

資料4

**泊発電所の再稼働に向けた
取り組み状況をお知らせいたします
【解説版】**

**2019年5月
北海道電力株式会社**

1. 新規制基準適合性審査における主な課題

項目			検討の概要
地震・津波	地質	敷地の地質・地質構造	○発電所敷地内断層の活動性評価を実施中 ⇒3～10ページ
	地震動	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	○積丹半島北西沖に仮定した活断層による地震動評価を実施中 ⇒11～15ページ
		震源を特定せず策定する地震動	○2008年岩手・宮城内陸地震および2004年北海道留萌支庁南部地震による揺れを考慮
	津波	地震による津波	○積丹半島北西沖に仮定した活断層による津波影響評価について検討
プリアント	耐震・耐津波設計方針		○防潮堤を岩着支持構造による防潮壁に設計変更するとともに、埋戻土の液状化の性状を評価し防潮壁の設計を実施中 ⇒16～19ページ
			○津波により防波堤が損傷した場合の発電所設備への影響評価を実施中 ⇒20～21ページ

審査における主な課題

発電所敷地内断層の活動性評価

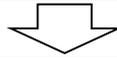
2. 発電所敷地内断層の活動性評価

審査状況の概要

【新規基準で求められている内容(5ページ)】

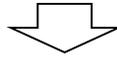
○原子炉などの安全上重要な施設は、将来活動する可能性のある断層等※1がない地盤に設置すること。

※1 約12万～13万年前より新しい時代の活動が否定できないもの。



【当社説明(6ページ)】(2019年2月審査会合)

○発電所敷地内に認められる11条の断層(F-1断層～F-11断層)は、将来活動する可能性のある断層等ではない。



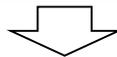
【規制委員会コメント(7ページ)】(2019年2月審査会合)

✓F-1断層の活動性評価について、F-1断層開削調査箇所※2における現有の調査データ(図a)は、図bのように、断層の変位が地層Aの底面まで及んでいないことから、地層Aは上載地層法※3における上載地層には使用できない。

✓したがって、F-1断層の活動性を否定できない。

※2 建設当時の調査箇所であり、発電所の造成に伴う改変により消失している。

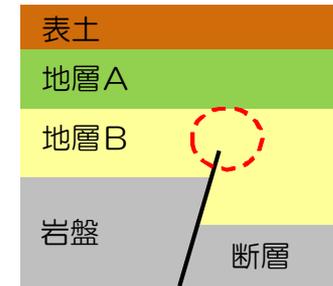
※3 断層を覆う地層(上載地層)の年代を特定することで、断層の活動時期を判断する方法。



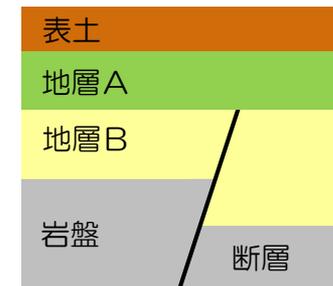
【今後の対応(7ページ)】(2019年4月審査会合)

○F-1断層開削調査箇所については、発電所の造成に伴う改変により既に消失しており、現有の調査データでは、詳細な検討は難しいことから、今後、近傍の原地形が残存している箇所において、新たに追加の調査を実施し、得られたデータに基づいて詳細な検討を行う。

○今後、できるだけ早く検討結果を取りまとめ、F-1断層は将来活動する可能性のある断層等ではないことについて、審査会合などで説明していく。



(図a)F-1断層開削調査箇所のイメージ
(現有の調査データ)



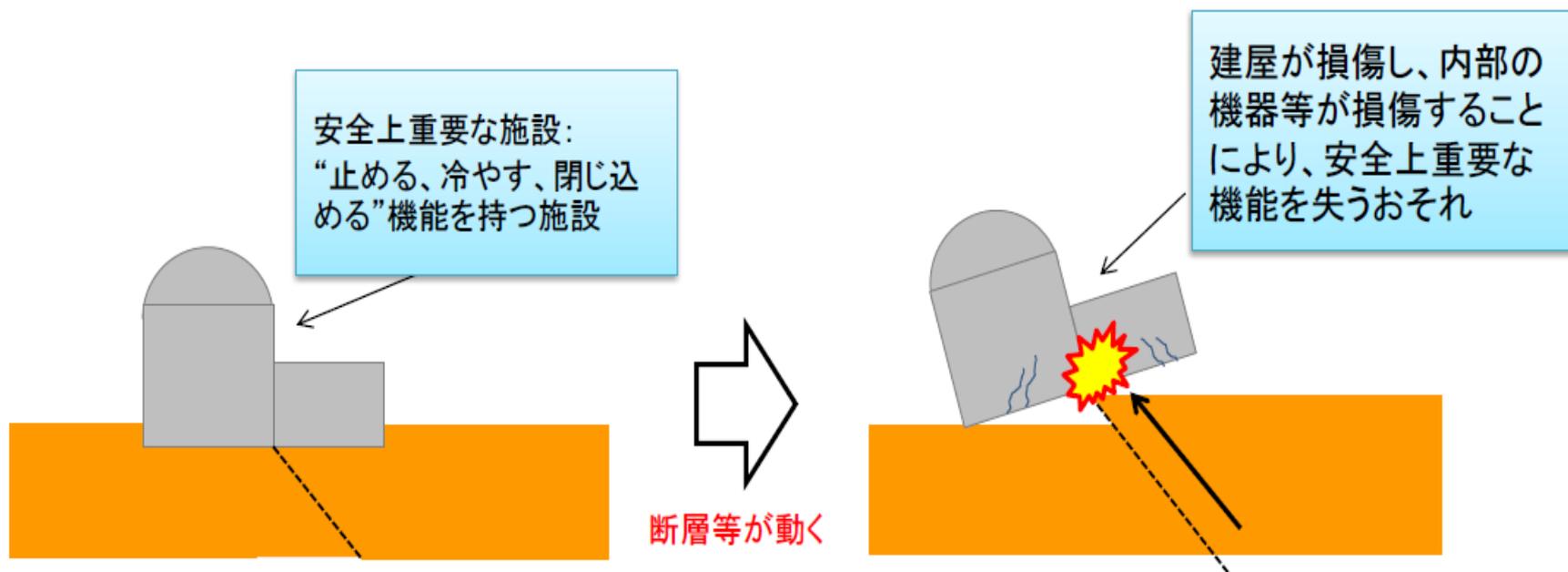
(図b)地層Aが上載地層に使用できるイメージ

2. 発電所敷地内断層の活動性評価

新規制基準で求められている内容

- 新規制基準では、原子炉などの安全上重要な施設は、将来活動する可能性のある断層等（活断層）がない地盤に設置することが要求されている。
- 「将来活動する可能性のある断層等」とは、後期更新世よりも新しい時代（約12万～13万年前以降）の活動が否定できないもの※とされている。

