

第 2.5-12 (4) 表 発電所敷地内における人工構造物 (調査分類 A) の評価結果 (Step2～3)

No.	名称	主材料	質量	Step1 の結果	Step2 【到達する可能性】	Step3 【閉塞する可能性】	評価※
ハ. 設備・その他							
22	導標	鋼材 (標識部) コンクリート (土台部)	0.2t	地震又は津波波力によって、当該設備は損傷するが、主材料である及び鋼材及びコンクリートの比重 (7.85, 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ず、最大流速が安定流速よりも大きいと評価する。	導標は敷地内に多数設置されていることから、保守的に取水口上部で滑動することを想定し、到達を考慮する。	【判断基準：i】 取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
23	防波堤灯台	アルミニウム 合金	約 1t	地震又は津波波力により扉及び基礎固定部が破損して設備内部に津波が流入することで気密性が喪失するため、主材料であるアルミニウムの比重 (2.66) が海水の比重 (1.03) を上回ることから、漂流物とはならず、最大流速が安定流速よりも大きいと評価する。	【判断基準：h】 滑動するものの、一旦海底に沈んだ場合、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
24	配電柱	コンクリート	2.97t	漂流・滑動しない (第 2.5-10 表参照)	—	—	II
25	大地電位上昇用 保安装置	鋼材	約 6t	地震又は津波波力により破損して設備内部に津波が流入することで気密性が喪失するため、主材料である鋼材の比重 (7.85) が海水の比重 (1.03) を上回ることから漂流物とはならず、最大流速が安定流速よりも大きいと評価する。	【判断基準：h】 滑動するものの、一旦海底に沈んだ場合、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

第 2.5-12 (5) 表 発電所敷地内における人工構造物 (調査分類 A) の評価結果 (Step2～3)

No.	名称	主材料	質量	Step1 の結果	Step2 【到達する可能性】	Step3 【閉塞する可能性】	評価※
26	制御盤等	鋼材	約 0.45t	地震又は津波波力によって、当該設備は損傷するが、主材料である鋼材の比重 (7.85) が海水の比重 (1.03) を上回ることから漂流物とはならず、最大流速が安定流速よりも大きいいため滑動する。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 当該設備が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	Ⅳ
27	非常用発電機収納盤	鋼材	約 1.2t				
28	鋼管杭モニタリングボックス	鋼材	0.1t				
29	車両侵入阻止装置 (ボラード)	鋼材	約 6.0t (1t×6本)	漂流・滑動しない (第 2.5-10 表参照)	—	—	Ⅱ
30	カメラポール	鋼材	約 0.65t				
31	外灯	鋼材	0.16t				
32	モニタリングポスト検出器	鋼材 (支柱部)	約 0.093t (高線量) 約 0.06t (低線量)	構成部品の一部 (カバー部等) は、中が空洞であり、地震によってがれきり化して漂流物となる可能性がある。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 モニタリングポスト検出器の構成部品の一部が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	Ⅳ
		鋼材 (構成部品)					

第 2.5-12 (6) 表 発電所敷地内における人工構造物 (調査分類 A) の評価結果 (Step2～3)

No.	名称	主材料	質量	Step1 の結果	Step2 【到達する可能性】	Step3 【閉塞する可能性】	評価※
33	守衛所待機所 (アーケード)	鋼材 (壁材等)	約 1.3t	地震又は津波波力によつて、当該設備は損傷するが、主材料である鋼材の比重 (7.85) 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が、最大流速が安定流速よりも大きいいため滑動する。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 がれき化した部材が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
		鋼材 (支柱部)		漂流・滑動しない (第 2.5-10 表参照)	—	—	II
34	資機材・ ウェイト等	鋼材 /コンクリート		主材料である鋼材の比重 (7.85) 及び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が、最大流速が安定流速よりも大きいいため滑動する。	【判断基準：h】 コンクリート及び鋼材を主材料とするものは滑動するものの、一旦海底に沈んだ場合、取水口吞口下端 (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
		木材・プラスチック等	220t	地震又は津波波力によつて、当該設備は損傷し、損傷で生じた木片、廃プラスチック類等のがれきが漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき等が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
35	立入制限区域柵	鋼材	—	漂流・滑動しない (第 2.5-10 表参照)	—	—	II
36	マンホール グレーチング	鋼材	—				
37	港湾ジブクレーン	鋼材	約 420t				

第 2.5-12 (7) 表 発電所敷地内における人工構造物 (調査分類 A) の評価結果 (Step2～3)

No.	名称	主材料	質量	Step1 の結果	Step2 【到達する可能性】	Step3 【閉塞する可能性】	評価※
38	魚類迷入防止網等	—	—	津波波力によって、当該設備は損傷し、損傷で生じた網等の部材が漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 魚類迷入防止網等が取水口に到達したとしても、網等は通水性があり、網等の投影面積に比べ取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
二. 防波堤・コンクリート構造物等							
39	コンクリートブロック	コンクリート	約 1.3t	主材料である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ず、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、一旦海底に沈んだ場合、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。また、取水口に近接している箇所については基礎マウンドと比較し 1m 高いことから到達しない。	—	III
40	防波堤 (消波ブロック)		32t～40t				
41	防波堤 (被覆ブロック)		2t～29t				
42	防波堤 (根固方塊)		34.5t				
43	防波堤 (中割石)	石材	30～300kg/個	主材料である石材の比重 (2.29) が海水の比重 (1.03) を上回ることから漂流物とはならず、最大流速が安定流速よりも大きいため滑動する。			
44 (1)	防波堤 (南防波堤基部以外) (ケーソン)	コンクリート・砂	5,900t～9,700t	主材料であるコンクリートの比重 (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ず、最大流速が安定流速よりも大きいため滑動する。			
44 (2)	南防波堤基部 (ケーソン)		5,900t	漂流・滑動しない (第 2.5-10 表参照)	—	—	II

第 2.5-12 (8) 表 発電所敷地内における人工構造物 (調査分類 A) の評価結果 (Step2～3)

No.	名称	主材料	質量	Step1 の結果	Step2 【到達する可能性】	Step3 【閉塞する可能性】	評価※
45 (1)	防波堤 (南防波堤基部以外) (上部コンクリート)	PC	1,600t～ 2,900t	主材料である PC 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ず、最大流速が安定流速よりも大きいと評価する。	【判断基準：h】 各設備は滑動するものの、一旦海底に沈んだ場合、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。また、取水口について接している箇所と比較しては基礎マウンドと比較し 1m 高いことから到達しない。	—	III
45 (2)	南防波堤基部 (上部コンクリート)		1,600t	漂流・滑動しない (第 2.5-10 表参照)	—	—	II
46	護岸 (ケーソン)	コンクリート・砂	3,700t～ 15,300t	主材料であるコンクリートの比重 (2.12) が海水の比重 (1.03) を上回ることから漂流物とはならず、最大流速が安定流速よりも大きいと評価する。	【判断基準：h】 各設備は滑動するものの、一旦海底に沈んだ場合、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
47	護岸 (上部コンクリート)	PC	20t/m～ 261t/m	主材料である PC の比重 (2.49) が海水の比重 (1.03) を上回ることから漂流物とはならず、最大流速が安定流速よりも大きいと評価する。	【判断基準：h】 各設備は滑動するものの、一旦海底に沈んだ場合、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
48	護岸 (消波ブロック)	コンクリート	2t～40t	主材料である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ず、最大流速が安定流速よりも大きいと評価する。			
49	護岸 (被覆ブロック)	コンクリート	2t～12t				

第 2.5-12 (9) 表 発電所敷地内における人工構造物 (調査分類 A) の評価結果 (Step2～3)

No.	名称	主材料	質量	Step1 の結果	Step2 【到達する可能性】	Step3 【閉塞する可能性】	評価※
50	護岸 (根固方塊)	コンクリート	34.5t～ 69.0t	主材料である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ず、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、一旦海底に沈んだ場合、取水口吞口下端 (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
51	護岸 (中割石)	石材	30～ 300kg/個	主材料である石材の比重 (2.29) が海水の比重 (1.03) を上回ることから漂流物とはならず、最大流速が安定流速よりも大きいため滑動する。			
52	護岸 (裏込石)	石材	300kg/個				
53	L 型擁壁 (B)	コンクリート	451t	主材料である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ず、最大流速が安定流速よりも大きいため滑動する。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
54	越波排水路 (法面ブロック)	コンクリート	530t～ 7,200t	主材料である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ず、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、一旦海底に沈んだ場合、取水口吞口下端 (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
55	越波排水路 (波返し擁壁)	PC	35t～49t	主材料である PC 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ず、最大流速が安定流速よりも大きいため滑動する。			
56	越波排水路 (角落し)	PC	4t～6t				

※評価 I～IVについては、以下のとおり。

I：漂流しない及び敷地外で取水口まで離隔及び高低差があり滑動により到達する可能性がないため取水性に影響しない。

II：漂流及び滑動しないため取水性に影響しない。

III：漂流又は滑動するが、3号炉取水口に到達しないため取水性に影響しない。

IV：漂流又は滑動し、3号炉取水口に到達するが、取水口を閉塞しないため取水性に影響しない。

② 漁港・市街地における人工構造物の調査結果（調査分類B）

調査分類Bの調査範囲を第 2.5-30 図に示す。

調査分類Bについては、現地確認のほかに、机上調査として国土地理院の地形図により、泊村、共和町及び岩内町の市街地、漁港・港湾施設として泊漁港（泊村）、茶津漁港（泊村）、堀株港（泊村）、岩内港（岩内町）が存在することを確認した。また、泊村、共和町及び岩内町のホームページ、国土地理院の地理院地図（Web）、海上保安庁「海洋状況表示システム（通称：海しる）」等についても調査を行った。



第 2.5-30 図 漁港・集落・人工構造物（調査分類B）の調査範囲

これらの調査の結果、調査分類Bで確認された施設・設備を第 2.5-13 表及び第 2.5-31 図に示す。また、これらの施設・設備の主な諸元を第 2.5-14 表に示す。

敷地外の車両については、泊発電所周辺 500m 範囲～小樽・札幌方面を結ぶルートは複数あるが、泊発電所周辺 500m 範囲内に到達するためには、国道 229 号を走行する必要があること、また、寿都方面を結ぶルートについては、国道 229 号を走行するルートのみであること等から、発電所の周辺 500m 範囲内を通る国道 229 号を代表地点として定点撮影による調査を行った。国道 229 号を定点撮影の代表地点に選定した妥当性の説明を含む敷地外の車両の調査要領及び調査結果の詳細を添付資料 34 に示す。また、発電所周辺 500m 範囲内を通る道路の位置を第 2.5-32 図に示す。

第 2.5-13 表 漁港・集落・人工構造物（調査分類B）の調査結果

No.	名称	泊村	共和町	岩内町
1	排水処理施設	○	○	—
2	家屋	○	○	○
3	ガソリンスタンド	○	○	○
4	商業施設	○	○	○
5	工業施設（魚市場・水産加工施設等）	○	○	○
6	宿泊施設	○	○	○
7	砕石プラント	○	—	—
8	病院	○	○	○
9	学校	○	○	○
10	駅舎（バスターミナル）	—	—	○
11	その他公共施設	○	○	○
12	車両	○	○	○
13	コンテナ・ユニットハウス	○	○	○
14	油槽所（軽油・重油タンク）	○	—	○
15	漁具	○	—	○
16	工事用資機材	○	○	○
17	係留施設・防波堤・護岸	○	—	○
18	物揚クレーン	○	—	○

19	配電柱・街灯・信号機	○	○	○
20	鉄塔	○	○	○
21	灯台・航路標識	○	—	○
22	モニタリングポスト	○	—	—
23	ゴミステーション	○	○	○
24	漁船／不使用船 ※	○	—	○
25	太陽光発電設備	—	○	○
26	制御盤	○	○	○
27	看板・標識	○	○	○
28	石碑・銅像	○	—	○
29	灯油タンク	○	○	○
30	ガスボンベ	○	○	○
31	風力発電設備（風車）	—	○	—

○：資料調査・現場調査により設置が確認されたもの

—：資料調査・現場調査により設置が確認されなかったもの

※：調査分類 D において評価を実施する。

			
No. 1 排水処理施設 (共和町)	No. 2 家屋 (岩内町)	No. 3 ガソリンスタンド (岩内町)	No. 4 商業施設 (岩内町)
			
No. 5 工業施設 (魚市場・水産加工施設等) (岩内町)	No. 6 宿泊施設 (岩内町)	No. 7 砕石プラント (泊村)	No. 8 病院 (岩内町)
			
No. 9 学校 (岩内町)	No. 10 駅舎 (バスターミナル) (岩内町)	No. 11 その他公共施設 (泊村)	No. 12 車両 (岩内町)

第 2.5-31 (1) 図 漁港・市街地における人工構造物 (調査分類 B)

No.13 コンテナ・ユニットハウス (岩内町)	No.14 油槽所 (軽油・重油タンク) (岩内町)	No.15 漁具 (岩内町)	No.16 工事用資機材 (共和町)
No.17 係留施設・防波堤・護岸 (岩内町)	No.18 物揚クレーン (岩内町)	No.19 配電柱・街灯・信号機 (泊村)	No.20 鉄塔 (共和町)
No.21 灯台・航路標識 (岩内町)	No.22 モニタリングポスト (泊村)	No.23 ゴミステーション (岩内町)	No.24 漁船/不使用船 (泊村)

第 2.5-31 (2) 図 漁港・市街地における人工構造物 (調査分類 B)

			
No.25 太陽光発電設備 (共和町)	No.26 制御盤 (岩内町)	No.27 看板・標識 (岩内町)	No.28 石碑・銅像 (岩内町)
			
No.29 灯油タンク (岩内町)	No.30 ガスポンペ (岩内町)	No.31 風力発電設備 (風車) (共和町)	

第 2.5-31 (3) 図 漁港・市街地における人工構造物 (調査分類 B)

第2.5-14(1)表 漁港・市街地における人工構造物（調査分類B）の主な諸元

No.	名称	形状	主材料	質量	数量
1	排水処理施設	—	RC造	—	多数
2	家屋	—	RC造, 鋼材（鉄骨造）, 木材	—	多数
3	ガソリンスタンド	—	RC造	—	多数
4	商業施設	—	RC造, 鋼材を想定	—	多数
5	工業施設（魚市場・水産加工施設等）	—	RC造, 鋼材を想定	—	多数
6	宿泊施設	—	RC造, 鋼材を想定	—	多数
7	砕石プラント	—	鋼材	—	1
8	病院	—	RC造, 鋼材（一部鉄骨造）	—	多数
9	学校	—	RC造	—	多数
10	駅舎（バスターミナル）	—	鋼材（鉄骨造）	—	1
11	その他公共施設	—	RC造, 鋼材（鉄骨造）, 木材	—	多数

第 2.5-14(2) 表 漁港・市街地における人工構造物（調査分類 B）の主な諸元

No.	名称		形状	主材料	質量	数量
12	車両※1	発電所周辺 500m 範囲内の車両 (発電所周辺 500m 範囲内の国 道・村道を走行・駐停車する 車両)	(車両分類) 「一般車両 (普通・軽自動車)」「車両系重 機 (大型トラクタ、ユニツク等の工事用車両 や除雪車を含む)」「緊急車両 (消防車、救 急車)」「バス (路線バス、出社バス)」「 「農耕作業用車両」「貨物自動車 (タンクロ ーリ、トラクタ、ごみ収集車等)」「自動二 輪車 (原付・普通・大型)」	鋼材	—	多数
		発電所周辺 500m 範囲外の車両				
13	コンテナ・ユニットハウス		—	鋼材等	約 30t ※2	多数
14	油槽所 (軽油・重油タンク)		150k1	鋼材	9.8t	2
15	漁具		—	—	—	多数
16	工事用資機材		—	—	—	多数
17	係留施設・防波堤・護岸		—	コンクリート, 鋼材	—	多数
18	物揚クレーン		—	鋼材	—	多数
19	配電柱・街灯・信号機		—	鋼材, コンクリート	—	多数
20	鉄塔		—	鋼材	—	多数

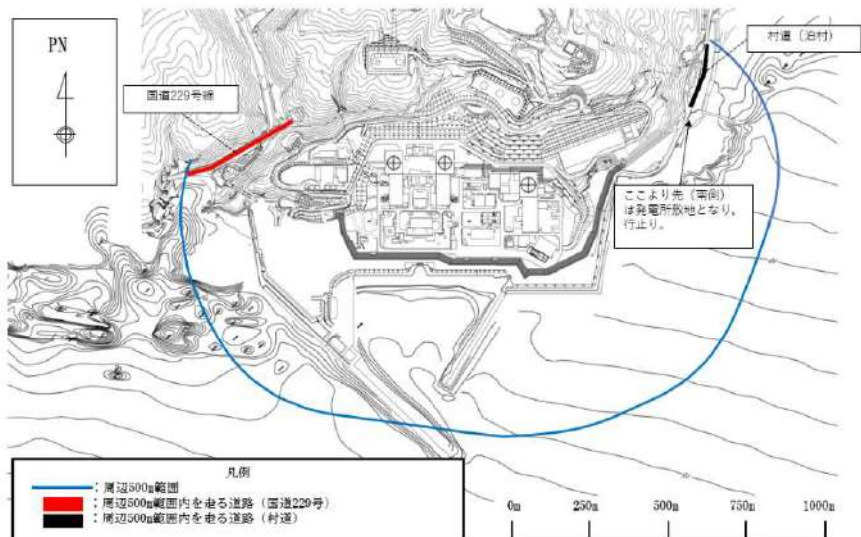
※1：車両の調査結果詳細及び車両分類の整理については、添付資料 34 に示す。

※2：ISO 規格のコンテナで最大となる 40 フィートハイキューブコンテナ (12.2m×2.5m×2.9m) を想定する。

第 2.5-14(3) 表 漁港・市街地における人工構造物（調査分類 B）の主な諸元

No.	名称	形状	主材料	質量	数量
21	灯台・航路標識	—	RC 造, 鋼材	—	多数
22	モニタリングポスト	—	RC 造, 鋼材	—	4
23	ゴミステーション	—	鋼材 鋼材, コンクリート	—	多数
24	漁船／不使用船 ※3	—	FRP	—	多数
25	太陽光発電設備	—	シリコン化合物 (あるいは GICS), 鋼材	—	多数
26	制御盤	—	鋼材	—	多数
27	看板・標識	—	—	—	多数
28	石碑・銅像	—	—	—	多数
29	灯油タンク	容量 490L (最大規模の形状を記載)	鋼材	—	多数
30	ガスボンベ	—	鋼材	—	多数
31	風力発電設備 (風車)	—	FRP (羽部)	—	1

※3：調査分類 D において評価を実施する。



第 2.5-32 図 発電所周辺 500m 範囲内を通る道路

調査分類Bから抽出されたものについて、第 2.5-23 図に示す漂流物の選定・影響確認フローに従って、漂流する可能性 (Step1) 到達する可能性 (Step2) 及び閉塞する可能性 (Step3) の検討を行い、取水性への影響を評価した。

イ. 建物

排水処理施設 (No. 1), 家屋 (No. 2), ガソリンスタンド (No. 3), 商業施設 (No. 4), 工業施設 (魚市場, 水産加工施設等) (No. 5), 宿泊施設 (No. 6), 砕石プラント (No. 7), 病院 (No. 8), 学校 (No. 9), 駅舎 (バスターミナル) (No. 10), その他公共施設 (No. 11) については, 施設本体は主に RC 造, 鉄骨造の建物であり, 扉や窓等の開口部及び壁材が地震又は津波波力により破損して気密性が喪失し, 施設内部に津波が流入する。施設本体については, 主材料である鋼材の比重 (7.85) 及びコンクリートの比重 (2.34) が海水の比重 (1.03) を上回っていることから, 施設本体は漂流物とはならないと評価した。一方, 壁材等の部材については, 東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも, 壁材等の部材は施設本体から分離し, がれき化していることから, 漂流物となる評価とした。ただし, 想定しているがれき (壁材等) は等が取水口に到達したとしても, 取水口の取水面積の方が十分に大きく, 原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため, 取水口を閉塞する可能性はないと評価した。

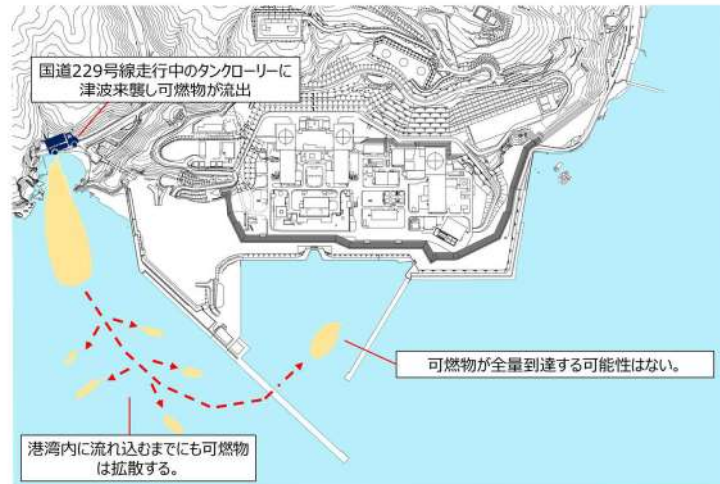
ロ. 車両

車両 (No. 12) については、地震又は津波波力を受けた後も車内の内空は保持されるため、漂流物となる。堀株側の村道を走行する車両については、防災無線による音響周知により、車両は津波避難所等の高台に避難する。また、基準津波の流向・流速を踏まえると、発電所に対して連続的な流れがなく短い間隔で東西に流向が変化することから取水口に到達しない。なお、車両は海域に流出すると浸水が生じ約 6～19 分程度で水没する^{*}。村道の南側は行止りとなっておりタンクローリ等の車両が走行することはなく、また、村道の南側の行止り箇所から取水口までは 800m を超える距離があり、津波の来襲により取水口へ到達する前に港湾外に水没することから取水口へ到達しないと評価した。(※：竹内栄司，加藤康之，炭谷圭二：車両水没シミュレーション，自動車技術会論文集，vol. 44，No. 5，PP. 1321-1324，2013)

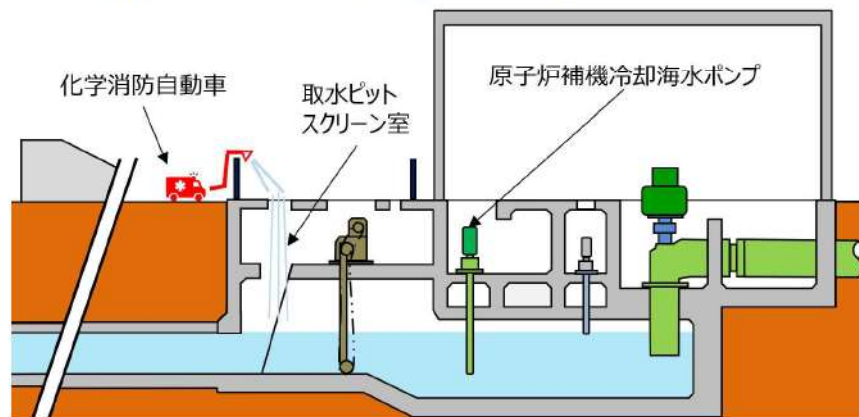
茶津側の国道 229 号を走行する車両については、茶津近傍の国道 229 号の基準津波の流向流速ベクトルから、押し波時の速度が大きく、引き波時の速度は押し波時の速度と比較して小さいことから陸側への移動が主となると考えられるが、引き波により茶津の海岸を経て沖合に漂流し、第 2 波以降の津波により発電所前面（取水口及び防潮堤等）に到達する可能性は否定できない。しかしながら、国道 229 号に設置の電光掲示板の表示及び防災無線による音響周知により、車両は津波避難所等の高台へ避難すると考えられる。また、茶津守衛所周辺に避難経路図を設置することや当社スピーカーによる津波警報の周知により茶津近傍を走行する車両に対して津波避難所等の高台への避難を促す。以上の通り、車両が漂流物化する可能性は小さいものの、茶津近傍の国道 229 号の海側に車両の流出防止対策を行い、万一、走行する車両が津波に遭遇した場合においても沖合に押し出されて漂流することを防止することから取水口へは到達しないと評価した。

一方、津波来襲により国道 229 号近傍で車両が転倒するなどして、積載した可燃物が海域に流出する可能性がある。可燃物が流出した場合においても津波の流向により広範囲に拡散することから全量が港湾内に到達することはない。また、海面を浮遊する可燃物が取水路に侵入するのは水位低下時（引き波時）であることから可燃物が取水路に侵入する可能性は低い。万一、可燃物が海域に流出した場合においても取水口到達までには時間的な余裕があると考えられることから、津波警報が解除された後にオイルフェンスを設置することとし、設置に関するマニュアルを整備する。また、到達した

可燃物が燃焼した場合には、原子炉補機冷却海水ポンプ等に燃焼が到達することを防ぐためにポンプ手前の取水ピットスクリーン室内にて消火活動を実施することで対応する。消火にあたっては化学消防自動車（泡消火）を用い、消火作業員が取水ピットスクリーン室防水壁に昇り、取水ピットスクリーン室天端から放水する。



第 2.5-33 図 可燃物流出及び取水口到達ルート



第 2.5-34 図 取水路における消火活動のイメージ図

ハ. 設備・その他

コンテナ・ユニットハウス（No. 13）及び油槽所（軽油・重油タンク）（No. 14）については、地震又は津波波力を受けた後も内空は保持されるため、漂流物となると評価した。ただし、想定する形状に対して、取水口の取水面積の方が十分大きいことから、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できているため、取水口を閉塞することはないと評価した。

漁具（No. 15）、工事用資機材（No. 16）については、地震又は津波波力によって、当該設備は損傷すると考えられ、損傷で生じた木片、廃プラスチック類等のがれきが漂流物となると評価した。ただし、

がれき（壁材等）は等が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。

係留施設・防波堤・護岸（No. 17）、物揚クレーン（No. 18）、配電柱・街灯・信号機（No. 19）、鉄塔（No. 20）、灯台・航路標識（No. 21）、ゴミステーション（No. 23）、太陽光発電設備（No. 25）、制御盤（No. 26）、看板・標識（No. 27）、石碑・銅像（No. 28）、については、当該施設の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならないと評価した。

モニタリングポスト（No. 22）については、施設本体の主材料はRC造、鋼材であり、開口部が地震又は津波波力により破損して気密性が喪失し、施設内部に津波が流入する。施設本体については、主材料である鋼材の比重（7.85）及びコンクリートの比重（2.34）が海水の比重（1.03）を上回っていることから、施設本体は漂流物とはならないと評価した。一方、検出部等の部材については、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも、検出部等の部材は施設本体から分離し、がれき化していることから、漂流物となる評価とした。ただし、想定しているがれき（検出部等）等が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。

灯油タンク（No. 29）、ガスボンベ（No. 30）及び風力発電設備（風車）（No. 31）については、地震又は津波波力を受けた後も内空は保持されるため、漂流物となると評価した。ただし、想定する形状に対して、取水口の取水面積の方が十分大きいことから、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できているため、取水口を閉塞することはないと評価した。

以上のことから、調査分類Bとして抽出されたものについては、いずれも取水性への影響はないことを確認した。

調査分類Bの各施設・設備の評価結果を第2.5-15表に示す。なお、漁船／不使用船（No. 24）については調査分類Dにおいて評価を実施する。

第2.5-15 (1) 表 漁港・市街地における人工構造物 (調査分類B) の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【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※
イ. 建物							
1	排水処理施設	RC 造 (施設本体)	—	【判断基準：c, d】 地震又は津波波力によって、当該設備は損傷するが、主材料である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。	—	—	I
		木材・プラスチック等 (壁材等)	—	東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも、壁材等の部材は施設本体から分離し、がれき化していることから、漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき(壁材等)等が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
2	家屋	—	—	地震又は津波波力によって、当該設備は損傷するため、建築物の形状を維持したまま漂流物とはならず、木材、壁材等については、がれき化して漂流物となる可能性がある。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき(壁材等)等が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
		RC 造	—	【判断基準：c, d】 地震又は津波波力によって、当該設備は損傷するが、主材料である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。	—	—	I
3	ガソリンスタンド	木材・プラスチック等 (壁材等)	—	東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも、壁材等の部材は施設本体から分離し、がれき化していることから、漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき(壁材等)等が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV

第2.5-15 (2) 表 漁港・市街地における人工構造物 (調査分類B) の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【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※
4	商業施設	RC造, 鋼材 (鉄骨造)を 想定	—	【判断基準：c, d】 地震又は津波波力によって、当該設備は損傷するが、主材料であるコンクリートの比重(2.34)及び鋼材の比重(7.85)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。	—	—	I
		木材・プラスチック等 (壁材等)	—	東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも、壁材等の部材は施設本体から分離し、がれき化していることから、漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき(壁材等)等が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はな	IV
5	工業施設(魚市場・水産加工施設等)	RC造, 鋼材 (鉄骨造)を 想定	—	【判断基準：c, d】 地震又は津波波力によって、当該設備は損傷するが、主材料であるコンクリートの比重(2.34)及び鋼材の比重(7.85)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。	—	—	I
		木材・プラスチック等 (壁材等)		東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも、壁材等の部材は施設本体から分離し、がれき化していることから、漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき(壁材等)等が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はな	IV

第2.5-15 (3) 表 漁港・市街地における人工構造物 (調査分類B) の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【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※
6	宿泊施設	RC造、鋼材 (鉄骨造)を 想定	—	【判断基準：c, d】 地震又は津波波力によって、 当該設備は損傷するが、主材 料であるコンクリートの比重 (2.34) 及び鋼材の比重 (7.85) 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。	—	—	I
		木材・プラス チック等 (壁材等)	—	東北地方太平洋沖地震に伴う 津波の漂流物の実績でも、壁 材等の部材は施設本体から分 離し、がれき化していること から、漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき (壁材 等) 等が取水口に到達した としても、取水口の取水面 積の方が十分に大きく、原 子炉補機冷却海水ポンプの 取水に必要な面積を確保す きるため、取水口を閉塞す る可能性はないと評価し た。	IV
7	砕石プラント	鋼材	—	【判断基準：c, d】 地震又は津波波力によって、 当該設備は損傷するが、主材 料である鋼材の比重 (7.85) 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。	—	—	I
		木材・プラス チック等 (壁材等)	—	東北地方太平洋沖地震に伴う 津波の漂流物の実績でも、壁 材等の部材は施設本体から分 離し、がれき化していること から、漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき (壁材 等) 等が取水口に到達した としても、取水口の取水面 積の方が十分に大きく、原 子炉補機冷却海水ポンプの 取水に必要な面積を確保す きるため、取水口を閉塞す る可能性はないと評価し た。	IV

第2.5-15 (4) 表 漁港・市街地における人工構造物（調査分類B）の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【漂流する可能性】 【判断基準：c, d】	Step2 【到達する可能性】	Step3 【閉塞する可能性】	評価※
8	病院	RC造 鋼材（一部鉄 骨造）	—	【判断基準：c, d】 地震又は津波波力によって、当該設備は損傷するが、主材料であるコンクリートの比重（2.34）及び鋼材の比重（7.85）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。	—	—	I
		木材・プラス チック等 （壁材等）	—	東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも、壁材等の部材は施設本体から分離し、がれき化していることから、漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき（壁材等）等が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
9	学校	RC造	—	【判断基準：c, d】 地震又は津波波力によって、当該設備は損傷するが、主材料である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。	—	—	I
		木材・プラス チック等 （壁材等）	—	東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも、壁材等の部材は施設本体から分離し、がれき化していることから、漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき（壁材等）等が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV

第2.5-15 (5) 表 漁港・市街地における人工構造物（調査分類B）の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【漂流する可能性】 【判断基準：c, d】	Step2 【到達する可能性】	Step3 【閉塞する可能性】	評価※
10	駅舎 (バスターミナ ル)	鋼材（鉄骨 造）	—	【判断基準：c, d】 地震又は津波波力によって、 当該設備は損傷するが、主材 料である鋼材の比重（7.85） 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。	—	—	I
		木材・プラス チック等 (壁材等)	—	東北地方太平洋沖地震に伴う 津波の漂流物の実績でも、壁 材等の部材は施設本体から分 離し、がれき化していること から、漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき（壁材等） 等が取水口に到達したとして も、取水口の取水面積の方が十 分に大きく、原子炉補機冷却海 水ポンプの取水に必要な面積を 確保できるため、取水口を閉塞 する可能性はないと評価した。	IV
11	その他公共施設	RC造 鋼材（鉄骨 造）、木材	—	【判断基準：c, d】 地震又は津波波力によって、 当該設備は損傷するが、主材 料であるコンクリートの比重 （2.34）及び鋼材の比重 （7.85）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。	—	—	I
		木材・プラス チック等 (壁材等)	—	東北地方太平洋沖地震に伴う 津波の漂流物の実績でも、壁 材等の部材は施設本体から分 離し、がれき化していること から、漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき（壁材等） 等が取水口に到達したとして も、取水口の取水面積の方が十 分に大きく、原子炉補機冷却海 水ポンプの取水に必要な面積を 確保できるため、取水口を閉塞 する可能性はないと評価した。	IV

第2.5-15 (6) 表 漁港・市街地における人工構造物 (調査分類B) の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【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※
口、車両							
12	発電所周辺 500m 範囲内の車両 (発電所周辺 500m 範囲内の国道・村道を走行・駐車する車両)	鋼材	-	津波が遡上することを仮定し、漂流する可能性のあるものとして、取水口に到達する可能性について評価する。	【判断基準：g】 堀株側の村道については、防災無線による音響周知により、車両は津波避難所等の高台に避難する。また、基準津波の流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、施設護岸及び港湾に到達しない。なお、車両は海域に流出すると6～19分程度で浸水が生じ水没する。村道の南側は行止りとなっておりタンクローリ等の車両が走行することなく、また、取水口までは800mを超える距離があり到達する前に水没することから取水口へ到達しない。 茶津側の国道229号については、引き波により茶津の海岸を経て沖合に漂流し、第2波以降の津波により発電所前面に到達する可能性は否定できない。しかしながら、電光掲示板の表示及び防災無線による音響周知、避難経路図や当スピーカー等による津波警報の周知により茶津近傍を走行する車両に対して津波避難所等の高台への避難を促す。また、茶津近傍の国道229号の海側に車両の流出防止対策を行い、走行する車両が津波に遭遇した場合においても沖合に押し出されて漂流することを防止することから取水口へは到達しないと評価した。	-	III
	発電所周辺 500m 範囲外の車両						

第2.5-15 (7) 表 漁港・市街地における人工構造物 (調査分類B) の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【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※
ハ. 設備・その他							
13	コンテナ・ユニットハウス	鋼材等	約 30t				
14	油槽所 (軽油・重油タンク)	鋼材	9.8t	地震又は津波波力を受けた後も内空は保持されるため、漂流物となることを想定する。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 当該設備本体の形状に対して、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
15	漁具	—	—				
16	工事用資機材	—	—	地震又は津波波力によつて、当該設備は損傷すると考えられ、損傷で生じた木片、廃プラスチック類等のがれきが漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：】 当該設備本体の形状に対して、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
17	係留施設・防波堤・護岸	コンクリート 鋼材	—				
18	物揚クレーン	鋼材	—				
19	配電柱・街灯・信号機	コンクリート 鋼材	—	【判断基準：c, d】 当該施設の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	—	—	I
20	鉄塔	鋼材	—				
21	灯台・航路標識	RC 造 鋼材	—				

第2.5-15 (8) 表 漁港・市街地における人工構造物 (調査分類B) の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【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※
22	モニタリングポスト	RC 造 鋼材	—	【判断基準：c, d】 地震又は津波波力によって、当該設備は損傷するが、主材料であるコンクリートの比重 (2.34) 及び鋼材の比重 (7.85) 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。	—	—	I
		プラスチック等 (検出部等)	—	東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも、検出部等の部材は施設本体から分離し、がれき化していることから、漂流物となる。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき (検出部等) 等が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
23	ゴミステーション	鋼材	—	【判断基準：c, d】 当該施設の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	—	—	I
24	漁船／不使用船	FRP	—	調査分類：Dにおいて評価を実施する。			

第2.5-15 (9) 表 漁港・市街地における人工構造物（調査分類B）の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【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※
ハ. 設備・その他							
25	太陽発電設備	シリコン等 鋼材	—	【判断基準：c, d】 当該施設の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	—	—	I
26	制御盤	鋼材	—				
27	看板・標識	コンクリート 鋼材	—				
28	石碑・銅像	石材 青銅	—				
29	灯油タンク	鋼材	—	地震又は津波波力を受けた後も内空は保持されることを想定する。	到達を考慮する。	【判断基準：i】 当該設備が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
30	ガスボンベ	鋼材	—				
31	風力発電設備（風車）	FRP	—				

※評価Ⅰ～Ⅳについては、以下のとおり。

Ⅰ：漂流しない及び敷地外で取水口まで離隔及び高低差があり滑動により到達する可能性がないため取水性に影響しない。

Ⅱ：漂流及び滑動しないため取水性に影響しない。

Ⅲ：漂流又は滑動するが、3号炉取水口に到達しないため取水性に影響しない。

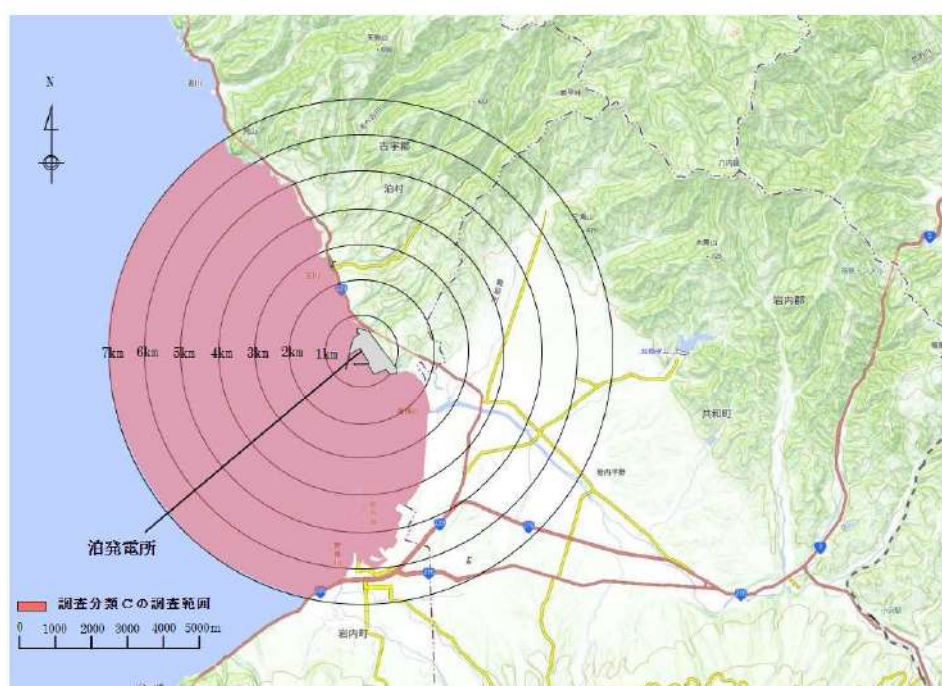
Ⅳ：漂流又は滑動し、3号炉取水口に到達するが、取水口を閉塞しないため取水性に影響しない。

