	68.7	34.70	5	83,270	113.0	68.7
29.00	6	1,270	362.7	260.5	122,140	348.8	250.5	29.00	6	122,370	348.8	250.5
20.30	7	1,680	508.2	565.6	161,570	488.7	543.9	20.30	7	161,820	488.7	543.9
14.00	8	2,440	749.5	810.6	234,650	720.8	779.6	14.00	8	234,650	720.8	779.6
8.20	9	2,070	928.6	922.1	199,070	893.0	886.8	8.20	9	199,260	893.0	886.8
2.00	10	2,295	865.6	863.8	220,710	832.4	830.7	2.00	10	220,710	832.4	830.7
	11	16,200	6,374.2	6,398.8	1,557,960	6,130.1	6,153.8	-4.00	11	439,290	1,724.6	1,712.1
総重量		28,835						-9.00	12	275,090	1,081.4	1,073.5
総重量								総重量		1,932,940		

1: 建設工認図書記載値

2: 建設工認図書記載値を重力加速度9.80665m/s²を用いてSI単位系に単位換算

- : R/B建設工認モデルからの変更箇所 「2.1 人工岩盤の考慮方法の変更」
- : R/B建設工認モデルからの変更箇所 「2.2 クレーン階における変更」
- : R/B建設工認モデルからの変更箇所 「2.3 積雪荷重による変更」

表 2-1 R/B 建設工認モデルと今回工認モデル諸元の比較 (2/2)

建設工認モデル諸元					今回工認モデル諸元						
高さ m EL.	要素 番号	せん断面積 m ²		断面2次モーメント × 10 ³ m ⁴		高さ m EL.	要素 番号	せん断面積 m ²		断面2次モーメント × 10 ³ m ⁴	
		A _{sNS}	A _{sEW}	I _{NS}	I _{EW}			A _{sNS}	A _{sEW}	I _{NS}	I _{EW}
63.65	(1)	27.3	25.5	20.4	18.4	63.65	(1)	27.3	25.5	20.4	18.4
57.00	(2)	32.0	30.0	20.4	18.4	57.00	(2)	27.3	25.5	20.4	18.4
46.50	(3)	212	154	64.4	34.7	46.50	(3)	212	154	64.4	34.7
38.80	(4)	266	238	52.7	40.5	38.80	(4)	133	141	45.0	37.3
34.70	(5)	143	156	45.4	38.7	34.70	(5)	143	156	45.4	38.7
29.00	(6)	218	237	77.6	72.9	29.00	(6)	218	237	77.6	72.9
20.30	(7)	242	224	86.3	77.6	20.30	(7)	242	224	86.3	77.6
14.00	(8)	394	345	178.5	147.4	14.00	(8)	394	345	178.5	147.4
8.20	(9)	464	454	218.4	208.5	8.20	(9)	464	454	218.4	208.5
2.00	(10)	464	454	218.8	208.9	2.00	(10)	464	454	218.8	208.9
						-4.00	(11)	4,675	4,675	1,828.1	1,814.8
						-9.00					

- : R/B建設工認モデルからの変更箇所 「2.1 人工岩盤の考慮方法の変更」
- : R/B建設工認モデルからの変更箇所 「2.2 クレーン階における変更」
- : R/B建設工認モデルからの変更箇所 「2.4 4階の壁剛性の変更」

3. 固有値解析結果の比較

R/B 建設工認モデル及び R/B 今回工認モデルの固有値解析結果の比較を示す。

固有値解析結果（固有周期及び固有振動数）の比較を表 3-1 に，刺激関数図を図 3-1 及び図 3-2 に示す。NS 方向，EW 方向ともに R/B 建設工認モデルの固有値と R/B 今回工認モデルの固有値は概ね一致している。

