

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第948回

令和3年2月18日（木）

原子力規制委員会

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第948回 議事録

1. 日時

令和3年2月18日(木) 10:30～11:33

2. 場所

原子力規制委員会 13階 会議室A

3. 出席者

担当委員

山中 伸介 原子力規制委員会 委員

原子力規制庁

山形 浩史 緊急事態対策監
田口 達也 安全規制管理官(実用炉審査担当)
川崎 憲二 安全管理調査官
名倉 繁樹 安全管理調査官
江崎 順一 企画調査官
角谷 愉貴 管理官補佐
千明 一生 主任安全審査官
服部 正博 主任安全審査官
照井 裕之 安全審査官
日南川 裕一 技術参与

中国電力株式会社

北野 立夫 取締役常務執行役員 電源事業本部 副本部長
山田 恭平 常務執行役員 電源事業本部 副本部長 兼 部長(電源土木)
山本 直樹 執行役員 電源事業本部 部長(原子力安全技術)
谷浦 亘 電源事業本部 担当部長(原子力管理)
黒岡 浩平 電源事業本部 担当部長(電源土木)
清水 雄一 電源事業本部 担当部長(電源土木)

家島 大輔	電源事業本部	マネージャー（安全審査土木）
清木 祥平	電源事業本部	副長（安全審査土木）
由利 厚樹	電源事業本部	担当副長（安全審査土木）
藤村 隆弘	電源事業本部	担当（安全審査土木）
吉次 真一	電源事業本部	マネージャー（耐震設計土木）
志水 克成	電源事業本部	担当副長（耐震設計土木）
磯田 隆行	電源事業本部	担当（耐震設計土木）
高取 孝次	電源事業本部	マネージャー（原子力電気設計）
清水 秀彦	電源事業本部	副長（原子力電気設計）
村竹 正賢	中国電力ネットワーク	マネージャー（送電工事）
藤井 文宏	中国電力ネットワーク	副長（送電工事）
荒芝 智幸	電源事業本部	マネージャ（原子力設備）
加藤 広臣	電源事業本部	副長（原子力設備）
森本 康孝	電源事業本部	副長（原子力運営）
藤本 大樹	電源事業本部	担当（原子力運営）
吉岡 敏行	電源事業本部	担当副長（原子力機械設計）
谷口 正樹	電源事業本部	副長（炉心技術）

4．議題

（１）中国電力（株）島根原子力発電所２号炉の設計基準への適合性及び重大事故等対策について

（２）その他

5．配付資料

資料１－１－１ 島根原子力発電所２号炉 可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて

資料１－１－２ 島根原子力発電所２号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（技術的能力 添付資料１．０．２：可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて）

資料１－１－３ 島根原子力発電所２号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一

覧表（第4条、第39条（地震による損傷の防止））

- 資料1-1-4 島根原子力発電所2号炉 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について
- 資料1-1-5 島根原子力発電所2号炉 地震による損傷の防止
- 資料1-2-1 島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止「基礎底面の傾斜による防波壁の構造成立性」（コメント回答）
- 資料1-2-2 島根原子力発電所2号炉 審査会合における指摘事項に対する回答一覧表（第5条、第40条（津波による損傷の防止））
- 資料1-2-3 島根原子力発電所2号炉 津波による損傷の防止
- 資料1-3-1 島根原子力発電所2号炉 原子炉制御室の居住性等に関する手順等（ブローアウトパネル閉止装置の閉止判断基準の変更）
- 資料1-3-2 島根原子力発電所2号炉 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について
- 資料1-3-3 島根原子力発電所2号炉 重大事故等対処設備について 補足説明資料

6. 議事録

山中委員 定刻になりましたので、ただいまから原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合、第948回会合を開催します。

本日の議題は、中国電力株式会社島根原子力発電所2号炉の設計基準への適合性及び重大事故等対策についてです。

本日は、プラント関係の審査ですので、私が出席いたします。

本日の会合は、新型コロナウイルス感染症対策のため、テレビ会議システムを利用しております。音声等が乱れた場合には、お互いにその旨を伝えるようお願いいたします。

議事に入ります。

それでは、資料について説明を始めてください。

中国電力（北野） 中国電力の北野でございます。

本日は、保管場所及びアクセスルートの斜面関係と、これに関連する御指摘事項への御

回答、基礎底面の傾斜による防波壁の構造成立性及びブローアウトパネル閉止判断基準の変更につきまして、二つのパートに分けて御説明して、都度、御質問等をお受けしたいと考えております。

なお、御質問等の対応につきましては、現在、映像に映っているメンバー以外の者が入れ替わりで発言することがありますので、よろしく願いいたします。

それでは、電源事業本部副長の清木のほうから御説明をさせていただきます。

中国電力（清木） 中国電力の清木です。

右肩資料1-1-1、パワーポイント資料を用いて御説明させていただきます。

島根原子力発電所2号炉可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて御説明いたします。

1ページをお願いいたします。こちら、保管場所アクセスルートの全体の目次を示しております。本日の御説明では、6.保管場所、7.アクセスルートの斜面の崩壊、すべりについて御説明いたします。また、これまでの審査会合でいただいております指摘事項に対する回答を御説明いたします。

6ページをお願いします。評価概要を示しております。保管場所及びアクセスルートに関する要求事項を示しています。

下の矢羽根をお願いします。保管場所・アクセスルートの周辺斜面については、基準地震動 S_s による動的解析の結果に基づく時刻歴のすべり安全率が1.0を上回ることを示し、地震による被害の影響を受けないことを確認します。周辺斜面のうち、液状化評価対象層である埋戻土で構成される盛土斜面については、地下水位分布の状況を踏まえ、液状化影響を考慮します。

