

# 泊発電所 3号炉 耐津波設計方針について (防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価 並びに指摘事項回答)

令和6年8月1日  
北海道電力株式会社

1. これまでの説明経緯と本日の説明事項	3
2. 防波堤の構造概要	4
3. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性における評価方針	5
4. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価	9
5. 審査会合における指摘事項に対する回答	14

# 1. これまでの説明経緯と本日の説明事項

- 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性については、第1098回審査会合（令和4年12月6日開催）において、以下を説明し、説明内容に対する指摘を頂いた。
  - 耐津波設計方針の「漂流物調査方法・抽出結果」に関して、防波堤が3号炉取水口に近接している泊発電所のサイト特性を踏まえて、水理模型実験等により取水口到達可能性を評価する方針を説明した。
  - 説明内容に対して、「防波堤の取水口到達の可能性評価に係る水理模型実験について、地震に伴う不等沈下、津波の越流による洗掘等によって防波堤が滑動又は転倒しやすくなるような地震及び津波による損傷状態を整理した上で、実験条件を説明すること。」との指摘を頂いた。
- 漂流物による取水性への影響評価については、第1246回審査会合（令和6年4月18日開催）において、以下を説明した。
  - 漂流物の影響評価確認フロー（p6～8）を策定し、「漂流（滑動を含む）する可能性、3号炉取水口に到達する可能性、3号炉取水口が閉塞する可能性」の検討結果を踏まえて、漂流物による取水性への影響を評価した。
  - 万一、複数の漂流物が取水口に集約された場合を想定しても、漂流物が三次元的に隙間なく整列することは考えにくく、通水面積の3%以上は確保されることから原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に影響を及ぼさないと評価した。
- 当時（第1098回審査会合）、基準津波の審査が進んでいない中で、想定した基準津波に対して水理模型実験により防波堤が取水口に到達しないことを評価する方針としていた。今回、基準津波と漂流物評価の審査進捗を踏まえ、原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に影響を及ぼす条件を整理した上で、第1246回審査会合で示した他の漂流物と同様に漂流物の影響評価確認フローに従った評価方針によって評価した結果を説明する。

## 2. 防波堤の構造概要

● 防波堤の構造概要は、以下のとおりである。

- 北防波堤は、標準部と先端部に分かれており、3号炉取水口に対して発電所港灣を挟んで離隔距離を有する位置に設置されている。
- 南防波堤は、先端部、標準部、基部に分かれており、設置位置は3号炉取水口に近く、その中でも基部が取水口に近接している。

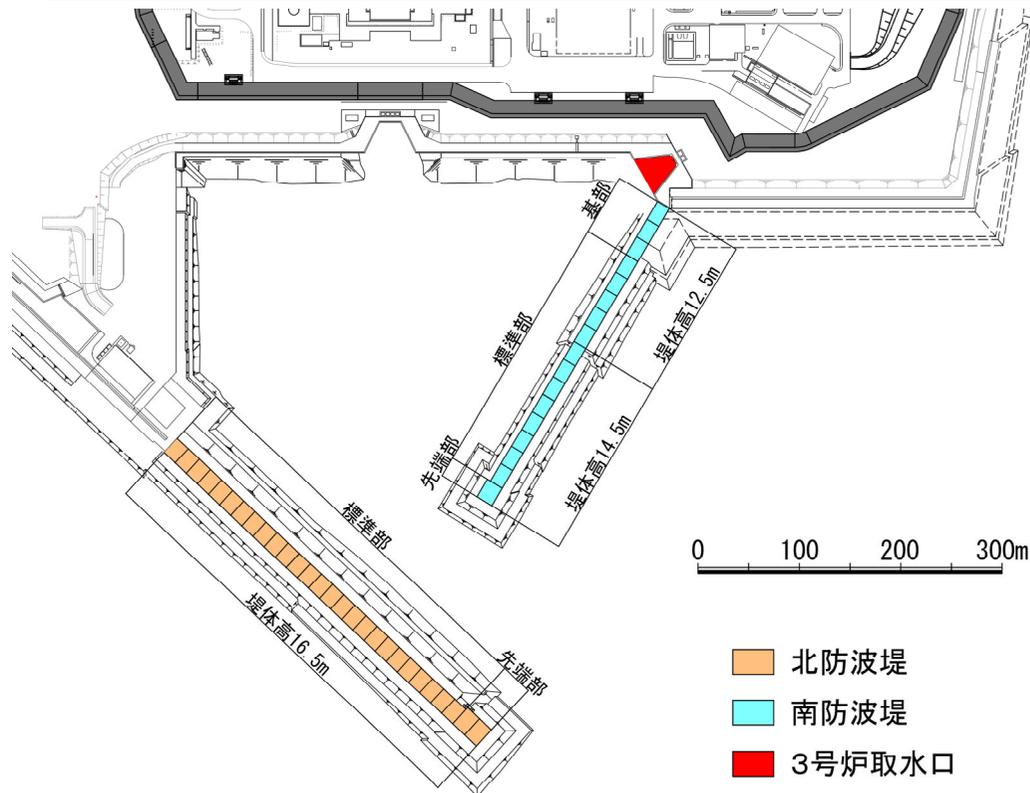
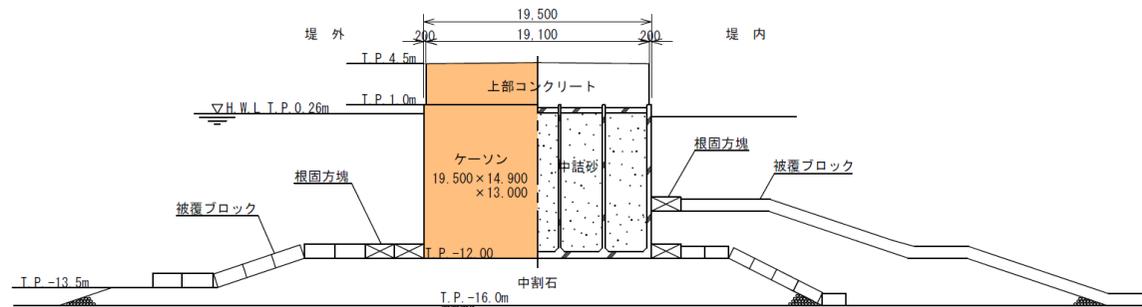
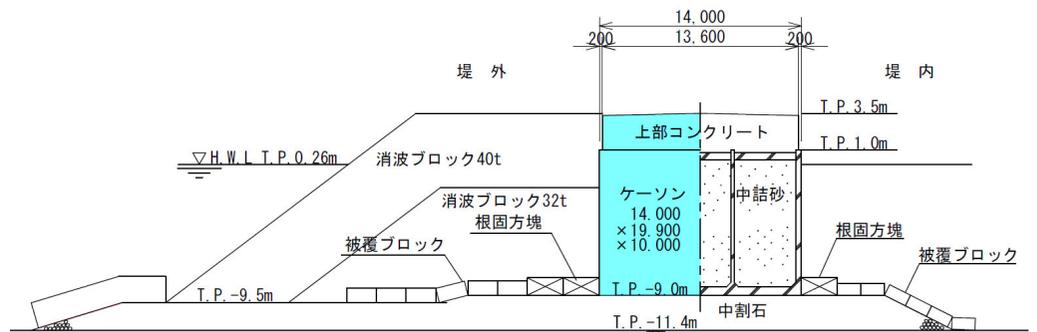


