

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

TK-1-2136 改 0
平成 30 年 9 月 25 日
日本原子力発電（株）

地下排水設備の耐震計算書の構成（建築関係）

-2-2-2-1 原子炉建屋地下排水設備設置位置の地盤応答

NT2 補 -2-2-1 R1

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 解析方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
3. 解析方法	5
3.1 設計用模擬地震波	5
3.2 地盤応答解析モデル	6
3.2.1 水平方向	6
3.2.2 鉛直方向	6
3.3 地盤応答	14
3.3.1 水平方向	14
3.3.2 鉛直方向	16

1. 概要

本資料は、添付書類「 -2-1-6 地震応答解析の基本方針」に基づく原子炉建屋地下排水設備（以下「地下排水設備」という。）を設置する地盤の地震応答解析について説明するものである。地下排水設備の設置位置を図 2 - 1 に示す。

地震応答解析により算出した地盤の最大応答加速度は、添付書類「 -2-1-9 機能維持の基本方針」に示す建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力として用いる。

2. 基本方針

2.1 位置

地下排水設備の設置位置を図 2 - 1 に示す。



図 2 - 1 地下排水設備の設置位置

2.2 解析方針

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

図 2 - 2 に地下排水設備設置位置の地盤の地震応答解析フローを示す。

地震応答解析は、「3.2 地盤応答解析モデル」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、地盤物性のばらつきを考慮し、地盤応答として最大応答加速度を算出する。

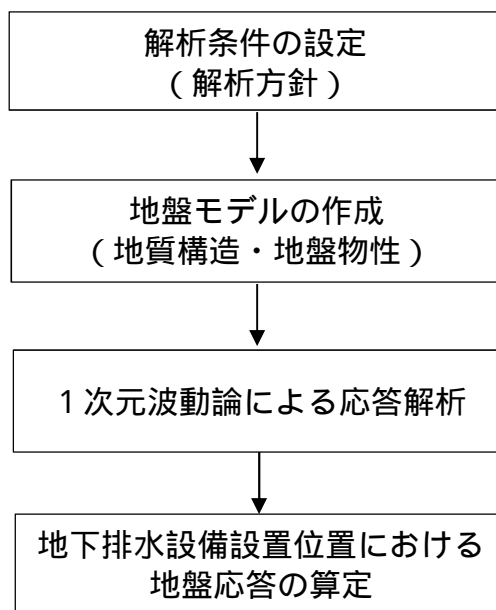


図 2 - 2 地下排水設備設置位置の地盤の地震応答解析フロー

2.3 適用規格・基準等

地下排水設備設置位置の地盤の地震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・許容応力度編 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)
(以下「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」という。)

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、添付書類「 -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設計用模擬地震波を用いることとする。

基準地震動 S_s として作成した設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルは、添付書類「V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」と同一である。

3.2 地盤応答解析モデル

地盤応答解析は，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。地盤応答解析モデルは，添付書類「-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の解析モデルの設定方針に基づき，水平方向及び鉛直方向についてそれぞれ設定する。

3.2.1 水平方向

(1) 解析モデル

水平方向の地層区分及び地盤物性を表 3 - 2 ~ 表 3 - 9 に示す。

(2) 地盤物性

地盤定数は地盤のひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いる。初期地盤の物性値及びひずみ依存特性は，添付書類「-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき設定し，これらは添付書類「V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」と同一である。初期地盤の物性値を表 3 - 1 に動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を図 3 - 1 ~ 図 3 - 4 に示す。また，地盤応答解析では地盤物性のばらつきを考慮し，地盤物性のばらつきは，添付書類「-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」と同じとする。

3.2.2 鉛直方向

(1) 解析モデル

鉛直方向の地層区分及び地盤物性を表 3 - 2 ~ 表 3 - 9 にそれぞれ示す。

(2) 地盤物性

地盤定数は地盤のひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いる。初期地盤の物性値及びひずみ依存特性は，添付書類「-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき設定し，これらは添付書類「V-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」と同一である。

表 3 - 1 初期地盤の物性値

標高 EL. m	地層 区分	層厚 m	密度 t/m ³	S波速度 Vs m/s	ポアソン比
8.0	du*	5.0	1.82	210	0.385
3.0	Ag2*	1.0	1.89	240	0.286
2.0	Ag2	4.7	2.01	240	0.491
-2.7	D2g-3	11.7	2.15	500	0.462
-14.4	Km	5.6	1.72	446	0.461
-20.0		20.0	1.72	456	0.460
-40.0		20.0	1.73	472	0.458
-60.0		30.0	1.73	491	0.455
-90.0		30.0	1.73	514	0.452
-120.0		30.0	1.73	537	0.449
-150.0		40.0	1.74	564	0.445
-190.0		40.0	1.74	595	0.441
-230.0		40.0	1.75	626	0.437
-270.0		50.0	1.75	660	0.433
-320.0		50.0	1.76	699	0.427
-370.0		解放基盤		1.76	718

