

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点や防護上の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-01-0140-1_改 20
提出年月日	2021年7月26日

補足-140-1 【津波への配慮に関する説明書の補足説明資料】

## 目次

1. 入力津波の評価
  - 1.1 潮位観測記録の考え方について
  - 1.2 遡上・浸水域の考え方について
  - 1.3 港湾内の局所的な海面の励起について
  - 1.4 管路解析モデルについて
  - 1.5 入力津波の不確かさの考慮について
  - 1.6 津波シミュレーションにおける解析モデルについて
  - 1.7 非常用取水設備内に貯留される水量の算定について
2. 津波防護対象設備
  - 2.1 津波防護対象設備の選定及び配置について
3. 取水性に関する考慮事項
  - 3.1 砂移動による影響確認について
  - 3.2 除塵装置の取水性への影響について
  - 3.3 非常用海水ポンプの波力に対する強度評価について
4. 漂流物に関する考慮事項
  - 4.1 設計に用いる遡上波の流速について
  - 4.2 取水口付近の漂流物に対する取水性
  - 4.3 漂流物による衝突荷重について
5. 設計における考慮事項
  - 5.1 地震と津波の組合せで考慮する荷重について
  - 5.2 耐津波設計における現場確認プロセスについて
  - 5.3 津波防護に関する施設の機能設計・構造設計に係る許容限界について
  - 5.4 津波波圧の算定に用いた規格・基準類の適用性について
  - 5.5 スロッシングによる貯水量に対する影響評価
  - 5.6 津波防護施設の強度計算における津波荷重，余震荷重及び衝突荷重の組合せについて
  - 5.7 浸水防護施設の評価における衝突荷重，風荷重及び積雪荷重について
  - 5.8 強度計算における津波時及び重畳時の荷重作用状況について
  - 5.9 耐震及び耐津波設計における許容限界について
  - 5.10 津波防護施設の設計における評価対象断面の選定について
  - 5.11 地殻変動後の津波襲来時における海水ポンプの取水性への影響について
  - 5.12 浸水防護施設のアンカーボルトの設計について

- 5.13 強度計算に用いた規格・基準類の適用性について
- 5.14 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について
- 5.15 浸水量評価について
- 5.16 強度評価における津波荷重等の鉛直方向荷重の考え方について
- 5.17 津波に対する止水性能を有する施設の評価について
- 5.18 防潮壁内のスロッシングによる非常用海水ポンプへの没水影響について
- 5.19 津波監視設備の設備構成及び電源構成について

5.20 軽油タンクエリアにおける浸水防護重点化範囲について

5.21 屋外タンク等からの溢水影響評価について

5.22 復水器水室出入口弁の津波に対する健全性について

5.23 タービン補機冷却海水系ポンプ吐出弁の津波に対する健全性について

5.24 津波への流入防止に係る津波バウンダリとなる設備の評価

5.24.1 3号機補機放水側配管の基準地震動 $S_s$ に対する耐震評価

5.24.2 3号機海水系ポンプの基準地震動 $S_s$ に対する耐震評価

5.24.3 3号機取水側海水系配管の基準地震動 $S_s$ に対する耐震評価

5.24.4 2号機および3号機海水ポンプの津波に対する強度評価

5.24.5 2号機および3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価

## 6. 浸水防護施設に関する補足資料

6.1 防潮堤に関する補足説明

6.2 取放水路流路縮小工に関する補足説明

6.3 防潮壁に関する補足説明

6.4 貯留堰に関する補足説明

6.5 浸水防止設備に関する補足説明

6.5.1 逆流防止設備に関する補足説明

6.5.2 水密扉に関する補足説明

6.5.3 浸水防止蓋に関する補足説明

6.5.4 浸水防止壁に関する補足説明

6.5.5 逆止弁付ファンネルに関する補足説明

6.5.6 貫通部止水処置に関する補足説明

6.6 津波監視設備に関する補足説明

6.6.1 津波監視カメラに関する補足説明

6.6.2 取水ピット水位計に関する補足説明

: 本日の説明範囲

## 1.5 入力津波の不確かさの考慮について

### (1) 考慮の程度の妥当性についての検討の方針

津波防護施設及び浸水防止設備の設計においては、入力津波高さが有する数値計算上の不確かさを考慮する。

入力津波高さが有する数値計算上の不確かさについては、各施設・設備の設置位置で算定された津波高さを安全側に評価することで考慮している。

ここでは、考慮の妥当性について、数値計算上の不確かさの要因である、「敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響」（遡上解析におけるパラメータによる影響及び管路解析におけるパラメータによる影響）（以下、「パラメータによる影響」という。）、また、「詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の影響」及び「敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の影響」（以下、「その他の影響」という。）を考慮した数値計算上の不確かさについてパラメータスタディを実施し、入力津波への影響評価結果を比較することで確認する。

### (2) 検討の対象

検討の対象設備を表 1.5-1 に示す。



表 1.5-1 検討の対象設備

津波対策設備		設備分類	対象
発電所敷地全体	防潮堤（鋼管式鉛直壁） 防潮堤（盛土堤防）	津波防護 施設	○
第2号機海水ポンプ室 第2号機放水立坑 第3号機海水ポンプ室 第3号機海水熱交換器建屋 第3号機放水立坑	防潮壁（第2号機海水ポンプ室） 防潮壁（第2号機放水立坑） 防潮壁（第3号機海水ポンプ室） 防潮壁（第3号機海水熱交換器建屋） 防潮壁（第3号機放水立坑）		○
発電所敷地全体	取放水路流路縮小工（第1号機取水路） 取放水路流路縮小工（第1号機放水路）		○
第2号機海水ポンプ室	屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側） 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）	浸水防止 設備	○
	浸水防止蓋		○
	逆止弁付ファンネル		○
第2号機放水立坑	貫通部止水処置		○
	補機冷却海水系放水路逆流防止設備		○
	貫通部止水処置		○
第3号機海水ポンプ室	浸水防止蓋		○
	逆止弁付ファンネル		○
	貫通部止水処置		○
第3号機海水熱交換器建屋	水密扉		○
	浸水防止蓋		○
第3号機放水立坑	浸水防止蓋	○	
	貫通部止水処置	○	

(3) 入力津波高さが有する数値計算上の不確かさについて

a. 入力津波高さに影響を与え得る要因

(a) 朔望平均潮位

水位上昇側に対しては朔望平均満潮位 O.P. +1.43m, 水位下降側に対しては朔望平均干潮位 O.P. -0.14m を考慮し, 基準津波の水位を算出している。

(b) 潮位のばらつき

水位上昇側の潮位のばらつき+0.16m については, 遡上解析により求めた上昇側の津波水位に加えることで考慮している。

水位下降側の潮位のばらつき-0.10m については, 遡上解析により求めた下降側の津波水位に加えることで考慮している。

(c) 入力津波の波源としている地震により生じる地殻変動

入力津波の波源としている地震により生じる地殻変動として, 水位上昇側に対しては, 東北地方太平洋沖型の地震 (基準断層モデル③) で生じる 0.72m の沈降を考慮する。

水位下降側に対しては, 安全側の評価となるよう, 東北地方太平洋沖型の地震 (基準断層モデル②) で生じる 0.77m の沈降を考慮していない。

(d) パラメータによる影響

入力津波高さが有する敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響として, 以下のものを考慮する。

<①遡上解析におけるパラメータによる影響>

- ・基準地震動  $S_s$  に伴う防波堤の損傷の有無による影響
- ・基準地震動  $S_s$  に伴う標高変化 (地盤沈下) の有無による影響

<②管路解析におけるパラメータによる影響>

- ・貝付着の有無による影響
- ・スクリーンによる損失の有無による影響

(e) その他の影響

その他の影響として, 女川原子力発電所固有の以下の不確かさを考慮する。

<①敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の影響>

- ・2011年東北地方太平洋沖地震に伴い被災した地域では防波堤・防潮堤の建設工事や住宅の高台移転等を目的とした造成工事が進められていることを踏まえ, 復旧・改修工事に伴う地形改変の有無による影響を考慮する。敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の影響を考慮した入力津波評価の詳細は, 「(参考) 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更及び復旧・改修工事に伴う地形改変の影響を考慮した入力津波評価について」に示す。

<②詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の影響>

- ・ 詳細設計に伴う防潮壁の平面線形の変更，第2号機及び第3号機海水ポンプ室の躯体補強（増厚）（以下，「詳細設計を反映した防潮壁平面線形等」という。）の有無による影響を考慮する。詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更を考慮した入力津波評価の詳細は，「(参考) 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更及び復旧・改修工事に伴う地形改変の影響を考慮した入力津波評価について」に示す。

b. 入力津波高さが有するパラメータによる影響の考慮の程度

「a. 入力津波高さに影響を与え得る要因」を踏まえ，入力津波の算定フローを図 1.5-1 に示す。

発電所敷地全体及び取水口位置の入力津波高さは，基準津波に対して，遡上解析上考慮する(d)パラメータによる影響(①)，(e)その他の影響(①)を考慮した解析結果(最大水位上昇量・最大水位下降量)に，(a)朔望平均潮位，(b)潮位のばらつき及び(c)入力津波の波源としている地震により生じる地殻変動量を考慮する。また，海水ポンプ室及び放水立坑位置等の入力津波については，上記(d)①，(e)①，(a)及び(b)に加えて(d)パラメータによる影響(②)，(e)その他の影響(②)を考慮する。

各施設・設備の設置位置における入力津波高さに対するパラメータによる影響の考慮の程度を表 1.5-2 に示す。

なお，表 1.5-1 に示す検討対象設備について，高潮ハザードによる再現期間 100 年に対する期待値 O.P. +1.95m と，入力津波で考慮した朔望平均満潮位 O.P. +1.43m と潮位のばらつき 0.16m の合計との差である 0.36m (参照する裕度) を踏まえ，入力津波水位に 0.5m の余裕を考慮した津波水位に対して設計の裕度を確認する。

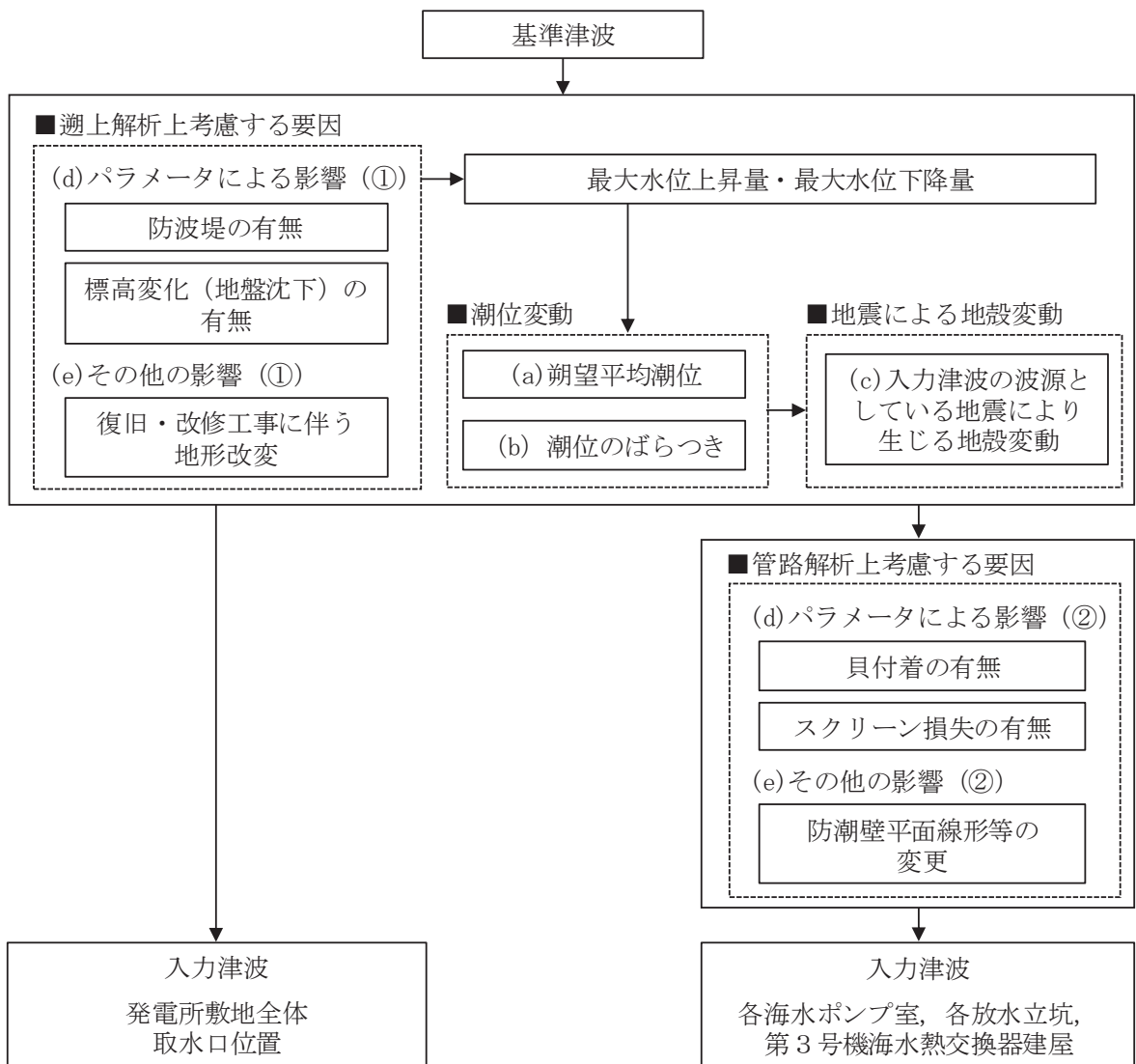


図 1.5-1 入力津波高さの算定フロー

表 1.5-2 (1) 各施設・設備の設置位置における入力津波高さに対する  
パラメータによる影響の考慮の程度

設置位置	津波対策設備	設備分類	入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる影響の 考慮の程度	パラメータによる 影響で考慮した 条件
発電所 敷地全体	・防潮堤 ・取放水路 流路縮小工	津波防護 施設		+0.45m	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防波堤の有無</li> <li>・標高変化（地盤沈下）の有無</li> </ul>
	・屋外排水路 逆流防止設 備	浸水防止 設備			
第2号機 海水ポンプ 室	防潮壁	津波防護 施設		+0.87m	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防波堤の有無</li> <li>・標高変化（地盤沈下）の有無</li> <li>・貝付着の有無</li> <li>・スクリーン損失の有無</li> </ul>
	・浸水防止蓋 ・逆止弁付 ファンネル ・貫通部止水 処置	浸水防止 設備			
第2号機 放水立坑	防潮壁	津波防護 施設		+0.26m	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防波堤の有無</li> <li>・標高変化（地盤沈下）の有無</li> </ul>
	・逆流防止 設備 ・貫通部止水 処置	浸水防止 設備			

※1：朔望平均満潮位，入力津波の波源としている地震により生じる地殻変動を考慮した津波高さ

※2：敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

※3：防潮壁平面線形等の変更前後及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

※4：遡上解析により求めた津波水位に潮位のばらつき+0.16mを加えることで考慮

表 1.5-2 (2) 各施設・設備の設置位置における入力津波高さに対する  
パラメータによる影響の考慮の程度

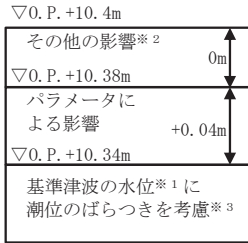
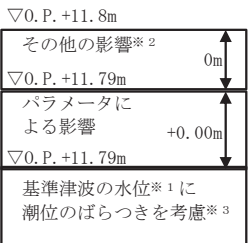
設置位置	津波対策設備	設備分類	入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる影響の 考慮の程度	パラメータによる 影響で考慮した 条件
第3号機 海水ポンプ 室	防潮壁	津波防護 施設		+0. 69m	<ul style="list-style-type: none"> <li>防波堤の有無</li> <li>標高変化（地盤沈下）の有無</li> <li>貝付着の有無</li> <li>スクリーン損失の有無</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>浸水防止蓋</li> <li>逆止弁付ファンネル</li> <li>貫通部止水処置</li> </ul>	浸水防止 設備			
第3号機 海水熱交換 器建屋	防潮壁	津波防護 施設		+0. 72m	<ul style="list-style-type: none"> <li>防波堤の有無</li> <li>標高変化（地盤沈下）の有無</li> <li>貝付着の有無</li> <li>スクリーン損失の有無</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>水密扉</li> <li>浸水防止蓋</li> </ul>	浸水防止 設備			
第3号機 放水立坑	防潮壁	津波防護 施設		+0. 27m	<ul style="list-style-type: none"> <li>防波堤の有無</li> <li>標高変化（地盤沈下）の有無</li> <li>スクリーン損失の有無</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>浸水防止蓋</li> <li>貫通部止水処置</li> </ul>	浸水防止 設備			

※1：朔望平均満潮位，入力津波の波源としている地震により生じる地殻変動を考慮した津波高さ

※2：防潮壁平面線形等の変更前後及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

※3：遡上解析により求めた津波水位に潮位のばらつき+0.16mを加えることで考慮。

表 1.5-2 (3) 各施設・設備の設置位置における入力津波高さに対する  
パラメータによる影響の考慮の程度

経路からの津波評価	入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータ による影響の 考慮の程度	パラメータによる 影響で考慮した 条件
第1号機海水ポンプ室位置	 <p>▽0. P. +10. 4m          その他の影響※2          0m          ▽0. P. +10. 38m          パラメータに          よる影響 +0. 04m          ▽0. P. +10. 34m          基準津波の水位※1に          潮位のばらつきを考慮※3</p>	+0. 04m	<ul style="list-style-type: none"> <li>防波堤の有無</li> <li>標高変化（地盤沈下）の有無</li> <li>貝付着の有無</li> <li>スクリーン損失の有無</li> </ul>
第1号機放水立坑位置	 <p>▽0. P. +11. 8m          その他の影響※2          0m          ▽0. P. +11. 79m          パラメータに          よる影響 +0. 00m          ▽0. P. +11. 79m          基準津波の水位※1に          潮位のばらつきを考慮※3</p>	+0. 00m	<ul style="list-style-type: none"> <li>防波堤の有無</li> <li>標高変化（地盤沈下）の有無</li> <li>スクリーン損失の有無</li> </ul>

※1：朔望平均満潮位，入力津波の波源としている地震により生じる地殻変動を考慮した津波高さ

※2：敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

※3：遡上解析により求めた津波水位に潮位のばらつき+0.16mを加えることで考慮

表 1.5-2 (4) 各施設・設備の設置位置における入力津波高さに対する  
パラメータによる影響の考慮の程度

非常用海水ポンプの取水性評価	入力津波高さ (水位下降側)	パラメータ による影響の 考慮の程度	パラメータによる 影響で考慮した 条件
取水口位置	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>基準津波の水位※<sup>1</sup> ▽0. P. -10. 52m</p> <p>パラメータに よる影響      -0. 97m</p> <p>潮位のばらつき      -0. 10m</p> <p>その他の影響※<sup>2</sup>      -0. 14m</p> <p>▽0. P. -11. 49m</p> <p>▽0. P. -11. 59m</p> <p>▽0. P. -11. 73m</p> <p>▽0. P. -11. 8m</p> </div>	-0. 97m	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防波堤の有無</li> <li>・ 標高変化（地盤沈下）の有無</li> </ul>
第2号機海水ポンプ室位置	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>基準津波の水位※<sup>1</sup>に 潮位のばらつきを考慮※<sup>4</sup></p> <p>▽0. P. -6. 18m</p> <p>パラメータに よる影響      -0. 16m</p> <p>その他の影響※<sup>3</sup>      -0. 03m</p> <p>▽0. P. -6. 34m</p> <p>▽0. P. -6. 37m</p> <p>▽0. P. -6. 4m</p> </div>	-0. 16m	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防波堤の有無</li> <li>・ 標高変化（地盤沈下）の有無</li> <li>・ 貝付着の有無</li> <li>・ スクリーン損失の有無</li> </ul>

※1：朔望平均干潮位を考慮した津波高さ

※2：敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

※3：防潮壁平面線形等の変更前後及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

※4：遡上解析により求めた津波水位に潮位のばらつき-0.10mを加えることで考慮



c. パラメータによる影響が入力津波高さに与える影響

(a) 遡上解析におけるパラメータによる影響

イ. 基準地震動  $S_s$  に伴う防波堤の損傷の有無による影響

基準地震動  $S_s$  による人工構造物の形状変化として（詳細は、「1.2 遡上・浸水域の考え方について」に記載）、地震による防波堤の損壊を想定し、防波堤がある場合とない場合（以下、「防波堤あり」及び「防波堤なし」という。）を考慮する。なお、パラメータによる影響の考慮の程度に関する検討に当たっては、現地形状を考慮し、遡上の影響については、「防波堤あり、現地形（地盤沈下なし）」を基本ケースとした。

発電所敷地全体（防潮堤）への遡上の影響について、水位上昇側（防潮堤前面）及び水位下降側（第2号機取水口前面）の遡上解析結果一覧を表 1.5-3 に示す。評価の結果、水位上昇側については、防波堤なしの場合に比べ、防波堤ありの場合の方が津波高さは高くなる傾向にある。また、水位下降側については、防波堤ありの場合に比べ、防波堤なしの場合の方が津波高さは低くなる傾向にある。

ロ. 基準地震動  $S_s$  に伴う標高変化（地盤沈下）の影響

基準地震動  $S_s$  に伴う地形標高変化（地盤沈下）として（詳細は、「1.2 遡上・浸水域の考え方について」に記載）、揺すり込み及び液状化に伴う沈下を仮定し、入力津波の算定に影響する防潮堤より海側の地盤面が沈下しない場合と 1m 沈下する場合（以下、「現地形」及び「1m 沈下」という。）を考慮する。なお、パラメータによる影響の考慮の程度に関する検討に当たっては、現地形状を考慮し、遡上の影響については、「現地形、防波堤あり」を基本ケースとした。

発電所敷地全体（防潮堤）への遡上の影響について、水位上昇側（防潮堤前面）及び水位下降側（第2号機取水口前面）の遡上解析結果一覧を表 1.5-3 に示す。評価の結果、水位上昇側については、現地形の場合に比べ、1m 沈下の場合の方が津波高さは高くなる傾向にある。また、水位下降側については、1m 沈下の場合に比べ、現地形の場合の方が津波高さは低くなる傾向にある。

「イ. 基準地震動  $S_s$  に伴う防波堤の損傷の有無による影響」及び「ロ. 基準地震動  $S_s$  に伴う標高変化（地盤沈下）の影響」に示した影響評価結果から、基本ケースの水位と評価点毎の最高水位又は最低水位の差異を遡上解析におけるパラメータによる影響として考慮することとし、水位上昇側（防潮堤前面）については+0.45m、水位下降側（第2号機取水口前面）については-0.97mとした。

表 1.5-3 (1) 遡上解析結果一覧 (水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	敷地前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地殻変動 (m)	水位 (O.P.m)	
発電所 敷地全体	あり*	現地形*	+21.58*	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	+23.89*	
		1m沈下	+22.03				+24.34	
	なし	現地形	+20.64					+22.95
		1m沈下	+21.19					+23.50

\* : 基本ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-3 (2) 遡上解析結果一覧 (水位下降側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	取水口前面 最大水位 下降量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地殻変動 (m)	水位 (O.P.m)	
第2号機 取水口前面	あり*	現地形*	-10.38*	朔望平均 干潮位 -0.14	-0.10	沈降を 考慮しない	-10.62*	
		1m沈下	-10.36				-10.60	
	なし	現地形	-11.35					-11.59
		1m沈下	-11.32					-11.56

\* : 基本ケース

■ : 解析ケースの最低水位

(b) 管路解析におけるパラメータによる影響

イ. 防波堤の有無による影響

パラメータによる影響の考慮の程度に関する検討に当たっては、原地形状態を考慮し、「現地形、防波堤あり、貝付着あり、スクリーン損失あり」を基本ケースとした。

水位上昇側（各取放水設備）及び水位下降側（第2号機海水ポンプ室）の管路解析の結果一覧を表1.5-4に示す。評価の結果、水位上昇側については各取放水設備で傾向が異なり、第2・3号機海水ポンプ室及び第2・3号放水立坑については、防波堤なしの場合に比べ、防波堤ありの場合の方が津波高さは高くなる傾向にあり、第1号機海水ポンプ室及び第1号機放水立坑については、防波堤ありの場合に比べ、防波堤なしの場合の方が津波高さは高くなる傾向にある。また、水位下降側については、防波堤なしの場合に比べ、防波堤ありの場合の方が津波高さは低くなる傾向にある。

ロ. 地形標高変化（地盤沈下）の影響

パラメータによる影響の考慮の程度に関する検討に当たっては、原地形状態を考慮し、「現地形、防波堤あり、貝付着あり、スクリーン損失あり」を基本ケースとした。

水位上昇側（各取放水設備）及び水位下降側（第2号機海水ポンプ室）の管路解析の結果一覧を表1.5-4に示す。評価の結果、水位上昇側については、各取放水設備で傾向が異なり、第2・3号機海水ポンプ室及び第2・3号機放水立坑については、現地形の場合に比べ、1m沈下の場合の方が津波高さは高くなる傾向にあり、第1号機海水ポンプ室及び第1号機放水立坑については、1m沈下の場合に比べ、現地形の場合の方が津波高さは高くなる傾向にある。また、水位下降側については、両者に有意な差は認められない。

ハ. 貝付着の有無による影響

定期点検等で清掃を実施する各取水路を対象に、貝付着がある場合とない場合（以下、「貝付着あり」及び「貝付着なし」という。）を考慮する。なお、パラメータによる影響の考慮の程度に関する検討に当たっては、原地形状態を考慮し、「防波堤あり、現地形（地盤沈下なし）、スクリーン損失あり」を基本ケースとした。

水位上昇側（各取水設備）及び水位下降側（第2号機海水ポンプ室）の管路解析の結果一覧を表1.5-4に示す。評価の結果、水位上昇側については、貝付着ありの場合に比べ、貝付着なしの場合の方が津波高さは高くなる傾向にある。また、水位下降側についても、貝付着ありの場合に比べ、貝付着なしの場合の方が津波高さは低くなる傾向にある。

ニ. スクリーン損失の有無による影響

取水口及び海水ポンプ室に設置しているスクリーンが管路解析に係る第1・2・3号機海水ポンプ室及び第1・3号機放水立坑を対象に、スクリーンがある場合とない場合（以下、「スクリーン損失あり」及び「スクリーン損失なし」という。）を考慮する。なお、パラメータによる影響の考慮の程度に関する検討に当たっては、原地形状態を考

慮し、「防波堤あり，現地形（地盤沈下なし），貝付着あり」を基本ケースとした。

水位上昇側（検討対象設備）及び水位下降側（第2号機海水ポンプ室）の管路解析の結果一覧を表1.5-4に示す。評価の結果，水位上昇側について，第2・3号機海水ポンプ室は，スクリーン損失ありの場合に比べ，スクリーン損失なしの場合の方が津波高さは高くなる傾向にあり，第1号機海水ポンプ室及び第1・3号機放水立坑については，両者に差は認められない。また，水位下降側については，スクリーン損失の有無で水位の傾向は異なるが，その差は非常に小さく，有意な差は認められない。

「イ. 防波堤の有無による影響」，「ロ. 地形標高変化（地盤沈下）の影響」，「ハ. 貝付着の有無による影響」及び「ニ. スクリーン損失の有無による影響」に示した影響評価結果から，基本ケースの水位と評価点毎の最高水位及び最低水位の差異を管路解析におけるパラメータによる影響として考慮することとし，水位上昇側について，第2号機海水ポンプ室は+0.87m，第2号機放水立坑は+0.26m，第3号機海水ポンプ室は+0.69m，第3号機熱交換器建屋は+0.72m，第3号機放水立坑は+0.27m，第1号機海水ポンプ室は+0.04m，第1号放水立坑は影響なしとした。また，水位下降側について，第2号機海水ポンプ室は-0.16mとした。

表 1.5-4 (1) 管路解析結果一覧 (第 2 号機海水ポンプ室, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	取水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地殻変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	水位 (O.P.m)				
第 2 号機 海水ポンプ室	あり*	現地形*	+19.14*	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり*	あり*	+17.19*				
								なし	+17.24				
								あり	+17.54				
		なし	+17.60										
		あり	+17.31										
		なし	+17.35										
	なし	あり*	1m沈下	+19.15	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり*	あり	+17.65			
									なし	+17.71			
									あり	+17.63			
			なし	+17.68									
			あり	+17.98									
			なし	+18.03									
なし	なし	現地形	+18.91	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	あり	+17.67				
								なし	+17.71				
1m沈下	なし	+18.81	+18.81					朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり	あり	+18.01
												なし	+18.06

\* : 基本ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-4 (2) 管路解析結果一覧 (第2号機放水立坑, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	放水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地盤変動 (m)	貝付着※1	スクリーン 損失※2	水位 (O.P. m)
第2号機 放水立坑	あり*	現地形*	+17.07*	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり*	-	+17.09*
		1m沈下	+17.21						+17.17
	なし	現地形	+17.18						+17.82
		1m沈下	+17.34						+17.35

※1 : 1系統のみであるとともに水深が深いことから抜水点検できないう構築となっており, 清掃は行わない。また, 清掃可能な箇所である放水立坑について「貝付着なし」とすると, 津波溢水に対する容量が大きくなり, 水位低減に寄与することから, 「貝付着あり」を基本条件とする。

※2 : 第2号機補機放水路は, 基準津波時に逆流防止設備により遮断されるため, 補機冷却系海水ポンプ流量が水位に与える影響はない。

\* : 基本ケース

■ : 解析ケース毎の最高水位

表 1.5-4 (3) 管路解析結果一覧 (第3号機海水ポンプ室, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	取水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地殻変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	水位 (O. P. m)			
第3号機 海水ポンプ室	あり*	現地形*	+19.35*	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり	あり*	+18.26*			
								なし	+18.32			
		なし	あり				なし	あり	なし	あり	あり	+18.48
											なし	+18.55
	なし	あり	1m沈下	+19.36			あり	あり	+18.36			
								なし	+18.42			
	なし	なし	現地形	+19.55			あり	あり	+18.59			
								なし	+18.66			
	なし	なし	1m沈下	+19.34			あり	あり	+18.65			
								なし	+18.71			
								あり	+18.87			
								あり	+18.93			
							あり	+18.67				
							あり	+18.73				
							あり	+18.89				
							なし	+18.95				

\* : 基本ケース

□ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-4 (4) 管路解析結果一覧 (第3号機海水熱交換器建屋, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	取水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地殻変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	水位 (O.P. m)					
第3号機 海水熱交換器 建屋	あり*	現地形*	+19.35*	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり*	あり*	+18.21*					
								なし	+18.27					
		なし	あり*				なし	なし	あり	あり	あり	あり	+18.46	
												なし	+18.53	
			なし				あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり	+18.31
													なし	+18.37
	なし	なし	なし	なし	あり	なし	なし	あり	+18.57					
								なし	+18.64					
	なし	なし	現地形	+19.55	なし	なし	なし	あり	あり	+18.60				
									なし	+18.66				
	なし	なし	1m沈下	+19.34	なし	なし	なし	あり	あり	+18.85				
									なし	+18.91				
なし	なし	1m沈下	+19.34	なし	なし	なし	あり	あり	+18.62					
								なし	+18.68					
なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	あり	+18.87					
								なし	+18.93					

\* : 基本ケース

: 解析ケースの最高水位



表 1.5-4 (5) 管路解析結果一覧 (第3号機放水立坑, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	放水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地殻変動 (m)	貝付着※	スクリーン 損失	水位 (O.P.m)				
第3号機 放水立坑	あり*	現地形*	+17.07*	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり*	あり*	+17.17*				
		1m沈下	+17.21					なし	+17.17				
	なし	現地形	+17.18				あり	あり	あり	あり	+17.28		
		1m沈下	+17.34					あり	あり	あり	あり	+17.40	

※ : 1系統のみであるとともに水深が深いこと等から放水点検できない構造となっており, 清掃は行わない。また, 清掃可能な箇所である放水立坑について「貝付着なし」とすると, 津波溢水に対する容量が大きくなり, 水位低減に寄与することから, 「貝付着あり」を基本条件とする。

\* : 基本ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-4 (6) 管路解析結果一覧 (第 1 号機海水ポンプ室, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	取水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地殻変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	水位 (O.P.m)
第 1 号機 海水ポンプ室	あり*	現地形*	+18.41*	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり*	あり*	+10.34*
								なし	+10.34
								あり	+10.38
	あり*	なし	なし	なし	なし	なし	あり	あり	+10.38
								なし	+10.38
								あり	+10.34
	なし	あり*	1m沈下	+18.35	なし	なし	あり	あり	+10.34
								なし	+10.34
								あり	+10.38
	なし	なし	現地形	+18.39	なし	なし	あり	あり	+10.30
								なし	+10.30
								あり	+10.34
なし	なし	1m沈下	+18.47	なし	なし	あり	あり	+10.34	
							なし	+10.31	
							あり	+10.31	
なし	なし	なし	なし	なし	なし	あり	あり	+10.34	
							なし	+10.34	
							あり	+10.34	

\* : 基本ケース

: 解析ケースの最高水位

表 1.5-4 (7) 管路解析結果一覧 (第 1 号機放水立坑, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	放水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地殻変動 (m)	貝付着*	スクリーン 損失	水位 (O.P. m)				
第 1 号機 放水立坑	あり*	現地形*	+16.39*	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり*	あり*	+11.79*				
		1m沈下	+16.70					なし	+11.79				
	なし	現地形	+17.71				あり	あり	+11.76				
		1m沈下	+17.60					あり	+11.61				
	なし	なし	なし				なし	あり	なし	あり	なし	あり	+11.61
													あり
									+11.58				

※ : 1 系統のみであるとともに水深が深いことから放水点検できない構造となっており, 清掃は行わない。また, 清掃可能な箇所である放水立坑について「貝付着なし」とすると, 津波溢水に対する容量が大きくなり, 水位低減に寄与することから, 「貝付着あり」を基本条件とする。

\* : 基本ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-4 (8) 管路解析結果一覧 (第2号機海水ポンプ室, 水位下降側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	取水口前面 最大水位 下降量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地殻変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	水位 (O.P.m)					
第2号機 海水ポンプ室	あり*	現地形*	-10.30*	朔望平均 干潮位 -0.14	-0.10	沈降を 考慮しない	あり*	あり*	-6.18*					
								なし	-6.18					
		あり*	なし					あり	あり	あり	あり	あり	あり	-6.33
													なし	-6.33
		なし	あり					なし	なし	なし	なし	なし	あり	-6.18
													なし	-6.19
	なし	なし	あり	あり	なし	なし	なし	あり	-6.33					
								なし	-6.34					
	なし	なし	現地形	-11.33	朔望平均 干潮位 -0.14	-0.10	沈降を 考慮しない	あり	あり	-6.16				
									なし	-6.15				
									あり	-6.32				
									なし	-6.34				
あり									-6.16					
なし									-6.17					
なし	なし	1m沈下	-11.28	朔望平均 干潮位 -0.14	-0.10	沈降を 考慮しない	なし	あり	-6.32					
								なし	-6.34					

\* : 基本ケース

■ : 解析ケースの最高水位

(c) その他の影響による影響

イ. 敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の影響

2011年東北地方太平洋沖地震に伴い被災した敷地周辺地域で進められている復旧・改修工事に伴う地形改変として、地形改変がある場合とない場合（以下、「地形改変あり」及び「地形改変なし」という。）を考慮する。復旧・改修工事に伴う地形改変の影響の程度に関する検討に当たっては、遡上解析及び管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケースの条件を基本ケースとした。なお、管路解析については、防潮壁の平面線形等の変更を考慮した。

水位上昇側（第2・3号機海水ポンプ室、第2・3号機放水立坑）及び水位下降側（第2号機海水ポンプ室）の管路解析の結果一覧を表1.5-5に示す。評価の結果、水位上昇側について、地形改変ありの場合に比べ、地形改変なしの場合の方が津波高さは高くなる傾向にある。水位下降側については、地形改変なしの場合に比べ、地形改変ありの場合の方が津波高さは低くなる傾向にある。

ロ. 防潮壁平面線形等の変更の影響

防潮壁の詳細設計を反映した平面線形等が関係する第2・3号機海水ポンプ室及び第2・3号機放水立坑を対象に、変更がある場合とない場合（以下、「平面線形等の変更あり」及び「平面線形等の変更なし」という。）を考慮する。防潮壁平面線形等の変更による影響の程度に関する検討に当たっては、管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケースの条件を基本ケースとした。

水位上昇側（第2・3号機海水ポンプ室、第2・3号機放水立坑）及び水位下降側（第2号機海水ポンプ室）の管路解析の結果一覧を表1.5-6に示す。評価の結果、水位上昇側について、平面線形等の変更ありの場合に比べ、平面線形等の変更なしの場合の方が津波高さは高くなる。水位下降側については、平面線形等の変更なしの場合に比べ、平面線形等の変更ありの場合の方が津波高さは低くなる傾向にある。

「イ. 敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の影響」及び「ロ. 防潮壁平面線形等の変更の影響」に示した影響評価結果から、基本ケースの水位と評価点毎の最高水位又は最低水位の差異をその他の影響として考慮することとし、水位上昇側については、いずれの設備も水位が低くなることから考慮しないこととし、水位下降側については、第2号機海水ポンプ室の水位が低くなることから $-0.03\text{m}$ の影響を考慮することとした。敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変及び防潮壁の詳細設計に伴う防潮壁平面線形等の変更の考慮前後の津波高さ一覧を表1.5-7に示す。

表 1.5-5 (1) 遡上解析結果一覧 (水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	敷地前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地殻変動 (m)	水位 (O.P.m)
発電所 敷地全体	あり*	現地形	なし	+21.58	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	+23.89
			あり	+21.43				+23.74
			なし*	+22.03*				+24.34*
	なし	1m沈下*	あり	+21.85				+24.16
			なし	+20.64				+22.95
			あり	+20.61				+22.92
			なし	+21.19				+23.50
			あり	+20.92				+23.23

\* : 遡上解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-5 (2) 遡上解析結果一覧 (水位下降側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	取水口前面 最大水位 下降量 (m)	朔望平均潮位 (m)	潮位のばらつき (m)	地震により生 じる地殻変動 (m)	水位 (O. P. m)
第2号機 取水口前面	あり	現地形	なし	-10.38	朔望平均 干潮位 -0.14	-0.10	沈降を 考慮しない	-10.62
			あり	-10.50				-10.74
		なし	-10.36	-10.60				
		あり	-10.53	-10.77				
	なし*	現地形*	なし*	-11.35*				-11.59*
			あり	-11.49				-11.73
		1m沈下	なし	-11.32				-11.56
			あり	-11.45				-11.69

\* : 遡上解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

: 解析ケースの最高水位

表 1.5-5 (3) 管路解析結果一覧 (第2号機海水ポンプ室, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	取水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	水位 (O.P. m)
第2号機 海水ポンプ室	あり	現地形	なし	+19.14	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	なし	あり	+17.52
			あり	+19.09				あり	+17.52		
		1m沈下	なし	+19.15				なし	なし	あり	+17.63
			あり	+19.10				なし	なし	あり	+17.63
	なし*	現地形	なし	+18.91				なし	なし	あり	+17.94
			あり	+18.91				なし	なし	あり	+17.95
		1m沈下*	なし	+18.81*				なし*	なし*	あり*	+17.98*
			あり	+18.81				なし*	なし*	あり*	+17.98

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位



表 1.5-5 (4) 管路解析結果一覧 (第2号機放水立坑, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	放水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着*1	スクリーン 損失*2	防潮壁 平面線形等 の変更	水位 (O.P.m)	
											あり	なし
第2号機 放水立坑	あり	現地形	なし	+17.07	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり	—	あり	あり	+16.33
			あり	+17.00							なし	+16.33
		なし	+17.21	あり							+16.39	
		あり	+17.18	なし							+16.39	
	なし*	現地形	なし	+17.18	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり	—	あり	あり	+16.50
			あり	+17.15							なし*	+16.50
		1m沈下*	なし*	+17.34*							あり*	+16.52*
			あり	+17.28							あり*	+16.52*

※1 : 1系統のみであるとともに水深が深いこと等から抜水点検できない構造となっており, 清掃は行わない。また, 清掃可能な箇所である放水立坑について「貝付着なし」とすると, 津波溢水に対する容量が大きくなり, 水位低減に寄与することから, 「貝付着あり」を基本条件とする。

※2 : 第2号機補機放水路は, 基準津波時に逆流防止設備により遮断されるため, 補機冷却系海水ポンプ流量が水位に与える影響はない。

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-5 (5) 管路解析結果一覧 (第3号機海水ポンプ室, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	取水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	水位 (O.P.m)		
第3号機 海水ポンプ室	あり	現地形	なし	+19.35*	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	なし	あり	+18.45		
			あり	+19.28				あり	+18.40				
		1m沈下	なし	+19.36				なし	なし	あり	+18.56		
			あり	+19.28				なし	なし	あり	+18.51		
	なし*	現地形	なし	+19.55				+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	なし	あり	+18.83
			あり	+19.48						なし	なし	あり	+18.78
		1m沈下*	なし	+19.34						なし*	なし*	あり*	+18.85*
			あり	+19.26						なし*	なし*	あり*	+18.80

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-5 (6) 管路解析結果一覧 (第3号機海水熱交換器建屋, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	取水口前面 最大水位 上昇量 (m)	湖望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	水位 (O.P.m)	
第3号機 海水熱交換器 建屋	あり	現地形	なし	+19.35*	湖望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	なし	あり	+18.43	
			あり	+19.28				あり	+18.38			
		1m沈下	なし	+19.36				なし	なし	あり	+18.54	
			あり	+19.28				なし	なし	あり	+18.49	
		なし*	現地形	なし				+19.55	なし	なし	あり	+18.81
				あり				+19.48	なし	なし	あり	+18.76
	1m沈下*	なし*	なし	+19.34	なし*	なし*	あり*	+18.83*				
			あり	+19.26	なし*	なし*	あり*	+18.78				

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

: 解析ケースの最高水位

表 1.5-5 (7) 管路解析結果一覧 (第3号機放水立坑, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	放水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着*	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	水位 (O.P.m)	
第3号機 放水立坑	あり	現地形	なし	+17.07	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり	なし	あり	+16.41	+16.41
			あり	+17.00							+16.50	+16.50
		なし	+17.21	+16.50							+16.50	
		あり	+17.18	+16.59							+16.59	
	なし*	現地形	なし	+17.18	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり	なし	あり	+16.59	+16.59
			あり	+17.15							+16.62*	+16.62*
		なし*	+17.34*	+16.62*							+16.62*	
		あり	+17.28	+16.62*							+16.62*	

※ : 1系統のみであるとともに水深が深いこと等から抜水点検できない構造となっており, 清掃可能な箇所である放水立坑について「貝付着なし」とすると, 津波溢水に対する容量が大きくなり, 水位低減に寄与ことから, 「貝付着あり」を基本条件とする。

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-5 (8) 管路解析結果一覧 (第 1 号機海水ポンプ室, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	取水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均 満潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更*	水位 (O.P.m)
第 1 号機 海水ポンプ室	あり*	現地形	なし	+18.41	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	なし	—	+10.38
			あり	+18.37				なし	なし	—	+10.37
			なし*	+18.35*				なし*	なし*	—	+10.38*
		あり	+18.35	あり				あり	—	+10.37	
		なし	+18.39	なし				なし	—	+10.34	
		あり	+18.42	あり				あり	—	+10.32	
	なし	1m沈下*	なし	+18.47	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	なし	—	+10.34
			あり	+18.43				あり	あり	—	+10.33

※ : 該当設備なし。

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-5 (9) 管路解析結果一覧 (第 1 号機放水立坑, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	放水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着※1	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更※2	水位 (O.P. m)			
第 1 号機 放水立坑	あり*	現地形*	なし*	+16.39*	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり*	なし*	—	+11.79			
			あり	+16.40							+11.77			
		1m沈下	なし	+16.70							あり	なし	—	+11.76
			あり	+16.71										+11.74
		現地形	なし	+17.71							なし	あり	—	+11.61
			あり	+17.74										+11.58
	1m沈下	なし	+17.60	あり	なし	—	+11.58							
		あり	+17.63				+11.56							

※1 : 1 系統のみであるとともに水深が深いこと等から抜水点検できない構造となっており、清掃可能な箇所である放水立坑について「貝付着なし」とすると、津波溢水に対する容量が大きくなり、水位低減に寄与することから、「貝付着あり」を基本条件とする。

※2 : 該当設備なし。

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-5 (10) 管路解析結果一覧 (第2号機海水ポンプ室, 水位下降側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	取水口前面 最大水位 下降量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	水位 (O.P.m)
第2号機 海水ポンプ室	あり*	現地形*	なし*	-10.30*	朔望平均 干潮位 -0.14	-0.10	沈降を 考慮しない	なし*	なし*	あり*	-6.36*
			あり	-10.46				あり*	-6.37		
		1m沈下	なし	-10.32				なし	なし	あり	-6.36
			あり	-10.46				なし	なし	あり	-6.37
	なし	現地形	なし	-11.33	なし	なし	あり	-6.34			
			あり	-11.47			あり	-6.35			
		1m沈下	なし	-11.28			なし	なし	あり	-6.34	
			あり	-11.38			なし	なし	あり	-6.35	

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-6 (1) 管路解析結果一覧 (第2号機海水ポンプ室, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	取水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	水位 (O.P.m)
第2号機 海水ポンプ室	あり	現地形	+19.14	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	なし	なし	+17.60
		1m沈下	+19.15						あり	+17.52
	なし*	現地形	+18.91	なし*	なし*	なし*	なし*	なし*	なし	+17.71
		1m沈下*	+18.81*						あり	+18.03
									なし*	+18.06*
									あり	+17.98

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位



表 1.5-6 (2) 管路解析結果一覧 (第2号機放水立坑, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	放水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着 <sup>※1</sup>	スクリーン 損失 <sup>※2</sup>	防潮壁 平面線形等 の変更	水位 (O.P.m)				
第2号機 放水立坑	あり	現地形	+17.07	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり	—	なし	+17.09				
		1m沈下	+17.21							あり	+16.33			
	なし*	現地形	+17.18				あり*	—	なし*	+17.17				
		1m沈下*	+17.34*							あり*	+16.39			
														+17.32
														+16.50
										+17.35*				
										+16.52				

※1 : 1系統のみであるとともに水深が深いこと等から抜水点検できない構造となっており, 清掃可能な箇所である放水立坑について「貝付着なし」とすると, 津波溢水に対する容量が大きくなり, 水位低減に寄与することから, 「貝付着あり」を基本条件とする。

※2 : 第2号機補機放水路は, 基準津波時に逆流防止設備により遮断されるため, 補機冷却系海水ポンプ流量が水位に与える影響はない。

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-6 (3) 管路解析結果一覧 (第3号機海水ポンプ室, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	取水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面形状等 の変更	水位 (O.P. m)				
第3号機 海水ポンプ室	あり	現地形	+19.35	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	なし	なし	+18.55				
		1m沈下	+19.36						あり	+18.45				
	なし*	現地形	+19.55				なし*	なし*	なし*	なし*	なし	あり	+18.66	
		1m沈下*	+19.34*								あり	+18.83		

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-6 (4) 管路解析結果一覧 (第3号機海水熱交換器建屋, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	取水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	水位 (O.P. m)						
第3号機 海水熱交換器 建屋	あり	現地形	+19.35	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	なし	なし	+18.53						
		1m沈下	+19.36						あり	+18.43						
	なし*	現地形	+19.55						なし*	なし*	なし*	なし*	なし*	なし	+18.64	
		1m沈下*	+19.34*											あり	+18.81	

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-6 (5) 管路解析結果一覧 (第3号機放水立坑, 水位上昇側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	放水口前面 最大水位 上昇量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着*	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	水位 (O. P. m)				
第3号機 放水立坑	あり	現地形	+17.07	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり	なし	なし	+17.17				
		1m沈下	+17.21							+16.41				
	なし*	現地形	+17.18				あり*	なし*	なし*	+17.28				
		1m沈下*	+17.34*							+16.50				
														+17.40
														+16.59
														+17.44*
														+16.62

※ : 1系統のみであるとともに水深が深いこと等から抜点検できない構造となっており, 清掃は行わない。また, 清掃可能な箇所である放水立坑について「貝付着なし」とすると, 津波溢水に対する容量が大きくなり, 水位低減に寄与することから, 「貝付着あり」を基本条件とする。

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

■ : 解析ケースの最高水位

表 1.5-6 (6) 管路解析結果一覧 (第2号機海水ポンプ室, 水位下降側)

設定位置	防波堤	標高変化 (地盤沈下)	取水口前面 最大水位 下降量 (m)	朔望平均 潮位 (m)	潮位の ばらつき (m)	地震により 生じる地殻 変動 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	水位 (O.P. m)			
第2号機 海水ポンプ室	あり*	現地形	-10.30	朔望平均 干潮位 -0.14	-0.10	沈降を 考慮しない	なし	なし	なし	-6.33			
		1m沈下*	-10.32*						あり	-6.36			
	なし	現地形	-11.33				なし	なし*	なし	あり	なし*	なし*	-6.34*
		1m沈下	-11.28								なし	あり	なし
	なし	なし	なし				なし	なし	なし	なし	なし	なし	-6.34
											なし	あり	なし

\* : 管路解析のパラメータによる影響を考慮した最大ケース

: 解析ケースの最高水位

表 1.5-7 (1) 敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変及び防潮壁の詳細設計に伴う  
防潮壁平面線形等の変更の考慮前後の津波高さ一覧 (水位上昇側)

設定位置		変更前 (考慮前) (O.P.)	変更後 (考慮後) (O.P.)	その他の影響
防潮堤 (鋼管式鉛直壁)		+24.34m	+24.16m	0m (-0.18m)
防潮堤 (盛土堤防)		+24.34m	+24.16m	0m (-0.18m)
防潮壁 (第2号機海水ポンプ室)		+18.06m	+17.98m	0m (-0.08m)
防潮壁 (第2号機放水立坑)		+17.35m	+16.52m	0m (-0.83m)
防潮壁 (第3号機海水ポンプ室)		+18.95m	+18.80m	0m (-0.15m)
防潮壁 (第3号機熱交換器建屋)		+18.93m	+18.78m	0m (-0.15m)
防潮壁 (第3号機放水立坑)		+17.44m	+16.62m	0m (-0.82m)
取放水路流路縮小工 (第1号機取水路)		+24.34m	+24.16m	0m (-0.18m)
取放水路流路縮小工 (第1号機放水路)		+24.34m	+24.16m	0m (-0.18m)
屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側)		+24.34m	+24.16m	0m (-0.18m)
屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側)		+24.34m	+24.16m	0m (-0.18m)
第2号機 海水ポンプ室	浸水防止蓋	+18.06m	+17.98m	0m (-0.08m)
	逆止弁付ファンネル			
	貫通部止水処置			
第2号機 放水立坑	逆流防止設備	+17.35m	+16.52m	0m (-0.83m)
	貫通部止水処置			
第3号機 海水ポンプ室	浸水防止蓋	+18.95m	+18.80m	0m (-0.15m)
	逆止弁付ファンネル			
	貫通部止水処置			
第3号機海水熱 交換器建屋	水密扉	+18.93m	+18.78m	0m (-0.15m)
	浸水防止蓋			
第3号機 放水立坑	浸水防止蓋	+17.44m	+16.62m	0m (-0.82m)
	貫通部止水処置			
第1号機海水ポンプ室		+10.38m	+10.37m	0m (-0.01m)
第1号機放水立坑		+11.79m	+11.77m	0m (-0.02m)

表 1.5-7 (2) 敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変及び防潮壁の詳細設計に伴う  
 防潮壁平面線形等の変更の考慮前後の津波高さ一覧（水位下降側）

設定位置	変更前（考慮前） (O.P.)	変更後（考慮後） (O.P.)	その他の影響
第2号機取水口前面	-11.59m	-11.73m	-0.14m
第2号機海水ポンプ室	-6.34m	-6.37m	-0.03m

(d) パラメータによる影響が入力津波高さに与える影響のまとめ

「(a)遡上解析におけるパラメータによる影響」、「(b)管路解析におけるパラメータによる影響」及び「(c)その他の影響による影響」の結果を踏まえ設定した各施設・設備の設置位置における入力津波高さ一覧を表 1.5-8 に示す。





表 1.5-8 (2) 各施設・設備の設置位置における入力津波高さ一覧

区分	設定位置	入力津波高さ	入力津波高さが有する数値計算上の不確かさ						管路解析上考慮する要因			
			パラメータによる影響		その他の影響	潮位変動		地震による地殻変動	パラメータによる影響		その他の影響	
			防波堤	標高変化(地盤沈下)		復旧・改修工事に伴う地形改変	潮望平均潮位		潮位のばらつき	貝付着		スクリン損失
水位 上昇 側	第3号機海水ポンプ室	0.P. + 19.0m	浸水防止蓋	1m沈下	なし	なし	潮望平均満潮位 + 1.43m	沈降を考慮 + 0.72m	なし	なし	なし	防潮壁平面線形等の変更
			逆止弁付ファンネル									
			貫通部止水処置									
	第3号機海水熱交換器 建屋	0.P. + 19.0m	水密扉	1m沈下	なし	なし	潮望平均満潮位 + 1.43m	沈降を考慮 + 0.72m	なし	なし	なし	なし
			浸水防止蓋									
			補機冷却海水系放水路逆流防止設備									
第3号機放水立坑	0.P. + 17.5m	貫通部止水処置	1m沈下	なし	なし	潮望平均満潮位 + 1.43m	沈降を考慮 + 0.72m	なし	なし	なし	なし	
		貫通部止水処置										
水位 下降 側	第1号機海水ポンプ室	0.P. + 10.4m	あり	1m沈下	なし	なし	潮望平均満潮位 + 1.43m	沈降を考慮 + 0.72m	なし	なし	なし	なし
			あり									
	第2号機取水口前面	0.P. - 11.8m	なし	なし	あり	なし	潮望平均満潮位 + 1.43m	沈降を考慮 + 0.72m	なし	なし	なし	なし
			あり									
第2号機海水ポンプ室	0.P. - 6.4m	あり	なし	あり	あり	なし	なし	なし	なし	なし	あり	

(参考1) 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更及び復旧・改修工事に伴う地形改変の影響を考慮した入力津波評価について

1. はじめに

耐津波設計を行うに当たって現場確認を要するプロセスとして、遡上解析に必要となる敷地モデルの作成プロセスと耐津波設計の入力条件等（配置、寸法等）の現場確認プロセスの2つがある。遡上解析に関する敷地モデルの作成に関する現場確認プロセスについては、今後、改造工事等により、津波伝播経路上の敷地の状況（地形の改変、人工構造物の新設等）が変更となる場合は、その変更が基準津波に対する耐津波設計の評価に与える影響の有無を検討し、必要に応じて遡上解析を再度実施するとしている。また、耐津波設計に関する入力条件等の現場確認プロセスについては、今後、改造工事等により、基準津波に対する耐津波設計に用いる入力条件等の変更が生じた場合、その変更が耐津波設計の評価に与える影響の有無を検討し、必要に応じて入力条件等の再設定・再評価を実施するとしている。現場確認プロセスの詳細を「5.2 耐津波設計における現場確認プロセスについて」に示す。

遡上解析に関する敷地モデルについて、敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変を含めて、基本設計段階で作成したモデルに変更はないものの、耐津波設計に関する入力条件等については、詳細設計に伴い基本設計段階から各防潮壁の平面線形を変更したとともに、第2号機及び第3号機海水ポンプ室の躯体補強（増厚）により躯体形状を変更したことから、あらためて入力津波評価を実施した。

なお、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計に用いる津波のパラメータである入力津波高さ及び流速の設定に当たっては、詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更前後及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変前後の数値を比較し、安全側に評価する。

## 2. 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更

### (1) 防潮壁

詳細設計に伴い基本設計段階から各防潮壁の平面線形を変更した。詳細設計を反映した防潮壁の平面配置（変更前後）を図 2-1 に、防潮壁面積（変更前後）を表 2-1 に示す。

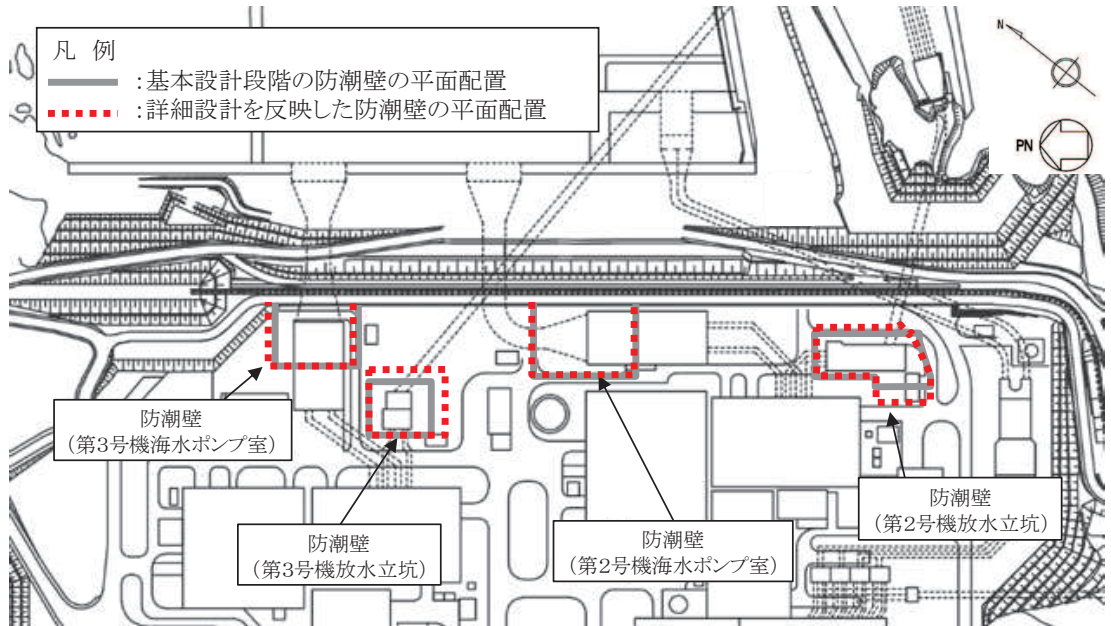


図 2-1 詳細設計を反映した防潮壁の平面配置（変更前後）

表 2-1 詳細設計を反映した防潮壁面積（変更前後）

防潮壁	変更前 (基本設計段階)	変更後 (詳細設計段階)
防潮壁 (第 2 号機海水ポンプ室)	2750m <sup>2</sup>	2870m <sup>2</sup>
防潮壁 (第 2 号機放水立坑)	1870m <sup>2</sup>	2650m <sup>2</sup>
防潮壁 (第 3 号機海水ポンプ室)	1960m <sup>2</sup>	2030m <sup>2</sup>
防潮壁 (第 3 号機放水立坑)	1300m <sup>2</sup>	1820m <sup>2</sup>

(2) 第2号機及び第3号機海水ポンプ室

詳細設計に伴う躯体補強（増厚）により基本設計段階から躯体形状を変更した。第2号機海水ポンプ室の躯体形状（変更後）を図2-2に、第3号機海水ポンプ室の躯体形状（変更後）を図2-3に示す。また、詳細設計を反映した非常用取水設備の貯留量（変更前後）を表2-2に示す。

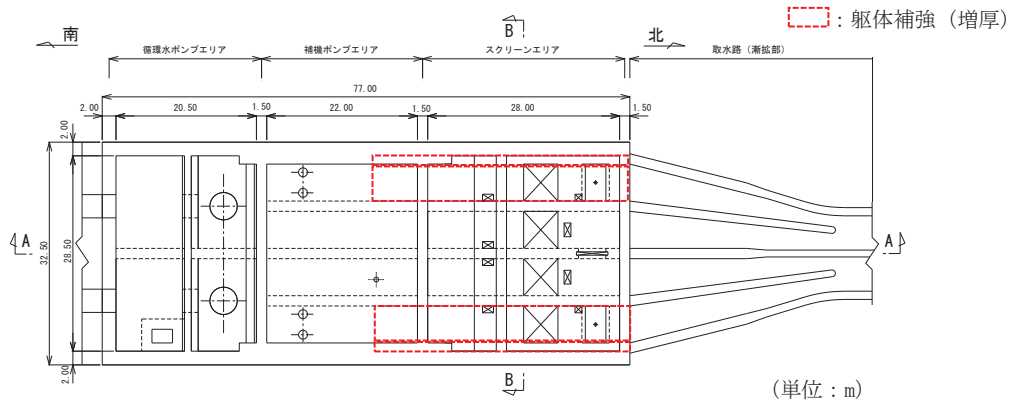


図 2-2(1) 第2号機海水ポンプ室平面図

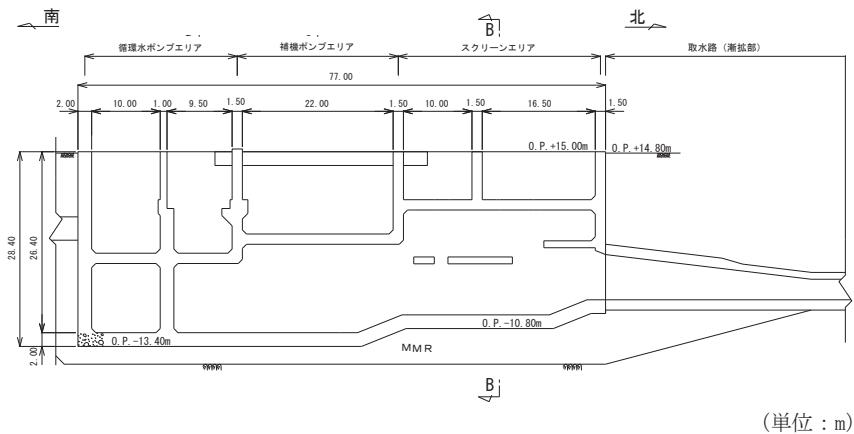


図 2-2(2) 第2号機海水ポンプ室縦断図 (A-A)

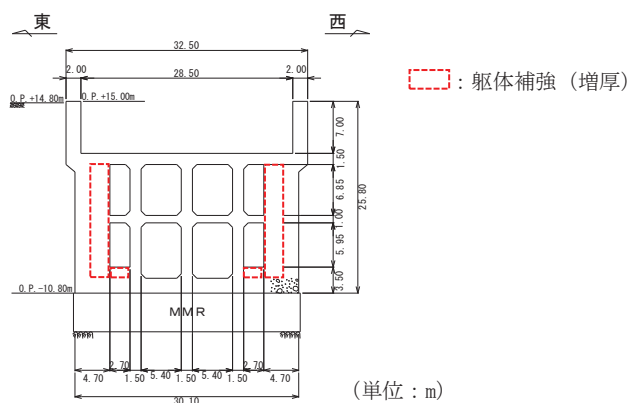


図 2-2(3) 第2号機海水ポンプ室断断図 (B-B)

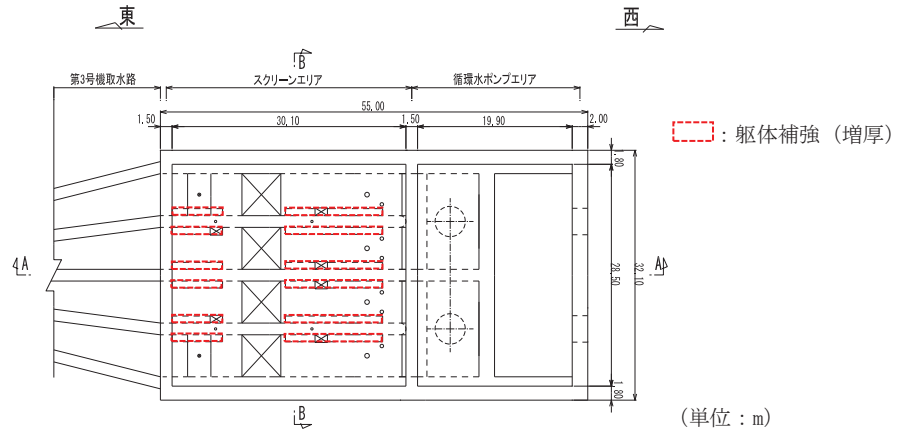


図 2-3(1) 第 3 号機海水ポンプ室平面図

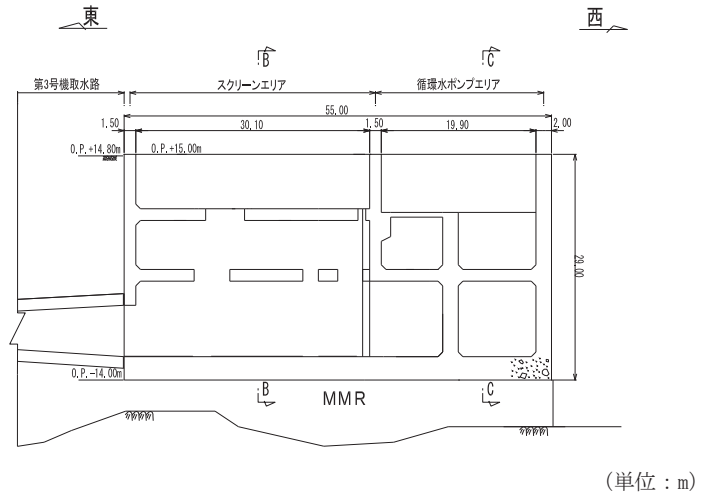


図 2-3(2) 第 3 号機海水ポンプ室縦断面図 (A-A)

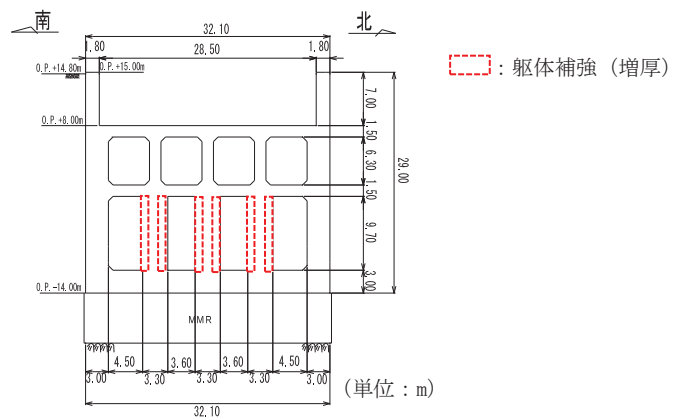


図 2-3(3) 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (B-B)

表 2-2 詳細設計を反映した第 2 号機海水ポンプ室の貯留量（変更前後）

貯留量	変更前 (基本設計)	変更後 (詳細設計)
非常用取水設備* <sup>1</sup>	5100m <sup>2</sup>	4300m <sup>2</sup> * <sup>2</sup>

\*1：貯留堰，取水口，取水路及び海水ポンプ室で確保する水量の合計値を示す。

\*2：貯留量（4300m<sup>3</sup>）の詳細は，「1.7 非常用取水設備内に貯留される水量の算定について」に示す。

### 3. 敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変

2011 年東北地方太平洋沖地震に伴い被災した地域では，防波堤・防潮堤の建設や住宅の高台移転等を目的とした造成による復旧・改修工事が計画されており，発電所の位置する宮城県では，ほぼ全ての計画箇所です工事が進められている。宮城県における防潮堤の建設計画を図 3-1 に示す。



## 宮城県における防潮堤災害復旧・復興の進捗状況

宮城県では、復旧・復興事業を実施するほぼ全ての箇所で着手済み、約6割の213箇所で完成済み。



海岸堤防(防潮堤)の復旧・復興状況について (R2年2月末)

区分	事業者	復旧・復興計画		工事着手済		工事着手率(%)		完了	
		箇所数	延長km	箇所数	延長km	箇所	延長	箇所数	延長km
農地海岸	国・県	98	26.2	98	26.2	100%	100%	89	25.6
漁港海岸	国・県・市・町	145	83.3	143	82.1	99%	99%	45	21.7
建設海岸	国・県	66	62.0	66	62.0	100%	100%	47	50.2
港湾海岸	県	37	54.3	37	54.3	100%	100%	16	10.8
治山	国・県	23	13.5	23	13.5	100%	100%	16	9.8
合計		369	239.3	367	238.1	99%	99%	213	118.1

・表中の工事着手済、工事着手率及び完了の黒字アンダーラインは、前回(R1.11月末)時点からの変更になります。

**凡例**  

 工事着手区間  
 未着手区間  
 工事完成区間



### 環境・景観等に配慮した防潮堤の整備(中島海岸)

気仙沼市本吉町に位置する中島海岸は、東日本大震災により発生した津波等の影響により、防潮堤等の施設が大きな被害を受けました。施設の復旧に当たっては、比較的頻度の高い(数十年から百数十年に一度)津波に対する高さ(T.P+14.7m)で防潮堤の整備を行い、平成30年5月に防潮堤部分が完成しました。

中島海岸では、現在、環境や景観等に配慮するため、専門家から樹種の選定や植栽方法についてご意見をいただきながら、防潮堤の緑化整備を進めています。



図 3-1 海岸線における防潮堤建設計画(令和2年2月末)(宮城県(2020))



#### 4. 入力津波評価

##### 4.1 入力津波高さ

###### (1) 水位上昇側

詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の考慮前後の津波高さの比較から、安全側に評価した入力津波高さを表 4-1 に示す。

表 4-1 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の考慮前後の津波高さ及び入力津波高さ（水位上昇側）

設備名称		変更前（考慮前） (O.P.)	変更後（考慮後） (O.P.)	入力津波高さ (O.P.)	設計津波水位 (O.P.)
防潮堤 (鋼管式鉛直壁)		+24.34m	+24.16m	+24.4m	+24.9m
防潮堤 (盛土堤防)		+24.34m	+24.16m	+24.4m	+24.9m
防潮壁 (第2号機海水ポンプ室)		+18.06m	+17.98m	+18.1m	+18.6m
防潮壁 (第2号機放水立坑)		+17.35m	+16.52m	+17.4m	+17.9m
防潮壁 (第3号機海水ポンプ室)		+18.95m	+18.80m	+19.0m	+19.5m
防潮壁 (第3号機熱交換器建屋)		+18.93m	+18.78m	+19.0m	+19.5m
防潮壁 (第3号機放水立坑)		+17.44m	+16.62m	+17.5m	+18.0m
取放水路流路縮小工 (第1号機取水路)		+24.34m	+24.16m	+24.4m	+24.9m
取放水路流路縮小工 (第1号機放水路)		+24.34m	+24.16m	+24.4m	+24.9m
屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側)		+24.34m	+24.16m	+24.4m	+24.9m
屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側)		+24.34m	+24.16m	+24.4m	+24.9m
第2号機 海水ポンプ室	浸水防止蓋	+18.06m	+17.98m	+18.1m	+18.6m
	逆止弁付ファンネル				
	貫通部止水処置				
第2号機 放水立坑	逆流防止設備	+17.35m	+16.52m	+17.4m	+17.9m
	貫通部止水処置				
第3号機 海水ポンプ室	浸水防止蓋	+18.95m	+18.80m	+19.0m	+19.5m
	逆止弁付ファンネル				
	貫通部止水処置				
第3号機海水 熱交換器建屋	水密扉	+18.93m	+18.78m	+19.0m	+19.5m
	浸水防止蓋				
第3号機 放水立坑	浸水防止蓋	+17.44m	+16.62m	+17.5m	+18.0m
	貫通部止水処置				
第1号機海水ポンプ室		+10.38m	+10.37m	+10.4m	—
第1号機放水立坑		+11.79m	+11.77m	+11.8m	—

(2) 水位下降側

a. 入力津波高さ

詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の考慮前後の津波高さの比較から、安全側に評価した入力津波高さを表 4-2 に示す。

表 4-2 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の考慮前後の津波高さ及び入力津波高さ（水位下降側）

設定位置	変更前 (考慮前) (O.P.)	変更後 (考慮後) (O.P.)	入力津波高さ (O.P.)	設計津波水位 (O.P.)
第 2 号機取水口前面	-11.59m	-11.73m	-11.8m	—
第 2 号機海水ポンプ室	-6.34m	-6.37m	-6.4m	—
貯留堰 (No. 1) , (No. 2) , (No. 3) , (No. 4) , (No. 5) , (No. 6)	-6.3m <sup>*1</sup> -5.3m <sup>*2</sup>	-6.3m <sup>*1</sup> -5.3m <sup>*2</sup>	-6.3m <sup>*1</sup> -5.3m <sup>*2</sup>	—

\*1：朝倉式を適用する場合に用いる水位であり、津波が貯留堰を越流する直前の津波高さである。潮位変動として「朔望平均干潮位」(O.P. -0.14m) 及び「潮位のぼらつき」(-0.10m) を考慮している。

\*2：静水圧差を適用する場合に用いる水位であり、津波による貯留堰の内外の水位差が最大となる津波高さである。潮位変動として「朔望平均干潮位」(O.P. -0.14m) 及び「潮位のぼらつき」(-0.10m) を考慮している。

b. 貯留堰の天端高さを下回る時間

敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変前後の第2号機取水口前面における水位時刻歴波形及び貯留堰の天端高さを下回る時間を図4-1に示す。

復旧・改修工事に伴う地形改変前後で、第2号機取水口前面における水位時刻歴波形及び貯留堰の天端高さを下回る時間に有意な差はなく、貯留堰の天端高さを下回る時間は約4分間である。

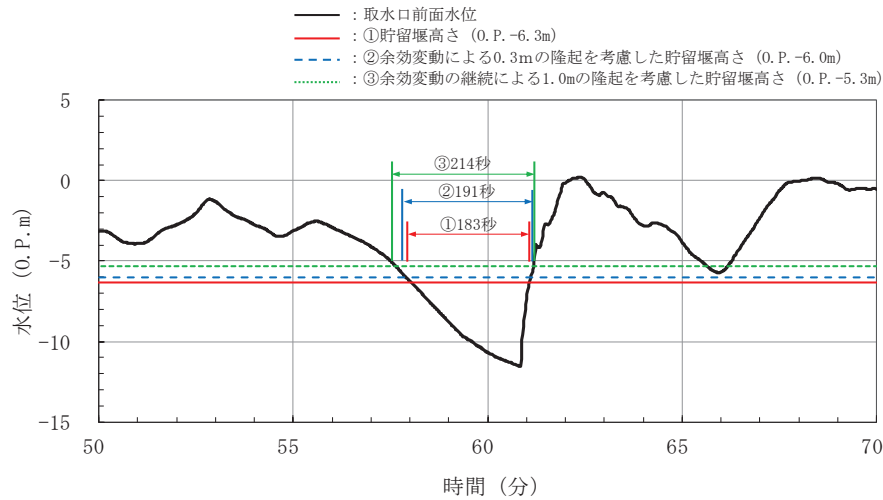


図4-1(1) 第2号機取水口前面における水位時刻歴波形及び貯留堰天端高さを下回る時間  
(復旧・改修工事に伴う地形改変前)

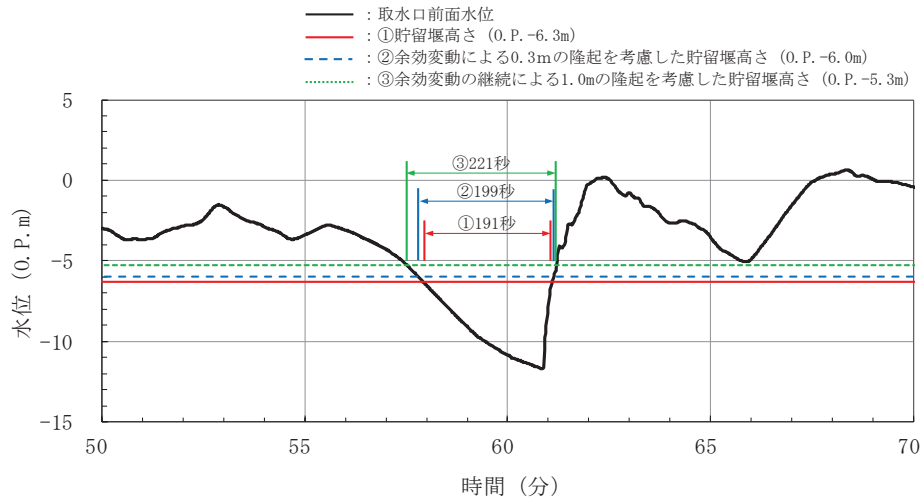


図4-1(2) 第2号機取水口前面における水位時刻歴波形及び貯留堰天端高さを下回る時間  
(復旧・改修工事に伴う地形改変後)

c. 第2号機海水ポンプ室の水位時刻歴波形

詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更前後の第2号機海水ポンプ室の水位時刻歴波形を図4-2に示す。

同時刻歴波形に有意な差はなく、防潮壁平面線形等の変更が水位時刻歴波形に及ぼす影響はないことを確認した。

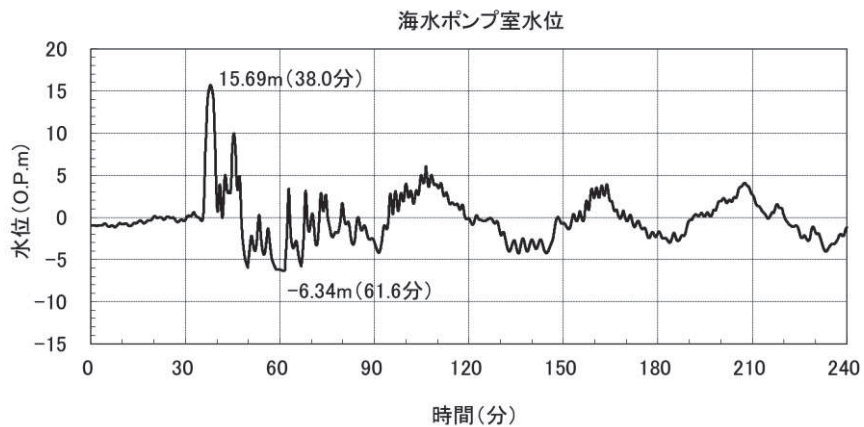


図4-2(1) 第2号機海水ポンプ室の時刻歴波形  
(防潮壁平面線形等の変更前)

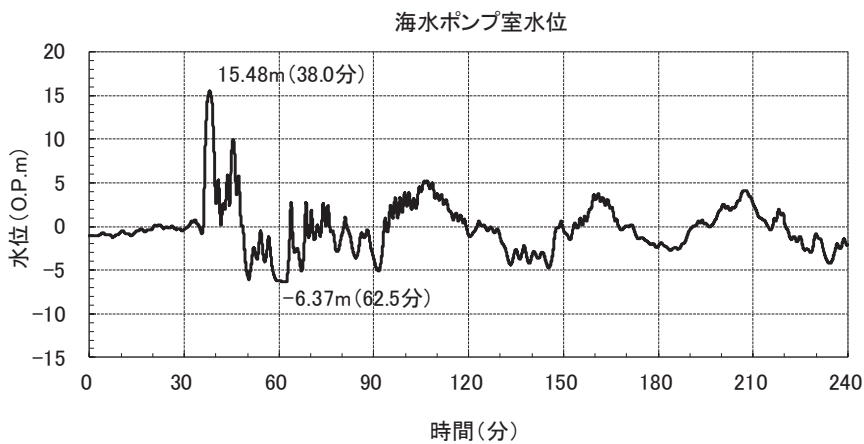


図4-2(2) 第2号機海水ポンプ室の時刻歴波形  
(防潮壁平面線形等の変更後)

## 4.2 流速

### (1) 遡上波による入力津波

敷地前面域での最大流速について、図 4-3 の復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の基準津波における最大流速ベクトル分布（全時刻）のとおり、第一波（地震発生から約 46 分後まで）については復旧・改修工事に伴う地形改変の影響はほとんどなく、第二波以降（地震発生から約 46 分以降）については最大流速が 12.95m/s から 12.53m/s と小さくなる。また、海中に設置されている貯留堰で考慮する第二波（地震発生から約 46 分以降）の最大流速についても、復旧・改修工事に伴う地形改変の影響はほとんどない。なお、敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変が発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流況に与える影響については、「(参考 2) 敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変が発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流況に与える影響」に示す。

復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の最大流速の比較から、安全側に評価した設計に用いる流速を表 4-3 に示す。

表 4-3(1) 敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の最大流速及び設計に用いる流速（第一波（地震発生から約 46 分後まで））

設備名称	考慮前	考慮後	設計に用いる流速
防潮堤 (鋼管式鉛直壁)	12.79m/s	12.81m/s	13.0m/s
防潮堤 (盛土堤防)			
貯留堰			
屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側)			

4-3(2) 敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の最大流速及び設計に用いる流速（第二波以降（地震発生から約 46 分以降））

設備名称	考慮前	考慮後	設計に用いる流速
貯留堰	1.81m/s	1.88m/s	2.0m/s

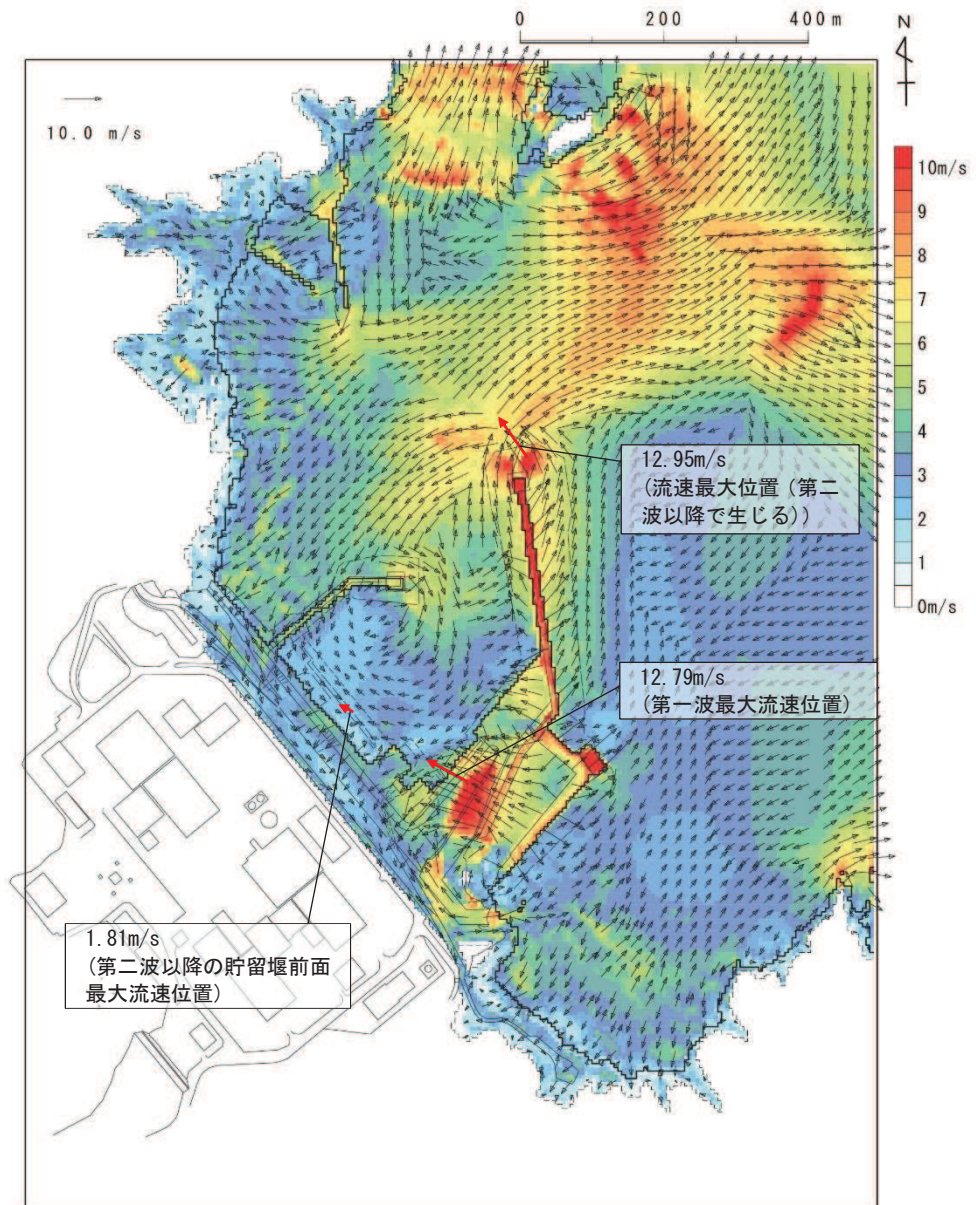


図 4-3(1) 敷地周辺の復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前の基準津波の最大流速分布図  
 (防波堤あり, 基準地震動  $S_s$  による地盤沈下なし, 全時刻)



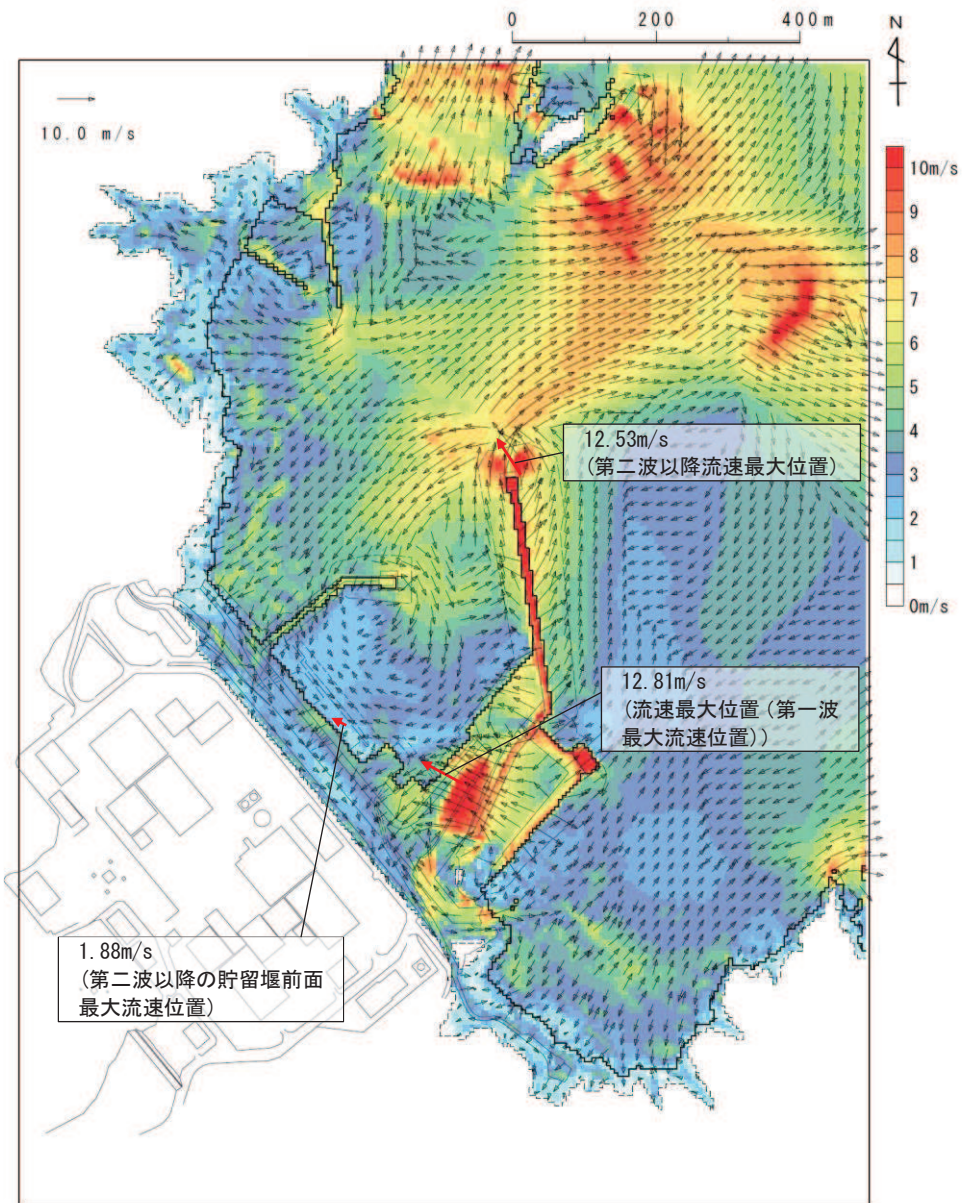


図 4-3(2) 敷地周辺の復旧・改修工事に伴う地形改変考慮後の基準津波の最大流速分布図  
(防波堤あり，基準地震動  $S_s$  による地盤沈下なし，地震発生から約 46 分後まで)

(2) 経路からの津波による入力津波

a. 津波防護施設（取放水路流路縮小工）

第1号機取水路及び放水路に設置する流路縮小工の設計で考慮する流路縮小工前面、貫通部及び背面における最大水平流速について、詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の考慮前後の比較を表4-4に示す。比較ケースは、復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前の流速最大ケースとした（詳細は、「1.4 入力津波の不確かさの考慮について」に示す。）。

表 4-4(1) 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の最大水平流速  
(取放水路流路縮小工（第1号機取水路）、水位上昇側)

防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	敷地前面 最大水位 上昇量 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更*1	最大水平流速 (m/s) *2		
							前面	貫通部	背面
なし	現地形 (沈下なし)	なし	+18.39	なし	なし	—	1.19	13.01	2.69
		あり	+18.42				1.09	11.92	2.37

\*1：該当設備なし。

\*2：朔望平均満潮位 (O.P. +1.43m)、潮位のばらつき (+0.16m) 及び地震により生じる沈下量 (0.72m) を考慮して管路解析を実施。

表 4-4(2) 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の最大水平流速  
(取放水路流路縮小工（第1号機放水路）、水位上昇側（前面、貫通部）)

防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	敷地前面 最大水位 上昇量 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更*1	最大水平流速 (m/s) *2		
							前面	貫通部	背面
なし	現地形 (沈下なし)	なし	+17.71	あり	なし	—	0.15	11.49	0.92
		あり	+17.74				0.15	11.44	2.29

\*1：該当設備なし。

\*2：朔望平均満潮位 (O.P. +1.43m)、潮位のばらつき (+0.16m) 及び地震により生じる沈下量 (0.72m) を考慮して管路解析を実施。



表 4-4(3) 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の最大水平流速  
(取放水路流路縮小工 (第 1 号機放水路), 水位上昇側 (背面))

防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	敷地前面 最大水位 上昇量 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更*1	最大水平流速 (m/s) *2		
							前面	貫通部	背面
あり	1m沈下	なし	+16.70	あり	なし	—	0.14	10.72	6.46
		あり	+16.71				0.14	10.89	6.47

\*1: 該当設備なし。

\*2: 朔望平均満潮位 (O. P. +1.43m), 潮位のばらつき (+0.16m) 及び地震により生じる沈下量 (0.72m) を考慮して管路解析を実施。

b. 浸水防止設備 (逆止弁付ファンネル, 浸水防止蓋)

第 2 号機及び第 3 号機海水ポンプ室に設置する逆止弁付ファンネル, 第 3 号機海水熱交換器建屋及び第 3 号機補機冷却海水系放水ピットに設置する浸水防止蓋の設計で考慮する各取放水設備位置の最大鉛直流速について, 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の考慮前後の比較を表 4-5 に示す。比較ケースは, 復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前の流速最大ケースとした (詳細は, 「1.4 入力津波の不確かさの考慮について」に示す。)

表 4-5(1) 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の最大鉛直流速 (第 2 号機海水ポンプ室, 水位上昇側)

防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	敷地前面 最大水位 上昇量 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	最大鉛直 流速* (m/s)
なし	1m沈下	なし	+18.81	なし	なし	なし	0.86
		あり	+18.81			あり	0.88

\*: 朔望平均満潮位 (O. P. +1.43m), 潮位のばらつき (+0.16m) 及び地震により生じる沈下量 (0.72m) を考慮して管路解析を実施。

表 4-5(2) 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の最大鉛直流速 (第 3 号機海水ポンプ室, 水位上昇側)

防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	敷地前面 最大水位 上昇量 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	最大鉛直 流速* (m/s)
なし	1m沈下	なし	+19.34	なし	なし	なし	0.72
		あり	+19.26			あり	0.81

\*: 朔望平均満潮位 (O. P. +1.43m), 潮位のばらつき (+0.16m) 及び地震により生じる沈下量 (0.72m) を考慮して管路解析を実施。

表 4-5(3) 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の最大鉛直流速（第 3 号機海水熱交換器建屋，水位上昇側）

防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	敷地前面 最大水位 上昇量 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	最大鉛直 流速* (m/s)
なし	1m沈下	なし	+19.34	なし	なし	なし	0.72
		あり	+19.26			あり	0.81

\*：朔望平均満潮位（O.P.+1.43m），潮位のばらつき（+0.16m）及び地震により生じる沈下量（0.72m）を考慮して管路解析を実施。

表 4-5(4) 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の最大鉛直流速（第 3 号機補機冷却海水系放水ピット，水位上昇側）

防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	敷地前面 最大水位 上昇量 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	最大鉛直 流速* (m/s)
あり	1m沈下	なし	+17.21	あり	なし	なし	0.64
		あり	+17.18			あり	0.66