図1 防波堤の平面図



(a) 北防波堤標準部 (堤体高16.5m)



(b) 南防波堤基部 (堤体高12.5m)  
図2 防波堤の断面図※

※ : 断面図は、北・南防波堤のうち、それぞれ3号炉取水口に近接している構造を抽出しており、その他の断面図（標準部、先端部）は資料1-1-2 p7～13に示す。

### 3. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性における評価方針 (1/4)

- 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価において、原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に影響を及ぼす条件としては、複数のケーソン及び上部コンクリートが3号炉取水口前面に到達して隙間なく整列した図3のような場合である。
- 但し、図3のように防波堤が3号炉取水口前面に整列することは、取水口前面の海底面が平坦でケーソンと岩盤に隙間がない状態にならないと閉塞しない。しかし、実際には、取水口前面に岩盤の高まりがあるため、図4に示すような状態になることが考えられる。
- 第1246回審査会合において追而としていたケーソン及び上部コンクリートの取水口到達及び閉塞可能性※1について、p6～8に示す漂流物の選定・影響評価確認フローに従って評価する。

※1：ケーソン・上部コンクリートより取水性に及ぼす影響が小さいと考えられる消波ブロック、根固方塊、被覆ブロック及び中割石の評価結果については、第1246回審査会合「資料2-2-3：泊発電所3号炉 設置許可基準規則等への適合状況について（設計基準対象施設等） 第5条 津波による損傷の防止（DB05 r.3.50）」p228,229,248に示す。

