

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(建物の地震応答解析モデル)

| 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<br>反映箇所   | 備考    |
|------------------------|--------------------|---------------|---------------------|--|----------------|---|-------------------|--|---|-------|
|                        |                    | ヒアリング<br>資料番号 | 図書種別、<br>目録番号       | 図書名称   | 該当頁            |   |                   |  |   |       |
| 詳細設計<br>申し送り事項<br>No.2 | 審査会合<br>(R2.1.21)  | -             | 設置許可<br>まとめ資料<br>4条 | 別紙2 建物の地震応答解析<br>モデルについて(建物基礎底<br>面の付着力及び3次元FEM<br>モデルの採用) | 4条-別紙<br>2-5,6 | 地震応答解析モデルの選定フローで、付着力考<br>慮の3次元FEM解析の結果は接地率が35%以<br>上であれば適用できるとあるが、引用している*2<br>の解析は付着力を考慮していない結果であるた<br>め、付着力を考慮した場合も適用できるとする根<br>拠について説明すること。また、特別な検討にお<br>ける誘発上下動の扱いに対する考え方について<br>説明すること。 | 2022/4/22<br>今回回答 | 廃棄物処理建物のジョイント要素(付着力考慮)を用いた3次元FEMモデルによる解析を<br>実施し、既往論文との比較検討も含め考察した結果、ジョイント要素(付着力考慮)を用い<br>た3次元FEMモデルの解析結果は既往論文で示された応答結果と同様の傾向を示して<br>いること及び低接地率となる領域においても特異な応答を生じていないことが確認でき、<br>ジョイント要素(付着力考慮)を用いた3次元FEMモデルが適用可能な接地率を、付着力<br>を考慮しない場合と同様に35%以上としていることの妥当性を確認しました。 | NS2-補-023-10改02「建物の地震応答解析<br>モデルについて(地震応答解析モデルにお<br>ける建物基礎底面の付着力)JP.別1-1~15(通<br>し頁P.10~24) | 分類【D】 |
| 詳細設計<br>申し送り事項<br>No.3 | 審査会合<br>(R2.3.10)  | -             | 設置許可<br>まとめ資料<br>4条 | 別紙2 建物の地震応答解析<br>モデルについて(建物基礎底<br>面の付着力及び3次元FEM<br>モデルの採用) |                | ジョイント要素(付着力考慮)を用いた3次元FE<br>Mモデルは接地率35%以上なら適用できるとあ<br>るが、その根拠は引用のJEA4601-2015に<br>はなく事業者独自の考えである。今後、付着力<br>考慮の3次元FEMモデルの接地率が小さい場<br>合には判断基準の適用性について詳細設計段<br>階で説明すること。                        |                   |  |   |       |
| 詳細設計<br>申し送り事項<br>No.4 | 審査会合<br>(R2.1.21)  | -             | 設置許可<br>まとめ資料<br>4条 | 別紙2 建物の地震応答解析<br>モデルについて(建物基礎底<br>面の付着力及び3次元FEM<br>モデルの採用) | 4条-別紙<br>2-5   | 地震応答解析モデルの選定フローで、付着力考<br>慮の3次元FEM解析の結果は接地率が35%以<br>上であれば適用できるとあるが、引用している*2<br>の解析は付着力を考慮していない結果であるた<br>め、付着力を考慮した場合も適用できるとする根<br>拠について説明すること。また、特別な検討にお<br>ける誘発上下動の扱いに対する考え方について<br>説明すること。 | 後日回答              | -  |   | 分類【D】 |
| 詳細設計<br>申し送り事項<br>No.5 | ヒアリング<br>(R2.2.19) | -             | 設置許可<br>まとめ資料<br>4条 | 別紙2 建物の地震応答解析<br>モデルについて(建物基礎底<br>面の付着力及び3次元FEM<br>モデルの採用) |                | 3次元地盤モデルを用いる場合の誘発上下動の<br>考慮方針について説明すること。  |                   |  |   |       |
| 詳細設計<br>申し送り事項<br>No.6 | その他                | -             | 設置許可<br>まとめ資料<br>4条 | 別紙2 建物の地震応答解析<br>モデルについて(建物基礎底<br>面の付着力及び3次元FEM<br>モデルの採用) | 4条-別紙<br>2-6   | (まとめ資料での当社の記載)<br>制御室建物及び廃棄物処理建物以外の建物に<br>おいて付着力を考慮する場合に採用する基礎浮<br>上り評価法の適用性について説明する。   | 後日回答              | -  |   | 分類【D】 |
| 詳細設計<br>申し送り事項<br>No.7 | 審査会合<br>(R2.1.21)  | -             | 設置許可<br>まとめ資料<br>4条 | 別紙2 建物の地震応答解析<br>モデルについて(建物基礎底<br>面の付着力及び3次元FEM<br>モデルの採用) | 4条-別紙<br>2-6   | 前回指摘の「付着力を考慮しない建物に対す<br>る付着力の有無の影響評価の方針」について、原<br>子炉建物の影響評価結果では付着力考慮モデ<br>ルの応答スペクトルが付着力考慮なしモデルを上<br>回っている箇所がある。これを踏まえて、詳細設<br>計段階での影響評価方針を説明すること。   | 2022/4/22<br>今回回答 | 付着力を考慮しない建物のうち、建物の重要度、内包する施設の重要度及び接地率を踏<br>まえ原子炉建物を代表建物とし、今回工認モデルと付着力考慮モデルを用いた地震応答<br>解析を実施した結果、付着力の考慮により接地率は改善され、両モデルとも同等の応答<br>値を示しました。このことから、付着力の考慮の有無による建物応答(水平方向)への影響<br>は軽微であることを確認しました。   | NS2-補-023-10改02「建物の地震応答解析<br>モデルについて(地震応答解析モデルにお<br>ける建物基礎底面の付着力)JP.別3-1~21(通<br>し頁P.64~84) | 分類【D】 |
| 詳細設計<br>申し送り事項<br>No.8 | ヒアリング<br>(R2.2.19) | -             | 設置許可<br>まとめ資料<br>4条 | 別紙2 建物の地震応答解析<br>モデルについて(建物基礎底<br>面の付着力及び3次元FEM<br>モデルの採用) |                | 地震応答解析で付着力を考慮しない建物に対す<br>る付着力を考慮した場合の影響検討の位置付<br>けを説明すること。  |                   |  |   |       |