\*：朔望平均満潮位（O.P.+1.43m），潮位のばらつき（+0.16m）及び地震により生じる沈下量（0.72m）を考慮して管路解析を実施。

c. 津波監視設備（取水ピット水位計）

第 2 号機海水ポンプ室に設置する取水ピット水位計の設計で考慮する最大鉛直流速について、詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の考慮前後の比較を表 4-6 に示す。比較ケースは、復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前の流速最大ケースとした（詳細は、「1.4 入力津波の不確かさの考慮について」に示す。）。

表 4-6 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の考慮前後の最大鉛直流速（第 2 号機海水ポンプ室，水位上昇側）

防波堤	標高変化 (地盤沈下)	復旧・改修 工事に伴う 地形改変	敷地前面 最大水位 上昇量 (m)	貝付着	スクリーン 損失	防潮壁 平面線形等 の変更	最大鉛直 流速* (m/s)
なし	1m沈下	なし	+18.81	なし	なし	なし	0.86
		あり	+18.81			あり	0.88

\*：朔望平均満潮位（O.P.+1.43m），潮位のばらつき（+0.16m）及び地震により生じる沈下量（0.72m）を考慮して管路解析を実施。

d. 設計に用いる流速

詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の最大流速の比較から、安全側に評価した設計に用いる流速を表 4-7 に示す。

表 4-7 詳細設計を反映した防潮壁平面線形等の変更及び敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変の考慮前後の最大流速及び設計に用いる流速

設備名称		考慮前 (m/s)	考慮後 (m/s)	設計に用いる 流速 (m/s)
取放水路流路縮小工 (第 1 号機取水路) (No. 1) , (No. 2)	前面	1.19	1.09	10.0
	貫通部	13.01	11.92	20.0
	背面	2.69	2.37	10.0
取放水路流路縮小工 (第 1 号機放水路)	前面	0.15	0.15	10.0
	貫通部	11.49	11.44	20.0
	背面	6.46	6.47	10.0
第 2 号機 海水ポンプ室	浸水防止蓋	0.86	0.88	1.0
	逆止弁付きファンネル			
第 3 号機 海水ポンプ室	逆止弁付きファンネル	0.72	0.81	1.0
第 3 号機 海水熱交換器建屋	浸水防止蓋	0.72	0.81	1.0
第 3 号機 放水立坑	貫通部止水処置	0.64	0.66	1.0

(参考2) 敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変が発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流況に与える影響

### 1. 基準津波（水位上昇側）

復旧・改修工事に伴う地形改変考慮後の発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向及び流速を図1-1及び図1-2に示す。

#### 1.1 女川湾全体の流況に与える影響

復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後で、発電所に到達する第1波の時間（地震発生約36分後）及び発電所で最高水位となる時間（地震発生約42分後）は変わらず、それらの時刻による流向・流速に大きな違いは見られない。なお、湾奥については、海域に設置される女川湾の防波堤の影響により、その周辺の流況に違いが見られる。発電所敷地前面第1波到達時（地震発生約36分後）の流況の比較を図1-3に、発電所敷地前面最高水位発生時（地震発生約42分後）の流況の比較を図1-4に示す。

#### 1.2 発電所前面海域の流況に与える影響

復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後で、発電所で最高水位となる時間（地震発生約42分後）は変わらず、その時刻の前後における発電所前面海域での流向・流速にも大きな違いは見られない。発電所敷地前面最高水位発生時（地震発生約42分後）付近の流況の比較を図1.5に示す。

### 2. 基準津波（水位下降側）

復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後の発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の流向及び流速を図2-1及び図2-2に示す。

#### 2.1 女川湾全体の流況に与える影響

復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後で、発電所の港湾内が引き波に転ずる時間（地震発生約48分後）は変わらず、それ以降（例えば、地震発生約51分後）の津波襲来時と逆方向の沖合に向かう流れが卓越する状況にも大きな違いは見られない。なお、湾奥については、海域に設置される女川湾の防波堤の影響により、その周辺の流況に違いが見られる。発電所港湾内が引き波に転ずる地震発生約48分後以降の流況の比較を図2-3に示す。

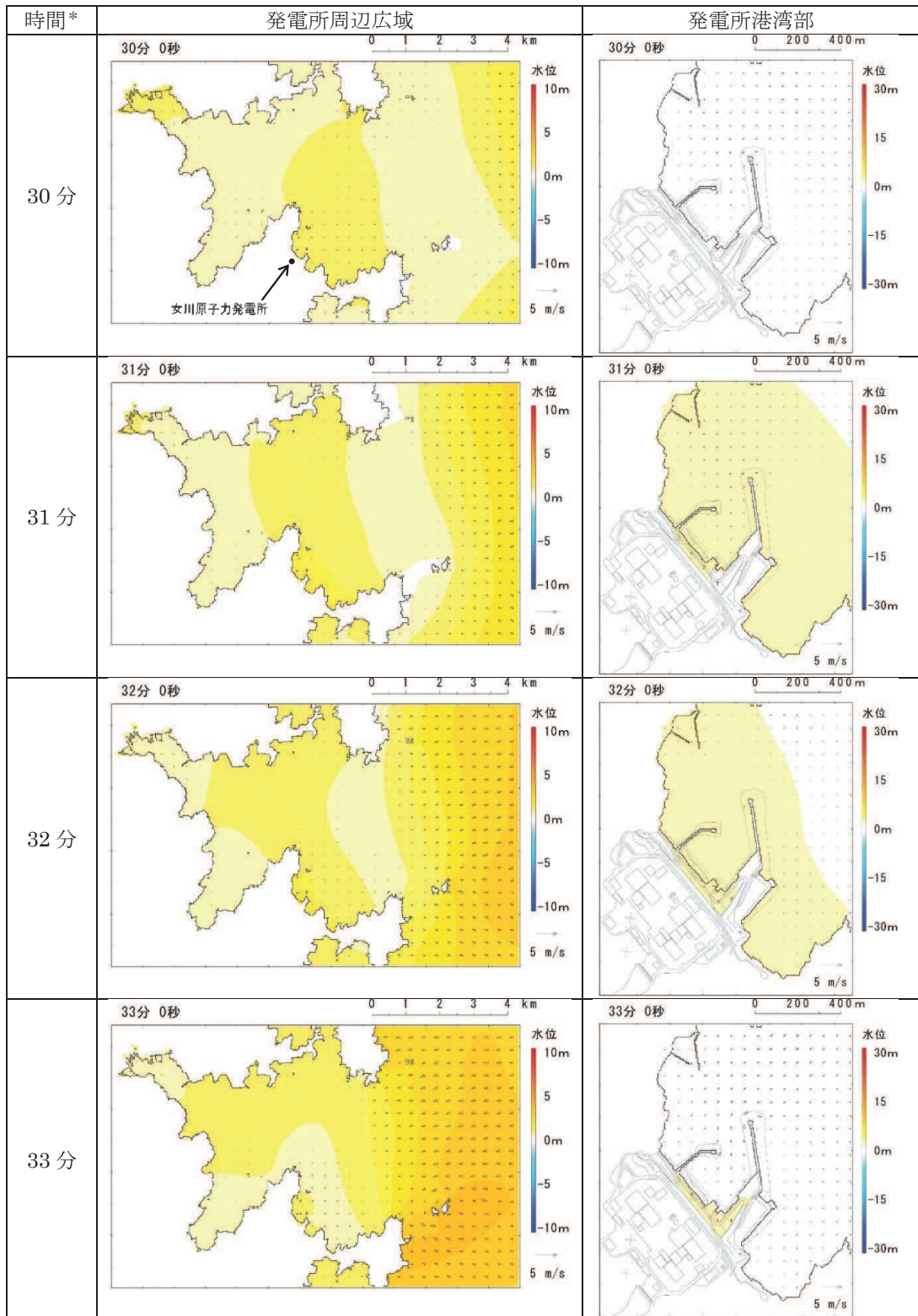
#### 2.2 発電所前面海域の流況に与える影響

復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前後で、女川湾の湾奥から発電所に向かう流れが確認される地震発生50分後から54分後の発電所前面海域での流向・流速に大きな違いは見られない。発電所敷地前面最高水位発生時（地震発生約42分後）付近の流況の比較を図2.4に示す。

### 3. まとめ

女川湾全体について、敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変のうち海域に設置される女川湾内の防波堤の近傍においては、その影響が生じているものの、局所的であり、女川湾全体としての影響は小さい。

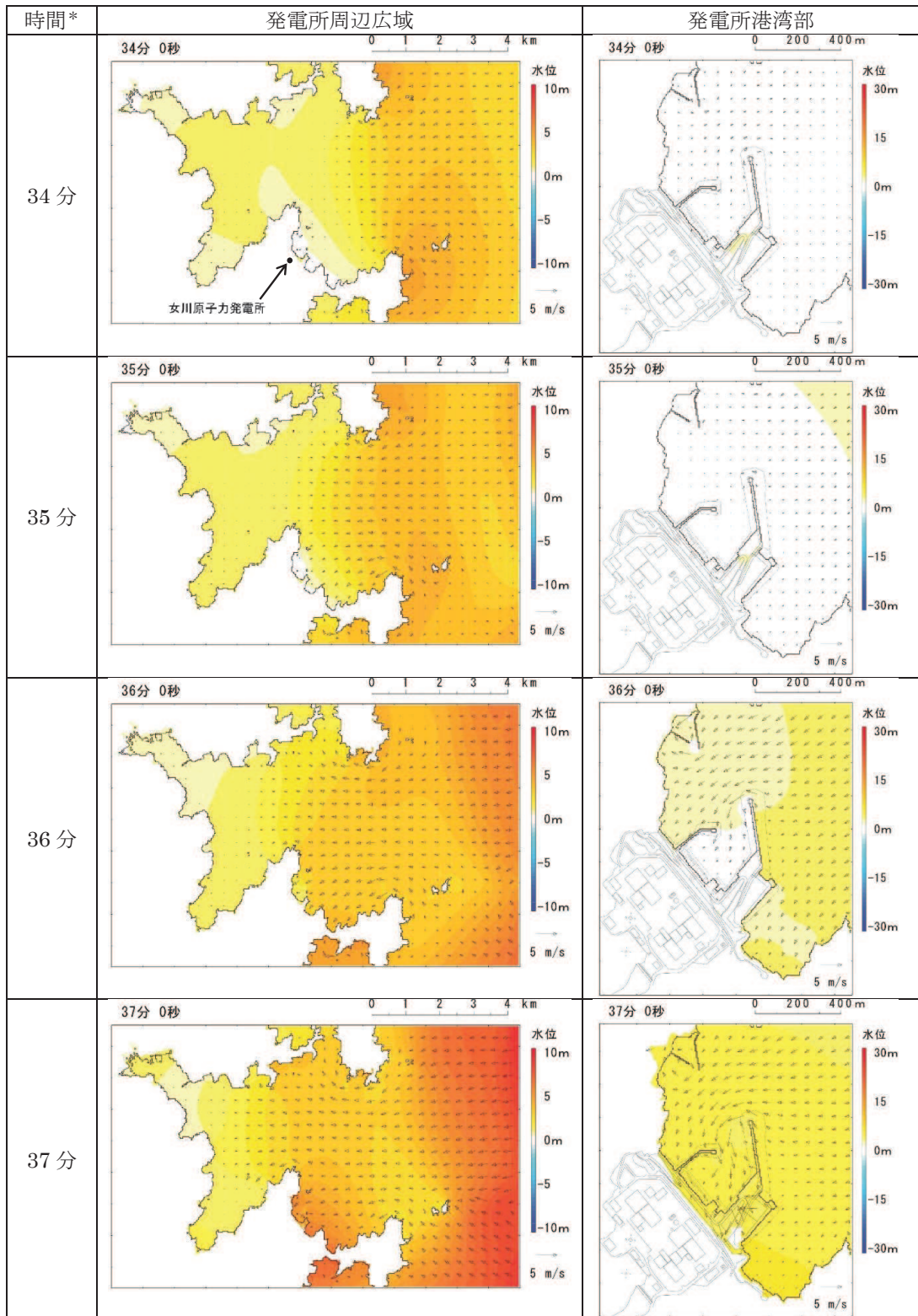
発電所前面海域については、水位上昇側・下降側ともに、地形改変の影響が流況（流向・流速）に与える影響はほとんどない。



\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

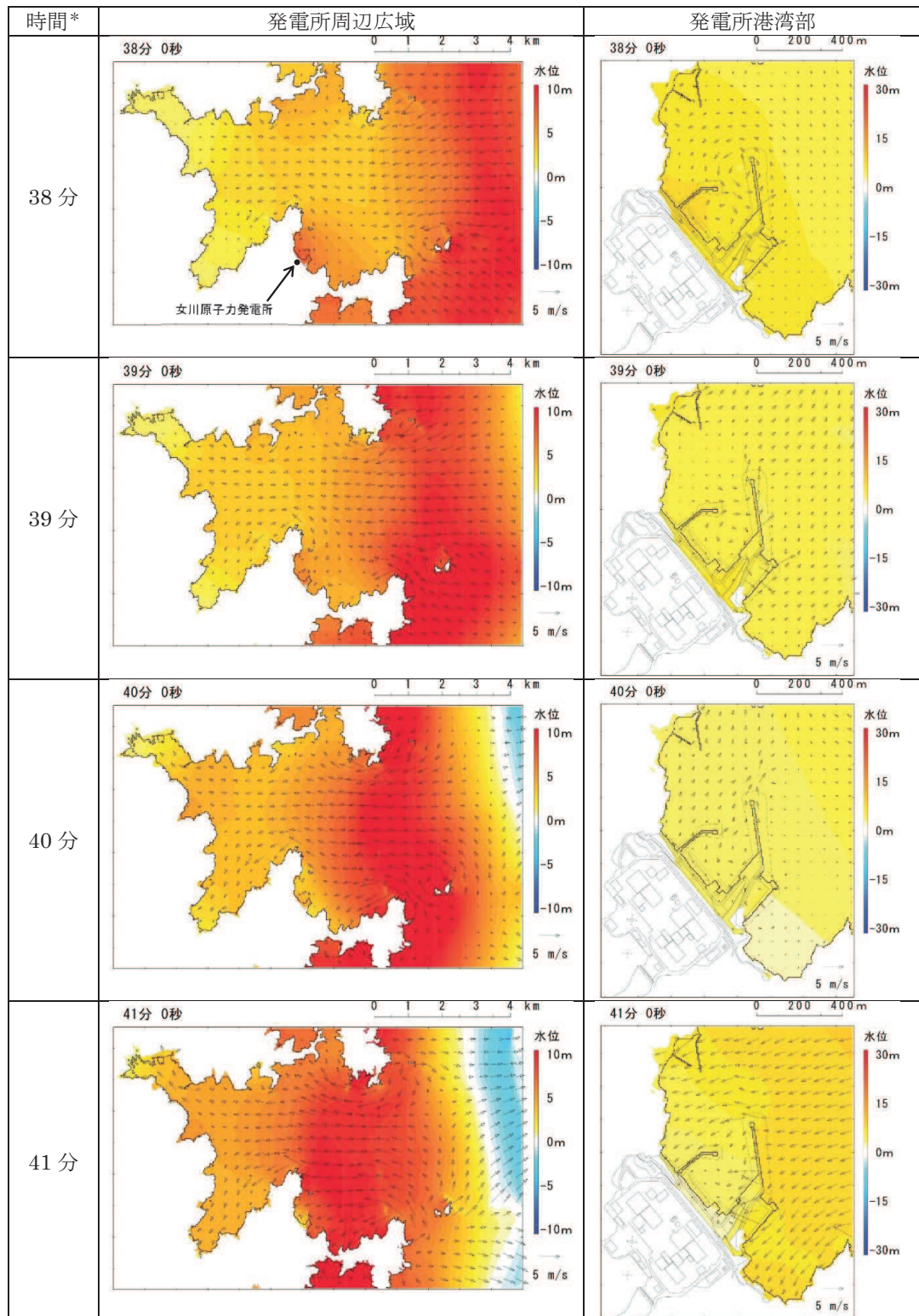
図 1-1(1) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮前, 基準津波 (水位上昇側))





\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

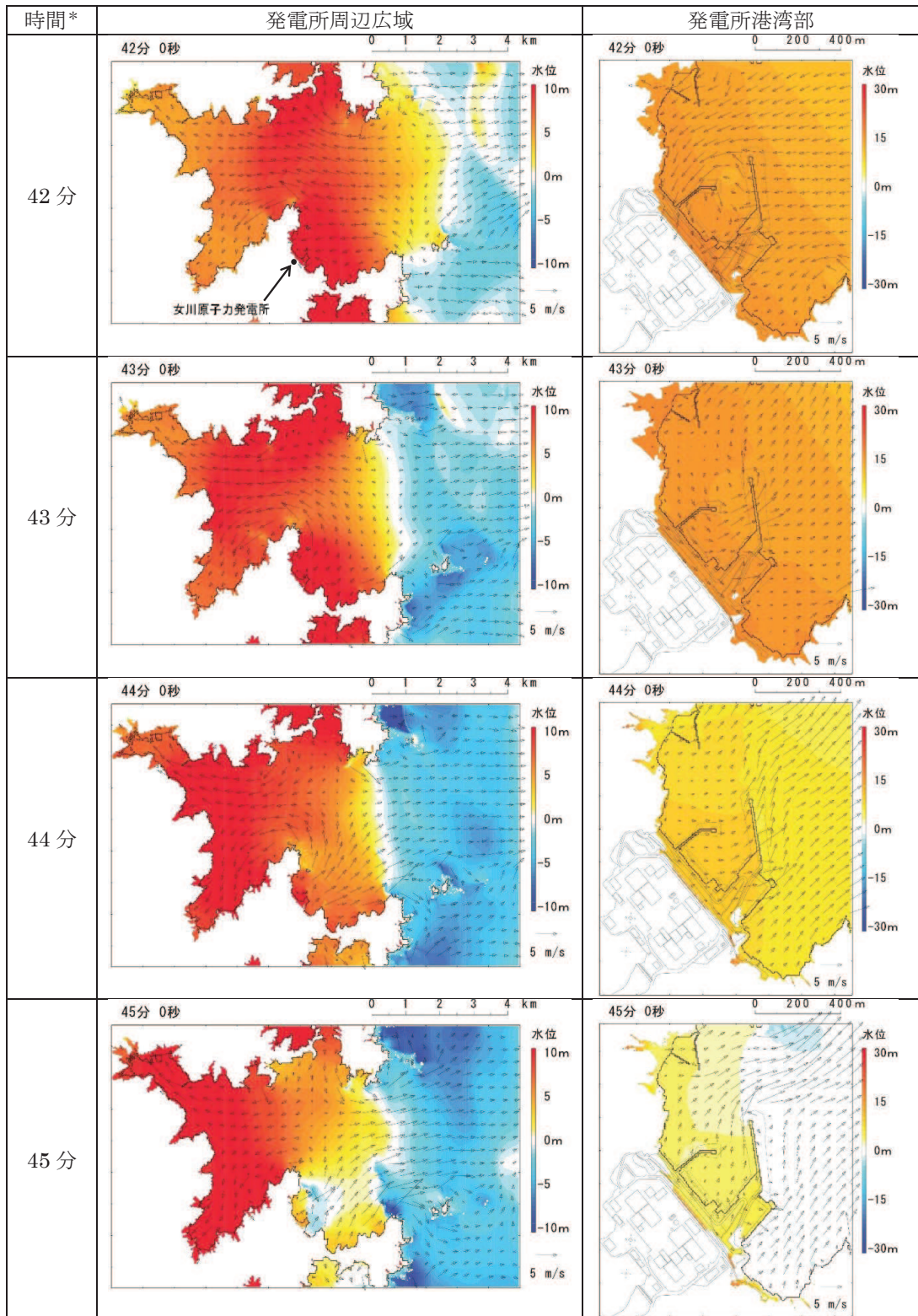
図 1-1(2) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮前, 基準津波 (水位上昇側))



\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 1-1(3) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮前, 基準津波(水位上昇側))

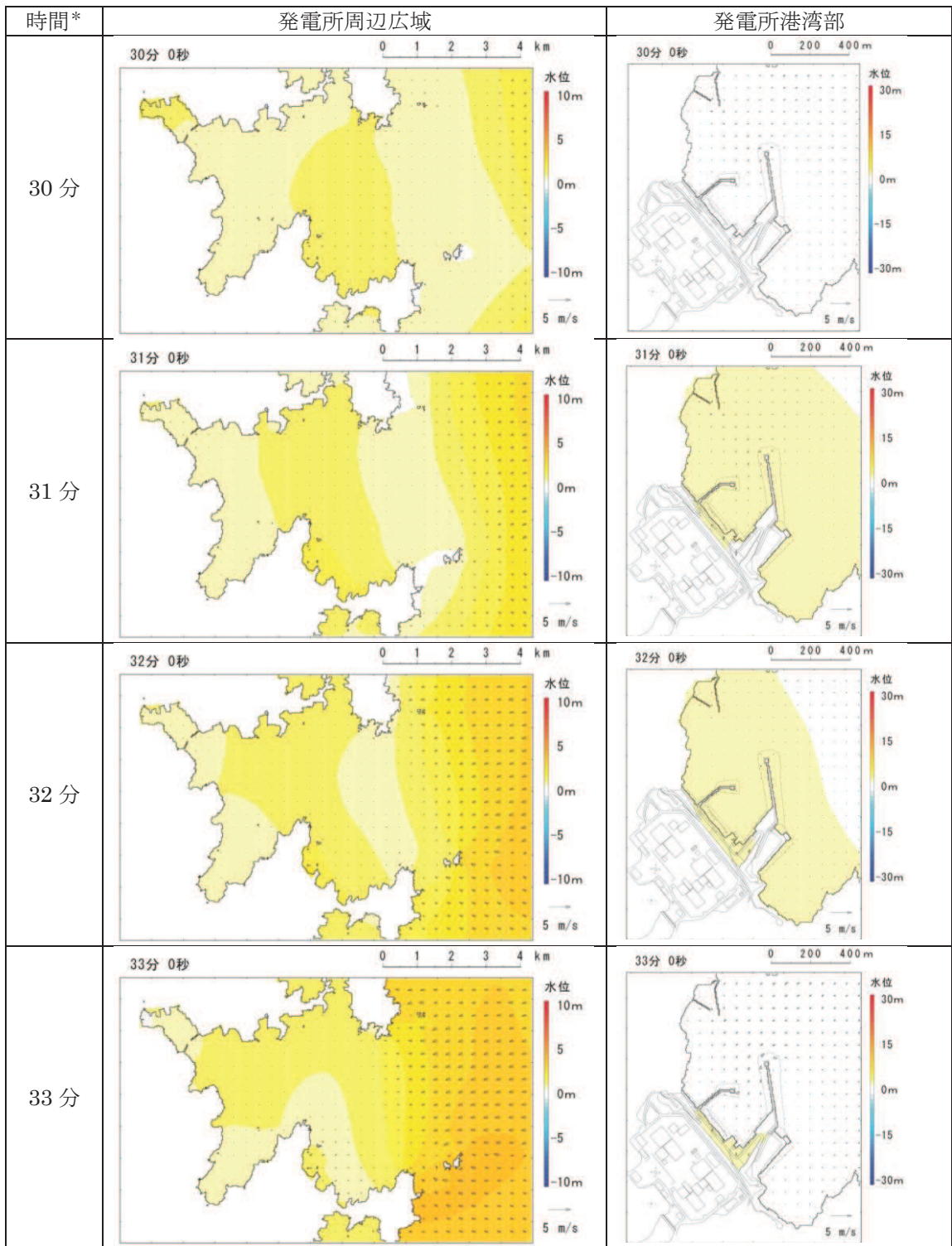




\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

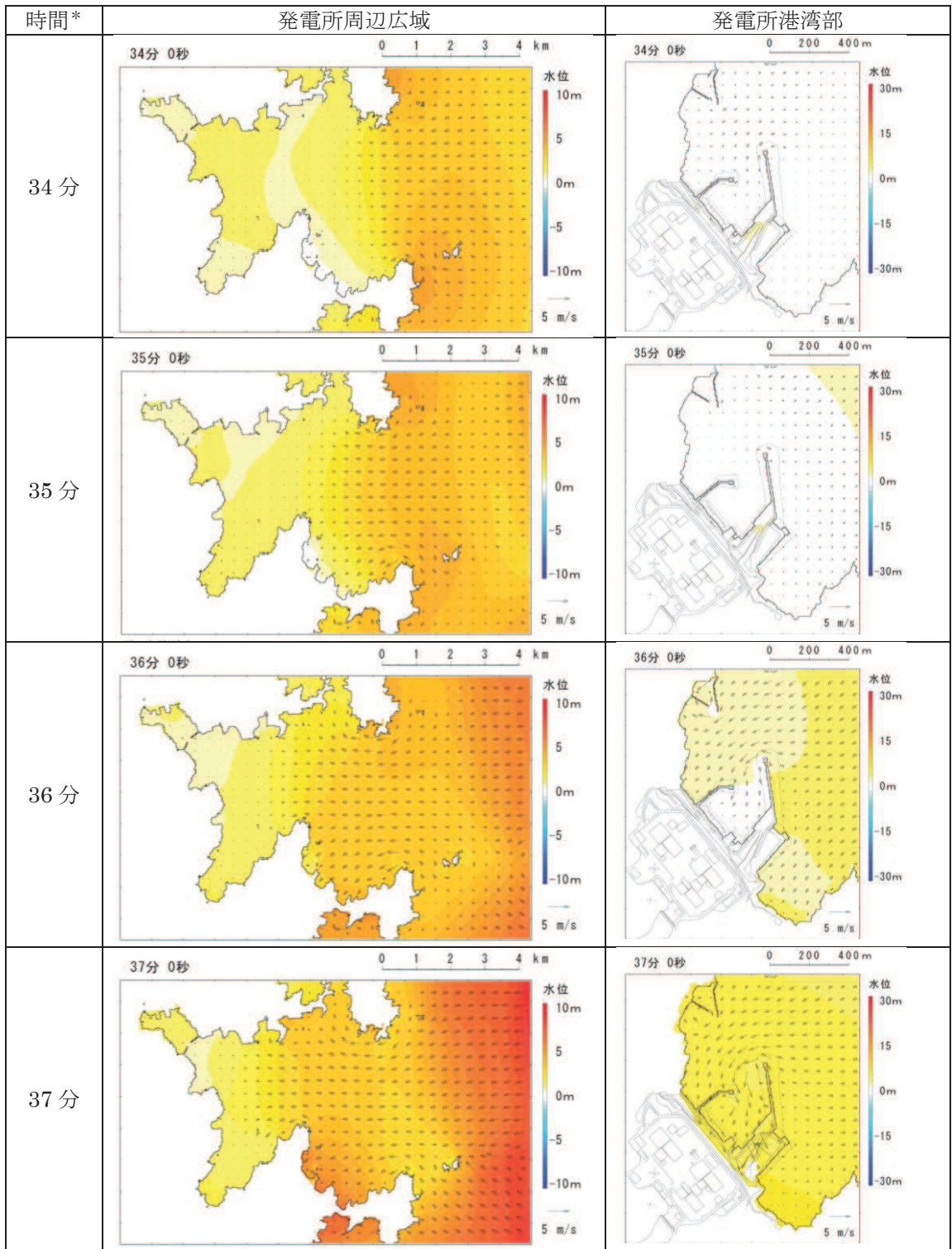
図 1-1(4) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮前, 基準津波 (水位上昇側))





\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

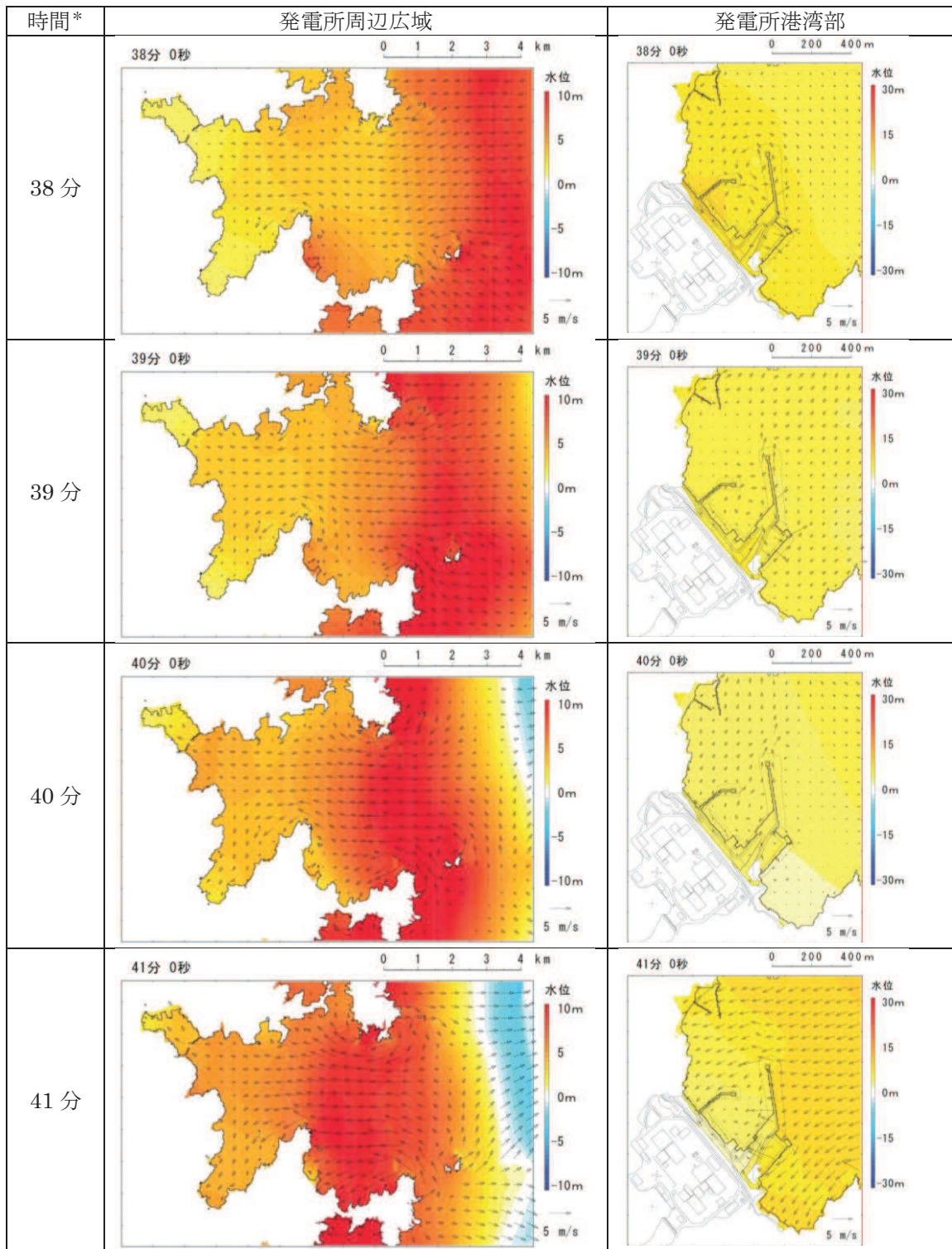
図 1-2(1) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮後、基準津波（水位上昇側）)



\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

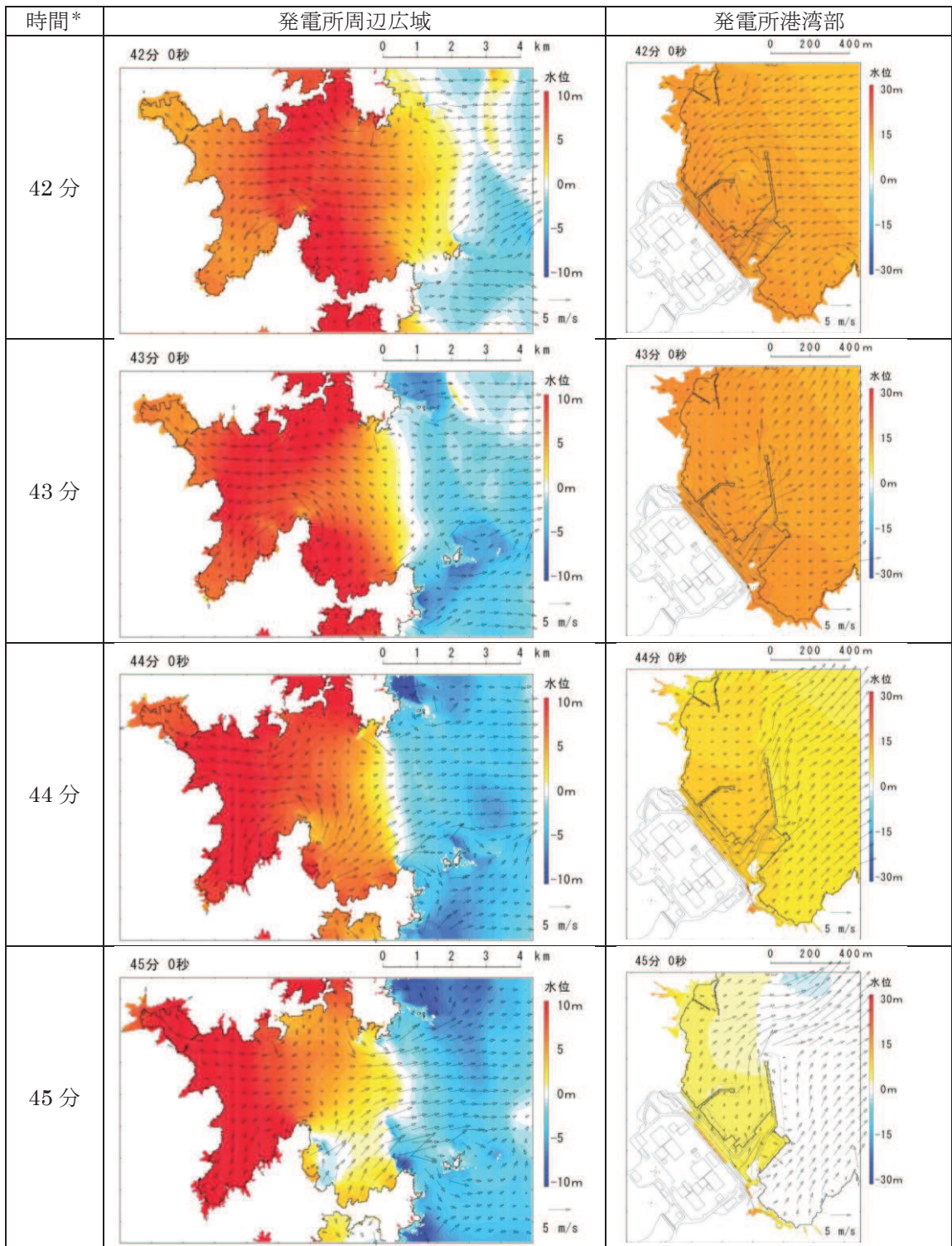
図 1-2(2) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮後, 基準津波 (水位上昇側))





\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 1-2(3) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮後, 基準津波 (水位上昇側))



\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 1-2(4) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮後, 基準津波 (水位上昇側))



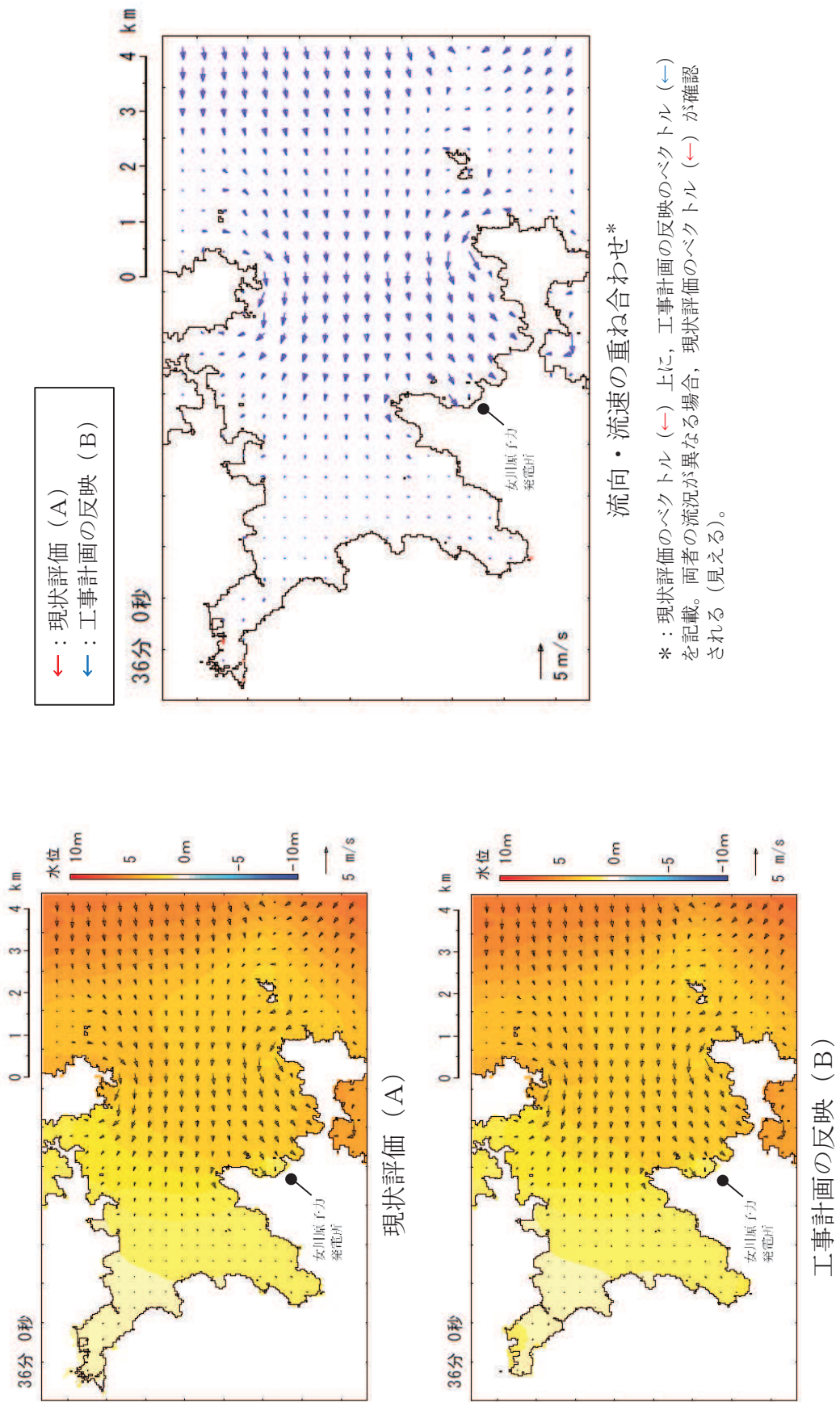


図 1-3 発電所敷地前面最高水位発生時 (地震発生約 36 分後) 付近の流況比較

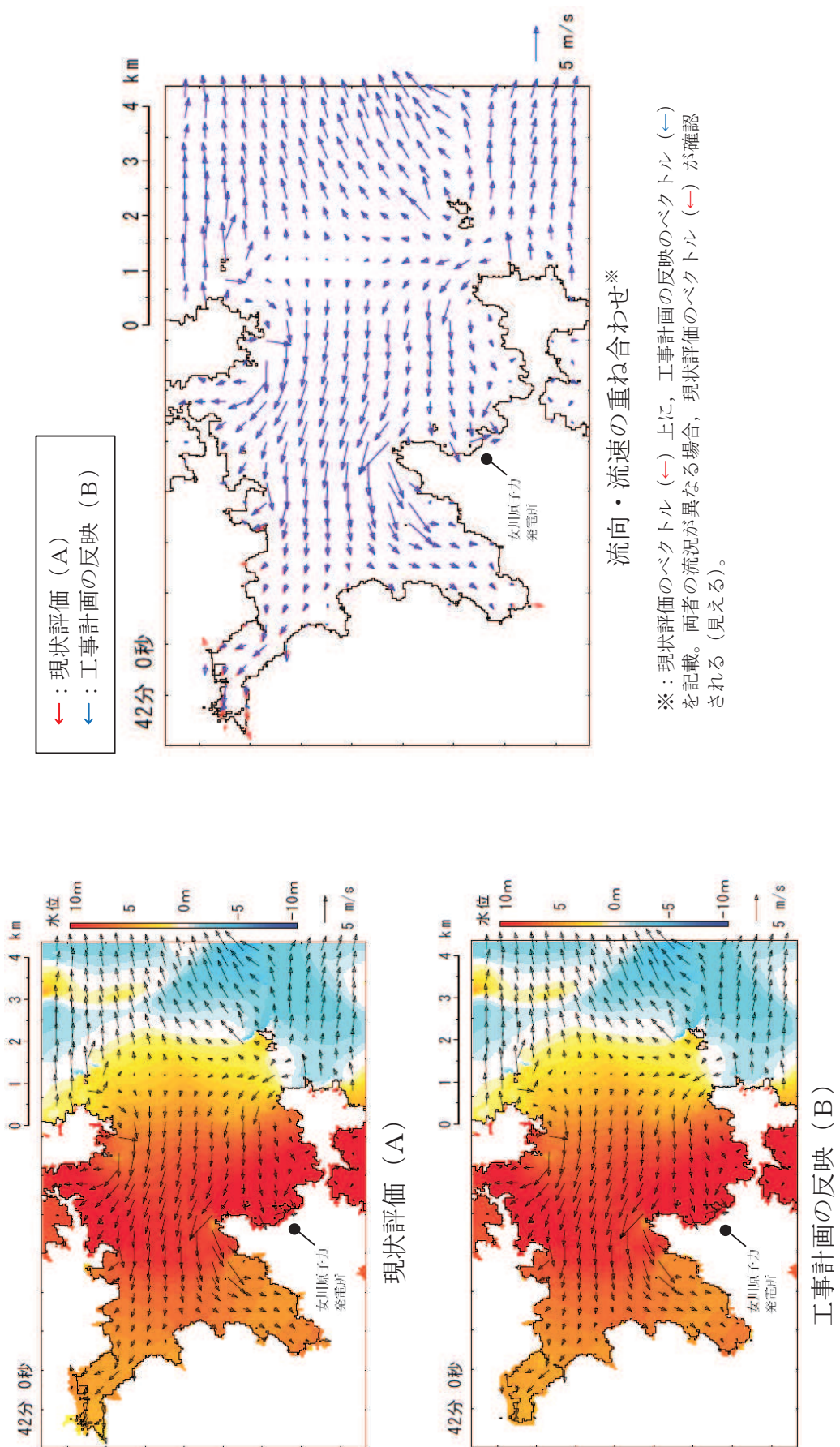
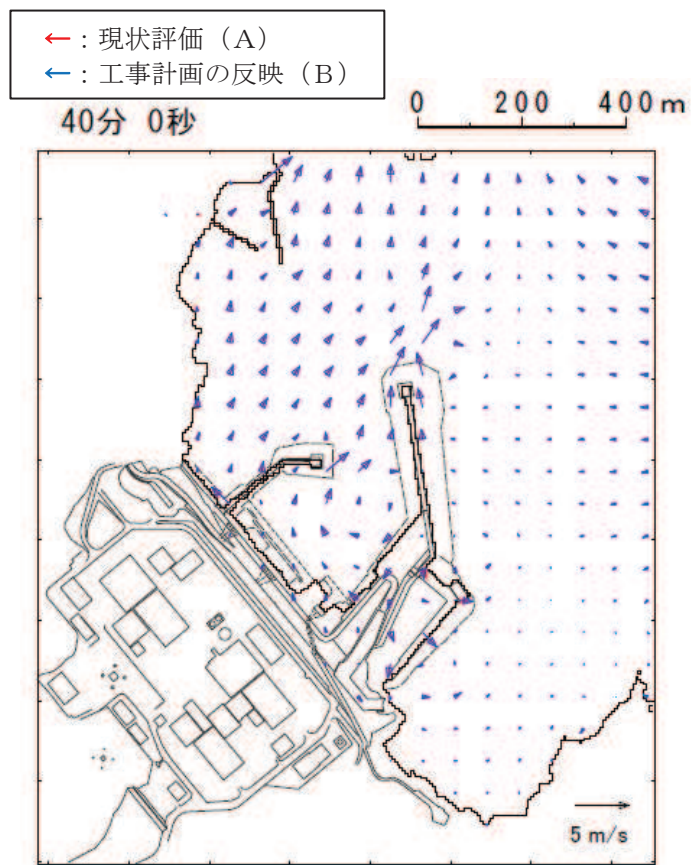
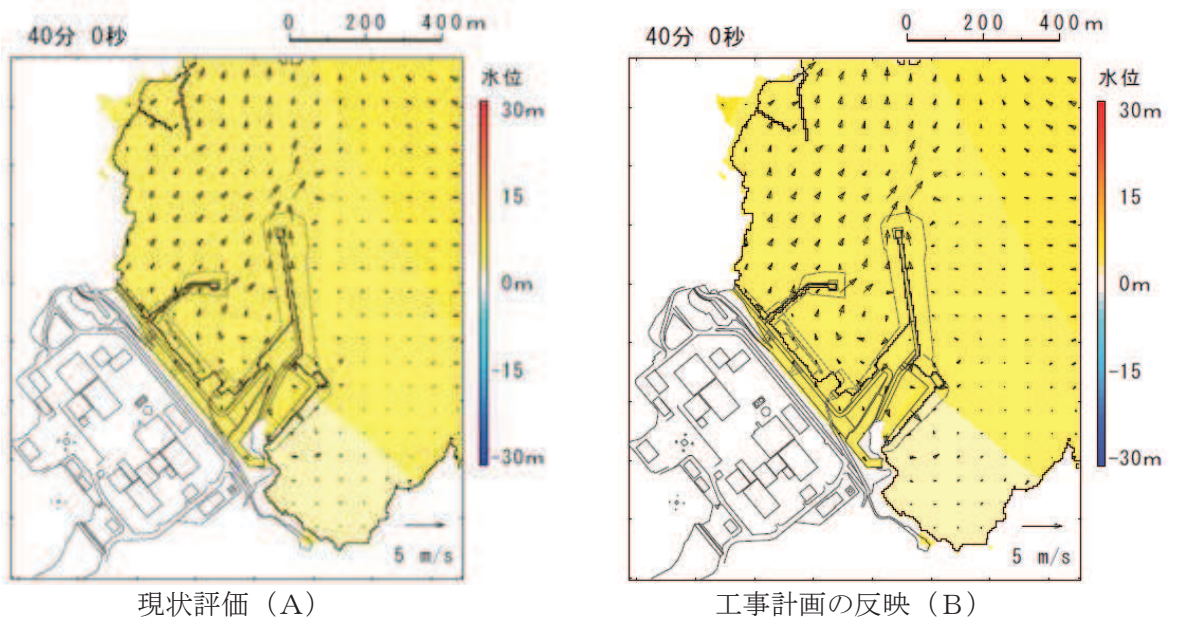


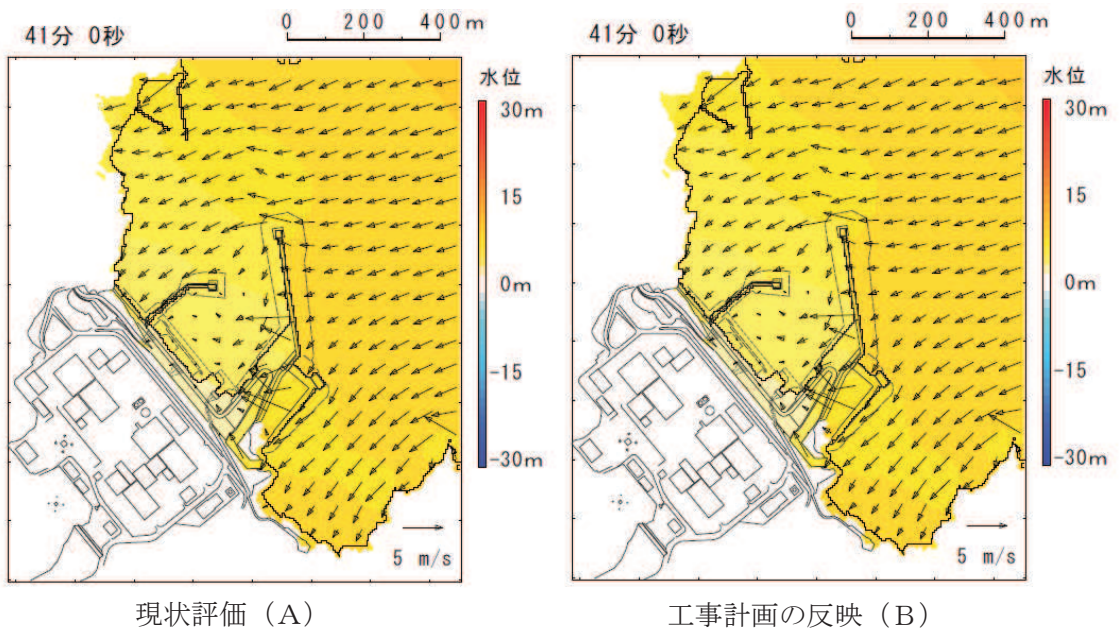
図 1-4 発電所敷地前面最高水位発生時（地震発生約 42 分後）付近の流況比較



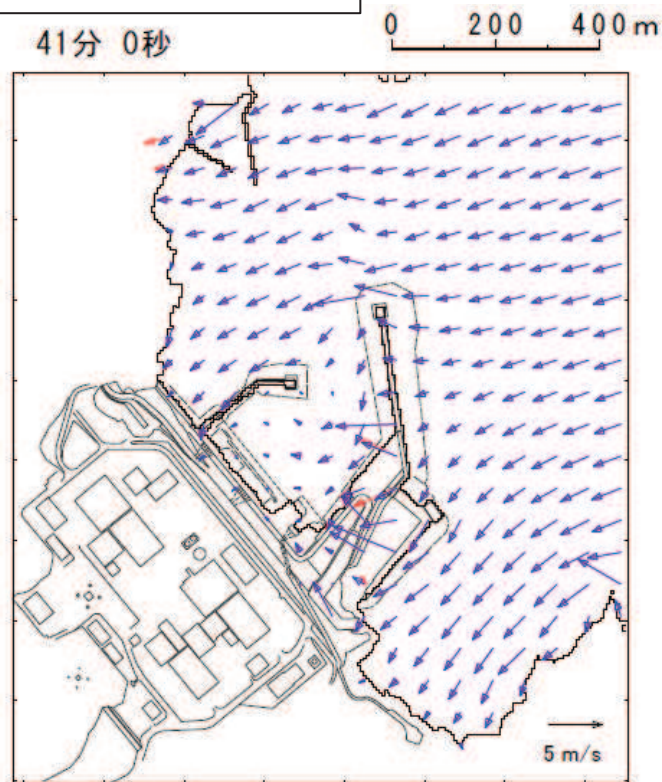


\* : 現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

図 1-5(1) 発電所敷地前面最高水位発生時 (地震発生約 40 分後) 付近の流況比較



← : 現状評価 (A)  
 ← : 工事計画の反映 (B)

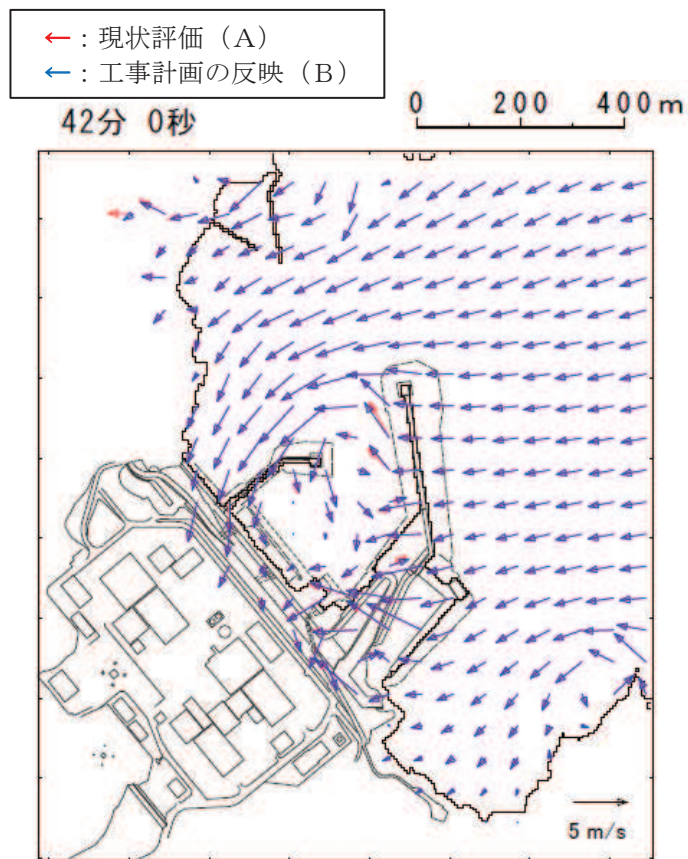
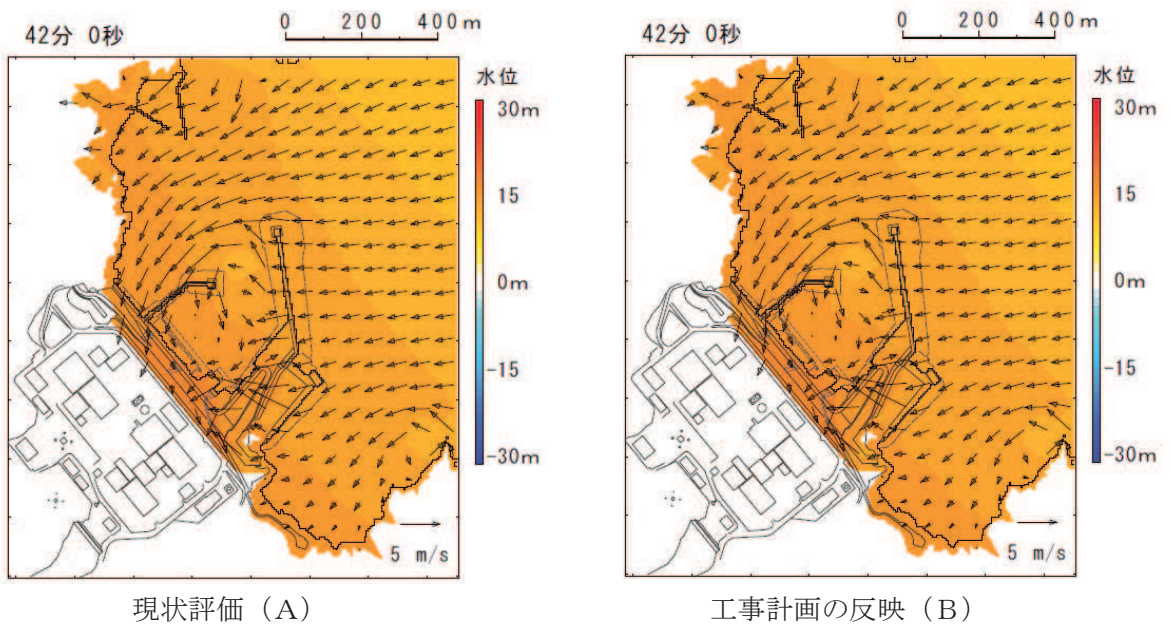


流向・流速の重ね合わせ\*

※ : 現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。  
 両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

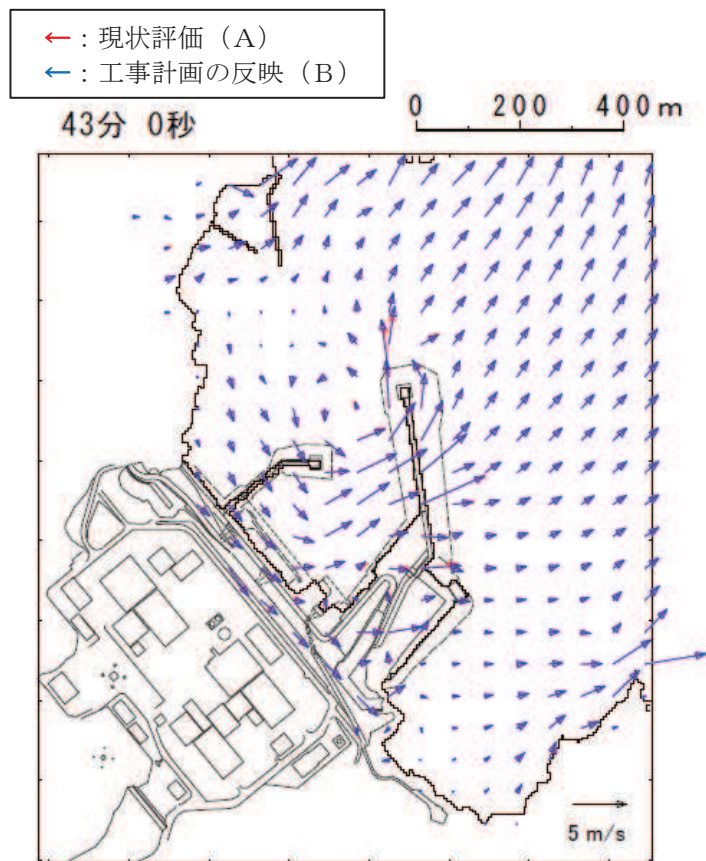
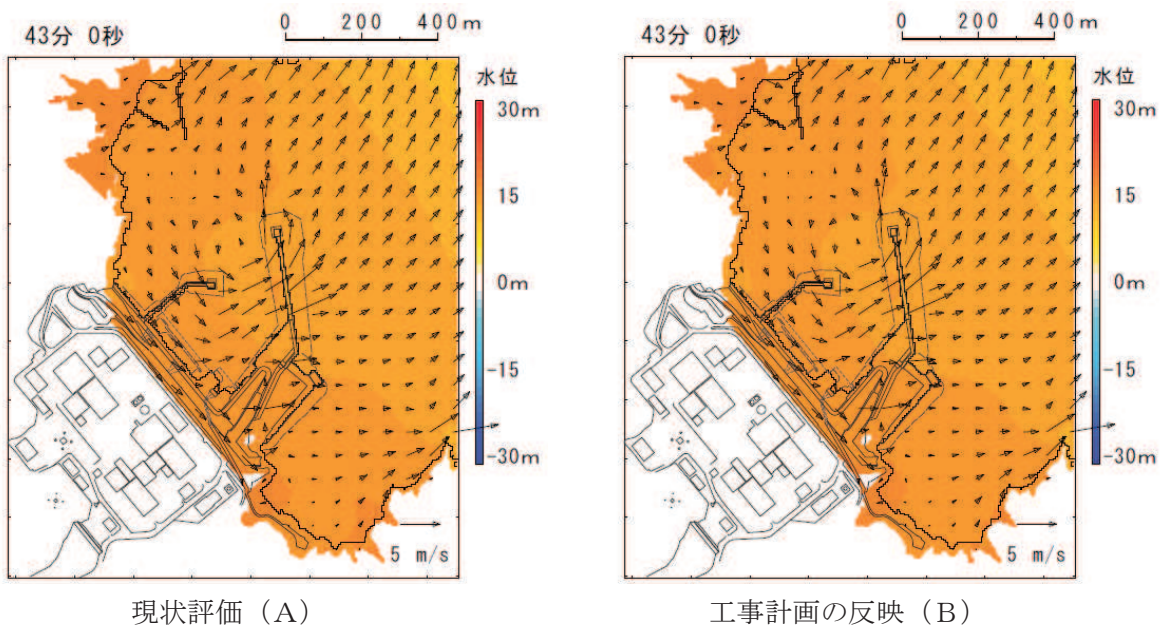
図 1-5(2) 発電所敷地前面最高水位発生時 (地震発生約 41 分後) 付近の流況比較





※：現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

図 1-5 (3) 発電所敷地前面最高水位発生時 (地震発生約 42 分後) 付近の流況比較

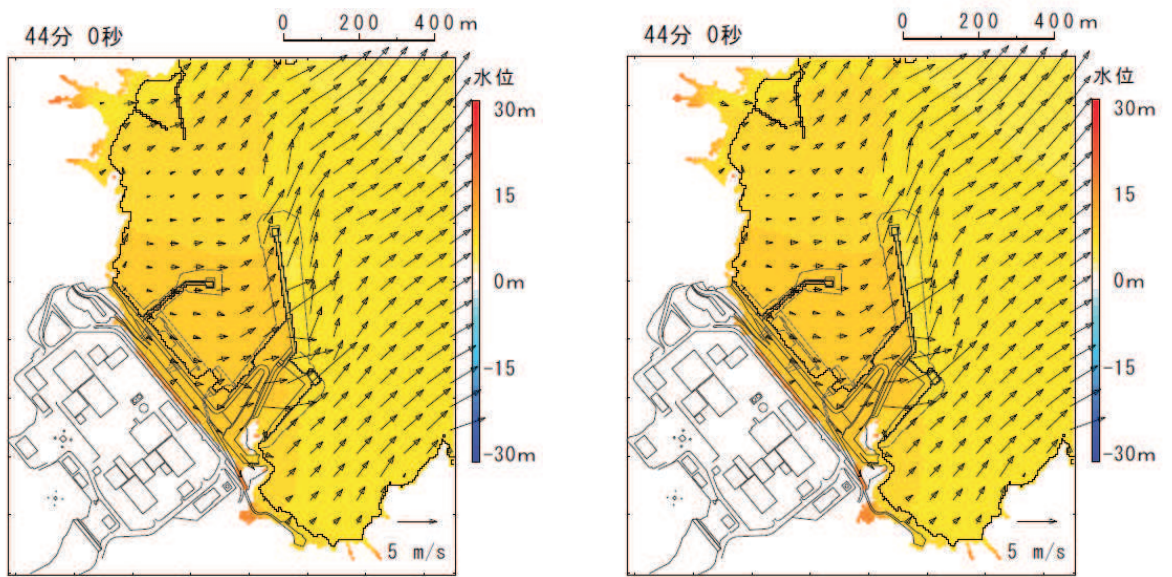


流向・流速の重ね合わせ※

※：現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。  
両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

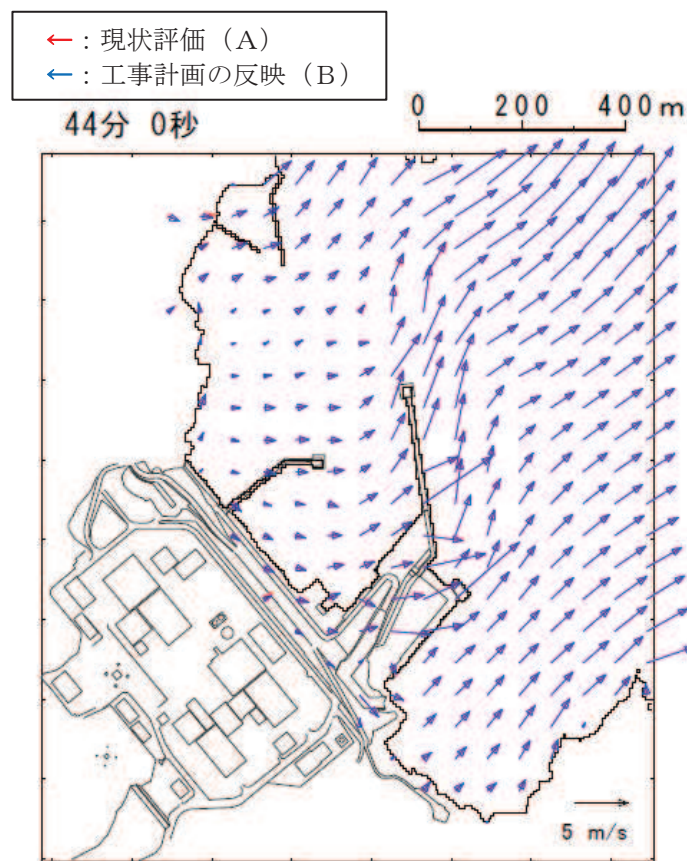
図 1-5(4) 発電所敷地前面最高水位発生時 (地震発生約 43 分後) 付近の流況比較





現状評価 (A)

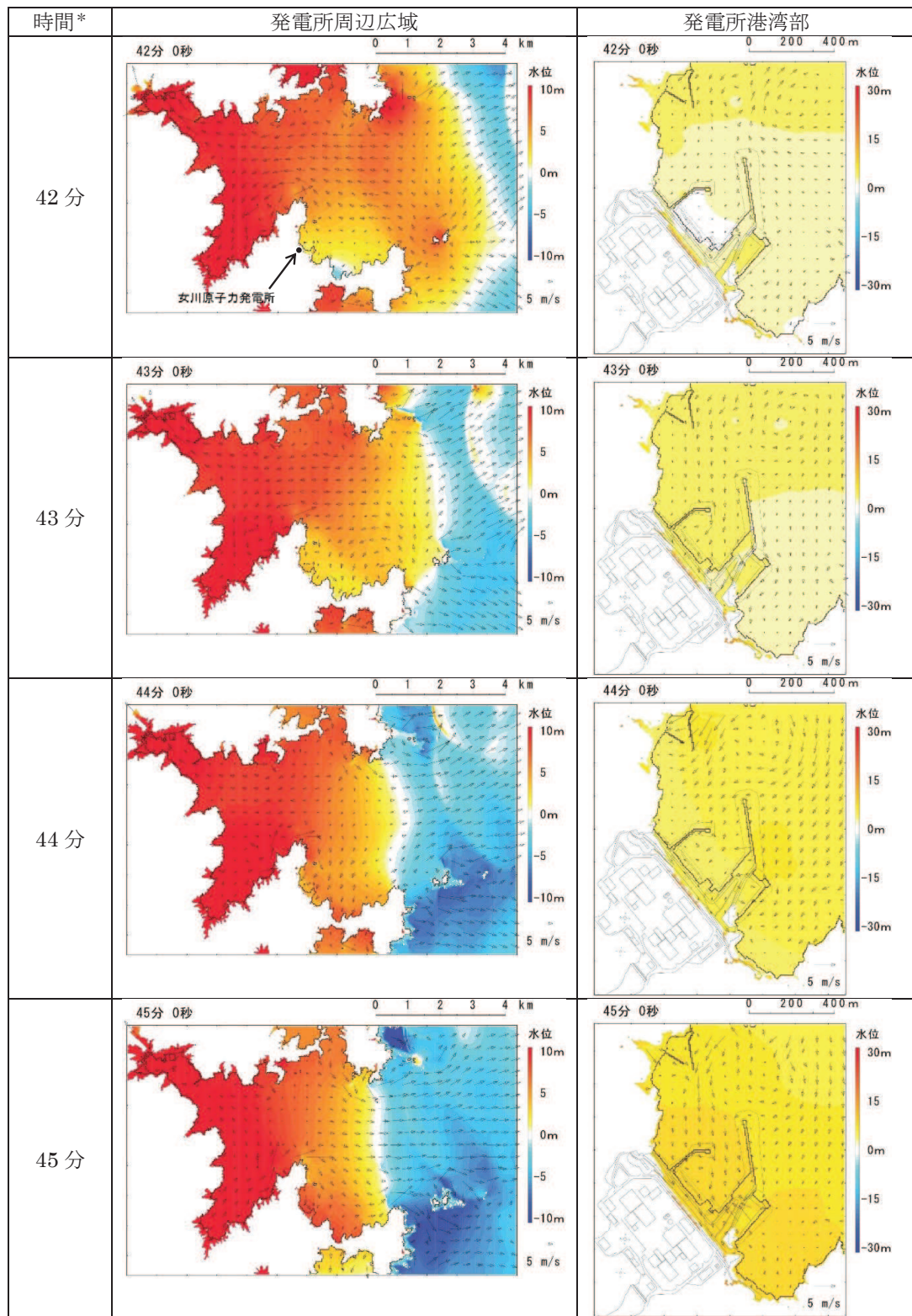
工事計画の反映 (B)



流向・流速の重ね合わせ\*

※：現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

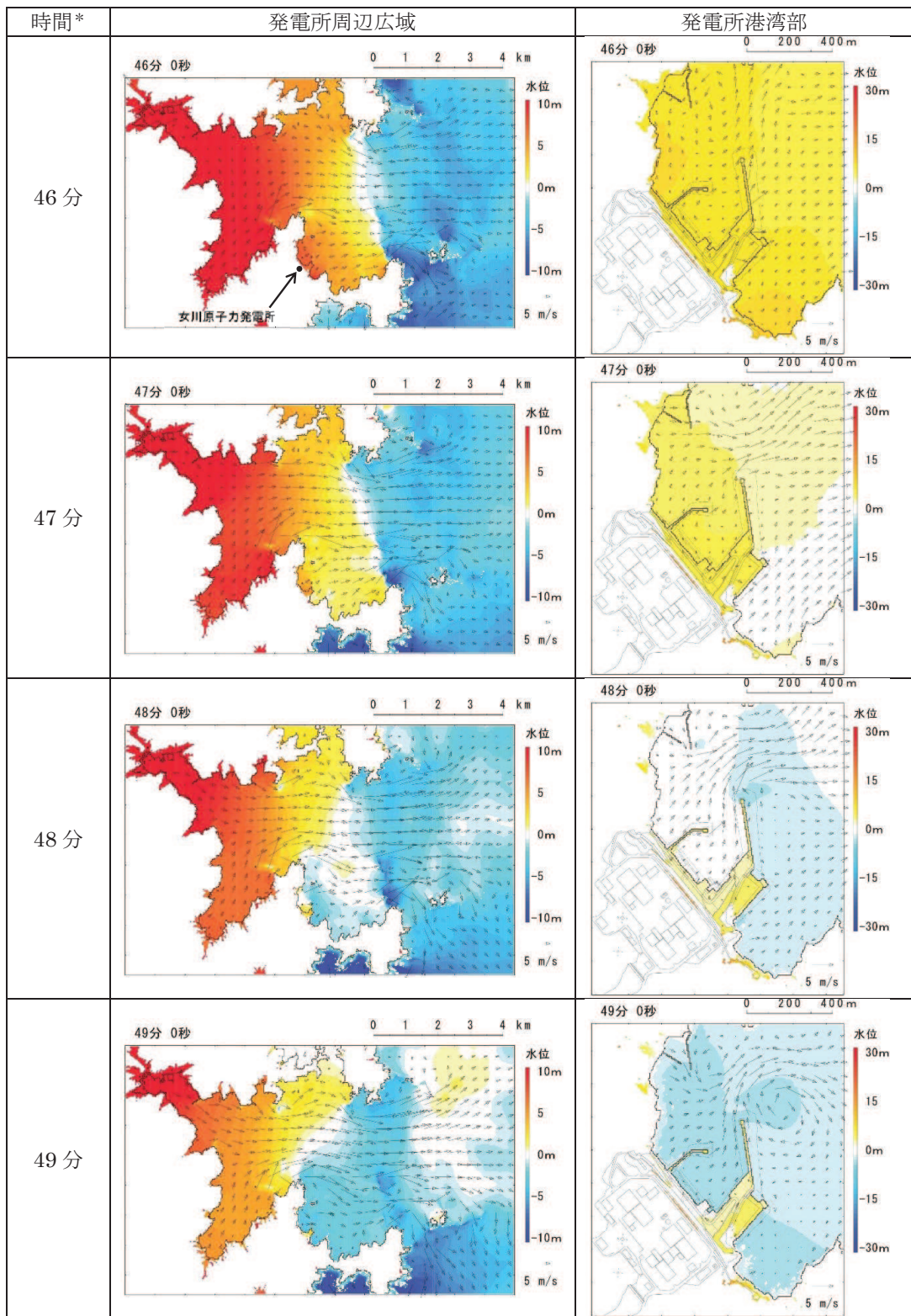
図 1-5 (5) 発電所敷地前面最高水位発生時 (地震発生約 44 分後) 付近の流況比較



\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

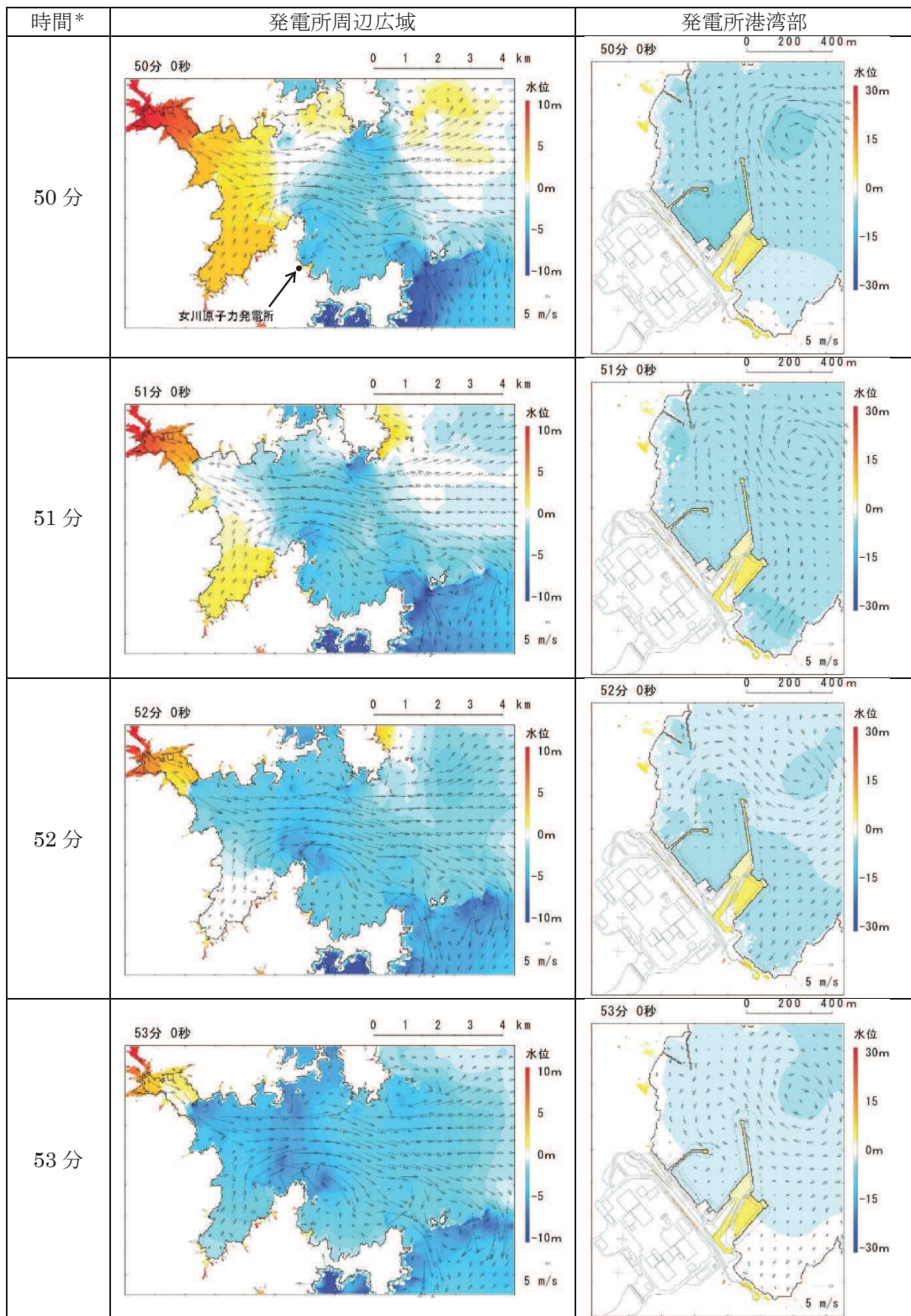
図 2-1(1) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮前, 基準津波 (水位下降側))





\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

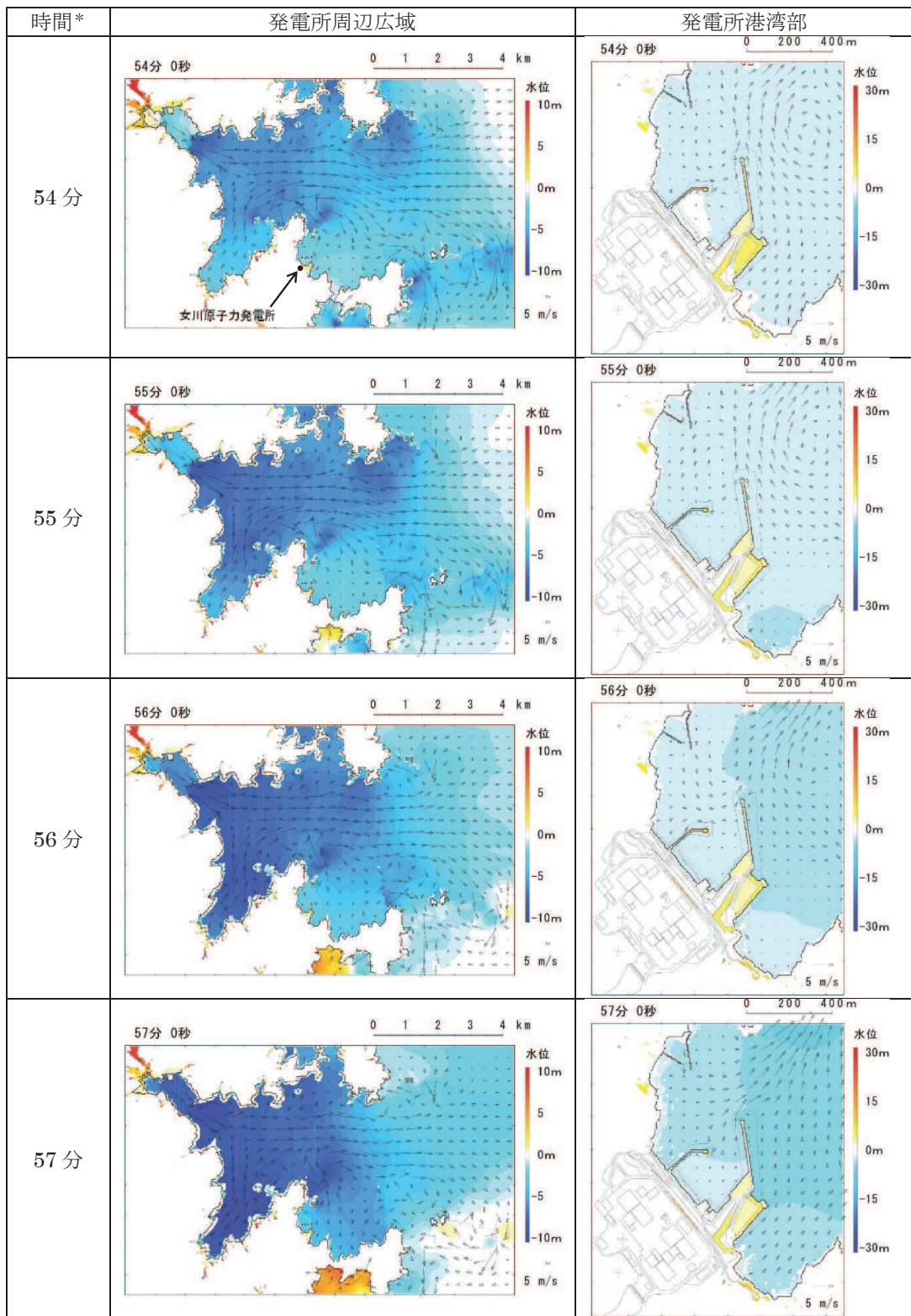
図 2-1(2) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮前, 基準津波(水位下降側))



\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

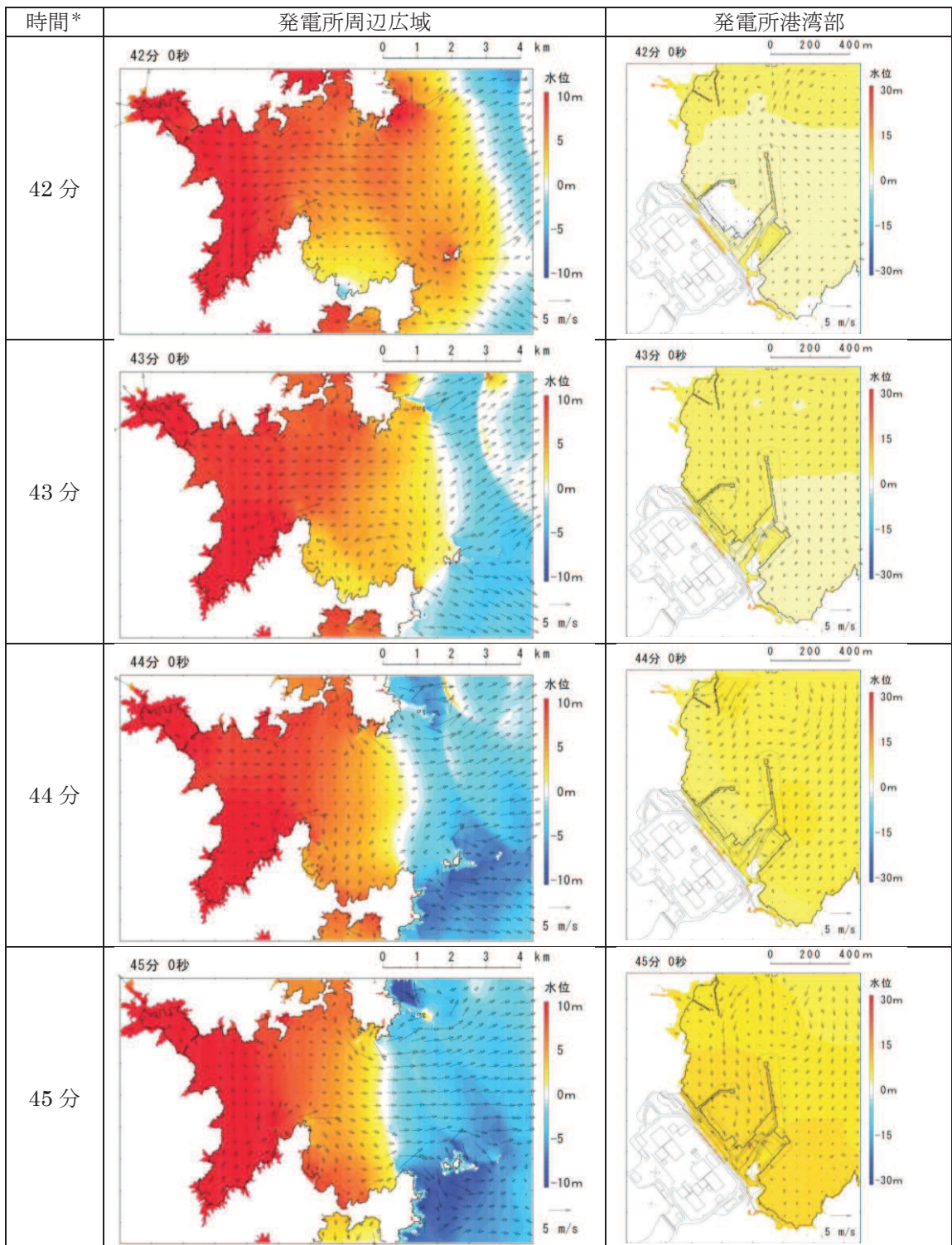
図 2-1(3) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮前, 基準津波(水位下降側))





\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

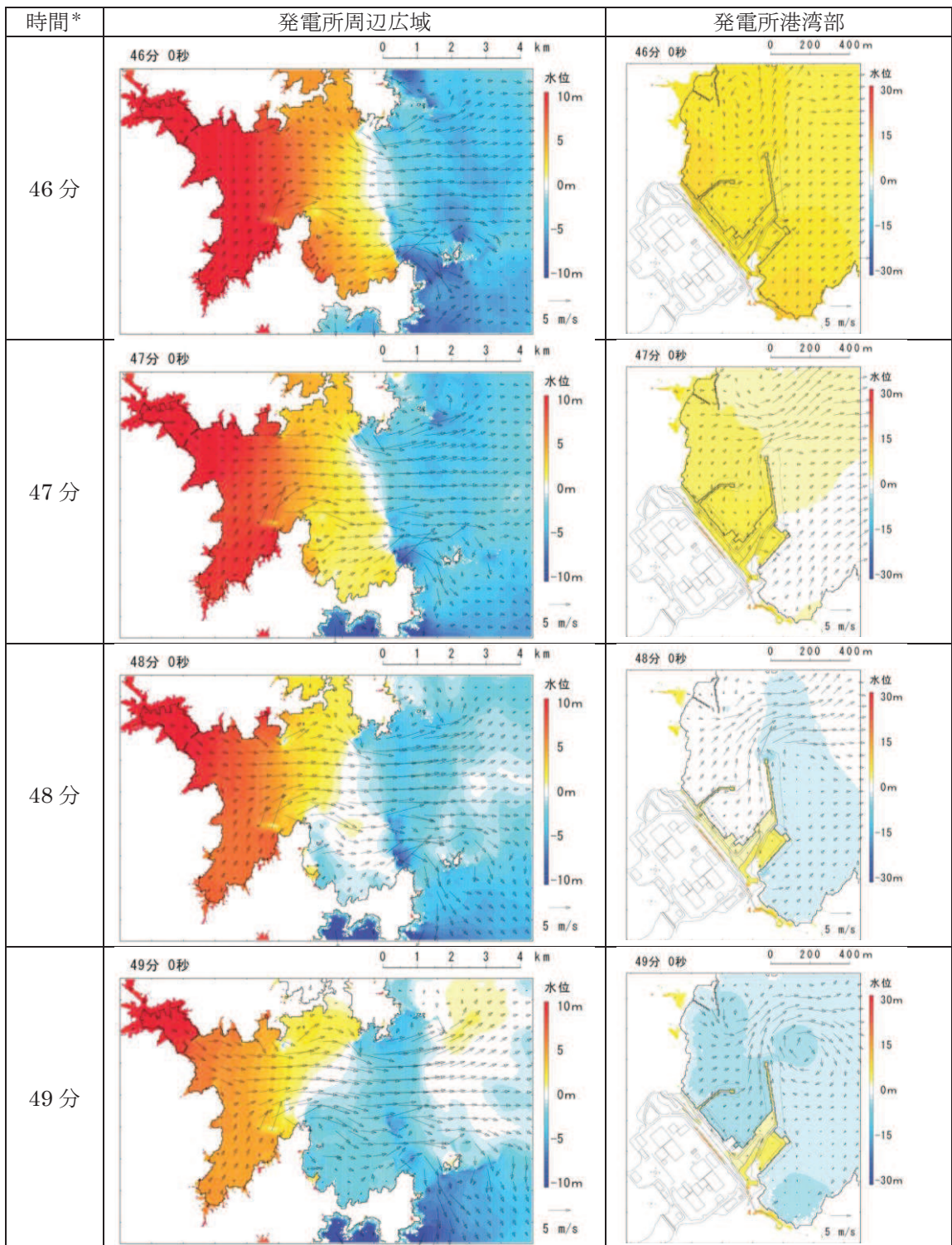
図 2-1(4) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮前, 基準津波(水位下降側))



\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

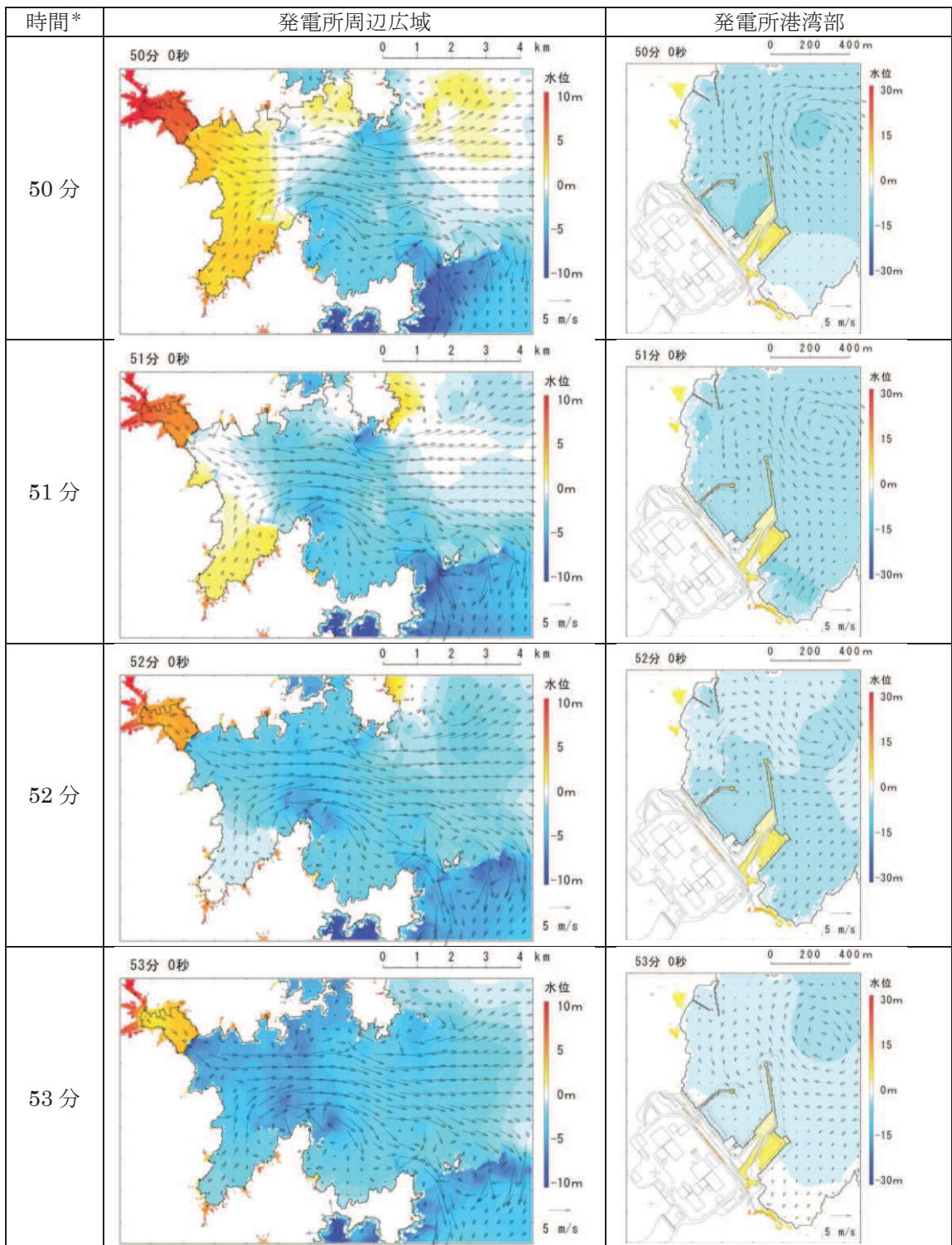
図 2-2(1) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
 (地形改変考慮後, 基準津波 (水位下降側))





\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

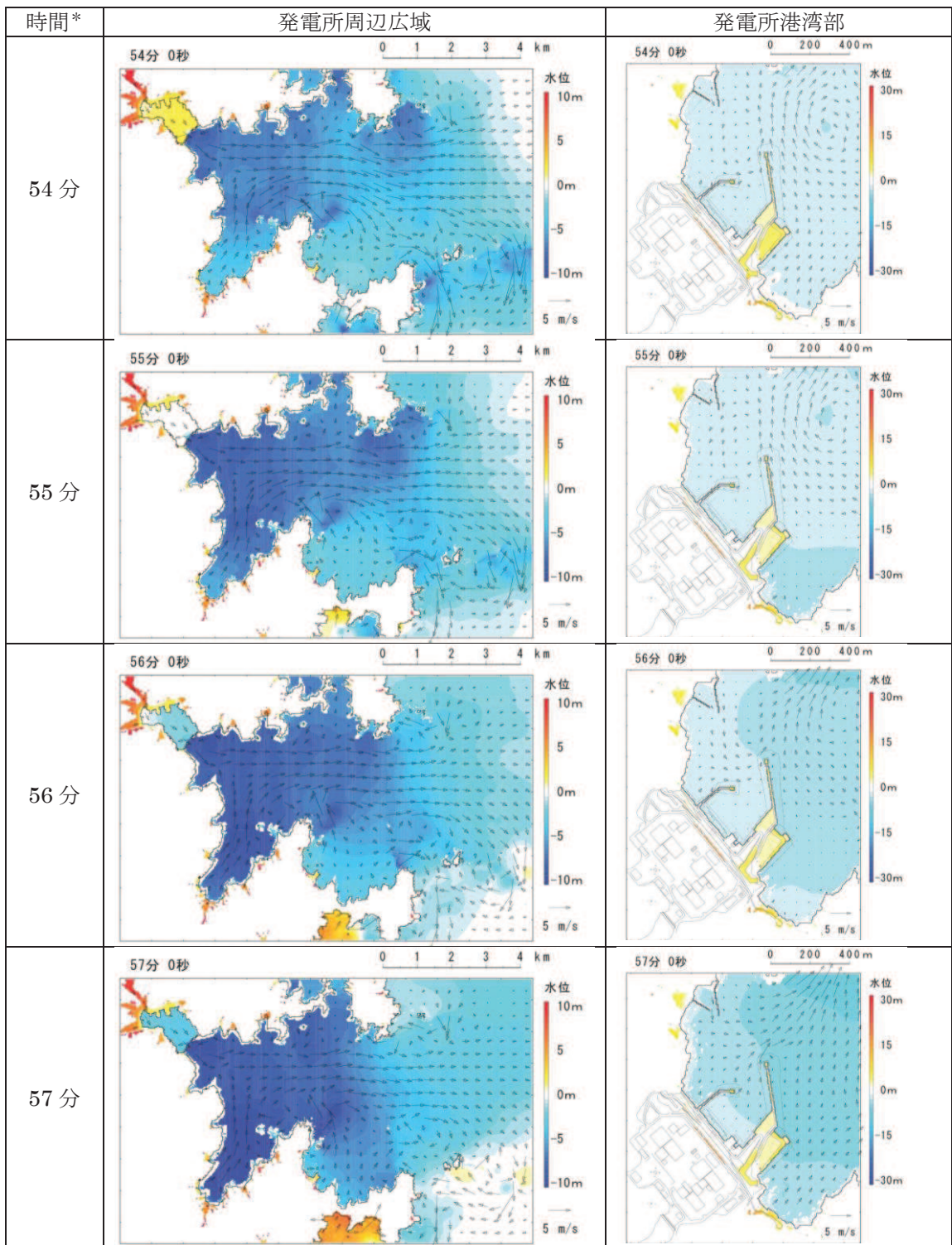
図 2-2(2) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮後，基準津波（水位下降側））