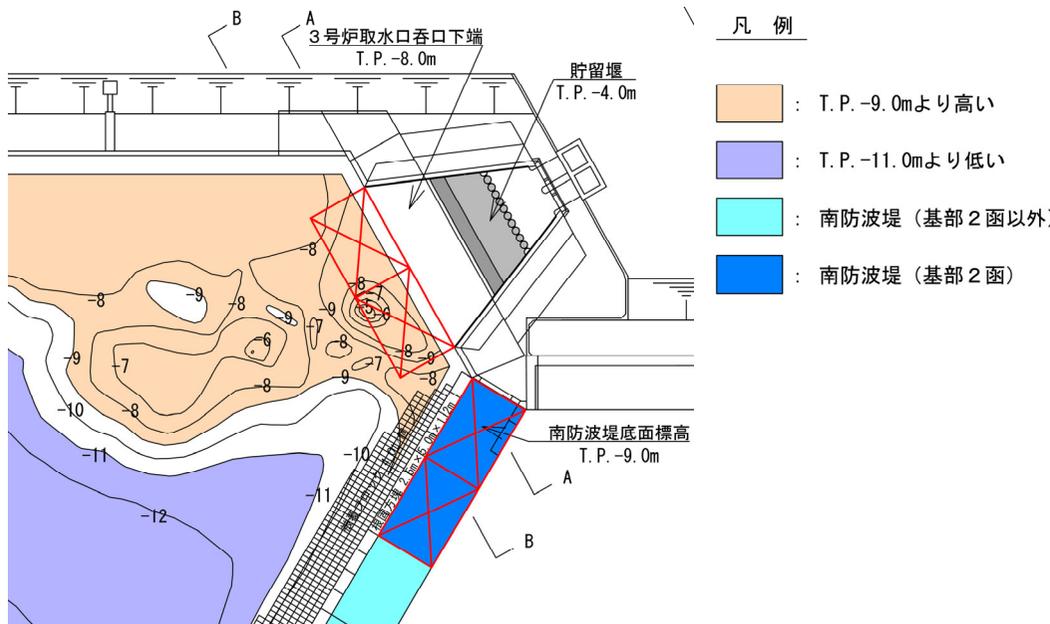


図3 防波堤が原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に影響を及ぼす条件

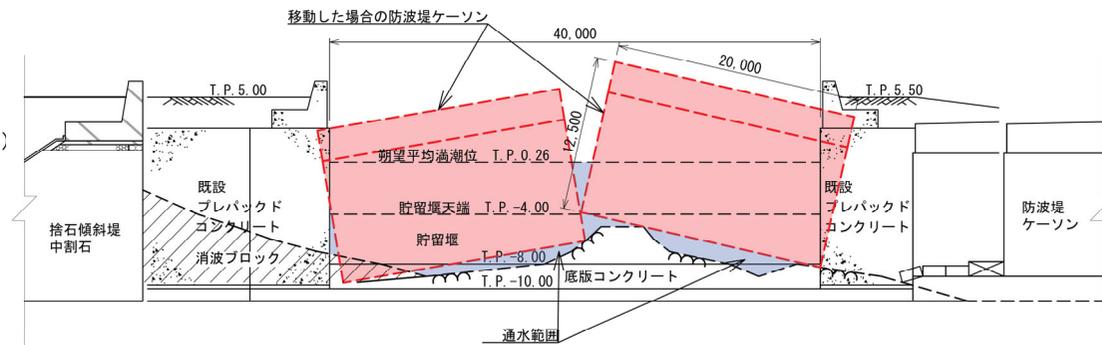
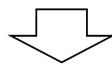


図4 防波堤が3号炉取水口前面に到達した場合に想定されるケーソンの状況 (A-A断面に岩盤 (B-B断面) を投影)

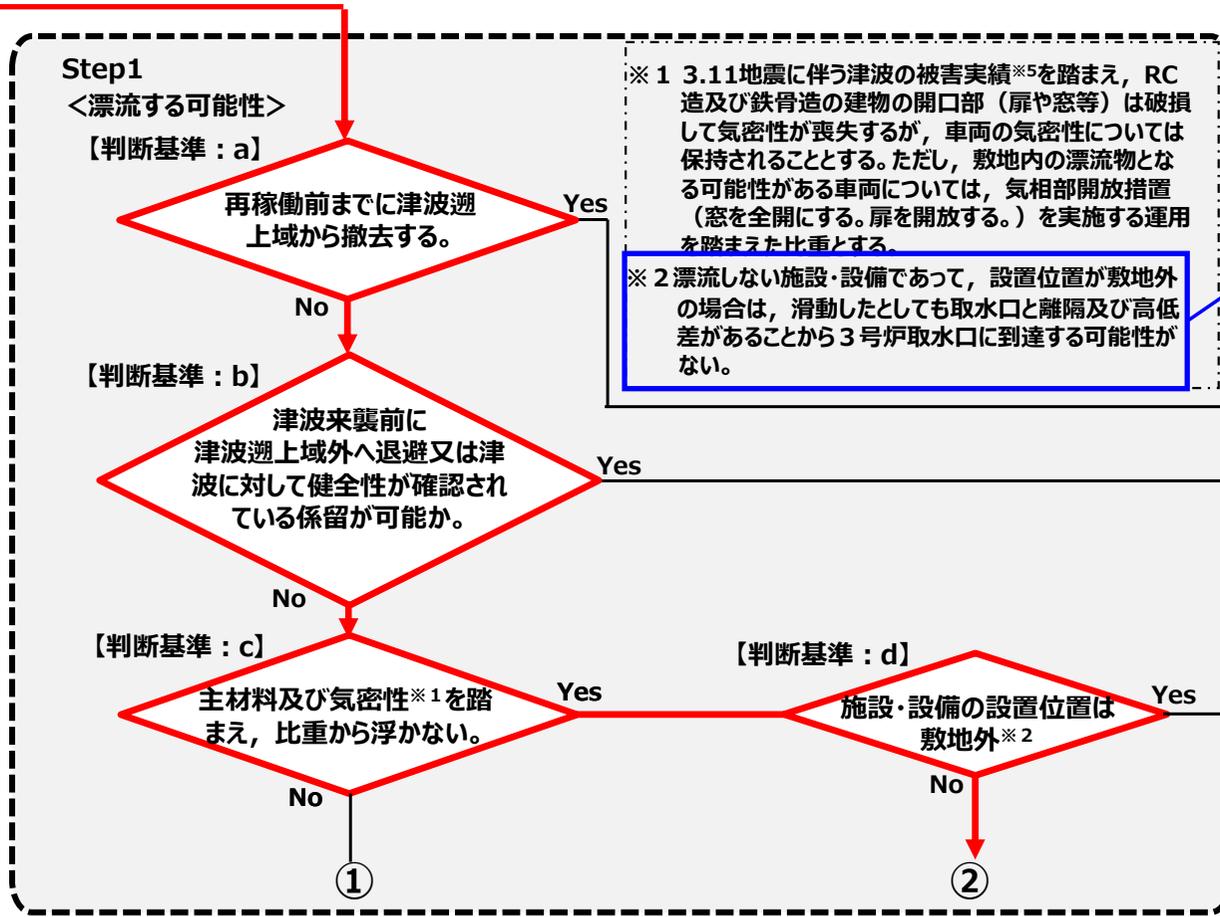
### 3. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性における評価方針 (2/4)

