

原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合

第850回

令和2年3月17日（火）

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850回 議事録

1. 日時

令和2年3月17日（火） 10：00～12：00

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

石渡 明 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）

大浅田 薫 安全規制管理官（地震・津波審査担当）

内藤 浩行 安全規制調整官

川崎 憲二 安全規制調査官

名倉 繁樹 安全管理調査官

江寄 順一 企画調査官

熊谷 和宣 管理官補佐

植木 孝 主任安全審査官

宇田川 誠 主任安全審査官

千明 一生 主任安全審査官

津金 秀樹 主任安全審査官

服部 正博 主任安全審査官

羽場崎 淳 主任安全審査官

照井 裕之 安全審査官

寺垣 俊男 技術研究審査官

日南川裕一 技術参与

中国電力株式会社

北野 立夫	常務執行役員	電源事業本部	副本部長
山田 恭平	執行役員	電源事業本部	部長（電源土木）
河野 倫範	電源事業本部	部長	（電源建築）
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）
阿比留哲生	電源事業本部	担当部長	（電源建築）
清水 雄一	電源事業本部	マネージャー	（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）
高松 賢一	電源事業本部	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）
吉本 隼	電源事業本部	担当	（耐震設計土木）
橋本 隆	電源事業本部	マネージャー	（耐震設計建築）
落合 悦司	電源事業本部	副長	（耐震設計建築）
田村伊知郎	電源事業本部	マネージャー	（原子力耐震）
永田 義昭	電源事業本部	副長	（原子力耐震）

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について
- (2) その他

5. 配付資料

- 資料1-1 島根原子力発電所2号炉地震による損傷の防止（コメント回答）[地下水位の設定]
- 資料1-2 島根原子力発電所2号炉地震による損傷の防止（コメント回答）[地盤の液状化強度特性]
- 資料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1-4 島根原子力発電所2号炉地震による損傷の防止

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850回会合を開催します。

本日の議題は、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についてです。

本日は地下水位の設定、地盤の液状化強度特性について議論を行いますので石渡委員にも出席いただき、私が進行を務めさせていただきます。

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、地震による損傷の防止のうち、地下水位の設定及び地盤の液状化強度特性に関する御指摘事項への回答につきまして、二つのパートに分けて御説明し、都度、御説明等をお受けしたいと考えております。

それでは、電源事業本部の吉本のほうから御説明をさせていただきます。

○中国電力（吉本） 中国電力の吉本です。

島根原子力発電所2号炉、地震による損傷の防止のうち、地下水位の設定について、資料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。

本資料では、令和元年6月18日、第730回審査会合におけるコメントに対して回答させていただきます。

2ページ目をお願いいたします。

2ページ目、3ページ目では、以前頂いた御指摘をお示ししていますが、これらに対しては、本資料を御説明する流れの中で回答させていただきます。

8ページをお願いします。

8ページ、9ページでは、島根2号炉における地下水位低下設備の基準適合上の位置づけの概要を御説明します。これらの詳細な部分については、後ほど個別にお示しします。

まず、既工認における地下水位設定の考え方ですが、原子炉建物等の主要建物直下及びその周囲には地下水位を一定の範囲に保持する地下水位低下設備を設置しており、原子炉建物等の建物・構築物については、揚圧力低減のため、地下水位低下設備に期待した地下水位を設定していました。

一方、屋外重要土木構造物がある取水槽及び屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）は、施設護岸に近傍しており、施設護岸が基礎捨石上に設置された構造物であるため、地下水位を朔望平均満潮位と設定していました。

次に、地下水位上昇の影響要因ですが、従来、地下水は山から海へ向かう一方向の流動場が形成されていましたが、津波防護施設として防波壁の設置及び地盤改良を実施したことにより、地下水の流れが遮断されるなど、流動場が変化する可能性があります。

防波壁設置後の地下水位を観測した結果、1、2号機エリアの地下水位低下設備周辺及び高台の地下水位については大きな変化がないものの、3号機北側施設護岸周辺の地下水位は若干上昇する傾向が認められます。

以上を踏まえ、地下水位低下設備の有無による建物・構築物等への影響を検討し、基準適合上の位置づけを整理する方針といたします。

次のページをお願いします。

地下水位低下設備の基準適合上の位置づけですが、設置許可基準規則第3条第2項における液状化影響低減及び第4条（第39条）における揚圧力低減のため、地下水位低下設備の効果を期待する施設は、建物・構築物のうち原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物及び排気筒となります。

一方で、地下水位低下設備の効果を期待する基礎地盤・周辺斜面、屋外重要土木構造物、津波防護施設、重大事故等対処施設及び保管場所・アクセスルートはありません。

以上を踏まえ、原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物及び排気筒に作用する揚圧力及び液状化影響の低減を目的として、地下水位低下設備を設置します。

また、設置許可基準規則第4条（第39条）への適合に当たり、原子炉建物等の設計の前提条件となる地下水位を一定の範囲に保持するために必要であることから、地下水位低下設備を設計基準対象施設（Cクラス及びSs機能維持）として位置づけます。

なお、地下水位低下設備は安全施設に該当しませんが、設備の重要性を考慮し、故障要因等を整理した上で信頼性向上を図る方針とします。

最後に、島根2号炉における地下水位の設定方針ですが、前回会合時は防波壁の設置及び地盤改良の実施による将来的な地下水位への影響はないと判断し、地下水位観測記録に基づき、地下水位を設定するとしていましたが、今回、地下水位上昇の影響要因を検討した結果、3号機北側施設護岸周辺の地盤改良後の影響が不明のため、将来的な地下水位を地下水位観測記録から予測することは困難と判断し、防波壁や改良地盤をモデル化した浸

透流解析を実施します。

設置許可段階では、解析モデル、解析条件などの浸透流解析の方針及び妥当性を説明し、詳細設計段階において地下水位を設定します。

なお、設置許可段階で安全性評価が要求される基礎地盤・周辺斜面については、地下水位を地表面に設定します。

次のページをお願いします。

10ページでは、既設の地下水位低下設備の配置図をお示ししています。

次のページをお願いします。

11ページからは、第3章、新規制基準に対応した設計地下水位の設定方針を御説明します。

まず、基本的な考え方として、浸透流解析を用いた設計地下水位の設定フローと各プロセスにおける検討方針をお示ししています。

次ページより、フローに基づいた検討方針について個別に御説明します。

次のページをお願いします。

12ページ、13ページでは、(A) 解析モデルの作成について御説明します。

地下水位の評価においては、敷地を取り囲む分水嶺までを解析範囲とした三次元地形モデルを作成しますが、計算機能力を踏まえて適切に地下水位を評価するため、1、2号炉エリア、3号炉エリア、それぞれで解析モデルを作成しました。なお、両モデルの境界において、重なる部分における地下水位は、概ね一致することを確認しています。

次のページをお願いします。

1、2号炉主要建物周辺における構造物等のモデル化方針ですが、原子炉建物等の主要建物については、揚圧力影響を検証するために透水層として設定し、主要建物周辺の地下水流に影響を及ぼすと考えられる長大な構造物等については、実際の地下水流を模擬するため、難透水層として設定しました。

次のページをお願いします。

14ページ、15ページでは、(B) 再現解析による検証について御説明します。

まず、再現解析の目的は、解析モデルに用いる透水係数等の解析用物性値を含めたモデルの妥当性を確認することです。

降雨条件を観測降雨より求まる年平均降雨として、敷地内の定常的な地下水位を確認するため、定常解析を実施し、参考として観測降雨を与える非定常解析も実施します。

透水係数は建設時工認よりも保守的に設定し、揚水条件は揚水ポンプの起動高さにおいて水位固定条件としました。

3-5図に定常解析の結果をお示ししていますが、観測孔位置における地下水位について、解析値は観測値と概ね一致するか、上回ることから、解析モデル全体として妥当性を有することを確認し、この結果から、予測解析においても解析値が適切に評価されると判断しました。なお、地下水位を観測値よりも保守的に設定するため、揚水量については解析値が観測値を若干下回っています。

次のページをお願いします。

15ページでは、再現解析のうち、参考として実施した非定常解析の結果をお示ししています。

次のページをお願いします。

16ページからは、(C) 地下水位が上昇した場合の影響確認について御説明します。

耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等を抽出し、16ページの平面図上及び17ページに一覧表の形でお示しをしています。

18ページをお願いします。

18ページ、19ページでは、先ほど抽出した施設等について、設置許可基準規則の該当条項や地下水位が上昇した場合の常時及び地震時の影響を18ページの3-6表、19ページの3-7表のとおり整理しました。

20ページをお願いします。

先ほど抽出した施設等について、地下水位が上昇した場合の影響確認として、地下水位低下設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測する浸透流解析を実施します。