③ 海上に設置された人工構造物（調査分類C）

調査分類Cの調査範囲を第 2.5-35 図に示す。

調査分類Cについては、聞き取り調査のほかに、机上調査として、泊村、共和町及び岩内町のホームページ、海上保安庁「海洋状況表示システム（通称：海しる）」等により、調査対象範囲内の養殖漁業施設並びに発電所港湾関係設備（標識ブイ等）等を調査した。

また、現在、発電所周辺の自治体において、洋上風力発電設備の設置を検討しているが、泊発電所周辺 10km 以内には設置しない方針であることから、漂流物の調査範囲内に洋上風力発電設備が設置されることはない。



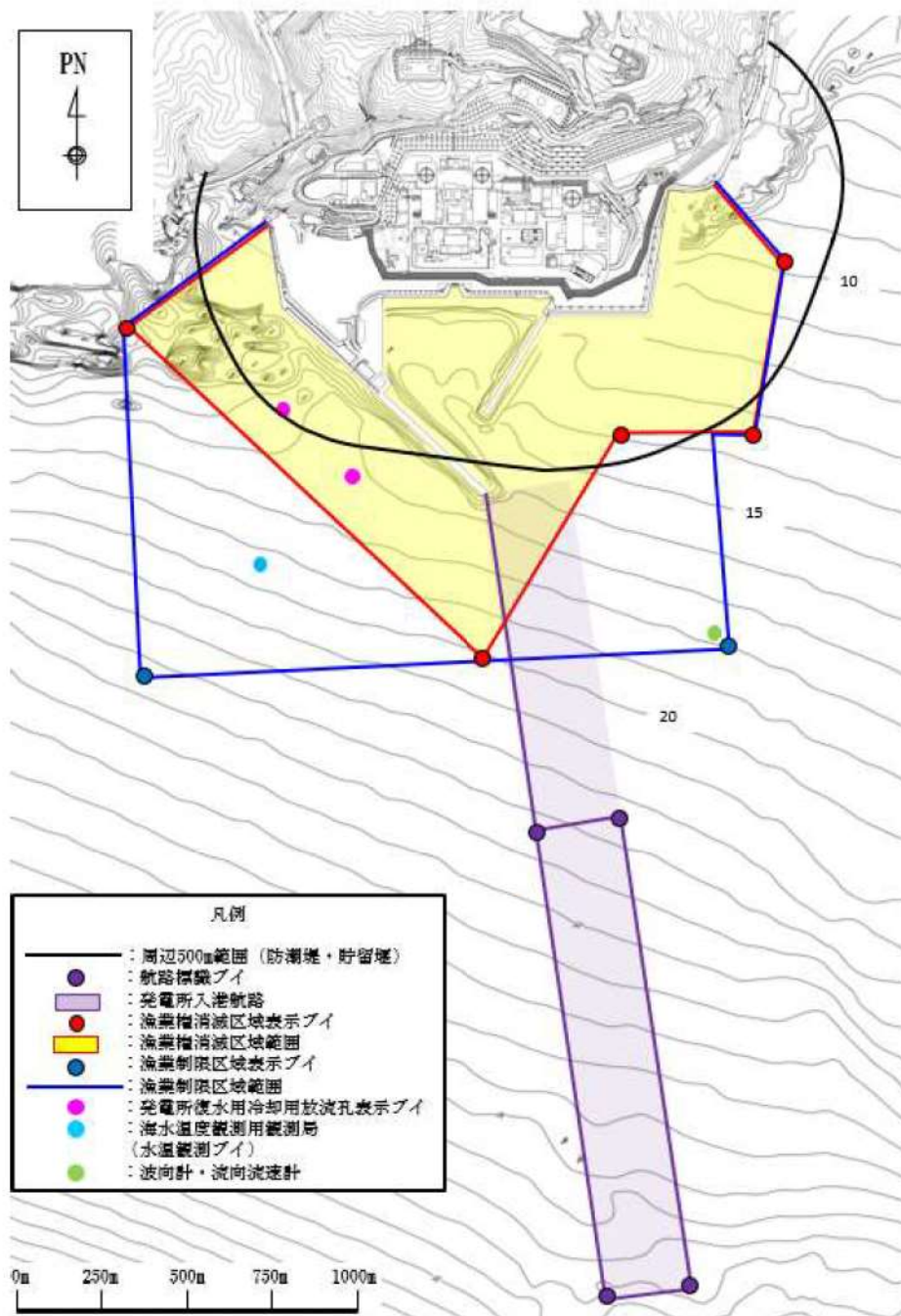
第 2.5-35 図 海洋設置物（調査分類C）の調査範囲

調査分類Cで確認された施設・設備を第 2.5-16 表及び第 2.5-36 図に示す。また、これらの施設・設備の主な諸元を第 2.5-17 表に示す。

第 2.5-16 表 海上設置物（調査分類 C）抽出結果

分類	No.	名称
泊発電所 港湾関係	1	発電所復水器冷却用水放流孔表示ブイ
	2	航路標識ブイ
	3	漁業権消滅区域表示ブイ
	4	漁業制限区域※表示ブイ
	5	海水温度観測用観測局（水温観測ブイ）
	6	波高計・流向流速計
漁業施設	7	養殖施設
	8	定置網・刺網
その他	9	標識ブイ
	10	消波ブロック

※ 燃料等輸送船や貨物船等の船舶入港時や港湾設備の保守点検等を行う場合に「漁業制限区域」外に出ることを当社から要求出来る区域。



第 2.5-36(1) 図 海上設置物（調査分類C：発電所前面海域）の配置概略図



第2.5-17表 海上設置物（調査分類C）の主な諸元

分類	No.	名称	形状※	主材料	質量	数量
泊発電所 港湾関係	1	発電所復水器冷却水放流孔表示ブイ	4.307m×φ1.3m	耐食アルミニウム	0.48t	2
	2	航路標識ブイ	5.97m×φ1.6m	鉄製（浮体） 耐食アルミニウム（ヤグドラ）	1.7t	4
	3	漁業権消滅区域表示ブイ	4.307m×φ1.3m	耐食アルミニウム	0.48t	4
			5.97m×φ1.6m	鉄製（浮体） 耐食アルミニウム（ヤグドラ）	1.7t	
	4	漁業制限区域表示ブイ	4.307m×φ1.3m	耐食アルミニウム	0.48t	3
	5	海水温度観測用観測局 （水温観測ブイ）	27.12m×φ2.625m	鋼材（本体） アルミニウム合金（上部構造）	14t	1
漁業施設	6	波高計・流向流速計	φ0.36m（球体）	ポリエチレン	3kg	1
	7	養殖施設	—	鋼材 木材	—	多数
	8	定置網・刺網	—	—	—	多数
	9	標識ブイ	—	FRP	—	多数
その他	10	消波ブロック	—	コンクリート	—	多数

※：最大規模の形状を記載

調査分類Cから抽出されたものについて、第 2.5-23 図に示す漂流物の選定・影響確認フローに従って、漂流する可能性 (Step1)、到達する可能性 (Step2) 及び閉塞する可能性 (Step3) の検討を行い、取水性への影響を評価した。

発電所復水器冷却用水放流孔表示ブイ (No. 1)、航路標識ブイ (No. 2)、漁業権消滅区域表示ブイ (No. 3) 及び漁業制限区域表示ブイ (No. 4) については、アンカー等で係留されているが、津波の波力によりアンカー等が破断・破損し、浮標部の気密性も喪失する。設備本体については主材料である耐食アルミニウムの比重 (2.5~2.8)、鋼材の比重 (7.85) と海水の比重 (1.03) を比較した結果、漂流物とはならないと評価した。一方、上部の軽量物が漂流物となり、取水口に到達することを想定する。ただし、想定する漂流物よりも取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。

海水温度観測用観測局 (水温観測ブイ) (No. 5) については、アンカー等で係留されているが、津波の波力によりアンカー等が破断・破損し、浮標部の気密性も喪失する。主材料である鋼材の比重 (7.85)、アルミニウム合金の比重 (2.5~2.8) と海水の比重 (1.03) を比較した結果、漂流物とはならないと評価した。

波高計・流向流速計 (No. 6) については、アンカー等で係留されているが、津波波力によりアンカー等が破断・破損するおそれがあることから、漂流物となり、取水口に到達することを想定する。ただし、想定する漂流物よりも取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。

養殖施設 (No. 7) については、アンカー等で係留されているが、津波波力によりアンカー等が破断・破損するおそれがあり、当該設備が損傷して鋼材部については、海水の比重を比較した結果、漂流物とはならないと評価した。木片等はがれき化し、漂流物となり、取水口に到達することを想定する。ただし、想定する漂流物よりも取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。

定置網・刺網 (No. 8) については、漂流する可能性があるが、網等は通水性があり、想定する漂流物よりも網等の投影面積と比べて取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。

標識ブイ (No. 9) については、アンカー等で係留されているが、津

波力によりアンカー等が破断・破損するおそれがあり、当該設備が損傷してFRP材等のがれきが漂流物となり、取水口に到達することを想定する。ただし、想定する漂流物よりも取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。

消波ブロック（No. 10）については、主材料であるコンクリートの比重（2.34）と海水の比重（1.03）を比較した結果、漂流物とはならないと評価した。

以上のことから、調査分類Cとして抽出されたものについては、いずれも取水性への影響はないことを確認した。

調査分類Cの各施設・設備の評価結果を第2.5-17表に示す。

第 2.5-18(1) 表 海上設置物 (調査分類 C) の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【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※
1	発電所復水器 冷却用水放流 孔表示ブイ	耐食アルミニウム	0.48t	【判断基準：c, d】 ＜設備本体＞ アンカー等で係留されているが、津波波力によりアンカー等が破断・破損し、浮標部の気密性も喪失する。このことを踏まえ、設備本体については主材料の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	耐食 アルミニウム 比重 【2.5～2.8】	—	I
		—	—	＜上部材＞ 上部の軽量物が漂流物となる可能性がある。	漂流すること を考慮する。	【判断基準：i】 想定している上部の軽量物が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
2	航路標識ブイ	鉄製 (浮体) 耐食アルミニウム (ヤグドラ)	1.7t	【判断基準：c, d】 ＜設備本体＞ アンカー等で係留されているが、津波波力によりアンカー等が破断・破損し、浮標部の気密性も喪失する。このことを踏まえ、設備本体については主材料の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】 耐食 アルミニウム 比重 【2.5～2.8】	—	I
		—	—	＜上部材＞ 上部の軽量物が漂流物となる可能性がある。	漂流すること を考慮する。	【判断基準：i】 想定している上部の軽量材が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV

第 2.5-18(2) 表 海上設置物 (調査分類 C) の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【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※
3	漁業権消滅 区域表示 ブイ	耐食アルミニウム	0.48t	【判断基準：c, d】 ＜設備本体＞ アンカー等で係留されているが、津波波力によりアンカー等が破断・破損し、浮標部の気密性も喪失する。このことを踏まえ、設備本体については主材料の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	耐食 アルミニウム 比重 【2.5～2.8】 鋼材比重 【7.85】 耐食 アルミニウム 比重 【2.5～2.8】	—	I
		鉄製 (浮体) 耐食アルミニウム (ヤグラ)	1.7t				
4	漁業制限 区域表示 ブイ	—	—	＜上部材＞ 上部の軽量物が漂流物となる可能性がある。	漂流すること を考慮する。	【判断基準：i】 想定している上部の軽量材が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
		耐食アルミニウム	0.48t	【判断基準：c, d】 ＜設備本体＞ アンカー等で係留されているが、津波波力によりアンカー等が破断・破損し、浮標部の気密性も喪失する。このことを踏まえ、設備本体については主材料の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	耐食 アルミニウム 比重 【2.5～2.8】		
4	漁業制限 区域表示 ブイ	—	—	＜上部材＞ 上部の軽量物が漂流物となる可能性がある。	漂流すること を考慮する。	【判断基準：i】 想定している上部の軽量材が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
		耐食アルミニウム	0.48t	【判断基準：c, d】 ＜設備本体＞ アンカー等で係留されているが、津波波力によりアンカー等が破断・破損し、浮標部の気密性も喪失する。このことを踏まえ、設備本体については主材料の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	耐食 アルミニウム 比重 【2.5～2.8】		

第 2.5-18(3) 表 海上設置物 (調査分類 C) の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【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※
5	海水温度観測 用観測局 (水 温観測ブイ)	鋼材 (本体) アルミニウム 合金 (上部構造)	14t	【判断基準: c, d】 アンカー等で係留されているが、津 波波力によりアンカー等が破断・破 損し、浮標部の気密性も喪失する。 主材料の比重と海水の比重を比較し た結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】 アルミニウム 合金比重 【2.5~2.8】	—	I
6	波高計・流向 流速計	ポリエチレン	3 kg	アンカー等で係留されているが、津 波波力によりアンカー等が破断・破 損するおそれがあることから、漂流 物となる。	漂流すること を考慮する。	【判断基準: i】 想定する漂流物 (ポリエチレン材) が取水口に到達したとしても、取水 口の取水面積の方が十分に大きく、 原子炉補機冷却海水ポンプの取水に 必要な面積を確保できるため、取水 口を閉塞する可能性はないと評価し た。	IV
7	養殖施設	鋼材	—	【判断基準: c, d】 アンカー等で係留されているが、津 波波力によりアンカー等が破断・破 損するおそれがあり、当該設備が損 傷し、鋼材部については、海水の比 重を比較した結果、漂流物とはなら ない。	鋼材比重 【7.85】	—	I
		木材		木片等がはがれき化し、漂流物となる。	漂流すること を考慮する。	【判断基準: i】 想定しているがれき (木片等) が取 水口に到達したとしても、取水口の 取水面積の方が十分に大きく、原子 炉補機冷却海水ポンプの取水に必要 な面積を確保できるため、取水口を 閉塞する可能性はないと評価した。	IV

第 2.5-18(4) 表 海上設置物 (調査分類 C) の評価結果

No.	名称	主材料	質量	Step1 【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※
8	定置網・刺網	—	—	漂流する可能性があるものとして、取水口へ到達する可能性について評価する。	漂流すること を考慮する。	【判断基準：i】 想定する漂流物（網等）が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
9	標識ブイ	FRP	—	アンカー等で係留されているが、津波波力によりアンカー等が破断・破損するおそれがあり、当該設備が損傷して FRP 材等のがれきが漂流物となる。	漂流すること を考慮する。	【判断基準：i】 想定しているがれき（木片等）が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。	IV
10	消波ブロック	コンクリート	—	【判断基準：c, d】 主材料の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート 比重 【2.34】	—	I

※評価 I ～ IV については、以下のとおり。

I：漂流しない及び敷地外で取水口まで離隔及び高低差があり滑動により到達する可能性がないため取水性に影響しない。

II：漂流及び滑動しないため取水性に影響しない。

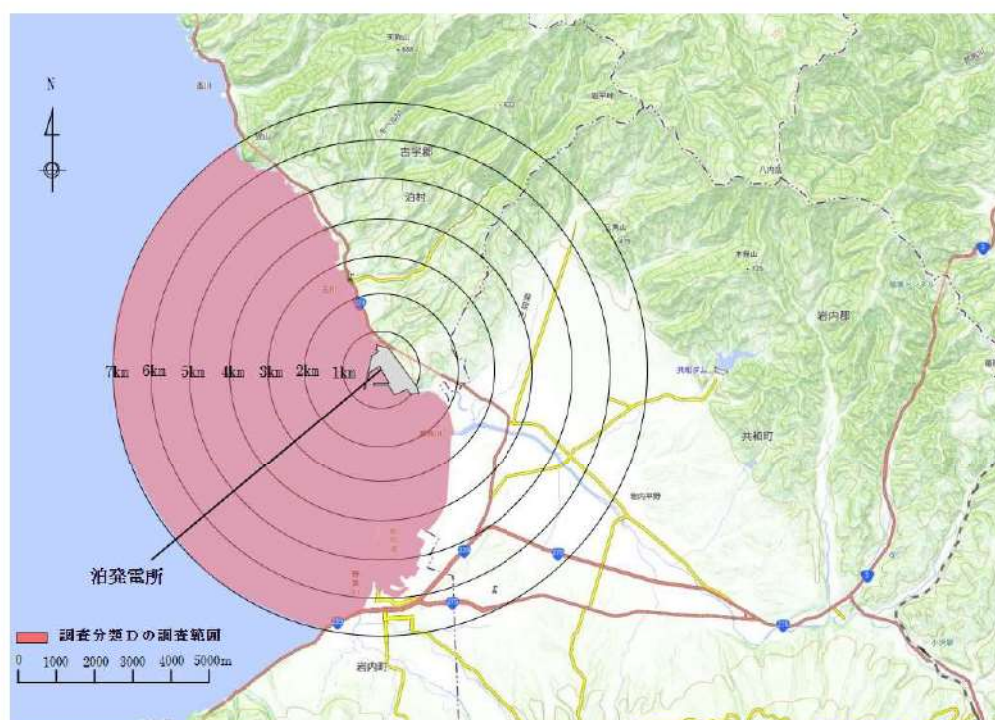
III：漂流又は滑動するが、3号炉取水口に到達しないため取水性に影響しない。

IV：漂流又は滑動し、3号炉取水口に到達するが、取水口を閉塞しないため取水性に影響しない。

④ 船舶の調査結果（調査分類D）

調査分類Dの調査範囲を第 2.5-37 図に示す。調査分類Dについては、敷地内海域に入港する船舶を調査するため、資料調査として、泊発電所の港湾施設使用願にて、発電所敷地内海域への入港実績を調査した。敷地外海域の船舶は、周辺地域の漁業協同組合や自治体関係者及び海上保安庁への聞取調査を実施した。

また、泊村、共和町及び岩内町のホームページ、国土地理院の地理院地図（Web）、海上保安庁「海洋状況表示システム（通称：海しる）」等についても調査を行った。



第 2.5-37 図 船舶（調査分類D）の調査範囲

イ 発電所敷地内海域の船舶

発電所敷地内海域（以下「港湾内」という）にある港湾施設としては、港湾西側に荷揚岸壁がある。

港湾内には、あらかじめ当社の許可を受けた船舶のみが入港できる運用としている。港湾内に入港する船舶は、主に燃料等輸送船であり、年に数度来航し、港湾内の荷揚岸壁に停泊する。

燃料等輸送船以外に入港する船舶としては、港湾内に定期的に入港する作業船として、港湾設備保守点検用作業船と海洋環境調査関連作業船を確認した。

また、定期的に入港する作業船のほか、設備や資機材等の搬出入を行う工事用資機材運搬作業船が不定期に入港する。

浚渫船の入港実績有無についても確認したが、泊発電所においては、建設時から現在まで浚渫作業を実施した実績はなく、今後も浚渫船を用いた浚渫作業を実施する計画はない。

抽出された以上の船舶に対して、第 2.5-23 図に示す漂流物の選定・影響確認フローに従って、Step1【漂流する可能性】、Step2【到達する可能性】及び Step3【閉塞する可能性】の検討を行い、取水性への影響を評価した。

発電所敷地内海域における評価について、以下の項目毎に評価結果を示す。

追而

(燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する)

追而
(燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する)

追而
(燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する)

追而
(燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する)

追而
(燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する)

追而
(燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する)

追而
(燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する)

追而
(燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する)

追而
(燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する)

追而
(燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する)

追而
(燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する)

II. 作業船（港湾設備保守点検用作業船, 海洋環境調査関連作業船）

港湾の周辺及び港湾内への船舶の来航を伴う作業のうち港湾設備保守点検, 海洋環境調査のため 4.9t 以下の作業船が港湾内外で作業を実施する。

これらの作業船については, 緊急地震速報発令時には, 原則, 緊急退避する。作業中断及び潜水土の海上までの浮き上がりにかかる時間（約 2 分）, 潜水土の作業船への乗り込みから作業船が港湾外へ退避するまでの時間（約 3 分）を考慮しても緊急退避にかかる時間は 10 分以内であり津波到達前に港湾外に退避することが可能である。緊急時対応マニュアルを整備し, 緊急退避に係る対応を行うため, 当社－協力会社及び関係機関との間で連絡体制を整備する。また, 協力会社及び関係機関との間で互いのマニュアルを共有した上で, 合同で緊急退避訓練を実施することにより, 各々のマニュアルの実効性を確認する。

また, 作業船は船舶検査を受けたもののみとすることから, 航行不能になること（船舶の故障等）はない。

なお, 万一, 作業船が航行不能となり漂流物となった場合においても, 第 2.5-38(3)図及び第 2.5-38(4)図に示す通り, 引き波時の水位（貯留堰天端高さ T.P. -4.0m）における作業船の位置, 作業船の寸法及び取水口位置との関係から, 取水口に留まるため, 原子炉補機冷却海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはない。

仮に, 作業船の投影面積で評価した場合であっても, 投影面積に対して十分に開口が大きいことから, 取水口を閉塞することはないと評価した。

《作業船の取水路通水性に与える影響に関わる諸元》

○取水口呑口の断面寸法（第 2.5-38 図）

- ・高さ：4.25m
- ・幅：4.25m
- ・個数：2 口

○原子炉補機冷却海水ポンプの必要通水量

- ・通常時（循環水系）の 3 %未満

※：循環水系の定格流量 3800m³/分に対して原子炉補機冷却海水ポンプの定格流量は 113m³/分（ポンプ全台運転）

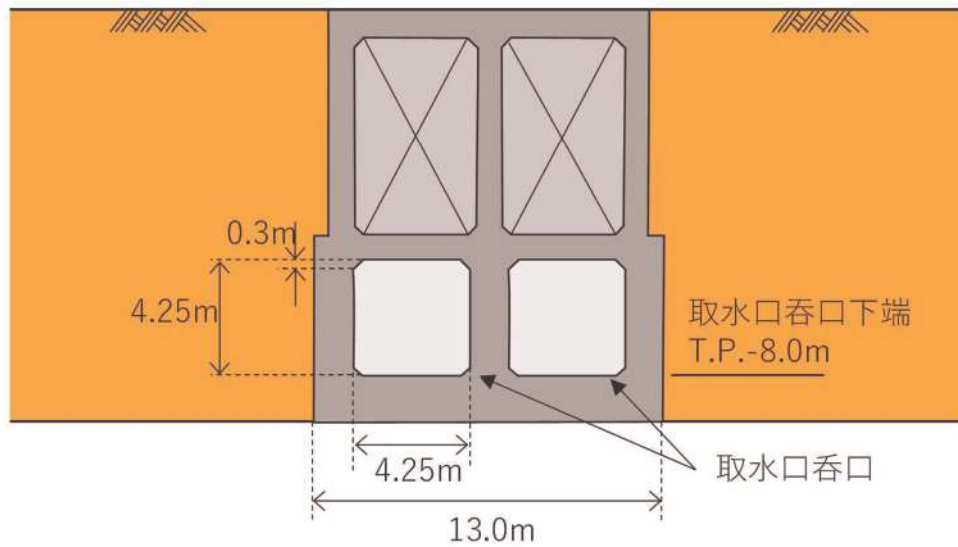
○作業船寸法（総トン数 4.9t の作業船代表例）

- ・長さ：約 8m
- ・幅：約 3m

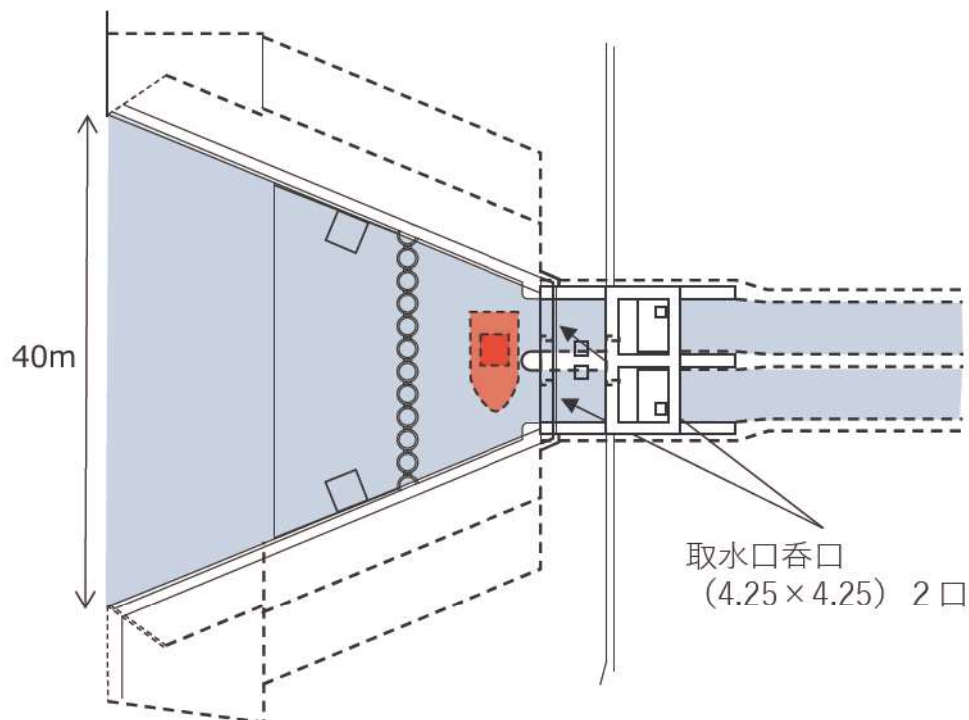
- ・喫水：約 1.0m
- 作業船仕様（総トン数 4.9t の作業船代表例）
 - ・FRP 製

以上より，作業船は原子炉補機冷却海水冷却系に必要な 3 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価する。

T.P.5.5m

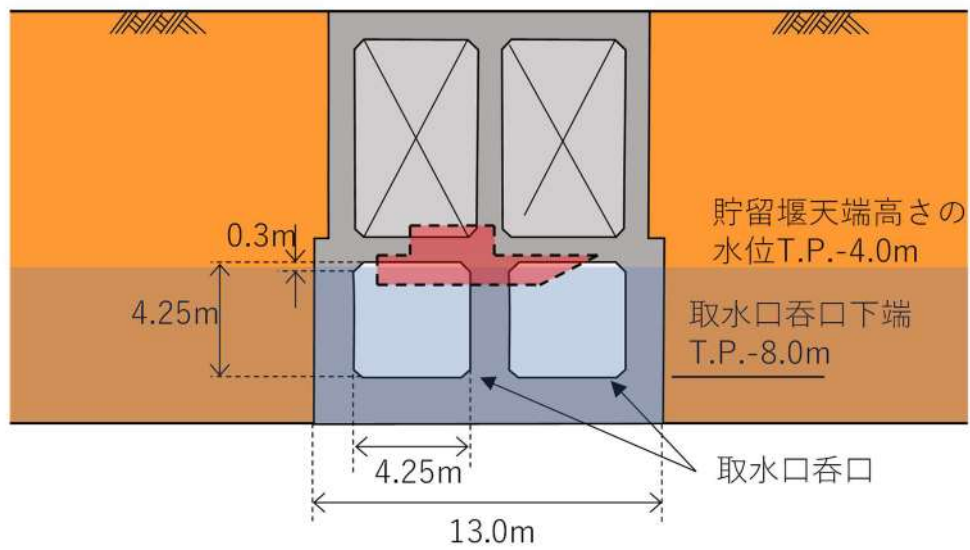


第 2.5-38(1) 図 取水口呑口概要図



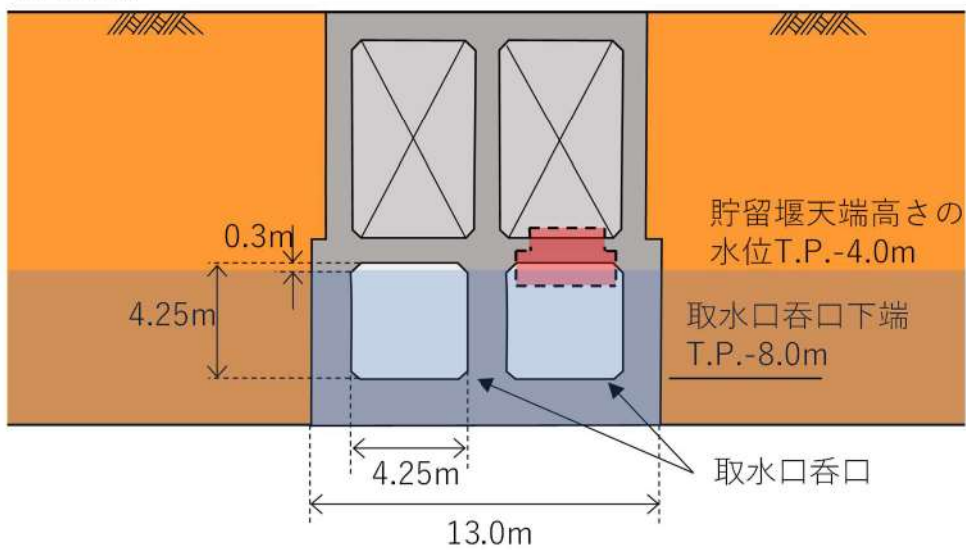
第 2.5-38(2) 図 作業船と取水口の関係

T.P.5.5m



第 2.5-38(3)図 投影面積で評価した場合（作業船側面）

T.P.5.5m



第 2.5-38(4)図 投影面積で評価した場合（作業船正面）

III. 工事用資機材運搬作業船（不定期に来航する船舶）

追而

（燃料等輸送船の緊急退避以外の方策が確定次第記載する）

第 2.5-19 表 発電所敷地内海域船舶の評価結果

No.	名称	総トン数	Step1 【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※3
1	燃料等輸送船※1	5, 000t	追而 (燃料等輸送船の審査を踏まえて記載する)			
2	作業船 (港湾設備保守点検用 作業船, 海洋環境調 査関連作業船)	1. 7t～9. 7t ※2	原則, 緊急回避するが, 航行不能にな ること (船舶の故障等) を想定し, 漂 流する可能性があるものとして, 取水 口に到達する可能性について評価す る。	緊急回避にかかる時間は 10 分以内であり津波到達 前に港湾外に回避するこ とが可能であることから 到達する可能性は十分に 小さいが, 到達すること を考慮する。	【判断基準: i】 作業船の投影面積が取水 口の取水面積より十分小 さいことから, 取水口を 閉塞することはない。	IV
3	工事用資機材運搬 作業船※1 (不定期に來航する貨 物船等)	入港実績 最大 約 2200t 港湾施設 許容最大 5000t クラス	追而 (燃料等輸送船の審査を踏まえて記載する)			

※1: 燃料等輸送船及び工事用資機材運搬作業船については同時に2艘以上が港湾内に入港しないように一度に港湾内に入港する燃料等輸送船及び工事用資機材運搬船の艘数を1艘に制限する。

※2: 調査では, 最大で総トン数 9. 7t の作業船を確認したが, 作業 (ブイの保守点検, 魚類迷入網等の網交換, 特別採捕等) に従事する船舶については, 総トン数を制限 (4. 9t 以下に制限) する。QMS 文書や漁協との取り決め事項, 作業を実施する会社と取り交わす仕様書等に制限運用を明記し, 作業船の管理を行う。

※3: 評価 I ～IVについては, 以下のとおり。

I: 漂流しない及び敷地外で取水口まで離隔及び高低差があり滑動により到達する可能性がないため取水性に影響しない。

II: 漂流及び滑動しないため取水性に影響しない。

III: 漂流又は滑動するが, 3号炉取水口に到達しないため取水性に影響しない。

IV: 漂流又は滑動し, 3号炉取水口に到達するが, 取水口を閉塞しないため取水性に影響しない。

ロ 発電所敷地外海域の船舶

調査範囲内にある漁港・港湾施設のうち、泊漁港、岩内港には船舶が海上に停泊していることに加え、船舶が陸上保管されている。堀株港については、海上に停泊している船舶はなく、船舶が陸上保管されている。茶津漁港については、船籍港として登録された船舶がなく、船舶の停泊及び陸上保管はされていない。

漁港・港湾施設の他に、泊村の海岸線には小規模な船揚場（茅沼船揚場・臼別船揚場・長尾船揚場・照岸船揚場）が点在している。海上に停泊している船舶はないが、船舶が陸上保管されている。

この他に、調査範囲内を航行し得る船舶として、発電所から 2.5km 以内において、総トン数 15t 以下の小型船舶（漁船、プレジャーボート）が、発電所から 2.5km 以遠において、総トン数 500t 以上の大型船舶（大型漁船、旅客船（クルーズ船）、浚渫水中作業船、貨物船、巡視船）が確認された。

抽出した発電所敷地外海域の船舶を第 2.5-20 表に、発電所周辺地域の漁業協同組合への聞取調査により確認した発電所沿岸で操業する漁船を第 2.5-21 表に示す。

また、発電所沿岸の漁場と漁港・港から漁場までの航行ルートを第 2.5-39 図に、小規模な船揚場（茅沼船揚場・臼別船揚場・長尾船揚場・照岸船揚場）から漁場までの航行ルートを第 2.5-40 図に示す。

なお、日本海沖合に旅客船の航路（小樽-新潟、小樽-舞鶴）が存在するが、航路上最も接近する位置でも発電所から 30km 以上の距離があり、調査範囲内を航行するものではない。

第 2.5-20 表 発電所敷地外海域の船舶

No.	船種	設置箇所	発電所からの距離	総トン数
1	漁船	岩内港 (停泊＋陸上保管)	南方 約 6.0km	最大約 20t
		泊漁港 (停泊＋陸上保管)	北西 約 4.0km	最大約 19t
		堀株港 (陸上保管)	南東 約 1.0km	最大約 0.2t
		茅沼船揚場 (陸上保管)	北西 約 2.5km	最大約 0.5t
		臼別船揚場 (陸上保管)	北西 約 3.5km	最大約 1 t
		長尾船揚場 (陸上保管)	北西 約 3.5km	最大約 0.5t
		照岸船揚場 (陸上保管)	北西 約 4.5km	最大約 0.6t
2※1	漁船	前面海域 (航行)	2.5km 以内	最大約 15t
	プレジャーボート			最大約 2.7t※2※4
	漁船		2.5km 以遠	最大約 500t※2
	旅客船 (クルーズ船)			最大約 27,000t
	浚渫水中作業船			最大約 2,000t
	貨物船			最大約 1,500t※3
	巡視船			最大約 6,500t

※1：海上保安庁への聞き取り調査結果（2021 年 1 月～2021 年 12 月実績）を含む。

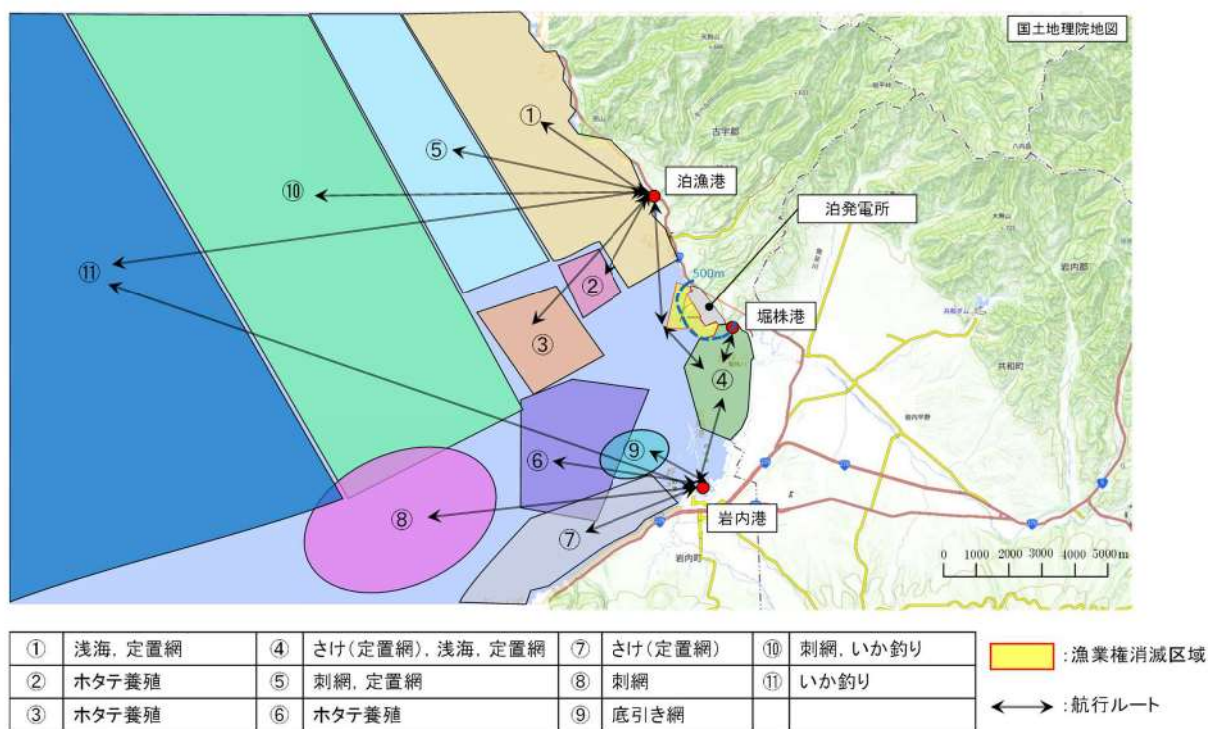
※2：船種・船体長から「漁港，漁場の施設の設計参考図書」に基づき算定する。

※3：船種・船体長から「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に基づき算定する。

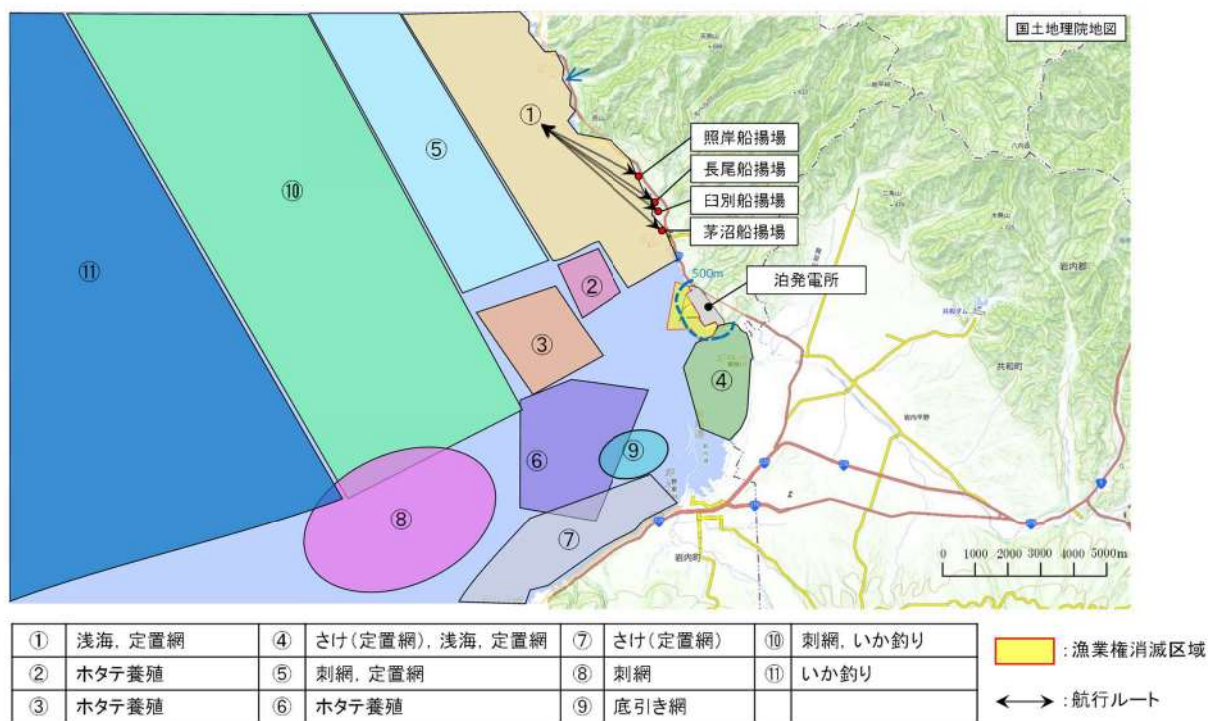
※4：プレジャーボートの航行ルートを特定することは困難であるため，保守的に発電所周辺の港湾が所管している最大規模のプレジャーボートが，2.5km 以内を航行するものとして，評価を行う。