※ 約12万～13万年前の地層がない場合など、後期更新世よりも新しい時代の活動が明確に判断できない場合には、中期更新世以降（約40万年前以降）まで遡って、地形、地質などを総合的に検討した上で活動性を評価することとされている。



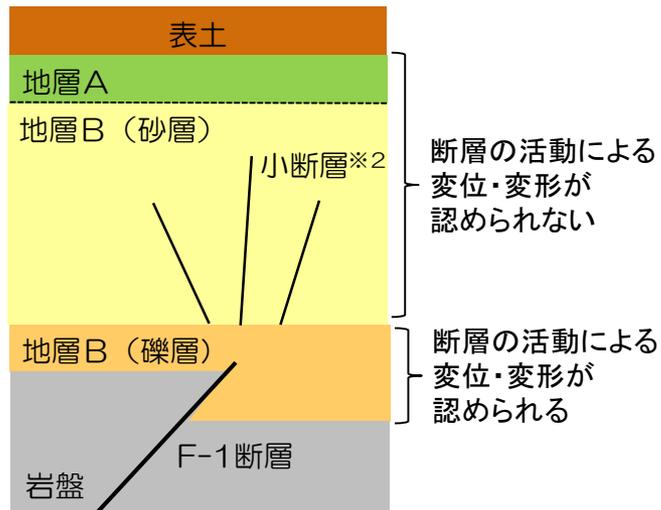
出典: 実用発電用原子炉に係る新規制基準について-概要-(原子力規制委員会)

2. 発電所敷地内断層の活動性評価

当社説明（2019年2月審査会合）

【当社説明】（2019年2月審査会合）

- 敷地近傍に分布する海成段丘※¹を構成する地層の特徴と、敷地内の地層を比較することで堆積年代を検討。様々な可能性を考慮して、3ケースの地層区分を評価。
- いずれのケースであっても、上載地層は約12万～13万年前よりも古い年代に形成された地層であり、断層の活動による変位・変形が認められないことから、発電所敷地内に認められる11条の断層は、将来活動する可能性のある断層等ではないと説明（F-1断層の活動性評価のイメージについては、下図を参照）。
- F-1断層の上位にある小断層※²は、深部への連続性が認められないことなどから、F-1断層と関連せず、震源として考慮する活断層ではないと説明。



(F-1断層開削調査箇所模式図)

<地層区分の評価>

地層／ケース	ケース1	ケース2	ケース3
地層A	約33万年前の直後の河成の堆積物※ ³	約12.5万年前より古い時代の河成の堆積物※ ³	約33万年前の直後の河成の堆積物※ ³
地層B (砂層)	約33万年前、又は約33万年前より古い時代の海成の地層	約21万年前の海成の地層	約33万年前の海成の地層
地層B (礫層)		陸成の地層 (砂層)	

「いずれのケースにおいても、上載地層である地層Aおよび地層B (砂層) は約12万～13万年前より古い時代に形成された」と評価。

「F-1断層は、将来活動する可能性のある断層等ではない」と説明。

F-1断層の活動性評価のイメージ

※¹ 海成段丘とは、過去の海面が高い時期に海中で形成された平らな地形が、その後陸化した地形。海成段丘の形成メカニズムについては、9°-ジを参照。

※² 小断層とは、F-1断層の上に認められる約10条の小規模な断層のこと。

※³ 河成の堆積物（河川の運搬作用により堆積した地層）の形成イメージについては、10°-ジを参照。

2. 発電所敷地内断層の活動性評価

規制委員会コメント(2019年2月審査会合)と今後の対応(2019年4月審査会合)

【規制委員会コメント】(2019年2月審査会合)

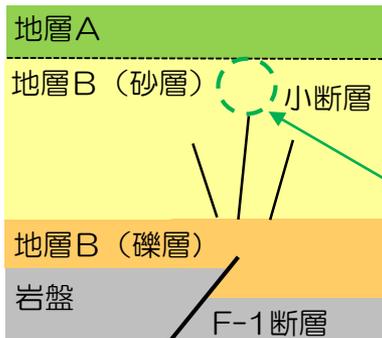
✓F-1断層開削調査箇所における現有の調査データでは、F-1断層の活動性を否定できない。

【今後の対応】(2019年4月審査会合)

- F-1断層開削調査箇所に認められるF-1断層は、審査ガイド※に記載されている「2.将来活動する可能性のある断層等の認定」の解説(3)に該当するものと考えられる。
- F-1断層開削調査箇所については、発電所の造成に伴う改変により既に消失しており、現有の調査データでは、詳細な検討は難しいことから、今後、近傍の原地形が残存している箇所において、新たに追加の調査を実施し、得られたデータに基づいて詳細な検討を行う。
- 今後、できるだけ早く検討結果を取りまとめ、F-1断層が将来活動する可能性のある断層等ではないことについて、審査会合などで説明していく。
- また、その他の断層の活動性評価についても、地層区分の評価に関する根拠について明確に整理して、再度、審査会合などで説明していく。

※ 「敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド」

[2. 解説(3) 抜粋] 約40万年前から約12~13万年前までの間の地形面又は地層にずれや変形が認められる場合 … (略) … 追加調査の実施も念頭に調査結果について詳細に検討する必要がある。



(F-1断層開削調査箇所模式図)

