

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-170 改1
提出年月日	平成30年3月6日

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

本日も説明

1. 概要	1
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	1
3.1 建物・構築物	1
3.2 機器・配管系	X
3.3 屋外重要土木構造物	X
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	X

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 S_s を用いる。基準地震動 S_s は、V-2-1-2「基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」による。

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 S_s は、複数の基準地震動 S_s 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 FEM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。

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

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
柱	一般部	○	—	—	○	—	○	○	○
	隅部	○	○	○	○	—	○	○	○
	地下部	○	—	—	—	—	—	○	—
	筒身	—	○	—	—	—	—	—	—
梁	一般部	○	○	○	○	—	○	○	○
	地下部	○	—	—	—	—	—	○	—
	鉄骨トラス	○	—	—	○	—	—	○	—
壁	一般部	○	—	—	○	○	○	○	○
	地下部	○	—	—	—	○	—	○	—
	鉄骨ブレース	—	○	○	—	—	—	—	○
床 屋根	一般部	○	—	—	○	○	○	○	○
基礎	基礎スラブ	○	—	○	○	○	○	○	—
	ケーソン	—	—	—	—	—	—	○	—
	基礎梁	—	○	—	—	—	—	—	○
	杭	—	○	○	○	—	○	○	○

凡例 ○：対象の構造部材有り，—：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
(荷重の組合せによる応答特性)

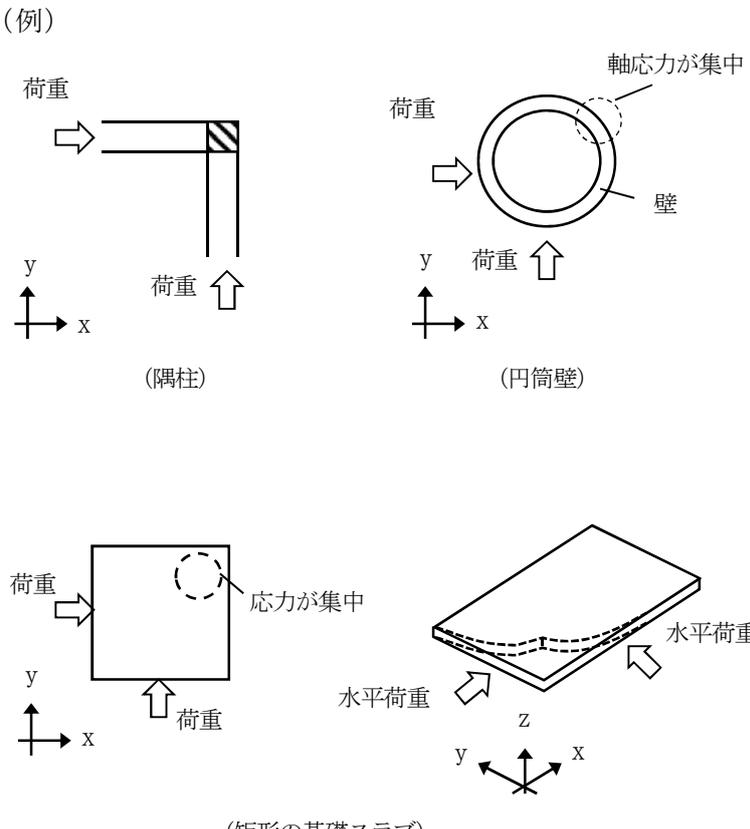
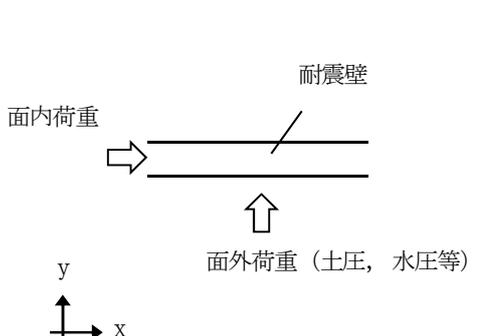
荷重の組合せによる応答特性	影響想定部位
<p>①-1</p> <p>直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中</p>	<p>応力の集中する隅柱等</p> <p>(例)</p>  <p>(隅柱)</p> <p>(円筒壁)</p> <p>(矩形の基礎スラブ)</p>
<p>①-2</p> <p>面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用</p>	<p>土圧を負担する地下耐震壁等 水圧を負担するプール壁等</p> <p>(例)</p>  <p>耐震壁</p> <p>面内荷重</p> <p>面外荷重 (土圧, 水圧等)</p>

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)

