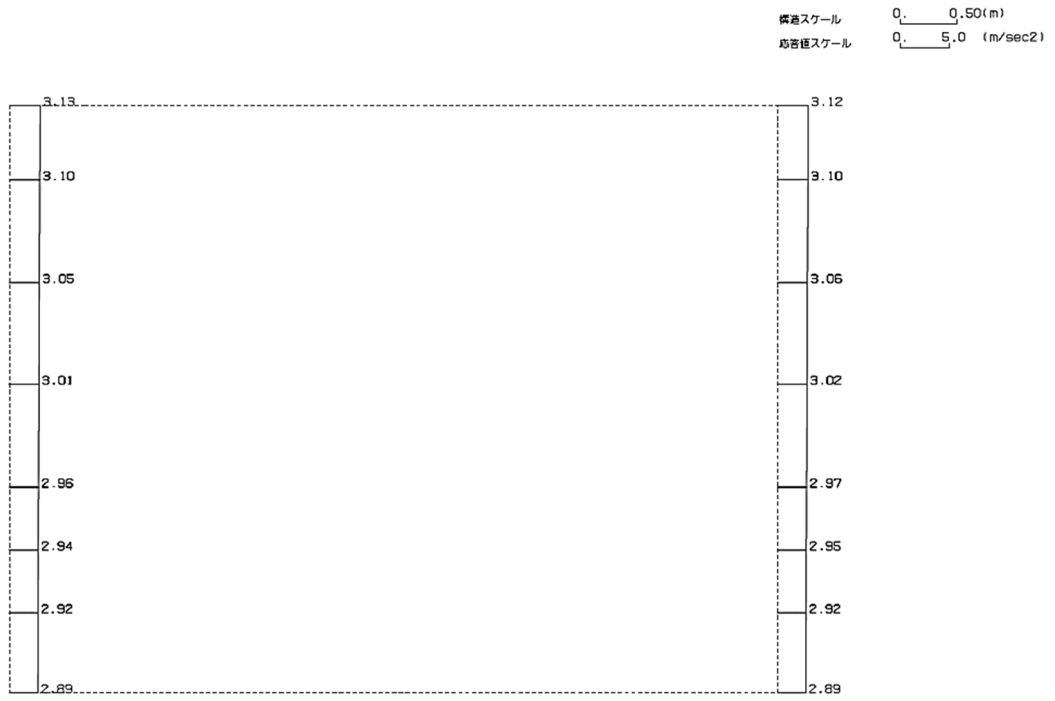
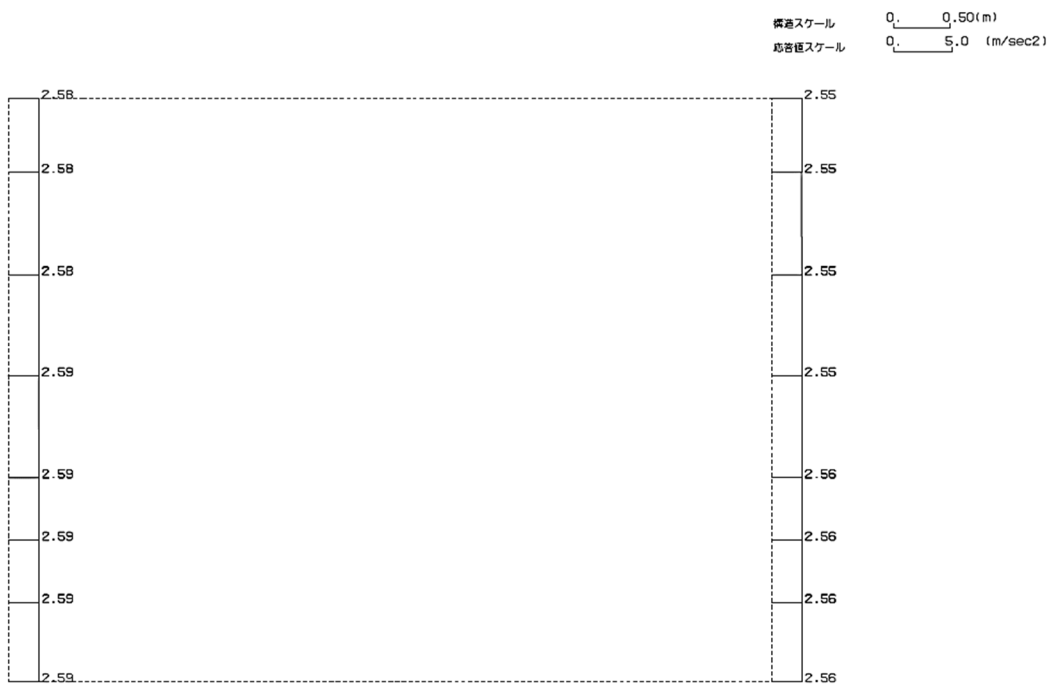


(Ss-C2(EW), 水平)



単位 (m/s²)

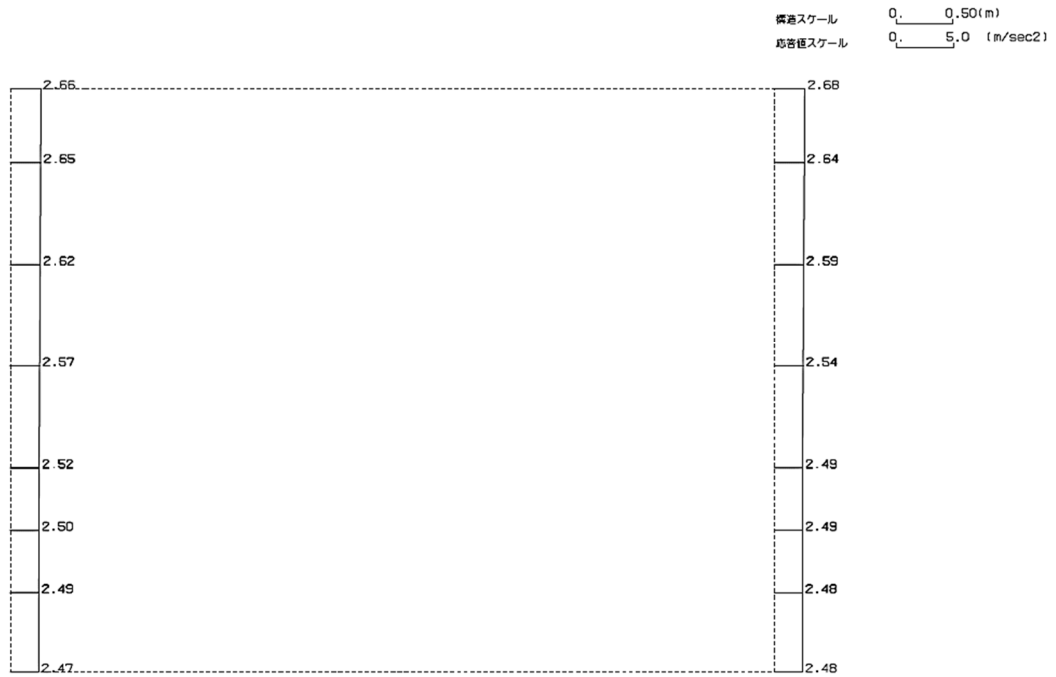
(Ss-C2(EW), 鉛直)



単位 (m/s²)

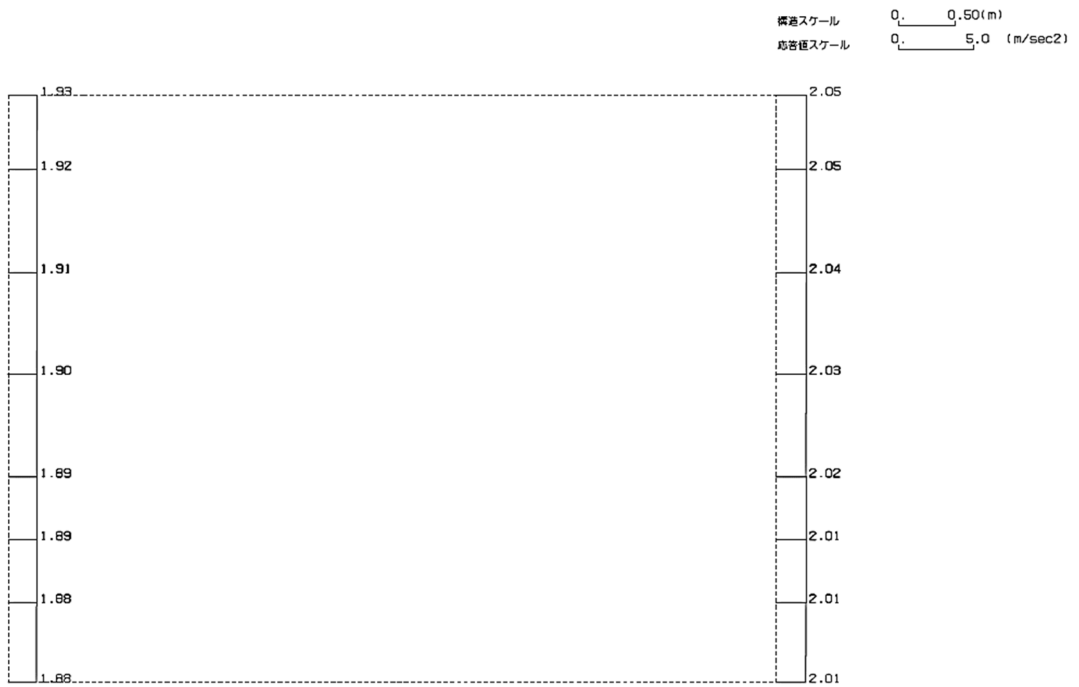
第 4-2 図 A-A 断面の最大加速度分布図 (Ss-C2(EW)) (9/13)

(Ss-C3(NS), 水平)



単位 (m/s²)

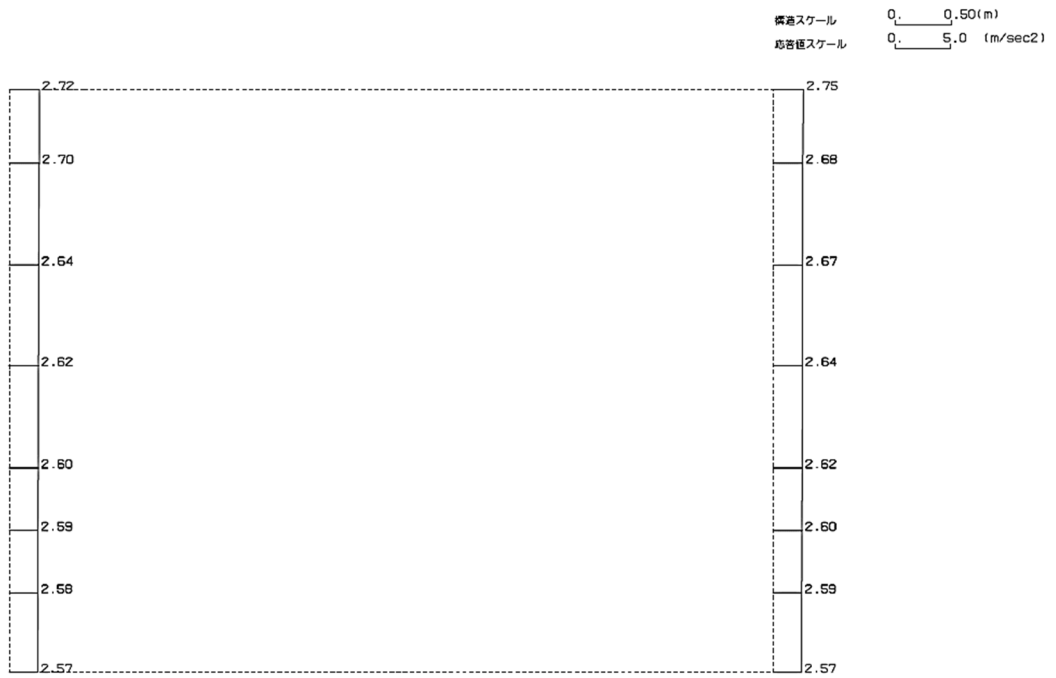
(Ss-C3(NS), 鉛直)



単位 (m/s²)

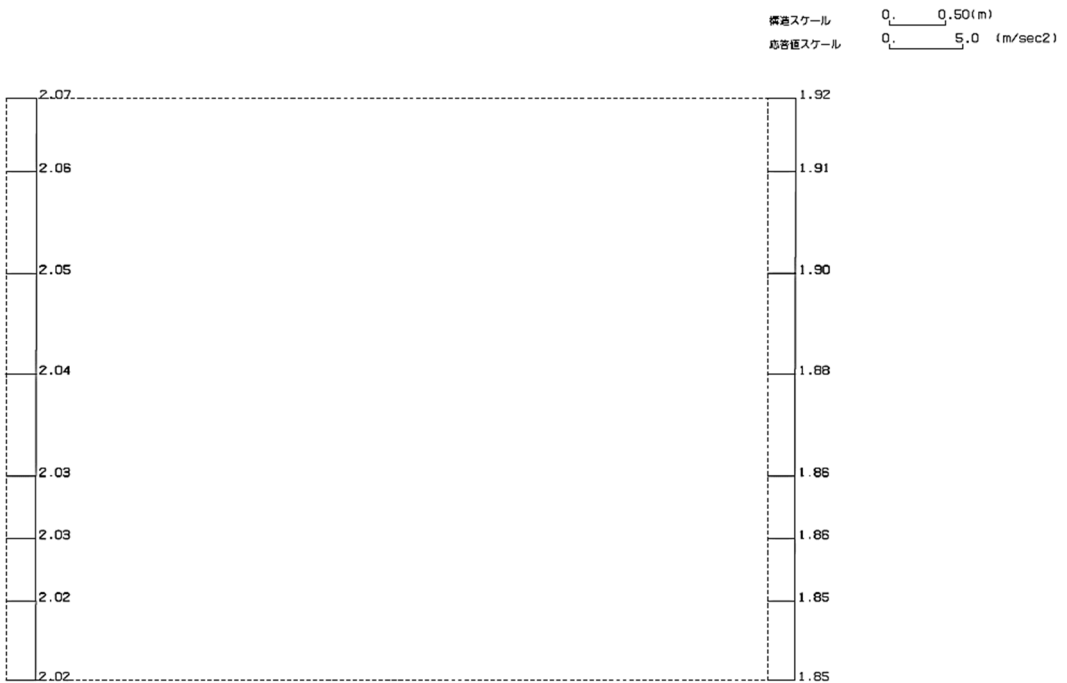
第 4-2 図 A-A 断面の最大加速度分布図 (Ss-C3(NS)) (10/13)

(Ss-C3(EW), 水平)



単位 (m/s²)

(Ss-C3(EW), 鉛直)



単位 (m/s²)

第 4-2 図 A-A 断面の最大加速度分布図 (Ss-C3(EW)) (11/13)

(Ss-C4(NS), 水平)

構造スケール 0.50(m)
応答値スケール 5.0 (m/sec²)



単位 (m/s²)

(Ss-C4(NS), 鉛直)

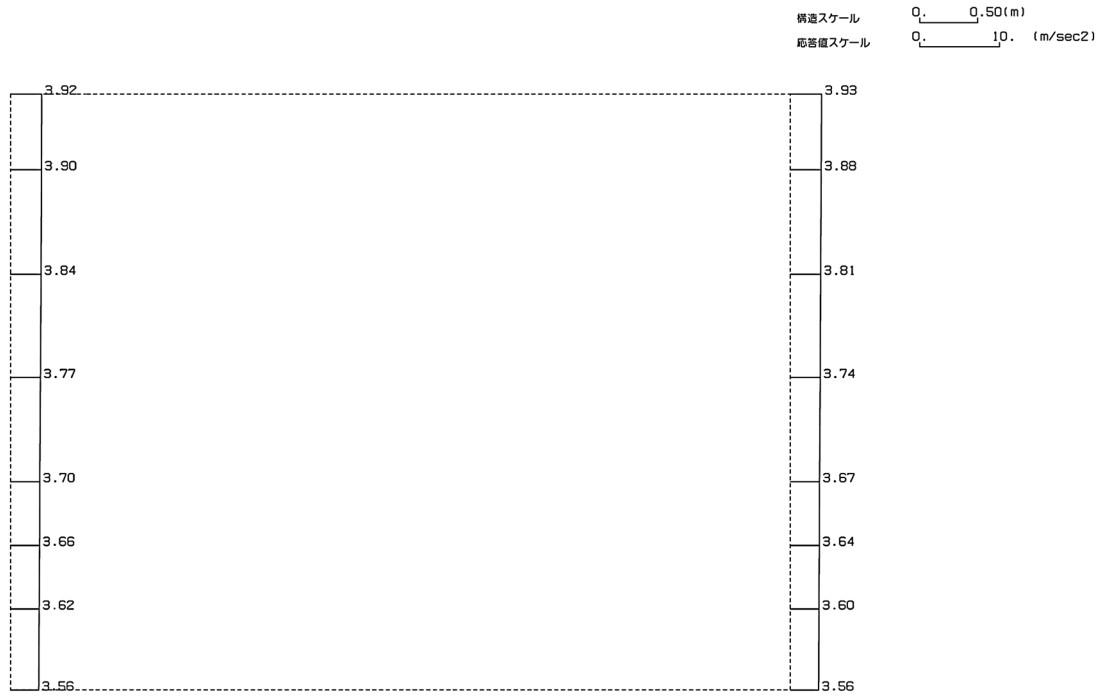
構造スケール 0.50(m)
応答値スケール 5.0 (m/sec²)



単位 (m/s²)

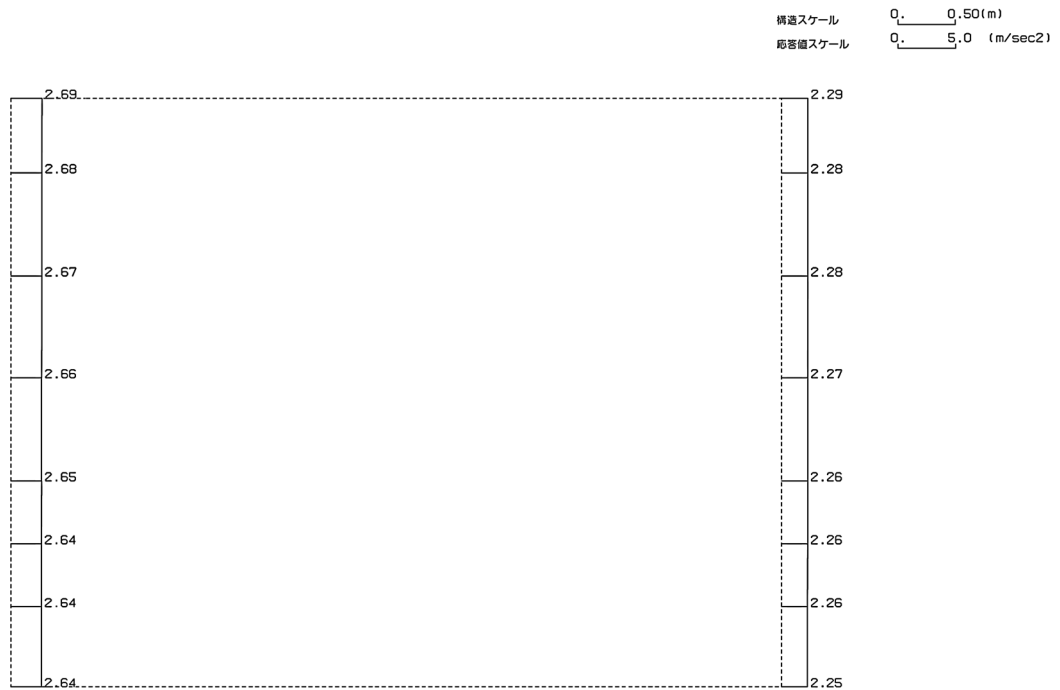
第 4-2 図 A-A 断面の最大加速度分布図 (Ss-C4(NS)) (12/13)

(Ss-C4(EW), 水平)



単位 (m/s²)

(Ss-C4(EW), 鉛直)



単位 (m/s²)

第 4-2 図 A-A 断面の最大加速度分布図 (Ss-C4(EW)) (13/13)

IV-2-1-1-2-5-2

高レベル廃液ガラス固化建屋／第 1
ガラス固化体貯蔵建屋間洞道(AT52)
の耐震計算書

目 次

	ページ
1. 概要	1
2. 位置及び構造概要	1
3. 耐震評価項目	1
4. 耐震評価結果	2
4.1 A-A断面の耐震評価結果	2

1. 概要

本資料は、「IV-1-3-1-4 屋外重要土木構造物の耐震計算書作成の基本方針」に基づき、高レベル廃液ガラス固化建屋／第1 ガラス固化体貯蔵建屋間洞道(AT52)の耐震評価結果について説明するものである。

2. 位置及び構造概要

AT52 の位置及び構造概要は、「IV-2-1-1-2-5-1 高レベル廃液ガラス固化建屋／第1 ガラス固化体貯蔵建屋間洞道(AT52)の地震応答計算書」のうち「2. 位置及び構造概要」に示す。

3. 耐震評価項目

AT52 の基準地震動 S_s による地震力に対する耐震評価方針を以下に示す。

AT52 は、Sクラスの機器・配管系の間接支持構造物であることから、支持機能の維持が要求されている。

以上を踏まえ、AT52 の耐震評価においては、第3-1表及び第3-2表に示す項目に基づき、構造部材の曲げ、せん断評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

第3-1表 AT52 の構造部材の曲げ、せん断評価における許容限界

要求機能	機能設計上の確認事項	地震力	部位	評価方法	許容限界
支持機能	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	全構造部材	最大層間変形角 [※] 及び発生せん断力 [※] が許容限界を下回ることを確認	限界層間変形角 [※]
					せん断耐力 [※]

※妥当な安全余裕を考慮する

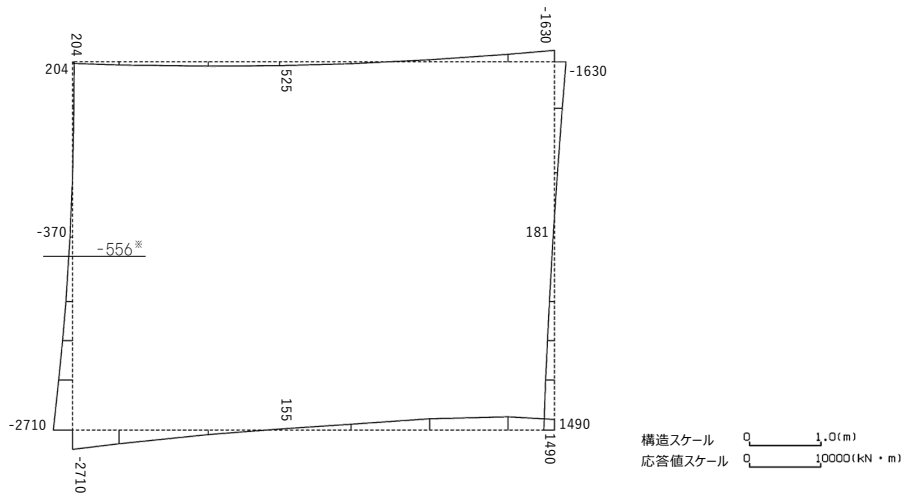
第3-2表 AT52 の基礎地盤の支持性能評価における許容限界

設計上の確認事項	地震力	部位	評価方法	許容限界
洞道を十分に支持できること	基準地震動 S_s	基礎地盤	最大接地圧が許容限界を下回ることを確認	極限支持力度

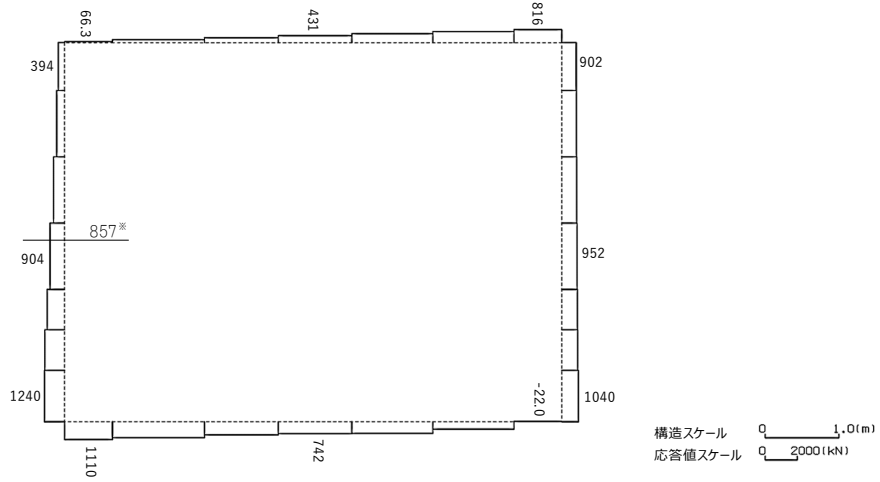
4. 耐震評価結果

4.1 A-A 断面の耐震評価結果

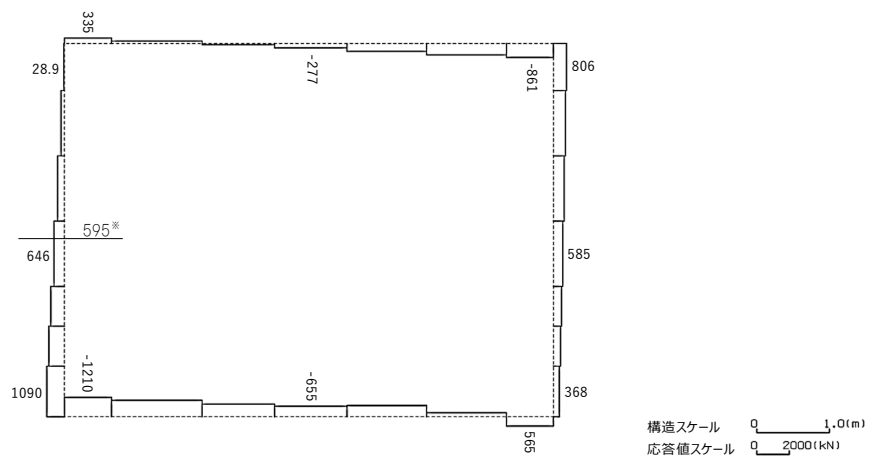
構造部材のせん断に対する評価結果が最も厳しくなる地震波(Ss-C1)の評価時刻における断面力図を第 4-1 図に, 接地圧が最大となる地震波(Ss-C1)の場合における基礎地盤に生じる最大接地圧分布図を第 4-2 図に示す。



曲げモーメント(kN・m)



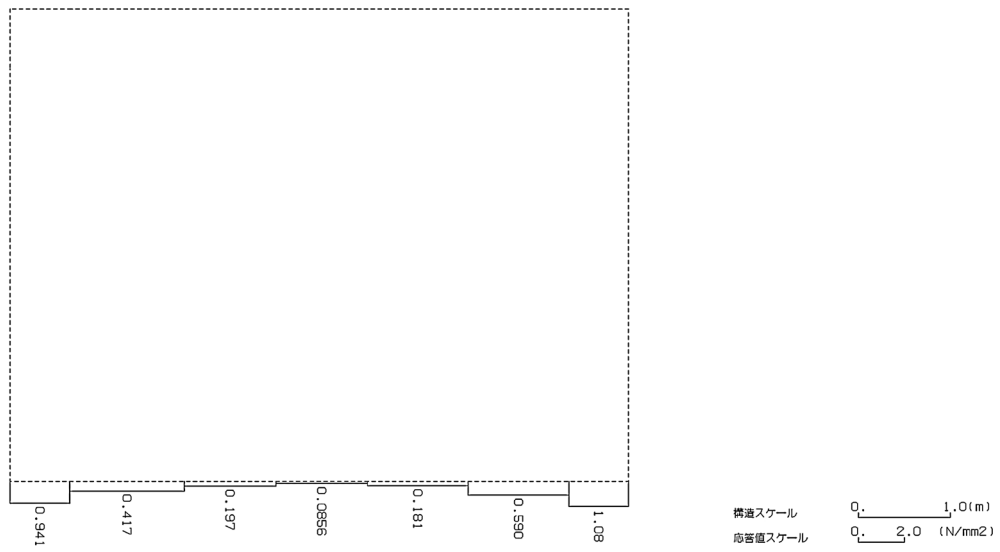
軸力(kN)



せん断力(kN)

※ 評価位置及び評価に用いた断面力値(照査値が最も厳しくなる部材の発生断面力)

第 4-1 図 地震時断面力(Ss-C1, t=7.73s(左側壁))(A-A 断面)



第 4-2 図 最大接地圧分布図(Ss-C1) (A-A 断面)

4.1.1 構造部材の曲げ，せん断に対する評価結果

(1) 基本ケースの評価結果

曲げに対する評価結果を第 4-1 表に，せん断に対する評価結果を第 4-2 表に示す。また，配筋図を第 4-3 図に示す。

層間変形角及びせん断力は，許容限界を下回ることを確認した。

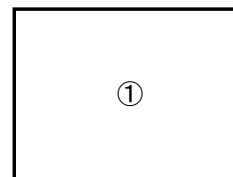
第 4-1 表 曲げに対する評価結果※¹ (A-A 断面)

基準地震動	評価位置※ ²	最大層間変形角 R	照査用層間変形角 R _d ※ ³	限界層間変形角 R _u	照査値 R _d /R _u
Ss-A	①	0.017/100	0.020/100	1/100	0.02
Ss-B1	①	0.010/100	0.013/100	1/100	0.01
Ss-B2	①	0.013/100	0.015/100	1/100	0.02
Ss-B3	①	0.014/100	0.017/100	1/100	0.02
Ss-B4	①	0.018/100	0.021/100	1/100	0.02
Ss-B5	①	0.014/100	0.017/100	1/100	0.02
Ss-C1	①	0.020/100	0.024/100	1/100	0.02
Ss-C2 (NS)	①	0.008/100	0.010/100	1/100	0.01
Ss-C2 (EW)	①	0.011/100	0.014/100	1/100	0.01
Ss-C3 (NS)	①	0.010/100	0.012/100	1/100	0.01
Ss-C3 (EW)	①	0.011/100	0.014/100	1/100	0.01
Ss-C4 (NS)	①	0.012/100	0.015/100	1/100	0.02
Ss-C4 (EW)	①	0.015/100	0.018/100	1/100	0.02

※¹ 本表は，層間変形角が最も大きくなる時刻における照査結果を示す。

※² 評価位置は下図に示す。

※³ 照査用層間変形角 R_d=最大層間変形角 R×構造解析係数 $\gamma_a(1.2)$



第4-2表 せん断に対する評価結果^{※1} (A-A断面) (1/2)

基準地震動	評価部材 ^{※2}		断面形状 (mm)			せん断補強筋 (mm)	発生せん断力 V (kN)	照査用せん断力 $V_d^{※3}$ (kN)	せん断耐力 V_{yd} (kN)	照査値 V_d/V_{yd}
			部材幅	部材高	有効高					
Ss-A	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	728	765	1,357	0.56
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	432	731 ^{※4}	1,973 ^{※5}	0.37
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	538	565	886	0.64
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	419	440	622	0.71
Ss-B1	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	641	673	1,496	0.45
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	317	333	721	0.46
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	409	429	913	0.47
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	500	525	934	0.56
Ss-B2	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	648	681	1,369	0.50
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	389	408	808	0.50
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	446	468	883	0.53
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	541	568	1,009	0.56
Ss-B3	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	636	668	1,353	0.49
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	457	480	798	0.60
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	498	523	883	0.59
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	555	583	993	0.59
Ss-B4	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	663	696	1,093	0.64
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	572	600	822	0.73
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	457	480	684	0.70
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	664	697	1,030	0.68
Ss-B5	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	631	662	1,235	0.54
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	334	351	622	0.56
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	487	511	863	0.59
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	562	590	955	0.62

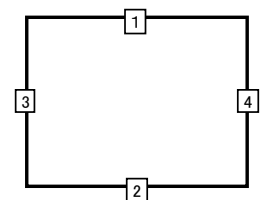
※1 本表は、構造部材ごとに発生せん断力が最も大きくなるそれぞれの時刻における照査結果を示す。

※2 評価部材は下図に示す。

※3 照査用せん断力 V_d = 発生せん断力 V × 構造解析係数 γ_a (1.05)

※4 材料非線形解析による照査用せん断力 V_d = 固定端荷重 × 部材係数 γ_b (1.24) × 構造解析係数 γ_a (1.05)

※5 材料非線形解析によるせん断耐力 V_{yd}



第4-2表 せん断に対する評価結果^{※1} (A-A断面) (2/2)

基準地震動	評価部材 ^{※2}		断面形状 (mm)			せん断補強筋 (mm)	発生せん断力 V (kN)	照査用せん断力 V_d ^{※3} (kN)	せん断耐力 V_{yd} (kN)	照査値 V_d/V_{yd}
			部材幅	部材高	有効高					
Ss-C1	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	753	791	1,248	0.63
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	666	877 ^{※4}	2,002 ^{※5}	0.44
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	595	947 ^{※4}	1,861 ^{※5}	0.51
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	564	592	845	0.70
Ss-C2 (NS)	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	607	637	1,526	0.42
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	229	240	685	0.35
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	278	292	1,008	0.29
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	405	425	940	0.45
Ss-C2 (EW)	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	660	693	1,362	0.51
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	239	251	614	0.41
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	491	516	901	0.57
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	371	389	768	0.51
Ss-C3 (NS)	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	607	637	1,367	0.47
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	285	299	753	0.40
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	448	471	902	0.52
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	468	491	941	0.52
Ss-C3 (EW)	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	613	644	1,308	0.49
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	348	365	777	0.47
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	474	498	901	0.55
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	514	540	943	0.57
Ss-C4 (NS)	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	597	627	1,229	0.51
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	381	400	789	0.51
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	450	473	911	0.52
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	537	564	972	0.58
Ss-C4 (EW)	頂版	1	1,000	1,300	1,200	-	646	678	1,410	0.48
	底版	2	1,000	1,400	1,300	-	377	396	621	0.64
	左側壁	3	1,000	1,300	1,200	-	512	538	873	0.62
	右側壁	4	1,000	1,300	1,200	-	390	410	652	0.63

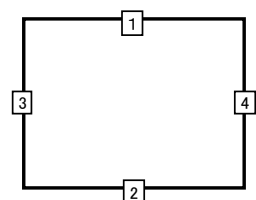
※1 本表は、構造部材ごとに発生せん断力が最も大きくなるそれぞれの時刻における照査結果を示す。

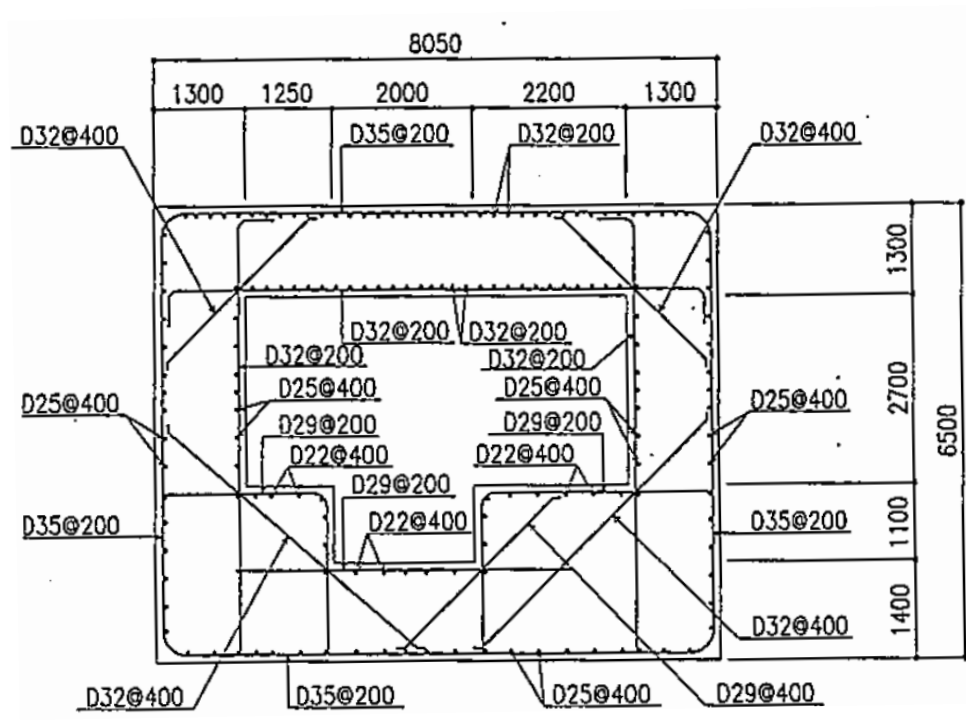
※2 評価部材は下図に示す。

※3 照査用せん断力 V_d =発生せん断力 V ×構造解析係数 γ_a (1.05)

※4 材料非線形解析による照査用せん断力 V_d =固定端荷重×部材係数 γ_b (1.24)×構造解析係数 γ_a (1.05)

※5 材料非線形解析によるせん断耐力 V_{yd}





(单位 : mm)

第 4-3 图 配筋图(A-A 断面)

(2) 物性のばらつきに関する影響評価結果

曲げに対する評価結果を第 4-3 表に、せん断に対する評価結果を第 4-4 表に示す。
層間変形角及びせん断力は、許容限界を下回ることを確認した。

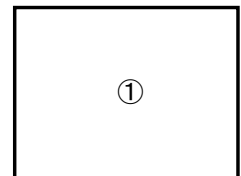
第 4-3 表 曲げに対する評価結果^{※1} (A-A 断面)

評価位置 ^{※2}	基準地震動	物性のばらつきを考慮したケース				基本ケース
		最大層間変形角 R	照査用層間変形角 R' _d ^{※3}	限界層間変形角 R _u	照査値 R' _d /R _u	照査値 R _d /R _u
①	Ss-C1	0.020/100	0.032/100	1/100	0.03	0.02

※1 本表は、基本ケースの評価結果における最大照査値のケースに物性のばらつきを考慮した評価結果を示す。

※2 評価位置は下図に示す。

※3 照査用層間変形角 R'_d=最大層間変形角 R×構造解析係数 $\gamma_a(1.2)$ ×物性のばらつきに関する安全係数 (1.3)



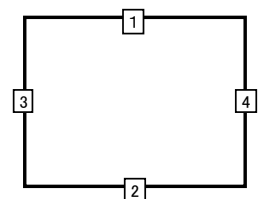
第 4-4 表 せん断に対する評価結果^{※1} (A-A 断面)

評価部材 ^{※2}	基準地震動	断面形状 (mm)			せん断補強筋 (mm)	物性のばらつきを考慮したケース				基本ケース	
		部材幅	部材高	有効高		発生せん断力 V (kN)	照査用せん断力 V' _d ^{※3} (kN)	せん断耐力 V _{yd} (kN)	照査値 V' _d /V _{yd}	照査値 V _d /V _{yd}	
頂版	1	Ss-B4	1,000	1,300	1,200	-	663	836	1,093	0.76	0.64
底版	2	Ss-B4	1,000	1,400	1,300	-	572	720	822	0.88	0.73
左側壁	3	Ss-B4	1,000	1,300	1,200	-	457	576	684	0.84	0.70
右側壁	4	Ss-A	1,000	1,300	1,200	-	419	528	622	0.85	0.71

※1 本表は、基本ケースの評価結果における各構造部材の最大照査値のケースに物性のばらつきを考慮した結果を示す。

※2 評価部材は下図に示す。

※3 照査用せん断力 V'_d=発生せん断力 V×構造解析係数 $\gamma_a(1.05)$ ×物性のばらつきに関する安全係数 (1.2)



4.1.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

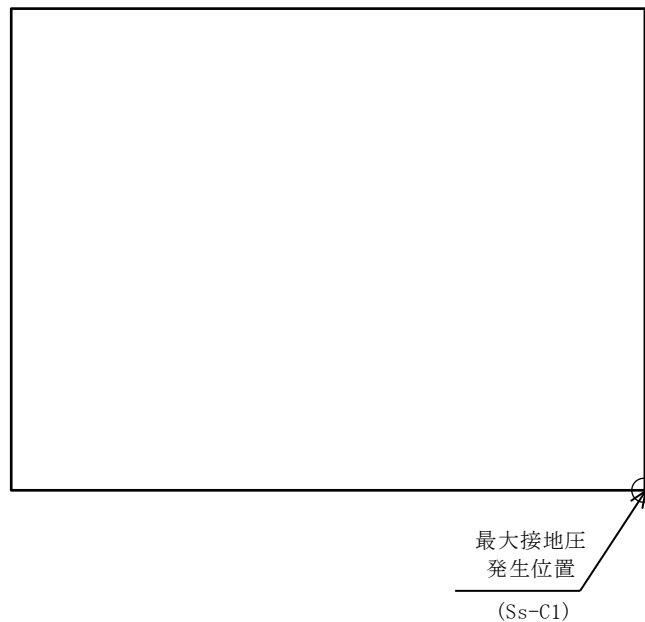
基礎地盤の支持性能に対する評価結果を第 4-5 表に示す。

最大接地圧は、極限支持力度を下回ることを確認した。

第 4-5 表 基礎地盤の支持性能に対する評価結果 (A-A 断面)

基準地震動	最大接地圧 (N/mm ²)
Ss-A	1.1
Ss-B1	0.9
Ss-B2	0.9
Ss-B3	0.9
Ss-B4	1.0
Ss-B5	1.0
Ss-C1	1.1
Ss-C2 (NS)	0.8
Ss-C2 (EW)	0.9
Ss-C3 (NS)	0.8
Ss-C3 (EW)	0.9
Ss-C4 (NS)	0.9
Ss-C4 (EW)	0.9

極限支持力度：13.0N/mm²



IV-2-1-1-3

地下水排水設備の耐震性に関する計算書

IV-2-1-1-3-1

高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書

目 次

1. 概要	1
2. 設備概要	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	4
3. 地震応答解析モデルの設定結果	11
3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの設定結果	11
3.1.1 サブドレンシャフト・サブドレンピット (KA-2) の地盤モデル	11
3.1.2 サブドレンシャフト・サブドレンピット (KA-5) の地盤モデル	12
3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル	15
4. 応力解析の評価結果(建物・構築物の基本方針を参考にする設備)	16
4.1 地震応答解析による評価結果	16
4.1.1 接地圧の評価結果	16
4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果	17
4.2 応力解析による評価結果	18
4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果	18
4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果	23
4.2.3 サブドレンピット底部スラブの評価結果	24
4.2.4 集水管の評価結果	25
4.2.5 サブドレン管の評価結果	32
5. 応力解析の評価結果(機器・配管系の基本方針を参考にする設備)	39
5.1 地下水排水ポンプの応力解析	39
5.2 排水配管の応力解析	41
5.3 水位検出器の応力解析	42
5.4 制御盤の応力解析	44

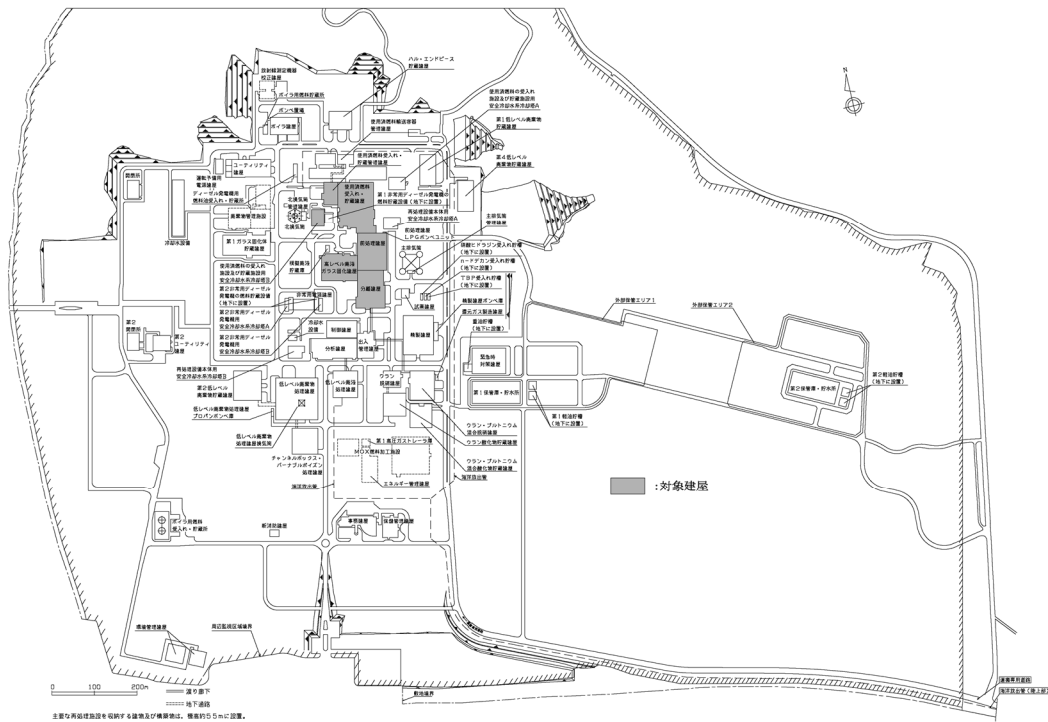
1. 概要

本資料は、「IV-1-3-1-5 地下水排水設備の耐震計算書作成の基本方針」に基づき、高レベル廃液ガラス固化建屋，前処理建屋，分離建屋，使用済燃料受入れ・貯蔵建屋，使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋，及び使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)(以下、「高レベル廃液ガラス固化建屋他」という。)の地下水排水設備に関する耐震評価結果について説明するものである。

