

内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲，浸水量について

1. はじめに

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」では，規制基準における要求事項「津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定すること」に関し，審査ガイドに従い，2号炉で考慮すべき具体的な溢水事象として以下の6事象を挙げている。（図1）

- a. タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水
- b. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）における溢水
- c. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水
- d. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水
- e. 屋外タンク等による屋外における溢水
- f. 建物外周地下部における地下水位の上昇

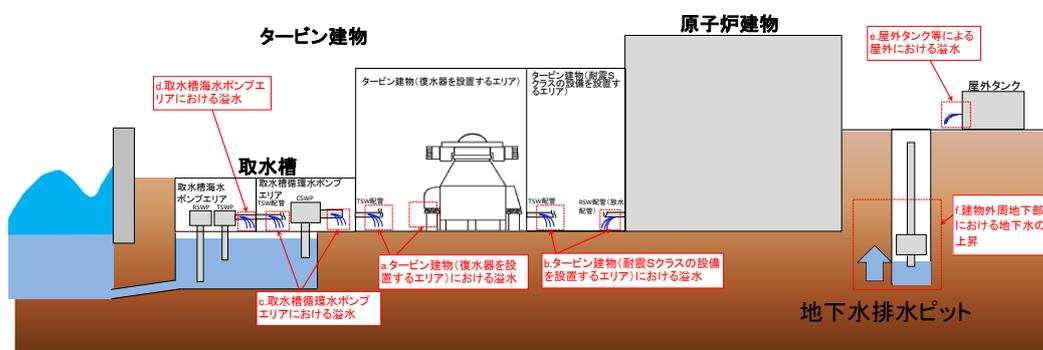


図1 地震による溢水の概念図

これらの各事象による浸水範囲，浸水量については，「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性において説明されており，本書ではその該当個所を抜粋する形で，その評価条件，評価結果等の具体的な内容を示す。

2. タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水（事象 a.）

9.1 復水器エリアにおける溢水

復水器エリアにおける溢水については、想定破損による溢水では循環水系配管の伸縮継手部の全円周状の破損を想定し、地震起因による溢水では循環水系配管の伸縮継手部の全円周状の破損及びその他の耐震 B, C クラス機器の破損を想定する。また、消火水の放水による溢水を想定する。

9.1.1 評価条件

(1) 評価条件

- ・伸縮継手部からの溢水は、破損から循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間を考慮する。
- ・循環水系配管の破損箇所での溢水の流出圧力は、循環水ポンプ運転時の系統圧力とする。なお、配管の圧損については保守的に考慮しない。
- ・循環水系配管の破損箇所は海水面より高いためサイフォン効果による流入はない。
- ・地震起因による溢水では、破損を想定する耐震 B, C クラス機器の保有水を考慮する。
- ・地震起因による溢水では、地震に伴い津波が襲来するものとし、循環水系配管を含む耐震 B, C クラス機器の破損箇所からの津波の流入を考慮する。
- ・消火水の放水による溢水では、屋内消火栓からの放水流量を考慮する。

(2) 循環水ポンプ停止及び循環水系弁閉止インターロックについて

a. 概要

地震時に復水器エリア内の伸縮継手部が破損し、循環水系から大量の海水が流入した場合、溢水防護区画へ海水が伝播し、溢水防護対象設備が機能喪失に至るおそれがある。このため、図 9-3 に示すような地震時に循環水ポンプ停止、循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出入口弁を閉止するインターロックを設置し、復水器エリア内への海水の流入を低減する。

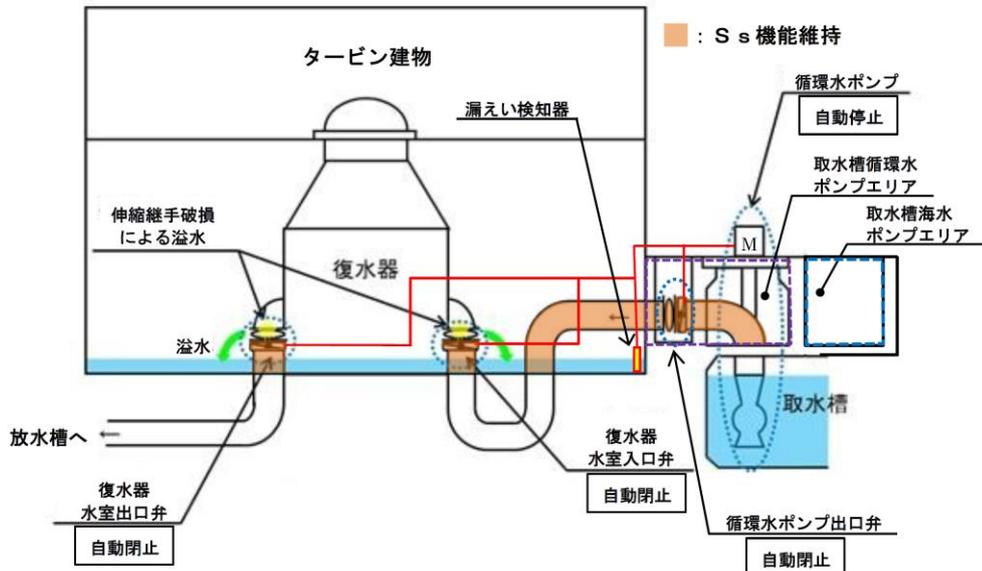


図 9-3 循環水ポンプ停止及び循環水系弁閉止インターロック設置概要図

b. インターロック動作条件

地震時には、確実に漏えいしたことを検出した上でインターロックを動作させるよう、図 9-4 に示すように地震大信号と漏えい検知器動作の AND 条件とする。インターロック回路、循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出入口弁は、基準地震動 Ss に対して機能を維持する設計とし、非常用電源へ接続する。漏えい検知は床上 100mm にて検知する設計とする。漏えい検知器の作動原理は、溢水が電極式レベル計の検知レベルに達すると、電極間が導通し、漏えいを検知するものである。漏えい検知器の設置箇所を図 9-5 に、構造及び外観を図 9-6 に示す。

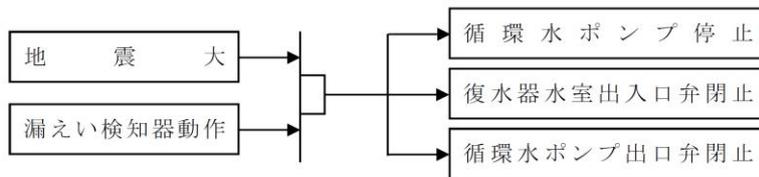


図 9-4 循環水ポンプ停止及び循環水系弁閉止インターロック

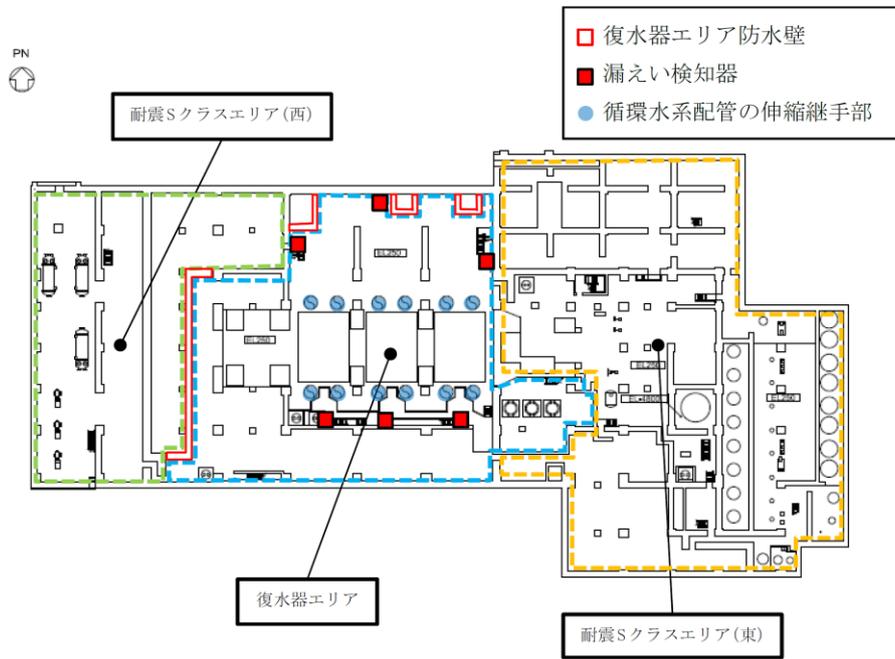


図 9-5 漏えい検知器設置箇所（タービン建物地下1階）

9条-別添1-9-6

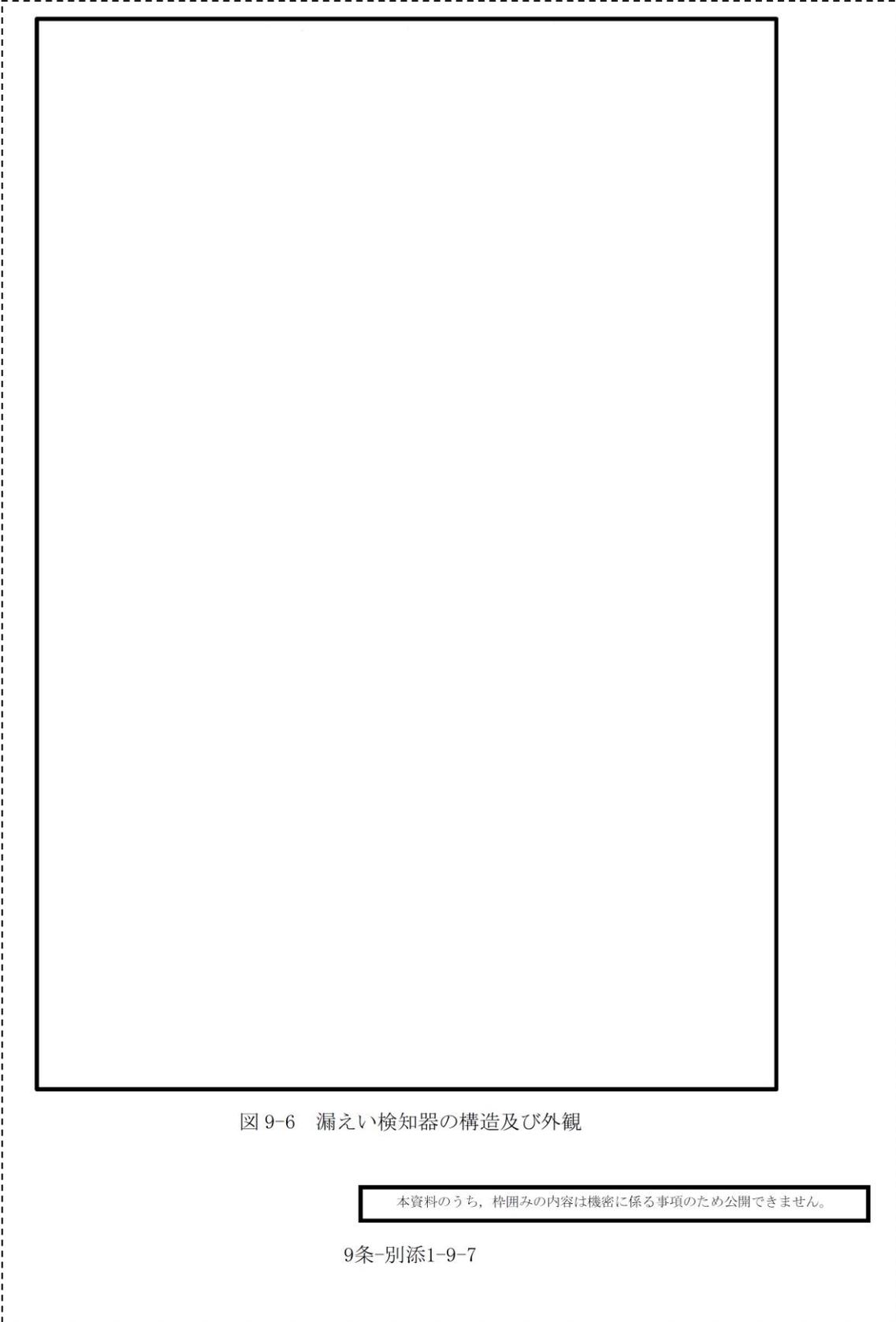


図 9-6 漏えい検知器の構造及び外観

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

9条-別添1-9-7

c. インターロック設置の必要性

地震起因による溢水量は、インターロック非設置の場合はタービン建物の貯留可能容積を大きく上回ることから、タービン建物内から原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出が考えられる。

原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物への溢水の流出防止のためインターロックは必要である。

9.1.2 溢水量

(1) 想定破損による溢水量

循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量は、溢水流量、隔離時間及び循環水系の保有水量から算出した。隔離時間は、破損から運転員による循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間とした。算出した溢水流量、隔離時間及び溢水量をそれぞれ表 9-2～4 に示す。また、実際に漏えい検知に要する時間は、循環水配管の溢水流量、漏えい検知器動作に必要な溢水量を考慮した結果、表 9-5 に示すとおり 10 秒未満であり、評価に用いた検知時間 5 分は十分に保守的である。

表 9-2 伸縮継手部からの溢水流量

部位	内径[mm]	破損幅[mm]	溢水流量[m ³ /h]
復水器水室出入口部	2,200	50	13,173

表 9-3 伸縮継手部の破損から隔離までの時間

項目	時間[min]
漏えい検知器による漏えい検知までの時間	5
現場への移動時間	20
漏えい箇所特定に要する時間	30
循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止時間	10
合計	65

表 9-4 想定破損による溢水量

項目	溢水量[m ³]
破損から循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの溢水量	14,271
循環水系の保有水量	181
合計	14,452

表 9-5 伸縮継手部の破損から漏えい検知までの時間評価

循環水系配管の伸縮継手部からの溢水流量	13,173[m ³ /h]
復水器エリア EL0.25m～EL2.0mの空間容積	1,827[m ³]
漏えい検知方法	漏えい検知器
漏えい検知器設定値	床面+20[mm]
漏えい検知器動作に必要な溢水量	20.9[m ³]
漏えい検知器動作までの時間	5.8[s]

(2) 地震起因による溢水量

循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量に加え、タービン建物内の耐震B,Cクラス機器の保有水量から算出した。隔離時間は、地震発生から復水器エリアの漏えい検知インターロックによる循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間とした。算出した溢水流量、隔離時間及び溢水量をそれぞれ表9-6～8に示す。

表 9-6 伸縮継手部からの溢水流量

部位	部位数	内径[mm]	破損幅[mm]	溢水流量[m ³ /h]
復水器水室出入口部	12	2,200	50	233,534
復水器水室連絡管部	6	2,100	50	

表 9-7 伸縮継手部の破損から隔離までの時間及び漏えい検知方法

項目	時間[min]
地震発生から漏えい検知インターロックによる循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの時間	1*
漏えい検知方法	漏えい検知器
漏えい検知器設定値	床面+100[mm]

※ 漏えい検知時間 3.1[sec]+弁閉止時間 55[sec]を切り上げた値

表 9-8 地震起因による溢水量

項目		溢水量[m ³]
循環水系配管の伸縮継手部	地震発生から漏えい検知インターロックによる循環水ポンプ停止及び復水器水室出入口弁の閉止までの溢水量	2,047**
	循環水系の保有水量	1,083
耐震B,Cクラス機器の保有水量		2,859
合計		5,989

※ $233,534[m^3/h] \times 3.1[sec] + 233,534[m^3/h] \times (60 - 3.1)[sec] \div 2 = 2,047[m^3]$

(3) 消火水の放水による溢水量

「6.1 溢水量の算定」に基づき、消火水の放水による溢水量の算出に用いる放水流量を130[l/min]とし、この値を2倍して溢水流量とした。放水時間と溢水流量から評価に用いる消火水の放水による溢水量を以下のとおりとした。

$$\cdot 130[1/\text{min}/\text{個}] \times 2 \text{ 倍} \times 3.0[\text{h}] = 46.8[\text{m}^3]$$

9.1.3 復水器エリアにおける溢水影響評価結果

復水器エリアの溢水事象により浸水する範囲について、溢水防護対象設備が設置されている原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物との境界貫通部に対して止水処置を施すことにより、溢水防護対象設備への影響がないことを確認した。各溢水事象における評価結果を以下に示す。

(1) 想定破損による没水影響評価結果

復水器エリアの溢水を貯留できる EL5.3m（復水器エリア防水壁高さ）以下の空間容積を表 9-9 に示す。

循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量（14,452m³）は、復水器エリアの貯留可能容積（6,680m³）より大きいことから、タービン建物1階（EL5.5m）を溢水経路として、耐震Sクラスエリア（東）に流出する。溢水の浸水する範囲を図 9-7 に、タービン建物全体（耐震Sクラスエリア（西）を除く）の溢水を貯留できる EL8.8m（タービン建物から原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物への流出高さ）以下の空間容積を表 9-10 に示す。空間容積の算出にあたっては、タービン建物床面積から機器等の設置面積相当分を差し引き、上階の床スラブ厚を差し引いた高さを乗じて算出した。

循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量（14,452m³）は、タービン建物全体（耐震Sクラスエリア（西）を除く）の貯留可能容積（24,816m³）より小さいことから（溢水水位 EL5.9m）、タービン建物内に貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表 9-11 に示す。

14,452m ³ (循環水系配管の伸縮 継手部からの溢水量)	>	6,680m ³ (復水器エリアの貯留可能容積)
--	---	--

14,452m ³ (循環水系配管の伸縮 継手部からの溢水量)	<	24,816m ³ (タービン建物全体（耐震Sクラス エリア（西）を除く）の貯留可能容積)
--	---	--

表 9-9 復水器エリアの溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL0.25~EL2.0m	1,827
EL2.0 ~EL5.3m	4,853
合計	6,680

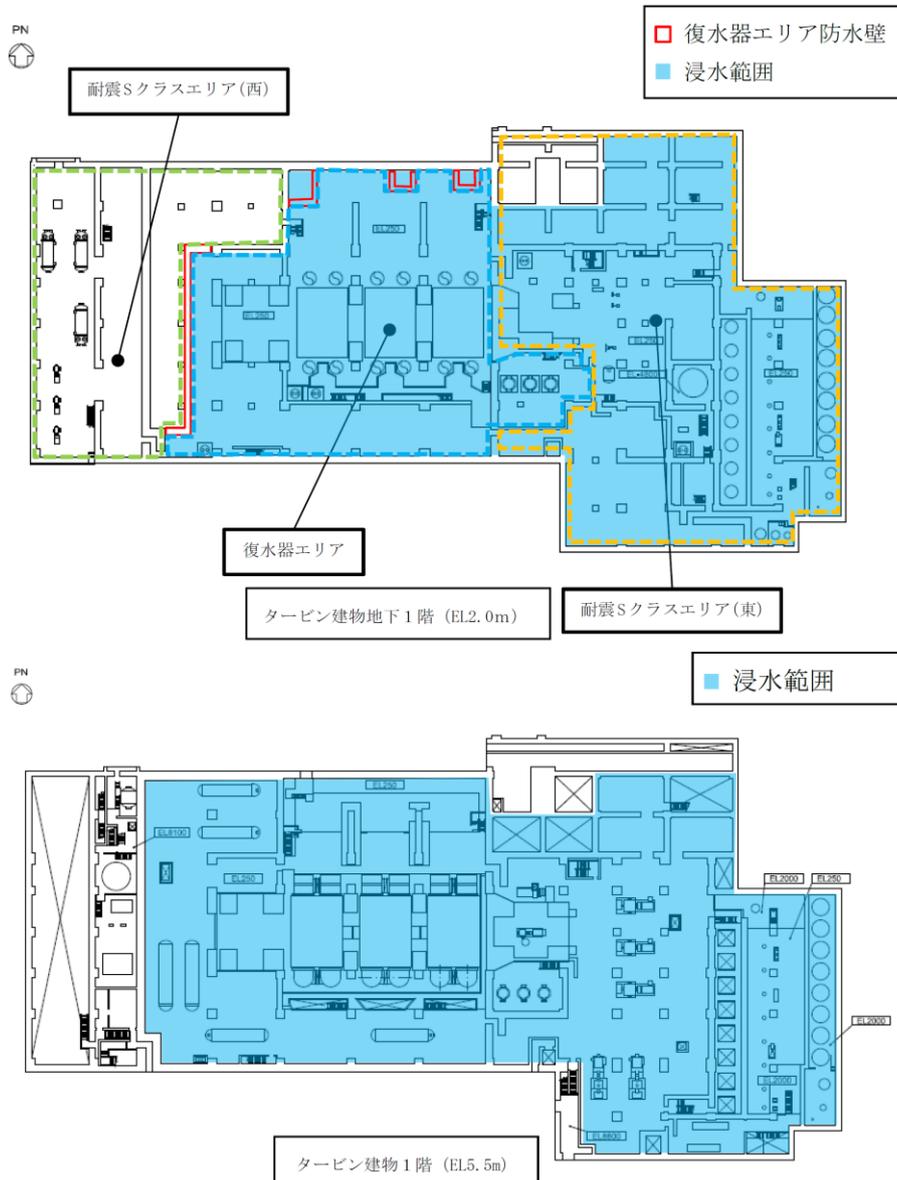


図 9-7 循環水配管の想定破損により溢水の浸水する範囲

9条-別添1-9-11

表 9-10 タービン建物全体（耐震 S クラスエリア（西）を除く）
の溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL-4.8～EL0.25m	176
EL0.25～EL2.0m	3,236
EL2.0～EL5.5m	10,052
EL5.5～EL8.8m	11,352
合計	24,816

表 9-11 想定破損による溢水水位算出結果

諸元	値
①EL5.5m より上部に滞留する溢水量 ^{※1}	988[m ³]
②EL5.5m における溢水の浸水する範囲の滞留面積	3,440[m ²]
③水上高さ	0.075[m]
④EL5.5m より上部に滞留する溢水水位 ^{※2}	0.4[m] (EL5.9m)

※1 循環水系配管の伸縮継手部からの溢水量（14,452m³）から表 9-10 における EL5.5m 以下の空間容積（13,464m³）を差し引いた値

※2 以下の式より算出

$$\text{④} = \text{①} / \text{②} + \text{③}$$

(2) 地震起因による没水影響評価結果

地震起因による溢水量(5,989m³)は、復水器エリアの貯留可能容積(6,680m³)より小さいことから（溢水水位 EL4.8m）、復水器エリアに貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表 9-12 に示す。

$$5,989\text{m}^3 \quad < \quad 6,680\text{m}^3$$

(地震起因による溢水量) (復水器エリアの貯留可能容積)

表 9-12 地震起因による溢水水位算出結果

諸元	値
①EL2.0m より上部に滞留する溢水量 ^{※1}	4,162[m ³]
②EL2.0m における復水器エリアの滞留面積	1,546[m ²]
③水上高さ	0.075[m]
④EL2.0m より上部に滞留する溢水水位 ^{※2}	2.8[m] (EL4.8m)

※1 地震による溢水量（5,989m³）から表 9-9 における EL2.0m 以下の空間容積（1,827m³）を差し引いた値

※2 以下の式より算出

$$\text{④} = \text{①} / \text{②} + \text{③}$$

(3) 消火水の放水による没水影響評価結果

消火水の放水による溢水量(46.8m³)は想定破損による溢水量(14,452m³)より小さいことから、想定破損による溢水評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

9条-別添1-9-13

3. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）における溢水（事象 b.）

9.2 耐震Sクラスエリアにおける溢水

耐震Sクラスエリア（東）及び（西）における溢水について、想定破損による溢水ではエリア内で最も溢水量の大きい復水給水系配管の破損を想定し、地震起因による溢水では耐震B,Cクラス機器の破損を想定する。また、消火水の放水による溢水を想定する。

9.2.1 評価条件

- ・ 想定破損による溢水では、エリア内で最も溢水量の大きい復水給水系配管の破損を考慮する。
- ・ 地震起因による溢水では、破損を想定する耐震B,Cクラス機器の保有水を考慮する。
- ・ 地震起因による溢水では、地震に伴い津波が襲来するものとし、タービン補機海水系配管を含む耐震B,Cクラス機器の破損箇所からの津波の流入を考慮する。
- ・ 消火水の放水による溢水では、屋内消火栓からの放水流量を考慮する。

9.2.2 溢水量

(1) 想定破損による溢水量

エリア内で想定する溢水のうち、最も溢水量の大きい復水給水系(1,646m³)とした。

(2) 地震起因による溢水量

エリア内に設置される耐震B,Cクラス機器の保有水量から算出した。各エリアの溢水量を表9-13に示す。

表9-13 地震起因による溢水量

エリア	溢水量[m ³]
耐震Sクラスエリア（東）	2,730
耐震Sクラスエリア（西）	1,332

(3) 消火水の放水による溢水量

9.1.2 (2)と同様に、46.8m³とした。

9.2.3 耐震Sクラスエリア（東）及び（西）における溢水影響評価結果

耐震Sクラスエリア（東）及び（西）の溢水事象により浸水する範囲について、溢水防護対象設備が設置されている原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物との境界貫通部に対して止水処置を施すことにより、溢水防護対象設備への影響がないことを確認した。各溢水事象における評価結果を以下に示す。

(1) 耐震Sクラスエリア（東）

a. 想定破損による没水影響評価結果

想定破損による溢水量（1,646³）は、地震起因による溢水量（2,730³）より小さいことから、地震起因による溢水評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。地震起因の没水影響評価結果をb.項に示す。

b. 地震起因による没水影響評価結果

耐震Sクラスエリア（東）の溢水を貯留できるEL4.9m（天井高さ）以下の空間容積を表9-14に示す。

地震起因による溢水量（2,730³）は、耐震Sクラスエリア（東）の貯留可能容積（6,598³）より小さいことから（溢水水位 EL2.8m）、エリア内に貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表9-15に示す。

$$\begin{array}{ccc} 2,730^3 & < & 6,598^3 \\ \text{(地震起因による溢水量)} & & \text{(耐震Sクラスエリア（東）の貯留可能容積)} \end{array}$$

表9-14 耐震Sクラスエリア（東）の溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL-4.8～EL0.25m	176
EL0.25～EL2.0m	1,409
EL2.0～EL4.9m	5,013
合計	6,598

表9-15 地震起因による溢水水位算出結果

諸元	値
①EL2.0mより上部に滞留する溢水量 ^{※1}	1,145[m ³]
②EL2.0mにおける耐震Sクラスエリア（東）の滞留面積	1,731[m ²]
③水上高さ	0.075[m]
④EL2.0mより上部に滞留する溢水水位 ^{※2}	0.8[m] (EL2.8m)

※1 地震による溢水量（2,730³）から表9-14におけるEL2.0m以下の空間容積（1,585³）を差し引いた値

※2 以下の式より算出

$$\text{④} = \text{①} / \text{②} + \text{③}$$

c. 消火水の放水による没水影響評価結果

消火水の放水による溢水量 (46.8m³) は地震起因による溢水量(2,730m³) より小さいことから、地震起因による溢水評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

(2) 耐震Sクラスエリア (西)

a. 想定破損による没水影響評価結果

耐震Sクラスエリア (西) の溢水を貯留できる EL4.9m (天井高さ) 以下の空間容積を表 9-16 に示す。

想定破損による溢水量 (1,646m³) は、耐震Sクラスエリア (西) の貯留可能容積 (3,131m³) より小さいことから (溢水水位 EL3.6m), エリア内に貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表 9-17 に示す。

$$1,646\text{m}^3 < 3,131\text{m}^3$$

(想定破損による溢水量) (耐震Sクラスエリア (西) の貯留可能容積)

表 9-16 耐震Sクラスエリア (西) の溢水を貯留できる空間容積

範囲	空間容積[m ³]
EL2.0 ~EL4.9m	3,131

表 9-17 想定破損による溢水水位算出結果

諸元	値
①EL2.0m より上部に滞留する溢水量	1,646[m ³]
②EL2.0m における耐震Sクラスエリア (西) の滞留面積	1,080[m ²]
③水上高さ	0.075[m]
④EL2.0m より上部に滞留する溢水水位 ^{※1}	1.6[m] (EL3.6m)

※1 以下の式より算出

$$④ = ① / ② + ③$$

b. 地震起因による没水影響評価結果

地震起因による溢水量 (1,332m³) (溢水水位 EL3.4m) は、想定破損による溢水量(1,646m³) より小さいことから、想定破損による溢水評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表 9-18 に示す。

表 9-18 地震起因による溢水水位算出結果

諸元	値
①EL2.0mより上部に滞留する溢水量	1,332[m ³]
②EL2.0mにおける耐震Sクラスエリア(西)の滞留面積	1,080[m ²]
③水上高さ	0.075[m]
④EL2.0mより上部に滞留する溢水水位 ^{*1}	1.4[m] (EL3.4m)

※1 以下の式より算出

$$\text{④} = \text{①} / \text{②} + \text{③}$$

c. 消火水の放水による没水影響評価結果

消火水の放水による溢水量(46.8m³)は想定破損による溢水量(1,646m³)より小さいことから、想定破損による溢水評価に包含され、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。

9.3 海域活断層及び日本海東縁部に想定される地震による津波について

海域活断層及び日本海東縁部に想定される地震による津波については、図9-8、9-9に示す通り、海域と接続のある耐震B,Cクラス機器のうち、循環水系に加え、タービン補機海水系についてもインターロックによる弁閉止及び出口側配管の逆止弁により津波の流入を防止することから、循環水系配管を含む耐震B,Cクラス機器の破損箇所からタービン建物へ津波の流入はない。タービン補機海水系の対策概要図を図9-10-1,2に示す。

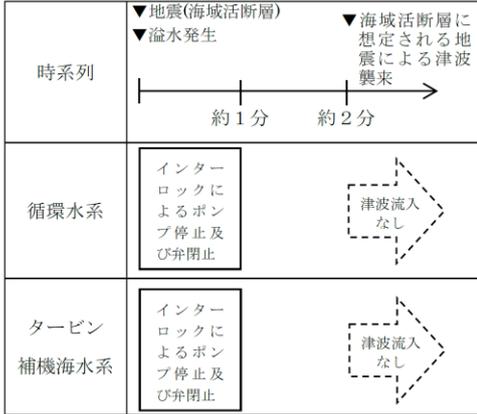


図9-8 海域活断層に想定される地震による津波襲来に係る時系列

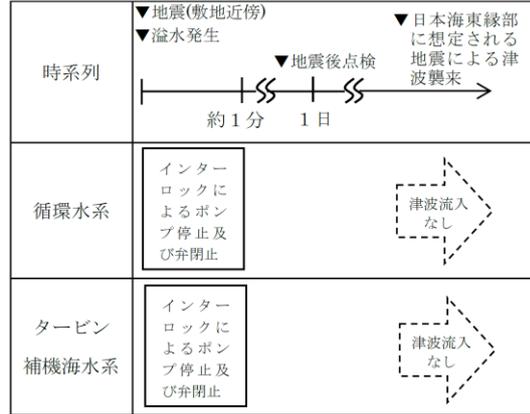


図9-9 日本海東縁部に想定される地震による津波襲来に係る時系列

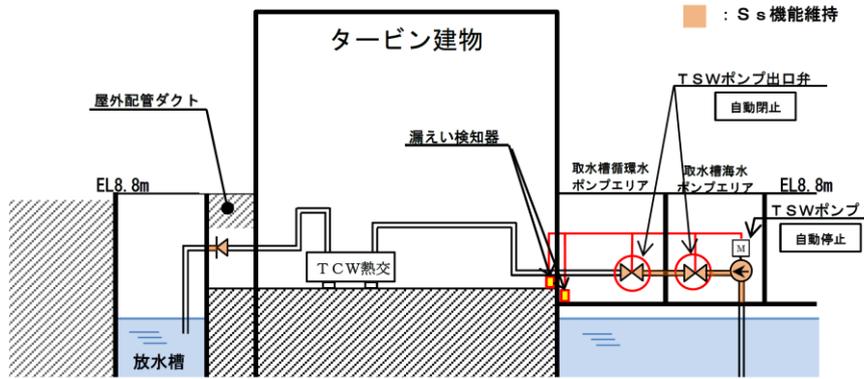


図9-10-1 タービン補機海水系の対策概要 (断面図)

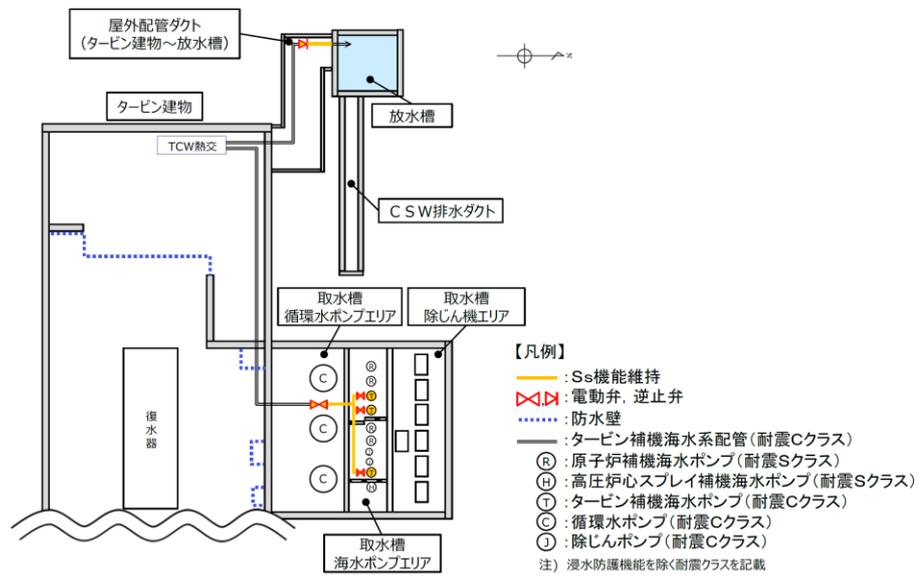


図 9-10-2 タービン補機海水系の対策概要 (平面図)

4. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水（事象 c.）

9.5 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水

取水槽海水ポンプエリアに隣接する取水槽循環水ポンプエリアの循環水系配管の伸縮継手部の全円周状の破損を想定し、取水槽海水ポンプエリアへの溢水影響を評価した。算出した溢水流量を表 9-21 に、溢水影響評価結果を表 9-22 に示す。越流水深の算出にあたっては、Govinda Rao の式（補足説明資料 30 参照）を使用した。

取水槽海水ポンプエリアに設置している取水槽海水ポンプエリア防水壁（EL10.8m）は、取水槽循環水ポンプエリア天端（EL8.8m）より 2.0m 高く設計しており、隣接する取水槽循環水ポンプエリアでの想定破損により溢水が発生した場合においても、取水槽循環水ポンプエリア天端の越流水深は 0.24m であることから、取水槽海水ポンプエリア防水壁を越流して隣接する取水槽海水ポンプエリアに流入することはない。循環水系配管破損時の平面図を図 9-12 に、断面図を図 9-13 に示す。

表 9-21 循環水系配管の伸縮継手部の溢水流量

部位	内径[mm]	破損幅[mm]	溢水流量[m ³ /h]
循環水ポンプ出口配管伸縮継手部	2,600	50	15,590

表 9-22 取水槽循環水ポンプエリアの溢水影響評価結果

W	取水槽循環水ポンプエリア壁の高さ [m]	7.7
B	排出を期待する開口長さ [m]	23.6
L	取水槽循環水ポンプエリア壁の幅 [m]	1.0
Q	エリア内の溢水流量 [m ³ /h]	15,590
h	越流水深 [m]	0.24
H	許容越流水深 [m]	2.0
評価結果(判定基準：H ≥ h)		○

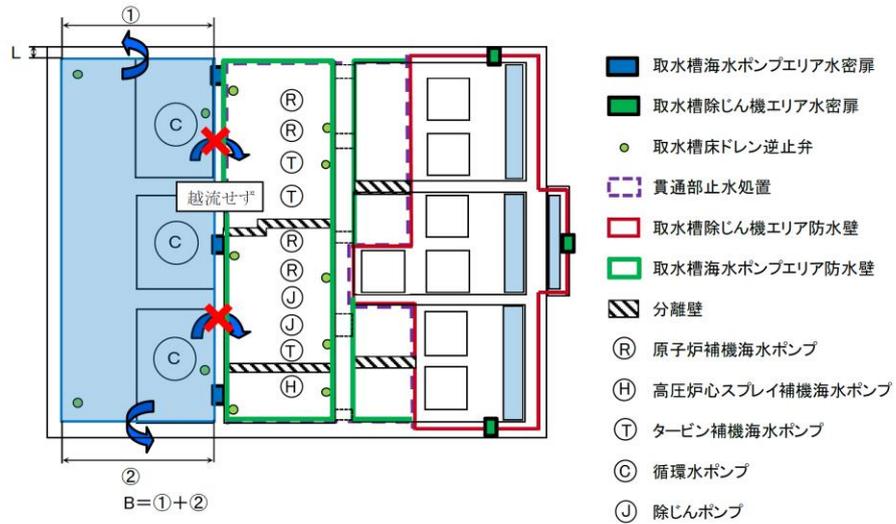


図 9-12 取水槽海水ポンプエリア平面図 (循環水系配管破損時)

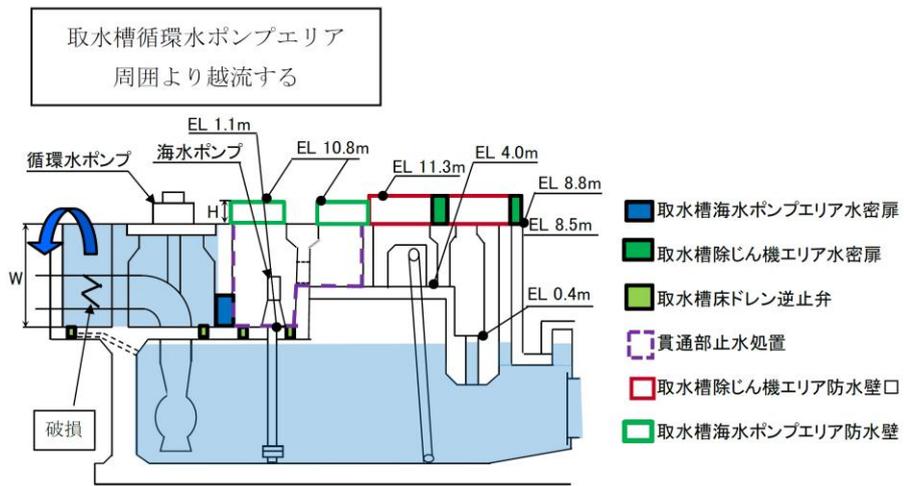


図 9-13 取水槽海水ポンプエリア断面図 (循環水系配管破損時)

9条-別添1-9-24

5. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水（事象 d.）

補足説明資料 30

取水槽海水ポンプエリアの防護について

1. はじめに

溢水防護対象設備のうち取水槽海水ポンプは、取水槽に設置されている。

取水槽海水ポンプエリアは、エリア外からの浸水を防止する対策として、水密扉及び逆止弁の設置、貫通部止水処置を実施するとともに、取水槽海水ポンプエリア上部には防水壁を、取水槽海水ポンプエリア内には分離壁を設置している。

ここでは、取水槽海水ポンプエリアについて、想定破損、消火水の放水及び地震起因による溢水を評価した。取水槽海水ポンプエリアの平面図を図 1-1 に、断面図を図 1-2 に示す。

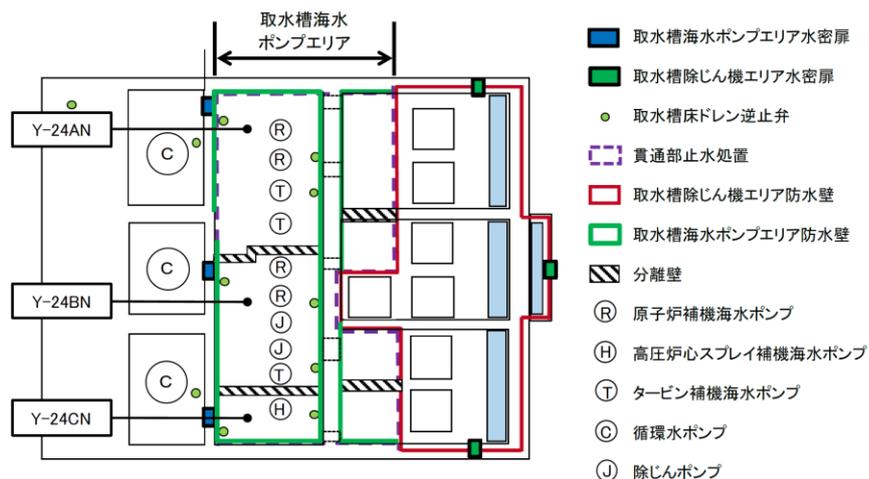


図 1-1 取水槽海水ポンプエリア平面図

9条-別添1-補足30-1

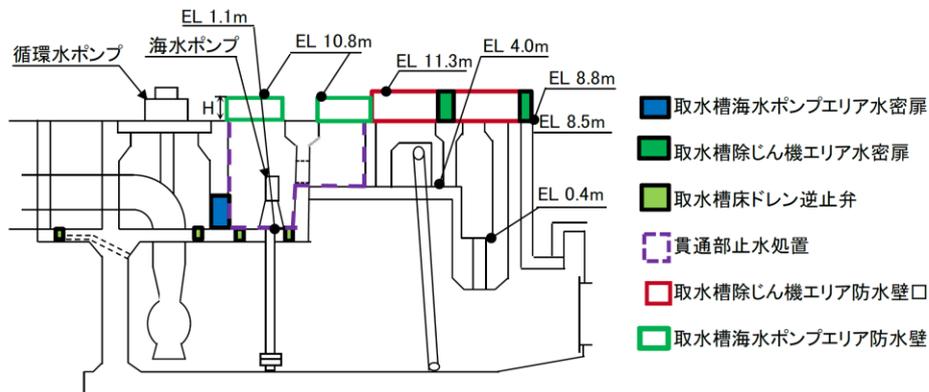


図 1-2 取水槽海水ポンプエリア断面

2. 想定破損による溢水影響評価

図 2-2 に示す通り，取水槽海水ポンプエリアに設置している分離壁（高さ 9.9m）は，防水壁（高さ 9.7m）より 0.2m 高く設計されており，隣接する取水槽海水ポンプエリアでの想定破損により溢水が発生した場合においても，分離壁を越流して溢水が隣接する取水槽海水ポンプエリアに流入することはなく，多重化された系統が同時に機能喪失することはない。評価結果を表 2-1 に示す。

表 2-1 想定破損による溢水影響評価結果

評価区画		Y-24AN	Y-24BN	Y-24CN
W	防水壁の高さ [m]	9.7	9.7	9.7
B	排出を期待する開口高さ [m]	33	23	17
L	防水壁の幅 [m]	0.074	0.074	0.074
Q	区画内の最大溢水流量 [m ³ /h]	216	216	121
h	越流水深 [m]	0.02	0.02	0.02
H	許容越流水深 [m]	0.2	0.2	0.2
評価結果（判定基準：H ≥ h）		○	○	○

また，評価結果の例を以下に示す。

【区画 Y-24AN での想定破損による溢水影響評価】

区画 Y-24AN での想定破損による溢水が隣接する区画 Y-24BN に流出しないことを確認する。溢水源となる系統及び溢水流量を表 2-2 に示す。

溢水源となる系統のうち、溢水量が最大となるのはⅡ-RSWである。防水壁を越えて外部に排出する際の水位（越流水深）を算出するため、以下の式を使用した。

Govinda Rao の式（参考文献：土木学会 水理公式集（平成 11 年度版））

(a) 越流水深による表示

$$Q = CBh^{3/2} \dots\dots\dots(3-1.5)$$

$$0 < h/L \leq 0.1 ; C = 1.642(h/L)^{0.022} \dots\dots\dots(3-1.5.a)$$

$$0.1 < h/L \leq 0.4 ; C = 1.552 + 0.083(h/L) \dots\dots\dots(3-1.5.b)$$

$$0.4 \leq h/L \leq (1.5 \sim 1.9) ; C = 1.444 + 0.352(h/L) \dots\dots\dots(3-1.5.c)$$

$$(1.5 \sim 1.9) \leq h/L ; C = 1.785 + 0.237(h/W) \dots\dots\dots(3-1.5.d)$$

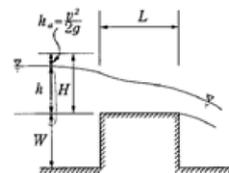


図 3-1.11 長方形せきの諸元

- Q : 越流流量[m³/s]
- B : 排出を期待する開口高さ[m]
- h : 越流水深[m]
- C : 流量係数[-]
- L : 取水槽海水ポンプエリア防水壁の幅[m]
- W : 取水槽海水ポンプエリア防水壁の高さ[m]

想定破損による溢水が防水壁を越えて外部に排出する際の水位（越流水深）を表に示す。なお、排出を期待する開口長さは区画（Y-24AN）に接する防水壁の長さとし、概略図を図 2-1、図 2-2 に示す。

表 2-3 に示すように溢水の越流水深は防水壁と分離壁の高低差（0.2m）を下回るため、分離壁を越流して溢水が隣接する取水槽海水ポンプエリアに流入することはなく、多重化された系統が同時に機能を喪失することはない。

表 2-2 溢水源となる系統及び溢水流量（Y-24AN）

系統	溢水流量[m ³ /h]
原子炉補機海水系（Ⅱ-R S W）	216
タービン補機海水系（T S W）	172
補給水系（MUW）	2
消化系（F P）	36

表 2-3 越流水深計算結果

評価対象区画		Y-24AN
W	防水壁の高さ [m]	9.7
B	排出を期待する開口長さ [m]	33
L	取水槽海水ポンプエリア防水壁の幅 [m]	0.074
Q	越流流量 (II-R S W) [m ³ /h]	216
h	越流水深 [m]	0.02

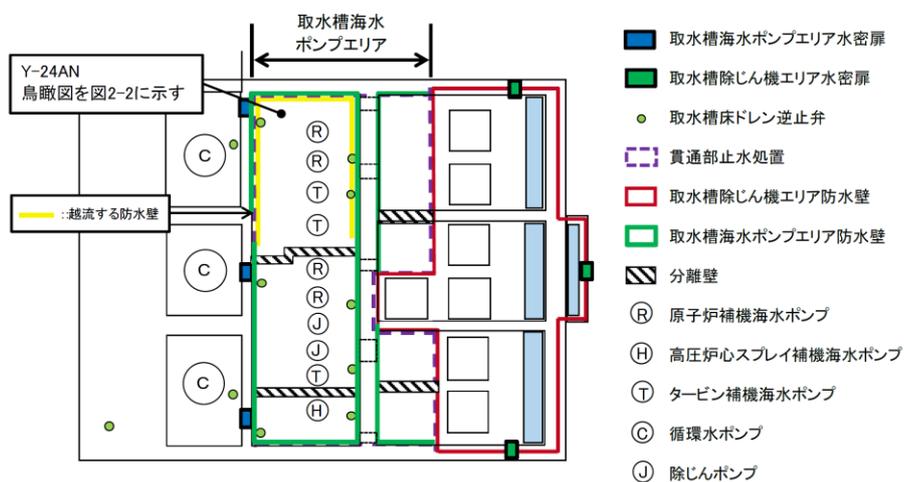


図 2-1 取水槽海水ポンプエリア防水壁概略図

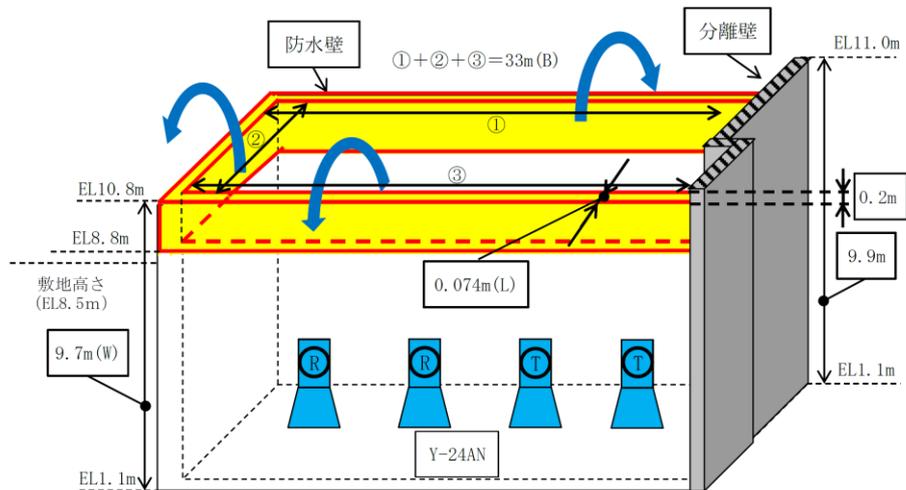


図 2-2 排出を期待する防水壁鳥瞰図 (Y-24AN)

3. 消火水の放水による溢水

取水槽海水ポンプエリアの消火活動に使用される設備に屋外の消火栓がある。消火栓からの溢水流量を $350 \text{ l/min} \times 2 \text{ 倍}$ ($42 \text{ m}^3/\text{h}$) とし、消火活動による放水に伴う溢水流量とする。この溢水流量は、表 3-1 に示す通り想定破損の評価で想定する溢水流量より小さく、消火水の放水による溢水評価は想定破損の評価に包含されるため、多重化された系統が同時に機能喪失することはない。

表 3-1 想定破損及び消火放水による溢水流量の比較

	想定破損		消火放水
	系統	溢水流量 [m^3/h]	溢水流量 [m^3/h]
Y-24AN	原子炉補機海水系 (II-R SW)	216	42
Y-24BN	原子炉補機海水系 (I-R SW)	216	42
Y-24CN	取水槽設備系 (OTC)	121	42

4. 地震起因による溢水

溢水源となり得る機器のうち、基準地震動 S_s による地震力によって破損が生じるおそれのある機器を溢水源として想定した。添付資料 3 に示すとおり、取水槽海水ポンプエリアの機器・配管は基準地震動 S_s に対する耐震性を有し

ていることから、重要度の特に高い安全機能、燃料プール冷却機能及び燃料プールへの給水機能が喪失することはない。評価結果を表 4-1 に示す。

表 4-1 地震起因による溢水影響評価結果

評価区画	Y-24AN	Y-24BN	Y-24CN
溢水量[m ³]	0	0	0
滞留面積[m ²]	54	38	20
溢水水位[m]	0	0	0
機能喪失床上高さ[m]	1.68	1.68	1.25
評価結果	○	○	○

6. 屋外タンク等による屋外における溢水（事象 e.）

10. 建物外からの溢水影響評価

島根原子力発電所2号炉における溢水防護対象設備を内包する建物の外部にある溢水源としては、海水を除き、屋外タンク及び貯水槽等（以下「屋外タンク等」という。）の保有水並びに地下水が挙げられる。ここでは、これらの溢水が溢水防護対象設備に与える影響を評価する。

なお、海水の溢水に関しては「9. 溢水防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価」及び設置許可基準規則 第五条（津波による損傷の防止）に対する適合性において説明する。また、屋外タンク等は全て大気開放構造であり、最高使用圧力が静水頭圧であるため、想定破損による溢水源として考慮しない。

10.1 屋外タンク等の溢水による影響

(1) 地震起因による屋外タンク等からの溢水影響

屋外タンク等の溢水として、地震による損傷が否定できない屋外タンク等の破損による溢水を考慮する必要がある。

島根原子力発電所の敷地内に設置されている屋外タンク等のうち溢水源とする屋外タンク等を溢水源とする屋外タンク等の選定フロー（図 10-1）により抽出した（詳細を補足説明資料 27 に示す）。結果を表 10-1 に、また抽出された屋外タンク等の配置を図 10-2 に示す。

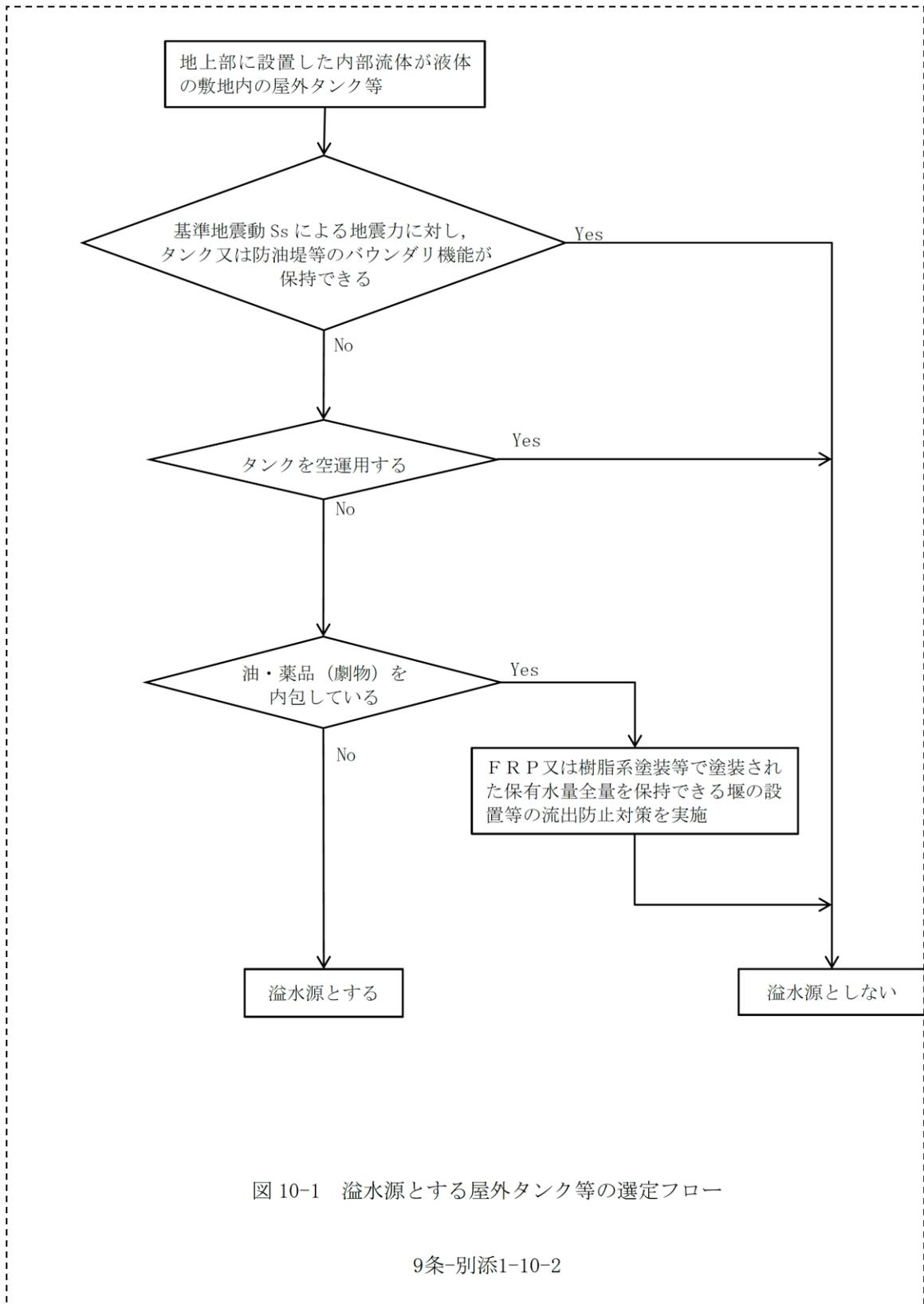


図 10-1 溢水源とする屋外タンク等の選定フロー

9条-別添1-10-2

表 10-1 溢水源とする屋外タンク等

No	名称	保有水量 [m ³]	溢水伝播 挙動評価 に用いる 溢水量 [m ³] ^{※3}	配置 No	保有水量20m ³ 以上(山間部 除く)の屋外 タンク等	エリア No	合計 保有水量 [m ³]	溢水伝播 挙動評価 に用いる 合計溢水量 [m ³] ^{※2}
1	雑用水タンク	33	49	25	○	エリア ①	2,832	3,366 (2,994)
2	宇中系統中継水槽(西山水槽)	30	45	26	○			
3	母子水洗タンク	146	161	22	○			
4	1号スターボンプ発電機用軽油タンク用消火タンク	49	73	23	○			
5	A-44m ³ 盤消火タンク	155	171	30	○			
6	B-44m ³ 盤消火タンク	155	171	30	○			
7	輪谷貯水槽(東側)沈砂池	260	286	20	○			
8	原水80t水槽	80	120	24	○			
9	仮設水槽-1(2号西側法面付近)	20	30	39	○			
10	仮設水槽-2(2号西側法面付近)	20	30	40	○			
11	仮設水槽-3(2号西側法面付近)	20	30	45	○			
12	輪谷貯水槽(東側)	1,864 ^{※1}	2,200	19	○			
13	消消火薬貯蔵槽(b'スターボンプ発電機用軽油タンク)	1	-	n-43	-			
14	山林用防火水槽(スカイライン)	50	-	n-52	-			
15	山林用防火水槽(スカイライン)	50	-	n-52	-			
16	仮設水槽(2号西側法面付近)	2	-	n-59	-			
17	防火水槽	20	-	n-74	-			
18	防火水槽	20	-	n-73	-			
19	鉄イオン溶解タンク(2号)	19	-	n-9	-			
20	純水タンク(A)	600	660	10	○			
21	純水タンク(B)	600	660	10	○			
22	2号ろ過水タンク	3,000	3,300	11	○			
23	1号除だく槽	87	131	12	○			
24	1号ろ過器	62	93	13	○			
25	2号除だく槽	102	113	14	○			
26	2号ろ過器	36	54	15	○			
27	2号濃縮槽	30	45	16	○			
28	1号ろ過水タンク	3,000	3,300	17	○			
29	74m ³ 緊急受水槽(2槽)	60	90	27	○			
30	純水装置廃液処理設備	42	63	31	○			
31	25m ³ 緊急受水槽	30	45	37	○			
32	50m ³ 緊急トイレ用水貯槽	32	48	44	○			
33	前内ボイラ冷却水タンク	1	-	n-24	-			
34	前内ボイラ冷却水冷却塔	1	-	n-24	-			
35	C-真空脱気塔	3	-	n-28	-			
36	D-真空脱気塔	3	-	n-28	-			
37	C/D用冷却水回収槽	2	-	n-28	-			
38	A-真空脱気塔	2	-	n-38	-			
39	B-真空脱気塔	2	-	n-38	-			
40	冷却水回収槽	2	-	n-38	-			
41	1号除だく槽排水槽	7	-	n-41	-			
42	トイレ用ろ過水貯槽	8	-	n-41	-			
43	変圧器消火水槽	306	336	4	○			
44	電解液受槽(1号)	22	33	5	○			
45	A-サイトバンカ建物消火タンク	46	69	18	○			
46	B-サイトバンカ建物消火タンク	46	69	18	○			
47	管理事務所4号館用消火タンク	21	32	36	○			
48	電解液受槽(2号)	10	-	n-8	-			
49	1号海水電解装置電解槽(循環7号 8槽)	2	-	n-8	-			
50	2号海水電解装置電解槽(非循環7号 12槽)	2	-	n-8	-			
51	3号ろ過水タンク(A)	1,000	1,100	1	○			
52	3号純水タンク(A)	1,000	1,100	2	○			
53	消火用水タンク(A)	1,200	1,320	3	○			
54	消火用水タンク(B)	1,200	1,320	3	○			
55	3号仮設海水淡水化装置(海水受水槽)	25	38	29	○			
56	仮設合併処理槽	31	46	34	○			
57	3号純水タンク(B)	1,000	1,100	32	○			
58	3号ろ過水タンク(B)	1,000	1,100	33	○			
59	A-45m ³ 盤消火タンク	155	171	38	○			
60	B-45m ³ 盤消火タンク	155	171	38	○			
61	宇中受水槽	24	36	46	○			
62	宇中合併浄化槽(1)	63	94	42	○			
63	宇中合併浄化槽(2)	126	139	43	○			
64	海水電解装置脱気槽	12	-	n-13	-			
65	補助ボイラ排水処理装置 排水pH中和槽	3	-	n-14	-			
66	重油タンク用油原液差圧調合槽	2	-	n-15	-			
67	補助ボイラ補機冷却水薬液注入貯槽	1	-	n-14	-			
68	ブロータンク	1	-	n-14	-			
69	排水放流槽	1	-	n-14	-			
70	訓練用模擬水槽	4	-	n-58	-			
71	3号仮設海水淡水化装置(RO処理水槽)	15	-	n-76	-			
72	3号仮設海水淡水化装置(仮設純水槽)	5	-	n-77	-			
73	管理事務所1号館東側調整池	1,520	1,672	9	○			
74	A-50m ³ 盤消火タンク	155	171	28	○			
75	B-50m ³ 盤消火タンク	155	171	28	○			
76	濁水処理装置	10	-	n-71	-			
合計							20,024	22,256

- ※1 輪谷貯水槽のスロッシング解析値(1,694m³)と実験値の差を踏まえて1.1倍し、切上げた値。
- ※2 ()内はエリア内の溢水源とする屋外タンク等の保有水量の合計を示す。
- ※3 評価に用いる溢水量は保有水量を以下のとおり割り増した。
 20m³以上100m³以下の屋外タンク等: 1.5倍
 100m³を超える屋外タンク等: 1.1倍
 輪谷貯水槽(東側): 1,864m³を上回る2,200m³とした。

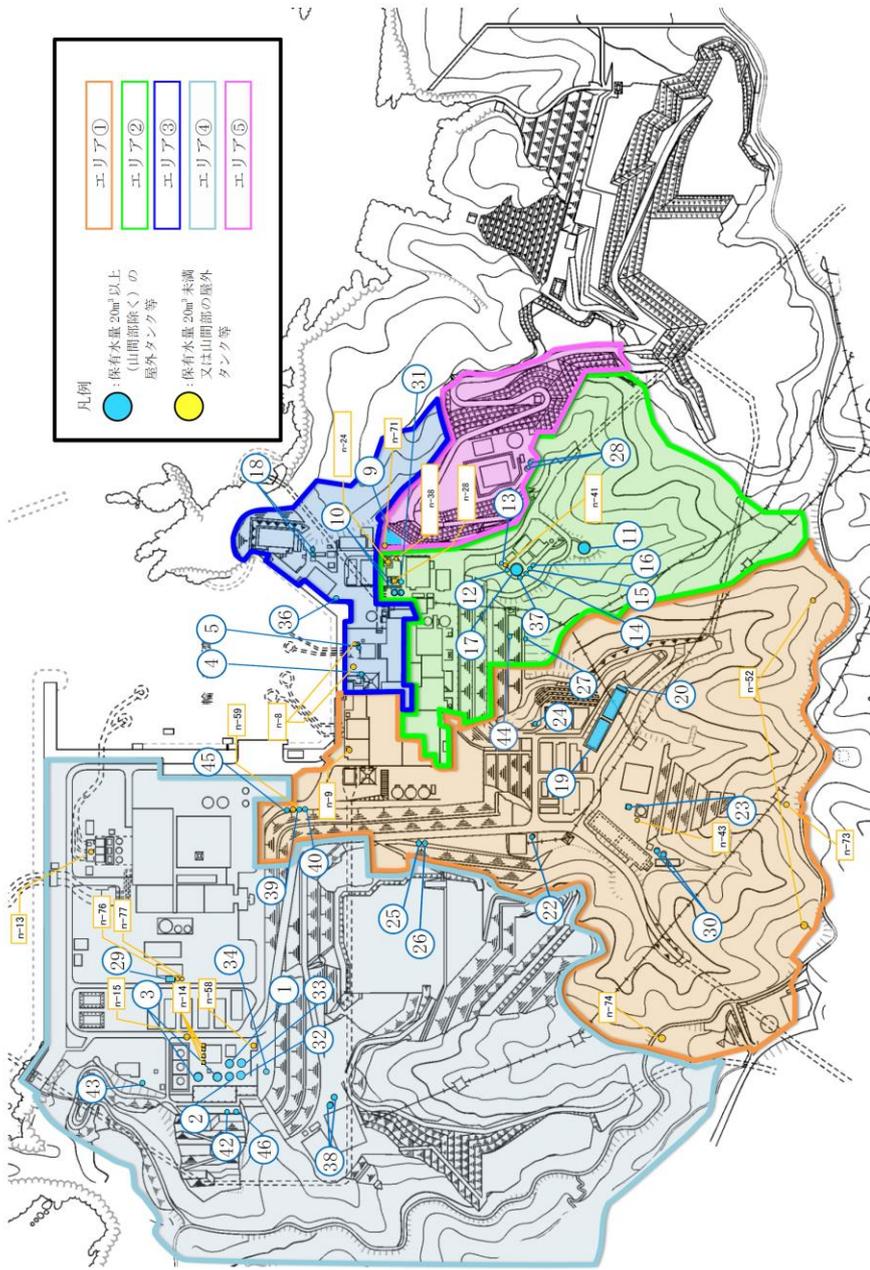


図 10-2 溢水源とする屋外タンク等の配置図

9条-別添1-10-4

a. 屋外タンク等の溢水伝播挙動評価

屋外タンク等の地震による損傷形態としてはタンクの側板基礎部や側板上部の座屈、また接続配管の破断等が考えられる。このため、地震によりタンクに大開口が生じ短時間で大量の水が流出するようなことはないと考えられるが、屋外タンク等の損傷形態及び流出水の伝播に係る条件について、以下に示す保守的な設定を行った上で、溢水伝播挙動評価を行う。

溢水伝播挙動評価は汎用熱流体解析コードFluentを用いて、以下に示す評価モデルにより敷地の水位を算出する。

なお、輪谷貯水槽（東側）は、溢水防護対象設備の設置されている建物より高所に設置しており、溢水防護対象設備の設置されている建物・区画へ流下することが考えられるため、基準地震動 S_s によって生じるスロッシング量を考慮する。

■溢水伝播挙動評価条件

- 溢水源となる屋外タンク等を表現し、地震による損傷をタンク側板が瞬時に消失するとして模擬する。
- 構内排水路による排水機能及び敷地外への排出は期待しない。
- 輪谷貯水槽（東側）は基準地震動 S_s によって生じるスロッシングによる溢水量（時刻歴）を模擬する。

■評価モデル

島根原子力発電所の敷地形状を三次元モデルで模擬する。評価モデルを図10-3-1に示す。

溢水源のモデル化にあたっては、敷地形状（尾根、谷、敷地高さ）を踏まえた発電所構内に流入する降水の集水範囲から、屋外タンク等の設置エリアを5箇所エリアに区分する。エリアを区分するうえで考慮した敷地形状を表10-2に示す。

表10-1に示す保有水量 20m^3 以上（山間部除く）の屋外タンク等はその設置位置でモデル化する。また、分散している溢水源を集中させることで水位が高くなることから、保有水量 20m^3 未満又は山間部の屋外タンク等は、その設置位置でモデル化せず、各エリアでモデル化する屋外タンク等の保有水量を割り増すことで考慮する。

区分した各エリアと屋外タンク等の配置を図10-2に、各エリア内の屋外タンク等の合計保有水量と溢水伝播挙動評価に用いる溢水量を表10-1に示す。

表 10-2 エリア区分で考慮した敷地形状

設置エリア	考慮した主な敷地形状
エリア①/②	尾根
エリア①/③	敷地高さ
エリア①/④	尾根
エリア②/③	敷地高さ
エリア②/⑤	敷地高さ
エリア③/⑤	谷

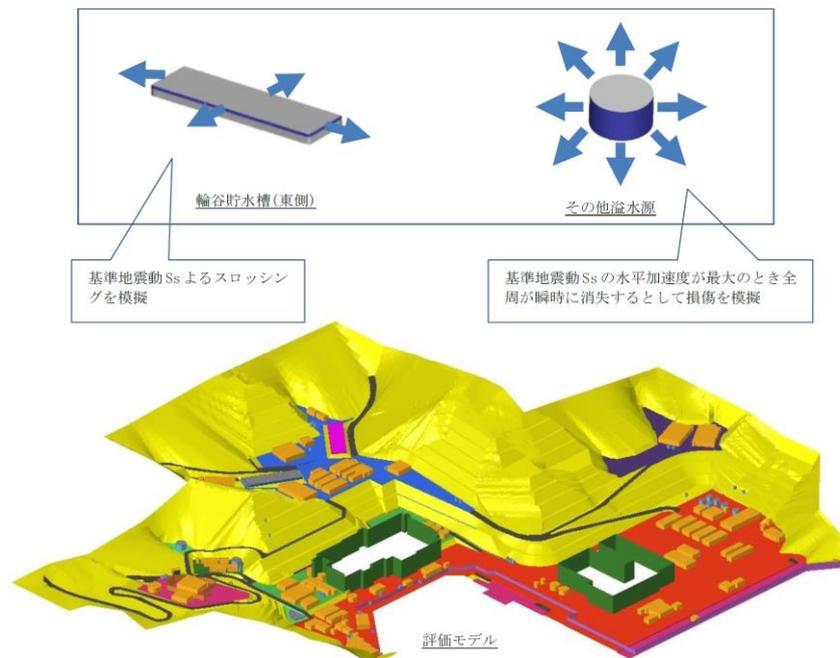


図 10-3-1 溢水伝播挙動の評価モデル

b. 評価結果

評価の結果として得られた溢水伝播挙動を図 10-3-2 に、代表箇所における浸水深の時刻歴を図 10-3-3 に、最大浸水深を表 10-3 に示す。

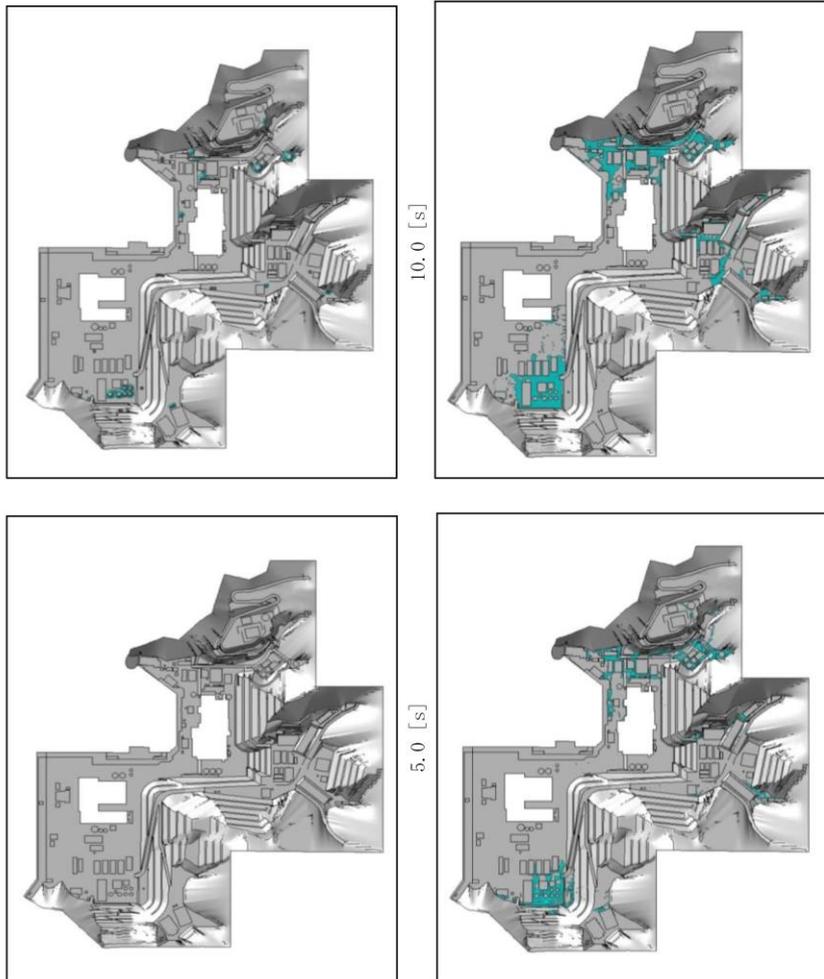


図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (1/2)

9条-別添1-10-7

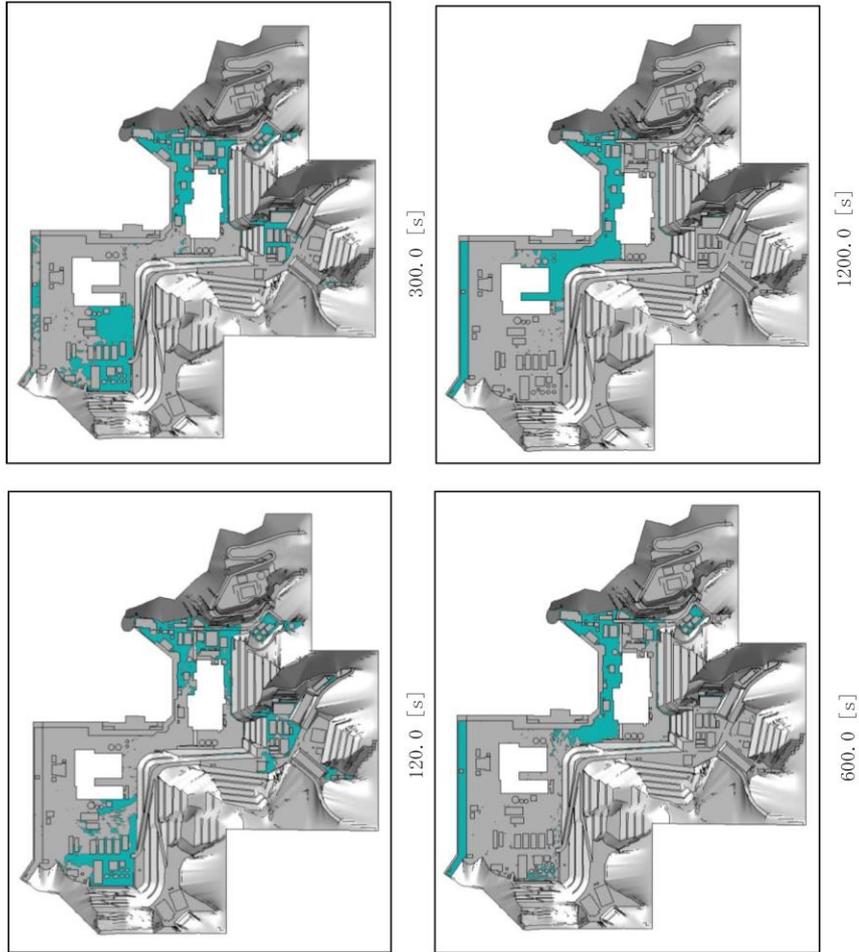


図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (2/2)

9条-別添1-10-8

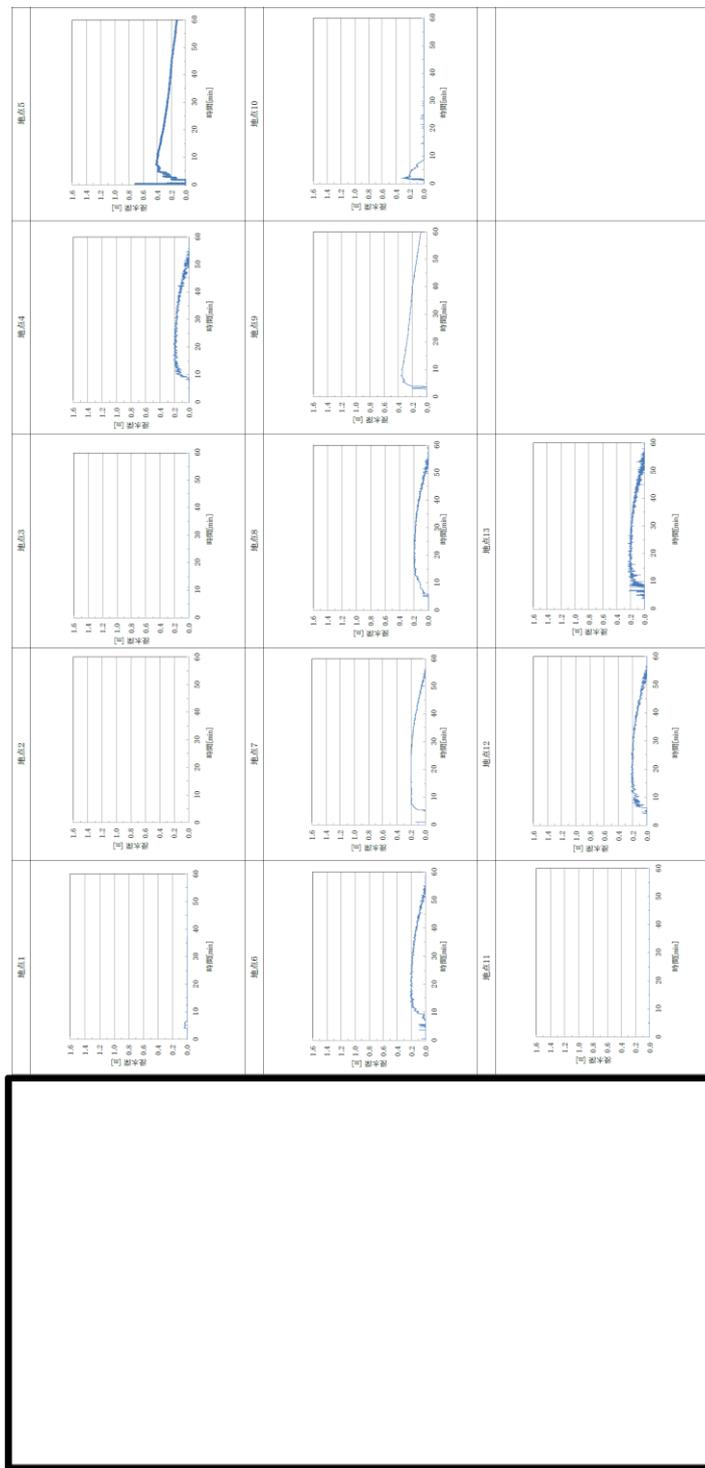


図 10-3-3 代表箇所における浸水深時刻歴

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

9条-別添1-10-9

表 10-3 代表箇所における最大浸水深

代表箇所		基準高さ EL [m]	最大 浸水深 [m]	建物外周扉等 の設置位置 EL [m]
地点 1	原子炉建物南面	15.0	0.05	15.3
地点 2	原子炉建物西面 1	15.0	0.01	15.3
地点 3	原子炉建物西面 2	15.0	0.03	15.3
地点 4	タービン建物南面 1	8.5	0.23	8.8
地点 5	タービン建物南面 2	8.5	0.72	8.9
地点 6	タービン建物南面 3	8.5	0.22	9.1
地点 7	タービン建物南面 4	8.5	0.21	9.26
地点 8	取水槽海水ポンプエリア西面	8.5	0.21	8.8
地点 9	取水槽海水ポンプエリア東面	8.5	0.36	8.8
地点 10	廃棄物処理建物南面	15.0	0.33	15.35
地点 11	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽北面	15.0	0.02	15.35
地点 12	A-ディーゼル燃料移送ポンプピット西面	8.5	0.23	8.7
地点 13	HPCS-ディーゼル燃料移送ポンプピット西面	8.5	0.25	8.7

c. 影響評価

原子炉建物、廃棄物処理建物及びタービン建物への建物外からの溢水に対する流入経路としては表 10-4 に示す経路が挙げられる。なお、制御室建物については直接地表面と接する外壁はなく、屋外タンク等の溢水が直接浸水する経路はない。

また、建物外に設置されている溢水防護対象設備としては以下があるが、これらに対する流入経路は地表部からの直接伝播となる。

- ・ A-ディーゼル燃料移送ポンプ
- ・ B-ディーゼル燃料移送ポンプ
- ・ HPCS-ディーゼル燃料移送ポンプ
- ・ 原子炉補機海水ポンプ
- ・ 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ

