V-2-12 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する 影響評価結果

目 次

1.	概要
2.	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動・・・・・・・・1
3.	各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
3. 1	1 建物・構築物
3.2	2 機器・配管系 ····································
3.3	3 屋外重要土木構造物 ····································
3.4	4 津波防護施設,浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された
	建物・構築物

1. 概要

本資料は、V-2-1-1「耐震設計の基本方針」のうち、「4.1 地震力の算定法(2)動的地震力」 及びV-2-1-8「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」に基づき、水平 2 方向及び鉛直方向地震力により、施設が有する耐震性に及ぼす影響について評価した結果を説 明するものである。

2. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価には、基準地震動Ssを用いる。基準 地震動Ssは、V-2-1-2「基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Saの策定概要」による。

ここで,水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる基準地震動Ssは, 複数の基準地震動Ssにおける地震動の特性及び包絡関係を,施設の特性による影響も考慮した 上で確認し,本影響評価に用いる。

- 3. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討結果
- 3.1 建物·構築物
 - 3.1.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価部位の抽出
 - (1) 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物の耐震評価上の構成部位を整理し、各建屋において、該当する耐震評価上の 構成部位を網羅的に確認した。確認した結果を表 3-1-1 に示す。

(2) 応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について,水平2方向及び鉛直方向地震力の 影響が想定される応答特性を整理した。応答特性は,荷重の組合せによる影響が想定される もの及び3次元的な建屋挙動から影響が想定されるものに分けて整理した。整理した結果を 表3-1-2及び表3-1-3に示す。

なお、隣接する上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための建物・構築物の評価 は、上位クラスの建物・構築物との相対変位による衝突可否判断が基本となる。そのため、 せん断及び曲げ変形評価を行うこととなり、壁式構造では耐震壁(ラーメン構造では柱,梁)

を主たる評価対象部位とし、その他の構成部位については抽出対象に該当しない。

(3) 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

表 3-1-1 に示す耐震評価上の構成部位のうち,表 3-1-2 に示す荷重の組合せによる応 答特性により,水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される部位を抽出した。抽出し た結果を表 3-1-4 に示す。

応答特性①-1「直交する水平 2 方向の荷重が,応力として集中する部位」として,主排 気筒及び非常用ガス処理系配管支持架構の隅柱,原子炉建屋,非常用ガス処理系配管支持架 構,使用済燃料乾式貯蔵建屋,格納容器圧力逃がし装置格納槽及び緊急時対策所建屋の基礎 スラブ並びに主排気筒,非常用ガス処理系配管支持架構,使用済燃料乾式貯蔵建屋及び緊急 時対策所建屋の杭を抽出した。 また,応答特性①-2「面内方向の荷重を負担しつつ,面外方向の荷重が作用する部位」 として,原子炉建屋の地下外壁及びプール側壁,格納容器圧力逃がし装置格納槽及びタービ ン建屋の地下外壁を抽出した。

(4) 3 次元的な応答特性が想定される部位の抽出

表 3-1-1 に示す耐震評価上の構成部位のうち,荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位について,表 3-1-3 に示す 3 次元的な応答特性により,水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される部位を抽出した。抽出した結果を表 3-1-5 に示す。

応答特性②-1「面内方向の荷重に加え,面外慣性力の影響が大きい可能性がある部位」 として,原子炉建屋の燃料取替フロアの壁を抽出した。

また,応答特性②-2「加振方向以外の方向に励起される振動が発生する可能性がある部 位」として,非常用ガス処理系配管支持架構の梁一般部(水平材)及び鉄骨ブレース(斜 材)を抽出した。

(5) 3 次元 F E M モデルによる精査

上記(4)で抽出した3次元的な応答特性が想定される部位として抽出した部位について, 3次元FEMモデルにより精査を行う。精査した結果を表3-1-6に示す。

応答特性②-1「面内方向の荷重に加え,面外慣性力の影響が大きい部位」については, 施設の重要性,建屋規模及び構造特性を考慮し,下部に上位クラス施設がある原子炉建屋の 燃料取替フロアの壁を代表として3次元FEMモデルによる精査を行う。

応答特性②-2「加振方向以外の方向に励起される振動の影響が大きい部位」については、 ねじれ応答の影響が懸念されるとともに、重要設備である非常用ガス処理系配管支持架構 の梁一般部(水平材)及び鉄骨ブレース(斜材)を代表として3次元FEMモデルによる 精査を行う。

また,原子炉建屋の耐震評価部位全般に対し,局所的な応答について,3次元FEMモデルによる精査を行う。精査は、地震応答解析により水平2方向及び鉛直方向入力時の影響を評価することで行う。

NT2 補② V-2-12 R0

耐震性評価部位		原子炉建屋	主排気筒	非常用ガス 処理系配管 支持架構	使用済燃料 乾式貯蔵 建屋	格納容器 圧力逃がし 装置格納槽	緊急時 対策所建屋	タービン 建屋	サービス 建屋
		RC 造 及び S 造	S 造	S 造	RC 造 及び S 造	RC 造	RC 造	RC 造 及び S 造	RC 造 及び S 造
	一般部	\bigcirc	_	_	\bigcirc	_	0	\bigcirc	\bigcirc
+}-	隅部	\bigcirc	\bigcirc	0	\bigcirc	_	0	\bigcirc	\bigcirc
仁	地下部	\bigcirc	_	_	_	-	_	\bigcirc	_
	筒身		0	_	_	_	_		_
	一般部	\bigcirc	\bigcirc	0	\bigcirc	-	0	\bigcirc	\bigcirc
梁	地下部	\bigcirc	_	_	_		_	\bigcirc	_
	鉄骨トラス	\bigcirc	_	_	\bigcirc		_	\bigcirc	_
	一般部	\bigcirc	_	_	\bigcirc	\bigcirc	0	\bigcirc	\bigcirc
壁	地下部	\bigcirc	_	_	_	\bigcirc	_	\bigcirc	_
	鉄骨ブレース		\bigcirc	0	_	_	_	_	\bigcirc
床 屋根	一般部	\bigcirc	_	_	\bigcirc	\bigcirc	0	\bigcirc	\bigcirc
	基礎スラブ	\bigcirc	_	0	\bigcirc	\bigcirc	0	\bigcirc	_
++ 7#	ケーソン	—	_	_	—	—	—	\bigcirc	—
奉碇	基礎梁	_	0	_	_	_	_	_	0
	杭	_	0	0	0	_	0	0	0

表 3-1-1 建物・構築物における耐震評価上の構成部材の整理

凡例 ○:対象の構造部材有り, 一:対象の部材なし



表 3-1-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性

表 3-1-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性 (3 次元的な応答特性)



NT2 補② V-2-12 R0

-								-	-
耐震性評価部位		原子炉建屋	主排気筒	非常用ガス 処理系配管 支持架構	使用済燃料 乾式貯蔵 建屋	格納容器 圧力逃がし 装置格納槽	緊急時 対策所建屋	タービン 建屋	サービス 建屋
		RC造 及びS造	S 造	S 造	RC 造 及び S 造	RC 造	RC 造	RC 造 及び S 造	RC 造 及び S 造
	一般部	該当なし	—	_	該当なし	—	該当なし	該当なし	該当なし
<u>+1-</u>	隅部	該当なし	①-1要	①-1要	該当なし	_	該当なし	該当なし	不要 (※1)
仁	地下部	該当なし	—	_	_	_	_	該当なし	—
	筒身		該当なし	_		_	_		_
	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	—	該当なし	該当なし	該当なし
梁	地下部	該当なし	—	_	—	-	—	該当なし	—
	鉄骨トラス	該当なし	_	_	該当なし	_	_	該当なし	_
	一般部	①-2要(プール側壁)	_	_	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	不要 (※1)
壁	地下部	①-2要	—	—	—	①-2要	—	①-2要	—
	鉄骨ブレース	-	該当なし	該当なし		—	_		不要 (※1)
床 屋根	一般部	該当なし	—	—	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし
	基礎スラブ	①-1要	_	①-1要	①-1要	①-1要	①-1要	該当なし	_
甘花林	ケーソン	—	—	_	—	—	_	該当なし	—
巫깵	基礎梁	—	該当なし	_	_	_	_	_	該当なし
	杭	_	①-1要	①-1要	①-1要	_	①-1要	該当なし	該当なし

表 3-1-4 水平2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (荷重の組合せによる応答特性によるスクリーニング)

凡例 要:評価必要,不要:評価不要,①-1:応答特性「直交する水平2方向の荷重が応力として集中」,①-2:応答特性「面内荷重を負担しつつ,面外方向の荷重が作用」 (※1):上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための評価対象建屋であり,隣接する原子炉建屋へ衝突することを前提に波及的影響評価を実施するため不要とする。 NT2 補② V-2-12 R0

耐震性評価部位		原子炉建屋	主排気筒	非常用ガス 処理系配管 支持架構	使用済燃料 乾式貯蔵 建屋	格納容器 圧力逃がし 装置格納槽	緊急時 対策所建屋	タービン 建屋	サービス 建屋
		RC造 及びS造	S造	S造	RC 造 及び S 造	RC 造	RC 造	RC造 及びS造	RC造 及びS造
	一般部	不要	_	_	不要	_	不要	不要	不要
4)-	隅部	不要	要	要	不要		不要	不要	不要
仕	地下部	不要	_	_	_	_	—	不要	—
	筒身	_	不要	_	_		_		
	一般部	不要	不要	2-2	不要		不要	不要	不要
梁	地下部	不要	_	_		_	_	不要	—
	鉄骨トラス	不要	_	_	不要	_	_	不要	_
	一般部	要(プール側壁) ②-1 (燃料取替フロア壁)	_	_	不要	不要	不要	不要 🕅	不要
壁	地下部	要	—	—	—	要	—	要	—
	鉄骨ブレース	_	不要	2-2	_		_		不要
床 屋根	一般部	不要		_	不要	不要	不要	不要	不要
	基礎スラブ	要	_	要	要	要	要	不要	
++****	ケーソン	—	_	_	_	_	_	不要	_
奉啶	基礎梁	_	不要	—	—	_	—	_	不要
	杭	_	要	要	要	_	要	不要	不要

表3-1-5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (3次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

凡例要:荷重の組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み、不要:評価不要、②-1:応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」、②-2:応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

(※1):上部階の壁は複数スパンにまたがって直交方向に壁及び大梁がなく、面内方向荷重に加え、面外慣性力の影響が大きいと考えられるが下部に上位クラス施設がないため不要とする。

耐震評価部位		対象 建物・構築物	3次元的な応答特性	3 次元 FEM モデルを用いた精査方法
梁	一般部	<u>非常用ガス処理系配</u> <u>管支持架構</u>	②-2 (加振方向以外の方向に励起 される振動が発生)	水平2方向及び鉛直方向入力時の応答の水 平1方向入力時の応答に対する増分が小さ いことを確認する。
日本	一般部	<u>原子炉建屋</u> (燃料取替フロア)	②-1 (面内方向の荷重に加え面外 慣性力の影響が大きい)	同上
壁	鉄骨 ブレース	<u>非常用ガス処理系配</u> <u>管支持架構</u>	②-2(加振方向以外の方向に励起 される振動が発生)	同上
耐震評価 部位全般		原子炉建屋	局所的な応答	同上

表 3-1-6 3 次元 F E M モデルを用いた精査

(※1) <u>下線部</u>は代表として評価する建物・構築物を示す。

3.2 機器·配管系

- 3.2.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備(部位)の抽出 評価対象設備を機種毎に分類した上での検討を行う。機種毎に分類した設備の各評価 部位,応力分類に対し構造上の特徴から水平2方向の地震力による影響を以下の項目より 検討し,影響の可能性がある設備を抽出した。
- (1) 水平2方向の地震力が重複する観点

水平1方向の地震力に加えて,さらに水平直交方向に地震力が重複した場合,水平2方 向の地震力による影響を検討し,影響が軽微な設備以外の影響検討が必要となる可能性が あるものを抽出する。以下の場合は,水平2方向の地震力により影響が軽微な設備である と整理した。なお,ここでの影響が軽微な設備とは,構造上の観点から発生応力への影響 に着目し,その増分が1割程度以下となる機器を分類しているが,水平1方向地震力によ る裕度(許容応力/発生応力)が1.1未満の機器については個別に検討を行うこととす る。

a. 水平2方向の地震力を受けた場合でも、その構造により水平1方向の地震力しか負担し ないもの

横置きの容器等は,水平2方向の地震力を想定した場合,水平1方向を拘束する構 造であることや水平各方向で振動特性及び荷重の負担断面が異なる構造であることによ り,特定の方向の地震力の影響を受ける部位であるため,水平1方向の地震力しか負担 しないものとして分類した。

- b. 水平2方向の地震力を受けた場合、その構造により最大応力の発生箇所が異なるもの 一様断面を有する容器類の胴板等は、水平2方向の地震力を想定した場合、それぞ れの水平方向地震力に応じて応力が最大となる箇所があることから、最大応力の発生箇 所が異なり、水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類し た。その他の設備についても同様の理由から最大応力の発生箇所が異なり、水平2方向 の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した。
- c. 水平2方向の地震力を組み合わせても水平1方向の地震による応力と同等と言えるもの

原子炉圧力容器スタビライザ及び格納容器スタビライザは、周方向8箇所を支持す る構造で配置されており、水平1方向の地震力を6体で支持する設計としており、水平 2方向の地震力を想定した場合、地震力を負担する部位が増え、また、最大反力を受け もつ部位が異なることで、水平1方向の地震力による荷重と水平2方向の地震力を想定 した場合における荷重が同等になるものであり、水平2方向の地震を組み合わせても1 方向の地震による応力と同等のものと分類した。

スタビライザと同様の支持方式を有するその他の設備についても、同様の理由から 水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同様のものと分類した。 d. 従来評価において、水平2方向の考慮をした評価を行っているもの

蒸気乾燥器支持ブラケット等は、従来評価において、水平2方向地震を考慮した評価 を行っているため、水平2方向の影響を考慮しても影響がないものとして分類した。

(2) 水平方向とその直交方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点

水平方向とその直交方向が相関する振動モードが生じることで有意な影響が生じる可能性 のある設備を抽出する。

機器・配管系設備のうち,水平方向の各軸方向に対して均等な構造となっている機器は, 評価上有意なねじれ振動は生じない。

一方,3次元的な広がりを持つ配管系等は,系全体として考えた場合,有意なねじれ振動 が発生する可能性がある。しかし,水平方向とその直交方向が相関する振動が想定される設 備は,従来設計より3次元のモデル化を行っており,その振動モードは適切に考慮した評価 としているため,この観点から抽出される機器は無かった。

(3) 水平1方向及び鉛直方向地震力に対する水平2方向及び鉛直方向地震力の増分の観点

(1)(2)において影響の可能性がある設備について,水平2方向の地震力が各方向1:1 で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め,従来の水平1方向及び鉛直方向地震 力の設計手法による発生値と比較し,その増分により影響の程度を確認し,耐震性への影 響が懸念される設備を抽出した。

水平1方向に対する水平2方向の地震力による発生値の増分の検討は,機種毎の分類に 対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備(部位)を対象とする。水平2方向 の地震力の組合せは米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として非同時性を考慮した SRSS 法 により組み合わせ,発生値の増分を算出する。増分の算出は,従来の評価で考慮している 保守性により増分が低減又は包絡されることも考慮する。

- 従来の評価データを用いた簡易的な算出では、地震・地震以外の応力に分離可能なものは地震による発生値のみ組み合わせた後、地震以外による応力と組み合わせて算出する。
- ・設備(部位)によっては解析等で求められる発生荷重より大きな設計荷重を用いているものもあるため、上記組合せによる発生値を設計荷重が上回ることを確認したものには、水平2方向の地震力による発生値の増分はないものとして扱う。
- 応答軸が明確な設備で、設備の応答軸の方向あるいは厳しい応力が発生する向きへ地 震力を入力している場合は、耐震性への影響が懸念されないものとして扱う。
- 3.2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

抽出された設備について,水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値を以下の方 法により算出する。

発生値の算出における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せは、米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として非同時性を考慮した SRSS 法を適用する。

(1) 従来評価データを用いた算出

従来の水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた評価結果を用いて,以下の条件に より水平2方向及び鉛直方向地震力に対する発生値を算出することを基本とする。

・水平各方向及び鉛直方向地震力をそれぞれ個別に用いて従来の発生値を算出している

設備は、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせて水平2方向を考慮した発生値 の算出を行う。

- ・水平1 方向と鉛直方向の地震力を組合せた上で従来の発生値を各方向で算出している 設備は、鉛直方向を含んだ水平各方向別の発生値を組み合わせて水平2 方向を考慮し た発生値の算出を行う。
- ・水平各方向を包絡した床応答曲線による地震力と鉛直方向の地震力を組み合わせた上 で従来の発生値を算出している設備は、鉛直方向を含んだ水平各方向同一の発生値を 組み合わせて水平2方向を考慮した発生値の算出を行う。

また、算出にあたっては必要に応じて以下も考慮する。

・発生値が地震以外の応力成分を含む場合,地震による応力成分と地震以外の応力成分 を分けて算出する。

- 3.3 屋外重要土木構造物
 - 3.3.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出
 - (1) 構造形式の分類

図 3-3-1 に屋外重要土木構造物の配置図を示す。

屋外重要土木構造物は、その構造形式より1)取水構造物、常設代替高圧電源装置置場、 常設代替高圧電源装置用カルバート(立坑部)、常設低圧代替注水系ポンプ室、緊急用海水 ポンプピット、緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基 礎のような箱型構造物、2)常設代替高圧電源装置用カルバート(トンネル部、カルバート 部)、常設低圧代替注水系配管カルバート及び格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの ような線状構造物、3)代替淡水貯槽、SA用海水ピット取水塔及びSA用海水ピットのよう な円筒状構造物、4)取水構造物、屋外二重管、緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎 及び可搬型設備用軽油タンク基礎の鋼管杭基礎、5)屋外二重管、海水引込み管及び緊急用海 水取水管のような管路構造物の5種類に大別される。

図 3-3-1 屋外重要土木構造物配置図

(2) 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理
 表 3-3-1に、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を示す。
 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重として、動土圧及び動水圧、摩擦力、慣性力が挙げられる。

	作用荷重	作用荷重のイメージ(注)
⑦動土圧及 び動水圧	従来設計手法における評価対 象断面に対して,平行に配置 される構造部材に作用する動 土圧及び動水圧	 ▲ 従来設計手法の評価対象断面 ▲ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
④摩擦力	周辺の埋戻土と躯体間で生じ る相対変位に伴い発生する摩 擦力	 ▲
⑦慣性力	躯体に作用する慣性力	▲ ▲ 従来設計手法の評価対象断面 ▲ ▲ 「「」 → ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

表 3-3-1 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重

(注) 作用荷重のイメージ図は平面図を示す。

(3) 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出 構造形式毎の荷重作用による影響程度を表 3-3-2 に示す。 評価対象構造物の地震時の挙動は,躯体が主に地中に埋設されることから,周辺地盤の挙動 に大きく影響される。整理した荷重のうち①摩擦力や⑦慣性力は,⑦動土圧及び動水圧と比較 するとその影響は小さいことから,水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響検討の対象 とする構造物の抽出では,⑦動土圧及び動水圧による影響を考慮する。 線状構造物については、その構造上の特徴として、妻壁(評価対象断面に対して平行に配置 される壁部材)等を有さない若しくは妻側(小口)の面積が小さいことから、従来設計手法に おける評価対象断面に対して直交する⑦動土圧及び動水圧は作用しない。

箱型構造物は,妻壁等を有することから,従来設計手法における評価対象断面に対して直交 する⑦動土圧及び動水圧が作用する。

円筒状構造物及び鋼管杭基礎は、図 3-3-2 に示すように水平2 方向入力による応力の集中 が考えられる。

管路構造物については、従来設計手法において管軸方向と管軸直角方向の応力を合成した応 力評価を実施しており、水平2方向及び鉛直方向の地震力を同時に作用させて評価を行ってい る。



図 3-3-2 円筒状構造物・鋼管杭基礎に係る応答特性

以上のことから、荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式として、従来評価手 法における評価対象断面に対して直交する⑦動土圧及び動水圧が作用する箱型構造物並びに水 平2方向入力による応力の集中が考えられる円筒状構造物、鋼管杭基礎及び管路構造物を抽出 する。

3.3.4(1)で整理した構	1) 箱型構造物	2)線状構造物		
造形式の分類	造形式の分類 (取水構造物等)			「水系配管カルバート等)	
	――― 従来設計手法における	評価対象断面(弱軸に平行な断面)	─── 従来設計手法における話	平価対象断面(弱軸に平行な断面)	
3.3.4(2)で整理した荷重 の作用状況					
	(注)の慣性力はすべての構造部材に作用	(注)の慣性力はすべての構造部材に作用		
	⑦動土圧及び動水圧	主に妻壁に作用	⑦動土圧及び動水圧	作用しない	
	④摩擦力	側壁に作用	④摩擦力	側壁,頂版に作用	
	⑦慣性力	全ての部材に作用	⑦慣性力	全ての部材に作用	
従来設計手法における評	従来設計手法における評	価対象断面に対して平行に配置され	従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置され		
価対象断面に対して直交	る構造部材(妻壁)を有	し、⑦動土圧及び動水圧による荷重	る構造部材を有さず⑦動土	王及び動水圧による荷重が作用し	
する荷重の影響程度	が作用するため影響大		ないため影響小		
抽出結果		\bigcirc		~	
(〇:影響検討実施)		\bigcirc	×		

表 3-3-2(1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出(1/3)

NT2 補② V-2-12 R0



表 3-3-2(2) 水平2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出(2/3)

3.3.4 (1) で整理した	4)	鋼管杭基礎	5) 管路構造物				
構造形式の分類	(取水構	造物等の杭基礎)	(屋外二重管等)				
3.3.4 (2) で整理した 荷重の作用状況	 従来設計手法にお 加振方向 ⑦ - 		管軸方向と管軸直角方向の応力を合成した応力評価を 実施しており、従来設計手法において水平2方向及び 鉛直方向の地震力の組合せが考慮されている 管軸方向 ◆◆◆				
	⑦動土圧及び動水圧	主に胴体部に作用					
	④摩擦力	主に胴体部に作用	- 管軸直角方向				
	⑦慣性力	全ての部材に作用					
従来設計手法における 評価対象断面に対して 直交する荷重の影響度	胴体部において、⑦動土圧及び動水圧による荷重及び 上部工からの荷重が作用するため影響大						
抽出結果 (○:影響検討実施)		0	0				

表 3-3-2(3) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出(3/3)

- (4) 従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所の抽出
 (3)で抽出しなかった構造形式である線状構造物について、構造物毎の平面・断面図を以下に示す。各構造物の構造、地盤条件等を考慮した上で、従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所を抽出する。
 - a)常設代替高圧電源装置用カルバート(トンネル部)【線状構造物】
 - 図 3-3-3に常設代替高圧電源装置用カルバートの配置図,図 3-3-4及び図 3-3-5 に 常設代替高圧電源装置用カルバート(トンネル部)の断面図を示す。

当該トンネルは、断面変化がほとんどないが、緩やかな曲線部が計画されている。図 3-3 -6(施工目地の割り付け概念図)に示すように、適切な間隔で施工目地を設けることによ

り、構造物に応力集中が発生しないような設計方針とする。なお、施工目地の間隔は、トン ネルの適用事例が多い「トンネル標準示方書:土木学会」に基づき決定する。



図 3-3-3 常設代替高圧電源装置用カルバート配置図



図 3-3-4 常設代替高圧電源装置用カルバート(トンネル部)縦断面図



図 3-3-5 常設代替高圧電源装置用カルバート(トンネル部)横断面図



b)常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部)【線状構造物】 図 3-3-7に常設代替高圧電源装置用カルバートの配置図,図 3-3-8 及び図 3-3-9 に 常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部)の平面図及び断面図を示す。

内空幅約2m, 内空高さ約3mのカルバート部【A部】は, 断面変化もほとんどなく直線である。また, 鋼管杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置されるため, 強軸断面方向の 曲げの影響をほとんど受けない。一方, 内空幅約12m, 内空高さ約3mのカルバート部【B 部】は, 内空寸法はほぼ一様であるが屈曲部(隅角部)を有するため, 水平2方向及び鉛直 方向地震力の組合せの影響として, 弱軸断面方向のせん断変形や強軸断面方向の曲げ変形へ の影響が想定される。



図 3-3-7 常設代替高圧電源装置用カルバート配置図



図 3-3-8 常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部)平面図



c)常設低圧代替注水系配管カルバート【線状構造物】

図 3-3-10 及び図 3-3-11 に常設低圧代替注水系配管カルバートの平面図及び断面図を示す。

当該構造物は、断面変化もほとんどなく直線である。また、人工岩盤を介して十分な支持 性能を有する岩盤に設置されるため、強軸断面方向の曲げの影響をほとんど受けない。



図 3-3-11 常設低圧代替注水系配管カルバート断面図(東西断面)

d) 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート(上部工)【線状構造物】
 図 3-3-12,図 3-3-13 及び図 3-3-14 に格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの
 平面図及び断面図を示す。

当該構造物は、断面変化があり屈曲部を有するため、水平2方向及び鉛直方向地震力の組 合せの影響として、弱軸断面方向のせん断変形や強軸断面方向の曲げ変形への影響が想定さ れる。



図 3-3-12 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート平面図



図 3-3-13 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート断面図(A-A断面)



図 3-3-14 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート断面図(B-B断面)

線状構造物として大別した常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部)及び格納 容器圧力逃がし装置用配管カルバートは,構造物の配置上,屈曲部を有する。線状構造物の 屈曲部では,水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響として,弱軸断面方向のせん断 変形や強軸断面方向の曲げ変形への影響が想定される。

以上のことから,常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部)及び格納容器圧力 逃がし装置用配管カルバートの屈曲部について水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影 響を検討する。

- (5) 従来設計手法の妥当性の確認
 - i)常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部) 常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部)【B部】の従来設計では、表 3-3-3 に示す通り、屈曲部における3次元的な拘束効果(評価対象断面のせん断変形を抑制する箇 所や構造部材)を期待せず、保守的に評価対象断面に直交する部材のみで荷重を受け持たせ る設計となっている。また、常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部)は、鋼管 杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置されるため、躯体が底面で拘束されているこ とから、屈曲部における強軸断面方向の曲げの影響もほとんど受けない。

以上のことから、常設代替高圧電源装置用カルバート(カルバート部)における屈曲部での水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は、従来設計手法における評価対象断面での耐震評価で担保される。

表 3-3-3	屈曲部における	3次元的な拘束効果

(常設代替高圧電源装置用カルバート)

ii)格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの従来設計では、表 3-3-4 に示す通り、屈曲 部における 3 次元的な拘束効果(評価対象断面のせん断変形を抑制する箇所や構造部材)を 期待せず、保守的に評価対象断面に直交する部材のみで荷重を受け持たせる設計となってい る。また、格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは、人工岩盤を介して十分な支持性能 を有する岩盤に設置されるため、躯体が底面で拘束されていることから、屈曲部における強 軸断面方向の曲げの影響もほとんど受けない。

以上のことから,格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートにおける屈曲部での水平2方 向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は,従来設計手法における評価対象断面での耐震評価 で担保される。

表 3-3-4 屈曲部における 3 次元的な拘束効果 (格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート)

3.3.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

3.3.4 の検討を踏まえ,水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を検討 すべき構造物として,構造及び作用荷重の観点から,箱型構造物,円筒状構造物及び鋼管 杭基礎を抽出する。なお,管路構造物については,従来設計手法において水平2方向及び 鉛直方向の地震力を同時に作用させて評価を行っているため対象外とする。

箱型構造物,円筒状構造及び鋼管杭基礎については,表 3-3-5 に示す構造物の規模等 を考慮し,箱型構造物の代表構造物(施設)として常設代替高圧電源装置置場,円筒状構 造の代表構造物(施設)として代替淡水貯槽及び SA 用海水ピット,鋼管杭基礎の代表構 造物(施設)として取水構造物を選定し,影響評価を行う。図 3-3-15~図 3-3-32 に 各構造物の概要図を示す。

構造形式	* 法· <u></u> (規模		濯定理由
相迫かれ	1時起1277(加西文) 石	長辺	短辺	高さ	逐定建山
	取水構造物	約56m	約43m	約12m	
	常設代替高圧電源装置置場	約56m	約46m	約47m	長辺・短辺・高さが最大
	常設代替高圧電源装置用カルバート(立坑部)	約15m	約11m	約39m	
箱型	常設低圧代替注水系ポンプ室	約15m	約11m	約30m	
	緊急用海水ポンプピット	約12m	約12m	約36m	
	緊急時対策所用発電機用燃料油タンク基礎	約12m	約7m	約7m	
	可搬型設備用軽油タンク基礎(西側)・(南側)	約17m	約15m	約7m	
	代替淡水貯槽	直径φ約20m		約22m	直径が最大
円筒状	SA用海水ピット	直径φ約14m		約34m	高さが最大
	SA用海水ピット取水塔	直径φ約8m		約21m	

表 3-3-5(1) 代表構造物の選定検討表 (1/2)

※緑色ハッチングが、代表構造物(施設)

表 3-3-5(2) 代表構造物の選定検討表 (2/2)

構造形式	<i>株达物(</i> 临职)を	上部工規模			鋼管杭	濯定理山	
再迫形式	情担177(爬取)石	長辺	短辺	高さ	長さ(最大)	逐定连田	
	取水構造物	約56m	約43m	約12m	約43m	上部工の長辺・短辺, 杭 長さが最大	
	屋外二重管 ^{注)}	約10m	約4m	約3m	約42m		
鋼管杭 基礎	緊急時対策所用発電機用燃料油タンク基礎	約12m	約7m	約7m	約33m		
	可搬型設備用軽油タンク基礎(西側)	約17m	約15m	約7m	約33m		
	可搬型設備用軽油タンク基礎(南側)	約17m	約15m	約7m	約15m		

注)屋外二重管の上部工規模は基礎の寸法

※緑色ハッチングが、代表構造物(施設)

a) 取水構造物【箱型構造物】【鋼管杭基礎の代表】 図 3-3-15~図 3-3-18 に取水構造物の平面図及び断面図を示す。



図 3-3-15 取水構造物平面図



図 3-3-16 取水構造物縦断面図 (A-A断面)



b)常設代替高圧電源装置置場【箱型構造物の代表】
 図 3-3-19~図 3-3-21 に常設代替高圧電源装置置場の平面図,図 3-3-22 及び図 3-3
 -23 に断面図を示す。



図 3-3-19 常設代替高圧電源装置置場 1 F 平面図



図 3-3-20 常設代替高圧電源装置置場 B1 F平面図



図 3-3-21 常設代替高圧電源装置置場 B 2 F 平面図



図 3-3-22 常設代替高圧電源装置置場断面図(東西断面)



図 3-3-23 常設代替高圧電源装置置場断面図(南北断面)

c)常設代替高圧電源装置用カルバート(立坑部)【箱型構造物】
 図 3-3-24 に常設代替高圧電源装置用カルバート(立坑部)の断面図を示す。



図 3-3-24 常設代替高圧電源装置用カルバート(立坑部)断面図

d)常設低圧代替注水系ポンプ室【箱型構造物】



図 3-3-25 常設低圧代替注水系ポンプ室断面図(南北断面)

e)緊急用海水ポンプピット【箱型構造物】





図 3-3-26 緊急用海水ポンプピット断面図(東西断面)

f)緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎【箱型構造物】【鋼管杭基礎】
 図 3-3-27 に緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の断面図を示す。



図 3-3-27 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎断面図

g) 可搬型設備用軽油タンク基礎【箱型構造物】【鋼管杭基礎】 図 3-3-28 及び図 3-3-29 に可搬型設備用軽油タンク基礎の断面図を示す。


h) 代替淡水貯槽【円筒状構造物の代表】

図 3-3-30 に代替淡水貯槽の断面図を示す。



図 3-3-30 代替淡水貯槽断面図(東西断面)

i) SA用海水ピット【円筒状構造物の代表】
 図 3-3-31 にSA用海水ピットの断面図を示す。



図 3-3-31 SA用海水ピット断面図

j) SA用海水ピット取水塔【円筒状構造物】

図 3-3-32 にSA用海水ピット取水塔の断面図を示す。



図 3-3-32 SA用海水ピット取水塔断面図

k)屋外二重管【鋼管杭基礎】

図 3-3-33 及び図 3-3-34 に屋外二重管の平面及び断面図を示す。図 3-3-35 に概念図 を示す。



図 3-3-33 屋外二重管平面図





図 3-3-35 屋外二重管基礎概念図

3.3.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価

(1) 箱型構造物

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については,箱型構造物の弱軸断 面方向(評価対象断面)と強軸断面方向(評価対象断面に直交する断面)におけるそれぞれ の2次元の地震応答解析にて,互いに干渉し合う断面力や応力を選定し,弱軸断面方向加振 における部材照査において,強軸断面方向加振の影響を考慮し評価する。

強軸断面方向加振については、箱型構造物の隔壁・側壁が、強軸断面方向加振にて耐震壁 としての役割を担うことから、当該構造部材を耐震壁と見なし、「鉄筋コンクリート構造計 算基準・同解説-許容応力度設計法-(日本建築学会、1999)(以下「RC基準」という。) に準拠し耐震評価を実施する。

RC基準では、耐震壁に生じるせん断力(面内せん断)に対して、コンクリートのみで負担できるせん断耐力と、鉄筋のみで負担できるせん断耐力のいずれか大きい方を鉄筋コンクリートのせん断耐力として設定する。したがって、壁部材に生じるせん断力がコンクリートのみで負担できるせん断力以下であれば、鉄筋によるせん断負担は無く鉄筋には応力が発生しないものとして取り扱う。

一方, 強軸断面方向加振にて生じるせん断力を, 箱型構造物の隔壁・側壁のコンクリート のみで負担できず, 鉄筋に負担させる場合, 図 3-3-36 に示すとおり, 強軸断面方向加振に て発生する側壁・隔壁の主筋の発生応力が, 弱軸断面方向における構造部材の照査に影響を 及ぼす可能性がある。

したがって,水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては,強軸断 面方向加振にて発生する応力を,弱軸断面方向における構造部材の照査に付加することで, その影響の有無を検討する。

なお,弱軸断面方向及び強軸断面方向の地震応答解析では,保守的に両方とも基準地震動 Ssを用いる。

図 3-3-37 に水平2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価フローを示す。



		①強軸断面方向加振	②弱軸断面方向加振	備考
	My(y軸まわりの曲げモーメント)		×	
	Mx(x軸まわりの曲げモーメント)	×	0	
断面力	Nz(鉛直方向軸力)	0	0	互いに干渉する可能性あり
	Nzx (zx平面面内せん断)	0	×	
	Qz (z方向面外せん断)	×	0	
	主筋	0	0	互いに干渉する可能性あり
応力	配力筋	0	×	
	せん断補強筋	×	0	

(○:発生する可能性あり、△:発生する可能性があるが極めて軽微, ×:発生しない)

図 3-3-36 強軸断面方向加振及び弱軸断面方向加振において発生する断面力・応力





(2) 円筒状構造物及び鋼管杭基礎

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、従来の設計手法であ る水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の評価結果等を用 い、水平2方向及び鉛直方向地震力の組み合わせる方法として、米国 Regulatory Guide 1.92(注)の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」 を参考として、組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の部位について、構造部材の発生応力等を適切に組み 合わせることで、各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し、各部位が有する耐震性へ の影響を評価する。

(注)Regulatory Guide(RG) 1.92 "Combining modal responses and spatial components in seismic response analysis"

- 3.4 津波防護施設,浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築 物
 - 3.4.1 施設,設備の区分

津波防護施設,浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・ 構築物は「建物・構築物」,「機器・配管系」又は「屋外重要土木構造物」に区分し設計 をしていることから,水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価は,施設,設備 の区分に応じて「4.1 建物・構築物」「4.2 機器・配管系」又は「4.3 屋外重要土木 構造物」の方針に基づいて実施する。

- 3.4.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出
- (1) 構造形式の分類

津波防護施設は、その構造形式より1)鋼製防護壁の上部工のような鋼殻構造物、2) 鋼管 杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工、鉄筋コンクリート防潮壁の上部工、鉄筋コンクリート 防潮壁(放水路エリア)の防潮壁、鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路、貯 留堰のような線状構造物、3)鋼製防護壁の下部工、鉄筋コンクリート防潮壁の下部工、鉄筋 コンクリート防潮壁(放水路エリア)の基礎のような地中連続壁基礎、4) 鋼管杭鉄筋コン クリート防潮壁の下部工、構内排水路出口側集水桝の下部工のような鋼管杭基礎、並びに 5) 構内排水路出口側集水桝の上部工のような箱型構造物の5つに大別される。

(2) 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

表 3-4-1に、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を示す。

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重として,動土圧及び動水圧,摩 擦力,慣性力が挙げられる。

	作用荷重	作用荷重のイメージ (注)
⑦動土圧及 び動水圧	従来設計手法における評価対 象断面に対して,平行に配置 される構造部材に作用する動 土圧及び動水圧	 ▲ 従来設計手法の評価対象断面 ▲ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
④摩擦力	周辺の埋戻土と躯体間で生じ る相対変位に伴い発生する摩 擦力	▲ ◆ 従来設計手法の評価対象断面 ▲ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
⑦慣性力	躯体に作用する慣性力	 ★ 従来設計手法の評価対象断面 ▲ 「」 ● ●

表 3-4-1 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重

(注)作用荷重のイメージ図は平面図を示す。

(3) 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出 整理した構造形式毎の荷重作用による影響程度を表 3-4-2 に示す。 また、構造形式毎に、各構造物の概略図と特徴について以下に示す。

×3)	
Ľ	
平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出	
Д С	
-4-2(1)	
表 3-	

線状構造物 一ト防潮壁の上部工等)	ける評価対象断面 (弱軸に平行な断面) 活動 の一般におけた時間	(洗来設計手法における評価対 象断面に対して平行する側面 に作用 従来設計手法における評価対	象断面に対して直交する側面 に作用 全ての部材に作用	平価対象断面に対して直角方向 動土圧及び動水圧による荷重が	×
b) (鉄筋コンクリ・	: 徐永談計手法(C:45)	の動土圧及び動水圧 の摩擦力	③慣性力	従来設計手法における計 (強軸断面方向) にの 作用しないため影響小	
鋼殻構造物 防護壁の上部工)	する評価対象断面 (弱軸に平行な断面) 加振方向 の慣性力はすべての構造部材に作用	従来設計手法における評価対象断面に対して平行する側面 した用 に作用 従来設計手法における評価対	象断面に対して直交する側面 に作用 全ての部材に作用	t, 基礎深さ及び地盤条件が異な ご形状が複雑であるため, 水平2 組合せの影響の程度が大きい。	0
a) (鋼製[: (注, *:設計手法におい (注) (注)	の動土圧及び動水圧の摩擦力	(1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	当該構造物の上部工は る下部工を有し、また 方向及び鉛直地震力の	
3.4.4 (1) で整理した構 造形式の分類	3.4.4(2)で整理した荷重			従来設計手法における評 価対象断面に対して直交 する荷重の影響程度	抽出結果 (〇:影響検討実施)

Ж,	3-4-2(2) 水牛2	ヵ回次い始直カ回地震力の組合す	ぜい評価が漆備道物 の	2曲田(2/3)	
3.4.4 (1) で整理した 構造形式の分類	c) (鉄筋コンク	地中連続壁基礎 リート防潮壁下部工等)	d) (鋼管杭鉄筋コン	鋼管抗基礎 /クリート防潮壁下部工等)	
3.4.4 (2) で整理した 荷重の作用状況	(注) (注) (注)	8ける評価対象断面(弱軸に平行な断面) 	加振方向 ③ (注) ④慎性J	・・・ 従来設計手法における評価対象断面	
	の動土圧及び動水圧	従来設計手法における評価対象 断面に対して平行する面に作用	の動土圧及び動水圧	主に胴体部に作用	
	④摩擦力	従来設計手法における評価対象 断面に対して直交する面に作用	④摩擦力	主に胴体部に作用	
	创慣性力	全ての部材に作用	の慣性力	全ての部材に作用	
従来設計手法における 評価対象断面に対して 直交する荷重の影響度	従来設計手法における 面にの動土圧及び動か 面に上部工から伝わる	評価対象断面に対して,平行する 注による荷重が,上部工との接合 荷重が作用するため影響大	胴体部において、②動、 上部工からの荷重が作	土圧及び動水圧による荷重,及び 用するため影響大	
抽出結果 (〇:影響検討実施)		0		0	

