

東海第二発電所 防潮堤の構造成立性に係る審査会合時の指摘事項への対応

No.	日付	項目分類	指摘事項	指摘事項に対する対応	資料	備考
1	2017/4/13	防潮堤	防潮堤の設計変更によって、安全裕度が向上する根拠を明確に説明すること。	防潮壁の構造を盛土構造から鋼管杭構造に変更したことで、十分な支持性能を有する岩盤に杭を介して設置が可能となり、粘性土層による長期的な圧密沈下がなく、かつ材料強度が大きくなることから、確実に安全裕度が向上する。	【資料1-3-4】 P1~3	
2	2017/4/13	防潮堤	既存の杭の原位置載荷試験が防潮堤設置範囲に適用できるのか根拠を示すこと。	既存の杭の原位置載荷試験(周面摩擦力)については、防潮堤設置位置とは異なる位置での試験であるため、防潮堤設置位置にて新規に杭載荷試験を実施し、摩擦杭構造の設計へ反映する方針とした。	【資料1-3-4】 P4~5	
3	2017/4/13	防潮堤	摩擦杭の原位置試験による支持力確認や液状化対策工事後の性能確認試験の見直しについても説明すること。	鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、敷地北側エリアにおいて予定していた摩擦杭構造を取り止め、全て岩着支持杭構造に変更し、かつ杭の岩着支持部のみでも十分な支持力を有する設計とする方針としたことから、当該試験は設計への反映は不要となった。	【資料1-3-4】 P4~5	
4	2017/4/13	防潮堤	高浜の審査実績を参考に、東二の敷地特性を踏まえて、想定される種々の事象を抽出し、網羅的に検討すること。	東二特有事項及び先行電力実績を踏まえ、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計項目を網羅的に抽出し、設計方針として取りまとめた。 抽出した設計項目に対し、防潮堤の浸水防護性能の詳細を説明した。	第481回審査会合 (H29.6.29) 【資料1-1-3】 【資料1-1-4】	
5	2017/4/13	防潮堤	液状化および流動化した場合、防潮堤への影響について、要求機能に対する損傷モードや、それに対応した性能目標水準についての考え方、並びに地盤改良等の補強対策の有効性・評価方針等について詳細を説明すること。 また、地盤改良等の補強対策の種類や対策範囲が施設の要求機能の損傷モードに影響を及ぼすことも踏まえて、工認への見直しをどのようにつけるかを説明すること。			
6	2017/4/13	防潮堤	今回の変更の壁体の実現のための必要な根拠が、どれだけ準備できているのか、今後の種々の検討工程を明確に示すこと。	各検討工程及び説明スケジュールを説明する。	【資料1-3-4】 P6~9	
7	2017/4/13	防潮堤	防潮堤が長いことを考慮し、地盤物性値のばらつき、漂流物の対策等の不確実性を踏まえて、浸水防護対策等を工学的(科学的、技術的、定量的)に説明すること。	防潮堤の設計においては、地盤物性値のばらつきを踏まえた鋼管杭の応答が上部工に与える影響を考慮した。 土木構造物の耐震性評価の見通しの検討に用いる液状化強度試験データについては、原地盤に基づく保守的な液状化強度特性及び豊浦標準砂による非常に保守的な液状化強度特性を用いる。	第481回審査会合 (H29.06.29) 【資料1-1-3】 【資料1-1-4】	
8	2017/4/13	防潮堤	防潮堤の隅角部について、水平2方向の基準地震動による地盤の三次元的変位に対する防潮堤の安全機能を保持できることを示すこと。	隅角部において施工ブロックを分け、変位に対して止水ゴム等により止水ジョイントを設置する。 変位については、本震時の最大相対変位、余震時最大相対変位、津波時最大相対変位をブロック間で三次元的に算定し、これに適した止水ジョイントを設定する方針とした。	第504回審査会合 (H29.09.05) 【資料1-1-4】 P85~86	