7ページをお願いいたします。周辺斜面の地震時安定性評価のフローを示しております。まず、網羅的な抽出を行い、液状化範囲の検討を行います。その後、グループ分けを行い、安定性評価を示します。

8ページをお願いいたします。こちら、影響するおそれのある斜面の網羅的な抽出を示しております。保管場所及びアクセスルートからの離隔距離がない斜面につきまして、影響するおそれのある斜面として抽出をいたしました。

12ページをお願いします。液状化範囲の検討について示しております。

左の図、中央付近の2号炉南側盛土斜面、左の図、左上の33m盤盛土斜面、また左の図右下の才津谷土捨場斜面につきましては、2次元浸透流解析により地下水位の分布をより詳

細に検討し、液状化範囲を設定いたします。

13ページをお願いします。こちら、液状化範囲の検討フローを示しております。2次元浸透流解析（定常解析）により、検討用地下水位を設定します。液状化発生の有無を確認した後、液状化範囲の設定を行います。

14ページをお願いします。2号炉南側盛土斜面につきまして、2次元浸透流解析モデルの解析条件を示しております。T.P.+15m盤及びT.P.+44m盤の盛土と旧地形の境界付近において、地表面に水頭固定境界を設定します。右下の図、緑の矢印で示したものです。水頭固定境界に挟まれた領域につきましては、降雨を考慮いたします。この考え方は、盛土斜面、その他の斜面についても同様の考え方で解析を行います。

15ページをお願いします。こちら、検討用地下水位の算定の結果を示しております。青の実線で示したものが解析結果となります。こちらの検討用地下水位を用いて有効応力解析を行いました。

16ページをお願いします。こちら、液状化範囲の設定について記載しております。検討用地下水位を用いて有効応力解析を行った結果を踏まえ、過剰間隙水圧比が0.95以上となる地盤要素を液状化範囲として設定いたしました。下の図、水色のハッチをつけましたところを液状化範囲として設定いたしました。

18ページをお願いします。こちら、33m盤盛土斜面の液状化範囲の設定について示しております。2次元浸透流解析の結果を踏まえ、液状化範囲の設定に当たっては、地下水位以深の埋戻土を全て液状化範囲として設定いたしました。

19ページをお願いいたします。こちら、才津谷土捨場斜面を示しております。才津谷土捨場につきましては、土捨場造成前の旧地形より地下水の流下方向を踏まえ、谷方向の断面を対象に2次元浸透流解析を実施しました。右側上の図となります。その結果を才津谷土捨場斜面、 - '断面の結果へ反映いたします。

20ページをお願いいたします。液状化範囲の設定について示しております。2次元浸透流解析の結果より、 - '断面における地下水位は、T.P.+42mとなり、法尻の標高（T.P.+88m）よりも十分に低いことを確認いたしました。 - '断面の安定性評価においては、液状化によるせん断強度の低下は考慮しないことと評価いたしました。

21ページをお願いします。こちら、斜面のグループ分けについて示しております。 番としまして、岩盤斜面と盛土斜面に区分いたします。 番としまして、法尻標高ごとに3つに区分いたします。結果としまして、AからDの4つに分類を行いました。

22ページをお願いいたします。こちら、評価フローの詳細を示しております。グループAからDにつきまして、影響要因、簡便法の観点から、グループを代表する評価対象斜面を選定し、FEM解析を行います。

24ページをお願いします。こちら、グループA（岩盤斜面、法尻標高T.P.+15m以下）の評価対象斜面の選定結果をお示ししております。断面位置と断面図につきましては、次ページに示しております。比較を行いました結果、 - '断面を2次元動的FEM解析の評価対象斜面に選定いたしました。また、 - '断面につきましては、 - '断面と比較し、影響要因の付与数が同数であること、また簡便法の最小すべり安全率が同程度であることから、評価結果を示しております。

27ページをお願いします。こちら、 - '断面の平均強度でのすべり安全率をお示しております。

28ページをお願いします。こちら、 - '断面の平均強度でのすべり安全率を示しております。 - '断面、 - '断面、共に平均強度を用いたすべり安全率は評価基準値である1.0を上回ることを確認いたしました。

29ページをお願いします。こちら、グループB（盛土斜面、T.P.+15m以下）の選定結果を示しております。下の表で比較を行いました結果、 - '断面をFEM解析の評価対象断面に選定いたしました。

31ページをお願いします。 - '断面の平均強度でのすべり安全率を示しております。先ほど、液状化範囲として設定しました水色のハッチにつきましては、機動力、抵抗力をゼロとしております。すべり面の赤の破線で示したところになります。すべり安全率は1.0を上回ることを確認しております。

32ページをお願いします。こちら、グループC（岩盤斜面、T.P.+33～50m）の選定結果を示しております。比較を行いました結果、 - '断面、 - '断面、 - '断面をFEM解析の評価対象断面に選定いたしました。

35ページをお願いします。こちら、 - '断面の平均強度でのすべり安全率をお示しております。

36ページをお願いします。こちら、 - '断面のすべり安全率の結果をお示しております。

37ページをお願いいたします。こちら、 - '断面の平均強度でのすべり安全率をお示しております。

- '断面、 - '断面、 - '断面、いずれも1.0を上回ることを確認しております。

40ページをお願いします。こちら、グループD(盛土斜面、T.P.+88m)の評価結果のほうをお示ししております。グループDは、断面が一つのみでしたので、 - '断面について評価を行っております。平均強度を用いたすべり安全率が1.0を上回ることを確認しております。