の設備社会構造者でもしょう。 古くる 6 てい ドレイシン C 玉水 0/0/0 . с #

表 3-4-2(3) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出(3/3)

3.4.4 (1) で整理した	•	e) 箱型構造物
構造形式の分類	口田)	側集水桝の上部工)
	:	こおける評価対象断面 (弱軸に平行な断面)
		のの荷重を受け持っ
	¥	K K
	- -	
3.4.4 (2) で整理した ###の休田3437	0	K
何里の作用が近) の慣性力はすべての構造部材に作用
	の動土圧及び動水	加振方向に対して直交して配置さ
	圧	れる構造部材に作用
	④摩擦力	加振方向に対して平行に配置され
		る構造部材に作用
	の慣性力	全ての部材に作用
従来設計手法における	従来設計手法における	5評価対象断面に対して平行に配置
評価対象断面に対して	される構造部材を有し	、 ②動土圧及び動水圧による荷重
直交する荷重の影響度	が作用するため影響力	V
抽出結果		C
(〇:影響検討実施))

- a) 鋼殼構造物
 - ・鋼製防護壁の上部工

図 3-4-1 に鋼製防護壁の上部工の概要図を示す。

当該構造物の上部工は,基礎深さ及び地盤条件が異なる下部工を有し,また形状が複雑であ るため,水平2方向及び鉛直地震力の組合せの影響がある可能性が大きい。したがって,3次 元解析を実施する。



図 3-4-1 鋼製防護壁の上部工

- b)線状構造物
 - ・鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工,鉄筋コンクリート防潮壁の上部工,鉄筋コンクリ ート防潮壁(放水路エリア)の防潮壁

図 3-4-2,図 3-4-3 及び図 3-4-4 に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工,鉄筋 コンクリート防潮壁の上部工及び鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の防潮壁の概要 図を示す。

当該構造物は,擁壁タイプの線状構造物であり,その構造上の特徴として,妻壁(評価対象 断面に対して平行に配置される壁部材)等を有さず,妻側(小口)の面積も小さいことから, 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する⑦動土圧及び動水圧はほとんど作用しな い。



図 3-4-2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工



図 3-4-3 鉄筋コンクリート防潮壁の上部工

図 3-4-4 鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア)の防潮壁 · 貯留堰

図 3-4-5 に貯留堰の概要図を示す。

貯留堰は鋼管矢板構造であり,線状構造物に分類される。各鋼管矢板は,継手部を介して隣 接鋼管矢板により鋼管矢板の法線方向に拘束されており,法線方向の断面係数は,法線直角方 向と比べて大きく,明確な強軸断面方向を示す。そのため,強軸断面方向の水平力により鋼管 矢板に発生する曲げモーメントは比較的小さい。したがって,水平2方向及び鉛直方向地震力 の組合せによる影響は小さい。



図 3-4-5 貯留堰

P-T継手

- c) 地中連続壁基礎
 - ・鋼製防護壁の下部工

図 3-4-6 に鋼製防護壁の下部工の断面図を示す。

当該構造物の南北二つの下部工は,基礎深さ及び地盤条件が異なり3次元的に複雑な挙動を することが考えられるため,水平2方向及び鉛直地震力の組合せの影響が想定される。



図 3-4-6 鋼製防護壁の下部工

・鉄筋コンクリート防潮壁の下部工

図 3-4-7 に鉄筋コンクリート防潮壁の下部工の概要図を示す。

当該構造物の下部工は、上部工法線方向の水平地震力による動土圧及び動水圧と上部工から の荷重による発生応力、並びに上部工法線直角方向の水平地震力による動土圧及び動水圧によ る発生応力が足し合わされるため、水平2方向及び鉛直地震力の組合せの影響が想定される。



図 3-4-7 鉄筋コンクリート防潮壁の下部工

・鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の地中連続壁基礎

図 3-4-8 に鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の地中連続壁基礎の概要図を示す。 当該構造物の地中連続壁基礎は,防潮壁法線方向の水平地震力による動土圧及び動水圧と防 潮壁からの荷重による発生応力,並びに防潮壁法線直角方向の水平地震力による動土圧及び動 水圧による発生応力が足し合わされるため,水平2方向及び鉛直地震力の組合せの影響が想定 される。



図 3-4-8 鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の地中連続壁基礎

d) 鋼管杭基礎

・鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の下部工 図 3-4-9 に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の下部工の概要図を示す。 鋼管杭基礎は、図 3-4-10 に示すように水平2方向入力による応力の集中が考えられる。 当該構造物の鋼管杭は、上部工法線方向の水平地震力による動土圧及び動水圧と上部工から の荷重による発生応力、並びに上部工法線直角方向の水平地震力による動土圧及び動水圧によ る発生応力が足し合わされるため、水平2方向及び鉛直地震力の組合せの影響が想定される。



図 3-4-9 防潮壁の下部工

・構内排水路出口側集水桝の下部工

図 3-4-11 に構内排水路出口側集水桝の下部工の概要図を示す。

当該構造物の下部工(鋼管杭)も、互いに直交する方向の各水平地震力による動土圧及び動 水圧と、上部工からの荷重による発生応力が足し合わされるため、図 3-4-10 に示すように 水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せの影響が想定される。



図 3-4-11 構内排水路出口側集水桝の下部工

e) 箱型構造物

・構内排水路出口側集水桝の上部工

図 3-4-12 に構内排水路出口側集水桝の上部工の概要図を示す。

箱型構造物については,従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造 部材を有し,⑦動土圧及び動水圧による荷重が作用するため,水平2方向及び鉛直地震力の組 合せの影響が想定される。



図 3-4-12 構内排水路出口側集水桝の上部工

以上のことから,荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式として,鋼殻構造物, 地中連続壁基礎,鋼管杭基礎及び箱型構造物を抽出する。

- (4) 従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所の抽出
 (3)で抽出しなかった構造形式である線状構造物について、各構造物の構造等を考慮した
 上で、従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所を抽出し、以下に示す。
 - a)鉄筋コンクリート防潮壁の上部工【線状構造物】

図 3-4-13 に鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の概要図を示す。

当該構造物は、構造物の配置上、屈曲部(隅角部)を有する。線状構造物の屈曲部(隅角部)では、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響として、弱軸断面方向のせん断変 形や強軸断面方向の曲げ変形への影響が想定される。



図 3-4-13 鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の屈曲部(隅角部)

b)鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路【線状構造物】 図 3-4-14に鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路の概要図を示す。 当該構造物は,防潮壁から強軸断面方向の荷重を受ける。よって,水平2方向及び鉛直方 向地震力の組合せの影響として,強軸断面方向の曲げ変形への影響が想定される。



図 3-4-14 鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路

c)鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工【線状構造物】

図 3-4-15 に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の概要図を示す。

当該構造物は、屈曲部(隅角部)に施工目地を設けるため、独立した線状構造物が接してい るだけとなり、3次元的な応答特性は想定されない。よって、水平2方向及び鉛直方向地震力 の組合せの影響はない。



図 3-4-15 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工

以上のことから,鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の屈曲部(隅角部)及び鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路については,水平2方向地震力の組合せの影響を検討する。

- (5) 従来設計手法の妥当性の確認
 - i)鉄筋コンクリート防潮壁の上部工

鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の設計において、一般部は図 3-4-16 に示すように、フ ーチング側を固定端とする鉛直方向の片持ち梁として設計する。屈曲部(隅角部)の東面鉛直 壁は一般部と同様に設計するが、屈曲部(隅角部)の北(南)面は図 3-4-17 に示すように、 東面鉛直壁を固定端とする水平方向の片持ち梁として設計する。したがって、屈曲部(隅角 部)は水平2方向の荷重を組み合わせた設計となるため、水平2方向及び鉛直方向地震力の組 合せの影響評価対象部位として抽出する。なお、片持ち梁モデルの妥当性については、静的3 次元モデル解析を実施し確認する。



図 3-4-16 鉄筋コンクリート防潮壁の上部工 [一般部]



図 3-4-17 鉄筋コンクリート防潮壁の上部工 [屈曲部(隅角部)]

ii)鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路

図 3-4-18 に鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路の概要図を示す。

鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路の設計において,評価対象断面に直交す る水平地震力については、カルバート構造物であるため,評価対象断面直交方向(強軸断面方 向)には動土圧・動水圧はほとんど作用しない。しかしながら、放水路(カルバート)上に設 置される防潮壁は、当該加振方向による水平地震力により慣性力を受けるため、下部の放水路 (カルバート)に荷重が伝わり、強軸断面方向の曲げ変形への影響が想定される。したがっ て、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価対象部位として抽出する。



図 3-4-18 鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路

3.4.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

3.4.2の検討を踏まえ、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を検討すべ き構造物として、構造及び作用荷重の観点から、地中連続壁基礎、鋼管杭基礎、箱型構造物、 線状構造物のうち鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の屈曲部(隅角部)及び鉄筋コンクリート 防潮壁(放水路エリア)の放水路を抽出する。

なお、鋼殻構造物については、3次元解析を実施するため、ここでは対象外とする。 表 3-4-3 に抽出した評価対象施設(構造物)を示す。

構造形式	施設(構造物)名称
地中連結時	鋼製防護壁の下部工
地中连航空	鉄筋コンクリート防潮壁の下部工
至诞	鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の地中連続壁基礎
网络古甘林	鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の下部工
驷目饥左啶	構内排水路出口側集水桝の下部工
箱型構造物	構内排水路出口側集水桝の上部工
幼母雄生物	鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の屈曲部(隅角部)
脉小伸迫初	鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路

表 3-4-3 評価対象施設(構造物)の抽出結果

注) 鋼殻構造物は3次元解析を実施するため対象外とする。

- 3.4.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価
 - (1) 地中連続壁基礎,鋼管杭基礎,線状構造物のうち鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の屈曲部 (隅角部)

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、従来の設計手法である 水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の評価結果等を用い、 水平2方向及び鉛直方向地震力の組み合わせる方法として、米国 Regulatory Guide 1.92(注) の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考と して、組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の部位について、構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで、各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し、各部位が有する耐震性への影響を評価する。

(注)Regulatory Guide(RG) 1.92 "Combining modal responses and spatial components in seismic response analysis"

(2) 箱型構造物,鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路

箱型構造物及び鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の放水路に対する水平2方向及び 鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については,箱型構造物及び放水路の弱軸断面方向

(評価対象断面)と強軸断面方向(評価対象断面に直交する断面)におけるそれぞれの2次元の地震応答解析にて,互いに干渉し合う断面力や応力を選定し,弱軸断面方向加振における部材照査において,強軸断面方向加振の影響を考慮し評価する。

強軸断面方向加振については、構造物の隔壁・側壁が、強軸断面方向加振にて耐震壁としての役割を担うことから、当該構造部材を耐震壁と見なし、RC基準に準拠し耐震評価を実施する。

RC基準では、耐震壁に生じるせん断力(面内せん断)に対して、コンクリートのみで負担 できるせん断耐力と、鉄筋のみで負担できるせん断耐力のいずれか大きい方を鉄筋コンクリー トのせん断耐力として設定する。したがって、壁部材の生じるせん断力がコンクリートのみで 負担できるせん断力以下であれば、鉄筋によるせん断負担は無く鉄筋には応力が発生しないも のとして取り扱う。

一方,強軸断面方向加振にて生じるせん断力を,構造物の隔壁・側壁のコンクリートのみで 負担できず,鉄筋に負担させる場合,図3-4-19に示すとおり,強軸断面方向加振にて発生す る側壁・隔壁の主筋の発生応力が,弱軸断面方向における構造部材の照査に影響を及ぼす可能 性がある。

したがって、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては、強軸断面 方向加振にて発生する応力を、弱軸断面方向における構造部材の照査に付加することで、その 影響の有無を検討する。

なお,弱軸断面方向及び強軸断面方向の地震応答解析では,保守的に両方とも基準地震動S sを用いる。

図 3-4-20 に水平2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価フローを示す。



		①強軸方向加振	②弱軸方向加振	備考
	My (y軸まわりの曲げモーメント)	\bigtriangleup	×	
	Mx (x軸まわりの曲げモーメント)	×	0	
断面力	Nz(鉛直方向軸力)	0	0	互いに干渉する可能性あり
	Nzx (zx平面面内せん断)	0	×	
	Qz (z方向面外せん断)	×	0	
	主筋	0	0	互いに干渉する可能性あり
応力	配力筋	0	×	
	せん断補強筋	×	0	

(○:発生する可能性あり、△:発生する可能性があるが極めて軽微、×:発生しない)

図 3-4-19 強軸断面方向加振及び弱軸断面方向加振において

発生する断面力・応力



3-4-20 図 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価フロー

V-2-別添1 火災防護設備の耐震性についての計算書

V-2-別添1-1 火災防護設備の耐震計算の方針

		目次
1.	根	我 要 ············
2.	而	対震評価の基本方針 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
2.	1	評価対象設備
3.	荷	街重及び荷重の組合せ並びに許容限界 ;
3.	1	荷重及び荷重の組合せ
3.	2	許容限界
4.	而	対震評価方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
4.	1	地震応答解析 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
4.	2	応力評価
4.	3	機能維持評価
4.	4	水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
5.	讵	適用規格 ····································

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」(平成25 年6月28日原子力規制委員会規則第6号)(以下「技術基準規則」という。)第11条及び 第52条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の 解釈」が適合することを要求している「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護 に係る審査基準」(平成25年6月19日制定)(以下「火災防護に係る審査基準」という。) に適合する設計とするため、V-1-1-7「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」 (以下「V-1-1-7」という。)に示す耐震Cクラス機器の火災感知設備及び消火設備が、

基準地震動S。による地震力に対して耐震性を有することを確認するための耐震計算方 針について説明するものである。なお、火災感知設備及び消火設備への基準地震動S。に よる地震力に対する耐震性の要求は、技術基準規則の第5条及び第50条の対象ではない。 耐震計算は、V-1-1-7に示す適用規格を用いて実施する。

火災防護設備の具体的な耐震計算の方法及び結果は、V-2-別添1-2「火災感知器の耐 震計算書」、V-2-別添1-3「火災受信機盤の耐震計算書」、V-2-別添1-4「ガスボンベ 設備の耐震計算書」、V-2-別添1-5「ガス消火設備制御盤の耐震計算書」及びV-2-別添 1-6「供給配管の耐震計算書」に示すとともに、動的地震力の水平2方向及び鉛直方向の 組合せに対する各設備の影響評価結果を、V-2-別添1-7「火災防護設備の水平2方向及 び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に示す。

2. 耐震評価の基本方針

耐震評価は、「2.1 評価対象設備」に示す評価対象設備を対象として、「3. 荷重及 び荷重の組合せ並びに許容限界」で示す基準地震動S。による地震力と組み合わすべき他 の荷重による応力等が許容限界内にあることを「4. 耐震評価方法」に示す評価方法を 使用し、「5. 適用規格」に示す適用規格を用いて確認する。

火災感知設備及び消火設備は、基準地震動S。による地震力に対して、その機能を保持できる設計とすることを踏まえ、水平2方向及び鉛直方向地震力を適切に組み合わせて 実施する。影響評価方法は、「4.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮」に示す。

2.1 評価対象設備

評価対象設備は、V-1-1-7の「火災感知設備について」に示す火災感知設備のうち 火災感知器及び火災受信機盤並びにV-1-1-7の「消火設備について」に示す消火設備 のうちガス自動消火設備を構成するガスボンベ設備、ガス消火設備制御盤及び供給配 管を対象とする。 3. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界

火災感知設備及び消火設備の耐震計算に用いる荷重及び荷重の組合せを以下の「3.1 荷重及び荷重の組合せ」に,許容限界を「3.2 許容限界」に示す。

- 3.1 荷重及び荷重の組合せ
 - 3.1.1 荷重の種類
 - 荷重は、以下の荷重を用いる。
 - 死荷重(D)
 死荷重は,持続的に生じる荷重であり自重とする。
 - (2) 地震荷重(S_s) 地震荷重は、基準地震動S_sに伴う地震力による荷重とする。 耐震計算における動的地震力の水平2方向及び鉛直方向の組合せについては、 機器の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能 性があるものを抽出し、耐震性に及ぼす影響を評価する。
 - (3) 内圧荷重(P_D) 内圧荷重は、当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重とする。
 - 3.1.2 荷重の組合せ

荷重の組合せは,火災起因の荷重は発生しないため,V-2-1-9「機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」に示す,機器,配管系の荷重の組合せを 用いる。

評価対象部位ごとの荷重及び荷重の組合せを第3-1表に示す。

3.2 許容限界

許容限界は、V-1-1-7の「火災感知設備について」及び「消火設備について」に示 す設備ごとの構造強度上の性能目標に従い、評価対象部位ごとに設定する。

評価対象部位ごとの許容限界を第3-1表に示す。

各設備の許容限界の詳細は,各計算書にて評価対象部位の機能損傷モードを考慮し, 評価項目を選定し,評価項目ごとに許容限界を定める。
- 3.2.1 火災感知設備
 - (1) 火災感知器
 - a. 基礎ボルト,基礎溶接部

火災感知設備は、構造強度上の性能目標として、火災起因の荷重は発生しな いため、基準地震動S。による地震力に対し、耐震性を有する原子炉建屋等にボ ルト等で固定し、主要な構造部材が火災防護上重要な機器等及び重大事故等対 処設備に対する火災の影響を限定し、火災を早期に感知する機能を保持可能な 構造強度を有する設計とする。

したがって、基準地震動S。による地震力に対し、火災感知器を固定する火災 感知器用基礎ボルト及び基礎溶接部が塑性ひずみを生じる場合であっても、そ の量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有することを計算 により確認する評価方針としていることを踏まえ、V-2-1-9「機能維持の基本 方針」に示す「原子力発電所耐震設計技術指針」JEAG4601-1987(以 下「JEAG4601-1987」という。)に準じて許容応力状態IV_ASの許容応 力以下とすることを許容限界として設定する。

基礎ボルト及び基礎溶接部の具体的な許容限界を第3-2表及び第3-3表に示す。

- (2) 火災受信機盤
- a. 基礎ボルト

火災感知設備は、構造強度上の性能目標として、火災起因の荷重は発生しな いため、基準地震動S。による地震力に対し、耐震性を有する原子炉建屋等にボ ルト等で固定し、主要な構造部材が火災防護上重要な機器等及び重大事故等対 処設備に対する火災の影響を限定し、火災を早期に感知する機能を保持可能な 構造強度を有する設計とする。

したがって、基準地震動S_sによる地震力に対し、火災受信機盤用基礎ボルト が塑性ひずみを生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断 延性限界に十分な余裕を有することを計算により確認する評価方針としている ことを踏まえ、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に示すJEAG4601-1987 に準じて許容応力状態IV_ASの許容応力以下とすることを許容限界として設定 する。

基礎ボルトの具体的な許容限界を第3-2表に示す。

- 3.2.2 消火設備
 - (1) ガスボンベ設備
 - a. ボンベラック及び基礎ボルト

ガス自動消火設備は、構造強度上の性能目標として、火災起因の荷重は発生 しないため、基準地震動S。よる地震力に対し、耐震性を有する原子炉建屋等に ボルト等で固定し、主要な構造部材が火災防護上重要な機器等及び重大事故等 対処設備に対する火災の影響を限定し、火災を早期に消火する機能を保持可能 な構造強度を有する設計とする。

したがって、基準地震動S。による地震力に対し、ガスボンベ設備の構成品で あるラック及び基礎ボルトが塑性ひずみを生じる場合であっても、その量が微 小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有することを計算により確 認する評価方針としていることを踏まえ、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に 示すJEAG4601-1987に準じて許容応力状態IVASの許容応力以下とす ることを許容限界として設定する。

基礎ボルト及びラックの具体的な許容限界を,第3-2表及び第3-4表に示す。

- (2) ガス消火設備制御盤
- a. 基礎ボルト

ガス自動消火設備は、構造強度上の性能目標として、火災起因の荷重は発生 しないため、基準地震動S。による地震力に対し、耐震性を有する原子炉建屋等 にボルト等で固定し、主要な構造部材が火災防護上重要な機器等及び重大事故 等対処設備に対する火災の影響を限定し、火災を早期に消火する機能を保持可 能な構造強度を有する設計とする。

したがって、基準地震動S。による地震力に対し、ガス消火設備制御盤用基礎 ボルトが塑性ひずみを生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まっ て破断延性限界に十分な余裕を有することを計算により確認する評価方針とし ていることを踏まえ、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に示すJEAG460 1-1987に準じて許容応力状態IVASの許容応力以下とすることを許容限界と して設定する。

基礎ボルトの具体的な許容限界を第3-2表に示す。

(3) 供給配管

消火設備は、構造強度上の性能目標として、火災起因の荷重は発生しないため、 基準地震動S_sによる地震力に対し、耐震性を有する原子炉建屋等にボルト等で 固定し、主要な構造部材が火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処設備に対 する火災の影響を限定し、火災を早期に消火する機能を保持可能な構造強度を有 する設計とする。

したがって、基準地震動S_sによる地震力に対し、供給配管が塑性ひずみを生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有することを計算により確認する評価方針としていることを踏まえ、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に示すJEAG4601-1987に準じて許容応力状態 \mathbb{N}_{A} Sの許容応力以下とすることを許容限界として設定する。

供給配管の具体的な許容限界を第3-5表に示す。

設備名称	荷重の組合せ	評価対象部位	応力等の状態	許容限界
山公司在明	DLC	基礎ボルト	引張、せん断	JEAG4601-1987
火火感和奋	$D+S_s$	基礎溶接部	組合せ	に準じて、許容応力状態
火災受信機盤	$\rm D+S$ s	基礎ボルト	引張、せん断	Ⅳ _A Sの許容応力以下と
ガフザンベ設備	$D \perp S$	ラック	組合せ	する。
ガスホン・成開	$D + S_s$	基礎ボルト	引張, せん断	
ガス 消火設備制御盤	$D+S_s$	基礎ボルト	引張,せん断	
供給配管	$D + P_D + S_s$	供給配管	一次応力(曲げ応力含む),一次+二次 応力,一次+二次+ピーク応力	

第3-1表 設備ごとの荷重の組合せ及び許容限界

	副電		新家内	許容限界	(注1) (注2)
設備名称	辰	荷重の組合せ	计 谷心 力	一次	応力
			刀扒匙	引張 (注3)	せん断 ^(注3)
基礎ボルト	С	$\mathrm{D}+\mathrm{S}$ s	$IV_A S$	1.5 • f t*	1.5 • f _s *

第3-2表 基礎ボルトの許容限界

 (注1) f_t*, f_s*: JSME S NC1-2005/2007 SSB-3121.1(1)a及び(2)の本文中, S_y及び S_y(RT)を1.2・S_y及び1.2・S_y(RT)と読み替えて算出した値

(JSME S NC1-2005/2007SSB-3133).

(注2) JEAG4601・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。 (注3) ボルトにせん断力が作用する場合,組合せ評価を実施する。その際の許容応力値は,

JSME S NC1-2005/2007 SSB-3131及び3133に基づき, Min (1.4・(1.5・f_t*) -1.6・ τ_b , 1.5・f_t*) とする。ここで、 τ_b はボルトに作用するせん断応力である。

第3-3表 基礎溶接部の許容限界

	副電		新家内	許容限界(注1)(注2)
設備名称	回辰	荷重の組合せ	計 谷応 - 力比能	一次応力
			刀扒態	せん断 ^(注3)
基礎溶接部	С	$\rm D+S$ s	$IV_A S$	1.5 • f _s *

(注1) f_s*: JSME S NC1-2005/2007 SSB-3121.1(1) a 及び(2)の本文中, S_y及び
 S_y(RT)を1.2・S_y及び1.2・S_y(RT)と読み替えて算出した値(JSME S

N C 1 -2005/2007 SSB-3133)

(注2) JEAG4601・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。 (注3) 異種鋼材を溶接している場合には,接合される母材の許容応力のうち小さい方の値をとる。

	副電		<u></u>	許容限界(注1)(注2)
設備名称	回辰	荷重の組合せ	计 谷心 力	一次応力
	97~		刀扒態	組合せ
ラック	С	$D+S_s$	IV _A S	1.5 • f _t *

第3-4表 ラックの許容限界

(注1) f_t*: JSME S NC1-2005/2007 SSB-3121.1(1) a 及び(2)の本文中, S_y及び S_y (RT) を1.2・S_y及び1.2・S_y (RT) と読み替えて算出した値(JSME S NC1-2005/2007 SSB-3133)。

(注2) JEAG4601・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。

					許容限界	
設備名称	耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応 力状態	一次応力 (曲げ応力 含む)	一次+ 二次応力	一次+二次+ピーク応力
供給配管	С	$D + P_D + S_s$	IV _A S	0.9•S _u	S _s 地震動の 労解析 ^(注) を 累積係数が1. ること。たた のみによる- 応力の変動値 下であれば, 行わない。	みによる疲 行い,疲労 0以下であ ごし,地震動 -次+二次 重が2・S _y 以 疲労解析は

第3-5表 供給配管の許容限界

 (注) 2・S_yを超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、JSME S NC1-2005/2007
 PPB-3536(同(3),(6)及び(7)を除く。また、S_mは2/3・S_yに読み替える。)の簡易弾塑性 解析を用いる。

4. 耐震評価方法

火災感知設備及び消火設備の耐震評価は、以下の「4.1 地震応答解析」、「4.2 応力評価」 及び「4.3 機能維持評価」に従って実施する。

4.1 地震応答解析

火災感知設備及び消火設備の地震応答解析は、以下の「4.1.1 入力地震動」に示す入力地 震動及び「4.1.2 解析方法及び解析モデル」に示す解析方法に従い、「4.1.3 設計用減衰定 数」に示す減衰定数を用いて実施する。

火災感知設備及び消火設備の地震応答解析フローを第4-1図に示す。

4.1.1 入力地震動

火災感知設備及び消火設備の地震応答解析における入力地震動は、V-2-1-7「設計用床 応答曲線の作成方針」に示す、当該設備設置床の基準地震動S。における設計用床応答曲 線(S。)とする。

4.1.2 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析の適用性及び適用限界等を考 慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、解析条件として考慮すべき減衰定数、剛性 等の各種物性値は、適切な規格及び基準や実験等の結果に基づき設定する。 火災感知設備及び消火設備の地震応答解析は、以下の方法に従い実施する。

(1) スペクトルモーダル法による解析

消火設備のうちガスボンベ設備は、複雑な形状であることを踏まえ、代表的な振動 モードを適切に表現できるよう1質点系モデル等にてモデル化し、入力地震動において発 生する荷重をスペクトルモーダル解析法により求める。

消火設備のうち供給配管は,熱的条件及び口径を踏まえ低温配管に分類し,その仕様に 応じて適切なモデルに置換し,入力地震動において発生する荷重をスペクトルモーダル解 析法により求める。

解析の概要を以下に示す。

- a. スペクトルモーダル解析法における最大値は、二乗和平方根(SRSS)法により求める。
- b. 許容応力についてJSME S NC1-2005/2007の付録材料図表を用いて計算す る際に,温度が図表記載温度の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、 比例法を用いる場合の端数処理は、小数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- c. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

(2) 3次元FEMモデルによる解析

「2.1 評価対象設備」に示す評価対象設備のうち,解析により固有値等の評価を行う 設備は、当該設備を3次元FEMモデルにてモデル化し、固有振動数を算出する。 解析の概要を以下に示す。

- a. 評価対象部位をはり要素としてモデル化した3次元FEMモデルによる地震応答解析 を実施する。
- b. 評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プ ログラム(解析コード)の概要」に示す。
- c. 拘束条件として,基礎ボルト点を並進3方向固定として設定する。
- d. 許容応力についてJSME S NC1-2005/2007の付録材料図表を用いて計算す る際に、温度が図表記載温度の中間の値の場合は、比例法を用いて計算する。ただし、 比例法を用いる場合の端数処理は、小数第1位以下を切り捨てた値を用いるものとする。
- e. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- 4.1.3 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる減衰定数は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載されている減衰定数又は試験等で妥当性が確認された値を用いる。

4.1.4 試験概要

火災感知設備及び消火設備のうち解析により固有値等の評価を実施しない火災感知設 備及び消火設備は,設備の設置状況を模擬した正弦波掃引試験により固有振動数を測定す る。



第4-1図 火災感知設備及び消火設備の地震応答解析フロー

4.2 応力評価

火災感知設備及び消火設備の応力評価は、「3.1 荷重及び荷重の組合せ」に示す荷重の組 合せに対して、「4.1 地震応答解析」で示す地震応答解析により求める荷重から算出する発 生応力、又は評価対象設備の応答加速度から算出する発生応力が「3.2 許容限界」に示す許 容応力以下となることを確認する。

固有振動数が20 Hz以上の剛構造である場合は、その機器の設置床面の最大床加速度の1.2 倍の加速度から発生応力を算出する。

火災感知設備及び消火設備の応力評価は、以下に示す評価手法により実施する。

・1 質点系モデルによる応力評価

「4.1 地震応答解析」に示す正弦波掃引試験により固有振動数の測定を行う設備は,正 弦波掃引試験で得られた固有振動数に応じて応答加速度を算出し,設備の重心位置に質 量を集中させた1質点系モデルに対して,応力評価を実施する。

・3次元FEMモデルによる解析

「4.1 地震応答解析」にて3次元FEMモデルによる解析を実施する設備は,解析により求めた荷重を用いて応力評価を実施する。

供給配管は、「付録6 管の応力計算書及び耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき、管の応力評価を実施する。

供給配管の支持構造物は、「V-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」に基づき、配管 を支持する支持構造物のうち、種類及び型式ごとの最大反力が発生している支持構造物の強度 及び耐震性について計算し、十分な強度及び耐震性を有していることを確認する。 4.3 機能維持評価

火災感知設備及び消火設備は、基準地震動S。に対し、火災を早期に感知、消火する動的機 能及び電気的機能を保持することを性能目標としているため、火災感知設備及び消火設備の構 造強度による機能維持、動的機能維持及び電気的機能維持に係る耐震計算の方針は、V-2-1-9 「機能維持の基本方針」の「3. 構造強度」及び「4. 機能維持」を用いる。

4.3.1 動的機能維持

地震時及び地震後に動的機能が要求される機器は、V-1-1-7の「消火設備について」に 示す設備ごとの構造強度上の性能目標を踏まえ、基準地震動S。による当該設備設置床の 最大床加速度が以下に示す機能確認済加速度以下であることを確認する。

(1) 消火設備

a. ガスボンベ設備のうち容器弁

ガスボンベ設備の構成品である容器弁は、地震応答解析により求めたガスボンベ設備 を設置する床の基準地震動S。によるガスボンベ設備の頂部の応答加速度が、加振試験 にて容器弁単体の動的機能が保持できることを確認した加速度以下であることにより確 認する。

4.3.2 電気的機能維持

地震時及び地震後に電気的機能が要求される機器は、V-1-1-7の「火災感知設備について」及びV-1-1-7の「消火設備について」に示す設備ごとの構造強度上の性能目標を踏まえ、基準地震動S。による当該設備設置床の最大床加速度が以下に示す機能確認済加速度以下であることを確認する。

- (1) 火災感知設備
 - a. 火災感知器

火災感知器は、地震応答解析により求めた火災感知器を設置する床の基準地震動S。 による最大床加速度が、設置状態を模擬した加振試験にて火災感知器単体の電気的機能 が保持できることを確認した加速度以下であることにより確認する。

b. 火災受信機盤

火災受信機盤は、地震応答解析により求めた火災受信機盤を設置する床の基準地震動 S。による最大床加速度が、設置状態を模擬した加振試験にて火災受信機盤単体の電気 的機能が保持できることを確認した加速度以下であることにより確認する。

- (2) 消火設備
 - a. ガス消火設備制御盤

ガス消火設備制御盤は、地震応答解析により求めたガス消火設備制御盤を設置する床の基準地震動S。による最大床加速度が、設置状態を模擬した加振試験にてガス消火設 備制御盤単体の電気的機能が保持できることを確認した加速度以下であることにより確 認する。

4.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮

基準地震動S。による地震力による耐震性評価を実施する火災感知設備及び消火設備に関する水平2方向及び鉛直方向の組合せによる影響評価については、V-2-1-8「水平2方向及び 鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「4.2 機器・配管系」の評価方針及び評価方法に基づき評価を行う。

評価内容及び評価結果は、V-2-別添1-7「火災防護設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の 組合せに関する影響評価結果」に示す。

5. 適用規格

V-1-1-7に記載している以下の指針等を適用する。

- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2005/2007)
 ((社)日本機械学会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1987) ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (JEAG4601・補-1984) ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1991 追補版) ((社)日本電気協会)

V-2-別添1-2 火災感知器の耐震計算書

1.	概要 ··		•••		 •••	•••	 ••	••	•••	•••	••	•••	 	• •	• •	• •	••	••	• •	•••	•••	• •	• •	• •	• •	• •	•••	• •	••	• • •	1
2.	基本方針		•••	•••	 •••	•••	 • •	••	••	••	••	•••	 	• •	••	••	••	••	•••	•••	•••	••	• •	••	••	• •	•••	• •	••	•••	2
2.1	位置		•••		 •••	•••	 • •	••	••	••	••	•••	 	• •	••	• •	••	••	• •	•••	•••	••	• •	• •	••		•••	• •	••	•••	2
2.2	2 構造概要	į.,	•••		 •••	•••	 • •	• •	••	••	••	•••	 	• •	••	• •	• •	••	• •	•••	•••	••	• •	• •	••	• •	•••	• •	••	• • •	2
2.3	3 評価方針		•••		 •••	•••	 • •	••	••	••	••	•••	 	• •	••	• •	• •	••	• •	•••	•••	••	• •	• •	••	• •	•••	• •	••	• • •	3
2.4	1 適用規格		•••	•••	 •••	•••	 ••	••	••	•••	••	•••	 	• •	• •	••	••	••	•••	•••	•••	••	• •	• •	••			• •	••	• • •	3

目次

1. 概要

本資料は、V-2-別添1-1「火災防護設備の耐震計算の方針」(以下「別添1-1」という。) に示すとおり、火災感知器が、地震時及び地震後においても、基準地震動Ssによる地震 力に対し、火災を早期に感知する機能を保持するために、耐震性を有することを確認す るものである。 2. 基本方針

別添1-1の「2.1 評価対象設備」に示す火災感知器の構造計画を,「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」に示す。

2.1 位置

火災感知器は,別添1-1の「2.1 評価対象設備」のうち構造計画に示すとおり,火 災区域又は火災区画における放射線,取付面高さ,温度,湿度,空気流等の環境条件 及び炎が生じる前に発煙する等の予想される火災の性質を考慮して選定された種類 の火災感知器を,発電所全体にわたって広範囲に設置する。

2.2 構造概要

火災感知器の構造は、別添1-1の「2.1 評価対象設備」に示す構造計画としている。

2.3 評価方針

火災感知器は、別添1-1の「4.2 応力評価」に示す応力評価の方針に従い、応力評 価を実施する。

火災感知器の応力評価は、「3. 地震応答解析」及び「4. 応力評価」に示す方法に より、「6. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「7. 耐震評価結果」におい て火災感知器の評価対象部位に発生する応力が許容限界に収まることを確認する。

火災感知器は,別添1-1の「4.3 機能維持評価」に示す機能維持評価の方針に従い, 電気的機能維持評価を実施する。

火災感知器本体の電気的機能維持評価は,「3.地震応答解析」及び「5.機能維持 評価」に示す方法により,「6.評価条件」に示す評価条件を用い,「7.耐震評価結 果」において火災感知器本体の最大床加速度が機能確認済加速度を超えないことを確 認する。

2.4 適用規格

適用する規格,基準等を以下に示す。

- ・「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(JSME S NC1-2005/2007)日本機械学会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG 4601-1987)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編」(JEAG 4601・補-1984) 日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG 4601-1991 追補版)日本電気協会

V-2-別添1-3 火災受信機盤の耐震計算書

1.	概要 ··	•••	•••	 • •	••	•••	 • •	••	•••	•••	•••	•••	•••	••	•••	 •••	 ••	•••	• •	•••	••	••	• •	•••	•••	• •	 • • •	• 1
2.	基本方針		•••	 	•••	••	 	••	••	•••	•••		• •		•••	 •••	 •••	• •	••			•••	•••	•••	•••	• •	 	• 2
2.1	位置		•••	 • •	••	••	 ••	••	••	••	•••		••	• •	•••	 •••	 ••	• •	••	••	••	••	•••	•••	•••	• •	 • • •	• 2
2.2	2 構造概要	į.	•••	 • •	••	••	 ••	••	••	••	•••		••	• •	•••	 •••	 ••	•••	••	••	••	••	•••	•••	•••	• •	 • • •	• 2
2.3	3 評価方針		•••	 • •	••	•••	 ••	••	••	••	•••		••	••	•••	 •••	 ••	•••	• •	• •	••	••	• •	•••	•••	• •	 • • •	• 3
2.4	L 適用規格	÷ • •	•••	 • •	••	••	 ••	••	••	•••	•••		••	• •	•••	 •••	 ••	•••	••	••	••	••	•••	•••	•••	•	 	• 3

目次

1. 概要

本資料は、V-2-別添1-1「火災防護設備の耐震計算の方針」(以下「別添1-1」という。) に示すとおり、火災受信機盤が、地震時及び地震後においても、基準地震動Ssによる地 震力に対し、火災を早期に感知する機能を保持するために、耐震性を有することを確認 するものである。 2. 基本方針

別添1-1の「2.1 評価対象設備」に示す火災受信機盤の構造計画を,「2.1 位置」及び 「2.2 構造概要」に示す。

2.1 位置

火災受信機盤は,別添1-1の「2.1 評価対象設備」のうち構造計画に示すとおり, 火災受信機盤は,別添1-1の「2.1 評価対象設備」のうち構造計画に示すとおり,火 災感知器からの作動信号を常時監視できるよう,中央制御室に設置する。

2.2 構造概要

火災受信機盤の構造は、別添1-1の「2.1 評価対象設備」に示す構造計画としている。

2.3 評価方針

火災受信機盤は,別添1-1の「4.2 応力評価」に示す応力評価の方針に従い,応力 評価を実施する。

火災受信機盤の応力評価は、「3. 地震応答解析」及び「4. 応力評価」に示す方法 により、「6. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「7. 耐震評価結果」にお いて火災受信機盤の評価対象部位に発生する応力が許容限界に収まることを確認す る。

火災受信機盤は,別添1-1の「4.3 機能維持評価」に示す機能維持評価の方針に従い,電気的機能維持評価を実施する。

火災受信機盤の電気的機能維持評価は、「3. 地震応答解析」及び「5. 機能維持評価」に示す方法により、「6. 評価条件」に示す評価条件を用い、「7. 耐震評価結果」において火災受信機盤の最大床加速度が機能確認済加速度を超えないことを確認する。

2.4 適用規格

適用する規格,基準等を以下に示す。

- ・「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(JSME S NC1-2005/2007)日本機械学会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG 4601-1987)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編」(JEAG 4601・補-1984) 日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG 4601-1991 追補版)日本電気協会

V-2-別添1-4 ガスボンベ設備の耐震計算書

1.	概要 ··		•••		 •••	•••	 ••	••	•••	••	••	•••	 	• •	• •	• •	••	••	• •	•••	•••	• •	• •	• •	• •	• •	•••	• •	••	• • •	1
2.	基本方針		•••	•••	 •••	•••	 • •	••	••	••	••	•••	 	• •	••	••	••	••	•••	•••	•••	••	••	••	••	• •	•••	• •	••	•••	2
2.1	位置		•••		 •••	•••	 • •	••	••	••	••	•••	 	• •	••	• •	• •	••	• •	•••	•••	••	• •	• •	••		•••	• •	••	• • •	2
2.2	2 構造概要	į.,	•••		 •••	•••	 • •	• •	••	••	••	•••	 	• •	••	• •	••	••	• •	•••	•••	••	• •	• •	••	• •	•••	• •	••	•••	2
2.3	3 評価方針		•••		 •••	•••	 • •	••	••	••	••	•••	 	• •	••	• •	• •	••	• •	•••	•••	••	• •	• •	••	• •	•••	• •	••	• • •	3
2.4	1 適用規格		•••	•••	 •••	•••	 ••	••	••	•••	••	•••	 	• •	• •	••	••	••	•••	•••	•••	••	• •	• •	••			• •	••	• • •	3