\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 2-2(3) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮後、基準津波(水位下降側))





\* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 2-2(4) 発電所周辺海域及び発電所敷地前面海域の水位変動・流向ベクトル  
(地形改変考慮後，基準津波（水位下降側）)

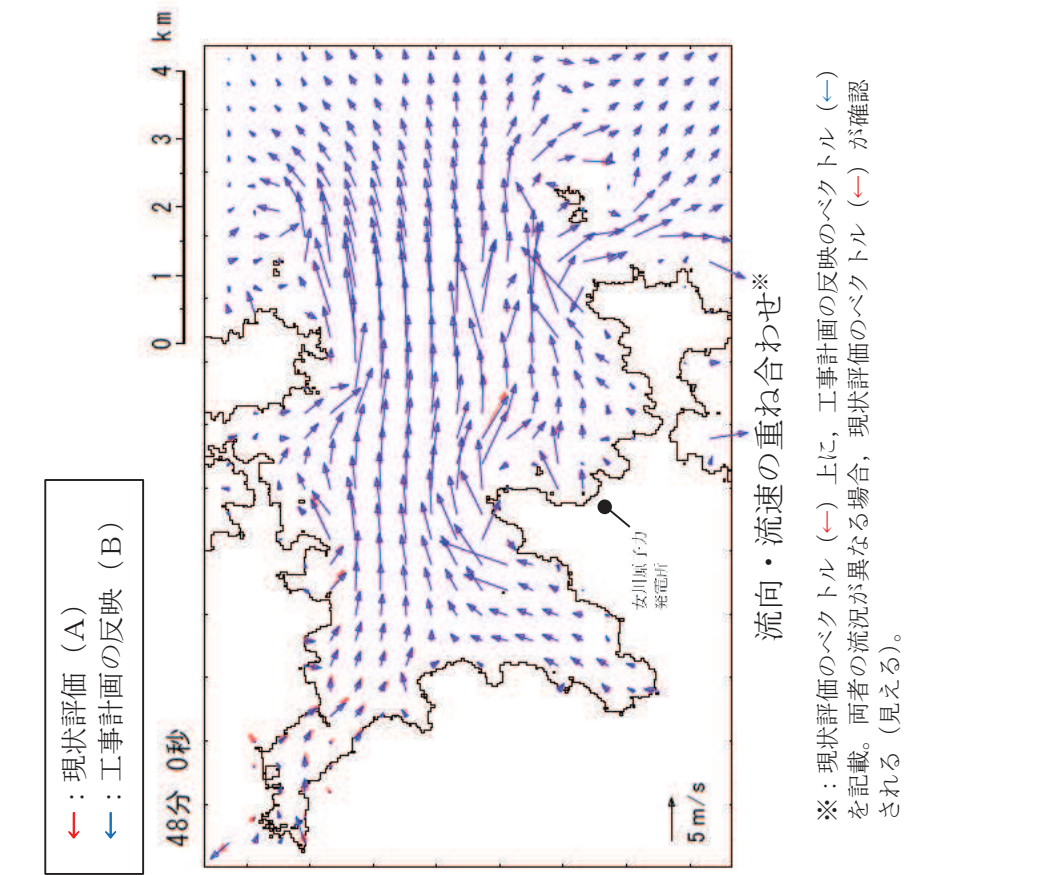


図 2-3 発電所港湾内が引き波に転ずる地震発生約 48 分後以降の流況比較 (地震発生 48 分後)



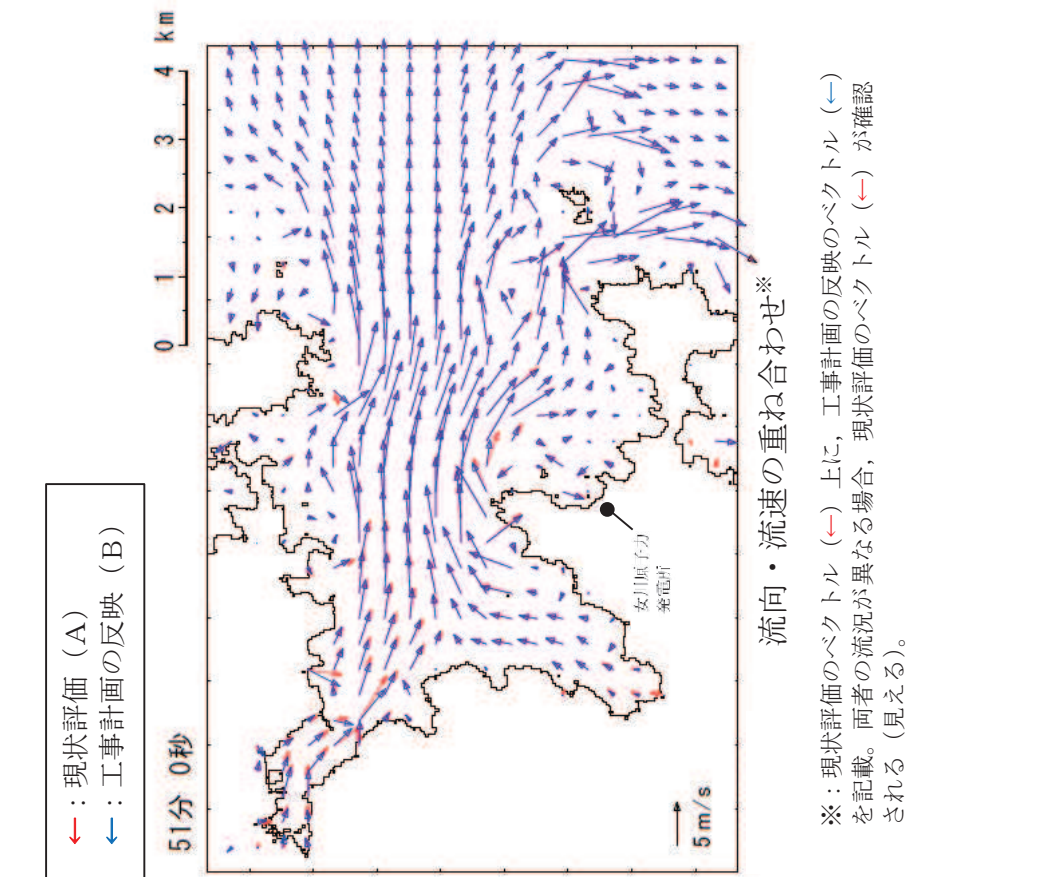
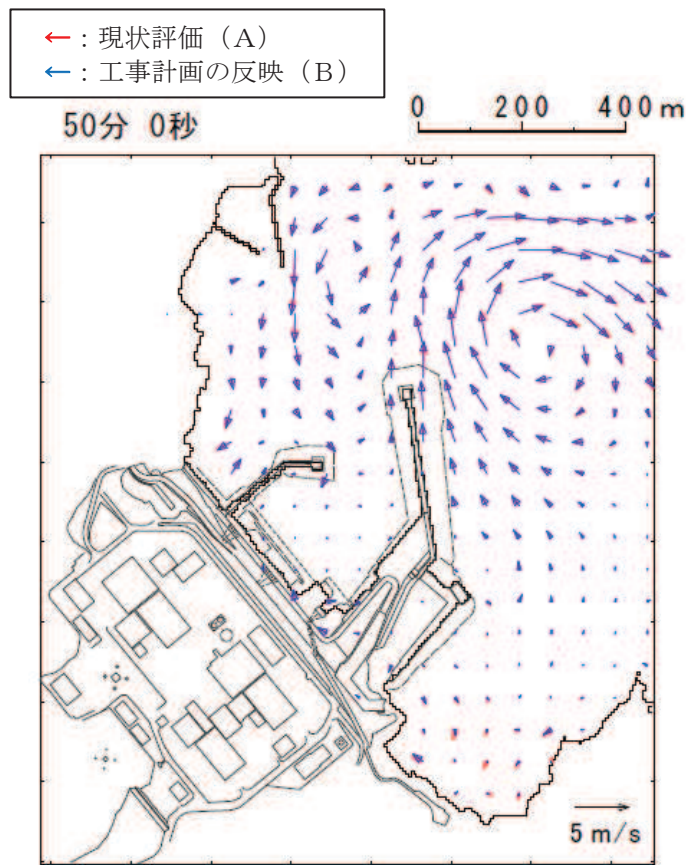
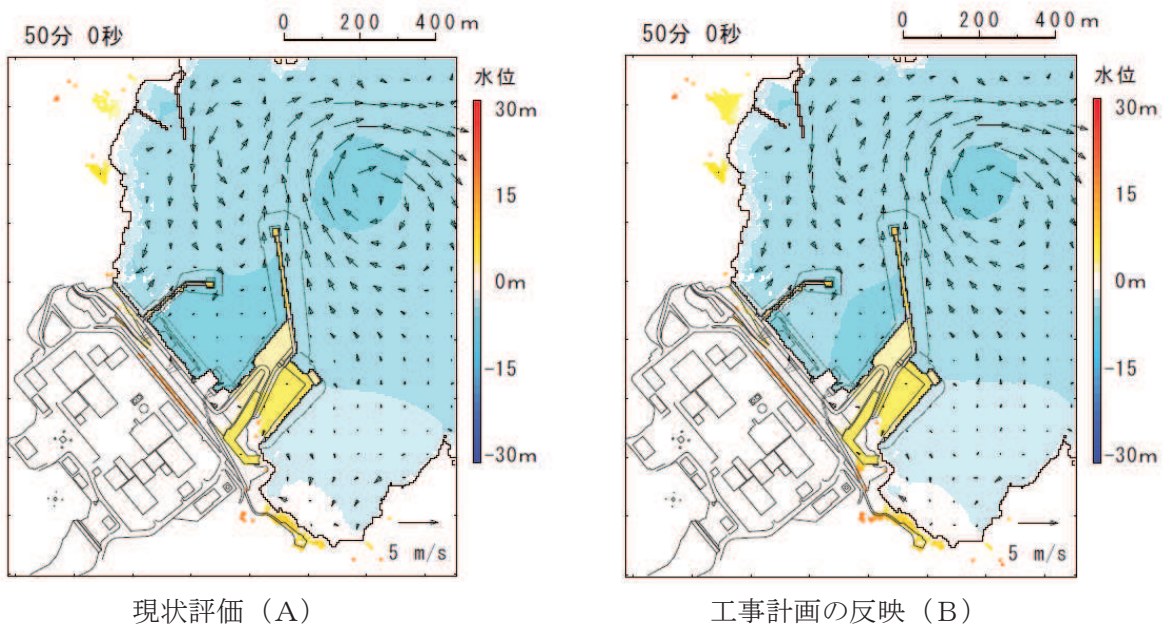


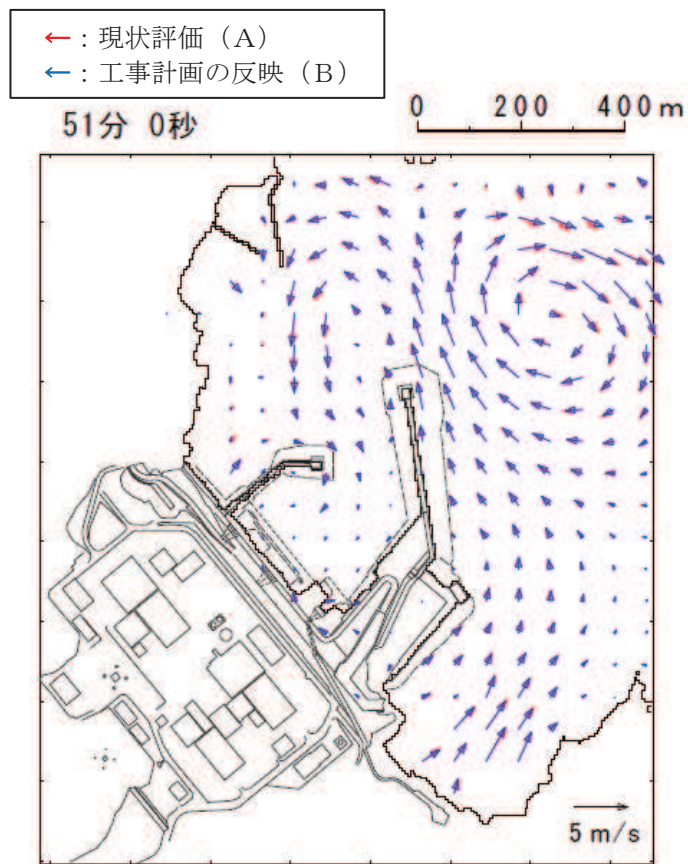
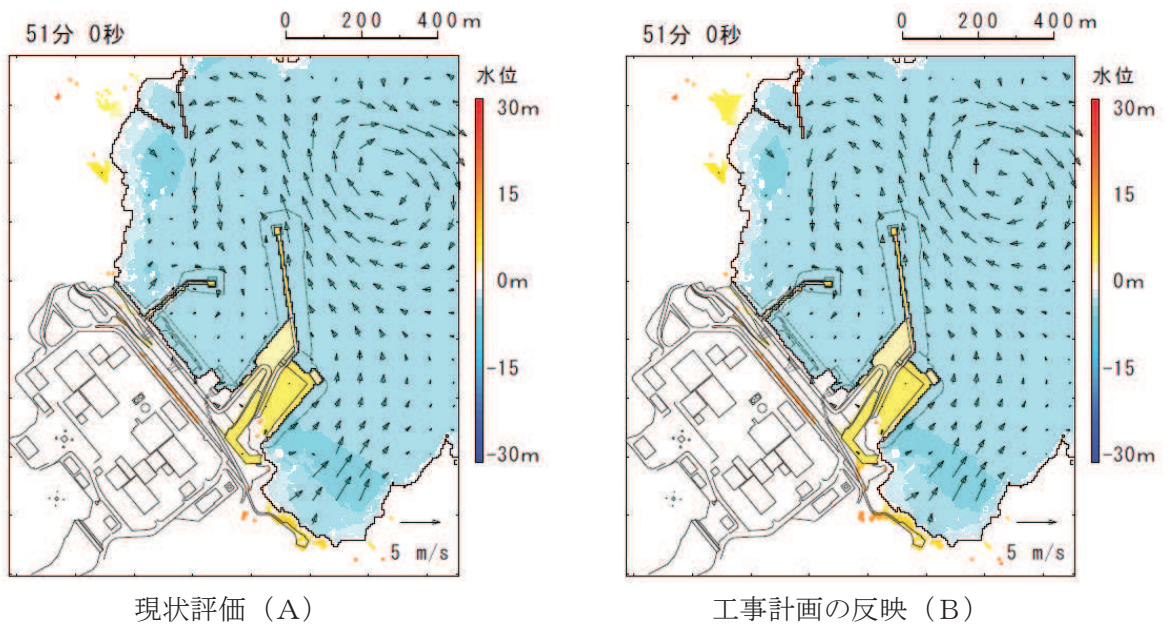
図 2-4 発電所港湾内が引き波に転ずる地震発生約 48 分後以降の流況比較 (地震発生 51 分後)



※：現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

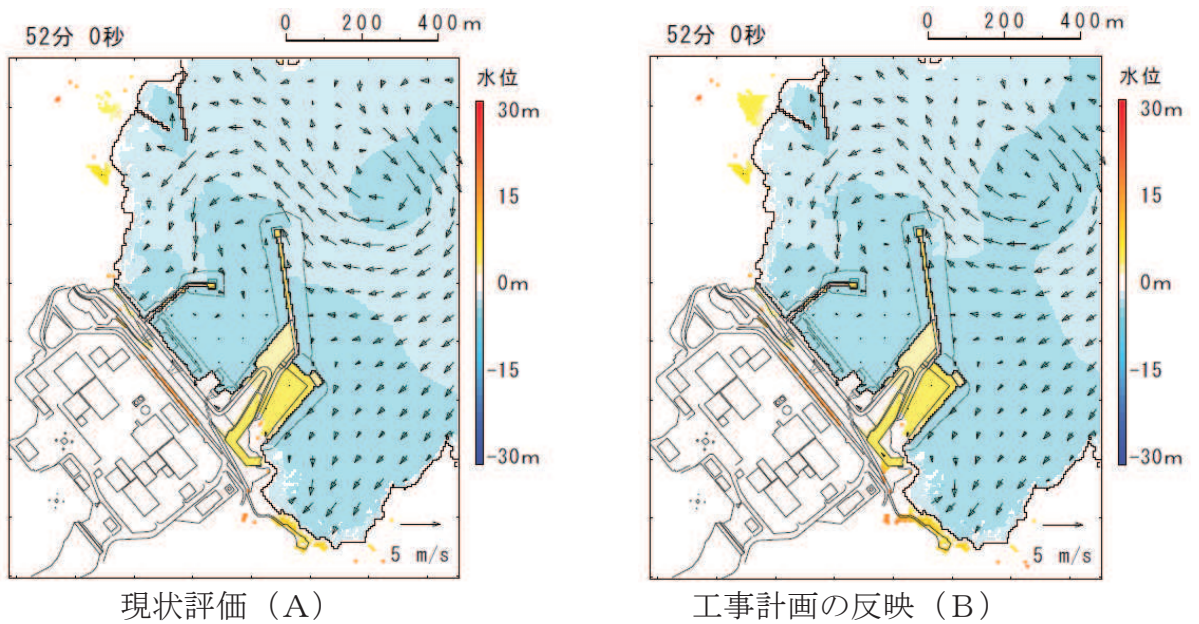
図 2-5(1) 女川湾湾奥から発電所に向かう流れが確認される地震発生約 50 分後以降の流況比較 (地震発生 50 分後)



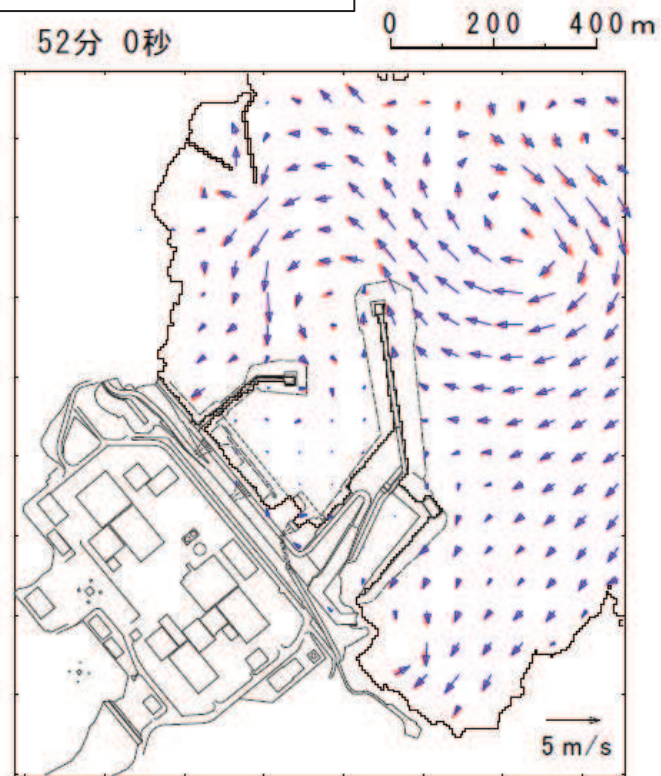


※：現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

図 2-5(2) 女川湾湾奥から発電所に向かう流れが確認される地震発生約 50 分後以降の流況比較 (地震発生 51 分後)



← : 現状評価 (A)  
 ← : 工事計画の反映 (B)

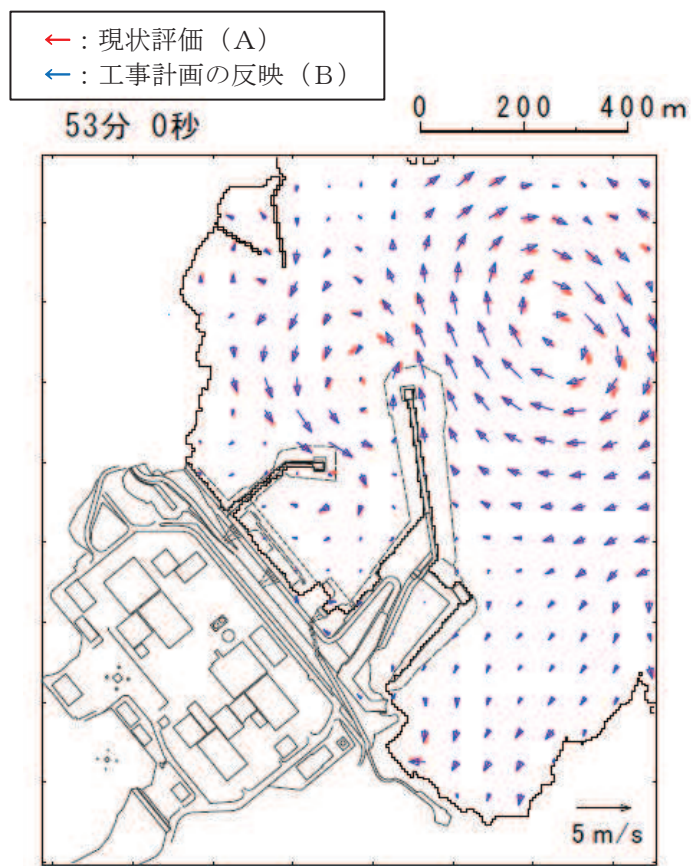
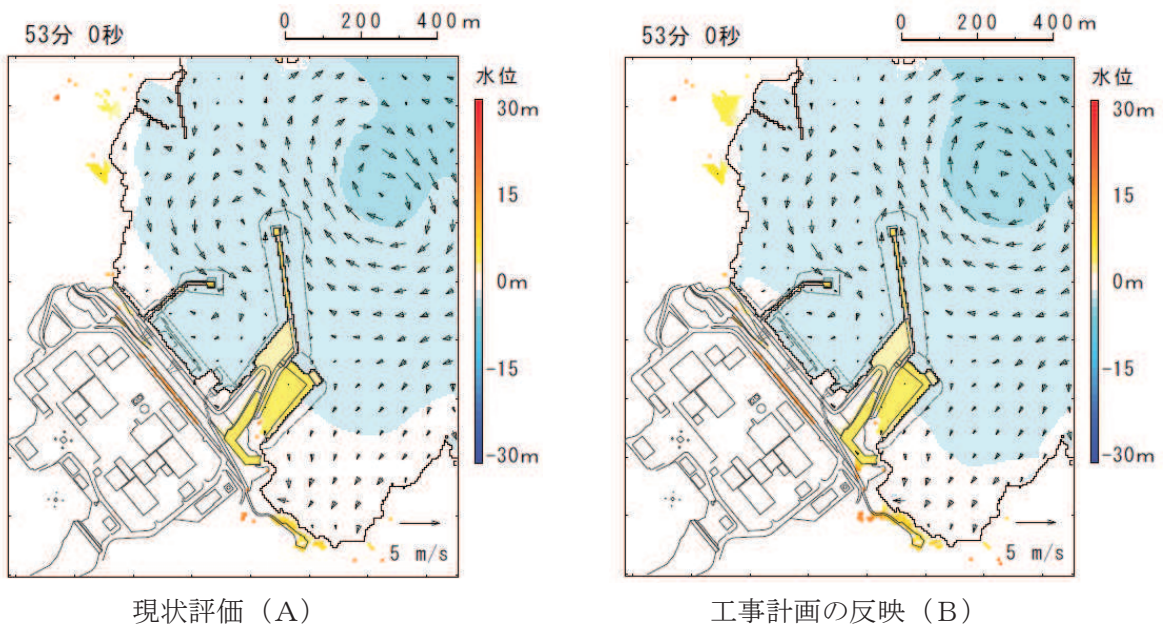


流向・流速の重ね合わせ\*

※ : 現状評価のベクトル (←) 上に, 工事計画の反映のベクトル (←) を記載。  
 両者の流況が異なる場合, 現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

図 2-5(3) 女川湾湾奥から発電所に向かう流れが確認される地震発生約 50 分後以降の流況比較  
 (地震発生 52 分後)

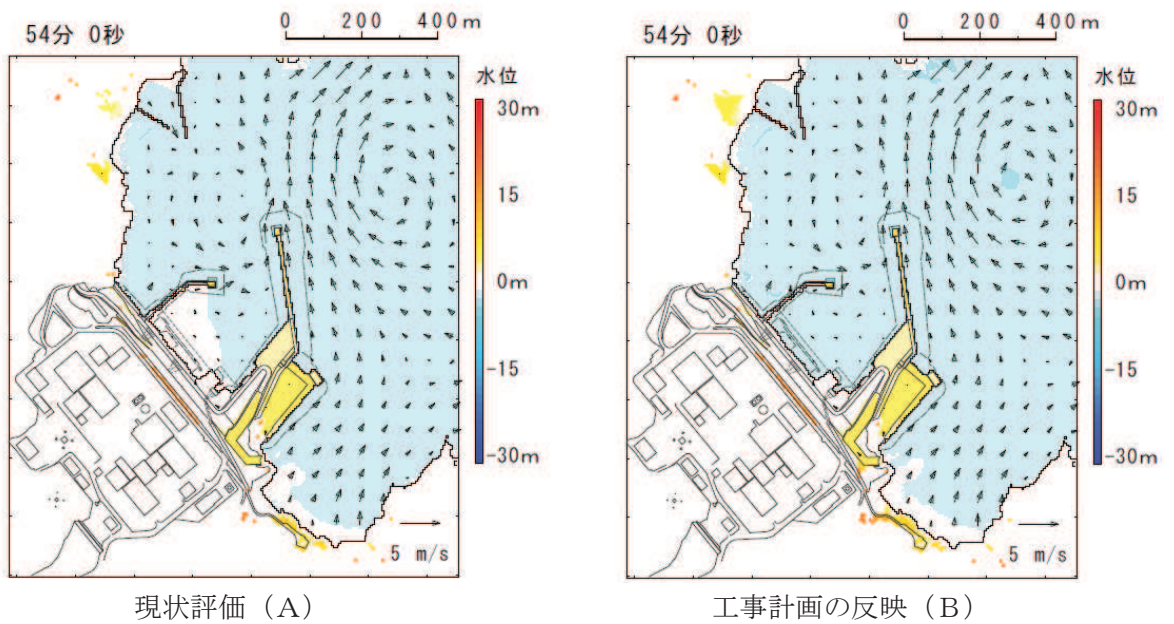




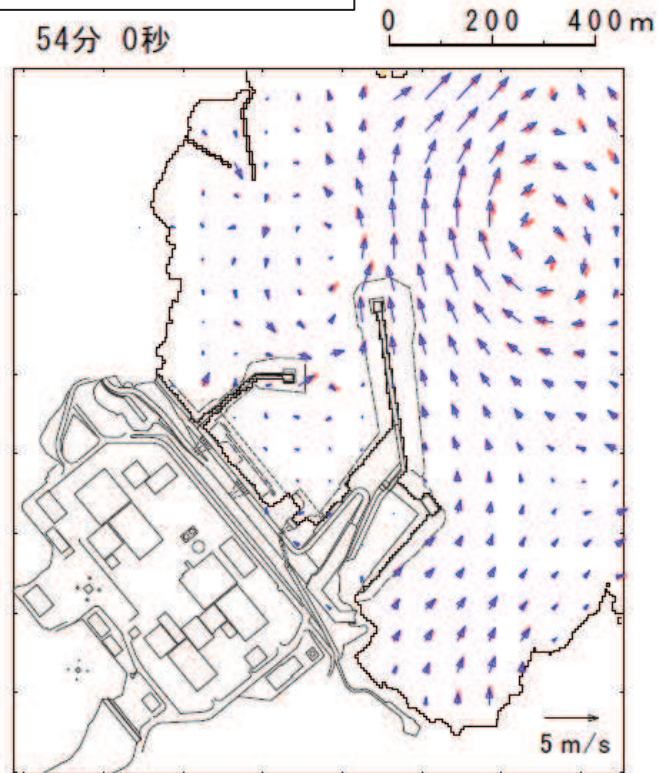
流向・流速の重ね合わせ※

※：現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

図 2-5(4) 女川湾湾奥から発電所に向かう流れが確認される地震発生約 50 分後以降の流況比較 (地震発生 53 分後)



← : 現状評価 (A)  
 ← : 工事計画の反映 (B)



※ : 現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。  
 両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

図 2-5(5) 女川湾湾奥から発電所に向かう流れが確認される地震発生約 50 分後以降の流況比較  
 (地震発生 54 分後)

(参考3) 取放水路流路縮小工の貫通部径について

1. はじめに

取放水路流路縮小工は、第1号機取水路及び放水路から敷地への津波の流入を防止するため、第1号機取水路及び第1号機放水路に設置する。取放水路流路縮小工の設置位置を図1-1に示す。

取放水路流路縮小工は、貫通部を設けたコンクリートにより流路を縮小する構造とし、第1号機取水路及び放水路からの津波の流入を抑制し、第1号機取水路及び放水路から敷地への津波の流入を防止する設計とする。また、第1号機の取水路内及び放水路内に設置するため、第1号機の廃止措置期間中に性能を維持すべき施設（以下「性能維持施設」という。）である原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプの維持が必要であることを踏まえ、通常時及び外部電源喪失時（以下「非常時」という。）における原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ運転時の取水機能及び放水機能への影響がない設計とする。取放水路流路縮小工（第1号機取水路）の構造概要を図1-2に、取放水路流路縮小工（第1号機放水路）の構造概要を図1-3に示す。

本書では、津波防護機能及び第1号機の取水機能及び放水機能を維持するための貫通部径について、第1号機取水路及び放水路の水理特性を考慮した管路解析による検討結果を示す。なお、検討に用いた管路解析モデルの詳細は、「1.4 管路解析モデルについて」に示す。

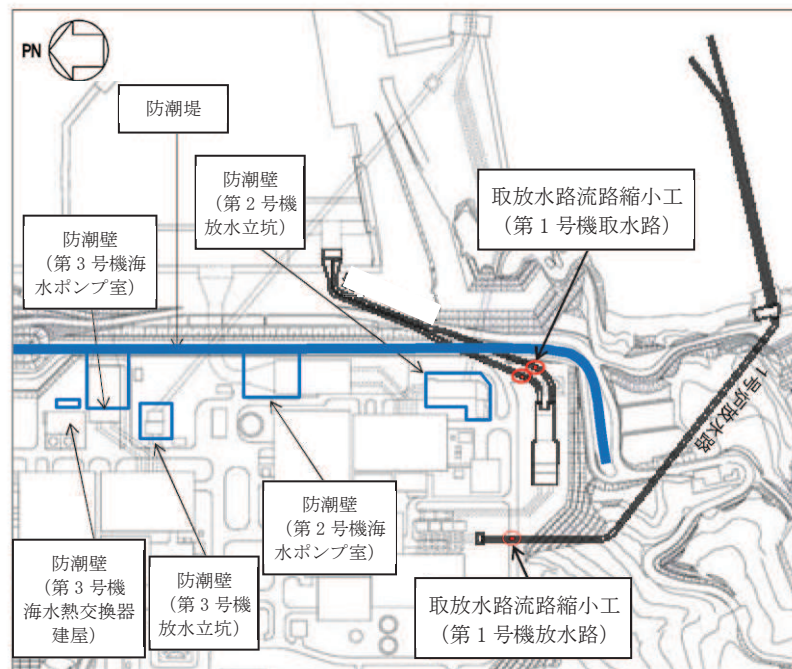


図 1-1 取放水路流路縮小工の設置位置（全体平面図）



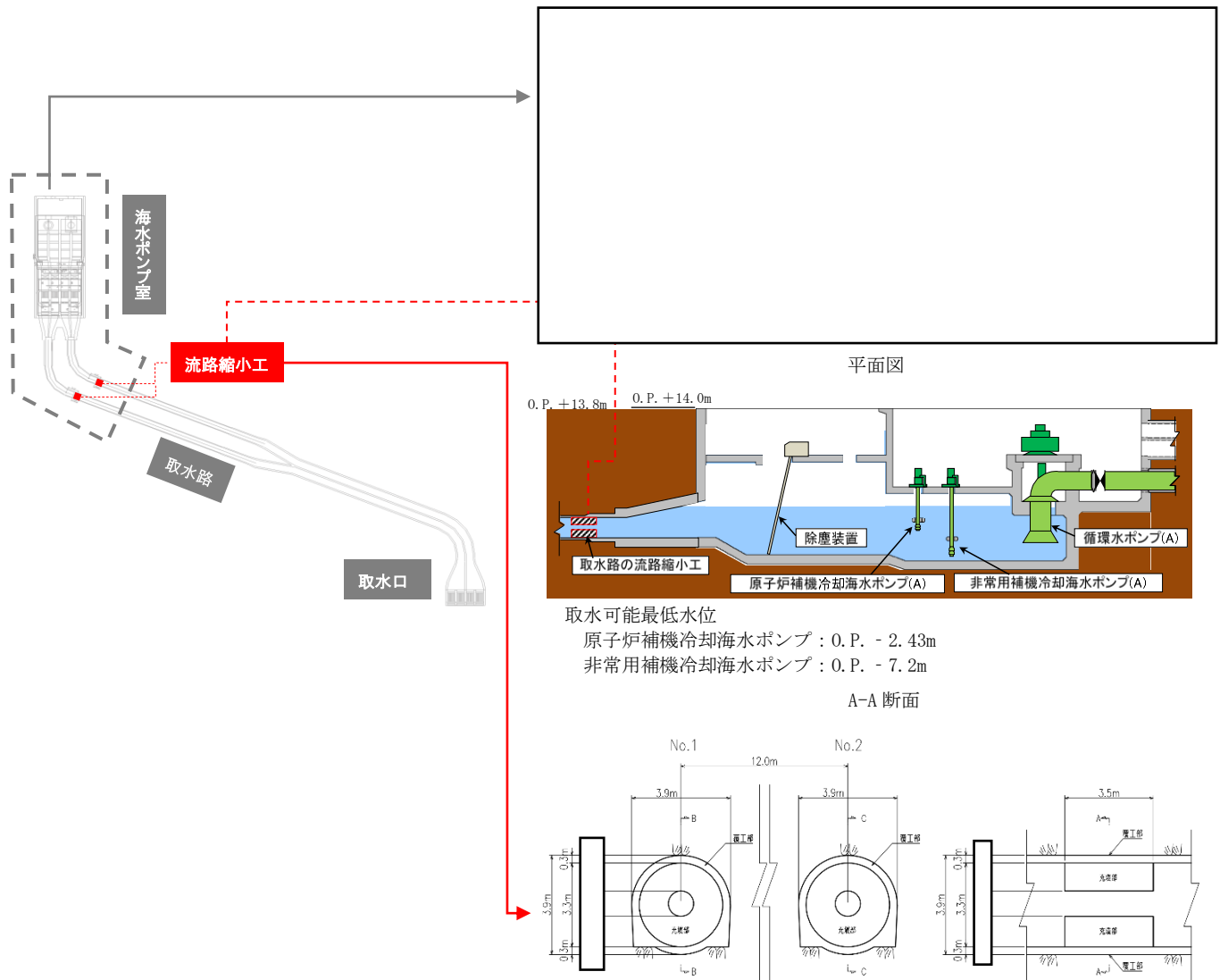


図 1-2 取放水路流路縮小工（第 1 号機取水路）構造概要

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



## 2. 津波防護機能に対する貫通部径の評価

### 2.1 設計方針

第2号機の津波防護施設である取放水路流路縮小工（第1号機取水路）、取放水路流路縮小工（第1号機放水路）の貫通部径は、第1号機取水路及び放水路から敷地への津波の流入を防止する設計とし、外郭浸水防護設備として津波の流入を防止する設計確認値（上限値）を設定する。

### 2.2 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）

第1号機海水ポンプ室での入力津波高さが、第1号機海水ポンプ室の天端高さを上回らない貫通部径として、設計確認値（上限値）を□ m、公称値については□ mとする。

入力津波高さの検討にあたって考慮した不確かさの詳細は、本文「1.5(3) 入力津波高さが有する数値計算上の不確かさについて」に示す。また、海水ポンプの運転条件について、第1号機の性能維持施設である原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプが検討の対象になるが（詳細は「3.2 評価対象とする海水系について」に示す）、本検討では保守的に第1号機運転段階に必要であった海水ポンプ（通常時、原子炉補機冷却海水ポンプ（A）（B））の最大台数運転を考慮する。

評価結果を表 2-1 に示す。

表 2-1 津波防護機能に対する貫通部径の評価結果  
(取放水路流路縮小工（第1号機取水路）)

貫通部径 (m)	流量 (m/s)	流路面積 (m <sup>2</sup> )	第1号機海水 ポンプ室での 津波高さ (m)	第1号機海水 ポンプ室の 天端高さ (m)
□	0.53 <sup>*1</sup>	□	0. P. +10.38 <sup>*2</sup>	0. P. +14.0 <sup>*3</sup>
	0.53 <sup>*1</sup>		0. P. +13.81 <sup>*2</sup>	

#### 注記

\* 1 : 原子炉補機冷却海水ポンプ（A）（B）運転時の流量（960 m<sup>3</sup>/h×2台）

\* 2 : 入力津波高さは、津波高さが最大となる「防波堤あり」、「1m 沈下（地盤沈下あり）」、「貝付着なし」、「スクリーン損失なし」、「地形改変なし」の条件として設定している。また、潮位変動として「朔望平均満潮位」（0. P. +1.43m）及び「潮位のばらつき」（0.16m）、地殻変動として「東北地方太平洋沖型の地震（基準断層モデル③）」で生じる地殻変動（0.72mの沈降）を考慮している。

\* 3 : 東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈降を考慮した値。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

### 2.3 取放水路流路縮小工（第1号機放水路）

第1号機放水立坑での入力津波高さが、第1号機放水立坑の天端高さを上回らない貫通部径として、設計確認値（上限値）を□ m、公称値については□ mとする。

入力津波高さの検討にあたって考慮した不確かさの詳細は、本文「1.5(3) 入力津波高さが有する数値計算上の不確かさについて」に示す。また、海水ポンプの運転条件について、第1号機の性能維持施設である原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプが検討の対象になるが（詳細は、「3.2 評価対象とする海水系について」に示す）、本検討では保守的に第1号機運転段階に必要であった海水ポンプ（通常時、原子炉補機冷却海水ポンプ（A）（B））の最大台数運転を考慮する。

評価結果を表 2-2 に示す。

表 2-2 津波防護機能に対する貫通部径の評価結果  
（取放水路流路縮小工（第1号機放水路））

貫通部径 (m)	流量 (m/s)	流路面積 (m <sup>2</sup> )	第1号機 放水立坑での 津波高さ (m)	第1号機 放水立坑の 天端高さ (m)
	0.53 <sup>*1</sup>		0. P. +11.79 <sup>*2</sup>	0. P. +14.0 <sup>*3</sup>
	0.53 <sup>*1</sup>		0. P. +13.03 <sup>*2</sup>	

#### 注記

- \* 1 : 原子炉補機冷却海水ポンプ（A）（B）運転時の流量（960 m<sup>3</sup>/h×2台）
- \* 2 : 入力津波高さは、津波高さが最大となる「防波堤あり」、「現地形（地盤沈下なし）」、「貝付着あり」、「スクリーン損失なし」、「地形改変なし」の条件として設定している。また、潮位変動として「朔望平均満潮位」（0. P. +1.43m）及び「潮位のぼらつき」（0.16m）、地殻変動として「東北地方太平洋沖型の地震（基準断層モデル③）」で生じる地殻変動（0.72mの沈降）を考慮している。
- \* 3 : 東北地方太平洋沖地震による約1mの沈降を考慮した値。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

### 3. 第1号機の性能維持施設への影響を踏まえた貫通部径の評価

#### 3.1 設計方針

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）、取放水路流路縮小工（第1号機放水路）の貫通部径は、第1号機の性能維持施設である原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプの維持が必要であることを踏まえ、通常時及び非常時における第1号機の原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ運転時の取水機能、放水機能への影響がない設計とし、取水機能、放水機能を確保するための設計確認値（下限値）を設定する。

#### 3.2 評価対象とする第1号機の性能維持施設について

本検討で対象とする第1号機の性能維持施設である原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプを表3-1に示す。

表 3-1(1) 原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ（A系）

	ポンプ名称	維持台数	流量 (m <sup>3</sup> /h)	用途
通常時	原子炉補機冷却海水ポンプ(A)	1	960	使用済燃料プールの冷却
非常時	原子炉補機冷却海水ポンプ(A)	1	960	
	非常用補機冷却海水ポンプ(A)	1	390	非常用ディーゼル発電機(A)の補機冷却

表 3-1(2) 原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ（B系）

	ポンプ名称	維持台数	流量 (m <sup>3</sup> /h)	用途
通常時	原子炉補機冷却海水ポンプ(B)	1	960	使用済燃料プールの冷却
非常時	原子炉補機冷却海水ポンプ(B)	1	960	
	非常用補機冷却海水ポンプ(B)	1	450*	非常用ディーゼル発電機(B)の補機冷却

注記\*：女川1号機は非常用補機冷却海水ポンプを4台設置している（図1-2）。

(A系((A), (C)) : 390 m<sup>3</sup>/h, B系((B), (D)) : 450 m<sup>3</sup>/h)



3.3 取水機能に対する評価（取放水路流路縮小工（第1号機取水路））

第1号機海水ポンプ室の水位が、第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ取水可能水位を下回らない貫通部径並びに第1号機非常用補機冷却海水ポンプ取水可能最低水位を下回らない貫通部径として、設計確認値（下限値）を□ m、公称値については□ mとする。

原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ（A系）に対する通常時、非常時の評価結果を表3-2に、原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ（B系）に対する非常時\*の評価結果を表3-3に示す。

注記\*：原子炉補機冷却海水ポンプについては、A系とB系の流量が同一であることから、B系については、非常時の評価結果を示す。

表3-2(1) 原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ（A系）の評価結果（通常時）

貫通部径 (m)	流量 (m/s)	流路面積 (m <sup>2</sup> )	第1号機取水口の水位 (m)	第1号機海水ポンプ室の水位 (m)	第1号機補機冷却海水ポンプ取水可能最低水位 (m)
	0.27* <sup>1</sup>		0. P. -0.14* <sup>2</sup>	0. P. -0.50	0. P. -2.43* <sup>3</sup> (原子炉補機冷却海水ポンプ)
	0.27* <sup>1</sup>		0. P. -0.14* <sup>2</sup>	0. P. -0.15	

注記\*1：原子炉補機冷却海水ポンプ（A）運転時の流量（960 m<sup>3</sup>/h×1台）

\*2：朔望平均干潮位。

\*3：東北地方太平洋沖地震による約1mの沈降を考慮した値。

表3-2(2) 原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ（A系）の評価結果（非常時）

貫通部径 (m)	流量 (m/s)	流路面積 (m <sup>2</sup> )	第1号機取水口の水位 (m)	第1号機海水ポンプ室の水位 (m)	第1号機補機冷却海水ポンプ取水可能最低水位 (m)
	0.38* <sup>1</sup>		0. P. -0.14* <sup>2</sup>	0. P. -0.78	0. P. -2.43* <sup>3</sup> (原子炉補機冷却海水ポンプ) 0. P. -7.2* <sup>3</sup> (非常用補機冷却海水ポンプ)
	0.38* <sup>1</sup>		0. P. -0.14* <sup>2</sup>	0. P. -0.15	

注記\*1：原子炉補機冷却海水ポンプ（A）運転時の流量（960 m<sup>3</sup>/h×1台）＋非常用補機冷却海水ポンプ（A）運転時の流量（390 m<sup>3</sup>/h×1台）

\*2：朔望平均干潮位。

\*3：東北地方太平洋沖地震による約1mの沈降を考慮した値。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

表 3-3 原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ (B 系) の評価結果  
(非常時)

貫通部径 (m)	流量 (m/s)	流路面積 (m <sup>2</sup> )	第 1 号機 取水口の 水位 (m)	第 1 号機海水 ポンプ室の 水位 (m)	第 1 号機補機冷却 海水ポンプ取水可 能最低水位 (m)
	0.40 <sup>*1</sup>		0. P. -0.14 <sup>*2</sup>	0. P. -0.84	0. P. -2.43 <sup>*3</sup> (原子炉補機冷却海 水ポンプ)
	0.40 <sup>*1</sup>		0. P. -0.14 <sup>*2</sup>	0. P. -0.15	0. P. -7.2 <sup>*3</sup> (非常用補機冷却海 水ポンプ)

注記\*1：原子炉補機冷却海水ポンプ (B) 運転時の流量 (960 m<sup>3</sup>/h×1 台) + 非常用補機冷却海水ポンプ (B) 運転時の流量 (450 m<sup>3</sup>/h×1 台)

\*2：朔望平均干潮位。

\*3：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈降を考慮した値。

#### 3.4 放水機能に対する評価 (取放水路流路縮小工 (第 1 号機放水路))

第 1 号機原子補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ運転時に、第 1 号機放水立坑の水位が、第 1 号機補機冷却海水ポンプの放水高さを上回らない貫通部径として、設計確認値 (下限値) を  m, 公称値については  m とする。

原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ (A 系) に対する通常時, 非常時の評価結果を表 3-4 に, 原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ (B 系) に対する非常時\* の評価結果を表 3-5 に示す。

注記\*：原子炉補機冷却海水ポンプについては、A 系と B 系の流量が同一であることから、B 系については、非常時の評価結果を示す。

表 3-4(1) 原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ (A 系) の評価結果  
(通常時)

貫通部径 (m)	流量 (m/s)	流路面積 (m <sup>2</sup> )	第 1 号機 放水口の 水位 (m)	第 1 号機 放水立坑の 水位 (m)	第 1 号機補機冷却 海水ポンプの放水 高さ (m)
	0.27 <sup>*1</sup>		0. P. +1.43 <sup>*2</sup>	0. P. +1.89	0. P. +4.6 <sup>*3</sup>
	0.27 <sup>*1</sup>		0. P. +1.43 <sup>*2</sup>	0. P. +1.61	

注記\*1：原子炉補機冷却海水ポンプ (A) 運転時の流量 (960 m<sup>3</sup>/h×1 台)

\*2：朔望平均満潮位。

\*3：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈降を考慮した値。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

表 3-4(2) 原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ (A 系) の評価結果  
(非常時)

貫通部径 (m)	流量 (m/s)	流路面積 (m <sup>2</sup> )	第 1 号機 放水口の 水位 (m)	第 1 号機 放水立坑の 水位 (m)	第 1 号機補機冷却 海水ポンプの放水 高さ (m)
	0.38 <sup>*1</sup>		0. P. +1.43 <sup>*2</sup>	0. P. +2.30	0. P. +4.6 <sup>*3</sup>
	0.38 <sup>*1</sup>		0. P. +1.43 <sup>*2</sup>	0. P. +1.77	

注記\*1：原子炉補機冷却海水ポンプ (A) 運転時の流量 (960 m<sup>3</sup>/h×1 台) + 非常用補機冷却海水ポンプ (A) 運転時の流量 (390 m<sup>3</sup>/h×1 台)

\*2：朔望平均満潮位。

\*3：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈降を考慮した値。

表 3-5 原子炉補機冷却海水ポンプ並びに非常用補機冷却海水ポンプ (B 系) の評価結果  
(非常時)

貫通部径 (m)	流量 (m/s)	流路面積 (m <sup>2</sup> )	第 1 号機 放水口の 水位 (m)	第 1 号機 放水立坑の 水位 (m)	第 1 号機補機冷却 海水ポンプの放水 高さ (m)
	0.40 <sup>*1</sup>		0. P. +1.43 <sup>*2</sup>	0. P. +2.39	0. P. +4.6 <sup>*3</sup>
	0.40 <sup>*1</sup>		0. P. +1.43 <sup>*2</sup>	0. P. +1.81	

注記\*1：原子炉補機冷却海水ポンプ (B) 運転時の流量 (960 m<sup>3</sup>/h×1 台) + 非常用補機冷却海水ポンプ (B) 運転時の流量 (450 m<sup>3</sup>/h×1 台)

\*2：朔望平均満潮位。

\*3：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈降を考慮した値。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

## 5.9 耐震及び耐津波設計における許容限界について

### (1) 基本方針

津波防護施設の耐震及び耐津波設計における部材の許容限界については「耐震設計に係る工認審査ガイド」及び「耐津波設計に係る工認審査ガイド」（以下、「審査ガイド」）に示されている規格及び基準に基づき設定することを基本とする。直接適用できない場合にはその他の規格、基準類の適用性を検討し、適切に設定する（詳細は「5.13強度計算に用いた規格・基準の適用性について」に示す）。

### (2) 適用する規格、基準類

津波防護施設の各部材における許容限界について表 5.9-1(1)～(7)に示す。以下に材料毎の適用する規格、基準類を示す。

#### a. 鉄筋

鉄筋の許容限界については審査ガイドに示されている「コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002 年制定)」に基づき設定することを基本とする。

防潮壁のフーチング等に使用している SD490 については「道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 (日本道路協会, 平成 24 年 3 月)」により設定する。

#### b. コンクリート

コンクリートの許容限界については審査ガイドに示されている「コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002 年制定)」に基づき設定することを基本とする。

防潮堤の背面補強工及び置換コンクリートに使用しているせん断強度については「コンクリート標準示方書 [ダムコンクリート編] (土木学会, 2013 年制定)」により設定する。また、設計基準強度  $50\text{N/mm}^2$  のコンクリート防潮壁 (フーチング) の許容応力度については「道路土工-カルバート工指針 (日本道路協会, 平成 21 年度版)」により設定する。

#### c. 鋼材

鋼材の許容限界については審査ガイドに示されている「道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編)・同解説 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月)」及び「鋼構造設計規準 - 許容応力度設計法 - ((社) 日本建築学会, 2005 年)」に基づき設定することを基本とする。

防潮堤鋼製遮水壁や防潮壁鋼桁等の上部構造の鋼材については「道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編)・同解説 (日本道路協会, 平成 14 年 3 月)」により設定する。防潮壁鋼製扉 (ヒンジ) の鋼材については「水門鉄管技術基準水門扉編 (水門鉄管協会, 平成 31 年 3 月)」により設定する。**防潮壁 (第 3 号機海水熱交換器建屋) については、鋼製の柱及び梁等によるフレーム構造となっており、鋼構造建築物に類似していることから、使用する鋼材については「鋼構造設計規準 - 許容応力度設**

計法－（（社）日本建築学会，2005年）」により設定する。



表 5.9-1 (1) 各部材の許容応力度及び短期許容応力度に適用する規格、基準類  
(防潮堤(鋼管式鉛直壁))

部材	規格	許容限界				適用する規格・基準類
		地震時, 津波時, 津波+余震時				
		種別	許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	割増し 係数*1	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	
RC遮水壁 (鉄筋)	SD345	引張	196	1.5	294	・コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002年制定)
		曲げ せん断	14 0.55	1.5 1.5	21 0.82	
RC遮水壁 (コンクリート)	設計基準強度 f'ck=40N/mm <sup>2</sup>	曲げ	185	1.5	277	・コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002年制定)
		せん断	105	1.5	157	
		曲げ	255	1.5	382	
		せん断	145	1.5	217	
鋼管杭 (鋼材*2)	SM570	曲げ	210	1.5	315	・道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 (日本道路協会, 平成14年3月) ・道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編) ・同解説 (日本道路協会, 平成14年3月) *3
		せん断	120	1.5	180	
		曲げ	255	1.5	382	
		せん断	145	1.5	217	
鋼製遮水壁・漂流物防 護工 (鋼材)	SM490Y	曲げ	210	1.5	315	・道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編) ・同解説 (日本道路協会, 平成14年3月)
		せん断	120	1.5	180	
		曲げ	255	1.5	382	
		せん断	145	1.5	217	

注記

\*1: 短期許容応力度は, 地震の影響を考慮した荷重の組合せに対して, 割増し係数を乗じた値であることが, それぞれの規格・基準類に示されている。

\*2: 鋼材形状等に応じた許容応力度の低減 (局部座屈等) を考慮する場合は, 個別の計算書にて反映

\*3: 地上部は上部構造として取扱うこととし, 鋼橋編を適用する。

表 5.9-1 (2) 各部材のせん断強度，引張強度及び降伏強度に適用する規格，基準類  
 (防潮堤 (鋼管式鉛直壁，盛土堤防))

部材	規格	せん断強度 ( $N/mm^2$ )	引張強度 ( $N/mm^2$ )	降伏強度 ( $N/mm^2$ )	適用する規格・基準類
コンクリート (背面補強工)	設計基準強度 $f'_{ck}=30N/mm^2$	6.00	2.22	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>せん断強度：コンクリート標準示方書 [ダムコンクリート編] (土木学会，2013年制定)</li> <li>引張強度：コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会，2002年制定)</li> </ul>
コンクリート (置換コンクリート)	設計基準強度 $f'_{ck}=30N/mm^2$	6.00	2.22	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>せん断強度：コンクリート標準示方書 [ダムコンクリート編] (土木学会，2013年制定)</li> <li>引張強度：コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会，2002年制定)</li> </ul>

表 5.9-1 (3) 各部分材の許容応力度及び短期許容応力度に適用する規格、基準類  
(防潮壁 (第2号機海水ポンプ室, 第2号機放水立坑, 第3号機海水ポンプ室, 第3号機放水立坑))

部材	規格	許容限界				適用する規格・基準類
		地震時, 津波時, 津波+余震時		短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	割増し 係数*1	
		種別	許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )			
フーチング (鉄筋)	SD345	引張	196	1.5	294	・コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002年制定) ・道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 (日本道路協会, 平成24年3月) ・コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002年制定) ・道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・同解説 (日本道路協会, 平成24年3月)
	SD490	引張	290	1.5	435	
	SD345	引張	196	1.5	294	
	SD490	引張	290	1.5	435	
RC支柱 (コンクリート)	設計基準強度 f <sub>c</sub> k=50N/mm <sup>2</sup>	曲げ	16	1.5	24	・道路土工-カルバート工指針 (日本道路協会, 平成21年度版) ・コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002年制定)
	設計基準強度 f <sub>c</sub> k=30N/mm <sup>2</sup>	曲げ	11	1.5	16	
鋼板 (鋼材**2)	SM570	曲げ	255	1.5	382	・道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編) ・同解説 (日本道路協会, 平成14年3月) ・道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編) ・同解説 (日本道路協会, 平成14年3月)
		せん断	145	1.5	217	
		曲げ	185	1.5	277	
		せん断	105	1.5	157	
鋼製支柱 (鋼材**2)	SM570	曲げ	255	1.5	382	・道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編) ・同解説 (日本道路協会, 平成14年3月) ・道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編) ・同解説 (日本道路協会, 平成14年3月)
		せん断	145	1.5	217	
		曲げ	210	1.5	315	
		せん断	120	1.5	180	
鋼桁 (鋼材**2)	SM570	曲げ	255	1.5	382	・道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編) ・同解説 (日本道路協会, 平成14年3月) ・道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編) ・同解説 (日本道路協会, 平成14年3月)
		せん断	145	1.5	217	
		曲げ	255	1.5	382	
		せん断	145	1.5	217	
鋼製扉 (鋼材**2) (扉体)	SM570	曲げ	255	1.5	382	・道路橋示方書 (I 共通編・II 鋼橋編) ・同解説 (日本道路協会, 平成14年3月) ・水門鉄管技術基準 水門扉編 (水門鉄管協会, 平成31年3月)
		せん断	145	1.5	217	
		せん断	91	1.5	136	
		引張	158	1.5	237	
鋼製扉 (鋼材**2) (ヒンジ)	SM490 (40<t)	せん断	85	1.5	127	
		引張	148	1.5	222	

注記 \*1: 短期許容応力度は, 地震の影響を考慮した荷重の組合せに対して, 割増し係数を乗じた値であることが, それぞれの規格・基準類に示されている。

\*2: 鋼材形状等に応じた許容応力度の低減 (局部座屈等) を考慮する場合は, 個別の計算書にて反映

表 5.9-1 (4) 各部材のせん断強度，引張強度及び降伏強度に適用する規格，基準類  
(防潮壁 (第 2 号機海水ポンプ室，第 2 号機放水立坑，第 3 号機海水ポンプ室，第 3 号機放水立坑))

部材	規格	せん断強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	適用する規格・基準類
鋼管杭 (鋼材)	SKK490	160	—	315	・ 道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・ 同解説 (日本道路協会，平成14年3月)
鋼管杭 (鋼材)	SM570	260	—	450	・ 道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ・ 同解説 (日本道路協会，平成14年3月)

表 5.9-1 (5) 各部材の許容応力度及び短期許容応力度に適用する規格，基準類  
(防潮壁 (第 3 号機海水熱交換器建屋))

部材	規格	許容限界				適用する規格・基準類
		地震時，津波時，津波＋余震時				
		種別	許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	割増し 係数 <sup>*1</sup>	短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	
鋼材	SS400	せん断	90.4	1.5	135	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－ ( (社) 日本建築学会，2005年)</li> <li>・ 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－ ( (社) 日本建築学会，2005年)</li> <li>・ 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－ ( (社) 日本建築学会，2005年)</li> </ul>
		曲げ	157	1.5	235	
鋼材	SM400	せん断	90.4	1.5	135	
		曲げ	157	1.5	235	
鋼材	SM490	せん断	125	1.5	187	
		曲げ	217	1.5	325	

注記 \*1：短期許容応力度は，地震の影響を考慮した荷重の組合せに対して，割り増し係数を乗じた値であることが，それぞれの規格・基準類に示されている。

表 5.9-1 (6) 各部分材のせん断強度，引張強度及び降伏強度に適用する規格，基準類  
 (取放水路流路縮小工 (第1号機取水路，第1号機放水路))

部材	規格	せん断強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	適用する規格・基準類
コンクリート (充填部)	設計基準強度 f'ck=50N/mm <sup>2</sup>	10.00	1.847	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>せん断強度：コンクリート標準示方書「ダムコンクリート編」(土木学会，2013年制定)</li> <li>引張強度：コンクリート標準示方書「構造性能照査編」(土木学会，2002年制定)</li> </ul>
コンクリート (覆工部)	設計基準強度 f'ck=20.5N/mm <sup>2</sup>	4.10	1.019	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>せん断強度：コンクリート標準示方書「ダムコンクリート編」(土木学会，2013年制定)</li> <li>引張強度：コンクリート標準示方書「構造性能照査編」(土木学会，2002年制定)</li> </ul>

表 5.9-1 (7) 各部分材の許容応力度及び短期許容応力度に適用する規格，基準類 (貯留堰)

部材	規格	許容限界				適用する規格・基準類
		地震時，津波時，津波＋余震時		短期許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		
		種別	許容 応力度 (N/mm <sup>2</sup> )			
鉄筋	SD345	引張	196	1.5	294	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート標準示方書「構造性能照査編」(土木学会，2002年制定)</li> </ul>
コンク リート	設計基準強度 f'ck=20.5N/mm <sup>2</sup>	せん断	0.42	1.5	0.63	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート標準示方書「構造性能照査編」(土木学会，2002年制定)</li> </ul>
		曲げ	7.8	1.5	11.7	

注記 \*1：短期許容応力度は，地震の影響を考慮した荷重の組合せに対して，割増し係数を乗じた値であることが，それぞれの規格・基準類に示されている。



## 5.20 軽油タンクエリアにおける浸水防護重点化範囲について

### (1) 概要

本資料は、軽油タンクエリアの浸水防護重点化範囲について、内郭防護に関する溢水事象を考慮した上で、それぞれの浸水対策の位置付け及びその基準適合性の説明を行うものである。

### (2) 浸水防護重点化範囲の設定について

以下「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」にある記載を踏まえ、軽油タンクエリアの浸水防護重点化範囲を設定することとする。

「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド（抜粋）」

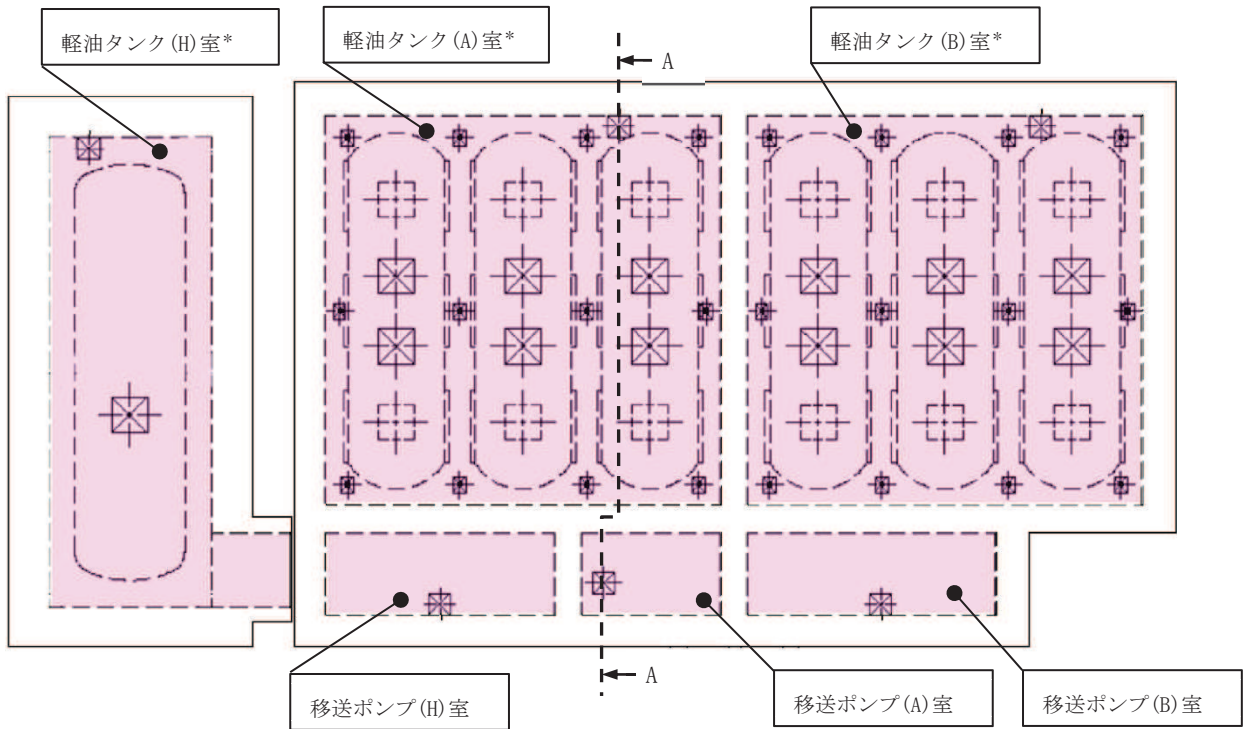
#### 4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

##### 4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定

###### 【確認内容】

(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化範囲として設定されていることを確認する。

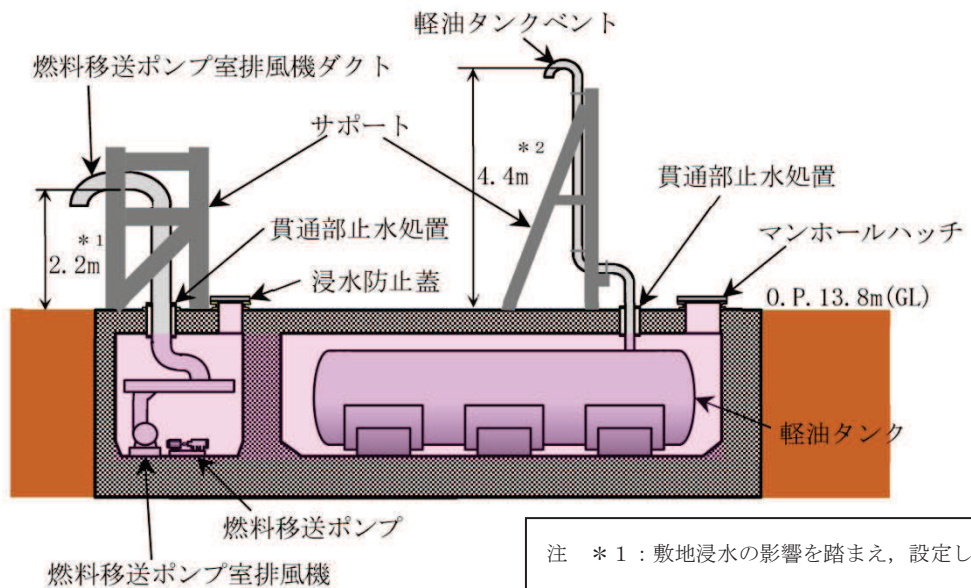
図5.20-1 に軽油タンクエリアの浸水防護重点化範囲を示す。軽油タンクエリアのうち静的な耐震Sクラス機器(タンク，配管，手動弁)のみが存在するエリアについても浸水防護重点化範囲として設定する。



軽油タンクエリア

：浸水防護重点化範囲

\*：静的な耐震Sクラス機器を設置



注 \*1：敷地浸水の影響を踏まえ、設定した設置高さ

\*2：消防法の要求を踏まえ、設定した設置高さ

軽油タンクエリア 断面図 (A-A矢視)

図5.20-1 軽油タンクエリア 浸水防護重点化範囲

(3) 内郭防護として保守的に想定する溢水事象の整理

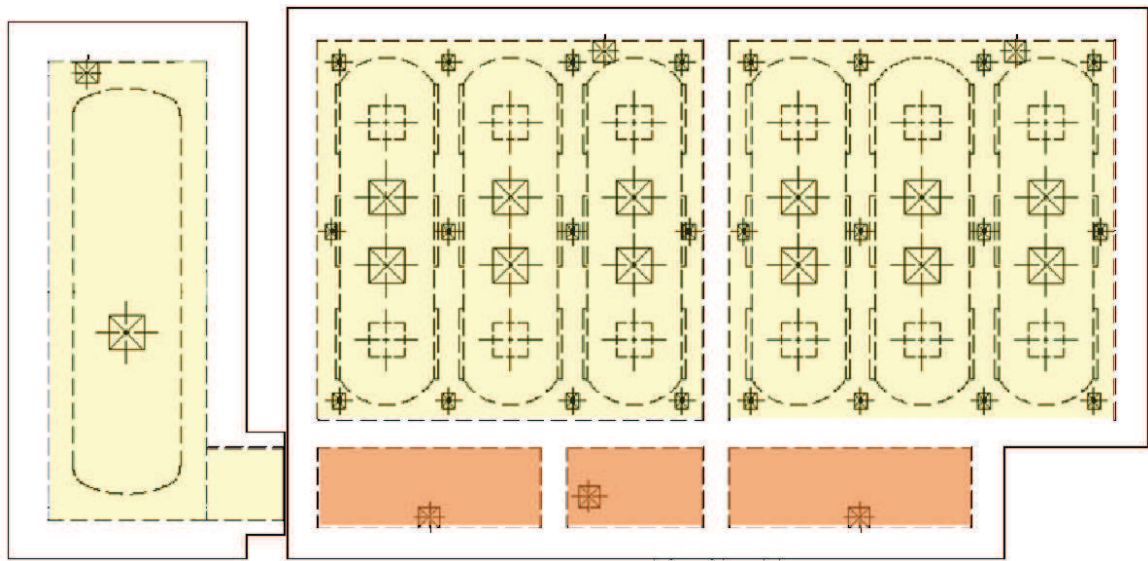
軽油タンクエリアは敷地高さO.P. 13.8mに設置しており，防潮堤高さが入力津波高さを上回っていることから，基準津波の遡上波は敷地に地上部から到達，流入しない。ただし，工認審査ガイド「3.5.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策」を踏まえ，内郭防護として，地震に起因する溢水である屋外タンク等の損傷による溢水事象を想定する。ここで，地震後の津波襲来による第2号機放水立坑の水位上昇に伴い，補機冷却海水系放水路逆流防止設備が一時的に閉止することを考慮した場合における，第2号機補機冷却海水系が運転していることによる放水路からの補機放水も溢水源として考慮する。このように，想定する溢水事象においては，津波が直接流入する事象はない。（詳細は添付資料「VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価 3.4 津波による溢水の重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（内郭防護）に係る評価」参照）

(4) 各溢水事象を踏まえた設計方針

(3) 項において整理を行った結果より，軽油タンクエリアで想定する溢水事象は内部溢水による溢水であるが，浸水防護重点化範囲の特性を考慮し，浸水防護重点化範囲内に設置される施設・設備の安全機能喪失を防止する設計とする。表5.20-1に各溢水事象を踏まえた浸水防護重点化範囲の設計方針をまとめる。また，図5.20-2に表5.20-1の設計方針に基づき色分けを行った浸水防護重点化範囲図を示す。

表5.20-1 浸水防護重点化範囲の設計方針

	浸水防護重点化範囲	浸水防護重点化範囲 (浸水を想定するエリア)
範囲内に設置する設備	耐震Sクラスの動的機器(ポンプ)，耐震Sクラス静的機器(配管，手動弁)	耐震Sクラス静的機器(タンク，配管，手動弁) (浸水により機能喪失しないことを確認)
津波による浸水が発生する区画に隣接する場合	該当なし	該当なし
内部溢水による浸水が発生する区画に隣接する場合	動的機器については，浸水により機能喪失するため，区画内が浸水することが無い設計とする必要がある	浸水を前提とし，安全性評価を実施し，重要な安全機能を有する設備等の機能に影響を及ぼさないことを確認



軽油タンクエリア

: 浸水防護重点化範囲
  : 浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）

図5.20-2 浸水防護重点化範囲図（表5.20-1に基づき明示）

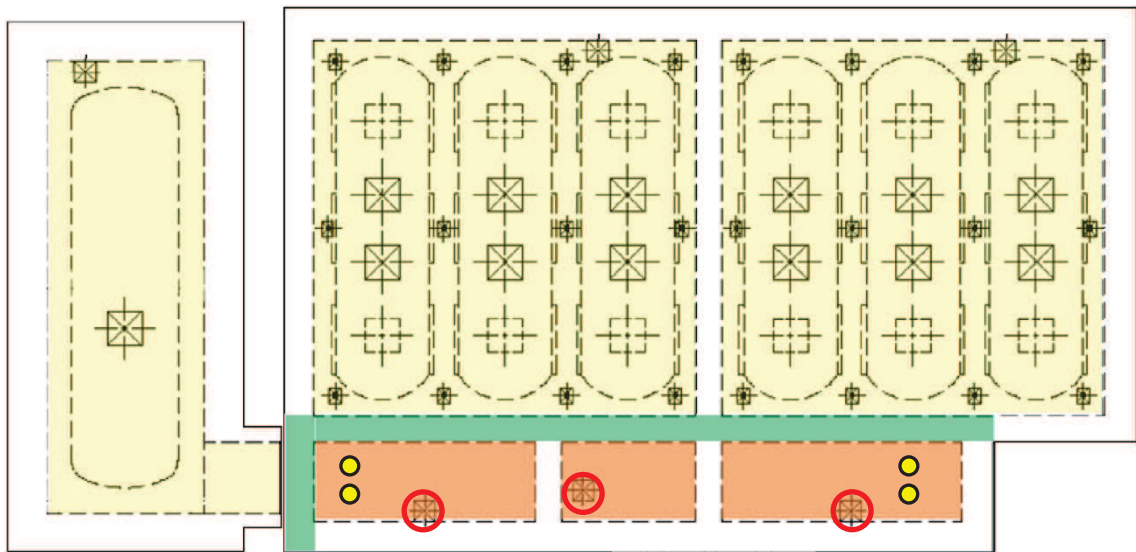
(5) 浸水防護重点化範囲との境界の位置付けの整理と浸水対策

耐津波工認審査ガイドを踏まえた境界の位置付けの整理を表5.20-2に示す。

表5.20-2 浸水防護重点化範囲の位置付けの整理

溢水が発生する区画	溢水伝播の防止先	境界における対策の位置付け	備考
内部溢水による溢水	浸水防護重点化範囲	耐津波及び内部溢水との兼用の対策	内郭防護として設計，工事認可申請上説明を行う止水対策範囲とする
	浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）		

浸水防護重点化範囲と浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）の境界については，内部溢水としても対策を実施する箇所であり，添付資料「VI-1-1-8 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」における溢水の対策範囲である。よって，耐津波及び内部溢水との兼用設備とし，内郭防護として設計，工事認可申請上説明を行う止水対策範囲として，耐津波設計と同等の耐震設計を行う。内郭防護として浸水対策を実施する箇所を図5.20-3に示す。



軽油タンクエリア

■ : 浸水防護重点化範囲      ■ : 浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）

内郭浸水防護設備

○ : 浸水防止蓋      ● : 貫通部止水処置

■ : 浸水防護重点化範囲と浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）の境界に貫通部止水処置を実施

図 5.20-3 軽油タンクエリアにおける内郭浸水防護設備



(6) 浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）の基準適合性について

表5.20-3に浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）に関し、工認審査ガイドへの適合状況を整理する。

表5.20-3 工認審査ガイドへの適合状況

	ガイドに記載されている「規制基準における要求事項等」, 「確認内容」	浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）とその境界
3.5.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策	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。	津波による溢水は想定されない。内部溢水による屋外タンク等の損傷による溢水を想定し, 内部溢水による溢水が発生する敷地との境界に設置しているマンホールハッチ等に期待せず, 浸水を想定。
	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。	浸水防護重点化範囲の境界の壁面の貫通口は, 内部溢水との兼用設備であり, 内郭防護として浸水対策を実施。
	【確認内容】(3) 浸水防護重点化範囲の境界において特定した経路, 浸水口における浸水防止設備の位置・仕様・強度を確認する。 （中略）確認の詳細を「5. 浸水防止設備に関する事項」に示す。	浸水防護重点化範囲の境界の壁面の貫通口における浸水対策は内郭防護として評価を実施。
	【確認内容】(4) 浸水範囲への浸水が安全機能への影響がないことを確認するため, 浸水防護重点化範囲への浸水量（漏水量）を確認するとともに, 範囲内への浸水が重要な安全機能を有する設備等の機能に影響を及ぼさないことを確認する。浸水量評価及び安全評価の確認の詳細を「7. 浸水量評価に基づく安全性評価」に示す。	浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）への浸水量評価は保守的にGL+0.18mまで浸水すると想定。重要な安全機能を有する設備等として静的機器(耐震Sクラスのタンク・配管, 手動弁)があるが, 「安全性評価」を実施し, 安全機能を有する設備の機能に影響を及ぼさないことを確認。

(7) まとめ

軽油タンクエリアの耐津波設計において、浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）で発生する内部溢水により安全機能に影響がないことを浸水量評価及び安全性評価により確認した。

【浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）へ内郭防護】

- ・地震時の内部溢水は発生するものの、津波による海水の流入は発生しない。
- ・地震時に発生した内部溢水の浸水に対しては、当該エリアに設置する耐震Sクラスの静的機器が機能喪失しないことを確認。

(8) 別紙

別紙ー1 浸水防護重点化範囲に対する安全性評価について

(9) 参考資料

参考ー1 浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）のマンホールハッチ設置個所

## 浸水防護重点化範囲に対する安全性評価について

## 1. 浸水防護重点化範囲の評価方針について

軽油タンクエリアは敷地高さO.P. 13.8mに設置しており、防潮堤高さが入力津波高さを上回っていることから、基準津波の遡上波は敷地に地上部から到達、流入しない。ただし、屋外タンク等の損傷による溢水による浸水水位はGL+0.18m（敷地浸水深）であることから、地震に起因する溢水により浸水する。そのため、「耐津波設計方針に係る工認審査ガイド」に基づき範囲内への浸水が重要な安全機能を有する設備等の機能に影響を及ぼさないことを確認する。浸水防護重点化範囲について、静的な耐震Sクラスの機器が設置され、浸水を想定するエリアを明示した詳細を図-1に示す。

「耐津波設計方針に係る工認審査ガイド（抜粋）」

## 3.5 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

## 3.5.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

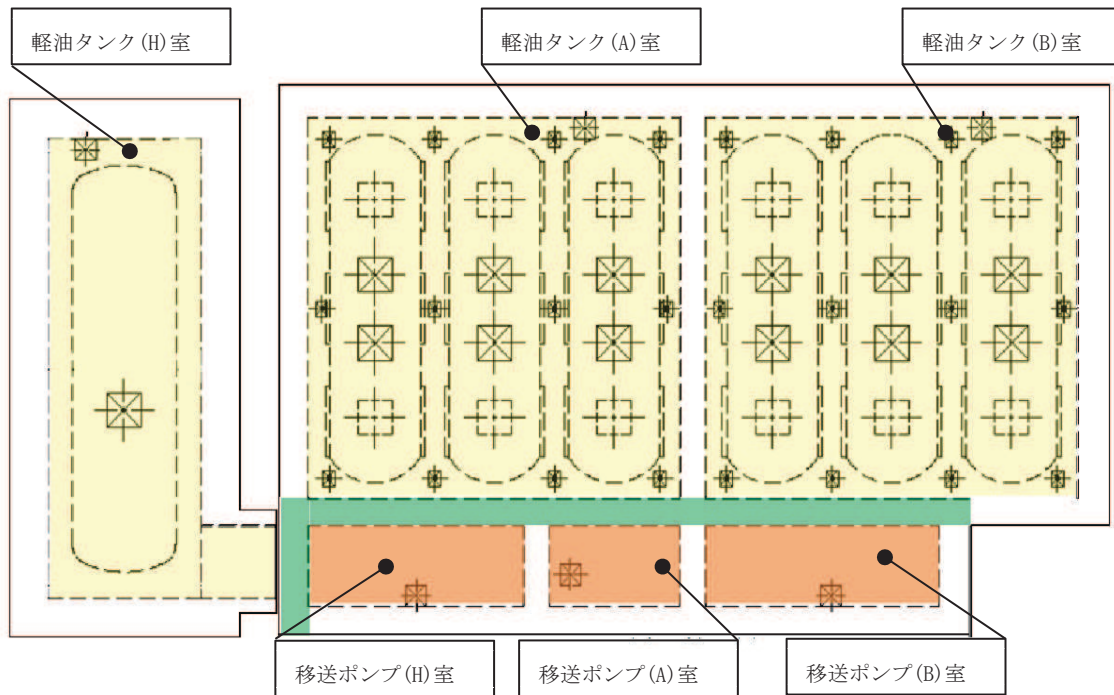
## 【規制基準における要求事項等】

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。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。

## 【確認内容】

（中略）

(4) 浸水範囲への浸水が安全機能への影響がないことを確認するため、浸水防護重点化範囲への浸水量（漏水量）を確認するとともに、範囲内への浸水が重要な安全機能を有する設備等の機能に影響を及ぼさないことを確認する。浸水量評価及び安全評価の確認の詳細を「7. 浸水量評価に基づく安全性評価」に示す。



軽油タンクエリア

- : 浸水防護重点化範囲
- : 浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）
- : 浸水防護重点化範囲（浸水を想定するエリア）との境界

図-1 軽油タンクエリアの浸水防護重点化範囲（詳細）

## 2. 評価方法

地震に起因する溢水（屋外タンク等の損傷による溢水）が発生した場合の、1項で示した方針に基づき、浸水を想定するエリアにおける耐震Sクラス機器（軽油タンク、配管、手動弁）への影響の有無を確認する。

### 2.1 没水時の外圧に対する影響評価

没水時の外圧に対する影響評価は、表-1に示すように「水圧による損傷」の観点にて実施する。

水圧の評価で使う溢水水位については、保守的な評価となるように、軽油タンクエリアの溢水水位（GL+0.18m）を用いることとし、軽油タンクの設置床面から軽油タンクエリアの溢水水位（GL+0.18m）までの水頭圧を用いて評価を行う。

表-1 軽油タンク、配管、手動弁の外圧による影響評価

評価対象施設	評価対象設備	影響評価の内容
軽油タンク室	軽油タンク	浸水による水頭圧（外圧）によるタンク、配管の構造的損傷の有無
	配管、手動弁	
軽油タンク室（H）	軽油タンク（H）	
	配管、手動弁	

### 2.2 没水時の浮力に対する影響評価

軽油タンクが没水した際に生じる浮力が自重を上回る場合、基礎ボルトに対して引張荷重が生じることから、表-2に示すように「浮力による損傷」の観点にて実施する。なお、軽油タンクは常に軽油を有するが、評価では保守的に軽油タンクが空の場合の基礎ボルトの健全性を確認する。

表-2 軽油タンクの浮力による影響評価

評価対象施設	評価対象設備	評価内容
軽油タンク室	軽油タンク	没水した際に生じる浮力による基礎ボルトの損傷の有無
軽油タンク室（H）	軽油タンク（H）	



2.3 軽油タンク室上部マンホールハッチに期待せず流体が浸水した場合に生じる圧力に対する影響評価

軽油タンク室の上部に設置しているマンホールハッチに期待せず、開口部から流体が浸水した場合、軽油タンク及び配管、手動弁に流体が衝突することによる圧力を考慮し、表-3に示すように「流体の衝突により発生した圧力による損傷」の観点にて実施する。なお、衝突荷重を算出する際の評価高さは、保守的に軽油タンクエリアの溢水水位（GL+0.18m）から軽油タンクの設置床面とする。

表-3 軽油タンク及び配管，手動弁の流体が衝突により発生した圧力による影響評価

評価対象施設	評価対象設備	影響評価の内容
軽油タンク室	軽油タンク	マンホール開口部から浸水した流体がタンク，配管，手動弁に衝突した場合の損傷の有無
	配管，手動弁	
軽油タンク室（H）	軽油タンク（H）	
	配管，手動弁	

### 3. 評価結果

#### 3.1 没水時の外圧に対する影響評価

##### 3.1.1 軽油タンク

軽油タンクの外圧による許容圧力は「J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（以下「設計・建設規格」という。）に基づき、下記式を用いて算出を行った。なお、評価では保守的にタンク内圧は大気圧とした。

表-4に示す結果より、軽油タンクの許容圧力が軽油タンク室及び軽油タンク室（H）の浸水水位における水頭圧をそれぞれ上回ることを確認した。

$$t = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_0}{4 \cdot B}$$

より

$$P_e = \frac{4 \cdot B \cdot t}{3 \cdot D_0}$$

表-4 水圧による損傷評価（軽油タンク及び軽油タンク（H））

項目	記号	軽油タンク	軽油タンク（H）
胴の外径	$D_0$ [mm]	3556	4066
胴の計算上必要な厚さ	$t$ [mm]	28	28
設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図3に規定される値	$B$ [-]	25	22
材質	-		
許容圧力	$P_e$ [MPa]	0.262	0.202
水頭圧	$P$ [MPa]	0.06 <sup>*1</sup>	0.09 <sup>*2</sup>
判定（許容圧力>水頭圧）	-	○	○

注記 \*1：軽油タンク室床面（O.P. 8.5m）から軽油タンク室の浸水水位 GL+0.18m（O.P. 13.98m）までの水位の高さ（5.48m）の水頭圧を切り上げた値<sup>\*3</sup>

\*2：軽油タンク室（H）床面（O.P. 5.4m）から軽油タンク室（H）の浸水水位 GL+0.18m（O.P. 13.98m）までの水位の高さ（8.58m）の水頭圧を切り上げた値<sup>\*3</sup>

\*3：O.P.表記については、東北地方太平洋沖地震による地殻変動に伴う1mの地盤沈下を考慮

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.1.2 配管等

配管の外圧による許容圧力は設計・建設規格に基づき、下記式を用いて算出を行った。配管については、軽油タンク室と比較し軽油タンク室（H）の床面が低いため、軽油タンク室（H）における浸水時の水頭圧が大きいこと、配管の仕様は同等であることから、軽油タンク室（H）の燃料移送配管を代表として選定した。また、手動弁については肉厚等の構造を踏まえ、配管の評価を代表として選定した。なお、評価では保守的に配管内圧は大気圧とした。

表－5に示す結果より、配管の許容圧力が軽油タンク室（H）の浸水水位における水頭圧を上回ることを確認した。

$$t = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_o}{4 \cdot B}$$

より

$$P_e = \frac{4 \cdot B \cdot t}{3 \cdot D_o}$$

表－5 水圧による損傷評価（配管）

項目	記号	燃料移送配管
管の外径	$D_o$ [mm]	60.5
管の計算上必要な厚さ	$t$ [mm]	5.5
設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図3に規定される値	$B$ [-]	119
材質	-	
許容圧力	$P_e$ [MPa]	14.42
水頭圧	$P$ [MPa]	0.09* <sup>1</sup>
判定（許容圧力>水頭圧）	-	○

注記\*1：軽油タンク室（H）床面（0.P.5.4m）から軽油タンク室（H）の浸水水位 GL+0.18m（0.P.13.98m）までの水位の高さ（8.58m）の水頭圧を切り上げた値\*<sup>2</sup>

\*2：0.P.表記については、東北地方太平洋沖地震による地殻変動に伴う1mの地盤沈下を考慮

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.2 没水時の浮力に対する影響評価

軽油タンクが水没した際に生じる浮力が、基礎ボルトの許容引張応力 $f_{t0}$ 以下であることを確認する。ただし、 $f_{t0}$ は下表による。

	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による荷 重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{t0}$	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$

ここで、許容引張応力 $f_{t0}$ は

$$\begin{aligned}
 F &= \text{MAX} (S_y, 0.7 * S_u) \\
 &= \text{MAX} \boxed{\phantom{000000}} \\
 &= 586.6 \\
 f_{t0} &= 586.6 / 2 \cdot 1.5 \\
 &= 439.95 \\
 &\approx 440 \text{ (MPa)}
 \end{aligned}$$

また、軽油タンクが水没した際に生じる浮力は、下記式を用いて算出する。表-6に示す結果より、健全性が維持できることを確認した。

$$\sigma = \rho \cdot g \cdot V$$

ここで、

$\rho$  : 溢水の密度 (=1030 (kg/m<sup>3</sup>))

$g$  : 重力加速度 (=9.80665 (m/s<sup>2</sup>))

$V$  : 機器の体積 \* 保守的に円筒容器として算出

《軽油タンク基礎ボルトに生じる浮力》

軽油タンクの体積は

胴の長さ 13056mm, 胴の直径 3500mm

胴の断面積 =  $\frac{\pi}{4} \cdot 3500^2 = 9621127.502 \text{ mm}^2$

機器の体積 = 胴の長さ 13056mm × 胴の断面積 9621127.502mm<sup>2</sup>

$$\approx 126 \text{ (m}^3\text{)}$$

軽油タンクに生じる浮力は

$$\sigma = \rho \cdot g \cdot V$$

$$= 1030 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.80665 \text{ m/s}^2 \cdot 126 \text{ m}^3$$

$$\approx 1272707 \text{ (N)}$$

タンク自重による荷重を考慮

$$\begin{aligned} &= \text{タンクの空重量 } 48700\text{kg} \times 9.80665\text{m/s}^2 \\ &\doteq 477584\text{(N)} \end{aligned}$$

タンク自重による荷重を考慮した軽油タンクに生じる浮力は

$$\begin{aligned} &= 1272707 - 477584 \\ &= 795123\text{ (N)} \end{aligned}$$

軽油タンクの基礎ボルト 1 本あたりの荷重は (基礎ボルト本数=36 本)

$$\begin{aligned} &= 795123 \div 36 \\ &\doteq 22087\text{(N)} \end{aligned}$$

基礎ボルト (M48) の軸断面積 (基礎ボルト寸法=M48)

$$\begin{aligned} &= \frac{\pi}{4} \cdot 48^2 \\ &\doteq 1810\text{mm}^2 \end{aligned}$$

基礎ボルトに発生する応力

$$\begin{aligned} &= 22087 \div 1810 \\ &= 12.21 \\ &\doteq 13\text{MPa} \end{aligned}$$

《軽油タンク (H) 基礎ボルトに生じる浮力》

軽油タンク (H) の体積は

胴の長さ 15256mm, 胴の直径 4000mm

$$\text{胴の断面積} = \frac{\pi}{4} \cdot 4000^2 = 12566370.61\text{mm}^2$$

機器の体積 = 胴の長さ 15256mm × 胴の断面積 12566370.61mm<sup>2</sup>

$$\doteq 192\text{(m}^3\text{)}$$

軽油タンク (H) に生じる浮力は

$$\begin{aligned} \sigma &= \rho \cdot g \cdot V \\ &= 1030\text{ kg/m}^3 \cdot 9.80665\text{ m/s}^2 \cdot 192\text{ m}^3 \\ &\doteq 1939364\text{(N)} \end{aligned}$$

タンク自重による荷重を考慮

$$\begin{aligned} &= \text{タンクの空重量 } 82800\text{kg} \times 9.80665\text{m/s}^2 \\ &\doteq 811991\text{(N)} \end{aligned}$$

タンク自重による荷重を考慮した軽油タンク (H) に生じる浮力は

$$\begin{aligned} &= 1939364 - 811991 \\ &= 1127373\text{(N)} \end{aligned}$$



軽油タンク (H) の基礎ボルト 1 本あたりの荷重は (基礎ボルト本数=48 本)

$$=1127373 \div 48$$

$$\approx 23487 \text{ (N)}$$

基礎ボルト (M48) の軸断面積 (基礎ボルト寸法=M48)

$$= \frac{\pi}{4} \cdot 48^2$$

$$\approx 1810 \text{ mm}^2$$

基礎ボルトに発生する応力

$$=23487 \div 1810$$

$$=12.98$$

$$\approx 13 \text{ MPa}$$

表-6 浮力による損傷評価 (軽油タンク及び軽油タンク (H))

項目	記号	軽油タンク	軽油タンク (H)
ボルト材質	-		
ボルト寸法	-	M48	M48
設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値	$S_y$ [MPa]		
設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に規定される値	$S_u$ [MPa]		
許容引張応力	$f_{t0}$ [MPa]	440	440
浮力	$\sigma$ [MPa]	13	13
判定 (許容引張圧力>発生圧力)	-	○	○

### 3.3 軽油タンク室上部マンホールハッチに期待せず流体が浸水した場合に生じる圧力に対する影響評価

#### 3.3.1 軽油タンク

軽油タンクの外圧による許容圧力は設計・建設規格に基づき、下記式を用いて算出を行った。なお、評価では保守的にタンク内圧は大気圧とした。

$$t = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_0}{4 \cdot B}$$

より

$$P_e = \frac{4 \cdot B \cdot t}{3 \cdot D_0}$$

マンホールハッチの開口部から浸水した流体が、噴流としてタンク、配管に衝突した際に生じる圧力は、下記式を用いて算出する。

表-7に示す結果より、軽油タンクの健全性が維持できることを確認した。

$$P = \rho \cdot U^2 \times 10^{-6}$$

ここで、

$\rho$  : 溢水の密度 (=1030(kg/m<sup>3</sup>))

U : 噴流の速度

軽油タンク室の流速

$$\begin{aligned} U &= \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (H=0. P. 13. 98m-0. P. 8. 5m=5. 48m) \\ &= \sqrt{2 \times 9. 80665 \times 5. 48} \\ &\doteq 10. 37 \text{ (m/s)} \end{aligned}$$

軽油タンク室 (H) の流速

$$\begin{aligned} U &= \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (H=0. P. 13. 98m-0. P. 5. 1m=8. 88m) \\ &= \sqrt{2 \times 9. 80665 \times 8. 88} \\ &\doteq 13. 20 \text{ (m/s)} \end{aligned}$$

表-7 衝突により生じる圧力による損傷評価 (軽油タンク及び軽油タンク (H))

項目	記号	軽油タンク	軽油タンク (H)
胴の外径	D <sub>o</sub> [mm]	3556	4066
胴の計算上必要な厚さ	t [mm]	28	28
設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図3に規定される値	B [-]	25	22
材質	-		
許容圧力	P <sub>e</sub> [MPa]	0. 262	0. 202
衝突により生じる圧力	P [MPa]	0. 111 <sup>*1</sup>	0. 180 <sup>*2</sup>
判定 (許容圧力>衝突による圧力)	-	○	○

注記 \*1: 軽油タンク室床面 (0. P. 8. 5m) から軽油タンク室の浸水水位 GL+0. 18m (0. P. 13. 98m) までの水位の高さ<sup>\*3</sup>

\*2: 軽油タンク室 (H) 床面 (0. P. 5. 4m) から軽油タンク室 (H) の浸水水位 GL+0. 18m (0. P. 13. 98m) までの水位の高さ<sup>\*3</sup>

