

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 添-2-075-1 改3
提出年月日	2020年6月17日

V-2-2-別添 1-3-1 地下水排水設備設置位置の地盤応答

K7 ① V-2-2-別添 1-3-1 R0

2020年6月

東京電力ホールディングス株式会社

V-2-2-別添 1-3-1 地下水排水設備設置位置の地盤応答

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 地下水排水設備の概要	3
2.3 評価方針	6
2.4 適用規格・基準等	7
3. 解析方法	8
3.1 設計用模擬地震波	8
3.2 地盤の応答解析モデル	9
3.3 地盤応答	15
3.3.1 水平方向	15
3.3.2 鉛直方向	22

1. 概要

建屋評価における前提条件を満たすために、5号機地下水排水設備は、建屋の耐震性を確保するため地下水位を建屋基礎スラブ底面レベル以深に維持する機能を有する。

5号機地下水排水設備の評価においては、V-2-1-1「耐震設計の基本方針」のうち、「10. 耐震計算の基本方針 10.1 建物・構築物」に基づき、基準地震動 S_s による地震力に対して機能を維持できることを確認する。

本計算書は、V-2-1-1「耐震設計の基本方針」に基づく地下水排水設備を設置する地盤の応答解析について説明するものである。

地震応答解析により算出した地盤の最大応答加速度等は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」を参考に、建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力に用いる。

2. 基本方針

2.1 位置

地下水排水設備の概略配置を図 2-1 に示す。

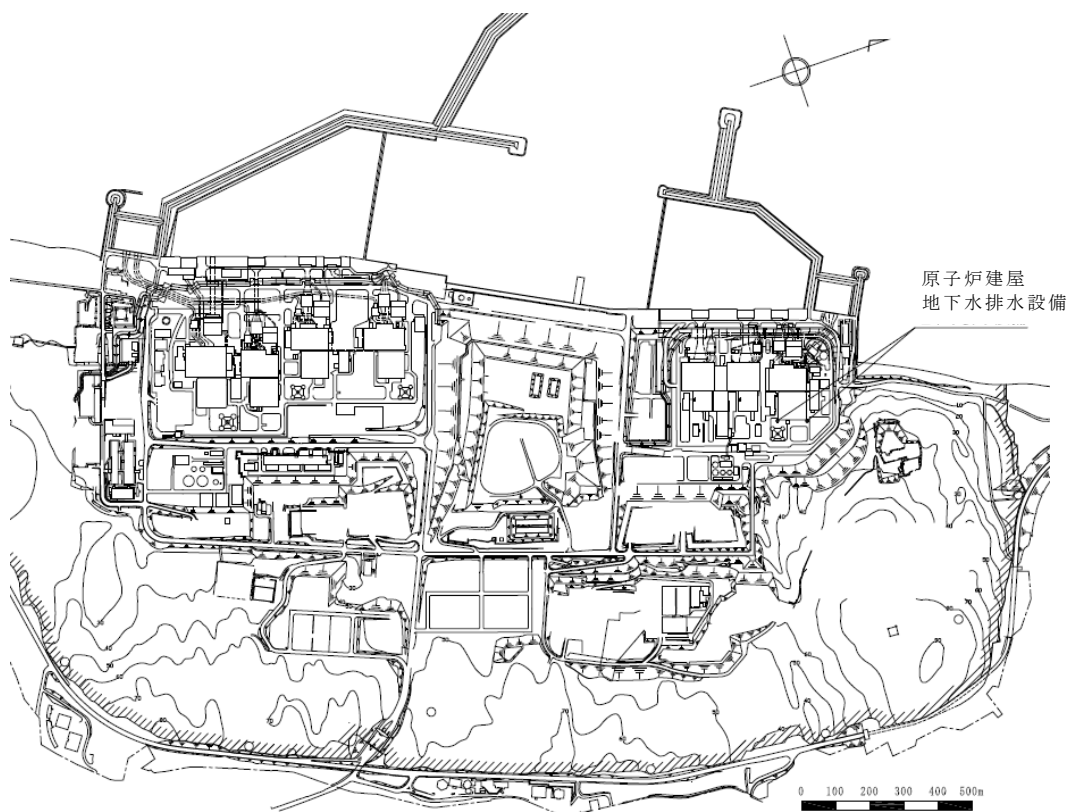


図 2-1 地下水排水設備の概略配置図

2.2 地下水排水設備の概要

原子炉建屋地下水排水設備（以下「地下水排水設備」という。）は、建屋に対し耐震性を確保するため、地下水位を建屋基礎スラブ底面レベル以深に維持する機能を有し、基準地震動 S_s に対する機能維持を確認することとしている。