検討対象施設・設備の抽出範囲の設定  
発電所周辺地形の把握 基準津波の流況の把握



検討対象施設・設備の抽出  
調査分類A 調査分類B 調査分類C 調査分類D

調査分類A：発電所敷地内における人工構造物  
調査分類B：漁港・市街地における人工構造物  
調査分類C：海上に設置された人工構造物  
調査分類D：船舶



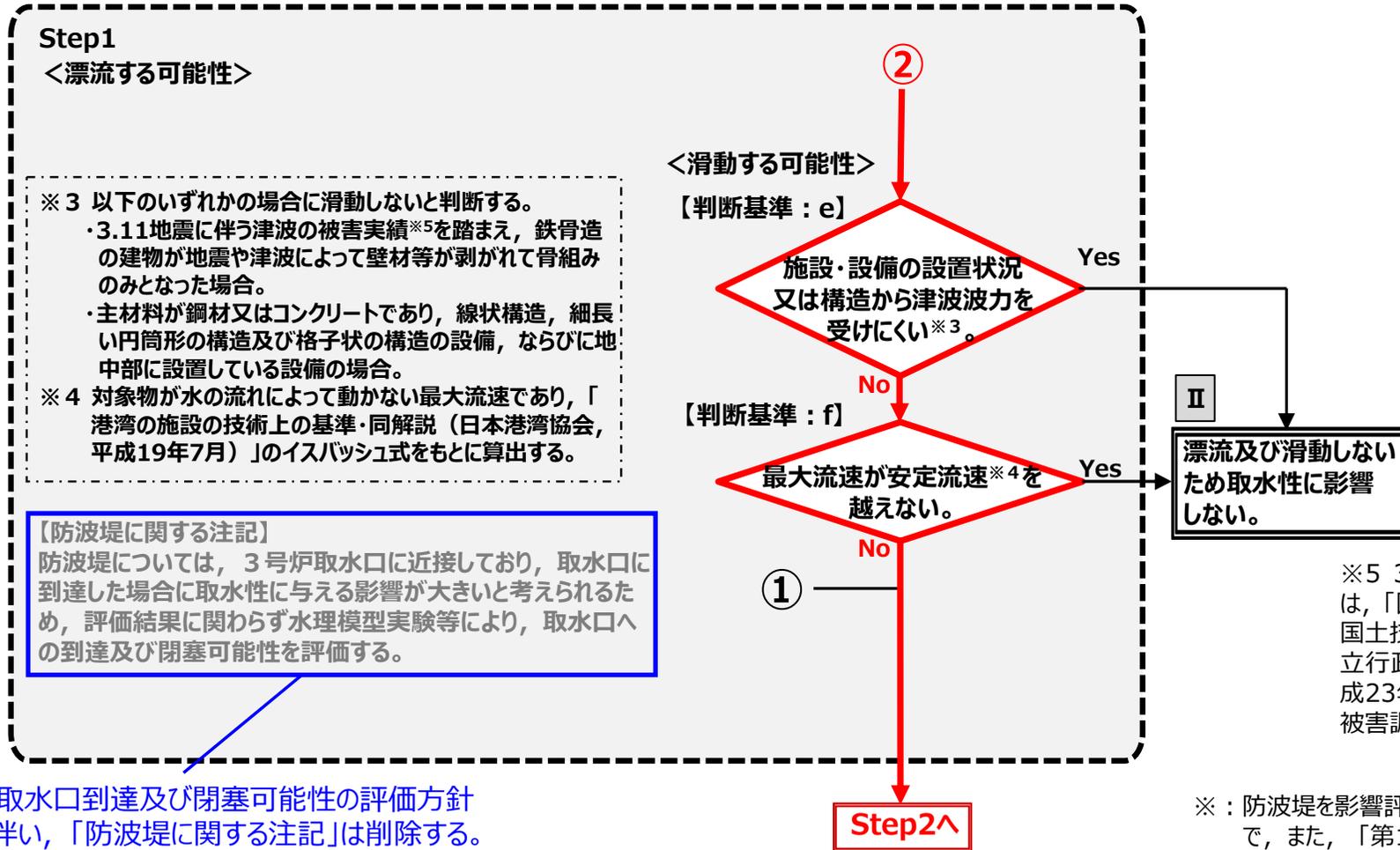
防波堤の評価に直接関係する項目ではないが、記載の充実のため追記・修正する。

I  
漂流しないため取水性に影響しない。

影響評価確認フロー<sup>※</sup> (1/3)

※：防波堤を影響評価確認フローに従って評価した結果を赤線で、また、「第1246回審査会合 資料2-2-1 泊発電所3号炉 耐津波設計方針について（漂流物の影響評価） p7,8」に示した影響評価確認フローに防波堤を加えることに伴う注記の修正を青字で反映した。

