

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(三軸粘性ダンパ)

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					
詳細設計 申送り事項 No.38	審査会合 (H31.4.9)	-	設置許可 まとめ資料 4条	機器・配管系への制震装置 の適用	4条-別紙 18	制震装置を適用した地震応答解析の実施に係る論点の審査では、制震装置(単軸粘性ダンパ、三軸粘性ダンパ)の構造、作動原理、適用対象(配管系の対象)、適用実績との条件の差異、制震装置と対象設備の地震時の構造成立性、適用による効果、試験結果、解析モデル化・解析手法の妥当性等の詳細を説明すること。	①設置許可段階にて回答済 ②2022/3/9 2022/7/4 2022/8/5 2022/8/22 2022/9/1 (審査会合)	①制震装置(三軸粘性ダンパ)の構造、作動原理、適用対象(配管系の対象)、適用実績との条件の差異、適用による効果、試験結果、解析モデル化・解析手法の妥当性等の詳細については、設置許可段階にて回答しており、設工認図書にも記載しました。 ②三軸粘性ダンパ及び配管系の地震時の構造成立性について記載しました。	①4条-別紙18「機器・配管系への制震装置の適用」及びNS2-補-027-10-62「配管系に設置する三軸粘性ダンパの概要及び設計方針」 ②資料1-3-2「島根原子力発電所2号機 機器・配管系への制震装置の適用(三軸粘性ダンパ)」P.9~11 資料1-4-2「補足説明(島根原子力発電所第2号機 工事計画認可申請(補正)に係る論点整理について[機器・配管関係])」(通し頁P.113~154)	分類[B]
詳細設計 申送り事項 No.39	審査会合 (R2.7.14)	-	設置許可 まとめ資料 4条	機器・配管系への制震装置 の適用	4条-別紙 7-214~ 217	三軸粘性ダンパを設置した配管系の地震応答解析手法について、非対角成分が存在するモード空間での運動方程式に対して時間積分を行う方法の詳細と手法の妥当性を詳細設計段階で説明すること。	2022/3/9 2022/7/4 2022/8/5 2022/8/22 2022/9/1 (審査会合)	三軸粘性ダンパを設置した配管系の地震応答解析手法について、非対角成分が存在するモード空間での運動方程式に対して時間積分を行う方法の詳細と手法の妥当性を記載しました。	NS2-補-027-10-62「配管系に設置する三軸粘性ダンパの概要及び設計方針」P.83~87 資料1-3-2「島根原子力発電所2号機 機器・配管系への制震装置の適用(三軸粘性ダンパ)」P.7.8 資料1-4-2「補足説明(島根原子力発電所第2号機 工事計画認可申請(補正)に係る論点整理について[機器・配管関係])」P.86~91(通し頁P.91~96)	分類[B]
詳細設計 申送り事項 No.40	ヒアリング (R2.7.1)	-	設置許可 まとめ資料 4条	機器・配管系への制震装置 の適用	4条-別紙 18	単軸粘性ダンパ及び三軸粘性ダンパの保守管理について、詳細設計段階で説明すること。	2022/3/9 2022/7/4	三軸粘性ダンパの保守管理について記載しました。	NS2-補-027-10-62「配管系に設置する三軸粘性ダンパの概要及び設計方針」 P.38, 39	分類[B]
詳細設計 申送り事項 No.41	その他	-	設置許可 まとめ資料 4条	機器・配管系への制震装置 の適用	4条-別紙 18-35	(まとめ資料での当社の記載) 三軸粘性ダンパを設置した配管系の耐震評価については、弾性設計用地震動の6波を考慮して実施し、その結果を説明する。	2022/3/9 2022/7/4 2022/8/5 2022/8/22 2022/9/1 (審査会合)	弾性設計用地震動の6波に対する解析結果を記載しました。	NS2-補-027-10-29「主蒸気管の弾性設計用地震動Sdでの耐震評価について」	主な説明事項 【1-6】 (分類[B])

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(三軸粘性ダンパ)
 <審査会合におけるコメント>

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
		会合 資料番号	図書種別, 図書番号	図書名称	該当頁					
1	2022/9/1	資料1-3-2	審査会合資料	工事計画認可申請(補正)に係る論点整理	—	三軸粘性ダンパを設置した配管系の地震応答解析手法について、今回採用したモード座標系における運動方程式に対して時刻歴応答解析を実施する手法及びそれ以外の解析手法のメリットやデメリットを整理した上、解析手法の選定理由を補足説明資料に記載すること。	2023/1/16	配管系の主な解析手法に関して、三軸粘性ダンパを設置した配管系への適用性を運動方程式、評価手法、配管系の減衰の観点から纏め、モーダル座標系における運動方程式に対して時刻歴応答解析を実施する手法を選定した理由を追記しました。	NS2-補-027-10-62改02「配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針」P.28,29	主な説明事項 【1-6】