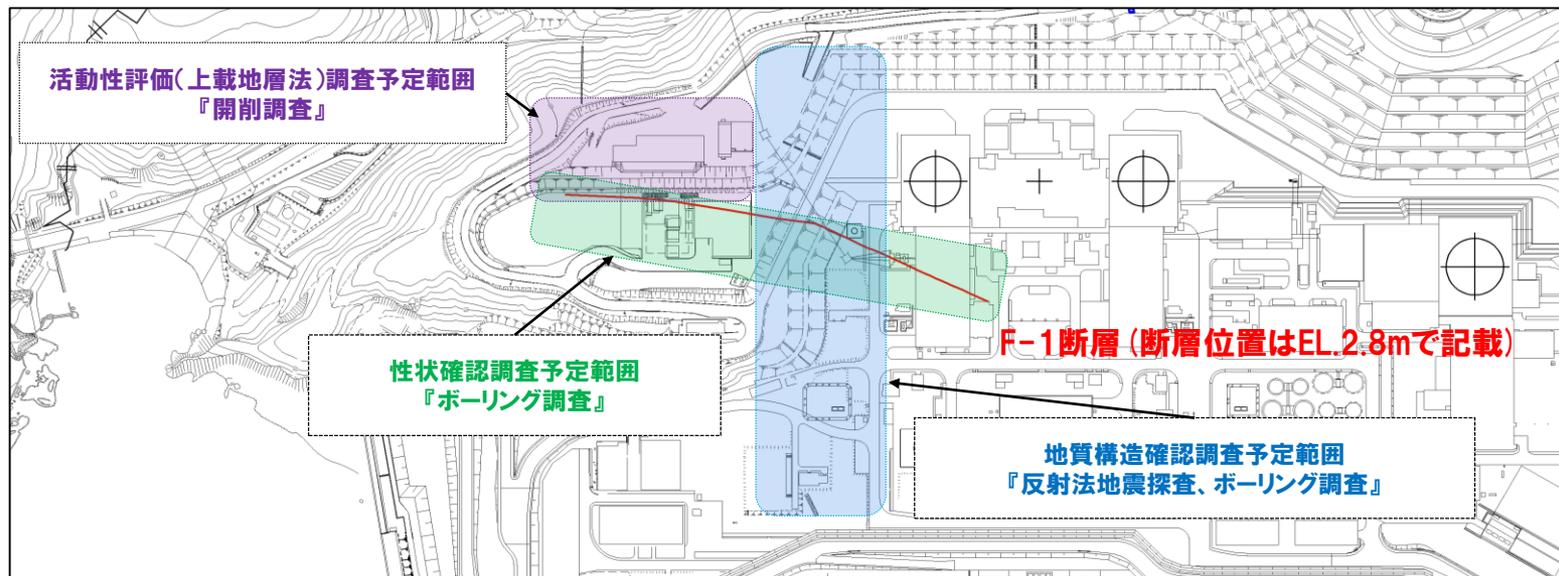
【規制委員会の主なコメント】(2019年2月審査会合)

小断層は、F-1断層と走向(断層が伸びる方向)が類似していることなどから、F-1断層と一連のものであることを否定できない。

F-1断層と小断層が一連のものとした場合、小断層の変位・変形が地層Aと地層B(砂層)の境界まで及んでいないことから、地層Aは上載地層法における上載地層には使用できない。

したがって、F-1断層開削調査箇所における現有の調査データでは、F-1断層の活動性を否定できない。

【参考】F-1断層に関する追加調査について



F-1断層に関する追加調査箇所のイメージ

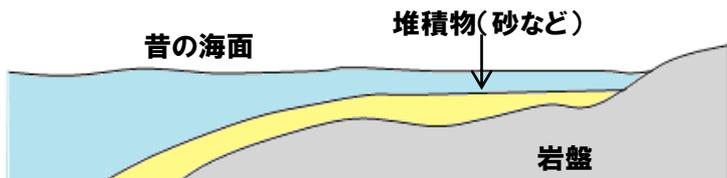
調査項目	2019年																	
	5月			6月			7月			8月			9月			10月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
活動性評価調査	事前確認ボーリング調査等により、適地選定			開削調査			各種観察, 各種分析・測定											
性状確認調査				ボーリング調査			各種観察											
地質構造確認調査				反射法地震探査			解析, 解釈											
				ボーリング調査			各種観察			↑ 反射法地震探査結果との対比						ご説明		
調査結果とりまとめ																		

追加調査工程のイメージ ※状況に応じて変更の可能性あり

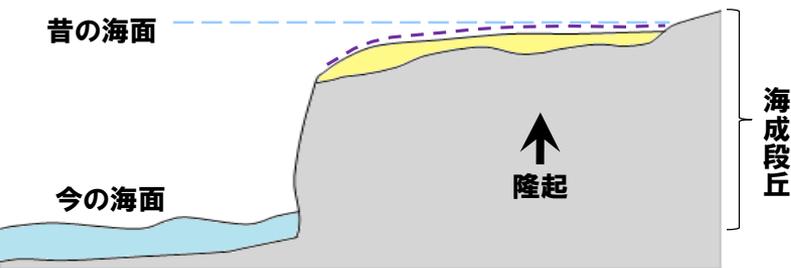
【参考】海成段丘の形成メカニズムについて

海面上昇と海成段丘の形成

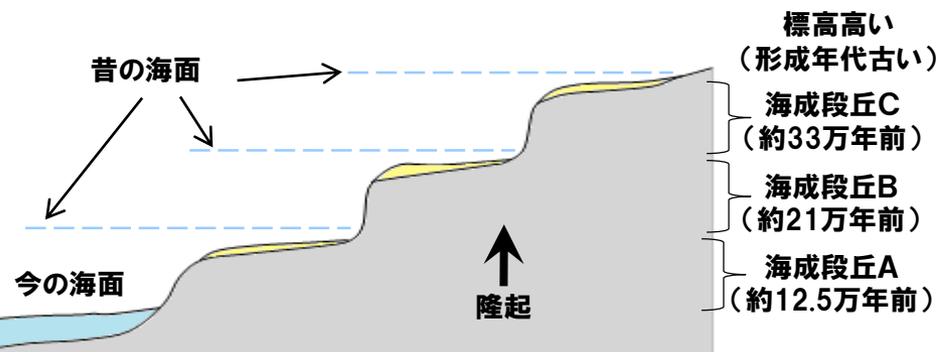
- ①海面が高い温暖期に、波打ち際において、波による海岸線の浸食と砂などの堆積作用により平坦面が形成される。