以上の各流入経路のうち、溢水防護区画への流入経路①～⑤に対する影響評価の結果は次のとおりであり、いずれの経路からも溢水防護区画への浸水はない。

流入経路①

溢水防護対象設備を設置する原子炉建物及び廃棄物処理建物については、各扉付近の溢水水位より外壁に設置された扉の設置位置（敷地高さ(EL15.0m)から0.3m以上）が高いことから溢水防護区画への浸水はない。タービン建物については、外壁にある扉付近の水位が最大で0.72mであり、扉の設置位置（タービン建物東側開口部下端高さ0.4m）を超えるが、開口部下端高さを超える水位の継続時間が短く、流入する溢水は約 5m^3 と少量である。タービン建物のうち耐震Sクラスエリア（東）内に流入した場合、耐震Sクラスエリア（東）における地震起因による溢水量（約 $2,730\text{m}^3$ ）に含めても、耐震Sクラスエリア（東）の溢水を貯留できる空間容積（約 $6,598\text{m}^3$ ）より小さく貯留可能であることから溢水防護区画への浸水はない。

流入経路②

溢水伝播挙動評価による建物廻りの水位は最大でも0.8m程度である。これに対して、地上1m以下の貫通部に対してシリコン等の止水措置を実施していない箇所はないため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

流入経路③

2号炉建物に隣接する1号炉原子炉建物、タービン建物及び廃棄物処理建物については敷地高さ(EL8.5m及びEL15.0m)から0.3mの高さまで建物扉や貫通部がないことを確認している。屋外タンク等からの溢水が1号炉タービン建物等に流入した場合でも、その水の量は僅かと考えられるが、保守的な想定として1号炉タービン建物近傍に設置する溢水源となるタンク（純水タンク（A）（B））（約 $1,200\text{m}^3$ ）が流入したとしても1号炉タービン建物の貯留可能容積は $11,170\text{m}^3$ であるため、流入水は当該建物内に収容されることから、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

流入経路④

地下ダクト等はEL8.5mの地下部に7箇所、EL15.0mの地下部に4箇所あり、屋外とダクト又はダクトと建物境界部に止水処置を実施するため、本経路から溢水防護区画への浸水はない（詳細評価は補足説明資料9に示す）。

流入経路⑤

建物間接合部にはエキスパンションジョイント止水板等が設置されているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

一方、建物外に設置されるA-ディーゼル燃料移送ポンプ及びHPCS-ディーゼル燃料移送ポンプについては、当該設備を設置する区画に高さ2mの防水壁及び水密扉を設置すること、また、B-ディーゼル燃料移送ポンプについては、当該設備

近傍の浸水深は低く（表 10-3 地点 11 最大浸水深：0.02m）、扉の設置位置（敷地高さ（EL15.0m）から 0.35m）の方が高いことから溢水防護区画への浸水はない。

原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプについては、当該設備を設置する取水槽海水ポンプエリアの天端開口部に高さ 2m の防水壁を設置することにより、溢水による影響を防止する。

なお、詳細設計の段階において建物外に設置する溢水防護対象設備についても、本項に示す溢水伝播挙動評価により得られる各設置位置における浸水深に対して対策を講じることにより、溢水による影響を防止する。

以上より、地震起因による屋外タンク等からの溢水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。

表 10-4 溢水防護区画への流入経路

NO.	流入経路
①	建物外壁にある扉
②	建物外壁にある隙間部（配管貫通部）
③	1号建物扉 →1号建物扉と溢水防護対象設備を設置された建物の境界における開口部
④	地下ダクト接続箇所
⑤	建物間の接合部

溢水影響のある屋外タンク等の選定について

1. はじめに

溢水防護対象設備が設置されている建物等への溢水影響評価において、溢水影響のある屋外タンク等の選定方法を示す。

2. 屋外タンク等の抽出

島根原子力発電所敷地内において、地上部に設置されており、内部流体が液体である屋外タンク、貯水槽、沈砂池及び調整池等を図面又は現場調査により抽出した。

3. 溢水影響のある屋外タンク等の選定

図面又は現場調査により抽出した屋外タンク等を溢水源の選定フローに基づき溢水源とする屋外タンク等又は溢水源としない屋外タンク等に選定する。溢水源の選定フローを図1に、選定結果を表1に、配置図を図2に示す。

宇中貯水槽及び中和沈殿槽、輪谷貯水槽（西側）沈砂池、輪谷200t貯水槽は敷地を掘り込んだ構造となっており、水面が敷地高さより低いため、溢水源とする屋外タンク等の対象から除外した。また、敷地形状から建物側へ流れないことを確認している屋外タンク等は対象から除外した。

なお、輪谷貯水槽（西側）は基準地震動 S_s による地震力に対し機能維持する密閉式貯水槽を設置するため、スロッシングを含め溢水は生じない。

4. 溢水源としない屋外タンク等の対策

溢水源としない屋外タンク等の対策内容を以下に示す。

(1) 区分A

基準地震動 S_s による地震力に対し、タンク又は防油堤等のバウンダリ機能を保持させる。

(2) 区分B

タンクを空運用とすることとし、QMS文書に反映し管理する。

(3) 区分C

F R P又は樹脂系塗装等で塗装された保有水量全量を保持できる堰の設置等の流出防止対策を実施する。

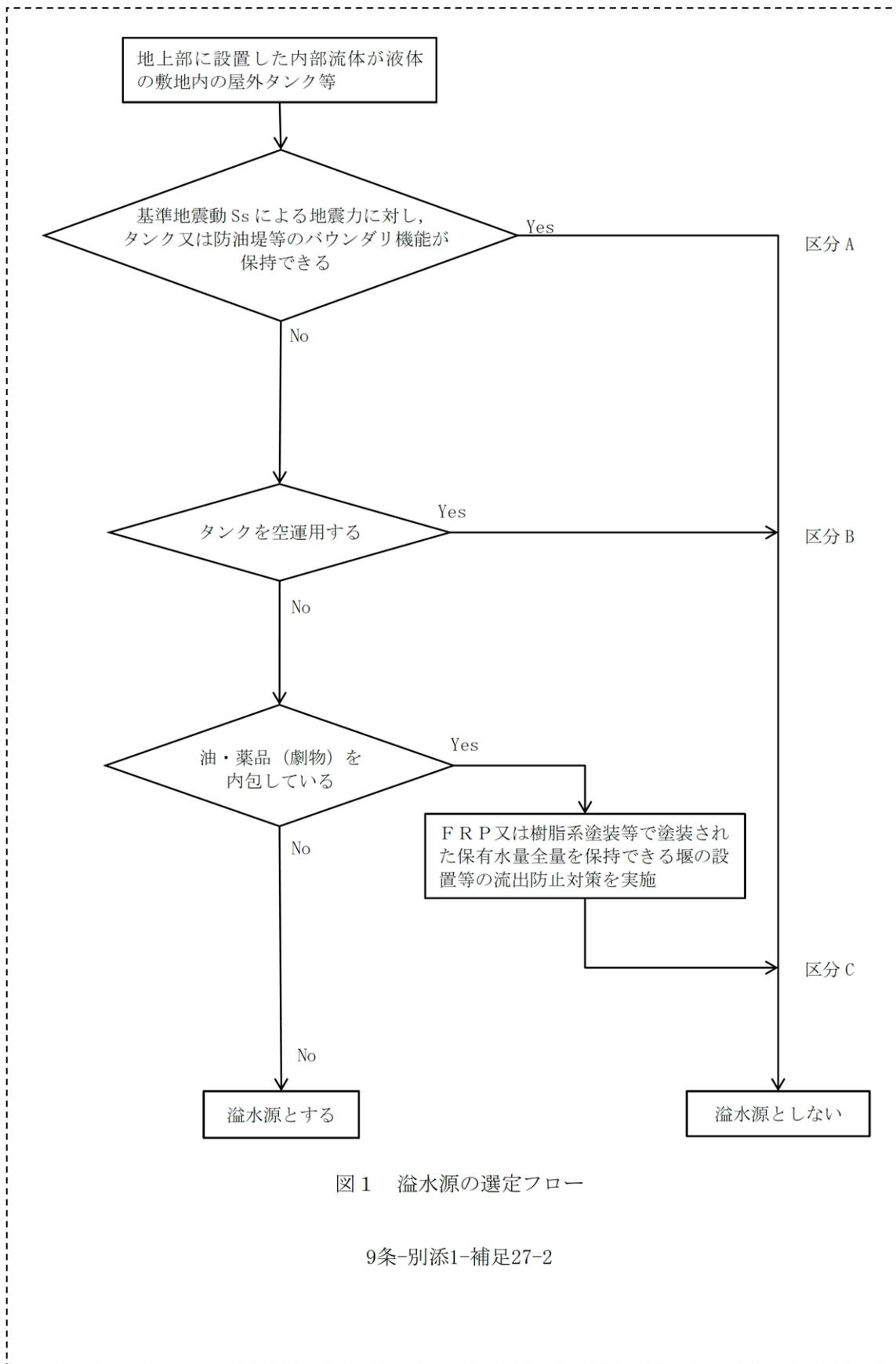


図1 溢水源の選定フロー

9条-別添1-補足27-2

表1 溢水影響のある屋外タンク等の選定結果 (1/2)

No.	名称	内容物	保有水量 [m ³]	選定結果 ^{*1}	配置図 No	区分
1	タービン油計量タンク	油	47	×	n-3	C
2	No. 3 重油タンク	油	900	×	n-4	A-1
3	No. 2 重油タンク	油	900	×	n-4	A-1
4	No. 1 重油タンク	油	900	×	n-4	A-1
5	地上式淡水タンク(A)	水	560	×	n-7	B
6	地上式淡水タンク(B)	水	560	×	n-7	B
7	電解液受槽(1号)	薬品(非劇物)	22	○	5	—
8	電解液受槽(2号)	薬品(非劇物)	10	○	n-8	—
9	鉄イオン溶解タンク(2号)	薬品(非劇物)	19	○	n-9	—
10	硫酸貯蔵タンク	薬品(劇物)	6	×	n-10-1	C
11	苛性ソーダ貯蔵タンク	薬品(劇物)	30	×	n-10-1	B
12	1号機主変圧器	油	0	×	n-11	B
13	1号機所内変圧器	油	0	×	n-11	B
14	2号機主変圧器	油	77	×	n-12	C
15	2号機所内変圧器(A)	油	10	×	n-12	C
16	2号機所内変圧器(B)	油	10	×	n-12	C
17	2号機起動変圧器	油	24	×	n-12	C
18	海水電解装置脱気槽	薬品(非劇物)	12	○	n-13	—
19	補助ボイラ排水処理装置 pH調整用 酸貯槽	薬品(劇物)	1	×	n-14-1	C
20	補助ボイラ排水処理装置 pH調整用 76%貯槽	薬品(劇物)	1	×	n-14-1	C
21	補助ボイラ排水処理装置 排水 pH中和槽	水	3	○	n-14	—
22	補助ボイラ補機冷却水薬液注入貯槽	薬品(非劇物)	1	○	n-14	—
23	重油タンク用泡原液差圧調合槽	薬品(非劇物)	2	○	n-15	—
24	3号機主変圧器	油	141	×	n-16	C
25	3号機所内変圧器	油	21	×	n-16	C
26	3号機補助変圧器	油	37	×	n-16	C
27	空気分離器	油	2	×	n-17	C
28	500kVケーブル給油装置	油	1	×	n-16	C
29	補助ボイラサービスタンク	油	2	×	n-14-1	C
30	1号処理水受入タンク	水(放射性)	2,000	×	n-3	B
31	3号復水貯蔵タンク	水	2,000	×	n-74	A-2
32	3号補助復水貯蔵タンク	水	2,000	×	n-74	A-2
33	代替注水槽	水	2,500	×	n-20	B
34	3号補助消火水槽(A)	水	200	×	n-75	B
35	3号補助消火水槽(B)	水	200	×	n-75	B
36	3号ろ過水タンク(A)	水	1,000	○	1	—
37	3号純水タンク(A)	水	1,000	○	2	—
38	消火用水タンク(A)	水	1,200	○	3	—
39	消火用水タンク(B)	水	1,200	○	3	—
40	宇中受水槽	水	24	○	46	—
41	変圧器消火水槽	水	306	○	4	—
42	管理事務所1号館東側調整池	水	1,520	○	9	—
43	3号所内ボイラサービスタンク	油	2	×	n-24-2	C
44	4号所内ボイラサービスタンク	油	2	×	n-24-3	C
45	苛性ソーダ貯蔵タンク	薬品(劇物)	26	×	n-27	C
46	排水中和用塩酸タンク	薬品(劇物)	1	×	n-27	C
47	排水中和用苛性ソーダタンク	薬品(劇物)	1	×	n-27	C
48	塩酸貯槽	薬品(劇物)	3	×	n-28-3	C
49	予備変圧器	油	10	×	n-31	C
50	1号機起動変圧器	油	48	×	n-32	C
51	硫酸貯蔵タンク	薬品(劇物)	10	×	n-27	C
52	1号復水貯蔵タンク	水(放射性)	500	×	n-33	A-2
53	1号補助サージタンク	水(放射性)	500	×	n-34	B
54	純水タンク(A)	水	600	○	10	—
55	純水タンク(B)	水	600	○	10	—
56	2号復水貯蔵タンク	水(放射性)	2,000	×	n-35	A-2
57	2号補助復水貯蔵タンク	水(放射性)	2,000	×	n-36	A-2
58	2号トラス水受入タンク	水(放射性)	2,000	×	n-37	A-2
59	A-真空脱気塔	水	2	○	n-38	—
60	B-真空脱気塔	水	2	○	n-38-1	—
61	冷却水回収槽	水	2	○	n-38-2	—
62	C-真空脱気塔	水	3	○	n-28	—
63	D-真空脱気塔	水	3	○	n-28-1	—

9条-別添1-補足27-3

表1 溢水影響のある屋外タンク等の選定結果 (2/2)

No.	名称	内容物	保有水量 [m ³]	選定結果 ^{※1}	配置図 No	区分
64	C/D用冷却水回収槽	水	2	○	n-28-2	—
65	2号ろ過水タンク	水	3,000	○	11	—
66	1号除だく槽	水	87	○	12	—
67	1号ろ過器	水	62	○	13	—
68	2号除だく槽	水	102	○	14	—
69	2号ろ過器	水	36	○	15	—
70	2号濃縮槽	水	30	○	16	—
71	1号除だく槽排水槽	水	7	○	n-41	—
72	22m盤受水槽	水	30	○	37	—
73	1号ろ過水タンク	水	3,000	○	17	—
74	ガスタービン発電機用軽油タンク	油	560	×	n-43-1	A-1
75	泡消火薬剤貯蔵槽 (ガスタービン発電機用軽油タンク)	薬品 (非劇物)	1	○	n-43	—
76	OFケーブルタンク	油	3	×	n-47	C
77	輪谷貯水槽 (東側)	水	1,864 ^{※2}	○	19	—
78	輪谷貯水槽 (西側)	水	10,000	×	n-55	A-2
79	輪谷貯水槽 (東側) 沈砂池	水	260	○	20	—
80	碍子水洗タンク	水	146	○	22	—
81	原水80t水槽	水	80	○	24	—
82	雑用水タンク	水	33	○	26	—
83	宇中系統中継水槽 (西山水槽)	水	30	○	25	—
84	59m盤トイレ用水貯槽	水	32	○	44	—
85	500kVケーブル給油装置	油	1	×	n-48	C
86	非常用ろ過水タンク	水	2,500	×	n-49	A-2
87	74m盤受水槽 (2槽)	水	60	○	27	—
88	山林用防火水槽 (スカイライン)	水	50	○	n-52	—
89	山林用防火水槽 (スカイライン)	水	50	○	n-52	—
90	A-サイトバンカ建物消火タンク	水	46	○	18	—
91	B-サイトバンカ建物消火タンク	水	46	○	18	—
92	A-50m盤消火タンク	水	155	○	28	—
93	B-50m盤消火タンク	水	155	○	28	—
94	3号仮設海水淡水化装置 (海水受水槽)	水	25	○	29	—
96	3号仮設海水淡水化装置 (RO処理水槽)	水	15	○	n-76	—
97	3号仮設海水淡水化装置 (仮設純水槽)	水	5	○	n-77	—
97	ガスタービン発電機用軽油タンク用消火タンク	水	49	○	23	—
98	仮設合併処理槽	水	31	○	34	—
99	管理事務所4号館用消火タンク	水	21	○	36	—
100	仮設水槽-1 (2号西側法面付近)	水	20	○	39	—
101	仮設水槽-2 (2号西側法面付近)	水	20	○	40	—
103	仮設水槽-3 (2号西側法面付近)	水	20	○	45	—
103	純水装置廃液処理設備	水	42	○	31	—
104	3号純水タンク (B)	水	1,000	○	32	—
105	3号ろ過水タンク (B)	水	1,000	○	33	—
106	A-44m盤消火タンク	水	155	○	30	—
107	B-44m盤消火タンク	水	155	○	30	—
108	A-45m盤消火タンク	水	155	○	38	—
109	B-45m盤消火タンク	水	155	○	38	—
110	宇中合併浄化槽 (1)	水	63	○	42	—
111	宇中合併浄化槽 (2)	水	126	○	43	—
112	ブロータンク	水	1	○	n-14	—
113	排水放流槽	水	1	○	n-14	—
114	訓練用模擬水槽	水	4	○	n-58	—
115	1号海水電解装置電解槽 (循環7㍲ 8槽)	薬品 (非劇物)	2	○	n-8	—
116	2号海水電解装置電解槽 (非循環7㍲ 12槽)	薬品 (非劇物)	2	○	n-8	—
117	仮設水槽 (2号西側法面付近)	水	2	○	n-59	—
118	25MVA緊急用変圧器	油	15	×	n-60	A-1
119	所内ボイラブロータンク	水	1	○	n-24	—
120	所内ボイラ冷却水冷却塔	水	1	○	n-24-1	—
121	濁水処理装置	水	10	○	n-71	—
122	防火水槽	水	20	○	n-74	—
123	防火水槽	水	20	○	n-73	—
124	トイレ用ろ過水貯槽	水	8	○	n-41	—

※1: 溢水源とする屋外タンク等を「○」、溢水源としない屋外タンク等を「×」とする。
 ※2: 基準地震動 Ss による地震力に対し耐震性を有しているため、スロッシング量を保有水量とした。
 保有水量は、スロッシング解析値 (1,694m³) と実験値の差を踏まえ 1.1 倍し、切上げた値。

区分 A: 基準地震動 Ss による地震力に対し、タンク又は防油堤等のバウンダリ機能が保持できる。
 A-1: SA 対応において基準地震動 Ss による地震力に対し、耐震性を確保するもの。
 A-2: 溢水影響評価において基準地震動 Ss による地震力に対し、耐震性を確保するもの。
 区分 B: タンクを空運用する。
 区分 C: FRP 又は樹脂系塗装等で塗装された保有水量全量を保持できる堰を設置し、配管破断等により堰外への流出防止対策を実施する。

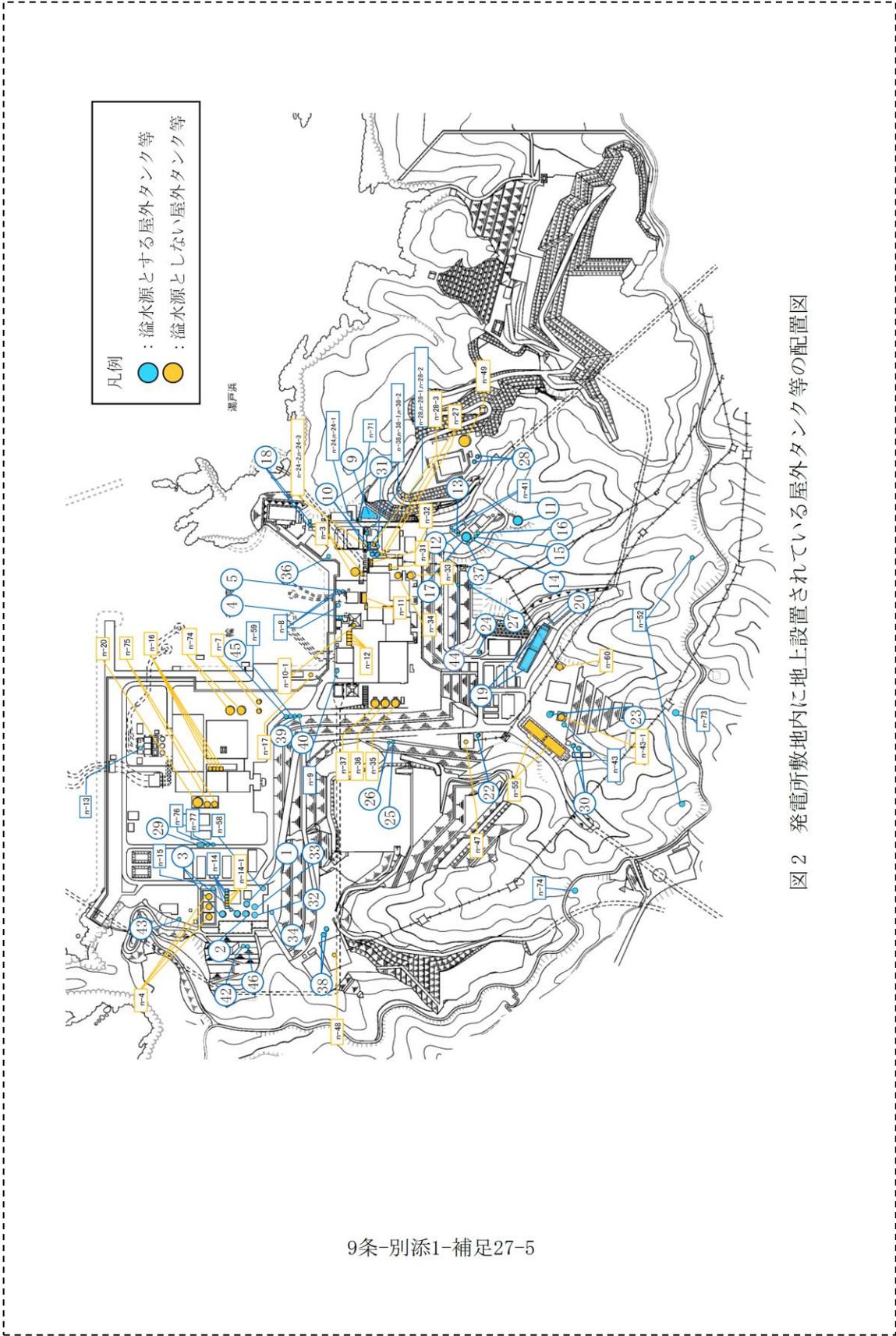


図 2 発電所敷地内に地上設置されている屋外タンク等の配置図

9条-別添1-補足27-5

5条-別添1-添付10-42

7. 建物外周地下部における地下水位の上昇（事象 f. ）

10.2 地下水の溢水による影響

島根原子力発電所2号炉では、溢水防護区画を構成する原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物の周辺地下部に、図 10-6 に示すように地下水位低下設備を設置することとしており、同設備により各建物周辺に流入する地下水の排出を行う。

10.2.1 各建物の地下水位低下設備の設置について

原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物の周辺地下部に、基準地震動 S_s による地震力に対して機能維持する地下水位低下設備を設置することによって、地震時及び地震後においても地下水を地上の雨水排水系統へ排水することが可能である。また、地下水位低下設備の電源は、非常用電源系統より供給することから、外部電源喪失時にも排水が可能となっており、水位が上昇し続けることはない（「島根原子力発電所2号炉 地震による損傷の防止 別紙-17 地下水位低下設備について」参照）。

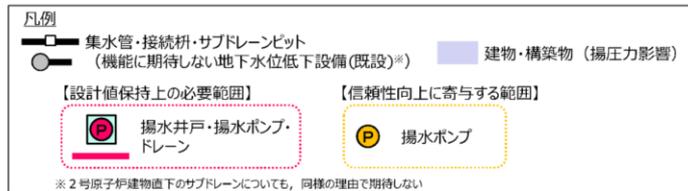
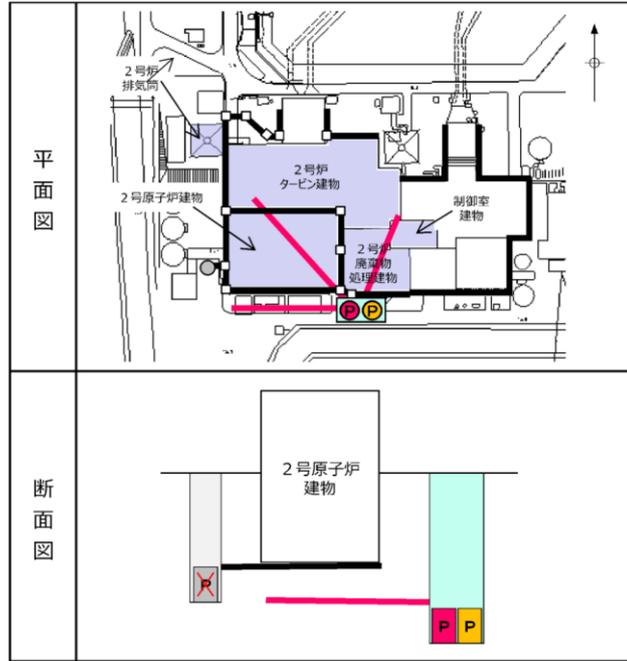


図10-6 地下水水位低下設備の構成例

10.2.2 影響評価

地下水の溢水防護区画への流入経路としては地下部における配管等の貫通部の隙間部及び建物間の接合部が考えられるが、基準地震動 S_s による地震力に対して機能維持する地下水水位低下設備を設置することから、建物まで地下水位が上昇することはない、地下水が溢水防護区画内に浸水することはない。

なお、地下水位をタービン建物の地表面 (EL8.5m) と想定し、溢水防護区画への浸水対策として、地下部における配管貫通部等の隙間部には止水措置を行っており、また建物間の接合部にはエキスパンションジョイント止水板を設置している。

以上より、地下水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。

浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置，実施範囲及び施工例

1. はじめに

浸水防護重点化範囲の境界については，浸水を防止するため浸水防止設備を設置している。

浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア），取水槽海水ポンプエリア，取水槽循環水ポンプエリアに浸水対策として実施している浸水防止設備については，内郭防護として整理する。

2. 浸水対策の位置

(1) タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）

タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）に対する浸水対策については，タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）とタービン建物（復水器を設置するエリア）との境界における浸水対策及びタービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）と海域との境界における対策があることから，以下にそれぞれの内容について示す。

a. タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）とタービン建物（復水器を設置するエリア）との境界における浸水対策

浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）への浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置，浸水防止設備リストを示す（図 1，表 1）。

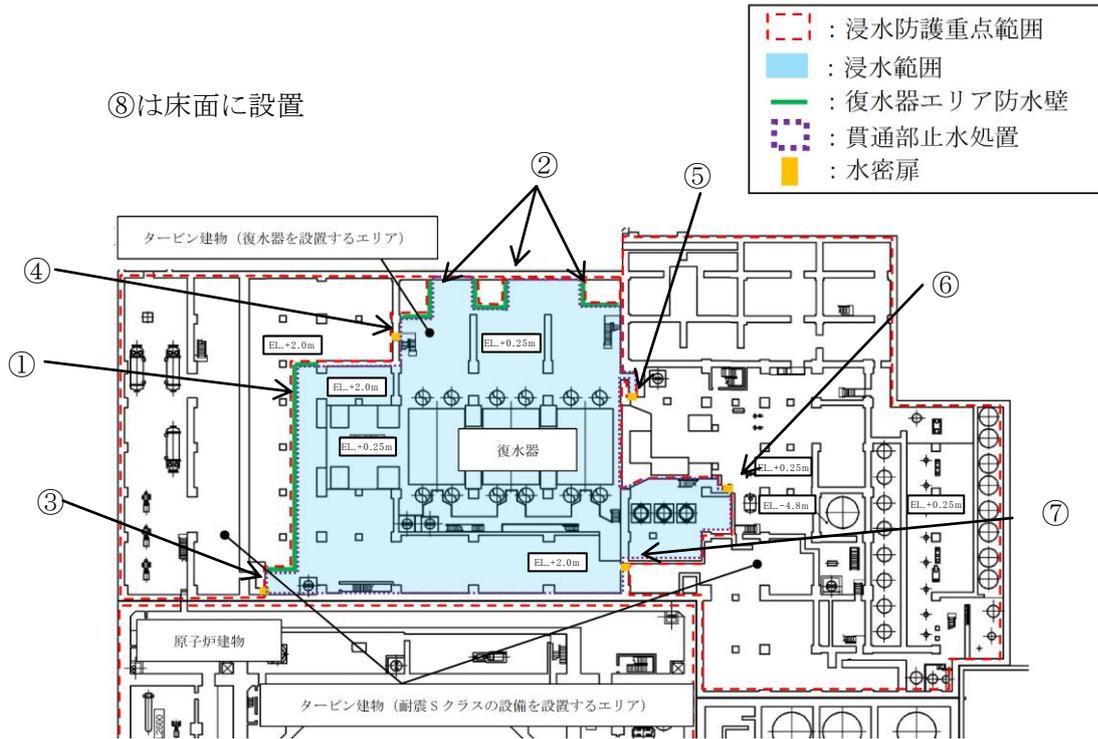


図1 タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の浸水対策の概要（タービン建物（復水器を設置するエリア）との境界）

表1 タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の浸水対策設備リスト（タービン建物（復水器を設置するエリア）との境界）

番号	設置高さ	名称	種類	寸法	
				縦	横
①	EL. +2.0m	復水器エリア防水壁	防水壁	設計中	
②	EL. +0.25m		防水壁		
③	EL. +2.0m	復水器エリア水密扉	水密扉		
④	EL. +2.0m		水密扉		
⑤	EL. +0.25m		水密扉		
⑥	EL. +0.25m		水密扉		
⑦	EL. +2.0m		水密扉		
⑧	EL. +0.25m	タービン建物床ドレン 逆止弁	逆止弁		

b. タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）と海域との境界における浸水対策

浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）への浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置，浸水防止設備リストを示す（図 2，表 2）。

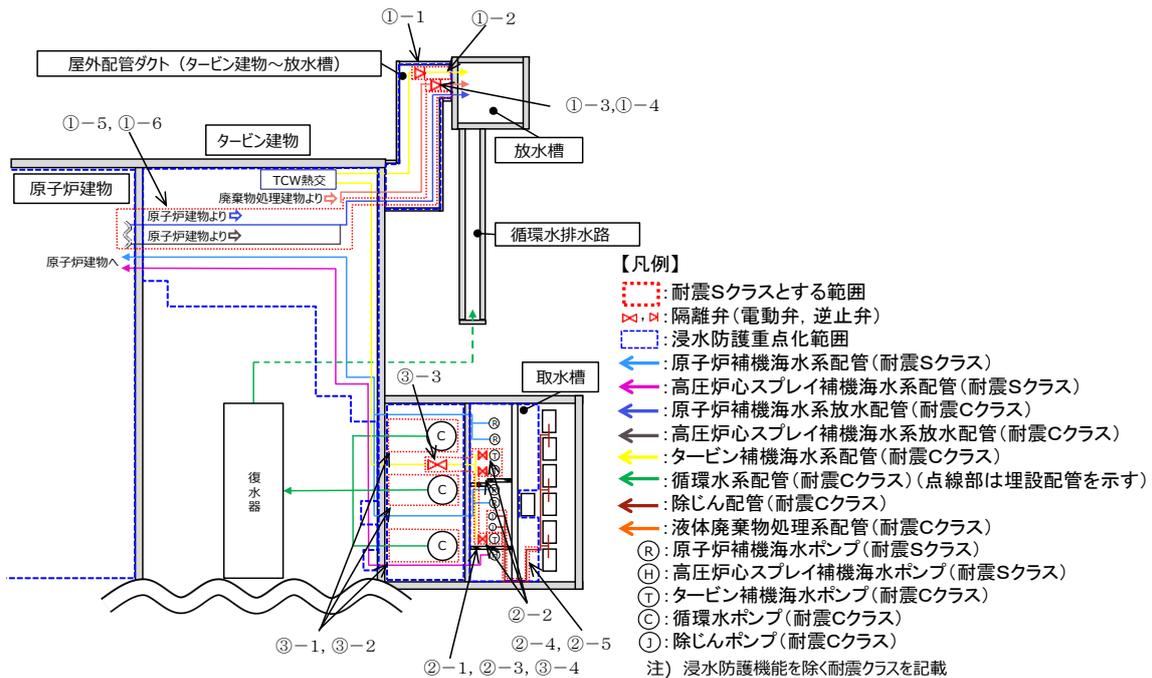


図 2 浸水対策の概要

表 2 タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）の浸水対策設備リスト（海域との境界）

番号	設置高さ※	名称	種類	寸法	
				縦	横
①-1	EL. +2.76m (屋外配管ダクト)	タービン補機海水系配管 逆止弁	逆止弁	φ 750	
①-2	—	タービン補機海水系配管	配管	—	
①-3	EL. +4.07m (屋外配管ダクト)	液体廃棄物処理系配管 逆止弁	逆止弁	φ 80	
①-4	—	液体廃棄物処理系配管	配管	—	
①-5	—	原子炉補機海水系配管	配管	—	
①-6	—	高圧炉心スプレイ補機 海水系配管	配管	—	

※ 設置高さが複数にまたがる場合等には「—」を記載する。

(2) 取水槽海水ポンプエリア

浸水防護重点化範囲である取水槽海水ポンプエリアに浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置，浸水防止設備リストを示す（図2，表3）。

表3 取水槽海水ポンプエリアの浸水対策設備リスト

番号	設置高さ※	名称	種類	寸法	
				縦	横
②-1	EL. +1.1m	タービン補機海水ポンプ	ポンプ	-	
②-2	EL. +4.1m	タービン補機海水ポンプ 出口弁	電動弁	φ550	
②-3	-	タービン補機海水系配管	配管	-	
②-4	EL. +1.9m	除じんポンプ	ポンプ	-	
②-5	-	除じん系配管	配管	-	

※ 設置高さが複数にまたがる場合等には「-」を記載する。

(3) 取水槽循環水ポンプエリア

浸水防護重点化範囲である取水槽循環水ポンプエリアに浸水対策として実施している浸水防止設備の設置位置，浸水防止設備リストを示す（図2，表4）。

表4 取水槽海水ポンプエリアの浸水対策設備リスト

番号	設置高さ※	名称	種類	寸法	
				縦	横
③-1	EL. +1.1m	循環水ポンプ	ポンプ	-	
③-2	-	循環水系配管	配管	-	
③-3	EL. +4.0m	タービン補機海水系配管 第二出口弁	電動弁	φ750	
③-4	-	タービン補機海水系配管	配管	-	

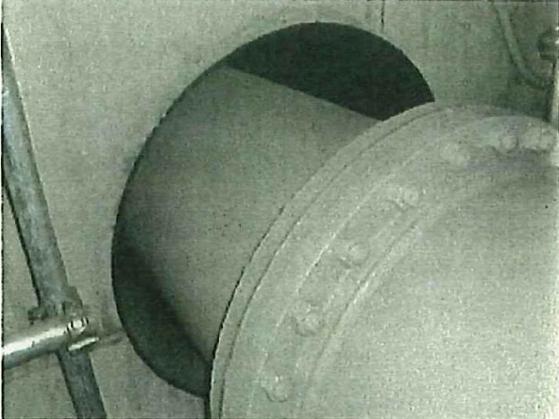
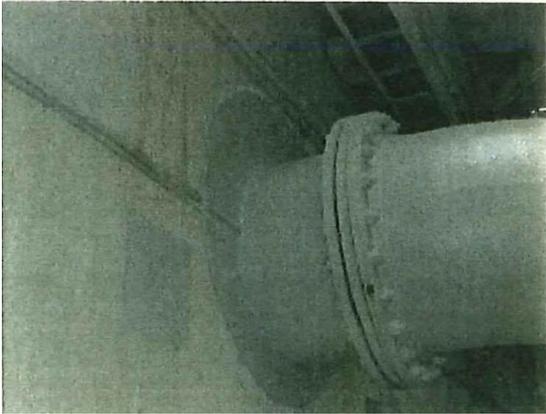
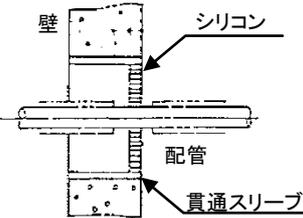
※ 設置高さが複数にまたがる場合等には「-」を記載する。

3. 貫通部止水処置の施工例

浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策として実施する貫通部止水処置の施工例を以下に示す。

施工例①

シリコンシール

施工前	
施工後	
施工状況	
	

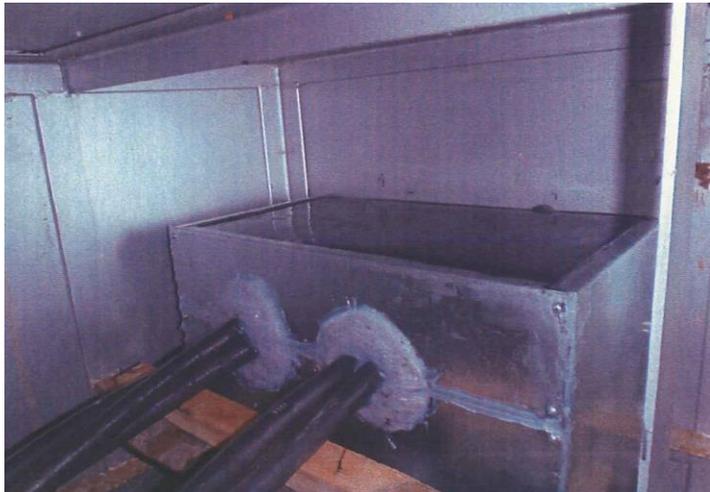
施工例②

シリコンシール

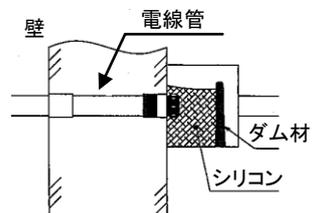
施工前



施工後



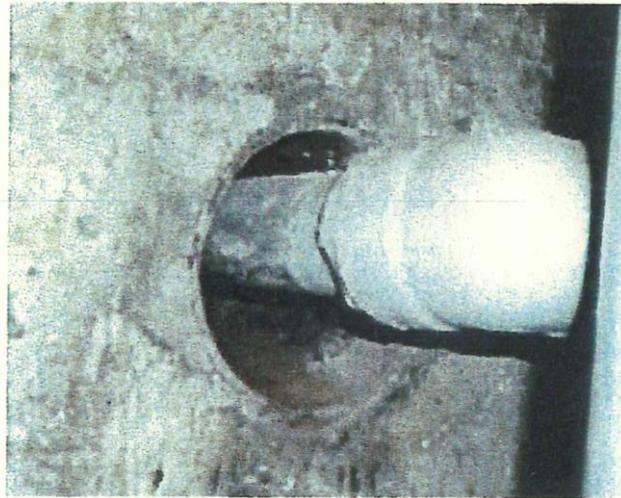
施工状況



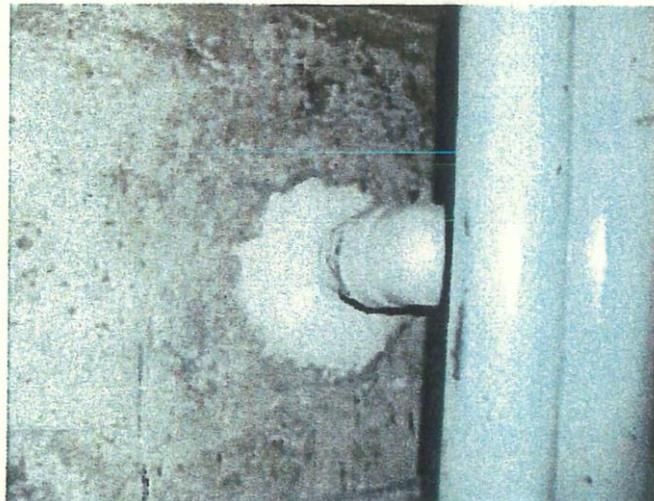
施工例③

モルタル

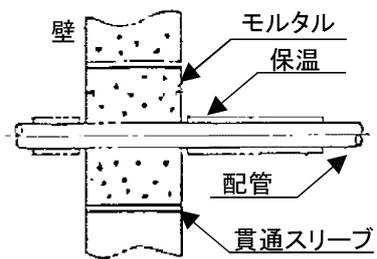
施工前



施工後



施工状況



基準津波に伴う砂移動評価について

1. はじめに

基準津波による水位変動に伴う海底の砂の移動が取水口への通水性に影響がないことを砂移動評価にて確認している。

ここでは、砂移動解析における粒径の違いによる堆積厚さへの影響及び防波堤をモデル化しない状態での堆積厚さへの影響を検討した。

2. 粒径のパラメータスタディ

砂移動評価における粒径の違いによる堆積厚さへの影響を確認するため、粒径のパラメータスタディを実施した。

検討は、平均粒径 (D_{50}) に加えて、 D_{10} 及び D_{90} を粒径としたケースを追加した。検討ケースを表 1 に示す。粒径は、図 1 に示す粒径加積曲線より、 D_{10} 相当は 0.1mm、 D_{90} 相当は 0.6mm に設定した。

砂移動評価は、基本ケースにおいて、堆積厚さが厚く評価された高橋ほか(1999)の方法を用いた。評価結果を表 2 に、堆積浸食分布図を図 2 に示す。

評価結果から、粒径を変えることにより評価地点によって堆積厚さに変動はあり、 D_{10} ケースの場合、取水口前面において堆積厚さが 0.05m となったが、海底面から取水呑口下端までの高さ (5.50m) に対して十分に小さいことから、粒径の違いによる取水口前面における堆積厚さへの影響は小さい。

表 1 検討ケース

粒径	備考
0.3mm	D_{50} , 基本ケース (既往ケース)
0.6mm	D_{90} 相当
0.1mm	D_{10} 相当

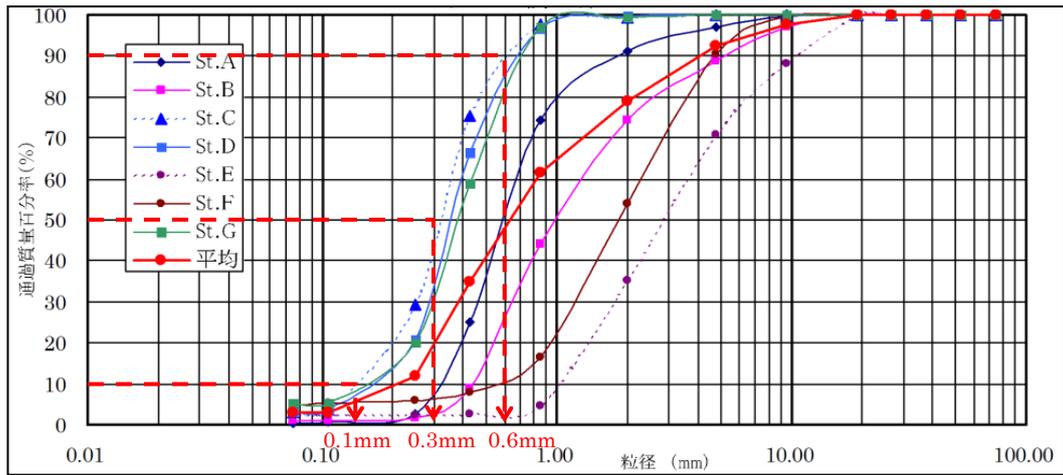


図1 粒径加積曲線

表2 取水口前面の堆積厚さ

基準津波	波源		粒径	取水口堆積厚さ (m)	
				2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)
基準津波 1	日本海東縁部	地方自治体独自の波源 モデルに基づく検討 (鳥取県 (2012))	D_{50} (0.3mm)	0.02	0.02
			D_{90} (0.6mm)	0.00	0.00
			D_{10} (0.1mm)	0.05	0.01

基準津波 1

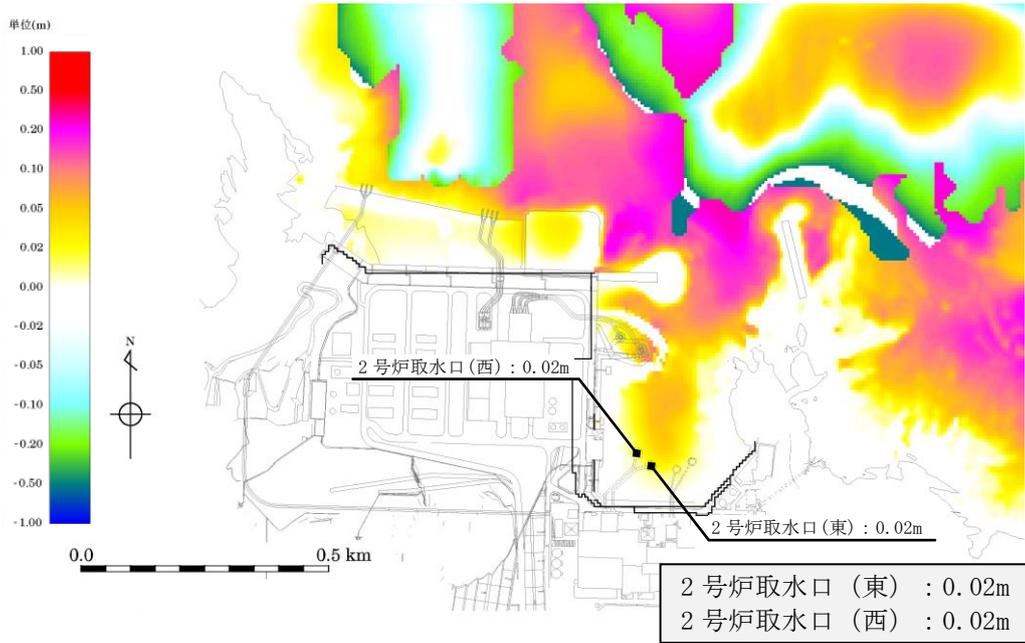


図 2 (1) 堆積浸食分布 D_{50} (0.3mm)

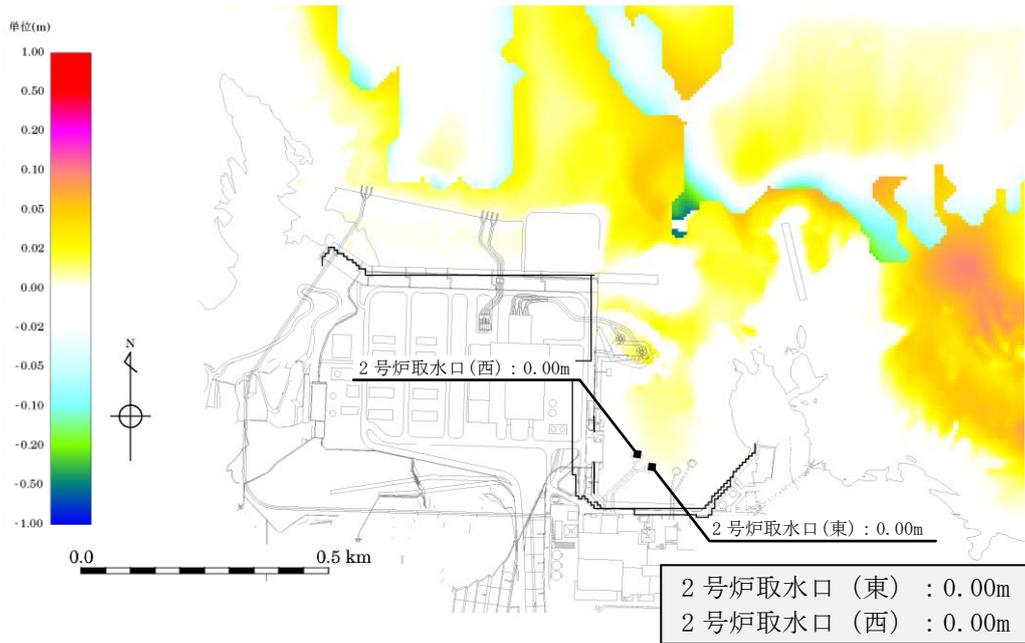


図 2 (2) 堆積浸食分布 D_{90} (0.6mm)

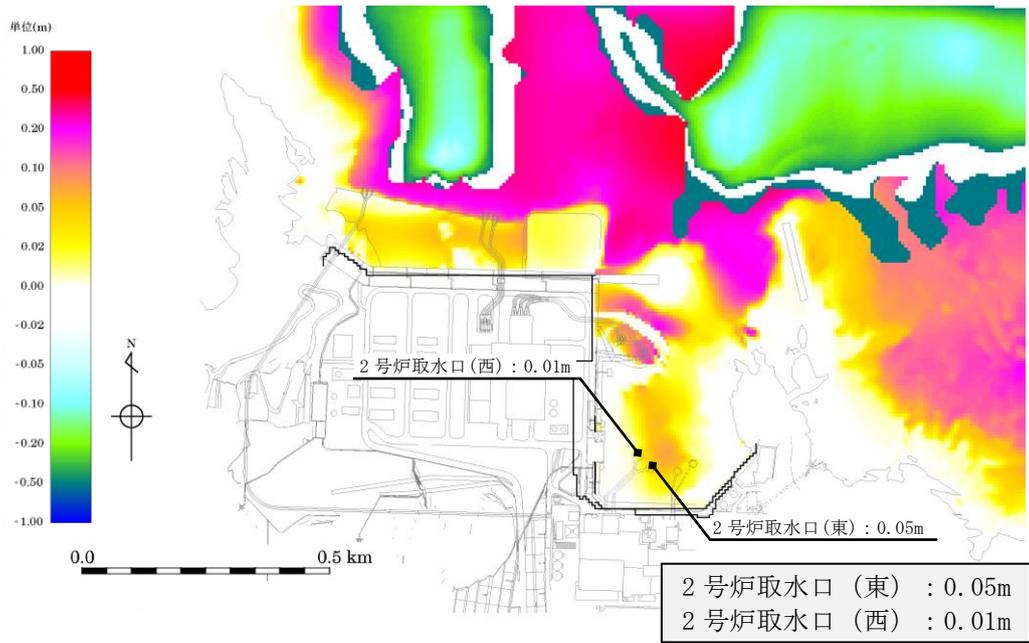


图 2 (3) 堆積浸食分布 $D_{10}(0.1\text{mm})$

島根原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について

1. 底質土砂の性状

平成7年5～10月に実施した発電所敷地周辺海域での底質土砂の分析結果（粒径分布）では、発電所沿岸域のほとんどが岩、礫及び砂礫で構成されているが、沖合域の海底地質は砂が分布しており、砂に分類される St. A～St. D 及び St. G の平均粒径は 0.5mm 程度であった。試料採取場所を図1に、分析結果を表1に、粒径加積曲線を図2に示す。

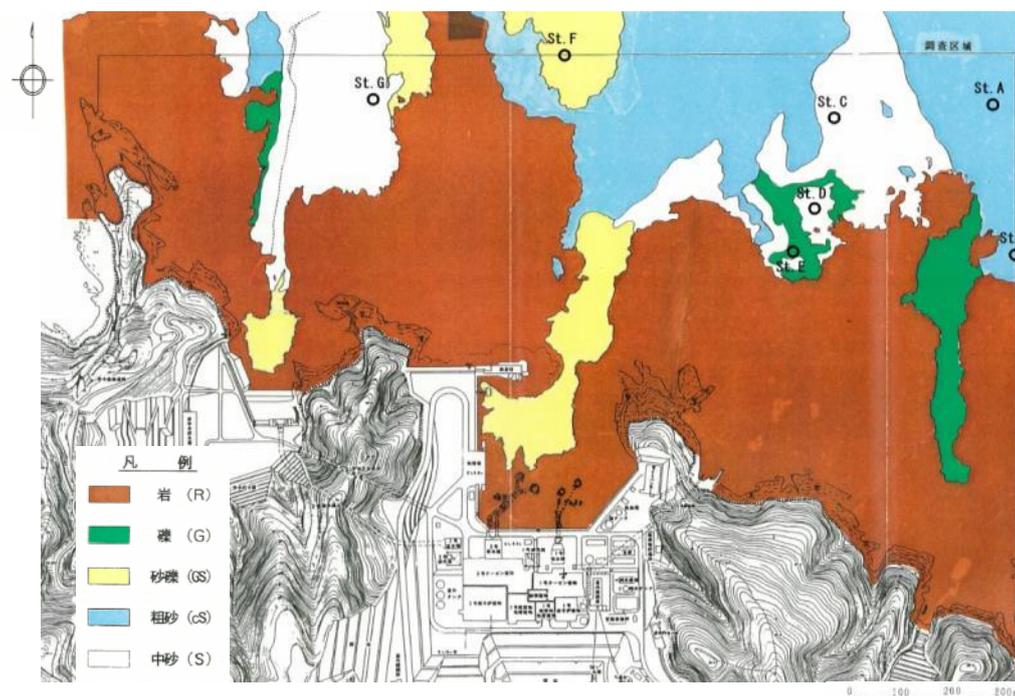


図1 底質土砂の調査地点

表1 底質土砂分析結果

測点	分類	礫分	砂分	シルト分	粘土分	中央粒径 (mm)
		2.0mm 以上	2.0~ 0.075mm	0.075~ 0.005mm	0.005mm 未満	
St. A	粗砂	9	91	0		0.602
St. B	粗砂	26	73	1		0.979
St. C	中砂	1	96	3		0.316
St. D	中砂	0	97	3		0.351
St. G	中砂	1	94	5		0.378
平均						0.525
St. E	細礫	65	33	2		2.82
St. F	砂礫	46	49	5		1.85

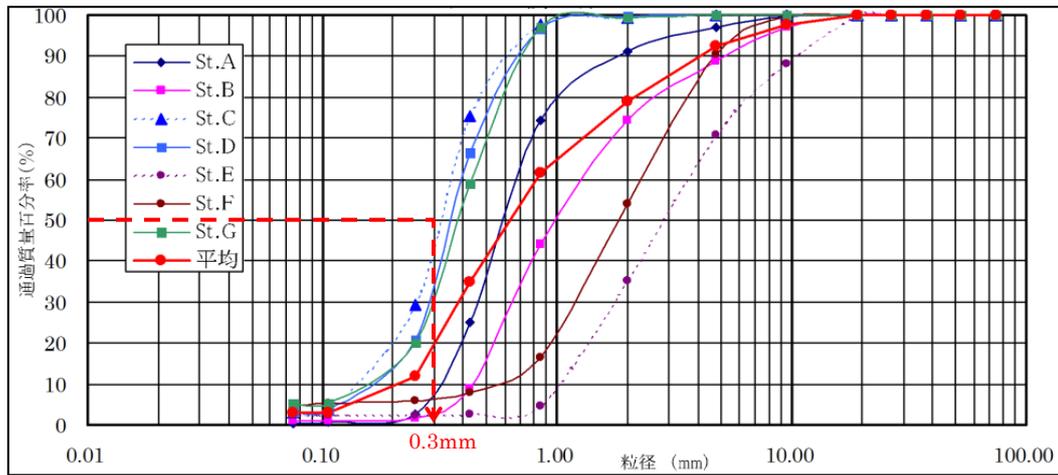


図2 粒径加積曲線

2. 砂移動評価に用いる砂の粒径の設定

底質土砂分析結果に基づき、砂移動評価に用いる砂の粒径を設定した。設定に当たっては、以下の2点に留意した。

①底質土砂分析結果の代表性を有する粒径として D_{50} を用いる。

②安全側の評価となるよう、掃流・浮遊が生じやすい細かい粒径を用いる。

上記を考慮し、各測点の D_{50} 粒径のうち、最も細かい粒径となる St. C の D_{50} (0.3mm) を砂移動評価に用いる砂の粒径とする (図2)。

海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

1. はじめに

海水ポンプは、取水時に浮遊砂の一部が軸受潤滑水とともにポンプ軸受に混入したとしても、図1に示すとおり、軸受に設けられた異物逃がし溝(溝深さ約3.5mm)から連続排出される構造となっているため、取水機能は維持できる設計となっている。これまでの運転実績においても、浮遊砂混入による軸受損傷は発生していないが、ここでは、発電所周辺の細かな砂(粒径0.3mm程度)が軸受に混入した場合の軸受の耐性について評価する。

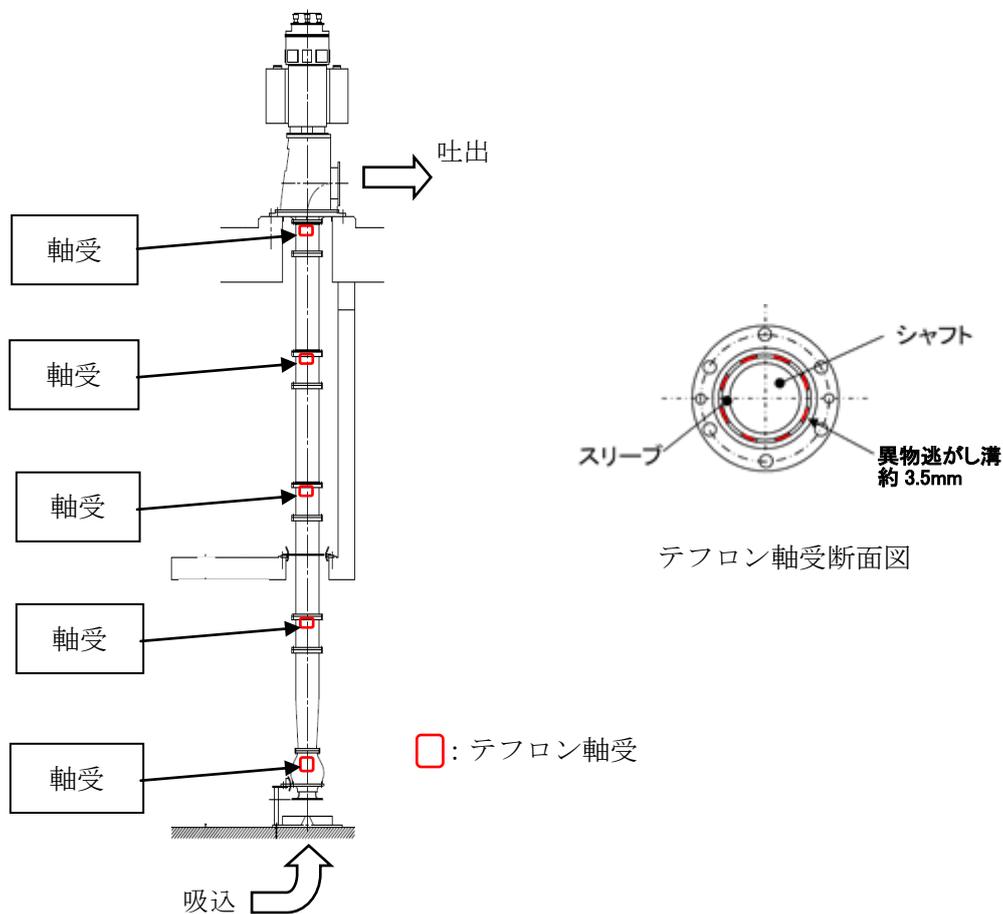


図1 海水ポンプ軸受構造図

2. 軸受摩耗試験

(1) 試験方法

試験ピット内に粒径 0.3mm 程度の砂を入れ、実機海水ポンプを用い軸受の摩耗量を測定した。試験における砂濃度は、島根 2 号炉の取水槽位置における砂濃度を包絡し、また、濃度の違いによる摩耗の傾向を把握するため 2 点設定した。試験条件を表 1 に、海水ポンプ軸受摩耗試験装置の概要を図 2 に示す。

表 1 試験条件

項目	試験条件		備考
砂濃度	1 回目	0.016wt%	島根 2 号炉取水槽位置における砂濃度を包絡し、傾向把握のため 2 点設定。
	2 回目	0.100wt%	
吐出量	2040m ³ /h		ポンプの定格流量。
砂仕様	宇部珪砂（6 号）		発電所周辺の細かな砂（粒径 0.3mm 程度）が多く含まれる砂を採用。
試験時間	1 回目	2 時間	試験時間：2 時間 2 分（122 分）
	2 回目	2 時間	試験時間：2 時間 22 分（142 分）

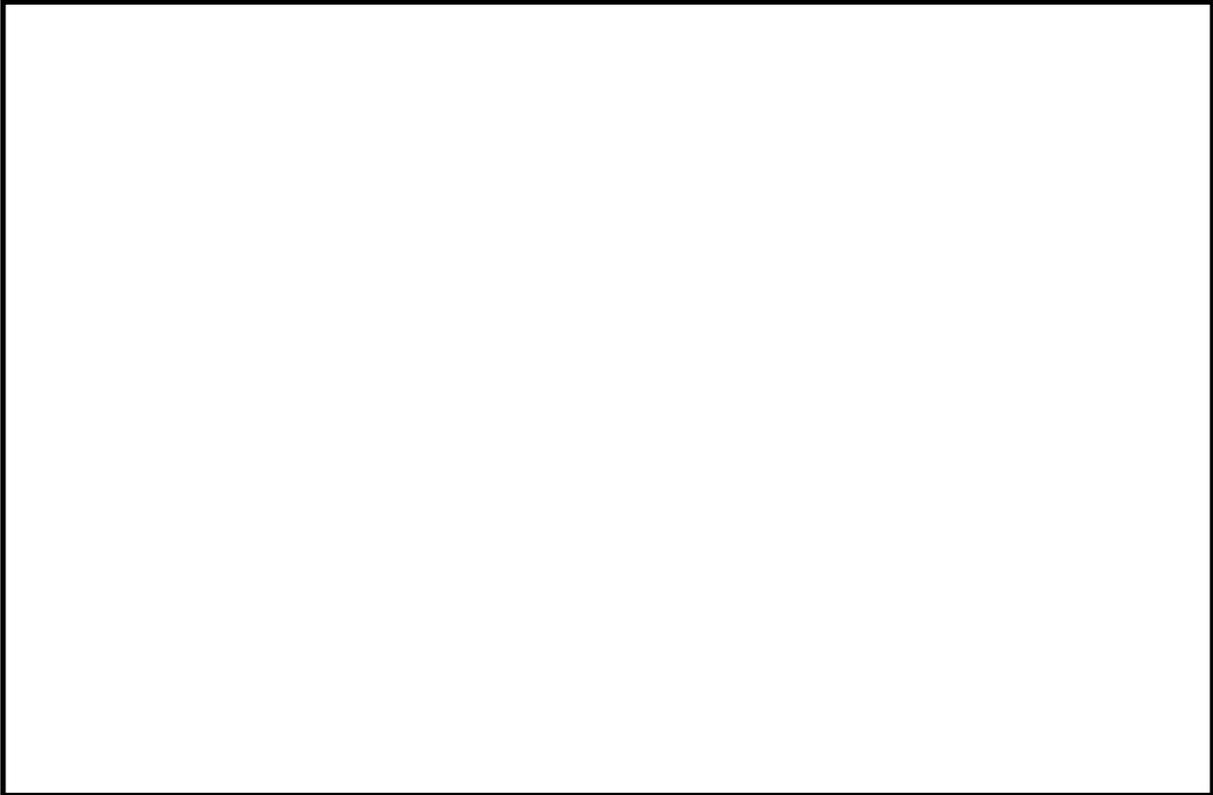
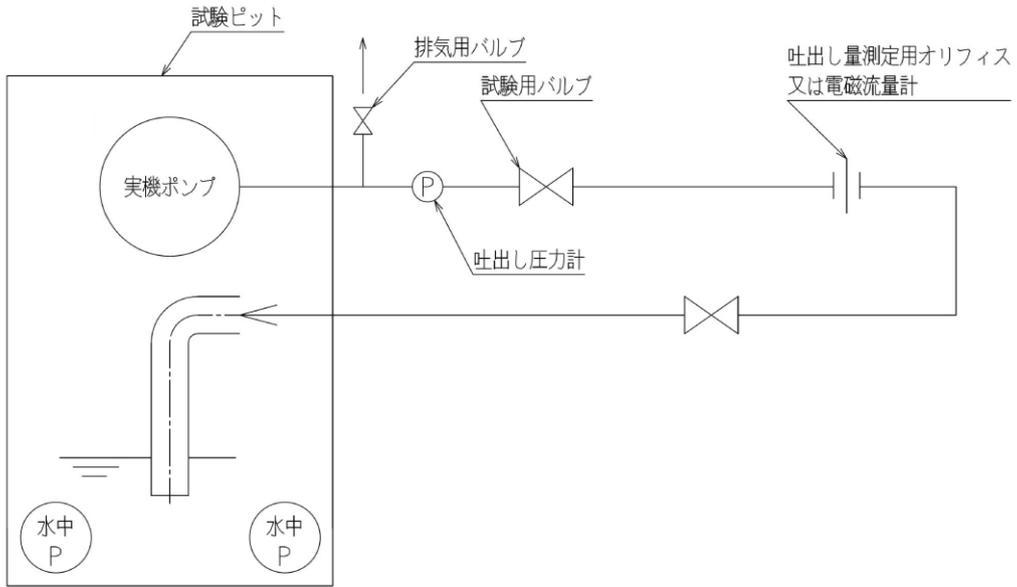


図2 海水ポンプ軸受摩耗試験装置概要

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(2) 試験結果

砂濃度 0.016wt%及び 0.1wt%における実機海水ポンプの軸受摩耗結果から 1 時間あたりの摩耗量を算出した。試験結果より確認された軸受の 1 時間あたりの摩耗量を表 2 に、濃度と摩耗量の関係を図 3 に示す。

表 2 試験における軸受の摩耗量

--

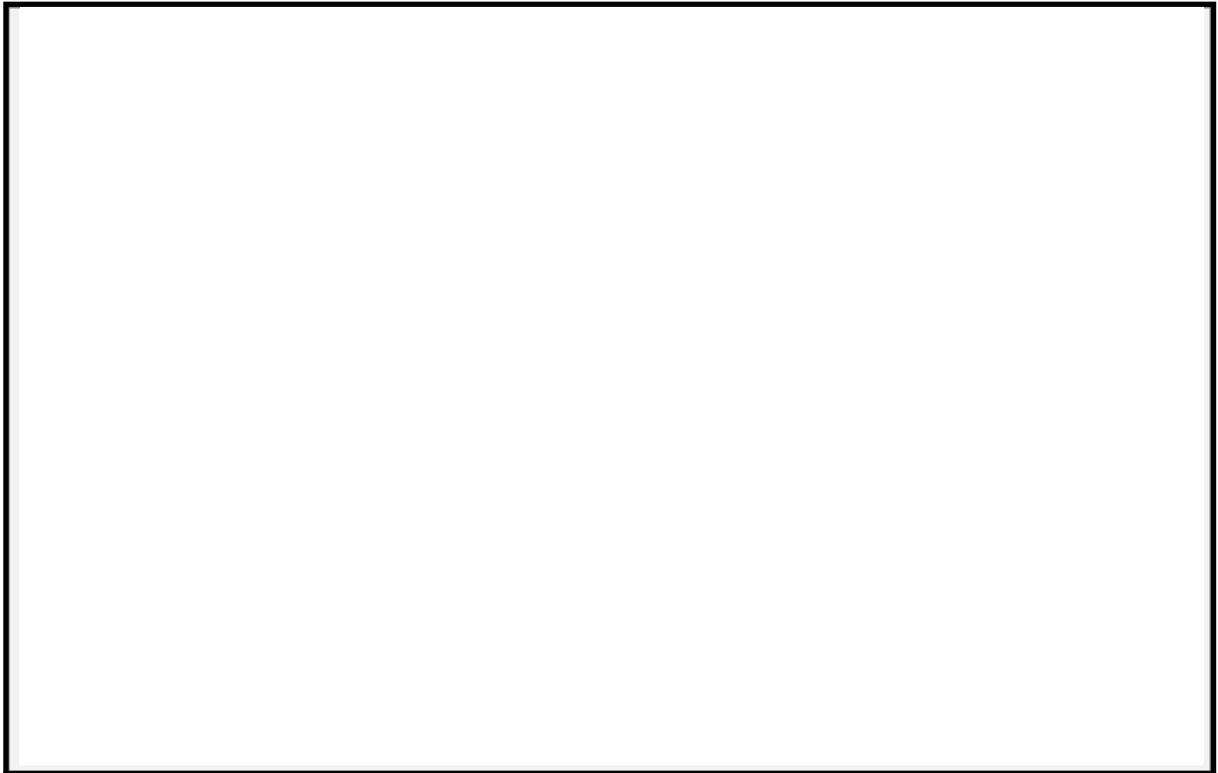


図 3 試験における濃度(wt%)と摩耗量(mm/h)の関係

3. 砂濃度評価

島根 2 号炉の取水槽位置の砂濃度は表 3 に示す条件にて解析を実施し算出している。取水槽位置での砂濃度は図 4 に示すとおりであり、取水槽で砂濃度の変化が見られる 12000 秒から砂濃度が下降傾向を示す 19800 秒間の平均砂濃度 0.25×10^{-3} wt% を評価に用いることとする。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

表3 基準津波による砂移動の解析条件

波源	鳥取県（2012）が日本海東縁部に想定した地震による津波		
砂移動モデル	高橋ほか（1999）の手法による検討結果		
算出点	取水槽位置	浮遊砂体積濃度上限値	1%

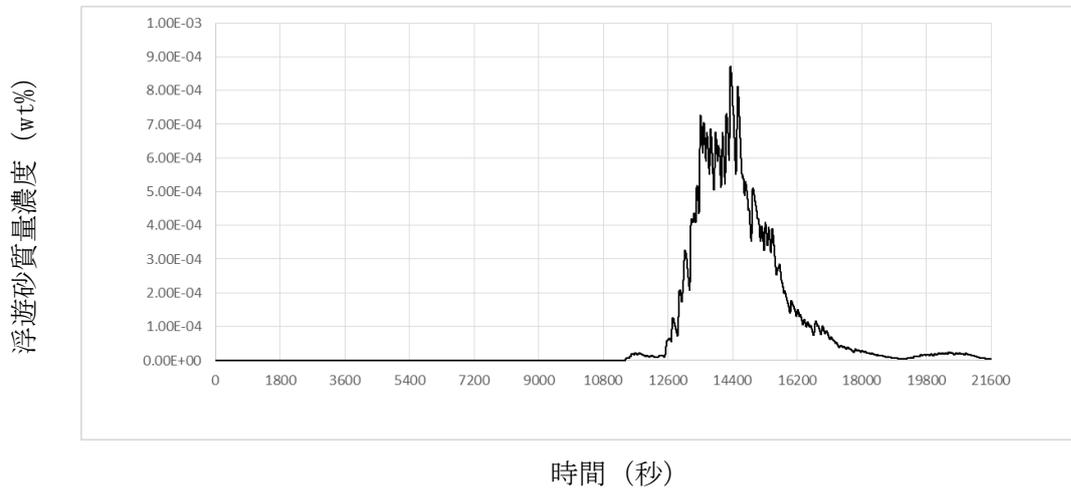


図4 基準津波1（防波堤有り, 循環水ポンプ停止）による砂濃度の評価結果

4. 軸受耐性評価結果

(1) 軸受評価方法

軸受評価の方法については、砂濃度 0.016wt%及び0.1wt%の試験で求められた濃度と摩耗量の関係から、砂濃度が低いときに摩耗量は低くなる傾向にある。島根2号炉の取水槽位置の砂濃度は、 0.25×10^{-3} wt%であるため、砂濃度0.016wt%の試験で確認された摩耗量より低くなると考えられるが、ここでは保守的に、試験結果から得られた0.016wt%の砂濃度における摩耗量を を用いることとする。評価に用いる摩耗量を図5に示す。

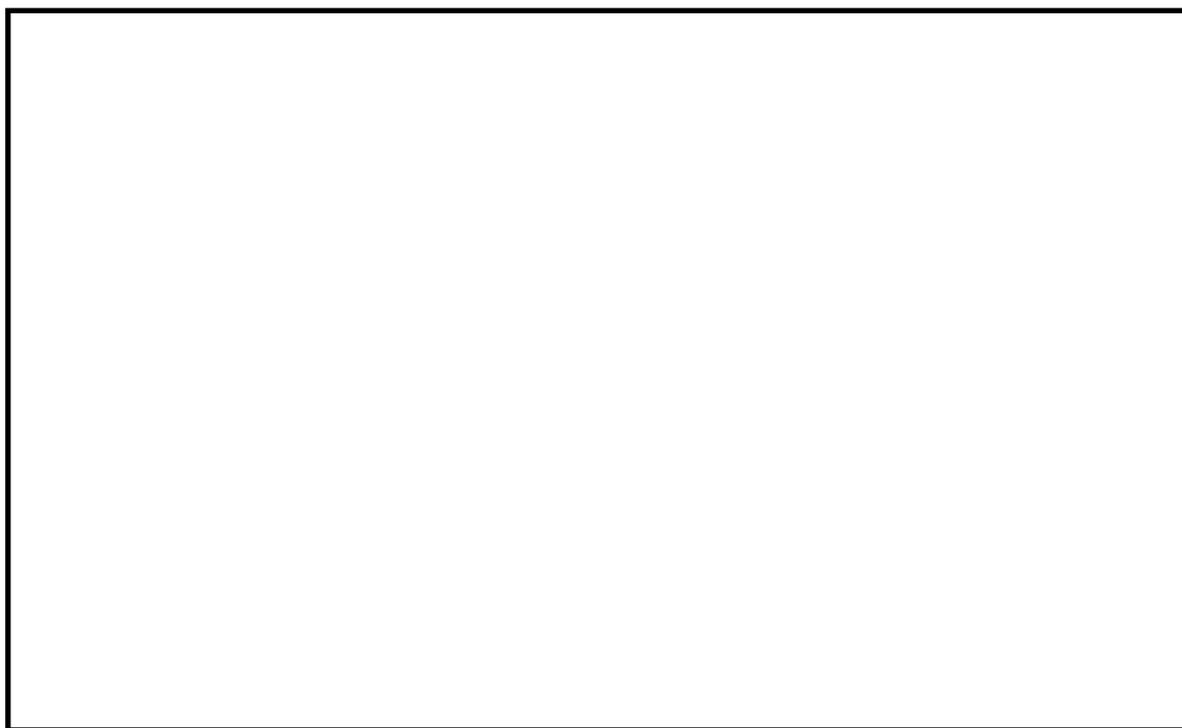


図5 評価に用いる摩耗量

(2) 軸受評価結果

隙間管理値に達するまでの許容寸法 に対し、1時間あたりの摩耗量を とすると、運転可能時間は約82時間と評価される。

5. まとめ

津波襲来による浮遊砂濃度が上昇する時間は長くても3時間程度であり、津波襲来時に海水ポンプ軸受部に浮遊砂が混入したとしても海水ポンプ軸受耐性は十分にあり、取水性に問題はない。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

津波漂流物の調査要領について

1. はじめに

「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）」の第五条において，基準津波に対して設計基準対象施設が安全機能を損なわれるおそれがないことが求められており，同解釈の別記3において，基準津波による漂流物に対して取水口及び取水管の通水性が確保できる設計であることが要求されている。

本書は，同要求に対する適合性を示すに当たり実施した「基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等」の調査要領を示すものである。

2. 調査要領

(1) 調査範囲

調査範囲は，発電所構内については，防波壁外側の荷揚場及び輪谷湾内とし，発電所構外については，基準津波の流向及び流速により発電所周辺5km圏内の海岸線に沿った範囲とする。調査範囲の概要を別紙1に示す。

(2) 調査方法

調査は上記の調査範囲を発電所構内・構外，海域・陸域の四つに分類し実施する。分類毎の調査対象，調査方法を表1に示す。

(3) 記録方法

調査結果の記録は，「(2) 調査方法」で示した各調査対象について定義や考え方に基づき，具体的に記録する。調査方法を別紙2に示す。例として，発電所構外陸域の家屋の調査結果を抜粋して示す。

また，人工構造物等の状況を考慮した継続的な調査方針を別紙3に示す。

表1 漂流物となる可能性がある施設・設備等の調査方法

調査範囲		調査対象	調査方法	
発電所 構内・構外	海域・陸域			
発電所 構内	海域	船舶	資料調査	船舶証明書を調査し、港湾内に定例業務により来航する船舶を抽出
			聞き取り調査	社内関係者への聞き取り調査により対象を抽出
	陸域	人工構造物 可動・可搬 物品等	聞き取り調査	社内関係者への聞き取り調査により対象を抽出
			現場調査	構内配置図等により、構内にある建物及び機器類等を抽出した上で、現場調査（海上、陸上）により対象を抽出
発電所 構外	海域	船舶等	資料調査	漁業図謄本により定置網漁業区域等について調査
			聞き取り調査	漁港、自治体関係者への聞き取り調査により対象を抽出
			現場調査	現場調査（海上、陸上）により調査対象を抽出
	陸域	人工構造物 可動・可搬 物品等	聞き取り調査	自治体関係者への聞き取り調査により対象を抽出
			現場調査	地図等の資料により、集落及び施設を抽出した上で、現場調査（海上、陸上）により対象を抽出

3. 別紙

別紙1：調査範囲の概要

別紙2：調査時の記録方法

別紙3：人工構造物等の状況を考慮した継続的な調査方針

調査範囲の概要



図1 漂流物調査範囲概要（発電所構外）

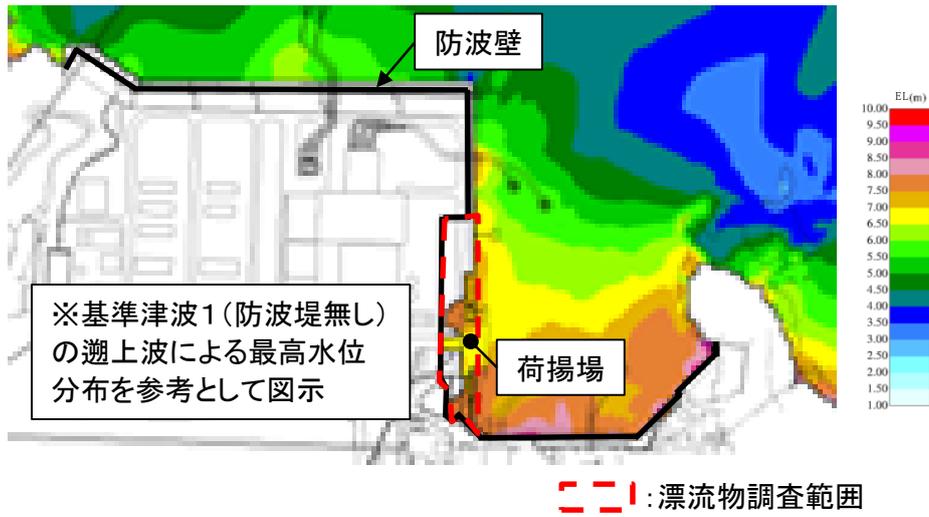


図2 漂流物調査範囲概要 (発電所構内陸域)

調査時の記録方法

調査範囲		調査対象		調査方法	記録方法
発電所 構内/ 構外	海域/ 陸域	項目	具体的な定義, 考え方, 例		
発電所 構内	海域	船舶	—	1)以下の資料を調査し, 港湾内に定例業務により来航する船舶を抽出 ・「船舶証明書」 2)社内関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出	入溝頻度, 船舶名, 総トン数, 寸法, 状態(保留方法, 位置)
	陸域	建物	土地に定着している建物	1)社内関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出 2)現場調査により上記以外の対象を抽出	名称, 仕様(寸法等), 数量を記録
		機器類	基礎等に据え付けられた本設の機器 <例> ・クレーン ・タンク ・配電盤, 分電盤, 制御盤		
その他漂流物になり得る物	人工構築物等	構内配置図等により, 構内にある建物及び機器類等を抽出した上で, 現場調査により調査対象を抽出	名称を記載, 仕様(寸法等), 数量を記載		
発電所 構外	海域	船舶	—	1)現場調査(海上, 陸上)により調査対象を抽出 2)漁協, 自治体関係者への聞き取り調査により上記以外の対象を抽出 3)以下の資料を調査し, 定置網漁業区域等を抽出 ・「漁業図謄本」	船舶名, 状態(停泊有無, 停泊場所), 数量, 属性(重量) 操業目的, 操業エリア**を記録
		海上設置物	人工構築物 <例> ・定置網 ・浮筏 ・浮棧橋		名称等を記載
	陸域	家屋類	—	1)地図等の資料により, 集落及び施設を抽出した上で, 現場調査(海上, 陸上)により対象を抽出 2)自治体関係者への聞き取り調査により対象を抽出	名称等を記載
		車両	乗用車, 大型車, 二輪車等		
その他一般構築物	人工構築物, 植生 <例> ・フェンス ・電柱				