表 3-1 固有値解析結果の比較

(a) NS 方向

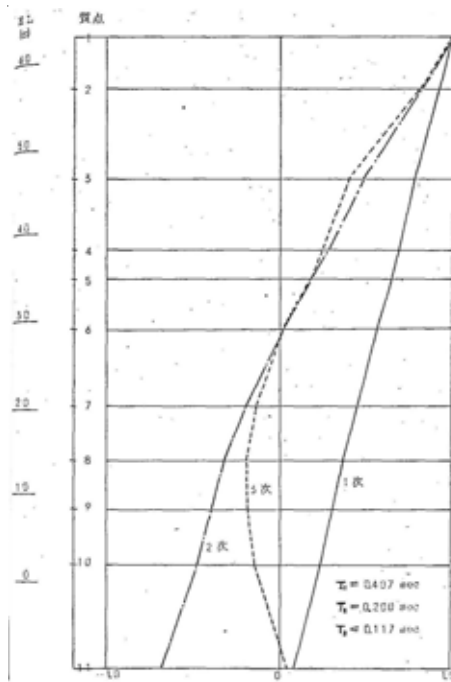
次数	R/B 建設工認モデル*		R/B 今回工認モデル (S _s - D 1)	
	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
1	0.407	2.46	0.409	2.44
2	0.200	5.00	0.202	4.96
3	0.117	8.55	0.104	9.60

注記 * : 東海第二発電所『既工事計画認可申請書第 1 回 「添付書類 -1-4 原子炉建屋の地震応答計算書」(47 公第 12076 号 昭和 48 年 4 月 9 日認可)』

(b) EW 方向

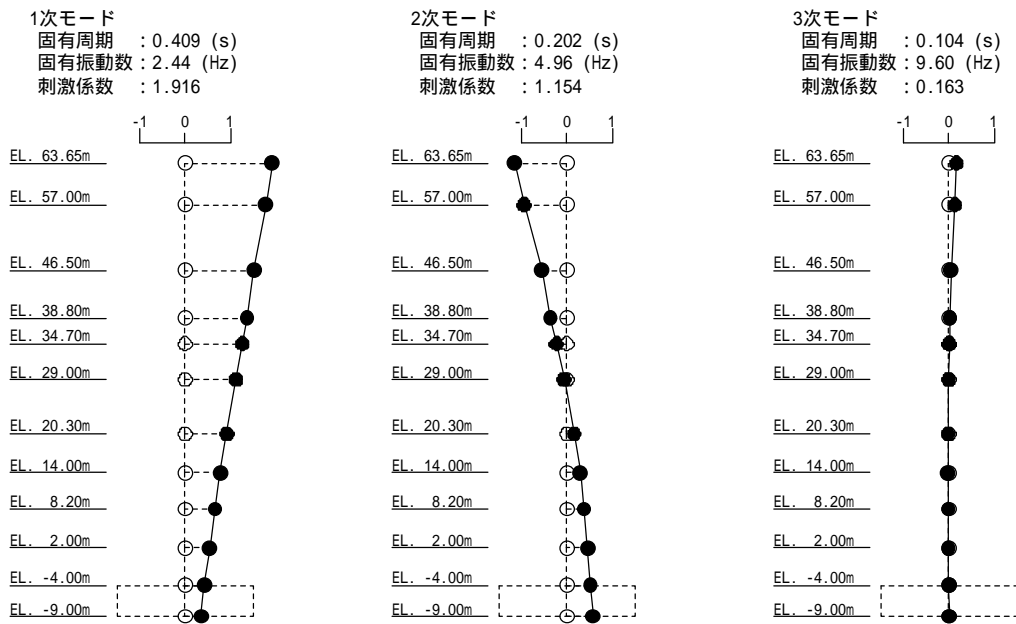
次数	R/B 建設工認モデル*		R/B 今回工認モデル (S _s - D 1)	
	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
1	0.410	2.44	0.411	2.43
2	0.201	4.98	0.202	4.96
3	0.120	8.33	0.107	9.32

注記 * : 東海第二発電所『既工事計画認可申請書第 1 回 添付書類「 -1-4 原子炉建屋の地震応答計算書」(47 公第 12076 号 昭和 48 年 4 月 9 日認可)』



固有周期 1次 0.407s
 2次 0.200s
 3次 0.117s

(a) R/B 建設工認モデル (1次~3次モード)



