

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 26
提出年月日	2021年9月15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
- 5.25 第3号機海水熱交換器建屋の回転の影響について
- 5.26 大津波警報発表時等における常用系海水系の運用について
- 5.27 防潮壁の止水構造について
- 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

: 本日の提出範囲

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		○
第3号機海水ポンプ室	貫通部止水処置		○
	浸水防止蓋		○
第3号機海水熱交換器建屋	貫通部止水処置		○
	水密扉		○
	逆止弁付ファンネル		○
第3号機補機冷却海水系 放水ピット	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。

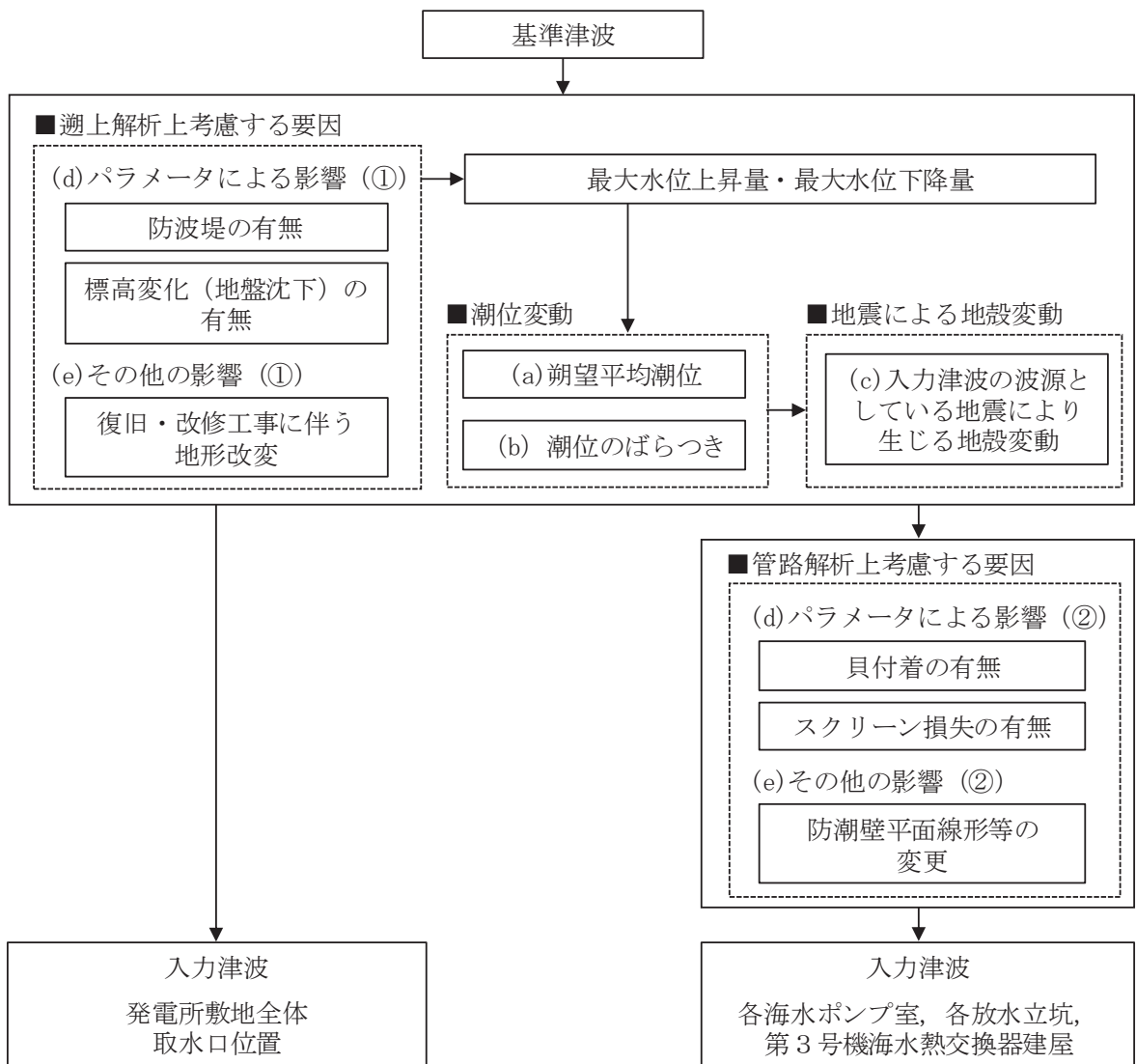


図 1.5-1 入力津波高さの算定フロー

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"> ・防波堤の有無 ・標高変化（地盤沈下）の有無
	・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"> ・防波堤の有無 ・標高変化（地盤沈下）の有無 ・貝付着の有無 ・スクリーン損失の有無
	・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"> ・防波堤の有無 ・標高変化（地盤沈下）の有無
	・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"> ・防波堤の有無 ・標高変化（地盤沈下）の有無 ・貝付着の有無 ・スクリーン損失の有無
	・浸水防止蓋 ・貫通部止水 処置	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"> ・防波堤の有無 ・標高変化（地盤沈下）の有無 ・貝付着の有無 ・スクリーン損失の有無
	・水密扉 ・逆止弁付 ファンネル ・浸水防止蓋	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"> ・防波堤の有無 ・標高変化（地盤沈下）の有無 ・スクリーン損失の有無
	・浸水防止蓋※4 ・貫通部止水 処置※4	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。

※4：第3号機補機冷却海水系放水ピットに設置

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 ▽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"> 防波堤の有無 標高変化（地盤沈下）の有無 貝付着の有無 スクリーン損失の有無
第1号機放水立坑位置	<p>▽0.P. +11.8m その他の影響※2 ▽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"> 防波堤の有無 標高変化（地盤沈下）の有無 スクリーン損失の有無

※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※¹ ▽0. P. -10. 52m</p> <p>↑</p> <p>パラメータに よる影響 -0. 97m</p> <p>↓</p> <p>潮位のばらつき -0. 10m</p> <p>↓</p> <p>その他の影響※² -0. 14m</p> <p>↓</p> <p>▽0. P. -11. 73m</p> <p>▽0. P. -11. 8m</p> </div>	-0. 97m	<ul style="list-style-type: none"> ・ 防波堤の有無 ・ 標高変化（地盤沈下）の有無
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※¹に 潮位のばらつきを考慮※⁴</p> <p>▽0. P. -6. 18m</p> <p>↑</p> <p>パラメータに よる影響 -0. 16m</p> <p>↓</p> <p>その他の影響※³ -0. 03m</p> <p>↓</p> <p>▽0. P. -6. 37m</p> <p>▽0. P. -6. 4m</p> </div>	-0. 16m	<ul style="list-style-type: none"> ・ 防波堤の有無 ・ 標高変化（地盤沈下）の有無 ・ 貝付着の有無 ・ スクリーン損失の有無

※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*	なし	なし	なし	なし	なし	なし	あり	+17.54	
								なし	+17.60	
	あり*	あり	なし	あり	あり	なし	あり	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	なし	あり	+17.65
									なし	+17.71
	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	あり	あり	+17.63
									なし	+17.68
	なし	なし	なし	+18.81	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	あり	+17.98
									なし	+18.03
なし	なし	1m沈下	+18.81	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	あり	あり	+17.67	
								なし	+17.71	
なし	なし	なし	+18.81	朔望平均 満潮位 +1.43	+0.16	沈降を考慮 +0.72	なし	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 じる地殻変動 (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						あり	+17.32
		1m沈下	+17.34							あり

※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。

* : 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	あり	あり	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			
									なし	+18.93			
								あり	+18.67				
								なし	+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)	取水路前面 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	あり	あり	+18.57					
								なし	+18.64					
	なし	なし	現地形	+19.55	あり	あり	なし	あり	+18.60					
								なし	+18.66					
	なし	なし	1m沈下	+19.34	あり	あり	なし	あり	+18.85					
								なし	+18.91					
なし	なし	1m沈下	+19.34	あり	あり	なし	あり	+18.62						
							なし	+18.68						
							なし	あり	+18.87					
							なし	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 (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*				あり*	あり*	-6.18*	
								なし	-6.18	
	あり*	1m沈下	-10.32				あり	あり	-6.33	
								なし	-6.33	
	なし	なし					あり	あり	-6.18	
								なし	-6.19	
	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
	なし	なし	1m沈下	-11.28				あり	あり	-6.32
									なし	-6.34
	なし	なし						あり	あり	-6.16
									なし	-6.17
なし	なし						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 -0.03m 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)
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	+16.33
			あり	+17.00							+16.33
		なし	+17.21	+16.39							
		あり	+17.18	+16.39							
	なし*	現地形	なし	+17.18				+16.50			
			あり	+17.15				+16.50			
			なし*	+17.34*				+16.52*			
			あり	+17.28				+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							+18.38	
		なし	+19.36	+18.54								
		あり	+19.28	+18.49								
	なし*	現地形	なし	+19.55				なし	なし	あり	+18.81	
			あり	+19.48							+18.76	
		なし	+19.34	+18.83*								
		あり	+19.26	+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	防波壁 平面線形等 の変更※2	水位 (O.P. m)				
											基本	解析			
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*	—	基本	+11.79			
			あり	+16.40							解析	+11.77			
		1m沈下	なし	+16.70							あり	なし	—	基本	+11.76
			あり	+16.71										解析	+11.74
		現地形	なし	+17.71							なし	あり	—	基本	+11.61
			あり	+17.74										解析	+11.58
	1m沈下	なし	なし	+17.60	あり	なし	—	基本	+11.58						
				+17.63				解析	+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)	貝附着	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							-6.37			
		なし	-10.32	-6.36										
	なし	なし	1m沈下	あり				-10.46	あり	あり	なし	なし	あり	-6.37
				なし				-11.33						-6.34
			あり	-11.47				-6.35						
	なし	なし	現地形	なし				-11.28	なし	なし	あり	なし	あり	-6.34
				あり				-11.38						-6.35
			なし	-11.38				-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 ^{*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)				
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*	+17.32				
		1m沈下*	+17.34*							あり*	+16.50			
													なし*	+17.35*
													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							+18.43						
	なし*	現地形	+19.55						なし*	なし*	+18.64					
		1m沈下*	+19.34*								+18.54					
																+18.91
																+18.81
																+18.93*
																+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 (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
		現地形	+17.18							+17.28
		1m沈下*	+17.34*							+16.50
	なし*	なし*	なし*	なし*	なし*	なし*	あり	なし*	なし*	+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*							-6.36				
	なし	現地形	-11.33				なし	なし	なし	なし	あり	-6.34*		
		1m沈下	-11.28									-6.36		
	なし	なし	なし				なし	なし	なし	なし	なし	あり	-6.34	
													-6.34	
	なし	なし	なし				なし	なし	なし	なし	なし	なし	あり	-6.34
														-6.34

* : 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)
	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)
	逆止弁付ファンネル			
	浸水防止蓋			
第3号機補機 冷却海水系 放水ピット	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 (1) 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	朔望平均潮位		潮位のばらつき	貝付着		スクリン損失
水位 上昇 側	防潮堤(鋼管式鉛直壁)	0.P.+24.4m	あり	1m沈下	なし				—	—	—	
	防潮堤(盛土堤防)	0.P.+24.4m	あり	1m沈下	なし				—	—	—	
	防潮壁(第2号機海水ポンプ室)	0.P.+18.1m	なし	1m沈下	なし				なし	なし	なし	
	防潮壁(第2号機放水立坑)	0.P.+17.4m	なし	1m沈下	なし				あり	なし	なし	
	防潮壁(第3号機海水ポンプ室)	0.P.+19.0m	なし	1m沈下	なし				なし	なし	なし	
	防潮壁(第3号機海水熱交換器建屋)	0.P.+19.0m	なし	1m沈下	なし				なし	なし	なし	
	防潮壁(第3号機放水立坑)	0.P.+17.5m	なし	1m沈下	なし				あり	なし	なし	
	取放水路流路縮小工(第1号機取水路)	0.P.+24.4m	あり	1m沈下	なし				—	—	—	
	取放水路流路縮小工(第1号機放水路)	0.P.+24.4m	あり	1m沈下	なし				—	—	—	
	屋外排水路逆流防止設備(防潮堤南側)	0.P.+24.4m	あり	1m沈下	なし				—	—	—	
	屋外排水路逆流防止設備(防潮堤北側)	0.P.+24.4m	あり	1m沈下	なし				—	—	—	
	第2号機海水ポンプ室	浸水防止蓋										
		逆止弁付ファンネル	0.P.+18.1m	なし	1m沈下	なし				なし	なし	なし
	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												

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								
			遡上解析上考慮する要因			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			
水位 上昇 側	第3号機海水ポンプ室	浸水防止蓋	なし	1m沈下	なし	潮位のばらつき	なし	なし	スクリン 損失	防潮壁 平面線形 等の変更	
		貫通部止水処置									
	第3号機海水熱交換器 建屋	水密扉	0.P. +19.0m	なし	1m沈下	なし	潮望平均 満潮位 +1.43m	沈降を 考慮 +0.72m	なし	なし	なし
		逆止弁付フラインネル									
		浸水防止蓋									
		浸水防止蓋*									
	第3号機放水立坑	貫通部止水処置*	0.P. +17.5m	なし	1m沈下	なし	なし	なし	あり	なし	なし
	水位 下降 側	第1号機海水ポンプ室	第1号機海水ポンプ室	0.P. +10.4m	あり	1m沈下	なし	なし	なし	あり	なし
			第1号機放水立坑								
第2号機取水口前面		第2号機取水口前面	0.P. -11.8m	なし	なし	あり	潮望平 干潮位 -0.14m	沈降を 考慮 しない	なし	なし	なし
		第2号機海水ポンプ室									
		0.P. -6.4m	あり	なし	あり			なし	あり		

*：第3号機補機冷却海水系放水ピットに設置

(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。

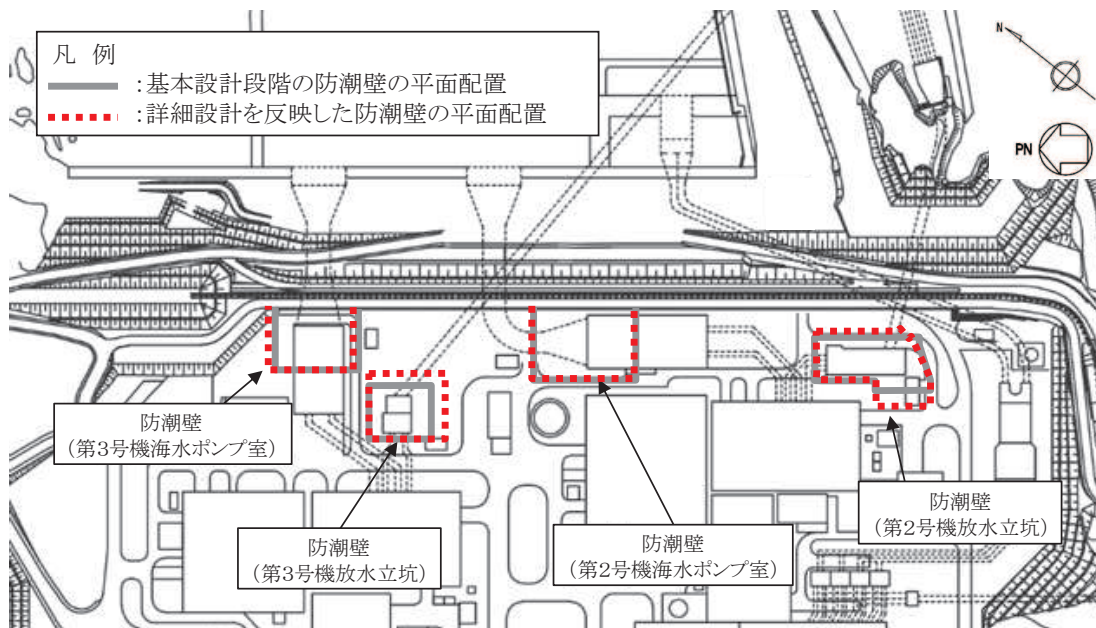


図 2-1 詳細設計を反映した防潮壁の平面配置（変更前後）

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 ²	2870m ²
防潮壁 (第 2 号機放水立坑)	1870m ²	2650m ²
防潮壁 (第 3 号機海水ポンプ室)	1960m ²	2030m ²
防潮壁 (第 3 号機放水立坑)	1300m ²	1820m ²

(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。

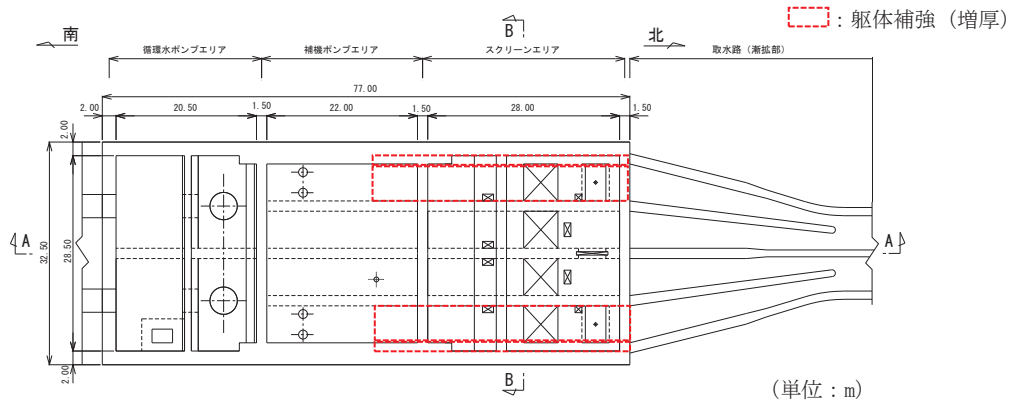


図2-2(1) 第2号機海水ポンプ室平面図

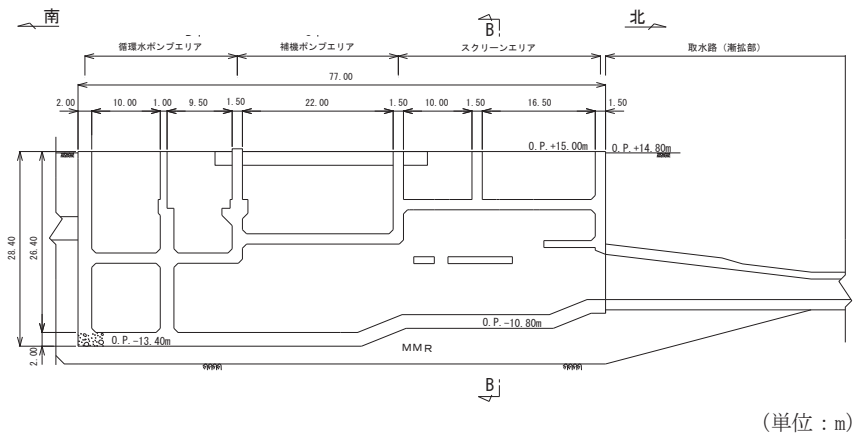


図2-2(2) 第2号機海水ポンプ室縦断図 (A-A)

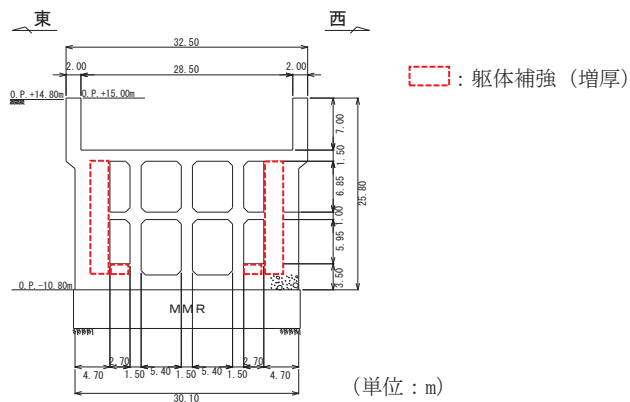


図2-2(3) 第2号機海水ポンプ室断断図 (B-B)

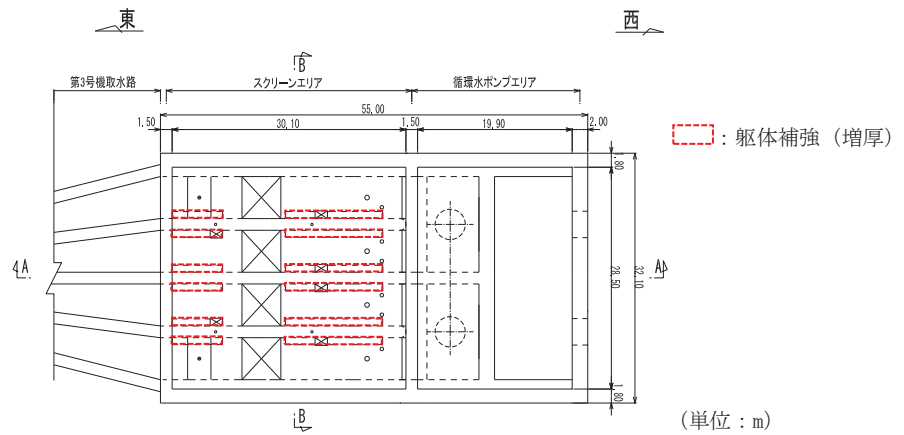


図 2-3(1) 第 3 号機海水ポンプ室平面図

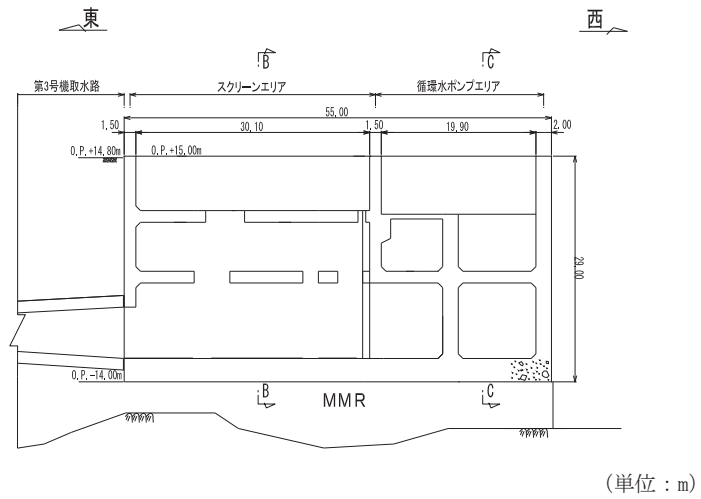


図 2-3(2) 第 3 号機海水ポンプ室縦断面図 (A-A)

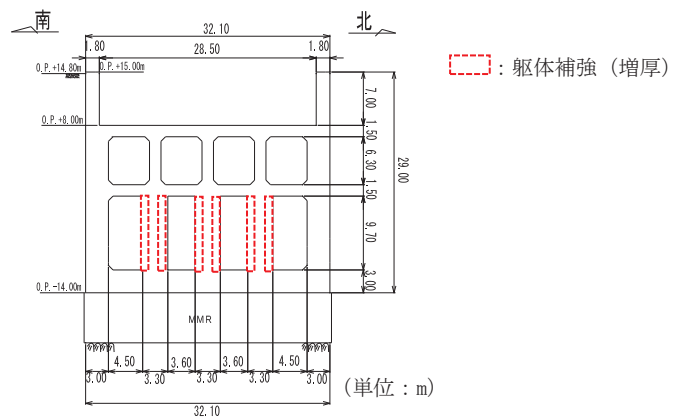


図 2-3(3) 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (B-B)

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* ¹	5100m ²	4300m ² * ²

*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。

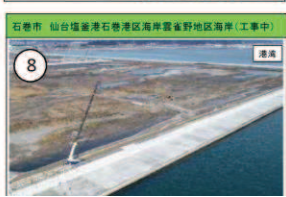
*2：貯留量（4300m³）の詳細は，「1.7 非常用取水設備内に貯留される水量の算定について」に示す。

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



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
	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
	逆止弁付ファンネル				
	浸水防止蓋				
第3号機補機 冷却海水系 放水ピット	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 ^{*1} -5.3m ^{*2}	-6.3m ^{*1} -5.3m ^{*2}	-6.3m ^{*1} -5.3m ^{*2}	—

*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。

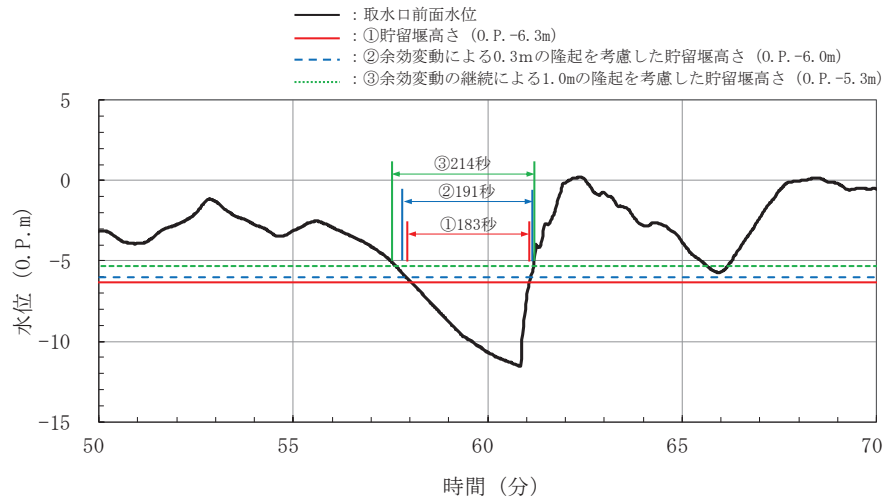


図4-1(1) 第2号機取水口前面における水位時刻歴波形及び貯留堰天端高さを下回る時間
(復旧・改修工事に伴う地形改変前)

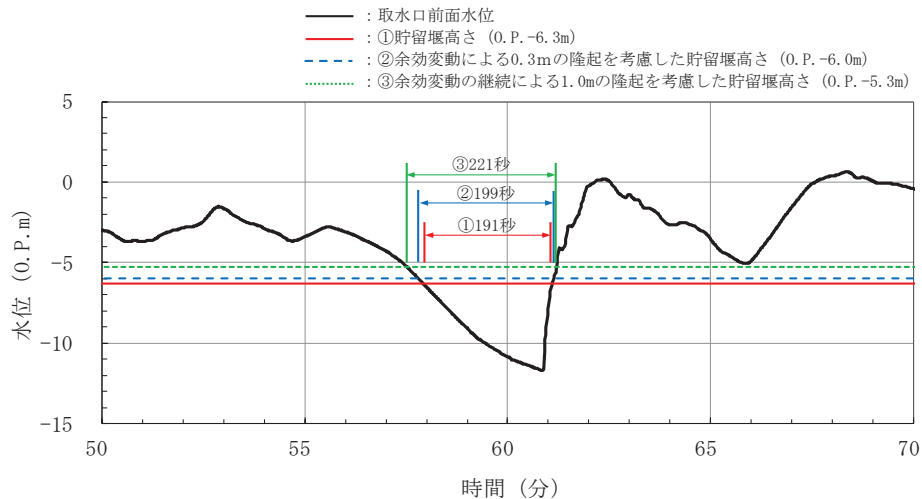


図4-1(2) 第2号機取水口前面における水位時刻歴波形及び貯留堰天端高さを下回る時間
(復旧・改修工事に伴う地形改変後)

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。

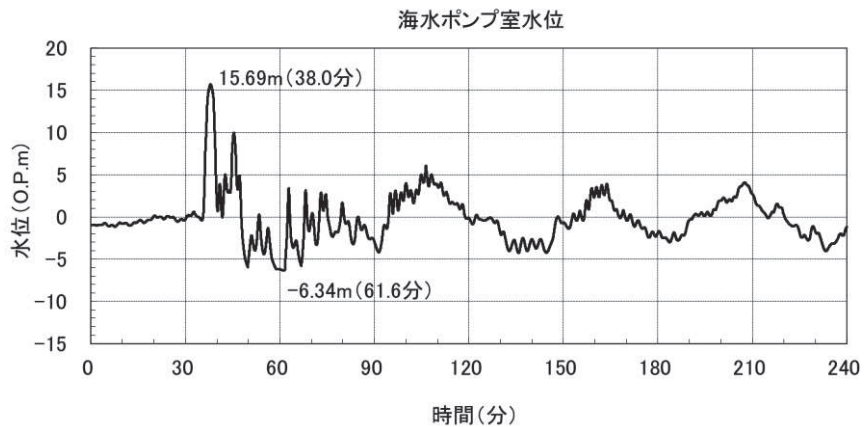


図4-2(1) 第2号機海水ポンプ室の時刻歴波形
(防潮壁平面線形等の変更前)

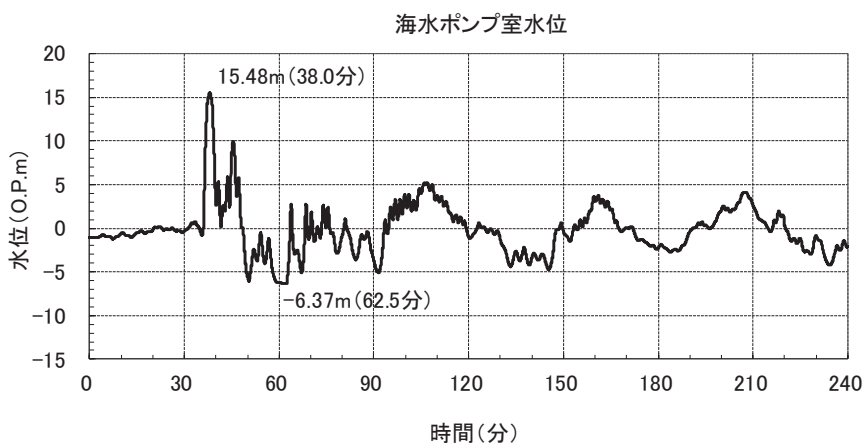


図4-2(2) 第2号機海水ポンプ室の時刻歴波形
(防潮壁平面線形等の変更後)

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

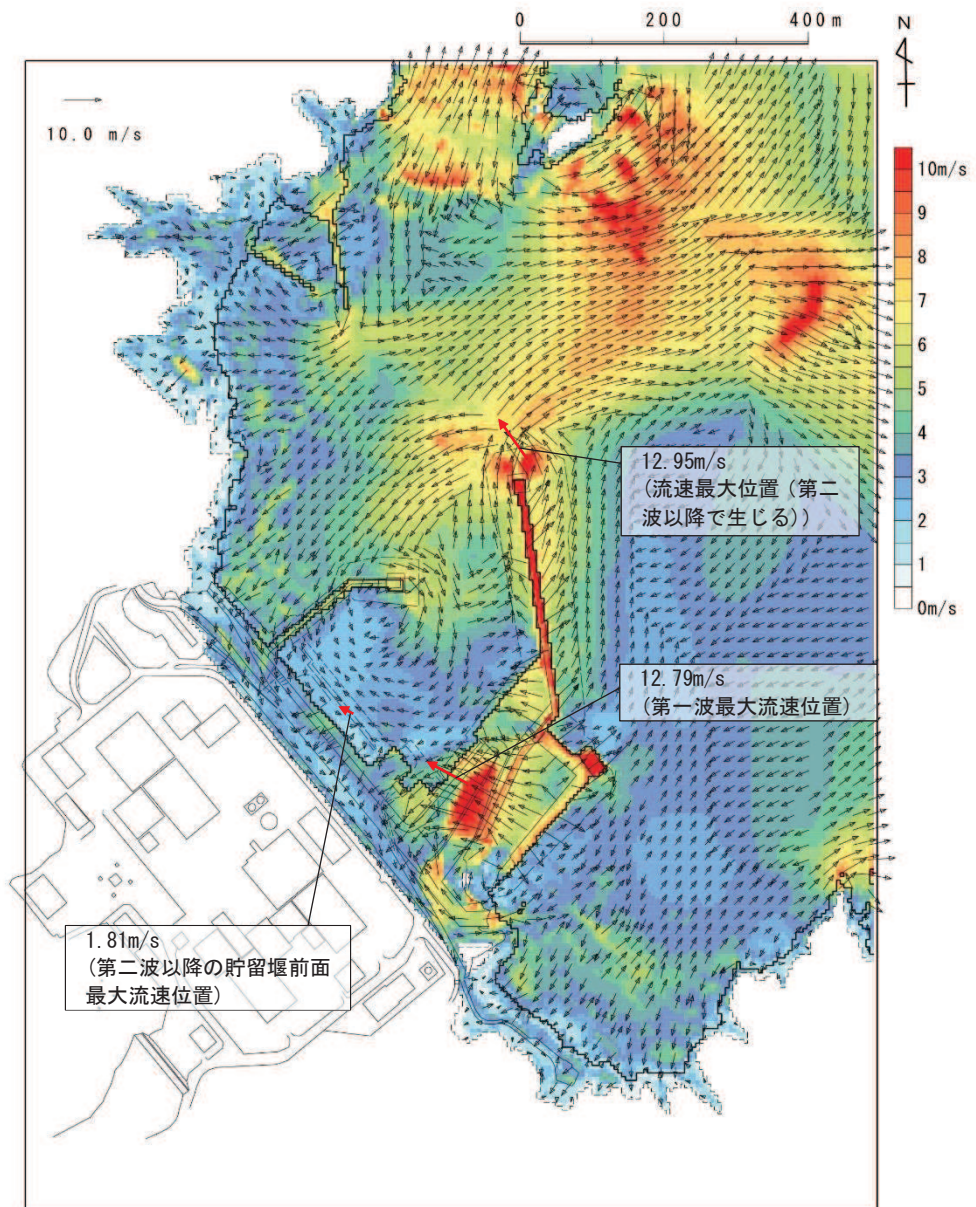


図 4-3(1) 敷地周辺の復旧・改修工事に伴う地形改変考慮前の基準津波の最大流速分布図
 (防波堤あり，基準地震動 S_s による地盤沈下なし，全時刻)

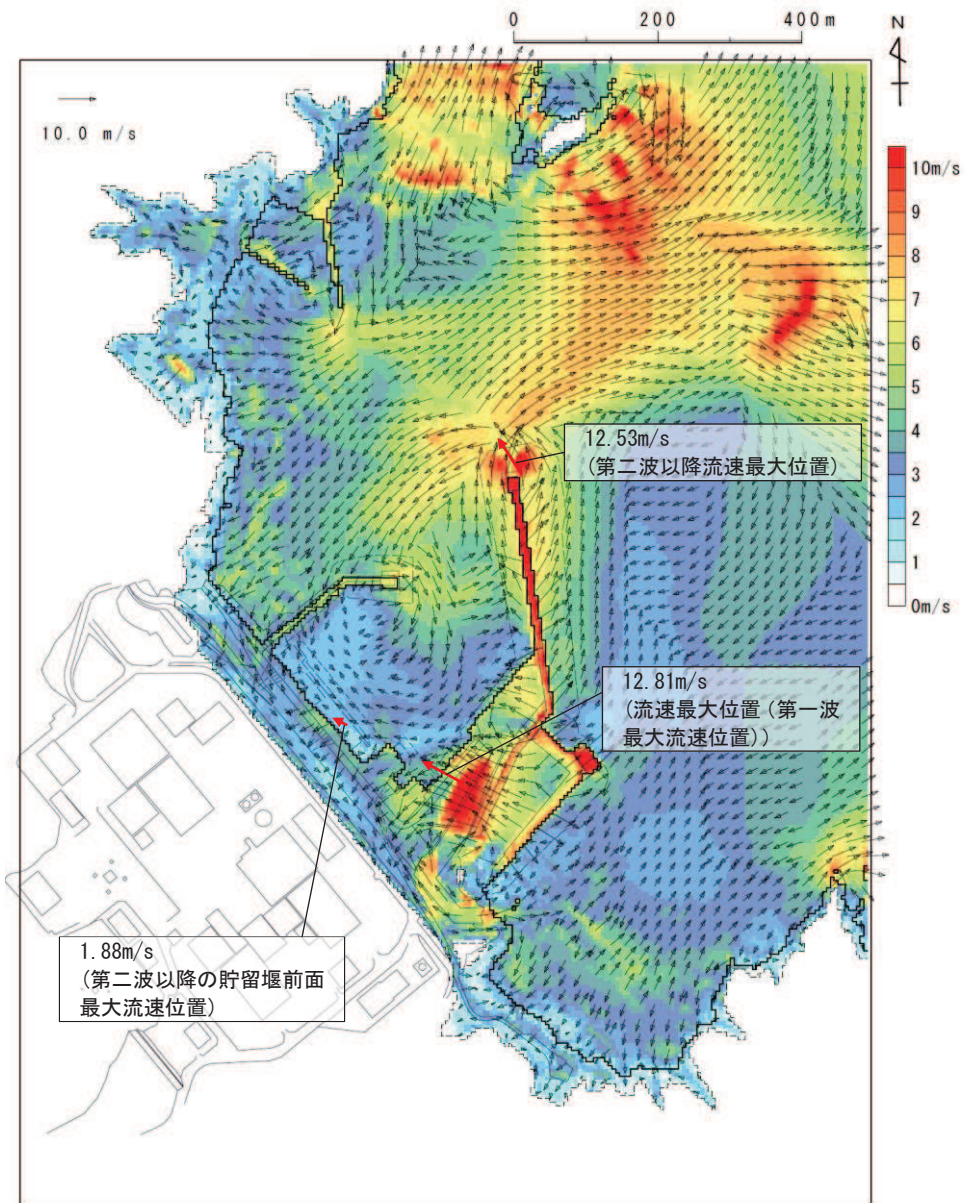


図 4-3(2) 敷地周辺の復旧・改修工事に伴う地形改変考慮後の基準津波の最大流速分布図
(防波堤あり，基準地震動 S_s による地盤沈下なし，地震発生から約 46 分後まで)

(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。）。なお，取放水路流路縮小工は，第1号機取水路及び放水路内に設置されており，管路（満水）状態から開水路状態に遷移する際（又は，開水路状態から管路（満水）状態に遷移する際）に流速が急激に変化するから，その流速は，第2号機海水ポンプ室，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各設備位置の流速よりも大きい。津波来襲時における取放水路内の水位変動と流速の関係の詳細は，「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 号機海水熱交換器建屋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
	逆止弁付ファンネル			
第 3 号機 海水熱交換器建屋	浸水防止蓋	0.72	0.81	1.0
	逆止弁付ファンネル			
第 3 号機補機冷却海 水系放水ピット	浸水防止蓋	0.64	0.66	1.0
	貫通部止水処置			

(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。

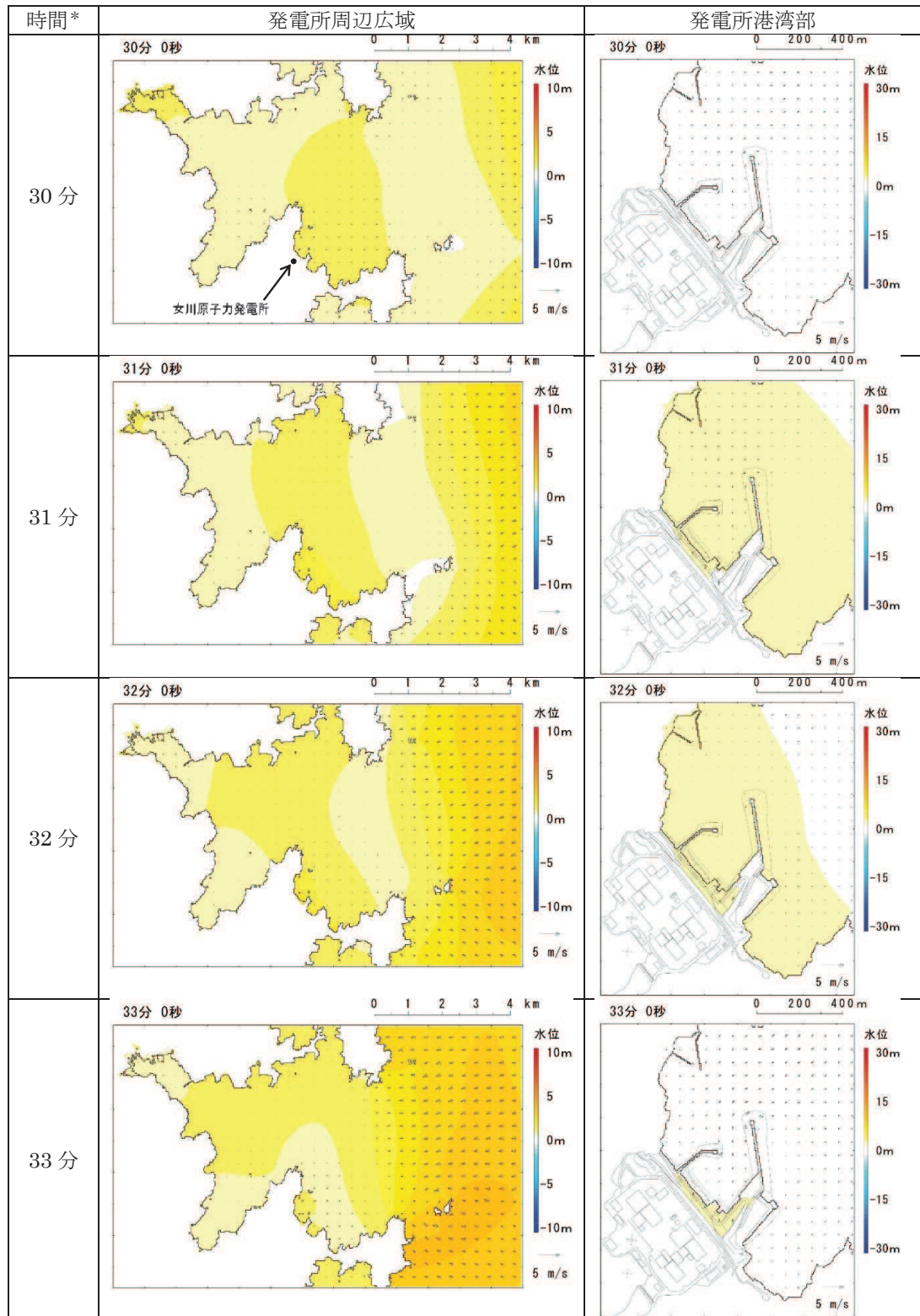
2.2 発電所前面海域の流況に与える影響

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

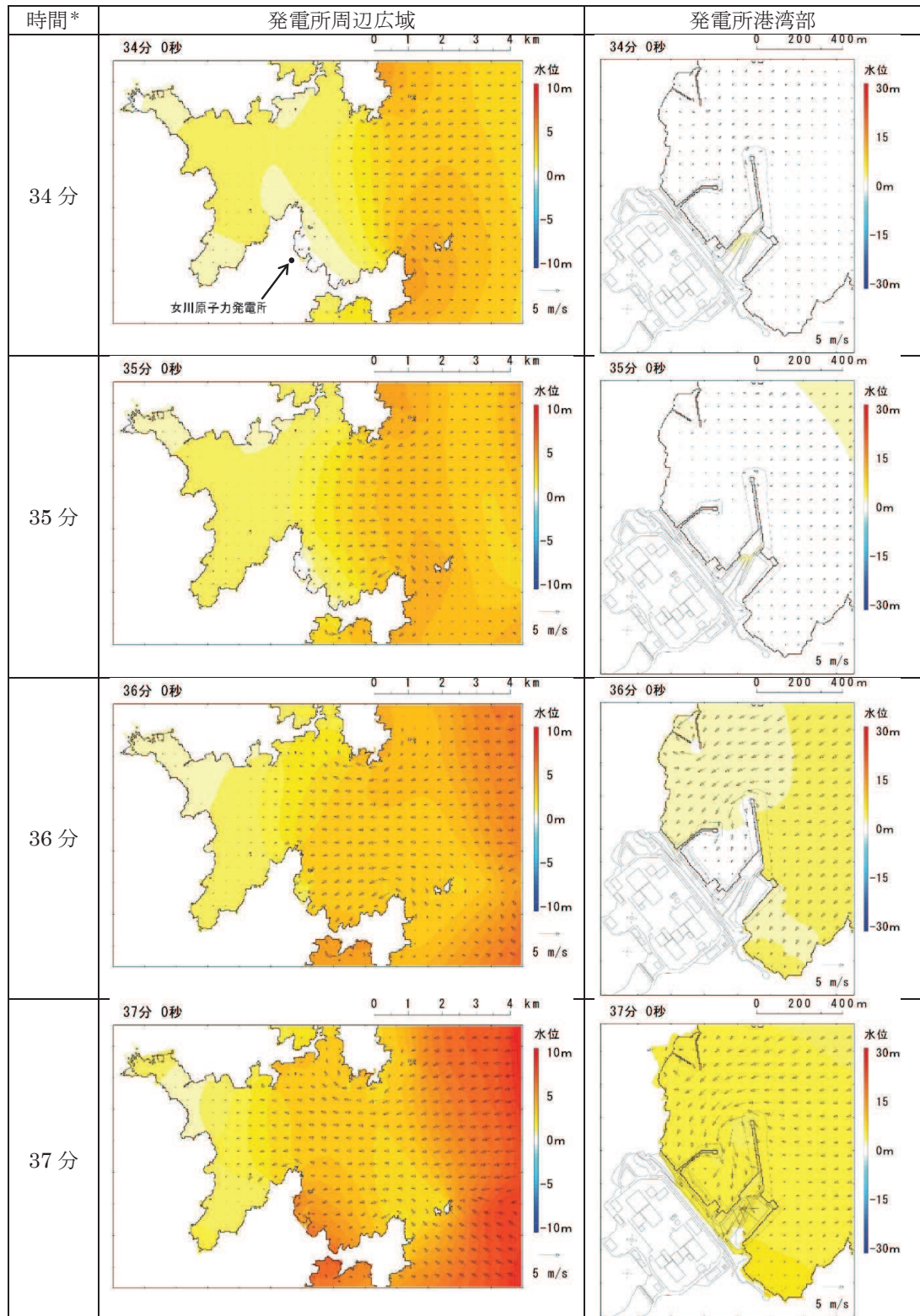
女川湾全体について、敷地周辺における復旧・改修工事に伴う地形改変のうち海域に設置される女川湾内の防波堤の近傍においては、その影響が生じているものの、局所的であり、女川湾全体としての影響は小さい。

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。



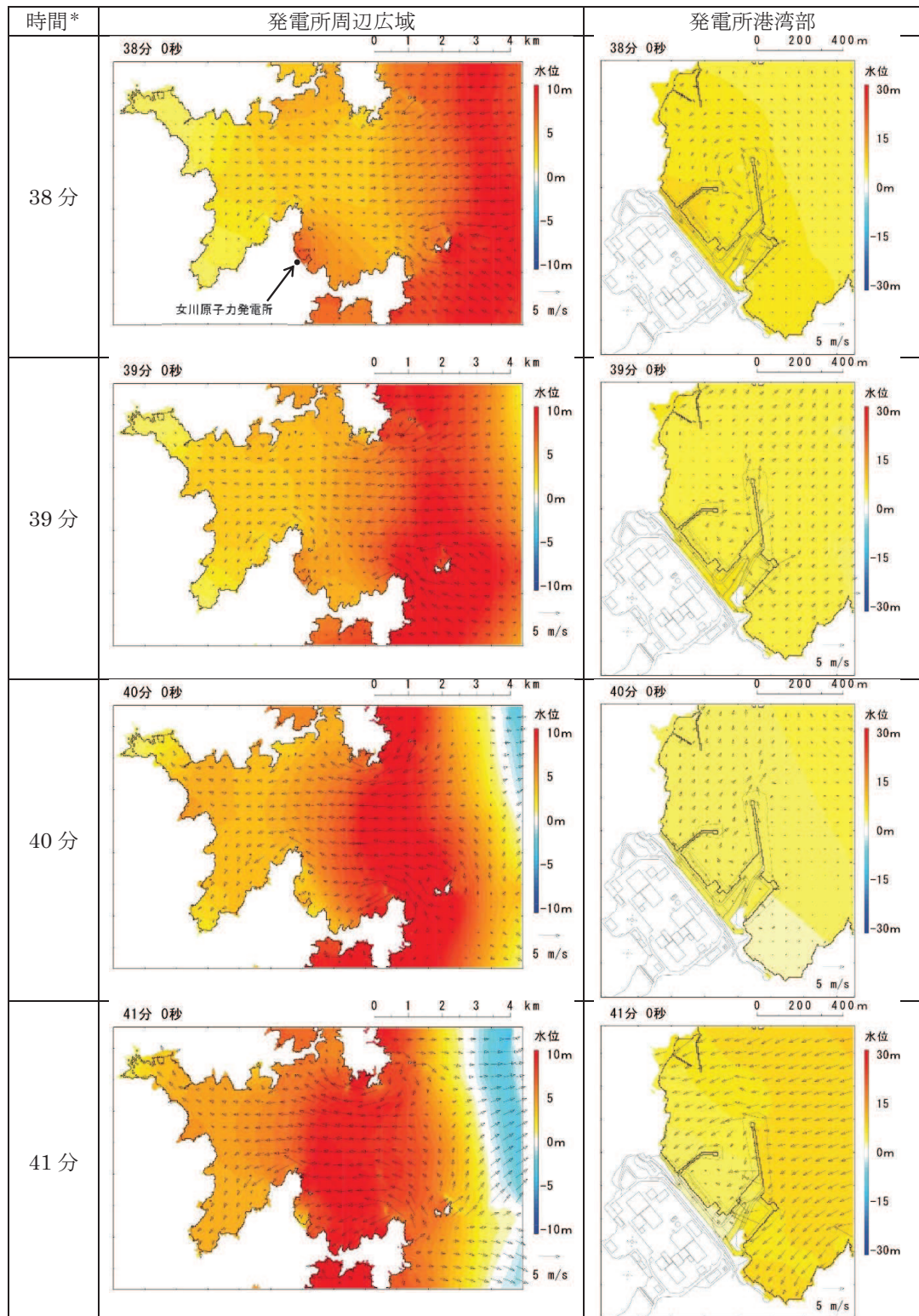
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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))



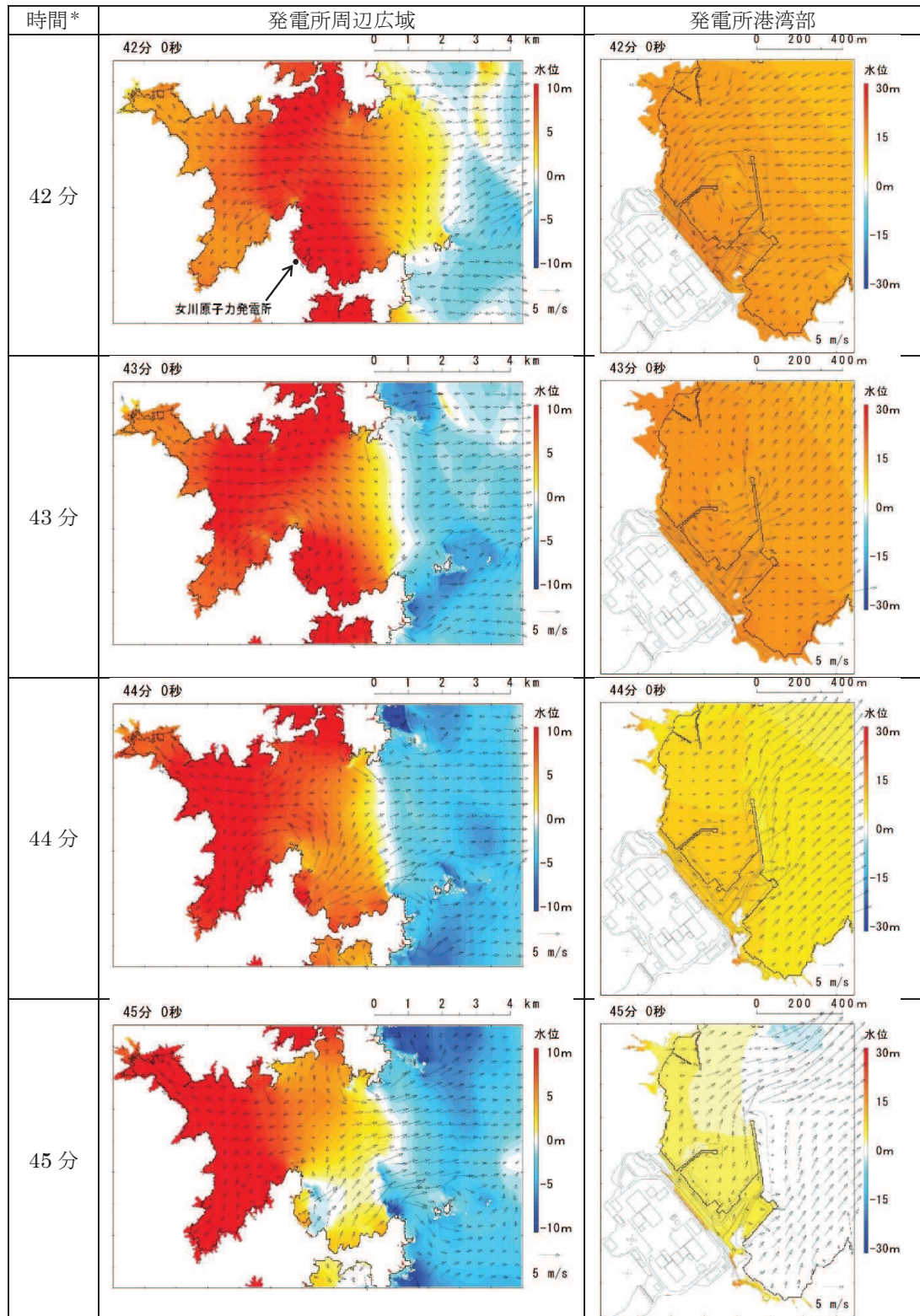
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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))



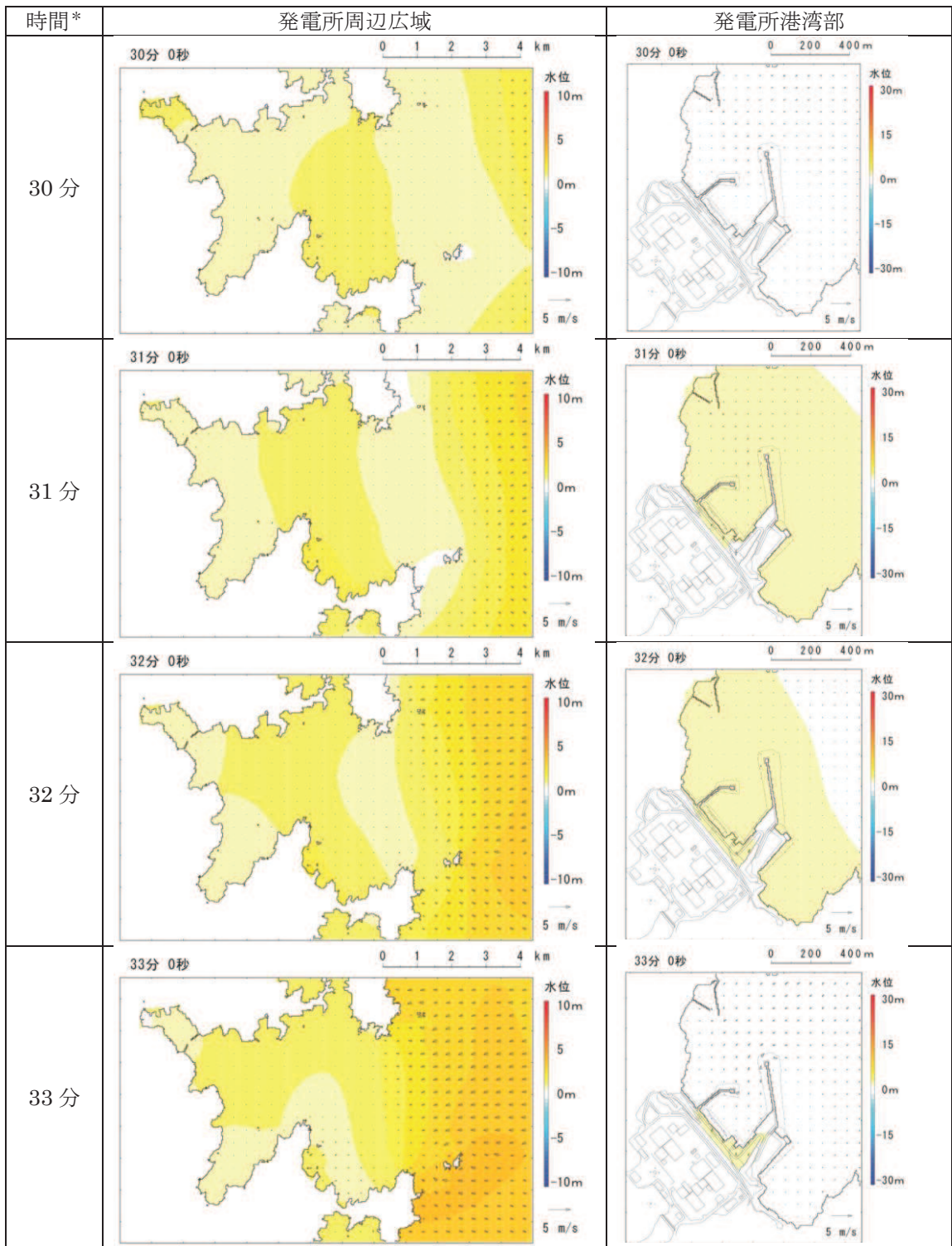
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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))



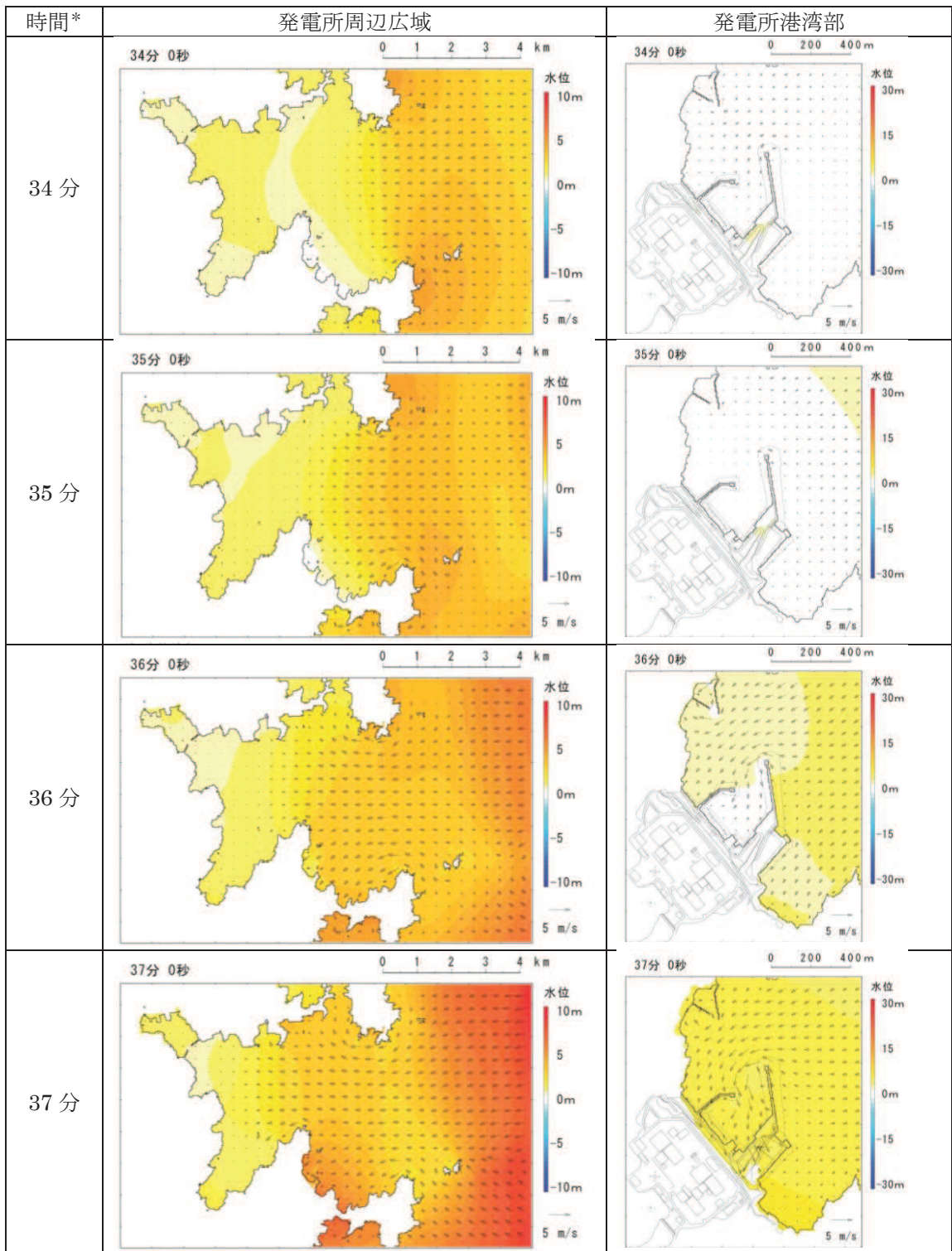
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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))



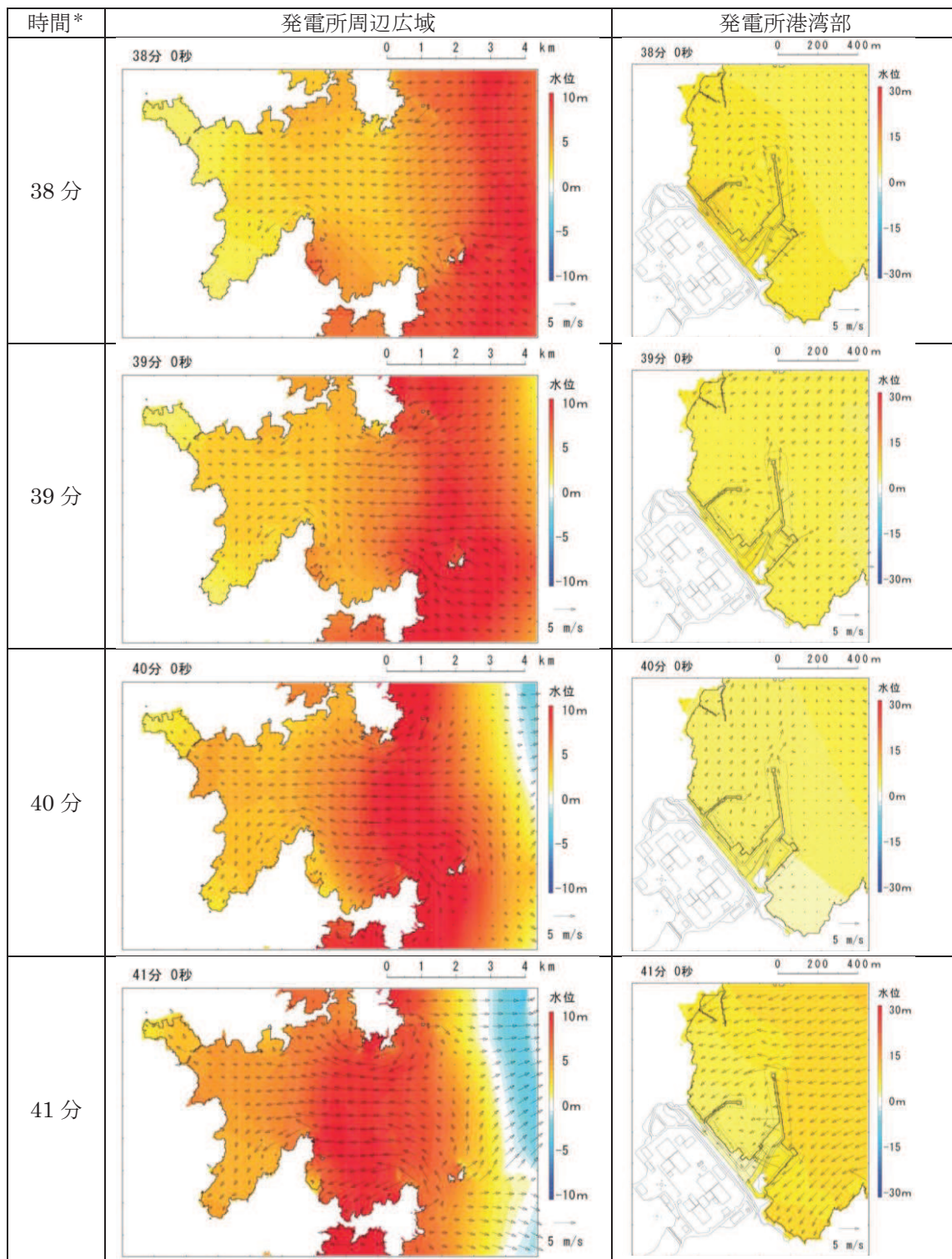
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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）)



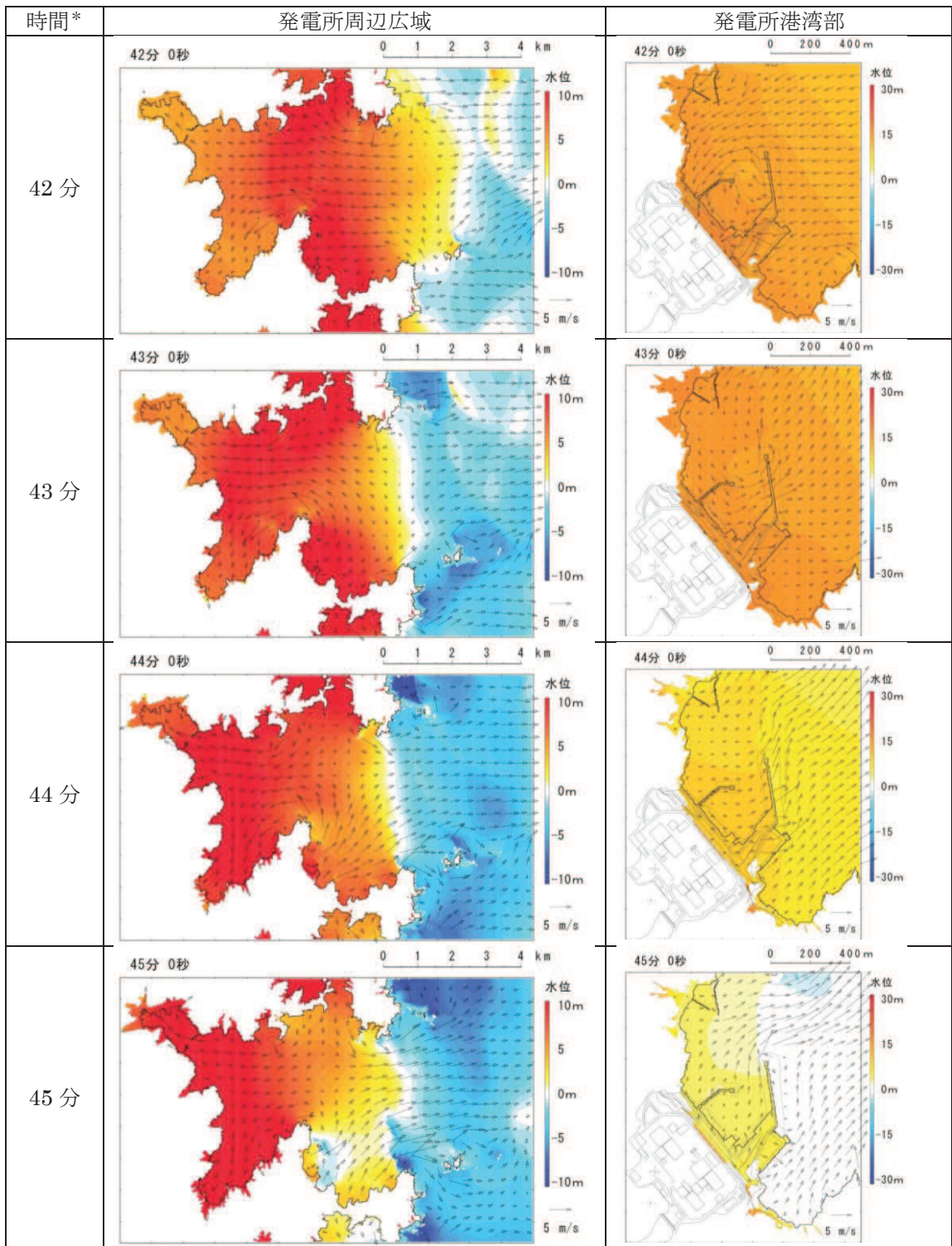
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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))