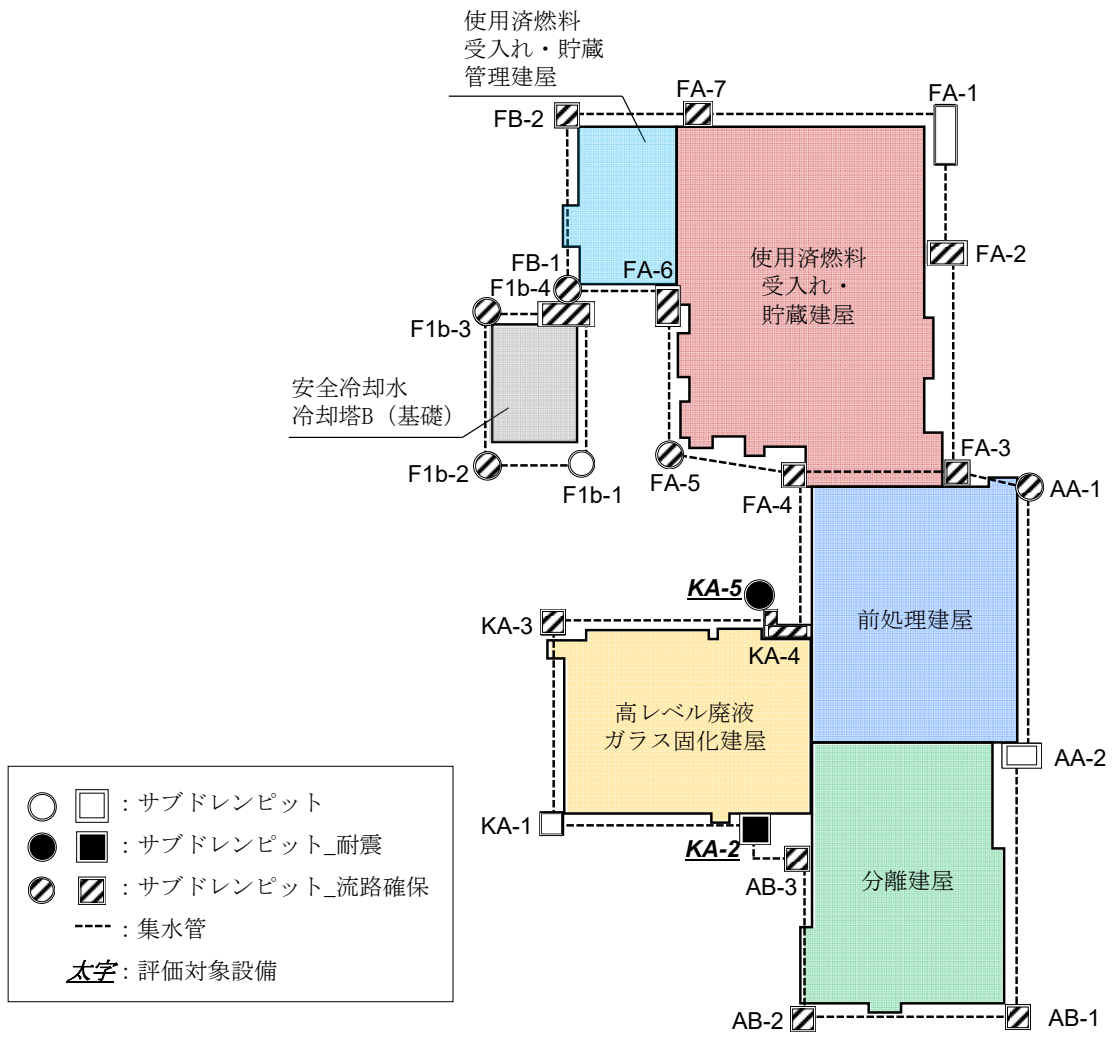
2. 設備概要

2.1 位置

高レベル廃液ガラス固化建屋他の地下水排水設備の概略配置図を第2.1-1図に、評価対象配置図を第2.1-2図に示す。



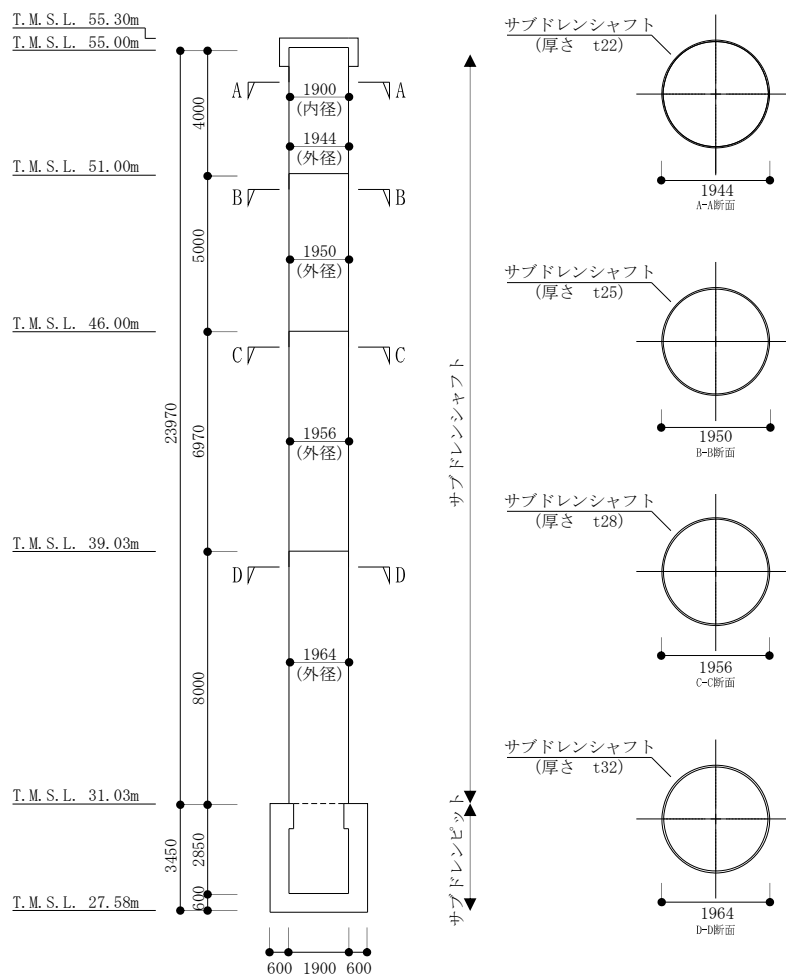
第 2.1-1 図 高レベル廃液ガラス固化建屋他の地下水排水設備の概略配置図



第 2.1-2 図 高レベル廃液ガラス固化建屋他の地下水排水設備の評価対象設備配置図

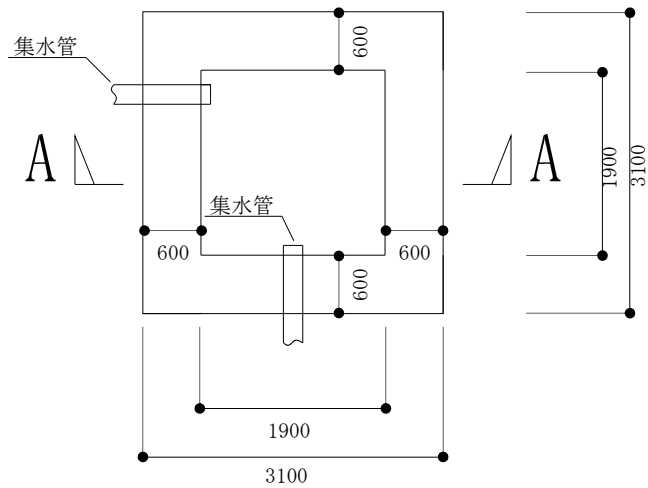
2.2 構造概要

評価対象サブドレンピットの各概略断面図及び概略平面図を第2.2-1図～第2.2-4図に、集水管及びサブドレン管の各概略平面図・断面図及び断面構造図を第2.2-5図～第2.2-10図に、仕様一覧を第2.2-1表～第2.2-3表にそれぞれ示す。



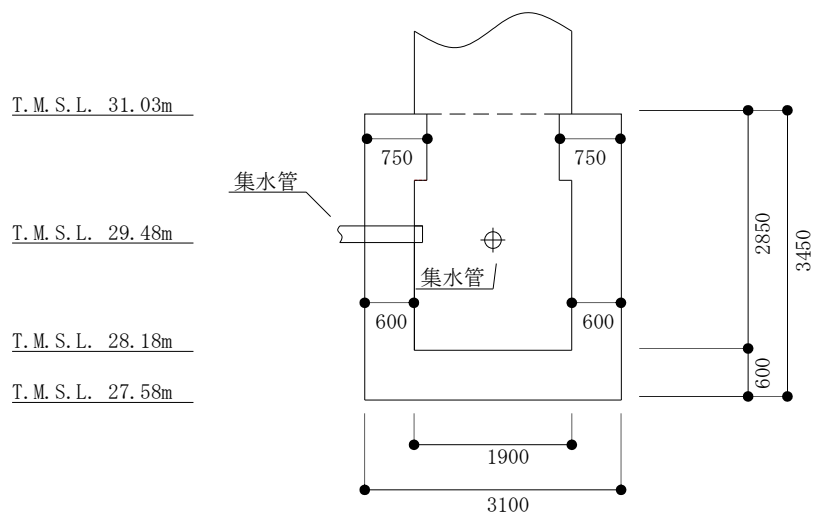
(単位：mm)

第2.2-1図 サブドレンシャフト(KA-2)の概略断面図



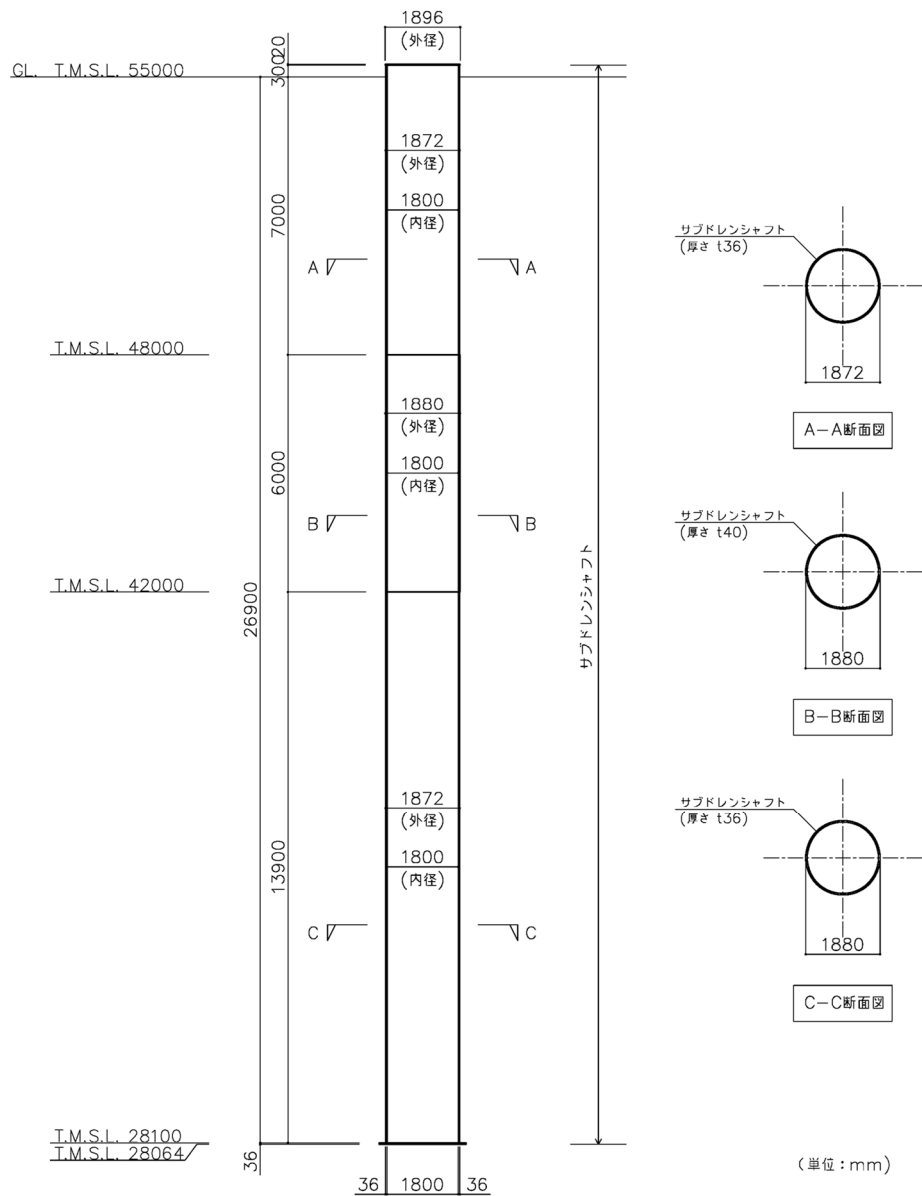
(単位：mm)

第2.2-2図 サブドレンピット (KA-2) の概略平面図 (T. M. S. L. 29. 48m)

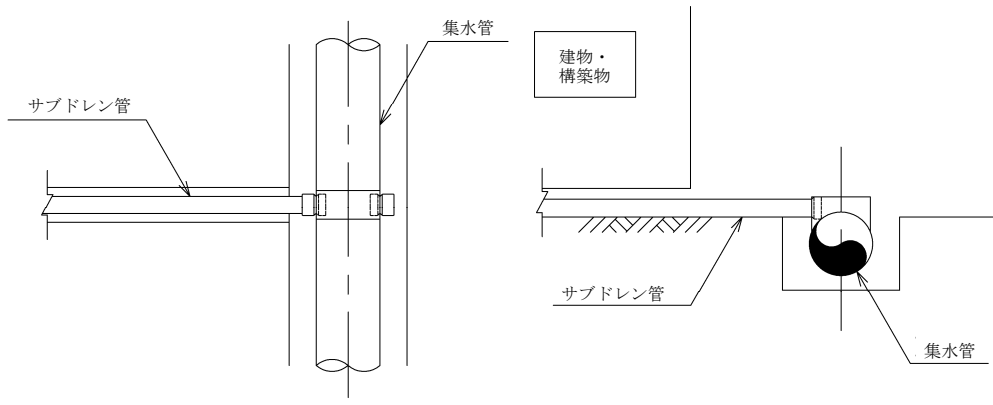


(単位：mm)

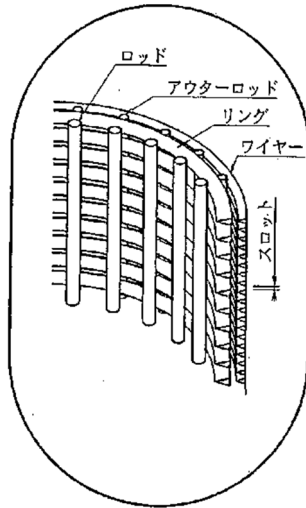
第2.2-3図 サブドレンピット (KA-2) の概略断面図 (A-A断面)



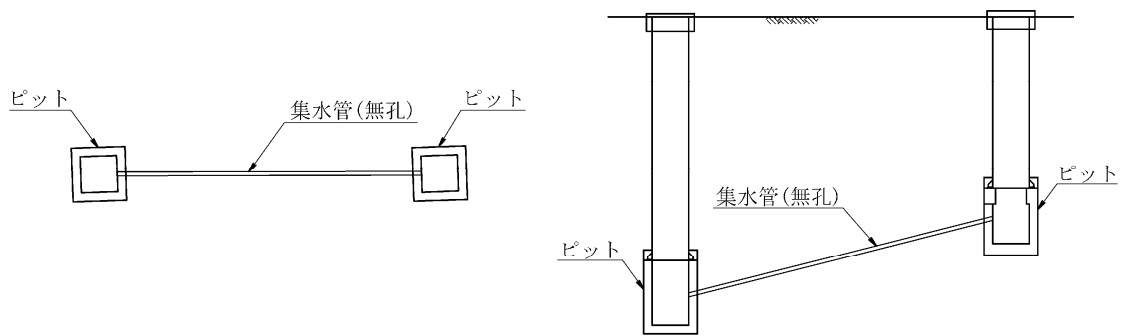
第2.2-4図 サブドレンシャフト(KA-5)の概略断面図



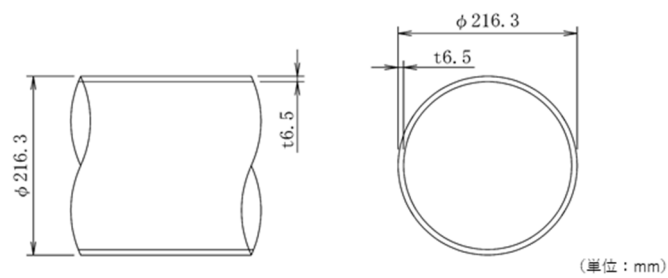
第2.2-5図 概略平面図・断面図(集水管(有孔)・サブドレン管(塩ビ管))



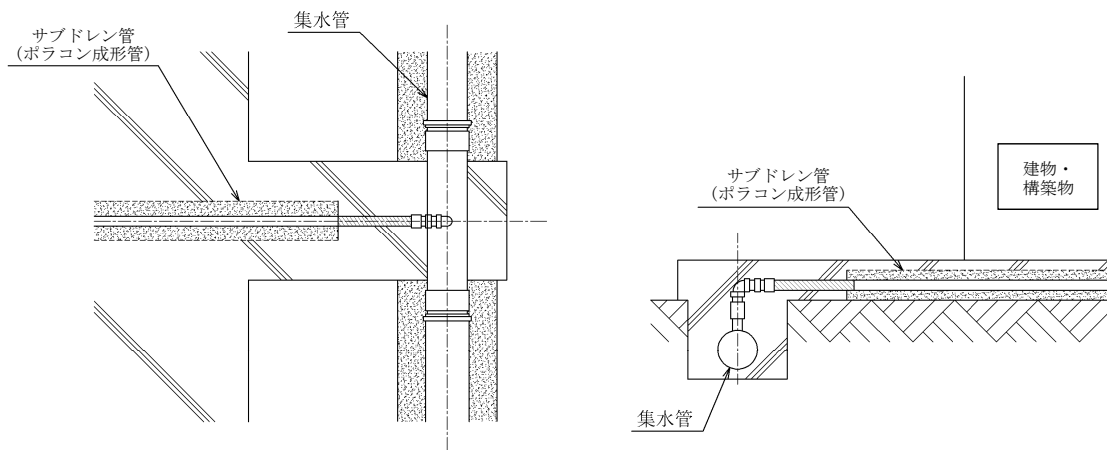
第 2.2-6 図 断面構造図(集水管(有孔))



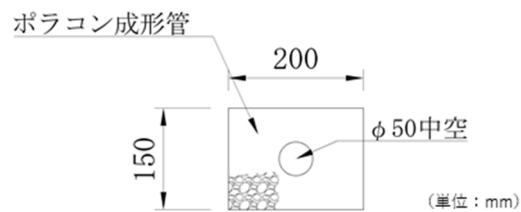
第2.2-7図 概略平面図・断面図(集水管(無孔))



第2.2-8図 断面構造図(集水管(無孔))



第2.2-9図 概略平面図・断面図(サブドレン管(ポリコン成形管))



第2.2-10図 断面構造図(サブドレン管(ポリコン成形管))

第 2. 2-1 表 集水管(有孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	前処理建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)
2	分離建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)
3	使用済燃料受入れ・ 貯蔵建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)
4		100A	リングベーススクリーン管(φ 100mmのSUS製)
5	使用済燃料受入れ・ 貯蔵管理建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)
6	使用済燃料受入れ施設及 び貯蔵施設用安全 冷却水系冷却塔B(基礎)	200A①	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)
7	高レベル廃液ガラス 固化建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)

第2. 2-2表 集水管(無孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	使用済燃料受入れ施設及 び貯蔵施設用安全冷却水 系冷却塔B(基礎) ～ 使用済燃料受入れ・貯蔵 管理建屋	200A	無孔管(φ 200mmのSUS管)
2	高レベル廃液ガラス固化 建屋	200A	無孔管(φ 200mmのSUS管)
3	分離建屋 ～ 高レベル廃液ガラス固化 建屋	200A	無孔管(φ 200mmのSUS管)

第 2.2-3 表 サブドレン管の仕様一覧

No	名称	管種
1	前処理建屋	塩ビ管50A
2	分離建屋	塩ビ管50A
3	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	塩ビ管50A
4		ポリコン成形管
5	使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	塩ビ管50A
6		ポリコン成形管
7	使用済燃料受入れ施設及び 貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔B(基礎)	塩ビ管50A
8		ポリコン成形管
9	高レベル廃液ガラス固化建屋	塩ビ管50A

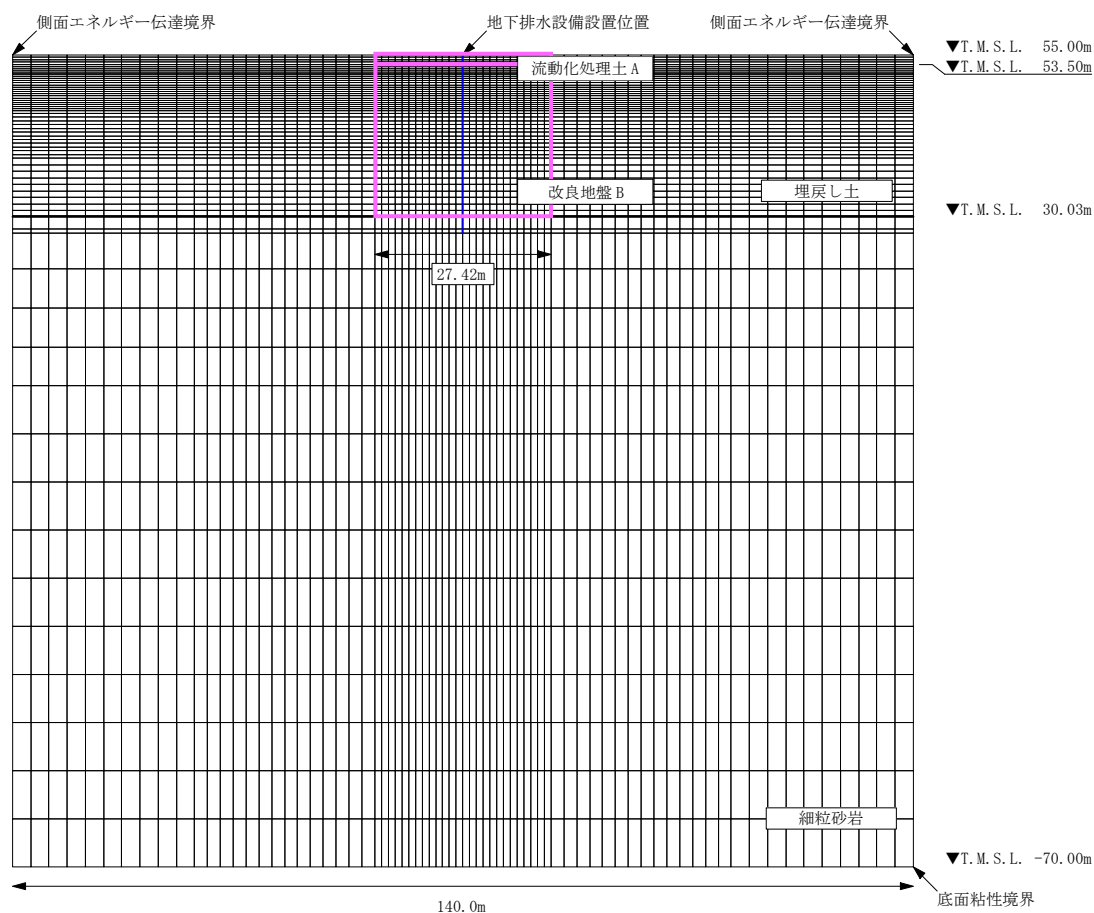
3. 地震応答解析モデルの設定結果

3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの設定結果

3.1.1 サブドレンシャフト・サブドレンピット (KA-2) の地盤モデル

サブドレンシャフト・サブドレンピット(KA-2)の中央を断面とした2次元FEMモデルとする。「IV-2-1-1-1-7-1 高レベル廃液ガラス固化建屋の地震応答計算書」の「3.1 地盤モデルの設定結果」で設定されている地盤モデルをベースに、サブドレンシャフト・サブドレンピット(KA-2)周囲の地盤改良を考慮する。地震応答解析モデルを第3.1.1-1図に示す。

解析には、解析コード「SoilPlus Ver.2017」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第3.1.1-1図 サブドレンシャフト・サブドレンピット(KA-2)の地盤モデル

3.1.2 サブドレンシャフト・サブドレンピット (KA-5) の地盤モデル

サブドレンシャフト・サブドレンピット (KA-5) の設置位置の地盤状況を考慮した1次元地盤モデルとする。サブドレンシャフト・サブドレンピット (KA-5) の地盤の初期物性値を第3.1.2-1表～第3.1.2-3表に示す。

解析には、解析コード「REFLECT Ver. 2.0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

第3.1.2-1表 サブドレンシャフト・サブドレンピット (KA-5) の地盤の初期物性値 (基本ケース)

標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0-\gamma$	減衰定数 $h-\gamma$
▽地表面						
55.00	埋戻し土	*1	*2	*2	*3	
45.00	流動化処理土A	16.0	*4	*4	*5	
30.03						
▽サブドレンシャフト ▽底板上面						
28.10	細粒砂岩	18.2	760	1910	-	
22.00		18.2	800	1950		
4.00		17.8	820	1950		
▽解放基盤表面						
-70.00	泥岩	17.0	820	1950	-	

注記 *1: 埋戻し土の単位体積重量 γ_t は $\gamma_t = 17.8 + 0.0274D_p$ (kN/m³) から設定する。

ここで、 D_p は地表面からの深さ (m) を表す。

*2: 埋戻し土の速度構造 V_s , V_p は初期せん断剛性 $G_0 = 60700 + 8200D_p$ (kN/m²) 及び剛性低下率 $G/G_0 = 1/(1 + 12.7\gamma^{0.914})$ から下式にて設定する。

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

ここで、 ν は埋戻し土のポアソン比を示し、 $\nu = 0.39$ である。

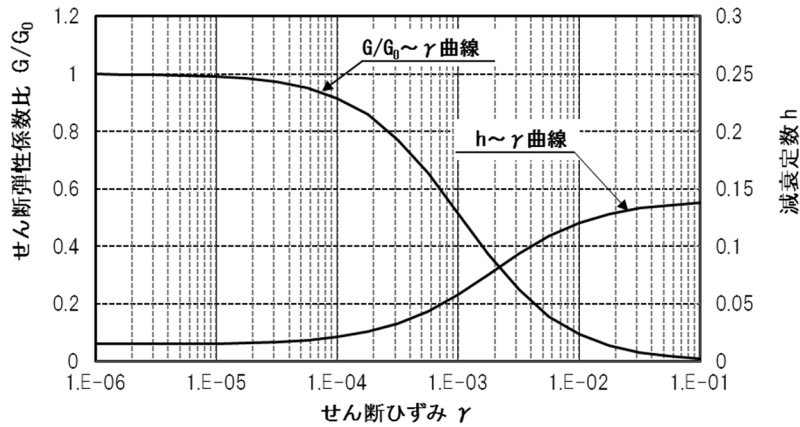
*3: 埋戻し土の剛性低下率及び減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$G/G_0 = 1/(1 + 12.7\gamma^{0.914}) \quad h = \gamma / (0.0631\gamma + 0.00599) + 1.29$$

ここで、 γ は埋戻し土のせん断ひずみを示す。

*4: 流動化処理土Aの速度構造 V_s , V_p は、初期せん断弾性係数 $G = 380\text{N/mm}^2$, 動ポアソン比 $\nu = 0.42$ から*2の式にて設定する。

*5: 第3.1.2-1図に示す流動化処理土Aのひずみ依存特性を設定する。



第 3. 1. 2-1 図 流動化処理土 A の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性

第 3. 1. 2-2 表 サブドレンシャフト・サブドレンピット (KA-5) の地盤の初期物性値
(地盤物性のばらつきを考慮したケース (+1σ))

標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0 - \gamma$	減衰定数 $h - \gamma$
▽地表面						
55.00	埋戻し土	*1	*2	*2	*3	
45.00	流動化処理土A	16.0	*4	*4	*5	
30.03						
▽底板上面						
28.10	細粒砂岩	18.2	850	2050	—	
22.00		18.2	840	1990		
4.00		17.8	870	1990		
▽解放基盤表面						
-70.00	泥岩	17.0	870	1990	—	

注記 *1 : 埋戻し土の単位体積重量 γ_t は $\gamma_t = 18.617 + 0.0274D_p$ (kN/m³) から設定する。

ここで、 D_p は地表面からの深さ (m) を表す。

*2 : 埋戻し土の速度構造 V_s 、 V_p は初期せん断剛性 $G_0 = 108300 + 8200D_p$ (kN/m²) 及び剛性低下率 $G/G_0 = 1 / (1 + 12.7\gamma^{0.914})$ から下式にて設定する。

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

ここで、 ν は埋戻し土のポアソン比を示し、 $\nu = 0.39$ である。

*3 : 埋戻し土の剛性低下率及び減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$G/G_0 = 1 / (1 + 12.7\gamma^{0.914}) \quad h = \gamma / (0.0631\gamma + 0.00599) + 1.29$$

ここで、 γ は埋戻し土のせん断ひずみを示す。

*4 : 流動化処理土 A の速度構造 V_s 、 V_p は、初期せん断弾性係数 $G = 462\text{N/mm}^2$ 、動ポアソン比 $\nu = 0.42$ から *2 の式にて設定する。

*5 : 第 3. 1. 2-1 図に示す流動化処理土 A のひずみ依存特性を設定する。

第 3.1.2-3 表 サブドレンシャフト・サブドレンピット(KA-5)の地盤の初期物性値
(地盤物性のばらつきを考慮したケース(-1σ))

標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0-\gamma$	減衰定数 $h-\gamma$
▽地表面						
55.00	埋戻し土	*1	*2	*2	*3	
45.00	流動化処理土A	16.0	*4	*4	*5	
30.03						
▽底版上面						
28.10	細粒砂岩	18.2	670	1770	-	
22.00		18.2	760	1910		
4.00		17.8	770	1910		
▽解放基盤表面						
-70.00	泥岩	17.0	770	1910	-	

注記 *1: 埋戻し土の単位体積重量 γ_t は $\gamma_t = 16.983 + 0.0274D_p$ (kN/m³) から設定する。

ここで、 D_p は地表面からの深さ (m) を表す。

*2: 埋戻し土の速度構造 V_s , V_p は初期せん断剛性 $G_0 = 13100 + 8200D_p$ (kN/m²) 及び剛性低下率 $G/G_0 = 1/(1 + 12.7\gamma^{0.914})$ から下式にて設定する。

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

ここで、 ν は埋戻し土のポアソン比を示し、 $\nu = 0.39$ である。

*3: 埋戻し土の剛性低下率及び減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$G/G_0 = 1/(1 + 12.7\gamma^{0.914}) \quad h = \gamma / (0.0631\gamma + 0.00599) + 1.29$$

ここで、 γ は埋戻し土のせん断ひずみを示す。

*4: 流動化処理土Aの速度構造 V_s , V_p は、初期せん断弾性係数 $G = 298\text{N/mm}^2$, 動ポアソン比 $\nu = 0.42$ から*2の式にて設定する。

*5: 第3.1.2-1図に示す流動化処理土Aのひずみ依存特性を設定する。

3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル

集水管・サブドレン管の耐震評価で使用する鉛直加速度は下記の建物・構築物の地震応答解析結果とする。

- ・IV-2-1-1-1-1-1-1 前処理建屋の地震応答計算書
- ・IV-2-1-1-1-1-2-1 分離建屋の地震応答計算書
- ・IV-2-1-1-1-1-7-1 高レベル廃液ガラス固化建屋の地震応答計算書

2022年12月26日付け2022再工技発第50号にて申請した設工認申請書

- ・IV-2-1-1-1-1-1-1 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の地震応答計算書
- ・IV-2-1-1-1-1-4-1 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B（基礎）の地震応答計算書

4. 応力解析の評価結果(建物・構築物の基本方針を参考にする設備)

4.1 地震応答解析による評価結果

4.1.1 接地圧の評価結果

(1) KA-2 ピット

サブドレンピット(KA-2)底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第4.1-1表に示す。

解析には、解析コード「DYNA2E Ver. 8.1.0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.1-1表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
166	103	268	3600

注記 *1: サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2: 壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3: 「IV-2-1-1-1-7-2 高レベル廃液ガラス固化建屋の耐震計算書」に基づく。

(2) KA-5 ピット

サブドレンシャフト(KA-5)底版底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第4.1-2表に示す。

第 4.1-2 表 底版底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

鉛直荷重による圧縮応力度* ¹ (kN/m ²)	許容限界
	極限支持力* ² (kN/m ²)
283	3600

注記 *1：シャフトの長期荷重に底盤位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を，シャフトの底面積で除した値

*2：「IV-2-1-1-1-7-2 高レベル廃液ガラス固化建屋の耐震計算書」に基づく。

4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果

(1) KA-2 ピット

サブドレンピット(KA-2)の壁について，基準地震動 S_s に対し，壁の各高さにおける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壁の最大せん断ひずみは， 0.00840×10^{-3} であり，許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

解析には，解析コード「DYNA2E Ver. 8.1.0」を用いる。また，解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については，「IV-6 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

4.2 応力解析による評価結果

4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果

(1) KA-2 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(KA-2)の管軸方向断面(鉛直断面)における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-1表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「DYNA2E Ver. 8.1.0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-1表 サブドレンシャフト(KA-2)の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1964
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×32
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	706
	軸力 N (kN)	551
	せん断力 Q (kN)	105
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	7.6
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	2.8
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	1.1
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.041
	τ/f_s	0.008
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(KA-2)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-2表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN Ver. 2021.3」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-2表 サブドレンシャフト(KA-2)の横断方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1964
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×32
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	0.276
	軸力 N (kN)	265
	せん断力 Q (kN)	1.2
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	1.6
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	8.3
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.0
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	298.3
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.038
	τ/f_s	0.000
判定		OK

(2) KA-5 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(KA-5)の管軸方向断面(鉛直断面)における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-3表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「TDAPⅢ Ver. 3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「Ⅳ-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-3表 サブドレンシャフト(KA-5)の管軸方向断面の評価結果(1/2)

構造諸元	外径(mm)	1880
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1800×40
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	15700
	軸力 N (kN)	377
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	154.7
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	1.7
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	357.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	357.5
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.438
判定		OK

第4.2.1-3表 サブドレンシャフト(KA-5)の管軸方向断面の評価結果(2/2)

構造諸元	外径(mm)	1872
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1800×36
発生断面力	せん断力 Q (kN)	2860
発生応力度	せん断応力度 τ (N/mm ²)	28.3
許容限界	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	τ/f_s	0.191
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(KA-5)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-4表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「TDAPⅢ Ver. 3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「Ⅳ-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-4表 サブドレンシャフト(KA-5)の横断方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1872
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1800×36
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	21.7
	軸力 N (kN)	263
	せん断力 Q (kN)	45.8
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	106.2
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	7.5
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	1.3
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	298.3
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.386
	τ/f_s	0.009
判定		OK

c. 底版の評価結果

サブドレンシャフト(KA-5)の底版における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、底版の評価結果を第4.2.1-5表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

第4.2.1-5表 サブドレンシャフト(KA-5)の底版の評価結果

構造諸元	厚さ t(mm) × 幅 b(mm)	36 × 1000
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	38.1
	せん断力 Q (kN)	223
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	186.5
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	6.4
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	σ_b / f_b	0.722
	τ / f_s	0.043
判定		OK

4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果

(1) KA-2 ピット

サブドレンピット(KA-2)壁の断面における評価結果を第4.2.2-1表に示す。
これより、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

第4.2.2-1表 サブドレンピット(KA-2)壁の評価結果(横断方向)

厚さ t(mm)×幅 b(mm)		600×1000
配筋	主筋	D32@200
	せん断補強筋	D16@200×400
発生曲げモーメント M(kN・m/m)		91.2
許容値 M_A (kN・m/m)		640
検定比 M/M_A		0.143
発生せん断力 Q(kN/m)		288
許容値 Q_A (kN/m)		1040
検定比 Q/Q_A		0.277
判定		OK

4.2.3 サブドレンピット底部スラブの評価結果

(1) KA-2 ピット

底部スラブ(KA-2)の断面における評価結果を第4.2.3-1表に示す。

これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-1表 底部スラブ(KA-2)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)		600 × 1000
配筋	主筋	D25@200
	せん断補強筋	D16@200 × 400
発生曲げモーメント M (kN・m/m)		78.5
許容値 M_A (kN・m/m)		400
検定比 M/M_A		0.197
発生せん断力 Q (kN/m)		436
許容値 Q_A (kN/m)		1020
検定比 Q/Q_A		0.428
判定		OK

4.2.4 集水管の評価結果

(1) 前処理建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、後述の「(3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(2) 分離建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、後述の「(3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. 集水管(無孔)の評価結果

集水管(無孔)の評価結果は、後述の「(3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「b. 集水管(無孔)の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(3) 高レベル廃液ガラス固化建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

(a) 評価結果を示す建物・構築物

地盤応答解析による各建物・構築物の基礎スラブ下端レベル地盤における鉛直応答加速度と地震時土圧を第4.2.4-1表に示す。評価結果は、集水管に作用する地震時土圧が大きい建物・構築物として、高レベル廃液ガラス固化建屋を選定する。

第 4.2.4-1 表 地盤応答解析による建物・構築物基礎スラブ下端レベル地盤の鉛直応答加速度と地震時土圧(集水管(有孔)200A①を使用している建物・構築物)

名称	集水管 管底高 T. M. S. L. (m)	土被 り厚 (m)	単位体積 重量 (kN/m ³)	応答 加速度 (cm/s ²)	地震時 土圧 (kN/m ²)	評価結果を 示す建物・ 構築物
前処理建屋	32.70	22.1	18.1	370	551	—
分離建屋	33.84	21.0	18.1	370	523	—
精製建屋	33.25	21.6	18.1	404	552	—
ハル・エンドピース貯蔵建屋	30.25	24.6	18.1	375	615	—
制御建屋	37.40	17.4	18.0	394	439	—
分析建屋	36.17	18.6	18.1	394 ^{*1}	472	—
ウラン脱硝建屋	39.70	15.1	18.0	419 ^{*2}	388	—
ウラン酸化物貯蔵建屋	38.10	16.7	18.0	407 ^{*3}	426	—
ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋	35.75	19.1	18.1	419	493	—
ウラン・プルトニウム 混合酸化物貯蔵建屋	34.45	20.4	18.1	407	523	—
低レベル廃棄物処理建屋	40.25	14.6	18.0	400 ^{*4}	370	—
チャンネルボックス・ バーナブルポイズン処理建屋	44.48	10.3	17.9	400	260	—
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	37.45	17.4	18.0	401	441	—
使用済燃料受入れ ・貯蔵管理建屋	37.45	17.4	18.0	401 ^{*5}	441	—
使用済燃料受入れ施設及び貯蔵 施設用安全冷却水系冷却塔 B (基礎)	40.05	14.8	18.0	424	382	—
非常用電源建屋	42.50	12.3	18.0	391	310	—
高レベル廃液ガラス固化建屋	29.48	25.3	18.1	374	632	○
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋	34.70	20.1	18.1	417	518	—

凡例 ○：評価結果を示す建物・構築物

—：評価結果を示す建物・構築物の結果に包絡されるため、評価結果を示さない建物・構築物

注記 *1：制御建屋の応答加速度を適用。

*2：ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の応答加速度を適用。

*3：ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋の応答加速度を適用。

*4：チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋の応答加速度を適用。

*5：使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の応答加速度を適用。

(b) 地震荷重

高レベル廃液ガラス固化建屋の基礎スラブ下端レベル地盤における最大鉛直応答加速度を第4.2.4-2表に示す。

第4.2.4-2表 高レベル廃液ガラス固化建屋基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度

方向	最大鉛直応答加速度 (cm/s ²)	地震動
鉛直	374	S _s -A(-1σ)

(c) 評価結果

フレーム解析より得られた最大変形量について、高レベル廃液ガラス固化建屋の集水管(有孔)200A①の照査を実施した結果を第4.2.4-3表に示す。

これより、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「T-Frame2D-SI」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.4-3表 高レベル廃液ガラス固化建屋における集水管(有孔)200A①の評価結果

検討条件	鉛直震度 S _s -A(-1σ)	K _v =0.38
最大変形量 発生ひずみ率	最大変形量	4.65 mm
	発生ひずみ率 (SUS φ200 外径240mm)	1.94 %
許容限界	許容ひずみ率	5 %

b. 集水管(無孔)の評価結果

(a) 評価結果を示す建物・構築物

地盤応答解析による各建物・構築物基礎スラブ下端レベル地盤の鉛直応答加速度と地震時土圧を第4.2.4-4表に示す。評価結果は、集水管に作用する地震時土圧が大きい建物・構築物として、高レベル廃液ガラス固化建屋を選定する。

第4.2.4-4表 地盤応答解析による建物・構築物基礎スラブ下端レベル地盤の鉛直応答加速度と地震時土圧(集水管(無孔)を使用している建物・構築物)

名称	集水管 管底高 T. M. S. L. (m)	土被 り厚 (m)	応答 加速度 (cm/s ²)	地震時 土圧 (kN/m ²)	評価結果を 示す建物・ 構築物
分離建屋	29.42	25.4	374	649	—
ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋	33.75	21.1	419	561	—
低レベル廃棄物処理建屋	36.27	18.5	400*	487	—
チャンネルボックス ・バーナブルポイズン処理建屋	40.43	14.4	400	381	—
使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施 設用安全冷却水系冷却塔B (基礎)	39.15	15.7	424	419	—
高レベル廃液ガラス固化建屋	29.26	25.5	374	652	○
第1保管庫・貯水所	41.80	13.0	468	361	—
第1軽油貯槽(基礎)	44.10	10.7	473	298	—
第2軽油貯槽(基礎)	37.70	10.6	471	296	—
重油貯槽(基礎)	42.13	12.7	473	353	—

凡例 ○：評価結果を示す建物・構築物

—：評価結果を示す建物・構築物の結果に包絡されるため、評価結果を示さない建物・構築物

注記 *：チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋の応答加速度を適用。

(b) 地震荷重

高レベル廃液ガラス固化建屋の基礎スラブ下端レベル地盤における最大鉛直応答加速度を第4.2.4-5表に示す。

第4.2.4-5表 高レベル廃液ガラス固化建屋基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度

方向	最大鉛直応答加速度 (cm/s^2)	地震動
鉛直	374	$S_s - A(-1\sigma)$

(c) 評価結果

フレーム解析より得られた最大変形量について、高レベル廃液ガラス固化建屋の集水管(無孔)の照査を実施した結果を第4.2.4-6表に示す。

これより、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「T-Frame2D-SI」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.4-6表 高レベル廃液ガラス固化建屋における集水管(無孔)の評価結果

検討条件	鉛直震度 $S_s - A(-1\sigma)$	$K_V=0.38$
最大変形量 発生ひずみ率	最大変形量	1.36 mm
	発生ひずみ率 (SUS ϕ 200 外径216.3mm)	0.63 %
許容限界	許容ひずみ率	5 %

(4) 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、前述の「(3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. 集水管(有孔)100A の評価結果

(a) 地震荷重

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の基礎スラブ下端レベル地盤における最大鉛直応答加速度を第4.2.4-7に示す。

第4.2.4-7表 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度

方向	最大鉛直応答加速度 (cm/s ²)	地震動
鉛直	401	S _s -A(+1σ)

(b) 評価結果

フレーム解析より得られた最大変形量について、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の集水管(有孔)100Aの照査を実施した結果を第4.2.4-8表に示す。

これより、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「T-Frame2D-SI」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.4-8表 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における集水管(有孔)100Aの評価結果

検討条件	鉛直震度 S _s -A(+1σ)	K _v =0.41
最大変形量 発生ひずみ率	最大変形量	1.36 mm
	発生ひずみ率 (SUS φ200 外径240mm)	1.01 %
許容限界	許容ひずみ率	5 %

- (5) 使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋
- a. 集水管(有孔)200A①の評価結果
- 集水管(有孔)200A①の評価結果は、前述の「(3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。
- (6) 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)
- a. 集水管(有孔)200A①の評価結果
- 集水管(有孔)200A①の評価結果は、前述の「(3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。
- b. 集水管(無孔)の評価結果
- 集水管(無孔)の評価結果は、前述の「(3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「b. 集水管(無孔)の評価結果」に示すとおり、S s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

4.2.5 サブドレン管の評価結果

(1) 前処理建屋

a. 塩ビ管 50A の評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、後述の「(6) 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B (基礎)」の「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(2) 分離建屋

a. 塩ビ管 50A の評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、後述の「(6) 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B (基礎)」の「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(3) 高レベル廃液ガラス固化建屋

a. 塩ビ管 50A の評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、後述の「(6) 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B (基礎)」の「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(4) 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋

a. 塩ビ管 50A の評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、後述の「(6) 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B (基礎)」の「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. ポラコン成形管の評価結果

(a) 評価結果を示す建物・構築物

ポラコン成形管が設置される各建物・構築物の地盤応答解析による地震時接地圧を第4.2.5-1表に示す。評価結果は、地震時接地圧が大きい建物・構築物を使用済燃料受入れ・貯蔵建屋を選定する。

第 4. 2. 5-1 表 地盤応答解析より得られた建物・構築物の地震時接地圧
(ポラコン成形管を使用している建物・構築物)

名称	接地圧* ¹ (kN/m ²)	評価結果を 示す建物・ 構築物
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	726	○
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	726* ²	—
使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B (基礎)	694	—

凡例 ○：評価結果を示す建物・構築物

—：評価結果を示す建物・構築物の結果に包絡されるため、評価結果を示さない建物・構築物

注記 *1：ポラコン成形管上部の均しコンクリートによる荷重を含む

*2：使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の接地圧を適用

(b) 地震荷重

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の最大接地圧を第4. 2. 5-2表に示す。

第4. 2. 5-2表 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の地盤応答解析より得られた最大接地圧

方向	最大接地圧 (kN/m ²)	地震動
鉛直下向き	726	S s - C 1 (+1σ)

(c) 評価結果

地盤応答解析より得られた最大接地圧について、使用済燃料受入れ・貯蔵建屋のポリコン成形管の照査を実施した結果を第4.2.5-3表に示す。

これより、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

第4.2.5-3表 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋におけるポリコン成形管の評価結果

検討条件	$S_s - C1 (+1\sigma)$	鉛直下向き
発生応力度	最大接地圧	726 kN/m ²
許容限界	短期許容圧縮応力度	2800 kN/m ²

(5) 使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋

a. 塩ビ管 50A の評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、後述の「(6) 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B (基礎)」 「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. ポラコン成形管の評価結果

ポラコン成形管の評価結果は、前述の「(4) 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋」の「b. ポラコン成形管の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(6) 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B (基礎)

a. 塩ビ管 50A の評価結果

(a) 評価結果を示す建物・構築物

地盤応答解析による各建物・構築物の基礎スラブ下端レベル地盤における鉛直応答加速度を第4.2.5-4表に示す。評価結果は、建物・構築物の基礎スラブ下端レベル地盤における鉛直応答加速度が大きい建物・構築物として、使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔 B (基礎)を選定する。

第 4.2.5-4 表 地盤応答解析による建物・構築物基礎スラブ下端レベル地盤の
最大鉛直応答加速度(塩ビ管 50A を使用している建物・構築物)

名称	鉛直応答 加速度 (cm/s ²)	評価結果を 示す建物・ 構築物
前処理建屋	370	—
分離建屋	370	—
精製建屋	404	—
制御建屋	394	—
分析建屋	394 ^{*1}	—
ウラン酸化物貯蔵建屋	407 ^{*2}	—
低レベル廃棄物処理建屋	400 ^{*3}	—
チャンネルボックス・バーナブル ポイズン処理建屋	400	—
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	401	—
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	401 ^{*4}	—
使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用 安全冷却水系冷却塔 B (基礎)	424	○
非常用電源建屋	391	—
高レベル廃液ガラス固化建屋	374	—

凡例 ○：評価結果を示す建物・構築物

—：評価結果を示す建物・構築物の結果に包絡されるため、評価結果を示さない建物・構築物

注記 *1：制御建屋の応答加速度を適用。

*2：ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋の応答加速度を適用。

*3：チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋の応答加速度を適用。

*4：使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の応答加速度を適用。

(b) 地震荷重

使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔B(基礎)の基礎スラブ下端レベル地盤における最大鉛直応答加速度を第4.2.5-5表に示す。

第 4.2.5-5表 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔B(基礎)
基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度

方向	最大鉛直応答加速度 (cm/s ²)	地震動
鉛直	424	S _s -A(-1σ)

(c) 評価結果

フレーム解析より得られた最大変形量について、使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔B(基礎)の塩ビ管50Aの照査を実施した結果を第4.2.5-6表に示す。

これより、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「T-Frame2D-SI」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.5-6表 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水系冷却塔B(基礎)
における塩ビ管50Aの評価結果

検討条件	鉛直震度 S _s -A(-1σ)	k _v =0.43
最大変形量 発生ひずみ率	最大変形量	0.16 mm
	発生ひずみ率 (塩ビφ50 外径56.4mm)	0.29 %
許容限界	許容ひずみ率	5 %

b. ポラコン成形管の評価結果

ポラコン成形管の評価結果は、前述の「(4) 使用済燃料受入れ・貯蔵建屋」の「b. ポラコン成形管の評価結果」に示すとおり、S s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

5. 応力解析の評価結果(機器・配管系の基本方針を参考にする設備)

5.1 地下水排水ポンプの応力解析

(1) 地下水排水ポンプの応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面 高さ (m)	固有周期	基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	回転機器の 振動による震度(G)
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)		
高レベル廃液ガラス固 化建屋 地下水排水設 備 地下水排水ポンプ	C(Ss)	T. M. S. L. 37.30	0.05 以下	C _H =1.41	C _V =0.90	40	C _P =0.17

(2) 地下水排水ポンプの応力解析に関する機器要目

機器名称	m ₂ (kg)	h ₂ (mm)	D ₂ (mm)	A _{b2} (mm ²)	n _{f2}	F _i (MPa)	F _i (MPa)
高レベル廃液ガラス固 化建屋 地下水排水設 備 地下水排水ポン プ	175	417	330	201.1	2	—	210

部 材	l ₁₂ (mm)	l ₂₂ (mm)	n ₂ (-)	a (μm)	N (min ⁻¹)
高レベル廃液ガラス固 化建屋 地下水排水設 備 地下水排水ポン プ	137.2	96.2	4	33	3000

(3) 地下水排水ポンプの応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 f_{ts}	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 f_{sb}
高レベル廃液ガラス固化建屋 地下水排水設備 地下水排水ポンプ(ボルト等)	SUS316L	—	13	157	—	4	120

(4) 動的機器の評価結果

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地下水排水設備	水平方向	1.17	2.50
地下水排水ポンプ	鉛直方向	0.75	1.00

注記 * : 基準地震力 Ss により定める応答加速度とする。

5.2 排水配管の応力解析

(1) 排水配管の応力解析

C(Ss)クラス直管部標準支持間隔 (オーステナイト系ステンレス鋼, 保温材有り, 減衰0.5%)

許容応力 Sd : - Ss : 468 (MPa)

【サブドレンビット (精製建屋/ハル・エンドピース貯蔵建屋/制御建屋/分析建屋/緊急時対策建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/非常用電源建屋/第2保管庫・貯水所/高レベル廃液ガラス固化建屋/第1ガラス固化体貯蔵建屋兼棟)】

配管 口径 (A) 及び板厚	標高 内部流体 支持間隔	地表面, ビット底部スラブ上端																				
		気体										液体										
		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		
Sd	Ss			Sd	Ss			Sd	Ss			Sd	Ss			Sd	Ss			Sd	Ss	
100	SCH40	-	-	-	-	4300	0.087	-	130	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
以下余白																						