| 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<br>反映箇所  | 備考                         |
|------------------------|--------------------|---------------|---------------------|--|------------------|--|-------------------|---|--|----------------------------|
|                        |                    | ヒアリング<br>資料番号 | 図書種別、<br>目録番号       | 図書名称   | 該当頁              |  |                   |   |  |                            |
| 詳細設計<br>申送り事項<br>No.9  | 審査会合<br>(R2.1.21)  | —             | 設置許可<br>まとめ資料<br>4条 | 別紙2 建物の地震応答解析<br>モデルについて(建物基礎底<br>面の付着力及び3次元FEM<br>モデルの採用) | 4条-別紙<br>2-添1-31 | 試験箇所と設計対象建物位置の付着力の同等<br>性について、設計用付着力としての信頼性、保<br>守性及び地盤のばらつきを踏まえた網羅性・代<br>表性に対する説明性を向上させるために、詳細<br>設計段階までに追加付着力試験を行う等の対<br>応方法を検討し、許可段階でその方針を説明す<br>ること。 | 2022/4/22<br>今回回答 | 地震応答解析に用いる付着力について、信頼性、保守性及び地盤のばらつきを踏まえた<br>網羅性・代表性に対する説明性を向上させる観点から、1、2号機建物近傍において追加<br>試験を実施しました。<br>追加試験結果は前回試験結果と同等以上の値であったことから、設計用付着力として設<br>定した値(0.40N/mm <sup>2</sup> )は十分な保守性を有しており、妥当であることを確認しました。 | NS2-補-023-10改02「建物の地震応答解析<br>モデルについて(地震応答解析モデルにおけ<br>る建物基礎底面の付着力)」P.別2-33~38<br>(通し頁P.57~62) | 主な説明事項<br>【1-1】<br>(分類【A】) |
| 詳細設計<br>申送り事項<br>No.10 | ヒアリング<br>(R2.2.19) | —             | 設置許可<br>まとめ資料<br>4条 | 別紙2 建物の地震応答解析<br>モデルについて(建物基礎底<br>面の付着力及び3次元FEM<br>モデルの採用) |                  | 設定付着力の試験結果に対する保守性につい<br>て詳細設計段階で追加試験結果を踏まえ確認<br>することが明確になるよう説明すること。  |                   |   |  |                            |