地下水排水設備の評価対象配置図及び概略構成図を図 2-2～図 2-3 に、原子炉建屋サブドレンピットの概略平面図及び概略断面図を図 2-4～図 2-5 に示す。

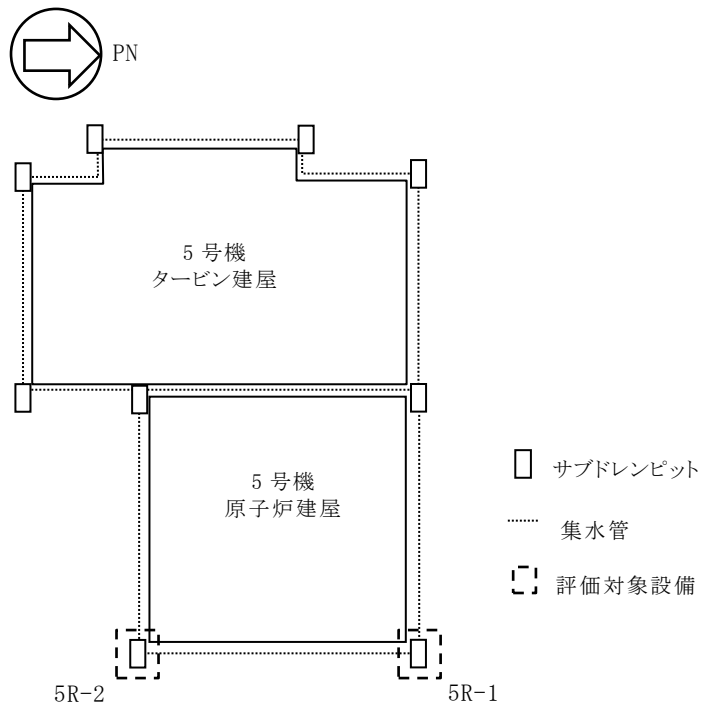


図 2-2 地下水排水設備の評価対象配置図

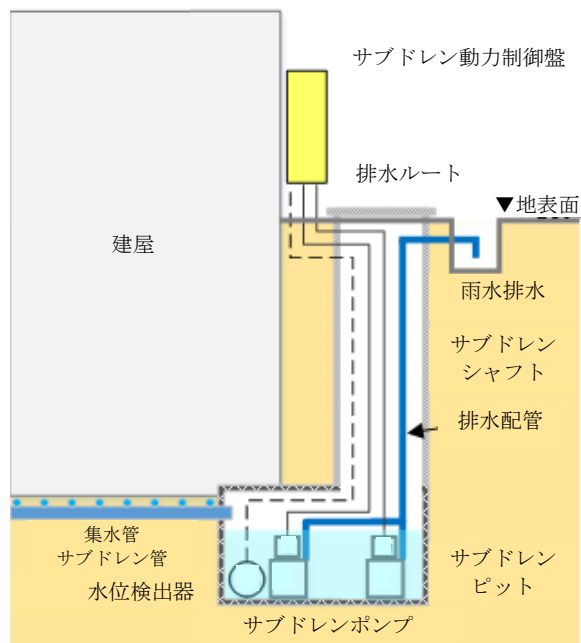


図 2-3 地下水排水設備の概略構成図

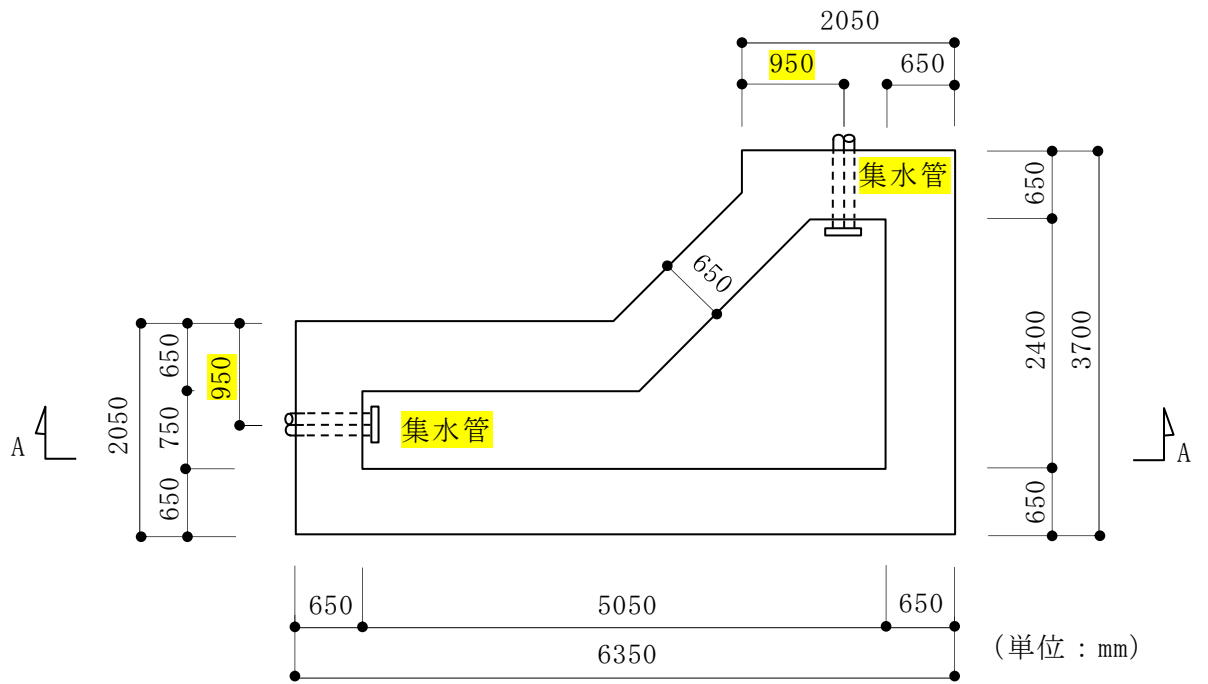


図 2-4 原子炉建屋サブドレンピットの概略平面図 (T.M.S.L. -25.55m)

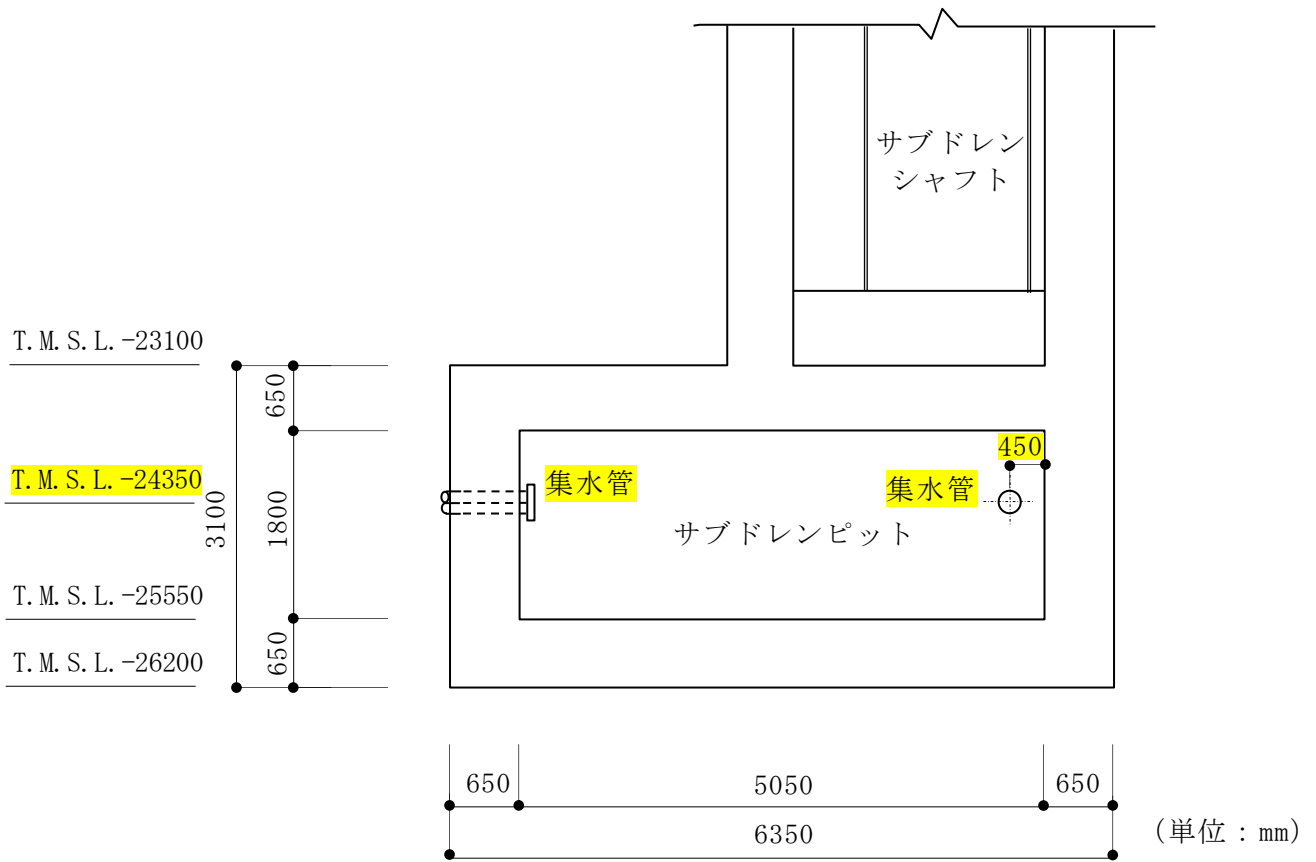


図 2-5 原子炉建屋サブドレンピットの概略断面図 (A-A 断面)

2.3 評価方針

地下水排水設備設置位置の地盤の応答解析は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づいて行う。

図2-6に地下水排水設備設置位置の地盤の応答解析フローを示す。

地盤の応答解析は、「3.2 地震応答解析モデル」において設定した地盤モデル及び「3.1 設計用模擬地震波」に基づき「3.3 地盤応答」を評価する。地盤モデルには、地盤物性の不確かさを考慮し、地盤応答として最大応答加速度を算出する。