目次

1. 概要

本資料は、別添1-1「火災防護設備の耐震計算の方針」(以下「別添1-1」という。)に示すと おり、ガスボンベ設備が、地震時及び地震後においても、基準地震動Ssによる地震力に対し、火 災を早期に消火する機能を保持するために、耐震性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

別添1-1の「2.1 評価対象設備」に示すガスボンベ設備の構造計画を,「2.1 位置」及び「2.2 構 造概要」に示す。

2.1 位 置

ガスボンベ設備は、別添1-1の「2.1 評価対象設備」のうち構造計画に示すとおり、火災が 発生している火災区域又は火災区画からの火災の火炎及び熱による直接的な影響のみならず、 煙、流出流体、断線、爆発等の二次的影響を受けず、火災防護上重要な機器等及び重大事故等 対処施設に悪影響を及ぼさないよう、消火対象となる火災区域又は火災区画とは別のエリアに 設置する。

2.2 構造概要

ガスボンベ設備の構造は、別添1-1の「2.1 評価対象設備」に示す構造計画としている。

2.3 評価方針

ガスボンベ設備は、別添1-1の「4.2 応力評価」に示す応力評価の方針に従い、応力評価を 実施する。

ガスボンベ設備の応力評価は、「3. 地震応答解析」及び「4. 応力評価」に示す方法により、

「6. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「7. 耐震評価結果」においてガスボンベ設備の評価対象部位に発生する応力が許容限界に収まることを確認する。

ガスボンベ設備の構成品である容器弁は、別添1-1の「4.3 機能維持評価」に示す機能維持 評価の方針に従い、動的機能維持評価を実施する。

ガスボンベ設備の容器弁の動的機能維持評価は、「3. 地震応答解析」及び「5. 機能維持評価」に示す方法により、「6. 評価条件」に示す評価条件を用い、「7. 耐震評価結果」において容器弁の最大床加速度が機能確認済加速度を超えないことを確認する。

2.4 適用規格

適用する規格,基準等を以下に示す。

- ・「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(JSME S NC1-2005/2007)日本機械学会
- •「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG 4601-1987)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編」(JEAG 4601・補-1984)日本 電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG 4601-1991 追補版)日本電気協会

V-2-別添1-5 ガス消火設備制御盤の耐震計算書

1.	概 要	· 1
2.	基本方針 ·····	· 2
2.1	1 位置	· 2
2.2	2 構造概要	· 2
2.3	3 評価方針 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	• 3
2.4	4 適用規格 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· 3

目次

1. 概要

本資料は、V-2-別添1-1「火災防護設備の耐震計算の方針」(以下「別添1-1」という。) に示すとおり、ガス消火設備制御盤が、地震時及び地震後においても、基準地震動Ssに よる地震力に対し、火災を早期に消火する機能を保持するために、耐震性を有すること を確認するものである。

2. 基本方針

別添1-1の「2.1 評価対象設備」に示すガス消火設備制御盤の構造計画を,「2.1 位置」 及び「2.2 構造概要」に示す。

2.1 位置

ガス消火設備制御盤は、別添1-1の「2.1 評価対象設備」のうち構造計画に示すとお り、火災が発生している火災区域又は火災区画からの火災の火炎及び熱による直接的 な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等の二次的影響は受けず、火災防護上 重要な機器等及び重大事故等対処施設に悪影響を及ぼさないよう、消火対象となる火 災区域又は火災区画とは別のエリアに設置する。

2.2 構造概要

ガス消火設備制御盤の構造は、別添1-1の「2.1 評価対象設備」に示す構造計画とする。

2.3 評価方針

ガス消火設備制御盤は,別添1-1の「4.2 応力評価」に示す応力評価の方針に従い, 応力評価を実施する。

ガス消火設備制御盤の応力評価は、「3. 地震応答解析」及び「4. 応力評価」に示 す方法により、「6. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「7. 耐震評価結果」 においてガス消火設備制御盤の評価対象部位に発生する応力が許容限界に収まるこ とを確認する。

ガス消火設備制御盤は,別添1-1の「4.3 機能維持評価」にて示す機能維持評価の 方針に従い,電気的機能維持評価を実施する。

ガス消火設備制御盤の電気的機能維持評価は、「3. 地震応答解析」及び「5. 機能 維持評価」に示す方法により、「6. 評価条件」に示す評価条件を用い、「7. 耐震評 価結果」においてガス消火設備制御盤の最大床加速度が機能確認済加速度を超えない ことを確認する。

2.4 適用規格

適用する規格,基準等を以下に示す。

- ・「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(JSME S NC1-2005/2007)日本機械学会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG 4601-1987)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編」(JEAG 4601・補-1984) 日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG 4601-1991 追補版)日本電気協会

Ⅴ-2-別添1-6 供給配管の耐震計算書

1.	概要 ··		•••		 •••	•••	 ••	••	•••	•••	••	•••	 	• •	• •	• •	••	••	• •	•••	•••	• •	• •	• •	• •	• •	•••	• •	••	• • •	1
2.	基本方針		•••	•••	 •••	•••	 • •	••	••	••	••	•••	 	• •	••	••	••	••	•••	•••	•••	••	••	••	••	• •	•••	• •	••	•••	2
2.1	位置		•••		 •••	•••	 • •	••	••	••	••	•••	 	• •	••	• •	• •	••	• •	•••	•••	••	• •	• •	••		•••	• •	••	•••	2
2.2	2 構造概要	į.,	•••		 •••	•••	 • •	• •	••	••	••	•••	 	• •	••	• •	••	••	• •	•••	•••	••	• •	• •	••	• •	•••	• •	••	•••	2
2.3	3 評価方針		•••		 •••	•••	 • •	••	••	••	••	•••	 	• •	••	• •	• •	••	• •	•••	•••	••	• •	• •	••	• •	•••	• •	••	•••	3
2.4	1 適用規格		•••	•••	 •••	•••	 ••	••	••	•••	••	•••	 	• •	••	••	••	••	•••	•••	•••	••	• •	• •	••				••	• • •	3

目次

1. 概要

本資料は、別添1-1「火災防護設備の耐震計算の方針」(以下「別添1-1」という。) に示すとおり、供給配管が、地震時及び地震後においても、基準地震動Ssによる地震力 に対し、火災を早期に消火する機能を保持するために、耐震性を有することを確認する ものである。 2. 基本方針

別添1-1の「2.1 評価対象設備」に示す供給配管の構造計画を,「2.1 位置」及び「2.2 構造概要」に示す。

2.1 位置

供給配管は、別添1-1の「2.1 評価対象設備」のうち構造計画に示すとおり、ガス 消火設備の消火対象である複数の火災区域又は火災区画に設置する。

2.2 構造概要

供給配管の構造は、別添1-1の「2.1 評価対象設備」に示す構造としている。
2.3 評価方針

供給配管は、別添1-1の「4.2 応力評価」に示す応力評価の方針に従い、耐震評価 を実施する。

供給配管の耐震評価は、「3. 耐震評価」に示す方法により、「4. 評価条件」に示 す評価条件を用いて計算し、「5. 耐震評価結果」において供給配管の支持間隔及び 供給配管の評価対象部位に発生する応力が許容限界に収まることを確認する。

2.4 適用規格

適用する規格,基準等を以下に示す。

- ・「発電用原子力設備規格設計・建設規格」(JSME S NC1-2005/2007)日本機械学会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG 4601-1987)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編」(JEAG 4601・補-1984) 日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG 4601-1991 追補版)日本電気協会

V-2-別添1-7 火災防護設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関 する影響評価

1.	概 要 ······	$\cdots 1$
2.	火災感知設備及び消火設備に関する影響評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	$\cdots 2$
2.	1 基本方針	$\cdots 2$
2.	2 評価条件及び評価方法 ······	$\cdots 2$

目次

1. 概要

本資料は,別添1-1「火災防護設備の耐震計算の方針」の「2. 耐震評価の基本方針」 に基づき,火災感知設備及び消火設備について,基準地震動Ssによる地震力に対する耐 震性を確認しているため,動的地震力の水平2方向及び鉛直方向の組合せに関する影響評 価について説明するものである。

- 2. 火災感知設備及び消火設備に関する影響評価
 - 2.1 基本方針

火災感知設備及び消火設備に関する,水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については, V-2-1-8「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する 影響評価方針」の「4.2 機器・配管系」の評価方針及び評価方法を踏まえて,構造上の特徴を踏まえた抽出を行い,設備が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

2.2 評価条件及び評価方法

V-2-1-8「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「4. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針」を踏まえて、 基準地震動Ssによる地震力に対して耐震評価を実施する設備のうち、従来の設計手法 における水平1方向及び鉛直方向地震力の組み合わせた耐震計算(以下「従来の計算」 という。)に対して、設備の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに よる影響の可能性があるものを抽出し、設備が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

(1) 評価対象となる設備の整理

火災感知設備及び消火設備のうち,基準地震動Ssによる地震力に対してその機能 が保持できることを確認する設備を評価対象とする。

(2) 構造上の特徴による抽出

構造上の特徴から水平2方向の地震力が重複する観点にて検討を行い,水平2方向 地震力による影響の可能性がある設備を抽出する。

(3) 発生値の増分による抽出

水平2方向の地震力による影響の可能性がある設備に対して,水平2方向の地震力 が各方向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力等を求め,従来の水平1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して,水平2方向及び鉛直方向地 震力を考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し,耐震性への影響が懸念される 設備を抽出する。

(4) 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価

上記の検討において算出された荷重や応力等を用いて,設備が有する耐震性への 影響を検討する。 V-2-別添2 溢水防護に係る施設の耐震性に関する説明書

V-2-別添 2-1 溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方

針

目次

1. 概	腰
2. 耐	震評価の基本方針
2.1	評価対象施設
2.2	耐震B, Cクラス機器
3. 荷	重及び荷重の組合せ並びに許容限界
3.1	荷重及び荷重の組合せ
3.2	許容限界
4. 耐	·震評価方法 ····································
4.1	地震応答解析
4.2	耐震評価
4.3	機能維持評価
4.4	水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮
5. 適	i用規格

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(平成25年6 月28日原子力規制委員会規則第6号)(以下「技術基準規則」という。)」第12条及び54 条並びに「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」に適合 する設計とするため、V-1-1-8「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうち V-1-1-8-3「溢水評価条件の設定」にて耐震性を有することから溢水源として設定しな いとした耐震B,Cクラス機器(以下「耐震B,Cクラス機器」という。)及び耐震C クラス機器で工事計画,基本設計方針に示す浸水防護施設,主要設備リストに記載のな い浸水防護施設(以下「溢水防護に関する施設」という。)が、基準地震動Ssによる地 震力に対して耐震性を有することを確認するための耐震計算方針について説明するもの である。

耐震B, Cクラス機器の具体的な計算の方法及び結果は, V-2-別添2-2「溢水源としない耐震B, Cクラス機器の耐震性についての計算書」に示すとともに,動的地震力の水平2方向及び鉛直方向の組合せに対する各設備の影響評価結果は, V-2-別添2-3「溢水防護に関する施設の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に示す。

2. 耐震評価の基本方針

耐震評価は、「2.1 評価対象施設」に示す評価対象施設を対象として、「3.1 荷重 及び荷重の組合せ」で示す基準地震動Ssによる地震力と組み合わすべき他の荷重による 組合せ荷重による応力等が、「3.2 許容限界」で示す許容限界内にあることを、「4. 耐 震評価方法」に示す評価方法を使用し、「5. 適用規格」で示す適用規格を用いて確認 する。

耐震B, Cクラス機器及び溢水防護に関する施設は,基準地震動Ssによる地震力に対して,その機能を維持又は保持できる設計とすることを踏まえ,水平2方向及び鉛直方向 地震力を適切に組み合わせて実施する。影響評価方法は「4.5 水平2方向及び鉛直方向 地震力の考慮」に示す。

2.1 評価対象施設

評価対象施設は、耐震B, Cクラス機器及び溢水防護に関する施設(V-2-10-2で評価 する浸水防護施設を除く。以下同じ。)を対象とする。

2.2 耐震B, Cクラス機器

評価対象施設のうち容器は、付録1「スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」、付録2「横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」、付録3「平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」 にて示すスカート支持たて置円筒形容器、横置円筒形容器、平底たて置円筒形容器の構造を踏まえ、応答性状を適切に評価することで適用する地震力に対して構造強度を有する構造とする。

評価対象施設のうちポンプ類は、付録4「横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の 基本方針」、付録5「たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示す 横置ポンプ及びファンの構造を踏まえ、応答性状を適切に評価することで適用する地震 力に対して構造強度を有する構造とする。

評価対象施設のうち配管,弁及び支持構造物は,付録6「管の応力計算書及び耐震性に ついての計算書作成の基本方針」にて示す配管,弁及び支持構造物の構造を踏まえ,応 答性状を適切に評価することで適用する地震力に対して構造強度を有する構造とする。 3. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界

耐震B, Cクラス機器及び溢水防護に関する施設の耐震評価に用いる荷重及び荷重の 組合せを,「2.1 荷重及び荷重の組合せ」に,許容限界を「2.2 許容限界」に示す。

- 3.1 荷重及び荷重の組合せ
 - 3.1.1 荷重, 種類
 - (1) 常時作用する荷重(D) 死荷重
 - (2) 圧力による荷重(P_D)
 地震と組合わすべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ(運転状態Ⅲ及び地震従属
 象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む),又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
 - (3) 機械的荷重(M_D)

地震と組合わすべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ(運転状態Ⅲ及び地震従属 象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む),又は当該設備に設 計上定められた機械的荷重

- (4) 地震荷重(S_s)
 基準地震動S_sにより定まる地震力
- 3.1.2 荷重の組合せ

荷重の組合せは、溢水起因の荷重との組合せはないため、V-2-1-9「機能維持の 基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」に示す機器・配管系の荷重の組合せを踏ま えて設定する。

3.2 許容限界

耐震B, Cクラス機器の許容限界は, V-2-1-9「機能維持の基本方針」に示している 各機器の許容応力状態Ⅳ_{As}の許容限界を準用する。

4. 耐震評価方法

耐震B, Cクラス機器及び溢水防護に関する施設の耐震評価は,「4.1 地震応答解析」の「4.2 耐震評価」及び「4.3 機能維持評価」に従って実施する。

4.1 地震応答解析

耐震 B, Cクラス機器及び溢水防護に関する施設の地震応答解析は,「4.1.1入力地震動」に示す入力地震動,「4.1.2 解析方法及び解析モデル」に示す解析方法及び「4.1.3 設計用減衰定数」に示す減衰定数を用いて実施する。

第4-1図に耐震B, Cクラス機器及び溢水防護に関する施設の地震応答解析の手順を示す。



第4-1図 耐震B, Cクラス機器の地震応答解析の手順

4.1.1 入力地震動

耐震 B, Cクラス機器及び溢水防護に関する施設の地震応答解析における入力地震動 は, V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」の「4. 設計用床応答曲線(S_s)」に設 定している当該設備設置床の基準地震動 S_sにおける設計用床応答曲線(S_s)とする。

4.1.2 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては,地震応答解析手法の適用性及び適用限界 等を考慮のうえ,適切な解析法を選定するとともに,解析条件として考慮すべき減衰定 数,剛性等,各種物性値は,適切な規格・基準,あるいは実験等の結果に基づき設定す る。

機器,解析に当たっては,形状,構造特性等を考慮して,代表的な振動モードを適切 に表現できるよう1質点系,多質点系モデル等に置換し,定式化された評価式を用いた解 析法(床置き機器等)又は設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法により 応答を求める。また,スペクトルモーダル解析法を用いる場合は地盤物性等,ばらつき を適切に考慮する。

機器の解析に当たっては、形状、構造特性等を考慮して、代表的な振動モードを適切 に表現できるよう1質点系、多質点系モデル等に置換し、定式化された評価式を用いた解 析法(床置き機器等)又は設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法により 応答を求める。また、スペクトルモーダル解析法を用いる場合は地盤物性等のばらつき を適切に考慮する。

配管系については,熱的条件及び口径から高温配管又は低温配管に分類し,その仕様 に応じて適切なモデルに置換し,設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法 により応答を求める。

剛性の高い機器は、その機器の設置床面の設計用最大床加速度の1.2倍の加速度を震度 として作用させて地震力を算出する。

(1) 解析方法

・定式化された評価式を用いた解析法(床置き機器等)

- ・スペクトルモーダル解析法
- (2) 解析モデル

代表的な機器・配管系の解析モデルを以下に示す。耐震評価に用いる寸法は,公称 値を使用する。

a. 一般機器

タンク,熱交換器,脱塩塔など,一般の機器は,機器本体及び支持構造物の剛性 をそれぞれ考慮し,原則として重心位置に質量を集中させた1質点系にモデル化す る。 b. 配管

配管は3次元多質点はりモデルに置換する。

4.1.3 設計用減衰定数

地震応答解析に用いる減衰係数は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に設定している、JEAG4601に記載されている減衰定数又は試験等で妥当性が確認された値を用いる。具体的には第4-1表に示す値を用いる。

第4-1表 減衰定数

计免到借		使用材料	減衰定数(%)		
刘家武	.70用	使用材料	水平方向	鉛直方向	
原子炉建屋 建屋		鉄筋コンクリート	5	5	
		鉄骨	2	2	
	地盤		J E A G 4601-199	91追補版の近似法	
		_	により算定*1		
使用済燃料乾	建屋	鉄筋コンクリート	5	5	
式貯蔵建屋		鉄骨	2	2	
		鋼管杭	2	2	
	地盤	JEAG4601-1991追補版。		91追補版の近似法	
		_	により算定*2		
主排気筒	構築物	鉄筋コンクリート	5	5	
		鉄骨	2	2	
		筒身	1	1	
		鋼管杭	2	2	
	地盤	_	JEAG4601-1991追補版の近似法		
			により算定*2		
非常用ガス処 理系配管支持 構築物		鉄骨	2	2	
		鋼管杭	2	2	
架構	地盤		JEAG4601-1991追補版の近似法		
			により算定*2		

建物・構築物

注記*1:地盤条件及び基礎形状等を基に振動アドミッタンス理論により動的地盤ばねを算 定し、JEAG4601-1991追補版の近似法により算定

*2:地盤条件,杭及び基礎形状等を基に三次元薄層要素法により動的地盤ばねを算定 し,JEAG4601-1991追補版の近似法により算定

(2) 機器・配管系

おおき	減衰定数(%)			
刘豕砇佣	水平方向	鉛直方向		
溶接構造物	1.0	1.0^{*1}		
ボルト及びリベット構造物	2.0	2.0^{*1}		
ポンプ・ファン等の機械装置	1.0	1.0^{*1}		
燃料集合体	7.0	1.0^{*1}		
制御棒駆動機構	3. 5	1.0^{*1}		
空調用ダクト	2.5	2. 5^{*1}		
電気盤	4.0	1.0^{*1}		
建屋クレーン	2.0^{*3}	2.0^{*1}		
燃料取替機	2.0^{*3}	1. 5 (2. 0) *1*2		
配管系	$0.5 \sim 3.0^{*3*4}$	$0.5\sim 3.0^{*1*3*4}$		
液体の揺動	0.5			

注記*1:既往の研究等において,設備の地震入力方向の依存性や減衰特性について検討さ れ妥当性が確認された値

*2: ()外は、燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合、()内は、燃料取替 機のトロリ位置が中央部にある場合

*3:既往の研究等において、試験及び解析等により妥当性が確認されている値

*4:具体的な適用条件を「(3).配管系の設計用減衰定数」に示す。

(参考文献)

電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価法の研究(H12~H13)」 電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究(H7~H10)」

(3) 配管系の減衰定数

司答マム		減衰定数	*1 (%)	
	10日 区力	保温材無	保温材有*2	
	スナッバ及び架構レストレイント支持主体			
Ι	の配管系で、支持具(スナッバ又は架構レス	2.0	3.0^{*3}	
	トレイント)の数が4個以上*4のもの			
	スナッバ, 架構レストレイント, ロッドレス			
п	トレイント、ハンガ等を有する配管系で、ア	1.0	2. 0*3	
ш	ンカ及びUボルトを除いた支持具の数が4	1.0		
	個以上であり,配管区分 I に属さないもの			
	Uボルトを有する配管系で,架構で水平配管			
Ш	の自重を受けるUボルトの数が4個以上*4の	2. 0^{*3}	3.0^{*3}	
	もの			
IV	配管区分Ⅰ,Ⅱ及びⅢに属さないもの	0.5	1.5^{*3}	

注記*1:水平方向及び鉛直方向の設計用減衰定数は同じ値を使用

- *2:金属保温材による付加減衰定数は、配管全長に対する金属保温材使用割合が40% 以下の場合1.0%を適用するが、金属保温材使用割合が40%を超える場合は0.5% とする。
- *3: JEAG4601-1991 追補版で規定されている配管系の設計用減衰定数に,既往の 研究等において妥当性が確認された値を反映
- *4:支持具の種類及び数は、アンカからアンカまでの独立した振動系について算定する。

(参考文献)

電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価法の研究(H12~H13)」

電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究(H7~H10)」

4.2 耐震評価

耐震 B, Cクラス機器及び溢水防護に関する施設の耐震評価は,「3.1 荷重及び荷重 の組合せ」にて示す荷重の組合せに対して,「4.1 地震応答解析」で示した地震応答解 析により発生応力を算出し,「3.2 許容限界」にて設定している許容限界内にあること を確認する。評価手法は,定式化された評価式を用いた解析法又はスペクトルモーダル 解析法により,JEAG4601に基づき実施することを基本とする。

4.2.1 耐震評価方法

評価対象の耐震B, Cクラス機器については,付録1「スカート支持たて置円筒形 容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」,付録2「横置一胴円筒形容器の耐 震性についての計算書作成の基本方針」,付録3「平底たて置円筒形容器の耐震性に ついての計算書作成の基本方針」,付録4「横軸ポンプの耐震性についての計算書作 成の基本方針」,付録5「たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」 及び付録6「管の応力計算書及び耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示す 評価方法により評価を行う。

4.3 機能維持評価

耐震B, Cクラス機器の溢水防護設計上の構造強度に係る機能維持の方針は, V-2-1-9 「機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」を準用する。

溢水防護に関する施設の溢水防護設計上の構造強度に係る機能維持の動的機能の維持 及び止水性の維持に係る耐震計算の方針は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」の「3.1 構 造強度上の制限」、「4.1 動的機器の機能維持」及び「4.4 止水性の維持」を準用する。

4.3.1 動的機能の維持

地震時及び地震後に動的機能が要求される機器は、V-1-1-8「発電用原子炉施設の 溢水防護に関する説明書」のうちV-1-1-8-5「溢水防護施設の詳細設定」にて設定し ている設備ごと、耐震設計上の性能目標を踏まえ、基準地震動Ssによる当該設備床、 設計用床応答曲線若しくは設計用最大床加速度から求まる評価用加速度が、機能確認 済加速度以下であることにより確認する。

4.4. 水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮

耐震B, Cクラス機器及び溢水防護に関する施設については,基準地震動Ssによる地 震力に対して耐震性を有することを確認している。

今回,新たに水平2方向及び鉛直方向の組合せによる耐震設計に係る技術基準が制定されたことから,これら設備についても水平2方向及び鉛直方向の組合せによる影響を評価する。

影響評価については、V-2-1-8「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響

RO

評価方針」の「4.2機器・配管系」の評価方針及び評価方法に基づき行う。

5. 適用規格

適用する規格,指針等を以下に示す。

- ・「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(JSME S NC1-2005/2007) 日
 本機械学会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1987)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編」(JEAG4601・補 -1984)日本電気協会
- •「原子力発電所耐震設計技術指針」(JEAG4601-1991追補版)日本電気協会

V-2-別添 2-2 溢水源としない耐震B, Cクラス機器の耐震性に

ついての計算書

1.	概	要	1
2.	基	本方針 ·····	1
	2.1	位置 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	1
	2.2	構造概要 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1
	2.3	評価方針 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	1
	2.4	適用規格 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	2
3.	地	震応答解析 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	3
	3.1	基本方針 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	3
4.	応	力評価 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	3
	4.1	基本方針 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	3
	4.2	評価対象部位	3
	4.3	荷重及び荷重の組合せ・・・・・	3
	4.4	許容限界 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	5
	4.5	評価方法 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	10
5.	耐	震評価 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	11
	5.1	耐震 B, C クラス機器(容器,ポンプ類)及び溢水対象配管の耐震評価	11

目次

1. 概要

本資料は、V-2-別添2-1「溢水防護に関する施設の耐震性についての計算書の方針」 の「2.1 評価対象施設」に示す耐震B, Cクラス機器が、基準地震動Ssによる地震力に 対し、耐震性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

2.1 位置

耐震B, Cクラス機器のうち,基準地震動Ssによる地震力に対し,溢水源として設定 しない機器は,原子炉建屋に設置する。各機器の具体的な設置建屋及び設置高さに応じ た評価を行う。

2.2 構造概要

耐震B, Cクラス機器のうちタンク,熱交換器,冷却器等(以下「容器類」という。) の構造は,付録1「スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本 方針」,付録2「横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」,付録 3「平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示しているス カート支持たて置円筒形容器,横置円筒形容器,平底たて置円筒形容器を適用できる構 造である。

耐震B, Cクラス機器のうちポンプ及びファン等(以下「ポンプ類」という。)の構造は,付録4「横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」,付録5「たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示している横置ポンプ,ファンを適用できる構造である。耐震B, Cクラス機器のうち配管,弁及び支持構造物の構造は,付録6「管の応力計算書及び耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示す配管, 弁及び支持構造物を適用できる構造である。

2.3 評価方針

耐震B, Cクラス機器の応力評価は, V-2-別添2-1「溢水防護に関する施設の耐震性 についての計算書の方針」の「3.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.2 許容限界」にて 設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて, 耐震B, Cクラス機器 の評価対象部位に作用する応力が許容限界内にあることを,「3. 地震応答解析」及び「4. 応力評価」に示す方法により,「5. 耐震評価」に示す評価条件を用いて計算し, 確認す る。

耐震B, Cクラス機器のうち容器類については,付録1「スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」,付録2「横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」,付録3「平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示しているスカート支持たて置円筒形容器,四脚たて置円筒

形容器、横置円筒形容器、平底たて置円筒形容器、プレート式熱交換器及びラグ支持た て置き円筒形容器の構造と同様であり、耐震B、Cクラス機器のうちポンプ類について は、付録4「横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」、付録5「たて軸ポ ンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示している横置ポンプ、ファン及 びユニットの構造と同様であることから、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に示してい る各機器,許容応力状態IVAS,荷重の組合せを踏まえて,付録1「スカート支持たて置 円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」, 付録2「横置一胴円筒形容器の 耐震性についての計算書作成の基本方針」,付録3「平底たて置円筒形容器の耐震性につ いての計算書作成の基本方針」の胴板、側板、支持脚、スカート、ラグ、基礎ボルト、 取付ボルト及び溶接部並びに付録4「横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方 針」, 付録5「たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」の基礎ボルト及 び取付ボルトの評価式を用いて評価する。耐震B, Cクラス機器のうち配管, 弁及び支 持構造物については、付録6「管の応力計算書及び耐震性についての計算書作成の基本方 針」にて示す配管,弁及び支持構造物の構造と同様であることから,付録6「管の応力計 算書及び耐震性についての計算書作成の基本方針」に示す配管、弁及び支持構造物の解 析方法を用いて評価する。

2.4 適用規格

耐震評価に用いる規格、基準等を以下に示す。

- 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2005年版) (2007年追補版を含む) (第
 I編 軽水炉規格) JSME S NC1-2005/2007) 」日本機械学会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(日本電気協会 JEAG 4601-1987)
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編」(日本電気協会 J EAG 4601・補-1984)
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針」(日本電気協会 JEAG 4601-1991 追補版)

- 3. 地震応答解析
 - 3.1 基本方針

耐震B, Cクラス機器の地震応答解析は, V-2-別添2-1「溢水防護に関する施設の 耐震性についての計算書の方針」の「4.1 地震応答解析」にて設定している評価方針 を踏まえ,耐震B, Cクラス機器の設置建屋及び設置高さに応じて実施する。

- 4. 応力評価
 - 4.1 基本方針

耐震B, Cクラス機器の応力評価は, V-2-別添2-1「溢水防護に関する施設の耐震性についての計算書の方針」の「4.2 耐震評価」にて設定している評価方針を踏まえ, 応力評価を実施する。

耐震B, Cクラス機器の応力評価は,「4.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に 対し,「4.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.4 許容限界」に示す荷重及び荷重の組 合せ並びに許容限界を踏まえ,「4.5 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

4.2 評価対象部位

耐震B, Cクラス機器の評価対象部位は,容器類及びポンプ類については,付録1 「スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」,付録2 「横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」,付録3「平底たて 置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」にて設定している胴板,側 板,支持脚,スカート,ラグ,基礎ボルト,取付ボルト及び溶接部並びに付録4「横軸 ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」,付録5「たて軸ポンプの耐震性に ついての計算書作成の基本方針」にて設定している基礎ボルト及び取付ボルトを評価 対象部位とする。

配管,弁及び支持構造物については,付録6「管の応力計算書及び耐震性についての 計算書作成の基本方針」に示す配管,弁及び支持構造物を評価対象部位とする。 溢水対象補機及び配管の評価結果は,発生応力と許容応力を踏まえ,評価上厳しい箇 所の結果について記載する。

4.3 荷重及び荷重の組合せ

応力評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、V-2-別添2-1「溢水防護に関する施設 の耐震性についての計算書の方針」の「3.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している 荷重及び荷重の組合せを用いる。

4.3.1 荷重, 種類

応力評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

RO

(1) 常時作用する荷重(D)

自重

(2) 圧力による荷重(P_D)

地震と組み合わすべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ(運転状態Ⅲ及び地震従 属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む),又は当該 設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重。

- (3) 機械的荷重(M_D) 地震と組み合わすべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ(運転状態Ⅲ及び地震従 属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む),又は当該 設備に設計上定められた機械的荷重。
- (4) 地震荷重(S_s)
 基準地震動S_sにより定まる地震力
- 4.3.2 荷重の組合せ

応力評価に用いる荷重の組合せは、各機器の評価対象部位ごとに設定する。荷重 の組合せを第4-1表に示す。

許容応力状態	荷重の組合せ	評価対象部位
W C		胴板
IV A S	$D + P_D + M_D + S_S$	側板

第4-1表 容器類,荷重の組合せ

第4-1表 配管,荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	評価対象部位	
N/ C		配管	
IV A S	$D + P_D + M_D + S_s$	弁	

第4-1表 支持構造物,荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	評価対象部位				
		支持脚				
		スカート				
N/ C		ラグ				
IV A S	$D + P_D + M_D + S_S$	基礎ボルト				
		取付ボルト				
		溶接部				

4.4 許容限界

耐震B, Cクラス機器の評価の許容限界は, V-2-別添2-1「溢水防護に関する施設の耐震性についての計算書の方針」の「3.2 許容限界」にて設定している許容限界に従って, 「4.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに,許容応力状態 W_ASの許容応力を用いる。

各機器の評価対象部位ごとの許容限界を第4-2表に示す。

	型傳	副電		許容限界*1			
	回長クラス	辰 荷重の組合せ ラス	計 谷 応 力 状 態	一次一般	一次膜応力+		一次+二次+
				膜応力	一次曲げ応力	一次十二次応力	ピーク応力
容器	В, С	$D + P_D + M_D + S_S$	IV _A S	0.6•Su	左欄の1.5倍 の値	Ss地震力のみに、 積係数が1.0以下で のみによる一次+ 以下であれば、疲?	*2 よる疲労解析を行い,疲労累 ぎあること。ただし,地震動 二次応力の変動値が2・S _ッ 労解析は不要。

第4-2表 容器,許容限界

注記*1 座屈に対する評価が必要な場合は、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

*2 2・S_yを超える場合は弾塑性解析を行う。この場合,設計・規格 PVB-3000(PVB-3313を除く。Smは2/3・S_yと読 み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

第4-2表 酉	1管の許容限界
---------	---------

						許容限界	
	耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応 力状態	一次一般 膜応力	一次応力 (曲げ応力含 む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
配管	В, С	$D + P_D + M_D + S_S$	IV _A S	*1 0.6•S _u	左欄の1.5倍 の値	S _s 地震力のみによ 積係数が1.0以下で のみによる一次+ 以下であれば,疲	*2 こる疲労解析を行い,疲労累 ごあること。ただし,地震動 二次応力の変動値は2・S _y 労解析は不要。

注記*1 軸力による全断面平均応力については,許容応力状態ⅢASの一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

*2 2・S_yを超える場合は弾塑性解析を行う。この場合,設計・建設規格 PPB-3536(1),(2),(4)及び(5)(ただし,S_mは 2/3・S_yと読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

第4-2表 支持構造物の許容限界

耐震 クラス	荷重の 組合せ	許容応 力状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)									許容限界 ^{*2, *4} (ボルト等)		形式試験 による場合	
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		
			引張	せん	口炉	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	本正	座屈	引張	せん断	許容荷重
				断	广柏			3•f t	*6 3•fs	*7 2•f _b	又庄				
В, С	$D + P_{D} + M_{D} + S_{S}$	IV _A S	1.5• f _r *	1.5• f _s *	1.5 • f c*	1.5• f _b *	1.5• f _p *	S s 地震力のみによる応 力振幅について評価する。		*8 1.5• f _p *	*7, *8 1.5・f _b 1.5・f _s 又は 1.5・f _c	1.5• f _t *	1.5• f _s *	$T_{L} \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$	

注記*1 「鋼構造設計規準 SI単位版」(2002年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。

*2 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

*3 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては、耐圧部と同じ許容応力とする。

*4 コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、ⅢASの許容応力を一次引張応力に対してはft,一次せん断応力に対してはfsとして、またWAS→ⅢASとして応力評価を行う。

*5 薄肉円筒形状のものの座屈の評価にあっては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

*6 すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して 1.5•f 。とする。

*7 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めたfbとする。

*8 自重,熱膨張等により常時作用する荷重に,地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

 ∞

- 4.5 評価方法
 - (1) 溢水防護として要求する機能を踏まえ、V-2-別添2-1「溢水防護に関する施設の 耐震性についての計算書の方針」の「3.2 許容限界」より、基準地震動S。による 地震力に対して耐震性が確保され溢水に至らないことを確認するために、許容応力 状態W_ASで、許容限界を満足することを確認する。
 - (2) 減衰定数については、V-2-別添2-1「溢水防護に関する施設の耐震性についての 計算書の方針」の「4.1.3 設計用減衰定数」に示す値を適用する。
 - (3) 耐震B, Cクラス機器のうち容器類及びポンプ類の応力評価は、付録1「スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」、付録2「横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」、付録4「横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」及び付録5「たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」と基づき実施する。
 - (4) 耐震B, Cクラス機器のうち配管の応力評価は、付録6「管の応力計算書及び耐 震性についての計算書作成の基本方針」に示す配管の解析方法に基づき実施する。

5. 耐震評価

5.1 耐震B, Cクラス機器(容器,ポンプ類)及び溢水対象配管の耐震評価 耐震B, Cクラス機器(容器,ポンプ類)及び溢水対象配管が基準地震Ssによる地 震力に対し,耐震性を有することを確認した。 V-2-別添2-3 溢水防護に関する施設の水平2方向及び鉛直方向地震力の

組合せに関する影響評価結果

	目次	
1.	概要 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1
2.	溢水防護に関する施設及び耐震B, Cクラス機器に関する影響評価・・・・・・・・・・・・・・	1
2.	1 基本方針	1

1. 概要

本資料は、資料V-2-別添 2-1「溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針」の「2. 耐震評価の基本方針」に基づき、溢水防護に関する施設及び耐震B、Cクラス機器について、基 準地震動Ssによる地震力に対して、溢水伝播を防止する機能を維持するために、耐震性を有す ることを確認しているため、動的地震動の水平2方向及び鉛直方向の組合せに関する影響評価に ついて説明するものである。

- 2. 溢水防護に関する施設及び耐震B, Cクラス機器に関する影響評価
- 2.1 基本方針

溢水防護に関する施設及び耐震B, Cクラス機器に関する,水平方向及び鉛直方向地震力の 組合せによる影響評価については,資料V-2-1-8「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに 関する影響評価方針」の「4.2 機器・配管系」の評価方針及び評価方針を踏まえて,設備が有 する耐震性への影響を評価する。 V-2-別添 2-4 水密扉の耐震性についての計算書

目 次

1.	概要		1				
2.	基本方針						
	2.1	位置	1				
	2.2	構造概要	2				
	2.3	評価方針	7				
	2.4	適用規格	9				
3.	地震	応答解析	10				
4.	耐震評価方法						
	4.1	評価対象部位	11				
	4.2	荷重及び荷重の組合せ	13				
	4.3	許容限界	15				
	4.4	評価方法	17				
	4.5	評価条件	25				
5.	耐震	፤評価結果 :	29				
外郭防護							
1.	概要						
2.	基本	、方針	2				
内郭防護							
1.	概要	ę	1				
2.	基本	、方針	2				
1. 概要

本資料は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」の構造強度及び機能維持の設計方針に準じて、 原子炉建屋原子炉棟地下2階に設置する水密扉(以下「原子炉建屋地下2階水密扉」という。)が 基準地震動に対して十分な構造強度及び止水性を有していることを説明するものである。

原子炉建屋地下2階水密扉の原子炉建屋残留熱除去系A系ポンプ室水密扉,原子炉建屋原子炉隔 離時冷却系室北側水密扉,原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室南側水密扉,原子炉建屋高圧炉心ス プレイポンプ室水密扉は,溢水のみを対象とした浸水防護施設に分類される。

以下,分類に応じた耐震評価を示す。

- 2. 基本方針
- 2.1 位置

原子炉建屋水密扉の設置位置図を第2-1図に示す。

NT2 補② V-2-別添 2-4 R0

■: 水密扉

平面図

第2-1図 原子炉建屋地下2階水密扉の設置位置

2.2 構造概要

水密扉は、片開型の鋼製扉とし、扉板の背面に芯材(主桁及び横桁)を配した構造である。 扉は閉塞時には、カンヌキにより固定され、水密性を確保している。

原子炉建屋地下2階水密扉は, 扉枠を介して建屋の壁の開口部にアンカー等で固定し, 支持す る構造とする。原子炉建屋残留熱除去系A系ポンプ室水密扉, 原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室 北側水密扉, 原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室南側水密扉, 原子炉建屋高圧炉心スプレイポン プ室水密扉の構造図を第2-2図, 第2-3図, 第2-4図, 第2-5図に示す。

原子炉建屋残留熱除去系A系ポンプ室水密扉

第2-2図 原子炉建屋残留熱除去系A系ポンプ室水密扉の構造図

原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室北側水密扉

第2-3図 原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室北側水密扉の構造図

原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室南側水密扉

第2-4図 原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室南側水密扉の構造図

原子炉建屋高圧炉心スプレイポンプ室水密扉

第2-5図 原子炉建屋高圧炉心スプレイポンプ室水密扉の構造図

2.3 評価方針

水密扉の耐震評価は、設計基準対象施設として、第2-1表に示すとおり構造部材の健全性 評価を行う。

構造部材の健全性評価については,水密扉設置位置の地震応答解析から得られる応答加速 度を用いた応力解析を行い,構造部材に発生する応力などが許容限界を超えないことを確認 する。

水密扉の耐震評価フローを第2-6図に示す。

第2-1衣 水沼俳の評価項日						
評価方針 評価項目		地震力 部位		評価方法	許容限界	
構造強度を有 すること	構造部材 の健全性	基準地震動S _s	全構造部材	発生応力などが許 容限界を超えない ことを確認	概ね弾性	
止水性を損な わないこと	構造部材 の健全性	基準地震動S _s	全構造部材	発生応力などが許 容限界を超えない ことを確認	概ね弾性	

第2-1表 水密扉の評価項目



第2-6図 水密扉の耐震評価フロー

2.4 適用規格

適用する規格,基準等を以下に示す。

- 建築基準法・同施行令
- ・ 鋼構造設計規準-許容応力度設計法-((社)日本建築学会,2005改定)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説((社)日本建築学会,2010改定)

3. 地震応答解析

地震応答解析は、資料V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて示す水密扉設置位置にお ける地震応答解析結果を用いる。

地震応答解析に基づいて算定された,水密扉設置位置における最大応答加速度から各扉の設計 震度Kを設定する。最大応答加速度は,加速度を保守的に評価するために,その抽出位置は,原子 炉建屋水密扉設置階の上階(上層)の値とする。