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(三軸粘性ダンパ)

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	2022/3/9	NS2-補-027-10-29	補足説明資料	主蒸気管の弾性設計用地震動Sdでの耐震評価について	P.0	耐震Bクラスの主蒸気管に、耐震Sクラスの許容応力状態であるIVASを設定している考え方を説明すること。	2022/7/4	弾性設計用地震動Sdで破損しないことの検討にあたって考慮する許容応力状態は、JEAG4601・補-1984に規定の通り許容応力状態IVASを適用している旨を追記しました。	NS2-補-027-10-29改01「主蒸気管の弾性設計用地震動Sdでの耐震評価について」P.2,4	
2	2022/3/9	NS2-補-027-10-29	補足説明資料	主蒸気管の弾性設計用地震動Sdでの耐震評価について	P.5,6	主蒸気管の支持構造物の許容応力について、耐震クラス、許容応力状態等を明確にした上で、設定の考え方を説明すること。	2022/7/4	耐震クラス、許容応力状態等を明確にし、JEAG4601・補-1984に規定の通り許容応力状態IVASを適用している旨を追記しました。	NS2-補-027-10-29改01「主蒸気管の弾性設計用地震動Sdでの耐震評価について」P.5~9	
3	2022/3/9	NS2-補-027-10-62	補足説明資料	配管系に設置する三軸粘性ダンパの概要及び設計方針	P.69	三軸粘性ダンパによって配管系に付与される減衰に対応した減衰マトリクス[CD]について、その設定方法を説明すること。	2022/8/5	三軸粘性ダンパを考慮した場合の減衰マトリクスについて、Maxwellモデルを組み込んだ3自由度系の配管モデルを例に運動方程式及びマトリクスを記載し、設定方法を明確にしました。	NS2-他-071改05「補足説明(島根原子力発電所第2号機 工事計画認可申請(補正))に係る論点整理について」P.88~90(通し頁P.94~96)	
4	2022/3/14	NS2-補-027-10-29	補足説明資料	主蒸気管の弾性設計用地震動Sdでの耐震評価について	P.6	三軸粘性ダンパに発生する変位について、許容変位内に収まることを説明すること。	2022/7/4	三軸粘性ダンパの評価について、荷重、地震変位振幅、累積消費エネルギーの評価結果を示しました。	NS2-補-027-10-29改01「主蒸気管の弾性設計用地震動Sdでの耐震評価について」P.7,8	
5	2022/3/14	NS2-補-027-10-62	補足説明資料	配管系に設置する三軸粘性ダンパの概要及び設計方針	P.17	三軸粘性ダンパの許容荷重について、メーカの仕様値、各部材の強度評価結果及び試験結果を踏まえ、その設定方法を説明すること。	2022/7/4	三軸粘性ダンパの許容限界について、考え方を明確にするとともに、評価する項目、評価方法、確認指標及び許容限界について記載しました。また、強度評価の詳細については、VI-2-1-12「配管及び支持構造物の耐震計算について」に記載しており、当該図書を呼び込みました。	NS2-補-027-10-62改01「配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針」P.30,31	
6	2022/3/14	NS2-補-027-10-62	補足説明資料	配管系に設置する三軸粘性ダンパの概要及び設計方針	P.83,84	多入力の時刻歴応答解析の適用について、運動方程式における外力項として、基準入力点の絶対加速度のほか、基準入力点に対する入力点の相対変位及び相対速度があると説明しているが、主蒸気配管の評価条件には、相対変位及び相対速度が示されていないため、両者の関係を説明すること。	2022/7/4	多入力の時刻歴解析における入力について記載を追加しました。なお、入力は時刻歴応答であり、時刻歴応答はNS2-補-027-10-29「主蒸気管の弾性設計用地震動Sdでの耐震評価について」の図4に記載しています。	NS2-補-027-10-62改01「配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針」P.91 NS2-補-027-10-29「主蒸気管の弾性設計用地震動Sdでの耐震評価について」P.21	
7	2022/7/4	NS2-補-027-10-62改01	補足説明資料	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.15,62	制震装置の設計について、適用している基準、島根2号機の評価の妥当性に関して記載を拡充して説明すること。	2022/8/5	制振装置の適用規格値について整理し、三軸粘性ダンパを設置した配管系の適用規格及び適用範囲を明確にしました。	NS2-他-071改05「補足説明(島根原子力発電所第2号機 工事計画認可申請(補正))に係る論点整理について」P.16(通し頁P.22)	
8	2022/7/4	NS2-補-027-10-62改01	補足説明資料	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	—	ダンパに設置されている断熱板の設置理由及び効果を説明すること。	2022/8/5	三軸粘性ダンパは、減衰性能を取得した性能試験の最高温度(100℃)以下となるよう、適切な大きさの断熱板及び放熱板をクランプ又はラグと三軸粘性ダンパの間に設置しており、断熱材は三軸粘性ダンパ(鋼材部)や配管を構成する材質の熱伝導率と比較し、高い断熱性を有し、放熱板は高い放熱性を有する構造としています。この内容が分かるように、資料に記載しました。	NS2-他-071改05「補足説明(島根原子力発電所第2号機 工事計画認可申請(補正))に係る論点整理について」P.36,38,39(通し頁P.42,44,45)	
9	2022/7/4	NS2-補-027-10-29改01	補足説明資料	主蒸気管の弾性設計用地震動Sdでの耐震評価について	P.5	地震動の入力等の解析ケースの考え方を含めて記載して説明すること。	2022/8/5	三軸粘性ダンパの減衰性能の上限及び下限について、弾性設計用地震動Sd-1、Sd-D、Sd-F1、Sd-F2、Sd-N1、Sd-N2に対し評価を実施し、最も厳しい評価となるSd-1については、三軸粘性ダンパの減衰性能の上限及び下限に加えて、上限と下限より均等に内挿した3つの減衰性能についても評価しています。この内容が分かるように、資料に記載しました。	NS2-他-071改05「補足説明(島根原子力発電所第2号機 工事計画認可申請(補正))に係る論点整理について」P.5(通し頁P.119)	
10	2022/8/5	NS2-他-067改05	論点整理	島根原子力発電所第2号機工事計画認可申請(補正)に係る論点整理について<機電関係>	P.4	三軸粘性ダンパの設置理由、特徴(熱膨張は拘束しない等)について説明すること。また、図1のSd機能維持とする理由を説明すること。	2022/8/22	・三軸粘性ダンパの設置により地震応答を低減することを設置目的としており、また、三軸粘性ダンパは熱膨張は拘束しない等の特徴を有しています。 ・外側主蒸気隔離弁から主蒸気止め弁までの範囲は、JEAG4601に基づき、弾性設計用地震動Sdに対して破損しないことの検討を行うこととしている旨の説明を追加しました。	NS2-他-067改07「島根原子力発電所第2号機 工事計画認可申請(補正)」に係る論点整理についてP.4~6,14	
11	2022/8/5	NS2-他-067改05	論点整理	島根原子力発電所第2号機工事計画認可申請(補正)に係る論点整理について<機電関係>	P.7	機能維持評価の許容値について、減衰性能を取得した性能試験条件の範囲内であるとしているが、その試験内容について説明すること。	2022/8/22	機能維持評価の許容値に設定している三軸粘性ダンパの性能試験(加振試験)条件は、実機使用で想定される最大加振振幅、最大累積消費エネルギーをもとに設定しています。このことが分かるように資料に追記するとともに、試験内容が分かるように資料を拡充しました。	NS2-他-067改07「島根原子力発電所第2号機 工事計画認可申請(補正)」に係る論点整理についてP.12,17,18	