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(建物の地震応答解析モデル)

| 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<br>反映箇所  | 備考 |
|-----|-----------|------------|---------------|-----------------|-----|---|------|--|--|----|
|     |           | 会合<br>資料番号 | 図書種別,<br>図書番号 | 図書名称            | 該当頁 |   |      |  |  |    |
| 1   | 2021/12/7 | 資料1-1      | 審査会合資料        | 工事計画認可申請(補正)の概要 | -   | 建物の地震応答解析における基礎浮上り評価について、低接地率となる見込みのある複数の建物に対して、複数の手法を使い分けて適用することが島根サイトの特徴であることから、その妥当性について建物基礎底面の付着力の論点と併せて今後説明すること。 | 今回回答 | 島根2号機の建物・構築物は「JEAG4601-1991 追補版」に示される浮上り非線形地震応答解析により基準地震動 $S_s$ に対して接地率を算定することを基本とし、接地率 $\eta < 65\%$ となる場合の別途検討は、「JEAC4601-2008」及び「JEAC4601-2015」の評価フローを参考に、地震応答解析モデル(基礎浮上り評価法)の選定フローを整理しました。また、建物の基礎底面と地盤間の付着力は、島根原子力発電所における付着力試験の結果(追加試験結果を含む)に基づき $0.40\text{N}/\text{mm}^2$ に設定しました。さらに、ジョイント要素(付着力考慮)を用いた3次元FEMモデルによる接地率の適用範囲(接地率 $\eta \geq 35\%$ )について、解析的検討等によりその適用性を確認しました。以上のことから、島根2号機において各建物(重要SA施設及び波及的影響に係る施設を含む)の地震応答解析モデル(基礎浮上り評価法)を使い分けて適用することの妥当性を確認しました。 | NS2-補-023-10改02「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)」P.1~7, 別1-1~15, 別2-1~39(通し頁P.3~63) |    |

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(建物の地震応答解析モデル)