第 2.5-21 表 発電所沿岸で操業する漁船

名称	発電所護岸からの距離	漁場	目的	漁港・港船揚場	総トン数(質量)	漁場での操業船数(隻)
漁船	500m 以内	④	さけ(定置網) 浅海 定置網	泊漁港	最大 4.9 t (約 15 t)	2
				岩内港	最大 4.9 t (約 15 t)	2
				堀株港	最大 0.2 t (約 0.6 t)	1
	500m 以遠	①	浅海 定置網	泊漁港	最大 9.7 t (約 29 t)	11
				茅沼船揚場	最大 0.54 t (約 1.6 t)	2
				臼別船揚場	最大 1.01 t (約 3 t)	4
				長尾船揚場	最大 0.47 t (約 1.4 t)	1
				照岸船揚場	最大 0.57 t (約 1.7 t)	3
		②	ホタテ養殖	泊漁港	最大 14.68 t (約 45 t)	2
		③	ホタテ養殖		最大 14.68 t (約 45 t)	2
		⑤	刺網 定置網		最大 9.88 t (約 30 t)	6
		⑥	ホタテ養殖		最大 4.9 t (約 15 t)	1
		⑦	さけ(定置網)	岩内港	最大 4.9 t (約 15 t)	12
		⑧	刺網		最大 16.0 t (約 48 t)	4
		⑨	底引き網		最大 4.9 t (約 15 t)	10
		⑩	刺網 いか釣り	泊漁港	最大 19 t (約 57 t)	5
				岩内港	最大 19.81 t (約 60 t)	5
		⑪	いか釣り	泊漁港	最大 18 t (約 54 t)	2
				岩内港	最大 19.81 t (約 60 t)	5



第 2.5-39 図 発電所沿岸の漁場及び漁港・港から漁場までの航行ルート



第 2.5-40 図 発電所沿岸の漁場及び船揚場から漁場までの航行ルート

調査分類Dから抽出されたものについて、第 2.5-23 図に示す漂流物の選定・影響確認フローに従って、Step1【漂流する可能性】、Step2【到達する可能性】及びStep3【閉塞する可能性】の検討を行い、取水性への影響を評価した。

発電所から 500m 以内で操業・航行する漁船については、大津波警報時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン(水産庁 令和 5 年 3 月)」において、沖合に退避すると記載されていることから、沖合に退避すると考えられるが、航行不能になること(船舶の故障等)や航行の不確かさを考慮すると到達する可能性がある。ただし、当該漁船が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。

発電所から 500m 以遠で操業・航行する漁船については、500m 以内で操業・航行する漁船と同様に沖合に退避すると考えられることに加え、基準津波の流向・流速を踏まえると、発電所に対して連続的な流れがないことから発電所に到達する可能性は小さいが、航行不能になること(船舶の故障等)や航行の不確かさを考慮すると到達する可能性がある。ただし、当該漁船が取水口に到達したとしても、取水口の取水面積の方が十分に大きく、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な面積を確保できるため、取水口を閉塞する可能性はないと評価した。

発電所前面海域を航行する船舶としては、海上保安庁への聞き取り調査等により発電所から 2.5km 以上離れた沖合を航行するプレジャーボート、漁船、旅客船、浚渫水中作業船、貨物船及び巡視船を確認した。2.5 km 以遠を航行する船舶は、津波の流況によりほぼ移動しないことを確認した。これら航行中の船舶は、発電所から約 2.5km 以上離れた沖合を航行しているため、津波来襲への対応が可能であること及び総トン数 20t 以上の船舶については、国土交通省による検査が義務付けられていることから、航行中に故障等により操船出来なくなることはなく、漂流物とならないと評価した。

第 2.5-22 表 発電所敷地外海域船舶（調査分類 D）の評価結果

No.	名称	設置箇所	総トン数 ^{※1}	Step1 【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 ^{※3}
1	漁船	発電所から 500m 以内で 操業・航行	4.9t ^{※2}	大津波警報時には、「災害に強い 漁業地域づくりガイドライン（水 産庁 令和 5 年 3 月）」において、 沖合に退避すると記載されてい ることから、沖合に退避すること えられるが、航行不能になること （船舶の故障等）を想定し、漂流 する可能性があるものとして、取 水口に到達する可能性について 評価する。	航行の不確かさを踏ま え到達を考慮する。	【判断基準：i】 取水口に到達したとしても、 取水口の取水面積のほうが十 分に大きく、原子炉補機冷却 海水ポンプの取水に必要な面 積を確保できているため、取 水口を閉塞する可能性はない と評価した。	IV
2	漁船	発電所から 500m 以上で 操業・航行	19.81t ^{※2}	航行不能になること（船舶の故障 等）を想定し、漂流する可能性が あるものとして、取水口に到達す る可能性について評価する。			
3	プレジャーボート		2.7t	海上保安庁への聞取調査結果よ り、発電所から約 2.5km 以上離れ た沖合を航行しているため、津波 来襲への対応が可能であること 及び総トン数 20t 以上の船舶に ついては、国土交通省による検査 が義務付けられていることから、 航行中に故障等により操業出来 なくなることではなく、漂流物とな らない。	【判断基準：g】 流向・流速ベクトルか ら発電所方向への連続 的な流れがなく港湾に 到達しない。		III
4	漁船		500t				
5	旅客船 （クルーズ船）	前面海域を 航行	26,518t				
6	浚渫水中作業船		1,990t				
7	貨物船		1,500t				
8	巡視船		6,500t				

※1：最大規模の総トン数を記載

※2：泊発電所周辺の海域で操業・航行する可能性のある漁船について検討した結果を添付資料 41 に示す。

※3：評価 I ～IVについては、以下のとおり。

I：漂流しない及び敷地外で取水口まで離隔及び高低差があり滑動により到達する可能性がないため取水性に影響しない。

II：漂流及び滑動しないため取水性に影響しない。

III：漂流又は滑動するが、3号炉取水口に到達しないため取水性に影響しない。

IV：漂流又は滑動し、3号炉取水口に到達するが、取水口を閉塞しないため取水性に影響しない。

(c) 漂流物に対する取水性への影響評価

(b)項において、発電所周辺を含め、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備について、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及び3号炉取水口が閉塞する可能性についてそれぞれ検討を行い、原子炉補機冷却海水系の取水性確保に影響を及ぼさないことを確認した。3号炉取水口に到達する可能性があるとして評価した漂流物を第2.5-23表に示す。

第2.5-23表(1) 3号炉取水口に到達する可能性のある漂流物一覧

No.	到達モード	検討対象漂流物	主材料
1	漂流	茶津守衛所本館の壁材等*2	木材
2		守衛所待機所の壁材等*2	
3		堀株守衛所待機所の壁材等*2	
4		守衛所立哨ボックスの壁材等*2	木材・プラスチック等
5		排水路門扉立哨ボックスの壁材等*2	
6		資機材・ウェイト等*2	
7		モニタリングポスト検出器（カバー部等）*2	鋼材
8		魚類迷入防止網等	—
9		・排水処理設備 ・家屋 ・ガソリンスタンド ・商業施設 ・工業施設（魚市場・水産加工施設等） ・宿泊施設 ・砕石プラント ・病院 ・学校 ・バスターミナル ・その他公共施設 上記建物の壁材等*2	木材・プラスチック等
10		コンテナ・ユニットハウス	鋼材等
11		油槽所（軽油・重油タンク）	鋼材
12		漁具*2	—
13		工事用資機材*2	—
14		灯油タンク	鋼材
15		ガスボンベ	鋼材
16		風力発電設備（風車）	鋼材・FRP
17		・発電所復水器冷却用水放流孔表示ブイ ・航路標識ブイ ・漁業権消滅区域表示ブイ ・漁業制限区域表示ブイ 上記ブイの上部の軽量物*2	—
18		波高計・流向流速計*2	ポリエチレン
19		養殖施設*2	木材
20		定置網・刺網	—
21		標識ブイ*2	FRP
22		漁船（発電所 500m 以内及び以遠で操業・航行）*1	

第 2.5-23 表(2) 3号炉取水口に到達する可能性のある漂流物一覧

No.	到達モード	検討対象漂流物	主材料
23	滑動	巡視点検車両等*1	鋼材
24		車両系重機*1	
25		制御盤等	
26		非常用発電機収納盤	
27		鋼管杭モニタリングボックス	
28		導標（土台部）	コンクリート
29		守衛所待機所（壁材等）*2	鋼材
30		3号炉放水口モニタリング建屋等の壁材等*2	コンクリート
31		L型擁壁（B）	コンクリート

*1：閉塞面積が比較的大きい漂流物

*2：がれき化して到達する複数の漂流物

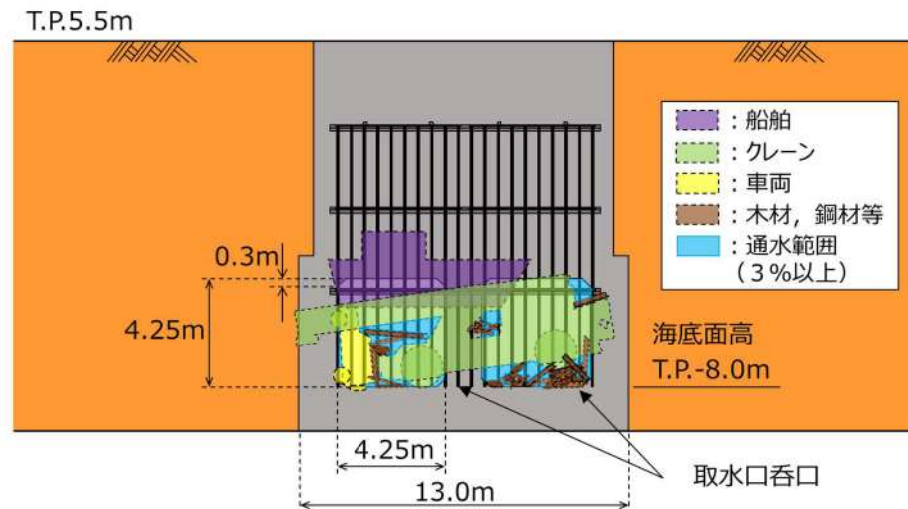
3号炉の非常用取水設備である取水口は、原子炉補機冷却海水ポンプと循環水ポンプの取水路を兼ねており、津波来襲時には循環水ポンプを停止するため、取水路内の流量は原子炉補機冷却海水ポンプ単独の流量となる。取水口の一部が漂流物によって閉塞した場合、流路が縮小することにより損失水頭が増加する。一方、取水路内の摩擦や曲がり、分岐による損失水頭に関しては、取水路全体の流量が通常時よりも小さくなることにより減少する。これらの損失水頭の増減を考慮した場合であっても、漂流物による流路縮小部の流速が閉塞前の取水路の流速以下であれば取水性に与える影響は小さく、漂流物による閉塞後に取水路の約3%（1水路あたり循環水ポンプの取水路内流速が約1.77m/s、原子炉補機冷却海水ポンプの取水路内流速が約0.05m/sであり、全体流速（約1.82m/s）に対する原子炉補機冷却海水ポンプの流速の比は3%以下となる。）の通水面積が確保されていれば、取水機能が失われることはない（詳細は添付資料44に示す）。

複数の漂流物による閉塞の可能性については、津波は流向を有していることから、第2.5-23表で示したすべての漂流物が取水口に到達する可能性は低く、また、これらの漂流物が設置されている場所は、広範囲に分散されているため、漂流物が同時に取水口に到達することはない。

万一、到達する可能性のある漂流物として評価した船舶、車両及びがれき等の複数の漂流物が取水口に集約された場合を想定しても、第2.5-39図に示すような状況となり、漂流物が三次元的に隙間なく整列することではなく、漂流物の形状からも取水口に密着することはないことから、取水口を完全に閉塞させることはない。また、複数の漂流物が取水口に集約された場合の一例として、閉塞面積が比較的大きい漁船、巡視点検車両等及び車両系重機（70t吊りラフタークレーン）に加え複数のがれきが到達したと仮定した第2.5-41図に示す状態であっても通水面積は3%以上が確保されており、取水機能として必要な通水面積である3%以上は確保される。したがって、複数の漂流物が取水口に到達を想定した場合であっても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。

なお、津波来襲後、巡視点検等により取水口が設置されている構内海域に漂流物が確認される場合には、必要に応じて漂流物を撤去する方針である。

以上より、漂流物による取水性への影響はなく、検討対象漂流物の漂流防止対策は不要である。



第 2.5-41 図 複数の漂流物が取水口に集約した場合の例

・防潮堤等に対する漂流物の選定

漂流物による影響としては、取水性への影響の他に「津波防護施設、浸水防止設備に衝突することによる影響（波及的影響）」があり、3号炉における同影響を考慮すべき津波防護施設としては、基準津波が到達する範囲内に設置される防潮堤、貯留堰が挙げられる。

本設備に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物及びその衝突速度は、「(b) 取水性への影響評価」における「取水口及び取水路の通水性に与える影響」の評価プロセス、津波の特性、施設・設備の設置位置を踏まえ、それぞれ次のとおり設定する。

・対象漂流物

「(b) 取水性への影響評価」における「取水口及び取水路の通水性に与える影響」の評価プロセスにおいて抽出された防潮堤等に到達する可能性のある漂流物として、巡視点検車両等、車両系重機が挙げられる。これらのうち最も重量の大きいものとして取水口近傍で作業している 70t 吊りラフタークレーンを設計条件として設定する(第 2.5-24 表)。

設計条件として設定する対象漂流物のうち巡視点検車両等及び車両系重機については、気相部開放措置を実施するため漂流することはないが、滑動により防潮堤等に到達する可能性がある。防潮堤近傍にある車両系重機（クレーン）については、緊急地震速報発令時に作業を中断し、吊荷を降ろしてクレーンを下げる（約 5 分）ことから転倒により衝突することはない。また、貯留堰近傍にある巡視点検車両等及び車両系重機については停車位置(T. P. 5. 5m 及び T. P. 10. 3m)よりも

高い水位の時間帯に滑動する可能性があるが、水位が貯留堰天端高さ（T.P. -4.0m）よりも十分高いことから気中落下衝突は生じない。また、貯留堰天端（T.P. -4.0m）が露出する時間帯においては車両停車位置には海水がほとんど残っておらず滑動が停止しているため落下して貯留堰に直接衝突することはない。したがって、巡視点検車両等及び車両系重機は貯留堰に対する対象漂流物とはならない。

防潮堤等から 500m 以内及び以遠で操業及び航行する漁船については、航行の不確かさがあり、津波防護施設に対し不確かさを考慮した設計を行う。なお、作業船（港湾設備保守点検用作業船、海洋環境調査関連作業船）については、500m 以内で操業及び航行する漁船と同等である。

漂流物衝突荷重については、詳細設計段階において車両及び漁船の位置や津波の流況等に応じて適切な漂流物衝突荷重の算定式を選定のうえ設定する。

- ・衝突速度

- a. 日本海東縁部に想定される地震による津波

津波防護施設及び浸水防止設備の設置位置における津波流速に基づき、最大流速は発電所周辺で 17.86m/s が抽出されたことから、安全側に 18.0m/s を津波防護施設の衝突荷重評価に用いる衝突速度として設定する。（添付資料 16 参照）

第 2.5-24 表 設計条件として設定する対象漂流物

津波防護施設	対象漂流物	
防潮堤 貯留堰	陸域	70t 吊りラフタークレーン（重量約 41t）※ ¹
	直近海域 （防潮堤等から 500m 以内）	発電所周辺 500m 以内漁船※ ² （総トン数 4.9t，排水トン数約 15t）
	前面海域 （防潮堤等から 500m 以遠）	発電所周辺 500m 以遠漁船※ ² （総トン数 19.81t，排水トン数約 60t）

※¹：漂流して防潮堤等に到達する可能性はなく，滑動により到達することを想定する。

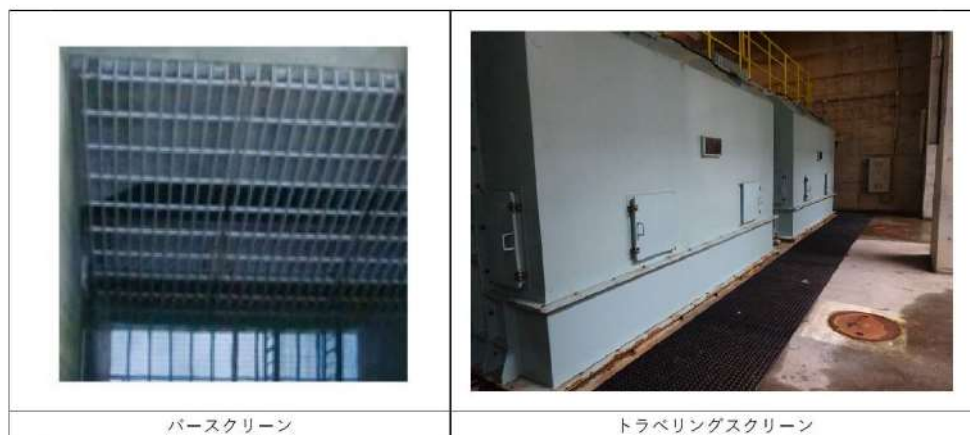
※²：漁船については，基準津波の流向・流速から津波防護施設へ到達する可能性はないが，設計上は保守的に衝突する場合の影響を考慮した。

(d) 除塵設備の破損による通水性への影響

海水中の塵芥を除去するために設置されている除塵設備については、異物の混入を防止する効果が期待できるが、津波時に破損して、それ自体が漂流物となる可能性がある。この場合には、破損・分離し漂流物化した構成部材等が取水路を閉塞させることにより、取水路の通水性に影響を与える可能性があるため、その可能性について確認を行った。また、除塵設備については、低耐震クラス（Cクラス）設備であることから地震により破損した後に、津波により移動した場合、原子炉補機冷却海水ポンプへの波及的影響が考えられることから、これらの影響についても合わせて考察を行った。

追而

（入力津波確定後に評価結果を踏まえて記載する）



第 2.5-42 図 除塵設備写真

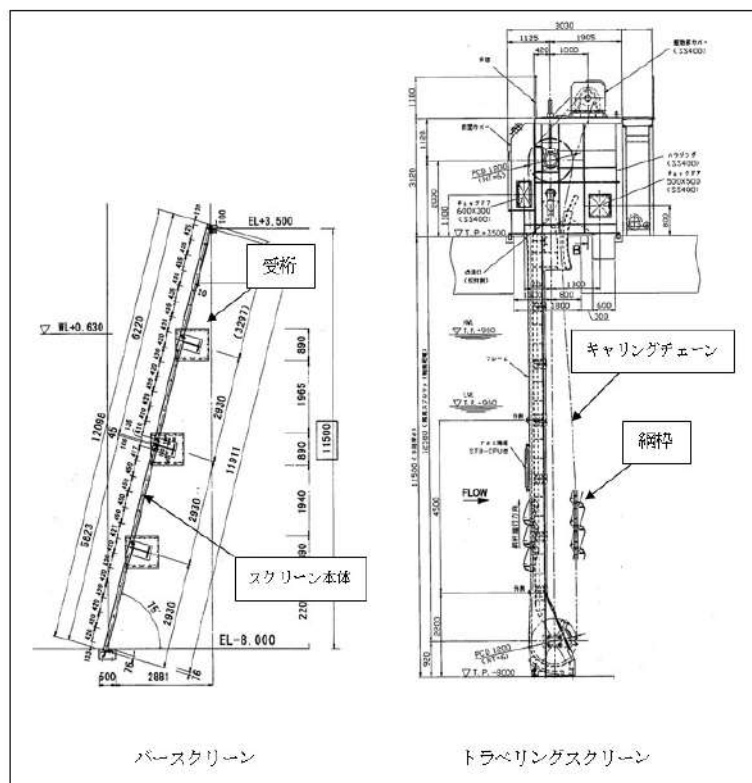
① 津波による破損に対する評価

イ 確認方法

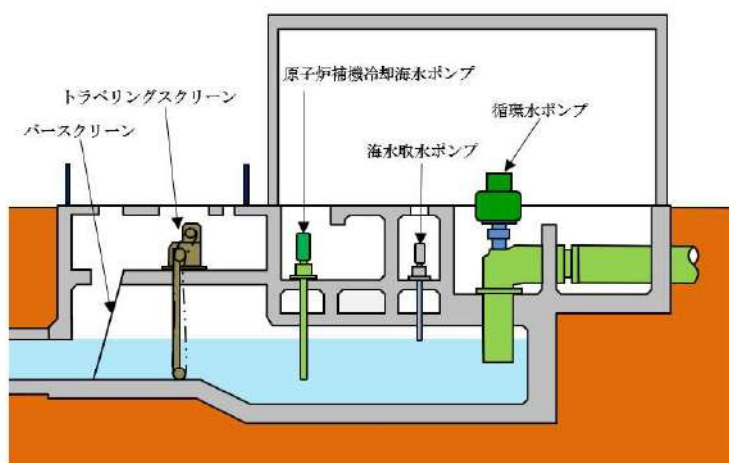
除塵設備の概要は第 2.5-43 図に示すとおりであり、除塵設備はいずれも多数のバケットがキャリングチェーンにより接合される構造となっている。このため、入力津波の流速により生じるスクリーン部の水位差（損失水頭）により、キャリングチェーン及びバケットが破損し、バケットが分離して漂流物化する可能性について確認する。

確認条件（津波流速）の算出位置を第 2.5-44 図、算出位置における流速評価結果を第 2.5-45 図に示す。

追而
(入力津波確定後に評価結果を踏まえて記載する)



第 2.5-43 図 除塵設備の評価対象部



第 2.5-44 図 除塵設備概要図

追而
(入力津波確定後に評価結果を踏まえて記載する)

第 2.5-45 図 流速評価結果 (入力津波●)

ロ 確認結果

追而
(入力津波確定後に評価結果を踏まえて記載する)

発電所敷地外の車両について

1. はじめに

「2. 5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」では、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成 25 年 7 月 8 日施行）」の第五条の要求に対する適合性を示すにあたり実施した「基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等」の調査結果を示している。

調査分類 B（漁港・市街地における人工構造物）の調査で確認した発電所敷地外の車両については、他の人工構造物とは異なり確認対象が抽出範囲内外を移動するため、対象の特定が難しいことから、目視による調査に加え、定点撮影による調査を実施した。調査で確認した車両について、車種や使用用途で分類し、整理を行う。

本書では、敷地外車両の調査要領、調査結果を示し、また、別紙では国道 229 号を走行する車両の海域流出防止対策を示す。

2. 調査要領

（1）調査範囲

敷地外車両の抽出範囲については、調査分類 B（漁港・市街地における人工構造物）の調査範囲とする。調査分類 B の調査範囲を図 1 に示す。

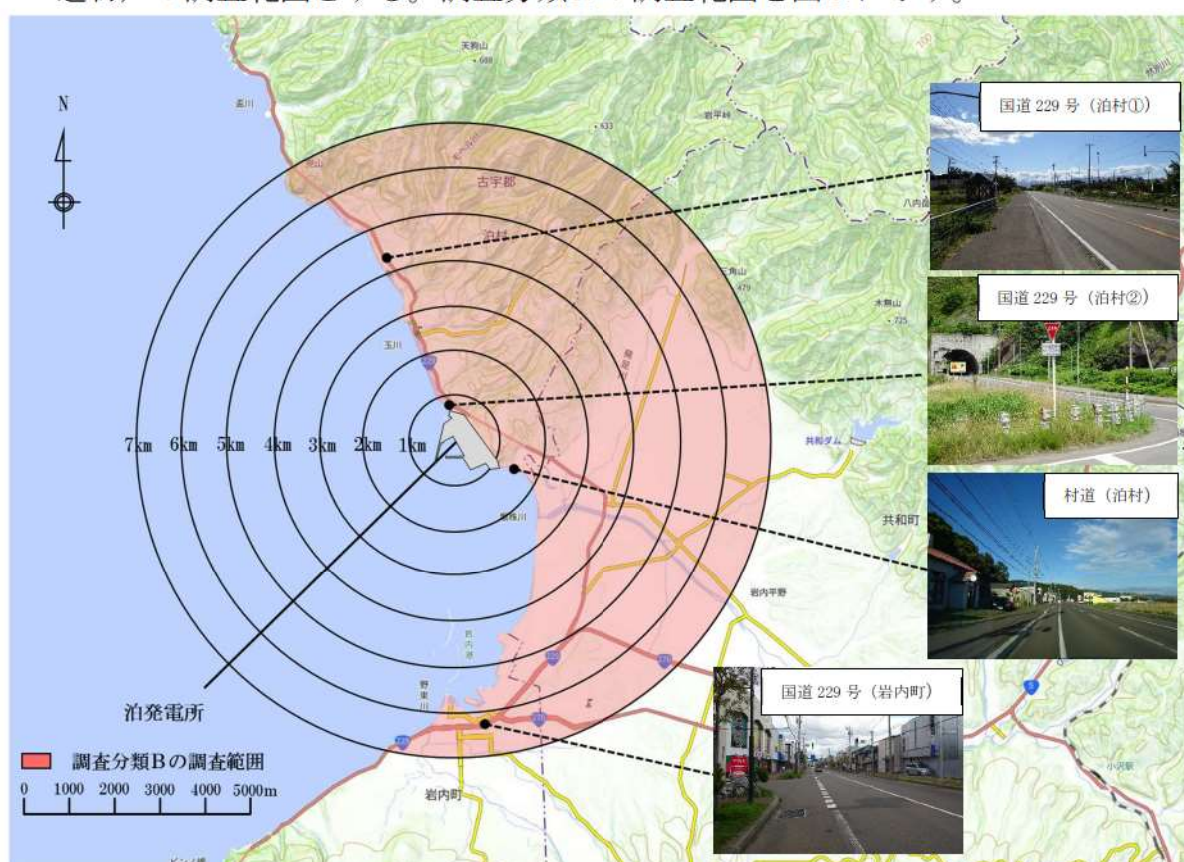


図 1 調査分類 B（漁港・市街地における人工構造物）調査範囲

(2) 調査方法

泊発電所の特徴として、発電所の周辺 500m 範囲内に国道 229 号が通っている。発電所周辺 500m の範囲及び国道 229 号の位置を図 2 に示す。

泊発電所周辺 500m 範囲内の国道 229 号を走行する車両は、漂流物となり発電所前面に到達した場合、取水性の評価や津波防護施設の設計において考慮する衝突荷重の算出への影響が大きいことから、詳細な調査を実施した。

詳細な調査として、発電所周辺 500m 範囲内の国道 229 号においてビデオカメラによる定点撮影を行い^{*}、走行する車両を記録した。

※：国道 229 号を定点撮影の代表地点に選定した妥当性は、(3) 項に示す。

また、泊発電所の地域特性として、冬季期間における降雪・積雪があり、冬季期間のみ除雪作業を実施する車両が走行することから、冬季期間以外（3 月下旬～12 月上旬）と冬季期間（3 月下旬～12 月上旬）の両期間における調査を実施した。

〈調査期間〉

冬季期間以外（降雪・積雪なしの期間：3 月下旬～12 月上旬）の調査：

2022 年 11 月 12 日（土）～2022 年 11 月 19 日（金）

冬季期間（降雪・積雪ありの期間：12 月下旬～3 月上旬）の調査：

2023 年 1 月 14 日（土）～2023 年 1 月 22 日（日）

定点撮影の時間帯は、冬季期間以外については、車種を明確に確認することができる日中の時間帯（9～17 時）で撮影を行ったが、冬季期間については深夜～早朝にかけて除雪作業を実施する車両が走行することから、24 時間撮影を行った。

調査分類 B（漁港・市街地における人工構造物）の調査範囲内にある漁港や市街地の車両については、目視にて確認を行い、写真で記録した。

敷地外の車両に関する調査の考え方を図 3 の調査フローに示す。

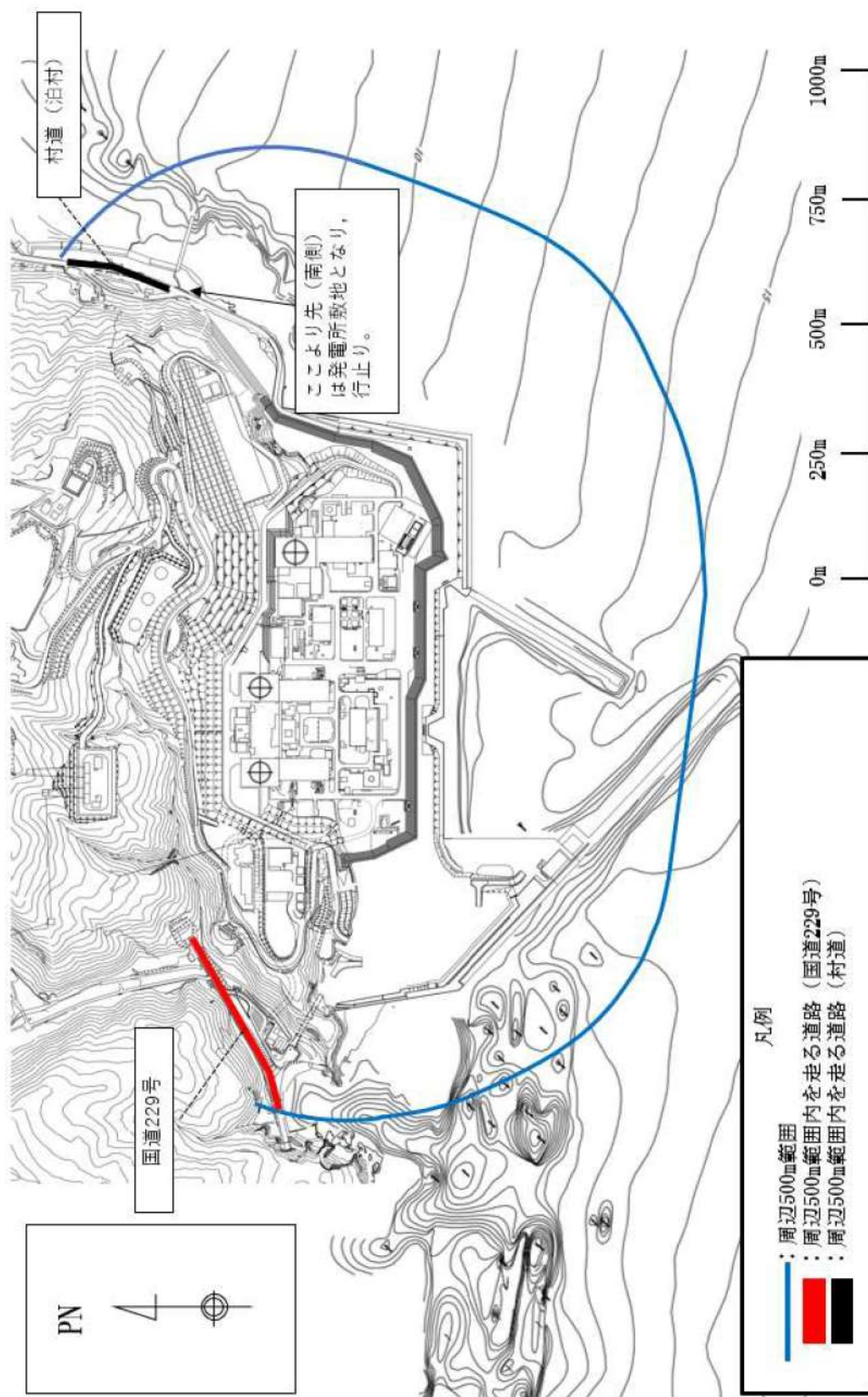
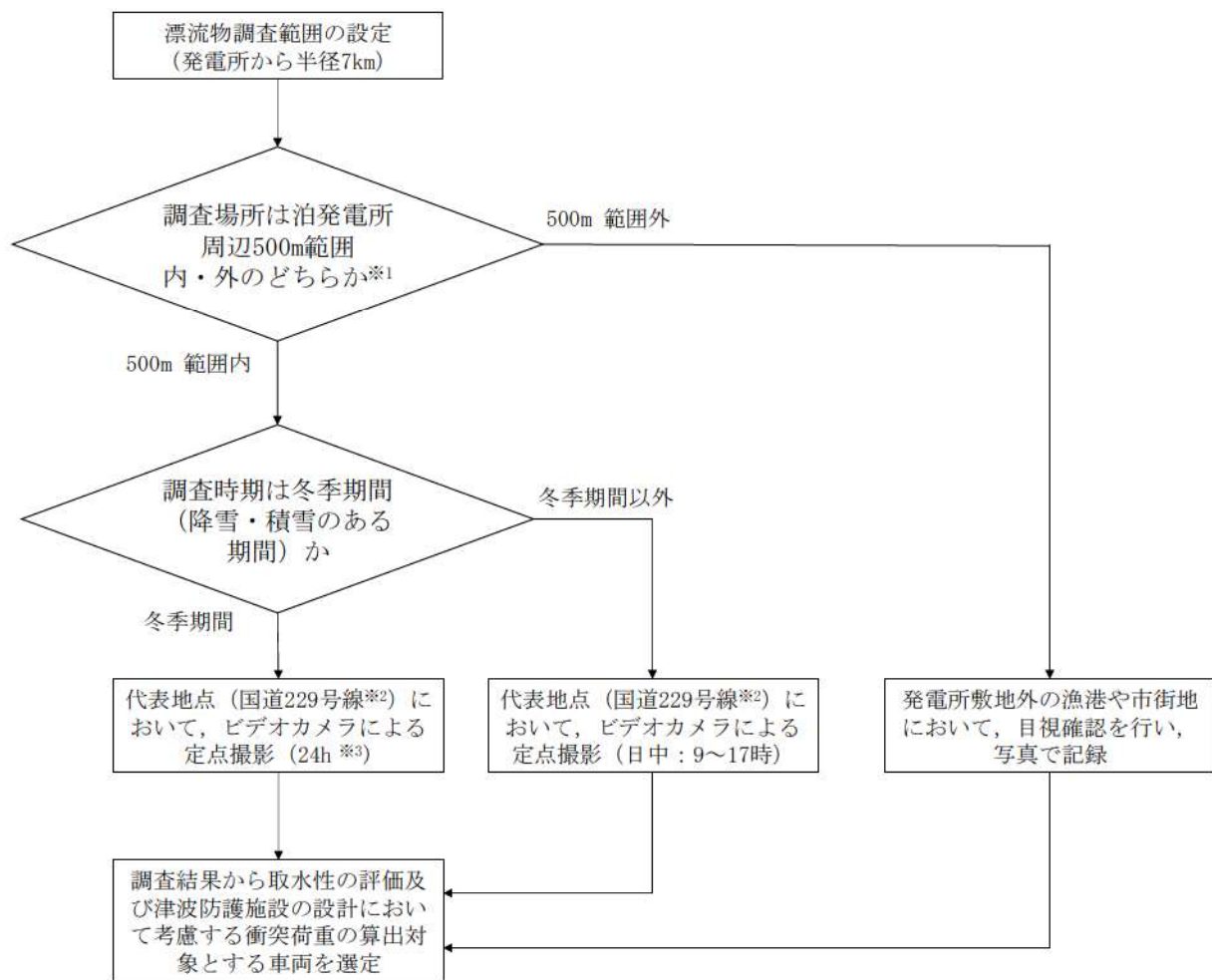


図2 発電所周辺500m範囲と国道229号の位置



※1：取水性の評価や津波防護施設の設計において考慮する衝突荷重の算出への影響が大きいことから、詳細な調査を実施する。

※2：国道229号線を定点撮影の代表地点に選定した妥当性を(3)頁に示す。

※3：除雪作業が深夜～早朝に行われるため、24h撮影する。

図3 敷地外車両の調査フロー

(3) 国道 229 号を定点撮影の代表地点に選定した妥当性

- 積丹半島周辺の道路を図 4 に示す。
- 泊発電所～小樽・札幌方面を結ぶルートは複数あるが、泊発電所周辺 500m 範囲内に到達するためには、国道 229 号を走行する必要がある。
《小樽・札幌方面を結ぶルート》
 - ①：国道 229 号を通り、積丹半島の海側を走行するルート
 - ②：国道 229 号から道道 998 号へ入り、再度国道 229 号に合流するルート
 - ③：国道 5 号から国道 227 号又は道道 269 号＋道道 818 号に入り、国道 229 号を走行するルート
- 泊発電所～寿都方面を結ぶルートは、国道 229 号を走行するルートのみであるため、泊発電所周辺 500m 範囲内に到達するためには、国道 229 号を走行する必要がある。
- 上記より、国道 229 号を定点撮影の代表地点に選定することは妥当であると考ええる。