5.3 水位検出器の応力解析

(1) 水位検出器の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S _s	
				水平方向設計震度 (G)	鉛直方向設計震度 (G)
高レベル廃液ガラス固化建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	C(Ss)	T. M. S. L. 28.18~55.00	0.05 以下	C _H =1.41	C _V =0.90
高レベル廃液ガラス固化建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	C(Ss)	T. M. S. L. 28.18~55.00	0.05 以下	C _H =1.41	C _V =0.90

(2) 水位検出器の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	Ab	S1	S2	nfh	nfv	F	l1	l2	l3	lw5	lw6	n
	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)	(-)	(MPa)	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)
高レベル廃液ガラス固化建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	30	250	78.5	-	-	2	1	210	50	50	25	-	-	2
高レベル廃液ガラス固化建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	10	200	-	106.0	106.0	-	-	280	-	-	-	38	38	-

(3) 水位検出器の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	S _s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{sb}^*$
高レベル廃液ガラス固化建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	SUS316L	—	45	157	—	5	120
高レベル廃液ガラス固化建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	SS400 (基礎溶接部)	—	—	—	—	20	160

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
地下水排水設備	水平方向	1.17	3.50
地下水排水ピット水位	鉛直方向	0.75	3.50

5.4 制御盤の応力解析

(1) 制御盤の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s	
				水平方向 設計震度 (G)	鉛直方向 設計震度 (G)
高レベル廃液ガラス固化建屋 地下水排水 ポンプ現場制御盤 (KA-2)	C (Ss)	T. M. S. L. 55.00~62.80	0.05 以下	$C_H=0.94$	$C_V=0.54$

(2) 制御盤の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	A_b	n_{fv}	F^*	l_1	l_2	n
	(kg)	(mm)	(mm^2)	(-)	(MPa)	(mm)	(mm)	(-)
高レベル廃液ガラス固化建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (KA-2)	2150	413	201.0	6	280	524	926	32

(3) 制御盤の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	S _s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$
高レベル廃液ガラス固化建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤(KA-2)	SS400	—	23	210	—	7	160

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
精製建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (KA-2)	水平方向	0.78	4.0
	鉛直方向	0.45	3.0

IV-2-1-1-3-2

精製建屋の地下水排水設備の耐震性
に関する計算書

目 次

1. 概要	2
2. 設備概要	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	4
3. 地震応答解析モデルの設定結果	8
3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル	8
3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル	9
4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)	10
4.1 地震応答解析による評価結果	10
4.1.1 接地圧の評価結果	10
4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果	10
4.2 応力解析による評価結果	11
4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果	11
4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果	13
4.2.3 サブドレンピット底部スラブの評価結果	14
4.2.4 集水管の評価結果	15
4.2.5 サブドレン管の評価結果	17
5. 応力解析の評価結果(機器・配管径を踏襲する設備)	18
5.1 地下水排水ポンプの応力解析	18
5.2 排水配管の応力解析	20
5.3 水位検出器の応力解析	21
5.4 制御盤の応力解析	23

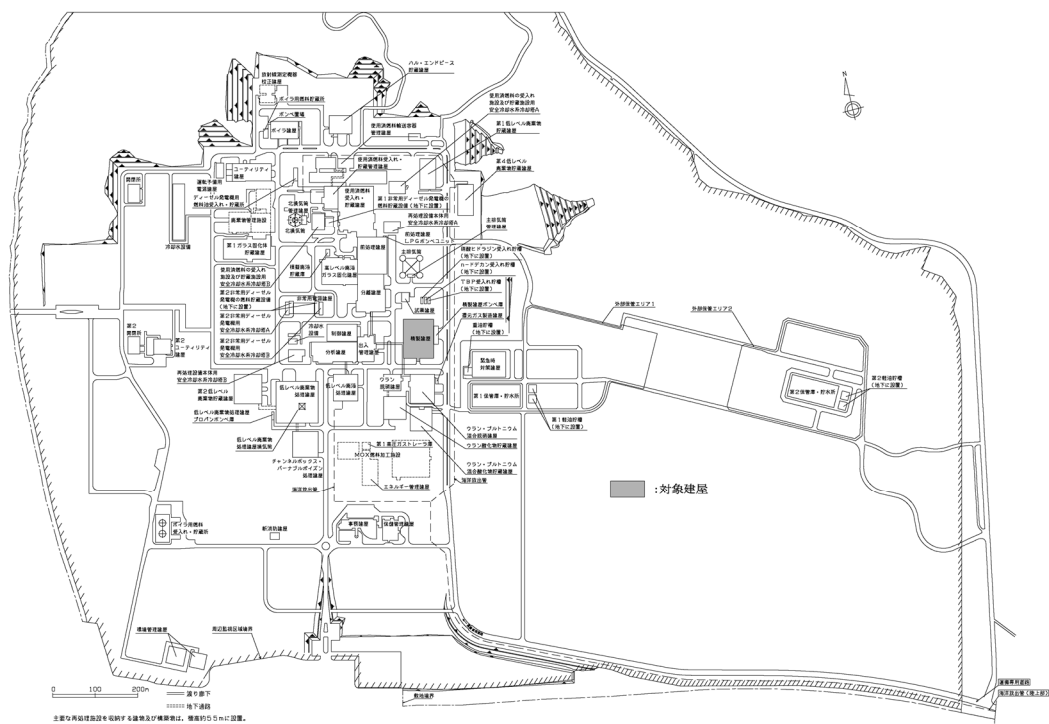
1. 概要

本資料は、Ⅳ－１－３－１－５「地下水排水設備の耐震計算書作成の基本方針」に基づき、精製建屋の地下水排水設備に関する耐震評価結果について説明するものである。

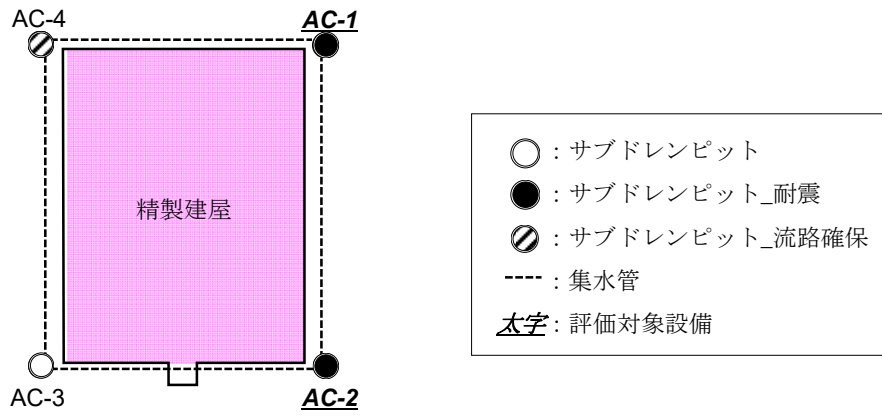
2. 設備概要

2.1 位置

精製建屋地下水排水設備の概略配置を第2.1-1図に、評価対象配置を第2.1-2図に示す。



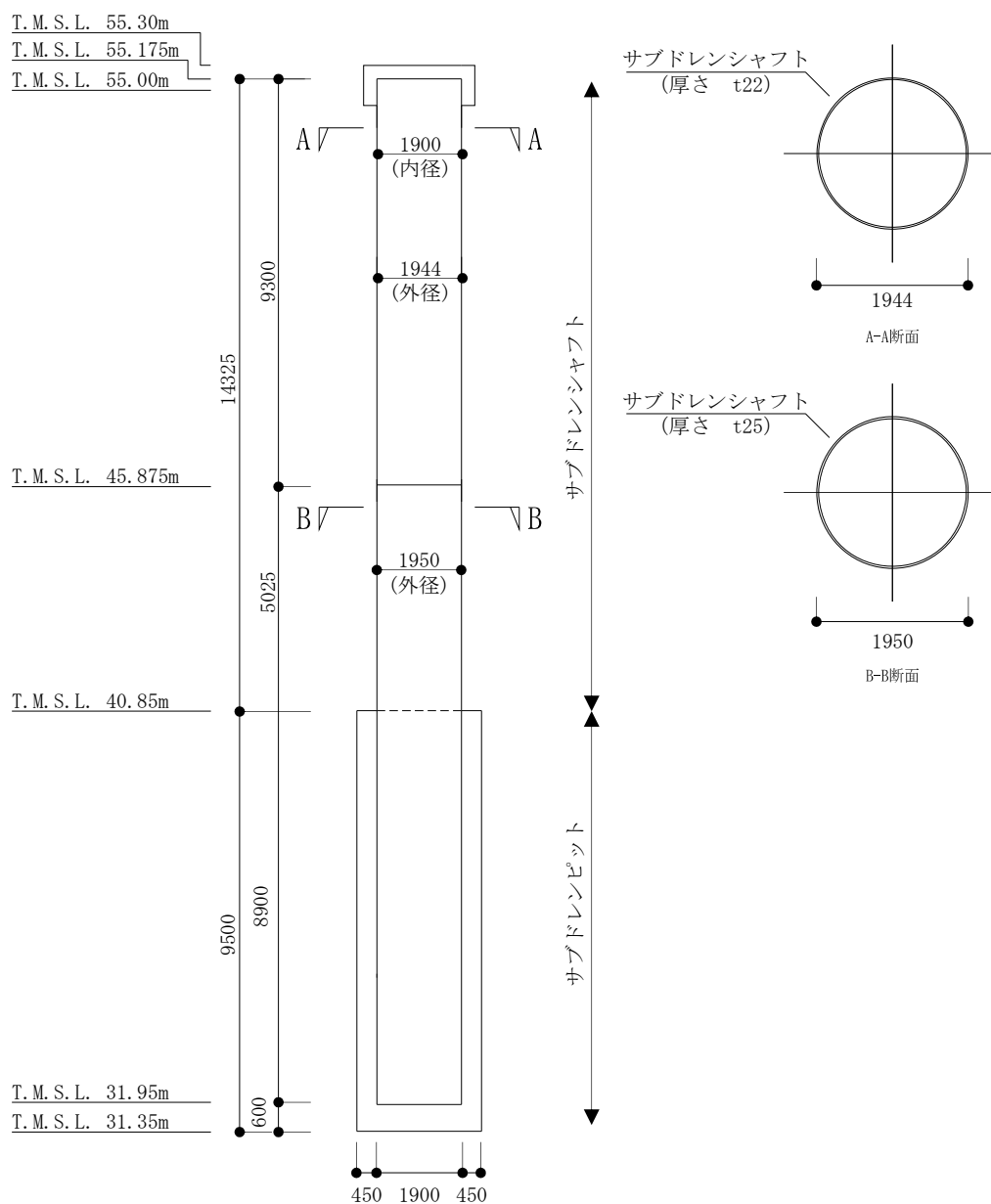
第2.1-1図 精製建屋地下水排水設備の概略配置図



第 2.1-2 図 精製建屋地下水排水設備の評価対象設備配置図

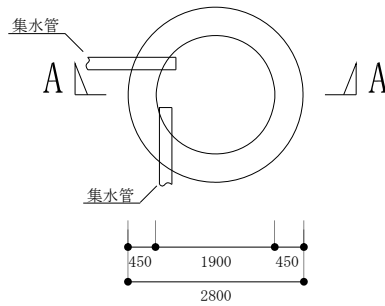
2.2 構造概要

評価対象サブドレンピットの各種概略断面図及び概略平面図を第2.2-1図～第2.2-5図に、集水管及びサブドレンの各種概略平面図・断面図及び断面構造図を第2.2-6図～第2.2-7図に、仕様一覧を第2.2-1表～第2.2-2表にそれぞれ示す。



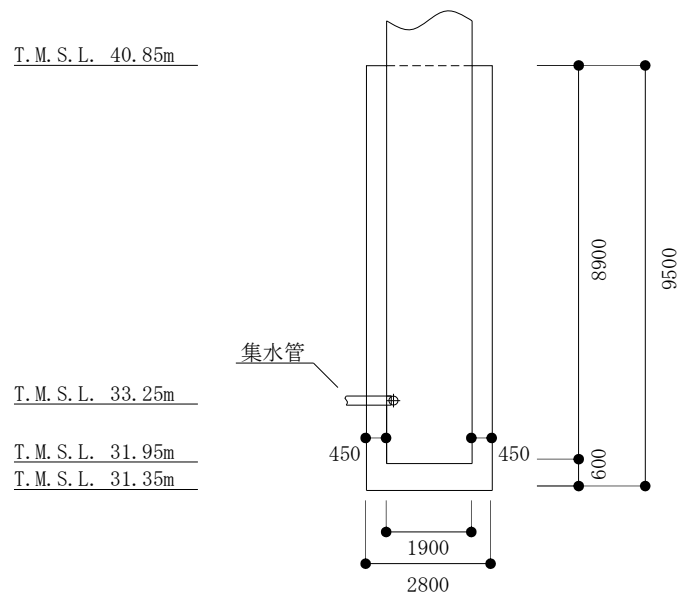
(単位：mm)

第2.2-1図 サブドレンシャフト (AC-1, AC-2) の概略断面図



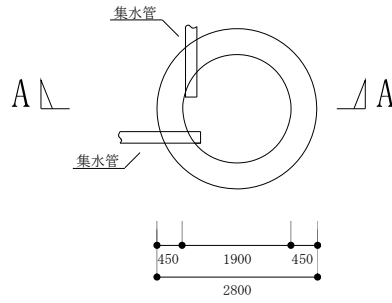
(単位：mm)

第2.2-2図 サブドレンピット (AC-1) の概略平面図 (T. M. S. L. 33.25m)



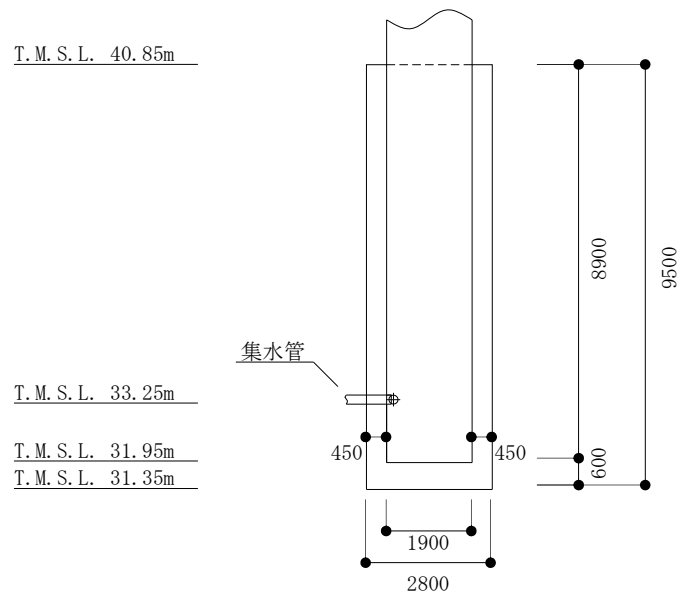
(単位：mm)

第2.2-3図 サブドレンピット (AC-1) の概略断面図 (A-A断面)



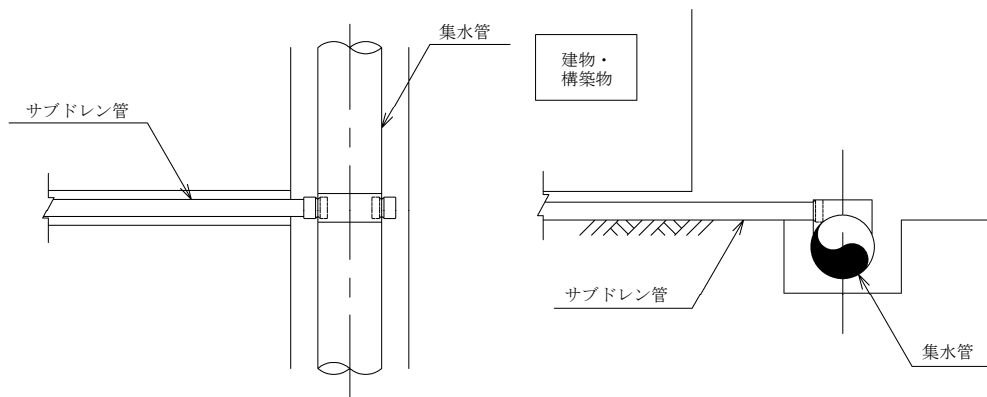
(単位：mm)

第2.2-4図 サブドレンピット (AC-2) の概略平面図 (T. M. S. L. 33.25m)

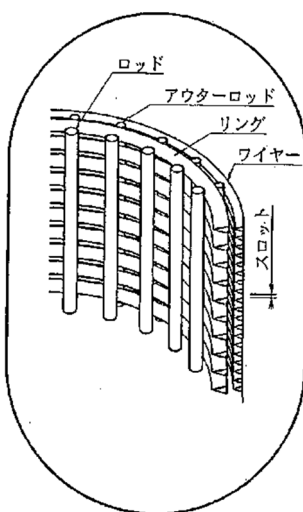


(単位：mm)

第2.2-5図 サブドレンピット (AC-2) の概略断面図 (A-A断面)



第2.2-6図 概略平面図・断面図(集水管(有孔)・サブドレン管(塩ビ管))



第2.2-7図 断面構造図(集水管(有孔))

第2.2-1表 集水管(有孔)仕様一覧

No	名称	管種*	仕様
1	精製建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)
2		200A③	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)

注記 * : 200A①・200A③の違いは、構成部材形状寸法の違いである。

第2.2-2表 サブドレン管の仕様一覧

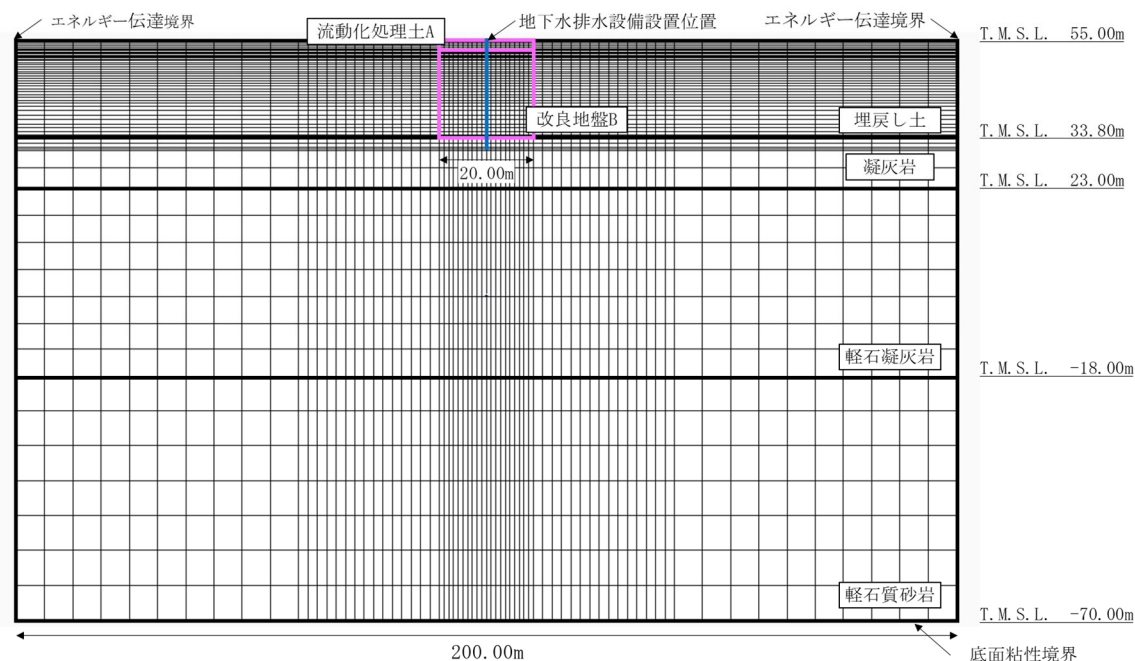
No	名称	管種
1	精製建屋	塩ビ管50A

3. 地震応答解析モデルの設定結果

3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル

サブドレンシャフト・サブドレンピット(AC-1, AC-2)の中央を断面とした2次元FEMとする。「IV-2-1-1-1-3-1 精製建屋の地震応答計算書」の「3.1 地盤モデルの設定結果」で設定されている地盤モデルをベースに、サブドレンシャフト・サブドレンピット(AC-1, AC-2)周囲の地盤改良を考慮する。地震応答解析モデルを第3.1-1図に示す。

解析には、解析コード「SuperFLUSH/2D Ver. 6.1」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第3.1-1図 解析モデル(AC-1, AC-2)

3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル

集水管・サブドレン管の耐震評価で使用する鉛直加速度は下記建屋の地震応答解析結果とする。

- ・IV-2-1-1-1-3-1 精製建屋の地震応答計算書

4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)

4.1 地震応答解析による評価結果

4.1.1 接地圧の評価結果

(1) AC-1 ピット及びAC-2 ピット

サブドレンピット(AC-1, AC-2)底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第4.1.1-1表に示す。

解析には、解析コード「NUPP Ver. 1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.1.1-1表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
276	297	573	2500

注記 *1: サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2: 壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3: 「IV-2-1-1-1-3-2 精製建屋の耐震計算書」に基づく。

4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果

サブドレンピット(AC-1, AC-2)の壁について、基準地震動 S_s に対し、壁の各高さにおける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壁の最大せん断ひずみは、 0.0494×10^{-3} であり、許容限界(2.0×10^{-3})を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「NUPP Ver. 1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

4.2 応力解析による評価結果

4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果

(1) AC-1 ピット及びAC-2 ピット

a. 軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト (AC-1, AC-2) の管軸方向断面 (鉛直断面) における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第 4.2.1-1 表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「NUPP Ver. 1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

第 4.2.1-1 表 サブドレンシャフト (AC-1, AC-2) の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径 (mm)	1950
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)	1900 × 25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	469
	軸力 N (kN)	325
	せん断力 Q (kN)	300
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	6.5
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	2.1
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	4.0
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.034
	τ/f_s	0.027
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(AC-1, AC-2)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-2表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「KANSAS2 Ver. 6.01」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-2表 サブドレンシャフト(AC-1, AC-2)の横断方向断面の評価結果(1/2)

構造諸元	外径(mm)	1950
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	0.140
	軸力 N (kN)	144
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	1.3
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	5.7
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	298.3
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.027
判定		OK

第4.2.1-2表 サブドレンシャフト(AC-1, AC-2)の横断方向断面の評価結果(2/2)

構造諸元	外径(mm)	1944
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×22
発生断面力	せん断力 Q (kN)	2.85
発生応力度	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.2
許容限界	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	τ/f_s	0.002
判定		OK

4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果

サブドレンピット(AC-1, AC-2)壁の断面における評価結果を第 4.2.2-1 表に示す。これより、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「KANSAS2 Ver. 6.01」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第 4.2.2-1 表 サブドレンピット(AC-1, AC-2)壁の評価結果(横断方向)

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	450 × 1000
配筋	D19@150
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	33.0
許容値 M_A (kN・m/m)	222
検定比 M/M_A	0.149
発生せん断力 Q (kN/m)	74.0
許容値 Q_A (kN/m)	634
検定比 Q/Q_A	0.117
判定	OK

4.2.3 サブドレンピット底部スラブの評価結果

底部スラブ(AC-1, AC-2)の断面における評価結果を第 4.2.3-1 表に示す。これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第 4.2.3-1 表 底部スラブ(AC-1, AC-2)の評価結果

厚さ t(mm)×幅 b(mm)	600×1000
配筋	D25@200
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	182
許容値 M_A (kN・m/m)	421
検定比 M/M_A	0.432
発生せん断力 Q(kN/m)	574
許容値 Q_A (kN/m)	1029
検定比 Q/Q_A	0.558
判定	OK

4.2.4 集水管の評価結果

(1) 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV—2—1—1—3—1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果（3）高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(2) 集水管(有孔)200A③の評価結果

a. 地震荷重

精製建屋基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度を、第4.2.4-1表に示す。

第4.2.4-1表 地盤応答解析より得られた建物・構築物基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度

方向	最大鉛直応答加速度 (cm/s ²)	地震動
鉛直	404	S _s -A(+1σ)

b. 評価結果

フレーム解析より得られた最大変形量について、集水管(有孔)200A③の照査を実施した結果を第4.2.4-2表に示す。

S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「T-Frame2D-SI」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.4-2表 集水管(有孔)200A③の評価結果

検討条件	鉛直震度 S _s -A(+1σ)	K _v =0.41
最大変形量 発生ひずみ率	最大変形量	7.40 mm
	発生ひずみ率 (SUS φ 200 外径240mm)	3.19 %
許容限界	許容ひずみ率	5 %

4.2.5 サブドレン管の評価結果

(1) 塩ビ管 50A の評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、「IV—2—1—1—3—1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.5 サブドレン管の評価結果（6）使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B（基礎）」の「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

5. 応力解析の評価結果（機器・配管径を踏襲する設備）

5.1 地下水排水ポンプの応力解析

(1) 地下水排水ポンプの応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面 高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s		最高使用温度	回転機器の 振動による震度 (G)
				水平方向 設計震度 (G)	鉛直方向 設計震度 (G)		
精製建屋 地下水排水 設備 地下水排水ポンプ	C(Ss)	T. M. S. L. 37.30	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$	40	$C_p=0.17$

(2) 地下水排水ポンプの応力解析に関する要目表

機器名称	m_2 (kg)	h_2 (mm)	D_2 (mm)	A_{b2} (mm^2)	n_{f2}	F_i (MPa)	F_{i^*} (MPa)
精製建屋 地下水排水設備 地下 水排水ポンプ	105	342	310	201.1	2	—	210

部 材	l_{12} (mm)	l_{22} (mm)	n_2 (-)	a (μm)	N (min^{-1})
精製建屋 地下水排水設備 地下 水排水ポンプ	109.6	109.6	4	33	3000

(3) 地下水排水ポンプの応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 f_{ts}	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 f_{sb}
精製建屋 地下水排水設備 地下水排水ポンプ（ボルト等）	SUS316L	—	7	157	—	3	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機器の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
地下水排水設備	水平方向	1.17	2.50
地下水排水ポンプ	鉛直方向	0.75	1.00

5.2 排水配管の応力解析

(1) 排水配管の応力解析

第2.4-1表 C(Ss)クラス直管部標準支持間隔 (オーステナイト系ステンレス鋼, 保温材有り, 減衰0.5%)

許容応力 Sd : - Ss : 468 (MPa)

【サブドレンピット (精製建屋/ハル・エンドピース貯蔵建屋/制御建屋/分析建屋/緊急時対策建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/非常用電源建屋/第2保管庫・貯水所/高レベル廃液ガラス固化建屋/第1ガラス固化体貯蔵建屋棟)】

配管 口径 (A) 及び板厚	内部流体	支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	地表面, ピット底部スラブ上端																							
				気体				液体				気体				液体				気体				液体			
				一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)
				Sd	Ss			Sd	Ss			Sd	Ss			Sd	Ss			Sd	Ss			Sd	Ss		
100	SCH40	-	-	-	-	4300	0.087	-	130																		
以下余白																											

5.3 水位検出器の応力解析

(1) 水位検出器の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s	
				水平方向 設計震度 (G)	鉛直方向 設計震度 (G)
精製建屋 地下水排水設備 地 下水排水ピット水位	C(Ss)	T. M. S. L. 31.95~55.00	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$

(2) 水位検出器の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	A_b	S_1	S_2	n_{fh}	n_{fv}	F^*	l_1	l_2	l_3	l_{w5}	l_{w6}	n
	(kg)	(mm)	(mm^2)	(mm^2)	(mm^2)	(-)	(-)	(MPa)	(kg)	(mm)	(mm^2)	(mm^2)	(mm^2)	(-)
精製建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	30	250	78.5	-	-	2	1	210	50	50	25	-	-	2

(3) 水位検出器の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{sb}^*$
精製建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	SUS316L	—	45	157	—	5	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
精製建屋 地下水排水設備 地 下水排水ピット水位	水平方向	1.17	3.50
	鉛直方向	0.75	3.50

5.4 制御盤の応力解析

(1) 制御盤の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要 度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S _s	
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)
精製建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AC-1)	C(S _s)	T. M. S. L. 55.00~60.40	0.05 以下	C _H =1.05	C _V =0.60

(2) 制御盤の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	A _b	n _{FV}	F*	l ₁	l ₂	n
	(kg)	(mm)	(mm ²)	(-)	(MPa)	(mm)	(mm)	(-)
精製建屋 地下水排水ポンプ現場制 御盤 (AC-1)	1970	414	201.0	6	280	476	974	32

(3) 制御盤の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$
精製建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AC-1)	SS400	—	24	210	—	7	160

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
精製建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AC-1)	水平方向	0.87	4.0
	鉛直方向	0.50	3.0

IV－2－1－1－3－3

制御建屋／分析建屋／低レベル廃棄物処理建屋／チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋の地下水排水設備の耐震性に関する計算書

目 次

1. 概要	1
2. 位置及び設備概要	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	4
3. 地震応答解析モデルの設定結果	10
3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル	10
3.1.1 サブドレンシャフト・ピット（AG-1）の地盤モデル	10
3.1.2 サブドレンシャフト・ピット（AH-2）の地盤モデル	11
3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル	12
4. 応力解析による評価結果（建物・構築物を踏襲する設備）	13
4.1 地震応答解析による評価結果	13
4.1.1 接地圧の評価結果	13
4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果	15
4.2 応力解析による評価結果	16
4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果	16
4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果	20
4.2.3 サブドレンピット上部スラブの評価結果	21
4.2.4 サブドレンピット底部スラブの評価結果	22
4.2.4 集水管の評価結果	23
4.2.5 サブドレン管の評価結果	25
5. 応力解析の評価結果（機器・配管系を踏襲する設備）	28
5.1 地下水排水ポンプの応力解析	28
5.2 排水配管の応力解析	30
5.3 水位検出器の応力解析	31
5.4 制御盤の応力解析	33

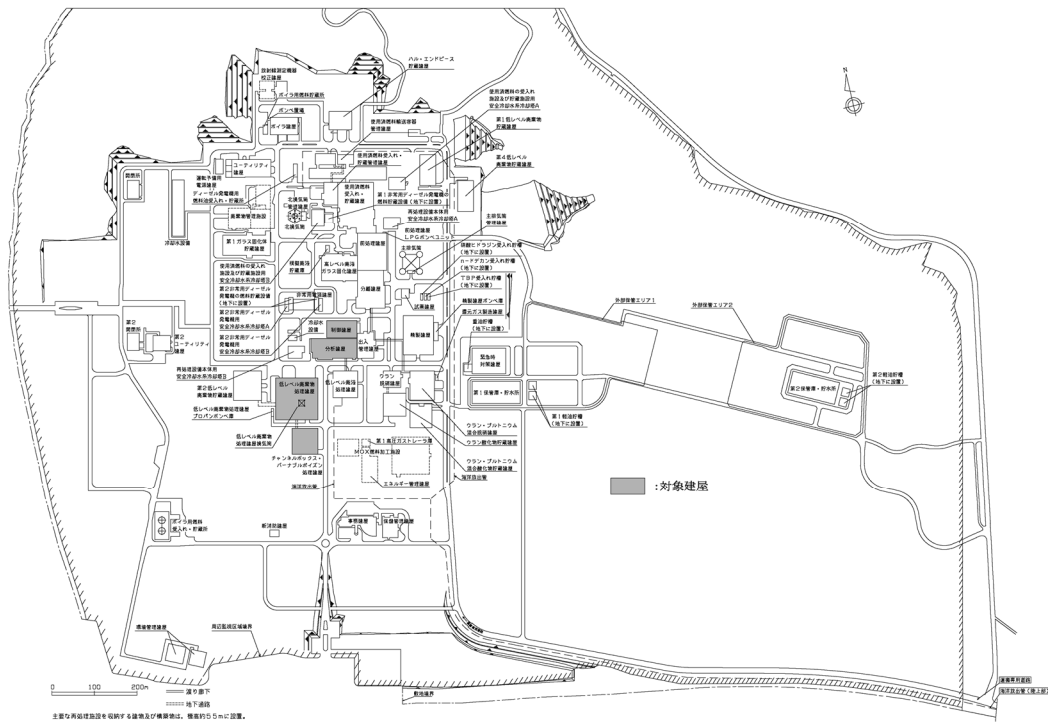
1. 概要

本資料は、「IV-1-3-1-5 地下水排水設備の耐震計算書作成の基本方針」に基づき、制御建屋、分析建屋、低レベル廃棄物処理建屋、及びチャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋(以下、「制御建屋他」という。)の地下水排水設備に関する耐震評価結果について説明するものである。

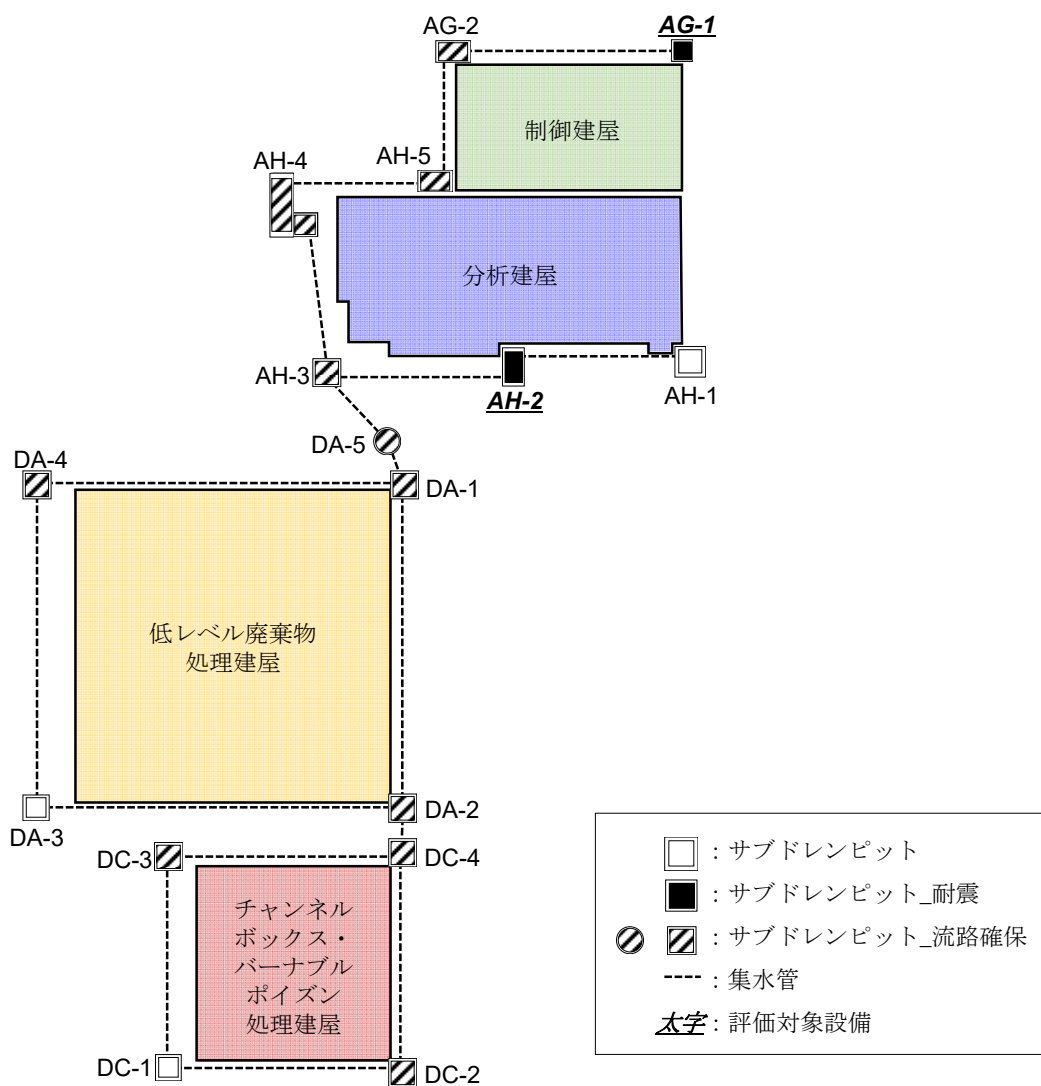
2. 位置及び設備概要

2.1 位置

制御建屋他地下水排水設備の概略配置を第2.1-1図に、評価対象配置を第2.1-2図に示す。



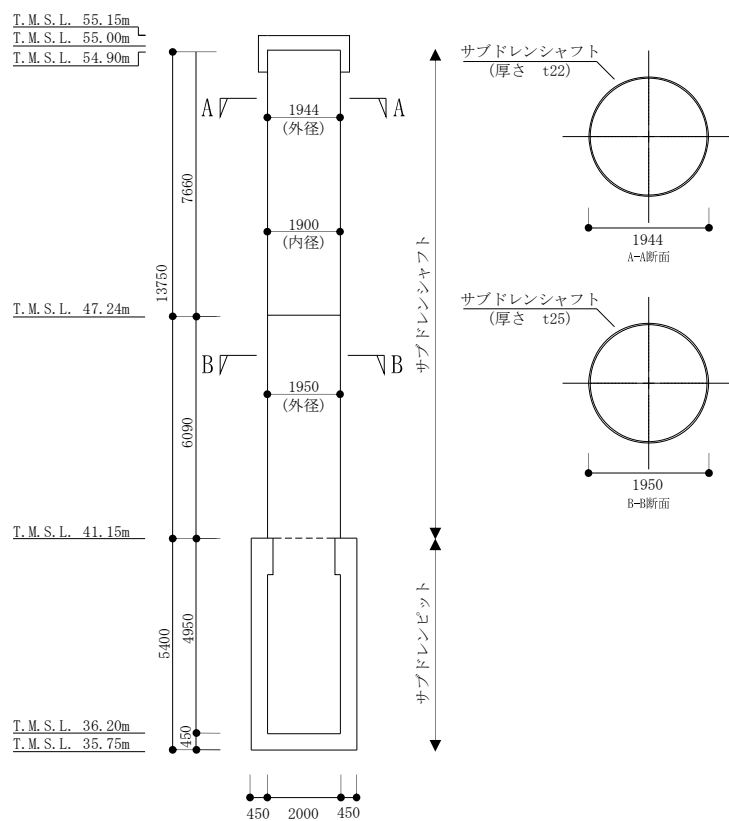
第 2.1-1 図 制御建屋他地下水排水設備の概略配置図



第 2. 1-2 図 制御建屋他地下水排水設備の評価対象設備配置図

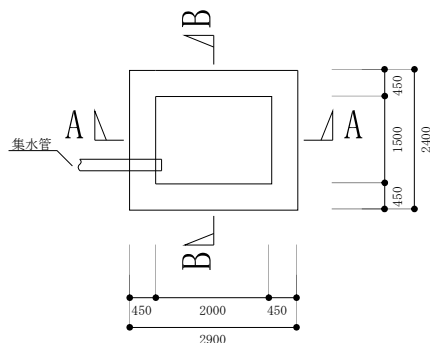
2.2 構造概要

評価対象サブドレンピットの各種概略断面図及び概略平面図を第2.2-1図～第2.2-8図に、集水管及びサブドレン管の各種概略平面図・断面図及び断面構造図を第2.2-9図～第2.2-12図に、仕様一覧を第2.2-1表～第2.2-3表にそれぞれ示す。



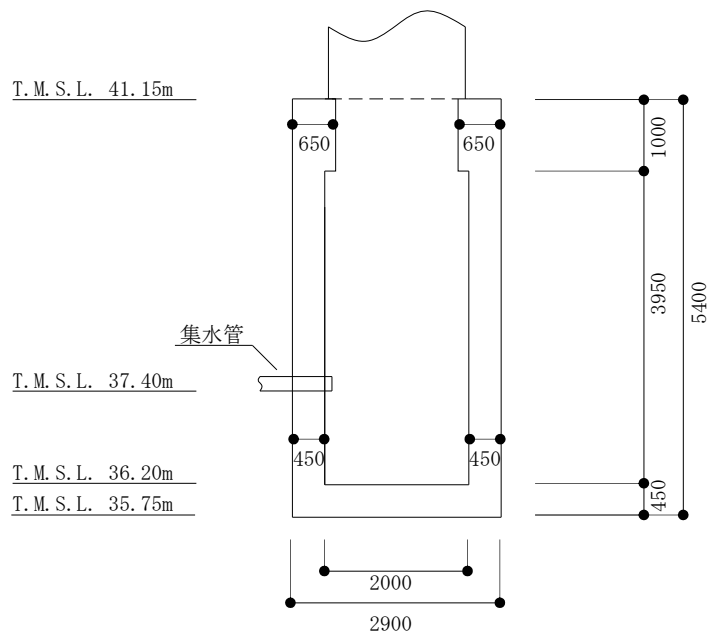
(単位: mm)

第2.2-1図 サブドレンシャフト (AG-1) の概略断面図



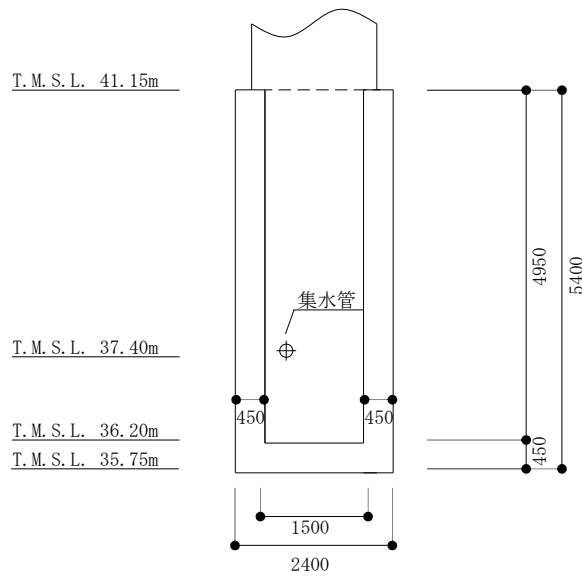
(単位: mm)

第2.2-2図 サブドレンピット (AG-1) の概略平面図 (T.M.S.L. 37.40m)



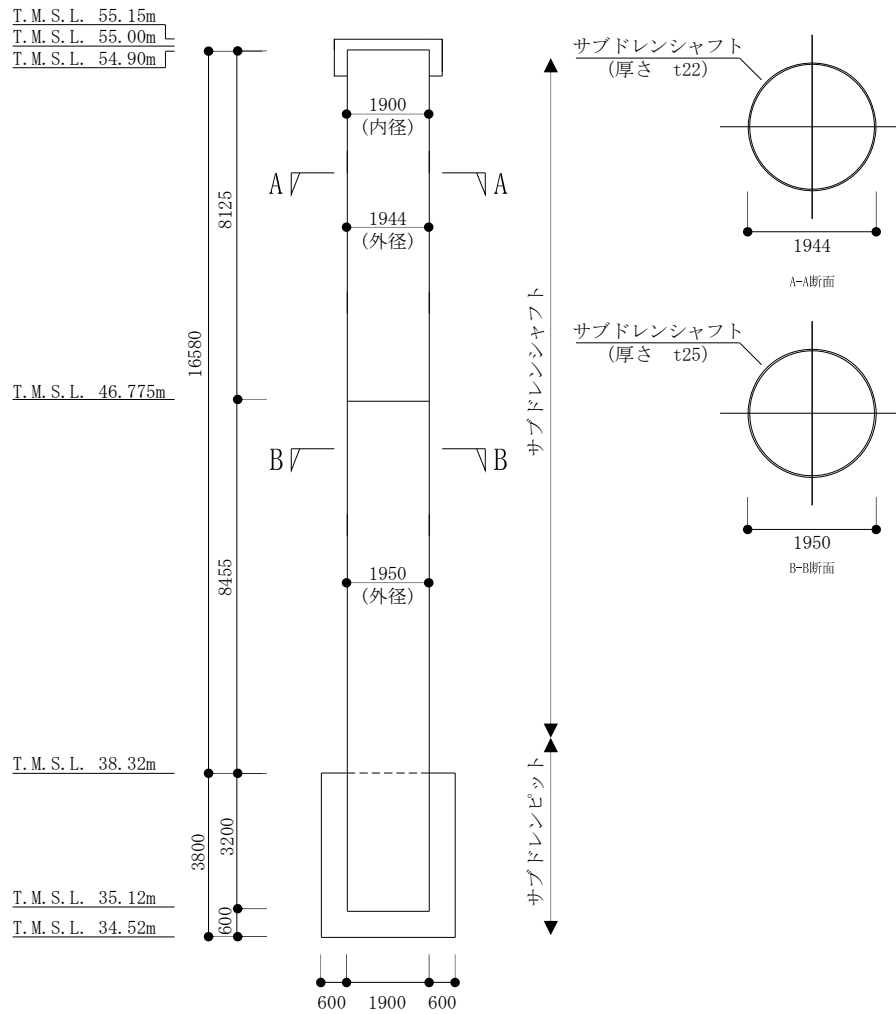
(単位：mm)

第2.2-3図 サブドレンピット (AG-1) の概略断面図 (A-A断面)



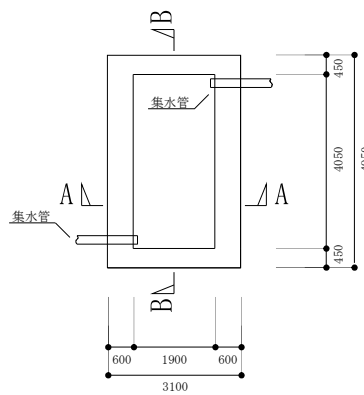
(単位：mm)

第2.2-4図 サブドレンピット (AG-1) の概略断面図 (B-B断面)



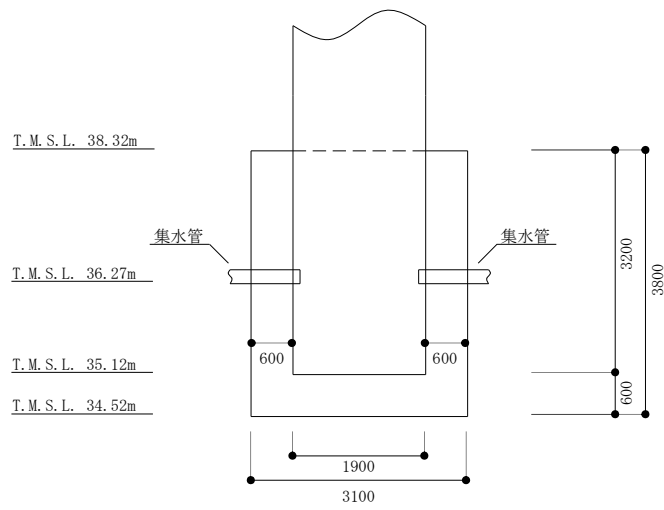
(単位：mm)

第2.2-5図 サブドレンシャフト(AH-2)の概略断面図



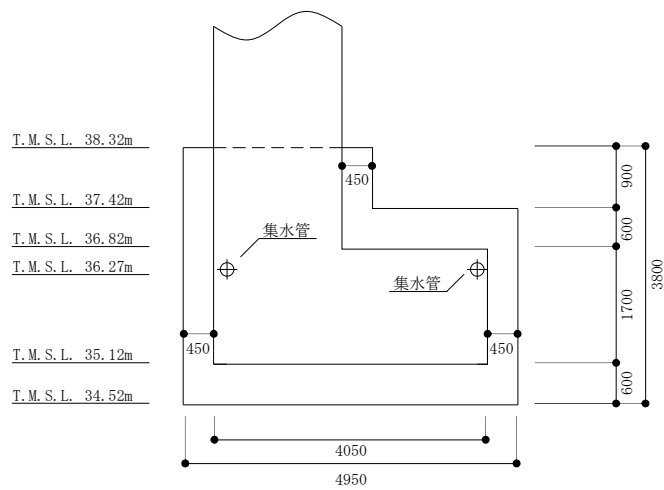
(単位：mm)

第2.2-6図 サブドレンピット(AH-2)の概略平面図(T. M. S. L. 36.27m)



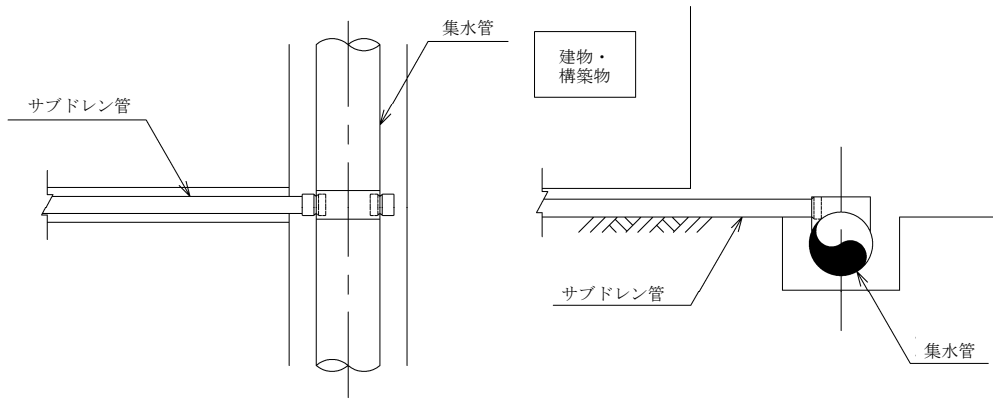
(単位：mm)

