

島根原子力発電所第2号機 指摘事項に対する回答整理表(耐震性についての計算書:ダクト関連)

No.	指摘日	資料の該当箇所				コメント内容	回答日	回答	資料等への 反映箇所	備考
		ヒアリング 資料番号	図書種別、 目録番号	図書名称	該当頁					
設置変更許可 審査からの 申送り事項 No.78	その他	—	設置許可 まとめ資料 4条	下位クラス施設の波及的影響の検討について	4条-別紙9- 201.203、 204.219～ 230.250	上位クラス施設である2号機排気筒に波及的影響を及ぼすおそれのある主排気ダクトについて、基準地震動Ss1に対する構造健全性評価により、上位クラス施設の有する機能を損なわないことを説明する。	2022/12/21	上位クラス施設である2号機排気筒に波及的影響を及ぼすおそれのある主排気ダクトについて、基準地震動Ss1に対する構造健全性評価により、上位クラス施設の有する機能を損なわないことを確認しました。	NS2-添2-014-28改02「VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書」	【分類D】

島根原子力発電所第2号機 指摘事項に対する回答整理表(耐震性についての計算書:ダクト関連)

No.	指摘日	資料の該当箇所				コメント内容	回答日	回答	資料等への反映箇所	備考
		ヒアリング資料番号	図書種別、目録番号	図書名称	該当頁					
1	2022/4/6	NS2-添2-001-13改01(比)	比較表(VI-2-1-13)	先行審査プラントの記載との比較表(VI-2-1-13ダクト及び支持構造物の耐震計算について)	P.13	円形ダクトの座屈評価について、鉛直方向に設置されているダクトの設計震度の設定法を説明すること。	2022/12/21	設計震度 α の設定について、ダクトが水平及び鉛直いずれの方向に設置している場合であっても、軸直角2方向の震度を考慮することがわかるよう追記しました。	NS2-添2-001-013改03「VI-2-1-13ダクト及び支持構造物の耐震計算について」P.11 NS2-添2-001-013改03(比)「先行審査プラントの記載との比較表(VI-2-1-13ダクト及び支持構造物の耐震計算について)」P.13	
2	2022/4/6	NS2-補-027-10-7改01	補足説明資料	ダクトの耐震計算方法について	P.5	ダクトの集中質量部を考慮した支持間隔の算定法について、支持間隔の縮小率の設定方法等の詳細を説明すること。	2022/12/21	集中質量部に関しては、発生曲げモーメントと許容座屈曲げモーメントを比較することで、設計余裕を確認しているため、集中質量部における発生曲げモーメントの算出方法について、説明を追記しました。	NS2-補-027-10-7改02「ダクトの支持点設計について」P.5~7	
3	2022/4/6	NS2-補-027-10-32改01	補足説明資料	ダクトの座屈評価で用いる補正係数、安全係数の設定根拠について	P.3	ダクトの耐震支持間隔の算定に係る座屈限界曲げモーメントの補正係数について、補正係数の設定で用いたダクト試験体の長さの実機のダクト支持間隔との関係及び本補正係数の設計への適用性を説明すること。	2022/12/21	ダクトの許容座屈曲げモーメント算定に用いる係数 λ について、試験体長さの実機スパンの関係の説明を追加しました。	NS2-補-027-10-32改02「ダクトの座屈評価で用いる補正係数、安全係数の設定根拠について」P.3~4	
4	2022/4/6	NS2-補-027-10-41改01	補足説明資料	ダクトの耐震支持間隔算定時におけるサポート剛性の取扱いについて	P.1	ダクトの耐震支持間隔の算定について、サポートの剛性によるダクト系の固有振動数低下分を考慮した算定法の詳細を説明すること。	2022/12/21	耐震支持間隔の算定において、サポート剛性を剛として取り扱うことに対する考え方について、説明を追加しました。	NS2-補-027-10-41改02「ダクトの耐震支持間隔算定時におけるサポート剛性の取扱いについて」P.1~3	
5	2022/4/6	NS2-補-027-10-41改01	補足説明資料	ダクトの耐震支持間隔算定時におけるサポート剛性の取扱いについて	P.1	ダクトの支持間隔について、サポートの剛性を踏まえダクト系として固有振動数20Hzを確保する設計とするとの説明と、「VI-2-1-13ダクト及び支持構造物の耐震計算について」における3つの手法による支持点決定までの設計手順(手法1:固有振動数が20Hz以上となるように算定、手法2:設計用床応答スペクトルを用いて算定、手法3:多質点系モデルを用いて算定)に係る説明との関係を明確にして説明すること。	2022/12/21	ダクトの固有振動数が十分剛となるようダクトの耐震支持間隔を算定する手法は、VI-2-1-13「ダクト及び支持構造物の耐震計算について」における手法1であることを明記しました。	NS2-補-027-10-41改02「ダクトの耐震支持間隔算定時におけるサポート剛性の取扱いについて」P.1	