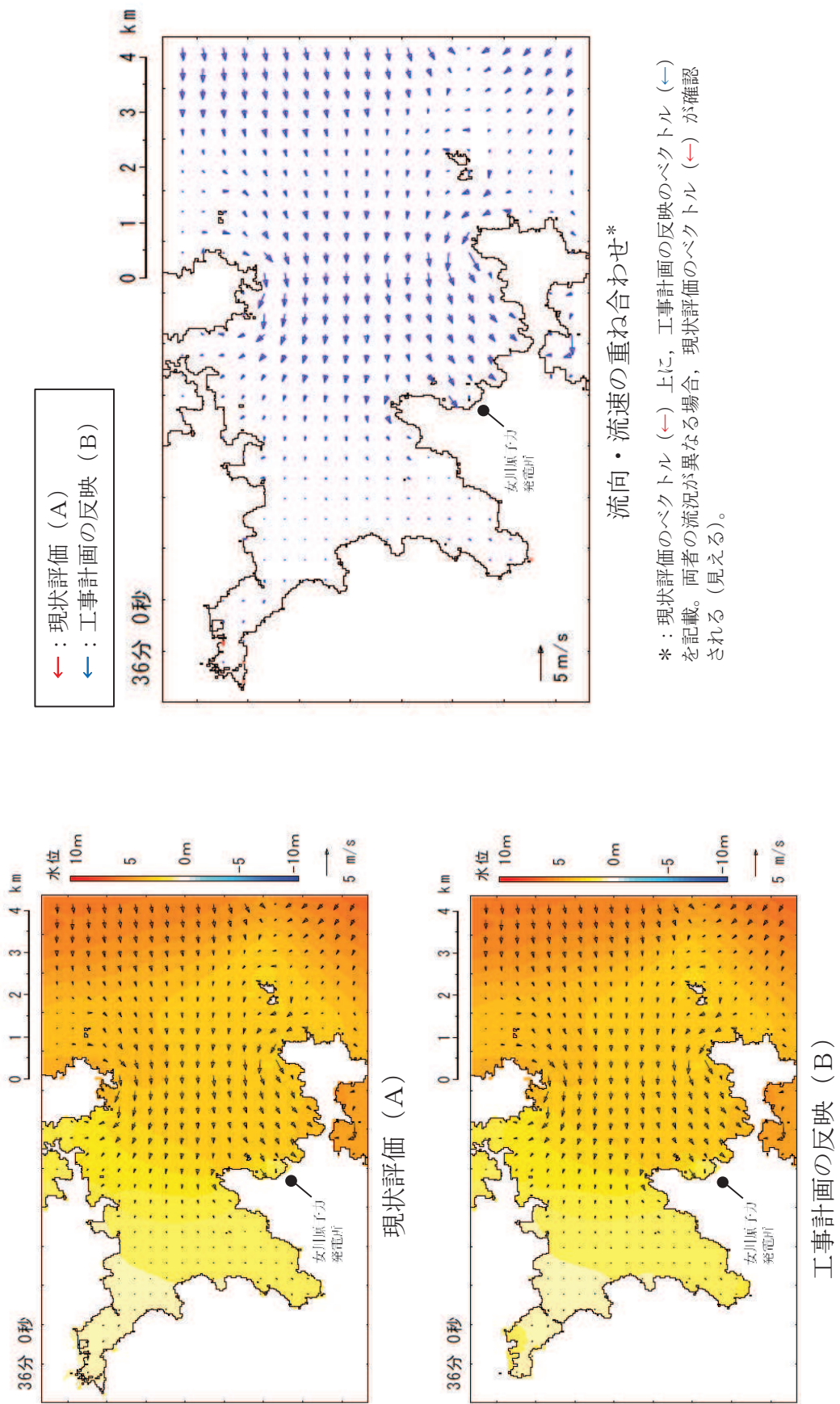


図 1-3 発電所敷地前面最高水位発生時（地震発生約 36 分後）付近の流況比較

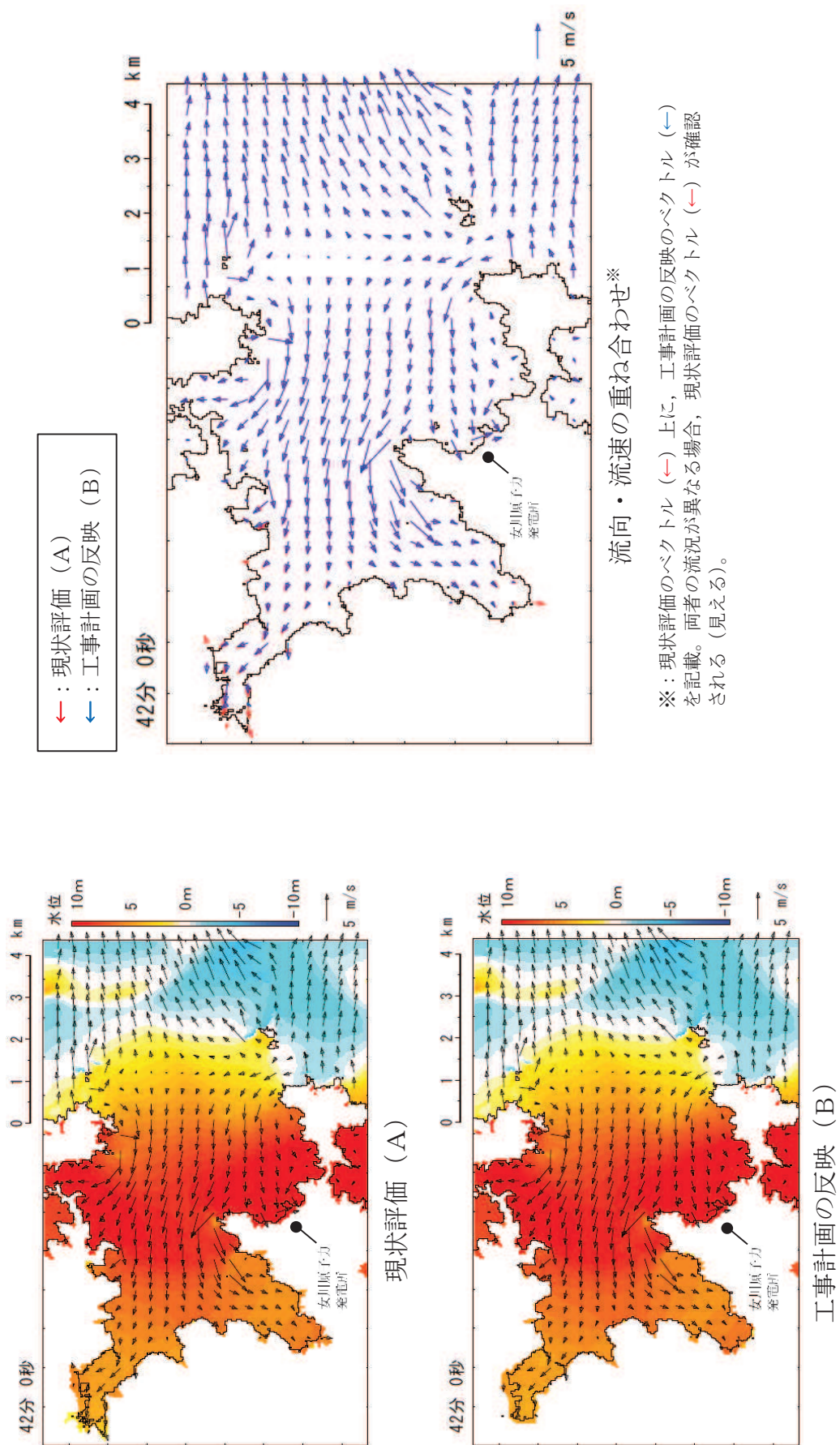
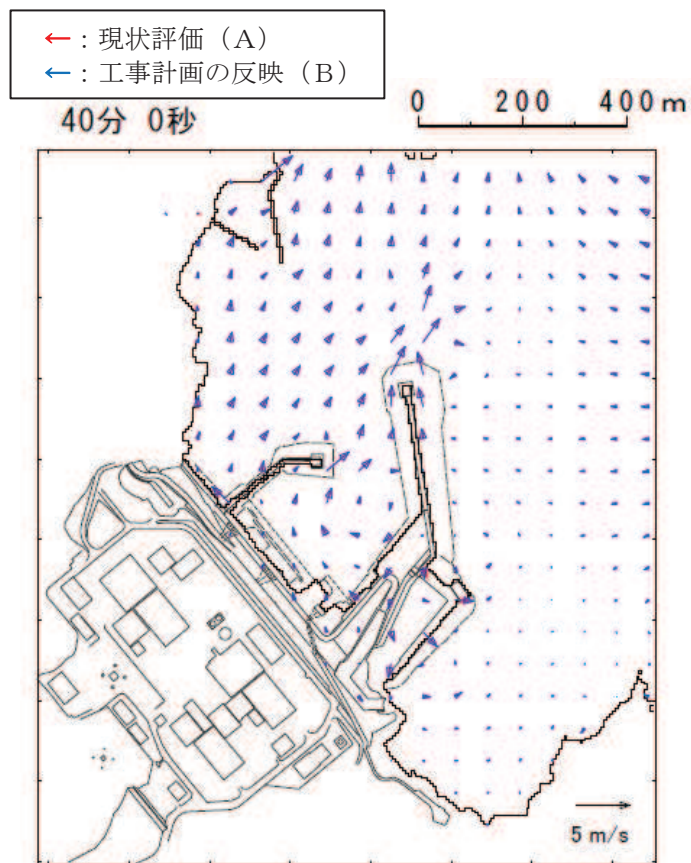
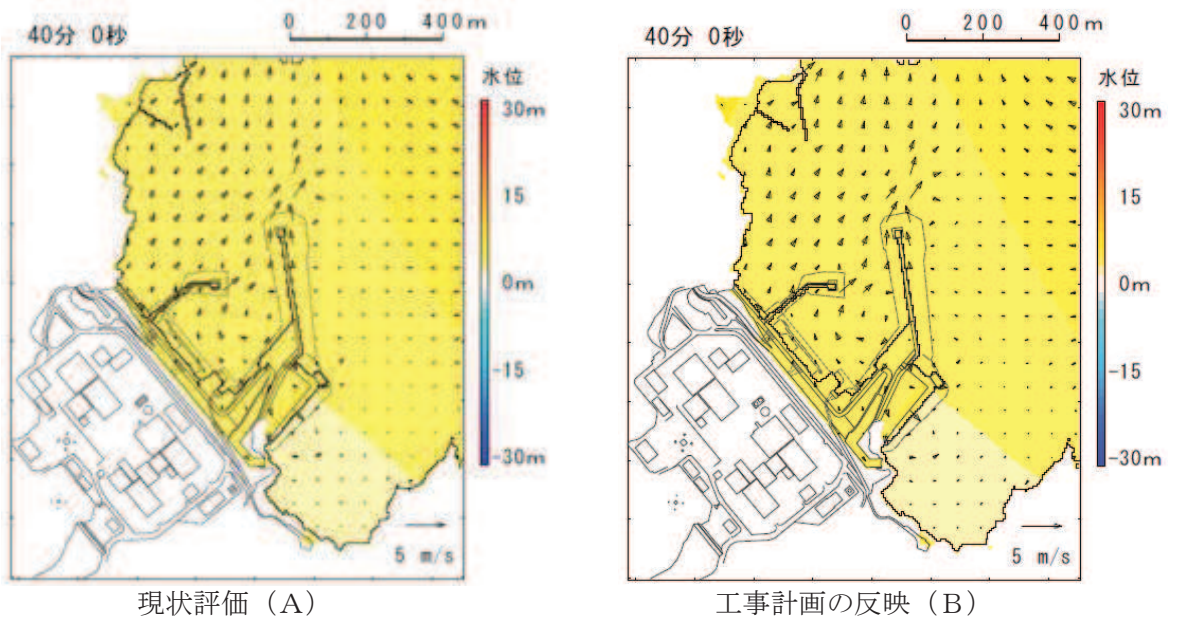
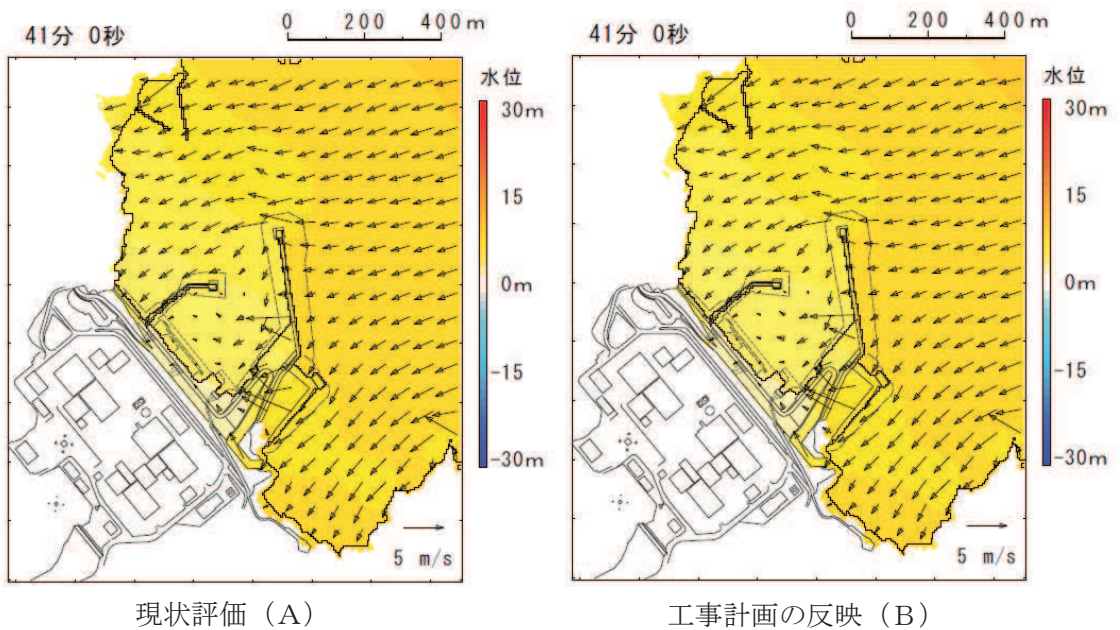


図 1-4 発電所敷地前面最高水位発生時（地震発生約 42 分後）付近の流況比較

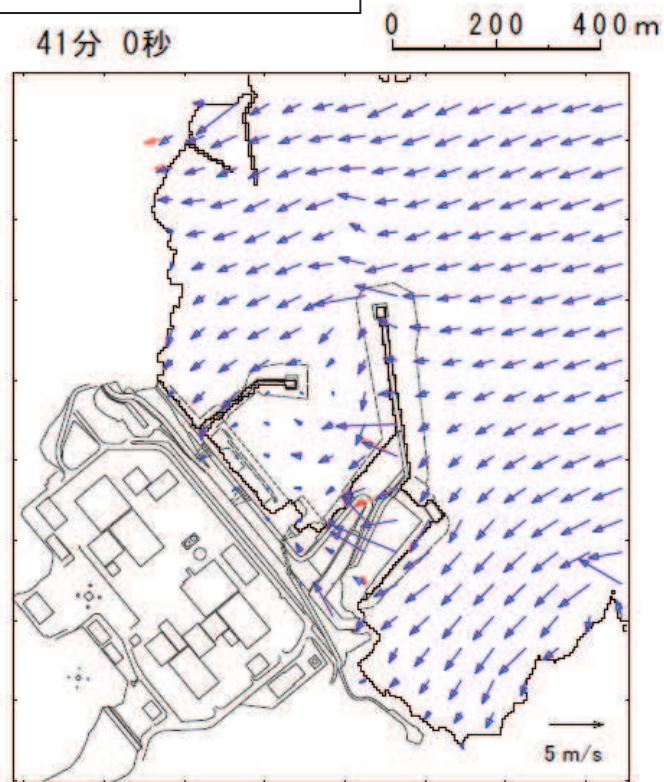


* : 現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

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



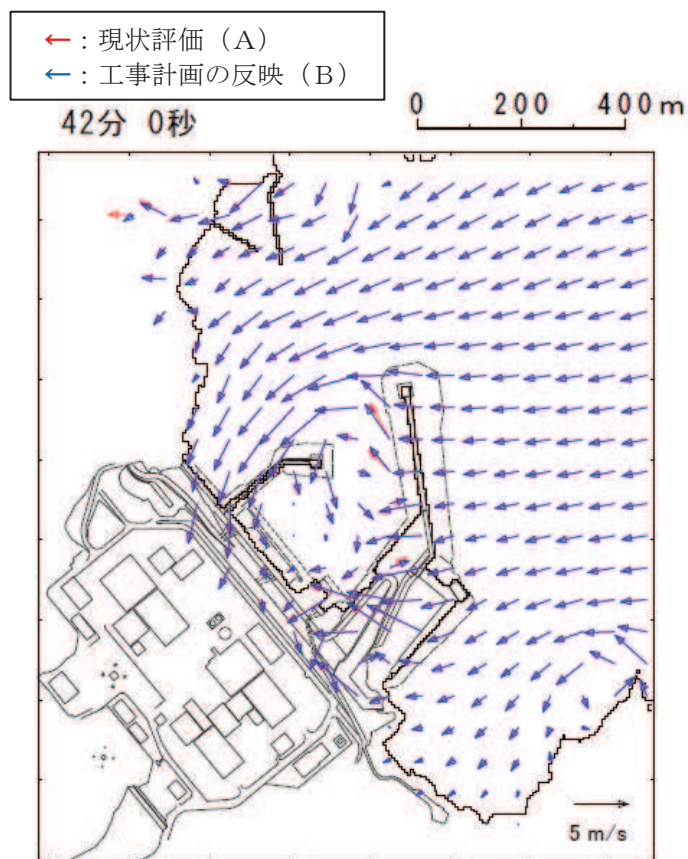
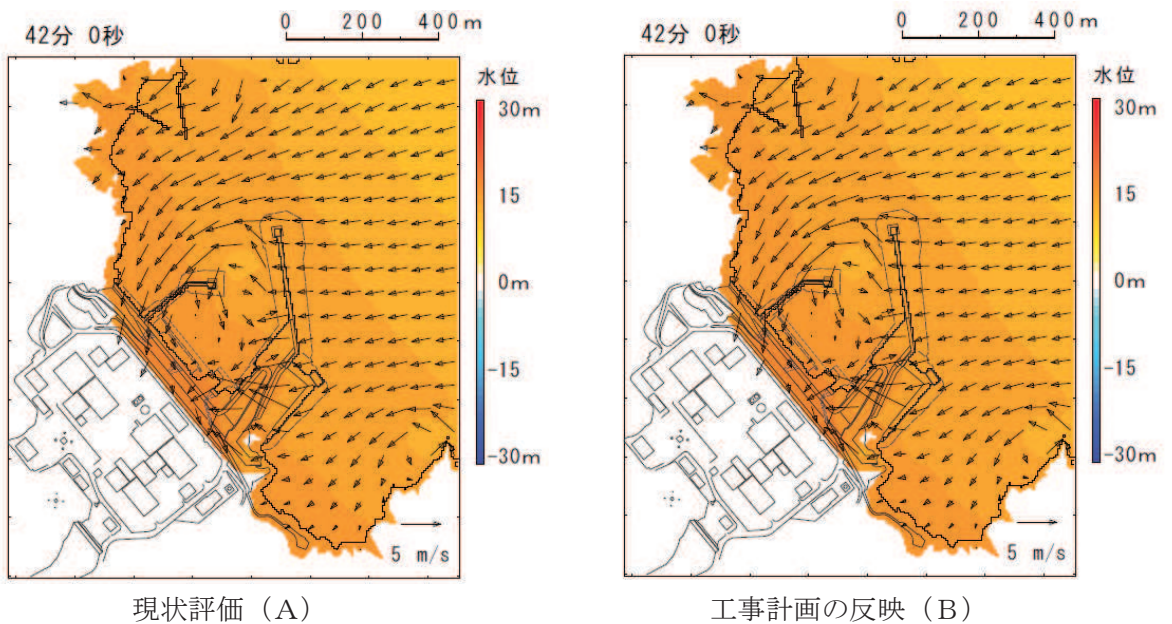
← : 現状評価 (A)
 ← : 工事計画の反映 (B)



流向・流速の重ね合わせ*

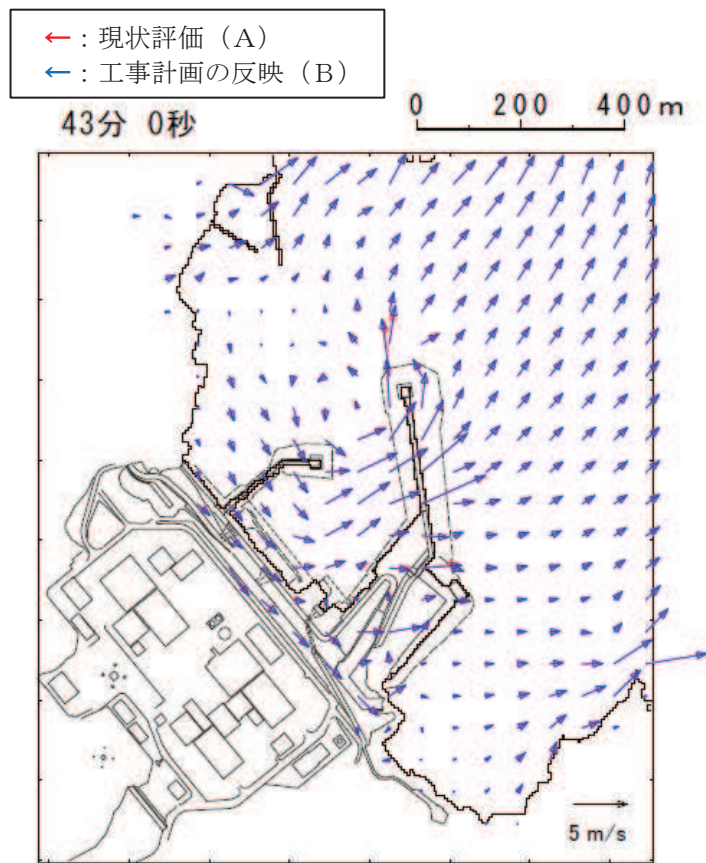
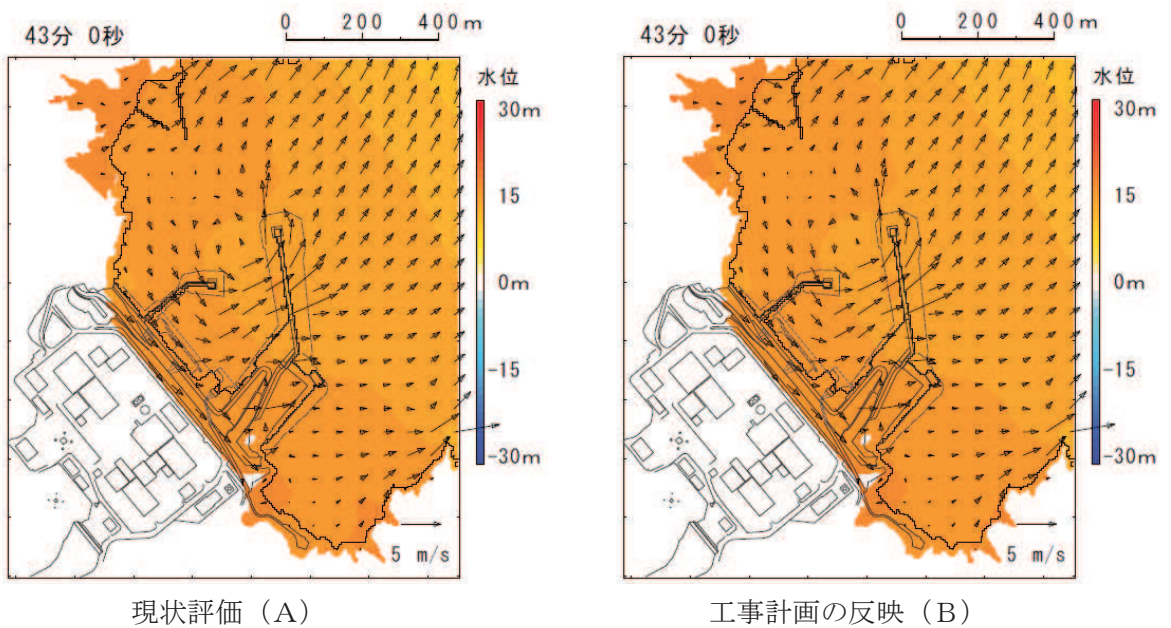
※ : 現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。
 両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

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



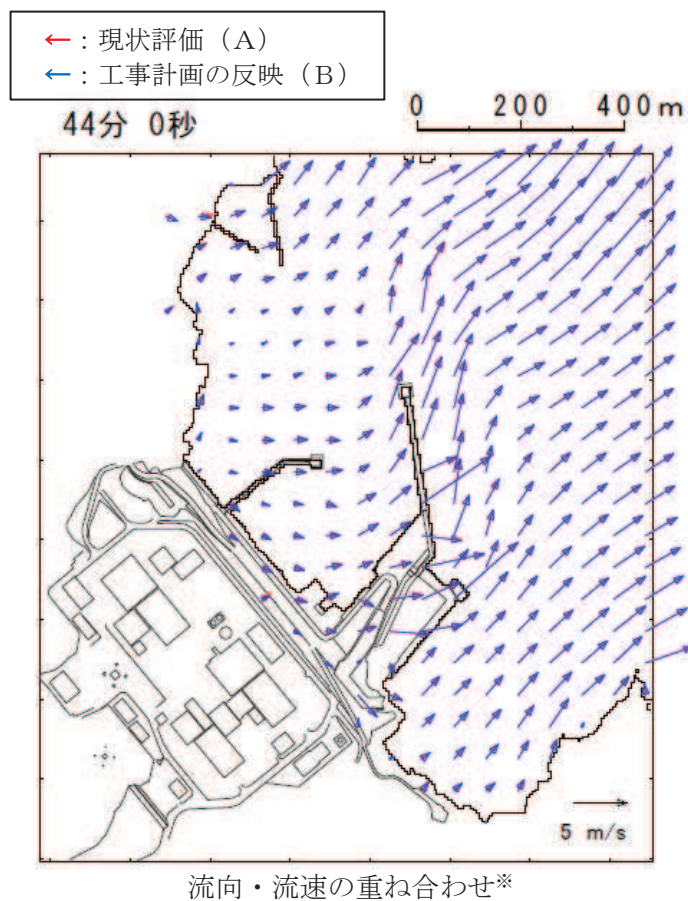
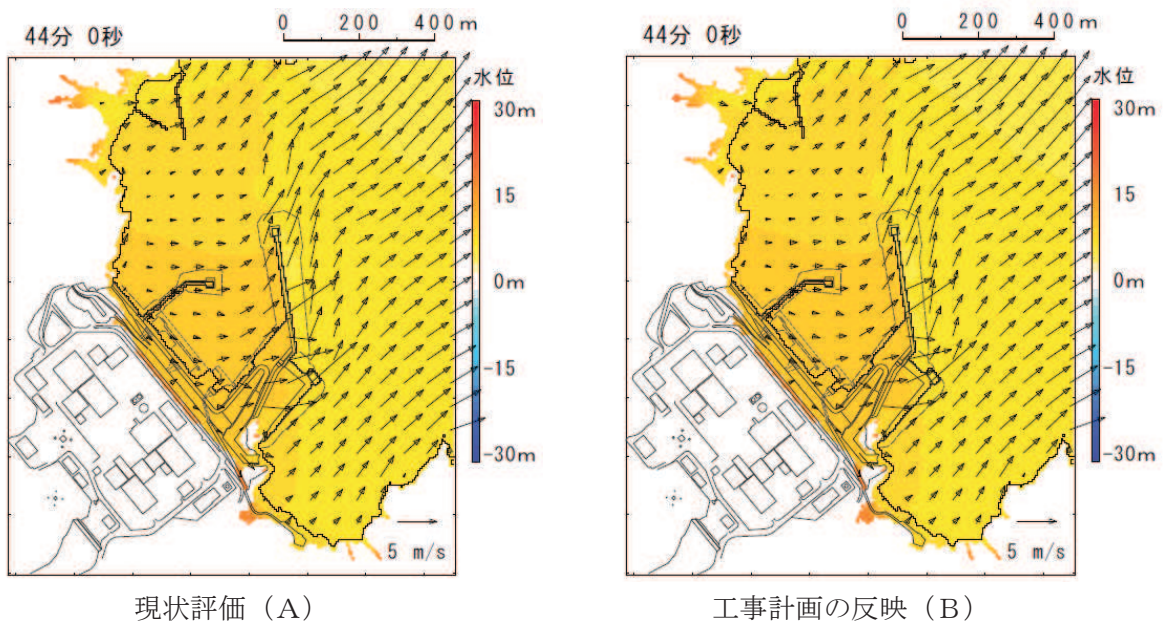
※：現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

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



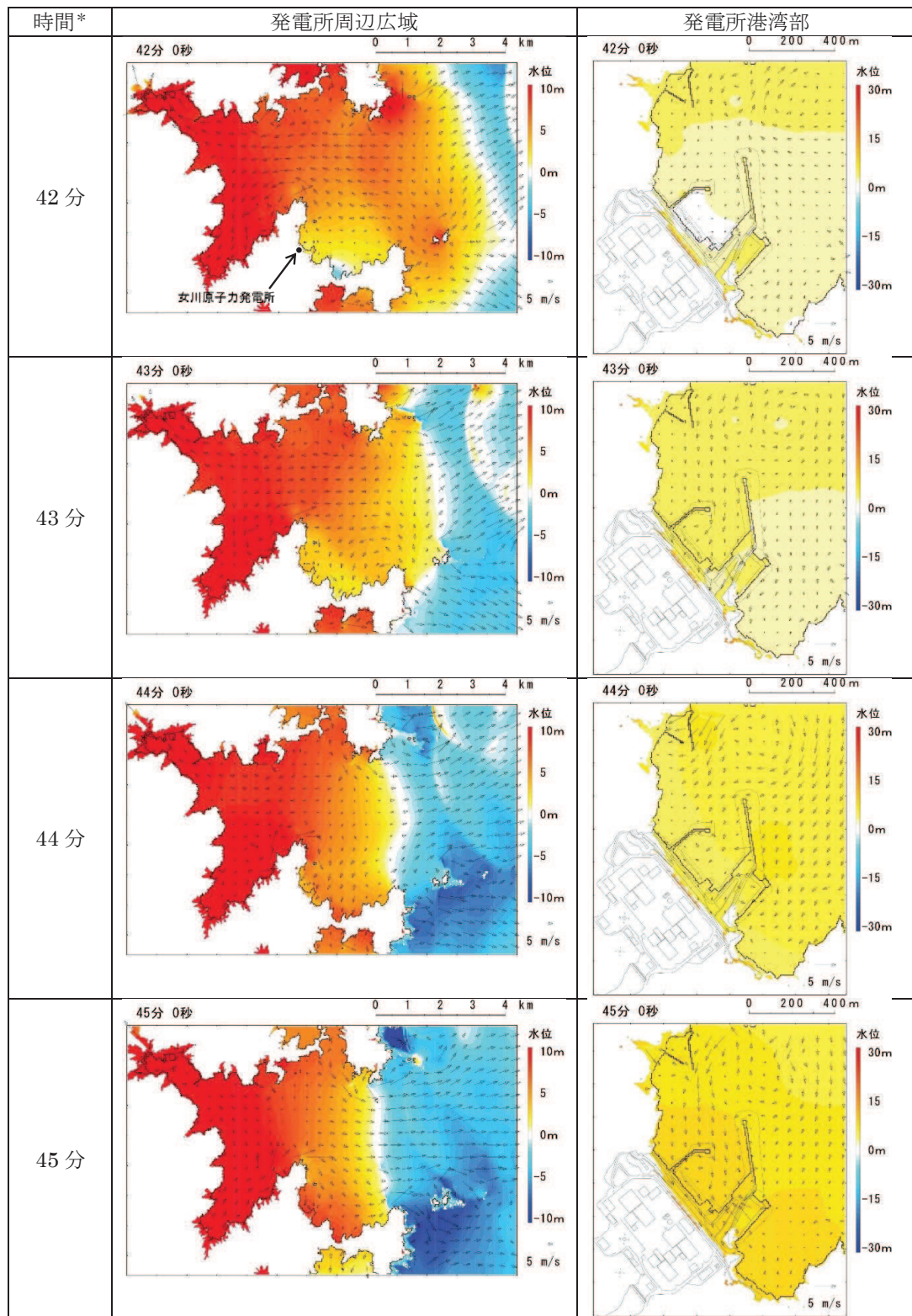
※：現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。
両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

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



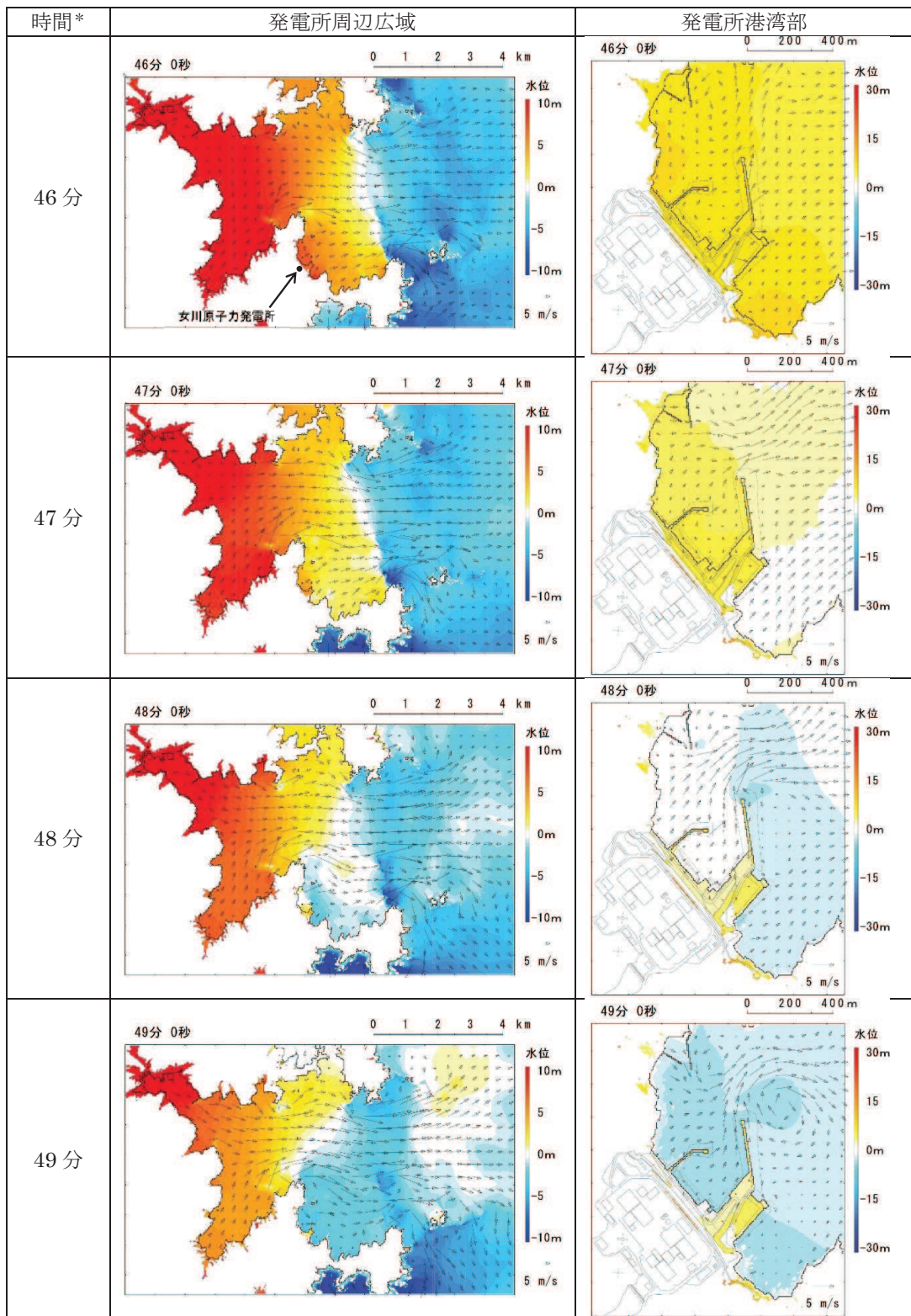
※：現状評価のベクトル (←) 上に、工事計画の反映のベクトル (←) を記載。両者の流況が異なる場合、現状評価のベクトル (←) が確認される (見える)。

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



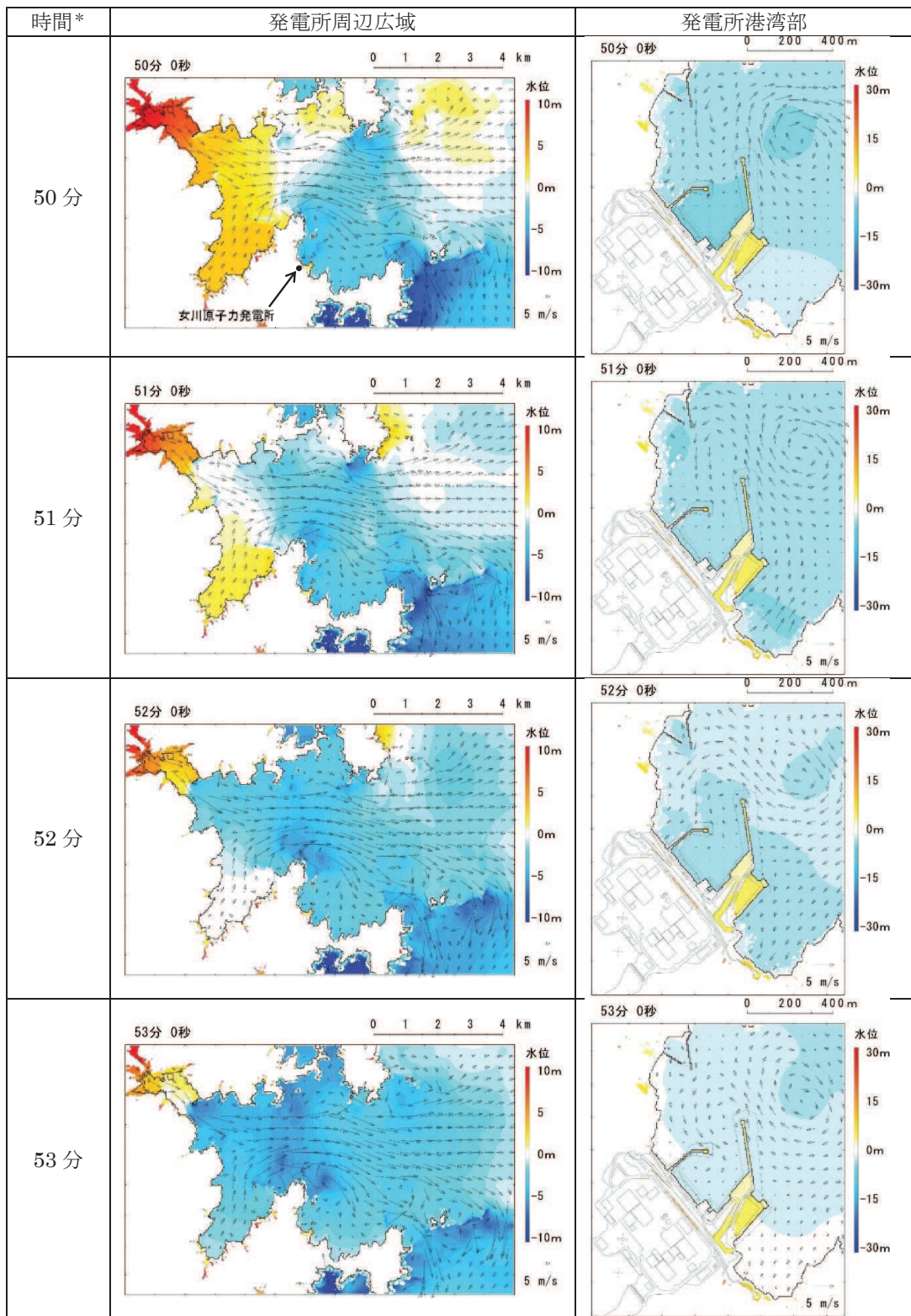
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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))



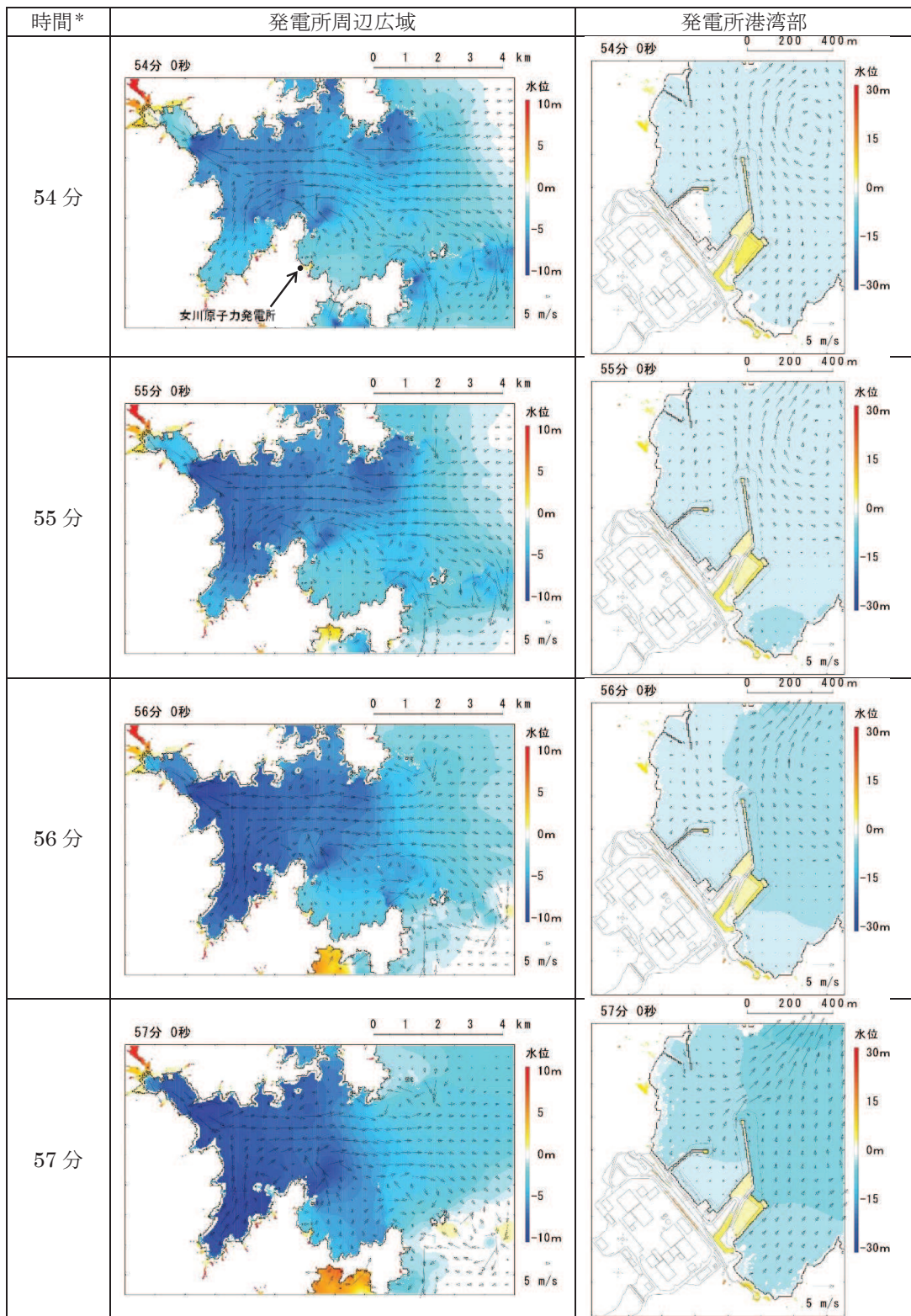
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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))



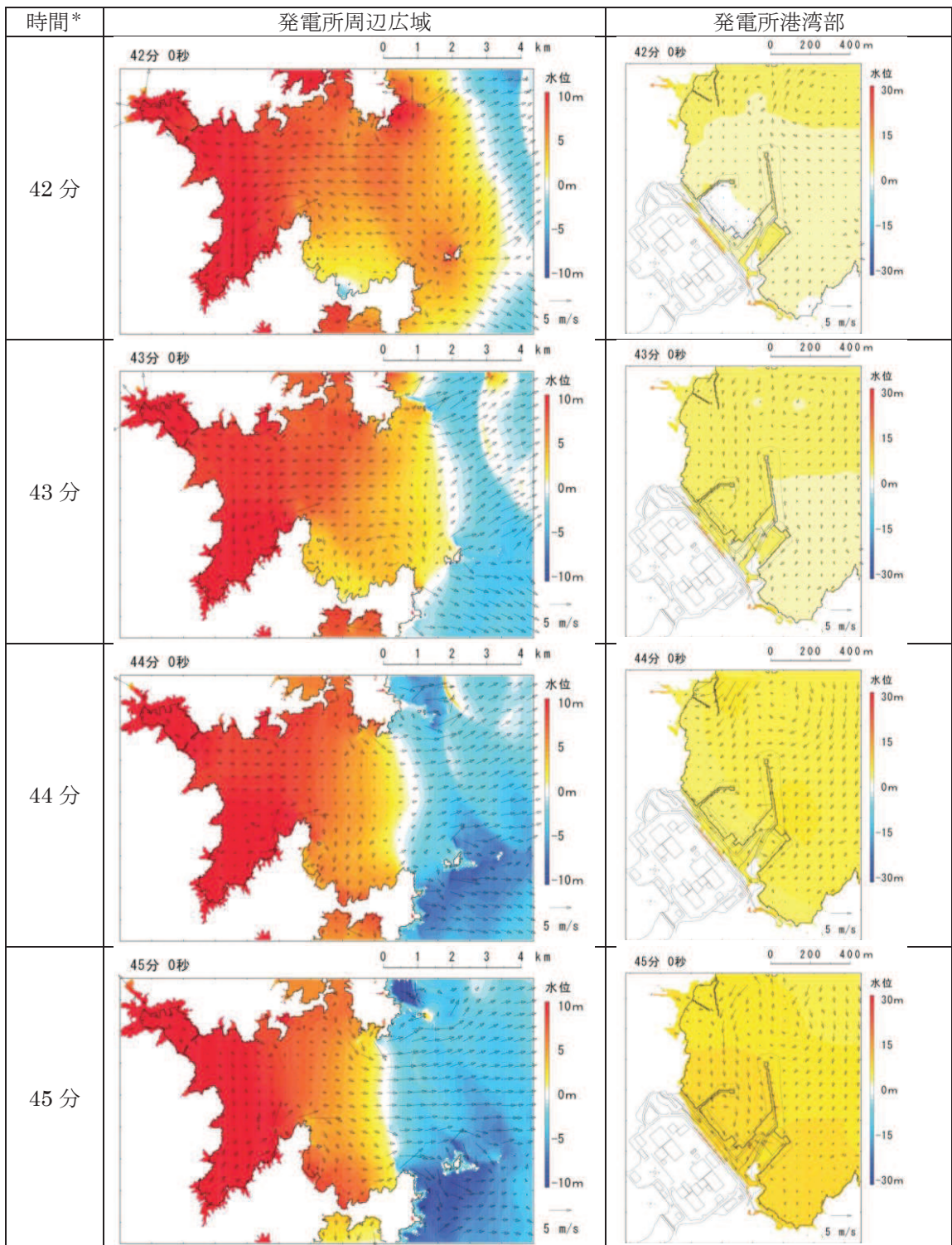
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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))



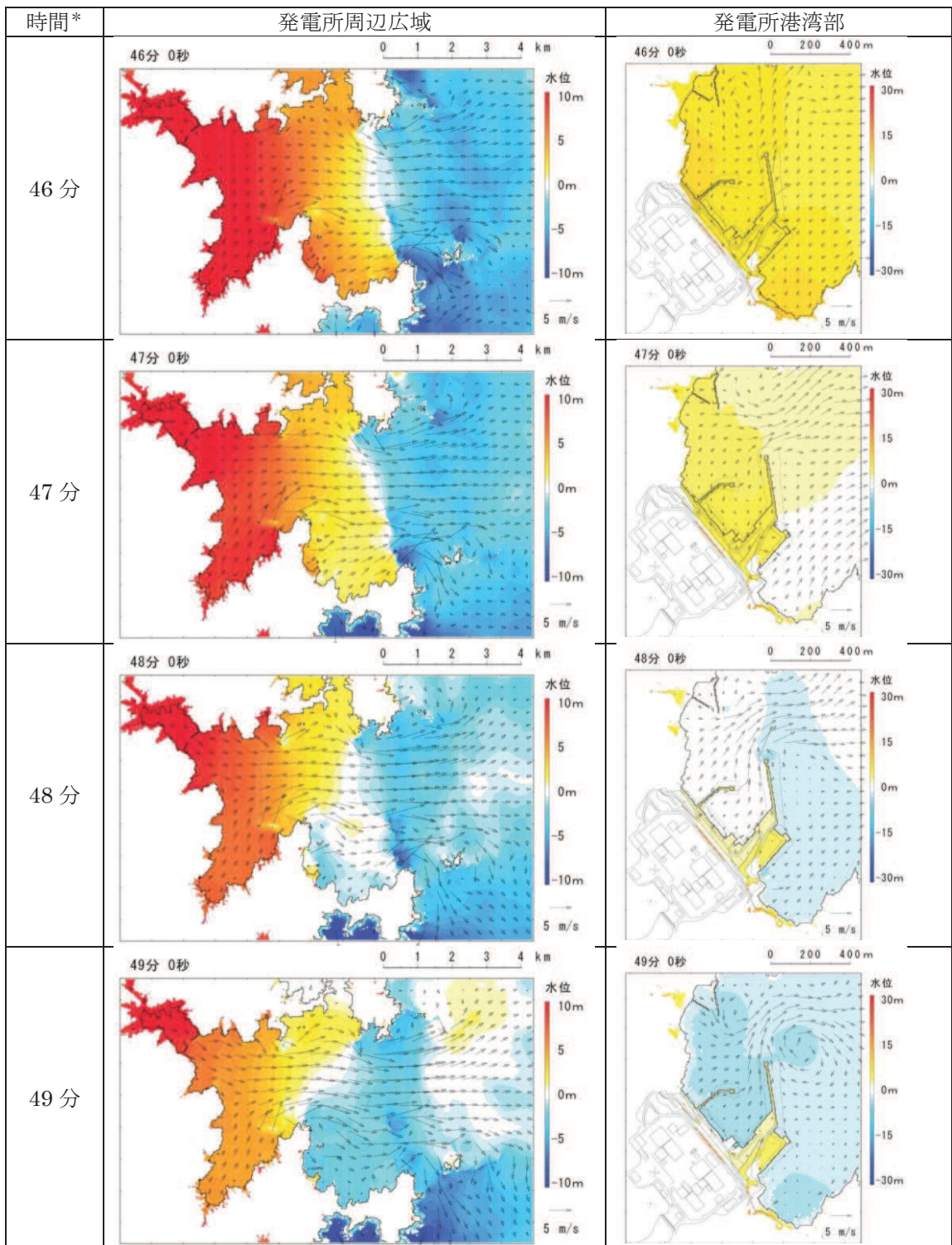
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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))



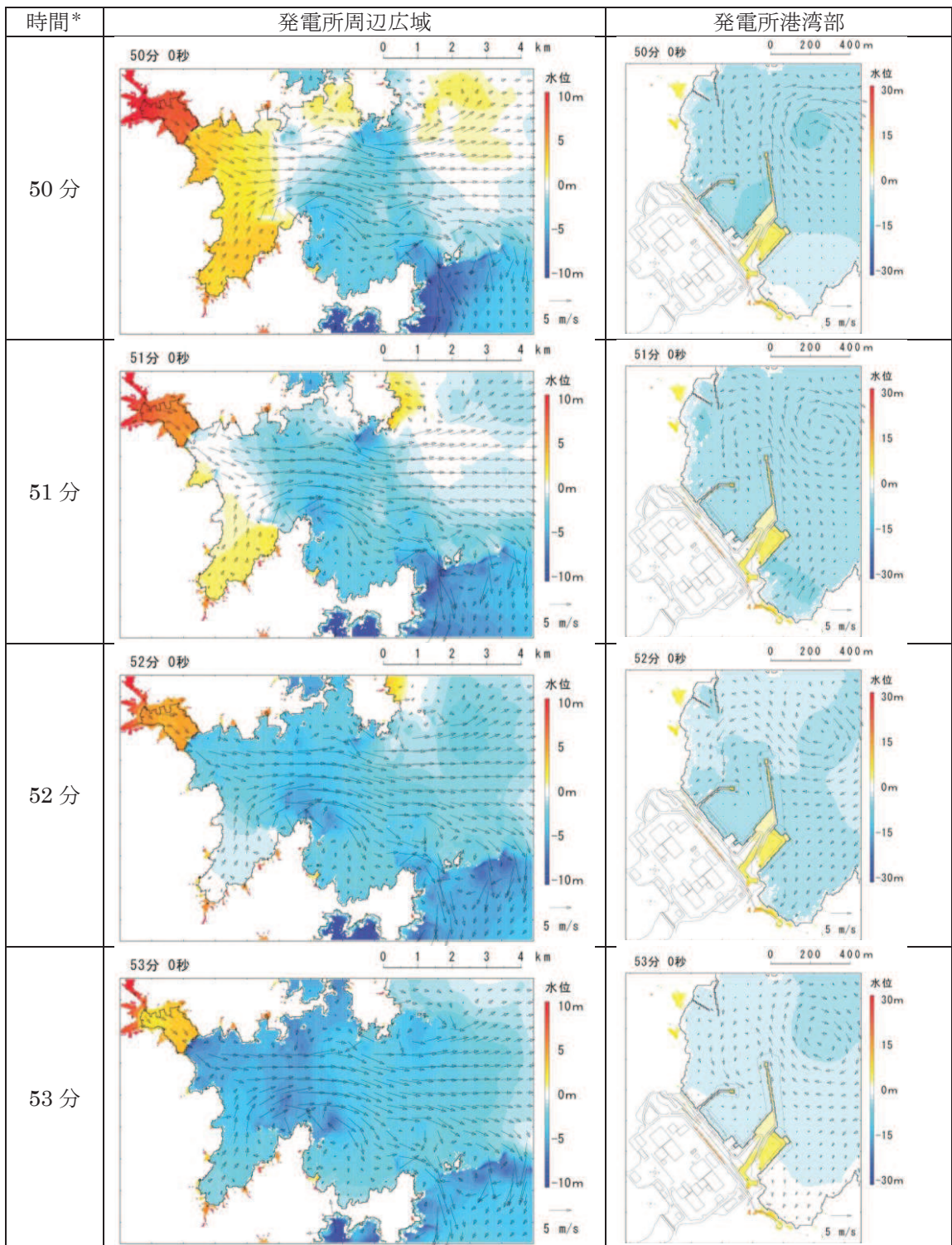
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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))



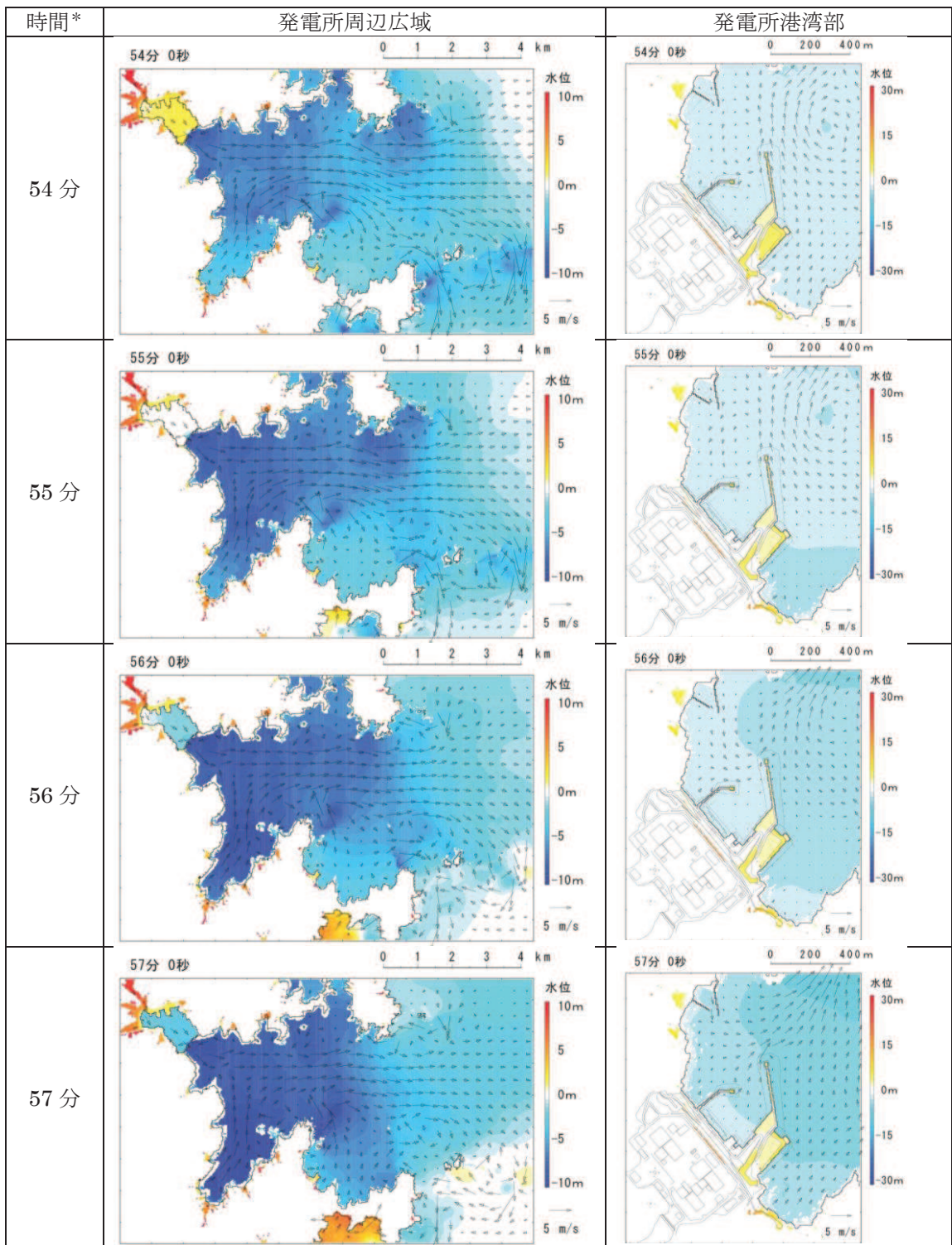
* 津波の原因となる地震発生後の経過時間

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))

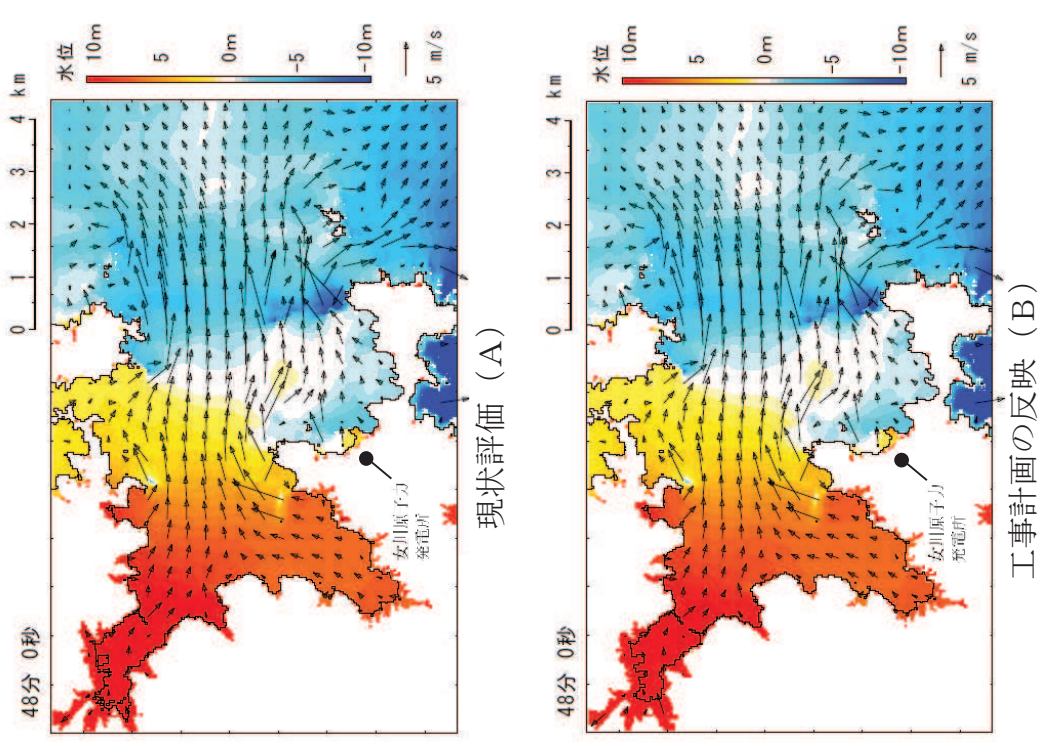
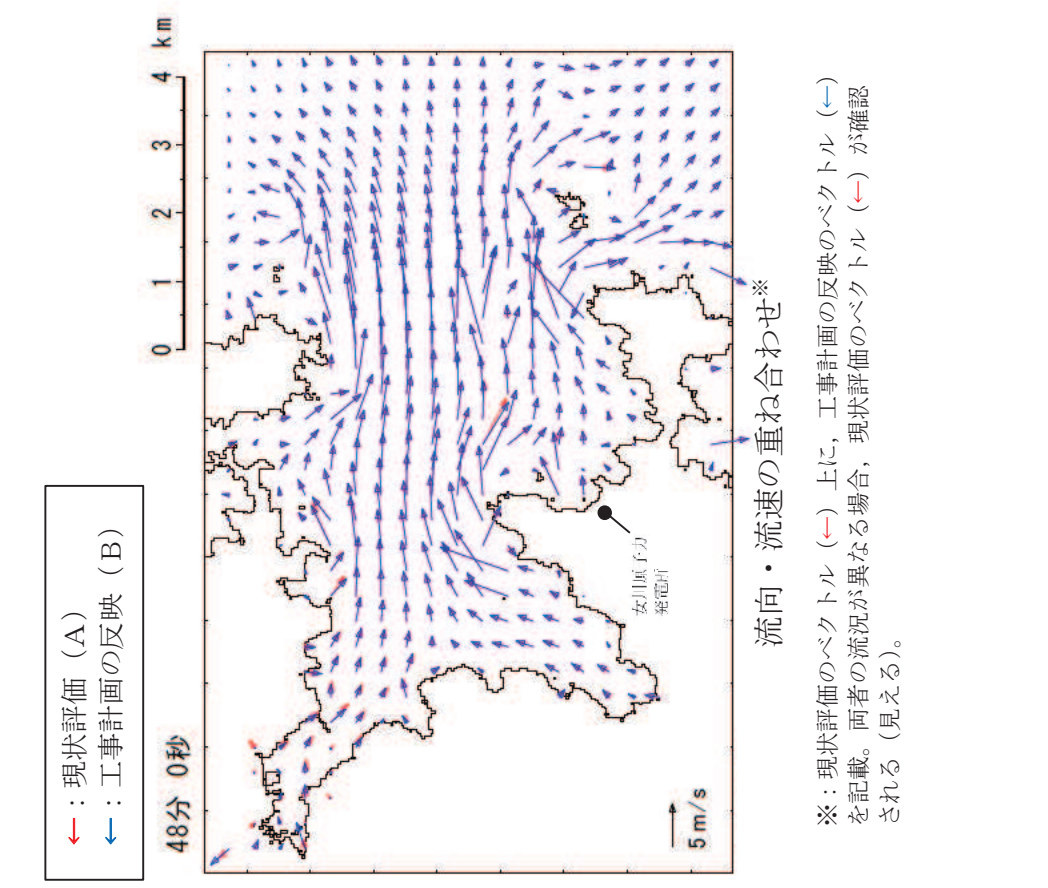


図 2-3 発電所港湾内引き波に転ずる地震発生約 48 分後以降の流況比較 (地震発生 48 分後)