※ 操業目的, 操業エリアについては, 発電所沖合で操業する漁船(総トン数10トン以上)及び発電所沿岸で操業する漁船に対して調査を実施

発電所構外陸域の漂流物調査結果 (家屋)

島根県電力発電所構外の漂流物になり得る可能性のあるもの

種類	番号	名称	数量	重量(約)	寸法(約) W×L×H	叩水	設置場所	調査日時	調査方法 (調査器具の場合は調査器具の記載)	備考
家屋	県立-第①②③④ (屋敷および石敷)	一般家屋	525世帯				松江市鹿島町志量 向古浦地内(陸域)	2019/3/22		世帯数: 石見地区306世帯 世帯数: 邑基地区226世帯
	手-家-①	一般家屋	174世帯				松江市鹿島町手塚地内(陸域)	2019/3/22		
	片-家-①②	一般家屋	94世帯				松江市鹿島町片岡地内(陸域)	2019/3/22		
	御-家-①	一般家屋	152世帯				松江市鹿島町御津地内(陸域)	2019/3/22		
	大-家-①	一般家屋	271世帯				松江市鹿島町大塚地内(陸域)	2019/3/27		

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

人工構造物等の状況を考慮した継続的な調査方針

漂流物調査範囲内の人工構造物（漁船を含む）の位置、形状等に変更が生じた場合は、津波防護施設の健全性又は取水機能を有する安全設備の取水性に影響を及ぼす可能性がある。このため、漂流物調査範囲内の人工構造物（漁船を含む）については、基準適合状態維持の観点から、設置状況を定期的（1回／定期事業者検査）に確認するとともに、「2.5.2(3)基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」の第2.5-18図に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき評価を実施し、津波防護施設等の健全性又は取水機能を有する安全設備等の取水性を確認し、必要に応じて、対策を実施する。

また、発電所の施設・設備の設置・改造等を行う場合においても、都度、津波防護施設の健全性又は取水機能を有する安全設備の取水性への影響評価を実施し、必要に応じて、対策を実施する。

これらの調査・評価方針については、QMS文書に定め管理する。

燃料等輸送船の係留索の耐力について

1. 概要

燃料等輸送船（以下、「輸送船」という。）は、津波襲来までに時間的余裕がある津波の場合は、緊急退避するが、津波襲来までに時間的余裕がない津波の場合は、荷揚場に係留することとなる。そのため、ここでは、係留索の耐力について評価を実施する。また、耐津波設計における係留索を固定する係船柱及び係船環の必要性及び評価方針について別紙に示す。

係留索については、船舶の大きさから一定の算式によって計算される数値（艀装数）に応じた仕様（強度、本数）を有するものを備えることが、日本海事協会（NK）の鋼船規則において定められている。

本書では、輸送船が備えている係留索の係留力及び津波による流圧力を石油会社国際海事評議会 OCIMF（Oil Companies International Maritime Forum）刊行“Mooring Equipment Guidelines”の手法を用いて算出し、耐力評価を行う。なお、同書は船舶の係留方法・係留設備に関わる要求事項を規定するものであり、流圧力の評価については大型タンカーを主たる適用対象とするものであるが、輸送船は大型タンカーと同じ1軸船であり、水線下の形状が類似しているため、同評価を輸送船に適用することは可能と考える。

なお、荷揚場については、岩着構造であり、基準地震動 S_s に対して損傷することはなく、本係留索の耐力評価に影響を及ぼさない（添付資料 38 参照）。

2. 評価

(1) 輸送船、係留索、係船柱及び係船環の仕様

輸送船、係留索、係船柱及び係船環の仕様を表 1 に、輸送船の配置例及び係船柱、係船環の位置を図 1 に示す。係留に当たっては、輸送船の位置及び係留索の水平角を固定するため、船首側及び船尾側に各 2 本ずつ（計 4 本）係留索を使用する。なお、上記に伴い、係船柱を 2 本追設するが、追設する係船柱は設計中であり、位置や構造については、詳細設計段階で説明する。

表1 輸送船，係留索，係船柱及び係船環の仕様

項目		仕様
輸送船	総トン数	約 5,000 トン
	載貨重量トン	約 3,000t
	喫水	約 5m
	全長	100.0m (垂線間長：94.4m)
	型幅	16.5m
	形状	(図1参照)
係留索	直径	60mm (ノミナル値)
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1
	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf
	係船機ブレーキ力	28.5tonf×0.7≒20.0tonf
係船柱 [※] 及び 係船環	形状	(図1参照)
	ビット数，位置	(図1参照)
	係留状態	(図1参照)
	強度	25t

※ 追設する係船柱については設計中であり，位置・強度については変更となる可能性があるが，基準地震動 S_s に対し，係留機能を損なうおそれのない設計とする。

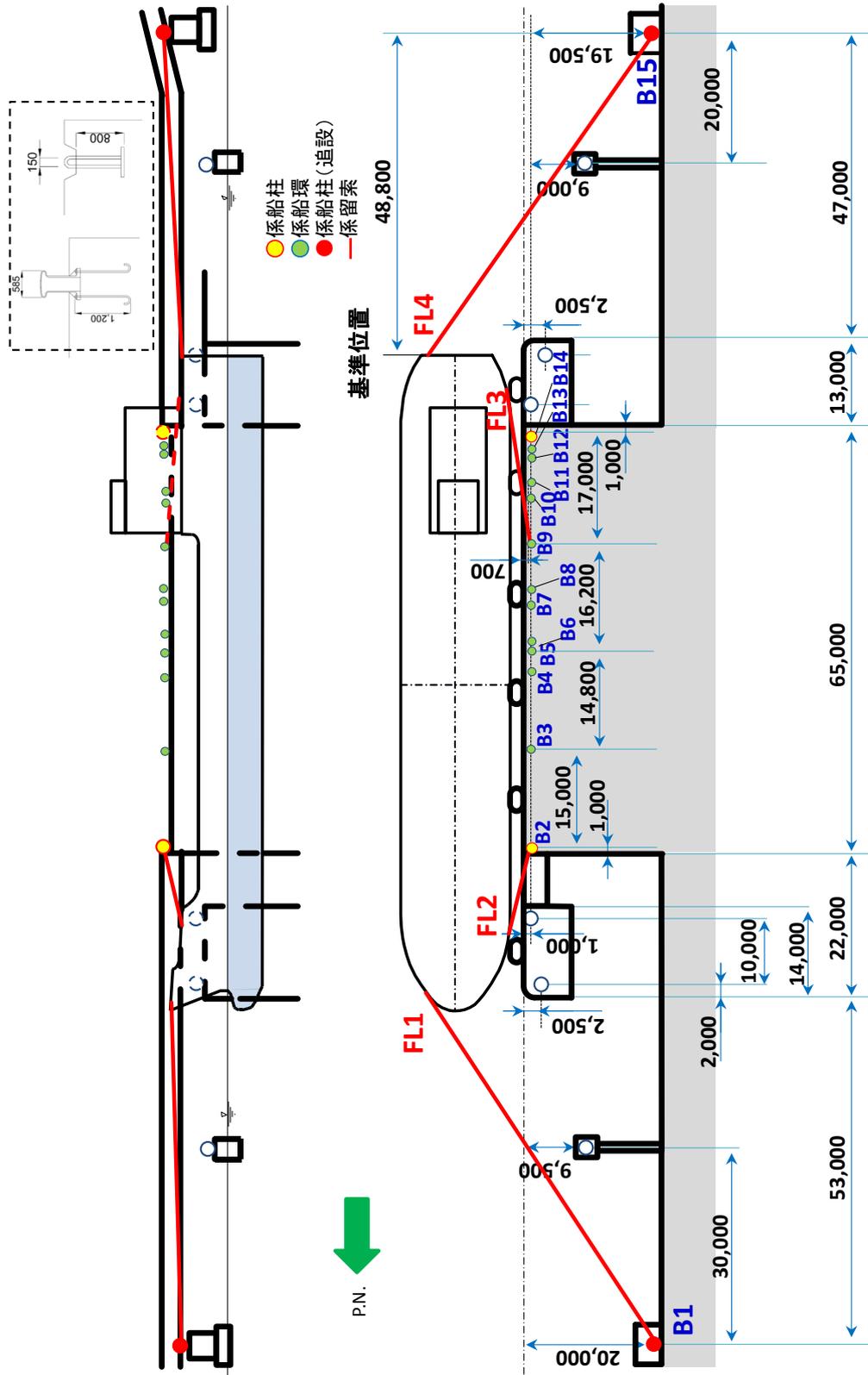


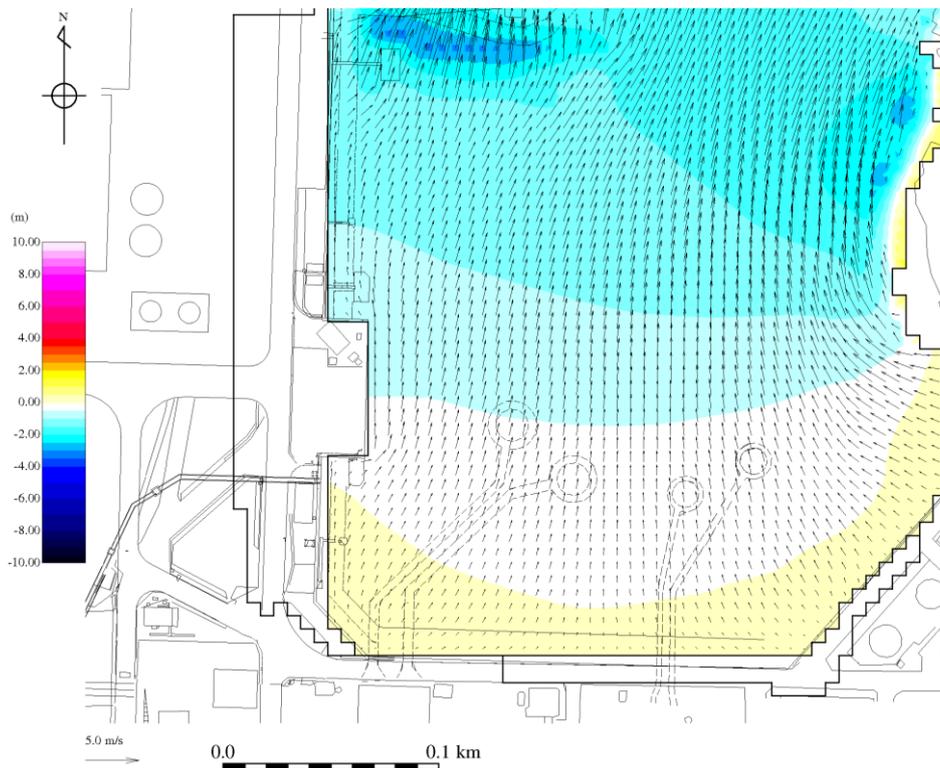
図1 輸送船，係留索，係船柱及び係船環の配置

※ 追設する係船柱(B1,B15)は設計中であり，位置・構造については変更する可能性がある。

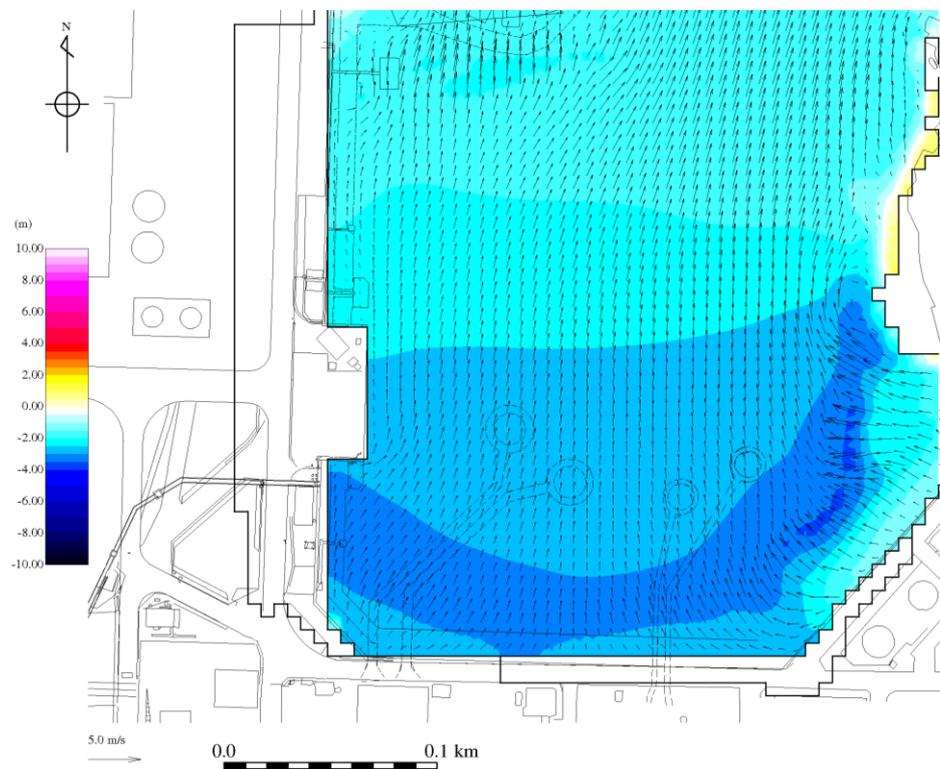
(2) 津波条件（流向，水位，流速）

襲来までに時間的余裕がなく，輸送船を離岸できない海域活断層から想定される地震による津波（基準津波4）を評価条件とする。

海域活断層から想定される地震による津波（基準津波4）による荷揚場近傍の流向は，図2に例示するとおり，荷揚場に対する接線方向の成分が支配的となる。これに対し，輸送船は荷揚場と平行して接岸されることから，評価は輸送船の船首及び船尾方向の流圧力に対する係留索の耐力について実施する。

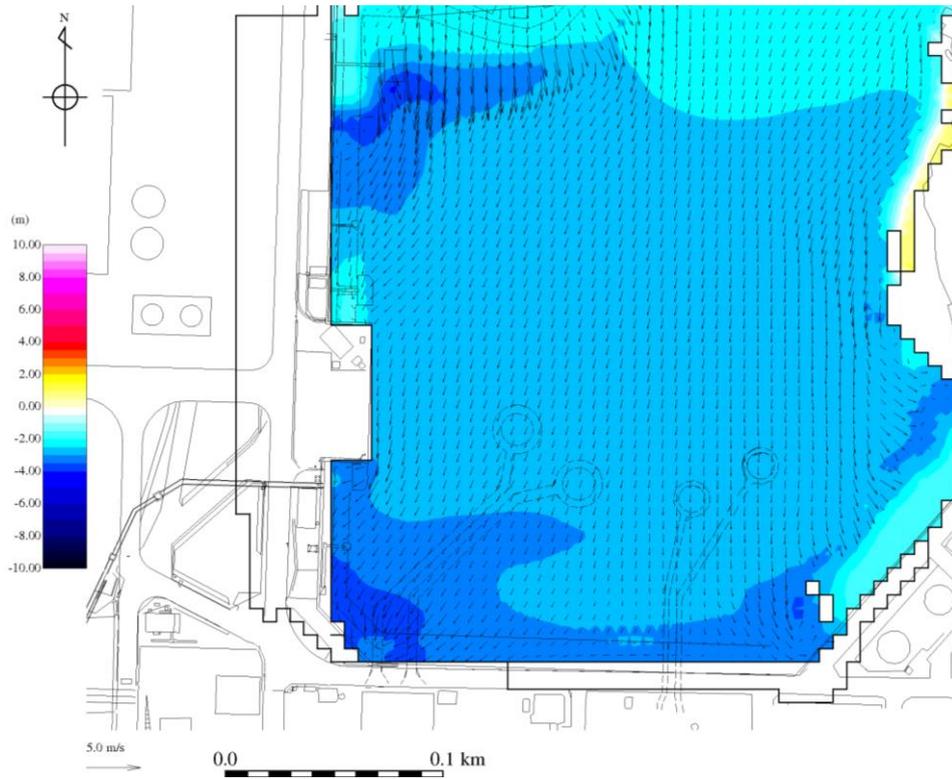


(地震発生後 5 分 50 秒後)



(地震発生後 6 分 10 秒後)

図 2 - 1 基準津波 4 の流向



(地震発生後 6 分 50 秒後)

図 2 - 2 基準津波 4 の流向

一方、海域活断層から想定される地震による津波（基準津波4）の荷揚場近傍における水位及び接線方向成分の流速は、図3-1のとおりとなる。

図3-1に示すとおり、地震発生後、押し波が5分程度継続した後、引き波に転じ約6分で第一波の最低点に達し、流速は第1波の最低点と同時刻に最大の2.3m/sに達する。

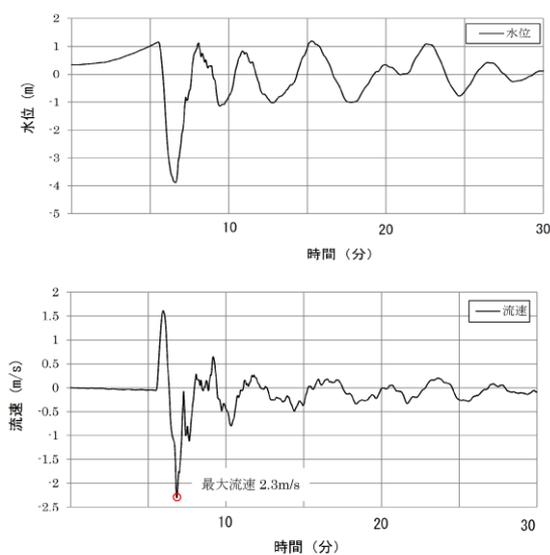


図3-1 基準津波4の流速（荷揚場近傍）

なお、図3-1に示した津波の流速は、防波堤の損傷を想定した場合における流速であり、防波堤の損傷を想定しない場合（防波堤健全の条件）でも、接線方向成分の流速は、図3-2に示すとおり、流速条件は防波堤損傷状態における流速と同程度である。

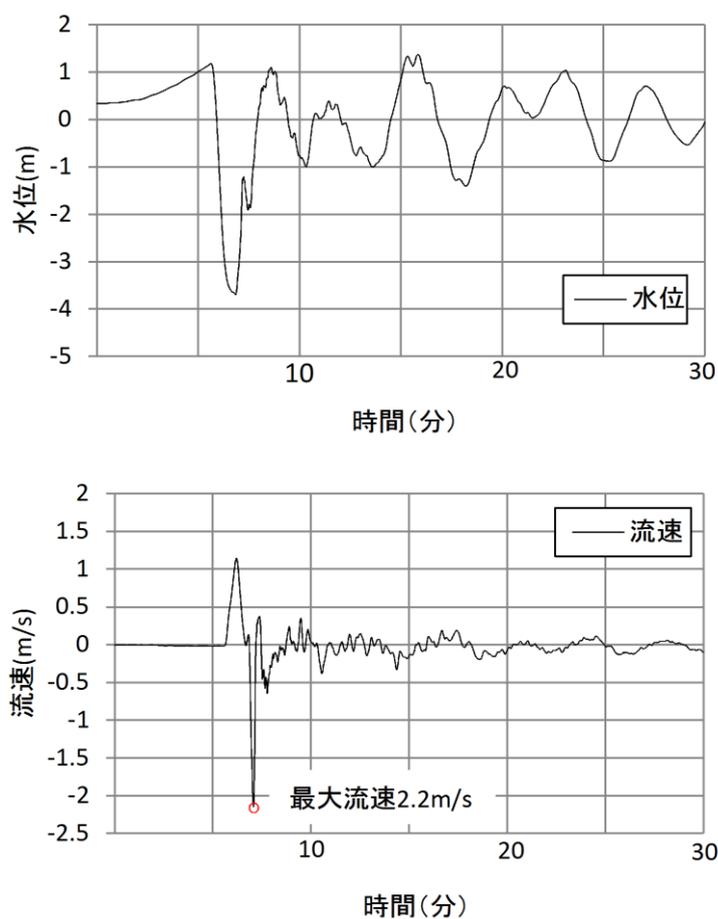


図3-2 防波堤健全時における基準津波4の流速（荷揚場近傍）

(3)係留力

係留力の計算方法を表2に、計算結果を表3、図4、5に示す。

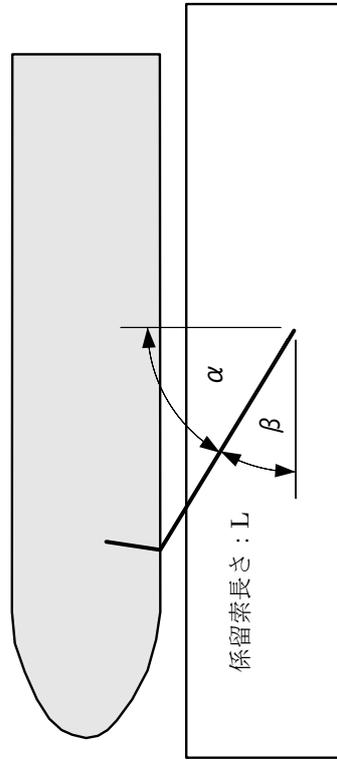
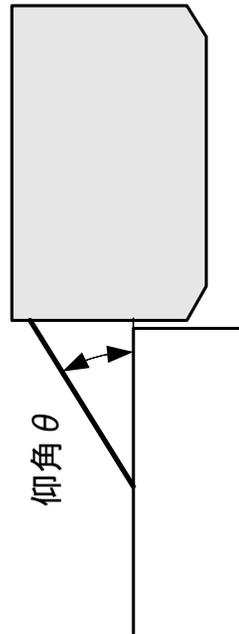
表2 係留力の計算方法

<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left(\frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left(\frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$	
<p>R_x : 前後係留力[tonf] (前方は添字 f, 後報は添字 a) T : 係留索 1 本に掛けることができる最大張力[tonf] β : 係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ : 係留索の仰角[deg] L : 係留索の長さ (船外+船内) [m] β_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の仰角 (岸壁平行線となす角度) [deg] L_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の長さ (船外+船内) [m] ※係留索の機能別グループ (前方係留力または後方係留力)</p>	

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

表3 係留力 (図1) の計算結果

フェア リダー	索種類	係船柱	係留索長さ[m]		係留角[deg]		索張力T [tonf]	係留力 前後 [tonf]	Bitt Performance [tonf]		
			船外		θ	β			Bitt Load	合計	係船柱 強度
FL1	Line1	B1	65.2		3.2	32.3	20.0	6.2	20.0	20.0	25.0
FL2	Line2	B2	13.1		4.8	-14.5	20.0	19.3	20.0	20.0	25.0
FL3	Line3	B9	21.6		2.4	8.9	20.0	19.7	20.0	20.0	25.0
FL4	Line4	B15	59.5		0.9	-34.9	20.0	4.2	20.0	20.0	25.0
船尾方向係留力									25.9		
船首方向係留力									23.5		



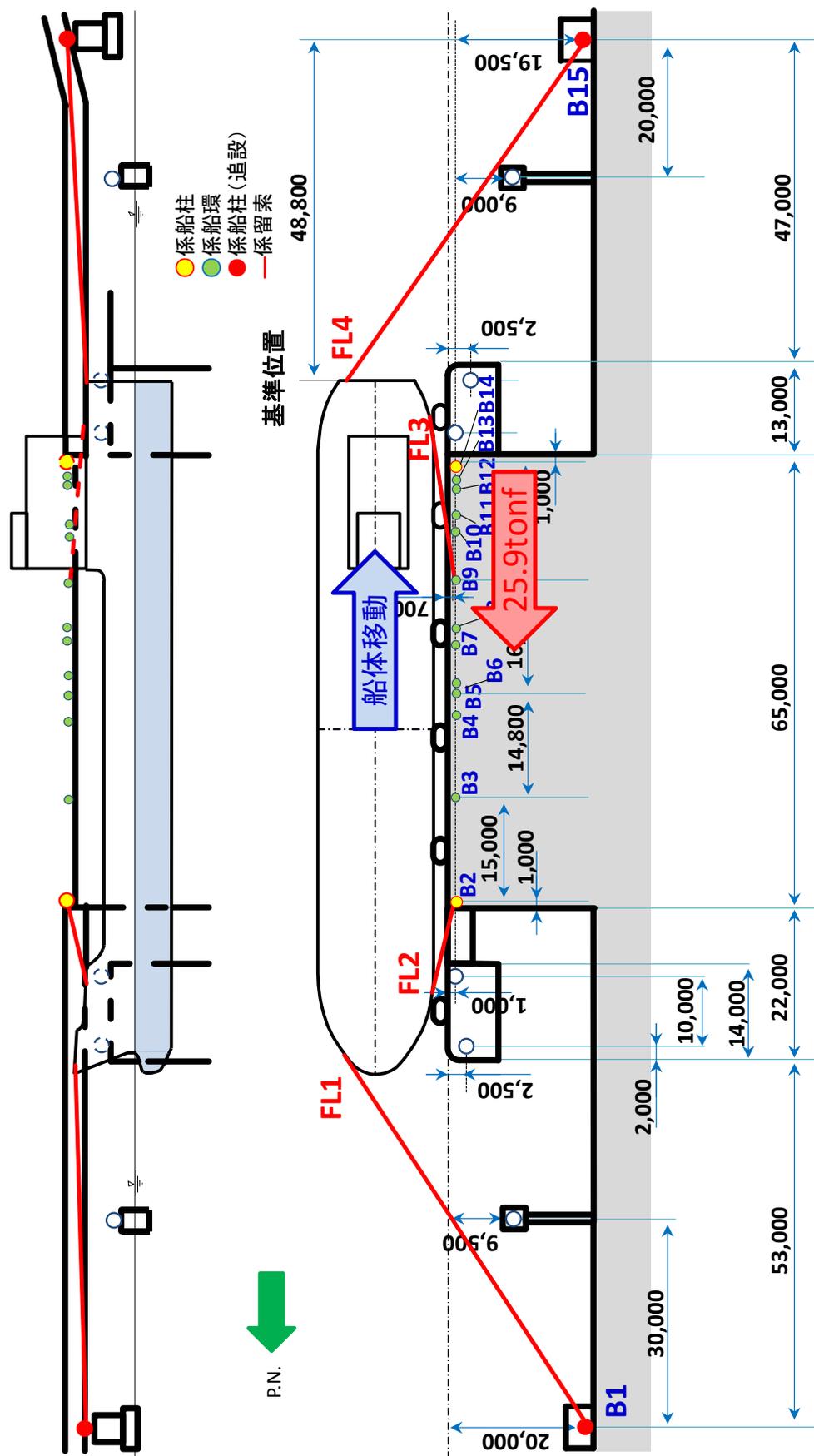


図4 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

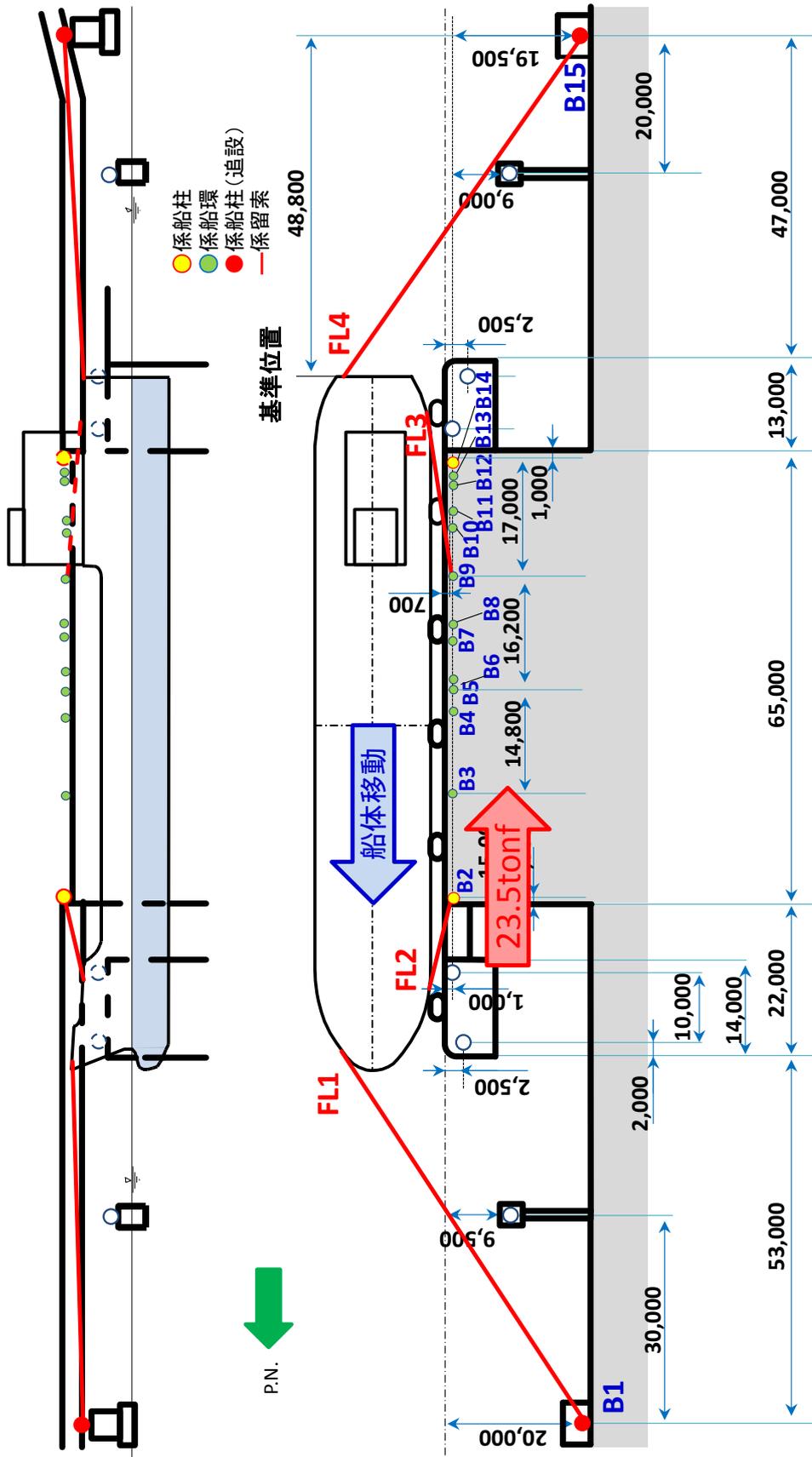


図5 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

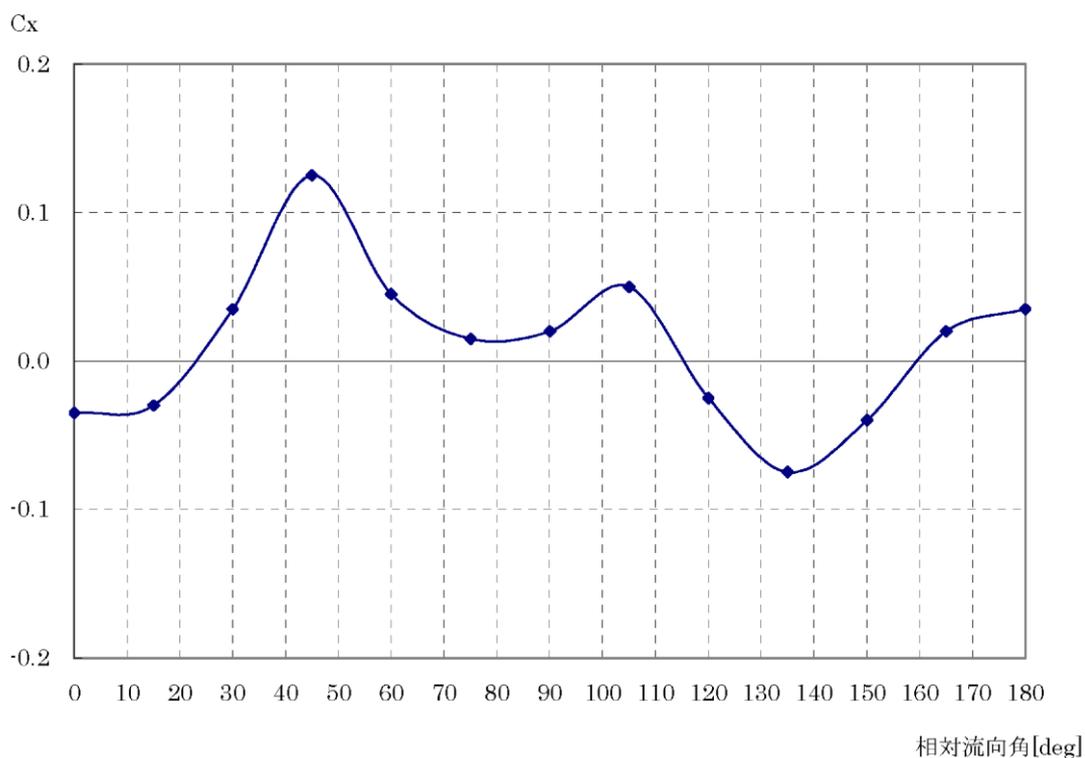
(4) 流圧力

流圧力の計算方法を表4に示す。計算結果について、前項で求めた係留力との比較結果を図6に示す。

表4 流圧力の計算方法

<p>【流圧力計算式】</p> $F_{xc} = \frac{1}{2} \times C_{xc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{pp} \times d$	<p>F_{xc} : 縦方向流圧力[kgf]</p> <p>C_{xc} : 縦方向流圧力計数</p> <p>V_c : 流速[m/s]</p> <p>L_{pp} : 垂線間直[m]</p> <p>d : 喫水[m]</p> <p>ρ_c : 水密度[kg・sec²/m⁴] (=104.5 sec²/m⁴)</p>
--	---

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)



(出典：VLCCにおける風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行)

縦方向流圧力係数[Cx]

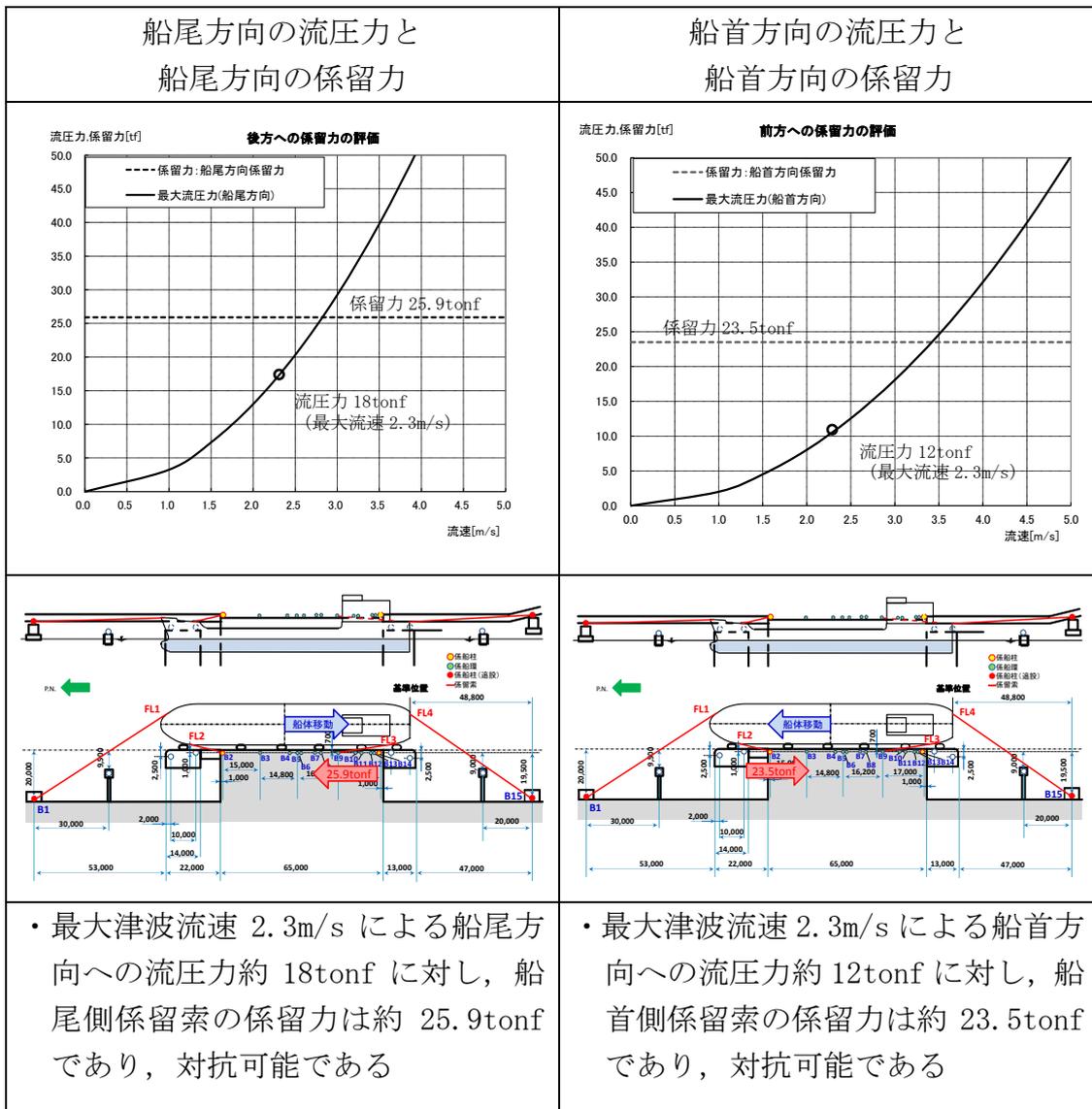


図6 流圧力と係留力の比較

3. 結論

津波（最大流速 2.3m/s）による流圧力に対し、係留力（約 25.9tonf, 約 23.5tonf）が上回ることを確認した。

なお、追設する係船柱の位置によっては、係留索の長さ及び角度が変わることから、係留力は変化するが、追設する係船柱の位置は、その位置における係留索の長さ及び角度を考慮しても、津波による流圧力に対して係留力が上回るように設計する。

耐津波設計における係船柱及び係船環の必要性及び評価方針について

1. 概要

燃料等輸送船は、津波襲来までに時間的余裕がある津波の場合は、緊急退避するが、津波襲来までに時間的余裕がない津波の場合は、荷揚場に係留する。

ここでは、係留索が機能しない場合、燃料等輸送船は輪谷湾内を漂流し、取水口へ到達する可能性があるため、取水口への到達可能性評価を踏まえ、係留索を固定する係船柱及び係船環の必要性等について示す。

2. 係船柱及び係船環の必要性について

燃料等輸送船に係留索がない状態において取水口上部に漂流した場合、海域活断層から想定される地震による津波（基準津波4）の取水口における最低水位 EL. -4.3m に対して、喫水高さは3m～5m であることから、取水口（上端 EL. -9.0m）に到達する可能性がある。

3. 係船柱及び係船環の位置付けについて

荷揚場に設置されている係船柱、係船環及び追設する係船柱について、漂流防止装置と位置付けて設計を行う。

4. 漂流防止装置の設計方針について

海域活断層に想定される地震による津波の襲来に伴い、荷揚場に係留された燃料等輸送船を漂流させないため、荷揚場の係船柱・係船環、係船柱と係船環の基礎（アンカー）となる荷揚護岸及び追設する係船柱を漂流防止装置として設計する。なお、追設する係船柱は設計中であり、位置や構造については、詳細設計段階で説明する。

【規制基準における要求事項等】

津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討すること。上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合は、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止装置または津波防護施設、浸水防止設備への影響防止措置を施すこと。

係船柱及び係船環の配置を図1に、荷揚護岸の断面図を図2に、構造概要を表1に示す。

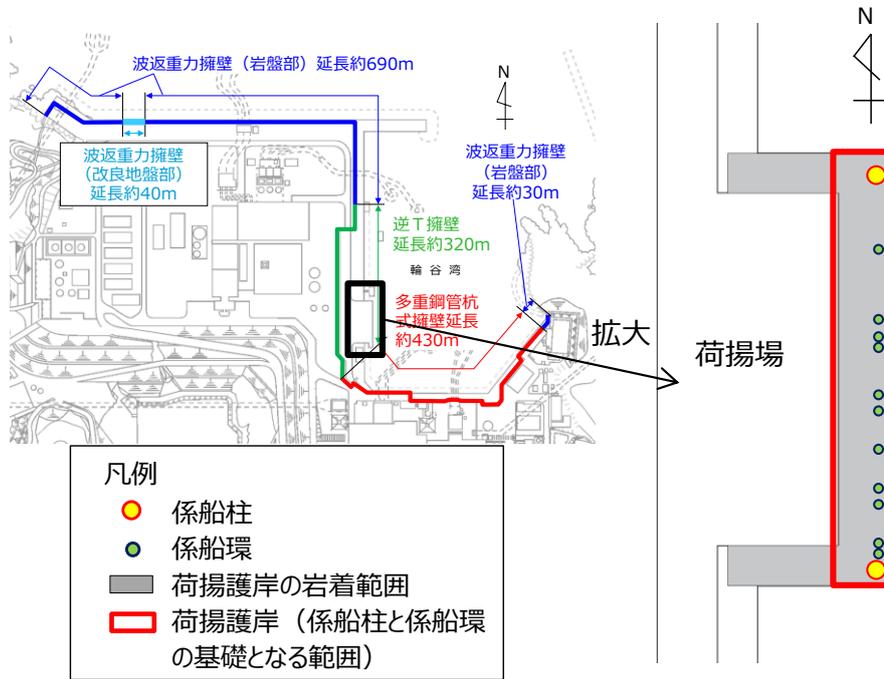


図1 係船柱及び係船環配置図

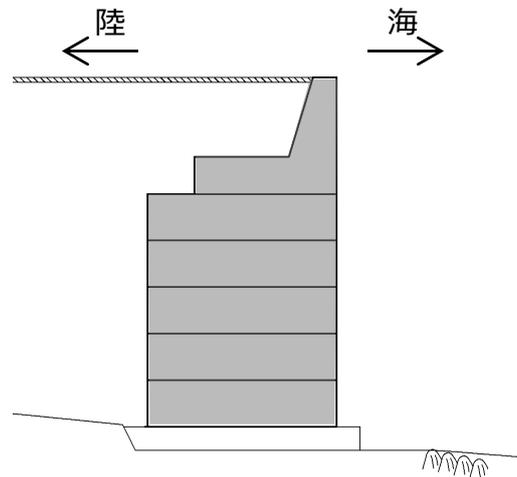


図2 荷揚護岸の断面図

表1 係船柱及び係船環の構造概要

名称	係船柱	係船環
構造		
基数	2基	11基
設計けん引耐力	25t	

漂流防止装置とする係船柱（追設含む）、係船環及び荷揚護岸は、海域活断層に想定される地震による津波（基準津波4）の流れにより作用する燃料等輸送船の係留力に対して、係留機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有することを確認する。また、基準地震動 S_s に対して、係留機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有することを確認する。

係船柱（追設含む）、係船環及び荷揚護岸の要求機能と設計方針を表2に示す。

表2 係船柱、係船環及び荷揚護岸の要求機能と設計方針

装置名	係船柱（追設含む）	係船環	荷揚護岸
要求機能	係留機能		
	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動 S s に対し、漂流防止装置に要求される機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有すること。 ・海域活断層に想定される地震による津波（基準津波 4）の流れにより作用する燃料等輸送船の引張荷重（係留力）に対し、漂流防止装置に要求される機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有すること。 		
性能目標	<ul style="list-style-type: none"> ・終局状態に至らないこと。 		
照査部位	・係船柱本体	・アンカーボルト	<ul style="list-style-type: none"> ・アンカーボルト定着部 ・係船環本体 ・係船環定着部
照査項目	<ul style="list-style-type: none"> ・曲げ破壊 ・せん断破壊 	<ul style="list-style-type: none"> ・曲げ破壊 ・せん断破壊 	<ul style="list-style-type: none"> ・曲げ破壊 ・せん断破壊
許容限界	<ul style="list-style-type: none"> ・短期許容応力度 		
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料等輸送船の浸水深に応じた浮力、燃料等輸送船の形状及び津波の速度に適切に合わせた波圧を荷重として考慮する。 		
荷重 組合せ	<p>係船柱及び係船環の設計においては、常時荷重、地震荷重及び係留力を適切に組合せて設計を行う。なお、海域活断層から想定される地震による津波（基準津波 4）は荷揚場に遡上しないことから、津波荷重は考慮しない。荷揚護岸の設計においては、海域活断層に想定される地震による津波（基準津波 4）が到達する。したがって、津波荷重を考慮する必要があるが、安定性の観点では津波荷重と漂流物衝突荷重は係留力と逆方向に作用するため、考慮しない設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重 + 地震荷重 ・常時荷重 + 係留力 + 余震荷重 		
評価方針			

燃料等輸送船の喫水高さと津波高さとの関係について

1. はじめに

燃料等輸送船は、津波警報等発令時、原則、緊急退避するが、津波の襲来までに時間的な余裕がなく緊急退避が困難な場合について、燃料等輸送船の喫水高さと津波高さとの関係に基づき、寄せ波に対して荷揚場に乗り上げる事のないこと、引き波に対して座礁、転覆するおそれのないことを確認する。また、緊急退避が可能であった場合についても、退避中に引き波により、座礁、転覆するおそれのないことを確認する。

2. 確認条件

燃料等輸送船は、津波警報等発令時、原則、緊急退避する。輸送行程（「荷揚場岸壁への接岸」～「荷役」～「荷揚場岸壁からの離岸」）において、燃料等輸送船と輸送物の干渉がない「荷役」以外の行程においては、津波警報等の発令から数分程度で緊急退避が可能である。また、燃料等輸送船と輸送物が干渉し得る「荷役」行程では、30分程度の時間があれば緊急退避が十分可能であることから、確認の範囲は、早く襲来する海域活断層から想定される地震による津波で水位変化が一番大きい押し波、引き波を評価対象とする。

(1) 検討ケース

図1, 2に, 燃料等輸送船が停泊する荷揚場における海域活断層から想定される地震による津波の波形を示す。押し波時の最大水位は T. P. 2.10m, 引き波時の最低水位は T. P. -4.07m である。

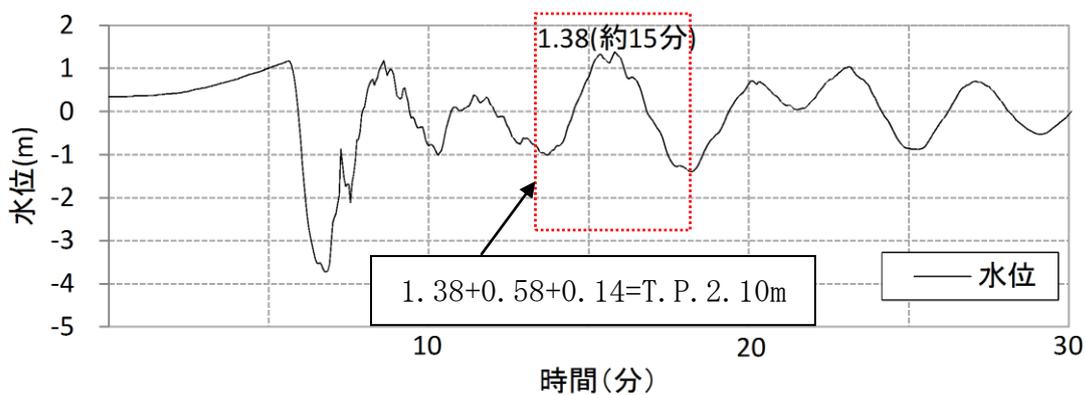


図1 基準津波4による荷揚場での時刻歴波形
(水位上昇側)

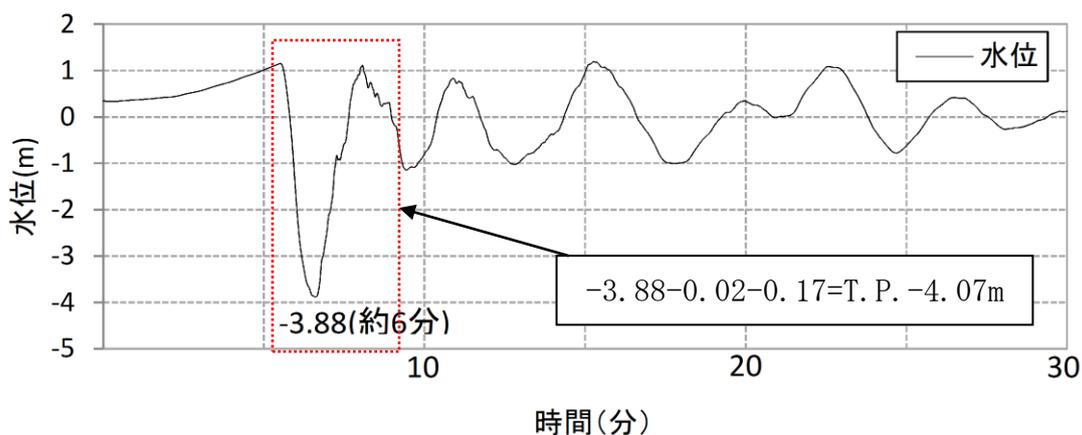


図2 基準津波4による荷揚場での時刻歴波形
(水位下降側)

3. 確認結果

(1) 寄せ波による岸壁への乗り上げ評価

寄せ波による津波高さと岸壁高さ及び喫水高さの関係を図3に示す。

寄せ波による津波高さは岸壁高さを下回ることから、燃料等輸送船は岸壁に乗り上げることはないことを確認した。

なお、地震により地盤の隆起が考えられるが、保守的に考慮しないものとする。

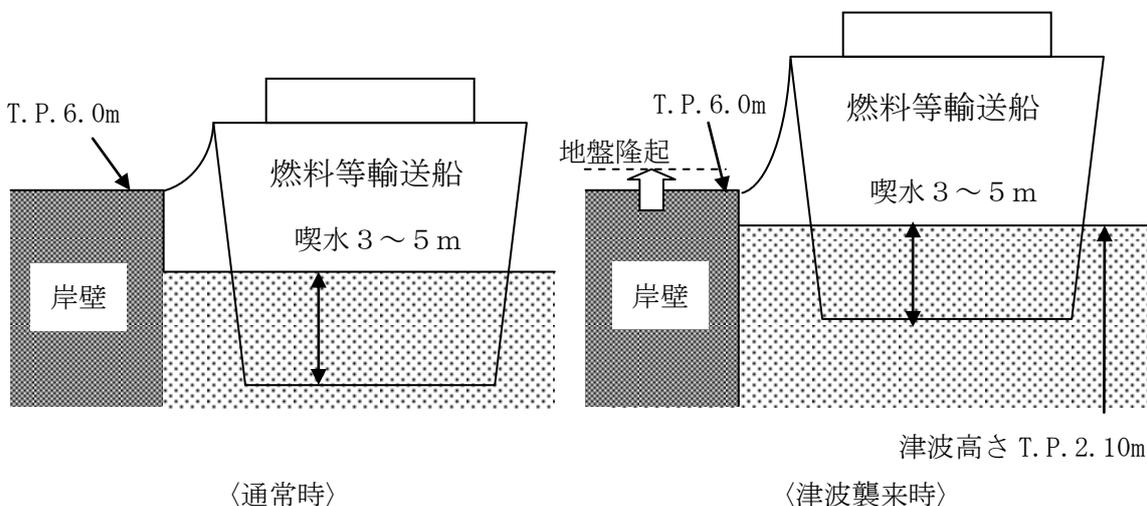
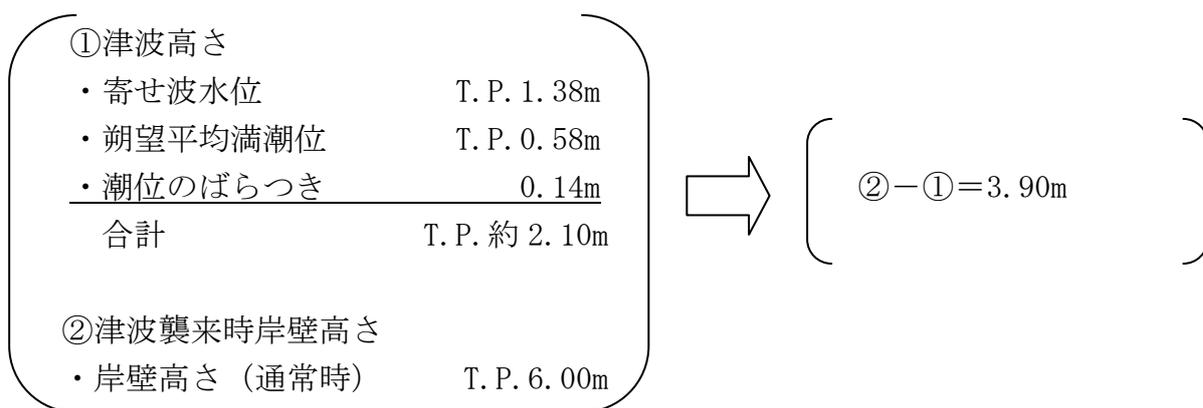


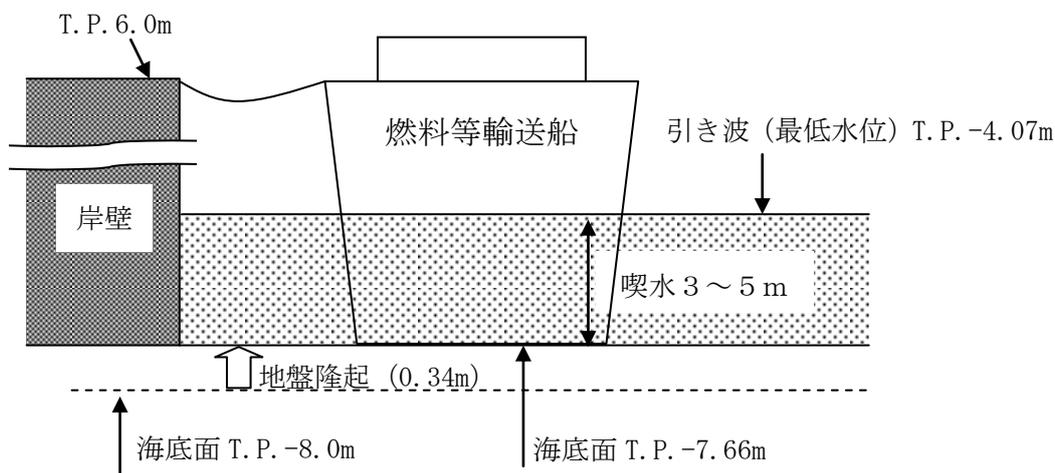
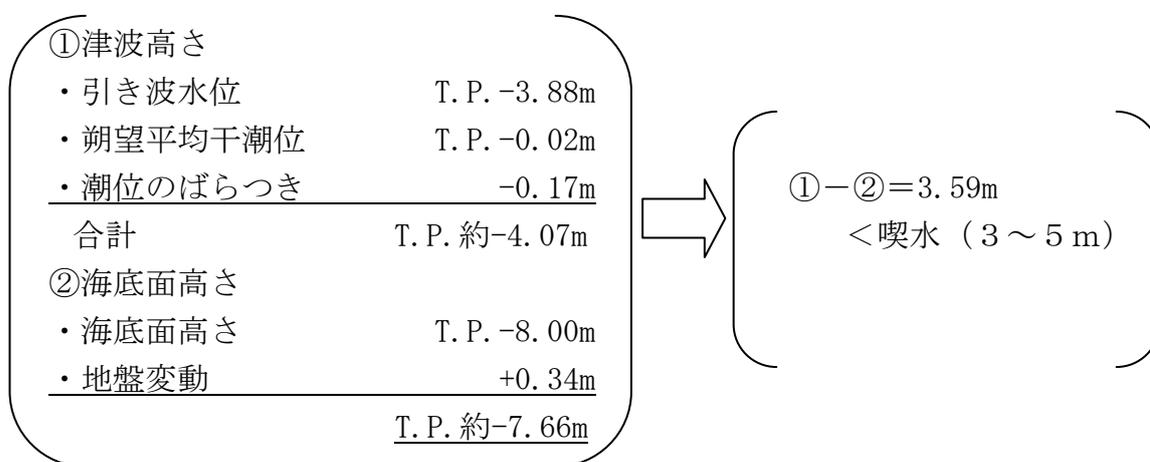
図3 寄せ波による津波高さと岸壁高さ及び喫水高さの関係

(2) 引き波（着底評価）

引き波による津波高さとの関係を図4に示す。

これにより、燃料等輸送船は引き波のピークの際には一時的に着底し得ることが示されるが、この場合も、以下の理由により座礁、転覆することはない（漂流物とならない）。

- ・一時的な着底があったとしても、燃料等輸送船は二重船殻構造等、十分な船体強度を有しており、水位回復後に退避が可能である。
- ・また、着底後の引き波による流圧力、あるいは水位回復時の押し波による流圧力に対する転覆の可能性については、燃料等輸送船の重量及び扁平な断面形状より、その可能性はない。



〈早い津波（引き波）時〉

図4 引き波による津波高さとの関係

4. 結論

朔望平均満潮位，干潮位等の保守的な条件を考慮した場合でも，燃料等輸送船は，津波高さと喫水高さの関係から寄せ波により荷揚場岸壁に乗り上げることはなく，また，緊急退避ができない場合でも，引き波により一時的に着底することが考えられるが，船体は二重船殻構造等，十分な強度を有しており，水位回復後に退避が可能であり，漂流物とならないことを確認した。

燃料等輸送船の着底時の転覆の可能性について

本別紙では、燃料等輸送船が荷揚場における停泊時に引き波により着底することを想定し、その際の転覆の可能性について評価する。ここでは、転覆の可能性の観点から、転覆しやすいよう重心位置が高くなる積荷がない場合の評価結果を示す。

1. 評価条件

(1) 燃料等輸送船の仕様・形状

燃料等輸送船の仕様を表1に、外形図を図1及び図2に示す。

表1 燃料等輸送船の仕様

項目	仕様
満載排水量	約7,000トン(空荷状態;約4,000トン)
載貨重量トン	約3,000トン
喫水	約5m
全長	100.0m(垂線間長:94.4m)
型幅	16.5m

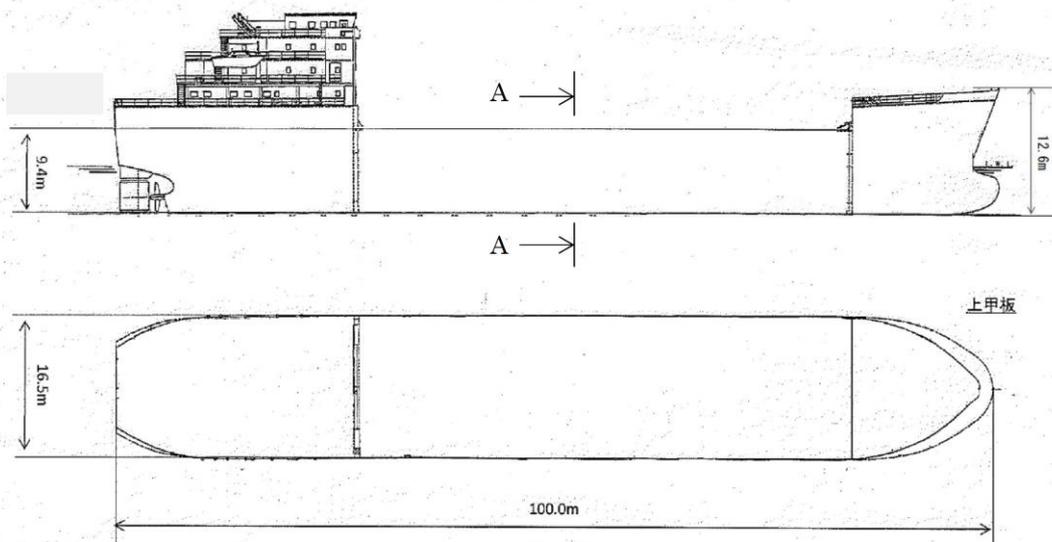


図1 燃料等輸送船外形図

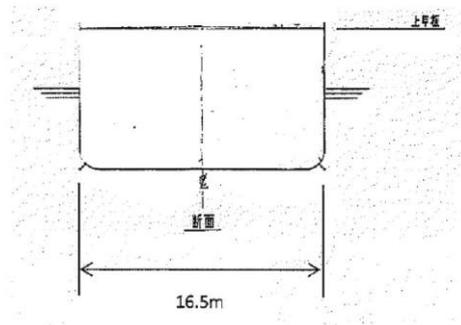


図2 燃料等輸送船外形図 (A-A 断面)

(2) 転覆モード

小型の船舶の場合、丸型やV型の船底を有しているものがある。このような船舶の場合、図3に示すとおり引き波により着底した際には傾きが発生し、この状態で津波による流圧力を受けると転覆する可能性がある。

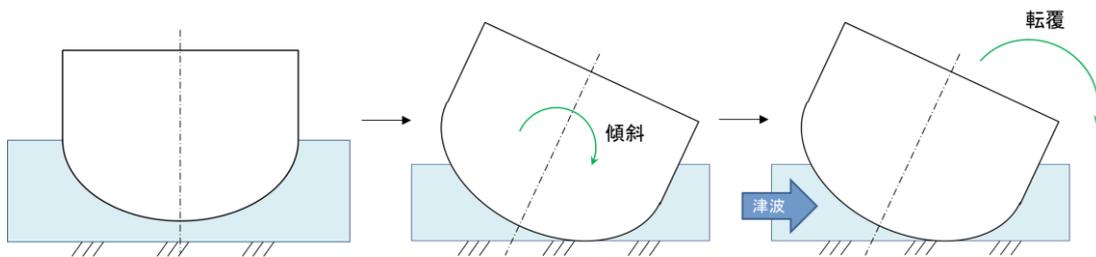


図3 丸型の船底を有する船舶の着底状態

一方、燃料等輸送船は一般のタンカーなどと同様に図2で示したとおり、断面形状が扁平であり船底が平底型である。このため、引き波により着底した場合にも傾くことなく安定していると考えられるが、ここでは保守的に、図4に示すように燃料等輸送船が津波を受けた際に船底の端部が海底に引っ掛かり、船底端部周りに回転する状況を想定し、転覆の可能性の評価を行うものとする。

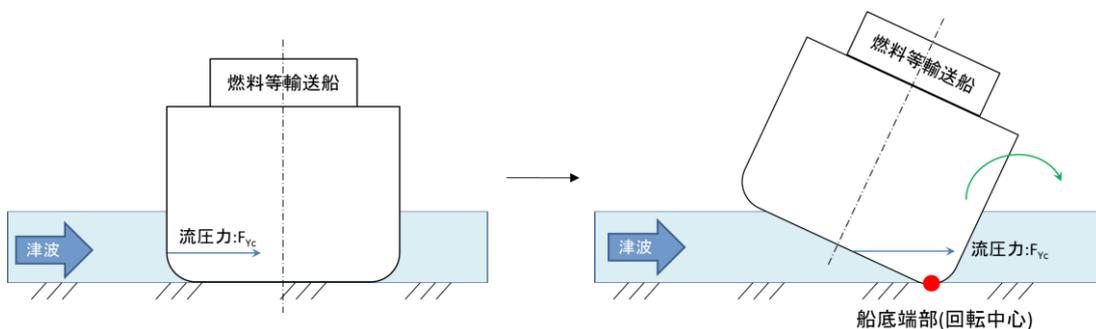


図4 想定転覆モード

2. 転覆評価

図4の転覆モードにおいて燃料等輸送船に働く力とモーメントを図5に示す。

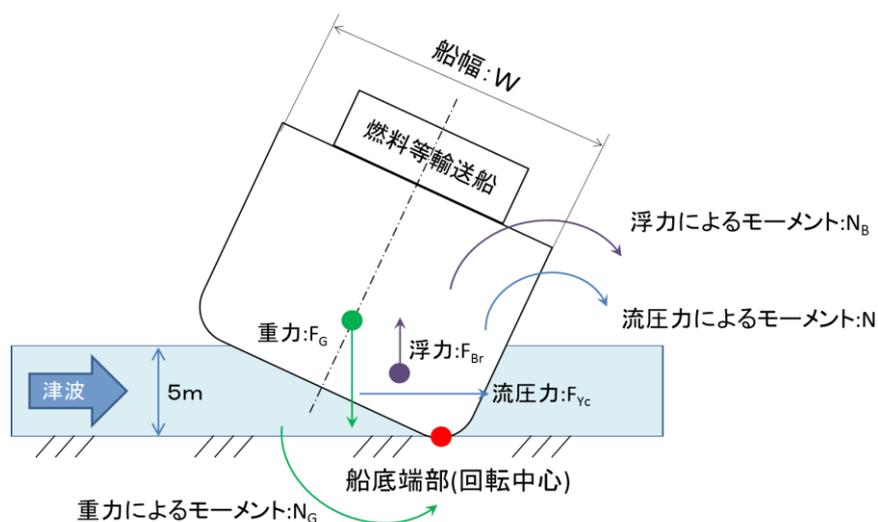


図5 燃料等輸送船に働く力とモーメント

津波を受けると流圧力 F_{Vc} によるモーメント N が発生し、船底端部を中心に燃料等輸送船を回転させる。また、浮力 F_{Br} によるモーメント N_B も流圧力によるモーメント N と同じ方向に発生する。一方、重力 F_G によるモーメント N_G がこれらのモーメントと逆方向に発生し、燃料等輸送船の傾きを戻す。この際、流圧力及び浮力によるモーメントにより傾きが増大し、重心位置が回転中心の鉛直線を超え場合には転覆する。

重心位置が回転中心の鉛直線にあるときの傾きは約 48° であるため、ここでは、傾きを 24° と仮定し、流圧力によるモーメント N と浮力によるモーメント N_B の和と重力によるモーメント N_G とのモーメントの釣り合いから転覆しないことを確認する。

重力によるモーメント N_G は次式のとおりとなる。

$$\begin{aligned} N_G &= F_G \times X(\text{GR}) \\ &= 4,000 \times 4.5 \\ &= 18,000 [\text{tonf} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

N_G : 重力によるモーメント [tonf・m]

F_G : 燃料等輸送船の重量 (=空荷状態重量) [tonf] (=4,000)

$X(GR)$: 重心と回転中心の水平方向距離 [m] (≈ 4.5)

次に流圧力によるモーメント N は次式にて計算できる。

$$N = F_{YC} \times W \div 2 \\ = F_{YC} \times d \div 2$$

N : 流圧力によるモーメント [tonf・m]

F_{YC} : 流圧力 [tonf]

W : 水位 [m]

d : 喫水 [m] (=5)

ここで、流圧力は受圧面積が最大のときに最も大きくなり、かつ、流圧力によるモーメントは流圧力の作用点と回転中心との距離が最大の時に最も大きくなるため、本評価における水位は喫水と同等とした。

また、横方向の流圧力 F_{YC} を表 2 に示す方法で計算する。

表 2 横方向流圧力の計算方法¹⁾

【流圧力計算式】 $F_{YC} = \frac{1}{2} \times C_{YC} \times \rho_C \times V_C^2 \times L_{PP} \times d$	F_{YC} : 横方向流圧力 [kgf] C_{YC} : 横方向流圧力係数 V_C : 流速 [m/s] L_{PP} : 垂線間長 [m] (=94.4) d : 喫水 [m] (=5) ρ_C : 水密度 [kgf・sec ² /m ⁴] (=104.7kgf・sec ² /m ⁴)
---	---

このとき、流速は図 6 に示す基準津波の最大流速 2.3m/s を適用し、横方向流圧力係数を図 7 より 10 と仮定する。

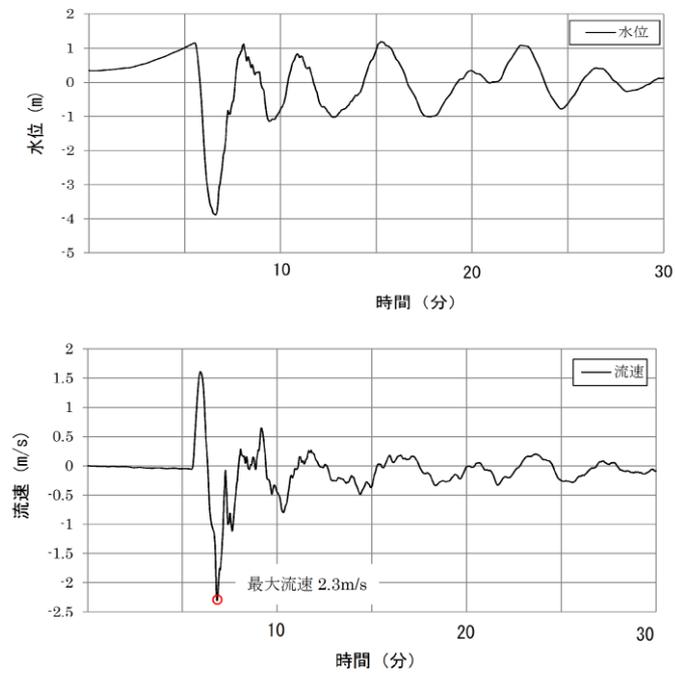


図6 基準津波4の流速（荷揚場近傍）

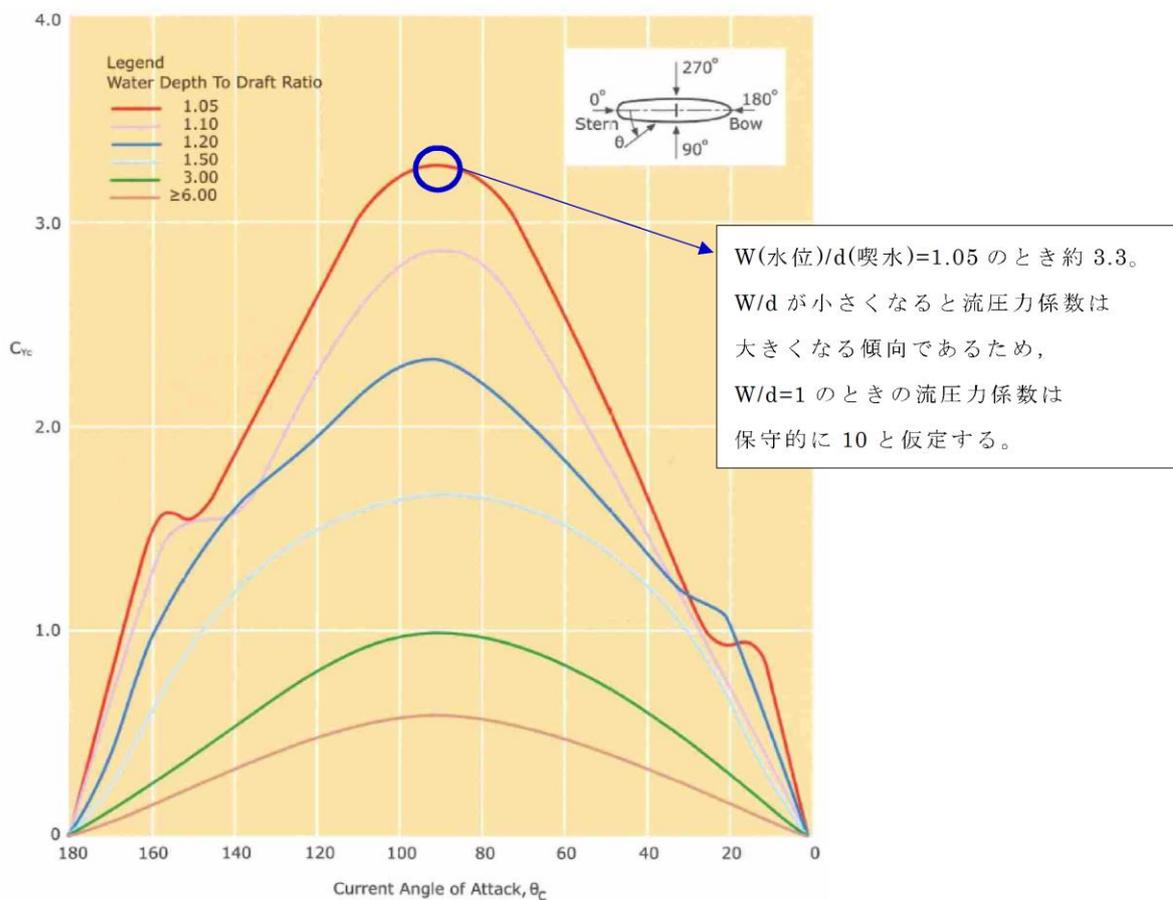


図 7 横方向の流圧力係数¹⁾

参考文献

- 1) OCIMF : Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition, pp.178, pp.190, pp.202, 2008.