再現解析で妥当性を確認した解析モデルに対して、ページ中段の破線内にお示ししたとおり、保守的な降雨条件として、年間降水量2,400mmを考慮し、既設の地下水低下設備の機能に保守的に期待しない方針とします。

一つ目の降雨条件については、島根原子力発電所での地下水位観測期間における平均年間降水量約1,540mmより大きい気象庁松江地方気象台における年間降水量の平均値、約1,880mmにばらつきを考慮し、今後の気候変動予測による降水量の変化を加味して設定しています。

3-8図に示していますとおり、保守的な降雨条件を設定した解析では、モデル境界部に

において地下水が最大10m程度上昇します。

さらに二つ目の既設の地下水位低下設備の機能に期待しない条件については、既設の揚水ポンプは稼働しないものとし、保守管理性の観点から、信頼性が確保できない既設のドレーンを管路ではなく周辺の砕石相当として扱います。なお、これらの保守性については、詳細設計段階における予測解析においても考慮する方針とします。

次のページをお願いします。

先ほど御説明した予測解析における二つの保守性を考慮した浸透流解析の結果をお示ししています。

防波壁周辺の地盤改良により敷地内から海側への排水経路が遮断されることから、敷地内に流入した地下水が滞留し、結果として地下水位が観測水位より大幅に上昇します。

23ページをお願いします。

先ほどの予測解析結果を踏まえ、耐震評価において地下水位の影響を受ける可能性のある施設等について、地下水位の上昇による影響を踏まえた評価と対策のまとめを、先行サイトとの比較と併せて整理しました。

基礎地盤・周辺斜面については、地下水を保守的に地表面に設定するため、東海第二及び女川2号と同様に地下水位の上昇による影響はありません。

また、建物・構築物については、東海第二及び女川2号炉と同様に地下水位の上昇による揚圧力及び液状化影響がありますが、屋外重要土木構造物については、地下水位低下設備に期待しない方針としているため、東海第二と同様に地下水位の上昇による影響はありません。

次のページをお願いします。

津波防護施設、重大事故等対処施設及び保管場所・アクセスルートについては、東海第二と同様に地下水位の上昇による影響はありません。

以上を踏まえ、島根2号炉における地下水位が上昇した場合の影響については、建物・構築物に作用する揚圧力及び液状化影響に限定されると整理されました。

次のページをお願いします。

25ページでは、(D、E)構造成立性検討用の地下水位設定及び地下水位低下設備の考慮として、先ほどまでの分析を踏まえ、各施設における地下水位の設定方針を御説明します。

原子炉建物等の建物、構築物は、信頼性の確保された新設の地下水位低下設備に期待する施設とし、詳細設計段階において予測解析を実施し、設計地下水位を設定する方針とし

ます。

一方、屋外重要土木構造物及び津波防護施設等は地下水位低下設備に期待せず、自然水位より保守的に設定した水位に基づき、設計地下水位を設定する方針とします。

なお、設置許可段階における構造成立性確認に用いる地下水位については、個別の説明資料において説明させていただきます。

次のページをお願いします。

26ページは、(F、G)設計地下水位の設定及び観測による検証についてですが、設計地下水位の設定に用いる予測解析は防波壁周辺の地盤改良完了後の状態をモデル化することから、予測解析結果の妥当性の検証として、防波壁周辺の地盤改良の工事完了後の地下水位観測記録を用いて、解析結果が観測記録に対して保守的であることを確認します。

なお、今後の地下水位設定の信頼性確認などへの活用を念頭に、地下水位観測孔のうち、複数孔については、防波壁周辺の地盤改良影響の検証後も観測を継続し、基礎データとして集積していきます。

次のページをお願いします。

27ページでは、第3章のまとめとして、解析条件及び地下水位設定方針を整理させていただきました。

まず、設置許可段階における再現解析では、年平均降雨及び透水係数を設定した定常解析の結果、解析水位と観測水位が概ね一致することから、解析モデルの妥当性を確認しました。

そして、設置許可段階及び詳細設計段階における予測解析では、再現解析により妥当性を確認した解析モデルを用いて、島根サイトの特性を踏まえた保守性を考慮しました。

一つ目は、保守的な降雨条件の設定として、島根原子力発電所における年平均降水量(1,540mm)よりも厳しい降雨条件(2,400mm/年)を定常的に与えたこと。

二つ目は、既設の地下水位低下設備に期待しないとして、既設の揚水ポンプは稼働しないものとし、保守管理性の観点から、信頼性が確保できない既設のドレーンを管路ではなく、周辺の砕石相当として扱いました。

結果として、原子炉建物等の建物・構築物は信頼性のある新設の地下水位低下設備に期待する方針とし、屋外重要土木構造物や保管場所・アクセスルート等については、新設の地下水位低下設備にも保守的に期待しない方針としました。

以上が、第3章までの御説明となります。

○中国電力（永田） 中国電力の永田です。

ここで説明者を交代させていただきます。

28ページ目から、4.で地下水位低下設備の信頼性向上の方針について御説明いたします。

地下水位低下設備の目的等については、先に説明のとおりです。

二つ目の四角ですが、地下水位低下設備の機能維持を要求する期間、こちらは通常運転時、運転時の異常な過渡変化時と供用期間全てにおいて機能が必要だと考えております。

また、大規模損壊についても、地下水位低下設備の設計を行う上で配慮いたします。

地下水位低下設備の位置づけについても、先に説明のとおりです。

29ページ目をお願いいたします。

29ページ目からは、地下水位低下設備の信頼性を向上するために必要な体制の分析を行いました。詳細は、次ページ以降、説明いたします。

30ページ目をお願いいたします。

まず、分析1ですが、地下水位低下設備の各構成部位が機能喪失する可能性のある事象として、機器の故障に加えまして、設置許可基準規則第3条～13条までの要求事項、地震や津波、外部事象等を考えられる要因として抽出をしております。

4-1表に抽出結果を示します。

31ページ目をお願いいたします。

分析1では、地下水位低下設備の各構成部位が、抽出した機能喪失要因により機能喪失が発生するかどうかについて分析を行っています。

まず、前提条件としましては、設計上の配慮事項を抽出する観点から、全ての構成部位に対して、設計上の外部事象への配慮が講じられていない状態を前提とし、また、各構成部位は、地下に設置するものを含め、屋外に設置されている状態を前提とします。

4-2表に抽出結果を示します。

これらの機能喪失要因を踏まえ、地下水位低下設備の設計上の信頼性を向上させる観点から、表のバツを打っている事象に対しまして設計上の配慮を行います。

内容は、後ほど、4-5表で説明させていただきます。

32ページ目をお願いいたします。

分析2は、地下水位低下設備の機能喪失要因により、同時に「運転時の異常な過渡変化」「設計基準事故」等が発生するかどうかについて分析を行っています。

分析1により抽出された項目を前提とし、まず、4-3表の1/3では、運転時の異常な過渡

変化について分析しています。

左に示しますように、地下水位低下設備の機能喪失要因に対し、この表に示します過渡事象は発生することはありませんが、表の一番右ですけれども、外部電源喪失については、発電所外の設備も含まれており、機能喪失要因に対して、体制の確認、確保が困難であるため、これらについては、一律、外部電源喪失が発生するということで整理をしております。

33ページ目をお願いいたします。

4-3表、2/3は設計基準事故に対してですが、こちらも地下水位低下設備の機能喪失要因に対し、表に示す設計基準事故が発生することはないと評価をしております。

運転時の異常な過渡変化、それから設計基準事故に対する分析の結果、外部事象により、敷地外の送変電設備が損傷し、運転時の異常な過渡変化の外部電源喪失が発生する可能性があります。よって、地下水位低下設備には外部電源喪失に配慮した設計が必要となります。

34ページをお願いいたします。

3-4表、3/3は重大事故等に対する分析です。

こちらも、表の一番右側の全交流電源喪失(停止時)については、外部電源が機能喪失する可能性があること、さらに停止中はDG本体または海水系の点検のために待機除外であることを想定した上で、非常用DGに対しては起動失敗等の機器故障を考慮します。

この結果、全交流動力電源喪失が生じることになりますので、非常用電源に関する信頼性向上の観点から、常設代替交流電源から電源供給が可能な設計とすることとします。

35ページ目をお願いいたします。

35ページ目からが分析3です。

分析3は、運転時の異常な過渡変化、設計基準事故等が発生した状態で地下水位低下設備が機能喪失した場合を想定し、事象収束に当たり追加の対策が必要かどうかを確認しております。