- ②形成された平坦面が、その後、地盤の隆起(または海面の下降)により陸化したものを海成段丘と呼ぶ。

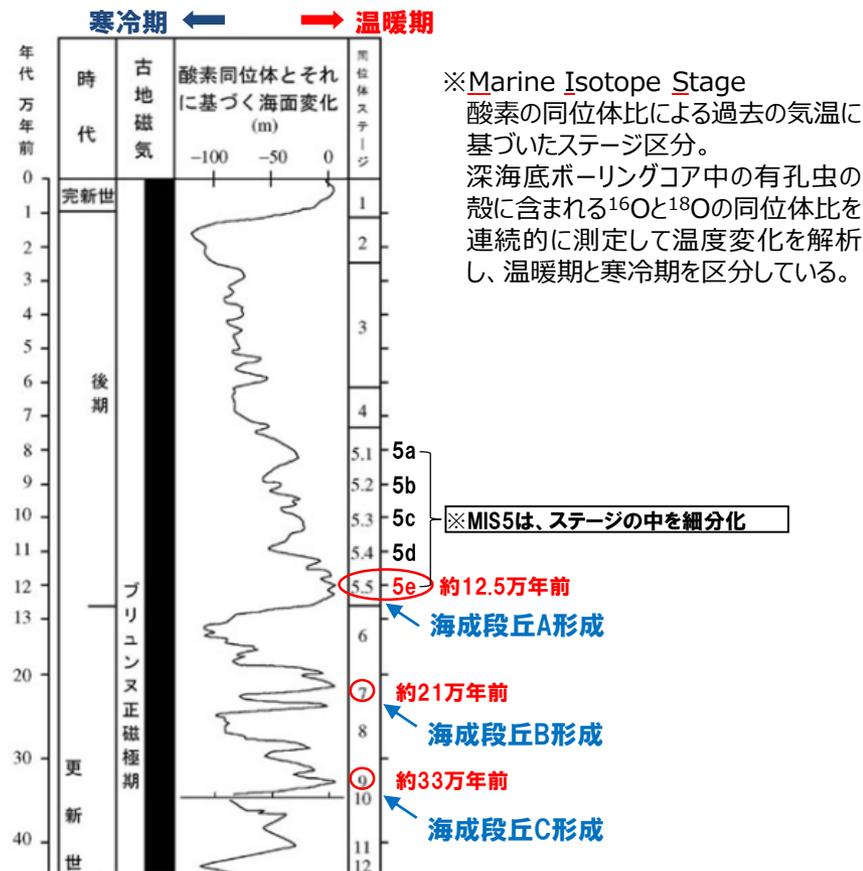


- ③上記①②を繰り返すことで、海成段丘は、海岸線に沿って階段状に形成される。そのため、高い標高に分布するものほど、古い時代に形成されたものとなる。



海面変化の発生時期

- 海面は、温暖期には上昇し、寒冷期には下降する。過去の海面の上昇・下降は、「海洋酸素同位体ステージ(MIS※)」として区別されている。新しい時代から順に付番されており、奇数が温暖期、偶数が寒冷期に当たる。
- それぞれの「海洋酸素同位体ステージ」に相当する年代(約33万年前など)については、研究が進んでいることから、海成段丘を精度良く区分することにより、形成年代の特定が可能。



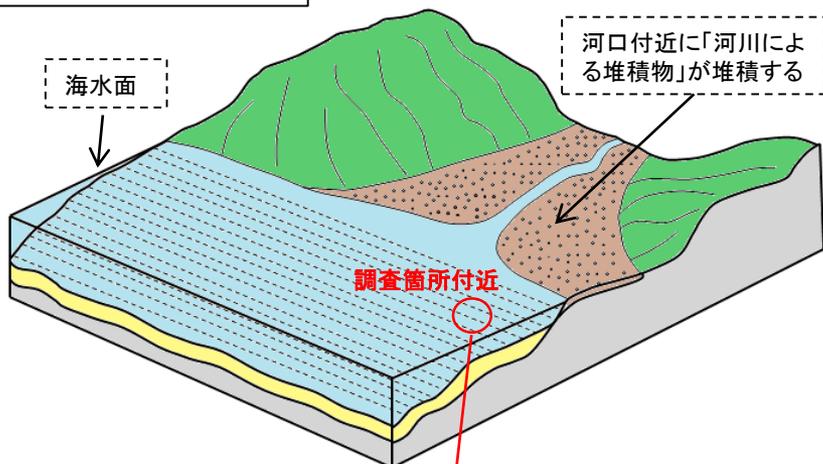
※ Marine Isotope Stage
 酸素の同位体比による過去の気温に基づいたステージ区分。
 深海底ボーリングコア中の有孔虫の殻に含まれる¹⁶Oと¹⁸Oの同位体比を連続的に測定して温度変化を解析し、温暖期と寒冷期を区分している。

※ MIS5は、ステージの中を細分化

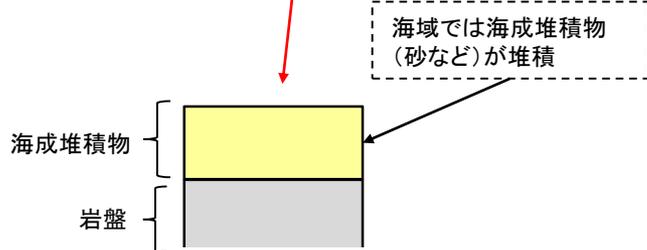
【参考】河川による堆積物の形成イメージについて

○発電所敷地周辺には現在、河川が存在し、谷が刻まれていることから、過去の地層の形成過程においても「河川の運搬作用により堆積物」が形成された可能性がある(形成イメージについては、下図を参照)。

形成イメージ図(温暖期)