東海第二発電所 防潮堤の構造成立性に係る審査会合時の指摘事項への対応

No.	日付	項目分類	指摘事項	指摘事項に対する対応	資料	備考
9	2017/4/13	防潮堤	鋼管杭の集合体がバラバラに挙動して一体性が確保できないと、浸水防護として安全機能が保持できないため、異なる挙動をする杭をどのように束ねて機能を維持するのか示すこと。 また、巻きたてコンクリートで成立するのか、その設計方法、指針、基準、荷重想定を明確にすること。	地盤物性値のばらつきを踏まえた鋼管杭の応答が上部工に与える影響を考慮した設計方針とする。 地震時においては、下部工の鋼管杭の応答変位により各杭間に生じる相対変位から発生する荷重に対して、鋼管杭鉄筋コンクリート(SRC造)間を結んでいる鉄筋コンクリート梁壁により抵抗する。鉄筋コンクリート梁壁には、せん断耐力筋が密に配置されており、梁壁のせん断抵抗力により構造物全体の健全性を確保することができる。また、鋼管杭と鉄筋コンクリート構造との合成構造については、建築では多くの実績がある。また、土木においては、橋梁の橋脚の曲げ及びせん断耐力改善のため、鋼管RC合成構造を適用し、多くの高速道路等の高架橋で採用されている実績がある。	第481回審査会合 (H29.06.29) 【資料1-1-3】 【資料1-1-4】	
10	2017/4/13	耐津波設計方針	先行プラントの審査状況を確認し、防潮堤がすり付く地山の洗掘、液状化への対応を示すこと。	鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁と南西部の斜面との寄り付き部において、津波による洗掘対策として、岩盤より上部の第四系を地盤改良する方針とした。	第504回審査会合 (H29.09.05) 【資料1-1-4】 P94	
11	2017/4/13	外部事象	外部事象(竜巻・火災)における防潮堤の評価について示すこと。	(竜巻)竜巻と津波は随伴せず、また敷地高さを超える津波との重畳の確率も有意ではないため、防潮堤については防護対象施設とはしないものの、津波防護施設等の機能が要求される時にはその機能を期待出来るよう、竜巻が襲来した場合には必ず作用する風荷重に対しては、津波防護施設等の健全性を維持する設計とする。  (外部火災)防潮堤の鋼管杭鉄筋コンクリート防護壁、止水ジョイント部等に対する熱影響評価を行い、何れも許容温度以下であることを確認した。	(竜巻) 第498回審査会合 (H29.08.24) 【資料1-1-2】 P23,24 (外部火災) 第505回審査会合 (H29.09.07) 【資料1-1-2】 P29,30	
12	2017/6/29	防潮堤	粘性土層の下方に砂質土層が分布し、その砂質土層に液状化の可能性がある場合において、保守的に砂質土層の摩擦力をゼロとするだけで、上方の粘性土層中の摩擦杭に及ぼす影響(支持力の低下、粘性土の沈下による荷重の作用)の設計の考え方は十分であるか	鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、敷地北側において摩擦杭を計画していたが、これを岩着支持杭に変更し、岩着支持部のみでも十分な支持力を有する設計とする。	第486回審査会合 (H29.07.13) 【資料1-1-2】	
13	2017/6/29	防潮堤	本構造では5本の杭を1ユニットとする構造であるが、これが総延長2kmにも及ぶことから、場所によって液状化、側方流動並びに地層の不陸等による杭や防潮堤への影響(防潮堤間の目開きや衝突等)に対する設計・対策工として配慮方法が必要ではないか	岩盤の地質分布の不確かさ等を踏まえ、各種条件にて解析評価を実施し、防潮堤の照査結果に問題がないことを確認した。 防潮堤間の目開きについては、止水ジョイント部で対応し、三次元的な相対変位を考慮した設計を行う。ブロック間の支圧については、支圧荷重に対し鉄筋コンクリート強度に問題がないことを確認する。	第504回審査会合 (H29.09.05) 【資料1-1-4】 P85~86 P80	