本ページに運転時の異常な過渡変化、それから設計基準事故、次ページ、36ページに重大事故等の分析結果を示します。

35ページの運転時の異常な過渡変化を例に説明しますが、地下水位低下設備の機能喪失のみの場合、地下水位低下設備は事象収束に必要な緩和機能を有していないため事象の収束に影響しませんが、その下の地下水位低下設備が機能喪失し、地下水位が上昇した状態

で地震が発生する場合、これは建物の安定性等に影響があることから、事象の収束に対する影響の懸念があると評価をいたしました。設計基準事故、重大事故についても同じ評価になります。

37ページ目をお願いいたします。

以上の整理を踏まえ、地下水位低下設備を機能維持する観点から、設計に係る信頼性向上のための配慮事項を抽出いたしました。

4-5表に、分析1の結果、抽出した機能喪失要因と、これを踏まえた設計上の配慮項目を示します。

例えばドレーン、揚水井戸については機能喪失要因として地震が挙げられましたので、Ss機能維持することにより機能を確保します。揚水ポンプにつきましては、起動失敗等の機器故障が想定されますので、多重化を行います。

加えて、地震に対してはSs機能維持、竜巻、火山に対しては揚水井戸の上に蓋を設置する等の対策を行います。

結果として、構成部位全てSs機能維持とし、ドレーンと揚水井戸以外の部位について多重化を行うこととします。

38ページ目の4-6表については、先ほどの37ページの結果を集約したものとなります。

これらの分析のまとめを下段に記載しておりますが、分析2の結果から、停止時における全交流電源喪失への配慮として、常設代替交流電源からの電源供給が可能な設計とすると抽出した以外は、分析2、3は分析1に含まれる結果となっております。

なお、分析4、大規模損壊についても、配置設計等を含め、分析1～3の対策により設計上の配慮を行うことができると考えています。

40ページ目をお願いいたします。

40ページ目には、監視・制御機能及び電源接続の系統構成について、概要を4-1図に示しております。

42ページ目、お願いいたします。

42ページ目は、4-2図に新たに設置する地下水位低下設備の配置例及び構成例を示します。これらの揚水井戸、ドレーンの配置及び構造については詳細設計段階で確定をさせていただきます。

43ページ目、お願いいたします。

ここからが運用管理・保守管理上の方針についてです。

まず、運用管理の方針としては、地下水位低下設備が動作可能であることを定期的に確認することを定めるとともに、機能喪失した場合に、復旧用可搬ポンプによる機動的な対応による復旧を行うための手順を定めます。

保守管理の方針としては、地下水位低下設備を予防保全の対象として位置づけ、管理してきます。

45ページ目をお願いいたします。

45ページ目は試験・検査についてです。

4-8表に、地下水位低下設備に係る試験・検査の項目の例を示しています。

4-4図に、試験・検査の項目と範囲を示しております。

46ページ目、まとめになりますが、これまで説明した内容を踏まえ、信頼性向上に係る対策として、地下水位低下設備のSs機能維持及び多重化を行うことに加え、それでもなお動作不能が発生した場合を想定し、復旧用可搬ポンプを用いて復旧を行う多段な対策によりその信頼性向上を図ります。

これにより、事故等の事象収束の観点からも、地下水位低下設備の信頼性を向上させることで、炉心損傷または燃料破損等のリスク低減を図ることができると考えております。

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。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

パワーポイント資料1-1の25ページを開いてください。

三つ目のポツの、詳細設計段階で地下水位低下設備に期待せず、自然水位により地下水位を保守的に設定する方針について確認をします。

詳細設計段階で、三次元浸透流解析の結果から、どのような方法で保守的に地下水位を設定する方針であるかについて、具体的な設定方法と設定プロセスの考え方を説明してください。

例えば、21ページ。ここに許可段階における三次元浸透流解析の結果が記載されていますけれども、この結果を例示するなどして分かりやすく説明してください。

事業者の考えを聞かせてください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

21ページを用いて、簡単に考え方について御説明させていただきます。

21ページの左側につきまして、今、1、2号の浸透流解析の結果をお示ししております。

この結果は、海側が地盤改良や防波壁によって遮断され、さらに今の既設のポンプを停止している状態、なおかつ降雨条件を保守的に設定したものの解析結果でございますけれども、これに対しまして、今、コンター図を示しております。

このコンター図と、対象となる構造物、例えば取水槽であれば、その取水槽周辺のコンター図を見まして、保守的に地下水位が高い条件はどちら、例えば東側が低くて西側が高いといったような状況になりましたら、そちらの高い方の地下水位を設定して評価をするなどを、今、検討しております。

また、長大な構造物であります防波壁につきましては、それぞれごとで地下水位がかなり変化してくるところだと思っております。こちらにつきましても保守的な高い地下水位を設定するなど、今後考えていきたいと思えます。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

今の説明は、例えば南北方向に断面を切ったときに、コンターによって地下水位が描けると思うんですけども、例えば取水槽なんか少しでも高い方にかかっていれば、その高い方の水位を使うという説明。

あと、例えば5mごとに、今、数字が書いてありますけれども、5mごとに高い方で設定していくのか、1mごとぐらいに設定していくのかとか、三次元浸透流解析からも保守的に設定するという方針は示されているんですけど、どう保守的なのか、この設定方針が今のところでは分かりませんので、この「保守的だ」ということで収めるのではなくて、どういう保守的に設定するのかというところまで方針を示していただきたいというふうに考えていますが、事業者の考えを説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

おっしゃられるとおり、今、保守的に設定すると書いておりますところを、もう少し具体的に記載をさせていただきたいと思えます。

考え方は、先ほど服部さんがおっしゃったとおりの考え方で、一部整理をしていきたいと思っております。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

分かりました。

それでは、次にパワーポイント資料の42ページを確認してください。

新設の地下水位低下設備の効果に期待して、詳細設計段階で設定する地下水位について、既設の地下水位低下設備の役割などについて確認をします。

既設の地下水位低下設備を構成する部位について、役割を期待する部位。例えば集水管ですとか、サブドレーンなど。と、期待しない部位、例えば揚水ポンプなどを明確にし、さらに役割を期待する部位の要求機能を明確にした上で、新設の地下水位低下設備の有効範囲と効果を詳細設計段階で検討する際において、そのときに既設の部位の設計基準地震動 S_s に対して想定している性能と、その性能を期待できる根拠を整理して、説明してください。

ここで説明を求めている内容の一部、例えば性能については、このページの三つ目のボックスや、このページ以外にも示されていることは認識していますが、それらの説明がいろいろな箇所にちりばめられていて、それを頭の中で組み立てないと理解できないため、整理して説明していただきたいということを求めています。

特に27ページ。ここには分かりやすく整理された表があって、詳細設計段階では既設の地下水位設備の効果に期待しないとはっきり示されていますが、一方で、そのほかの箇所には期待する旨の記載もあることから、矛盾しているように読めますので、分かりやすい説明を求めています。

先ほど、効果を期待しないということについて説明があって、管路ではなく周辺の砕石相当として扱うということが、効果に期待しないということが同義であるというような説明もありましたけれども、あくまでも今あるドレーンの周りがある砕石の効果は期待しているんだらうなというふうに受け取っていましたが、ここに効果を期待していないと書かれているのには矛盾があるのではないかというふうに読み取って、こういう指摘をさせていただきます。

ということで、幾つかここで確認しようとしていますので、改めて、まずは既設の地下水位低下設備について、役割を期待する部位と、期待しない部位を明確にしてくださいということについて、説明をしてください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

まず、我々の考え方を御説明して、詳細にはまた別途役割を期待するもの、期待しないものということで御説明資料をさせていただきたいと思っておりますけど、我々の考え方としましては、先ほどありました27ページ等を書いてあります既設のドレーンについての

考え方でございますが、我々としましては、そもそもサブドレーンとしての管路として穴が空いているようなものについて、期待をしていません。

その周辺に碎石がありますので、その碎石相当だというふうなことで、期待をしているという意味ではなく、そこに碎石があるので碎石相当にしているというものでございます。

これについては、我々としてはドレーンとしての効果は期待していないという記載の仕方をしておるんですけれども、先ほどおっしゃられました役割というところの部分を明確にいたしまして、そののところをもう少しきちんと記載させていただきたいと思います。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

説明は分かりました。

我々の観点としては、今ある地下水位低下設備の損傷を想定した上での性能を使って、詳細設計段階において新設の設備も考慮しながら検討するんだらうなということなので、効果は期待しないということについては矛盾点を感じていたということなので、そこら辺ももう少し分かりやすく整理してもらいたいということで、確認をしました。

次にもう一つ確認をしますけれども、そのときにその既設の設備、ドレーンとかについて、要求機能というのはどのように考えていますか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