注記 * : 地下水位より浅いことを示す。

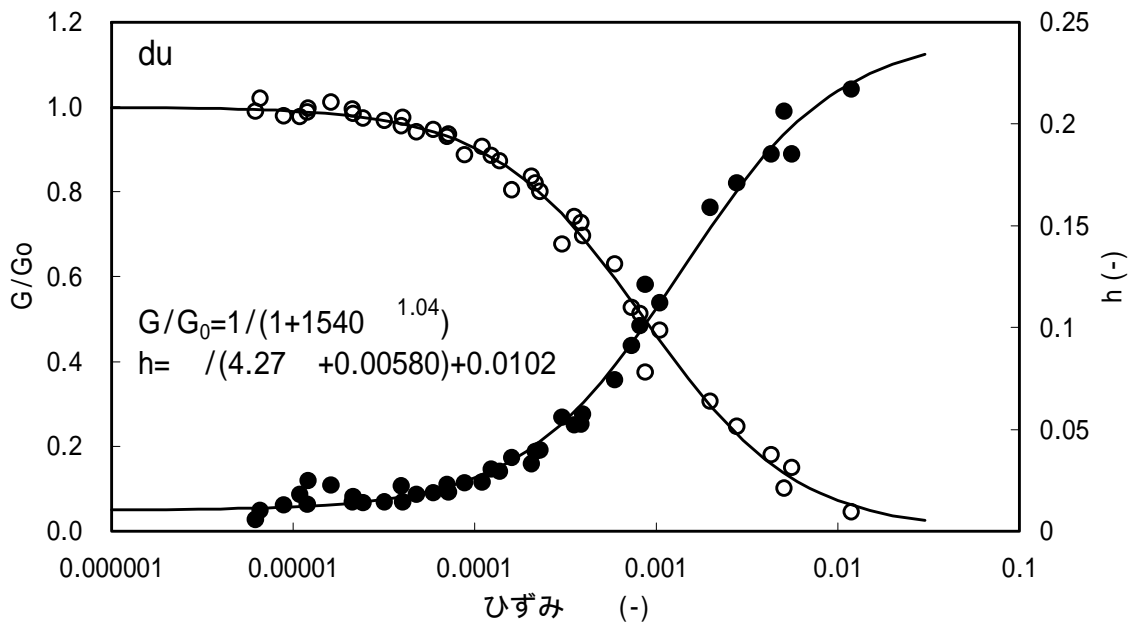


図 3 - 1 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (du 層)

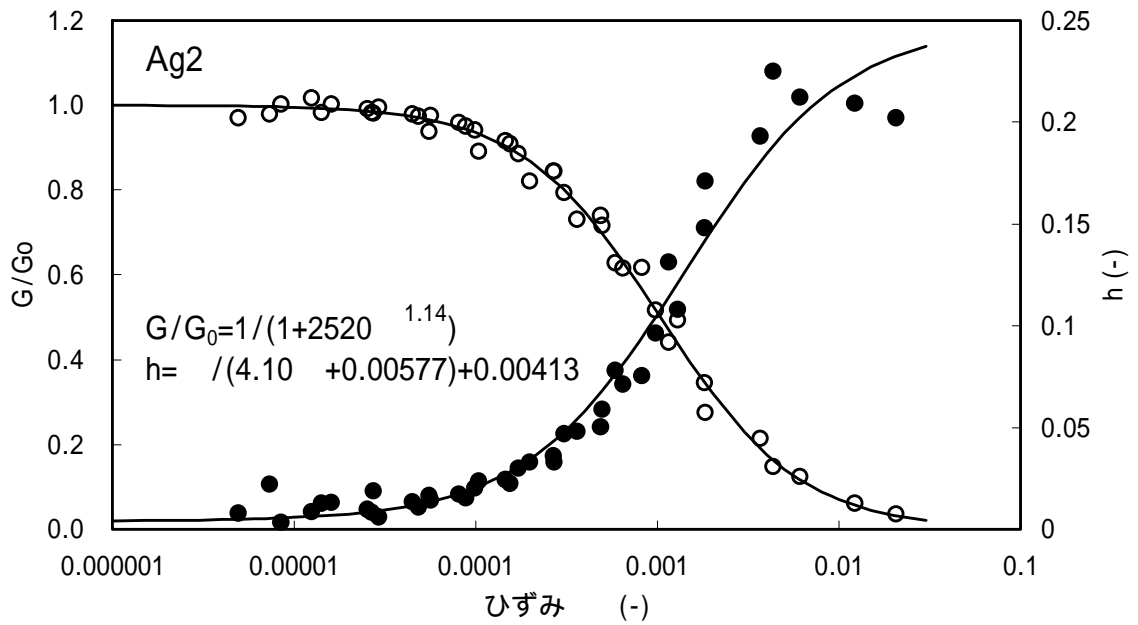


図 3 - 2 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (Ag2 層)