| 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<br>反映箇所  | 備考 |
|-----|----------|---------------|---------------|--|------|---|-----------|--|--|----|
|     |          | ヒアリング<br>資料番号 | 図書種別、<br>目録番号 | 図書名称                                   | 該当頁  |   |           |  |  |    |
| 1   | 2022/2/9 | NS2-補-023-10  | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力) | P.7  | 建物ごとに、入力地震動の評価手法、地震応答解析モデル(基礎浮上りの評価手法も含む)、応力解析の評価手法(弾塑性の有無や荷重入力方法、足し合わせ等)を一覧表で整理して説明すること。 | 後日回答      | -  | -  |    |
| 2   | 2022/2/9 | NS2-補-023-10  | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力) | P.7  | 基礎スラブの応力解析において地盤ばねを線形ばねとする場合について、水平方向及び鉛直方向の荷重の組合せ、弾塑性解析の影響を説明すること。                       | 後日回答      | -  | -  |    |
| 3   | 2022/2/9 | NS2-補-023-10  | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力) | P.7  | ジョイント要素(付着力考慮)を用いた3次元FEMモデルに適用できる接地率(35%以上)の妥当性について説明すること。                                | 2022/4/22 | 廃棄物処理建物のジョイント要素(付着力考慮)を用いた3次元FEMモデルによる解析を実施し、既往論文との比較検討も含め考察した結果、ジョイント要素(付着力考慮)を用いた3次元FEMモデルの解析結果は既往論文で示された応答結果と同様の傾向を示していること及び低接地率となる領域においても特異な応答を生じていないことが確認でき、ジョイント要素(付着力考慮)を用いた3次元FEMモデルが適用可能な接地率を、付着力を考慮しない場合と同様に35%以上としていることの妥当性を確認しました。 | NS2-補-023-10改1「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.別1-1~13(通し頁P.10~22)  |    |
| 4   | 2022/2/9 | NS2-補-023-10  | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力) | P.7  | 廃棄物処理建物等について、ジョイント要素(付着力考慮)を用いた3次元FEMモデル等を採用するに至ったプロセスを各計算書の補足説明資料において説明すること。             | 後日回答      | -  | -  |    |
| 5   | 2022/2/9 | NS2-補-023-10  | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力) | P.41 | 圧裂引張強度について、「JNES報告書」と比較して差があることについて詳細を説明すること。なお、付着力と圧裂引張強度に明確な相関が認められていないことを踏まえて説明すること。   | 2022/4/22 | 島根サイトの凝灰岩と「JNES報告書」の凝灰岩の付着力の差は圧裂引張強度の違いが一因であることを整理するとともに、「JNES報告書」では、立地条件(硬岩、軟岩)を踏まえて岩盤を選定しており、硬岩(花崗岩)の付着力が軟岩(凝灰岩)の付着力を上回ることから、付着力は岩種や強度によって差が生じるものであると言えるが、今回の試験は原位置で直接引張試験を行っていることから妥当なものであることを記載しました。                                       | NS2-補-023-10改1「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.別2-24(通し頁P.46)       |    |
| 6   | 2022/2/9 | NS2-補-023-10  | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力) | P.47 | 追加付着力試験の結果についても、前回試験の結果と合わせて総合的に考察したうえで説明すること。  | 2022/4/22 | 追加付着力試験の結果についても、前回試験の結果と合わせて総合的に考察を行い、設定付着力の保守性・妥当性を確認しました。  | NS2-補-023-10改1「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.別2-32~38(通し頁P.54~60) |    |
| 7   | 2022/2/9 | NS2-補-023-10  | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力) | P.7  | 廃棄物処理建物について、評価する地震動により選定モデルを使い分ける考え方、プロセスを地震応答計算書の補足説明資料において説明すること。                       | 後日回答      | -  | -  |    |
| 8   | 2022/2/9 | NS2-補-023-10  | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力) | P.39 | 前回試験及び追加試験を実施した位置を平面図に示して説明すること。  | 2022/4/22 | 前回試験及び追加試験を実施した位置を平面図に示しました。   | NS2-補-023-10改1「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.別2-22、34(通し頁P.44、56) |    |
| 9   | 2022/2/9 | NS2-補-023-10  | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力) | P.44 | 設定した付着力の既工認実績との比較について既工認の設定付着力の内容を踏まえて詳細に説明すること。  | 2022/4/22 | 岩盤全体及び岩種毎の安全率を併記するとともに、既工認実績における安全率と比較し、十分な保守性を確保していることを確認しました。  | NS2-補-023-10改1「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.添4-1(通し頁P.117)       |    |