【発電所周辺 500m 範囲内にある村道の扱い】

- 発電所周辺 500m 範囲内にある村道（泊村）については、泊発電所（堀株守衛所）へ入構する車両及び村道周辺の民家や堀株海水浴場へ向かう自動車（普通・軽自動車）の走行が主である。また、村道の南側は行止り（行止りの先は、泊発電所の敷地）となっていることから、重機や輸送車両等が目的なく駐車・走行する可能性はない。
- 村道の車両については、国道 229 号における定点撮影による調査で確認された車両に包絡され则认为、ビデオカメラによる定点撮影は実施せず、走行中、作業中の車両を目視にて確認を行い、写真で記録した。

【漂流物調査範囲外の市街地にある施設等を利用する車両の網羅性】

- 積丹半島の周辺に位置する漂流物調査範囲外の市街地（神恵内、積丹、仁木、余市、寿都等）と泊発電所周辺を結ぶルートは、上記に示したルートのいずれかとなるため、国道 229 号の定点撮影を実施することで、漂流物調査範囲外の市街地にある施設を利用する車両を網羅的に確認することが可能である。
- 積丹半島周辺の市街地（神恵内、積丹、仁木、余市、寿都等）にある主な施設は、民家・漁港・公共施設・商業施設（小規模なスーパーマーケットや個人商店、ガソリンスタンド等）であり、大規模な港（国際拠点港湾、重要港湾）・コンビナート・火力発電所・製鉄所等の工場・物流拠

点・郊外型の大型ショッピングモールといった常に車両の往来がある大型施設はない。

- 上記より，国道 229 号の定点撮影を行うことで，泊発電所周辺 500m 範囲を走行する車両を網羅的に確認することが可能である。国道 229 号におけるビデオカメラの定点撮影位置を図 5 に示す。



図 4 積丹半島周辺の道路図

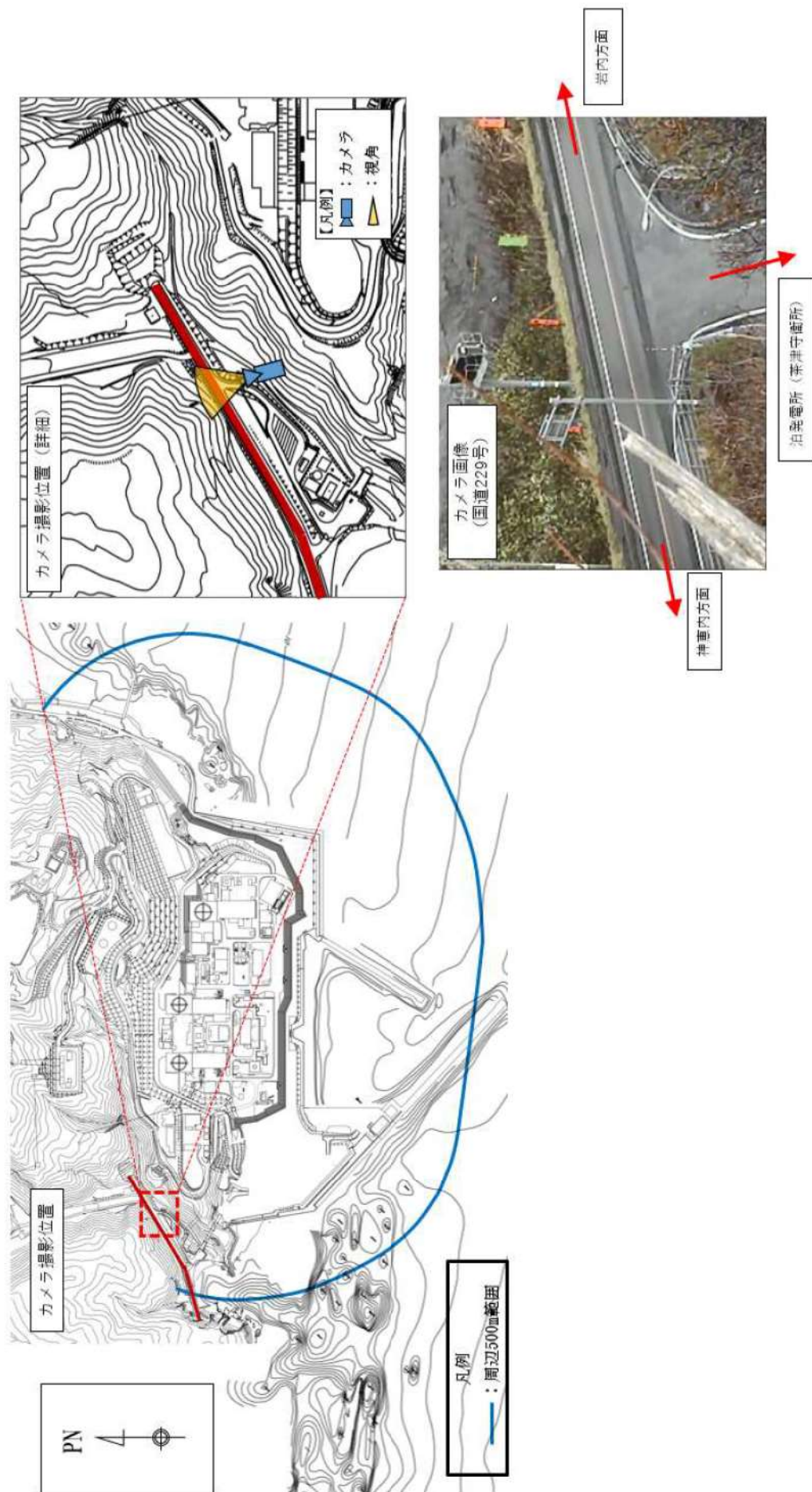


図5 国道229号における定点撮影位置

3. 調査結果

- 国道 229 号の定点撮影による冬季期間以外（道路に降雪・積雪なし）の調査結果を図 6 に示す。
- 冬季期間（道路に降雪・積雪あり）における調査で確認した車両は、冬季期間以外で確認された車両に大部分が包絡されるが、冬季期間以外の期間では確認されなかった複数種の除雪車を確認した。冬季期間のみで確認された車両を図 7 に示す。
- 漁港・市街地における調査で確認した車両は、大部分が国道 229 号を走行する車両に包絡されるが、一部、国道 229 号での走行は確認されなかった車両があることから、対象の車両を図 8 に示す。
- 国道 229 号の定点撮影（冬季期間以外、冬季期間）により、漂流物の調査範囲内・外の市街地や市街地にある施設（民家・漁港・公共施設・商業施設等）を往来する普通自動車、タンクローリー、荷物運搬用のウイング車やトラック、工事用の重機車両を確認した。国道 229 号が通っている積丹半島周辺には、大型施設（大規模な港（国際拠点港湾、重要港湾）・コンビナート・火力発電所・製鉄所等の工場・大型ショッピングモール等）がないことから、定点撮影の調査結果で泊発電所周辺 500m 範囲を走行する車両を網羅的に確認することが出来たと考えている。
- 夜間～早朝にかけては、発電所周辺地域において作業や営業が行われない時間帯であるため、工事用重機やタンクローリーの走行は確認されず、走行の主は普通自動車であった。ウイング車やトラック等の荷物運搬用の車両は、日中に比べ数は少ないが走行を確認した。
- 日中（11：00～12：00）と夜間（23：00～24：00）の代表 1 時間で走行車両の台数を比較すると、日中は約 400 台程度、夜間は約 20 台程度の車両が走行している。
- 定点撮影調査時に同種の車両を複数台確認したことから、代表的な車両の調査結果を写真で示す。

			
普通・軽自動車			
			
普通・軽自動車 (パトカー)	普通・軽自動車 (タクシー)	普通・軽自動車 (パトロールカー)	普通・軽自動車 (キャンピングカー)
			
路線バス	通勤バス	自動二輪車	緊急車両 (消防車)

図6 (1) 国道 229 号の定点撮影による調査結果

			
大型タンクローリー	小型タンクローリー	ごみ収集車	バキュームカー
			
トレーラー車	ウイング車※	ダンプカー	大型トラック
			
ユニック車	小型トラック	高所作業車	ミニカー車

図6（2）国道229号の定点撮影による調査結果

※：車両後方に設置された荷室の側壁を跳ね上げ、側面を大きく開放することで荷役作業を容易に行えるようにした車両

			
ショベルカー	ラフタークレーン車	コンクリートポンプ車	ブルドーザー (トレーラー積載)

図6（3）国道229号の定点撮影による調査結果



図 7 国道 229 号の定点撮影による調査結果（冬季期間のみで確認された車両）

			
散水車	フォークリフト	コンバイン	トラクタ

図8 漁港・市街地のみで確認された車両

4. 車両の分類

3. 調査結果で確認した車両を車種や使用用途で分類し、整理した結果を表1に示す。

表1 車両の分類と調査結果の整理

車両分類	調査結果
	() は冬季期間のみで確認された車両 《 》は漁港・市街地のみで確認された車両
一般車両	普通・軽自動車（パトカー，タクシー，パトロールカー，キャンピングカーを含む）
車両系重機	ダンプカー，大型トラック，ユニック車，小型トラック，高所作業車，ショベルカー，ラフタークレーン車，コンクリートポンプ車，ブルドーザー，（除雪車），《フォークリフト》
緊急車両	消防車，救急車 ^{※1}
バス	路線バス，通勤バス
農耕作業用車両	《コンバイン，トラクタ》
貨物自動車	大型タンクローリー，小型タンクローリー，ごみ収集車，バキュームカー，トレーラー車，ウイング車，ミキサー車，《散水車》
自動二輪車 ^{※2}	原付，普通，大型

※1：現場調査時に救急車は確認出来なかったが，周辺地域の消防に配備されていることから，抽出する。

※2：現場調査時に排気量の確認が出来なかったことから，原付，普通，大型の全種類の自動二輪車を抽出する。

(別紙)

国道 229 号を走行する車両の海域流出防止対策について

1. 概要

茶津近傍の国道 229 号を走行する車両が津波の来襲を受けた場合については、基準津波の流向流速ベクトルから、押し波時の速度が大きく、引き波時の速度は押し波時の速度と比較して小さいことから陸側への移動が主となると考えられるが、引き波により茶津の海岸を経て沖合に漂流し、第 2 波以降の津波により発電所前面（取水口及び防潮堤等）に到達する可能性は否定できない。しかしながら、国道 229 号に設置の電光掲示板の表示及び防災無線による音響周知に加え、茶津守衛所周辺に避難経路図を設置することや当社スピーカーによる津波警報の周知により車両は高台へ避難すると考えられる。以上の通り、車両が漂流物化する可能性は小さいものの、茶津近傍の国道 229 号の海側に車両の流出防止対策を行うことで、走行する車両が津波に遭遇した場合においても沖合に押し出されて漂流することを防止する。

2. 車両への注意喚起等による漂流物化防止について

①電光掲示板及び防災無線による注意喚起

電光掲示板が国道 229 号に設置（今後設置含む）されており、気象庁の発表と連動して津波警報が表示される。

①岩内町側から茶津へのルート

②泊村市街地側から茶津へのルート

※②のルートについては現状設置されていないため、追設することを確認している。

また、岩内町および泊村市街地から茶津へ向かうルートには防災無線（スピーカー）が設置されており、音響により津波警報が周知される。

以上の表示等により、国道 229 号を走行している車両は、津波警報発令時に高台（津波避難所及び避難道路）へ避難すると考えられる。

図 9 に国道 229 号の電光掲示板及び防災無線（スピーカー）の位置関係図を示す。

②避難経路図等による避難誘導対策

当社にて避難経路図（茶津から高台へ避難する経路を示した図）を茶津守衛所周辺に設置するとともに、当社スピーカー及び掲示板を用いて津波警報を周知する。それにより茶津近傍の国道 229 号を走行している車両が高台（津波避難所及び避難道路）へ避難することを促す。図 10 に茶津近傍の国道 229 号から津波避難所及び避難道路までの避難経路を示す。



図9 電光掲示板及び防災無線（スピーカー）の位置関係図



図10 茶津の津波遡上域から津波避難場所への退避ルート

3. 車両の流出防止対策について

電光掲示板や防災無線等による周知及び避難対策により津波来襲時に遡上域に車両が存在する可能性は小さいが、車両が津波の来襲を受けた場合においても海上に押出され漂流することを防止するための物理的な対策を実施する。

車両の流出防止対策は、国道 229 号から茶津に面する海域への経路を横断するように一定間隔で設置された鋼製杭やワイヤロープ等を用いることにより走行車両をワイヤロープ等により捕捉する対策とする。同様の構造による津波漂流物対策として、十勝港やえりも港において施工事例があり、東北地方太平洋沖地震時に漂流した車両や漁船を捕捉して漂流物による二次被害を防いだ実績がある。また、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の鋼製杭及びワイヤロープによる津波漂流物防護柵設計事例がある。

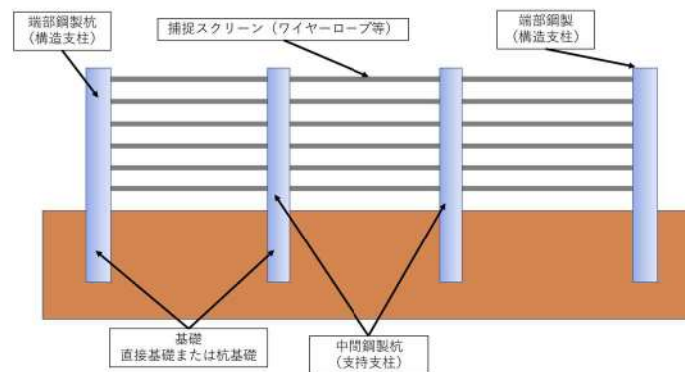


図 11 車両の流出防止対策の構造概要図

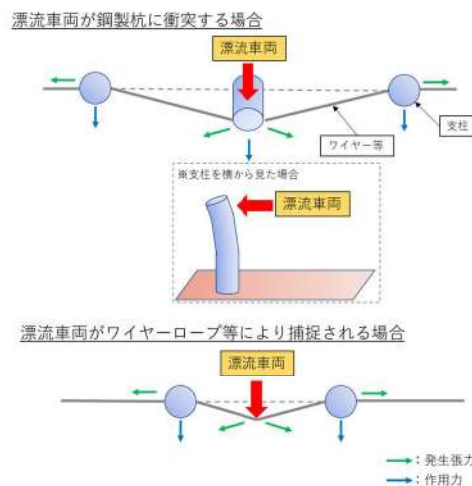


図 12 車両の流出防止対策に作用する荷重形態

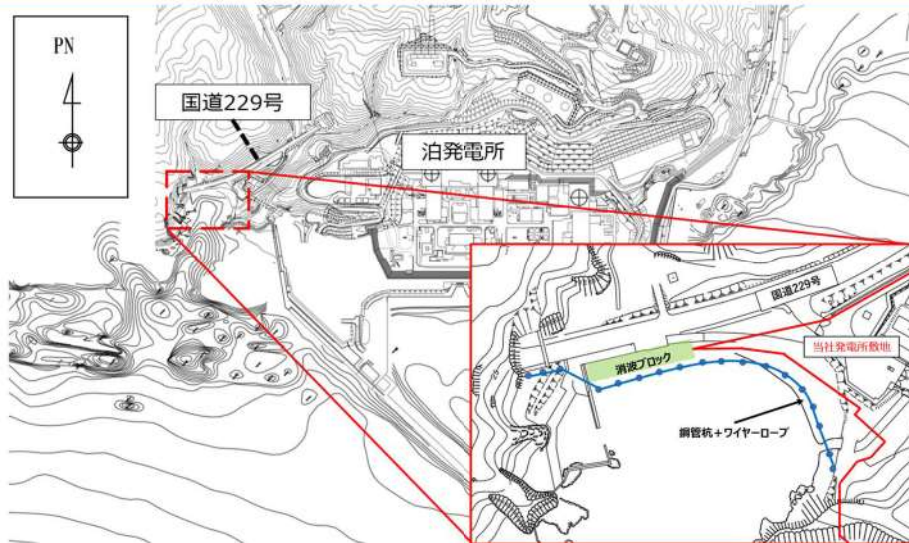


図 13 車両の流出防止対策 位置図

4. 適用基準

鋼製杭及びワイヤーロープ等における漂流物に対する強度評価は（一般財団法人）沿岸技術研究センター及び（一般社団法人）寒冷地港湾技術研究センター発行（平成 26 年 3 月）の「津波漂流物対策施設 設計ガイドライン」に基づき評価する。

5. 評価方針

①評価条件

(1)常時荷重

自重等を考慮する。

(2)津波荷重

評価用の津波は基準津波等（基準津波全 18 ケース及び最大流速に着目した全 2 ケース）及び茶津入構トンネルの影響確認用波源とし、走行車両が捕捉された後に走行車両等の漂流物投影面積に対して引き波時に作用する波力の荷重を考慮する。なお、車両の衝突による影響が支配的であること及び津波に対しては透過性を有する構造であることから、押し波による波力の影響は引き波時の車両衝突及び捕捉漂流物の抗力の影響に比べ小さい。

(3)漂流物衝突エネルギー

国道 229 号の定点撮影結果を踏まえ、走行する車両のうち内空を保持し漂流する可能性のある最大車両である大型タンクローリ（重量 25t）を想定し、大型タンクローリが引き波時の最大流速で衝突した場合の衝突エ

エネルギーを考慮する。なお、大型タンクローリーより重量の大きい車両としてラフタークレーン等の車両系重機が走行する場合があるが、内空を保持しておらず車両の主材料である鋼材の比重(7.85)が海水の比重(1.03)より比重が大きいことから漂流することはない。

(4) 津波の繰り返し

第1波から第4波の各引き波時の最大流速による4回の衝突を考慮する。

(5) 耐震性

車両の衝突及び捕捉漂流物の抗力に耐えうる構造とすることで、基準地震動 S_s 相当に対して車両の流出防止機能を維持する。

②評価方針

車両の流出防止対策の機能保持限界として、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して余裕を有し、車両の流出防止の機能を保持していることを確認する。

表 2 車両の流出防止対策の評価方針

対策	車両の流出防止対策			
	鋼製杭等			
機能	車両の流出防止機能			
	・最大の衝突エネルギーを持つ漂流物（走行車両：タンクローリー）に対し、構造強度を有すること。 ・漂流物が捕捉された後で捕捉漂流物の投影面積に受ける波力の荷重に対し、構造強度を有すること。			
適用基準	(財) 沿岸技術研究センター及び (社) 寒冷地港湾技術研究センター発行（平成 26 年 3 月） 「津波漂流物対策施設 設計ガイドライン」			
性能目標	車両の流出防止機能を喪失する変形に至らないこと。			
照査部位	端部支柱（鋼製杭）	中間支柱（鋼製杭）	基礎杭	ワイヤロープ等
照査項目	①漂流物の衝突エネルギーが鋼製杭の衝突断面の局部変形及び支柱の梁変形による吸収エネルギーを下回ること。 ②以下の場合においてもワイヤロープ等からの伝達力に対して支柱の断面力が十分な耐力を持つこと。 ・ワイヤロープ等が抗力のみ受けている状態 ・端部、中間支柱が漂流物を捕捉した状態 ・ワイヤロープ等が漂流物を捕捉した状態			①漂流物の衝突エネルギーがワイヤロープ等の伸びによる吸収エネルギーを下回ること。 ②ワイヤロープ等の最大抵抗荷重が、抗力を上回ること。
	許容限界	許容変形量（杭の傾斜角）	許容変形量（杭の傾斜角）	許容曲げモーメント
留意事項	・走行車両が捕捉された後には走行車両等の漂流物投影面積に対して引き波時に作用する波力の荷重を考慮する。 ・第 1 波から第 4 波の引き波時の各最大流速による 4 回の衝突を考慮する。			

評価方針

6. 車両の海域流出防止対策の維持管理について

車両の海域流出防止は、引き波時に海域に流されないように対策することが効果的である。そのため海域に流出する前に車両を捕捉する対策を当社敷地外に行う方針とする。車両の流出防止対策については、北海道が管理する土地に対して占用申請を実施し、当社で施工及び維持管理する。当社敷地外に設置することから法令上「原子力施設」ではないものの、原子力施設と同等の維持管理を当社にて行うこととし、発電所の防波堤や護岸等の土木構造物と同等の管理を行う。

7. 適用基準の既往事例について

(財) 沿岸技術研究センター及び(社) 寒冷地港湾技術研究センター発行(平成26年3月)の「津波漂流物対策施設 設計ガイドライン」を適用した事例を以下に示す。なお、内容については公開情報を基に弊社にて整理したものである。

(1) 十勝港(船揚場側)の津波漂流物対策施設

東北地方太平洋沖地震時に係留していた漁船が津波により流出したが、当該施設により捕捉された。

設計対象地震①	十勝沖・釧路沖地震(M8.1前後)
設計浸水深①	D.L. +5.60m
設計流速①	0.90m/s(漁船(総トン数20tのみ)), 1.00m/s
設計対象地震②	500年間隔地震
設計浸水深②	D.L. +4.70m
設計流速②	1.40m/s(漁船(総トン数20tのみ)), 1.50m/s
設計漂流物	漁船(総トン数10t, 20t), 普通乗用車
構造形式	鋼管杭
支柱高さ	D.L. +7.20m



※D.L. : 各検潮所毎に設定された潮位を観測する基準面

図14 設計条件(十勝港・船揚場側)及び津波漂流物の捕捉状況

(2) えりも港の津波漂流物対策施設

東北地方太平洋沖地震時に物揚場の背後用地に上架されていた漁船や漁具等及び道路に駐車されていた軽トラックが当該施設により捕捉された。

設計対象地震	十勝沖・釧路沖地震(M8.1前後)
設計浸水深	D.L. +4.30m
設計流速	0.80m/s, 0.90m/s(普通乗用車のみ)
設計漂流物	漁船(総トン数5, 10, 20t), 普通乗用車
構造形式	鋼管杭+ワイヤーロープ
支柱高さ	D.L. +5.90m



※D.L. : 各検潮所毎に設定された潮位を観測する基準面

図15 設計条件(えりも港)及び津波漂流物の捕捉状況

出典：津波漂流物対策施設設計ガイドライン(平成26年3月)
港湾・漁港における津波漂流物対策に関する研究

(3) 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の鋼製杭及びワイヤロープによる
津波漂流物防護柵設計事例

再処理施設内の防護対象施設を廃止措置計画用設計津波の遡上に伴い発生する漂流物の衝突から防護するために、漂流物の影響防止施設として津波漂流物防護柵を設置している。最大の衝突エネルギーを持つ漂流物（環水タンク）を受け止めることが可能な耐力を持った支柱等（鋼製杭及びワイヤロープ）で構成されている。

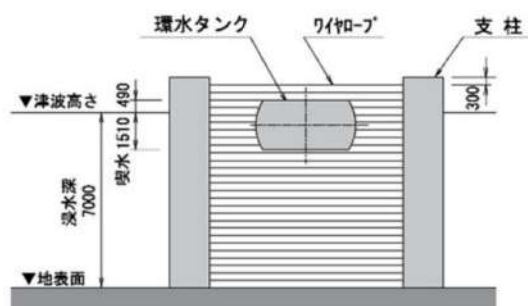


図 12 浸水深、代表漂流物の衝突位置と津波漂流物防護柵と位置関係

表 3 津波漂流物防護柵の設計条件及び諸元

項目		条件
設計津波	浸水深	7.0m
	流速	5.6m/s
対象漂流物	環水タンク	約 14 t
施設構成	構造形式	支柱（鋼製杭）＋ワイヤロープ
	支柱高さ	T. P. 13.7m

出典：第 55 回東海再処理施設安全監視チーム会合（令和 3 年 1 月 28 日）資料 4 漂流物の影響防止施設として設ける津波漂流物防護柵について（再処理施設に関する設計及び工事の計画）

流路縮小工における損失水頭の評価方法の検証

1. はじめに

1号及び2号炉取水路並びに3号炉放水路を遡上する津波が、敷地開口部から敷地へ到達することを防止するために、水路内に流路縮小工を設け、津波が水路内を通過する際に発生する損失水頭により、敷地開口部の水位上昇を低減させる方針である。更に、通常時の取水機能及び放水機能に影響を与えないように設計する必要がある。

水路内を遡上する津波が敷地に到達するかどうか及び通常時の取水機能及び放水機能に影響を与えないかについては、流路縮小工等で生じる損失水頭を考慮した管路解析にて評価することから、流路縮小工における損失水頭の評価方法について検証を行う。

2. 流路縮小工による損失水頭の評価方法について

2.1 流路縮小工部で損失水頭が発生するメカニズム

流体が充満している管路の流れ（以下、「満管流れ」という。）において生じる損失水頭は、①内部構造物や流路の形状により渦や縮流が発生することによる損失（形状損失）と②内部構造物や流路の表面との摩擦による損失（摩擦損失）があり、このうち、①の形状損失は、流れのはく離によるものであり、流体の速度水頭の一部が流れの中で損なわれるため、その損失水頭は損失係数を速度水頭に乗算した関数として以下の式であらわされる。津波時に生じる流れにあるような乱流領域（高レイノルズ数領域）においては、形状損失に関する損失係数のレイノルズ数依存性は小さく、水の流れの状態（流量の変化）によらずその構造に対してほぼ一定の値を示す。

$$h = \zeta \frac{v^2}{2g} \quad (h: \text{損失水頭} \quad \zeta: \text{損失係数} \quad v: \text{平均流速})$$

②の摩擦損失は、流れの状態により構造物表面の境界層（構造物と流体の間の粘性作用の大きな領域）の大きさが変化するため、津波時のような流量が時間により変化する場合（流体のレイノルズ数に変化する場合）において、摩擦係数が変化するようになるが、流路縮小工のように縮小部の開口が大きく長さが短いような構造においては、流路縮小工全体の損失に対して摩擦損失の寄与は小さいため、流路縮小工を流れる流体の損失水頭は形状損失が支配的となる。したがって、満管流れにおける実機の流路縮小工の損失係数は、重力と慣性力を相似させたフルード相似則を適用した定常流の実験を行うことにより確認することが可能である。

2.2 流路縮小工部で発生する損失水頭の評価手法

1号及び2号炉取水路流路縮小工部における津波時の流れについては、図2-1に示すとおり、貯留堰により引き波時の水位低下が制限されるため、流路縮小工部は常に満管状態であり、2.1項で示した状況と同様となり、添付資料5で示した損失水頭算定公式の引用元文献の実験条件に近い環境となる。そのため、一次元解析で損失水頭を評価できることを確認するため、水理模型実験結果と水理模型実験により得られた損失係数を適用した一次元解析を比較する。

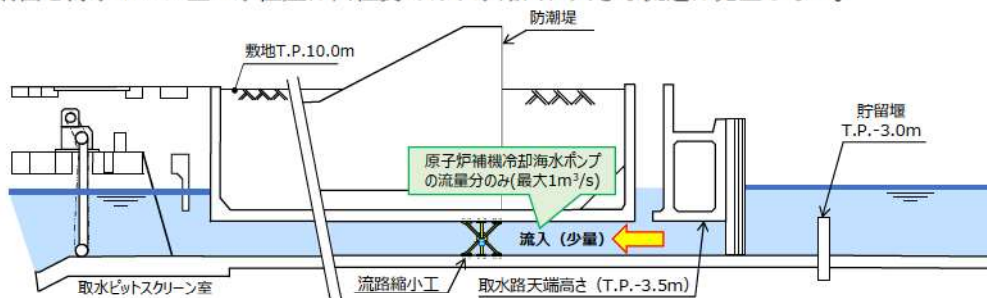
3号炉放水ピット流路縮小工における津波時の流れについては、図2-2に示すとおり、流路縮小工内部が津波来襲時に一時的に満管ではない状態が生じること、鉛直及び水平方向に連続で急縮部、急拡部等がある複雑な三次元構造であることから、必ずしも添付資料5で示した損失水頭算定公式の引用文献の実験条件と同様の環境とはならない。そのため、3号炉放水ピット流路縮小工の損失水頭の評価手法の検証に当たっては、短い間隔で繰り返し来襲する津波時の波形及び複雑な三次元構造を模擬する。

また、水理模型実験では、短い間隔で繰り返し来襲する泊発電所の津波の特徴を考慮した任意の連続波形入力が困難であるため、三次元解析を用いて、津波時に発生する3号炉放水ピット流路縮小工を含めた放水ピット内の水位を確認する。ここで得られた結果と一次元解析モデルに電力土木技術協会（1995）他の損失係数を適用した場合の損失水頭評価が妥当であるか確認した上で、一次元解析を用いて津波時に発生する3号炉放水ピット流路縮小工の損失水頭の評価を行う。

1号及び2号並びに3号取水施設の取水槽の中間スラブ及び天端開口部については、急縮・急拡の損失水頭による津波の流入防止効果の有無による取水ピットスクリーン室水位への影響を確認し、保守的な損失係数を設定する方針とする。

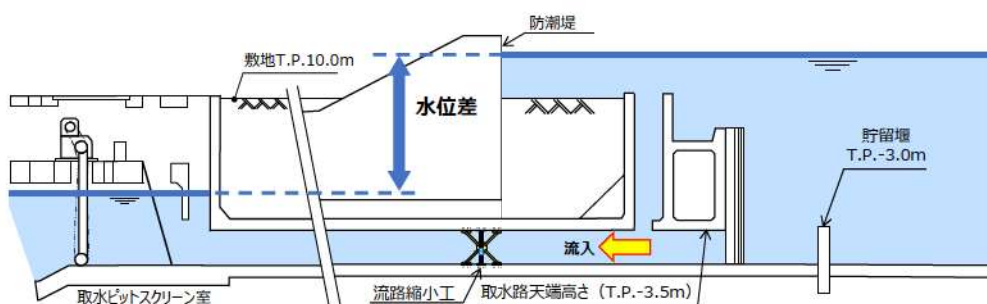
(1) 津波来襲前

- 取水口前面と海水ポンプ室の水位差は同程度であり水路内に大きな流速は発生しない。



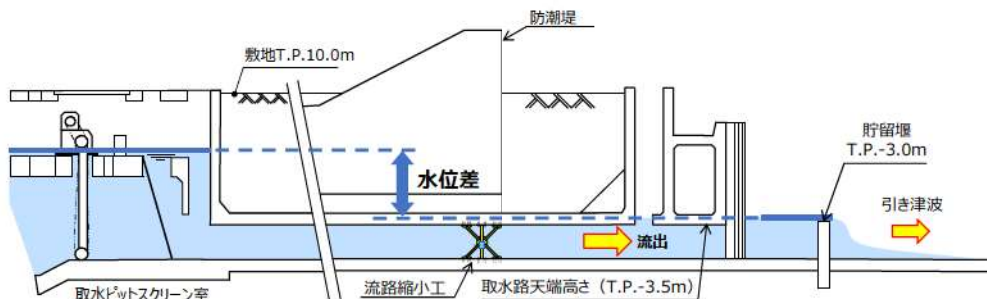
(2) 第1波押し波時

- 津波の来襲に伴い、取水口前面水位が上昇するが、流路縮小工により取水ピットスクリーン室への津波の流入が抑制される。
- 水路内は満管状態であり、取水ピットスクリーン室と取水口前面の水位差の変動に応じた流速が発生する。



(3) 第1波引き波時

- 引き波に伴い取水口前面水位が低下し、取水ピットスクリーン室と取水口前面の水位差により外海へ海水が流出するが、流路縮小工により取水路内の海水の流出が抑制される。
- 貯留堰の天端高さが取水路天端高さよりも高いため、引き津波時も取水路内は満水状態となる。



(4) 第2波押し波時

- 押し波に伴い取水口前面水位が取水ピットスクリーン室よりも上回ると津波が流入する。
- 第1波の津波が取水ピットスクリーン室から抜けきらない場合、初期水位よりも高い状態で津波の流入が発生する可能性がある。
- 水路内は常に満管状態であり、取水ピットスクリーン室と取水口前面の水位差の変動に応じた流速が発生する(第1波と同様)。

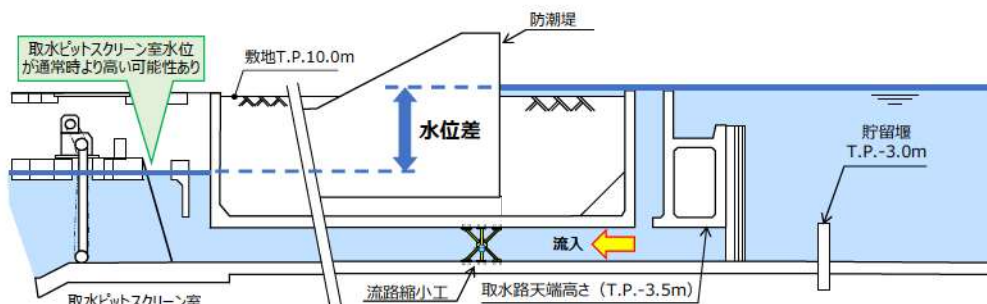
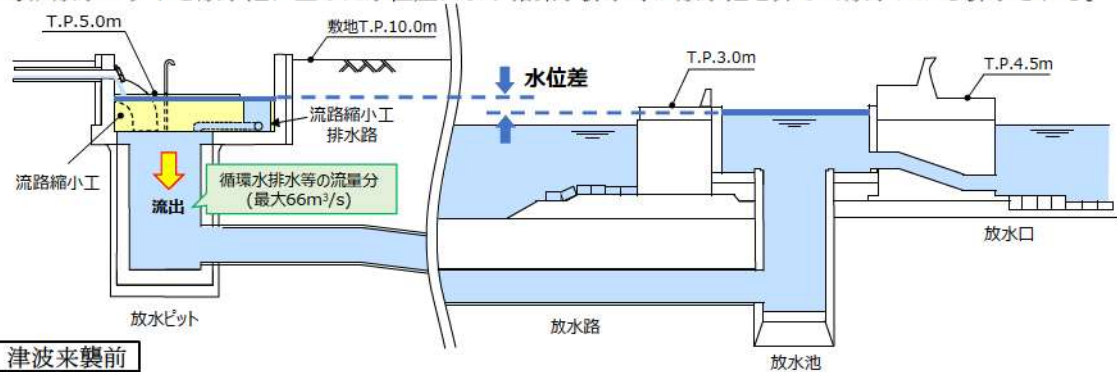


図 2-1 津波来襲時の 1 号及び 2 号炉取水路内の流況イメージ図

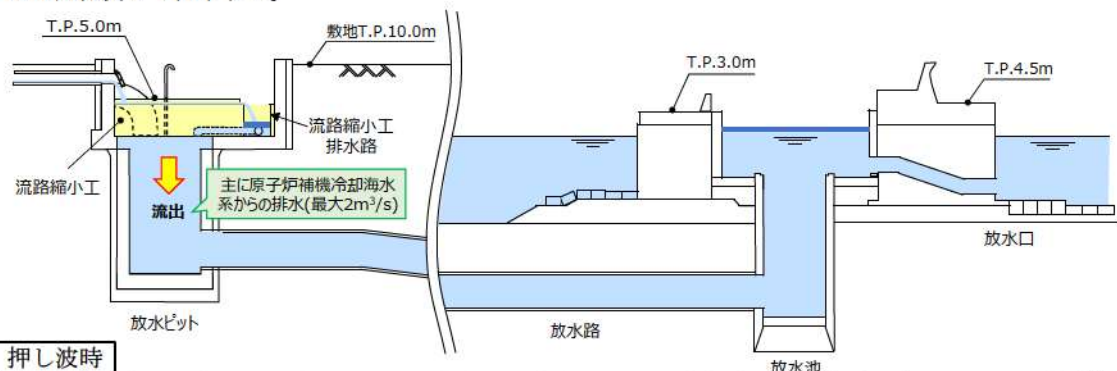
(1) 通常時

- ・ 3号炉放水ピットと放水池に生じた水位差により循環水排水等が放水池を介して放水口から排水される。



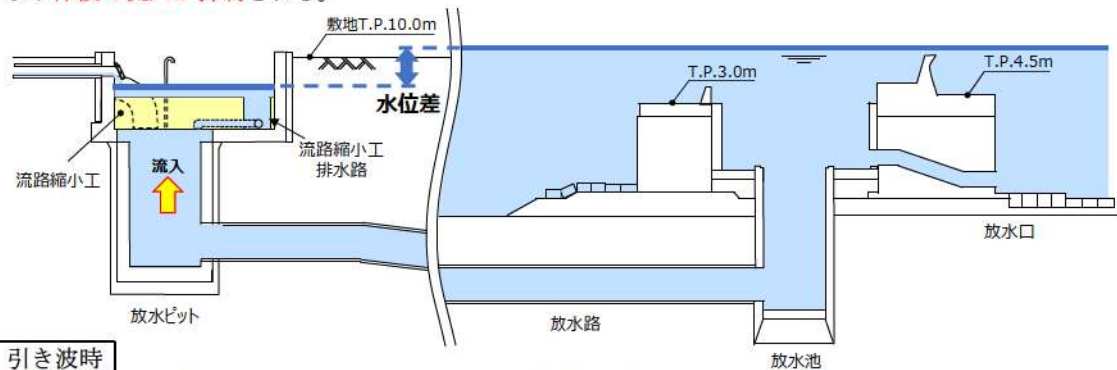
(2) 津波来襲前

- ・ 大津波警報発令により津波来襲前に循環水ポンプが停止となり、3号炉放水ピット流路縮小工を流れる排水は原子炉補機冷却海水系からの排水が主体となり、流量が小さいため、3号炉放水ピットの水位は放水池の水位とほぼ同程度まで低下する。



(3) 押し波時

- ・ 津波の来襲に伴い、放水池水位が上昇し、放水池と放水ピットの水位差により津波が流入するが、流路縮小工により津波の流入が抑制される。



(4) 引き波時

- ・ 引き波に伴い放水池水位が低下し、放水ピットと放水池との水位差により外海へ海水が流出するが、流路縮小工により放水路内の海水の流出が抑制される。
- ・ 引き波時の水位低下により流路縮小工下端以下となった場合、排水路内が満管状態ではなくなり、海水の流出抑制効果は発生しない。