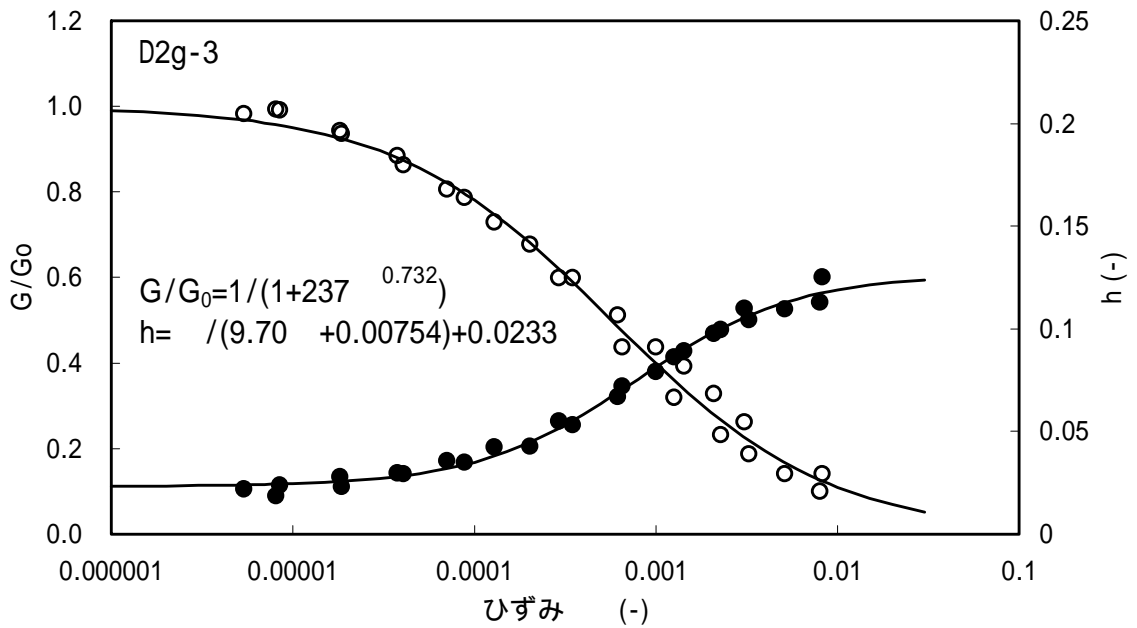


図 3 - 3 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (D2g - 3 層)

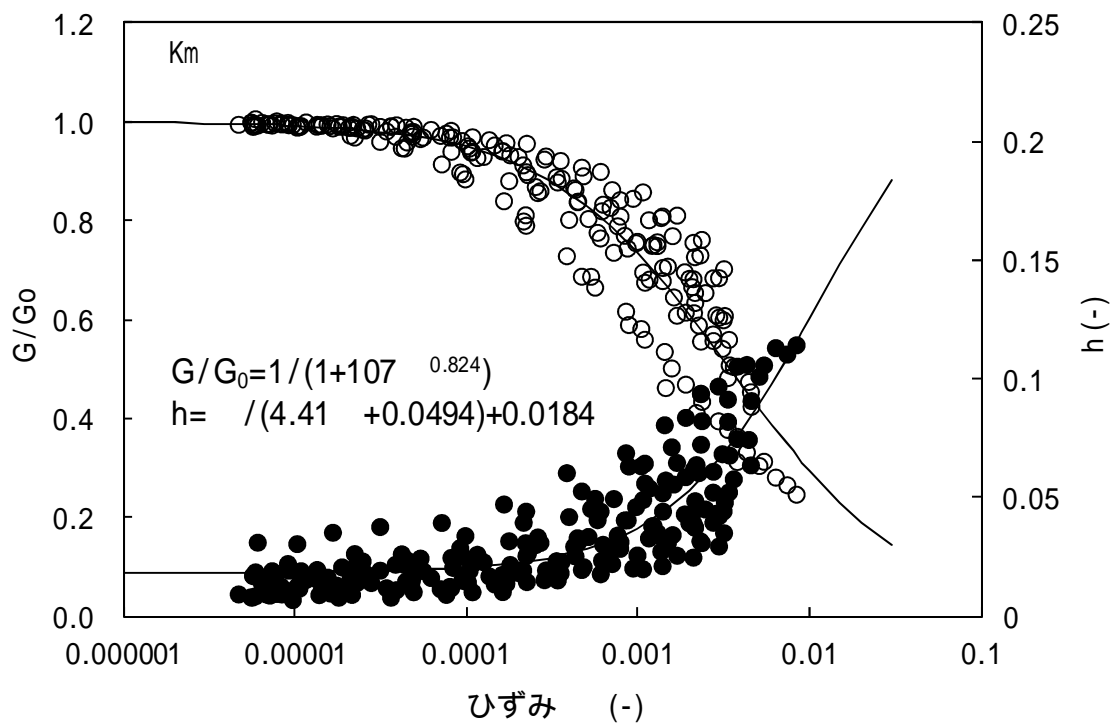


図 3 - 4 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (Km 層)

表 3 - 2 地盤定数 (S_s - D 1)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	ポアソン比
8.0	du*	5.0	1.82	0.06	178	412	0.385
3.0	Aq2*	1.0	1.89	0.08	193	353	0.286
2.0		4.7	2.01	0.11	171	1794	0.495
-2.7	D2g-3	11.7	2.15	0.05	391	1847	0.477
-14.4	Km	5.6	1.72	0.03	406	1644	0.468
-20.0		20.0	1.72	0.03	410	1660	0.468
-40.0		20.0	1.73	0.03	425	1679	0.466
-60.0		30.0	1.73	0.03	442	1691	0.463
-90.0		30.0	1.73	0.03	465	1718	0.460
-120.0		30.0	1.73	0.03	486	1745	0.458
-150.0		40.0	1.74	0.03	508	1769	0.455
-190.0		40.0	1.74	0.03	542	1809	0.451
-230.0		40.0	1.75	0.03	577	1850	0.446
-270.0		50.0	1.75	0.03	612	1899	0.442
-320.0		50.0	1.76	0.03	652	1937	0.436
-370.0	解放基盤		1.76	0.00	718	1988	0.425