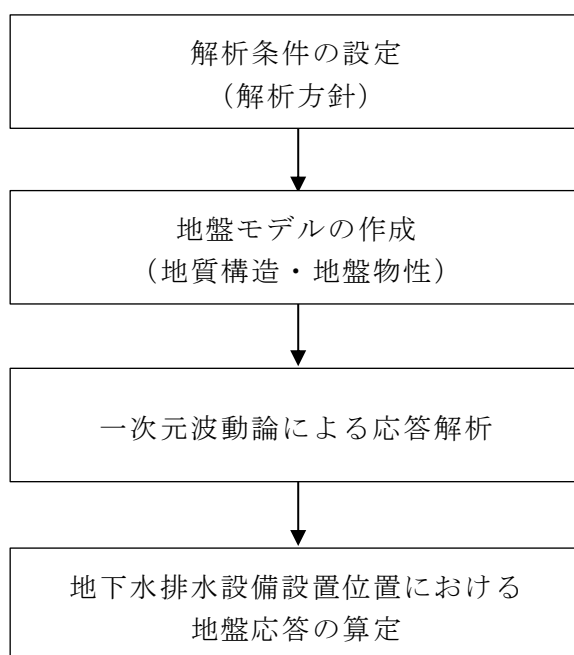


図2-6 地下水排水設備設置位置の地盤の応答解析フロー

2.4 適用規格・基準等

地下水排水設備設置位置の地盤の応答解析において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1
・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)

3. 解析方法

3.1 設計用模擬地震波

地盤モデルへの入力地震動は，V-2-1-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」に示す解放基盤表面レベルで定義された基準地震動 S_s を用いることとする。

3.2 地盤の応答解析モデル

地盤の応答解析は、一次元波動論に基づき、解放基盤表面レベルで定義される基準地震動 S_s に対する地表面レベルでの地盤の応答を評価する。地盤の応答解析モデルは、水平方向及び鉛直方向についてそれぞれ設定する。

地盤の応答解析では地盤物性の不確かさを考慮し、地盤物性の不確かさは、V-2-2-15「緊急時対策所の地震応答計算書」と同じとする。地盤物性の不確かさを考慮する地盤の応答解析ケースと初期地盤の物性値を表 3-1 に示す。また、地盤ばねの算定に用いる地盤定数は初期地盤の物性値とひずみ依存特性から一次元波動論より求めた等価物性値とする。初期地盤の物性値及びひずみ依存特性は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」を参考に設定する。

水平方向及び鉛直方向の地盤の応答解析に用いる地層区分及び標準地盤の地盤定数を表 3-2～表 3-9 に示す。

表 3-1 地盤物性の不確かさを考慮する地盤の応答解析ケース（初期地盤の物性値）

標高 T. M. S. L. (m)	地層 区分	地盤のせん断波速度 (m/s)		
		標準地盤	標準地盤+ σ	標準地盤- σ
12.0 ~ 8.0	埋戻土	182	225	146
8.0 ~ 4.0		230	285	185
4.0 ~ 0.0		256	318	207
0.0 ~ -9.0	古安田層	310	344	276
-9.0 ~ -60.0	西山層	490	544	436
-60.0 ~ -100.0		560	622	498
-100.0 ~ -134.0		610	677	543

表 3-2 地盤定数 (Ss-1)

標高 T. M. S. L. (m)	地質	せん断波 速度 Vs (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン 比 ν	初期せん断 弾性係数 Go ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下率 G/Go	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下後 S波速度 Vs (m/s)	剛性低下後 P波速度 Vp (m/s)	減衰定数 h (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.592	0.36	0.213	108	283	13
+8.0		230	17.6	0.415	0.949	0.13	0.123	82	215	18
+4.0		256	17.6	0.415	1.18	0.11	0.129	84	220	19
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.71	0.72	1.23	262	1,330	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	4.09	0.82	3.35	443	1,460	3
-60.0		560	17.2	0.44	5.50	0.81	4.45	503	1,530	3
-100.0		610	18.0	0.43	6.83	0.78	5.32	538	1,530	3
-134.0 解放基盤 ∞	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	1.00	10.2	710	1,910	—

表 3-3 地盤定数 (Ss-2)

標高 T. M. S. L. (m)	地質	せん断波 速度 Vs (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン 比 ν	初期せん断 弾性係数 Go ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下率 G/Go	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下後 S波速度 Vs (m/s)	剛性低下後 P波速度 Vp (m/s)	減衰定数 h (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.592	0.40	0.236	114	299	11
+8.0		230	17.6	0.415	0.949	0.14	0.132	85	222	15
+4.0		256	17.6	0.415	1.18	0.09	0.106	76	199	17
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.71	0.73	1.24	263	1,340	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	4.09	0.82	3.35	443	1,460	3
-60.0		560	17.2	0.44	5.50	0.85	4.67	516	1,570	3
-100.0		610	18.0	0.43	6.83	0.86	5.87	565	1,610	3
-134.0 解放基盤 ∞	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	1.00	10.2	710	1,910	—

表 3-4 地盤定数 (Ss-3)

標高 T. M. S. L. (m)	地質	せん断波 速度 Vs (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン 比 ν	初期せん断 弾性係数 Go ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下率 G/Go	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下後 S波速度 Vs (m/s)	剛性低下後 P波速度 Vp (m/s)	減衰定数 h (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.592	0.45	0.266	121	317	10
+8.0		230	17.6	0.415	0.949	0.18	0.170	97	254	17
+4.0		256	17.6	0.415	1.18	0.11	0.129	84	220	19
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.71	0.71	1.21	260	1,320	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	4.09	0.78	3.19	432	1,430	3
-60.0		560	17.2	0.44	5.50	0.75	4.12	484	1,470	4
-100.0		610	18.0	0.43	6.83	0.76	5.19	531	1,510	3
-134.0 解放基盤 ∞	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	1.00	10.2	710	1,910	—

表 3-5 地盤定数 (Ss-4)

標高 T. M. S. L. (m)	地質	せん断波 速度 Vs (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン 比 ν	初期せん断 弾性係数 Go ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下率 G/Go	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下後 S波速度 Vs (m/s)	剛性低下後 P波速度 Vp (m/s)	減衰定数 h (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.592	0.41	0.242	116	304	8
+8.0		230	17.6	0.415	0.949	0.18	0.170	97	254	13
+4.0		256	17.6	0.415	1.18	0.15	0.177	99	259	14
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.71	0.77	1.31	270	1,370	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	4.09	0.87	3.55	456	1,510	3
-60.0		560	17.2	0.44	5.50	0.87	4.78	522	1,590	3
-100.0		610	18.0	0.43	6.83	0.87	5.94	568	1,620	3
-134.0 解放基盤 ∞	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	1.00	10.2	710	1,910	—

表 3-6 地盤定数 (Ss-5)

標高 T. M. S. L. (m)	地質	せん断波 速度 Vs (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン 比 ν	初期せん断 弾性係数 Go ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下率 G/Go	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下後 S波速度 Vs (m/s)	剛性低下後 P波速度 Vp (m/s)	減衰定数 h (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.592	0.41	0.242	116	304	7
+8.0		230	17.6	0.415	0.949	0.17	0.161	94	246	11
+4.0		256	17.6	0.415	1.18	0.16	0.188	102	267	14
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.71	0.78	1.33	273	1,390	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	4.09	0.86	3.51	453	1,500	3
-60.0		560	17.2	0.44	5.50	0.83	4.56	509	1,550	3
-100.0		610	18.0	0.43	6.83	0.82	5.60	552	1,570	3
-134.0 解放基盤 ∞	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	1.00	10.2	710	1,910	—