3 次元的な 応答特性	影響想定部位
<p>②-1</p> <p>面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい</p>	<p>大スパン又は吹き抜け部に設置された部位 (例)</p> <p>耐震構造部材</p> <p>面内荷重</p> <p>面外慣性力</p> <p>(耐震構造部材)</p> <p>面内荷重</p> <p>面外慣性力</p> <p>(鉄骨トラス)</p>
<p>②-2</p> <p>加振方向以外の方に励起される振動</p>	<p>塔状構造物を含む、ねじれ挙動が想定される建物・構築物 (例)</p> <p>荷重</p> <p>耐震構造部材</p> <p>(壁)</p> <p>(鉄骨架構)</p> <p>荷重</p> <p>壁</p> <p>スラブ</p> <p>(床・屋根)</p> <p>面内荷重</p> <p>柱</p> <p>ブレース</p> <p>(ブレース)</p>

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)

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
柱	一般部	該当なし	—	—	該当なし	—	該当なし	該当なし	該当なし
	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)
	地下部	該当なし	—	—	—	—	—	該当なし	—
	筒身	—	該当なし	—	—	—	—	—	—
梁	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
	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	—
壁	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)
	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	基礎スラブ	①-1 要	—	①-1 要	①-1 要	①-1 要	①-1 要	該当なし	—
	ケーソン	—	—	—	—	—	—	該当なし	—
	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

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。

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)

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
柱	一般部	不要	—	—	不要	—	不要	不要	不要
	隅部	不要	要	要	不要	—	不要	不要	不要
	地下部	不要	—	—	—	—	—	不要	—
	筒身	—	不要	—	—	—	—	—	—
梁	一般部	不要	不要	②-2	不要	—	不要	不要	不要
	地下部	不要	—	—	—	—	—	不要	—
	鉄骨トラス	不要	—	—	不要	—	—	不要	—
壁	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 ^(※1)	不要
	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	基礎スラブ	要	—	要	要	要	要	不要	—
	ケーソン	—	—	—	—	—	—	不要	—
	基礎梁	—	不要	—	—	—	—	—	不要
	杭	—	要	要	要	—	要	不要	不要

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。

表 3-1-6 3次元FEMモデルを用いた精査

耐震評価部位		対象 建物・構築物	3次元的な応答特性	3次元モデルを用いた精査方法	3次元モデルを用いた精査結果
梁	一般部	<u>非常用ガス処理系</u> <u>配管支持架構</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。	追而
壁	一般部	<u>原子炉建屋</u> (<u>燃料取替フロア</u>)	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	追而
	鉄骨 ブレース	<u>非常用ガス処理系</u> <u>配管支持架構</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	追而
耐震評価 部位全般		<u>原子炉建屋</u>	局所的な応答	同上	追而

(注) 下線部は代表として評価する建物・構築物を示す。

3.1.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価部位の抽出結果

(1) 建物・構築物における影響評価部位の抽出結果

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定されるとして抽出した部位を表3-1-7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」のうち、重要施設である非常用ガス処理系排気筒を支持する、主排気筒鉄塔部の支柱材を代表として、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を行う。また、建屋規模が大きく、重要な設備を多く内包している等の留意すべき特徴を有している原子炉建屋の基礎を代表として、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を行う。

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、施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮し、上部に床などの拘束がなく、面外荷重（水圧）が作用する原子炉建屋使用済燃料貯蔵プールの壁を代表して、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を行う。

3.1.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価

追而

表 3-1-7 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価部位の抽出結果

応答特性	耐震評価部位		対象建物・構築物	代表評価部位
①-1	柱	隅部	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>主排気筒</u> ・ 非常用ガス処理系配管支持架構 	重要設備である非常用ガス処理系排気筒を支持する、主排気筒鉄塔部の支柱材を代表として評価する。
	基礎	基礎スラブ ・ 杭	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>原子炉建屋</u> ・ 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層 ・ 緊急時対策所建屋 	建物規模が比較的大きく、重要な設備を多く内包している等の留意すべき特徴を有している原子炉建屋の基礎を代表として評価する。
①-2	壁	水圧作用部 地下部	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>原子炉建屋（使用済燃料貯蔵プール）</u> ・ 原子炉建屋（壁地下部） ・ 格納容器圧力逃がし装置格納槽（壁地下部） ・ タービン建屋（壁地下部） 	施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮し、上部に床などの拘束がなく、面外荷重（水圧）が作用する使用済燃料貯蔵プールの壁を評価する。

凡例 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「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

(注) 下線部は代表として評価する建物・構築物を示す。

3.1.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果

追而