\*3: 0. P. 表記については、東北地方太平洋沖地震による地殻変動に伴う 1m の地盤沈下を考慮

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 3.3.2 配管等

配管の外圧による許容圧力は設計・建設規格に基づき、下記式を用いて算出を行った。配管については、軽油タンク室と比較し軽油タンク室（H）の床面が低いため、軽油タンク室（H）における流体衝突時の荷重が大きいこと、配管の仕様は同等であることから、軽油タンク室（H）の燃料移送配管を代表として選定した。また、手動弁については肉厚等の構造を踏まえ、配管の評価を代表として選定した。なお、評価では保守的に配管内圧は大気圧とした。

$$t = \frac{3 \cdot P_e \cdot D_o}{4 \cdot B}$$

より

$$P_e = \frac{4 \cdot B \cdot t}{3 \cdot D_o}$$

マンホールハッチの開口部から浸水した流体が、配管に衝突した際に生じる圧力は、下記式を用いて算出する。

表-8に示す結果より、配管の健全性が維持できることを確認した。

$$P = \rho \cdot U^2 \times 10^{-6}$$

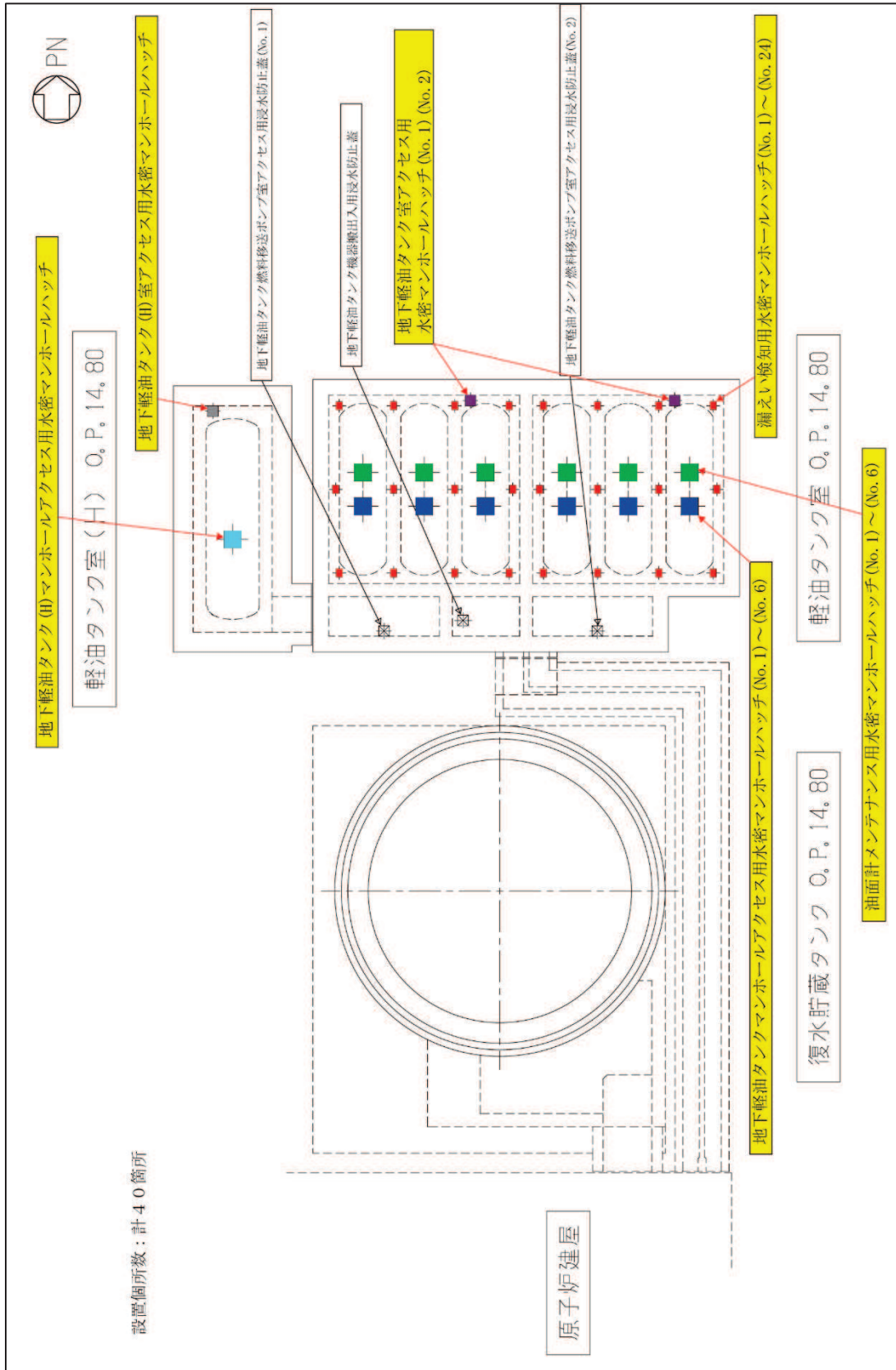
表-8 衝突により生じる圧力による損傷評価（配管）

項目	記号	燃料移送配管
管の外径	$D_o$ [mm]	60.5
管の計算上必要な厚さ	$t$ [mm]	5.5
設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図3に規定される値	$B$ [-]	119
材質	-	
許容圧力	$P_e$ [MPa]	14.42
衝突により生じる圧力	$P$ [MPa]	0.180* <sup>1</sup>
判定（許容圧力>衝突による圧力）	-	○

注記 \*1：軽油タンク室（H）床面（O.P. 5.4m）から軽油タンク室（H）の浸水水位 GL+0.18m（O.P. 13.98m）までの水位の高さ\*2

\*2：O.P. 表記については、東北地方太平洋沖地震による地殻変動に伴う1mの地盤沈下を考慮

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



浸水防護重点化範囲 (浸水を想定するエリア) のマンホールハッチ設置箇所

## 5.21 屋外タンク等からの溢水影響評価について

### 5.21.1 評価方法

#### (1) 評価条件

##### a. 地震起因による屋外タンク等の損傷により生じる溢水

屋外タンク等の破損により生じる溢水が、津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲に及ぼす影響を確認する。

屋外タンク等による溢水影響評価においては、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されない屋外タンク等について、複数同時破損を想定した溢水影響を評価する。

女川原子力発電所にある溢水影響評価の対象となる屋外タンク等の配置図を図 5.21-1 に示す。

また、評価の前提条件として以下を考慮する。

- (a) 敷地に広がった溢水は雨水排水路からの流出や地盤への浸透は考慮しない。
- (b) 屋外タンク等から漏えいした溢水は、O.P. 13.8m の敷地全体に均一に広がるものとする。

\*詳細は「VI-1-1-8-4 溢水影響に関する評価」の「3.6 屋外タンク等からの流入防止」に示す。

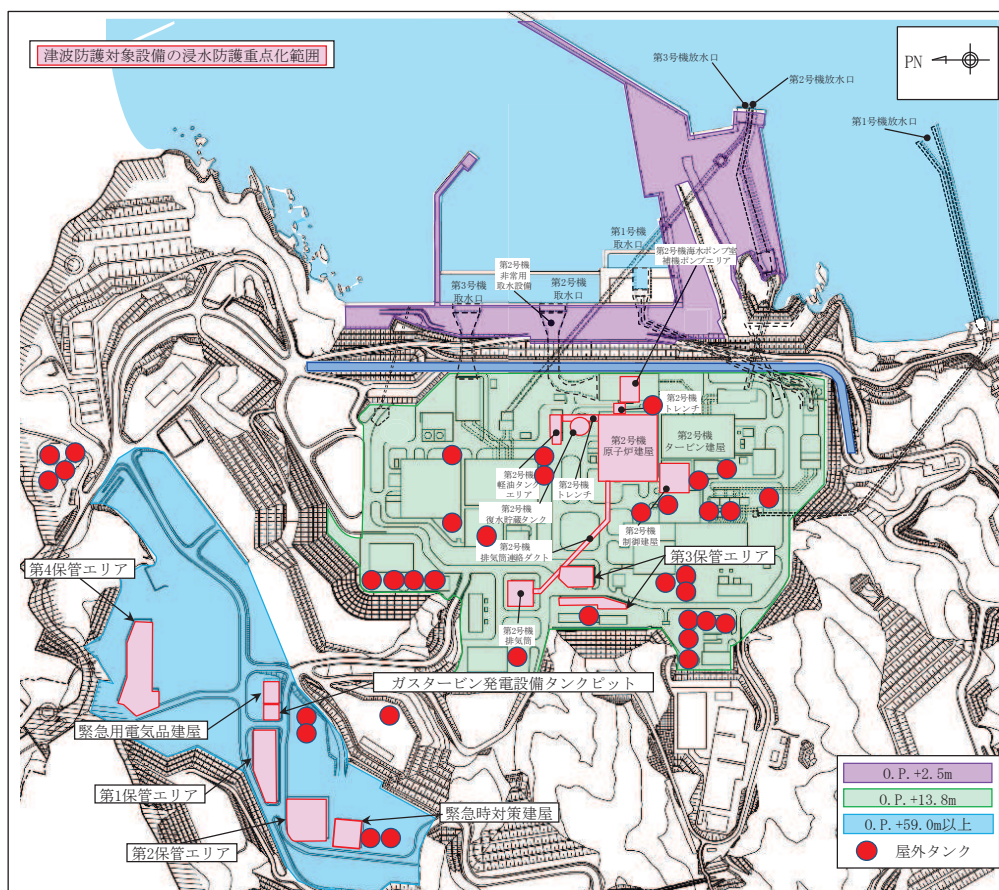


図 5.21-1 屋外タンク等の配置図



b. 津波襲来時の補機冷却海水系放水路からの溢水

地震後の津波襲来による第2号機放水立坑の水位上昇に伴い、補機冷却海水系放水路逆流防止設備が一時的に閉止することにより、第2号機補機冷却海水系放水路からの補機放水が敷地へ溢水する可能性がある。溢水量は以下の条件を考慮し、676m<sup>3</sup>と算出した。

(a) 溢水時間 (T1) は、補機冷却海水系放水路逆流防止設備の閉止時間 (開閉時間含む) として、197秒と設定する (図 5.21-2)。

(b) 溢水量は下記のポンプの定格運転状態を考慮する。

- ・原子炉補機冷却海水ポンプ (RSW ポンプ) : 1900m<sup>3</sup>/h×4 台
- ・高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ (HPSW ポンプ) : 250m<sup>3</sup>/h×1 台
- ・タービン補機冷却海水ポンプ (TSW ポンプ) : 2250<sup>3</sup>/h×2 台

(c) 雨水排水路からの流出や、地盤への浸透は考慮しない。

$$\begin{aligned}
 V1 &= (T1) \times (Q1+Q2+Q3) / 3600 \\
 &= (197) \times (7600+250+4500) / 3600 \\
 &= 676\text{m}^3
 \end{aligned}$$

V1 : 溢水量 (m<sup>3</sup>)

T1 : 補機冷却海水系放水路逆流防止設備 : 閉時間 (s)

Q1 : RSW ポンプ流量 : 1900m<sup>3</sup>/h×4 台 = 7600 (m<sup>3</sup>/h)

Q2 : HPSW ポンプ流量 : 250m<sup>3</sup>/h×1 台 = 250 (m<sup>3</sup>/h)

Q3 : TSW ポンプ流量 : 2250m<sup>3</sup>/h×2 台 = 4500 (m<sup>3</sup>/h)

補機冷却海水系放水路からの溢水開始 (地震発生時の 2503 秒 (41 分 43 秒) 後)

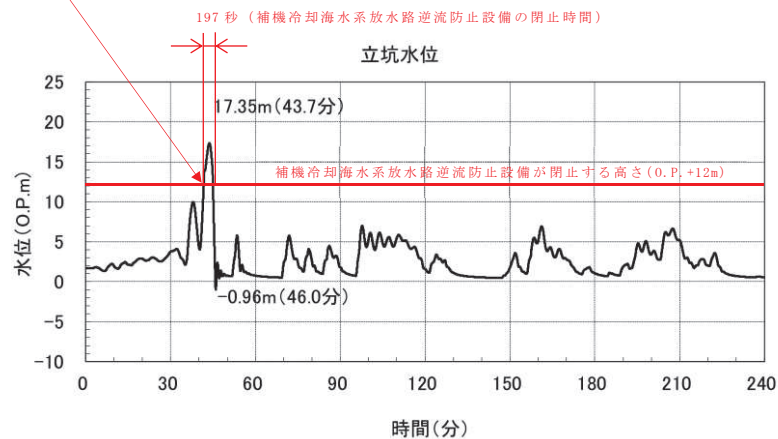


図 5.21-2 入力津波の時刻歴波形 (第2号機 放水立坑)

### 5.21.2 評価結果

#### (1) 敷地に対する屋外タンク等及び放水路からの溢水影響

屋外タンク等の破損により生じる溢水及び津波襲来時の補機冷却海水系放水路からの溢水による浸水深は、表 5.21-1 に示すとおり 0.18m であり、浸水防護重点化範囲である建屋等のカーブ高さを越えないことから、溢水の影響を及ぼさないことを確認した。

ここで、地震時の屋外タンク等の損傷による溢水に対して、津波襲来時における放水路からの補機放水による溢水は図 5.21-2 に示すように地震後約 40 分後に発生するが、保守的に合算した溢水量として考慮している。

なお、敷地が高いエリアで生じる溢水は、敷地の低いエリアに流下することから、高台に設置される第 1 保管エリア，第 2 保管エリア，緊急用電気品建屋，ガスタービン発電設備タンクピット及び緊急時対策建屋は、溢水影響がないと評価した。

表 5.21-1 屋外タンク等による溢水影響評価結果

建屋・エリア	カーブ高さ (m)	溢水量 (m <sup>3</sup> ) * <sup>4</sup> ①	溢水量 (m <sup>3</sup> ) * <sup>5</sup> ②	溢水量合計 (m <sup>3</sup> ) ①+②	敷地面積 (m <sup>2</sup> ) * <sup>6</sup> ③	敷地浸水深 (m) * <sup>7</sup> (①+②)/③	評価
原子炉建屋	0.33 * <sup>1</sup>	19700	676	20376	115000	0.18	○
制御建屋	0.33 * <sup>1</sup>						
タービン建屋	0.38 * <sup>1</sup>						
海水ポンプ室	0.20 * <sup>2</sup> (0.60 * <sup>3</sup> )						
復水貯蔵タンク	0.20 * <sup>1</sup>						

注記 \*1 建屋等の外壁扉の下端レベルから敷地レベル 0.P. +13.8m を引いた値

\*2 海水ポンプ室の躯体の上端から敷地レベル 0.P. +13.8m を引いた値

\*3 海水ポンプ室浸水防止壁上端から敷地レベルを引いた値

\*4 基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力に対して、耐震性が確保されない屋外タンク等について、複数同時破損を想定し、全量が敷地に流出するとした溢水量（詳細は「VI-1-1-8-4 溢水影響に関する評価」の「3.6 屋外タンク等からの流入防止」に示す。）

\*5 2号機 補機冷却海水系放水路より生じる溢水

\*6 敷地レベル 0.P. +13.8m の敷地面積（詳細は「VI-1-1-8-4 溢水影響に関する評価」の「3.6 屋外タンク等からの流入防止」に示す。）

\*7 敷地レベル 0.P. +13.8m からの浸水深

(2) 施設近傍における最大浸水深

地震後の津波襲来による第2号機放水立坑の水位上昇に伴い、補機冷却海水系放水路逆流防止設備が一時的に閉止し、第2号機補機冷却海水系放水路からの補機放水による溢水（系統水）の敷地への流入を想定した場合、第2号機補機冷却海水系放水路と第2号機海水ポンプ室補機ポンプエリアとの距離が近く、流れの影響を局所的に受ける可能性がある。溢水伝播挙動評価による施設近傍の最大浸水深評価結果を表5.21-2に示す。また、水位ポイントを図5.21-3に、水位ポイントにおける浸水深を図5.21-4に示す。

図5.21-4の⑦海水ポンプ室2に示すように、海水ポンプ室のカーブ高さ(0.20m)を約120秒間超えることとなり、その時の最大浸水深は0.23mとなる結果となった。

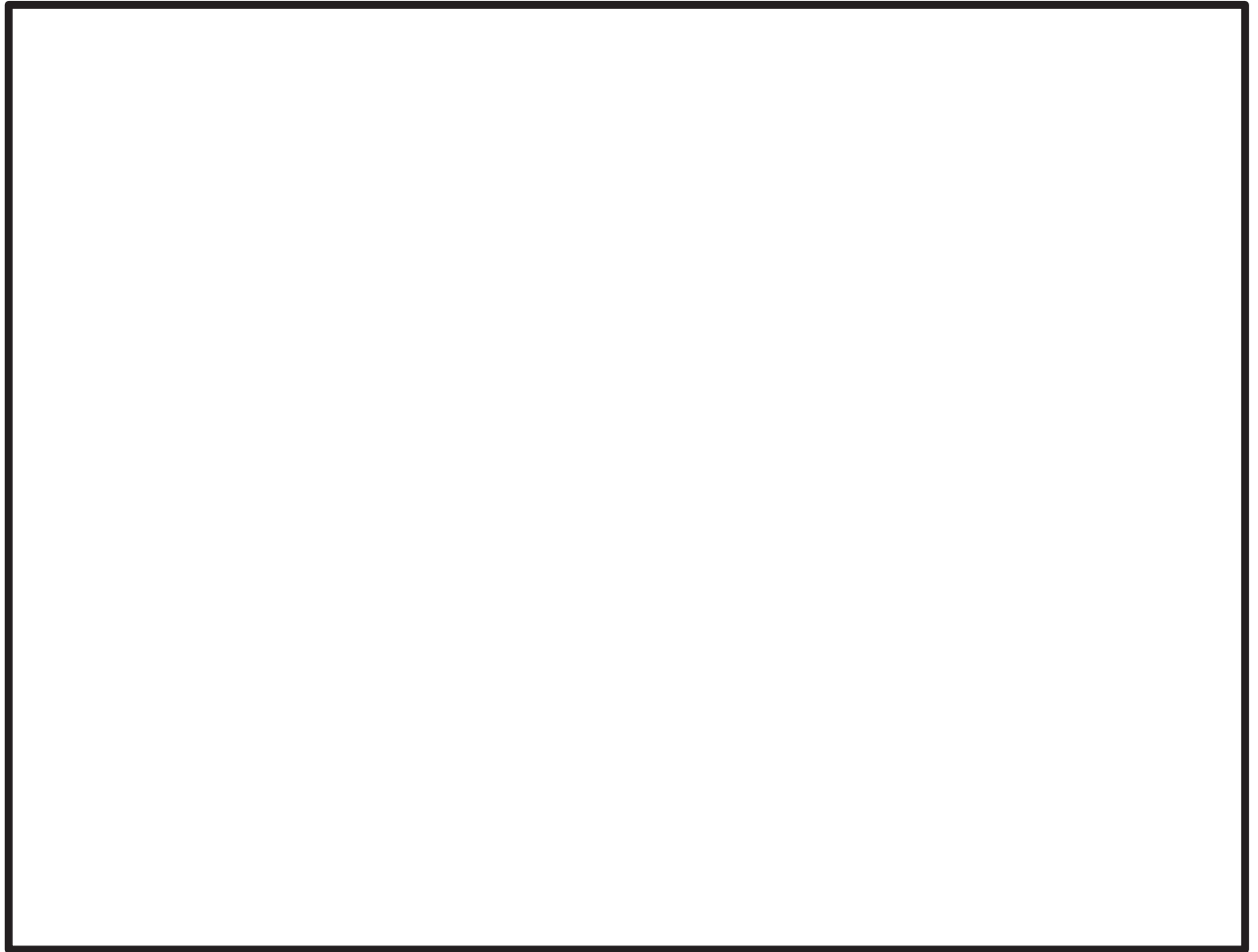
表 5.21-2 施設近傍の最大浸水深評価結果

	最大浸水深 (m)	カーブ高さ (m)	浸水対策	評価
原子炉建屋近傍	0.20	0.33 <sup>*1</sup>	-	○
制御建屋近傍	0.16	0.33 <sup>*1</sup>	-	○
タービン建屋近傍	0.22	0.38 <sup>*1</sup>	-	○
海水ポンプ室 (補機ポンプエリア) 近傍	0.23	0.20 <sup>*2</sup>	浸水防止壁 (0.60m <sup>*3</sup> )	○
復水貯蔵タンク近傍	0.11	0.20 <sup>*1</sup>	-	○

注記 \*1 建屋等の外壁扉の下端レベルから敷地レベル O.P. +13.8m を引いた値

\*2 海水ポンプ室の躯体の上端から敷地レベル O.P. +13.8m を引いた値

\*3 海水ポンプ室浸水防止壁上端から敷地レベル O.P. +13.8m を引いた値



【水位ポイント】

- ① 原子炉建屋（大物搬出入口前）
- ② 原子炉建屋（DG(A)室前）
- ③ 原子炉建屋（DG(HPCS)室前）
- ④ 原子炉建屋（DG(B)室前）
- ⑤ 制御建屋
- ⑥ 海水ポンプ室 1
- ⑦ 海水ポンプ室 2
- ⑧ 復水貯蔵タンクエリア
- ⑨ 軽油タンクエリア
- ⑩ タービン建屋（共通通路前）
- ⑪ タービン建屋（大物搬出入口前）
- ⑫ 敷地 1
- ⑬ 敷地 2
- ⑭ 敷地 3

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

図 5.21-3 水位ポイント

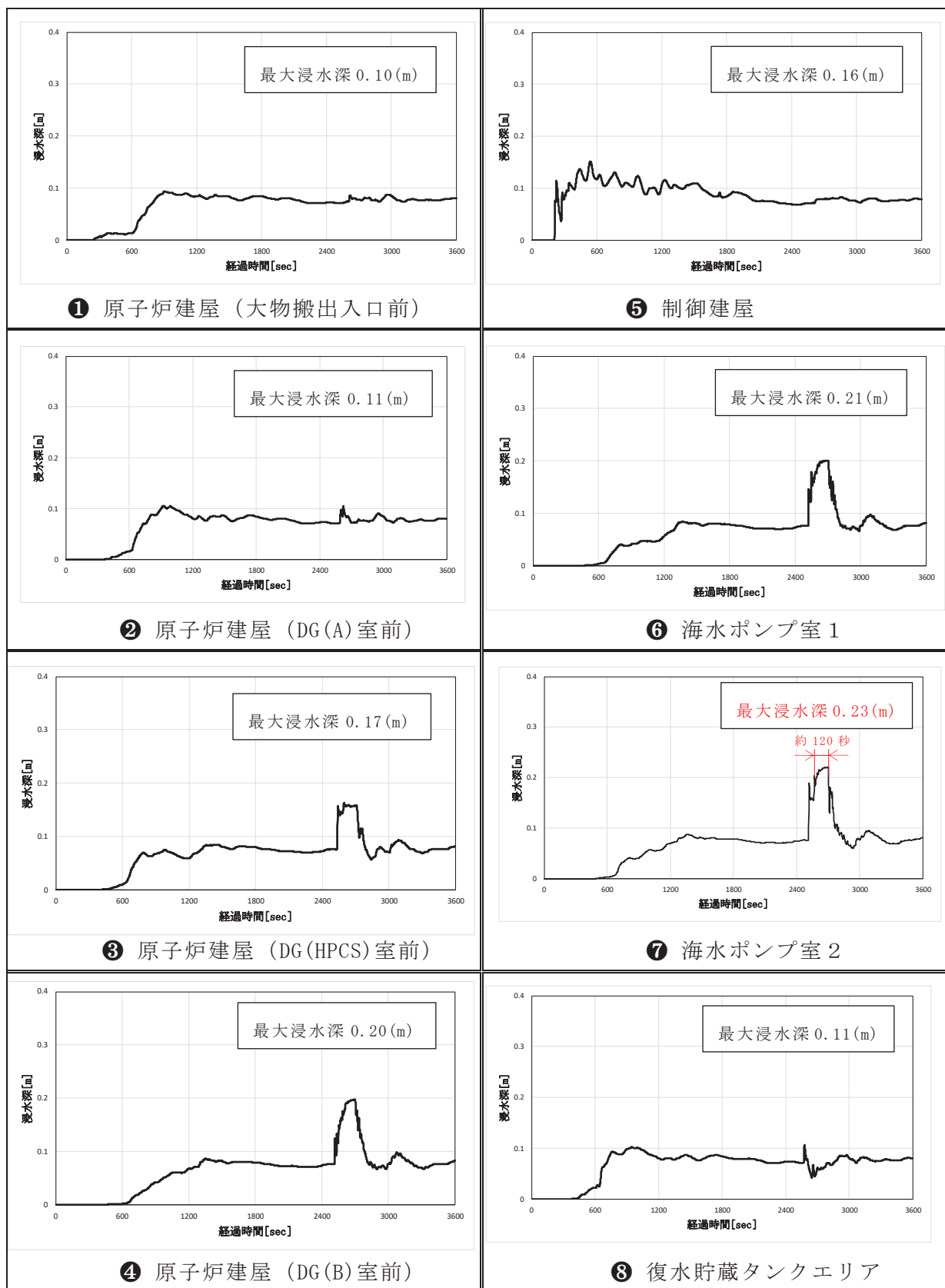


図 5.21-4 水位ポイントにおける浸水深 (1/2)



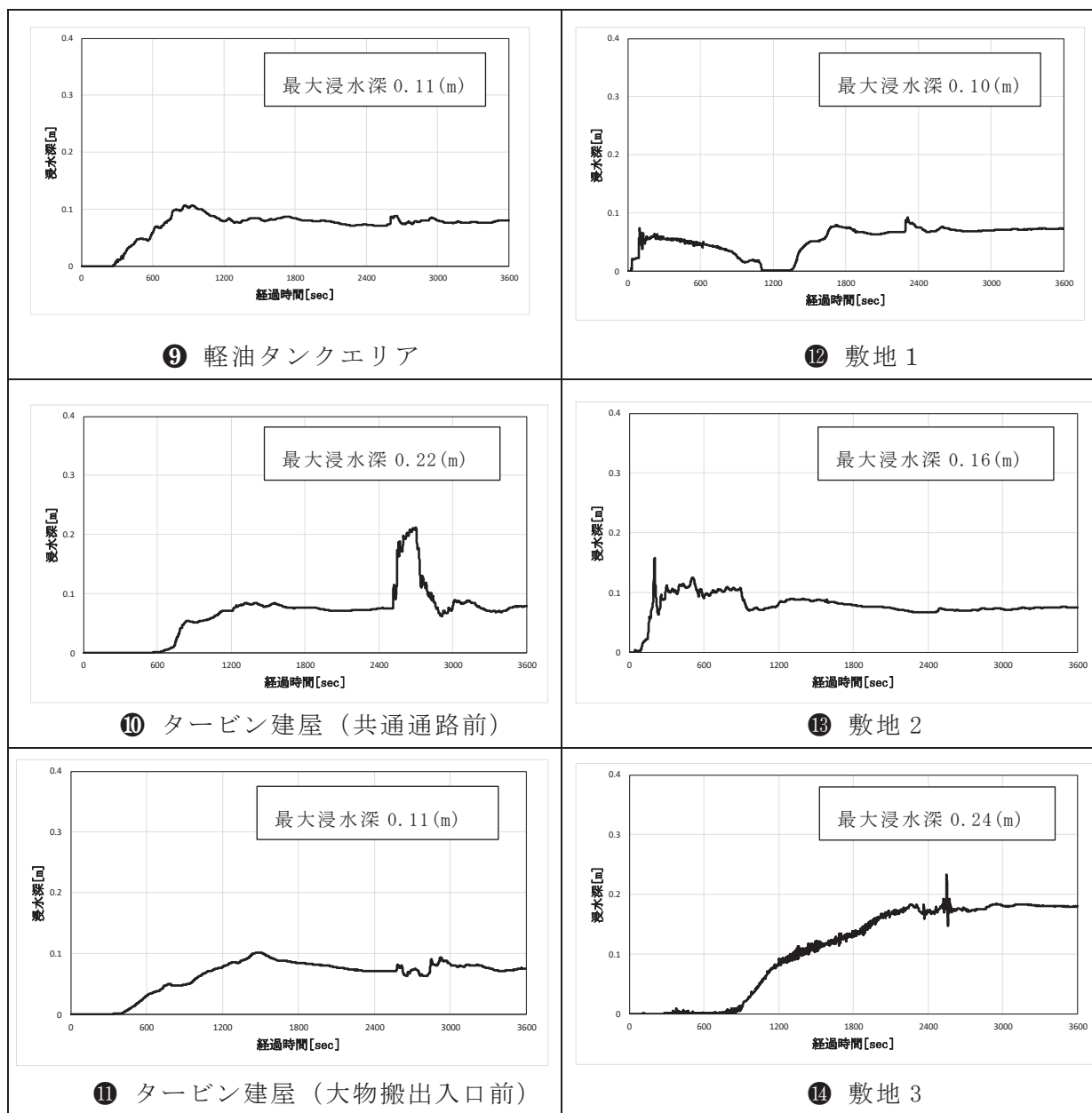


図 5.21-4 水位ポイントにおける浸水深 (2/2)

## 5.22 復水器水室出入口弁の津波に対する健全性について

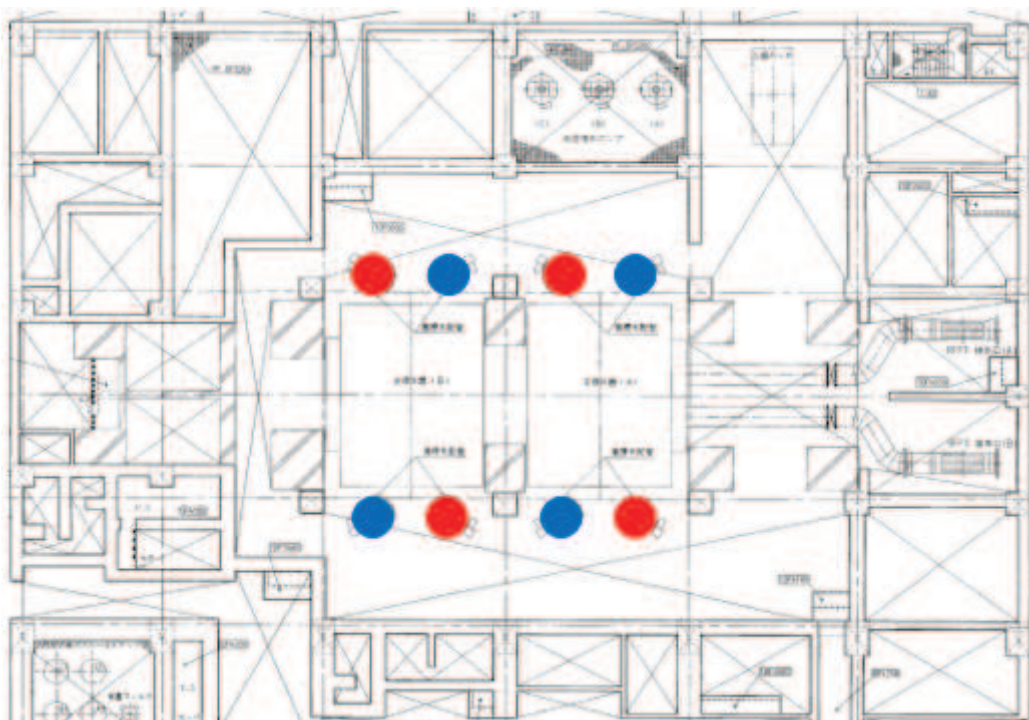
### 5.22.1 概要

本資料は、内部溢水対策となる復水器水室出入口弁が、溢水を隔離し弁閉止した後に、津波の圧力影響として浸水津波荷重（以下「津波荷重」という。）及び余震を考慮した荷重に対し、構造健全性を有することを確認するものである。VI-1-1-2-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価 3.4 津波による溢水の重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（内郭防護）に係る評価（4）津波防護対策」で津波到達時において、弁の閉止維持を含めた津波のバウンダリが津波の圧力に対してタービン建屋への津波の流入を防止する設備のうち、復水器水室出入口弁に関して示すものである。

### 5.22.2 一般事項

#### (1) 配置計画

対象設備となる復水器水室出入口弁の配置計画を図 5.22.2-1 に示す。



タービン建屋 (O.P. 0.800 (m))

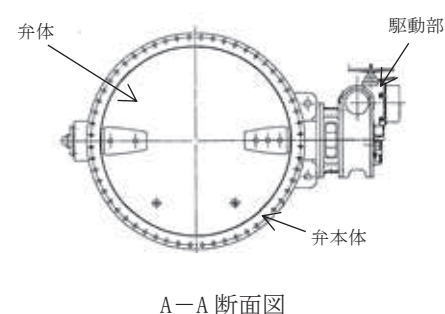
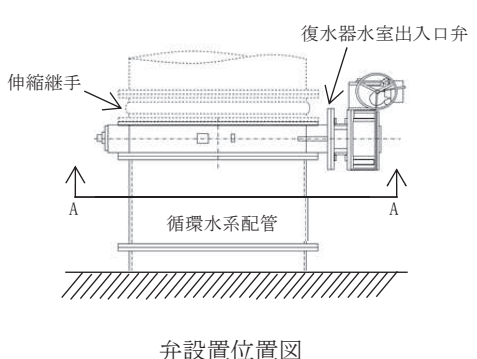
● : 復水器水室入口弁  
● : 復水器水室出口弁

図 5.22.2-1 配置計画

(2) 構造計画

復水器水室出入口弁は、電動バタフライ弁であり、弁体を回転し弁座に密着することで止水する。電動バタフライ弁の構造計画を表 5. 22. 2-1 に示す。

表 5. 22. 2-1 構造計画

設備名称	計画の概要			概略構造図
	型式	主体構造	支持構造	
復水器水室出入口弁	電動バタフライ弁	弁体を含む弁本体, 弁体を電動にて駆動する駆動部で構成される。	循環水配管に設置され, 配管に支持される。	 <p>A-A 断面図</p>  <p>弁設置位置図</p>

### 5.22.3 評価震度

#### (1) 評価震度の解析方法

解析モデルは、VI-2-別添 2-8「復水器水室出入口弁の耐震性についての計算書」と同一とする。

#### (2) 設計震度の計算条件

復水器水室出入口弁の設計条件について、表 5.22.3-1 に示す。

表 5.22.3-1 設計条件

評価対象	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 (mm)	配管厚さ (mm)	材料	縦弾性係数 (MPa)
復水器水室入口弁	0.39	41	2526.0	13.0		
復水器水室出口弁	0.39	41	2526.0	13.0		

#### (3) 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を表 5.22.3-2 に示す。

なお、設計用床応答曲線はVI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定した弾性設計用地震動 S d のものを用いる。また、減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

表 5.22.3-2 設計用地震力

建屋・構築物	標高	減衰定数(%)
タービン建屋	O.P. 0.800 m	0.5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 5.22.4 設計震度の計算結果

(1) 復水器水室出入口弁弁体部の評価震度を表 5.22.4-1 及び表 5.22.4-2 に示す。

表 5.22.4-1 復水器水室入口弁弁体部の評価震度

適用する地震動等	S d		
	応答水平震度* <sup>1</sup>		応答鉛直震度* <sup>1</sup>
動的解析結果	X 方向	Z 方向	Y 方向
		4.09	4.27
動的震度* <sup>2</sup>	0.54		0.42

注記 \*1：動的解析から得られる各方向の震度。

\*2：剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から設置床の最大応答加速度を 1.2 倍した震度 (1.2ZPA)

表 5.22.4-2 復水器水室出口弁弁体部の評価震度

適用する地震動等	S d		
	応答水平震度* <sup>1</sup>		応答鉛直震度* <sup>1</sup>
動的解析結果	X 方向	Z 方向	Y 方向
		4.08	4.28
動的震度* <sup>2</sup>	0.54		0.42

注記 \*1：動的解析から得られる各方向の震度。

\*2：剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から設置床の最大応答加速度を 1.2 倍した震度 (1.2ZPA)

(2) 復水器水室出入口弁の各モードの固有周期及び刺激係数を表 5.22.4-3 及び表 5.22.4-4 に示す。

表 5.22.4-3 復水器水室入口弁の各モードの固有周期及び刺激係数

モード	固有周期(s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次	0.098	11.2	1.3	3.2
2 次	0.095	3.4	0.0	-11.6

注記 \*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。



表 5.22.4-4 復水器水室出口弁の各モードの固有周期及び刺激係数

モード	固有周期(s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次	0.098	11.5	1.3	2.0
2 次	0.095	2.0	0.0	-11.9

注記 \* : 刺激係数は, モード質量を正規化し, 固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

### 5.22.5 構造強度評価

#### (1) 荷重の設定

##### a. 突き上げ津波荷重 (P<sub>t</sub>)

突き上げ津波荷重として, 津波流入を想定した流速成分による荷重と, 経路からの津波に伴う水位を用いた静水圧を考慮し, 以下の式より算出する。

$$P_t = 1/2 \cdot C_p \cdot \rho_0 \cdot U^2 + \rho_0 \cdot g \cdot H$$

ここで, P<sub>t</sub> : 突き上げ津波荷重

ρ<sub>0</sub> : 海水の密度

U : 流速 (津波流速を保守側に設定)

C<sub>p</sub> : 抗力係数 (2.01\*)

g : 重力加速度

H : 評価高さ (設計津波高さ - 設置位置高さ)

\* 出典 : 津波漂流物対策施設設計ガイドライン 表-3.4.7 抗力係数 (H26.3 沿岸技術研究センター)

##### b. 余震荷重 (S<sub>d</sub>)

余震荷重は, VI-3-別添 3-1-1 「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり, 弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> に伴う力とする。

余震に伴う加速度で弁体に発生する慣性力と, 余震による動水圧荷重を考慮し, 以下の式より算出する。弁体 (閉止状態) 及び弁本体の内面に加わる圧力荷重として評価。

$$S_d = m \cdot g \cdot \alpha_v / A + \rho_0 \cdot \alpha_v \cdot g \cdot H$$

ここで, S<sub>d</sub> : 余震荷重

m : 弁体部質量

g : 重力加速度

α<sub>v</sub> : 弁体部の鉛直方向余震震度

A : 弁体受圧面投影面積 (= π · D<sub>1</sub><sup>2</sup> / 4 D<sub>1</sub> : 弁口径)

ρ<sub>0</sub> : 海水の密度

H : 評価高さ (設計津波高さ - 設置位置高さ)

c. 固定荷重 (D)

常時作用する荷重として、弁体の自重を考慮する。

5.22.6 荷重の組合せ

復水器水室出入口弁の強度評価にて考慮する荷重の組合せを表 5.22.6-1 に示す。

表 5.22.6-1 復水器水室出入口弁の強度評価にて考慮する荷重の組合せ

機器名称	荷重の組合せ
復水器水室出入口弁	$D + P_t + S_d$ *1,*2

注記\*1：Dは固定荷重， $P_t$ は突き上げ津波荷重， $S_d$ は余震荷重を示す。

\*2：固定荷重 (D) 及び余震荷重 ( $S_d$ ) の組み合わせが，強度評価上，突き上げ津波荷重 ( $P_t$ ) を緩和する方向に作用する場合，保守的にこれらを組み合わせない評価を実施する。

5.22.7 許容限界

復水器水室出入口弁については，水圧試験により確認した圧力を許容値として用いる。復水器水室出入口弁の水圧試験の圧力を表 5.22.7-1 に示す。

表 5.22.7-1 復水器水室出入口弁 許容限界

評価部位	水圧試験の圧力 (MPa)
復水器水室入口弁	0.38
復水器水室出口弁	0.38

### 5.22.8 計算条件

復水器水室出入口弁の構造健全性評価に用いる計算条件を表 5.22.8-1～表 5.22.8-3 に示す。

表 5.22.8-1 復水器水室出入口弁の構造健全性評価に用いる計算条件

弁体の材質	弁体の質量 $m_1$ (kg)	弁体受圧面の外径 (弁口径) $D_1$ (mm)
	3500	2500

重力加速度 $g$ ( $m/s^2$ )	海水の密度 $\rho_0$ ( $kg/m^3$ )
9.80665	1030

表 5.22.8-2 復水器水室出入口弁の構造健全性評価に用いる流速条件

	復水器水室入口弁*1	復水器水室出口弁*2
突き上げ津波荷重評価流速 $U$ (m/s)	1.0	1.0

注記 \*1：復水器水室入口弁が閉止されている状態では、弁体部に流れはないが、海水ポンプ室（水位上昇側）の最大鉛直流速に対し、保守的に設定した値を評価流速とする。

\*2：復水器水室出口弁が閉止されている状態では、弁体部に流れはないが、放水立坑（水位上昇側）の最大鉛直流速に対し、保守的に設定した値を評価流速とする。

表 5.22.8-3 復水器水室出入口弁の構造健全性評価に用いる評価高さ

	復水器水室入口弁 (O.P. (m))	復水器水室出口弁 (O.P. (m))
①設計津波高さ*1*3	18.6	18.6
②設置位置高さ*2*3	1.8	1.8
評価高さ $H$ (①-②)	16.8	16.8

注記 \*1：取水路からの海水ポンプ室の入力津波高さ（VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価）に設計上の裕度 0.5(m)を考慮する。

\*2：復水器水室出入口弁を設置する高さとする。

\*3：高さは地盤沈下を考慮(-1.0m)した表記としている。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 5.22.9 評価結果

#### (1) 構造健全性評価

復水器水室出入口弁の構造健全性評価結果を表 5.22.9-1 に示す。発生圧力が、有意な変形及び著しい漏えいがないことを確認した水圧試験圧力以下であることから、評価部位である復水器水室出入口弁が構造健全性を有することを確認した。

表5.22.9-1 復水器水室出入口弁の構造健全性評価結果

評価部位	発生圧力 (MPa)	水圧試験の圧力 (MPa)
復水器水室入口弁	0.28	0.38
復水器水室出口弁	0.28	0.38

## 5.23 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の津波に対する健全性について

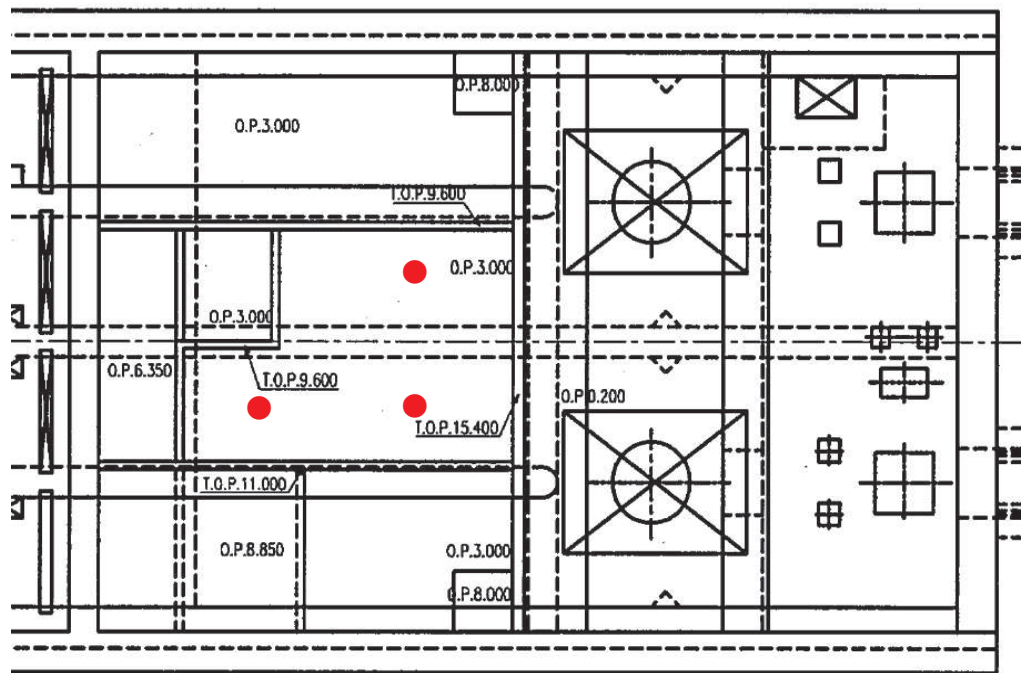
### 5.23.1 概要

本資料は、内部溢水対策となるタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁が、溢水を隔離し弁閉止した後、津波の圧力影響として浸水津波荷重（以下「津波荷重」という。）及び余震を考慮した荷重に対し、構造健全性を有することを確認するものである。VI-1-1-2-2-4「入力津波による津波防護対象設備への影響評価 3.4 津波による溢水の重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（内郭防護）に係る評価（4）津波防護対策」で津波到達時において、弁の閉止維持を含めた津波のバウンダリが津波の圧力に対してタービン建屋への津波の流入を防止する設備のうち、タービン補機冷却海水系ポンプ吐出弁に関して示すものである。

### 5.23.2 一般事項

#### (1) 配置計画

強度評価の対象設備となるタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の配置計画を図 5.23.2-1 に示す。



海水ポンプ室

●: タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁

\* 設置床高さは O. P. 3. 000 (m)

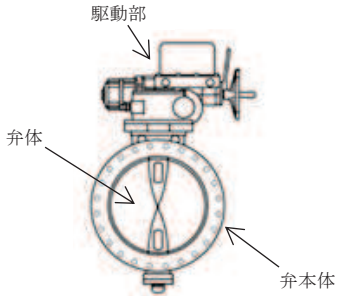
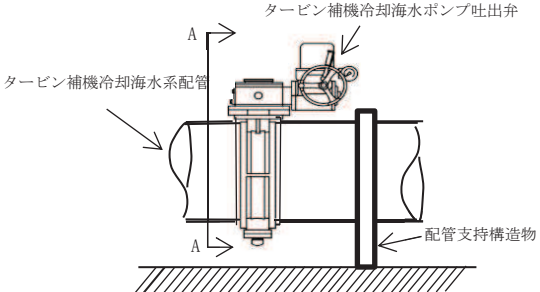
図 5.23.2-1 配置計画



(2) 構造計画

タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁は、電動バタフライ弁であり、弁体を回転し弁座に密着することで止水する。電動バタフライ弁の構造計画を表 5.23.2-1 に示す。

表 5.23.2-1 構造計画

設備名称	計画の概要			概略構造図
	型式	主体構造	支持構造	
タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁	電動バタフライ弁	弁体を含む弁本体, 弁体を電動にて駆動する駆動部で構成される。	タービン補機冷却海水系配管に設置され, 配管にて支持される。 配管については, 支持構造物にて支持される。	 <p>A-A 断面図</p>  <p>弁設置位置図</p>

### 5.23.3 評価震度

#### (1) 評価震度の解析方法

解析モデルは、VI-2-別添 2-7「タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の耐震性についての計算書」と同一とする。

#### (2) 設計震度の計算条件

タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の設計条件について、表 5.23.3-1 に示す。

表 5.23.3-1 設計条件

評価対象	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 (mm)	配管厚さ (mm)	材料	縦弾性係数 (MPa)
タービン補機冷却 海水ポンプ吐出弁	0.69	41	558.8	9.5		

#### (3) 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を表 5.23.3-2 に示す。

なお、設計用床応答曲線はVI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定した弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> のものを用いる。また、減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

表 5.23.3-2 設計用地震力

建屋・構築物	標高	減衰定数(%)
海水ポンプ室	0.P. 7.250(m)	2.0
海水ポンプ室	0.P. 2.250(m)	2.0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 5.23.4 設計震度の計算結果

(1) タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁弁体部の評価震度を表 5.23.4-1 に示す。

表 5.23.4-1 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁弁体部の評価震度

適用する地震動等	S d		
	応答水平震度* <sup>1</sup>		応答鉛直震度* <sup>1</sup>
動的解析結果	X 方向	Z 方向	Y 方向
		2.193	0.016
動的震度* <sup>2</sup>	0.828		0.762

注記 \*1：動的解析から得られる各方向の震度。

\*2：剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から設置床の最大応答加速度を 1.2 倍した震度 (1.2ZPA)

(2) タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の各モードの固有周期及び刺激係数を表 5.23.4-2 に示す。

表 5.23.4-2 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の各モードの固有周期及び刺激係数

モード	固有周期(s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次	0.2023	0.022	2.777	0.159
2 次	0.1874	0.046	0.232	2.585
3 次	0.1116	3.637	0.007	0.770
4 次	0.0975	1.303	0.111	7.314
5 次	0.0910	24.815	0.007	0.015
6 次	0.0841	8.821	1.149	0.011
7 次	0.0828	10.237	0.524	0.470
8 次	0.0703	0.005	7.679	0.006

注記 \*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

### 5.23.5 構造強度評価

#### (1) 荷重の設定

##### a. 突き上げ津波荷重 ( $P_t$ )

突き上げ津波荷重として、津波流入を想定した流速成分による荷重と、経路からの津波に伴う水位を用いた静水圧を考慮し、以下の式より算出する。

$$P_t = 1/2 \cdot C_p \cdot \rho_0 \cdot U^2 + \rho_0 \cdot g \cdot H$$

ここで、 $P_t$  : 突き上げ津波荷重

$\rho_0$  : 海水の密度

$U$  : 流速 (津波流速を保守側に設定)

$C_p$  : 抗力係数 (2.01\*)

$g$  : 重力加速度

$H$  : 評価高さ (設計津波高さ－設置位置高さ)

\*出典：津波漂流物対策施設設計ガイドライン 表-3.4.7 抗力係数  
(H26.3 沿岸技術研究センター)

##### b. 余震荷重 ( $K S d$ )

余震荷重は、VI-3-別添 3-1-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、弾性設計用地震動  $S d$  に伴う力とする。

余震に伴う加速度で弁体に発生する慣性力と、余震による動水圧荷重を考慮し、以下の式より算出する。弁体 (閉止状態) 及び弁本体の内面に加わる圧力荷重として評価。

$$K S d = m \cdot g \cdot \alpha_H / A + \rho_0 \cdot \alpha_V \cdot g \cdot H$$

ここで、 $K S d$  : 余震荷重

$m$  : 弁体部質量

$g$  : 重力加速度

$\alpha_H$  : 弁体部の配管軸方向余震震度

$A$  : 弁体受圧面投影面積 ( $= \pi \cdot D_1^2 / 4$   $D_1$ : 弁口径)

$\rho_0$  : 海水の密度

$\alpha_V$  : 弁体部の鉛直方向余震震度

$H$  : 評価高さ (設計津波高さ－設置位置高さ)

##### c. 固定荷重 ( $D$ )

常時作用する荷重として、弁本体及び配管の自重を考慮する。

(弁体は水平配管に設置されるため、弁体の配管軸方向荷重評価(内圧と重畳する方向)については0となる。)

### 5.23.6 荷重の組合せ

タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の強度評価にて考慮する荷重の組合せを表 5.23.6-1 に示す。

表 5.23.6-1 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の強度評価にて考慮する荷重の組合せ

機器名称	荷重の組合せ
タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁	$D + P_t + K S d$ *1, *2

注記 \*1: Dは固定荷重,  $P_t$ は突き上げ津波荷重,  $K S d$ は余震荷重を示す。

\*2: 固定荷重 (D) 及び余震荷重 ( $K S d$ ) の組み合わせが, 強度評価上, 突き上げ津波荷重 ( $P_t$ ) を緩和する方向に作用する場合, 保守的にこれらを組み合わせない評価を実施する。

### 5.23.7 許容限界

タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁については, 水圧試験により確認した圧力を許容値として用いる。タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の水圧試験の圧力を表 5.23.7-1 に示す。

表 5.23.7-1 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁 許容限界

評価部位	水圧試験の圧力 (MPa)
タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁	0.75



### 5.23.8 計算条件

タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の構造健全性評価に用いる計算条件を表 5.23.8-1～表 5.23.8-3 に示す。

表 5.23.8-1 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の構造健全性評価に用いる計算条件

弁体の材質	弁体の質量 $m_1$ (kg)	弁体受圧面の外径 (弁口径) $D_1$ (mm)
	100	550

重力加速度 $g$ ( $m/s^2$ )	海水の密度 $\rho_0$ ( $kg/m^3$ )
9.80665	1030

表 5.23.8-2 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の構造健全性評価に用いる流速条件

	タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁
突き上げ津波荷重評価流速 $U$ (m/s) *	1.0

注記 \*：タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁が閉止されている状態では、弁体部に流れはないが、海水ポンプ室（水位上昇側）の最大鉛直流速に対し、保守的に設定した値を評価流速とする。

表 5.23.8-3 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の構造健全性評価に用いる評価高さ

	タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁 (O.P. (m))
①最高津波高さ*1*3	18.6
②設置位置高さ*2*3	2.85
③価高さ $H$ (①－②)	15.75

注記 \*1：取水路からの海水ポンプ室の入力津波高さ（VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価）に設計上の裕度 0.5(m) を考慮する。

\*2：タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁を設置する高さとする。

\*3：高さは地盤沈下を考慮(-1.0m)した表記としている。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 5.23.9 評価結果

#### (1) 構造健全性評価

タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の構造健全性評価結果を表 5.23.9-1 に示す。発生圧力が、有意な変形及び著しい漏えいがないことを確認した水圧試験圧力以下であることから、評価部位であるタービン補機冷却海水ポンプ吐出弁が構造健全性を有することを確認した。

表5.23.9-1 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の構造健全性評価結果

評価部位	発生圧力 (MPa)	水圧試験の圧力 (MPa)
タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁	0.51	0.75

## 5.24 津波の流入防止に係る津波バウンダリとなる設備の評価

### (1) 概要

津波の流入防止に係る津波のバウンダリとなる設備については、地震時及びその後の津波に対して構造強度を有することで、敷地への浸水防止（外郭防護1）及び浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策（内郭防護）を期待する設備である。また、内郭防護の設計において、津波による溢水量低減を期待する設備については、地震時及びその後の津波に対して構造強度を有する必要がある。

よって、これらの設備に関して、耐震評価、津波に対する強度評価を行い、津波バウンダリの維持を説明するものである

### (2) 評価方針

津波の流入防止に係る津波のバウンダリとなる設備について抽出し、これらの系統における津波時の影響を考慮した評価を実施する。

- a. 評価対象施設は、津波時の敷地への浸水防止、浸水防護重点化範囲への浸水防止の観点から、屋外に設置され、取水路、放水路から津波の影響を受ける範囲の設備とする。
- b. 津波の影響として、津波のバウンダリとなる部位の形状等を考慮して、評価を実施する。また、系統が弁で仕切られているような終端部について、満水状態であれば、津波時においても直接的な流れがないと考えられるが、保守的に流路の水位上昇速度を用いて評価を実施する。

### (3) 評価結果

津波の流入防止に係る津波のバウンダリとなる設備について抽出し、これらの系統における耐震評価、津波に対する強度評価を実施した。いずれの設備についても構造強度を有することで、津波バウンダリを維持することを確認した。これらの確認結果については、表 5.24-1 に示す。

表 5.24-1 津波の流入防止に係る津波のパウンダリとなる設備の構造評価結果 (1/3)

No.	津波の流入経路	評価対象施設	津波に対する終端部	設置エリア	耐震評価		強度評価	
					内容	評価結果の紐づけ書類	内容	評価結果の紐づけ書類
1	2号取水路	2号原子炉補機冷却海水ポンプ	—	2号海水ポンプ室補機エリア	Sクラス施設の耐震評価により構造強度を有することを確認	VI-2-5-7-1-3 原子炉補機冷却海水ポンプの耐震性についての計算書	津波時の運転状態及び入力津波高さを考慮した水頭圧を考慮し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.4. 2号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価
2	2号取水路	2号原子炉補機冷却海水系配管	—	2号海水ポンプ室補機エリア	Sクラス施設の耐震評価により構造強度を有することを確認	VI-2-5-7-1-6 管の耐震性についての計算書(原子炉補機冷却海水系及び原子炉補機冷却海水系)	津波時の運転状態及び入力津波高さを考慮した水頭圧を考慮し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
3	2号取水路	2号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	—	2号海水ポンプ室補機エリア	Sクラス施設の耐震評価により構造強度を有することを確認	VI-2-5-7-2-3 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの耐震性についての計算書	津波時の運転状態及び入力津波高さを考慮した水頭圧を考慮し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.4. 2号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価
4	2号取水路	2号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	—	2号海水ポンプ室補機エリア	Sクラス施設の耐震評価により構造強度を有することを確認	VI-2-5-7-2-5 管の耐震性についての計算書(高圧炉心スプレイ補機冷却海水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系)	津波時の運転状態及び入力津波高さを考慮した水頭圧を考慮し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
5	2号取水路	2号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁	終端部	2号海水ポンプ室補機エリア	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	VI-2-別添 2-7 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の耐震性についての計算書	タービン補機冷却海水系隔離システムによりポンプ停止及び吐出弁が全閉となり、その後の津波の影響を受けるため、終端部の吐出弁に対して強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.23. タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の津波に対する強度評価
6	2号取水路	2号タービン補機冷却海水ポンプ	—	2号海水ポンプ室補機エリア	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	VI-2-別添 2-2 溢水源としない耐震 B, C クラス機器の耐震性についての計算書	津波時の運転状態及び入力津波高さを考慮した水頭圧を考慮し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.4. 2号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価
7	2号取水路	2号タービン補機冷却海水系配管	—	2号海水ポンプ室補機エリア	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	VI-2-別添 2-7 タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の耐震性についての計算書	タービン補機冷却海水系隔離システムによりポンプ停止及び吐出弁が全閉となり、その後の津波の影響を受けるため、吐出弁までの屋外配管の強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
8	2号取水・放水路	2号復水器出入口弁	終端部	2号タービン建屋	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	VI-2-別添 2-8 復水器水室出入口弁の耐震性についての計算書	循環水系隔離システムによりポンプ停止及び復水器出入口弁が全閉となり、その後の津波の影響を受けるため、復水器の復水器出入口弁に対して強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.22. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
9	2号取水・放水路	2号循環水系配管(復水器出入口弁接続配管)	—	2号タービン建屋	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	VI-2-別添 2-8 復水器水室出入口弁の耐震性についての計算書	循環水系隔離システムによりポンプ停止及び復水器出入口弁が全閉となり、その後の津波の影響を受けるため、復水器出入口弁までのタービン建屋内配管の強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
10	2号取水路	2号循環水ポンプ	—	2号海水ポンプ室循環水ポンプエリア	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	VI-2-別添 2-2 溢水源としない耐震 B, C クラス機器の耐震性についての計算書	津波時の運転状態及び入力津波高さを考慮した水頭圧を考慮し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.4. 2号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価
11	2号取水路	2号循環水系配管(循環水ポンプ接続配管)	—	2号海水ポンプ室循環水ポンプエリア	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	VI-2-別添 2-2 溢水源としない耐震 B, C クラス機器の耐震性についての計算書	循環水系隔離システムによりポンプ停止及び復水器出入口弁が全閉となり、その後の津波の影響を受けるため、屋外配管の強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5.2 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価

表 5.24-1 津波の流入防止に係る津波のパウンダリとなる設備の構造評価結果 (2/3)

No.	津波の流入経路	評価対象施設	津波に対する終端部	設置エリア	耐震評価		強度評価	
					内容	評価結果の紐づけ書類	内容	評価結果の紐づけ書類
12	3号取水路	3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁	終端部	3号海水熱交換器建屋	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.3. 3号機取水側海水配管・弁の基準地震動 Ss に対する耐震評価	吐出弁が全閉状態で終端部となることを想定して強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
13	3号取水路	3号原子炉補機冷却海水ポンプ	—	3号海水熱交換器建屋	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.2. 3号機海水ポンプの基準地震動 Ss に対する耐震評価	津波時の運転状態及び入力津波高さを考慮した水頭圧を考慮し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.4. 2号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価
14	3号取水路	3号原子炉補機冷却海水系配管	—	3号海水熱交換器建屋	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.3. 3号機取水側海水配管・弁の基準地震動 Ss に対する耐震評価	津波の影響を受ける屋外配管の強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
15	3号取水路	3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ吐出弁	終端部	3号海水熱交換器建屋	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.3. 3号機取水側海水配管・弁の基準地震動 Ss に対する耐震評価	吐出弁が全閉状態で終端部となることを想定して強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
16	3号取水路	3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	—	3号海水熱交換器建屋	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.2. 3号機海水ポンプの基準地震動 Ss に対する耐震評価	津波時の運転状態及び入力津波高さを考慮した水頭圧を考慮し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.4. 2号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価
17	3号取水路	3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	—	3号海水熱交換器建屋	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.3. 3号機取水側海水配管・弁の基準地震動 Ss に対する耐震評価	津波の影響を受ける屋外配管の強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
18	3号取水路	3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁	終端部	3号海水熱交換器建屋	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.3. 3号機取水側海水配管・弁の基準地震動 Ss に対する耐震評価	吐出弁が全閉状態で終端部となることを想定して強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
19	3号取水路	3号タービン補機冷却海水ポンプ	—	3号海水熱交換器建屋	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.2. 3号機海水ポンプの基準地震動 Ss に対する耐震評価	津波時の運転状態及び入力津波高さを考慮した水頭圧を考慮し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.4. 2号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価
20	3号取水路	3号タービン補機冷却海水系配管	—	3号海水熱交換器建屋	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.3. 3号機取水側海水配管・弁の基準地震動 Ss に対する耐震評価	津波の影響を受ける屋外配管の強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
21	3号取水路	3号循環水ポンプ	—	3号海水ポンプ室	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.2. 3号機海水ポンプの基準地震動 Ss に対する耐震評価	津波時の運転状態及び入力津波高さを考慮した水頭圧を考慮し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.4. 2号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価
22	3号取水路	3号循環水系配管	終端部	3号海水ポンプ室	基準地震動 Ss による耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.3. 3号機取水側海水配管・弁の基準地震動 Ss に対する耐震評価	津波の影響を受ける循環水吐出配管について、系統乾燥保管のために設置している閉止板までの屋外配管の強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5. 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価

表 5.24-1 津波の流入防止に係る津波のバウンダリとなる設備の構造評価結果 (3/3)

No.	津波の流入経路	評価対象施設	津波に対する終端部	設置エリア	耐震評価		強度評価	
					内容	評価結果の紐づけ書類	内容	評価結果の紐づけ書類
23	3号放水水路	3号原子炉補機冷却海水系配管	—	3号補機放水ビット	基準地震動Ssによる耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.1.3号機補機放水側配管の基準地震動Ssに対する耐震評価	津波の影響を受ける屋外配管の強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5.2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
24	3号放水水路	3号高圧炉心スプレイン補機冷却海水系配管	—	3号補機放水ビット	基準地震動Ssによる耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.1.3号機補機放水側配管の基準地震動Ssに対する耐震評価	津波の影響を受ける屋外配管の強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5.2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
25	3号放水水路	3号タービン補機冷却海水系配管	—	3号補機放水ビット	基準地震動Ssによる耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.1.3号機補機放水側配管の基準地震動Ssに対する耐震評価	津波の影響を受ける屋外配管の強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5.2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価
26	3号放水水路	3号非放射射性ドレン移送系配管	—	3号補機放水ビット	基準地震動Ssによる耐震性評価により構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.1.3号機補機放水側配管の基準地震動Ssに対する耐震評価	津波の影響を受ける屋外配管の強度評価を実施し、構造強度を有することを確認	補足 140-1.5.24.5.2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価



## 5.24 津波の流入防止に係る津波バウンダリとなる設備の評価

### 5.24.1 3号機補機放水側配管の基準地震動 $S_s$ に対する耐震評価

#### (1) 概要

3号機補機冷却海水系放水ピットには浸水防止蓋を設置するとともに、浸水防止蓋を貫通する屋外に露出する配管の貫通部は基準地震動 $S_s$ による地震力に対してバウンダリ機能を維持し、貫通部には止水処置を実施する設計としている。浸水防止蓋及び貫通部止水処置の配置については、図5.24.1-1及び図5.24.1-2に示す。

本資料は、添付資料「VI-3-別添3-2-10 貫通部止水処置の強度計算書」に示す貫通部止水処置（3号機補機冷却海水系放水ピット浸水防止蓋貫通部）を実施する屋外に露出する配管について、基準地震動 $S_s$ に対し、十分な構造強度を有していることを説明するものである。

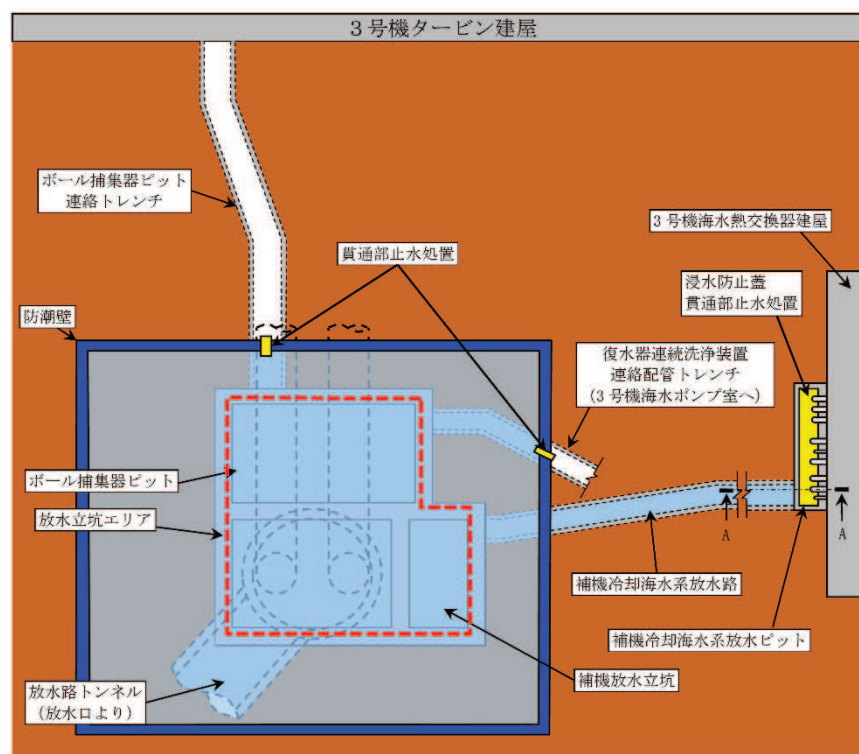


図 5.24.1-1 3号機 放水立坑 浸水対策配置図 (平面図)

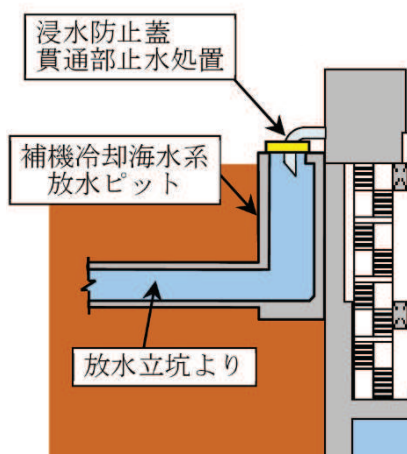


図 5.24.1-2 3号機 放水立坑 浸水対策配置図 (A-A 断面図)

(2) 評価条件

a. 計算方法

3次元はりモデルにより基準地震動  $S_s$  に対する健全性評価を実施する。解析コードは、「MSAP(配管)」を使用する。

b. 荷重及び荷重の組合せ

(a) 荷重の種類

応力評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

- ・常時作用する荷重 ( $D$ )  
死荷重は、持続的に生じる荷重であり、自重とする。
- ・内圧荷重 ( $P_D$ )  
内圧荷重は、当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重とする。
- ・機械的荷重 ( $M_D$ )  
当該設備に設計上定められた機械的荷重とする。
- ・地震荷重 ( $S_s$ )  
地震荷重は、基準地震動  $S_s$  により定まる地震力とする。

(b) 荷重の組み合わせ

評価に用いる荷重の組合せを表 5.24.1-1 に示す。

表 5.24.1-1 配管の荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	評価部位
$IV_A S$	$D + P_D + M_D + S_s$	配管

c. 許容限界

配管評価における許容限界を表 5.24.1-2 に示す。

表 5.24.1-2 配管の許容限界

区分	耐震 重要度 分類	荷重の 組合せ	許容 応力 状態	許容限界*1			
				一次一般 膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+ 二次応力	一次+二次+ ピーク応力
配管	S, C	D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	0.6 · S <sub>u</sub>	左欄の 1.5 倍 の値	*2 S <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析 を行い、疲労累積係数が 1.0 以 下であること。但し、地震動の みによる一次+二次応力の変動 値が 2 · S <sub>y</sub> 以下であれば、疲労 解析は不要。	

注記 \*1 : 軸力による全断面平均応力については許容応力状態 III<sub>A</sub>S の一次一般膜応力の許容値の 0.8 倍の値とする。

\*2 : 2 · S<sub>y</sub> を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3536(1), (2), (4) 及び(5) (ただし, S<sub>m</sub> は 2/3 · S<sub>y</sub> と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

d. 評価対象系統

評価対象の配管仕様を表 5.24.1-3 にまとめる。

表 5.24.1-3 評価対象の配管仕様

系統名称	ライン数	口径	板厚 (mm)	材質
3号機原子炉補機冷却海水系	4	500A	9.5	
3号機タービン補機冷却海水系	3	500A	9.5	
3号機非放射性ドレン移送系	1	50A	5.5	
3号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水系	1	200A	8.2	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

e. 使用材料の許容応力評価条件

使用材料の許容応力条件を表 5.24.1-4 に示す。

表 5.24.1-4 使用材料の許容応力評価条件

材料	最高使用温度 (°C)	$S_y$ (MPa)	$S_u$ (MPa)
	50		
	40		
	66		
	50		

f. 評価モデル

各系統代表の評価モデルを図 5.24.1-3~6 に示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

アンカー  
リジット

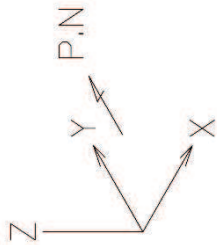
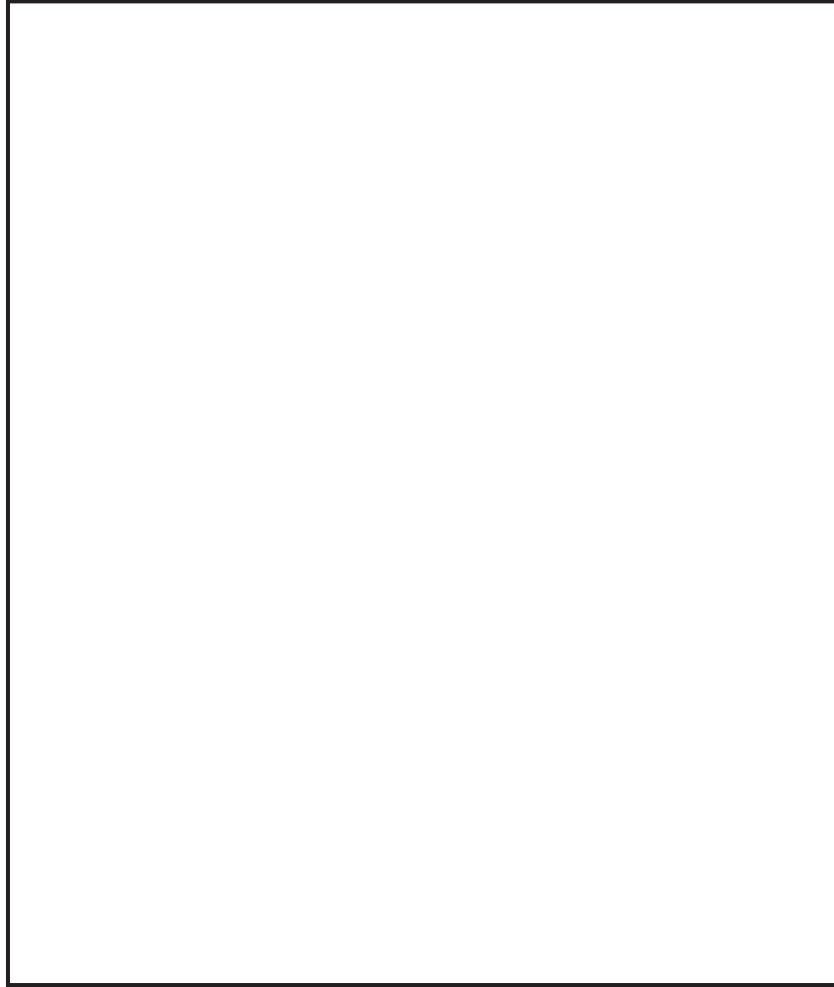


図 5.24.1-3 3号機原子炉補機冷却海水系 系統評価モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

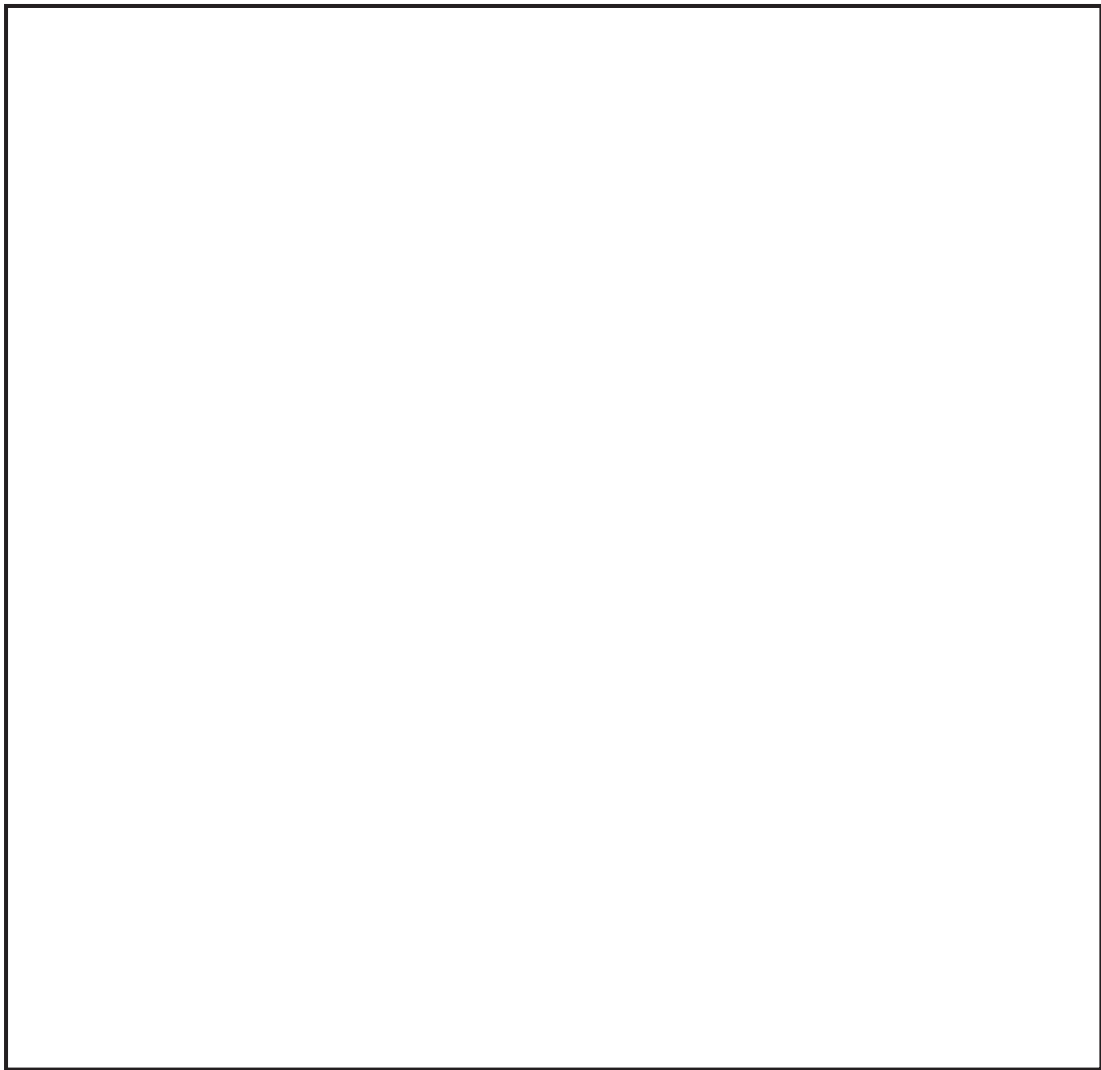


図 5.24.1-4 3号機タービン補機冷却海水系 系統評価モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



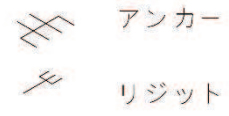
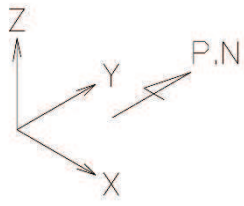
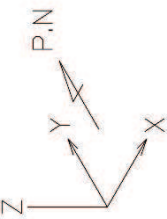


図 5.24.1-5 3号機非放射性ドレン移送系 系統評価モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



アンカー  
リジッド

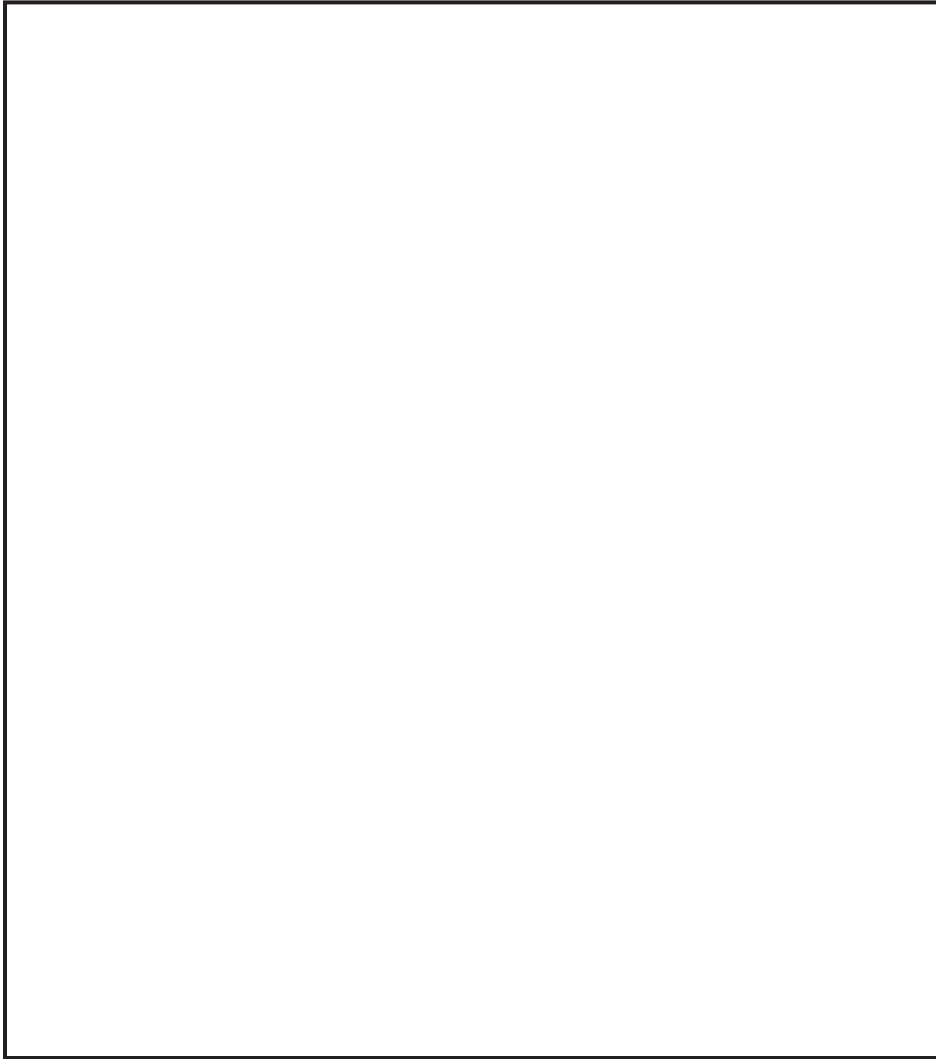




図 5. 24. 1-6 3号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水系 系統評価モデル

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

e. 設計用地震力

本資料において考慮する設計用床応答曲線を表 5.24.1-5 及び図 5.24.1-7～10 に示す。

表 5.24.1-5 設計用床応答曲線

建物・構築物	標高 (O.P. (m))	減衰定数 (%)
3号海水熱交換器建屋	14.00	0.5
	7.00	

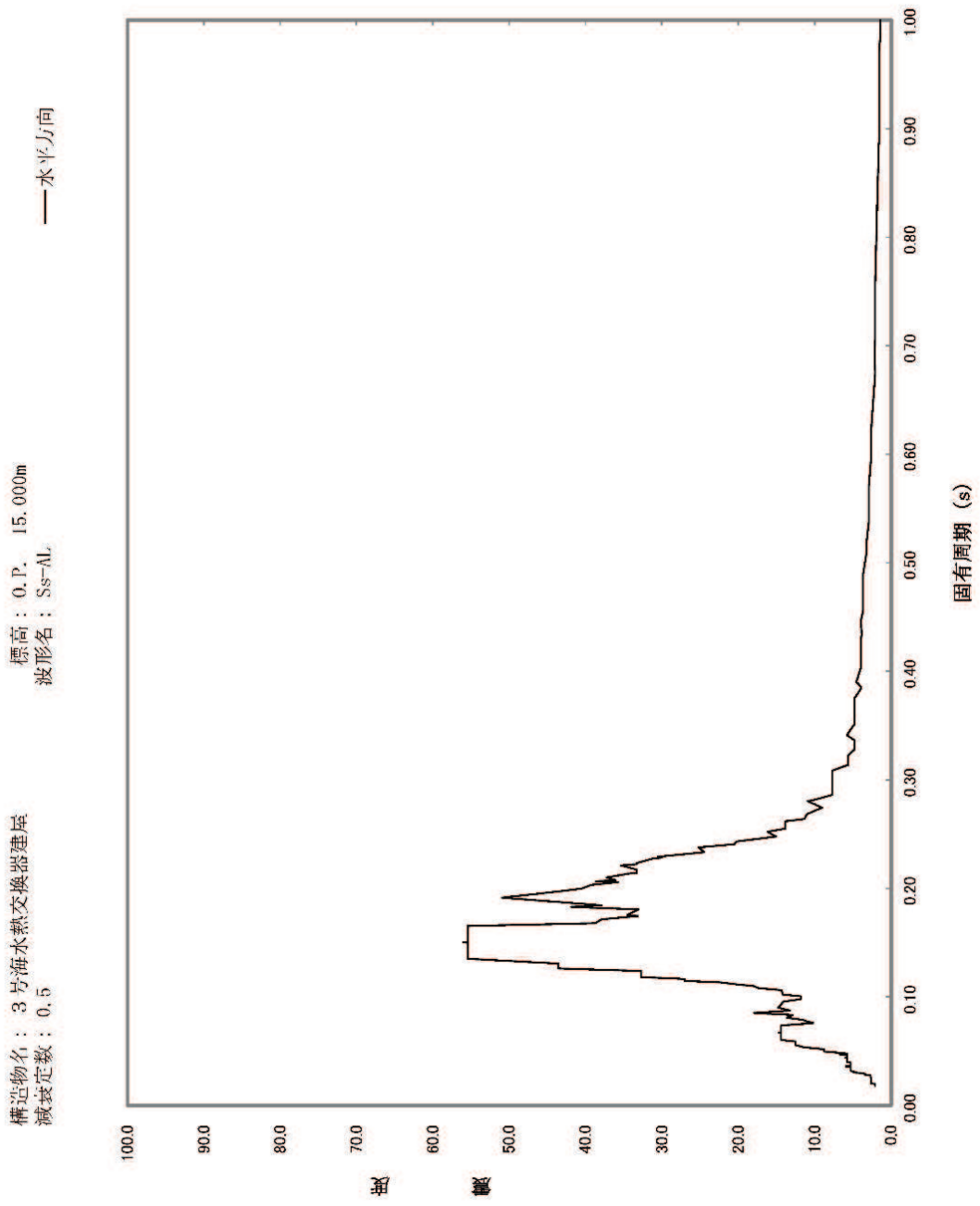


图 5.24.1-7 設計用床応答曲線 (O.P. 14.00m) 水平方向

構造物名：3号海水熱交換器建屋  
減衰定数：0.5

標高：0.P. 15.000m  
波形名：Ss-AL

——鉛直方向

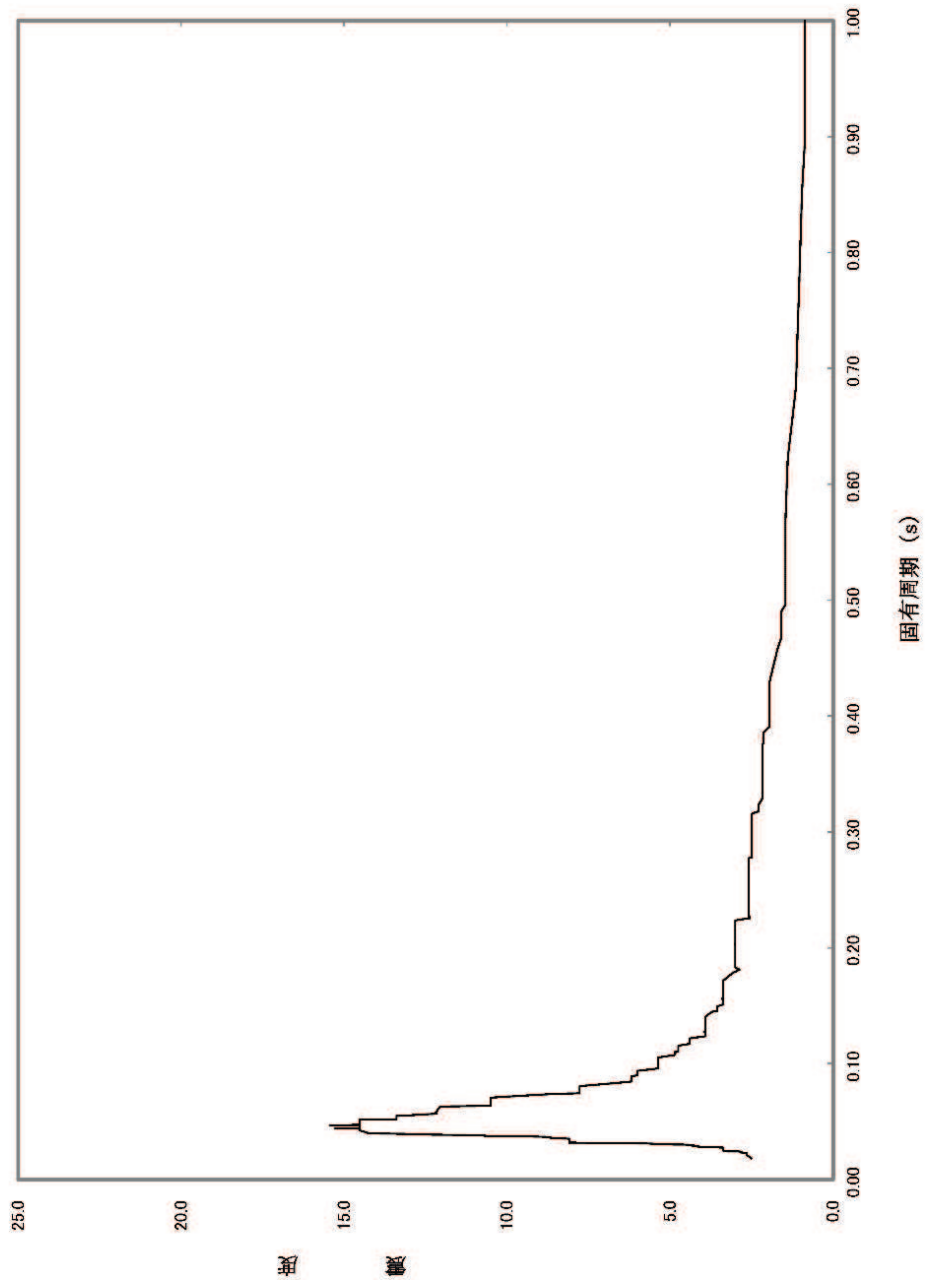


图 5.24.1-8 設計用床応答曲線 (O.P. 14.00m) 鉛直方向

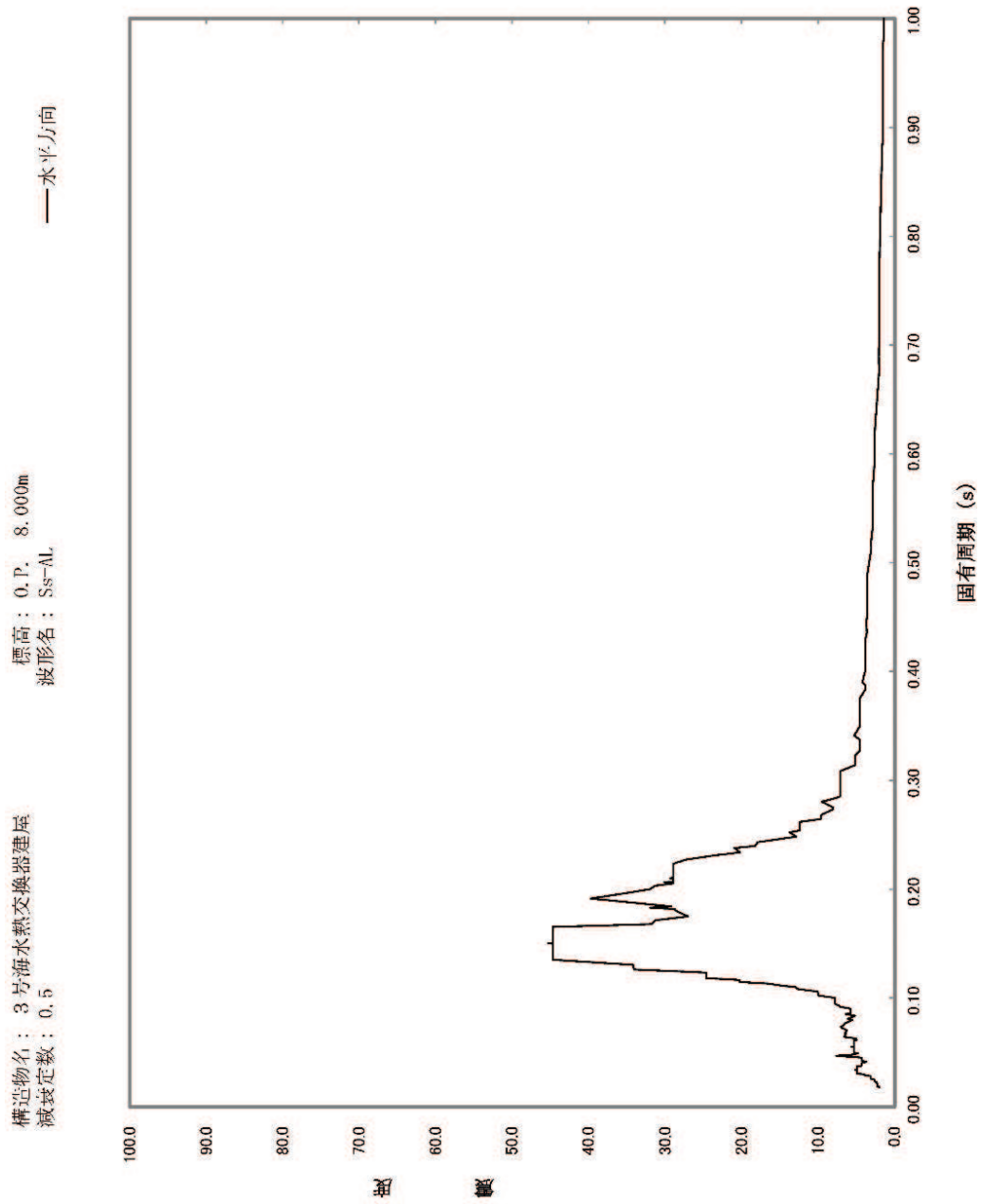


图 5.24.1-9 設計用床応答曲線 (0.P.7.00m) 水平方向



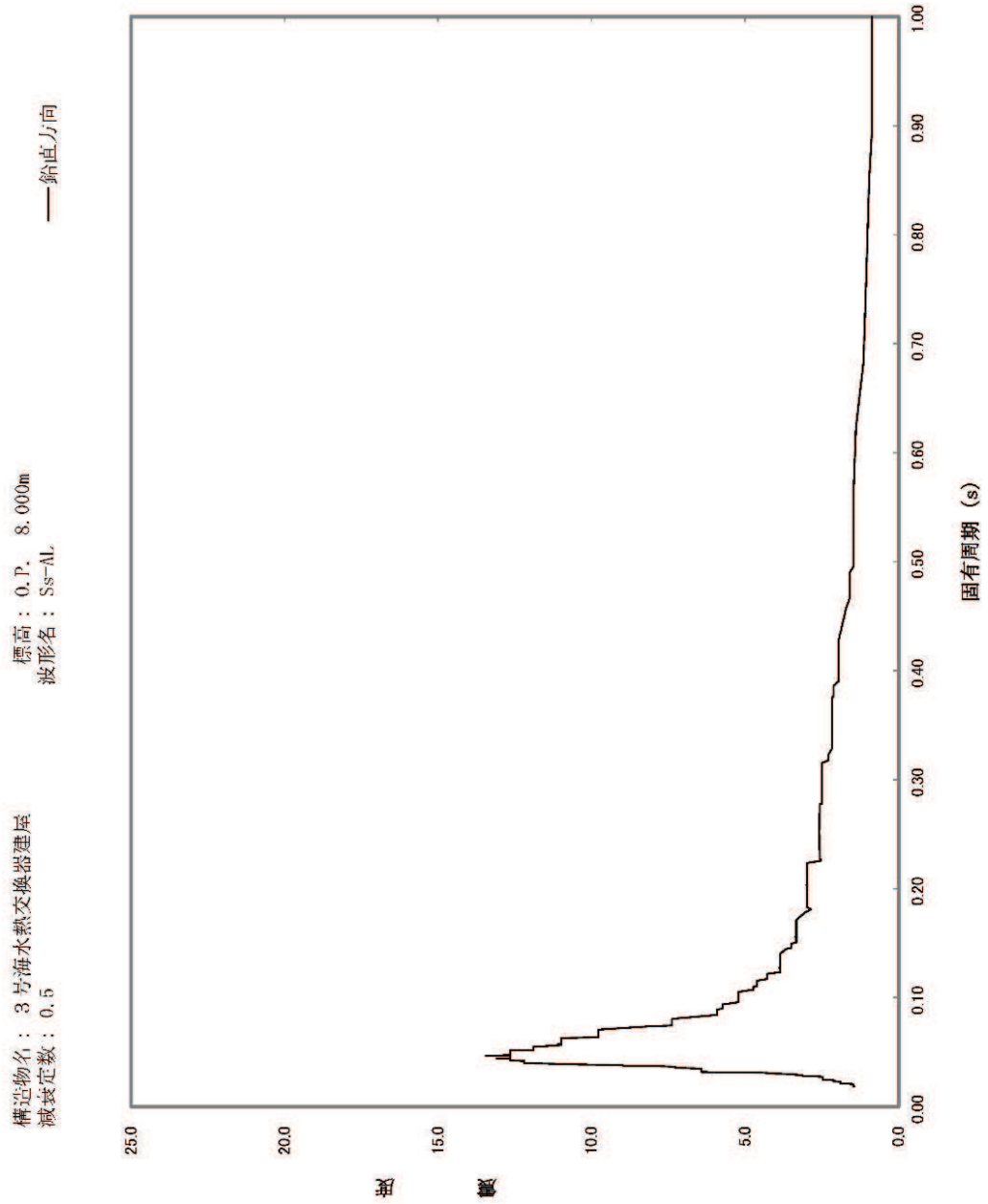


图 5.24.1-10 設計用床応答曲線 (O.P. 7.00m) 鉛直方向

(3) 解析結果及び評価

a. 固有周期及び設計震度

各系統代表の固有周期及び設計震度を表 5. 24. 1-6～9 に示す。

表 5. 24. 1-6 原子炉補機冷却海水系 固有周期及び設計震度

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Y方向	Z方向
1次*2	0.029	—	—	—
動的震度*3		2.95	2.95	1.95
静的震度		—	—	—