表 3-7 地盤定数 (Ss-6)

標高 T. M. S. L. (m)	地質	せん断波 速度 Vs (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン 比 ν	初期せん断 弾性係数 Go ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下率 G/Go	せん断 弾性係数 G ($\times 10^5$ kN/m ²)	剛性低下後 S波速度 Vs (m/s)	剛性低下後 P波速度 Vp (m/s)	減衰定数 h (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.592	0.39	0.230	113	296	9
+8.0		230	17.6	0.415	0.949	0.17	0.161	94	246	14
+4.0		256	17.6	0.415	1.18	0.13	0.153	92	241	15
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.71	0.76	1.29	268	1,360	3
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	4.09	0.86	3.51	453	1,500	3
-60.0		560	17.2	0.44	5.50	0.84	4.62	513	1,560	3
-100.0		610	18.0	0.43	6.83	0.83	5.66	555	1,580	3
-134.0 解放基盤 ∞	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	1.00	10.2	710	1,910	—

表 3-8 地盤定数 (Ss-7)

標高 T. M. S. L. (m)	地質	せん断波 速度 Vs (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン 比 ν	初期せん断 弾性係数 Go (×10 ⁵ kN/m ²)	剛性低下率 G/Go	せん断 弾性係数 G (×10 ⁵ kN/m ²)	剛性低下後 S波速度 Vs (m/s)	剛性低下後 P波速度 Vp (m/s)	減衰定数 h (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.592	0.39	0.230	113	296	8
+8.0		230	17.6	0.415	0.949	0.18	0.170	97	254	11
+4.0		256	17.6	0.415	1.18	0.19	0.224	111	291	12
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.71	0.79	1.35	275	1,400	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	4.09	0.85	3.47	451	1,490	3
-60.0		560	17.2	0.44	5.50	0.81	4.45	503	1,530	3
-100.0		610	18.0	0.43	6.83	0.80	5.46	545	1,550	3
-134.0 解放基盤 ∞	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	1.00	10.2	710	1,910	—

表 3-9 地盤定数 (Ss-8)

標高 T. M. S. L. (m)	地質	せん断波 速度 Vs (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン 比 ν	初期せん断 弾性係数 Go (×10 ⁵ kN/m ²)	剛性低下率 G/Go	せん断 弾性係数 G (×10 ⁵ kN/m ²)	剛性低下後 S波速度 Vs (m/s)	剛性低下後 P波速度 Vp (m/s)	減衰定数 h (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.592	0.46	0.272	123	322	10
+8.0		230	17.6	0.415	0.949	0.17	0.161	94	246	17
+4.0		256	17.6	0.415	1.18	0.10	0.118	81	212	19
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.71	0.77	1.31	270	1,370	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	4.09	0.85	3.47	451	1,490	3
-60.0		560	17.2	0.44	5.50	0.83	4.56	509	1,550	3
-100.0		610	18.0	0.43	6.83	0.88	6.01	572	1,630	3
-134.0 解放基盤 ∞	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	1.00	10.2	710	1,910	—

3.3 地盤応答

3.3.1 水平方向

水平方向の地盤応答は、一次元波動論に基づき、解放基盤表面レベルで定義される基準地震動 S_s に対する地表面レベルでの地盤の応答として評価する。図 3-1 に、地盤応答の概念図を示す。地盤応答の算定には、解析コード「SHAKE」及び「KSHAKE」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。設定した地盤定数に基づき算定した地表面、サブドレンピット上部スラブ上面、底部スラブ上面及び原子炉建屋基礎スラブ底面の地盤の最大応答加速度を表 3-10 に、標準地盤における地盤の加速度応答スペクトルを図 3-2～図 3-3 に示す。

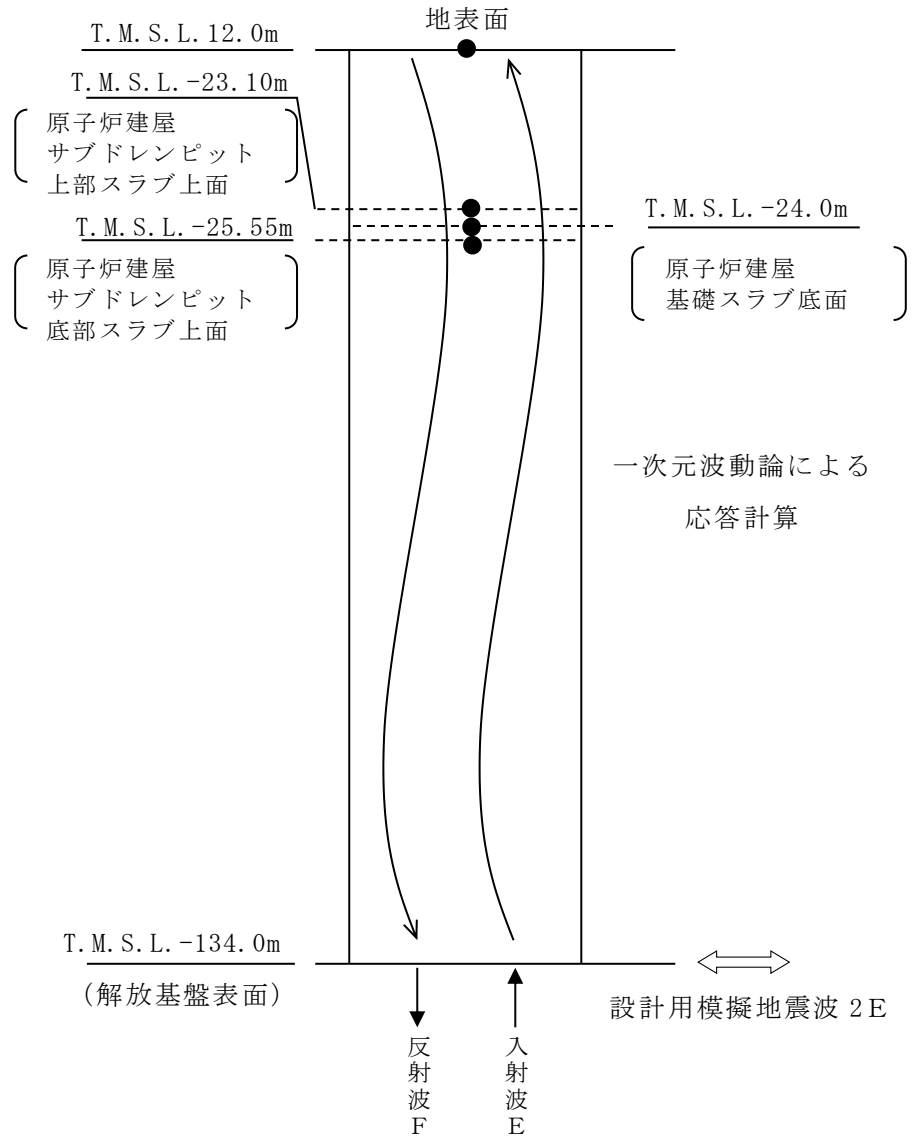


図 3-1 地盤応答の概念図（水平方向）

表 3-10 (1/3) 地盤の最大応答加速度 (標準地盤, 水平方向)

(m/s²)