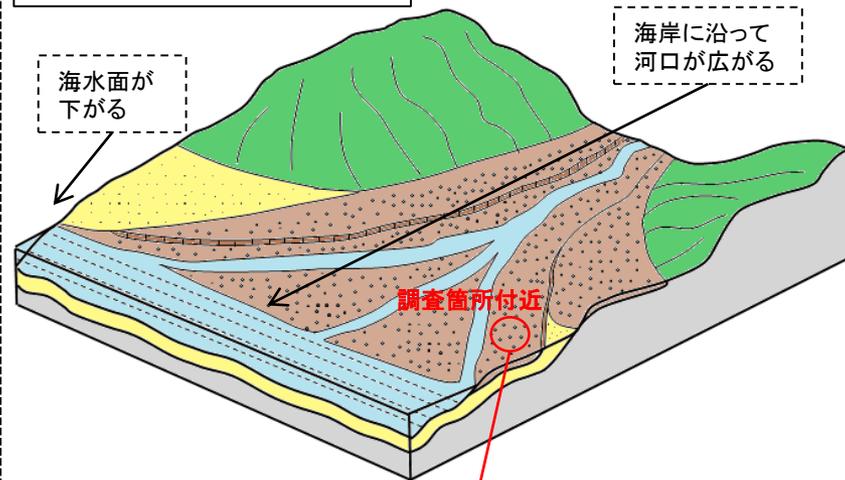


柱状図

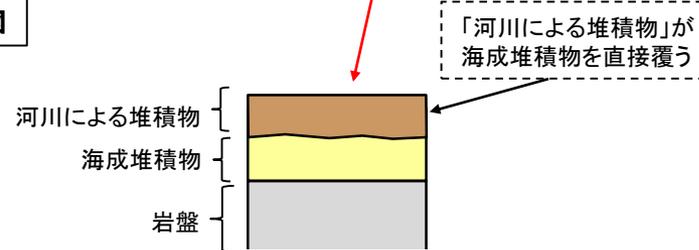


①過去の海面が高かった温暖期には、河口付近において河川による堆積物が堆積し、海域では海成堆積物(砂など)が堆積した。

形成イメージ図(温暖期の直後)



柱状図



②温暖期の直後には、海面高さが下がっていく過程に伴い、海岸線に沿って河口が広がり、河川による堆積物が海成堆積物を直接覆って堆積した。

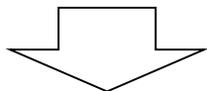
積丹半島北西沖に仮定した活断層による地震動評価

3. 積丹半島北西沖に仮定した活断層による地震動評価

審査状況の概要

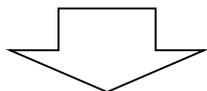
【新規制基準で求められている内容(13ページ)】

○基準地震動の策定にあたっては、**発電所周辺の活断層を調査し、発電所での揺れの大きさを評価。**



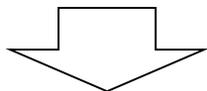
【当社説明(14～15ページ)】

○発電所周辺を調査した結果、19条の活断層を評価する。
○加えて、**発電所の安全性をより一層高める観点から、積丹半島北西沖に活断層を仮定することとし、その断層による地震の揺れを考慮する。**



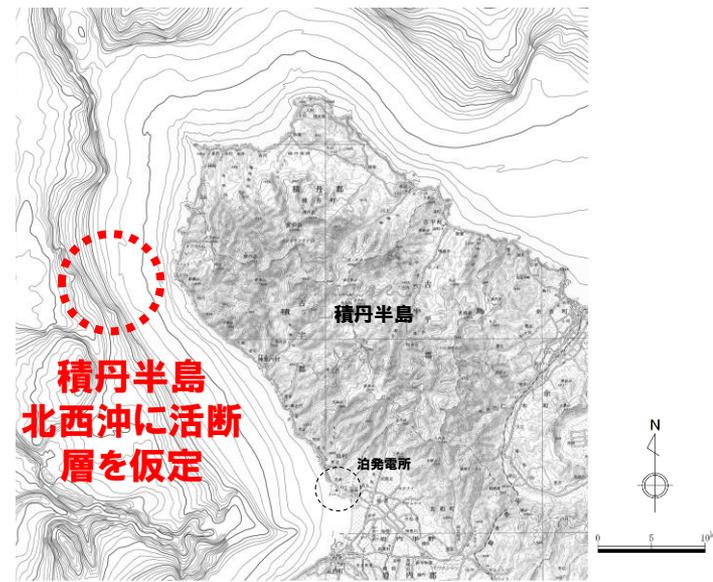
【規制委員会コメント(15ページ)】

✓**仮定した活断層の地震動評価においては、断層の方向などについて、より安全側の評価となるように検討すること。**



【今後の対応(15ページ)】

○上記コメントに対応するため、**断層の方向など、様々な条件における地震の揺れを検討中。**



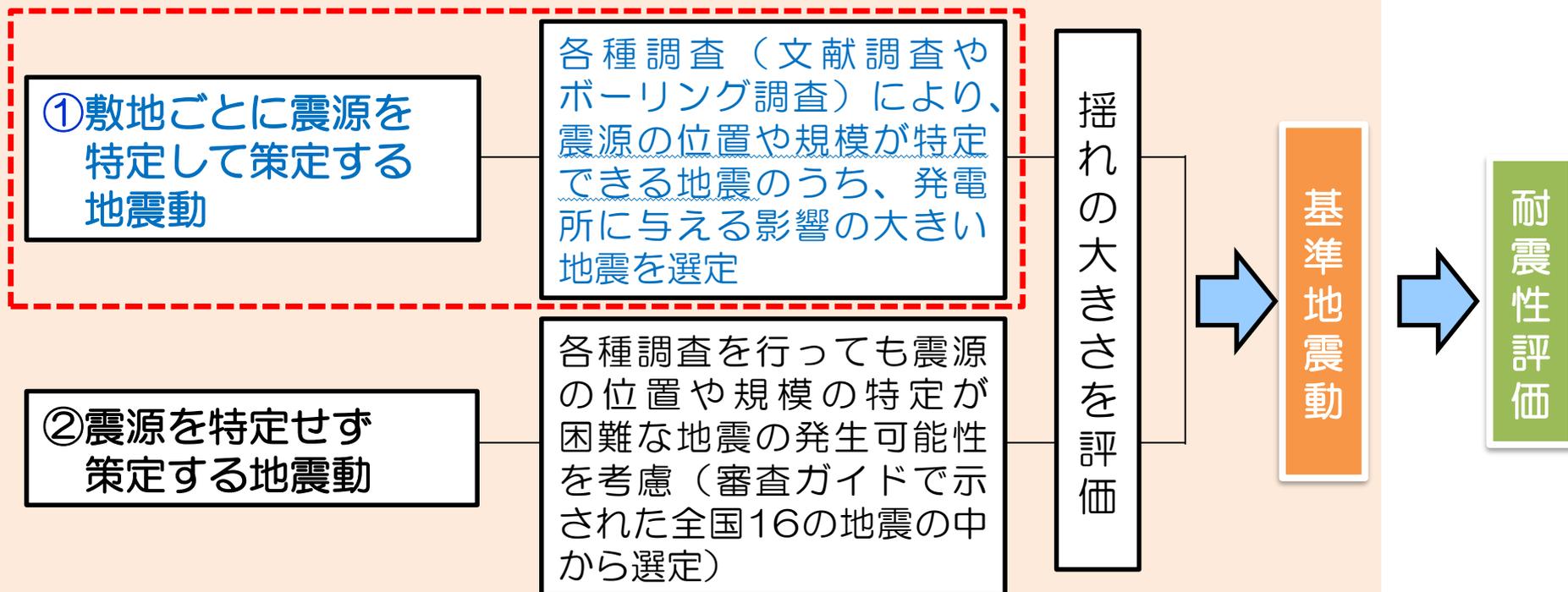
「この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の20万分1地勢図を複製したものである。(承認番号 平28情複、第411号)
この地図を第三者がさらに複製する場合には、国土地理院の長の承認を得なければならない。」