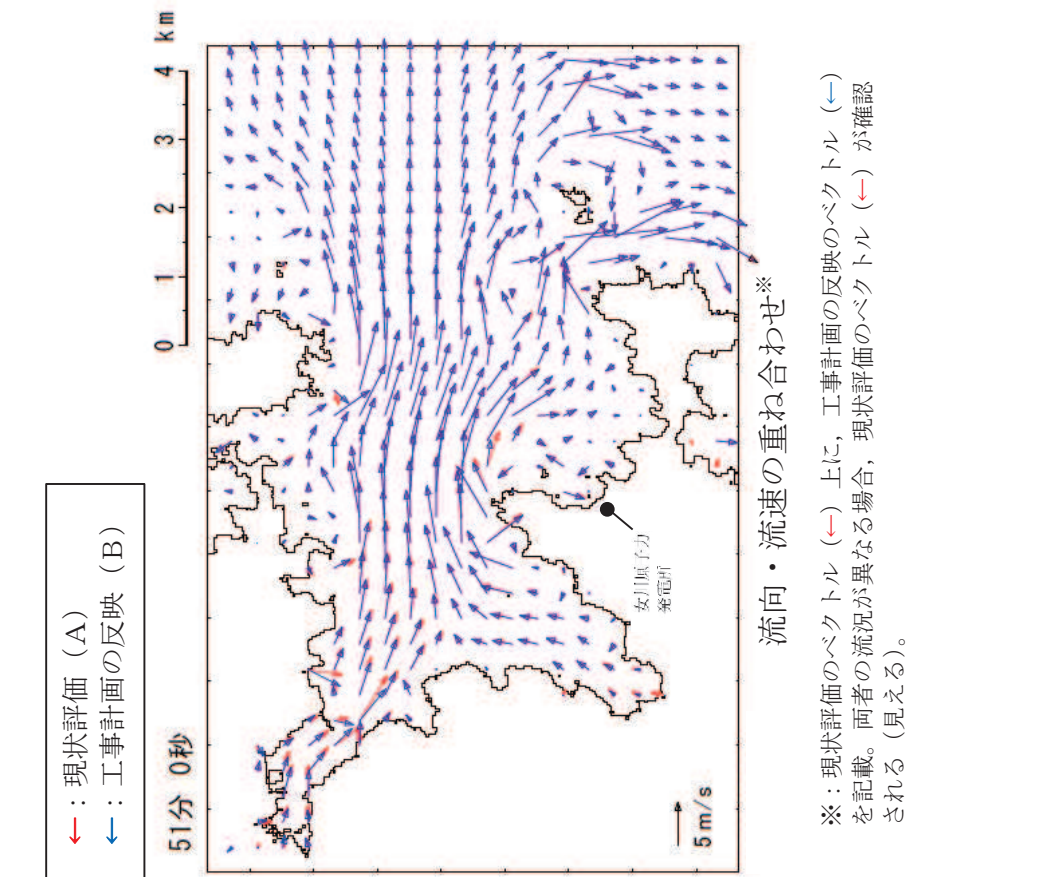
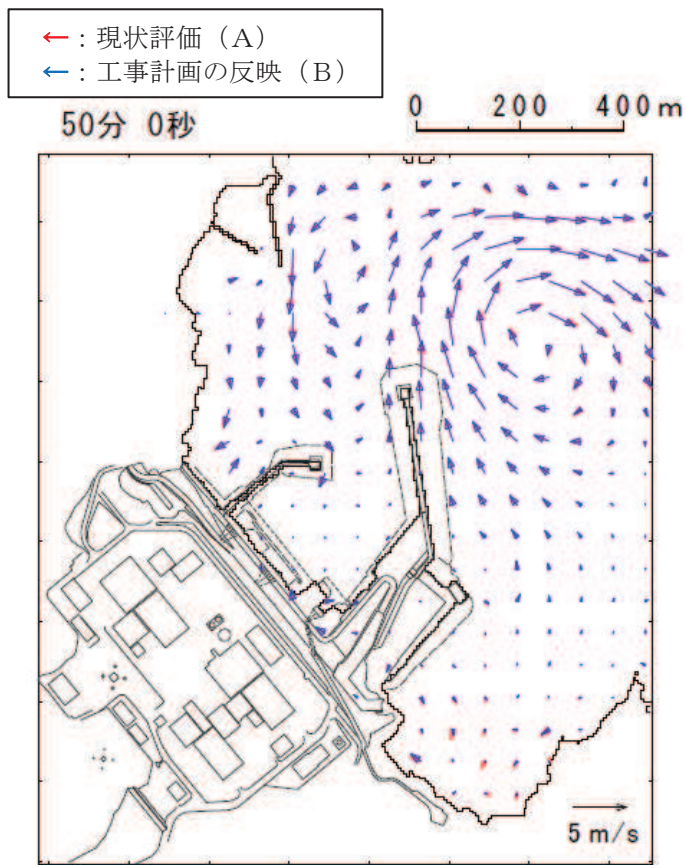
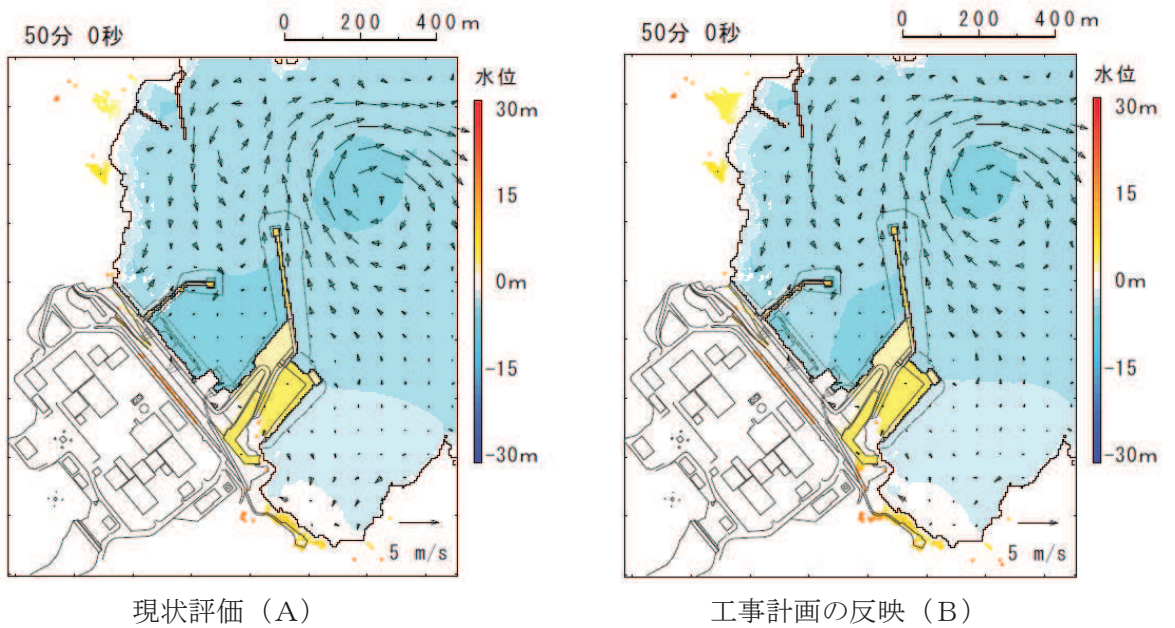
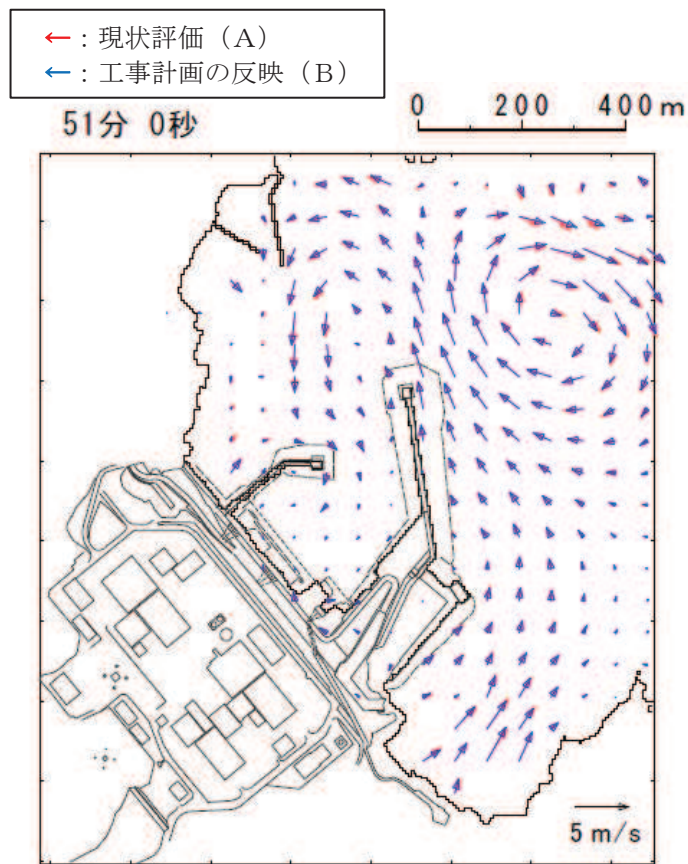
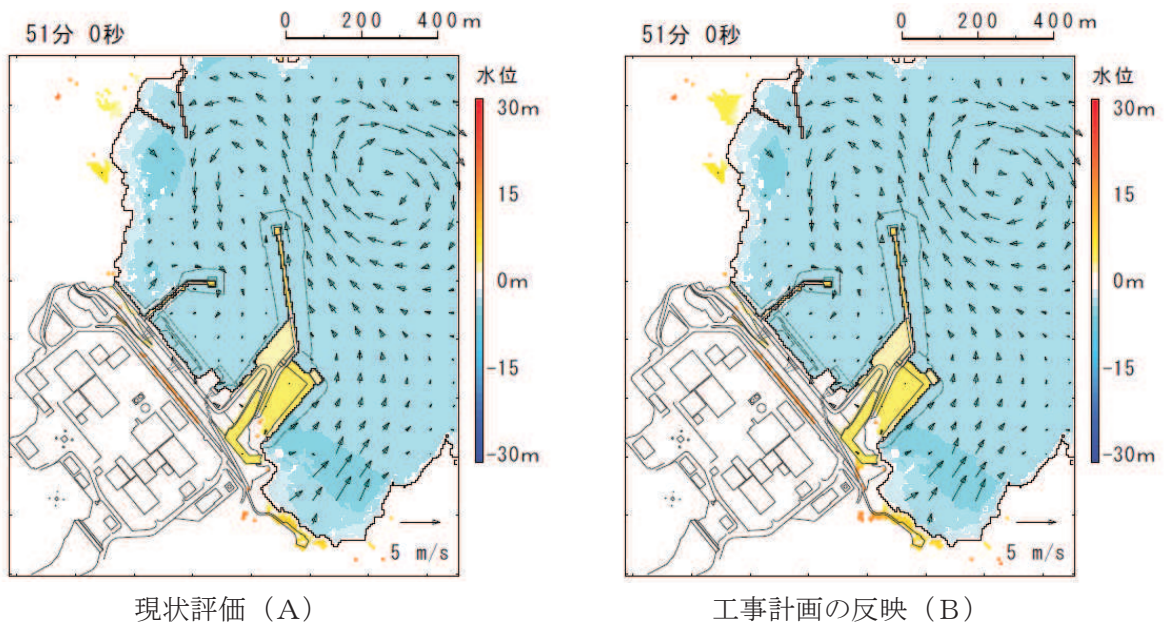


図 2-4 発電所港湾内が引き波に転ずる地震発生約 48 分後以降の流況比較 (地震発生 51 分後)



※：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)。

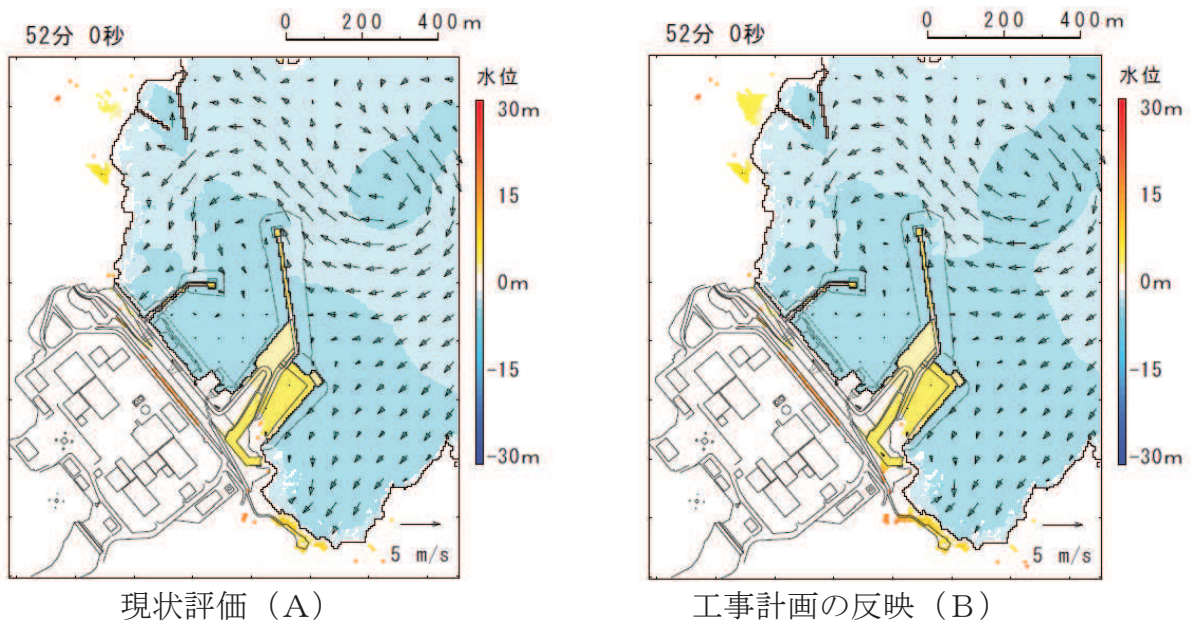
図 2-5(1) 女川湾湾奥から発電所に向かう流れが確認される地震発生約 50 分後以降の流況比較 (地震発生 50 分後)



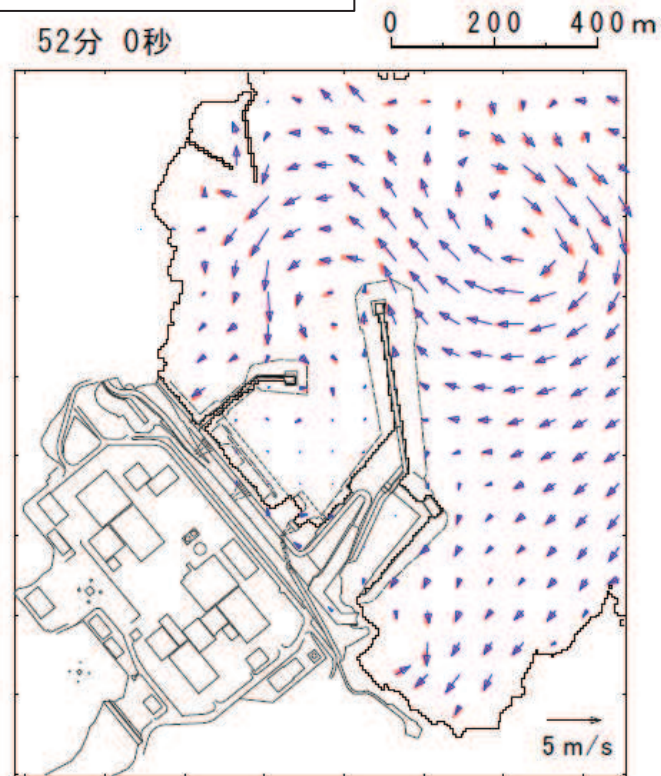
流向・流速の重ね合わせ※

※：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(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)

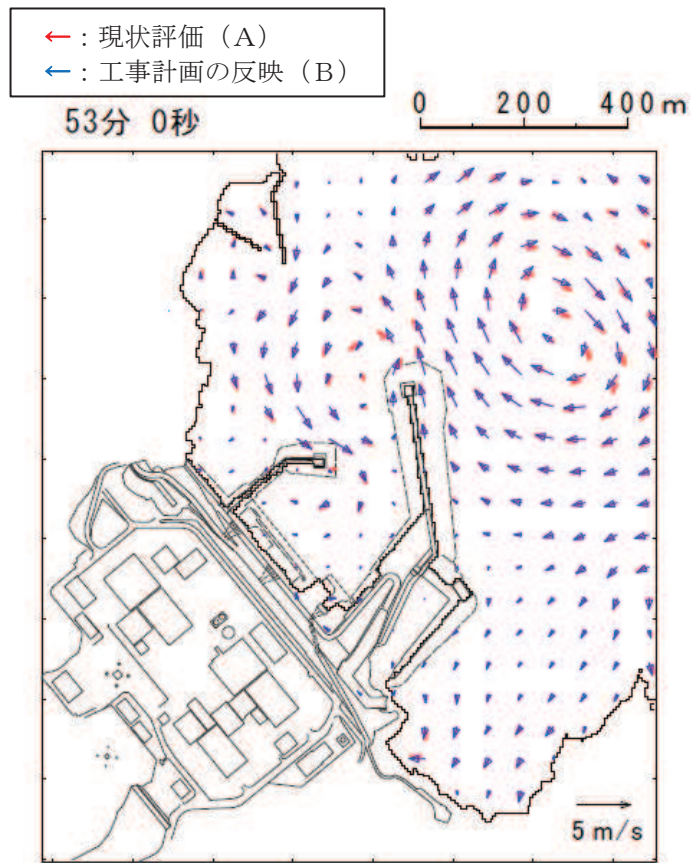
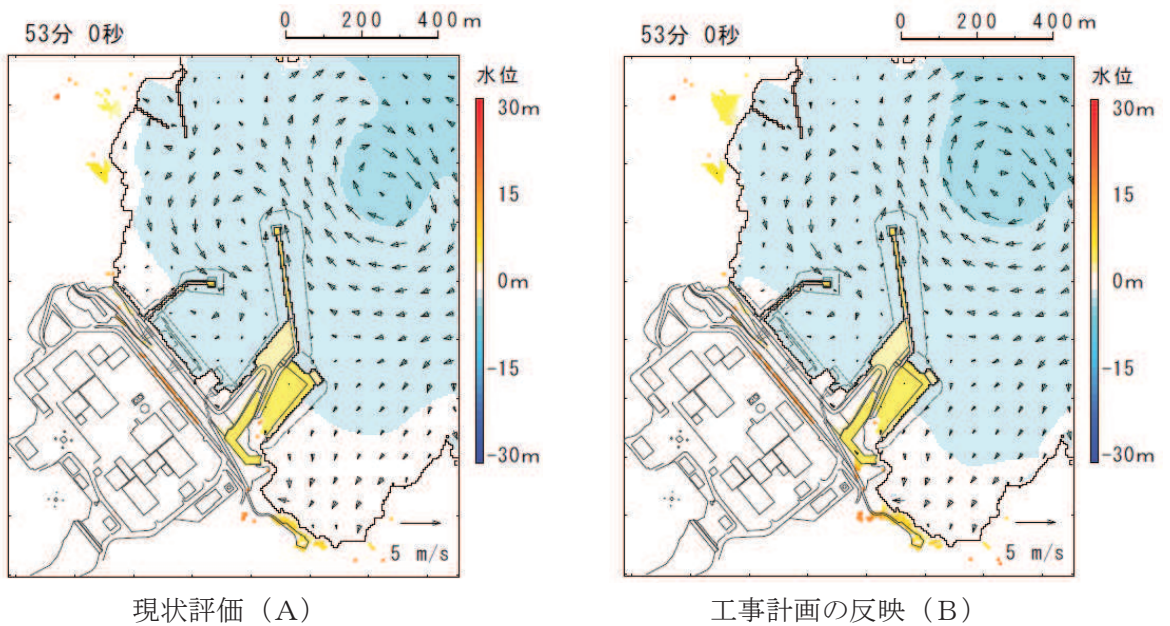


← : 現状評価 (A)
 ← : 工事計画の反映 (B)



※ : 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)。

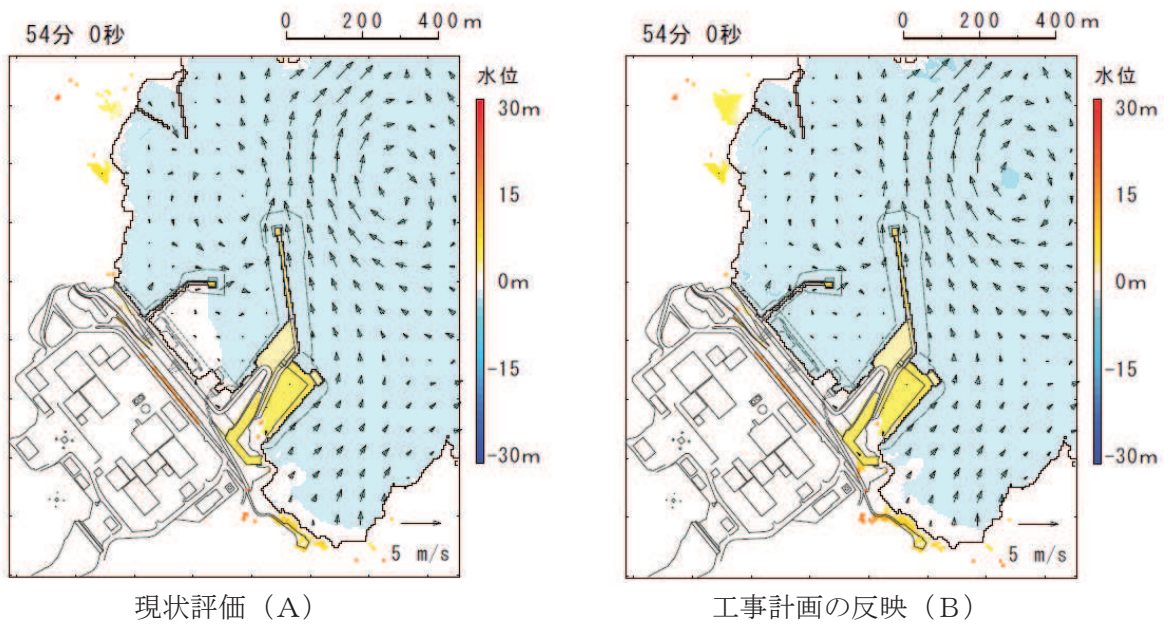
図 2-5(3) 女川湾湾奥から発電所に向かう流れが確認される地震発生約 50 分後以降の流況比較
 (地震発生 52 分後)



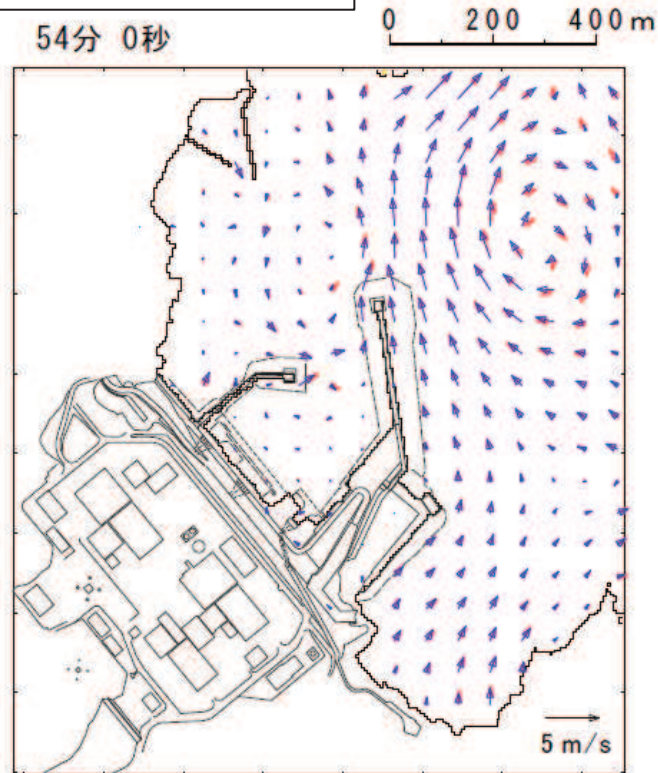
流向・流速の重ね合わせ※

※：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。）である第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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。）における第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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。

貫通部径について、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）及び第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機非常用補機冷却海水ポンプ運転時の取水機能、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。貫通部径の公称値は、設計確認値（上限値）及び設計確認値（下限値）の範囲内に設定することとし、設定結果を表2-1～2-2及び表3-2～3-5に示す。

以上の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。

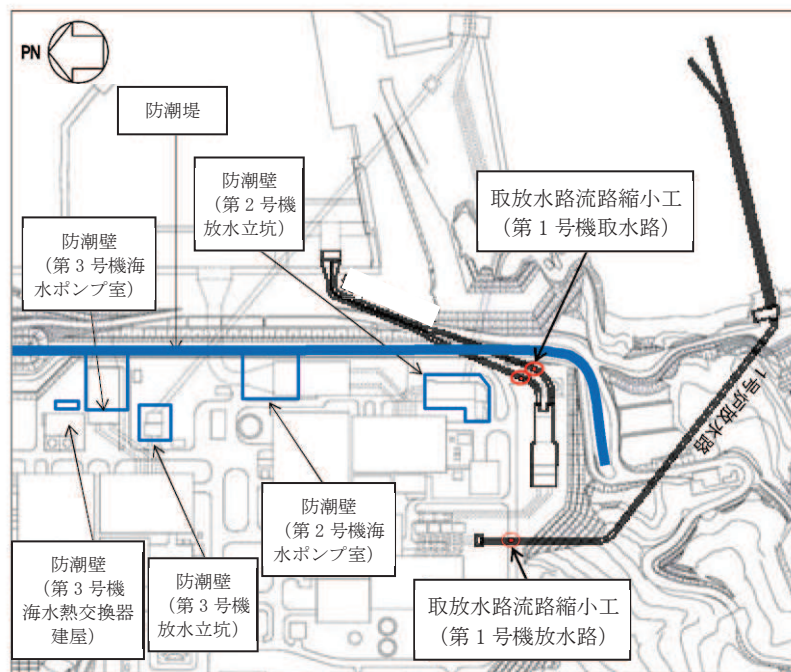


図1-1 取放水路流路縮小工の設置位置（全体平面図）

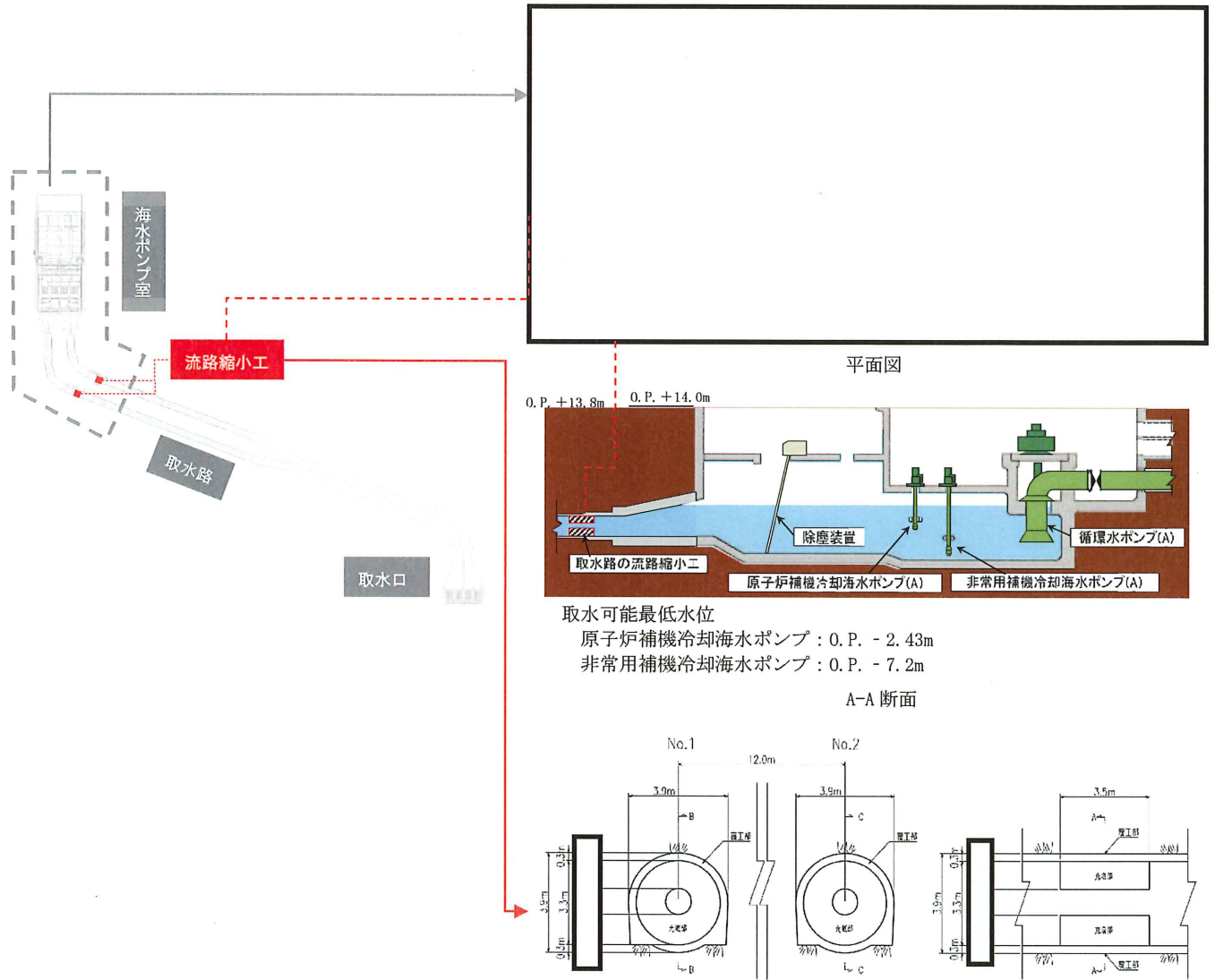


図 1-2 取放水路流路縮小工（第 1 号機取水路）構造概要

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

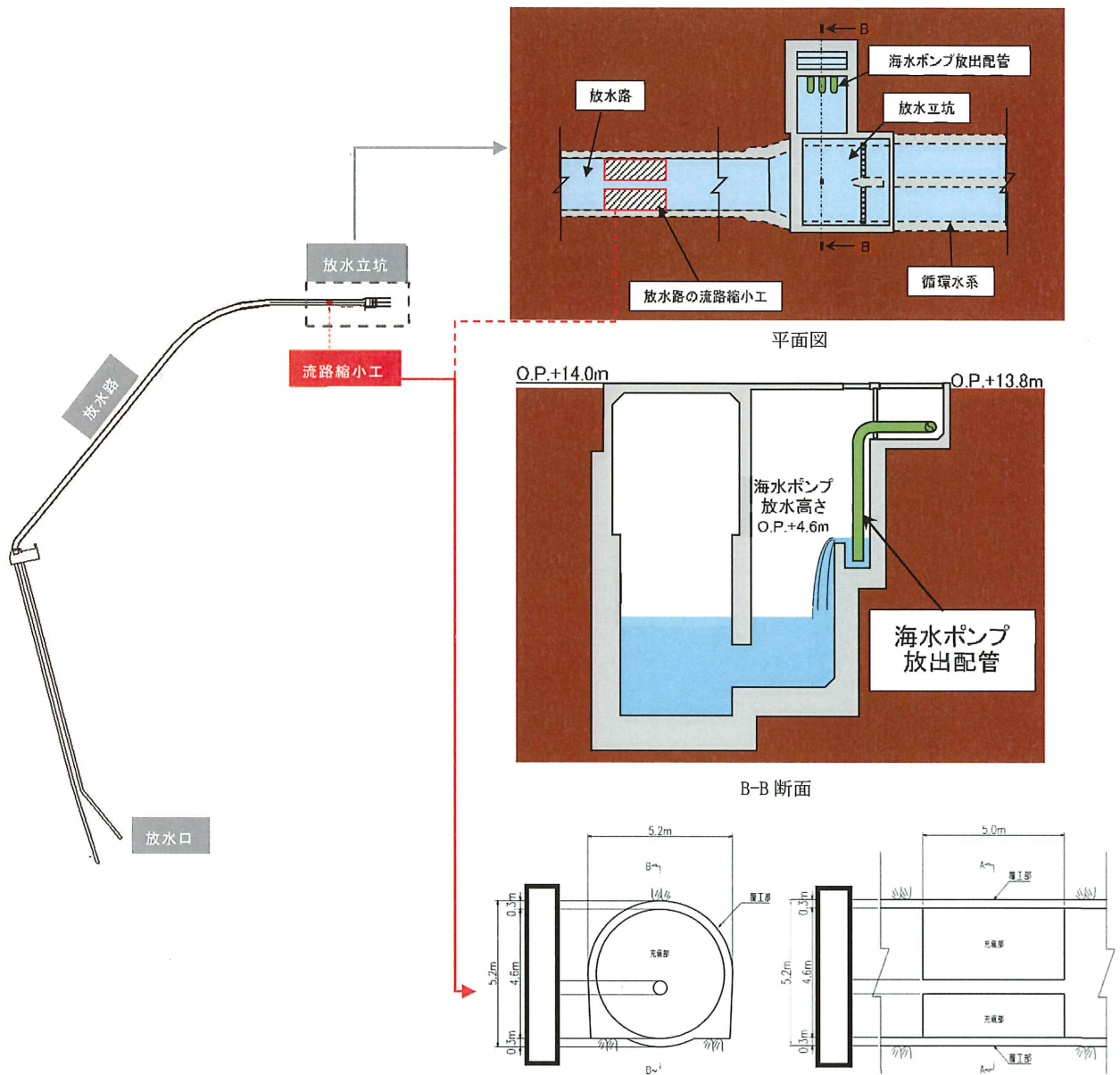


図 1-3 取放水路流路縮小工（第 1 号機放水路）構造概要

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第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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、第1号機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 ³ /s)	流路面積 (m ²)	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 ^{*1}		0. P. +10.38 ^{*2}	0. P. +14.0 ^{*3}
	0.53 ^{*1}		0. P. +13.81 ^{*2}	

注記

* 1 : 第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ（A）（B）運転時の流量（960 m³/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第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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なであった海水ポンプ（通常時、第1号機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 ³ /s)	流路面積 (m ²)	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* ¹		O. P. +11.79* ²	O. P. +14.0* ³
	0.53* ¹		O. P. +13.03* ²	

注記

- * 1 : 第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ（A）（B）運転時の流量（960 m³/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」（O. 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第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機非常用補機冷却海水ポンプを表3-1に示す。

表 3-1(1) 第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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 ³ /h)	用途
通常時	第1号機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	第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ(A)	1	960	
	第1号機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) 第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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 ³ /h)	用途
通常時	第1号機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	第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ(B)	1	960	
	第1号機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 m³/h, B系（(B), (D)）：450 m³/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を検討し、設計確認値（下限値）、公称値を設定する。

各ポンプの運転状態に対して（表 3-1）、貫通部径を変化させた際の第1号機海水ポンプ室の水位と第1号機補機冷却海水ポンプ取水可能最低水位の関係を図 3-1 に示す。第1号機の取水機能に影響を及ぼさないために必要な貫通部径は m 以上となったことから、余裕を考慮して、 m を設計確認値（下限値）と設定する。公称値については m とする。

第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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、第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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*：第1号機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。

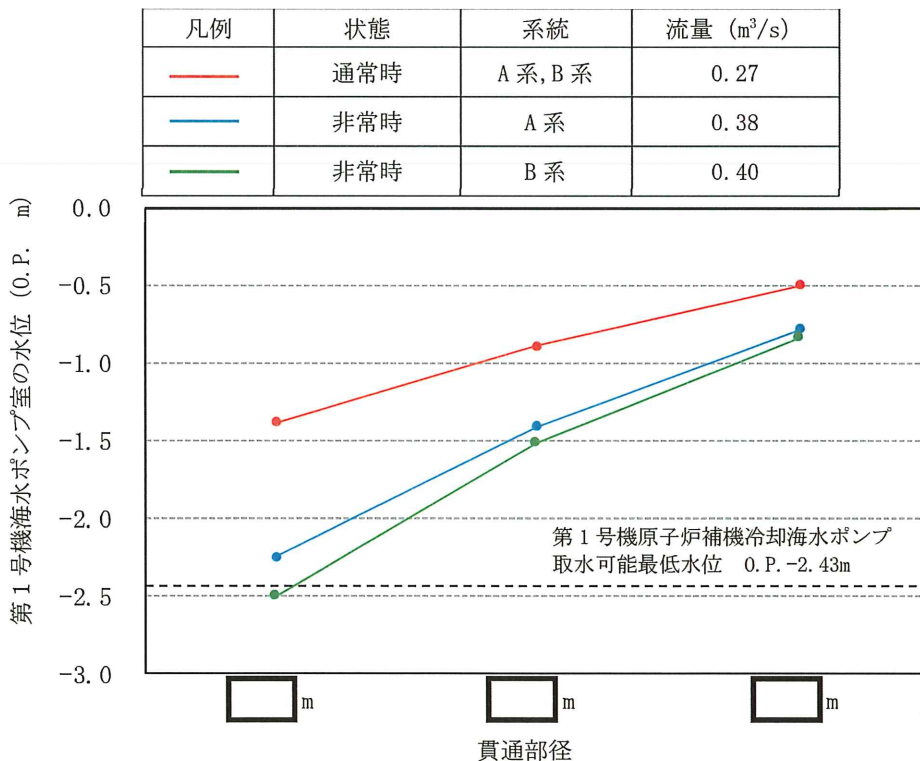


図 3-1 貫通部径を変化させた際の第1号機海水ポンプ室の水位と第1号機補機冷却海水ポンプ取水可能最低水位の関係

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

表 3-2(1) 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第 1 号機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 ³ /s)	流路面積 (m ²)	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 ^{*1}		0. P. -0.14 ^{*2}	0. P. -0.50	0. P. -2.43 ^{*3} (第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ)
	0.27 ^{*1}		0. P. -0.14 ^{*2}	0. P. -0.15	

注記* 1 : 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) 運転時の流量 (960 m³/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) 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第 1 号機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 ³ /s)	流路面積 (m ²)	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 ^{*1}		0. P. -0.14 ^{*2}	0. P. -0.78	0. P. -2.43 ^{*3} (第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ) 0. P. -7.2 ^{*3} (第 1 号機非常用補機冷却海水ポンプ)
	0.38 ^{*1}		0. P. -0.14 ^{*2}	0. P. -0.15	

注記* 1 : 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) 運転時の流量 (960 m³/h×1 台) + 第 1 号機非常用補機冷却海水ポンプ (A) 運転時の流量 (390 m³/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 3-3 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第 1 号機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 ³ /s)	流路面積 (m ²)	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 ^{*1}		0. P. -0.14 ^{*2}	0. P. -0.84	0. P. -2.43 ^{*3} (第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ) 0. P. -7.2 ^{*3} (第 1 号機非常用補機冷却海水ポンプ)
	0.40 ^{*1}		0. P. -0.14 ^{*2}	0. P. -0.15	

注記* 1 : 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) 運転時の流量 (960 m³/h×1 台) + 第 1 号機非常用補機冷却海水ポンプ (B) 運転時の流量 (450 m³/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。

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第1号機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を検討し、設計確認値（下限値）、公称値を設定する。

各ポンプ運転状態に対して（表 3-1）、貫通部径を変化させた際の第1号機放水立坑の水位と第1号機補機冷却海水ポンプの放水高さの関係を図 3-2 に示す。第1号機の放水機能に影響に影響を及ぼさないために必要な貫通部径は m 以上となったことから、余裕を考慮して、 m を設計確認値（下限値）と設定する。公称値については m とする。

第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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、第1号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第1号機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*：第1号機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。

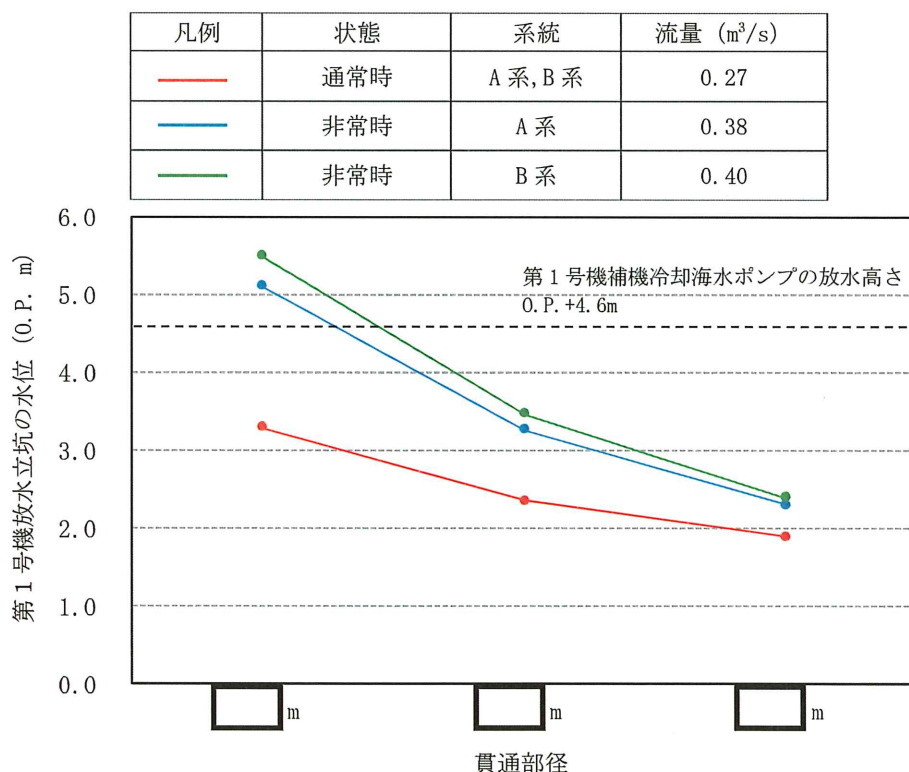


図 3-2 貫通部径を変化させた際の第1号機放水立坑の水位と第1号機補機冷却海水ポンプの放水高さの関係

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(1) 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第 1 号機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 ³ /s)	流路面積 (m ²)	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 ^{*1}		0. P. +1.43 ^{*2}	0. P. +1.89	0. P. +4.6 ^{*3}
	0.27 ^{*1}		0. P. +1.43 ^{*2}	0. P. +1.61	

注記*1 : 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) 運転時の流量 (960 m³/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 3-4(2) 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第 1 号機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 ³ /s)	流路面積 (m ²)	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 ^{*1}		0. P. +1.43 ^{*2}	0. P. +2.30	0. P. +4.6 ^{*3}
	0.38 ^{*1}		0. P. +1.43 ^{*2}	0. P. +1.77	

注記*1 : 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) 運転時の流量 (960 m³/h×1 台) + 第 1 号機非常用補機冷却海水ポンプ (A) 運転時の流量 (390 m³/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 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ並びに第 1 号機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 ³ /s)	流路面積 (m ²)	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 ^{*1}		0. P. +1.43 ^{*2}	0. P. +2.39	0. P. +4.6 ^{*3}
	0.40 ^{*1}		0. P. +1.43 ^{*2}	0. P. +1.81	

注記*1 : 第 1 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) 運転時の流量 (960 m³/h×1 台) + 第 1 号機非常用補機冷却海水ポンプ (B) 運転時の流量 (450 m³/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。

5.12 浸水防護施設のアンカーボルトの設計について

浸水防護施設で使用するアンカーボルトについては、新規の構築物への設置又は既設構築物のコンクリート躯体のはつりが可能な場合には、原則として先付け工法として、頭付きアンカーボルトとする。頭付きアンカーボルトについては、「日本建築学会 2010 年 各種合成構造設計指針・同解説」に基づき設計し評価を実施する。また、頭付きアンカーボルトは、「日本建築学会 2010 年 各種合成構造設計指針・同解説」に示される構造・材料のものを設定することとする。

既設の構築物にアンカーボルトを設置する等の理由により、先付け工法ができないため後打ち工法を採用する場合は、接着系アンカーボルトにより施工する。接着系アンカーボルトについては、「日本建築学会 2010 年 各種合成構造設計指針・同解説」に基づき設計し評価を実施する。また、接着系アンカーボルトは、「日本建築学会 2010 年 各種合成構造設計指針・同解説」に示される構造・材料のものを設定することとする。

浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について、表 5.12-1 に示す。

表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (1/6)

浸水防護施設	間接支持構造物への支持構造	アンカーの種類	備考
防潮堤 (鋼管式鉛直壁)	鋼管杭の一部は上杭と下杭に分割して施工するが、上杭 (上部工) と下杭 (下部工) は、ソケット方式の接合により一体化した構造とする。	-	上部工と下部工の接続を示す。
防潮壁 (第2号機海水ポンプ室)	鋼製遮水壁 (鋼板), 鋼製遮水壁 (鋼桁), 鋼製扉及びRC遮水壁について, 上部工と下部工が, 鉄筋コンクリート (フーチング, RC壁) で一体化した構造とする。	-	上部工と下部工の接続を示す。
防潮壁 (第2号機放水立坑)	鋼製遮水壁 (鋼板), 鋼製遮水壁 (鋼桁) 及び鋼製扉について, 上部工と下部工が, 鉄筋コンクリート (フーチング) で一体化した構造とする。	-	上部工と下部工の接続を示す。
防潮壁 (第3号機海水ポンプ室)	鋼製遮水壁 (鋼板), 鋼製遮水壁 (鋼桁), 鋼製扉及びRC遮水壁について, 上部工と下部工が, 鉄筋コンクリート (フーチング, RC壁) で一体化した構造とする。	-	上部工と下部工の接続を示す。
防潮壁 (第3号機放水立坑)	鋼製遮水壁 (鋼板), 鋼製遮水壁 (鋼桁) 及び鋼製扉について, 上部工と下部工が, 鉄筋コンクリート (フーチング) で一体化した構造とする。	-	上部工と下部工の接続を示す。
防潮壁 (第3号機海水熱交換器建屋)	防潮壁 (第3号機海水熱交換器建屋) は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト: 後打ち工 (接着系アンカーボルト)	

表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (2/6)

浸水防護施設	間接支持構造物への支持構造	アンカーの種類	備考
屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側) (No. 1), (No. 2), (No. 3)	屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側) は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト: 先付け工法 (頭付きアンカーボルト)	
屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側)	屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側) は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト: 先付け工法 (頭付きアンカーボルト)	
補機冷却海水系放水路逆流防止設備 (No. 1), (No. 2)	補機冷却海水系放水路逆流防止設備は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト: 先付け工法 (頭付きアンカーボルト)	
水密扉 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア) (No. 1), (No. 2)	水密扉 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア) は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト: 後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	
原子炉建屋浸水防止水密扉 (No. 1), (No. 2)	原子炉建屋浸水防止水密扉は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト: 後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	
制御建屋浸水防止水密扉 (No. 1), (No. 2), (No. 3), (No. 4), (No. 5)	制御建屋浸水防止水密扉は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト: 後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	
計測制御電源室 (B) 浸水防止水密扉 (No. 3)	計測制御電源室 (B) 浸水防止水密扉は, 間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト: 後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	

表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (3/6)

浸水防護施設	間接支持構造物への支持構造	アンカーの種類	備考
制御建屋空調機械 (A) 室浸水防止水密扉	制御建屋空調機械 (A) 室浸水防止水密扉は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	
制御建屋空調機械 (B) 室浸水防止水密扉	制御建屋空調機械 (B) 室浸水防止水密扉は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	
第2号機 MCR 浸水防止水密扉	2号機 MCR 浸水防止水密扉は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：先付け工法 (頭付きアンカーボルト)	
浸水防止蓋 (原子炉機器冷却海水配管ダクト)	浸水防止蓋 (原子炉機器冷却海水配管ダクト) は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	
浸水防止蓋 (第3号機補機冷却海水系放水ピット)	浸水防止蓋 (第3号機補機冷却海水系放水ピット) は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	
浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア角落し部)	浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア角落し部) は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	

表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (4/6)

浸水防護施設	間接支持構造物への支持構造	アンカーの種類	備考
浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア点検用開口部) (No.1), (No.2)	浸水防止蓋 (第3号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア点検用開口部) は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	
浸水防止蓋 (揚水井戸 (第2号機海水ポンプ室防潮壁区画内))	浸水防止蓋 (揚水井戸 (第2号機海水ポンプ室防潮壁区画内)) は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	
浸水防止蓋 (揚水井戸 (第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内))	浸水防止蓋 (揚水井戸 (第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内)) は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：先付け工法 (頭付きアンカーボルト)	
地下軽油タンク燃料移送ポンプ室アクセス用浸水防止蓋	地下軽油タンク燃料移送ポンプ室アクセス用浸水防止蓋は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：先付け工法 (頭付きアンカーボルト)	
地下軽油タンク機器搬出入用浸水防止蓋 (No.1), (No.2)	地下軽油タンク機器搬出入用浸水防止蓋は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：先付け工法 (頭付きアンカーボルト)	

表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (5/6)

浸水防護施設	間接支持構造物への支持構造	アンカーの種類	備考
第2号機海水ポンプ室浸水防止壁	第2号機海水ポンプ室浸水防止壁は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	
第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネル (No.1), (No.2), (No.3)	第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。	—	
第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネル (No.1), (No.2), (No.3)	第2号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。	—	
第2号機高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No.1), (No.2)	第2号機高压炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。	—	
第2号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No.1), (No.2), (No.3)	第2号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。	—	

表 5.12-1 浸水防護施設の支持構造とアンカーの種類について (6/6)

浸水防護施設	間接支持構造物への支持構造	アンカーの種類	備考
第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)	第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。	—	
第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)	第3号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。	—	
第3号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)	第3号機高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネルは、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。	—	
第3号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3)	第3号機タービン補機冷却海水ポンプ室は、間接支持構造物にねじ込み継手で固定することにより支持する。	—	
津波監視カメラ	津波監視カメラは、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	
取水ピット水位計	取水ピット水位計は、間接支持構造物に埋め込まれたアンカーボルトにより支持する。	アンカーボルト：後打ち工法 (接着系アンカーボルト)	

5.18 防潮壁内のスロッシングによる非常用海水ポンプの没水影響について

5.18.1 概要

スロッシングは、繰り返し作用する地震動により水面が自由振動する現象であり、水の固有周期と地震動の卓越周期が一致すると水面は大きく励起される。これに対し、第2号機、第3号機海水ポンプ室及び放水立坑位置の入力津波は、第1波の影響が支配的で、各防潮壁内に津波水位（水の固有周期）は時々刻々変化し、津波が貯留する継続時間は短いのが特徴で、スロッシングによる水面変化は生じにくいと考えられる。その一例として、第2号機海水ポンプ室における入力津波の水位時刻歴波形、防潮壁（第2号機海水ポンプ室）内に津波が貯留する継続時間を図5.18-1に示す。防潮壁内の津波水位は時間とともに変動しており、津波が貯留する継続時間は168秒（2.8分）に対し、最高水位（O.P.+18.06m）の継続時間は4秒と短い。

ただし、第2号機海水ポンプ室は補機ポンプを支持しており、そのエリアは防潮壁に隣接しているとともに（図5.18-2）、入力津波水位（O.P.+18.1m）に対して防潮壁高さ（O.P.+19.0m）との差異が0.9mと最も少ないことを踏まえ、防潮壁（第2号機海水ポンプ室）（以下、「防潮壁」という。）を対象に、余震（弾性設計用地震動 S d - D 2）を作用させたスロッシング解析を実施し、非常用海水ポンプに及ぼす影響を確認する。

スロッシング解析に用いる入力地震動について、水平1方向及び鉛直方向に加え、水平2方向同時加振及び鉛直方向による影響についても考慮する。水平2方向同時加振の検討の詳細は、「（別紙4）水平2方向同時加振による影響検討」に示す。

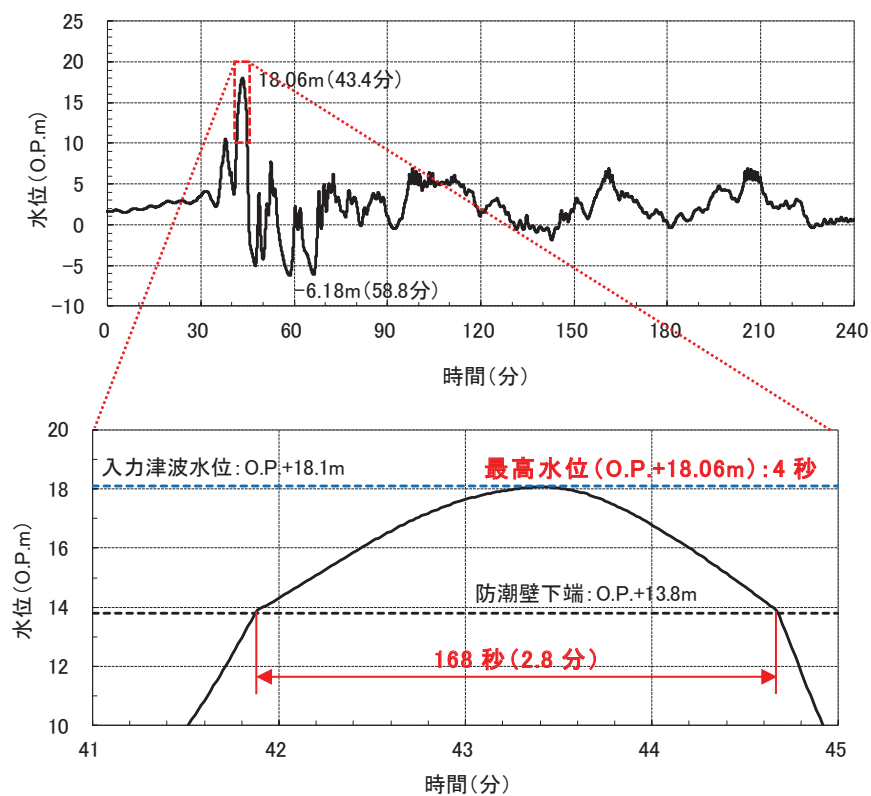
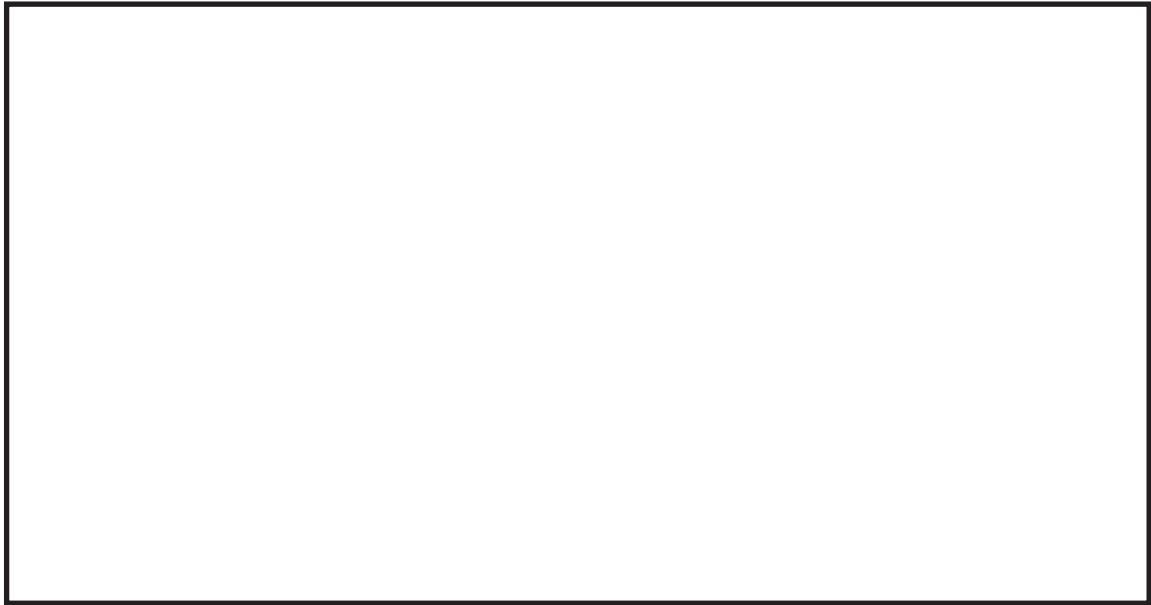
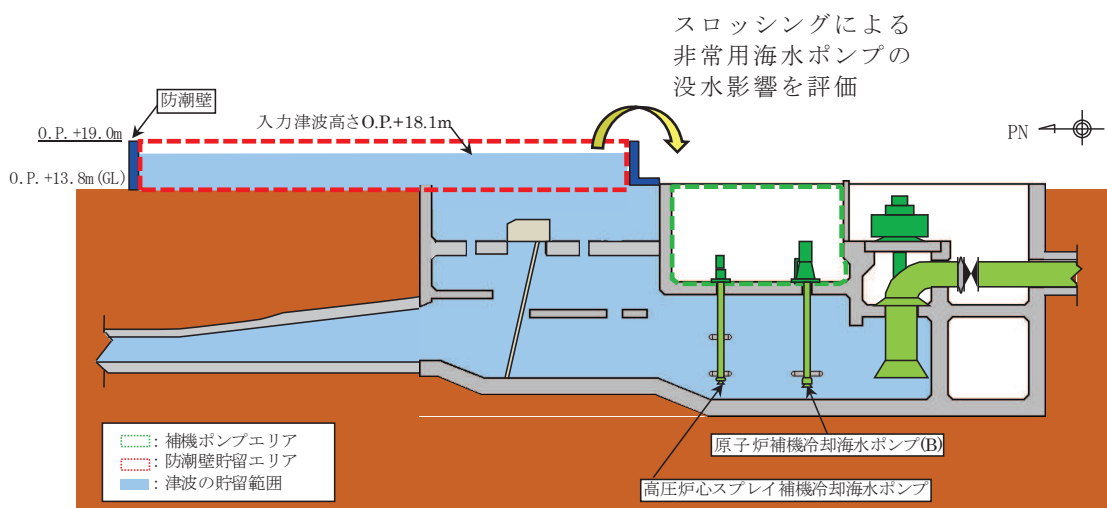


図 5.18-1 第 2 号機海水ポンプ室における入力津波の水位時刻歴波形
及び防潮壁内に津波を貯留する継続時間



(平面図)



(A-A 断面図)

図 5.18-2 第2号機海水ポンプ室及び防潮壁の配置

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

5.18.2 検討条件の整理

(1) 解析範囲

取水口から流入した津波は、海水ポンプ室を通じて地表面（O.P. +13.8m）に設置した防潮壁に貯留され、その水深は防潮壁区画内において海水ポンプ室と地上部において異なり一様ではない。解析範囲としてはスロッシングによる水面変化量は水深の影響を受けることを踏まえ（酒井ほか（2007）*），防潮壁区画内において海水ポンプ室内も考慮することとした。解析範囲を図 5.18-3 に示す。

*：水深がスロッシングの水面変化に及ぼす影響に関する知見の詳細は、「（別紙1）水深がスロッシングの水面変化に及ぼす影響について」に示す。

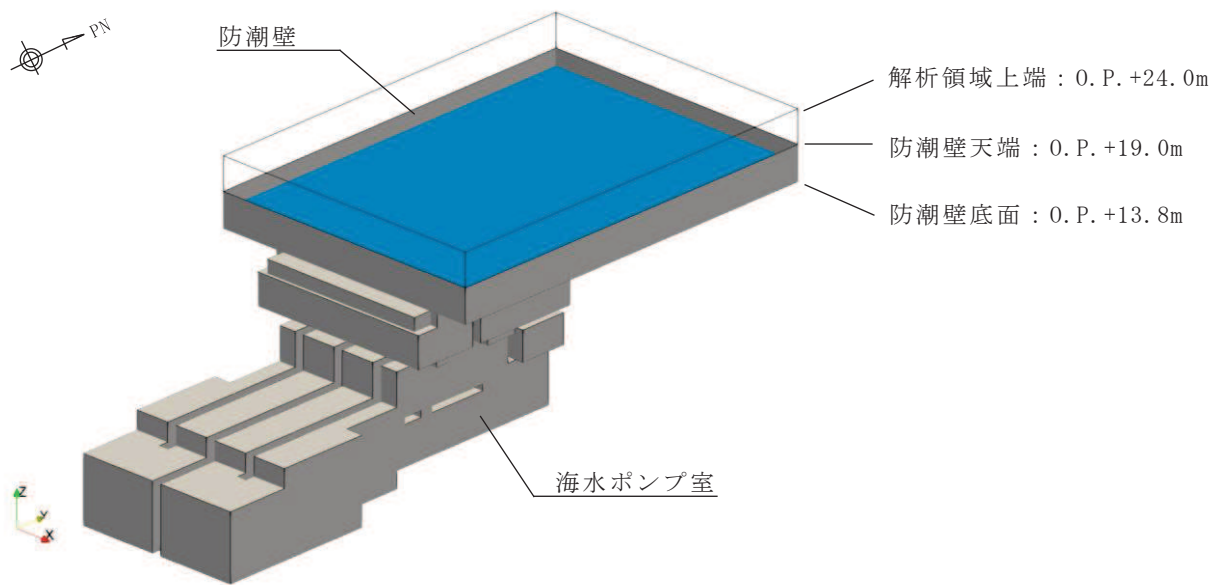


図 5.18-3 解析範囲（防潮壁+海水ポンプ室）

(2) 入力地震動

防潮壁と海水ポンプ室は各々独立した構造であることから、防潮壁内に一時的に貯留される津波のうち海水ポンプ室直上の津波は、岩盤上に設置される海水ポンプ室底面からの地震動により振動し、海水ポンプ室直上を除く範囲の津波は、盛土表面にある防潮壁底面からの地震動の影響を受け、各々振動特性が異なる。防潮壁底面（地表面、O. P. +13.8m）と海水ポンプ室底版上面（O. P. -7.5m）の水平速度応答スペクトルの比較を図 5.18-4 に示す。図 5.18-4 のとおり、各位置で速度応答スペクトルは異なり、防潮壁底面（地表面、O. P. +13.8m）の速度応答スペクトルが大きい。スロッシング波高は入力地震動の速度応答スペクトルに比例する*1 ことを踏まえ、保守的に、岩盤上に設置される海水ポンプ室に対しても水平速度応答スペクトルが大きい防潮壁底面（O. P. +13.8m）の地震動を用いる。

* 1 : 容器構造設計指針・同解説（日本建築学会）

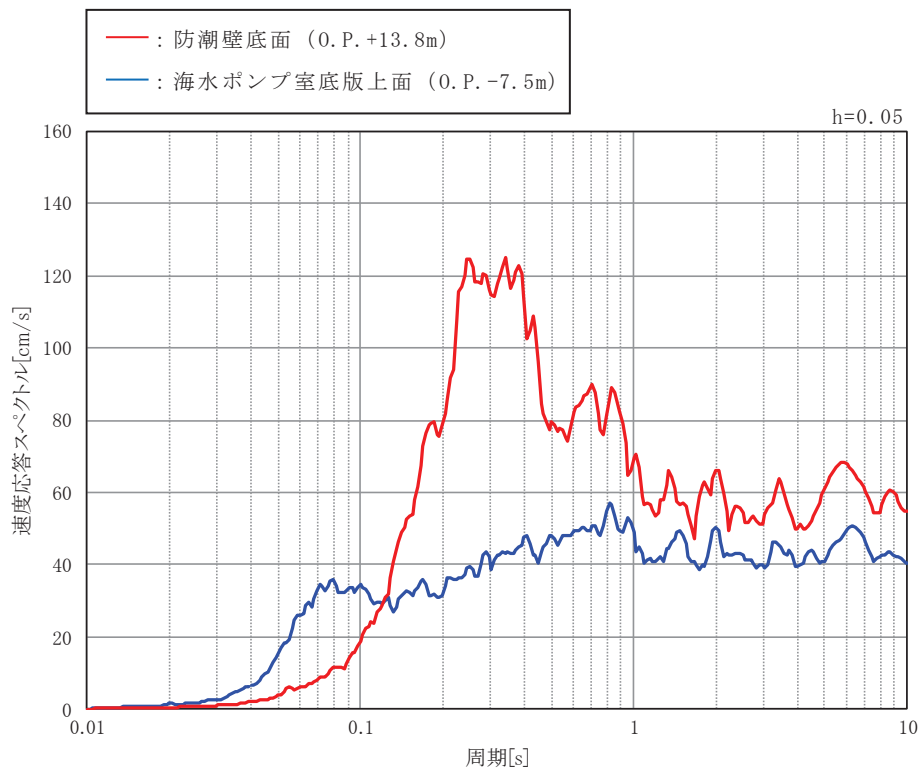


図 5.18-4 防潮壁底面（O. P. +13.8m）と海水ポンプ室底版上面（O. P. -7.5m）の水平速度応答スペクトルの比較*2, 3, 4

- * 2 : 防潮壁底面（O. P. +13.8m）の水平速度応答スペクトルの詳細は、「5.18.3 入力地震動」に示す。
- * 3 : 海水ポンプ室底版上面（O. P. -7.5m）の水平速度応答スペクトルの詳細は、「補足-140-1 5.5 スロッシングによる貯水量に対する影響評価」に示す。
- * 4 : 減衰定数について、本比較は入力位置の違いが速度応答スペクトルに及ぼす影響を確認することが目的であるため、減衰定数 5%を用いる。

(3) 初期水位

スロッシングは、繰り返し作用する地震動により水面が自由振動する現象であるのに対し、防潮壁内に貯留される津波水位は時間とともに変化することを踏まえ、防潮壁内に津波が貯留される継続時間及び総貯留量から算定される平均水位（O.P.+16.5m）^{*}を初期水位に設定する。

ただし、同パラメータはスロッシング評価（スロッシングによる非常用海水ポンプの没水影響評価）に与える影響が大きいことを踏まえ、保守的に入力津波水位

（O.P.+18.1m）を初期水位とした検討も実施する。検討に用いる初期水位を表 5.18-1 に、第2号機海水ポンプ室における入力津波の水位時刻歴波形と初期水位の関係を図 5.18-5 に示す。

^{*}：平均水位＝津波が防潮壁内に貯留される168秒間における総貯留量（≒1,169,000m³）÷防潮壁面積（≒2,600m²）÷津波の貯留継続時間（168秒）＋防潮壁下端（O.P.+13.8m）＝O.P.+16.48m＝O.P.+16.5m

表 5.18-1 初期水位

	初期水位	備考
基本ケース	O.P.+16.5 m	平均水位
保守性考慮ケース	O.P.+18.1 m	入力津波水位

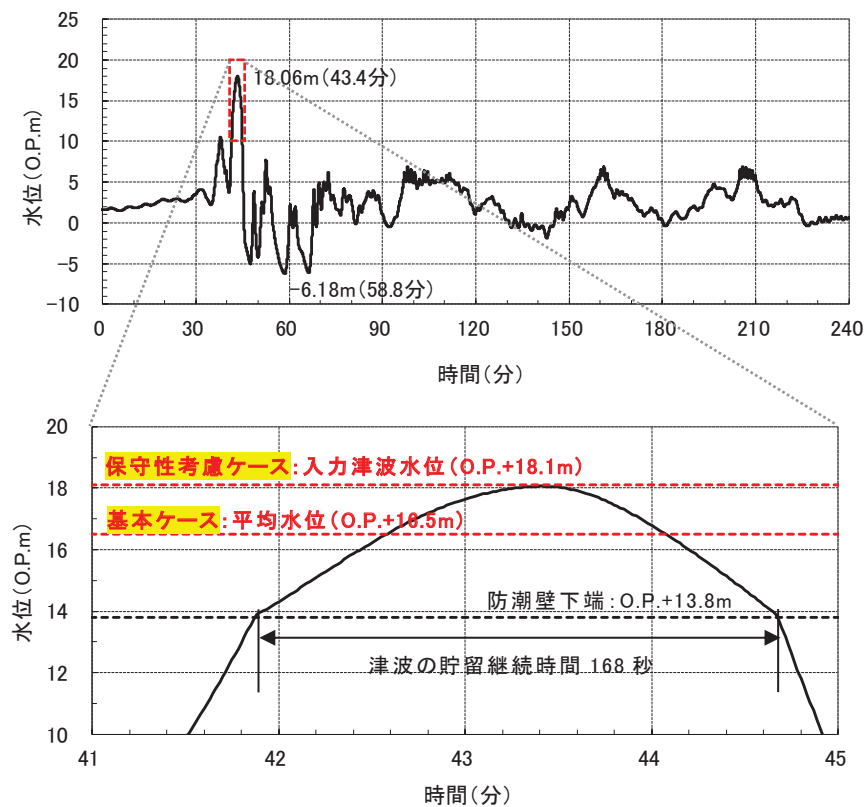


図 5.18-5 第2号機海水ポンプ室における入力津波の水位時刻歴波形と初期水位の関係

(4) 計算時間

防潮壁内に津波を貯留する継続時間（168 秒）より長い 200 秒とする。計算時間を表 5.18-2 に示す。

表 5.18-2 計算時間

計算時間
200 秒

5.18.3 入力地震動

(1) 地震動の引き戻し及び引き上げ手法

入力地震動は、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」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

スロッシング解析に用いる入力地震動は解放基盤表面で定義される弾性設計用地震動 $S_d - D2$ を基に、検討対象構造物の地盤条件を適切に考慮したうえで、1次元波動論により、地表面 (0.P. +13.8m) で評価したものをを用いる。入力地震動の概念図を図 5.18-6 に示す。

解放基盤表面から地震応答解析モデル底面位置までの地震動の引き戻し及び引き上げ解析は、1次元地震応答解析 (Soilplus Ver.2015Builds3) により行うものとする。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。