41ページをお願いします。こちらからは、対策工を行った斜面について、御説明いたします。

対策工を行った斜面につきましては、グループ分けとは別に対策工後の安定性評価をお示ししております。 - '断面、 - '断面につきましては、切取りを実施いたしました。

42ページをお願いします。 - '断面の平均強度でのすべり安全率をお示ししております。

43ページをお願いします。こちら、 - '断面の平均強度でのすべり安全率をお示しております。

- '断面、 - '断面、いずれも1.0を上回ることを確認いたしました。

44ページをお願いいたします。こちらでは、抑止杭を実施した斜面を示しております。

- '断面、 - '断面となります。

45ページをお願いします。 - '断面の抑止杭を考慮したすべり安全率を示しております。

46ページをお願いいたします。 - '断面の抑止杭を考慮したすべり安全率を示しております。

- '断面、 - '断面共にすべり安全率は、1.0を上回ることを確認いたしました。

48ページをお願いします。こちらからは、個別の検討について御説明いたします。

ここでは、鉄塔が設置されている斜面の安定性評価をお示しします。対象となる斜面につきましては、鉄塔の影響評価方針でお示した右下の図A-A'、B-B'、C-C'の3断面となります。

50ページをお願いします。A-A'、B-B'、C-C'3断面について、影響要因の番号付与数及び簡便法の安全率により比較を行いました結果、A-A'断面及びB-B'断面をFEM解析の評価対象断面に選定いたしました。

52ページをお願いします。こちら、A-A'断面の平均強度でのすべり安全率の結果をお示ししております。

53ページをお願いします。こちら、B-B'断面の平均強度でのすべり安全率の結果をお示ししております。

A-A'断面、B-B'断面、いずれもすべり安全率は1.0を上回ることを確認いたしました。

55ページをお願いします。こちらでは、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊の検討を行っております。外部事象の考慮の審査におきまして示しました地滑り地形 が示される斜面について、御説明いたします。

地滑り地形 が示される斜面につきましては、土地造成工事時に地滑り土塊に相当する土砂は撤去したうえで、盛土を施工しています。検討方針としまして、岩盤を通るすべり面のすべり安定性が確保されることを確認することで、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊が生じないことを確認します。

なお、盛土斜面部のみの斜面崩壊を想定した場合、保管場所、アクセスルートまでの離隔距離は、確保できております。

58ページをお願いします。2次元浸透流解析の結果を踏まえ、液状化範囲の設定につきましては、地下水位以深の埋戻土を全て液状化範囲として設定しております。

59ページをお願いします。地滑り地形 が示される斜面のすべり安定性評価の結果をお示ししております。FEM解析により、岩盤を通りすべり面のすべり安定性評価を実施した結果、評価基準値1.0を上回っており、安定性を有することを確認しました。このことから、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊は生じないものと評価しております。

60ページをお願いします。こちら、33m盤盛土斜面につきまして、先ほどの地滑り地形 斜面と同様に、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊の可能性の有無について検討しております。

なお、液状化範囲の設定につきましては、2次元浸透流解析に求めた地下水位以深の埋戻土を全て液状化範囲として設定しております。

61ページをお願いします。すべり安定性評価の結果をお示ししております。対象すべり安全率が評価基準値の1.0を上回っており、安定性を有することを確認いたしました。

63ページをお願いします。こちらでは、応力状態を考慮したすべり面の追加の設定について、検討を行っております。ポツの三つ目です。 - '断面、 - '断面、 - '断面 に関しては、斜面上部にD級岩盤が分布することから、応力状態を踏まえ、すべり面が妥当であることを確認しております。

64ページには、先ほどお示ししました - '断面の結果を再掲しております。

65ページをお願いいたします。 - '断面の要素ごとの局所安全係数の結果をお示ししております。すべり面は、引張応力が発生した要素が斜面に連続しており、これを通るすべり面となっていることを確認しております。また、せん部のせん断強度に達した要素に通るすべり面につきましては、対象すべり安全率が2.92であり、先ほどの強度の低い破壊領域を通るすべり面のすべり安全率2.07に包含されることを確認しております。 - '断面、 - '断面につきましても同様に局所安全係数の面から、すべり面の妥当性を確認しております。

77ページをお願いいたします。こちらからは、抑止杭に関する詳細検討について、お示しいたします。

設置許可段階におきましては、先行炉の事例をお示しするとともに、代表断面における抑止杭の耐震性評価及び斜面の安定性評価を実施することで、構造が成立する見通しを確認いたします。

詳細設計段階におきましては、平面配置の妥当性の確認、中抜けを想定した解析結果、岩盤の肌分かれを想定したすべり安定性評価をお示しし、評価基準を下回る場合には抑止杭を追加配置する方針としております。

78ページをお願いします。基本方針をお示ししております。抑止杭を施工する対象斜面は、下の表に示すとおり、平均強度によりすべり安全率1.0を上回ることを確認しております。ばらつきを考慮しました強度におきまして、 - '断面において、すべり安全率が0.90と評価基準値を下回ること、また - '断面につきまして、すべり安全率が1.06と裕度が低いことから、抑止杭を設置することといたしました。

79ページをお願いします。評価のフローをお示ししております。まず、左側の抑止杭の設計を御説明した後、中段、青の点線で示しました杭の耐震性評価をお示しします。最後に右の斜面の安定性評価の順に御説明いたします。

80ページをお願いします。抑止杭の位置及び構造をお示ししております。抑止杭は、深礎杭の中にH鋼を建込んだ構造としております。

85ページをお願いします。抑止杭の平面配置の考え方についてお示ししております。移動層が堅硬な岩盤であることから、3次元的な剛体のすべり土塊を考えております。すべり土塊全体を必要本数の杭で抑止するというものです。すべり方向に対し直交方向に単列配置しております。