第2.2-7図 サブドレンピット(AH-2)の概略断面図(A-A断面)

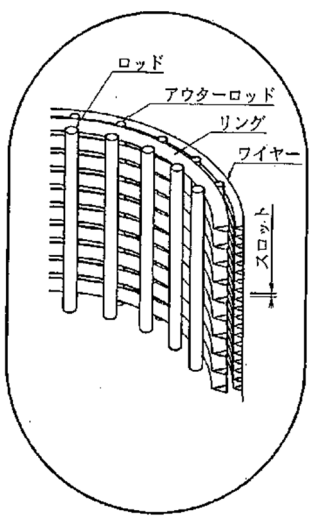


(単位：mm)

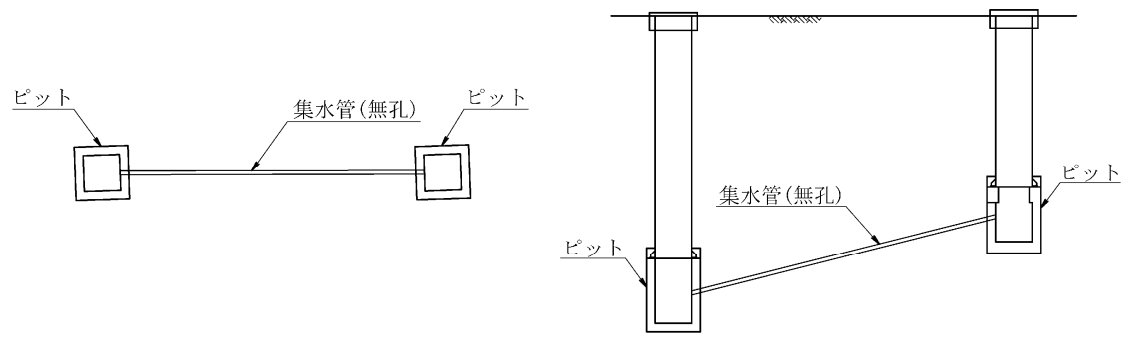
第2.2-8図 サブドレンピット(AH-2)の概略断面図(B-B断面)



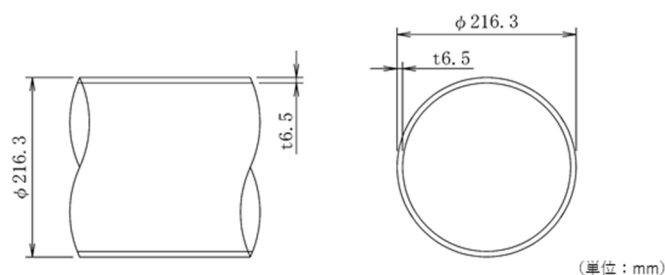
第2.2-9図 概略平面図・断面図(集水管(有孔)・サブドレン管(塩ビ管))



第2.2-10図 断面構造図(集水管(有孔))



第2.2-11図 概略平面図・断面図(集水管(無孔))



第 2.2-12 図 断面構造図(集水管(無孔))

第 2.2-1 表 集水管(有孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	制御建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)
2	分析建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)
3	低レベル廃棄物処理建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)
4	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)

第2.2-2表 集水管(無孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋 ～ 低レベル廃棄物処理建屋	200A	無孔管(φ 200mmのSUS管)
2	低レベル廃棄物処理建屋 ～ 分析建屋	200A	無孔管(φ 200mmのSUS管)

第 2.2-3 表 サブドレン管の仕様一覧

No	名称	管種
1	制御建屋	塩ビ管50A
2		塩ビ管80A
3	分析建屋	塩ビ管50A
4		塩ビ管80A
5	低レベル廃棄物処理建屋	塩ビ管50A
6	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	塩ビ管50A

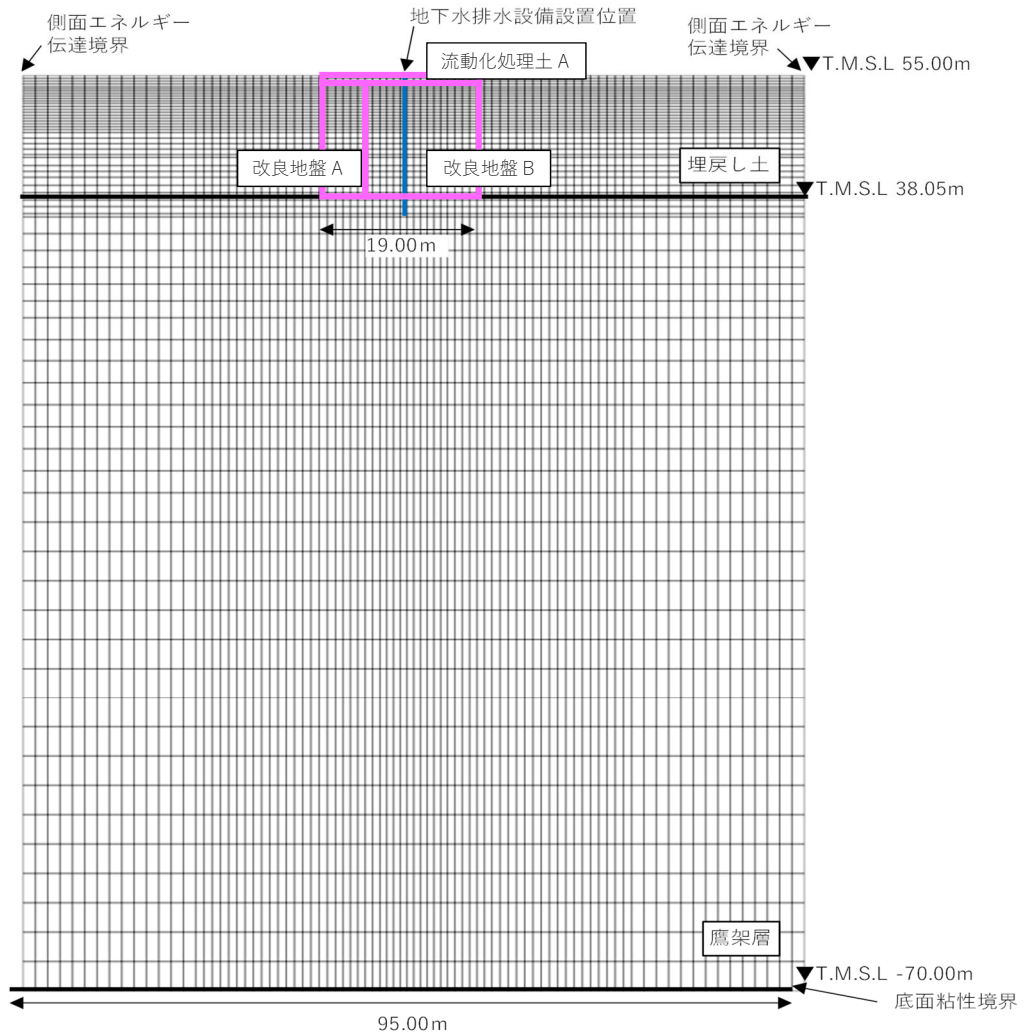
3. 地震応答解析モデルの設定結果

3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル

3.1.1 サブドレンシャフト・ピット(AG-1)の地盤モデル

サブドレンシャフト・サブドレンピット(AG-1)の中央を断面とした2次元FEMモデルとする。「IV-2-1-1-1-6-1 制御建屋の地震応答計算書」の「3.1 地盤モデルの設定結果」で設定されている地盤モデルをベースに、サブドレンシャフト・サブドレンピット(AG-1)周囲の地盤改良を考慮する。地震応答解析モデルを第3.1.1-1図に示す。

解析には、解析コード「SoilPlus 2017 Revision1 Build2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

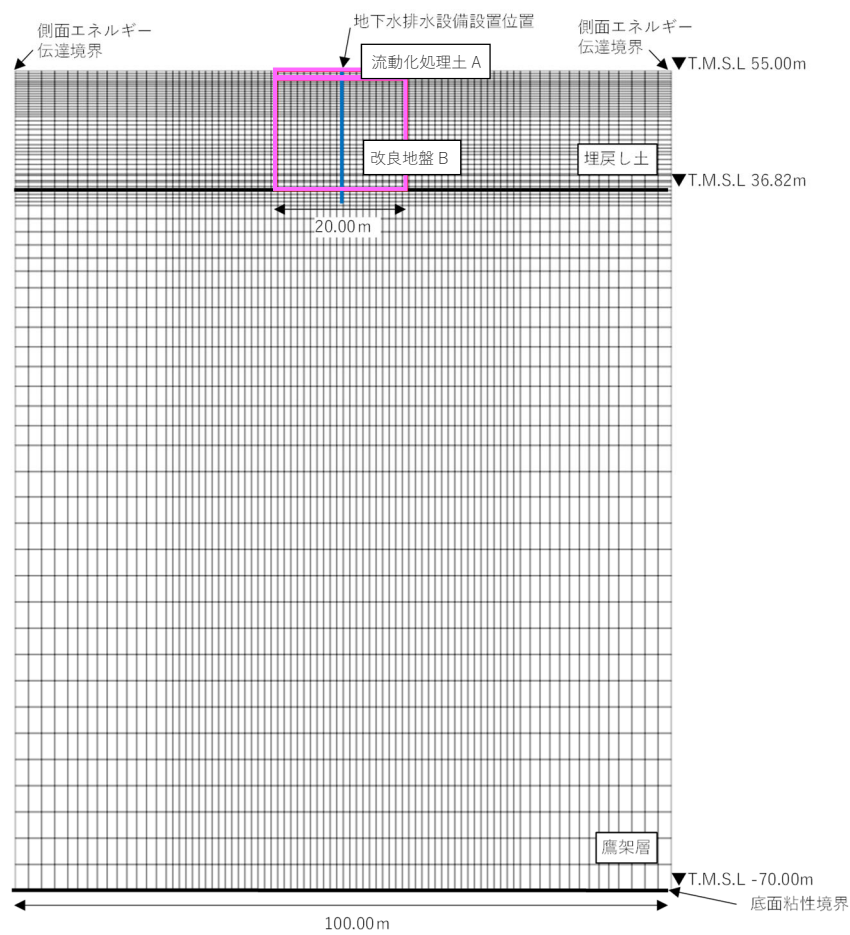


第3.1.1-1図 解析モデル(AG-1)

3.1.2 サブドレンシャフト・ピット(AH-2)の地盤モデル

サブドレンシャフト・サブドレンピット(AH-2)の中央を断面とした2次元FEMモデルとし、サブドレンシャフト・サブドレンピット(AH-2)周囲の地盤改良を考慮する。地震応答解析モデルを第3.1.2-1図に示す。

解析には、解析コード「SoilPlus 2017 Revision1 Build2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第3.1.2-1図 解析モデル(AH-2)

3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル

集水管・サブドレン管の耐震評価で使用する鉛直加速度は下記の建屋の地震応答解析結果とする。

- ・IV-2-1-1-1-6-1 制御建屋の地震応答計算書
- ・IV-2-1-1-1-10-1 チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理
建屋の地震応答計算書

4. 応力解析による評価結果（建物・構築物を踏襲する設備）

4.1 地震応答解析による評価結果

4.1.1 接地圧の評価結果

(1) AG-1 ピット

サブドレンピット(AG-1)底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第 4.1-1 表に示す。

解析には、解析コード「NAPISOS v2.0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

第 4.1-1 表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮 応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による 圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
274	155	428	9000

注記 *1：サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2：壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3：「IV-2-1-1-1-6-2 制御建屋の耐震計算書」に基づく。

(2) AH-2 ピット

サブドレンピット(AH-2) 底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第 4.1-2 表に示す。

解析には、解析コード「NAPISOS v2.0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第 4.1-2 表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮 応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による 圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
98.2	127	225	9000

注記 *1: サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2: 壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3: 「IV-2-1-1-1-6-2 制御建屋の耐震計算書」に基づく。

4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果

サブドレンピット(AG-1, AH-2)の壁について、基準地震動 S_s に対し、壁の各高さにおける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壁の最大せん断ひずみは、AG-1 が 0.0163×10^{-3} 、AH-2 が 0.0121×10^{-3} であり、許容限界(2.0×10^{-3})を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「NAPISOS v2.0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

4.2 応力解析による評価結果

4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果

(1) AG-1 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト (AG-1) の管軸方向断面 (鉛直断面) における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第 4.2.1-1 表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「NAPISOS v2.0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

第 4.2.1-1 表 サブドレンシャフト (AG-1) の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径 (mm)	1950
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)	1900 × 25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	673
	軸力 N (kN)	305
	せん断力 Q (kN)	213
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	9.4
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	2.0
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	2.8
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.045
	τ/f_s	0.019
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト (AG-1) の横断方向 (水平断面) 断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第 4.2.1-2 表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC Nastran v2012」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

第 4.2.1-2 表 サブドレンシャフト (AG-1) の横断方向断面の評価結果 (1/2)

構造諸元	外径 (mm)	1950
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)	1900 × 25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	0.120
	軸力 N (kN)	139
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	1.2
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	5.5
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	298.3
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.026
判定		OK

第 4.2.1-2 表 サブドレンシャフト (AG-1) の横断方向断面の評価結果 (2/2)

構造諸元	外径 (mm)	1950
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)	1900 × 25
発生断面力	せん断力 Q (kN)	1.66
発生応力度	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.1
許容限界	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	τ/f_s	0.001
判定		OK

(2) AH-2 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(AH-2)の管軸方向断面(鉛直断面)における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-3表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「NAPISOS v2.0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-3表 サブドレンシャフト(AH-2)の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1950
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	632
	軸力 N (kN)	355
	せん断力 Q (kN)	133
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	8.8
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	2.3
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	1.8
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.044
	τ/f_s	0.012
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(AH-2)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-4表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC Nastran v2012」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-4表 サブドレンシャフト(AH-2)の横断方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1950
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	0.216
	軸力 N (kN)	182
	せん断力 Q (kN)	2.99
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	2.1
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	7.3
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.1
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	298.3
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.036
	τ/f_s	0.001
判定		OK

4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果

(1) AG-1 ピット

サブドレンピット (AG-1) 壁の断面における評価結果を第 4.2.2-1 表に示す。
これより、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

第 4.2.2-1 表 サブドレンピット (AG-1) 壁の評価結果 (横断方向)

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	450 × 1000
配筋	D22@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	91.2
許容値 M_A (kN・m/m)	242.6
検定比 M/M_A	0.377
発生せん断力 Q (kN/m)	274
許容値 Q_A (kN/m)	776.9
検定比 Q/Q_A	0.353
判定	OK

(2) AH-2 ピット

サブドレンピット (AH-2) 壁の断面における評価結果を第 4.2.2-2 表に示す。
これより、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

第 4.2.2-2 表 サブドレンピット (AH-2) 壁の評価結果 (横断方向)

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	450 × 1000
配筋	D22@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	73.1
許容値 M_A (kN・m/m)	242.6
検定比 M/M_A	0.302
発生せん断力 Q (kN/m)	231
許容値 Q_A (kN/m)	776.9
検定比 Q/Q_A	0.298
判定	OK

4.2.3 サブドレンピット上部スラブの評価結果

上部スラブ(AH-2)の断面における評価結果を第4.2.3-1表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-1表 上部スラブ(AH-2)の評価結果

厚さ t(mm)×幅 b(mm)	600×1000
配筋	D25@200
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	109
許容値 M_A (kN・m/m)	443
検定比 M/M_A	0.247
発生せん断力 Q(kN/m)	462
許容値 Q_A (kN/m)	1083
検定比 Q/Q_A	0.427
判定	OK

4.2.4 サブドレンピット底部スラブの評価結果

(1) AG-1 ピット

底部スラブ(AG-1)の断面における評価結果を第4.2.3-1表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-1表 底部スラブ(AG-1)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	450 × 1000
配筋	D22 @200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	49.7
許容値 M_A (kN・m/m)	230
検定比 M/M_A	0.217
発生せん断力 Q (kN/m)	262
許容値 Q_A (kN/m)	736
検定比 Q/Q_A	0.356
判定	OK

(2) AH-2 ピット

底部スラブ(AH-2)の断面における評価結果を第4.2.3-2表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-2表 底部スラブ(AH-2)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	600 × 1000	
配筋	主筋	D29 @200
	せん断補強筋	D16 @200 × 400
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	126	
許容値 M_A (kN・m/m)	537	
検定比 M/M_A	0.236	
発生せん断力 Q (kN/m)	435	
許容値 Q_A (kN/m)	1036	
検定比 Q/Q_A	0.421	
判定	OK	

4.2.4 集水管の評価結果

(1) 制御建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(2) 分析建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(3) 低レベル廃棄物処理建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. 集水管(無孔)の評価結果

集水管(無孔)の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「b. 集水管(無孔)の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(4) チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. 集水管(無孔)の評価結果

集水管(無孔)の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「b. 集水管(無孔)の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

4.2.5 サブドレン管の評価結果

(1) 制御建屋

a. 塩ビ管 50A の評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、「IV—2—1—1—3—1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.5 サブドレン管の評価結果 (6) 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B（基礎）」の「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. 塩ビ管 80A の評価結果

(a) 評価結果を示す建物・構築物

各建物・構築物の地盤応答解析による建物・構築物の基礎スラブ下端レベル地盤における鉛直応答加速度を第4.2.5-1表に示す。評価結果は、建物・構築物の基礎スラブ下端レベル地盤における鉛直応答加速度が大きい建物・構築物として、制御建屋を選定する。

第 4.2.5-1 表 地盤応答解析による建物・構築物基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度(塩ビ管 80A を使用している建物・構築物)

名称	鉛直応答加速度 (cm/s ²)	評価結果を示す建物・構築物
制御建屋	394	○
分析建屋	394*	—

凡例 ○：評価結果を示す建物・構築物

—：評価結果を示す建物・構築物の結果に包絡されるため、評価結果を示さない建物・構築物

注記 *：制御建屋の応答加速度を適用。

(b) 地震荷重

制御建屋基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度を第4.2.5-2表に示す。

第4.2.5-2表 制御建屋基礎スラブ下端レベル地盤における最大鉛直応答加速度

方向	最大鉛直応答加速度 (cm/s ²)	地震動
鉛直	394	S _s -A(+1σ)

(c) 評価結果

フレーム解析より得られた最大変形量について、制御建屋塩ビ管80Aの照査を実施した結果を第4.2.5-3表に示す。

これより、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「T-Frame2D-SI」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

第4.2.5-3表 制御建屋における塩ビ管80Aの評価結果

検討条件	鉛直震度 S _s -A(+1σ)	k _v =0.40
最大変形量 発生ひずみ率	最大変形量	0.36 mm
	発生ひずみ率 (塩ビφ80 外径89mm)	0.41 %
許容限界	許容ひずみ率	5 %

(2) 分析建屋

a. 塩ビ管 50A の評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、「IV—2—1—1—3—1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.5 サブドレン管の評価結果 (6) 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B（基礎）」の「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、S s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. 塩ビ管 80A の評価結果

塩ビ管 80A の評価結果は、前述の「(1) 制御建屋」の「b. 塩ビ管 80A の評価結果」に示すとおり、S s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(3) 低レベル廃棄物処理建屋

a. 塩ビ管 50A の評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、「IV—2—1—1—3—1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.5 サブドレン管の評価結果 (6) 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B（基礎）」の「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、S s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(4) チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋

a. 塩ビ管 50A の評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、「IV—2—1—1—3—1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.5 サブドレン管の評価結果 (6) 使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B（基礎）」の「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、S s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

5. 応力解析の評価結果（機器・配管系を踏襲する設備）

5.1 地下水排水ポンプの応力解析

(1) 地下水排水ポンプの応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面 高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s		最高使用温度 (°C)	回転機器の 振動による震度 (G)
				水平方向 設計震度 (G)	鉛直方向 設計震度 (G)		
制御建屋 地下水排水 設備 地下水排水ポンプ	C(Ss)	T. M. S. L. 37.30	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.91$	40	$C_P=0.17$

(2) 地下水排水ポンプの応力解析に関する要目表

機器名称	m_2 (kg)	h_2 (mm)	D_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_{f2}	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)
制御建屋 地下水排水設備 地下 水排水ポンプ	175	417	330	201.1	2	—	210

部 材	l_{12} (mm)	l_{22} (mm)	n_2 (—)	a (μ m)	N (min ⁻¹)
制御建屋 地下水排水設備 地下 水排水ポンプ	137.2	96.2	4	33	3000

(3) 地下水排水ポンプの応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 f_{ts}	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 f_{sb}
制御建屋 地下水排水設備 地下水排水ポンプ（ボルト等）	SUS316L	—	13	157	—	4	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機器の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
地下水排水設備	水平方向	1.17	2.50
地下水排水ポンプ	鉛直方向	0.75	1.00

注記※：基準地震力 Ss により定める応答加速度とする。

5.2 排水配管の応力解析

(1) 排水配管の応力解析

第2.4-1表 C(Ss)クラス直管部標準支持間隔 (オーステナイト系ステンレス鋼, 保温材有り, 減衰0.5%)

許容応力 $S_d : - \quad S_s : 468$ (MPa)

【サブドレンピット (精製建屋/ハル・エンドピース貯蔵建屋/制御建屋/分析建屋/緊急時対策建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/非常用電源建屋/第2保管庫・貯水所/高レベル廃液ガラス固化建屋/第1ガラス固化体貯蔵建屋棟)】

配管 口径 (A) 及び板厚	標高 内部流体	地表面, ピット底部スラブ上端																							
		気体						液体						気体						液体					
		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)	一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)	固有周期 (s)		
S_d	S_s			S_d	S_s			S_d	S_s			S_d	S_s			S_d	S_s			S_d	S_s				
100	SCH40	-	-	-	-	4300	0.087	-	130																
以下余白																									

5.3 水位検出器の応力解析

(1) 水位検出器の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s	
				水平方向設計震度 (G)	鉛直方向設計震度 (G)
制御建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	C(Ss)	T. M. S. L. 36.20~55.00	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$
分析建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	C(Ss)	T. M. S. L. 35.12~55.00	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$

(2) 水位計検出器の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	Ab	S1	S2	nfh	nfv	F*	l1	l2	l3	lw5	lw6	n
	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)	(-)	(MPa)	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)
制御建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	30	250	78.5	-	-	2	1	210	50	50	25	-	-	2
分析建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	30	250	78.5	-	-	2	1	210	50	50	25	-	-	2

(3) 水位計検出器の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{sb}^*$
制御建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	SUS316L	—	45	157	—	5	120
分析建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	SUS316L (基礎溶接部)	—	45	157	—	5	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
制御建屋 地下水排水設備 地 下水排水ピット水位	水平方向	1.17	3.50
	鉛直方向	0.75	3.50
分析建屋 地下水排水設備 地 下水排水ピット水位	水平方向	1.17	3.50
	鉛直方向	0.75	3.50

5.4 制御盤の応力解析

(1) 制御盤の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s	
				水平方向 設計震度 (G)	鉛直方向 設計震度 (G)
制御建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AG-1)	C(Ss)	T. M. S. L. 55.00~61.25	0.05 以下	$C_H=0.87$	$C_V=0.57$
分析建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AH-2)	C(Ss)	T. M. S. L. 55.00	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$

(2) 制御盤の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	A_b	n_{fv}	F^*	l_1	l_2	n
	(kg)	(mm)	(mm^2)	(-)	(MPa)	(mm)	(mm)	(-)
制御建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AG-1)	2150	413	201.0	6	280	524	926	32
制御建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AH-2)	2120	940	201.0	10	280	371	379	26

(3) 制御盤の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$
制御建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AG-1)	SS400	—	23	210	—	7	160
分析建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AH-2)	SS400	—	24	210	—	7	160

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
制御建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AG-1)	水平方向	0.72	4.0
	鉛直方向	0.47	3.0
分析建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AH-2)	水平方向	1.17	4.0
	鉛直方向	0.75	3.0

IV-2-1-1-3-4

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋
／ウラン・プルトニウム混合酸化物
貯蔵建屋／ウラン脱硝建屋／ウラン
酸化物貯蔵建屋の地下水排水設備の
耐震性に関する計算書

目 次

1. 概要	1
2. 位置及び設備概要	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	4
3. 地震応答解析モデルの設定結果	10
3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル	10
3.1.1 サブドレンシャフト・サブドレンピット (CA-4) の地盤モデル	10
3.1.2 サブドレンシャフト・サブドレンピット (CB-4) の地盤モデル	13
3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル	14
4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)	15
4.1 地震応答解析による評価結果	15
4.1.1 接地圧の評価結果	15
4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果	16
4.2 応力解析による評価結果	17
4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果	17
4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果	22
4.2.3 サブドレンピット底部スラブの評価結果	23
4.2.4 集水管の評価結果	24
4.2.5 サブドレン管の評価結果	26
5. 応力解析の評価結果(機器・配管系を踏襲する設備)	27
5.1 地下水排水ポンプの応力解析	27
5.2 排水配管の応力解析	29
5.3 水位検出器の応力解析	30
5.4 制御盤の応力解析	32

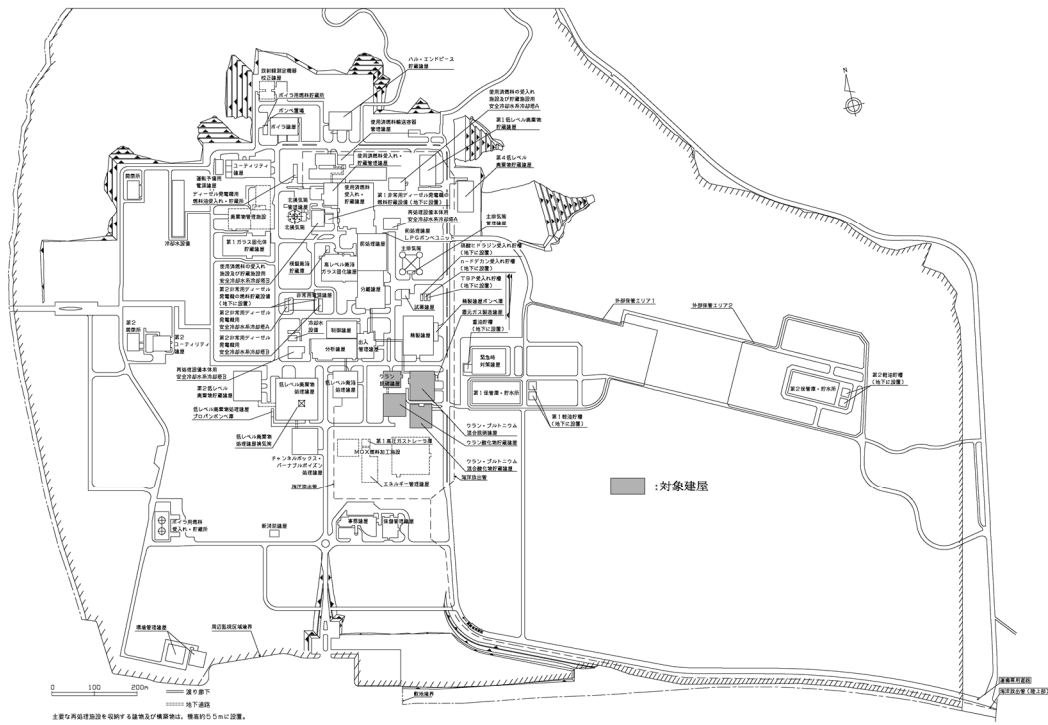
1. 概要

本資料は、「IV-1-3-1-5 地下水排水設備の耐震計算書作成の基本方針」に基づき、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋、ウラン脱硝建屋及びウラン酸化物貯蔵建屋(以下、「ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋他」という。)の地下水排水設備に関する地下水排水設備の耐震評価結果について説明するものである。

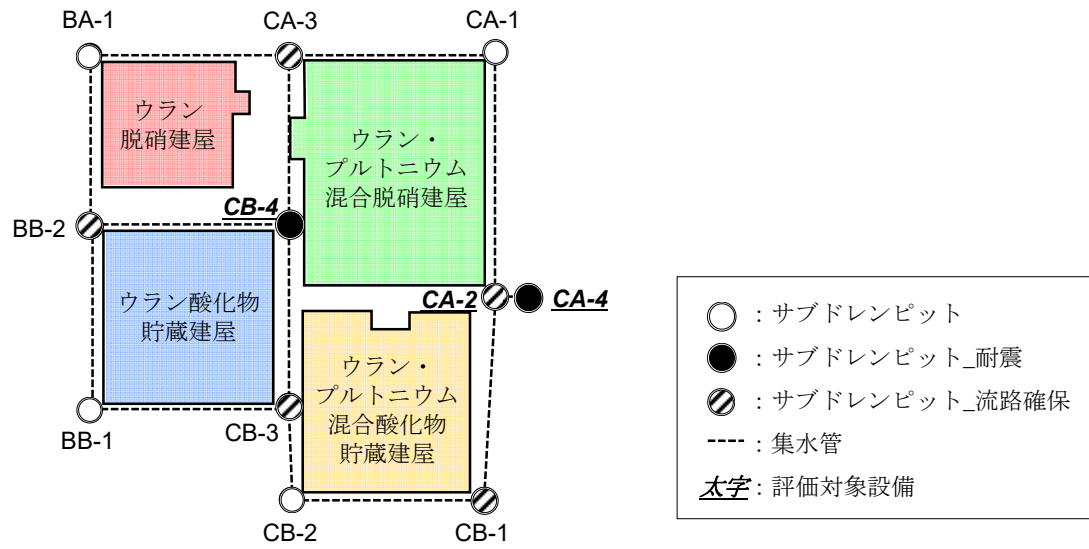
2. 位置及び設備概要

2.1 位置

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋他地下水排水設備の概略配置を第2.1-1図に、評価対象配置を第2.1-2図に示す。



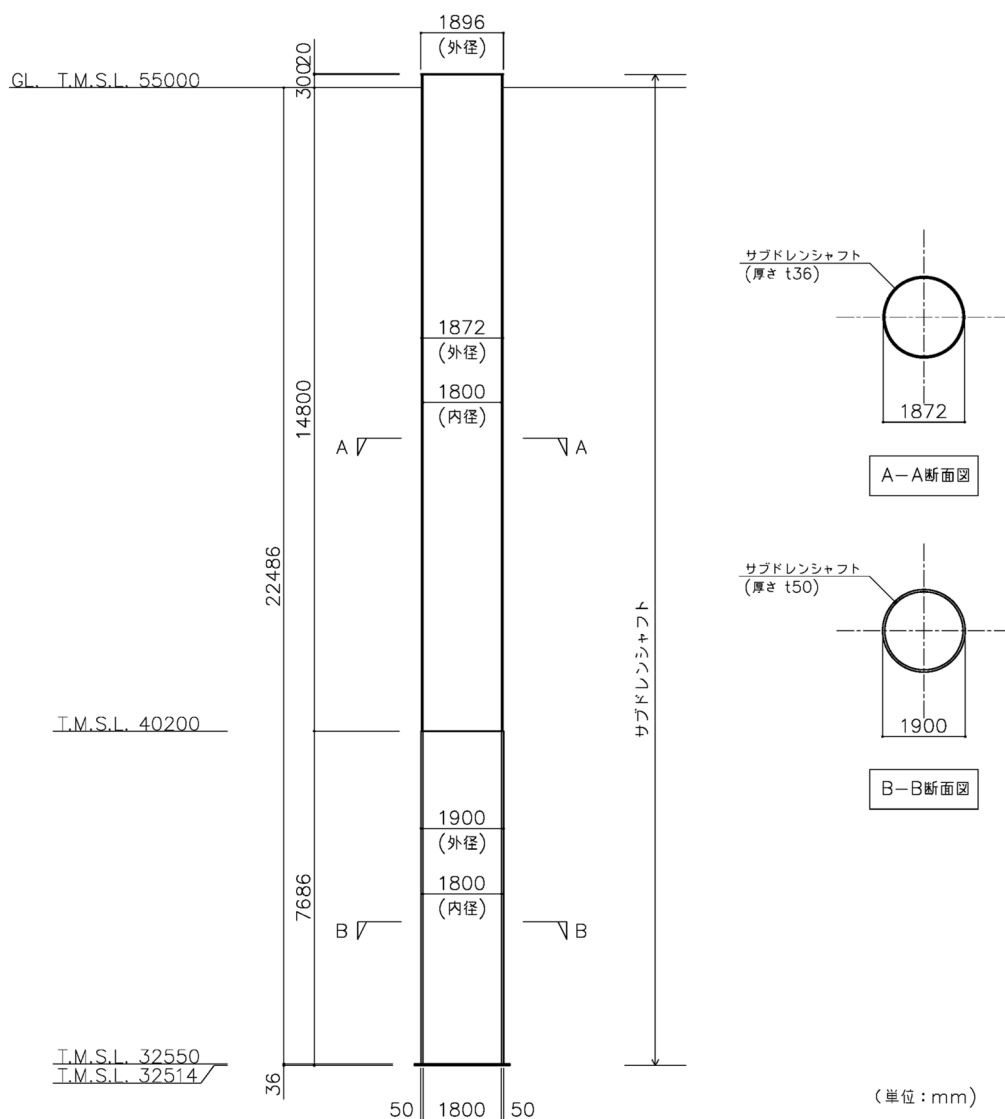
第 2.1-1 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋他地下水排水設備の概略配置図



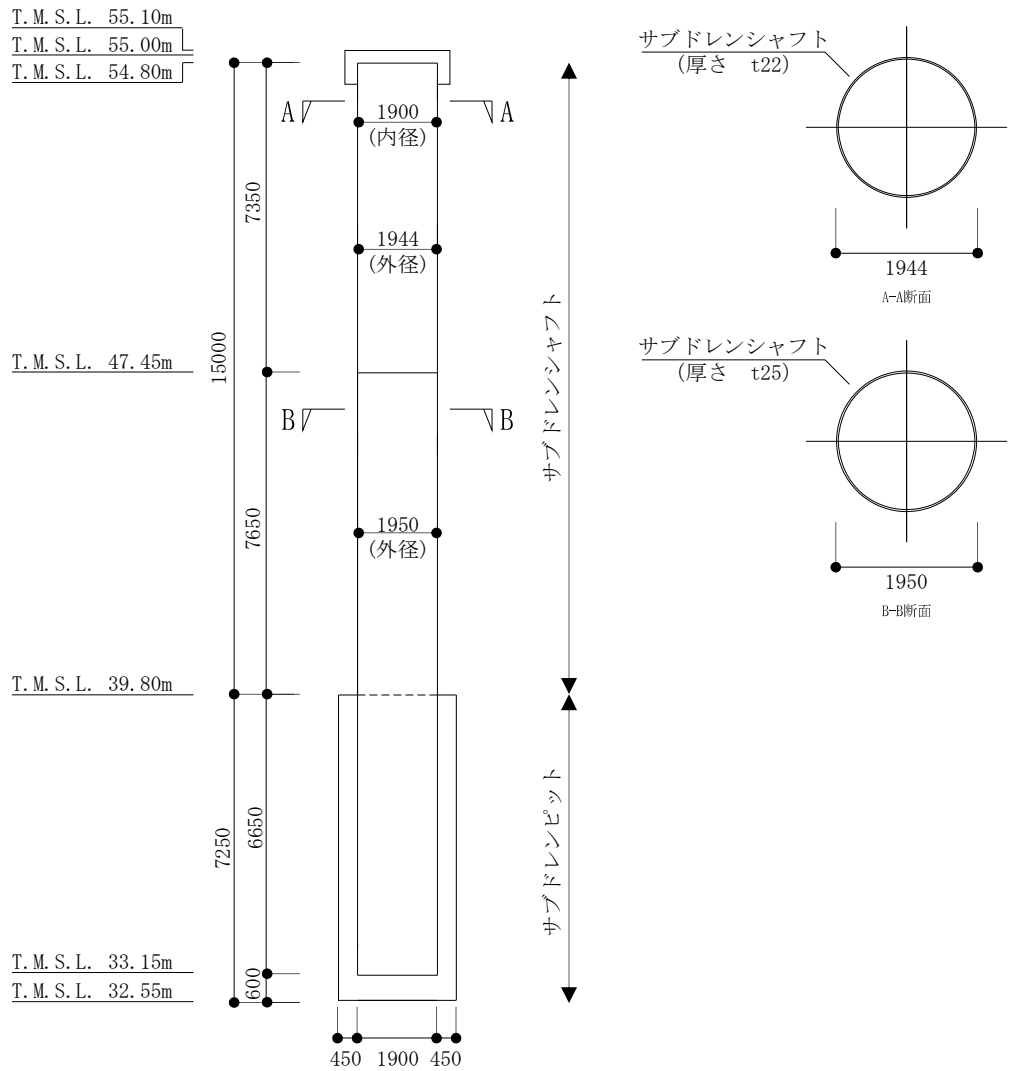
第 2.1-2 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋他地下水排水設備の評価対象設備配置図

2.2 構造概要

評価対象サブドレンピットの各種概略断面図及び概略平面図を第2.2-1図～第2.2-4図に、集水管及びサブドレン管の各種概略平面図・断面図及び断面構造図を第2.2-5図～第2.2-8図に、仕様一覧を第2.2-1表～第2.2-3表にそれぞれ示す。

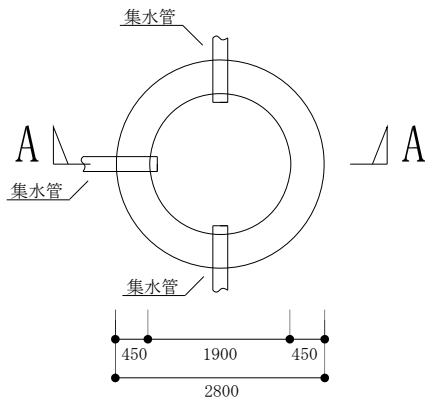


第2.2-1図 サブドレンシャフト(CA-4)の概略断面図



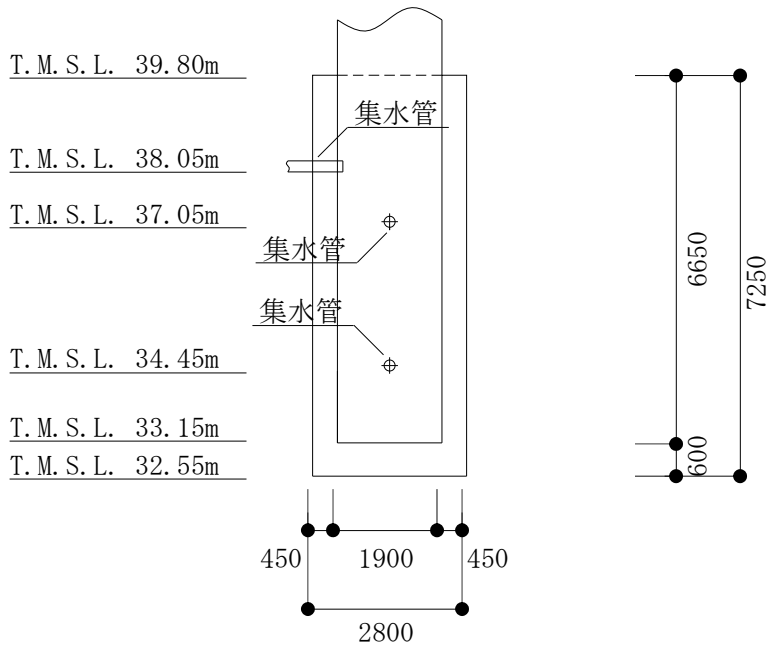
(単位:mm)

第2.2-2図 サブドレンシャフト(CB-4)の概略断面図



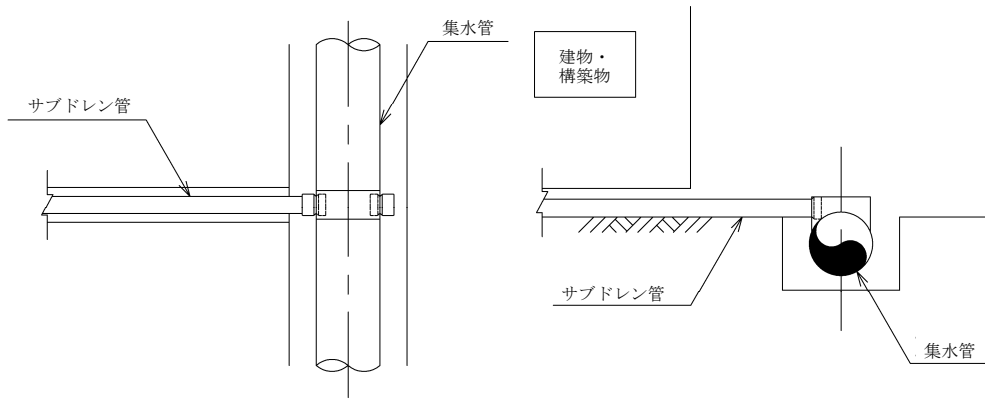
(単位：mm)

第2.2-3図 サブドレンピット (CB-4) の概略平面図 (T. M. S. L. 34.45m)

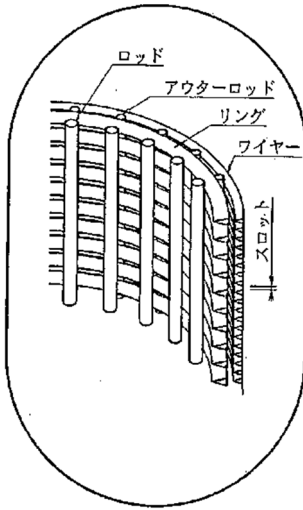


(単位：mm)

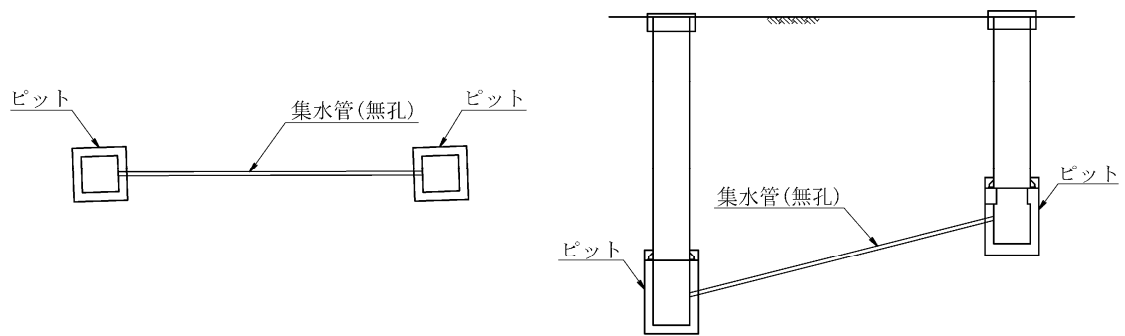
第2.2-4図 サブドレンピット (CB-4) の概略断面図 (A-A断面)



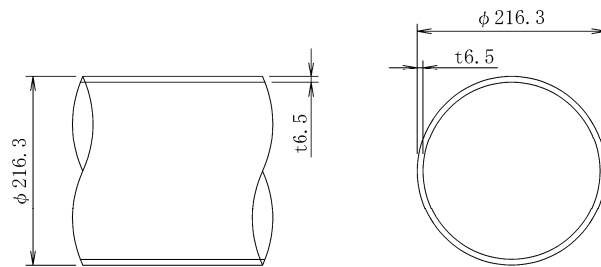
第2.2-5図 概略平面図・断面図(集水管(有孔)・サブドレン管(塩ビ管・ポリエチレン管))



第2.2-6図 断面構造図(集水管(有孔))



第2.2-7図 概略平面図・断面図(集水管(無孔))



第2.2-8図 断面構造図(集水管(無孔))

第 2.2-1 表 集水管(有孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	ウラン脱硝建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)
2	ウラン酸化物貯蔵建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)
3	ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)
4	ウラン・プルトニウム 混合酸化物貯蔵建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)

第2.2-2表 集水管(無孔)仕様一覧

No	名称	管種	管種
1	ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋	200A	無孔管(φ200mmのSUS管)

第 2.2-3 表 サブドレン管の仕様一覧

No	名称	管種
1	ウラン酸化物貯蔵建屋	塩ビ管50A
2	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	ポリエチレン管50A
3	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	ポリエチレン管50A

3. 地震応答解析モデルの設定結果

3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル

3.1.1 サブドレンシャフト・サブドレンピット (CA-4) の地盤モデル

サブドレンシャフト・サブドレンピット(CA-4) の設置位置の地盤状況を考慮した1次元地盤モデルとする。サブドレンシャフト・サブドレンピット(CA-4)の地盤の初期物性値を第3.1.1-1表～第3.1.1-3表に示す。

解析には、解析コード「REFLECT v2.0」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

第3.1.1-1表 地盤の初期物性値 (標準地盤)

標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0 - \gamma$	減衰定数 $h - \gamma$
▽地表面						
55.00	中位段丘層	18.5	*1	*1	*2	
50.00	六ヶ所層	17.0	*3	*3	*4	
36.50						
▽底版上面	凝灰岩	15.7	580	1710		
23.00	軽石凝灰岩	15.3	740	1870		-
-18.00	軽石質砂岩	17.4	890	2030		
▽解放基盤表面	細粒砂岩	18.1	930	2050		-

注記 *1: 中位段丘層の速度構造 V_s , V_p は初期せん断剛性 $G_0=189\text{N/mm}^2$, 動ポアソン比 $\nu=0.45$ から下式にて設定する。

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

*2: 中位段丘層の剛性低下率及び減衰定数はひずみ依存特性を考慮し, 下式にて設定する。

$$G/G_0 = 1/(1 + 15.4 \gamma^{0.891})$$

$$h = \gamma / (0.0570 \gamma + 0.00824) + 1.81$$

ここで, γ は中位段丘層のせん断ひずみを示す。

*3: 六ヶ所層の速度構造 V_s , V_p は初期せん断剛性 $G_0=303\text{N/mm}^2$, 動ポアソン比 $\nu=0.41$ から*1の式にて設定する。

*4: 六ヶ所層の剛性低下率及び減衰定数はひずみ依存特性を考慮し, 下式にて設定する。

$$G/G_0 = 1/(1 + 5.91 \gamma^{0.758})$$

$$h = \gamma / (0.0829 \gamma + 0.00582) + 1.18$$

ここで, γ は六ヶ所層のせん断ひずみを示す。

第 3. 1. 1-2 表 地盤の初期物性値（地盤物性のばらつきを考慮したケース（+1σ））

標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0 - \gamma$	減衰定数 $h - \gamma$
▽地表面						
55.00	中位段丘層	19.285	*1	*1	*2	
50.00	六ヶ所層	18.275	*3	*3	*4	
サブドレンシャフト ▽底板上面						
36.50						
32.55	凝灰岩	15.7	700	1940	-	
23.00	軽石凝灰岩	15.3	830	1970		
-18.00	軽石質砂岩	17.4	990	2140		
▽解放基盤表面						
-70.00	細粒砂岩	18.1	1030	2130	-	

注記 *1：中位段丘層の速度構造 V_s 、 V_p は初期せん断剛性 $G_0=268\text{N/mm}^2$ 、動ポアソン比 $\nu=0.45$ から下式にて設定する。

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

ここで、 γ は中位段丘層のせん断ひずみを示す。

*2：中位段丘層の剛性低下率及び減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$G/G_0 = 1/(1 + 15.4\gamma^{0.891})$$

$$h = \gamma / (0.0570\gamma + 0.00824) + 1.81$$

ここで、 γ は中位段丘層のせん断ひずみを示す。

*3：六ヶ所層の速度構造 V_s 、 V_p は初期せん断剛性 $G_0=520\text{N/mm}^2$ 、動ポアソン比 $\nu=0.41$ から*1の式にて設定する。

*4：六ヶ所層の剛性低下率及び減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$G/G_0 = 1/(1 + 5.91\gamma^{0.758})$$

$$h = \gamma / (0.0829\gamma + 0.00582) + 1.18$$

ここで、 γ は六ヶ所層のせん断ひずみを示す。

第 3.1.1-3 表 地盤の初期物性値（地盤物性のばらつきを考慮したケース（ -1σ ））

標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0 - \gamma$	減衰定数 $h - \gamma$
▽地表面						
55.00	中位段丘層	17.715	*1	*1	*2	
50.00	六ヶ所層	15.725	*3	*3	*4	
36.50						
▽サブドレンシャフト ▽底板上面	凝灰岩	15.7	460	1480		
23.00	軽石凝灰岩	15.3	650	1770		-
-18.00	軽石質砂岩	17.4	790	1920		
▽解放基盤表面						
-70.00	細粒砂岩	18.1	830	1970		-