各扉の設置位置における最大応答加速度から算出した設計震度Kを第3-1表に示す。

豆々称	設計震度K					
月尾石松	水平	鉛直				
原子炉建屋残留熱除去系A系ポンプ室水密扉	0.96	0.92				
原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室北側水密扉	0.96	0.92				
原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室南側水密扉	0.96	0.92				
原子炉建屋高圧炉心スプレイポンプ室水密扉	0.96	0.92				

第3-1表 各扉の設計震度K

4. 耐震評価方法

4.1 評価対象部位

評価対象部位は,水密扉の構造上の特徴を踏まえ選定する。なお,評価対象部位ごとに,扉 の開閉状況を考慮のうえ,地震荷重を設定する。

水密扉に生じる地震力(水平、鉛直)に伴う扉本体に作用する慣性力は,ヒンジ及びカンヌ キから,ボルトを介して扉枠に伝達し,アンカーを介して躯体に伝達しているため,評価対象 部位をヒンジ,カンヌキ,カンヌキ受けピン及びカンヌキ受けボルトとする。

水密扉閉止時の地震荷重の作用イメージと評価対象部位を第4-1図に,水密扉開放時の地震 荷重の作用イメージと評価対象部位を第4-2図に示す。





トる荷重

第4-2図 水密扉開放時の地震荷重の作用イメージと評価対象部位

4.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」 にて設定している荷重の組合せに準じて設定する。

資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」にて設定している荷重の 組合せを以下に示す。

 $G + P + K_s$

(1) 耐震評価上考慮する荷重

水密扉の耐震評価に用いる荷重を以下に示す。

G:固定荷重

P:積載荷重

水密扉は、上載物の荷重を負担する又は影響を受ける構造となっていないことから、積載荷 重については考慮しない。

K_s:基準地震動S_sによる地震力

(2)荷重の設定

a. 固定荷重(G)水密扉の自重を第4-1表に示す。

第4-	1表	水密扉の自重

扉名称	固定荷重 (kN)
原子炉建屋残留熱除去系A系ポンプ室水密扉	9.32
原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室北側水密扉	9.32
原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室南側水密扉	9.32
原子炉建屋高圧炉心スプレイポンプ室水密扉	9.32

b. 地震荷重(K_s)

地震荷重として,基準地震動S_sに伴う慣性力を考慮する。地震荷重は,水密扉の固定 荷重に設計震度Kを乗じた次式により算出する。

 $K_{S} = G \cdot K$

K_s:地震荷重(kN)

G :水密扉の固定荷重(kN)

K :設計震度

なお,水平及び鉛直地震力による組合せ応力が作用する部位の評価は,水平方向と鉛直 方向の地震力が同時に作用するものとして,絶対和法により評価する。

(3) 荷重の組合せ

原子炉建屋水密扉の荷重の組合せを第4-2表に示す。

第4-2表 原子炉	建屋水密扉の荷重の組合せ

扉名称	荷重の組合せ
原子炉建屋残留熱除去系A系ポンプ室水密扉	G+K _s
原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室北側水密扉	G+K _s
原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室南側水密扉	G+K _s
原子炉建屋高圧炉心スプレイポンプ室水密扉	G+K _s

G :固定荷重

K_s:地震荷重

4.3 許容限界

許容限界は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している許容限界に準じて設定 する。

(1) 使用材料

水密扉を構成する扉板,芯材,ヒンジ部,カンヌキ部の使用材料を第4-3表に示す。

	部位	材質	仕様				
	扉板						
	芯材						
ヒンジ部	ヒンジアーム						
	ヒンジピン	I					
	ヒンジボルト						
	カンヌキ						
カンヌキ部	カンヌキ受けピン						
	カンヌキ受けボルト						

第4-3表 使用材料

- (2) 許容限界
 - a. 扉板,芯材,ヒンジ部,カンヌキ部

扉板,芯材,ヒンジ部,カンヌキ部の許容限界は,「鋼構造設計規準-許容応力度設計 法-((社)日本建築学会,2005改定)」を踏まえて第4-4表の値とする。

第4-4表 扉板,芯材,ヒンジ部,カンヌキ部の許容限界

* * *!	短期許容応力度(N/mm ²)			
11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11	曲げ	せん断		

注記 *1:tは板厚 (mm) を示す

*2:許容応力度を決定する場合の基準値Fの値は、「JIS G 4053:2012 機械構造用 合金鋼鋼材」に基づく

*3:引張りの短期許容応力度も*2同様

4.4 評価方法

- (1) 荷重算定
 - a. ヒンジ部

ヒンジ部は、ヒンジアーム、ヒンジピン及びヒンジボルトで構成されており、次式によ り算定する水平地震力及び扉体自重反力(鉛直地震力を含む)から、各部材に発生する荷 重を算定する。ヒンジ部に生じる荷重の例を第4-3図に示す。

L_i:ヒンジ中心間距離(m)

(a) ヒンジアーム
 ヒンジアームに生じる荷重は、次式により算定する。ヒンジアームに生じる荷重の例
 を第4-4図に示す。
 M=(W_x+F_v)・L
 ここで、
 M :曲げモーメント(kN·mm)
 W_x:扉体自重(kN)
 F_v:鉛直地震力(kN)
 L :作用点間距離(mm)

$$Q=W_x+F_v$$

ここで、
 Q :せん断力 (kN)



第4-4図 ヒンジアームに生じる荷重の例

(b) ヒンジピン

ヒンジピンに生じる荷重は,次式により算定する。ヒンジピンに生じる荷重の例を第4 -5図に示す。

$$\begin{split} \mathbf{M} = \sqrt{\left(\mathbf{R}_{r} + \frac{\mathbf{F}_{H}}{2}\right)^{2} \cdot \frac{\mathbf{R}_{t}^{2}}{2}} \cdot \mathbf{L} \\ \\ \mathbf{L} \subset \mathbf{C}, \\ \mathbf{M} : 曲げモーメント (kN \cdot mm) \\ \mathbf{F}_{H} : 水平地震力 (kN) \\ \mathbf{R}_{r} : 扉体幅方向自重反力 (kN) \\ \mathbf{R}_{t} : 扉体厚方向自重反力 (kN) \\ \mathbf{L} : 軸支持間距離 (mm) \\ \\ \mathbf{Q} = \sqrt{\left(\mathbf{R}_{r} + \frac{\mathbf{F}_{H}}{2}\right)^{2} \cdot \frac{\mathbf{R}_{t}^{2}}{2}} \end{split}$$

第4-5図 ヒンジピンに生じる荷重の例

ここで, Q : せん断力 (kN)

(c) ヒンジボルト

ヒンジボルトに生じる荷重は、次式により算定する。ヒンジボルトに生じる荷重の例 を第4-6図に示す。

$$Q = \sqrt{\left(\frac{R_{r} + \frac{F_{H}}{2}}{2}\right)^{2} + (W_{X} + F_{V})^{2}}$$
ここで,
Q : せん断力 (kN)
 $W_{X} : 扉体自重 (kN)$
 $F_{H} : 水平地震力 (kN)$
 $F_{V} : 鉛直地震力 (kN)$
 $R_{r} : 扉体幅方向自重反力 (kN)$

第4-6図 ヒンジボルトに生じる荷重の例

b. カンヌキ部

カンヌキ部は,カンヌキ,カンヌキ受けピン及びカンヌキ受けボルトで構成されており, 次式により算定する水平地震力から,各部材に発生する荷重を算定する。カンヌキ部に生 じる荷重の例を第4-7図に示す。

Г

第4-7図 カンヌキ部に生じる荷重の例

(a) カンヌキ

カンヌキに生じる応力は、次式により算定する。カンヌキに生じる荷重の例を第4-8 図に示す。

$$M = \frac{F_H}{n} \cdot L_b$$

ここで, M :曲げモーメント (kN・mm) F_H:水平地震力 (kN) n :カンヌキの本数 L_b:作用点間距離 (mm)

$$Q = \frac{F_H}{n}$$

ここで, Q : せん断力 (kN) 第4-8図 カンヌキに生じる荷重の例

(b) カンヌキ受けピン

カンヌキ受けピンに生じる荷重は、次式により算定する。カンヌキ受けピンに生じる 荷重の例を第4-9図に示す。

$$M = \frac{1}{4} \cdot \frac{F_H}{n} \cdot L_P$$

ここで, M :曲げモーメント (kN・mm) F_H:水平地震力 (kN) n :カンヌキの本数 L_n:作用点間距離 (mm)

第4-9図 カンヌキ受けピンに生じる荷重の例

$$Q = \frac{F_{H}}{n}$$

Q : せん断力 (kN)

(c) カンヌキ受けボルト
 カンヌキ受けボルトに生じる荷重は、次式により算定する。カンヌキ受けボルトに生じる荷重の例を第4-10図に示す。

$$T = \frac{F_H}{n}$$

ここで、
T :引張力 (kN)
 $F_H : 水平地震力 (kN)$
n : カンヌキの本数

第4-10図 カンヌキ受けボルトに生じる荷重の例

(2) 断面検定

各部材に生じる応力より算定する応力度等が,許容限界値以下であることを確認する。な お,異なる荷重が同時に作用する部材については,組合せを考慮する。

- a. ヒンジ
 - (a) ヒンジアーム

ヒンジアームに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から,組合せ応力度を次式により 算定し,ヒンジアームの短期許容応力度以下であることを確認する。

$$\sigma_{\rm X} = \sqrt{\left(\frac{\rm M}{\rm Z}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{\rm Q}{\rm A}\right)^2}$$

ここで,

- σ_x:組合せ応力度 (N/mm²)
- M :曲げモーメント (kN・mm)
- Q : せん断力 (kN)
- Z :断面係数 (mm³)
- A :断面積 (mm²)
- (b) ヒンジピン

ヒンジピンに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から,組合せ応力度を次式により算 定し,ヒンジピンの短期許容応力度以下であることを確認する。

$$\sigma_{\rm X} = \sqrt{\left(\frac{\rm M}{\rm Z}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{\rm Q}{\rm A}\right)^2}$$

ここで,

- σ_x:組合せ応力度 (N/mm²)
- M :曲げモーメント (kN・mm)
- Q : せん断力 (kN)
- Z :断面係数 (mm³)
- A :断面積 (mm²)

b. カンヌキ

(a) カンヌキ

カンヌキに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から,組合せ応力度を次式により算定 し、カンヌキの短期許容応力度以下であることを確認する。

$$\sigma_{\rm X} = \sqrt{\left(\frac{\rm M}{\rm Z}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{\rm Q}{\rm A}\right)^2}$$

ここで, σ_x:組合せ応力度 (N/mm²) M :曲げモーメント (kN・mm) Q :せん断力 (kN) Z :断面係数 (mm³) A :断面積 (mm²)

(b) カンヌキ受けピン

カンヌキ受けピンに生じる曲げ応力度及びせん断応力度を次式により算定し,カンヌ キ受けピンの短期許容応力度以下であることを確認する。

$$\sigma = \frac{M}{Z}$$

$$\tau = \frac{Q}{2 \cdot A}$$

ここで、
 $\sigma : 曲げ応力度 (N/mm^2)$
 $\tau : せん断応力度 (N/mm^2)$
M:曲げモーメント (kN·mm)
Q: せん断力 (kN)
Z:断面係数 (mm³)
A: 断面積 (mm²)

c. ボルト

ヒンジボルトに生じるせん断応力度及びカンヌキ受けボルトに生じる引張応力度を次式 により算定し、ボルトの短期許容応力度以下であることを確認する。

$$\tau = \frac{Q}{n \cdot A_b}$$

ここで, τ : せん断応力度 (N/mm²) Q : せん断力 (kN) n : 本数 (本) A_b: 1本当たりの断面積 (mm²)

$$\sigma_{\rm T} = \frac{\rm T}{\rm n \cdot A_{\rm b}}$$

ここで, σ_T:引張応力度 (N/mm²) T :引張力 (kN) n :本数 (本) A_b:1本当たりの断面積 (mm²)

4.5 評価条件

「4.4 評価方法」に用いる評価条件を第4-5表に示す。

						数值				
対象部位 共通 ヒンジ部					原子炉建屋地下2階水密扉					
対象部位		記号	単位	定義	Ţ	原子炉建屋残留熱	原子炉建屋原子	原子炉建屋原子	原子炉建屋高圧	
						除去系A系ポンプ	炉隔離時冷却系	炉隔離時冷却系	炉心スプレイポ	
						室水密扉	室北側水密扉	室南側水密扉	ンプ室水密扉	
		W _X	kN	扉体自重						
共 通	K _H	_	水平震度							
		K _v	_	鉛直震度						
		T m	扉体重心~ヒンジ芯間							
				距離(幅方向)						
	共 诵	共 通 I.	もしていた。 「「「」」である「「」」である。 「「」」の「「」」である。 「」」の「」」の「」」の「「」」の「」」の「」」の「」」の「」」の「」」の「」	扉体重心~ヒンジ芯間						
le.		t		距離(厚方向)					1	
ヒンジ		L _j	m	ヒンジ中心間距離						
ン 部 ビンジ ア	ヒン	L	mm	作用点間距離						
	ンジア	Z	mm ³	断面係数						
	 ム	А	mm^2	断面積						

第4-5表 耐震評価に用いる条件(1/3)

第4-5表	耐震評価に用い	いる条件	(2/3)
// 0.24		9/1/1	(1 , 2)

					数值			
					原子炉建屋地下2階水密扉			
対象	部位	記号	単位	定義	原子炉建屋残留熱	原子炉建屋原子	原子炉建屋原子	原子炉建屋高圧
					除去系A系ポンプ	炉隔離時冷却系	炉隔離時冷却系	炉心スプレイポ
					室水密扉	室北側水密扉	室南側水密扉	ンプ室水密扉
	ヒ	L	mm	軸支持間距離		ł	ł	
Ŀ	ジピ	Z	Z mm ³ 断面係数					
	А	mm^2	断面積					
部	部 ボヒルン	n	本	本数				
トジ	A _b	mm^2	断面積					
	力	L _b	mm	作用点間距離				
	ンヌ	Z	mm^3	断面係数				
 カ	+	А	mm^2	断面積				
カンヌキシュ	カンヌ	L _P	mm	作用点間距離				
部	メキ受け	Z	mm ³	断面係数				
	け ピ ン	А	mm^2	断面積				

対象部位			単位	定義	数值					
					原子炉建屋地下2階水密扉					
		記号			原子炉建屋残留熱	原子炉建屋残留熱 原子炉建屋原子		原子炉建屋高圧		
					除去系A系ポンプ	炉隔離時冷却系	炉隔離時冷却系	炉心スプレイポ		
					室水密扉	室北側水密扉	室南側水密扉	ンプ室水密扉		
カンヌキ部	カンヌキ受	n	本	本数						
	(けボルト	A _b	mm ²	断面積						

第4-5表 耐震評価に用いる条件(3/3)

5. 耐震評価結果

原子炉建屋地下2階水密扉の耐震評価結果を第5-1表に示す。水密扉の各部材の断面検定を行った結果,発生応力度又は荷重は許容限界値以下である。

反敌	評価対象部位			発生応力度	許容限界値	発生応力度/	
泊你				(N/mm^2)	(N/mm^2)	許容限界値	
		ヒンジアーム					
原子炉建屋	ヒンジ部	ヒンジピン					
残留熱除去		ヒンジボルト					
系A系ポン		カンヌキ				-	
プ室水密扉	カンヌキ部	カンヌキ受けピン*1					
		カンヌキ受けボルト					
		ヒンジアーム					
原子炉建屋	ヒンジ部	ヒンジピン				-	
原子炉隔離		ヒンジボルト				-	
時冷却系室		カンヌキ	l				
北側水密扉	カンヌキ部	カンヌキ受けピン*1					
		カンヌキ受けボルト					
		ヒンジアーム				-	
原子炉建屋	ヒンジ部	ヒンジピン				-	
原子炉隔離		ヒンジボルト					
時冷却系室		カンヌキ					
南側水密扉	カンヌキ部	カンヌキ受けピン*1					
		カンヌキ受けボルト					
		ヒンジアーム					
原子炉建屋	ヒンジ部	ヒンジピン					
高圧炉心ス		ヒンジボルト					
プレイポン		カンヌキ					
プ室水密扉	カンヌキ部	カンヌキ受けピン*1					
		カンヌキ受けボルト			I		

第5-1表 原子炉建屋地下2階水密扉の耐震評価結果

注記 *1: せん断及び曲げのうち評価結果が厳しくなる曲げによる値を記載

外郭防護

1. 概要

本資料は,資料V-3-別添3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」に示 すとおり,浸水防護施設のうち原子炉建屋1階に設置する水密扉(以下「原子炉建屋1階水密扉」 という。)について評価するものである。原子炉建屋1階水密扉は,基準津波を超え敷地に遡上す る津波に伴う荷重に対し,主要な構造部材の構造健全性を維持することを確認する。

2. 基本方針

資料V-3-別添3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」に示す「3. 構造 強度設計」を踏まえ、水密扉の「2.1 位置」、「2.2 構造概要」、「2.3 評価方針」及び「2.4 適用規格」を示す。

2.1 位置

水密扉は,資料V-3-別添3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」の 「3.2 機能維持の方針」のうち構造計画に示すとおり,原子炉建屋1階水密扉は,原子炉建屋 原子炉棟開口部,原子炉建屋付属棟北側開口部,原子炉建屋付属棟東側開口部,原子炉建屋付 属棟南側開口部,原子炉建屋付属棟西側開口部に設置する。 内郭防護

1. 概要

本資料は,資料V-3-別添3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」に示 すとおり,浸水防護施設のうち原子炉建屋1階に設置する水密扉(以下「原子炉建屋1階水密扉」 という。)について評価するものである。原子炉建屋1階水密扉は,地震により低耐震クラス設備 である屋外タンクが損傷した場合の溢水等に伴う荷重に対し,主要な構造部材の構造健全性を維 持することを確認する。

2. 基本方針

資料V-3-別添3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」に示す「3. 構造 強度設計」を踏まえ、水密扉の「2.1 位置」、「2.2 構造概要」、「2.3 評価方針」及び「2.4 適用規格」を示す。

2.1 位置

水密扉は,資料V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」の「3.2 機能維持の方針」のうち構造計画に示すとおり,原子炉建屋1階水密扉は,原子炉建屋原子炉棟 開口部,原子炉建屋付属棟北側開口部,原子炉建屋付属棟東側開口部,原子炉建屋付属棟南側開 口部,原子炉建屋付属棟西側開口部に設置する。 V-2-別添 2-5 浸水防止堰の耐震性についての計算書

目次

1.	概	要	-
2.	基	本方針1	-
2	. 1	位置	
2	. 2	構造概要 ······ 7	,
2	. 3	評価方針 ····· 8	}
2	. 4	適用規格	;
3.	地	震応答解析 •••••••••••••••••••••••)
4.	耐	震評価方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・)
4	. 1	基本方針)
4	. 2	評価対象部位 ··········· 9)
4	. 3	荷重及び荷重の組合せ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1	1
4	. 4	許容限界	1
4	. 5	評価方法	1

1. 概要

本資料は、V-1-1-8-5「溢水防護施設の詳細設定」に示すとおり、溢水拡大防止堰(以下「堰」 という。)が、溢水伝播防止機能を維持可能な耐震強度及び止水性を有することを確認するもので ある。

- 2. 基本方針
- 2.1 位置

堰は、V-1-1-8-5「溢水防護施設の詳細設定」の「4.1 溢水伝播を防止する設備」に示す配置のとおり、原子炉建屋 EL.46.5 m、同 38.8 m、同 29.0 m、同 20.3 m、同 14.0 m、同 8.2 m、同 2.0 m に設置する。

堰の設置位置を第2-1図~第2-7図に示す。

第2-1図 堰の設置位置図(EL.46.5 m)
第2-2図 堰の設置位置図 (EL.38.8 m)

第2-3図 堰の設置位置図 (EL.29.0 m)

第2-4図 堰の設置位置図 (EL.20.3 m)

第2-5図 堰の設置位置図 (EL.14.0 m)

NT2 補② V-2-別添 2-5 R0

第2-6図 堰の設置位置図(EL.8.2 m)

第2-7図 堰の設置位置図(EL.2.0 m)

2.2 構造概要

堰の構造は、V-1-1-8「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうちV-1-1-8-5「溢 水防護施設の詳細設定」の「3.要求機能及び性能目標」に示す構造計画を踏まえて、詳細な構 造を設定する。

堰は、アンカー筋(鉄筋)により、既存の鉄筋コンクリート躯体と一体化させた鉄筋コンク リート構造物である。堰の概略構造図を第2-8図に示す。



*1高さ0.30 m,又は0.40 m以上
*2既存のコンクリート躯体と一体化
*3新設堰は接着系アンカー,既設堰は埋込み鉄筋とし,既存躯体への定着長さ,径の10倍以上とする。
第2-8図 堰の概略構造図

2.3 評価方針

堰の耐震評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に準じて、堰の評価対象部位に作用する 応力又は荷重が許容限界内にあることを、「4. 耐震評価方法」に示す方法により確認を行う。 堰の耐震クラスは、V-2-1-4「重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」 より、Cクラスである。

堰の耐震評価フローを第2-9図に示す。



第2-9図 堰の耐震評価フロー

2.4 適用規格

適用する規格,基準等を以下に示す。

- ・鋼構造設計規準-許容応力度設計法-((社)日本建築学会,2005 改定)
- ・各種合成構造設計指針・同解説((社)日本建築学会,2010改定)

3. 地震応答解析

堰の耐震評価に用いる地震荷重を算定するための地震応答解析は、V-2-1-7「設計用床応答曲 線の作成方針」にて実施し、地震応答解析に基づいて算定された堰設置位置における最大応答加 速度から設計震度を設定する。

- 4. 耐震評価方法
- 4.1 基本方針

V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき,堰に生じる応力は,地震荷重(水平方向及び鉛直 方向)を受ける片持ちはりとして,第4−1 図に示すとおり,既存躯体との接合部に生じる曲げ モーメント及びせん断力を算定し,鉄筋に生じる引張力及びせん断力並びコンクリートに生じ るせん断力及び圧縮力に対する確認を行う。

また,鉄筋に生じる引張力に対する確認においては,堰の自重による鉛直方向上向きの地震 荷重を組み合せるものとし,荷重の組み合わせは組合せ係数法による。鉛直方向下向きに生じ る荷重は,既存躯体により支持されるため堰の設計に考慮しない。

堰の重量は設計積載荷重以内であることから、既存躯体への影響はない。



堰に生じる応力

各部材に生じる応力

第4-1図 堰に生じる応力

4.2 評価対象部位

評価対象部位は、V-1-1-8「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうちV-1-1-8-5 「溢水防護施設の詳細設定」の「3.要求機能及び性能目標」に示す構造計画にて設定している 構造に基づき、地震荷重の作用方向及び伝達過程を考慮して設定する。

評価対象部位は、地震荷重により応力が発生する堰と既存躯体の取合い部分とし、地震荷重 の算定に用いる堰の自重,設計震度及び設計断面を踏まえ評価を包含できる堰により代表して 評価する。

評価の対象となる堰の溢水水位及び堰高さを第4-1表に示す。

設置建屋	設置床高さ	設備名称	溢水水位床上(m)	設置堰高さ床上(m)
原子炉棟	EL.2.0 m	原子炉建屋地下 1 階エレベ ータ入口用溢水拡大防止堰	0.1	0.3以上
	EL. 2. 0 m	東側階段用溢水拡大防止堰	0.1	0.3以上
	EL.2.0 m	北側階段用溢水拡大防止堰	0.1	0.3以上
	EL.2.0 m	残留熱除去系 B 系熱交換器 室用溢水拡大防止堰	0.1	0.3以上
	EL.8.2 m	原子炉建屋 1 階エレベータ 入口用溢水拡大防止堰	0.1	0.3以上
	EL.8.2 m	残留熱除去系 A 系熱交換器 ハッチ用溢水拡大防止堰	0.1	0.3以上
	EL.8.2 m	残留熱除去系 B 系熱交換器 ハッチ用溢水拡大防止堰	0. 1	0.3以上
	EL.14.0 m	原子炉建屋 2 階エレベータ 入口用溢水拡大防止堰	0. 1	0.3以上
	EL.14.0 m	原子炉力建屋 2 階西側階段 用溢水拡大防止堰	0. 1	0.3以上
	EL.20.3 m	原子炉建屋3階エレベータ 入口用溢水拡大防止堰	0.1	0.3以上
	EL. 20. 3 m	原子炉建屋 3 階西側階段用 溢水拡大防止堰	0. 1	0.3以上
	EL. 29.0 m	原子炉建屋 4 階エレベータ 入口用溢水拡大防止堰	0.1	0.3以上
	EL.29.0 m	原子炉建屋 4 階西側階段用 溢水拡大防止堰	0.1	0.3以上
	EL.38.8 m	EL.38.8 m 原子炉建屋 5 階エレベータ 入口用溢水拡大防止堰		0.3以上
	EL.38.8 m	原子炉建屋 5 階西側階段用 溢水拡大防止堰	0. 1	0.3以上
	EL.46.5 m	原子炉建屋 6 階エレベータ 入口用溢水拡大防止堰	0.4	0.4以上
	EL. 46. 5 m	燃料輸送容器搬出口用溢水 拡大防止堰	0. 4	0.4以上
	EL.46.5 m	大物機器搬入口用溢水拡大 防止堰	0.4	0.4以上
	EL.46.5 m	原子炉建屋換気系ダクト用 溢水拡大防止堰	0.4	0.4以上

第4-1表 評価の対象となる堰の選定

- 4.3 荷重及び荷重の組合せ
 - 4.3.1 荷重
 - (1) 固定荷重(G)
 - (2) 地震荷重(K_s)
 地震荷重は,基準地震動Ssによる荷重を考慮する。
 「3. 地震応答解析」で設定した設計震度を用いて,次式により算定する。
 K_s=G・k
 ここで,K_s: 地震荷重(kN)
 G: 堰の固定荷重(kN)
 k: 設計震度
 - 4.3.2 荷重の組合せ

評価に用いる荷重の組合せを第4-2表に示す。 積載荷重は、既存躯体により支持されることから、荷重の組合せをして考慮しない。

第4-2表 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S s 地震動	$G + K_{SH} + K_{SUD}$

G : 堰の固定荷重

K_{SH}:基準地震動Ssによる水平方向の地震荷重

K_{SUD}:基準地震動Ssによる鉛直方向の地震荷重

4.4 許容限界

V-2-1-9「機能維持の基本方針」のうち「3.1 構造強度上の制限」に基づき,使用材料の許容限界は短期許容応力度又は短期許容荷重とする。

(1) 鉄筋

「各種合成構造設計指針・同解説((社)日本建築学会,2010改定)」に基づき,アンカー 筋として使用する鉄筋の短期許容荷重を許容限界として設定する。

(2) コンクリート

「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 -許容応力度設計法-((社)日本建築学会、 1999 改定)」に基づき算定したコンクリートの短期許容応力度を許容限界として設定する。

4.5 評価方法

堰の耐震評価は、地震により生じる応力度又は荷重が、「4.4 許容限界」で設定した許容限界 値を超えないことを確認する。

(1) 応力算定 基準地震動Ssにより堰に生じる応力は,第4-2図及び第4-3図に示すとおり,地震荷重 が堰の重心位置に作用するものとし、単位幅当たりの算定とする。

a. 曲げモーメント
 曲げモーメントは次式により算定する。
 M=K_{SH}・L
 ここで、M :曲げモーメント (kN・m)
 K_{SH}:地震荷重 (kN)
 L :堰の接合部から荷重作業
 位置までの高さ (m)



第4-2図 堰に生じる応力模式図 (曲げモーメント)

b. せん断力

せん断力は次式により算定する。

Q=K_{SH} ここで,Q :せん断力 (kN) K_{SH} : 地震荷重 (kN)



(せん断力)

- (2) 断面検定
 - a. 鉄筋
 - (a) 引張力に対する検定

堰に生じる曲げモーメント及び堰の自重による鉛直方向上向きの地震荷重の組合せに より,鉄筋1本当たりに生じる引張力を次式により算定し,鉄筋1本当たりの許容限界値 を超えないことを確認する。地震荷重は,組合せ係数法に基づいて水平1.0+鉛直0.4又 は水平0.4+鉛直1.0のうち大なる値とする。

堰に生じる荷重の概念図を第4-4図に示す。

 $T = \frac{M}{n \cdot j} + \frac{K_{SUD}}{n}$ ここで、T :鉄筋1本当たりに生じる引張力 (kN/本) M :曲げモーメント (kN · m) n :単位幅 (1m) 当たりの鉄筋本数 (本) j :応力中心距離 (j = $\frac{7}{8}$ ・d) (mm) K_{SUD}:地震荷重 (鉛直上向き) (kN)



第4-4図 堰に生じる荷重

(b) せん断力に対する検定

堰に生じるせん断力より,鉄筋1本当たりに生じるせん断力を次式により算定し,鉄筋 1本当たりの許容限界値を超えないことを確認する。

$$Q_a = \frac{Q}{n}$$

ここで、Q_a :鉄筋1本当たりに生じるせん断力(kN/本)

Q : せん断力 (kN)

n : 単位幅 (1m) 当たりの鉄筋本数 (本)

b. コンクリート

(a) せん断力に対する検定

堰に生じるせん断応力度を次式により算定し、コンクリートの許容限界値を超えないこ とを確認する。

$$\tau = \frac{Q}{A}$$

ここで、 τ : せん断応力度 (N/mm²)
Q : せん断力 (kN)
A : 堰の断面積 (mm²)

(b) 圧縮力に対する検定

堰に生じる曲げモーメントにより発生するコンクリートの圧縮縁応力度を次式により 算定し、コンクリートの許容限界値を超えないことを確認する。圧縮縁応力の算定にあた り、圧縮側鉄筋は考慮しない。

堰に生じる荷重の概念図を第4-5図に示す。

$$\sigma_{\rm C} = rac{{\rm T}\,'\cdot 2}{{
m x}_{
m n} \cdot {
m b}}$$
ここで、 $\sigma_{\rm C}$: コンクリートの圧縮縁応力度 (N/mm²)



第4-5図 堰に生じる荷重

V-2-別添 2-6 区画分離壁の耐震性についての計算書

 1. 概要
 概要
 1

 2. 基本方針
 1

目次

1. 概要

本資料は、V-1-1-8-5「溢水防護施設の詳細設定」に示すとおり、区画分離壁が、溢水伝播防 止機能を維持可能な耐震強度を有することを確認するものである。

2. 基本方針

区画分離壁の耐震性についていは、資料V-2-別添 1-8「耐火隔壁の耐震計算書」に示すとおり。

V-2-別添 2-7 逆流防止装置(床ドレンファンネル)の耐震性についての計算書

	目次
1.	概要1

1. 概要

本資料は、V-1-1-8-5「機能維持の基本方針」に示すとおり、原子炉棟に設置する逆流防止装置(床ドレンファンネル)が、地震時及び地震後においても、溢水伝播を防止する機能を維持するために耐震性を有することを確認するものである。

原子炉棟に設置する逆流防止装置(床ドレンファンネル)の耐震評価は,評価対象が同じであるため,資料V-2-10-2-6「逆止弁の耐震性についての計算書」に示す。

V-2-別添3 可搬型重大事故等対処設備等の耐震性に関する説明書

V-2-別添 3-1 可搬型重大事故等対処設備の耐震計算方針

1. 概要 ·····	1
2. 耐震評価の基本方針	2 2
2.2 評価方針	2
 3. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界 3.1 荷重及び荷重の組合せ 3.2 許容限界 	14 14 14
 4. 耐震評価方法 4.1 車両型設備 4.2 ボンベ設備 4.3 その他設備 4.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮 	21 21 27 29 30
5. 適用規格	31

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(以下「技術基準規 則」という。)」第54条及び第76条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術 基準に関する規則の解釈」(以下「解釈」という。)に適合する設計とするため、V-1-1-6「安 全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」(以下 「資料V-1-1-6」という。)の別添2「可搬型重大事故等対処設備の設計方針」(以下「資料V -1-1-6の別添2」という。)にて設定する構造強度上の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設 の設備の分類に該当しない設備である可搬型重大事故等対処設備が、基準地震動S_sによる地震 力に対して耐震性を有することを確認するための耐震計算方針について説明するものである。

可搬型重大事故等対処設備の地震応答解析等に使用する保管場所の入力地震動は、V-2-別添 3-2「可搬型重大事故等対処設備の保管場所における入力地震動」に、車両型設備の具体的な計 算の方法及び結果は、V-2-別添 3-3「可搬型重大事故等対処設備のうち車両型設備の耐震性に ついての計算書」に、ボンベ設備の具体的な計算の方法及び結果は、別添 3-4「可搬型重大事故 等対処設備のうちボンベ設備の耐震性についての計算書」に、その他設備の具体的な計算の方 法及び結果は、別添 3-5「可搬型重大事故等対処設備のうちその他設備の耐震性についての計算 書」に示すとともに、動的地震力の水平 2 方向及び鉛直方向の組合せに対する各設備の影響評 価結果については、V-2-別添 3-6「可搬型重大事故等対処設備の水平 2 方向及び鉛直方向地震 力の組合せに関する影響評価結果」に示す。

2. 耐震評価の基本方針

可搬型重大事故等対処設備の耐震評価は、「2.1 評価対象設備」に示す評価対象設備を対象と して、転倒評価、構造強度評価及び機能維持評価を実施して、地震後において重大事故等に対 処するための機能を損なわないこと、並びに車両の支持機能及び移動機能が損なわれないこと を確認する。また、波及的影響の評価を実施し、当該設備が傾くことによる波及的影響を防止 する必要がある他の設備に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。

可搬型重大事故等対処設備は,基準地震動S_sによる地震力に対してその機能を保持できる設計とすることを踏まえ,水平2方向及び鉛直方向地震力を適切に組み合わせて実施する。影響評価方法は「4.5 水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮」に示す。

2.1 評価対象設備

評価対象設備は、資料V-1-1-6の別添2の「3.設備分類」に設定している車両型設備、ボンベ 設備及びその他設備を対象とし、表2-1に示す。また、評価を要しない可搬型重大事故等対処設 備についてもあわせて示す。

資料V-1-1-6の別添2にて設定している対象設備の構造計画を表2-2に示す。

2.2 評価方針

可搬型重大事故等対処設備の耐震評価は,資料V-1-1-6の別添2の「3.設備分類」に設定している車両型設備,ボンベ設備及びそれ以外のその他設備の分類ごとに定める構造強度評価, 機能維持評価,転倒評価,波及的影響評価及び水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮に従って実施する。

可搬型重大事故等対処設備の耐震評価の評価対象部位は、資料V-1-1-6の別添2の「4.2性能 目標」で設定している設備ごとの構造強度上の性能目標を踏まえて、表2-3に示すとおり設定す

RO

る。

- 2.2.1 車両型設備
 - (1) 応力評価

車両型設備の応力評価については、資料V-1-1-6の別添2の「6.3.1(2)a. 構造強度」 にて設定している評価方針に基づき、基準地震動S_sによる地震力に対し、車両に積載し ているポンプ、発電機、内燃機関等の支持部の取付ボルト及びコンテナ取付ボルトが、塑 性ひずみが生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分 な余裕を有することを、計算により確認する。その評価方法は、「4.1 車両型設備 (2) 応力評価」に示すとおり、加振試験にて得られる応答加速度を用いて、車両に積載してい るポンプ、発電機、内燃機関等の支持部の取付ボルト及びコンテナ取付ボルトの評価を行 う。評価に当たっては、実機における車両応答の不確実さを考慮し、加速度が大きくなる 加振試験で測定された評価対象部位頂部の加速度を用いる。

(2) 転倒評価

車両型設備の転倒評価については、資料V-1-1-6の別添2の「6.3.1(2)b. 転倒」にて 設定している評価方針に基づき、ポンプ等の機器を積載している車両全体は、基準地震 動S_sによる地震力に対し、保管場所の地表面の最大加速度が、加振試験により転倒しな いことを確認した加振台の最大加速度以下であることにより確認する。その評価方法は、 「4.1 車両型設備 (3) 転倒評価」に示すとおり加振試験により転倒しないことを確 認する。

(3) 機能維持評価

車両型設備の支持機能,移動機能,動的及び電気的機能評価については,資料V-1-1-6 の別添2の「6.3.1(2)c. 機能維持」にて設定している評価方針に基づき,車両部は,基 準地震動S_sによる地震力に対し,保管場所の地表面の最大加速度が,加振試験により車 両部の支持機能及び車両としての自走又は牽引等による移動機能を維持できることを確 認した加振台の最大加速度以下であることにより確認する。また,車両に積載している ポンプ,発電機,内燃機関等は,基準地震動S_sによる地震力に対し,保管場所の地表面 の最大加速度が,加振試験により,ポンプの送水機能,発電機の発電機能及び内燃機関 の駆動機能等の動的及び電気的機能を維持できることを確認した加振台の最大加速度以 下であることにより確認する。それらの評価方法は「4.1 車両型設備 (4) 機能維持 評価」に示すとおり,加振試験により機能が保持できることを確認する。

(4) 波及的影響評価

車両型設備の波及的影響の評価については,資料V-1-1-6の別添2の「6.3.1 車両型 設備」にて設定している評価方針に基づき,車両型設備はサスペンションのようなバネ 構造を有するため,設備に生じる地震荷重により,大きな傾きが生じることから,基準 地震動S_sによる地震力に対し,他の可搬型重大事故等対処設備に対して波及的影響を及 ぼさないことを,設備の傾き及び横すべりによる車両頂部の変位量が,1台あたり,可 搬型代替低圧電源車及び可搬型窒素供給装置用電源車は前後方向1250mm及び左右方向 2000mm,それ以外の車両は前後方向1250mm及び左右方向1250mmに設定した離隔距離の範 囲内にあることにより確認する。

その評価方法は、「4.1 車両型設備 (5) 波及的影響評価」に示すとおり、加振試験 により確認した車両頂部の変位量を基に評価を行う。

- 2.2.2 ボンベ設備
 - (1) 構造強度評価

ボンベ設備の構造強度評価については、資料V-1-1-6の別添2の「6.3.2(2)評価方針」 にて設定している評価方針に基づき、基準地震動S_sによる地震力に対し、ボンベを収容 するボンベ架台等並びにこれを壁及び床に固定する支持部の据付ボルト、基礎ボルト等が、 塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十 分な余裕を有することを、計算により確認する。その評価方法は、「4.2 ボンベ設備(2)構 造強度評価及び波及的影響評価」に示すとおり、固有値解析により算出する固有振動数及 び、地震による荷重を用いて、ボンベ架台等及び据付ボルト、基礎ボルト等の評価を行う。

(2) 転倒評価

ボンベ設備の波及的影響の評価については,資料V-1-1-6の別添2の「6.3.2(2)b. 転倒」 にて設定している評価方針に基づき実施する。基準地震動S_sによる地震力に対し,ボン べを収容するボンベ架台並びにこれを床面に固定する支持部の基礎ボルトが,塑性ひずみ が生じる場合であっても,その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を 有することを,計算により確認することで,転倒しないことを確認する。

- 2.2.3 その他設備
 - (1) 転倒評価

その他設備の転倒評価については、資料V-1-1-6の別添2の「6.3.3(2)a. 転倒」にて 設定している評価方針に基づき、その他設備の機器全体は、基準地震動S_sによる地震力 に対し、保管場所における設置床又は地表面の最大加速度が、加振試験により転倒を防止 するためスリング等の健全性を確認した加振台の最大加速度以下であることを確認する。 その評価方法は、「4.4 その他設備(2)転倒評価」に示すとおり、加振試験によりスリン グ等が健全であることを確認する。

(2) 機能維持評価

その他設備の機能維持評価については、資料V-1-1-6の別添2の「6.3.3(2)b. 機能維持」にて設定している評価方針に基づき、その他設備の機器全体は、基準地震動S_sによる地震力に対し、保管場所における設置床又は地表面の最大加速度が、加振試験により計測機能、給電機能等の動的及び電気的機能、並びにスリング等の支持機能を保持できることを確認した加振台の最大加速度以下であることを確認する。その評価方法は、「4.4 その他設備(3) 機能維持評価」に示すとおり、加振試験により機能が保持できることを確認する。

(3) 波及的影響評価

その他設備の波及的影響の評価については、資料V-1-1-6の別添2の「6.3.3(2)c. 波 及的影響」にて設定している評価方針に基づき実施する。その他設備は、車両型設備と異 なりバネのような柔らかい構造を有しないため、大きな変位量は発生しないことから、基 準地震動S_sによる地震力に対し、当該設備が傾くことによる波及的影響を防止する必要 がある他の設備に対して波及的影響を及ぼさないことを、保管場所における設置床又は地 表面の最大加速度が、加振試験により転倒を防止するためのスリング等の健全性を確認し た加振台の最大加速度以下であることにより、確認する。