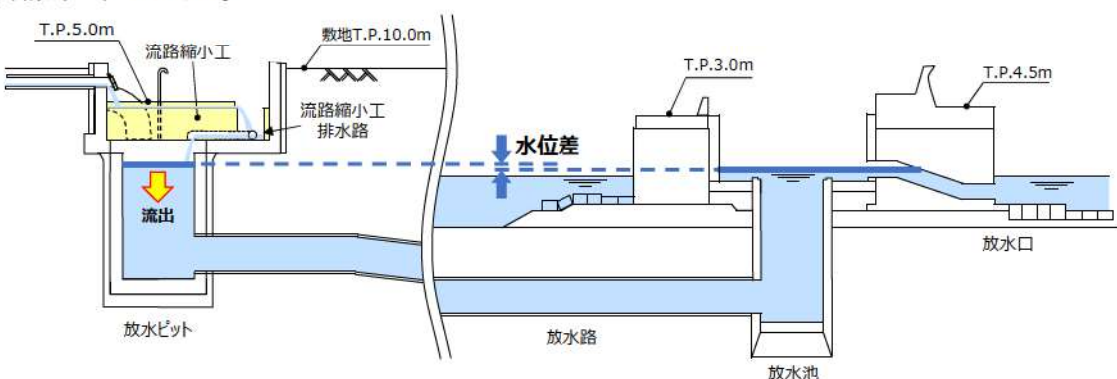
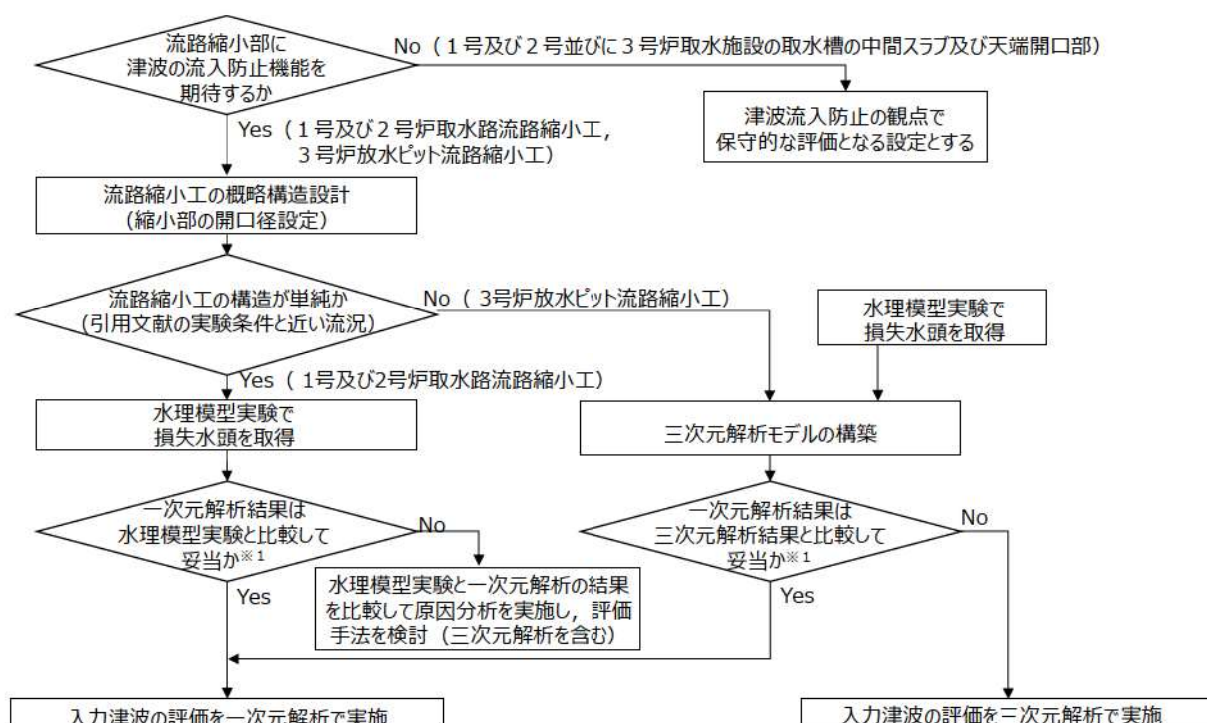


図 2-2 津波来襲時の 3 号炉放水ピット内の流況イメージ図

2.3 流路縮小工による損失水頭の評価手法の検証について

1号及び2号炉取水路並びに3号炉放水路それぞれの流路縮小工に対して評価手法の検証を行う。

2.2 項に記載のとおり，1号及び2号炉取水路流路縮小工は，短い間隔で繰り返し来襲する泊発電所の津波の特徴を踏まえても，常に満管状態であることから，津波時の流況が水理模型実験にて確認できるため，一次元解析結果と水理模型実験を比較することで，一次元解析が適用可能か検証を実施する。また，3号炉放水ピット流路縮小工は，短い間隔で繰り返し来襲する泊発電所の津波の特徴を踏まえた場合，必ずしも満管状態ではないことから，津波時の流況を評価できる三次元解析モデルを構築し，一次元解析結果と三次元解析結果を比較することで，一次元解析が適用可能か検証を実施する。



※1：妥当性の確認については，水理模型実験や三次元解析結果をもって判断する。

図 2-3 流路縮小工における損失水頭の評価手法検証フロー

2.4 入力津波の設定に用いる流路縮小工の損失係数の設定について

入力津波の設定に用いる流路縮小工の損失係数は保守的に設定する。保守的な損失係数の設定については、短い間隔で繰り返し来襲する泊発電所の津波の特徴を考慮すると、押し波時には損失係数を小さく設定し、引き波時に損失係数を大きく設定することで、津波が入りやすく出にくい条件となるため、保守的な評価となる。一方で、通常時の取放水機能に影響を与えないためには、損失係数を大きく設定することで保守的な評価となる。

そのため、入力津波の設定に用いる流路縮小工の損失係数の設定に当たっては、水理模型実験又は三次元解析で算出した損失係数を踏まえて保守的な値を設定する。

また、流路縮小工は、取水路又は放水路から敷地への津波の到達、流入を防止することに加え、通常時の取放水機能に影響を与えないことが求められるため、津波の流入を防止する設計確認値（開口径上限値）及び取放水機能を確保するための設計確認値（開口径下限値）を検討し、流路縮小工の開口径は設計確認値に対して十分な裕度を持った値とする。

3. 1号及び2号炉取水路流路縮小工の損失水頭の評価方法の検証

3.1 設備構造を踏まえた損失水頭の評価方法の課題

(1) 1号及び2号炉取水路流路縮小工の構造

1号及び2号炉取水路流路縮小工は、主梁、スキンプレート、スリーブ及びアンカーボルトから構成する鋼製の構造物とし、岩着の防潮堤直下にある1号及び2号炉取水路内に津波防護施設として設置する。スキンプレートで流路を急縮・急拡すると、スキンプレートの補強部材により流路抵抗が生じる可能性があることから、スキンプレートの補強部材の先で流路を急縮・急拡できるようにスリーブを用いる。

1号及び2号炉取水路流路縮小工には、1号及び2号炉の原子炉補機冷却海水ポンプに必要な海水を取水するため、開口部（ $\phi 0.743\text{m}$ ）を設ける。

1号及び2号炉取水路流路縮小工の構造概要図を図3-1に示す。

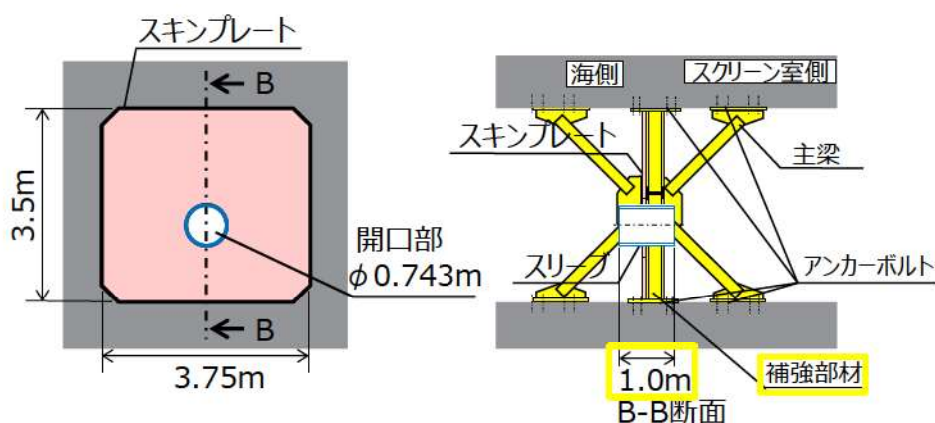


図3-1 1号及び2号炉取水路流路縮小工 構造概要図

(2) 損失水頭の評価方法の課題

(1)に示すように、1号及び2号炉取水路流路縮小工は、流路縮小部がスリーブ形状となるためオリフィスのような構造であり、流路縮小工の主梁は流路内に設置される構造である。そのため、1号及び2号炉取水路流路縮小工の損失係数については、これらの構造物による影響を考慮した値を確認する必要があるとともに、津波時の1号及び2号炉取水路流路縮小工に生じる損失水頭の評価手法の検証を行う必要がある。

3.2 損失水頭評価手法の検証及び損失係数の設定について

(1) 概要

2.1項で示したとおり、1号及び2号炉取水路流路縮小工に生じる損失水頭は形状損失と摩擦損失であり、流路縮小工の構造の特徴として、スリーブや梁等の構造物の長さは短く、流路縮小工全体の損失に対して摩擦損失の影響はかなり小さいことから、流路縮小工を流れる海水のエネルギー損失は形状損失が支配的である。形

状損失は流れの渦に起因する損失であり、乱流領域においては損失係数のレイノルズ数依存性が小さいことから、流量によらずほぼ一定となる。したがって、実機を模擬した水理模型を作製し、一定流量の条件で流路縮小工（模型）に発生する損失水頭から損失係数を評価することで、津波時に実機で生じる損失係数を確認する。

また、水理模型実験で得られた損失水頭と水理模型実験を模擬した一次元解析で評価した損失水頭を比較することにより、一次元解析が適用可能か検証を実施する。

入力津波の設定に用いる損失係数の設定に当たっては、短い間隔で繰り返し来襲する泊発電所の津波の特徴を考慮し、水理模型実験で確認した損失係数に対して、津波が入りやすく出にくい条件とするため、押し波時には損失係数を小さく設定し、引き波時に損失係数を大きく設定する。

1号及び2号炉取水路流路縮小工の損失水頭評価手法の検証及び損失係数の設定は図3-2に示すフローに従って確認し、検証のための各実施目的は表3-1に示す。

表 3-1 1号及び2号炉取水路流路縮小工の損失水頭の評価方法の検証のための各実施項目と目的

実施項目	目的
水理模型実験 (縮尺：1/6)	実機を模擬した水理模型を作製し、一定流量の条件で流路縮小工（模型）に発生する損失水頭から損失係数を評価することで、津波時に実機で生じる損失係数を確認する。
一次元解析 (縮尺：1/6, 損失係数：実験結果)	水理模型実験で得られた損失水頭と水理模型実験を模擬した一次元解析で評価した損失水頭を比較することにより、一次元解析が適用可能か検証を実施する。

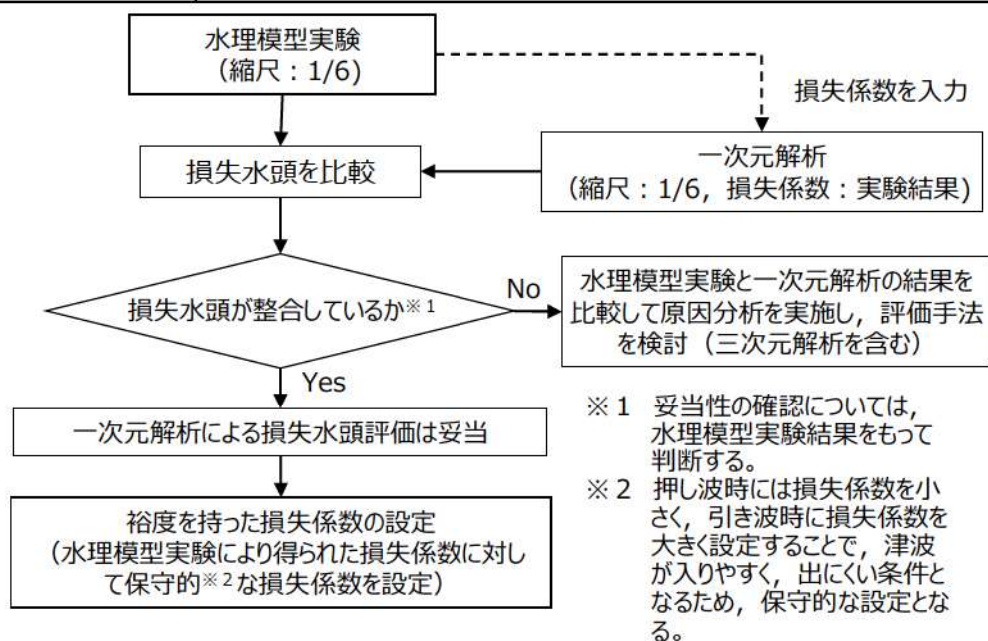


図 3-2 1号及び2号炉取水路流路縮小工の損失水頭評価手法の検証及び損失係数の設定フロー

(2) 検討に用いる基準津波について

検討では表 3-2 に示す基準津波 18 ケースを対象とする。
基準津波策定について参考資料 3 に示す。

表 3-2 検討に用いる基準津波一覧

波源	地形モデル
波源 A	防波堤損傷なし
波源 B	防波堤損傷なし
波源 B	北防波堤損傷
波源 C	防波堤損傷なし
波源 D	防波堤損傷なし
波源 D	北及び南防波堤損傷
波源 D	南防波堤損傷
波源 D	北防波堤損傷
波源 E	北及び南防波堤損傷
波源 E	南防波堤損傷
波源 F	北及び南防波堤損傷
波源 F	北防波堤損傷
波源 G	南防波堤損傷
波源 H	北防波堤損傷
波源 I	防波堤損傷なし
波源 J	北及び南防波堤損傷
波源 K	南防波堤損傷
波源 L	北防波堤損傷

3.3 水理模型実験による損失係数の算出

(1) 実験に用いる流量条件

損失水頭を確認するために行う水理模型実験の設定流量は、津波時の最大流量を包絡する流量として $6.6\text{m}^3/\text{s}^{*1}$ とし、損失水頭から算出する損失係数が流量によらず一定値であることを確認するために、津波時以外の流量として $1.0\text{m}^3/\text{s}^{*1}$ を設定する。

津波時以外の流量については、津波来襲前の原子炉補機冷却海水ポンプ設定流量とし、原子炉補機冷却海水ポンプの定格流量 ($1,900\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{台} \div 0.5\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{台}$) から、外部電源喪失によるブラックアウトシーケンス作動時に取水路あたりのポンプ 2 台全台が起動することを踏まえ、2 台分の流量を見込み $1.0\text{m}^3/\text{s}^{*1}$ を設定した。

最大流量の算出に当たっては、表 3-2 に示すとおり基準津波 (18 ケース) を参考とした。

図 3-3 に一次元解析（流路縮小工部に文献値の損失係数を適用）で得られた流路縮小工位置における取水路流量の時刻歴波形を示す。

なお、実験で得られる損失係数に流量依存性はないと考えるものの、得られた損失係数にばらつきが大きい場合には、実験のばらつきによる可能性が考えられることから、必要に応じて流量条件を追加し確認を行う。

※ 1：水理模型実験においてはフルード相似則を適用した 1/6 スケールでの流量にて実施する。実験における流量は表 3-3 に示す。

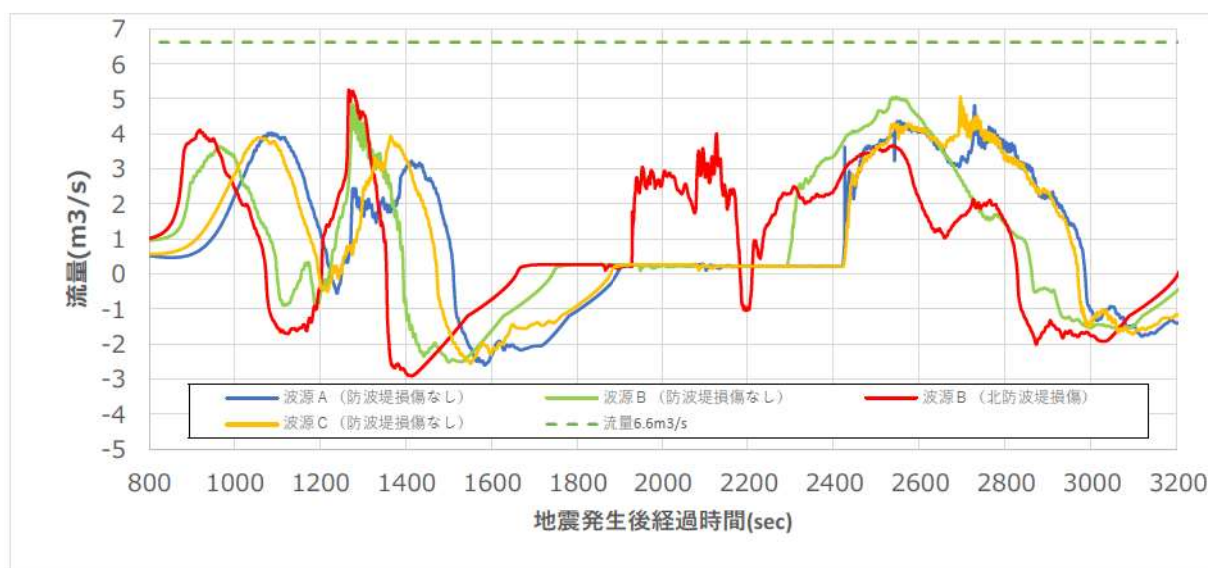


図 3-3(1) 取水路流量

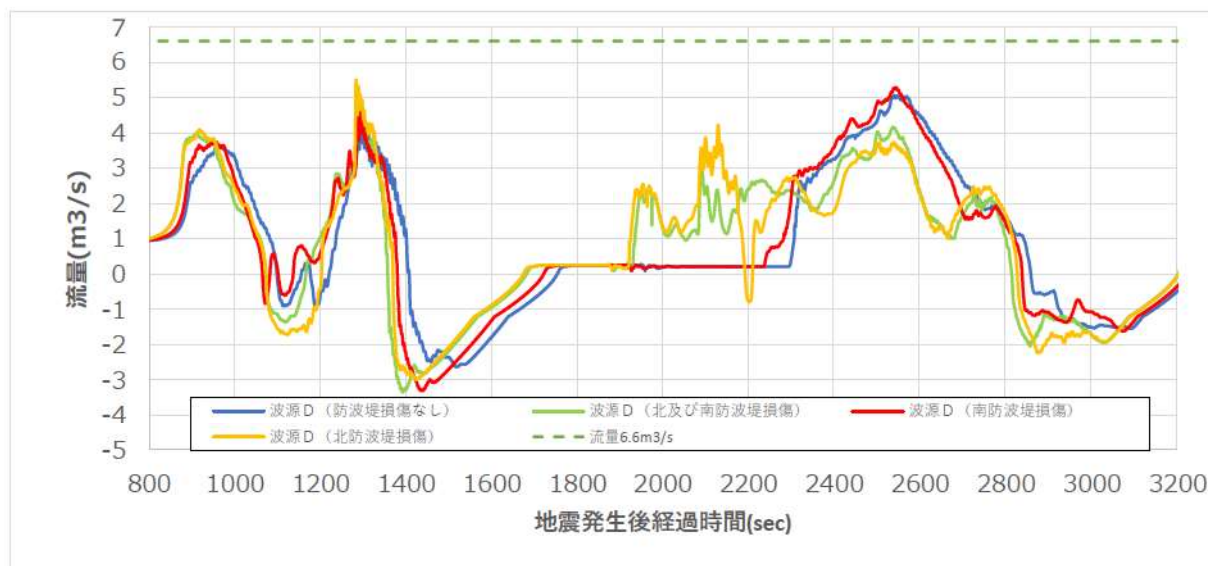


図 3-3(2) 取水路流量

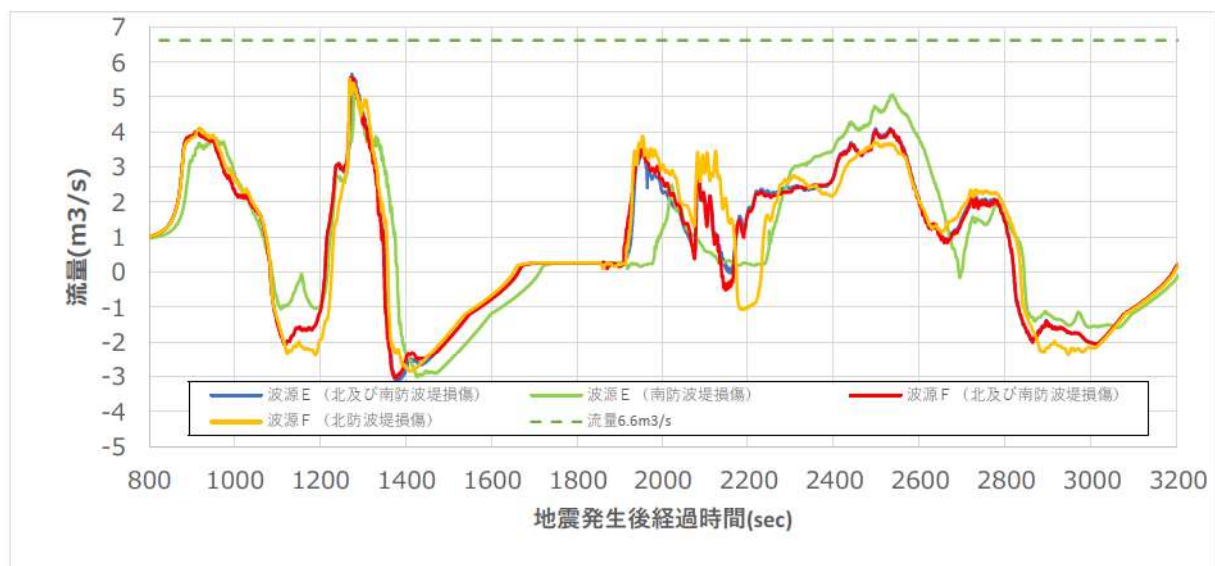


図 3-3(3) 取水路流量

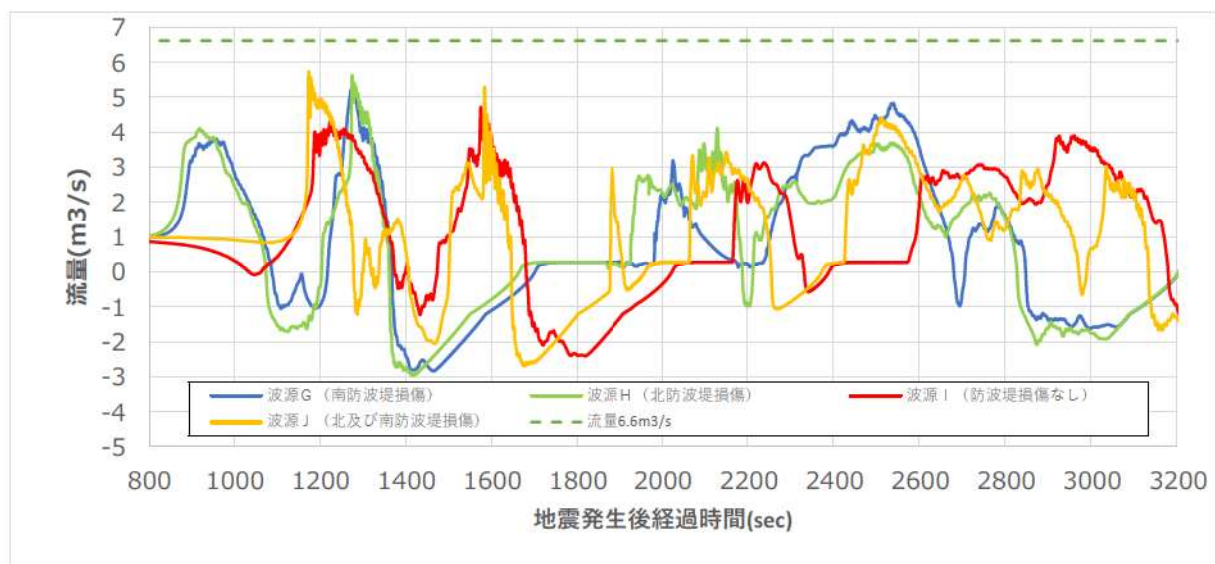


図 3-3(4) 取水路流量

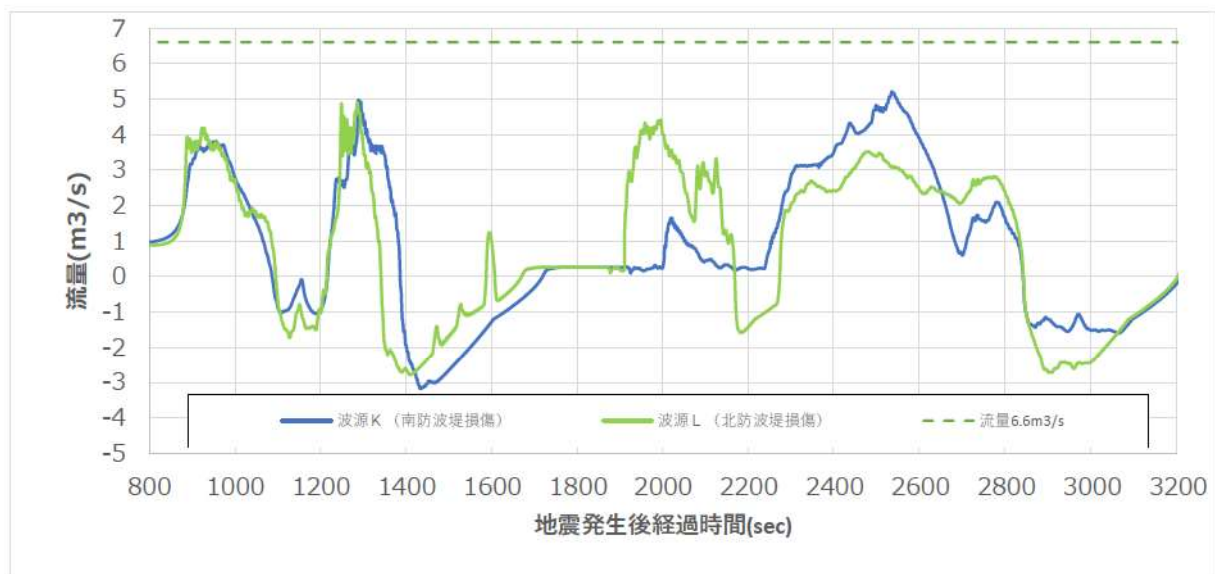


図 3-3(5) 取水路流量

また、流れ方向については、実際の津波における津波の引き波及び押し波の影響を確認するため引き波方向（取水ピット→取水口）・押し波方向（取水口→取水ピット）を実施し、それぞれのケースにおいて構造体の有無による影響についても確認する。

以上より、水理模型実験で実施するケースを表 3-3 に示す。

表 3-3 水理模型実験の実施ケース

流量 (m^3/s)	流れ方向	備考	構造体影響※
1.0	引き波方向 (取水ピット→取水口)	津波来襲前の原子炉補機冷却海水ポンプ設定流量	有／無
	押し波方向 (取水口→取水ピット)		有／無
6.6	引き波方向 (取水ピット→取水口)	津波時の設定流量	有／無
	押し波方向 (取水口→取水ピット)		有／無

※ 1 号及び 2 号炉取水路流路縮小工の主梁を模擬した構造体を設置して影響を確認する。

(2) 水理模型実験の方法及び条件

a. 方法

ポンプ及び流量計を用いて流量の制御を行い、定常流を生じさせた状態で、前後差圧から損失水頭を計測し損失係数を算出する。

水理模型実験イメージを図 3-4 に示す。

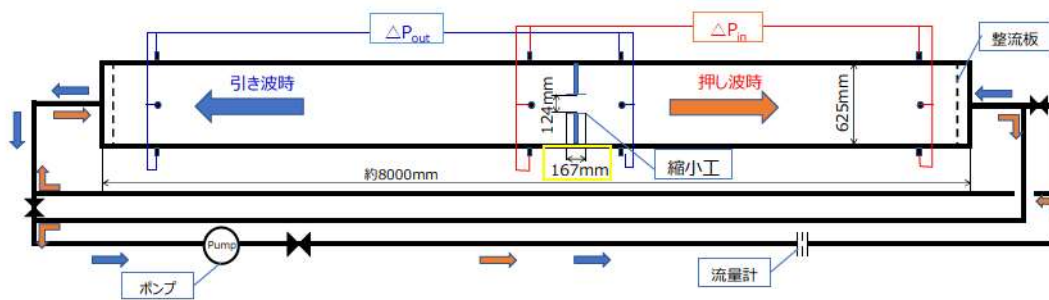


図 3-4 水理模型実験イメージ図

b. 条件

水理模型実験はフルード相似則を適用し、実験縮尺（幾何縮尺）を 1/6 とする。流路縮小工の損失係数は、摩擦損失以外の形状損失が支配的であり、形状損失は乱流状態ではほぼ一定値になることから、フルード相似則を適用した実験は実機の損失係数と同等である。

流量（通常取水流量，津波時流量），流れ方向，構造体影響の有無を考慮した試験ケースを実施する。設定した実験条件を表 3-4 に示す。

表 3-4 実験条件

		実機	模型※
取水路の材質		コンクリート	炭素鋼
流路縮小工の材質		炭素鋼	炭素鋼
津波来襲前の原子炉補機冷却海水ポンプ設定流量	流量 [m³/s]	1.0	0.0120
	レイノルズ数	1.7×10^6	1.2×10^5
津波時の設定流量	流量 [m³/s]	6.6	0.0749
	レイノルズ数	1.1×10^7	7.7×10^5
取水路サイズ (m)		幅：3.75 高さ：3.5	幅：0.625 高さ：0.58
流路縮小工開口径 (m)		φ 0.743	φ 0.124

※ 実機と模型のフルード数が同一となるように流量を設定する場合の流量の導出過程については、参考資料 2 参照

3.4 水理模型実験結果

追而

(水理模型実験の結果を踏まえて記載する。)

3.5 一次元解析による損失水頭評価

水理模型実験で得られた流路縮小工前後の差圧と水理模型実験を模擬した一次元解析による差圧を比較することで、一次元解析が適用可能か検証を実施する。

一次元解析モデルは水理模型実験を模擬するため、流路縮小工の損失係数は水理模型実験で得られた値を適用する。

3.6 一次元解析結果と水理模型実験との整合性の確認

追而

(水理模型実験及び一次元解析の結果を踏まえて記載する。)

3.7 一次元解析に適用する損失係数の設定について

追而

(水理模型実験の結果を踏まえて記載する。)

3.8 まとめ

追而

(水理模型実験及び一次元解析の結果を踏まえて記載する。)

4. 3号炉放水ピット流路縮小工の損失水頭の評価方法の検証

4.1 設備構造及び損失水頭の評価方法の課題

(1) 3号炉放水ピット流路縮小工の構造

3号炉放水ピット流路縮小工は、放水ピット上部工に津波防護施設として設置され、通常時は、原子炉補機冷却海水放水路を流下してきた水が放水ピット（上部）～排水路（立坑部 $\phi 4.0\text{m}$ 、延長 5.0m 及び水平部 $\phi 1.5\text{m}$ 、延長 16.75m ）～放水ピット（下部）へと通水する。3号炉放水ピット流路縮小工の構造概要図を図4-1に示す。

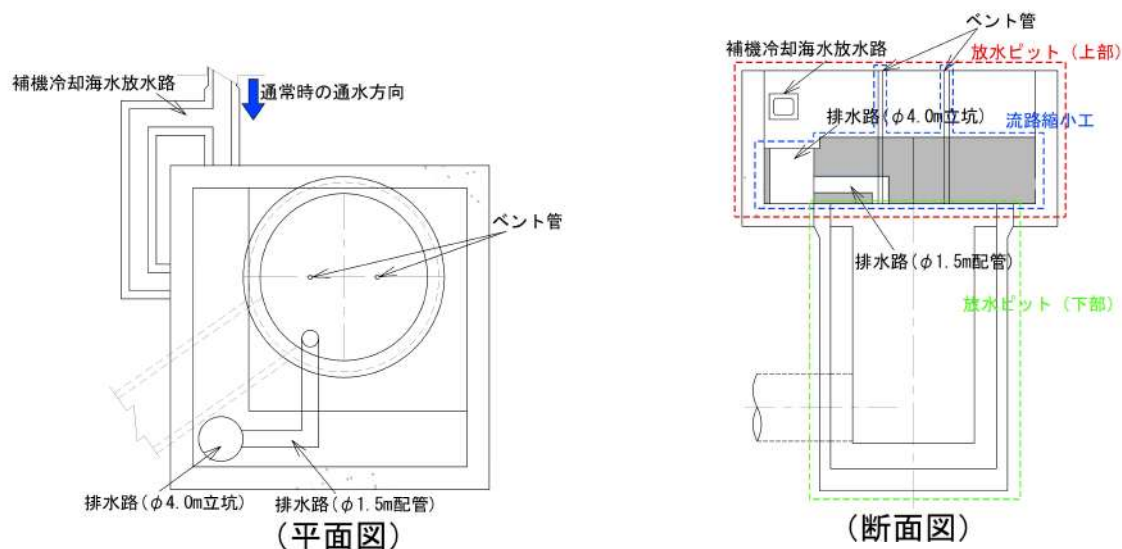


図4-1 3号炉放水ピット及び流路縮小工 構造概要図

(2) 損失水頭の評価方法の課題

(1)に示すように、3号炉放水ピットの流路縮小工は、鉛直及び水平方向に連続で急縮部、急拡部等がある複雑な三次元構造である。そのため、一次元解析モデルに電力土木技術協会（1995）及び千秋（1967）による形状損失（急縮損失、急拡損失、屈折損失）並びに電力土木技術協会（1995）による摩擦損失を適用した場合、損失水頭を適切に評価できているかの確認が必要である。

4.2 損失水頭評価手法の検証及び損失係数の設定について

(1) 概要

流路縮小工における一次元解析を用いた場合の損失水頭評価に関する課題に対し、以下の2ステップで検証を行う。

なお、入力津波の設定に用いる損失係数の設定に当たっては、短い間隔で繰り返し来襲する泊発電所の津波の特徴を踏まえ、三次元解析及び水理模型実験で得られた損失係数に対して裕度を持たせた保守的な設定を行う（押し波時には損失係数を小さく設定し、引き波時に損失係数を大きく設定）。

検証フローを図4-2、検証のための各実施目的を表4-1に示す。

I. 三次元解析と水理模型実験の損失水頭及び損失係数の整合性の確認による 三次元解析モデルの構築（定常流条件）

a. 実施内容

- ・3号炉放水ピット流路縮小工の構造を模擬し実機と相似な流況を再現した水理模型実験で得られた損失水頭及び損失係数と、水理模型実験（縮尺：1/50）と同じ縮尺の三次元解析から得られた損失水頭及び損失係数との整合性を確認することで、流路縮小工に生じる流況を再現できる三次元解析モデル（縮尺：1/50）を構築する。

b. 実施条件

- ・IIの検証において、短い間隔で繰り返し来襲する泊発電所の津波の特徴を考慮した任意の連続波形を用いて行うが、水理模型実験では連続波形の入力が困難であるため、定常流を用いて水理模型実験と損失水頭及び損失係数の整合性を確認した三次元解析モデル（縮尺：1/50）の構築を行う。
- ・三次元解析と水理模型実験の損失水頭及び損失係数の整合性を確認できない場合、三次元解析（縮尺：1/50）のメッシュ分割等を見直す。
- ・なお、三次元解析と水理模型実験の損失水頭及び損失係数の差分については、水位挙動（水位の時刻歴波形）への影響を確認するとともに、その差分を踏まえて裕度を持った損失係数の設定を行う。

Ⅱ．三次元解析と一次元解析の水位比較による一次元解析を用いた損失水頭評価の妥当性検証（非定常流条件）

a. 実施内容

- ・Ⅰで構築した三次元解析モデル（縮尺：1/50）の縮尺を実機（縮尺：1/1）に変更し，実機相当の粗度係数を反映した三次元解析モデルを構築する。実機を模擬した三次元解析（縮尺：1/1）と一次元解析における放水ピット内の水位を比較し，一次元解析の水位が三次元解析の水位を上回ることを確認することで，一次元解析を用いた損失水頭評価が妥当であるか検証する。

b. 実施条件

- ・放水ピット内の水位の比較結果を踏まえ損失係数を変更する場合は，実機を模擬した三次元解析の放水ピット内の水位の時刻歴波形と一次元解析が大きく乖離しないことを確認する。

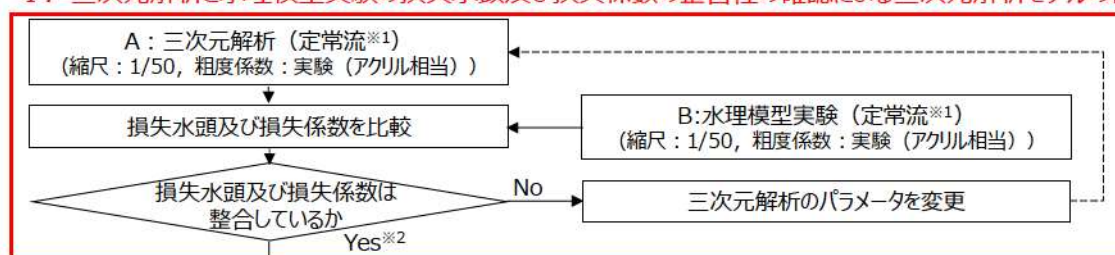
表 4-1 3号炉放水ピット流路縮小工の損失水頭の評価方法の検証のための
各実施項目と目的

実施項目	目的
I. 三次元解析と水理模型実験の損失係数及び損失係数の整合性の確認による三次元解析モデルの構築	
A：三次元解析（定常流） （縮尺：1/50, 粗度係数：実験（アクリル相当））	泊発電所の津波の特徴を考慮した模擬波（以下、「模擬波」という。）を用いたC：三次元解析を行うために、B：水理模型実験で算出した損失水頭及び損失係数と整合性を確認した実験縮尺（1/50）の3号炉放水ピット流路縮小工の三次元解析モデルを構築する。
B：水理模型実験（定常流） （縮尺：1/50, 粗度係数：実験（アクリル相当））	A：三次元解析モデルの妥当性を確認するために、3号炉放水ピット流路縮小工の模型（縮尺：1/50, アクリル製）を用いたB：水理模型実験を行い、複雑な三次元構造を有する流路縮小工を含む放水ピットから放水路に至る全体の損失水頭 ^{※1} 及び損失係数を算出する。
II. 三次元解析と一次元解析の水位比較による一次元解析を用いた損失水頭評価の妥当性検証	
C：三次元解析（非定常流：模擬波） （縮尺：1/1, 粗度係数：実機相当）	一次元解析を用いた損失水頭評価の妥当性を検証するために、水理模型実験と損失水頭及び損失係数の整合性を確認したA：三次元解析モデルの縮尺を実験（縮尺：1/50）から実機（縮尺：1/1）に変更 ^{※2} し、実機相当の粗度係数を反映した三次元解析を実施し、流路縮小工効果が再現された流況における放水ピット内の水位を算出する。
D：一次元解析（非定常流：模擬波） （縮尺：1/1, 粗度係数：実機相当）	実機相当の粗度係数を考慮したC：三次元解析による模擬波を用いた放水ピット内の水位比較により、一次元解析を用いた損失水頭評価の妥当性を検証する。 なお、D：一次元解析には、電力土木技術協会（1995）他の損失係数を初期値として設定する。