### 3. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性における評価方針 (3/4)



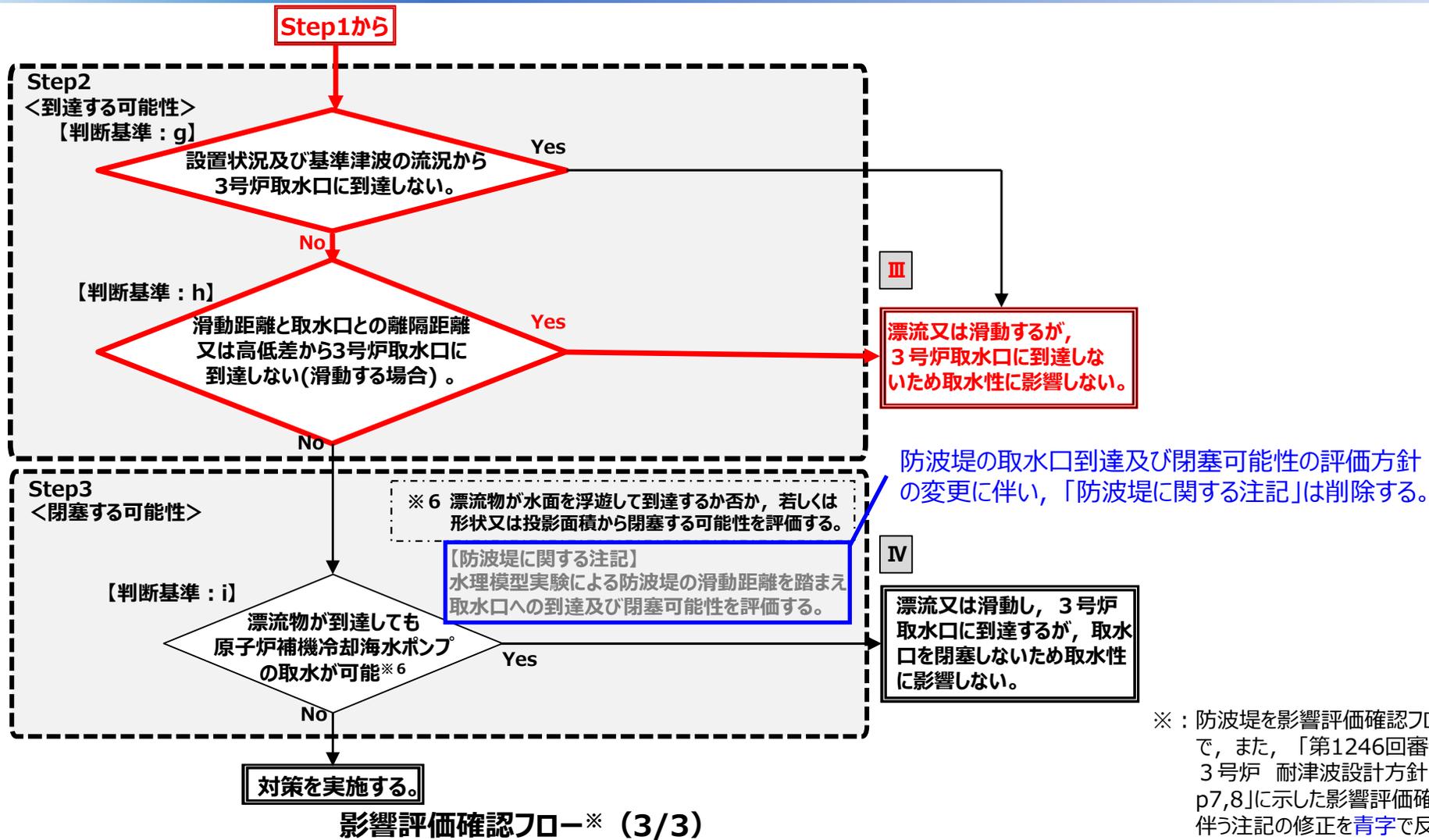
※5 3.11地震に伴う津波の被害実績については、「国土交通省 国土技術政策総合研究所 国土技術 政策総合研究所資料 第674号 独立行政法人 建築研究所 建築研究資料「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震被害調査報告」を踏まえ評価した。

※：防波堤を影響評価確認フローに従って評価した結果を赤線で、また、「第1246回審査会合 資料2-2-1 泊発電所3号炉 耐津波設計方針について（漂流物の影響評価）p7,8」に示した影響評価確認フローに防波堤を加えることに伴う注記の修正を青字で反映した。

影響評価確認フロー※ (2/3)

防波堤の取水口到達及び閉塞可能性の評価方針の変更に伴い、「防波堤に関する注記」は削除する。

### 3. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性における評価方針 (4/4)



※：防波堤を影響評価確認フローに従って評価した結果を赤線で、また、「第1246回審査会合 資料2-2-1 泊発電所 3号炉 耐津波設計方針について (漂流物の影響評価) p7,8」に示した影響評価確認フローに防波堤を加えることに伴う注記の修正を青字で反映した。

## 4. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価

### (1) 防波堤の漂流する可能性 (Step 1) に対する評価

- 表1の算定結果を踏まえて、漂流する可能性 (Step1) を以下のとおり評価した結果、防波堤 (北防波堤, 南防波堤) は滑動を考慮する必要があるため、到達する可能性 (Step2) に進んで評価する。
  - 漂流する可能性の評価【判断基準：c】として、防波堤のケーソン及び上部コンクリートの比重が海水の比重より大きいことから漂流しない。
  - 滑動する可能性の評価【判断基準：f】として、発電所の港湾内の最大流速 (18m/s) ※1は、防波堤のケーソン及び上部コンクリートの安定流速より大きいことから滑動を考慮する必要がある。

※1：発電所の港湾内の最大流速は、検討中の入力津波を踏まえて暫定的に設定したものである。今後、入力津波で確定した最大流速を用いて滑動する可能性を確認する。なお、万一、確定した入力津波が最大流速が暫定値を上回った場合においても、「滑動を考慮」とする評価結果は変わらない。