6	2022/5/23	NS2-添2-014-28	耐震(計算書)(VI-2-11-2-7-13)	VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書	全般	主排気ダクトについて、その寸法等の諸元及び最小裕度部位を説明すること。	2022/10/19	4.4 設計条件の中で外径、厚さ、材料を記載しました。また、5. 評価結果の中で最大発生曲げモーメント評価点を追加しました。	NS2-添2-014-28改01「VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書」P.21,22,34,38	
7	2022/5/23	NS2-補-027-10-64	補足説明資料	主排気ダクトの座屈評価で用いる許容座屈曲げモーメント係数の設定根拠についての説明書	全般	主排気ダクトの耐震評価法について、「VI-2-1-13ダクト及び支持構造物の耐震計算について」に記載の評価法との相違点及びその理由を説明すること。	2022/10/19	主排気ダクトは「VI-2-1-13ダクト及び支持構造物の耐震計算について」に詳細に記載されている手法1及び手法2ではなく、多質点系モデルにて評価する手法3にて評価しております。それぞれの評価手法の詳細が分かるように、「VI-2-1-13ダクト及び支持構造物の耐震計算について」に手法3の具体的な評価手法について、記載を拡充しました。	NS2-添2-001-13改02「VI-2-1-13ダクト及び支持構造物の耐震計算について」P.13~15 NS2-添2-001-13改02(比)「先行審査プラントの記載との比較表(VI-2-1-13ダクト及び支持構造物の耐震計算について)」P.14~16	
8	2022/5/23	NS2-添2-014-28	耐震(計算書)(VI-2-11-2-7-13)	VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書	P.1	主排気ダクトについて、2号機排気筒、SGTS排気筒等との位置関係を詳細に説明すること。	2022/10/19	主排気ダクトと上位クラス施設の位置関係図において、排気筒(非常用ガス処理系用)を追加しました。また、2号機排気筒が排気筒(非常用ガス処理系)の間接支持構造物である旨の注記を追加しました。	NS2-添2-014-28改01「VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書」P.1	

No.	指摘日	資料の該当箇所				コメント内容	回答日	回答	資料等への反映箇所	備考
		ヒアリング資料番号	図書種別、目録番号	図書名称	該当頁					
9	2022/5/23	NS2-添2-014-28	耐震(計算書)(VI-2-11-2-7-13)	VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書	P.1	主排気ダクトの2号機排気筒への波及的影響の評価について、評価部位の選定理由を説明すること。	2022/10/19	本計算書における評価範囲は、地震時に本機器が転倒及び落下した場合に、2号機排気筒に対して波及的影響を及ぼすおそれがある範囲としています。本事項が分かるように、記載を拡充するとともに、評価範囲に着色し、評価範囲と上位クラス施設との位置関係を明確にしました。	NS2-添2-014-28改01「VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書」P.1	
10	2022/5/23	NS2-添2-014-28	耐震(計算書)(VI-2-11-2-7-13)	VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書	P.1	主排気ダクトについて、角ダクトと丸ダクトでは耐震評価法が異なるため、概略構造図において、それぞれの範囲を説明すること。	2022/10/19	円形ダクト及び矩形ダクトについて、概略構造図に範囲を追記しました。また、より詳細な評価点を示すため、円形ダクト及び矩形ダクトの設計条件を示し、それぞれの評価点及び鳥瞰図を追加しました。	NS2-添2-014-28改01「VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書」P.2.4~6.21	