注記 *1：中位段丘層の速度構造 V_s 、 V_p は初期せん断剛性 $G_0=110\text{N/mm}^2$ 、動ポアソン比 $\nu=0.45$ から下式にて設定する。

$$V_s = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g}, \quad V_p = \sqrt{(G/\gamma_t) \times g \times 2(1-\nu)/(1-2\nu)}$$

*2：中位段丘層の剛性低下率及び減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$G/G_0 = 1/(1 + 15.4\gamma^{0.891})$$

$$h = \gamma / (0.0570\gamma + 0.00824) + 1.81$$

ここで、 γ は中位段丘層のせん断ひずみを示す。

*3：六ヶ所層の速度構造 V_s 、 V_p は初期せん断剛性 $G_0=86\text{N/mm}^2$ 、動ポアソン比 $\nu=0.41$ から*1の式にて設定する。

*4：六ヶ所層の剛性低下率及び減衰定数はひずみ依存特性を考慮し、下式にて設定する。

$$G/G_0 = 1/(1 + 5.91\gamma^{0.758})$$

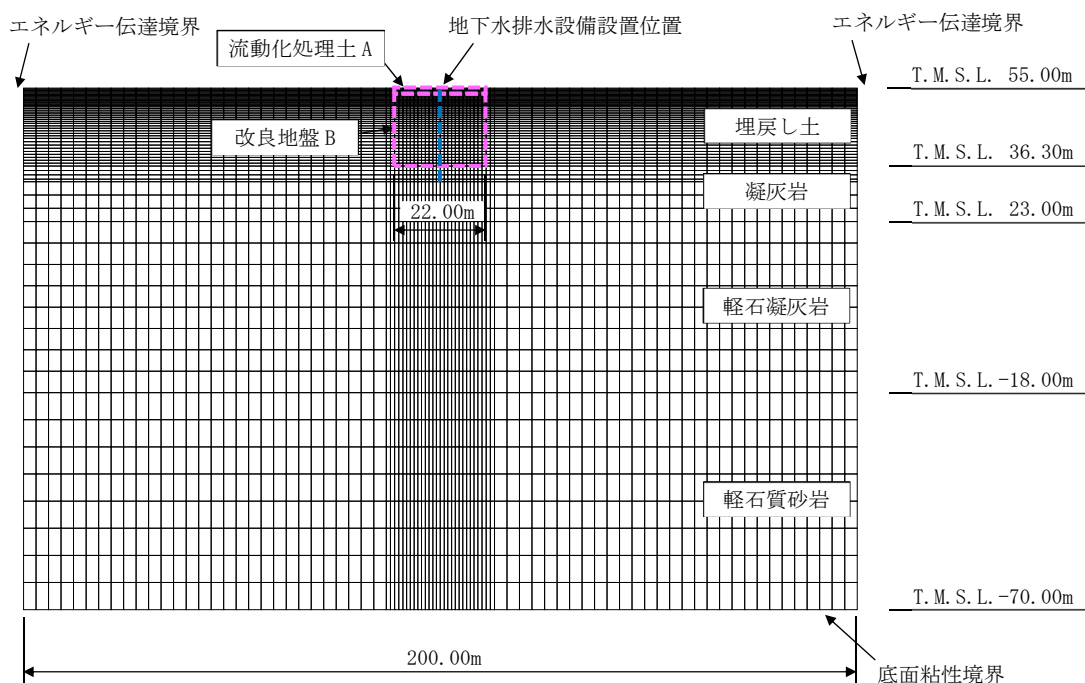
$$h = \gamma / (0.0829\gamma + 0.00582) + 1.18$$

ここで、 γ は六ヶ所層のせん断ひずみを示す。

3.1.2 サブドレンシャフト・サブドレンピット (CB-4) の地盤モデル

サブドレンシャフト・サブドレンピット(CB-4)の中央を断面とした2次元FEMモデルとする。「IV-2-1-1-1-5-1 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋の地盤応答計算書」の「3.1 地盤モデルの設定結果」で設定されている地盤モデルをベースに、サブドレンシャフト・サブドレンピット(CB-4)周囲の地盤改良を考慮する。地震応答解析モデルを第3.1.2-1図に示す。

解析には、解析コード「SuperFLUSH/2D v6.1」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第3.1.2-1図 解析モデル(CB-4)

3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル

集水管・サブドレン管の耐震評価で使用する鉛直加速度は下記の建屋の地盤応答解析結果とする。

- ・IV-2-1-1-1-4-1 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の地震応答計算書
- ・IV-2-1-1-1-5-1 ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋の地震応答計算書

4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)

4.1 地震応答解析による評価結果

4.1.1 接地圧の評価結果

(1) CA-4 ピット

サブドレンシャフト底版の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第 4.1.1-1 表に示す。

解析には、解析コード「TDAPIII v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第 4.1.1-1 表 底版底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

鉛直荷重による圧縮応力度*1 (kN/m ²)	許容限界
	極限支持力*2 (kN/m ²)
263	1900

注記 *1: シャフトの長期荷重に底盤位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、シャフトの底面積で除した値

*2: 「IV-2-1-1-1-4-2 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の耐震計算書」に基づく。

(2) CB-4 ピット

サブドレンピット底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第 4.1.1-2 表に示す。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN v2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第 4.1.1-2 表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮 応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による 圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
320	224	544	1900

注記 *1：サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2：壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3：「IV-2-1-1-1-4-2 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の耐震計算書」に基づく。

4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果

サブドレンピット(CB-4)の壁について、基準地震動 S_s に対し、壁の各高さにおける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壁の最大せん断ひずみは、 0.0495×10^{-3} であり、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN v2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

4.2 応力解析による評価結果

4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果

(1) CA-4 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(CA-4)の管軸方向断面(鉛直断面)における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-1表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「TDAPⅢ v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-1表 サブドレンシャフト(CA-4)の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1900
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1800×50
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	16900
	軸力 N (kN)	636
	せん断力 Q (kN)	6550
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	131.8
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	2.2
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	46.0
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	324.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	324.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	187.4
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.413
	τ/f_s	0.246
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(CA-4)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-2表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「TDAPⅢ v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「Ⅳ-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-2表 サブドレンシャフト(CA-4)の横断方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1900
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1800×50
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	53.1
	軸力 N (kN)	2990
	せん断力 Q (kN)	140
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	132.8
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	60.9
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	2.9
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	374.4
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	324.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	187.4
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.543
	τ/f_s	0.016
判定		OK

c. 底版の評価結果

サブドレンシャフト(CA-4)の底版における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、底版の評価結果を第4.2.1-3表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

第4.2.1-3表 サブドレンシャフト(CA-4)の底版の評価結果

構造諸元	厚さ t(mm) × 幅 b(mm)	36 × 1000
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	35.5
	せん断力 Q (kN)	208
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	173.9
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	6.0
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	σ_b / f_b	0.673
	τ / f_s	0.040
判定		OK

(2) CB-4 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(CB-4)の管軸方向断面(鉛直断面)における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-3表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN v2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-3表 サブドレンシャフト(CB-4)の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1950
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	543
	軸力 N (kN)	217
	せん断力 Q (kN)	307
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	7.6
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	1.4
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	4.1
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.035
	τ/f_s	0.027
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(CB-4)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-4表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN v2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-4表 サブドレンシャフト(CB-4)の横断方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1950
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	0.803
	軸力 N (kN)	348
	せん断力 Q (kN)	3.67
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	7.7
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	13.9
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.2
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	298.3
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定値	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.080
	τ/f_s	0.001
判定		OK

4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果

(1) CB-4 ピット

サブドレンピット(CB-4)壁の断面における評価結果を第4.2.2-1表に示す。

これより、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN v2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.2-1表 サブドレンピット(CB-4)壁の評価結果(横断方向)

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	450 × 1000
配筋	D16@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	53.7
許容値 M_A (kN・m/m)	119
検定比 M/M_A	0.452
発生せん断力 Q (kN/m)	89.6
許容値 Q_A (kN/m)	370
検定比 Q/Q_A	0.242
判定	OK

4.2.3 サブドレンピット底部スラブの評価結果

(1) CB-4 ピット

底部スラブ (CB-4) の断面における評価結果を第 4.2.3-1 表に示す。

これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第 4.2.3-1 表 底部スラブ (CB-4) の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	600 × 1900
配筋	D19@200
発生曲げモーメント M (kN · m/m)	65.3
許容値 M_A (kN · m/m)	229
検定比 M/M_A	0.286
発生せん断力 Q (kN/m)	371
許容値 Q_A (kN/m)	988
検定比 Q/Q_A	0.376
判定	OK

4.2.4 集水管の評価結果

(1) ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. 集水管(無孔)の評価結果

集水管(無孔)の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「b. 集水管(無孔)の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(2) ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(3) ウラン脱硝建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4

集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(4) ウラン酸化物貯蔵建屋

a. 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV—2—1—1—3—1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

4.2.5 サブドレン管の評価結果

(1) ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋

a. ポリエチレン管 50A の評価結果

ポリエチレン管 50A の評価結果は、「IV-2-1-1-3-8 緊急時対策建屋／第1保管庫・貯水所／第1軽油貯槽（基礎）／重油貯槽（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.6 サブドレン管の評価結果（4）重油貯槽（基礎）」の「a. ポリエチレン管 50A の評価結果」に示すとおり、S s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(2) ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋

a. ポリエチレン管 50A の評価結果

ポリエチレン管 50A の評価結果は、「IV-2-1-1-3-8 緊急時対策建屋／第1保管庫・貯水所／第1軽油貯槽（基礎）／重油貯槽（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.6 サブドレン管の評価結果（4）重油貯槽（基礎）」の「a. ポリエチレン管 50A の評価結果」に示すとおり、S s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(3) ウラン酸化物貯蔵建屋

a. 塩ビ管 50A の評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.5 サブドレン管の評価結果（6）使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔 B（基礎）」の「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、S s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

5. 応力解析の評価結果(機器・配管系を踏襲する設備)

5.1 地下水排水ポンプの応力解析

(1) 地下水排水ポンプの応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s		最高使用温度	回転機器の振動による震度 (G)
				水平方向設計震度 (G)	鉛直方向設計震度 (G)		
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地下水排水設備 地下水排水ポンプ	C(S_s)	T. M. S. L. 37.30	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$	40	$C_P=0.17$

(2) 地下水排水ポンプの応力解析に関する要目表

機器名称	m_2 (kg)	h_2 (mm)	D_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_{f2}	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地下水排水設備 地下水排水ポンプ	105	342	310	201.1	2	—	210

部 材	l_{12} (mm)	l_{22} (mm)	n_2 (—)	a (μ m)	N (min ⁻¹)
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地下水排水設備 地下水排水ポンプ	109.6	109.6	4	33	3000

(3) 地下水排水ポンプの応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	S s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 f_{ts}	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 f_{sb}
ウラン・プルトニウム混合脱 硝建屋地下水排水設備 地下 水排水ポン(ボルト等)	SUS316L	—	7	157	—	3	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機器の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
地下水排水設備	水平方向	1.17	2.50
地下水排水ポンプ	鉛直方向	0.75	1.00

5.3 水位検出器の応力解析

(1) 水位検出器の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s	
				水平方向設計震度 (G)	鉛直方向設計震度 (G)
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	C(S s)	T. M. S. L. 32.55~55.00	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	C(S s)	T. M. S. L. 33.15~55.00	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$

(2) 水位検出器の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	A_b	S_1	S_2	n_{fh}	n_{fv}	F^*	l_1	l_2	l_3	l_{w5}	l_{w6}	n
	(kg)	(mm)	(mm^2)	(mm^2)	(mm^2)	(-)	(-)	(MPa)	(Kg)	(mm)	(mm^2)	(mm^2)	(mm^2)	(-)
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	10	200	—	106.0	106.0	—	—	280	—	—	—	38	38	—
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	30	250	78.5	—	—	2	1	210	50	50	25	—	—	2

(3) 水位検出器の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	S s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{sb}^*$
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	S S 400 (基礎溶接部)	—	—	—	—	20	160
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	SUS316L	—	45	157	—	5	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	水平方向	1.17	3.50
	鉛直方向	0.75	3.50
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	水平方向	1.17	3.50
	鉛直方向	0.75	3.50

5.4 制御盤の応力解析

(1) 制御盤の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S _s	
				水平方向設計震度 (G)	鉛直方向設計震度 (G)
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (CA-4)	C (S _s)	T. M. S. L. 55.00~62.80	0.05 以下	C _H =1.07	C _V =0.65
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (CB-4)	C (S _s)	T. M. S. L. 55.00~62.80	0.05 以下	C _H =1.07	C _V =0.65

(2) 制御盤の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	A _b	n _{fv}	F*	l ₁	l ₂	n
	(kg)	(mm)	(mm ²)	(-)	(MPa)	(mm)	(mm)	(-)
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (CA-4)	1970	414	201.0	6	280	476	974	32
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (CB-4)	1970	414	201.0	6	280	476	974	32

(3) 制御盤の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	S _s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (CA-4)	SS400	—	24	210	—	7	160
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (CB-4)	SS400	—	24	210	—	7	160

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (CA-4)	水平方向	0.89	4.0
	鉛直方向	0.54	3.0
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (CB-4)	水平方向	0.89	4.0
	鉛直方向	0.54	3.0

IV-2-1-1-3-5

第1 ガラス固化体貯蔵建屋の地下水
排水設備の耐震性に関する計算書

目 次

1. 概要	1
2. 位置及び設備概要	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
3. 地震応答解析モデルの設定結果	8
3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピット (KB-1, KB-6) の地盤モデル	8
3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル	9
4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)	10
4.1 地震応答解析による評価結果	10
4.1.1 接地圧の評価結果	10
4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果	11
4.2 応力解析による評価結果	12
4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果	12
4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果	14
4.2.3 サブドレンピット上部スラブの評価結果	15
4.2.4 サブドレンピット底部スラブの評価結果	16
4.2.5 集水管の評価結果	17
4.2.6 サブドレン管の評価結果	18
5. 応力解析の評価結果(機器・配管系を踏襲する設備)	19
5.1 地下水排水ポンプの応力解析	19
5.2 排水配管の応力解析	21
5.3 水位検出器の応力解析	22
5.4 制御盤の応力解析	24

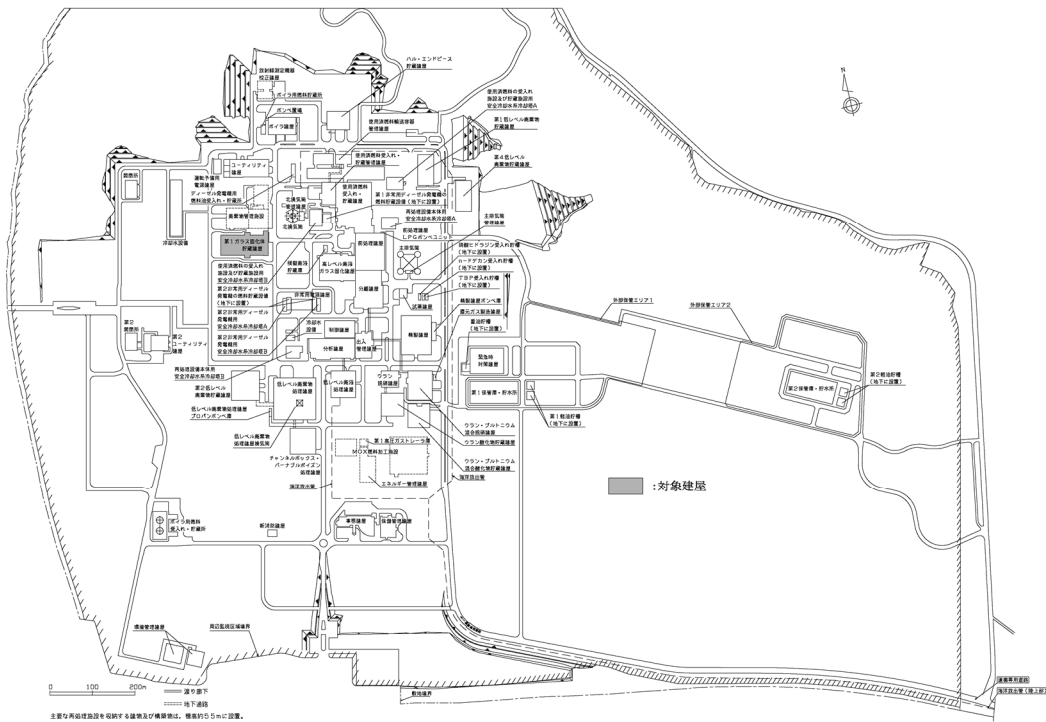
1. 概要

本資料は、「IV-1-3-1-5 地下水排水設備の耐震計算書作成の基本方針」に基づき、第1ガラス固化体貯蔵建屋の地下水排水設備に関する耐震評価結果について説明するものである。

2. 位置及び設備概要

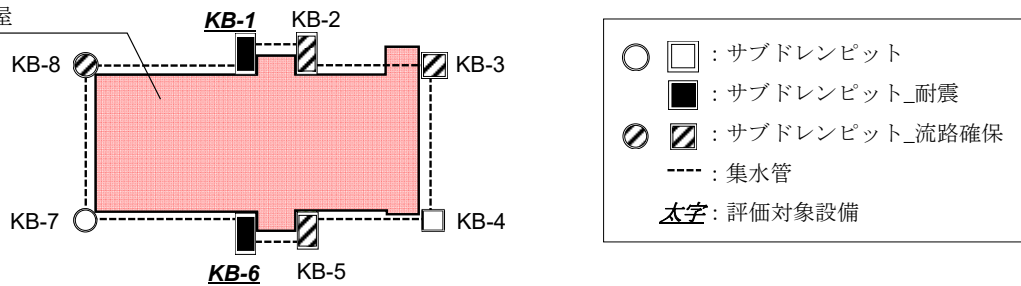
2.1 位置

第1ガラス固化体貯蔵建屋地下水排水設備の概略配置を第2.1-1図に、評価対象配置を第2.1-2図に示す。



第2.1-1図 第1ガラス固化体貯蔵建屋地下水排水設備の概略配置図

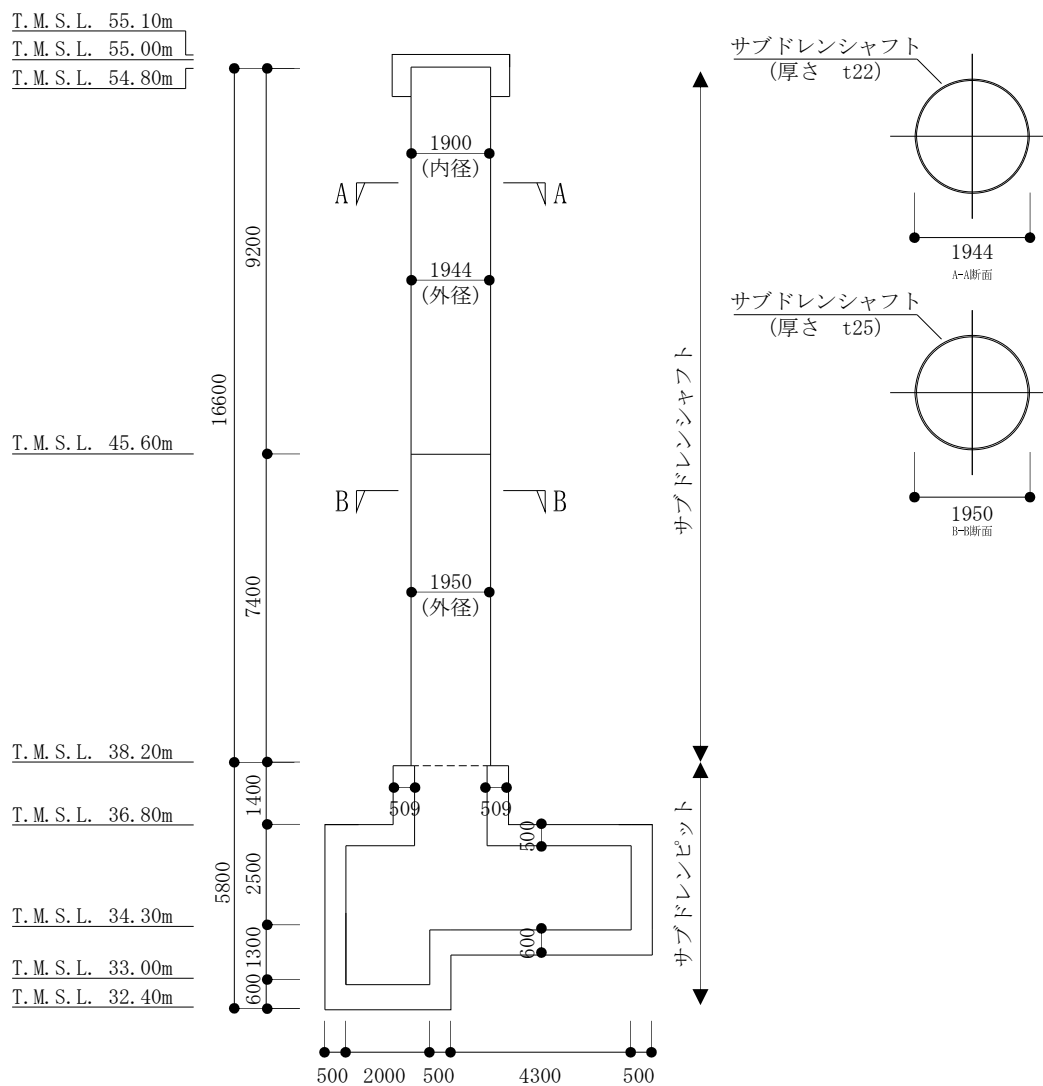
第1ガラス固化体貯蔵建屋



第2.1-2図 第1ガラス固化体貯蔵建屋地下水排水設備の評価対象設備

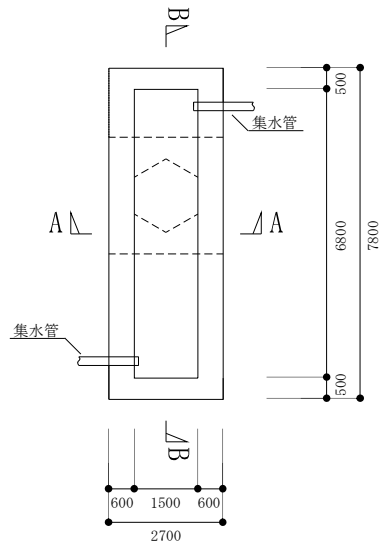
2.2 構造概要

評価対象サブドレンピットの各種概略断面図及び概略平面図を第2.2-1図～第2.2-7図に、集水管及びサブドレン管の各種概略平面図・断面図及び断面構造図を第2.2-8図～第2.2-9図に、仕様一覧を第2.2-1表～第2.2-2表にそれぞれ示す。



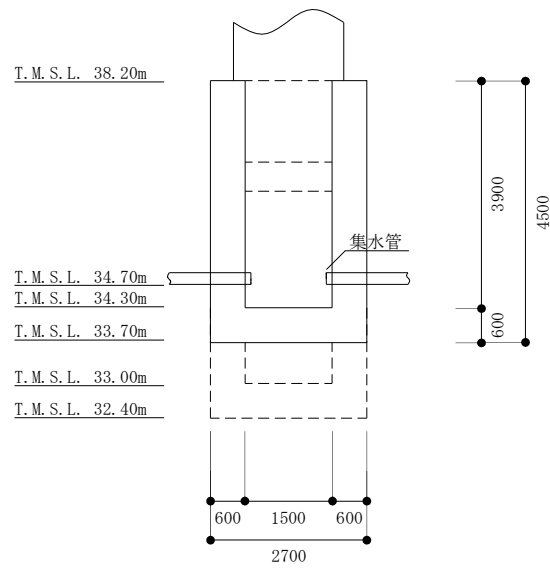
(単位：mm)

第2.2-1図 サブドレンシャフト(KB-1, 6)の概略断面図



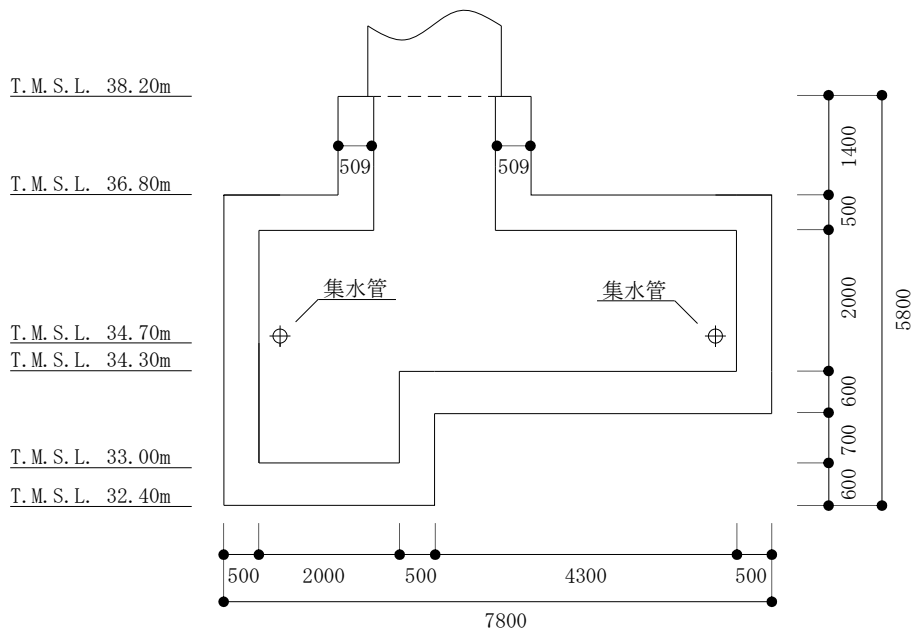
(単位：mm)

第2.2-2図 サブドレンピット (KB-1) の概略平面図 (T. M. S. L. 34.70m)



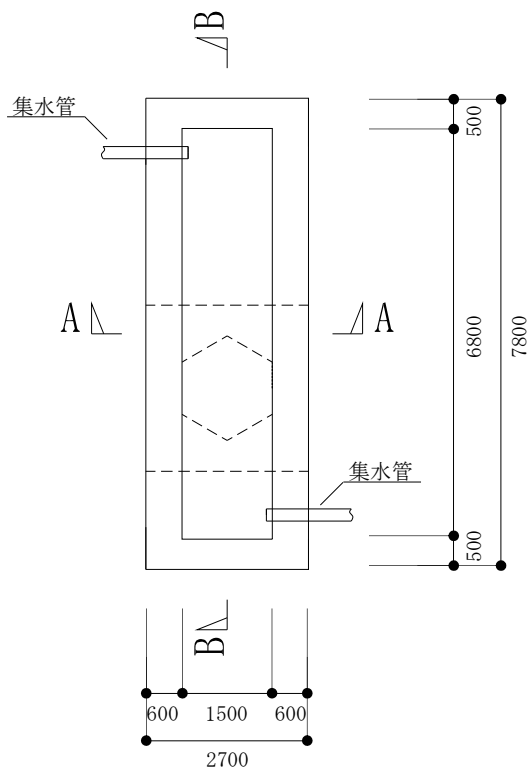
(単位：mm)

第2.2-3図 サブドレンピット (KB-1) の概略断面図 (A-A断面)



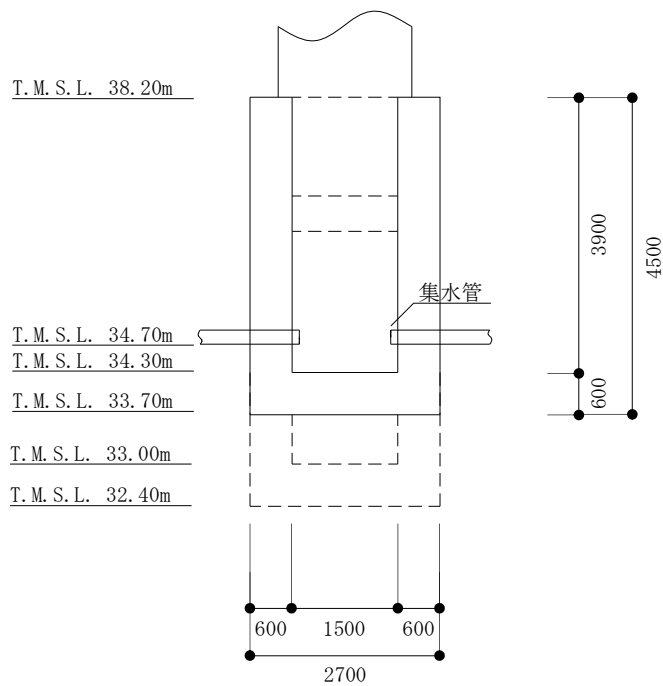
(単位：mm)

第2.2-4図 サブドレンピット (KB-1) の概略断面図 (B-B断面)



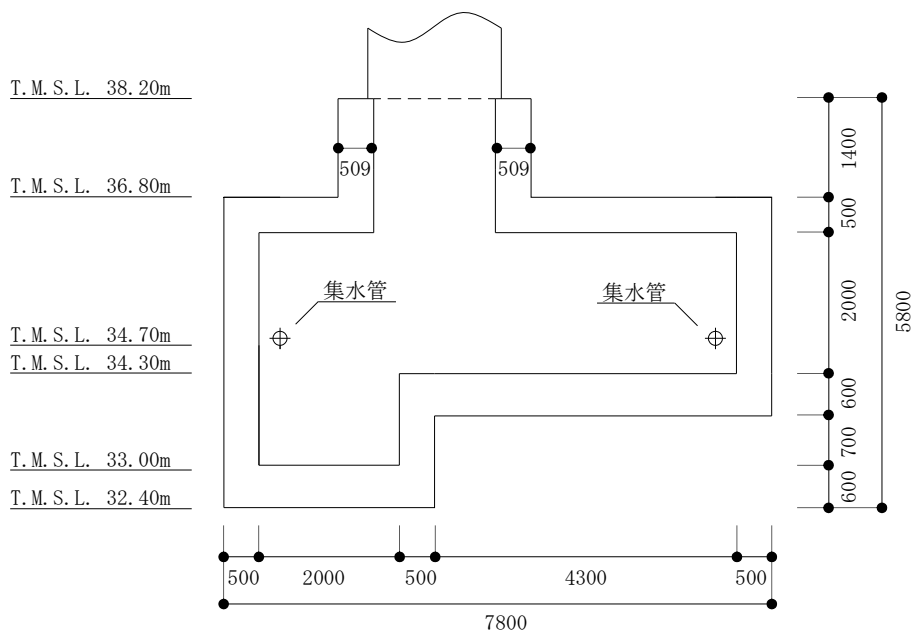
(単位：mm)

第2.2-5図 サブドレンピット (KB-6) の概略平面図 (T. M. S. L. 34.70m)



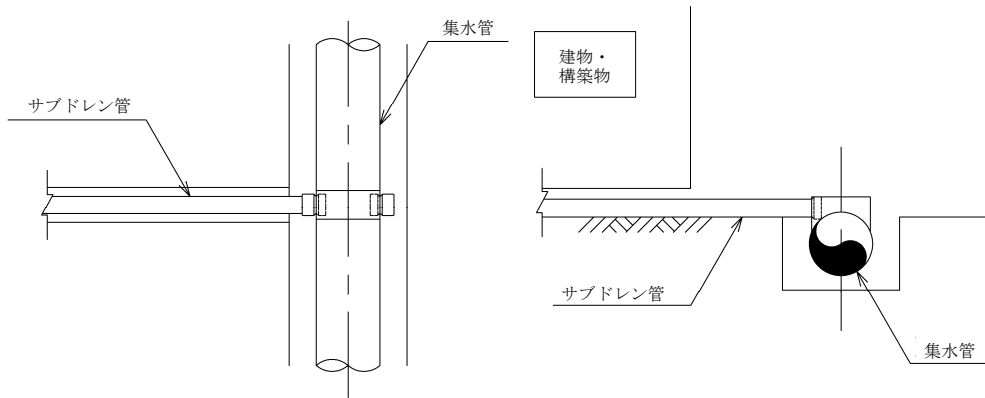
(単位：mm)

第2.2-6図 サブドレンピット (KB-6) の概略断面図 (A-A断面)

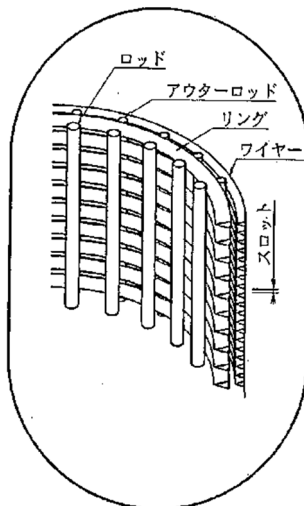


(単位：mm)

第2.2-7図 サブドレンピット (KB-6) の概略断面図 (B-B断面)



第2.2-8図 概略平面図・断面図(集水管(有孔)・サブドレン管(ポリエチレン管))



第2.2-9図 断面構造図(集水管(有孔))

第2.2-1表 集水管(有孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	第1ガラス固化体貯蔵建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)

第2.2-2表 サブドレン管の仕様一覧

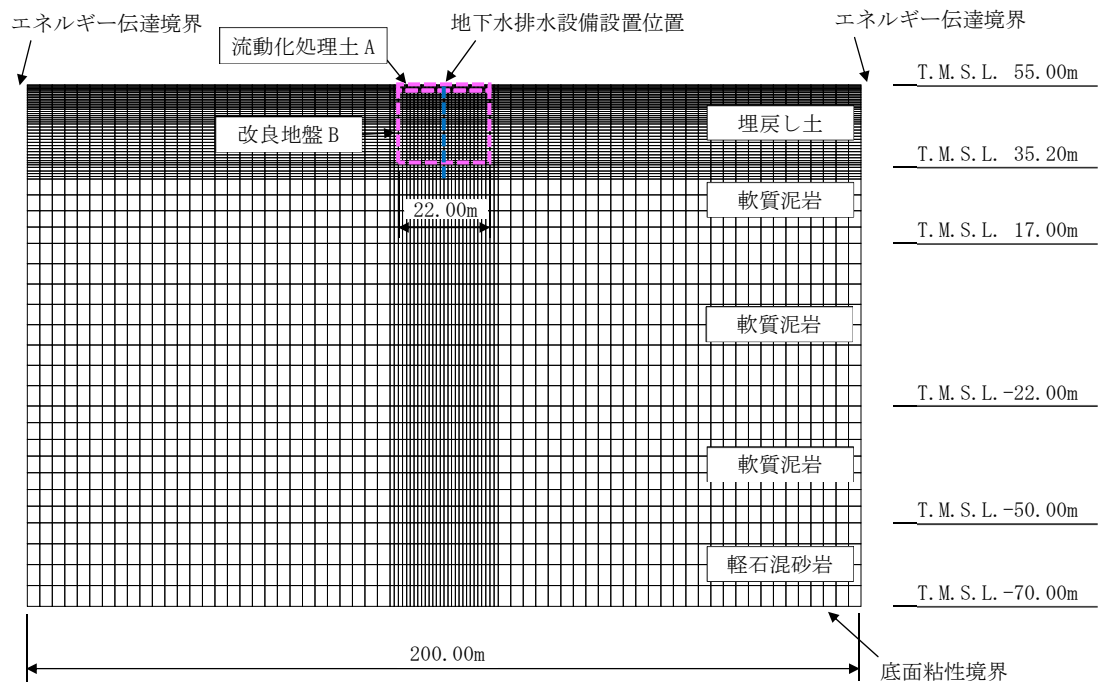
No	名称	管種
1	第1ガラス固化体貯蔵建屋	ポリエチレン管50A

3. 地震応答解析モデルの設定結果

3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピット(KB-1, KB-6)の地盤モデル

サブドレンシャフト・サブドレンピット(KB-1, KB-6)の中央を断面とした2次元FEMモデルとする。「IV-2-1-1-1-9-1 第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟の地盤応答計算書」の「3.1 地盤モデルの設定結果」で設定されている地盤モデルをベースに、サブドレンシャフト・サブドレンピット(KB-1, KB-6)周囲の地盤改良を考慮する。地震応答解析モデルを第3.1-1図に示す。

解析には、解析コード「SuperFLUSH/2D ver. 6.1」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第3.1-1図 解析モデル

3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル

集水管・サブドレン管の耐震評価で使用する鉛直加速度は下記建屋の地震応答解析結果とする。

・IV-2-1-1-1-9-1 第1 ガラス固化体貯蔵建屋東棟の地震応答計算書

4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)

4.1 地震応答解析による評価結果

4.1.1 接地圧の評価結果

サブドレンピット底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第4.1.1-1表に示す。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN ver.2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.1.1-1表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮 応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による 圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
201	302	503	3700

注記 *1: サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2: 壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3: 「IV-2-1-1-1-9-2 第1ガラス固化体貯蔵建屋東棟の耐震計算書」に基づく。

4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果

サブドレンピット(KB-1 及び KB-6)の壁について、基準地震動 S_s に対し、壁の各高さにおける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壁の最大せん断ひずみは、 0.0377×10^{-3} であり、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN ver. 2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

4.2 応力解析による評価結果

4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果

(1) KB-1 ピット及びKB-6 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(KB-1, KB-6)の管軸方向断面(鉛直断面)における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-1表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN ver. 2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-1表 サブドレンシャフト(KB-1 及び KB-6)の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1950
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	681
	軸力 N (kN)	215
	せん断力 Q (kN)	425
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	9.5
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	1.4
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	5.6
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.042
	τ/f_s	0.038
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト (KB-1 及び KB-6) の横断方向 (水平断面) 断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第 4.2.1-2 表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN ver.2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

第 4.2.1-2 表サブドレンシャフト (KB-1 及び KB-6) の横断方向断面の評価結果

構造諸元	外径 (mm)	1950
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)	1900 × 25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	1.46
	軸力 N (kN)	618
	せん断力 Q (kN)	6.92
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	14.1
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	24.7
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.3
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	298.3
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.143
検定比	τ/f_s	0.002
判定		OK

4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果

サブドレンピット(KB-1 及び KB-6)壁の断面における評価結果を第 4.2.2-1 表に示す。

これより，発生値が許容限界を超えないことを確認した。

第 4.2.2-1 表 サブドレンピット(KB-1 及び KB-6)壁の評価結果(横断方向)

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	500 × 1500
配筋	D22@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	161
許容値 M_A (kN・m/m)	257
検定比 M/M_A	0.625
発生せん断力 Q (kN/m)	697
許容値 Q_A (kN/m)	824
検定比 Q/Q_A	0.846
判定	OK

4.2.3 サブドレンピット上部スラブの評価結果

上部スラブ(KB-1, KB-6)の断面における評価結果を第4.2.3-1表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-1表 上部スラブ A(KB-1 及び KB-6)の評価結果

厚さ t(mm)×幅 b(mm)	500×1009
配筋	D25@200 5本
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	208
許容値 M_A (kN・m/m)	328
検定比 M/M_A	0.633
発生せん断力 Q(kN/m)	600
許容値 Q_A (kN/m)	811
検定比 Q/Q_A	0.741
判定	OK

4.2.4 サブドレンピット底部スラブの評価結果

底部スラブ(KB-1, KB-6)の断面における評価結果を第4.2.3-1表及び第4.2.3-2表に示す。

これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-1表 底部スラブ A(KB-1 及び KB-6)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	600 × 1500
配筋	D25@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	89.4
許容値 M_A (kN・m/m)	396
検定比 M/M_A	0.224
発生せん断力 Q (kN/m)	373
許容値 Q_A (kN/m)	968
検定比 Q/Q_A	0.386
判定	OK

第4.2.3-2表 底部スラブ B(KB-1 及び KB-6)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	600 × 1500
配筋	D25@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	70.3
許容値 M_A (kN・m/m)	396
検定比 M/M_A	0.178
発生せん断力 Q (kN/m)	377
許容値 Q_A (kN/m)	1453
検定比 Q/Q_A	0.390
判定	OK

4.2.5 集水管の評価結果

(1) 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV—2—1—1—3—1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果（3）高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

4.2.6 サブドレン管の評価結果

(1) ポリエチレン管 50A の評価結果

ポリエチレン管 50A の評価結果は、「IV—2—1—1—3—8 緊急時対策建屋／第1保管庫・貯水所／第1軽油貯槽（基礎）／重油貯槽（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.6 サブドレン管の評価結果 (4)重油貯槽(基礎)」の「a. ポリエチレン管 50A の評価結果」に示すとおり、S s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

5. 応力解析の評価結果(機器・配管系を踏襲する設備)

5.1 地下水排水ポンプの応力解析

(1) 地下水排水ポンプの応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面 高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s		最高使用温度	回転機器の 振動による震度(G)
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)		
第1 ガラス固化体貯蔵 建屋 地下水排水設備 地下水排水ポンプ	C(S_s)	T. M. S. L. 37.30	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$	40	$C_P=0.17$

(2) 地下水排水ポンプの応力解析に関する要目表

機器名称	m_2 (kg)	h_2 (mm)	D_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_{f2}	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)
第1 ガラス固化体貯蔵建屋 地 下水排水設備 地下水排水ポンプ	105	342	310	201.1	2	—	210

部 材	l_{12} (mm)	l_{22} (mm)	n_2 (—)	a (μ m)	N (min ⁻¹)
第1 ガラス固化体貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水ポン プ	109.6	109.6	4	33	3000

(3) 地下水排水ポンプの応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	S s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 f_{ts}	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 f_{sb}
第1 ガラス固化体貯蔵建屋地 下水排水設備 地下水排水ポンプ(ボルト等)	SUS316L	—	7	157	—	3	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機器の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
地下水排水設備	水平方向	1.17	2.50
地下水排水ポンプ	鉛直方向	0.75	1.00

5.2 排水配管の応力解析

(1) 排水配管の応力解析

第2.4-1表 C(Ss)クラス直管部標準支持間隔 (オーステナイト系ステンレス鋼, 保温材有り, 減衰0.5%)

許容応力 S_d : - S_s : 468 (MPa)

【サブドレンピット (精製建屋/ハル・エンドピース貯蔵建屋/制御建屋/分析建屋/緊急時対策建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/非常用電源建屋/第2保管庫・貯水所/高レベル廃液ガラス固化建屋/第1ガラス固化体貯蔵建屋棟)】

配管 口径 (A) 及び板厚	標準 内部流体 支持間隔	地表面, ピット底部スラブ上端																							
		気体												液体											
		支持間隔 (mm)		固有周期 (s)		一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)		固有周期 (s)		一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)		固有周期 (s)		一次応力 (MPa)		支持間隔 (mm)		固有周期 (s)		一次応力 (MPa)	
		S_d	S_s	S_d	S_s	S_d	S_s	S_d	S_s	S_d	S_s	S_d	S_s	S_d	S_s	S_d	S_s	S_d	S_s	S_d	S_s	S_d	S_s		
100	SCH40	-	-	-	-	4300	0.087	-	130	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
以下余白																									

5.3 水位検出器の応力解析

(1) 水位検出器の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S _s	
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	C(Ss)	T. M. S. L. 33.00~55.00	0.05 以下	C _H =1.41	C _V =0.90

(2) 水位検出器の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	Ab	S1	S2	nfh	nfv	F*	l1	l2	l3	lw5	lw6	n
	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)	(-)	(MPa)	(Kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水 ピット水位	30	250	78.5	-	-	2	1	210	50	50	25	-	-	2

(3) 水位検出器の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	S s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{sb}^*$
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	SUS316L	—	45	157	—	5	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	水平方向	1.17	3.50
	鉛直方向	0.75	3.50

5.4 制御盤の応力解析

(1) 制御盤の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面高さ(m)	固有周期	基準地震動 S _s	
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地下水排水ポン プ現場制御盤(KB-1)	C(S _s)	T. M. S. L. 55.00~61.50	0.05 以下	C _H =0.89	C _V =0.54

(2) 制御盤の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	A _b	n _{fv}	F*	l ₁	l ₂	n
	(kg)	(mm)	(mm ²)	(-)	(MPa)	(mm)	(mm)	(-)
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋 地下水排 水ポンプ現場制御盤(KB-1)	1970	414	201.0	6	280	476	974	32

(3) 制御盤の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	S s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$
第1 ガラス固化体貯蔵建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤(KB-1)	SS400	-	22	210	-	7	160

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
第1 ガラス固化体貯蔵建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤(KB-1)	水平方向	0.74	4.0
	鉛直方向	0.45	3.0

IV－2－1－1－3－6

非常用電源建屋の地下水排水設備の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 位置及び設備概要	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
3. 地震応答解析モデルの設定結果	7
3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル	7
3.1.1 サブドレンシャフト・サブドレンピット (GA-2) の地盤モデル	7
3.1.2 サブドレンシャフト・サブドレンピット (GA-4) の地盤モデル	10
3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル	13
4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)	14
4.1 地震応答解析による評価結果	14
4.1.1 接地圧の評価結果	14
4.1.2 セン断ひずみ度の評価結果	16
4.2 応力解析による評価結果	17
4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果	17
4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果	21
4.2.3 サブドレンピット底部スラブの評価結果	22
4.2.4 集水管の評価結果	23
4.2.5 サブドレン管の評価結果	24
5. 応力解析の評価結果(機器・配管系を踏襲する設備)	25
5.1 地下水排水ポンプの応力解析	25
5.2 排水配管の応力解析	27
5.3 水位検出器の応力解析	28
5.4 制御盤の応力解析	30

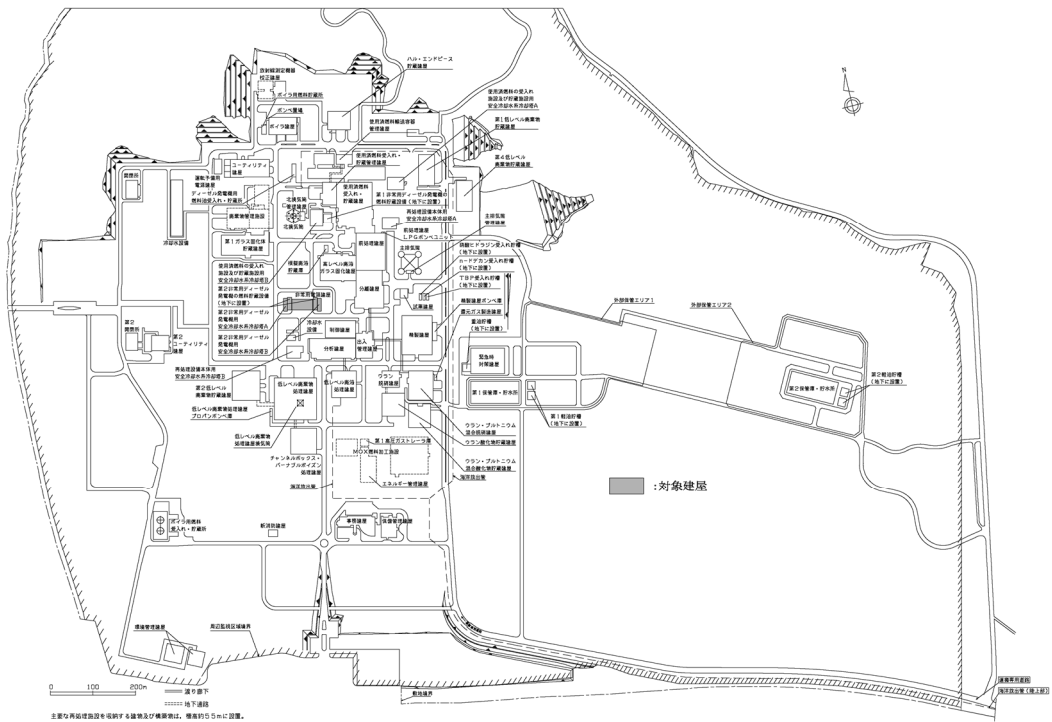
1. 概要

本資料は、「IV-1-3-1-5 地下水排水設備の耐震計算書作成の基本方針」に基づき、非常用電源建屋の地下水排水設備に関する耐震評価結果について説明するものである。