東海第二発電所 防潮堤の構造成立性に係る審査会合時の指摘事項への対応

No.	日付	項目分類	指摘事項	指摘事項に対する対応	資料	備考
14	2017/6/29	防潮堤	鋼管杭の相対変位、漂流物の衝突荷重等によるコンクリートの破壊、地震や津波の繰り返し襲来後の再使用性。上記に基づいた防潮堤の性能目標に応じた設計手法とその根拠となる規格、基準類及びその適用性の確認が必要	地震や繰り返し襲来する津波に対しての防潮堤の再使用性を考慮し、防潮堤の性能目標に応じた設計手法とその根拠となる規格、基準類、許容限界等について取りまとめた。	第504回審査会合 (H29.09.05) 【資料1-1-4】 P23	
15	2017/6/29	防潮堤	各部位の断面設計の条件、方法、結果等を含め、構造成立性、設計手法の妥当性を確認するのに十分な内容を早急に示すこと	防潮堤の構造成立性を確認するに当たり、防潮堤にとって厳しい条件となる代表断面を選定し、地盤条件の不確かさ等を考慮した各種条件での解析評価を実施した。その結果、防潮堤の構造成立性に問題ないことを確認した。	第504回審査会合 (H29.09.05) 【資料1-1-4】 P31~75 P80	
16	2017/6/29	防潮堤	余震と津波の組合せを評価する際に、津波の滞留によってdu層の地下水位が上昇し、液状化に伴うdu層の沈下が起因して防潮堤下から津波が流入することについても併せて検討すること。	津波時の防潮壁の内外で生じる水位差を考慮し、シートパイルによるボーリング、パイピングの対策を行う。 また、上部工の底部の根入れ長は、地震時に生じる地表面の沈下量に基づき設定する。	【資料1-3-4】 P10~13	
17	2017/6/29	防潮堤	本会合においては、特に第3条の要求事項を満たすための基礎データや検討が不足している。早急にてできるだけデータを集めて示すこと。また設計の方針を示すこと。	防潮壁の構造を摩擦杭構造から岩着支持杭構造へ変更したことを踏まえた鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設置許可基準規則第3条への適合方針を示す。 なお、防潮堤基礎地盤データ拡充のための追加地質調査を現在実施中である。	【資料1-3-4】 P14~16	
18	2017/7/13	防潮堤	地盤の構造、有効応力解析等、個々の論点については今後の審査スケジュールについて、優先順位をつけて整理すること。また、次回の審査会合において何が提示できるかのスケジュールを示すこと。特に地質情報の信頼性を確認する計画を優先に、審査スケジュールに優先順位をつけて整理すること。	各検討工程及び説明スケジュールを説明する。	【資料1-3-4】 P6~9	
19	2017/7/13	防潮堤	地盤データのばらつき・不確かさへの対応として、追加調査でデータを確認して対応するのか、解析評価において保守性を見込んで対応するのかの方針を示すこと。	現在追加調査を実施中であり、調査結果データの整理に時間を要する中、地盤データのばらつき・不確かさについては、保守性を見込んだ設定条件にて解析評価を実施し、防潮堤の健全性について確認した。	第504回審査会合 (H29.09.05) 【資料1-1-4】 P31~75	