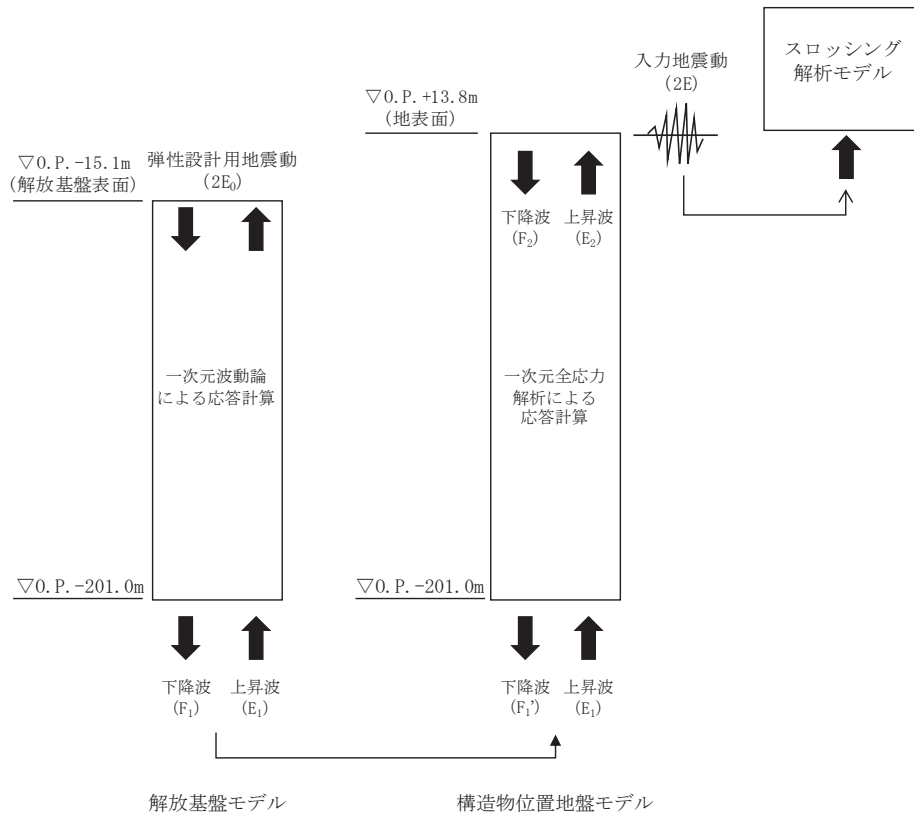


図 5.18-6 入力地震動の概念図

(2) 地震動の引き上げ位置

地震動の引き上げ位置について，防潮壁内の貯留水のスロッシングを評価する観点から，地表面（O.P.+13.8m）まで引き上げた地震動を使用する。地震動の引き上げ位置図を図 5.18-7 に，地震応答解析モデル図を図 5.18-8 に示す。地震動の引き上げ位置に関する検討の詳細は，「(別紙 2) 地震動の引き上げ位置に関する検討」に示す。

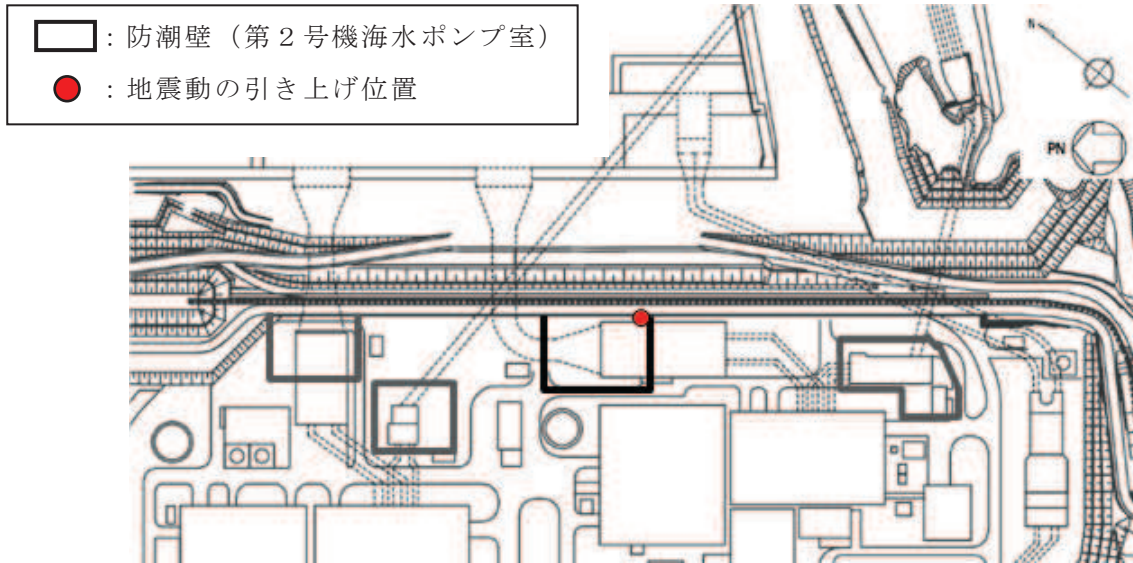


図 5.18-7 地震動の引き上げ位置図（平面図）

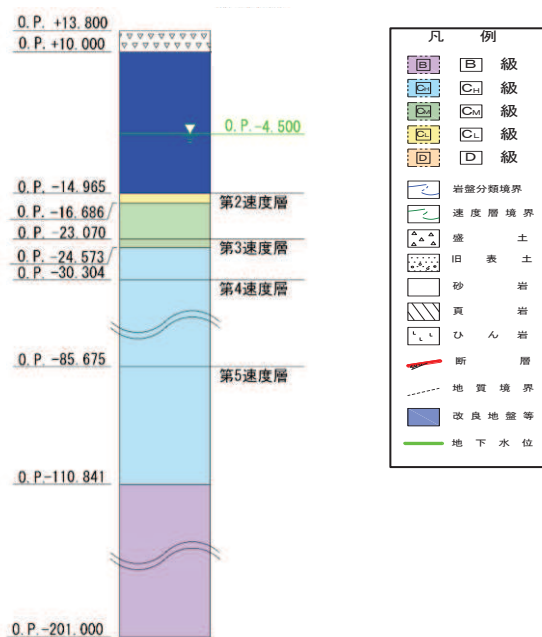


図 5.18-8 地震応答解析モデル図

(3) 地盤物性値

地盤の物性値は、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用いる。

(4) 地震動の選定

a. 地震動の選定概要

スロッシング解析に用いる地震動の選定は、Sd-D2に対して地盤物性のばらつきを考慮したものとする。また、スロッシング波高は入力する地震動の速度応答スペクトルに比例することを踏まえ、解析モデル下端（地表面（O.P.+13.8m））における速度応答スペクトルを比較し、貯留水面の固有周期を考慮した地震動の選定を行う。

b. 地震動の選定に用いる地盤物性

地震動の選定において考慮する地盤物性は表 5.18-3 に示す 3 ケースとする。

ばらつきの設定方法の詳細は、補足説明資料「補足-600-1 地盤の支持性能について」に示す。

表 5.18-3 地震動の選定において考慮する地盤物性検討ケース

解析ケース	地盤物性
	盛土，改良地盤 (G_0 ：初期せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	平均値
ケース②	平均値 + 1σ
ケース③	平均値 - 1σ

c. 貯留水面の固有周期の算出

防潮壁の幅、水深及び加振方向を考慮して、速度ポテンシャル理論により貯留水面の固有周期を算出する。算出には以下の式*を用いる。基本ケース及び保守性考慮ケースの貯留水面の固有周期算定結果を表 5.18-4 に示す。

NS・EW 方向ともに 1 次固有周期は弾性設計用地震動 S d - D 2 が有する周期帯 (0.02 秒～10 秒) の範囲外にあるが、第 2 号機海水ポンプ室の津波水位 (水の固有周期) は時々刻々変化してスロッシングによる水面変化が生じにくい特徴を有するのに対し (「5.18.1 概要」), 津波水位一定の条件下で検討すること, また, 非常用海水ポンプは NS 方向のスロッシングにより没水影響を受けると考えられるが, 固有周期がより短い EW 方向も検討に加えることから, 本検討は安全側の評価になっているものと考えられる。

*: Abramson, H. N., ed. (1966): The Dynamic Behavior of Liquids in Moving Containers, NASA SP-106

$$T_n = \frac{2\pi}{\sqrt{\lambda_n \cdot g \cdot \tanh(\lambda_n \cdot H)}}$$

ここに,

T_n : n 次固有周期 (s)

g: 重力加速度 (m/s²)

L: 幅 (m)

H: 水深 (m)

$$\lambda_n = \frac{(2n - 1)\pi}{L}$$

表 5.18-4(1) 貯留水面の固有周期算定結果 (基本ケース (O.P. +16.5m))

加振方向	幅 (m)	水深 (m)	貯留水面の固有周期	
			1 次モード (s)	2 次モード (s)
NS 方向	61.4m	2.7	23.9	8.2
EW 方向	42.9m	2.7	16.8	5.9

表 5.18-4(2) 貯留水面の固有周期算定結果 (保守性考慮ケース (O.P. +18.1m))

加振方向	幅 (m)	水深 (m)	貯留水面の固有周期	
			1 次モード (s)	2 次モード (s)
NS 方向	61.4m	4.3	19.1	6.7
EW 方向	42.9m	4.3	13.4	5.0

d. 地震動の選定

解析モデル下端における速度応答スペクトル（水平方向）の比較を図 5.18-9 に示す。

貯留水面の 2 次固有周期帯における速度応答スペクトルは、地盤物性のばらつきによる有意な差がないことから、標準物性を用いたケース①（平均値）の地震動をスロッシング解析に用いる入力地震動として選定する。

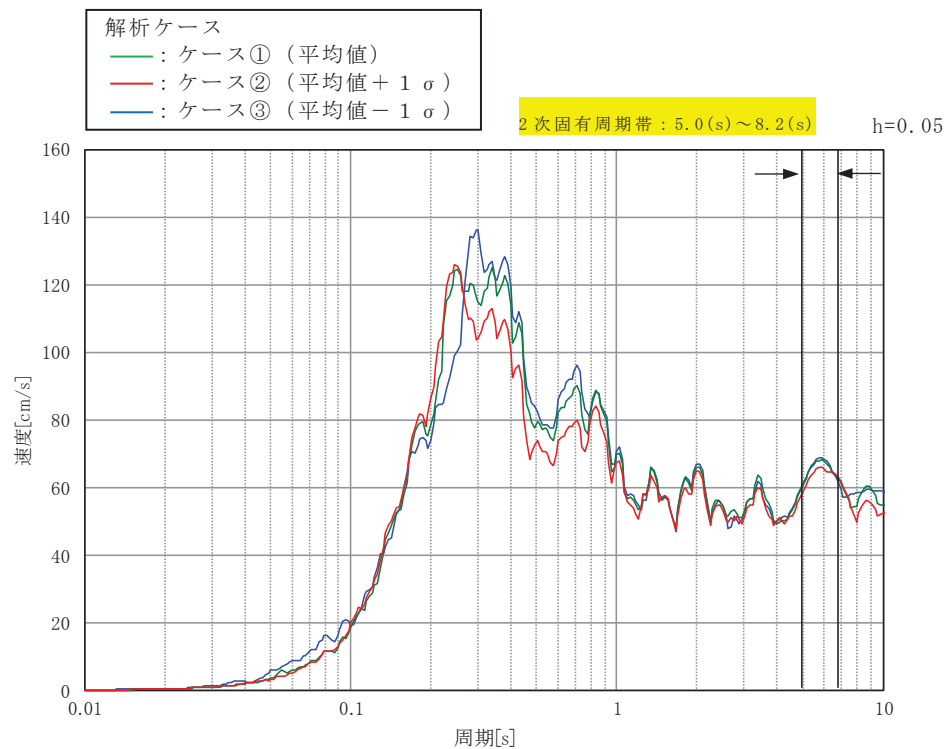


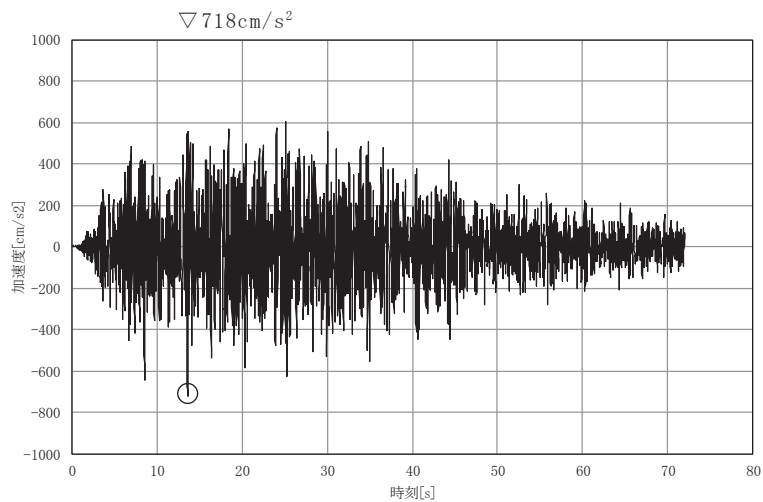
図 5.18-9 速度応答スペクトル（水平方向）の比較*

* : 減衰定数について、本比較は地盤物性のばらつきが速度応答スペクトルに及ぼす影響を確認することが目的であるため、減衰定数 5%を用いる。

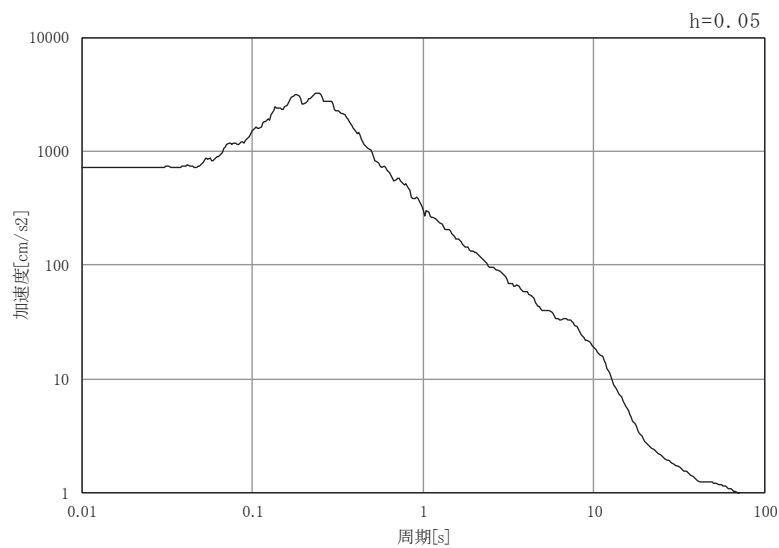
(5) 入力地震動

解析モデル下端における S d - D 2 の加速度時刻歴及び加速度応答スペクトル（水平方向及び鉛直方向）を図 5.18-10 に示す。

スロッシング解析は、S d - D 2 を NS 方向に加振した場合と EW 方向に加振した場合の 2 ケース実施する。

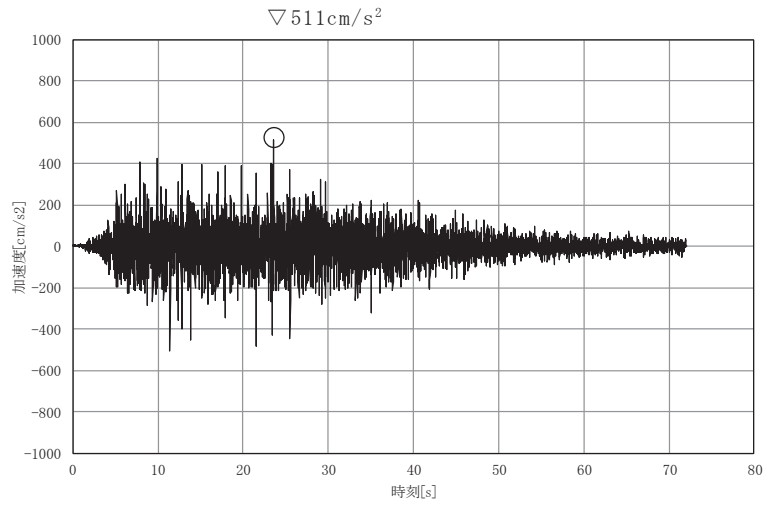


(a) 加速度時刻歴波形

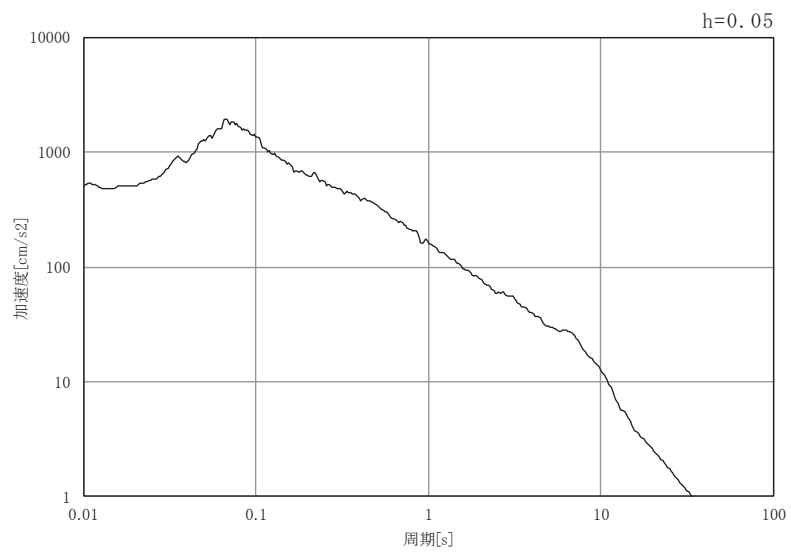


(b) 加速度応答スペクトル

図 5.18-10 (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)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 5.18-10 (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)

5.18.4 解析条件

スロッシング解析は、オープンソースの有限体積法 (Finite Volume Method), 解析コード OpenFOAM を用いた三次元解析を実施する。解析コードの概要については、補足説明資料「補足-900-1 計算機プログラム (解析コード) の概要に係る補足説明資料」に示す。

本検討では、VOF 法による 2 相流解析ソルバー interFlow を用いる。計算メッシュ全体に加速度時刻歴を入力することにより、計算領域内部の気相 (空気) 及び液相 (海水) の挙動を解析する。

解析条件を表 5.18-5 に示す。

表 5.18-5 解析条件

項目	内容
解析コード	<ul style="list-style-type: none">・ OpenFOAM (Version6)・ オープンソースの流体解析ソフトウェアであり、実験結果等との比較を行い、スロッシング現象を精度よく計算できることが確認されている。
解析モデル	<ul style="list-style-type: none">・ 格子サイズ: 水平 25cm×鉛直 25cm を基本とし、水面付近は、水平 25cm×鉛直 10cm とする。
境界条件	<ul style="list-style-type: none">・ 底面及び壁面の摩擦: 水面変化量を安全側に評価するためスリップ条件 (摩擦は考慮しない) とする。
水位及び時刻歴波形抽出位置	<ul style="list-style-type: none">・ 非常用海水ポンプへの影響確認及び加振方向を考慮し、図 5.18-12 に示す 6 点で水位及び時刻歴波形を抽出する。
その他	<ul style="list-style-type: none">・ 海水密度: $1.03\text{g}/\text{cm}^3$

■ : 気相 (空気)
■ : 液相 (海水)

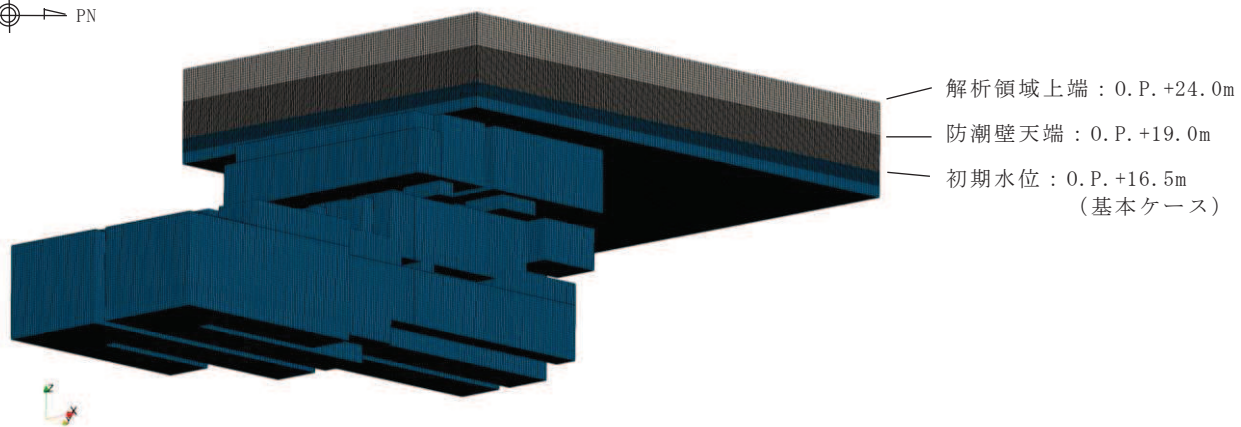
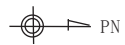


図 5. 18-11 解析モデル



図 5. 18-12 水位及び時刻歴波形抽出位置

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

5.18.6 解析結果

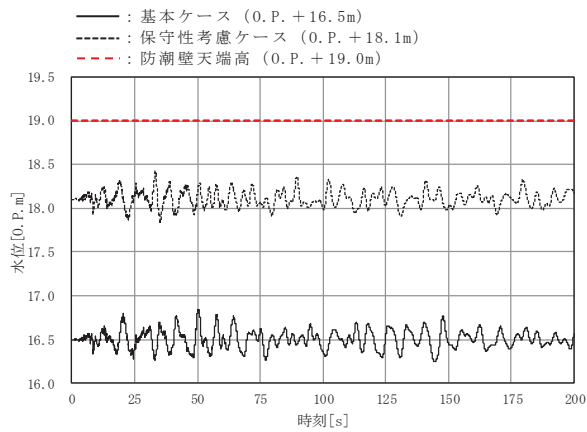
スロッシングによる最高水位及び水面の時間変化をそれぞれ表 5.18-6, 図 5.18-13 に示す。また, スロッシング時のスナップショットを「(別紙 3) スロッシング時のスナップショット」に示す。

表 5.18-6(1) 最高水位 (基本ケース (初期潮位 ; 0. P. +16.5m))

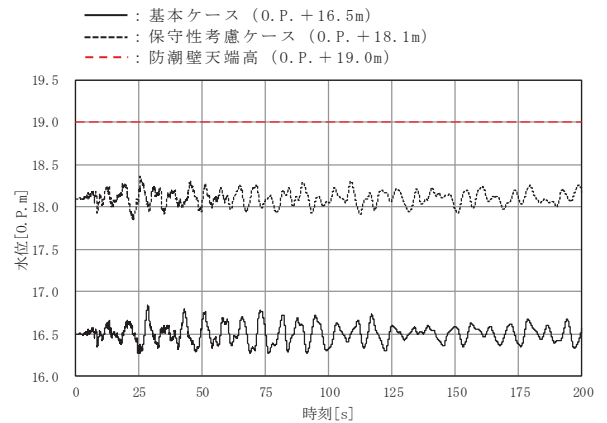
抽出位置	水平加振方向		防潮壁 天端高さ (0. P.)
	NS 方向 (0. P.)	EW 方向 (0. P.)	
N-1	+ 16. 840m	<u>+ 17. 146m</u>	+19. 0m
N-2	+ 16. 843m	+ 16. 639m	
N-3	+ 16. 876m	+ 17. 061m	
S-1	+ 16. 867m	+ 16. 910m	
S-2	+ 16. 739m	+ 16. 651m	
S-3	+ 16. 906m	+ 16. 872m	

表 5.18-6(2) 最高水位 (保守性考慮ケース (初期潮位 ; 0. P. +18.1m))

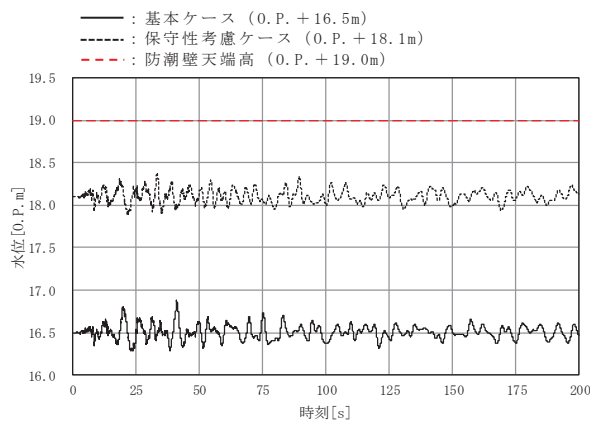
抽出位置	水平加振方向		防潮壁 天端高さ (0. P.)
	NS 方向 (0. P.)	EW 方向 (0. P.)	
N-1	+ 18. 430m	<u>+ 18. 848m</u>	+19. 0m
N-2	+ 18. 357m	+ 18. 196m	
N-3	+ 18. 376m	+ 18. 789m	
S-1	+ 18. 476m	+ 18. 613m	
S-2	+ 18. 358m	+ 18. 189m	
S-3	+ 18. 423m	+ 18. 552m	



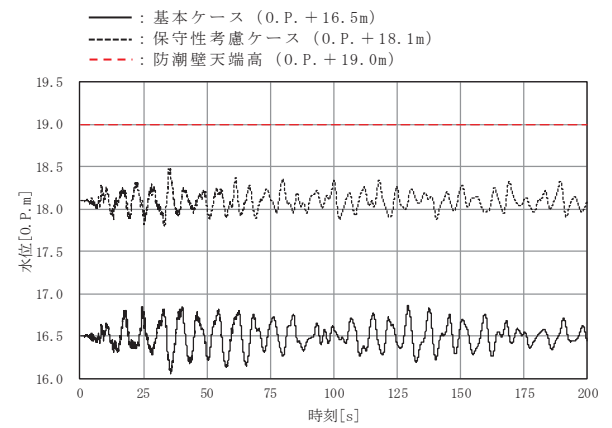
(a) N-1



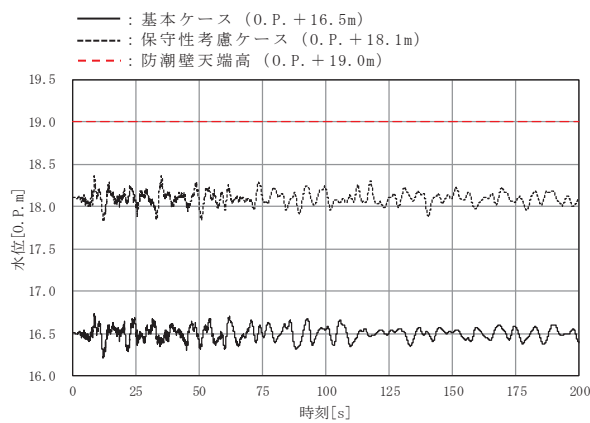
(b) N-2



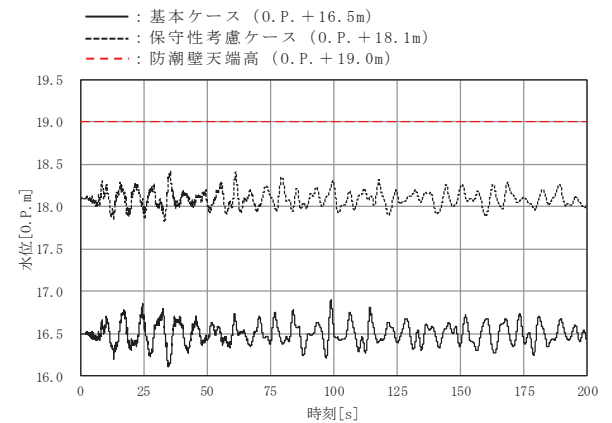
(c) N-3



(d) S-1

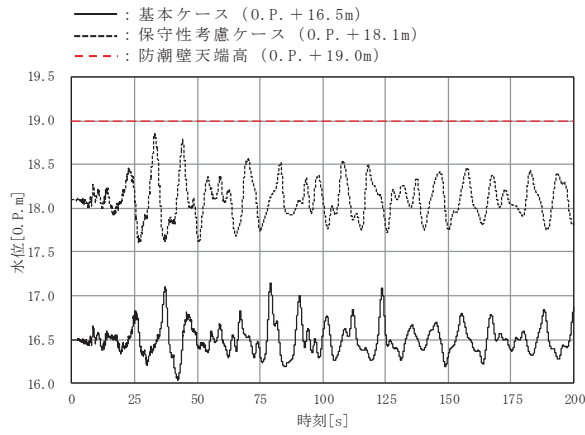


(e) S-2

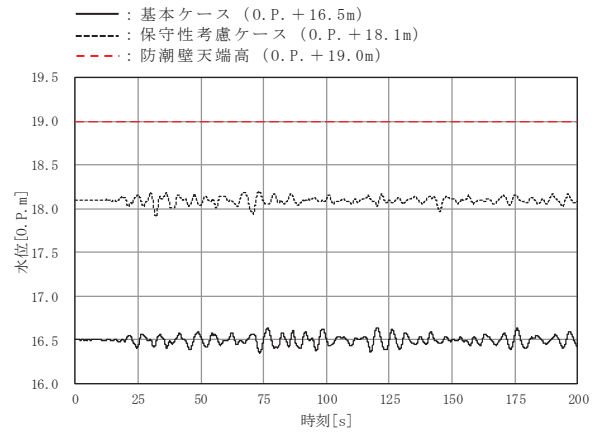


(f) S-3

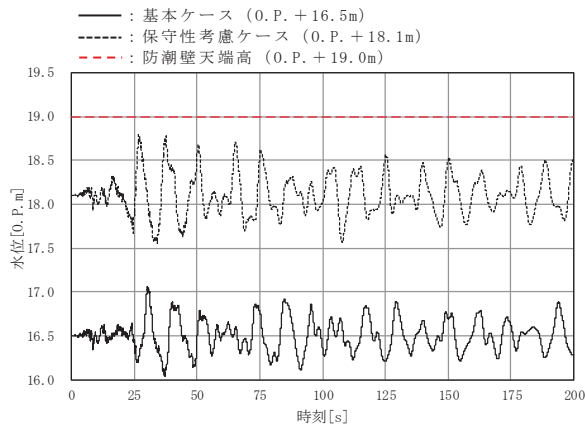
図 5.18-13 (1) 水面の時間変化 (水平加振方向 : NS 方向)



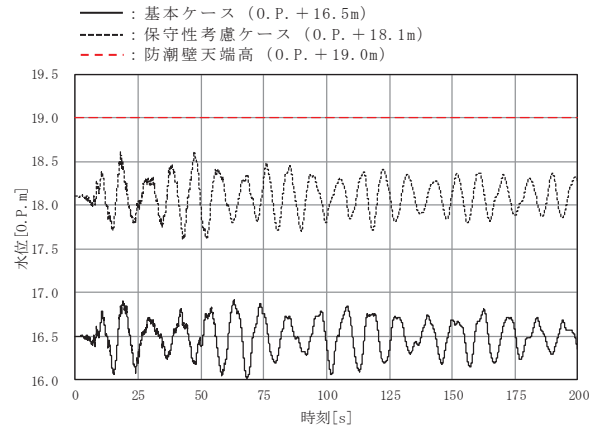
(a) N-1



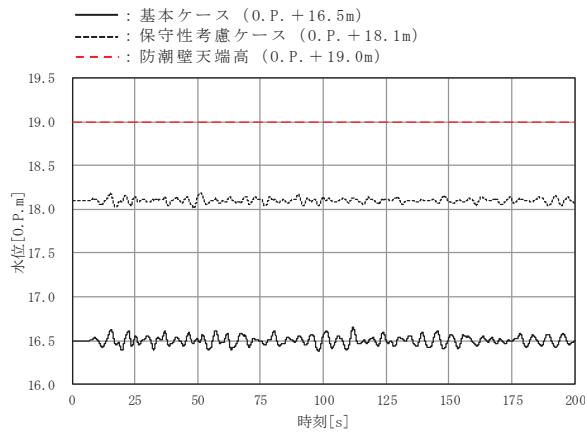
(b) N-2



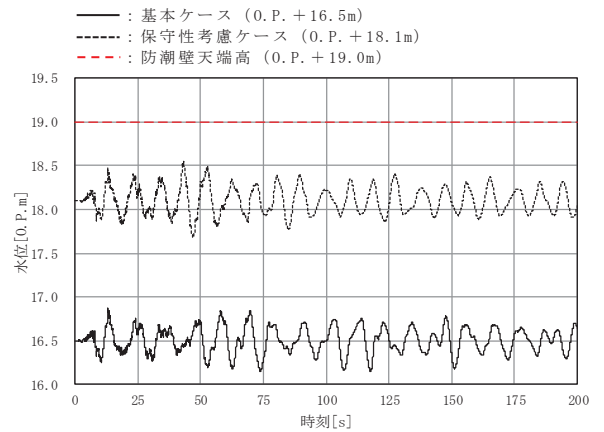
(c) N-3



(d) S-1



(e) S-2



(f) S-3

図 5.18-13 (2) 水面の時間変化 (水平加振方向: EW 方向)

5.18.7 まとめ

防潮壁内に津波を貯留している状態時に、余震（弾性設計用地震動 S d - D 2）によるスロッシングが発生した場合の非常用海水ポンプに及ぼす影響を確認するため、入力地震動及び初期水位について保守的な条件でスロッシング解析を実施した結果、スロッシングによる最高水位は基本ケースで O.P. +17.15m、保守性考慮ケースで O.P. +18.85m であり、防潮壁天端高さ O.P. +19.0m を上回らないことを確認した。

以上から、非常用海水ポンプへの没水影響はないことを確認した。

基本ケース（初期潮位；O.P. +16.5m）

- ・スロッシングによる最高水位 = O.P. +17.146m ⇒ O.P. +17.15m
- ・防潮壁天端高さ = O.P. +19.0m

保守性考慮ケース（初期潮位；O.P. +18.1m）

- ・スロッシングによる最高水位 = O.P. +18.848m ⇒ O.P. +18.85m
- ・防潮壁天端高さ = O.P. +19.0m

(別紙 1) 水深がスロッシングの水面変化に及ぼす影響について

酒井ほか (2007) *は、矩形水槽を用いたスロッシング実験により、水深がスロッシングの水面変化に及ぼす影響を確認しており、水深が浅いほど水槽壁面での流速が大きくなり、粘性定数が大きくなることで、水深変化が小さくなることを示している。

* : 酒井理哉・東貞成・佐藤清隆・田中伸和 (2007) : 溢流を伴う矩形水槽の非線形スロッシング評価, 土木学会構造工学論文集, Vol. 53A

【酒井ほか (2007) 要約】

- ・ 矩形水槽 (4m×2m×0.5m) の内側水槽 (2m×1.5m×0.5m) 上端から水を満たし、水槽満水状態とその半分である水深 : 1.45m, 0.69m の 2 ケースを設定。各水深の 1 次モードの共振周波数付近で周期を微調整した正弦波を用いて加振試験を実施し、ワイヤー式波高計 (3 台) でスロッシング波高を計測した。実験装置外観を図 1.1 に、実験装置の主要寸法及び波高計の設置位置を図 1.2 に示す。
- ・ 水位時刻歴波形を図 1.3 に、水位時刻歴波形から水位のピークの水位振幅を読み取り、水位の低下状況および対数低減率により減衰定数を算定した結果を図 1.4 に示す。
- ・ これから、水深が浅いほど水槽壁面での流速が大きくなり、粘性減衰が大きくなることで、スロッシングによる水深変化は小さくなることを確認した。

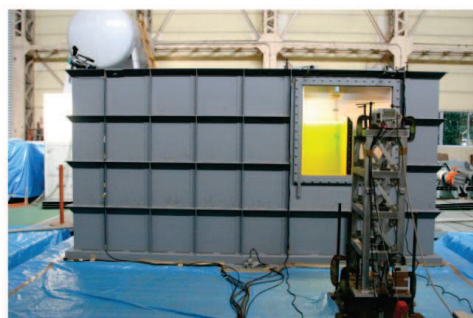


図 1.1 実験装置外観

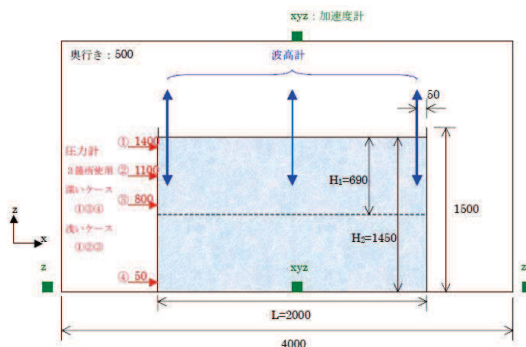


図 1.2 実験装置の主要寸法及び波高計の設置位置

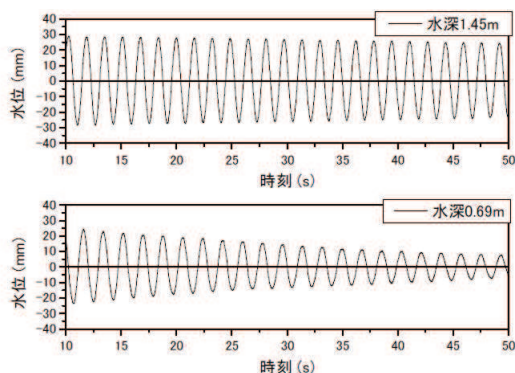


図 1.3 水位時刻歴波形

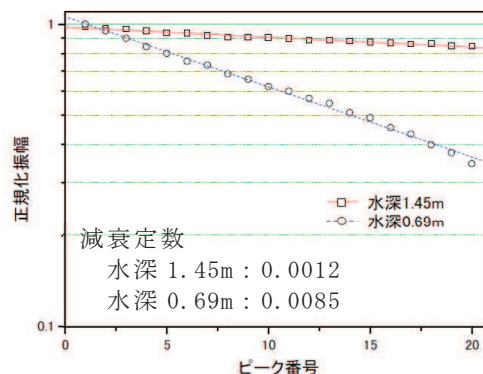


図 1.4 水位振幅の低下状況及び減衰定数

(別紙 2) 地震動の引き上げ位置に関する検討

1. 概要

スロッシング解析に用いる地震動の引き上げ位置について、防潮壁は面的な広がりを持ち、場所により盛土厚等の地質が異なることから、防潮壁内の地質を網羅する複数地点の速度応答スペクトルを比較し、スロッシング評価に影響が大きい位置を地震動の引き上げ位置として選定した。検討対象地点を図 2.1 に、各地点の地質応答解析モデル図を図 2.2 に示す。

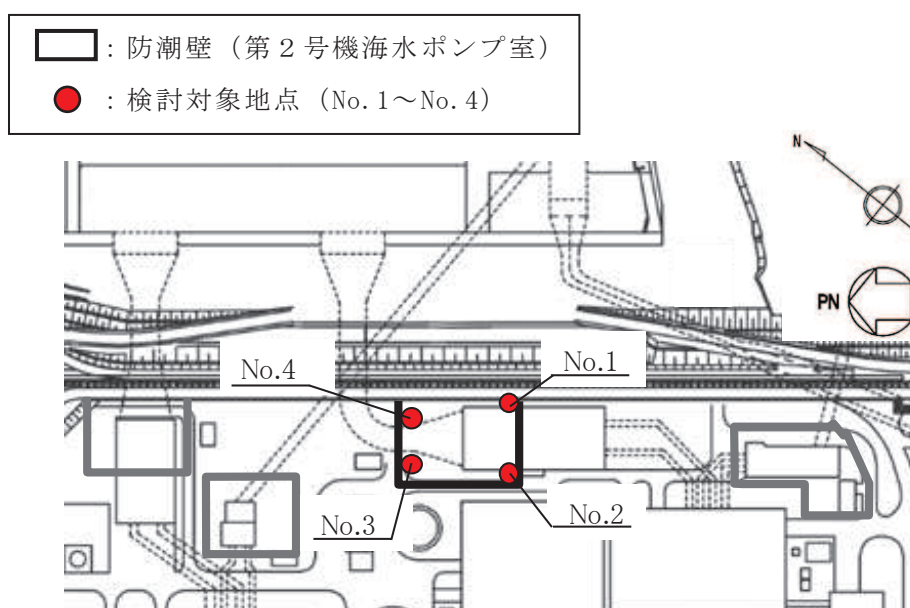
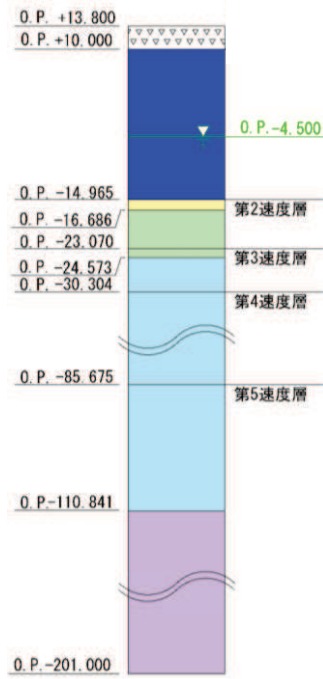
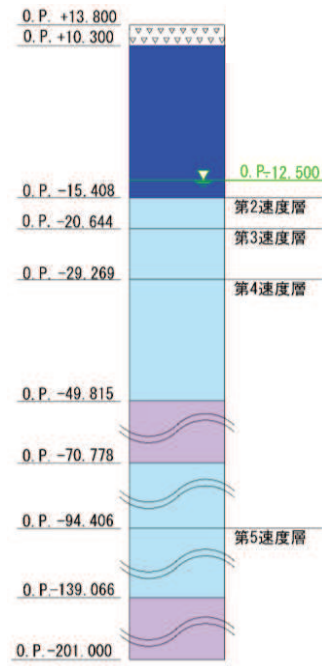


図 2.1 検討対象地点 (平面図)

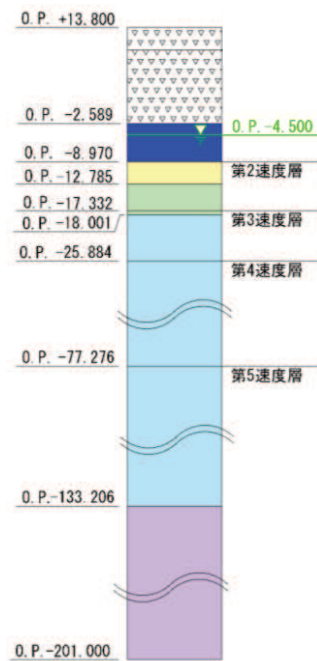


(No. 1)

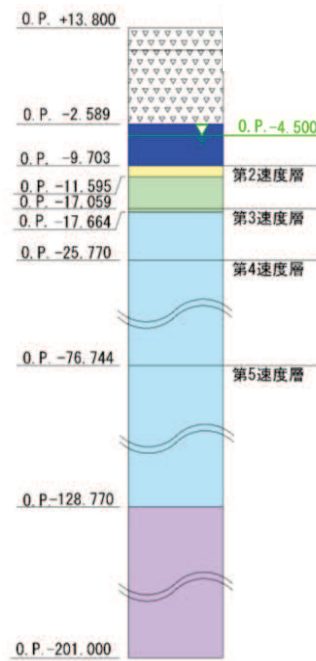


(No. 2)

凡 例	
	B 級
	C-II 級
	C-M 級
	C-L 級
	D 級
	岩盤分類境界
	速度層境界
	旧表土
	砂岩
	頁岩
	ひん岩
	断層
	地質境界
	改良地盤等
	地下水位



(No. 3)



(No. 4)

図 2.2 地震応答解析モデル図

2. 検討結果

解析モデル下端（地表面（0. P. +13. 8m））における速度応答スペクトル（水平方向）の比較を図 2. 3 に示す。

貯留水面の固有周期帯である 5 秒以上の周期帯（本文：表 5. 18-2）の速度応答スペクトル（水平方向）は No. 1 地点の影響が最も大きいことから、No. 1 地点を地震動の引き上げ位置として設定する。

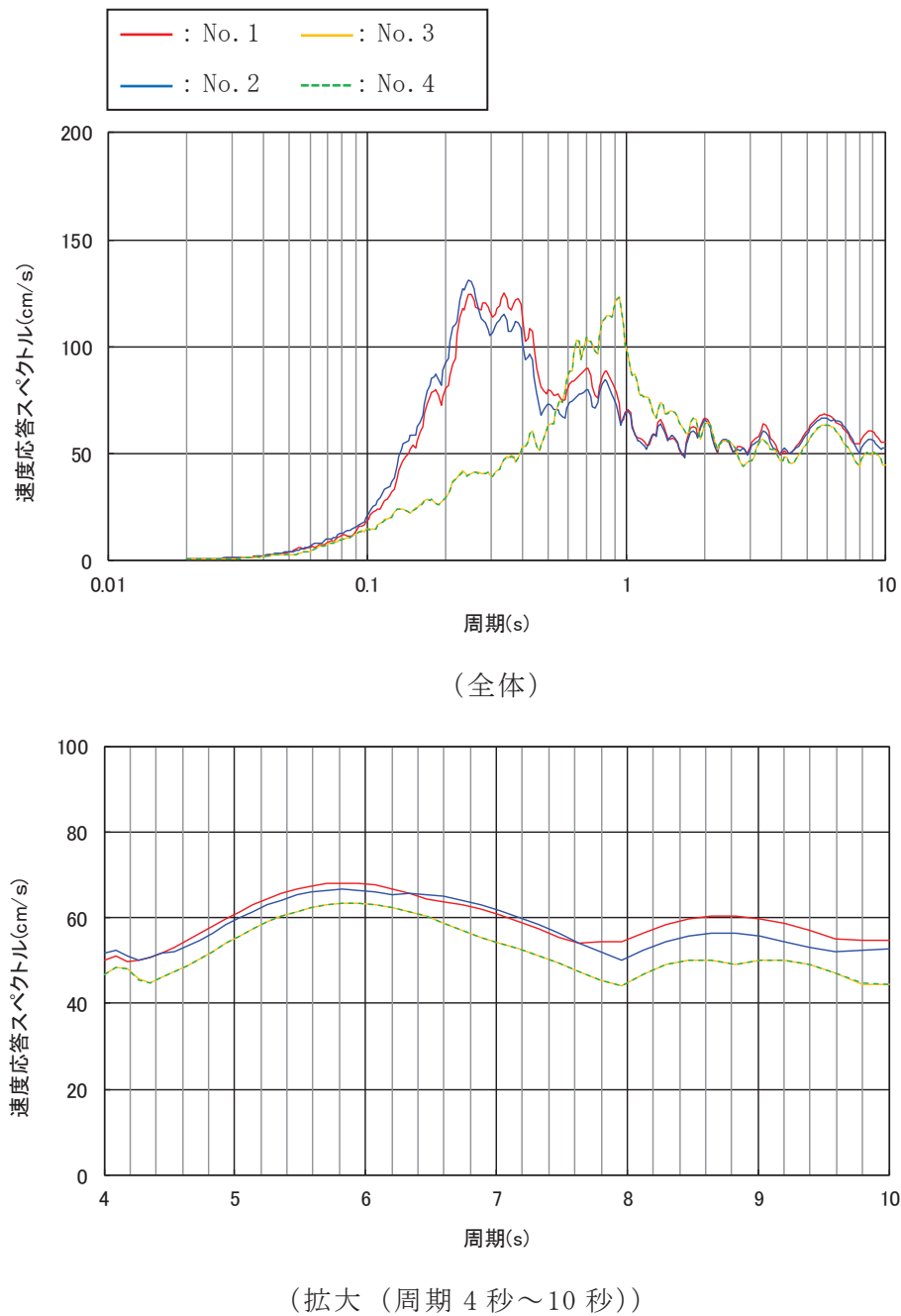


図 2. 3 速度応答スペクトル（水平方向）の比較

(別紙 3) スロッシング時のスナップショット

1. NS 方向 + 鉛直方向

基本ケース (O.P. +16.5m) 及び保守性考慮ケース (O.P. +18.1m) の貯水面の一連の動き (様子) が分かる範囲として計算開始 1 秒～50 秒のスナップショットを示す。

スナップショットの作成範囲 (時刻歴波形抽出点 : S-1) を図 3.1-1 に, 基本ケース (O.P. +16.5m) のスナップショット (2 秒刻み) を図 3.1-2 に, 保守性考慮ケース (O.P. +18.1m) のスナップショット (2 秒刻み) を図 3.1-3 に示す。

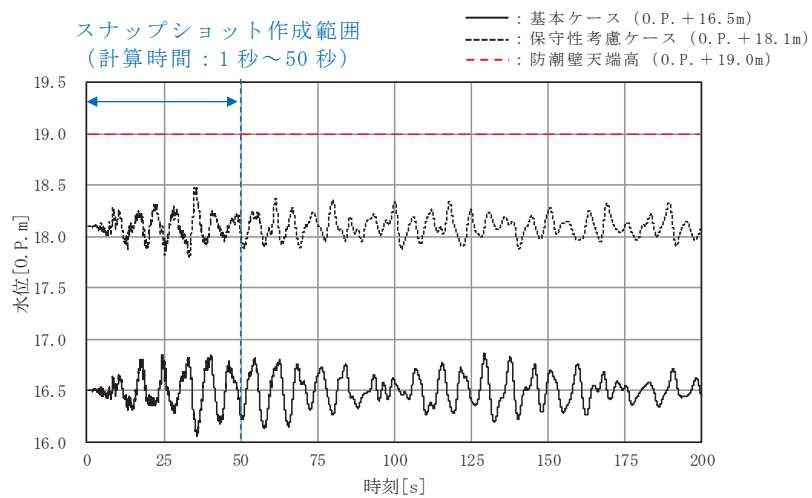


図 3.1-1 スナップショットの作成範囲
(時刻歴波形抽出点 : S-1)

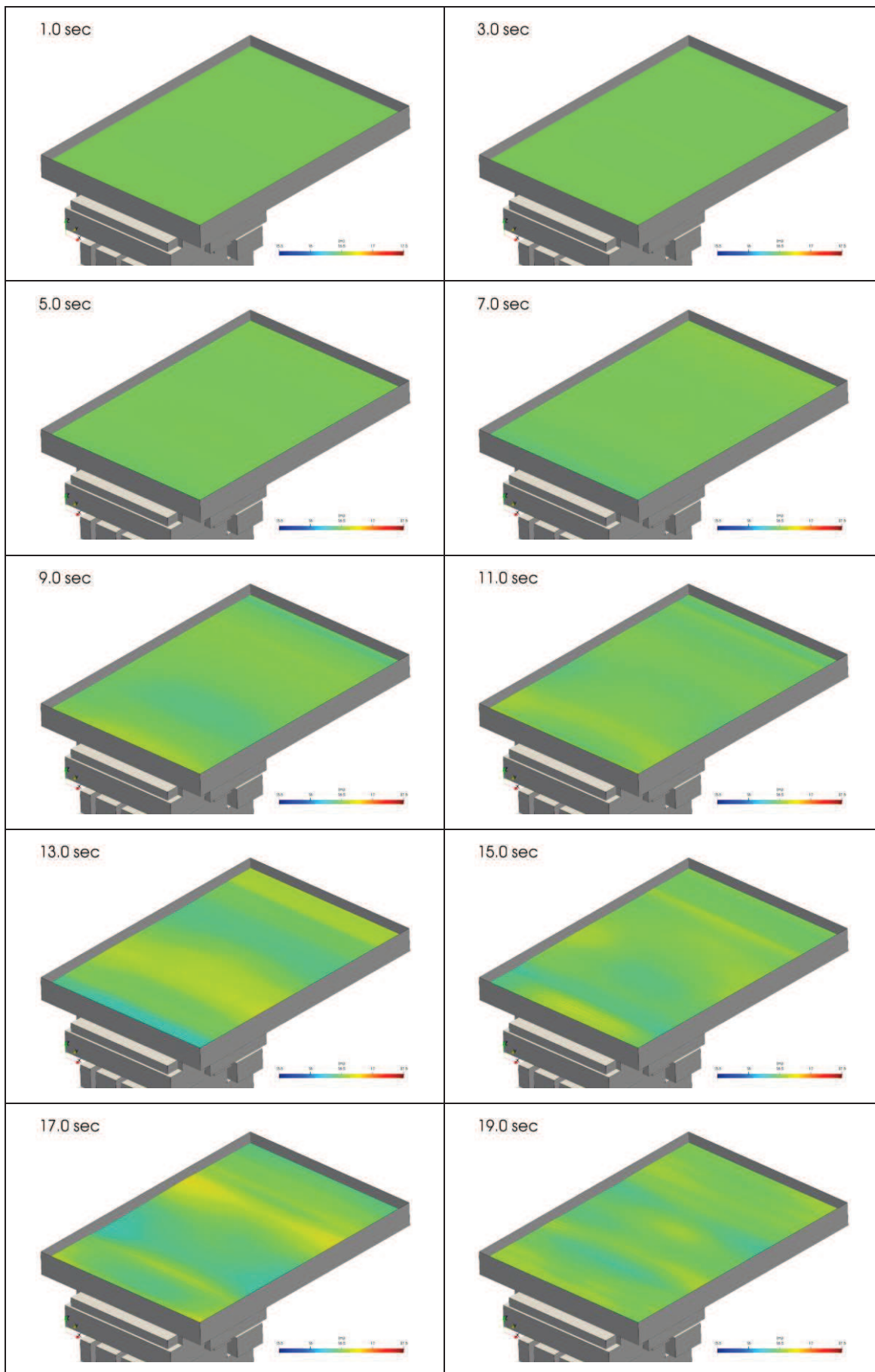
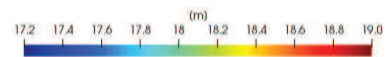


図 3.1-2 (1) スナップショット (基本ケース, NS 方向, 時間 1 秒~19 秒)

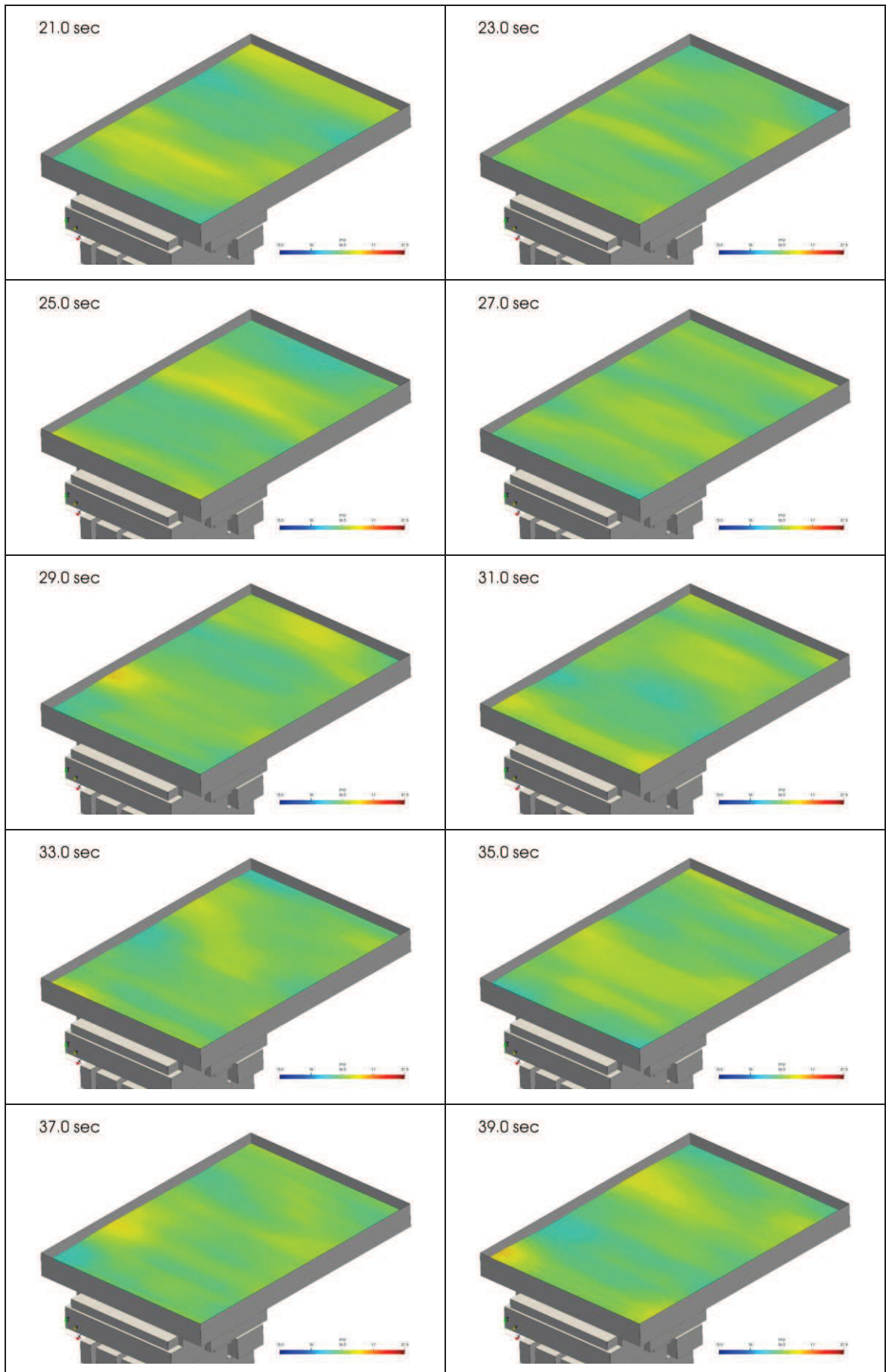
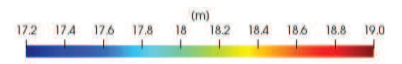


図 3.1-2 (2) スナップショット (基本ケース, NS 方向, 時間 21 秒~39 秒)

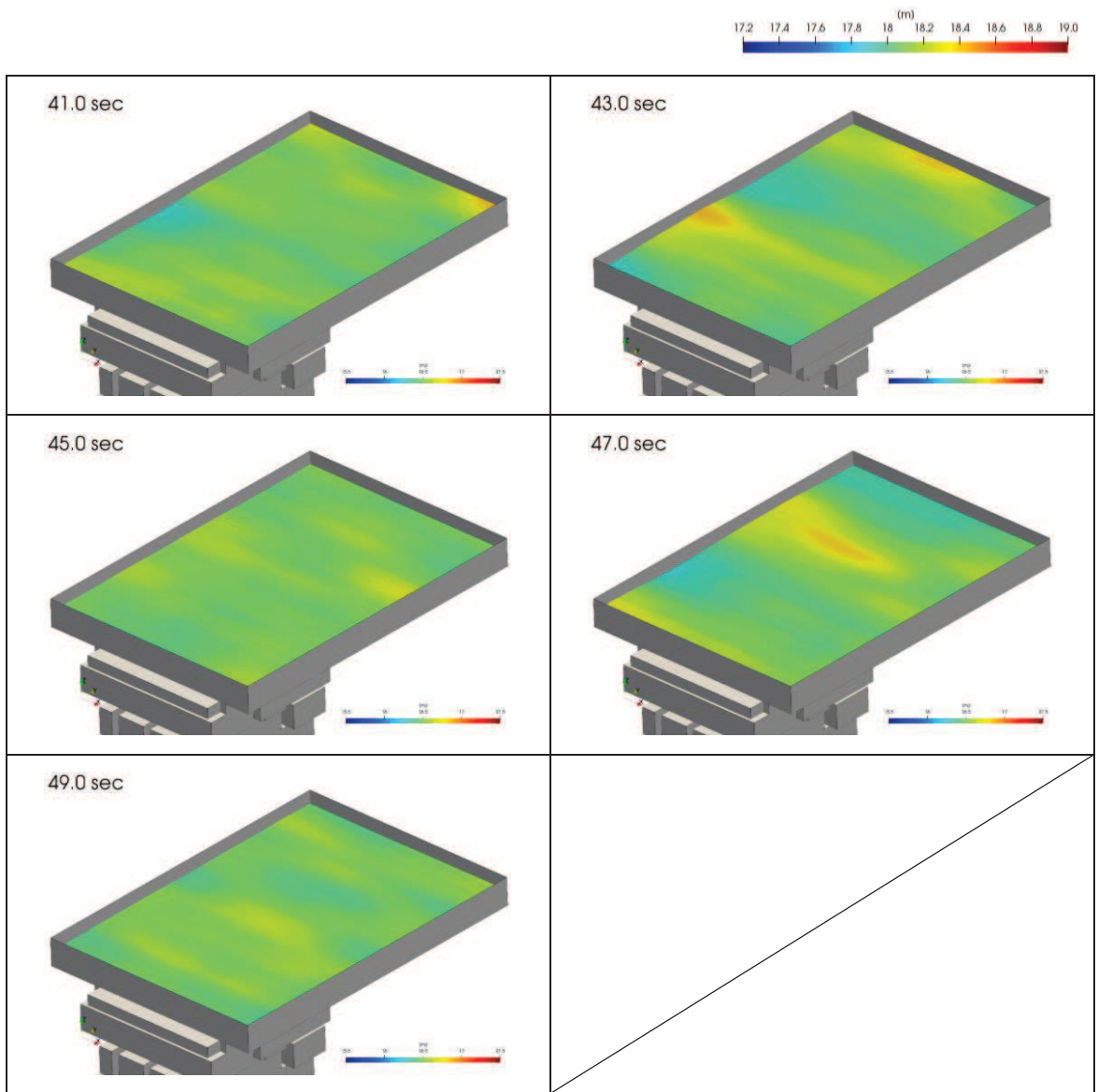


図 3.1-2 (3) スナップショット (基本ケース, NS 方向, 時間 41 秒~49 秒)

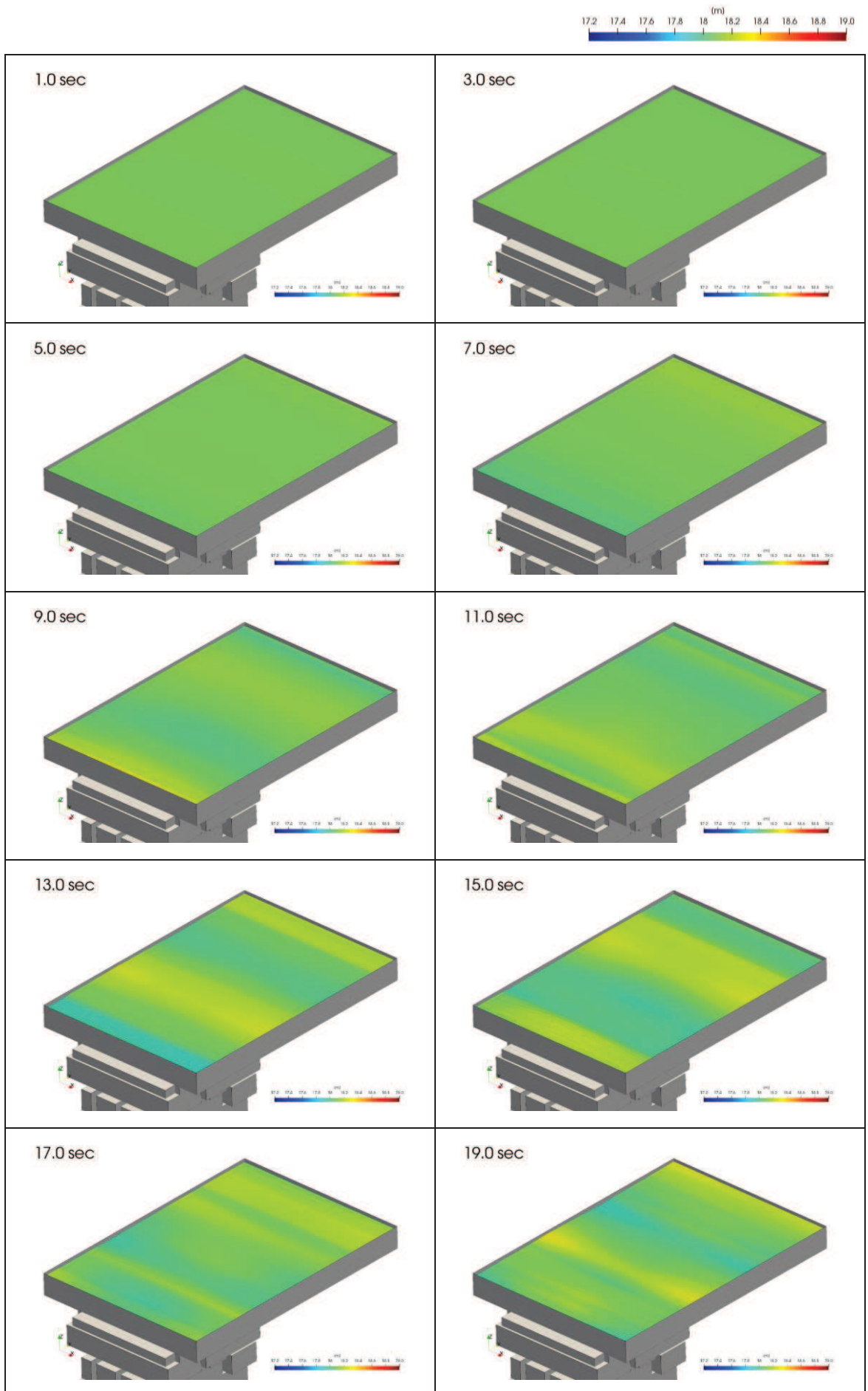


図 3.1-3 (1) スナップショット (保守性考慮ケース, NS 方向, 時間 1 秒~19 秒)