3. 積丹半島北西沖に仮定した活断層による地震動評価

新規制基準で求められている内容

- 地震によって炉心（燃料）損傷などの重大事故を起こさないよう各種安全対策を実施する（耐震設計）ため、想定される地震による揺れを適切に評価する必要がある。
- 原子力発電所の耐震設計を行うにあたって想定する地震の揺れの大きさである「基準地震動」の策定において、新規制基準では、2つの観点からの検討が要求されている。

【基準地震動策定の流れ】



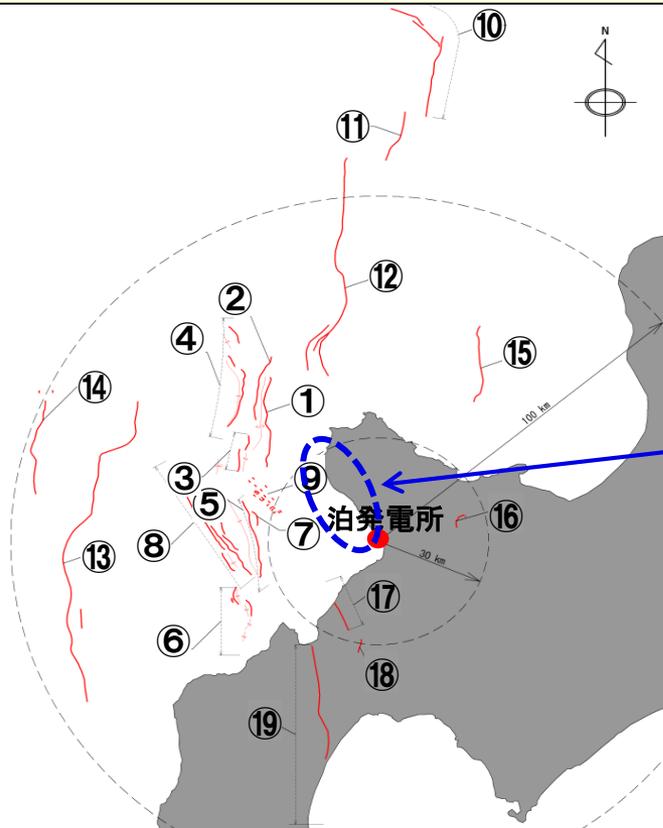
3. 積丹半島北西沖に仮定した活断層による地震動評価

当社説明と規制委員会コメント(1)

【当社説明】

○「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の策定にあたっては、発電所周辺で確認されている19条の活断層を考慮している。

- ① 神威海脚西側の断層
- ② F_D-1 断層
- ③ 岩内堆北方の断層
- ④ F_s-10 断層
- ⑤ 岩内堆東撓曲
- ⑥ 岩内堆南方背斜
- ⑦ F_s-12 断層
- ⑧ 寿都海底谷の断層
- ⑨ 神恵内堆の断層群
- ⑩ F_A-1 断層
- ⑪ F_A-1' 断層
- ⑫ F_A-2 断層
- ⑬ F_B-2 断層
- ⑭ F_B-3 断層
- ⑮ F_C-1 断層
- ⑯ 赤井川断層
- ⑰ 尻別川断層
- ⑱ 目名付近の断層
- ⑲ 黒松内低地帯の断層



以下の規制委員会コメントを踏まえ、積丹半島西岸における各種調査を実施

【規制委員会コメント】

✓積丹半島西岸には、潮間帯※よりも標高の高い海岸地形が分布しており、活断層による地震によって隆起したことにより高い位置になった可能性があるのではないか。

※ 海岸において、潮の満ち引きにより、海中に没したり、空気中に触れたりする部分

3. 積丹半島北西沖に仮定した活断層による地震動評価

当社説明と規制委員会コメント(2)、今後の対応

【当社説明】

○これまで当社が実施してきた積丹半島における各調査・検討結果からは、活断層を示唆する特徴は確認されないが、規制委員会からコメントのあった海岸地形の観点からの検討※¹では、必ずしも活断層の存在を否定できない。

※1 日本海沿岸の他地域で地震性隆起とされている海岸地形との比較結果

○発電所の安全性をより一層高める観点から、積丹半島北西沖に活断層を仮定することとし、その断層による地震の揺れを考慮する※²。

《積丹半島北西沖に活断層を仮定する理由》

- ・露岩域※³が認められること
- ・海底面形状の起伏※⁴が認められること

※3 海底で岩が露出した地域を指し、福井県沖で、露岩域の縁に断層が確認された事例がある

※4 海上音波探査結果から認められている。海底面形状の起伏の要因の一つには、断層の影響が考えられる



「この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の20万分1地勢図を複製したものである。(承認番号 平28情根、第411号)
この地図を第三者がさらに複製する場合には、国土地理院の長の承認を得なければならない。」

※2 地震動評価においては、上記位置に長さ約22.6kmの断層を設定することで検討中

【規制委員会コメントと今後の対応】

✓地震動評価においては、断層の方向などについて、より安全側の評価となるように検討すること。

⇒現在、断層の方向など、様々な条件における地震の揺れを検討しており、審査会合などにおいて検討結果を説明していく。

地震による防潮堤設置地盤の液状化の影響評価

4. 地震による防潮堤設置地盤の液状化の影響評価

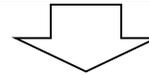
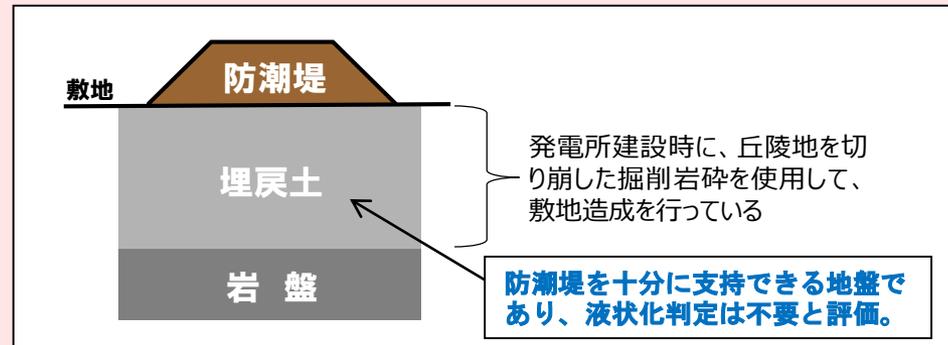
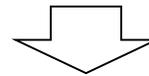
審査状況の概要