表 2 より F_{YC} は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 F_{YC} &= 1 \div 2 \times 10 \times 104.7 \times 2.3^2 \times 94.4 \times 5 \\
 &\approx 1,308,000 \text{ [kgf]} \\
 &= 1,308 \text{ [tonf]}
 \end{aligned}$$

したがって、流圧力によるモーメント N は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 N &= F_{YC} \times d \div 2 \\
 &= 1,308 \times 5 \div 2 \\
 &= 3,270 \text{ [tonf} \cdot \text{m]}
 \end{aligned}$$

最後に浮力によるモーメント N_B は次式にて評価する。

$$\begin{aligned} N_B &= F_{Br} \times X(BR) \\ &= 1,700 \times 3.0 \\ &= 5,100 [\text{tonf} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

N_B : 浮力によるモーメント [tonf・m]

F_{Br} : 傾いた際の燃料等輸送船の浮力 [tonf] ($\doteq 1,700$)

$X(BR)$: 浮心と回転中心の水平方向距離 [m] ($\doteq 3.0$)

以上の結果をまとめると、以下に示すとおり重力によるモーメント N_G は流圧力によるモーメントと浮力によるモーメントの和より大きくなるため、燃料等輸送船は転覆することはない。

$$\begin{aligned} N + N_B &= 3,270 + 5,100 \\ &= 8,370 [\text{tonf} \cdot \text{m}] < N_G = 18,000 [\text{tonf} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

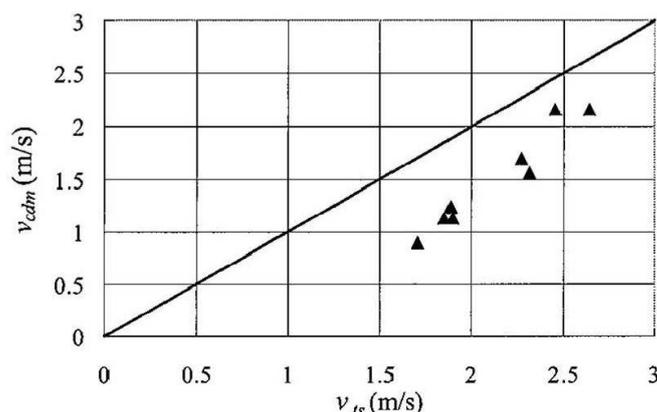
3. 結論

燃料等輸送船は着底後に津波による流圧力を受けてもその形状から通常の状態であれば転覆することなく、また、保守的に船底の一部が固定されるような状態を想定した場合であっても転覆しないことを確認した。

漂流物の評価において考慮する津波の流速・流向について

1. 設計に用いる遡上波の流速について

津波による漂流物の漂流速度は、津波の流速に支配される。文献^{※1}によると漂流物の最大漂流速度は津波の浸水流速より小さくなっているが、安全側に漂流速度として津波の流速を用いる。



第1図 浸水流速 v_{ts} と最大漂流速度 v_{cdm} の関係

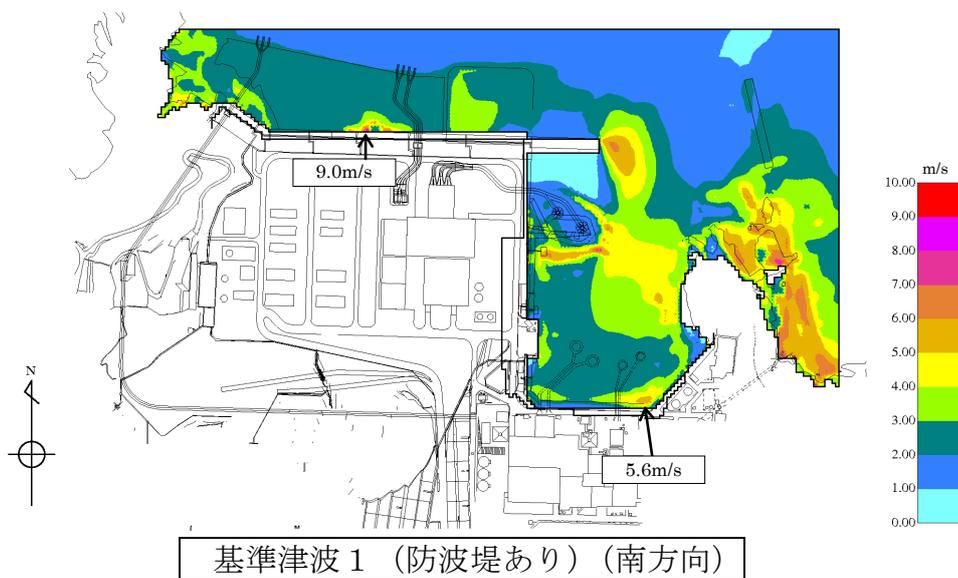
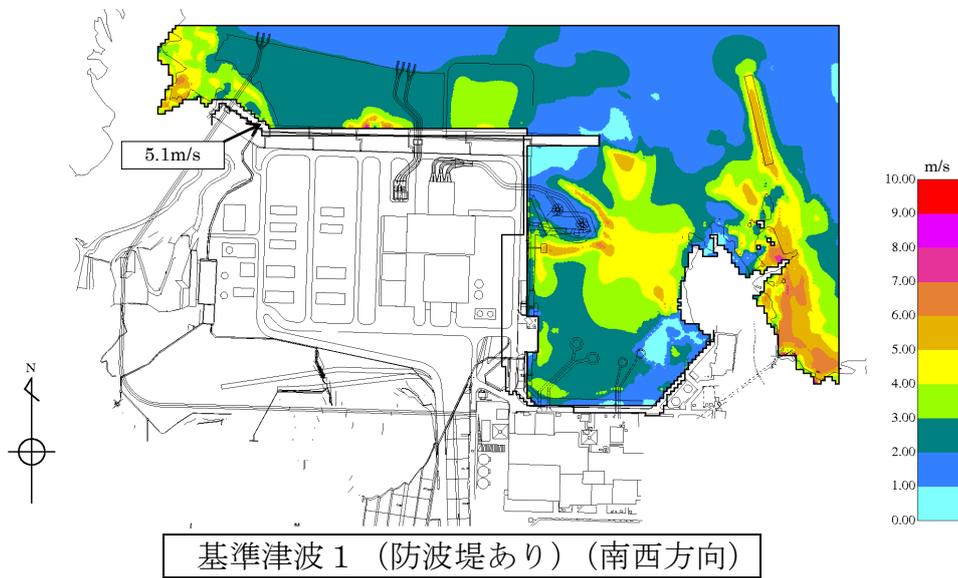
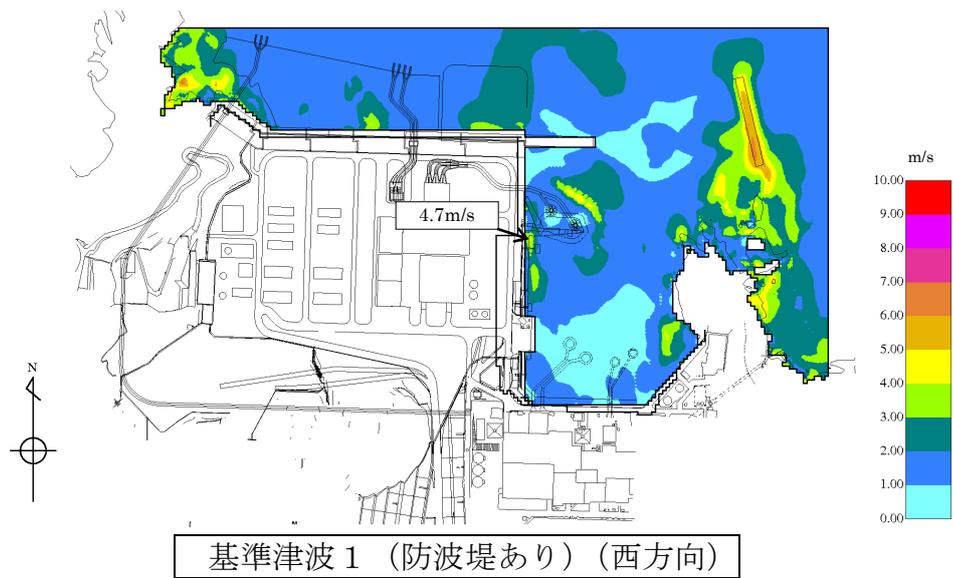
※1 海岸工学論文集, 第54巻(2007) 遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験 (有川ほか)

漂流物の衝突速度は、評価対象施設周辺の流速に依存すると考えられるため、評価対象施設周辺の流速により、漂流物の衝突速度を設定する。漂流物が各施設に衝突する際の荷重の大きさは、評価対象施設に対して直交方向の流速に依存すると考えられるため、評価対象施設に対して直交方向の最大流速を抽出し、これに不確かさを考慮して、安全側の評価を実施する。また、防波壁等、広範囲にわたる施設は地点により流速が異なるが、設計に用いる漂流物の衝突荷重として、安全側に評価対象施設全体の最大流速を用いる。

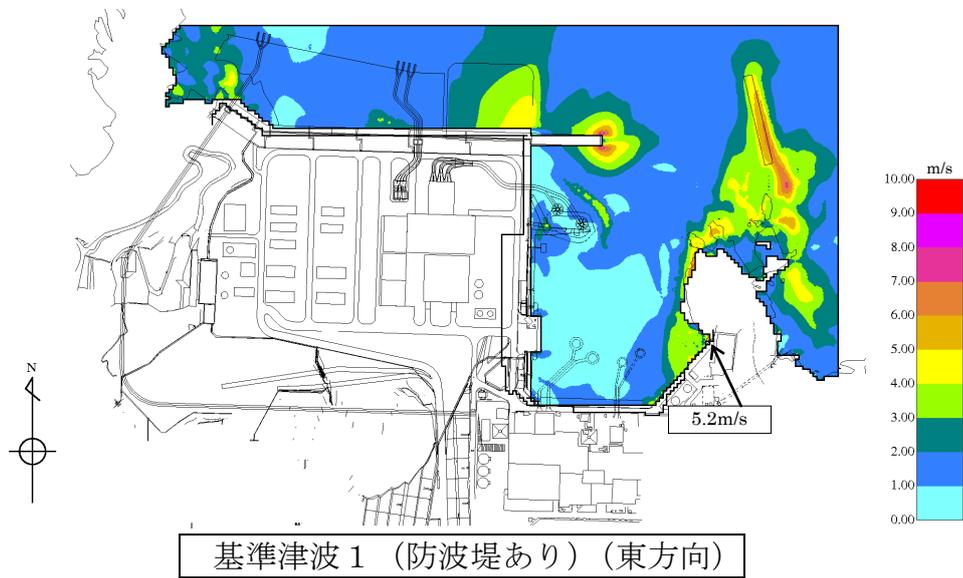
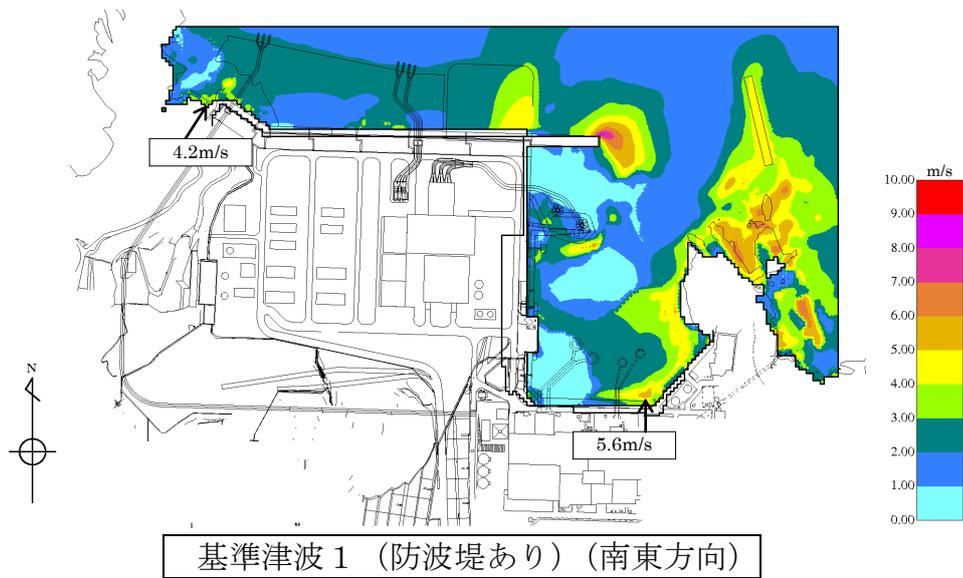
評価対象施設における最大流速分布を第2～10図に示す。

結果としては、日本海東縁部に想定される地震による津波における最大流速は施設護岸港湾外及び港湾内で 9.0m/s が抽出されたことから、安全側に施設護岸港湾外及び港湾内で 10.0m/s を、日本海東縁部に想定される地震による津波における津波防護施設及び浸水防止設備の衝突荷重評価に用いる漂流速度として設定する。また、荷揚場周辺の遡上時に最大流速 11.9m/s が確認されたことから、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮し、最大流速が発生する荷揚場周辺の津波防護施設における漂流物衝突荷重の評価には、流速 11.9m/s を用いる。

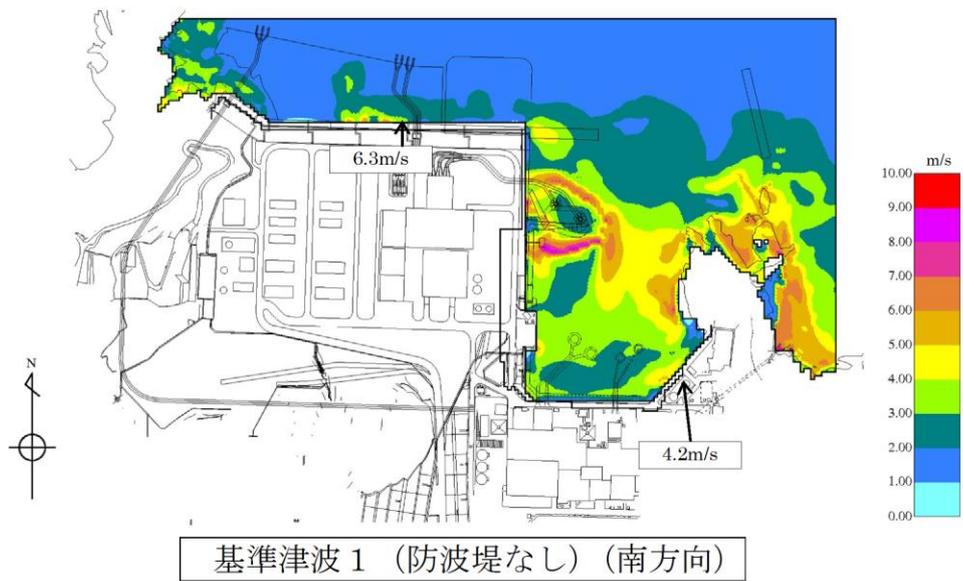
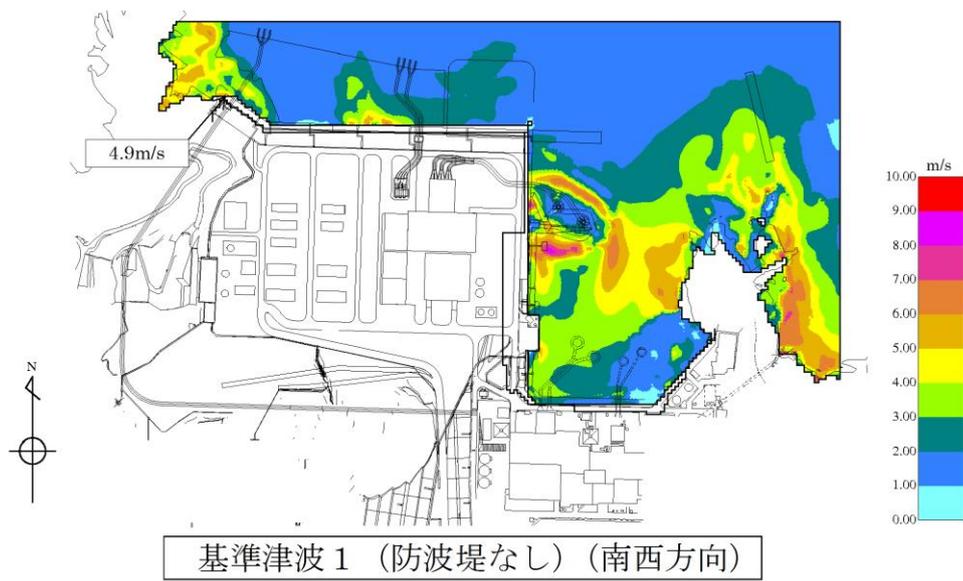
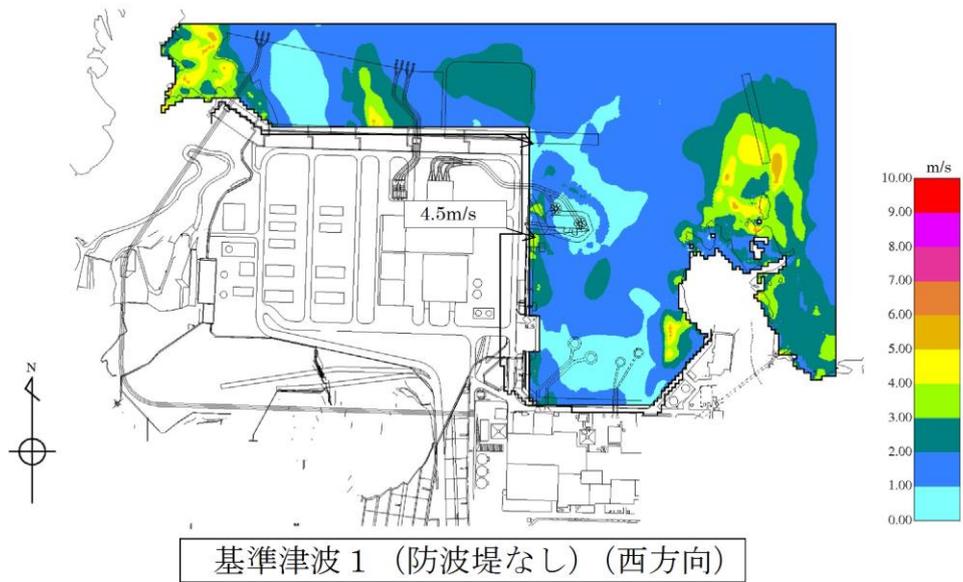
また、海域活断層から想定される地震による津波における最大流速は施設護岸港湾外で 3.3m/s、施設護岸港湾内で 2.4m/s が抽出されたことから、安全側に施設護岸港湾外及び港湾内で 4.0m/s を、海域活断層から想定される地震による津波における津波防護施設及び浸水防止設備の衝突荷重評価に用いる漂流速度として設定する。



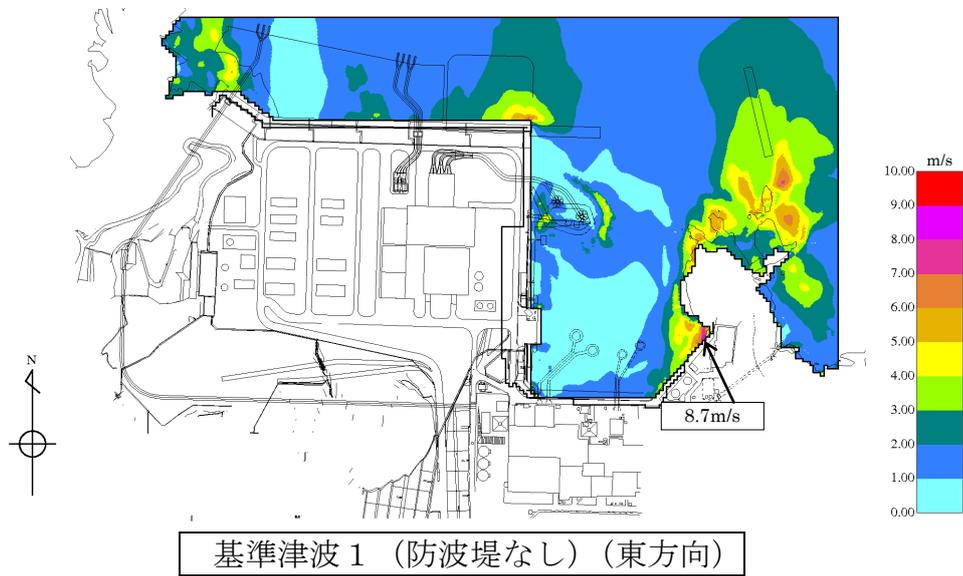
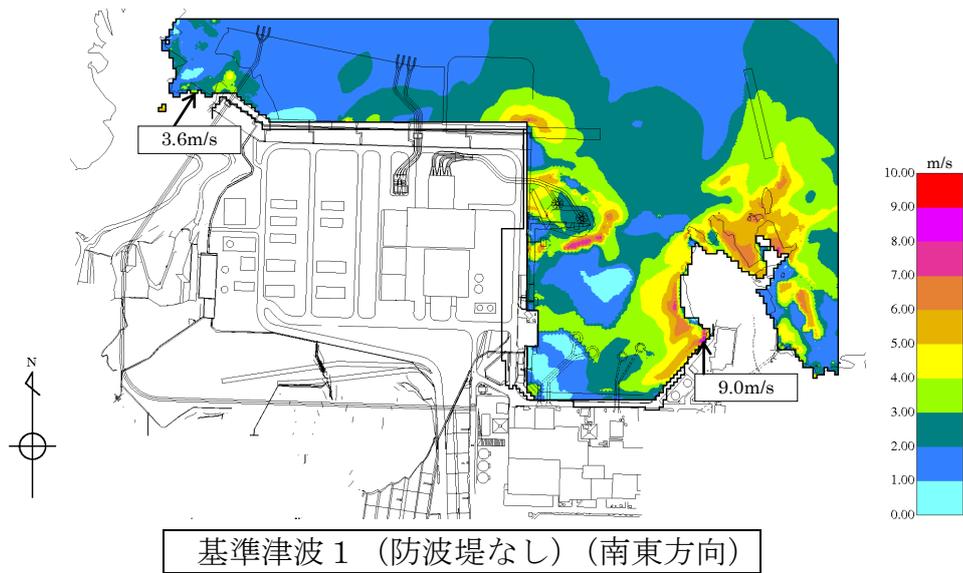
第 2 図 基準津波 1 (防波堤あり) 最大流速分布 (1 / 2)



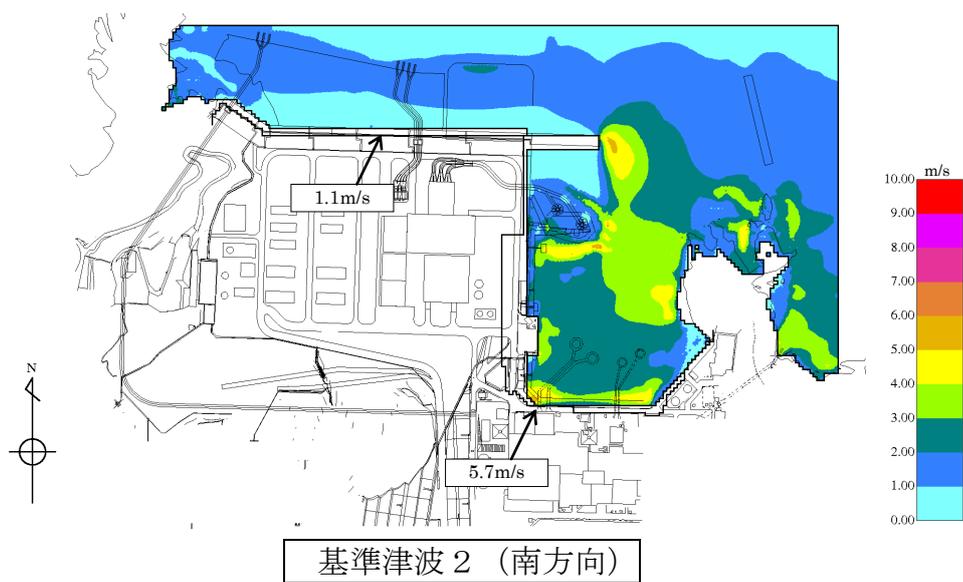
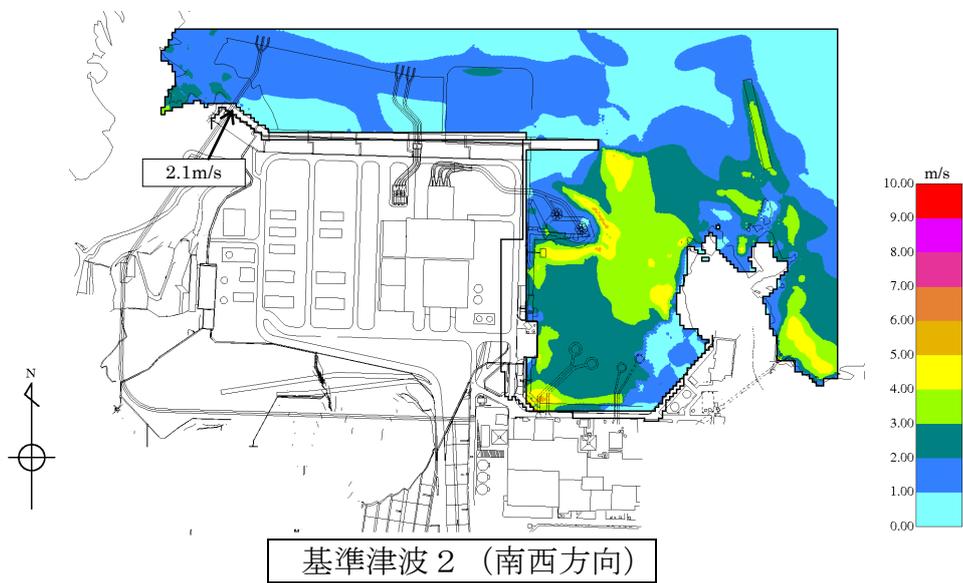
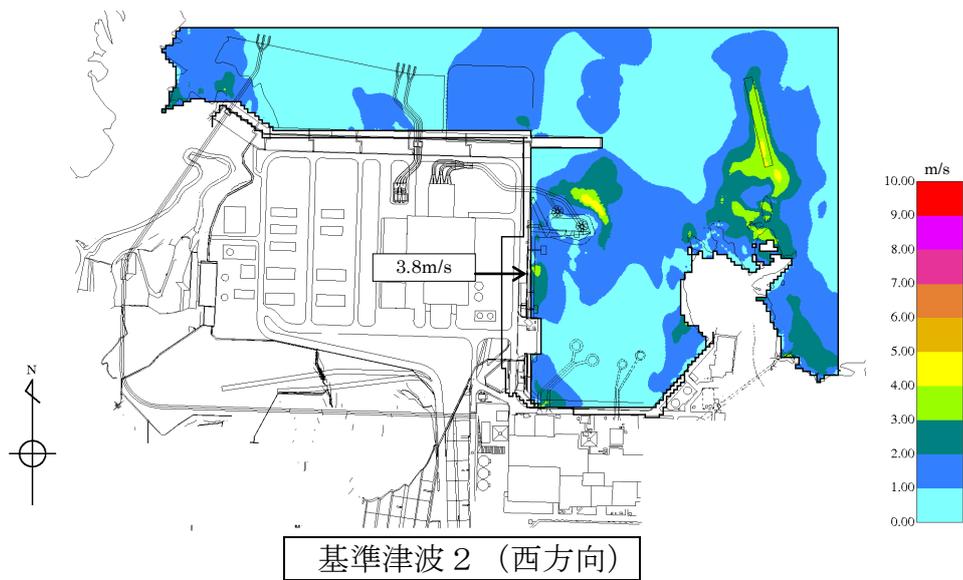
第 2 図 基準津波 1 (防波堤あり) 最大流速分布 (2 / 2)



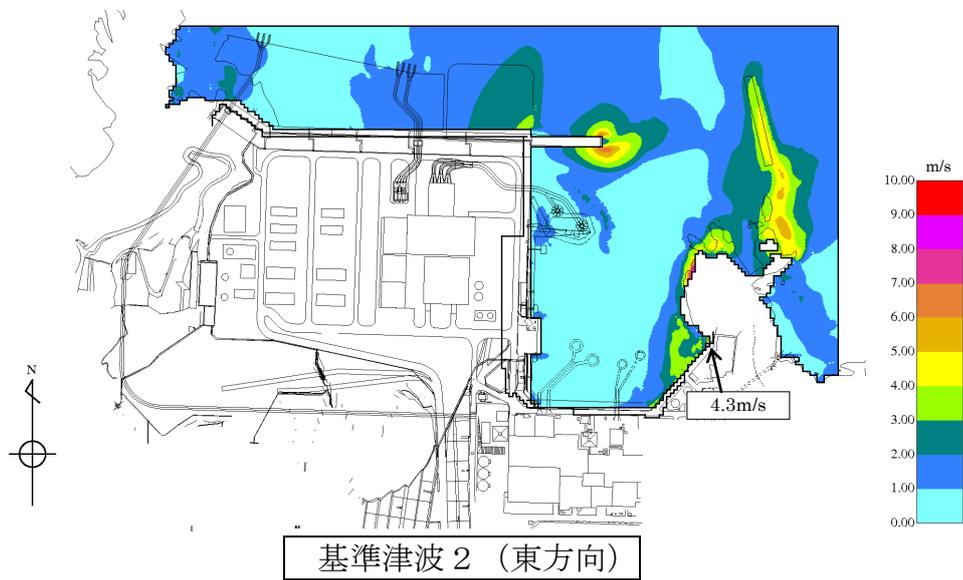
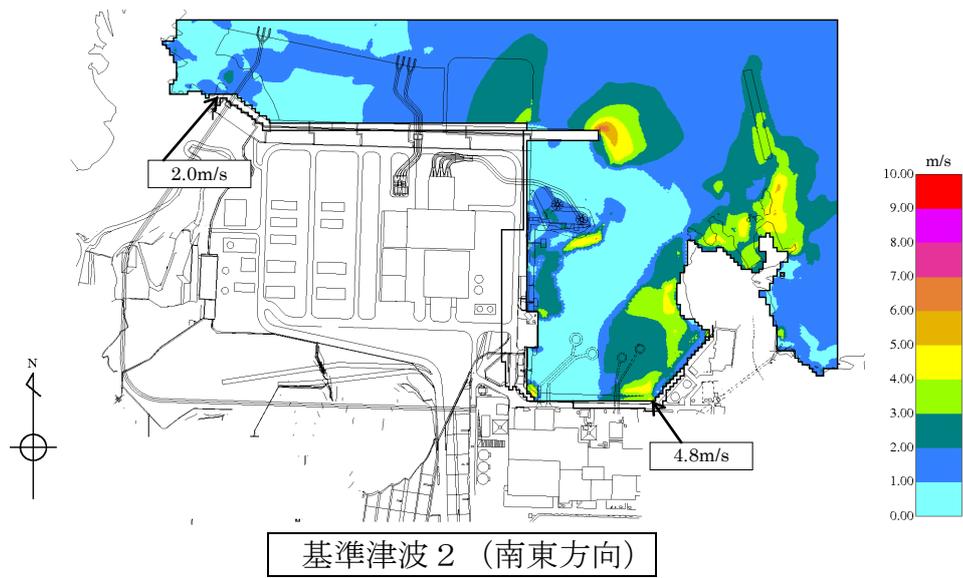
第3図 基準津波 1 (防波堤なし) 最大流速分布 (1 / 2)



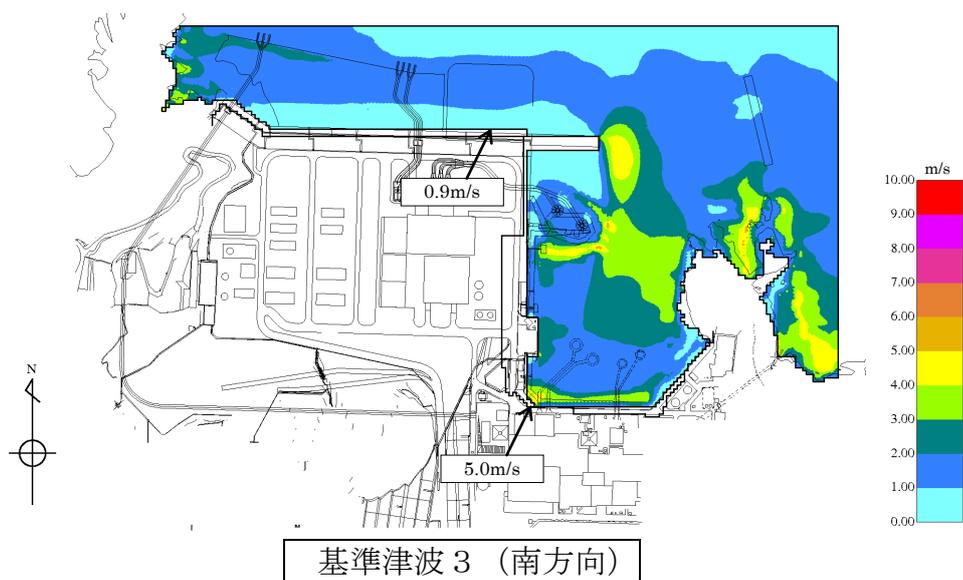
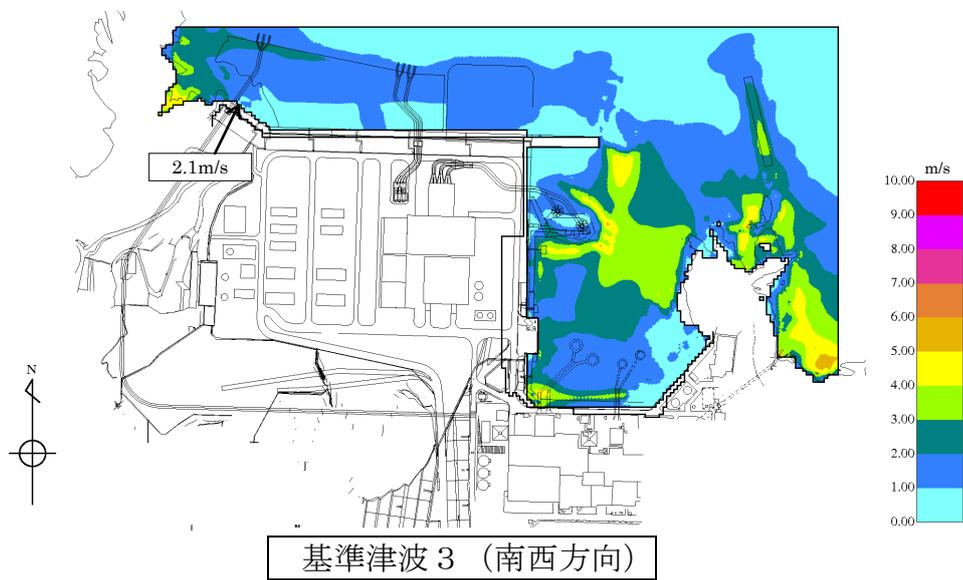
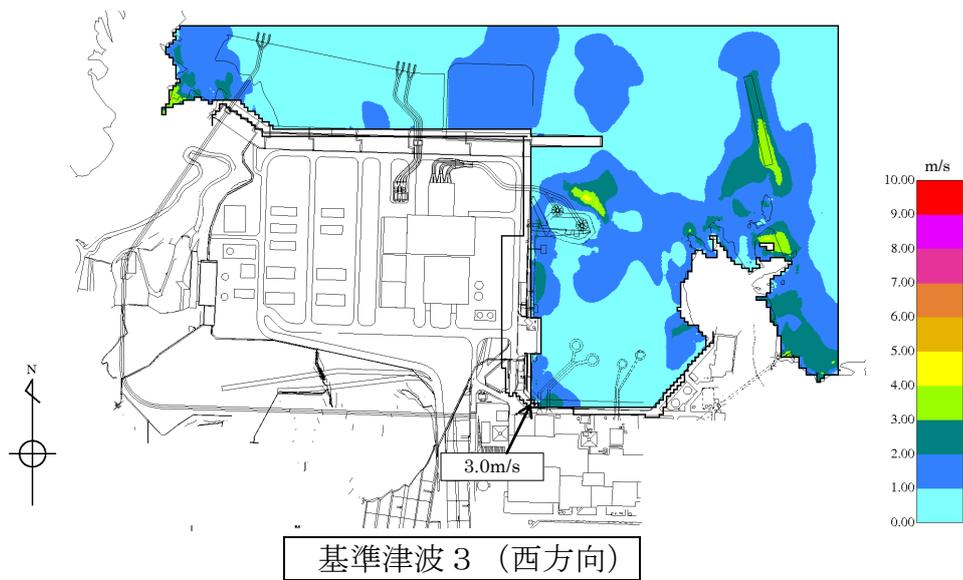
第 3 図 基準津波 1 (防波堤なし) 最大流速分布 (2 / 2)



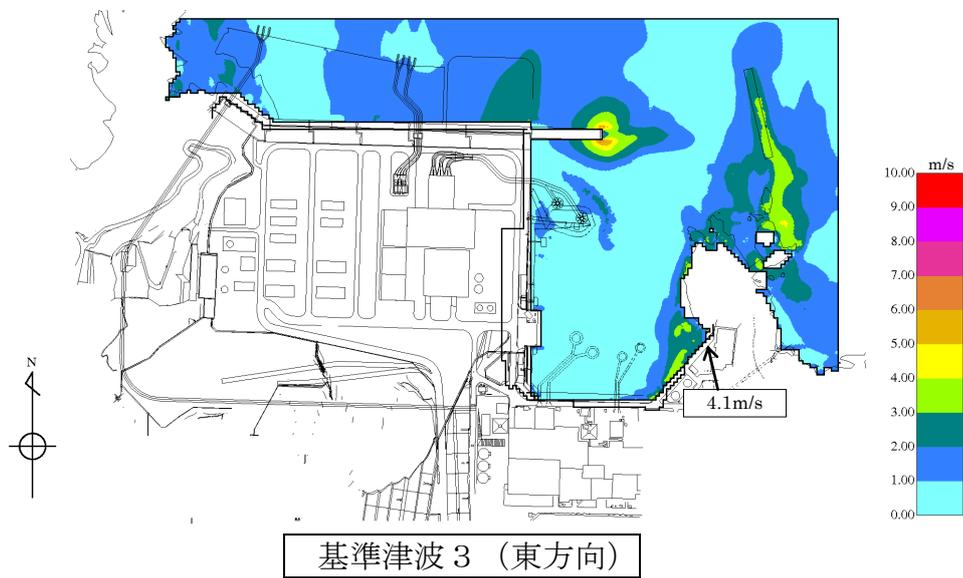
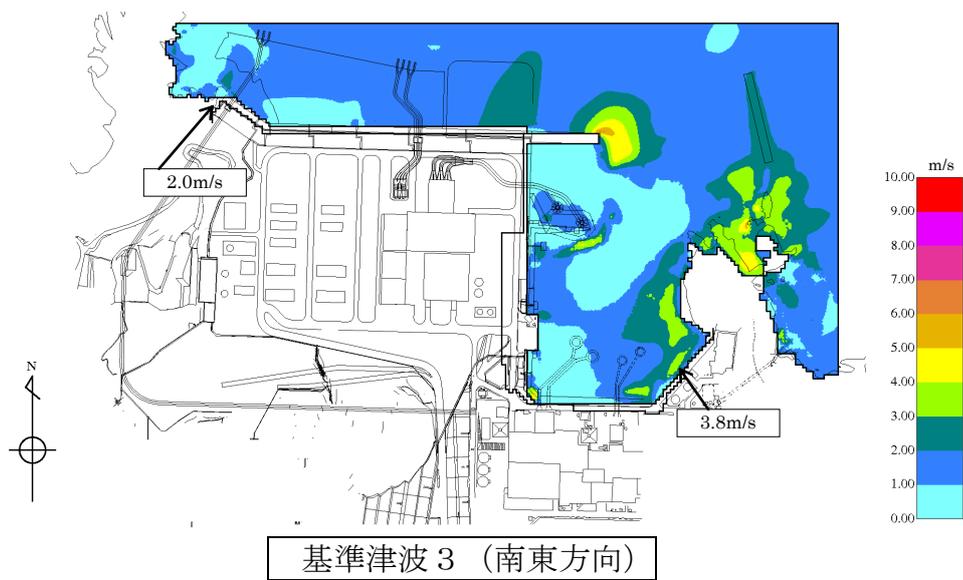
第4図 基準津波 2 最大流速分布 (1 / 2)



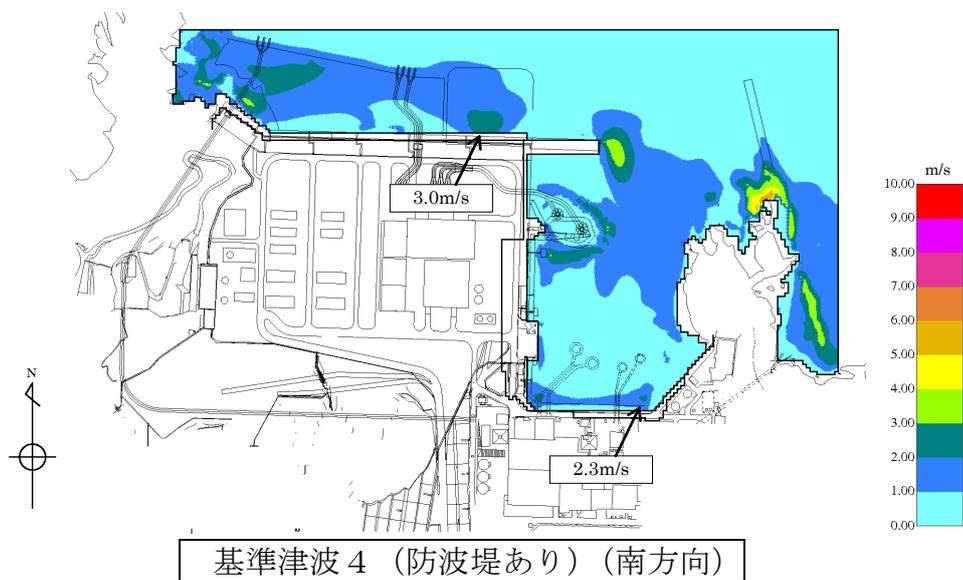
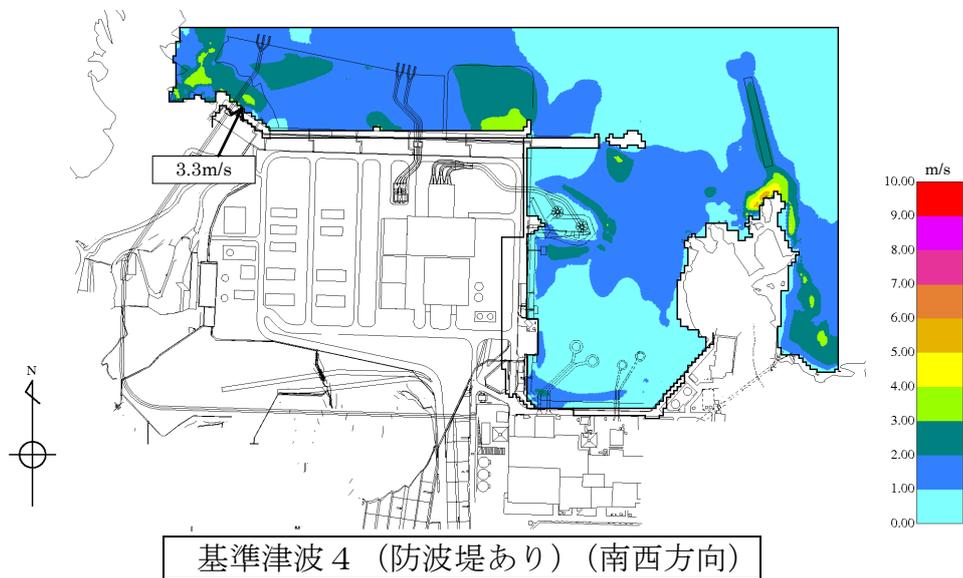
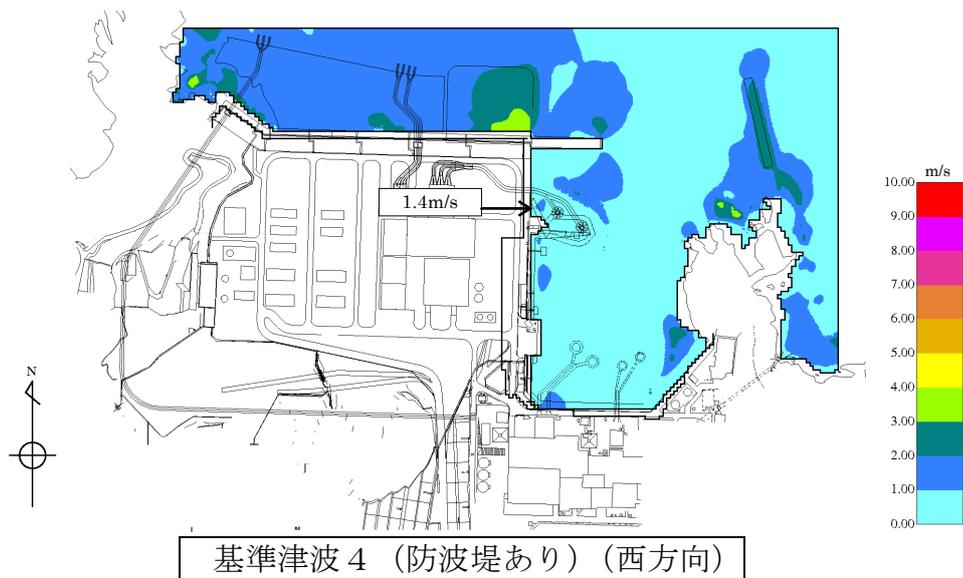
第4図 基準津波 2 最大流速分布 (2 / 2)



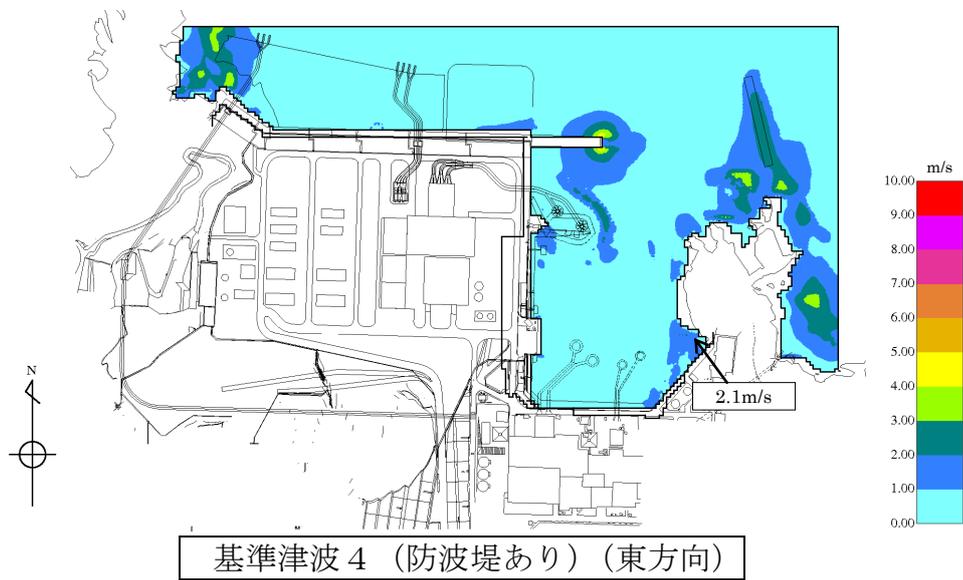
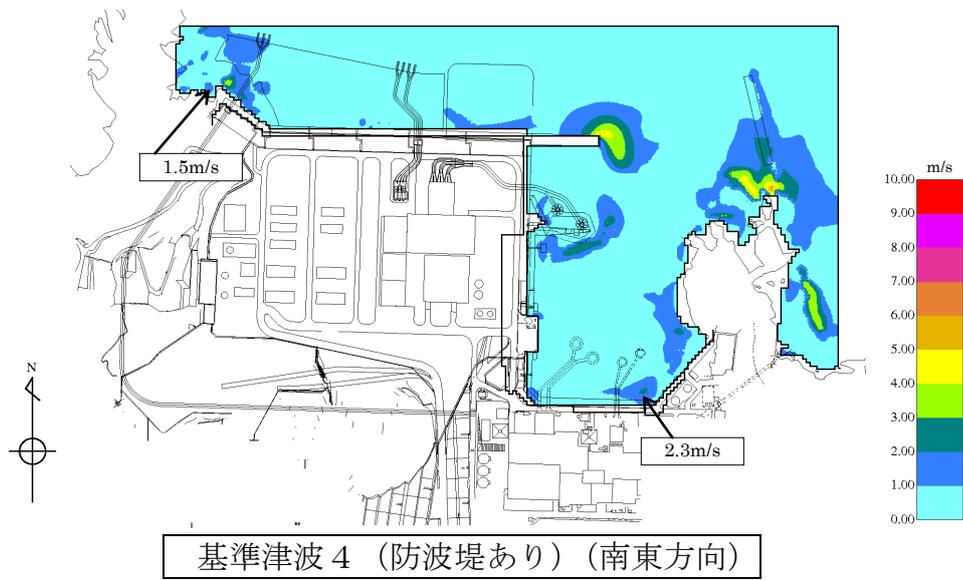
第5図 基準津波 3 最大流速分布 (1 / 2)



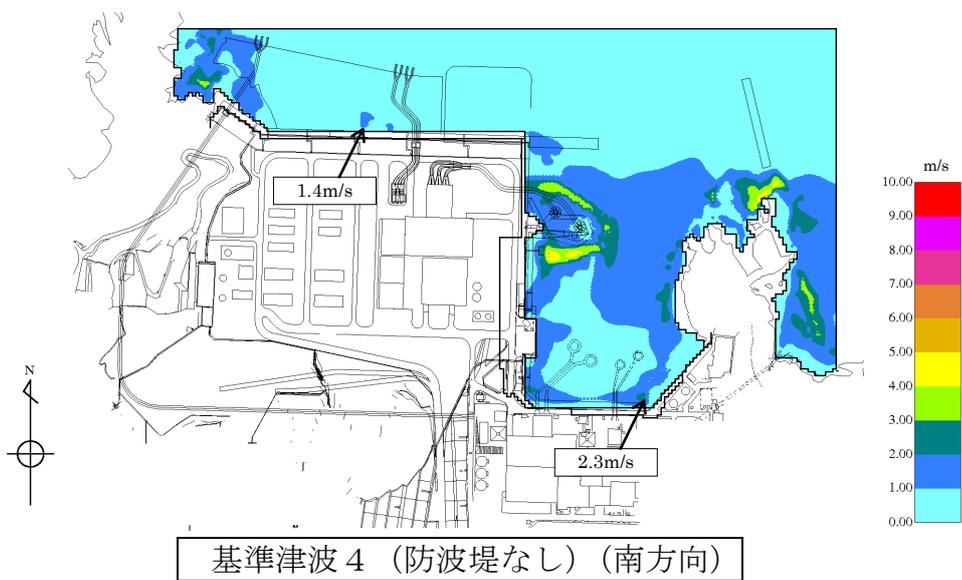
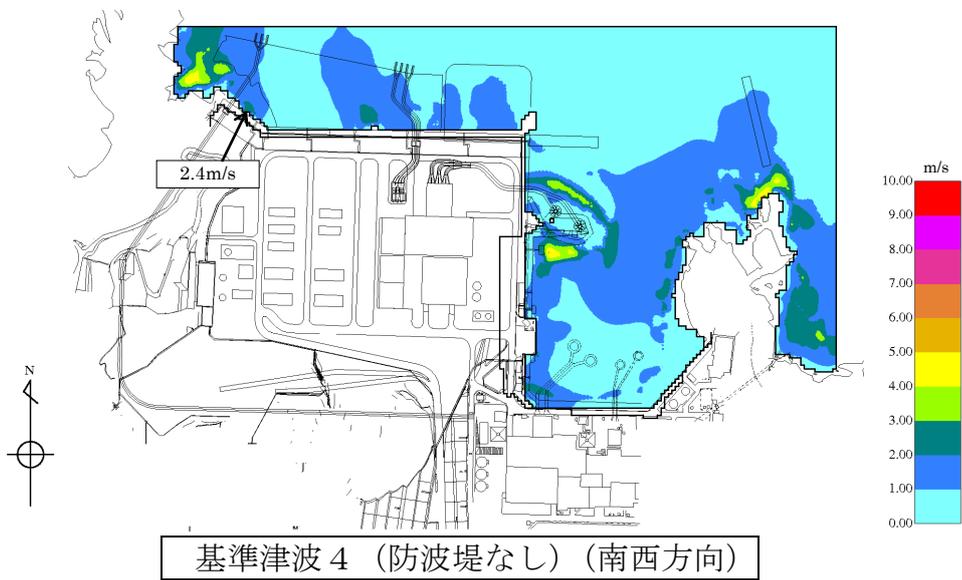
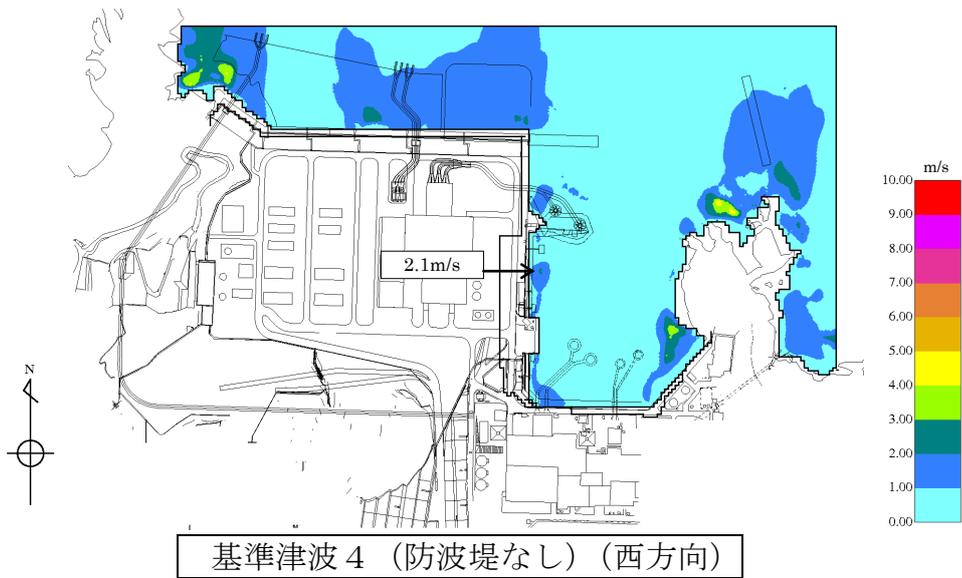
第5図 基準津波3 最大流速分布 (2 / 2)



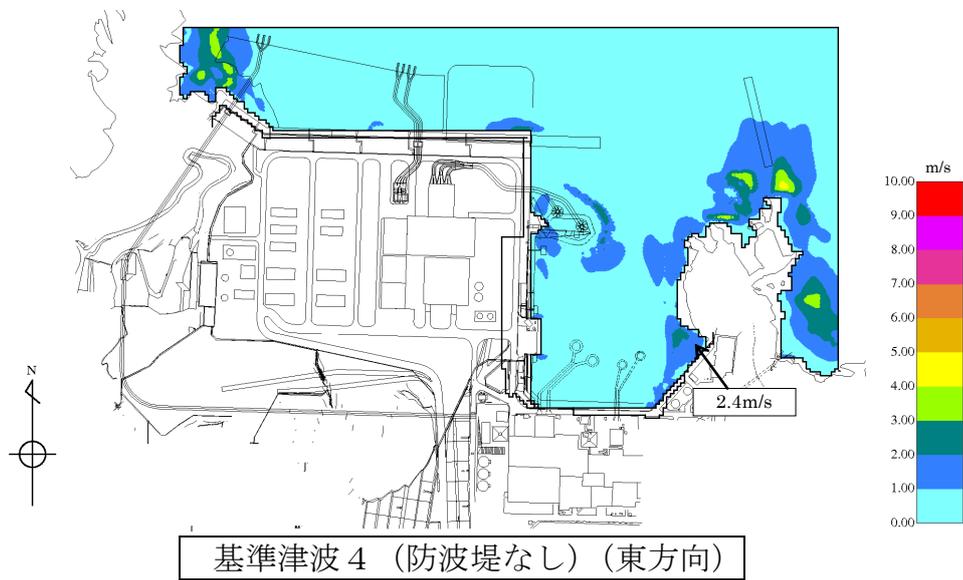
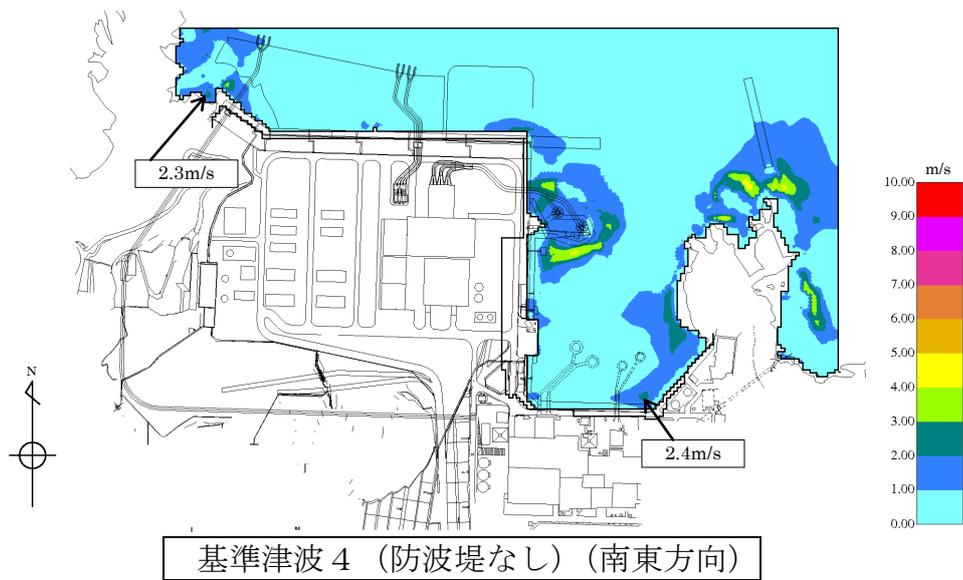
第 6 図 基準津波 4 (防波堤あり) 最大流速分布 (1 / 2)



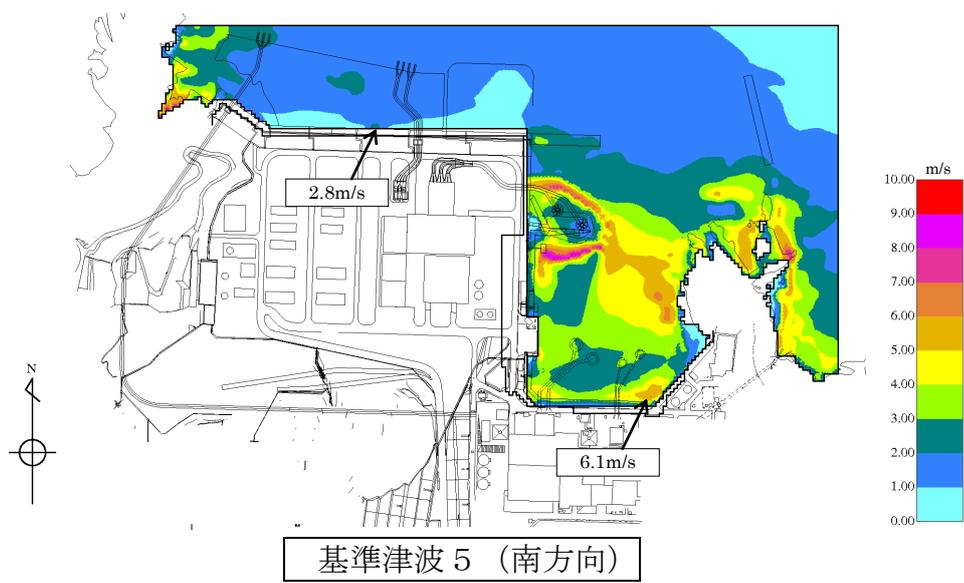
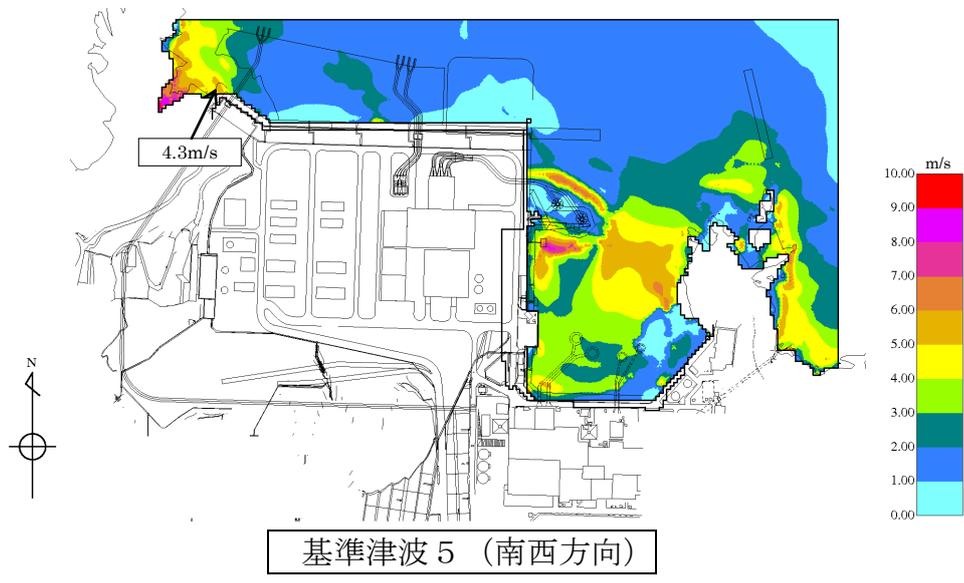
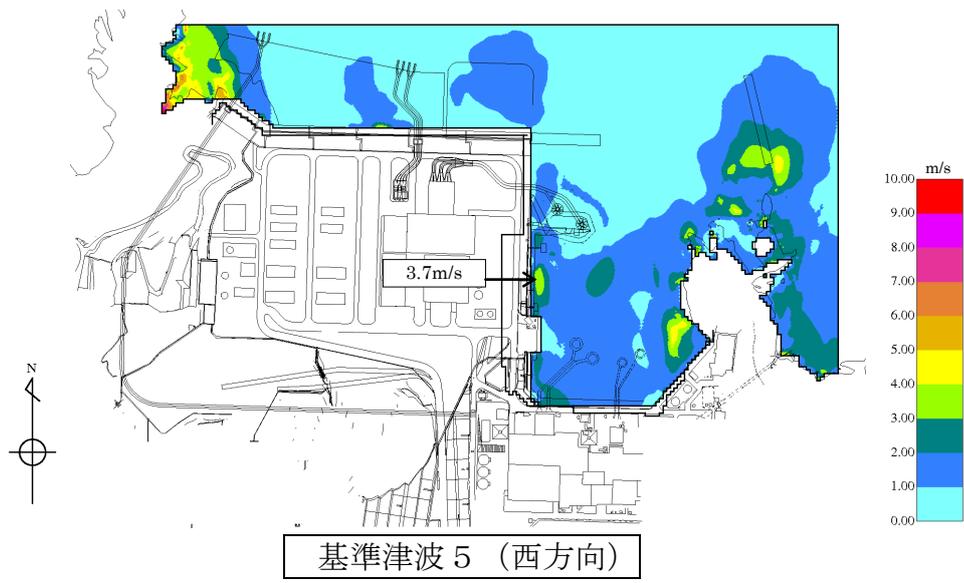
第 6 図 基準津波 4 (防波堤あり) 最大流速分布 (2 / 2)



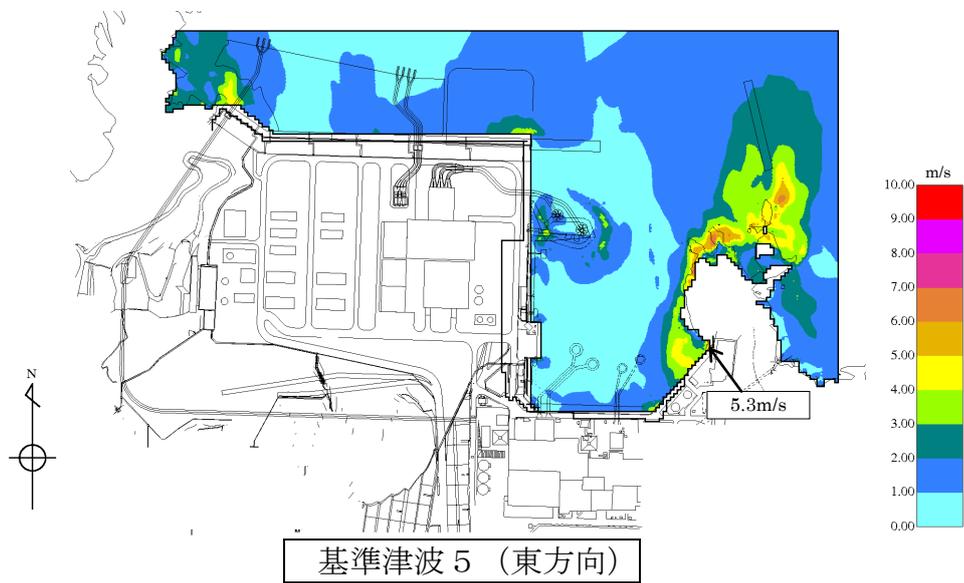
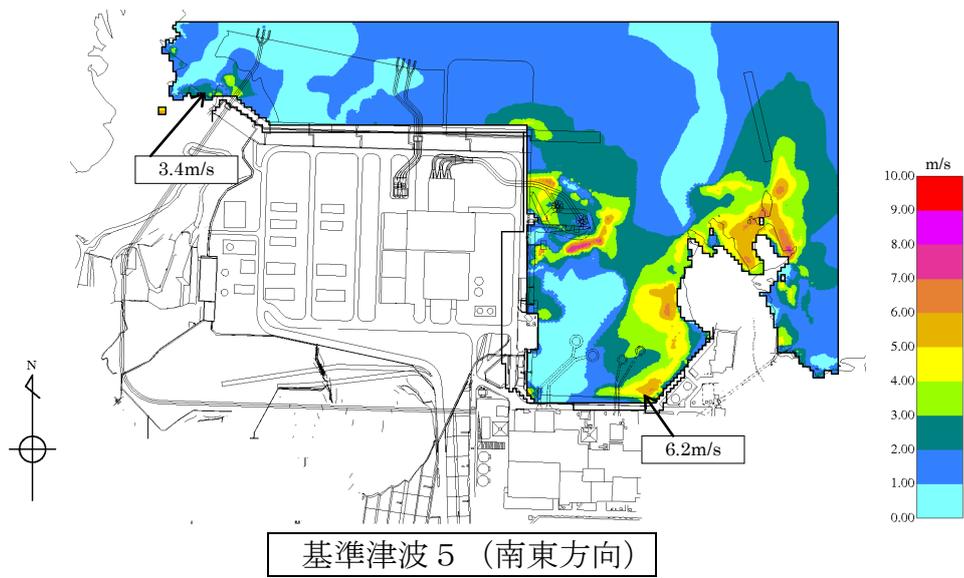
第7図 基準津波 4 (防波堤なし) 最大流速分布 (1 / 2)



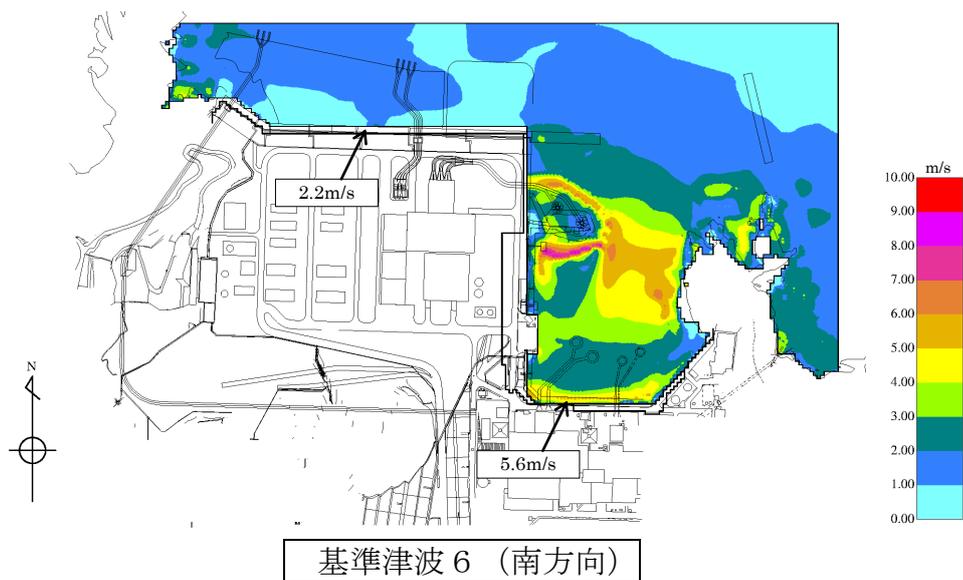
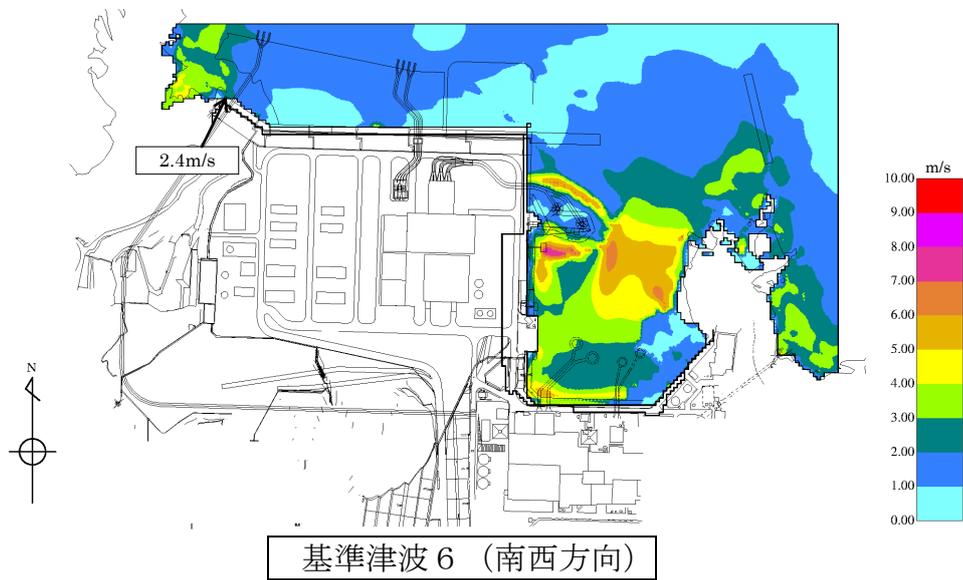
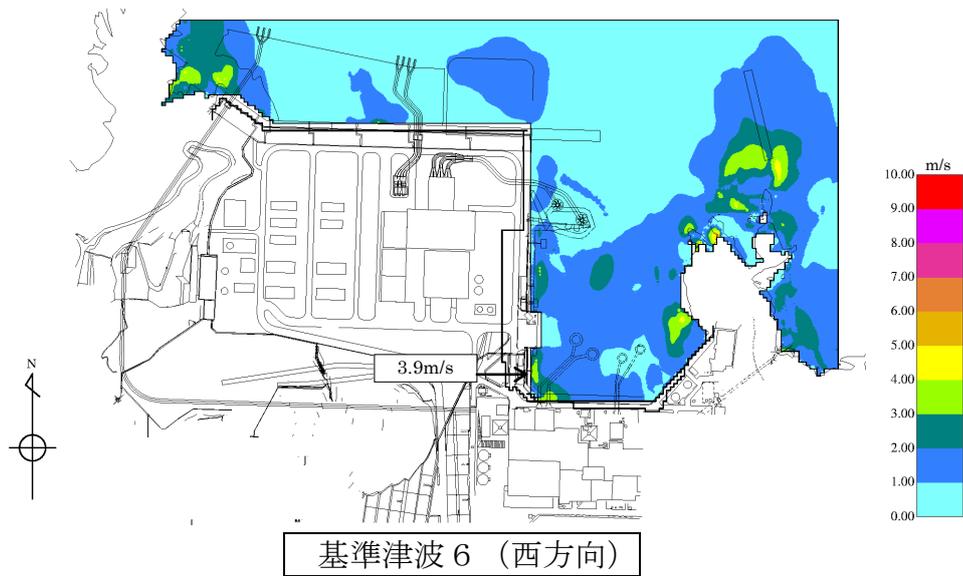
第7図 基準津波 4 (防波堤なし) 最大流速分布 (2 / 2)



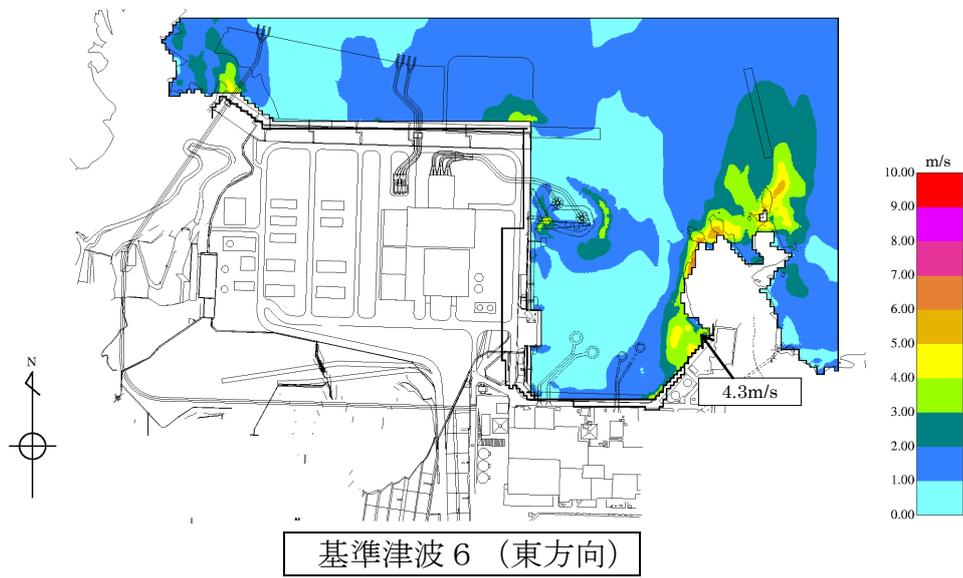
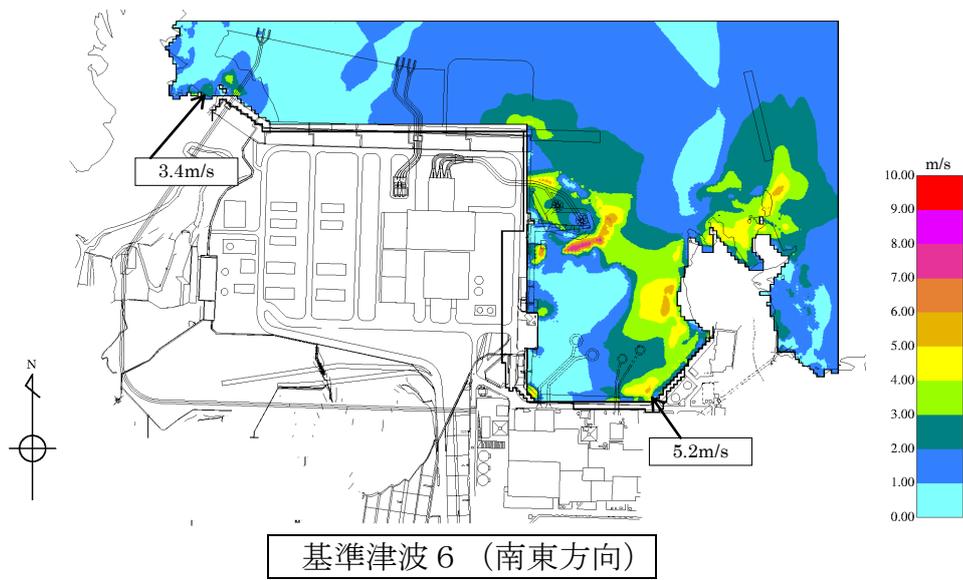
第 8 図 基準津波 5 最大流速分布 (1 / 2)



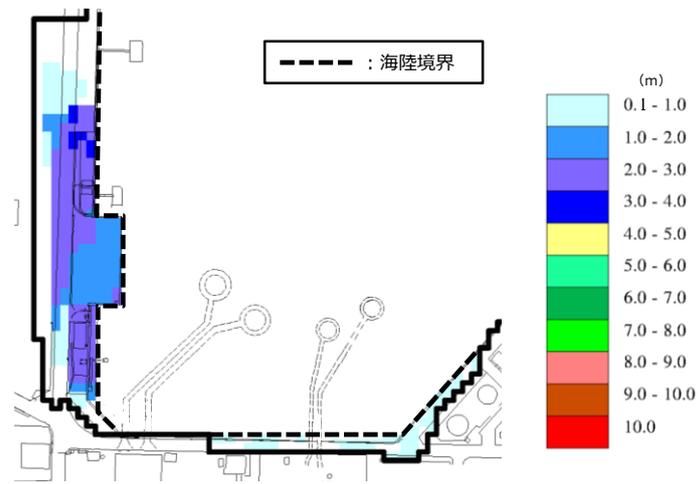
第 8 図 基準津波 5 最大流速分布 (2 / 2)



第9図 基準津波 6 最大流速分布 (1 / 2)



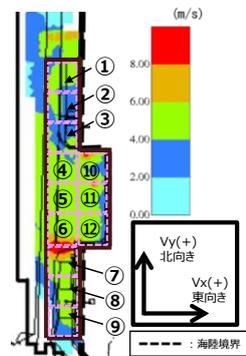
第9図 基準津波 6 最大流速分布 (2 / 2)



基準津波 1 (防波堤無し)

各地点の流速評価結果

地点	Vx方向 最大流速 (m/s)	Vy方向 最大流速 (m/s)	全方向最大流速(m/s)		
			Vx方向 流速	Vy方向 流速	全方向流速 ($\sqrt{Vx^2+Vy^2}$)
1	-4.2	2.1	-4.2	1.9	4.6
2	-4.0	2.5	-4.0	1.4	4.2
3	-6.7	2.1	-6.7	-0.8	6.8
4	-3.6	3.7	-3.2	3.4	4.6
5	-3.6	3.8	-3.6	3.7	5.1
6	-5.5	4.1	-5.5	2.7	6.1
7	-11.8	3.4	-11.8	1.1	11.9
8	-5.3	1.5	-5.3	1.3	5.4
9	-5.9	1.9	-5.9	1.6	6.1
10	4.8	-7.6	4.8	-7.6	9.0
11	-8.9	2.5	-8.9	-1.2	9.0
12	-2.7	5.1	-1.4	5.1	5.3



(切上げの関係で値があわない場合がある)

第 10 図 基準津波 1 (防波堤無し) における荷揚場周辺の
最大浸水深分布及び流速

津波監視設備の監視に関する考え方

津波に関する情報は、気象庁から発信される津波情報（日本気象協会からのデータ受信による警報発報及びパソコン画面への表示又は緊急警報ラジオ）や、構内に設置している津波監視カメラ及び取水槽水位計によって収集する。地震・津波が発生した際のプラント運用に関するフローは添付資料 37 に示すとおり。

構内に設置する津波監視設備（津波監視カメラ、取水槽水位計）は、津波襲来状況及び構内の状況を監視するため、昼夜にわたって監視可能な設計としている。監視の考え方について、表 1 に纏める。

表 1 津波監視の考え方

事象	設備	監視場所	監視設備の考え方
引き波発生時	取水槽水位計	中央制御室	引き波時には非常用海水冷却系の海水確保を目的として、取水槽水位計の水位を確認する。
	津波監視カメラ	中央制御室	津波監視カメラを 2 号炉排気筒及び 3 号炉北側の防波壁上部（東側・西側）に設置し、津波（引き波）の状況を確認する。
津波襲来状況	津波監視カメラ	中央制御室	津波襲来時には主に津波監視カメラの映像を確認し、津波の襲来状況や敷地浸水状況等をリアルタイムかつ継続的に確認する。
	取水槽水位計	中央制御室	取水槽水位計にて、上昇側水位を確認する。（入力津波高さを上回る EL. +10.7m まで、計測可能な設計としている。）
津波襲来後の構内状況	津波監視カメラ	中央制御室	津波監視カメラの映像を確認し、津波襲来後の構内の状況を監視する。

津波監視カメラの映像は図1に示すフローに従い、中央制御室にて当直員が監視することを基本とするが、緊急時対策所でもカメラ映像の確認を通して現場状況の確認が可能となるよう監視設備を配備する。

複数箇所でも同時にカメラ操作を行い操作信号が重複することを避けるため、カメラの操作は中央制御室にて実施する設計とする。

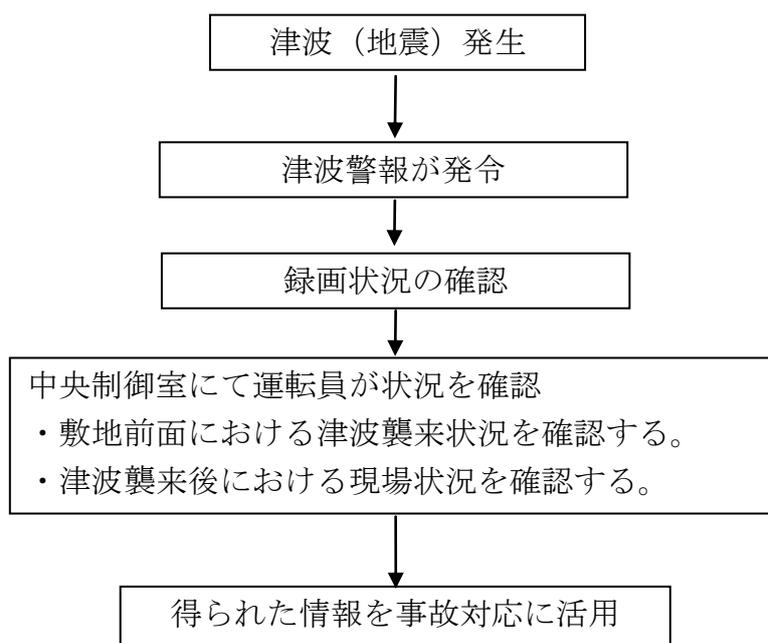


図1 津波監視カメラ運用フロー

耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて

1. 概要

島根原子力発電所において設置する津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備については, 設置許可基準規則及び関連審査ガイドに記載される下記事項(第1表)を考慮したうえで荷重の組合せを設定する。

第1表 設置許可基準規則等の荷重組合せに関する要求事項

	記載箇所	記載内容	考慮する荷重
①	耐震審査ガイド ^{※1} 6.3.1 及び 6.3.2	常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる。	・ 常時荷重 ・ 地震荷重
②	耐震審査ガイド ^{※1} 6.3.3	荷重の組合せに関しては, 地震と津波が同時に作用する可能性について検討し, 必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮すること。	・ 地震荷重 ・ 津波荷重
③	耐津波審査ガイド ^{※2} 5.1	耐津波設計における荷重の組合せとして, 余震が考慮されていること。	・ 常時荷重 ・ 津波荷重 ・ 余震荷重
④	耐津波審査ガイド ^{※2} 5.4.2	漂流物の衝突による荷重の組合せを適切に考慮して設計すること。	・ 漂流物衝突荷重
⑤	耐津波審査ガイド ^{※2} 5.3	津波監視設備については, 地震荷重・風荷重の組合せを考慮すること。	・ 地震荷重 ・ 風荷重
⑥	設置許可基準規則 第6条	安全施設は, 想定される自然現象(地震及び津波を除く。)が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。 ^{※3}	・ 積雪荷重等

※1 「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」を指す。

※2 「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」を指す。

※3 安全施設に対する要求事項であるが, 津波防護施設等の設計において準用する。

2. 考慮する荷重について

(1) 常時荷重

常時作用している荷重として、自重、土圧、積載荷重及び海中施設に対する静水圧等を考慮する。なお、当該施設・設備に運転時の荷重が作用する場合は、運転時荷重を考慮する。

(2) 地震荷重

基準地震動 S_s による地震力を考慮する。

(3) 余震荷重

余震荷重として、弾性設計用地震動 S_d-D による地震力を考慮する（添付資料 22 参照）。なお、施設が浸水した状態で余震が発生した場合における、施設内滞留水に生じる動水圧荷重（スロッシングによる荷重等）も併せて考慮する。

(4) 静的荷重（静水圧）

津波又は低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水により施設・設備に作用する静的荷重として、静水圧を考慮する。

(5) 動的荷重（波力）

津波により施設・設備に作用する動的荷重として、津波の波力による荷重を考慮する。

(6) 動的荷重（突き上げ）

津波により施設・設備に作用する動的荷重として、突き上げ荷重（経路からの津波が鉛直上向き方向に作用する場合の津波荷重）を考慮する。

(7) 漂流物衝突荷重

漂流物の衝突荷重を考慮する（添付資料 18, 21 参照）。

(8) その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）

各荷重は「第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止」に規定する設計基準風速の風荷重、設計基準積雪量の積雪荷重、降下火砕物による荷重を考慮する。

3. 荷重の組合せ

3.1 設置状況等に応じて考慮する荷重について

荷重の組合せの設定に当たっては、施設・設備の設置状況や構造（形状）等を考慮し、各荷重の組合せ要否を以下のとおり整理する。

(1) 設置場所及び構造（形状）条件

設置場所が屋外の施設・設備については、構造（形状）も踏まえて、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）を考慮する。なお、設置場所が屋内、敷地地下及び水路部の施設・設備については、当該箇所における自然現象の影響の有無を整理したうえで、影響の無い自然現象による荷重を考慮不要と整理する。

(2) 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない施設・設備については、津波荷重として「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

津波の直接的な影響を受ける施設・設備については、津波荷重として動的荷重を考慮し、経路からの津波が鉛直上向きに作用する施設・設備については、「動的荷重（突き上げ）」を考慮する。それ以外の施設・設備については、「動的荷重（波力）」を考慮する。なお、「動的荷重（波力）」における津波荷重は、敷地高以上は朝倉式に基づき算定し、敷地高以深については谷本式に基づき算定する。

(3) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定される施設・設備については、「漂流物衝突荷重」を考慮する。なお、漂流物衝突荷重は、施設・設備の設置高さに応じて、海域活断層から想定される地震による津波が到達する部位と日本海東縁部に想定される地震による津波が到達する部位とで個別に評価を行う。