既設のドレーンの要求機能としましては、現状、今、碎石を入れております。ただし、今後詳細設計段階でお示しすることになると思いますけれども、新設のドレーンを、今の既設のドレーンよりもかなり深いところに今設定しようと考えております。

絵といたしましては、42ページでございます。

42ページの右側の図の赤い線、これが新しく設置しようとして今考えておりますドレーンの計画案でございますが、既設のドレーンにつきましては原子炉建物直下にあるものでございます。これよりもかなり深いところに新たにドレーンを作りますので、既設のドレーンについては、その役割、要求機能というものは、今後はないのかなというふうに考えております。

ここについても、改めまして整理して、御説明させていただきたいと考えております。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

既設のドレーンについては、この中身を読んでいくと、碎石相当の透水性を考慮して、

通水性という機能を期待するというふうに読めているんですけども、そういう機能というのはないという位置づけで詳細設計段階において既設の設備を取扱うという理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

我々としては、今説明したとおり、それよりもかなり深いところにドレーンを新たに設置いたしますので、原子炉直下でのドレーンの機能・役割というものは、今、碎石にしておりますけれども、ないというふうに考えております。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

まあ、説明は分かりました——分かったというか、事業者の言わんとしているようなことは分かったんですけども、役割に期待しない、機能がないということであれば、それが、例えば碎石相当じゃなくなったとしても、詳細設計段階における地下水位低下設備の効果とか、有効範囲とか、そういうものの設定には影響がないというふうにも受け取れてしまうんですけども、そういうことではないというふうには聞こえるんですけど、既設の役割、要求機能、あと性能。それと、その性能を確保するための対策とか、そういう方針ですね。そういうのが今混在しているような形でよく分かりませんので、1回整理していただいて、もう一度説明していただきたいと考えていますが、事業者の考えを説明してください。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

今、服部さんのおっしゃったように、同じドレーンでも既設と新設で要求性能を、我々、整理をいたしまして、またしっかり御説明をさせていただきたいというふうに考えております。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

分かりました。整理してください。

ドレーンと今言っていますけれども、ドレーンには集水管ですとか、サブドレーンとか、種類の違うものもありますし、それぞれについての考え方も説明していただきたいのと、あと、既設には接続柵というものがあまして、接続柵も一応水が通る通水性の機能も一部含んでいると思いますので、そこら辺も含めて、詳細設計段階で新設の設備も使うんですけども、そのときに一部既設の機能を使うということであれば、そういうことも含め

て整理してくださいということですので、よろしく申し上げます。

○中国電力（山田） 中国電力の山田でございます。

構成部位について、それぞれの要求性能をまとめて御説明させていただきたいと思えます。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

では、次の確認にいきたいと思えます。

パワーポイント資料1-1の14ページを確認してください。

一つ目のポツにあります妥当性について、確認をします。

まず、三次元浸透流解析の再現解析により、モデルと解析用物性値の妥当性を確認するという方針にしていますけれども、この方針について、許可段階で確認する範囲というのを説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

現在、再現解析による結果をお示ししております。モデルの妥当性ということでございます。

許可段階で確認する項目といたしましては、まずは再現解析によりまして、現状でのこのモデル——モデルと言いますのは12ページのモデルでございます。

それと、13ページで、当社の考え方としての透水層、不透水層、あと難透水層の考え方。あと、現状使っております透水試験の結果。これらについて、ある程度妥当であるというふうに我々としては考えておりますので、そこを御確認いただけたらと思っております。

ただ、詳細設計段階では、これらのモデルとか、透水係数、あと、不透水層、難透水層の考え方のところについては、それぞれ影響検討というものを御説明する必要があるというふうには考えております。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

例えば今回再現解析で妥当性を確認することなので、ここの14ページに書いてあるような再現解析に用いる条件というの、妥当であることを説明するのかな。

例えば、一番最初のポツには、透水係数等の解析用物性値を含めたモデルの妥当性を確認すると書いてあるので、透水係数等の解析用物性値も妥当性をここで確認するのかな。

例えば2ポツ目には、降雨条件について書いてありますので、降雨条件についてもここ

で妥当性を確認するのか。

3ポツ目には、揚水条件も書いてあります。

これらの条件について、今回許可段階で妥当性を確認するという意味ではないのか。これについて説明をしてください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

おっしゃられるとおり、ここに3-3表、透水係数を記載させていただいております。

今回設置許可段階では、降雨条件、観測降雨より求められます年平均降雨を使って、実際の観測値とこの透水係数、あと解析モデルを使ったものを比較検討した結果が3-5図ということで示しております。

これによりまして、ある程度観測値と解析値というものが、各ボーリング孔の位置で概ね合っているということをご説明させていただいているということで、この範囲が、設置許可の範囲として妥当性というところの御説明範囲だというふうに考えております。

服部さんがおっしゃっていることだと理解しております。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

例えば今、地盤の透水係数の話が出ましたけども、この透水係数を許可段階で妥当性を説明するというのであれば、地盤調査による岩盤の状況ですとか、どのような試験をしているか分かりませんが、現場透水試験などによる具体的な設定方法、あと、その設定プロセス。これらについても説明した上で、この透水係数が妥当ですよということを説明していただく必要があると思うんですけれども、妥当性を説明する条件については、もう少し詳しく、その背景だとか、試験だとか、その結果とか、そういうのを含めて説明していただきたいと考えていますが、事業者の考えを説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

おっしゃっているコメントは、よく分かりました。

我々としては、資料1-1の59ページに、結果とその選定方法の考え方については一部記載をさせていただいておりますけれども、今おっしゃられたのはその条件だとか、どういった透水試験をやっているのかというところだと思いましたので、そこについてはもう少し追記をさせていただきたいと思っております。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

それに附随して、次にその他の条件として、3ポツ目にある揚水条件について、これについても簡易的な記載がありますので、確認をします。

揚水条件は、揚水ポンプの起動高さにおいて水位固定条件とすると書いてありますが、13ページの集水管、サブドレーン、太線と細線で示されている集水管とサブドレーンの位置で、一律の推移を設定しているという解釈でよろしいでしょうか。

また、建物や土木構造物の下面、これについても一律の水位を設定しているということでもよろしいでしょうか。

また、その一律の水位で設定するというのであれば、その水位の条件というのはどこに記載されているのか。これらについて説明してください。

揚水条件については、再現解析の条件の一つということで、妥当性を確認する再現解析ということなので、これについてももう少し詳しい説明が必要ではないかということで、今確認したいと思います。

事業者の考えを説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

御趣旨、分かりました。もう少し追記をさせていただこうとは思いますが、現状のところ、口頭にはなりますけれども補足説明させていただきます。

ここに書いてあります揚水ポンプといいますのは、13ページの建物の解析モデル図がありますけれども、そこに黒い丸を付けさせていただいています、ここがサブドレーンピットの位置でございます。

こういったところにポンプを設置しておりまして、ある起動の水位になりますと、ポンプを動かして揚水していくというものでございます。

ですので、ここで書かせていただいておりますのは、そのポンプの起動の高さになればポンプが稼働して水をくみ上げる。そのくみ上げた水の量が揚水量という整理をさせていただいております。

先ほどありました集水管でございますとか、サブドレーンにつきましては、これは健全なときには穴が空いている管があるということで、そこについては水が流れるということで、圧力はかからないという浸透流解析の条件を設定しておりますので、その辺りが分かるように、もう少しこの揚水量の考え方のところの条件について、御説明、今後させていただきたいと思っております。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

説明はしていただきたいんですが、もう少し具体的に聞きます。

揚水ポンプの起動高さにおいて水位固定とあるんですけど、具体的にはEL何mに設定しますか。

分からなければいいんですけども、分かれば説明してください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

先ほど説明しましたサブドレーンピットの位置に揚水ポンプがございまして、そこでEL-5.8mで水位を固定しております。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

そうすると、例えば1号炉タービン建屋のところも、EL-5.8mの水位を設定しているという理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

説明が足りなかったかもしれませんが、あくまでも水位設定いたしますのはサブドレーンピットの、ポンプの位置での推移を設定しております。それ以外は、ポンプに流れ込んでくる集水管、接続柵でございますとか、そうではないところについては、井戸から離れたところについては地下水が上がっていくということで、それぞれの建物については、それぞれのところで、解析で地下水が出てくるというものでございます。

あくまでも、設定しているところは揚水ポンプを設置している箇所ということでございます。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

説明は分かりました。揚水ポンプのところで、地下水位を固定で一定条件をして、あとは、ドレーンとかサブドレーンについては、透水係数のある管を入れて、その解析をすることによって、その影響を考慮して解析ができるということで、あくまでも水位を設定しているのは揚水ピットのところだけという理解でよろしいでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