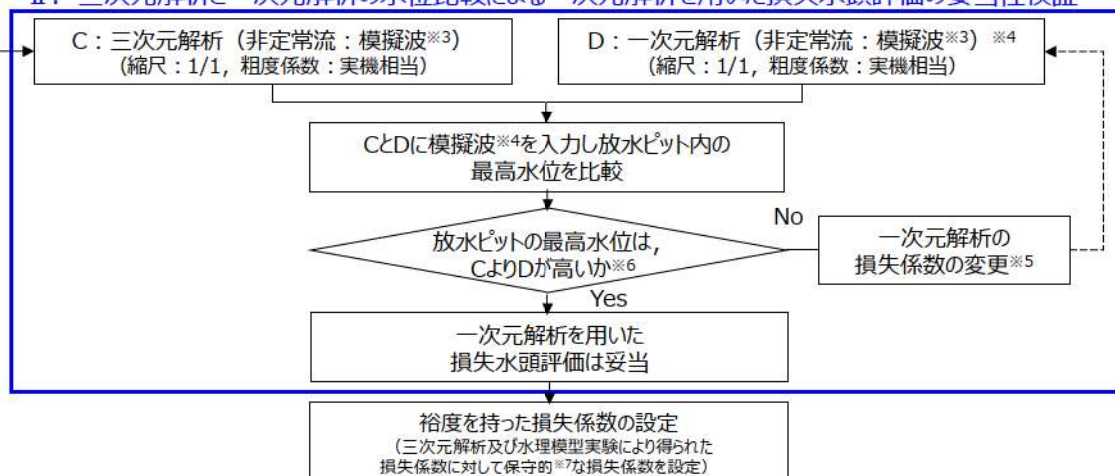
※1 水理模型実験は、フルードの相似則を適用して模型サイズ及び流量を設定した上で、乱流状態で行う。流路縮小工を流れる流体の損失水頭は、流路形状により渦や縮流が発生することによる形状損失が支配的になると考えられ、乱流領域では、形状損失の損失係数のレイノルズ数依存性は小さく、水の流れの状態（流量の変化）によらずその構造に対してほぼ一定の値を示す。このため、乱流領域で実験をすることにより実機と相似な流況を再現できる。本検討においては、土木学会（1999）を参考に、レイノルズ数が3000以上で乱流状態が再現されるとした。

※2 モデル縮尺を変更したことによる影響について、損失係数（損失水頭を代表位置における速度水頭で除した値）を比較することにより確認する

I. 三次元解析と水理模型実験の損失水頭及び損失係数の整合性の確認による三次元解析モデルの構築



II. 三次元解析と一次元解析の水位比較による一次元解析を用いた損失水頭評価の妥当性検証



※1: 泊発電所の津波を模擬した任意の連続波による水理模型試験は困難であることから、水理模型実験は定常流を用いた複数の流量条件で損失水頭及び損失係数の整合性を確認する。

※2: 三次元解析と水理模型実験の損失水頭及び損失係数の差分については、水位挙動（水位の時刻歴波形）への影響を確認するとともに、その差分を踏まえて裕度を持った損失係数の設定を行う。

※3: 短い間隔で繰り返し来襲する泊発電所の津波の特徴を考慮した模擬波

※4: 電力土木技術協会（1995）及び千秋（1967）により、形状損失（急縮損失、急拡損失及び屈折損失）及び摩擦損失を初期値として設定する。

※5: 放水ピット内の水位の時刻歴波形が三次元解析と大きく乖離しないように変更する。

※6: 三次元解析及び一次元解析の結果を踏まえて、妥当性を確認する。

※7: 押し波時には損失係数を小さく、引き波時には損失係数を大きく設定することで、津波が入りやすく、出にくい条件となるため、放水ピット水位が保守的となるように損失係数を設定する。

図 4-2 3号炉放水ピット流路縮小工の損失水頭評価手法の検証及び損失係数の設定フロー

(2) 対象範囲及びモデル化の考え方

損失水頭評価方法の検証におけるモデル化範囲は、図 4-3 に示す放水路、放水ピット（上部・下部）及び流路縮小工とし、複雑な三次元構造を有する 3 号炉放水ピット流路縮小工部を対象に損失水頭及び放水ピット内水位を確認する。

モデル化に当たっては、検証の対象である 3 号炉放水ピット流路縮小工周辺の排水路の複雑な三次元構造を模擬する必要がある。一方で、その他の放水路延長、放水ピット高さについては、三次元解析、水理模型実験及び一次元解析で同一の条件であれば、損失水頭及び放水ピット内水位の結果の比較が可能となる。

そのため、放水路から放水口については、同一断面が続き、損失水頭及び放水ピット内の水位評価に影響しないことから、放水ピット端部から 20m の範囲をモデル化した。また、放水ピット（上部）は水位上昇を測定できるように実際の放水ピット（上部）より高くなるようにモデル化した。

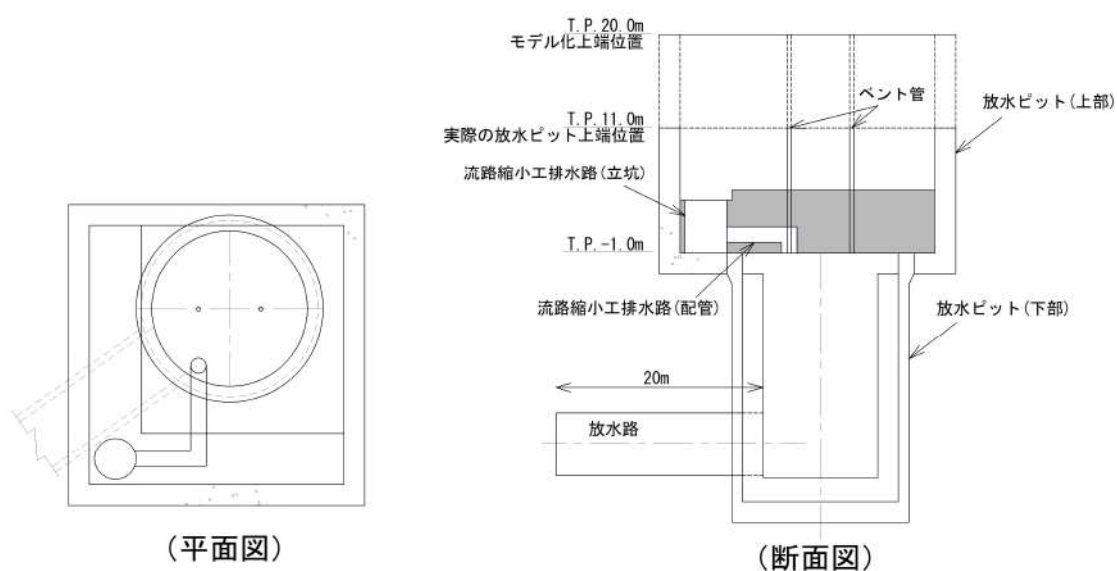


図 4-3 検証におけるモデル化範囲

(3) 検討に用いる波源について

検討では基準津波 18 ケースを対象とする。なお、各波源の放水口における基準津波の水位変動量を表 4-2 に示す。

基準津波の審査における説明内容を参考資料 3 に示す。

表 4-2 検討に用いる基準津波一覧

波源	地形モデル (損傷)
波源 A	防波堤損傷なし
波源 B	防波堤損傷なし
波源 B	北防波堤損傷
波源 C	防波堤損傷なし
波源 D	防波堤損傷なし
波源 D	北及び南防波堤損傷
波源 D	南防波堤損傷
波源 D	北防波堤損傷
波源 E	北及び南防波堤損傷
波源 E	南防波堤損傷
波源 F	北及び南防波堤損傷
波源 F	北防波堤損傷
波源 G	南防波堤損傷
波源 H	北防波堤損傷
波源 I	防波堤損傷なし
波源 J	北及び南防波堤損傷
波源 K	南防波堤損傷
波源 L	北防波堤損傷

4.3 三次元解析と水理模型実験の損失水頭及び損失係数の整合性の確認による三次元解析モデルの構築

(1) 損失水頭及び損失係数の確認方法

水理模型実験と整合性を有する三次元解析モデルを構築するために、三次元解析及び水理模型実験の両方で損失水頭及び損失係数を確認する。

損失水頭の確認については、対象区間の水位差より算出するため、水位差の対比が可能な定常流を用いて行う。また、算出された損失水頭を代表位置（流路縮小工排水路（配管））における速度水頭で除すことにより損失係数を算出する。

一次元解析では、電力土木技術協会（1995）他で示されている定常流を対象とした損失係数を適用し、非定常な管路内の水位の変動を算出している。これは、非定常流時の流量変化に伴う損失係数の変化は小さく、定常流を対象とした損失係数を非定常流解析に適用しても全体の流況に与える影響は小さいという考え方に基づいている。

この考え方の妥当性を確認するため、三次元解析による損失係数及び水理模型実験の損失水頭より算出される損失係数（損失水頭を代表位置（流路縮小工排水路（配管））における速度水頭で除した値）は、津波時に生じる流れにあるような乱流領域（高レイノルズ数領域）においてレイノルズ数依存性が小さく、流量が変化しても大きく変化しないことを確認する。

流量が変化しても損失係数が大きく変化しないことを確認できた場合には、流量が時間的に変化する非定常流時において定常流時の損失係数を一次元解析に適用しても問題ないと判断する。

(2) 解析及び実験に用いる流量の条件

損失水頭及び損失係数を確認するために行う定常流の三次元解析及び水理模型実験における設定流量は、津波時の最大流量を包絡する流量として $12.0\text{m}^3/\text{s}^{※1}$ とし、損失水頭から算出する損失係数が流量によらず一定値であることを確認するために、津波時以外の流量として $2.0\text{m}^3/\text{s}^{※1}$ を設定する。

乱流領域においてはレイノルズ数依存性が小さく、流量が変化しても損失係数に大きな変化が生じないことの確認として、今回実施する $12.0\text{m}^3/\text{s}$ 及び $2.0\text{m}^3/\text{s}$ において損失水頭から算出される損失係数に大きなばらつきがないことを確認する。なお、実験で得られる損失係数に流量依存性はないと考えるものの、得られた損失係数にばらつきが大きい場合には、必要に応じて流量条件を追加し確認を行う。

$2.0\text{m}^3/\text{s}$ については、原子炉補機冷却海水ポンプの定格流量 ($1,700\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{台} \div 0.5\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{台}$) から、外部電源喪失によるブラックアウトシーケンス作動時にポンプ4台全台が起動することを踏まえ、4台分の流量を考慮し設定した。

$12.0\text{m}^3/\text{s}$ については、放水路～放水ピット（下部）を津波が逆流し、放水ピット水位が上昇した場合、水位が流路縮小工下端 (T.P. -1.0m) 以上になると流路縮小工を津波が通過するため、放水ピット水位が T.P. -1.0m 以上になる時間帯における放水路入口最大流量を包絡するよう設定した。

また、最大流量の算出に当たっては、表 4-2 に示すとおり基準津波 18 ケースを参考とした。

図 4-4～図 4-21 に放水ピット水位及び放水路入口流量の時刻歴波形を示す（図 4-22 より放水ピット水位が T.P. -1.0m より低い時間帯は、流路縮小工を通過する最大流量算出の対象外とした。）

また、流れ方向による損失水頭及び損失係数の変化を確認するため引き波方向（放水ピット→放水口）・押し波方向（放水口→放水ピット）を模擬した実験を実施する。

以上より、定常流で実施する 4 ケースを、表 4-3 に示す。

※1：水理模型実験においてはフルード相似則を適用した 1/50 スケールでの流量にて実施する。実験における流量は表 4-3 に示す。

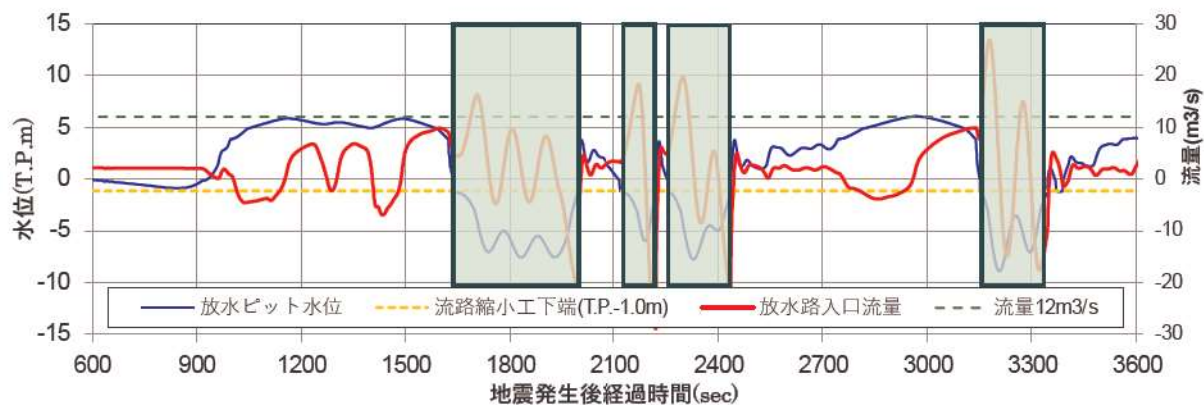


図 4-4 波源 A（防波堤損傷なし）

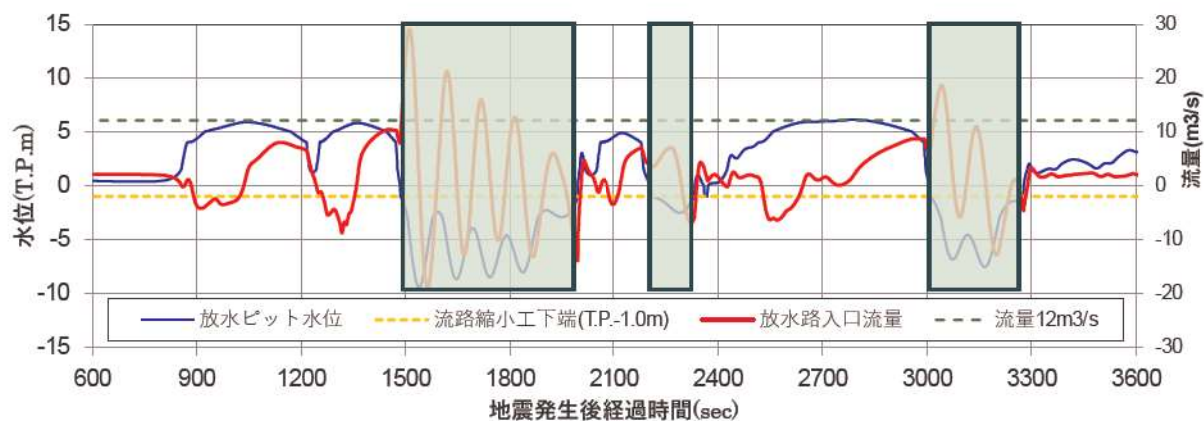


図 4-5 波源 B（防波堤損傷なし）

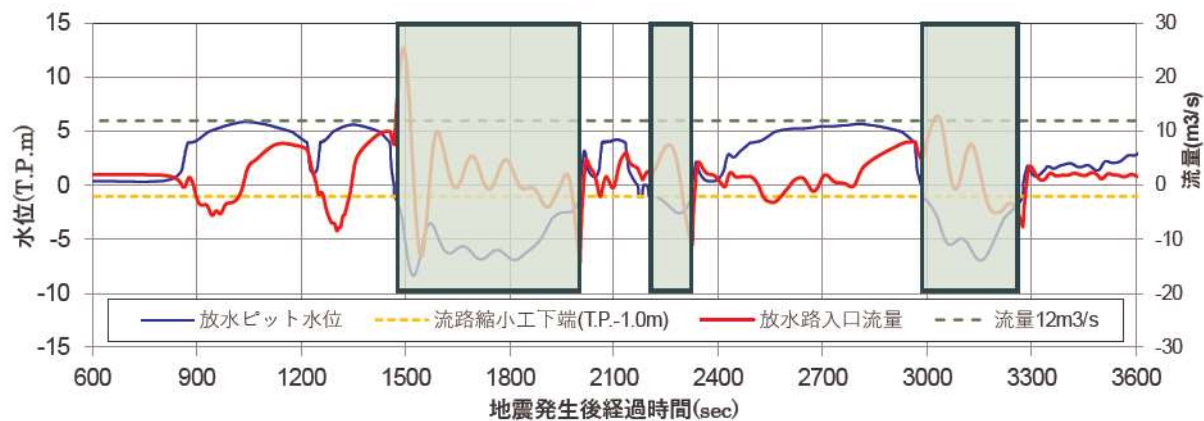


図 4-6 波源 B（北防波堤損傷）

※ハッチング部の時間帯は、放水ピットの水位が図 4-22 のように流路縮小工下端（T.P. -1.0m）より下であり、流路縮小工内を通過していない状況であることから、流路縮小工を通過する流量算出の対象外とした。

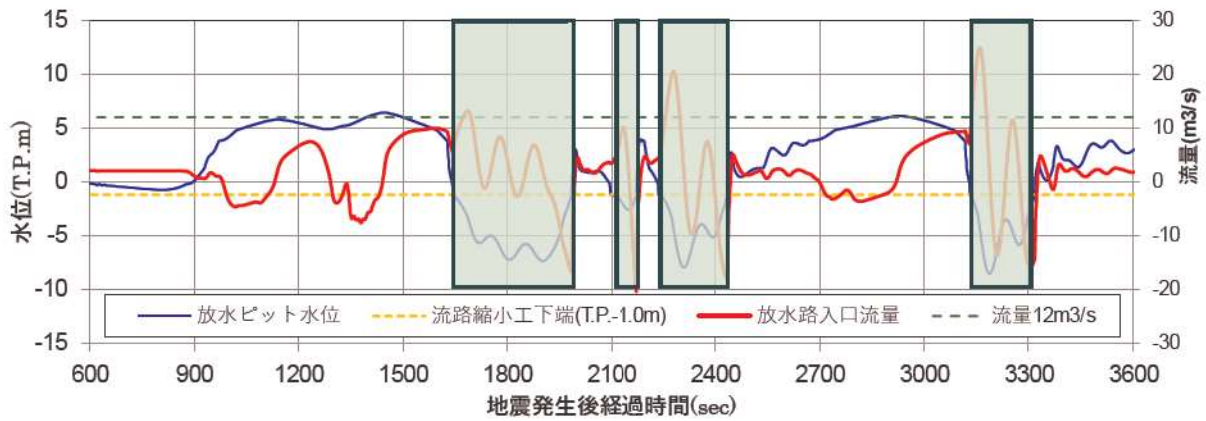


図 4-7 波源 C（防波堤損傷なし）

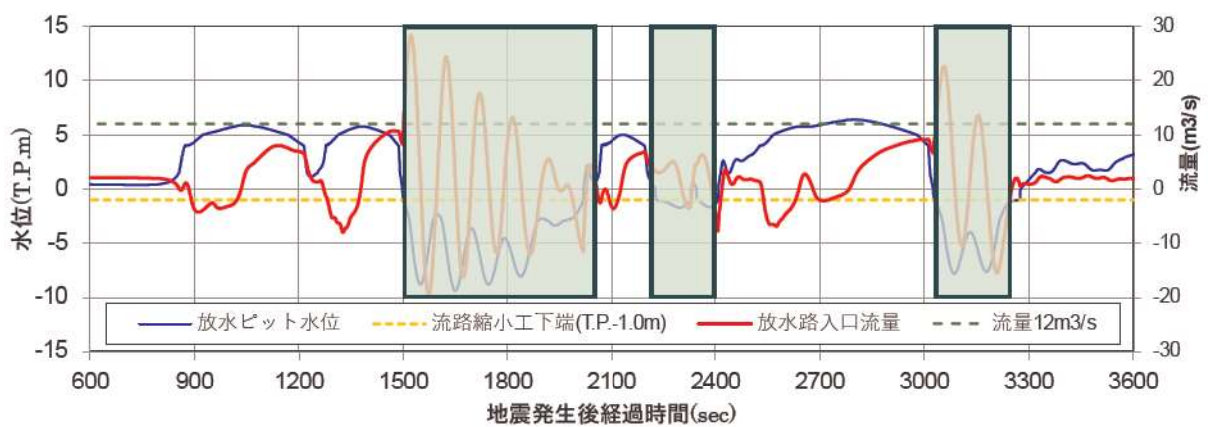


図 4-8 波源 D（防波堤損傷なし）

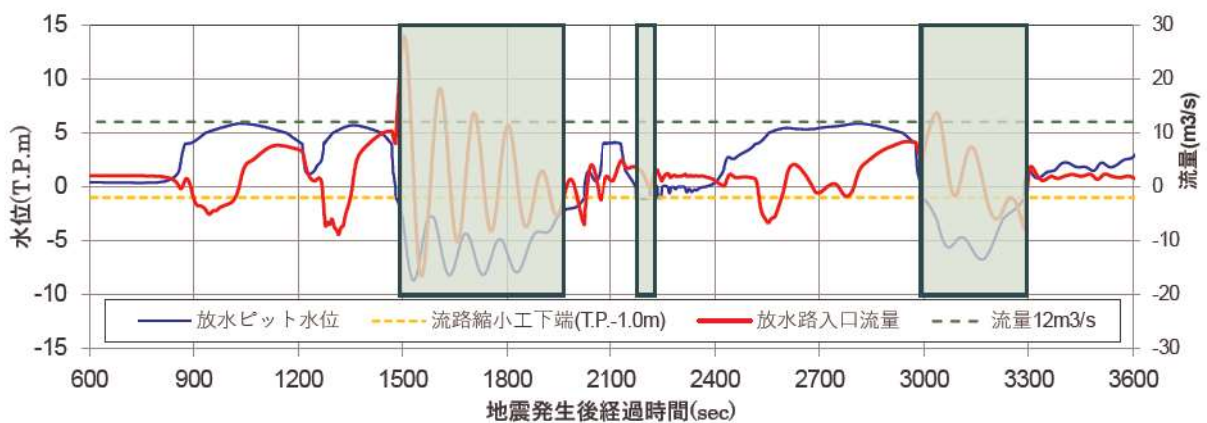


図 4-9 波源 D（北及び南防波堤損傷）

※ハッチング部の時間帯は、放水ピットの水位が図 4-22 のように流路縮小工下端（T.P. -1.0m）より下であり、流路縮小工内を通過していない状況であることから、流路縮小工を通過する流量算出の対象外とした。

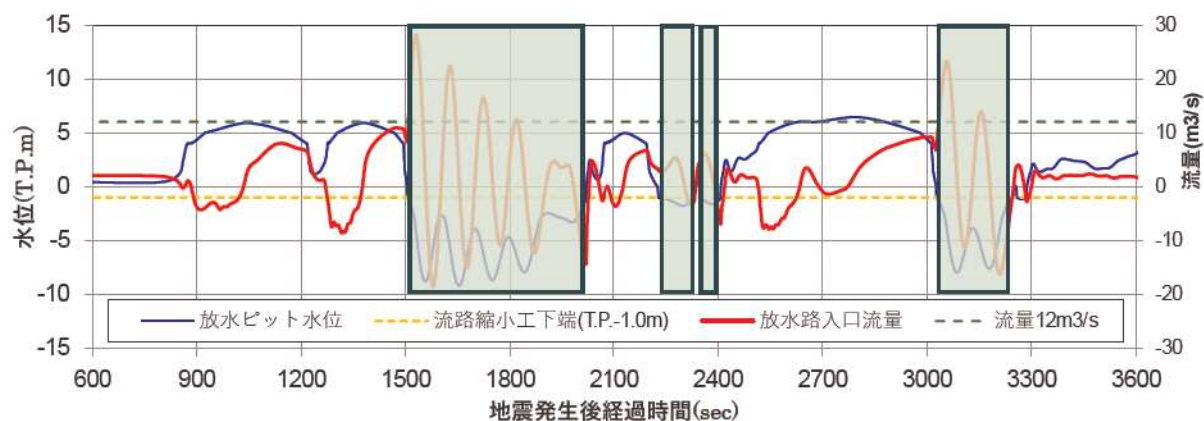


図 4-10 波源 D（南防波堤損傷）

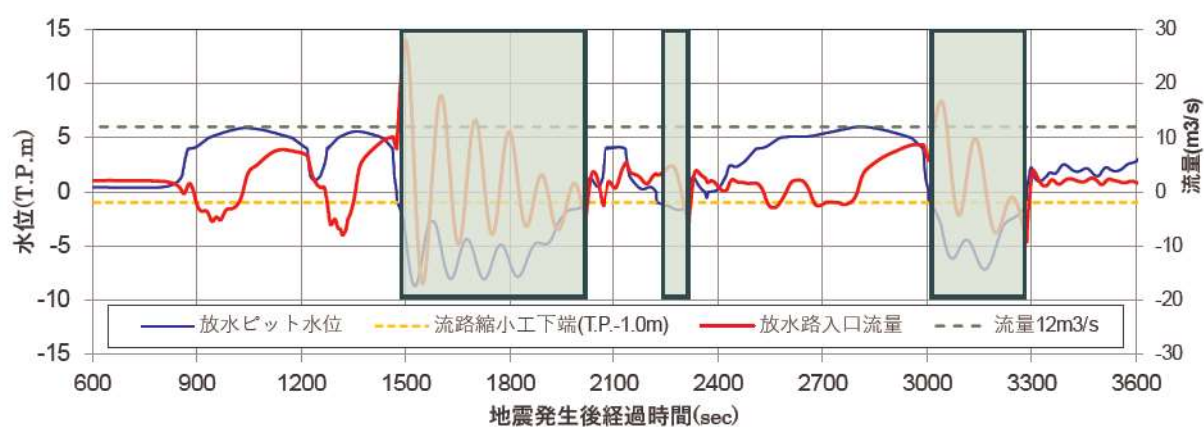


図 4-11 波源 D（北防波堤損傷）

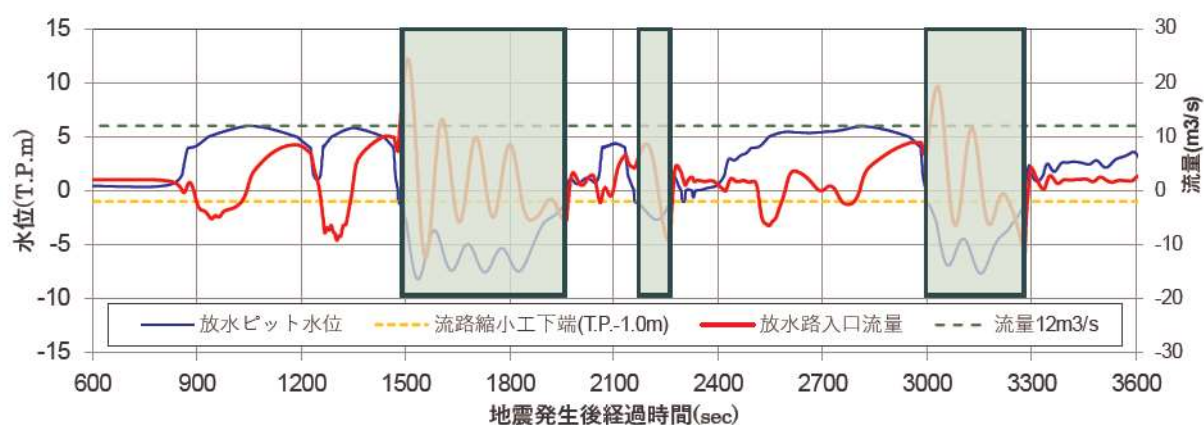


図 4-12 波源 E（北及び南防波堤損傷）

※ハッチング部の時間帯は、放水ピットの水位が図 4-22 のように流路縮小工下端（T.P. -1.0m）より下あり、流路縮小工内を通過していない状況であることから、流路縮小工を通過する流量算出の対象外とした。

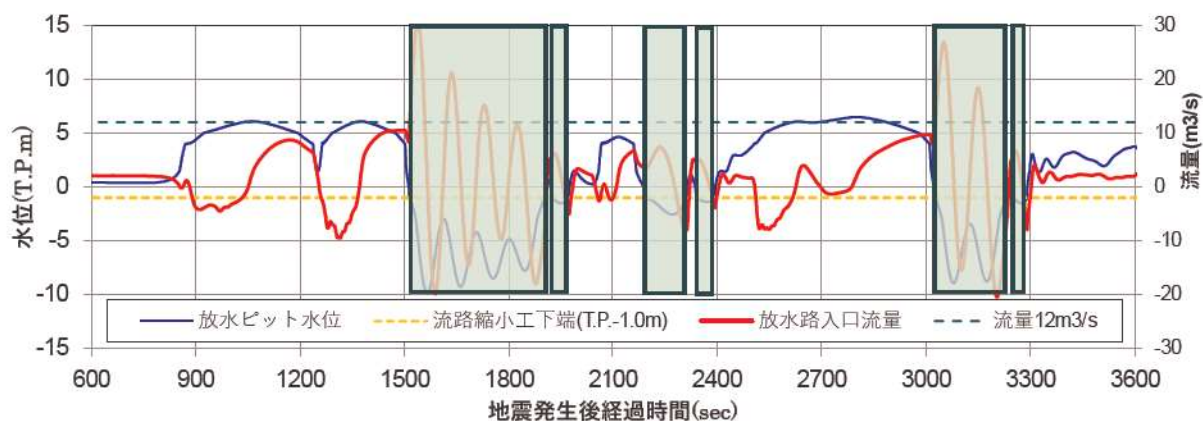


図 4-13 波源 E（南防波堤損傷）

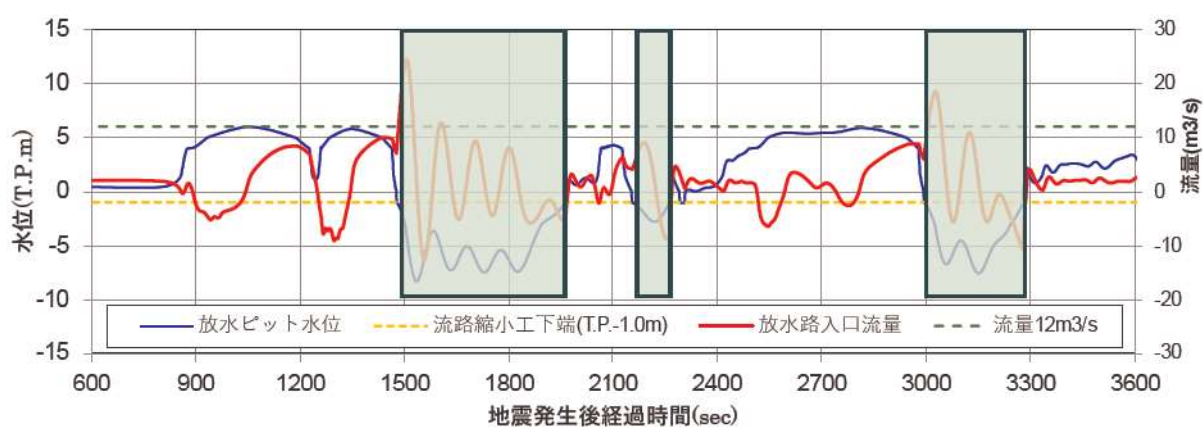


図 4-14 波源 F（北及び南防波堤損傷）

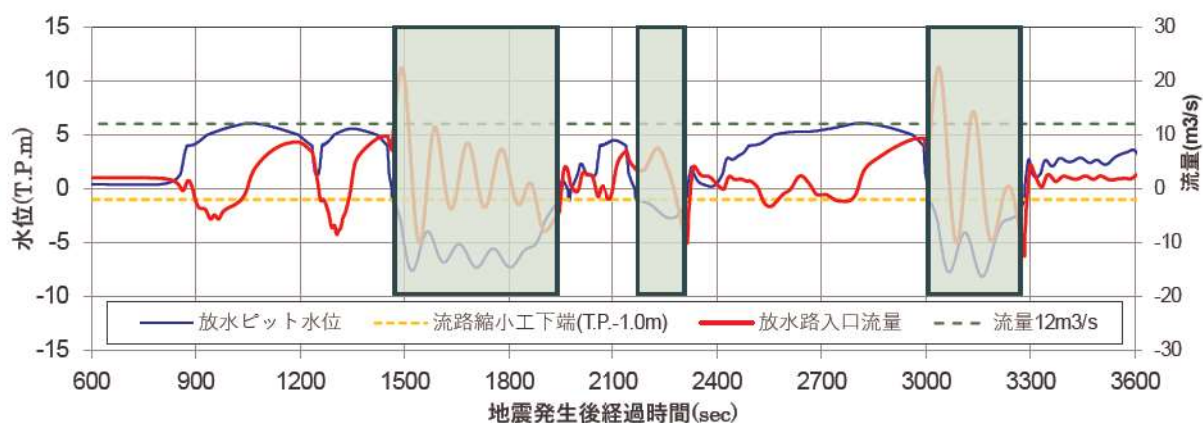


図 4-15 波源 F（北防波堤損傷）

※ハッチング部の時間帯は、放水ピットの水位が図 4-22 のように流路縮小工下端（T.P. -1.0m）より下あり、流路縮小工内を通過していない状況であることから、流路縮小工を通過する流量算出の対象外とした。

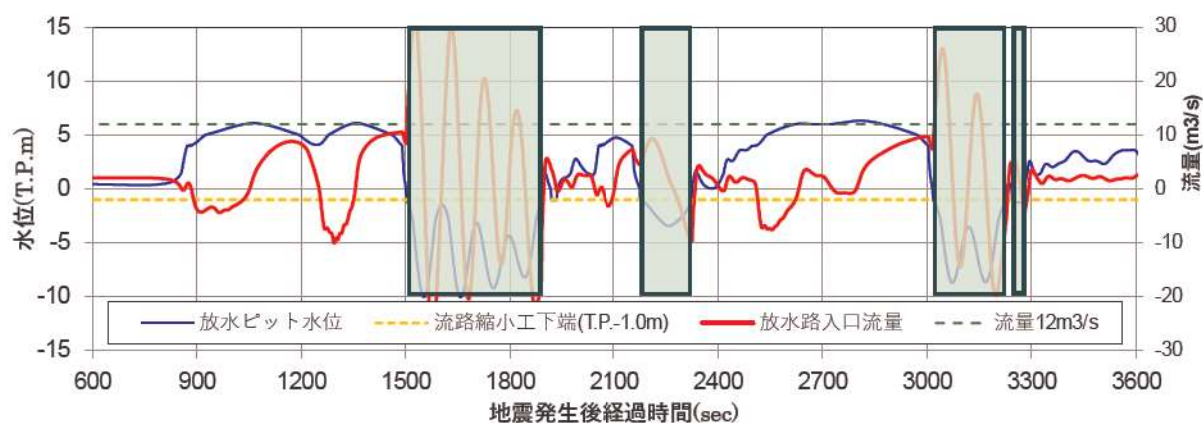


図 4-16 波源 G（南防波堤損傷）

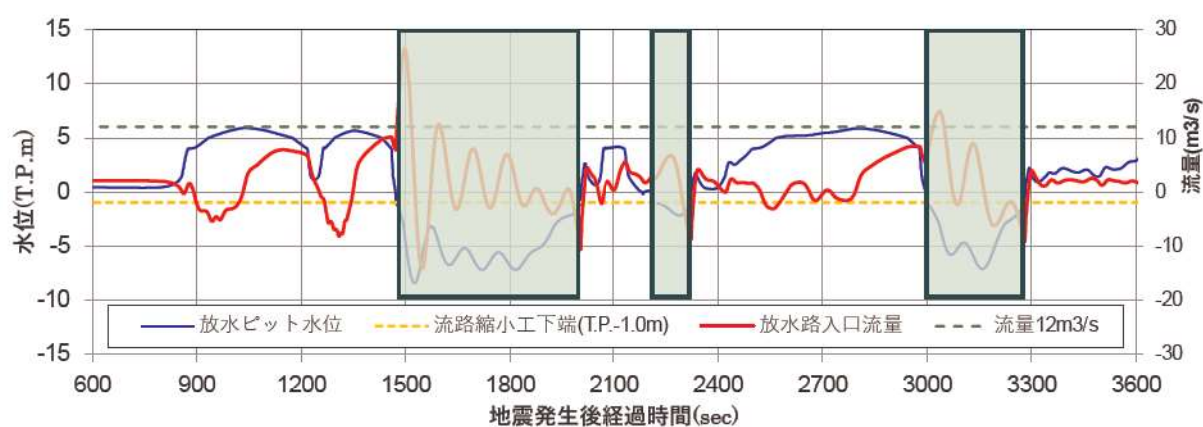


図 4-17 波源 H（北防波堤損傷）

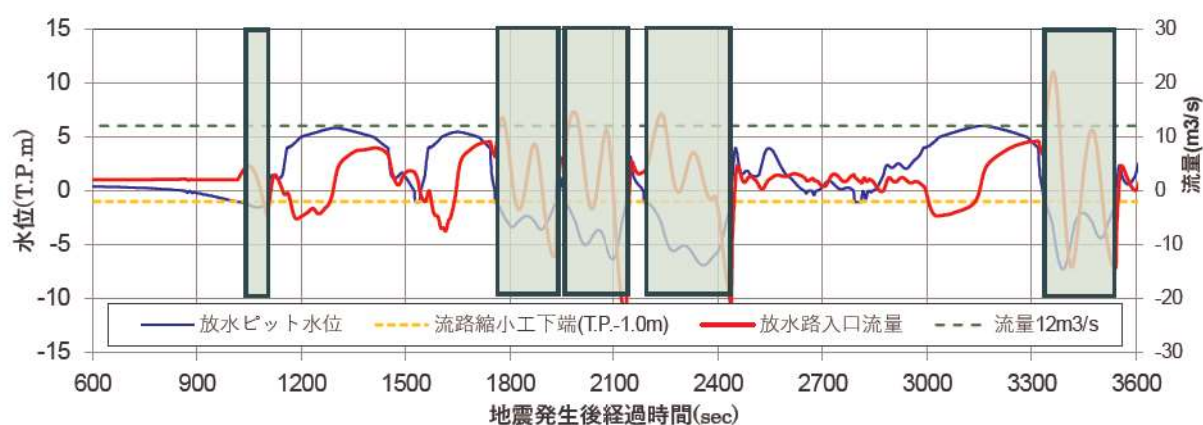


図 4-18 波源 I（防波堤損傷なし）

※ハッチング部の時間帯は、放水ピットの水位が図 4-22 のように流路縮小工下端（T.P. -1.0m）より下あり、流路縮小工内を通過していない状況であることから、流路縮小工を通過する流量算出の対象外とした。