11	2022/5/23	NS2-添2-014-28	耐震(計算書)(VI-2-11-2-7-13)	VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書	P.14	支持構造物の拘束条件について、解析モデルへの反映方法を説明すること。	2022/10/19	支持構造物の拘束条件を記載した鳥瞰図を追加しました。	NS2-添2-014-28改01「VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書」P.3~8	
12	2022/5/23	NS2-添2-014-28	耐震(計算書)(VI-2-11-2-7-13)	VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書	P.2	主排気ダクト及び支持構造物解析モデルについて、ダクトの曲がり部及び分岐部の構造、支持構造物(支持装置)の部材の接合方法及びモデル化方法を説明すること。	2022/10/19	ダクトの曲がり部及び分岐部の構造、支持構造物(支持装置)の部材の接合方法及びモデル化方法について示した資料を新たに追加しました。	NS2-補-027-10-78「主排気ダクト及び支持構造物解析モデルについての説明書」	
13	2022/5/23	NS2-添2-014-28	耐震(計算書)(VI-2-11-2-7-13)	VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書	P.25	支持構造物の耐震性評価について、基礎ボルトの評価結果を説明すること。	2022/10/19	基礎ボルトの評価結果を追加しました。	NS2-添2-014-28改01「VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書」P.31,32,36,40	
14	2022/5/23	NS2-補-027-10-64	補足説明資料	主排気ダクトの座屈評価で用いる許容座屈曲げモーメント係数の設定根拠についての説明書	全般	解析モデルにおけるダクトの剛性について、具体的な算出方法を説明すること。	2022/10/19	「VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について」に、手法3として断面二次モーメントの算出方法を記載しました。	NS2-添2-001-13改02「VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について」JP.13~15 NS2-添2-001-13改02(比)「先行審査プラントの記載との比較表(VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について)」P.14~16	
15	2022/5/23	NS2-補-027-10-64	補足説明資料	主排気ダクトの座屈評価で用いる許容座屈曲げモーメント係数の設定根拠についての説明書	P.2	丸ダクトの許容座屈曲げモーメントの設定について、メカにて設定した安全率を用いる妥当性を説明すること。	2022/10/19	機械工学便覧に記載されている算出方法と比較し、安全率が妥当な設定であることを確認しました。	NS2-補-027-10-64改01「主排気ダクトの座屈評価で用いる許容座屈曲げモーメント係数の設定根拠についての説明書」	
16	2022/10/19	NS2-添2-001-13改02	耐震(計算書)(VI-2-1-13)	VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について	P.13~15	ダクトの設計方法について、支持間隔又は支持点位置の設定に係る手法1及び2と手法3とでの許容座屈曲げモーメントの設定方法の違いを説明すること。	2022/12/21	手法3による許容座屈曲げモーメントは、主排気ダクトにのみ適用する値であることを明確化するため、許容座屈曲げモーメントの算出式を「VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について」から削除し、個別の計算書である「VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書」のみに記載することになりました。また、手法1.2における評価式によって求めた数値との比較を行いました。	NS2-添2-001-013改03「VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について」P.13 NS2-添2-001-013改03(比)「先行審査プラントの記載との比較表(VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について)」P.14 NS2-補-027-10-64改02「主排気ダクトの座屈評価で用いる係数の設定根拠についての説明書」P.6	