そのとおりでございます。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

その点については確認できました。

ただ、そもそも論として、そこら辺の既設の地下水位低下設備、サブドレーンや集水管、接続柵含めて、当然ポンプとか、ポンプピットもそうなんですけれども、その条件というのがここに記載されていませんので、それらも含めて分かるようにしていただきたい。

これらについては、前回までに説明があったというふうに記憶していますので、もし、そうであれば、そこにひも付けするなどの説明を入れておいていただきたいと思います。

構造的なその条件がないと、こちらも理解するために必要なときもありますので、再現解析の条件としては構造条件もありますので、それも含めて説明をするようにしてください。

事業者の考えを聞かせてください。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

了解いたしました。今後、資料を充実させていただきます。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

私からは以上になります。

○山中委員 そのほか、何か質問、コメントございますか。

○日南川技術参与 原子力規制庁の日南川です。

パワポ資料の27ページに、既存の地下水位低下設備は信頼性が低いというふうに記載をされております。

既存の地下水位低下設備が基準地震動 S_s 等により損傷し、他の施設等に波及的影響を与えることがないのか。説明ください。

また、先ほど、服部の質問に関連するんですが、既存ドレーンは、管路ではなく周辺の碎石相当として取扱うというふうにしてはありますが、基準地震動 S_s 等の被害により、碎石の間に土砂等が流入するなどし、集水機能が低下することが考えられると思われれます。

そのため、碎石部分について、碎石相当の透水係数を考慮できるドレーンとしてみなせるのかどうなのか。もう少し詳細に説明ください。

以上です。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

説明につきましては、今後充実させていただきますけれども、資料1-1の52ページに少し記載をさせていただいております。

既設のドレーンの信頼性というところで、我々としては、耐久性、耐震性につきまして

はSsの機能維持が可能であるというふうに考えております。

これについては、また御説明が必要かと思っておりますが、信頼性が低いとさせていただいておりますのは、保守管理性というところでございます。

これにつきましては、先ほどのサブドレーンにもありましたけれども、建物の下を十字で切るようなドレーンでございます。ここについて、随時点検ができるかというところが我々としては保守管理性が低いということで、全体的に信頼性の低いものというふうに、この既設のドレーンについては扱っております。

二つ目の御質問のところで、土砂が入ってきて碎石相当の透水係数が確保できないのではないかとこのところでございますけれども、この右側のほうにドレーンの配置の絵を記載させていただいております。岩盤の上に均しコンがありまして、原子炉建物のマットの下のコンクリートがくる構造物でございます。

岩盤を掘り込んで、周りを均しコンクリート、あと建物で囲まれているところでございますので、基本的には土砂とかの流入というのは少ないのではないかとこのように考えております。ですが、今回は碎石、その周りの碎石相当というところで取扱っておりますけれども、そこについても、今後詳細にまた御説明させていただけたらというふうに考えております。

以上です。

○日南川技術参与 原子力規制庁の日南川です。

1点目の耐震性については、52ページとか41ページ辺りでも記載をされているので、その辺の今御回答のあったことは十分理解をして質問をしております。

その辺は、Ss機能維持、Ssで必ず安全性が担保されているんだという説明を、今後お願いをしたいと思います。

それと、碎石の透水係数のところについても詳細な説明をいただけるというふうなことです。改めて資料を提示して、説明をお願いしたいと思います。

以上です。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

ただいまの説明に対して、先ほどの説明と関連して、一つだけ確認します。

52ページの話が出たんですけれども、ここにはサブドレーンの考え方が示されているんですけれども、これは、集水管についても、同じように上に原子炉建物があって、同じよ

うな説明をできるということによろしいでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

集水管につきましては、同じく岩盤の中に織り込んでいるところでございます。そこは同じなんですけれども、建物のすぐ横、少し離れたところに設置しておりますので、その構造図をもう一度御説明させていただきたいというふうに。

考え方としては、同じように砕石で、周りを埋め戻しておりますので、土砂等が入ってくることはないというふうには考えておりますけれども、改めまして絵をお示しして、御説明させていただきたいというふうに考えております。

以上です。

○服部主任安全審査官 規制庁の服部です。

先ほどの説明はそういう趣旨ですので、そのことを踏まえて定義をしてください。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。

○千明主任安全審査官 規制庁の千明です。

私から2点確認します。

まず1点目ですが、パワーポイント資料の15ページをお願いします。

ここでは再現解析の参考扱いとして、観測降雨を与える非定常の浸透流解析の結果が示されています。

ここで確認なんですけど、この非定常解析について、詳細設計段階では建物の基礎スラブや地下外壁の設計に際して、それら部位に対する地下水上昇の時間評価のために用いるということで、よろしいでしょうか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

御質問を少し確認をさせていただけたらと思うんですけれども、今のは、この非定常解析の結果というものは、仮にポンプ等が停止したときに水位が上昇して、その建物への影響という意味の御質問でしょうか。

○千明主任安全審査官 規制庁の千明です。

今おっしゃった内容です。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

現在考えております、新しく地下水位低下設備につきましては、ポンプ等を多重化したり可搬型設備を設置することで、時間的に地下水位が上昇していくことがないような設備

構成にしようというふうに考えておりますので、この値をそのまま外壁等の影響に使うということまでは、今は考えていないという状況でございます。

○千明主任安全審査官 規制庁の千明です。

今のお話ですと、この非定常解析というのは、この結果をカスタマイズとかして、詳細設計段階で設計に用いることはない、あくまで、今、設置許可段階で参考扱いとして示していると、そういったものでよろしいですか。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

今、千明さんがおっしゃったとおりでございます。

○千明主任安全審査官 規制庁の千明です。

この点については理解しました。

続いて、もう一点ですが、パワーポイント資料の28ページをお願いします。

このページでは、一つ目のポツで地下水位低下設備の目的及び機能ということで、三つ目の矢羽根には、地下水位低下設備に揚圧力低減及び液状化影響低減の効果を期待することを踏まえた基準適合上の考え方が示されているというふうに理解しております。

一方で、三つ目の四角のところの地下水位低下設備の位置づけについては、ここは4条に係る揚圧力低減についての位置づけについては示されているんですが、先にあった3条第2項に係る液状化影響低減に係る地下水位低下設備の位置づけについては示されておられません。

また、パワーポイント資料の18ページを確認いただきたいんですが、3-7表ですね、こちらでは、地下水位が上昇した場合の地震時の影響が整理されておまして、建物の地下外壁やスラブに影響が生じるおそれがあるという記載があります。この役割に対して地下水位低下設備をどのように位置づけるのかということも、関連して記載が不足しているように思われます。

したがって、現状、3条第2項に係る適合に当たっての地下水位低下設備の位置づけについて、説明が不足しているように考えておりますが、そちらについては、今どういう理解でいるのか、今後どうしていくのかというあたりの考えを説明をお願いします。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

千明さんがおっしゃったとおり、地下水位低下設備につきましては、建物構築物——原子炉建物等でございますけれども、これの液状化の影響を低減させる効果を期待しております。

明確に記載はしていなくて申し訳なかったんですけども、18ページで言いますと、液化影響ということで、4条の後ろに括弧書きで3条第2項という記載をさせていただいております。これは、※7ということで一番下に記載をさせていただいておりますけれども、4条の適合確認をもちまして3条第2項につきましても併せて確認をするという趣旨で、代表して4条という書き方をさせていただいておりますけれども、併せて3条第2項が分かるように記載のほうを適正化させていただきたいと思います。

以上です。

○千明主任安全審査官 規制庁の千明です。

説明のほうは分かりましたので、明確に記載のほうをしていただいて、分かるような形で整理して、今後、説明をお願いしたいと思います。

私からは以上です。

○山中委員 そのほか、ございますか。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

先ほど千明のほうから、三次元の浸透流解析の再現解析のうち、参考として今、示されている非定常の解析に関して質問をしていたんですが、それで、確認なんですけれども、38ページ、機能喪失要因等の分析に基づく設備構成の検討の一番下のポツ、「また」書きで、ここに復旧用の可搬ポンプを用いた機動的な措置についての手順ということが記載されていて、その具体的な内容が44ページ、4の(4)として運用管理・保守管理上の方針ということで、これは揚水ポンプの片系列が動作不能の場合、そのときの対応として1系列に対して復旧用の可搬ポンプを設置して復旧を直ちに行う。2系列、動作可能な状態に直ちに復帰するというような記載がありまして、これは自主的な信頼性向上の取組、ただし保安規定にもちゃんと規定してやるというふうな内容というふうに理解しておりますけれども、こういった場合で、どれぐらいで復旧をすべきなのかという目安というか、そういうものが必要になるので、非定常の解析で、どれぐらいの時間的な余裕があるのかということについては、何らかの形で解析が必要になるというふうに理解しておりますけれども、そういう理解でよろしいですか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