(4) 津波の波源の活動の影響

地震に起因する津波の影響を受ける施設・設備について、以下のとおり整理する。

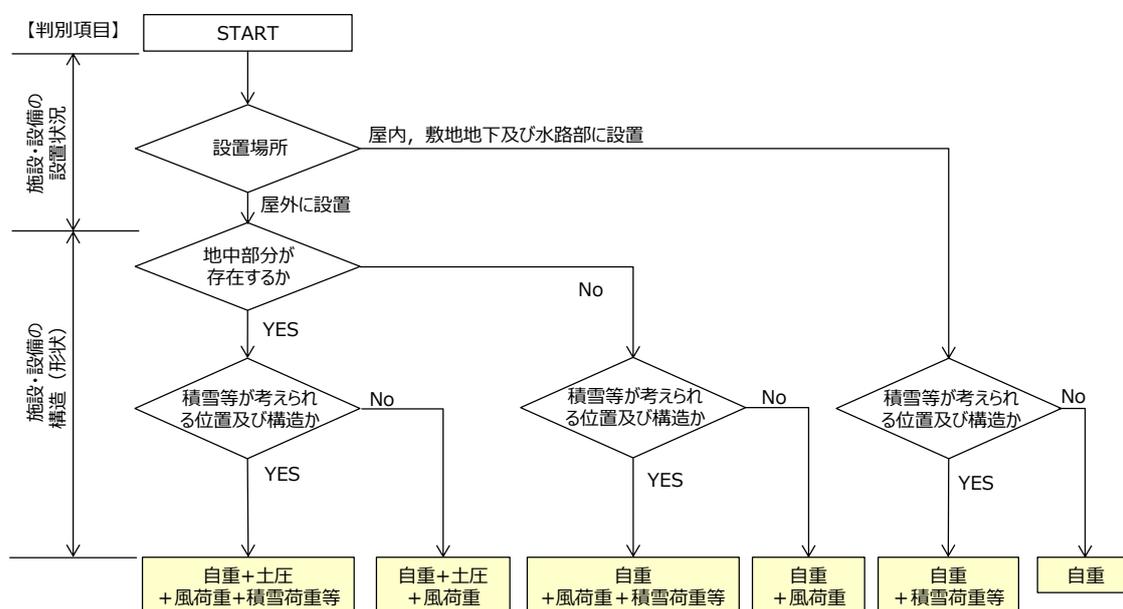
海域活断層から想定される地震による津波の影響を受ける施設・設備について、海域活断層から想定される地震による津波荷重に「余震荷重」を考慮する。

なお、日本海東縁部に想定される地震による津波の影響を受ける施設・設備については、日本海東縁部に想定される地震による「余震荷重」は敷地へ

の影響が明らかに小さいことから、「余震荷重」を考慮しない（添付資料 22 参照）。

ここで、常時荷重及びその他自然現象による荷重（風荷重，積雪荷重等）の組合せは、施設・設備の設置状況や構造（形状）等の条件を踏まえて、第 1 図のとおり分類する。

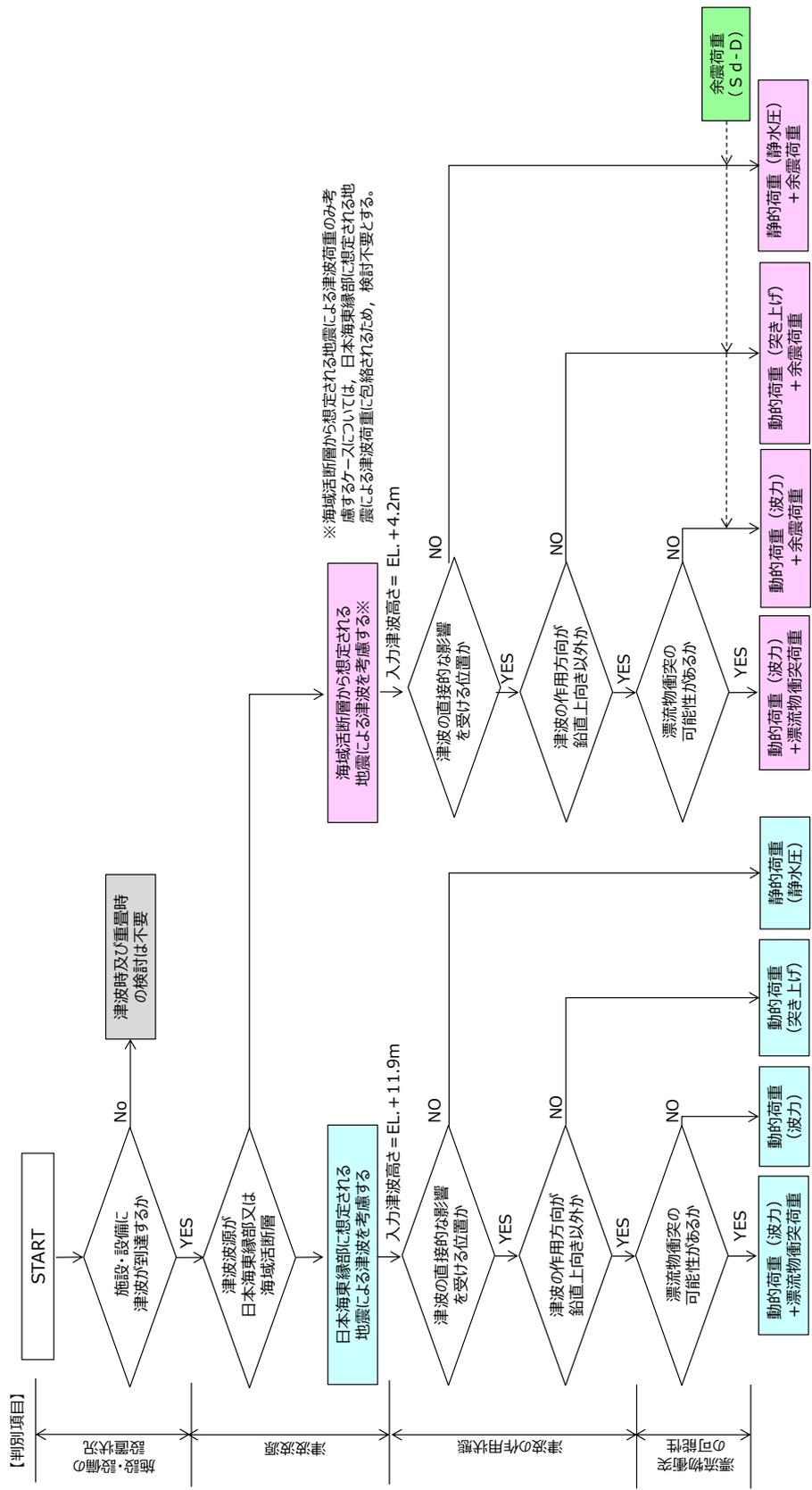
なお、地震時の検討は、全ての施設・設備において、以下で分類した常時荷重（その他自然現象による荷重含む）に地震荷重（ S_s ）を組み合わせで行う。



第 1 図 常時荷重及びその他自然現象による荷重（風荷重，積雪荷重等）の組合せ選定フロー

津波時の検討は、第 1 図で分類した常時荷重及びその他自然現象による荷重（風荷重，積雪荷重等）に、施設・設備の設置状況，津波波源，津波の作用状態及び漂流物衝突の可能性を踏まえて分類した第 2 図の荷重を組み合わせで行う。ここで、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受ける施設・設備については、その部位ごとに当該波源の津波荷重に漂流物衝突荷重を組み合わせた検討又は余震荷重を組み合わせた重畳時の検討を行う。

なお、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受ける施設・設備については、静的荷重（静水圧）及び余震荷重を考慮する。



第2図 津波時及び重畳時における荷重の組合せ選定フロー

3.2 各施設・設備の設計において考慮する荷重の組合せ

3.1 に示す考え方を各施設・設備に展開し、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計に当たって考慮する荷重の組合せを以下のとおり整理する。

(1) 防波壁

防波壁の設計において考慮する荷重は、防波壁の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、「風荷重」及び「積雪荷重等」を考慮する。また、地中部に存在する部位については土圧を考慮する。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として「動的荷重（波力）」を考慮する。なお、海域活断層から想定される地震による津波においては入力津波高さ以深の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されるため、「漂流物衝突荷重」を考慮する。

d. 余震荷重の影響

海域活断層から想定される地震による津波が到達する防波壁（波返重力擁壁）のケーソン部等については海域活断層から想定される地震による津波に対する評価を実施する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）＋漂流物衝突荷重
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）＋余震荷重

(2) 防波壁通路防波扉

防波壁通路防波扉の設計において考慮する荷重は、防波壁通路防波扉の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、「風荷重」を考慮するが、防波壁通路防波扉は薄い鋼材等で

構成されて、積雪等が考えられる構造ではないため、「積雪荷重等」は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であるため、津波荷重として「動的荷重（波力）」を考慮する。

c. 漂流物の衝突の影響

漂流物の衝突が想定されるため、「漂流物衝突荷重」を考慮する。

d. 余震荷重の影響

海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けないため、「余震荷重」は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）＋漂流物衝突荷重

(3) 流路縮小工

1号炉取水槽流路縮小工の設計において考慮する荷重は、1号炉取水槽流路縮小工の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するが、水路部（1号炉取水管端部）に設置されることから、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受ける場所に設置する施設であるため、津波荷重として「動的荷重（波力）」を考慮する。なお、津波荷重（津波波力）は、津波時の静水圧、流水圧及び流水の摩擦による推力を考慮する。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

d. 余震荷重の影響

1号炉取水槽流路縮小工に対しては、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）＋余震荷重

(4) 屋外排水路逆止弁

屋外排水路逆止弁の設計において考慮する荷重は、第3図～第5図に示す屋外排水路逆止弁の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するが、敷地地下に設置されること、積雪等が考えられる構造でないことから、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重として「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

c. 漂流物衝突の影響

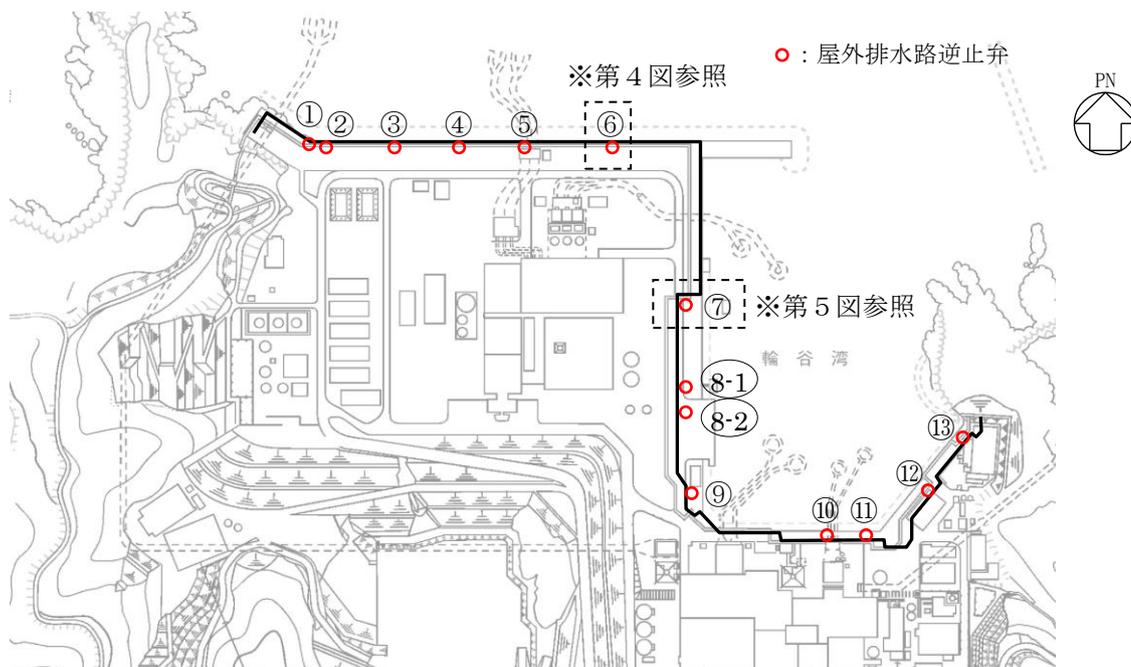
漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

d. 余震荷重の影響

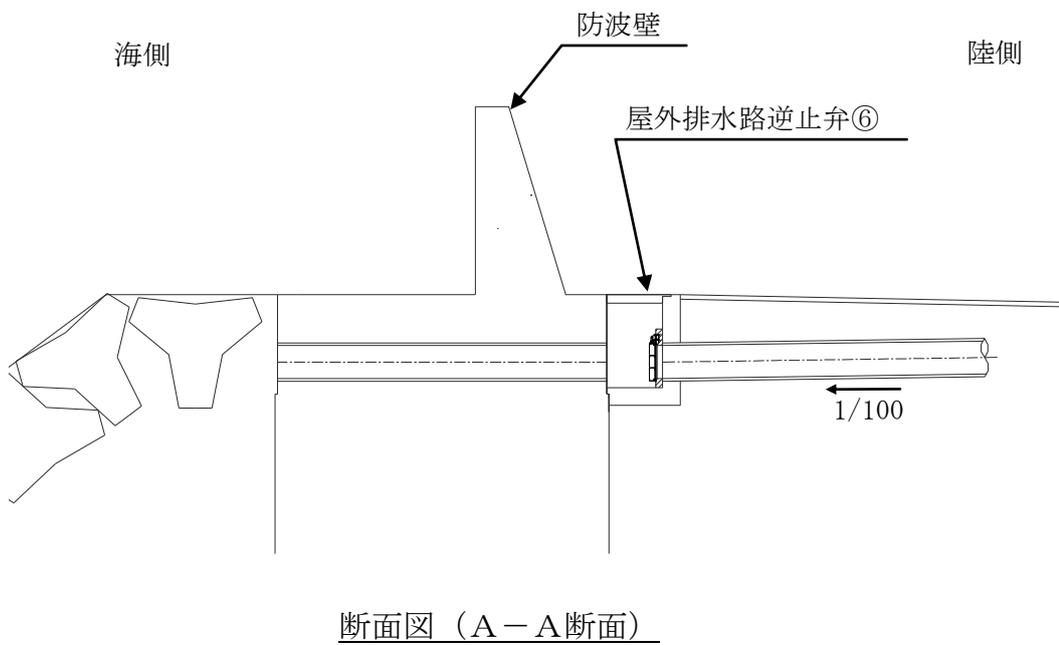
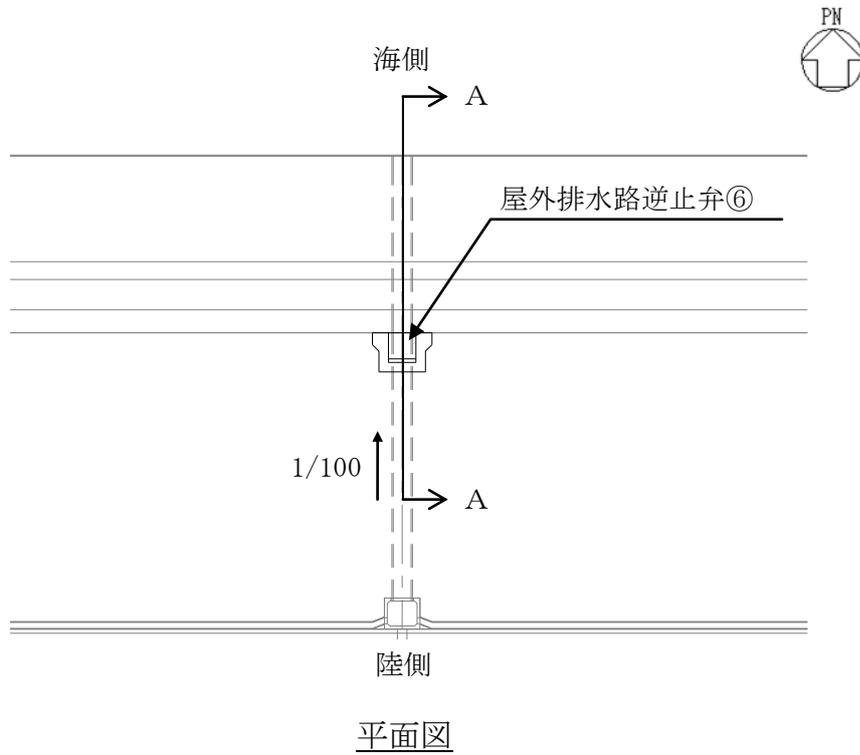
海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

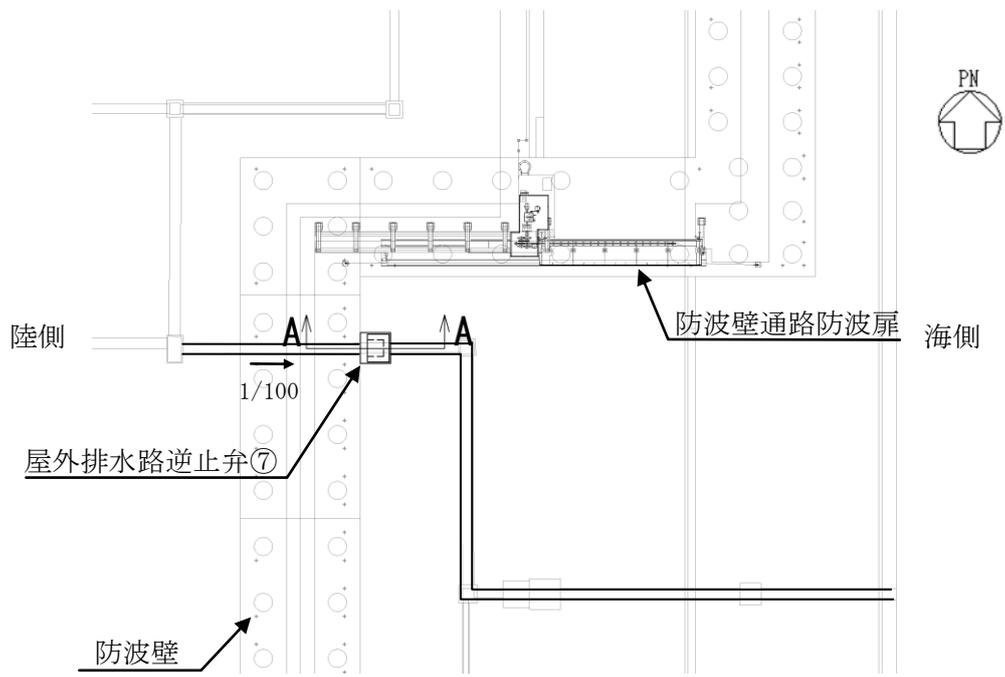
- ・ 常時荷重＋地震荷重（ S_s ）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）＋余震荷重



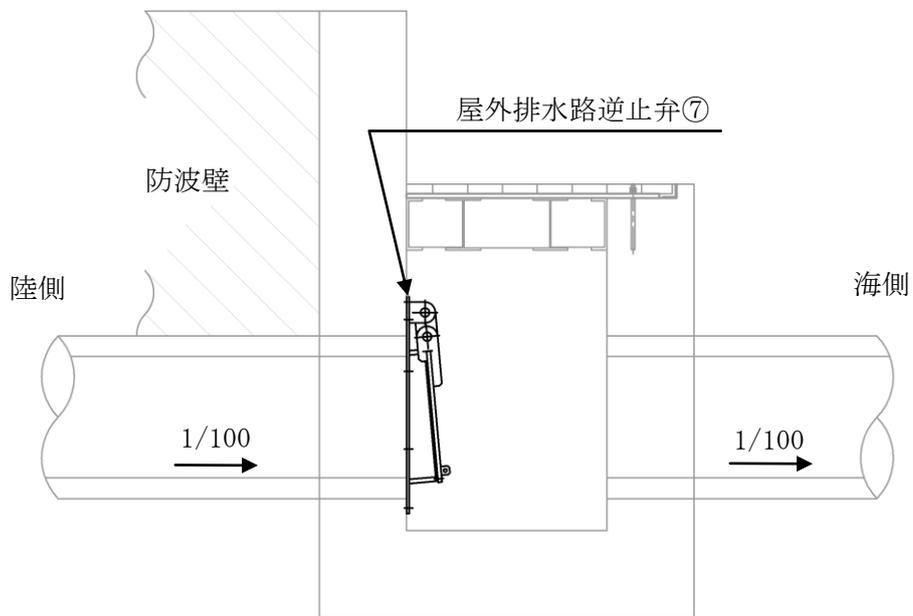
第3図 屋外排水路逆止弁位置図



第4図 屋外排水路逆止弁⑥配置図



平面図



断面図 (A-A断面)

第5図 屋外排水路逆止弁⑦配置図

(5) 防水壁

a. 取水槽除じん機エリア防水壁

取水槽除じん機エリアの防水壁の設計において考慮する荷重は、取水槽除じん機エリア防水壁の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、「風荷重」を考慮するが、取水槽除じん機エリア防水壁は薄い鋼材等で構成されており、積雪が考えられる構造ではないため、「積雪荷重等」は考慮不要である。

(b) 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設であるため、津波荷重として「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けないため、「余震荷重」は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）

b. 復水器エリア防水壁

復水器エリア防水壁の設計において考慮する荷重は、復水器エリア防水壁の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造（形状）条件

屋内に設置するため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）は考慮不要である。

(b) 津波荷重等の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

復水器エリア防水壁に対しては、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）＋余震荷重

(6) 水密扉

a. 取水槽除じん機エリア水密扉

取水槽除じん機エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、取水槽除じん機エリア水密扉の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、「風荷重」を考慮するが、取水槽除じん機エリア水密扉は薄い鋼材等で構成されており、積雪等が考えられる構造ではないため、「積雪荷重等」は考慮不要である。

(b) 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重として「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けないため、「余震荷重」は考慮不要である。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）

b. 復水器エリア水密扉

復水器エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、復水器エリア水密扉の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造（形状）条件

屋内に設置するため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）は考慮不要である。

(b) 津波荷重等の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

復水器エリア水密扉に対しては、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）＋余震荷重

(7) 床ドレン逆止弁

a. 取水槽床ドレン逆止弁

取水槽床ドレン逆止弁の設計において考慮する荷重は、取水槽床ドレン逆止弁の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、「積雪荷重等」は考慮するが、敷地地下に設置されることから、「風荷重」は考慮不要である。

(b) 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であり、波圧が鉛直上向きに作用する設備であるため、「動的荷重（突き上げ）」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

取水槽床ドレン逆止弁に対しては、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（突き上げ）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（突き上げ）＋余震荷重

b. タービン建物床ドレン逆止弁

タービン建物床ドレン逆止弁の設計において考慮する荷重は、タービン建物床ドレン逆止弁の設置状況より以下のとおり整理される。

(a) 設置場所及び構造（形状）条件

屋内に設置するため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）は考慮不要である。

(b) 津波荷重等の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

(c) 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

(d) 余震荷重の影響

タービン建物床ドレン逆止弁に対しては、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）＋余震荷重

(8) 貫通部止水処置

貫通部止水処置の設計において考慮する荷重は、貫通部止水処置の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋内又は屋外に設置する設備であるため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組合せを考慮する。屋内に設置する設備は、「風荷重」及び「積雪荷重等」は考慮不要である。屋外に設置する設備は、敷地地下に設置されることから「風荷重」は考慮不要であり、また、積雪等が考えられる構造でないことから「積雪荷重等」は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

屋内に設置する設備は、津波の直接的な影響を受けない場所に設置する設備であるが、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「静的荷重（静水圧）」を考慮する。屋外に設置する設備は、津波の波力の影響を受けない場所に設置する施設であるため、津波荷重と

して「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

d. 余震荷重の影響

貫通部止水処置に対しては、屋内に設置する設備は、低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。屋外に設置する設備は、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けることから、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）＋余震荷重

(9) 隔離弁、ポンプ及び配管

隔離弁、ポンプ及び配管の設計において考慮する荷重は、隔離弁、ポンプ及び配管の設置状況より以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋内又は屋外に設置する設備であるため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて、適切に組み合わせを考慮する。屋内に設置する設備は、「風荷重」及び「積雪荷重等」は考慮不要である。屋外に設置する設備は、敷地地下に設置されることから「風荷重」は考慮不要であり、また、積雪等が考えられる構造でないことから「積雪荷重等」は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受けない場所に設置する施設であるため、津波荷重として「静的荷重（静水圧）」を考慮する。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

d. 余震荷重の影響

海域活断層より想定される地震による津波が到達する部位については「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）
- ・ 常時荷重＋静的荷重（静水圧）＋余震荷重

(10) 津波監視カメラ

津波監視カメラの設計において考慮する荷重は、津波監視カメラの設置状況により以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するため、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、「風荷重」及び「積雪荷重等」を考慮する。

b. 津波荷重の種別

津波の影響を受けない場所に設置する設備であるため、津波荷重は考慮不要である。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）

(11) 取水槽水位計

取水槽水位計の設計において考慮する荷重は、取水槽水位計の設置状況により以下のとおり整理される。

a. 設置場所及び構造（形状）条件

屋外に設置するが、敷地地下に設置されることから、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、「風荷重」は考慮不要であり、積雪等が考えられる構造でないことから「積雪荷重等」は考慮不要である。

b. 津波荷重の種別

津波の直接的な影響を受ける場所に設置する設備であるため、津波荷重として「動的荷重（波力）」を考慮する。

c. 漂流物衝突の影響

漂流物の衝突が想定されないため、「漂流物衝突荷重」は考慮不要である。

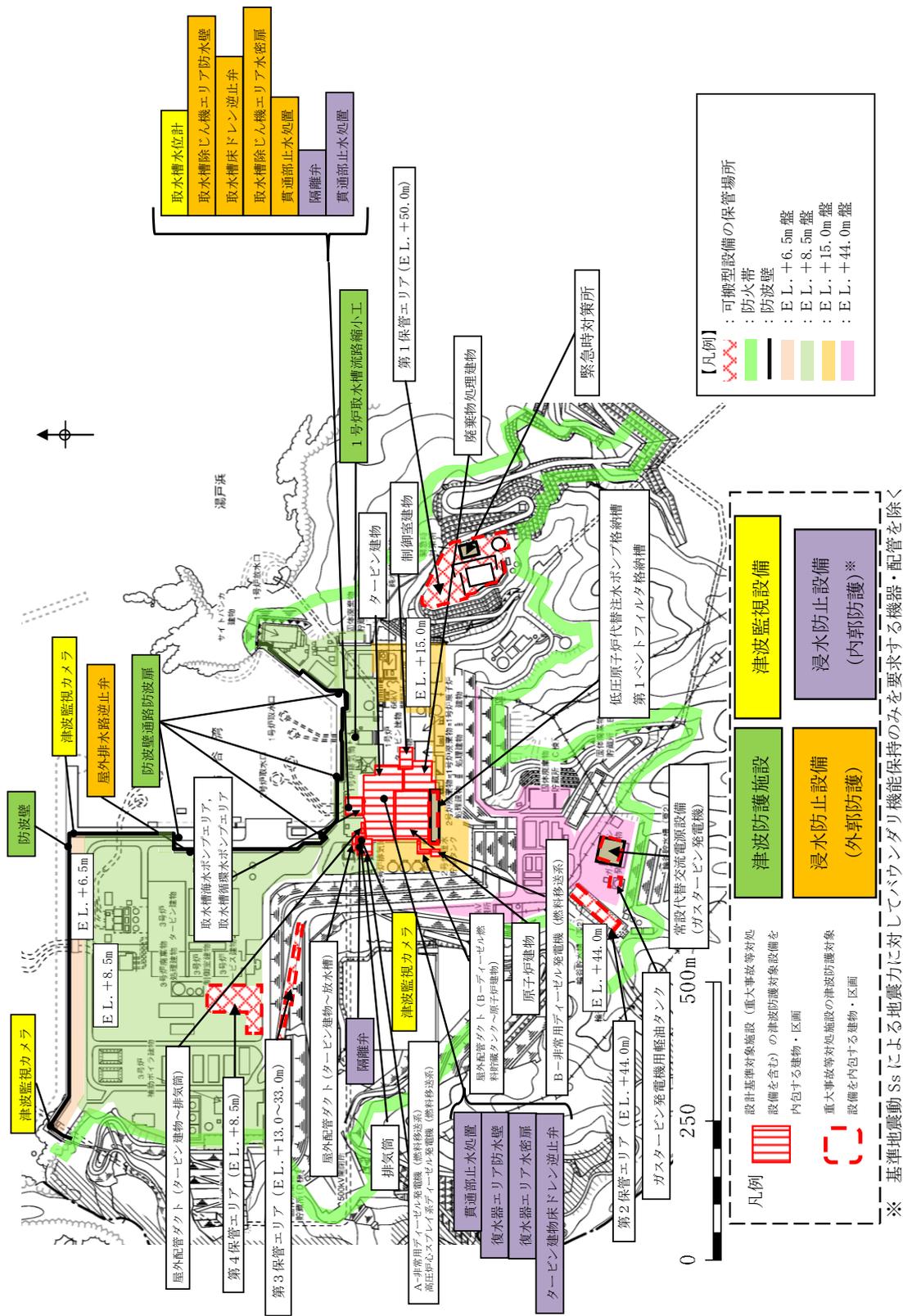
d. 余震荷重の影響

取水槽水位計に対しては、海域活断層から想定される地震による津波の影響を受けるため、「余震荷重」を考慮する。

上記を考慮し、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重（S s）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）
- ・ 常時荷重＋動的荷重（波力）＋余震荷重

ここで、第6図に津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の位置を示し、第2表～第5表に考慮する荷重及び荷重の組合せを示す。



第6図 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の平面図

第2表 津波防護施設で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	常時		その他自然現象による荷重※1		地震荷重 (Ss)	余震荷重 ※2	津波荷重			備考	
				自重	土庄	風荷重	積雪荷重等			動的荷重	(突きの上げ) 動的荷重	静水圧		漂流物衝突荷重
津波防護施設	防波壁	屋外	常時荷重+地震荷重	—	○	○	○	○						
			常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力))	日本海東縁部	○	○	○			○				
			常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) +漂流物衝突荷重	日本海東縁部	○	○	○					○		
			常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) +漂流物衝突荷重	海域活断層	○	○	○					○		
			常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) +余震荷重	海域活断層	○	○	○				○			
			常時荷重+地震荷重	—	○	○	○							
防波壁通路 防波扉	屋外	常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力))	日本海東縁部	○	○	○				○				
		常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) +漂流物衝突荷重	日本海東縁部	○	○	○					○			
1号炉取水槽 流路縮小工	屋外 (水路部)	常時荷重+地震荷重	—	○	○	○				○				
		常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力))	日本海東縁部	○	○	○					○			
		常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (波力)) +余震荷重	海域活断層	○	○	○					○			

※1 その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) は設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する
 ※2 余震荷重は「海域活断層から想定される地震」による津波の影響を受ける箇所を考慮する (「参考」余震荷重の設定を参照)

第3表 浸水防止設備（外郭防護）で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	常時		その他自然現象による荷重※1		地震荷重 (Ss)	余震荷重 ※2	津波荷重			備考	
				自重	土圧	風荷重	積雪荷重等			動的荷重 (波力)	動的荷重 (突き上げ)	静水圧		漂流物衝突荷重
浸水防止設備（外郭防護）	屋外排水路 逆止弁	屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重	○				○						
			常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水圧))	○							○			
			常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水圧)) +余震荷重	○						○				
	取水槽 除じん機エリア 防水壁	屋外	常時荷重+地震荷重	○				○						
			常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水圧))	○									○	
			常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水圧)) +余震荷重	○						○				
	取水槽 除じん機エリア 水密扉	屋外	常時荷重+地震荷重	○				○						
			常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水圧))	○										○
			常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水圧)) +余震荷重	○						○				
	床トレン 逆止弁	屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重	○				○						
			常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (突き上げ))	○										○
			常時荷重+津波荷重 (動的荷重 (突き上げ)) +余震荷重	○						○				
貫通部 止水処置	屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重	○				○							
		常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水圧))	○										○	
		常時荷重+津波荷重 (静的荷重 (静水圧)) +余震荷重	○						○					

※1 その他自然現象による荷重 (風荷重, 積雪荷重等) は設備の設置状況, 構造 (形状) 等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

※2 余震荷重は「海域活断層から想定される地震」による津波の影響を受ける箇所を考慮する (「参考」余震荷重の設定」を参照)

第4表 浸水防止設備（内郭防護）で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	常時		その他自然現象による荷重※1		地震荷重 (Ss)	余震荷重※2	津波荷重			備考	
				自重	土庄	風荷重	積雪荷重等			動的荷重	動的荷重(波力)	動的荷重(突き上げ)		静水圧
浸水防止設備（内郭防護）	復水器エリア 防水壁	屋内	常時荷重+地震荷重	○				○					低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、静的荷重（静水圧）及び余震荷重を考慮する	
			常時荷重+静的荷重（静水圧）	○								○		
			常時荷重+静的荷重（静水圧）+余震荷重	○						○				○
	復水器エリア 水密扉	屋内	常時荷重+地震荷重	○					○					低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、静的荷重（静水圧）及び余震荷重を考慮する
			常時荷重+静的荷重（静水圧）	○								○		
			常時荷重+静的荷重（静水圧）+余震荷重	○						○			○	
	床トレ 逆止弁	屋内	常時荷重+地震荷重	○					○					低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、静的荷重（静水圧）及び余震荷重を考慮する
			常時荷重+静的荷重（静水圧）	○								○		
			常時荷重+静的荷重（静水圧）+余震荷重	○						○			○	
	貫通部 止水処置	屋内	常時荷重+地震荷重	○					○					低耐震クラス機器の損傷による保有水の溢水の影響を受けることから、静的荷重（静水圧）及び余震荷重を考慮する
			常時荷重+静的荷重（静水圧）	○								○		
			常時荷重+静的荷重（静水圧）+余震荷重	○						○			○	
隔離弁, ポンプ及び配管	屋内 (配管タクト内) 又は屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重	○					○						
		常時荷重+静的荷重（静水圧）	○								○			
		常時荷重+静的荷重（静水圧）+余震荷重	○						○			○		

※1 その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）は設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

※2 余震荷重は「海域活断層から想定される地震」による津波の影響を受ける箇所を考慮する（【参考】余震荷重の設定（参照））

第5表 津波監視設備で考慮する荷重及び荷重の組合せ

対象	施設・設備	設置場所	荷重の組合せ	津波波源	常時		その他自然現象による荷重 ※1		地震荷重 (Ss)	余震荷重 ※2	津波荷重			備考
					自重	土庄	風荷重	積雪荷重等			動的(波力)荷重	動的(突き上げ)荷重	静水圧	
津波監視設備	津波監視カメラ	屋外	常時荷重+地震荷重	—	○	○	○	○	○					
	取水槽水位計	屋外 (敷地地下)	常時荷重+地震荷重 常時荷重+津波荷重(動的荷重(波力)) 常時荷重+津波荷重(動的荷重(波力))+余震荷重	— 日本海 東縁部 海域 活断層	○ ○ ○ ○				○ ○ ○ ○					

※1 その他自然現象による荷重(風荷重, 積雪荷重等)は設備の設置状況, 構造(形状)等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

※2 余震荷重は「海域活断層から想定される地震」による津波の影響を受ける箇所を考慮する(「参考」余震荷重の設定)を参照

基準類における衝突荷重算定式及び衝突荷重について

1. はじめに

島根原子力発電所において考慮する漂流物の衝突荷重の算定に当たり、島根原子力発電所における基準津波の津波特性を平面二次元津波シミュレーションより確認し、「2.5.2 (3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」に示す取水口に対する漂流物の影響の評価プロセスより、漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物を抽出するとともに、既往の衝突荷重の算定式とその根拠について整理した。

2. 基準類における衝突荷重算定式について

耐津波設計に係る工認審査ガイドにおいて挙げられている参考規格・基準類のうち、漂流物の衝突荷重又は衝突エネルギーについて記載されているものは、「道路橋示方書・同解説 I 共通編（平成 14 年 3 月）」と「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（平成 26 年）」であり、それぞれ以下のように適用範囲・考え方、算定式を示している。

①道路橋示方書・同解説 I 共通編（(社) 日本道路協会，平成 14 年 3 月）

○適用範囲・考え方：

橋（橋脚）に自動車，流木あるいは船舶等が衝突する場合の衝突荷重を算定する式である。

○算定式：

$$\text{衝突力 } P = 0.1 \times W \times v$$

ここに，P：衝突力（kN）

W：流送物の重量（kN）

v：表面流速（m/s）

②津波漂流物対策施設設計ガイドライン（沿岸技術研究センター，寒地研究センター，平成 26 年）

○適用範囲・考え方：

「漁港・漁場の施設の設計の手引き（全国漁港漁場協会 2003 年版）」の接岸エネルギーの算定方法に準じて設定されたものであり、漁船の他，車両・流木・コンテナにも適用されるが，支柱及び漂流物捕捉スクリーンの変形でエネルギーを吸収させることにより漂流物の進入を防ぐための津波漂流物対策施設の設計に適用される式である。

○算定式：

$$\text{船舶の衝突エネルギー} E = E_0 = W \times V^2 / (2g)$$

(船の回転により衝突エネルギーが消費される (1/4 点衝突) 場合

$$E = E' = W \times V^2 / (4g)$$

ここに、 $W = W_0 + W' = W_0 + (\pi / 4) \times (D^2 L \gamma_w)$

W：仮想重量 (kN)

W_0 ：排水トン数 (kN)

W' ：付加重量 (kN)

D：喫水 (m)

L：横付けの場合は船の長さ，縦付けの場合は船の幅 (m)

γ_w ：海水の単位体積重量 (kN/m³)

これは、鋼管杭等の支柱の変形及びワイヤロープの伸びにより衝突エネルギーを吸収する考え方であり、弾性設計には適さないものである。

3. 漂流物の衝突荷重算定式の適用事例

安藤ら(2006)^{*1}によれば、南海地震津波による被害を想定して高知港を対象に、平面二次元津波数値シミュレーション結果に基づいた被害予測手法の検討を行い、特に漂流物の衝突による構造物の被害、道路交通網等アクセス手段の途絶について検討を行い、港湾全体における脆弱性評価手法を検討している。この中で荷役設備・海岸施設の漂流物による被害を検討するに当たって、漂流物の衝突力を算定しており、船舶に対しては道路橋示方書を採用している(表-1)。

※1 地震津波に関する脆弱性評価手法の検討，沿岸技術研究センター論文集，No.6 (2006)

表-1 各施設の許容漂流速度

		選定式	対象施設		
			クレーン	水門	倉庫
車両		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.8 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
コンテナ	20ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.9 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
	40ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	4.7 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
船舶	小型	衝突荷重(道路橋示方書)	5.0m/s超	5.0m/s超	5.0m/s超
	大型	衝突荷重(道路橋示方書)	5.0m/s超	1.8 m/s	1.8 m/s
木材		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 ⁴⁾	5.0m/s超	1.7 m/s	1.7 m/s

4. 漂流物による衝突力評価式に関する既往の研究論文

道路橋示方書等の基準類以外でも、漂流物による衝突力評価に対する研究が複数存在している。以下に、これらの研究概要を例示するが、木材やコンテナ等を対象とした事例が多く、船舶の衝突を考慮した事例は少ない。

○適用範囲・考え方：

「平成 23 年度建築基準整備促進事業 40. 津波危険地域における建築基準等の整備に資する検討」（東京大学生産技術研究所(2011)）では、「漂流物の衝突による建築物への影響の評価については、研究途上の段階であり、また、被害調査においても、被害をもたらした漂流物の詳細な情報を得ることは難しいため、既往の知見の検証は困難であった」としている。また、津波による漂流物が建築物に衝突する際の衝突力に関する研究を以下に示しているが、「対象としている漂流物は (a), (b), (d), (e)」が流木, (c), (d), (e) がコンテナである ((e) は任意の漂流物を対象としているものの実質流木とコンテナしか算定できない。)としている。

島根原子力発電所における漂流物としては、船舶を想定していることから評価式(a)～(e)については、その他の衝突荷重の算定式の適用性も踏まえて今後検討する。

○算定式(a) :

(a) 松富の評価式^{※2}

津波による円柱形上の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力を次式のとおり提案している。

$$F_m = 1.6 \cdot C_{MA} \cdot \{ v_{A0} / (gD)^{0.5} \}^{1.2} \cdot (\sigma_f / \gamma L)^{0.4} \cdot (\gamma D^2 L)$$

ここに, F_m : 衝突力

C_{MA} : 見かけの質量係数

(段波・サージでは 1.7, 定常流では 1.9)

v_{A0} : 流木の衝突速度

D : 流木の直径

L : 流木の長さ

σ_f : 流木の降伏応力

γ : 流木の単位体積重量

g : 重力加速度

※2 松富英夫(1999) 流木衝突力の実用的な評価式と変化特性, 土木学会論文集, No621, pp. 111-127

○算定式(b) :

(b) 池野らの評価式^{※3}

円柱以外にも角柱, 球の形状をした木材による衝突力を次式のとおり提案している。

$$F_H = S \cdot C_{MA} \cdot \{ (V_H / (g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})) \}^{2.5} \cdot (gM)$$

ここに, F_H : 漂流物の衝突力 (kN)

S : 係数 (5.0)

C_{MA} : 見かけの質量係数

(円柱横向き : 2.0 (2次元), 1.5 (3次元),

角柱横向き : 2.0~4.0 (2次元), 1.5 (3次元),

円柱縦向き : 2.0程度, 球 : 0.8程度)

V_H : 段波速度 (m/s)

D : 漂流物の代表高さ (m)

L : 漂流物の代表長さ (m)

M : 漂流物の質量 (t)

g : 重力加速度

※3 池野正明・田中寛好(2003) 陸上遡上波と漂流物の衝突力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第50巻, pp. 721-725

○算定式(c) :

(c) 水谷らの評価式^{※4}

津波により漂流するコンテナの衝突力を次式のとおり提案している。

$$F_m = 2 \rho_w \eta_m B_c V_x^2 + (WV_x / gdt)$$

ここに, F_m : 漂流衝突力 (kN)

dt : 衝突時間 (s)

η_m : 最大遡上水位 (m)

ρ_w : 水の密度 (t/m^3)

B_c : コンテナ幅 (m)

V_x : コンテナの漂流速度 (m/s)

W : コンテナ重量 (kN)

g : 重力加速度

※4 水谷法美・高木祐介・白石和睦・宮島正悟・富田孝史 (2005) エプロン上のコンテナに作用する津波波力と漂流衝突力に関する研究, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp. 741-745

○算定式(d) :

(d) 有川らの評価式^{※5}

コンクリート構造物に鋼構造物 (コンテナ等) が漂流衝突する際の衝突力を次式のとおり提案している。

$$F = \gamma_p \chi^{2/5} \{(5/4)m\}^{3/5} v^{6/5}$$

$$\chi = \{4\sqrt{a/3\pi}\} \{1/(k_1+k_2)\}$$

$$k = (1 - \nu^2) / (\pi E)$$

$$m = (m_1 m_2) / (m_1 + m_2)$$

ここに, F : 衝突力

a : 衝突面半径の 1/2 (コンテナ衝突面の縦横長さの平均の 1/4)

E : ヤング率 (コンクリート板)

ν : ポアソン比

m : 質量

v : 衝突速度

γ_p : 塑性によるエネルギー減衰効果 (0.25)

m や k の添え字は衝突体と被衝突体を示す。

※5 有川太郎・大坪大輔・中野史丈・下迫健一郎・石川信隆 (2007) 遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp. 846-850

○算定式(e)：

(e) FEMA の評価式^{※6}

漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら、以下の式を一例として示している。

$$F_i = 1.3u_{\max}\sqrt{\{km(1+c)\}}$$

ここに、 F_i ：衝突力(kN)

u_{\max} ：最大流速(m/s)

m ：漂流物の質量

c ：付加質量係数

k ：漂流物の有効剛性(kN/m²)

※6 FEMA (2012) Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Second Edition, FEMA P-646.

5. 基準津波の特性(流向・流速)

漂流物の衝突荷重算定に用いる流速は、津波の流速に支配されることから、漂流物の漂流速度として津波の流速を用いる。

平面二次元津波シミュレーション結果より、島根原子力発電所の津波防護施設に対して、日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）及び海域活断層から想定される地震による津波（基準津波4）における津波高さ及び流況（流向・流速）を確認した。

日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）に対して入力津波高さはE L. +11.9m、海域活断層から想定される地震による津波（海域活断層上昇側最大ケース[※]）に対して入力津波高さはE L. +4.2mである。

ここで、施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面における、最大流速発生時の流況確認結果を表-2に示す。

※海域活断層上昇側最大ケースの津波は、基準津波4が水位下降側の津波として策定したものであることを踏まえ、津波の到達有無を評価したうえで、津波荷重と余震荷重の組合せの要否を判断するために設定したものであり、施設護岸又は防波壁において海域活断層から想定される地震による津波の最大水位を示す。

表-2 最大流速発生時の流況

	対象箇所 ^{※1}	基準津波 ^{※1}	流向 ^{※1}	最大流速 ^{※1}	発生時刻
日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）	施設護岸港湾外防波壁前面	基準津波1（防波堤あり）	南	9.0m/s	181分27.10秒
	施設護岸港湾内防波壁前面	基準津波1（防波堤なし）	南東	9.0m/s	192分40.85秒
海域活断層から想定される地震による津波（基準津波4）	施設護岸港湾外防波壁前面	基準津波4（防波堤あり）	南西	3.3m/s	5分47.25秒
	施設護岸港湾内防波壁前面	基準津波4（防波堤なし）	東・南東 ^{※2}	2.4m/s	7分22.30秒

※1 5条-別添1-添付18「漂流物の評価において考慮する津波の流速・流向について」参照

※2 代表として流向が東のケースについて、水位分布と流向・流速ベクトル図及び流速分布図を示す。

表-2に示す各対象箇所の最大流速発生時刻近傍（最大時刻，最大時刻前後30秒）における水位分布と流向・流速ベクトル図，及び最大流速発生時刻における流速分布図を図-1～16に示す。

【基準津波1（防波堤あり）_施設護岸港湾外防波堤前面】

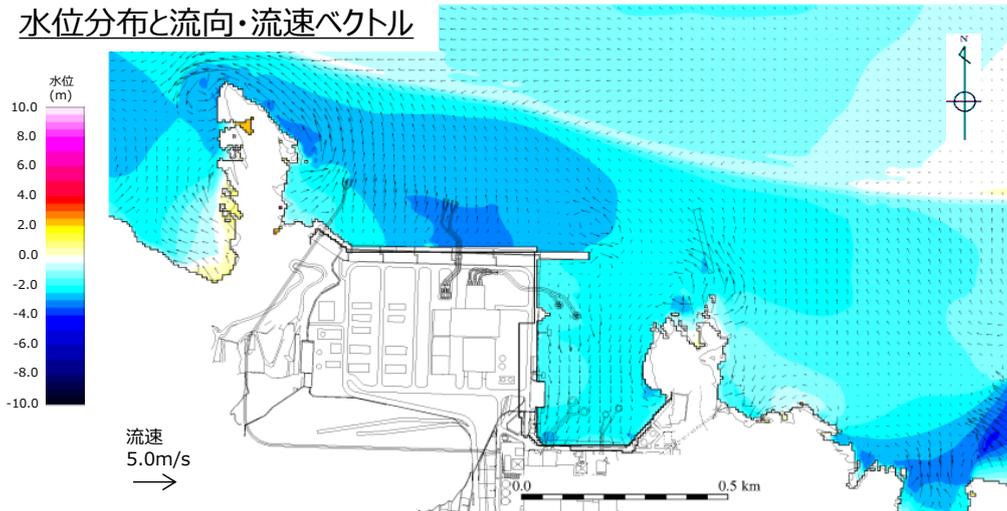


図-1 水位分布と流向・流速ベクトル(180分57.10秒：最大流速発生時刻-30秒)

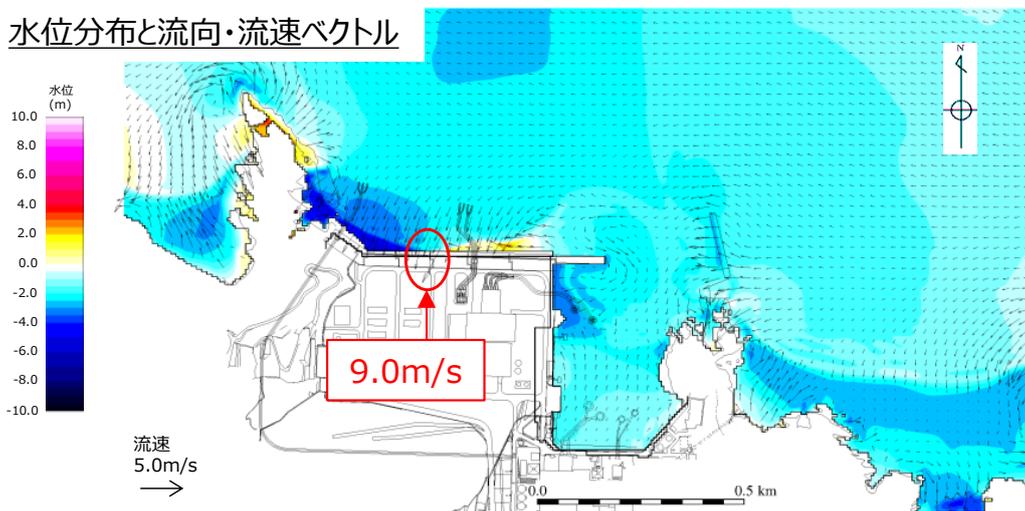


図-2 水位分布と流向・流速ベクトル(181分27.10秒：最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

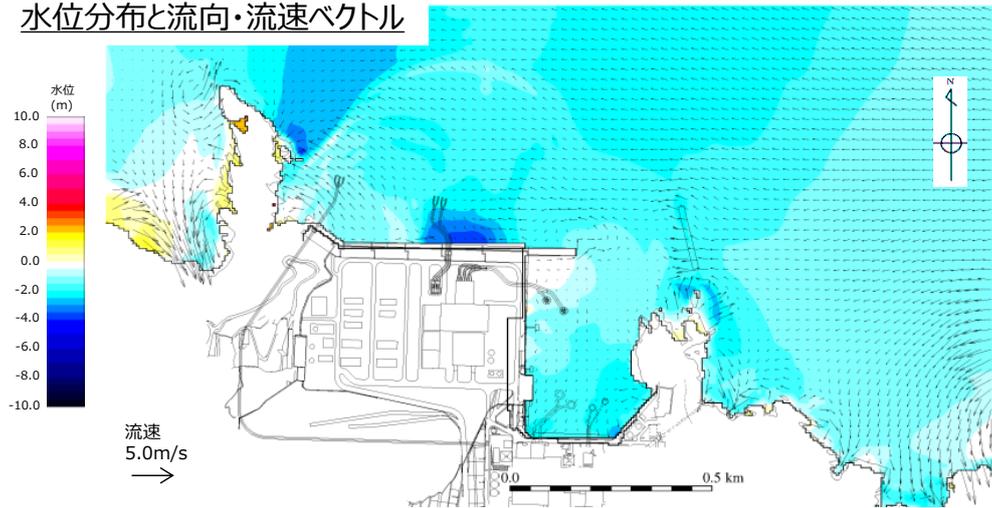


図-3 水位分布と流向・流速ベクトル(181分57.10秒：最大流速発生時刻+30秒)

流速分布

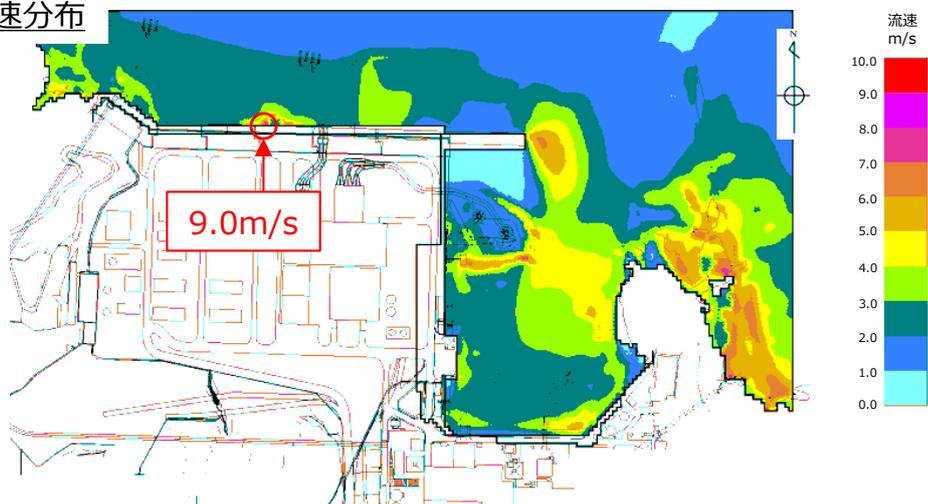


図-4 流速分布_南方向(181分27.10秒：最大流速発生時刻)

【基準津波1(防波堤なし)_施設護岸港湾内防波壁前面】

水位分布と流向・流速ベクトル

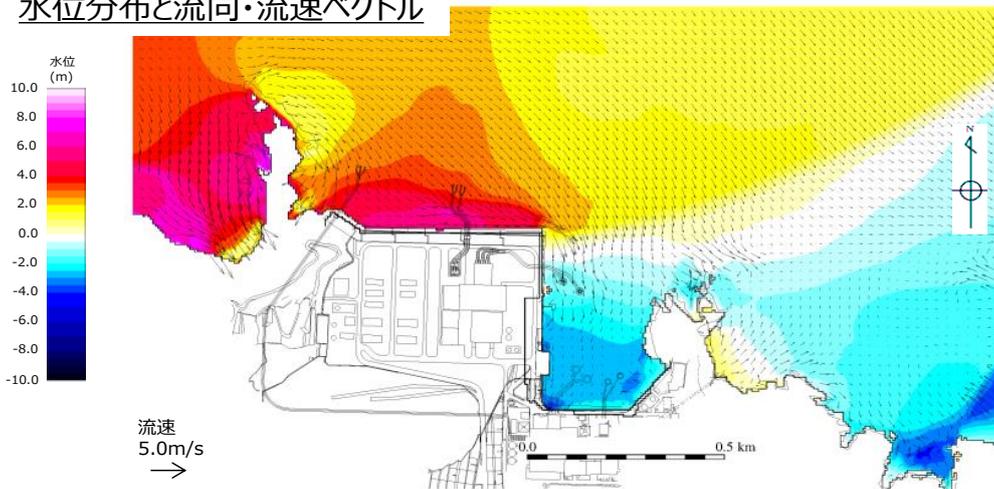
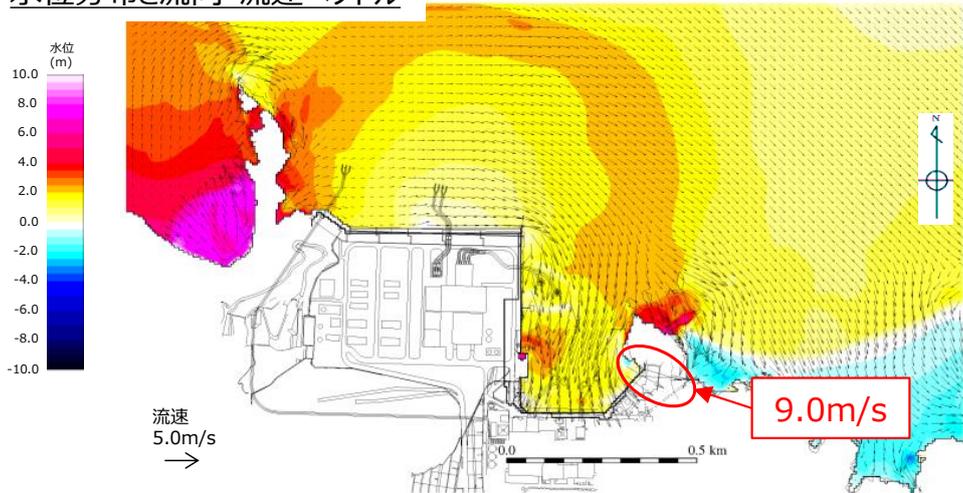


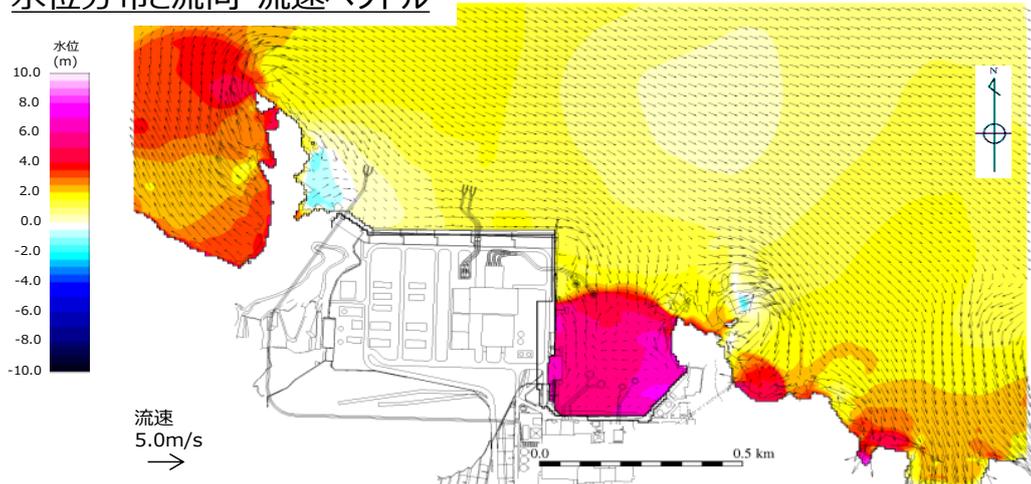
図-5 水位分布と流向・流速ベクトル(192分10.85秒：最大流速発生時刻-30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



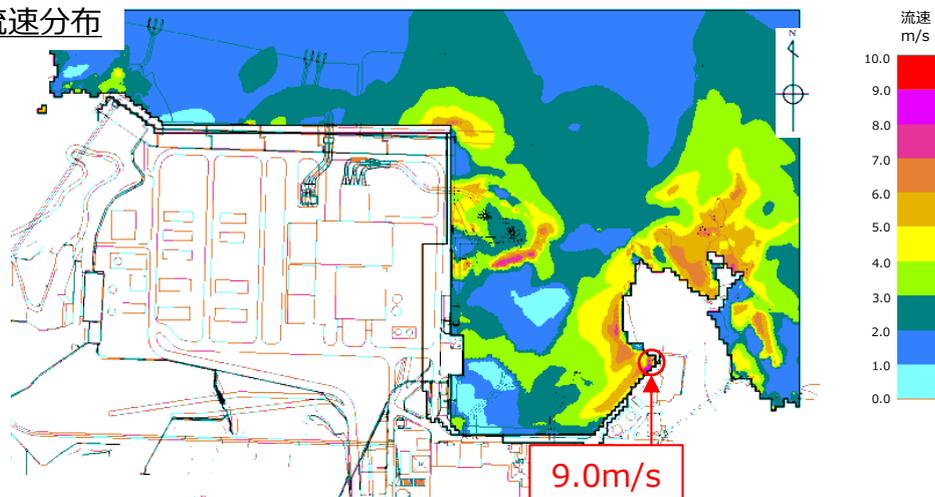
図－6 水位分布と流向・流速ベクトル(192分 40.85秒：最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル



図－7 水位分布と流向・流速ベクトル(193分 10.85秒：最大流速発生時刻+30秒)

流速分布



図－8 流速分布_南東方向(192分 40.85秒：最大流速発生時刻)

【基準津波 4(防波堤あり)_施設護岸港湾外防波壁前面】

水位分布と流向・流速ベクトル

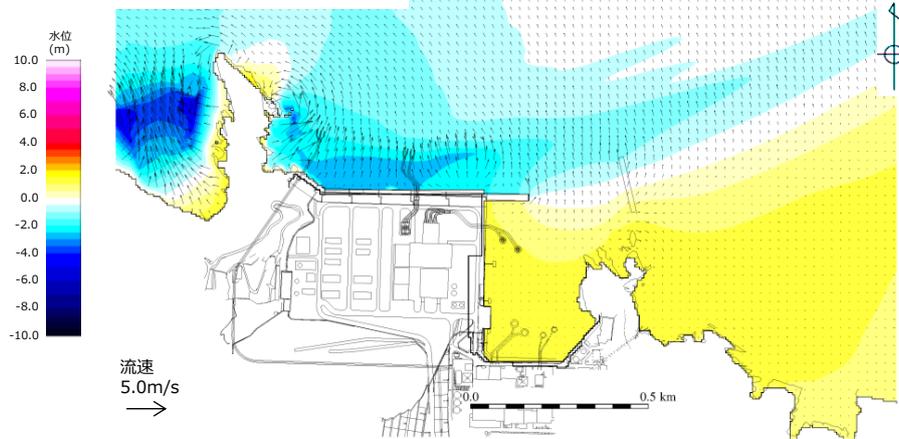


図-9 水位分布と流向・流速ベクトル(5分 17.25 秒 : 最大流速発生時刻-30 秒)

水位分布と流向・流速ベクトル

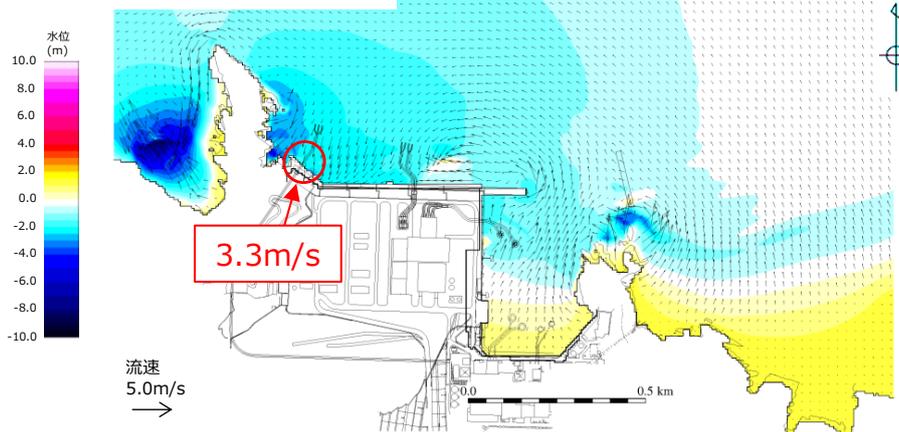


図-10 水位分布と流向・流速ベクトル(5分 47.25 秒 : 最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

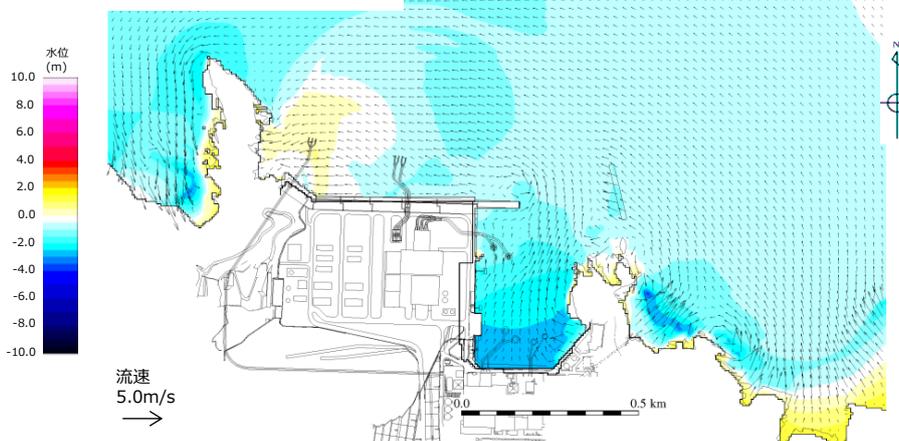
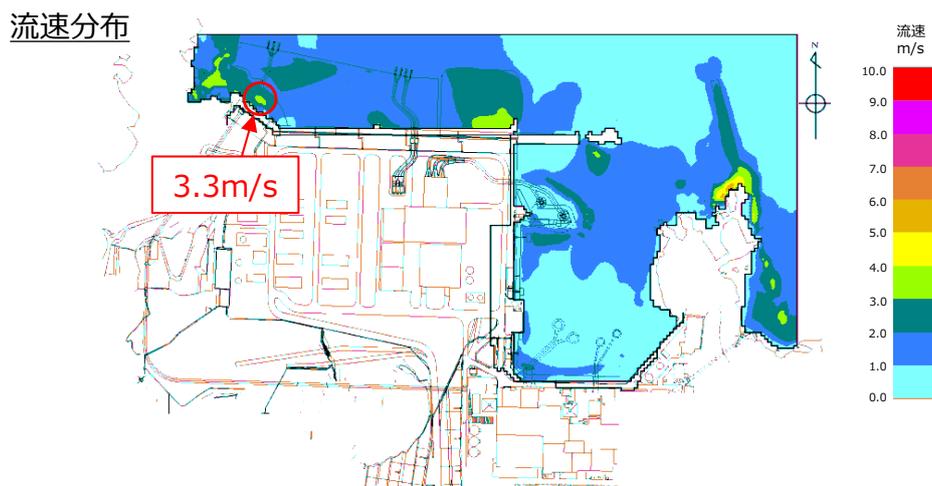
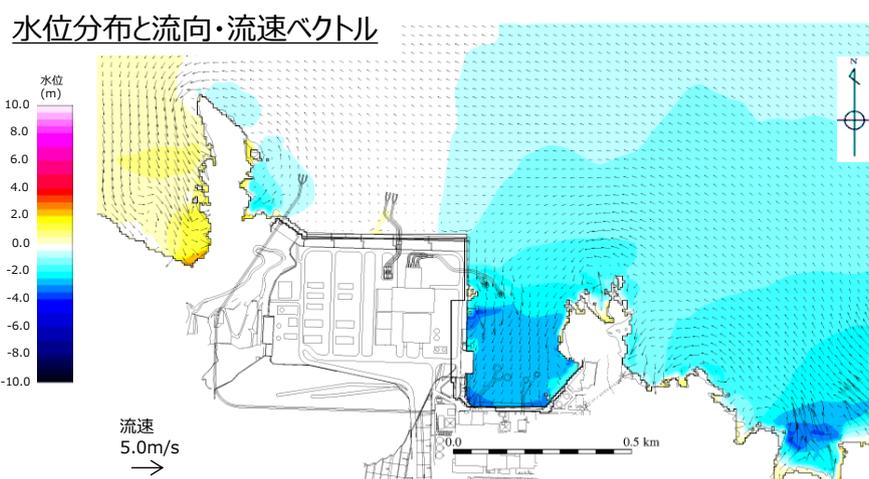


図-11 水位分布と流向・流速ベクトル(6分 17.25 秒 : 最大流速発生時刻+30 秒)

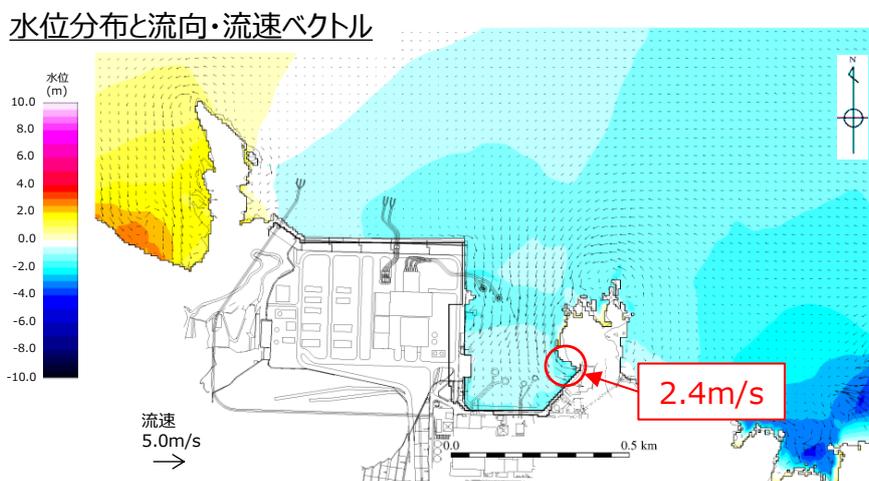


図－1 2 流速分布_南西方向(5分 47.25秒：最大流速発生時刻)

【基準津波 4(防波堤なし)_施設護岸港湾内防波壁前面】



図－1 3 水位分布と流向・流速ベクトル(6分 52.30秒：最大流速発生時刻－30秒)



図－1 4 水位分布と流向・流速ベクトル(7分 22.30秒：最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル



図一 1 5 水位分布と流向・流速ベクトル(7分 52.30秒：最大流速発生時刻+30秒)

流速分布

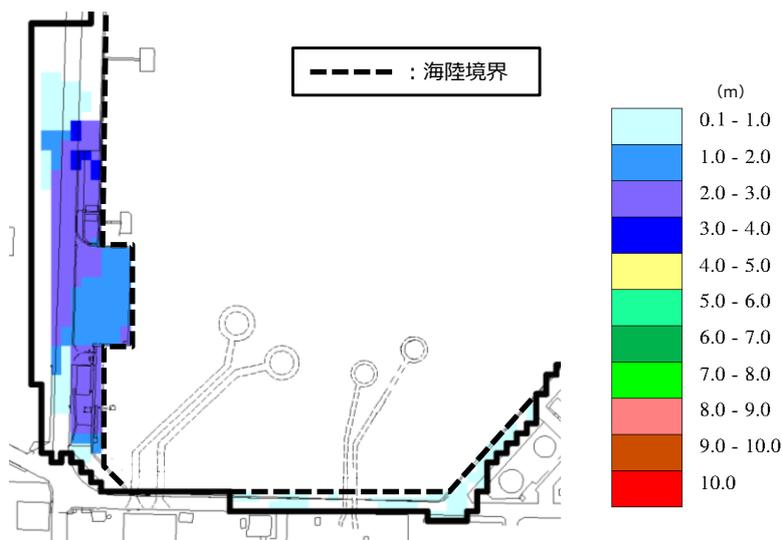


図一 1 6 流速分布_東方向(7分 22.30秒：最大流速発生時刻)

また、日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）に対して、保守的に荷揚場周辺を沈下（防波壁前面を一律1 m沈下させる）させた場合の荷揚場付近の最大浸水深分布*を図-17に示す。

荷揚場周辺における流速評価結果を表-3に示しており、遡上域における最大流速を示す地点における8.0m/sを超える時間は極めて短い（1秒以下である）が、最大流速は11.9m/s*が確認された。

※5条-別添1-添付31「施設護岸の漂流物評価における遡上域の範囲及び流速について」参照

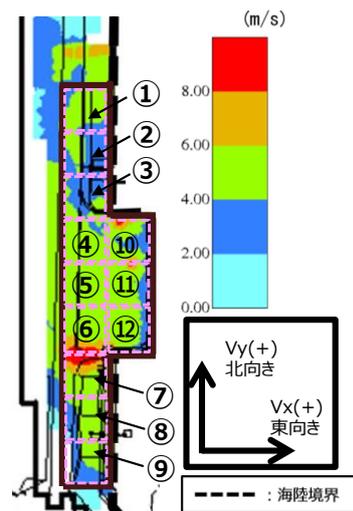


基準津波1（防波堤無し）

図-17 荷揚場付近の最大浸水深分布

表-3 荷揚場周辺における流速評価結果

地点	Vx方向 最大流速 (m/s)	Vy方向 最大流速 (m/s)	全方向最大流速(m/s)		
			Vx方向 流速	Vy方向 流速	全方向流速 ($\sqrt{Vx^2+Vy^2}$)
1	-4.2	2.1	-4.2	1.9	4.6
2	-4.0	2.5	-4.0	1.4	4.2
3	-6.7	2.1	-6.7	-0.8	6.8
4	-3.6	3.7	-3.2	3.4	4.6
5	-3.6	3.8	-3.6	3.7	5.1
6	-5.5	4.1	-5.5	2.7	6.1
7	-11.8	3.4	-11.8	1.1	11.9
8	-5.3	1.5	-5.3	1.3	5.4
9	-5.9	1.9	-5.9	1.6	6.1
10	4.8	-7.6	4.8	-7.6	9.0
11	-8.9	2.5	-8.9	-1.2	9.0
12	-2.7	5.1	-1.4	5.1	5.3



（切上げの関係で値があわない場合がある）

6. 対象漂流物の配置位置及び種類等

日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波に対する津波防護施設の評価において、基本とする設計条件として設定する対象漂流物とその配置及び船舶の操業エリアを表-4、表-5、図-18及び図-19に示す。また、津波防護施設における漂流物配置を図-20に示す。発電所沿岸で操業する漁船は71隻、発電所沖合で操業する漁船(総トン数10トン以上)は10隻である。

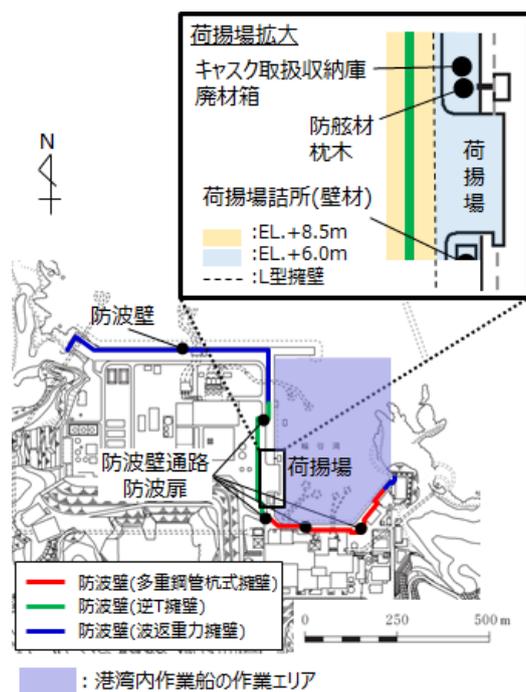
対象漂流物のうち漁船については、基本とする設計条件に加え、島根原子力発電所周辺海域で操業する漁船の漁業法の制限等を踏まえて漁船の総トン数、操業区域及び航行の不確かさを考慮し、津波防護施設の評価に総トン数19トンの漁船を対象とする。また、施設護岸から500m以遠で操業及び航行する漁船については、漂流物となった場合においても、施設護岸から500m位置における流速が1m/s程度と小さいこと等から施設護岸に到達する可能性は十分に小さいが、仮に500m以遠から津波防護施設に衝突する場合の影響について確認する。

漂流物の津波防護施設への到達可能性については、「2.5.2 (3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」参照。

表-4 津波防護施設に考慮する漂流物について

津波防護施設	基本とする設計条件として設定する対象漂流物		不確かさを考慮した設計条件として設定する対象漂流物(漁船)	
	日本海東縁部に想定される地震による津波	海域活断層から想定される地震による津波	日本海東縁部に想定される地震による津波	海域活断層から想定される地震による津波
輪谷湾内に面する津波防護施設 対象：波返重力擁壁(輪谷部) 逆T擁壁 多重鋼管杭式擁壁 防波壁通路防波扉	対象：キャスク取扱収納庫※1,2 3トン漁船 種類：鋼製構造物(鋼製) 船舶(FRP製) 質量：約4.3t×2基, 約9t	対象：10トン作業船※1 3トン漁船 種類：船舶(FRP製) 質量：約30t, 約9t	対象：19トン漁船 種類：船舶(FRP製) 質量：約57t	
外海に面する津波防護施設 対象：波返重力擁壁(北側)	対象：10トン漁船 種類：船舶(FRP製) 質量：約30t	対象：10トン作業船※1 10トン漁船 種類：船舶(FRP製) 質量：約30t		

※1：詳細設計段階において、キャスク取扱収納庫の撤去や作業船の変更等の対策を踏まえ、対象漂流物を選定
 ※2：2基が隣接して設置されているため、2基分の衝突を考慮



図一 1 8 漂流物の配置（港湾内に面する津波防護施設に考慮する）

表一 5（1） 発電所沿岸で操業する漁船^{※1}

名称	施設護岸からの距離	目的	漁港	総トン数(質量)	数量(隻)
漁船	約500m以内 ^{※3}	サザエ網・カナギ漁 ^{※2}	片句漁港	1トン未満(3t未満)	13
		サザエ網・採貝藻漁	御津漁港	1トン未満(3t未満)	18
		一本釣り漁		2トン未満(6t未満)	6
		かご漁		1トン未満(3t未満)	13
		わかめ養殖	片句漁港	1トン未満(3t未満)	7
	約500m以遠 ^{※3}	イカ釣り漁	片句漁港	5トン未満(15t未満)	7
			片句漁港	8トン未満(24t未満)	3
			片句漁港	10トン未満(30t未満)	3

※1 漂流物調査は、まとも資料別添 1 添付資料15「津波漂流物の調査要領について」に基づき実施。

※2 輪谷湾内で総トン数0.4～0.7トンの漁船が年 5 回程度操業する。

※3 施設護岸から500m程度離れた位置では流速が1m/s程度と小さいことを踏まえ、施設護岸から約500m以内と以遠の 2 つに区分した。

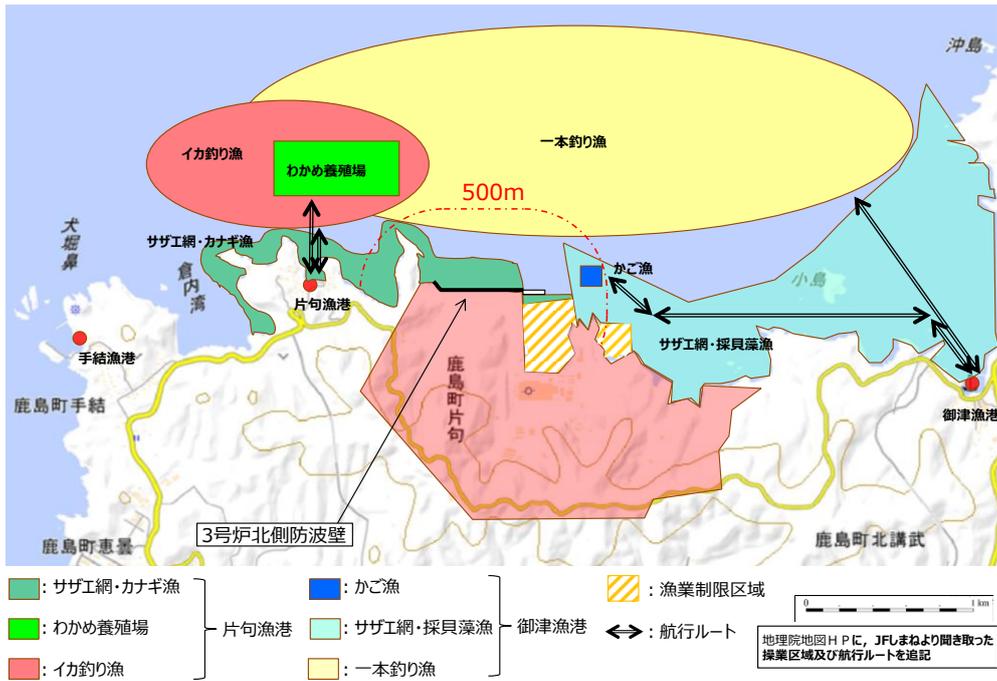


図-19 (1) 発電所沿岸で操業する漁船の操業エリア

表-5 (2) 発電所沖合で操業する漁船 (総トン数 10 トン以上) ※1

名称	目的	漁港	総トン数(質量)	数(隻)
漁船	イカ釣り漁※2	恵曇漁港	約19トン (約57t)	2
	底引き網漁	恵曇漁港	約15トン (約45t)	2
	1本釣り漁	片句漁港	約10トン (約30t)	3
	定置網漁①	恵曇漁港	約10トン (約30t)	1
			約19トン (約57t)	1
定置網漁②	御津漁港	約12トン (約36t)	1	

※1 漂流物調査は、まとめ資料別添1 添付資料15「津波漂流物の調査要領について」に基づき実施。

※2 島根県漁業調整規則に基づき、島根県知事が総トン数10トン以上の漁船によるイカ釣り漁業の操業禁止区域 (最大高潮時海岸線から10海里(約18km)内)における操業を禁止)を定めている。(漁業調整規則:漁業法等に基づき、各都道府県知事が定める規則)