その他設備に使用しているスリング等は,基準地震動S_sによる地震力に対し,対象設備の 重心高さを考慮してスリング等の設置位置を設定するとともに,保管場所における設置床又 は地表面の最大加速度によりスリング等が受ける荷重に対して十分な裕度を持たせて選定を 行う。スリング等の支持機能については保管状態を模擬した加振試験により確認する。

以上を踏まえ,以降では,可搬型重大事故等対処設備の耐震計算に用いる荷重及び荷重の組 合せ並びに許容限界について,「3.荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界」に示し,車両型設備, ボンベ設備及びその他設備の分類ごとの耐震評価方法を評価項目ごとに「4.耐震評価方法」に 示す。

表2-1 可搬型重大事故等対処設備の構造計画

設備分類	計画の	111 日 127	
	主体構造	支持構造	成切凶

【位置】

屋内の可搬型重大事故等対処設備は,資料V-1-1-6の要求を満たす耐震性を有する保管場所として,原子炉建屋及び緊急時対策所に保管する設計としている。

屋外の可搬型重大事故等対処設備は,資料V-1-1-6の要求を満たす地盤安定性を有する保管場所 として,可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側),可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側) に保管する設計としている。

車両型設備	サスペンションを有し,地震 に対する影響を軽減できる構造 であるとともに,早期の重大事 故等への対処を考慮し,自走, 牽引等にて移動できる構造と し,車両,ポンプ,発電機等に より構成する。	ポンプ,発電機等は,コンテ ナに直接支持構造物である取 付ボルトにて固定する。ポン プ,発電機等を収納したコンテ ナは,間接支持構造物であるト ラックに積載し取付ボルトに より固定し,保管場所に固定せ ずに保管する。	國2-1
ボンベ設備	ボンベ設備は,ボンベ(窒素 ボンベ及び空気ボンベ)及びボ ンベ架台等により構成する。	ボンベは容器として十分な 強度を有する構造とし,固定ボ ルトによりボンベ架台等に固 定し,ボンベ架台等を据付ボル ト,基礎ボルトにより,壁又は 床に据え付ける。	図2-2 図2-3
その他設備	電離箱サーベイ・メータ及び それを収納する収納箱で構成す る。	機器又は収納箱を床又は壁 等に固定する収納ラックに緩 衝材・スリング等を用いて収納 する。	図2-4
	可搬型計測器(圧力,水位及 び流量計測用)等を収納する収 納箱及び架台で構成する。	緩衝材を内装した収納箱に 収納し,収納箱を専用架台にス リング等で固定する。専用収納 架台は床又は壁にボルト等で 固定する。	図2-5
	逃がし安全弁用可搬型蓄電池 等で構成する。	機器本体を床又は床に固定 された支持構造物に設置し,ス リング等で固縛する。	図2-6

NT2 補② V-2-別添 3-1 R0

表2-1 可搬型重大事故等対処設備 応力評価対象部位 (1/2)

*** 甲 な 手を	設備	評価対象部位		语之理中
機舔名		直接支持構造物	間接支持構造物	選足理由
可搬型代替注水 大型ポンプ	車両型 設備	ポンプ取付ボルト 内燃機関取付 ボルト	コンテナ取付 ボルト	ポンプ,内燃機関は、JEAG4601-1987において剛構造のポンプ,内燃機関は、取付ボルト及び基礎ボルトが応力評価対 象となる旨規定されている。ポンプ及び内燃機関は、内圧に耐える肉厚構造の設計となっており、剛構造であることから当該 設備はJEAG4601-1987に記載されているポンプや内燃機関と同等の構造とみなすことができるため評価対象は、ポンプ及 び内燃機関取付ボルトを対象とする。 車両部については、間接支持構造物の主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フ レーム、コンテナ台板、コンテナ取付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。
可搬型代替注水 中型ポンプ	車両型 設備	内燃機関取付 ボルト	コンテナ取付 ボルト	内燃機関は、JEAG4601-1987において剛構造の内燃機関は、取付ボルト、基礎ボルトが応力評価対象となる旨規定され ている。内燃機関は、内圧に耐える肉厚構造の設計となっており、剛構造であることから当該設備はJEAG4601-1987に記 載されている内燃機関と同等の構造とみなすことができるため評価対象は、内燃機関取付ボルトが対象となる。 ポンプについては、通常時、車両に積載したコンテナ内に保管する水中ポンプであり、動力消防ポンプの技術上の規格に基 づいた設計がなされており、付録14「重大事故等クラス3機器の強度計算書作成の基本方針」において、重大事故等クラス3機 器として、強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、ポンプを積載する車両部については、間接支持構造 物の主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フレーム、コンテナ台板、コンテナ取 付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。
可搬型代替低圧 電源車及び可搬 型窒素供給装置 用電源車	車両型 設備	発電機/内燃機関 取付ボルト	コンテナ取付 ボルト	発電機,内燃機関は,非常用電源設備としてJEAG4601-1987において発電機等は剛構造であり基礎ボルトが応力評価対象となる旨規定されている。発電機は重量の大きな固定子,回転子を支持するケーシングからなる剛構造であり,内燃機関は,シリンダブロックが内圧に耐える肉厚構造の設計であり剛構造であることから,当該設備はJEAG4601-1987に記載されている発電機や内燃機関と同等の構造とみなすことができるため,評価対象は発電機,内燃機関の取付ボルトを対象とする。 車両部については,間接支持構造物の主たる支持構造物であり,支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フレーム,パッケージ台板,コンテナ取付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。
可搬型窒素供給 装置	車両型 設備	 窒素ガス分離装置 取付ボルト 空気圧縮機取付 ボルト 	コンテナ取付 ボルト	窒素ガス分離装置及び空気圧縮機は、パッケージ型の一体構造品であることから地震時、荷重が集中して作用する窒素ガス 分離装置取付ボルト及び空気圧縮機取付ボルトを評価対象とする。 車両部については、間接支持構造物の主たる支持構造物であり、支持機能が失われた場合に影響が大きい部位である車両フ レーム、コンテナ台板、コンテナ取付ボルトのうち断面積の小さなコンテナ取付ボルトを評価対象とする。
タンクローリ	車両型 設備	タンク取付ボルト ポンプ取付ボルト	対象なし	タンクローリは、燃料を内包し輸送できる圧力容器であり十分な強度を有した設計である。保管状態は、タンク空の状態で あり地震時に考慮すべき荷重は、地震荷重によるタンク自重によるモーメントであり、当該モーメントはタンク取付ボルトに かかることからタンク取付ボルトを評価対象とする。また、ポンプについては、JEAG4601-1987において剛構造のポンプ は、取付ボルト、基礎ボルトが応力評価対象となる旨規定されている。ポンプは、内圧に耐える肉厚構造の設計となっている ことから、当該設備はJEAG4601-1987に記載されているポンプと同等の構造とみなすことができるため、評価対象はポンプ 取付ボルトを対象とする。

 ∞

NT2 補② V-2-別添 3-1 R0

表2-1 可搬型重大事故等対処設備 応力評価対象部位 (2/2)

機器名称	⇒几/#	評価対	象部位	海宁田中	
【設置場所】		直接支持構造物	間接支持構造物	进足 建田	
非常用窒素供給系A系高 圧窒素ボンベ 【原子炉建屋原子炉棟】	ボンベ 設備	ボンベ架台	対象なし	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、付録11「重大事故等クラス3機器の強度計算書 作成の基本方針」において、重大事故等クラス3機器として、強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、 ボンベを床及び壁に固定している支持構造物であるボンベ架台,架台を据付ける据付ボルト,基礎ボルト等を評価対象とする。	
非常用窒素供給系B系高 圧窒素ボンベ 【原子炉建屋原子炉棟】	ボンベ 設備	ボンベ架台	対象なし	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、付録11「重大事故等クラス3機器の強度計算書 作成の基本方針」において、重大事故等クラス3機器として、強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、 ボンベを床及び壁に固定している支持構造物であるボンベ架台,架台を据付ける据付ボルト,基礎ボルト等を評価対象とする。	
非常用逃がし安全弁駆動 系A系高圧窒素ボンベ 【原子炉建屋原子炉棟】	ボンベ 設備	ボンベ架台	対象なし	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、付録11「重大事故等クラス3機器の強度計算書 作成の基本方針」において、重大事故等クラス3機器として、強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、 ボンベを床及び壁に固定している支持構造物であるボンベ架台,架台を据付ける据付ボルト,基礎ボルト等を評価対象とする。	
非常用逃がし安全弁駆動 系B系高圧窒素ボンベ 【原子炉建屋原子炉棟】	ボンベ 設備	ボンベ架台	対象なし	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、付録11「重大事故等クラス3機器の強度計算書 作成の基本方針」において、重大事故等クラス3機器として、強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、 ボンベを床及び壁に固定している支持構造物であるボンベ架台,架台を据付ける据付ボルト,基礎ボルト等を評価対象とする。	
中央制御室待避室空気ボ ンベユニット 【原子炉建屋付属棟】	ボンベ 設備	ボンベ架台	対象なし	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、付録11「重大事故等クラス3機器の強度計算書 作成の基本方針」において、重大事故等クラス3機器として、強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、 ボンベを床及び壁に固定している支持構造物であるボンベ架台,架台を据付ける据付ボルト,基礎ボルト等を評価対象とする。	
緊急時対策所加圧設備 【緊急時対策所建屋】	ボンベ 設備	ボンベ架台	対象なし	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、付録11「重大事故等クラス3機器の強度計算書 作成の基本方針」において、重大事故等クラス3機器として、強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、 ボンベを床及び壁に固定している支持構造物であるボンベ架台、架台を据付ける据付ボルト、基礎ボルト等を評価対象とする。	
第二弁操作室空気ボンベ ユニット 【原子炉建屋付属棟】	ボンベ 設備	ボンベ架台	対象なし	ボンベについては、高圧ガス保安法の規格に基づいた設計がなされており、付録11「重大事故等クラス3機器の強度計算書 作成の基本方針」において、重大事故等クラス3機器として、強度評価を実施しており、十分な強度を有していることから、 ボンベを床及び壁に固定している支持構造物であるボンベ架台、架台を据付ける据付ボルト、基礎ボルト等を評価対象とする。	

9



図2-1 車両型設備



図2-2 ボンベ設備(壁固定型ボンベ)







図2-4 その他設備(収納ラック固縛)











図2-6 その他設備(本体固縛)

3. 荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界

可搬型重大事故等対処設備の耐震計算に用いる荷重及び荷重の組合せを,以下の「3.1 荷重 及び荷重の組合せ」に,許容限界を「3.2 許容限界」に示す。

3.1 荷重及び荷重の組合せ

可搬型重大事故等対処設備のうち,屋外に保管している設備の自然現象の考慮については, 資料V-1-1-2「耐震設計上重要な設備を設置する施設に関する説明書(自然現象への配慮に 関する説明を含む。)」に設定する荷重及び荷重の組合せを用いる。

荷重及び荷重の組合せは、重大事故等起因の荷重は発生しないため、資料V-1-1-6-別添2 の「6.2 荷重及び荷重の組合せ」に従い、保管状態における荷重を考慮し、設定する。

地震と組み合わせるべき荷重としては,積雪荷重及び風荷重が挙げられる。地震と組み合わせる荷重の設定に当たっては,資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」の図3-1 耐震計算における積雪荷重及び風荷重の設定フローに基づき設定する。

積雪については除雪にて対応することで無視できる。風荷重について,車両型設備は,風 を一面に受ける構造と違い,風は隙間を吹き抜けやすい構造となっており,また,車両型設 備には内燃機関や発電機等の重量物が積載され重量が大きいこと及び車両型設備以外の可搬 型重大事故等対処設備についても,建物・構築物,屋外設置の機器に比べ,風による受圧面 積が相対的に小さいことから,風荷重については無視できる。

3.2 許容限界

許容限界は,資料V-1-1-6-別添2の「4.2 性能目標」で設定している設備ごとの構造強度 上の性能目標のとおり,評価対象部位ごとに設定する。

「3.1 荷重及び荷重の組合せ」で設定している荷重及び荷重の組合せを含めた,設備ごとの許容限界を表3-1から表3-6に示す。

各設備の許容限界の詳細は,各計算書にて評価対象部位の損傷モードを考慮し,評価項目 を選定し,評価項目ごとに許容限界を定める。

直接支持構造物の評価については,JEAG4601・補-1984に規定されているその他の支 持構造物の評価に従った評価を実施する。また,車両型設備の間接支持構造物としてのボル トの評価については,直接支持構造物の評価に準じた評価を行う。

- 3.2.1 車両型設備
 - (1) 応力評価

車両型設備は、重大事故等起因の荷重は発生しないため、地震後において、基準地震 動S_sによる地震力に対し、地盤安定性を有する屋外の保管場所に保管し、炉心等へ冷却 水を送水するポンプ及びこれらの駆動源となる内燃機関等の機器を車両に取付ボルトで 固定し、主要な構造部材が送水機能、発電機能、支持機能等を維持可能な構造強度を有 する設計とする。

そのため、車両型設備は、「2.2.1(1) 応力評価」に設定している評価方針を踏まえ、 資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に設定している、JEAG4601・補-1984を適用 し、許容応力状態IV_ASの許容応力以下とすることを許容限界として設定する。

(2) 転倒評価

車両型設備は、重大事故等起因の荷重は発生しないため、地震時において、基準地震 動S_sによる地震力に対し、地盤安定性を有する屋外の保管場所に保管し、炉心等へ冷却 水を送水するポンプ及びこれらの駆動源となる内燃機関等を車両に取付ボルトで固定し、 車両全体が安定性を有し、転倒しない設計とする。

そのため、車両型設備は、「2.2.1(2) 転倒評価」に設定している評価方針を踏まえ、 加振試験にて転倒しないことを許容限界として設定する。

(3) 機能維持評価

車両型設備は、重大事故等起因の荷重は発生しないため、地震後において、基準地震動S_sによる地震力に対し、地盤安定性を有する屋外の保管場所に保管し、車両に積載しているポンプ等の炉心等へ冷却水を送水する機能及びこれらの駆動源となる内燃機関等の動的及び電気的機能を維持できる設計とする。

また,車両型設備は,地震後において,基準地震動S_sによる地震力に対し,車両積載 設備から受ける荷重を支持する機能並びに車両としての自走又は牽引等による移動機能 を維持できる設計とする。

そのため、車両型設備は、「2.2.1(3) 機能維持評価」に設定している評価方針を踏ま え、加振試験により支持機能、移動機能、動的及び電気的機能が保持できることを許容 限界として設定する。

(4) 波及的影響評価

車両型設備は,重大事故等起因の荷重は発生しないため,基準地震動S_sによる地震力 に対し,地盤安定性を有する屋外の保管場所の地面等に固定せずに保管し,車両全体が 安定性を有し,主要な構造部材が送水機能,発電機能,支持機能等を維持可能な構造強 度を有し,当該設備が傾き及び横すべりにより,当該設備以外の可搬型重大事故等対処 設備に波及的影響を及ぼさないよう隣接する他の可搬型重大事故等対処設備に対し離隔 距離を確保し,保管する設計とする。

そのため、車両型設備は、「2.2.1(4) 波及的影響評価」に設定している評価方針を踏

まえ、車両型設備の加振試験にて確認した車両の最大変位量が、他の可搬型重大事故等 対処設備との接触、衝突等の相互干渉による破損等を引き起こし、機能喪失する等の波 及的影響を及ぼさないよう、発電所における敷地の制限、可搬型重大事故等対処設備の 作業性及び運用性を踏まえた1台あたりの離隔距離の範囲内であることを許容限界とし て設定する。

また,離隔距離に関しては,実際の設備配置の運用上の管理値として必要であるため, 保安規定に離隔距離を基に必要な設備間隔を定め,管理を行う。

3.2.2 ボンベ設備

(1) 構造強度評価, 波及的影響評価

ボンベ設備は、地震後において、基準地震動S_sによる地震力に対し、ボンベラック架 台、ボンベ架台等に収納し、架台を耐震性を有する建屋内の保管場所の壁又は床に据付ボ ルト、基礎ボルトで固定して保管し、主要な構造部材が窒素及び空気供給機能を保持可能 な構造強度を有する設計とする。

そのため、ボンベ設備は、「2.2.2(1)構造強度評価」及び「2.2.2(2)波及的影響評価」 に設定している評価方針としていることを踏まえ、資料V-2-1-8「機能維持の検討方針」 に設定している、JEAG4601を適用し、許容応力状態IV_ASの許容応力以下とすることを許容 限界として設定する。

3.2.3 その他設備

(1) 転倒評価

その他設備は、地震時において、基準地震動S_sによる地震力に対し、耐震性を有する 建屋内の保管場所及び地盤安定性を有する屋外の保管場所に保管し、スリング等にて固 縛する等、機器本体が安定性を有し、転倒しない設計とする。

そのため、その他設備は、「2.2.4(1) 転倒評価」に設定している評価方針としている ことを踏まえ、加振試験にて転倒しないことを許容限界として設定する。

(2) 機能維持評価

その他設備は、地震後において、基準地震動S_sによる地震力に対し、耐震性を有する 建屋内の保管場所に保管し、壁等に据付ボルト等で固定した収納ラックに収納、壁等に スリング等で固縛し、主要な構造部位が水位、圧力等を計測する機能、必要な負荷へ給 電するための給電機能等の支持機能、動的及び電気的機能を保持できる設計とする。

そのため、その他設備は、「2.2.4(2) 機能維持評価」に設定している評価方針として いることを踏まえ、加振試験により支持機能、動的及び電気的機能が保持できることを 許容限界として設定する。

(3) 波及的影響評価

その他設備は、基準地震動S_sによる地震力に対し、地盤安定性を有する建屋内の保管 場所又は地盤安定性を有する屋外の保管場所において、壁等に据付ボルト等で固定した

RO
収納ラックに収納,壁等にスリング等で固縛し,機器本体が安定性を有し,主要な構造 部材が水位,圧力等を計測する機能,必要な負荷へ給電するための給電機能等の機能を 保持可能な構造強度を有し,当該設備が傾くことによる波及的影響を防止する必要があ る他の設備に対して,波及的影響を与えない設計とする。

そのため、その他設備は、「2.2.4(3) 波及的影響評価」に設定している評価方針としていることを踏まえ、加振試験にてスリング等の支持機能が保持できることを許容限界として設定する。

莎 /	帯重の組合せ	莎研如位	機能損傷モー	<u> </u>	
叶屾刈豕以脯	何里の祖口と	타기 <u>에</u> 타기 <u>자</u>	応力等の状態	限界状態	可有以介
車両型設備	D+S _s	支持部の取付 ボルト (表 3-2)	引張, せん断, 組合せ	部材の降伏	JEAG4601・補-1984 を適用 し,許容応力状態IV _A S の許 容応力以下とする。
ボンベ設備	D+S _s (D+S _s +WW) (注)	架台 (表 3-3)	引張,せん断,組合せ	部材の降伏	JEAG4601 を適用し,許容応
		据付ボルト及び 基礎ボルト (表 3-4)	引張,せん断,組合せ	部材の降伏	力状態Ⅳ _A S の許容応力以 下とする。

表 3-1 設備ごとの荷重の組合せ及び許容限界

ſ	/					
		耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応 力状態	許容限界(注1)(注2)(注4)	
					—ž	次応力
					引張(注3)	せん断 ^(注3)
	取付ボルト	_	$D+S_{s}$	$\mathbf{IV}_{A}\mathbf{S}$	1.5f _t *	$1.5 f_s^*$

表3-2 支持部の取付ボルトの許容応力

(注1) f_t*, f_s*: JSME S NC1 SSB-3121.1(1)a本文中Sy及びSy (RT) を1.2Sy及び1.2Sy (RT) と
 読み替えて算出した値(JSME S NC1 SSB-3133)。ただし、Sy及び0.7Suのいず
 れか小さい方の値とする。

- (注2) JEAG4601・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。
- (注3) ボルトにせん断力が作用する場合,組合せ評価を実施する。その際の許容応力値は、JSME S NC1 SSB-3133に基づき,Min (1.4(1.5f_t*)-1.6 τ_{b} , 1.5f_t*) とする。
- (注4) 当該応力が生じない場合,規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能 である場合は評価を省略する。

				許容限界 (注1) (注2)
	「「一」で「一」では「「」では、「」では、「」では、「」では、「」では、「」では、「」では、「	荷重の組合せ	計谷応 力状態	一次応力
				組合せ
架台	_	$\begin{array}{c} D+S_{S} \\ (D+S_{S}+W_{W}) \\ (\Xi^{3}) \end{array}$	IV _A S	$1.5 f_t^*$

表3-3 架台の許容限界

(注1) ft*: JSME S NC1-2005/2007 SSB-3121.1(1)a本文中Sy及びSy(RT)を1.2Sy及び1.2Sy(RT)
 と読み替えて算出した値(JSME S NC1-2005/2007 SSB-3133)。ただし、Sy及び0.7Suのいず
 れか小さい方の値とする。

(注2) JEAG4601・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。

(注3) 屋外設置のボンベ設備に適用する。

	耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応 力状態	許容限界(注1)(注2)	
					次応力
				引張 (注3)	せん断 ^(注3)
取付ボルト 基礎ボルト	_	$\begin{array}{c} D+S_{S} \\ (D+S_{S}+W_{W}) \\ (\Xi4) \end{array}$	IV _A S	1.5f _t *	$1.5 { m f_s}^*$

表3-4 据付ボルト及び基礎ボルトの許容応力

(注1) ft*, fs*: JSME S NC1-2005/2007 SSB-3121.1(1)a本文中Sy及びSy (RT) を1.2Sy及び1.2Sy
 (RT) と読み替えて算出した値 (JSME S NC1-2005/2007 SSB-3133)。

ただし, Sy及び0.7Suのいずれか小さい方の値とする。

- (注2) JEAG4601・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。
- (注3) ボルトにせん断力が作用する場合,組合せ評価を実施する。その際の許容応力値は、JSME
 S NC1-2005/2007 SSB-3133に基づき,Min(1.4(1.5ft*)-1.6 τ b, 1.5ft*)とする。
- (注4) 屋外設置のボンベ設備に適用する。

	エーテ	荷重の組合せ	許容応 力状態	許容限界 (注1) (注2)	
	「「一」「「「」」「「」」「「」」「「」」「「」」「「」」」			—ž	欠応力
	<i><i>" " " "</i></i>			引張(注3)	せん断 ^(注3)
固縛装置	_	$D+S_{S}+W_{W}$	$\mathbf{IV}_{A}\mathbf{S}$	$1.5 f_t^*$	$1.5 {f_s}^*$

表3-5 固縛装置の許容応力

(注1) ft*, fs*: JSME S NC1-2005/2007 SSB-3121.1(1)a本文中Sy及びSy(RT)を1.2Sy及び1.2Sy
 (RT) と読み替えて算出した値(JSME S NC1-2005/2007 SSB-3133)。

ただし, Sy及び0.7Suのいずれか小さい方の値とする。

- (注2) JEAG4601・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。
- (注3) ボルトにせん断力が作用する場合,組合せ評価を実施する。その際の許容応力値は,JSME
 S NC1-2005/2007 SSB-3133に基づき,Min(1.4(1.5ft*)-1.6τb,1.5ft*)とする。

	利雪	荷重の組合せ	新安宁	許容限界 ^{(注1)(注2)} 一次応力	
	展		計谷応 力状態		
	<i><i>" " " "</i></i>			引張 (注3)	せん断 ^(注3)
送風機及び原動		D + S	ΠΛΟ	1 5f *	1 5f *
機の取付ボルト	—	$\nu \pm 5$ s	IV _A S	1. 51 _t	1. 91 _s

表3-6 送風機及び原動機の取付ボルト

(注1) ft*, fs*: JSME S NC1-2005/2007 SSB-3121.1(1)a本文中Sy及びSy (RT)を1.2Sy及び1.2Sy
 (RT)と読み替えて算出した値(JSME S NC1-2005/2007 SSB-3133)。
 ただし、Sy及び0.7Suのいずれか小さい方の値とする。

(注2) JEAG4601・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。

(注3) ボルトにせん断力が作用する場合,組合せ評価を実施する。その際の許容応力値は、JSME
 S NC1-2005/2007 SSB-3133に基づき、Min(1.4(1.5ft*)-1.6 τ b, 1.5ft*)とする。

4. 耐震評価方法

可搬型重大事故等対処設備の耐震評価は、車両型設備、ボンベ設備及びその他設備の分類ご とに評価方法が異なることから、以下の「4.1 車両型設備」、「4.2 ボンベ設備」及び「4.3 そ の他設備」のそれぞれに示す「地震応答解析」、「加振試験」、「応力評価」、「転倒評価」、「機能 維持評価」及び「波及的影響評価」に従って実施する。

4.1 車両型設備

車両型設備においては,重大事故等に対処するための機能を維持するために,応力評価, 転倒評価,機能維持評価及び波及的影響評価を実施する。

車両型設備の評価の概要フローを図4-1に示す。



図4-1 車両型設備の評価フロー

- (1) 加振試験
 - a. 基本方針

車両型設備においては,重大事故等に対処するための機能を保持するために,車両 全体として安定性を有し,転倒しないこと,主要な構造部材が必要な構造強度を有す ること及び支持機能,移動機能,動的及び電気的機能が保持できることを加振試験の 結果を踏まえて評価することから,以下の「b. 入力地震動」に示す入力地震動を用 いて,「(3) 転倒評価」及び「(4) 機能維持評価」に示す方法により加振試験を行う。

b. 入力地震動

入力地震動は、資料V-2-別添3-2「可搬型重大事故等対処設備の保管場所等におけ る入力地震動」に示す、各保管場所の保管エリアごとに算定した入力地震動を用いる。

- (2) 応力評価
 - a. 直接支持構造物

車両型設備の直接支持構造物の応力評価は、以下に示す「(a) 取付ボルト①」及び 「(b) 取付ボルト②」に従って、評価対象部位について、JEAG4601・補-1984に 規定されているポンプ等の取付ボルト、基礎ボルトの評価方法を用いて発生応力を算 出し、許容応力以下であることを確認する。

評価については,実機における車両応答の不確実さを考慮し,加速度が大きくなる 加振試験で測定された評価対象部位頂部の加速度を設計用水平加速度及び設計用鉛直 加速度として設定し,応力評価を行う。

計算モデルを図4-2に、応力評価に使用する記号を表4-1に示す。

(a) 取付ボルト①

イ. 引張応力

$$\sigma_{bt} = \frac{\mathbf{m} \cdot \left(\mathbf{a}_{H} + \mathbf{a}_{P}\right) \cdot \mathbf{h} + \mathbf{M}_{P} - \mathbf{m} \cdot \left(\mathbf{g} - \mathbf{a}_{V} - \mathbf{a}_{P}\right) \cdot \mathbf{L}}{\mathbf{A}_{b}} \cdot \frac{\ell_{1}}{\sum_{i=1}^{N} \mathbf{N}_{i} \cdot \ell_{i}^{2}}$$

ロ. せん断応力

$$\tau_{\rm bs} = \frac{\mathbf{m} \cdot \left(\mathbf{a}_{\rm H} + \mathbf{a}_{\rm P} \right)}{\mathbf{n} \cdot \mathbf{A}_{\rm b}}$$

- (b) 取付ボルト②
 - イ. 引張応力

$$\sigma_{_{\mathrm{bt}}} = \frac{m \cdot \sqrt{\left(a_{_{\mathrm{H}}}\right)^2 + \left(g + a_{_{\mathrm{V}}}\right)^2}}{N_{_{\mathrm{i}}} \cdot A_{_{\mathrm{b}}}}$$

ロ. せん断応力

$$\tau_{_{\mathrm{bs}}} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{a}_{_{\mathrm{H}}} \cdot \mathbf{h} + \mathbf{m} \cdot \left(\mathbf{g} + \mathbf{a}_{_{\mathrm{V}}}\right) \cdot \mathbf{L}}{\mathbf{A}_{_{\mathrm{b}}}} \cdot \frac{\ell_{_{1}}}{\sum_{_{i=1}}^{} \mathbf{N}_{_{i}} \cdot \ell_{_{i}}^{^{2}}}$$

表4-1	応力評価に使用する記号	

記号	単位	定義			
A _b	mm^2	取付ボルトの軸断面積			
$a_{\rm H}$	m/s^2	設計用水平加速度			
a _P	m/s^2	回転体振動による加速度			
a _v	m/s^2	設計用鉛直加速度			
g	m/s^2	重力加速度			
h	mm	据付面から重心位置までの高さ			
L	mm	評価対象部位の重心位置とボルト間の水平方向距離			
0		支点としている取付ボルトより評価に用いる取付ボルトまでの距離(iは			
<i>v</i> _i	111111	距離の長い順に番号取りをする。)			
m	kg	機器の運転時質量			
M_P	N•mm	回転体回転により働くモーメント			
N		引張力の作用する取付ボルトの本数(iは転倒支点から距離の遠い順に番			
IN ₁		号取りをする。)			
n	_	取付ボルトの総本数			
$\sigma_{ m bt}$	MPa	取付ボルトの最大引張応力			
$ au_{ m bs}$	MPa	取付ボルトの最大せん断応力			



取付ボルト①



取付ボルト②(引張)

取付ボルト②(せん断)

図4-2 直接支持構造物の計算モデル例

b. 間接支持構造物

車両型設備の間接支持構造物の応力評価は、「a. 直接支持構造物 (a) 取付ボル ト①」に従って、評価対象部位について、JEAG4601・補-1984に規定されている ポンプ等の取付ボルト、基礎ボルトの評価方法を用いて発生応力を算出し、許容応力 以下であることを確認する。

評価については,実機における車両応答の不確実さを考慮し,加速度が大きくなる 加振試験で測定された評価対象部位頂部の加速度を設計用水平加速度及び設計用鉛直 加速度として設定し,応力評価を行う。

計算モデル図を図4-3に示し、応力評価に使用する記号を表4-2に示す。

(a) 引張応力

$$\sigma_{\rm bt} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{a}_{\rm H} \cdot \mathbf{h} - \mathbf{m} \cdot \left(\mathbf{g} - \mathbf{a}_{\rm V}\right) \cdot \mathbf{L}}{\mathbf{A}_{\rm b}} \cdot \frac{\ell_{1}}{\sum_{\rm i=1}^{\rm I} N_{\rm i} \cdot \ell_{\rm i}^{2}}$$

(b) せん断応力

$$\tau_{\rm bs} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{a}_{\rm H}}{\mathbf{n} \cdot \mathbf{A}_{\rm h}}$$

記号	単位	定 義
$A_{\rm b}$	mm^2	取付ボルトの軸断面積
a_{H}	m/s^2	設計用水平加速度
a_P	m/s^2	回転体振動による加速度
a_v	m/s^2	設計用鉛直加速度
g	m/s^2	重力加速度
h	mm	据付面から重心位置までの高さ
L	mm	評価対象部位の重心位置とボルト間の水平方向距離
0	mm	支点としている取付ボルトより評価に用いる取付ボルトまでの距離(iは
$\boldsymbol{\nu}_{\mathrm{i}}$		距離の長い順に番号取りをする。)
m	kg	機器の運転時質量
M_P	N•mm	回転体回転により働くモーメント
N	_	引張力の作用する取付ボルトの本数(iは転倒支点から距離の遠い順に番
Ni		号取りをする。)
n		取付ボルトの総本数
$\sigma_{\rm bt}$	MPa	取付ボルトの最大引張応力
$ au_{ m bs}$	MPa	取付ボルトの最大せん断応力

表4-2 応力評価に使用する記号



図4-3 間接支持構造物の計算モデル例

(3) 転倒評価

車両型設備は、実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し、「4.1(1)b. 入力 地震動」を基に作成した入力地震動によるランダム波加振試験を行い、試験後に転倒 していないことを確認する。転倒評価は、当該設備設置地表面での最大加速度が、加 振試験により転倒しないことを確認した加振台の最大加速度以下であることにより確 認する。

(4) 機能維持評価

車両型設備は、実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し、「4.1(1)b. 入力 地震動」を基に作成した入力地震動によるランダム波加振試験を行い、試験後に支持 機能、移動機能、動的及び電気的機能が維持されていることを確認する。加振試験に ついては、JEAG4601-1991に基づき実施する。

基準地震動S_sによる地震力に対し、当該設備設置地表面での最大加速度が、地震力 に伴う浮き上がりを考慮しても、加振試験により車両部の支持機能及び車両としての 自走又は牽引等による移動機能を維持できることを確認した加振台の最大加速度以下 であることにより確認する。

また,基準地震動S_sによる地震力に対し,当該設備設置地表面での最大加速度が, 地震力による浮き上がりを考慮しても,加振試験により,ポンプの送水機能,内燃機 関の駆動機能等の動的及び電気的機能を維持できることを確認した加振台の最大加速 度以下であることにより確認する。

(5) 波及的影響評価

車両型設備は,実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し,「4.1(1)b. 入力 地震動」に示すランダム波で加振試験を行い,加振試験にて確認した車両の最大変位 量が,他の可搬型重大事故等対処設備との離隔距離の範囲内であることにより確認す NT2 補② V-2-別添 3-1 R0

る。

4.2 ボンベ設備

4.2 評価方針

ボンベ設備の応力評価は,添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針 3.1 構造強度上の制限」 にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき,「2.1 構造計画」にて示すボンベ ユニットの構造を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において,「4. 固有周期」で算出し た固有周期に基づく応力等が許容限界内に収まることを,「5. 構造強度評価」にて示す方法にて 確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

ボンベ設備の耐震評価フローを図 2-1 に示す。



図 2-1 ボンベ設備の耐震評価フロー

(1) 適用基準

本計算書においては,原子力発電所耐震設計技術指針(重要度分類・許容応力編JEAG460 1・補-1984及びJEAG4601-1987)(日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59 年9月及び昭和62年8月)に準拠して評価する。

(2) 記号の説明

記 号	記号の説明	単 位
A_{HW}	水平方向せん断力を受ける溶接部の有効断面積	mm^2
$A_{\rm VW}$	鉛直方向せん断力を受ける溶接部の有効断面積	mm^2
$C_{\rm H}$	水平方向設計震度	—
$C_{\rm V}$	鉛直方向設計震度	—
F *	設計・建設規格* SSB-3133に定める値	MPa
F_{HW}	溶接部に作用する水平方向せん断力	Ν
F_{VW}	溶接部に作用する鉛直方向せん断力	Ν
$f_{ m s}$	せん断力を受ける溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度(=9.80665)	m/s^2
h	取付面から重心までの距離	mm
ℓ_1	重心と溶接部間の水平方向距離	mm
ℓ_2	重心と溶接部間の水平方向距離	mm
m	ボンベユニット質量	kg
n_{VW}	評価上鉛直方向せん断力を受けるとして期待する溶接箇所数	_
S_u	設計・建設規格* 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
Sy	設計・建設規格* 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$ au_{ m W}$	溶接部に生じる最大せん断応力	MPa
τ_{M}	溶接部に生じる水平方向せん断応力	MPa
$ au_{\mathrm{W2}}$	溶接部に生じる鉛直方向せん断応力	MPa

注記 *:「設計・建設規格」とは,発電用原子力設備規格(設計・建設規格(2005年版(2007 年追補版含む。)) JSME S NC1-2005/2007)(日本機械学会 2007年9月)をいう。

(3) 評価部位

ボンベ設備の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しく なる固定ボルト、基礎ボルト、アンカプレートの溶接部等について実施する。非常用窒素供給系 高圧窒素ボンベユニットの耐震評価部位について、表 2-1の概略構造図に例示する。

- (4) 固有周期
 - a. 固有值解析方法

ボンベ設備の固有値解析方法を以下に示す。

ボンベ設備は、4.2 解析モデル及び諸元に示す三次元シェル及びはりモデルとして考える。

b. 解析モデル及び諸元

非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニットの解析モデルを図4-1及び図4-2に,解析モデルの概要を以下に例示する。また,機器の諸元を表4-1及び表4-2に例示する。

① ボンベ設備の質量は、ボンベ及びボンベラックに密度として与える。

② ボンベ設備の重心位置については、モデル形状、質量分布よりプログラムが自動計算する。

③ 計算機コードは、「ABAQUS」を使用し、固有値を求める。なお、評価に用いる計算機 コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「付録19 計算機プログラム(解析コード) の概要・ABAQUS」に示す。

④ 拘束条件は、固定ボルト、基礎ボルト及びボンベラックとアンカプレートの溶接部を完全 拘束とする。



図 4-1 解析モデル(非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット)の例



項目	記号	単位	入力値
材質	—	_	SS400
材質	—	_	STH12
材質	—	_	STKR
質量	m	kg	750
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	105
縦弾性係数	Е	MPa	196600
縦弾性係数	Е	MPa	196600
縦弾性係数	Е	MPa	167600
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	32109
節点数			33678

表4-1 機器諸元(非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニットの例)

表4-2 機器諸元(非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット(予備)の例)

項目	記号	単位	入力値
材質	_	_	SS400
材質	—	—	STH12
材質	_	_	STKR
質量	m	kg	720
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	105
縦弾性係数	Е	MPa	196600
縦弾性係数	Е	MPa	196600
縦弾性係数	Е	MPa	167600
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	30075
節点数	_	個	31552

- (5) 構造強度評価
 - a. 構造強度評価方法
 - ① ボンベ設備の質量は重心に集中しているものとする。

② ボンベ設備は、固定ボルト、基礎ボルト、床に設置されたアンカプレートに溶接で固定する。

③ 地震力はボンベ設備に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

b. 設計用地震力

「基準地震動Ss」による地震力は、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づく。

c. 計算方法(溶接部の例)

NT2 補② V-2-別添 3-1 R0



溶接部の応力は、地震による震度によって生じる水平方向せん断力と鉛直方向せん断力について計算する。



図 5-1(1) 計算モデル (短辺方向転倒-1 (1-C_v) ≧0の場合)





1

;



① 水平方向せん断応力

溶接部に対する水平方向せん断力は全溶接部で受けるものとして計算する。 水平方向せん断力(F_{HW})

 $F_{HW} = C_{H} \cdot m \cdot g \quad (5.4.1)$

水平方向せん応力(τ_{w1})

$$\tau_{W1} = \frac{F_{HW}}{A_{HV}} \qquad (5.4.2)$$

② 鉛直せん断応力

溶接部に対する力は最も厳しい条件として,図5-1及び図5-2で最外列の溶接部を支点とする転 倒を考え,これを片側の最外列の溶接部で受けるものとして計算する。

鉛直方向せん断力(F_{vw}) 計算モデル図5-1(1)及び5-2(1)の場合のせん断力

$$F_{VW} = \frac{m \cdot g \cdot C_{H} \cdot h - m \cdot g \cdot (1 - C_{V}) \cdot \ell_{1}}{n_{VW} \cdot (\ell_{1} + \ell_{2})} \qquad (5.4.3)$$

計算モデル図5-1(2)及び5-2(2)の場合のせん断力

鉛直方向せん断応力(τ_{w2})

 $\tau_{W2} = \frac{F_W}{A_{VW}} \qquad (5.4.5)$

③ 溶接部の応力

 $\tau_{w} = Max{水平方向せん断応力(\tau_{w1}), 鉛直方向せん断応力(\tau_{w2})}$ ····· (5.4.6)

4.3 その他設備

その他設備の評価概要フロー図を図4-5に示す。



図4-5 その他設備の評価フロー

(1) 加振試験

a. 基本方針

その他においては、重大事故等に対処するための機能を保持するために、機器全体 として安定性を有し、転倒しないこと、支持機能、動的及び電気的機能が保持できる ことを加振試験の結果を踏まえて評価することから、以下のとおり、加振試験を実施 する。

その他設備を実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し、以下の「b. 入力 地震動」に示す入力地震動を用いて、「(2) 転倒評価」及び「(3) 機能維持評価」に 示す方法により加振試験を行う。

b. 入力地震動

入力地震動は、資料V-2-別添 3-2「可搬型重大事故等対処設備の保管場所等における入力地震動」に示す各保管場所のS_s-D1~S_s-31の地震動を用いて、添付資料 V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき作成する設計用床応答曲線又は添 付資料V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に示す各保管場所のS_s-D1~S_s -31の設計用床応答曲線をおおむね包絡するよう作成したランダム波とする。