ただいまお話のありました44ページですけれども、1台のポンプが故障した場合には、もう一台のポンプで水位を維持します。そのポンプが健全な間に速やかに復旧用可搬ポンプを設置して故障したポンプを復旧しますので、水位が上がるような状態にはならないと

考えております。

以上です。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

質問がかみ合っていないんですが。その手順をやるのには時間がどれぐらいかかるかという見積りもしますし、実際、じゃあ、その間にどれぐらい水位が上がるのか、有意に上がることがないということの確認。そういうものは何らかの形で確認は必要になるというふうに考えているんですけども、それは全く必要ないと、今そう言われたんですけど、そういう意味で、本当に必要ないんですか。

○中国電力（田村） 中国電力の田村です。

ポンプ2台設置しております、1台のポンプで100%の性能を有しております。なので、通常は1台を起動して、片系統は待機状態で動いていない状態で水位を維持します。

したがって、1台故障しましても、もう一台のポンプが動いていれば水位は維持できる。ポンプが動いている間に復旧用可搬ポンプを入れて、このポンプも100%の性能を有していますが、そのポンプも入れた上で、ポンプを修理するために水位をさらに下げる必要もありますので、下げた上で故障したポンプを修理しますので、復旧可搬ポンプも含めると300%の容量を有しておりますので、水位が上がるような状態にはならないと考えております。

非定常解析が必要になるのは、水位が設計で想定している水位より上がる状態になったときに、そのスピードがという話になると思いますので、基本的には必要ないのかなと考えております。

以上です。

○名倉調査官 規制庁の名倉です。

一応、意味していることは分かりました。ただ、目安としてどれぐらい。実際、深く設置するということに対して、これは、深く設置することの理由というのは、水をどういふふうを集めるのか、広い範囲から集めるために、揚水の水位分布とか、そういった揚水圧の分布も含めて、どういう分布を想定するかによって、多分この深さが決まってくると思うんですけど。

そういう意味で、機能喪失した場合というのは、これは考えなくていいんだということかもしれないんですが、目安としてどれぐらいかというのは、やはり余裕があるのか、ないのかということについては、完全に喪失することは基本的には設計上は現状で考えなく

てもいいんですけど、そこら辺の目安というのは何らかの形で検討したほうがいいんじゃないかと思います。そういったところの検討の要否、それがどういう位置づけかということも含めて、工認段階でどういうふうに検討するかというのは、よく検討していただきたいと思います。

実際、今日、本来、ちょっと言いたかったのは、15ページのところ。これ、解析モデルの妥当性ということでは、その前の14ページのほうで、解析値と観測値がほぼ同等か解析値のほうが大きいから、解析条件、解析モデルの保守性、妥当性、保守的に使えるということの確認はできたということと理解したんですが、非定常解析の結果を見ると、やはり、これを使うか使わないかというのはあるんですが、観測値と解析値の関係を見ると、解析値のほうが上を行ったり下を行ったりしているということもありますけれども、ちょっとどうかなと思ったのは、感度がほとんど解析のほうがないというような結果が出ています。

こういったところに関しましては、何が原因なのかというのが分からない状況でもあります。こういった定常解析で合っているから、ある程度いいんだというのは、確かにそうなんですけど、非定常で、こういった合わなくなっているということに関して、やはり少し説明は。この再現解析の中で非定常解析の占める割合とか位置づけというのはあるんですけども、これを工認段階でも一応、説明をしていただくことになるかと思うので、これに関しては少し説明性を上げていただいたほうがいいのかなと。そういったところは、今後、検討していただきたいと思います。

これは、詳細設計段階でちゃんと説明が、もう少しちゃんとできるようにしてくださいという宿題かなと思いますので、これについては、今後、その位置づけに応じた説明の程度というものはあると思いますけれども、説明性の向上について検討していただきたいと思います。いかがでしょうか。

○中国電力（黒岡） 中国電力の黒岡です。

15ページの件につきましては、No.1孔と7孔しか記載しておりませんが、まとめ資料のほうには全ての観測孔について、ある程度、検証した結果を載せております。ただ、これについては、もう一回、詳細に検討しまして、詳細設計段階で再度説明させていただきます。

以上です。

○山中委員 そのほか、いかがでしょうか。よろしいでしょうか。

どうぞ。

○石渡委員 石渡です。

14ページに透水係数の表があるんですけども、この数字は、これは代表性の点で問題はないんですかね。つまり、例えば、 C_H 級、 C_M 級、 C_L 級とだんだん透水係数が大きくなっていきますけど、D級になると、また下がってしまいますね。

59ページの表、建設工認時の透水係数との比較を見ると、ここに説明が書いてあって、D級だけ設定の方法が違うんですよね。 C_L 、 C_M 、 C_H などは透水試験に基づき設定で、D級だけ別の方法でやっている。

それから、もう一つは埋め戻し土という、掘削ズリの透水係数が 2×10^{-1} という物すごい大きな値になっていますが、建設工認時は、これは 5×10^{-3} で、二桁違うんですね。二桁違うんですよ。この二桁違うものを、説明では「概ね同等または上回っており」程度に書いてあるんですね。これは概ね同等でいいんですかね、これは。そのところを、御回答をお願いします。

○中国電力（吉次） 中国電力の吉次でございます。

先ほどもコメントがありましたので、改めて御説明しようとは思っておりますけれども、現在の考え方を御説明させていただきます。

D級の、まず設定方法につきましては、おっしゃられるとおり透水試験ができておりません。これは考察を一部書かせていただいているんですが、尾根付近に分布しているD級のところでございまして、層圧がそんなに厚くないために、また、透水試験、5～10mぐらいが実施するために必要なんですけども、そういったところがなかなか確保できなかったもので、今回、透水試験ではなくクレーガーの方法を採用させていただいております。そのあたりも、もう少し詳しく、今後、御説明させていただきます。

また、埋め戻し土、掘削ズリにつきましては、概ね同等というよりは、大幅に、おっしゃられるとおり、2オーダーぐらい透水がしやすいものになっております。これにつきましては、今回、改めて透水試験をやった結果を使っておりますので、そこも今後、御説明のほうをさせていただきたいというふうに考えております。

以上です。

○石渡委員 はい。じゃあ、よろしく申し上げます。

○山中委員 そのほか、いかがでしょう。よろしいですか。

本日は地下水位の設定についてコメント回答していただいたんですが、かなりたくさん宿題が出ました。

まず、新設と既設の地下水位低下設備のいわゆる機能と役割、これをはっきり示してくださいという、この辺には、もう少し検討いただいて追加していただく必要があるかなと。

それから、最後も出たんですけども、私も気になったんですが、地下水位の再現解析ですね、これが15ページにあるように、確かに、高さは大体合っていて保守的な値が出ているんだけど、例えば降雨に対して、それほど実測値に比べると感度が出ていない、このあたり、少し気になりましたし、モデルあるいは物性値について、石渡委員からもコメントがございましたけれども、より詳細に追記をいただく必要があるかなというふうに思いました。

そのほか幾つか追加でコメントがございましたですけども、改めて御説明いただければと思います。よろしく申し上げます。

それでは、時間も押しておりますので、続いて資料の説明をお願いいたします。

○中国電力（磯田）では、中国電力の磯田が御説明させていただきます。

島根原子力発電所2号炉、地震による損傷の防止のうち地盤の液状化強度特性について、資料番号1-2のパワーポイント資料で説明させていただきます。

本資料では、令和元年6月18日、第730回の審査会合の御指摘に対しての御回答とさせていただきます。前回審査会合からの変更点は青字で記載しておりまして、その部分を中心に説明させていただきます。

では、まず、6ページ、お願いいたします。

6ページでは、前回の6月18日の審査会合での指摘事項に対する解答要旨を記載しております。詳細につきましては、以降のページで説明させていただきます。

17ページ、お願いいたします。

こちらでは、前回会合において敷地の岩盤上の被覆層について、敷地の造成履歴の観点からも説明することという御指摘を頂きました。まず、17ページでは、発電所建設前の地形立体図を示しておりまして、1～3号炉の建設に当たりまして、周辺の山を掘削し発生した岩砕を主体とする掘削ズリによる埋め戻しにより敷地を造成しております。

次のページ、お願いいたします。

18ページでは、敷地の地層分布状況として1～3号機の建設時の敷地造成、埋立て範囲を示させていただきます。EL15m以下の敷地には、埋め戻し土の掘削ズリ、粘性土、そして砂礫層が分布していることをお示ししております。