注記 \*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.050s 以下であることを示す。

\*3：S s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

表 5. 24. 1-7 タービン補機冷却海水系 固有周期及び設計震度

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Y方向	Z方向
1次*2	0.014	—	—	—
動的震度*3		2.95	2.95	1.95
静的震度		—	—	—

注記 \*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.050s 以下であることを示す。

\*3：S s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

表 5.24.1-8 非放射性ドレン移送系 固有周期及び設計震度

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Y方向	Z方向
1次*2	0.046	—	—	—
動的震度*3		2.95	2.95	1.95
静的震度		—	—	—

注記 \*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.050s 以下であることを示す。

\*3：S s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

表 5.24.1-9 高圧炉心スプレイ補機冷却海水系 固有周期及び設計震度

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Y方向	Z方向
1次*2	0.025	—	—	—
動的震度*3		2.95	2.95	1.95
静的震度		—	—	—

注記 \*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.050s 以下であることを示す。

\*3：S s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

b. 代表的振動モード図

振動モード図は，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，図 5.24.1-11～14 に示す。

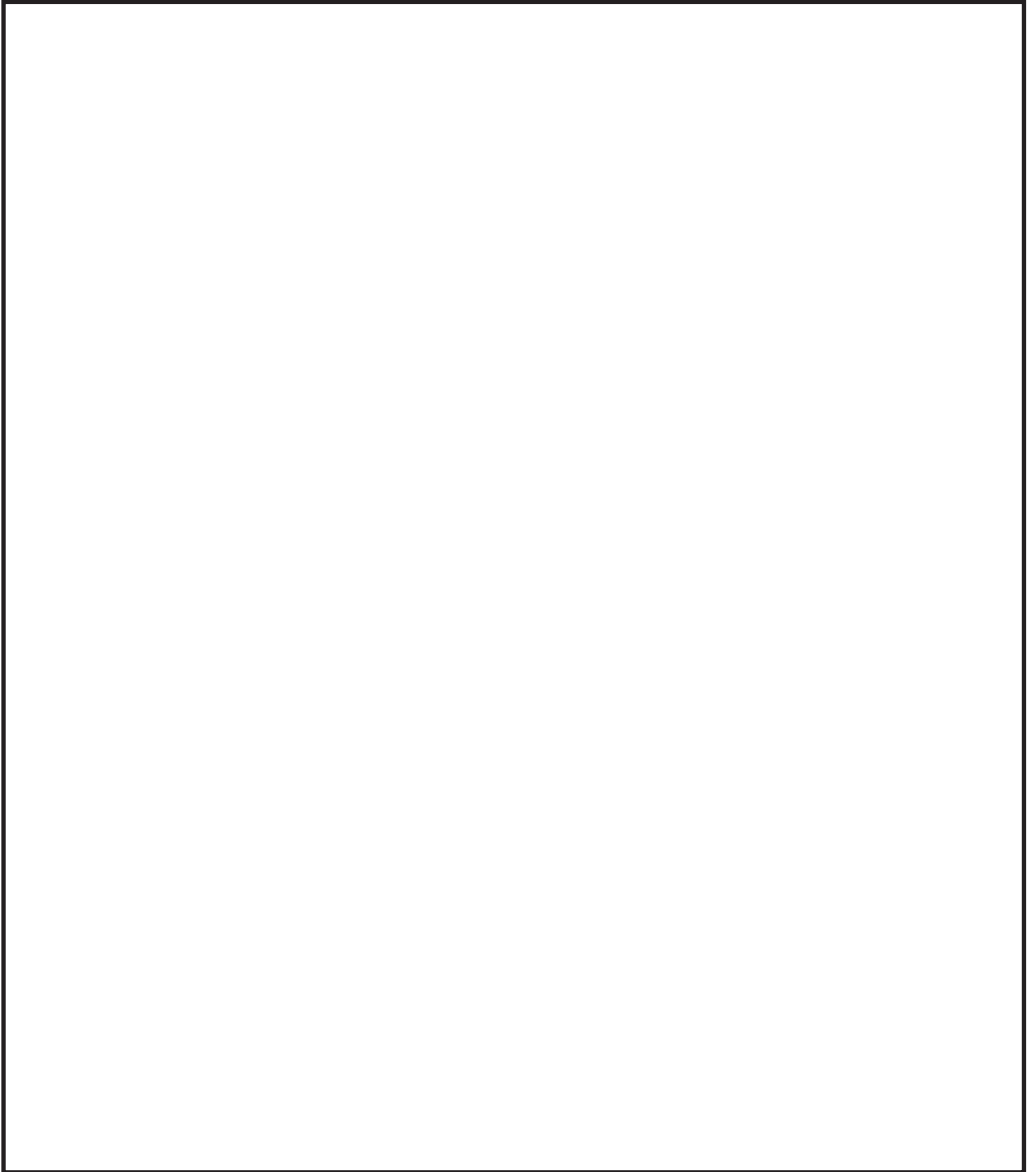


図 5.24.1-11 3号機原子炉補機冷却海水系 代表的振動モード図（1次）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

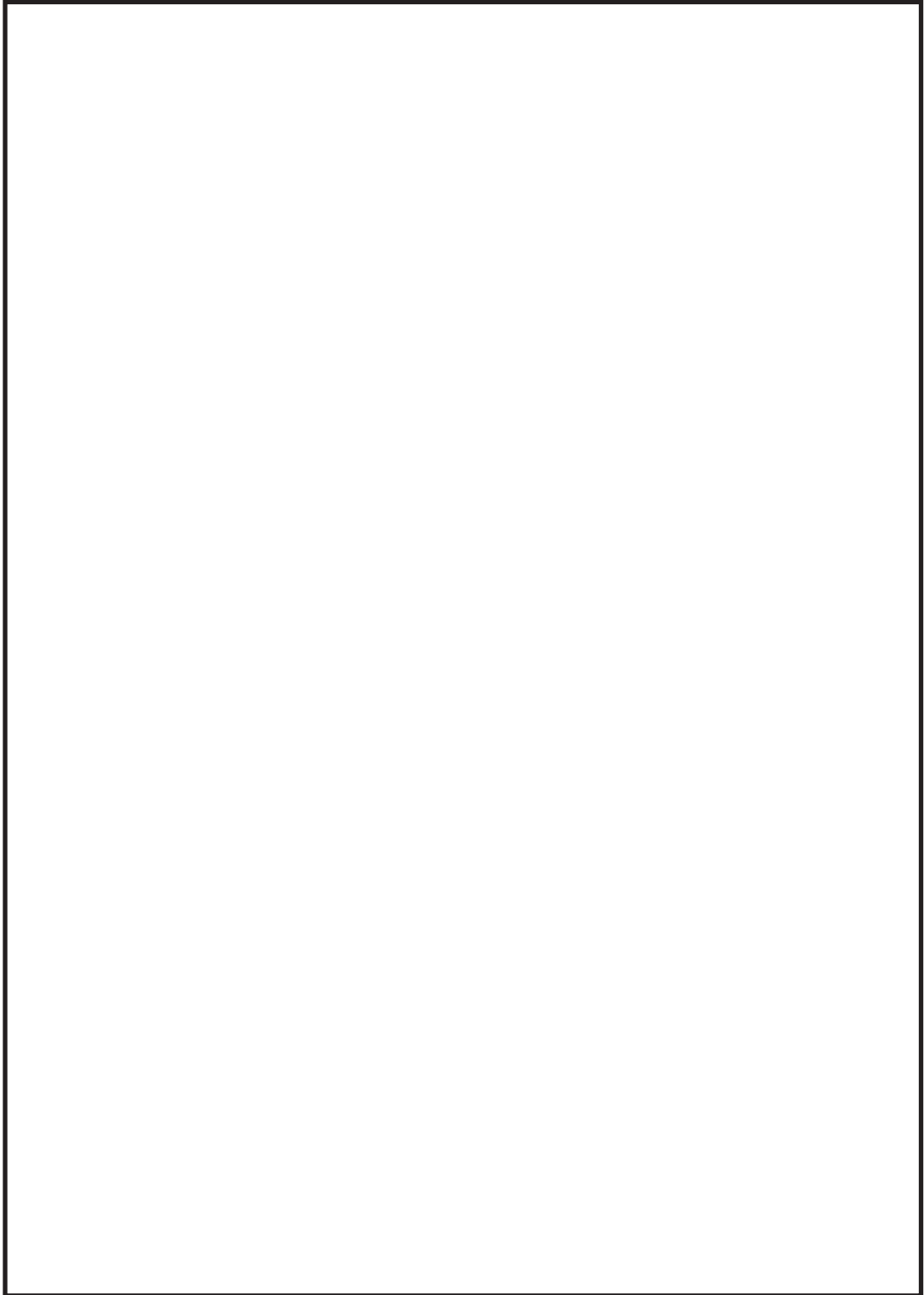


図 5.24.1-12 3号機タービン補機冷却海水系 代表的振動モード図（1次）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

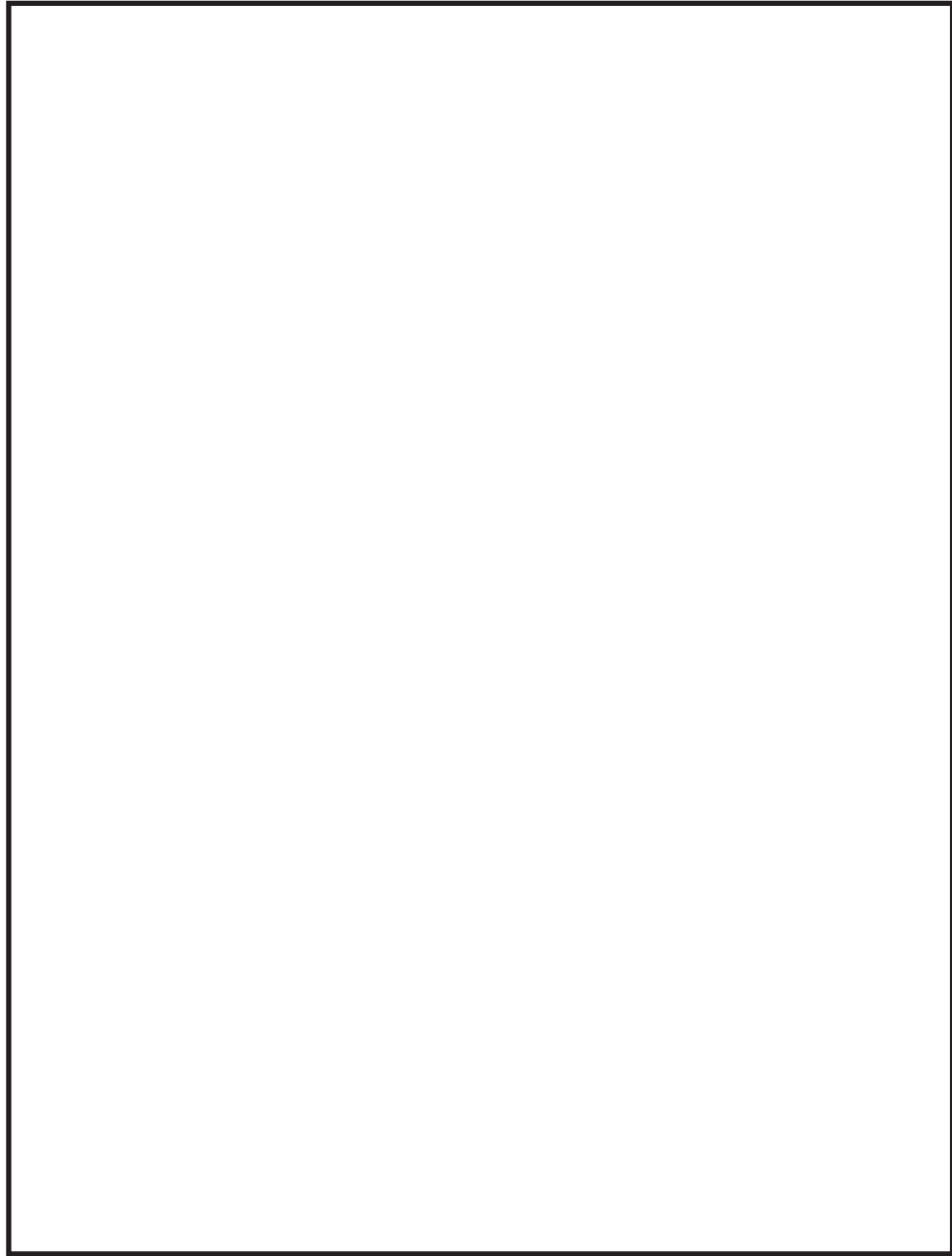


図 5.24.1-13 3号機非放射性ドレン移送系 代表的振動モード図 (1次)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



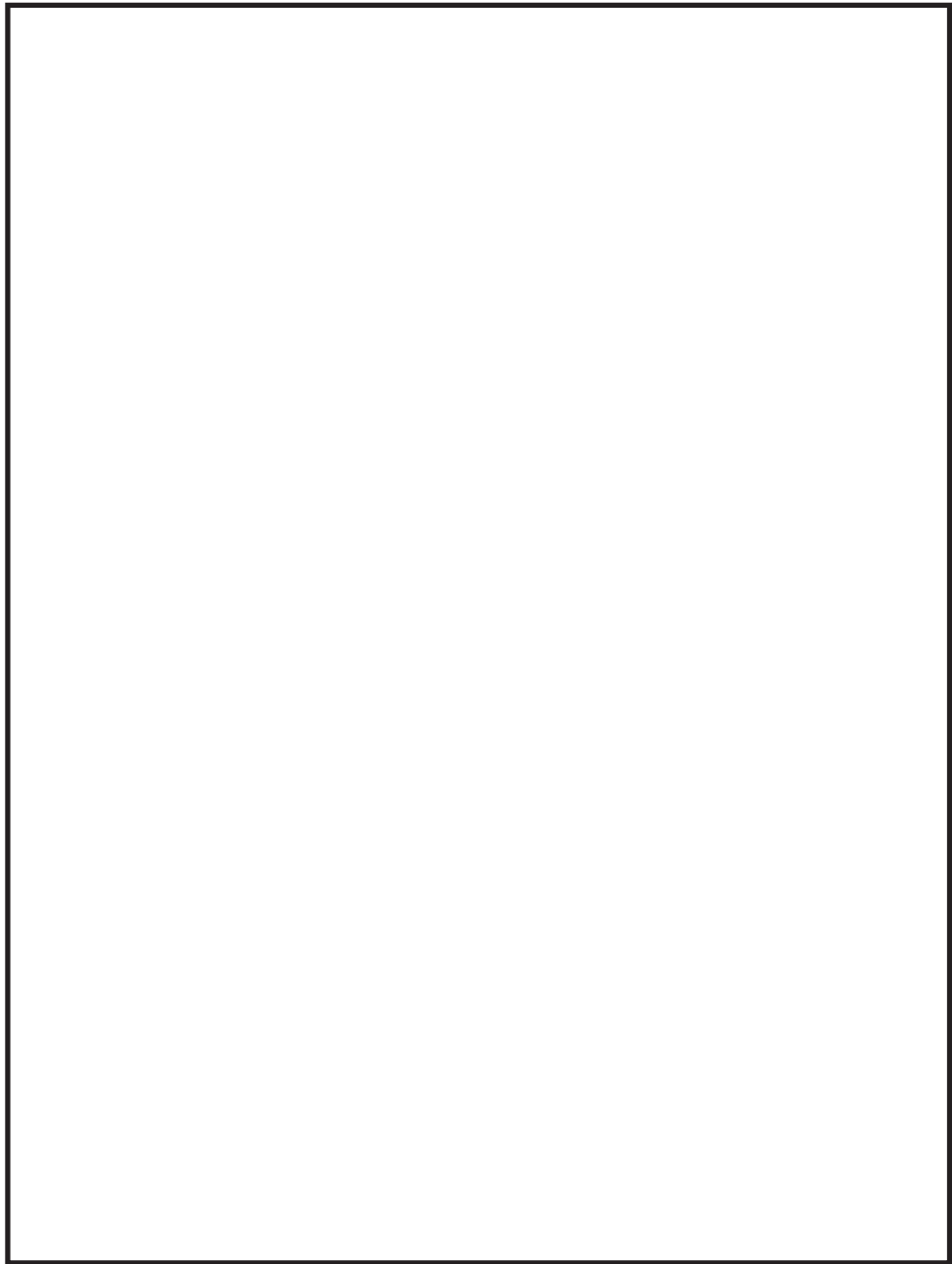


図 5.24.1-14 高圧炉心スプレイ補機冷却海水系 代表的振動モード図（1次）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(4) 評価結果

表 5.24.1-10 に示すとおり，最大応力はそれぞれの許容値以下である。

表 5.24.1-10 配管評価結果

系統名称	口径	評価対象部位	応力の種類			
			一次		一次+二次	
			算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
3号機原子炉補機冷却海水系	500A	配管	37	354	104	482
3号機タービン補機冷却海水系	500A		40	360	110	490
3号機非放射性ドレン移送系	50A		134	321	246	378
3号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水系	200A		27	329	63	418

評価結果は，算出応力と許容応力を踏まえ，評価上厳しい箇所の結果について記載する。

## 5.24 津波の流入防止に係る津波バウンダリとなる設備の評価

### 5.24.2 3号機海水系ポンプの基準地震動 $S_s$ に対する耐震評価

#### (1) 概要

3号機海水系ポンプについては、基準地震動 $S_s$ による地震力により設備が損傷した場合、津波による溢水が敷地へ浸水する可能性があるため、基準地震動 $S_s$ による地震力に対してバウンダリ機能を維持することが必要である。

本資料は、3号機海水系ポンプについて、基準地震動 $S_s$ に対し、十分な構造強度を有していることを説明するものである。

#### (2) 評価対象部位

3号機海水系ポンプの評価対象部位を表 5.24.2-1 に示す。

表 5.24.2-1 評価対象部位

機器名称	評価部位	設置場所
3号原子炉補機冷却海水ポンプ	基礎ボルト	3号機熱交換器建屋
3号タービン補機冷却海水ポンプ	基礎ボルト	3号機熱交換器建屋
3号高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ	基礎ボルト	3号機熱交換器建屋
3号循環水ポンプ	基礎ボルト	3号機海水ポンプ室

#### (3) 評価条件

##### a. 計算方法

固有値解析及び構造評価で用いる解析コードは、「MSC NASTRAN」を原子炉補機冷却海水ポンプ及びタービン補機冷却海水ポンプに使用し、「SAP2000」を高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプに使用するものとする。

循環水ポンプについては、系統を停止して乾燥保管運用を実施しているため、循環水ポンプ電動機の取外し、水中部のコラムパイプ、インペラ等の取外しを行っている。そのため、津波のバウンダリとなる範囲はケーシングのみであり、これらをモデル化して固有周期及び構造評価を行う。

##### b. 荷重及び荷重の組合せ

###### (a) 荷重の種類

応力評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

- ・ 常時作用する荷重 (D)

死荷重は、持続的に生じる荷重であり、自重とする。

- ・ 内圧荷重 ( $P_D$ )

内圧荷重は、当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重とする。

- ・機械的荷重 ( $M_D$ )  
当該設備に設計上定められた機械的荷重とする。
- ・地震荷重 ( $S_s$ )  
地震荷重は、基準地震動  $S_s$  により定まる地震力とする。

(b) 荷重の組合せ

応力評価に用いる荷重の組合せについて表5.24.2-2に示す

表 5.24.2-2 荷重の組合せ及び許容応力状態

許容応力状態	荷重の組合せ	評価対象部位
$IV_A S$	$D + P_D + M_D + S_s$	基礎ボルト

c. 許容限界

3号機海水系ポンプの評価の許容限界は、許容応力状態  $IV_A S$  の許容応力を用いる。

評価に用いる許容限界を表 5.24.2-3 に、使用材料及び使用材料の許容応力評価条件を表 5.24.2-4 に示す。

表 5.24.2-3 基礎ボルトの許容限界 (許容応力)

許容応力状態	許容限界	
	一次応力	
	曲げ	せん断
$IV_A S$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_s$

表 5.24.2-4 使用材料及び使用材料の許容応力評価条件

評価対象設備	評価部位	材料	温度条件 ( $^{\circ}C$ )	$S_y$ (MPa)	$S_u$ (MPa)
原子炉補機冷却海水ポンプ	基礎ボルト		50		
タービン補機冷却海水ポンプ	基礎ボルト		50		
高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	基礎ボルト		50		
循環水ポンプ	基礎ボルト		50		

d. 解析モデル

各ポンプの解析モデルを図 5.24.2-1~4 に示す。

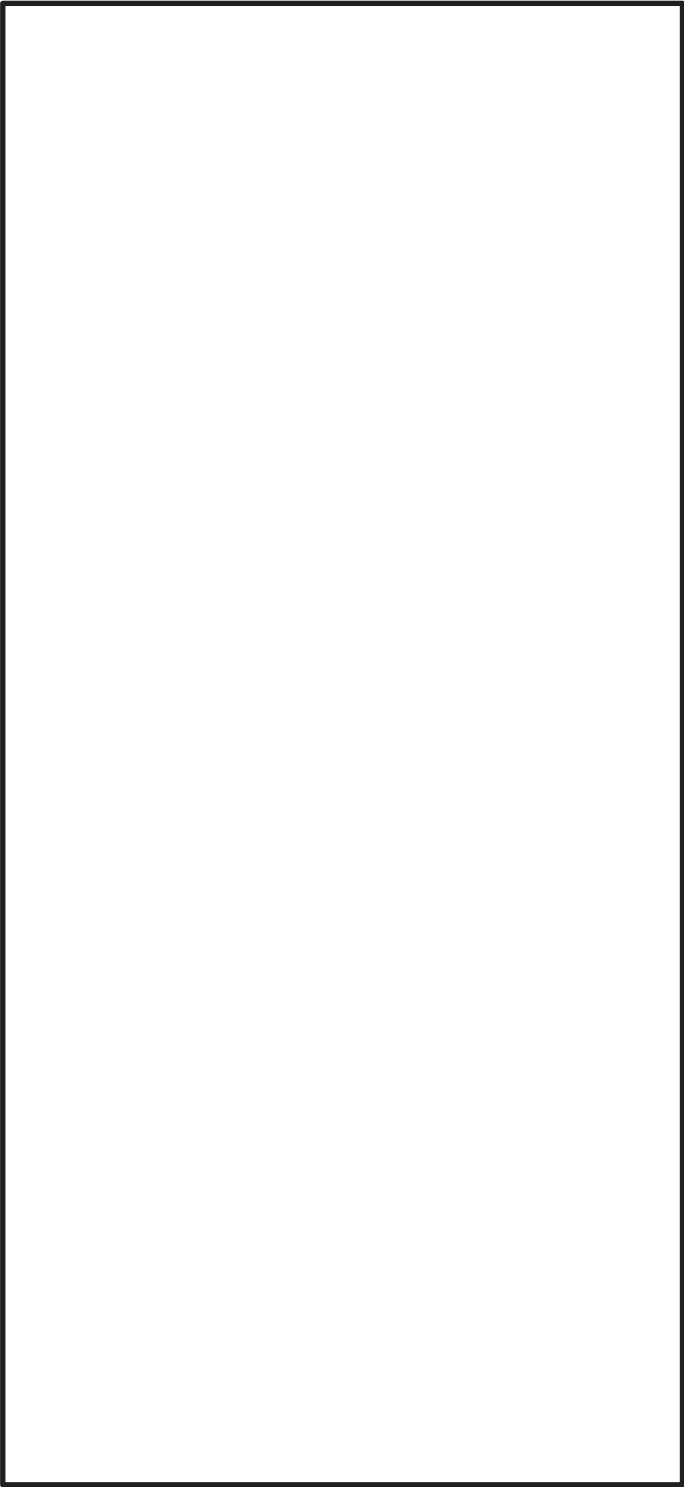
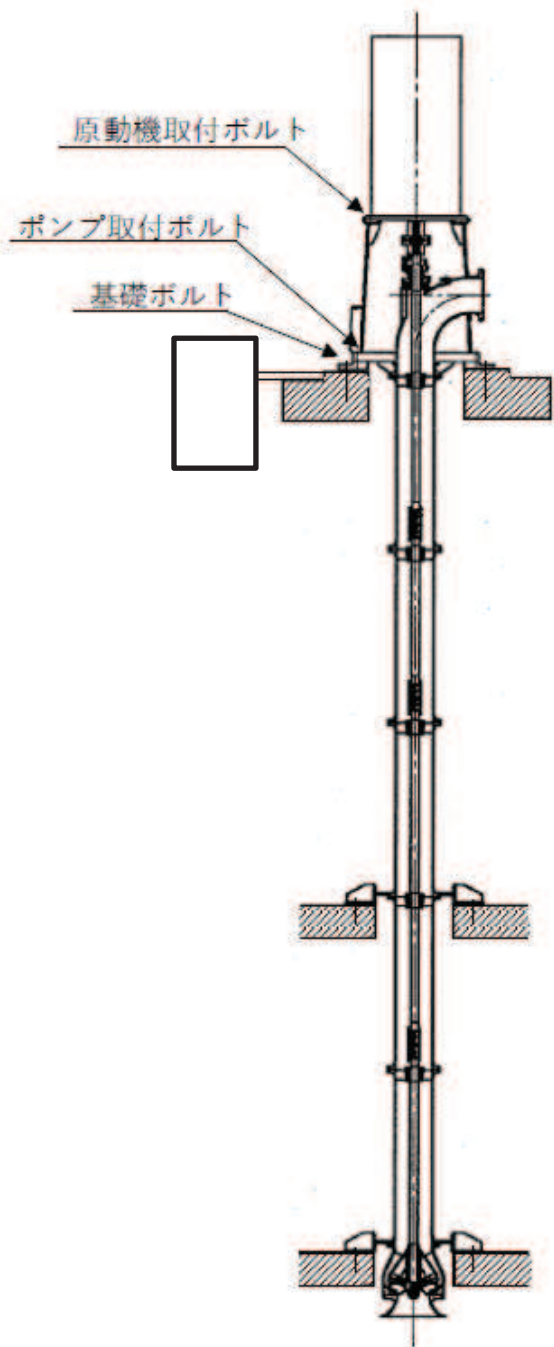


図 5. 24. 2-1 原子炉補機冷却海水ポンプの解析モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

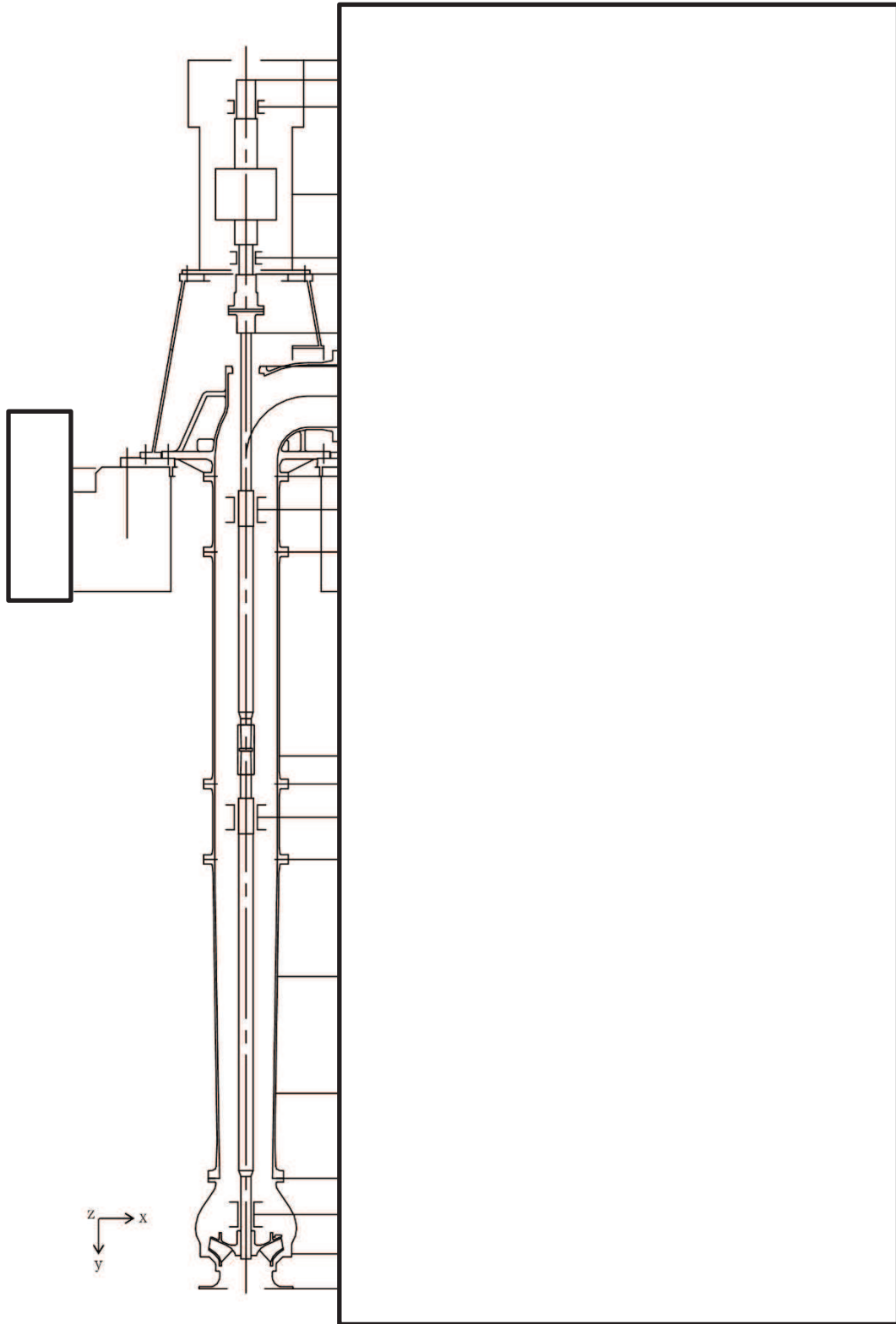


図 5. 24. 2-2 タービン補機冷却海水ポンプの解析モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



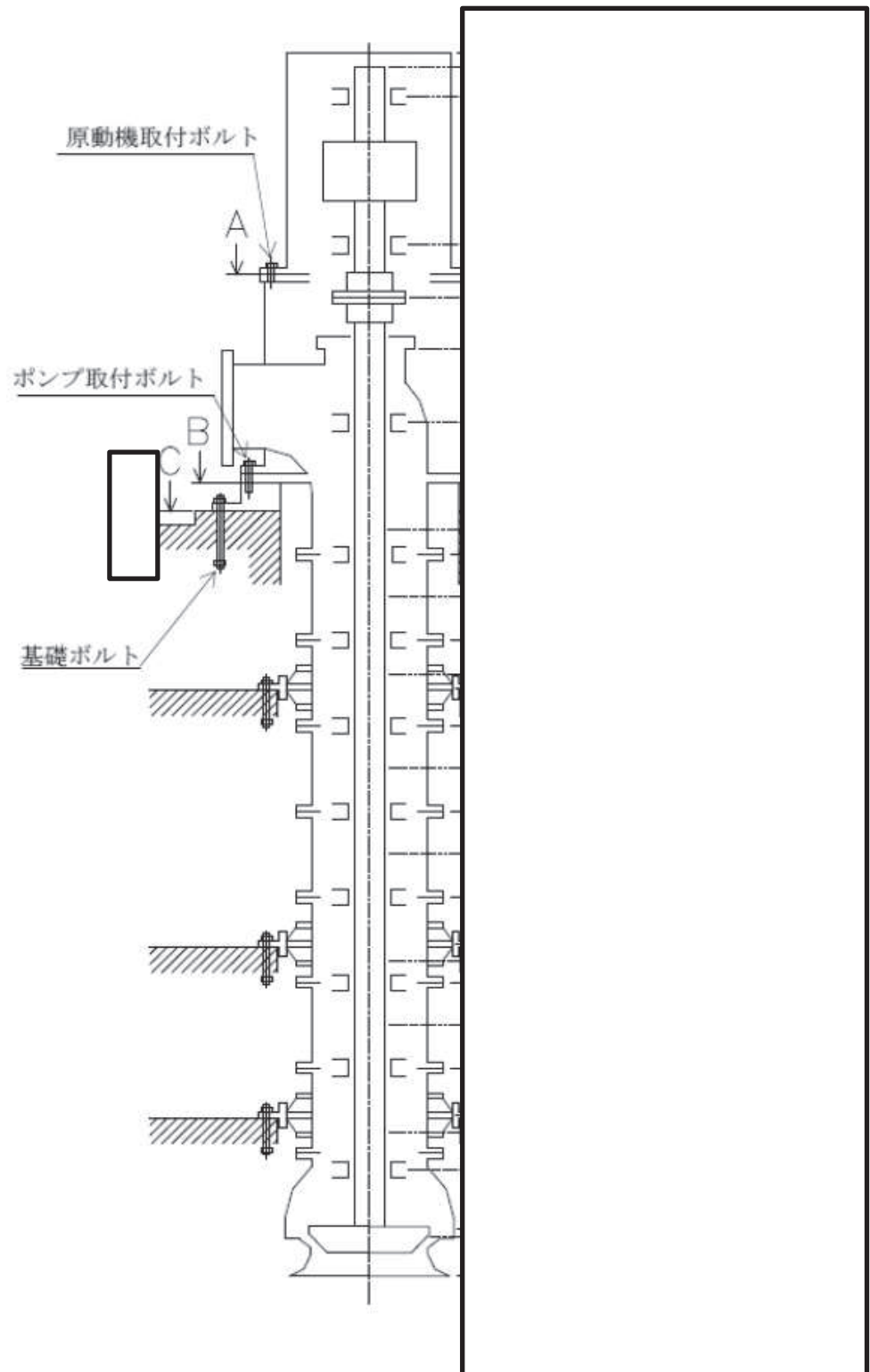


図 5. 24. 2-3 原子炉補機冷却海水ポンプの解析モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

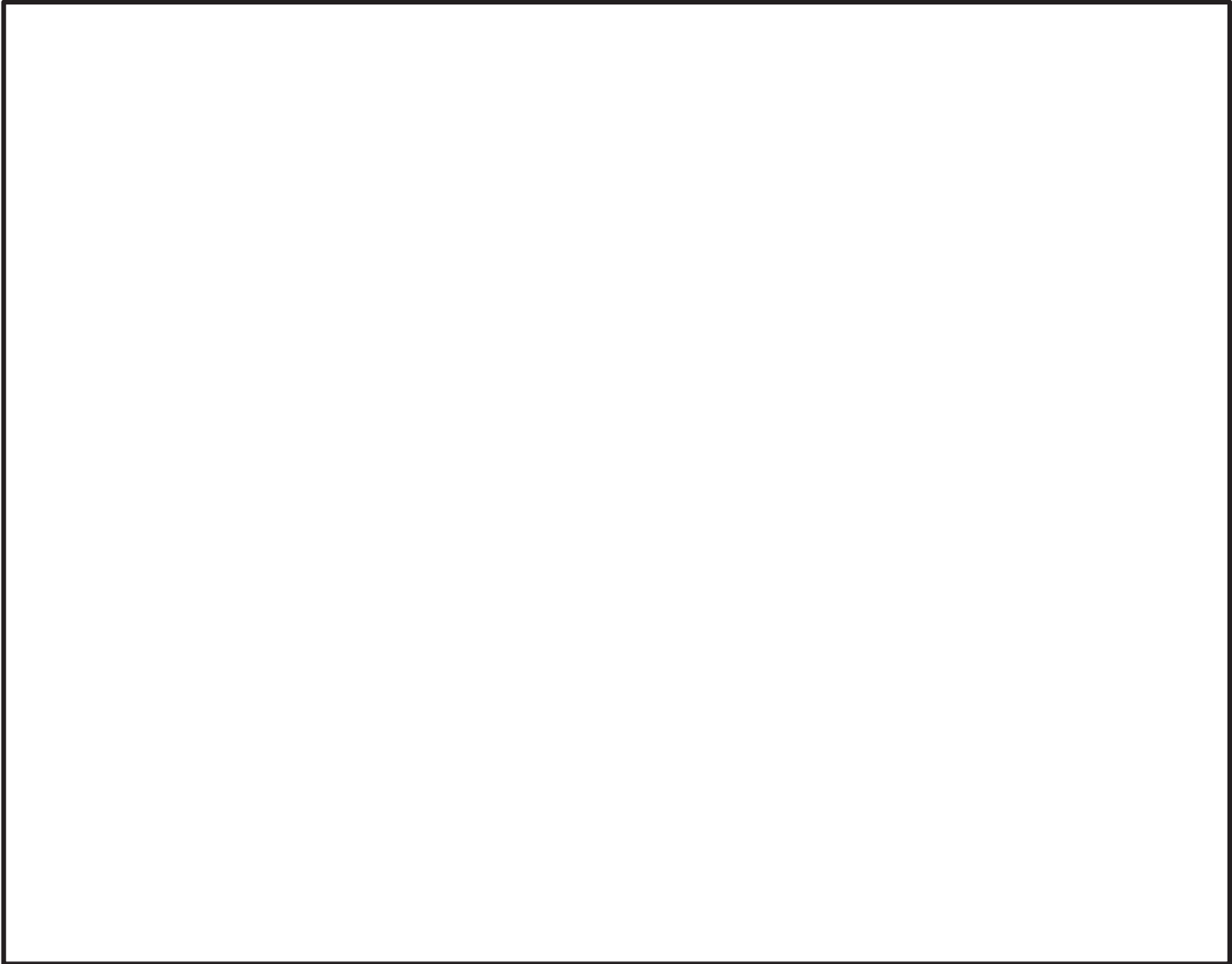


図 5.24.2-4 循環水ポンプの評価モデル図

【循環水ポンプの固有周期算出の計算式について】

$$T_i = 2\pi \sqrt{\frac{m_i}{10^3} \left( \frac{h_i^3}{3E_i I_i} + \frac{h_i}{A_{si} G_i} \right)}$$

- $T_i$  : 固有周期 (s)
- $m_i$  : 機器の質量 (kg)
- $E_i$  : 縦弾性係数 (MPa)
- $I_i$  : 断面二次モーメント (mm<sup>4</sup>)
- $A_{si}$  : 最小有効せん断断面積 (mm<sup>2</sup>)
- $G_i$  : せん断弾性係数 (MPa)
- $h_i$  : 据付面から重心までの距離 (mm)

※添え字 i...

1: 据付面上部, 2: 据付面下部

e. 解析結果及び評価

固有値解析及び固有周期評価の結果を表 5.24.2-5~8, 振動モード図を図 5.24.2-5~7 に示す。

表 5.24.2-5 原子炉補機海水ポンプの固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
			NS 方向	EW 方向	
1 次	水平	0.051	-0.114	-0.114	0.000
2 次	水平	0.045	—	—	—

表 5.24.2-6 タービン補機冷却海水ポンプの固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
			NS 方向	EW 方向	
1 次	水平	0.344	1.915	1.915	0.000
2 次	水平	0.050	0.829	0.829	0.000
3 次	水平	0.040	—	—	—

表 5.24.2-7 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
			NS 方向	EW 方向	
1 次	水平	0.052	-0.372	-0.372	0.000
2 次	水平	0.038	—	—	—

表 5.24.2-8 循環水ポンプの固有周期評価結果

機器名	固有周期 (s)
循環水ポンプ (ケーシング)	0.014* <sup>1</sup>

注記 \*1 : 固有周期は 0.05s 以下であることから, 剛構造である。

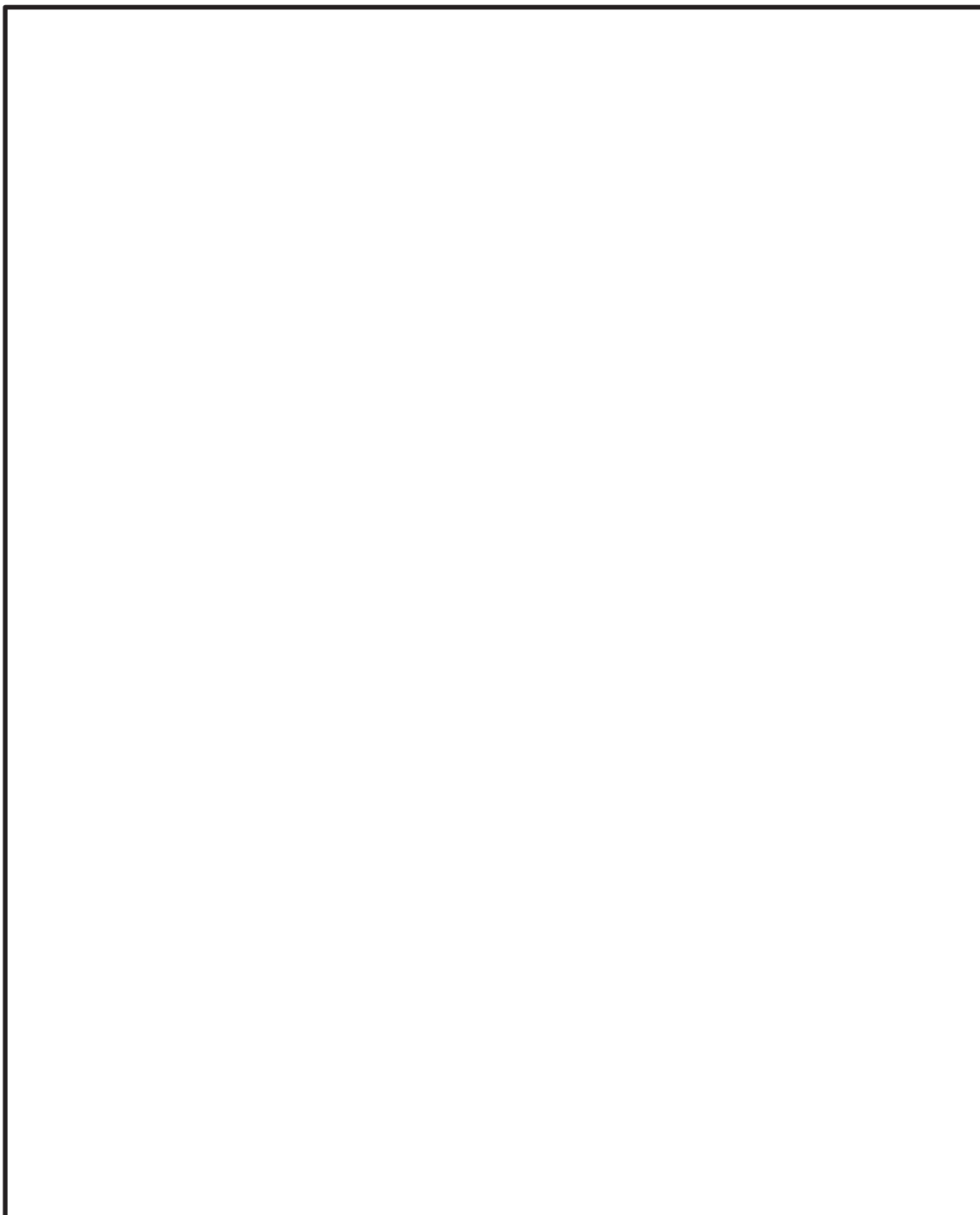


図 5.24.2-5 原子炉補機冷却海水ポンプの振動モード（1次モード）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

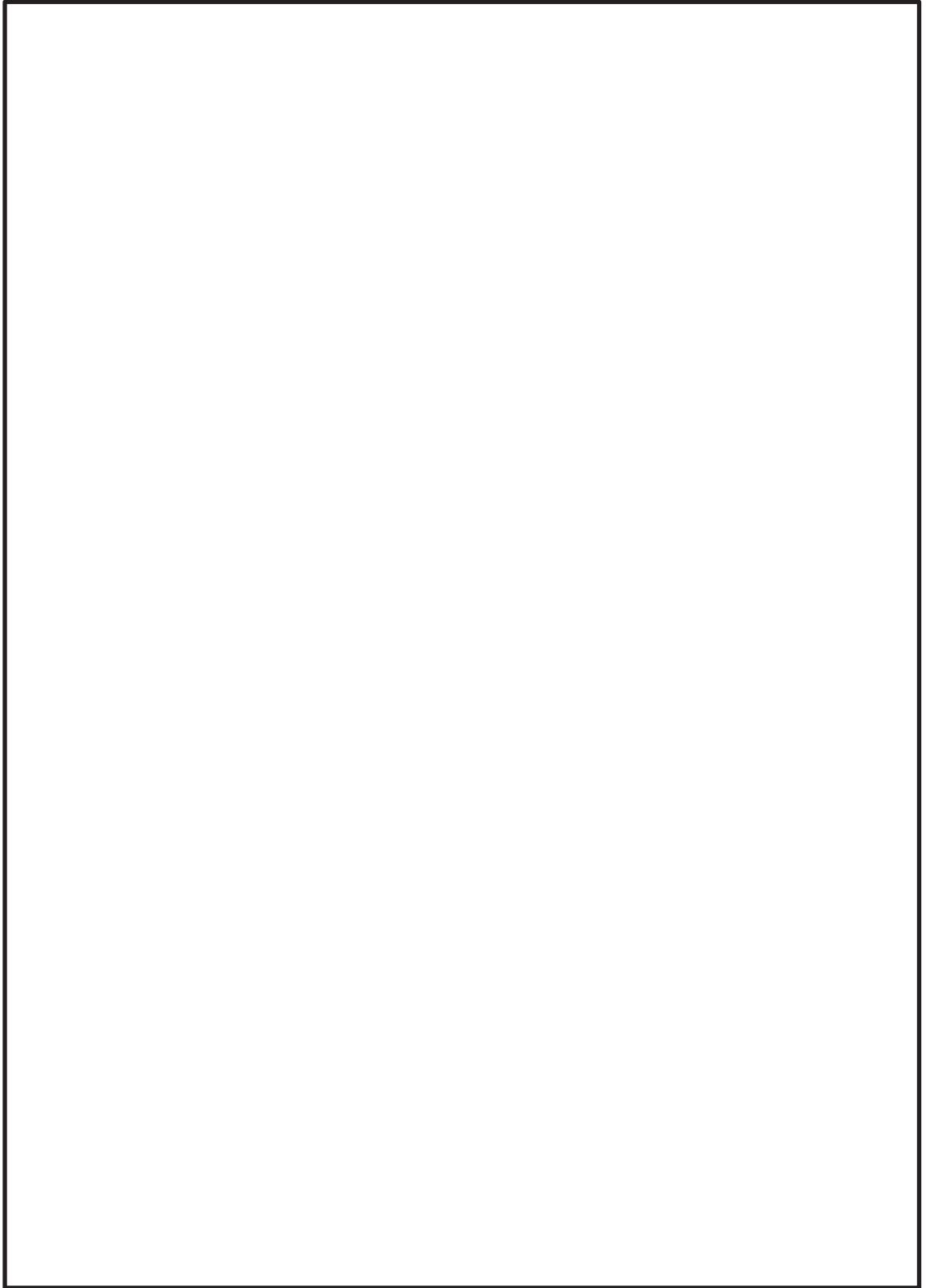


図 5.24.2-6 タービン補機冷却海水ポンプの振動モード (1次モード)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

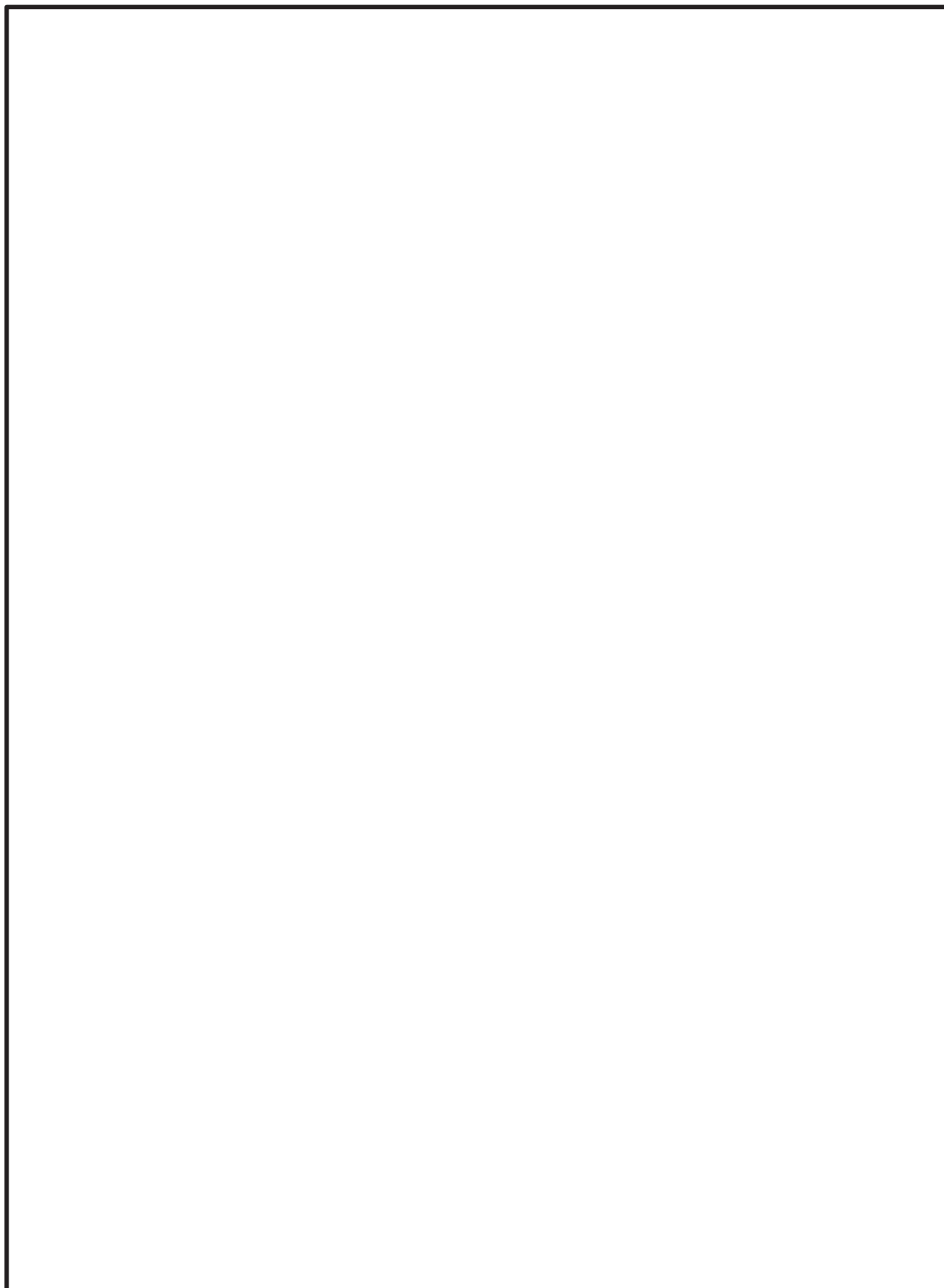


図 5.24.2-7 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの振動モード（1次モード）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(4) 設計用地震力

本資料において考慮する設計用床応答曲線を表5.24.2-9及び図5.24.2-8～11に示す。設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」を参考に設定する。また、減衰定数は添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」を参考に設定する。

また、循環水ポンプの耐震評価に用いる設計震度は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」を参考に、設置床の最大応答加速度の1.2倍を考慮した値とし、表5.24.2-10に示す。

表 5.24.2-9 設計用床応答曲線

建物・構築物	標高 (O.P. (m))	減衰定数 (%)
3号海水熱交換器建屋	7.00 -2.10	1.0

表 5.24.2-10 循環水ポンプの設計用地震力

地震動	床面高さ*1 O.P. (m)	場所	設計震度*2	
基準地震動 S s	-1.55	3号機海水 ポンプ室	水平方向 C <sub>H</sub>	1.58
			鉛直方向 C <sub>V</sub>	3.17

注記 \*1 : 基準床レベルを示す。

\*2 : 「(3) e. 解析結果及び評価」より、循環水ポンプの固有周期が0.05s以下であることを確認したため、3号機海水ポンプ室の最大応答加速度の1.2倍を考慮した設計震度を設定した。

図番 : 02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_1.0\_EWH\_8.000\_h\_Rev00\_a  
——水平方向

標高 : 0. P. 8.000m  
波形名 : Ss-AL

構造物名 : 3号海水熱交換器建屋  
減衰定数 : 1.0

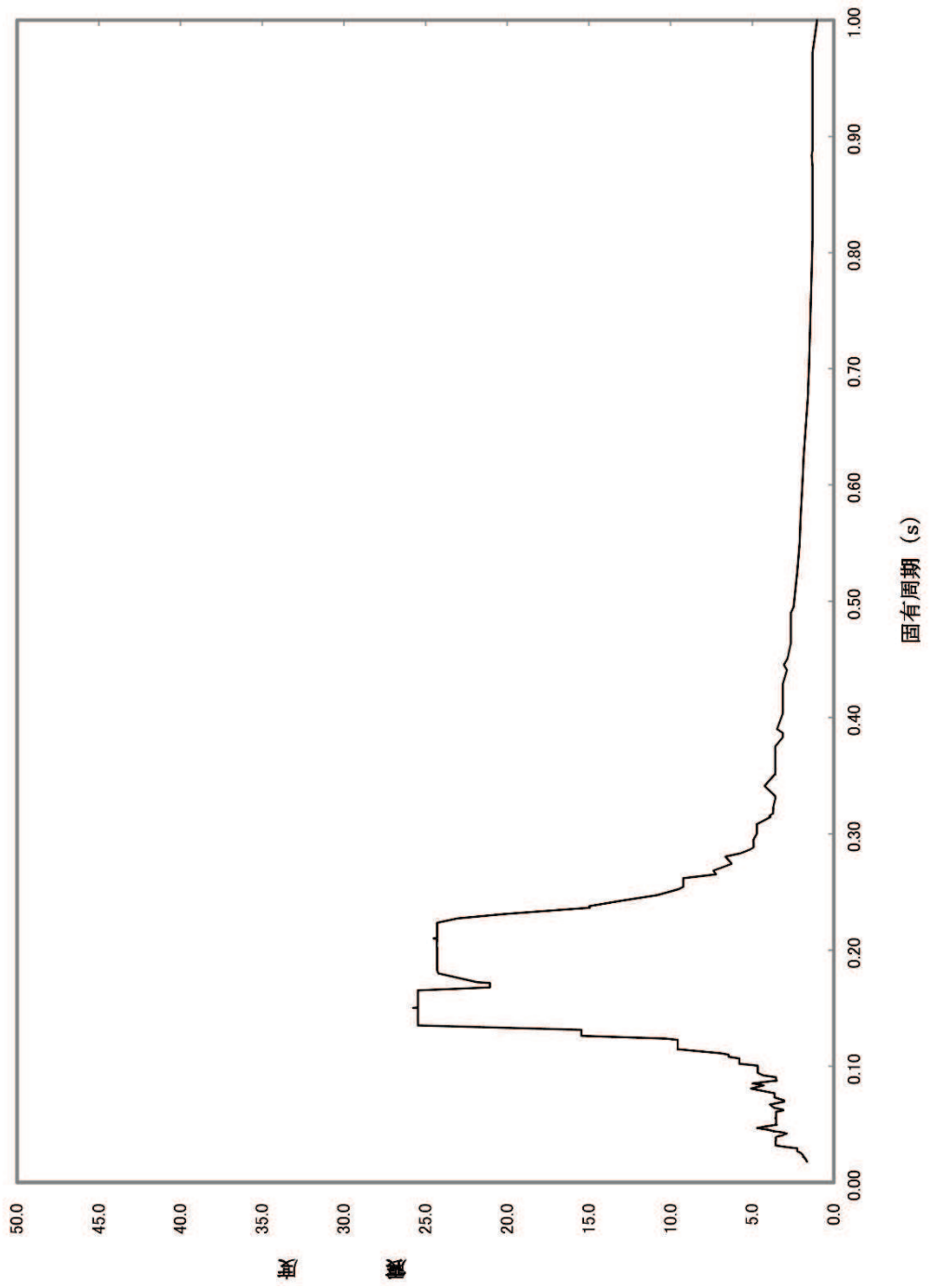


図 5.24-2-8 固有周期毎の水平方向の震度 (O.P. 7.00m)

構造物名： 3号海水熱交換器建屋  
減衰定数： 1.0

標高： 0. P. 8. 000m  
波形名： Ss-AL

図番： 02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_1. 0\_IDH\_8. 000\_h\_Rev00\_a  
——鉛直方向

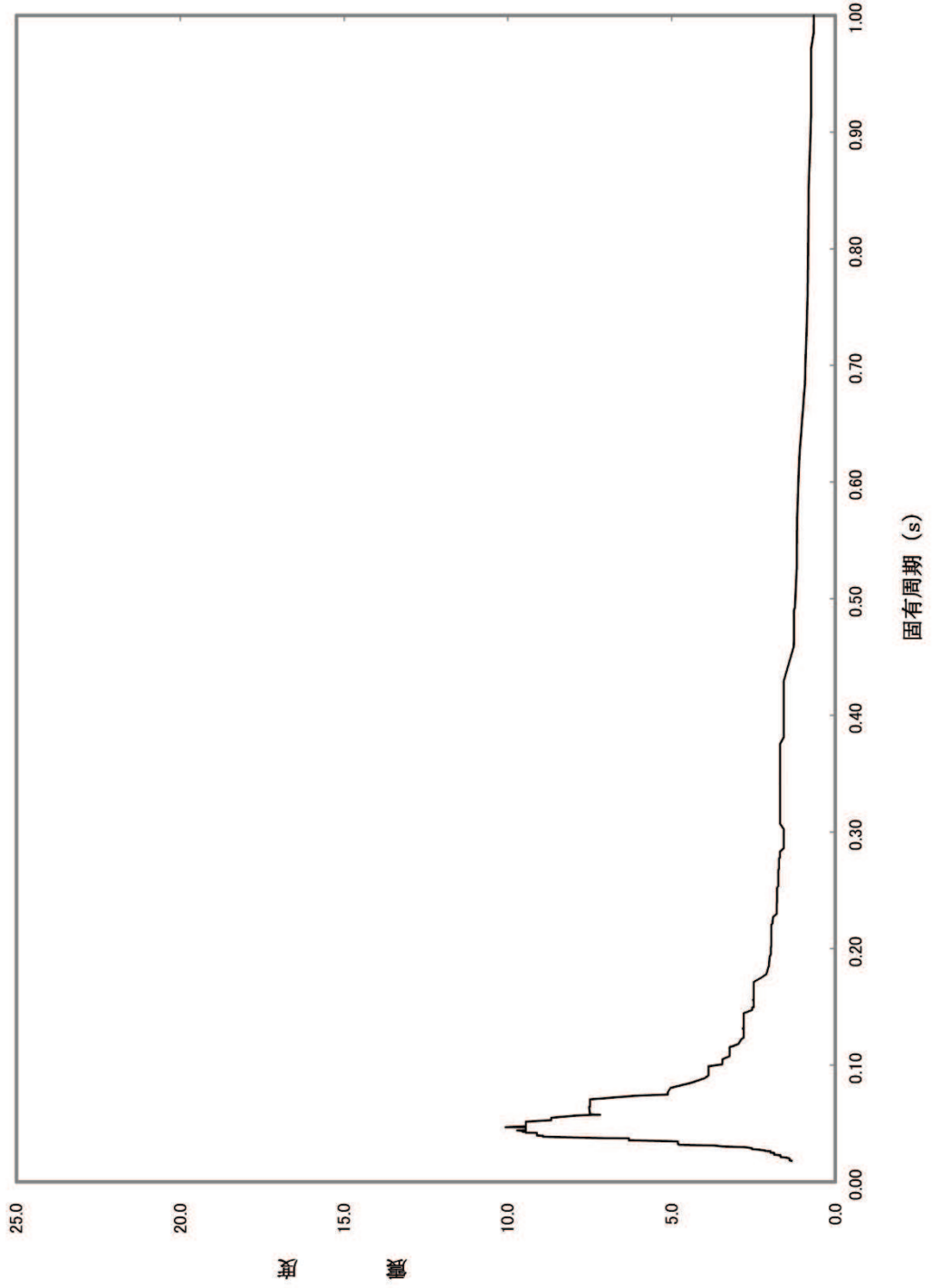


図 5.24-2-9 固有周期毎の鉛直方向の震度 (0. P. 7. 00m)

図番 : 02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_1.0\_EWH\_-1.100\_h\_Rev00\_a

標高 : 0.P. -1.100m

波形名 : Ss-AL

構造物名 : 3号海水熱交換器建屋

減衰定数 : 1.0

——水平方向

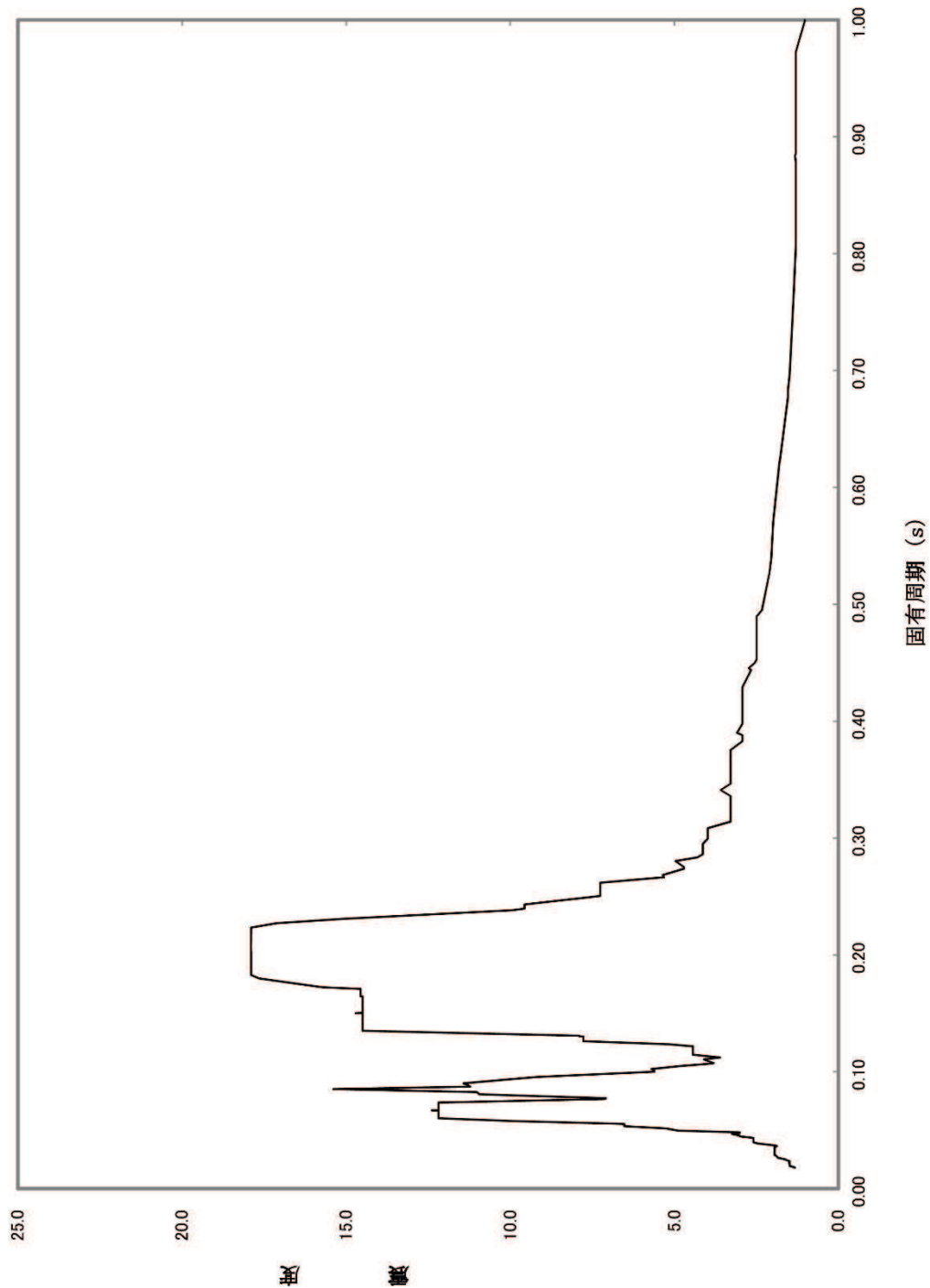


図 5.24-2-10 固有周期毎の水平方向の震度 (0.P.-2.10m)

図番 : 02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_1.0\_UDH\_-1.100\_h\_Rev00\_a

標高 : 0.P. -1.100m  
波形名 : Ss-AL

構造物名 : 3号海水熱交換器建屋  
減衰定数 : 1.0

——鉛直方向

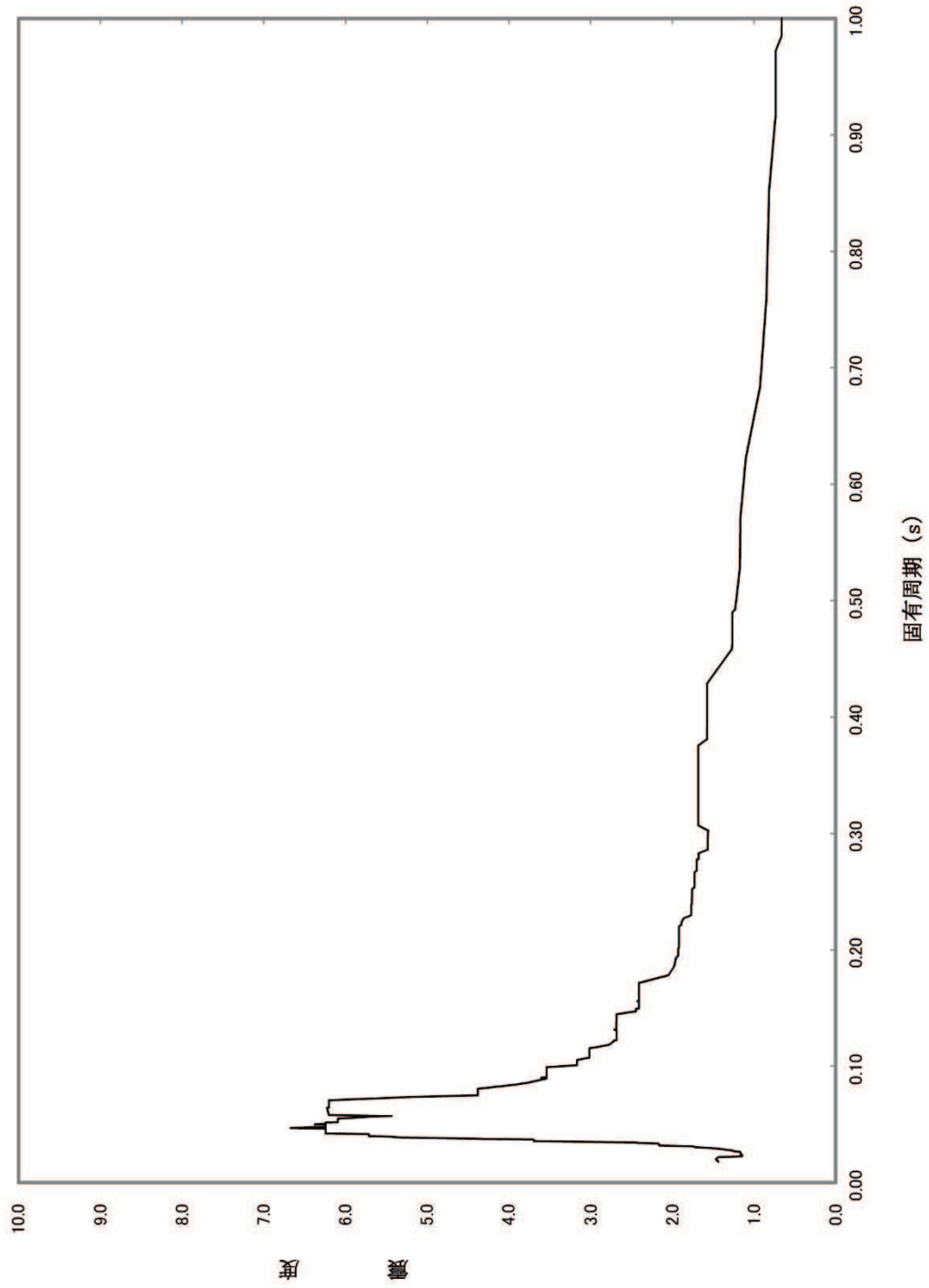


図 5.24-2-11 固有周期毎の鉛直方向の震度 (0.P.-2.10m)

(5) 評価結果

表 5. 24. 2-11 に示すとおり，算出応力はそれぞれの許容応力以下である。

表 5. 24. 2-11 ポンプ基礎ボルト評価結果

評価対象設備	評価対象部位	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
原子炉補機冷却海水ポンプ	基礎ボルト	41	475
タービン補機冷却海水ポンプ		143	184
高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ		35	184
循環水ポンプ		30	190

評価結果は，算出応力と許容応力を踏まえ，評価上厳しい箇所の結果について記載する。



## 5.24 津波の流入防止に係る津波バウンダリとなる設備の評価

### 5.24.3 3号機取水側海水系配管の基準地震動 $S_s$ に対する耐震評価

#### (1) 概要

3号機取水側海水系配管のうち屋外に露出している配管については、基準地震動 $S_s$ による地震力により設備が損傷した場合、津波による溢水が敷地へ浸水する可能性があるため、基準地震動 $S_s$ による地震力に対してバウンダリ機能を維持することが必要である。

本資料は、3号機取水側海水系配管のうち屋外に露出している配管について、基準地震動 $S_s$ に対し、十分な構造強度を有していることを説明するものである。

#### (2) 評価条件

##### a. 計算方法

3次元はりモデルにより基準地震動 $S_s$ に対する健全性評価を実施する。また、固有値解析及び構造評価で用いる解析コードは、「ISAP」を原子炉補機冷却海水系配管及び高压炉心スプレイ補機冷却海水系配管に、「SAP-V」をタービン補機冷却海水系配管に、「AUTO-PIPE」を循環水系配管に使用するものとする。

##### b. 荷重及び荷重の組合せ

###### (a) 荷重の種類

応力評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

- ・ 常時作用する荷重 ( $D$ )

死荷重は、持続的に生じる荷重であり、自重とする。

- ・ 内圧荷重 ( $P_D$ )

内圧荷重は、当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重とする。

- ・ 機械的荷重 ( $M_D$ )

当該設備に設計上定められた機械的荷重とする。

- ・ 地震荷重 ( $S_s$ )

地震荷重は、基準地震動 $S_s$ により定まる地震力とする。

###### (b) 荷重の組み合わせ

評価に用いる荷重の組合せを表 5.24.3-1 に示す。

表 5.24.3-1 配管の荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	評価部位
$IV_A S$	$D + P_D + M_D + S_s$	配管

c. 許容限界

配管評価における許容限界を表 5. 24. 3-2 に示す。

表 5. 24. 3-2 配管の許容限界

区分	耐震 重要度 分類	荷重の 組合せ	許容 応力 状態	許容限界*1			
				一次一般 膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+ 二次応力	一次+二次+ ピーク応力
配管	S, C	D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	0.6 · S <sub>u</sub>	左欄の 1.5 倍 の値	*2 S <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析 を行い、疲労累積係数が 1.0 以 下であること。但し、地震動の みによる一次+二次応力の変動 値が 2 · S <sub>y</sub> 以下であれば、疲労 解析は不要。	

注記 \*1: 軸力による全断面平均応力については許容応力状態 III<sub>A</sub>S の一次一般膜応力の許容値の 0.8 倍の値とする。

\*2: 2 · S<sub>y</sub> を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3536 (1), (2), (4) 及び (5) (ただし, S<sub>m</sub> は 2/3 · S<sub>y</sub> と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

d. 評価対象系統

評価対象の配管仕様及び使用材料の許容応力評価条件を表 5.24.3-3~4 に示す。

表 5.24.3-3 評価対象の配管仕様

評価対象	口径	板厚 (mm)	材質
3号機原子炉補機冷却海水系	500A	9.5	
3号機タービン補機冷却海水系	500A	9.5	
3号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水系	200A	8.2	
3号機循環水系	3400φ	14.0	

表 5.24.3-4 使用材料の許容応力評価条件

材料	最高使用温度 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
	50		
	40		
	66		
	40		

e. 評価モデル

各系統の評価モデルを図5.24.3-1~7に示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

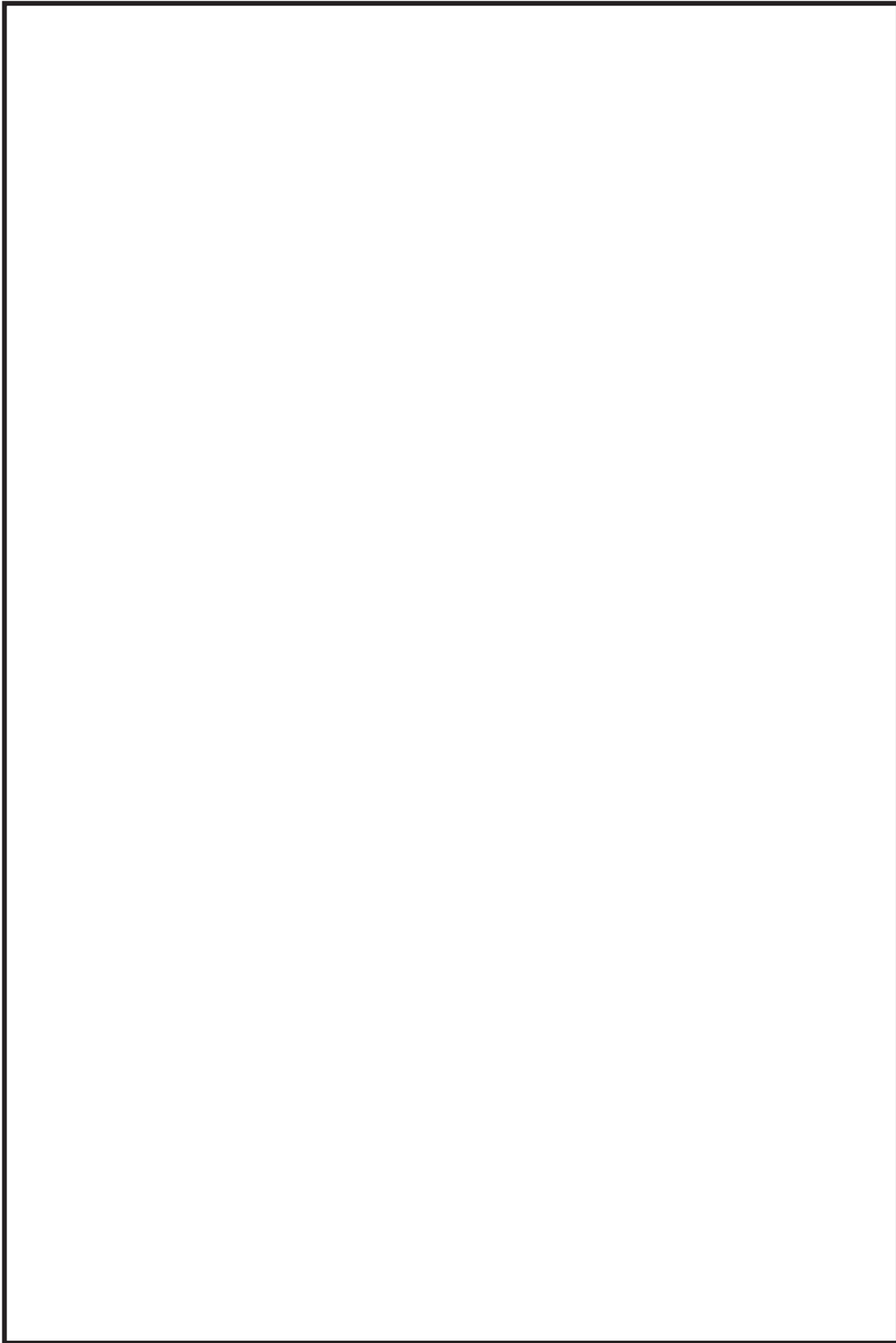


図 5.24.3-1 3号原子炉補機冷却海水系（A系） 系統評価モデル図

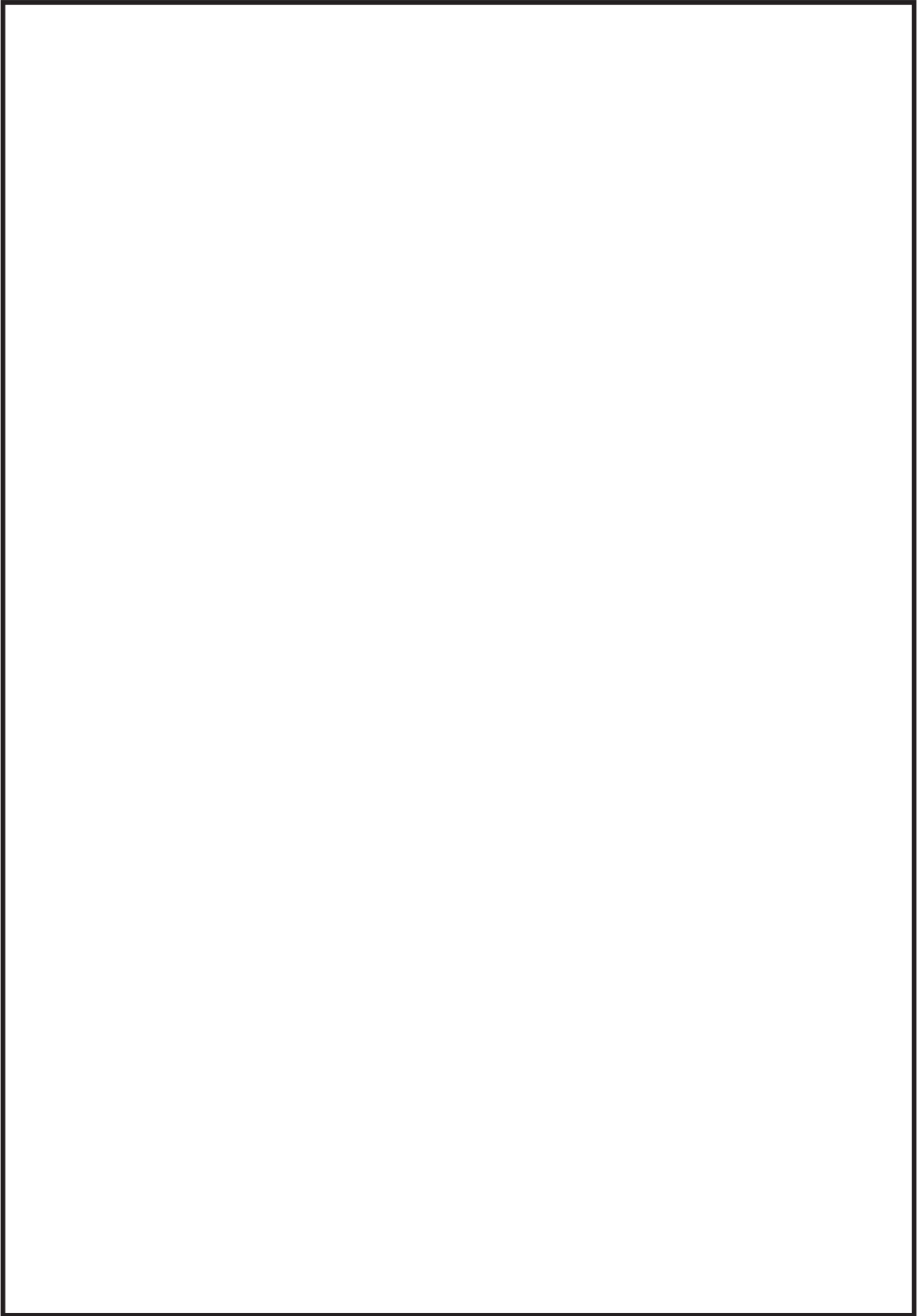


図 5.24.3-2 3号原子炉補機冷却海水系（B系） 系統評価モデル図

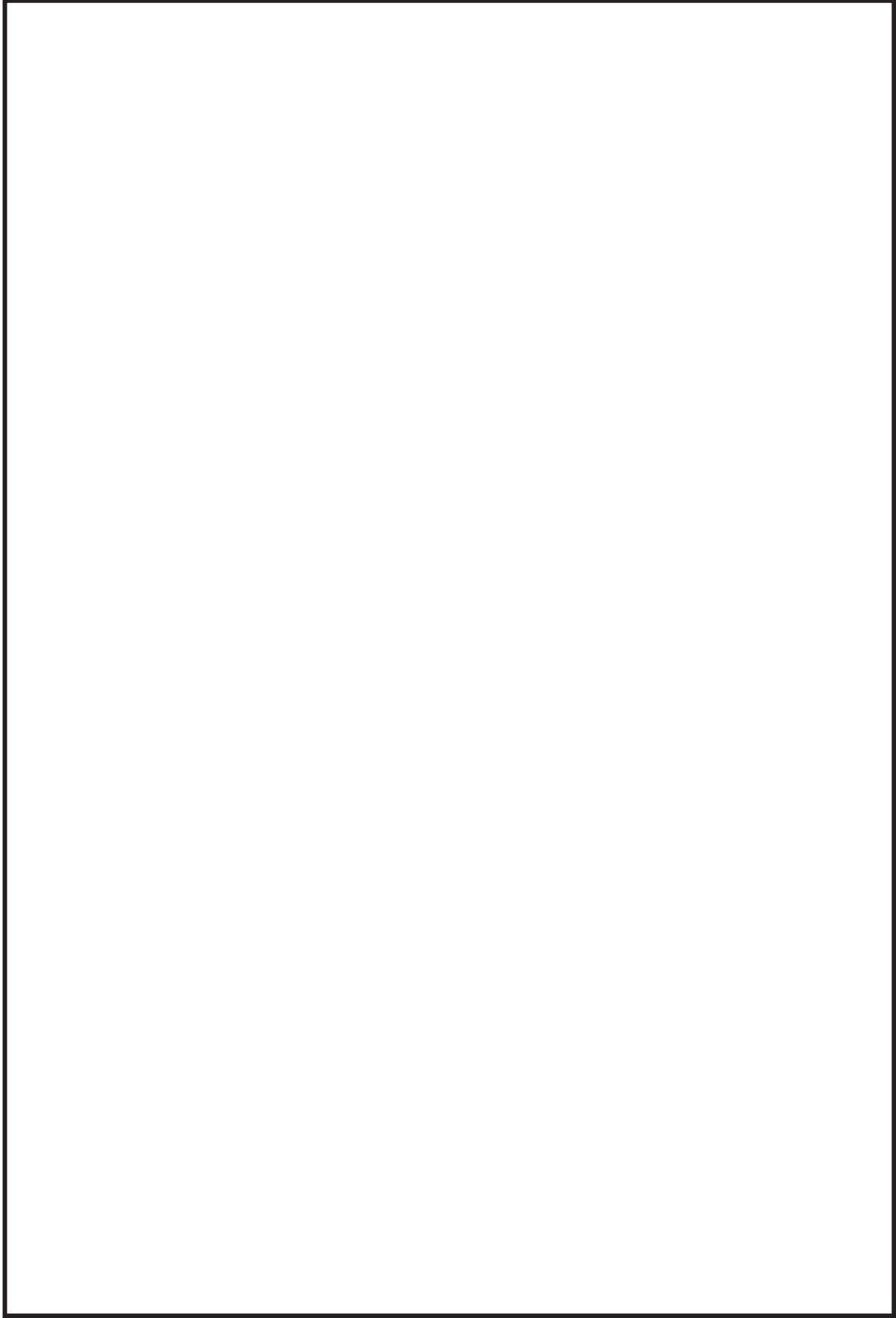


図 5.24.3-3 3号高压炉心スプレイ補機冷却海水系 系統評価モデル図

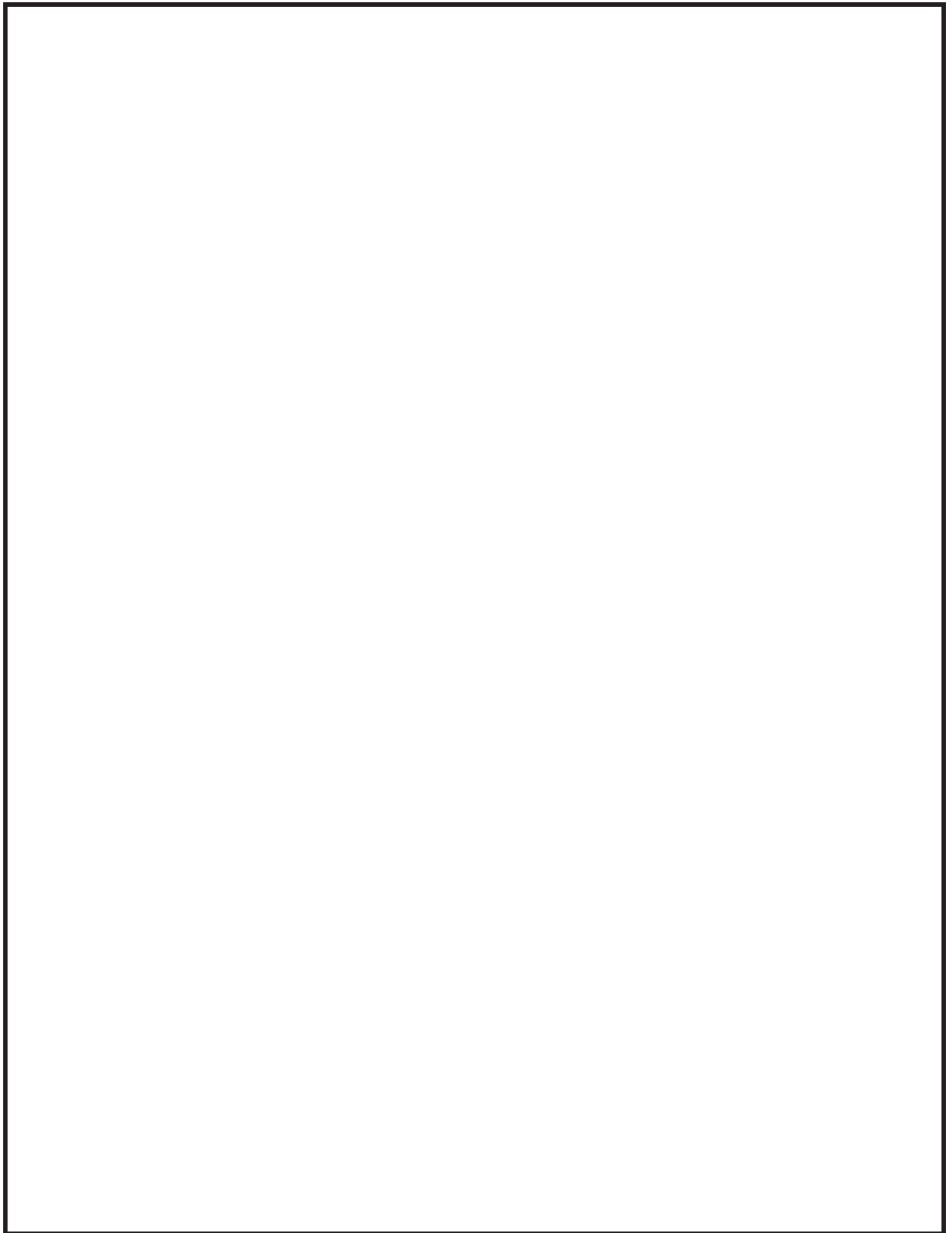


図 5.24.3-4 3号タービン補機冷却海水系 系統評価モデル図 (1 / 3)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



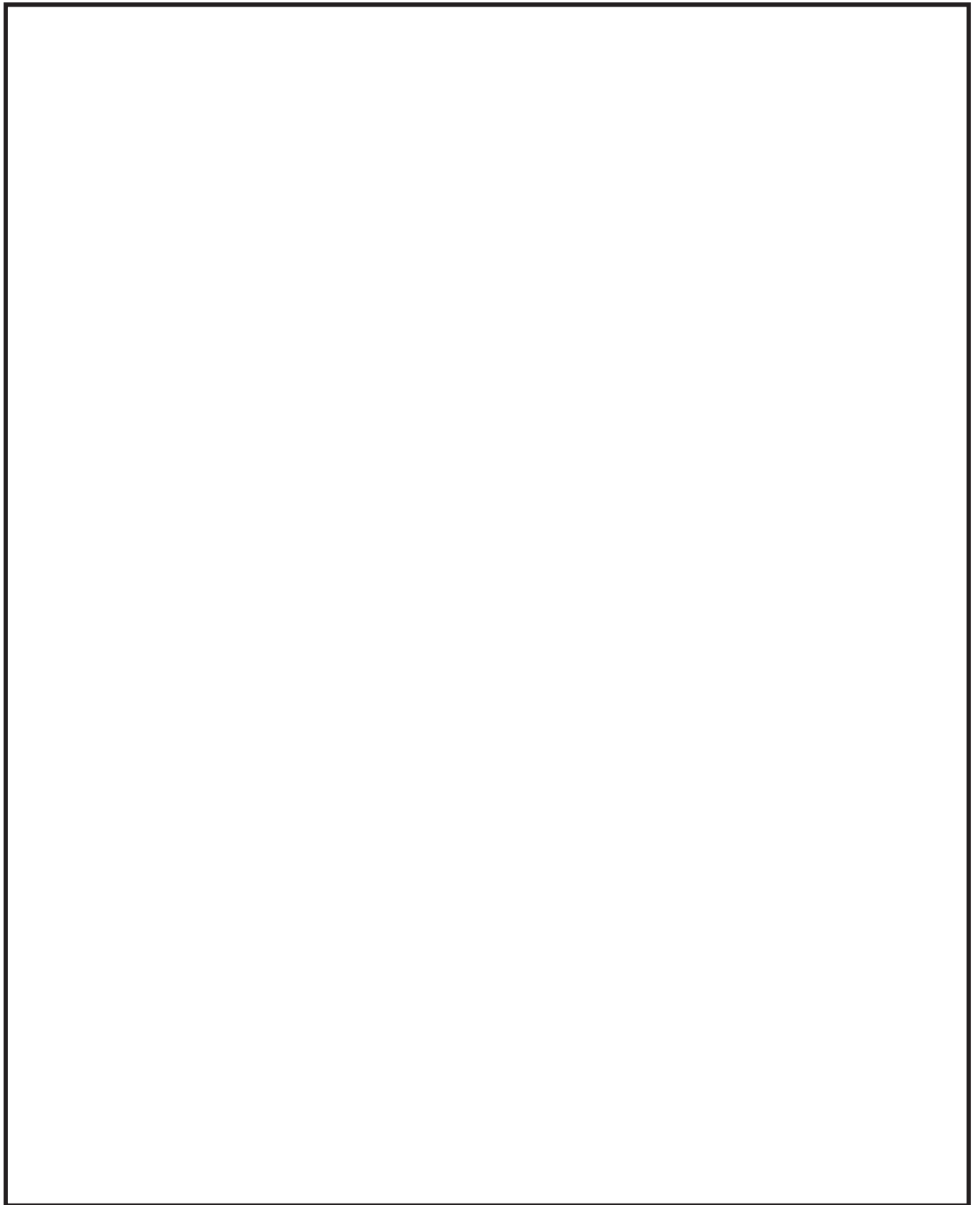


図 5.24.3-5 3号タービン補機冷却海水系 系統評価モデル図 (2 / 3)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