注記 * : 地下水位より浅いことを示す。

表 3 - 3 地盤定数 (S_s - 1 1)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	ポアソン比
8.0	du*	5.0	1.82	0.04	191	442	0.385
3.0	Aq2*	1.0	1.89	0.04	217	396	0.286
2.0		4.7	2.01	0.05	212	1800	0.493
-2.7	D2g-3	11.7	2.15	0.04	442	1862	0.470
-14.4	Km	5.6	1.72	0.02	425	1651	0.465
-20.0		20.0	1.72	0.02	433	1667	0.464
-40.0		20.0	1.73	0.02	445	1686	0.463
-60.0		30.0	1.73	0.02	461	1698	0.460
-90.0		30.0	1.73	0.03	479	1723	0.458
-120.0		30.0	1.73	0.03	501	1751	0.455
-150.0		40.0	1.74	0.02	526	1776	0.452
-190.0		40.0	1.74	0.02	558	1816	0.448
-230.0		40.0	1.75	0.02	587	1854	0.444
-270.0		50.0	1.75	0.02	619	1902	0.441
-320.0		50.0	1.76	0.02	656	1938	0.435
-370.0	解放基盤		1.76	0.00	718	1988	0.425

注記 * : 地下水位より浅いことを示す。

表 3 - 4 地盤定数 (S_s - 1 2)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	ポアソン比
8.0	du*	5.0	1.82	0.04	191	442	0.385
3.0	Ag2*	1.0	1.89	0.04	217	396	0.286
2.0	Ag2	4.7	2.01	0.05	211	1800	0.493
-2.7	D2g-3	11.7	2.15	0.04	433	1859	0.471
-14.4	Km	5.6	1.72	0.02	421	1649	0.465
-20.0		20.0	1.72	0.02	425	1665	0.465
-40.0		20.0	1.73	0.03	435	1682	0.464
-60.0		30.0	1.73	0.03	447	1693	0.463
-90.0		30.0	1.73	0.03	468	1719	0.460
-120.0		30.0	1.73	0.03	486	1745	0.458
-150.0		40.0	1.74	0.03	511	1770	0.455
-190.0		40.0	1.74	0.03	539	1808	0.451
-230.0		40.0	1.75	0.03	567	1846	0.448
-270.0		50.0	1.75	0.03	594	1891	0.445
-320.0		50.0	1.76	0.03	633	1928	0.440
-370.0	解放基盤		1.76	0.00	718	1988	0.425

注記 * : 地下水位より浅いことを示す。

表 3 - 5 地盤定数 (S_s - 1 3)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	ポアソン比
8.0	du*	5.0	1.82	0.04	190	439	0.385
3.0	Ag2*	1.0	1.89	0.05	216	395	0.286
2.0	Ag2	4.7	2.01	0.06	209	1800	0.493
-2.7	D2g-3	11.7	2.15	0.04	433	1859	0.471
-14.4	Km	5.6	1.72	0.02	421	1649	0.465
-20.0		20.0	1.72	0.02	428	1666	0.465
-40.0		20.0	1.73	0.03	435	1682	0.464
-60.0		30.0	1.73	0.03	450	1694	0.462
-90.0		30.0	1.73	0.03	468	1719	0.460
-120.0		30.0	1.73	0.03	486	1745	0.458
-150.0		40.0	1.74	0.03	511	1770	0.455
-190.0		40.0	1.74	0.03	539	1808	0.451
-230.0		40.0	1.75	0.03	563	1844	0.449
-270.0		50.0	1.75	0.03	594	1891	0.445
-320.0		50.0	1.76	0.03	629	1926	0.440
-370.0	解放基盤		1.76	0.00	718	1988	0.425

注記 * : 地下水位より浅いことを示す。

表 3 - 6 地盤定数 (S_s - 1 4)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	ポアソン比
8.0	du*	5.0	1.82	0.03	195	451	0.385
3.0	Ag2*	1.0	1.89	0.04	220	402	0.286
2.0	Ag2	4.7	2.01	0.05	216	1801	0.493
-2.7	D2g-3	11.7	2.15	0.04	439	1861	0.471
-14.4	Km	5.6	1.72	0.02	423	1650	0.465
-20.0		20.0	1.72	0.02	430	1666	0.464
-40.0		20.0	1.73	0.03	440	1684	0.463
-60.0		30.0	1.73	0.03	453	1695	0.462
-90.0		30.0	1.73	0.03	471	1720	0.459
-120.0		30.0	1.73	0.03	489	1746	0.457
-150.0		40.0	1.74	0.03	514	1771	0.454
-190.0		40.0	1.74	0.03	542	1809	0.451
-230.0		40.0	1.75	0.03	574	1849	0.447
-270.0		50.0	1.75	0.03	601	1894	0.444
-320.0		50.0	1.76	0.03	641	1932	0.438
-370.0	解放基盤		1.76	0.00	718	1988	0.425

注記 * : 地下水位より浅いことを示す。

表 3 - 7 地盤定数 (S_s - 2 1)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	ポアソン比
8.0	du*	5.0	1.82	0.06	179	414	0.385
3.0	Ag2*	1.0	1.89	0.07	198	362	0.286
2.0	Ag2	4.7	2.01	0.08	189	1797	0.494
-2.7	D2g-3	11.7	2.15	0.04	418	1854	0.473
-14.4	Km	5.6	1.72	0.02	418	1648	0.466
-20.0		20.0	1.72	0.03	425	1665	0.465
-40.0		20.0	1.73	0.03	435	1682	0.464
-60.0		30.0	1.73	0.03	453	1695	0.462
-90.0		30.0	1.73	0.03	477	1723	0.458
-120.0		30.0	1.73	0.03	501	1751	0.455
-150.0		40.0	1.74	0.02	532	1779	0.451
-190.0		40.0	1.74	0.02	561	1817	0.447
-230.0		40.0	1.75	0.02	591	1856	0.444
-270.0		50.0	1.75	0.02	619	1902	0.441
-320.0		50.0	1.76	0.02	656	1938	0.435
-370.0	解放基盤		1.76	0.00	718	1988	0.425