東海第二発電所 防潮堤の構造成立性に係る審査会合時の指摘事項への対応

No.	日付	項目分類	指摘事項	指摘事項に対する対応	資料	備考
20	2017/7/13	防潮堤	液状化を前提とする場合としない場合で、杭の部位に与える影響が異なってくるため、影響する要因を定性的に考える必要がある。したがって、代表断面を選定する際は、粘性土の振動特性、岩盤の深度・傾斜、地質分布の不確かさ、剛性が大きく異なる地層構成、地震時や津波時のケース、上部工・下部工等の部位の目的等を考慮し、最も厳しい条件となる断面を選定すること。	防潮堤の上部工、下部工に対して最も厳しい条件となる代表断面を選定し、この代表断面で、液状化検討対象層に豊浦標準砂の液状化特性を仮定した評価、粘性土の厚さを最大・最小にした評価を実施し、防潮堤の健全性に問題がないことを確認した。また、岩盤の傾斜については、最も傾斜が急な断面を選定し評価を実施した結果、防潮堤の健全性に問題がないことを確認した。	第504回審査会合 (H29.09.05) 【資料1-1-4】 P31~75	
21	2017/7/13	防潮堤	地盤改良範囲を決定する有効応力解析を実施する際は、地盤改良により防潮堤内の地下水位が上がる可能性を考慮し、可能な範囲で地下水位を保守的に設定すること。	防潮堤周辺の表層地盤改良を実施することによる防潮堤内の地下水位の上昇を想定し、解析評価に当たっては地下水位を地表面に設定した評価を実施した。	第504回審査会合 (H29.09.05) 【資料1-1-4】 P99	
22	2017/7/13	防潮堤	杭の構造強度、周辺地盤の安定性等に与える悪影響を考慮して、地盤改良等の対策の構造仕様の設定する方針について説明すること。	表層地盤改良については、地盤改良評価マニュアル等を参考に、津波による洗掘対策範囲として設定し、解析評価を実施した結果、防潮堤の健全性に問題がないことを確認した。	第504回審査会合 (H29.09.05) 【資料1-1-4】 P88~90	
23	2017/7/13	防潮堤	第四系基盤面の等高線図からすると、海水ポンプエリア等の位置では傾斜の緩急等複雑な基底面の形状であることが認識できるため、地震動の増幅特性について検討し説明すること。また、敷地の西側で第四系基盤面が防潮堤と交差する位置での基底面の形状について考察し、解析に考慮する等の検討を実施し提示すること。	防潮堤直下で岩盤傾斜角が最も大きい断面を選定し、三次元FEM解析によりねじれモードの振動数を確認した結果、刺激係数や有効質量比は極めて小さく、ねじれ卓越モードにはならないことを確認した。また、ねじれモードの振動数と基準地震動 $S_s$ の応答スペクトルを比較した結果、このモードが基準地震動 $S_s$ と共振しないことを確認した。 なお、一次元等価線形解析で岩盤の傾斜部の岩盤が深い位置・浅い位置で地盤内の応答加速度を確認した結果、地震動の増幅特性に有意な差は認められなかった。	第504回審査会合 (H29.09.05) 【資料1-1-4】 P48~52	
24	2017/7/13	防潮堤	防潮堤のルート変更により、基準津波の選定のために用いた敷地前面の評価点における水位が変わると考えられる。(変わらないと考えるが、)基準津波の選定に影響があるので、再評価を実施すること。	第486回審査会合においてご説明した防潮堤ルートの変更を反映して、基準津波の検討を実施し、防潮堤ルートの変更が基準津波波源への影響がないことを確認した。	【資料1-3-4】 P17~21	
25	2017/7/20	防潮堤	資料3-1(P2)「3. 防潮堤の構造成立性に係る基本設計方針」に関して、津波時の構造成立性も網羅するよう工程表の記載内容を修正すること。	各検討工程及び説明スケジュールを説明する。	【資料1-3-4】 P6~9	
26	2017/7/20	防潮堤	資料3-1(P2~P3)「3. 防潮堤の構造成立性に係る基本設計方針」の評価結果に影響が大きな項目については、重点化項目として明示したうえで検討結果を示すこと。	各検討工程及び説明スケジュールを説明する。	【資料1-3-4】 P6~9	
27	2017/7/20	防潮堤	資料3-1(P2~3)遡上解析に関連する項目について、防潮壁の配置を変更した敷地の遡上解析やその結果を踏まえた検討の反映時期がわかるようにすること。	各検討工程及び説明スケジュールを説明する。	【資料1-3-4】 P6~9	

東海第二発電所 防潮堤の構造成立性に係る審査会合時の指摘事項への対応

No.	日付	項目分類	指摘事項	指摘事項に対する対応	資料	備考
28	2017/9/5	耐津波設計方針	遡上解析結果を踏まえ、敷地南西部の他事業所敷地内を含む地山に対する洗掘対策(延長、幅、深さ等)について、整理して説明すること。	基準津波による津波遡上解析の結果、敷地南西部の防潮堤地山寄り付き部(T.P.+18m)に遡上する津波高さはT.P.+16.6mであることを確認した。これに潮位のばらつきを考慮しても津波遡上高さはT.P.+16.8mであり、防潮堤高さを超えることはない。 基準津波を超え敷地に遡上する津波(T.P.+24m津波)による津波遡上解析結果では、南側斜面地山寄り付き部に遡上する津波高さがT.P.+20m程度となる。更に広域で確認すると、南側斜面地山寄り付き部の南側において、最高水位がT.P.+22m程度の範囲が確認される。 この基準津波を超え敷地に遡上する津波(T.P.+24m津波)の広域における遡上高さを考慮し、南側斜面地山寄り付き部(T.P.+18m)の延長上にT.P.+22m付近まで地盤改良を行い、洗掘防止対策を計画した。	【資料1-3-4】 P22~25	
29	2017/9/5	防潮堤	設置許可段階で構造成立性を示すべき項目と、工認段階で設計結果を示すべき項目を明確にするとともにその理由も含めて説明すること(地質調査を含む)。工認段階で示すべき項目については、設置許可段階でその目的、手法、条件を説明すること。	設置許可段階で構造成立性を示すべき項目と、工認段階で設計結果を示すべき項目を整理した。 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造成立性を確認するため、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」等に基づき、基準地震動Ss及び基準津波による荷重等に対して、構造体の主要構造部位である鋼管杭、地表部の鉄筋コンクリート防潮壁、止水ジョイント部、地盤高さの嵩上げ部、表層改良体の健全性を確認する。その他の構造部位については、設計方針を示し今後の詳細設計でその仕様の詳細を決定する。 なお、現在実施している追加地質調査により、今後地質分布の細部が更新になる可能性も見据え、主要構造部位の検討に当たっては、構造体に対して厳しい評価となる断面や地質条件(極端な地層厚の組合せや現実的でない安全側の液化化パラメータを用いた解析条件)での解析評価を行い、これら条件下でも十分な構造強度であること及び止水性能を有することについて確認する。	【資料1-3-4】 P26~35	
30	2017/9/5	防潮堤	上部工・下部工のそれぞれの部位における岩盤傾斜を模擬した解析を含むすべての検討について、荷重伝達を踏まえた荷重の受け渡しや検討条件の整合性又は包絡性について、体系的に整理するとともに、部位について厳しい条件となっているか示すこと。	上部工・下部工のそれぞれの部位における荷重条件別の検討についてフローに整理し、荷重伝達を踏まえた荷重の受け渡しや、検討条件の整合性および包括性について示した。 また、防潮壁の各部位に対して厳しい条件となるよう、設計条件の保守性について示した。	【資料1-3-4】 P36~45	