(2) 転倒評価

その他設備を実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し, ランダム波で加振試 験を行い, スリング等が有効に作用し, 試験後に転倒していないことを確認する。転倒

R0

評価は、保管場所における設置床及び地表面の最大加速度又は設計用加速度が、加振試 験により転倒しないことを確認した加振台の機能確認済加速度以下であることにより確 認する。

(3) 機能維持評価

その他設備を実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し、「4.4.(1)b. 入力地 震動」に示すランダム波加振試験を行い、試験後に支持機能、動的及び電気的機能が維 持されることを確認する。加振試験については、JEAG4601-1991に基づき実施する。 機能維持評価は、保管場所における設置床及び地表面の最大加速度又は設計用加速度 が、加振試験により計測、給電等の機能を保持できることを確認した加振台の機能確認 済加速度以下であることにより確認する。

(4) 波及的影響評価

その他設備を実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し、「4.4.(1)b. 入力地 震動」に示すランダム波加振試験を行い,波及的影響を防止する必要がある他の設備に 対して波及的影響を及ぼさないことを,スリング等が有効に作用し,試験後に転倒して いないことを確認した加振台の機能確認済加速度以下であることにより確認する。

4.5 水平2方向及び鉛直方向地震力の考慮

動的地震力の水平2方向及び鉛直方向を組合せたものに対する可搬型重大事故等対処設備 の有する耐震性に及ぼす影響については,資料V-2-1-8「水平2方向及び鉛直方向地震力の組 合せに関する影響評価方針」の「4.2 機器・配管系」の評価方針に基づき評価を行う。

評価内容及び評価結果は、別添3-6「可搬型重大事故等対処設備の水平2方向及び鉛直方向 地震力の組合せに関する影響評価結果」に示す。

5. 適用規格

適用する規格,基準等を以下に示す。

- 「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補版を含む))<第 I 編 軽
 水炉規格> JSME S NC1-2005/2007)」(社)日本機械学会(以下「JSME S N C1」という。
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」(社)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984」(社) 日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」(社)日本電気協会
- ・「機械工学便覧 基礎編」(社)日本機械学会(1987)

V-2-別添 3-2 可搬型重大事故等対処設備の保管場所における 入力地震動

1.	概要 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1
2.	可搬型重大事故等対処設備保管エリアの入力地震動・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
2.	1 入力地震動の算定方針・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
2.2	2 保管エリアの入力地震動・・・・・	4

1. 概要

本資料は,資料V-2-別添 3-1「可搬型重大事故等対処設備の耐震計算方針」に示すと おり,可搬型重大事故等対処設備保管エリア等に保管する可搬型重大事故等対処設備に ついて,その地震応答解析等に際して必要となる入力地震動を求めるために行う,基準 地震動S_sを基にした各保管エリアの地盤等の地震応答解析について説明するものであ る。

評価対象は,可搬型重大事故等対処設備を保管している以下の場所とする。可搬型重 大事故等対処設備保管エリアの位置図を図1-1に示す。

なお,原子炉建屋,緊急時対策所建屋については,資料V-2-1-7「設計用床応答曲線 の作成方針」に示す。

本資料には,可搬型重大事故等対処設備の耐震評価に使用する加速度時刻歴及び設備 への影響を検討するための入力地震動の基本的な特性を示す加速度応答スペクトルを示 す。

本資料に示した各保管エリアの入力地震動を基に,資料V-2-別添 3-3「可搬型重大事 故等対処設備のうち車両型設備の耐震性についての計算書」,資料V-2-別添 3-4「可搬 型重大事故等対処設備のうちボンベ設備の耐震性についての計算書」及び資料V-2-別添 3-5「可搬型重大事故対処設備等のうちその他設備の耐震性についての計算書」において, 各対象設備の入力地震動を設定する。

- 可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側)
- ·可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側)
- ·原子炉建屋
- ·緊急時対策所建屋



 \sim

- 2. 可搬型重大事故等対処設備保管エリアの入力地震動
- 2.1 入力地震動の算定方針

入力地震動は、水平方向及び鉛直方向に対して、解放基盤面で定義される基準地震動S_sを基に、各保管エリアでの地盤条件を考慮し、地盤の地震応答解析により評価する。基準地震動S_sは資料V-2-1-2「基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_dの策 定概要」による。

地盤の地震応答解析は、1次元波動論により行う。解析コードはK-SHAKEを 用いる。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、 付録 39「計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

1次元波動論による入力地震動の評価フローを図 2-1 に示す。



図 2-1 入力地震動の評価フロー図

- 2.2 保管エリアの入力地震動
 - 2.2.1 入力地震動の算定
 - (1) 地盤の解析モデル
 - a. 解析領域

解析領域は、各保管エリアの地表面標高から原則として EL. - 370m までとする。

- b. 境界条件
 解析領域の底面には、エネルギーの散逸効果を考慮し、粘性境界を設ける。
- c. 地盤のモデル化
 地盤モデルの層分割は、地盤の地質区分に基づきモデル化する。
 解析用地盤モデル図を図 2-2 に示す。

[地質区分]

EL. 23.000 m	_
EL. 20.112 m	盛土
EL. 18.571 m	du
EL. 16.024 m	D2c-3
FI 7.619 m	D2g-3
EL. 4.454 m	D2s-3
	D2c-3
EL 9.024 m	
<u> EL. 10. 469 m </u>	D2S-3
EL 13.870 m	D2g-3
	Km
EL 370.000 m	

図 2-2 1次元応答解析用地盤モデル (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(1/2)

[地質区分]

EL.	25.000 m	
EL.	24.259 m	盛土
EL.	20.967 m	du
EL.	17.437 m	1m
EL.	6.853 m	D1g-1
	0,000 m	
		Km
EL.	- 370.000 m	

図 2-2 1次元応答解析用地盤モデル (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(2/2) (2) 解析用物性值

地震応答解析に使用する地盤の物性値は,資料V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく。

(3) 入力地震動の算定方法

可搬型重大事故等対処設備保管エリアにおける入力地震動は,解放基盤表面で 定義される基準地震動 S_sを,1次元波動論によって地表面位置で評価した地震 動を用いる。

入力地震動算定の考え方を図 2-3 に示す。



図 2-3 入力地震動算定の考え方

- 2.2.1 入力地震動の算定結果
 - (1) 可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側)

1次元波動論により算定した可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側)の地 表面における入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトルを図 2-4 に示す。







(b) 加速度応答スペクトル

図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル(S_s-D1(H)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(1/22)
MAX= $-425.96 \text{ cm}/\text{s}^2$ (44.31s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-D1 (V)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(2/22)

MAX=452.19 cm/s² (23.65s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-11 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(3/22)

MAX=-399.92cm/s² (26.47s)



(a) 加速度時刻歷波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-11 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(4/22)

1500





図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-11 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(5/22)





図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-12 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(6/22)

MAX=320.14 cm/s² (28.93s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-12 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(7/22)





図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-12 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(8/22)





図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-13 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(9/22)





図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-13 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(10/22)





図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-13 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(11/22)

MAX= $-352.88 \text{ cm}/\text{s}^2$ (29.94s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-14 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(12/22)

MAX=324.03 cm/s² (27.89s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-14 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(13/22)







図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-14 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(14/22)

MAX=611.79 cm/s² (67.56s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-21 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(15/22)

 $MAX = -560.98 \text{ cm}/\text{s}^2$ (69.20s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-21 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(16/22)

MAX= -475.81 cm/s^2 (70.24s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-21 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(17/22)

MAX= $-626.60 \,\mathrm{cm/s^2}$ (70.25s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-22 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(18/22)

MAX=460.21 cm/s² (76.25s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-22 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(19/22)

MAX= $-511.36 \text{ cm}/\text{s}^2$ (72.16s)







図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-22 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(20/22)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-31 (H)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(21/22)







図 2-4 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-31 (V)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側))(22/22)

(2) 可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側)

1次元波動論により算定した可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側)の地 表面における入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトルを図 2-5 に示す。

MAX= $-844.58 \text{ cm}/\text{s}^2$ (19.98s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-D1(H)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(1/22)

MAX=-451.63 cm/s² (44.31s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-D1 (V)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(2/22)







図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-11 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(3/22)





図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-11 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(4/22)





図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-11 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(5/22)





図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-12 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(6/22)

MAX=342.03 cm/s² (29.53s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-12 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(7/22)





図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-12 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(8/22)





図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-13 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側)) (9/22)







図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-13 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(10/22)





図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-13 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(11/22)





図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-14 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(12/22)

MAX=319.11cm/s² (28.85s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-14 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(13/22)







図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-14 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(14/22)
MAX=799.72 cm/ s^2 (66.84s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-21 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(15/22)

MAX=472.94 cm/ s^2 (68.85s)







図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-21 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(16/22)

MAX= -499.56 cm/s^2 (70.24s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-21 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(17/22)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-22 (NS)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(18/22)

MAX=743.88 cm/s² (73.05s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-22 (EW)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(19/22)

MAX= $-559.69 \text{ cm}/\text{s}^2$ (72.16s)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-22 (UD)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(20/22)



(a) 加速度時刻歷波形



図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-31 (H)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(21/22)







図 2-5 入力地震動の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトル (S_s-31 (V)) (可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側))(22/22)

V-2-別添 3-3 可搬型重大事故等対処設備のうち車両型設備の 耐震性についての計算書

目	次

1. 概要
2. 基本方針 ······2
2.1 配置 ···································
2.2 構造概要 ····································
2.3 固縛装置
2.4 評価方針 ····································
2.5 適用規格 ····································
3. 加振試験
3.1 基本方針
3.2 入力地震動
3.3 試験方法 ·······14
3.4 試験結果
4. 応力評価
4.1 基本方針
4.2 評価対象部位
4.3 荷重及び荷重の組合せ ・・・・・・18
4.4 評価方法
4.5 応力評価条件
5. 転倒評価
5.1 基本方針
5.2 評価対象部位
5.3 許容限界
5.4 評価方法
6. 機能維持評価
6.1 基本方針
6.2 評価対象部位 ····································
6.3 許容限界
6.4 評価方法

7.	波	及的影響評価
7	7.1	基本方針
7	7.2	評価対象部位
7	7.3	許容限界
7	7.4	評価方法

8.	評任	価結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
8	8.1	応力評価
8	8.2	転倒評価
8	8.3	機能維持評価
8	8.4	波及的影響評価

1. 概要

本資料は、資料V-2-別添3-1「可搬型重大事故等対処設備の耐震計算方針」(以下「別添3-1」 という。)にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、可搬型重大事故等対 処設備のうち車両型設備が地震後において、基準地震動S。による地震力に対し、十分な構造 強度及び機能維持を有するとともに、当該設備以外の可搬型重大事故等対処設備に波及的影響 を及ぼさないことを説明するものである。その耐震評価は加振試験、応力評価、転倒評価及び 機能維持評価並びに波及的影響評価により行う。

2. 基本方針

2.1 配置

車両型設備は、別添3-1の「2.1 評価対象設備」のうち構造計画に示すとおり、可搬型重 大事故等対処設備保管場所(西側)又は可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側)に分散 して保管する。これらの保管場所を図2-1に示す。 NT2 補② V-2-別添 3-3 RO

図2-1 車両型設備の保管場所位置図

2.2 構造概要

車両型設備の構造は、別添3-1の「2.1 評価対象設備」に示す構造計画としており、車両型 設備の構造計画を表2-1に、車両型設備の構造図を図2-2~図2-6に示す。

乳供女私	計画の概要		
	主体構造	支持構造	就明凶
		ポンプ、内燃機関は、コンテナに	
	サスペンションを有	直接支持構造物である取付ボルト	
	し, 自走にて移動で	にて固定する。ポンプ、内燃機関	
可搬空代谷注水	きる構造 ^{*1} とし, 車	を収納したコンテナは、間接支持	⊠2-2
大型ホンノ	両,ポンプ,内燃機	構造物であるトラックに積載し取	
	関により構成する。	付ボルトにより固定し、保管場所	
		に固定せずに保管する。	
		内燃機関は、コンテナに直接支持	
	サスペンションを有	構造物である取付ボルトにて固定	
可协议开口小学专家议会小	し、自走にて移動で	する。内燃機関を収納したコンテ	
可版至八谷往小	きる構造*1とし, 車	ナは、間接支持構造物であるトラ	⊠2-3
中型ホンプ	両、内燃機関により	ックに積載し取付ボルトにより固	
	構成する。	定し、保管場所に固定せずに保管	
		する。	
		発電機、内燃機関は、コンテナに	
可搬型代替低圧	サスペンションを有	直接支持構造物である取付ボルト	
電源車**2	し、自走にて移動で	にて固定する。発電機、内燃機関	
及び	きる構造 ^{*1} とし,車	を収納したコンテナは、間接支持	⊠2-4
窒素供給装置用	両,発電機,内燃機	構造物であるトラックに積載し取	
電源車**2	関により構成する。	付ボルトにより固定し、保管場所	
		に固定せずに保管する。	

表2-1 車両型設備の構造計画(1/2)

※1: 早期の重大事故等への対処を考慮し移動機能を有するとともに、地震に対する影響を軽減できる構造として、サスペンションを有している。

※2: 設備名称は異なるが、同型の車両である。

乳供なか		学品区		
[]	主体構造	支持構造	武明凶	
窒素供給装置	 サスペンションを有 し,自走にて移動で きる構造^{*1}とし,車 両,窒素ガス分離装 置,空気圧縮機により構成する。 	窒素ガス分離装置,空気圧縮機 は、コンテナに直接支持構造物で ある取付ボルトにて固定する。窒 素ガス分離装置,空気圧縮機を収 納したコンテナは,間接支持構造 物であるトラックに積載し取付ボ ルトにより固定し,保管場所に固 定せずに保管する。	⊠2−5	
タンクローリ	サスペンションを有 し,自走にて移動で きる構造 ^{*1} とし,車 両,タンク,ポンプ により構成する。	タンク,ポンプは,トラックの荷 台に直接支持構造物である取付ボ ルトにて固定し,保管場所に固定 せずに保管する。	図2-6	

表2-1 車両型設備の構造計画(2/2)

※1: 早期の重大事故等への対処を考慮し移動機能を有するとともに、地震に対する影響を軽減できる構造として、サスペンションを有している。







図2-3 可搬型代替注水中型ポンプの構造図(外観図)







8640mm

図2-5 窒素供給装置の構造図(外観図)



図2-6 タンクローリの構造図(外観図)

2.3 固縛装置

車両型設備については、屋外の可搬型重大事故等対処設備保管場所に保管することから、竜 巻襲来時に飛散し、他の重大事故等対処設備等に悪影響を及ぼすことを防止するため、固縛装 置を設置する計画としている。固縛装置は、固縛ロープ部のサイドロープをアンカー部であるフ レノリンクボルト及びアンカープレートと接続し、アンカー部と基礎部を埋込ボルト若しくは接 着系アンカーボルトで固定する構造である。固縛装置については、余長を設けることにより、 耐震設計に影響を与えることがないような設計とする。固縛装置の構造概要を図2-7に示す。

なお、固縛装置を車両型設備に設置する場合、地震時の車両型設備の挙動により固縛装置が 作用して、車両型設備の重大事故等に対処するために必要な機能に影響を与えることのないよ うに、以下のいずれかの設計とする。

- ・固縛装置の余長を十分に設けることにより地震時に作用させない設計とする。
- ・十分な余長を設けない場合は、車両型設備に固縛装置を取り付けた状態で加振試験を行い、 固縛装置と車両型設備が展張して荷重がかかった場合でも、重大事故等に対処するために 必要な機能を損なわないことを確認する。

固縛装置の設計方針,構造計画等の詳細については,資料V-1-1-2-3「竜巻への配慮に関す る説明書」に示す。また,竜巻対策としての固縛装置の強度に関する設計については,資料V -3-別添1-10「屋外の重大事故等対処設備の固縛装置の強度計算書」にて評価する。



図 2-7 固縛装置の構造概要

2.4 評価方針

車両型設備の評価方針を以下に示し,評価方針の一覧を表2-2に,耐震評価フローを図2-8 に示す。

2.4.1 応力評価

車両型設備は、別添3-1の「2.2.1 車両型設備」にて設定した応力評価の方針に従い、 直接支持構造物及び間接支持構造物に対する応力評価を実施する。

車両型設備の応力評価は、「3. 加振試験」にて得られた評価対象部位頂部の加速度を 用い、「4. 応力評価」に示す方法により、車両型設備の評価対象部位に作用する応力が 許容限界を満足することを確認する。確認結果を「8. 評価結果」に示す。

別添3-1の「2.2 評価方針」に示す評価対象部位のうち直接支持構造物としての取付ボ ルトの応力評価については、JEAG4601・補-1984に規定されているその他の支持構造 物の評価に従い実施する。間接支持構造物としての取付ボルトについては、直接支持構造 物の応力評価に準じて実施する。

2.4.2 転倒評価

車両型設備は、別添3-1の「2.2.1 車両型設備」にて設定した転倒評価の方針に従い、 転倒評価を実施する。

車両型設備の転倒評価は、「5. 転倒評価」に示す方法により、「3. 加振試験」におけ る加振試験にて、試験後に転倒していないことを確認し、保管場所の地表面の最大加速度 と、加振試験により転倒しないことを確認した加振台の最大加速度との比較を行い、許容 限界を満足することを確認する。確認結果を「8. 評価結果」に示す。

2.4.3 機能維持評価

車両型設備は,別添3-1の「2.2.1 車両型設備」にて設定した機能維持評価の方針に従い,支持機能,移動機能,動的及び電気的機能維持評価を実施する。

車両型設備の機能維持評価は、「6. 機能維持評価」に示す方法により、「3. 加振試験」 における加振試験にて、試験後に支持機能及び移動機能、並びにポンプの送水機能及び発 電機の発電機能等の動的及び電気的機能を保持できることを確認し、保管場所の地表面の 最大加速度と、加振試験により支持機能、移動機能、動的及び電気的機能を保持できるこ とを確認した最大加速度との比較を行い、許容限界を満足することを確認する。確認結果 を「8. 評価結果」に示す。

2.4.4 波及的影響評価

車両型設備は,別添3-1の「2.2.1 車両型設備」にて設定した波及的影響評価の方針に 従い,波及的影響評価を実施する。

RO

車両型設備の波及的影響評価は、「7. 波及的影響評価」に示す方法により、「3. 加振 試験」における加振試験にて確認した、車両の傾き及びすべりによる最大変位量が、許容 限界を満足することを確認する。確認結果を「8. 評価結果」に示す。



図2-8 車両型設備の耐震評価フロー

			転倒評価		応力	波及的	
設備名称	車両種別	設倆種別		機能維持評価	直接支持 構造物	間接支持 構造物	影響評価
可搬型代替注水大型 ポンプ	トラック	ポンプ車	加振試験	加振試験	応力計算+ 加振試験	応力計算+ 加振試験	加振試験
可搬型代替注水中型 ポンプ	トラック	ポンプ車	加振試験	加振試験	応力計算+ 加振試験	応力計算+ 加振試験	加振試験
可搬型代替低圧電源車	トラック	発電機車	加振試験	加振試験	応力計算+ 加振試験	応力計算+ 加振試験	加振試験
窒素供給装置用電源車	トラック	発電機車	加振試験	加振試験	応力計算+ 加振試験	応力計算+ 加振試験	加振試験
窒素供給装置	トラック	窒素発生装置	加振試験	加振試験	応力計算+ 加振試験	応力計算+ 加振試験	加振試験
タンクローリ	トラック	タンクローリ	加振試験	加振試験	応力計算+ 加振試験	対象なし	加振試験

表 2-2 車両型設備の評価方法

2.5 適用規格

適用する規格,基準等を以下に示す。

- ・「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年度版(2007年追補版を含む))<第I編
 軽水炉規格> JSME S NC1-2005/2007)」(社)日本機械学会(以下「JSME S NC1」という。)
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」(社)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984」 (社)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991追補版」(社)日本電気協会

3. 加振試験

3.1 基本方針

別添3-1の「4.1 車両型設備 (1) 加振試験」にて設定した基本方針に従い,加振試験を 実施する。

加振試験は、以下の「3.2 入力地震動」に示す入力地震動を用いて、「3.3 試験方法」に 示す方法により、「4. 応力評価」に用いる評価対象部位頂部の最大加速度、「5. 転倒評価」 に用いる転倒の有無、「6. 機能維持評価」に用いる加振台の最大加速度及び「7. 波及的影 響評価」に用いる車両の最大変位量を求める。

3.2 入力地震動

入力地震動は、資料V-2-別添3-2「可搬型重大事故等対処設備の保管エリアの入力地震動」 に示す、各保管場所のS_s-D1~S_s-31の地震動を用いて、資料V-2-1-7「設計用床応答曲 線の作成方針」に基づき作成する設計用床応答曲線を概ね包絡するよう作成したランダム波と する。

加振試験の入力地震動は、すべての保管場所における入力地震動を各対象設備の固有値帯において包絡し、かつ全体として概ね包絡するように設定する。

3.3 試験方法

車両型設備を実際の設置状態を模擬した状態で加振台に設置し、「3.2 入力地震動」に示す ランダム波を入力地震動として加振試験を行い、評価対象部位頂部の最大加速度、試験後に転 倒していないこと、加振台の最大加速度及び車両の最大変位量を確認する。

また、加振試験は水平方向と鉛直方向同時入力で行う。

- ・加振波:「3.2 入力地震動」にて設定したランダム波
- ・加振方向:水平(前後)+鉛直及び水平(左右)+鉛直又は水平(前後)+水平(左右)
 +鉛直
- ・固縛装置:可搬型代替注水大型ポンプ,可搬型代替低圧電源車,窒素供給装置用電源車, タンクローリについては,固縛装置を設置した状態で加振試験を実施する。

3.4 試験結果

加振試験により得られた結果を表3-1に示す。

表3-1 加振試験結果

		評価対象部位の			加振台の		車両の最大変位量		加振試験
乳供力升		最大加速度(G)		転倒の	最大加速度(G)				時の固縛
 	計個对象前位		い古	有無		い古	前後方向	左右方向	装置の設
		小平	亚巴		小平	亚巴	(mm)	(mm)	置の有無
	ポンプ	2.08	2.18		1. 59/1. 52			1141	
可搬型代替注水大型ポンプ	内燃機関	1.85	2.91	無		1.37	570		有り
	コンテナ	2.01	2.18						
可柳利や装汁水中利ポンプ	内燃機関	3.09	3.71	無	2. 26/2. 08	1.02	320	700	無し
可搬型代替汪水中型ホンノ	コンテナ	3.45	5.67						
可抛刑代转代工事派审	発電機/内燃機関	2.39	3.13	4 11 -	1. 59/1. 52	1.37	340	1679	有り
可颁生17省16/工电凉单	コンテナ	3.39	2.72	***					
空丰田经准罢田雪酒声	発電機/内燃機関	2.39	3.13	άπτ.	1 50/1 59	1.37	340	1679	右り
至杀厌和表直用电你早	コンテナ	3.39	2.72	***	1. 39/ 1. 32				有り
	窒素ガス分離装置	3.06	1.87	無					
窒素供給装置	空気圧縮機	4.82	3.55		無	2.25/2.06	1.03	280	800
	コンテナ	2.83	3.53						
<u></u>]]	タンク	2.49	3.05	细	1 59/1 50	50 1.39	660	1005	右り
ダンクローリ	ポンプ	ポンプ 5.27 5	5.25	羔	1. 58/1. 50			1099	伯ワ

- 4. 応力評価
- 4.1 基本方針

車両型設備の応力評価は、別添3-1の「2.2 評価方針」で設定した評価方針に従って、応力 評価を実施する。

車両型設備の応力評価は、「4.2 評価対象部位」に示す評価対象部位が、「4.3 荷重及び荷 重の組合せ」に示す荷重及び荷重の組合せに対し「4.3.2 許容応力」に示す許容応力を満足 することを、「4.4 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

4.2 評価対象部位

車両型設備の評価対象部位は、別添3-1の「2.2 評価方針」で設定した評価対象部位に従っ て設定する。評価対象部位を表4-1に示す。

	· ·	
設備名称	評価対象部位	X
可搬型代替注水大型ポンプ	ポンプ取付ボルト 内燃機関取付ボルト	⊠2−2
可搬型代替注水中型ポンプ	内燃機関取付ボルト	図2-3
可搬型代替低圧電源車	発電機/内燃機関取付ボルト	図2-4
窒素供給装置用電源車	発電機/内燃機関取付ボルト	図2-4
窒素供給装置	窒素ガス分離装置取付ボルト 空気圧縮機取付ボルト	⊠2−5
タンクローリ	タンク取付ボルト ポンプ取付ボルト	⊠2−6

表4-1(1/2) 車両型設備の直接支持構造物評価対象部位

表4-1(2/2) 車両型設備の間接支持構造物評価対象部位

設備名称	評価対象部位	X
可搬型代替注水大型ポンプ	コンテナ取付ボルト	⊠2−2
可搬型代替注水中型ポンプ	コンテナ取付ボルト	⊠2−3
可搬型代替低圧電源車	コンテナ取付ボルト	図2-4
窒素供給装置用電源車	コンテナ取付ボルト	図2-4
窒素供給装置	コンテナ取付ボルト	図2-5
タンクローリ	対象なし	図2-6

4.3 荷重及び荷重の組合せ

車両型設備の応力評価に用いる荷重及び荷重の組合せは,別添3-1の「3.1 荷重及び荷重の 組合せ」で設定した荷重及び荷重の組合せを用いる。

4.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

車両型設備の応力評価に用いる荷重の組合せ及び許容応力状態を表4-2に示す。

設備名	設備名 評価対象部位		荷重の組合せ	
車両型設備	取付ボルト	IV _A S	$\rm D+S$ s	

表4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態

4.3.2 許容応力

車両型設備の直接支持構造物の許容応力は、「4.2 評価対象部位」にて設定した評価対象部位の破断延性限界を考慮し、別添3-1の「3.2 許容限界」で設定した許容限界に従い、許容応力状態 IV_ASの許容応力とする。

各評価対象部位の許容応力を表4-3に示す。

	利雷		許容	許容限界(注1)(注2)		
	耐震 クラス	荷重の組合せ	応力	応力 一次応力		
			状態	引張 (注3)	せん断 ^(注3)	
取付ボルト	_	$\mathrm{D}+\mathrm{S}$ _s	IV _A S	$1.5 f_t^*$	$1.5 f_s^*$	

表4-3 取付ボルトの許容応力

(注1) f_t*, f_s*: J SME S NC1 SSB-3121.1(1)a本文中Sy及びSy (RT) を1.2Sy及び1.2Sy
 (RT) と読み替えて算出した値(JSME S NC1 SSB-3133)。ただし、1.2Sy及びSu
 のいずれか小さい方の値とする。

(注2) JEAG4601・補-1984の「その他の支持構造物の許容応力」に準じて設定する。

(注3) ボルトにせん断力が作用する場合,組合せ評価を実施する。その際の許容応力値は、JS
 ME S NC1 SSB-3133に基づき,Min (1.4 (1.5f_t*) -1.6τ_b, 1.5f_t*) とする。

4.4 評価方法

車両型設備の直接及び間接支持構造物の応力評価は、別添3-1の「2.2 評価方針」で設定した評価式に従って、評価対象部位について、JEAG4601・補-1984に規定されているポンプ 等の取付ボルトの評価方法を用いて発生応力を算出し、許容応力以下であることを確認する。 評価については、表3-1に示す加振試験で測定された評価対象部位頂部の加速度を設計用加

速度とし、発生応力を算出し、応力評価を行う。

4.4.1 評価に使用する計算モデル及び記号の説明

応力評価に使用する計算モデル例を図4-1及び図4-2に、記号を表4-4に示す。



取付ボルト①





取付ボルト②(引張)

取付ボルト② (せん断)

図4-1 直接支持構造物の計算モデル例



図4-2 間接支持構造物の計算モデル例

表4-4	応力評価に	使用す	る記号

記号	単位	定義						
A _b	mm^2	取付ボルトの軸断面積						
$a_{\rm H}$	m/s^2	設計用水平加速度						
a_P	m/s^2	回転体振動による加速度						
a_v	m/s^2	設計用鉛直加速度						
g	m/s^2	重力加速度						
h	mm	据付面から重心位置までの高さ						
L	mm	評価対象部位の重心位置とボルト間の水平方向距離						
0		支点としている取付ボルトより評価に用いる取付ボルトまでの距離(iは						
$\boldsymbol{\nu}_{\mathrm{i}}$	mm	距離の長い順に番号取りをする。)						
m	kg	機器の運転時質量						
M _P	N•mm	回転体回転により働くモーメント						
N		引張力の作用する取付ボルトの本数(iは転倒支点から距離の遠い順に番						
Ni		号取りをする。)						
n	_	取付ボルトの総本数						
$\sigma_{\rm bt}$	MPa	取付ボルトの最大引張応力						
$ au_{ m bs}$	MPa	取付ボルトの最大せん断応力						

- 4.4.2 直接支持構造物の応力計算式
 - (1) 取付ボルト①
 - ・取付ボルトの引張応力

$$\sigma_{bt} = \frac{\mathbf{m} \cdot (\mathbf{a}_{H} + \mathbf{a}_{P}) \cdot \mathbf{h} + \mathbf{M}_{P} - \mathbf{m} \cdot (\mathbf{g} - \mathbf{a}_{V} - \mathbf{a}_{P}) \cdot \mathbf{L}}{\mathbf{A}_{b}} \cdot \frac{\ell_{1}}{\sum_{i=1}^{N} \mathbf{N}_{i} \cdot \ell_{i}^{2}}$$

・取付ボルトのせん断応力

$$\tau_{\rm bs} = \frac{\mathbf{m} \cdot (\mathbf{a}_{\rm H} + \mathbf{a}_{\rm P})}{\mathbf{n} \cdot \mathbf{A}_{\rm b}}$$

- (2) 取付ボルト②
 - ・取付ボルトの引張応力

$$\sigma_{\rm bt} = \frac{\mathbf{m} \cdot \sqrt{(\mathbf{a}_{\rm H})^2 + (\mathbf{g} + \mathbf{a}_{\rm v})^2}}{N_{\rm i} \cdot A_{\rm b}}$$

・取付ボルトのせん断応力

$$\tau_{_{\mathrm{bs}}} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{a}_{_{\mathrm{H}}} \cdot \mathbf{h} + \mathbf{m} \cdot \left(\mathbf{g} + \mathbf{a}_{_{\mathrm{V}}}\right) \cdot \mathbf{L}}{\mathbf{A}_{_{\mathrm{b}}}} \cdot \frac{\ell_{_{1}}}{\sum_{_{i=1}}^{} \mathbf{N}_{_{i}} \cdot \ell_{_{i}}^{^{2}}}$$

- 4.4.3 間接支持構造物の応力計算式
 - ・取付ボルトの引張応力

$$\sigma_{\rm bt} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{a}_{\rm H} \cdot \mathbf{h} - \mathbf{m} \cdot \left(\mathbf{g} - \mathbf{a}_{\rm V}\right) \cdot \mathbf{L}}{\mathbf{A}_{\rm b}} \cdot \frac{\ell_{1}}{\sum_{\rm i=1}^{\rm N} \mathbf{N}_{\rm i} \cdot \ell_{\rm i}^{2}}$$

・取付ボルトのせん断応力

$$\tau_{\rm bs} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{a}_{\rm H}}{\mathbf{n} \cdot \mathbf{A}_{\rm b}}$$

4.5 応力評価条件

応力評価に用いる評価条件を表4-5,表4-6に示す。

1 4 日 夕 千	河伍出角如位	設計用加速度(G)				
1茂石矿口 171	計画刘家同归立	水平a _H	鉛直av			
	ポンプ	2.50	2.62			
可搬型代替注水大型ポンプ	内燃機関	2.22	3. 50			
	コンテナ	2.42	2.62			
司柳刑仕巷注水中刑ポンプ	内燃機関	3.71	4.46			
可加至八省江水中至ハンフ	コンテナ	4.14	6.81			
司柳刑件转任工事酒声	発電機/内燃機関	2.87	3. 76			
可放至1、14四二电冰中	コンテナ	4.07	3. 27			
空表卅於壮麗田電酒車	発電機/内燃機関	2.87	3. 76			
至杀厌和表直用电际半	コンテナ	4.07	3. 27			
	窒素ガス分離装置	3.68	2.25			
窒素供給装置	空気圧縮機	5. 79	4.26			
	コンテナ	3.40	4.24			
	タンク	2.99	3.66			
	ポンプ	6. 33	6. 30			

表4-5 直接及び間接支持構造物の設計用加速度

表4-6(1/2) 直接支持構造物の設計条件

設備名称	評価部位	ボルト材質	m (kg)	h (mm)	A _b (mm ²)	n (—)	N ₁ (-)	N ₂ (—)	N ₃ (-)	L (mm)	ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)	l (mm)
可搬型代替注水 大型ポンプ	ポンプ取付ボルト	SS400	800	930	452	4	2	—	_	240	480	—	_
	内燃機関取付ボルト	SS400	1860	1120	452	4	2	_	_	385	770	_	_
可搬型代替注水 中型ポンプ	内燃機関取付ボルト	DIN931, 933 相当品	585	850	380	4	2	_	_	275	550	_	_
可搬型代替低圧 電源車	発電機/内燃機関取付ボルト	SS400	2877	715	113	16	4	4	4	365	730	650	80
窒素供給装置用 電源車	発電機/内燃機関取付ボルト	SS400	2877	715	113	16	4	4	4	325	730	650	80
窒素供給装置	窒素ガス分離装置取付ボルト	SCM435	3500	1150	314	8	2	2	2	755	1650	1100	550
	空気圧縮機取付ボルト	SCM435	1905	553	314	6	2	2	_	382	900	450	_
タンクローリ	タンク取付ボルト	SS400	900	721	314	8	4	_	_	451	902	_	_
	ポンプ取付ボルト	SS400	28	125	113	4	2	_	_	53	106	—	_

表4-6(2/2) 間接支持構造物の設計条件

設備名称	評価部位	ボルト材質	m (kg)	h (mm)	A _b (mm ²)	n (—)	N ₁ (-)	N ₂ (-)	N ₃ (—)	L (mm)	0 ₁ (mm)	ℓ_2 (mm)	loga (mm)
可搬型代替注水 大型ポンプ	コンテナ取付ボルト	SNB7	12000	1056	314	20	10	_	_	567	1134	_	_
可搬型代替注水 中型ポンプ	コンテナ取付ボルト	SUS304	3000	800	153	16	8	_	_	540	1100	_	_
可搬型代替低圧 電源車	コンテナ取付ボルト	S45C	4488	705	113	28	14	_	_	394	806	_	_
窒素供給装置用 電源車	コンテナ取付ボルト	S45C	4488	705	113	28	14	_	_	394	806	_	_
窒素供給装置	コンテナ取付ボルト	S45C	10493	1077	907	4	2		_	1086	2260		_

24

- 5. 転倒評価
- 5.1 基本方針

車両型設備は、別添3-1の「2.2 評価方針」に設定した評価方針に従い、転倒評価を実施する。

車両型設備の転倒評価は、「5.2 評価対象部位」に示す対象部位が「5.3 許容限界」に示 す許容限界を満足することを「5.4 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

5.2 評価対象部位

転倒評価の対象部位は、別添3-1の「3.2 許容限界」にて設定したとおり、地震後に転倒しないことが要求される車両全体とする。

5.3 許容限界

許容限界は、「5.2 評価対象部位」にて設定した評価対象部位の保管場所の地表面の最大加 速度が、加振試験により転倒しないことを確認した加振台の最大加速度以下であることとする。

5.4 評価方法

車両型設備の転倒評価は、別添3-1の「2.2 評価方針」にて設定した評価方針に従い、保管 場所の地表面の最大加速度と、「3. 加振試験」における加振試験にて転倒しないことを確認 した加振台の最大加速度との比較を行い、水平方向と鉛直方向の比較結果がそれぞれ許容限界 以下であることを確認する。
6. 機能維持評価

6.1 基本方針

車両型設備は、別添3-1の「2.2 評価方針」にて設定した評価方針に従い、機能維持評価を 実施する。

車両型設備の機能維持評価は、「6.2 評価対象部位」に示す評価対象部位が「6.3 許容限 界」に示す許容限界を満足することを、「6.4 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

6.2 評価対象部位

車両型設備の評価対象部位は,別添3-1の「2.2 評価方針」に示す確認方法を踏まえて,地 震後に支持機能及び移動機能の維持が必要な車両部,並びに動的及び電気的機能の維持が必要 な車両に積載しているポンプ,発電機及び内燃機関等とする。

6.3 許容限界

許容限界は、「6.2 評価対象部位」にて設定した評価対象部位の保管場所の地表面の最大加 速度が、加振試験により支持機能、移動機能、動的及び電気的機能が維持されることを確認し た加振台の最大加速度以下であることとする。

6.4 評価方法

車両型設備の機能維持評価は、別添3-1の「2.2 評価方針」にて設定した評価方針に従い、 保管場所の地表面の最大加速度と、「3. 加振試験」における加振試験にて得られた、表6-1 に示す機能維持確認項目を確認した加振台の最大加速度との比較を行い、水平方向と鉛直方向 の比較結果がそれぞれ許容限界以下であることを確認する。

表6-1 車両型設備の機能維持確認項目

設備名称	機能維持確認項目
	重大事故等時に屋外から原子炉へ注水、格納容器内部へのスプレ
	イ、格納容器下部のペデスタル部への注水、使用済燃料プールへ
	の注水又はスプレイ、代替淡水源(代替淡水貯槽又は西側淡水貯
可搬型代替注水入型ホンノ	水設備)への補給、放射性物質の拡散抑制のために原子炉建屋へ
	の放水等が可能な容量及び揚程を有すること。
	また、保管場所から設置場所までの自走機能を有すること。
	重大事故等時に屋外から原子炉へ注水、格納容器内部へのスプレ
	イ、格納容器下部のペデスタル部への注水、使用済燃料プールへ
可搬型代替注水中型ポンプ	の注水又はスプレイ、代替淡水源(代替淡水貯槽)への補給等が
	可能な容量及び揚程を有すること。
	また、保管場所から設置場所までの自走機能を有すること。
	重大事故等時の全交流動力電源喪失時に必要な負荷に給電するた
可搬型代替低圧電源車	めの容量を有すること。
	また、保管場所から設置場所までの自走機能を有すること。
	重大事故等時に屋外から格納容器又は格納容器圧力逃がし装置へ
空志研約壮墨田電酒車	窒素を供給する窒素供給装置に給電するための容量を有するこ
至希供和表直用电你毕	と。
	また、保管場所から設置場所までの自走機能を有すること。
	重大事故等時に屋外から格納容器又は格納容器圧力逃がし装置へ
窒素供給装置	窒素を供給するための容量を有すること。
	また、保管場所から設置場所までの自走機能を有すること。
	重大事故等時に可搬型設備用軽油タンクから対象機器へ燃料油を
タンクローリ	輸送できること。
	また、保管場所から設置場所までの自走機能を有すること。

- 7. 波及的影響評価
- 7.1 基本方針

車両型設備は,別添3-1の「2.2.1(4) 波及的影響評価」にて設定した評価方針に従い,他の可 搬型重大事故等対処設備への波及的影響評価を実施する。

車両型設備の波及的影響評価は、「7.2 評価対象部位」に示す評価対象部位が、「7.3 許容限 界」に示す許容限界を満足することを「7.4 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

7.2 評価対象部位

波及的影響評価の対象部位は,別添3-1の「3.2 許容限界」にて設定したとおり,車両全体と する。

7.3 許容限界

車両型設備は、「7.2 評価対象部位」にて設定した評価対象部位と他の可搬型重大事故等対処 設備との離隔距離が、車両型設備の加振試験にて確認した最大変位量を基に、1台あたり、可搬型 代替低圧電源車及び窒素供給装置用電源車は前後方向1250mm、左右方向2000mm、それ以外の車両 は前後方向1250mm、左右方向1250mmであることを許容限界とする。

なお、実際の車両配置に必要な車両間隔については離隔距離を基に、各々の離隔距離を加算し、 可搬型代替低圧電源車及び窒素供給装置用電源車が隣り合う場合は前後方向2500mm、左右方向 4000mm、可搬型代替低圧電源車若しくは窒素供給装置用電源車とその他の車両が隣り合う場合は 前後方向2500mm、左右方向3250mm、その他の車両同士が隣り合う場合は前後方向2500mm、左右方 向2500mmとする。ただし、変位を生じないように緊張して固縛する資機材と車両との間隔につい ては、車両型設備1台当たりの離隔距離とする。