ポツの三つ目です。区間 につきましては、斜面高さが東西方向に変化するため、斜面

高さが相対的に高い範囲に集中的に抑止杭を配置いたします。

右の図の「抑止杭が配置されていない範囲」及び「検討対象外の範囲」の考え方につきまして次頁以降で御説明いたします。

86ページをお願いします。こちらでは、「抑止杭が配置されていない範囲」につきまして御説明いたします。区間 の中でも斜面高さが相対的に低く、シームのすべり土塊量が小さいと評価しております。

詳細設計段階では、当該範囲におきまして安定性評価を行い、評価基準値を下回る場合は抑止杭を追加配置する方針としております。

87ページをお願いします。こちら、「検討対象外の範囲」につきましては、斜面高さが区間 及び区間 に比べ相対的に低く、シームのすべりの土塊量が有意に小さいことから、抑止杭は不要と評価いたしました。

88ページをお願いします。抑止杭の断面配置の考え方についてお示ししております。表の右側を御確認ください。参考文献を参照しまして、杭の断面配置につきましては、斜面の勾配が緩やかな位置、杭より下流の移動層のすべりが発生しない位置及び移動層の厚さが比較的厚く、受働破壊が発生しない位置としております。

89ページをお願いします。こちらでは、根入れ深さの考え方、移動層・不動層の特定についてお示ししております。ポツの二つ目です。杭がない場合のすべり安定性評価の結果を踏まえ、すべり面が形成するすべり土塊のうち、最大となる土塊量を移動層とし、それより下層を不動層といたしました。

91ページをお願いいたします。こちら、 - '断面の移動層・不動層について、右の図にお示ししております。 - '断面も同様に設定をしております。

93ページをお願いいたします。根入れ深さの考え方についてお示しいたします。参考文献を参照し、根入れ部が岩盤部であることから、全長の3分の1以上の根入れを行うこととしております。

94ページをお願いします。杭間隔の考え方について、お示ししております。こちらも参照文献に従い、杭の間隔を杭直径の2D程度としております。

なお、抑止杭周辺地盤は、堅硬な岩盤であるため、杭間を抜けるすべりは発生しないと考えられますが、掘削による緩みに起因する杭間を抜けるすべりを防止するため、杭間の岩盤を緩ませないよう対策を行っております。

100ページをお願いします。こちらからは、抑止杭の耐震評価についてお示しします。

抑止杭の解析要物性値を下の表に示しております。

なお、減衰定数につきましては、5%を設定しておりますが、3%とした場合も影響は軽微であることを確認しております。2次元FEM解析により、耐震性評価を行い、応力値の照査を行っております。

105ページをお願いいたします。抑止杭の耐震性評価の照査結果のほうをお示ししております。コンクリートの発生曲げ応力度、鉄筋の引張応力度、せん断力はいずれも許容値を下回っていることを確認いたしました。

109ページをお願いします。こちらからは、抑止杭を設置した斜面の安定性評価についてお示しします。まず、液状化範囲の検討につきまして御説明いたします。

抑止杭を設置する斜面、 - '断面、 - '断面の埋戻土部の地下水位は、T.P.+15m～20m程度であり、埋戻土層下端より十分に低いことから、液状化は考慮いたしません。

なお、T.P.+44m盤には構造物を設置して周辺を埋め戻す予定であるため、構造物等がある場合とない場合、それぞれの検討をお示しします。構造物がある場合の結果につきましては、前段で御説明いたしましたので、ない場合の結果について御説明いたします。

111ページをお願いします。こちら、 - '断面の構造物棟がない場合の結果を示しております。最小すべり安全率が評価基準値を上回っており、安全性を有することを確認いたしました。

113ページをお願いいたします。こちら、 - '断面の構造物等がない場合の結果をお示ししております。最小すべり安全率が評価基準値1.0を上回っており、安定性を有することを確認いたしました。

114ページをお願いいたします。こちら、杭の断面配置の妥当性確認として、すべり面のうち、杭より下流の移動層のすべり及び受働破壊を想定したすべりの結果を再掲しております。杭の断面配置が妥当であることを確認いたしました。

115ページをお願いします。こちら、抑止杭周辺斜面地盤の健全性照査の結果をお示しております。 - '断面につきまして、不動層における抑止杭周辺の地盤には、せん断破壊が生じておらず、健全性を確保していることを確認いたしました。 - '断面につきましても、同様の確認を行っております。

121ページをお願いします。こちら、先行炉の抑止杭との比較検討の結果として、関西電力高浜発電所の事例をお示ししております。上に平面図、下中央に構造図をお示しております。構造の類似点及び相違点を整理し、先ほどの設計へ反映しております。

133ページをお願いします。こちらでは、これまでの審査会合での指摘に関する回答のほうをお示ししております。

指摘事項としまして、丸の一つ目、上位クラス施設に影響を及ぼすおそれのある斜面の選定においては、敷地全体を俯瞰的に調査した内容等を含めて、人工斜面及び自然地山斜面が網羅的に選定されていることの根拠を説明すること。等の御指摘をいただいております。

回答といたしまして、上位クラス施設の周辺斜面につきましては、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の周辺斜面と同一であることから、審査済みの「島根原子力発電所2号炉耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」の審査結果が参照できることを記載しております。