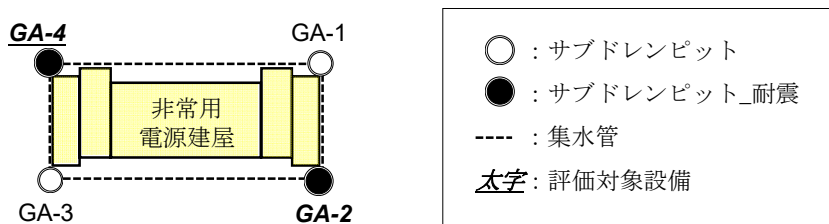
2. 位置及び設備概要

2.1 位置

非常用電源建屋地下水排水設備の概略配置を第2.1-1図に、評価対象配置を第2.1-2図に示す。



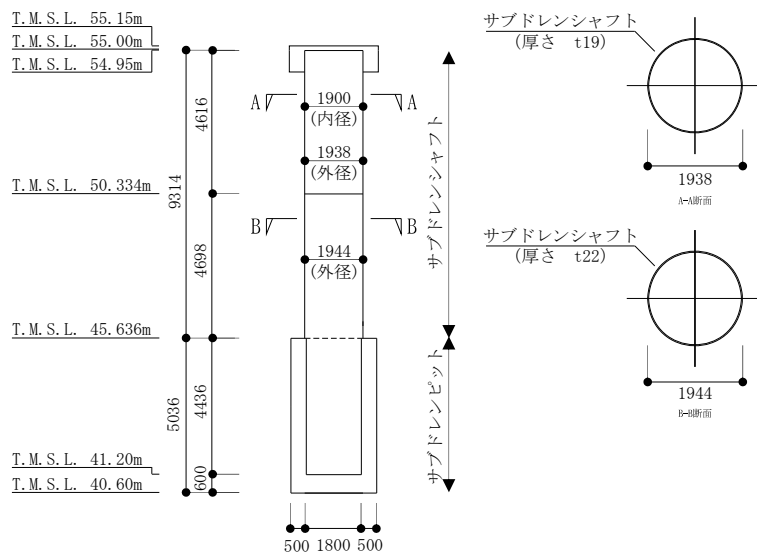
第 2.1-1 図 非常用電源建屋地下水排水設備の概略配置図



第 2.1-2 図 非常用電源建屋地下水排水設備の評価対象設備配置図

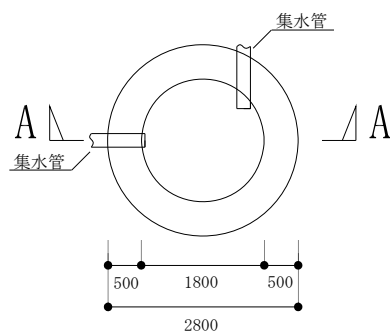
2.2 構造概要

評価対象サブドレンピットの各種概略断面図及び概略平面図を第2.2-1図～第2.2-6図に、集水管及びサブドレン管の各種概略平面図・断面図及び断面構造図を第2.2-7図～第2.2-8図に、仕様一覧を第2.2-1表～第2.2-2表にそれぞれ示す。

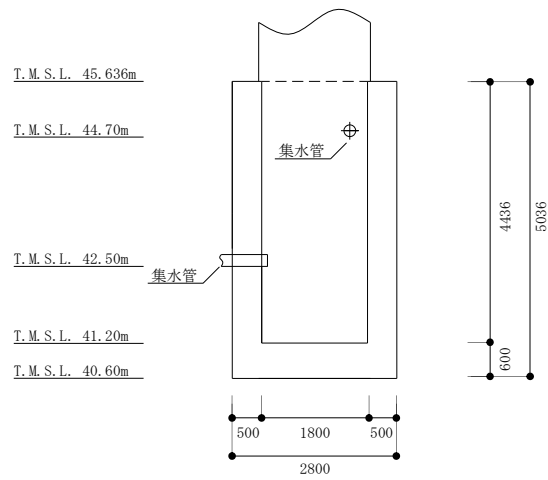


(単位：mm)

第2.2-1図 サブドレンシャフト (GA-2) の概略断面図

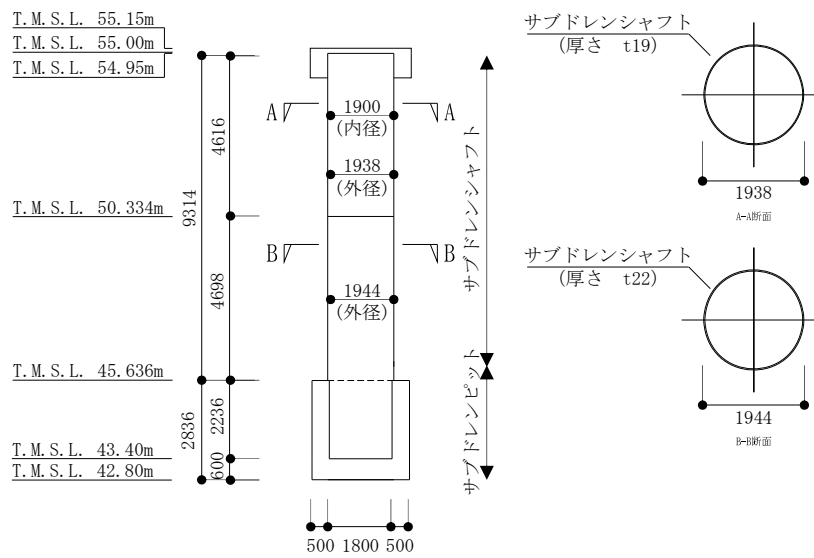


第2.2-2図 サブドレンピット (GA-2) の概略平面図 (T.M.S.L. 42.50m)



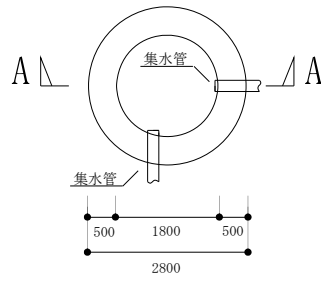
(単位：mm)

第2.2-3図 サブドレンピット (GA-2) の概略断面図 (A-A断面)



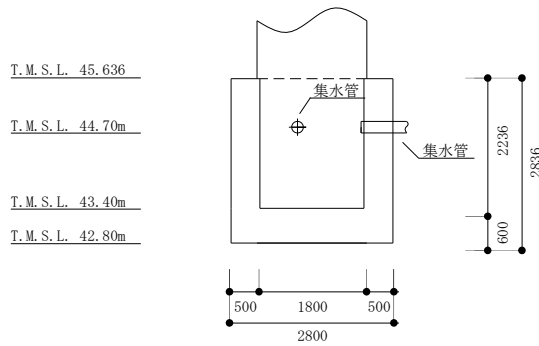
(単位：mm)

第2.2-4図 サブドレンシャフト (GA-4) の概略断面図



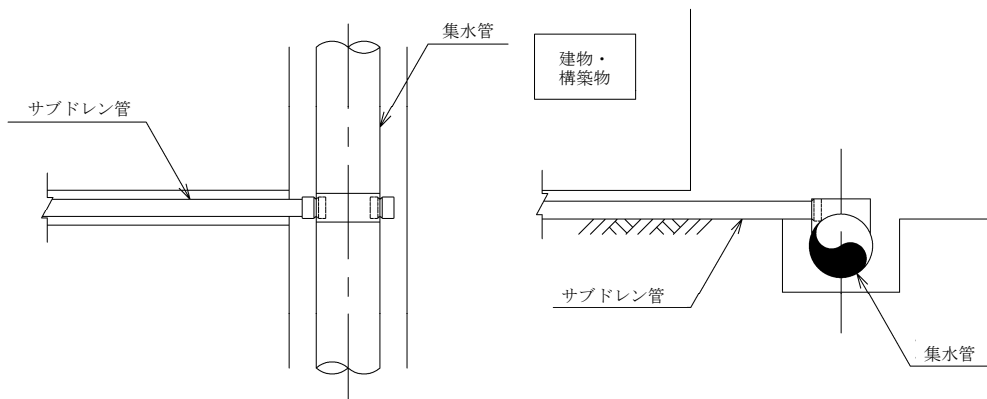
(単位：mm)

第2.2-5図 サブドレンピット (GA-4) の概略平面図 (T. M. S. L. 44.70m)

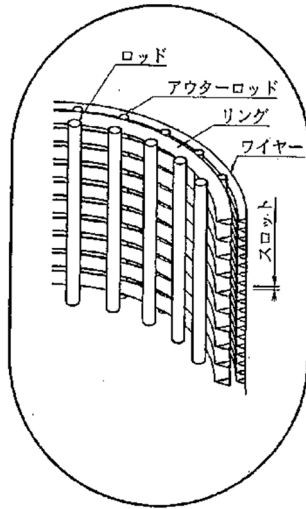


(単位：mm)

第2.2-6図 サブドレンピット (GA-4) の概略断面図 (A-A断面)



第2.2-7図 概略平面図・断面図 (集水管 (有孔)・サブドレン管 (塩ビ管))



第 2.2-8 図 断面構造図(集水管(有孔))

第 2.2-1 表 集水管(有孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	非常用電源建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)

第 2.2-2 表 サブドレン管の仕様一覧

No	名称	管種
1	非常用電源建屋	塩ビ管50A

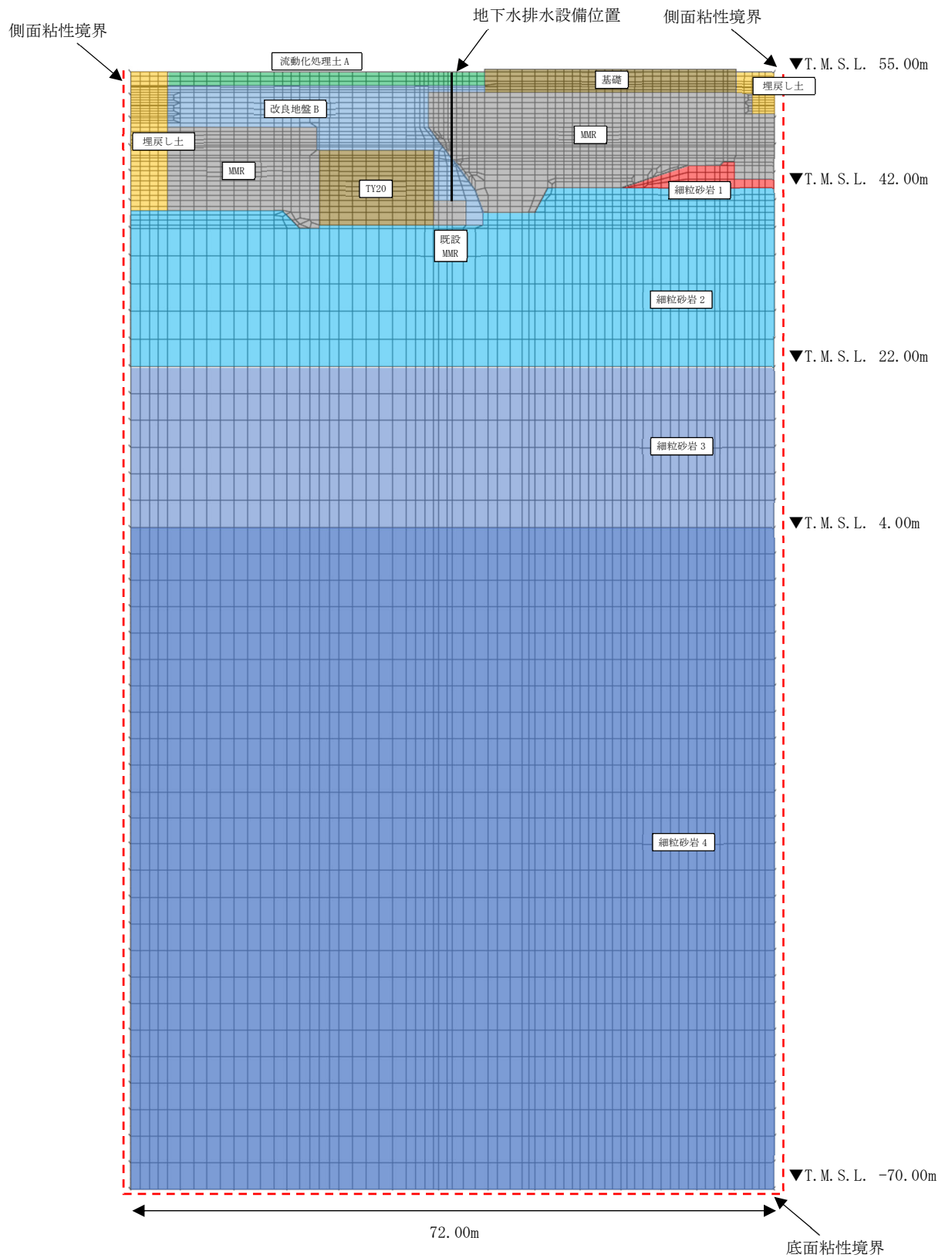
3. 地震応答解析モデルの設定結果

3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル

3.1.1 サブドレンシャフト・サブドレンピット (GA-2) の地盤モデル

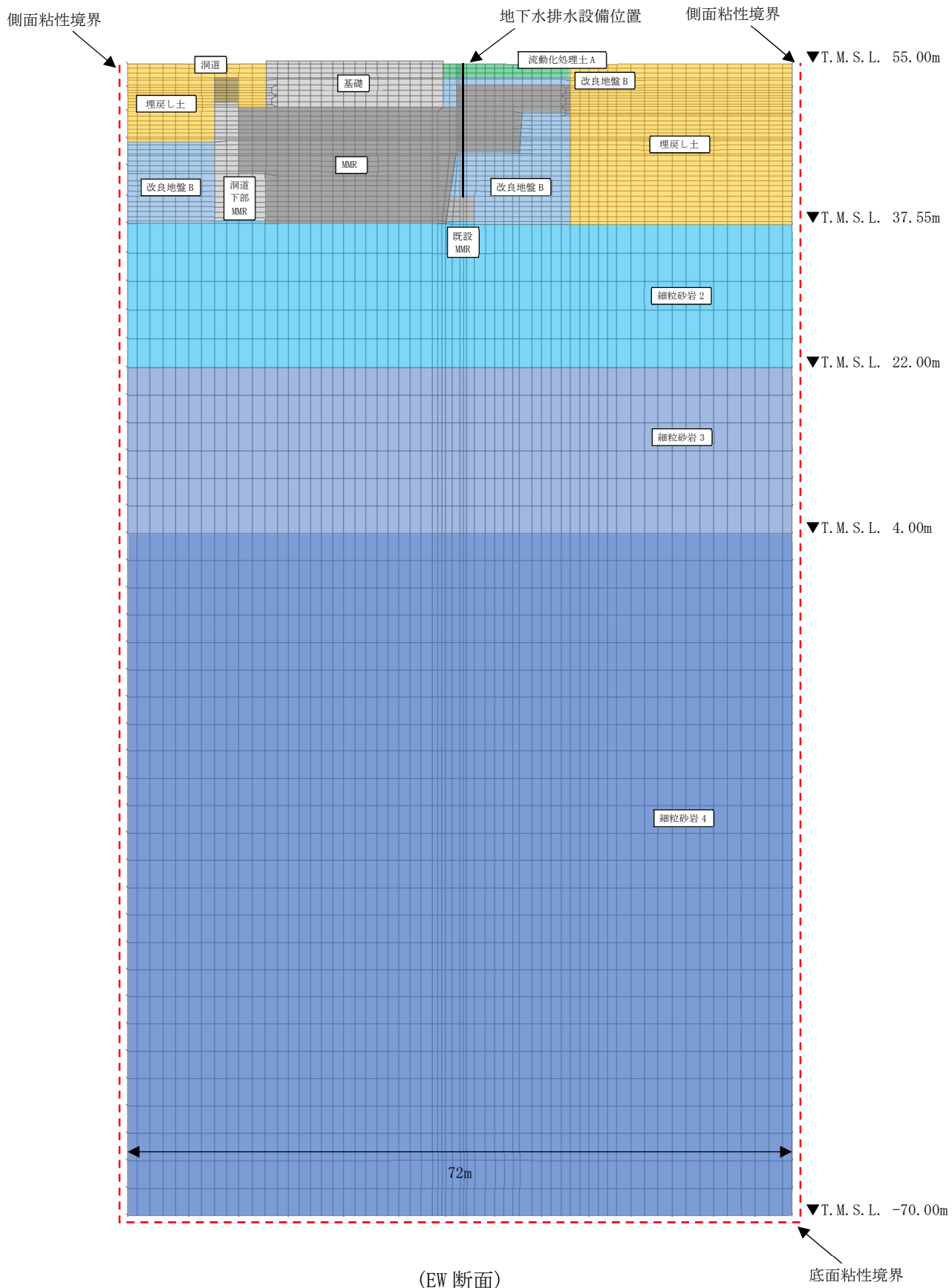
サブドレンシャフト・サブドレンピット(GA-2)の中央を断面とした2次元FEMモデルとする。「IV-2-1-1-1-1 3-1 非常用電源建屋の地震応答計算書」の「3.1 地盤モデルの設定結果」で設定されている地盤モデルをベースに、サブドレンシャフト・サブドレンピット(GA-2)周囲の地盤改良を考慮する。地震応答解析モデルを第3.1.1-1図に示す。

解析には、解析コード「SuperFLUSH/2D v6.1」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



(NS 断面)

第 3.1.1-1 図 解析モデル (GA-2)

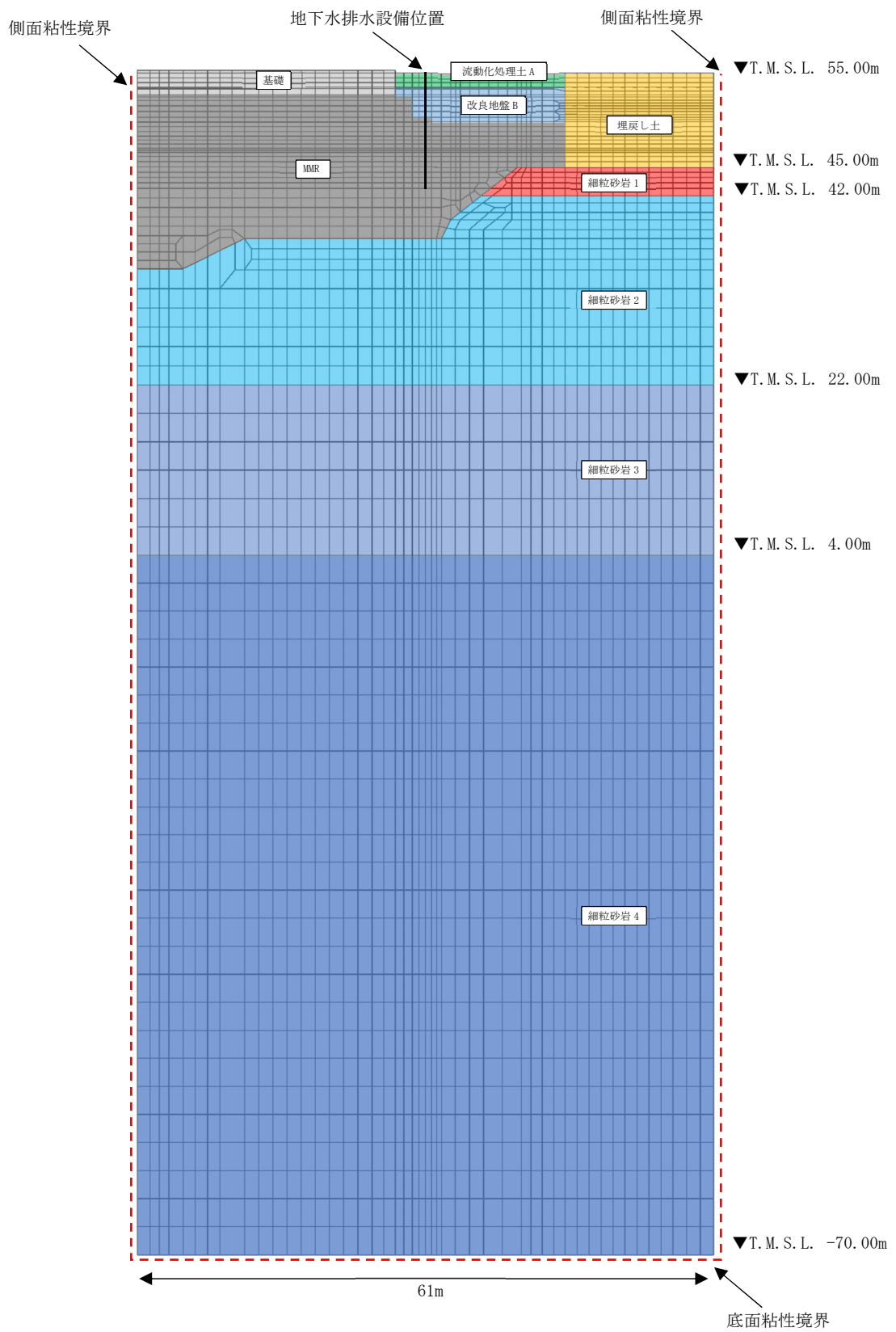


第 3. 1. 1-2 図 解析モデル (GA-2)

3.1.2 サブドレンシャフト・サブドレンピット (GA-4) の地盤モデル

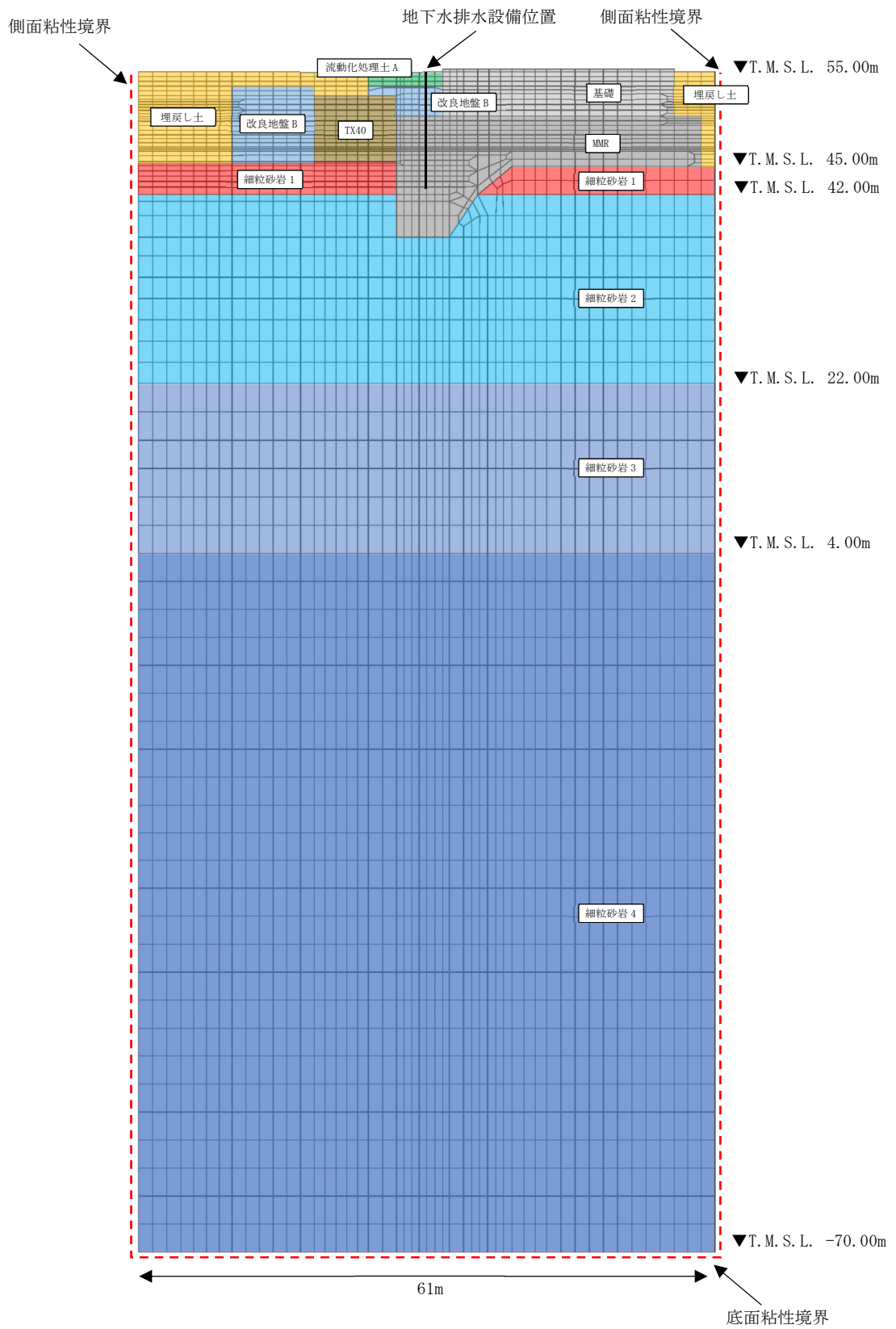
サブドレンシャフト・サブドレンピット(GA-4)の中央を断面とした2次元 FEM モデルとする。「IV-2-1-1-1-1 3-1 非常用電源建屋の地震応答計算書」の「3.1 地盤モデルの設定結果」で設定されている地盤モデルをベースに、サブドレンシャフト・サブドレンピット(GA-4)周囲の地盤改良を考慮する。地震応答解析モデルを第 3.1.2-1 図に示す。

解析には、解析コード「SuperFLUSH/2D v6.1」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



(NS 断面)

第 3.1.2-1 図 解析モデル (GA-4)



(EW 断面)

第 3.1.2-2 図 解析モデル (GA-4)

3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル

集水管・サブドレン管の耐震評価で使用する鉛直加速度は下記建屋の地震応答解析結果とする。

・IV-2-1-1-1-1 3-1 非常用電源建屋の地震応答計算書

4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)

4.1 地震応答解析による評価結果

4.1.1 接地圧の評価結果

(1) GA-2ピット

サブドレンピット底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第4.1.1-1表に示す。

解析には、解析コード「TDAPIII v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.1.1-1表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮 応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による 圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
178	145	323	2400

注記 *1: サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2: 壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3: 「IV-2-1-1-1-1 3-2 非常用電源建屋の耐震計算書」に基づく。

(2) GA-4ピット

サブドレンピット底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第4.1.1-2表に示す。

解析には、解析コード「TDAPⅢ v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「Ⅳ-6 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

第4.1.1-2表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
31.4	80.6	112	2400

注記 *1：サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2：壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3：「Ⅳ-2-1-1-1-1 3-2 非常用電源建屋の耐震計算書」に基づく。

4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果

サブドレンピット(GA-2, GA-4)の壁について、基準地震動 S_s に対し、壁の各高さにおける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壁の最大せん断ひずみは GA-2 が 0.0174×10^{-3} 、及び GA-4 が 0.00223×10^{-3} であり、許容限界(2.0×10^{-3})を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「TDAPIII v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

4.2 応力解析による評価結果

4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果

(1) GA-2ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(GA-2)の管軸方向断面(鉛直断面)における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-1表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「TDAPⅢ v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-1表 サブドレンシャフトの管軸方向断面の評価結果(GA-2)

構造諸元	外径(mm)	1944
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×22
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	319
	軸力 N (kN)	255
	せん断力 Q (kN)	96.2
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	5.1
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	1.9
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	1.4
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.028
	τ/f_s	0.010
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(GA-2)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-2表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「TDAPⅢ v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「Ⅳ-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-2表 サブドレンシャフトの横断方向断面の評価結果(GA-2)

構造諸元	外径(mm)	1944
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×22
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m/m)	0.186
	軸力 N (kN/m)	167
	せん断力 Q (kN/m)	0.961
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	2.3
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	7.6
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.0
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	298.3
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.038
	τ/f_s	0.000
判定		OK

(2) GA-4ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト (GA-4) の管軸方向断面 (鉛直断面) における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第 4. 2. 1-3 表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「TDAPIII v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

第 4. 2. 1-3 表 サブドレンシャフトの管軸方向断面の評価結果 (GA-4)

構造諸元	外径 (mm)	1938
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)	1900 × 19
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	72.3
	軸力 N (kN)	178
	せん断力 Q (kN)	68.5
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	1.3
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	1.6
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	1.2
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.012
	τ/f_s	0.009
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(GA-4)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-4表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「TDAPⅢ v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「Ⅳ-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-4表 サブドレンシャフトの横断方向断面の評価結果(GA-4)

構造諸元	外径(mm)	1938
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×19
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m/m)	0.147
	軸力 N (kN/m)	93.6
	せん断力 Q (kN/m)	0.81
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	2.4
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	4.9
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.0
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	298.3
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	148.5
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.027
	τ/f_s	0.000
判定		OK

4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果

(1) GA-2ピット

サブドレンピット(GA-2)壁の断面における評価結果を第4.2.2-1表に示す。

これより、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「TDAPⅢ v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「Ⅳ-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.2-1表 サブドレンピット(GA-2)壁の評価結果

厚さ t(mm)×幅 b(mm)	500×2800
配筋	D16@100
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	6.70
許容値 M_A (kN・m/m)	270
検定比 M/M_A	0.025
発生せん断力 Q(kN/m)	11.7
許容値 Q_A (kN/m)	643
検定比 Q/Q_A	0.019
判定	OK

(2) GA-4ピット

サブドレンピット(GA-4)壁の断面における評価結果を第4.2.2-2表に示す。

これより、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「TDAPⅢ v3.07」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「Ⅳ-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.2-2表 サブドレンピット(GA-4)壁の評価結果

厚さ t(mm)×幅 b(mm)	500×1800
配筋	D16@100
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	0.450
許容値 M_A (kN・m/m)	270
検定比 M/M_A	0.002
発生せん断力 Q(kN/m)	0.870
許容値 Q_A (kN/m)	682
検定比 Q/Q_A	0.001
判定	OK

4.2.3 サブドレンピット底部スラブの評価結果

(1) GA-2ピット

底部スラブ(GA-2)の断面における評価結果を第4.2.3-1表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-1表 底部スラブ(GA-2)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	600 × 1800
配筋	D22@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	43.4
許容値 M_A (kN・m/m)	328
検定比 M/M_A	0.133
発生せん断力 Q (kN/m)	255
許容値 Q_A (kN/m)	964
検定比 Q/Q_A	0.265
判定	OK

(2) GA-4ピット

底部スラブ(GA-4)の断面における評価結果を第4.2.3-2表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-2表 底部スラブ(GA-4)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	600 × 1800
配筋	D22@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	35.8
許容値 M_A (kN・m/m)	328
検定比 M/M_A	0.110
発生せん断力 Q (kN/m)	210
許容値 Q_A (kN/m)	964
検定比 Q/Q_A	0.218
判定	OK

4.2.4 集水管の評価結果

(1) 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV—2—1—1—3—1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果（3）高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

4.2.5 サブドレン管の評価結果

(1) 塩ビ管50Aの評価結果

塩ビ管 50A の評価結果は、「IV—2—1—1—3—1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.5 サブドレン管の評価結果（6）使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B（基礎）」の「a. 塩ビ管 50A の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

5. 応力解析の評価結果(機器・配管系を踏襲する設備)

5.1 地下水排水ポンプの応力解析

(1) 地下水排水ポンプの応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面 高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s		最高使用温度	回転機器の 振動による震度(G)
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)		
非常用電源建屋 地下水排水設備 地下水排水ポンプ	C(Ss)	T. M. S. L. 37.30	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$	40	$C_P=0.17$

(2) 地下水排水ポンプの応力解析に関する要目表

機器名称	m_2 (kg)	h_2 (mm)	D_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_{f2}	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)
非常用電源建屋 地下水排水設備 地下水排水ポンプ	105	342	310	201.1	2	—	210

部 材	l_{12} (mm)	l_{22} (mm)	n_2 (—)	a (μm)	N (min ⁻¹)
非常用電源建屋 地下水排水設備 地下水排水ポンプ	109.6	109.6	4	33	3000

(3) 地下水排水ポンプの応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 f_{ts}	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 f_{sb}
非常用電源建屋 地下水排水設備 地下水排水ポン(ボルト等)	SUS316L	—	7	157	—	3	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機器の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
地下水排水設備	水平方向	1.17	2.50
地下水排水ポンプ	鉛直方向	0.75	1.00

5.3 水位検出器の応力解析

(1) 水位検出器の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S _s	
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)
非常用電源建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	C(Ss)	T. M. S. L. 41.20~55.00	0.05 以下	C _H =1.41	C _V =0.90

(2) 水位検出器の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	Ab	S1	S2	nfh	nfv	F*	l1	l2	l3	lw5	lw6	n
	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)	(-)	(MPa)	(Kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)
非常用電源建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	30	250	78.5	-	-	2	1	210	50	50	25	-	-	2

(3) 水位計検出器の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{sb}^*$
非常用電源建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	SUS316L	—	45	157	—	5	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
非常用電源建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	水平方向	1.17	3.50
	鉛直方向	0.75	3.50

5.4 制御盤の応力解析

(1) 制御盤の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S _s	
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)
非常用電源建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (GA-2)	C(Ss)	T. M. S. L. 55.00~63.80	0.05 以下	C _H =0.99	C _V =0.57

(2) 制御盤の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	A _b	n _{fv}	F*	l ₁	l ₂	n
	(kg)	(mm)	(mm ²)	(-)	(MPa)	(mm)	(mm)	(-)
非常用電源建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (GA-2)	1970	414	201.0	6	280	476	974	32

(3) 制御盤の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$
非常用電源建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (GA-2)	SS400	—	23	210	—	7	160
非常用電源建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (GA-4)	SS400	—	23	210	—	7	160

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
非常用電源建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (GA-2)	水平方向	0.82	4.0
	鉛直方向	0.47	3.0
非常用電源建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (GA-4)	水平方向	0.82	4.0
	鉛直方向	0.47	3.0

IV-2-1-1-3-7

ハル・エンドピース貯蔵建屋の地下
水排水設備の耐震性についての計算
書

目 次

1. 概要	1
2. 位置及び設備概要	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	4
3. 地震応答解析モデルの設定結果	8
3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル	8
3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル	9
4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)	10
4.1 地震応答解析による評価結果	10
4.1.1 接地圧の評価結果	10
4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果	11
4.2 応力解析による評価結果	12
4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果	12
4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果	14
4.2.3 サブドレンピット底部スラブの評価結果	15
4.2.4 集水管の評価結果	16
4.2.5 サブドレン管の評価結果	17
5. 応力解析の評価結果(機器・配管系を踏襲する設備)	18
5.1 地下水排水ポンプの応力解析	18
5.2 排水配管の応力解析	20
5.3 水位検出器の応力解析	21
5.4 制御盤の応力解析	23
5.5 発電機の応力解析	25
5.6 燃料油貯槽の応力解析	26
5.7 燃料油配管の応力解析	28

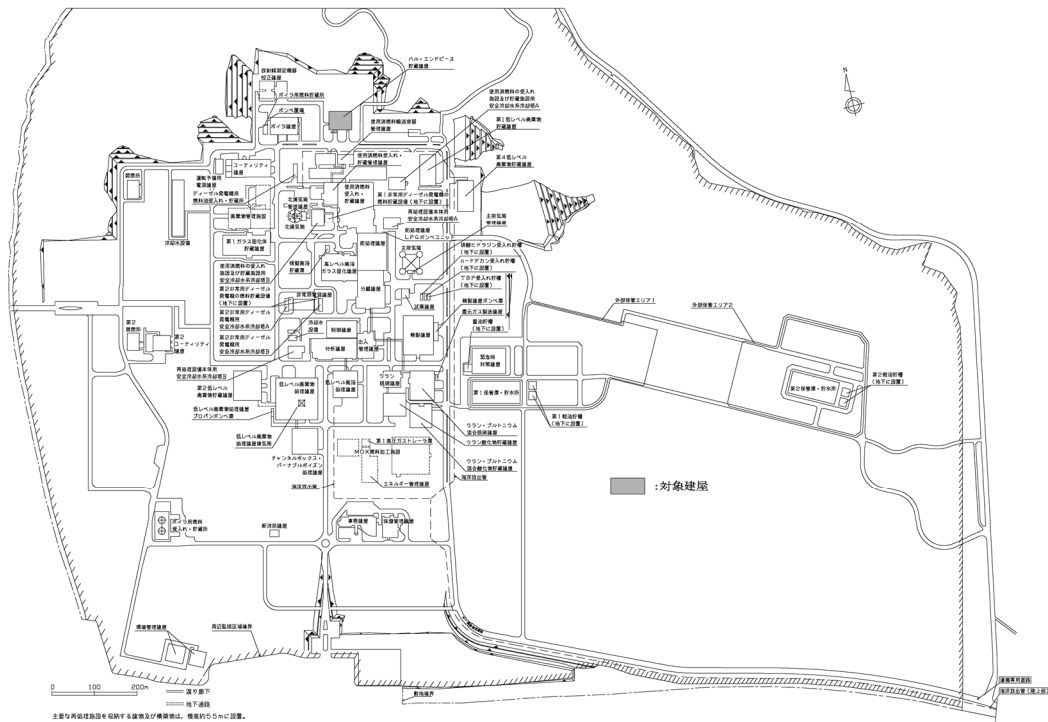
1. 概要

本資料は、「IV-1-3-1-5 地下水排水設備の耐震計算書作成の基本方針」に基づき、ハル・エンドピース貯蔵建屋の地下水排水設備に関する耐震評価結果について説明するものである。

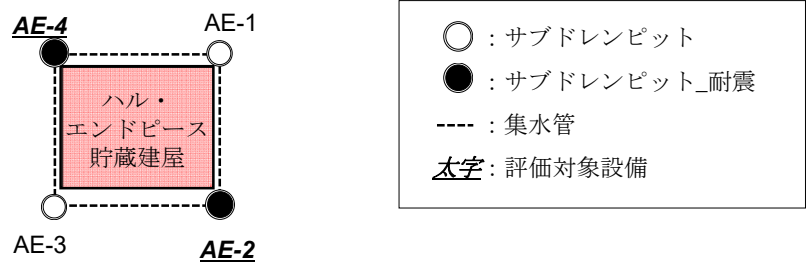
2. 位置及び設備概要

2.1 位置

ハル・エンドピース貯蔵建屋地下水排水設備の概略配置を第2.1-1図に、評価対象配置を第2.1-2図に示す。



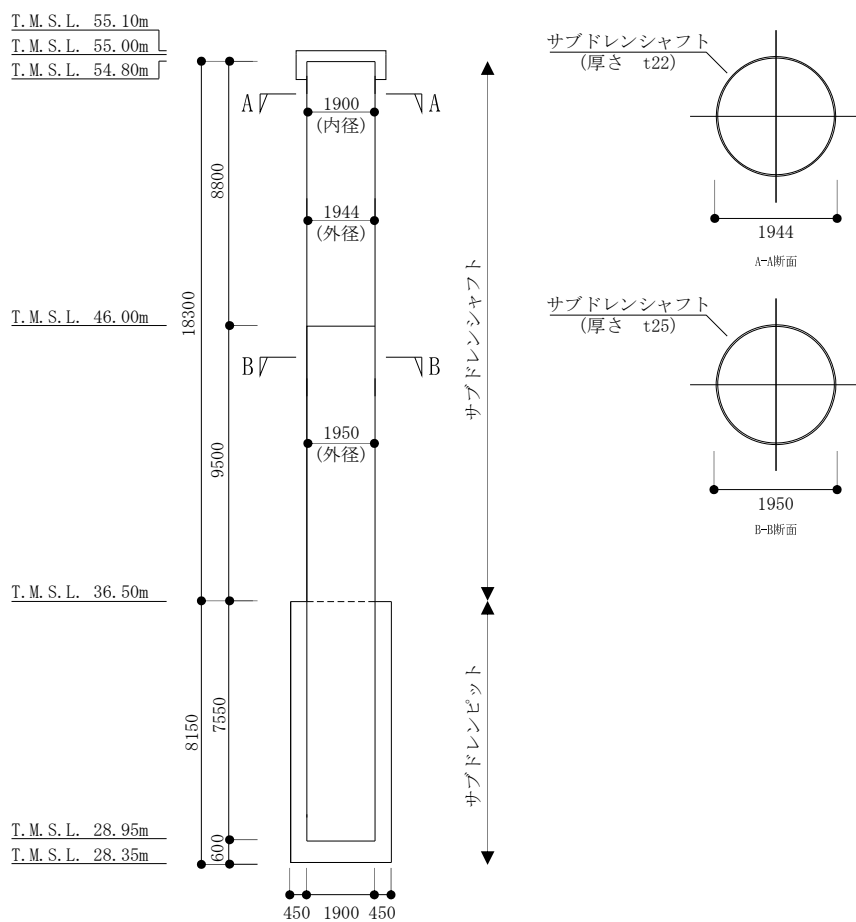
第2.1-1 図 ハル・エンドピース貯蔵建屋地下水排水設備の概略配置図



第 2.1-2 図 ハル・エンドピース貯蔵建屋地下水排水設備の評価対象設備配置図

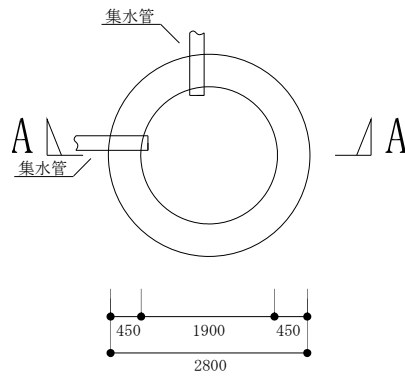
2.2 構造概要

評価対象サブドレンピットの各種概略断面図及び概略平面図を第2.2-1図～第2.2-5図に、集水管及びサブドレン管の各種概略平面図・断面図及び断面構造図を第2.2-6図～第2.2-7図に、仕様一覧を第2.2-1表～第2.2-2表にそれぞれ示す。



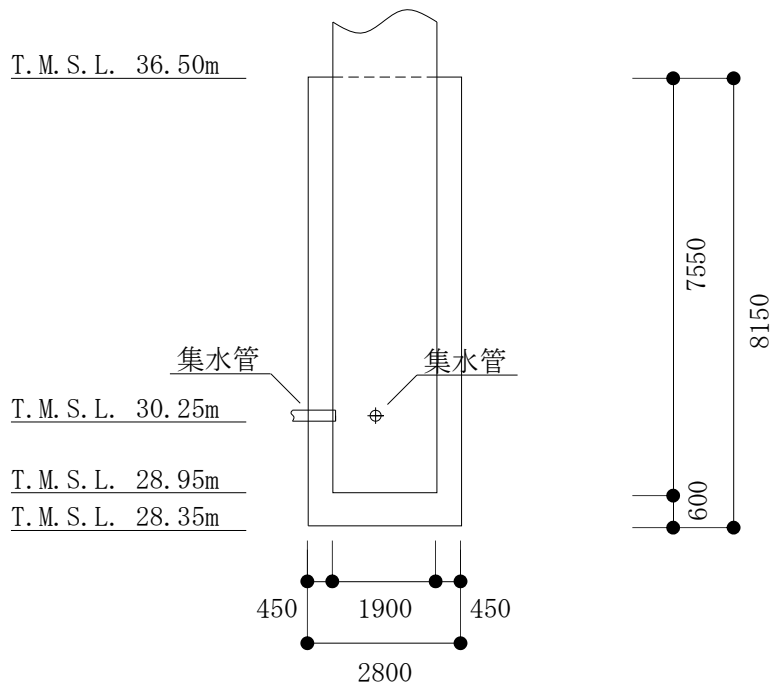
(単位：mm)

第2.2-1図 サブドレンシャフト(AE-2, AE-4)の概略断面図



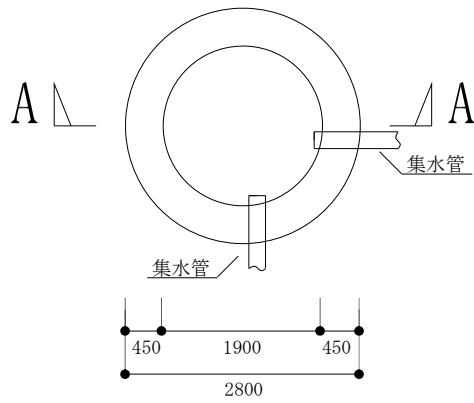
(単位：mm)

第2.2-2図 サブドレンピット (AE-2) の概略平面図 (T. M. S. L. 30. 25m)



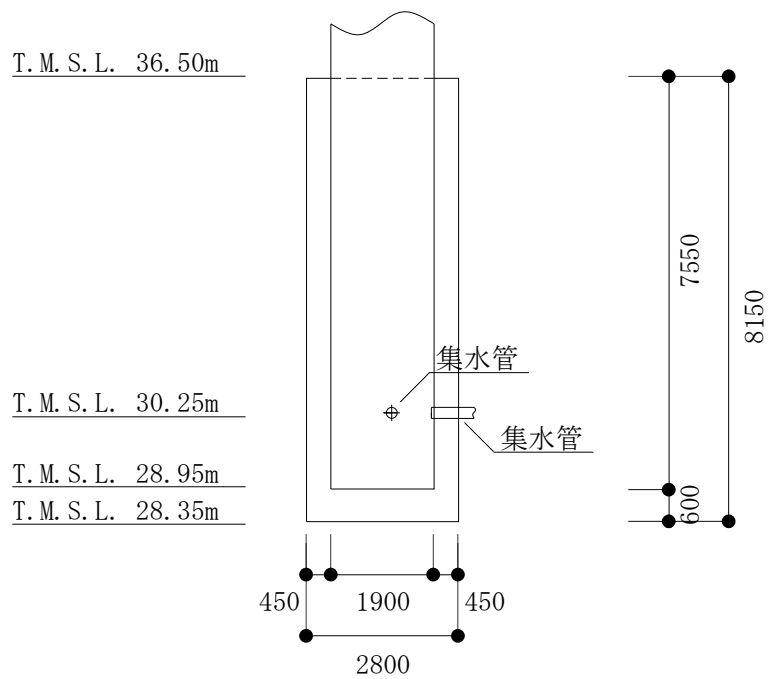
(単位：mm)

第2.2-3図 サブドレンピット (AE-2) の概略断面図 (A-A断面)



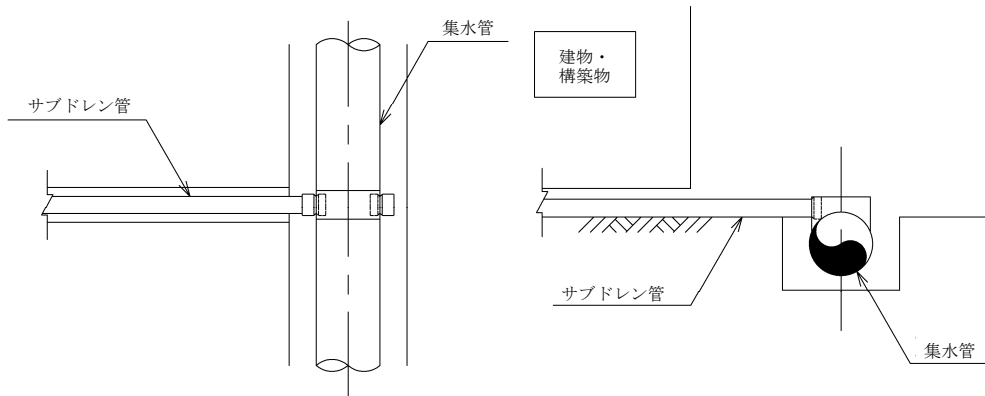
(単位：mm)

第2.2-4図 サブドレンピット(AE-4)の概略平面図(T. M. S. L. 30. 25m)

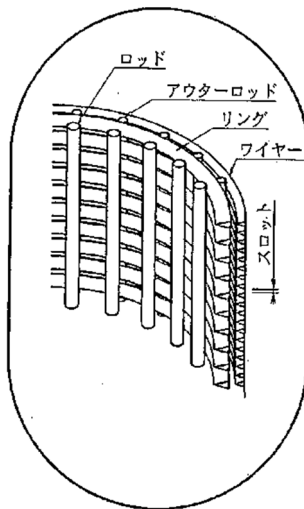


(単位：mm)

第2.2-5図 サブドレンピット(AE-4)の概略断面図(A-A断面)



第2.2-6図 概略平面図・断面図(集水管(有孔)・サブドレン管(ポリエチレン管))



第2.2-7図 断面構造図(集水管(有孔))

第2.2-1表 集水管(有孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	ハル・エンドピース貯蔵建屋	200A①	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)