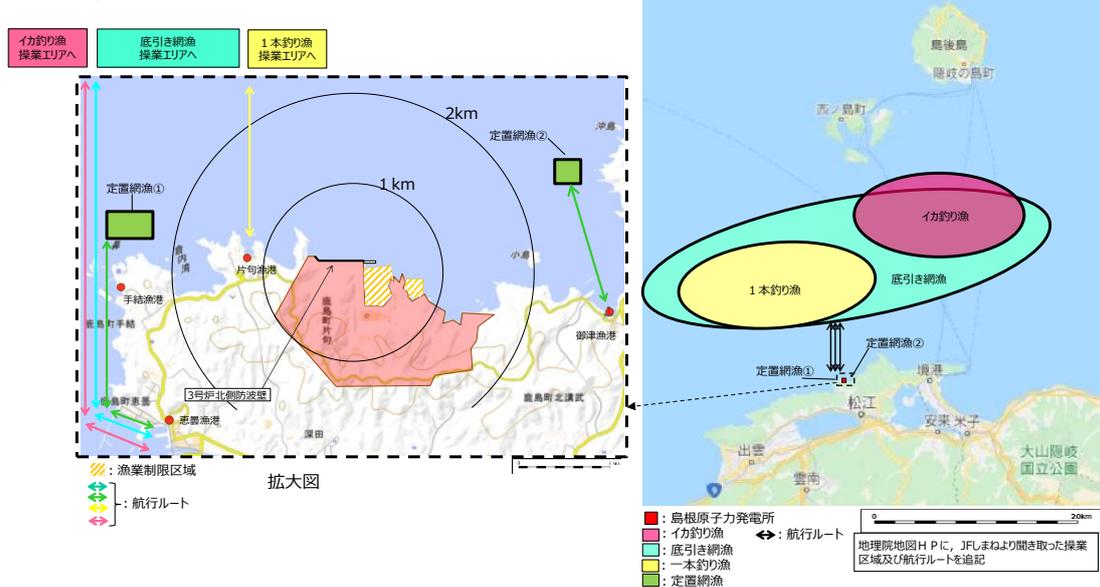
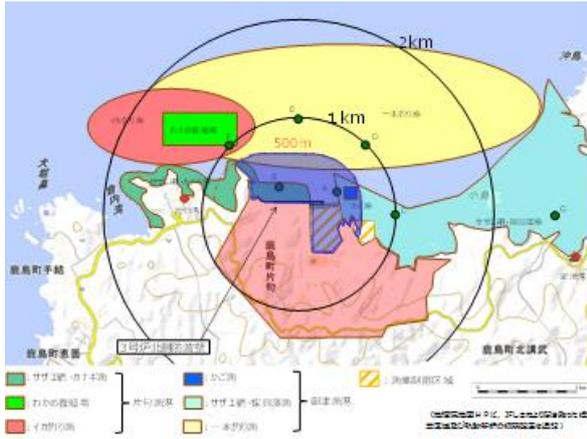
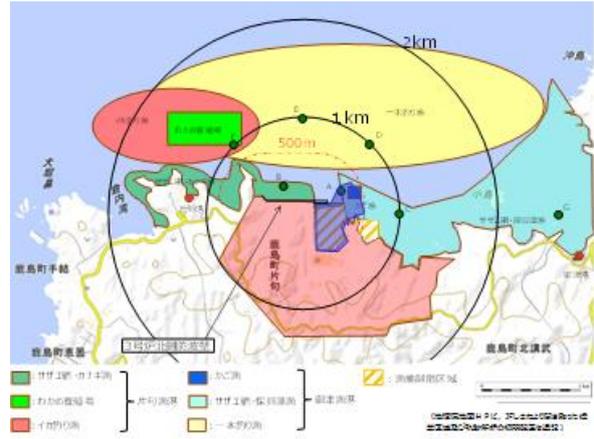


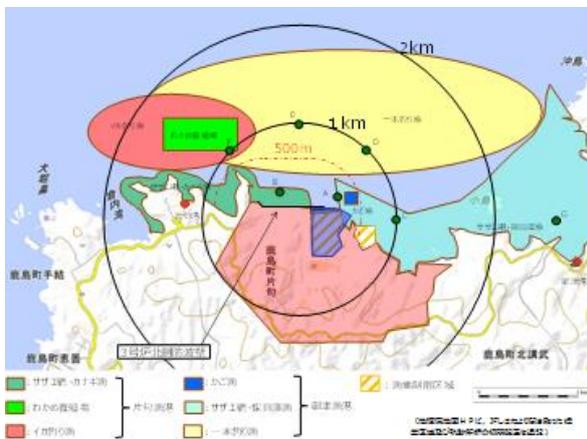
図-19 (2) 発電所沖合で操業する漁船 (総トン数 10 トン以上) の操業エリア



防波壁（波返重力擁壁）



防波壁（逆T擁壁）



防波壁（多重鋼管杭式擁壁）

■：津波防護施設から500mの範囲

図-20 津波防護施設における漂流物配置

7. 既往の漂流物荷重算定式の整理

漂流物荷重算定式は、運動量理論に基づく推定式や実験に基づく推定式等があり、対象漂流物の種類や仕様により適用性が異なるため、既往の荷重算定式を整理した。ここで、表－6に算定式のまとめ一覧を示す。

表－6 漂流物荷重算定式のまとめ

	出典	種類	概要	算定式の根拠（実験条件）
①	松富ほか (1999)	流木	津波による流木の衝突力を提案している。本式は円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。	「実験に基づく推定式」 ・見かけの質量係数に関する水路実験 ・衝突荷重に関する空中での実験 水理模型実験及び空中衝突実験において、流木(植生林ではない丸太)を被衝突体の前面(2.5m以内)に設置した状態で衝突させている。
②	池野・田中 (2003)	流木	円柱以外にも角柱,球の形状をした木材による衝突力を提案している。	「実験に基づく推定式」(縮尺1/100の模型実験)受圧板を陸上構造物と想定し,衝突体を受圧板前面80cm(現地換算80m)離れた位置に設置した状態で衝突させた実験である。模型縮尺(1/100)を考慮した場合,現地換算で直径2.6~8mの仮定となる。
③	道路橋示方書 (2002)	流木等	橋(橋脚)に自動車,流木あるいは船舶等が衝突する場合の衝突力を定めている。	漂流物が流下(漂流)してきた場合に,表面流速(津波流速)を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できる。
④	津波漂流物対策施設設計ガイドライン (2014)	漁船等	漁船の仮想重量と漂流物流速から衝突エネルギーを提案している。	「漁港・漁場の施設の設計の手引」(2003)に記載されている,接岸エネルギーの算定式に対し,接岸速度を漂流物速度とすることで,衝突エネルギーを算定。
⑤	FEMA (2012)	流木・コンテナ	漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら,一例として評価式を示している。	「運動方程式に基づく衝突力方程式」非減衰系の振動方程式に基づいており,衝突体及び被衝突体の両方とも完全弾性体としている。
⑥	水谷ほか (2005)	コンテナ	津波により漂流するコンテナの衝突力を提案している。	「実験に基づく推定式」(縮尺1/75の模型実験)使用コンテナ:長さを20ftと40ft,コンテナ重量:0.2N~1.3N程度遡上流速:1.0m/s以下,材質:アクリル
⑦	有川ほか (2007)	流木・コンテナ	コンクリート構造物に鋼製構造物(コンテナ等)が漂流衝突する際の衝突力を提案している。	「接触理論に基づく推定式」(縮尺1/5の模型実験)使用コンテナ:長さ1.21m,高さ0.52m,幅0.49m衝突速度:1.0~2.5m/s程度,材質:鋼製

8. 詳細設計段階における漂流物衝突荷重の設定方針

漂流物衝突荷重（以下、衝突荷重）については、漂流物が津波と遭遇する位置や漂流物の種類・仕様が衝突荷重の大きさに関係することから、詳細設計段階において以下のとおり検討する。

- ・津波防護施設の評価において、基本とする設計条件として設定する対象漂流物は、漂流物評価結果及び対策等を踏まえて決定する。
- ・衝突荷重の算定に当たっては、漂流物の位置、種類、仕様、ソリトン分裂波・砕波の発生の有無等に応じて、既往の衝突荷重の算定式や非線形構造解析を適切に選定する。
- ・衝突荷重の主な影響因子として、「対象漂流物、衝突速度、衝突位置、荷重組合せ」を抽出した。衝突荷重の評価に当たっては、表－7のとおり設計上の考慮を行う。

表－7 詳細設計段階における設計上の考慮

影響因子	詳細設計段階における設計上の考慮
対象漂流物	・対象漂流物のうち漁船については、基本とする設計条件に加え、島根原子力発電所周辺海域で操業する漁船の漁業法の制限等を踏まえた漁船の総トン数、操業区域及び航行の不確かさを考慮して、総トン数19トンの漁船を対象とする（表－4参照）。
衝突速度	・衝突荷重算定に用いる衝突速度は、津波防護施設に対する直交方向の最大流速より設定する。日本海東縁部に想定される地震による津波では、最大流速（0.4m/s～9.0m/s）から最大値9.0m/sを抽出し、全線にわたり安全側に10.0m/sとする。なお、荷揚場周辺においては、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮して11.9m/sを用いる。また、海域活断層から想定される地震による津波では、最大流速（0.1m/s～3.3m/s）から最大値3.3m/sを抽出し、全線にわたり安全側に4.0m/sとする（表－2,3参照参照）。
衝突位置（標高）	・衝突荷重が作用する位置は、津波防護施設全線において安全側に最大津波高さ（入力津波高さに高潮ハザードの裕度を加えた高さ含む）を用いる。なお、海域活断層から想定される地震による津波においては、入力津波高さ以上の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査する。
荷重組合せ	・不確かさを考慮した漂流物についても、最大津波流速と津波高さを組合せて衝突荷重を算定する。 ・衝突荷重と津波荷重の最大荷重が同時に作用する組合せとする。

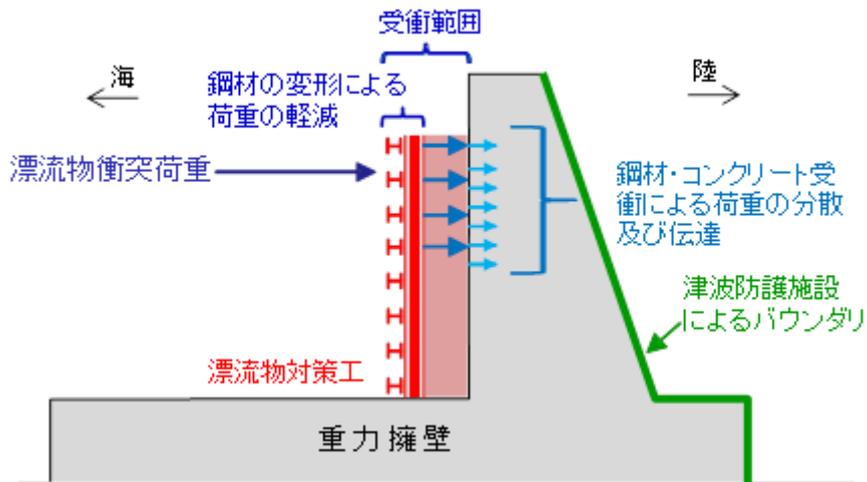
- ・施設護岸から500m以遠で操業及び航行する漁船については、漂流物となった場合においても施設護岸に到達する可能性は十分に小さいが、仮に500m以遠から津波防護施設に衝突する場合の影響について確認する。
- ・衝突荷重の影響を踏まえ、津波防護施設の各部位の照査の結果、津波防護施設本体の性能目標を維持することを確認し、維持できない場合は漂流物対策を講じる。

漂流物対策工を設置する場合は、漂流物衝突荷重を受け持つこと、又は漂流物衝突荷重を軽減・分散させること等が可能な構造とする。

漂流物対策工に期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズムを表－8、図－21に示しており、漂流物対策工は、漂流物衝突荷重を踏まえて、各部材を適切に組み合わせて漂流物対策工の仕様を決定する。

表－8 漂流物対策工に期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズム

期待する効果	効果を発揮するためのメカニズム	部材（材質）
・漂流物の衝突荷重を軽減する。	・漂流物が衝突した際に、変形することにより衝突エネルギーを吸収する。	鋼材
・漂流物衝突荷重を受け持つ、又は分散して伝達する。	・漂流物対策工を構成する部材が、漂流物の衝突荷重を受衝することで、漂流物対策工のみで衝突荷重を受け持つ、又は漂流物対策工の構成部材により分散した荷重を背後の津波防護施設本体に伝達する。	鋼材 コンクリート
・漂流物衝突による津波防護施設の局所的な損傷を防止する。	・漂流物を漂流物対策工が受衝することで、津波防護施設まで到達・貫入しない。	鋼材 コンクリート



図－２１ 防波壁（波返重力擁壁）の漂流物対策工における荷重図（例）

漂流物対策工の役割及び設計方針概要を以下に示す。

- ・津波防護施設本体の性能目標である「おおむね弾性状態に留まること」を確保するため、漂流物対策工に表－８に記載の効果を期待することとし、漂流物対策工を津波防護施設の一部として位置づける。
- ・鋼材の性能目標として鋼材が破断しないこと、またコンクリートの性能目標としてコンクリート全体がせん断破壊しないこととする。
- ・検討ケースは、荷重の組合せを考慮し、表－９のとおり実施する。

表－９ 漂流物対策工の検討ケース

検討ケース	荷重の組合せ※
地震時	常時荷重＋地震荷重
津波時	常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重 (海域活断層から想定される地震による津波においては入力津波高さ以上の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。)
重畳時 (津波＋余震時)	常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 (海域活断層から想定される地震による津波が到達する防波壁（波返重力擁壁）のケーソン等については、海域活断層から想定される地震による津波に対する評価を実施する)

※その他自然現象(風, 積雪等)による荷重は設備の設置状況, 構造(形状)等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

- ・漂流物対策工は防波壁の擁壁と一体構造とし、詳細設計段階において、津波防護施設本体の性能目標を維持できるよう、漂流物衝突荷重を踏まえて漂流物対策工の仕様を決定する。
- ・漂流物対策工の仕様においては、構成する部材を適切に配置して軽量化することで、津波防護施設に作用する地震時慣性力の低減を図る。また、津波防護施設本体への影響が懸念される場合は、適切な補強対策（地盤改良、擁壁の増厚等）を講じる。

漂流物衝突時の漂流物対策工の非線形性を考慮するために、3次元FEMモデル等による非線形構造解析を実施する。

3次元FEMモデルによる漂流物衝突評価の適用性について、審査実績を有する先行サイト（伊方3号炉、美浜3号炉）における衝突評価との比較を行った結果、表-10に示すとおり、解析手法及び衝突物の質量等に有意な差異はないことから、適用性があると判断する。

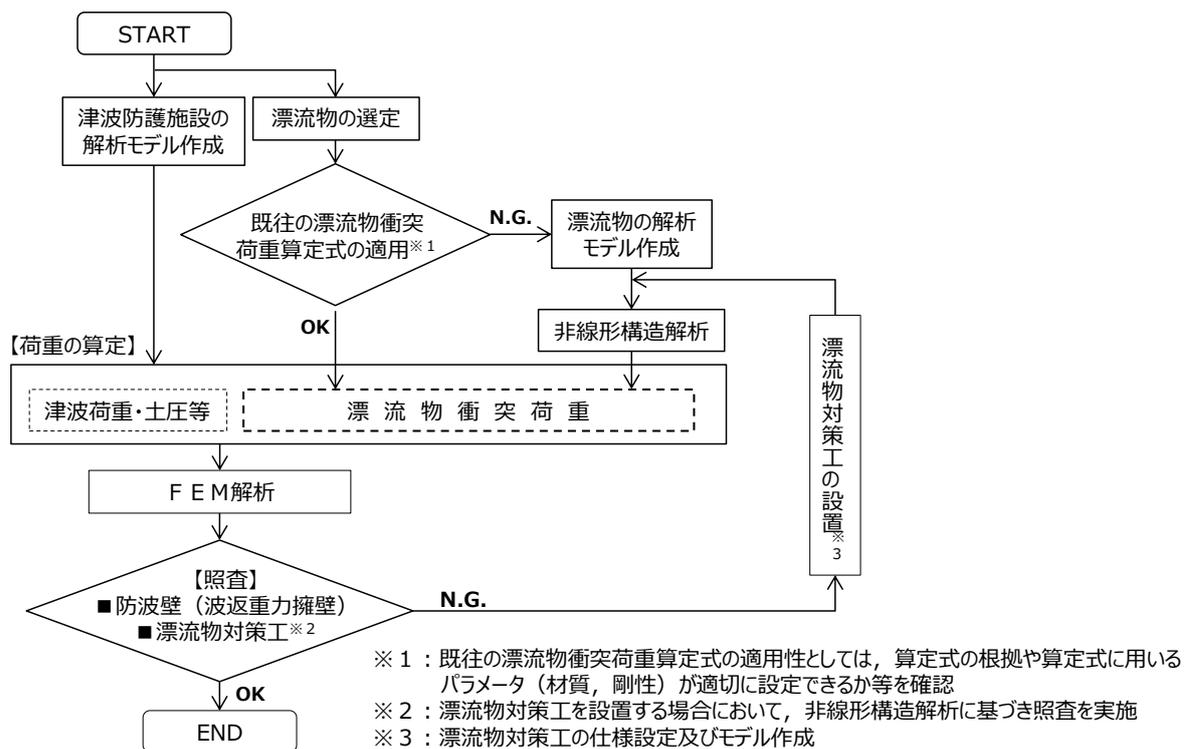
表-10 先行サイトとの比較結果

項目	島根2号炉 漂流物対策工	伊方3号炉 重油タンク	美浜3号炉 海水ポンプエリア 止水壁	先行サイトと島根2号炉との差異 及び島根2号炉への適用性	
				先行サイトと島根2号炉との差異	適用性
対象とする事象	津波時における 漂流物衝突検討	竜巻時における飛来 物衝突検討	地震時における移動 式クレーンブーム折損 による衝突検討	事象は異なるものの、衝突荷重による影響検討のため、差異はない。	○
解析手法	非線形構造解析	非線形構造解析 (LS-DYNA)	非線形構造解析 (LS-DYNA)	同様な解析手法を用いるため、差異はない。	○
被衝突物	津波防護施設 及び漂流物対策工 (鋼製及びコンクリート)	重油タンク (鋼製)	止水壁架構 (鋼製)	被衝突物の材質が一部異なるものの、使用する解析手法は、鋼材だけでなくコンクリートにも適用性があることから、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○
衝突物	船舶 (FRP)	鋼製材 (SS400)	クレーンブーム (WEL- TEN950RE)	衝突物の材質は異なるものの、使用する解析手法は、鋼材だけでなく樹脂にも適用性があることから、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○
衝突物の質量	約30t	135kg	36.2t	審査実績を有する衝突物の質量の範囲内に収まっており、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○
衝突物の速度	10m/s	57m/s,38m/s	約30m/s	審査実績を有する衝突物の速度の範囲内に収まっており、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○

※先行サイトの情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

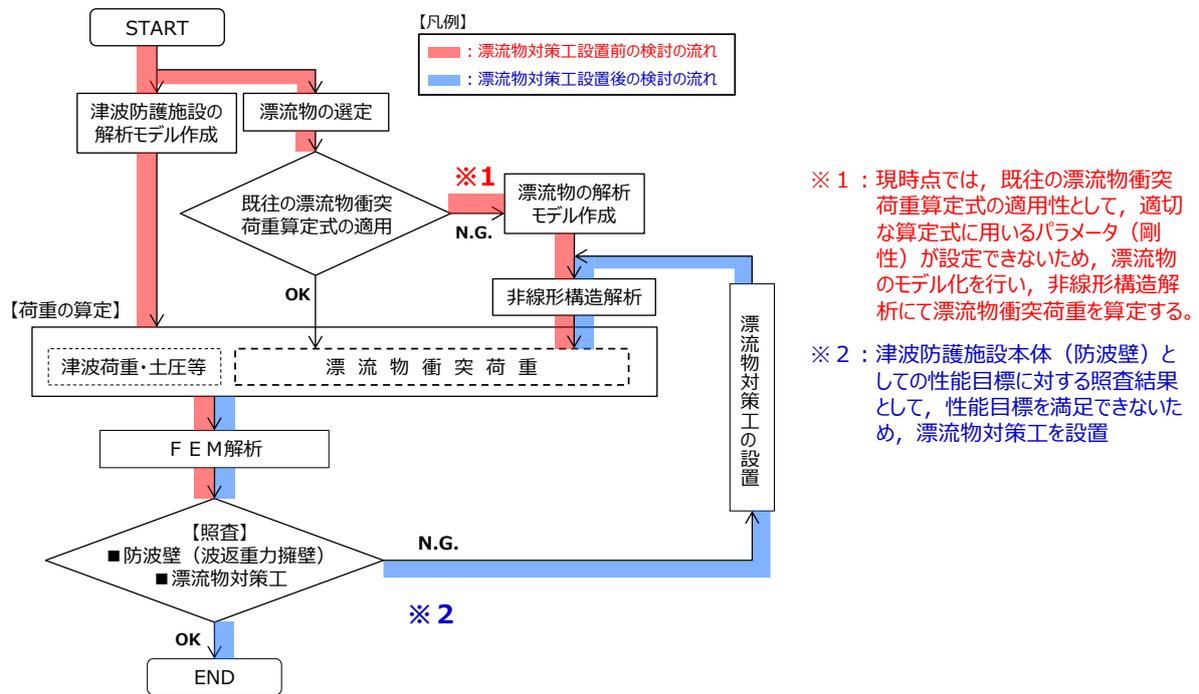
漂流物衝突荷重は、対象となる漂流物の位置・仕様及び必要に応じ対策等を踏まえて、既往の漂流物衝突荷重の算定式、又は非線形構造解析を適切に選定して算出し、津波時における静的解析により津波防護施設の照査を実施する。津波防護施設（防波壁：波返重力擁壁）における津波時の検討フロー（例）を図－22に示す。

なお、漂流物対策工は、基準地震動 S_s に対して、構造強度を有することを確認する。



図－22 津波防護施設（防波壁：波返重力擁壁）における津波時の検討フロー（例）

津波防護施設（防波壁：波返重力擁壁）における漂流物対策工の設計例として、不確かさを考慮した総トン数 19 トンの漁船に対しては、漂流物対策工が必要となると考えており、検討の流れを図－23に示す。



図－23 （例）津波防護施設（防波壁:波返重力擁壁）における漂流物対策工に係る検討の流れ

9. 漂流物衝突荷重の設定方針のまとめ

津波防護施設の評価において、外海に面する津波防護施設に対しては作業船（総トン数 10 トン）及び漁船（総トン数 10 トン）を、輪谷湾内に面する津波防護施設に対しては、入力津波高さを考慮し、荷揚場設備（キャスク取扱収納庫約 4.3t×2 基）、作業船（総トン数 10 トン）及び漁船（総トン数 3 トン）を基本とする設計条件として設定する対象漂流物とする。

なお、対象漂流物のうち漁船については、基本とする設計条件に加え、島根原子力発電所周辺海域で操業する漁船の漁業法の制限等を踏まえて漁船の総トン数、操業区域及び航行の不確かさを考慮し、総トン数 19 トンの漁船を対象とする。

日本海東縁部に想定される地震による津波の津波特性として、施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面で最大流速 9.0m/s(流向:南東・南)が確認されたことから、津波防護施設における津波による漂流物衝突荷重の評価には、安全側に流速 10.0m/s を用いる。また、荷揚場周辺の遡上時に最大流速 11.9m/s が確認されたことから、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮し、最大流速が発生する荷揚場周辺の津波防護施設における漂流物衝突荷重の評価には、流速 11.9m/s を用いる。

海域活断層から想定される地震による津波の津波特性として、施設護岸港湾内の防波壁前面で最大流速 2.4m/s (流向:東・南東)、港湾外の防波壁前面で最大流速 3.3m/s (流向:南西) となることを確認した。以上より、津波防護施設における津波による漂流物衝突荷重の評価には、安全側に流速 4.0m/s を用いる。

漂流物衝突荷重について、道路橋示方書を含む既往の算定式とその根拠について整理した。漂流物衝突荷重は、詳細設計段階において、対象となる漂流物の位置・仕様及び必要に応じ対策等を踏まえて、既往の漂流物衝突荷重の算定式、又は非線形構造解析（漂流物衝突評価）にて算定し、津波時における静的解析により津波防護施設の照査を実施する。

漂流物衝突荷重の影響を踏まえ、津波防護施設の各部位の照査の結果、津波防護施設本体の性能目標を維持することを確認し、津波防護施設本体の性能目標を維持できない場合は漂流物対策を講じる。

津波防護施設における詳細設計段階では、漂流物衝突荷重の算定に当たり、漂流物衝突荷重の主な影響因子（対象漂流物、衝突速度、衝突位置、荷重組合せ）に対して、設計上の考慮を行う。

また、施設護岸から 500m 以遠で操業及び航行する漁船については、漂流物となった場合においても施設護岸から 500m 位置における流速が 1m/s 程度と小さいこと等から施設護岸に到達する可能性は十分に小さいが、仮に 500m 以遠から津波防護施設に衝突する場合の影響について確認する。

漂流物調査範囲内の人工構造物（漁船を含む）については、基準適合性維持の観点から漂流物調査を定期的（1 回／定期事業者検査）に実施するとともに、津波防護施設への影響評価を実施し、必要に応じて対策を実施する。

漂流物対策工の構造形式の検討について

1. はじめに

漂流物対策工は、基準適合状態の維持の観点から、操業する漁船の将来的な変更の不確かさについて裕度を持たせることとしているが、漂流物衝突荷重の増大により、必要とする漂流物対策工（防波壁の擁壁と一体型構造）の規模が大きくなった場合には、津波防護施設の地震時の安全性への影響が懸念される。特に、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）については、杭基礎構造であることから地震時の安全性の裕度が小さくなる可能性がある。

したがって、詳細設計段階において検討する漂流物対策工の構造形式について、新たな構造形式として、漂流物対策工を防波壁の前面に設置する構造（防波壁の擁壁と分離型構造）の採用について検討する。

2. 漂流物対策工（分離型構造）の検討経緯及び理由

(1) 漂流物対策工（分離型構造）の検討経緯

漂流物対策工（分離型構造）の検討経緯を以下に示す。

- ・漂流物衝突荷重については、既往の漂流物衝突荷重の算定式、又は非線形構造解析を適切に選定して算出することとしている。ただし、詳細設計段階において算出する漂流物衝突荷重が大きくなった場合、津波防護施設本体の性能目標の維持のため、漂流物対策工（一体型構造）の規模が大きくなる。
- ・漂流物対策工（一体型構造）は防波壁の擁壁と一体化することから、地震時において、防波壁の擁壁の安全性へ影響を与える。
- ・防波壁（逆T擁壁）及び防波壁（波返重力擁壁）については、その構造から漂流物対策工による地震時の影響が小さいと想定される。一方、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）については、突出長の長い杭基礎構造であるため、漂流物対策工の設置により上部工重量が大きくなるため、地震時において安全性の裕度が小さくなる可能性がある。

(2) 漂流物対策工（分離型構造）の検討理由

詳細設計段階で考慮する漂流物衝突荷重により、漂流物対策工（一体型構造）の規模が大きくなり、津波防護施設本体の地震時の安全性の裕度が小さくなる場合に備えて、漂流物対策工（分離型構造）を追加検討し、津波防護施設の地震時の安全性向上を図る。

漂流物対策工（分離型構造）のうち支柱のみの構造においては、支障物が存在する区間の設置ができないため、支柱及びワイヤロープによる構造を検討することとする。

漂流物対策工の仕様（例）を図-1に、防波壁の擁壁と分離型構造の漂流物対策工の配置イメージ（例）を図-2に、漂流物対策工の一体型構造及び分離型構造における構造形式の比較結果を表-1に示す。

	防波壁の擁壁と一体型構造	防波壁の擁壁と分離型構造
防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)		
防波壁 (逆T擁壁)		
防波壁 (波返重力擁壁)		

図-1 漂流物対策工の仕様（例）

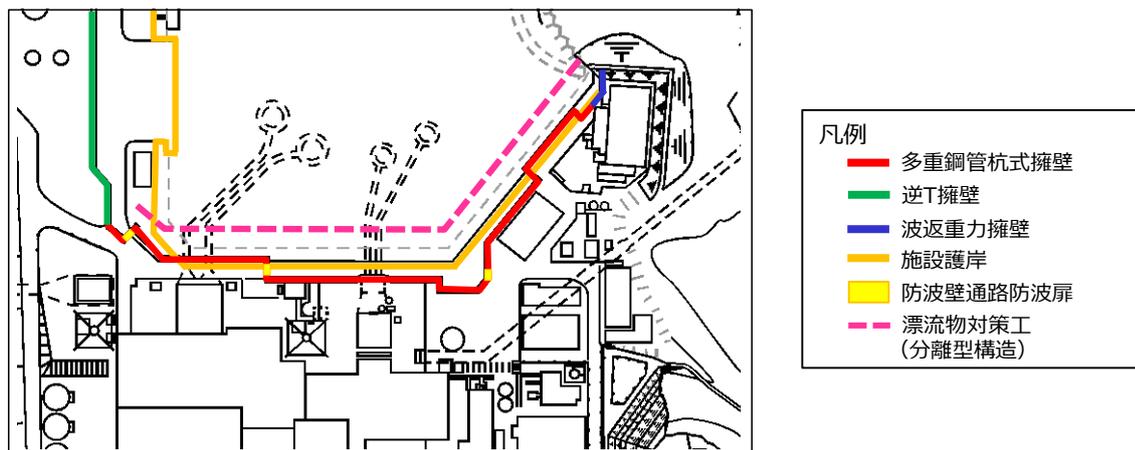


図-2 漂流物対策工（分離型構造）の配置イメージ（例）

表－1 漂流物対策工の構造形式比較結果（一体型構造及び分離型構造）

構造形式	防波壁の擁壁と一体型構造	防波壁の擁壁と分離型構造	
目的	・津波防護施設本体の津波時の安全性を向上する	・津波防護施設と分離することで、一体型構造に比べ、津波防護施設の地震時の安全性向上を図る ・津波防護施設本体の津波時の安全性を向上する	
期待する効果	・漂流物衝突荷重を軽減・分散して、津波防護施設に荷重を伝達する	・漂流物衝突荷重を受け持ち、津波防護施設に荷重を伝達しない	
仕様(例)	鋼材+コンクリート	支柱	支柱+ワイヤロープ
メリット	・漂流物衝突荷重を軽減・分散して伝達するため、津波防護施設の津波時の安全性が向上する	・防波壁の擁壁と分離させるため、地震時の安全性に影響がない ・漂流物衝突荷重を受け持つため、津波防護施設の津波時の安全性が向上する	・防波壁の擁壁と分離させるため、地震時の安全性に影響がない ・漂流物衝突荷重を受け持つため、津波防護施設の津波時の安全性が向上する ・ワイヤロープとすることで支柱間隔を広げられるため、支障物（取水管等）が存在する区間にも設置可能
デメリット	・漂流物対策工の規模が大きくなった場合、津波防護施設の地震時の安全性に影響がある	・支障物（取水管等）が存在する区間では、設置間隔が対象漂流物より大きくなるため、設置困難	・ワイヤロープの腐食対策が必要
評価	○	△	○
	・漂流物対策工を設置した津波防護施設の構造成立性は確認済 ・漂流物対策工は、一体化させることにより、構造成立性の見通しあり ・津波防護施設への地震時の影響が大きくなる場合は、漂流物対策工の軽量化や地盤改良等により対応可能	・津波防護施設の構造成立性に影響はない ・漂流物対策工は、支障物のない範囲において設置が可能 ・漂流物対策工は、減災を目的として一般産業施設において同形式の実績を有する	・津波防護施設の構造成立性に影響はない ・漂流物対策工は、支障物がある範囲においても設置が可能 ・漂流物対策工は、減災を目的として一般産業施設において同形式の実績を有する

3. 漂流物対策工（分離型構造）の設計方針概要

(1) 漂流物対策工（分離型構造）の設計方針

漂流物対策工（分離型構造）を津波防護施設に設置する場合は、「津波防護施設の一部」として位置付け、防波壁の前面に設置することで津波防護施設と基礎が異なる場合は、「津波防護施設への影響防止装置」として位置付ける。

漂流物対策工（分離型構造）の設計方針を以下に示す。

- ・津波防護施設本体の性能目標の維持に影響を及ぼすおそれのある漂流物が防波壁へ衝突することを防止するため、漂流物対策工（分離型構造）を設置する。
- ・漂流物対策工（分離型構造）は、基準地震動 S_s による地震動に対して、構造全体として変形能力について十分な余裕を有するとともに、設備の機能が保持できるように設計する。
- ・漂流物対策工（分離型構造）は、津波（漂流物を含む）、余震及びその他自然現象（風、積雪等）を考慮し、これらの自然現象による荷重を適切に組み合わせる。

(2) 漂流物対策工（分離型構造）の効果等

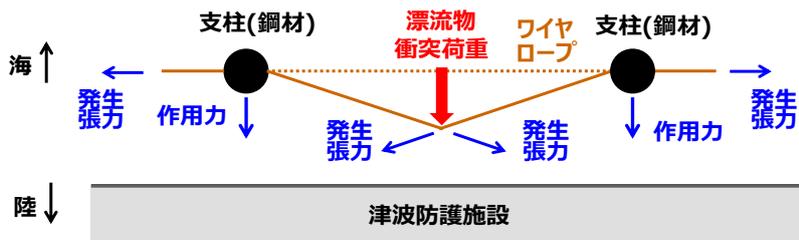
漂流物対策工（分離型構造）に期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズムを表-2に、漂流物対策工（分離型構造）における漂流物衝突荷重の荷重伝達イメージ（例）を図-3に示す。

漂流物対策工を構成する部材の性能目標として、鋼材（ワイヤロープ含む）においては破断しないこと、コンクリートにおいてはコンクリート全体がせん断破壊しないこととする。

表-2 期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズム

期待する効果	効果を発揮するためのメカニズム	部材（材質）
・漂流物衝突荷重を受け持つ	・漂流物対策工を構成する部材が、漂流物の衝突荷重を受衝することで、漂流物対策工のみで衝突荷重を受け持つ。	・鋼材（ワイヤロープ含む） ・コンクリート
・漂流物衝突による津波防護施設の局所的な損傷を防止する	・漂流物を漂流物対策工が受衝することで、津波防護施設まで到達・貫入しない。	・鋼材（ワイヤロープ含む） ・コンクリート

【漂流物がワイヤロープに衝突する場合】



【漂流物が支柱に衝突する場合】

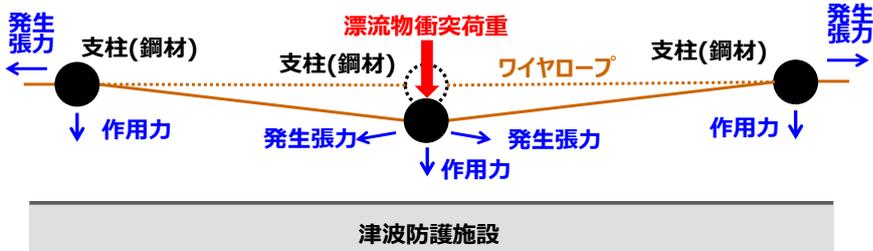


図-3 漂流物衝突荷重の荷重伝達イメージ (例)

(3) 漂流物対策工 (分離型構造) における荷重の組合せ

漂流物対策工 (分離型構造) における荷重の組合せを表-3に示す。

表-3 漂流物対策工 (分離型構造) における荷重の組合せ

検討ケース	荷重の組合せ※
地震時	常時荷重 + 地震荷重
津波時	常時荷重 + 津波荷重 + 漂流物衝突荷重 (海域活断層から想定される地震による津波においては入力津波高さ以上の漂流物対策工においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。)
重畳時 (津波 + 余震時)	常時荷重 + 津波荷重 + 余震荷重 (海域活断層から想定される地震による津波が到達する漂流物対策工については、海域活断層から想定される地震による津波に対する評価を実施する)

※その他自然現象(風, 積雪等)による荷重は設備の設置状況, 構造(形状)等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

4. 漂流物対策工（分離型構造）の設置許可基準規則への適合性について

(1) 設置許可基準規則への適合性の確認方法

漂流物対策工(分離型構造)の設置許可基準規則への適合性の確認方法として、同構造形式(支柱及びワイヤロープ)における設計・施工実績及び実用発電用原子炉における新規制基準適合性審査実績について確認を行う。

(2) 設置許可基準規則への適合性の確認結果

漂流物対策工(分離型構造)において、同構造形式における設計・施工実績及び実用発電用原子炉における新規制基準適合性審査実績を確認した。結果として、一般産業施設において減災を目的とした、同構造形式の実績はあるが、実用発電用原子炉に関する新規制基準適合性審査実績を有していないことを確認した。以下に、一般産業施設における実績例を示す。

【実績例1】 えりも港の漂流物対策工

えりも港：漂流物対策工の設計条件

条件	内容
対象地震	十勝沖・釧路沖地震(M8.1前後)
対象漂流物	漁船(総トン数5~20トン),普通自動車
構造形式	鋼管杭(支柱)+ワイヤロープ
施設延長	50.0m
ワイヤー設置間隔	0.7m間隔(高さ方向)
支柱高さ	D.L.+5.90m
衝突速度	0.8m/s(普通自動車のみ)



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

えりも港：漂流物対策工の設置状況

【実績例2】 釧路港の漂流物対策工

釧路港：漂流物対策工の設計条件

条件	内容
対象地震	根室沖・釧路沖地震(M8.3前後)
対象漂流物	漁船(総トン数5,10トン),普通自動車
構造形式	鋼管杭(支柱)+ワイヤロープ
施設延長	137.0m
ワイヤー設置間隔	0.55m間隔(高さ方向)
支柱高さ	G.L.+2.10m
衝突速度	4.5m/s



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)

釧路港：漂流物対策工の設置状況

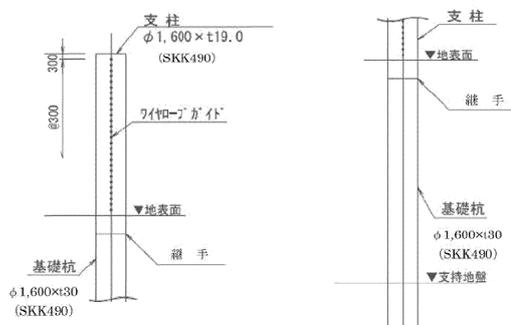
※適用事例に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。

【実績例3】核燃料サイクル工学研究所再処理施設における津波漂流物防護柵

核燃料サイクル工学研究所再処理施設において、支柱及びワイヤロープにより構成された津波漂流物防護柵の設計例がある。

津波漂流物防護柵の設計条件

条件	内容
対象津波	設計津波
対象漂流物(最大)	環水タンク 約14トン
構造形式	鋼管杭(支柱)+ワイヤロープ
施設延長	約220m
ワイヤ設置間隔	0.3m間隔 (高さ方向)
支柱高さ	T.P.+14.0m
衝突速度	5.6m/s



漂流物防護柵の標準構造

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）

※適用事例に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。

以上のことから、実用発電用原子炉における新規制基準適合性の審査実績を有しておらず、同構造形式の評価方法及び基準の適用には十分な適用性・妥当性の確認が必要となるため、漂流物対策工（分離型構造）の採用を取り止めることとし、漂流物対策工（一体型構造）による検討を行う。

なお、漂流物対策工（分離型構造）については、津波防護施設への漂流物衝突荷重を軽減することが可能であることから、将来の自主的な津波防護施設の安全性向上方策の一つとして、検討を継続する。

5. 漂流物対策工（一体型構造）における構造成立性の見通しについて

（1）構造成立性の検討内容

漂流物対策工（一体型構造）について、詳細設計段階において仕様を決定するが、漂流物対策工（一体型構造）の仕様（例）を用いて漂流物対策工（一体型構造）を設置する防波壁の構造成立性を見通しを確認する。

構造成立性の確認に当たっては、漂流物対策工（一体型構造）を設置することにより地震時の影響が最も大きい防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における地震時の構造成立性を確認する。

また、津波時の構造成立性においては、漂流物対策工（一体型構造）を設置して防波壁への荷重を分散させることで、漂流物衝突荷重が小さくなるため、津波時の構造成立性評価は省略する。

（2）構造成立性の検討方針

漂流物対策工（一体型構造）の構造成立性の検討方針として、添付資料 25「防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について」で示した、地盤改良部断面（②-②断面）の地震時における鋼管杭の発生曲げモーメントに、漂流物対策工に生じる慣性力による発生曲げモーメントを足し合わせて照査する。

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における漂流物対策工（一体型構造）の荷重イメージを図-4に示す。

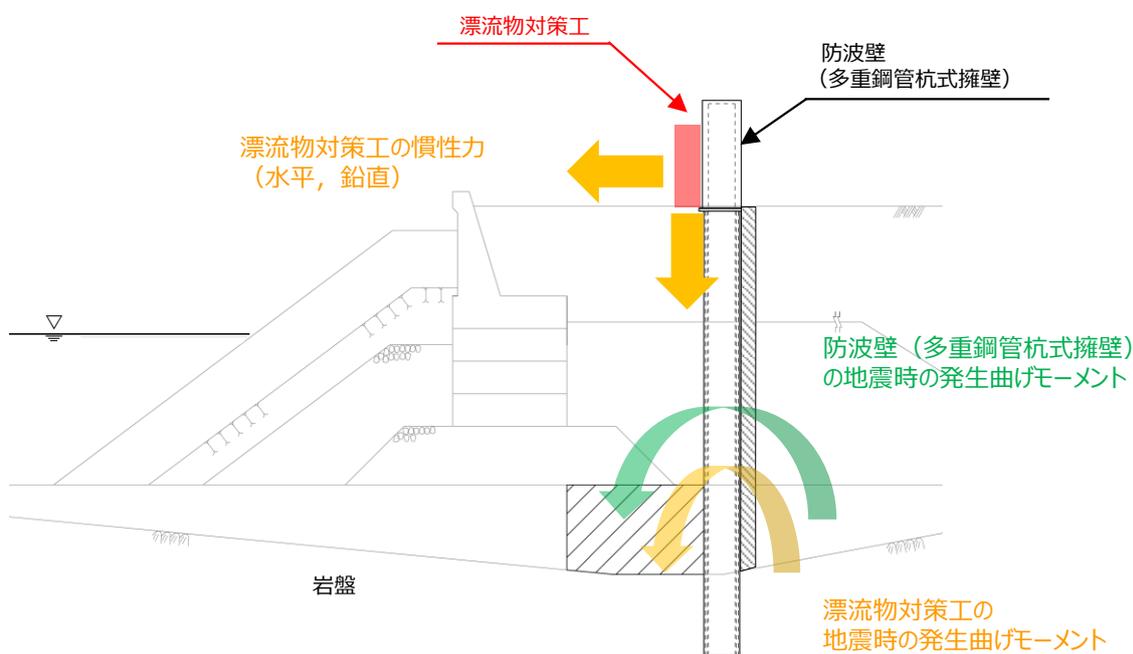


図-4 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における漂流物対策工（一体型構造）の荷重イメージ

(3) 構造成立性の検討結果

漂流物対策工（一体型構造）を設置する防波壁（多重鋼管杭式擁壁）において、構造成立する見通しを確認した。

照査項目及び許容限界を表－4に、照査結果を表－5に示す。

表－4 照査項目及び許容限界

評価部位	検討ケース	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
鋼管杭	地震時	曲げ	(曲げ)降伏モーメント	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（平成14年3月）

表－5 漂流物対策工（一体型構造）設置時の照査結果

ケース	評価部位	照査部位	照査項目	地震動	発生曲げモーメント M(kN・m)	降伏モーメント M _v (kN・m)	安全率 M _v /M	判定 (> 1.0)
地盤改良部断面 (②－②断面)前面有り 漂流物対策工有り	鋼管杭	地中部※2 【4重管構造】	曲げ	S s-D	19,511	23,692	1.21	OK
地盤改良部断面 (②－②断面)前面有り 漂流物対策工なし※1					15,402	23,692	1.53	OK

※1 添付資料25「防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について」の結果を記載。

※2 地中部【4重管構造】は、照査値が最も大きくなる外側から2つ目の鋼管杭φ2000(SKK490)の数値を示す。

耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて

1. 規制基準における要求事項等

- ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。
- ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。

2. 検討方針

余震による荷重については、本震発生後の余震及び誘発地震を検討し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。なお、本検討においては、本震の震源域において発生する地震を余震とし、本震の震源域の外で発生する地震を誘発地震として整理し、図1の流れで検討を実施した。

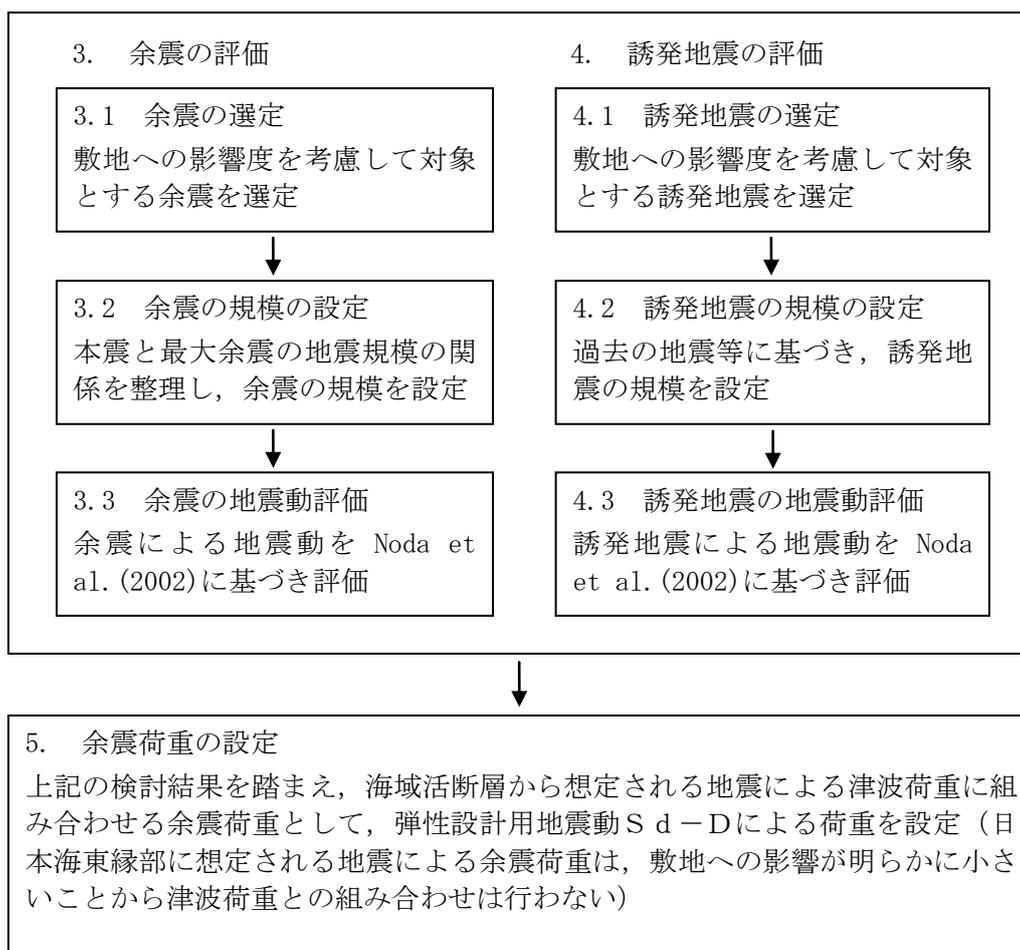


図1 余震荷重の検討フロー

3. 余震の評価

3.1 余震の選定

基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震による地震動を評価するにあたり、敷地への影響度を考慮して対象とする余震を選定する。島根原子力発電所における基準津波は、図2に示す「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」及び「海域活断層から想定される地震による基準津波4」である。このうち、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」の波源位置は、敷地から600km以上の距離にあり、その波源の活動に伴う余震については、敷地への影響が明らかに小さい。一方、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源位置は、敷地からの断層最短距離が約8kmと比較的近く、その波源の活動に伴う余震については、敷地への影響が考えられる。

以上のことから、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源の活動に伴う余震を選定する。

3.2 余震の規模の設定

余震の規模は、過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより想定する。検討対象とした地震は、津波荷重と組み合わせる余震荷重を評価するという観点から、地震調査研究推進本部の地震データによる本震のマグニチュードが7.0以上とし、かつ、余震を考慮する基準津波4の波源の活動に伴い発生する津波の最大水位変化を生起する時間帯は、最大でも地震発生から約10分以内であることを考慮し、本震と最大余震との時間間隔が1時間程度以内の地震とした。対象とした地震の諸元及び震央分布を表1及び図3に示す。地震調査研究推進本部の地震データについて、本震のマグニチュード M_0 と最大余震のマグニチュード M_1 の関係から本震と余震のマグニチュードの差 D_1 は、図4のとおり、 $D_1 = M_0 - M_1 = 1.2$ として評価できる。余震の規模を想定する際は、データ数が少ないことから、保守的に標準偏差を考慮し $D_1 = 0.9$ として余震の規模を想定する。

3.3 余震の地震動評価

基準津波4の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震による地震動を評価するにあたり、表2及び図5に示す波源の諸元及び震源モデルを設定し、上記の関係式に基づき余震の規模を設定した上で、Noda et al. (2002)により応答スペクトルを評価した。その評価結果と弾性設計用地震動 $S_d - D$ の応答スペクトルを比較して図6に示す。同図より、基準津波4の波源の活動に伴う余震の地震動評価結果は、弾性設計用地震動 $S_d - D$ を下回っている。

4. 誘発地震の評価

4.1 誘発地震の選定

基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある誘発地震による地震動を評価するにあたり、敷地への影響度を考慮して対象とする誘発地震を選定する。

過去に発生した誘発地震について、2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）を対象に、余震活動の領域内の地震を除いた本震発生後24時間以内に発生したM6.5以上の内陸地殻内地震を確認すると、本震発生から約13時間後に長野県北部の地震（M6.7）が誘発地震として発生しており、それぞれの地震の震央位置は、図7に示すとおり約400km離れた位置関係になっている。

図8に示す国土地理院による2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）の発生後（2011年2月下旬～3月下旬）の地殻変動によると、誘発地震の長野県北部の地震（M6.7）の震央位置周辺に比べて、敷地周辺ではほとんど地殻変動は見られない。また、遠田（2011）において、2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）の発生後の応力変化を検討し、近畿地方の変化量は概ね0.1bar以下と小さく、地震活動に目立った変化は見られないことから、「近畿の活断層への影響はごくわずか」としており、近畿地方よりもさらに西方の敷地周辺の活断層への影響もごくわずかと考えられる。なお、日本海東縁部の地震の本震のマグニチュードが7.0以上の3地震（1964年新潟地震：本震M7.5 最大余震6.1、1983年日本海中部地震：本震M7.7 最大余震6.1、1993年北海道南西沖地震：本震M7.8 最大余震6.0）については、余震を含めたとしてもM6.5未満の地震しか発生していない。

基準津波のうち、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1、2、3、5及び6」の波源は2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）より規模が小さく、その位置は図7に示すとおり敷地から600km以上の距離にあり、2011年東北地方太平洋沖地震とその誘発地震の位置関係よりも更に離れていることから、上記の地殻変動や応力変化を考慮すると、その波源の活動に伴う誘発地震が敷地周辺で発生することは考えられない。

一方、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源位置は、図7に示すとおり、敷地からの断層最短距離が約8kmと比較的近いことから、その波源の活動に伴う誘発地震が敷地周辺で発生することは考えられる。

以上のことから、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」の波源の活動に伴う誘発地震を選定する。

4.2 誘発地震の規模の設定

2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)では誘発地震の長野県北部の地震(M6.7)が発生したのは本震発生から約13時間後である。誘発地震を考慮する基準津波4の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯(最大でも地震発生から約10分以内)においてM6.8以上の誘発地震が発生することは考えにくい。保守的に基準地震動の評価において検討用地震に選定されなかった孤立した短い活断層による地震を対象とし、誘発地震の規模をM6.8に設定する。

4.3 誘発地震の地震動評価

基準津波4の波源の活動に伴う誘発地震について、表3及び図9に示す孤立した短い活断層による地震を対象にM6.8の震源モデルを設定し、Noda et al. (2002)により応答スペクトルを評価した。その評価結果と弾性設計用地震動S_d-Dの応答スペクトルを比較して図10に示す。同図より、基準津波4の波源の活動に伴う誘発地震の地震動評価結果は、弾性設計用地震動S_d-Dを下回っている。

5. 余震荷重の設定

以上の検討結果から、基準津波1, 2, 3, 5及び6の波源である「日本海東縁部に想定される地震」については、その余震及び誘発地震の敷地への影響が明らかに小さいことから、津波荷重に組み合わせる余震荷重を設定しない。また、基準津波4の波源である「海域活断層から想定される地震」については、その余震及び誘発地震の地震動評価結果を、全ての周期帯において弾性設計用地震動S_d-Dが十分に上回ることから、保守的にS_d-Dによる荷重を海域活断層から想定される地震による津波荷重に組み合わせる余震荷重として設定する。

【参考文献】

- Noda, S. • K. Yashiro • K. Takahashi • M. Takemura • S. Ohno • M. Tohdo • T. Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations Between Seismological DATA and Seismic Engineering, Oct.16-18 Istanbul, pp.399-408
- 地震調査研究推進本部 (2016) : 大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方, 平成 28 年 8 月 19 日
- 国土地理院 (2011) : 平成 23 年 3 月の地殻変動について
- 遠田晋次 (2011) : 東北地方太平洋沖地震にともなう静的応力変化, <http://www1.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/events/110311tohoku/toda/index.html>
- 活断層研究会編 (1991) : [新編] 日本の活断層分布図と資料, 東京大学出版会

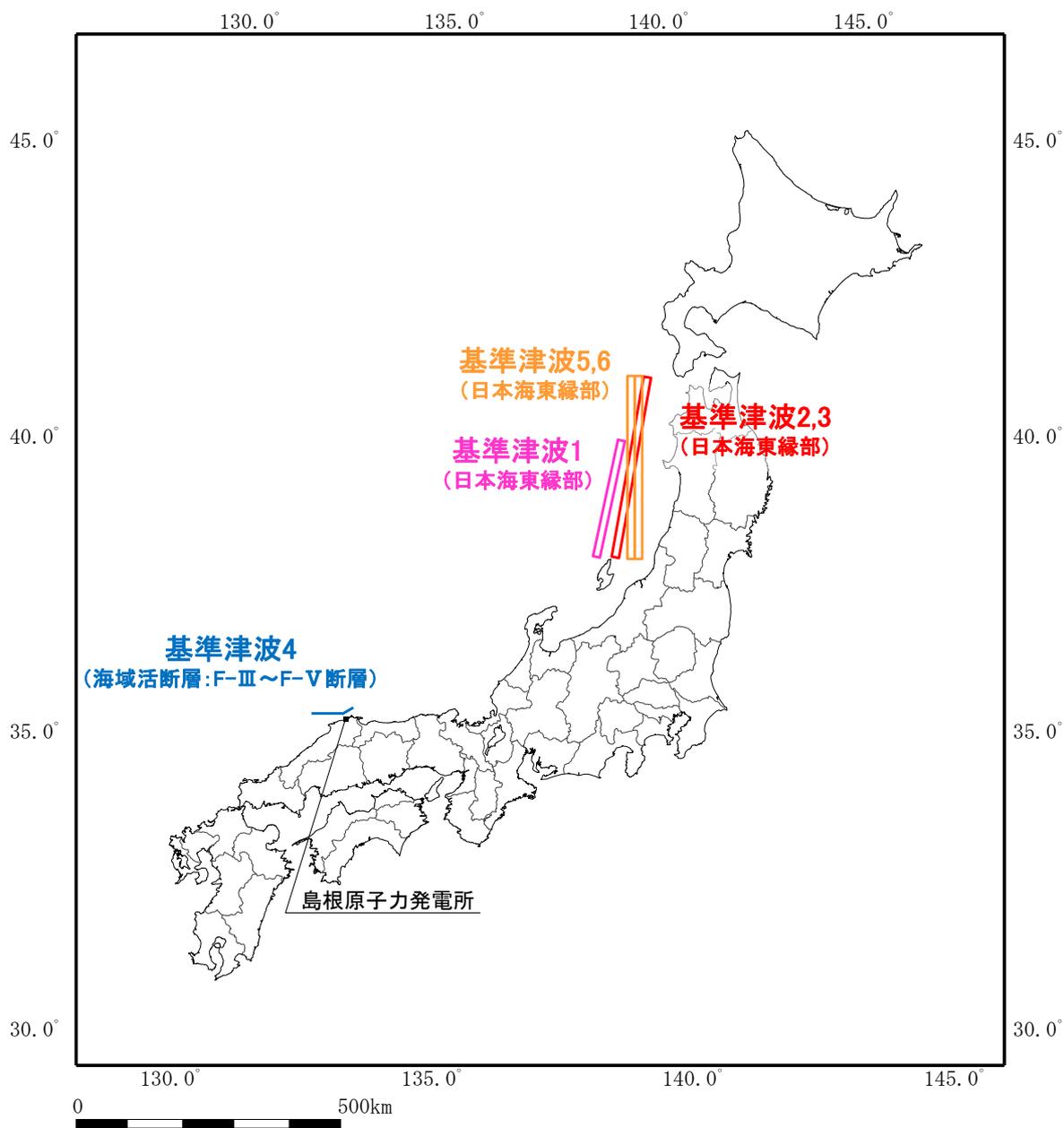


図2 島根原子力発電所と基準津波の波源

表1 過去の地震における本震と最大余震の関係 (M7.0 以上)

No.	発生年月日	震源	本震			最大余震	
			マグニチュード M0	マグニチュード M1	本震との 時間間隔		
1	2003/9/26	十勝沖	8.0	7.1	1:18		
2	2004/11/29	釧路沖	7.1	6.0	0:04		
3	2006/11/15	千島列島東方	7.9	6.7 ^{※1}	1:12		
4	2008/6/14	岩手宮城内陸地震	7.2	5.7	0:37		
5	2008/9/11	十勝沖	7.1	5.7	0:12		
6	2011/3/11	東北地方太平洋沖地震	9.0	7.6 ^{※1}	0:29		
7	2012/12/7	三陸沖	7.3	6.6	0:13		
8	2016/4/16	熊本地震	7.3	5.9	0:21		

※1：気象庁による最新の震源情報を参照

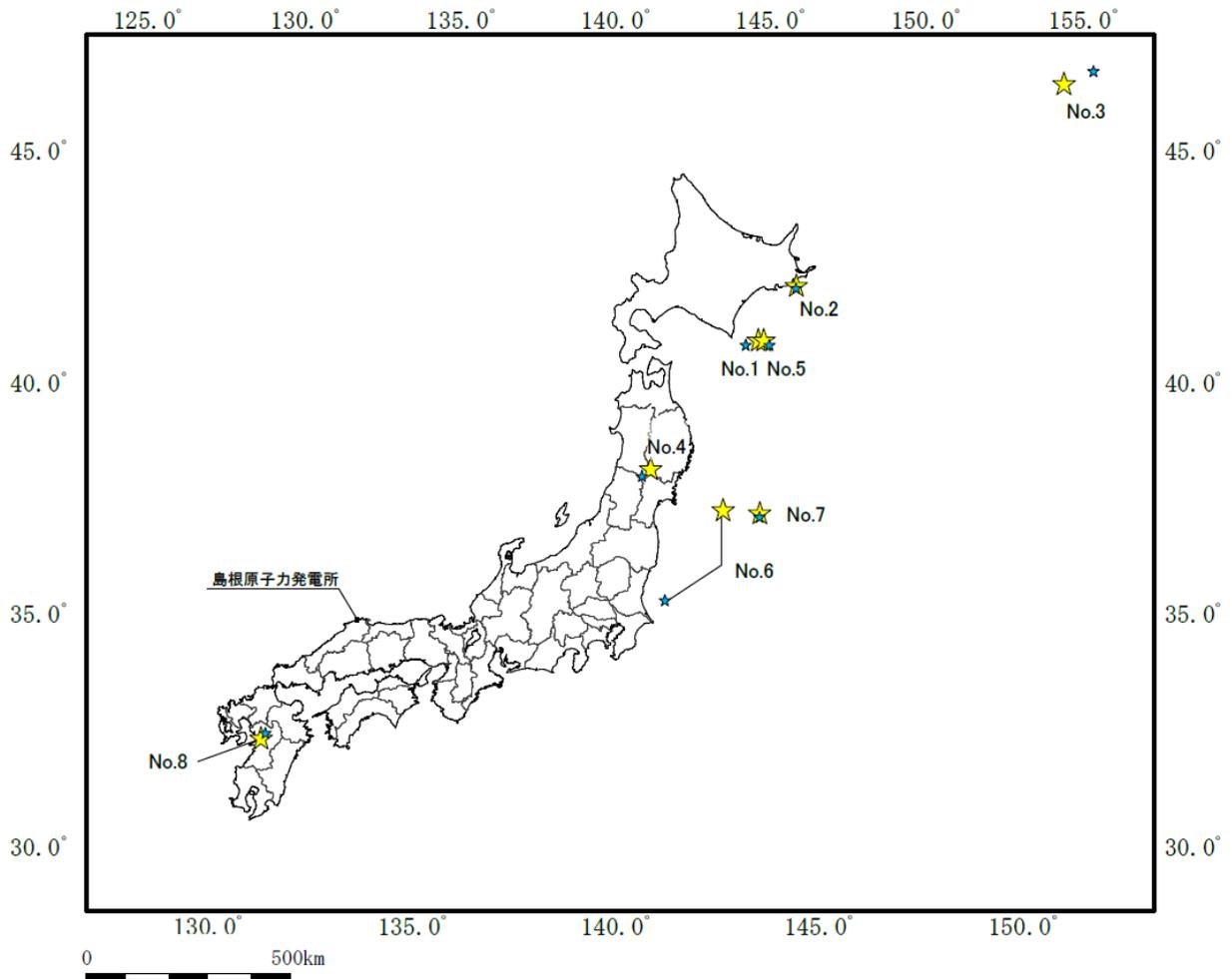


図3 余震の地震規模の評価に用いた地震の震央分布 [本震 (★), 余震 (★)]

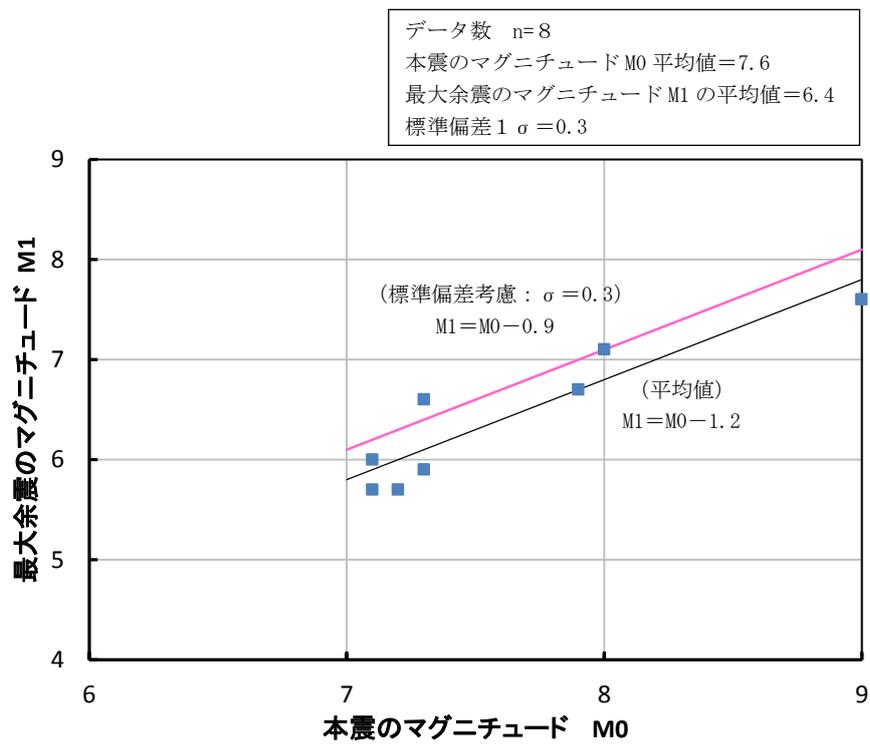


図4 本震と最大余震の地震規模の関係 (M7.0 以上)

表2 設定した余震の震源諸元

項目	設定値
本震のマグニチュード	7.6
余震のマグニチュード ^{※1}	6.7
等価震源距離 ^{※2} (km)	17.3

※1：本震と余震のマグニチュードの差D1を0.9として、余震のマグニチュードを評価
 ※2：図5に示す震源モデルに対し、Noda et al. (2002)に基づき等価震源距離を評価

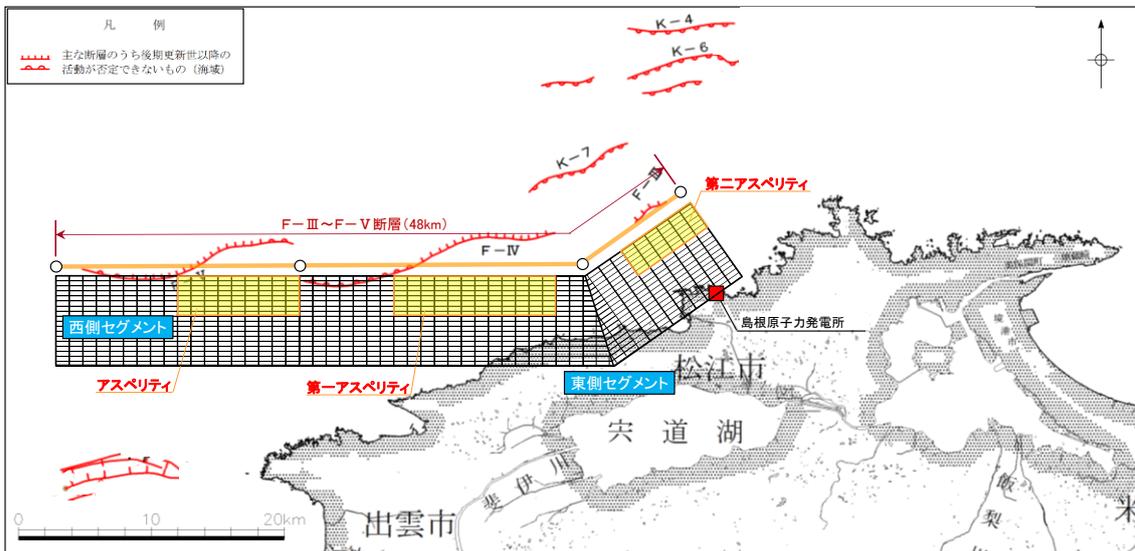


図5 基準津波4の波源に対する震源モデル

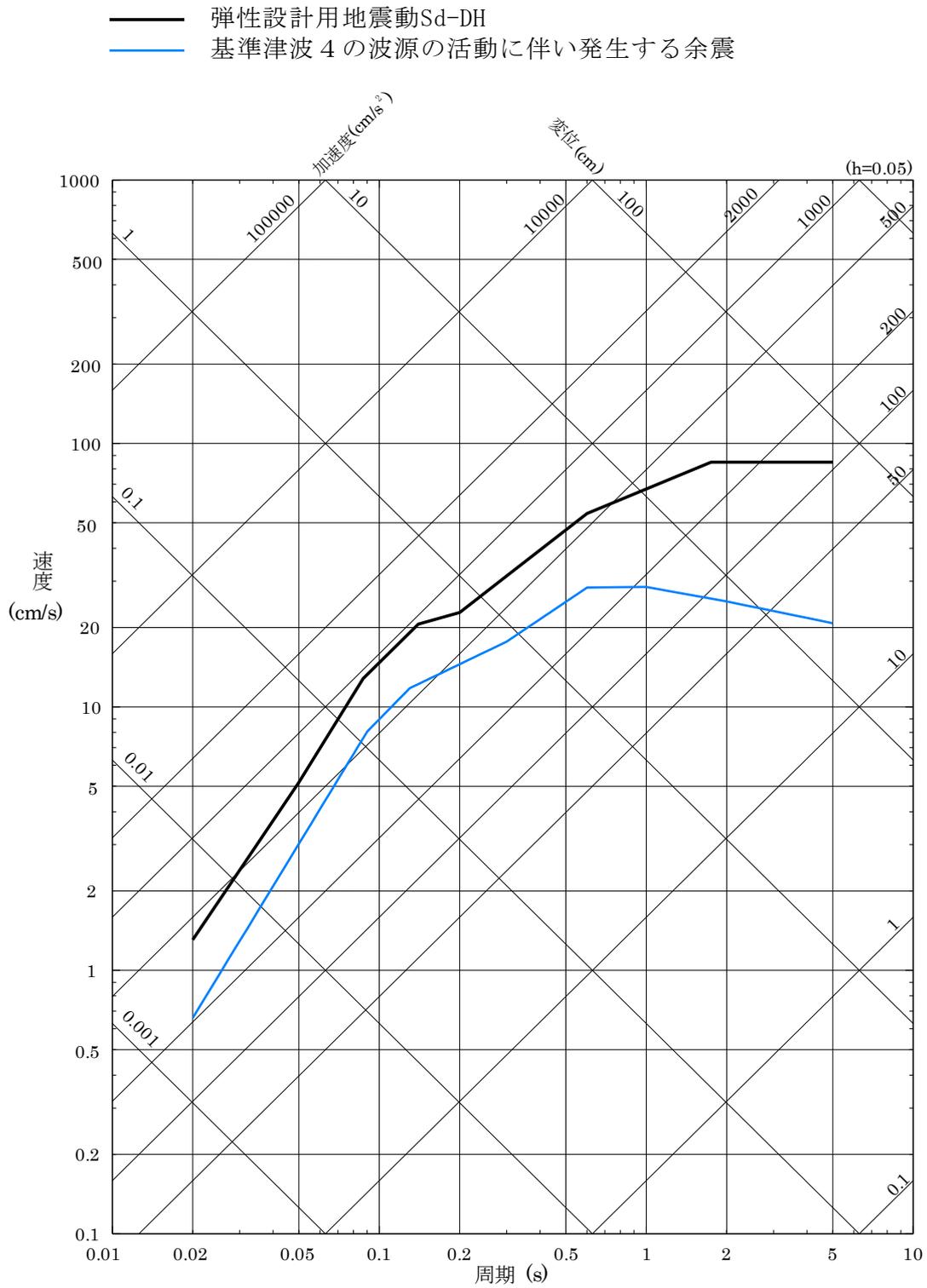


図6 (1) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動Sd-Dの比較 (水平方向)

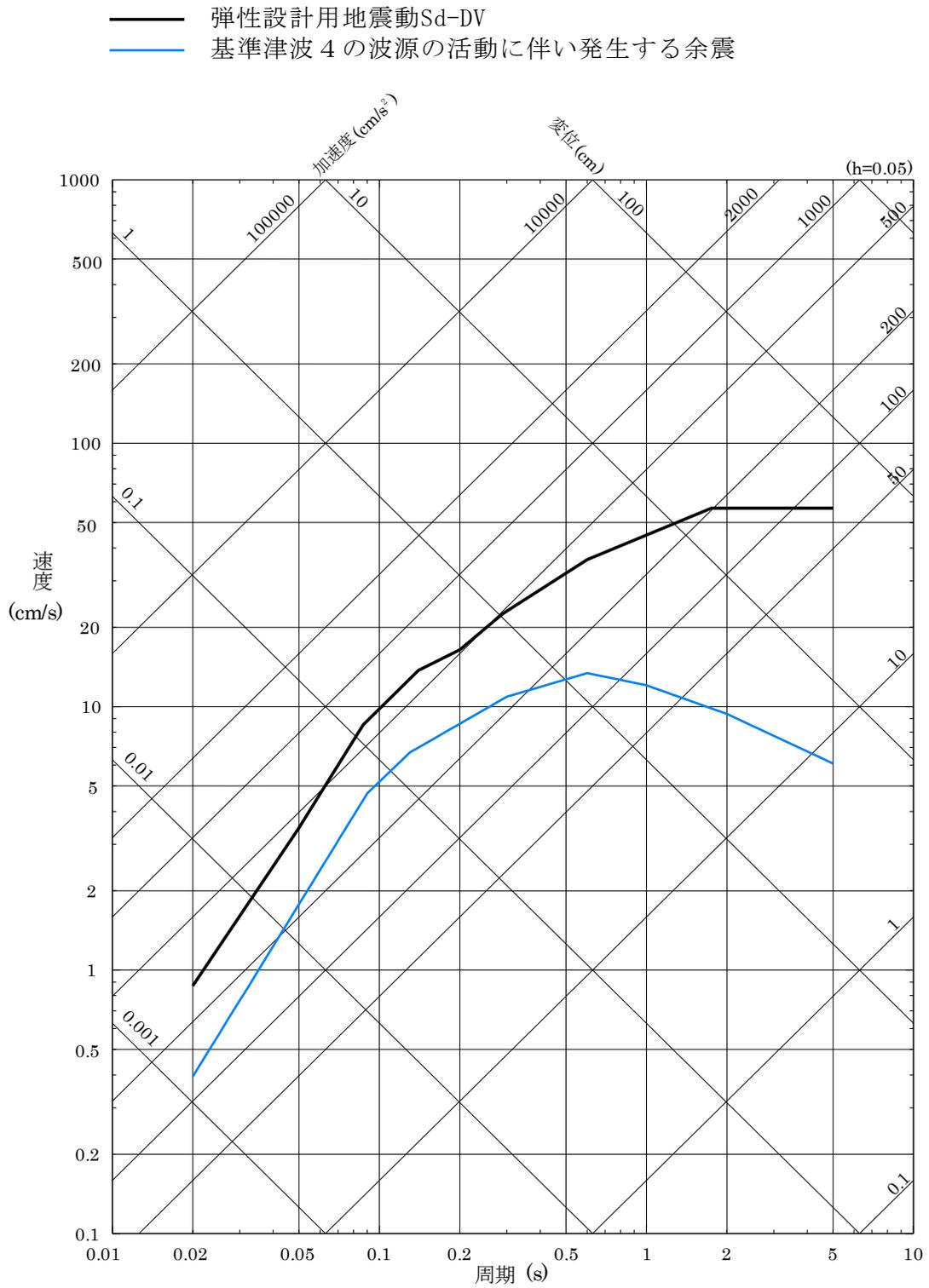


図6 (2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する余震と弾性設計用地震動Sd-DVの比較 (鉛直方向)

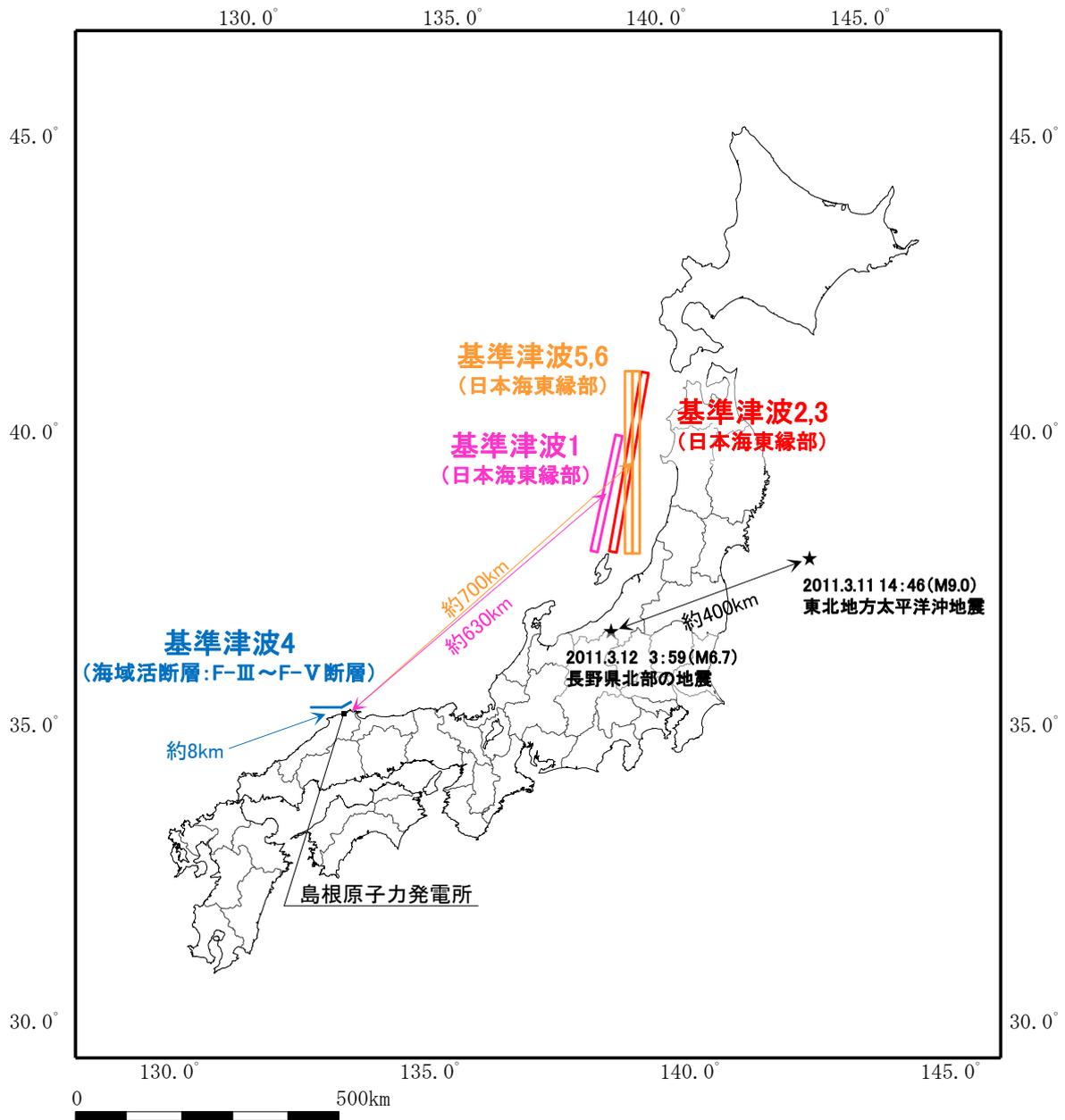
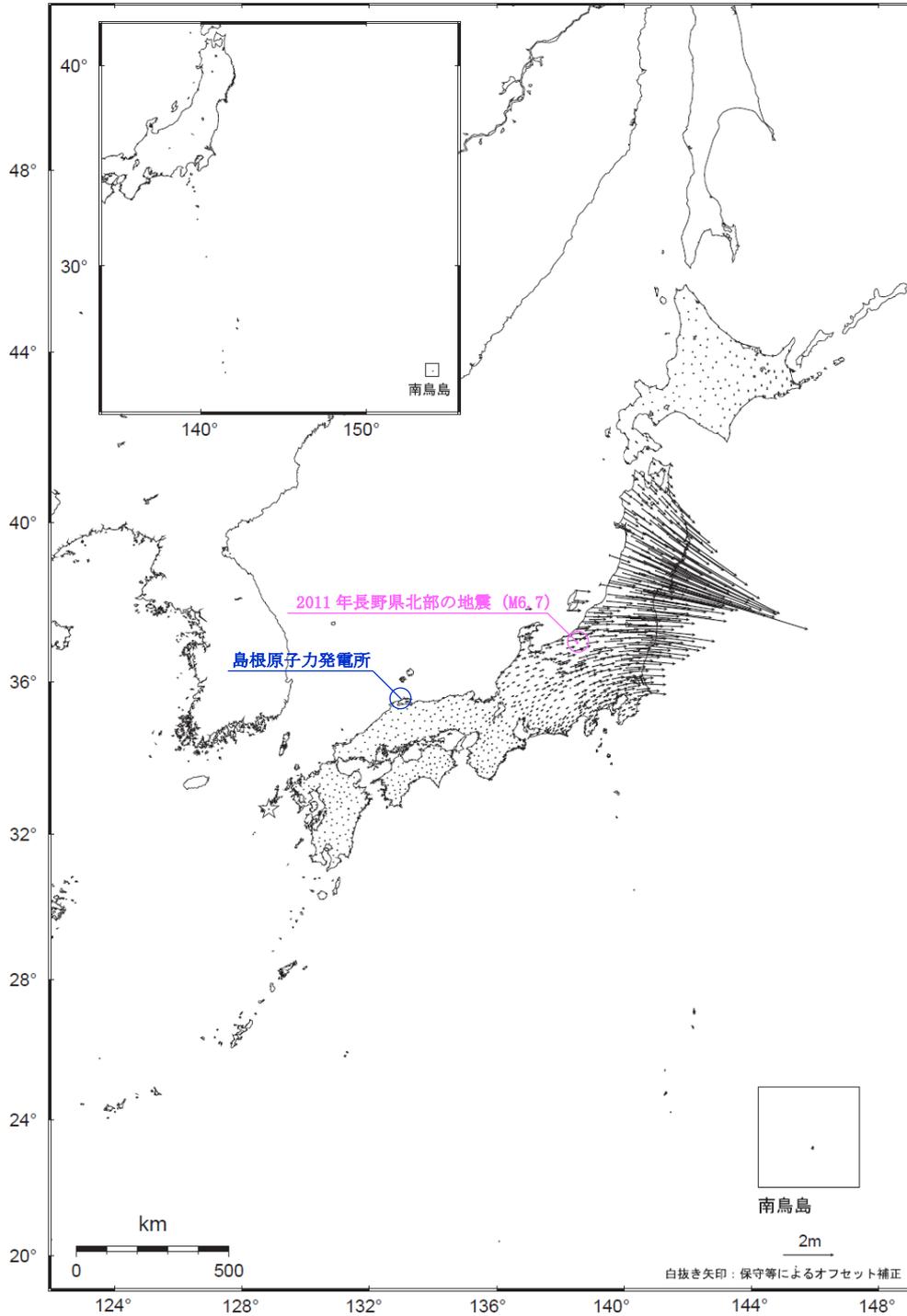