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					
12	2022/8/22	NS2-他-071改 07	その他(論点整理・補足説明)	補足説明(島根原子力発電所第2号機 工事計画認可申請(補正)に係る論点整理について)<機電関係>	P.46	温度の計算結果について、補足説明資料にて説明すること。	2023/1/16	実機環境下における三軸粘性ダンパの伝熱解析を行い、性能試験の最高温度である100℃以内に概ね収まることを確認しました。なお、100℃を超過する箇所がありますが、局所的であり、減衰性能に影響する領域ではないことを確認しました。また、性能試験においては粘性体全体が100℃となる状態で試験をしていることに対し、伝熱解析結果では平均温度は約90℃となり、今回取得した減衰性能は、実機環境下で適用できることを確認しました。	NS2-補-027-10-62改02「配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針」P.112～115	
13	2022/9/5	NS2-他-071改 07	論点整理(補足説明)	補足説明(島根原子力発電所第2号機 工事計画認可申請(補正)に係る論点整理について)	P.92	三軸粘性ダンパを設置した配管系の地震応答解析手法において設定した積分時間間隔について、その妥当性を説明すること。	2023/1/16	採用している数値積分法である3点法は着目する固有周期の1/20程度の時間刻み幅とすることで精度良く解析できるとされており、時間刻み幅は剛柔判定のしきい値(0.05s)の1/20よりも十分小さな0.001sとしています。	NS2-補-027-10-29改02「主蒸気管の弾性設計用地震動Sdでの耐震評価について」P.6	
14	2023/1/16	NS2-補-027-10-62改02	補足説明資料	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.72	経年劣化について、減衰性能の劣化が生じないとしている根拠を説明すること。	今回回答	高温曝露試験により、経年的な三軸粘性ダンパの変化の有無を確認し、長期間曝露してもダンパ性能の有意な変化が無いことを確認しました。	NS2-補-027-10-62改03「配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針」P.添3-2-6,添6-3-1(通し頁P.74,119)	