| 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<br>反映箇所   | 備考 |
|-----|-----------|-----------------|---------------|---|-------|---|-----------|--|---|----|
|     |           | ヒアリング<br>資料番号   | 図書種別、<br>目録番号 | 図書名称                                      | 該当頁   |   |           |  |   |    |
| 10  | 2022/2/9  | NS2-補-023-10    | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力)    | P.44  | 設定した付着力に考慮した2倍の安全率の妥当性及び保守性について考察を追加して説明すること。                           | 2022/4/22 | 地盤における一般的な安全率の考慮について、許容支持力度の安全率を例示し、建物基礎底面と地盤の付着力を考慮した設計においては、適用例が少ないことからデータの信頼性を鑑みて、十分な保守性を考慮していることを記載しました。 | NS2-補-023-10改1「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.別2-27,添4-1(通し頁P.49,117) |    |
| 11  | 2022/2/9  | NS2-補-023-10    | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力)    | P.69  | 地盤工学会の試験方法(試験体の形状、標本数等)について詳細に説明すること。                                   | 2022/4/22 | 地盤工学会の試験方法(JGS 3551-2020)の内容を記載しました。   | NS2-補-023-10改1「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.添1-2~9(通し頁P.83~90)      |    |
| 12  | 2022/2/9  | NS2-補-023-10    | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析における建物基礎底面の付着力)    | —     | 付着力試験の標本数の妥当性について、原子力施設の重要性を踏まえて説明すること。                                 | 2022/4/22 | 付着力試験の標本数の妥当性について、試験結果を用いる施設の重要性及び試験結果のばらつきが大きいことを踏まえて、「JNES報告書」を参考に1岩種当たり12個とし十分な標本数を確保したことを記載しました。         | NS2-補-023-10改1「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.添1-1(通し頁P.82)           |    |
| 13  | 2022/4/22 | NS2-補-023-10改01 | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力) | P.15  | 既往文献の入力倍率が1.0までしかないことを踏まえ、廃棄物処理建物における入力倍率が1.0を超える範囲の検討の扱いがわかるように説明すること。 | 今回回答      | 廃棄物処理建物の解析結果のうち、接地率が概ね30%を下回る範囲(入力倍率1.1~1.3)については参考として解析を実施していることを記載しました。                                    | NS2-補-023-10改02「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.別1-5(通し頁P.14)          |    |
| 14  | 2022/4/22 | NS2-補-023-10改01 | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力) | P.15  | 入力倍率の増大により誘発上下動に伴う最大鉛直応答加速度の増加度合いが大きくなることについて考察を加えて説明すること。              | 今回回答      | 入力倍率に対する水平及び鉛直応答の挙動に関する考察を記載しました。  | NS2-補-023-10改02「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.別1-7(通し頁P.16)          |    |
| 15  | 2022/4/22 | NS2-補-023-10改01 | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力) | —     | 前回試験についても追加試験と同様の位置づけで統計的な考察を行うこと。                                      | 今回回答      | 別紙-2に前回試験結果の統計的な考察を記載しました。   | NS2-補-023-10改02「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.別2-27~29(通し頁P.51~53)   |    |
| 16  | 2022/4/22 | NS2-補-023-10改01 | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力) | P.11  | 既往論文及び評価対象建物の減衰の扱い及びジョイント要素の特性を示して説明すること。                               | 今回回答      | 表2-1に建物の減衰及びジョイント要素のばね特性等に関する解析条件を追記しました。  | NS2-補-023-10改02「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.別1-2(通し頁P.11)          |    |
| 17  | 2022/4/22 | NS2-補-023-10改01 | 補足説明資料        | 建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力) | P.118 | 添付資料5の試験地盤と建物直下地盤の同等性について、追加試験位置を示して説明すること。                             | 今回回答      | 図3-3及び図3-5に追加試験位置を示し、岩相区分及び岩級区分を記載しました。  | NS2-補-023-10改02「建物の地震応答解析モデルについて(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力)P.添5-5, 8(通し頁P.125,128)  |    |

島根原子力発電所第2号機 工認記載適正化箇所(建物の地震応答解析モデル)

| No.                            | 図書番号            | 図書名称  | 該当頁<br>(通し頁) | 適正化内容  | 提出年月日     | 備考 |
|--------------------------------|-----------------|---|--------------|--|-----------|----|
| No.1～No.4は、NS2-他-109で整理済みのため省略 |                 |   |              |  |           |    |
| 5                              | NS2-補-023-10改02 | 建物の地震応答解析モデルについて<br>(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力) | P.8          | 誤記を修正しました。(下線部参照)<br>(旧)「別紙-2、添付資料-6参照」<br>(新)「別紙-2参照」 | 2022/5/12 |    |
| 6                              | NS2-補-023-10改02 | 建物の地震応答解析モデルについて<br>(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力) | P.48         | 誤記を修正しました。(下線部参照)<br>(旧)「JNES」報告書<br>(新)「JNES報告書」      | 2022/5/12 |    |
| 7                              | NS2-補-023-10改02 | 建物の地震応答解析モデルについて<br>(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力) | P.17         | 図3-3及び図3-4における既往論文の応答加速度に対応する質点番号を記載しました。              | 2022/5/12 |    |
| 8                              | NS2-補-023-10改02 | 建物の地震応答解析モデルについて<br>(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力) | P.10,12,13   | 既往論文の解析モデルを記載しました。<br>また、図の追加に伴い、図番号を適正化しました。          | 2022/5/12 |    |
| 9                              | NS2-補-023-10改02 | 建物の地震応答解析モデルについて<br>(地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力) | P.25,39      | 「JNES報告書」からの引用箇所が明確となるよう記載を見直しました。                     | 2022/5/12 |    |