注記 * : 地下水位より浅いことを示す。

表 3 - 8 地盤定数 (S_s - 2 2)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	ポアソン比
8.0	du*	5.0	1.82	0.06	177	409	0.385
3.0	Ag2*	1.0	1.89	0.08	195	356	0.286
2.0		4.7	2.01	0.10	178	1795	0.495
-2.7	D2g-3	11.7	2.15	0.05	406	1851	0.475
-14.4	Km	5.6	1.72	0.03	416	1648	0.466
-20.0		20.0	1.72	0.03	425	1665	0.465
-40.0		20.0	1.73	0.03	438	1683	0.464
-60.0		30.0	1.73	0.03	455	1695	0.461
-90.0		30.0	1.73	0.03	477	1723	0.458
-120.0		30.0	1.73	0.03	501	1751	0.455
-150.0		40.0	1.74	0.03	526	1776	0.452
-190.0		40.0	1.74	0.02	555	1815	0.448
-230.0		40.0	1.75	0.02	587	1854	0.444
-270.0		50.0	1.75	0.02	619	1902	0.441
-320.0		50.0	1.76	0.02	659	1940	0.435
-370.0	解放基盤		1.76	0.00	718	1988	0.425

注記 * : 地下水位より浅いことを示す。

表 3 - 9 地盤定数 (S_s - 3 1)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S波速度 (m/s)	等価 P波速度 (m/s)	ポアソン比
8.0	du*	5.0	1.82	0.06	177	409	0.385
3.0	Ag2*	1.0	1.89	0.08	190	347	0.286
2.0		4.7	2.01	0.11	168	1794	0.496
-2.7	D2g-3	11.7	2.15	0.06	384	1845	0.477
-14.4	Km	5.6	1.72	0.03	401	1643	0.468
-20.0		20.0	1.72	0.03	405	1658	0.468
-40.0		20.0	1.73	0.03	414	1675	0.467
-60.0		30.0	1.73	0.03	436	1689	0.464
-90.0		30.0	1.73	0.03	468	1719	0.460
-120.0		30.0	1.73	0.03	489	1746	0.457
-150.0		40.0	1.74	0.03	517	1773	0.454
-190.0		40.0	1.74	0.03	545	1811	0.450
-230.0		40.0	1.75	0.03	577	1850	0.446
-270.0		50.0	1.75	0.03	612	1899	0.442
-320.0		50.0	1.76	0.03	652	1937	0.436
-370.0	解放基盤		1.76	0.00	718	1988	0.425

注記 * : 地下水位より浅いことを示す。

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_g 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 3-5 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「KSHAKE ver.2.0」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、添付書類「-5-17 計算機プログラム（解析コード）の概要・KSHAKE」に示す。設定した地盤定数に基づき算定した最大応答加速度を表 3-10 に示す。

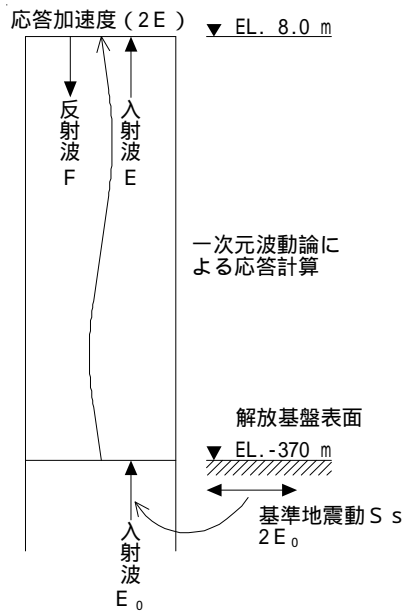


図 3 - 5 地盤応答の概念図 (水平方向)

表 3 - 10 地表面 (EL.8.0 m) の最大応答加速度

方向	S _s - D 1	S _s - 1 1	S _s - 1 2	S _s - 1 3	S _s - 1 4	S _s - 2 1	S _s - 2 2	S _s - 3 1
NS	689	524	559	547	373	886	817	738
EW		455	330	352	311	635	681	

ばらつきケース結果 追而

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 3-6 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「KSHAKE ver.2.0」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、添付書類「-5-17 計算機プログラム（解析コード）の概要・KSHAKE」に示す。設定した地盤定数に基づき算定した最大応答加速度を表 3-11 に示す。

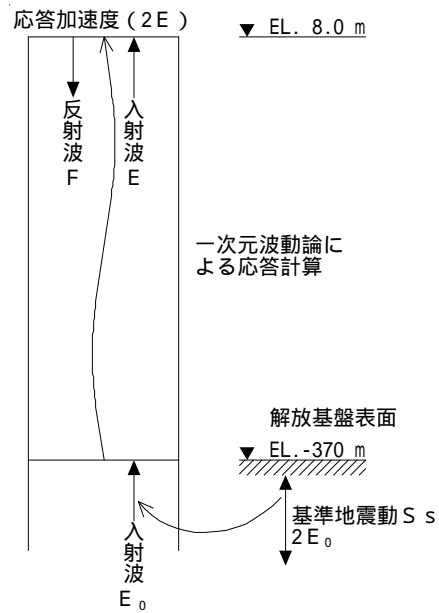


図 3 - 6 地盤応答の概念図 (鉛直方向)

表 3 - 11 地表面 (EL.8.0 m) の最大応答加速度

方向	S _s - D 1	S _s - 1 1	S _s - 1 2	S _s - 1 3	S _s - 1 4	S _s - 2 1	S _s - 2 2	S _s - 3 1
UD	676	664	691	724	493	823	786	786