御説明につきましては、以上となります。

山中委員 それでは質疑に移ります。質問コメントございますか。

服部審査官 規制庁の服部です。

パワーポイント資料、77ページをお開きください。ここでは、設置許可段階の設計方針として、抑止杭については設置許可段階で構造が成立する見通しを確認し、詳細設計段階では設計の妥当性を含めた詳細な構造成立性の確認を行う方針としています。

また、次のページにおいて、抑止杭を設置する斜面は、地盤のばらつきを考慮した抑止杭なしのすべり安全率が1.0を下回ることから、抑止杭は地震による斜面崩壊の防止措置としてSA保管場所及びアクセスルートへの悪影響を防止するために必要な施設として設計する方針としています。

したがって、これらの方針は、詳細設計段階に適切に引き継がれるように取りまとめ資料の適切な場所に斜面安定性評価の基本設計方針として記載をしてください。これは、現在の取りまとめ資料でこれらの方針が添付資料1.0.2の別紙31に埋め込まれているため、添付資料1.0.2の適切な箇所を検討し、記載することを求めています。よろしいでしょうか。

中国電力（家島） 中国電力の家島でございます。

今おっしゃられていた点、了解いたしました。今後は、適切な位置にこちらの設計の方針について記載したいと思います。

以上です。

山中委員 そのほか、何かございますか。

服部審査官 規制庁の服部です。

次に、ページを指定せずに確認をします。

斜面の安定性評価については、抑止杭効果に対する中抜けなどの不確かさ、すべり安全率に対する地盤状況の不確かさなどがありますので、詳細設計段階に対する基本設計方針として先行審査実績と同様に、十分に余裕のある設計とする方針を取りまとめ資料に記載してください。

不確かさについては、地盤物性値などのようにばらつきを設計で評価するものもありますが、それ以外にも不確かさはあります。例えば、原位置試験と異なる位置のシームの性状や厚さ、抑止杭施工前の斜面造成時に生じた地盤の緩み、局所的な割れ目の存在などが考えられます。

したがって、それらの不確かさを踏まえて、十分に余裕のある設計をする必要がありますので、その方針を取りまとめ資料の適切な箇所に記載することを求めています。よろしいでしょうか。

中国電力（家島） 中国電力、家島でございます。

先ほどおっしゃられた点、承知いたしました。今の地盤のばらつき以外の不確かさも含めて、今後、詳細設計段階の中で種々の検討をさせていただきたい旨、記載させていただきます。

以上です。

服部審査官 規制庁の服部です。

分かりました。十分に余裕のある設計とする方針をきちんと記載してください。

私からは以上です。

山中委員 そのほか、何か確認しておきたいことございますか。よろしいですか。

それでは、引き続き資料の説明をお願いいたします。

中国電力（磯田） 中国電力の磯田です。

島根原子力発電所2号炉津波による損傷の防止「基礎底面の傾斜による防波壁の構造成立性」につきまして、資料番号1-2-1のパワーポイント資料で御説明をさせていただきます。本資料では、令和3年1月29日、基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価の審査会合においていただいたコメントに対して回答させていただきます。

1ページをお願いいたします。審査会合におきまして、防波壁について、傾斜が生じた場合の各部位の構造成立性を見通しを説明すること。とのコメントをいただきました。

2ページをお願いいたします。

田口管理官 すみません、ちょっとマイクの声が聞こえづらいので、もう少し大きな声でお願いします。

中国電力（磯田） 失礼しました。

申し訳ありません、今、1ページ目でございます。

審査会合におきまして、防波壁について傾斜が生じた場合の各部位の構造成立性の見通しを説明すること。とのコメントをいただきました。

2ページをお願いいたします。2ページでは、先ほどのコメントの回答要旨を記載しております。詳細は以降のページで説明させていただきます。

3ページをお願いいたします。今回の経緯をこちらのページでまとめております。まず、1ポツ目、基礎地盤の安定性評価におきまして、4ページに示すように、評価対象施設を4つのグループに分類しております。このうち防波壁につきましては、グループCの杭基礎、グループDの直接基礎に分類し、それぞれ最小すべり安全率等を比較検討した結果、代表施設として防波壁（多重鋼管杭式擁壁）及び防波壁（逆T擁壁）を選定しております。

2ポツ目です。代表施設につきまして全応力解析の結果に基づいて基礎底面の傾斜を算定した結果、2号炉原子炉建物等は審査ガイドの目安値の……、すみません、少しマイクを変えさせていただきます。失礼しました。

2ポツ目になります。代表施設につきまして、全応力解析の結果に基づき基礎底面の傾斜を算定した結果、2号炉原子炉建物等は審査ガイドの目安値の2,000分の1を下回っていることを確認しております。

3ポツ目、しかしながら、防波壁（逆T擁壁）につきましては岩盤に支持されるその他の施設に比べ、大きな傾斜を生じる結果となりました。

4ポツ目です。耐震重要施設は変形した場合におきましてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならないことから、防波壁（逆T擁壁）につきましては基礎底面の傾斜に対する設計方針を整理した上で、基礎底面の傾斜を考慮しても防波壁（逆T擁壁）の安全機能が損なわれないことを確認いたします。

5ページをお願いいたします。こちらでは、防波壁の傾斜による性能目標と設計評価方針を説明いたします。

1ポツ目になりますが、基礎底面の傾斜以外につきましては、第909回審査会合、第940回審査会合にて御説明をしております。

2ポツ目です。基礎底面の傾斜につきましては、防波壁の要求機能を担保するため、防波壁（逆T擁壁）の各部位に対する性能目標及び設計方針を表のとおり整理し、逆T擁壁、止水目地及びグラウンドアンカーの構造成立性につきまして確認をいたします。