第2.2-2表 サブドレン管の仕様一覧

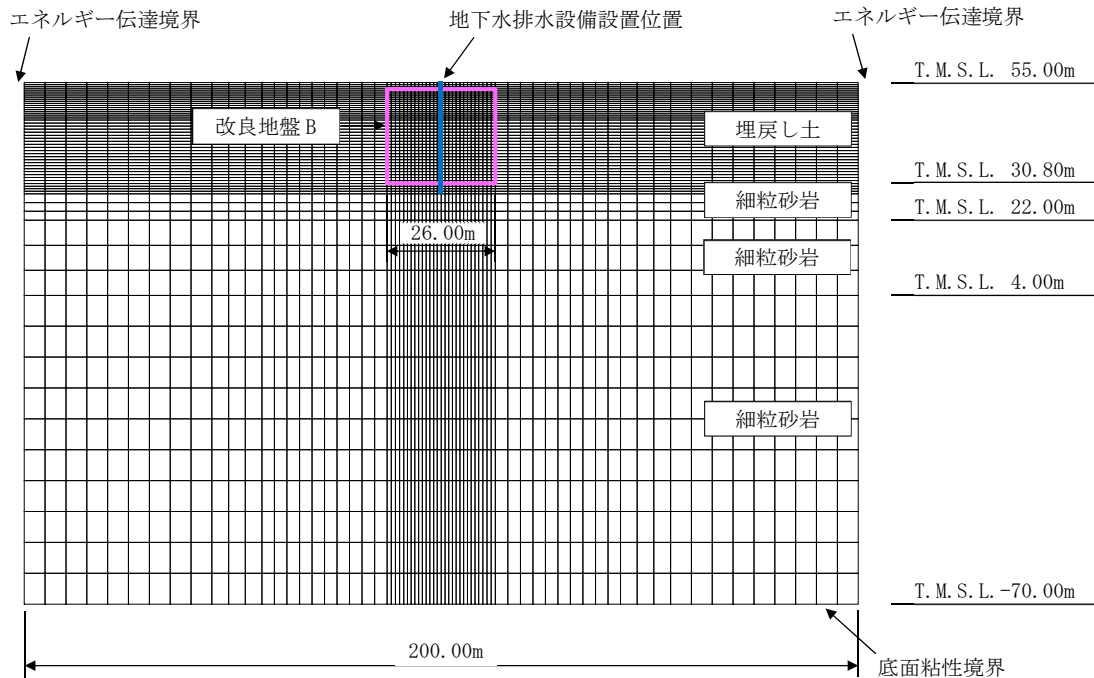
No	名称	管種
1	ハル・エンドピース貯蔵建屋	ポリエチレン管50A

3. 地震応答解析モデルの設定結果

3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル

サブドレンシャフト・サブドレンピット(AE-2, AE-4)の中央を断面とした2次元FEMモデルとする。「IV-2-1-1-1-1-1-1 ハル・エンドピース貯蔵建屋の地震応答計算書」の「3.1 地盤モデルの設定結果」で設定されている地盤モデルをベースに、サブドレンシャフト・サブドレンピット(AE-2, AE-4)周囲の地盤改良を考慮する。地震応答解析モデルを第3.1-1図に示す。

解析には、解析コード「SuperFLUSH/2D v6.1」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第3.1-1図 解析モデル

3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル

集水管・サブドレン管の耐震評価で使用する鉛直加速度は下記建屋の地震応答解析結果とする。

- ・IV-2-1-1-1-1-1-1 ハル・エンドピース建屋の地震応答計算書

4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)

4.1 地震応答解析による評価結果

4.1.1 接地圧の評価結果

(1) AE-2 ピット及びAE-4 ピット

サブドレンピット底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第 4.1.1-1 表に示す。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN v2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第 4.1.1-1 表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
314	245	559	8500

注記 *1: サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2: 壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3: 「IV-2-1-1-1-2 ハル・エンドピース貯蔵建屋の耐震計算書」に基づく。

4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果

サブドレンピット(AE-2 及び AE-4)の壁について、基準地震動 S_s に対し、壁の各高さにおける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壁の最大せん断ひずみは、 0.0394×10^{-3} であり、許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN v2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

4.2 応力解析による評価結果

4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果

(1) AE-2 ピット及びAE-4 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(AE-2 及び AE-4)の管軸方向断面(鉛直断面)における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第 4.2.1-1 表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN v2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第 4.2.1-1 表 サブドレンシャフト(AE-2 及び AE-4)の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1950
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	533
	軸力 N (kN)	263
	せん断力 Q (kN)	402
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	7.4
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	1.7
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	5.3
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	258.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.036
	τ/f_s	0.036
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(AE-2及びAE-4)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-2表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN v2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-2表 サブドレンシャフト(AE-2及びAE-4)の横断方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1950
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1900×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	0.829
	軸力 N (kN)	428
	せん断力 Q (kN)	3.89
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	8.0
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	17.1
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.2
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	298.3
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	258.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	149.2
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.093
	τ/f_s	0.001
判定		OK

4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果

(1) AE-2 ピット及びAE-4 ピット

サブドレンピット(AE-2 及び AE-4)壁の断面における評価結果を第 4.2.2-1 表に示す。

これより、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「MSC NASTRAN v2012r2」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第 4.2.2-1 表 サブドレンピット(AE-2 及び AE-4)壁の評価結果(横断方向)

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	450 × 1000
配筋	D19@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	20.2
許容値 M_A (kN・m/m)	167
検定比 M/M_A	0.122
発生せん断力 Q (kN/m)	35.1
許容値 Q_A (kN/m)	360
検定比 Q/Q_A	0.098
判定	OK

4.2.3 サブドレンピット底部スラブの評価結果

底部スラブ(AE-2 及び AE-4)の断面における評価結果を第 4.2.3-1 表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第 4.2.3-1 表 底部スラブ(AE-2 及び AE-4)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	600 × 1900
配筋	D25@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	72.8
許容値 M_A (kN・m/m)	396
検定比 M/M_A	0.185
発生せん断力 Q (kN/m)	414
許容値 Q_A (kN/m)	967
検定比 Q/Q_A	0.428
判定	OK

4.2.4 集水管の評価結果

(1) 集水管(有孔)200A①の評価結果

集水管(有孔)200A①の評価結果は、「IV—2—1—1—3—1 高レベル廃液ガラス固化建屋／前処理建屋／分離建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵建屋／使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋／使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果（3）高レベル廃液ガラス固化建屋」の「a. 集水管(有孔)200A①の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

4.2.5 サブドレン管の評価結果

(1) ポリエチレン管 50A の評価結果

ポリエチレン管 50A の評価結果は、「IV—2—1—1—3—8 緊急時対策建屋／第1保管庫・貯水所／第1軽油貯槽（基礎）／重油貯槽（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.5 サブドレン管の評価結果 (4)重油貯槽(基礎)」の「a. ポリエチレン管 50A の評価結果」に示すとおり、S s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

5. 応力解析の評価結果(機器・配管系を踏襲する設備)

5.1 地下水排水ポンプの応力解析

(1) 地下水排水ポンプの応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面 高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s		最高使用温度 (°C)	回転機器の 振動による震度(G)
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)		
ハル・エンドピース貯蔵 建屋 地下水排水設備 地下水排水ポンプ	C(Ss)	T. M. S. L. 37.30	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$	40	$C_P=0.17$

(2) 地下水排水ポンプの応力解析に関する要目表

機器名称	m_2 (kg)	h_2 (mm)	D_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_{f2}	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地 下水排水設備 地下水排水ポンプ	105	342	310	201.1	2	—	210

部 材	l_{12} (mm)	l_{22} (mm)	n_2 (—)	a (μm)	N (min ⁻¹)
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地 下水排水設備 地下水排水ポンプ	109.6	109.6	4	33	3000

(3) 地下水排水ポンプの応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 f_{ts}	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 f_{sb}
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水 ポンプ(ボルト等)	SUS316L	—	7	157	—	3	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機器の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
地下水排水設備	水平方向	1.17	2.50
地下水排水ポンプ	鉛直方向	0.75	1.00

5.3 水位検出器の応力解析

(1) 水位検出器の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S _s	
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	C(Ss)	T. M. S. L. 28.95~55.00	0.05 以下	C _H =1.41	C _V =0.90

(2) 水位検出器の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	Ab	S1	S2	nfh	nfv	F*	11	12	13	1w5	1w6	n
	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)	(-)	(MPa)	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水 ピット水位	30	250	78.5	—	—	2	1	210	50	50	25	—	—	2

(3) 水位検出器の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	S _s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{sb}^*$
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	SUS316L	—	45	157	—	5	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	水平方向	1.17	3.50
	鉛直方向	0.75	3.50

5.4 制御盤の応力解析

(1) 制御盤の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s	
				水平方向 設計震度 (G)	鉛直方向 設計震度 (G)
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地下水排水 ポンプ現場制御盤 (AE-2)	C (Ss)	T. M. S. L. 55.00~60.30	0.05 以下	$C_H=0.88$	$C_V=0.65$

(2) 制御盤の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	A_b	n_{fv}	F^*	l_1	l_2	n
	(kg)	(mm)	(mm^2)	(-)	(MPa)	(mm)	(mm)	(-)
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AE-2)	1970	414	201.0	6	280	476	974	32

(3) 制御盤の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AE-2)	SS400	—	22	210	—	7	160

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AE-2)	水平方向	0.73	4.0
	鉛直方向	0.54	3.0
ハル・エンドピース貯蔵建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AE-4)	水平方向	0.73	4.0
	鉛直方向	0.54	3.0

5.5 発電機の応力解析

(1) 発電機の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	減衰定数 (%)	固有周期	基準地震動 S_s	
					水平方向設計震度 (G)	鉛直方向設計震度 (G)
地下水排水設備発電機 A, B	C(S_s)	T. M. S. L. 55.00	1.0	—	15.65	11.30

(2) 発電機の応力解析に関する要目表

機器名称	m_1	m_2	h_1	A_{b1}	A_{b2}	n_{f1}	n_{f2}	M_p	F^*	l_{11}	l_{12}	l_{21}	l_{22}	n_1	n_2
	(kg)	(kg)	(mm)	(mm^2)	(mm^2)	(—)	(—)	(N・mm)	(MPa)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(—)	(—)
地下水排水設備発電機 A, B	850	380	1000	314.2	314.2	5	2	—	742	395	710	395	—	10	10

(3) 発電機の応力解析結果

機器名称	支持構造物(ボルト)						
	材料	S_s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 f_{ts}	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 f_{sb}
地下水排水設備発電機 A, B	SNCM630	—	222	556	—	69	427

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
地下水排水設備発電機 A, B	水平方向	1.16	2.96
	鉛直方向	0.8	2.78

5.6 燃料油貯槽の応力解析

(1) 燃料油貯槽の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	基準地震動 S s		最高使用圧力	最高使用温度	比重 (一)
			水平方向設計震度 (G)	鉛直方向設計震度 (G)			
燃料油貯槽 A, B	C (Ss)	T. M. S. L. 55.00	1.44	0.96	静水頭	40	1.00

(2) 燃料油貯槽の応力解析に関する要目表

機器名称	m_0	m_e	D_i	t	E	G	l_g	H	s	n	D_c	D_{bo}	D_{bi}	A_b	F^* (ボルト)
	(kg)	(kg)	(mm)	(mm)	(Mpa)	(Mpa)	(mm)	(mm)	(一)	(一)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	MPa
燃料油貯槽 A, B	1640	500	960	6	2.02×10^5	7.76×10^4	840	1354	1	8	1050	1090	960	201.1	275

(3) 燃料油貯槽の応力解析結果

機器名称	材料	容器								
		Ss								
		一次一般膜			一次+二次			圧縮と曲げの組合せ		
		計算式	算出応力 σ_0	許容応力 S_a	計算式	算出応力 σ_2	許容応力 S_a	計算式	算出値	許容値
燃料油貯槽 A, B	SS400	—	7	240	—	12	490	—	0.03	1

機器名称	材料	支持構造物(ボルト)					
		Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{sb}^*$
燃料油貯槽 A, B	SS400	—	31	205	—	15	157

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

IV-2-1-1-3-8

緊急時対策建屋／第1保管庫・貯水
所／第1軽油貯槽（基礎）／重油貯
槽（基礎）の地下水排水設備の耐震
性に関する計算書

目 次

1. 概要	1
2. 位置及び設備概要	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	4
3. 地震応答解析モデルの設定結果	11
3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル	11
3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル	12
4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)	13
4.1 地震応答解析による評価結果	13
4.1.1 接地圧の評価結果	13
4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果	15
4.2 応力解析による評価結果	16
4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果	16
4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果	20
4.2.3 サブドレンピット上部スラブの評価結果	22
4.2.4 サブドレンピット底部スラブの評価結果	23
4.2.5 集水管の評価結果	24
4.2.6 サブドレン管の評価結果	26
5. 応力解析の評価結果(機器・配管系を踏襲する設備)	29
5.1 地下水排水ポンプの応力解析	29
5.2 排水配管の応力解析	31
5.3 水位検出器の応力解析	32
5.4 制御盤の応力解析	34

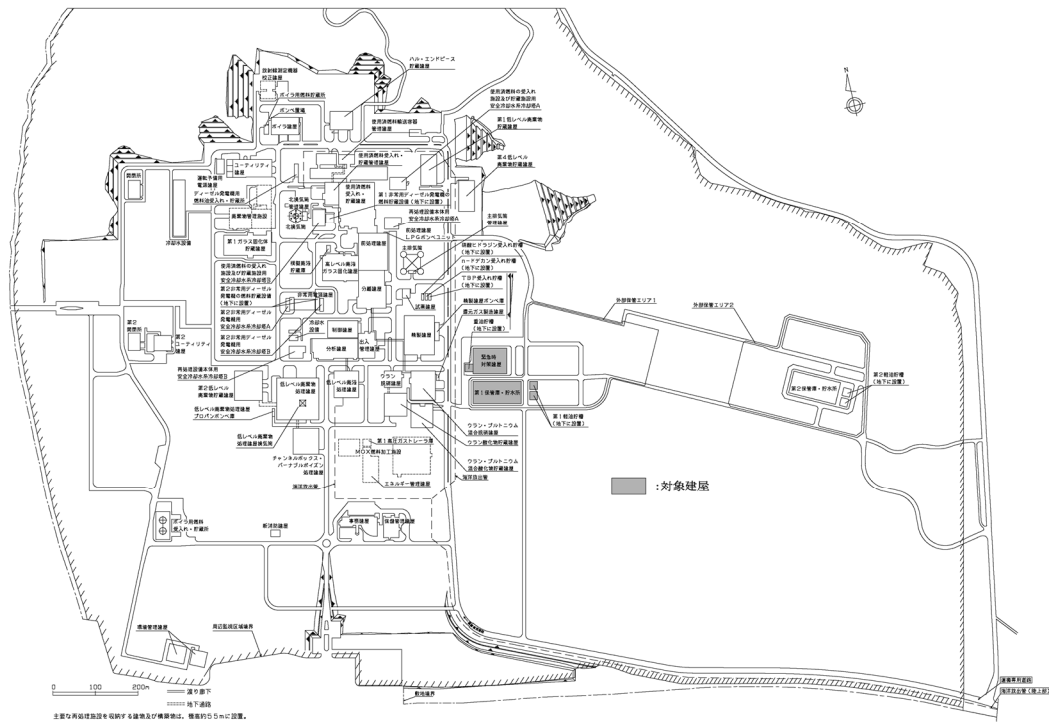
1. 概要

本資料は、「IV-1-3-1-5 地下水排水設備の耐震計算書作成の基本方針」に基づき、緊急時対策建屋，第1保管庫・貯水所，第1軽油貯槽(基礎)，及び重油貯槽(基礎)(以下，「緊急時対策建屋他」という。)の地下水排水設備に関する耐震評価結果について，説明するものである。

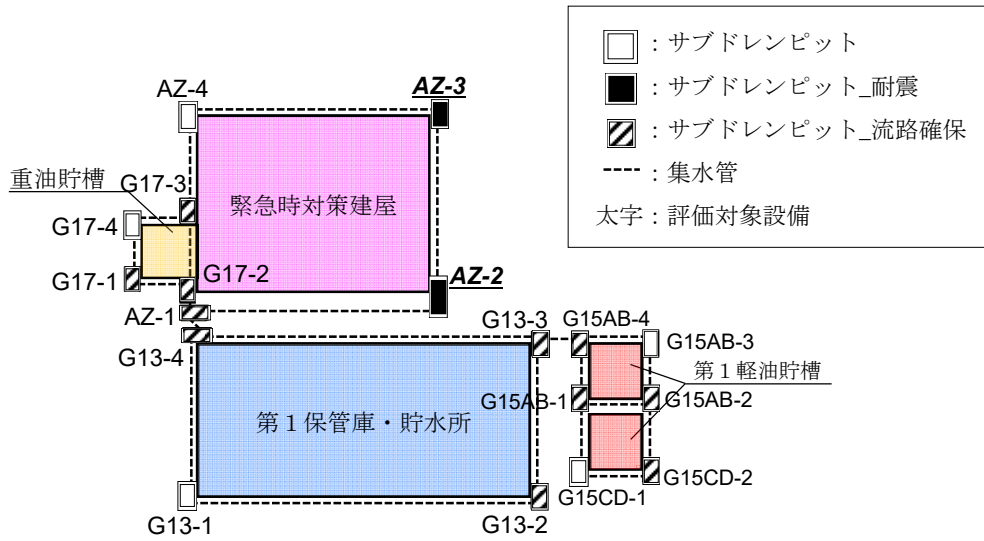
2. 位置及び設備概要

2.1 位置

緊急時対策建屋他地下水排水設備の概略配置を第2.1-1図に、評価対象配置を第2.1-2図に示す。



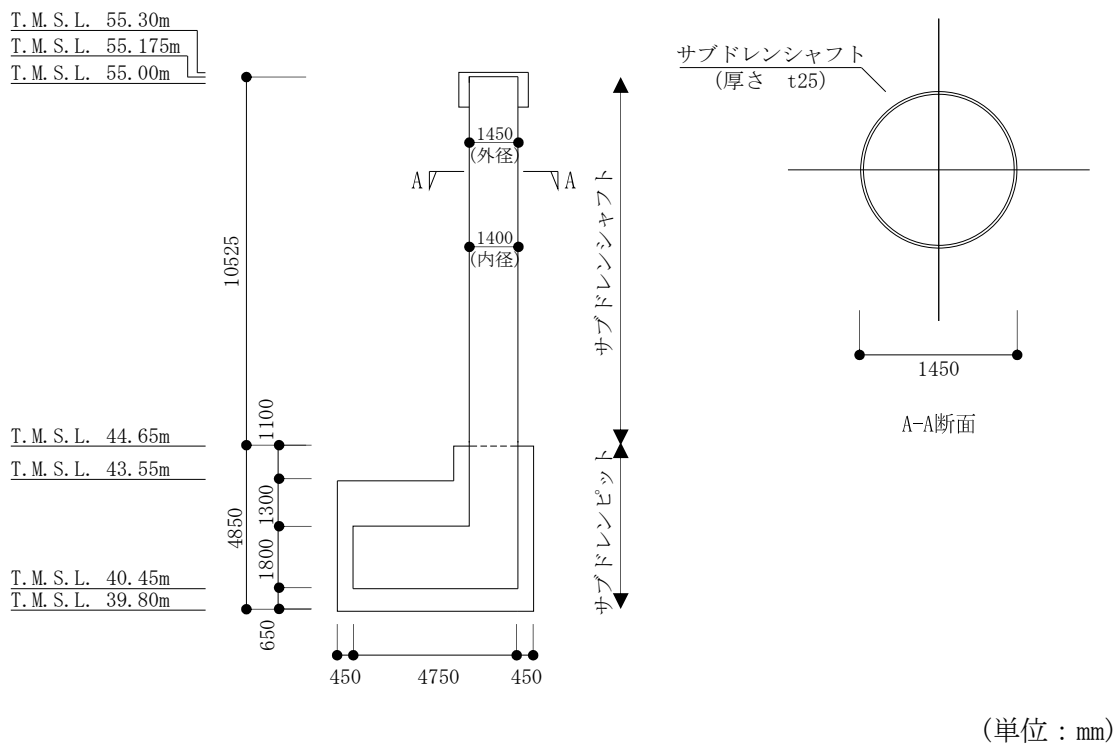
第2.1-1図 緊急時対策建屋他地下水排水設備の概略配置図



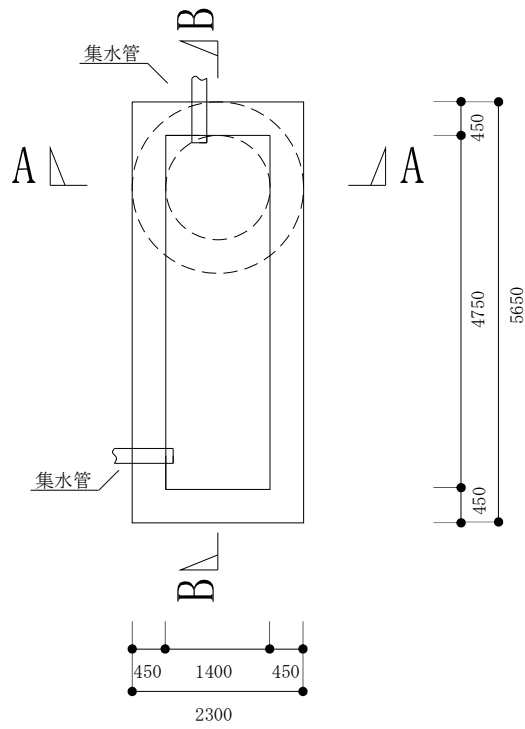
第 2. 1-2 図 緊急時対策建屋他地下水排水設備の評価対象設備配置図

2.2 構造概要

評価対象サブドレンピットの各種概略断面図及び概略平面図を第2.2-1図～第2.2-8図に、集水管及びサブドレン管の各種概略平面図・断面図及び断面構造図を第2.2-9図～第2.2-12図に、仕様一覧を第2.2-1表～第2.2-3表にそれぞれ示す。

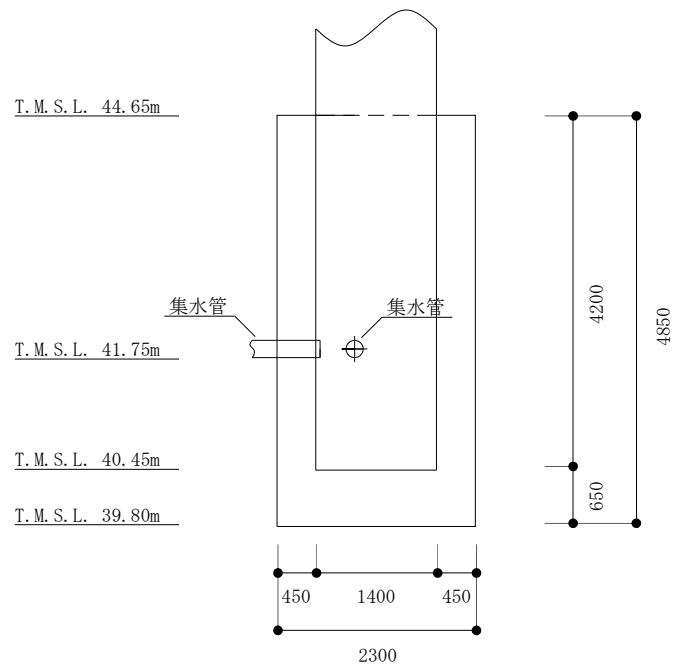


第2.2-1図 サブドレンシャフト(AZ-2)の概略断面図



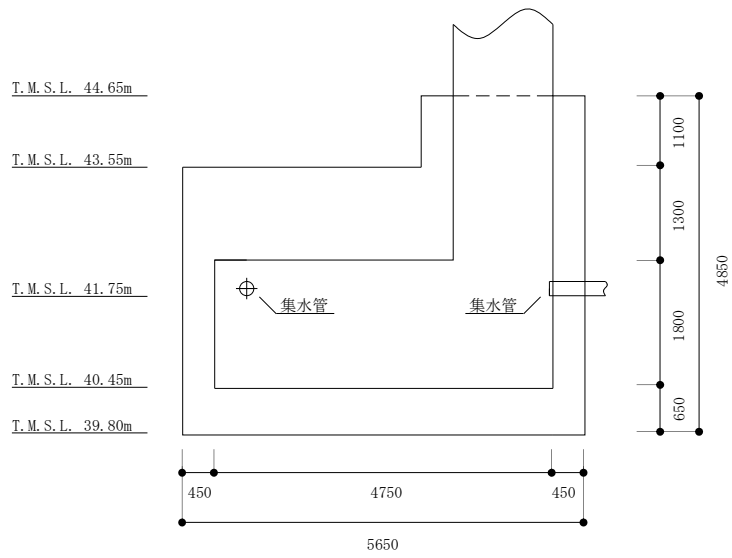
(単位：mm)

第2.2-2図 サブドレンピット(AZ-2)の概略平面図(T. M. S. L. 41.75m)



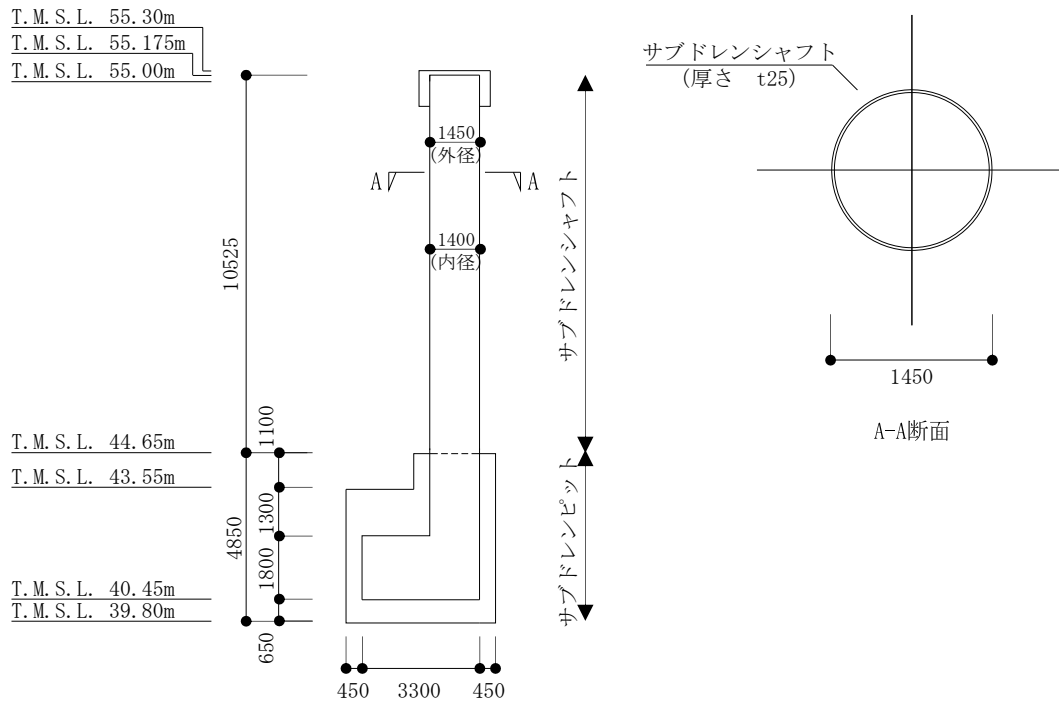
(単位：mm)

第2.2-3図 サブドレンピット(AZ-2)の概略断面図(A-A断面)



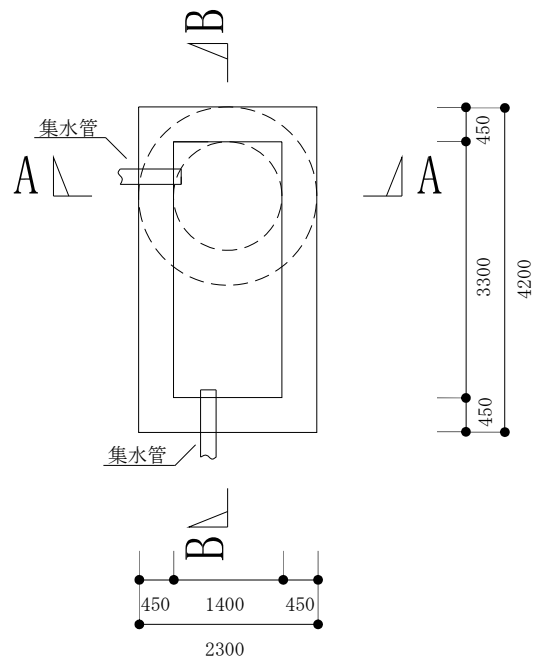
(単位：mm)

第2.2-4図 サブドレンピット(AZ-2)の概略断面図(B-B断面)



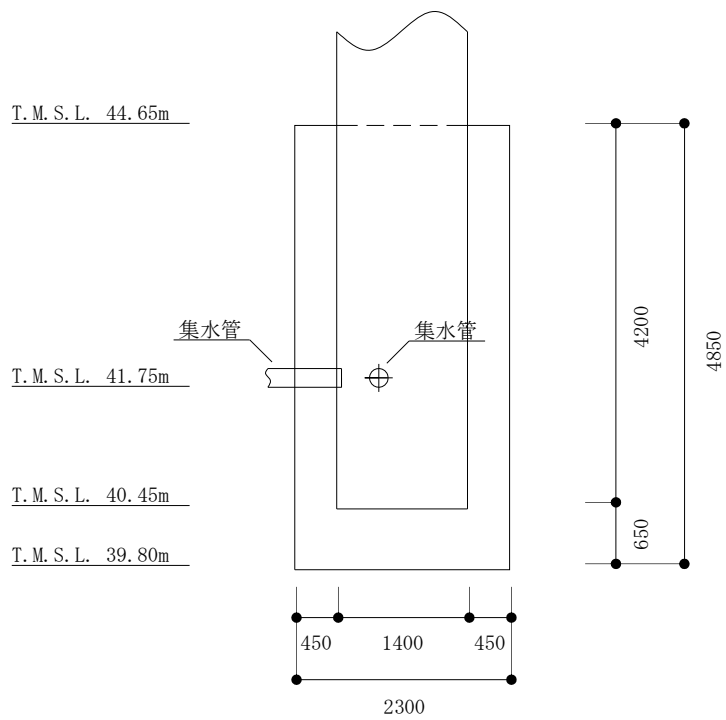
(単位：mm)

第2.2-5図 サブドレンシャフト(AZ-3)の概略断面図



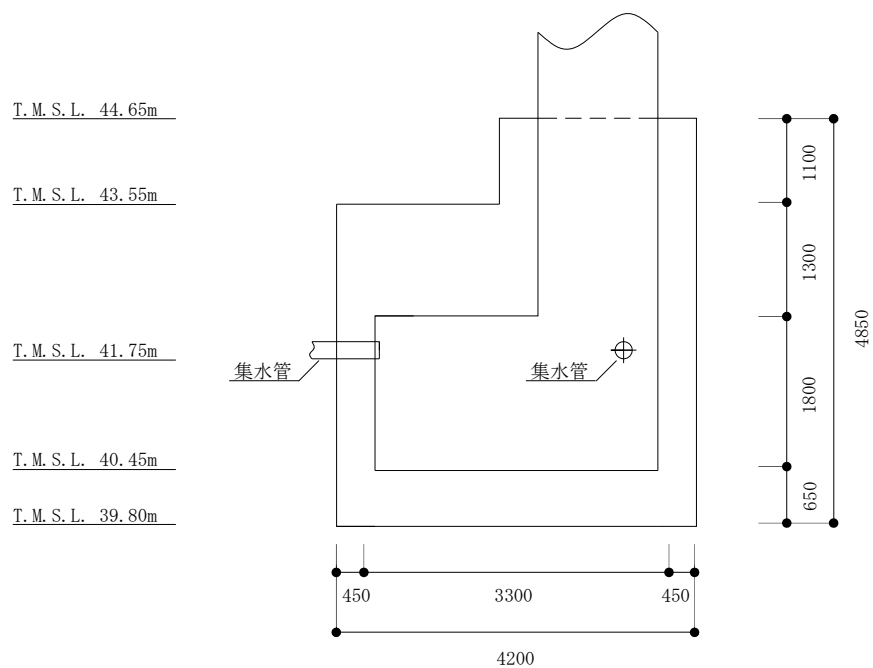
(単位：mm)

第2.2-6図 サブドレンピット (AZ-3) の概略平面図 (T. M. S. L. 41. 75m)



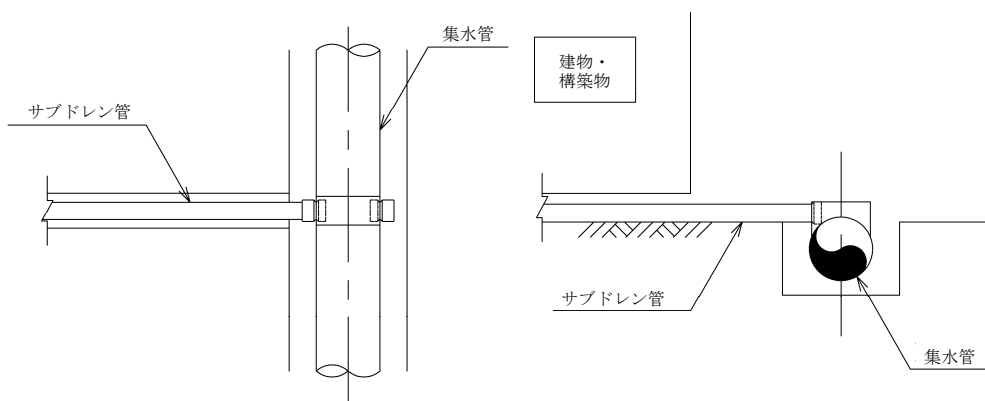
(単位：mm)

第2.2-7図 サブドレンピット (AZ-2) の概略断面図 (A-A断面)

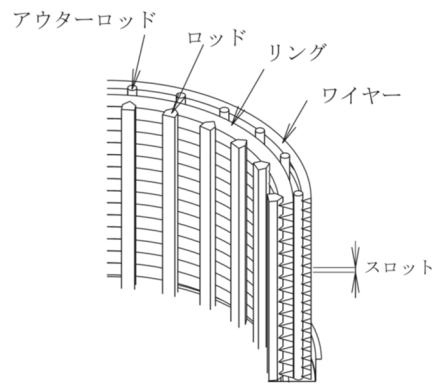


(単位：mm)

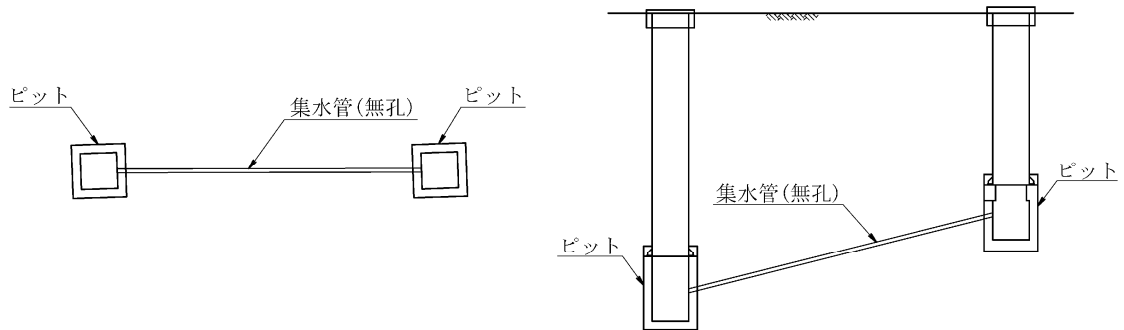
第2.2-8図 サブドレンピット(AZ-2)の概略断面図(B-B断面)



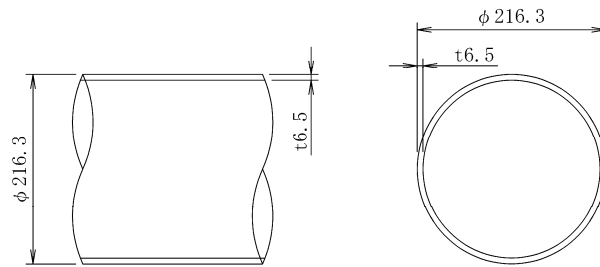
第2.2-9図 概略平面図・断面図(集水管(有孔)・サブドレン管(ポリエチレン管))



第 2.2-10 図 断面構造図(集水管(有孔))



第2.2-11図 概略平面図・断面図(集水管(無孔))



第 2.2-12 図 断面構造図(集水管(無孔))

第 2. 2-1 表 集水管(有孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	緊急時対策建屋	200A②	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)
2	第1保管庫・貯水所	200A②	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)
3	第1軽油貯槽(基礎)	200A②	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)
4	重油貯槽(基礎)	200A②	リングベーススクリーン管(φ200mmのSUS製)

第2. 2-2表 集水管(無孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	重油貯槽(基礎) ～ 緊急時対策建屋	200A	無孔管(φ200mmのSUS管)
2	第1保管庫・貯水所 ～ 緊急時対策建屋	200A	無孔管(φ200mmのSUS管)
3	第1軽油貯槽(基礎) ～ 第1保管庫・貯水所	200A	無孔管(φ200mmのSUS管)

第 2. 2-3 表 サブドレン管の仕様一覧

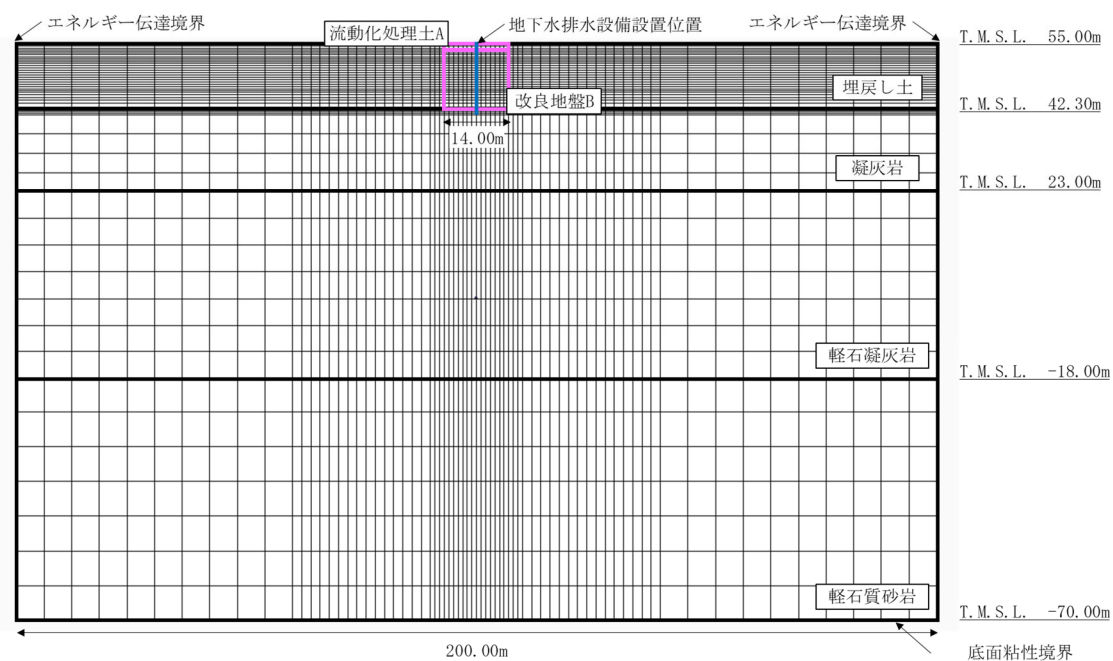
No	名称	管種
1	緊急時対策建屋	ポリエチレン管50A
2	第1保管庫・貯水所	ポリエチレン管50A
3	第1軽油貯槽(基礎)	ポリエチレン管50A
4	重油貯槽(基礎)	ポリエチレン管50A

3. 地震応答解析モデルの設定結果

3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル

サブドレンシャフト・サブドレンピット(AZ-2, AZ-3)の中央を断面とした2次元FEMモデルとする。「IV-2-1-1-1-2 1-1 緊急時対策建屋の地盤応答計算書」の「3.1 地盤モデルの設定結果」で設定されている地盤モデルをベースに、サブドレンシャフト・サブドレンピット(AZ-2, AZ-3)周囲の地盤改良を考慮する。地震応答解析モデルを第3.1-1図に示す。

解析には、解析コード「SuperFLUSH/2D v6.1」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第3.1-1図 解析モデル(AZ-2, AZ-3)

3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル

集水管・サブドレン管の耐震評価で使用する鉛直加速度は下記の建物・構築物の地震応答解析結果とする。

- ・IV-2-1-1-1-2 1-1 緊急時対策建屋の地震応答計算書
- ・IV-2-1-1-1-1 7-1 第1保管庫・貯水所の地震応答計算書
- ・IV-2-1-1-1-1 5-1 第1軽油貯蔵所の地震応答計算書
- ・IV-2-1-1-1-2 2-1 重油貯蔵所の地震応答計算書

4. 応力解析の評価結果(建物・構築物を踏襲する設備)

4.1 地震応答解析による評価結果

4.1.1 接地圧の評価結果

(1) AZ-2 ピット

サブドレンピット底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第 4.1.1-1 表に示す。

解析には、解析コード「NUPP v1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第 4.1.1-1 表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮 応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による 圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
23.2	204	228	5000

注記 *1: サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2: 壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3: 「IV-2-1-1-1-2 1-2 緊急時対策建屋の耐震計算書」に基づく。

(2) AZ-3 ピット

サブドレンピット底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第 4.1.1-2 表に示す。

解析には、解析コード「NUPP v1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

第 4.1.1-2 表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮 応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による 圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
71.8	169	240	5000

注記 *1：サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2：壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3：「IV-2-1-1-1-2 1-2 緊急時対策建屋の耐震計算書」に基づく。

4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果

サブドレンピット(AZ-2, AZ-3)の壁について、基準地震動 S_s に対し、壁の各高さにおける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壁の最大せん断ひずみは、AZ-2 が 0.0274×10^{-3} 、及び AZ-3 が 0.0246×10^{-3} であり、許容限界(2.0×10^{-3})を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「NUPP v1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

4.2 応力解析による評価結果

4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果

(1) AZ-2 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(AZ-2)の管軸方向断面(鉛直断面)における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-1表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「NUPP v1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-1表 サブドレンシャフト(AZ-2)の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1450
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1400×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	234
	軸力 N (kN)	209
	せん断力 Q (kN)	365
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	6.0
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	1.9
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	6.5
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	357.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	357.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	206.4
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.023
	τ/f_s	0.032
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(AZ-2)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-2表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「KANSAS v6.01」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-2表 サブドレンシャフト(AZ-2)の横断方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1450
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1400×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	0.307
	軸力 N (kN)	143
	せん断力 Q (kN)	5.98
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	2.9
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	5.7
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.4
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	412.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	357.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	206.4
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.024
	τ/f_s	0.002
判定		OK

(2) AZ-3 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(AZ-3)の管軸方向断面(鉛直断面)における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-3表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「NUPP v1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-3表 サブドレンシャフト(AZ-3)の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1450
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1400×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	219
	軸力 N (kN)	209
	せん断力 Q (kN)	328
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	5.6
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	1.9
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	5.9
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	357.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	357.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	206.4
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.021
	τ/f_s	0.029
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(AZ-3)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-4表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「KANSAS v6.01」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-4表 サブドレンシャフト(AZ-3)の横断方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1450
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1400×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	0.274
	軸力 N (kN)	134
	せん断力 Q (kN)	5.34
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	2.6
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	5.4
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.3
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	412.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	357.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	206.4
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.022
	τ/f_s	0.002
判定		OK

4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果

(1) AZ-2 ピット

サブドレンピット(AZ-2)壁の断面における評価結果を第4.2.2-1表、第4.2.2-2表に示す。

これより、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「KANSAS v6.01」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.2-1表 サブドレンピット(AZ-2)円筒壁の評価結果

厚さ t(mm)×幅 b(mm)	450×1000
配筋	D19@200
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	9.28
許容値 M_A (kN・m/m)	148
検定比 M/M_A	0.063
発生せん断力 Q(kN/m)	25.3
許容値 Q_A (kN/m)	589
検定比 Q/Q_A	0.043
判定	OK

第4.2.2-2表 サブドレンピット(AZ-2)矩形壁の評価結果

厚さ t(mm)×幅 b(mm)	450×1000
配筋	D29@200
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	40.0
許容値 M_A (kN・m/m)	330
検定比 M/M_A	0.121
発生せん断力 Q(kN/m)	133
許容値 Q_A (kN/m)	643
検定比 Q/Q_A	0.208
判定	OK

(2) AZ-3 ピット

サブドレンピット(AZ-3)壁の断面における評価結果を第4.2.2-3表、第4.2.2-4表に示す。

これより、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「KANSAS v6.01」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.2-3表 サブドレンピット(AZ-3)円筒壁の評価結果

厚さ t(mm)×幅 b(mm)	450×1000
配筋	D19@200
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	8.32
許容値 M_A (kN・m/m)	148
検定比 M/M_A	0.057
発生せん断力 Q(kN/m)	22.7
許容値 Q_A (kN/m)	589
検定比 Q/Q_A	0.039
判定	OK

第4.2.2-4表 サブドレンピット(AZ-3)矩形壁の評価結果

厚さ t(mm)×幅 b(mm)	450×1000
配筋	D29@200
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	41.3
許容値 M_A (kN・m/m)	330
検定比 M/M_A	0.126
発生せん断力 Q(kN/m)	138
許容値 Q_A (kN/m)	643
検定比 Q/Q_A	0.215
判定	OK

4.2.3 サブドレンピット上部スラブの評価結果

(1) AZ-2 ピット

上部スラブの断面における評価結果を第4.2.3-1表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-1表 上部スラブ(AZ-2)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	1300 × 1400
配筋	D29 @200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	93.8
許容値 M_A (kN・m/m)	1236
検定比 M/M_A	0.076
発生せん断力 Q (kN/m)	335
許容値 Q_A (kN/m)	2406
検定比 Q/Q_A	0.140
判定	OK

(2) AZ-3 ピット

上部スラブの断面における評価結果を第4.2.3-2表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-2表 上部スラブ(AZ-3)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	1300 × 1000
配筋	D29 @200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	94.2
許容値 M_A (kN・m/m)	1236
検定比 M/M_A	0.077
発生せん断力 Q (kN/m)	339
許容値 Q_A (kN/m)	2406
検定比 Q/Q_A	0.141
判定	OK

4.2.4 サブドレンピット底部スラブの評価結果

(1) AZ-2 ピット

底部スラブの断面における評価結果を第4.2.4-1表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.4-1表 底部スラブ(AZ-2)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	650 × 1400
配筋	D29@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	66.3
許容値 M_A (kN・m/m)	544
検定比 M/M_A	0.122
発生せん断力 Q (kN/m)	284
許容値 Q_A (kN/m)	1058
検定比 Q/Q_A	0.269
判定	OK

(2) AZ-3 ピット

底部スラブの断面における評価結果を第4.2.4-2表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.4-2表 底部スラブ(AZ-3)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	650 × 1000
配筋	D29@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	68.5
許容値 M_A (kN・m/m)	544
検定比 M/M_A	0.127
発生せん断力 Q (kN/m)	294
許容値 Q_A (kN/m)	1058
検定比 Q/Q_A	0.278
判定	OK

4.2.5 集水管の評価結果

(1) 緊急時対策建屋

a. 集水管(有孔)200A②の評価結果

集水管(有孔)200A②の評価結果は、「IV-2-1-1-3-9 第2保管庫・貯水所/第2軽油貯槽(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (2)第2軽油貯槽(基礎)」の「a.集水管(有孔)200A②の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(2) 第1保管庫・貯水所

a. 集水管(有孔)200A②の評価結果

集水管(有孔)200A②の評価結果は、「IV-2-1-1-3-9 第2保管庫・貯水所/第2軽油貯槽(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (2)第2軽油貯槽(基礎)」の「a.集水管(有孔)200A②の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. 集水管(無孔)の評価結果

集水管(無孔)の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3)高レベル廃液ガラス固化建屋」の「b. 集水管(無孔)の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(3) 第1軽油貯槽(基礎)

a. 集水管(有孔)200A②の評価結果

集水管(有孔)200A②の評価結果は、「IV-2-1-1-3-9 第2保管庫・貯水所/第2軽油貯槽(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (2)第2軽油貯槽(基礎)」の「a.集水管(有孔)200A②の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. 集水管(無孔)の評価結果

集水管(無孔)の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔Bの地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「b. 集水管(無孔)の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(4) 重油貯槽(基礎)

a. 集水管(有孔)200A②の評価結果

集水管(有孔)200A②の評価結果は、「IV-2-1-1-3-9 第2保管庫・貯水所/第2軽油貯槽(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (2)第2軽油貯槽(基礎)」の「a. 集水管(有孔)200A②の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. 集水管(無孔)の評価結果

集水管(無孔)の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「b. 集水管(無孔)の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

4.2.6 サブドレン管の評価結果

(1) 緊急時対策建屋

a. ポリエチレン管 50A の評価結果

ポリエチレン管50Aの評価結果は、後述の「(4) 重油貯槽(基礎)」の「a. ポリエチレン管50Aの評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(2) 第1保管庫・貯水所

a. ポリエチレン管 50A の評価結果

ポリエチレン管50Aの評価結果は、後述の「(4) 重油貯槽(基礎)」の「a. ポリエチレン管50Aの評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(3) 第1軽油貯槽(基礎)

a. ポリエチレン管 50A の評価結果

ポリエチレン管50Aの評価結果は、後述の「(4) 重油貯槽(基礎)」の「a. ポリエチレン管50Aの評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(4) 重油貯槽(基礎)

a. ポリエチレン管 50A の評価結果

(a) 評価結果を示す建物・構築物

各建物・構築物の地盤応答解析による建物・構築物基礎スラブ下端レベル地盤の鉛直応答加速度を第4.2.6-1表に示す。評価結果は、建物・構築物基礎スラブ下端レベル地盤の鉛直応答加速度が大きい建物・構築物として、重油貯槽を選定する。