位置	方向	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
地表面 T. M. S. L. 12. 0m	NS	11. 9	8. 58	8. 83	7. 19	6. 18	7. 23	5. 73	8. 70
	EW		11. 8		11. 5	10. 6	12. 0	11. 5	
原子炉建屋 サブドレンピット 上部スラブ上面 T. M. S. L. -23. 10m	NS	5. 44	4. 39	5. 47	2. 42	2. 49	2. 61	2. 49	5. 23
	EW		7. 12		4. 63	5. 08	5. 23	5. 58	
原子炉建屋 基礎スラブ底面 T. M. S. L. -24. 0m	NS	5. 30	4. 42	5. 48	2. 40	2. 49	2. 60	2. 51	5. 28
	EW		6. 98		4. 66	5. 15	5. 27	5. 67	
原子炉建屋 サブドレンピット 底部スラブ上面 T. M. S. L. -25. 55m	NS	5. 29	4. 56	5. 48	2. 41	2. 56	2. 62	2. 49	5. 31
	EW		6. 65		4. 68	5. 25	5. 32	5. 79	

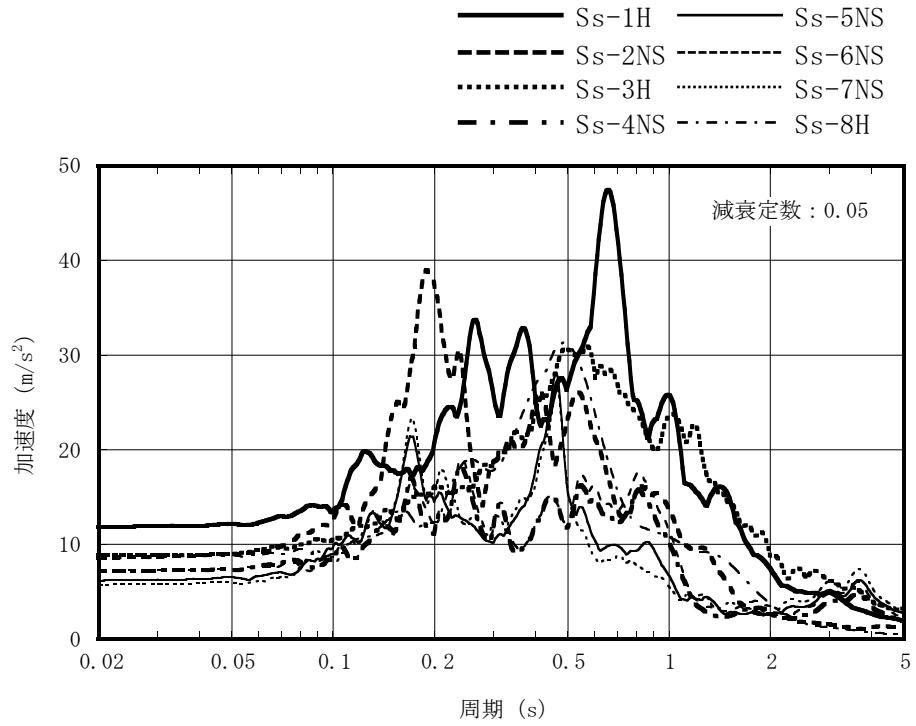
表 3-10 (2/3) 地盤の最大応答加速度 (標準地盤 + σ , 水平方向)

(m/s²)

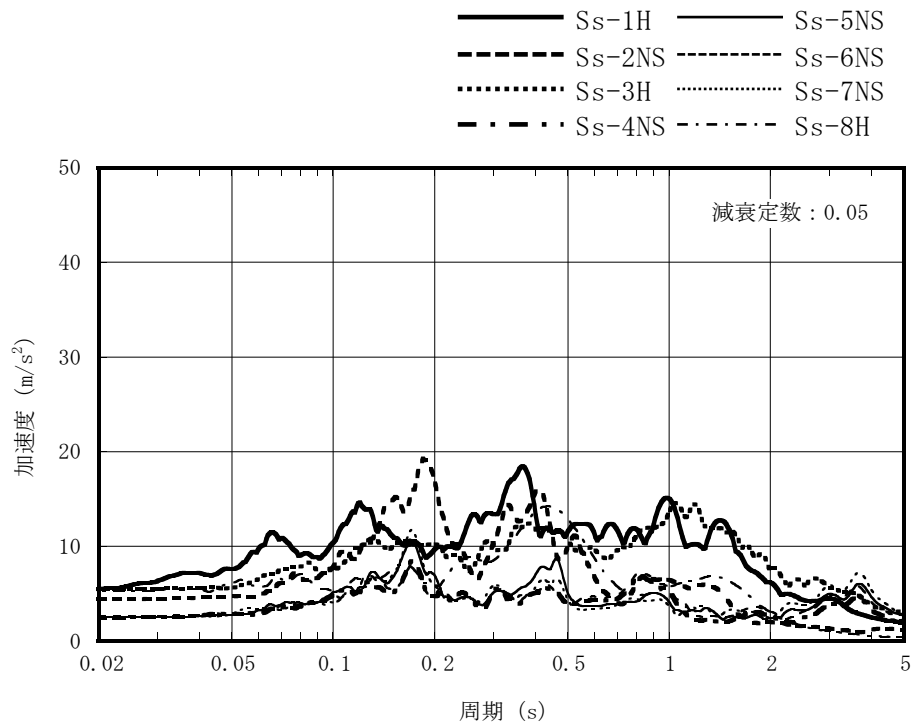
位置	方向	Ss-1	Ss-2
地表面 T. M. S. L. 12. 0m	NS	15. 5	9. 07
	EW		14. 0
原子炉建屋 サブドレンピット 上部スラブ上面 T. M. S. L. -23. 10m	NS	6. 39	4. 34
	EW		6. 75
原子炉建屋 基礎スラブ底面 T. M. S. L. -24. 0m	NS	6. 25	4. 43
	EW		6. 58
原子炉建屋 サブドレンピット 底部スラブ上面 T. M. S. L. -25. 55m	NS	6. 00	4. 56
	EW		6. 40

表 3-10 (3/3) 地盤の最大応答加速度 (標準地盤- σ , 水平方向)
(m/s^2)

位置	方向	Ss-1	Ss-2
地表面 T. M. S. L. 12. 0m	NS	8. 19	6. 83
	EW		9. 96
原子炉建屋 サブドレンピット 上部スラブ上面 T. M. S. L. -23. 10m	NS	6. 07	5. 50
	EW		5. 65
原子炉建屋 基礎スラブ底面 T. M. S. L. -24. 0m	NS	6. 19	5. 51
	EW		5. 45
原子炉建屋 サブドレンピット 底部スラブ上面 T. M. S. L. -25. 55m	NS	6. 34	5. 58
	EW		5. 11