6ページをお願いいたします。6ページ、7ページでは、防波壁（逆T擁壁）の各部位が、損傷して要求機能を喪失する事象を抽出し、それに対する設計・施工上の配慮につきまして表とイメージ図で整理をいたしました。

要求機能の喪失する事象としまして、逆T擁壁の損傷、隣接する躯体同士の支圧による損傷。

7ページをお願いいたします。防波壁間の変形による止水目地の損傷、グラウンドアンカーの損傷が上げられ、それぞれにつきまして部位が損傷しないことを確認いたします。

9ページをお願いいたします。こちらでは、防波壁（逆T擁壁）における要求機能喪失する事象に対する設計方針を表に整理しております。

2ポツ目です。設置許可段階におきましては、表の設計方針による構造成立性の見込みにつきまして確認することとし、3ポツ目、構造成立性の確認に当たりましては、地盤の安定解析に用いた全応力解析に加え、防波壁の構造成立性の確認に用いた有効応力解析を用いることとします。

10ページをお願いいたします。まず、全応力解析について御説明をさせていただきます。

1ポツ目、防波壁（逆T擁壁）基礎地盤の安定解析における全応力解析では、保守的な解析条件、具体的には改良地盤の物性値を保守的に埋戻土（掘削ズリ）としまして、有効応力解析における剛性の1/2以下としていること。逆T擁壁と改良地盤を節点共有させていること。グラウンドアンカーをモデル化していないこととしていることから、基礎底面の傾斜が大きくなり易い条件となっております。

11ページをお願いいたします。こちらでは、基礎底面の地震時傾斜が最大となる時刻における全応力解析の変形図及び主応力図をお示ししております。左下の変形図を見ていただきますと、逆T擁壁及びその直下の改良地盤部は大きく変形していますが、その周辺の地盤には、その影響は及んでいないことから、基礎底面に生じた傾斜は、逆T擁壁に作用した地震時慣性力の作用による影響が大きいと考えられます。

12ページをお願いいたします。こちらでは、有効応力解析の解析条件を示しており、全応力解析と比べより現実的な応答を示すモデルとなっております。

13ページをお願いいたします。こちらでは、有効応力解析の変形図と主応力図をお示ししております。左下の変形図を見ていただきますと、逆T擁壁の直下の改良地盤部及び周辺地盤に大きな変形は生じておらず、基礎地盤の傾斜につきましては446分の1となり、全応力解析と比較して小さいことが分かります。

14ページをお願いいたします。先ほどの解析結果による考察と、考察を踏まえた構造成立性の検討方針につきまして、御説明させていただきます。

まず、1ポツ目です。全応力解析と有効応力解析の結果を比較しますと、解析条件に保守性がある全応力解析の特徴により、基礎底面の傾斜が大きくなっていると判断いたしました。

2ポツ目です。防波壁基礎底面の傾斜は躯体の地震時加速度による影響が大きいと判断いたしました。

3ポツ目、防波壁（逆T擁壁）の傾斜による構造成立性検討に当たりまして、地殻変動による傾斜が地震動による最大傾斜と比較して十分小さいことも踏まえ、全応力解析と有効応力解析の結果を確認することとします。

15ページをお願いいたします。こちらから各事象の構造成立性検討結果を御説明いたします。

まず、 の逆T擁壁の損傷につきまして、構造成立性検討方法として、動的FEM解析における逆T擁壁の発生応力度が、許容応力度以下であることを確認いたします。

結果といたしましては、全応力解析の結果を下の表でお示ししております。また、有効応力解析の結果を16ページにお示しをしております。両解析とも短期許容応力度以下であることを確認いたしました。

17ページをお願いいたします。次に、 隣接する躯体同士の間による支圧による損傷に関しまして、御説明いたします。

構造成立性検討としまして、隣接する躯体同士は同位相で挙動すると考えておりますが、隣接する躯体同士が衝突すると仮定し、下の式を用いまして、動的FEM解析の躯体加速度から躯体間に作用する支圧応力度を算定し、許容応力度以下であることを確認いたします。結果を下の表でお示ししております。両解析とも許容応力度以下であることを確認いたしました。

18ページをお願いいたします。こちらでは、 防波壁間の変形による止水目地の損傷につきまして説明いたします。

構造成立性検討といたしまして、隣接する躯体同士は同位相で挙動すると考えておりますが、保守的に逆位相になった場合の変形量を算定し、先行炉で審査実績を有する止水目地に対応可能であることを確認します。止水目地の変形量は、法線直交方向の最大傾斜から算出された天端の相対変位と、保守的に法線方向も同傾斜とした場合の相対変位から合成変形量を算出いたします。

3ポツ目になりますが、止水目地の仕様につきましては、現時点では、先行炉で審査実績を有する止水目地に余裕を考慮いたしまして、1000mmとします。

検討結果を下の表でお示ししておりますが、両解析とも先行炉で審査実績を有する止水目地に対応可能であることを確認いたしました。

19ページをお願いいたします。グラウンドアンカーの破損につきまして御説明いたします。

防波壁（逆T擁壁）はグラウンドアンカーを設置するため、基礎底面の傾斜による顕著な変位は生じないと考えておりますが、動的FEM解析では、グラウンドアンカーを考慮していないことから、基礎底面の傾斜によるグラウンドアンカーの変位量は、動的FEM解析における初期位置からの変位量を算出し、グラウンドアンカーの弾性変位量以下であることを確認いたします。結果としては、表のとおり、両解析とも弾性変位量以下であることを確認いたしました。