次のページ、お願いいたします。

こちら、前回会合ではEL15m以下の埋め戻し土である掘削ズリの分布を記載しておりましたが、今回はEL15m以上の敷地も含めまして、掘削ズリが敷地全体において概ね全域にわたって分布しているということをお示ししております。

少しページが飛びますが、33ページ、お願いいたします。

こちらでは、前回の会合におきまして、ほかのサンプリング方法及び試験方法との比較を踏まえ試験結果の信頼性向上を検討すること、また、掘削ズリに対する液状化試験の位置及びデータ数について、追加の液状化試験を検討することという趣旨のコメントを頂きました。今回、新たに試料採取いたしまして、供試体10体、追加しまして液状化試験データの拡充を行いましたので、こちらの説明をさせていただきます。

まず、液状化試験試料の採取方法としては、先行他サイトの審査実績、審査状況、こちらを踏まえまして、ロータリー式三重管サンプラー、GPサンプリング、凍結サンプリング及び表層試料採取、こちらの4種類について検討いたしました。前回の会合説明時では、①のロータリー式三重管サンプラーによる掘削ズリの試料採取について説明させていただいております。

2ポツ目に記載しておりますが、この方法で採取した試料につきましては、局所的に発生する乱れを除いて乱れの少ない試料でしたが、掘削ズリは150mm程度の玉石を伴うため、土及び粗粒度の三軸試験の供試体作製・設置方法の基準を踏まえますと、液状化試験に採用可能な区間は限定的であり、供試体として使用可能なものというのは4体のみとなりました。また、3ポツ、2行目に記載しておりますが、供試体直径を300mmとした場合でも許容される試料の最大粒径は60mmとなりまして、今回、玉石が150mm程度ということで、ロータリー式三重管サンプラーによる試料採取数の改善というのは困難と判断しました。

次のページ、お願いいたします。

続きまして、②のGPサンプリングについて御説明させていただきます。2ポツ目に、島根原子力発電所での採取実績について記載しております。1地点のみGPサンプリングによる試料採取を実施しましたが、回転切削に伴う礫間の緩みによりコア詰まりを起こして掘進ができなくなったこと等から、以降の試料採取を取りやめました。また、3ポツ目になりますが、右下の写真のように、採取されたコアは掘進時に発生した不連続面に沿って乱れていること等から、供試体として採用可能なものは得られませんでした。

次のページ、お願いいたします。

③の凍結サンプリングにつきましては、2ポツ目にも記載しておりますが、こちらの採

取方法では、適用地盤が凍結に必要な飽和度の高い地盤であるということから、埋め戻し土の掘削ズリのうち地下水位より浅い部分の採取ができないということで、適用不可と判断しました。

続きまして、④の表層試料採取につきましては、こちらは地表面付近の埋め戻し土を対象として試料採取を行う方法であり、敷地造成において発生した岩砕を主体とする材料による埋め戻した人工地盤であるということから、2ポツ目、2行目に記載していますが、供試体寸法に適合しない礫を除くことで試験基準を満足する供試体を作製することが可能となります。そして、4ポツ目になりますが、先ほど御説明したロータリー式三重管サンプラー、GPサンプリング、こちらの採取実績等を踏まえまして、液状化試験データ数を確実に増やすという観点から、表層試料採取により追加資料の採取を行いました。

次のページ、お願いいたします。

こちらでは、先ほど御説明した液状化試験試料採取方法と、その結果の整理をしております。表の右の④表層試料採取の試料採取結果の欄に記載しておりますが、採取した試料の寸法調整、また粒度調整、密度調整により現地地盤を再現し供試体を作製することで、供試体を新たに10体、追加し、液状化試験データの拡充を行いました。

次のページ、お願いいたします。

こちらでは、液状化試験の試料採取位置をお示ししております。2ポツ目にも記載しておりますが、左下の図、埋め戻し土の掘削ズリの平面図では、ロータリー式三重管サンプラーの採取位置、E-2～E-8をお示ししております。さらに、液状化試験の位置及びデータ数について、代表性、網羅性の確保及び保守的な液状化強度の設定の観点から、これまでデータが得られていない位置を選定しまして、A～E地点での表層試料採取を追加実施しました。

41ページをお願いします。

こちらでは、表層試料採取による供試体の作製方法について記載しております。まず、1ポツ目ですが、敷地の被覆層である掘削ズリは、敷地造成において発生した岩砕を主体とする材料により埋め戻した人工地盤であるということから、掘削ズリの粒径加積曲線となるよう粒度調整を行い、敷地の埋立て工事における施工管理基準値となるよう密度調整を行うことで、人工地盤である掘削ズリを再現した供試体の作製を行いました。試料の採取状況や取り除いた巨礫のほうを右の写真でお示ししております。

次のページ、お願いいたします。

こちらでは、粒度の調整方法について記載しております。1ポツ目ですが、既往の試料採取位置の粒径加積曲線と同等となるよう、表層採取試料の粒度調整を実施しました。表層採取試料の粒径加積曲線を中央のグラフの赤線でお示ししております。また、表層採取試料の細粒分含有率を右の上の表でお示ししております、平均値としては7.6%という結果になりました。そして、その下の表に既往の試料採取位置の細粒分含有率の平均値と -1σ 値を示しております。2ポツ目に記載しておりますが、今回の表層採取試料の細粒分含有率の平均値は、既往の平均値と -1σ の範囲内に収まっていることを確認しました。

次のページ、お願いいたします。

こちらでは、供試体の作製方法について御説明します。まず、1ポツ目となりますが、3号炉建設時の敷地埋め戻しに当たっては、大型締め固め試験により乾燥密度 $1.874\text{g}/\text{cm}^3$ を算出しておまして、こちらを施工管理基準としました。2ポツ目の記載ですが、これを受けまして、表層採取試料による供試体作製に当たっては、乾燥密度 $1.874\text{g}/\text{cm}^3$ 、これを目標値としまして、右下の表に今回作製した供試体の乾燥密度をお示ししております。

すみません、またページが飛びますが、58ページ、お願いいたします。

こちらでは、液状化試験の試料採取位置と敷地全体で採取した試料との物性比較について、御説明させていただきます。まず、掘削ズリについてですけれども、掘削ズリは敷地全体に分布しているということから、場所によって性状が異なるという懸念がありましたので、埋め戻し土層の圧の大きい護岸沿いに設置している防波壁、こちらに着目しまして防波壁近傍と液状化試験試料採取位置との比較を行ったところ、N値、細粒分含有率、ともに試料採取位置の平均値が防波壁近傍のばらつき以内に収まっていることを確認しましたので、試料採取位置の代表性を確認しました。なお、この説明の結果につきましては、62、63ページに記載しております。

59ページ、お願いいたします。

こちらでは、前回、砂礫層について、ボーリング調査箇所と液状化試験箇所のN値との比較を行い、代表性、網羅性を説明することというコメントを頂きまして、前回の説明では、こちらの平面図で示すとおり、砂礫層というのは敷地の局所的な範囲で確認されておまして、試料採取位置と敷地全体の調査位置、これが近接していることから代表性があるというふうに説明しておりましたが、今回、御指摘を踏まえまして、物理特性に着目した整理を行いました。

64ページ、お願いいたします。

まず、N値についてですが、グラフの右2列に赤色で液状化試験の試料採取位置のデータ、青色で敷地全体のデータをお示ししております。赤色の平均値が敷地全体のばらつき $\pm 1\sigma$ の範囲内にありまして、また、赤色の -1σ 値が敷地全体のばらつきの範囲から、僅かにちょっと外れてはいるんですけども、概ね一致しているということから、砂礫層に対する液状化試験試料採取位置のN値の平均値及び -1σ 値は周辺調査位置を含めた敷地全体と同等であることを確認しました。

65ページ、次のページをお願いいたします。

続きまして、細粒分含有率についてですが、こちら、赤色の平均値と -1σ 値が敷地全体のばらつきの範囲内であることから、砂礫層に対する液状化試験の試料採取位置の細粒分含有率平均値及び -1σ 値は周辺調査位置を含めた敷地全体と同等であることを確認しました。

次のページ、お願いいたします。

先ほどの説明は3ポツ目に記載しております、砂礫層の液状化試験試料採取位置は代表性を有していると今回、評価しております。

またページが飛びますが、89ページ、お願いいたします。

こちら、89ページから98ページまでは、今回、追加で実施しました表層採取試料の結果のほうをお示ししております。

次、105ページのほうをお願いいたします。105ページでは、今回、追加実施したA～E地点の液状化試験結果を下の表の右5列に追加しております、非液状化またはサイクリックモビリティという試験結果が得られたことから、掘削ズリの性状としては前回と同様の結果が得られました。