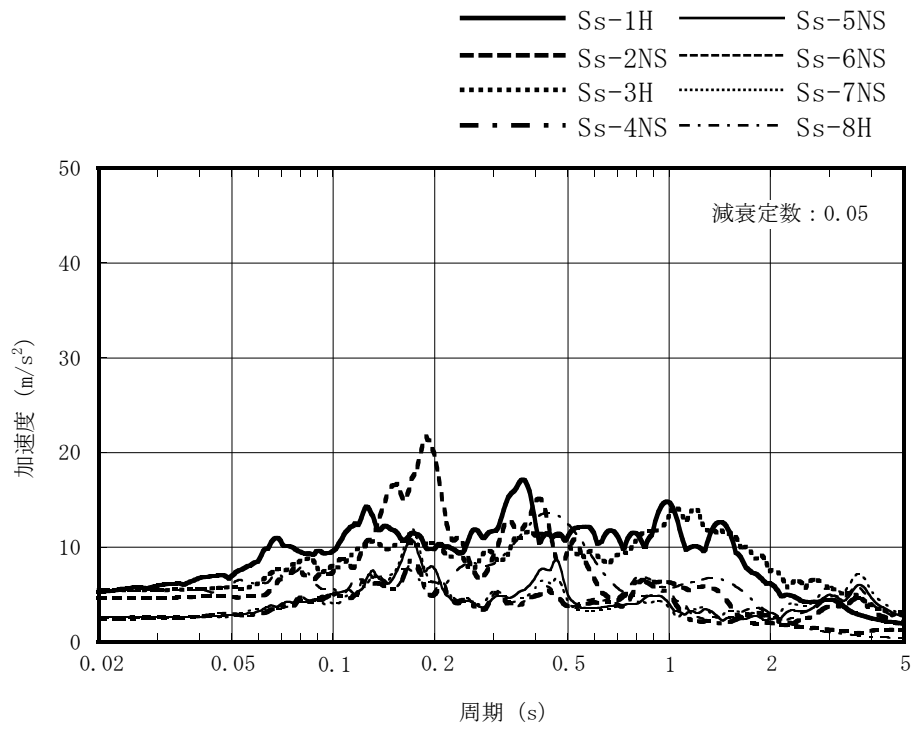


(a) 地表面 (T. M. S. L. 12.0m)



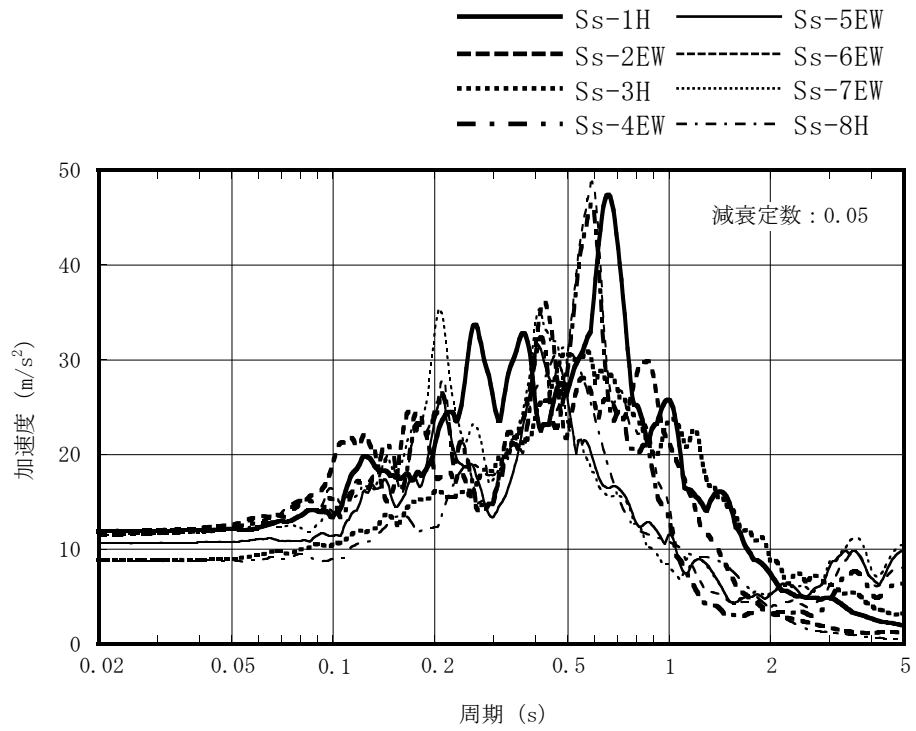
(b) 原子炉建屋サブドレンピット上部スラブ上面 (T. M. S. L. -23.1m)

図 3-2 (1/2) 地盤の加速度応答スペクトル (標準地盤, NS 方向)

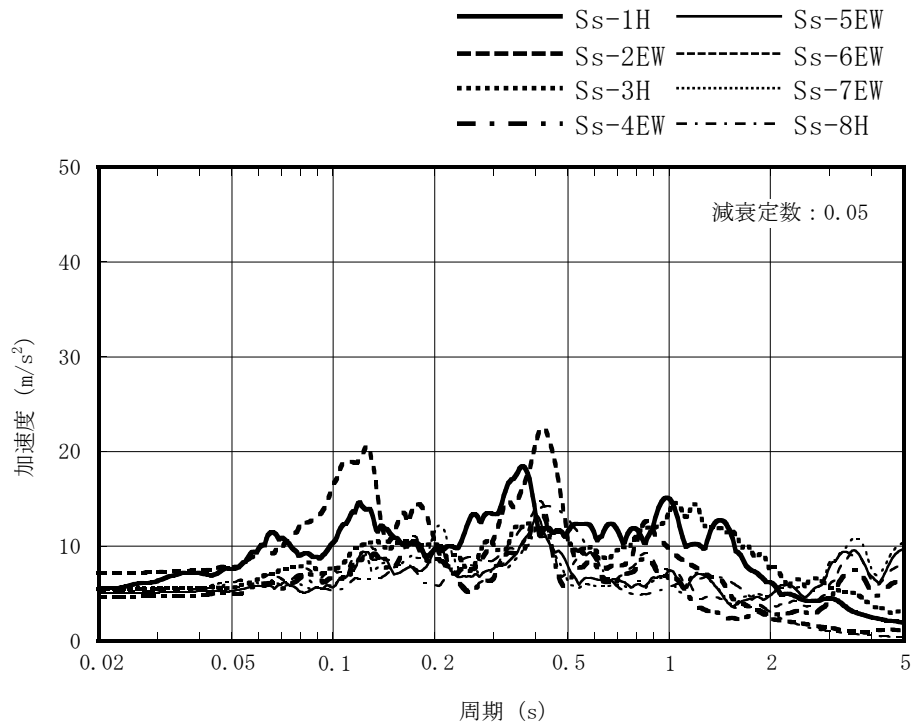


(d) 原子炉建屋サブドレンピット底部スラブ底面 (T. M. S. L. -25.55m)

図 3-2 (2/2) 地盤の加速度応答スペクトル (標準地盤, NS 方向)