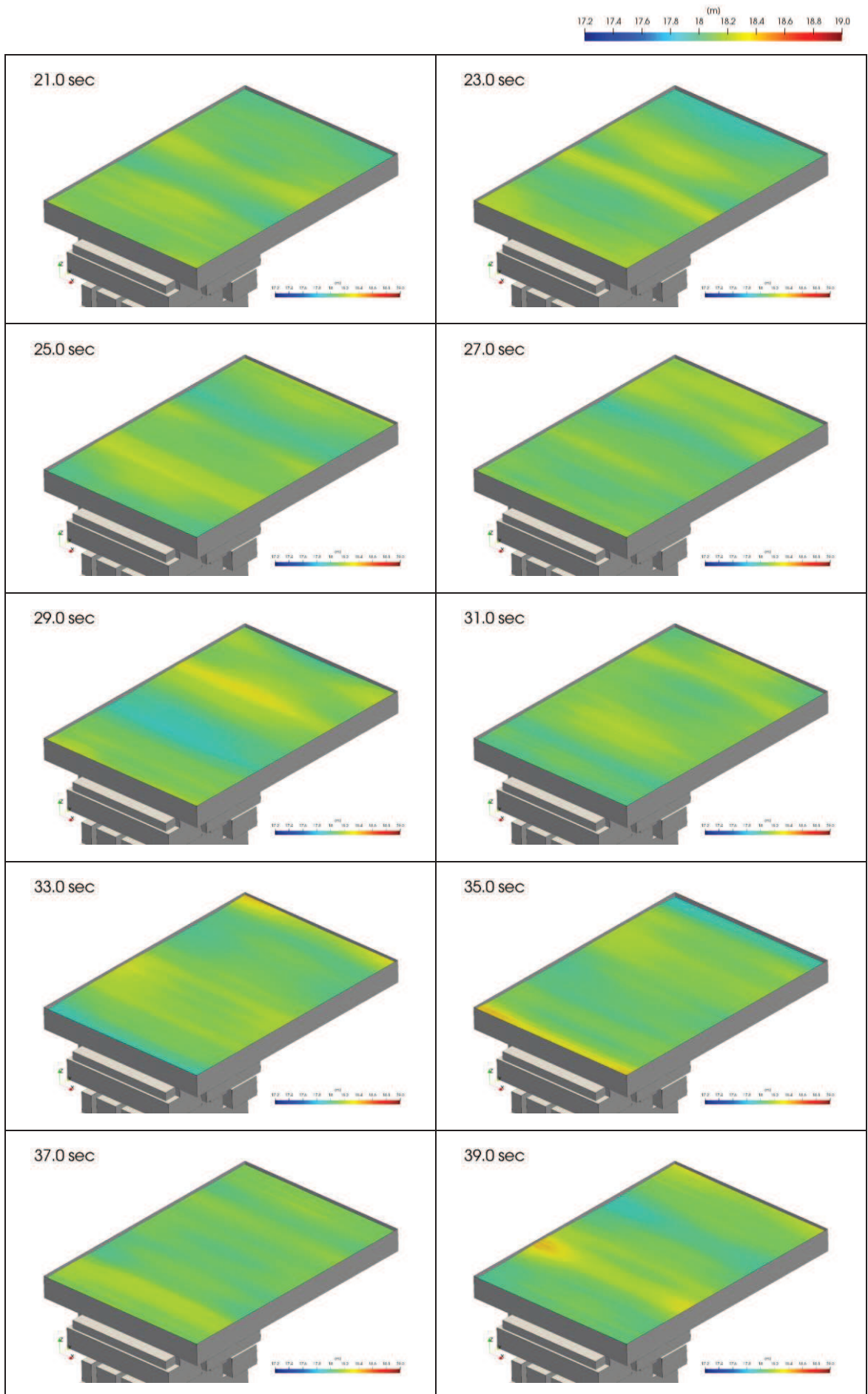


図 3.1-3 (2) スナップショット (保守性考慮ケース, NS 方向, 時間 21 秒~39 秒)

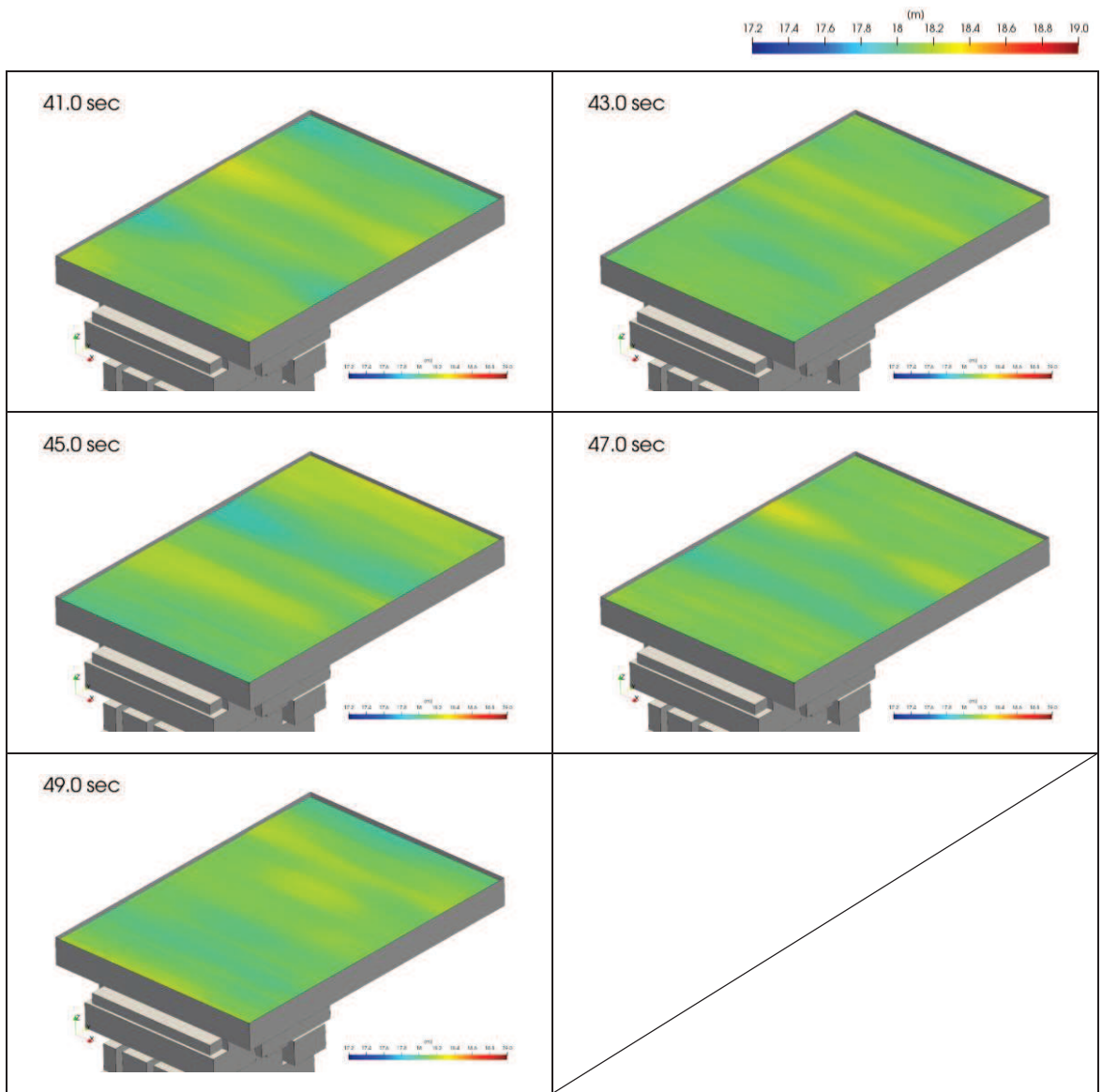


図 3.1-3 (3) スナップショット (保守性考慮ケース, NS 方向, 時間 41 秒~49 秒)

2. EW 方向+鉛直方向

基本ケース (O.P. +16.5m) 及び保守性考慮ケース (O.P. +18.1m) の貯水面の一連の動き (様子) が分かる範囲として計算開始 1 秒~50 秒のスナップショットを示す。

スナップショットの作成範囲 (時刻歴波形抽出点 : N-1) を図 3.2-1 に, 基本ケース (O.P. +16.5m) のスナップショットを図 3.2-2 に, 保守性考慮ケース (O.P. +18.1m) のスナップショットを図 3.2-3 に示す。

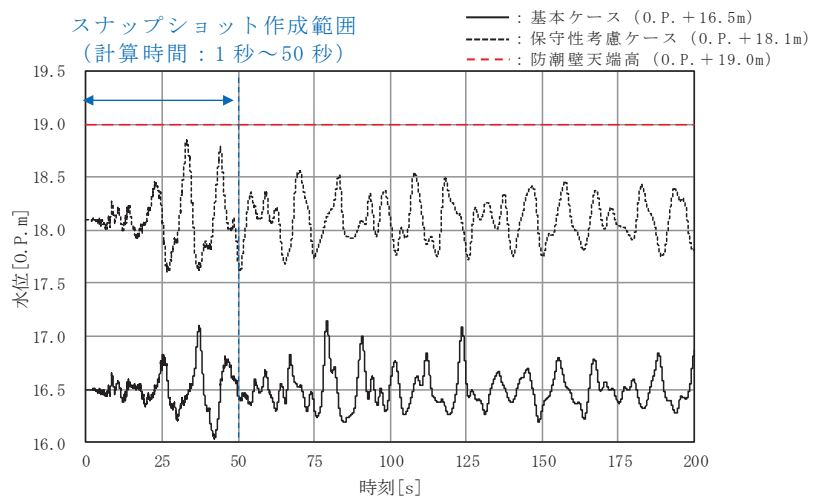


図 3.2-1 スナップショットの作成範囲
(時刻歴波形抽出点 : N-1)

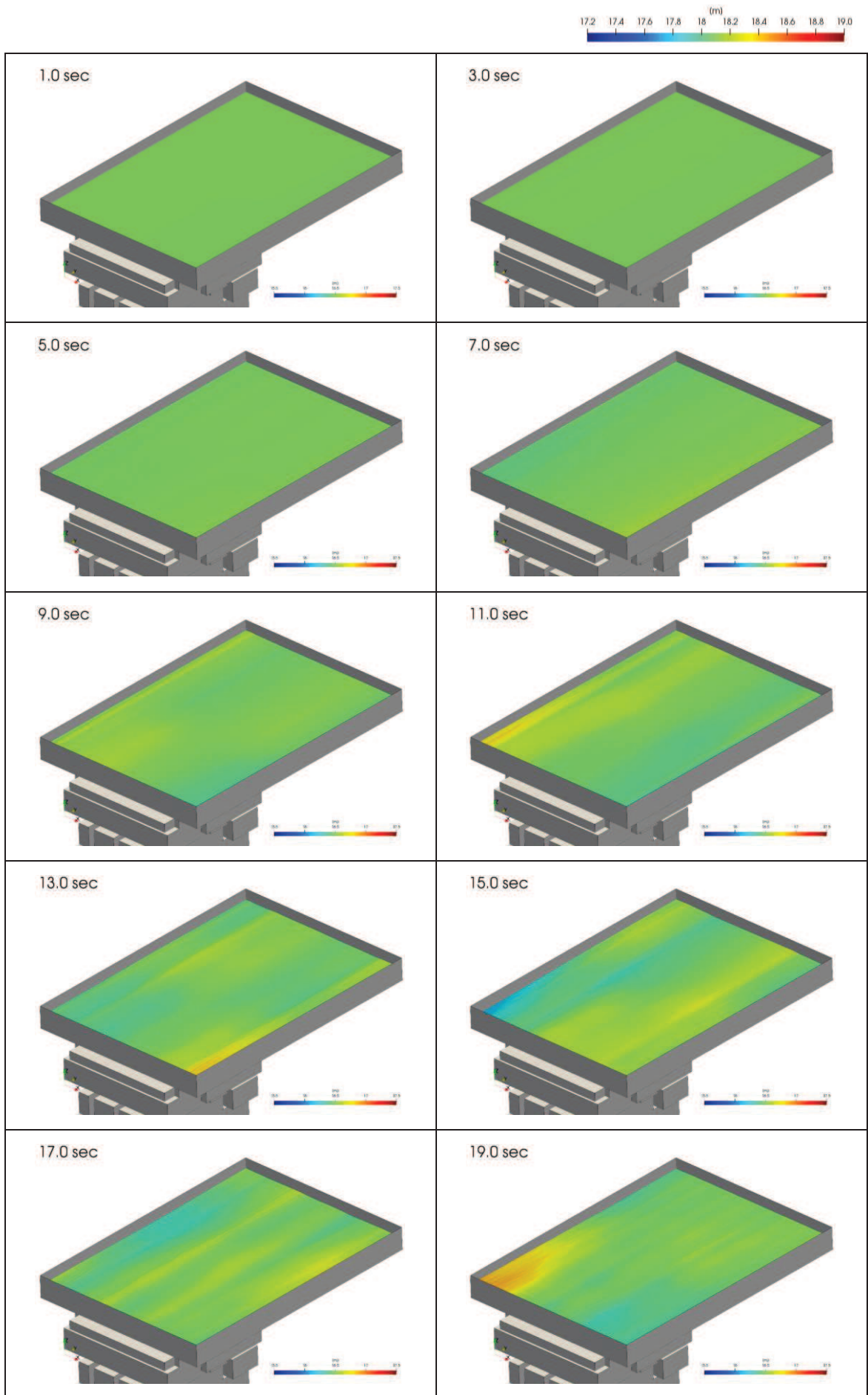


図 3.2-1 (1) スナップショット (基本ケース, EW 方向, 時間 1 秒~19 秒)

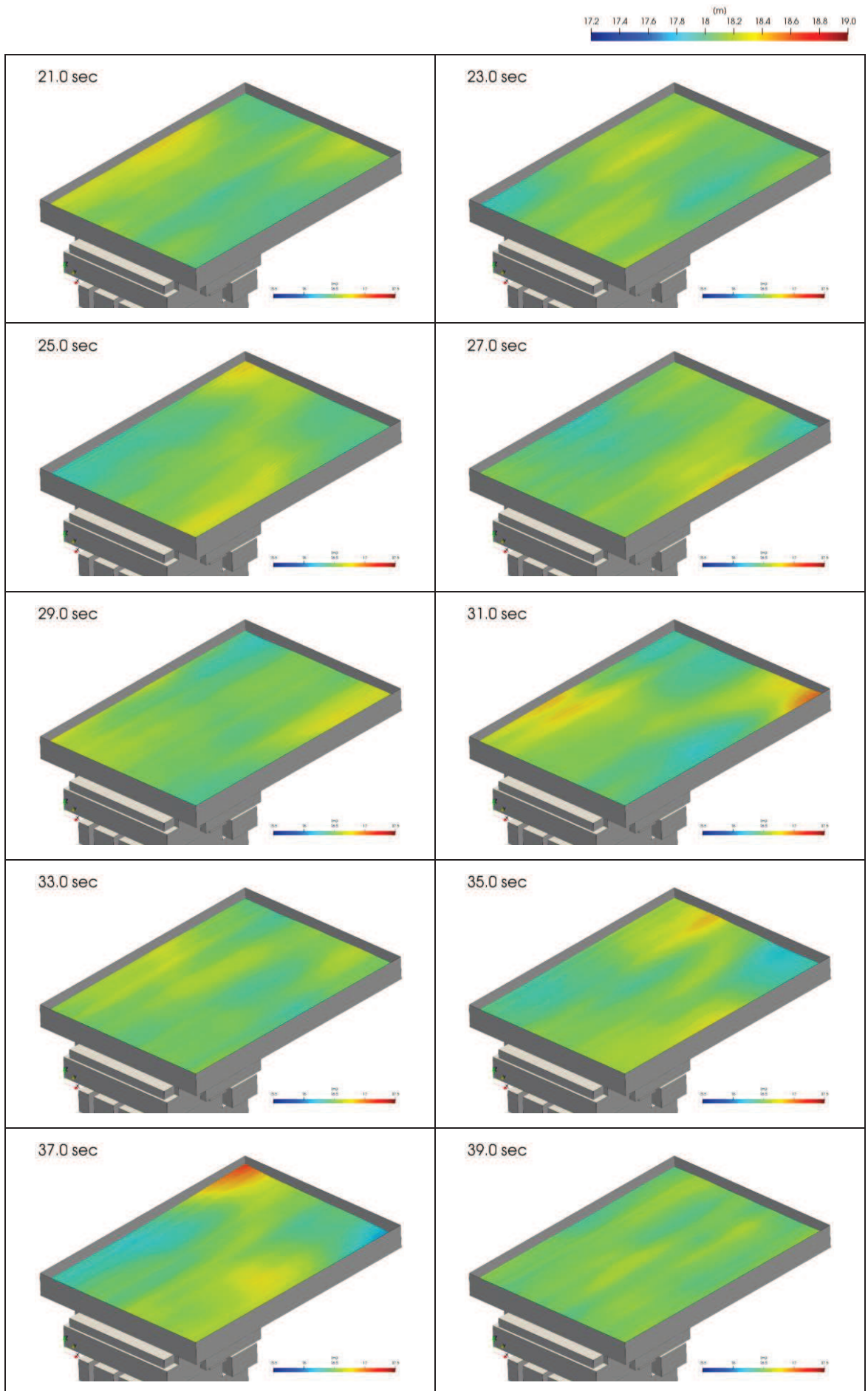


図 3.2-1 (2) スナップショット (基本ケース, EW 方向, 時間 21 秒~39 秒)

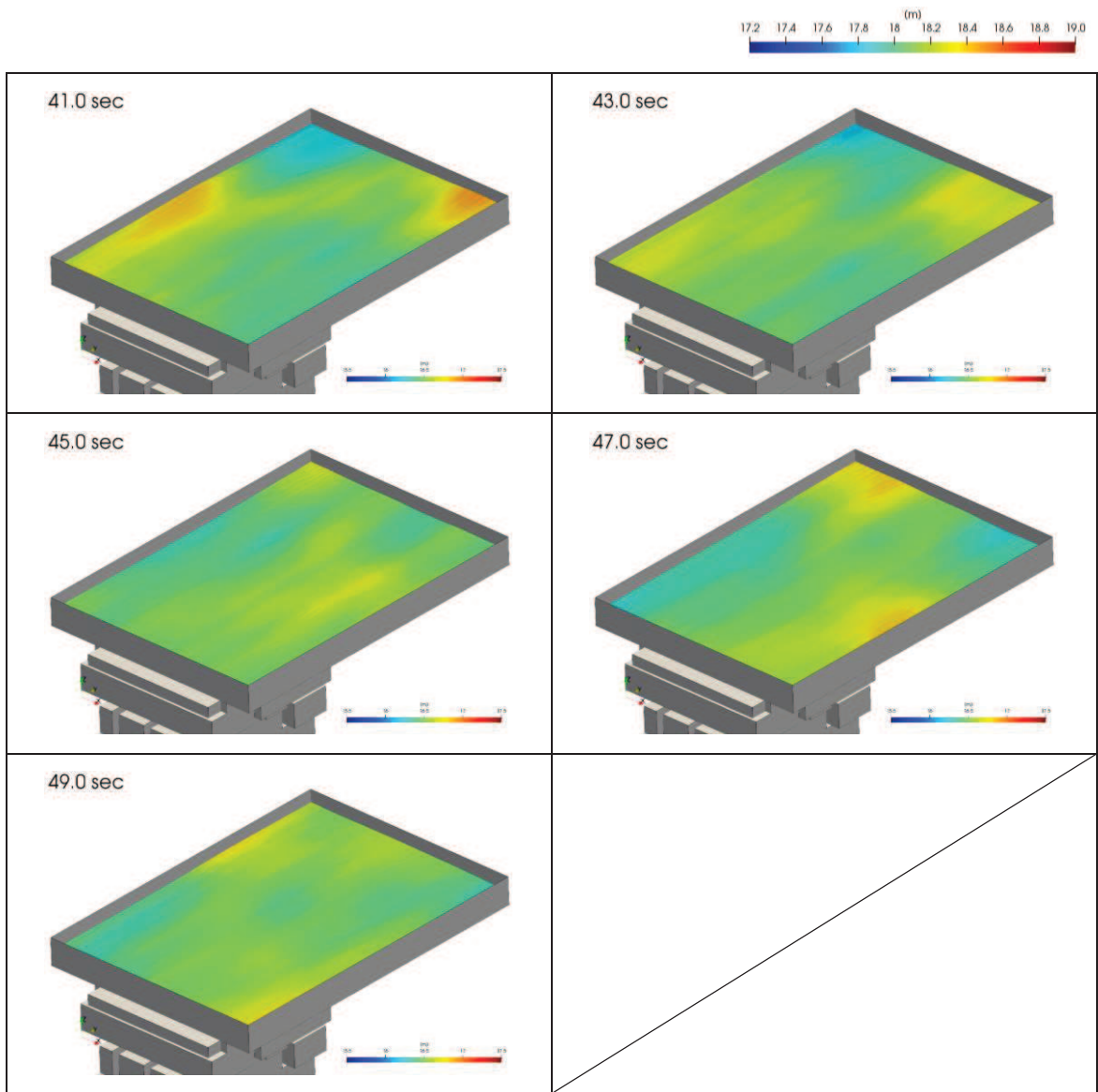


図 3.2-1 (3) スナップショット (基本ケース, EW 方向, 時間 41 秒~49 秒)

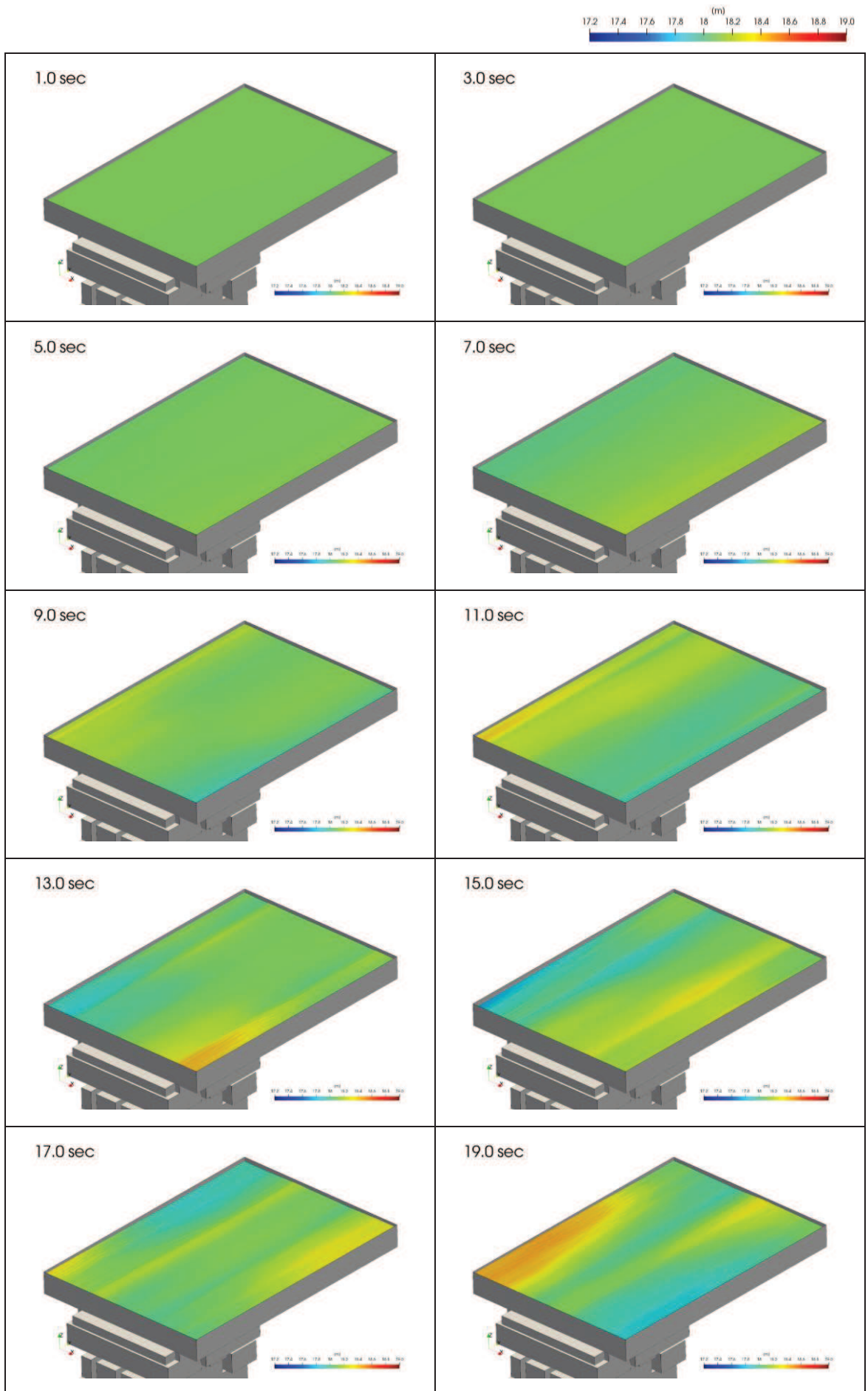


図 3.2-3 (1) スナップショット (保守性考慮ケース, EW 方向, 時間 1 秒~19 秒)

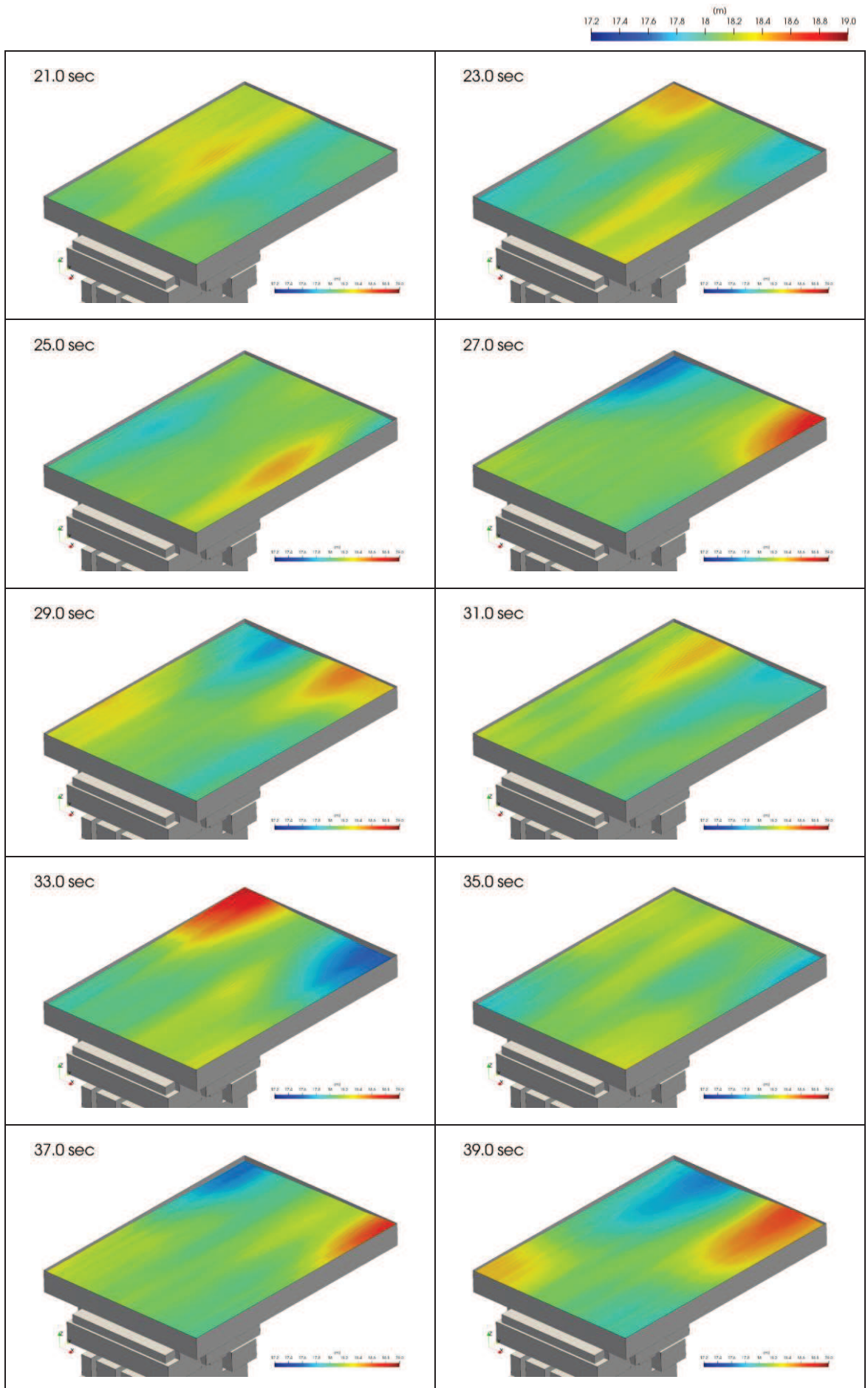


図 3.2-3 (2) スナップショット (保守性考慮ケース, EW 方向, 時間 21 秒~39 秒)

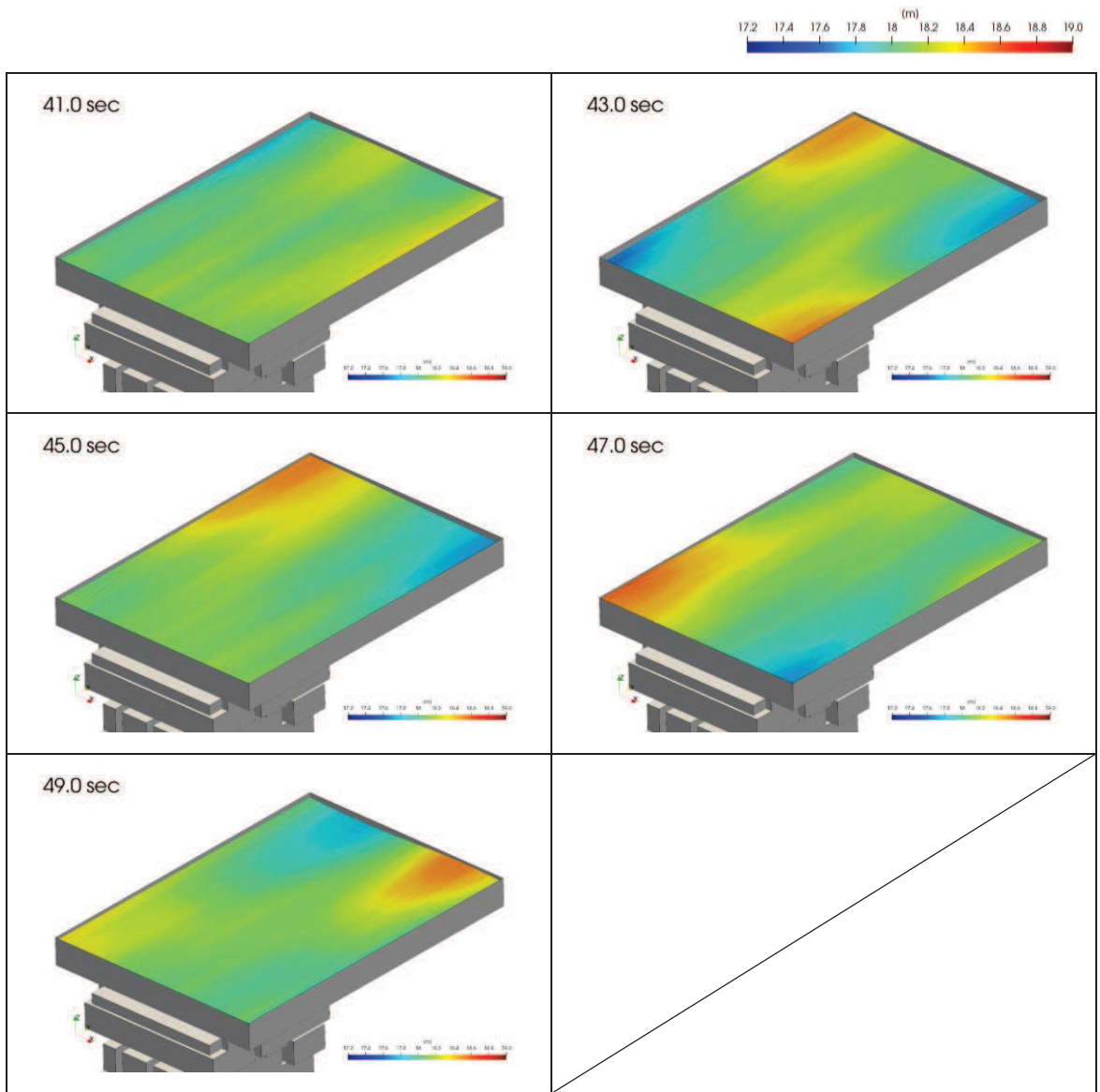


図 3.2-3 (3) スナップショット (保守性考慮ケース, EW 方向, 時間 41 秒~49 秒)

(別紙 4) 水平 2 方向同時加振による影響検討

1. 概要

水平 2 方向同時加振による影響検討について、保守性考慮ケース (O.P.+18.1m) を対象に、水平 1 方向に弾性設計用地震動 S d - D 2 を用い、その直交方向に S d - D 2 とは位相の異なる模擬地震波を用いた場合のスロッシング解析を実施し、非常用海水ポンプに及ぼす影響を確認した。

2. 弾性設計用地震動 S d - D 2 とは位相の異なる模擬地震波の作成方法

弾性設計用地震動 S d - D 2 と位相の異なる模擬地震波は、「補足-600-5 水平 2 方向及び鉛直方向の適切な組合せに関する検討について」で作成した基準地震動 S s - D 2 と位相の異なる模擬地震波に係数 0.58 を乗じた地震動を用いる。

S s - D 2 及び S s - D 2 と位相の異なる模擬地震波の加速度時刻歴波形を図 4.1 に、S d - D 2 及び S d - D 2 と位相の異なる模擬地震波の加速度時刻歴波形を図 4.2 に示す。

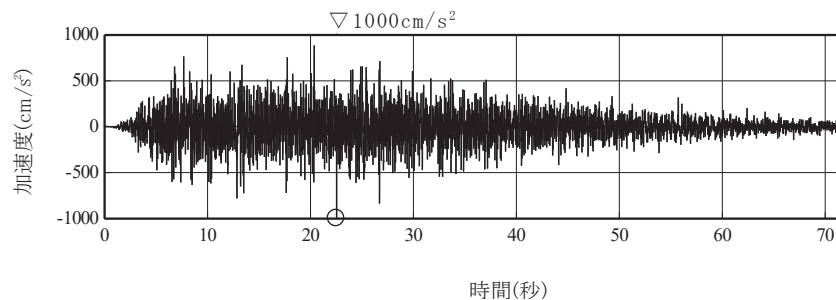


図 4.1(1) S s - D 2 の加速度時刻歴波形

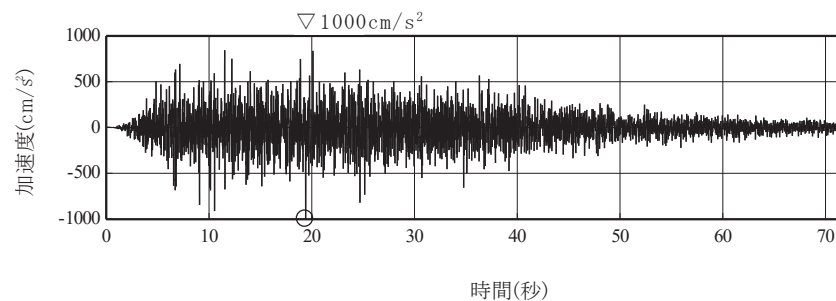


図 4.1(2) S s - D 2 と位相の異なる模擬地震波の加速度時刻歴波形

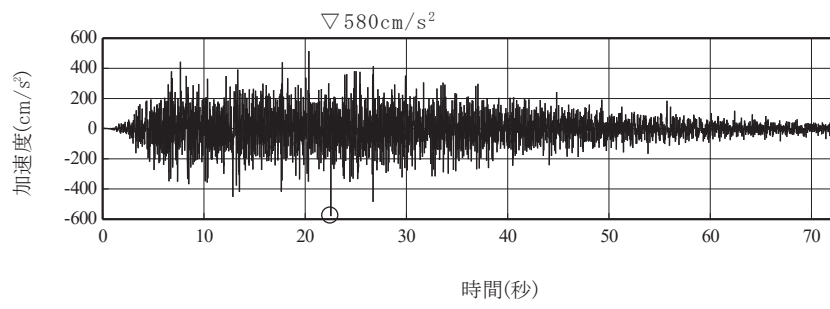


図 4.2(1) S d - D 2 の加速度時刻歴波形

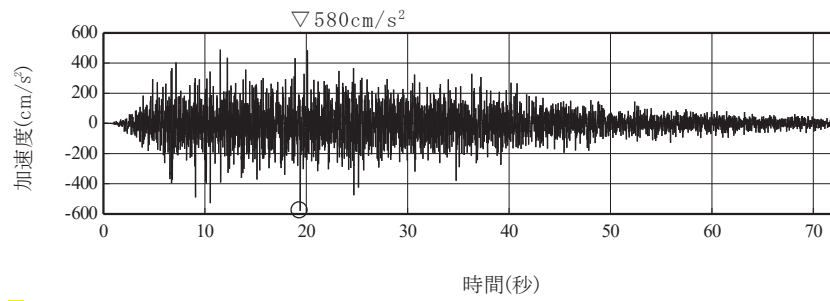
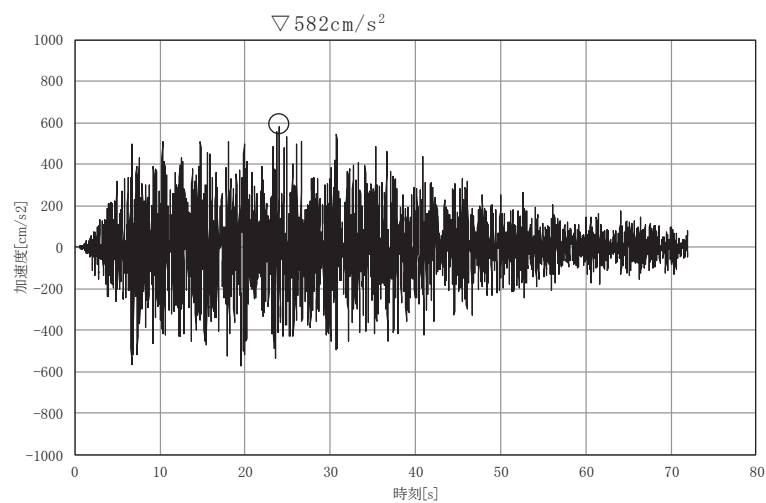


図 4.2(2) S d - D 2 と位相特性の異なる模擬地震波の加速度時刻歴波形

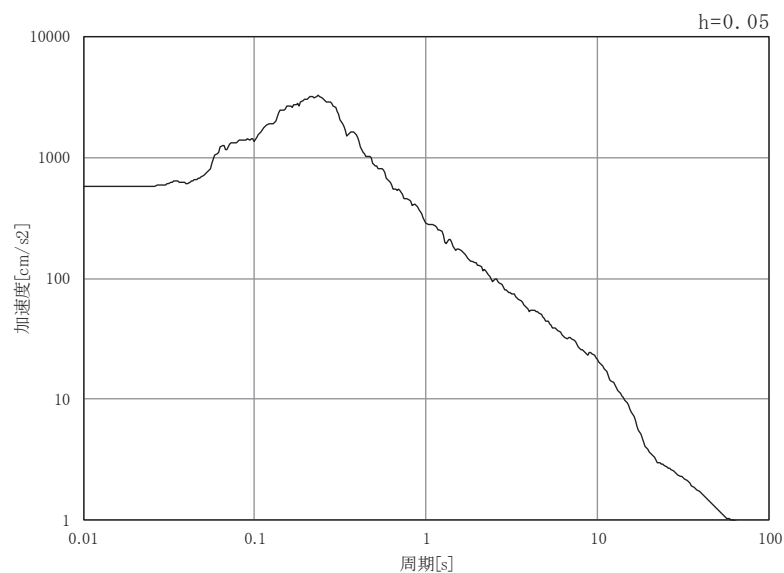
3 入力地震動

本文「5.18.3 入力地震動」記載のとおり作成した、解析モデル下端におけるスロッシング解析に用いる S d - D 2 と位相の異なる模擬地震波の加速度時刻歴及び加速度応答スペクトル（水平方向）を図 4.3 に示す。

入力地震動の入力方法について、全く同じ地震動が同時に水平 2 方向に発生することは現実的に考えにくいことから、水平 1 方向の検討結果において水位変動幅が大きい EW 方向には S d - D 2 を用い、それに直交する NS 方向には S d - D 2 と位相特性の異なる模擬地震波を用いる。



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 4.3 S d - D 2 と位相の異なる模擬地震波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）

4. 検討結果

S d - D 2 と位相の異なる模擬地震波を用いた最高水位と、水平 1 方向の検討から得られる水位の最大変動幅の足し合わせによる最高水位の比較を表 4.1 に示す。

S d - D 2 と特性の異なる模擬地震波を用いた最高水位は O. P. +18.88m であり、防潮壁天端高さ O. P. +19.0m を下回ることを確認した。

以上から、水平 2 方向同時加振の影響を考慮しても、非常用海水ポンプへの没水影響はないことを確認した。

表 4.1 最高水位の比較

抽出位置	水平加振方向		2 方向同時加振	防潮壁天端高さ (O. P.)
	NS 方向	EW 方向		
N-1	+18.430m	<u>+18.848m</u>	+18.790m	+19.0m
N-2	+18.357m	+18.196m	+18.459m	
N-3	+18.376m	+18.789m	<u>+18.875m</u>	
S-1	+18.476m	+18.613m	+18.778m	
S-2	+18.358m	+18.189m	+18.538m	
S-3	+18.423m	+18.552m	+18.751m	

検討結果

- ・ 2 方向同時加振の影響を考慮した最高水位 = O. P. +18.875m ⇒ O. P. +18.88m
- ・ 防潮壁天端高さ = O. P. +19.0m

5.27 防潮壁の止水構造について

1. 概要

杭基礎構造防潮壁については、津波防護施設に該当し、地震後の津波の敷地への流入を防止する役割を担っている。杭基礎構造防潮壁については、他設備との取り合いや干渉等を考慮し止水性を確保していることから、止水性確保について様々な構造を有している。

本書では、杭基礎防潮壁の止水構造について、後述する止水パターンにおける止水性確保の考え方を示す。計 13 パターンの止水構造があるが、それぞれについて止水性が十分に有されていることを示した。

2. 構造物位置

杭基礎防潮壁の位置を図2-1に示す。杭基礎防潮壁は、第2号機海水ポンプ室、第3号機海水ポンプ室、第2号機放水立坑、第3号機放水立坑の周囲に設置される。なお、第2号機放水立坑並びに第3号機放水立坑については、一面が杭基礎防潮壁にて囲われており、他設備との取り合いが無いことから、止水性確保の考え方については後述する第2号機海水ポンプ室及び第3号機海水ポンプ室の止水性確保の考え方に包含される。

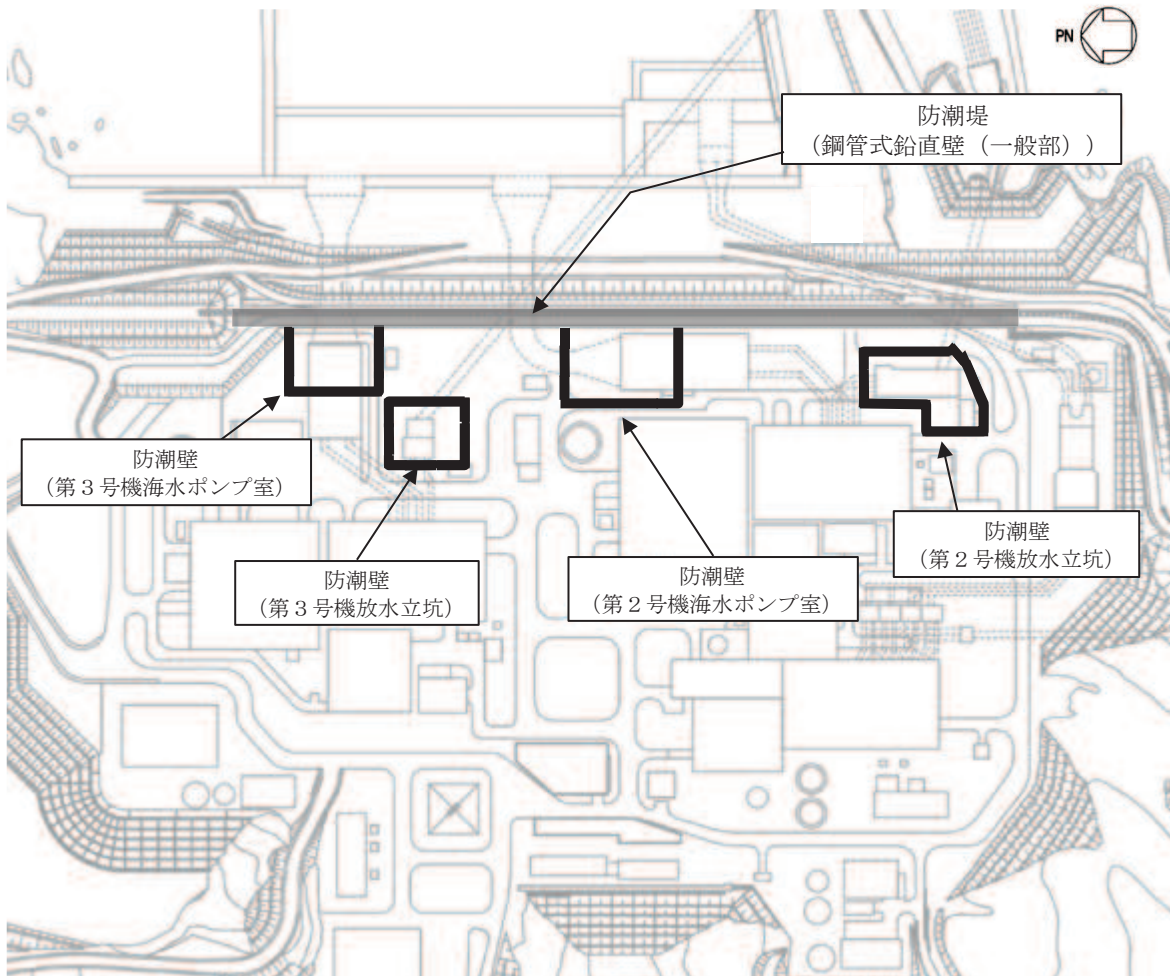


図2-1 対象構造物の配置

3. 止水パターンについて

3.1 各止水パターン位置

各止水パターンの位置を図 3.1-1 及び図 3.1-2 に示す。止水パターンについては、止水性確保に資する構造的特徴を踏まえて網羅的に抽出した。止水性確保に資する構造的特徴を表 3.1-1 に示す。

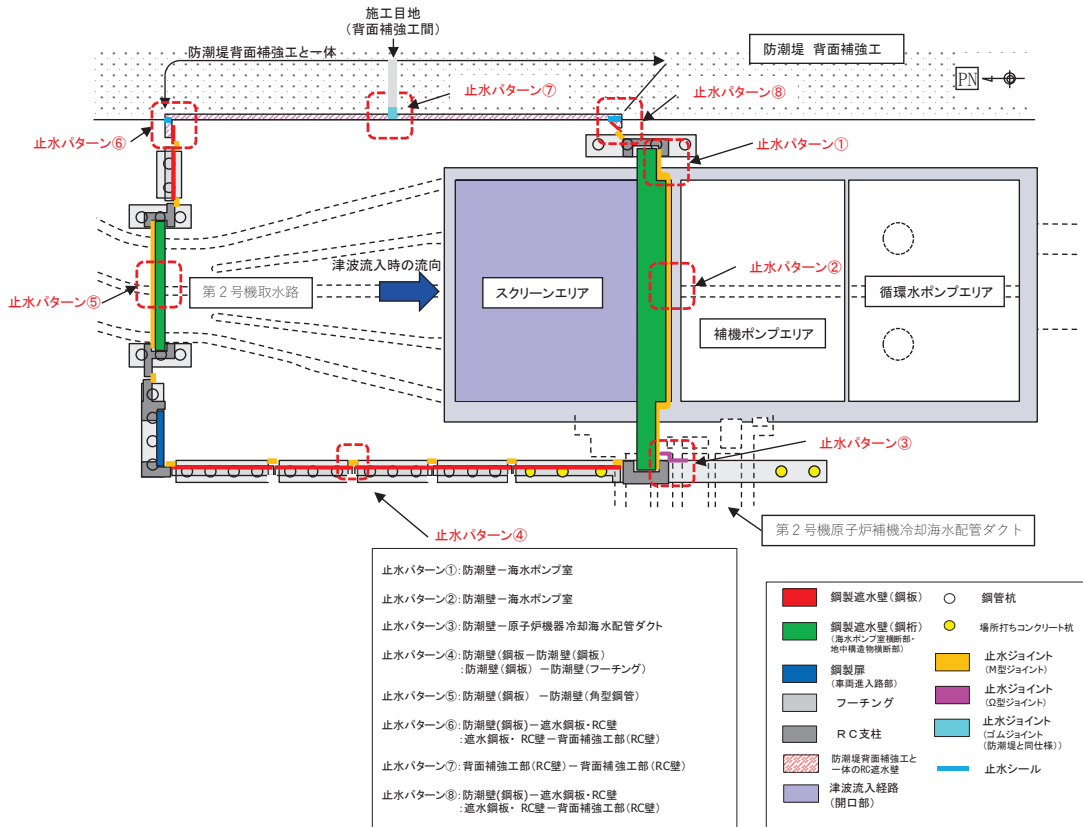


図 3.1-1(1) 各止水パターンの位置(第 2 号機海水ポンプ室)

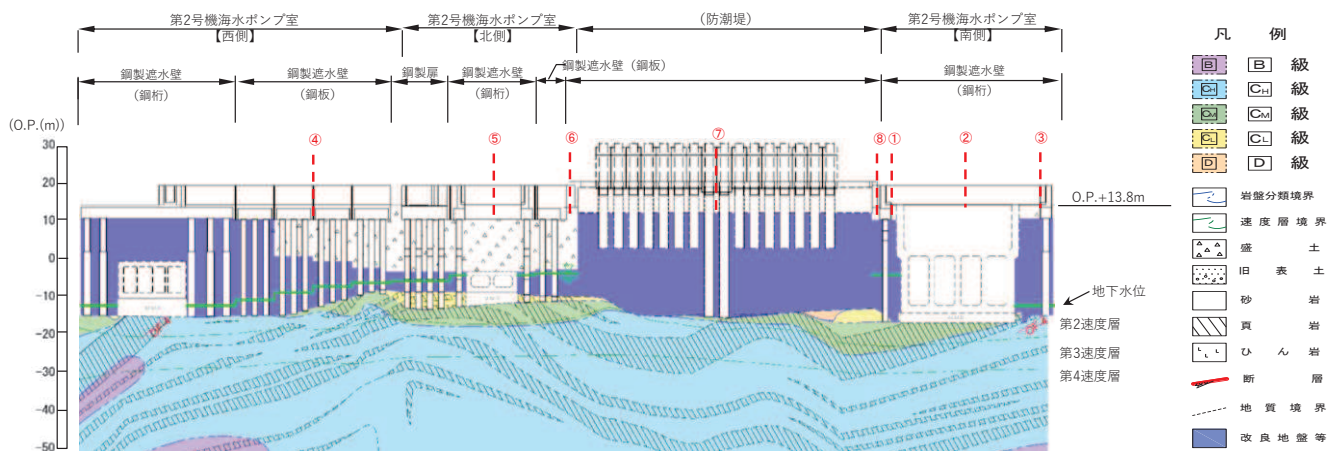


図 3.1-1(2) 各止水パターンの位置(第 2 号機海水ポンプ室)

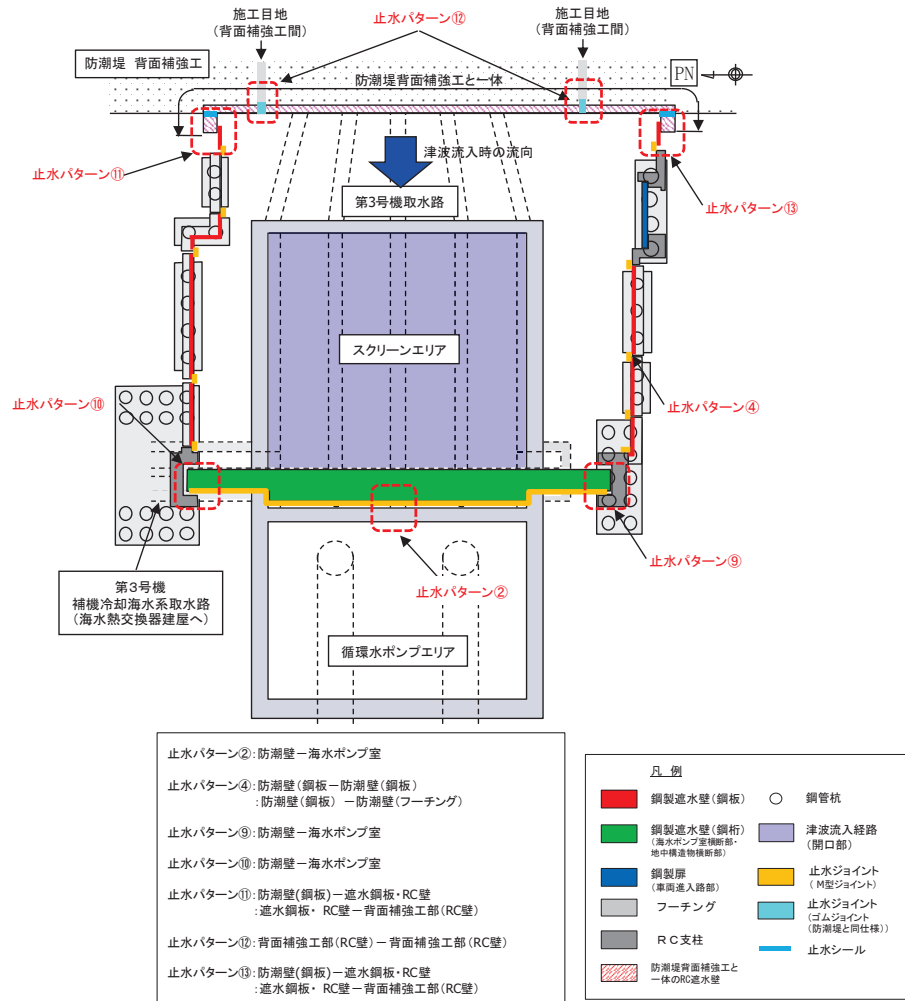


図 3.1-2(1) 各止水パターンの位置(第3号機海水ポンプ室)

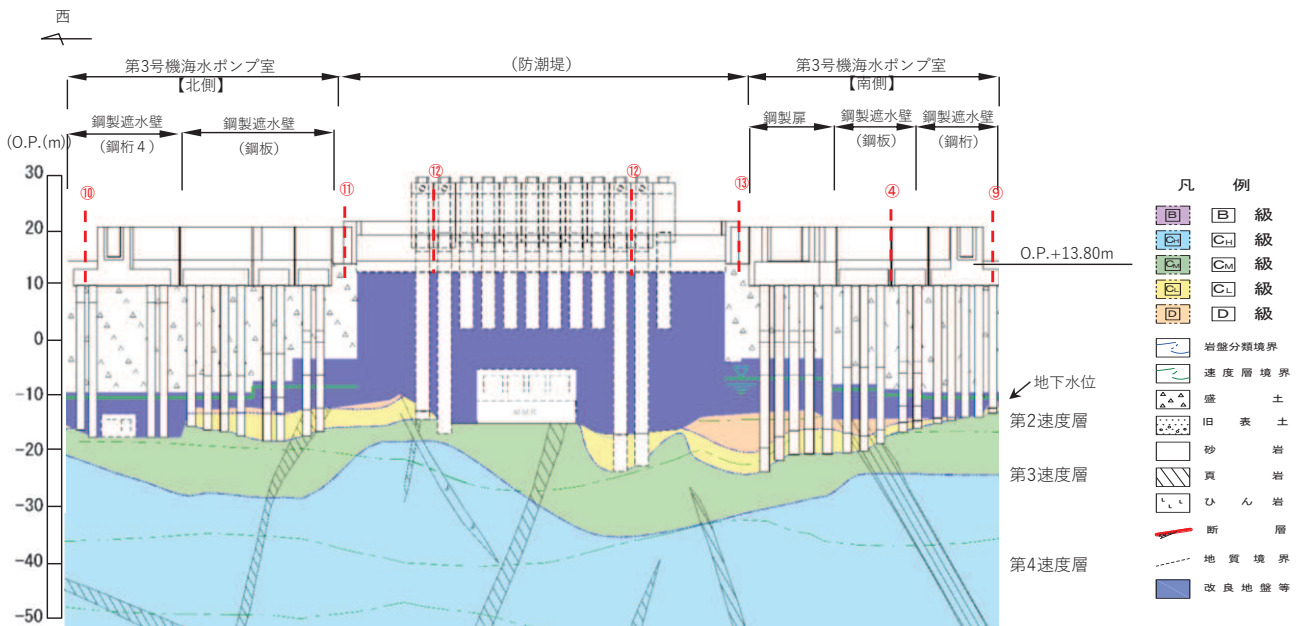


図 3.1-2(2) 各止水パターンの位置(第3号機海水ポンプ室)

表 3.1-1 各止水パターンにおける構造的特徴

止水パターン	天端高さ (m)	接続される構造物	止水部材
①	0. P. +19. 0	防潮壁－海水ポンプ室	止水ジョイント (M型ジョイント) *1
②		防潮壁－海水ポンプ室	止水ジョイント (M型ジョイント) *1
③		防潮壁－原子炉機器冷却海水配管ダクト	止水ジョイント (M型ジョイント及びΩ型ジョイント) *1
④		防潮壁(鋼板)－防潮壁(鋼板) 防潮壁(鋼板)－防潮壁(フォーミング)	止水ジョイント (M型ジョイント及びΩ型ジョイント) *1
⑤		防潮壁(鋼桁)－防潮壁(角型鋼管)	止水ジョイント (M型ジョイント) *1
⑥	0. P. +19. 0 0. P. +20. 0	防潮壁(鋼板)－遮水鋼板・RC壁 遮水鋼板・RC壁－背面補強工部 (RC壁)	止水ジョイント (M型ジョイント) *1 止水シール*1
⑦		背面補強工部 (RC壁)－背面補強工部 (RC壁)	止水ジョイント (ゴムジョイント) *2
⑧		防潮壁(鋼板)－遮水鋼板・RC壁 遮水鋼板・RC壁－背面補強工部 (RC壁)	止水ジョイント (M型ジョイント) *1 止水シール*1
⑨	0. P. +20. 0	防潮壁－海水ポンプ室	止水ジョイント (M型ジョイント) *1
⑩		防潮壁－海水ポンプ室	止水ジョイント (M型ジョイント) *1
⑪	0. P. +20. 0 0. P. +21. 0	防潮壁(鋼板)－遮水鋼板・RC壁 遮水鋼板・RC壁－背面補強工部 (RC壁)	止水ジョイント (M型ジョイント) *1 止水シール*1
⑫	0. P. +20. 0 0. P. +21. 0	背面補強工部 (RC壁)－背面補強工部 (RC壁)	止水ジョイント (ゴムジョイント) *2
⑬	0. P. +20. 0 0. P. +21. 0	防潮壁(鋼板)－遮水鋼板・RC壁 遮水鋼板・RC壁－背面補強工部 (RC壁)	止水ジョイント (M型ジョイント) *1 止水シール*1

注記*1：止水ジョイント(M型ジョイント、Ω型ジョイント、止水シール)の止水試験結果については、「6.3.9 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材及び止水シールについて」に、相対変位の評価結果については、「6.3.10 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。

*2：止水ジョイント(ゴムジョイント)の止水試験結果については、「6.1.5 防潮堤(鋼管式鉛直壁)の止水ジョイント部材について」に、相対変位の評価結果については、「6.1.6 防潮堤(鋼管式鉛直壁)の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。

4 各止水パターンにおける止水性の確保詳細

4.1 止水パターン①

止水パターン①の構造概要を図 4.1-1 に示す。止水パターン①（防潮壁と第 2 号機海水ポンプ室間）については、構造物に鋼製ブラケットを介してM型ジョイントをフーチング下端位置まで構築することにより止水性を確保する。なお、止水ジョイント(M型ジョイント)の止水試験結果については、「6.3.9 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材及び止水シールについて」に、相対変位の評価結果については、「6.3.10 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。また、M型ジョイント前後については盛土にて埋戻しを行うことから、「6.3 防潮壁に関する補足説明 参考資料 4 地中部からの津波の回り込み(ボイリング)対策について」のとおりボイリングによる津波の回り込みは生じない。

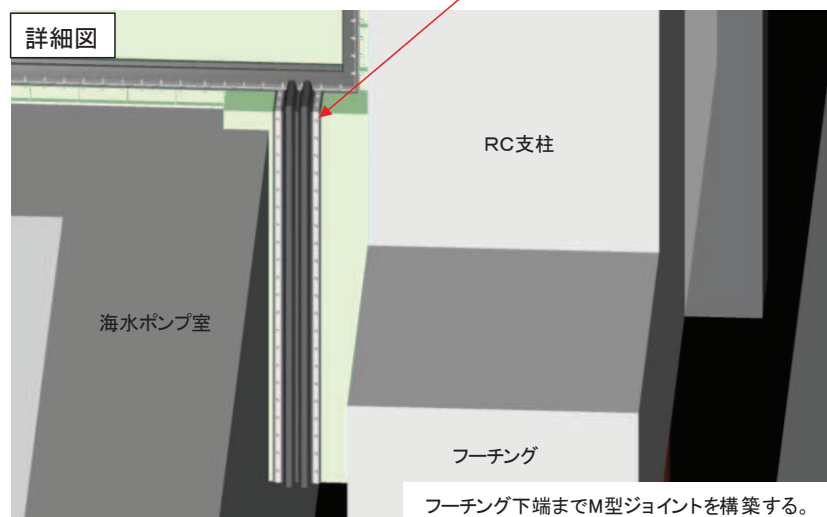
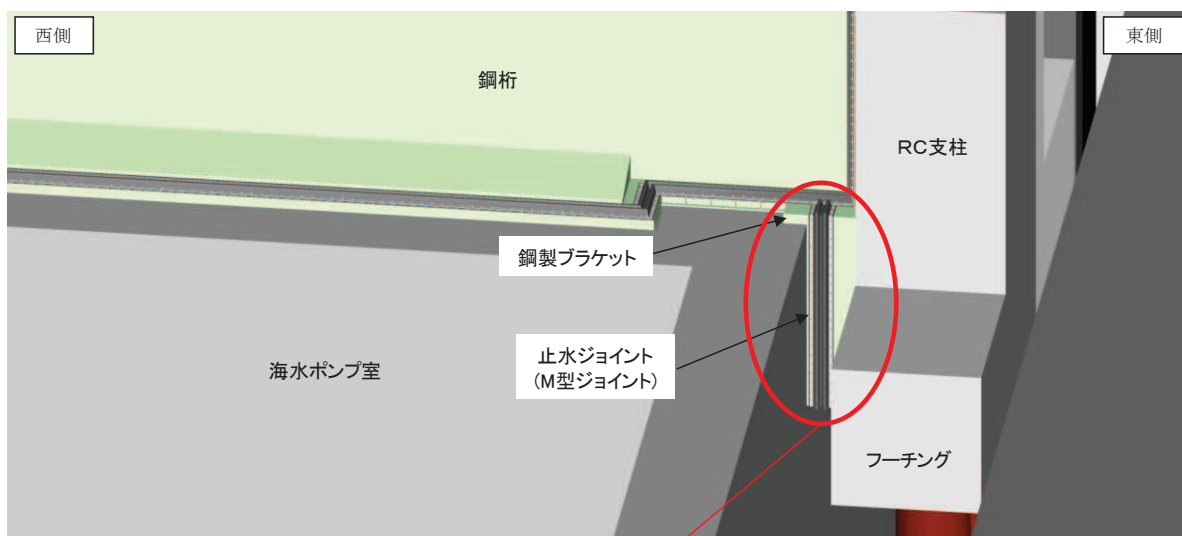


図 4.1-1(1) 止水パターン①の構造概要(概要図)

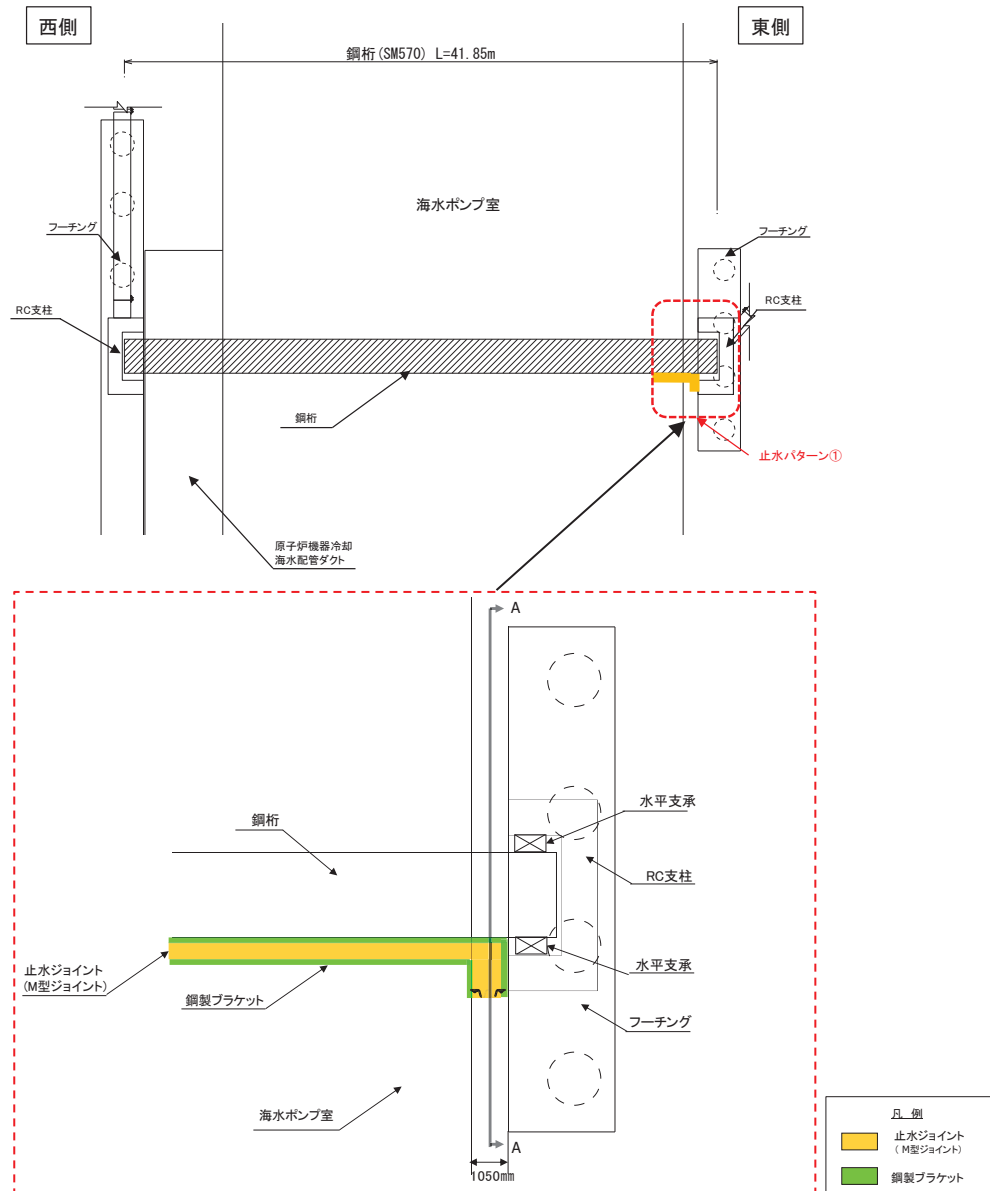


図 4.1-1(2) 止水パターン①の構造概要(平面図)

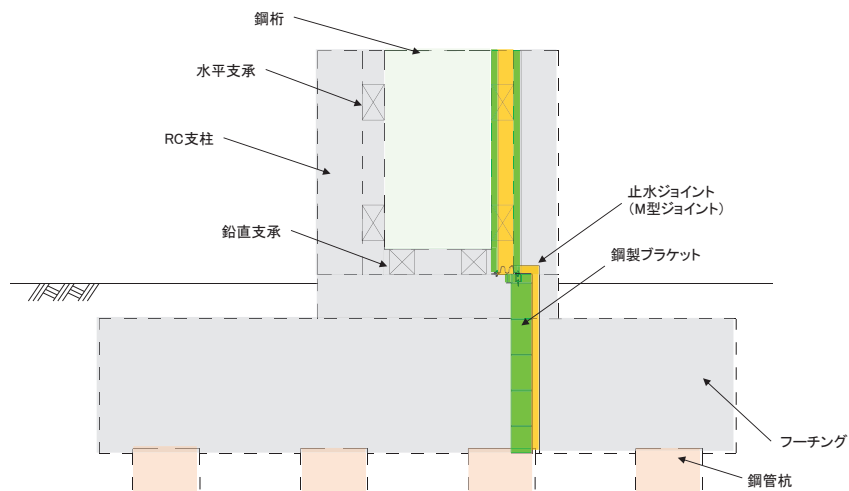


図 4.1-1(3) 止水パターン①の構造概要(断面図(A-A))