島根原子力発電所第2号機 工認記載適正化箇所(耐震性についての計算書:ダクト関連)

No.	図書番号	図書名称	該当頁	適正化内容	提出年月日	備考
No.1~116については、NS2-他-211改01で整理済みのため省略。						
117	NS2-添2-001-13改04	VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について	P.1	記載を適正化しました。(下線部参照) (旧)本方針は、空調換気系ダクトに適用し、ダクト及び支持構造物について耐震設計上十分安全であるように考慮すべき事項を定めたものである。 (新)本方針は、空調換気系ダクトに適用し、ダクト及び支持構造物について耐震設計上十分安全である設計とするために考慮すべき事項を定めたものである。	2023/1/17	
118	NS2-添2-001-13改04	VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について	P.5	手法3の使い分けを明確にするため、記載を適正化しました。(下線部参照) (旧)一方、ダクトのモデル化及び地震応答解析を行い、支持点位置を設定する手法があり、これを手法3と呼ぶ。この3つの手法を用いてダクトの設計を行う。 ダクトの支持点は、まず手法1の支持間隔で計画し、施工性及びダクトの周辺条件等を考慮して手法1の支持間隔以内に収まらない場合は、手法2もしくは手法3の設計手法で計画する。 (新)一方、ダクトのモデル化及び地震応答解析を行い、支持点位置を設定する手法があり、これを手法3と呼ぶ。手法3は個別に耐震評価を行う場合に適用する。この3つの手法を用いてダクトの設計を行う。 手法1もしくは手法2を適用する場合、ダクトの支持点は、まず手法1の支持間隔で計画し、施工性及びダクトの周辺条件等を考慮して手法1の支持間隔以内に収まらない場合は、手法2の設計手法で計画する。	2023/1/17	
119	NS2-添2-001-13改04	VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について	P.5	解析方法を明確にするため、記載を適正化しました。(下線部参照) (旧)ダクトを多質点系モデルにモデル化し、有限要素法によりダクトに生じる曲げモーメントを求め、・・・ (新)ダクトを多質点系のはり要素にモデル化し、有限要素法によりはりに生じる曲げモーメントを求め、・・・	2023/1/17	
120	NS2-添2-001-13改04	VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について	P.6	手法3の使い分けを明確にするため、図4-2を適正化しました。	2023/1/17	
121	NS2-添2-001-13改04	VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について	P.12	より正確な表現にするため、記載を適正化しました。(下線部参照) (旧) α :設計震度(水平震度及び鉛直震度のベクトル和*)(-) 注記*:円形ダクトは、形状から弱軸となる方向がないため、水平震度及び鉛直震度のベクトル和を設計震度に適用する。 (新) α :設計震度(軸直角2方向の震度のベクトル和*)(-) 注記*:円形ダクトは、形状から弱軸となる方向がないため、 <u>軸直角2方向の震度のベクトル和</u> を設計震度に適用する。自重が軸直角方向に作用する場合は、自重も考慮する。	2023/1/17	
122	NS2-添2-001-13改04	VI-2-1-13 ダクト及び支持構造物の耐震計算について	P.15	図4-8におけるフレクター断面図中の流路の矢印を小さくしました。	2023/1/17	
123	NS2-添2-014-28改03	VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書	P.38,42	基礎ボルトの応力評価について、許容組合せ応力を考慮している旨の注記を追記しました。 <追記> 注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$	2023/1/17	

No.	図書番号	図書名称	該当頁	適正化内容	提出年月日	備考