表1 比重及び安定流速の算定結果

対象施設		漂流する可能性			滑動する可能性				
		密度 (t/m <sup>3</sup> )	海水に対する比重	評価結果	質量※2 (t)	イスバッシュの定数	斜面の勾配 (°)	安定流速※3 (m/s)	評価結果
北防波堤	ケーソン	2.15	2.08	漂流しない	8,000~9,700 (標準部：8,000t)	0.86	0	17.4	滑動を考慮
南防波堤		2.15	2.08	漂流しない	5,900~8,800 (基部：5,900t)	0.86	0	16.5	滑動を考慮
北防波堤	上部 コンクリート	2.34	2.27	漂流しない	2,400~2,900 (標準部：2,400t)	0.86	0	15.1	滑動を考慮
南防波堤		2.34	2.27	漂流しない	1,600~2,100 (基部：1,600t)	0.86	0	14.1	滑動を考慮

※2：質量が小さい方が安定流速が小さくなるため、安定流速は防波堤の中でも小さいケーソン及び上部コンクリートの質量 (表中の () 内の質量) を用いて算出している。

※3：安定流速は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説 (日本港湾協会, 平成19年7月)」に準じて、イスバッシュ式を用いて算出した。

## 4. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価 (2) 防波堤の到達する可能性 (Step 2) に対する評価 (1/2)

- 到達する可能性 (Step2) を評価するため、以下に示す防波堤と取水口の離隔距離や高低差等の地形特性 (図5) を踏まえて、防波堤を「①北防波堤」、「②南防波堤 (基部2函以外)」及び「③南防波堤 (基部2函)」に区分した。
  - ①北防波堤は、3号炉取水口に対して発電所港湾を挟んで離隔距離を有する位置に設置されている。
  - ②南防波堤のうち基部2函以外は、防波堤堤内側の海底面高が防波堤の底面標高 (T.P.-9.0m) より低い。
  - また、②南防波堤のうち基部2函以外は、防波堤延長の直交方向に滑動し、海底面高が低い方向に移動することが考えられ、3号炉取水口は滑動方向の逆に位置している。
- 上記に示す地形特性と防波堤の到達する可能性 (Step2) の評価結果は以下のとおりである。
  - ①北防波堤は、滑動した場合、3号炉取水口との位置関係から発電所港湾内 (T.P.-14.0m) に沈むため、取水口呑口下端 (T.P.-8.0m) との高低差 (約6m) から3号炉取水口に到達しないと評価した。【判断基準：h】
  - ②南防波堤 (基部2函以外) は、防波堤の底面標高 (T.P.-9.0m) より低い堤内側の発電所港湾内 (T.P.-14.0m) に沈む可能性が高いこと、並びに津波に伴う自然現象では滑動後の大きな方向転換が起こりえないことから、取水口に到達しないと評価した。【判断基準：h】
  - ③南防波堤 (基部2函) は、取水口との離隔距離や高低差からは、取水口への到達を否定できないため、**次頁に評価の詳細を示す。**

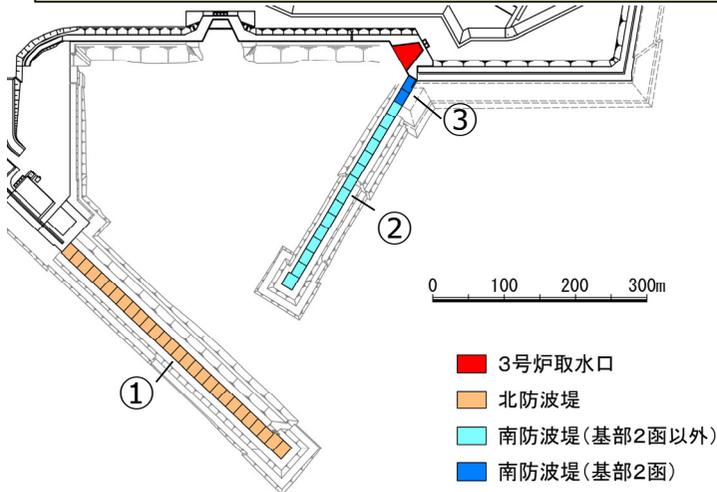
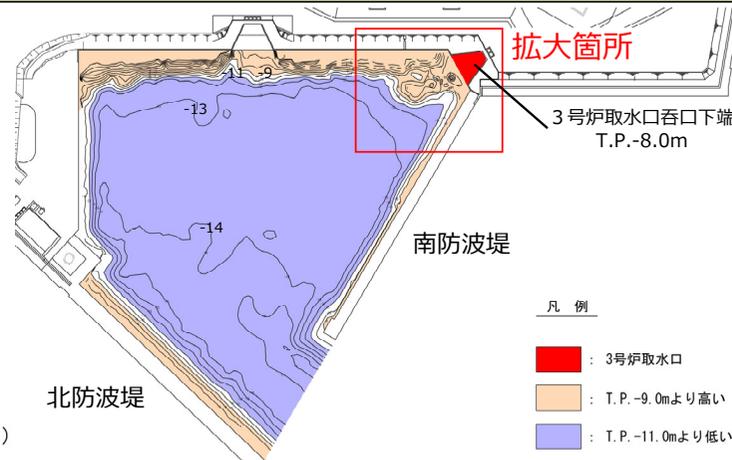
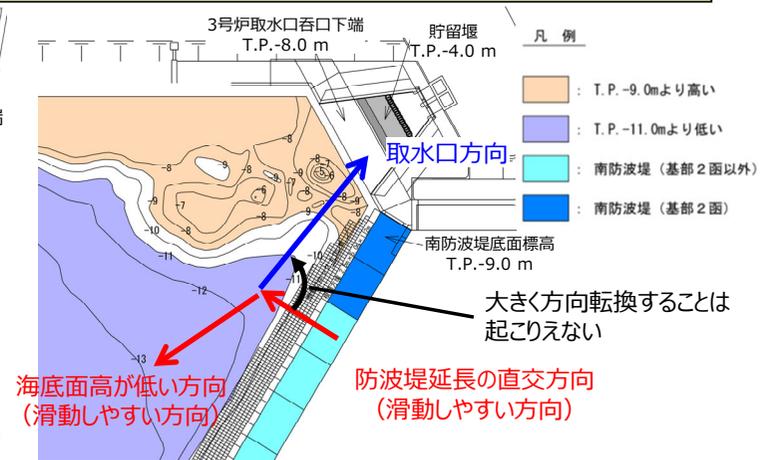