島根原子力発電所第2号機 工認記載適正化箇所(三軸粘性ダンパ)

No.	図書番号	図書名称	該当頁 (通し頁)	適正化内容	提出年月日	備考
No.1～179については、NS2-他-068改04で整理済みのため省略。						
180	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.2	添付資料6-3追加に伴い、目次を修正しました。	2023/2/22	
181	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.6	表2-2の参考文献が一例であることを記載しました。	2023/2/22	
182	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.31	不要な「に対する適用性」という記載を削除しました。(下線部参照) (旧)運動方程式に対する適用性 (新)運動方程式	2023/2/22	
183	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.31	表3-6の適用性の欄について、記載内容に合わせて項目名を見直しました。また、不要な「に対する適用性」という記載を削除しました。(下線部参照) (旧)評価手法に対する適用性 (新)累積消費エネルギーの評価手法	2023/2/22	
184	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.31	不要な「に対する適用性」という記載を削除しました。(下線部参照) (旧)配管系の減衰に対する適用性 (新)配管系の減衰	2023/2/22	
185	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.31	表3-6の累積消費エネルギーの評価手法に対する適用性について、適用性の判断理由を追記し、より適切な記載に修正しました。	2023/2/22	
186	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.31	表3-6の配管系の減衰に対する適用性のうち、スペクトルモーダル解析(モード連成)について、適用性とその理由を追記しました。	2023/2/22	
187	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.31	表3-6の配管系の減衰に対する適用性のうち、時刻歴解析(直接積分)について、より適切な記載に修正しました。	2023/2/22	
188	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.31	表3-6のモード連成、モード非連成について、注記にて定義を追記しました。	2023/2/22	
189	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.37	表5-1が島根2号機の既工認において適用実績のある制振装置の比較であることが分かるように、記載を修正しました。	2023/2/22	
190	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.47 他	添付資料のページ番号を「添〇-〇-〇」と修正しました。	2023/2/22	
191	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.69	免震ガイドは、添付資料5-1にて記載している「新規基準適合性審査の実績等を踏まえた検討事項に対する考察」にて参照しているガイドであり、添付資料3-2で検討している「制震装置の減衰性能に影響する検討項目の抽出」ではないため、記載を削除しました。	2023/2/22	
192	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.92	減衰マトリクスが対角化できない理由を適正化しました。(下線部参照) (旧)減衰マトリクス[C]が大きな値となり対角化できないため (新)減衰マトリクス[C]の値が大きくなり対角化できないため	2023/2/22	
193	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.94	誤記である(1)を削除しました。	2023/2/22	
194	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.102,107	免震ガイドのうち、免震構造物に関する要求事項については本資料にて要求事項を満足しているか確認し、表5-1-2にて検討結果を追記しました。	2023/2/22	
195	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.102,107	表5-1-1について、「追加検討事項の有無」の項目を「要求事項を満足しているか」と修正し、修正に伴って凡例と記号を修正しました。	2023/2/22	
196	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.115	解析コード名を適切な記載に修正しました。	2023/2/22	

No.	図書番号	図書名称	該当頁 (通し頁)	適正化内容	提出年月日	備考
197	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.115	解析モデルの選定理由に関する記載を拡充しました。(下線部参照) (旧)熱源である配管と三軸粘性ダンパ内部の粘性体の距離が最も短くなる配管の上部に設置するタイプとする (新)熱源である配管と三軸粘性ダンパ内部の粘性体の距離が最も短くなるため、最も厳しい条件となる配管の上部に設置するタイプとする。	2023/2/22	
198	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.115,117	クランプの形状と解析モデルの形状の比較を追加しました。	2023/2/22	
199	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.115	メッシュを自動メッシュにより作成していることを明記しました。	2023/2/22	
200	NS2-補-027-10-62改03	配管系に設置する三軸粘性ダンパの設計方針	P.117,118	図6-2-2追加に伴い、図番号を修正しました。	2023/2/22	