第 4.2.6-1 表 地盤応答解析より得られた建物・構築物基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度(ポリエチレン管 50A を使用している建物・構築物)

名称	鉛直応答 加速度 (cm/s ²)	評価結果を 示す建物・ 構築物
ハル・エンドピース貯蔵建屋	375	—
ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋	419	—
ウラン・プルトニウム 混合酸化物貯蔵建屋	407	—
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋(東棟)	417	—
第 1 ガラス固化体貯蔵建屋(西棟)	417	—
緊急時対策建屋	468	—
第 1 保管庫・貯水所	462	—
第 2 保管庫・貯水所	471	—
第 1 軽油貯槽(基礎)	473	—
第 2 軽油貯槽(基礎)	469	—
重油貯槽(基礎)	473	○

凡例 ○：評価結果を示す建物・構築物

—：評価結果を示す建物・構築物の結果に包絡されるため、評価結果を示さない建物・構築物

(b) 地震荷重

重油貯槽(基礎)の基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度を第4.2.6-2表に示す。

第4.2.6-2表 重油貯槽(基礎)基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度

方向	最大鉛直応答加速度 (cm/s ²)	地震動
鉛直	473	S _s - A(-1σ)

(c) 評価結果

フレーム解析より得られた最大変形量について、重油貯槽(基礎)ポリエチレン管50Aの照査を実施した結果を第4.2.6-3表に示す。

これより、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「T-Frame2D-SI」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.6-3表 重油貯槽(基礎)におけるポリエチレン管50Aの評価結果

検討条件	鉛直震度 $S_s - A(-1\sigma)$	$k_V=0.48$
最大変形量 発生ひずみ率	最大変形量	0.19 mm
	発生ひずみ率 (ポリエチレン $\phi 50$ 外径60mm)	0.31 %
許容限界	許容ひずみ率	5 %

5. 応力解析の評価結果(機器・配管系を踏襲する設備)

5.1 地下水排水ポンプの応力解析

(1) 地下水排水ポンプの応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面 高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s		最高使用温度	回転機器の 振動による震度(G)
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)		
緊急時対策建屋 地下 水排水設備 地下水排水 ポンプ	C(Ss)	T. M. S. L. 37.30	0.05 以下	$C_H=1.41$	$C_V=0.90$	40	$C_P=0.17$

(2) 地下水排水ポンプの応力解析に関する要目表

機器名称	m_2 (kg)	h_2 (mm)	D_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_{f2}	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)
緊急時対策建屋 地下水排水設 備 地下水排水ポンプ	105	342	310	201.1	2	—	210

部 材	l_{12} (mm)	l_{22} (mm)	n_2 (—)	a (μ m)	N (min ⁻¹)
緊急時対策建屋 地下水排水設 備 地下水排水ポンプ	109.6	109.6	4	30	3000

(3) 地下水排水ポンプの応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 f_{ts}	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 f_{sb}
緊急時対策建屋 地下水排水設備 地下水排水ポン(ボルト等)	SUS316L	—	7	157	—	3	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機器の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
地下水排水設備	水平方向	1.17	2.50
地下水排水ポンプ	鉛直方向	0.75	1.00

5.3 水位検出器の応力解析

(1) 水位計検出器の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S _s	
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)
緊急時対策建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	C(S _s)	T. M. S. L. 40.45~55.00	0.05 以下	C _H =1.41	C _V =0.90

(2) 水位計検出器の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	Ab	S1	S2	nfh	nfv	F*	l1	l2	l3	lw5	lw6	n
	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)	(-)	(MPa)	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)
緊急時対策建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	30	250	78.5	-	-	2	1	210	50	50	25	-	-	2

(3) 水位計検出器の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	S _s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{sb}^*$
緊急時対策建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	SUS316L	—	45	157	—	5	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
緊急時対策建屋 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	水平方向	1.17	3.50
	鉛直方向	0.75	3.50

5.4 制御盤の応力解析

(1) 制御盤の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s	
				水平方向 設計震度 (G)	鉛直方向 設計震度 (G)
緊急時対策建屋建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AZ-2)	C (Ss)	T. M. S. L. 55.00~63.60	0.05 以下	$C_H=1.48$	$C_V=0.63$

(2) 制御盤の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	A_b	n_{fv}	F^*	l_1	l_2	n
	(kg)	(mm)	(mm^2)	(-)	(MPa)	(mm)	(mm)	(-)
緊急時対策建屋建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤 (AZ-2)	1970	414	201.0	6	280	476	974	32

(3) 制御盤の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$
緊急時対策建屋建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤(AZ-2)	SS400	—	29	210	—	8	160
緊急時対策建屋建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤(AZ-3)	SS400	—	29	210	—	8	160

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
緊急時対策建屋建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤(AZ-2)	水平方向	1.23	4.0
	鉛直方向	0.52	3.0
緊急時対策建屋建屋 地下水排水ポンプ現場制御盤(AZ-3)	水平方向	1.23	4.0
	鉛直方向	0.52	3.0

IV-2-1-1-3-9

第2保管庫・貯水所／第2軽油貯槽
（基礎）の地下水排水設備の耐震性
に関する計算書

目 次

1. 概要	1
2. 位置及び設備概要	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
3. 地震応答解析モデルの設定結果	9
3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル	9
3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル	10
4. 応力解析の評価結果（建物・構築物を踏襲する設備）	11
4.1 地震応答解析による評価結果	11
4.1.1 接地圧の評価結果	11
4.1.2 セン断ひずみ度の評価結果	13
4.2 応力解析による評価結果	14
4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果	14
4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果	18
4.2.3 サブドレンピット上部スラブの評価結果	20
4.2.4 サブドレンピット底部スラブの評価結果	21
4.2.4 集水管の評価結果	22
4.2.5 サブドレン管の評価結果	25
5. 応力解析の評価結果（機器・配管系を踏襲する設備）	26
5.1 サブドレンポンプの応力解析	26
5.2 排水配管の応力解析	28
5.3 水位検出器の応力解析	29
5.4 制御盤の応力解析	31
5.5 発電機の応力解析	33
5.6 燃料油貯槽の応力解析	34
5.7 燃料油配管の応力解析	36

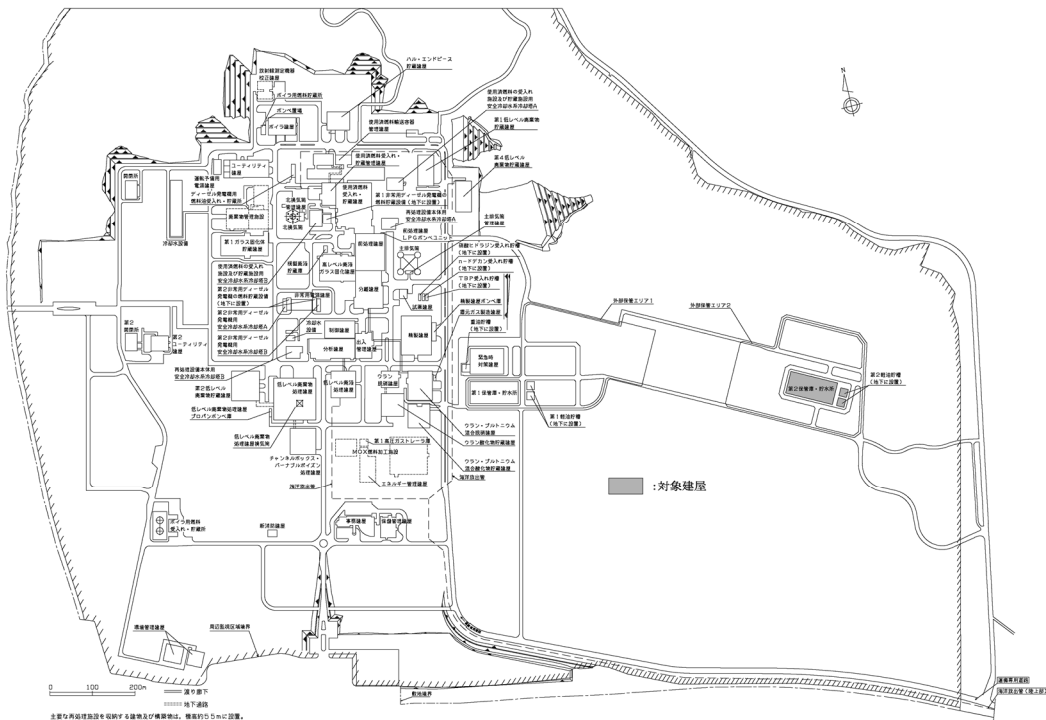
1. 概要

本資料は、「IV-1-3-1-5 地下水排水設備の耐震計算書作成の基本方針」に基づき、第2保管庫・貯水所及び第2軽油貯槽（以下、「第2保管庫・貯水所他」という。）の地下水排水設備に関する耐震評価結果について説明するものである。

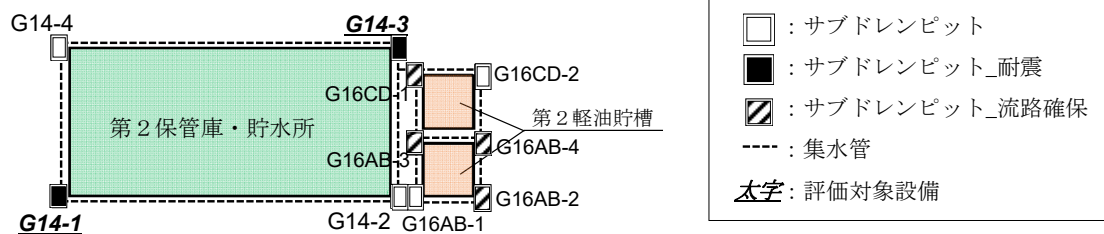
2. 位置及び設備概要

2.1 位置

第2保管庫・貯水槽建屋他地下水排水設備の概略配置を第2.1-1図に、評価対象配置を第2.1-2図に示す。



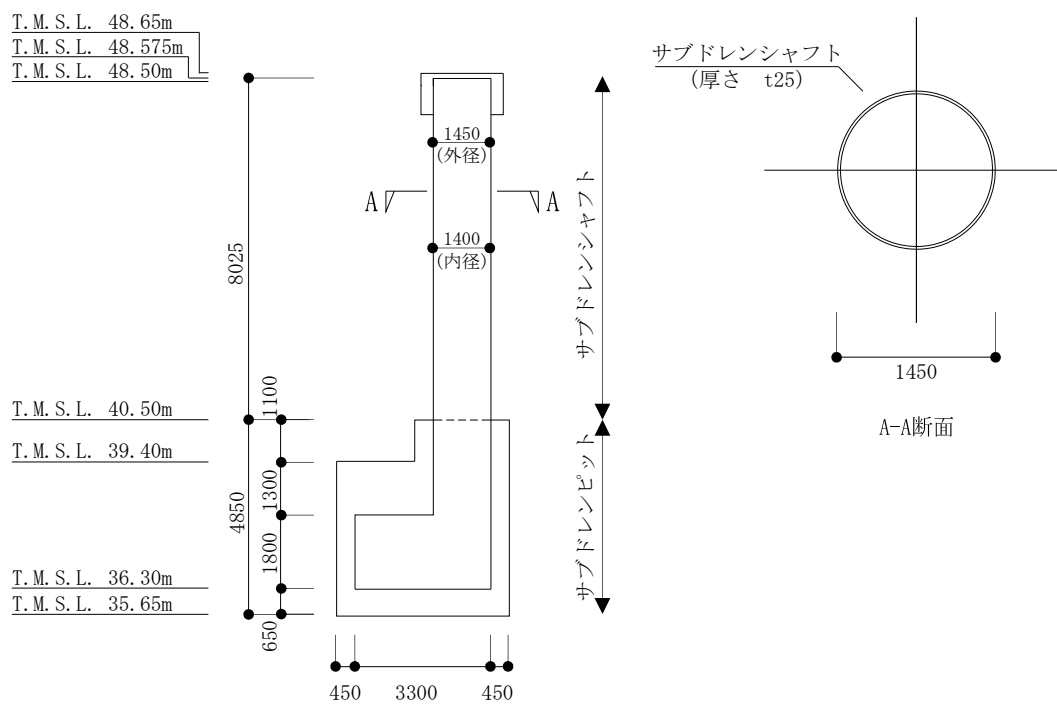
第2.1-1図 第2保管庫・貯水槽他地下水排水設備の概略配置図



第2.1-2図 第2保管庫・貯水槽他地下水排水設備の評価対象設備

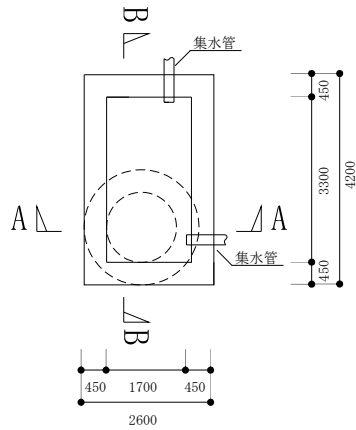
2.2 構造概要

評価対象サブドレンピットの各種概略断面図及び概略平面図を第2.2-1図～第2.2-8図に、集水管及びサブドレン管の各種概略平面図・断面図及び断面構造図を第2.2-9図～第2.2-12図に、仕様一覧を第2.2-1表～第2.2-3表にそれぞれ示す。



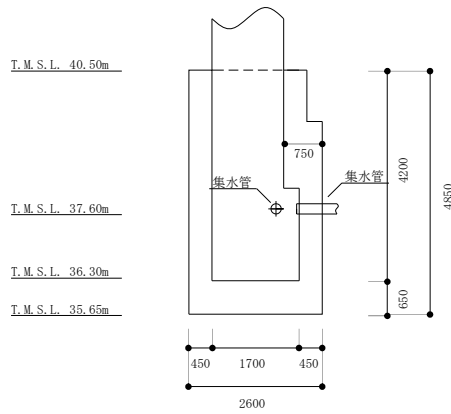
(単位：mm)

第2.2-1図 サブドレンシャフト (G14-1) の概略断面図



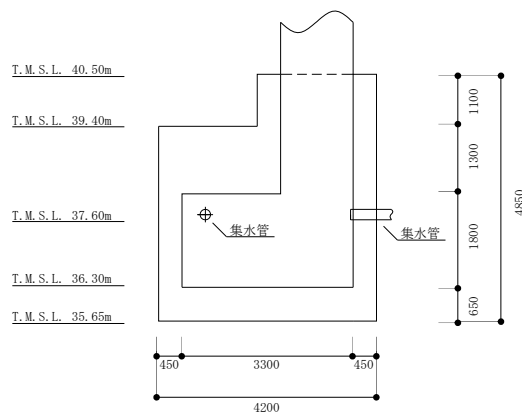
(単位：mm)

第2.2-2図 サブドレンピット (G14-1) の概略平面図 (T. M. S. L. 37.60m)



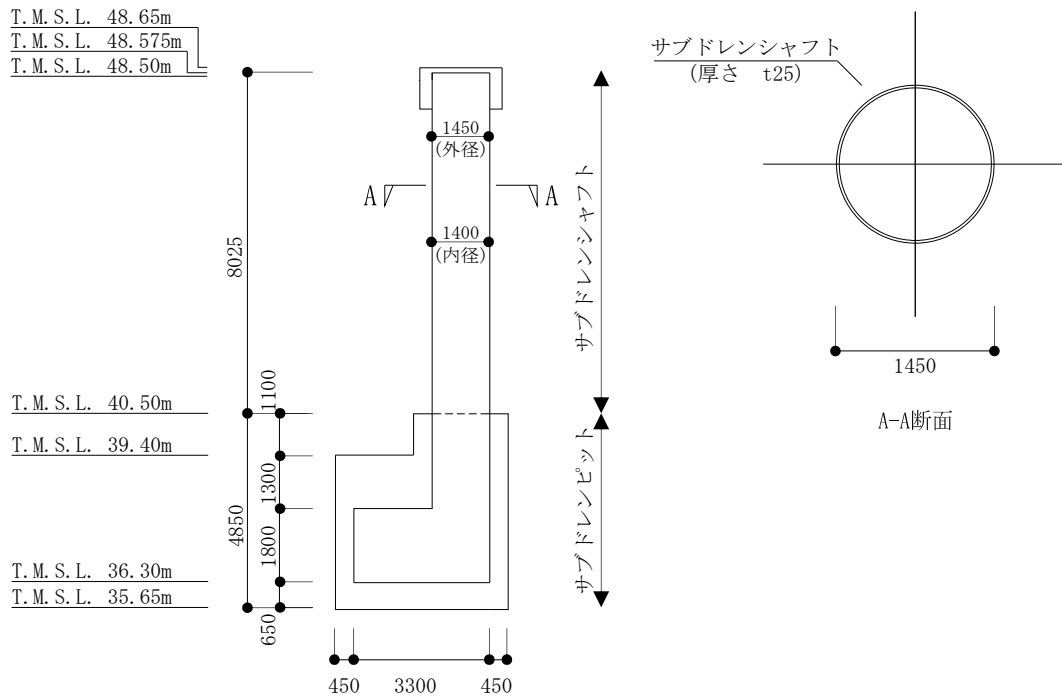
(単位：mm)

第2.2-3図 サブドレンピット (G14-1) の概略断面図 (A-A断面)



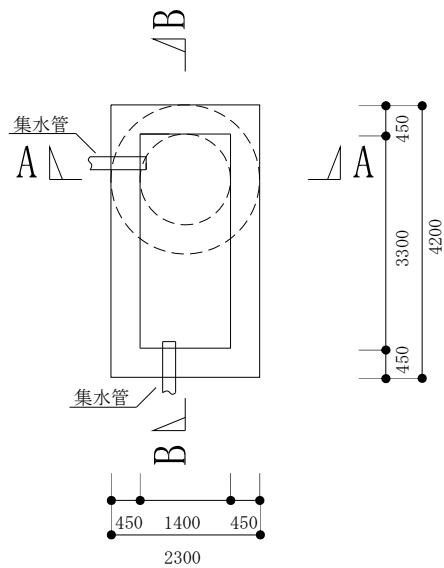
(単位：mm)

第2.2-4図 サブドレンピット (G14-1) の概略断面図 (B-B断面)



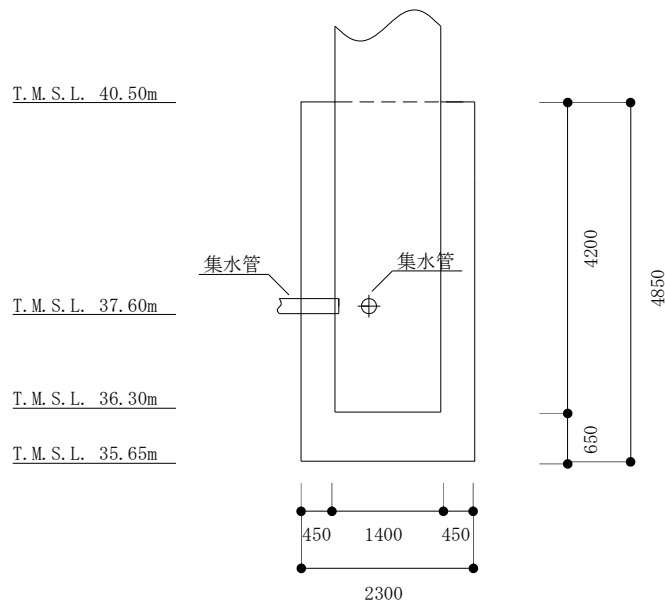
(単位：mm)

第2.2-5図 サブドレンシャフト (G14-3) の概略断面図



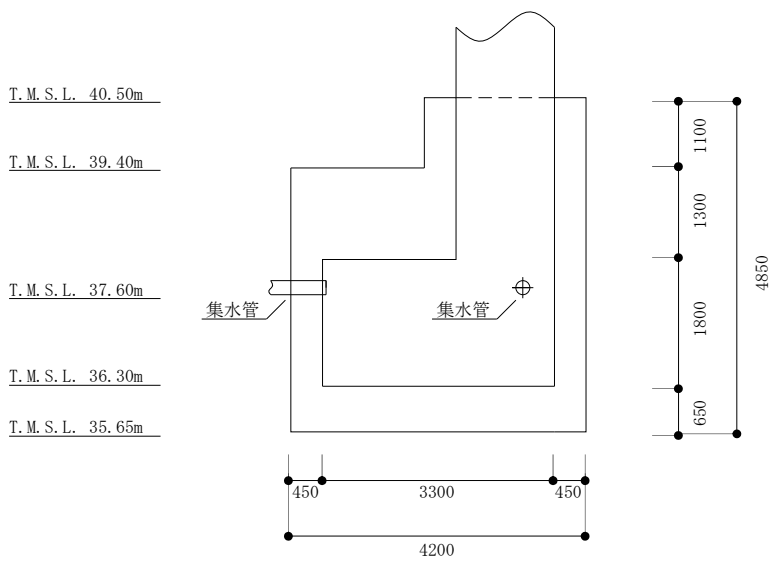
(単位：mm)

第2.2-6図 サブドレンピット (G14-3) の概略平面図 (T.M.S.L. 37.60m)



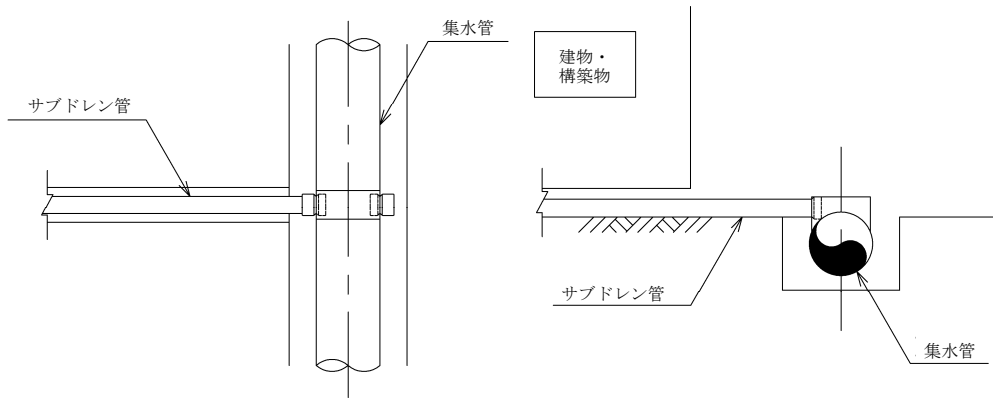
(単位：mm)

第2.2-7図 サブドレンピット (G14-3) の概略断面図 (A-A断面)

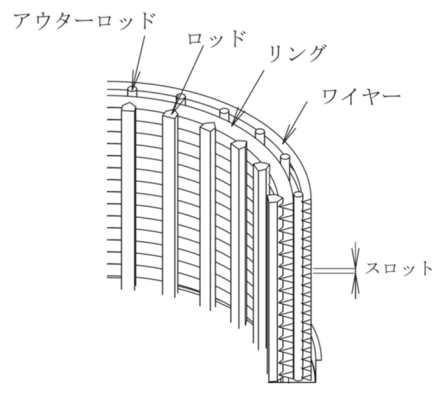


(単位：mm)

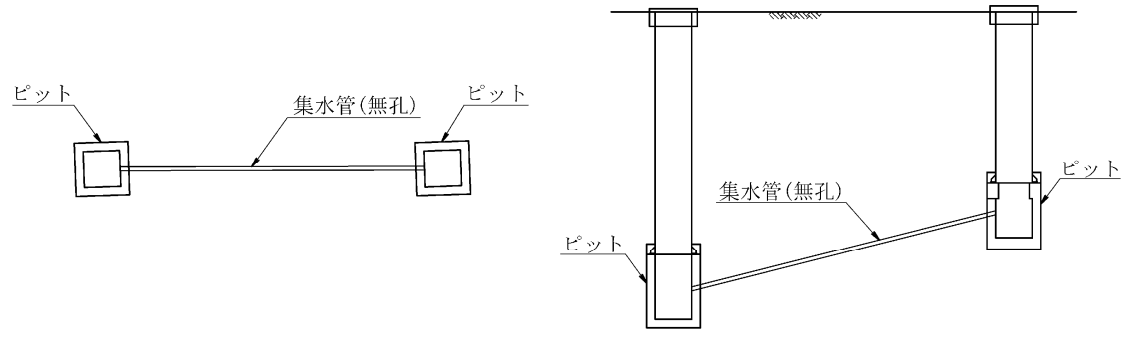
第2.2-8図 サブドレンピット (G14-3) の概略断面図 (B-B断面)



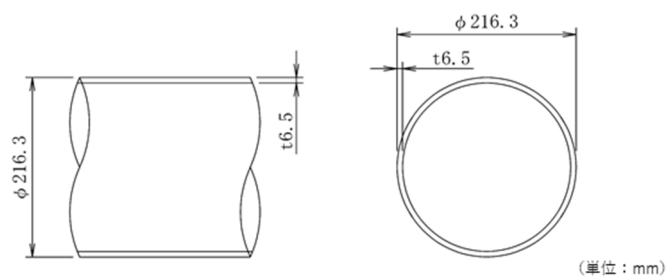
第2.2-9図 概略平面図・断面図(集水管(有孔)・サブドレン管(ポリエチレン管))



第2.2-10図 断面構造図(集水管(有孔))



第2.2-11図 概略平面図・断面図(集水管(無孔))



第 2.2-12 図 断面構造図(集水管(無孔))

第 2.2-1 表 集水管(有孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	第2保管庫・貯水所	200A②	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)
2	第2軽油貯槽(基礎)	200A②	リングベーススクリーン管(φ 200mmのSUS製)

第2.2-2表 集水管(無孔)仕様一覧

No	名称	管種	仕様
1	第2軽油貯槽(基礎) ～ 第2保管庫・貯水所	200A	無孔管(φ 200mmのSUS管)

第 2.2-3 表 サブドレン管の仕様一覧

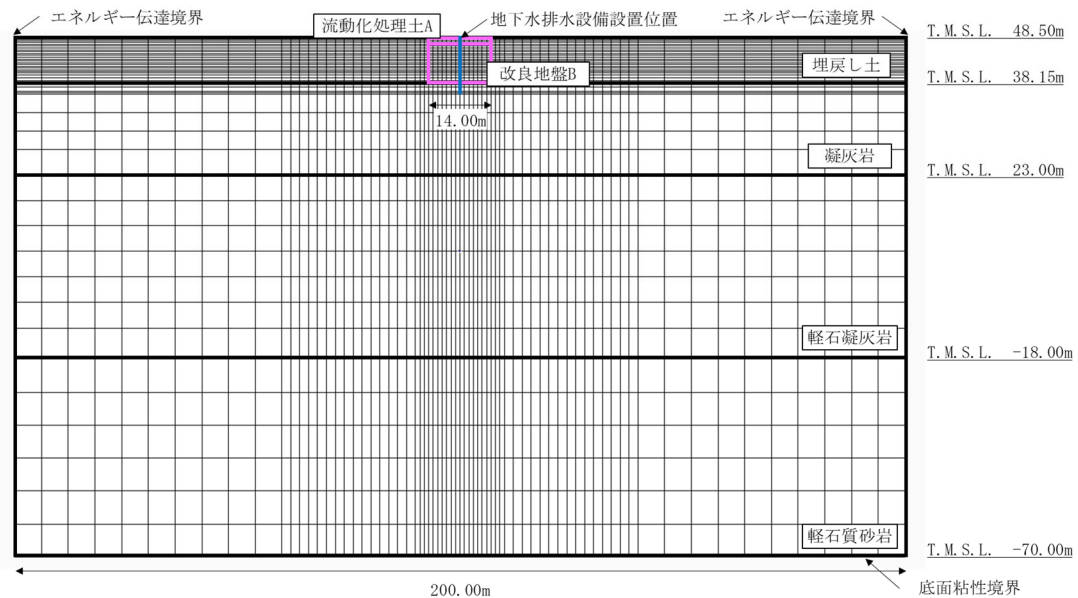
No	名称	管種
1	第2保管庫・貯水所	ポリエチレン管50A
2	第2軽油貯槽(基礎)	ポリエチレン管50A

3. 地震応答解析モデルの設定結果

3.1 サブドレンシャフト・サブドレンピットの地盤モデル

サブドレンシャフト・サブドレンピット(G14-1, G14-3)の中央を断面とした2次元FEMモデルとする。「IV-2-1-1-1-18-1 第2保管庫・貯水所の地盤応答計算書」の「3.1 地盤モデルの設定結果」で設定されている地盤モデルをベースに、サブドレンシャフト・サブドレンピット(G14-1, G14-3)周囲の地盤改良を考慮する。地震応答解析モデルを第3.1-1図に示す。

解析には、解析コード「SuperFLUSH/2D ver. 6.1」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。



第3.1-1図 解析モデル(G14-1, G14-3)

3.2 集水管・サブドレン管の地盤モデル

集水管・サブドレン管の耐震評価で使用する鉛直加速度は下記の建物・構築物の地震応答解析結果とする。

- ・IV-2-1-1-1-1 8-1 第2保管庫・貯水所の地震応答計算書
- ・IV-2-1-1-1-1 6-1 第2軽油貯蔵所の地震応答計算書

4. 応力解析の評価結果（建物・構築物を踏襲する設備）

4.1 地震応答解析による評価結果

4.1.1 接地圧の評価結果

(1) G14-1 ピット

サブドレンピット底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第 4.1.1-1 表に示す。

解析には、解析コード「NUPP ver. 1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

第 4.1.1-1 表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮 応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及 び鉛直荷重による 圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
80.2	172	252	6000 以上

注記 *1：サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2：壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3：「IV-2-1-1-1-18-2 第2保管庫・貯水所の耐震計算書」に基づく。

(2) G14-3 ピット

サブドレンピット底面の圧縮応力度が鷹架層の極限支持力度に比べ十分小さい関係を第 4.1.1-2 表に示す。

解析には、解析コード「NUPP ver. 1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

第 4.1.1-2 表 ピット壁底部の圧縮応力度と鷹架層の極限支持力度の関係

転倒モーメントによる圧縮応力度*1 (kN/m ²)	鉛直荷重による圧縮 応力度*2 (kN/m ²)	転倒モーメント及び鉛直荷重による 圧縮応力度の合計 (kN/m ²)	許容限界
			極限支持力*3 (kN/m ²)
93.9	169	263	6000 以上

注記 *1：サブドレンシャフトの転倒モーメントが壁を介して鷹架層に伝達されるものとして、シャフト下部の曲げモーメントを、壁軸の断面係数で除した値

*2：壁の長期荷重に底部スラブ位置の鉛直震度を乗じた鉛直荷重を、壁の軸断面積で除した値

*3：「IV-2-1-1-1-18-2 第2保管庫・貯水所の耐震計算書」に基づく。

4.1.2 せん断ひずみ度の評価結果

サブドレンピット(G14-1, G14-3)の壁について、基準地震動 S_s に対し、壁の各高さにおける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壁の最大せん断ひずみは、G14-1が 0.0267×10^{-3} 、及びG14-3が 0.0259×10^{-3} であり、許容限界(2.0×10^{-3})を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「NUPP ver. 1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

4.2 応力解析による評価結果

4.2.1 サブドレンシャフトの評価結果

(1) G14-1 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(G14-1)の管軸方向断面(鉛直断面)における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-1表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「NUPP ver. 1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-1表 サブドレンシャフト(G14-1)の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1450	
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1400×25	
発生断面力	曲げモーメント	M (kN・m)	296
	軸力	N (kN)	174
	せん断力	Q (kN)	356
発生応力度	曲げ応力度	σ_b (N/mm ²)	7.6
	圧縮応力度	σ_c (N/mm ²)	1.6
	せん断応力度	τ (N/mm ²)	6.4
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度	f_b (N/mm ²)	357.5
	圧縮応力に関する弾性限強度	f_c (N/mm ²)	357.5
	せん断応力に関する弾性限強度	f_s (N/mm ²)	206.4
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$		0.026
	τ/f_s		0.031
判定			OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(G14-1)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-2表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「KANSAS2 ver. 6.01」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-2表 サブドレンシャフト(G14-1)の横断方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1450
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1400×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	0.269
	軸力 N (kN)	119
	せん断力 Q (kN)	5.23
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	2.6
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	4.7
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.3
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	412.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	357.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	206.4
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.020
	τ/f_s	0.002
判定		OK

(2) G14-3 ピット

a. 管軸方向断面の評価結果

サブドレンシャフト (G14-3) の管軸方向断面 (鉛直断面) における応答変位法による応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第 4.2.1-3 表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「NUPP ver. 1.4.13」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

第 4.2.1-3 表 サブドレンシャフト (G14-3) の管軸方向断面の評価結果

構造諸元	外径 (mm)	1450
	内径 (mm) × 鋼板厚 (mm)	1400 × 25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	286
	軸力 N (kN)	174
	せん断力 Q (kN)	345
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	7.3
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	1.6
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	6.2
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	357.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	357.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	206.4
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.025
	τ/f_s	0.030
判定		OK

b. 横断方向断面の評価結果

サブドレンシャフト(G14-3)の横断方向(水平断面)断面における応力解析で得られた検定比が最大となる曲げモーメント及びせん断力について、鋼管断面の評価結果を第4.2.1-4表に示す。

これより、発生応力度が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「KANSAS2 ver. 6.01」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.1-4表 サブドレンシャフト(G14-3)の横断方向断面の評価結果

構造諸元	外径(mm)	1450
	内径(mm)×鋼板厚(mm)	1400×25
発生断面力	曲げモーメント M (kN・m)	0.263
	軸力 N (kN)	117
	せん断力 Q (kN)	5.12
発生応力度	曲げ応力度 σ_b (N/mm ²)	2.5
	圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	4.7
	せん断応力度 τ (N/mm ²)	0.3
許容限界	曲げ応力に関する弾性限強度 f_b (N/mm ²)	412.5
	圧縮応力に関する弾性限強度 f_c (N/mm ²)	357.5
	せん断応力に関する弾性限強度 f_s (N/mm ²)	206.4
検定比	$\sigma_b/f_b + \sigma_c/f_c$	0.020
	τ/f_s	0.002
判定		OK

4.2.2 サブドレンピット壁の評価結果

(1) G14-1 ピット

サブドレンピット(G14-1)壁の断面における評価結果を第4.2.2-1表、第4.2.2-2表に示す。

これより、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「KANSAS2 ver. 6.01」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.2-1表 サブドレンピット(G14-1)円筒壁の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	450 × 1000
配筋	D19@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	8.11
許容値 M_A (kN・m/m)	148
検定比 M/M_A	0.055
発生せん断力 Q (kN/m)	22.2
許容値 Q_A (kN/m)	590
検定比 Q/Q_A	0.038
判定	OK

第4.2.2-2表 サブドレンピット(G14-1)矩形壁の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	450 × 1000
配筋	D29@200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	37.1
許容値 M_A (kN・m/m)	330
検定比 M/M_A	0.113
発生せん断力 Q (kN/m)	131
許容値 Q_A (kN/m)	643
検定比 Q/Q_A	0.204
判定	OK

(2) G14-3 ピット

サブドレンピット(G14-3)壁の断面における評価結果を第 4. 2. 2-3 表, 第 4. 2. 2-4 表に示す。

これより, 発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には, 解析コード「KANSAS2 ver. 6. 01」を用いる。また, 解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については, 「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第 4. 2. 2-3 表 サブドレンピット(G14-3)円筒壁の評価結果

厚さ t(mm)×幅 b(mm)	450×1000
配筋	D19@200
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	7.99
許容値 M_A (kN・m/m)	148
検定比 M/M_A	0.055
発生せん断力 Q(kN/m)	21.8
許容値 Q_A (kN/m)	590
検定比 Q/Q_A	0.038
判定	OK

第 4. 2. 2-4 表 サブドレンピット(G14-3)矩形壁の評価結果

厚さ t(mm)×幅 b(mm)	450×1000
配筋	D29@200
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	36.5
許容値 M_A (kN・m/m)	330
検定比 M/M_A	0.111
発生せん断力 Q(kN/m)	122
許容値 Q_A (kN/m)	643
検定比 Q/Q_A	0.189
判定	OK

4.2.3 サブドレンピット上部スラブの評価結果

(1) G14-1 ピット

上部スラブの断面における評価結果を第4.2.3-1表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-1表 上部スラブ(G14-1)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	1300 × 1000
配筋	D29 @200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	134
許容値 M_A (kN・m/m)	1236
検定比 M/M_A	0.109
発生せん断力 Q (kN/m)	386
許容値 Q_A (kN/m)	2406
検定比 Q/Q_A	0.161
判定	OK

(2) G14-3 ピット

上部スラブの断面における評価結果を第4.2.3-2表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.3-2表 上部スラブ(G14-3)の評価結果

厚さ t (mm) × 幅 b (mm)	1300 × 1400
配筋	D29 @200
発生曲げモーメント M (kN・m/m)	101
許容値 M_A (kN・m/m)	1236
検定比 M/M_A	0.082
発生せん断力 Q (kN/m)	345
許容値 Q_A (kN/m)	2406
検定比 Q/Q_A	0.144
判定	OK

4.2.4 サブドレンピット底部スラブの評価結果

(1) G14-1 ピット

底部スラブの断面における評価結果を第4.2.4-1表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.4-1表 底部スラブ(G14-1)の評価結果

厚さ t(mm) × 幅 b(mm)	650 × 1000
配筋	D29@200
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	84.8
許容値 M_A (kN・m/m)	544
検定比 M/M_A	0.157
発生せん断力 Q(kN/m)	299
許容値 Q_A (kN/m)	1058
検定比 Q/Q_A	0.284
判定	OK

(2) G14-3 ピット

底部スラブの断面における評価結果を第4.2.4-2表に示す。
これより、発生値が許容限界値を超えないことを確認した。

第4.2.4-2表 底部スラブ(G14-3)の評価結果

厚さ t(mm) × 幅 b(mm)	650 × 1400
配筋	D29@200
発生曲げモーメント M(kN・m/m)	58.6
許容値 M_A (kN・m/m)	544
検定比 M/M_A	0.108
発生せん断力 Q(kN/m)	251
許容値 Q_A (kN/m)	1058
検定比 Q/Q_A	0.238
判定	OK

4.2.4 集水管の評価結果

(1) 第2保管庫・貯水所

a. 集水管(有孔)200A②の評価結果

(a) 評価結果を示す建物・構築物

各建物・構築物の地盤応答解析による建物・構築物基礎スラブ下端レベル地盤の鉛直応答加速度と地震時土圧を第4.2.4-1表に示す。評価結果は、集水管に作用する地震時土圧が大きい建物・構築物として、第2保管庫・貯水所を選定する。

第4.2.4-1表 各建屋基礎スラブ下端レベル地盤の鉛直応答加速度と地震時土圧
(集水管(有孔)200A②を使用している建物・構築物)

名称	集水管 管底高 T. M. S. L. (m)	土被 り厚 (m)	単位体積 重量 (kN/m ³)	応答 加速度 (cm/s ²)	地震時 土圧 (kN/m ²)	評価結果を 示す建物・ 構築物
緊急時対策建屋	41.75	13.1	18.0	468	348	—
第1保管庫・貯水所	44.10	10.7	17.9	462	282	—
第2保管庫・貯水所	37.60	17.2	18.0	471	458	○
第1軽油貯槽(基礎)	46.90	7.9	17.9	473	210	—
第2軽油貯槽(基礎)	40.40	14.4	18.0	469	383	—
重油貯槽(基礎)	47.60	7.2	17.9	473	191	—

凡例 ○：評価結果を示す建物・構築物

—：評価結果を示す建物・構築物の結果に包絡されるため、評価結果を示さない建物・構築物

(b) 地震荷重

第2保管庫・貯水所基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度を第4.2.4-2表に示す。

第4.2.4-2表 第2保管庫・貯水所基礎スラブ下端レベル地盤の最大鉛直応答加速度

方向	最大鉛直応答加速度 (cm/s ²)	地震動
鉛直	471	S s - A (-1σ)

(c) 評価結果

フレーム解析より得られた最大変形量について、第2保管庫・貯水所集水管(有孔)200A②の照査を実施した結果を第4.2.4-3表に示す。

これより、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

解析には、解析コード「T-Frame2D-SI」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「IV-6 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

第4.2.4-3表 第2保管庫・貯水所集水管(有孔)200A②の評価結果

検討条件	鉛直震度 S _s -A(-1σ)	K _v =0.48
最大変形量 発生ひずみ率	最大変形量	6.74 mm
	発生ひずみ率 (SUS φ200 外径240mm)	2.89 %
許容限界	許容ひずみ率	5 %

b. 集水管(無孔)の評価結果

集水管(無孔)の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「b. 集水管(無孔)の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(2) 第2軽油貯槽(基礎)

a. 集水管(有孔)200A②の評価結果

集水管(有孔)200A②の評価結果は、前述の「(1) 集水管(有孔)200A②の評価結果」の「a. 集水管(有孔)200A②の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

b. 集水管(無孔)の評価結果

集水管(無孔)の評価結果は、「IV-2-1-1-3-1 高レベル廃液ガラス固化建屋/前処理建屋/分離建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋/使用済燃料受入れ施設及び貯蔵施設用安全冷却水冷却塔B(基礎)の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.4 集水管の評価結果 (3) 高レベル廃液ガラス固化建屋」の「b. 集水管(無孔)の評価結果」に示すとおり、S_s地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

4.2.5 サブドレン管の評価結果

(1) 第2保管庫・貯水所

a. ポリエチレン管 50A の評価結果

ポリエチレン管 50A の評価結果は、「IV-2-1-1-3-8 緊急時対策建屋／第1保管庫・貯水所／第1軽油貯槽（基礎）／重油貯槽（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.6 サブドレン管の評価結果（4）重油貯槽（基礎）」の「a. ポリエチレン管 50A の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

(2) 第2軽油貯槽（基礎）

a. ポリエチレン管 50A の評価結果

ポリエチレン管 50A の評価結果は、「IV-2-1-1-3-8 緊急時対策建屋／第1保管庫・貯水所／第1軽油貯槽（基礎）／重油貯槽（基礎）の地下水排水設備の耐震性に関する計算書」の「4.2.6 サブドレン管の評価結果（4）重油貯槽（基礎）」の「a. ポリエチレン管 50A の評価結果」に示すとおり、 S_s 地震時において、発生値が許容限界を超えないことを確認した。

5. 応力解析の評価結果（機器・配管系を踏襲する設備）

5.1 サブドレンポンプの応力解析

(1) 地下水排水ポンプの応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の 重要度分類	据付床面 高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s		最高使用温度	回転機器の 振動による震度 (G)
				水平方向 設計震度 (G)	鉛直方向 設計震度 (G)		
第2保管庫・貯水槽 地 下水排水設備 地下水排 水ポンプ	C(Ss)	T. M. S. L. 37.30	0.05 以下	1.41	0.90	40	0.17

(2) 地下水排水ポンプの応力解析に関する要目表

機器名称	m_2 (kg)	h_2 (mm)	D_2 (mm)	A_{b2} (mm ²)	n_{f2}	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)
第2保管庫・貯水槽 地下水排水 設備 地下水排水ポンプ	105	342	310	201.1	2	—	210

部 材	l_{12} (mm)	l_{22} (mm)	n_2 (—)	a (μ m)	N (min ⁻¹)
第2保管庫・貯水槽 地下水排水 設備 地下水排水ポンプ	109.6	109.6	4	30	3000

(3) 地下水排水ポンプの応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 f_{ts}	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 f_{sb}
第2保管庫・貯水槽 地下水排水設備 地下水排水ポンプ (ボルト等)	SUS316L	—	7	157	—	3	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機器の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
地下水排水設備	水平方向	1.17	2.50
地下水排水ポンプ	鉛直方向	0.75	1.00

5.3 水位検出器の応力解析

(1) 水位検出器の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S _s	
				水平方向 設計震度(G)	鉛直方向 設計震度(G)
第2 保管庫・貯水槽 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	C(S _s)	T. M. S. L. 36.30~48.50	0.05 以下	1.41	0.90

(2) 水位検出器の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	Ab	S1	S2	nfh	nfv	F*	l1	l2	l3	lw5	lw6	n
	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)	(-)	(MPa)	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)	(-)
第2 保管庫・貯水槽 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	30	250	78.5	-	-	2	1	210	50	50	25	-	-	2

(3) 水位計検出器の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{sb}^*$
第2保管庫・貯水槽 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	SUS316L	—	45	157	—	5	120

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
第2保管庫・貯水槽 地下水排水設備 地下水排水ピット水位	水平方向	1.17	3.50
	鉛直方向	0.75	3.50

5.4 制御盤の応力解析

(1) 制御盤の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	固有周期	基準地震動 S_s	
				水平方向 設計震度 (G)	鉛直方向 設計震度 (G)
第2保管庫・貯水槽地下水排水ポンプ現場 制御盤 (G14-1)	C(S_s)	T. M. S. L. 48.50~56.45	0.05 以下	1.31	0.62

(2) 制御盤の応力解析に関する要目表

機器名称	m	h	A_b	n_{fv}	F^*	l_1	l_2	n
	(kg)	(mm)	(mm^2)	(-)	(MPa)	(mm)	(mm)	(-)
第2保管庫・貯水槽地下水排水 ポンプ現場制御盤 (G14-1)	1180	407	201.0	3	280	386	1064	16

(3) 制御盤の応力解析結果

機器名称	支持構造物						
	材料	Ss					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 $1.5f_{ts}^*$
第2保管庫・貯水槽地下水排水ポンプ 現場制御盤 (G14-1)	SS400	-	34	210	-	9	160

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
第2保管庫・貯水槽地下水排水ポンプ 現場制御盤 (G14-1)	水平方向	1.09	4.0
	鉛直方向	0.51	3.0

5.5 発電機の応力解析

(1) 発電機の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	減衰定数 (%)	固有周期	基準地震動 S _s	
					水平方向設計震度 (G)	鉛直方向設計震度 (G)
地下水排水設備発電機 C, D	C(Ss)	T. M. S. L. 48.50	1.0	—	15.65	11.30

(2) 発電機の応力解析に関する要目表

機器名称	m ₁	m ₂	h ₁	A _{b1}	A _{b2}	n _{f1}	n _{f2}	Mp	F*	l ₁₁	l ₁₂	l ₂₁	l ₂₂	n ₁	n ₂
	(kg)	(kg)	(mm)	(mm ²)	(mm ²)	(—)	(—)	(N・mm)	(MPa)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(—)	(—)
地下水排水設備発電機 C, D	850	380	1000	314.2	314.2	5	2	—	742	395	710	395	—	10	10

(3) 発電機の応力解析結果

機器名称	支持構造物 (ボルト)						
	材料	S _s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 f_{ts}	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 f_{sb}
地下水排水設備発電機 C, D	SNM630	—	222	556	—	69	427

全て許容限界以下であるので十分な耐震性が確保される。

(4) 動的機能の評価結果

		機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
地下水排水設備発電機 C, D	水平方向	1.16	2.96
	鉛直方向	0.8	2.78

5.6 燃料油貯槽の応力解析

(1) 燃料油貯槽の応力解析に関する諸条件

機器名称	耐震設計上の重要度分類	据付床面高さ (m)	減衰定数 (%)	固有周期	基準地震動 S s		最高使用圧力	最高使用温度	比重 (—)
					水平方向設計震度 (G)	鉛直方向設計震度 (G)			
燃料油貯槽 C, D	C(Ss)	T. M. S. L. 48.50	1.0	0.05 以下	1.44	0.96	静水頭	40	1.00

(2) 燃料油貯槽の応力解析に関する要目表

機器名称	m_0	m_e	D_i	t	E	G	l_g	H	s	n	D_c	D_{bo}	D_{bi}	A_b	F^* (ボルト)
	(kg)	(kg)	(mm)	(mm)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(—)	(—)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	MPa
燃料油貯槽 C, D	1640	500	960	6	2.02×10^5	7.76×10^4	840	1354	1	8	1050	1090	960	201.1	275

(3) 燃料油貯槽の応力解析結果

機器名称	容器									
	材料	S _s								
		一次一般膜			一次+二次			圧縮と曲げの組合せ		
		計算式	算出応力 σ_0	許容応力 S _a	計算式	算出応力 σ_2	許容応力 S _a	計算式	算出値	許容値
燃料油貯槽 C, D	SS400	-	7	240	-	12	490	-	0.03	1

機器名称	支持構造物 (ボルト)						
	材料	S _s					
		引張			せん断		
		計算式	算出応力 σ_b	許容応力 1.5f _{ts} [*]	計算式	算出応力 τ_b	許容応力 1.5f _s ^{b*}
燃料油貯槽 C, D	SS400	-	31	205	-	15	157