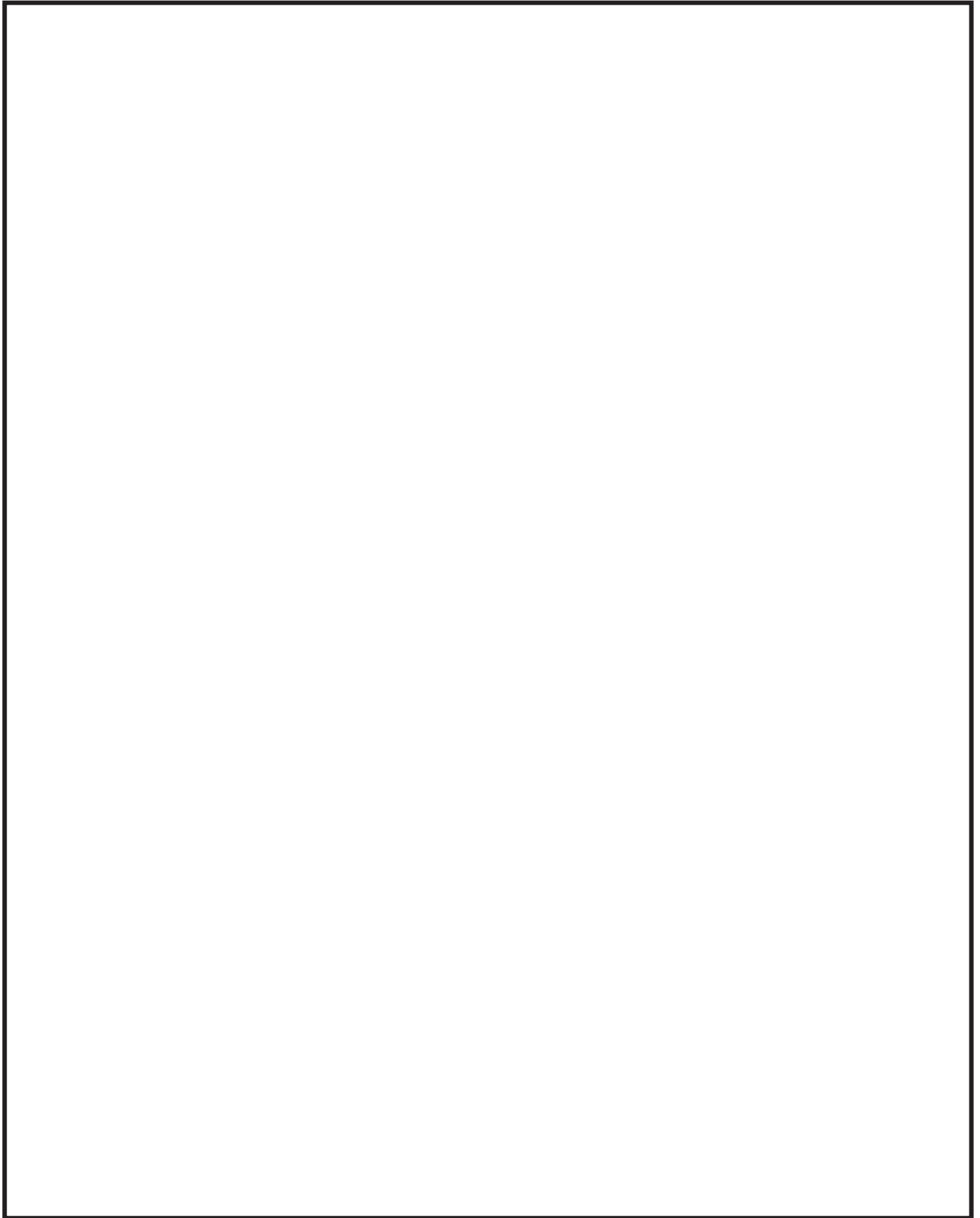


図 5.24.3-6 3号タービン補機冷却海水系 系統評価モデル図 (3 / 3)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

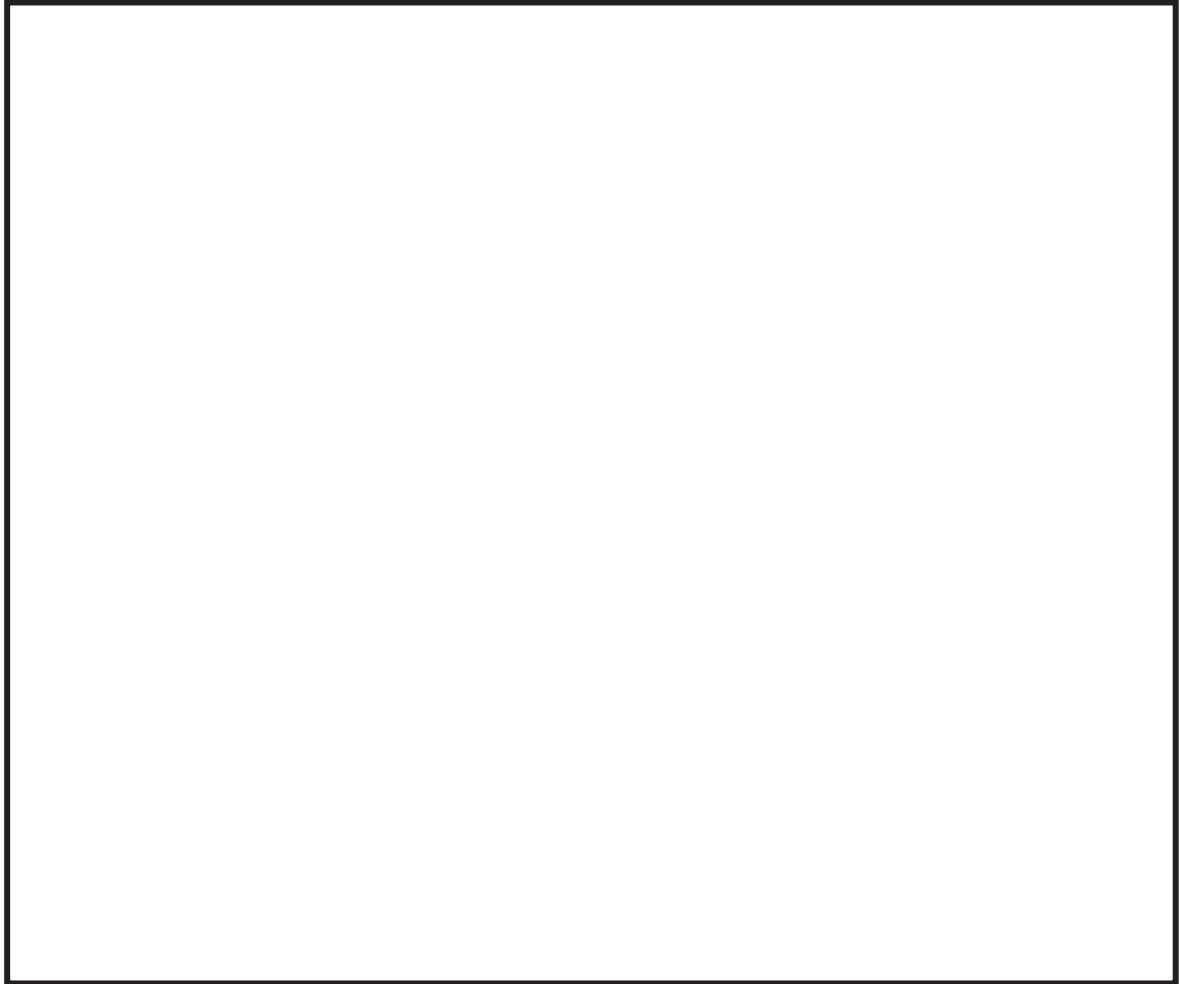


図 5.24.3-7 3号循環水系 系統評価モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

f. 設計用地震力

本資料において考慮する設計用地震力を表 5.24.3-5～6 に示す。また、算出に用いる設計用床応答曲線を図 5.24.3-8～13 に示す。

なお、設計用床応答曲線はVI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」を参考に策定した基準地震動  $S_s$  のものを用いる。また、減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」を参考に策定した減衰定数を用いる。

表 5.24.3-5 3号原子炉補機冷却海水系配管, 3号タービン補機冷却海水系配管,  
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管の設計用地震力

建物・構築物	標高 (O.P. (m))	減衰定数 (%)
3号海水熱交換器建屋	14.0	2.0
	7.0	
	-2.1	

表 5.24.3-6 3号循環水系配管の設計用地震力

地震動	床面高さ*1 O.P. (m)	場所	設計震度*2	
基準地震動 $S_s$	-1.55	3号機海水ポンプ室	水平方向 $C_H$	2.86
			鉛直方向 $C_V$	4.10

注記 \*1 : 基準床レベルを示す。

\*2 : 剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から設置床の最大応答加速度を 1.2 倍した震度 (1.2ZPA) を適用する。

図番 : 02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_2.0\_ENH\_15.000\_h\_Rev00\_a  
 標高 : 0. P. 15.000m  
 波形名 : Ss-AL  
 構造物名 : 3号海水熱交換器建屋  
 減衰定数 : 2.0  
 —— 水平方向

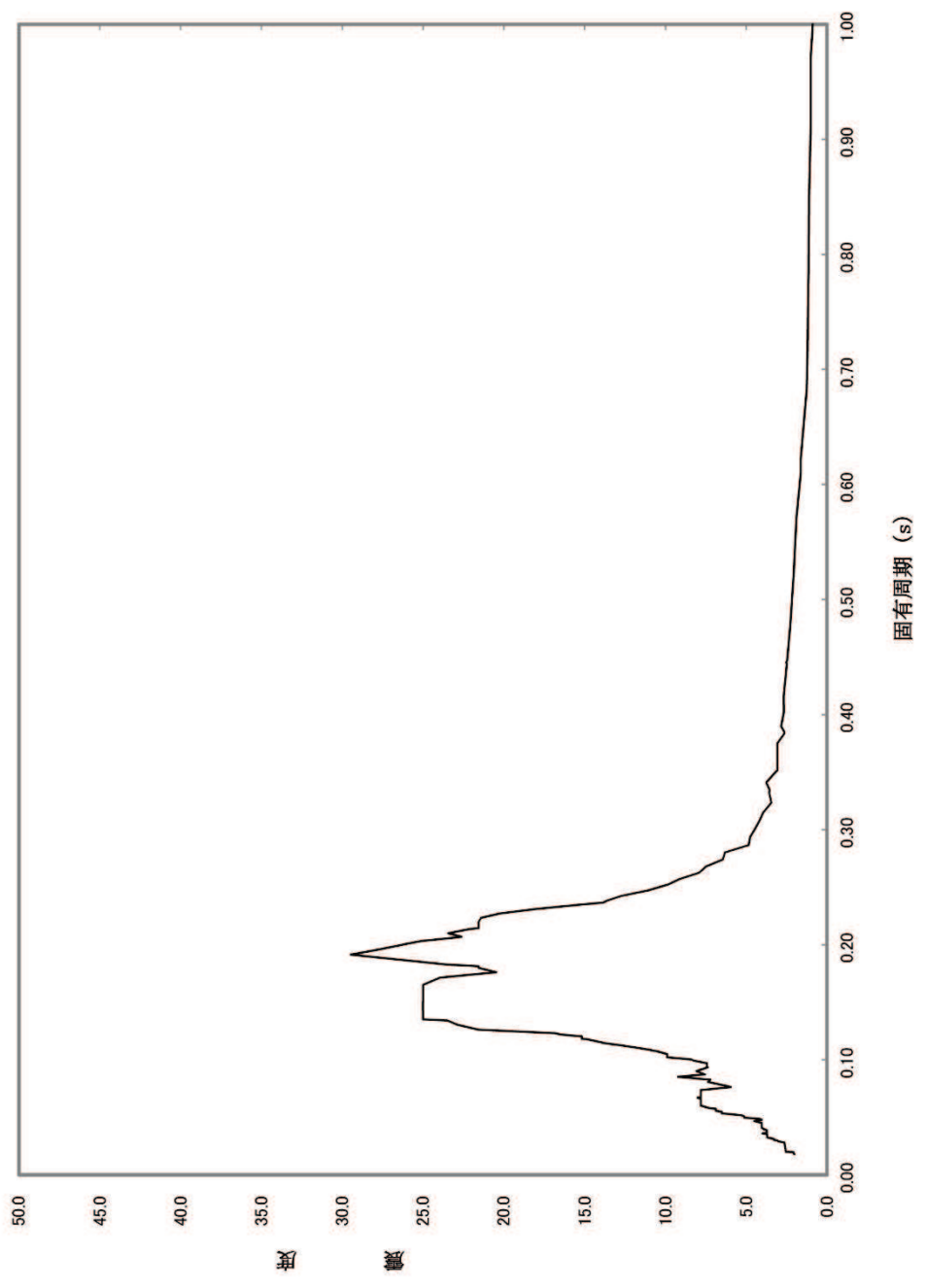


図 5.24.3-8 固有周期毎の水平方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (0. P. 14.00m)

図番： 02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_2.0\_UDH\_15.000\_h\_Rev00\_a

構造物名： 3号海水熱交換器建屋  
減衰定数： 2.0  
標高： 0.P. 15.000m  
波形名： Ss-AL

——鉛直方向

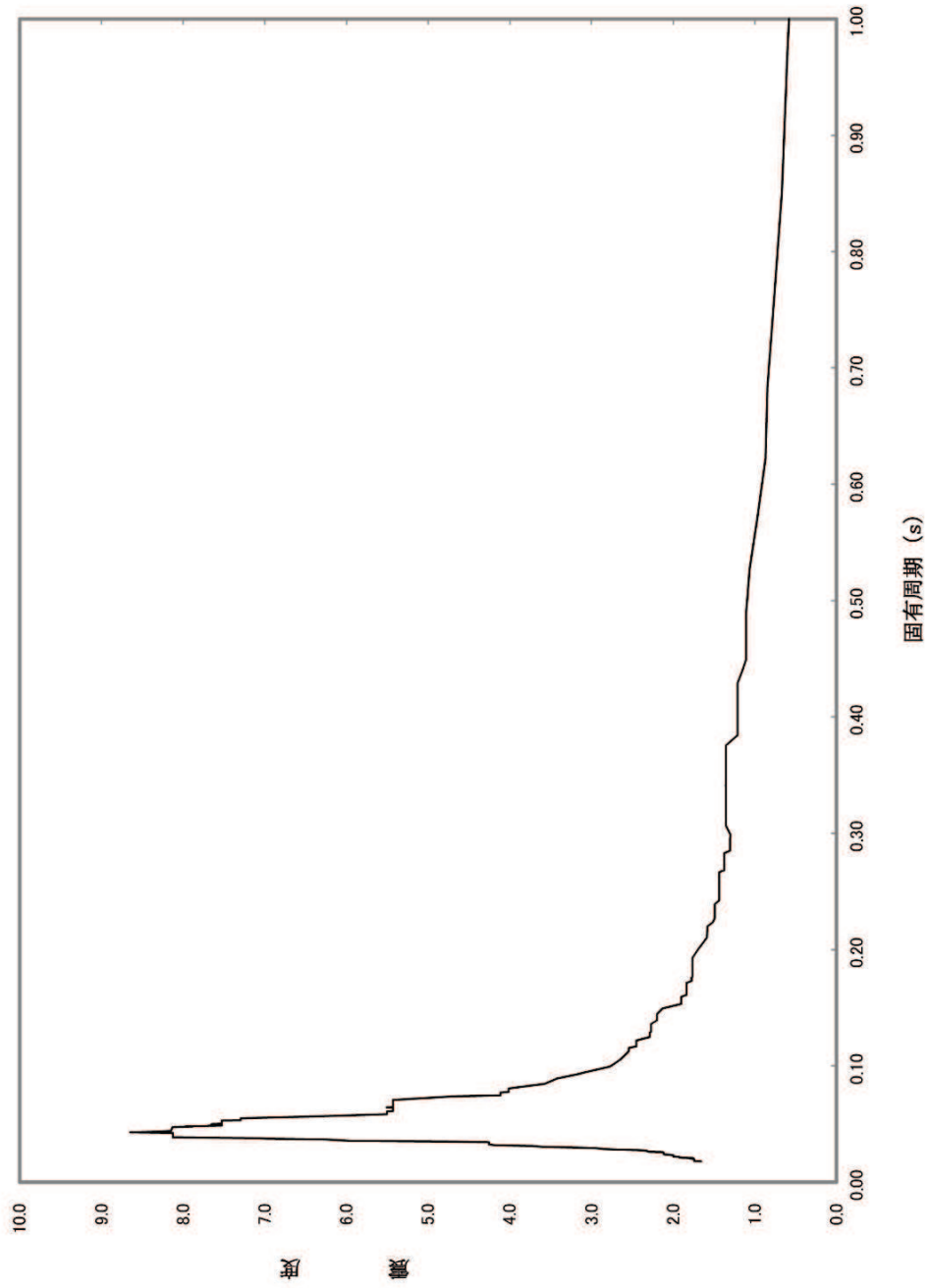
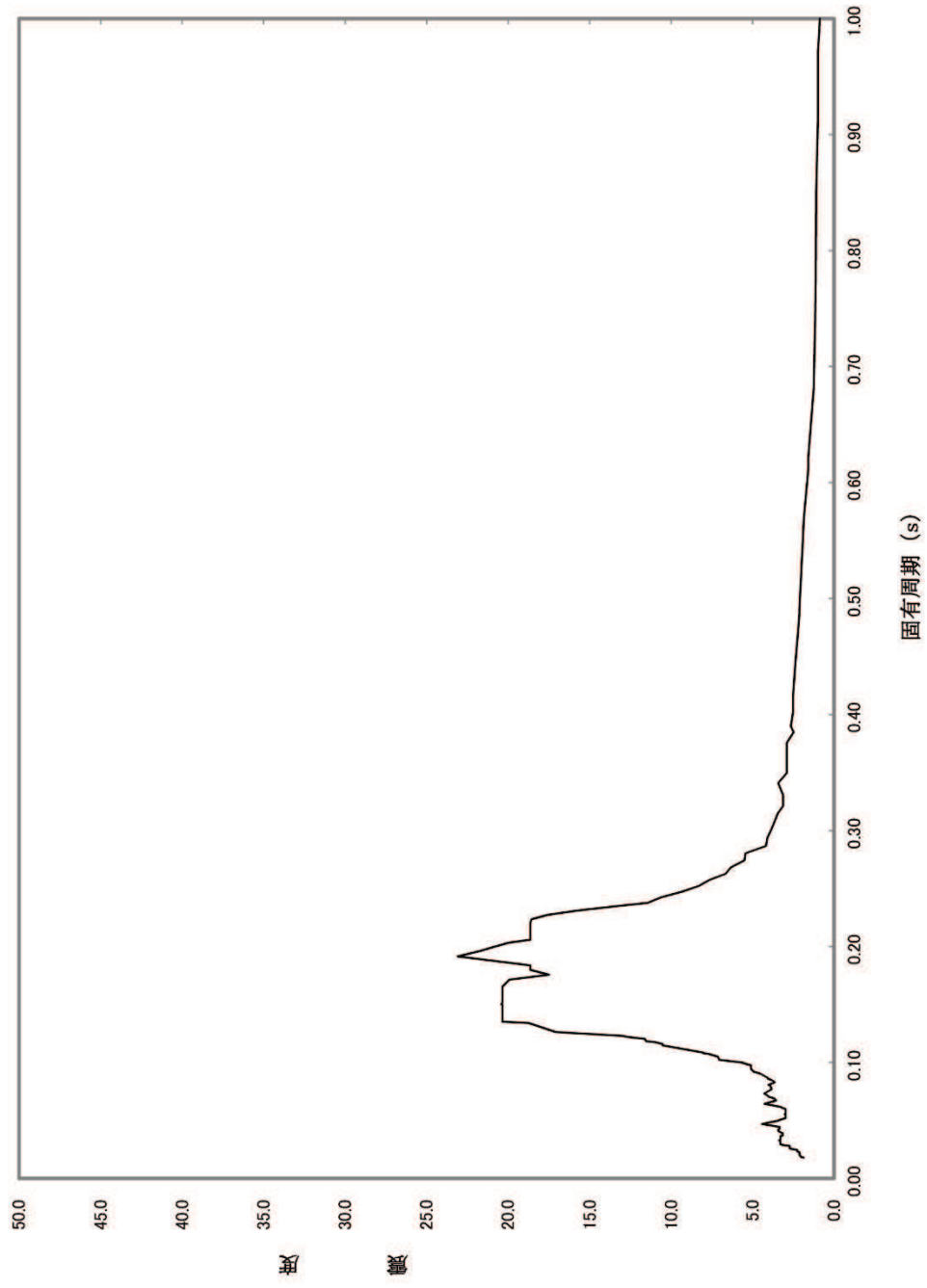


図 5.24.3-9 固有周期毎の鉛直方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (O.P. 14.00m)

构造物名：3号海水熱交換器建屋  
 減衰定数：2.0  
 標高：0.P. 8.000m  
 波形名：Ss-AL  
 図番：02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_2.0\_ENH\_8.000\_h\_Rev00\_a  
 —— 水平方向



5.24.3-10 固有周期毎の水平方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (0.P.7.00m)



図番： 02\_31x\_Ss-AL\_C00\_2.0\_IDML8.000\_h\_Rev00\_a  
 構造物名： 3号海水熱交換器建屋  
 減衰定数： 2.0  
 標高： 0. P. 8.000m  
 波形名： Ss-AL  
 ——鉛直方向

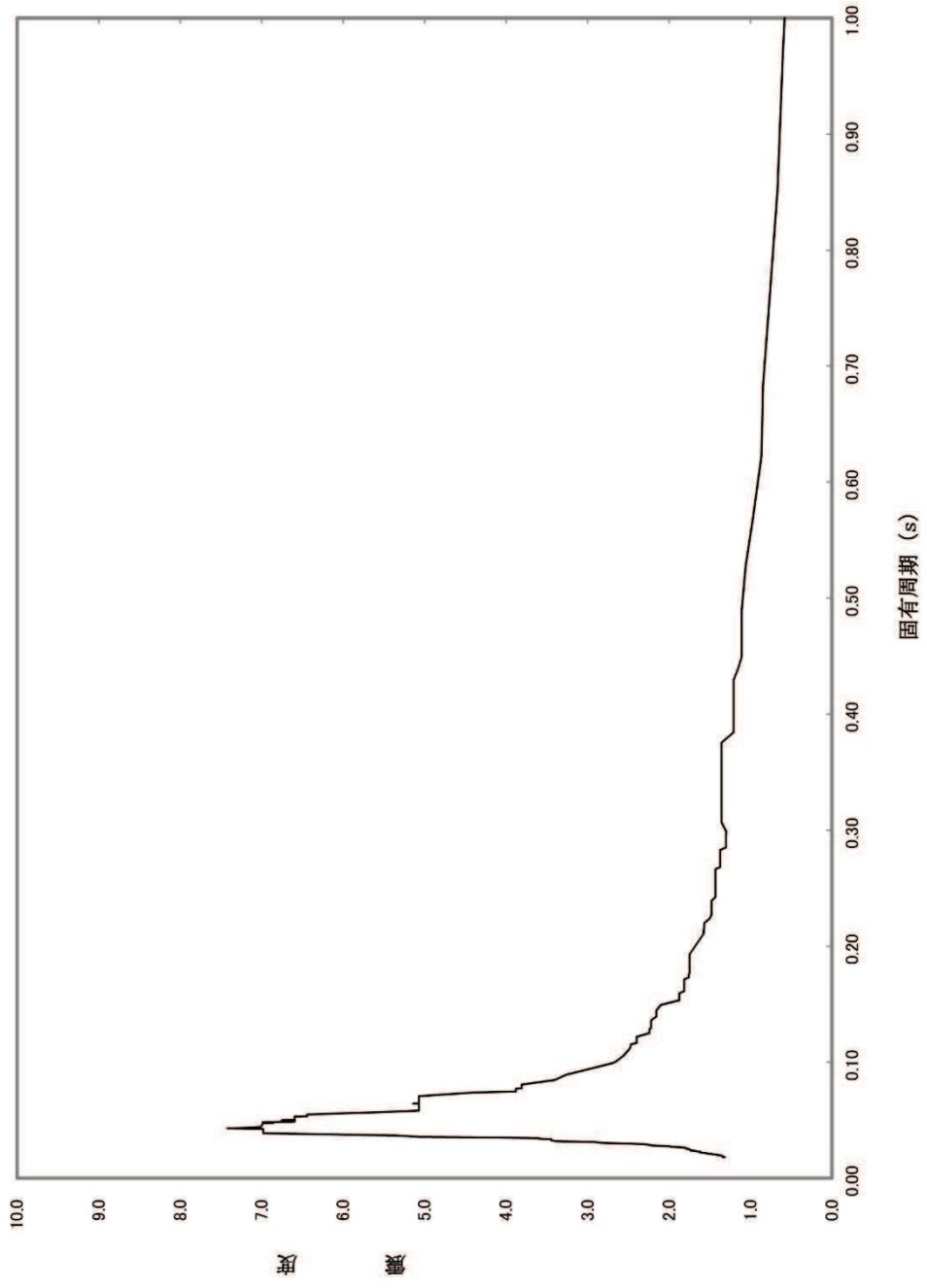


図 5.24.3-11 固有周期毎の鉛直方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (0. P. 7.00m)

构造物名：3号海水熱交換器建屋  
 減衰定数：2.0  
 標高：0.P. -1.100m  
 波形名：Ss-AL  
 図番：02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_2\_0\_ENH\_-1.100\_h\_Rev00\_a  
 ——水平方向

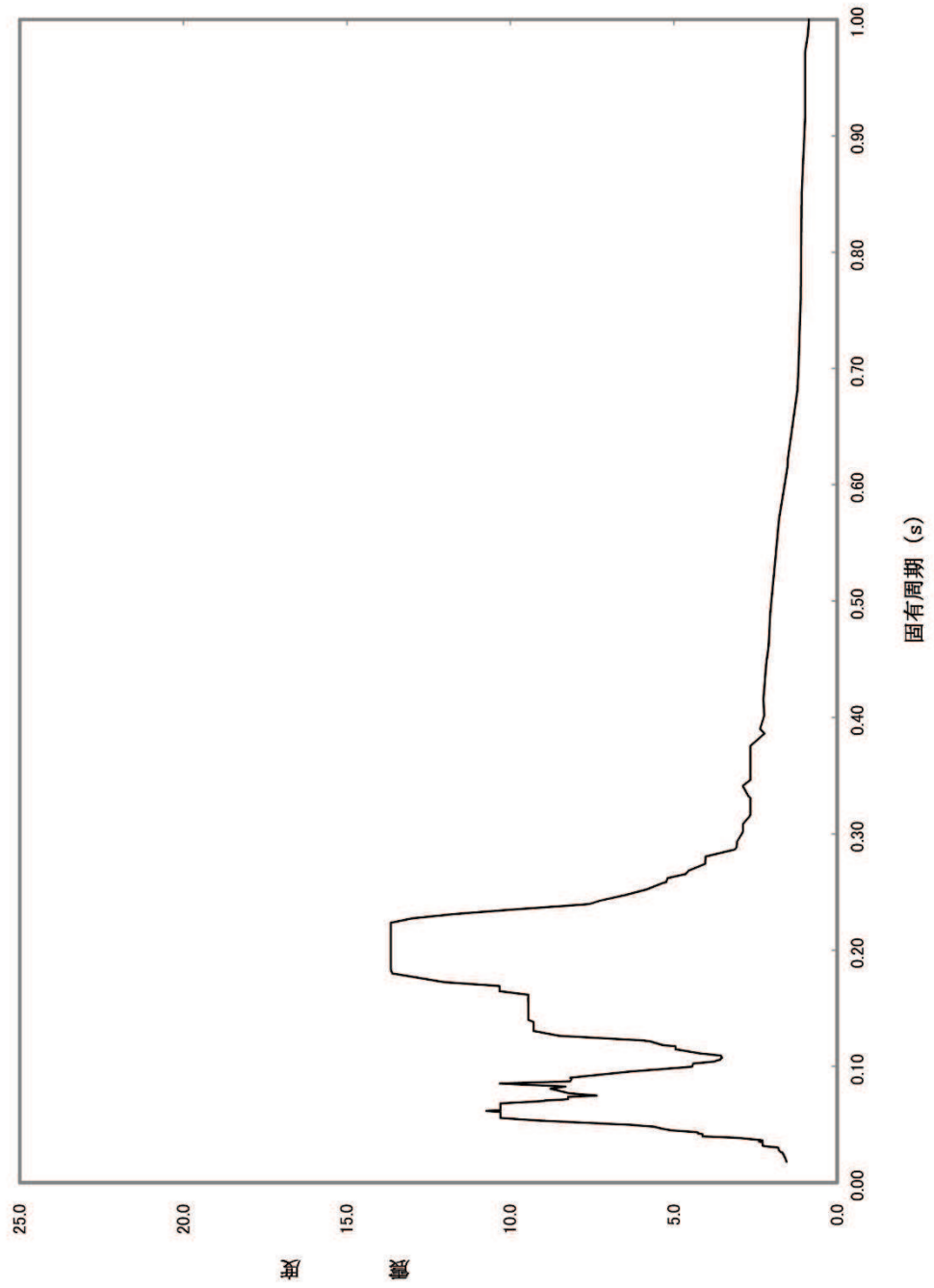


図 5.24.3-12 固有周期毎の水平方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (0.P. -2.10m)

図番 : 02\_3HX\_Ss-AL\_C00\_2.0\_UDH\_-1.100\_h\_Rev00\_a

構造物名 : 3号海水熱交換器建屋  
減衰定数 : 2.0

標高 : 0.P. -1.100m  
波形名 : Ss-AL

——鉛直方向

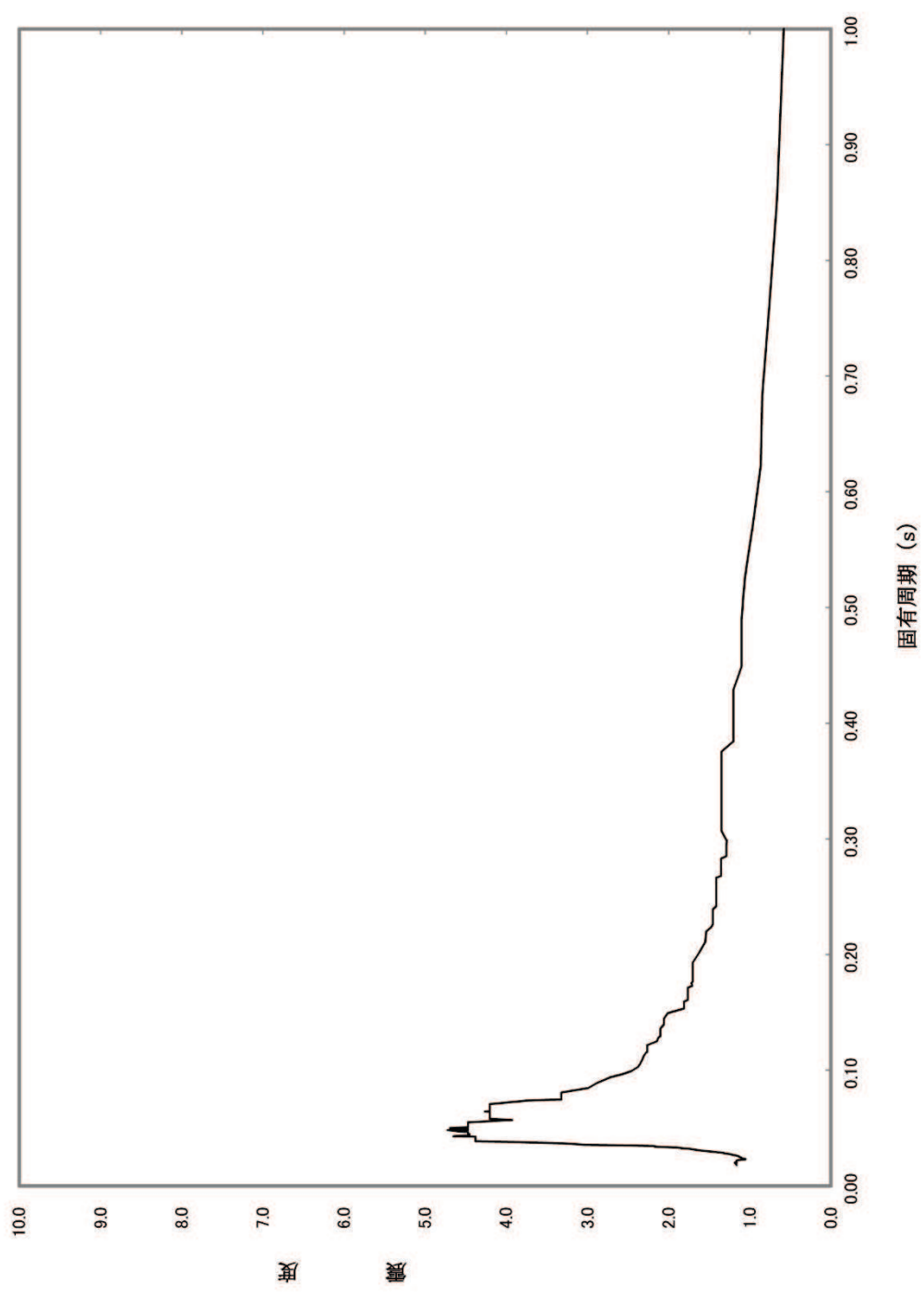


図 5.24.3-13 固有周期毎の鉛直方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (0.P. -2.10m)

(3) 解析結果及び評価

a. 固有周期及び設計震度

各系統代表の固有周期及び設計震度を表 5. 24. 3-7～11 に示す。

表 5. 24. 3-7 3号原子炉補機冷却海水系配管（A系）及び  
3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁（A）（C）の評価震度

適用する地震動		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		鉛直震度*1
		X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次	0.087	8.17	8.17	3.33
2 次	0.078	8.42	8.42	3.81
3 次	0.077	8.24	8.24	3.87
4 次	0.074	8.23	8.23	4.44
5 次	0.062	10.69	10.69	5.07
6 次	0.061	10.49	10.49	5.07
7 次	0.054	9.31	9.31	6.45
8 次*2	0.049	—	—	—
動的震度*3		2.24	2.24	1.59

注記\*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*3：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1.2ZPA)

表 5.24.3-8 3号原子炉補機冷却海水系配管（B系）及び  
3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁（B）（D）の評価震度

適用する地震動		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		鉛直震度*1
		X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次	0.078	8.39	8.39	3.81
2 次	0.077	8.05	8.05	3.88
3 次	0.075	7.37	7.37	3.88
4 次	0.070	9.32	9.32	5.07
5 次	0.060	10.31	10.31	5.07
6 次*2	0.049	—	—	—
動的震度*3		2.24	2.24	1.59

注記 \*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*3：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1.2ZPA)

表 5.24.3-9 3号タービン補機冷却海水系配管及び  
3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の評価震度

適用する地震動		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		鉛直震度*1
		X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次	0.299	2.40	2.94	1.29
2 次	0.299	2.38	2.95	1.29
3 次	0.213	7.49	13.66	1.56
4 次	0.199	10.13	13.66	1.66
5 次	0.198	10.16	13.66	1.67
6 次	0.136	9.29	9.31	2.11
7 次	0.119	5.49	3.61	2.28
8 次	0.115	4.90	3.51	2.30
28 次	0.051	7.41	3.55	4.48
29 次*2	0.048	—	—	—
動的震度*3		1.74	1.74	1.24

注記 \*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*3：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1.2ZPA)

表 5. 24. 3-10 3号高压炉心スプレイ補機冷却海水系配管及び  
3号高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ吐出弁の評価震度

適用する地震動		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		鉛直震度*1
		X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次	0.090	8.16	8.16	3.37
2 次	0.071	8.95	8.95	5.44
3 次	0.064	10.31	10.31	5.49
4 次	0.056	10.31	10.31	6.46
5 次	0.051	7.03	7.03	7.53
6 次*2	0.048	—	—	—
動的震度*3		2.95	2.95	1.95

注記 \*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*3：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1. 2ZPA)

表 5. 24. 3-11 循環水系配管の評価震度

適用する地震動		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		鉛直震度
		X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次*1	0.013	—	—	—
動的震度*2		2.86	2.86	4.10

注記 \*1：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*2：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1. 2ZPA)

(4) 評価結果

表 5.24.3-12 に示すとおり，最大応力はそれぞれの許容値以下である。

表 5.24.3-12 配管評価結果

系統名称	応力種類			
	一次		一次＋二次	
	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	算出応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
3号原子炉補機冷却海水系配管	185	368	346	478
3号タービン補機冷却海水系配管	130	360	227	490
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	167	329	305	418
3号循環水系配管	37	180	29	270

評価結果は，算出応力と許容応力を踏まえ，評価上厳しい箇所の結果について記載する。



## 5.24 津波の流入防止に係る津波バウンダリとなる設備の評価

### 5.24.4 2号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価

#### (1) 概要

2号機及び3号機海水ポンプについては、津波による圧力により設備が損傷した場合、津波による溢水が敷地へ浸水する可能性があるため、津波に対して健全性を維持する必要がある。

本資料は、2号機及び3号機海水ポンプに対して、津波による圧力を考慮した荷重に対し、十分な構造強度を有していることを説明するものである。

#### (2) 評価対象機器

評価対象機器について表 5.24.4-1 に示す。

表 5.24.4-1 評価対象機器

機器名称	設置場所
2号原子炉補機冷却海水ポンプ	2号海水ポンプ室補機ポンプエリア
2号タービン補機冷却海水ポンプ	2号海水ポンプ室補機ポンプエリア
2号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	2号海水ポンプ室補機ポンプエリア
2号循環水ポンプ	2号海水ポンプ室循環水ポンプエリア
3号原子炉補機冷却海水ポンプ	3号海水熱交換器建屋
3号タービン補機冷却海水ポンプ	3号海水熱交換器建屋
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	3号海水熱交換器建屋
3号循環水ポンプ	3号海水ポンプ室

#### (3) 構造強度評価方法

津波のバウンダリとなるポンプケーシングについては、津波襲来時に取水ピット部に津波が到達し、水位が上昇することによる圧力が作用することから、考慮する津波高さによる静水頭が内圧としてポンプケーシングに作用した場合の健全性について評価する。

また、津波発生時にポンプが継続運転される可能性がある場合は、津波高さによる静水頭に運転圧を考慮した評価を実施する。津波高さについては表 5.24.4-2、津波発生時の継続運転有無及び運転圧力について表 5.24.4-3 に示す。許容値は各系統の最高使用圧力とし、表 5.24.4-4 に示す。

表 5. 24. 4-2 津波高さによる静水頭の算出条件

機器名称	設計津波高さ* <sup>1</sup> (m)	ポンプ設置高さ (m)	備考
2号原子炉補機冷却海水ポンプ	0. P. +18. 6	0. P. +2. 0	
2号タービン補機冷却海水ポンプ	0. P. +18. 6	0. P. +2. 0	
2号高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	0. P. +18. 6	0. P. +2. 0	
2号循環水ポンプ	0. P. +18. 6	0. P. -0. 8	
3号原子炉補機冷却海水ポンプ	0. P. +19. 5	0. P. +2. 0	
3号タービン補機冷却海水ポンプ	0. P. +19. 5	0. P. +2. 0	
3号高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	0. P. +19. 5	0. P. +2. 0	
3号循環水ポンプ	0. P. +19. 0	0. P. -0. 8	

\* 1 : 設計津波高さ = 入力津波高さ + 余裕 (0. 5m)

表 5. 24. 4-3 津波発生時継続運転

機器名称	継続運転有無	運転圧力* <sup>1</sup> (MPa)	備考
2号原子炉補機冷却海水ポンプ	有	0. 58	津波時に運転を継続
2号タービン補機冷却海水ポンプ	無	—	津波時に停止する運用
2号高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	有	0. 57	津波時に運転を継続
2号循環水ポンプ	無	—	津波時に停止する運用
3号原子炉補機冷却海水ポンプ	有	0. 54	保守的に津波時の運転を想定* <sup>2</sup>
3号タービン補機冷却海水ポンプ	無	—	津波時に停止する運用
3号高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	有	0. 53	保守的に津波時の運転を想定* <sup>2</sup>
3号循環水ポンプ	—	—	系統停止 (乾燥保管運用)

注記 \* 1 : 運転圧力は保守的に工場試験で実施した締切運転時の全揚程実測値とする。

\* 2 : 当該系統は耐震Sクラス設計としているため、運転を継続できる可能性が高いこと、また、運転圧力を考慮した方が保守的な評価となるため、運転時の評価を実施する。

表 5. 24. 4-4 各系統の最高使用圧力（許容値）

機器名称	最高使用圧力 (MPa)
2号原子炉補機冷却海水ポンプ	0.78
2号タービン補機冷却海水ポンプ	0.69
2号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	0.78
2号循環水ポンプ	0.38
3号原子炉補機冷却海水ポンプ	0.80
3号タービン補機冷却海水ポンプ	0.70
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	0.80
3号循環水ポンプ	0.38

(4) 計算方法

内圧は以下の計算式より算出する。

- a. 津波発生時にポンプが継続運転となる系統

$$\text{内圧} = \text{運転圧力} + \text{津波高さによる静水頭} (\rho_0 \cdot g \cdot H)$$

- b. 津波発生時にポンプが停止となる系統

$$\text{内圧} = \text{津波高さによる静水頭} (\rho_0 \cdot g \cdot H)$$

ここで,

$\rho_0$  : 海水の密度 (1030 kg/m<sup>3</sup>)

$g$  : 重力加速度 (9.80665 m/s<sup>2</sup>)

$H$  : 評価高さ (設計津波高さ - ポンプ設置高さ)

(5) 評価結果

表 5. 24. 4-5 に示すとおり，算出した内圧が許容値以下であることを確認した。

表 5. 24. 2-5 内圧評価結果

機器名称	内圧(MPa)			許容値 (MPa)
	運転圧力	津波高さによる静水頭	合計	
2号原子炉補機冷却海水ポンプ	0.58	0.17	0.75	0.78
2号タービン補機冷却海水ポンプ	—	0.17	0.17	0.69
2号高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	0.57	0.17	0.74	0.78
2号循環水ポンプ	—	0.20	0.20	0.38
3号原子炉補機冷却海水ポンプ	0.54	0.18	0.72	0.80
3号タービン補機冷却海水ポンプ	—	0.18	0.18	0.70
3号高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	0.53	0.18	0.71	0.80
3号循環水ポンプ	—	0.20	0.20	0.38

## 5.24 津波の流入防止に係る津波バウンダリとなる設備の評価

### 5.24.5 2号機及び3号機海水系配管・弁の津波に対する強度評価

#### (1) 概要

2号機及び3号機の屋外に露出している海水系配管及び弁については、津波による圧力により設備が損傷した場合、津波による溢水が敷地へ浸水する可能性があるため、津波に対して健全性を維持する必要がある。

本資料は、2号機及び3号機の屋外に露出している海水系配管及び弁において、津波による圧力を考慮した荷重に対し、十分な構造強度を有していることを説明するものである。

#### (2) 構造評価方法

2号機及び3号機の海水系配管及び弁の構造評価方法については、系統の運転状態や終端部となる設備の状態を踏まえて、以下のとおりとする。

##### a. 終端部となる設備の評価

津波時に配管に設置している弁が閉止することで終端部となる場合について、津波による突き上げ荷重及び余震を考慮した荷重により発生する圧力が、弁の水圧試験圧力又は最高使用圧力を下回ることを確認することで、弁の健全性について確認する。

また、3号循環水系は系統を停止して乾燥保管運用をしており、3号循環水系配管に閉止板を取り付けていることから、津波による突き上げ荷重及び余震を考慮した荷重により発生する圧力に対して、閉止板が必要厚さを満足することを確認することで健全性を確認する。

なお、終端部については弁が閉止しており、津波時には流れはないと考えられるが、保守的に津波の流入を考慮した評価を実施する。

##### b. 終端部となる設備に接続する配管の評価

突き上げ荷重及び余震を考慮した荷重により発生する圧力が加わると想定し、配管の最高使用圧力を下回ることを確認することで、健全性を確認する。

##### c. ポンプに接続する配管の評価

津波発生時にポンプに発生する圧力については、「補足 140-1\_5.24.4\_2号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価」に示しているため、ポンプに接続する配管についても、同様の発生圧力に対して、配管の最高使用圧力を下回ることで健全性を確認する。

#### (3) 評価対象部位

海水系配管・弁の評価対象部位を表 5.24.5-1 に示す。

表 5.24.5-1 評価対象部位 (1/2)

機器名称	評価対象部位	構造評価方法	備考
2号原子炉補機冷却海水系配管	配管	ポンプに接続する配管の評価	津波時継続運転
2号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	配管	ポンプに接続する配管の評価	津波時継続運転
2号タービン補機冷却海水系配管	配管	終端部となる設備に接続する配管の評価	タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁接続配管
2号循環水系配管（復水器出入口弁接続配管）	配管	終端部となる設備に接続する配管の評価	
2号循環水系配管（循環水ポンプ接続配管）	配管	ポンプに接続する配管の評価	
3号原子炉補機冷却海水系配管	配管	終端部となる設備に接続する配管の評価	原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁接続配管
3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁	弁体	終端部となる設備の評価	弁閉止状態を想定し終端部として評価
3号タービン補機冷却海水系配管	配管	終端部となる設備に接続する配管の評価	タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁接続配管
3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁	弁体	終端部となる設備の評価	弁閉止状態を想定し終端部として評価
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	配管	終端部となる設備に接続する配管の評価	高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ吐出弁接続配管
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ吐出弁	弁体	終端部となる設備の評価	弁閉止状態を想定し終端部として評価
3号循環水配管（循環水ポンプ接続配管）	配管 閉止板	終端部となる設備に接続する配管の評価	閉止板* <sup>1</sup> 含む終端部として評価

\* 1：循環水系の乾燥保管運用のため、循環水ポンプ接続配管に閉止板を取り付けており、取水路からの終端部となることから、閉止板の強度評価についても実施する。

表 5.24.5-1 評価対象部位 (2/2)

機器名称	評価対象部位	構造評価方法	備考
3号原子炉補機冷却海水系配管 (放水側配管)	配管	終端部となる設備に接続する配管の評価*2	
3号タービン補機冷却海水系配管 (放水側配管)	配管	終端部となる設備に接続する配管の評価*2	
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管 (放水側配管)	配管	終端部となる設備に接続する配管の評価*2	
3号非放射性ドレン移送系配管 (放水側配管)	配管	終端部となる設備に接続する配管の評価*2	

\*2：放水側配管は近傍に終端部が無いが、終端部となる設備に接続する配管の評価方法を用いることで、荷重条件として厳しい評価となる。



(4) 設計仕様

各海水系配管及び弁の設計条件について、表 5. 24. 5-2～4 に示す。  
評価対象部位に記載した設備の仕様を記載する。

表 5. 24. 5-2 各海水系配管の設計条件\*

評価対象	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	配管厚さ (mm)	材料
2号原子炉補機冷却海水系配管	0.78	50	508.0	9.5	
2号高压炉心スプレイ補機冷却海水系配管	0.78	50	216.3	8.2	
2号タービン補機冷却海水系配管	0.69	41	762.0	9.5	
2号循環水系配管(復水器出入口弁接続配管)	0.38	41	2500	13.0	
2号循環水系配管(循環水ポンプ接続配管)	0.38	41	3400	16.0	
3号原子炉補機冷却海水系配管	0.80	50	508.0	9.5	
3号タービン補機冷却海水系配管	0.70	40	508.0	9.5	
3号高压炉心スプレイ補機冷却海水系配管	0.80	50	216.3	8.2	
3号循環水系配管(循環水ポンプ接続配管)	0.38	40	3400	14.0	
3号原子炉補機冷却海水系配管(放水側配管)	0.80	50	508.0	9.5	
3号タービン補機冷却海水系配管(放水側配管)	0.70	40	508.0	9.5	
3号高压炉心スプレイ補機冷却海水系配管(放水側配管)	0.80	50	216.3	8.2	
3号非放射性ドレン移送系配管(放水側配管)	0.70	66	60.5	5.5	

\*：配管仕様は対象配管のうち最大口径を代表として記載。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5.24.5-3 各海水系弁の設計条件

評価対象	最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	外径 (mm)	配管厚さ (mm)	材料	縦弾性係数 (MPa)
3号原子炉補機冷却海水 ポンプ吐出弁	0.80	50	508.0	9.5		
3号タービン補機冷却海 水ポンプ吐出弁	0.70	40	508.0	9.5		
3号高压炉心スプレイ補 機冷却海水ポンプ吐出弁	0.80	50	216.3	8.2		

(5) 設計用地震力

本資料において考慮する設計用地震力を表 5.24.5-4~7 に示す。また、算出に用いる設計用床応答曲線を図 5.24.5-1~6 に示す。

なお、設計用床応答曲線はVI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」を参考に策定した基準地震動  $S_s$ 、弾性設計用地震動  $S_d$  又は弾性設計用地震動  $S_d - D2$  のものを用いる。また、減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」を参考に策定した減衰定数を用いる。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5.24.5-4 設計用地震力

地震動	評価対象	建屋・構築物	標高 O.P. (m)	減衰定数 (%)	備考
弾性設計用地震動 S d	2号タービン補機冷却海水系配管	2号海水ポンプ室補機ポンプエリア	* 1	* 1	* 1 : VI-2-別添 2-7「タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の耐震性についての計算書」と同様
	2号循環水系配管（復水器出入口弁接続配管）	2号タービン建屋	* 2	* 2	* 2 : VI-2-別添 2-8「復水器出入口弁の耐震性についての計算書」と同様
基準地震動 S s	3号原子炉補機冷却海水系配管	3号海水熱交換器建屋	14.0	2.0	
	3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁		7.0		
	3号タービン補機冷却海水系配管	3号海水熱交換器建屋	-2.10	2.0	
	3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁				
	3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	3号海水熱交換器建屋	7.0	2.0	
	3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ吐出弁		-2.10		

表 5.24.5-5 3号循環水系配管（循環水ポンプ接続配管）の設計用地震力

地震動	床面高さ* <sup>1</sup> O.P. (m)	場所	設計震度* <sup>2</sup>	
			水平方向 C <sub>H</sub>	
基準地震動 S <sub>s</sub>	-1.55	3号機海水 ポンプ室	水平方向 C <sub>H</sub>	2.86
			鉛直方向 C <sub>V</sub>	4.10

注記 \*1：基準床レベルを示す。

\*2：剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から設置床の最大応答加速度を1.2倍した震度（1.2ZPA）を適用する。

表 5.24.5-6 3号循環水系配管（閉止板）の設計用地震力

地震動	床面高さ* <sup>1</sup> O.P. (m)	場所	設計震度* <sup>2</sup>	
			水平方向 C <sub>H</sub>	
弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> -D <sub>2</sub>	-1.55	3号機海水 ポンプ室	水平方向 C <sub>H</sub>	1.10
			鉛直方向 C <sub>V</sub>	0.82

注記 \*1：基準床レベルを示す。

\*2：剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から設置床の最大応答加速度を1.2倍した震度（1.2ZPA）を適用する。

表 5.24.5-7 3号原子炉補機冷却海水系配管（放水側配管），3号タービン補機冷却海水系配管（放水側配管），3号高压炉心スプレイ補機冷却海水系配管（放水側配管）及び3号非放射性ドレン移送系配管（放水側配管）の設計用地震力

地震動	床面高さ* <sup>1</sup> O.P. (m)	場所	設計震度* <sup>2</sup>	
			水平方向 C <sub>H</sub>	
基準地震動 S <sub>s</sub>	14.00	3号海水熱交換 器建屋	水平方向 C <sub>H</sub>	2.95
			鉛直方向 C <sub>V</sub>	1.95

注記 \*1：基準床レベルを示す。

\*2：剛領域の振動モードの影響を考慮する観点から設置床の最大応答加速度を1.2倍した震度（1.2ZPA）を適用する。

図番 : 02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_2.0\_ENH\_15.000\_h\_Rev00\_a

構造物名 : 3号海水熱交換器建屋  
減衰定数 : 2.0

標高 : 0.P. 15.000m  
波形名 : Ss-AL

—— 水平方向

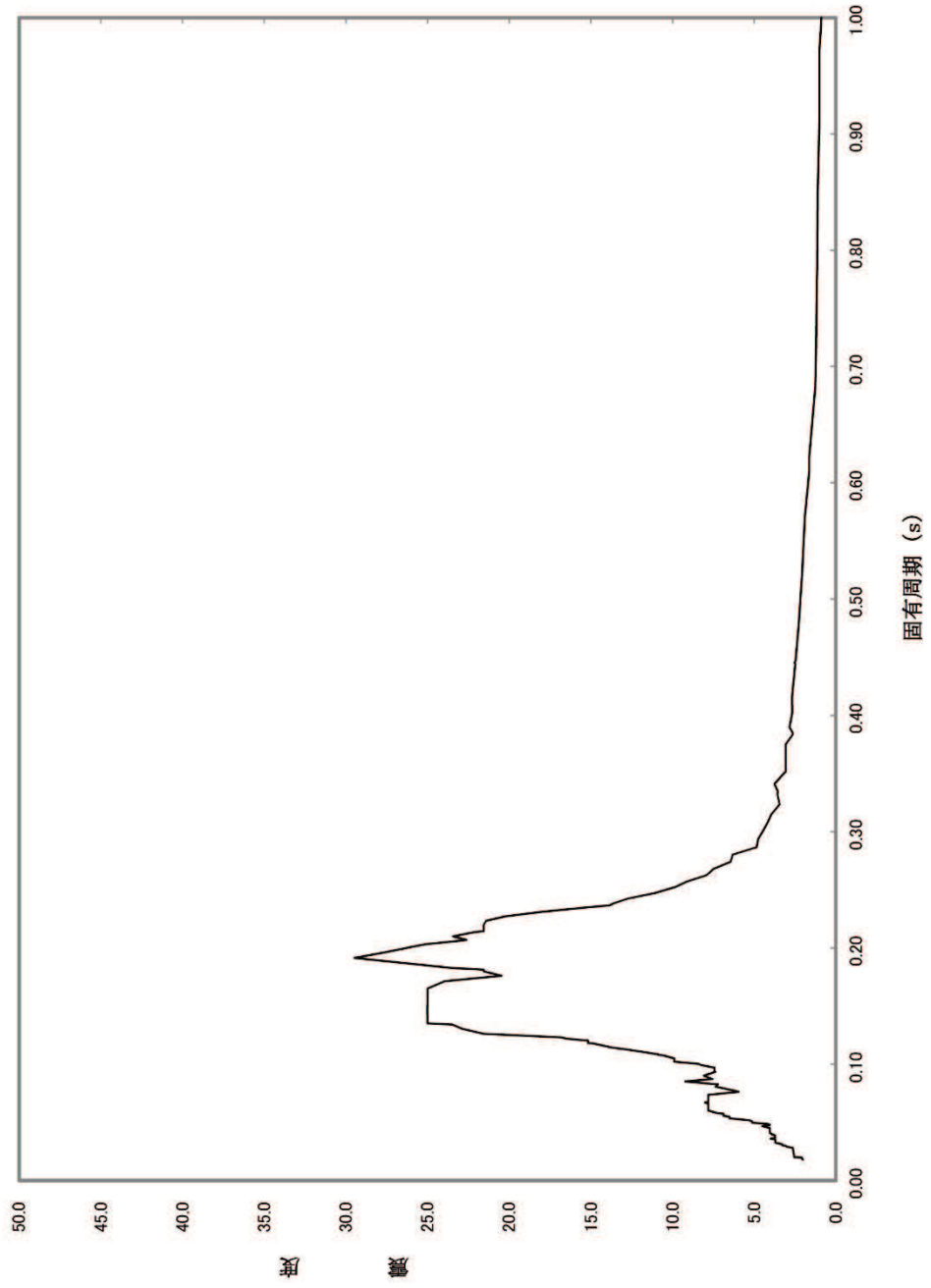


図 5.24.5-1 固有周期毎の水平方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (O.P. 14.00m)

図番： 02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_2.0\_UDH\_15.000\_h\_Rev00\_a

構造物名： 3号海水熱交換器建屋  
減衰定数： 2.0

標高： 0. P. 15.000m  
波形名： Ss-AL

——鉛直方向

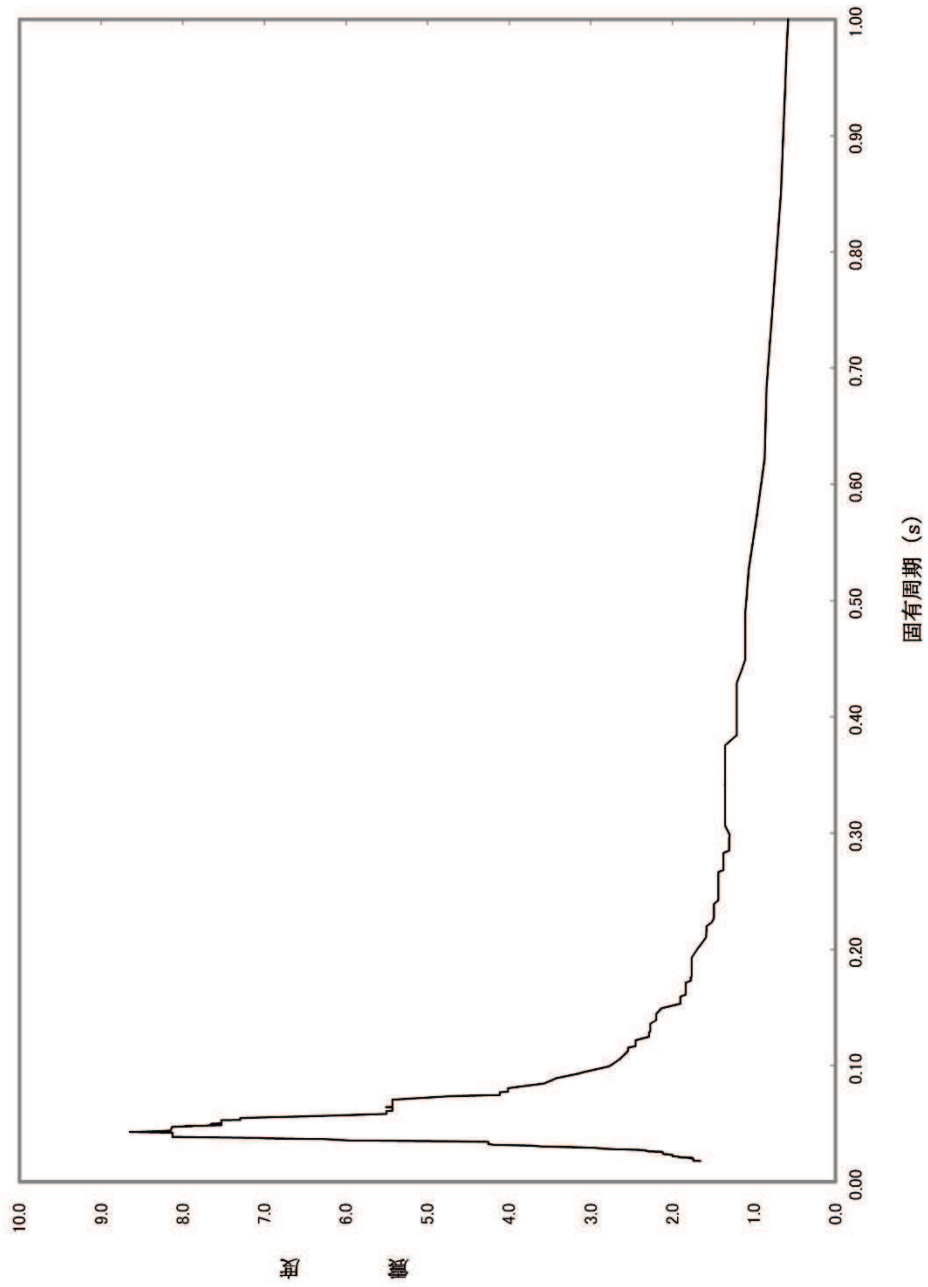


図 5.24.5-2 固有周期毎の鉛直方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (O. P. 14.00m)

図番： 02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_2.0\_ENH\_8.000\_h\_Rev00\_a  
 構造物名： 3号海水熱交換器建屋  
 標高： 0.P. 8.000m  
 減衰定数： 2.0  
 波形名： Ss-AL  
 —— 水平方向

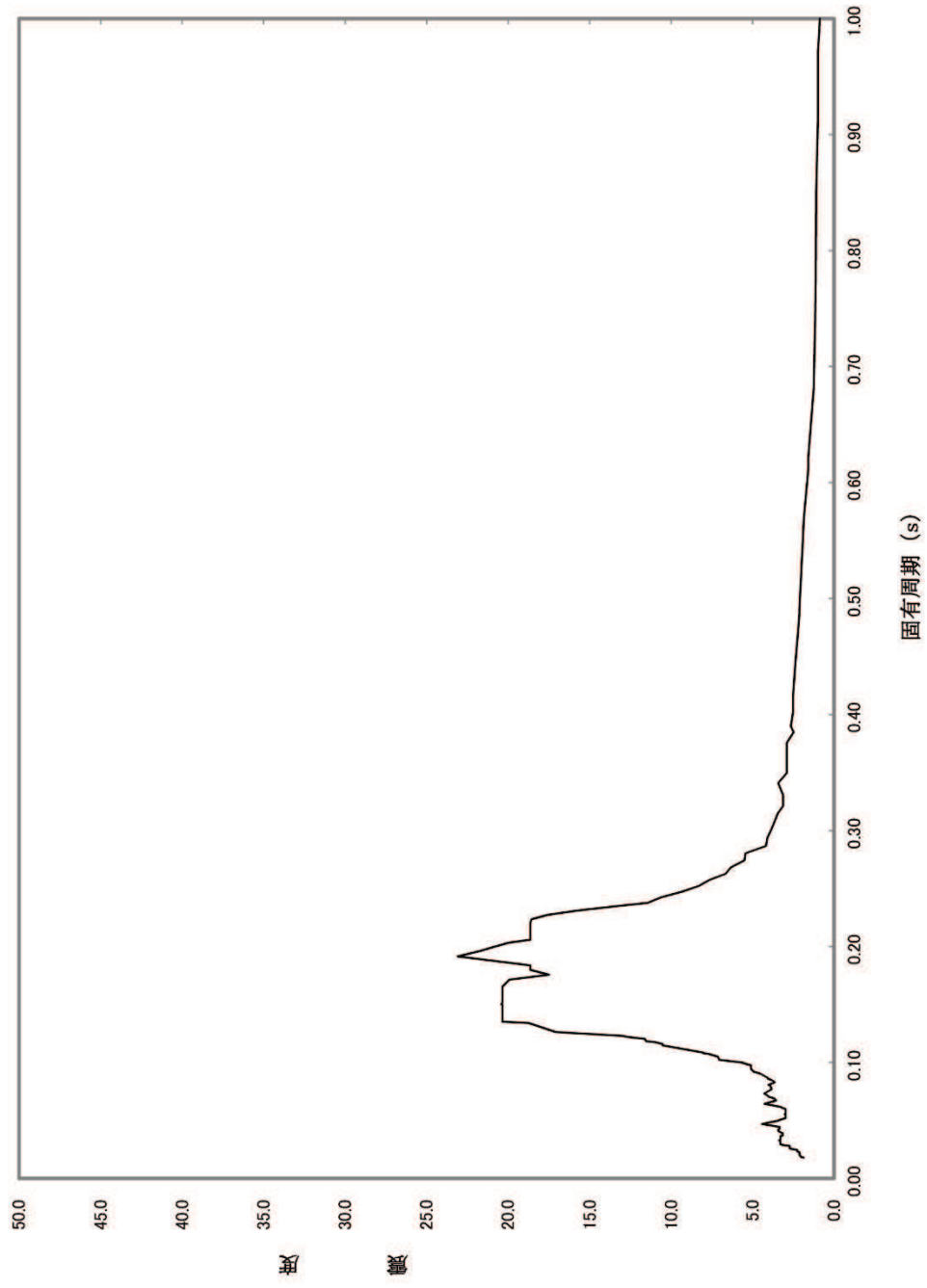


図 5.24.5-3 固有周期毎の水平方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (0.P. 7.00m)



図番： 02\_31x\_Ss-AL\_C00\_2.0\_IDML8.000\_h\_Rev00\_a  
 構造物名： 3号海水熱交換器建屋  
 減衰定数： 2.0  
 標高： 0. P. 8.000m  
 波形名： Ss-AL  
 ——鉛直方向

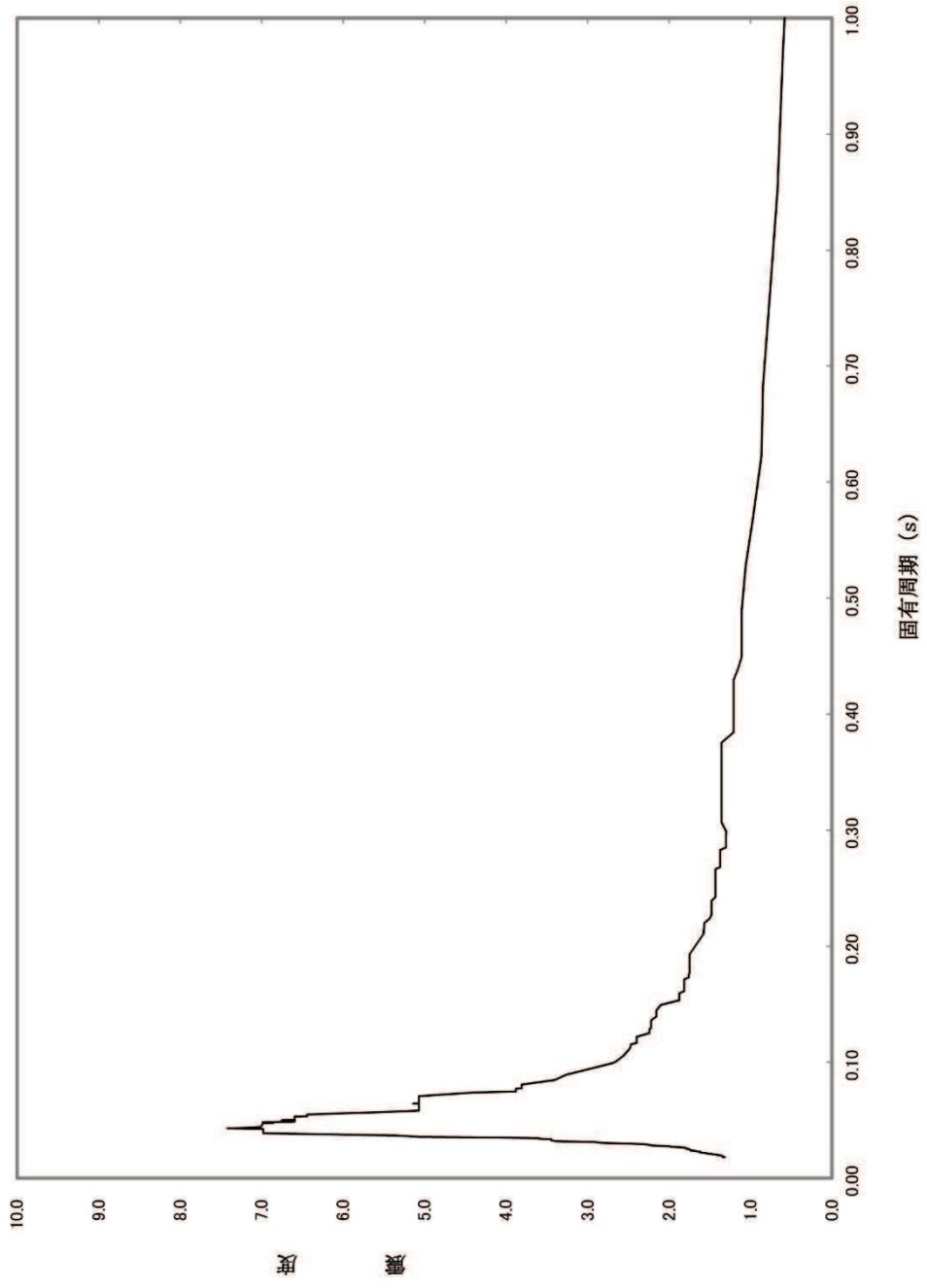


図 5.24.5-4 固有周期毎の鉛直方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (0.P.7.00m)

図番 : 02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_2\_0\_ENH\_-1\_100\_h\_Rev00\_a  
 構造物名 : 3号海水熱交換器建屋  
 減衰定数 : 2.0  
 標高 : 0.P. -1.100m  
 波形名 : Ss-AL  
 —— 水平方向

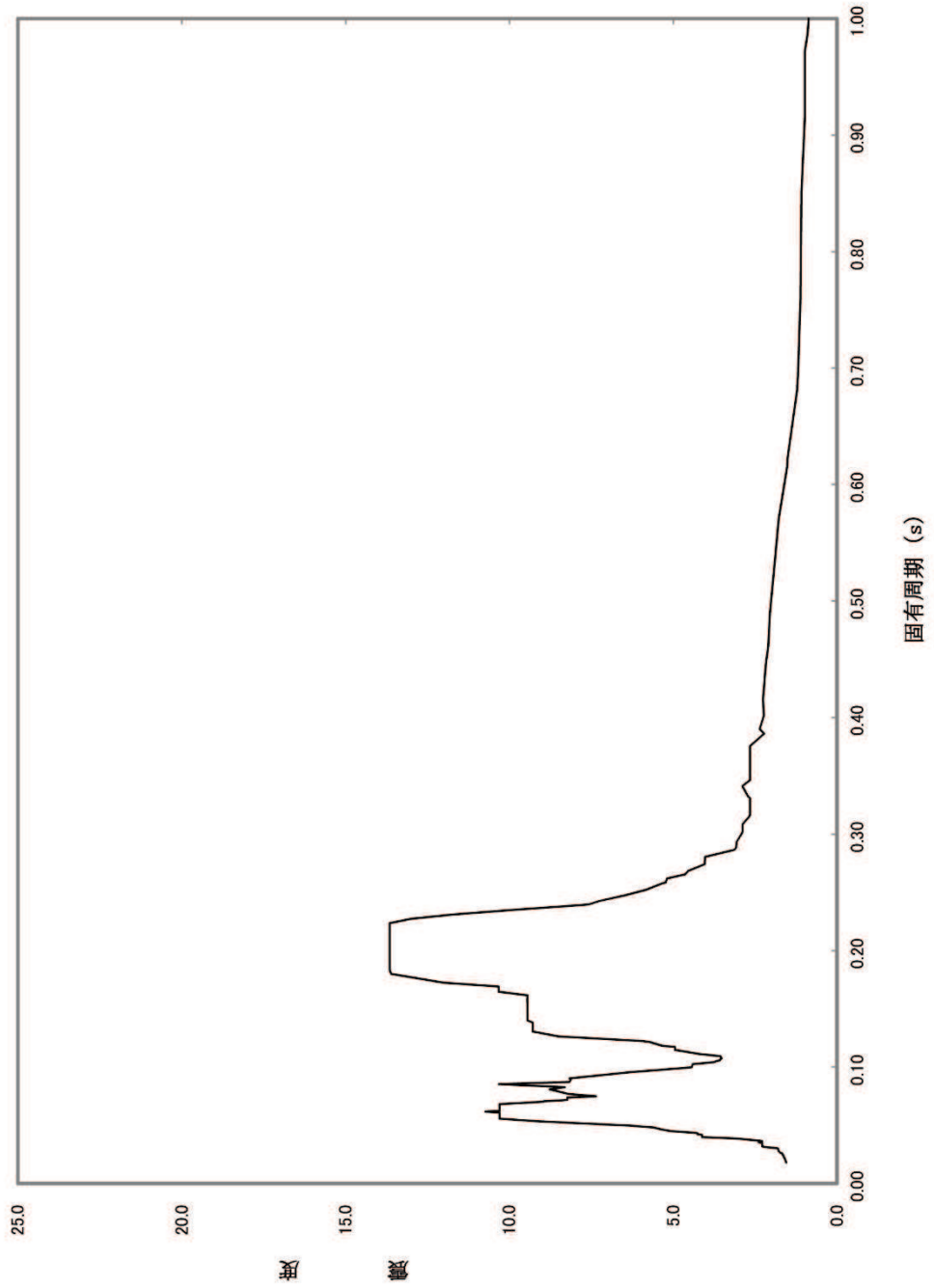


図 5.24.5-5 固有周期毎の水平方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (0.P. -2.10m)

図番： 02\_3Hx\_Ss-AL\_C00\_2.0\_UDH\_-1.100\_h\_Rev00\_a

構造物名： 3号海水熱交換器建屋  
減衰定数： 2.0

標高： 0.P. -1.100m  
波形名： Ss-AL

——鉛直方向

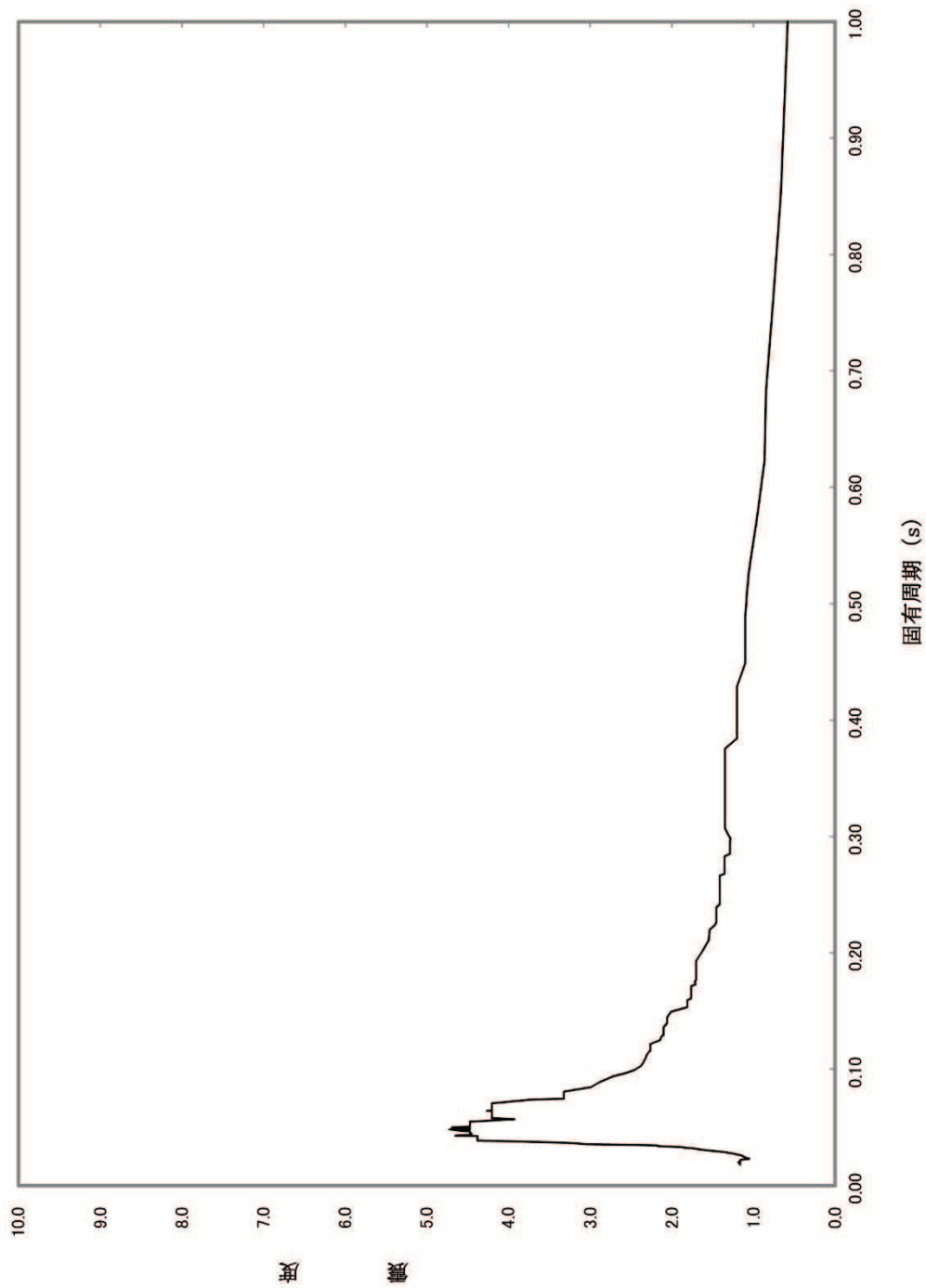


図 5.24.5-6 固有周期毎の鉛直方向の震度 第3号海水熱交換器建屋 (0.P.-2.10m)

(6) 評価震度の解析方法

3号原子炉補機冷却海水系配管及び3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁，3号タービン補機冷却海水系配管及び3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁，3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管及び3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ吐出弁並びに3号循環水系配管（循環水ポンプ接続配管）の解析モデルは、「補足 140-1\_5.24.3\_3号機取水側海水配管・弁の基準地震動  $S_s$  に対する耐震評価」と同一とする。

(7) 設計震度の計算結果

評価震度を表5.24.5-8～17に示す。

表 5.24.5-8 3号原子炉補機冷却海水系配管（A系）及び  
3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁（A）（C）の評価震度

適用する地震動		$S_s$		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		鉛直震度*1
		X方向	Z方向	Y方向
1次	0.087	8.17	8.17	3.33
2次	0.078	8.42	8.42	3.81
3次	0.077	8.24	8.24	3.87
4次	0.074	8.23	8.23	4.44
5次	0.062	10.69	10.69	5.07
6次	0.061	10.49	10.49	5.07
7次	0.054	9.31	9.31	6.45
8次*2	0.049	—	—	—
動的震度*3		2.24	2.24	1.59

注記\*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が0.05s以下であることを示す。

\*3： $S_s$ 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1.2ZPA)

表 5.24.5-9 3号原子炉補機冷却海水系配管（B系）及び  
3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁（B）（D）の評価震度

適用する地震動		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度* <sup>1</sup>		鉛直震度* <sup>1</sup>
		X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次	0.078	8.39	8.39	3.81
2 次	0.077	8.05	8.05	3.88
3 次	0.075	7.37	7.37	3.88
4 次	0.070	9.32	9.32	5.07
5 次	0.060	10.31	10.31	5.07
6 次* <sup>2</sup>	0.049	—	—	—
動的震度* <sup>3</sup>		2.24	2.24	1.59

注記 \*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*3：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1.2ZPA)

表 5.24.5-10 3号タービン補機冷却海水系配管及び  
3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の評価震度

適用する地震動		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度* <sup>1</sup>		鉛直震度* <sup>1</sup>
		X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次	0.299	2.40	2.94	1.29
2 次	0.299	2.38	2.95	1.29
3 次	0.213	7.49	13.66	1.56
4 次	0.199	10.13	13.66	1.66
5 次	0.198	10.16	13.66	1.67
6 次	0.136	9.29	9.31	2.11
7 次	0.119	5.49	3.61	2.28
8 次	0.115	4.90	3.51	2.30
28 次	0.051	7.41	3.55	4.48
29 次* <sup>2</sup>	0.048	—	—	—
動的震度* <sup>3</sup>		1.74	1.74	1.24

注記 \*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*3：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1.2ZPA)

表 5. 24. 5-11 3号高压炉心スプレィ補機冷却海水系配管及び  
3号高压炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ吐出弁の評価震度

適用する地震動		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度* <sup>1</sup>		鉛直震度* <sup>1</sup>
		X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次	0.090	8.16	8.16	3.37
2 次	0.071	8.95	8.95	5.44
3 次	0.064	10.31	10.31	5.49
4 次	0.056	10.31	10.31	6.46
5 次	0.051	7.03	7.03	7.53
6 次* <sup>2</sup>	0.048	—	—	—
動的震度* <sup>3</sup>		2.95	2.95	1.95

注記 \*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*3：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1. 2ZPA)

表 5. 24. 5-12 3号循環水系配管（循環水ポンプ接続配管）の評価震度

適用する地震動		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		鉛直震度
		X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次* <sup>1</sup>	0.013	—	—	—
動的震度* <sup>2</sup>		2.86	2.86	4.10

注記 \*1：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*2：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1. 2ZPA)

表 5. 24. 5-13 3号循環水系配管（閉止板）の評価震度

適用する地震動		S d - D 2		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		鉛直震度
		X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次* <sup>1</sup>	0.019	—	—	—
動的震度* <sup>2</sup>		1.10	1.10	0.82

注記 \*1：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*2：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1. 2ZPA)

表 5.24.5-14 3号原子炉補機冷却海水系配管（放水側配管） 固有周期及び設計震度

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度
		X方向	Y方向	Z方向
1次*1	0.029	—	—	—
動的震度*2		2.95	2.95	1.95

注記 \*1：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*2：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1.2ZPA)

表 5.24.5-15 タービン補機冷却海水系（放水側配管） 固有周期及び設計震度

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度
		X方向	Y方向	Z方向
1次*1	0.014	—	—	—
動的震度*2		2.95	2.95	1.95

注記 \*1：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*2：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1.2ZPA)

表 5.24.5-16 高圧炉心スプレイ補機冷却海水系（放水側配管） 固有周期及び設計震度

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直震度
		X方向	Y方向	Z方向
1次*1	0.025	—	—	—
動的震度*2		2.95	2.95	1.95

注記 \*1：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*2：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1.2ZPA)

表 5.24.5-17 3号非放射性ドレン移送系配管（放水側配管）の評価震度

適用する地震動		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		鉛直震度
		X方向	Z方向	Y方向
1次*1	0.046	—	—	—
動的震度*2		2.95	2.95	1.95

注記 \*1：固有周期が 0.05 s 以下であることを示す。

\*2：基準地震動 S s に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。(1.2ZPA)



(8) 荷重の設定

a. 終端部となる設備及び終端部となる設備に接続する配管に関する荷重

終端部となる設備及び終端部となる設備に接続する配管に考慮する圧力は、以下の津波及び余震を考慮した荷重により算出する。

(a) 突き上げ津波荷重 ( $P_t$ )

突き上げ津波荷重として、津波流入を想定した流速成分による荷重と、経路からの津波に伴う水位を用いた静水圧を考慮し、以下の式より算出する。

$$P_t = 1/2 \cdot C_p \cdot \rho_0 \cdot U^2 + \rho_0 \cdot g \cdot H$$

- $P_t$  : 突き上げ津波荷重  
 $\rho_0$  : 海水の密度  
 $U$  : 流速 (津波流速を保守側に設定)  
 $C_p$  : 抗力係数 (2.01\*1)  
 $g$  : 重力加速度  
 $H$  : 評価高さ (設計津波高さ－設置位置高さ)

- \*1 : 出典 : ①津波漂流物対策ガイドライン 表－3.4.7 抗力係数 (H26.3 沿岸技術研究センター)  
②港湾の施設の技術上の基準・同解説 (上巻) 表－参7.2.1 抗力係数 (社団法人日本港湾協会)

(b) 余震荷重 ( $K S_d$ )

余震荷重は、弾性設計用地震動  $S_d - D2$  に伴う地震力 (動水圧含む) とする。ただし、必要により弾性設計用地震動  $S_d - D2$  よりも保守的な値である基準地震動  $S_s$  に伴う地震力を用いることとする。

終端部となる設備に対しては、余震に伴う加速度で終端部に発生する慣性力と、余震による動水圧荷重を考慮し、以下の式より算出する。

配終端部となる設備に接続する配管は、余震による動水圧荷重を考慮し、以下の式より算出する。

i) 終端部となる設備が水平配管に設置される場合

$$K S_d = m \cdot g \cdot \alpha_H / A + \rho_0 \cdot \alpha_V \cdot g \cdot H$$

ii) 終端部となる設備が鉛直配管に設置される場合

$$K S_d = m \cdot g \cdot \alpha_V / A + \rho_0 \cdot \alpha_V \cdot g \cdot H$$

iii) 配終端部となる設備に接続する配管の内面に加わる動水圧荷重の場合

$$K S_d = \rho_0 \cdot \alpha_V \cdot g \cdot H$$

ここで、(イ)、(ロ)及び(ハ)に記載する記号は以下のとおり。

- K S d : 余震荷重
- m : 弁体部質量 (弁体又は閉止板)
- g : 重力加速度
- $\alpha_H$  : 弁体部の配管軸方向余震震度 (弁体又は閉止板)
- A : 弁体受圧面投影面積 ( $= \pi \cdot (D_i^2/4)$ )  $D_i$  : 配管内径)
- $\rho_0$  : 海水の密度 ( $= 1030 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ )
- $\alpha_V$  : 評価部位の鉛直方向震度
- H : 評価高さ (設計津波高さ－設置位置高さ)

(c) 固定荷重 (D)

常時作用する荷重として、弁、閉止板及び配管の自重を考慮する。

(弁体、閉止板は水平配管に設置されるため、弁体、閉止板の配管軸方向荷重評価 (内圧と重畳する方向) については0となる。)

b. ポンプに接続する配管の評価に関する荷重

ポンプに接続する配管の評価に関する荷重は「補足 140-1\_5.24.4\_2 号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価」に示すポンプに対して考慮する荷重と同様であり、以下のとおりである。

(a) 運転圧力

運転圧力は保守的に工場試験で実施した締切運転時の全揚程実測値とし、ポンプが運転する場合に考慮する。

(b) 津波高さによる静水頭

津波高さによる静水頭圧は、「設計津波高さ－ポンプ設置高さ」にて算出した静水頭圧を考慮する。

(9) 荷重の組合せ

強度評価にて考慮する荷重の組合せを表5. 24. 5-18に示す。

表5. 24. 5-18 強度評価にて考慮する荷重の組合せ

機器名称	荷重の組合せ
2号原子炉補機冷却海水系配管	運転圧力+津波高さによる静水頭圧
2号高压炉心スプレイ補機冷却海水系配管	運転圧力+津波高さによる静水頭圧
2号タービン補機冷却海水系配管	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
2号循環水系配管（復水器出入口弁接続配管）	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
2号循環水系配管（循環水ポンプ接続配管）	津波高さによる静水頭圧
3号原子炉補機冷却海水系配管	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
3号タービン補機冷却海水系配管	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
3号高压炉心スプレイ補機冷却海水系配管	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
3号高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ吐出弁	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
3号循環水系配管（循環水ポンプ接続配管）	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
3号原子炉補機冷却海水系配管（放水側配管）	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
3号タービン補機冷却海水系配管（放水側配管）	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
3号高压炉心スプレイ補機冷却海水系配管（放水側配管）	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$
3号非放射性ドレン移送系配管（放水側配管）	$D + P_t + K S d^{*1, *2}$

注記\*1 : Dは固定荷重,  $P_t$  は突き上げ津波荷重,  $K S d$  は余震荷重を示す。また,  $K S d$  は機器(設置状態)と配管で考慮する荷重が異なる。

\*2 : 固定荷重(D)及び余震荷重( $K S d$ )の組み合わせが、強度評価上、突き上げ津波荷重( $P_t$ )を緩和する方向に作用する場合、保守的にこれらを組み合わせない評価を実施する。

(10) 許容限界

a. 終端部となる設備

弁については、当該弁の水圧試験圧力又は最高使用圧力を許容限界とし、閉止板の場合は、平板の計算上必要厚さを満足することを確認する。それぞれの許容限界について表5.24.5-19～22に示す。

表5.24.5-19 3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁 許容限界

機器名称	水圧試験の圧力 (MPa)
3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁	1.47

表5.24.5-20 3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁 許容限界

機器名称	最高使用圧力 (MPa)
3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁	0.70

表5.24.5-21 3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ吐出弁 許容限界

機器名称	水圧試験の圧力 (MPa)
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ吐出弁	1.47

表5.24.5-22 3号循環水系配管 (閉止板) 許容限界

機器名称	平板の計算上必要厚さ (mm)
3号循環水配管 (閉止板)	87.6

b. 終端部となる設備に接続する配管及びポンプに接続する配管

配管については、表5.24.5-23に示す各系統の最高使用圧力以下であることを確認する。

表5. 24. 5-23 海水系配管 許容限界

機器名称	最高使用圧力(MPa)
2号原子炉補機冷却海水系配管	0.78
2号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	0.78
2号タービン補機冷却海水系配管	0.69
2号循環水系配管（復水器出入口弁接続配管）	0.38
2号循環水系配管（循環水ポンプ接続配管）	0.38
3号原子炉補機冷却海水系配管	0.80
3号タービン補機冷却海水系配管	0.70
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	0.80
3号循環水系配管（循環水ポンプ接続配管）	0.38
3号原子炉補機冷却海水系配管（放水側配管）	0.80
3号タービン補機冷却海水系配管（放水側配管）	0.70
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管（放水側配管）	0.80
3号非放射性ドレン移送系配管（放水側配管）	0.70

(11) 計算条件

終端部となる設備の強度評価に用いる計算条件を表5. 24. 5-24～36に示す。

表5. 24. 5-24 3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁の計算条件

弁体の材質	弁体の質量 $m_1$ (kg)	弁体受圧面の外径 (配管内径) $D_1$ (mm)
	93	489.0

重力加速度 $g$ ( $m/s^2$ )	海水の密度 $\rho_0$ ( $kg/m^3$ )
9.80665	1030

表5. 24. 5-25 3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の計算条件

弁体の材質	弁体の質量 $m_1$ (kg)	弁体受圧面の外径 (配管内径) $D_1$ (mm)
	93	489.0

重力加速度 $g$ ( $m/s^2$ )	海水の密度 $\rho_0$ ( $kg/m^3$ )
9.80665	1030

表5. 24. 5-26 3号高圧炉心スプレー補機冷却海水ポンプ吐出弁の計算条件

弁体の材質	弁体の質量 $m_1$ (kg)	弁体受圧面の外径 (配管内径) $D_1$ (mm)
	10	199.9

重力加速度 $g$ ( $m/s^2$ )	海水の密度 $\rho_0$ ( $kg/m^3$ )
9.80665	1030

表5.24.5-27 3号循環水系配管（閉止板）の計算条件

閉止板の材質	閉止板の質量 $m_1$ (kg)	弁体受圧面の外径 (配管内径) $D_1$ (mm)
SS400	5682	3200

重力加速度 $g$ ( $m/s^2$ )	海水の密度 $\rho_0$ ( $kg/m^3$ )
9.80665	1030

※：3号循環水系配管（閉止板）の板厚計算については、発電用原子力設備規格 設計・建設規格 PPC-3413を適用する。

表5.24.5-28 3号機海水系弁及び閉止板の構造健全性評価に用いる流速条件

突き上げ津波荷重評価流速U (m/s) 鉛直	突き上げ津波荷重評価流速U (m/s) 水平
1.00 <sup>*1</sup>	1.61 <sup>*2</sup>

注記 \*1：3号機海水ポンプ室（水位上昇側）の最大鉛直流速に対し、保守的に設定した値とする。

\*2：取水路の管路解析により算出された3号機海水ポンプ室の流速に対し、保守的に設定した値とする。

表5.24.5-29 3号原子炉補機冷却海水系配管及び3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁の構造健全性評価に用いる評価高さ

	高さ (O.P. (m))
①設計津波高さ <sup>*1</sup>	19.5
②設置位置高さ <sup>*2</sup>	2.0
③評価高さH (①-②)	17.5

注記 \*1：取水路からの海水ポンプ室の入力津波高さ（VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価）に設計上の裕度0.5(m)を考慮する。

\*2：保守的に3号原子炉補機冷却海水系配管及び3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁を設置する床高さとする。



表 5. 24. 5-30 3号タービン補機冷却海水系配管及び3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁の構造健全性評価に用いる評価高さ

	高さ (O.P. (m))
①設計津波高さ* <sup>1</sup>	19.5
②設置位置高さ* <sup>2</sup>	2.0
③評価高さH (①-②)	17.5

注記 \*1 : 取水路からの海水ポンプ室の入力津波高さ (VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価) に設計上の裕度 0.5(m) を考慮する。

\*2 : 保守的に3号タービン補機冷却海水系配管及び3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁を設置する床高さとする。

表 5. 24. 5-31 3号高圧炉心スプレィ補機冷却海水系配管及び3号高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ吐出弁の構造健全性評価に用いる評価高さ

	高さ (O.P. (m))
①設計津波高さ* <sup>1</sup>	19.5
②設置位置高さ* <sup>2</sup> * <sup>3</sup>	2.0
③評価高さH (①-②)	17.5

注記 \*1 : 取水路からの海水ポンプ室の入力津波高さ (VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価) に設計上の裕度 0.5(m) を考慮する。