ばらつきケース結果 追而

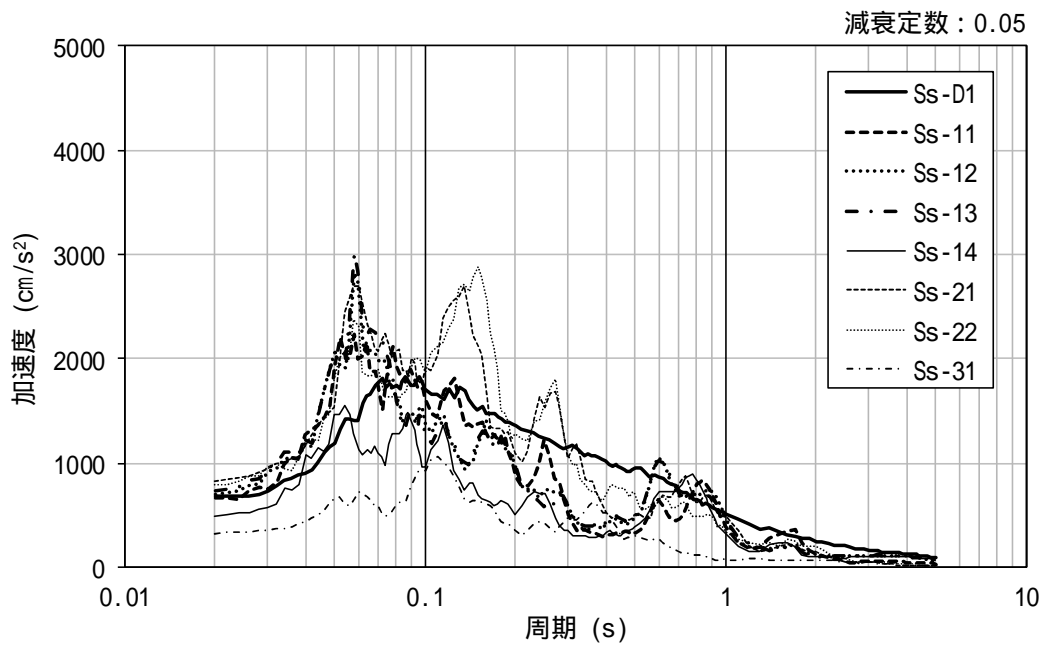


図 3 - 7 入力地震動の加速度応答スペクトル (S_s , UD 方向, EL.8.0 m)

-2-2-2-6 地下排水上屋，排水シャフト，集水ピット及び集水管の
耐震性についての計算書

NT2 補 -2-2-2-5 R0

目次

1. 概要	エラー! ブックマークが定義されていません。
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	4
2.4 適用規格・基準等	6
3. 地震応答解析による評価方法	7
4. 応力解析による評価方法	8
4.1 評価対象部位及び評価方針	8
4.2 荷重及び荷重の組合せ	9
4.3 許容限界	11
4.4 解析モデル及び諸元	エラー! ブックマークが定義されていません。
4.5 評価方法	12
5. 評価結果	14
5.1 地震応答解析による評価結果	14
5.2 応力解析による評価結果	15

1. 概要

本資料は、添付書類「 -2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、地下排水上屋、排水シャフト、集水ピット及び集水管の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、その評価は、地震応答解析による評価及び応力解析による評価に基づき行う。

地下排水上屋、排水シャフト及び集水ピットは、基準地震動 S_s に対して機能を維持する原子炉建屋地下排水設備の間接支持構造物であり、集水管は地下排水設備の一部を構成している。
(以下、これらの施設を総称して「排水施設」という。)

2. 基本方針

2.1 位置

排水施設の設置位置を図 2-1 に示す。



図 2-1 排水施設の設置位置

2.2 構造概要

地下排水上屋、排水シャフト及び集水ピットはそれぞれ東西2箇所設置し、原子炉建屋の東西南角部及び南西南角部付近に位置する。地下排水上屋は、地上1階、平面が南北方向2.0 m、東西方向2.5m、地上高さ2.6mの鉄筋コンクリート造である。地下排水上屋の基礎は連続基礎である。集水ピットは、平面が南北方向2.3 m、東西方向2.3m、高さ4.85mの鉄筋コンクリート造であり、排水シャフトは、集水ピットと地下排水上屋を接続するヒューム管である。集水管は、原子炉建屋の東、西、南面に配置するヒューム管であり、久米層上面に直接設置し集水ピットに接続している。