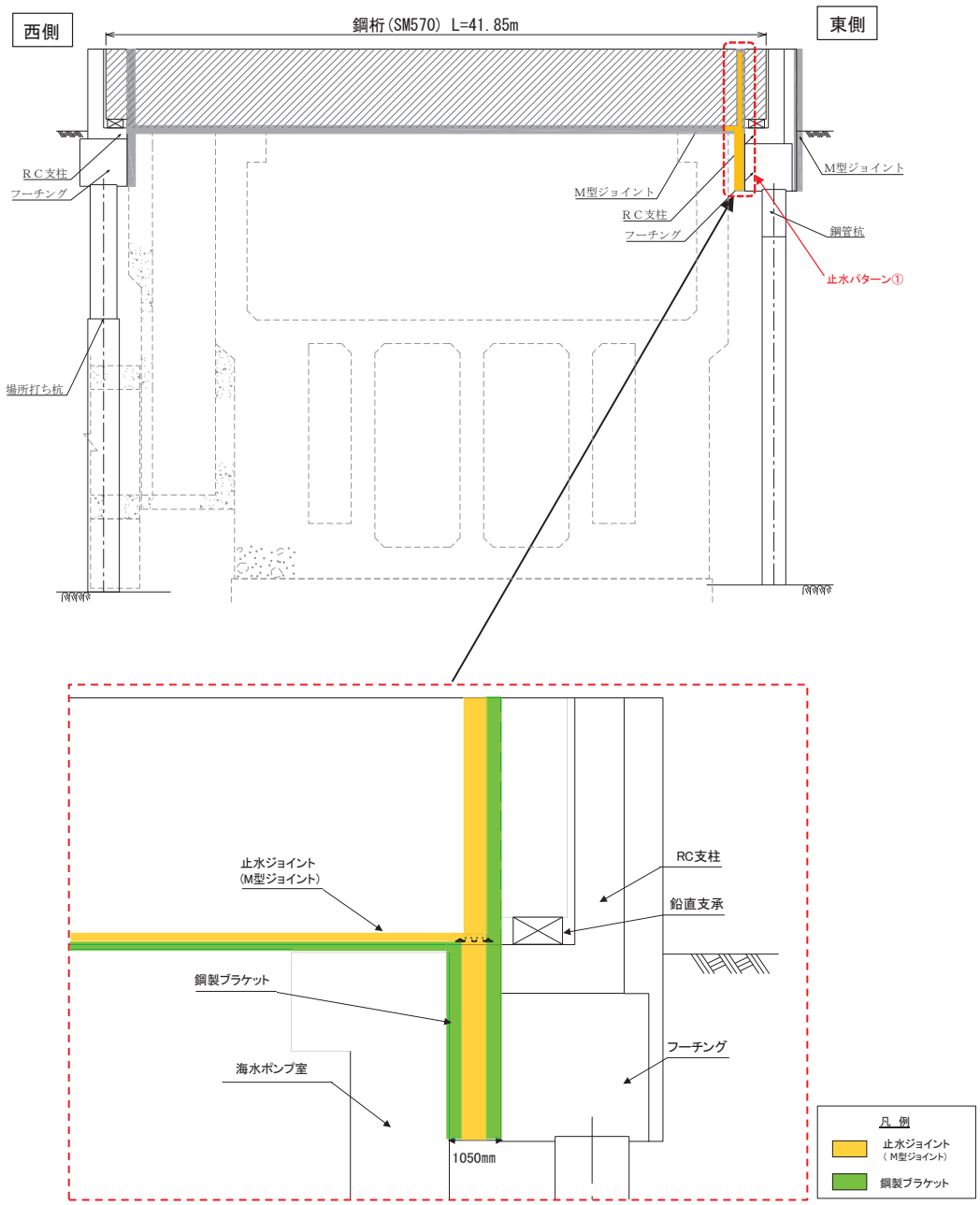


図 4.1-1(4) 止水パターン①の構造概要(正面図)

4.2 止水パターン②

止水パターン②の構造概要を図4.2-1に示す。止水パターン②（防潮壁と第2号機海水ポンプ室間）については、第2号機海水ポンプ室と鋼桁に鋼製ブラケットを介してM型ジョイントを構築することにより止水性を確保する。なお、止水ジョイント(M型ジョイント)の止水試験結果については、「6.3.9 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材及び止水シールについて」に、相対変位の評価結果については、「6.3.10 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。また、ブラケットの評価結果については、「6.3.2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼桁）の耐震性についての計算書に関する補足説明」及び「6.3.5 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼桁）の強度計算書に関する補足説明」に示す。

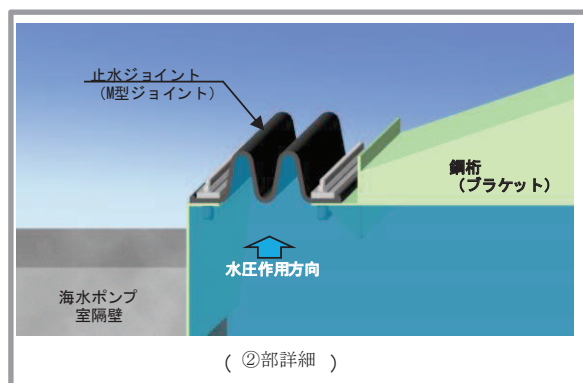
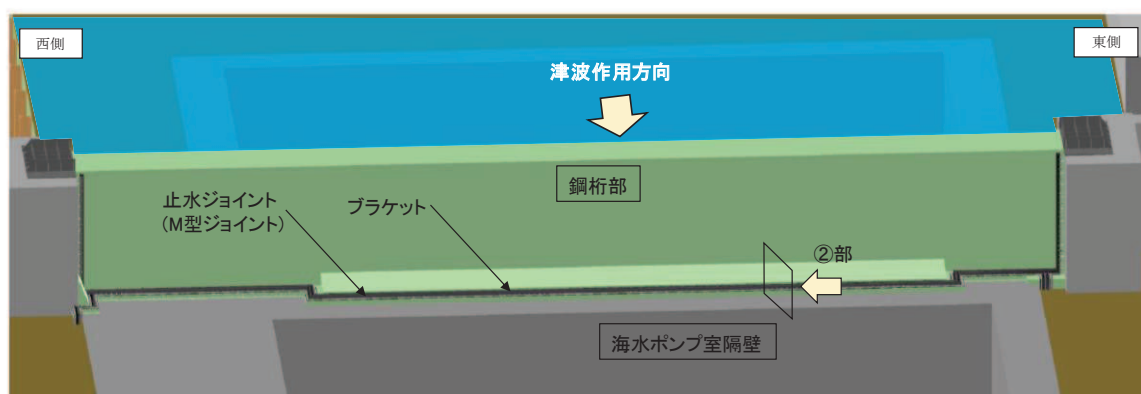


図4.2-1 止水パターン②の構造概要

4.3 止水パターン③

止水パターン③の構造概要を図4.3-1に示す。止水パターン③（防潮壁のRC支柱・フーチングと原子炉機器冷却海水配管ダクト間）については、RC支柱に鋼製ブラケットを介してM型ジョイント及びΩ型ジョイントをフーチング下端位置まで構築することにより止水性を確保する。なお、止水ジョイント(M型ジョイント)の止水試験結果については、「6.3.9 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材及び止水シールについて」に、相対変位の評価結果については、「6.3.10 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。また、M型ジョイントとΩ型ジョイントの接合部については、「6.3.9 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材及び止水シールについて」にて示すとおり、工場で一体成型して設置することにより、交差箇所の止水性を確保する。なお、構造物間については、約10cm程度のクリアランスがあることから、適切に密度管理した埋戻し材にて埋め戻すこととする。埋戻し材を適切に密度管理することにより、「6.3 防潮壁に関する補足説明 参考資料4 地中部からの津波の回り込み（ボイリング）対策について」のとおりボイリングによる津波の回り込みは生じない。

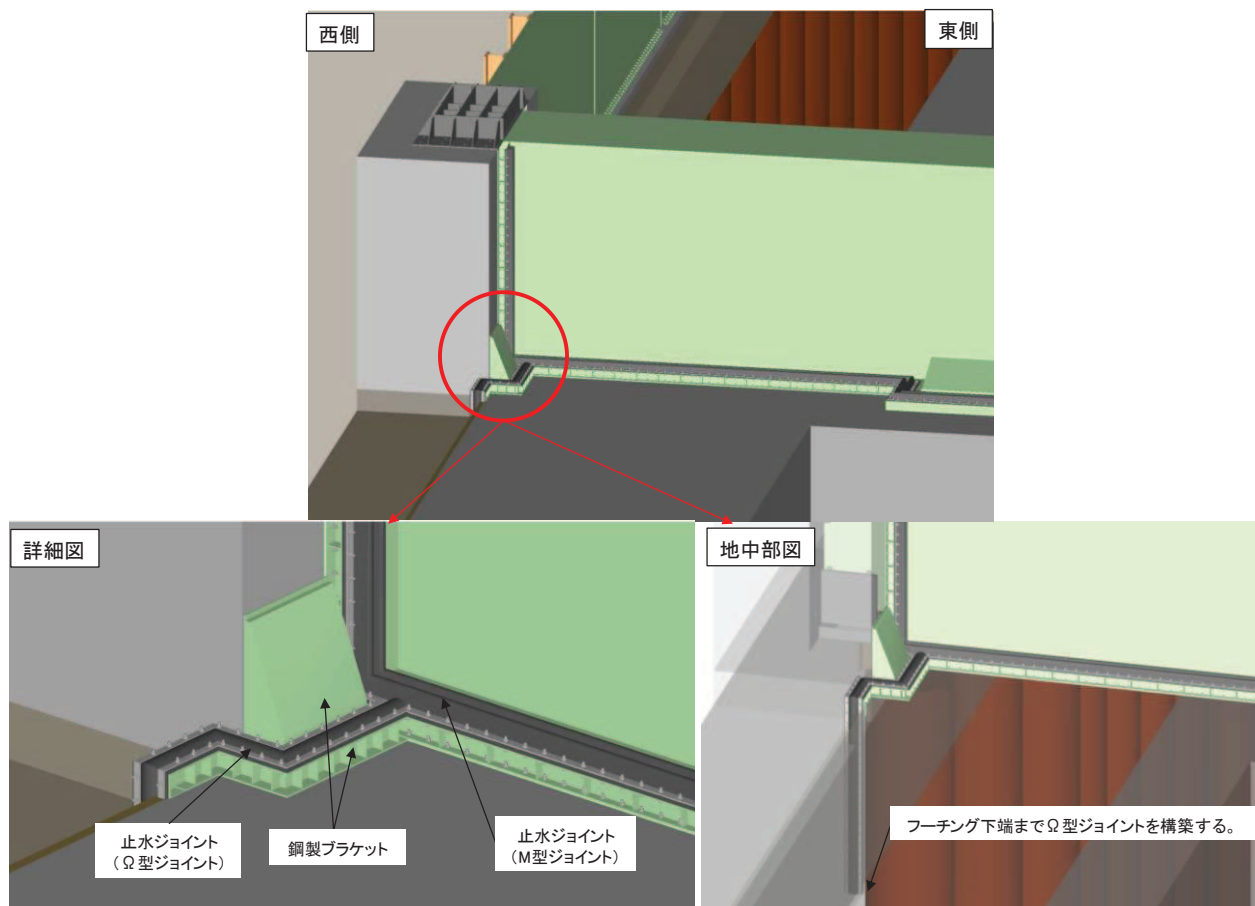


図4.3-1(1) 止水パターン③の構造概要（概要図）

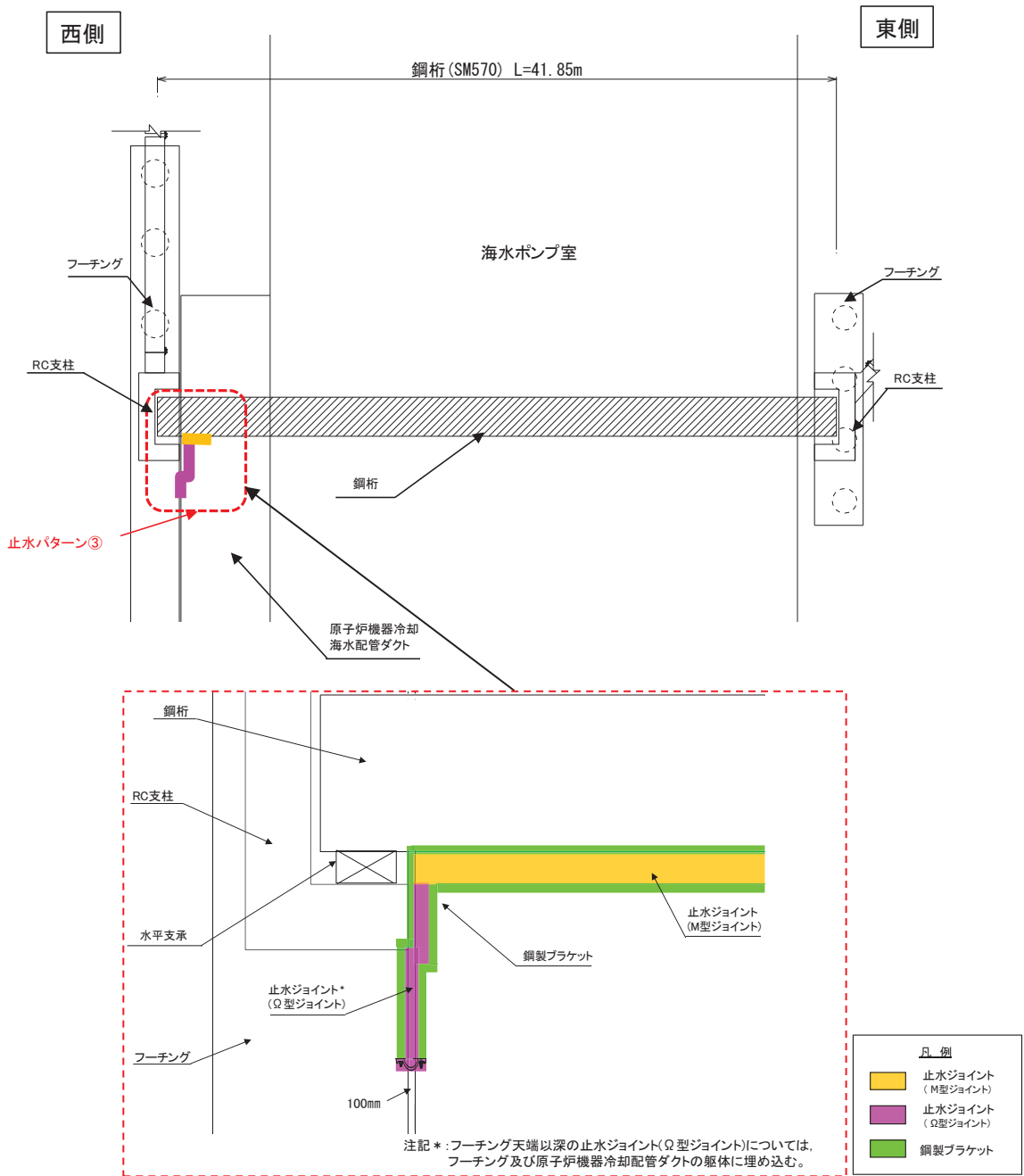


図 4.3-1(2) 止水パターン③の構造概要(平面図)

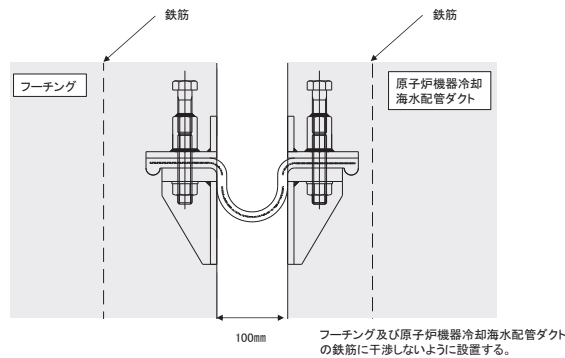


図 4.3-1(3) 止水パターン③の止水ジョイント構造概要(O型ジョイント施工イメージ)

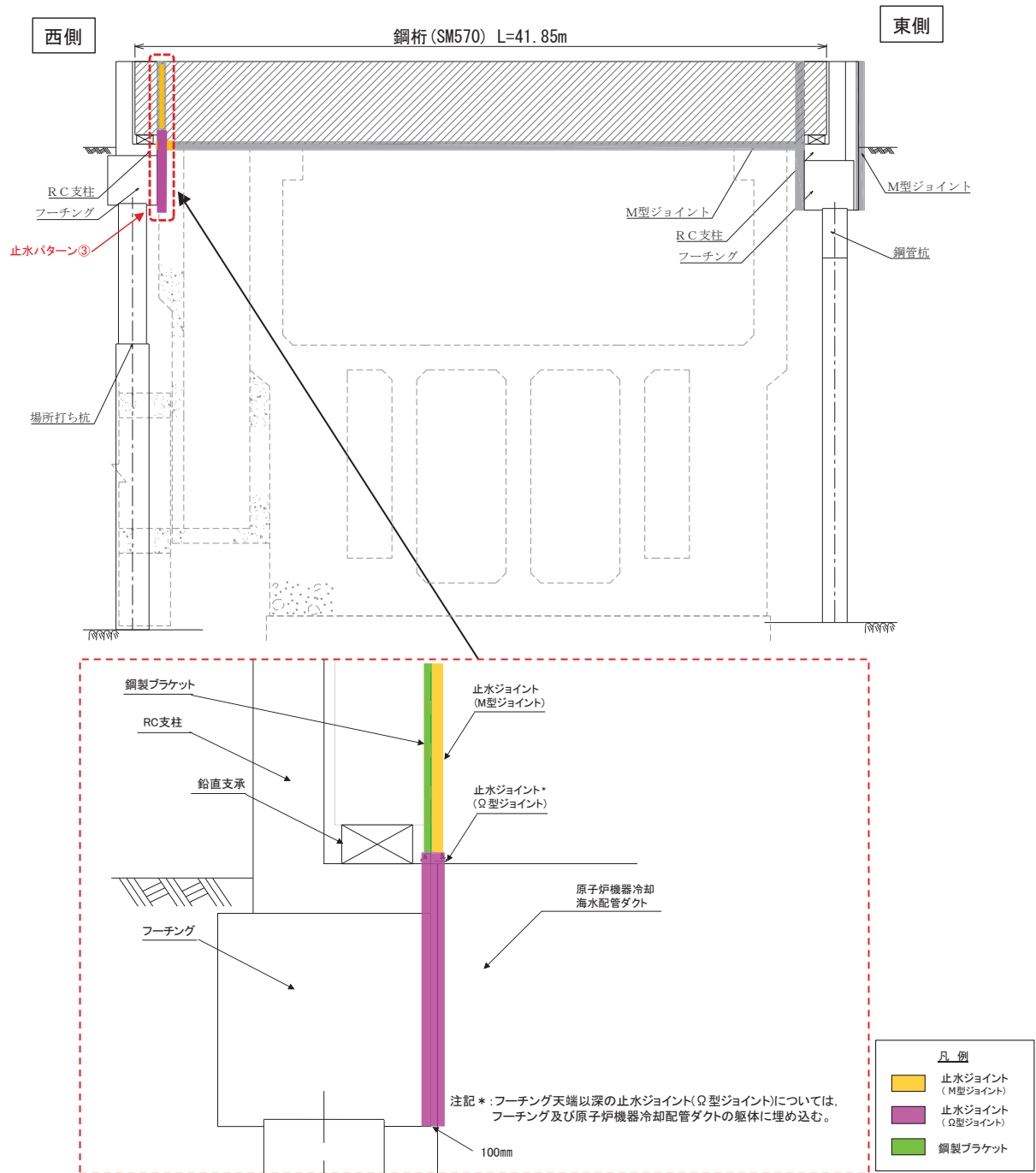
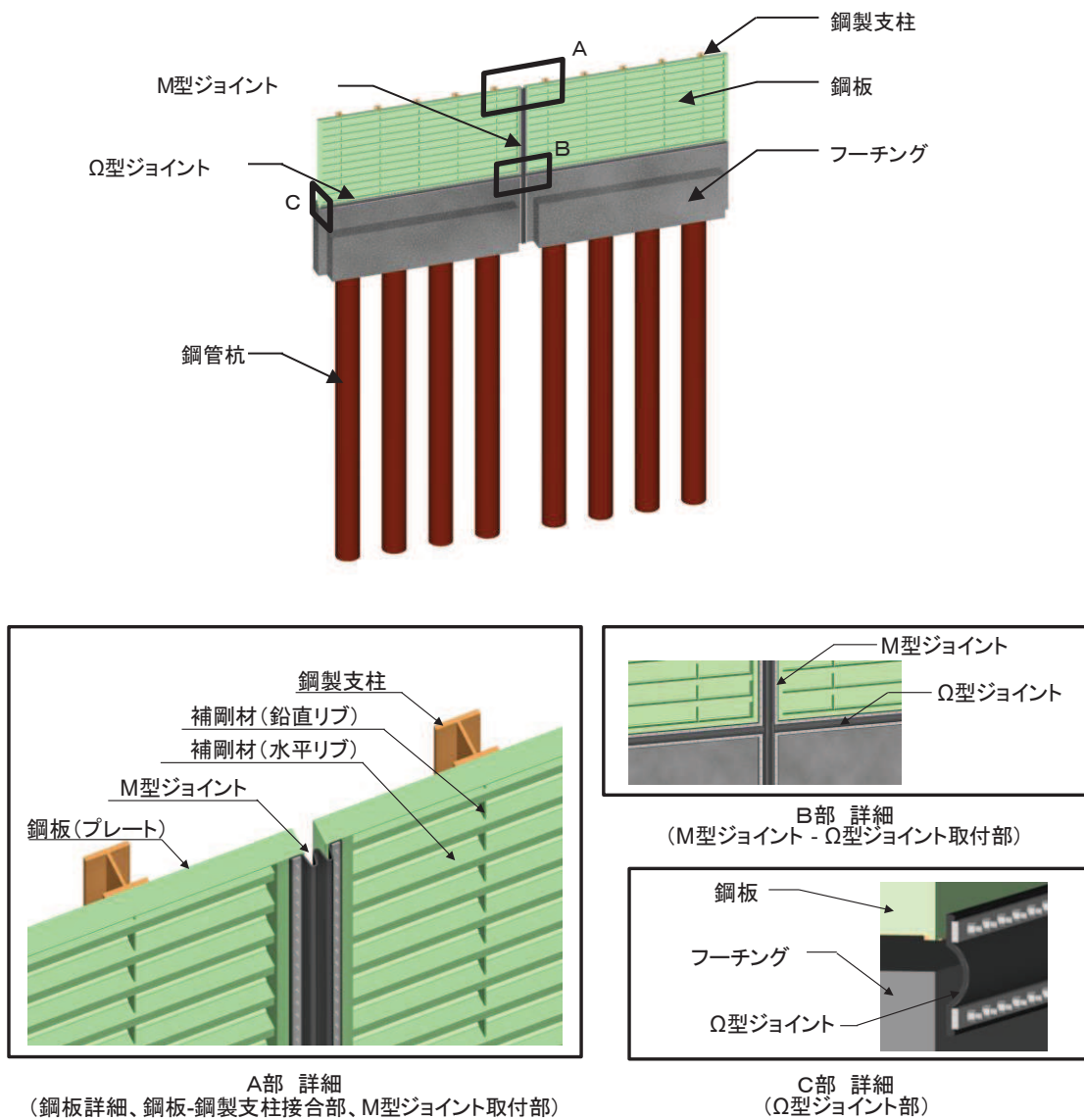


図 4.3-1(4) 止水パターン③の構造概要(正面図)

4.4 止水パターン④

止水パターン④の構造概要を図4.4-1に示す。止水パターン④（防潮壁（鋼板）と防潮壁（鋼板）間）については、鋼板及びフーチング張り出し部同士をM型ジョイントで接続することにより止水性を確保し、また、鋼板とフーチング間については、Ω型ジョイントで接続することにより止水性を確保する。なお、止水ジョイント(M型ジョイント、Ω型ジョイント)の止水試験結果については、「6.3.9 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材及び止水シールについて」に、相対変位の評価結果については、「6.3.10 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。また、M型ジョイントとΩ型ジョイントの接合部については、「6.3.9 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材及び止水シールについて」にて示すとおり、工場で一体成型して設置することにより、交差箇所の止水性を確保する。



A部 詳細
(鋼板詳細、鋼板-鋼製支柱接合部、M型ジョイント取付部)

B部 詳細
(M型ジョイント-Ω型ジョイント取付部)

C部 詳細
(Ω型ジョイント部)

(全体)

図4.4-1 止水パターン④の構造概要

4.5 止水パターン⑤

止水パターン⑤の構造概要を図4.5-1に示す。止水パターン⑤（防潮壁の鋼桁の角型鋼管間）については、鋼桁と角型鋼管間にM型ジョイントを構築することにより止水性を確保する。なお、止水ジョイント(M型ジョイント)の止水試験結果については、「6.3.9 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材及び止水シールについて」に、相対変位の評価結果については、「6.3.10 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。また、鋼桁下部に設置される鋼矢板の評価結果については、「6.3.11 鋼矢板の耐震及び強度に関する補足説明」に示す。

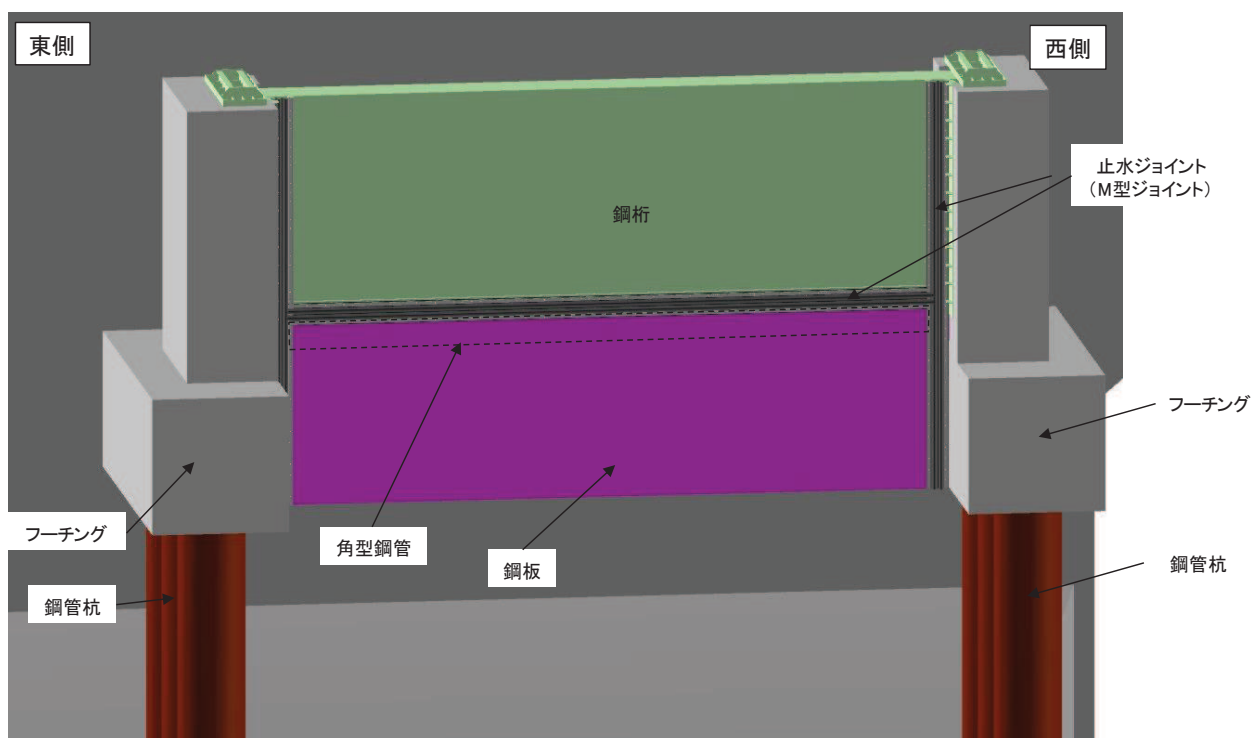
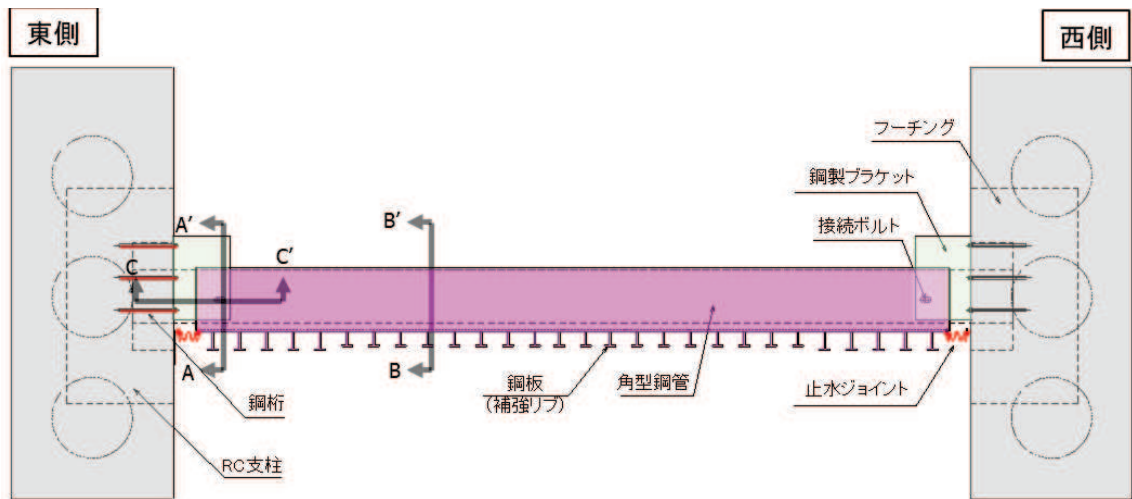


図4.5-1(1) 止水パターン⑤の構造概要(概要図)



(平面図)

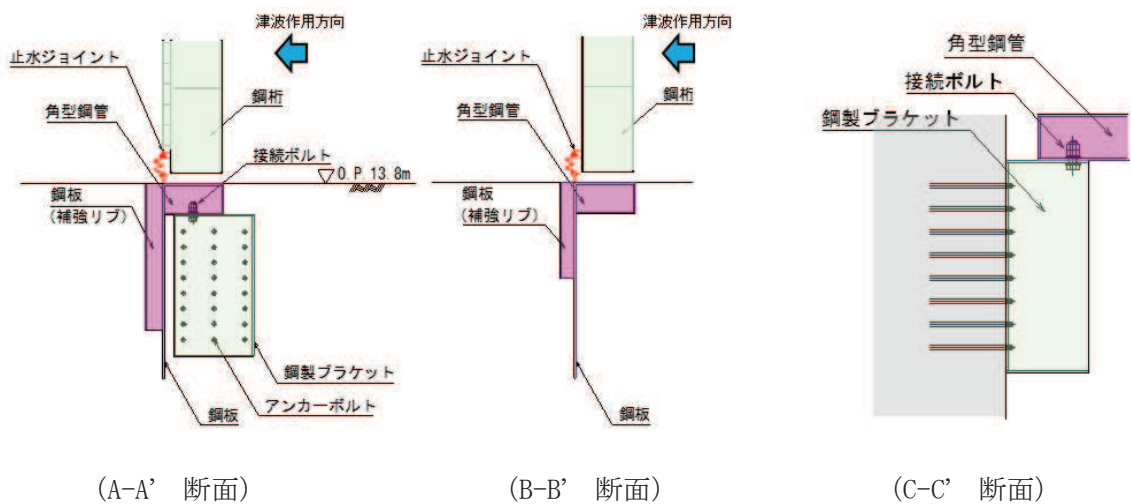


図 4.5-1 止水パターン⑤の構造概要 (平面図, 断面図)

4.6 止水パターン⑥, ⑦, ⑧

止水パターン⑥, ⑦, ⑧の構造概要を図4.6-1に示す。止水パターン⑥, ⑦, ⑧については、防潮堤背面補強工から張り出した鉄筋コンクリート壁（以下、RC壁という。）に遮水鋼板を取り付け、防潮壁との間に止水ジョイント（M型ジョイント）を取り付けることで、止水性を確保する。また、RC壁と防潮堤背面補強工を接続するため、防潮堤背面補強工と一体の鉄筋コンクリート壁（以下、背面補強工部（RC壁）という。）を設置し、止水性を確保する。また、RC壁と背面補強工部（RC壁）の構造目地間には、止水ジョイント（止水シール）を設置することで止水性を確保する。なお、止水ジョイント（M型ジョイント）の止水試験結果については、「6.3.9 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材及び止水シールについて」に、相対変位の評価結果については、「6.3.10 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。また、止水ジョイント（ゴムジョイント）の止水試験結果については、「6.1.5 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント部材について」に、相対変位の評価結果については、「6.1.6 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。また、RC壁及び遮水鋼板の評価結果については、「6.3.12 防潮堤取り合い部の耐震・強度に関する補足説明」に、背面補強工部（RC壁）の評価結果については「6.3.15 防潮堤背面補強工部の耐震・強度に関する補足説明」に示す。

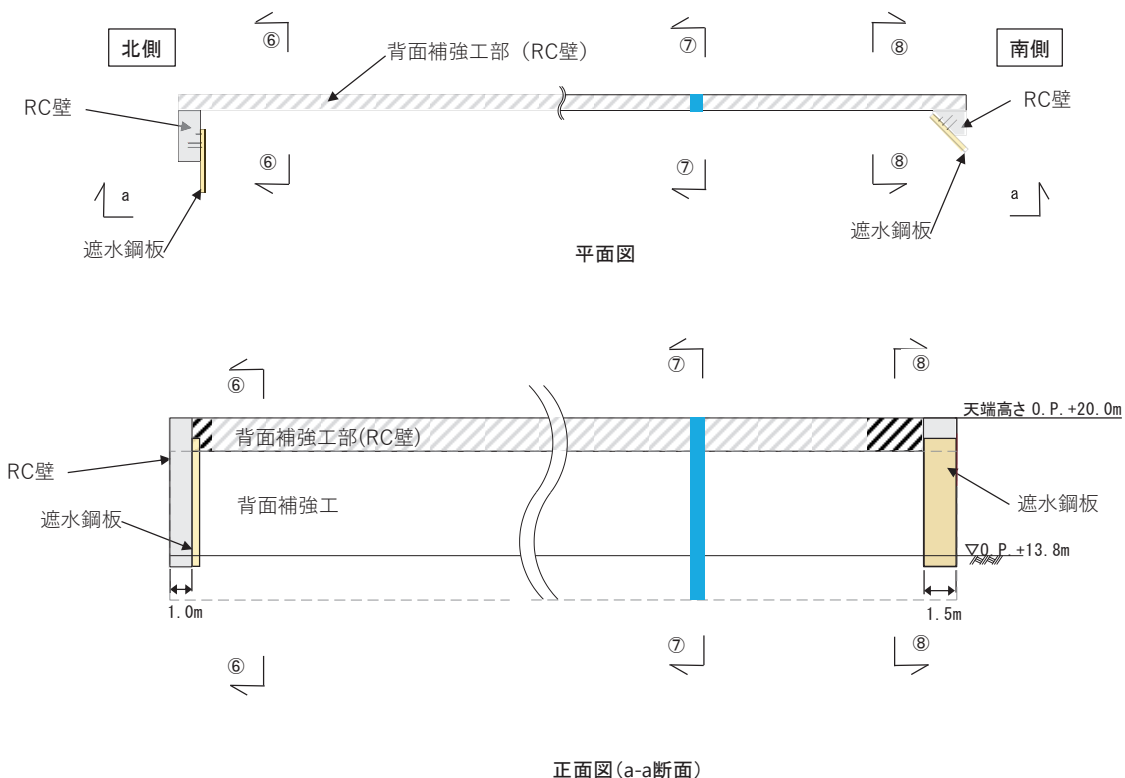


図4.6-1(1) 止水パターン⑥, ⑦, ⑧の構造概要(平面図, 正面図)

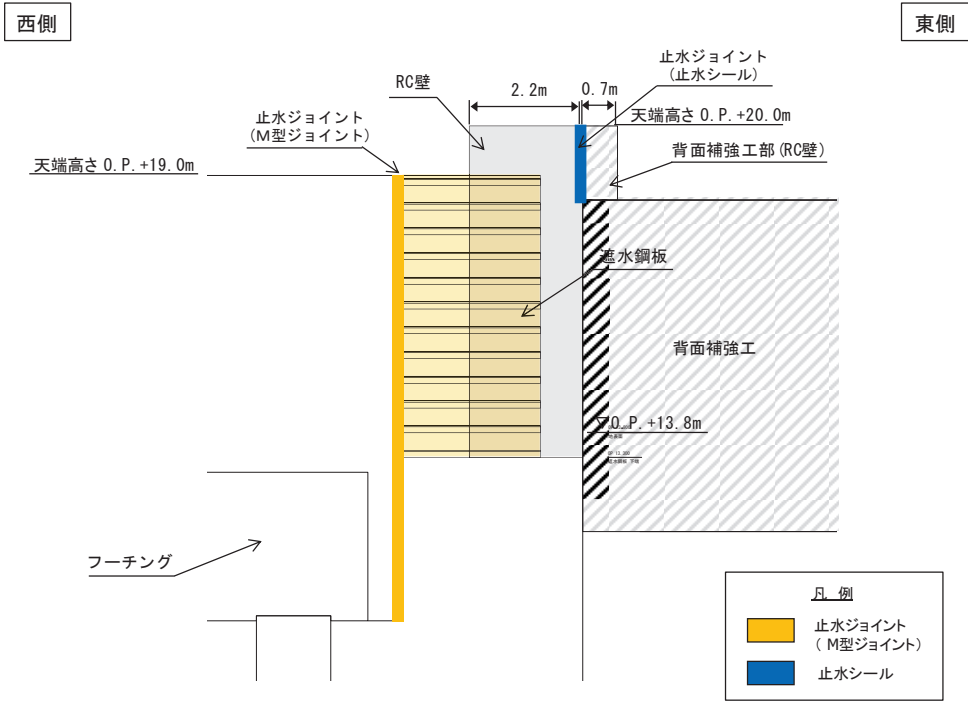


図 4.6-1(2) 止水パターン⑥の構造概要(⑥-⑥断面図)

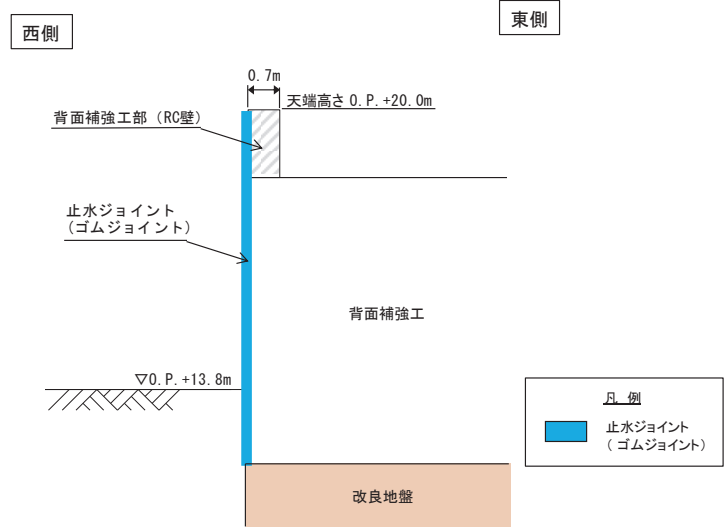


図 4.6-1(3) 止水パターン⑦の構造概要(⑦-⑦断面図)

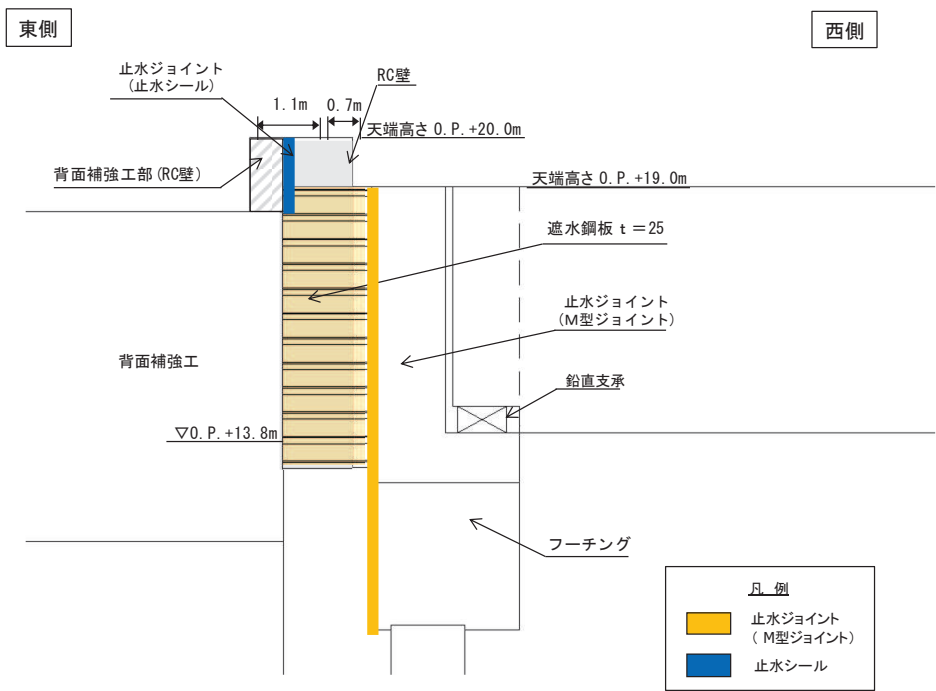


図 4.6-1(4) 止水パターン⑧の構造概要(⑧-⑧断面図)

4.7 止水パターン⑨, ⑩

止水パターン⑨, ⑩の構造概要を図4.7-1に示す。防潮壁と第3号機海水ポンプ室間については、構造物に鋼製ブラケットを介してM型ジョイントをフーチング下端位置まで構築することにより止水性を確保する。なお、止水ジョイント(M型ジョイント)の止水試験結果については、「6.3.9 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材及び止水シールについて」に、相対変位の評価結果については、「6.3.10 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。また、防潮壁と第3号機海水ポンプ室間の下部に設置される鋼矢板の評価結果については、「6.3.11 鋼矢板の耐震及び強度に関する補足説明」に示す。

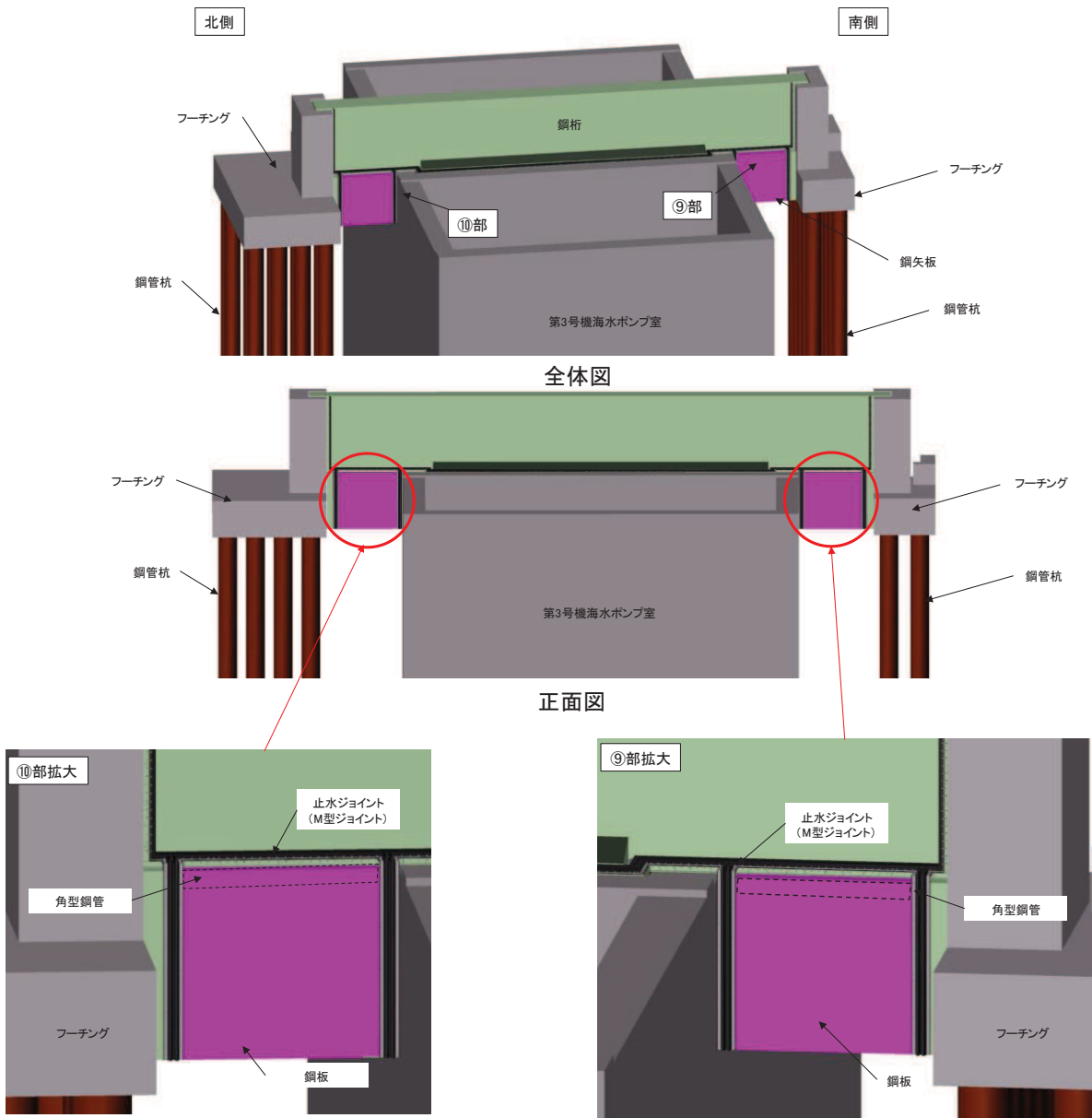


図4.7-1(1) 止水パターン⑨, ⑩の構造概要(概要図)

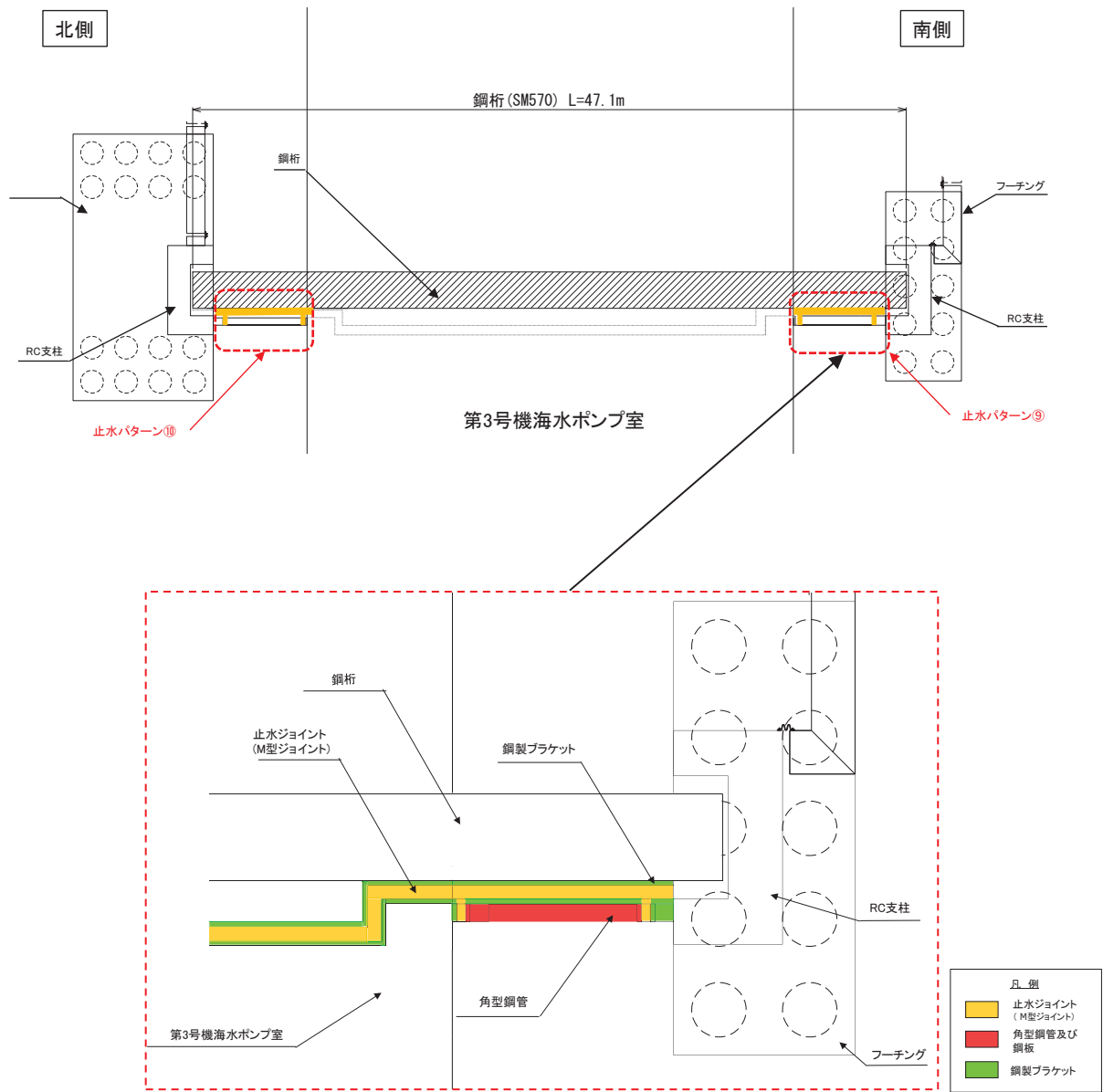


図 4.7-1(2) 止水パターン⑨, ⑩の構造概要(平面図)

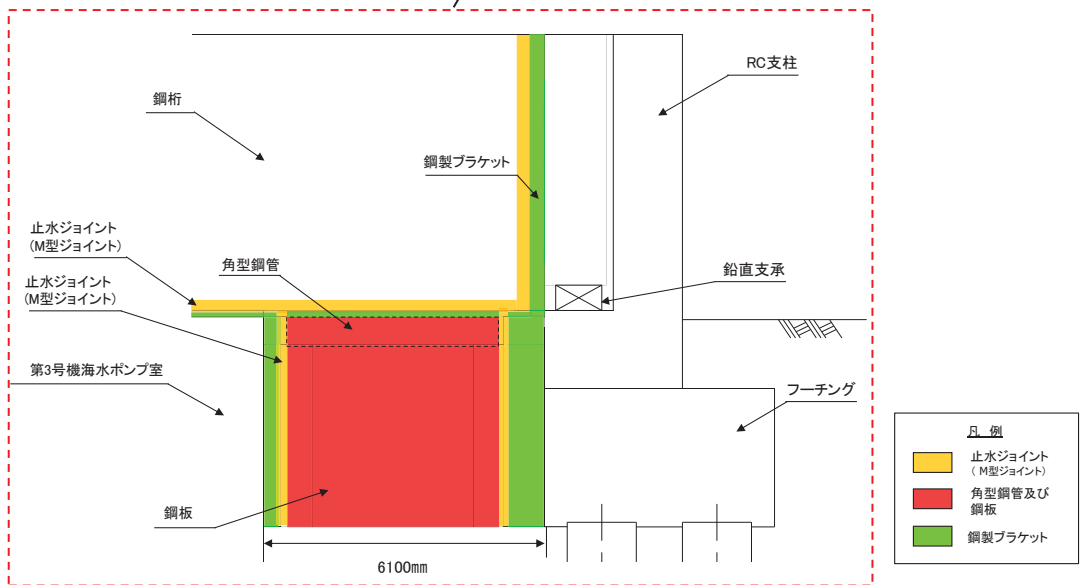
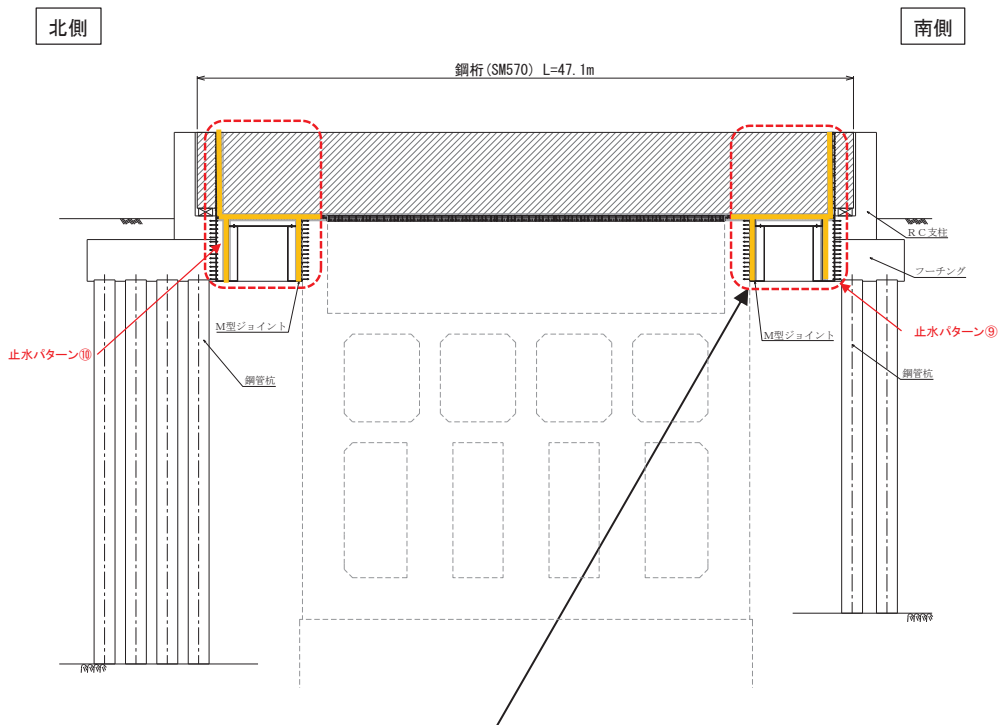
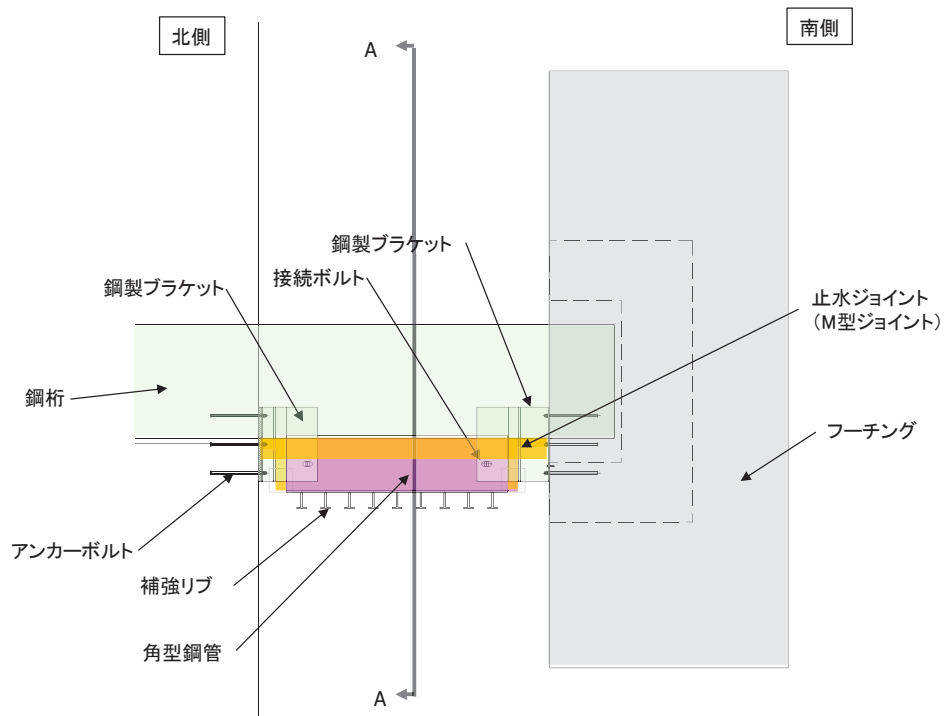
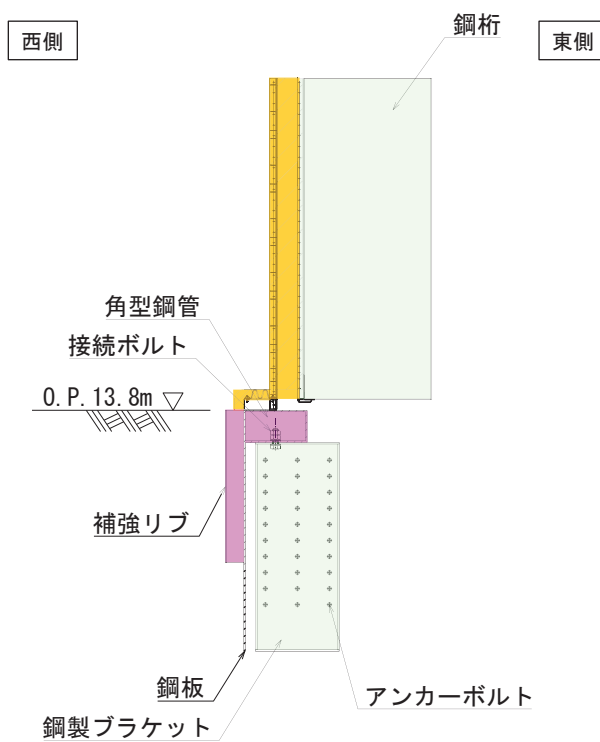


図 4.7-1(3) 止水パターン⑨, ⑩の構造概要(正面図)

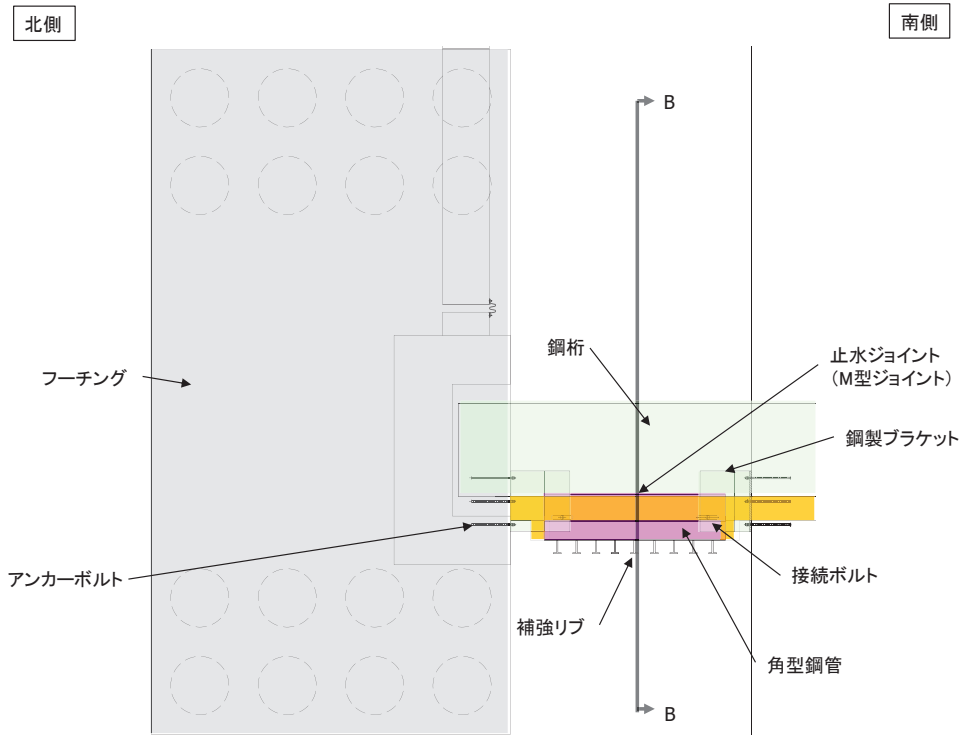


(平面図) (止水パターン⑨)

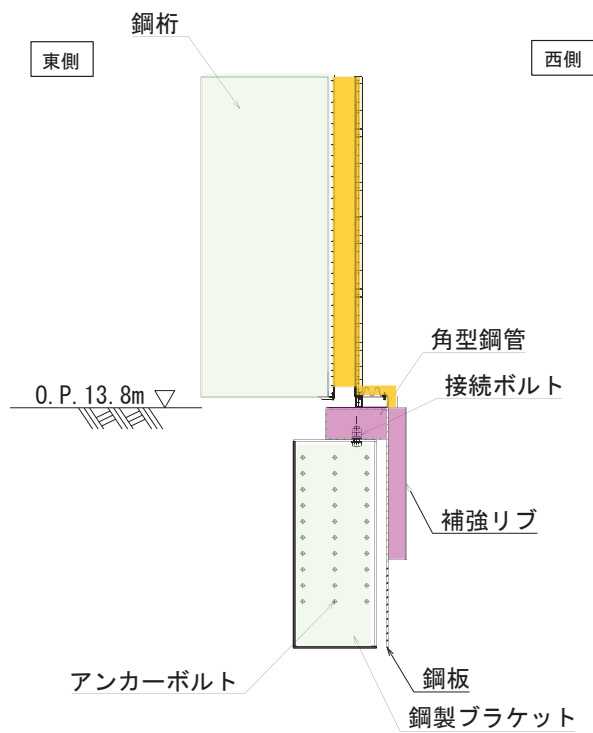


(断面図(A-A)) (止水パターン⑨)

図 4.7-1 (4) 止水パターン⑨の構造概要(詳細図)



(平面図) (止水パターン⑩)



(断面図(B-B)) (止水パターン⑩)

図 4.7-1 (5) 止水パターン⑩の構造概要(詳細図)

4.8 止水パターン⑪, ⑫, ⑬

止水パターン⑪, ⑫, ⑬の構造概要を図4.8-1に示す。止水パターン⑩, ⑪, ⑫については、防潮堤背面補強工から張り出した鉄筋コンクリート壁（以下、RC壁という。）に遮水鋼板を取り付け、防潮壁との間に止水ジョイント（M型ジョイント）を取り付けることで、止水性を確保する。また、RC壁と防潮堤背面補強工を接続するため、防潮堤背面補強工と一体の鉄筋コンクリート壁（以下、背面補強工部（RC壁）という。）を設置し、止水性を確保する。また、RC壁と背面補強工部（RC壁）の構造目地間には、止水ジョイント（止水シール）を設置することで止水性を確保する。なお、止水ジョイント（M型ジョイント）の止水試験結果については、「6.3.9 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材及び止水シールについて」に、相対変位の評価結果については、「6.3.10 杭基礎構造防潮壁の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。また、止水ジョイント（ゴムジョイント）の止水試験結果については、「6.1.5 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント部材について」に、相対変位の評価結果については、「6.1.6 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の止水ジョイント部材の相対変位量に関する補足説明」に示す。また、RC壁及び遮水鋼板の評価結果については、「6.3.12 防潮堤取り合い部の耐震・強度に関する補足説明」に、背面補強工部（RC壁）の評価結果については「6.3.15 防潮堤背面補強工部の耐震・強度に関する補足説明」に示す。

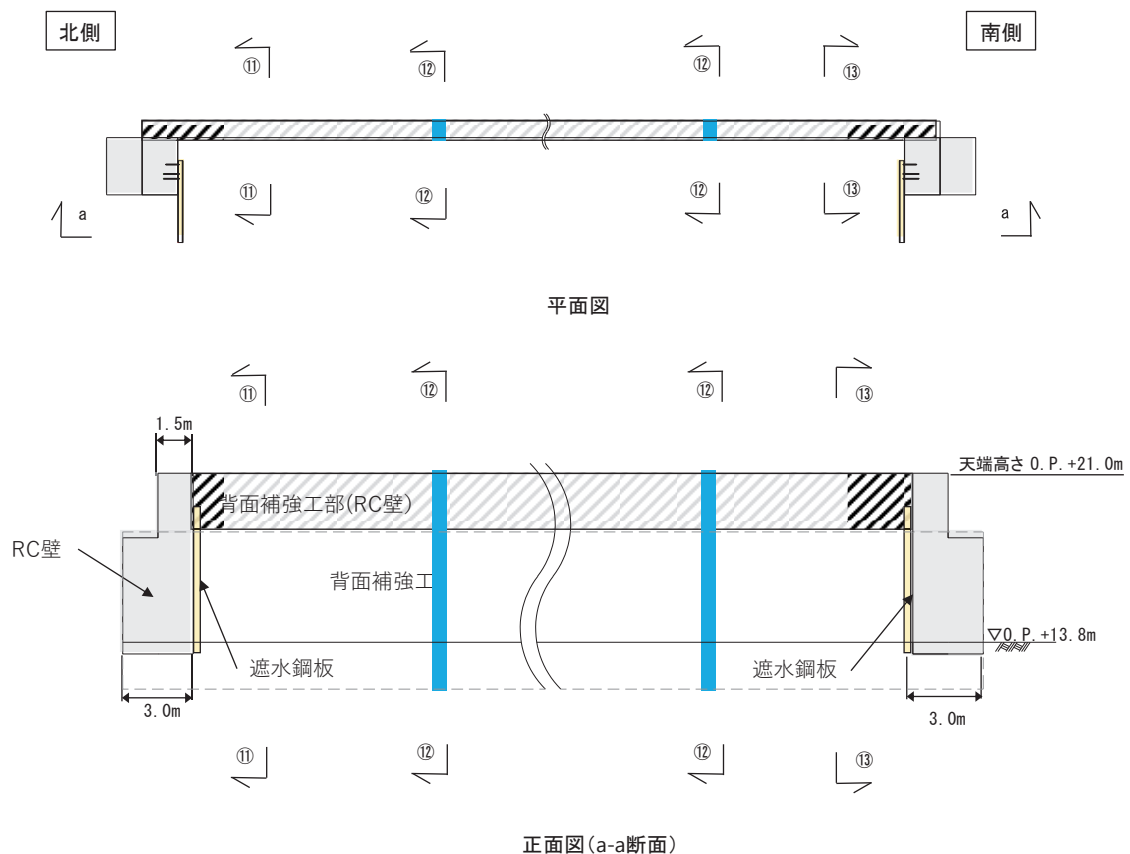


図4.8-1(1) 止水パターン⑪, ⑫, ⑬の構造概要(平面図, 正面図)