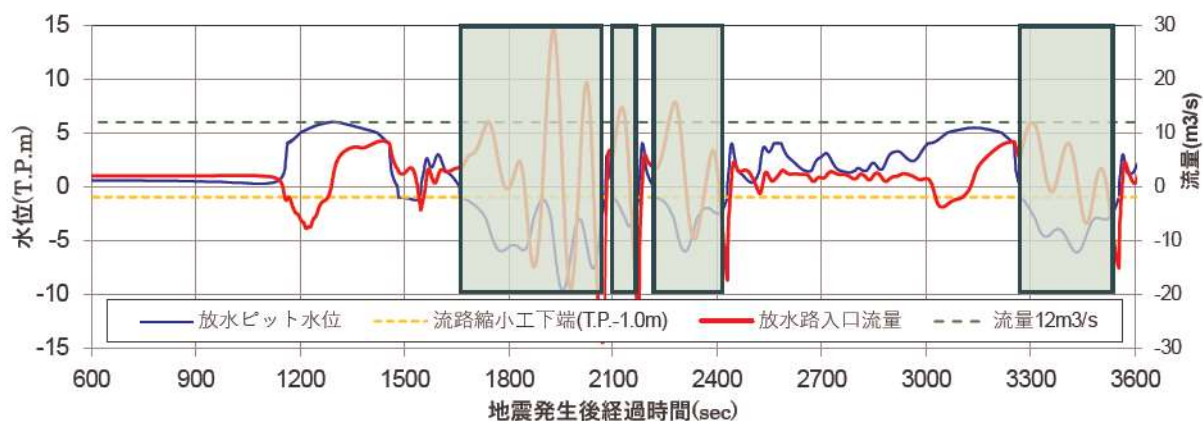


図 4-19 波源 J（北及び南防波堤損傷）

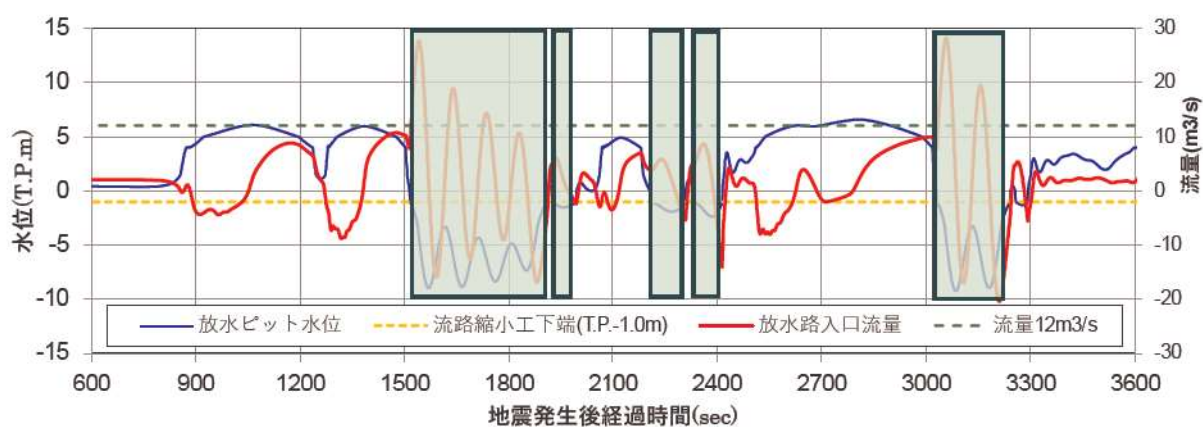


図 4-20 波源 K（南防波堤損傷）

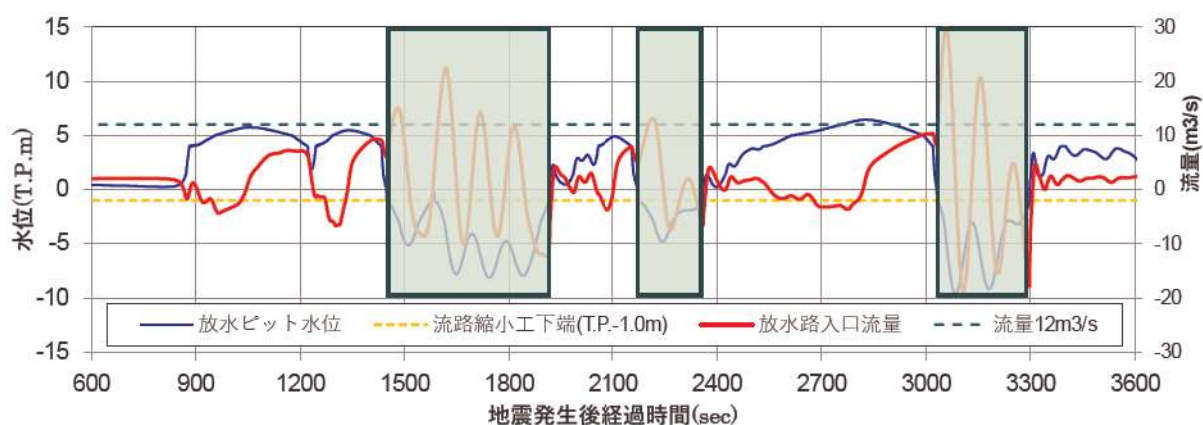
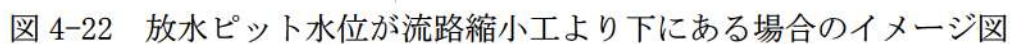


図 4-21 波源 L（北防波堤損傷）

※ハッチング部の時間帯は、放水ビットの水位が図 4-22 のように流路縮小工下端（T.P. -1.0m）より下あり、流路縮小工内を通過していない状況であることから、流路縮小工を通過する流量算出の対象外とした。



ケース	流量 (m^3/s)	流れ方向	備考
定常流①	2.0	引き波方向 (放水ピット→放水口)	津波来襲前の原子炉補機 冷却海水ポンプ設定流量
定常流②		押し波方向 (放水口→放水ピット)	
定常流③	12.0	引き波方向 (放水ピット→放水口)	津波時の設定流量
定常流④		押し波方向 (放水口→放水ピット)	

(3) A：三次元解析の方法及び条件

a. 方法

損失水頭については、放水路端部の水槽から一定の流量の入力を行い、得られた水位差から算出する。また、算出された損失水頭を代表位置（流路縮小工排水路（配管））における速度水頭で除すことにより損失係数を算出する。

3号炉放水ピット流路縮小工イメージ図を図4-23に示す。

A：三次元解析に用いる解析モデルイメージ、水位測定箇所及び圧力水頭測定箇所を図4-24、図4-25に示す。解析モデルは水理模型実験と同じ縮尺（1/50）とする。

水理模型実験と同条件での比較をするために、定常流状態において水槽内の水位と放水ピット（上部）の水位差により全体の損失水頭を算出し、算出された損失水頭を代表位置（流路縮小工排水路（配管））における速度水頭で除すことにより損失係数を算出する。また、水理模型実験では損失水頭の測定ができない圧力水頭測定箇所に測定点を設置し、参考として損失水頭を確認する。

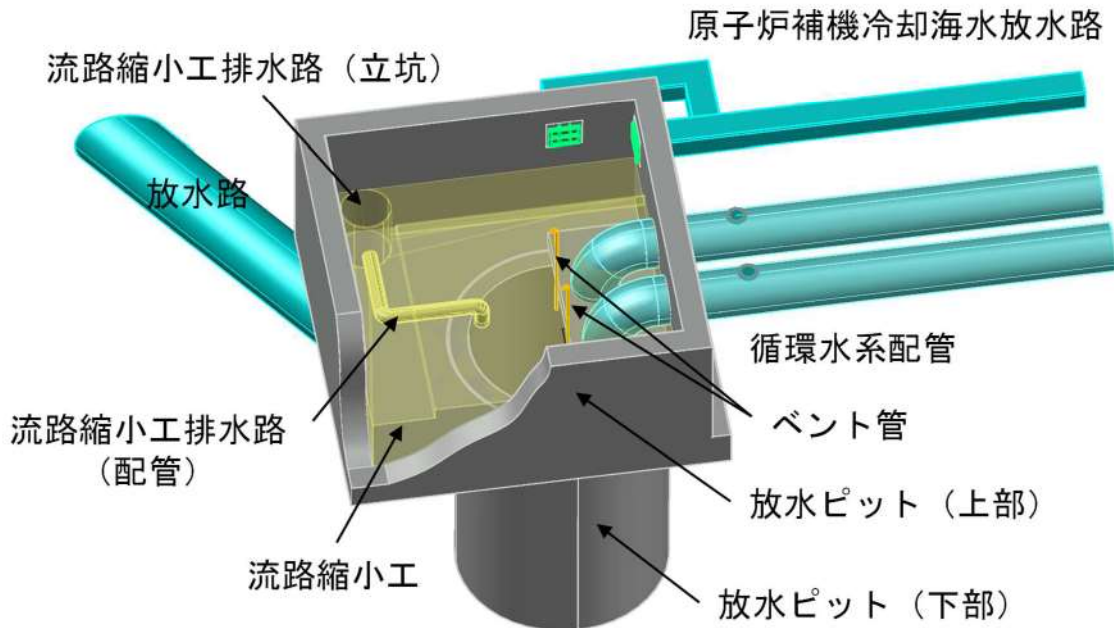


図4-23 3号炉放水ピット流路縮小工イメージ図

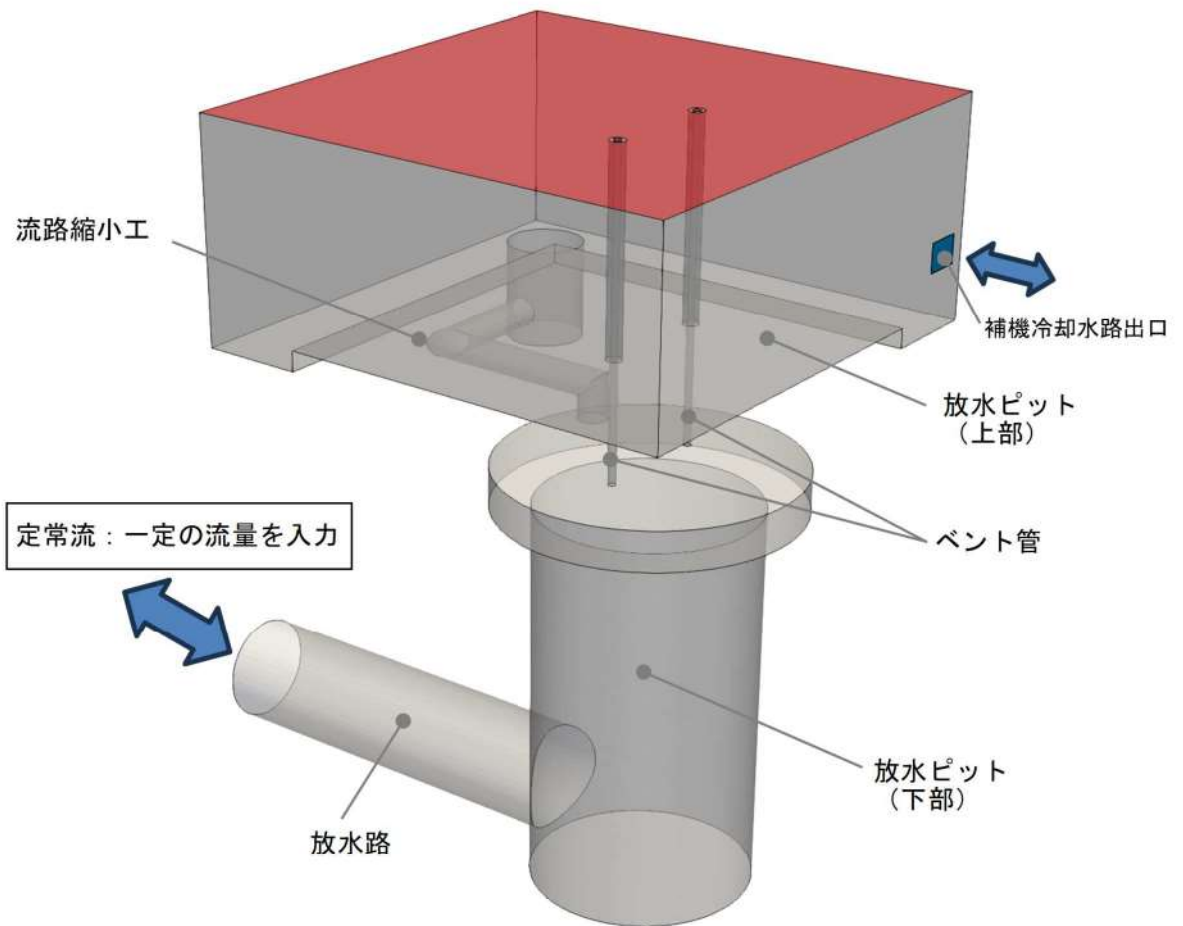


図 4-24 三次元解析モデルイメージ図

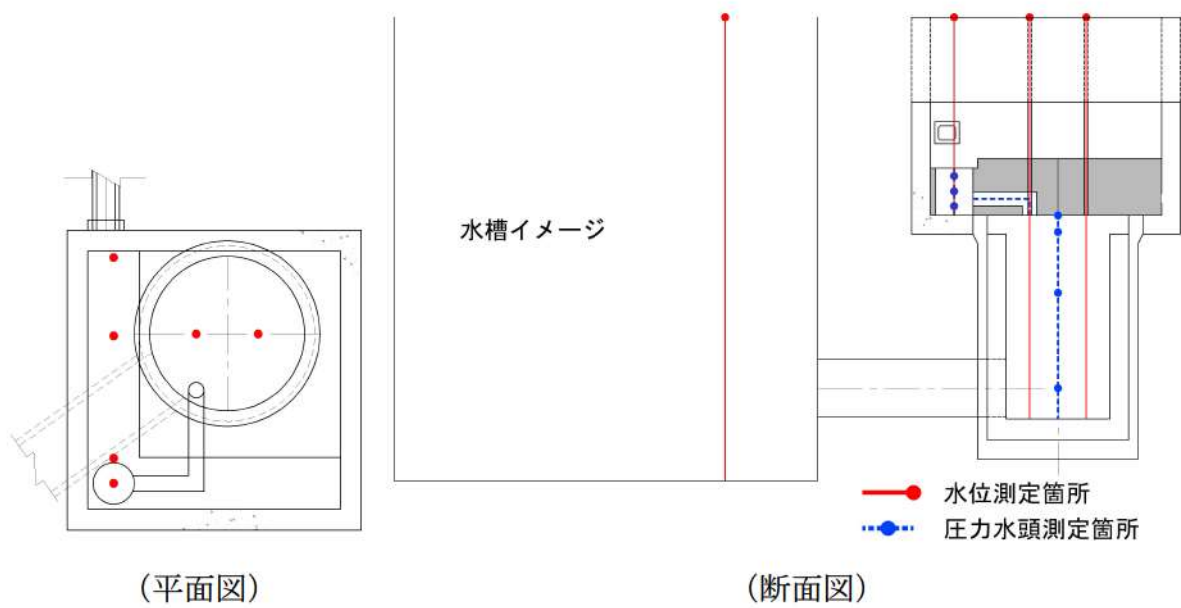


図 4-25 三次元解析水頭算出位置図

b. 条件

粗度係数については、水理模型実験と同条件での比較をするために、実験の粗度係数 0.010（アクリル相当）を入力する。

解析コードは、OpenFOAM（Ver. 2.4.0）を用いる。

OpenFOAM については、国内外の機械、土木、建築及び気象を含めた様々な分野において、三次元数値流体力学ツールとして使用実績を有しており、妥当性は十分に確認されている。また、VOF 法（Volume of Fluid 法）による自由表面解析手法を有し、VOF 法は「原子力発電所耐震設計技術規程 JEAC4601-2008」において、複雑な容器形状や流体の非線形現象を考慮する場合に有効であるとされている。今回、複数の粗度係数（0.010 及び 0.014）を用いて解析を実施するが、保坂ら（2021）では、粗度係数 0.015 を使用し、同程度の値を使用していることから今回使用する粗度係数においても、適用範囲内であると言える。

(4) B：水理模型実験の方法及び条件

a. 方法

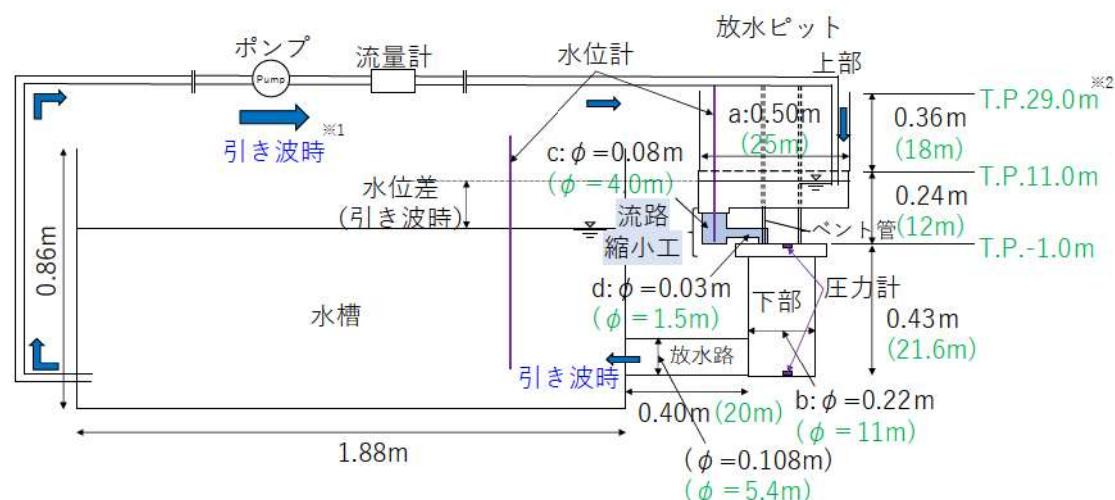
損失水頭は、ポンプ及び流量計を用いて流量を制御し、水槽から一定の流量の入力を行い、得られた水槽内の水位と放水ピット（上部）の水位差から算出する。また、算出された損失水頭を代表位置（流路縮小工排水路（配管））における速度水頭で除すことにより損失係数を算出する。

通水前の放水ピット及び水槽の初期水位は、定常流状態において流路縮小工で生じる損失水頭及び損失係数を再現するため、流路縮小工が満管状態となるように設定する必要がある。

実験により得られる損失水頭及び損失係数は初期水位に依存しないことから、今回の水理模型実験では、流路縮小工が常時満管状態となるように、補機冷却海水放水路（水理模型実験では放流管）設置位置である T.P. 7.0m を実験開始前から実験中（定常流状態：水槽と放水ピット上部で水位差がついた状態）において常に没水させるように、放水ピット内の水位が上昇する引き波時には、初期水位 T.P. 7.5m とし、放水ピット内の水位が低下する押し波時は初期水位 T.P. 16.5m とする。

なお、流路縮小部に圧力計及び差圧計を設置した場合、圧力計及び圧力検出配管の設置に伴う流れの乱れが発生し、実験結果に影響する可能性があるため、放水ピット（下部）の 2 箇所に圧力計を設置し、参考として損失水頭を確認する。

水理模型実験イメージ図（引き波時）を図 4-26 に、水理模型実験イメージ図（押し波時）を図 4-27 に示す。



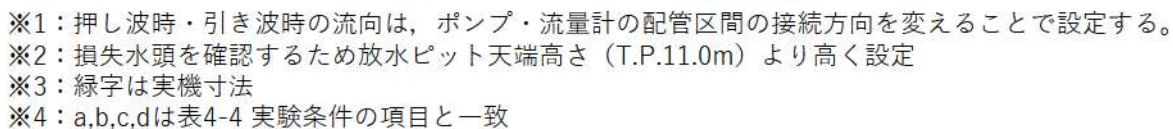
※1：押し波時・引き波時の流向は、ポンプ・流量計の配管区間の接続方向を変えることで設定する。

※2：損失水頭を確認するため放水ピット天端高さ（T.P.11.0m）より高く設定

※3：緑字は実機寸法

※4：a,b,c,dは表4-4 実験条件の項目と一致

図 4-26 水理模型実験イメージ図（引き波時）



b. 条件

模型に使用する材料はアクリルとし、粗度係数は 0.010（土木学会（1999）より、同等の素材である強化プラスチックの粗度係数を選定）とする。

模型の再現範囲は、三次元解析と同じ範囲とする。

表 4-4 実験条件

		実機	模型※
材質		コンクリート	アクリル
津波来襲前の 原子炉補機冷 却海水ポンプ 設定流量	流量 [m ³ /s]	2.0	0.11×10^{-3}
	レイノルズ数	1.7×10^6	4.8×10^3
津波時の 設定流量	流量 [m ³ /s]	12.0	0.68×10^{-3}
	レイノルズ数	1.0×10^7	2.9×10^4
a:放水ピット（上部）寸法（m）		幅：25.0 奥行：24.5	幅：0.50 奥行：0.49
b:放水ピット（下部）内径（m）		11.0	0.22
c:流路縮小工排水路（立坑）内径（m）		4.0	0.08
d:流路縮小工排水路（配管）内径（m）		1.5	0.03

※ 実機と模型のフルード数が同一となるように流量を設定する場合の流量の導出過程については、参考資料3参照

(5) 三次元解析と水理模型実験の損失水頭及び損失係数の整合性の確認

B：水理模型実験より算出した損失水頭及び損失係数と整合性を確認した三次元解析モデルを構築するため、水理模型実験で得られた流路縮小工を含む、放水ピットから放水路に至る全体の損失水頭及び損失係数とこれに対応する三次元解析の損失水頭及び損失係数を比較する。

なお、三次元解析と水理模型実験の損失水頭及び損失係数の整合性を確認できない場合は、A：三次元解析のパラメータ（メッシュサイズ・粗度係数等）を変更する。

また、三次元解析のパラメータを変更後の水理模型実験と三次元解析の損失水頭及び損失係数の差分については、水位挙動（放水ピット内の水位の時刻歴波形）への影響を確認するとともに、その差分を踏まえて裕度を持った損失係数の設定を行う。ここで損失係数は、放水ピットから放水路に至る全体の損失水頭を代表位置（流路縮小工排水路（配管））における速度水頭で除すことにより算出する。

4.4 三次元解析と水理模型実験の損失水頭及び損失係数の整合性の確認結果

追而

4.5 三次元解析と一次元解析の水位比較を用いた一次元解析による損失水頭評価の妥当性検証

(1) 検証方法及び入力波形の条件

a. 検証方法

妥当性検証は、C：三次元解析とD：一次元解析より算出した放水ピット内の水位を比較し、一次元解析により算出した放水ピット内の水位の方が高くなることを確認することで行う。

波形は、短い間隔で繰り返し来襲する泊発電所の津波の特徴（流入した津波が放水ピット上部に滞水した状態で次の津波が流入し、当該箇所の水位が高くなる可能性のあること）を踏まえた模擬波を用いて行う。

以上の検証より一次元解析モデルを用いた場合の損失水頭評価が妥当であることを確認する。

b. 入力波形の条件

本検討では、基準津波 18 ケースを対象とした入力波形を用いる。

基準津波 18 ケースについては、類似の波形もあることから、合理的に三次元解析を用いた検証を行うため、模擬波を用いて行う。

模擬波の作成に当たっては、短い間隔で水位の高い波が繰り返し来襲する津波の特徴を模擬するため、第1波と第2波を包絡する模擬波に加えて、水位の高い状態の継続時間が長くなる第3波と第4波を包絡する模擬波も対象とする。また、第1波と第2波の後、流入した津波が放水ピット上部に滞水した状態（放水ピット水位が流路縮小工下端 T.P. -1.0m を下回らない状態）で次の津波が流入し、当該箇所の水位が高くなる事象の影響を考慮するために、第1波～第4波の連続波を対象とする。

基準津波 18 ケースを類似の波形グループ毎に4つに分類することができたことから波形グループ①～④をそれぞれ模擬波①～④とする。

模擬波作成のための波形グループの分類を表 4-5 に示す。

入力波形作成に用いた基準津波 18 ケースの放水口及び放水池地点での波形と模擬波を波形グループ毎に図 4-28～図 4-35 に示す。

表 4-5 模擬波作成のため波形グループの分類

No.	波源	地形モデル (防波堤の損傷状況)	波形 グループ
1	波源 A	防波堤損傷なし	②
2	波源 B	防波堤損傷なし	①
3	波源 B	北防波堤損傷	①
4	波源 C	防波堤損傷なし	②
5	波源 D	防波堤損傷なし	①
6	波源 D	北及び南防波堤損傷	①
7	波源 D	南防波堤損傷	①
8	波源 D	北防波堤損傷	①
9	波源 E	北及び南防波堤損傷	①
10	波源 E	南防波堤損傷	①
11	波源 F	北及び南防波堤損傷	①
12	波源 F	北防波堤損傷	①
13	波源 G	南防波堤損傷	①
14	波源 H	北防波堤損傷	①
15	波源 I	防波堤損傷なし	③
16	波源 J	北及び南防波堤損傷	④
17	波源 K	南防波堤損傷	①
18	波源 L	北防波堤損傷	①

作成した模擬波の再現性及び保守性は以下のとおりである。

- ・再現性：短い間隔で繰り返し来襲する泊発電所の津波の特徴を踏まえ，流入した津波が放水ピット上部に滞水した状態で次の津波が流入し，当該箇所の水位が高くなる挙動を再現するため，時刻歴波形が基準津波の波形と概ね合うように設定する。
- ・保守性：放水ピット水位が保守的となるように，基準津波の波形よりも水位が高く，流路縮小工下端（T.P. -1.0m）以上となる水位の継続時間が長くなるように設定する。

水位の抽出位置である放水池及び放水路平面図を図 4-36 に，放水池及び放水口断面図を図 4-37 に示す。

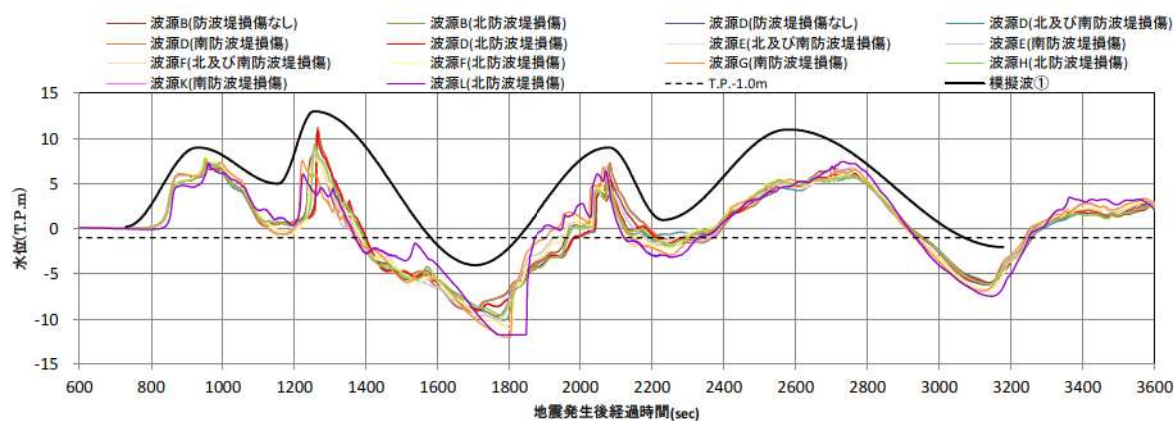


図 4-28 波形グループ① (14 波 (No. 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18)) の各波形と模擬波①(放水口水位)

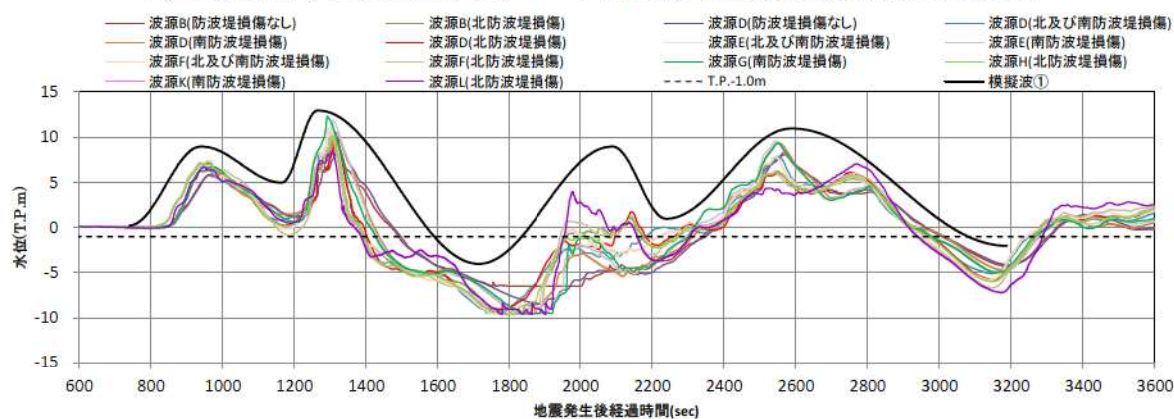


図 4-29 波形グループ① (14 波 (No. 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18)) の各波形と模擬波①(放水池水位)

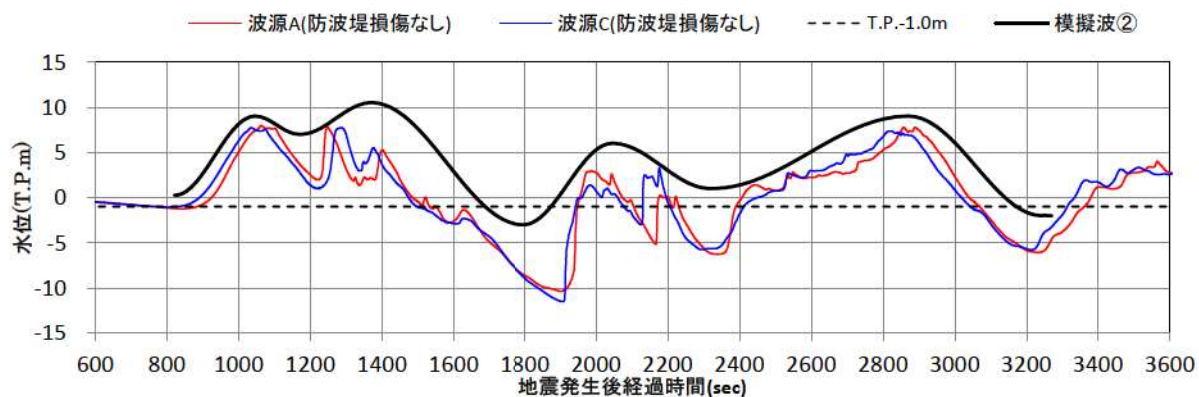


図 4-30 波形グループ②（2波（No. 1，4））の各波形と
模擬波②(放水口水位)

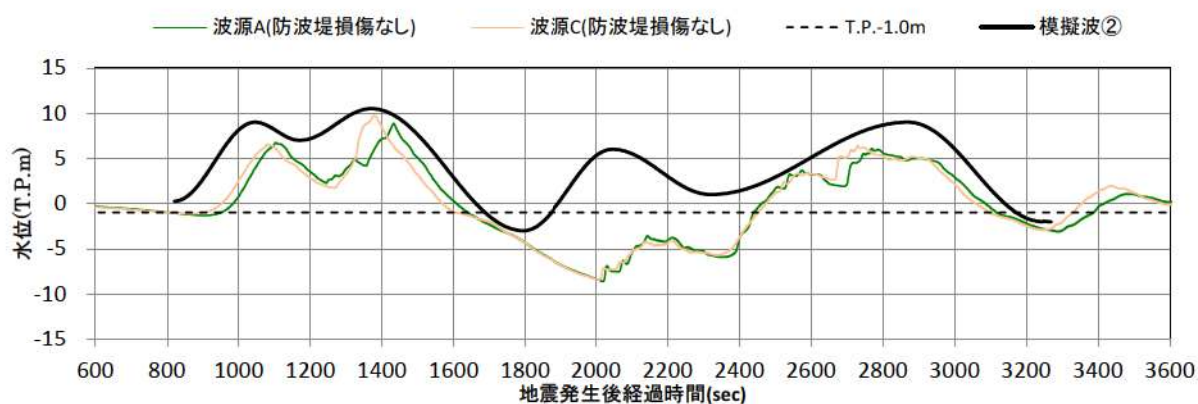


図 4-31 波形グループ②（2波（No. 1，4））の各波形と
模擬波②(放水池水位)

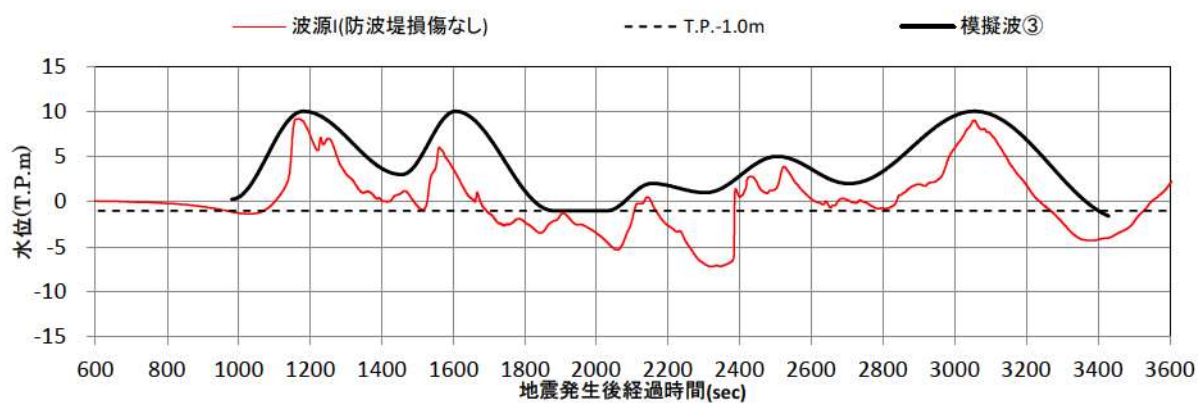


図 4-32 波形グループ③（1 波（No. 15）の各波形と
模擬波③(放水口水位)

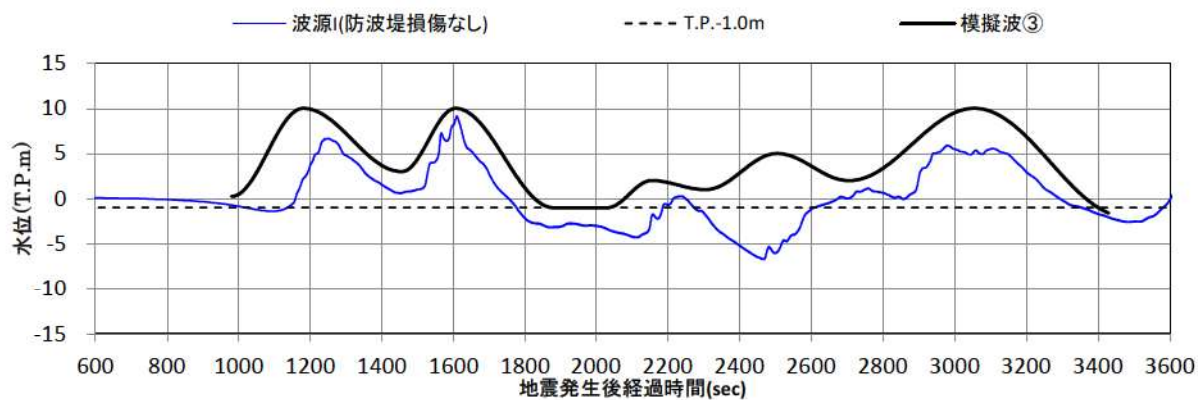


図 4-33 波形グループ③（1 波（No. 15）の各波形と
模擬波③(放水池水位)

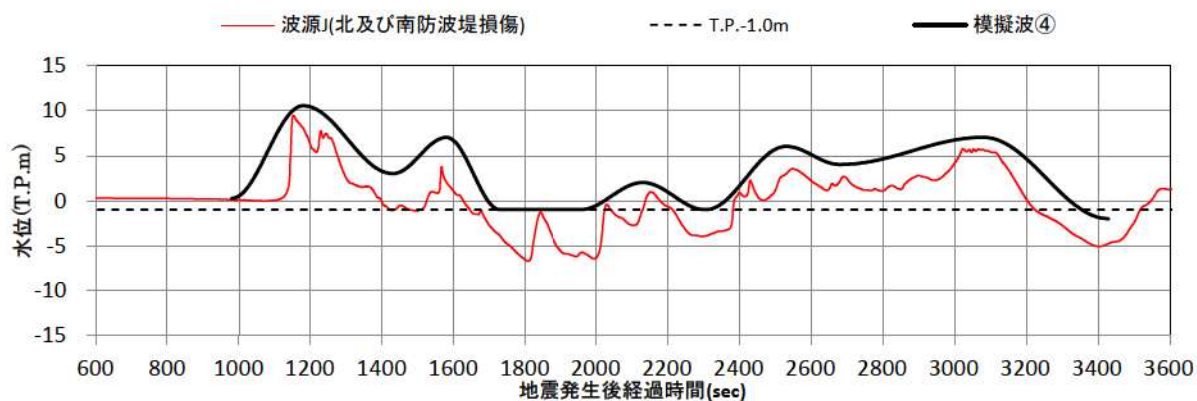


図 4-34 波形グループ④（1 波（No. 16））の各波形と
模擬波④(放水口水位)

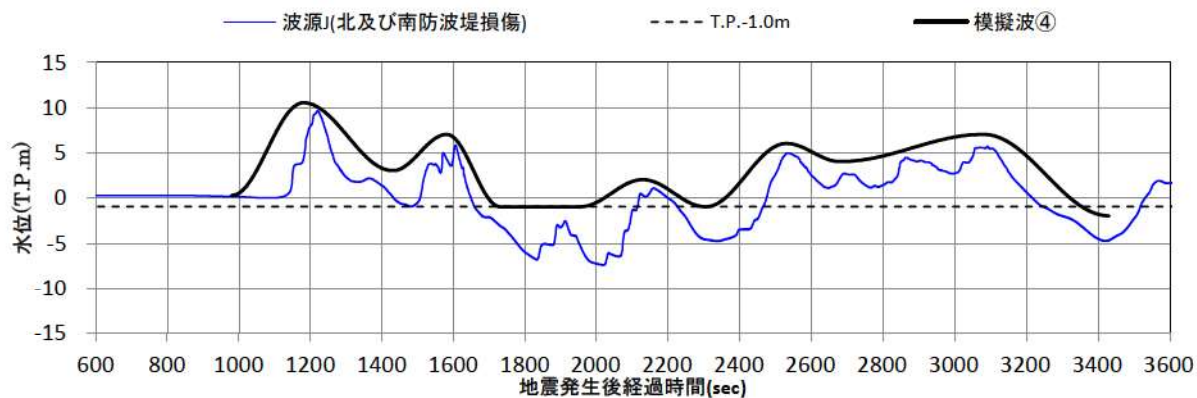


図 4-35 波形グループ④（1 波（No. 16））の各波形と
模擬波④(放水池水位)