また、排水シャフト及び集水ピットのうち久米層上端以浅の部分については、その周囲をセメント系の改良地盤とする。

排水施設の概略平面図及び概略断面図をエラー! 参照元が見つかりません。~エラー! 参照元が見つかりません。に示す。追而

2.3 評価方針

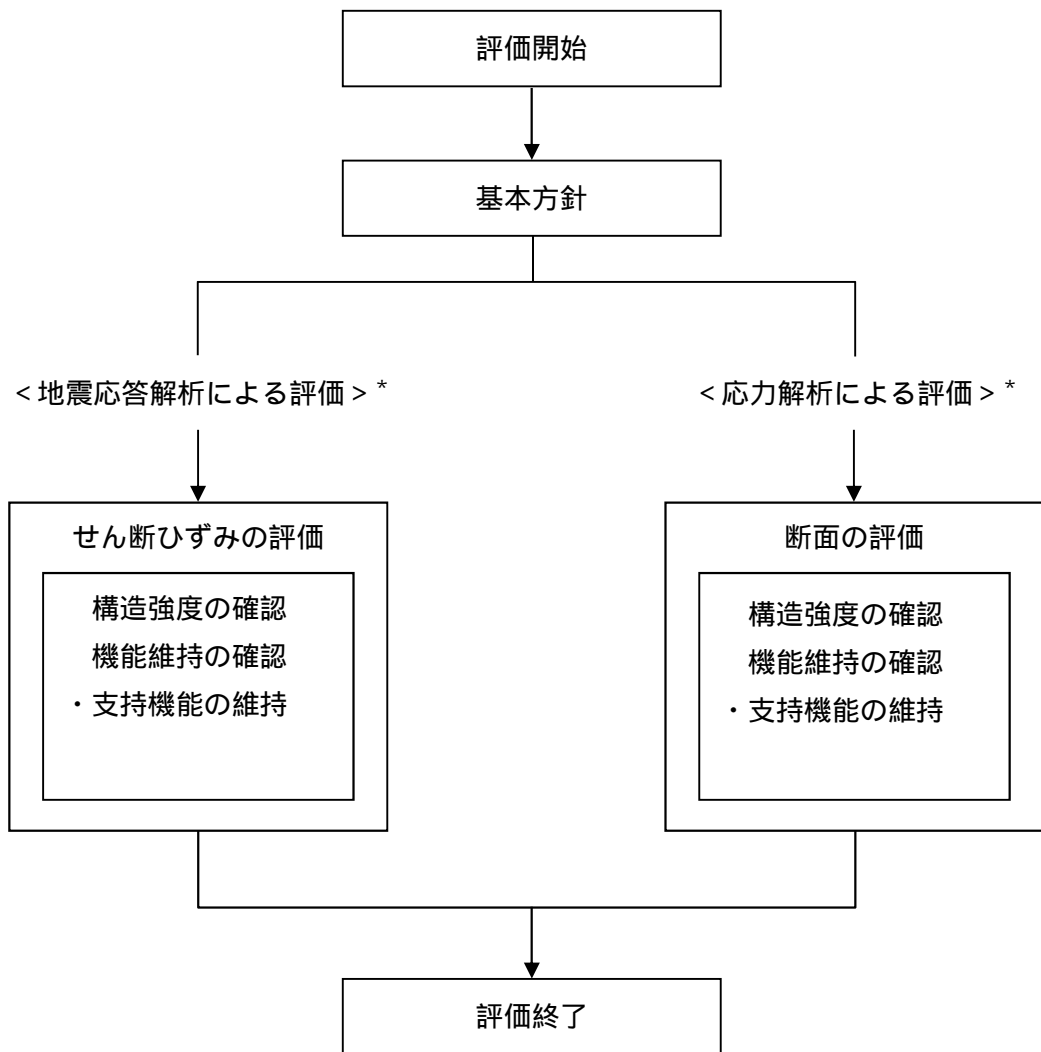
排水施設の評価においては、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）を行う。

地下排水上屋、排水シャフト及び集水ピットの評価は、添付書類「 -2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、地震応答解析による評価においてはせん断ひずみの評価を、応力解析による評価においては断面の評価を行うことで、地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。それぞれの評価は、添付書類「 -2-2-1 原子炉建屋地下排水設備設置位置の地盤応答」の結果を踏まえたものとする。評価に当たっては地盤物性のばらつきを考慮する。

集水管については、その形状を保持することにより地下水を集水し集水ピットに送ることができることから、構造強度の確認を行う。

評価においては、地盤変形及び地盤応答について改良地盤の効果は保守的に考慮しないこととする。

排水施設の評価フローを図 2-2 に示す。



注記 * : 添付書類「 -2-2-2-1 原子炉建屋地下排水設備設置位置の地盤応答」の結果を踏まえた評価を行う。

図 2-2 排水施設の評価フロー

2.4 適用規格・基準等

排水施設の評価において，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)
- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 許容応力度設計法 ((社)日本建築学会，1999)
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社)日本建築学会，2005)(以下「RC - N規準」という。)

3. 地震応答解析による評価方法

排水施設の構造強度及び支持機能については、添付書類「 -2-2-2-1 原子炉建屋地下排水設備設置位置の地盤応答」の結果に基づき、地盤物性のばらつきを考慮した最大せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認する。ここで、地中に設置する排水シャフト、集水ピット及び集水管のせん断ひずみは、地盤の変形に追従するものとして保守的に地盤のひずみを用いる。また、集水管に生じるせん断ひずみは水平面内でのひずみによるものであり、ここでは保守的に鉛直方向のひずみを用いる。

地震応答解析による評価における排水施設の許容限界は、添付書類「 -2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、表 3-1 のとおり設定する。

表 3-1 地震応答解析による評価における許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部 位	機能維持のための考え方	許容限界
	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	排水シャフト 集水ピット 耐震壁 ^{*2} 集水管	最大せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3}
支持機能 ^{*1}	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S_s	排水シャフト 集水ピット 耐震壁 ^{*2}	最大せん断ひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3}

注記 *1: 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

*2: 集水ピット全体としては、地震力を主に耐震壁で負担する構造となっており、全体に剛性が高く、複数の耐震壁間の相対変形が小さくスラブの面内変形が抑えられるため、耐震壁が最大せん断ひずみの許容限界を満足していれば、集水ピットに要求される機能は維持される。