東海第二発電所 防潮堤の構造成立性に係る審査会合時の指摘事項への対応

No.	日付	項目分類	指摘事項	指摘事項に対する対応	資料	備考
31	2017/9/5	防潮堤	津波荷重＋余震時における津波荷重の考え方についての妥当性を説明すること。	津波荷重算定について、浸水深の考え方、朝倉式についての適用について方針を記載した。 「鋼製防護壁の設計方針について」にて回答	第513回審査会合 (H29.09.26) 【資料1-1-4】 P22～23	
32	2017/9/5	防潮堤	豊浦標準砂を用いたモデルで液状化を仮定した結果が示されているが、これらの結果をどう考えるか、有効応力解析の結果に考察を加えた上で、この後の展開(工認への反映方針等)を示すこと。	豊浦標準砂を仮定したモデルにより強制的な液状化をさせた評価結果についても、地盤高さの嵩上げ部(改良体)や表層改良体の範囲を決定するためのデータとして用いることとする。 地盤高さの嵩上げ及び表層改良体の設計フローに基づき、豊浦標準砂を仮定したモデルにて有効応力解析を行った結果、地盤高さの嵩上げ部の地盤の変状が確認されたが、地盤改良深度を深くすることで、液状化が防止され沈下量が小さくなることを確認した。 工認段階においても、原則、当該設計フローに基づき改良範囲の詳細を決定していく。	【資料1-3-4】 P46～49	
33	2017/10/17	防潮堤	FLIPの相対変位を強制変位として用いる構造成立性評価の方法を説明し、照査結果を示すこと。	岩盤傾斜部の防潮壁1ユニット両端杭位置における2つの横断面の二次元有効応力解析(FLIP)による時刻歴変位差の絶対値の最大値発生時刻に対応する変位を二次元梁バネモデルに作用させる。 その結果、変位が大きい経過時間における逆位相変位挙動は認められないことから、岩盤傾斜部の防潮壁に有意なねじれ挙動が生じないことを確認した。また、上部工の発生応力が許容限界値以下であることを確認した。	PD-2-33改2 P1～7	
34	2017/10/17	防潮堤	豊浦標準砂による強制的な液状化を仮定した場合の岩盤傾斜部の1ユニット両端杭位置の相対変位量を示すこと。	今後、上部工について、SHAKEを適用した場合の梁バネモデルによる評価結果と比較して、保守側の結果を採用する。		
35	2017/10/17	防潮堤	FLIPによる二次元動的解析結果の杭の断面力とFLIP及びSHAKEを用いた応答変位法による杭の断面力を比較すること。	SHAKEを用いた応答変位法による杭の断面力及びFLIPを用いた応答変位法による杭の断面力並びにFLIPを用いた地盤と杭の連成解析により直接得られる杭の断面力を比較した結果、FLIPを用いた地盤と杭の連成解析により直接得られる杭の断面力が最も大きいことを確認した。	PD-2-33改2 P8～17	