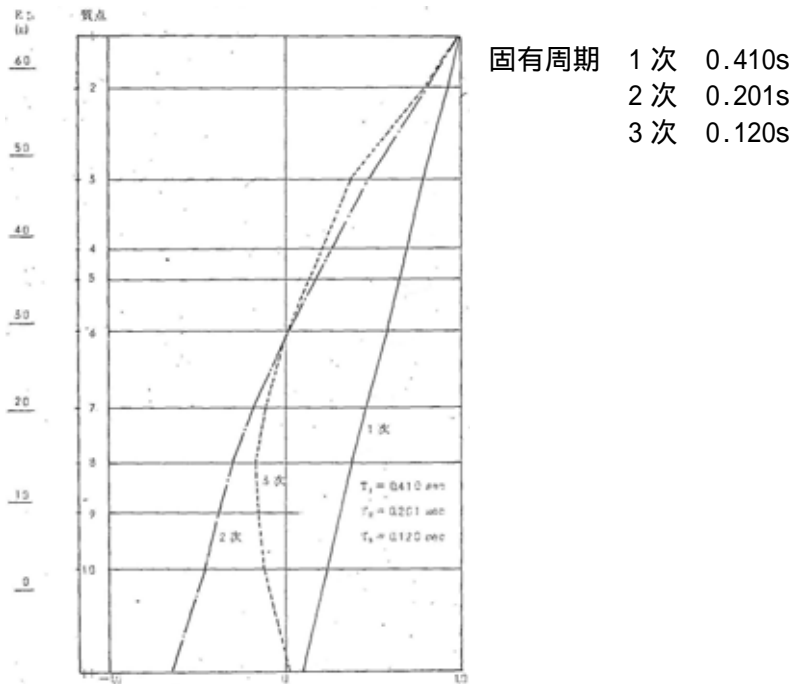
1次モード
 固有周期 : 0.409 (s)
 固有振動数 : 2.44 (Hz)
 刺激係数 : 1.916

2次モード
 固有周期 : 0.202 (s)
 固有振動数 : 4.96 (Hz)
 刺激係数 : 1.154

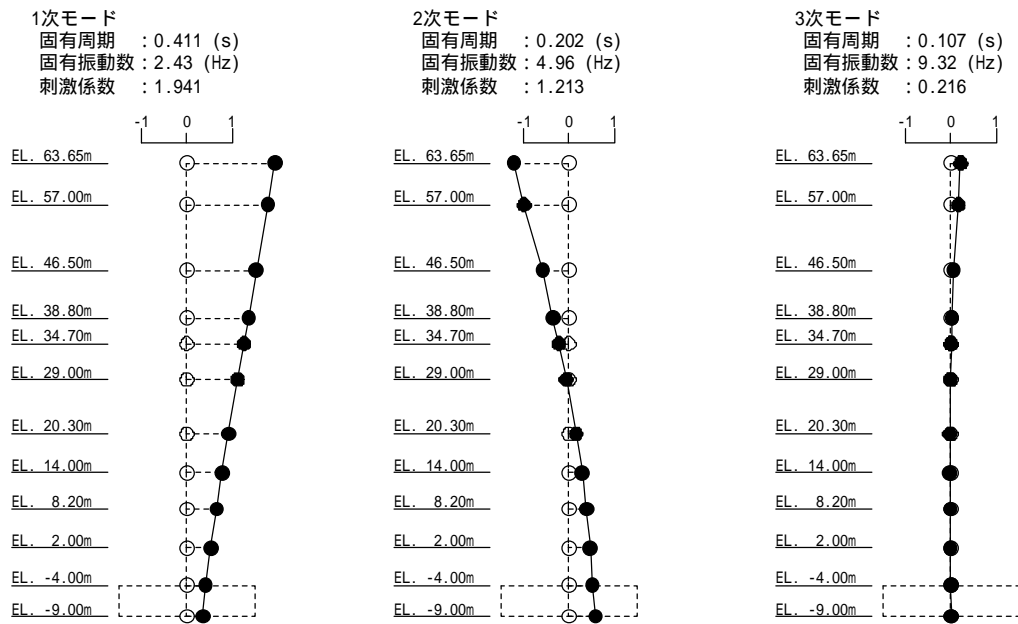
3次モード
 固有周期 : 0.104 (s)
 固有振動数 : 9.60 (Hz)
 刺激係数 : 0.163

(b) R/B 今回工認モデル (S_s - D1)

図 3-1 刺激関数図 (NS 方向)



(a) R/B 建設工認モデル (1次~3次モード)



(b) R/B 今回工認モデル (S_s - D1)

図 3-2 刺激関数図 (EW 方向)