\*2 : 保守的に3号高圧炉心スプレィ補機冷却海水系配管及び3号高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ吐出弁を設置する床高さとする。

表 5. 24. 5-32 3号循環水系配管 (閉止板) の構造健全性評価に用いる評価高さ

	高さ (O.P. (m))
①設計津波高さ* <sup>1</sup>	19.5
②設置位置高さ* <sup>2</sup>	-0.8
③評価高さH (①-②)	20.3

注記 \*1 : 取水路からの海水ポンプ室の入力津波高さ (VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価) に設計上の裕度 0.5(m) を考慮する。

\*2 : 保守的に3号循環水系配管を設置する床高さとする。

表 5. 24. 5-33 3号原子炉補機冷却海水系配管（放水側配管）の構造健全性評価に用いる評価高さ

	高さ (O. P. (m))
①設計津波高さ* <sup>1</sup>	18.0
②設置位置高さ* <sup>2</sup>	13.8
③評価高さH (①-②)	4.2

注記 \* 1 : 取水路からの海水ポンプ室の入力津波高さ (VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価) に設計上の裕度 0.5(m)を考慮する。

\* 2 : 保守的に敷地高さとする。

表 5. 24. 5-34 3号タービン補機冷却海水系配管（放水側配管）の構造健全性評価に用いる評価高さ

	高さ (O. P. (m))
①設計津波高さ* <sup>1</sup>	18.0
②設置位置高さ* <sup>2</sup>	13.8
③評価高さH (①-②)	4.2

注記 \* 1 : 取水路からの海水ポンプ室の入力津波高さ (VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価) に設計上の裕度 0.5(m)を考慮する。

\* 2 : 保守的に敷地高さとする。

表 5. 24. 5-35 3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管（放水側配管）の構造健全性評価に用いる評価高さ

	高さ (O. P. (m))
①設計津波高さ* <sup>1</sup>	18.0
②設置位置高さ* <sup>2</sup>	13.8
③評価高さH (①-②)	4.2

注記 \* 1 : 取水路からの海水ポンプ室の入力津波高さ (VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価) に設計上の裕度 0.5(m)を考慮する。

\* 2 : 保守的に敷地高さとする。

表 5. 24. 5-36 3号非放射性ドレン移送系配管（放水側配管）の構造健全性評価に用いる評価高さ

	高さ (O. P. (m))
①設計津波高さ* <sup>1</sup>	18.0
②設置位置高さ* <sup>2</sup>	13.8
③評価高さH (①-②)	4.2

注記 \* 1 : 取水路からの海水ポンプ室の入力津波高さ (VI-1-1-2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価) に設計上の裕度 0.5(m)を考慮する。

\* 2 : 保守的に敷地高さとする。

(12) 評価結果

a. 終端部となる設備

終端部となる設備に発生する圧力が許容値内であること、また、閉止板については計算上必要厚さを満足していることを確認した。評価結果については表 5. 24. 5-37 及び 38 に示す。

表 5. 24. 5-37 終端部となる設備の構造強度評価結果

評価対象	発生圧力 (MPa)	許容値 (MPa)
3号原子炉補機冷却海水ポンプ吐出弁	0.33	1.47
3号タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁	0.33	0.70
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ吐出弁	0.32	1.47

表5. 24. 5-38 3号循環水系配管（閉止板）の構造強度評価結果

評価対象	平板の計算上必要厚さ (mm)	平板の厚さ (mm)
閉止板	87.6	90.0

b. 終端部となる設備に接続する配管の評価

終端部となる設備に接続する配管について、許容値を満足していることを確認した。評価結果については表5. 24. 5-39に示す。

表 5. 24. 5-39 終端部となる設備に接続する配管の構造強度評価結果

評価対象	発生圧力 (MPa)	許容値 (MPa)
2号タービン補機冷却海水系配管	0.51 * <sup>1</sup>	0.69
2号循環水系配管（復水器出入口弁接続配管）	0.28 * <sup>2</sup>	0.38
3号原子炉補機冷却海水系配管	0.33	0.80
3号タービン補機冷却海水系配管	0.33	0.70
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	0.32	0.80
3号循環水系配管（循環水ポンプ接続配管）	0.374* <sup>3</sup>	0.38

注記 \* 1 : 「補足-140-1\_5. 23\_タービン補機冷却海水系ポンプ吐出弁の津波に対する健全性について」にて算出された値を適用する。

\* 2 : 「補足-140-1\_5. 22\_復水器水室出入口弁の津波に対する健全性について」にて算出された値を適用する。

\* 3 : 余震荷重 (K S d) 算出時に基準地震動 S s にて評価を実施していることから、発生圧力は保守的な値となっている。

c. 3号機放水側配管の評価

突き上げ荷重及び余震を考慮した荷重により発生する圧力が許容値以下であることを確認した。評価結果については表 5.24.5-40 に示す。

表 5.24.5-40 3号機放水側配管の構造強度評価結果

評価対象	算出圧力 (MPa)	許容値 (MPa)
3号原子炉補機冷却海水系配管（放水側配管）	0.13	0.80
3号タービン補機冷却海水系配管（放水側配管）	0.13	0.70
3号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管（放水側配管）	0.13	0.80
3号非放射性ドレン移送系配管（放水側配管）	0.13	0.70

d. ポンプに接続する配管

ポンプに接続する配管に発生する応力が許容値以下であることを確認した。評価結果については表 5.24.5-41 に示す。

表 5.24.5-41 ポンプに接続する配管の構造強度評価結果

評価対象	算出圧力*1 (MPa)	許容値 (MPa)
2号原子炉補機冷却海水系配管	0.75	0.78
2号高圧炉心スプレイ補機冷却海水系配管	0.74	0.78
2号循環水系配管（循環水ポンプ接続配管）	0.20	0.38

注記 \*1：「補足 140-1\_5.24.4\_2号機及び3号機海水ポンプの津波に対する強度評価」  
に示している各海水系ポンプの内圧の値を適用する。

6. 浸水防護施設に関する補足資料

6.2 取放水路流路縮小工に関する補足説明

目 次

- 6.2.1 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）の耐震性についての計算書に関する補足説明
- 6.2.2 取放水路流路縮小工（第1号機放水路）の耐震性についての計算書に関する補足説明
- 6.2.3 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）の強度計算書に関する補足説明
- 6.2.4 取放水路流路縮小工（第1号機放水路）の強度計算書に関する補足説明
- 6.2.5 取放水路流路縮小工に係る各審査段階の説明内容について
- 6.2.6 取放水路流路縮小工の設置による津波防護機能，第1号機取水機能及び放水機能への影響について

参考資料 1 取放水路流路縮小工貫通部におけるすり減りに対する影響評価について

参考資料 2 取放水路流路縮小工の保守管理について

参考資料 3 取放水路流路縮小工の閉塞した場合の検知性について

参考資料 4 取放水路流路縮小工の施工要領について

：本日の説明範囲

- 6. 浸水防護施設に関する補足説明
- 6.2 取放水路流路縮小工の設計に関する補足説明
- 6.2.1 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）の耐震性についての計算書に関する補足説明

目次

1. 概要 .....	1
2. 基本方針 .....	2
2.1 位置 .....	2
2.2 構造概要 .....	3
2.3 評価方針 .....	4
2.4 適用基準 .....	6
2.5 記号の説明 .....	7
3. 耐震評価 .....	8
3.1 評価対象断面 .....	8
3.2 解析方法 .....	10
3.3 荷重及び荷重の組合せ .....	14
3.4 入力地震動 .....	16
3.5 解析モデル及び諸元 .....	33
3.6 評価対象部位 .....	37
3.7 許容限界 .....	37
3.8 評価方法 .....	38
4. 耐震評価結果 .....	69
4.1 構造部材の健全性に対する評価結果.....	69
4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果.....	72

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)が基準地震動 $S_s$ に対して十分な構造強度を有していることを確認するものである。

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)に要求される機能の維持を確認するにあたっては、地震応答解析より構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を行う。

なお、取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の耐震評価においては、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による地殻変動に伴い、牡鹿半島全体で約1mの地盤沈下が発生したことを考慮し、地盤沈下量を考慮した敷地高さや施設高さ等を記載する。



## 2. 基本方針

### 2.1 位置

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の位置図を図2.1-1に示す。

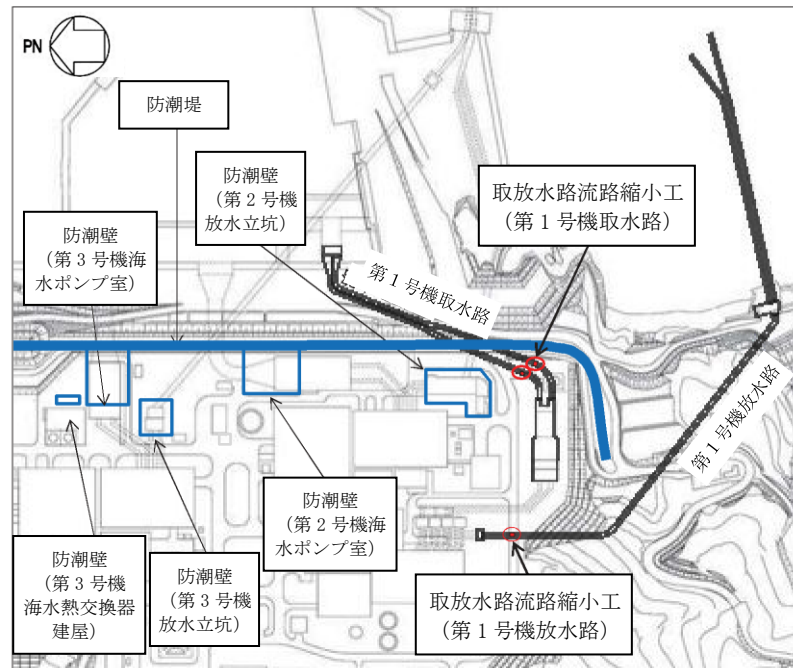


図 2.1-1 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の位置図（全体平面図）

## 2.2 構造概要

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の平面図及び断面図を図2.2-1に示す。

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)は、第1号機取水路からの津波の流入を抑制し、第1号機取水路から敷地への津波の流入を防止するため、第1号機取水路内に無筋のコンクリートを充填する。よって、取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)は、覆工部と充填部から構成される。

なお、第1号機の補機冷却海水ポンプに必要な海水を取水するため、貫通部（×2条）を設ける。

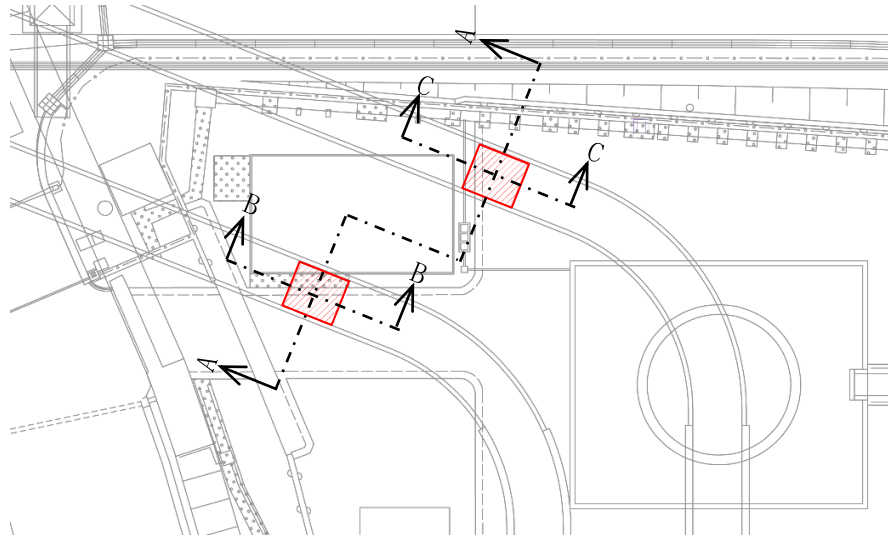


図2.2-1(1) 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2) 平面図

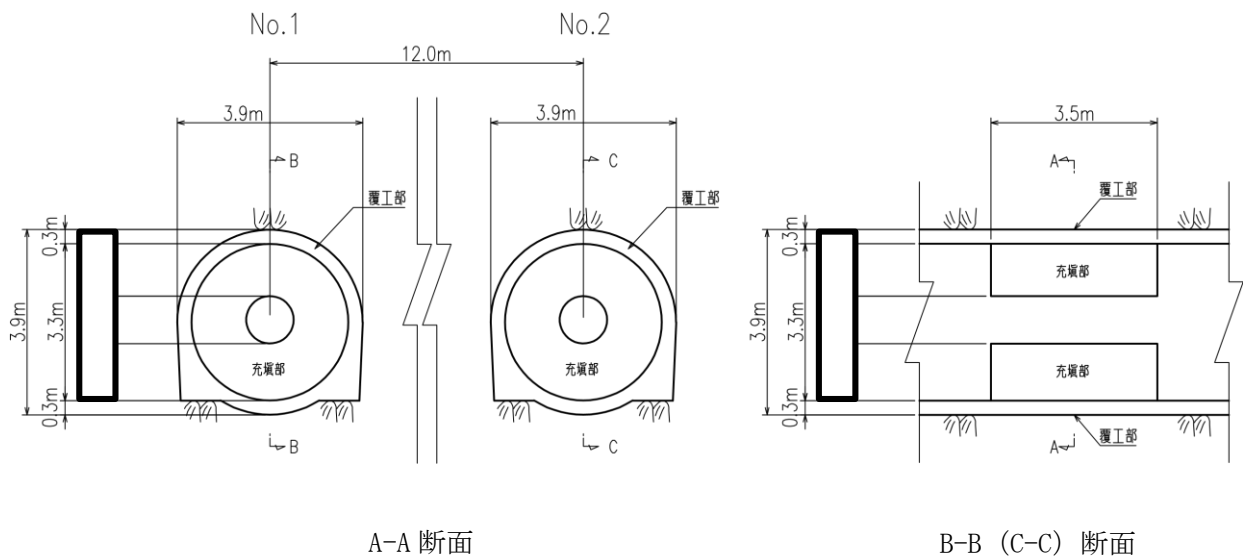


図2.2-1(2) 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2) 断面図

## 2.3 評価方針

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)は、Sクラス施設である津波防護施設に分類される。

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の耐震評価は、地震応答解析の結果に基づき、表2.3-1に示すとおり、構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価を実施することで、構造強度を有することを確認する。

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の地震応答解析においては、構造物周辺は岩盤に覆われているため、線形解析を実施する。

地震応答解析に用いる地盤物性は、地盤の代表性及び網羅性を踏まえた上で、ばらつき等を考慮して設定する。

構造部材の健全性評価については、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」のうち「3.1 構造強度上の制限」に基づき流路縮小工の構造部材の発生応力が許容限界以下であることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価においては、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」のうち「3.1 構造強度上の制限」に基づき流路縮小工の基礎地盤に発生する応力が許容限界以下であることを確認する。

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の耐震評価フローを図2.3-1に示す。

表 2.3-1 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の評価項目

評価方針	評価項目	部位	評価方法	許容限界
構造強度を有すること	構造部材の健全性	流路縮小工	発生する応力が許容限界以下であることを確認	引張強度及びせん断強度
	基礎地盤の支持性能	基礎地盤	発生する応力（接地圧）が許容限界以下であることを確認	極限支持力*

注記 \*：妥当な安全余裕を考慮

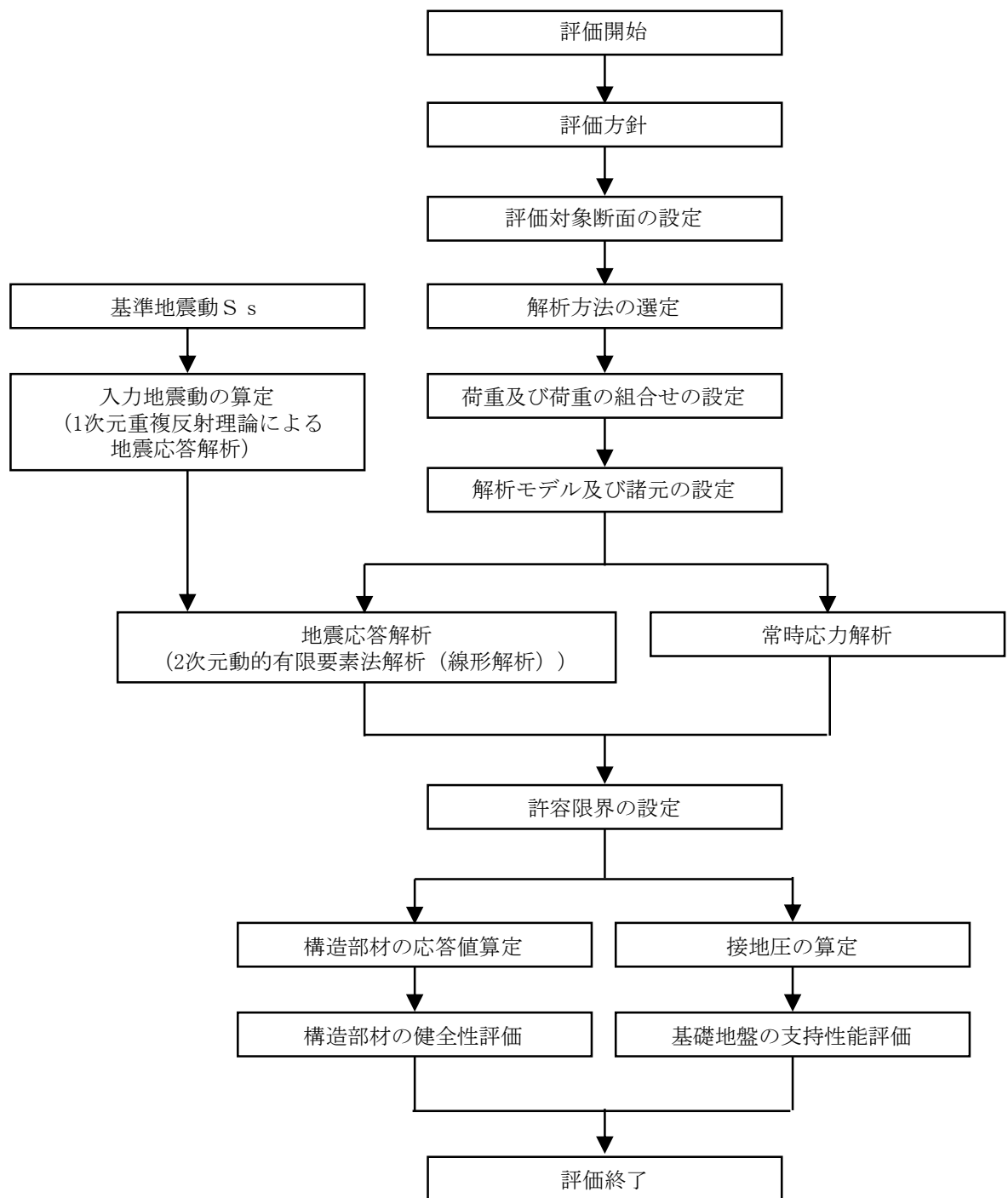


図 2.3-1 取放水路流路縮小工（第 1 号機取水路）(No. 1), (No. 2) の耐震評価フロー

## 2.4 適用基準

適用する規格，基準等を以下に示す。また，各項目で適用する規格，基準類を表 2.4-1 に示す。

- ・原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会原子力土木委員会，2005年6月）（以下「土木学会マニュアル」という）
- ・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年制定）
- ・コンクリート標準示方書〔設計編〕（土木学会，2017年制定）
- ・コンクリート標準示方書〔ダムコンクリート編〕（土木学会，2013年制定）
- ・トンネル標準示方書〔共通編〕・同解説／〔山岳工法編〕・同解説（土木学会，2016年制定）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（日本電気協会）

表 2.4-1 各項目で適用する規格，基準類

項目		適用する規格，基準類	備考
使用材料及び材料定数		<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（2002年制定）</li> <li>・コンクリート標準示方書〔設計編〕（2017年制定）</li> </ul>	—
荷重及び荷重の組合せ		<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（2002年制定）</li> <li>・トンネル標準示方書〔共通編〕・同解説／〔山岳工法編〕・同解説（2016年制定）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・永久荷重＋偶発荷重＋従たる変動荷重の適切な組み合わせを検討</li> <li>・トンネル掘削による解放応力及び地山のゆるみ土圧の検討</li> </ul>
許容限界	覆工部及び充填部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（2002年制定）</li> <li>・コンクリート標準示方書〔ダムコンクリート編〕（2013年制定）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・引張強度及びせん断強度に対して，発生応力が許容限界以下であること確認</li> </ul>
地震応答解析		<ul style="list-style-type: none"> <li>・土木学会マニュアル</li> <li>・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（日本電気協会）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・有限要素法による二次元モデルを用いた線形解析</li> </ul>

## 2.5 記号の説明

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の応力評価に用いる記号を表 2.5-1 に示す。

表 2.5-1 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の応力評価に用いる記号

記号	定義	単位
G	固定荷重（躯体の自重）	N
P	積載荷重	kN/m <sup>2</sup>
S <sub>s</sub>	地震荷重	N
f <sub>ck</sub>	コンクリートの設計基準強度	N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>t</sub>	引張強度	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>td</sub>	設計引張強度	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>tk</sub>	引張強度	N/mm <sup>2</sup>
γ <sub>b</sub>	部材係数	—
γ <sub>c</sub>	材料係数	—
φ	内部摩擦角	°
τ <sub>0</sub>	せん断強度	N/mm <sup>2</sup>

### 3. 耐震評価

#### 3.1 評価対象断面

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)は、2系統 (No. 1, No. 2) が岩盤を介して隣接していること、縦断方向の地質に有意な差がないことから、No. 1 と No. 2 の中央位置 (A-A 断面) を評価対象断面として選定する。

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2) の評価対象断面位置を図 3.1-1 に示す。評価対象断面の地質図を図 3.1-2 に示す。

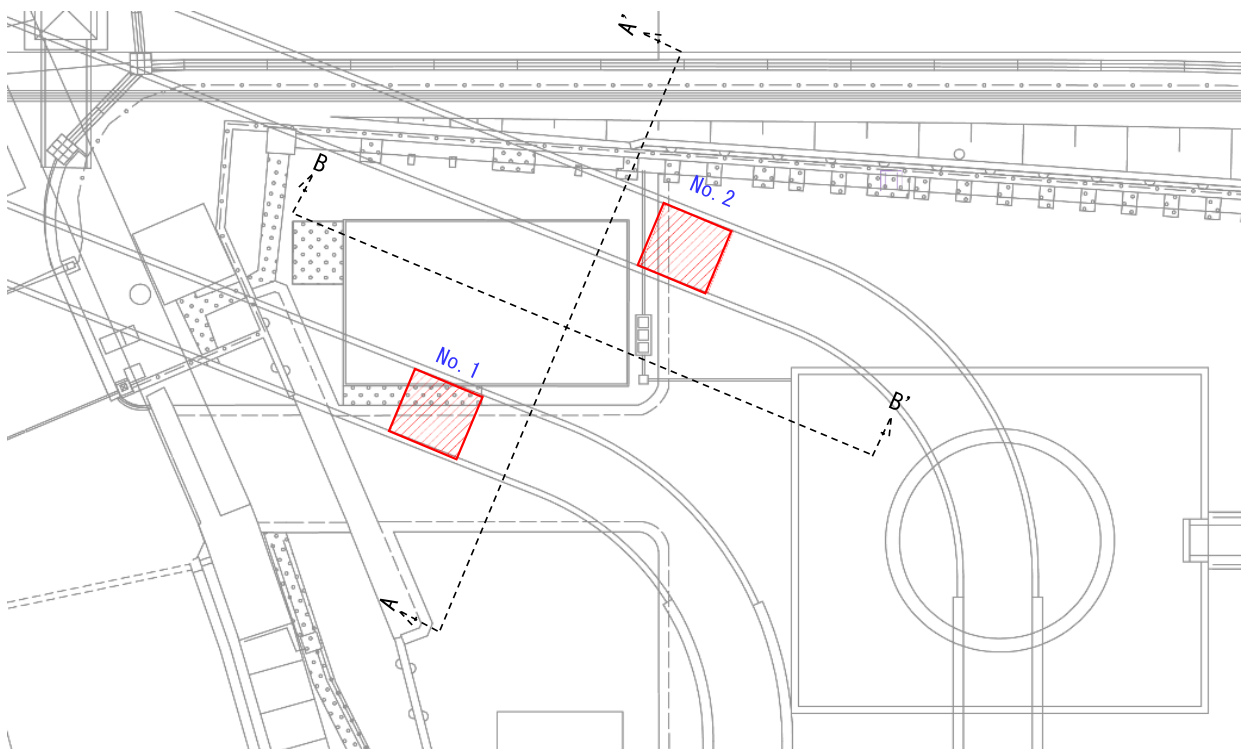


図 3.1-1 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2) の評価対象断面位置図



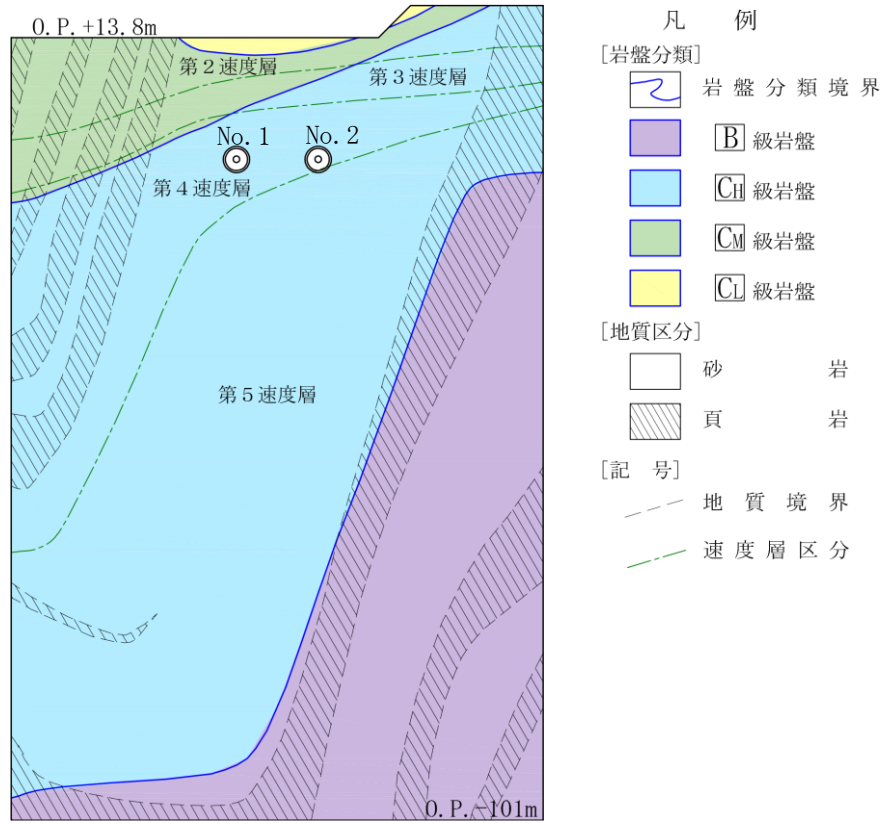


図 3.1-2(1) 取放水路流路縮小工（第 1 号機取水路）(No. 1), (No. 2) の地質図 (A-A 断面図)

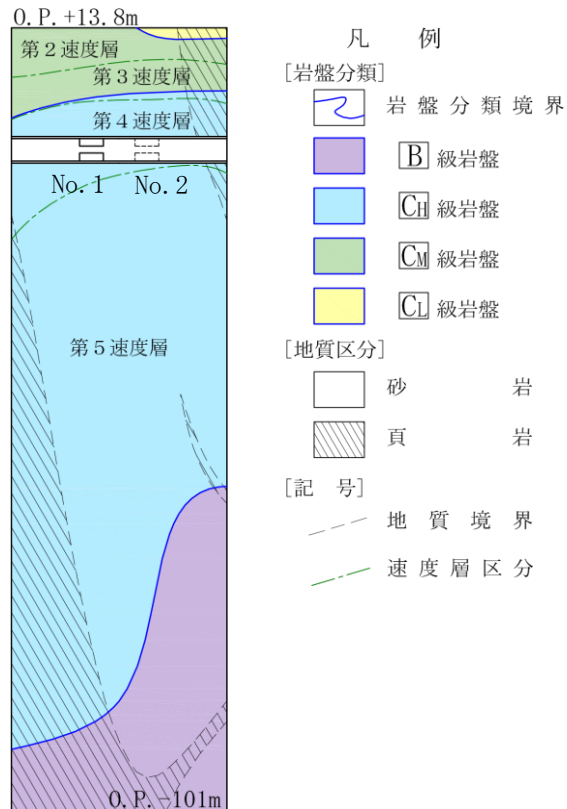


図 3.1-2(2) 取放水路流路縮小工（第 1 号機取水路）(No. 1), (No. 2) の地質図 (B-B 断面図)

### 3.2 解析方法

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の地震応答解析は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」のうち、「2.3 屋外重要土木構造物」に示す解析方法及び解析モデルを踏まえて実施する。

構造部材の健全性評価及び基礎地盤の支持性能評価に用いる構造部材の応答値及び接地圧は、地震応答解析から得られる地震時増分と常時応力解析から得られる常時応力を重ね合わせて算定する。

地震応答解析及び常時応力解析では、構造物周辺が岩盤に覆われているため、線形解析を実施する。

地震応答解析は、解析コード「SuperFLUSH/2D Ver. 6.1」を、常時応力解析は、解析コード「TDAPIII Ver. 3.10.01」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

#### 3.2.1 地震応答解析手法

地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる二次元動的有限要素法解析により、基準地震動  $S_s$  に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による線形解析にて行う。

構造部材については、流路縮小工の形状を踏まえた部材の応力を評価するため、平面ひずみ要素によりモデル化することとし、物性値は線形とする。

地盤（岩盤）については、平面ひずみ要素によりモデル化することとし、物性値は線形とする。

地震応答解析の選定フローを図 3.2-1 に示す。

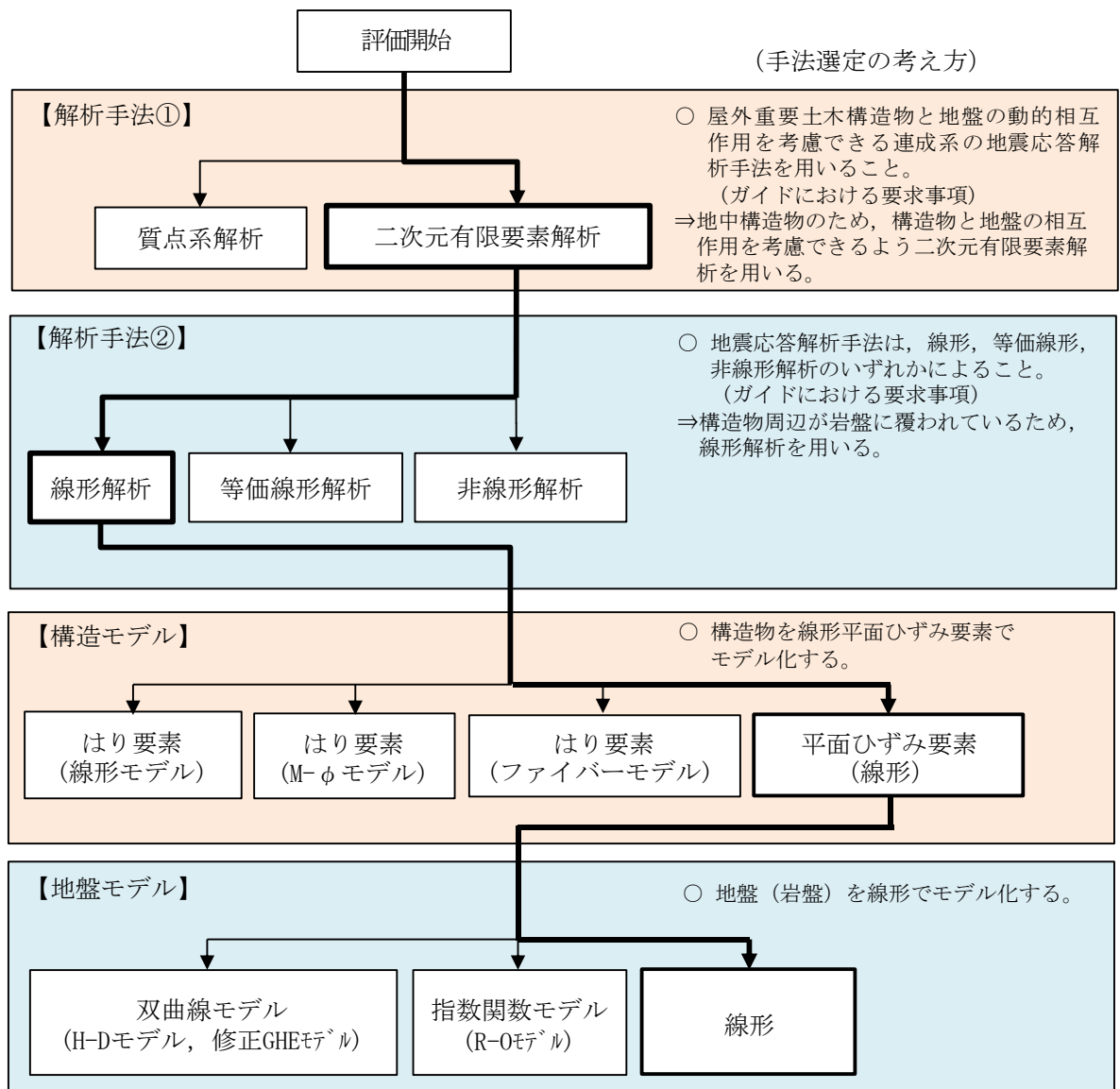


図 3.2-1 地震応答解析の選定フロー

### 3.2.2 地盤物性及び材料物性のばらつき

地盤物性のばらつきの影響を考慮するため、表 3.2-1 に示す解析ケースを設定する。

地盤物性のばらつきは、岩級区分ごとの PS 検層の結果から得られるせん断波速度の標準偏差  $\sigma$  を求め、せん断波速度のばらつきとして設定する (解析ケース②, ③)。

表 3.2-1 耐震評価における解析ケース

解析ケース	材料物性 (コンクリート) ( $E_0$ : ヤング係数)	地盤物性
		$C_L$ 級岩盤, $C_M$ 級岩盤, $C_H$ 級岩盤, $B$ 級岩盤 ( $G_d$ : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	設計基準強度	平均値
ケース②	設計基準強度	平均値 + $1\sigma$
ケース③	設計基準強度	平均値 - $1\sigma$

### 3.2.3 減衰定数

減衰定数は、流路縮小工については、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」のうち「3. 設計用減衰定数」に示される鉄筋コンクリートの減衰定数を、地盤については、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「3.1 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値」に示される狐崎部層の減衰定数を使用する。

### 3.2.4 解析ケースの選定

耐震評価においては、すべての基準地震動  $S_s$  に対し、解析ケース①（基本ケース）を実施する。解析ケース①において、引張破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の照査値が最大となる最も厳しい地震動を用いて、表 3.2-1 に示す解析ケース②、③を実施する。耐震評価における解析ケースを表 3.2-2 に示す。

表 3.2-2 耐震評価における解析ケース

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③
			基本ケース	地盤物性のばらつき (+1σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1σ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1σ	平均値-1σ
地震動(位相)	S <sub>s</sub> -D1	++*	○	基準地震動 S <sub>s</sub> (7波) 及び水平動の位相反転を考慮した地震動 (7波) を加えた全 14 波により照査を行ったケース① (基本ケース) の結果から、引張破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査において照査値が 0.5 以上となるすべての項目に対して、最も厳しい地震動を用いてケース②、③を実施する。  照査値がいずれも 0.5 未満の場合は、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②~③を実施する。	
		-+*	○		
	S <sub>s</sub> -D2	++*	○		
		-+*	○		
	S <sub>s</sub> -D3	++*	○		
		-+*	○		
	S <sub>s</sub> -F1	++*	○		
		-+*	○		
	S <sub>s</sub> -F2	++*	○		
		-+*	○		
	S <sub>s</sub> -F3	++*	○		
		-+*	○		
	S <sub>s</sub> -N1	++*	○		
		-+*	○		

注記 \* : 取放水路流路縮小工 (第 1 号機取水路) (No. 1), (No. 2) の耐震評価にあたっては、「土木学会マニュアル」に従い水平方向の位相反転を考慮する。地震動の位相について (++) の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し, 「-」は位相を反転させたケースを示す。

### 3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

#### 3.3.1 耐震評価上考慮する状態

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の地震応答解析において、地震以外に考慮する状態を以下に示す。

##### (1) 運転時の状態

発電用原子炉（第1号機）が停止状態にあり、運転時の異常な過渡変化時の影響を受けないことから考慮しない。

##### (2) 設計基準事故時の状態

設計基準事故時の影響を受けないことから考慮しない。

##### (3) 設計用自然条件

岩盤内構造物であるため、風、並びに積雪の影響は考慮しない。

##### (4) 重大事故等時の状態

重大事故等時の状態の影響を受けないことから考慮しない。

#### 3.3.2 荷重

取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の地震応答解析において、考慮する荷重を以下に示す。

##### (1) 固定荷重（G）

固定荷重として、躯体自重を考慮する。

##### (2) 積載荷重（P）

地表面に積載荷重  $4.9(\text{kN}/\text{m}^2)$  を考慮する。

##### (3) 地震荷重（S<sub>s</sub>）

基準地震動 S<sub>s</sub> による荷重を考慮する。

なお、第1号機取水路トンネルは、地山の变形が収束した後に覆工を施工する NATM 工法を用いていることから覆工に掘削解放応力が作用しているとは考えにくく考慮しない。また、当該位置の地山強度比\*は 360 程度と十分大きいことから、地山のゆるみ土圧も荷重として考慮しない。

注記\*：トンネル標準示方書[共通編]・同解説/[山岳工法編]（土木学会，2016 制定）に基づき、地山強度比  $G_n = q_u / \gamma H$  により算定。

( $q_u$ ：地山の一軸圧縮強度  $153.0\text{N}/\text{mm}^2$ ， $\gamma$ ：地山の単位体積重量  $26.2\text{ kN}/\text{mm}^3$ ， $H$ ：トンネルの土被り  $15.947\text{m}$ )

### 3.3.3 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 3.3-1 に示す。

表 3.3-1(1) 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S <sub>s</sub> )	G + P + S <sub>s</sub>

G : 固定荷重

P : 積載荷重 (4.9kN/m<sup>2</sup>を地表面に考慮)

S<sub>s</sub> : 地震荷重

表 3.3-1(2) 荷重の組合せ

種別		荷重		算定方法
永久 荷重	固定 荷重	躯体自重	○	・ 設計図書に基づいて、対象構造物の体積に材料の密度を乗じて設定する。
		機器・配管自重	—	・ 対象構造物に作用する機器・配管はないため考慮しない。
		土被り荷重	—	・ 安定した岩盤内に設置されるため考慮しない。
		積載荷重	○	・ 地表面に 4.9 (kN/m <sup>2</sup> ) を考慮する。
	静止土圧		—	・ 安定した岩盤内に設置されるため考慮しない。
	外水圧		—	・ つり合っているため考慮しない
	内水圧		—	・ つり合っているため考慮しない
	積雪荷重		—	・ 岩盤内構造物であることから考慮しない。
	風荷重		—	・ 岩盤内構造物であることから考慮しない。
偶発荷重	水平地震動		○	・ 基準地震動 S <sub>s</sub> による水平及び鉛直同時加振を考慮する。
	鉛直地震動		○	
	動水圧		○	・ 朔望平均満潮位での動水圧を考慮する。



### 3.4 入力地震動

入力地震動は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「4.1(2) 動的地震力」及び添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  を一次元重複反射理論により地震応答解析モデル底面位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「6.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

入力地震動算定概念図を図 3.4-1 に、入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3.4-2 に示す。

入力地震動の算定には、解析コード「ArkQuake Ver. 3.10.01」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

#### ① 引戻し解析

引戻し地盤モデル（解放基盤モデル）を用いて、水平方向地震動及び鉛直方向地震動をそれぞれ引戻し地盤モデル底面位置まで引戻す。

#### ② 水平方向地震動の引上げ解析

引上げ地盤モデル（水平方向地震動用）を用いて、構造物－地盤連成系解析モデル底面位置まで水平方向地震動を引上げる。

#### ③ 鉛直方向地震動の引上げ解析

引上げ地盤モデル（鉛直方向地震動用）を用いて、構造物－地盤連成系解析モデル底面位置まで鉛直方向地震動を引上げる。

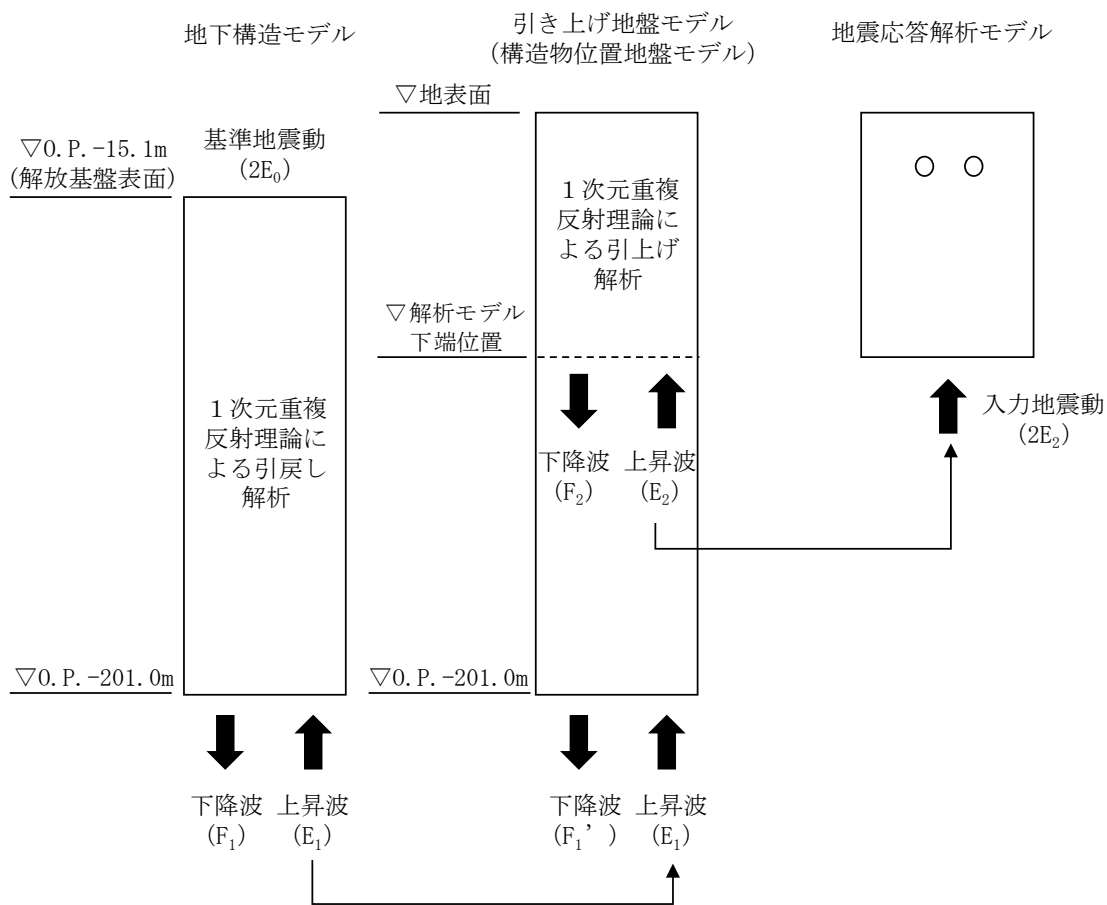
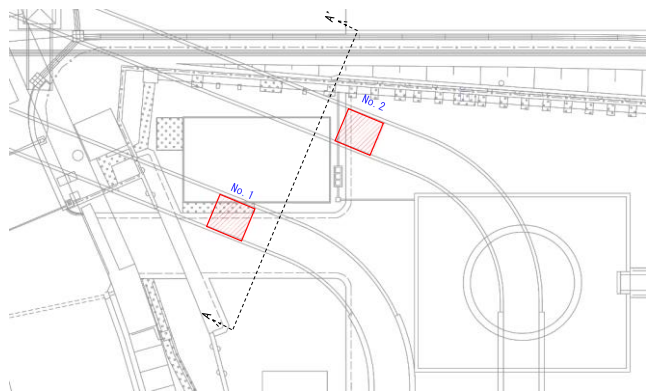
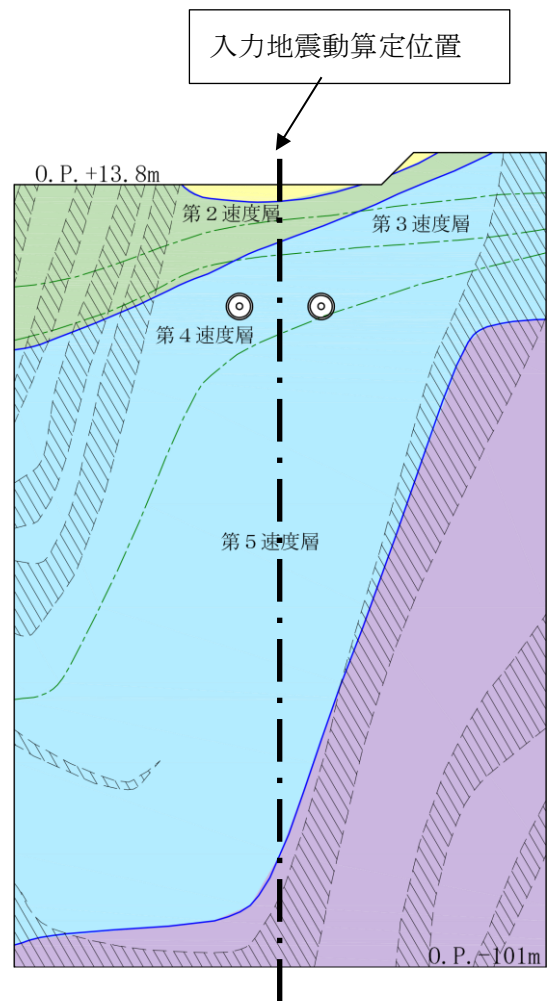


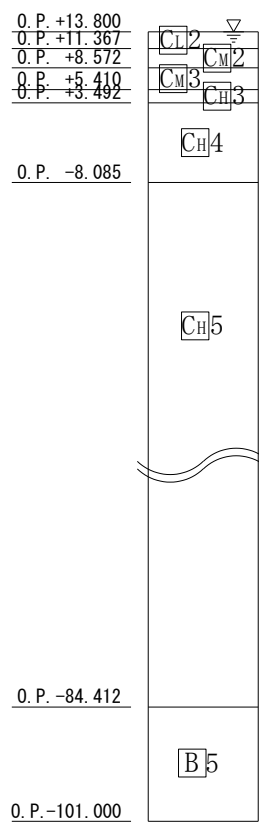
図 3.4-1(1) 入力地震動算定の概念図



解析地盤モデル位置図

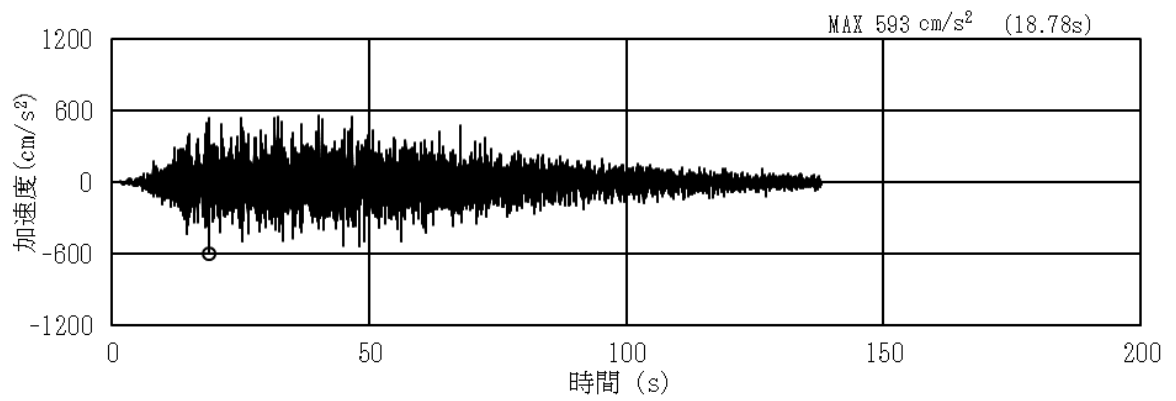


解析地盤モデル（地質図）

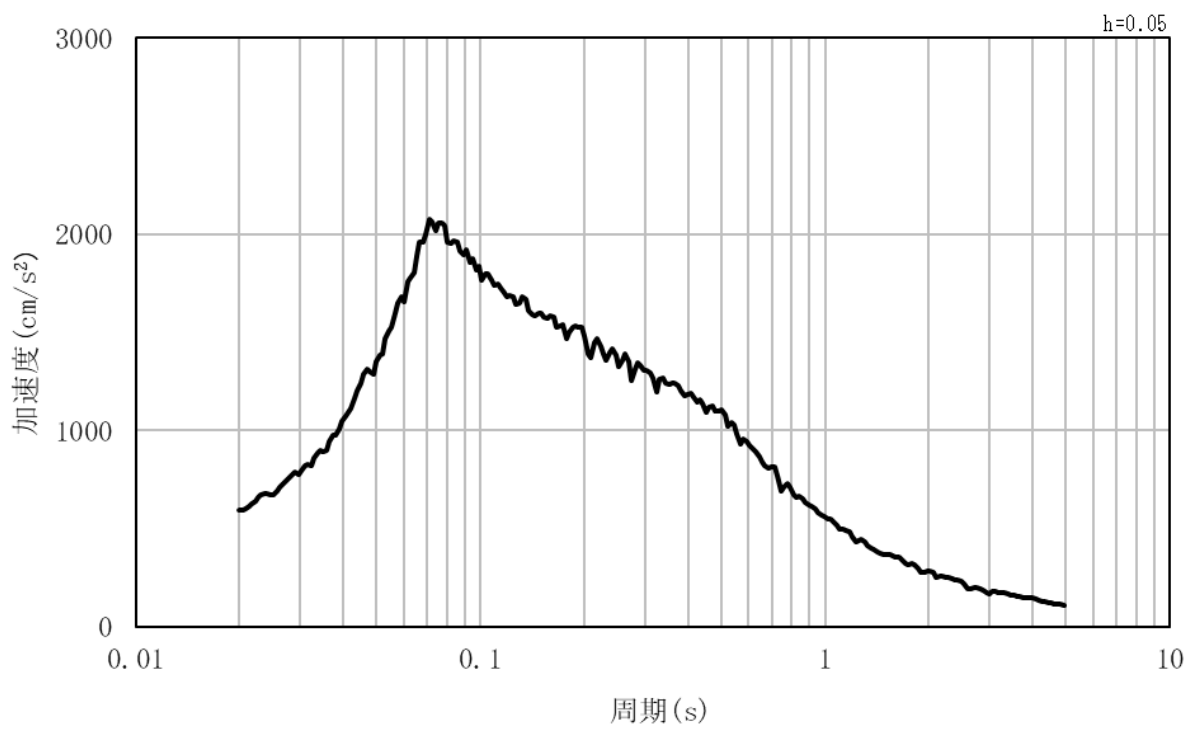


注記 CH5 は CH級岩盤の第5速度層を示す。

図 3.4-1(2) 入力地震動算定の概念図（引上げ地盤モデル）

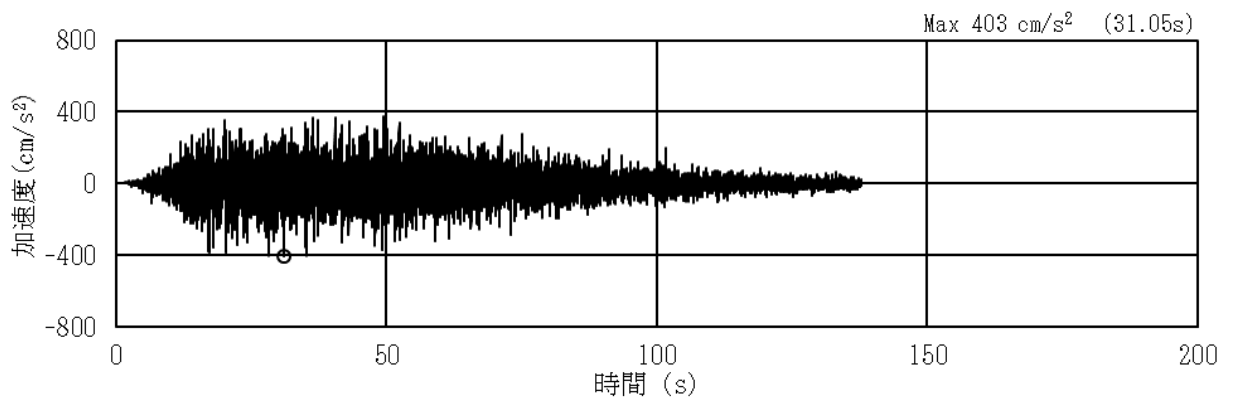


(a) 加速度時刻歴波形

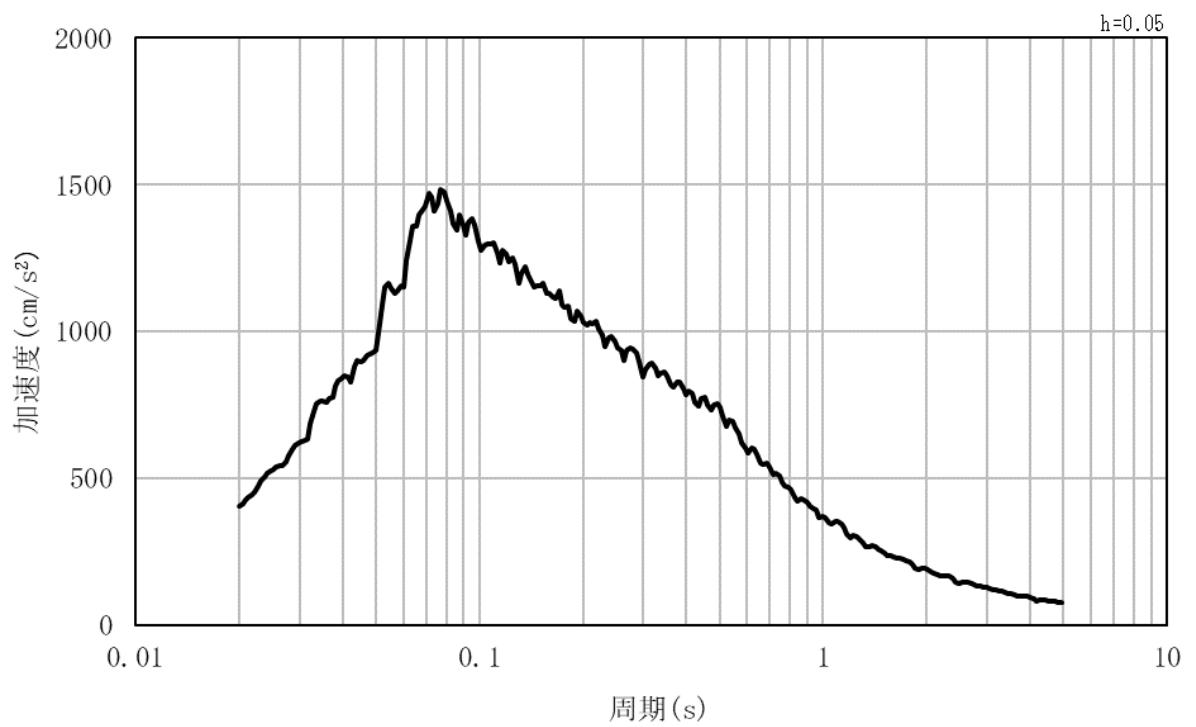


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(1) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向：S s - D 1)

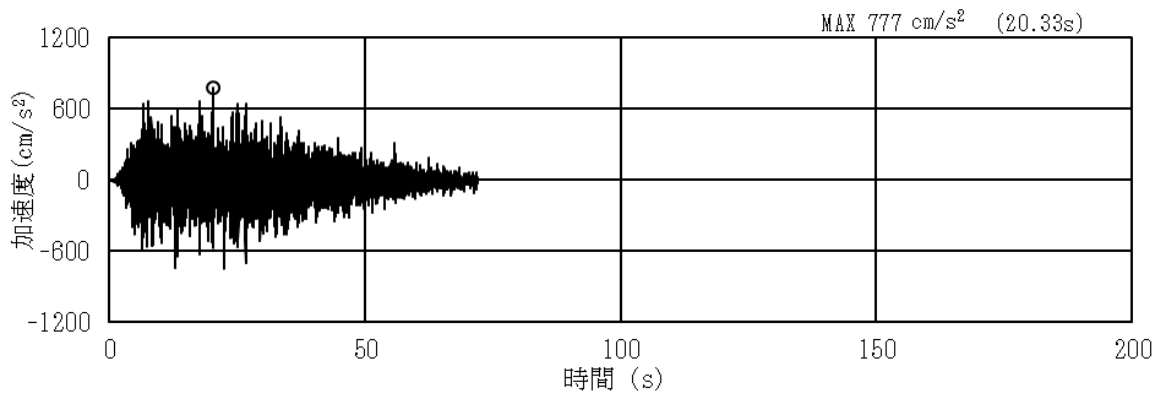


(a) 加速度時刻歴波形

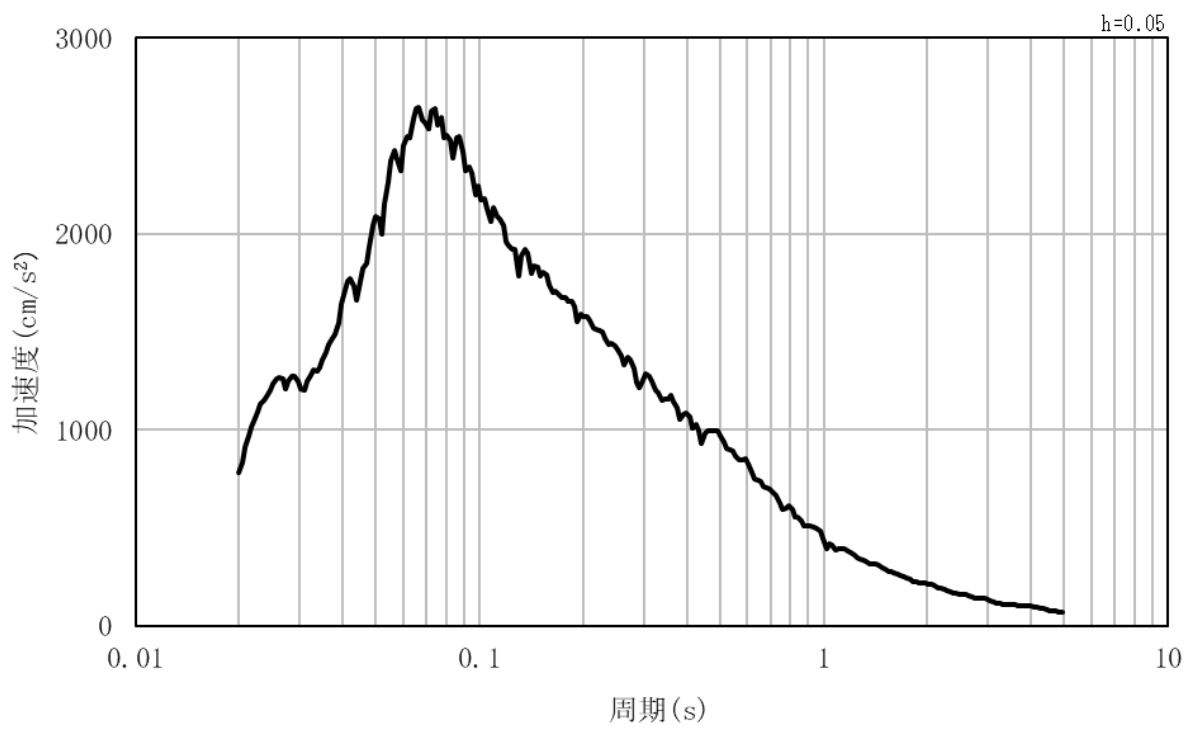


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(2) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 1)

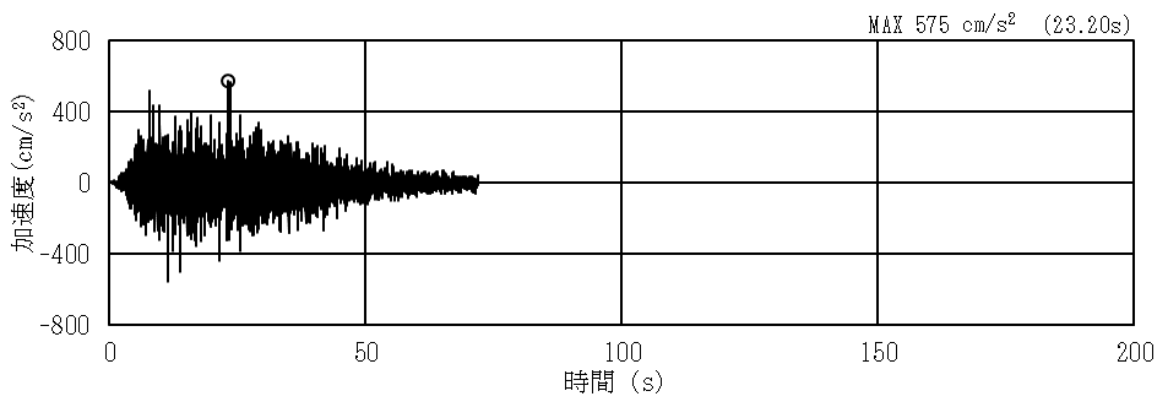


(a) 加速度時刻歴波形

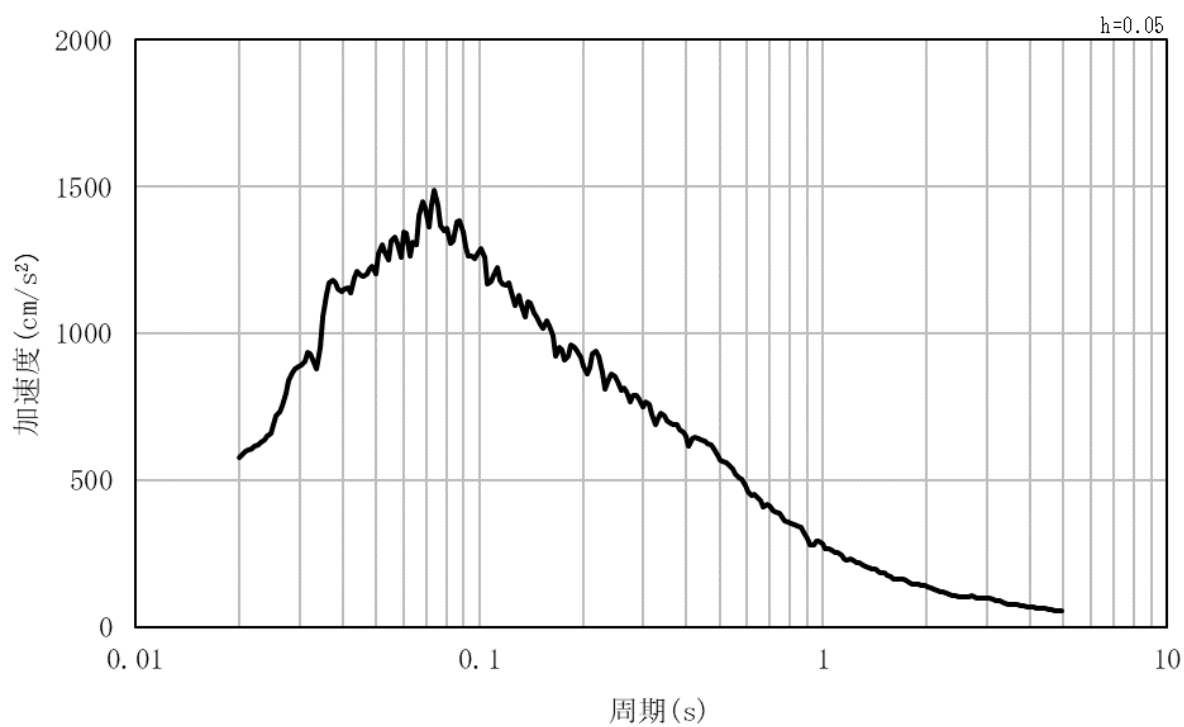


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(3) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向：S s - D 2)

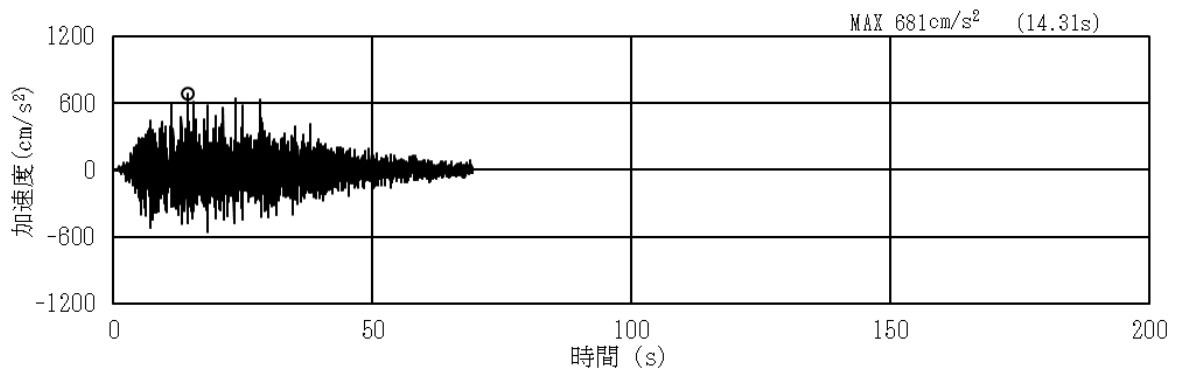


(a) 加速度時刻歴波形

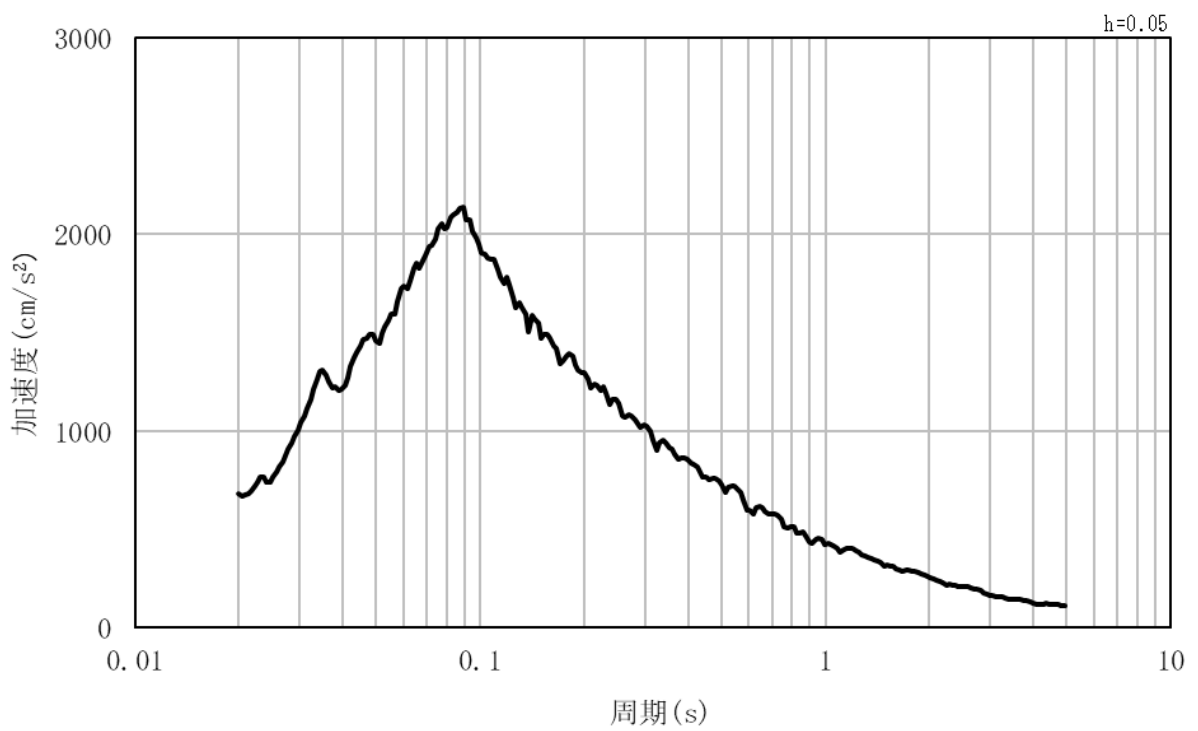


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(4) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 2)



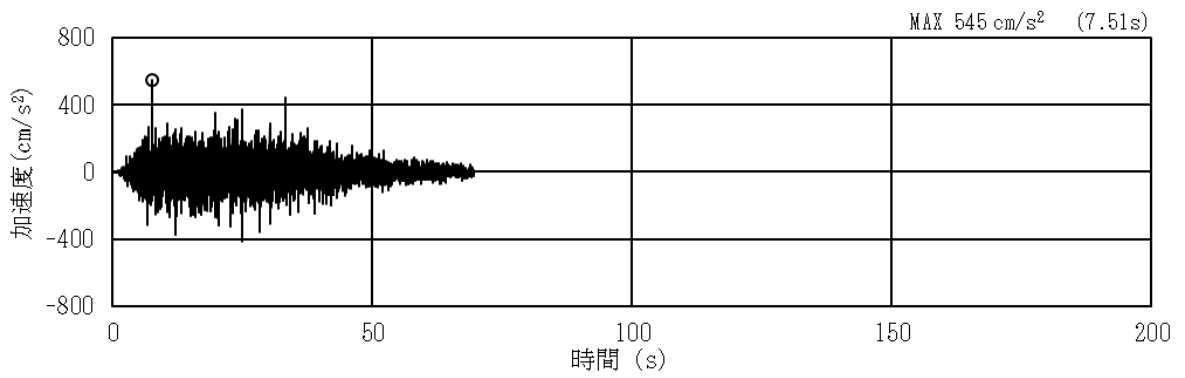
(a) 加速度時刻歴波形



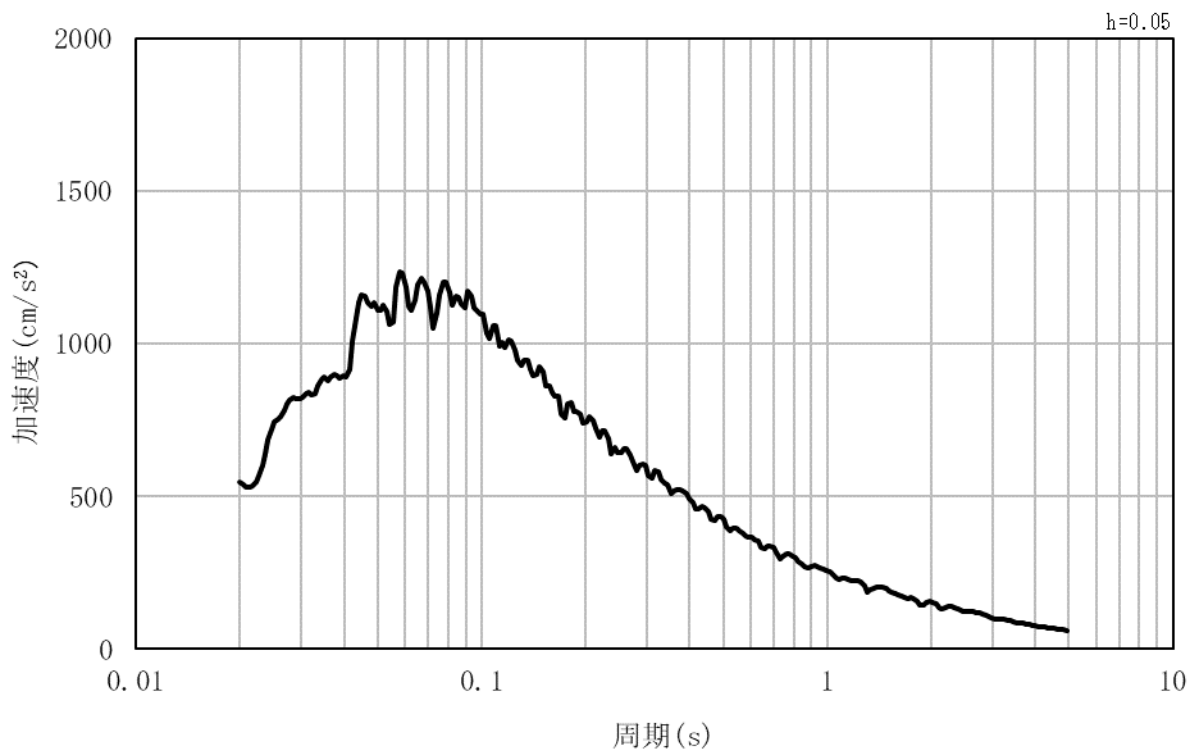
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(5) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - D 3)



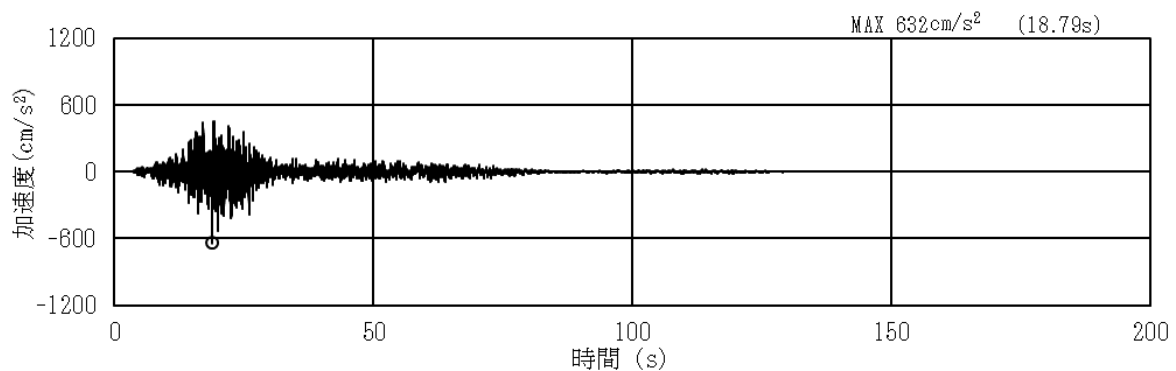


(a) 加速度時刻歴波形

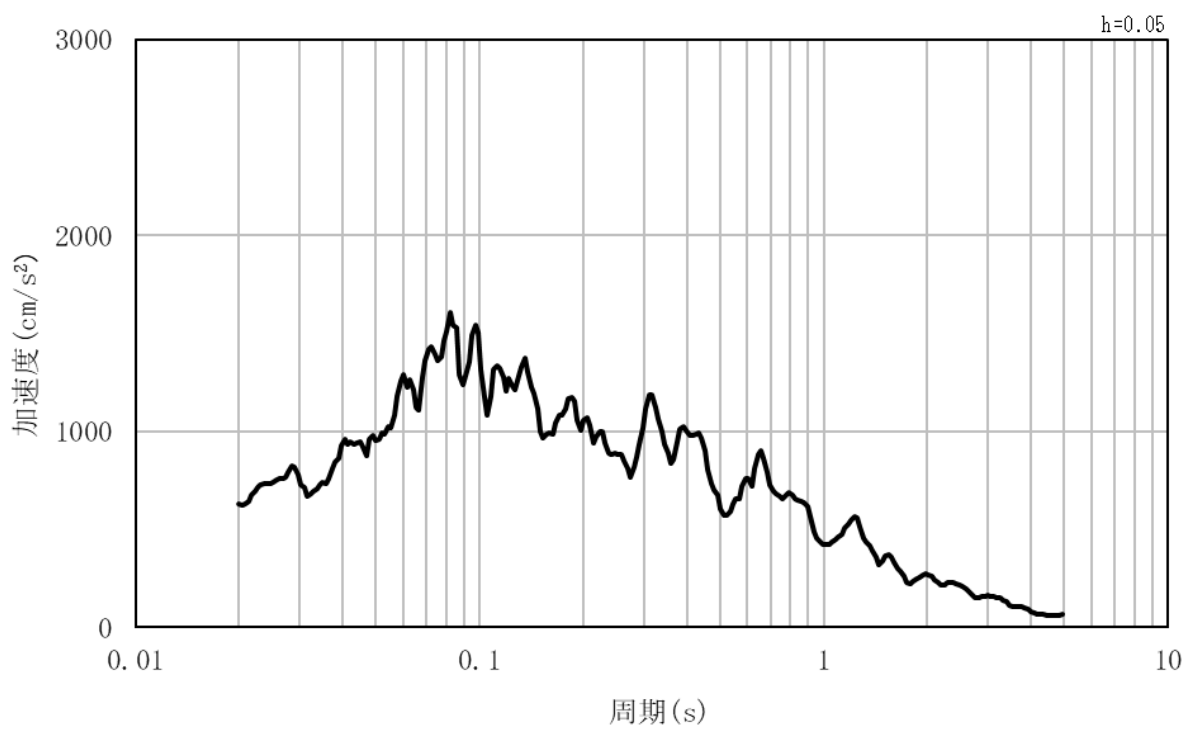


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(6) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - D 3)

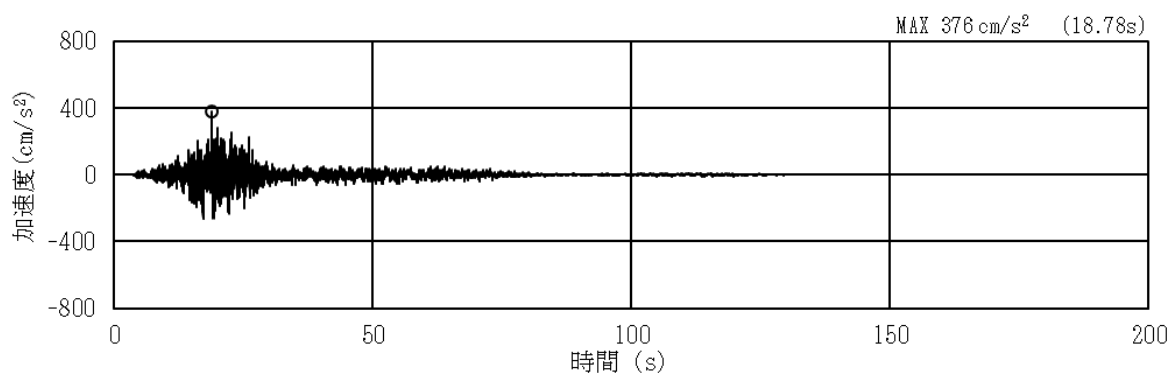


(a) 加速度時刻歴波形

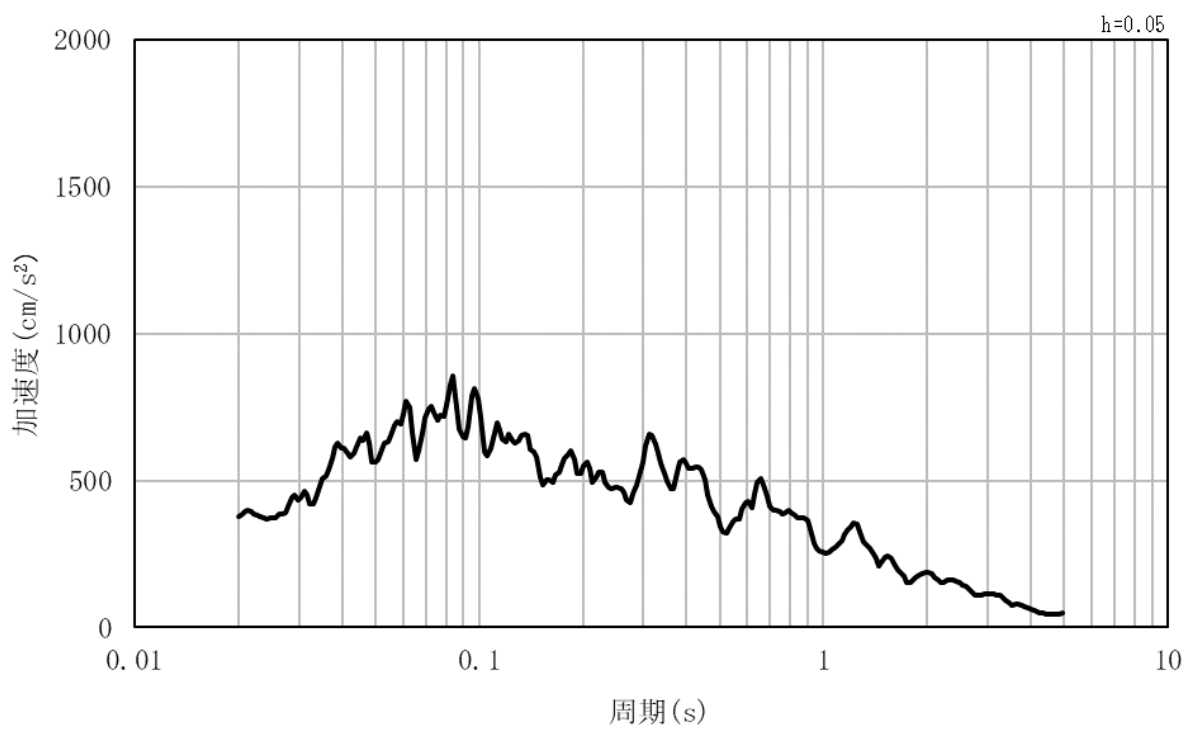


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(7) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向：S s - F 1)

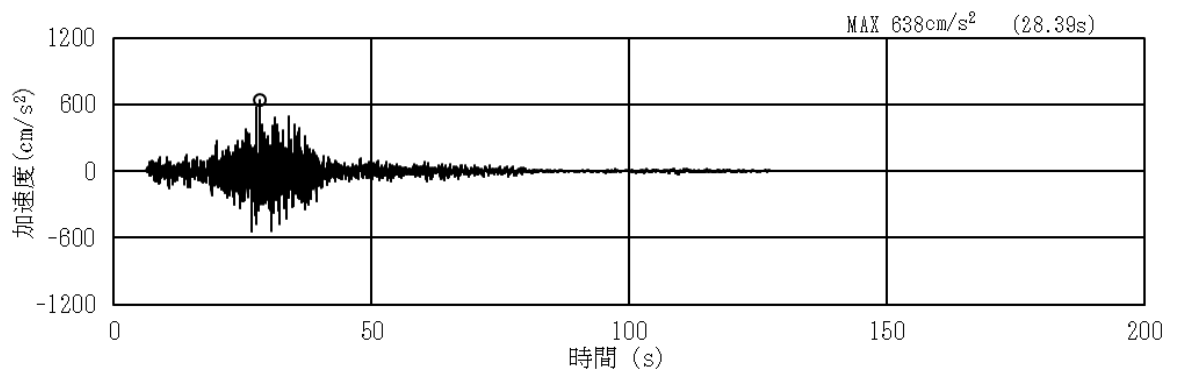


(a) 加速度時刻歴波形

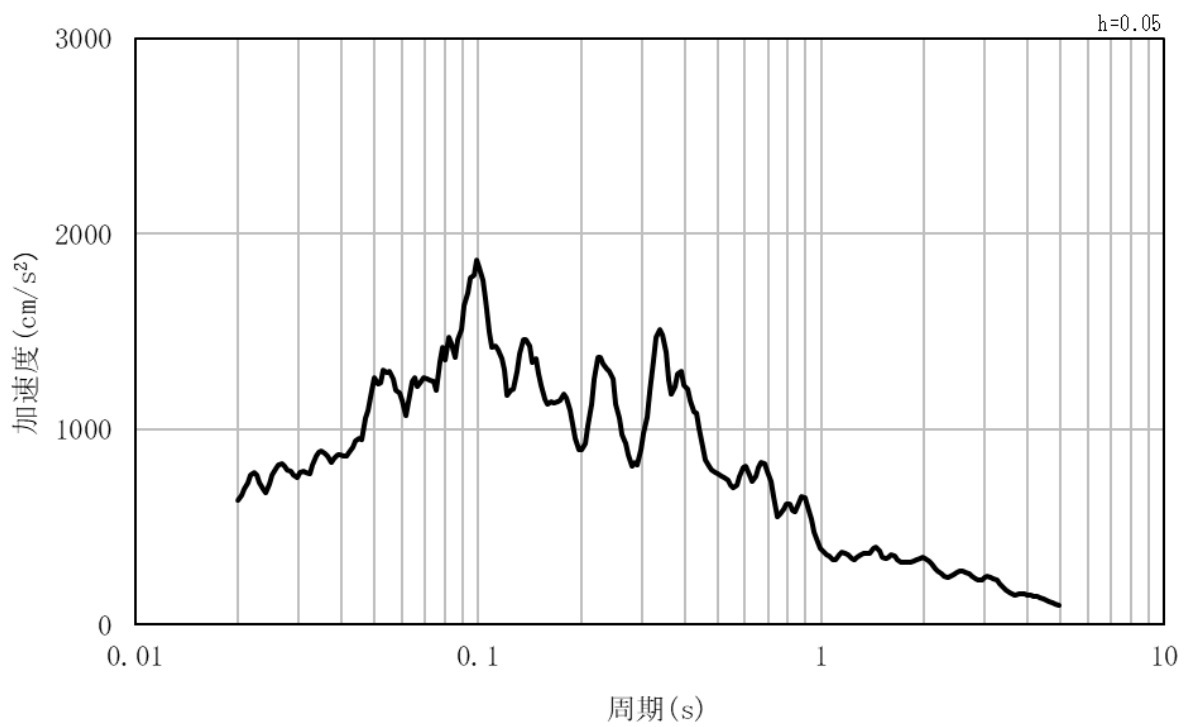


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(8) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 1)

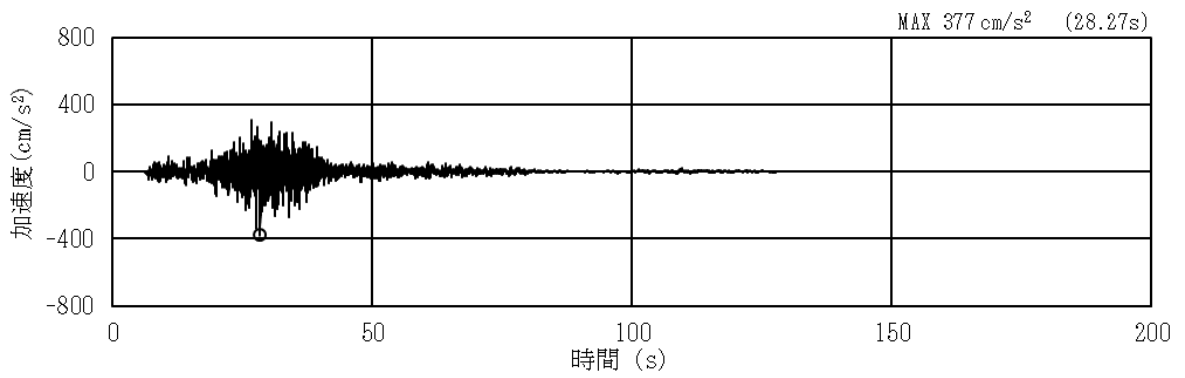


(a) 加速度時刻歴波形

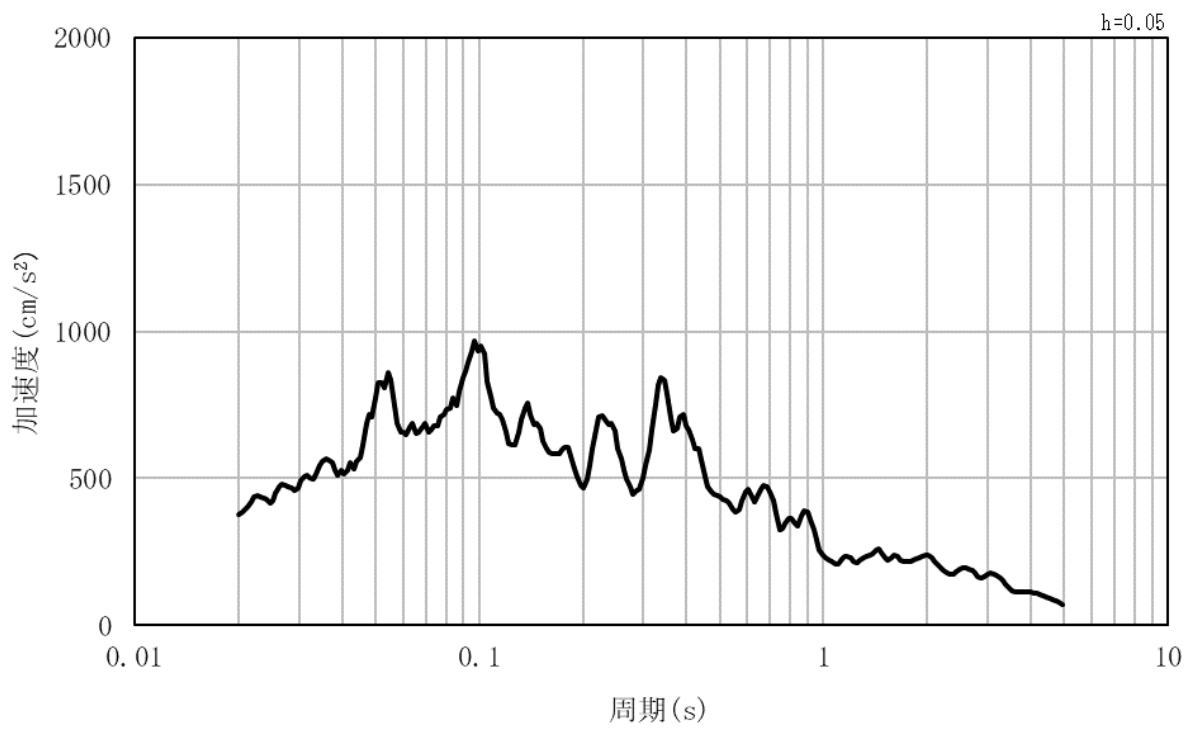


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(9) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向：S s - F 2)

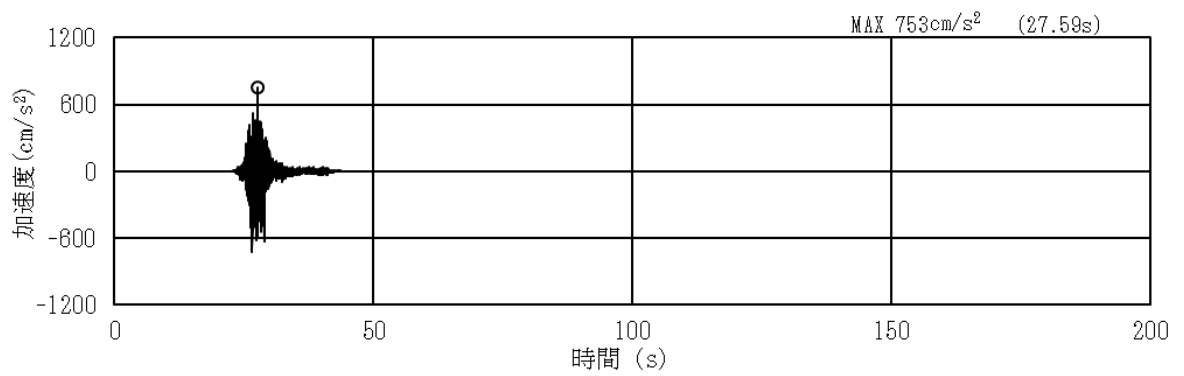


(a) 加速度時刻歴波形

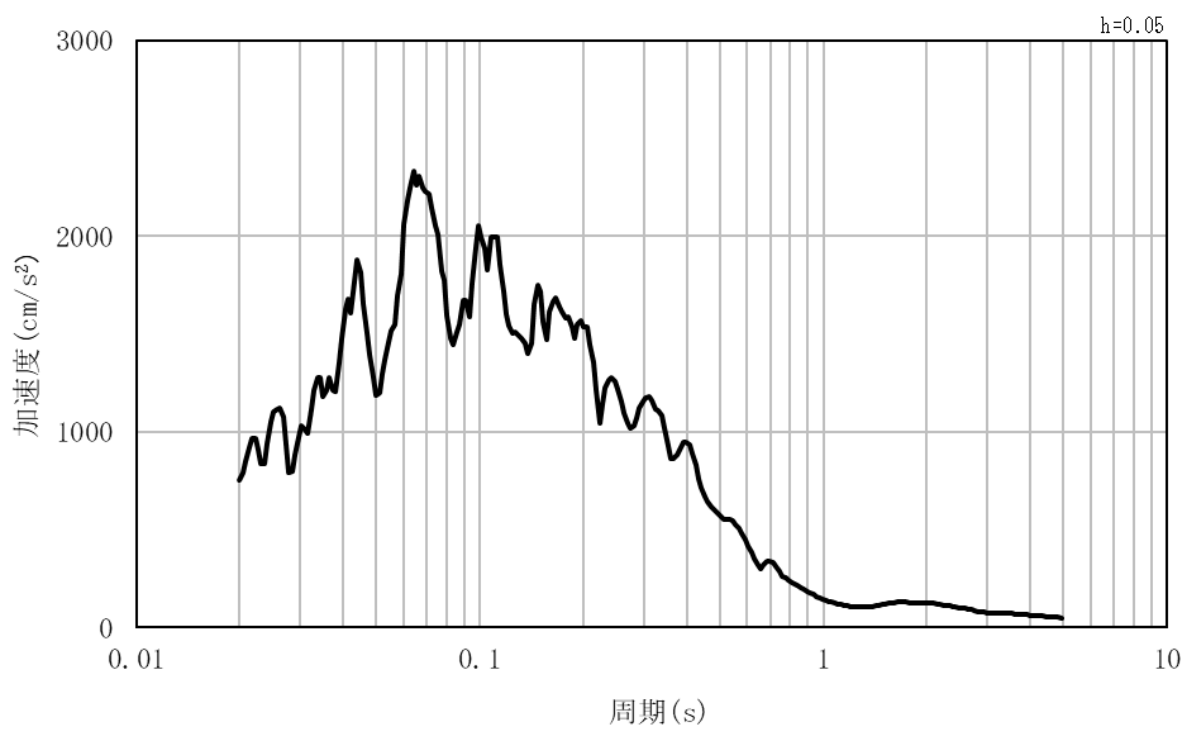


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(10) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 2)