7.4 評価方法

車両型設備の波及的影響評価は、別添3-1の「2.2 評価方針」にて設定した評価方針に従い、 「3. 加振試験」における加振試験にて得られた、車両の傾き及びすべりによる変位量のうち、 最も大きい変位量が許容限界以下であることを確認する。 8. 評価結果

車両型設備の基準地震動S。による地震力に対する評価結果を以下に示す。

応力評価の結果,発生値は許容応力を満足しており,基準地震動S_sによる地震力に対して評価対象部位の健全性が維持されることを確認した。

転倒評価の結果,保管場所の地表面の最大加速度が,加振試験により転倒しないことを確認した 加振台の最大加速度以下であり,転倒しないことを確認した。

機能維持評価の結果,保管場所の地表面の最大加速度は,加振試験により支持機能,移動機能,移動機能,動的及び電気的機能を維持できることを確認した最大加速度以下であり,基準地震動S。 による地震力に対し,機能が維持されることを確認した。

波及的影響評価の結果,車両の最大変位量については,設定した許容限界(離隔距離)未満であ り,当該設備以外の可搬型重大事故等対処設備に波及的影響を及ぼさないことを確認した。

以上より、車両型設備は地震後において、基準地震動S_sによる地震力に対し、重大事故等に対処 するために必要な機能を維持するとともに当該設備以外の可搬型重大事故等対処設備に波及的影響 を及ぼさないことを確認した。

8.1 応力評価

車両型設備の応力評価結果を表8-1,表8-2に示す。

8.2 転倒評価 車両型設備の転倒評価結果を表8-3に示す。

8.3 機能維持評価

車両型設備の機能維持評価結果を表8-3に示す。

8.4 波及的影響評価

車両型設備の波及的影響評価結果を表8-4に示す。

設備名称	評価対象部位	応力分類	発生値 (MPa)	許容応力 (MPa)	評価
		引張り	49	210	0
	ポンプ取付ボルト	せん断	11	160	0
可柳刑化株汁水+刑ポンプ		組合せ	49	210	0
可撤空代管注水入空かンフ		引張り	91	210	0
	内燃機関取付ボルト	せん断	23	160	0
		組合せ	91	210	0
		引張り	57	420	0
可搬型代替注水中型ポンプ	内燃機関取付ボルト	せん断	14	322	0
		組合せ	57	420	0
可搬型代替低圧電源車	恣雪燃 / 内 燃燃用而	引張り	146	210	0
	光电磁/内燃機関収	せん断	45	160	0
		組合せ	146	210	0
	彩電機/内機機関 版	引張り	146	210	0
窒素供給装置用電源車	光电機/内燃機)取	せん断	45	160	0
		組合せ	146	210	0
	空まガラ八敵壮栗雨	引張り	111	487	0
	至糸カヘ万確表直収	せん断	51	375	0
空丰田公准署		組合せ	111	487	0
至糸洪和衣直	空気に変換取けずれ	引張り	118	487	0
	全、江稲機取竹ホル	せん断	58	375	0
		組合せ	118	487	0
		引張り	27	210	0
	タンク取付ボルト	せん断	11	160	0
a), a n _ 1]		組合せ	27	210	0
		引張り	12	210	0
	ポンプ取付ボルト	せん断	14	160	0
		組合せ	12	210	0

表8-1 直接支持構造物の評価結果

設備名称	評価対象部位	応力分類	発生値 (MPa)	許容応力 (MPa)	評価
		引張り	115	451	0
可搬型代替注水大型ポンプ	コンテナ取付ボルト	せん断	46	346	0
		組合せ	115	451	0
		引張り	141	184	0
可搬型代替注水中型ポンプ	コンテナ取付ボルト	せん断	50	141	0
		組合せ	141	178	0
		引張り	130	361	0
可搬型代替低圧電源車	コンテナ取付ボルト	せん断	57	277	0
		組合せ	130	361	0
		引張り	130	361	0
窒素供給装置用電源車	コンテナ取付ボルト	せん断	57	277	0
		組合せ	130	361	0
		引張り	180	361	0
窒素供給装置	コンテナ取付ボルト	せん断	97	277	0
		組合せ	180	350	0

表8-2 間接支持構造物の評価結果

評価対象設備		可搬型代替注水大型ポンプ						設型代替注 P型ポンフ	ī水 °
	可搬型	重大事故	等対処	可搬型重	重大事故等	家刘処設	可搬型	重大事故	等対処
保管エリア	設備保	管場所(西側)	備保管	管場所(南	雨側)	設備保	管場所(ī	西側)
	水	平	鉛直	水	Ŧ	鉛直	水	Ŧ	鉛直
加振万可(在1)	Х	Y	Z	Х	Y	Z	Х	Y	Z
S $_{\rm s}$ $-$ D1 (G) $^{(\pm 2)}$	0.57	0.57	0.44	0.87	0.87	0.46	0.57	0.57	0.44
$S_{s} = -11$ (G) (注2)	0.41	0.47	0.44	0.34	0.32	0.46	0.41	0.47	0.44
S $_{\rm s}$ -12 (G) $^{({\Xi}2)}$	0.33	0.38	0.40	0.35	0.43	0.41	0.33	0.38	0.40
S $_{\rm s}$ -13 (G) $^{({\pm}2)}$	0.32	0.40	0.38	0.34	0.43	0.40	0.32	0.40	0.38
$S_{s} = -14$ (G) ^(注2)	0.33	0.36	0.35	0.33	0.31	0.36	0.33	0.36	0.35
S $_{\rm s}$ -21 (G) $^{({\pm}2)}$	0.58	0.63	0.49	0.49	0.82	0.51	0.58	0.63	0.49
S $_{\rm s}$ -22 (G) $^{({\rm i}2)}$	0.47	0.64	0.53	0.76	0.85	0.57	0.47	0.64	0.53
S $_{\rm s}$ -31 (G) $^{({\rm i}2)}$	0.50	0.50	0.20	1.07	1.07	0.21	0.50	0.50	0.20
S $_{\rm s}$ – MAX (G) $^{(\grave{\pm}2)}$	0.58	0.64	0.53	1.07	1.07	0.57	0.58	0.64	0.53
加振台の最大 加速度(G) ^(注2)	1.59	1.52	1.37	1.59	1.52	1.37	2.26	2.08	1.02
転倒 評価結果	0		0		0				
機能維持 評価結果(注3)		0		0		0			

表8-3 転倒評価及び機能維持評価確認結果(1/4)

(注2) G=9.80665 (m/s²)

評価対象設備	可搬型代替注水 中型ポンプ		市搬型代替注水 可搬型代替低圧電源車 中型ポンプ						
	可搬型	重大事故	等対処	可搬型重	重大事故等	家刘処設	可搬型	重大事故	等対処
保管エリア	設備保	管場所(南側)	備保管	管場所 (西	ā側)	設備保	管場所(i	南側)
	水	平	鉛直	水	平	鉛直	水	平	鉛直
加振力问(在1)	Х	Y	Z	Х	Y	Z	Х	Y	Z
S $_{\rm s}$ $-$ D1 (G) $^{({\rm i}\pm2)}$	0.87	0.87	0.46	0.57	0.57	0.44	0.87	0.87	0.46
S $_{\rm s}$ -11 (G) $^{({\rm i}22)}$	0.34	0.32	0.46	0.41	0.47	0.44	0.34	0.32	0.46
S $_{\rm s}$ -12 (G) $^{({\rm i}2)}$	0.35	0.43	0.41	0.33	0.38	0.40	0.35	0.43	0.41
S _s -13(G) ^(注2)	0.34	0.43	0.40	0.32	0.40	0.38	0.34	0.43	0.40
S $_{\rm s}$ -14 (G) $^{({\Xi}2)}$	0.33	0.31	0.36	0.33	0.36	0.35	0.33	0.31	0.36
S _s -21 (G) ^(注2)	0.49	0.82	0.51	0.58	0.63	0.49	0.49	0.82	0.51
S _s -22(G) ^(注2)	0.76	0.85	0.57	0.47	0.64	0.53	0.76	0.85	0.57
S _s -31 (G) ^(注2)	1.07	1.07	0.21	0.50	0.50	0.20	1.07	1.07	0.21
S $_{\rm s}$ –MAX (G) $^{(\pm 2)}$	1.07	1.07	0.57	0.58	0.64	0.53	1.07	1.07	0.57
加振台の最大	2.26	2.08	1.02	1.59	1.52	1.37	1.59	1.52	1.37
加速度(G) (注2)									
転倒	0		0			0			
評価結果		\smile							
機能維持		\bigcirc			\bigcirc			\bigcirc	
評価結果(注3)		\cup		\bigcirc		\cup			

表8-3 転倒評価及び機能維持評価確認結果 (2/4)

(注2) G=9.80665 (m/s²)

					3 H		-/		
評価対象設備	窒素供給装置用電源車			室	素供給装置	置			
伊佐テリマ	可搬型	重大事故	等対処	可搬型重	重大事故等	新如設	可搬型重大事故等対処		
休官エリノ	設備保	管場所(西側)	備保管	管場所(南	貢側)	設備保	管場所(ī	西側)
加垢士肉(注1)	水	平	鉛直	水	平	鉛直	水平		鉛直
	Х	Y	Ζ	Х	Y	Ζ	Х	Y	Ζ
${\rm S}_{\rm s}$ $ {\rm D}1~$ (G) $^{(\pm2)}$	0.57	0.57	0.44	0.87	0.87	0.46	0.57	0.57	0.44
S $_{\rm s}$ -11 (G) $^{(\pm2)}$	0.41	0.47	0.44	0.34	0.32	0.46	0.41	0.47	0.44
S $_{\rm s}{-}12$ (G) $^{({\pm}2)}$	0.33	0.38	0.40	0.35	0.43	0.41	0.33	0.38	0.40
S $_{\rm s}$ -13 (G) $^{({\pm}2)}$	0.32	0.40	0.38	0.34	0.43	0.40	0.32	0.40	0.38
S $_{\rm s}{-}14$ (G) $^{({\pm}2)}$	0.33	0.36	0.35	0.33	0.31	0.36	0.33	0.36	0.35
S $_{\rm s}$ -21 (G) $^{(\grave{\pm}2)}$	0.58	0.63	0.49	0.49	0.82	0.51	0.58	0.63	0.49
S $_{\rm s}$ -22 (G) $^{({\pm}2)}$	0.47	0.64	0.53	0.76	0.85	0.57	0.47	0.64	0.53
S $_{\rm s}$ -31 (G) $^{({\rm i}2)}$	0.50	0.50	0.20	1.07	1.07	0.21	0.50	0.50	0.20
S $_{\rm s}$ – MAX (G) $^{(\pm 2)}$	0.58	0.64	0.53	1.07	1.07	0.57	0.58	0.64	0.53
加振台の最大	1 50	1 50	1 07	1 50	1 50	1.07	0.05	0.00	1 00
加速度(G) ^(注2)	1. 59	1. 52	1.37	1. 59	1. 52	1.37	2.20	2.06	1.03
転倒									
評価結果		O		O					
機能維持		\bigcirc			0				
評価結果(注3)		\cup		O		0			

表8-3 転倒評価及び機能維持評価確認結果 (3/4)

(注2) G=9.80665 (m/s²)

評価対象設備	窒	素供給装	置	タンクローリ						
旧体テリマ	可搬型	重大事故	等対処	可搬型重	可搬型重大事故等対処設 可搬型重大事故等対				等対処	
休官エリノ	設備保	管場所(南側)	備保管	管場所(西	ā側)	設備保	管場所(i	南側)	
	水	平	鉛直	水	平	鉛直	水平		鉛直	
加板力问	Х	Y	Z	Х	Y	Z	Х	Y	Z	
S $_{\rm s}$ $-$ D1 (G) $^{(\pm 2)}$	0.87	0.87	0.46	0.57	0.57	0.44	0.87	0.87	0.46	
S $_{\rm s}$ -11 (G) $^{(\pm 2)}$	0.34	0.32	0.46	0.41	0.47	0.44	0.34	0.32	0.46	
S $_{\rm s}$ -12 (G) $^{(\pm 2)}$	0.35	0.43	0.41	0.33	0.38	0.40	0.35	0.43	0.41	
S $_{\rm s}$ -13 (G) $^{({\pm}2)}$	0.34	0.43	0.40	0.32	0.40	0.38	0.34	0.43	0.40	
S $_{\rm s}{-}14$ (G) $^{({\pm}2)}$	0.33	0.31	0.36	0.33	0.36	0.35	0.33	0.31	0.36	
S $_{\rm s}$ –21 (G) $^{({\pm}2)}$	0.49	0.82	0.51	0. 58	0.63	0.49	0.49	0.82	0.51	
S $_{\rm s}$ -22 (G) $^{({\pm}2)}$	0.76	0.85	0.57	0.47	0.64	0.53	0.76	0.85	0.57	
S _s - 31 (G) ^(注2)	1.07	1.07	0.21	0.50	0.50	0.20	1.07	1.07	0.21	
S $_{\rm s}$ – MAX (G) $^{(\pm 2)}$	1.07	1.07	0.57	0.58	0.64	0.53	1.07	1.07	0.57	
加振台の最大	0.05	2.06	1 02	1 50	1 50	1 20	1 50	1 50	1 20	
加速度(G) ^(注2)	2.23	2.06	1.03	1. 58	1. 50	1. 39	1. 58	1. 50	1. 39	
転倒										
評価結果		O		\bigcirc		O				
機能維持		\bigcirc			0					
評価結果(注3)		\cup		O		O				

表8-3 転倒評価及び機能維持評価確認結果(4/4)

(注2) G=9.80665 (m/s²)

	車両の最大変位量	許容限界				
設備名称	(左右方向)	(左右方向)	評価			
	(mm)	(mm)				
可搬型代替注水大型ポンプ	1141	1950	0			
可搬型代替注水中型ポンプ	700	1250	0			
可搬型代替低圧電源車	1679	2000	0			
窒素供給装置用電源車	1679	2000	0			
窒素供給装置	800	1050				
タンクローリ	1095	1250	0			

表8-4(1/2) 波及的影響評価結果(左右方向)

表8-4(2/2) 》	皮及的影響評価結果(前	前後方向)	
	車両の最大変位量	許容限界	
設備名称	(前後方向)	(前後方向)	評価
	(mm)	(mm)	
可搬型代替注水大型ポンプ	570		0
可搬型代替注水中型ポンプ	320		0
可搬型代替低圧電源車	340	1950	0
窒素供給装置用電源車	340	1250	0
窒素供給装置	280		0
タンクローリ	660		0

NT2 補② V-2-別添 3-3 R0E

V-2-別添 3-4 可搬型重大事故等対処設備のうちボンベ設備の

耐震性についての計算書

1. 札	既要	1
2. ∄	基本方針	1
2.1	配置	2
2.2	構造概要	3
2.3	評価方針	7
2.4	評価フロー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	8
2.5	非常用窒素供給系高圧窒素ボンベ(予備ボンベを含む),非常用逃がし安全弁駆動系	系高圧窒
素ボ	ンベ、中央制御室待避室空気ボンベユニットおよび第二弁操作室空気ボンベユニッ	⊦·· 9
2.6	記号の説明 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	10
2.7	計算精度と数値の丸め方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	12
3. 言	平価部位	13
4.	固有周期 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	14
4.1	固有値解析方法	14
4.2	解析モデル及び諸元 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	14
4.3	固有値解析結果	17
5. 柞	構造強度評価	20
5.1	構造強度評価方法	20
5.2	荷重の組合せ及び許容応力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	20
5.3	設計用地震力	24
5.4	計算方法	25
5.5	計算条件	30
5.6	応力の評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	31
6. 言	平価結果	32
6.1	重大事故等対処設備としての評価結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	32
7. 孯	緊急時対策所加圧設備	37
7.1	適用基準	37
7.2	記号の説明 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	37
7.3	計算精度と数値の丸め方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	38
7.4	評価部位	39
7.5	固有周期	39
7.6	構造強度評価	39
7.7	設計用地震力	40
7.8	計算方法	40

1. 概要

本資料は、資料V-2-別添 3-1「可搬型重大事故等対処設備の耐震計算方針」(以下「別添 3-1」という。)にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、可搬型重大事故等対 処設備のうちボンベ設備が、地震後において、基準地震動S。による地震力に対し、十分な構造 強度を有するとともに、転倒しないことを説明するものである。その耐震評価は、応力評価及び 転倒評価により行う。

- 2. 基本方針
- 2.1 配置

車両型設備は、別添 3-1 の「2.1 評価対象設備」のうち構造計画に示すとおり、原子炉建 屋原子炉棟、原子炉建屋付属棟及び緊急時対策所建屋に保管する。これらの保管場所を図 2-1 に示す。 NT2 補② V-2-別添 3-4 RO



2.2 構造概要

ボンベ設備の構造は、別添 3-1 の「2.1 評価対象設備」に示す構造計画としており、 ボンベ設備の構造計画を表 2-1 に、ボンベ設備の構造図を表 2-2 から表 2-4 に示す。

乳供力分		計画の概要	学生日间
	主体構造	支持構造	說明凶
非常用窒素供給系			
A系高圧窒素ボンベ			
非常用逃がし安全弁	ボンベ設備は, ボ	ボンベは容器として十分な強度	
駆動系B系高圧窒素	ンベ(窒素ボンベ及	を有する構造とし、固定ボルトに	
ボンベ* ¹	び空気ボンベ)及び	よりボンベ架台に固定し、ボンベ	表2-2
中央制御室待避室	ボンベ架台等により	架台は床のアンカープレートに溶	
空気ボンベユニット	構成する。	接し据え付ける。	
第二弁操作室空気ボ			
ンベユニット			
中央制御室待避室 空気ボンベユニット 第二弁操作室空気ボ ンベユニット	ボンベ設備は,空 気ボンベ及びボンベ 架台等により構成す る。	ボンベは容器として十分な強度 を有する構造とし,固定ボルトに よりボンベ架台に固定し,ボンベ 架台は壁のアンカープレートに据 え付ける。	表2-3
緊急時対策所 加圧設備	緊急時対策所加圧 設備は,空気ボンベ 及びボンベ架台等に より構成する。	ボンベは容器として十分な強度 を有する構造とし,固定ボルトに よりボンベ架台に固定し,ボンベ 架台を床のアンカープレートに溶 接し据え付ける。	表2-4

表2-1 ボンベ設備の構造計画

*1 予備ボンベを含む

計画の概要		
基礎・支持構造	主体構造	燃略傳道図(床固定)
計画の 基礎・支持構造 ボンベユニットは、床 の埋込金物又は後打ち アンカープレートに溶 接し固定する。	2帙要 主体構造 ボンベ	概略構造図 (床固定) ボンベ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
		r + r + r + r + r + r + r + r + r + r +

表 2-2 構造計画



表 2-3 構造計画



表 2-4 構造計画

2.3 評価方針

ボンベ設備の評価方針を以下に示し、耐震評価フローを図2-2に示す。

2.3.1 応力評価

ボンベ設備は、別添 3-1 の「2.2.1 ボンベ設備」にて設定した応力評価の方針に従い、 「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなるアンカープレート の溶接部について実施する。

ボンベ設備の応力評価は、「5.6. 応力評価」に示す方法により、ボンベ設備の評価対象 部位に作用する応力が許容限界を満足することを確認する。

別添3-1の「2.2 評価方針」に示す評価対象部位のうち直接支持構造物としての取付ボルトの応力評価については、JEAG4601・補-1984に規定されているその他の支持構造物の評価に従い実施する。間接支持構造物としての取付ボルトについては、直接支持構造物の応力評価に準じて実施する。

2.3.2 転倒評価

ボンベ設備は,別添3-1の「2.2.2 ボンベ設備」にて設定した転倒評価の方針に従い, 転倒評価を実施する。

ボンベ設備の転倒評価は,基準地震動Ssによる地震力に対し,ボンベを収容するボンベ 架台の固定ボルト並びにこれをアンカープレートに固定する溶接部が,塑性ひずみが生じ る場合であっても,その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有する ことを,計算により確認することで,転倒しないことを確認する。具体的には,「3. 評価 部位」にて設定する箇所において,「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく応力等が 許容限界内に収まることを,「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施す る。

2.4 評価フロー



図 2-2 ボンベ設備の耐震評価フロー

2.5 非常用窒素供給系高圧窒素ボンベ(予備ボンベを含む),非常用逃がし安全弁駆動系高圧窒 素ボンベ,中央制御室待避室空気ボンベユニットおよび第二弁操作室空気ボンベユニット

2.5.1 適用基準

本計算書においては,原子力発電所耐震設計技術指針(重要度分類・許容応力編JEAG4601・補-1984及びJEAG4601-1987)(日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和59年9月及び昭和62年8月)に準拠して評価する。

2.6 記号の説明

記号	記号の説明	単 位					
$A_{\rm HW}$	水平方向せん断力を受ける溶接部の有効断面積(全箇所当たり)	mm^{2}					
$A_{\rm VW}$	鉛直方向せん断力を受ける溶接部の有効断面積(1箇所当たり)						
A_W	溶接部の有効断面積(1箇所当たり)(壁掛床置形)	${ m mm}^{2}$					
$C_{\rm H}$	水平方向設計震度	—					
$C_{\rm V}$	鉛直方向設計震度	—					
F	*設計・建設規格* SSB-3133に定める値	MPa					
$F_{\rm HW}$	溶接部に作用する水平方向せん断力	Ν					
$F_{\rm VW}$	溶接部に作用する鉛直方向せん断力	Ν					
F_{W1}	取付面に対し平行方向に作用するせん断力 (壁掛床置形)	Ν					
F_{W2}	取付面に対し前後方向に作用するせん断力(水平方向転倒)(壁掛床置形)	Ν					
F w з	取付面に対し前後方向に作用するせん断力(鉛直方向転倒)(壁掛床置形)	Ν					
F_{W}	取付面に対し前後方向に作用する最大せん断力(壁掛床置形)	Ν					
${f}_{ m s}$	せん断力を受ける溶接部の許容せん断応力	MPa					
g	重力加速度(=9.80665)	m/s 2					
h	取付面から重心までの距離	mm					
ϱ_1	重心と溶接部間の水平方向距離	mm					
ℓ_2	重心と溶接部間の水平方向距離	mm					
ℓ_3	重心と下側溶接部間の距離(壁掛床置形)	mm					
ϱ_4	上側溶接部と下側溶接部中心間の距離(壁掛床置形)	mm					
ℓ_5	左側溶接部と右側溶接部中心間の距離(壁掛床置形)	mm					
m	ボンベユニット質量	kg					
n	溶接個所数(壁掛床置形)	—					
$n_{\rm VW}$	評価上鉛直方向せん断力を受けるとして期待する溶接個所数	—					
$n_{\rm VW1}$	鉛直方向地震により取付面に対し前後方向のせん断力を受けるとして	—					
	期待する溶接個所数(壁掛床置形)						
$n_{\rm HW1}$	水平方向地震により取付面に対し前後方向のせん断力を受けるとして	—					
	期待する溶接個所数(壁掛床置形)						
S _u	設計・建設規格* 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa					
S y	設計・建設規格* 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa					

記	号	記号の説明	単	位				
τ	W	溶接部に生じる最大せん断応力	MF	°a				
τ	W 1	溶接部に生じる水平方向せん断応力	MF	' a				
τ	W 2	溶接部に生じる鉛直方向せん断応力						
τ	W 3	取付面に対し平行方向に作用するせん断応力 (壁掛床置形)	MF	' a				
τ	W 4	取付面に対し前後方向に作用するせん断応力 (壁掛床置形)	MF	' a				

注記*:「設計・建設規格」とは,発電用原子力設備規格(設計・建設規格(2005年版 (2007年追補版含む。)) JSME S NC1-2005/2007)(日本機械学会 2007 年9月)をいう。 2.7 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。表示する数値の丸め方は、表2-2に示す通りとする。

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	_	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	°C	_	_	整数位
質量	kg	_	_	整数位
長さ*1	mm	_	_	整数位
面積	mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
力	Ν	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*3	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

表 2-5 表示する数値の丸め方

注記 *1:設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。
 *2:絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

*3:設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及 び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て,整数位 までの値とする。

3. 評価部位

ボンベ設備の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しく なるアンカープレートへの溶接部について実施する。ボンベ設備の耐震評価部位については、表 2-2~4の概略構造図に示す。

- 4. 固有周期
- 4.1 固有值解析方法

ボンベ設備の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ボンベ設備は、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元シェル及びはりモデルとして考 える。
- 4.2 解析モデル及び諸元

非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニットの解析モデルを図 4-1 及び図 4-2 に,機器の諸 元を表 4-1 及び表 4-2 に示す。また,解析モデルの概要を以下に示す。

- (1) ボンベ設備の質量は、ボンベ及びボンベラックに密度として与える。
- (2) ボンベ設備の重心位置については、モデル形状、質量分布よりプログラムが自動計算する。
- (3) 計算機コードは、「ABAQUS」を使用し、固有値を求める。なお、評価に用いる計算 機コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「付録 19 計算機プログラム(解析コ ード)の概要・ABAQUS」に示す。
- (4) 拘束条件は、ボンベラックとアンカープレートの溶接部を完全拘束とする。





図4-2 解析モデル(非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット(予備))

項目	記号	単位	入力値
材質	—		SS400
材質	—		STH12
材質	_		STKR
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	
縦弾性係数	Е	MPa	
縦弾性係数	Е	MPa	
縦弾性係数	Ε	MPa	
ポアソン比	ν		
要素数		個	
節点数	_	個	

表4-1 機器諸元(非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット)

表4-2 機器諸元(非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット(予備))

項目	記号	単位	入力値
材質	_	_	SS400
材質	—	_	STH12
材質	—	_	STKR
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	
縦弾性係数	Е	MPa	
縦弾性係数	Е	MPa	
縦弾性係数	Е	MPa	
ポアソン比	ν	_	
要素数	_	個	
節点数	_	個	

4.3 固有值解析結果

固有値解析結果を表 4-3 及び表 4-4 に示す。

表 4-3 固有値解析結果(s) (非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット)

モード	卓越方向	固有周期
1次		0.045
2 次		_
3 次		

表 4-4 固有値解析結果(s) (非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット(予備))

モード	卓越方向	固有周期
1次	_	0.044
2 次	_	_
3 次		

- 5. 構造強度評価
- 5.1 構造強度評価方法
 - (1) ボンベ設備の質量は重心に集中しているものとする。
 - (2) ボンベ設備は、床または壁に設置されたアンカープレートに溶接で固定する。
 - (3) 地震力はボンベ設備に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- 5.2 荷重の組合せ及び許容応力
 - 5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態 ボンベ設備の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いる ものを表 5-1~6 に示す。
 - 5.2.2 許容応力

ボンベ設備の許容応力を表 5-7 に示す。

5.2.3 使用材料の許容応力ボンベ設備の使用材料の許容応力を表 5-8 に示す。

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
					$D + P_D + M_D + S s *^3$	IV _A S
計測制御 系統施設	制御用 空気設備	非常用窒素供給系高圧窒素 ボンベユニット	可搬/防止	*2	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$	V _A S (V _A Sとして IV _A Sの許容限 界を用いる。)

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

注記 *1:「可搬/防止」は重大事故防止設備のうち可搬型のものを示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「D+P_{SAD}+M_{SAD}+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV _A S
計測制御 系統施設	制御用 空気設備	非常用窒素供給系高圧窒素 ボンベユニット(予備)	可搬/防止	*2	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$	$V_A S$ $(V_A S \not\vdash \downarrow \neg \neg$
						N _A Sの許容限
						界を用いる。)

注記 *1:「可搬/防止」は重大事故防止設備のうち可搬型のものを示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「D+P_{SAD}+M_{SAD}+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
					$\mathrm{D}+\mathrm{P}_{\mathrm{D}}+\mathrm{M}_{\mathrm{D}}+\mathrm{S}$ s *3	IV _A S
放射線	換気設備	中央制御室待避室 空気ボンベユニット	可搬/緩和	*2		V _A S
管理施設		(床置形)			$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$	(V _A Sとして IV _A Sの許容限
						界を用いる。)

表 5-3 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

注記*1:「可搬/緩和」は重大事故緩和設備のうち可搬型のものを示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「D+P_{SAD}+M_{SAD}+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

20

表 5-4 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
					$D + P_D + M_D + S s^{*3}$	IV _A S
放射線 管理施設	換気設備	中央制御室待避室ご設備空気ボンベユニット(壁掛床置形)	可搬/緩和	*2		V _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$	(VASとして
						N _A Sの許容限
						界を用いる。)

注記*1:「可搬/緩和」は重大事故緩和設備のうち可搬型のものを示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_{S}$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
					$\mathrm{D}+\mathrm{P}_{\mathrm{D}}+\mathrm{M}_{\mathrm{D}}+\mathrm{S}$ s *3	IV _A S
放射線 管理施設	換気設備	第二弁操作室 第二弁操作室 空気ボンベユニット (床置形)	可搬/緩和	*2		$V_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	(VASとして
						IV _A Sの許容限
						界を用いる。)

表 5-5 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

注記*1:「可搬/緩和」は重大事故緩和設備のうち可搬型のものを示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「D+P_{SAD}+M_{SAD}+S_S」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

21

表 5-6 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
放射線 管理施設	換気設備				$\mathrm{D}+\mathrm{P}_{\mathrm{D}}\!+\!\mathrm{M}_{\mathrm{D}}\!+\!\mathrm{S}$ s *3	IV _A S
		第二弁操作室 空気ボンベユニット (壁掛床置形)	可搬/緩和	*2	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$	V _A S
						(VASとして
						IV _A Sの許容限
						界を用いる。)

注記*1:「可搬/緩和」は重大事故緩和設備のうち可搬型のものを示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_{S}$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

	許容限界*1, *2				
許容応力状態	一次応力				
	せん断				
IV _A S	1.5 • f _s * ³ *				
V _A S (V _A SとしてW _A Sの 許容限界を用いる。)					

表 5-7 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

注記 *1:応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

*2:当該の応力が生じない場合,規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*3:支持構造物においてF値の算出時,Sy及びSy(RT)をそれぞれ1.2・Sy及び1.2・Sy(RT)と読み替える。

ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、本読み替えを行わない。

評価部材	材料	温度条件 (℃)		Sу (MPa)	S u (MPa)	Sу(RT) (MPa)
溶接部	SS400	周囲環境温度	105	219	373	_

表 5-8 使用材料の許容応力(非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット(重大事故等対処設備))
5.3 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 5-9 及び表 5-10 に示す。

「基準地震動Ss」による地震力は、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に 基づく。

表 5-9 設計用地震力(重大事故等対処施設)(非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット)

耐震重要度分類	据付場所 及び	固有周期	弾性設計用 又は静	地震動Sd 的震度	基準地震	ξ動Ss
	床面高さ (m)	(s)	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
-(Ss)	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}	0.045	_	_	C _H =1.34*2	Cv=1.01*2

注記 *1:基準床レベルを示す。

*2:基準地震動Ssの震度と同等以上の設計震度

表 5-10 設計用地震力(重大事故等対処施設)(非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット(予

/出:)	١
1用丿)