図5 防波堤と3号炉取水口の配置



(全体図※)



(拡大図※)

※：値はT.P.(m) を示す。

図6 発電所港湾内の地形特性について

# 4. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価 (2) 防波堤の到達する可能性 (Step 2) に対する評価 (2/2)

- ③南防波堤（基部2函）に関して、泊発電所のサイト特性として、南防波堤基部の堤内側にはB級及びC級岩盤の高まり（最大標高：T.P.-5.2m）が分布しており、さらに取水口呑口下端（T.P.-8.0m）は防波堤の底面標高（T.P.-9.0m）より1mほど高い。
- 上記を踏まえると、津波に伴う自然現象では図8のようにケーソンが滑動し、取水口に到達しないと評価した。【判断基準：h】

※1：南防波堤（基部2函）が3号炉取水口に近接していることを踏まえて、万一取水口に到達すると仮定した場合の取水口を閉塞する可能性を資料1-1-2 p27,28に示す。

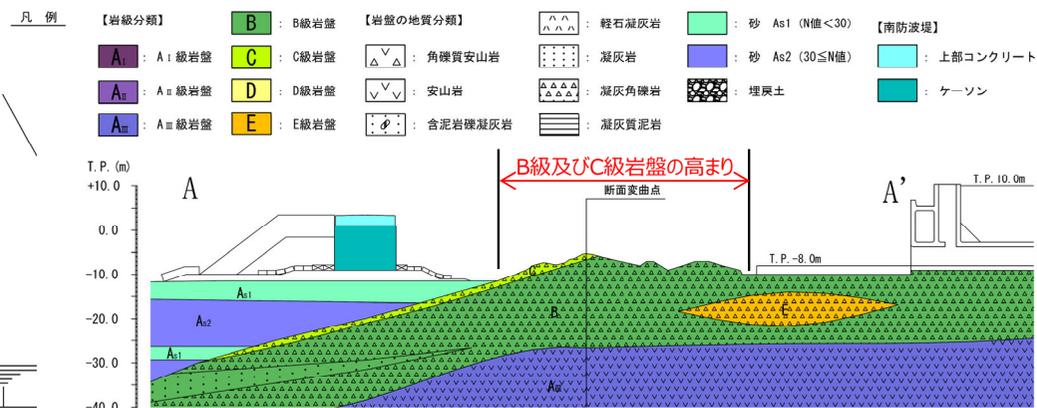
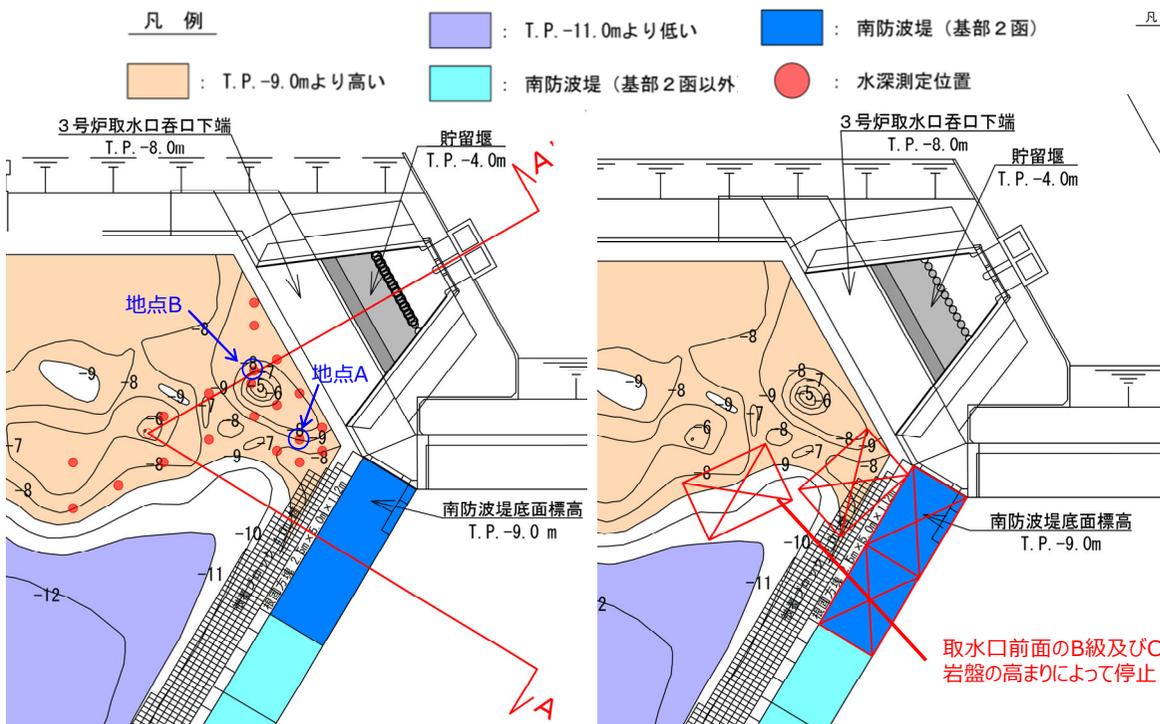