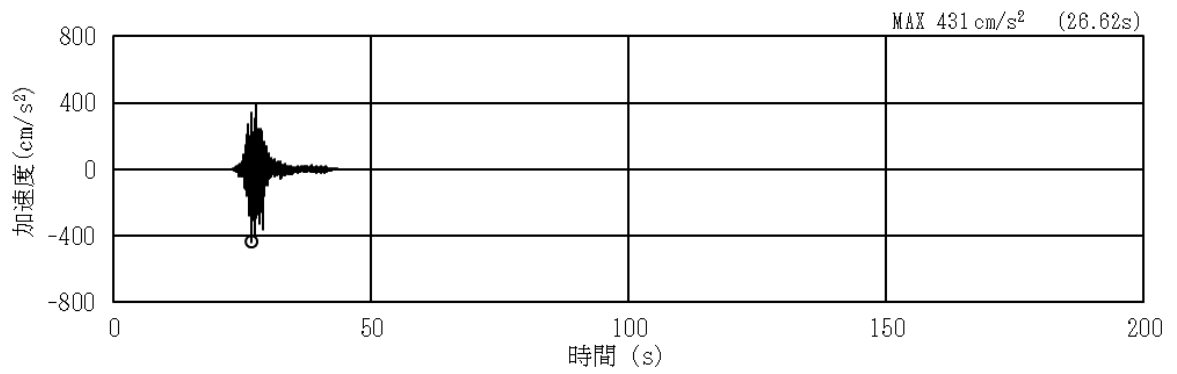


(a) 加速度時刻歴波形

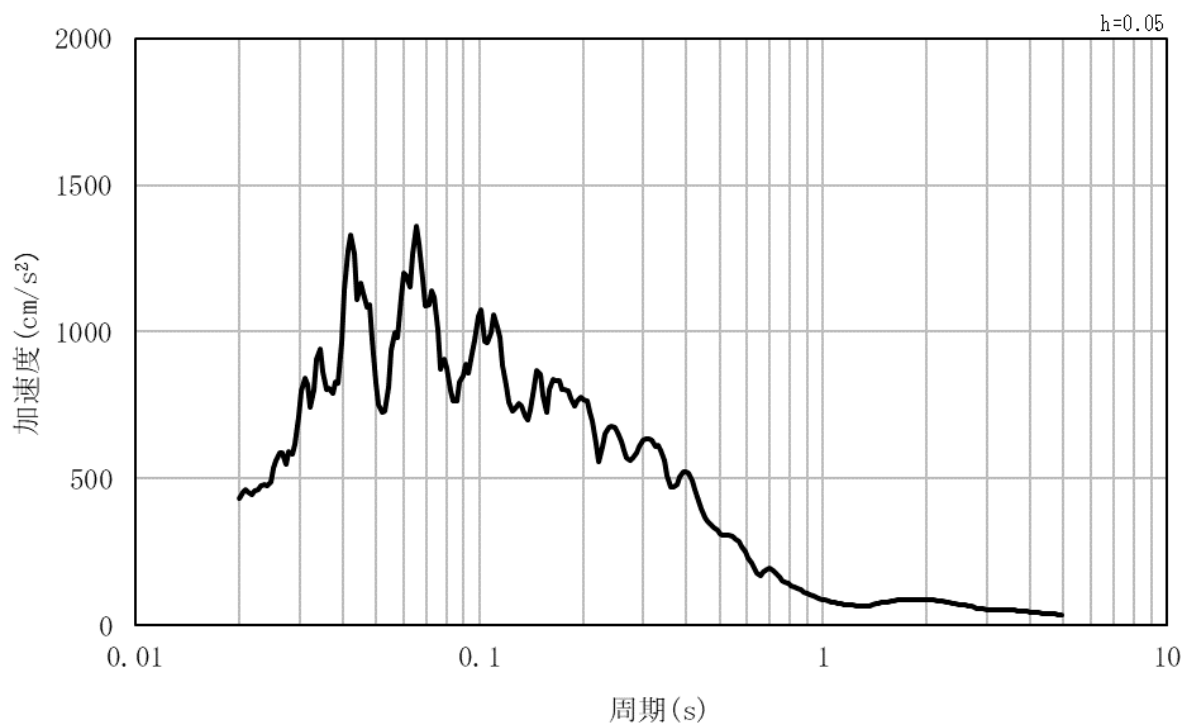


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(11) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向 : S s - F 3)

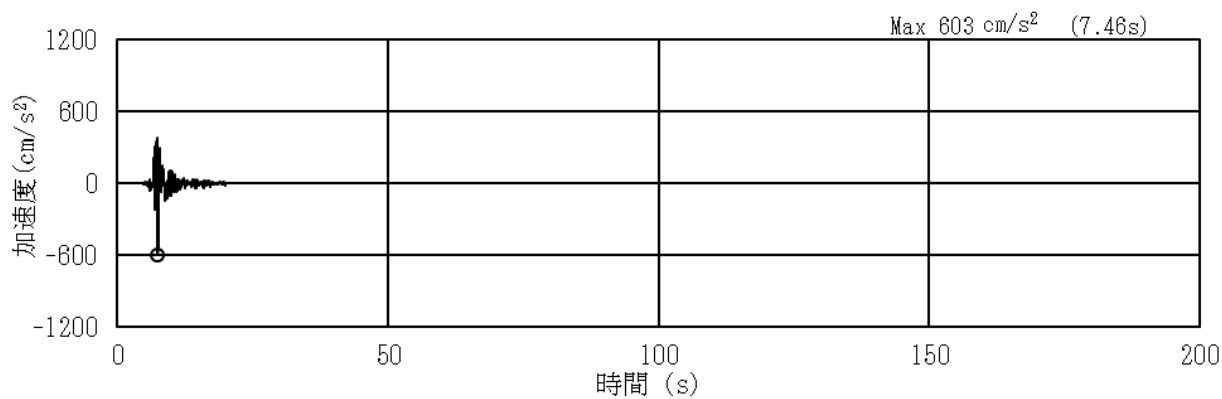


(a) 加速度時刻歴波形

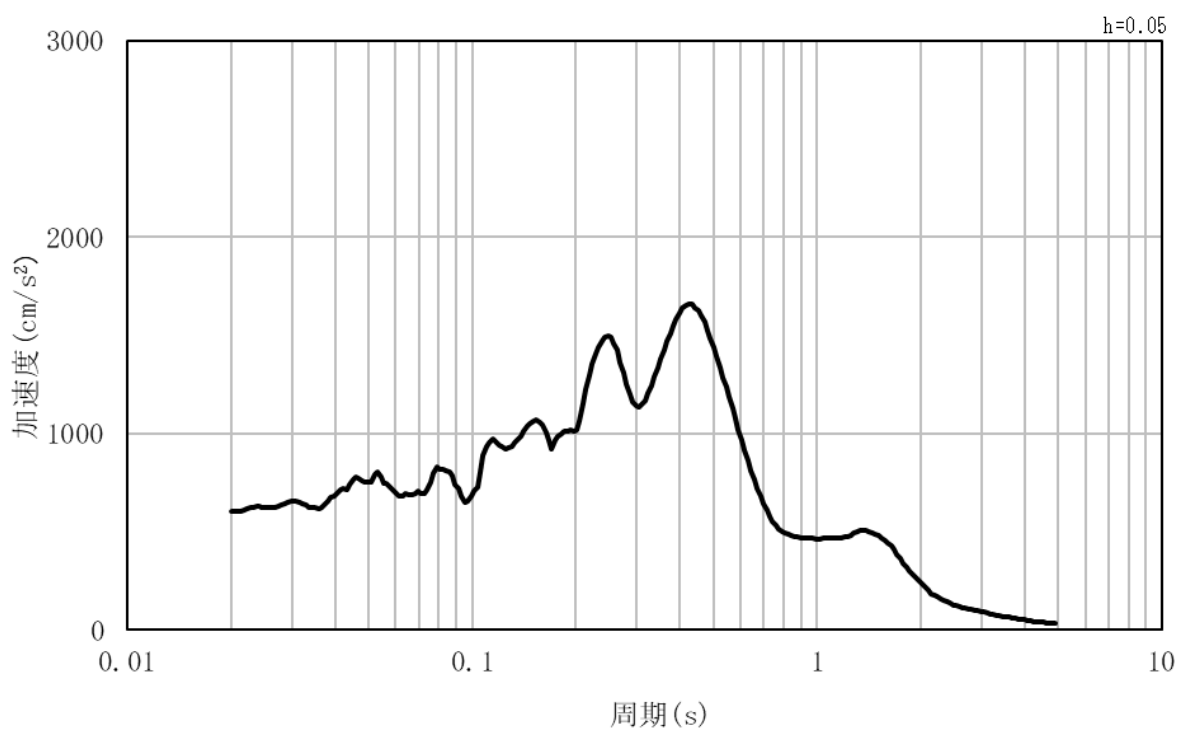


(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(12) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - F 3)



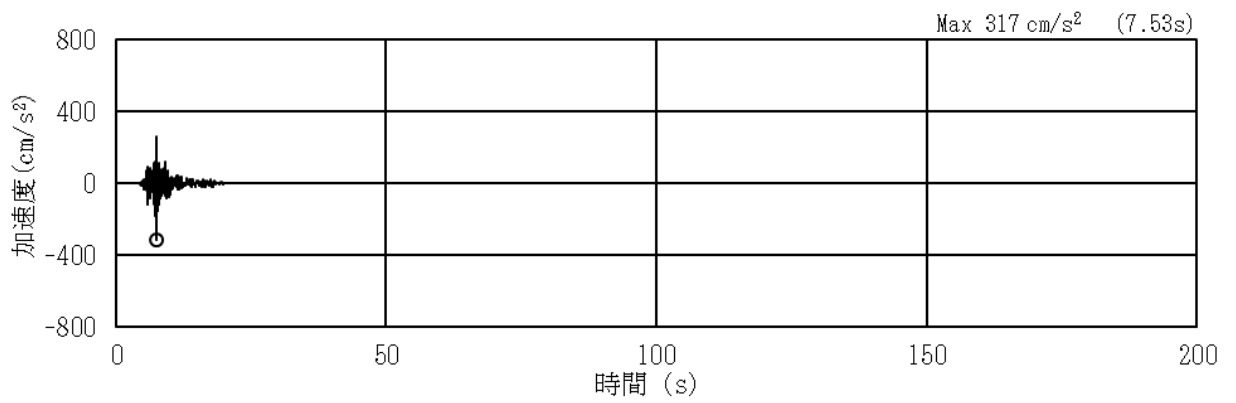
(a) 加速度時刻歴波形



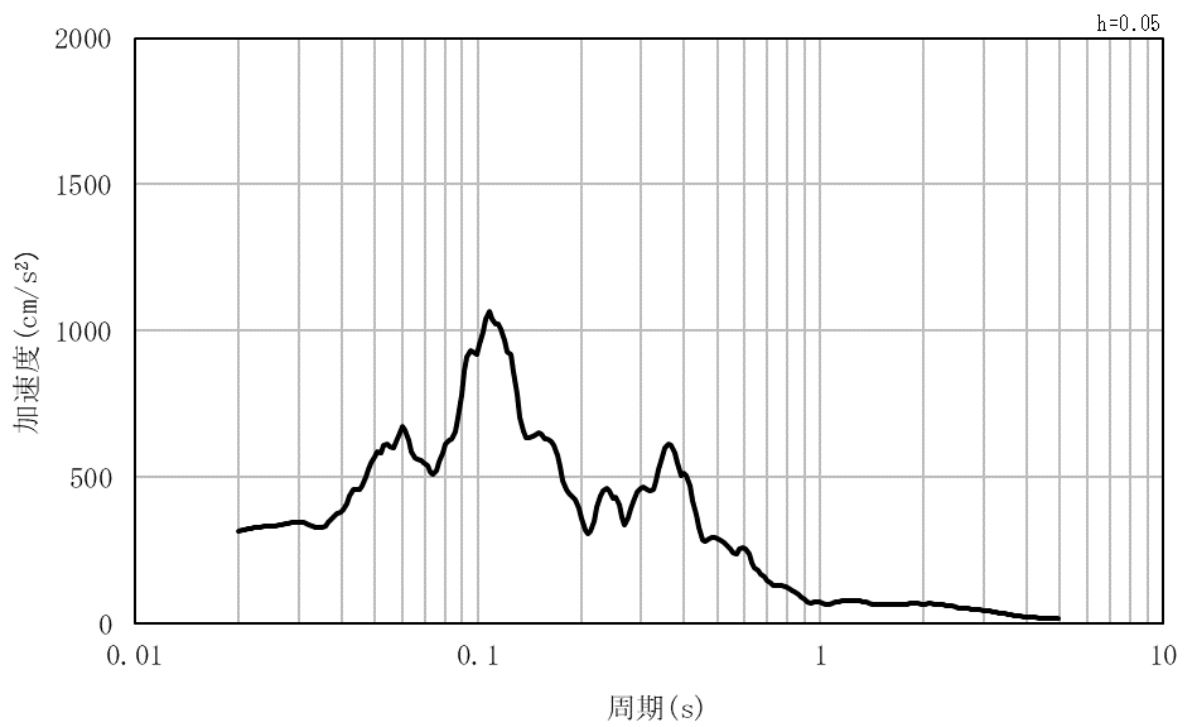
(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(13) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(水平方向：S s - N 1)





(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 3.4-2(14) 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル  
(鉛直方向：S s - N 1)

### 3.5 解析モデル及び諸元

#### 3.5.1 解析モデル

##### (1) 解析領域

地震応答解析モデルは、境界条件の影響が構造物及び地盤の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分に広い領域とする。具体的には、J E A G 4 6 0 1 - 1987 を参考に、図 3.5-1 のモデル範囲の考え方に示すとおり、モデル幅を構造物基礎幅の 5 倍以上、構造物下端からモデル下端までの高さを構造物基礎幅の 2 倍以上とする。

なお、解析モデルの境界条件は、側面をエネルギー伝達境界、底面を粘性境界とする。

地盤の要素分割については、地盤の波動をなめらかに表現するために、最大周波数 20Hz 及びせん断波速度  $V_s$  で算定される波長の 5 または 4 分割、すなわち  $V_s/100$  または  $V_s/80$  を考慮し、設定する。

構造物の要素分割については、構造物に接する地盤の要素分割に合わせて設定する。

解析モデルの下端については、第 4 速度層及び第 5 速度層の分布に着目し、O.P. -101.0m までモデル化する。

二次元地震応答解析モデルは、検討対象構造物とその周辺地盤をモデル化した不整形地盤に加え、この不整形地盤の左右に広がる地盤をモデル化した自由地盤で構成される。この自由地盤は、不整形地盤の左右端と同じ地質構成を有する一次元地盤モデルである。

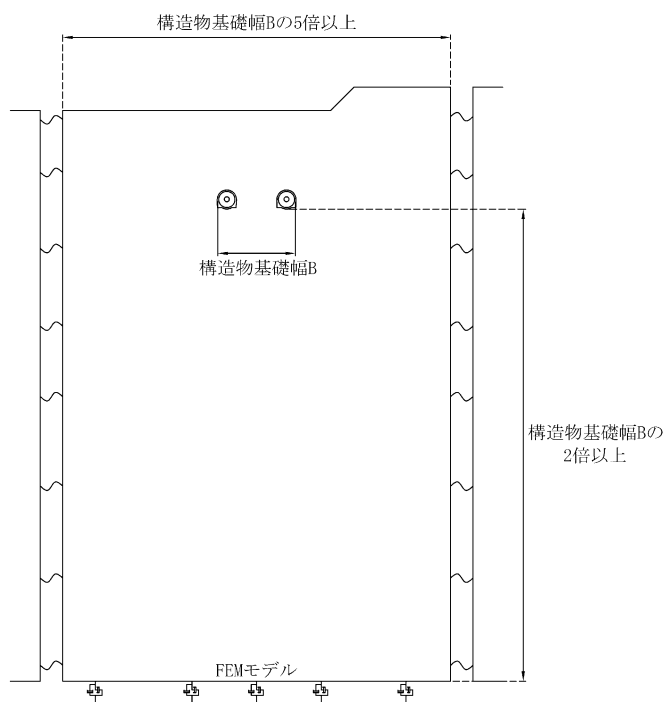


図 3.5-1 モデル範囲の考え方

(2) 境界条件

a. 常時応力解析時

常時応力解析は、構造物の自重等の静的な荷重を載荷することによる常時の応力を算定するために行う。常時応力解析時の境界条件は底面固定とし、側方は自重等による地盤の鉛直方向の変形を拘束しないよう鉛直ローラーとする。

常時応力解析における境界条件の概念図を図 3.5-2 に示す。

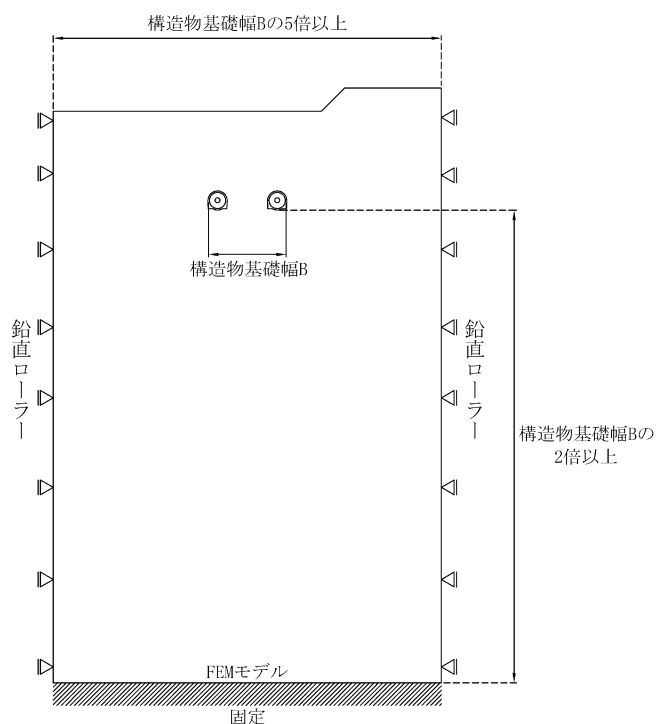


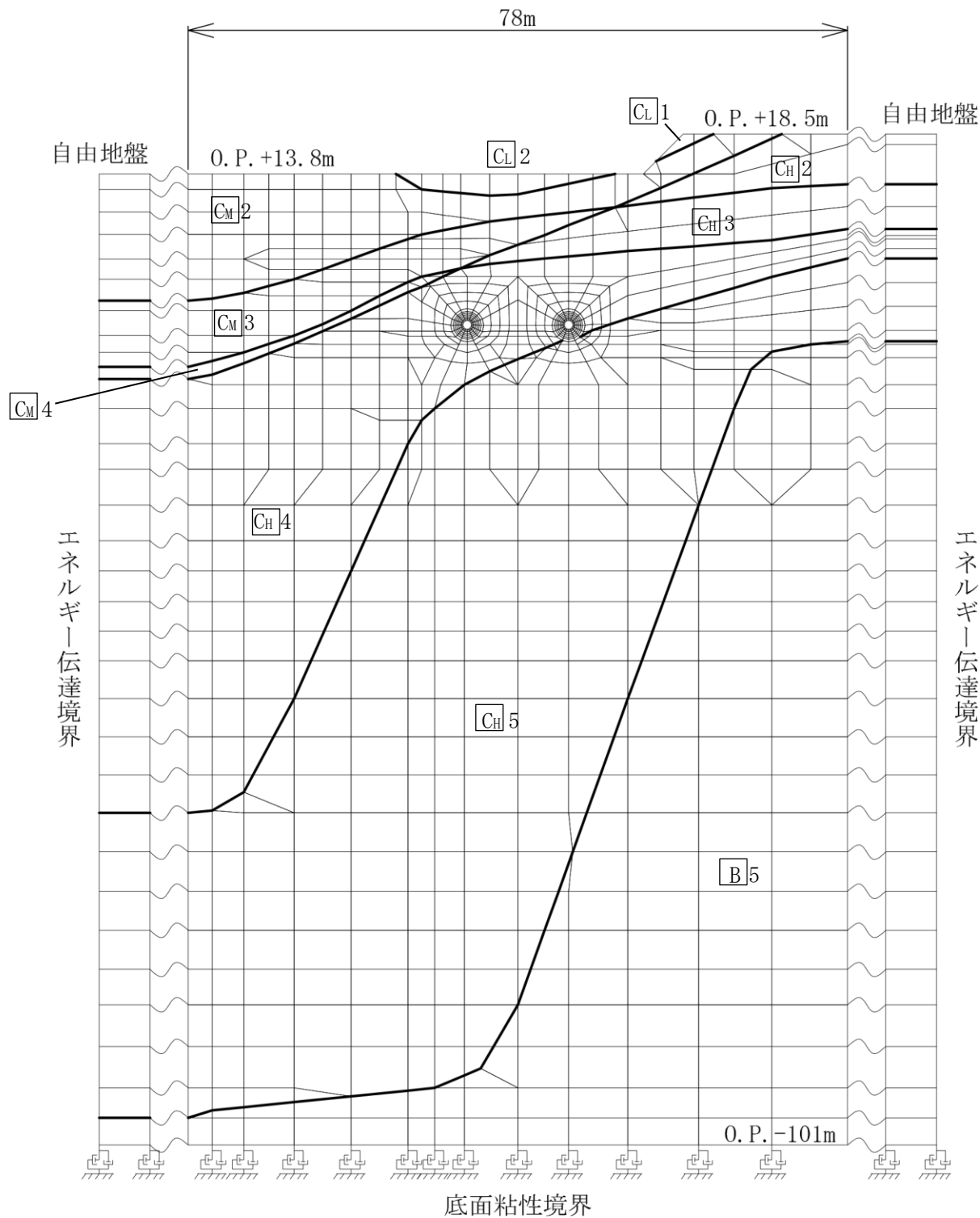
図 3.5-2 常時応力解析における境界条件の概念図

b. 地震応答解析時

地震応答解析時の境界条件については、有限要素法における半無限地盤を模擬するため、底面に粘性境界、側方にエネルギー伝達境界を設ける。

底面の粘性境界については、地震動の下降波がモデル底面境界から半無限地盤へ通過していく状態を模擬するため、ダッシュポットを設定する。側方のエネルギー伝達境界については、自由地盤の地盤振動と不成型地盤側方の差分が側方を通過していく状態を模擬するものである。

取放水路流路縮小工（第 1 号機取水路）(No. 1), (No. 2) の地震応答解析モデルを図 3.5-3 に示す。



注) CH 5 は CH 級岩盤の第 5 速度層を示す。

図 3.5-3 取放水路流路縮小工 (第 1 号機取水路) (No. 1), (No. 2) の地震応答解析モデル

(3) 構造物のモデル化

構造部材（覆工部及び充填部）は、平面ひずみ要素によりモデル化する。

(4) 地盤のモデル化

地盤は、平面ひずみ要素でモデル化する。

(5) 内水のモデル化

内水は、付加質量としてモデル化する。

3.5.2 使用材料及び材料の物性値

耐震評価に用いる材料定数は、適用基準類を基に設定する。構造物の使用材料を表 3.5-1 に、材料の物性値を表 3.5-2 に示す。

表 3.5-1 使用材料

部位	材料	諸元
覆工部	コンクリート	設計基準強度： $f'_{ck}=20.5\text{N/mm}^2$
充填部	コンクリート	設計基準強度： $f'_{ck}=50.0\text{N/mm}^2$

表 3.5-2 材料の物性値

材料	単位体積重量 ( $\text{kN/m}^3$ )	ヤング係数 ( $\text{N/mm}^2$ )	ポアソン比 (-)
コンクリート（覆工部） ( $f'_{ck}=20.5\text{N/mm}^2$ )	24.0 *	$2.33 \times 10^4$ *	0.20 *
コンクリート（充填部） ( $f'_{ck}=50.0\text{N/mm}^2$ )	23.0 *	$3.30 \times 10^4$ *	0.20 *

注記\*：コンクリート標準示方書〔設計編〕（土木学会，2017年制定）。なお、覆工部は、耐震計算においては期待しないものの、鉄筋を有する構造であることを踏まえ、鉄筋コンクリートの単位体積重量を用いる。

3.5.3 地盤の物性値

地盤については、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を使用する。

3.5.4 地下水位

地下水位については、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に従って設定した地表面とする。

### 3.6 評価対象部位

#### 3.6.1 構造部材の健全性評価

構造部材の健全性評価に係る評価対象部位は、覆工部及び充填部とする。

#### 3.6.2 基礎地盤の支持性能評価

基礎地盤の支持性能評価に係る評価対象部位は、覆工部を支持する岩盤とする。

### 3.7 許容限界

許容限界は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

#### 3.7.1 構造部材の健全性に対する許容限界

覆工部及び充填部に対する許容限界は、引張強度及びせん断強度である。

引張強度は「コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] (土木学会, 2002 年制定)」に基づき設定する。

覆工部及び充填部の許容限界を表 3.7-1 に示す。

表 3.7-1 覆工部及び充填部の許容限界 (引張強度)

部位	項目	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )
覆工部	引張強度 $\sigma_t$	1.019
充填部	引張強度 $\sigma_t$	1.847

引張強度  $\sigma_t$  の設定方法 (例: 充填部の場合)

$$\begin{aligned}\text{引張強度の限界値} \quad \sigma_t &= f_{td} / \gamma_b = (f_{tk} / \gamma_c) / \gamma_b \\ &= (0.23 \times 50^{2/3} / 1.3) / 1.3 \\ &= 1.847 \text{ (N/mm}^2\text{)}\end{aligned}$$

ここに,

$f_{td}$  : 設計引張強度 ( $=f_{tk} / \gamma_c$ )

$f_{tk}$  : 引張強度 ( $=0.23 \cdot f'_{ck}{}^{2/3}$ )

$f'_{ck}$  : 設計基準強度 ( $=50 \text{ N/mm}^2$ )

$\gamma_b$  : 部材係数 ( $=1.3$ )

$\gamma_c$  : 材料係数 ( $=1.3$ )

せん断強度に関する許容限界は、覆工部及び充填部に発生する応力と表 3.7-2 に示す物性値を用いて算定する。せん断強度は、「コンクリート標準示方書(ダムコンクリート編) (土木学会, 2013 年制定)」より算出する。なお、せん断強度の設定方法については、「補

足 600-1【地盤の支持性能について】参考資料 23 MMR のせん断強度について」に示すとおり、試験及び既往文献により妥当性が確認されており、打継処理の管理をした上で施工することから、上記設定は妥当であると考えられる。

表 3.7-2 覆工部及び充填部の許容限界（せん断強度）

項目			覆工部	充填部
設計基準強度	$f'_{ck}$	$N/mm^2$	20.5	50.0
内部摩擦角	$\phi$	°	0 <sup>*1</sup>	0 <sup>*1</sup>
せん断強度	$\tau_0$	$N/mm^2$	4.1 <sup>*2</sup>	10.0 <sup>*2</sup>

注記 \*1：保守的に考慮しないこととする

\*2： $\tau_0=1/5 q_u \rightarrow \tau_0=0.2 f'_{ck}$

### 3.7.2 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

基礎地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、岩盤の極限支持力とする。

基礎地盤の極限支持力を表 3.7-3 に示す。

表 3.7-3 基礎地盤の許容限界

項目	基礎地盤	許容限界 ( $N/mm^2$ )
極限支持力	狐崎部層	13.7

## 3.8 評価方法

取放水路流路縮小工（第 1 号機取水路）(No. 1), (No. 2) の耐震評価は、地震応答解析により算定した照査用応答値が、「3.7 許容限界」において設定した許容限界以下であることを確認する。

### 3.8.1 構造部材の健全性評価

地震応答解析により算定した覆工及び充填部の応力が、引張強度及びせん断強度の許容限界以下となることを確認する。

耐震評価においては、すべての基準地震動  $S_s$  に対し、解析ケース①（基本ケース）を実施する。

また、解析ケース①において、引張破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の照査

値がそれぞれ最大となる最も厳しい地震動を用いて、表 3.2-1 に示す解析ケース②, ③を実施する。

引張強度における照査値を表 3.8-1 に、せん断強度における照査値を表 3.8-2 に、支持力における照査値を表 3.8-3 に示す。

また、引張強度における照査値が最大となる時刻の応力分布図を図 3.8-1 に、せん断強度における照査値が最大となる時刻の応力分布図を図 3.8-2 に示す。また、各解析ケースの基準地震動に対する設置圧の分布を図 3.8-3 に示す。



表 3.8-1(1) 引張強度における照査値（覆工部）

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③
			基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 $\sigma$	平均値-1 $\sigma$
地震動(位相)	S <sub>s</sub> -D1	++	0.36		
		-+	0.34		
	S <sub>s</sub> -D2	++	0.37		
		-+	0.38		
	S <sub>s</sub> -D3	++	0.34		
		-+	0.35		
	S <sub>s</sub> -F1	++	0.27		
		-+	0.34		
	S <sub>s</sub> -F2	++	0.38		
		-+	0.37		
	S <sub>s</sub> -F3	++	0.38		
		-+	0.44	0.41	0.48
	S <sub>s</sub> -N1	++	0.29		
		-+	0.30		

表 3.8-1(2) 引張強度における照査値（充填部）

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③
			基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 $\sigma$	平均値-1 $\sigma$
地震動(位相)	S <sub>s</sub> -D1	++	0.45		
		-+	0.44		
	S <sub>s</sub> -D2	++	0.49		
		-+	0.50		
	S <sub>s</sub> -D3	++	0.44		
		-+	0.46		
	S <sub>s</sub> -F1	++	0.36		
		-+	0.43		
	S <sub>s</sub> -F2	++	0.51		
		-+	0.50		
	S <sub>s</sub> -F3	++	0.51		
		-+	0.57	0.54	0.63
	S <sub>s</sub> -N1	++	0.39		
		-+	0.41		

表 3.8-2(1) せん断強度における照査値（覆工部）

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③
			基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 $\sigma$	平均値-1 $\sigma$
地震動(位相)	S <sub>s</sub> -D1	++	0.08		
		-+	0.08		
	S <sub>s</sub> -D2	++	0.09		
		-+	0.09		
	S <sub>s</sub> -D3	++	0.08		
		-+	0.09		
	S <sub>s</sub> -F1	++	0.08		
		-+	0.07		
	S <sub>s</sub> -F2	++	0.10		
		-+	0.09		
	S <sub>s</sub> -F3	++	0.10		
		-+	0.10	0.10	0.11
	S <sub>s</sub> -N1	++	0.08		
		-+	0.08		

表 3.8-2(2) せん断強度における照査値（充填部）

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③
			基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 $\sigma$	平均値-1 $\sigma$
地震動(位相)	S <sub>s</sub> -D1	++	0.04		
		-+	0.04		
	S <sub>s</sub> -D2	++	0.05		
		-+	0.05		
	S <sub>s</sub> -D3	++	0.04		
		-+	0.04		
	S <sub>s</sub> -F1	++	0.04		
		-+	0.04		
	S <sub>s</sub> -F2	++	0.05		
		-+	0.05		
	S <sub>s</sub> -F3	++	0.05		
		-+	0.05	0.05	0.06
	S <sub>s</sub> -N1	++	0.04		
		-+	0.04		

表 3.8-3 支持力における照査値

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③
			基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 $\sigma$ ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 $\sigma$	平均値-1 $\sigma$
地震動(位相)	S <sub>s</sub> -D1	++	0.03		
		-+	0.03		
	S <sub>s</sub> -D2	++	0.03		
		-+	0.03		
	S <sub>s</sub> -D3	++	0.03		
		-+	0.03		
	S <sub>s</sub> -F1	++	0.02		
		-+	0.02		
	S <sub>s</sub> -F2	++	0.02		
		-+	0.03		
	S <sub>s</sub> -F3	++	0.03		
		-+	0.03	0.03	0.03
	S <sub>s</sub> -N1	++	0.02		
		-+	0.03		

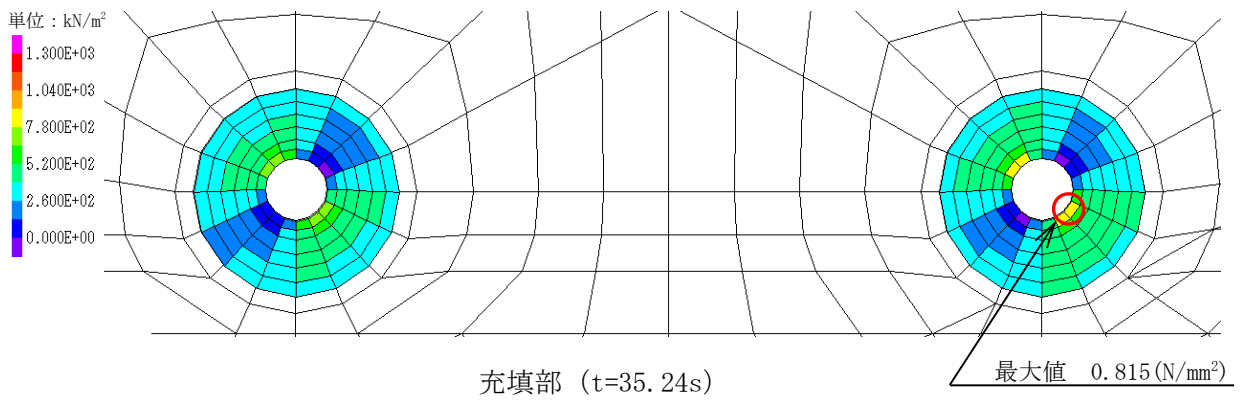
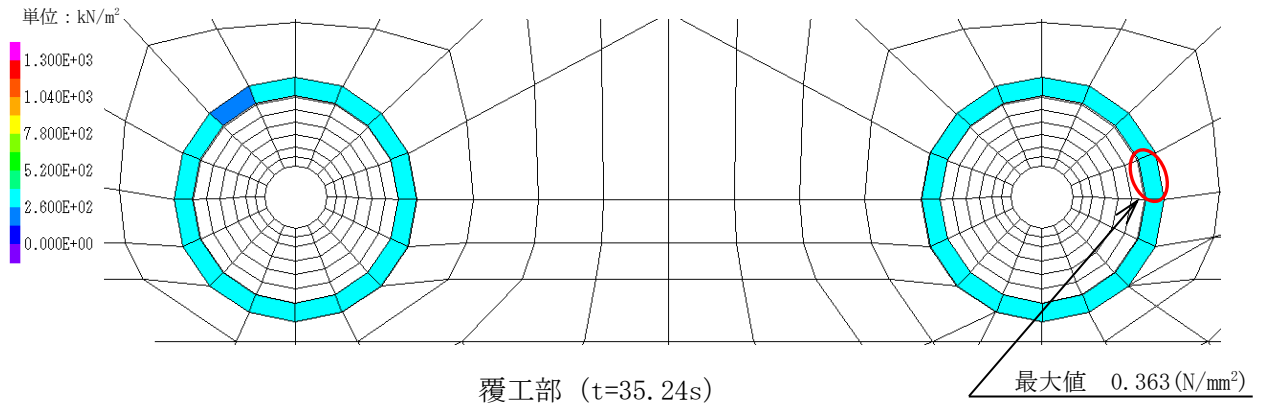


図 3.8-1(1) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - D1 (+ +)$  に対する引張強度の応力分布図

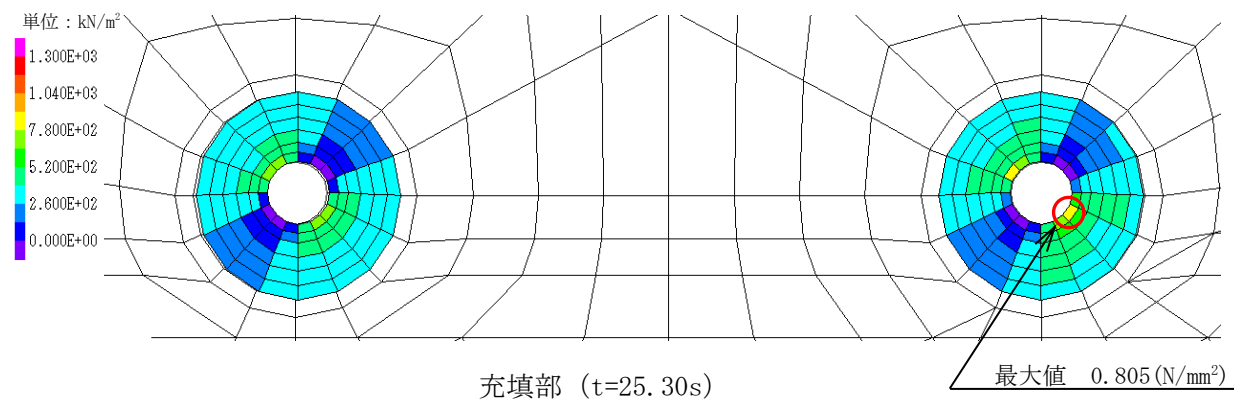
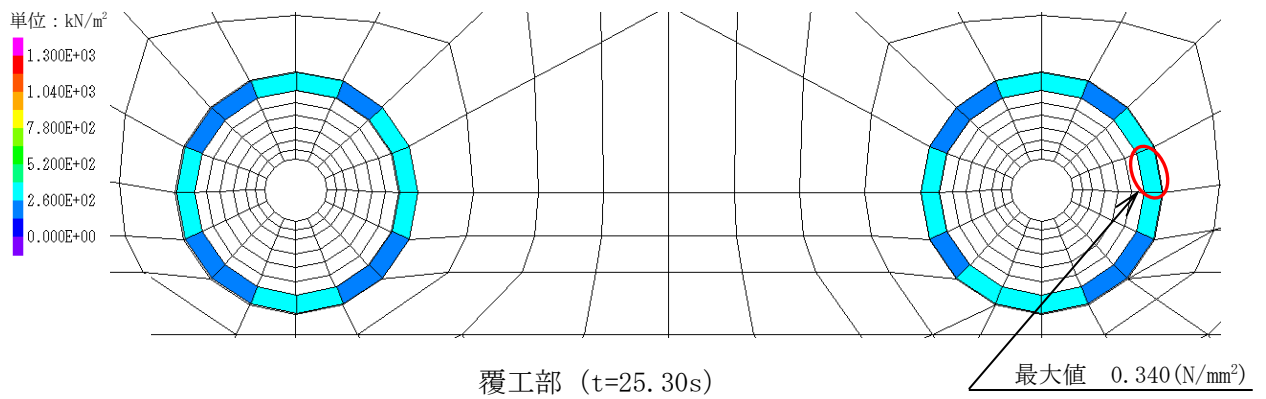


図 3.8-1(2) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - D1 (- +)$  に対する引張強度の応力分布図

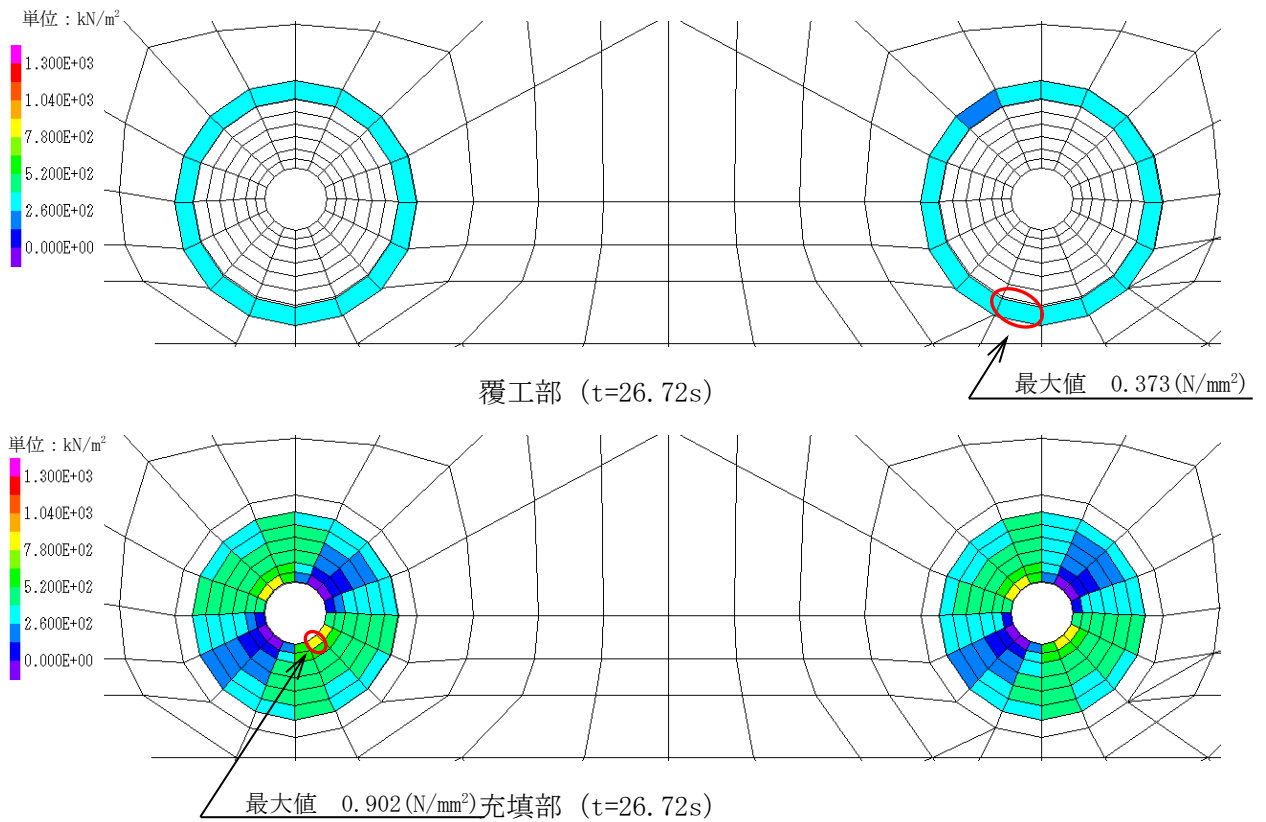


図 3.8-1(3) 解析ケース① 基準地震動 S<sub>s</sub>-D2(++) に対する引張強度の応力分布図

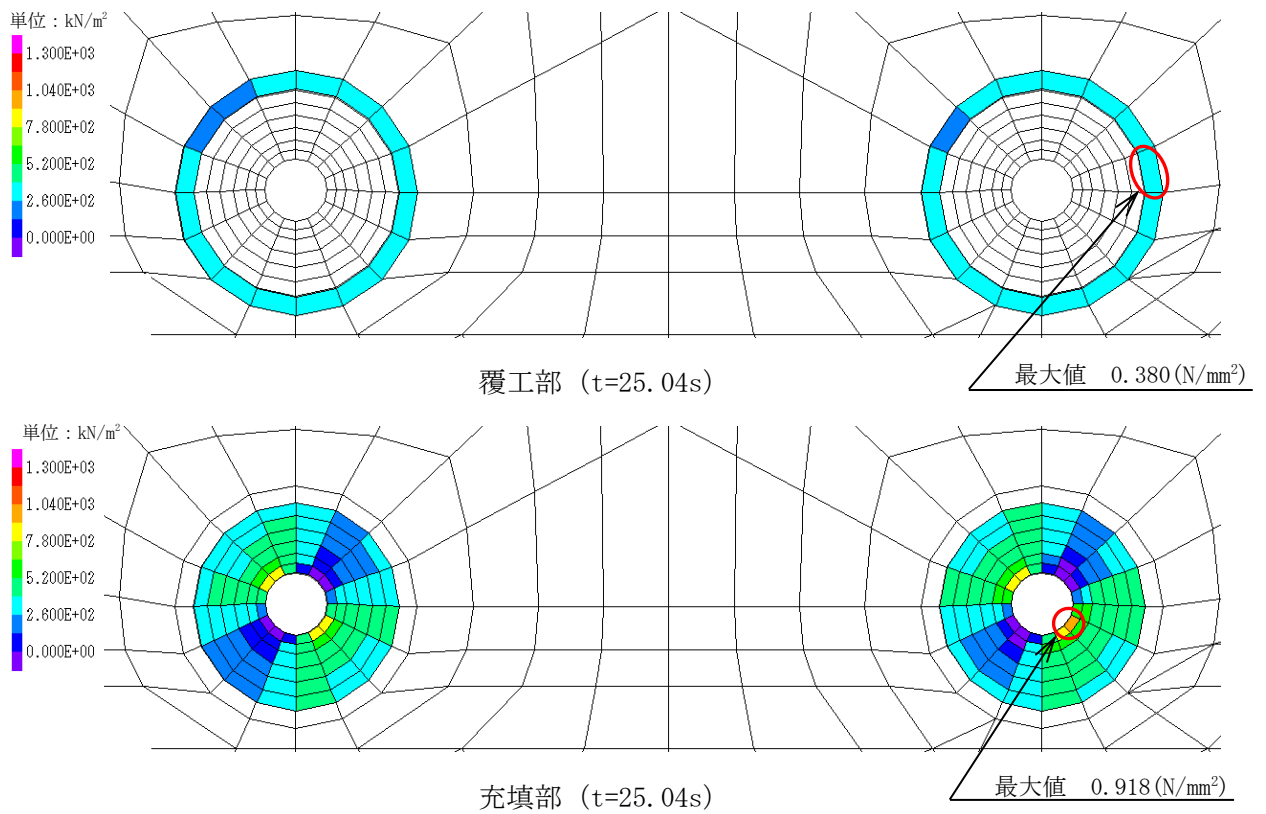


図 3.8-1(4) 解析ケース① 基準地震動 S<sub>s</sub>-D2(-+) に対する引張強度の応力分布図

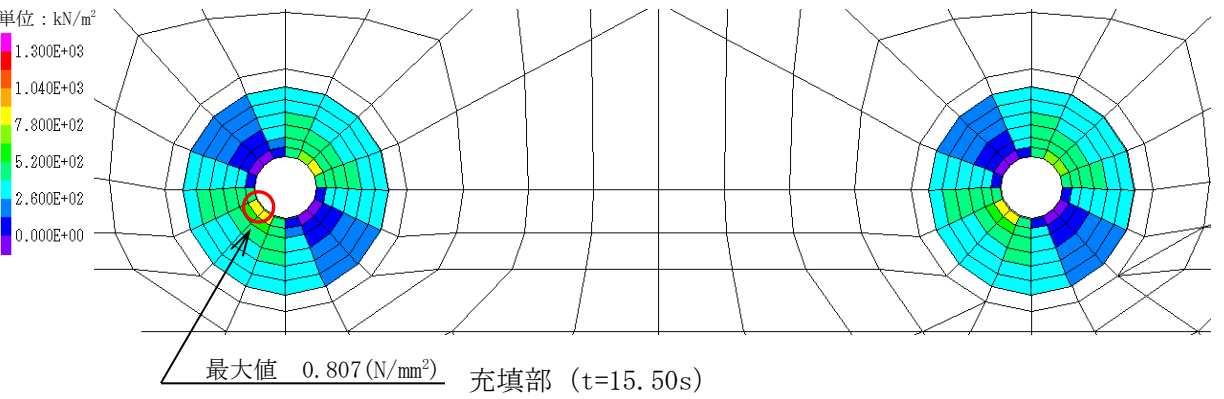
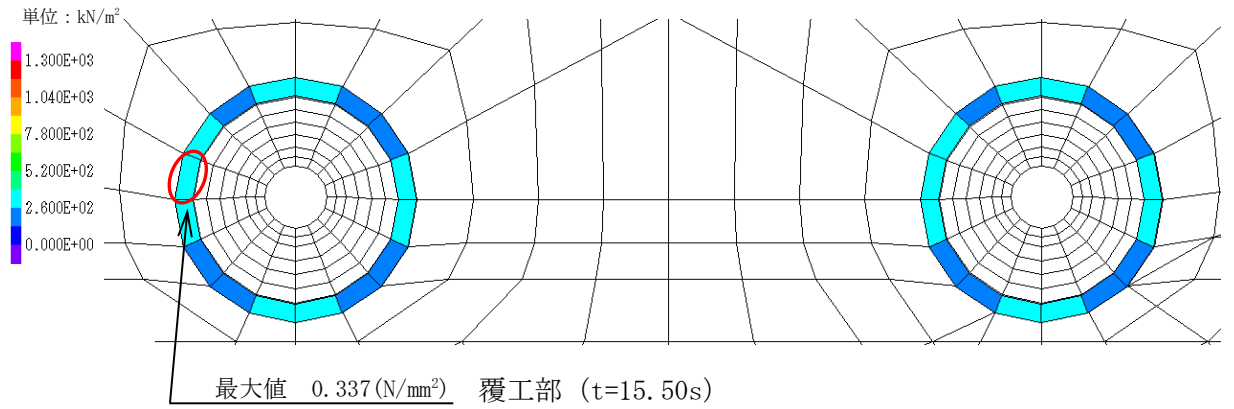


図 3.8-1(5) 解析ケース① 基準地震動 S<sub>s</sub>-D3 (++) に対する引張強度の応力分布図

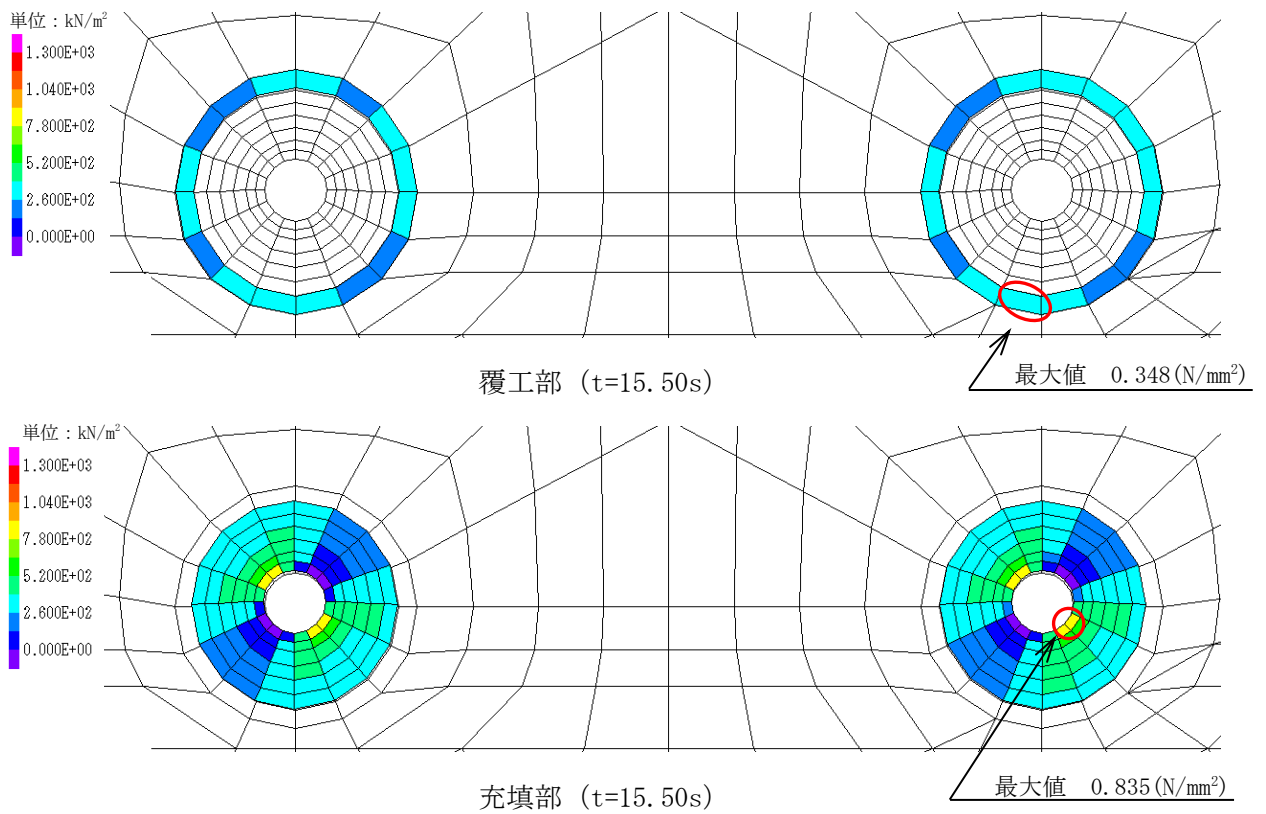


図 3.8-1(6) 解析ケース① 基準地震動 S<sub>s</sub>-D3 (-+) に対する引張強度の応力分布図



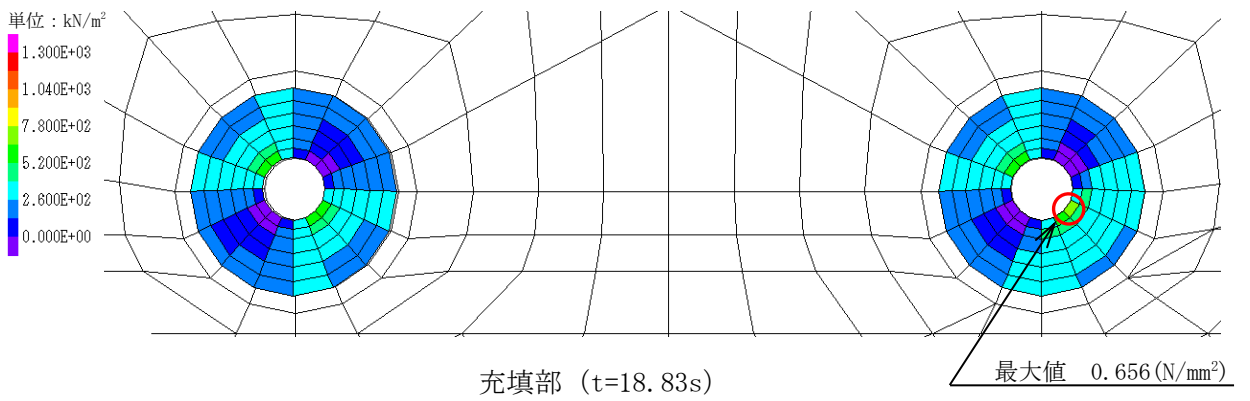
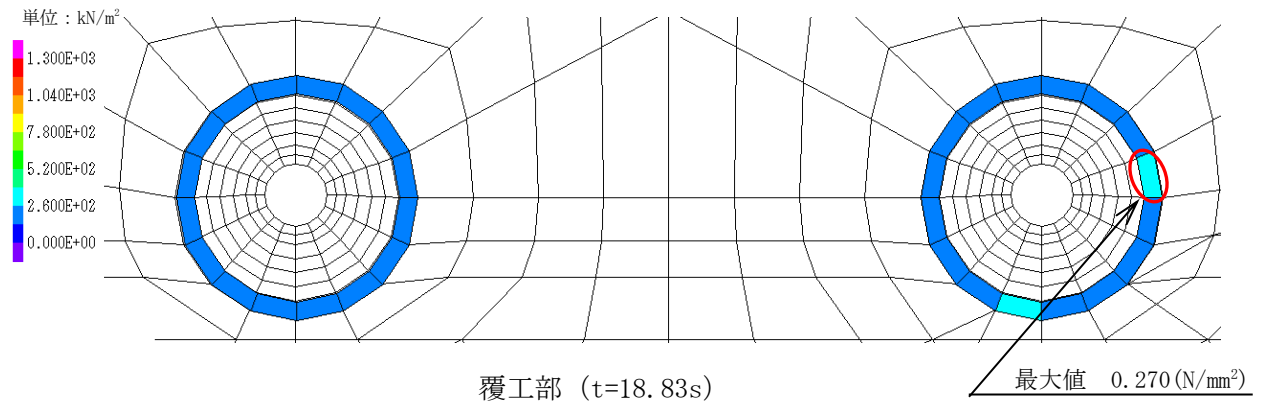


図 3.8-1(7) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - F1 (+ +)$  に対する引張強度の応力分布図

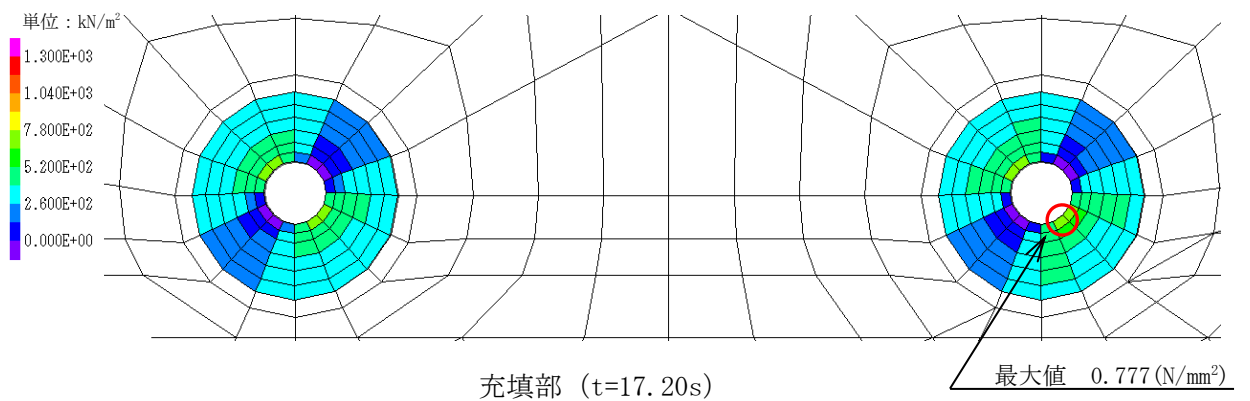
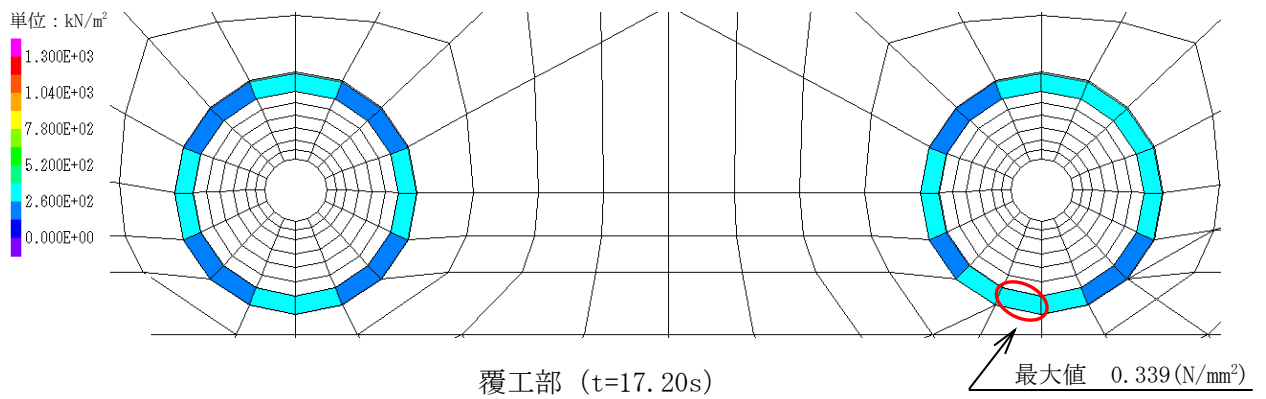


図 3.8-1(8) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - F1 (- +)$  に対する引張強度の応力分布図

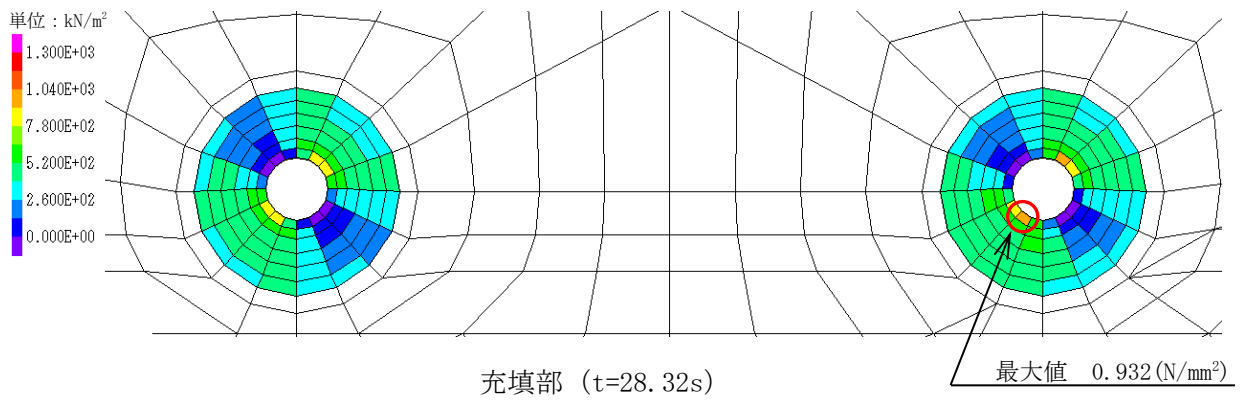
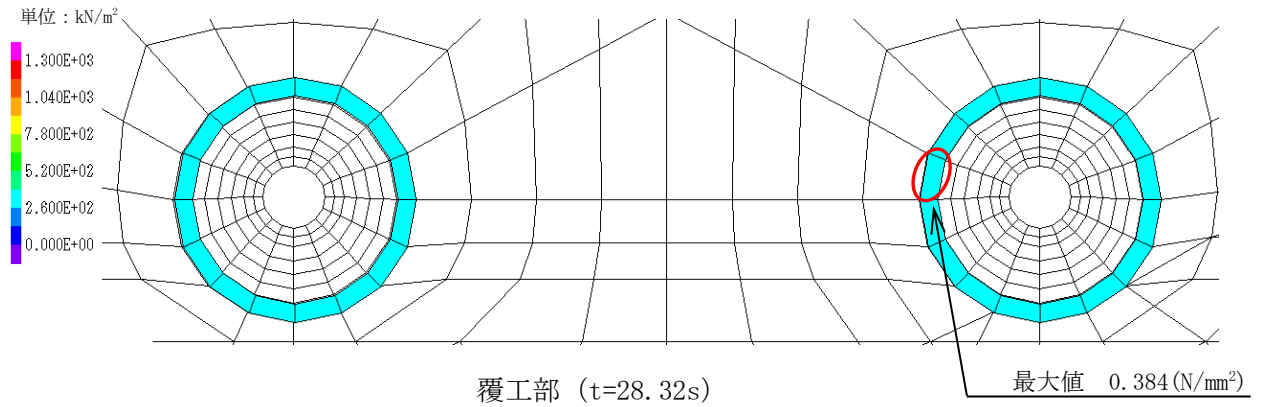


図 3.8-1(9) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - F2 (+ +)$  に対する引張強度の応力分布図

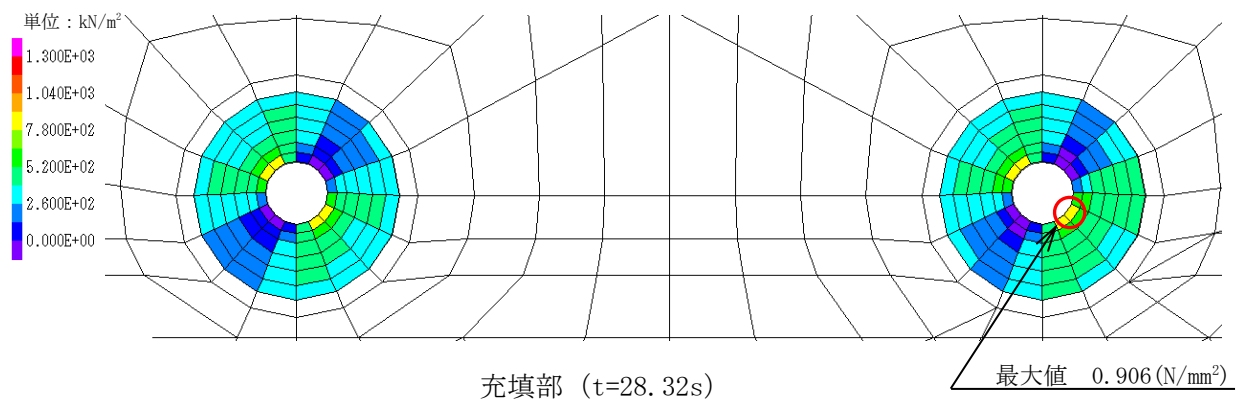
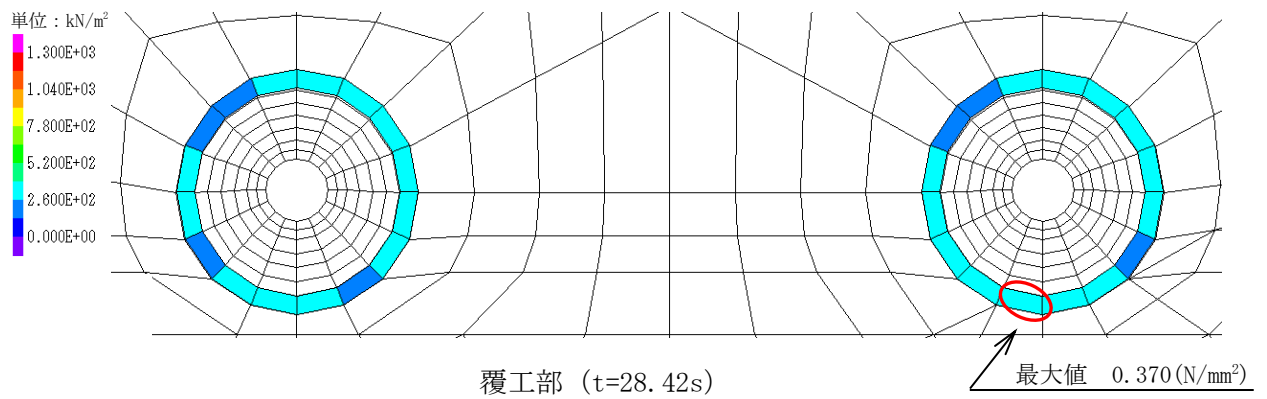


図 3.8-1(10) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - F2 (- +)$  に対する引張強度の応力分布図

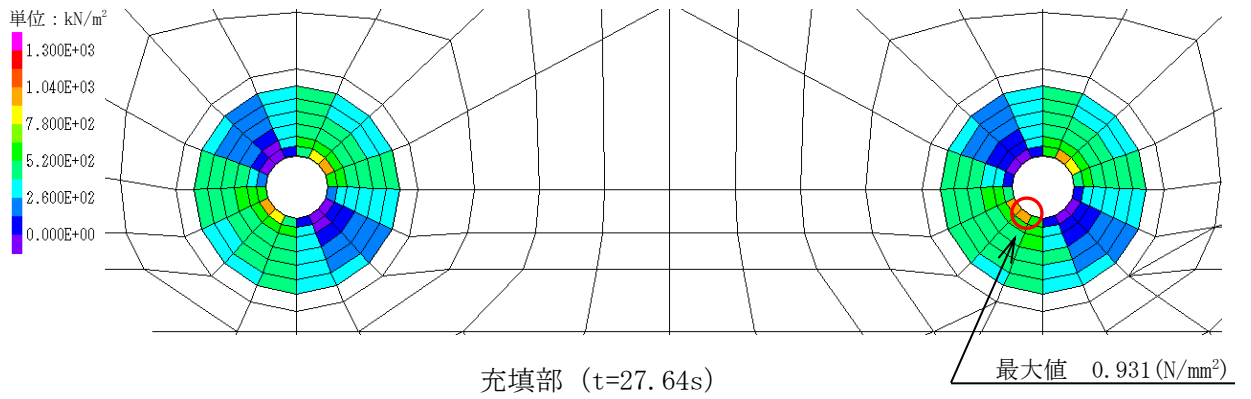
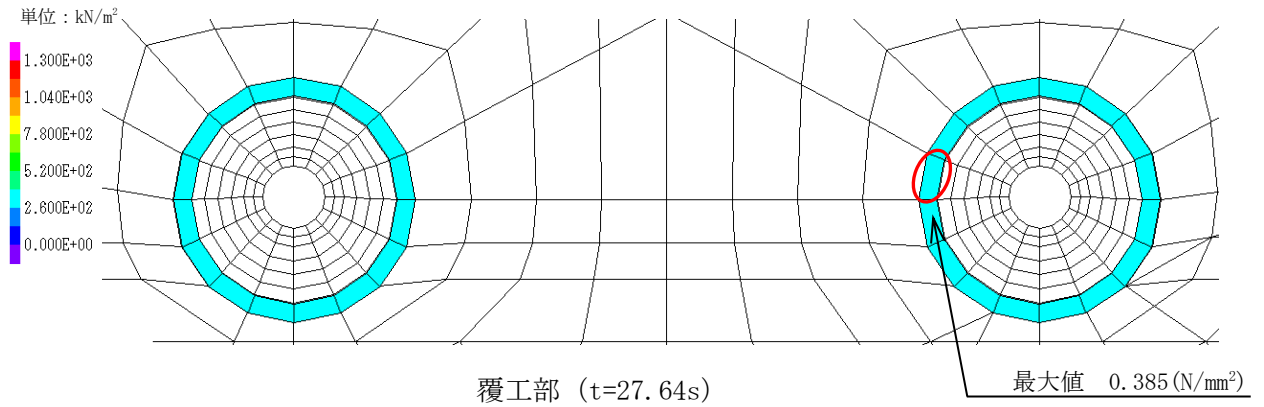


図 3.8-1(11) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - F3 (+ +)$  に対する引張強度の応力分布図

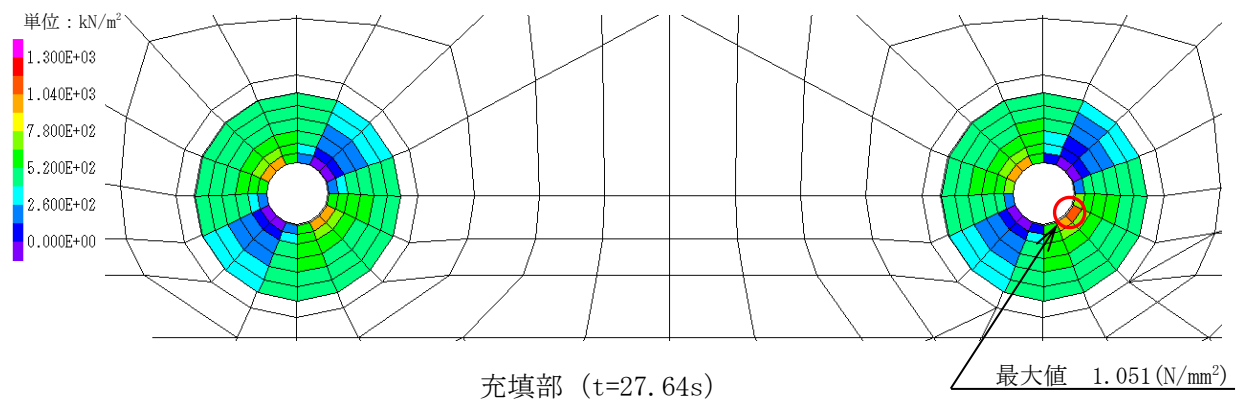
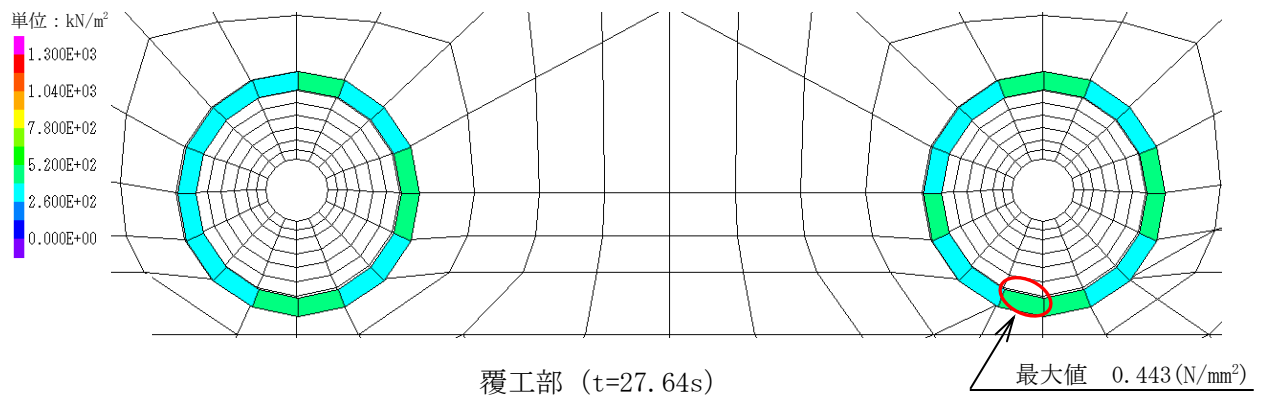


図 3.8-1(12) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - F3 (- +)$  に対する引張強度の応力分布図

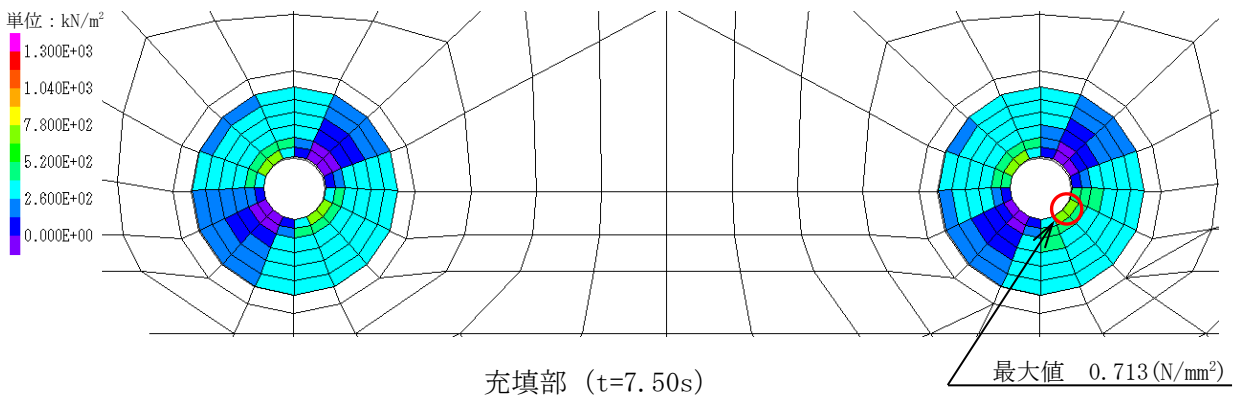
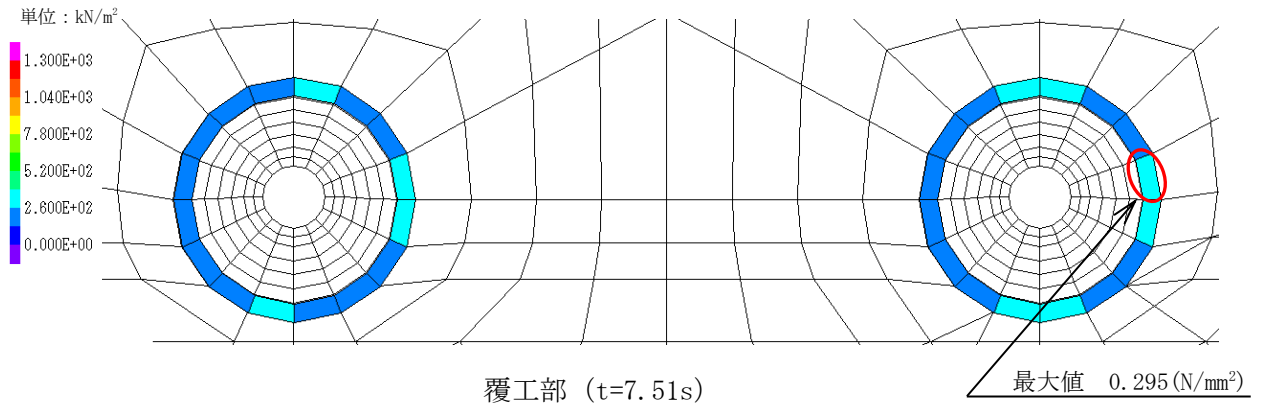


図 3.8-1(13) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - N1 (+ +)$  に対する引張強度の応力分布図

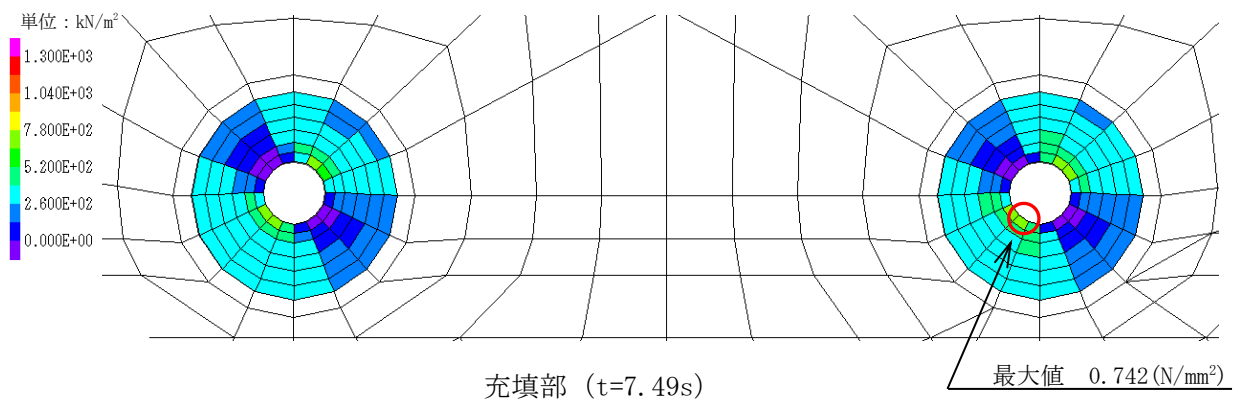
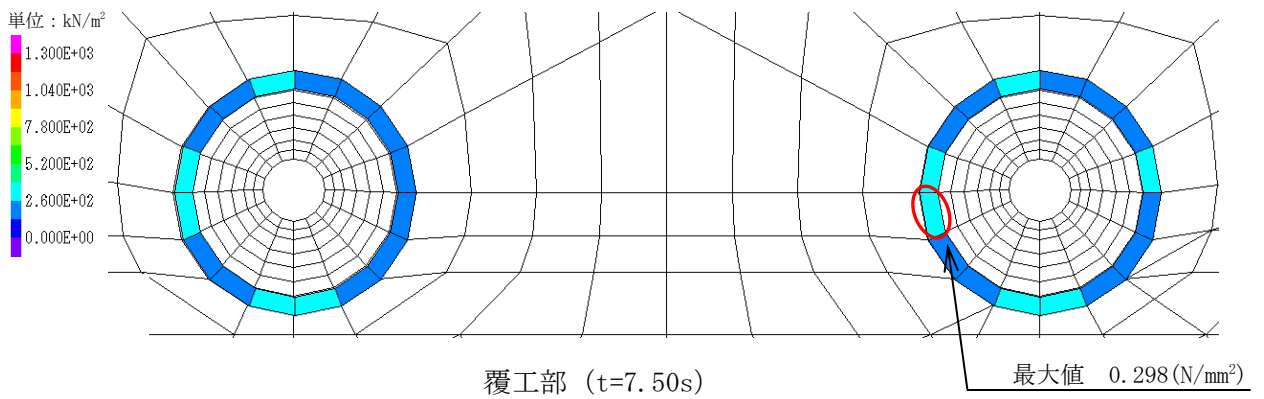


図 3.8-1(14) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - N1 (- +)$  に対する引張強度の応力分布図

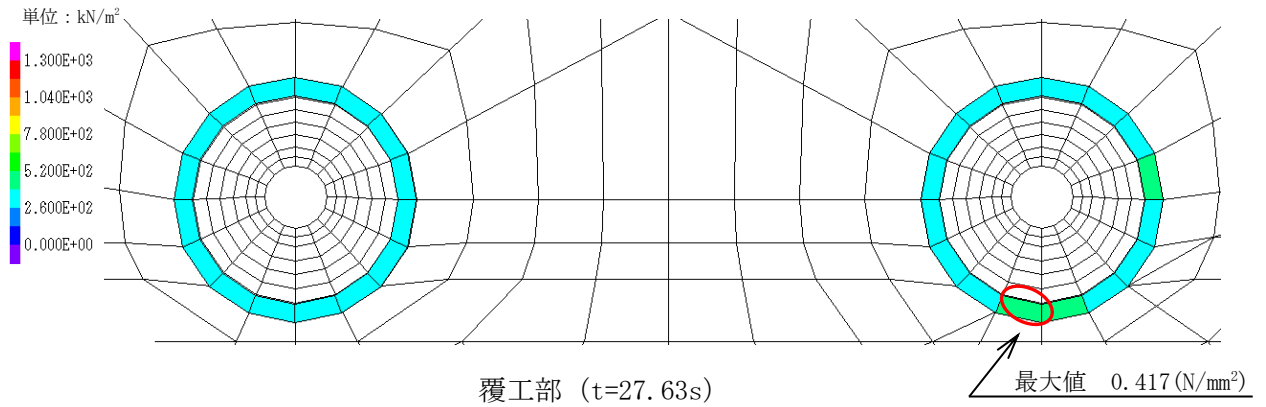


図 3.8-1(15) 解析ケース② 基準地震動  $S_s - F3$  (一十) に対する引張強度の応力分布図

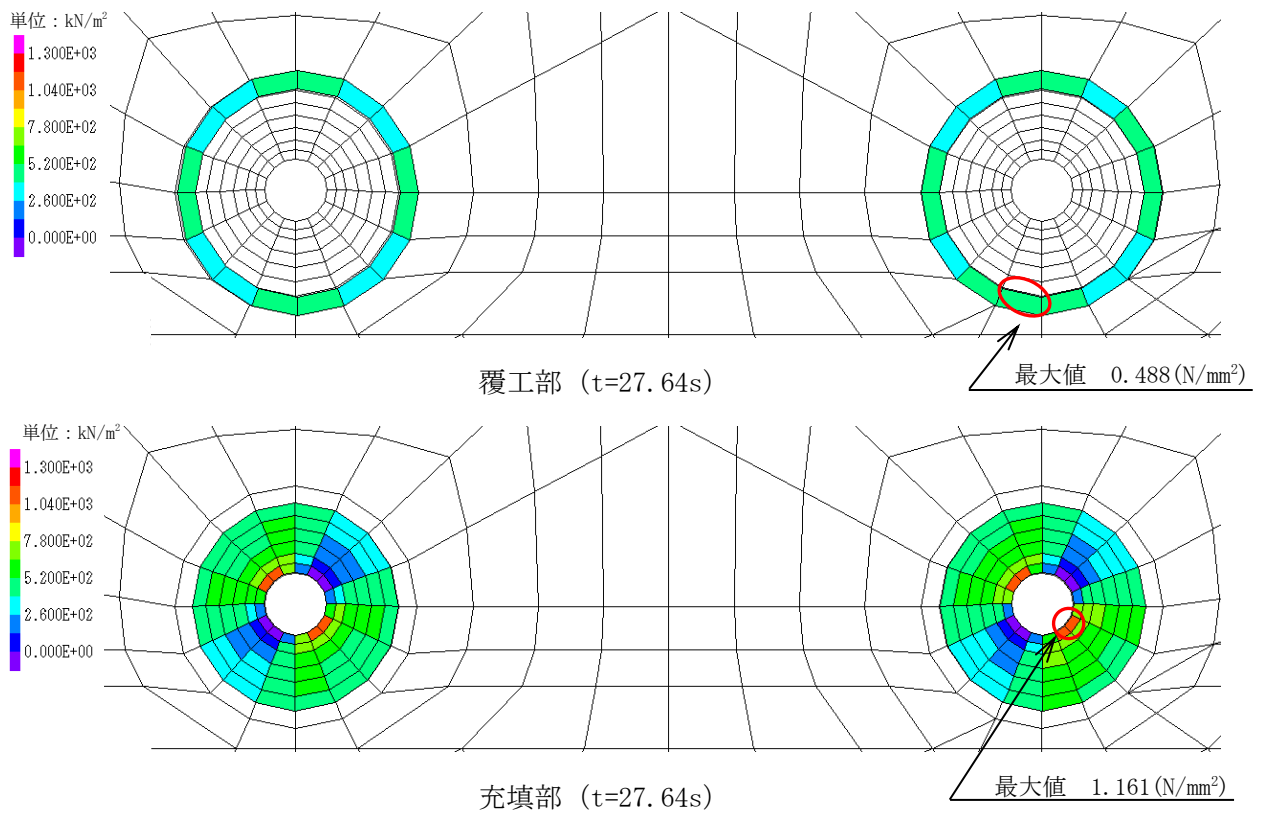


図 3.8-1(16) 解析ケース③ 基準地震動  $S_s - F3$  (一十) に対する引張強度の応力分布図

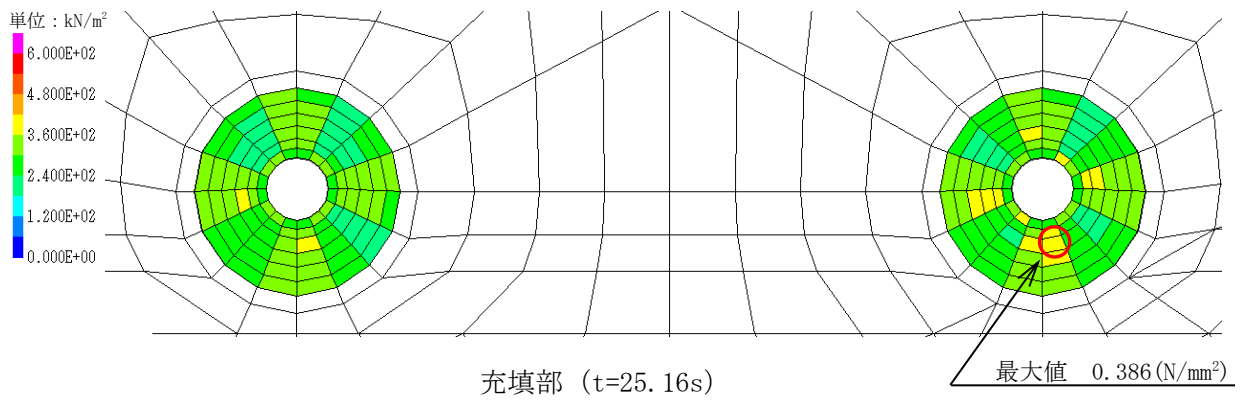
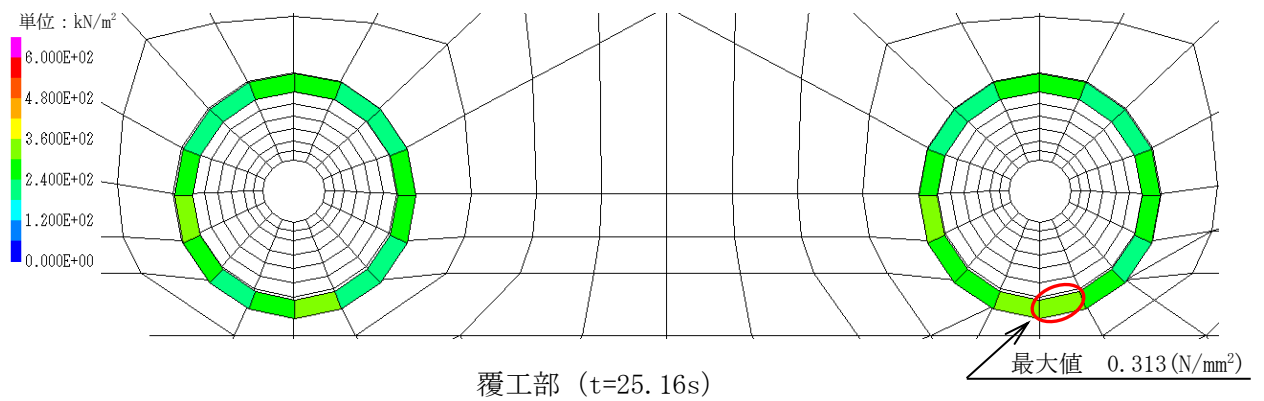


図 3.8-2(1) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - D1 (+)$  に対するせん断強度の応力分布図

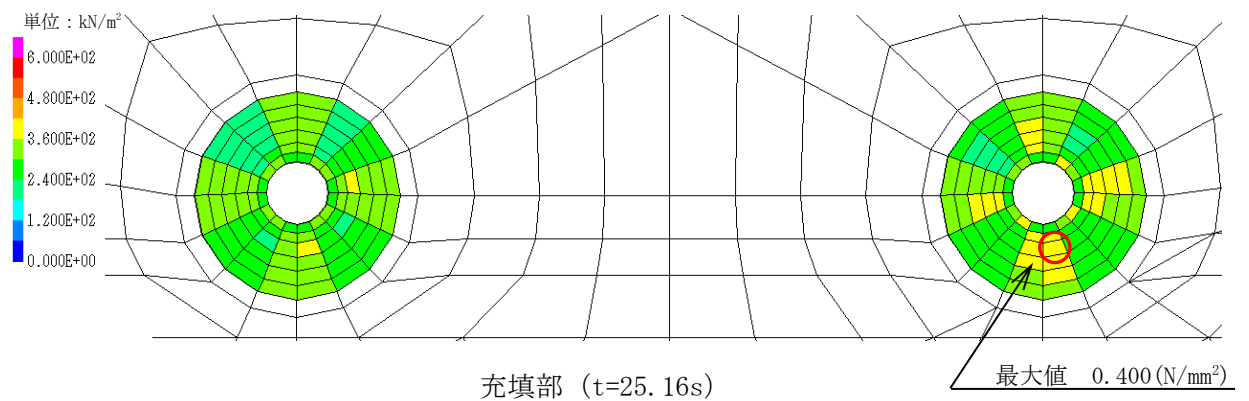
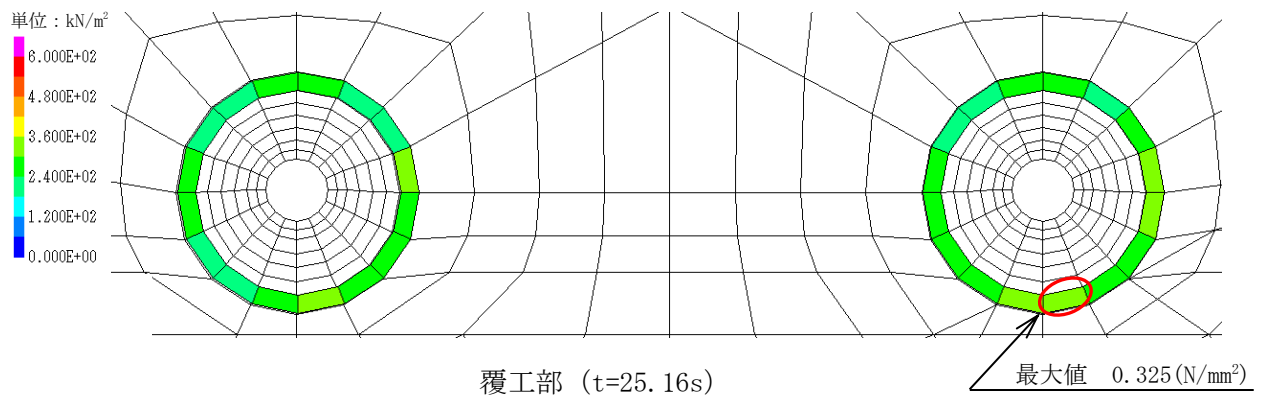


図 3.8-2(2) 解析ケース① 基準地震動  $S_s - D1 (-)$  に対するせん断強度の応力分布図