【新規制基準で求められている内容】

- 基準地震動が発生した場合においても、防潮堤を十分に支持できる地盤に設置すること。
- 防潮堤は、周辺地盤の液状化などが発生した場合でも、津波から発電所を守る機能が失われないこと。

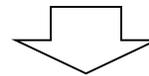
【当社説明】

- 国土交通省の基準から、埋戻土は防潮堤を十分に支持できる地盤であり、埋戻土の性状(岩砕)から、地震が起こった場合の液状化判定は不要と評価した。



【規制委員会コメント】

- ✓ 防潮堤設置地盤の評価では、埋戻土の性状のばらつきや層厚などを踏まえて、液状化の検討を行うこと。
- ✓ 埋戻土について、液状化などの被害の実例を踏まえ検討すること。



【今後の対応(19ページ)】

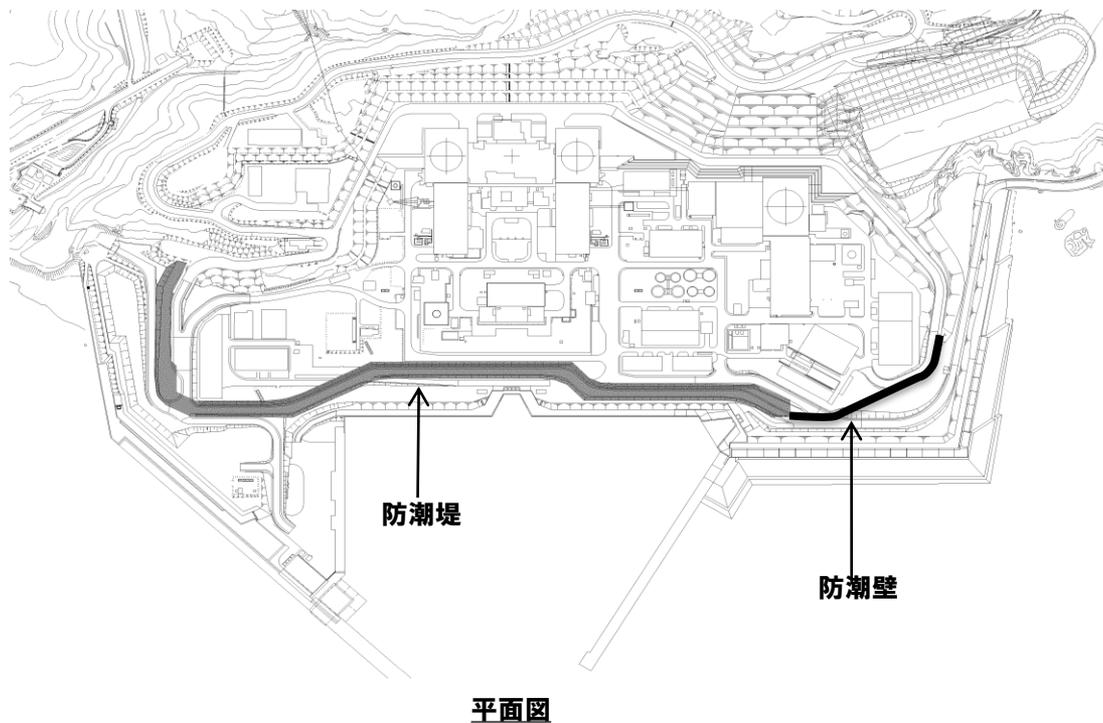
- 発電所の安全性をより一層高める観点から、防潮堤を岩着支持構造(堅固な岩盤の上に構造物を支持させる形式)による防潮壁に設計変更する。
- 防潮壁の設計にあたっては、埋戻土(周辺地盤)の液状化に関する性状を評価し、津波から発電所を守る機能が失われないように設計検討中。

4. 地震による防潮堤設置地盤の液状化の影響評価

設置済みの防潮堤及び防潮壁の状況

○福島第一原子力発電所を襲った海拔15mの津波が来ても敷地が浸水しないように、海拔16.5mの防潮堤および防潮壁※を設置した(工事着工:2012年8月、工事完了:2014年12月)。

※砂質土が分布する範囲を防潮壁(岩着支持構造)、その他の範囲を防潮堤(埋戻土を支持地盤)として設置



防潮堤(約1,000m)