124	NS2-補-027-10-41改03	ダクトの耐震支持間隔算定時におけるサポート剛性の取扱いについて	P.1	設計方針が明確になるよう、考慮内容を簡条書きとし、記載を適正化しました。(下線部参照) (旧)そこで実際の設計においては、図2-1に示すとおり、ダクト計算モデルの固有振動数 f_{ps} と実機におけるダクト(サポートとの連成)の固有振動数 f_{ps}' との偏差が10%以内となるよう、一定以上のサポートばね定数(サポート剛性) K_s を確保するものとしている。 したがって、ダクトの耐震支持間隔算定時は、実機におけるダクト(サポートとの連成)の固有振動数 f_{ps}' との偏差10%を考慮した固有振動数(設計値 f_p に10%以上の裕度を付加した固有振動数)により設計しており、そのうえでサポートの必要剛性を満足する設計としている。 (新)そこで実際の設計においては、図2-1に示すとおり、以下の2点を考慮する。 ①ダクト計算モデルの固有振動数 f_{ps} と実機におけるダクト(サポートとの連成)の固有振動数 f_{ps}' との偏差が10%以内となるよう、一定以上のサポートばね定数(サポート剛性) K_s を確保する。 ②ダクトの耐震支持間隔は、実機におけるダクト(サポートとの連成)の固有振動数 f_{ps}' との偏差10%を考慮した固有振動数(設計値 f_p に10%以上の裕度を付加した固有振動数)以上となるように設定する。	2023/1/17	
125	NS2-補-027-10-41改03	ダクトの耐震支持間隔算定時におけるサポート剛性の取扱いについて	P.1	簡条書きの記載に合わせ、図2-1に番号を追加しました。	2023/1/17	
126	NS2-補-027-10-64 改03	主排気ダクトの座屈評価で用いる係数の設定根拠についての説明書	目次,P.4.5	4.ダクトの剛性についてを本資料から削除し、以降の項番号及び表番号を適正化しました。	2023/1/17	
127	NS2-補-027-10-64 改03	主排気ダクトの座屈評価で用いる係数の設定根拠についての説明書	P.1	より正確な表現にするため、記載を適正化しました。(下線部参照) (旧)矩形ダクトの最大座屈モーメントは、メーカにて実施した曲げ試験の結果に基づき以下の式で算出できる ⁽²⁾ 。 (新)矩形ダクトの許容座屈曲げモーメントに用いる K_s は、メーカの試験結果を基に安全裕度を考慮して定めたものである。 メーカにて実施した曲げ試験の結果を上記算出式に当てはめると、以下のとおり係数が算出できる ⁽²⁾ 。	2023/1/17	
128	NS2-補-027-10-64 改03	主排気ダクトの座屈評価で用いる係数の設定根拠についての説明書	P.1.2	より正確な表現にするため、 K_s の導出過程の算式を適正化しました。	2023/1/17	
129	NS2-補-027-10-64 改03	主排気ダクトの座屈評価で用いる係数の設定根拠についての説明書	P.2	誤記を訂正しました。 (旧) ν : ポアソン比 (MPa) (新) ν : ポアソン比 (-)	2023/1/17	
130	NS2-補-027-10-64 改03	主排気ダクトの座屈評価で用いる係数の設定根拠についての説明書	P.4	より正確な表現にするため、記載を適正化しました。(下線部参照) (旧)ダクト評価においては、適切な安全係数を用いて成立性を確認できているため、問題ない。 (新)ダクト評価においては、2項及び3項に示すメーカの試験結果等に基づいた安全係数を用いて耐震性を確認できているため、問題ない。	2023/1/17	
131	NS2-補-027-10-64 改03	主排気ダクトの座屈評価で用いる係数の設定根拠についての説明書	P.5	引用文献の年版について、統一しました。(下線部参照) (旧)(3)「新版機械工学便覧」(1987年4月 日本機械学会編)A4-7.5.3a.iv 項 (4)「新版機械工学便覧」(1984年6月 日本機械学会編)A4-4.2.2c 項 (新)(3)「新版機械工学便覧」(1987年 日本機械学会編)A4-7.5.3a.iv 項 (4)「新版機械工学便覧」(1987年 日本機械学会編)A4-4.2.2c 項	2023/1/17	
132	NS2-補-027-10-64 改03	主排気ダクトの座屈評価で用いる係数の設定根拠についての説明書	P.5	4.ダクトの剛性についてを削除したことに伴い、引用文献から「(5) 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。))JISME S NC1-2005/2007)PPB-3860」を削除しました。	2023/1/17	