20ページをお願いいたします。こちらでは、各事象における詳細設計段階での検討方針を整理いたしました。

21ページをお願いいたします。これまでのまとめになりますが、3ポツ目、基礎底面の傾斜を考慮しても防波壁は構造成立することを確認いたしました。

説明は以上となります。

山中委員 それでは質疑に移ります。質問コメントはございますか。

江寄調査官 規制庁調査官、江寄です。

私から、本件について、審査官側の審査の整理について述べたいと思います。

今回、中国電力から詳細設計の方針の成立性を見通しをつけるため、基礎地盤の傾斜に対する構造成立性について有効応力解析を用いた評価結果の説明がありました。この有効応力解析は、アンカーの効果を除けば、実態に即した解析条件となっており、その結果、基礎地盤の傾斜に対して逆T擁壁の津波防護機能は維持できる見通しであると理解しました。一方、全応力解析は、変位変形に対して保守的な評価結果であります。それであっ

たとしても逆T擁壁の津波防護機能が維持できることも理解しました。

また、昨年8月20日の審査会合において、詳細設計段階で実態に即してアンカーのモデル化を行う設計方針を確認しておりますので、審査官側としては基準適合上、特段課題はないと考えております。

以上になります。

山中委員 事業者側から何かございますか。

中国電力（黒岡） 中国電力の黒岡です。

先ほど、江崎さんがおっしゃったことにつきまして、理解いたしました。今回、この件につきましては、地盤、地震、津波側の安定性評価の資料でいただいたコメントでございますので、そちらのほうでも、この本件につきまして適切に反映したいと考えております。

以上です。

山中委員 そのほか、何かございますか。よろしいですか。

それでは、ここで出席者の入替えを行いますので、一旦中断し、11時20分から再開したいと思います。

（休憩）

山中委員 再開いたします。

それでは、引き続き資料の説明を続けてください。

中国電力（吉岡） 中国電力の吉岡です。

資料1-3-1を用いて、原子炉制御室の居住性等に関する手順等のうち、ブローアウトパネル閉止装置の閉止判断基準の変更について御説明します。

右肩1ページを御覧ください。1ページでは目次を示しております。

2ページ目を御覧ください。2ページでは、規制要求事項として設置許可基準規則第59条及びその解釈を記載しております。説明は割愛いたします。

3ページを御覧ください。3ページでは、BOP閉止装置の閉止判断基準の変更について御説明します。

設置許可基準規則第59条に規定される「炉心の著しい損傷が発生した場合（重大事故等対処設備が有する原子炉格納容器の破損を防止するための機能が損なわれた場合を除く。）」におきましても、中央制御室の居住性を確保するために非常用ガス処理系を起動する必要がありますが、原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネル（BOP）が開放されていた場合、原子炉棟の閉じ込め機能を回復させるための設備としてBOP閉止装置を設置し

ます。

島根原子力発電所2号炉では設置許可基準規則第59条の解釈の第2項b) で想定します
「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」を含めまして、想定する格納容器破損モードにおいてBOPは開放しませんが、同解釈の第2項e)の「原子炉制御室の居住性を確保するために原子炉建屋に設置されたブローアウトパネルを閉止する必要がある場合」を踏まえまして、重大事故等時において中央制御室にてブローアウトパネルの開放を検知することが可能な設備を新たに設置し、BOP閉止装置を閉止する条件に追加します。

判断基準の変更内容を表1に示します。変更前の1ポツ目の炉心損傷を当直副長が判断した場合及び2ポツ目の非常用ガス処理系が運転中又は起動操作が必要な場合については変更はありません。

変更後の3ポツ目のBOPが開放している場合は、先ほど御説明しましたとおり、今回判断基準として追加をしております。また、一番下の判断基準については、漏えい箇所の隔離と原子炉圧力容器の減圧という条件を「及び」から「又は」に変更しまして、閉止条件の明確化を行いました。

4ページ目を御覧ください。4ページでは、ブローアウトパネル閉止装置の閉止判断基準の設定の考え方について御説明します。

設置許可基準規則第59条においては、運転員が中央制御室にとどまるための条件として「原子炉格納容器の破損を防止するための機能が損なわれた場合を除く」ことが規定されていますが、BOP閉止装置はこの条件に関わらず閉止する判断基準としておりますので、想定事象を包絡する条件で二次格納施設バウンダリは形成されることとなります。

BOP閉止装置の閉止判断基準について、設置許可基準規則第59条及びその解釈との関係性を整理し、それらの判断基準の設定の考え方を表2に示します。

閉止判断基準1番目の炉心損傷を当直副長が判断した場合は、規則第1項により、炉心損傷時に中央制御室の運転員の被ばく低減を目的とし、条件として設定します。

2番目の非常用ガス処理系が運転中又は起動操作が必要な場合は、解釈第2項d)より、格納容器から漏えいする空気中の放射性物質の濃度を低減することを目的として非常用ガス処理系が必要であることから、条件として設定します。

3番目のBOPが開放している場合は、解釈第2項e)より、二次格納施設バウンダリを確保する必要があることから、条件として設定します。

4番目の原子炉冷却材圧力バウンダリが破損した状況においては、漏えい箇所の隔離又は原子炉圧力容器の減圧が完了している場合は、規則第59条に直接的な要求はありませんが、二次格納施設バウンダリを形成することに伴い、原子炉圧力容器内で保有する冷却材のエネルギーがBOP閉止装置等の設備へ悪影響を及ぼさないようにする必要があることから、条件として設定します。

ブローアウトパネル閉止装置の閉止判断基準の変更についての御説明は以上となります。

山中委員 それでは質疑に移ります。質問コメントございますか。

角谷管理官補佐 原子力規制庁の角谷です。

原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルに、今回新たに開放を検知する整備を設置して、今説明のあったとおり、ブローアウトパネル閉止装置を使うその判断基準というのを見直したということは理解をしました。