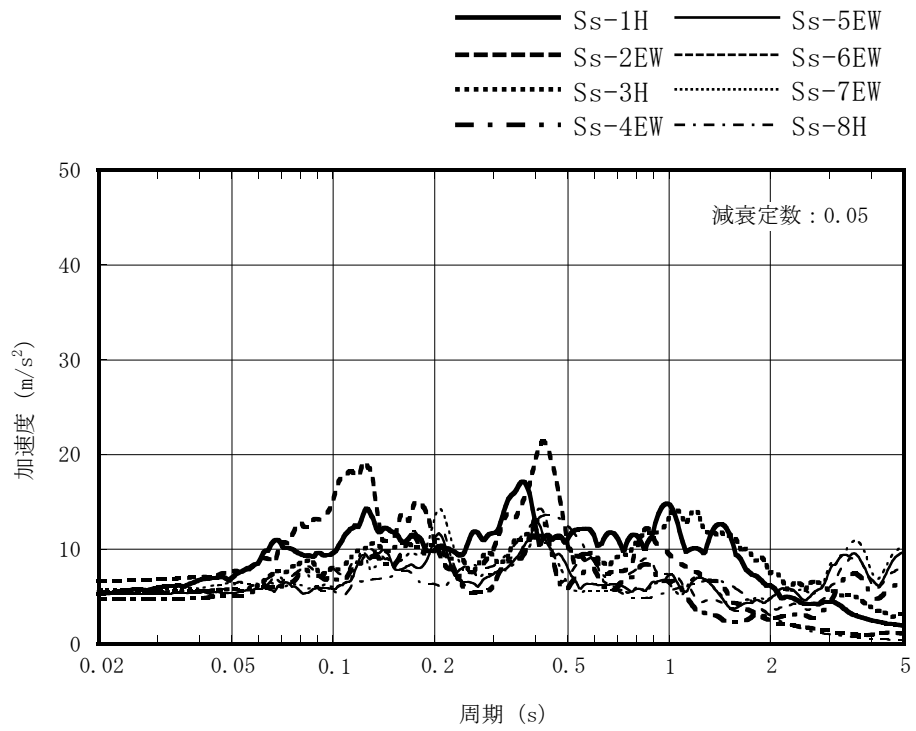


(a) 地表面 (T. M. S. L. 12.0m)



(b) 原子炉建屋サブドレンピット上部スラブ上面 (T. M. S. L. -23.1m)

図 3-3 (1/2) 地盤の加速度応答スペクトル (標準地盤, EW 方向)



(d) 原子炉建屋サブドレンピット底部スラブ底面 (T. M. S. L. -25.55m)

図 3-3 (2/2) 地盤の加速度応答スペクトル (標準地盤, EW 方向)

3.3.2 鉛直方向

鉛直方向の地盤応答は、一次元波動論に基づき、解放基盤表面レベルで定義された基準地震動 S_s に対する地表面レベルでの地盤の応答として評価する。図 3-4 に、地盤応答の概念図を示す。地盤応答の算定には、解析コード「SHAKE」及び「KSHAKE」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。設定した地盤定数に基づき算定した地表面、サブドレンピット上部スラブ上面、底部スラブ上面及び原子炉建屋基礎スラブ底面の地盤の最大応答加速度を表 3-11 に、標準地盤における地盤の加速度応答スペクトルを図 3-5 に示す。

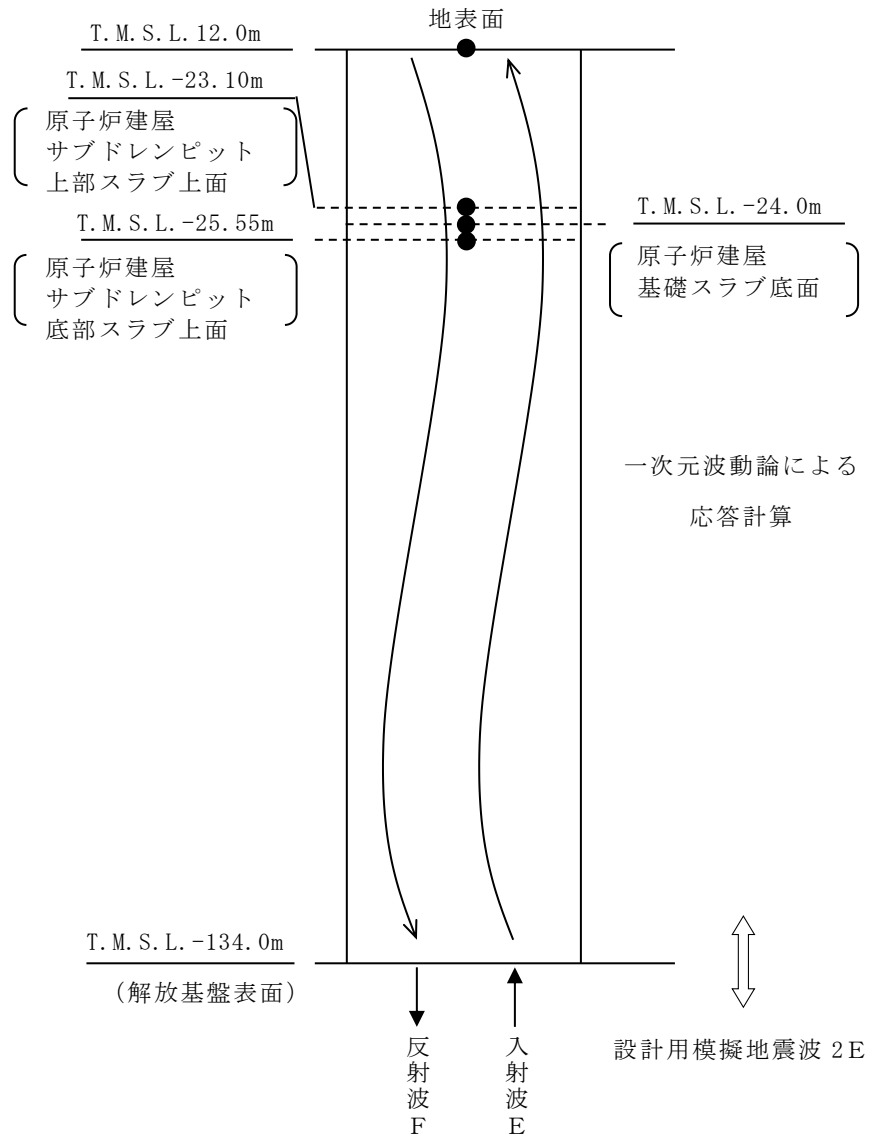


図 3-4 地盤応答の概念図（鉛直方向）

表 3-11 (1/3) 地盤の最大応答加速度 (標準地盤, 鉛直方向)

(m/s²)

位置	方向	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
地表面 T. M. S. L. 12. 0m	鉛直	12. 3	8. 97	7. 81	5. 29	5. 26	5. 55	5. 40	2. 99
原子炉建屋 サブドレンピット 上部スラブ上面 T. M. S. L. -23. 10m	鉛直	5. 64	3. 89	4. 74	2. 86	2. 88	3. 05	2. 60	2. 28
原子炉建屋 基礎スラブ底面 T. M. S. L. -24. 0m	鉛直	5. 63	3. 79	4. 74	2. 85	2. 86	3. 02	2. 57	2. 27
原子炉建屋 サブドレンピット 底部スラブ上面 T. M. S. L. -25. 55m	鉛直	5. 62	3. 62	4. 73	2. 83	2. 83	2. 96	2. 51	2. 24