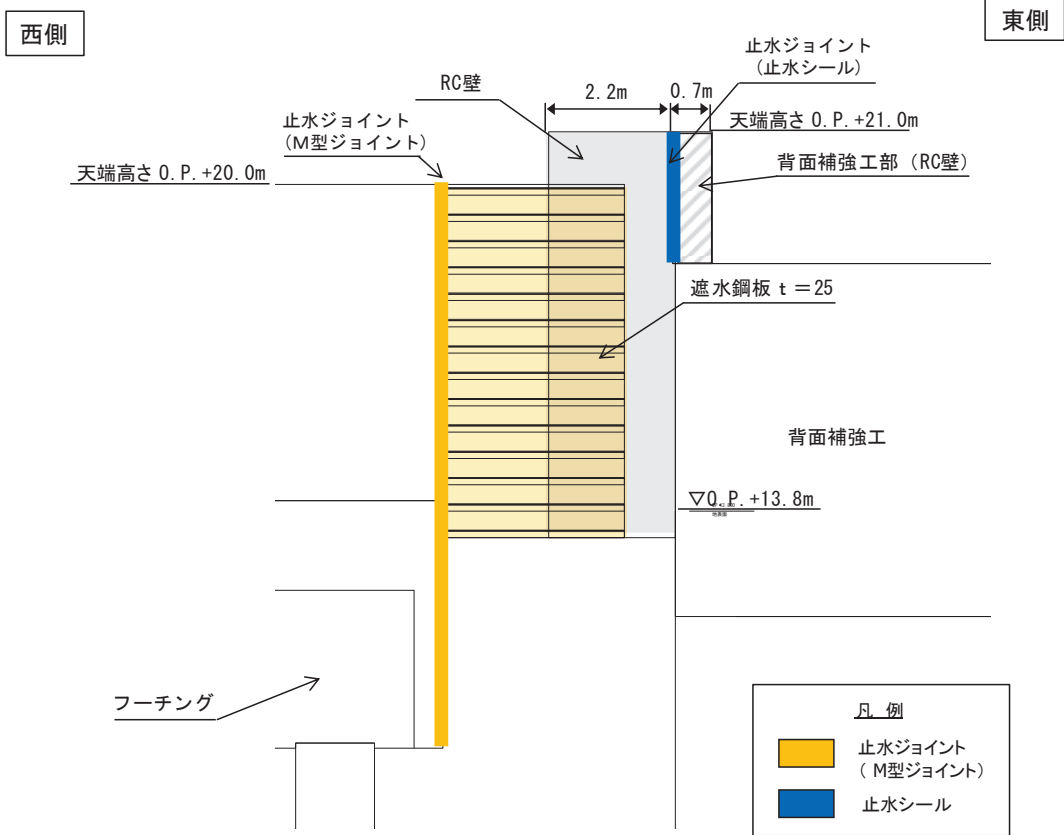


図 4.8-1 (2) 止水パターン⑪の構造概要 (⑪-⑪断面図)

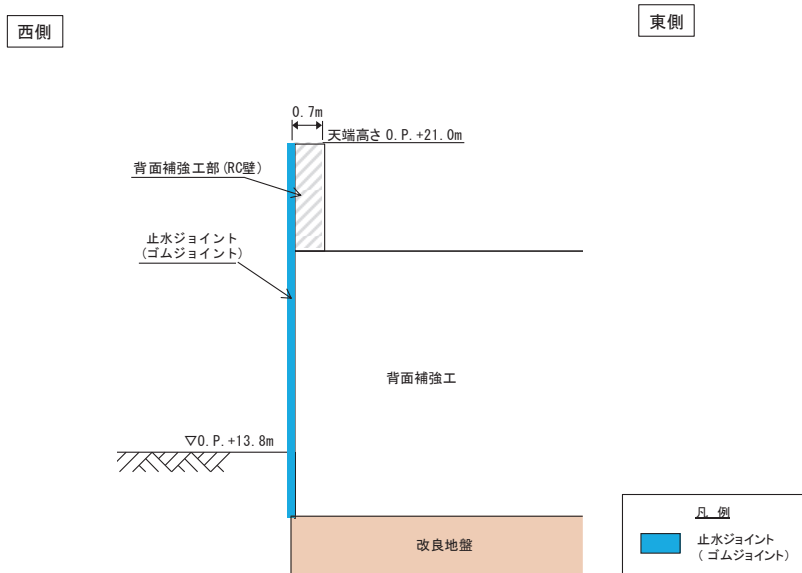


図 4.8-1 (3) 止水パターン⑫の構造概要 (⑫-⑫断面図)

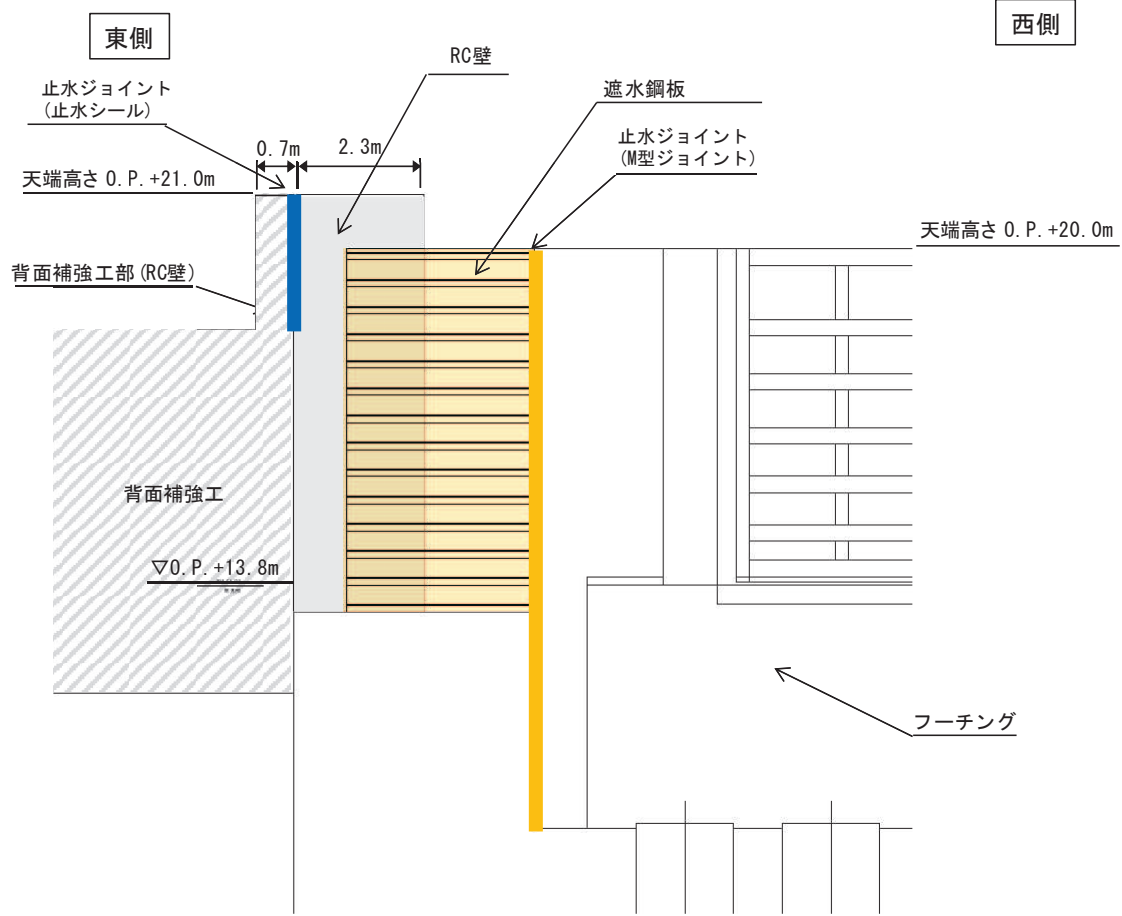


図 4.8-1(4) 止水パターン⑬の構造概要(⑬-⑬断面図)

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

- 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	5
2.4 適用基準	7
2.5 記号の説明	8
3. 耐震評価	9
3.1 評価対象断面	9
3.2 解析方法	11
3.3 荷重及び荷重の組合せ	15
3.4 入力地震動	17
3.5 解析モデル及び諸元	34
3.6 評価対象部位	38
3.7 許容限界	38
3.8 評価方法	39
4. 耐震評価結果	70
4.1 構造部材の健全性に対する評価結果.....	70
4.2 基礎地盤の支持性能に対する評価結果.....	73

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。

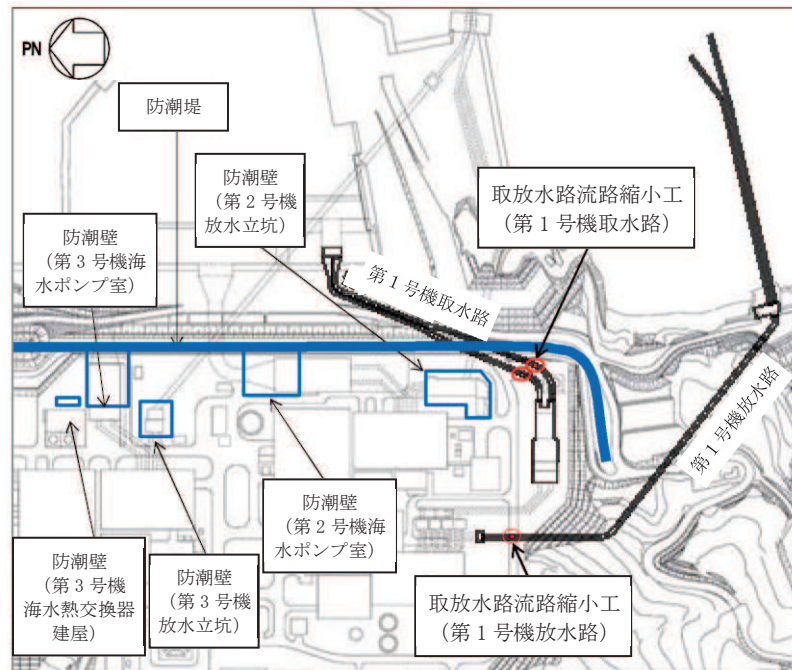



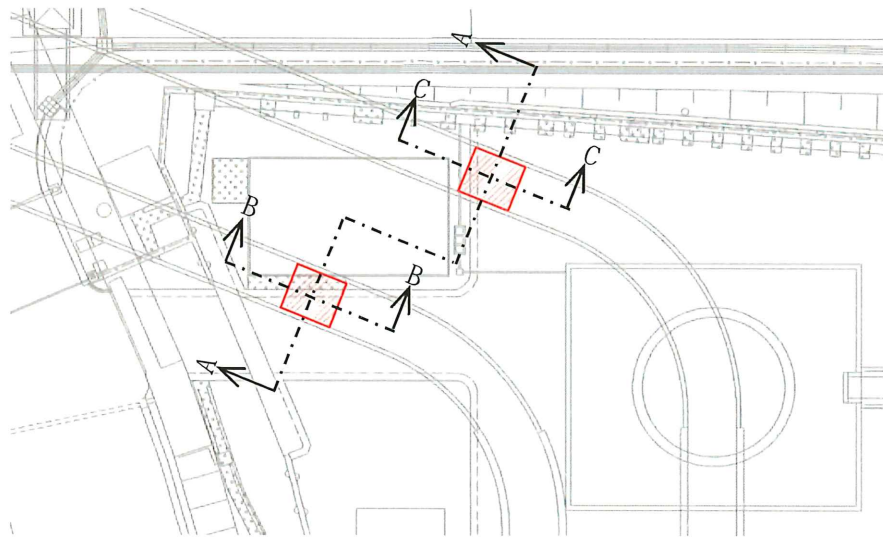
図 2.1-1 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No. 1), (No. 2)の位置図（全体平面図）

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）の構造概要を図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、既設の第1号機取水路の覆工部（鉄筋コンクリート）と充填部（無筋コンクリート）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。



平面図

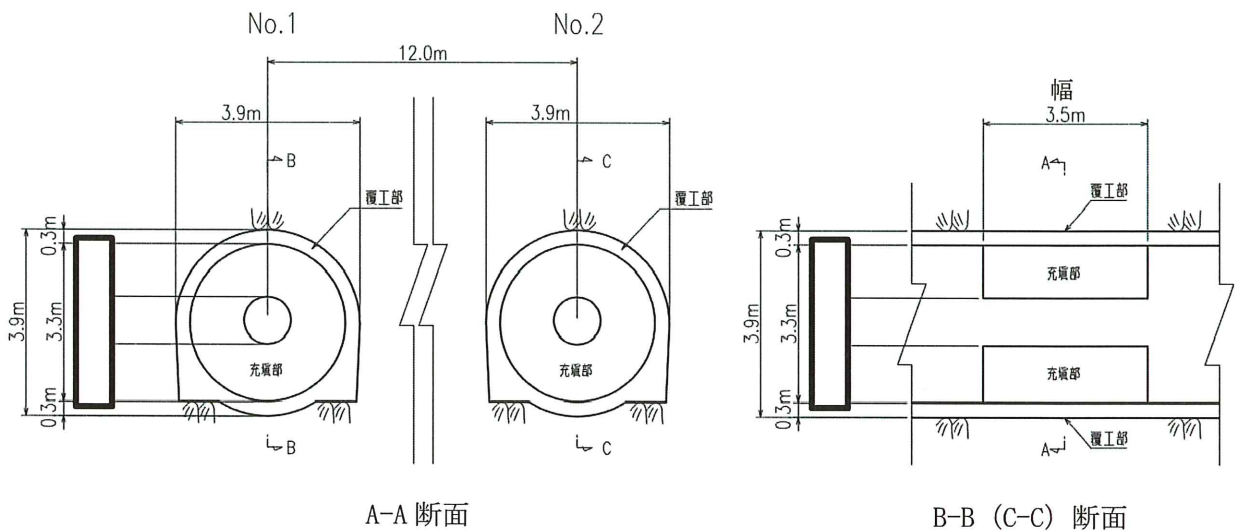
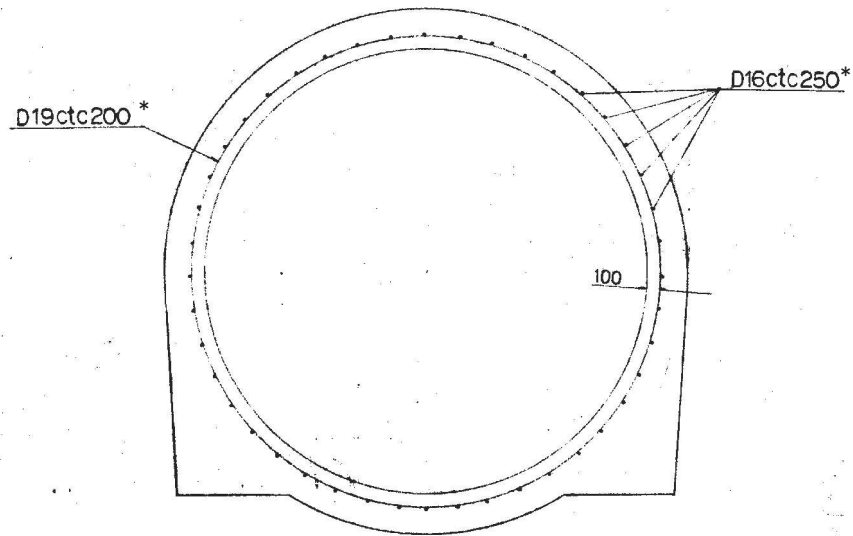


図2.2-1(2) 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）（No. 1）,（No. 2）の構造概要図



注記* : SD345

図 2.2-1(3) 取放水路流路縮小工 (第 1 号機取水路) (No. 1), (No. 2) の構造概要図
(覆工部配筋図)

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。なお、覆工部については、鉄筋コンクリート構造であるものの、充填部に対する覆工部の断面厚さ等が小さいことを踏まえ、耐震評価においては、保守的に鉄筋に期待しないこととして、無筋コンクリートとして構造強度を評価する。

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。

構造物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

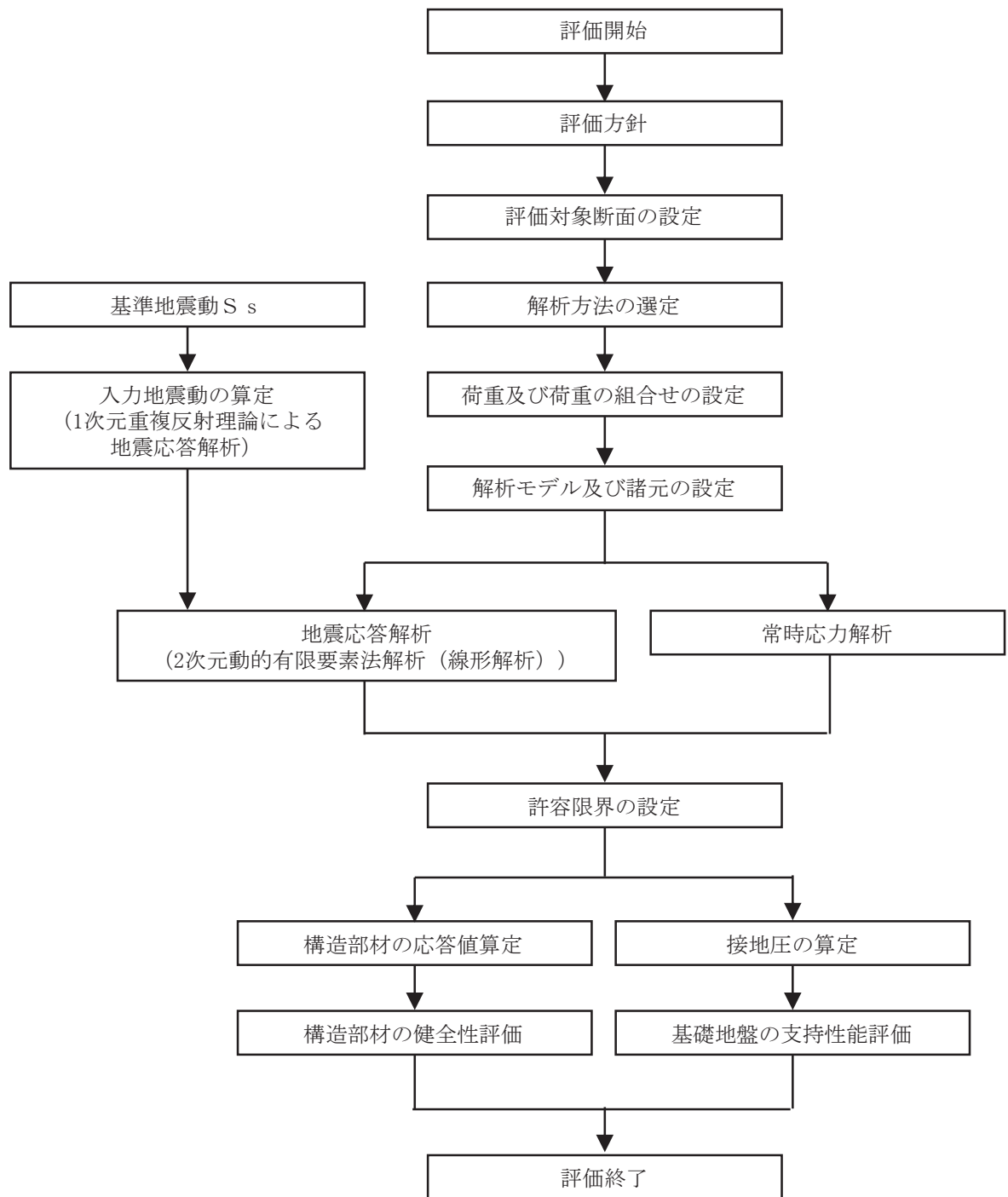


図 2.3-1 取放水路流路縮小工（第 1 号機取水路）(No. 1), (No. 2) の耐震評価フロー

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"> ・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（2002年制定） ・コンクリート標準示方書〔設計編〕（2017年制定） 	—
荷重及び荷重の組合せ		<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（2002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（2016年制定） 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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
許容限界	覆工部及び充填部	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（2002年制定） ・コンクリート標準示方書〔ダムコンクリート編〕（2013年制定） 	<ul style="list-style-type: none"> ・引張及びせん断に対する照査は，発生応力が引張強度及びせん断強度以下であることを確認
地震応答解析		<ul style="list-style-type: none"> ・土木学会マニュアル ・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） 	<ul style="list-style-type: none"> ・有限要素法による二次元モデルを用いた線形解析

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 ²
S _s	地震荷重	N
f _{ck}	コンクリートの設計基準強度	N/mm ²
σ _t	引張強度	N/mm ²
f _{td}	設計引張強度	N/mm ²
f _{tk}	引張強度	N/mm ²
γ _b	部材係数	—
γ _c	材料係数	—
φ	内部摩擦角	°
τ ₀	せん断強度	N/mm ²

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。

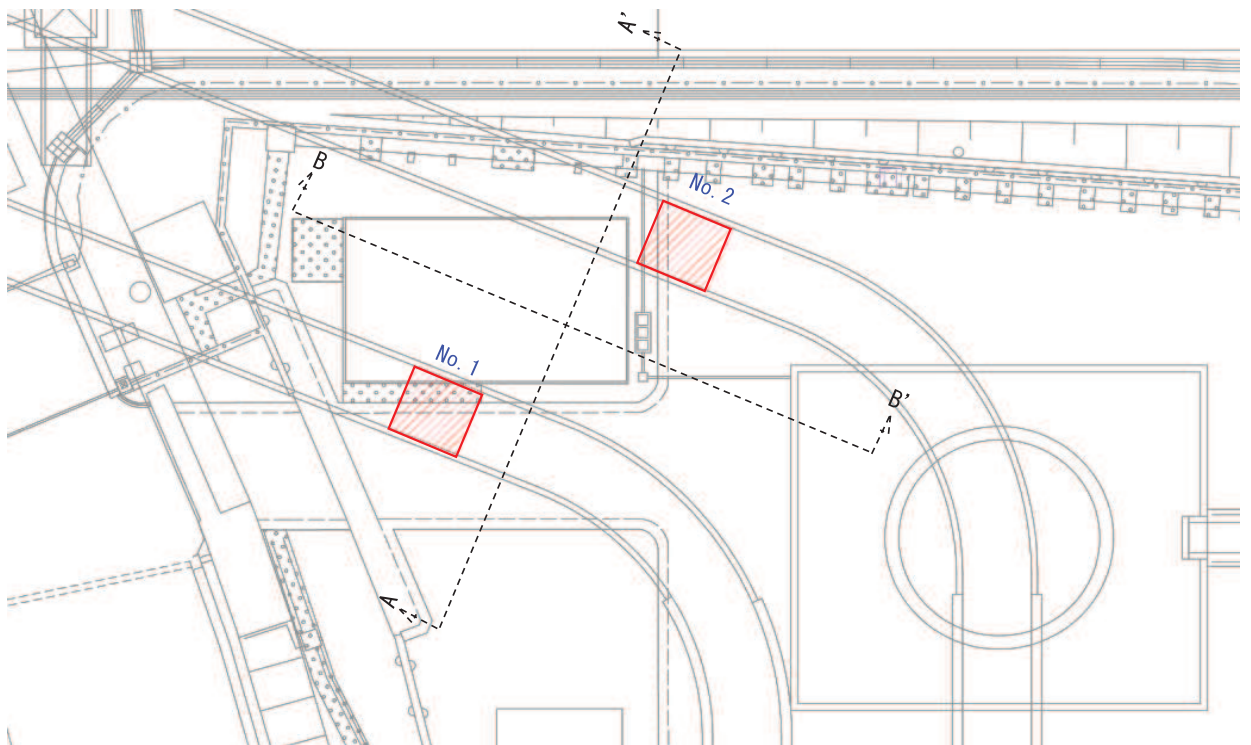


図 3.1-1 取放水路流路縮小工（第1号機取水路）(No.1), (No.2) の評価対象断面位置図

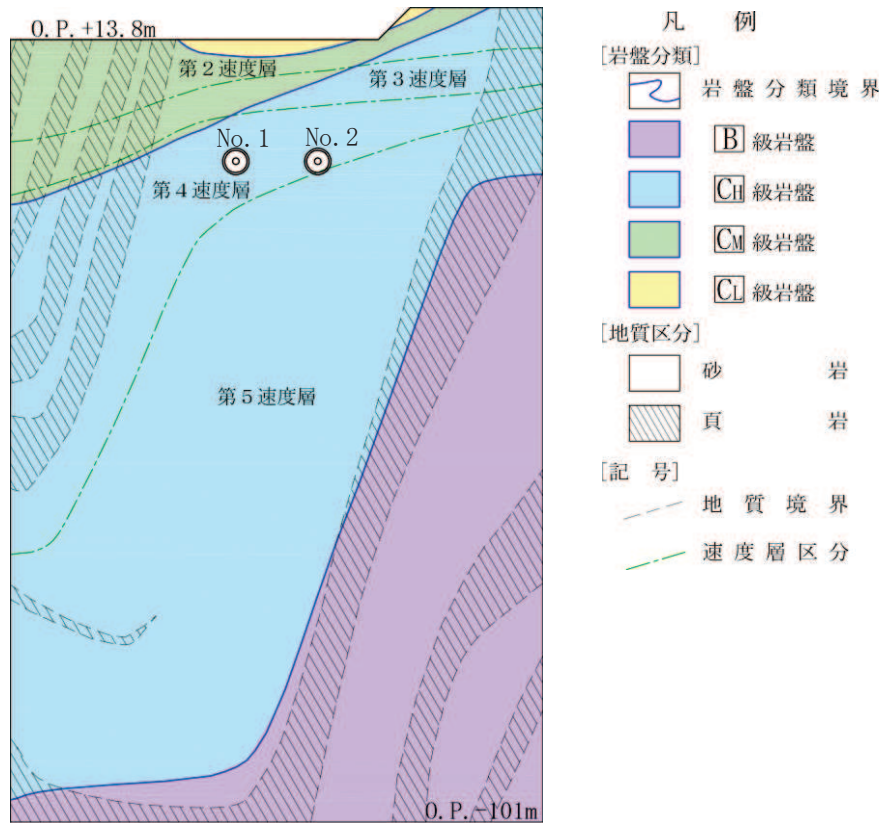


図 3.1-2(1) 取放水路流路縮小工 (第 1 号機取水路) (No. 1), (No. 2) の地質図 (A-A 断面図)

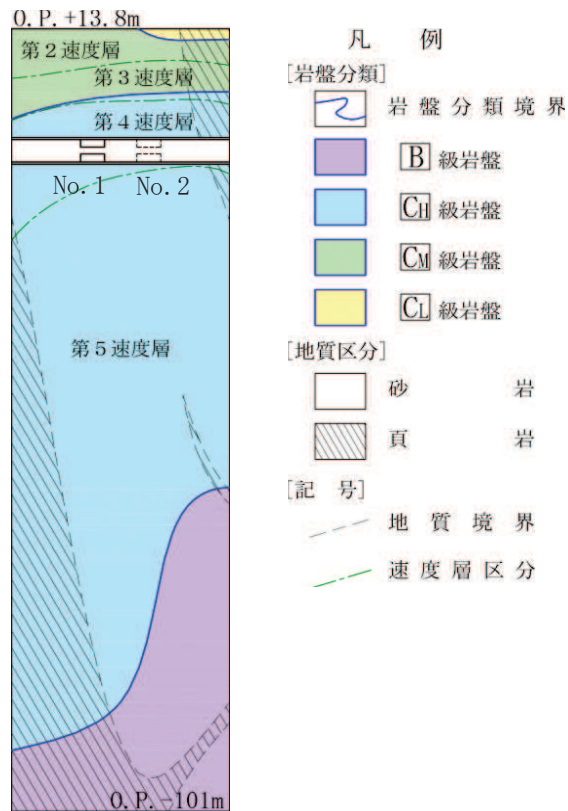


図 3.1-2(2) 取放水路流路縮小工 (第 1 号機取水路) (No. 1), (No. 2) の地質図 (B-B 断面図)

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。

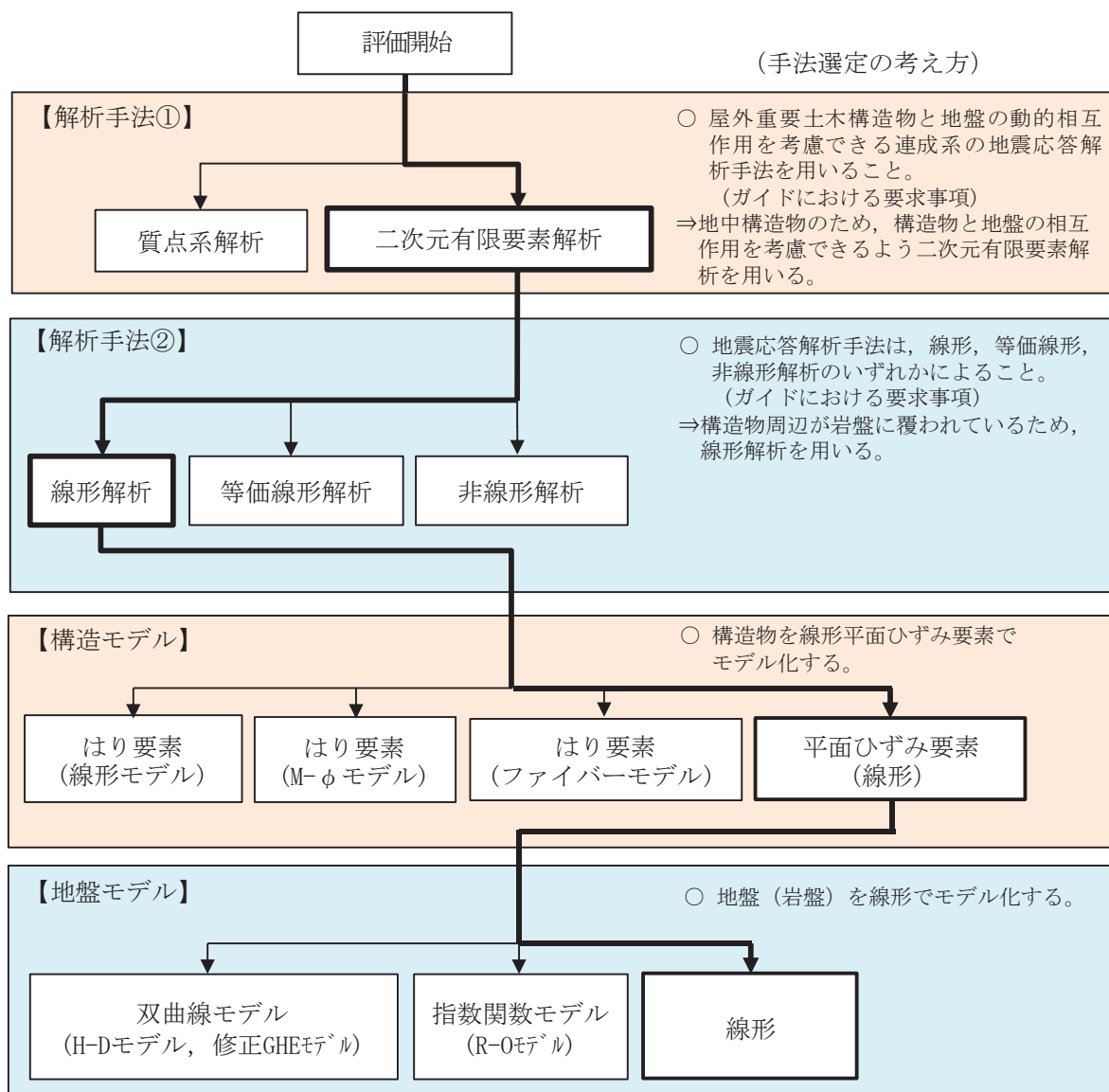


図 3.2-1 地震応答解析の選定フロー

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 σ 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 + 1σ
ケース③	設計基準強度	平均値 - 1σ

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 _s -D1	++*	○	基準地震動 S _s (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 _s -D2	++*	○		
		-+*	○		
	S _s -D3	++*	○		
		-+*	○		
	S _s -F1	++*	○		
		-+*	○		
	S _s -F2	++*	○		
		-+*	○		
	S _s -F3	++*	○		
		-+*	○		
	S _s -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_s）

基準地震動S_s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 $153.0\text{N}/\text{mm}^2$ ， γ ：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 15.947m)

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 _s)	G + P + S _s

G : 固定荷重

P : 積載荷重 (4.9kN/m²を地表面に考慮)

S_s : 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 ²)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 _s 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。

入力地震動算定の概念図を図 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。

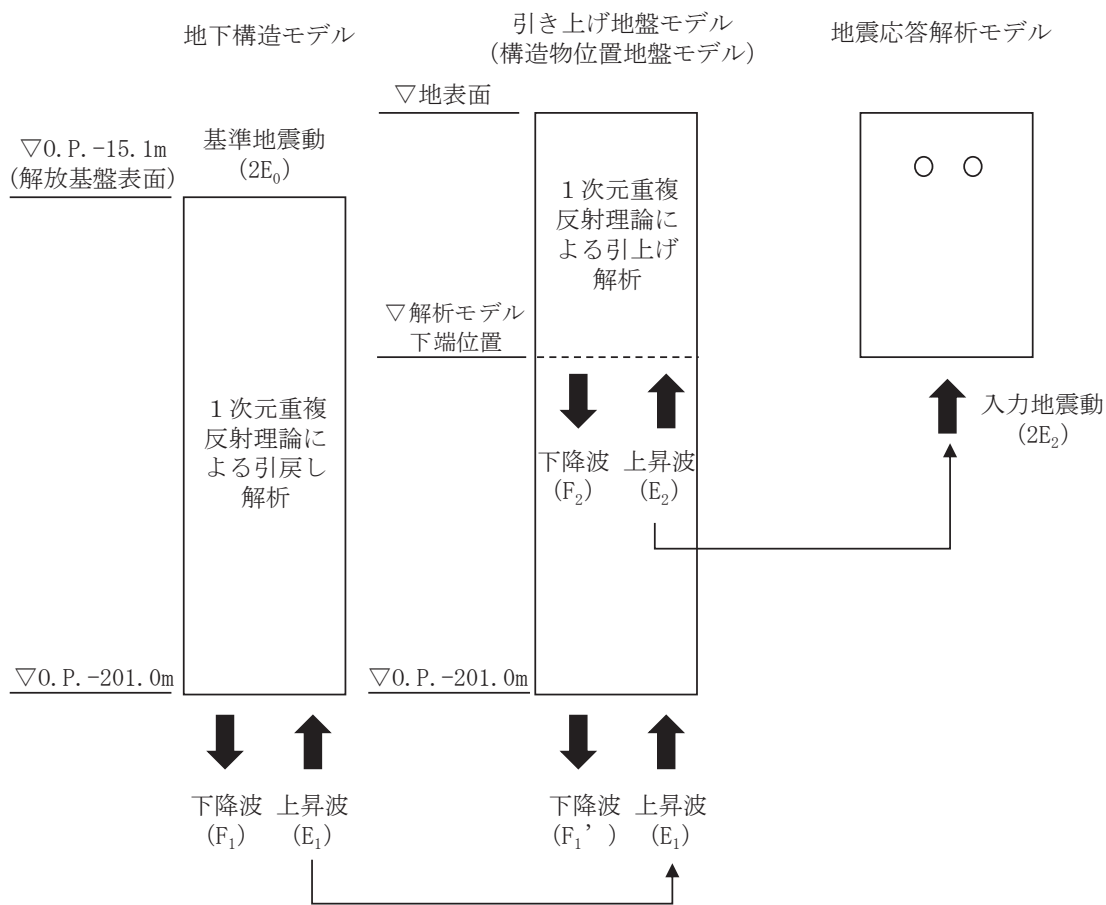
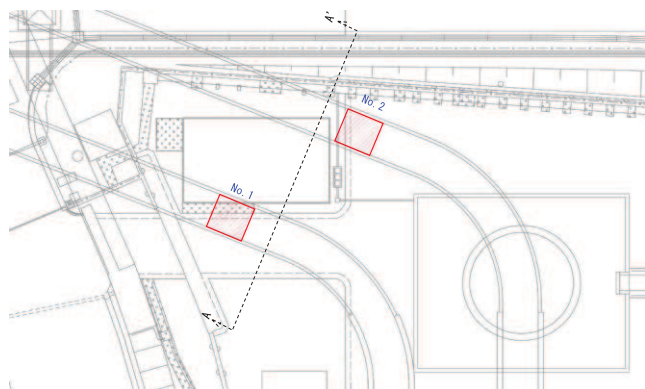
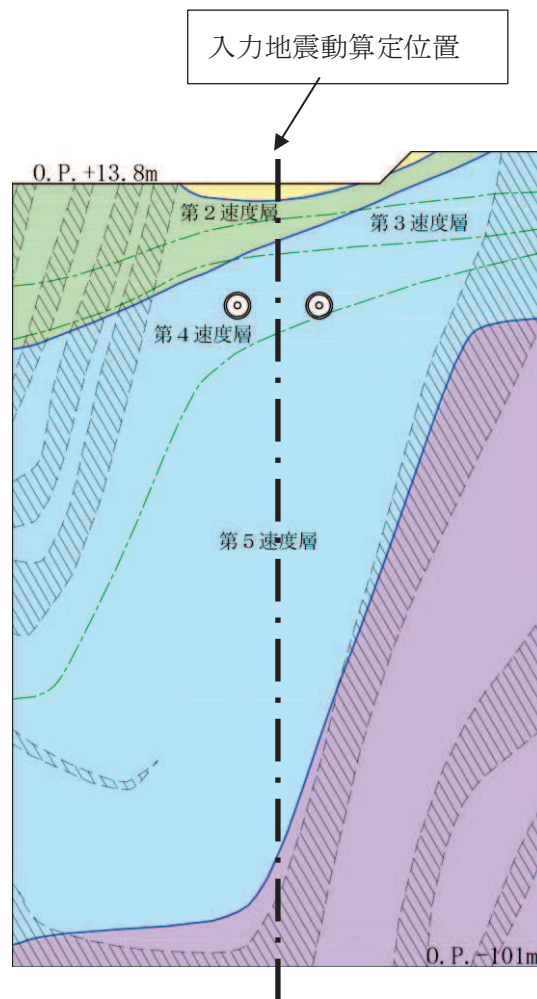


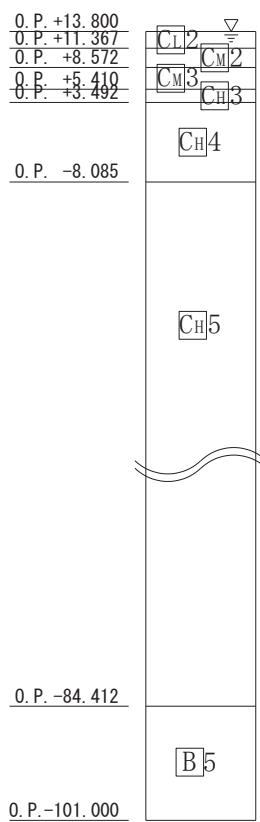
図 3.4-1(1) 入力地震動算定の概念図



解析地盤モデル位置図

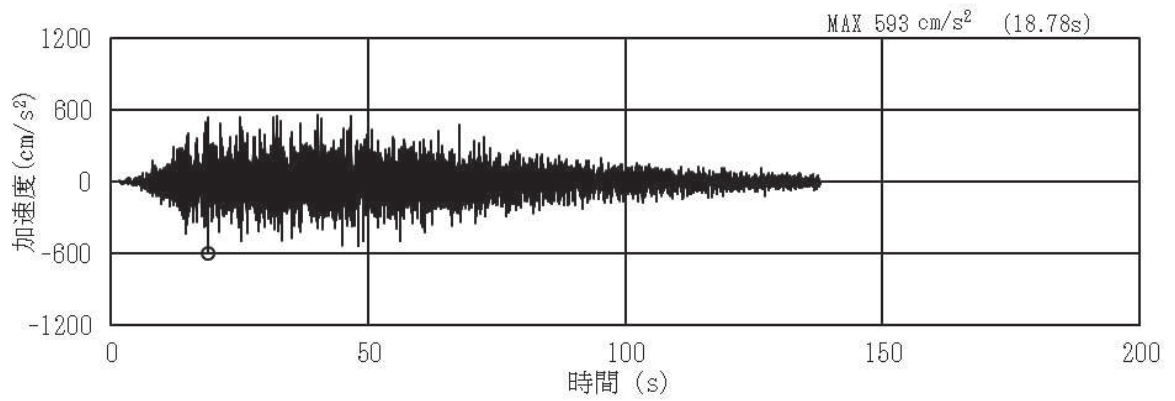


解析地盤モデル（地質図）

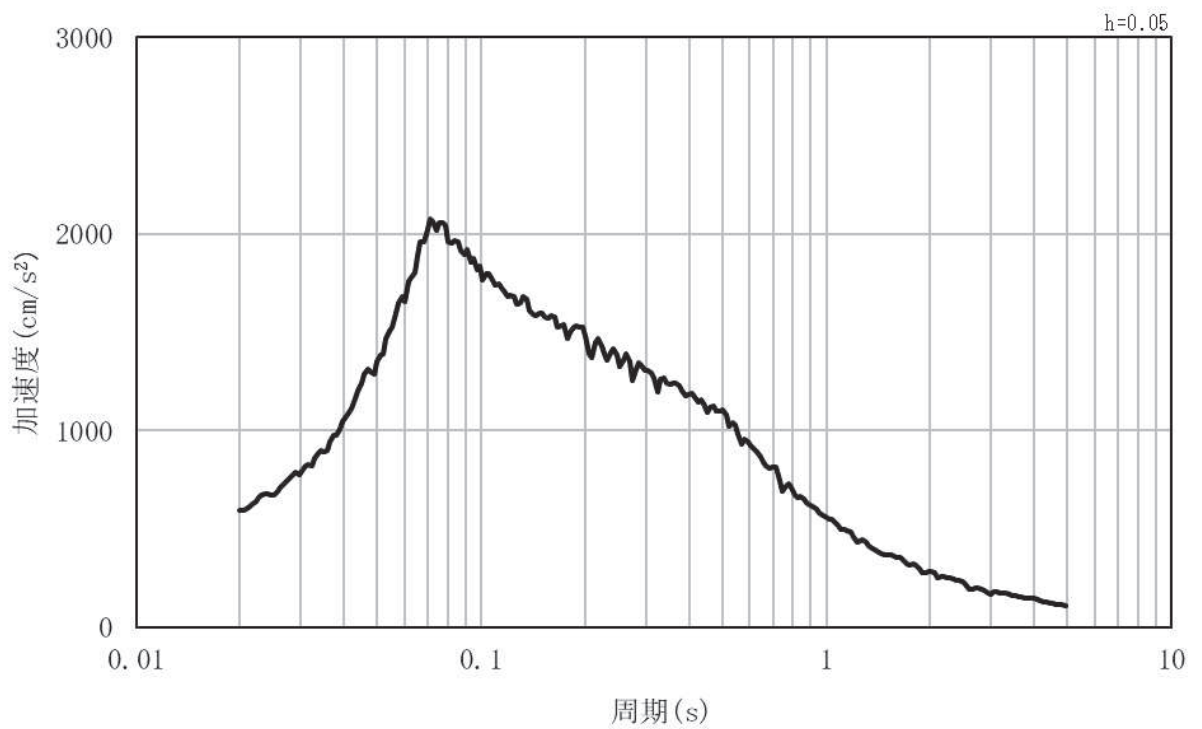


注記 CH5 は CH級岩盤の第5速度層を示す。

図 3.4-1(2) 入力地震動算定の概念図（引上げ地盤モデル）

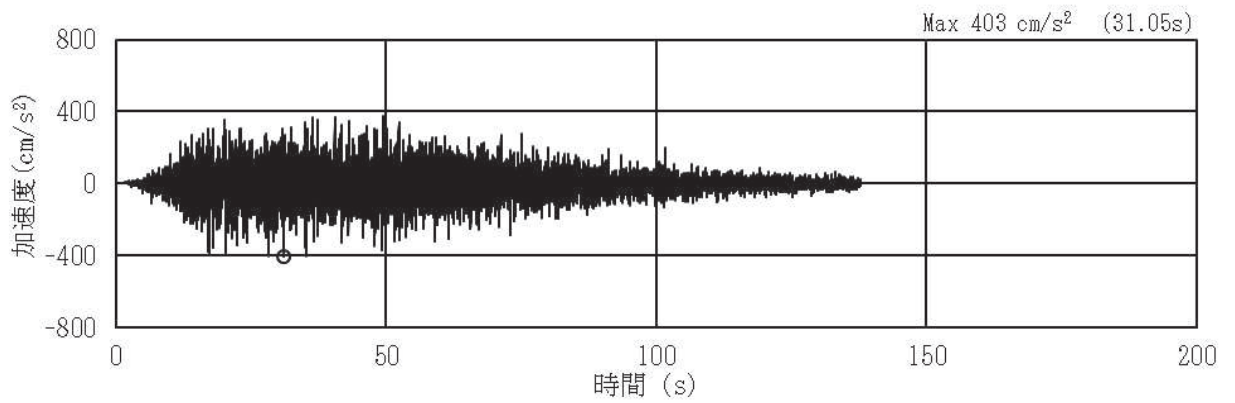


(a) 加速度時刻歴波形

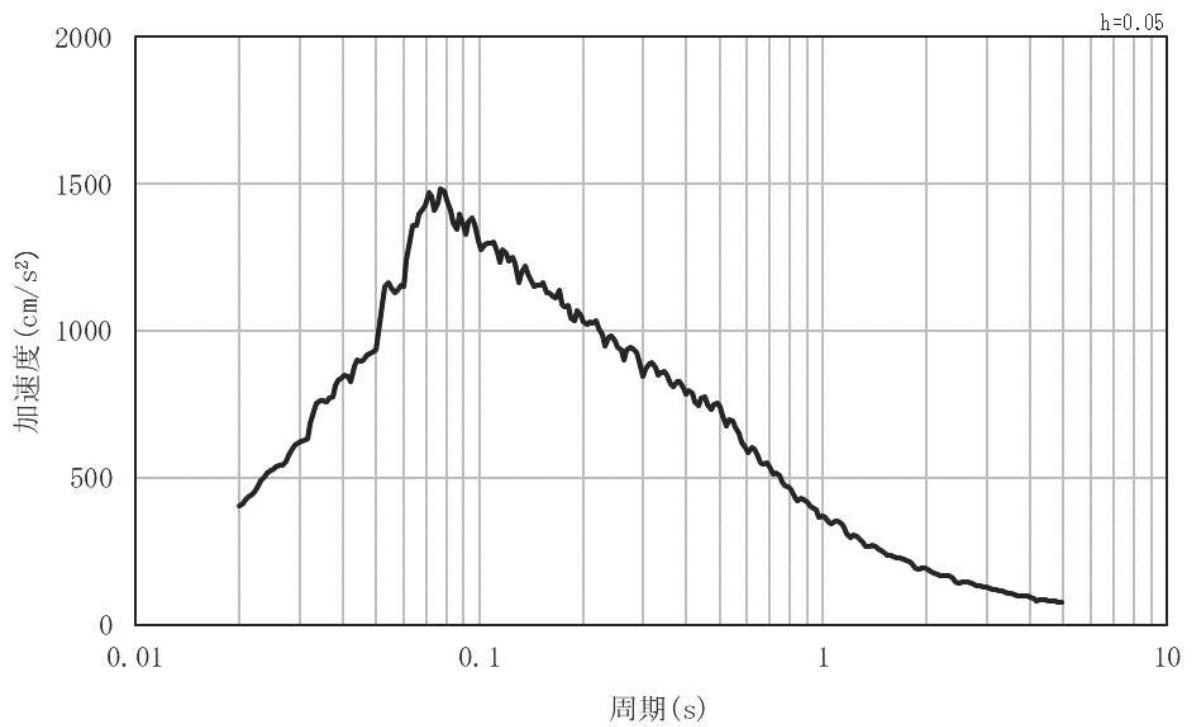


(b) 加速度応答スペクトル

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)

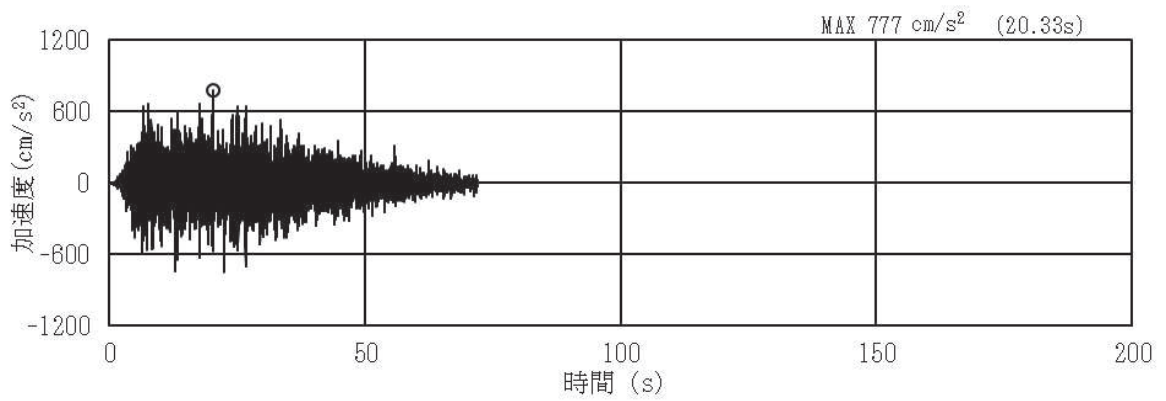


(a) 加速度時刻歴波形

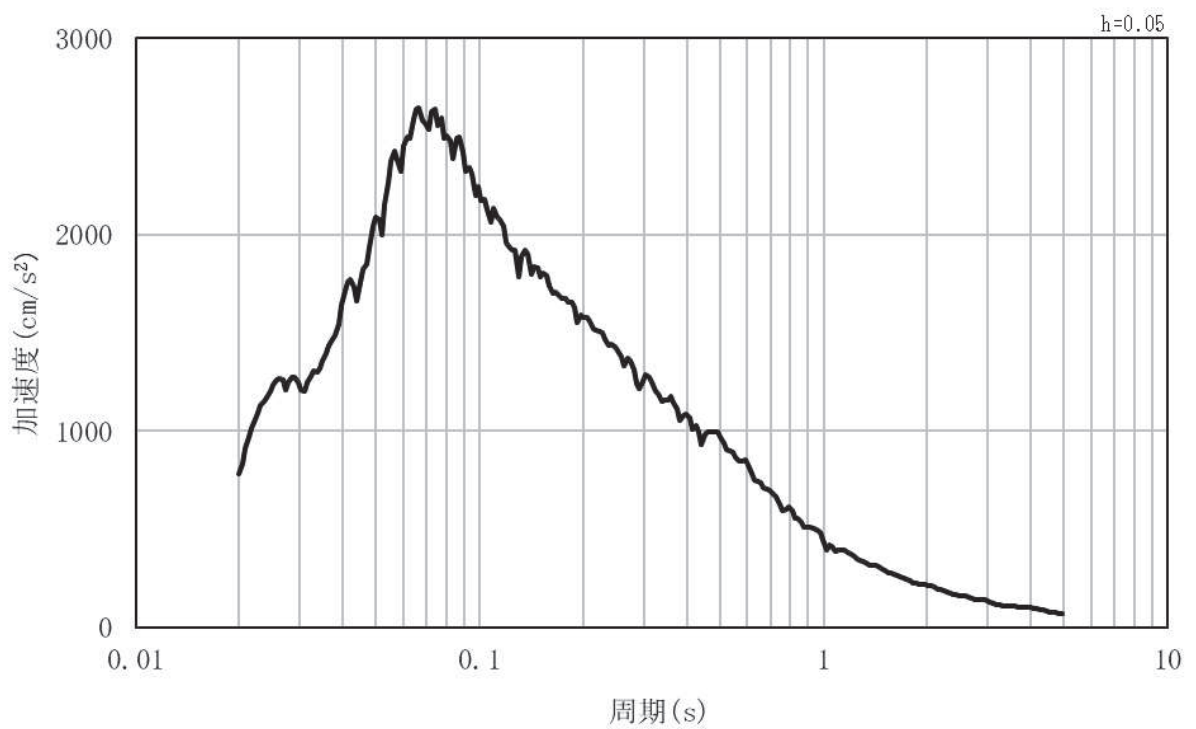


(b) 加速度応答スペクトル

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)

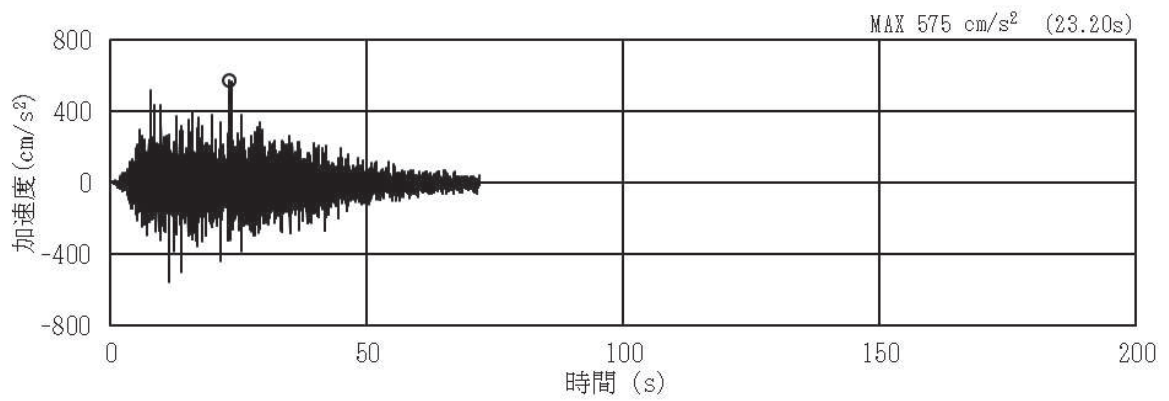


(a) 加速度時刻歴波形

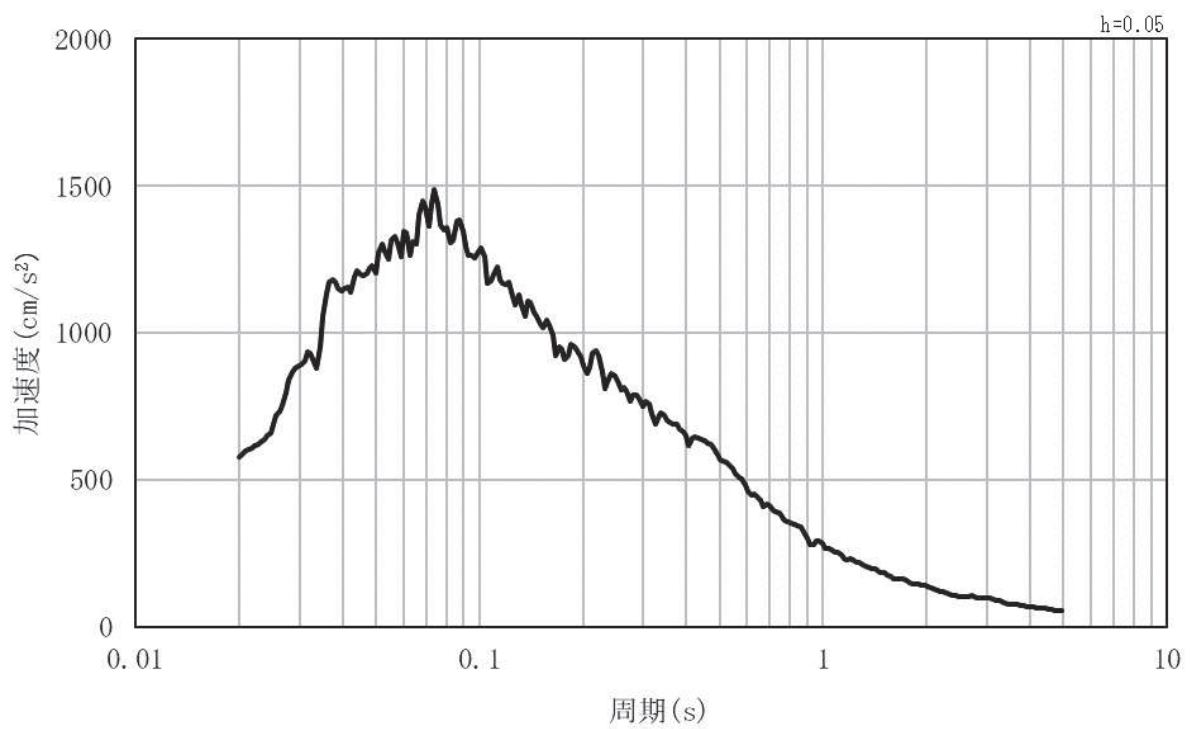


(b) 加速度応答スペクトル

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)

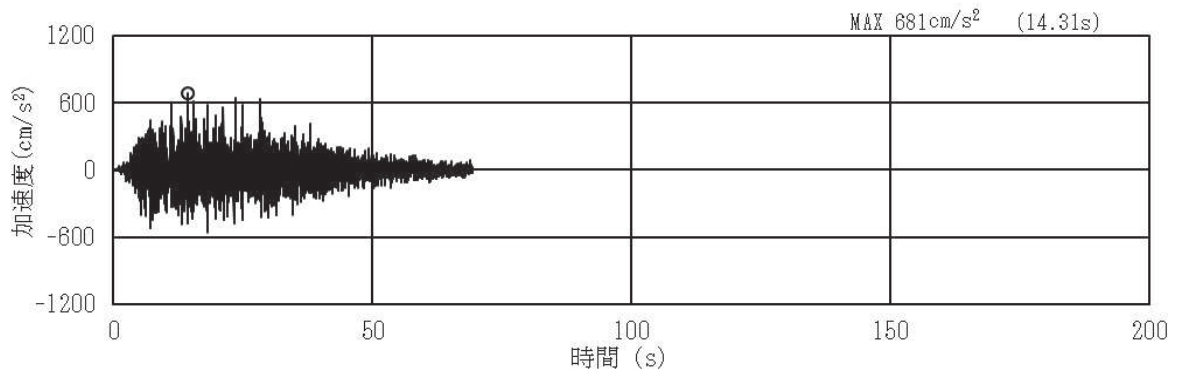


(a) 加速度時刻歴波形

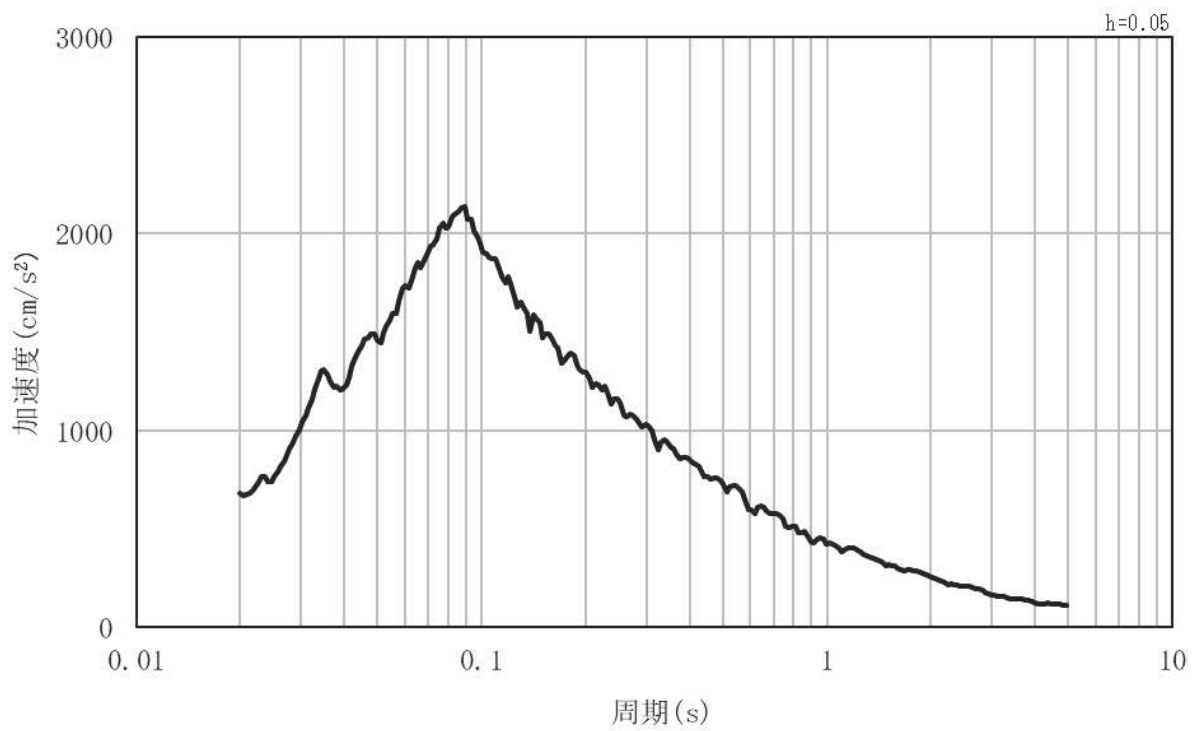


(b) 加速度応答スペクトル

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)

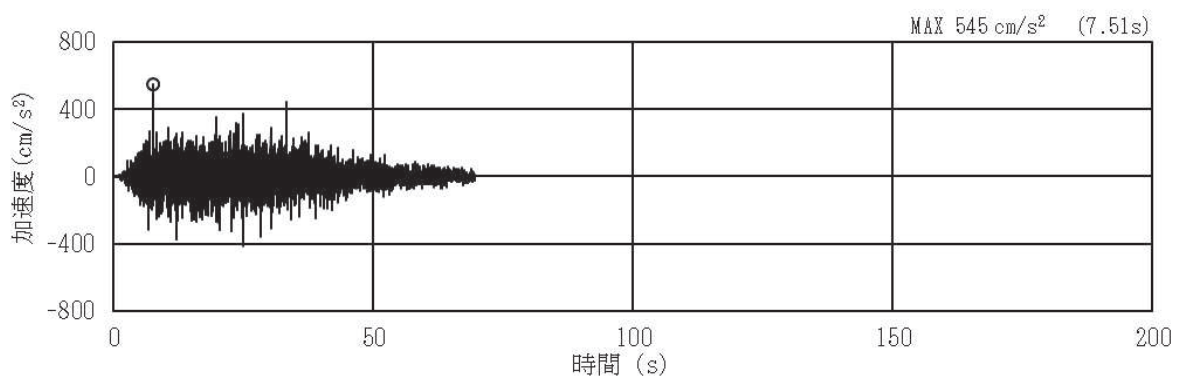


(a) 加速度時刻歴波形

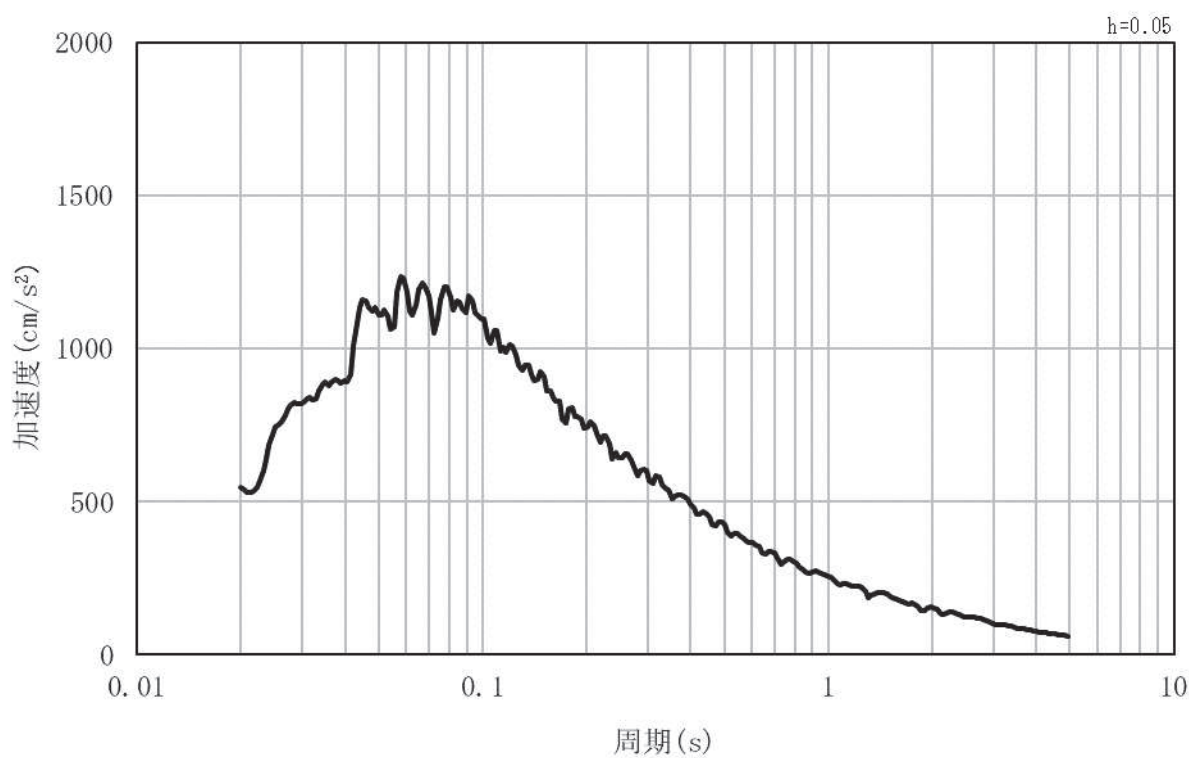


(b) 加速度応答スペクトル

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)

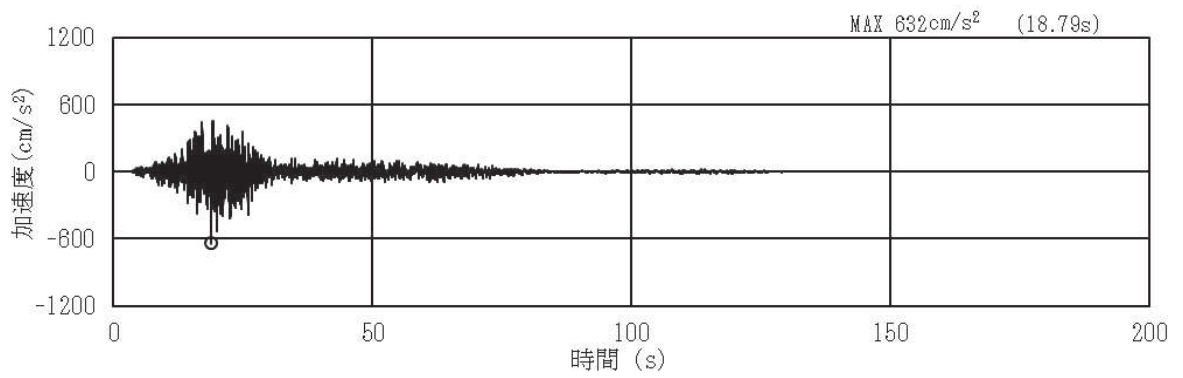


(a) 加速度時刻歴波形

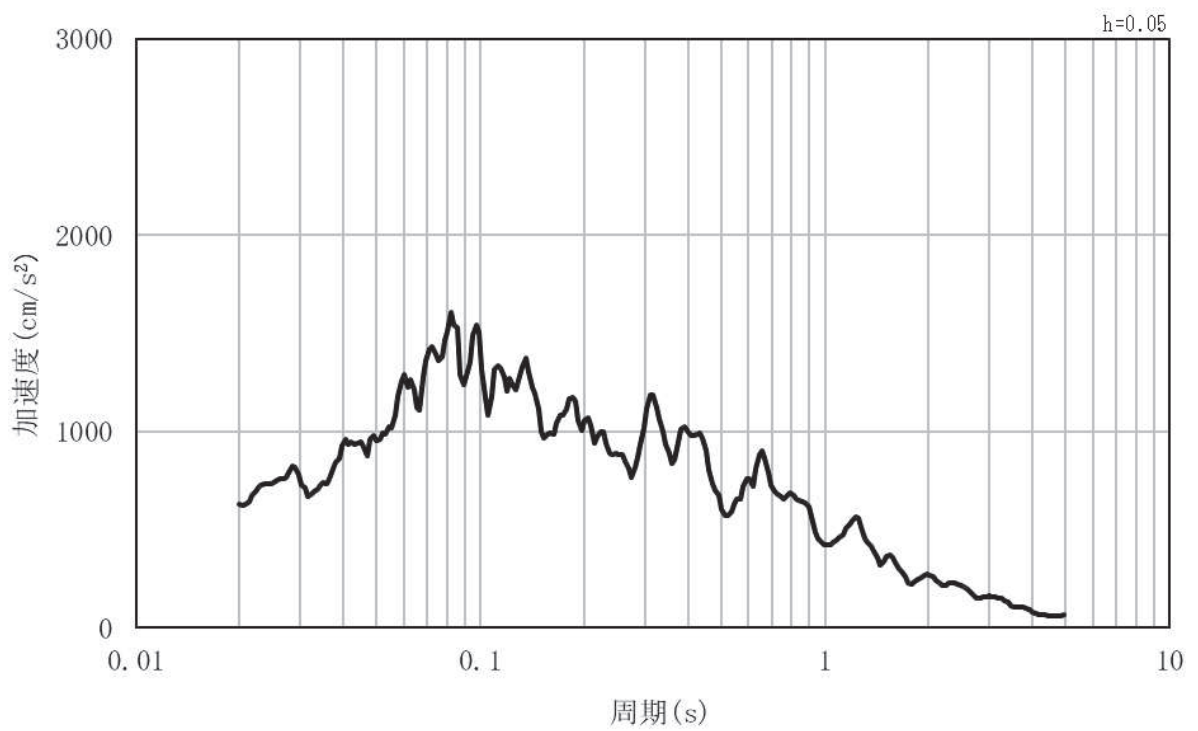


(b) 加速度応答スペクトル

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)