図7 2011年東北地方太平洋沖地震と2011年長野県北部の地震の震源位置及び島根原子力発電所と基準津波の波源の位置関係

全国の地殻変動（水平）－1ヶ月－

基準期間：2011.02.22 ～ 2011.02.28 [F3：最終解]

比較期間：2011.03.25 ～ 2011.03.31 [R3：速報解]



☆ 固定局：福江（950462）

・3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動が見られます。

※東北地方太平洋沖地震に伴い、つくば1 (92110) が変動したため、2011/3/11以降のQ3, R3解析においては固定点を与論(950495)へ変更している。

[国土地理院（2011）に一部加筆]

図8 2011年2月下旬から2011年3月下旬の1ヶ月間の地殻変動

表3 設定した誘発地震の震源諸元

No.	断層名	マグニチュード M	等価震源距離 Xeq (km)
1	た と 田の戸断層	6.8	16.0
2	おおふなやまひがし 大船山東断層	6.8	16.1
3	ぶつきょうざんきた 仏経山北断層	6.8	26.2
4	ひがしまち しんたばた 東来待-新田畑断層	6.8	20.2
5	やない 柳井断層	6.8	18.3
6	みとやきた 三刀屋北断層	6.8	32.1
7	はんば いしはら 半場-石原断層	6.8	25.7
8	ふべ 布部断層	6.8	32.1
9	ひがしいんべ 東忌部断層	6.8	17.3
10	さんのうじ 山王寺断層	6.8	22.2
11	おおい 大井断層	6.8	16.0

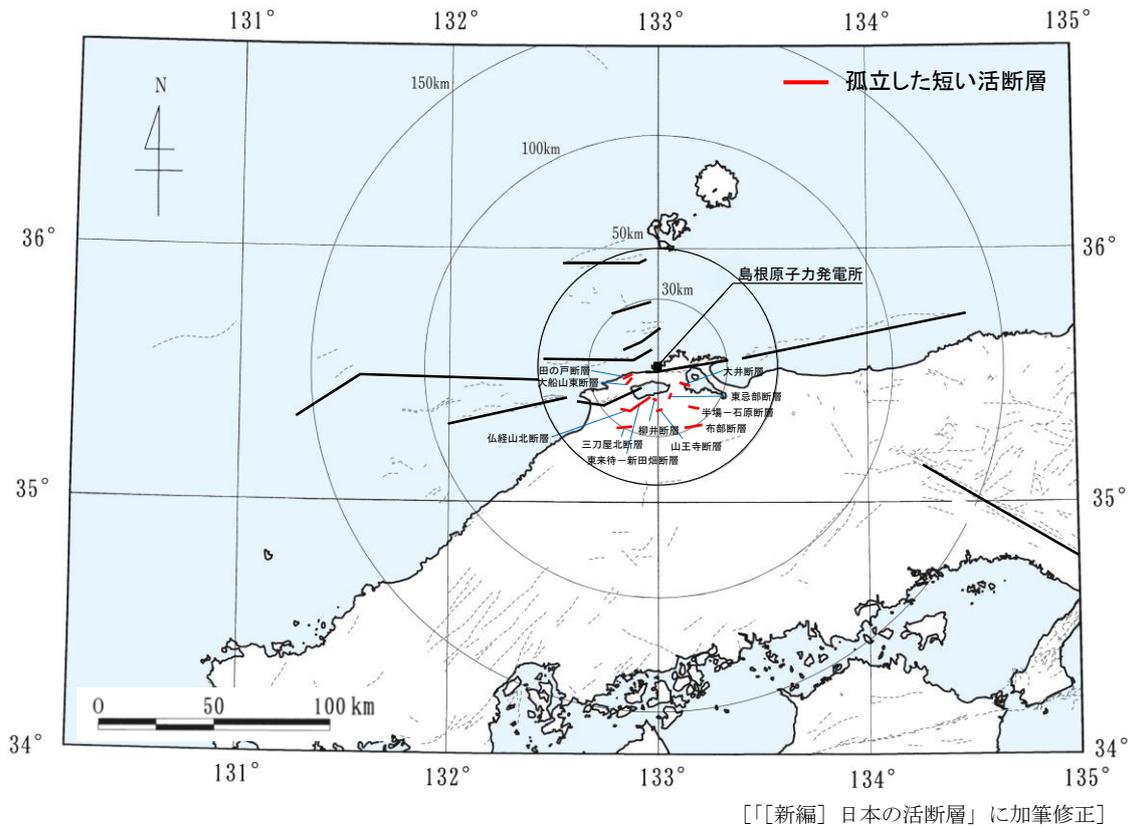


図9 誘発地震として考慮する孤立した短い活断層の分布

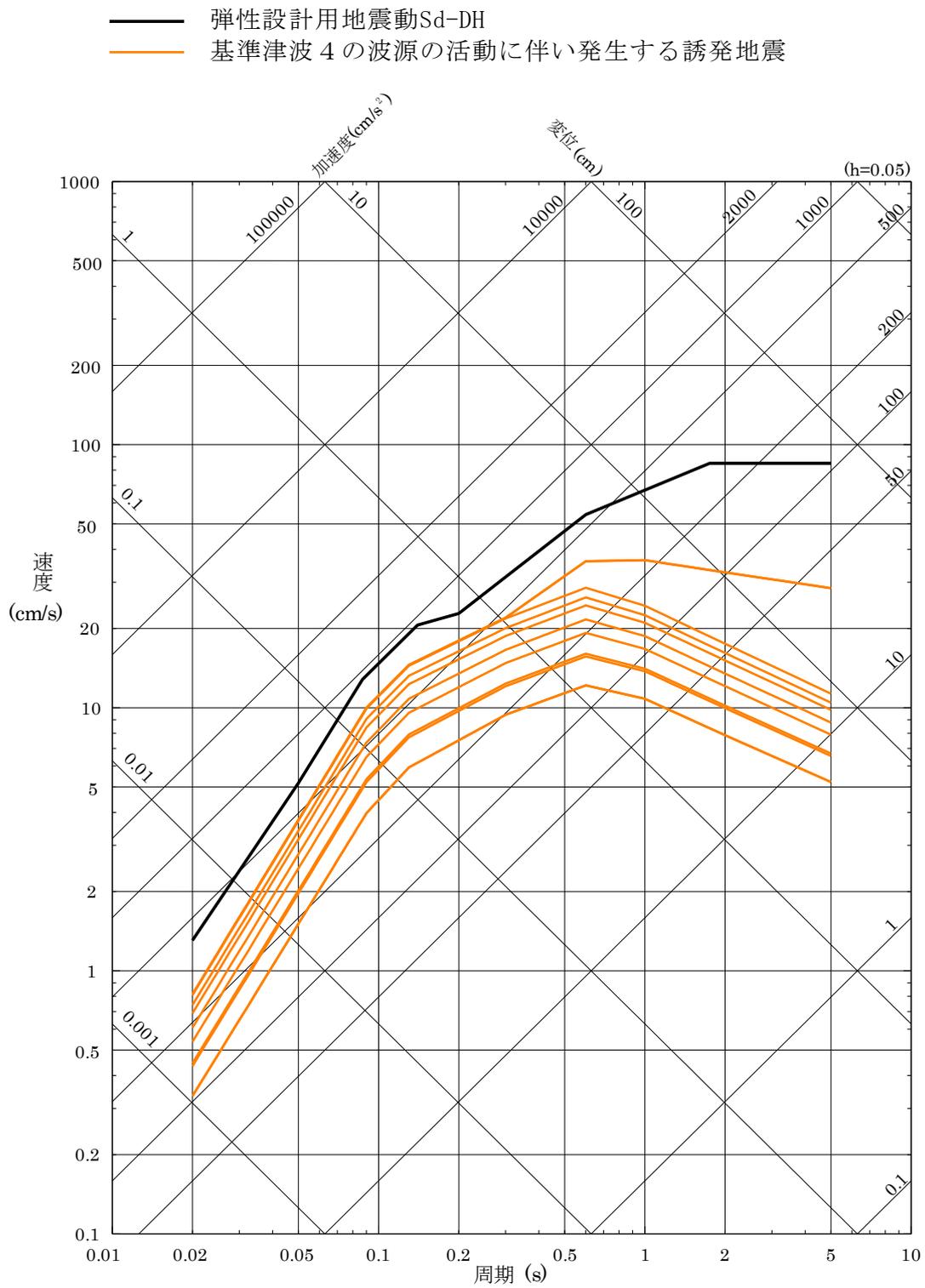


図 10 (1) 基準津波 4 の波源の活動に伴い発生する誘発地震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (水平方向)

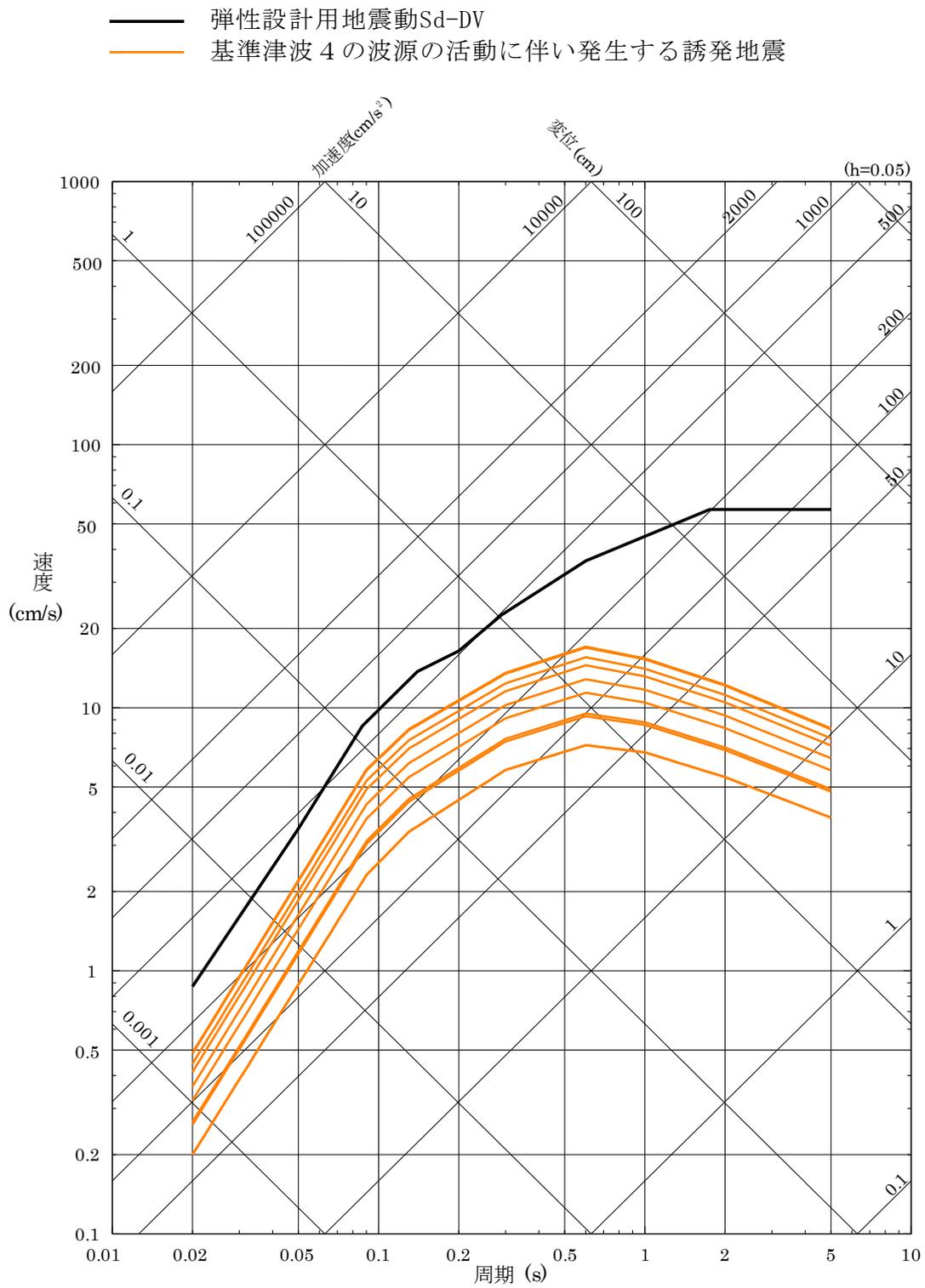


図 10 (2) 基準津波4の波源の活動に伴い発生する誘発地震と弾性設計用地震動 S d - D の比較 (鉛直方向)

荷重の組合せに関する津波と地震の組合せの方針について

1. 津波と地震の組合せについて

第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）において自然現象の組合せは、発生頻度及び最大荷重の継続時間を考慮して検討するとしており、基準津波と基準地震動を独立事象として扱う場合は、それぞれの発生頻度が十分小さいことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。それ以外の組合せについて、以下に示す。

2. 基準津波と地震の組合せについて

基準津波と当該津波の波源を震源とする本震は、伝播速度が異なり同時に敷地に到達することはないため、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮する必要はない。

基準津波（海域活断層）と当該津波の波源を震源とする余震は、同時に敷地に到達することを想定し、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮する。

一方、基準津波（日本海東縁部）と当該津波の波源を震源とする余震については、当該津波の波源が敷地から遠く、余震の敷地への影響が明らかに小さいことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。さらに、当該津波については、仮に余震以外のその他の地震として、頻度が高く年に1回程度発生する地震動レベルの小さい地震を独立事象として想定したとしても、当該津波の発生頻度及び最大荷重継続時間（120分と設定：別紙2参照）を踏まえると、当該津波の最大荷重継続時間内に余震以外のその他の地震が発生する頻度は、表1のとおり、 2.3×10^{-8} / 年であり十分小さい*ことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。

また、基準津波以外の津波は、阿部（1989）の予測式に基づく津波の予測高さによると、表2に示すとおり、基準津波（海域活断層）の波源の断層であるF-Ⅲ～F-Ⅴ断層に比べて水位が低く敷地に与える影響は小さいため、余震荷重との組合せを考慮しない。

*JEAG4601において組み合わせるべき荷重としては、事象の発生確率、継続時間、地震動の発生確率を踏まえ、その確率が 10^{-7} / 炉年以下となるものは組合せが不要と記載されている

3. 基準地震動と津波の組合せについて

基準地震動の震源（海域活断層）からの本震と当該本震に伴う津波は、伝播速度が異なり同時に敷地に到達することはないことから、組合せを考慮する必要はない。

基準地震動の震源については、他の海域の活断層よりも敷地に近い位置に存在し、仮に誘発地震に伴う津波の発生を考慮した場合においても、基準地震動が敷地に到達すると同時に当該津波が敷地に到達することはないことから、組合せを考慮する必要はない。

【参考文献】

- ・阿部勝征(1989)：地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測，東京大学地震研究所彙報，Vol. 64，pp. 51-69
- ・国土交通省・内閣府・文部科学省（2014）：日本海における大規模地震に関する調査検討会，最終報告書（H26. 9）

表1 地震及び津波の最大荷重継続時間と発生頻度

荷重の種類	最大荷重 継続時間 (年)	発生頻度 (/年)
地震 (基準地震動)	10^{-5}※1	$5 \times 10^{-4} \text{※3}$
津波 (基準津波)	$2.3 \times 10^{-4} \text{※2}$	$10^{-4} \sim 10^{-5} \text{※4}$

※1 $10^{-5} = 5 \text{分} / (365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 60 \text{分})$ として算出

※2 $2.3 \times 10^{-4} = 120 \text{分} / (365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 60 \text{分})$ として算出
(別紙2参照)

※3 JEAG4601に記載されている基準地震動 S_2 の発生確率を読み替えて適用

※4 ハザード評価結果

(基準津波の最大荷重継続時間内に余震以外のその他の地震が発生する頻度)

基準津波の 発生頻度	×	基準津波の 最大荷重継続時間	×	余震以外のその他の地震の 発生頻度 (想定)
$10^{-4} / \text{年}$		$2.3 \times 10^{-4} \text{年}$		$1 / \text{年}$
$= 2.3 \times 10^{-8} / \text{年}$				

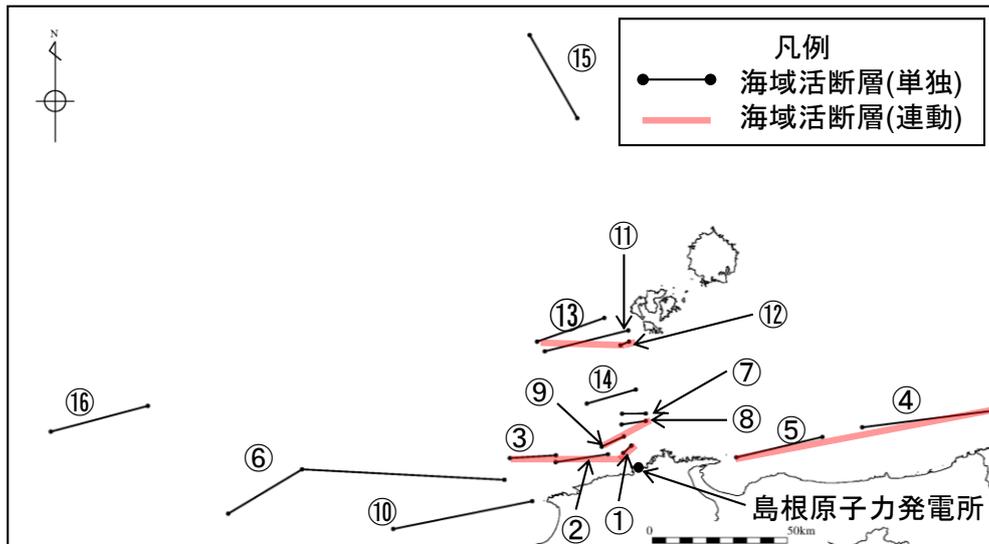


図1 敷地周辺海域の主な活断層の分布

表2 阿部(1989)の予測式に基づく敷地周辺海域の
主な活断層による津波の予測高^{※1}

No.	断層(図1の番号) ^{※2}	断層長さ L(km)	津波の 伝播距離 Δ(km)	Mw	予測高 H(m)
1	F-Ⅲ~F-V断層 (①+②+③) [基準津波の波源の断層]	48.0	24	7.3	3.6
2	鳥取沖東部断層~ 鳥取沖西部断層(④+⑤)	98	84	7.7	2.7
3	F57断層(⑥)	108	103	7.7	2.2
4	K-4~K-7撓曲 (⑦+⑧+⑨)	19.0	12.9	6.7	1.8
5	大田沖断層(⑩)	53	67	7.3	1.4
6	K-1撓曲+K-2撓曲 +F _{K0} 断層(⑪+⑫+⑬)	36	50	7.1	1.2
7	F _{k-1} 断層(⑭)	19.0	28.4	6.7	0.8
8	隠岐北西方北部断層(⑮)	36	149	7.1	0.4
9	見島北方沖西部断層(⑯)	38	201	7.1	0.3

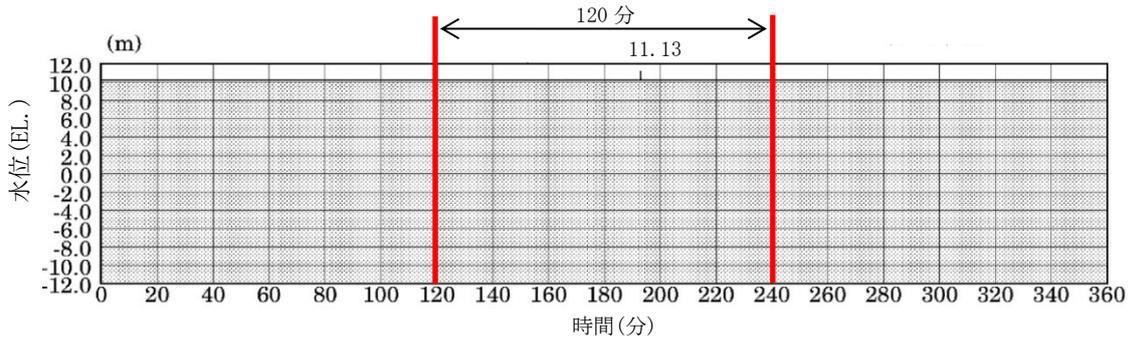
※1 数値は、第771回審査会合資料1-2 44頁から引用

※2 日本海の九州から北海道までの津波波源のうち、日本海東縁部の断層以外で国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)により島根県に与える影響が大きいとされている断層(上表のNo.1~3)及びその他の敷地周辺海域の活断層(上表のNo.4~9)について評価

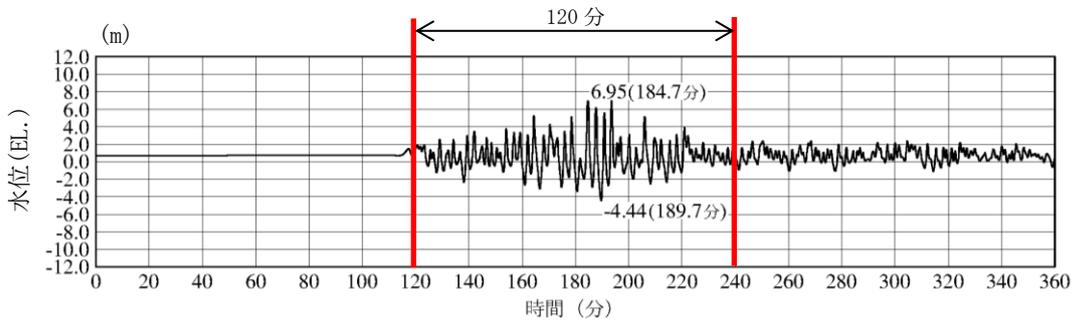
基準津波の最大荷重継続時間について

「1.6 設計または評価に用いる入力津波」において確認している、各施設に対する入力津波の時刻歴波形を図1に示す。なお、「海域活断層から想定される地震による基準津波4」は、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」と比べ、その津波の継続時間が短いことから、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波1, 2, 3, 5及び6」の時刻歴波形のうち、各施設に対して最も水位が高くなる入力津波の時刻歴波形を示している。

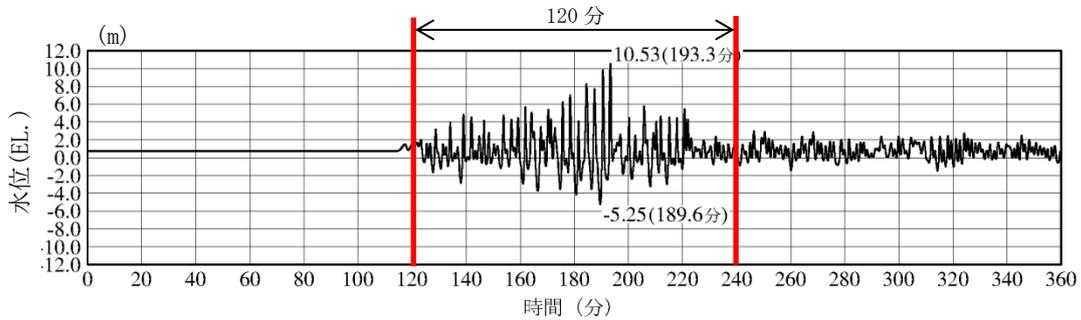
図1のとおり、入力津波が最大水位となるのは短時間であることから、津波による最大荷重継続時間も短時間となる。ただし、最大ではないものの比較的高い水位が発生していることから、高い水位が発生する範囲を余裕を持って包含する時間として、津波の最大荷重継続時間を120分と設定している。



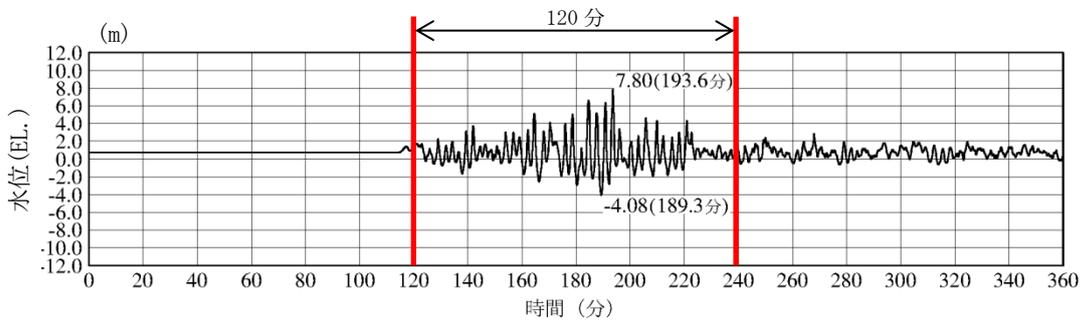
※最大水位上昇量 11.13m+朔望平均満潮位 0.58m+潮位のばらつき 0.14m≒EL. +11.9m
 施設護岸又は防波壁 (入力津波 1, 防波堤無し)



1号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

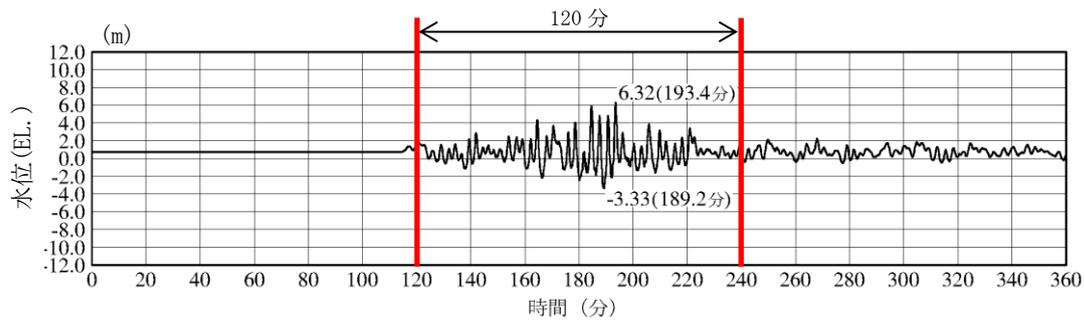


2号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

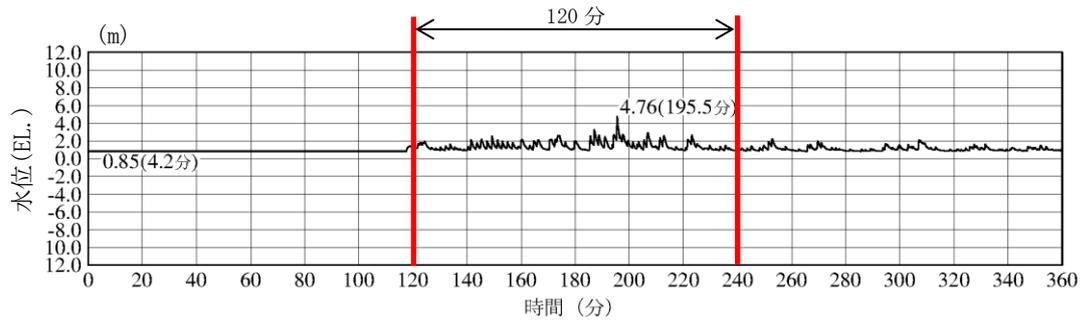


3号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

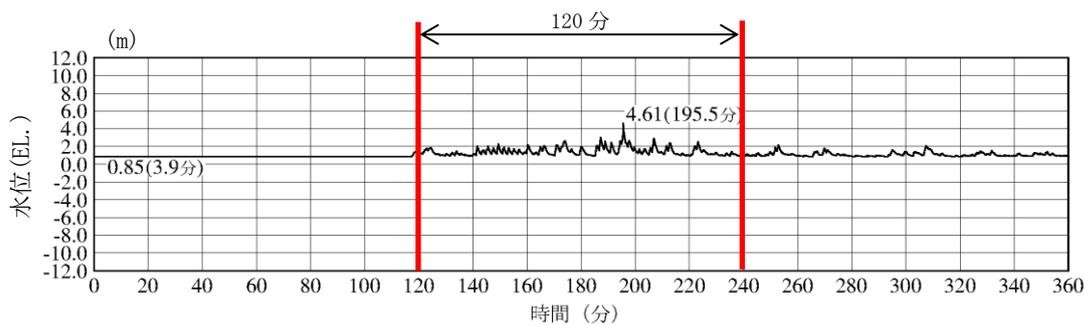
図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (1 / 4)



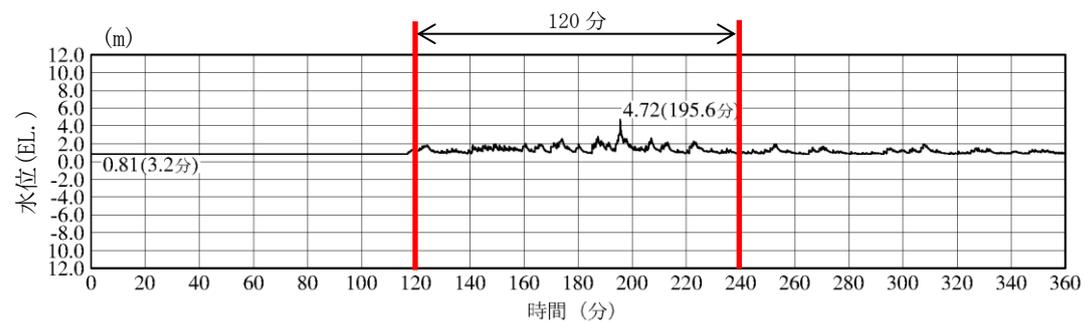
3号炉取水路点検口 (入力津波 1, 防波堤無し)



1号炉放水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

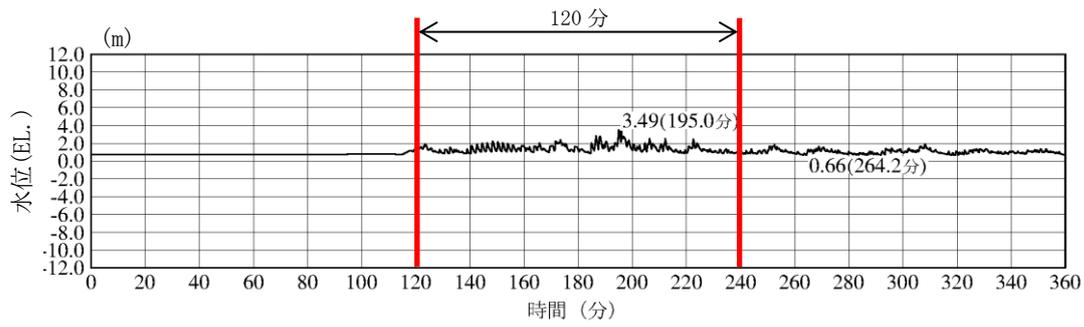


1号炉冷却水排水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

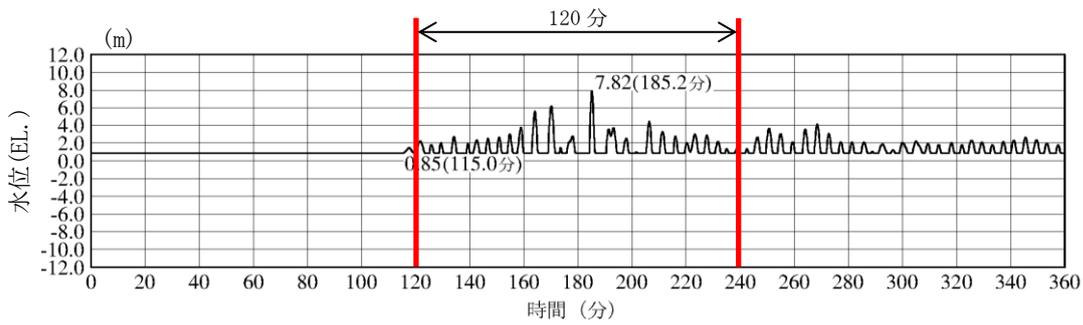


1号炉マンホール (入力津波 1, 防波堤有り)

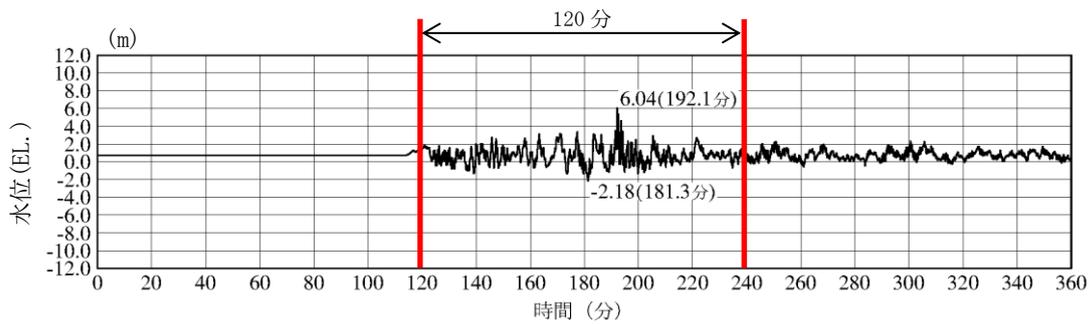
図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (2 / 4)



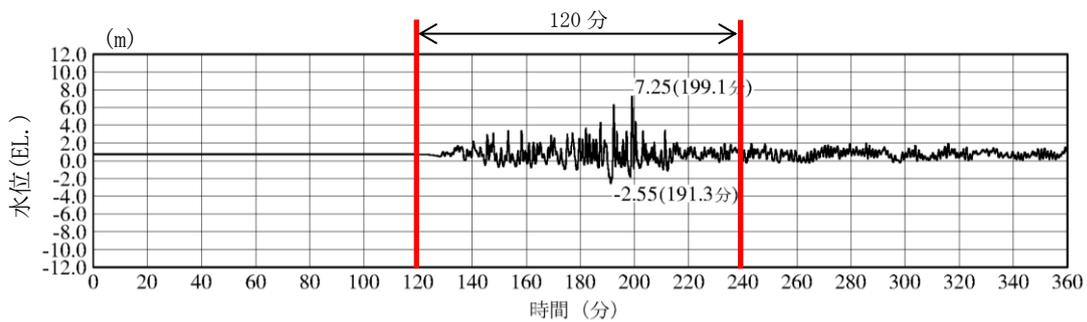
1号炉放水接合槽 (入力津波 1, 防波堤有り)



2号炉放水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

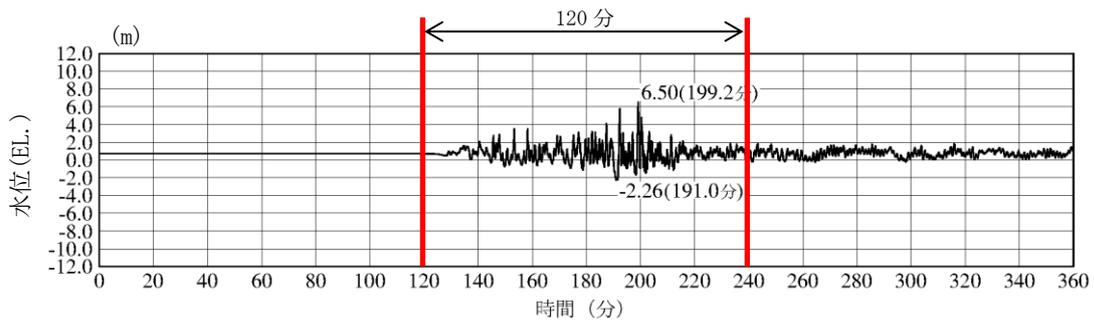


2号炉放水接合槽 (入力津波 1, 防波堤無し)



3号炉放水槽 (入力津波 5, 防波堤無し)

図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (3 / 4)



3号炉放水接合槽 (入力津波5, 防波堤無し)

図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (4 / 4)

荷重の組合せに関する津波と地震の組合せの方針について

1. 津波と地震の組合せについて

第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）において自然現象の組合せは、発生頻度及び最大荷重の継続時間を考慮して検討するとしており、基準津波と基準地震動を独立事象として扱う場合は、それぞれの発生頻度が十分小さいことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。それ以外の組合せについて、以下に示す。

2. 基準津波と地震の組合せについて

基準津波と当該津波の波源を震源とする本震は、伝播速度が異なり同時に敷地に到達することはないため、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮する必要はない。

基準津波（海域活断層）と当該津波の波源を震源とする余震は、同時に敷地に到達することを想定し、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮する。

一方、基準津波（日本海東縁部）と当該津波の波源を震源とする余震については、当該津波の波源が敷地から遠く、余震の敷地への影響が明らかに小さいことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。さらに、当該津波については、仮に余震以外のその他の地震として、頻度が高く年に1回程度発生する地震動レベルの小さい地震を独立事象として想定したとしても、当該津波の発生頻度及び最大荷重継続時間（120分と設定：別紙2参照）を踏まえると、当該津波の最大荷重継続時間内に余震以外のその他の地震が発生する頻度は、表1のとおり、 2.3×10^{-8} /年であり十分小さい*ことから、津波荷重と地震荷重の組合せを考慮しない。

また、基準津波以外の津波は、阿部（1989）の予測式に基づく津波の予測高さによると、表2に示すとおり、基準津波（海域活断層）の波源の断層であるF-Ⅲ～F-V断層に比べて水位が低く敷地に与える影響は小さいため、余震荷重との組合せを考慮しない。

*JEAG4601において組み合わせるべき荷重としては、事象の発生確率、継続時間、地震動の発生確率を踏まえ、その確率が 10^{-7} /炉年以下となるものは組合せが不要と記載されている

3. 基準地震動と津波の組合せについて

基準地震動の震源（海域活断層）からの本震と当該本震に伴う津波は、伝播速度が異なり同時に敷地に到達することはないことから、組合せを考慮する必要はない。

基準地震動の震源については、他の海域の活断層よりも敷地に近い位置に存在し、仮に誘発地震に伴う津波の発生を考慮した場合においても、基準地震動が敷地に到達すると同時に当該津波が敷地に到達することはないことから、組合せを考慮する必要はない。

【参考文献】

- ・阿部勝征(1989)：地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測，東京大学地震研究所彙報，Vol. 64，pp. 51-69
- ・国土交通省・内閣府・文部科学省（2014）：日本海における大規模地震に関する調査検討会，最終報告書（H26. 9）

表1 地震及び津波の最大荷重継続時間と発生頻度

荷重の種類	最大荷重 継続時間 (年)	発生頻度 (/年)
地震 (基準地震動)	10^{-5}※1	$5 \times 10^{-4} \text{※3}$
津波 (基準津波)	$2.3 \times 10^{-4} \text{※2}$	$10^{-4} \sim 10^{-5} \text{※4}$

※1 $10^{-5} = 5 \text{分} / (365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 60 \text{分})$ として算出

※2 $2.3 \times 10^{-4} = 120 \text{分} / (365 \text{日} \times 24 \text{時間} \times 60 \text{分})$ として算出
(別紙2参照)

※3 JEAG4601に記載されている基準地震動 S_2 の発生確率を読み替えて適用

※4 ハザード評価結果

(基準津波の最大荷重継続時間内に余震以外のその他の地震が発生する頻度)

基準津波の 発生頻度	×	基準津波の 最大荷重継続時間	×	余震以外のその他の地震の 発生頻度 (想定)
$10^{-4} / \text{年}$		$2.3 \times 10^{-4} \text{年}$		$1 / \text{年}$
$= 2.3 \times 10^{-8} / \text{年}$				

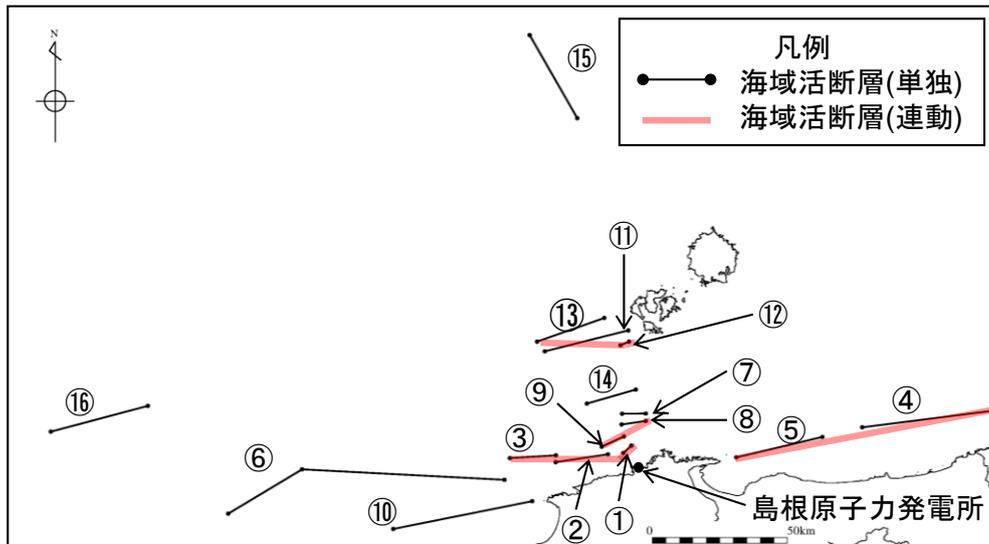


図1 敷地周辺海域の主な活断層の分布

表2 阿部(1989)の予測式に基づく敷地周辺海域の
主な活断層による津波の予測高^{※1}

No.	断層(図1の番号) ^{※2}	断層長さ L(km)	津波の 伝播距離 Δ(km)	Mw	予測高 H(m)
1	F-Ⅲ~F-Ⅴ断層 (①+②+③) [基準津波の波源の断層]	48.0	24	7.3	3.6
2	鳥取沖東部断層~ 鳥取沖西部断層(④+⑤)	98	84	7.7	2.7
3	F57断層(⑥)	108	103	7.7	2.2
4	K-4~K-7撓曲 (⑦+⑧+⑨)	19.0	12.9	6.7	1.8
5	大田沖断層(⑩)	53	67	7.3	1.4
6	K-1撓曲+K-2撓曲 +F _{K0} 断層(⑪+⑫+⑬)	36	50	7.1	1.2
7	F _{k-1} 断層(⑭)	19.0	28.4	6.7	0.8
8	隠岐北西方北部断層(⑮)	36	149	7.1	0.4
9	見島北方沖西部断層(⑯)	38	201	7.1	0.3

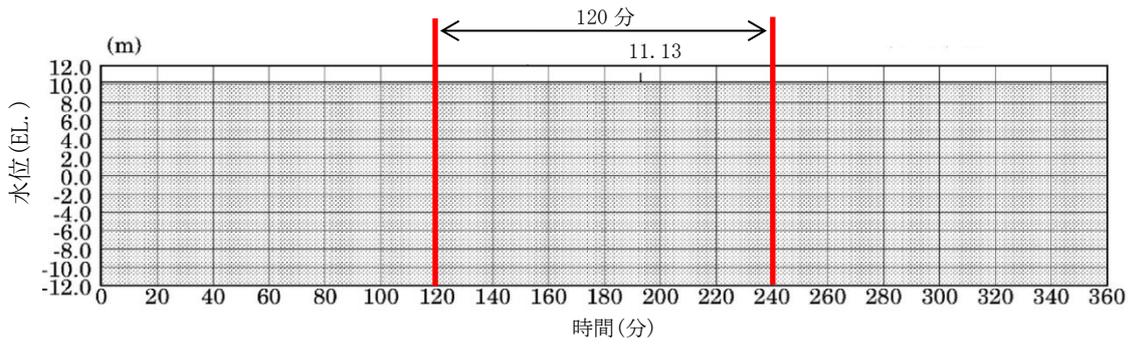
※1 数値は、第771回審査会合資料1-2 44頁から引用

※2 日本海の九州から北海道までの津波波源のうち、日本海東縁部の断層以外で国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)により島根県に与える影響が大きいとされている断層(上表のNo.1~3)及びその他の敷地周辺海域の活断層(上表のNo.4~9)について評価

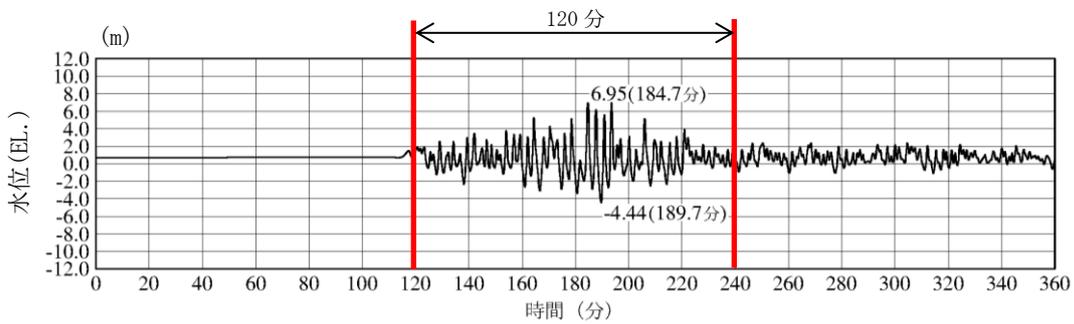
基準津波の最大荷重継続時間について

「1.6 設計または評価に用いる入力津波」において確認している、各施設に対する入力津波の時刻歴波形を図 1 に示す。なお、「海域活断層から想定される地震による基準津波 4」は、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波 1, 2, 3, 5 及び 6」と比べ、その津波の継続時間が短いことから、「日本海東縁部に想定される地震による基準津波 1, 2, 3, 5 及び 6」の時刻歴波形のうち、各施設に対して最も水位が高くなる入力津波の時刻歴波形を示している。

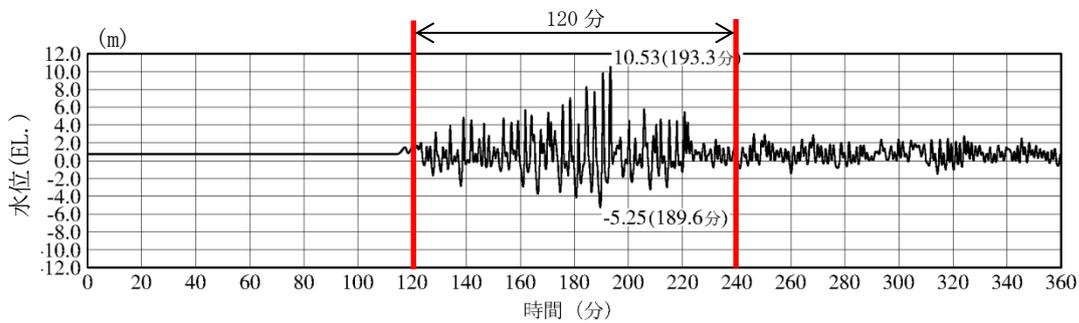
図 1 のとおり、入力津波が最大水位となるのは短時間であることから、津波による最大荷重継続時間も短時間となる。ただし、最大ではないものの比較的高い水位が発生していることから、高い水位が発生する範囲を余裕を持って包含する時間として、津波の最大荷重継続時間を 120 分と設定している。



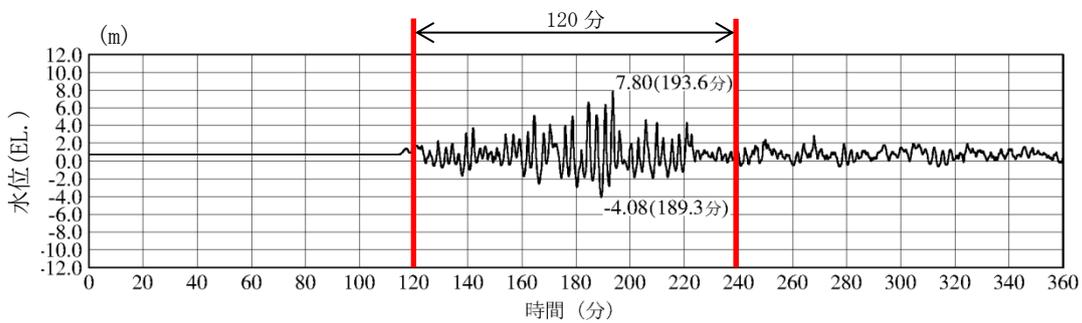
※最大水位上昇量 11.13m+朔望平均満潮位 0.58m+潮位のばらつき 0.14m≒EL. +11.9m
 施設護岸又は防波壁 (入力津波 1, 防波堤無し)



1号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

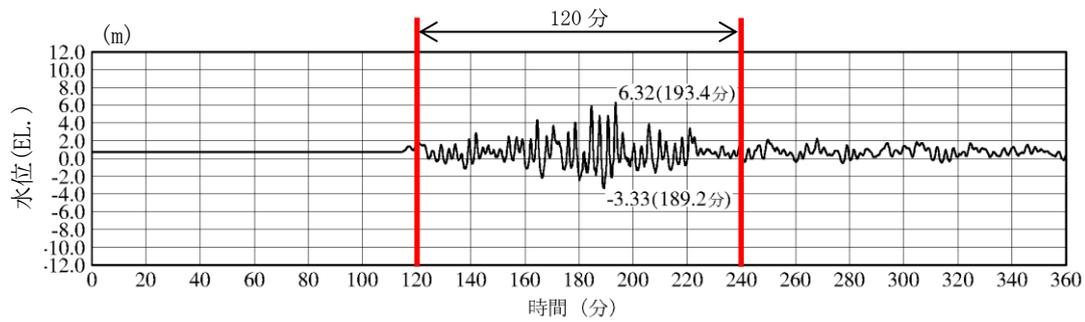


2号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

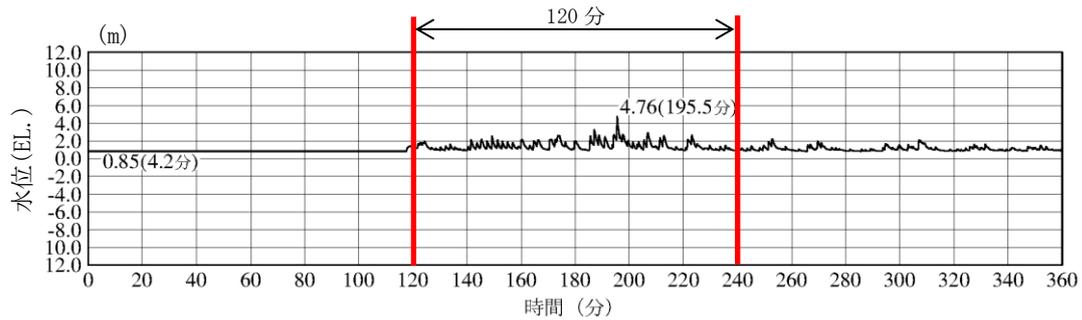


3号炉取水槽 (入力津波 1, 防波堤無し)

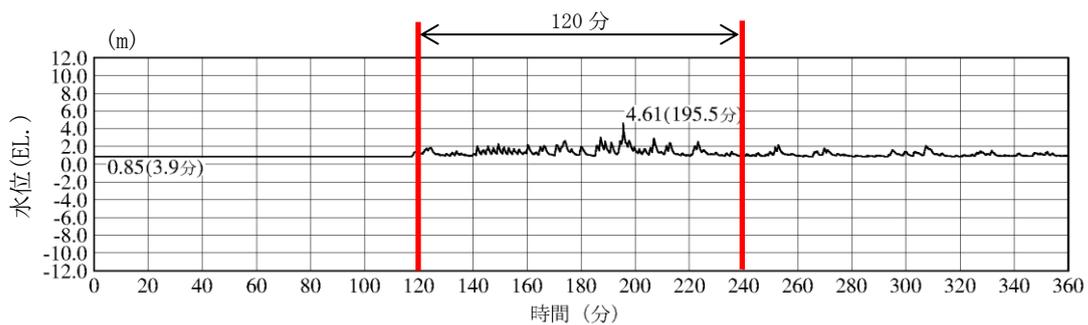
図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (1 / 4)



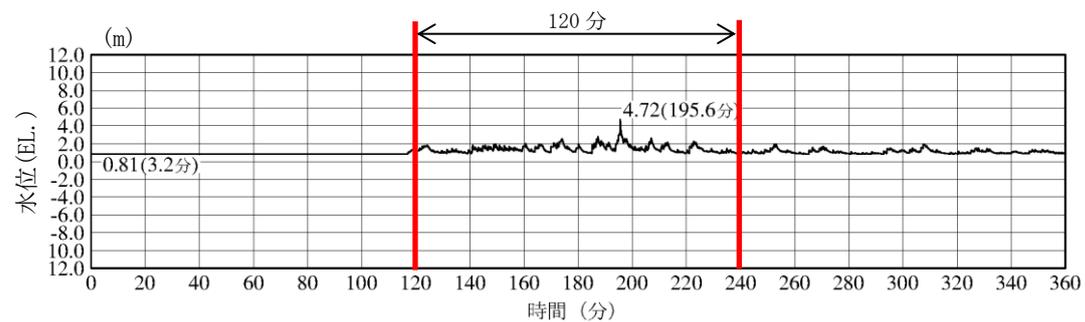
3号炉取水路点検口 (入力津波 1, 防波堤無し)



1号炉放水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

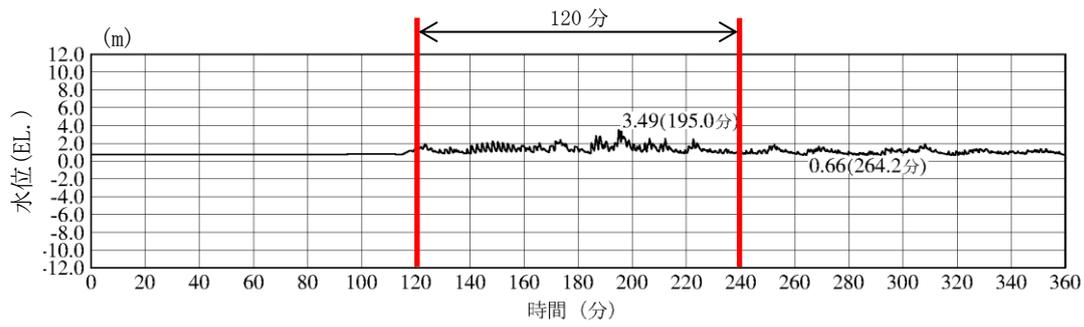


1号炉冷却水排水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

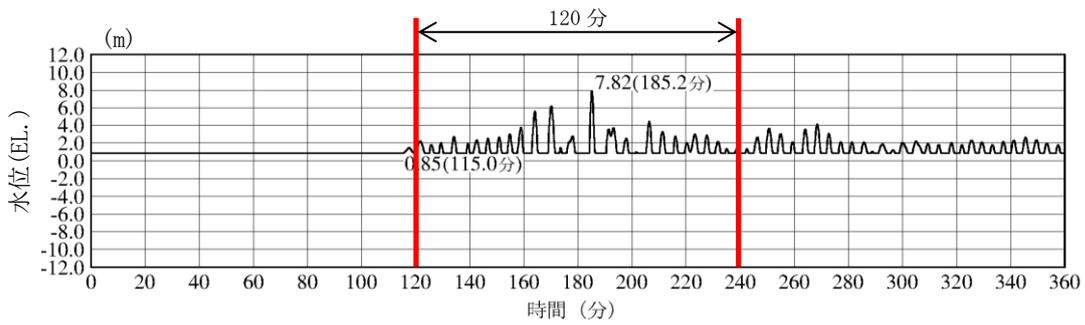


1号炉マンホール (入力津波 1, 防波堤有り)

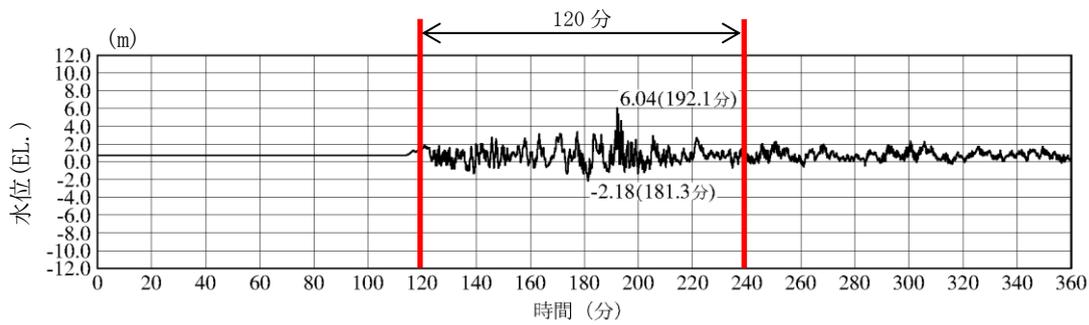
図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (2 / 4)



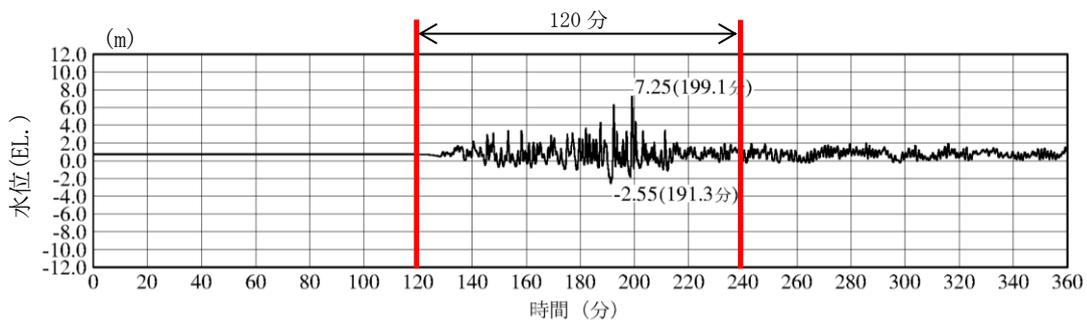
1号炉放水接合槽（入力津波1，防波堤有り）



2号炉放水槽（入力津波1，防波堤有り）

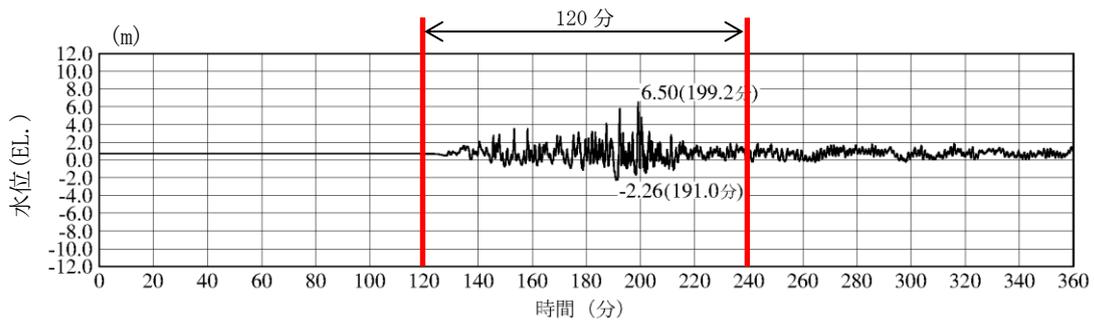


2号炉放水接合槽（入力津波1，防波堤無し）



3号炉放水槽（入力津波5，防波堤無し）

図1 入力津波の時刻歴波形（日本海東縁部）（3 / 4）



3号炉放水接合槽 (入力津波5, 防波堤無し)

図1 入力津波の時刻歴波形 (日本海東縁部) (4 / 4)

水密扉の運用管理について

1. 概要

浸水防止設備として整備する水密扉は通常時閉運用としており、現場での注意表示（水密扉表示，常時閉表示）及び各種手順書にて閉運用とすることとしている。また，開閉状態の確認のため，水密扉に対して，以下により「扉設置場所での“開”状態の認知性向上」及び「中央制御室での開閉状態の監視」を実施し，水密扉の閉め忘れを防止している。図1に水密扉監視設備の概略を示す。

- 発電所内に入所する者に対して，確実な閉止運用がなされるよう周知徹底する。
- 警報ブザーを扉設置場所に設置する。
- 中央制御室に警報ブザーを設置する。

なお，資機材の運搬や作業に伴い開放する必要がある場合は，以下を条件に連続開放を可とする運用としている。

- 津波注意報，津波警報又は大津波警報発令後，速やかに閉止できる人員が確保されていること。
- 津波注意報，津波警報又は大津波警報発令時には，当直長からのページング放送等により，直ちに水密扉を閉止すること。

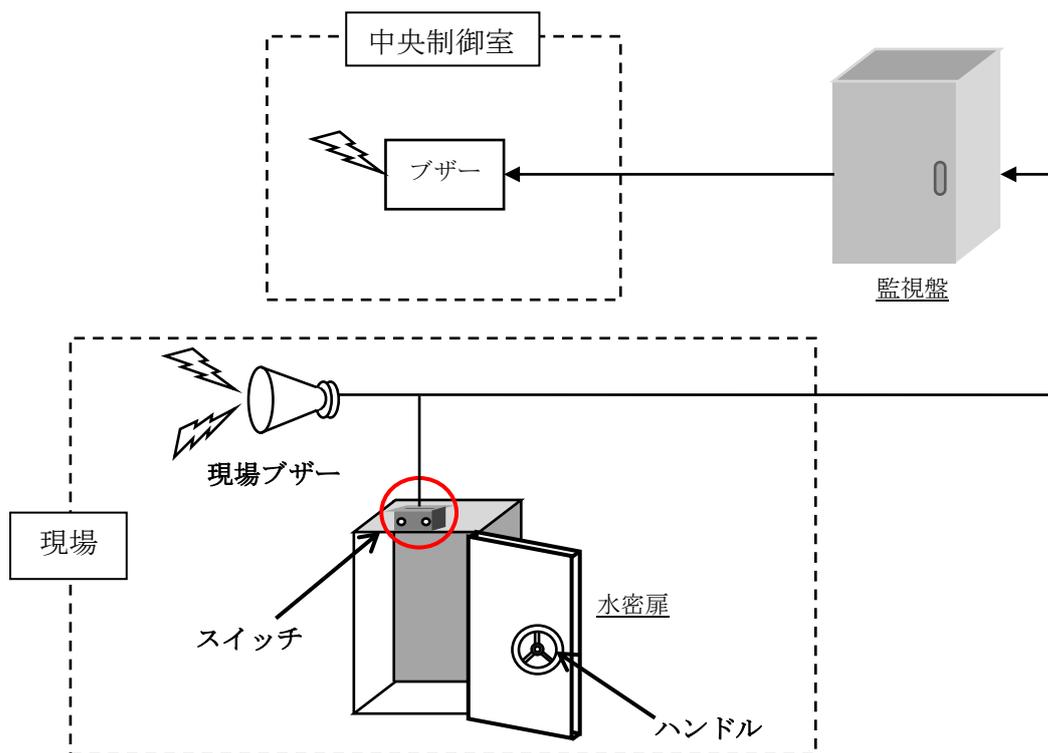


図1 監視設備の概略

2. 監視対象となる水密扉の位置

「4.2 浸水防止設備の設計」に記載するとおり、取水槽除じん機エリア及びタービン建物の浸水防護重点化範囲の境界において、浸水防止設備として水密扉を設置している。

これらの水密扉については、全て中央制御室にて監視が可能な設計としている。

なお、水密扉の設置位置は、添付資料9「津波防護対策の設備の位置付けについて」に示す。

審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）

<p>1. 防護対象とする施設の選定方針</p> <p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>第5条（津波による損傷の防止） 第5条 設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ。</p> <p>解釈別記3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一 Sクラスに属する施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。下記第三号において、基準津波に同じ。）の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させないこと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。そのため、以下の方針によること。</p> <p>① Sクラスに属する設備（浸水防止設備及び津波監視設備を除く。以下下記第三号までにおいて同じ。）を内包する建屋及びSクラスに属する設備（屋外に設置するものに限る。）は、基準津波による遡上波が到達しない十分な高い場所に設置すること。なお、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置すること。</p> <p>②～③（省略）</p> <p>二 取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止すること。その</p>	<p>耐震重要度分類におけるSクラスに属する施設を対象施設として、これを確認する。 また、上記を基本とし、これに加えて以下を踏まえて設計により防護する施設を選定していることを確認する。</p> <p>第6条（外部からの衝撃による損傷の防止） 第6条 安全施設（兼用キャスクを除く。）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならぬ。</p> <p>2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものではない。</p> <p>4 第2項に規定する「重要安全施設」については、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成28年8月30日原子力安全委員会決定）の「V. 2.（2）自然現象に対する設計上の考慮」に示されるものとする。</p>	<p>防護対象とする施設の選定について、設計基準対象施設のうち耐震重要度分類におけるSクラスの施設を選定するとともに、重要な安全機能を有する施設に着目して選定している。</p> <p>具体的には、以下のとおりである。</p> <p>①設計基準対象施設のうち、耐震重要度分類におけるSクラスの施設を防護対象とする施設として選定する方針とする。</p> <p>②これに加えて、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成28年8月30日原子力安全委員会）（以下「安全重要度分類指針」という。）に基づく安全機能を有する構造物、系統及び機器に対する設計上の考慮（自然現象に対する設計上の考慮）を参考にして、安全重要度分類におけるクラス1及びクラス2に属する構造物、系統及び機器についても防護対象とする施設として選定する方針とする。</p> <p>③安全機能を有する設備のうちクラス3設備については、安全評価上その機能を期待する設備は、その機能を維持できる設計とし、その他の設備は、基準津波に対して機能を維持するか、基準津波により損傷した場合を考慮して代替設備により必要な機能を確保する等の対応を行う設計とする。</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>ため、以下の方針によること。</p> <p>①～③（省略）</p> <p>三 上記の前二号に規定するものの他、Sクラスに属する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。そのため、Sクラスに属する設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化することにも、津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部及び貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。</p> <p>四 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を防止すること。そのため、非常用海水冷却系については、基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持でき、かつ冷却に必要な海水が確保できる設計であること。また、基準津波による水位変動に伴う砂の移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保でき、かつ取水口からの砂の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。</p> <p>五～七（省略）</p>			

2. 基本事項

(1) 敷地及び敷地周辺における地形と施設の配置

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>第5条 (津波による損傷の防止)</p> <p>第五条 設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ。</p> <p>解釈別記3</p> <p>3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一 Sクラスに属する施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。下記第三号において、基準津波に同じ。）の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させないこと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。そのため、以下の方針によること。</p> <p>① Sクラスに属する設備（浸水防止設備及び津波監視設備を除く。以下下記第三号までにおいて同じ。）を内包する建屋及びSクラスに属する設備（屋外に設置するものに限る。）は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。なお、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置すること。</p> <p>②～③ (省略)</p> <p>二～七 (省略)</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>3. 基本事項</p> <p>3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等敷地及び敷地周辺の図面等に基づき、以下を把握する。</p> <p>(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>耐津波設計の前提条件における必要な事項として、敷地及び敷地周辺の地形、施設の配置等について、図面等を用いて網羅的に示している。</p> <p>具体的には、敷地及び敷地周辺の地形、施設の配置等について、図面等を用いて以下のとおり示している。</p> <p>(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在 敷地は島根半島の中央部に位置し、北側は日本海に面しており、東西及び南側の三方向を標高 150m 程度の高さの山に囲まれている。 敷地周辺の河川としては、敷地から南方約 2 km に宍道湖から日本海に注ぐ人工河川の佐陀川がある。 施設、設備が設置される敷地の高さは、主に、E L. +8.5m, E L. +15.0m, E L. +44.0m の高さに分かれている。</p> <p>(2) 敷地における施設の位置、形状等</p> <p>① 防護対象とする施設を内包する建物及び区画として、タービン建物を E L. +8.5m の敷地に、原子炉建物、制御室建物及び廃棄物処理建物を E L. +15.0m の敷地に設置する。 ② 屋外設備としては B ー 非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を E L. +15.0m の敷地に、A ー 非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>③津波防護施設（防潮堤、防潮壁等）</p> <p>④浸水防止設備（水密扉等）※</p> <p>⑤津波監視設備（潮位計、取水ビット水位計等）※</p> <p>※ 基本設計段階で位置が特定されているもの</p> <p>⑥敷地内（防潮堤の外側）の遡上域の建物・構築物等（一般建物、鉄塔、タンク等）</p> <p>(3)敷地周辺の人工構築物（以下は例示である。）</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>スプレィ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒をE.L.+8.5mの敷地に設置する。</p> <p>非常用海水冷却系の海水ポンプはE.L.+8.5mの敷地下の取水槽床面E.L.+1.1mに設置する。</p> <p>③津波防護施設として天端高さE.L.+15.0mの防波壁を設置する。また、防波壁通路に防波壁通路防波扉を、1号炉取水槽に流路縮小工を設置する。</p> <p>④浸水防止設備として、屋外排水路に屋外排水路逆止弁を設置する。また、E.L.+8.5mの敷地の取水槽の天端開口部に天端高さE.L.+11.3mの取水槽除じん機エリア防波壁及び取水槽除じん機エリア水密扉を設置する。取水槽の床ドレン開口部に取水槽床ドレン逆止弁を設置する。タービン建物（耐震クラス）の設備を設置するエリア）の開口部に対し復水器エリア防波壁、復水器エリア水密扉、タービン建物床ドレン逆止弁を設置する。さらに、地震により破損した場合に浸水防護重点化範囲へ津波が流入する可能性のある経路に対して隔離弁を設置するとともに基準地震動Ssによる地震力に対してバウンダリ機能を保持するポンプ及び配管を設置する。</p> <p>取水槽、放水槽及びタービン建物（復水器を設置するエリア）の貫通部に対して貫通部止水処置を実施する。</p> <p>⑤津波監視設備として、排気筒E.L.+64.0m及び3号炉北側防波壁上部E.L.+15.0mに津波監視カメラを、取水槽に下降側、上昇側の津波高さを計測するための取水槽水位計を設置する。</p> <p>⑥敷地内の遡上域（防波壁外側）の建物・構築物等として、E.L.+6.0mの荷揚場に荷揚場詰所、デリックレーン等がある。</p> <p>(3)敷地周辺の人工構築物の位置、形状等</p>	適合のための確認事項

設置許可基準規則／解積、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>の位置、形状等</p> <p>①港湾施設（サイト内及びサイト外）</p> <p>②河川堤防、海岸線の防波堤、防潮堤等</p> <p>③海上設置物（係留された船舶等）</p> <p>④遡上域の建物・構築物等（一般建物、鉄塔、タンク等）</p> <p>⑤敷地前面海域における通過船舶</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>①発電所構内の港湾施設として、防波堤及び荷揚場がある。発電所構外の港湾施設として、周辺に漁港がある。</p> <p>②それぞれの漁港には防波堤がある。</p> <p>③敷地外の海上設置物として、周辺漁港に漁船がある。また、定置網の設置海域がある。</p> <p>④敷地周辺には、民家、工場等がある。</p> <p>⑤敷地前面海域を通過する船舶としては、海上保安庁の巡視船、漁船、プレジャーボート、引き船、タンカー、貨物船及び帆船が航行している。その他、発電所から約6km離れた潜戸に小型船舶による観光遊覧船の航路がある。</p> <p>【重大事故等対処施設】 設計基準対象施設の防護対象とする施設を内包する建物及び区画以外の建物及び区画に設置する重大事故等対処施設は、第1ペントフイルタ格納槽、低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽、ガスタタービン発電機用軽油タンクを敷設するエリア、ガスタタービン発電機建物、緊急時対策所及び第1～第4保管エリアに設置する。</p>	適合のための確認事項

(2) 基準津波による敷地周辺の遡上域及び浸水域

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解釈別記3</p> <p>3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設定に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一 Sクラスの属する施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。下記第三号において同じ。）の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させないこと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。そのため、以下の方針によること。</p> <p>①（省略）</p> <p>②上記①の遡上波の到達防止に当たっては、敷地及び敷地周辺の地形及びその標高、河川等の存在並びに地震による広域的な隆起・沈降を考慮して、遡上波の回込みを含め敷地への遡上の可能性を検討すること。また、地震による変状又は繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形又は河川流路の変化等が考えられる場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討すること。</p> <p>③（省略）</p> <p>二～七（省略）</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>3.2 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域</p> <p>3.2.1 敷地周辺の遡上・浸水域の評価</p> <p>遡上・浸水域の評価に当たっては、次に示す事項を考慮した遡上解析を実施して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地及び敷地周辺の地形とその標高 敷地沿岸域の海底地形 津波の敷地への侵入角度 	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>3.2 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域</p> <p>3.2.1 敷地周辺の遡上・浸水域の評価</p> <p>(1) 上記の考慮事項に関して、遡上解析（砂移動の評価を含む）の手法、データ及び条件を確認する。確認のポイントは以下のとおり。</p> <p>① 敷地及び敷地周辺の地形とその標高について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。</p> <p>② 敷地沿岸域の海底地形の根拠が明示され、その根拠が信頼性を有するものか。</p> <p>③ 敷地及び敷地周辺に河川、水路が存在する場合</p>	<p>遡上解析について、公的機関による信頼性の高いデータや最新技術に基づいたデータを用いてモデルを作成すること及び地震による影響を適切に考慮したうえで敷地への遡上の可能性を検討している。</p> <p>具体的には、以下のとおり遡上解析を実施している。</p> <p>(1) 遡上・浸水域の評価における考慮事項については、以下のとおりである。</p> <p>① 基準津波による遡上解析に当たっては、基準津波の評価において妥当性を確認した数値シミュレーションプログラムを用いて、地殻変動を地形に反映して津波の数値シミュレーションを実施する。計算格子間隔については、土木学会(2016)を参考に、敷地に近づくに細かい格子サイズを用い、津波の挙動が精度よく計算できるよう適切に設定する。なお、敷地近傍及び敷地については、海底・海岸地形、敷地の構造物等の規模や形状を考慮し、格子サイズ6.25mでモデル化する。</p> <p>② 地形のモデル化に当たっては、最新の地形データを用いることとし、海域では一般財団法人日本水路協会(2008～2011)、深淺測量等による地形データを用い、陸域では、国土地理院(2014)等による地形データを用いる。また、取水路・放水路等の諸元については、発電所の竣工図等を用いる。</p> <p>③敷地周辺の河川としては、敷地から南方約2km</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>入力津波の設定プロセス及び結果の妥当性(論点7)</p> <p>入力津波の設定についてのプロセスを設定結果の整理し、不確かさの考慮及び入力津波の設定結果の妥当性を確認する必要がある。</p>

設置許可基準規則／解積、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<ul style="list-style-type: none"> 敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在 陸上の遡上・伝播の効果 伝播経路上の人工構造物 	<p>には、当該河川、水路による遡上を考慮する上で、遡上域のメッシュサイズが十分か、また、適切な形状にモデル化されているか。</p> <p>④ 陸上の遡上・伝播の効果について、遡上、伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定されているか。</p> <p>⑤ 伝播経路上の人工構造物について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。</p>	<p>の位置に左陀川が存在するが、発電所とは標高150m程度の山地で隔られている。この状況から敷地への遡上波に影響はない。また、E.L. + 8.5m及びE.L. + 15.0mの発電所敷地内へ流入する水路はない。</p> <p>④ 遡上・伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定された遡上域のモデルを作成する。</p> <p>⑤ モデル化の対象とする構造物は、耐震性や耐津波性を有する恒設の人工構造物、及び津波の遡上経路に影響する恒設の人工構造物とする。その他の津波伝播経路上の人工構造物については、構造物が存在することで津波の影響軽減効果が生じ、遡上範囲を過小に評価する可能性があることから、遡上解析上、保守的な評価となるよう対象外とする。</p> <p>なお、遡上経路に影響し得る、あるいは津波伝播経路上の人工構造物である防波堤は、耐震性が確認された構造物ではないが、その存在が遡上解析に与える影響が必ずしも明確でないことから、ここではモデル化の対象とし、損傷等が遡上経路に及ぼす影響を検討する。人工構造物についても、規模や形状を考慮し、格子サイズ6.25mでモデル化する。</p>	<p>適合のための確認事項</p>
	<p>(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっての考慮事項に対する確認のポイントは以下のとおり。</p> <p>① 敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の侵入角度及び速度、並びにそれらの経時変化が把握されているか。また、敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流下方向及びそれらの速度について留意しているか。</p> <p>② 敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地及び津波防護施設について、その標高の分布と施設前面の津波の高さを比較し、遡上波が敷地に地上部から到達・流入する可能性が考え</p>	<p>(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっての考慮事項については、以下のとおりである。</p> <p>① 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっては、敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の侵入角度及び速度並びにそれらの経時変化を把握する。</p> <p>敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流下方向及びそれらの速度について留意する。</p> <p>② 発電所敷地周辺は、堅固な地盤上に設置したE.L. + 15.0mの防波壁及び防波壁端部の地山斜面により取り囲まれていることから設計基準対象施設が敷地に地上部から到達・流入する可能性が考え</p>	

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
	<p>られるか。 ③ 敷地及び敷地周辺の地形、標高の局所的な変化、並びに河川、水路等が津波の遡上・流下方向に影響を与え、遡上波の敷地への回り込みの可能性が考えられるか。</p>	<p>設置された敷地に津波が遡上する可能性はない。 ③ 敷地及び敷地周辺の地形、標高の局所的な変化等による遡上波の敷地への回り込みの可能性を検討している。 なお、河川・流路等の変化による遡上波の敷地への回り込みについては、敷地周辺の河川が敷地から南方約2kmに位置し、発電所とは標高150m程度の山地で隔てられており、E.L.+8.5m及びE.L.+15.0mの発電所敷地内へ流入する水路はないことから、回り込みの可能性はない。</p>	