	据付場所		弾性設計用	地震動Sd	基準地震	€動Ss
~~~~	及び	固有周期	又は静	的震度		
耐震重要度分類	床面高さ	( s )	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向
	(m)		設計震度	設計震度	設計震度	設計震度
-(Ss)	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}	0.044	_	_	C _H =1.34*2	Cv=1.01*2

注記 *1:基準床レベルを示す。

*2:基準地震動Ssの震度と同等以上の設計震度

5.4 計算方法

- 5.4.1 応力の計算方法
  - 5.4.1.1 溶接部の応力

溶接部の応力は、地震による震度によって生じる水平方向せん断力と鉛直方向せん断力について計算する。



(短辺方向転倒-2 (1-C_v) <0 の場合)



図 5-2(1) 計算モデル (長辺方向転倒-1 (1-C_V) ≧0の場合)



(1) 水平方向せん断応力

溶接部に対する水平方向せん断力は全溶接部で受けるものとして計算する。

水平方向せん断力 (F_{HW})

$$\mathbf{F}_{\mathrm{HW}} = \mathbf{C}_{\mathrm{H}} \cdot \mathbf{m} \cdot \mathbf{g} \quad \dots \quad (5.4.1)$$

水平方向せん応力 (τw1)

(2) 鉛直せん断応力

溶接部に対する力は最も厳しい条件として,図5-1及び図5-2で最外列の溶接部を支点とす る転倒を考え,これを片側の最外列の溶接部で受けるものとして計算する。

鉛直方向せん断力(F_{vw}) 計算モデル図5-1(1)及び5-2(1)の場合のせん断力

$$F_{VW} = \frac{m \cdot g \cdot C_{H} \cdot h - m \cdot g \cdot (1 - C_{V}) \cdot \lambda_{1}}{n_{VW} \cdot (\lambda_{1} + \lambda_{2})} \qquad (5.4.3)$$

計算モデル図5-1(2)及び5-2(2)の場合のせん断力

鉛直方向せん断応力(τ_{w2})

$$\tau_{W2} = \frac{F_W}{A_{VW}} \qquad (5.4.5)$$

(3) 溶接部の応力

τw=Max{水平方向せん断応力(τw1),鉛直方向せん断応力(τw2)} ····· (5.4.6)







図 5-3(2) 計算モデル (壁掛床置形 鉛直方向転倒の場合)

(1) ボンベユニット取付面に対し平行方向に作用するせん断応力

ボンベユニット取付面に対し平行方向に作用するせん断力は全溶接部で受けるものとして計 算する。

$$F_{W1} = \sqrt{(\mathbf{m} \cdot \mathbf{C}_{H} \cdot \mathbf{g})^{2} + (\mathbf{m} \cdot (\mathbf{l} + \mathbf{C}_{V}) \cdot \mathbf{g})^{2} \cdots (5.4.7)}$$

ボンベユニット取付面に対し平行方向に作用するせん断応力 (
$$\tau_{W3}$$
)  

$$\tau_{W3} = \frac{F_{W1}}{n \cdot A_W}$$
(5.4.8)

(2) ボンベユニット取付面に対し前後方向に作用するせん断応力 溶接部に対する力は最も厳しい条件として、図5-3(1)及び図5-3(2)で最外列の溶接部を支 点とする転倒を考え、これを片側の最外列の溶接部で受けるものとして計算する。

計算モデル図5-3(1)に示す水平方向転倒の場合のせん断力(F_{w2})  
F_{w2} = 
$$\frac{\mathbf{m} \cdot (1 + C_v) \cdot \mathbf{h} \cdot \mathbf{g}}{n_{vw1} \cdot \lambda_i} + \frac{\mathbf{m} \cdot C_H \cdot \mathbf{h} \cdot \mathbf{g}}{n_{Hw1} \cdot \lambda_s}$$
 .....(5.4.9)

計算モデル図5-3(2) に示す鉛直方向転倒の場合のせん断力(F_{w3})

$$F_{W3} = \frac{m \cdot (1+C_V) \cdot h \cdot g + m \cdot C_H \cdot \lambda_s \cdot g}{n_{VW1} \cdot \lambda_s} \qquad (5.4.10)$$

ボンベユニット取付面に対し前後方向に作用するせん断力

$$F_w = M a x(F_{w2}, F_{w3})$$
 ..... (5.4.11)

ボンベユニット取付面に対し前後方向に作用するせん断力応力(τw4)

$$\tau_{W4} = \frac{F_W}{A_W}$$
 (5.4.12)

(3) 溶接部の応力

 $\tau_{w} = Max \{ ボンベユニット取付面に対し平行方向に作用するせん断応力 (<math>\tau_{w3}$ ) , ボンベユニット取付面に対し前後方向に作用するせん断力応力 ( $\tau_{w}$ 

 $_4)$  }

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

### 5.6 応力の評価

### 5.6.1 溶接部の応力評価

5.4.1項で求めた溶接部のせん断応力 τwは許容せん断応力 fs 以下であること。

	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力	Ŧ
$f_{ m s}$	$\frac{1}{1.5 * \sqrt{3}} \cdot 1.5$

- 6. 評価結果
- 6.1 重大事故等対処施設としての評価結果

非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニットの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価 結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており,設計用地震力に対して十分な構造強度 を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次ページ以降の表に示す。

【非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニットの耐震性についての計算結果】

#### 1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

松空夕秒	副電金亜産八粒	据付場所及び床面高さ	田左周期(2)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度
機 奋 石 怀	া辰里安度万短	(m)	固有向 <del>列</del> (S)	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)
非常用窒素供給系高圧窒素 ボンベユニット	— (Ss)	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}	0.045	_	_	$C_{H} = 1.34^{*2}$	$C_v = 1.01^{*2}$	105

注記 *1:基準床レベルを示す。

*2:基準地震動Ssの震度と同等以上の設計震度

### 1.2 機器要目

#### 1.2.1 非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット

部	材	m (kg)	h (mm)	$\ell_1$ (mm)	$\ell_2$ (mm)	$\begin{array}{c} A_{\rm VW} \\ (\rm mm^2) \end{array}$	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F* (MPa)
溶接	妄部	750	678	282	318	424. 3	219	373	117
							-1		

	n	VW	転倒	方向
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
溶接部		2	_	短辺

### 1.3 計算数値

1.3.1	溶接剖	に作用する力 (単位				
		F	² vw			
部	材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S _s			
溶接	部	_	5.588 $\times 10^{3}$			





1.	4	結	論

1.4.1 溶接部の応力

(単位:MPa)

立(7 十十	++ wi	++ ×I	++ *I	++ ×I	к +	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地	震動 S _s
24 佰	M M	心力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力			
溶接部	SS400	せん断	—	_	$\tau_{W}=14$	$f_s = 67$			

すべて許容応力以下である。

【非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット(予備)の耐震性についての計算結果】

#### 1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

松巴夕科	副電金亜硅八粒	据付場所及び床面高さ	田左周期(。)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度
成 奋 石 怀		(m)	凹作向 <i>刑</i> (S)	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)
非常用窒素供給系高圧窒素 ボンベユニット(予備)	— (Ss)	原子炉建屋 EL. 20.3 ^{*1}	0. 044			$C_{H}$ =1.34*2	$C_v = 1.01^{*2}$	105

#### 1.2 機器要目

#### 1.2.1 非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット(予備)

部	材	m (kg)	h (mm)	$\ell_1$ (mm)	$\ell_2$ (mm)	$A_{VW}$ (mm ² )	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F* (MPa)
溶接著	部	720	674	282	318	424. 3	219	373	117
			n				志伝山	七白	

		n	VW	転倒方向	
部	材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
溶接部		_	2	_	短辺

### 1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力 (単位)				
		Fvw		
部	材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S _s	
溶接部		_	5. 333 $ imes 10^{3}$	





# 注記 *1: 基準床レベルを示す。

*2:基準地震動Ssの震度と同等以上の設計震度

35

1.4	結	論
-----	---	---

1.4.1 溶接部の応力

(単位:MPa)

立77 十十	材料	応 力	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地	震動Ss
部) 1/1			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SS400	せん断	_	_	$\tau_{W}=13$	$f_s = 67$

すべて許容応力以下である。

### 7 緊急時対策所加圧設備

7.1 適用基準

本計算書においては,原子力発電所耐震設計技術指針(重要度分類・許容応力編JEAG4 601・補-1984及びJEAG4601-1987)(日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭 和59年9月及び昭和62年8月)に準拠して評価する。

7.2 記号の説明

記号	記号の説明	単 位
A _{HW}	水平方向せん断力を受ける溶接部の有効断面積	$\mathrm{mm}^2$
Aw	鉛直方向せん断力を受ける溶接部の有効断面積	$\mathrm{mm}^2$
C _H	水平方向設計震度	-
$C_{\rm V}$	鉛直方向設計震度	-
F	* 設計・建設規格* SSB-3133に定める値	MPa
$F_{H\!W}$	溶接部に作用する水平方向せん断力	Ν
$F_{\text{VW}}$	溶接部に作用する鉛直方向せん断力	Ν
$f_{s}$	せん断力を受ける溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度(=9.80665)	$m/s^2$
h	取付面から重心までの距離	mm
$\ell_1$	重心と溶接部間の水平方向距離	mm
$\ell_2$	重心と溶接部間の水平方向距離	mm
m	ボンベユニット質量	kg
$n_{VW}$	評価上鉛直方向せん断力を受けるとして期待する溶接箇所数	-
$S_u$	設計・建設規格* 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
Sy	設計・建設規格* 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$ au_{W}$	溶接部に生じる最大せん断応力	MPa
$ au_{ m M}$	溶接部に生じる水平方向せん断応力	MPa
$ au_{ m W2}$	溶接部に生じる鉛直方向せん断応力	MPa
1		1

 注記 *:「設計・建設規格」とは、発電用原子力設備規格(設計・建設規格(2005 年版 (2007 年追補版含む。)) J SME S NC1-2005/2007)(日本機械学会 2007 年9月)をいう。 7.3 計算精度と数値の丸め方

精度は6桁以上を確保する。表示する数値の丸め方は、表2-2に示す通りとする。

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	_	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	°C	_	_	整数位
質量	kg	_	_	整数位
長さ*1	mm	_	_	整数位
面積	$\mathrm{mm}^2$	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
力	Ν	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*3	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

表 2-2 表示する数値の丸め方

注記 *1:設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。
 *2:絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

*3:設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及 び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て,整数位 までの値とする。 7.4 評価部位

緊急時対策所加圧設備の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなるアンカープレートへの溶接部について実施する。緊急時対策所加圧設備の耐震評価部位については、表 2-4 の概略構造図に示す。

- 7.5 固有周期
  - 7.5.1 固有值解析方法
    - (1) 緊急時対策所加圧設備は、「9.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元シェル及びはりモデルとして考える。
  - 7.5.2 解析モデル及び諸元
  - (1) 緊急時対策所加圧設備の質量は、ボンベ及びボンベラックに密度として与える。
  - (2) 緊急時対策所加圧設備の重心位置については、モデル形状、質量分布よりプログラムが 自動計算する。
  - (3) 計算機コードは、「ABAQUS」を使用し、固有値を求める。なお、評価に用いる計算 機コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「付録 19 計算機プログラム(解析コ ード)の概要・ABAQUS」に示す。
  - (4) 拘束条件は、ボンベラックとアンカープレートの溶接部を完全拘束とする。
- 7.6 構造強度評価
  - 7.6.1 構造強度評価方法
  - (1) 緊急時対策所加圧設備の質量は重心に集中しているものとする。
  - (2) 緊急時対策所加圧設備は、床に設置されたアンカープレートに溶接で固定する。
  - (3) 地震力は緊急時対策所加圧設備に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとす

る。

7.7 設計用地震力

「基準地震動Ss」による地震力は、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に 基づく。

7.8 計算方法

7.8.1 応力の計算方法

溶接部の応力は、地震による震度によって生じる水平方向せん断力と鉛直方向せん断力に ついて計算する。

- 水平方向せん断応力
   溶接部に対する水平方向せん断力は全溶接部で受けるものとして計算する。
- (2) 鉛直せん断応力 溶接部に対する力は最も厳しい条件として、表 2-4 で最外列の溶接部を支点とする転倒を 考え、これを片側の最外列の溶接部で受けるものとして計算する。
- (3) 溶接部の応力

ボンベユニット取付面に対し平行方向に作用するせん断応力とボンベユニット取付面に対 し前後方向に作用するせん断力応力の最大値を溶接部で受けるものとして計算する。 V-2-別添 3-5 可搬型重大事故等対処設備のうち その他設備の耐震性についての計算書

1.	概要 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	· 1
2.	基本方針 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	· 1
2.1	配置	· 1
2.2	構造概要 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	• 5
2.3	評価方針 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	• 8
2.	. 3. 1 転倒評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	· 8
2.	. 3. 2 機能維持評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	• 8
2.	. 3. 3 波及的影響評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	• 8
2.4	適用規格 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	• 9
3.	加振試験 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	• 9
3.1	基本方針 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	• 9
3.2	入力地震動 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	• 9
3.3	試験方法 ······	10
4.	転倒評価 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	10
4.1	基本方針 ·····	10
4.2	評価対象部位 ······	10
4.3	許容限界 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	10
4.4	評価方法 ······	10
4.5	評価条件 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	10
5.	機能維持評価 • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	13
5.1	基本方針 ·····	13
5.2	評価対象部位 ······	13
5.3	許容限界 ·····	13
5.4	評価方法 ·····	13
5.5	評価条件 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	13
6.	波及的影響評価 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	15
6.1	基本方針 ·····	15
6.2	評価対象部位 ······	15
6.3	許容限界 ·····	15
6.4	評価方法 ·····	15

### 1. 概要

本資料は、別添 3-1「可搬型重大事故等対処設備の耐震計算方針(以下,「別添 3-1」とい う。)にて設定している機能維持の設計方針に基づき,可搬型重大事故等対処設備のうちその他 設備が地震後において,基準地震動S。による地震力に対し,十分な機能維持を有するとともに, 当該設備以外の可搬型重大事故等対処設備等に波及的影響を及ぼさないことを確認するものであ る。その耐震評価は加振試験,転倒評価,機能維持評価及び波及的影響評価により行う。

2. 基本方針

その他設備は、別添 3-1 の「2. 耐震評価の基本方針」に示す基本方針のとおり、その他設備の「2.1 配置」及び「2.2 構造概要」を示す。

2.1 配置

その他設備は、別添 3-1 の「2.1 評価対象設備」のうち構造計画に示すとおり、可搬型重 大事故等対処設備保管場所(西側)及び可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側)に分散 して保管若しくは、原子炉建屋又は緊急時対策所建屋に保管する。これらの保管場所を図 2-1-1に示し、機器リストを表 2-1-1に示す。

機器名称	機器保管場所	保管状態	備考
	原子炉建屋付属棟(中央制御室)	収納箱架台	
可搬型計測器	EL. 18.00 m	固縛	
(温度、圧力、水位及び流量			
計測用)	繁急時対策所	収納箱架台	
	EL. 30. 30 m	固縛	
	原子炉建屋付属棟(中央制御室)	収納箱架台	
可搬型計測器	EL.18.00 m	固縛	
(圧力,水位及び流量計測			
用)	緊急時対策所	収納箱架台	
	EL. 30. 30 m	固縛	
	原子炉建屋付属棟(中央制御室)	収納箱架台	
ひち 連 広 きし	EL.18.00 m	固縛	
酸茶底度計	緊急時対策所	収納箱架台	
	EL. 30. 30 m	固縛	
	原子炉建屋付属棟(中央制御室)	収納箱架台	
一般ル出ま進在計	EL. 18.00 m	固縛	
	緊急時対策所	収納箱架台	
	EL. 30. 30 m	固縛	
	原子炉建屋付属棟(中央制御室)	大休田浦	
可拠刑昭田(SA)	EL.18.00 m	平平回府	
可预生照明 (5A)	原子炉建屋付属棟(空調機械室)	大休田浦	
	EL.23.00 m	不不同时	
衛星雷話設備 (携帯刑)	緊急時対策所	収納箱架台	
南至电阳队佣(1/4川王)	EL.30.30 m	固縛	
衛星電話設備(可搬型)	原子炉建屋付属棟(中央制御室)	本体固縛	
(待避室)	EL.18.00 m		
無線連絡設備(携帯型)	緊急時対策所	収納箱架台	
	EL. 30. 30 m	固縛	
	原子炉建屋付属棟(中央制御室)	収納箱架台	
   携行型有線诵話装置	EL.18.00 m	固縛	
	緊急時対策所	収納箱架台	
	EL.30.30 m	固縛	
データ表示装置	原子炉建屋付属棟(中央制御室)	収納箱架台	
(待避室用含む)	EL. 18.00 m	固縛	

表 2-1-1 機器リスト (1/2)

機器名称	機器保管場所	保管状態	備考
	可搬型重大事故等対処設備	オ休田浦	
丁柏瓜田市公本印	保管場所(西側)EL.23.00 m	半半回将	
	可搬型重大事故等対処設備	本体固縛	
	保管場所(南側)EL.25.00 m		
业ぶした人会田司施刑業委派	原子炉建屋付属棟(中央制御室)	ナけ回途	
2 逃かし女王升用可搬空音電池	EL. 18.00 m	半半回将	
取名吐得笨毛テリマティク	緊急時対策所建屋	収納ラック	
	EL.23.30 m	固縛	
ゴ柳刊エーカリングーポフレ	緊急時対策所建屋	収納ラック	
可搬型モータリンク・ホスト	EL.23.30 m	固縛	
「「柳町ガフト」とる実み、プラ	緊急時対策所建屋	収納ラック	
可搬空ダスト・より系リンノノ  	EL.23.30 m	固縛	
0.須井 ベイ・オーク	緊急時対策所建屋	収納ラック	
	EL.23.30 m	固縛	
NaIシンチレーション	緊急時対策所建屋	収納ラック	
サーベイ・メータ	EL.23.30 m	固縛	
ZnSシンチレーション	緊急時対策所建屋	収納ラック	
サーベイ・メータ	EL.23.30 m	固縛	
電磁体中、ベイ・オーク	緊急時対策所建屋	収納ラック	
电離相リーベイ・メータ	EL.23.30 m	固縛	
	可搬型重大事故等対処設備	大休田浦	
小型船舶	保管場所(西側)EL.23.00 m	平平回将	
(船外機、バッテリ)	可搬型重大事故等対処設備	十十日年	
	保管場所(南側)EL.25.00 m	半半回将	
<b>〒</b> 柳刑/ <b>仁</b> 毎 細 測 弐 / 進	緊急時対策所建屋	収納ラック	
り掀至入豕軦側砇佣	EL.23.30 m	固縛	

表 2-1-1 機器リスト (2/2)

2.2 構造概要

その他設備の構造は、別添 3-1 の「2.1 評価対象設備」に示す構造計画としており、その 他設備の構造計画を表 2-2-1 から表 2-2-3 に、保管状態図を図 2-2-1 から図 2-2-3 に保管状態 ごとに以下に示す。

(1) 収納ラック固縛保管設備

収納ラック固縛保管設備の構造計画を表 2-2-1 に,説明図を図 2-2-1 に示す。

衣 2 2 1 併迫計画 収附1/ソノ回時床目以開						
松兕友升		武田区				
1 成 石 小	主体構造	支持構造	就坍凶			
電離箱サーベイ・メ ータ等*	<ul> <li>電離箱サーベ</li> <li>イ・メータ等及</li> <li>びそれを収納す</li> <li>る収納箱で構成</li> <li>する。</li> </ul>	機器又は収納箱を床又は壁 に固定する収納ラックに緩 衝材・スリングを用いて収 納する。	図 2-2-1 に代表例と して電離箱サーベ イ・メータの保管状 態を示す。			

表 2-2-1 構造計画 収納ラック固縛保管設備

注記 *:その他の機器は,表 2-1-1「機器リスト」参照



(a)機器収納状態図

(b) 収納ラック固縛状態図

図 2-2-1 収納ラック固縛保管概要図

(2) 収納箱架台固縛保管設備

収納箱架台固縛保管設備の構造計画を表 2-2-2 に,説明図を図 2-2-2 に示す。

松兕友孙		弐 田 〇	
(茂奋'石 你	主体構造	支持構造	就明凶
可 搬型 計 測 器 (圧 力,水位及び流量計 測用)等*	可 搬 型 計 測 器 (圧力,水位及 び流量計測用) 等を収納する収 納箱及び架台で 構成する。	緩衝材を内装した収納箱に 収納し,収納箱を専用架台 にスリング等で固定する。 専用収納架台は床又は壁に ボルトで固定する。	図 2-2-2 に代表例 として可搬型計測 器(圧力,水位及 び流量計測用)の 保管状態を示す。

表 2-2-2 構造計画 収納箱架台固縛保管設備

注記 *:その他の機器は、表 2-1-1「機器リスト」参照







(3) 本体固縛保管設備

本体固縛保管設備の構造計画を表 2-2-3 に,説明図を図 2-3-3 に示す。

松兕友升		35 日 〇〇				
(成帝) 10	主体構造	支持構造	1 就明凶			
逃がし安全弁用可搬	逃がし安全弁用	機器本体を床又は床に固定 された支持構造物に設置	図 2-3-3 に代表例 として逃がし安全 か田可郷刑蒸雪池			
型蓄電池等*	可搬型蓄電池等	し,スリング等で固縛す る。	一 开用可振空留电池 の保管状態を示 す。			

表 2-2-3 構造計画 本体固縛保管設備

注記 *:その他の機器は、表 2-1-1「機器リスト」参照



図 2-2-3 本体固縛保管概要図

2.3 評価方針

その他設備の評価方針を以下に示し、耐震評価フローを図 2-3-1 に示す。

その他設備は直接固定されておらず,転倒することによって機器の機能が失われるおそれが あることから,機器全体として重大事故等に対処するための機能が喪失することを防止するた めに,転倒しないことを転倒評価にて確認する。

なお,基準地震動S。による地震力に対して,機器の変形及び損傷等により,地震後において重大事故等に対処するための機能が損なわれないことを機能維持評価にて確認する。

また,地震によるすべり及び浮き上がり等により,当該設備以外の可搬型重大事故等対処設 備等に波及的影響を及ぼさないことを波及的影響評価にて確認する。

#### 2.3.1 転倒評価

その他設備は,別添 3-1 の「4.3 その他設備」にて設定した転倒評価の方針に従い,転 倒評価を実施する。

その他設備の転倒評価は、「4. 転倒評価」に示す方法により、「3. 加振試験」にお ける加振試験にて、試験後に転倒していないことを確認し、保管場所の設置床の最大加速 度と、加振試験により転倒しないことを確認した加振台の最大加速度との比較を行い、許 容限界を満足することを確認する。

#### 2.3.2 機能維持評価

その他設備は,別添 3-1 の「4.3 その他設備」にて設定した機能維持評価の方針に従い,動的及び電気的機能並びに固縛装置の支持機能の機能維持評価を実施する。

その他設備の機能維持評価は、「5. 機能維持評価」に示す方法により、「3. 加振試 験」における加振試験にて、保管場所の設置床の最大加速度と、試験後に計測機能、給電 機能等の動的及び電気的機能及びスリング等の固縛装置の支持機能を維持できることを確 認した加振台の最大加速度との比較を行い、許容限界を満足することを確認する。

2.3.3 波及的影響評価

その他設備は,別添 3-1 の「2.2.3(3) 波及的影響評価」にて設定した波及的影響評価 の方針に従い,波及的影響評価を実施する。

その他設備の波及的影響評価は、「6. 波及的影響評価」に示す方法により、「3. 加 振試験」における加振試験にて、保管場所の設置床の最大加速度と、スリング等の固縛装 置の支持機能が維持されることを確認した加振台の最大加速度との比較を行い、許容限界 を満足することを確認する。



図 2-3-1 耐震評価フロー

2.4 適用規格

適用する規格,基準等を以下に示す。

- ・「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年度版(2007年追補版を含む))<第I編</li>
   軽水炉規格> JSME S NC1-2005/2007)」(社)日本機械学会(以下,「JSM E S NC1」という。)
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」(社)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984」 (社)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991追補版」(社)日本電気協会
- 3. 加振試験
- 3.1 基本方針

その他設備は,別添 3-1 の「4.3 その他設備」にて設定した評価方針に従い,加振試験を 実施する。

その他設備の加振試験は、以下の「3.2 入力地震動」に示す入力地震動を用いて、「3.3 試験方法」に示す方法により、「4. 転倒評価」、「5. 機能維持評価」、「6. 波及的影響 評価」に用いる加振台の最大加速度を求める。

3.2 入力地震動

入力地震動は、別添 3-2「可搬型重大事故等対処設備の保管場所等における入力地震動」に 示す各保管場所のS_s-D1~S_s-31の地震動を用いて、添付資料V-2-1-7「設計用床応答曲 線の作成方針」に基づき作成する設計用床応答曲線又は添付資料V-2-1-7「設計用床応答曲線 の作成方針」に示す各保管場所のS_s-D1~S_s-31の設計用床応答曲線をおおむね包絡する よう作成したランダム波とする。

- 3.3 試験方法
  - (1) ランダム波加振試験による評価

実際の設置状態を模擬した状態で試験台に設置し、「3.2 入力地震動」に示すランダム 波を入力地震動として加振試験を行い、スリング等が有効に機能することで、試験後に転倒 していないことを確認する。

また,加振試験は水平2方向と鉛直方向の同時入力にて行う。

加振試験の入力地震動は、以下の条件にて表 4-5-1 に示す各対象機器の全ての保管場所に おける設置床の設計用床応答曲線をおおむね包絡するに設定する。

 ・加振波:対象機器の保管場所における設置床又は地表面に相当する時刻歴応答加速度を 床応答曲線に変換し、地盤物性等のばらつき等を考慮し±10%拡幅処理した ものをおおむね包絡できるよう作成したランダム波

加振方向:水平(前後)+水平(左右)+鉛直

- 4. 転倒評価
- 4.1 基本方針

その他設備は,別添 3-1 の「4.3 その他設備」にて設定した評価方針に従い,転倒評価を 実施する。

その他設備の転倒評価は、「4.2 評価対象部位」に示す評価対象部位の保管場所における 設置床の最大加速度が、「4.3 許容限界」に示す許容限界を満足することを、「4.4 評価方 法」に示す方法を用いて評価を行う。

4.2 評価対象部位

その他設備の評価対象部位は,別添 3-1 の「4.3 その他設備」にて設定したとおり,地震 後に転倒していないことが要求される機器全体とする。

4.3 許容限界

その他設備の許容限界は、「4.2 評価対象部位」にて設定した対象機器の保管場所における設置床の最大加速度が、加振試験によりスリング等が有効に機能し転倒しないことを確認した機能確認済加速度以下であることとする。

4.4 評価方法

その他設備の転倒評価は、別添 3-1 の「2.2 評価方針」にて設定した評価方針に従い、保 管場所の設置床の最大加速度と、「3. 加振試験」における加振試験にて転倒しないことを確 認した加振台の最大加速度との比較を行い、水平方向と鉛直方向の比較結果がそれぞれ許容限 界以下であることを確認する。

4.5 評価条件

保管場所における設置床及び地表面の最大加速度を表 4-5-1 に示す。

RO

	原子炉建屋付属棟			原子炉建屋付属棟			
機器保管場所	(中央制御室)			(空調機械室)			
EL.	EL	EL.18.00 m			EL.23.00 m		
	EL. 20. 30 m ^{*1}			EL.29.00 m*1			
質点番号	7			6			
	水平		鉛直	水平		鉛直	
加振方向	Х	Y	Z	Х	Y	Z	
	(EW)	(NS)		(EW)	(NS)		
S $_{\rm s}$ – D 1 (G) *2	0.59	0.59	0.53	0.69	0.67	0.55	
S $_{\rm s}$ – 1 1 (G) *2	0.29	0.25	0.45	0.27	0.25	0.54	
S $_{\rm s}$ = 1 2 (G) *2	0.32	0.27	0.45	0.32	0.28	0.52	
S $_{\rm s}$ – 1 3 (G) *2	0.32	0.30	0.44	0.33	0.28	0.51	
S $_{\rm s}$ – 1 4 (G) *2	0.24	0.25	0.38	0.25	0.24	0.39	
S $_{\rm s} = 2  1  \text{(G)}^{*2}$	0.31	0.49	0.56	0.29	0.59	0.65	
S $_{\rm s}$ – 2 2 (G) *2	0.42	0.49	0.56	0.45	0.59	0.60	
S $_{\rm s}$ – 3 1 (G) *2	0.74	0.70	0.21	0.85	0.86	0.25	
最大加速度 (G)* ²	0.74	0.70	0.56	0.85	0.86	0.65	

表 4-5-1 保管場所における設置床及び地表面の最大加速度(1/2)

注記 *1:中間階に保管のため、1つ上階の最大床加速度を用いて保守的に

評価する。

 $*2: G = 9.80665 \text{ m/s}^2$ 

	可搬型重大事故等			可搬型重大事故等		
機器保管場所	対処設備保管場所			対処設備保管場所		
EL.	(西側)			(南側)		
	EL.23.00 m			EL.25.00 m		
質点番号	—			_		
	水平 鉛直		水平		鉛直	
加振方向	Х	Y	7	Х	Y	7
	(EW) (NS)	L	(EW)	(NS)	L	
$S_{s} - D1(G)^{*}$	0.57	0.57	0.44	0.87	0.87	0.46
${\rm S}_{\rm s}{-}11$ (G) *	0.41	0.47	0.44	0.34	0.32	0.46
${\rm S}_{\rm s}{-}12$ (G) *	0.33	0.38	0.40	0.35	0.43	0.41
S $_{\rm s}$ -13(G) *	0.32	0.40	0.38	0.34	0.43	0.40
${\rm S}_{\rm s}{-}14$ (G) *	0.33	0.36	0.35	0.33	0.31	0.36
$S_{s} - 21(G) *$	0.58	0.63	0.49	0.49	0.82	0.51
$S_{s} - 22(G) *$	0.47	0.64	0.53	0.76	0.85	0.57
$S_{s} - 31(G) *$	0.50	0.50	0.20	1.07	1.07	0.21
最大加速度 (G)*	0. 58	0.64	0.53	1.07	1.07	0. 57

表 4-5-1 保管場所における設置床及び地表面の最大加速度(2/2)

注記 *:G = 9.80665 m/s²

- 5. 機能維持評価
- 5.1 基本方針

その他設備は,別添 3-1 の「4.3 その他設備」にて設定した評価方針に従い,機能維持評価を実施する。

その他設備の機能維持評価は、「5.2 評価対象部位」に示す評価対象部位の保管場所にお ける設置床の最大加速度が、「5.3 許容限界」に示す許容限界を満足することを、「5.4 評 価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

5.2 評価対象部位

その他設備の評価対象部位は,別添 3-1 の「4.3 その他設備」にて設定したとおり,地震 後に計測機能,給電機能等の動的及び電気的機能並びにスリング等の固縛装置の支持機能を維 持できることが要求される機器全体とする。

#### 5.3 許容限界

その他設備の許容限界は、「5.2 評価対象部位」にて設定した対象機器の保管場所における設置床の最大床加速度が、加振試験により機能維持を確認した加振台の最大加速度以下であることとする。

5.4 評価方法

その他設備の機能維持評価は,別添 3-1 の「2.2 評価方法」にて設定した評価方針に従い, 保管場所の地表面の最大加速度と,「3. 加振試験」における加振試験にて得られた,表 5-4-1 に示す機能維持確認項目を確認した加振台の最大加速度との比較を行い,水平方向と鉛直 方向の比較結果がそれぞれ許容限界以下であることを確認する。

### 5.5 評価条件

保管場所における設置床及び地表面の最大加速度を表 4-5-1 に示す。

機器名称	機能維持確認項目			
緊急時対策所エリアモニタ				
可搬型モニタリング・ポスト	放射線量の測定が可能なこと			
電離箱サーベイ・メータ				
酸素濃度計	酸素濃度の測定が可能なこと			
二酸化炭素濃度計	二酸化炭素濃度の測定が可能なこと			
衛星電話設備(携帯型)				
衛星電話設備(可搬型)(待避室)	発信・着信ができ通話が可能なこと			
無線連絡設備 (携帯型)				
携行型有線通話装置				
β線サーベイ・メータ				
Na I シンチレーションサーベイ・メータ	放射性物質の濃度の測定が可能なこと			
ZnSシンチレーションサーベイ・メータ				
可搬型ダスト・よう素サンプラ	空気中の放射性物質を採取可能なこと			
可搬型整流器	電気を直流に変換可能なこと			
可搬型照明 (SA)	照明が点くこと			
可搬型計測器				
(温度、圧力、水位及び流量計測用)	電力供給ができ、出力を測定可能なこと			
可搬型計測器				
(圧力、水位及び流量計測用)				
逃がし安全弁用可搬型蓄電池	負荷に給電可能なこと			
データ表示装置(待避室用含む)	データ通信可能なこと			
小型船舶(船外機,バッテリ)	水上での走行ができること			
可搬型気象観測設備	気象条件の測定が可能なこと			

表 5-4-1 機能維持確認項目

- 6. 波及的影響評価
- 6.1 基本方針

その他の設備は、別添 3-1 の「4.3(4) 波及的影響評価」にて設定した評価方針に従い、他の可搬型重大事故対処設備等への波及的影響評価を実施する。

その他設備の波及的影響評価は、「6.2 評価対象部位」に示す評価対象部位が、「6.3 許 容限界」に示す許容限界を満足することを、「6.4 評価方法」に示す方法を用いて評価を行 う。

6.2 評価対象部位

その他設備の評価対象部位は、別添 3-1 の「3.2 許容限界」にて設定したとおり、その他の設備全体とする。

6.3 許容限界

その他設備の許容限界は、「6.2 評価対象部位」にて設定した評価対象部位の保管場所の 設置床の最大加速度が、加振試験によりスリング等の固縛装置の支持機能が維持されることを 確認した加振台の最大加速度以下であることとする。

6.4 評価方法

その他設備の波及的影響評価は,別添 3-1 の「2.2 評価方針」にて設定した評価方針に従 い,保管場所の設置床の最大加速度と,「3. 加振試験」における加振試験にて固縛装置の支 持機能を維持できることを確認した加振台の最大加速度の比較を行い,水平方向と鉛直方向の 比較結果がそれぞれ許容限界以下であることを確認する。 V-2-別添 3-6 可搬型重大事故等対処設備の 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果

1.	概要 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	•••••	1
2.	基本方針 ·····	•••••	1
3.	評価方法 ·····	•••••	1
4.	評価結果 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	••••• (	3
4.	1 水平2方向及び鉛直方向の組合せの評価設備(部位)の抽出・・・・・・・・・・・・	••••• (	3
4.	2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	••••• 2	4
4.	3 まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	•••••	4
#### 1. 概要

本資料は、資料V-2-別添 3-1「可搬型重大事故等対処設備の耐震計算方針」に基づき、基準 地震動S。による地震力に対する機能を保持できることを確認した可搬型重大事故等対処設備に 対し、水平2方向及び鉛直方向の組合せによる地震力が与える影響について説明するものである。 なお、耐震設計上の重大事故等対処施設の設備の分類に該当しない設備である可搬型重大事故等 対処設備は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の 解釈」別記 2 において水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価を要求されていない が、確認を行うものである。

### 2. 基本方針

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、資料V-2-1-8「水平2方 向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「4.2 機器・配管系」の評価方針を 踏まえて、可搬型設備としての構造上及び保管方法の特徴を踏まえた抽出を行い、設備が有する 耐震性に及ぼす影響を評価する。

3. 評価方法

資料V-2-1-8「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「4. 各施 設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針」を踏まえて、基準地震動S 。による地震力に対して、耐震評価を実施する設備のうち、従来の設計手法における水平1方向 及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して、設備の構造特性から水平2方向及び鉛直 方向地震力の組合せによる影響の可能性があるものを抽出し、設備が有する耐震性に及ぼす影響 を評価する。影響評価のフローを図 3-1 に示す。

(1) 評価対象となる設備の整理

可搬型重大事故等対処設備のうち,基準地震動S。による地震力に対して構造強度及び機能維持を確認する設備を評価対象とする。(図 3-1①)

(2) 構造上の特徴による抽出

可搬型設備としての構造上及び保管方法の特徴から水平2方向の地震力が重複する観点に て検討を行い,水平2方向の地震力による影響の可能性がある設備を抽出する。(図 3-1②)

(3) 発生値の増分による抽出

水平2方向の地震力による影響の可能性がある設備に対して,水平2方向の地震力が各方 向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力等を求め,従来の水平1方向及び鉛直 方向地震力の組合せによる設計に対して,水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した発生値 の増分を用いて影響を検討し,耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。(図 3-1③)

- (4) 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価
  - (3)の検討において算出された荷重や応力等を用いて、設備が有する耐震性への影響を検



図 3-1 水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を考慮した影響評価のフロー

- 4. 評価結果
- 4.1 水平2方向及び鉛直方向の組合せの評価設備(部位)の抽出

評価対象設備を表 4-1 に示す。資料V-2-12「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関 する影響評価結果」の「3.2 機器・配管系」の評価設備(部位)の抽出方法を踏まえ,評価 対象設備の各評価部位,応力分類に対し構造上の特徴から,水平 2 方向の地震力による影響を 以下の項目により検討し,影響の可能性がある設備を抽出した。

(1) 水平2方向の地震力が重複する観点

評価対象設備は、水平1方向の地震力に加えて、さらに水平直交方向に地震力が重複した 場合、水平2方向の地震力による影響を検討し、影響が軽微な設備以外の影響検討が必要と なる可能性があるものとして抽出した。抽出結果を表 4-2 に示す。

なお、対象設備の抽出に当たって、耐震性への影響が軽微とした設備の理由を以下に示す。

- ① 機能維持評価対象設備
  - a. 発電機

現行の機能維持確認済加速度における詳細評価*で最弱部である軸系において、曲 げに対して軸直角方向の水平方向の地震力のみを負担し、ほかの水平方向の地震力は 負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。

b. 横型ポンプ

現行の機能維持確認済加速度における詳細評価*で最弱部である軸系において、曲 げに対して軸直角方向の水平方向の地震力のみを負担し、ほかの水平方向の地震力は 負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。

c. 圧縮機

現行の機能維持確認済加速度における詳細評価*で最弱部である軸系において、曲 げに対して軸直角方向の水平方向の地震力のみを負担し、ほかの水平方向の地震力は 負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。

d. 収納箱

収納箱に保管している設備(収納ラック保管含む)は、収納箱内で緩衝材によって 保護されており、X,Yの2方向入力に対して、応答増加は生じないものと考えられ ることから、水平2方向の入力の影響は軽微である。

e. その他

水平2方向と鉛直方向を同時に入力した加振試験結果に基づき機能維持評価を実施 している。

注記 *: JEAG4601-1991 で定められた評価部位の余裕度評価

(2) 水平1方向及び鉛直方向地震力に対する水平2方向及び鉛直方向地震力の増分の観点

(1) にて影響の可能性がある設備について,水平2方向の地震力が各方向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め,従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の設計手法による発生値と比較し,その増分により影響の程度を確認し,耐震性への影響が懸念される設備を抽出した。抽出結果を表4-2に示す。

なお、対象設備の抽出にあたって、耐震性への影響が軽微とした設備の理由を以下に示す。

- ① 構造強度評価対象設備
  - a. 車両型設備

車両型設備に積載したポンプ,発電機,内燃機関等は,矩形構造の横型回転機器で あり応答軸(強軸・弱軸)が明確である。水平2方向の地震力が発生した場合,その 応答はそれぞれの応答軸方向に分解され,実質的には弱軸方向に1方向入力した応答 レベルと同等となることから,耐震性への影響の懸念はないと整理した。

b. ボンベ型設備

ボンベ型設備は、矩形構造の架構設備であり応答軸(強軸・弱軸)が明確である。 水平2方向の地震力が発生した場合、その応答はそれぞれの応答軸方向に分解され、 実質的には弱軸方向に1方向入力した応答レベルと同等となることから、耐震性への 影響の懸念はないと整理した。

#### ② 機能維持評価設備

a. その他設備(本体固縛設備)

その他設備(本体固縛設備)は、応答軸(強軸・弱軸)が明確である。水平2方向の地震力が発生した場合、その応答はそれぞれの応答軸方向に分解され、実質的には弱軸方向に1方向入力した応答レベルと同等となることから、耐震性への影響の懸念はないと整理した。

4.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

表 4-2 において,水平 2 方向の地震力による影響の可能性があるとして抽出された設備はないため,水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価を行う設備はない。

4.3 まとめ

可搬型重大事故等対処設備について,水平2方向及び鉛直方向地震力の影響を受ける可能性 がある設備(部位)について,従来設計手法における保守性も考慮した上で抽出し,従来の水 平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して影響を確認した結果,設備が有する 耐震性に影響のないことを確認したため,設計手法に加えて更なる設計上の配慮が必要な設備 はない。

別添番号	設備名称	構造強 度評価	機能維 持評価	部位*
別添 3-3	可搬型代替注水大型ポンプ	0	0	各部位
	可搬型代替注水中型ポンプ	0	0	各部位
	可搬型代替低圧電源車	0	0	各部位
	窒素供給装置用電源車	0	0	各部位
	窒素供給装置	0	0	各部位
	タンクローリ	0	0	各部位
	非常用窒素供給系高圧窒素ボンベユニット	0	_	各部位
	非常用逃がし安全弁駆動系高圧窒素ボンベユニット	0	—	各部位
別添 3-4	中央制御室待避室空気ボンベユニット	0	—	各部位
	緊急時対策所加圧設備	0	—	各部位
	第二弁操作室空気ボンベユニット	0	—	各部位
	緊急時対策所エリアモニタ	—	0	各部位
	可搬型モニタリング・ポスト	—	0	各部位
	可搬型ダスト・よう素サンプラ	—	0	各部位
	β線サーベイ・メータ	—	0	各部位
	NaIシンチレーションサーベイ・メータ	—	0	各部位
	ZnSシンチレーションサーベイ・メータ	—	0	各部位
	電離箱サーベイ・メータ	—	0	各部位
	小型船舶	_	0	各部位
	可搬型気象観測設備	—	0	各部位
₽Ⅱ沃 2_5	可搬型計測器	—	0	各部位
万寸40~3~3	可搬型整流器	—	0	各部位
	逃がし安全弁用可搬型蓄電池	—	0	各部位
	「可搬型照明 (SA)	—	0	各部位
	携行型有線通話装置	—	0	各部位
	無線連絡設備 (携帯型)	—	0	各部位
	衛星電話設備 (携帯型)	_	0	各部位
	衛星電話設備(可搬型)(待避室)	—	0	各部位
	酸素濃度計	—	0	各部位
	二酸化炭素濃度計	_	0	各部位
	データ表示装置(待避室用含む)	—	0	各部位

表 4-1	水平2方向及び鉛直方向地	也震力の影響検討対象設備
-------	--------------	--------------

注記 *:評価部位については、別添 3-3 から別添 3-5 に示す耐震評価箇所のとおり。

# 表 4-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果(1/5)

(凡例) ○:影響の可能あり

△:影響軽微

-:該当なし

(1) 侢垣烛及評価(1/
---------------

	水平2方向及び鉛直方向地震力の影響の可能性			
設備(機種)及び部位	4.1項(1)	4.1項(2)	検討な田(影響政神の田中)	
	の観点	の観点	便討 和未 (影響 軽 做 の 埋 田)	
可拠刑代券注水十刑ポンプ	0	$\bigtriangleup$	4.1 項(2)①a. 「車両型設備」	
可搬空代督在小八空小ンフ			の理由による	
可拠刑保持決水中刑ポンプ	0	$\bigtriangleup$	4.1 項(2)①a. 「車両型設備」	
可撤至代替在小中空小ンフ			の理由による	
可抛刑伏转任工事酒审	0	$\bigtriangleup$	4.1 項(2)①a. 「車両型設備」	
可撤空代督씮庄电你早			の理由による	
空丰州公准罢田重酒市	0	$\bigtriangleup$	4.1 項(2)①a. 「車両型設備」	
至糸供和表圓用电似早			の理由による	
· 本主供约壮平		$\triangle$	4.1 項(2)①a. 「車両型設備」	
至系供柏装直	0		の理由による	
	0		4.1 項(2)①a. 「車両型設備」	
ダングローリ			の理由による	

# 表 4-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果(2/5)

(凡例) ○:影響の可能あり

#### △:影響軽微

-:該当なし

(1)	構造強度評価	(2/2)
\ <del>•</del> /		

	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響の可能性			
設備(機種)及び部位	4.1項(1)	4.1項(2)		
	の観点	の観点	快討 お米 (影響軽做の理由)	
非常用窒素供給系	$\sim$	$\bigtriangleup$	4.1 項(2)①b. 「ボンベ型設	
高圧窒素ボンベユニット	0		備」の理由による	
非常用逃がし安全弁駆動系	$\bigcirc$	^	4.1 項(2)①b. 「ボンベ型設	
高圧窒素ボンベユニット	0		備」の理由による	
中央制御室待避室	$\bigcirc$		4.1 項(2)①b. 「ボンベ型設	
空気ボンベユニット	0		備」の理由による	
取為吐丹拳武加了訊/#		$\bigtriangleup$	4.1 項(2)①b. 「ボンベ型設	
<u>梁</u> 忌时刈束 <u>別</u> 加 <u></u> 武 加 上 設 備	0		備」の理由による	
<u> </u>	0	$\triangle$	4.1 項(2)①b. 「ボンベ型設	
用一开操作主空気小ノハユニット 第二			備」の理由による	
非常用窒素供給系	$\bigcirc$	٨	4.1 項(2)①b. 「ボンベ型設	
高圧窒素ボンベユニット	0	$\bigtriangleup$	備」の理由による	

# 表 4-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果(3/5)

(凡例) ○:影響の可能あり

#### △:影響軽微

- : 該当なし

	水平2方向及び鉛直方向地震力の影響の可能性		
設備(機種)及び部位	4.1項(1)	4.1項(2)	
	の観点	の観点	検討福米 (影響軽傾の理由)
			4.1 項(1)①a., b.及びe.
可搬型代替注水大型ポンプ	$\bigtriangleup$	—	「発電機」,「横型ポンプ」及び
			「その他」の理由による
「「柳刑学株沙水中刑ポンプ	Δ	_	4.1 項(1)①a. 「発電機」の理
可撤至代替在水中至ホンク			由による
可抛刑仕转任工卖酒审		_	4.1 項(1)①a.及びe. 「発電
可撤空代督怟庄电原单			機」及び「その他」の理由による
空丰仲公壮罢田季酒古	$\bigtriangleup$	_	4.1 項(1)①a.及びe. 「発電
至杀洪和表匡用电你早			機」及び「その他」の理由による
		_	4.1 項(1)①c. 「圧縮機」の理
至糸供柏表直			由による
		_	4.1項(1)①b.及びe. 「横型ポ
タンクローリ			ンプ」及び「その他」の理由によ
			3

(2) 機能維持評価(1/3)

# 表 4-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果(4/5)

(凡例) ○:影響の可能あり

△:影響軽微

- : 該当なし

	水平2方向及び鉛直方向地震力の影響の可能性			
設備(機種)及び部位	4.1項(1)	4.1項(2)		
	の観点	の観点	検討結果(影響軽做の理由)	
取名吐基策ボールマテーク		_	4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
紫急時対東所エリアモニタ	$\bigtriangleup$		由による	
ゴ柳刊テークリング・ポット		_	4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
可搬空モニタリンク・ホスト			由による	
ゴ枷刑ゲっし、ときま止いプラ			4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
可搬空タスト・よう素サンノフ	$\bigtriangleup$	_	由による	
0. 伯山 ごく ひ カ	^		4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
β禄リー//1・メータ	$\triangle$	_	由による	
NaIシンチレーション	^		4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
サーベイ・メータ	$\bigtriangleup$	_	由による	
ZnSシンチレーション	Δ	_	4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
サーベイ・メータ			由による	
雪離笠井」ベイ・オーク		_	4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
电離相リーンイ・メーク			由による	
小开目的八角石	0		4.1 項(2)②a. 「本体固縛設	
小至加加			備」の理由による	
可柳利仁名知测剂供			4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
可加至风豕鲵侧砹佣			由による	
□1-₩1-#1=1-300-00	^	_	4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
可加空司側話			由による	
司枷刑敢法职	$\bigcirc$	^	4.1 項(2)②a. 「本体固縛設	
可掀空雀ጢ奋	Ŭ	$\square$	備」の理由による	

(2) 機能維持評価(2/3)

# 表 4-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果(5/5)

(凡例) ○:影響の可能あり

#### △:影響軽微

- : 該当なし

	水平2方向及び鉛直方向地震力の影響の可能性			
設備(機種)及び部位	4.1項(1)	4.1項(2)		
	の観点	の観点	使討結末(影響軽做の理由)	
*************************************	0	~	4.1 項(2)②a. 「本体固縛設	
2017し女王开用可撤至留电池	0	$\square$	備」の理由による	
可拠刑昭明(SA)	$\sim$		4.1 項(2)②a. 「本体固縛設	
可颁至照明(3 A)	0		備」の理由による	
推行刑方编译托告署	^	_	4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
伤11空有脉通前表直	$\square$		由による	
無須連約記借 (推共刑)			4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
黑脉連桁砹佣 (扬桁空)			由による	
御見雪託記借 (推共刑)		_	4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
阐生电站议佣 (饬帝至)			由による	
衛星電話設備(可搬型)	0	^	4.1 項(2)②a. 「本体固縛設	
(待避室)	$\bigcirc$	$\square$	備」の理由による	
	~		4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
政光候戊司	$\bigtriangleup$	_	由による	
一酚化片丰油产业	~		4.1 項(1)①d. 「収納箱」の理	
			由による	
			4.1 項(2)②a. 「本体固縛設	
/ 一 / 衣小表直(付班主用百む)	U		備」の理由による	

(2) 機能維持評価 (3/3)