図9 南防波堤基部と3号炉取水口の断面図



地点A 地点B  
図10 潜水による岩盤状況の確認

図7 3号炉取水口前面の海底地形図※2,3

図8 防波堤が滑動した場合※3

- ※2：B級及びC級岩盤の高まりを含めた取水口前面の地形に関しては、入力津波や基準津波の地形モデル作成に用いた深浅測量による海底岩盤標高の測定と潜水による海底岩盤表面の確認を実施している。
- ※3：値はT.P.(m)を示す。

## 4. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価 (3) 評価結果 (1/2)

- 防波堤による取水性への影響について、漂流物の選定・影響評価確認フロー（p6～8）に従って評価した結果、p10, 11に示すとおり、到達する可能性（Step2・【判断基準：h】）の評価において、滑動するものの、津波に伴う自然現象による防波堤の滑動を考慮すると、3号炉取水口に到達しないこと（III）を確認したため、原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に影響しないと評価した。

表2 防波堤（ケーソン）による取水性への影響評価結果

名称	主材料	質量	Step1の結果 【漂流する 可能性】	Step2 【到達する可能性】	Step3 【閉塞する 可能性】	評価
北防波堤	ケーソン コンクリート・砂	8,000t～ 9,700t	コンクリート・砂の比重（2.15）が海水の比重（1.03）を上回ることから漂流物とはならない。最大流速が安定流速よりも大きいため滑動する。	【判断基準：h】 各設備は滑動するものの、発電所港湾内に沈む可能性が高く、取水口呑口下端（T.P.-8.0m）は発電所港湾内（T.P.-14.0m）に比べ、約6m高い位置にあることから、到達しない。	-	III
南防波堤 基部2函以外		5,900t～ 8,800t		【判断基準：h】 各設備は滑動するものの、防波堤の底面標高（T.P.-9.0m）より低い防波堤堤内側の発電所港湾内（T.P.-14.0m）に沈む可能性が高いこと並びに、津波に伴う自然現象では大きな方向転換は起こりえないことから、取水口に到達しない。	-	III
南防波堤 基部2函		5,900t		【判断基準：h】 各設備は滑動するものの、南防波堤基部の堤内側にはB級及びC級岩盤の高まり（T.P.-5.2m）が分布しており、取水口呑口下端（T.P.-8.0m）は防波堤の底面標高（T.P.-9.0m）より1mほど高いため、取水口に到達しない。	-	III

## 4. 防波堤の取水口到達及び閉塞可能性評価 (3) 評価結果 (2/2)

表3 防波堤（上部コンクリート）による取水性への影響評価結果

名称		主材料	質量	Step1の結果 【漂流する 可能性】	Step2 【到達する可能性】	Step3 【閉塞する 可能性】	評価
北防波堤	上部 コン クリ ート	プレキャスト コンクリート	2,400t～ 2,900t	コンクリートの比重 (2.34) が海水 の比重 (1.03) を上回ることから 漂流物とはならな い。 最大流速が安定 流速よりも大きい ため滑動する。	【判断基準：h】 各設備は滑動するものの、発電所港湾内に沈む可能性が高く、取水口呑口下端（T.P.-8.0m）は発電所港湾内（T.P.-14.0m）に比べ、約6m高い位置にあることから、到達しない。	—	III
南防波堤 基部2函以外			1,600～ 2,100t		【判断基準：h】 各設備は滑動するものの、防波堤の底面標高（T.P.-9.0m）より低い防波堤堤内側の発電所港湾内（T.P.-14.0m）に沈む可能性が高いこと並びに、津波に伴う自然現象では大きな方向転換は起こりえないことから、取水口に到達しない。	—	III
南防波堤 基部2函			1,600t		【判断基準：h】 各設備は滑動するものの、南防波堤基部の堤内側にはB級及びC級岩盤の高まり（T.P.-5.2m）が分布しており、取水口呑口下端（T.P.-8.0m）は防波堤の底面標高（T.P.-9.0m）より1mほど高いため、取水口に到達しない。	—	III

## 5. 審査会合指摘事項に対する回答（指摘事項 221206-06）

### 【指摘事項 221206-06】

防波堤の取水口到達の可能性評価に係る水理模型実験について、地震に伴う不等沈下、津波の越流による洗掘等によって防波堤が滑動又は転倒しやすくなるような地震及び津波による損傷状態を整理した上で、実験条件を説明すること。

### 【回答】

- 第1098回審査会合時点では、基準津波の審査が進んでいない中で、最も取水口に近接している南防波堤に関して、想定した基準津波に対して水理模型実験により防波堤が取水口に到達しないことを評価する方針としていた。
- しかし、基準津波と漂流物の審査進捗を踏まえ、防波堤による原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響は、水理模型実験での説明を取りやめて、他の漂流物と同様に漂流物の影響評価確認フロー（p6～8）に従った評価方針によって評価する。