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価 次に示す可能性が考えられる場合は、敷地への遡上 経路に及ぼす影響を検討すること。 ・地震に起因する変状による地形、河川流路の変化 ・繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地 形、河川流路の変化</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価 (1)(3.2.1)の遡上解析結果を踏まえ、遡上及び流下 経路上の地盤並びにその周辺の地盤について、地震 による液状化、流動化又はすべり、もしくは津波に よる地形変化、標高変化が考えられる場合は、遡上 波の敷地への到達（回り込みを含む） の可能性について確認する。なお、敷地の周辺斜面 が、遡上波の敷地への到達に対して障壁となってい る場合は、当該斜面の地震時及び津波時の健全性に ついて、重要施設の周辺斜面と同等の信頼性を有す る評価を実施する等、特段の留意が必要である。 (2)敷地周辺の遡上経路上に河川、水路が存在し、 地震による河川、水路の堤防等の崩壊、周辺斜面の 崩落に起因して流路の変化が考えられる場合は、遡 上波の敷地への到達の可能性について確認する。 (3)遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当 たっては、地形変化、標高変化、河川流路の変化に ついて、基準地震動Ssによる被害想定を基に遡上 解析の初期条件として設定していることを確認す る。</p>	<p>具体的には、以下のとおり検討し、評価を行う。 (1)次に示す可能性が考えられる場合は、敷地への 遡上経路に及ぼす影響を検討する。 ・地震に起因する変状による地形、河川流路の変化 ・繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積による地 形、河川流路の変化 も、防波壁（東端部）及び防波壁（西端部）は双方と も、敷地周辺の地上部からの到達に対して障壁とな っていることから、当該斜面に対して、耐震重要施 設及び重大事故等対処施設の周辺斜面と同等の信 頼性を有する評価を実施し、基準地震動及び基準津 波に対する健全性の確保について確認する。 (2)敷地周辺の河川としては、敷地から南方約2km の位置に佐陀川が存在するが、発電所とは標高150m 程度の山地で隔てられている。この状況から遡上波 が敷地へ到達する可能性はない。また、E.L. +8.5m 及びE.L. +15.0mの発電所敷地内へ流入する水路 はない。 (3)遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に 当たっては、基準地震動Ssに伴い地形変化及び標 高変化が生じる可能性を踏まえ、入力津波高さへの 影響を確認するため、数値シミュレーションの条件 として沈下無し条件に加えて、埋戻土及び砂礫層 に対して揺すり込み及び液状化に伴い地盤を沈下 させた条件についても考慮する。また、防波壁両端 部以外の敷地周辺斜面の崩壊による入力津波高さ への影響を確認するため、数値シミュレーションの</p>	<p>入力津波の設定プロセス及び結果の妥当性 (論点7) 入力津波の設定についてのプロセスを網羅的に 整理し、不確かさの考慮及び入力津波の設定結果の 妥当性を確認する必要がある。 津波防護の障壁となる地山の扱い（論点2） 基準津波による遡上波が設計基準対象施設の設 置された敷地に到達、流入することを防止するた め、防波壁端部の地山を考慮している。 このため、防波壁端部の地山が新規規制基準の要求 事項に対して適合するものであるか確認する必要 がある。</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>(4)地震による地盤変状、斜面崩落等の評価については、適用する手法、データ及び条件並びに評価結果を確認する。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>条件として斜面崩壊無しの条件に加えて、敷地周辺の地すべり地形が判読されている地山の斜面について斜面崩壊させた条件についても考慮する。さらに、発電所の防波堤については、基準地震動による損傷の可能性があることから、数値シミュレーションの条件として防波堤有りの条件に加えて、防波堤が無い条件についても考慮する。これらの条件を考慮した数値シミュレーションを実施し、遡上波の敷地への可能性を検討する。</p> <p>津波による地形の変化については、遡上波が岩盤もしくはアスファルトあるいはコンクリートで舗装されており、アスファルト部で耐性があるとされる8m/sの流速を越える地点付近についてはコンクリート舗装等の対策を行うことから洗掘は生じない。また、防波堤両端部の地山のせん断抵抗力は津波波力と比較して十分に大きく、津波による地山の健全性確保の見通しを確認している。これらのことから、津波による地形の変化については考慮しない。</p> <p>なお、河川流路の変化を考慮した検討については、敷地周辺の河川が敷地から南方約2kmに位置し、発電所とは標高150m程度の山地で隔てられており、E.L.+8.5m及びE.L.+15.0mの発電所敷地内へ流入する水路はないことから検討を実施しない。</p> <p>(4) 基準地震動S_sに伴い地盤変状が生じる可能性を踏まえ、入力津波高さへの影響を確認するため、数値シミュレーションの条件として沈下無しの条件に加えて、防波堤前面に存在する埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層の液化化による沈下についても考慮する。</p> <p>防波堤外側の地盤においては、地震に起因する変</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解積、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
		<p>適合のための対応状況</p> <p>状による地形の変化を確認するために、有効応力解析に基づき沈下量を算定し、基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価への影響を確認する。</p> <p>沈下量の検討では、防波壁内側の地下水位を地表面に、防波壁外側の地下水位を残留水位にそれぞれ設定した有効応力解析モデルを用いて地震による残留沈下量を求め、Ishihara ほか(1992)の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ(沈下率)の関係を用いて地震後の過剰間隙水圧の消散に伴う排水沈下量を算定するとともに、地下水位以浅については、海野ら(2006)の方法に基づき、掃すり込み沈下量を算定する。なお、有効応力解析には、有効応力解析コード「FLIP (Finite element analysis of Liquefaction Program)」を用いる。</p> <p>斜面崩壊が生じる可能性を踏まえ、入力津波高さへの影響を確認するため、数値シミュレーションの条件として斜面崩壊無しの条件に加えて、敷地周辺の地すべり地形が判読されている地山の斜面崩壊後の地形についても考慮する。斜面崩壊後の地形については、基準津波の評価の陸上地すべり検討で用いた二層流モデルを用い、地すべりが崩壊した後の地形を設定する。</p>	適合のための確認事項

(3) 入力津波の設定

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解説別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。 一～四 (省略) 五 津波防護施設及び浸水防止設備については、入力津波 (施設)の津波に対する設計を行うために、津波の伝播特性及び浸水経路等を考慮して、それぞれの施設に対して設定するものをいう。以下同じ。) に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できること。また、津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できること。そのため、以下の方針によること。 ① (省略) ② 入力津波については、基準津波の波源からの数値計算により、各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形とすること。数値計算に当たっては、敷地形状、敷地沿岸域の海底地形、津波の敷地への侵入角度、河川の有無、陸上の遡上・伝播の効果及び伝播経路上の人工構造物等を考慮すること。また、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮すること。 ③～⑧ (省略) 六～七 (省略)</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 3.3 入力津波の設定 (1) 入力津波は、海水面の基準レベルからの水位変動量を表示していること。なお、潮位変動等については、入力津波を設計又は評価に用いる場合に考慮するものとする。 (2) 入力津波の設定に当たっては、入力津波が各施設・設備の設計に用いることを念頭に、津波の高さ、津波の速度、衝撃力等、着目する荷重因子を選定した上で、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果 (浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等) が安全側に評価されることを確認する。 (3) 施設が海岸線の方向において広がりを持っている場合 (例えば敷地前面の防潮堤、防潮壁) は、複数の位置において荷重因子の値の大小関係を比較し、当該施設に最も大きな影響を与える波形を入力津波として設定していることを確認する。</p>	<p>基準津波の波源からの数値シミュレーションにより、各施設、設備等の設置位置において、海水面からの水位変動量の時刻歴波形を設定すること。輪谷湾の湾口、湾中央、湾奥部、取水口位置等における局所的な海面振動の励起を評価し、その結果を考慮する。 津波防護施設及び浸水防止設備の設計に用いる入力津波の設定について、敷地及びその周辺の遡上域、津波の伝播経路の不確かさ並びに施設の広がりを考慮する。 具体的には、以下のとおり、入力津波を設定する。 (1) 入力津波は、海水面の基準レベルからの水位変動量を表示する。なお、潮位平均潮位、潮位のばらつき、高潮及び地殻変動については、入力津波を設計又は評価に用いる場合に考慮する。 (2) 入力津波が各施設・設備の設計・評価に用いるものであることを念頭に、津波の高さ、津波の速度、衝撃力等、着目する荷重因子を選定したうえで、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果を安全側に評価する。 (3) 施設が海岸線の方向において広がりを有しているため、施設護岸又は防波壁における荷重因子の値の大小関係を比較し、施設に最も大きな影響を与える波形を入力津波とする。</p>	<p>入力津波の設定プロセス及び結果の妥当性 (論点7) 入力津波の設定についてのプロセスの設定結果の妥当性を確認する必要がある。</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>設置位置において算定される時刻歴波形として設定していること。</p> <p>基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮すること。</p>	<p>(4) 基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起について、以下の例のように評価し考慮していることを確認する。</p> <p>① 港湾内の局所的な海面の固有振動に関しては、港湾周辺及び港湾内の水位分布、速度ベクトル分布の経時的变化を分析することにより、港湾内の局所的な現象として生じているか、生じている場合、その固有振動による影響が顕著な範囲及び固有振動の周期を把握する。</p> <p>② 局所的な海面の固有振動により水位変動が大きくなっている箇所がある場合、取水ピット、津波監視設備（敷地の潮位計等）との位置関係を把握する。（設計上クリティカルとなる程度に応じて緩和策、設備設置位置の移動等の対応を検討）</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
	<p>(4) 基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮する。</p> <p>① 津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起について確認するため、湾口、湾中央、湾奥西、湾奥東及び2号灯取水口の時刻歴波形を比較した。その結果、湾口から湾奥に向かう津波の伝搬先で水位のピーク値が大きくなり、一部地点（湾奥東）においては、上昇側のみピーク値の増加が顕著に認められる。これらは、湾口から湾奥に向かう津波の伝搬先の水深が浅くなることによる水位の増幅、海面の固有振動による励起及び隅角部における反射の影響であり、津波の数値シミュレーションにおいて適切に再現されている。</p> <p>② 取水口位置における水位変動について確認を行い、伝搬先（取水口位置）においてピーク値が大きくなることを確認した。これは、水深が浅くなることによる増幅の影響及び湾の固有周期と湾中央での基準津波の周期が近いことから海面の固有振動による励起の影響と推察される。この励起の影響は津波の数値シミュレーションにおいて適切に再現されており、取水口における入力津波高さは、当該影響を考慮した値となる。また、津波監視設備が設置されている取水槽の入力津波高さは、上記のとおり励起の影響と推察される水位変動を初期条件とした取水口位置における水位変動を初期条件とした管路計算を実施しており、励起の影響を考慮した値となる。</p> <p>なお、湾奥東の地点のように、ピーク値の増加が顕著に認められる地点があることから、入力津波の設定に当たっては、保守的な評価となるよう当該地点における最大の水位を一律に評価地点（施設護岸又</p>		

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>		<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>		<p>適合のための対応状況</p>	<p>(は防波壁) の入力津波高さとして設定している。</p>	<p>適合のための確認事項</p>	
---	--	--	--	-------------------	---------------------------------	-------------------	--

(4) 津波防護の方針設定に当たったの考慮事項(水位変動、地殻変動)

<p>設置許可基準規則/解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解釈別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。 一～六 (省略) 七 津波防護施設及び浸水防止設備の設計並びに非常用海水冷却系の評価に当たっては、入力津波による水位変動に対して期望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施すること。なお、その他の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。また、地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合、想定される地震の震源モデルから算定される、敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施すること。</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 3.4 津波防護方針の審査に当たったの考慮事項(水位変動、地殻変動) 入力津波による水位変動に対して期望平均潮位(注)を考慮して安全側の評価を実施すること。 (注)：朝(新月)及び望(満月)の日から5日以内に観測された、各月の最高満潮面及び最低干潮面を1年以上にわたって平均した高さの水位をそれぞれ、期望平均満潮潮位及び期望平均干潮位という</p> <p>潮汐以外の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。 地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、地殻変動による敷地の隆起または沈降及び、強震動に伴う敷地地盤の沈下を考慮して安全側の評価を実施すること。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 3.4 津波防護方針の審査に当たったの考慮事項(水位変動、地殻変動)</p> <p>(1)敷地周辺の港又は敷地における潮位観測記録に基づき、観測期間、観測設備の仕様に留意の上、期望平均潮位を評価していることを確認する。</p> <p>(2)上昇側の水位変動に対して期望平均満潮潮位を考慮し、上昇側評価水位を設定していること、また、下降側の水位変動に対して期望平均干潮位を考慮し、下降側評価水位を設定していることを確認する。</p> <p>(3)潮汐以外の要因による潮位変動について、以下の例のように評価し考慮していることを確認する。 ① 敷地周辺の港又は敷地における潮位観測記録に基づき、観測期間等に留意の上、高潮発生状況(程度、台風等の高潮要因)について把握する。 ② 高潮要因の発生履歴及びその状況、並びに敷地における汀線の方向等の影響因子を考慮して、高潮の発生可能性とその程度(ハザード)について検討</p>	<p>水位変動及び地殻変動について、期望平均満潮潮位を入力津波の上昇側水位変動に対して考慮し、期望平均干潮位を入力津波の下降側水位変動に対して考慮するとともに、潮汐以外の要因の中で最も影響の大きな高潮による水位変動をハザードの評価に基つき保守的に評価すること、また、地震に伴う地殻変動による沈降を上昇側の水位変動に対して考慮し、下降側の水位変動に対して考慮しない保守的な評価をしている。</p> <p>具体的には、津波防護施設及び浸水防止設備の設計並びに原子炉補機冷却水系の評価について、以下のとおり実施している。</p> <p>(1) 期望平均潮位については、発電所構内(輪谷湾)における潮位観測記録に基づき、観測期間及び観測設備の仕様に留意のうえ、評価を実施する。</p> <p>(2) 潮位変動として、上昇側の水位変動に対しては期望平均満潮潮位E.L.+0.58m及び潮位のばらつき0.14mを考慮し、下降側の水位変動に対しては期望平均干潮位E.L.-0.02m及び潮位のばらつき0.17mを考慮する。</p> <p>(3) 潮汐以外の要因による潮位変動については、影響の大きなものとして高潮を抽出する。観測地点「発電所構内(輪谷湾)」における過去約15年の潮位観測記録に基づき高潮の発生状況の調査及び高潮のハザードの評価を行い、基準津波の超過確率を踏まえ、再現期間100年の高潮を算定し、これと基準津波との重畳を考慮する。</p> <p>基準津波による基準津波策定位置における水位</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>入力津波の設定プロセス及び結果の妥当性(論点7) 入力津波の設定についてのプロセスを網羅的に整理し、不確かさの考慮及び入力津波の設定結果の妥当性を確認する必要がある。</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>する。</p> <p>③ 津波ハザード評価結果を踏まえた上で、独立事象としての津波と高潮による重畳頻度を検討した上で、考慮の可否、津波と高潮の重畳を考慮する場合の高潮の再現期間を設定する。</p> <p>(4) 地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、以下の例のように地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施していることを確認する。</p> <p>① 広域的な地殻変動を評価すべき波源は、地震の震源と解釈し、津波波源となる地震の震源（波源）モデルから算定される広域的な地殻変動を考慮することとする。</p> <p>② プレート間地震の活動に関連して局所的な地殻変動があった可能性が指摘されている場合（南海トラフ沿岸部に見られる完新世段丘の地殻変動等）は、局所的な地殻変動量による影響を検討する。</p> <p>③ 地殻変動量は、入力津波の波源モデルから適切に算定し設定すること。</p> <p>④ 地殻変動が隆起又は沈降によって、以下の例のように考慮の考え方が異なることに留意が必要である。</p> <p>a) 地殻変動が隆起の場合、下降側の水位変動に対して安全機能への影響を評価（以下「安全評価」という。）する際には、対象物の高さに隆起量を加算した後で、下降側評価水位と比較する。また、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、隆起しないものと仮定して、対象物の高さとして上昇側評価水位を直接比較する。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>の年超過確率は $10^{-3} \sim 10^{-5}$ 程度であり、独立事象として津波と高潮が重畳する可能性は極めて低いと考えられるものの、高潮ハザードについては、プレート運動期間を超える再現期間 100 年に対する期待値 E.L. +1.36m と入力津波で考慮した期望平均満潮位 E.L. +0.58m と潮位のばらつき 0.14m の合計との差である 0.64m を外郭防護の裕度評価において参照する。</p> <p>(4) 地震による陸域の隆起又は沈降が想定される場合の地殻変動量の考慮について、以下のとおりである。</p> <p>① 地震に伴う地殻変動による敷地の隆起又は沈降は、入力津波の波源及び基準地震動 S s の震源を対象とし、地殻変動解析に基づき設定する。</p> <p>② 島根原子力発電所の敷地は日本海側に位置しているため、プレート間地震による局所的な地殻変動の影響はない。</p> <p>③ 地殻変動量は、入力津波の波源モデル及び基準地震動 S s の震源から算定し設定する。</p> <p>④・⑤ 地殻変動が隆起の場合、下降側の水位変動に対する安全評価の際には、下降側評価水位から隆起量を差引いた水位と対象物の高さと比較する。また、上昇側の水位変動に対する安全評価の際には、隆起を考慮しないものと仮定して、対象物の高さとして上昇側評価水位を直接比較する。</p> <p>地殻変動が沈降の場合、上昇側の水位変動に対する安全評価の際には、上昇側水位に沈降量を加算して、対象物の高さと比較する。また、下降側の水位変動に対する安全評価の際には、沈降しないものと</p>	適合のための確認事項

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
	<p>b) 地殻変動が沈降の場合、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、対象物の高さから沈降量を引算した後で、上昇側評価水位と比較する。また、下降側の水位変動に対して安全評価する際には、沈降しないものと仮定して、対象物の高さとして下降側評価水位を直接比較する。</p> <p>⑤ 基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動についても、津波に対する安全性評価への影響を検討する。</p> <p>⑥ 広域的な余効変動が継続中である場合は、その傾向を把握し、津波に対する安全性評価への影響を検討する。</p>	<p>仮定して、対象物の高さとして下降側評価水位を直接比較する。</p> <p>津波波源となる地震による地殻変動としては、海域活断層及び日本海東縁部の津波波源を想定する。海域活断層による地殻変動量は、0.34mの隆起である。日本海東縁部に想定される地震による津波については、起因となる波源が敷地から十分に離れており、敷地への地震による地殻変動の影響は十分に小さいため、地殻変動量を考慮しない。また、基準地震動 S s の震源による地殻変動としては、宍道断層及び海域活断層を想定する。宍道断層による地殻変動量は、0.02m 以下の沈降であり、敷地への影響が十分小さいことから考慮しない。海域活断層による地殻変動量は、0.34m の隆起である。</p> <p>以上のことから、下降側の水位変動に対して安全機能への影響を評価する際には、0.34m の隆起を考慮する。一方、上昇側の水位変動に対して安全機能への影響を評価する際には、地殻変動量は考慮しない。</p> <p>⑥ 基準地震動 S s の評価における検討用地震の震源において最近地震は発生していないことから広域的な余効変動は生じておらず、津波に対する安全性評価に影響を及ぼすことはない。</p>	

3. 津波防護方針

(1) 津波防護の基本方針

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>解説別記3</p> <p>3 第5条第1項の「安全機能が損なわれおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一 Sクラスに属する施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。下記第三号において同じ。）の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させないこと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。そのため、以下の方針によること。</p> <p>①～③（省略）</p> <p>二 取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止すること。そのため、以下の方針によること。</p> <p>①～③（省略）</p> <p>三 上記の前二号に規定するものの他、Sクラスに属する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。そのため、Sクラスに属する設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化するとともに、津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部及び貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。</p> <p>四～七（省略）</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4. 津波防護方針</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4. 津波防護方針</p> <p>4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>(1) 敷地の特性（敷地の地形、敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた基本方針（※）を確認する。</p> <p>※基本方針</p> <p>(1) 津波の敷地への流入防止</p> <p>重要な安全機能を有する施設の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達、流入させない。また、取水路、放水路等の経路から流入させない。</p> <p>(2) 漏水による安全機能への影響防止</p> <p>取水・放水施設、地下部において、漏水可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止する。</p> <p>(3) 津波防護の多重化</p> <p>上記2 方針のほか、重要な安全機能を有する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。</p>	<p>津波防護の基本方針について、敷地の特性に応じた方針であること及び当該方針に基づく津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備等の配置を図面により整理している。</p> <p>具体的には、敷地及び敷地周辺の地形・標高図、施設配置図等を示しうえて、津波防護の基本方針を以下のとおりとしている。</p> <p>(1) 敷地の特性に応じた基本方針</p> <p>① 設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。以下③において同じ。）を内包する建物及び区画の設置された敷地には、基準津波による遡上波を地上部から到達、流入させない設計としている。</p> <p>また、取水路、放水路等の経路から流入させない設計としている。</p> <p>② 取水・放水施設、地下部等において、漏水の可能性を考慮のうえ、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能を有する施設への影響を防止できる設計としている。</p> <p>③ 建物内の海水を内包する低耐震クラスの機器・配管が地震により破断することを想定し、そこからの津波の流入に対して防護対象とする施設の安全機能が損なわれない設計としている。</p> <p>①及び②の方針のほか、設計基準対象施設の津波</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針が敷地及 び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示されて いること。 津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備等とし て設置されるものの概要が網羅かつ明示されてい ること。</p>	<p>(4)水位低下による安全機能への影響防止 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能 への影響を防止する。</p> <p>(2)敷地の特性に応じた津波防護の概要（外殻防護 の位置及び浸水想定範囲の設定、並びに内郭防護の 位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）を確認す る。</p>	<p>防護対象設備を内包する建物及び区画については、 浸水防護を実施することにより、津波による影響等 から隔離可能な設計としている。 ④水位変動に伴う取水性低下による重要な安全 機能を有する施設への影響を防止できる設計とし ている。 ⑤津波監視設備については、入力津波に対して、 津波監視機能が保持できる設計としている。</p> <p>上記の基準津波による遡上波の敷地への到達、流 入防止に当たっては、設置する防波壁等が敷地の特 徴を踏まえて、新規制基準の要求事項に対して適合 するものであるか確認する必要がある。</p> <p>基準津波による遡上波が取水路・放水路等の経路 から敷地に到達、流入することを防止するため、取 水槽除じん機エリア防水壁、取水槽除じん機エリア 水密扉及び1号炉取水槽に流路縮小工を設置する。 このため、取水槽除じん機エリア防水壁等が新規 制基準の要求事項に対して適合するものであるか 確認する必要がある。</p> <p>【重大事故等対処施設】 重大事故等対処施設について、設計基準対象施設 と同じ耐津波設計方針により、重大事故等対処施設 が基準津波に対して重大事故等に対処するために 必要な機能が損なわれない設計とする。 具体的には、以下のとおりである。 設計基準対象施設の津波防護対象施設を内包す</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>防波壁の構造成立性（論点3） 基準津波による遡上波の敷地への到達、流入防止 に当たっては、設置する防波壁が新規制基準の要求 事項に対して適合するものであるか確認する必要 がある。 取水槽防水壁等の構造成立性、影響評価（論点1） 取水路、放水路等の経路から、基準津波による遡 上波の敷地への到達、流入防止に当たっては、設置 する取水槽に防水壁、水密扉及び1号炉取水槽に流 路縮小工が新規制基準の要求事項に対して適合す るものであるか確認する必要がある。</p>

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
		<p>る建物及び区画に設置する重大事故等対処施設は、 設計基準対象施設と同じ耐津波設計方針とする。 それ以外の建物及び区画に設置する第1ペント フィルタ格納槽、低圧原子炉代替注水ポンプ格納 槽、ガスタービン発電機用軽油タンクを敷設するエ リア、ガスタービン発電機建物、緊急時対策所及び 第1～第4保管エリアは、津波による遡上波が到達 しない高さの敷地に設置又は防波壁及び防波壁通 路防波扉内に設置し、設計基準対象施設と同じ耐津 波設計方針とする。</p>	

(2) 敷地への浸水防止（外郭防護1）

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解釈別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。 一 Sクラスに属する施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。下記第三号において同じ。）の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させないこと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。そのため、以下の方針によること。 ① Sクラスに属する設備（浸水防止設備及び津波監視設備を除く。以下下記第三号までにおいて同じ。）を内包する建屋及びSクラスに属する設備（屋外に設置するものに限る。）は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。なお、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置すること。 ②（省略） ③ 取水路又は放水路等の経路から、津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部及び貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すことにより、津波の流入を防止すること。 二～七（省略） 【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 4.2 敷地への浸水防止（外郭防護1） 4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止 重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は、基準津波</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 4.2 敷地への浸水防止（外郭防護1） 4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止 (1) 敷地への浸水の可能性のある経路（遡上経路）の特定 (3.2.1)における敷地周辺の遡上の状況、浸水域の分布等を踏まえ、以下を確認する。 ① 重要な安全機能を有する設備又はそれを内包する建屋の設置位置・高さに、基準津波による遡上波が到達しないこと、または、到達しないよう津波防護施設を設置していること。</p>	<p>遡上波の地上部からの到達、流入の防止について、基準津波による敷地への浸水を防止する方針とし、遡上域を把握するための解析に基づき、遡上波の到達の可能性のある津波防護対象設備の周囲に津波防護施設及び浸水防止設備を設置することとしている。 具体的には、遡上波の地上部からの到達、流入を防止するため、以下の方針としている。 (1) 敷地への浸水の可能性のある経路 ① 基準津波による遡上解析について、地震による影響（地形変化及び地殻変動）、水位変動等を初期条件として考慮して実施した。その結果、入力津波高さは、施設護岸及び防波壁でE.L. +11.9mである。 設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する原子炉建物、制御室建物及び廃棄物処理建物はE.L. +15.0m、タービン建物はE.L. +8.5m、屋外の防護対象とする施設である非常用海水冷却系の海水ポンプ、A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイスディーゼル発電機（燃料移送系）、排気筒及び屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽）はE.L. +8.5m、B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）及び屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）はE.L. +15.0m</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解積、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。</p> <p>基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備を設置すること。</p>	<p>② 津波防護施設を設置する以外に既存の地山斜面、盛土斜面等の活用の有無。また、活用に際して補強等の実施の有無。</p> <p>(2) 津波防護施設の位置・仕様を確認する。 ① 津波防護施設の種類（防潮堤、防潮壁等）及び箇所 ② 施設ごとの構造形式、形状</p> <p>(3) 津波防護施設における浸水防止設備の設置の方針に関して、以下を確認する。 ① 要求事項に適合するよう、特定した遡上経路に浸水防止設備を設置する方針であること。 ② 止水対策を実施する予定の部位が列記されていること。以下、例示。 a) 電路及び電線管貫通部、並びに電気ボックス等における電線管内処理 b) 躯体開口部（扉、排水口等）</p>	<p>の高さの敷地にあり、E.L. + 8.5m の敷地は津波が到達するため、津波防護施設として防波壁及び防波壁通路防波扉を設置する。</p> <p>上記の基準津波による遡上波の敷地への到達、流入防止に当たっては、設置する防波壁等が敷地の特徴を踏まえて、新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p> <p>②敷地北側の防波壁の端部では、地震時及び津波時においても津波防護機能を十分に保持する地山斜面により、遡上波の地上部からの到達、流入を防止する。</p> <p>基準津波による遡上波が設計基準対象施設の設置された敷地に到達、流入することを防止するため、防波壁端部の地山を考慮している。</p> <p>このため、防波壁端部の地山が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p> <p>(2) 4. 1 に後述する。</p> <p>(3) 津波防護施設における浸水防止設備の設置はない。</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>防波壁の構造成立性（論点3）</p> <p>基準津波による遡上波の敷地への到達、流入防止に当たっては、設置する防波壁が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p> <p>津波防護の障壁となる地山の扱い（論点2）</p> <p>基準津波による遡上波が設計基準対象施設の設置された敷地に到達、流入することを防止するため、防波壁端部の地山を考慮している。</p> <p>このため、防波壁端部の地山が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止</p> <p>取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定することにより津波の流入を防止すること。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止</p> <p>(1) 敷地への海水流入の可能性のある経路（流入経路）の特定</p> <p>以下のような経路（例示）からの津波の流入の可能性を検討し、流入経路を特定していることを確認する。</p> <p>① 海域に接続する水路から建屋、土木構造物地下部へのバイパス経路（水路周辺のトレンチ開口部等）</p> <p>② 津波防護施設（防潮堤、防潮壁）及び敷地の外側から内側（地上部、建屋、土木構造物地下部）へのバイパス経路（排水管、道路、アクセス通路等）</p>	<p>取水路、放水路等の経路から津波が流入する可能性を網羅的に検討して、取水路、放水路及び屋外排水路を流入経路として特定したうえで、津波防護施設及び浸水防止設備を設置することにより津波の流入を防止している。</p> <p>具体的には、以下のとおり、流入経路を特定したうえで、流入防止対策を施すこととする。</p> <p>(1)海域とつながる取水路、放水路等の開口部の設置位置において、入力津波高さと開口部の高さとを比較することにより、津波防護対象とする施設を内包する建物及び区画へ流入する可能性を検討する。流入経路として、以下を特定した。</p> <p>①取水路から敷地地上部への津波の流入については、取水槽の開口がE.L.+8.8mに位置することから、流入経路として取水槽天端開口部を特定した。また、取水槽C/Cケープルダクトを介して敷地に流入する可能性があることから、取水槽C/Cケープルダクト貫通部を特定した。</p> <p>取水路から非常用海水冷却系の海水ポンプ等を設置するエリアへの津波の流入については、管路解析により評価を行い、取水槽の入力津波高さE.L.+10.6mに対し、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアの床面がE.L.+1.1mに位置することから、流入経路として、床ドレン開口部及び貫通部を特定した。</p> <p>また、取水槽からタービン建物等へ海水を送水する海水系配管を特定した。</p> <p>②放水路からタービン建物への津波の流入については、管路解析により評価を行い、放水槽の入力津波高さE.L.+7.9mに対し、屋外配管ダクト（タ</p>	適合のための確認事項

設置許可基準規則／解積、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>③ 敷地前面の沖合から埋設管路により取水する場合の敷地内の取水路点検口及び外部に露出した取水ビット等（沈砂池を含む）</p> <p>④ 海城への排水管等</p> <p>(2) 特定した流入経路における津波防護施設の配置・仕様を確認する。</p> <p>① 津波防護施設の種別（防潮壁等）及び箇所</p> <p>② 施設ごとの構造形式、形状</p> <p>(3) 特定した流入経路における浸水防止設備の設置の方針に関して、以下を確認する。</p> <p>① 要求事項に適合するよう、特定した流入経路に浸水防止設備を設置する方針であること。</p> <p>② 浸水防止設備の設置予定の部位が列記されていること。以下、例示。</p> <p>a) 配管貫通部</p> <p>b) 電路及び電線管貫通部、並びに電気ボックス等における電線管内処理</p> <p>c) 空調ダクト貫通部</p>	<p>一ピン建物～放水槽）底面がE.L. +2.0mに位置することから、流入経路として屋外配管ダクト（ターピン建物～放水槽）の貫通部を特定した。</p> <p>屋外排水路から敷地地上部への津波の流入については、適上解析により評価を行い、施設護岸の入り津波高さE.L. +11.9mに対し、屋外排水路の集水枠上面がE.L. +8.5mに位置することから、流入経路として屋外排水路を特定した。</p> <p>③ 1号炉取水路から敷地地上部への津波の流入経路として、1号炉取水槽天端開口を特定した。</p> <p>④ 海城への排水管として、廃棄物処理建物からターピン建物を経由し放水槽に排水する液体廃棄物処理系配管を特定した。</p> <p>(2) 特定した経路から津波が流入することを防止するため、以下の対策を講じる。</p> <p>① 1号炉取水路からの津波の流入に対し、津波防護施設として、1号炉取水槽に流路縮小工を設置する。</p> <p>② 4.(1)に後述する。</p> <p>(3) 取水路からの津波の流入に対し、浸水防止設備として取水槽天端開口部に取水槽除じん機エリア防水壁及び取水槽除じん機エリア水密扉を、床下ドレン開口部に取水槽床下ドレン逆止弁を設置する。また、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽C/Cケーブルダクトの貫通部に貫通部止水処置を実施する。</p> <p>放水路からの津波の流入に対し、屋外配管ダクト（ターピン建物～放水槽）の貫通部に貫通部止水処置を実施する。さらに、屋外排水路からの津波の流入に対し、浸水防止設備として屋外排水路に屋外排</p>	適合のための確認事項

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
	<p>d) 躯体開口部（扉、排水口等）</p>	<p>水路逆止弁を設置する。 基準津波による遡上波が取水路・放水路等の経路から敷地へ到達、流入することを防止するため、取水槽に取水槽除じん機エリア防水壁、取水槽除じん機エリア水密扉及び1号炉取水槽に流路縮小工を設置する。 このため、防水壁等が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p>	<p>流路縮小工等の構造成立性、影響評価（論点1） 取水路・放水路等の経路から、基準津波による遡上波の敷地への到達、流入防止に当たっては、設置する取水槽防水壁、水密扉及び1号炉取水槽流路縮小工が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p>

(3) 漏水による重要な安全機能を有する施設への影響防止（外設防護2）

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解説別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。 一（省略） 二 取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止すること。そのため、以下の方針によること。 ①取水・放水施設の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設及び地下部等における漏水の可能性を検討した上で、漏水が継続することによる浸水範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）するとともに、同範囲の境界において浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部及び貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定すること。 ②浸水想定範囲の周辺にSクラスに属する設備がある場合は、防水区画化するとともに、必要に応じて浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認すること。 ③浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置すること。 三～七（省略）</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外設防護2） 4.3.1 漏水対策 取水・放水施設の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外設防護2） 4.3.1 漏水対策 (1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲、浸水経路・浸水口・浸水量及び浸水防止設備の仕様について、確認する。</p>	<p>適合のための対応状況 重要な安全機能を有する施設への漏水による影響を防止するため、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアを浸水想定範囲として設定したうえで、浸水防止設備を設置し浸水範囲を限定する。 具体的には、以下とおり、浸水想定範囲を設定したうえで、浸水対策を施すこととする。 (1) 設置される設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設、地下部等における漏水の可能性を検討し、津波が取水路から流入する可能性があり、漏水が継続するものと仮定して取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアを浸水想定範囲として設定する。 浸水想定範囲の境界から浸水の可能性のある経路として、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアの床面に開口部が存在するため、これらに取水槽床ドレン逆止弁を設置する。</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>討すること。 漏れが継続することによる浸水の範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）すること。 浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定すること。 特定した経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定すること。</p>			

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4.3.2 安全機能への影響確認 浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化すること。 必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認すること。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4.3.2 安全機能への影響確認</p> <p>(1) 要求事項に適合する影響確認の方針であること を確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲、浸水経路・浸水口・浸水量及び浸水防止設備の仕様を確認する。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>重要な安全機能を有する施設への影響評価について、浸水想定範囲である取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアを防水区画化したうえで、区画内の漏水評価によって非常用海水冷却系の海水ポンプ等への影響がないことを確認する方針である。</p> <p>具体的には、以下のとおりである。</p> <p>(1) 浸水想定範囲である取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアに津波防護対象設備である非常用海水冷却系の海水ポンプ又は配管等を設置しているため、取水槽海水ポンプエリアを防水区画化することとしている。また、取水槽海水ポンプエリアに設置する取水槽床ドレン逆止弁及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する取水槽床ドレン逆止弁について、漏水による浸水経路となる可能性があるため、浸水量を評価し、非常用海水冷却系の海水ポンプ及び配管等への影響がないことを確認する。</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4.3.3 排水設備設置の検討</p> <p>浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置すること。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4.3.3 排水設備設置の検討</p> <p>(1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲における排水設備の必要性、設置する場合の設備仕様について確認する。</p>	<p>排水設備設置の検討について、「重要な安全機能を有する施設への影響評価」における「浸水想定範囲における浸水量評価」に基づき、長期間の浸水の有無に応じて排水設備を設置する方針とする。</p> <p>具体的には、以下のとおりである。</p> <p>(1) 浸水想定範囲における「重要な安全機能を有する施設への影響評価」の浸水量評価に基づき、長期間の浸水が想定される場合は、取水槽海水ポンプエリアに排水設備を設置する方針とする。</p>	

(4) 重要な安全機能を有する施設の隔離 (内郭防護)

<p>設置許可基準規則/解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解釈別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれない」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。 一～二 (省略) 三 上記の前二号に規定するもの他、Sクラスに属する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。そのため、Sクラスに属する設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化するとともに、津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口 (扉、開口部及び貫通口等) を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。 四～七 (省略)</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離 (内郭防護) 4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離 (内郭防護) 4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定 (1) 重要な安全機能を有する設備等 (耐震Sクラスの機器・配管系)のうち、基本設計段階において位置が明示されているものについては、それらの設備等を内包する建屋、区画が津波防護重点範囲として設定されていることを確認する。 (2) 基本設計段階において全ての設備等の位置が明示されているわけではないため、工事計画認可の段階において津波防護重点化範囲を再確認する必要がある。したがって、基本設計段階において位置が確定していない設備等に対しては、内包する建屋及び区画単位で津波防護重点化範囲を工認段階で設定することが方針として明記されていることを確認する。</p>	<p>適合のための対応状況 重要な安全機能を有する設備を内包する建物及び区画について、浸水防護重点化範囲を設定する方針としている。 具体的には、以下のとおりである。 (1) 津波に対する浸水防護重点化範囲として、原子炉建物、タービン建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、廃棄物処理建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、制御室建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア及び屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒及びタービン建物～放水槽)並びにA、B-非常用ディーゼル発電機 (燃料移送系)、高圧炉心スプレイスディーゼル発電機 (燃料移送系) 及び排気筒を設置する区画を設定する。 (2) 基本設計段階において位置が確定していない設備等に対しては、内包する建物及び区画単位で浸水防護重点化範囲を詳細設計段階で設定する。</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策</p> <p>津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定すること。</p> <p>浸水範囲、浸水量の安全側の想定に基づき、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策</p> <p>(1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水範囲、浸水量の想定、浸水防護重点化範囲への浸水経路・浸水口及び浸水防止設備の仕様について、確認する。</p> <p>(2) 津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量については、地震による溢水の影響も含めて、以下の例のように安全側の想定を実施する方針であることを確認する。</p> <p>① 地震・津波による建屋内の循環水系等の機器・配管の損傷による建屋内への津波及び系統設備保有水の溢水、下位クラス建屋における地震時のドレンポンプの停止による地下水の流入等の事象が想定されていること。</p> <p>② 地震・津波による屋外循環水系配管や敷地内のタンク等の損傷による敷地内への津波及び系統設備保有水の溢水等の事象が想定されていること。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>浸水防護重点化範囲への流入量を評価していること、浸水防護重点化範囲への流入防止対策を施すことにより重要な安全機能を有する設備が津波等による影響を受けない設計とする。</p> <p>具体的には、以下のとおり、浸水対策を実施する。</p> <p>(1)・(2)</p> <p>浸水防護重点化範囲への津波の流入については、タービン建物（復水器を設置するエリア）及び屋外の取水槽循環ポンプエリアの循環水系配管を含む低耐震クラス機器・配管、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び屋外の取水槽海水ポンプエリアの低耐震クラス機器・配管の取断箇所から溢水した海水の流入並びに地震時における地下水の流入を以下のとおり検討し、浸水防護重点化範囲への流入経路を特定する。</p> <p>①タービン建物（復水器を設置するエリア）に流入した津波によりタービン建物（復水器を設置するエリア）に隣接する浸水防護重点化範囲（タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、原子炉建物、取水槽循環ポンプエリア）が受ける影響を評価する。浸水防護重点化範囲への流入防止対策については、特定した経路に対して、復水器エリア防水壁、復水器エリア水密扉及びタービン建物床ドレン逆弁を設置し、貫通部止水処置を実施する。</p> <p>②屋外の循環ポンプ及び配管を設置する取水槽循環ポンプエリアに流入した津波により浸水防護重点化範囲（取水槽循環ポンプエリア、取水槽</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>③ 循環水系機器・配管損傷による津波浸水量については、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返し繰り返し考慮されていること。</p> <p>④ 機器・配管等の損傷による溢水量については、内部溢水における溢水事象想定を考慮して算定し</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>海水ポンプエリア、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）が受ける影響を評価する。また、屋外の海域と接続する低耐震クラス機器・配管を設置する取水槽海水ポンプエリアに流入した津波により浸水防護重点化範囲（取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア）が受ける影響を評価する。</p> <p>屋外タンクの損傷による溢水について、別途溢水に対する評価を実施する。</p> <p>浸水防護重点化範囲への流入防止対策については、特定した経路に対して、基準地震動Ssによる地震力に対するバウンダリ機能を保持するとともに、隔離弁を設置する。</p> <p>③循環水系配管の破断による津波の流入については、津波が襲来する前に循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出口弁を閉止するインターロック（地震大による原子炉スクラム及びタービン建物の漏えい信号で作動）を設け、津波の流入を防止することから、津波の流入量は考慮しない。</p> <p>また、タービン補機海水系配管の破断による津波の流入については、津波が襲来する前にタービン補機海水ポンプ出口弁を閉止するインターロック（地震大による原子炉スクラム及びタービン建物又は取水槽循環水ポンプエリアの漏えい信号で作動）を設け、取水路側からの津波の流入を防止することから、津波の流入量は考慮しない。</p> <p>さらに、タービン補機海水系配管（放水配管）及び液体廃棄物処理系配管の破断による津波の流入については、逆止弁を設置し、放水路側からの津波の流入を防止することから、津波の流入量は考慮しない。</p> <p>④地震に起因する、循環水系配管の伸縮継手部及び低耐震クラス機器・配管の破断を想定し、当該箇</p>	適合のための確認事項

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>ていること。</p> <p>⑤ 地下水の流入量については、例えば、ドレン系が停止した状態での地下水位を安全側（高め）に設定した上で、当該地下水位まで地下水の流入を考慮するか、又は対象建屋周辺のドレン系による1日当たりの排水量の実績値に対して、外部の支援を期待しない約7日間の積算値を採用する等、安全側の仮定条件で算定していること。</p> <p>⑥ 施設・設備施工上生じうる隙間部等についても留意し、必要に応じて考慮すること。</p>	<p>所から循環水ポンプ停止及び復水器水室出口弁閉止までに生じる溢水量、保有水による溢水量の合計からタービン建物（復水器を設置するエリア）の浸水量を算定する。なお、循環水ポンプの停止及び復水器水室出口弁の閉止までに生じる浸水量については、インターロック（地震大による原子炉スクラム及びタービン建物の漏えい信号で作動）による循環水ポンプの停止及び復水器水室出口弁の閉止までに生じる溢水量を算出する。</p> <p>取水槽循環水ポンプエリアでの循環水系配管については、基準地震動Ssによる地震力に対して、バウンダリ機能を保持する設計とすることから取水槽循環水ポンプエリアに津波は流入しない。</p> <p>⑤地震に起因する地下水の流入については、地震により地下水位低下設備が停止することを想定し、建物周囲の水位が建物周辺の地下水位まで上昇するとして浸水量を評価する。</p> <p>地下水位をタービン建物を設置する敷地の地表面（E.L. +8.5m）と想定し、地震による建物外周部からの流入について、地震による残留ひび割れを考慮した評価を実施し、ひび割れの程度に応じた浸水量を仮定した場合においても、浸水防護重点化範囲に影響を与えないように浸水対策を実施する。</p> <p>⑥施工上生じ得る建物間の隙間部が地下階において津波及び溢水の流入経路となることを想定し、その隙間部に止水処置を実施する。</p> <p>上記の地震による溢水の影響も含めた安全側の想定においては、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、取水槽循環水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアは、地震起因の循環水系等の機器・配管の損傷箇所を介した津波が流入す</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>浸水防護重点化範囲の境界における対策（論点5）</p> <p>地震による溢水の影響も含めた安全側の想定においては、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、取水槽循環水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアは、地震起因の循環水系等の</p>

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
		<p>可能性があるため、津波流入防止対策により津波の流入を防止する必要がある。</p>	<p>機器・配管の損傷箇所を介した津波が流入する可能性があるため、津波流入防止対策により津波の流入を防止する必要がある。 このため、実施する津波流入防止対策が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p>

(5) 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能を有する施設への影響防止（海水ポンプ取水性）

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>解説別記3</p> <p>3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設的设计に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一～三（省略）</p> <p>四 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を防止すること。そのため、非常用海水冷却系については、基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持でき、かつ冷却に必要な海水が確保できる設計であること。また、基準津波による水位変動に伴う砂の移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保でき、かつ取水口からの砂の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。</p> <p>五（省略）</p> <p>六 地震による敷地の隆起・沈降、地震（本震及び余震）による影響、津波の繰り返しの襲来による影響及び津波による二次的な影響（洗掘、砂移動及び漂流物等）を考慮すること。</p> <p>七（省略）</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4.5 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</p> <p>4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p>非常用海水冷却系の取水性については、次に示す方針を満足すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。 ・基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。 	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4.5 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</p> <p>4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p>(1) 取水路の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位が適切に算定されていることを確認する。確認のポイントには以下のとおり。</p> <p>① 取水路の特性に応じた手法が用いられていること。（開水路、閉管路の方程式）</p> <p>② 取水路の管路の形状や材質、表面の状況に応じた摩擦損失が設定されていること。</p> <p>(2) 前述（3.4(4)）のとおりに地殻変動量を安全側に考慮して、水位低下に対する耐性（海水ポンプの仕様、取水口の仕様、取水路又は取水ピットの仕様等）について、以下を確認する。</p> <p>① 海水ポンプの設計用の取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計方針であること。</p>	<p>引き波による水位低下時において非常用海水冷却系の海水ポンプの機能を保持できる設計とし、隣接している循環水ポンプを停止して引き波時の水位低下を抑制する運用とする。</p> <p>具体的には、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水性については、以下の方針とする。</p> <p>(1) 非常用海水冷却系の海水ポンプ位置の評価水位の算定について、以下のとおりとする。</p> <p>① 基準津波による水位の低下に対して、非常用海水冷却系の海水ポンプ位置の評価水位を適切に算出するため、水路の特性を考慮して、開水路及び管路について非定常管路流の連続式及び運動方程式を用いて数値シミュレーションを実施する。</p> <p>② 取水口、取水管及び取水槽に至る経路をモデル化し、粗度係数及び貝の付着代を考慮するとともに、潮位のばらつきを加算による安全側に評価した値を用いる等、数値計算上の不確かさを考慮した評価を実施する。</p> <p>(2) 水位低下に対する耐性（非常用海水冷却系の海水ポンプの仕様、取水口の仕様等）については、以下のとおりとする。</p> <p>① 基準津波による下降側水位は、大津波警報発令時に循環水ポンプを停止する運用を踏まえ、E.L.―6.5mを評価水位とする。</p> <p>評価水位は、非常用海水冷却系の海水ポンプの取</p>	<p>適合のための確認事項</p>

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
	<p>② 引き波時の水位が実際の取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、海水ポンプの継続運転が可能な貯水量を十分確保できる取水路又は取水ピットの構造仕様、設計方針であること。 なお、取水路又は取水ピットが循環水系と非常系で併用される場合においては、循環水系運転継続等による取水量の喪失を防止できる措置が施される方針であること。</p>	<p>水可能水位E.L.－8.31mを上回ることから、機能保持できる。 ②循環水ポンプと非常用海水冷却系の海水ポンプは隣接していることから、引き波時の水位低下を抑制するため、大津波警報発令時に循環水ポンプを停止する手順を整備する。</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4.5.2 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認</p> <p>基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。</p> <p>基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。</p> <p>非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積、陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること。 ・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に對して海水ポンプが機能保持できる設計であること。 	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4.5.2 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認</p> <p>(1) 基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、(3.2.1)の遡上解析結果における取水口付近の砂の堆積状況に基づき、砂の堆積高さが取水口下端に到達しないことを確認する。取水口下端に到達する場合は、取水口及び取水路が閉塞する可能性を安全側に検討し、閉塞しないことを確認する。「安全側」な検討とは、浮遊砂濃度を合理的な範囲で高めてパラメータスタディすることによって、取水口付近の堆積高さを高めに、また、取水路における堆積砂混入量、堆積量を大きめに算定すること等が考えられる。</p> <p>(2) 混入した浮遊砂は、取水スクリーン等で除去することが困難なため、海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に對して軸固着しにくい仕様であることを確認する。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>具体的には、取水口付近の砂の移動及び堆積並びに取水口付近の漂流物の評価を踏まえ、非常用海水冷却系の海水ポンプの機能が保持できることについて、以下のとおり確認した。</p> <p>(1) 基準津波による砂移動解析を実施した結果、取水口付近における砂の堆積が少ないことから、取水口は閉塞しない。</p> <p>取水口呑口は海底面から5.5mの高さを有する設計とする。また、取水槽の床面高さはE.L.－9.8mであり、非常用海水冷却系の海水ポンプ吸込み下端から取水槽底面までは約0.5mの距離がある。</p> <p>これに對して、砂移動解析を実施した結果、基準津波による砂移動に伴う取水口付近における砂堆積厚さは水位上昇側において0.02m（高橋他(1999)）に基づく手法、浮遊砂上限濃度1%）であり、砂の堆積によつて、取水口が閉塞することはない。また、取水槽における砂堆積厚さは0.001m未満（高橋他(1999)）に基づく手法、浮遊砂上限濃度1%）であり、非常用海水冷却系の海水ポンプへの影響はなく機能は保持できる。</p> <p>(2) 非常用海水冷却系の海水ポンプは砂が混入しても軸受が固着しにくい構造とする。具体的には、取水時に砂がポンプの軸受に混入したとしても、約3.5mmの異物迷がし溝から排出される構造とする。一方で、発電所付近の調査地点の50%通過質量百分率粒径のうち、最も細かい粒径が0.3mmで、粒径が大きい2.0mm以上の塵分は浮遊しにくいことから、大きな粒径の砂はほとんど混入せず、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水機能は保持できる。</p>	適合のための確認事項

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、(3.2.1)の遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、漂流物により取水口が閉塞しない仕様の方針であること、又は閉塞防止措置を施す方針であることを確認する。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物について、以下のとおり非常用海水冷却系の海水ポンプの取水性に影響を与えないと評価した。</p> <p>ア. 津波の数値シミュレーションの結果を踏まえ、発電所敷地内及び発電所近傍半径5kmの範囲で漂流物となる可能性のある施設・設備等を調査して抽出する。</p> <p>イ. 上記ア. について、地震で倒壊する可能性のあるものは倒壊するものとみなして漂流物を抽出する。</p> <p>ウ. 地震に起因する敷地地盤の変状、標高変化等を保守的に考慮する。</p> <p>エ. これらの結果、発電所敷地内で漂流し、取水口に到達する可能性があるものとして、キャスク取扱収納庫、荷揚場詰所の壁材（ALC版）等が挙げられるが、取水口が深層取水方式であること及び取水口は十分な通水面積を有していることから、取水性への影響はない。発電所敷地内で漂流し、取水口に到達する可能性があるものとして、上記漂流物のほか、港湾施設点検用等の作業船及び発電所の荷揚場に停泊する燃料等輸送船、貨物船等及び港湾内で操業する漁船がある。港湾施設点検用等の作業船は、津波警報等発令時には、緊急退避するため、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生する場合は、漂流することはない。取水性への影響はない。また、海域活断層から想定される地震による津波が発生する場合は、緊急退避できない可能性があるが、取水口が深層取水方式であること及び取水口は十分な通水面積を有していることから、取水性への影響はない。発電所敷地内の荷揚場に停泊する燃料等輸送船、貨物船等については、津波警報等発表時</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>なお、取水スクリーンについては、異物の混入を防止する効果が期待できるが、津波時には破損して混入防止が機能しないだけでなく、それ自体が漂流物となる可能性が有ることに留意する必要がある。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>に緊急退避するため、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生する場合は、漂流することはなく、取水性への影響はない。また、停泊時には係留することとし、緊急退避が困難な到達の早い海域活断層から想定される地震による津波が発生する場合は、荷揚場にある漂流物防止装置と位置付け設置する係船柱又は係船環に係留することから漂流することはない。取水性への影響はない。港湾内で操業する漁船については、航行不能となり漂流物となった場合においても、取水口が深層取水方式であること及び取水口は十分な通水面積を有していることから、取水性への影響はない。</p> <p>オ．発電所敷地外で漂流する可能性があるものとして、家屋、工場等、発電所港湾近傍で航行不能となった漁船等を抽出しているが、発電所近傍で航行不能となった漁船については取水口が深層取水方式であること及び取水口は十分な通水面積を有していること、周辺漁港周辺の家屋、工場等については、津波の流向を踏まえると、取水口に到達する可能性はないと評価していることから、取水性への影響はない。この他に、港湾施設検用等の作業船は、港湾外でも作業を実施するが、津波警報等発令時には、緊急退避するため、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生する場合は、漂流することはなく、取水性への影響はない。また、海域活断層から想定される地震による津波が発生する場合は、緊急退避できない可能性があるが、設置位置及び流向を考慮した結果、取水口に到達しないと評価していることから、取水性への影響はない。</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
		<p>地震力に対して損傷し漂流物としない設計とすることから、取水性に影響を及ぼさない。</p> <p>発電所の敷地の周辺には津波時に漂流物になり得る施設があることから、漂流物となる可能性のある施設・設備等を網羅的に把握するため、漂流物調査範囲を適切に設定する必要がある。</p>	<p>漂流物調査範囲の妥当性（論点6）</p> <p>発電所の敷地の周辺には津波時に漂流物になり得る施設があることから、漂流物となる可能性のある施設・設備等を網羅的に把握するため漂流物調査範囲を適切に設定する必要がある。このため、基準津波の特性を踏まえ、漂流物評価に係る漂流物調査範囲が適切であるか確認する。</p>

(6) 津波監視

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解説別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設的设计に当たっては、以下の方針によること。 一～四 (省略) 五 津波防護施設及び浸水防止設備については、入力津波(施設の津波に対する設計を行うために、津波の伝播特性及び浸水経路等を考慮して、それぞれの施設に対して設定するものをいう。以下同じ。)に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できること。また、津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できること。そのため、以下の方針によること。 ① 上記の「津波防護施設」とは、防潮堤、盛土構造物及び防潮壁等をいう。上記の「浸水防止設備」とは、水密扉及び開口部・貫通部の浸水対策設備等をいう。また、上記の「津波監視設備」とは、敷地の潮位計及び取水ピット水位計、並びに津波の襲来状況を把握できる屋外監視カメラ等をいう。これら以外には、津波防護施設及び浸水防止設備への波力による影響を軽減する効果が期待される防波堤等の津波影響軽減施設・設備がある。 ②～④ (省略) ⑤ 津波監視設備については、津波の影響(波力及び漂流物の衝突等)に対して、影響を受けにくい位置への設置及び影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計すること。 ⑥～⑧ (省略) 六～七 (省略)</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 4.6 津波監視 (1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。また、設置の概要として、おおよその位置と監視設備の方式等について把握する。</p>	<p>津波監視について、敷地への津波の襲来を昼夜問わず中央制御室から監視できるカメラを設置すること、また、上昇側及び下降側の津波高さを中央制御室から計測できる取水槽水位計を設置することにより、敷地への津波の襲来を監視できる方針とする。 具体的には以下のとおりである。 (1) 津波監視設備として、排気筒E.L. +64.0m及び3号炉北側防波壁上部E.L. +15.0mの位置に津波監視カメラを、取水槽の高さE.L. -9.3mの位置に取水槽水位計を設置する。 津波監視カメラは、赤外線映像機能を有したカメラを用い、昼夜問わず監視できる設計、取水槽水位計は測定範囲(E.L. -9.3m～E.L. +10.7m)として上昇側(寄せ波)の津波高さ及び下降側(引き波)の津波高さを計測し、いずれも中央制御室から監視できる設計とする。 津波監視カメラは、地震発生後、津波が発生した場合に、その影響を俯瞰的に把握するため、津波及び漂流物の影響を受けない排気筒及び3号炉北側防波壁上部に設置する。 取水槽水位計は、漂流物の影響を受けない取水槽に設置する。 津波監視設備は、基準地震動Ssによる地震力に対して、機能を喪失しない設計とする。</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 4.6 津波監視 敷地への津波の繰り返し襲来を察知し、津波防護施設、浸水防止設備の機能を確実に確保するため に、津波監視設備を設置すること。</p>				

4. 施設・設備の設計方針
(1) 津波防護施設

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>解説別記3</p> <p>3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一～四 (省略)</p> <p>五 津波防護施設及び浸水防止設備については、入力津波（施設の津波に対する設計を行うために、津波の伝播特性及び浸水経路等を考慮して、それぞれの施設に対して設定するものをいう。以下同じ。）に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できること。また、津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できること。そのため、以下の方針によること。</p> <p>①～② (省略)</p> <p>③津波防護施設については、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性を並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐久性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計すること。</p> <p>④～⑧ (省略)</p> <p>六 地震による敷地の隆起・沈降、地震（本震及び余震）による影響、津波の繰り返しによる影響及び津波による二次的な影響（洗掘、砂移動及び漂流物等）を考慮すること。</p> <p>七 (省略)</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件</p> <p>5.1 津波防護施設の設計</p> <p>津波防護施設については、その構造に応じ、波力に</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件</p> <p>5.1 津波防護施設の設計</p> <p>(1) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、施設の寸法、構造、強度及び支持性能（地盤強度、地盤安定性）が要求事項に適合するものであることを確認する。</p>	<p>津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該構造物全体の变形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材がおおむね弾性域内に収まることを基本とする。</p> <p>具体的には以下のとおりである。</p> <p>(1) 津波防護施設（防波壁、防波壁通路防波扉及び流路縮小工）は、その構造に応じ、津波波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性を並びにすべり及び転倒に対する安全性を評価し、越流時の耐久性にも配慮したうえで、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計する。</p> <p>防波壁及び防波壁通路防波扉については、以下のとおり、設計及び運用する方針とする。</p> <p>a. 防波壁の構造形式は、鉄筋コンクリート壁であり、多重鋼管杭式擁壁、逆T擁壁及び波返重力擁壁の3種類を設置する。</p> <p>b. 防波壁及び防波壁通路防波扉においては、十分な支持性能を有する岩盤又は改良地盤に設置するとともに、基準地震動による地震力に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。</p> <p>津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該構造物全体の变形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材がおおむね弾性域内に収まることを基本とする。</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>よる侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計すること。</p>	<p>(2) 設計方針の確認に加え、入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、以下の項目について、設定の考え方を確認する。確認内容を以下に例示する。</p> <p>① 荷重組合せ</p> <p>a) 余震が考慮されていること。耐津波設計における荷重組合せ：常時＋津波、常時＋津波＋地震（余震）</p>	<p>c. 主要な構造体の境界部には、想定される荷重及び相対変位を考慮し、止水目地等を設置し、止水処置を講じる設計とする。</p> <p>このため、防波壁の止水目地部等について、地震時の挙動を踏まえ、止水構造の成立性を確認する。</p> <p>d. 防波壁通路防波扉については、原則閉運用とするが、開放後の確実な閉操作、中央制御室における閉止状態の確認、閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作の手順を整備する。</p> <p>1号炉取水槽流路縮小工について、以下のとおり設計及び運用する方針とする。</p> <p>a. 1号炉取水路を遡上する津波に対して、1号炉取水槽から敷地への津波の到達、流入を防止するため、1号炉取水槽流路縮小工を設置する。</p> <p>b. 1号炉取水槽流路縮小工は、津波荷重や地震荷重に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。</p> <p>(2) 防波壁、防波壁通路防波扉及び1号炉取水槽流路縮小工に作用する荷重の組合せは、漂流物による荷重、余震による荷重、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）と入力津波の荷重を適切に組み合わせる。また、許容限界は、地震後、津波後の再使用性や津波の繰り返し作用に対して津波防護機能が維持できるように設定する。</p> <p>①防波壁及び防波壁通路防波扉の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重、余震荷重及び漂流物衝突荷重を適切に組み合わせた条件で評価を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重＋地震荷重 ・常時荷重＋津波荷重 ・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 ・常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重 	<p>防波壁の構造成立性（論点3）</p> <p>3-3 防波壁の止水目地部等において、止水機能を確保する必要がある。</p>

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>② 荷重の設定 a) 津波による荷重（波圧、衝撃力）の設定に関して、考慮する知見（例えば、国交省の暫定指針等）及びそれらの適用性。 b) 余震による荷重として、サイト特性（余震の震源、ハザード）が考慮され、合理的な頻度、荷重レベルが設定される。 c) 地震により周辺地盤に液化が発生する場合、防潮堤基礎杭に作用する側方流動力等の可能性を考慮すること。</p>	<p>また、設計に当たっては、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）について、設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて適切に組合せを考慮する。なお、「常時荷重＋津波荷重＋余震荷重」については、防波壁のうち、「海域活断層から想定される地震による津波」が到達する部位に対して個別に評価を実施する。ここで、漂流物による荷重により、津波防護機能が保持できない場合には、津波防護施設の一部として漂流物対策工を講じる。 1号炉取水槽流路縮小工の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせた条件で評価を行う。 ・常時荷重＋地震荷重 ・常時荷重＋津波荷重 ・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 なお、1号炉取水槽流路縮小工の設置位置に漂流物は想定されないことから、漂流物衝突荷重は考慮しない。 ②防波壁及び防波壁通路防波扉の設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。 常時荷重：自重等を考慮する。 地震荷重：基準地震動Ssを考慮する。 津波荷重：津波による水位上昇や、津波の繰り返し襲来を想定し、躯体に作用する津波荷重を考慮する。 漂流物衝突荷重：対象とする漂流物を定義し、漂流物の衝突力を漂流物衝突荷重として設定する。具体的には、外海に面する津波防護施設に対しては作業船（総トン数10トン）及び漁船（総トン数10トン）を、輪谷湾内に面する津波防護施設に対しては、荷揚設備（キャスク取扱収納庫約4.3t）、作業船（総トン数10トン）及び漁船（総トン数3トン）を選</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
		<p>適合のための対応状況</p> <p>定する。また、上記漂流物のうち漁船については、操業区域及び航行の不確かさがあり、不確かさを考慮した漂流物として周辺漁港の最大の漁船（総トン数19トン）を考慮する。また、施設護岸から500m以遠で操業及び航行する漁船（最大：総トン数19トン）については、漂流物となった場合においても、津波防護施設に到達する可能性は十分に小さいが、仮に500m以遠から津波防護施設に衝突する漂流物として考慮する。衝突荷重が作用する位置は、津波防護施設全線において安全側に入力津波高さに高潮ハザードの裕度を加えた高さを用いる。なお、海域活断層から想定される地震による津波においては、入力津波高さ以下の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして考慮する。「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（平成14年）」を参考とした衝突荷重を示すが、その他の算定式の適用性についても検討し、漂流物衝突荷重が安全側の設定となるように考慮する。</p> <p>余震荷重：余震による地震動として弾性設計用地震動Sd-Dを余震荷重として設定する。</p> <p>1号炉取水槽流路縮小工の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。</p> <p>常時荷重：自重等を考慮する。</p> <p>地震荷重：基準地震動Ssを考慮する。</p> <p>津波荷重：津波による水位上昇や、津波の繰り返し襲来を想定し、躯体に作用する津波荷重を考慮する。</p> <p>余震荷重：余震による地震動として弾性設計用地震動Sd-Dを余震荷重として設定する。</p> <p>なお、敷地内には液状化検討対象層があるため、液状化の有無を確認する必要がある。このため、有効応力解析により、地震時の液状化影響の評価を行う。</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>地盤の液状化影響（論点4）</p> <p>3-2 敷地内には液状化検討対象層があるため、液状化の有無を確認する必要がある。</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>③ 許容限界</p> <p>a) 津波防護機能に対する機能保持限界として、当該構造物全体の变形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、津波防護機能を保持すること。（なお、機能損傷に至った場合、地震、津波後の再使用が必要となることから、地震、津波後の再使用性に着目した許容限界にも留意する必要がある。）</p>	<p>③ 防波壁及び防波壁通路防波扉の津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の变形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材がおおむね弾性域内に収まることを基本とする。なお、防波壁通路防波扉の止水性能については止水性能確認試験で確認する。</p> <p>1号戸取水槽流路縮小工の津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性及び津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の变形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材がおおむね弾性域内に収まることを基本として津波防護機能を保持する。</p>	

(2) 浸水防止設備

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解釈別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。 一～四 (省略) 五 津波防護施設及び浸水防止設備については、入力津波 (施設の前線) に対する設計を行うために、津波の伝播特性及び浸水経路等を考慮して、それぞれの施設に対して設定するものをいう。以下同じ。) に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できること。また、津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できること。そのため、以下の方針によること。 ①～③ (省略) ④ 浸水防止設備については、浸水想定範囲等における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計すること。 ⑤～⑧ (省略) 六 地震による敷地の隆起・沈降・地震 (本震及び余震) による影響、津波の繰り返しによる影響及び津波による二次的な影響 (洗掘、砂移動及び漂流物等) を考慮すること。 七 (省略) 【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 5.2 浸水防止設備の設計 浸水防止設備については、浸水想定範囲における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 5.2 浸水防止設備の設計 (1) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制 (工事計画認可) においては、設備の寸法、構造、強度等が要求事項に適合するものであることを確認する。 (2) 浸水防止設備のうち水密扉等、後段規制において強度の確認を要する設備については、設計方針の確認に加え、入力津波に対して浸水防止機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、津波防護施設と同様に、荷重組合せ、荷重の設定及び許容限界 (当該構造物全体の変形能力に對して十分な余裕を有し、かつ浸水防止機能を保持すること) の項目についての考え方を確認する。</p>	<p>浸水防止設備 (屋外排水路逆止弁、除じん機エリア防水壁、除じん機エリア水密扉、復水器エリア防水壁、復水器エリア水密扉、床ドレン逆止弁、隔離弁、ポンプ及び配管並びに貫通部止水処置) については、基準地震動 S s による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。また、浸水時の波圧等に対する耐性を評価し、越流時の耐性にも配慮したうえで、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。なお、浸水防護重点化範囲内に設置する海域に接続する低耐震クラスのポンプ及び配管のうち、破損した場合に津波の流入経路となるポンプ及び配管については、基準地震動 S s による地震力に対してバウングリ機能を保持する設計とする。 具体的には、以下のとおりである。 (1) 浸水防止設備 (屋外排水路逆止弁、除じん機エリア防水壁、復水器エリア水密扉、復水器エリア防水壁、復水器エリア水密扉、床ドレン逆止弁、隔離弁、ポンプ及び配管並びに貫通部止水処置) について、浸水時の荷重等に対する耐性を評価し、浸水防止機能が維持できるように設計する。 (2) 浸水防止設備に作用する荷重の組合せは、漂流物による荷重、余震による荷重、その他自然現象による荷重 (風荷重、積雪荷重等) と入力津波の荷重を適切に組み合わせる。許容限界は、地震後、津波後の再使用性や津波の繰り返し作用に対して浸水防止機能が維持できるように設定する。また、浸水防止設備のうち水密扉は、確実に閉止できる手順を整備する。</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>浸水防止機能が十分に保持できるように設計すること。</p>	<p>(3) 浸水防止設備のうち床・壁貫通部の止水対策等、後段規制において仕様（施工方法を含む）の確認を要する設備については、荷重の設定と荷重に対する性能確保についての方針を確認する。</p>	<p>屋外排水路逆止弁、除じん機エリア防水壁、除じん機エリア水密扉、復水器エリア防水壁、復水器エリア水密扉及び床ドレン逆止弁における許容限界は、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、各設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。</p> <p>ま隔離弁、ポンプ及び配管については、地震荷重に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後の再使用性を考慮し、塑性ひずみが生じる場合であってもその量が小さなレベルに留まることを基本とし、浸水防止機能を保持していることを確認する。また、弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、おおむね弾性状態にとどまる範囲で耐えられることを確認する。</p> <p>津波荷重（余震荷重含む）に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該設備全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、各施設・設備を構成する材料が弾性域内に収まることを確認する。なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。</p> <p>(3) 貫通部止水処置については、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、止水性の維持を考慮して、貫通部止水処置が健全性を維持することとする。</p> <p>貫通部止水処置は、充てん構造及びブーツ構造に大別され、これらの貫通部止水処置は、津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。</p>	<p>適合のための確認事項</p>

(3) 津波監視設備

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解釈別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設的设计に当たっては、以下の方針によること。 一～四 (省略) 五 津波防護施設及び浸水防止設備については、入力津波(施設)の津波に対する設計を行うために、津波の伝播特性及び浸水経路等を考慮して、それぞれの施設に対して設定するものをいう。以下同じ。)に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できること。また、津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できること。そのため、以下の方針によること。 ①～④ (省略) ⑤津波監視設備については、津波の影響(波力及び漂流物の衝突等)に対して、影響を受けにくい位置への設置及び影響の防止策・緩和策を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるように設計すること。 ⑥～⑧ (省略) 六～七 (省略) 【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 5.3 津波監視設備の設計 津波監視設備については、津波の影響(波力、漂流物の衝突等)に対して、影響を受けにくい位置への設置、影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるように設計すること。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 5.3 津波監視設備の設計 (1)(3.2.1)の遡上解析結果に基づき、津波影響を受けにくい位置、及び津波影響を受けにくい建屋・区画・囲い等の内部に設置されることを確認する。 (2)要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制(工事計画認可)においては、設備の位置、構造(耐水性を含む)、地震荷重・風荷重との組合せを考慮した強度等が要求事項に適合するものであることを確認する。</p>	<p>津波監視設備の設計について、津波の影響を受けにくい位置に設置するとともに、設備に作用する荷重を適切に組み合わせる。 具体的には、以下のとおりである。 (1)津波監視カメラ、取水槽水位計について、入力津波に対して波力及び漂流物の影響を受けにくい位置に設置し、津波監視機能を維持できる設計とする。 (2)また、余震による荷重、その他自然現象による荷重(風荷重、積雪荷重等)と入力津波の荷重の組合せを考慮する。 津波監視カメラは、津波の影響を受けない場所に設置するため、津波荷重の考慮は不要であり、常時荷重+余震荷重の組合せは、以下の組合せに包絡されるため、これらを適切に組み合わせて設計を行う。 ・常時荷重+地震荷重 また、設計に当たっては、その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する。 固定荷重：自重等を考慮する。 地震荷重：基準地震動Ssによる地震力を考慮する。 積雪荷重：屋外に設置される津波カメラ設置用架台及び電線管に対しては、堆積量-35cmを考慮する。 風荷重：基準風速30m/s相当の風荷重を受けた場合においても、津波監視カメラ設置用架台及び電線管は継続監視可能であることを確認する。 なお、降雨に対しては、津波監視カメラは防水性</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
		<p>適合のための対応状況</p> <p>能 IP66 (あらゆる方向からのノズルによる強力なジェット噴流水によっても有害な影響を及ぼしてはならない) に適合する設計とする。</p> <p>取水槽水位計の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重＋地震荷重 ・常時荷重＋津波荷重 ・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 <p>なお、取水槽水位計は、取水槽に設置するものであり、取水口、取水路への漂流物は想定されないため、漂流物による荷重は考慮しない。</p> <p>固定荷重：自重等を考慮する。</p> <p>地震荷重：基準地震動 S_s による地震力を考慮する。</p> <p>津波荷重：潮位のばらつきを考慮した取水槽における入力津波高さ $E.L. + 10.6m$ に、参照する裕度である $+0.64m$ を含め、保守的な値である津波荷重水位 $E.L. + 11.3m$ (許容津波高さ) を考慮する。</p> <p>余震荷重：余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d-D を余震荷重として設定する。</p>	適合のための確認事項

(4) 施設、設備等の設計又は評価に係る検討事項

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解説別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。 一～四 (省略) 五 津波防護施設及び浸水防止設備については、入力津波(施設の津波に対する設計を行うために、津波の伝播特性及び浸水経路等を考慮して、それぞれの施設に対して設定するものをいう。以下同じ。)に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できること。また、津波監視機能については、入力津波に対して津波監視機能が保持できること。そのため、以下の方針によること。 ①～⑤ (省略) ⑥津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物及び設置物等が破損、倒壊及び漂流する可能性がある場合には、防潮流等の津波防護施設及び浸水防止設備又は津波防護施設及び浸水防止設備への影響の防止措置を施すこと。 ⑦上記③、④及び⑥の設計等においては、耐津波設計上の十分な裕度を含めるため、各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重(浸水高、波力・波圧、洗掘力及び浮力等)について、入力津波から十分な裕度を考慮して設定すること。また、余震の発生可能性を検討した上で、必要に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。さらに、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返し作用による作用が津波防護機能及び浸水防止機能へ及ぼす影響について検討すること。 ⑧津波防護施設及び浸水防止設備の設計に当たつ</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 5.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項 5.4.1 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項 (1)津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮のそれぞれについて、要求事項に適合する方針であることを確認する。以下に具体的な方針を例示する。 ① 津波荷重の設定については、以下の不確かさを考慮する方針であること。 a) 入力津波が有する数値計算上の不確かさ b) 各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさ(上記b)の不確かさの考慮に当たっては、例えば抽出した不確かさの要因によるパラメータスタディ等により、荷重設置に考慮する余裕の程度を検討する方針であること。</p>	<p>津波荷重の設定において不確かさを考慮すること、津波の繰り返し作用を適切に組み合わせること、津波の繰り返し作用を検討すること等により、十分な余裕を考慮して津波防護施設及び浸水防止設備を設計する。 具体的には以下のとおりである。 (1)津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮について、以下の方針とする。 ①津波防護施設及び浸水防止設備の設計について、以下の方針とする。また、津波による荷重の設定において、津波の数値シミュレーションに含まれる不確かさ等を考慮する方針とする。 各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重(浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等)について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定する。 各施設・設備の設計及び評価に使用する津波荷重の設定については、入力津波が有する数値計算上の不確かさ及び各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさを考慮する。 入力津波が有する数値計算上の不確かさを考慮に当たっては、各施設・設備の設置位置で算定された津波の高さを安全側に評価して入力津波を設定することで、不確かさを考慮する。 各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさを考慮に当たっては、入力津波の荷重因子である浸水高、速度、津波波力等を安全側に評価することで、不確かさを考慮し、荷重設定に考慮している余裕の程度を検討する。</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>て、津波影響軽減施設・設備の効果を考慮する場合は、このような施設・設備についても、入力津波に対して津波による影響の軽減機能が保持されるよう設計するとともに、上記⑥及び⑦を満たすこと。 六～七（省略）</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>5.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項</p> <p>5.4.1 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項</p> <p>津波防護施設、浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たっては、次に示す方針（津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮）を満足すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定すること。 ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。 ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。 ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返し作用による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討すること。 	<p>② 余震荷重の考慮については、基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震（地震）について、そのハザードを評価するとともに、基準津波の継続時間のうち最大水位変化を発生する時間帯において発生する余震レベルを検討する方針であること。また、当該余震レベルによる地震荷重と基準津波による荷重は、これらの発生確率の推定に幅があることを考慮して安全側に組み合わせる方針であること。</p> <p>③ 津波の繰り返し作用の考慮については、各施設・設備の入力津波に対する許容限界が当該構造物全体の变形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、かつ津波防護機能・浸水防止機能を保持すると設定されれば、津波の繰り返し作用による直接的影響は無いものとみなせるが、漏水、二次的影響（砂移動、漂流物等）による累積的な作用又は経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づいた、安全性を有する検討方針であること。</p>	<p>津波波力の算定においては、津波波力算定式等、幅広く知見を踏まえて、十分な余裕を考慮する。漂流物の衝突による荷重の評価に際しては、津波の流速による衝突速度の設定における不確実性を考慮し、流速について十分な余裕を考慮する。</p> <p>② 基準津波と余震とが重なる可能性を検討し、余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。余震による荷重については、基準津波の最大水位が発生する時間帯に起きる余震に対して、余震としてのハザードを考慮した安全側の評価として、全ての周期を包絡する地震動を弾性設計用地震動の中から設定する。</p> <p>③ 入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返し作用が津波防護機能及び浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。</p> <p>津波の繰り返し作用の考慮については、漏水、二次的影響（砂移動等）による累積的な作用又は経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づいた安全性を有する検討を行う。</p> <p>具体的には、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、基準津波に伴う砂移動の数値シミュレーションにおいて、津波の繰り返し作用の襲来を考慮する。 ・基準津波に伴う取水口付近を含む敷地前面及び敷地近傍の寄せ波及び引き波の方向を分析したうえで、取水口を閉塞するような漂流物の可能性を検討する。 	適合のための確認事項

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
		<p>防波壁の設計に用いる津波荷重については、入 力津波から得られる荷重に対して、不確かさにつ いても考慮して設定する。また、余震を定義し余 震荷重を設定する。そのうえで、常時荷重、地震 時荷重、津波荷重、余震荷重及び漂流物衝突荷重 を適切に組み合わせた設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常時荷重＋地震荷重 ・常時荷重＋津波荷重 ・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 ・常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重 <p>上記の設定に当たっては、その他自然現象によ る荷重との組合せの妥当性を確認する。</p> <p>また、敷地に液状化検討対象層があるため、防 波壁基礎（鋼管杭等）に作用する側方流動等の可 能性を確認する。</p> <p>許容限界については、防波壁の変形能力に対し て十分な余裕を有することを確認する。</p>	<p>防波壁の構造成立性（論点3） 3-4 基準津波による遡上波の水位が高いため、防波 壁の構造設計に当たっては、津波荷重、荷重の組合 せ、許容限界を適切に設定する必要がある。</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>5.4.2 漂流物による波及的影響の検討</p> <p>津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討すること。</p> <p>上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止装置または津波防護施設・設備への影響防止措置を施すこと。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>5.4.2 漂流物による波及的影響の検討</p> <p>(1) 漂流物による波及的影響の検討方針が、要求事項に適合する方針であることを確認する。</p> <p>(2) 設計方針の確認に加え、入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、以下の例のような具体的な方針を確認する。</p> <p>① 敷地周辺の遡上解析結果等を踏まえて、敷地周辺の陸域の建物・構築物及び海域の設置物等を網羅的に調査した上で、敷地への津波の襲来経路及び遡上経路並びに津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において発生する可能性のある漂流物を特定する方針である</p> <p>こと。なお、漂流物の特定に当たっては、地震による損傷が漂流物の発生可能性を高めることを考慮する方針であること。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>漂流物による波及的影響について、荷重の組合せを考慮して津波防護施設及び浸水防止設備が漂流物による波及的影響を受けないよう設計する。</p> <p>また、本発電所荷揚場に停泊する燃料等輸送船等については、津波襲来時に退避する手順を整備して的確に実施すること等により、漂流物としない。</p> <p>具体的には、以下のとおりである。</p> <p>(1) 津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊及び漂流する可能性がある場合には、津波防護施設及び浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止措置又は津波防護施設及び浸水防止設備への影響の防止措置を施す設計とする。</p> <p>(2) 入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計とする。具体的には以下のとおりである。</p> <p>① 防波壁及び防波壁通路防波扉においては、2.5節における「2.5.2 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認」の「(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する通水性確保」において検討した漂流物のうち、外海に面する津波防護施設に対しては作業船（総トン数10トン）及び漁船（総トン数10トン）を、輪谷湾内に面する津波防護施設に対しては、入力津波高さを考慮し、荷揚場設備（キャスク取扱収納庫約4.3t）、作業船（総トン数10トン）及び漁船（総トン数3トン）による漂流物衝突荷重と入力津波による荷重の組合せを考慮することで、津波防護施設及び浸水防止設備が</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>② 漂流防止装置、影響防止装置は、津波による波力、漂流物の衝突による荷重との組合せを適切に考慮して設計する方針であること。</p>	<p>入力津波による波力及び漂流物の衝突力に対して十分耐える構造として設計する。また、上記漂流物のうち漁船については、操業区域及び航行の不確かさがあり、不確かさを考慮した漂流物として周辺漁港の最大の漁船（総トン数19トン）を考慮する。なお、施設護岸から500m以遠で操業及び航行する漁船（最大：総トン数19トン）については、漂流物となった場合においても津波防護施設に到達する可能性は十分に小さいが、仮に500m以遠から津波防護施設に衝突する漂流物として考慮する。</p> <p>また、燃料等輸送船等の荷揚場に停泊する船舶については、津波警報等が発表された場合において、荷役作業等を中断し、陸側作業員及び輸送物を退避させるとともに、緊急離岸する船側との退避状況に関する情報連絡を行う手順等を整備し、緊急離岸を的確に実施することにより、漂流物にならない。</p> <p>なお、緊急退避できない場合には、荷揚場に係留することから、漂流物にならない。</p> <p>② 漂流物による荷重により、津波防護機能が保持できない場合には、津波防護施設の一部として漂流物対策工を講じる。また、輪谷湾の荷揚場に係留された燃料等輸送船が漂流した場合は、取水口に到達する可能性が否定できないことから、係留索を固定する係船柱及び係船環を漂流防止装置として設計する。</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い</p> <p>津波防護施設、設備の設計において津波影響軽減施設・設備の効果を検討する場合、津波影響軽減施設・設備は、基準津波に対して津波による影響の軽減機能が保持されるよう設計すること。</p> <p>津波影響軽減施設・設備は、次に示す事項を考慮すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地震が津波影響軽減機能に及ぼす影響 ・漂流物による波及的影響 ・機能損傷モードに対応した荷重について十分な余裕を考慮した設定 ・余震による荷重と地震による荷重の荷重組合せ ・津波の繰り返し発生による作用が津波影響軽減機能に及ぼす影響 	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い</p> <p>(1) 津波影響軽減施設・設備の効果に期待する場合における当該施設・設備の検討方針が、要求事項に適合する方針であることを確認する。</p>	<p>津波影響軽減施設は設置しない。</p>	<p>適合のための確認事項</p>