併せて、3ポツ目に、前回まではデータ数が少ないことから、JGS0520を満足しない試験結果に関しても参考値として記載しておりましたが、今回、データ拡充ができましたので、これらの参考値については以降の評価に採用しないという旨を記載しております。また、同様に、以降のグラフで記載しておりました参考値についても削除をしております。

109ページ、お願いいたします。こちらでは、青色のロータリー式三重管サンプラーによる液状化強度曲線に加えまして、緑色の表層試料採取による液状化強度曲線を追加しております。3ポツ目になりますが、青色と緑色の曲線は同様の傾きを示していますが、一方で敷地の埋立て工事から1・2号炉エリアでは30年以上、3号炉エリアでは10年以上経過しております、掘削ズリは経年的な圧密を受けているということから、青色の曲線は緑

色の上側に位置するという結果になりました。

125ページ、お願いいたします。

こちらでは、累積損傷度理論に基づく評価結果につきまして、今回の表層試料採取で得られました液状化試験結果②につきましても、緑色の丸プロット及び近似曲線のほうを追加しております。

129ページ、お願いいたします。

こちらは、前回の会合にて簡易設定法による液状化強度特性の設定について、防波壁の構造種別エリアごとに採用したN値の代表性、網羅性及び保守性について説明することというコメントを頂きました。3ポツ目の青字に記載しておりますが、液状化強度特性の設定において、敷地全体として評価を行うことで代表性、網羅性を確保するという観点から、埋め戻し土の掘削ズリ及び砂礫層のN値及び細粒分含有率につきましては、敷地全体の平均値を用いて評価する方針に変更しました。

131ページ、お願いいたします。

こちらでは、敷地全体の掘削ズリのN値、細粒分含有率の平均値を用いて算出した液状化強度曲線をお示ししております。前回審査会合ではエリアごとで四つの曲線をお示ししておりましたが、今回、先ほどの説明のとおり、今回は、こちらの曲線で対応します。

次のページ、お願いいたします。

こちらは砂礫層となりまして、先ほどと同様の考えで、砂礫層については、この曲線を使用するということとなります。

135ページ、お願いいたします。

前回会合におきまして、簡易設定法による液状化強度特性について、島根2号炉に対する適用性及び妥当性の説明をすることというコメントを頂きました。こちらにつきましては、簡易設定法により液状化パラメータを設定した再現解析の検証を行っております実績がある神戸港の埋め戻し土につきまして、N値と粒度分布について島根の2号炉と比較した結果を2、3ポツ目で記載しておりまして、4ポツ目になりますが、島根2号炉の埋め戻し土の掘削ズリ及び砂礫層の土質性状は類似していることから、簡易設定法の適用は妥当であると判断しております。

138ページ、お願いいたします。

こちらでは、埋め戻し土の掘削ズリの簡易設定法による液状化強度曲線を赤色で示しております。ロータリー式三重管サンプラーの曲線が青線、今回拡充した表層試料採取の曲

線が緑線となっておりまして、これら両方とも下回った結果となっており、今回の赤線は保守的であるということを確認しました。

次のページ、お願いいたします。

こちらにも同様に、砂礫層における簡易設定法による液状化強度曲線を赤線で示しておりまして、同様の液状化試験結果である青線を下回っていることから、保守的であることを確認しております。

141ページ、お願いいたします。

こちらでは液状化影響の検討方針ということで説明しておりまして、5ポツ目に簡易設定法に基づく液状化強度特性を適用すること、また、表に表層採取試料について追記をしております。

次のページ、お願いいたします。

このページ以降では、地下水位の設定方針の反映、及び先行サイトの審査動向を踏まえた液状化検討対象施設の選定、及び解析手法の選定につきまして記載しております。1ポツ目では、設計基準対象施設等の設置状況を考慮し、液状化の影響を検討する必要がある液状化検討対象候補施設、こちらを抽出するというところで、その例を下の表で示しております。なお、表の右の地下水位の設定方針につきましては、先ほど説明した内容と整合しております。また、3ポツ目になりますが、液状化検討対象施設の選定の考え方を示し、詳細設計段階において設計した設計用地下水位に基づき液状化検討対象施設の選定を行います。

次のページ、お願いいたします。

こちらは、設計基準対象施設等の配置図をお示ししております。

次のページ、お願いいたします。

144、145ページでは、液状化検討対象候補施設について、液状化検討対象施設の選定及び解析手法の選定フローをお示ししております。

146ページ、お願いいたします。

こちら、1ポツ目ですが、詳細設計段階で設定する設計用地下水位に対する液状化検討対象施設の選定に当たりまして、図に示しております地下水位低下設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測した浸透流解析の結果を使用することとします。なお、原子炉建物等につきましては、地下水位低下設備の効果に期待した浸透流解析の結果を使用します。

次のページ、お願いいたします。

こちらでは、液状化検討対象施設を選定した結果の例をお示ししております。原子炉建物等につきましては、設計条件保持のため、地下水位低下設備を設置し、施設周辺の地下水位は十分低いことから、液状化検討の対象外としております。

次のページ、お願いいたします。

こちらは、選定した液状化検討の対象施設の例に対しまして、解析手法を選定した結果をお示ししております。

次のページ、お願いいたします。

149から160ページでは液状化検討の対象施設の設置状況をお示ししております。前回会合から157ページ以降の施設につきましては、今回追加しております。

本資料の御説明は以上となります。

○山中委員 それでは、質問、コメント、ございますか。

○千明主任安全審査官 規制庁の千明です。

液状化検討対象施設の設計方針について確認します。

パワポ資料の5ページをお願いします。こちらのページでは、第686回審査会合の、そのときのコメントを記載しております。箱書きの一番下に液状化による影響ということで三つのポツを記しております。その三つ目のポツのところに液状化影響評価に基づく液状化による影響を考慮すべき施設の選定とその設計方針ということで、こちらのほうから指摘しております。

それで、今回の説明の中では、液状化による施設を考慮すべき施設の選定というところまでは説明のほうは確認ができたんですが、その設計方針についてというところについては、まだ説明がないのかなというところですね。そのあたりの設計方針、もし該当箇所があれば、今、説明のほうをお願いします。

○中国電力（高松） 中国電力の高松です。

パワーポイント資料で言いますと、145ページになります。御指摘いただいた内容に、そのとおりに答えられているか、あれなんですけれども、設計方針という意味で言いますと、解析手法の選定というのが施設の選定の後にフローとして加えさせていただいておりました。液状化影響を検討対象とする施設と選びましたフローが前半の145ページでいう（1）のところになります。（1）の最後のところに液状化検討対象施設となった場合は、後半のほうの解析手法の選定というフローに流れてきて、こちらのほうで全応力解析または有

効応力解析を選定していく、どちら側で施設設計をやっていくのかという解析手法を選定していくというふうなフローをお示しさせていただいております、一つは、こういった考え方で施設設計をやっていくというふうな考えであります。

以上です。

○千明主任安全審査官 規制庁の千明です。

説明のほうは分かりました。

第686回会合のときの設計方針ということで、こちらが指摘した内容については、もう少し階層が上のところで、基本的な設計方針、液状化が起こった場合、施設についてはどのような配慮をするとか考慮をするとか、そういったところを説明いただきたいかというところで、基本的な設計方針の枠組みとか内容といったところを整理して、今後、説明いただければなというふうに思います。

その際に、147ページのところで、今回、地下水位低下設備等によって、その効果を期待するという対象から外しているというところで、そういった観点も含めて基本的な方針について説明のほうを整理していただければというふうに思いますが、いかがでしょうか。

○中国電力（高松） 中国電力の高松です。

今、千明さんのほうでおっしゃっていただきました内容を踏まえて、今後、設計方針、解析手法に限らず、いろいろな設計に関わる条件設定もあるかと思しますので、そのあたりも御説明させていただきます。また、147ページで言うところの検討対象施設からスクリーニングアウトしたところ、そのあたりも含めまして、施設の設計方針、御説明させていただきます。

以上です。

○千明主任安全審査官 規制庁の千明です。

了解しました。

○山中委員 そのほか、いかがですか。よろしいですか。

本日、液状化の強度特性の説明をいただいたわけですが、最後、コメントが出ましたけれども、液状化影響の検討方針について、後日説明いただくということで、よろしくお願いたします。

何かございますでしょうか。

○中国電力（北野） 中国電力の北野でございます。

補足的な追加資料とか、その辺は準備しまして、また御説明しますので、よろしく願
いいたします。

○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、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ございます。

今後の審査会合の予定については、3月19日木曜日にプラント関係（非公開及び公開）
の会合を予定しております。

第850回審査会合を閉会いたします。