1点確認なんですけど、今回新たに設置するとしているその開放を検知する設備について、少し、今まだ設計中、検討中というところもあるかもしれないんですけども、どのような機構、検知方法であったりとか、どこにその設備を設置するとか、あるいは幾つぐらいとか、そういった少し設備の概要と、それから、その信頼性に係る説明をお願いします。

中国電力（吉岡） 中国電力、吉岡です。

現在、成立性を検討中ではありますが、候補として考えておりますのは、原子炉建物内にリミットスイッチを多重化を図りまして設置することを考えております。

設備の信頼性につきましては、環境条件等や構造健全性も含めまして、SA環境下においても確実に検知できることで設計を進めるように検討を行っております。

以上です。

角谷管理官補佐 規制庁の角谷です。

今、リミットスイッチを用いて多重化して、環境状況も考えてということで、これ、例えば電源とかについてはどのような検討をしていますか。

中国電力（吉岡） 中国電力、吉岡です。

非常用代替電源GTGから受電できるような設計、SAの電源から受電できるような設計で検討を行います。

以上です。

角谷管理官補佐 規制庁の角谷です。

今回、ブローアウトパネル閉止装置を使うための、それによって開口部を閉止するための判断基準として用いるということで、今、SA条件も考慮してということで、信頼性は確保しながら、そこは設備としては今後も設計を、詳細設計を詰めていくということで理解をしました。

私から以上です。

山中委員 そのほか、何かございますか。

照井審査官 規制庁の照井です。

パワーポイント3ページ目の変更前後の閉止判断基準の四つ目のところなんですけど、記載の適正化（閉止条件の明確化）ということで、漏えいの箇所の隔離及びだと、原子炉圧力容器の減圧「及び」だったのを「又は」に変えているということで、この点についてちょっと確認をさせていただきたいんですけど、この59条、中央制御室の居住性に関する条文になりますけど、その条件として設定をしているのは、評価上は大LOCAのような状態を想定して評価しているということになると、大LOCAですのでどうしても漏えい箇所の隔離というのは難しいのかなと思うんですけど。

今、この「及び」から「又は」に変えたというところについて、具体的にどういう事象を想定して変えているのかというところを御説明いただけますでしょうか。

中国電力（山本） 中国電力の山本でございます。

今回の事象については、まず、大きな考え方としては、ブローアウトパネル閉止装置などに悪影響を与える大きなエネルギー源としては原子炉圧力容器内のエネルギーを考慮しておりまして、そこからのエネルギーが漏れ出ないように隔離ができていて、またはエネルギーを全部放出して減圧が完了していること、この二つを考えております。

そして、具体的な事象としましては、格納容器外でバウンダリが破損するような状況、例えばISLOCAであったりとかということ想定して、ブローアウトパネルが開いてしまう状態を考えます。そして、それが開いている状態で今度は状況が悪くなって炉心損傷などに至ったようなときですが、圧力容器内のエネルギーが大きくない状態であれば閉止装置に悪影響もないというふうに考えて、事象想定としては格納容器外のバウンダリ破損などのときに対応することを考えてこの条件を設定しております。

以上でございます。

照井審査官 規制庁の照井です。

御説明は理解しました。例えばそのISLOCAについては、当然、漏えい箇所からの漏えい

量の低減ということで減圧もしていくし、その結果、ブローアウトパネルが開いていることによって環境改善がされて、隔離にもしに行けるという状況を今想定をされていると思いますが、逆にそういった状況下で減圧もできていない、あるいはその隔離もできていないという状況下でそのBOPの閉止装置を閉めてしまうと、当然設備にも悪影響があるし、環境改善も見込めないということになるので、そういった隔離とか、あるいはエネルギーが落ち着く減圧をしているというような状況下であれば閉められるという判断ができると、そのように理解すればよろしいでしょうか。

中国電力（山本） 中国電力の山本でございます。

御理解のとおりの方で今回の条件、その見直しを行っております。

以上でございます。

照井審査官 規制庁の照井です。

御説明、理解しました。

それから、ちょっと念のための確認ですけども、先ほど、私、例示で大LOCAということをお願いしたんですけども、大LOCAみたいな場合は、当然、格納容器の中ですので、漏えい箇所の隔離は難しいという状況になると思いますけども、その場合でも原子炉圧力容器は減圧をされているので、その場合でもこの「又は」の条件であれば閉めに行けるということで、そういう意味では以前の「及び」のままだと、その隔離ができないと減圧が完了しているというアンド条件にしてしまうと、大LOCAのようなものだと閉めに行けないということになってしまうので、今は「又は」というところで考えているということによろしいでしょうか。

中国電力（山本） 中国電力の山本でございます。

その御理解のとおりでございます。「及び」であると、やっぱり悪い状況になるというふうに、よく考えて見直しを図ったものでございます。

以上です。

照井審査官 規制庁の照井です。

御説明、理解しました。

私から以上です。

山中委員 そのほか、何か確認しておきたいことはございますか。特によろしいですか。事業者のほうから何かございますか。

中国電力（北野） 中国電力の北野でございます。

事業者からは特にございません。

山中委員 よろしいでしょうか。

それでは、以上で議題を終了いたします。

本日予定していた議題は以上です。

今後の審査会合の予定については、2月19日金曜日、午後に地震・津波関係（公開）、2月24日水曜日、午後にプラント関係（非公開）の会合を予定しております。

第948回審査会合を閉会いたします。