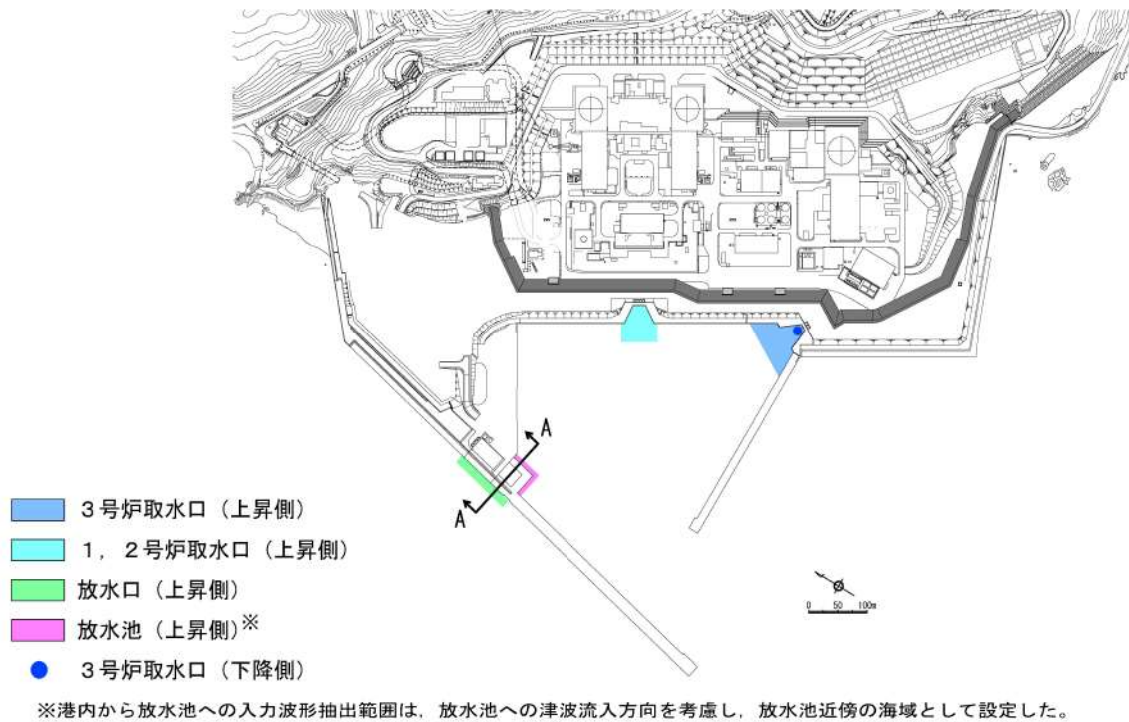


図 4-36 放水池及び放水口平面図

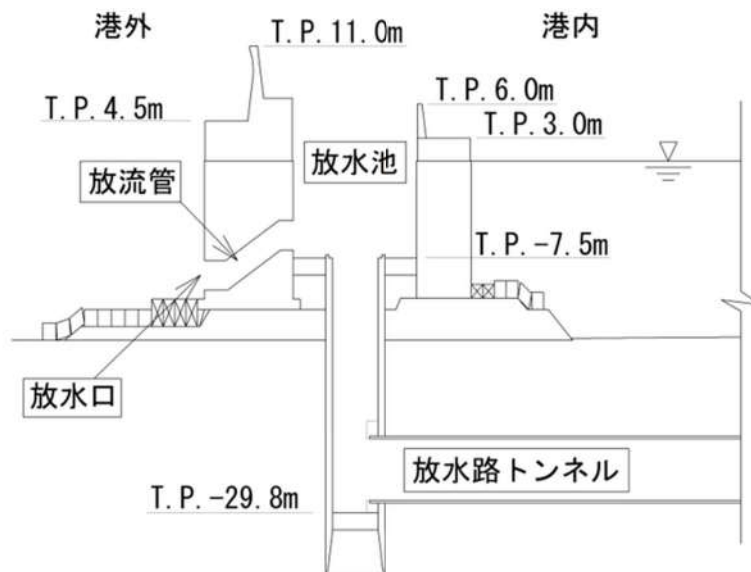


図 4-37 放水池及び放水口断面図（A-A断面）

(2) C : 三次元解析方法及び条件

a. 方法

放水路端部に入力する流量を変化させることで設定した模擬波の入力を行い、放水ピットの水位を算出する。

C : 三次元解析に用いる解析モデルイメージを図 4-38, 水位測定箇所を図 4-39 に示す。

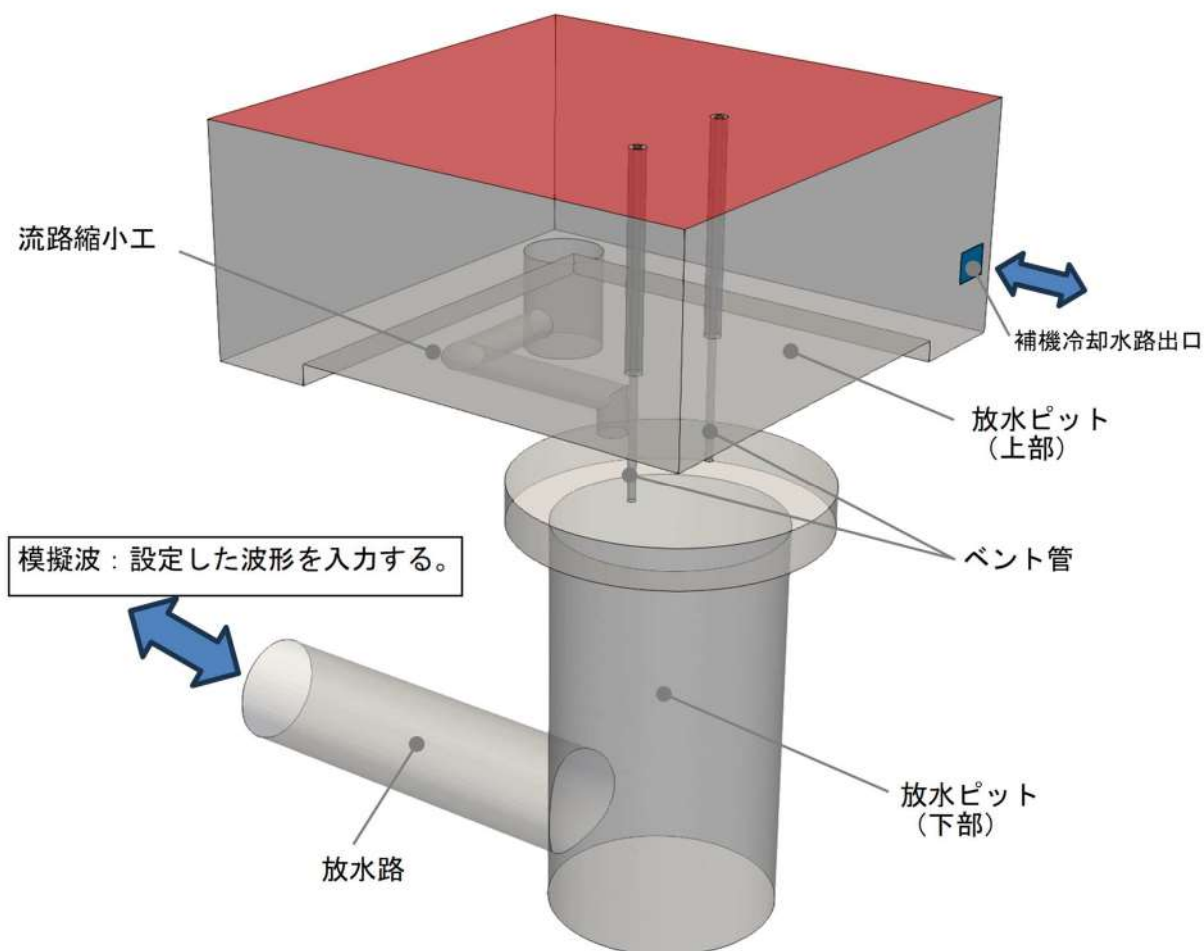


図 4-38 三次元解析モデルイメージ図

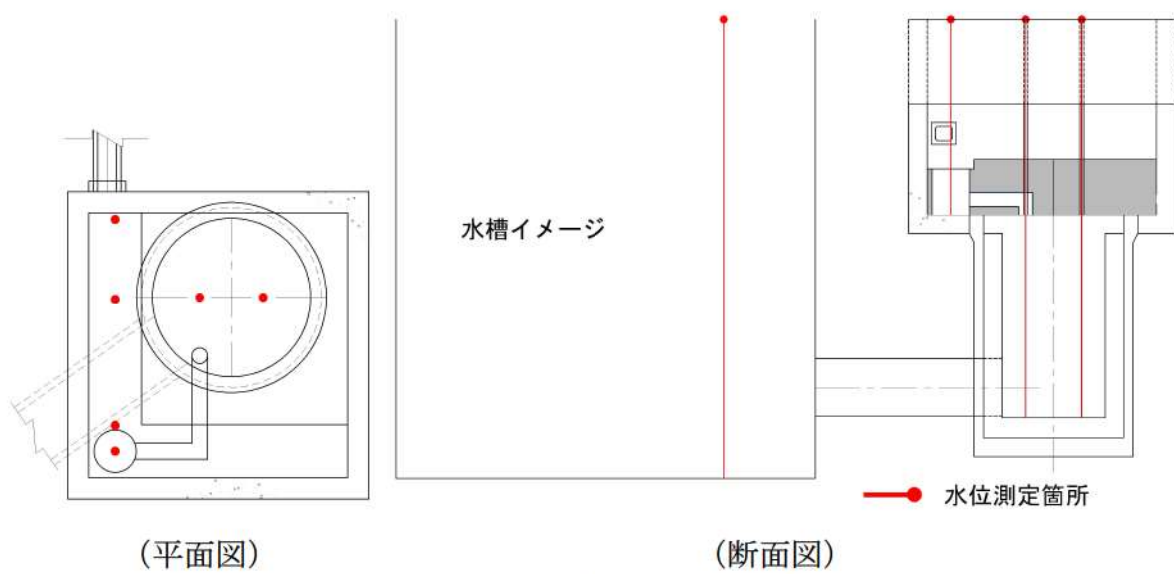


図 4-39 三次元解析水位測定箇所位置図

b. 条件

粗度係数については，一次元解析と同条件で比較するため，実機の粗度係数 (0.014) とする。

(3) D：一次元解析方法及び条件

a. 方法

放水路端部に外洋（水槽）に該当する池モデル 3 を設置し、模擬波を入力する。津波の流入による放水ピットの水位変動は、放水ピットに該当する池モデル 1 及び 2 を設置し、当該池モデル内の水位を算出する。一次元解析の検討対象範囲及びモデル図を図 4-40 に示す。

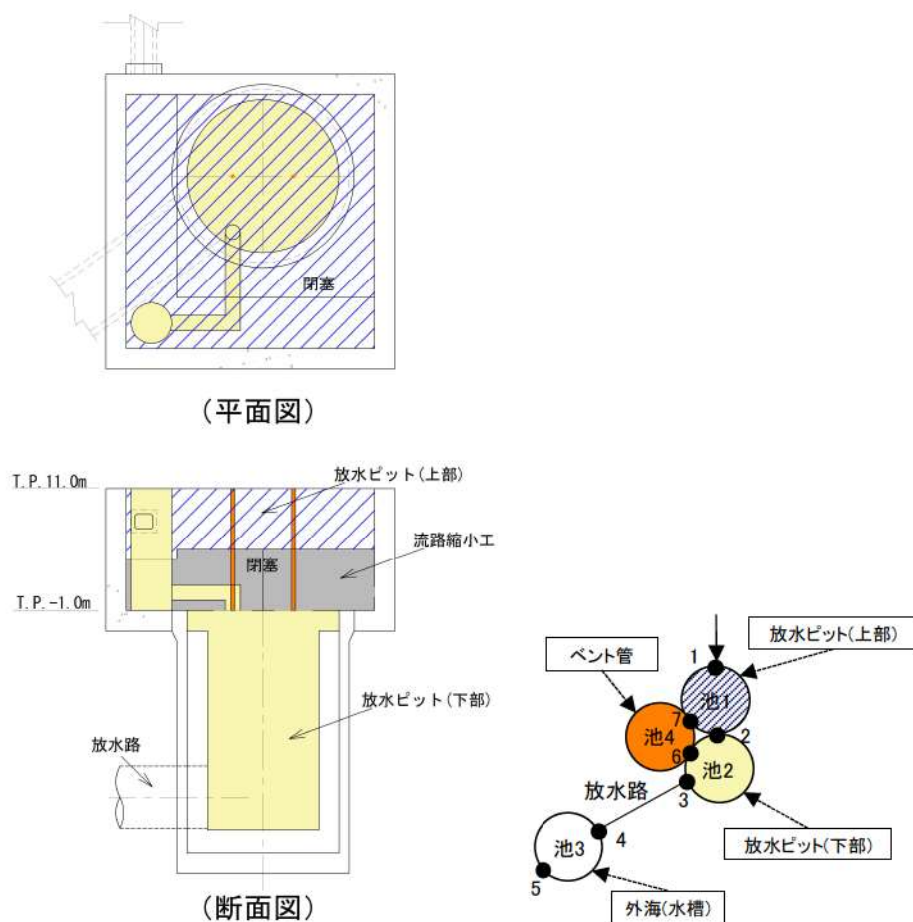


図 4-40 検討対象範囲とモデル図

b. 条件

モデル化範囲は、三次元解析と同じ範囲とし、粗度係数については、入力津波の実波形により流路縮小工効果を確認することを目的に実施する一次元解析と同条件で比較するため、実機の粗度係数 (0.014) とする。

解析コードは、SURGE (Ver. 2.8.7) を用いる。

(4) 三次元解析と一次元解析の水位比較による一次元解析を用いた損失水頭評価の妥当性検証の方法

一次元解析による放水ピット内水位評価の検証として、放水ピットの最高水位をD：一次元解析とC：三次元解析で比較する。4.3にて示したように、C：三次元解析は、放水ピットから放水路に至る全体の損失水頭を適切に模擬できるA：三次元解析に実機の粗度係数を適用して構築しているため、実機の放水ピット内水位を模擬可能なものとなる。そこで、一次元解析を用いた損失水頭評価の妥当性確認として、D：一次元解析から算出される放水ピット水位がC：三次元解析による放水ピット内最高水位よりも高めの水位が算出され、敷地への津波の流入の可能性を保守的に評価できることを確認する。これにより、一次元解析を用いた場合の損失水頭評価は、妥当であると判断する。

なお、D：一次元解析の損失係数の初期値は、電力土木技術協会（1995）他による損失係数を用いて設定し、D：一次元解析の水位がC：三次元解析よりも低くなる場合は、実機の水位を保守的に評価できないため、これを見直す。

仮に、D：一次元解析の水位が高くなるように損失係数を見直す場合は以下のとおりとなる。

C：三次元解析とD：一次元解析の水位を比較した結果、D：一次元解析の水位が低くなった場合は、水理模型実験結果を踏まえ、実機の放水ピット内を再現できるC：三次元解析よりD：一次元解析の放水ピット内の水位が高くなるように損失係数を設定する必要がある。

そこで、D：一次元解析で設定した電力土木技術協会（1995）他による損失係数よりも、津波が入りやすく（損失係数を小さく）、出にくい（損失係数を大きく）設定となるように損失係数に変更する。

損失係数の設定に当たっては、D：一次元解析による放水ピット内の水位がC：三次元解析よりも高めの水位となることを確認するとともに、水位の時刻歴波形についてもC：三次元解析から乖離しないことを確認する。

なお、ここで得られた一次元解析の損失係数について裕度を持たせるため、押し波時には損失係数を小さく、引き波時には損失係数を大きく設定し、放水ピット水位が保守的となるような損失係数を設定とする。

電力土木技術協会（1995）他の損失係数の設定に用いる損失水頭算定公式を表4-6に、損失水頭算定公式から算出した損失水頭表を表4-7、表4-8に、各損失の発生箇所を図4-41に示す。

表 4-6 損失水頭算定公式

	公式	係数	根拠
流入損失	$h_e = f_e \frac{V^2}{2g}$	f_e : 流入損失係数 (管路断面による値) V : 管内流速(m/s)	土木学会(1999) p.374-375
流出損失	$h_o = f_o \frac{V^2}{2g}$	f_o : 流出損失係数 = 1.0 V : 管内流速(m/s)	土木学会(1999) p.375
摩擦損失	$h_f = n^2 \cdot V^2 \frac{L}{R^{4/3}}$	V : 平均流速(m/s) L : 水路の長さ(m) R : 水路の径深(m) n : 粗度係数($m^{-1/3} \cdot s$)	電力土木技術協会(1995) p.788, 806, 829
急拡大損失	$h_{se} = f_{se} \frac{V_1^2}{2g}$ $f_{se} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$	f_{se} : 急拡大損失係数 V_1 : 急拡大前の平均流速(m/s) A_1 : 急拡大前の管断面積(m^2) A_2 : 急拡大後の管断面積(m^2)	電力土木技術協会(1995) p.829
急縮損失	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g}$	f_{sc} : 急縮損失係数 (管路断面による値) V_2 : 急縮後の平均流速(m/s)	電力土木技術協会(1995) p.829-830
漸拡大損失	$h_{ge} = f_{ge} \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{V_1^2}{2g}$	f_{ge} : 漸拡大損失係数 (管路断面による値) A_1 : 漸拡大前の管断面積(m^2) A_2 : 漸拡大後の管断面積(m^2) V_1 : 漸拡大前の平均流速(m/s)	電力土木技術協会(1995) p.830
漸縮損失	$h_{gc} = f_{gc} \frac{V_2^2}{2g}$	f_{gc} : 漸縮損失係数 (管路断面による値) V_2 : 漸縮後の平均流速(m/s)	千秋(1967) p.83-84
屈折損失	$h_{be} = f_{be} \frac{V^2}{2g}$ $f_{be} = 0.946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2.05 \sin^4 \frac{\theta}{2}$	f_{be} : 屈折損失係数 V : 管内流速(m/s) θ : 屈折角($^\circ$)	千秋(1967) p.88
曲がり損失	$h_b = f_{b1} \cdot f_{b2} \frac{V^2}{2g}$ $f_{b1} = 0.131 + 0.1632 \left(\frac{D}{\rho}\right)^{7/2}$ $f_{b2} = \left(\frac{\theta}{90}\right)^{1/2}$	f_{b1} : 曲がりの曲率半径 ρ と管径 D との比によって決まる損失係数 (90° の場合) f_{b2} : 任意の曲がり中心角 θ の場合の損失と中心角 90° の場合の損失との比 V : 管内平均流速(m/s) θ : 曲がり中心角($^\circ$)	千秋(1967) p.86-87
可動式スクリーン損失	$h_{ec} = f_{ec} \frac{V_0^2}{2g}$	f_{ec} : 管内オリフィスの損失係数 V_0 : オリフィス通過流速(m/s)	電力土木技術協会(1995) p.833

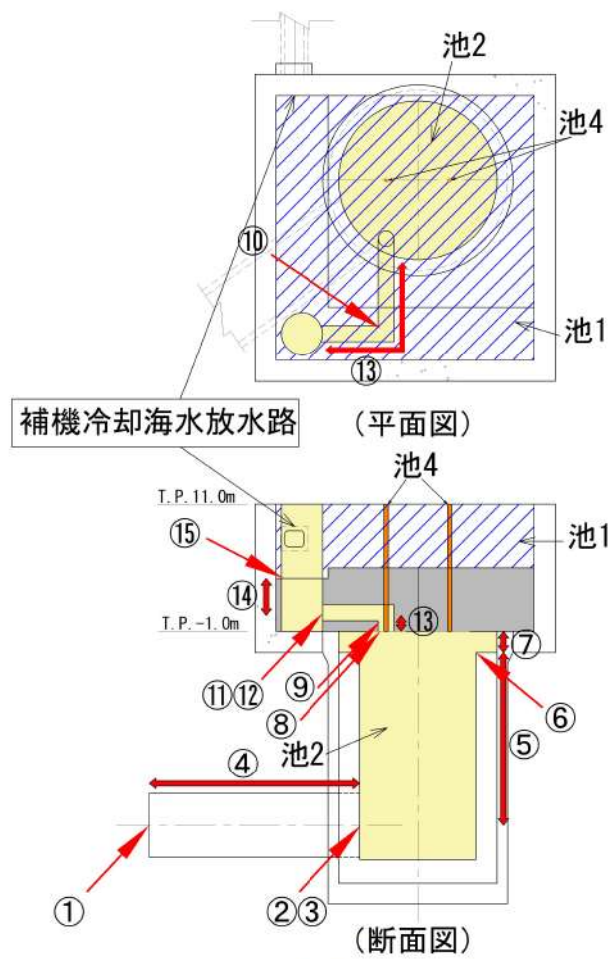


図 4-41 損失の発生箇所

表 4-7 流量 2.0m³/s 時の損失水頭表（引き波方向）

場所	流量 ^{※1} (m ³ /s)	種類 ^{※2}	係数		断面積 (m ²)	損失水頭 (m)	モデル化
放水路	2.000	①流出 ^{※3}	形状損失係数	1.000	22.902	0.00039	節点4
		②急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.433	22.902	0.00017	節点3
		③屈折	形状損失係数	0.986	22.902	0.00038	節点3
		④摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	22.902	0.00002	管路1
			長さ(m)	20.000			
径深(m)	1.350						
放水ピット	2.000	⑤摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	95.033	0.00000	池2
			長さ(m)	16.400			
			径深(m)	2.750			
		⑥急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.254	95.033	0.00001	池2
		⑦摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	176.715	0.00000	池2
	長さ(m)		2.000				
	径深(m)		3.750				
	2.000	⑧急拡 ^{※3}	形状損失係数	0.980	1.767	0.06406	池2
		⑨屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池2
		⑩屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池2
		⑪急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.468	1.767	0.03059	池2
		⑫屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池2
		⑬摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	1.767	0.01555	池2
			長さ(m)	16.750			
			径深(m)	0.375			
⑭摩擦		粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.566	0.00002	池2	
		長さ(m)	3.250				
	径深(m)	1.000					
⑮急縮 ^{※3}	形状損失係数	0.490	12.566	0.00063	節点2		
合計						0.30517	

※1：放水ピットから放水口へ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて損失水頭を算出

※2：表中の①～⑮は図 4-41 の損失水頭発生位置を示す。

※3：流入・流出損失，急拡・急縮損失は，時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮

表 4-8 流量 2.0m³/s 時の損失水頭表（押し波方向）

場所	流量※ ¹ (m ³ /s)	種類※ ²	係数		断面積 (m ²)	損失水頭 (m)	モデル化
放水路	2.000	①流入※ ³	形状損失係数	0.500	22.902	0.00019	節点4
		②急拡※ ³	形状損失係数	0.576	22.902	0.00022	節点3
		③屈折	形状損失係数	0.986	22.902	0.00038	節点3
		④摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	22.902	0.00002	管路1
			長さ(m)	20.000			
径深(m)	1.350						
放水ピット	2.000	⑤摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	95.033	0.00000	池2
			長さ(m)	16.400			
			径深(m)	2.750			
		⑥急拡※ ³	形状損失係数	0.213	95.033	0.00000	池2
		⑦摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	176.715	0.00000	池2
			長さ(m)	2.000			
	径深(m)		3.750				
	2.000	⑧急縮※ ³	形状損失係数	0.500	1.767	0.03268	池2
		⑨屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池2
		⑩屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池2
		⑪急拡※ ³	形状損失係数	0.738	1.767	0.04824	池2
		⑫屈折	形状損失係数	0.986	1.767	0.06445	池2
		⑬摩擦	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	1.767	0.01555	池2
			長さ(m)	16.750			
			径深(m)	0.375			
⑭摩擦		粗度係数(m ^{-1/3} ・s)	0.014	12.566	0.00002	池2	
	長さ(m)	3.250					
	径深(m)	1.000					
⑮急拡※ ³	形状損失係数	0.891	12.566	0.00115	節点2		
合計						0.29180	

※1：放水ピットから放水口へ流れる方向を正とし、ポンプ流量を用いて損失水頭を算出

※2：表中の①～⑮は図 4-41 の損失水頭発生位置を示す。

※3：流入・流出損失，急拡・急縮損失は，時々刻々の流れの方向に応じた損失を考慮

4.6 三次元解析と一次元解析の水位比較を用いた一次元解析による損失水頭評価の妥当性検証結果

追而

4.7 一次元解析に適用する損失係数の設定について

追而

4.8 まとめ

追而

スリーブ長さによる損失係数の影響について

1. 一次元解析における 1 号及び 2 号炉取水路流路縮小工の損失係数の設定方法

1 号及び 2 号炉取水路流路縮小工うち形状変化点には，電力土木技術協会（1995）により，形状損失（急縮損失，急拡損失）を設定している。

参考表 1 1 号及び 2 号炉取水路流路縮小工の損失係数

	算出式		設定値
急拡 損失	$h_{se} = f_{se} \frac{V_1^2}{2g}$ $f_{se} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$	f_{se} : 急拡損失係数 V_1 : 急拡前の平均流速 (m/s) A_1 : 急拡前の管断面積 (m ²) A_2 : 急拡後の管断面積 (m ²)	$f_{se} = 0.934$
急縮 損失	$h_{sc} = f_{sc} \frac{V_2^2}{2g}$	f_{sc} : 急縮損失係数 (下表参照) V_2 : 急縮後の平均流速 (m/s)	$f_{sc} = 0.492$

急縮損失係数

D_2/D_1	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
f_{sc}	0.50	0.50	0.49	0.49	0.46	0.43	0.38	0.29	0.18	0.07	0

D_1, D_2 : 急縮前後の管路の径 (m)

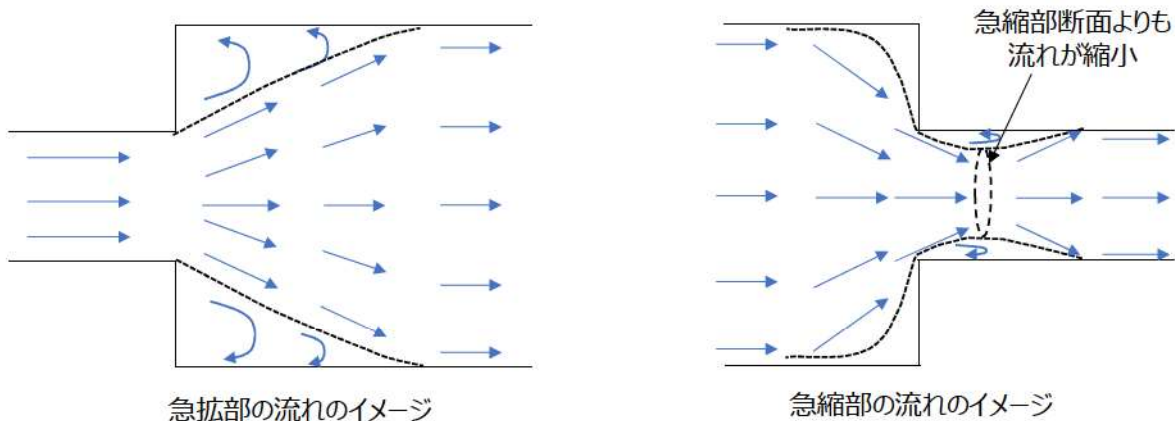
2. 損失係数算出式の適用条件について

一次元解析における急拡による損失係数の算出式は，文献中には明確な適用条件の記載はないものの，断面が急拡することで生じる損失水頭をベルヌーイの定理と運動量方程式から求めたものであることから，急拡前後の流れが「一様流となること」が考えられる。

また，急縮による損失係数の算出式についても，文献中には明確な適用条件の記載はないものの，急縮部で流れが収縮することによる損失水頭はほとんどなく，流れがいったん急縮部の断面よりも縮小したのちに急縮部の断面に拡大することで損失水頭が生じており，急拡と同様に「一様流となること」が考えられる。

1 号及び 2 号炉取水路流路縮小工の上流側及び下流側は十分長い直線の水路となっていることから，急縮の上流側及び急拡の下流側は一様流の状態となっている。

スリーブの長さが短いと一様流ではない状態で急拡部に達することが考えられることから，スリーブの長さの影響を考慮した損失係数の算出式を確認することで，その影響について考察する。



参考図1 急膨・急縮部の流れのイメージ

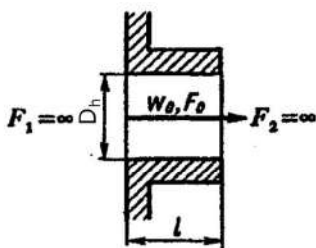
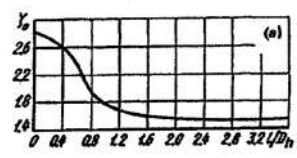
3. 文献に基づく損失係数の設定の考え方

スリーブの長さを考慮したオリフィスによる損失係数の算出式^{※1, 2}（算出方法は下表参照）では，スリーブの長さが短いと損失係数は大きく（ $l/D_h=0$ の時，損失係数 $\zeta=2.85$ ），長くなるほど一定値（ $\zeta=1.55$ ）に近づく。これは，スリーブの長さが短いと入口側で急縮した流れがスリーブ内で一様流となる前に出口から噴出するためである。

下表のグラフより $l/D_h=1.2$ より大きい範囲では損失係数の変化が小さくなり，1/2 号機の流路縮小工のスリーブ形状（ $l/D_h=1.35$ ）では，スリーブ長さによる影響は小さい。

※1：Handbook of Hydraulic Resistance に基づき算出

※2：水路が十分大きい場合を対象としたスリーブの損失係数を求めた試験結果（適用条件は $Re \geq 10^4$ ）

Orifice edges	Configuration	Resistance coefficient																												
Thick-walled (deep orifice) $\ell/D_h>0.015$		$Re \geq 10^4 \quad \zeta = \zeta_0 + \lambda(\ell/D_h)$, where $\zeta_0 = f(\bar{\ell})$ or $\zeta = 1.5 + (2.4 - \bar{\ell}) \times 10^{-\varphi(\bar{\ell})} + \lambda \ell/D_h$, $\varphi(\bar{\ell}) = 0.25 + 0.535 \bar{\ell}^8 / (0.05 + \bar{\ell}^7)$, for λ , see Chapter 2.																												
	流路縮小工の仕様 D_h (開口径) : 0.743m ℓ (オリフィス長さ) : 1.0m																													
		<table><tr><th>$\bar{\ell} \equiv \ell/D_h$</th><td>0</td><td>0.2</td><td>0.4</td><td>0.6</td><td>0.8</td><td>1.0</td></tr><tr><th>ζ_0</th><td>2.85</td><td>2.72</td><td>2.60</td><td>2.34</td><td>1.95</td><td>1.76</td></tr></table> <table><tr><th>$\bar{\ell} \equiv \ell/D_h$</th><td>1.2</td><td>1.4</td><td>1.6</td><td>1.8</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr><tr><th>ζ_0</th><td>1.67</td><td>1.62</td><td>1.60</td><td>1.58</td><td>1.55</td><td>1.55</td></tr></table>	$\bar{\ell} \equiv \ell/D_h$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	ζ_0	2.85	2.72	2.60	2.34	1.95	1.76	$\bar{\ell} \equiv \ell/D_h$	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	4.0	ζ_0	1.67	1.62	1.60	1.58	1.55	1.55
$\bar{\ell} \equiv \ell/D_h$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0																								
ζ_0	2.85	2.72	2.60	2.34	1.95	1.76																								
$\bar{\ell} \equiv \ell/D_h$	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	4.0																								
ζ_0	1.67	1.62	1.60	1.58	1.55	1.55																								

スリーブ形状オリフィスの損失係数算出方法

出典：Handbook of Hydraulic Resistance

フルード相似則より求めた模型流量の導出について

1号及び2号炉取水路並びに3号炉放水ピットに設置する流路縮小工については、水理模型実験を用いて損失水頭評価の検証を行う。

水理模型実験を行う場合の模型流量の導出過程を以下に示す。

実機と模型のフルード数が同一となるように流量を設定すると、模型の流量は以下の式で求められる。(Fr: フルード数, U: 特性速度, L: 実機の開口径, g: 重力加速度, Q_m: 模型の流量, Q_p: 実機の流量)

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{Lg}} \quad U = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}L^2} = \frac{4Q}{\pi L^2} \quad \text{より} \quad Fr = \frac{\frac{4Q}{\pi L^2}}{\sqrt{Lg}} = \frac{4Q}{\pi \sqrt{L^5 g}}$$

縮尺スケールを $1/\lambda$ とした場合、模型のフルード数 Fr(模型) 及び実機のフルード数 Fr(実機) は以下となる。

$$Fr(\text{模型}) = \frac{4Q_m}{\pi \sqrt{\left(\frac{1}{\lambda}L\right)^5 g}} = \frac{4Q_m \times \lambda^{\frac{5}{2}}}{\pi \sqrt{L^5 g}} \quad Fr(\text{実機}) = \frac{4Q_p}{\pi \sqrt{L^5 g}}$$

ここで、実機と模型のフルード数が同一となるように流量を設定することから、以下の式が成り立つ。

$$\frac{4Q_m \times \lambda^{\frac{5}{2}}}{\pi \sqrt{L^5 g}} = \frac{4Q_p}{\pi \sqrt{L^5 g}}$$

$$Q_m = Q_p \div \lambda^{\frac{5}{2}}$$

基準津波の審査における説明内容

泊発電所においては、様々な方向から津波が伝播する特徴を有することから、防波堤の損傷の有無によって「水位」・「貯留堰を下回る時間」に及ぼす影響が異なり、地形モデル毎に各評価項目（「防潮堤前面（水位上昇側）」、「3号炉取水口（水位上昇側）」、「1,2号炉取水口（水位上昇側）」、「放水口（水位上昇側）」及び「貯留堰を下回る時間」）の最大ケースとして選定される波源が異なる。

基準津波の策定後に実施する施設（津波防護

施設、浸水防止設備など）への影響評価においては、評価値の大きい波源を選定することが、安全側の評価となるため、地形モデル毎の最大ケースを敷地に対して大きな影響を及ぼす波源に選定する。

なお、評価項目の地形モデル（防波堤の損傷状態）については、以下のとおりである。

- ・健全地形モデル：防波堤損傷なし
- ・防波堤の損傷を考慮した地形モデル①：北及び南防波堤損傷
- ・防波堤の損傷を考慮した地形モデル②：南防波堤損傷
- ・防波堤の損傷を考慮した地形モデル③：北防波堤損傷

①【敷地に対して大きな影響を及ぼす波源（水位上昇側）】計14ケース

評価項目	健全地形モデル	防波堤の損傷を考慮した地形モデル①	防波堤の損傷を考慮した地形モデル②	防波堤の損傷を考慮した地形モデル③
	評価値	評価値	評価値	評価値
	断層パラメータ	断層パラメータ	断層パラメータ	断層パラメータ
防潮堤前面（上昇側）	13.44m 断層パターン:6 波源位置:くの字モデル(東へ10km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:115s	15.65m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:115s	14.98m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:115s	15.68m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:115s
3号炉取水口（上昇側）	10.45m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ30km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:110s	13.14m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:110s	11.86m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:115s	12.89m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ30km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:110s
1,2号炉取水口（上昇側）	9.34m 断層パターン:6 波源位置:くの字モデル(東へ5km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:135s	12.74m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:115s	12.01m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:85s	11.50m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ30km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:120s
放水口（上昇側）	10.91m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ30km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:135s	10.84m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ30km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:135s	10.85m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ30km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:135s	10.66m 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ30km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:135s
ケース数	4ケース	3ケース※	3ケース※	4ケース

※防波堤の損傷を考慮した地形①及び地形モデル②においては、4つの評価項目に対して、波源Eが重複（断層パターン等が全て同じ）することから3ケースとなる。

②【敷地に対して大きな影響を及ぼす波源（水位下降側）】計4ケース

評価項目	健全地形モデル	防波堤の損傷を考慮した地形モデル①	防波堤の損傷を考慮した地形モデル②	防波堤の損傷を考慮した地形モデル③
	評価値	評価値	評価値	評価値
	断層パラメータの概要	断層パラメータの概要	断層パラメータの概要	断層パラメータの概要
「貯留堰を下回る時間」	721s 断層パターン:6 波源位置:くの字モデル(西へ20km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:40s	698s 断層パターン:7 波源位置:くの字モデル(西へ25km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:45s	743s 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ20km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:135s	863s 断層パターン:7 波源位置:矩形モデル(東へ15km) アスベリティ位置:de南へ30km 断層面上縁深さ:5km 組合せの時間差:90s
ケース数	1ケース	1ケース	1ケース	1ケース

①(14ケース)+②(4ケース) = 計18ケース

表 4-5 模擬波作成のため波形グループの分類（再掲）

No.	波源	地形モデル (防波堤の損傷状態)	波形 グループ
1	波源 A	防波堤損傷なし	②
2	波源 B	防波堤損傷なし	①
3	波源 B	北防波堤損傷	①
4	波源 C	防波堤損傷なし	②
5	波源 D	防波堤損傷なし	①
6	波源 D	北及び南防波堤損傷	①
7	波源 D	南防波堤損傷	①
8	波源 D	北防波堤損傷	①
9	波源 E	北及び南防波堤損傷	①
10	波源 E	南防波堤損傷	①
11	波源 F	北及び南防波堤損傷	①
12	波源 F	北防波堤損傷	①
13	波源 G	南防波堤損傷	①
14	波源 H	北防波堤損傷	①
15	波源 I	防波堤損傷なし	③
16	波源 J	北及び南防波堤損傷	④
17	波源 K	南防波堤損傷	①
18	波源 L	北防波堤損傷	①

【参考文献】

- 1) 土木学会(2016)： 原子力発電所の津波評価技術 2016, 公益社団法人土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会
- 2) 電力土木技術協会(1995)： 火力・原子力発電所土木構造物の設計-増補改訂版-
- 3) 千秋(1967)： 発電水力演習
- 4) 土木学会(1999)： 水理公式集(平成 11 年版)
- 5) 保坂幸一, 松山昌史, 加藤勝秀 (2021)： 2 次元・3 次元ハイブリッド津波解析手法に関する研究, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 77, No. 2, 2021
- 6) 立花規良・小池哲(1997)： 管オリフィスを通る流れと損失, 福井大学工学部研究報告, 45 巻, 2 号, p. 339-355
- 7) I. E. Idelchik, *HANDBOOK OF HYDRAULIC RESISTANCE*, begell house inc., 4th Ed.