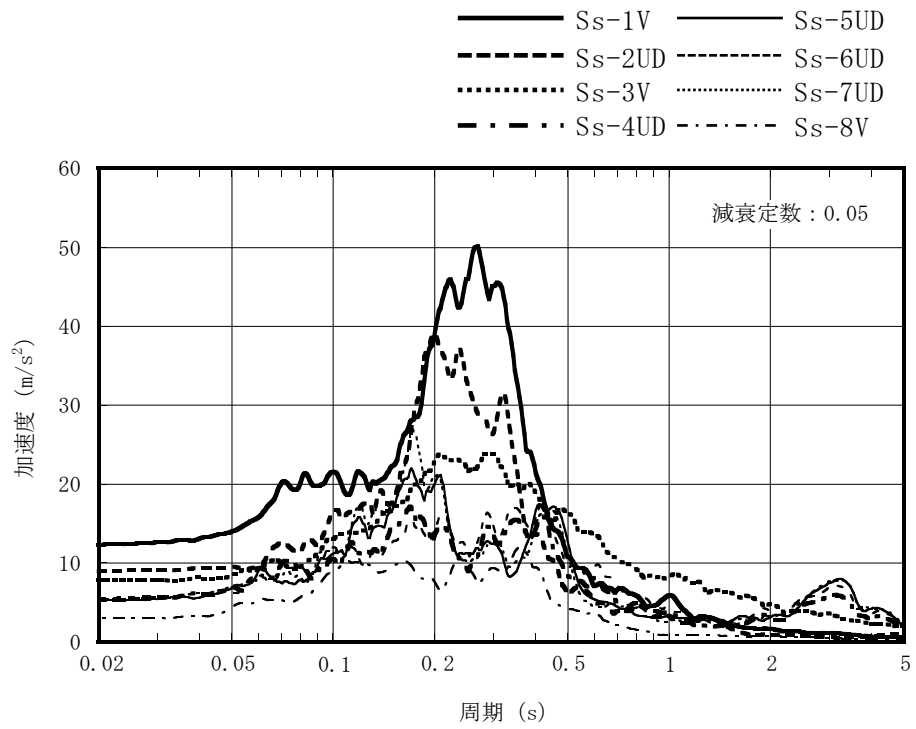
表 3-11 (2/3) 地盤の最大応答加速度 (標準地盤 + σ , 鉛直方向)

(m/s²)

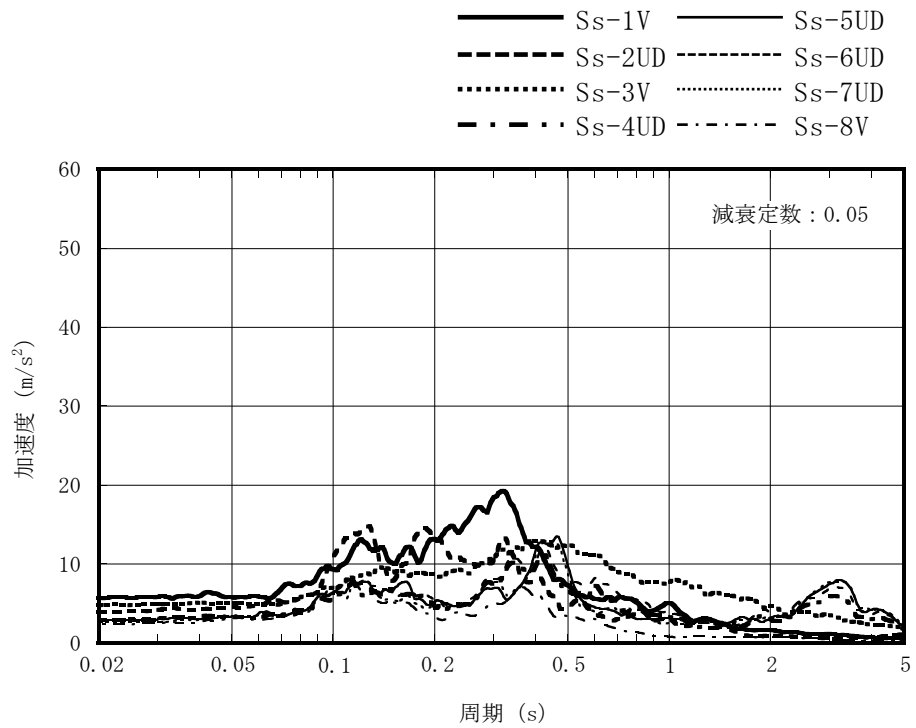
位置	方向	Ss-1	Ss-2
地表面 T. M. S. L. 12. 0m	鉛直	11. 20	8. 20
原子炉建屋 サブドレンピット 上部スラブ上面 T. M. S. L. -23. 10m	鉛直	5. 34	3. 55
原子炉建屋 基礎スラブ底面 T. M. S. L. -24. 0m	鉛直	5. 30	3. 54
原子炉建屋 サブドレンピット 底部スラブ上面 T. M. S. L. -25. 55m	鉛直	5. 22	3. 51

表 3-11 (3/3) 地盤の最大応答加速度 (標準地盤 - σ , 鉛直方向)
(m/s^2)

位置	方向	Ss-1	Ss-2
地表面 T. M. S. L. 12. 0m	鉛直	9. 16	6. 47
原子炉建屋 サブドレンピット 上部スラブ上面 T. M. S. L. -23. 10m	鉛直	6. 14	3. 36
原子炉建屋 基礎スラブ底面 T. M. S. L. -24. 0m	鉛直	6. 13	3. 31
原子炉建屋 サブドレンピット 底部スラブ上面 T. M. S. L. -25. 55m	鉛直	6. 11	3. 23

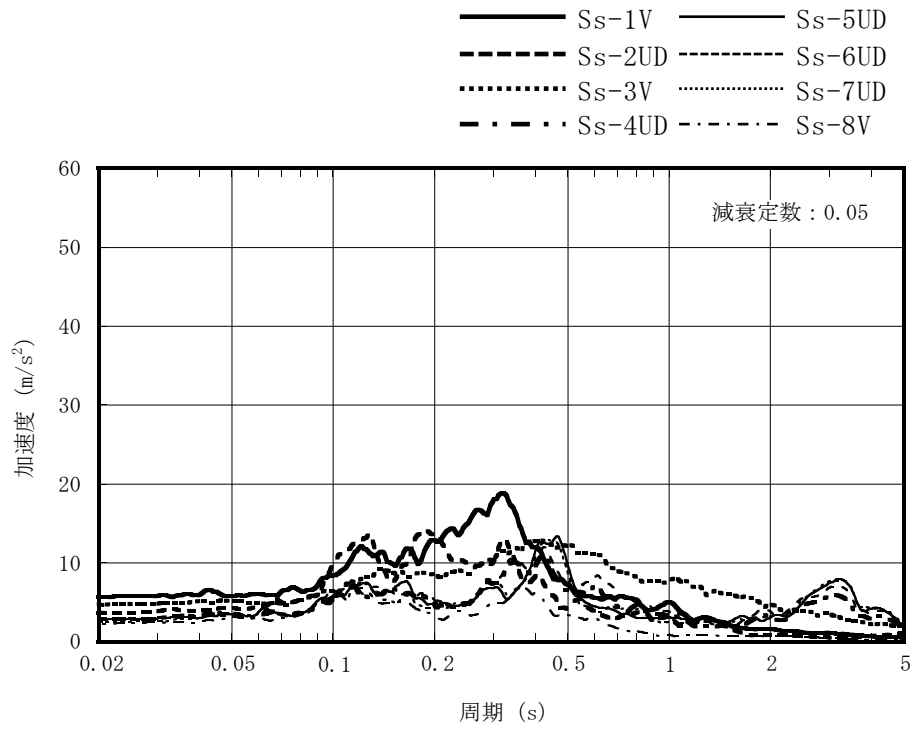


(a) 地表面 (T. M. S. L. 12.0m)



(b) 原子炉建屋サブドレンピット上部スラブ上面 (T. M. S. L. -23.1m)

図 3-5 (1/2) 地盤の加速度応答スペクトル (標準地盤, 鉛直方向)



(d) 原子炉建屋サブドレンピット底部スラブ底面 (T.M.S.L. -25.55m)

図 3-5 (2/2) 地盤の加速度応答スペクトル (標準地盤, 鉛直方向)