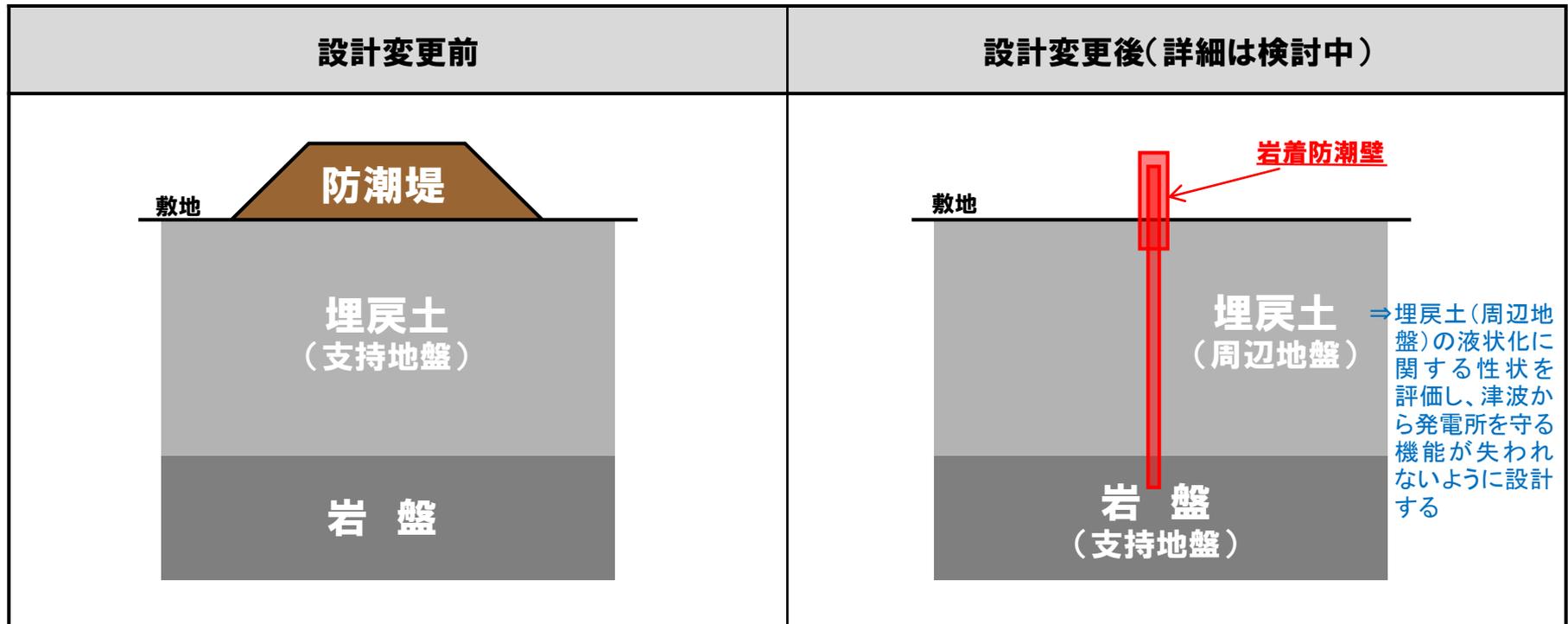


防潮壁(約250m)

今後の対応

○以下の検討結果について、審査会合などで説明していく。

- ・発電所の安全性をより一層高める観点から、既存の防潮堤について、十分支持できる岩着支持構造（堅固な岩盤の上に構造物を支持させる形式）による防潮壁に設計変更する。
- ・防潮壁の設計にあたっては、地質調査や被害事例に関する文献整理などにより埋戻土（周辺地盤）の液状化に関する性状を評価し、津波から発電所を守る機能が失われないように設計検討中。



津波により防波堤が損傷した場合の発電所設備への影響評価

5. 津波により防波堤が損傷した場合の発電所設備への影響評価

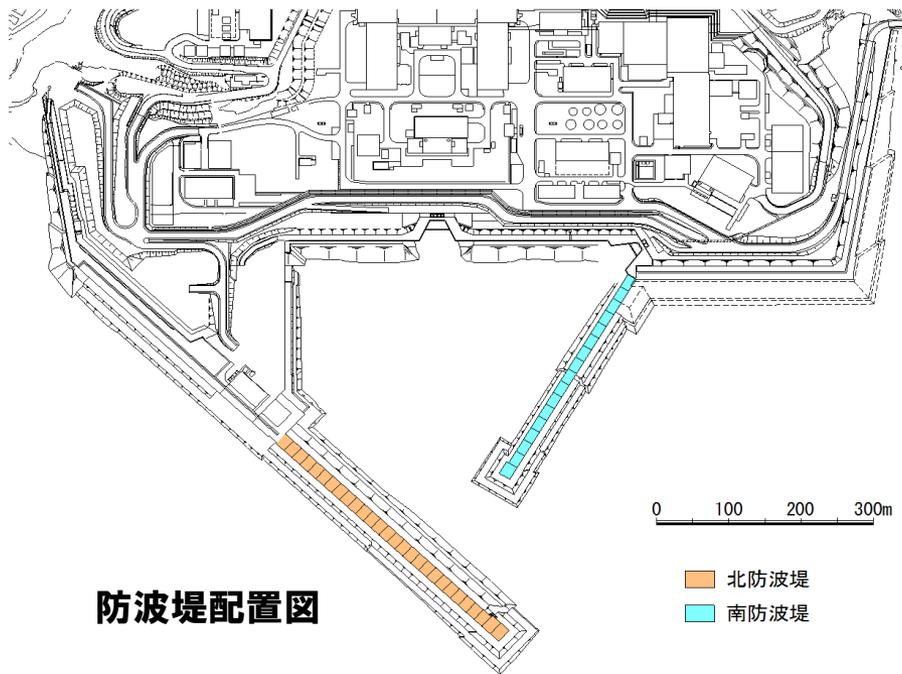
【新規制基準で求められている内容】

○津波によって、発電所の重要な施設がそれぞれの機能を失わないこと。

【当社説明】

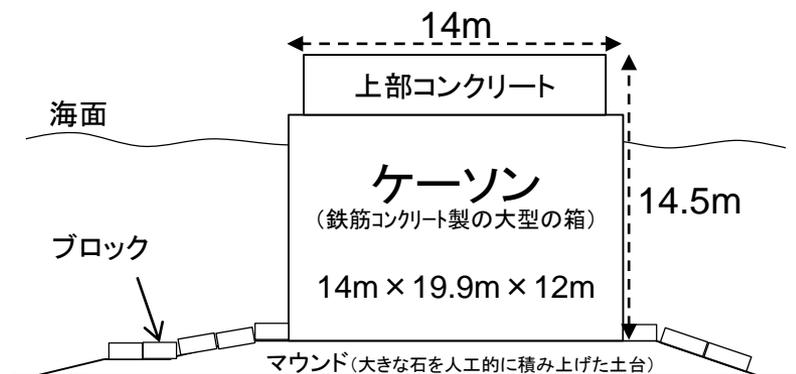
○津波によって防波堤が移動し、発電所の重要な施設へ衝突して機能を失わないか、また、取水機能を失わないかなどを検討するため、水理模型実験※を実施し、必要に応じて対策工事を実施する。

※ 実物を縮小した模型により、水の流れによる実際の現象を再現する実験



防波堤配置図

※防波堤は、船舶の接岸や発電所の冷却水などを安定して取水するため、港湾法で定められた設計基準に基づき、設置している。



防波堤断面図(イメージ)

【今後の対応】

○防波堤の移動に関する解析や水理模型実験の結果から発電所の重要な施設がそれぞれの機能を失わないことなどについて、審査会合などで説明していく。