4. 応力解析による評価方法

4.1 評価対象部位及び評価方針

排水施設の応力解析による評価対象部位は、地下排水上屋の耐震壁とする。評価にあたっては、添付書類「 -2-2-2-1 原子炉建屋地下排水設備設置位置の地盤応答」による結果を用いて、荷重の組合せを行う。

S₀地震時に対する評価は、地盤物性のばらつきを考慮した水平方向の地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、発生する応力が、「RC-N規準」に基づき設定した許容限界を超えないことを確認する。評価については、各方向の耐震壁のせん断断面積を考慮する。

4.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、添付書類「 -2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重組合せを用いる。

4.2.1 荷重

(1) 固定荷重 (DL) 及び積載荷重 (LL)

応力解析において考慮する固定荷重及び積載荷重を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

表 4-1 固定荷重

部位	固定荷重 (kN/m ²)
スラブ	3.43
壁	3.53

表 4-2 積載荷重

部位	積載荷重 (kN/m ²)
スラブ	1.96*

注) ポンプ点検時

(2) 積雪荷重 (S)

積雪荷重は、表 4-3 のとおり設定する。

表 4-3 積雪荷重

部位	荷重及び外力について想定する状態	積雪荷重
屋根	地震時	210 N/m ²

(3) 地震荷重 (S_s)

水平地震力は、基準地震動 S_s に対する地盤応答より算定される動的地震力に地盤物性のばらつきを考慮して設定する。

地震荷重は、地表面の水平方向の最大応答加速度より算定される水平震度とする。

4.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 4-3 に示す。積雪のある状態でポンプの点検を行うことはないため、積雪荷重と積載荷重の組合せは考慮しないこととし、積雪荷重は積載荷重に包絡される。

表 4-3 荷重の組合せ

荷重状態	荷重の組合せ
S _s 地震時	DL + LL + S _s

DL : 固定荷重

LL : 積載荷重

S_s : S_s地震荷重

4.3 許容限界

応力解析による評価における排水施設の許容限界は、添付書類「 -2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の構造強度上の制限及び機能維持の基本方針に基づき 表 4-4 のとおり設定する。
また、コンクリートの許容応力度を

表 4-5 に示す。

表 4-4 応力解析による評価における許容限界

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部 位	機能維持のための考え方	許容限界
	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	地下排水 上屋 耐震壁*2	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N規準」に基づく 長期許容応力度*3
支持機能 *1	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S_s	地下排水 上屋 耐震壁	部材に生じる応力が支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	「RC-N規準」に基づく 長期許容応力度*4

- 注記 *1:「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。
*2: 建屋全体としては、地震力を主に耐震壁で負担する構造となっており、全体に剛性が高く、複数の耐震壁間の相対変形が小さくスラブの面内変形が抑えられるため、耐震壁が短期許容応力度を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。
*3: 許容限界は終局耐力に対し安全余裕を考慮し、長期許容応力度とする。
*4: 許容限界は短期許容応力度に対し安全余裕を考慮し、長期許容応力度とする。

表 4-5 コンクリートの許容応力度

F_c (N/mm^2)	圧縮 (N/mm^2)	せん断 (N/mm^2)

NT2 補 -2-2-2-5 R0

4.4 評価方法

4.4.1 応力解析方法

(1) 荷重ケース

地震荷重は、NS 方向及び EW 方向を考慮する。

(2) 応力の算出方法

耐震壁に生じる応力は、耐震壁に作用する固定荷重及び積載荷重に対し、地表面の水平方向最大応答加速度より算出した水平震度を乗じることにより算出する。水平方向最大応答加速度を表 4-5 に示す。

表 4-5 地盤応答の最大応答加速度

レベル	基本 ^{*1} (cm/s ²)	地盤 + 相当 ^{*2} (cm/s ²)	地盤 - 相当 ^{*2} (cm/s ²)	最大値 (cm/s ²)
地表面 (EL8.0m)	886	946	767	946

注記 *1: $S_s - D 1, S_s - 1 1, S_s - 1 2, S_s - 1 3, S_d - 1 4, S_d - 2 1, S_s - 2 2$ 及び $S_s - 3 1$ の最大値

*2: $S_s - D 1, S_s - 2 1, S_s - 2 2$ 及び $S_s - 3 1$ の最大値

表 4-6 水平震度より算出したせん断力

部 位	方 向	検討用 水平震度	せん断力 (kN/m)
耐震壁	EW 方向	0.97	211
	NS 方向	0.97	125

ばらつきケース 追而

4.4.2 断面の評価方法

(1) せん断力に対する断面の評価方法

断面の評価は、「RC-N規準」に基づき、評価対象部位に生じる面内せん断力が、次式をもとに計算した許容面内せん断力を超えないことを確認する。

$$Q_{AL} = tlf_s$$

ここで、

Q_{AL} : 許容面外せん断力 (N)

t : 壁厚 (mm)

l : 壁長 (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm²)

5. 評価結果

5.1 地震応答解析による評価結果

排水シャフト、集水ピット及び集水管について、 S_s 地震時の各層の最大せん断ひずみが許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。

地盤物性のばらつきを考慮した地盤の最大せん断ひずみは $\overline{\text{追而}}$ (EL8.0m) であり、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。地盤モデルを図 5-1 に示す。

図 5-1 地盤モデル $\overline{\text{追而}}$

5.2 応力解析による評価結果

「4.4.2 断面の評価方法」に基づいた断面の評価結果を表5-1に示す。S_s地震時において、発生値が許容値を超えないことを確認した。

表 5-1 評価結果（地下排水上屋耐震壁）追而