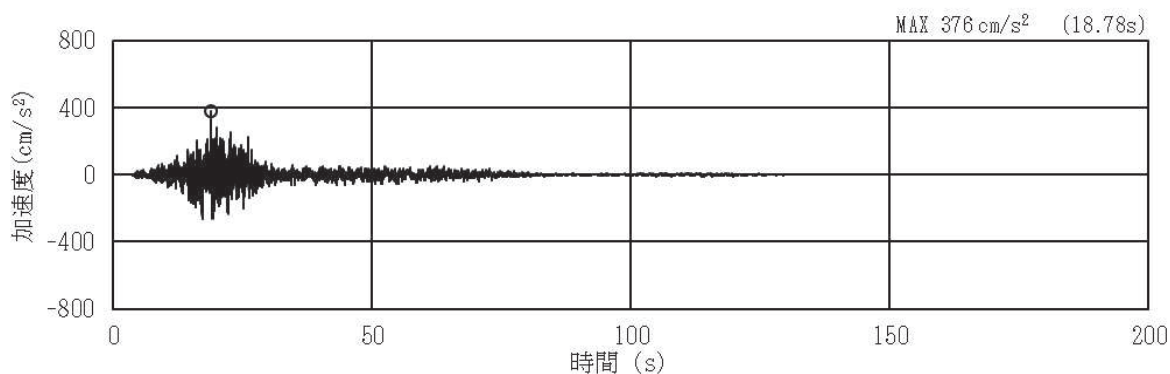


(a) 加速度時刻歴波形

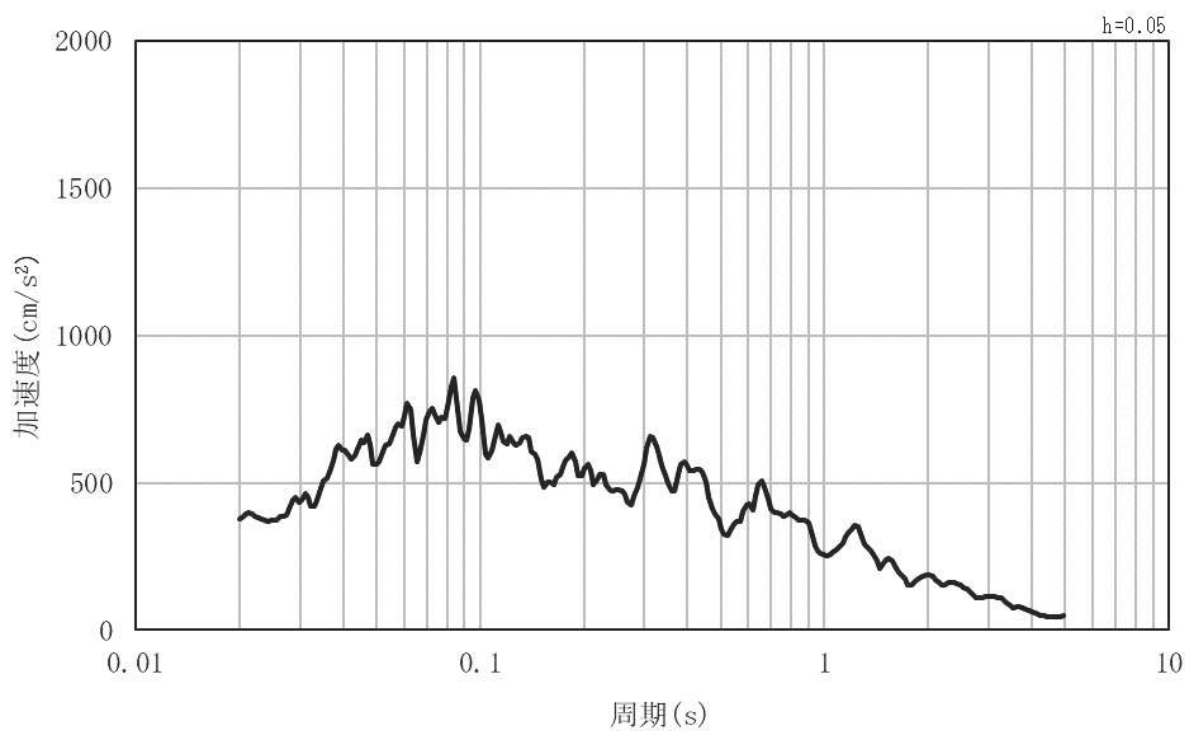


(b) 加速度応答スペクトル

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)

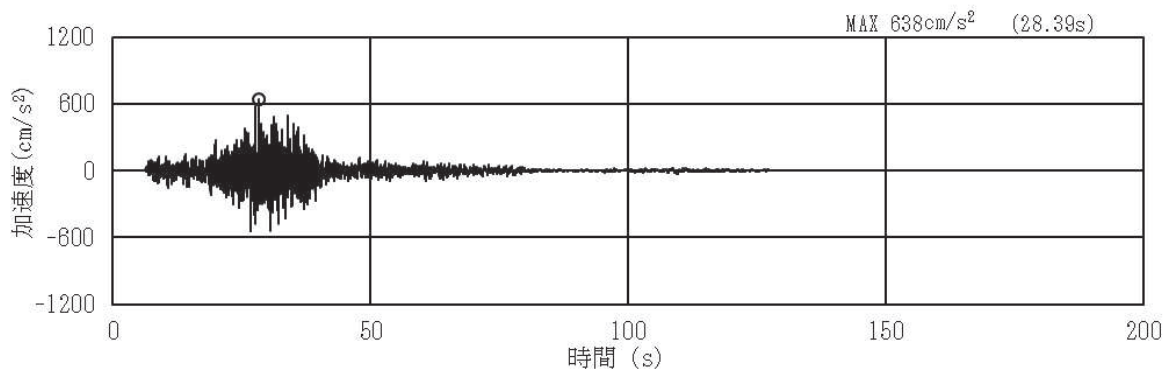


(a) 加速度時刻歴波形

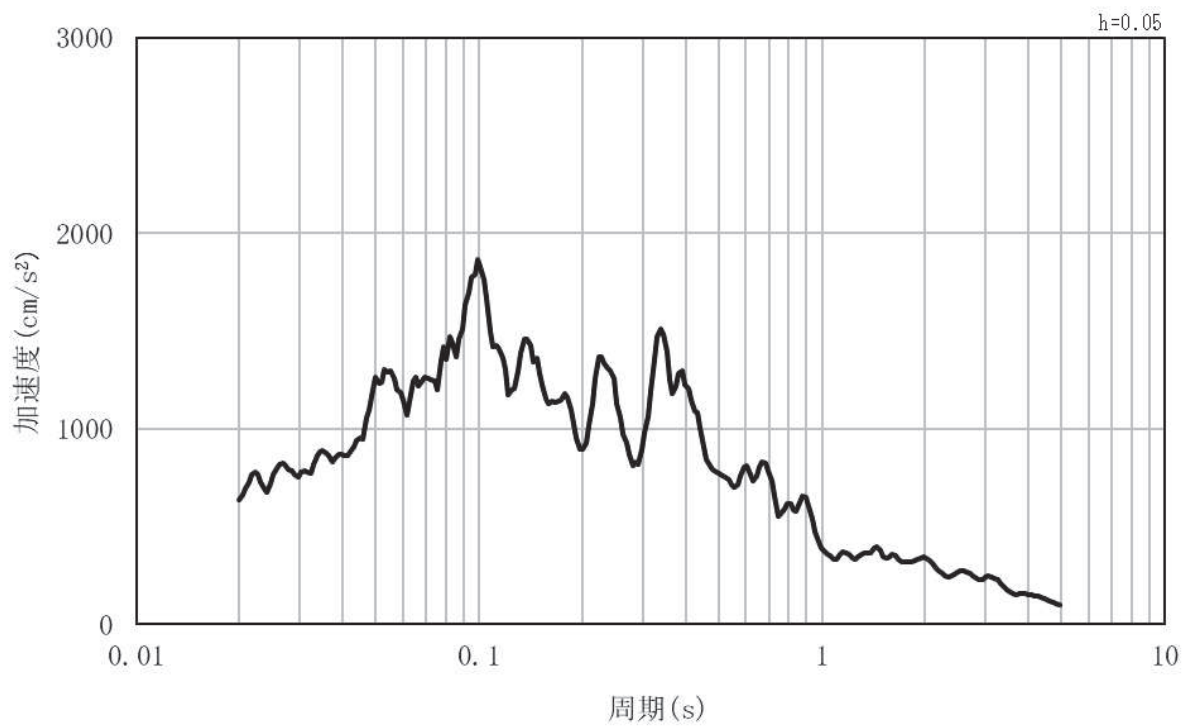


(b) 加速度応答スペクトル

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)

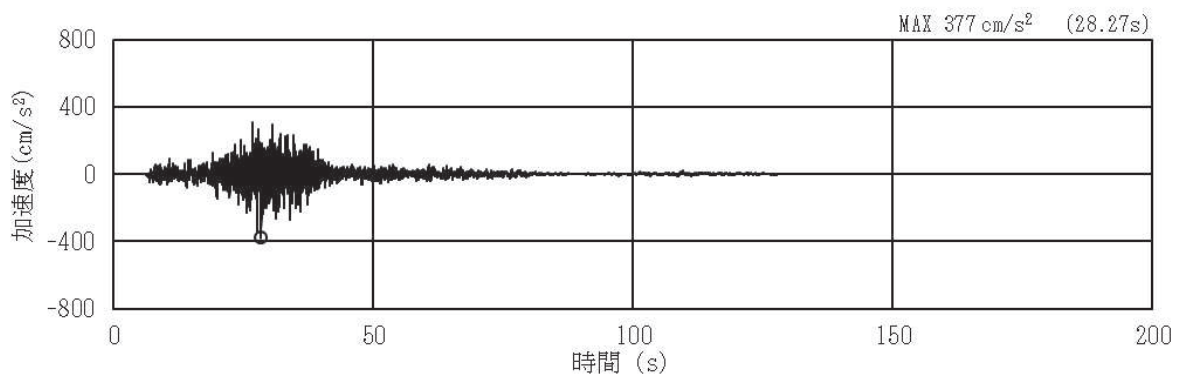


(a) 加速度時刻歴波形

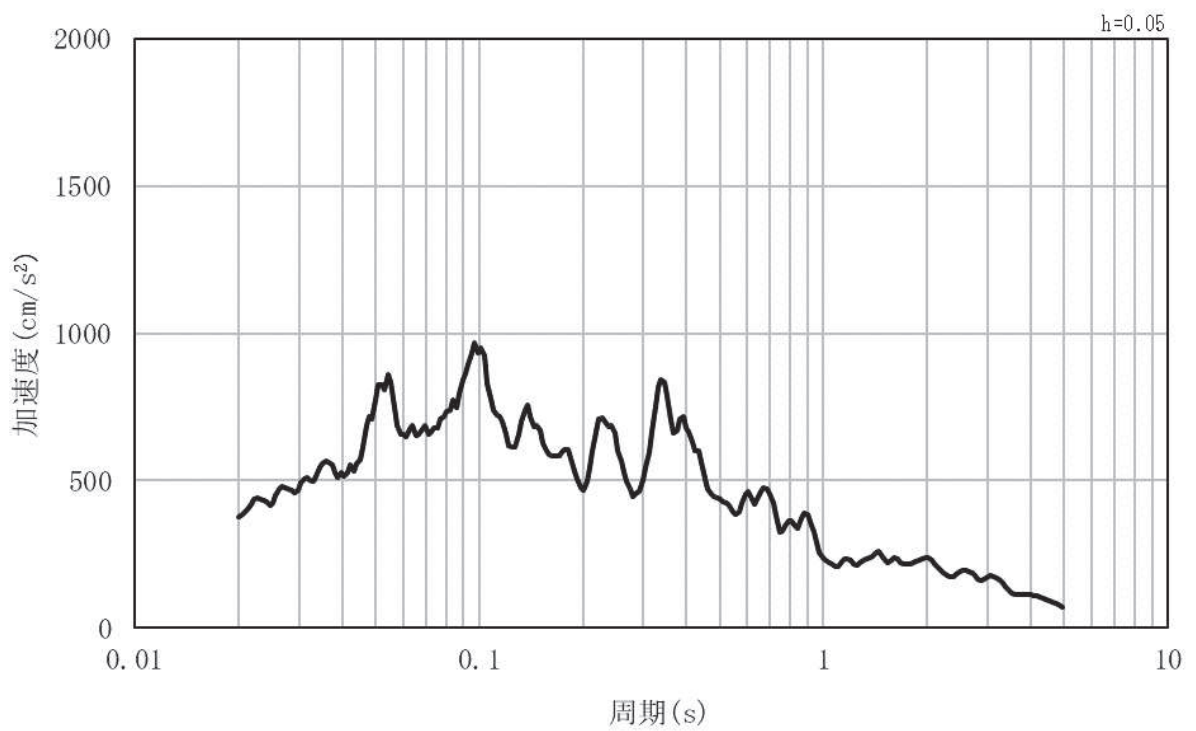


(b) 加速度応答スペクトル

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)

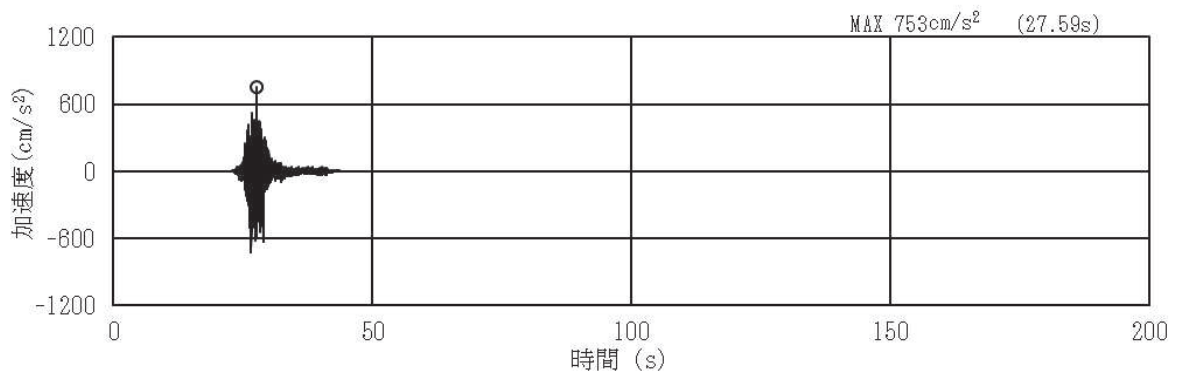


(a) 加速度時刻歴波形

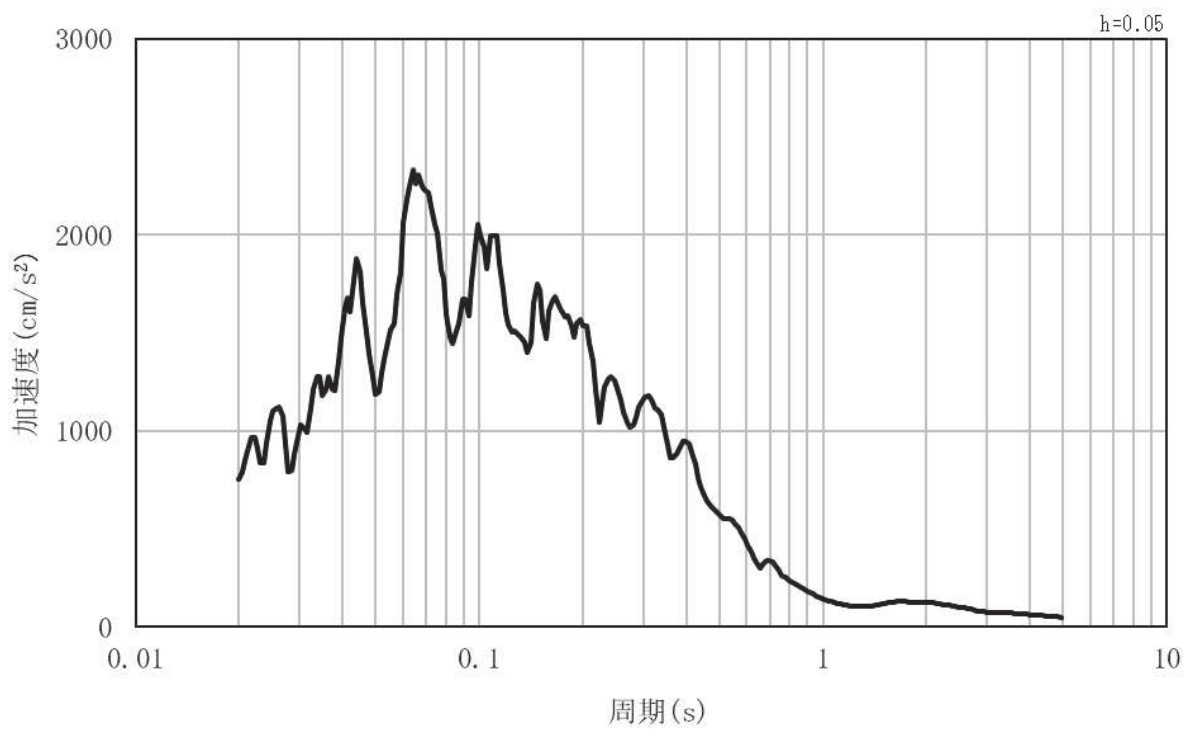


(b) 加速度応答スペクトル

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)

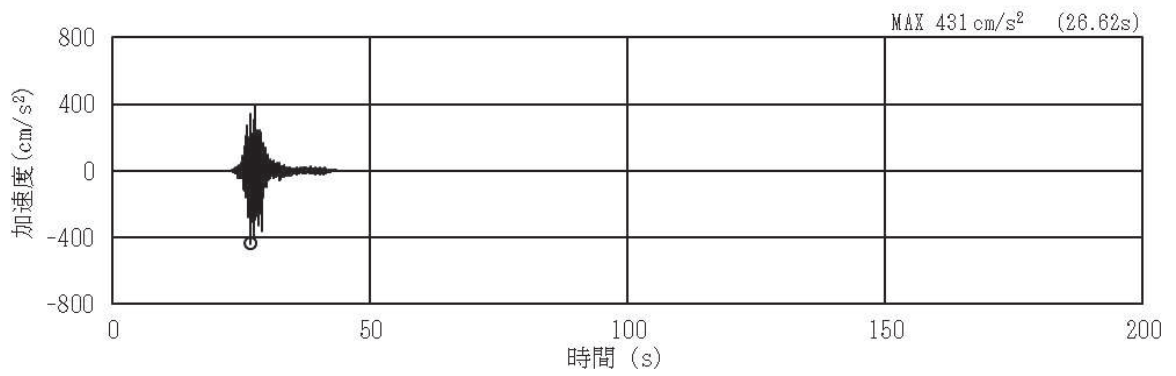


(a) 加速度時刻歴波形

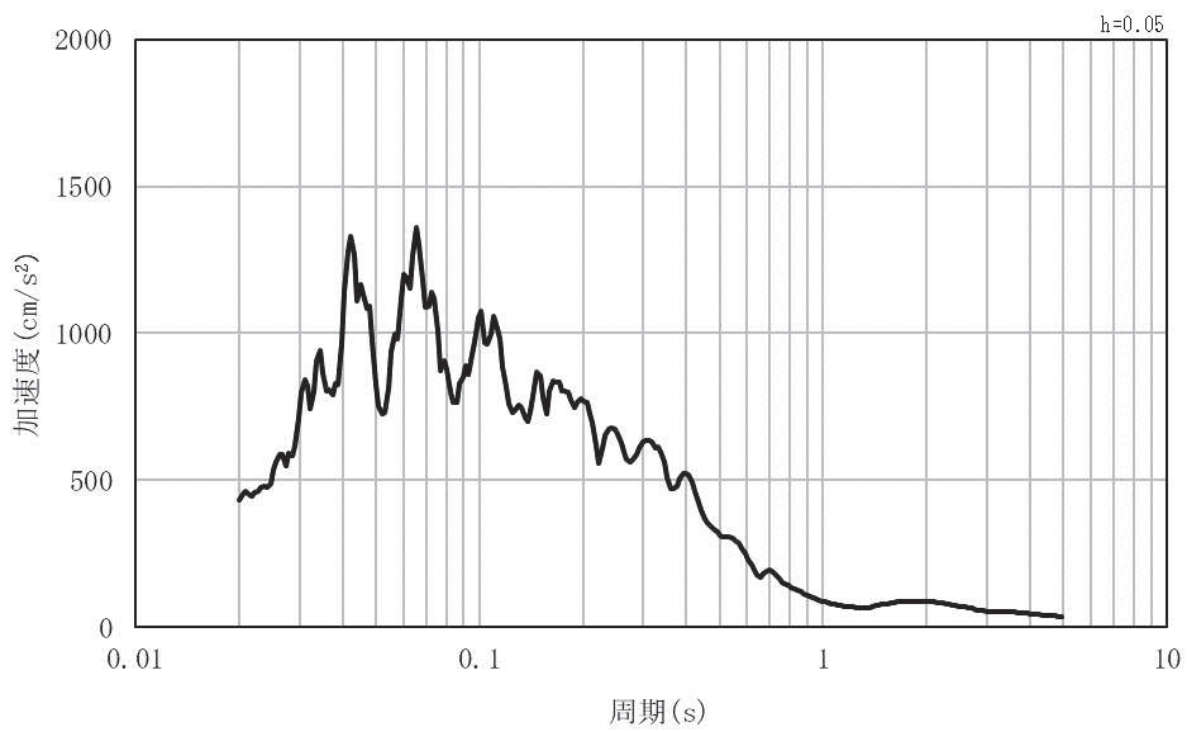


(b) 加速度応答スペクトル

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)

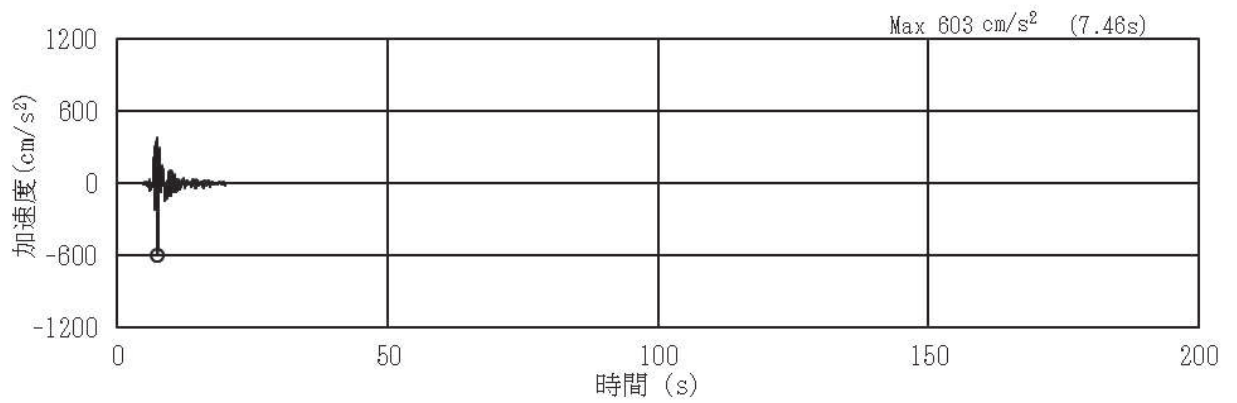


(a) 加速度時刻歴波形

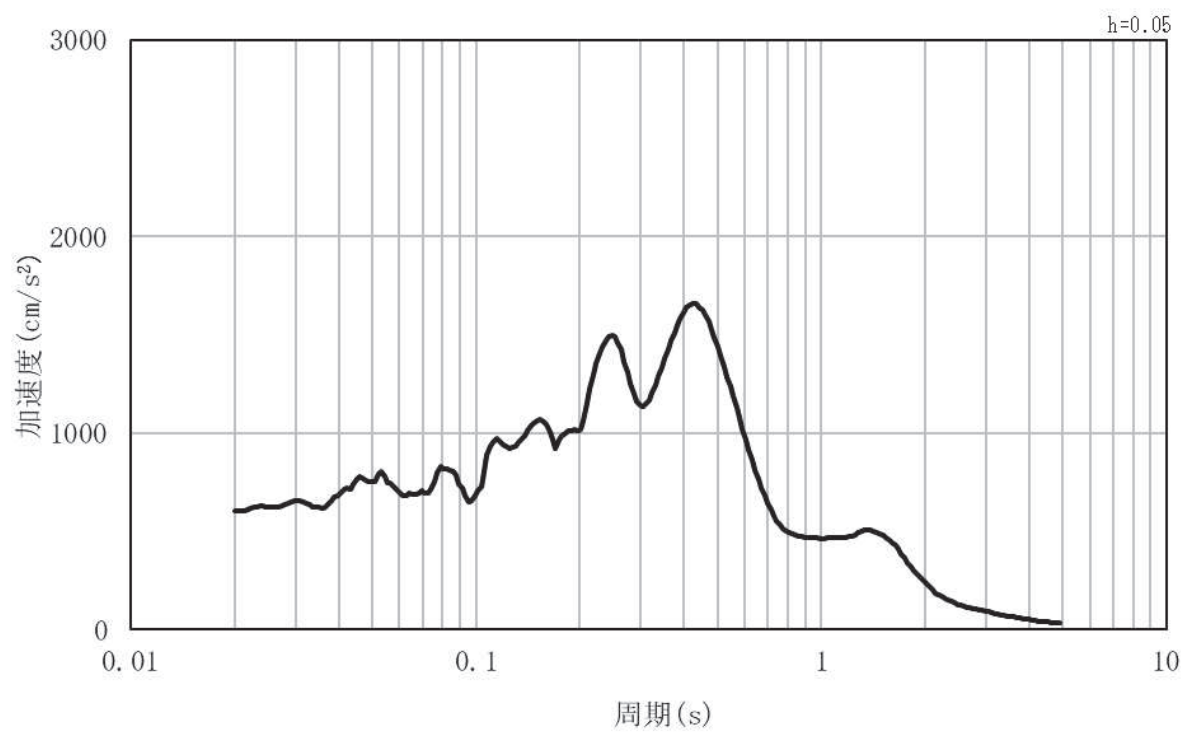


(b) 加速度応答スペクトル

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)

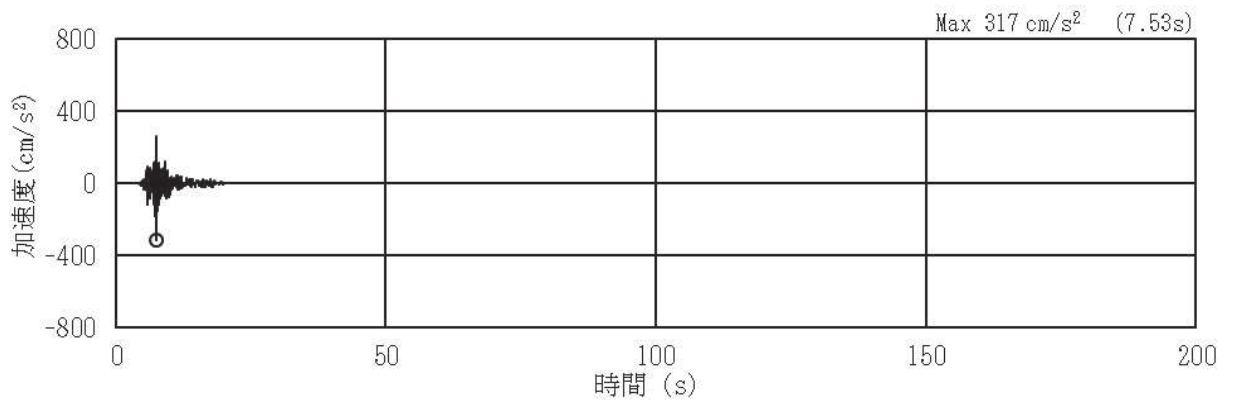


(a) 加速度時刻歴波形

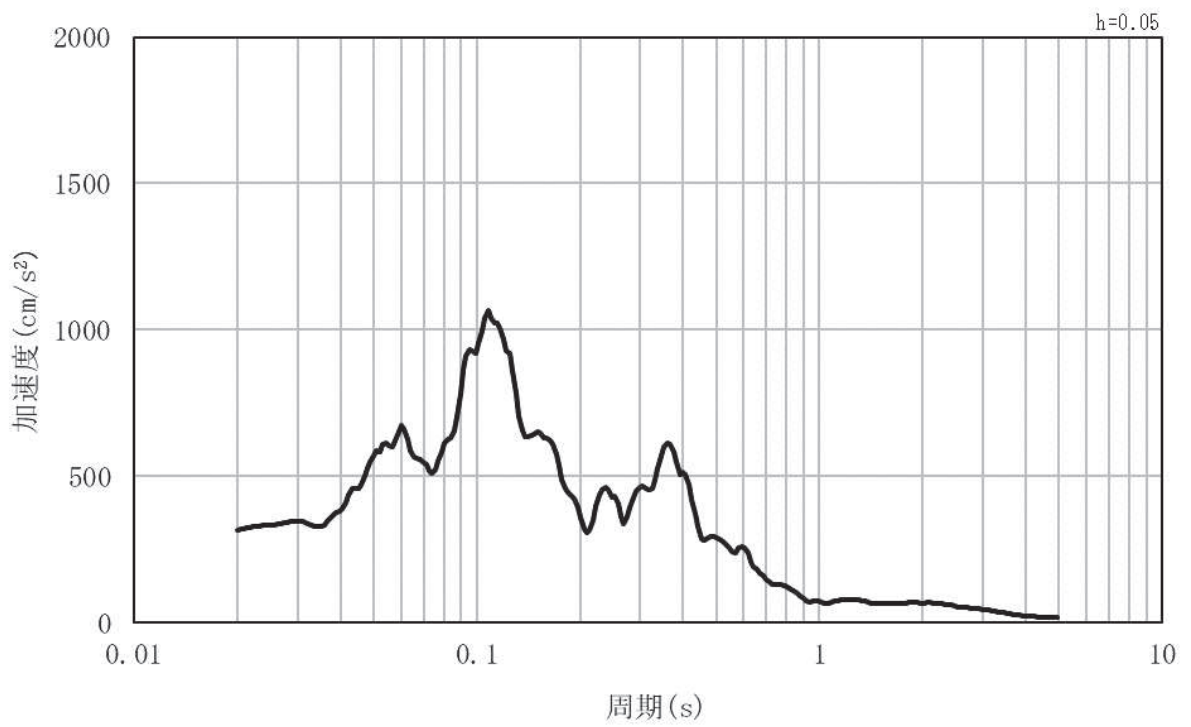


(b) 加速度応答スペクトル

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。

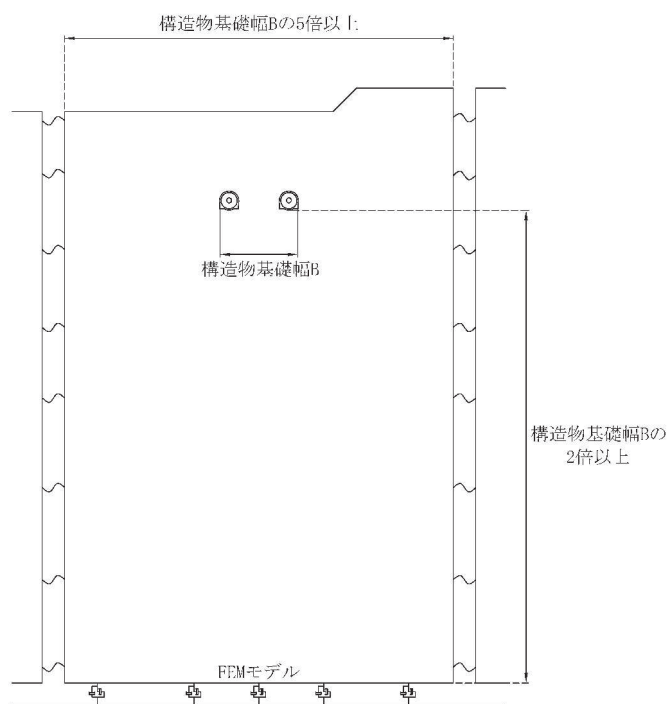


図 3.5-1 モデル範囲の考え方

(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。

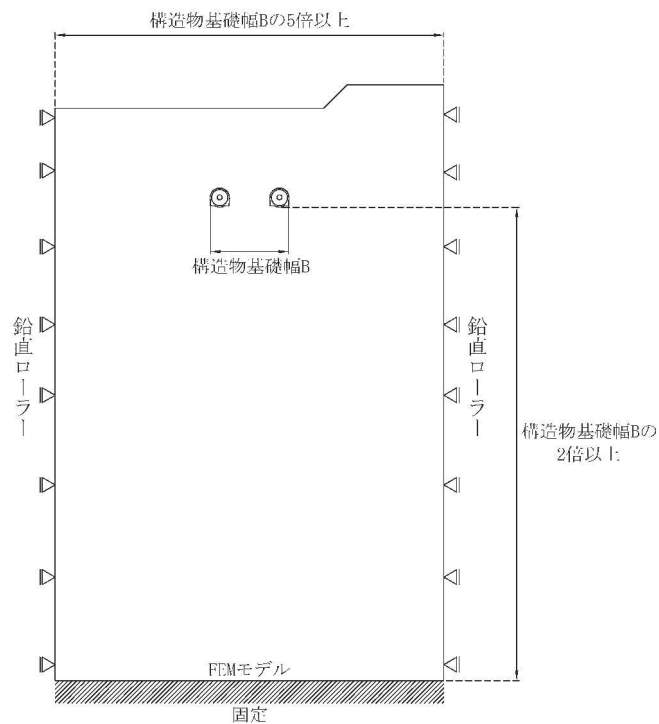


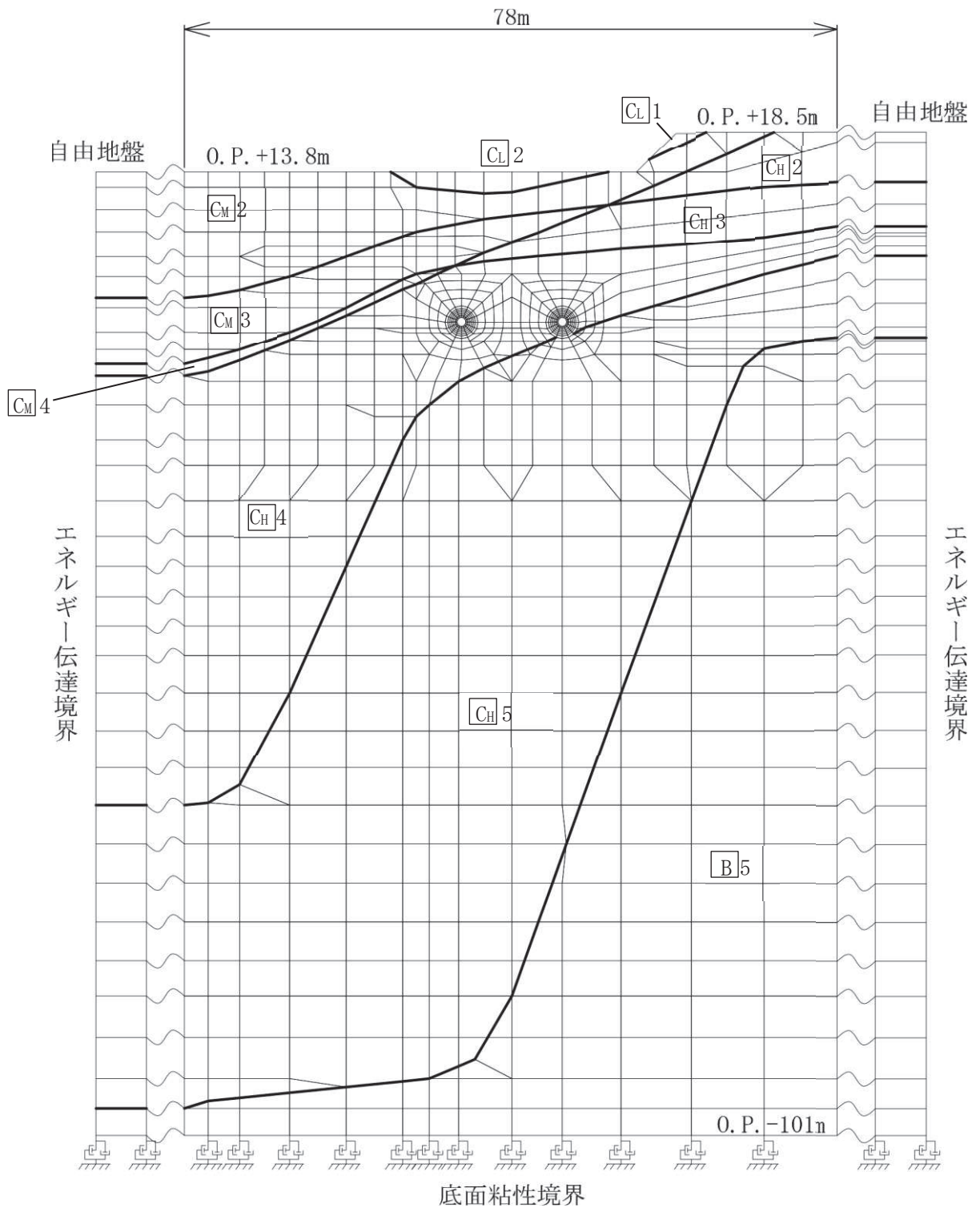
図 3.5-2 常時応力解析における境界条件の概念図

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) CH5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（覆工部については、鉄筋は考慮しない）。

(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： $f'_{c,k}=20.5\text{N/mm}^2$
充填部	コンクリート	設計基準強度： $f'_{c,k}=50.0\text{N/mm}^2$

表 3.5-2 材料の物性値

材料	単位体積重量 (kN/m^3)	ヤング係数 (N/mm^2)	ポアソン比 (-)
コンクリート（覆工部） ($f'_{c,k}=20.5\text{N/mm}^2$)	24.0 *	2.33×10^4 *	0.20 *
コンクリート（充填部） ($f'_{c,k}=50.0\text{N/mm}^2$)	23.0 *	3.30×10^4 *	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

耐震評価における許容限界は、地震荷重に対してコンクリート躯体である覆工部及び充填部が引張破壊又はせん断破壊しないこととして、引張破壊に対しては引張強度、せん断破壊に対してはせん断強度とする。

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 ²)
覆工部	引張強度 σ_t	1.019
充填部	引張強度 σ_t	1.847

引張強度 σ_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} / γ_c)

f_{tk} : 引張強度 (= $0.23 \cdot f'_{ck}{}^{2/3}$)

f'_{ck} : 設計基準強度 (= 50 N/mm^2)

γ_b : 部材係数 (= 1.3)

γ_c : 材料係数 (= 1.3)

せん断強度は、表 3.7-2 に示す物性値を用いて、「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	$f'_{c k}$	N/mm ²	20.5	50.0
内部摩擦角	ϕ	°	0 ^{*1}	0 ^{*1}
せん断強度	τ_0	N/mm ²	4.1 ^{*2}	10.0 ^{*2}

注記 *1：保守的に考慮しないこととする

*2： $\tau_0 = 1/5 q_u \rightarrow \tau_0 = 0.2 f'_{c k}$

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，引張破壊及びせん断破壊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。

引張破壊に対する照査値を表 3.8-1 に、せん断破壊に対する照査値を表 3.8-2 に、支持力における照査値を表 3.8-3 に示す。

また、引張破壊に対する照査値が最大となる時刻の応力分布図を図 3.8-1 に、せん断破壊に対す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接地圧の分布を図 3.8-3 に示す。

表 3.8-1(1) 引張破壊に対する照査値（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 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ
地震動(位相)	S _s -D1	++	0.36		
		-+	0.34		
	S _s -D2	++	0.37		
		-+	0.38		
	S _s -D3	++	0.34		
		-+	0.35		
	S _s -F1	++	0.27		
		-+	0.34		
	S _s -F2	++	0.38		
		-+	0.37		
	S _s -F3	++	0.38		
		-+	0.44	0.41	0.48
	S _s -N1	++	0.29		
		-+	0.30		

表 3.8-1(2) 引張破壊に対する照査値（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 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ
地震動(位相)	S _s -D1	++	0.45		
		-+	0.44		
	S _s -D2	++	0.49		
		-+	0.50		
	S _s -D3	++	0.44		
		-+	0.46		
	S _s -F1	++	0.36		
		-+	0.43		
	S _s -F2	++	0.51		
		-+	0.50		
	S _s -F3	++	0.51		
		-+	0.57	0.54	0.63
	S _s -N1	++	0.39		
		-+	0.41		

表 3.8-2(1) せん断破壊に対する照査値（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 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ
地震動(位相)	S _s -D1	++	0.08		
		-+	0.08		
	S _s -D2	++	0.09		
		-+	0.09		
	S _s -D3	++	0.08		
		-+	0.09		
	S _s -F1	++	0.08		
		-+	0.07		
	S _s -F2	++	0.10		
		-+	0.09		
	S _s -F3	++	0.10		
		-+	0.10	0.10	0.11
	S _s -N1	++	0.08		
		-+	0.08		

表 3.8-2(2) せん断破壊に対する照査値（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 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ
地震動(位相)	S _s -D1	++	0.04		
		-+	0.04		
	S _s -D2	++	0.05		
		-+	0.05		
	S _s -D3	++	0.04		
		-+	0.04		
	S _s -F1	++	0.04		
		-+	0.04		
	S _s -F2	++	0.05		
		-+	0.05		
	S _s -F3	++	0.05		
		-+	0.05	0.05	0.06
	S _s -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 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ
地震動(位相)	S _s -D1	++	0.03		
		-+	0.03		
	S _s -D2	++	0.03		
		-+	0.03		
	S _s -D3	++	0.03		
		-+	0.03		
	S _s -F1	++	0.02		
		-+	0.02		
	S _s -F2	++	0.02		
		-+	0.03		
	S _s -F3	++	0.03		
		-+	0.03	0.03	0.03
	S _s -N1	++	0.02		
		-+	0.03		

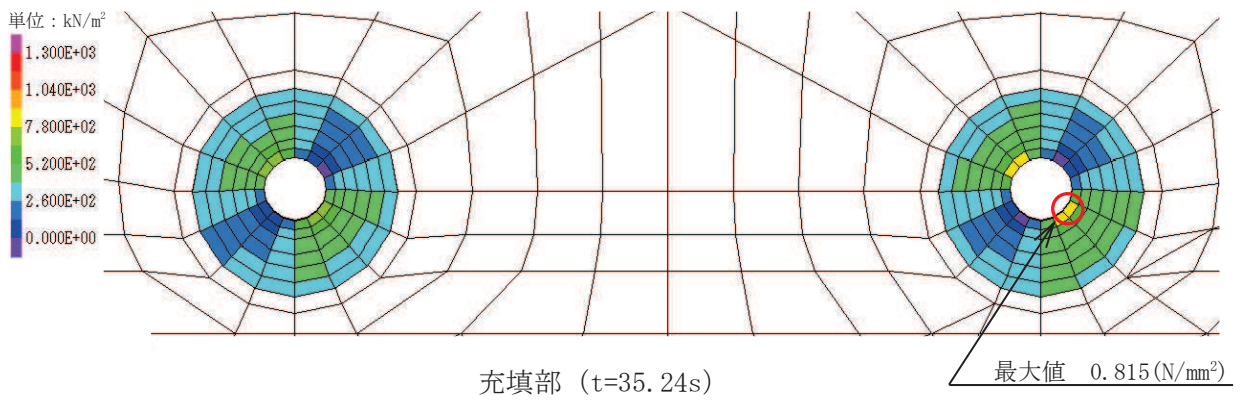
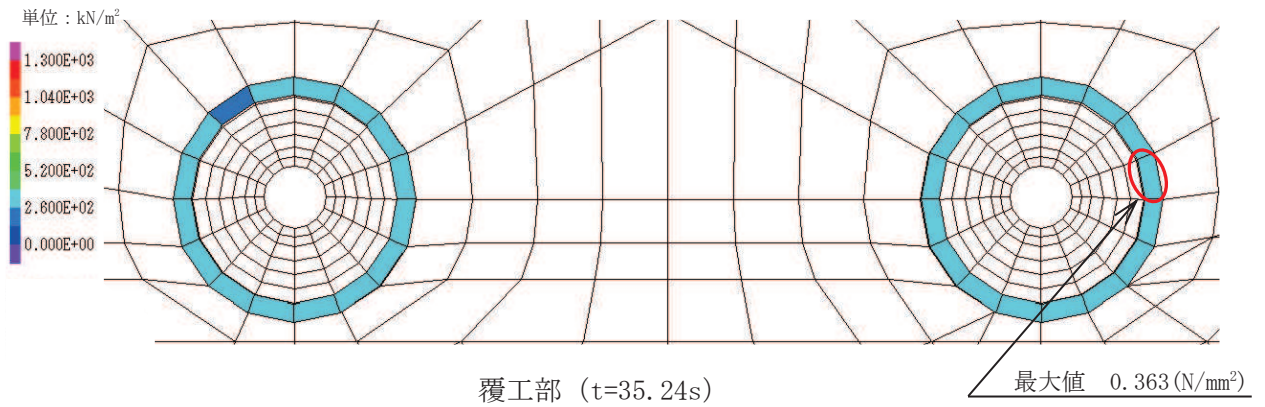


図 3.8-1(1) 解析ケース① 基準地震動 S s - D 1 (++) に対する引張応力分布図

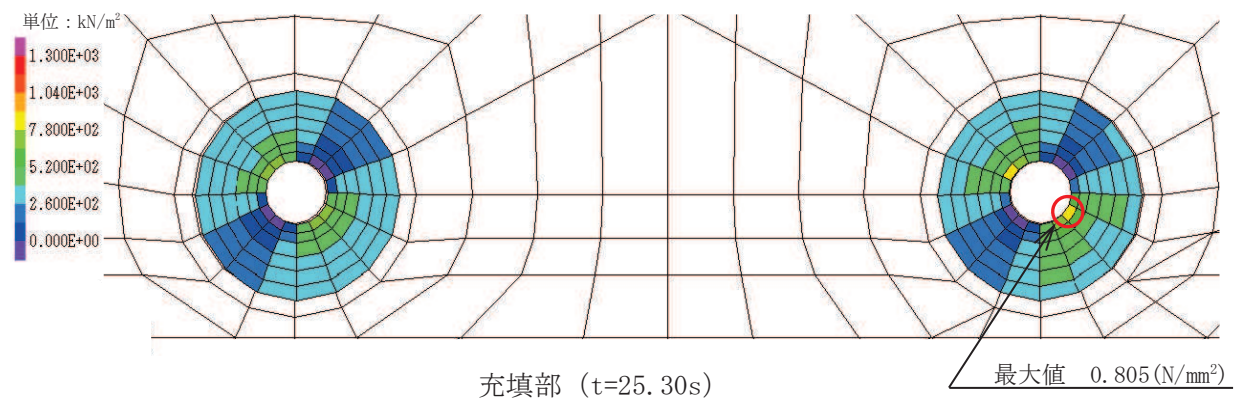
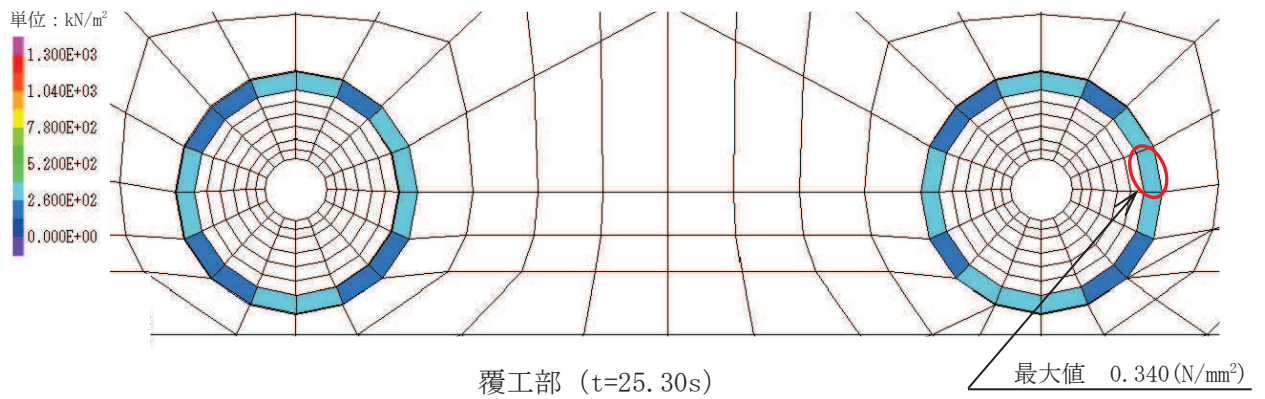


図 3.8-1(2) 解析ケース① 基準地震動 S s - D 1 (-+) に対する引張応力分布図

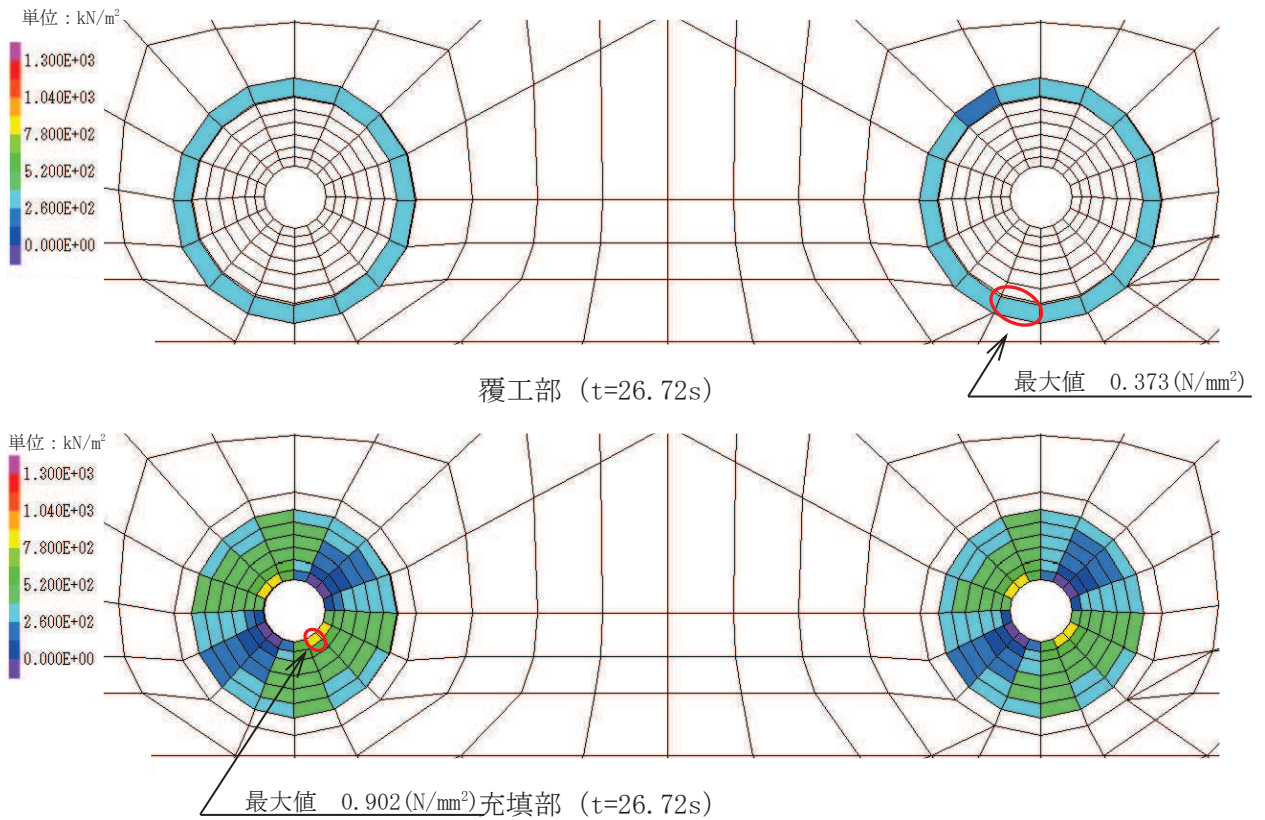


図 3.8-1(3) 解析ケース① 基準地震動 S s - D 2 (++) に対する引張応力分布図

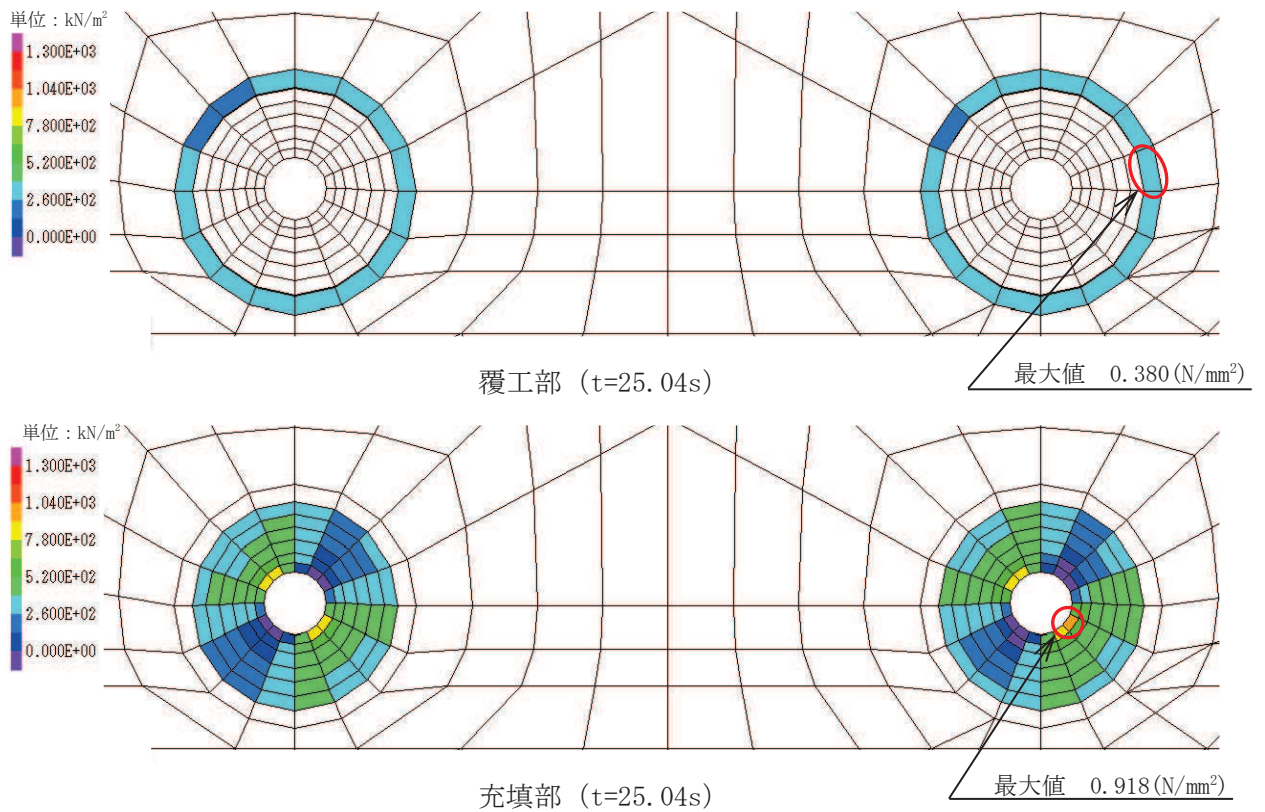


図 3.8-1(4) 解析ケース① 基準地震動 S s - D 2 (-+) に対する引張応力分布図

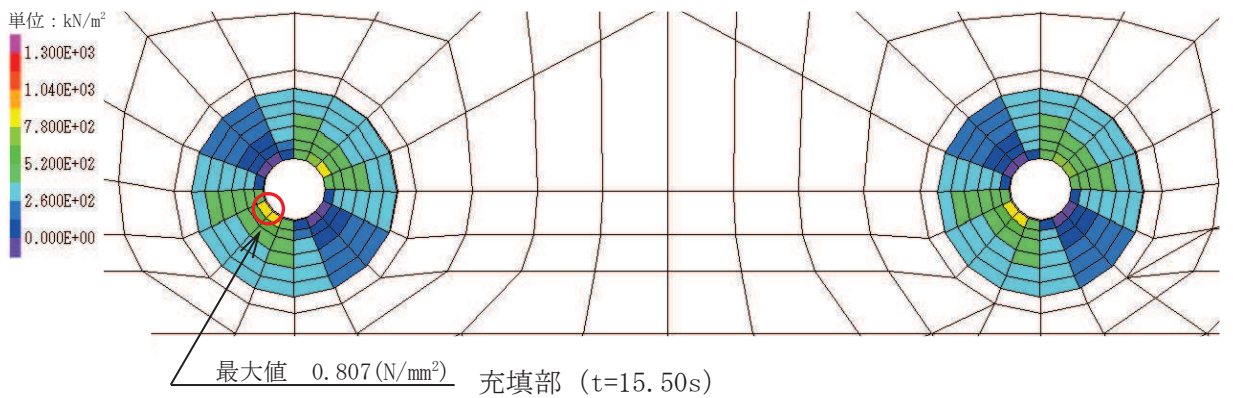
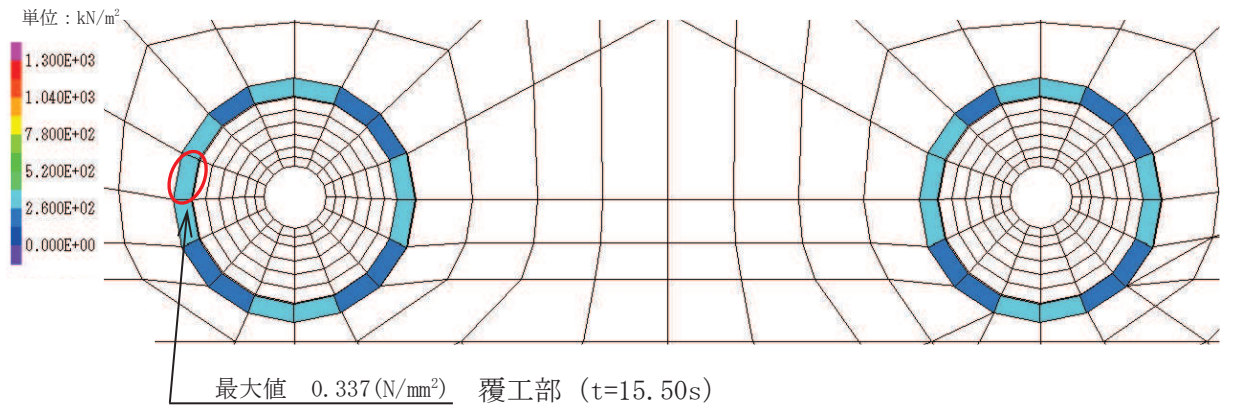


図 3.8-1(5) 解析ケース① 基準地震動 $S_s - D3 (+ +)$ に対する引張応力分布図

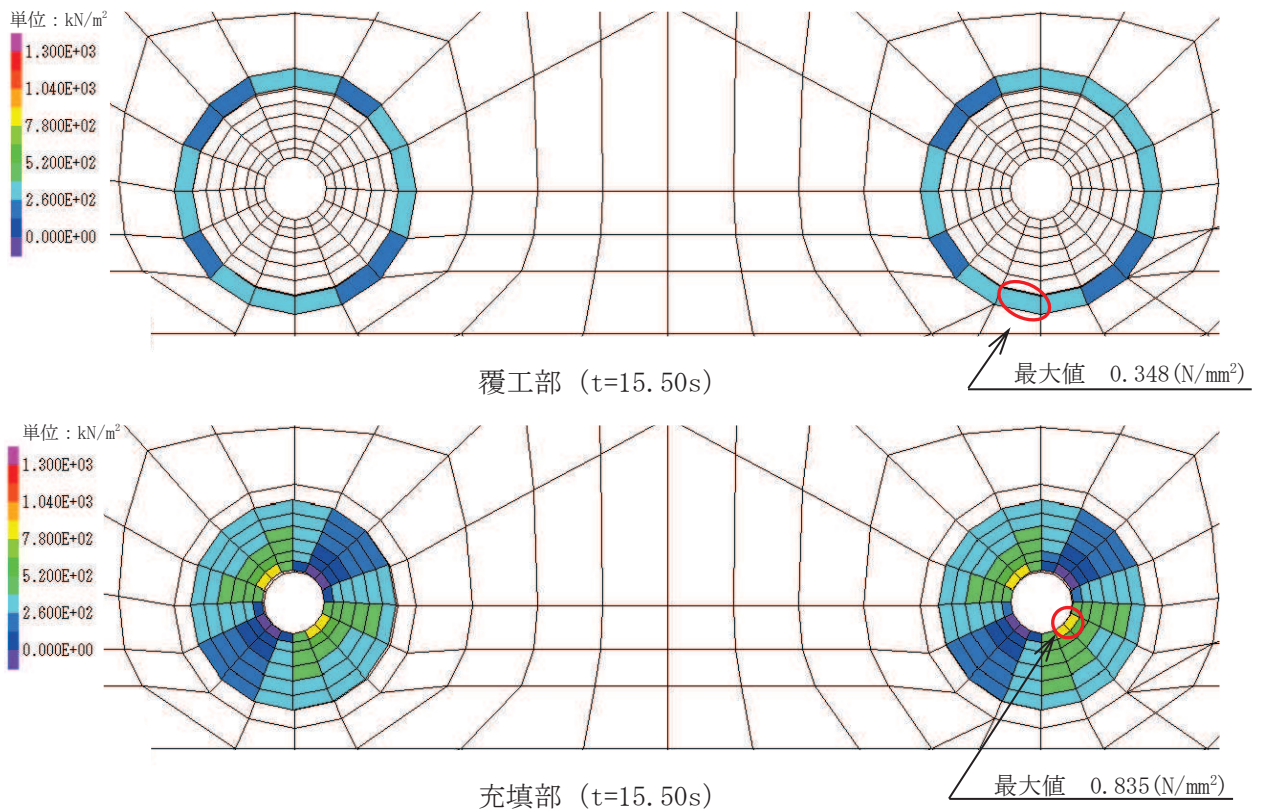


図 3.8-1(6) 解析ケース① 基準地震動 $S_s - D3 (- +)$ に対する引張応力分布図

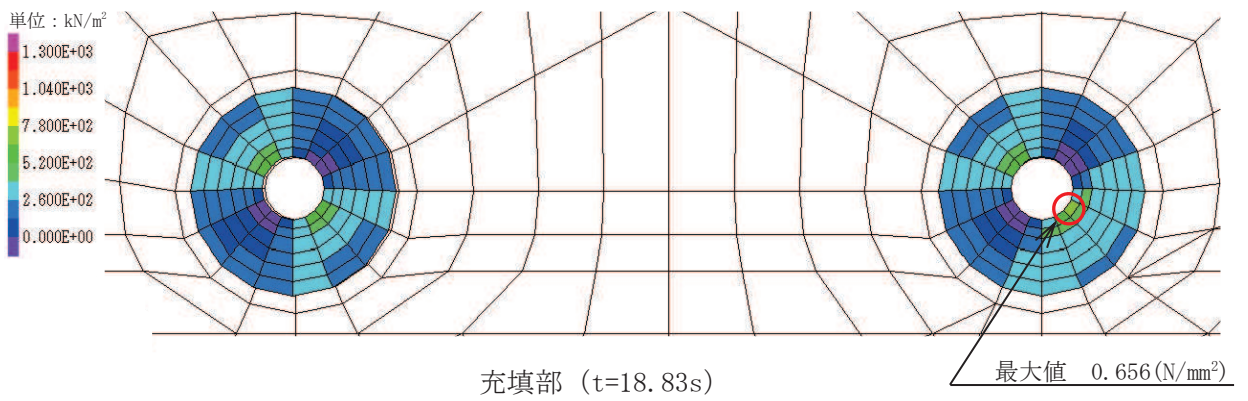
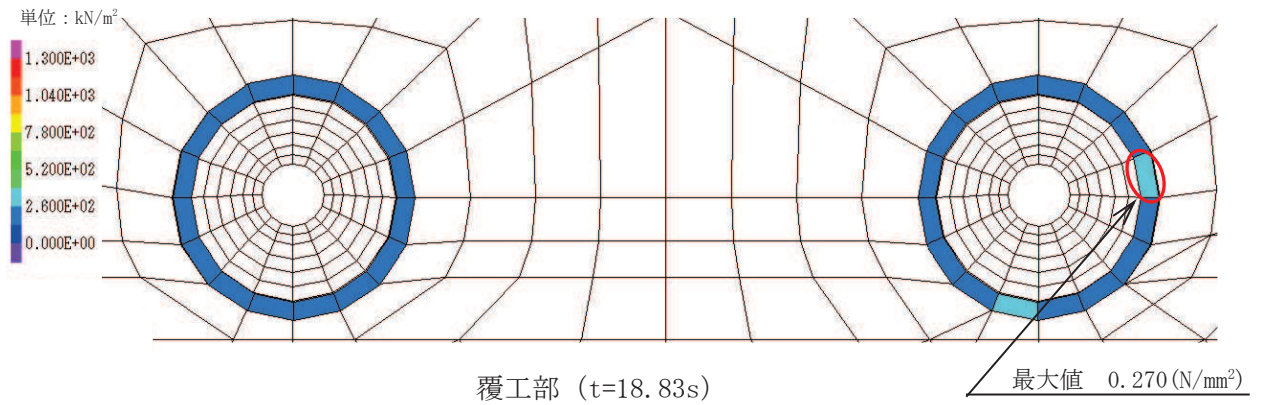


図 3.8-1(7) 解析ケース① 基準地震動 S s - F 1 (++) に対する引張応力分布図

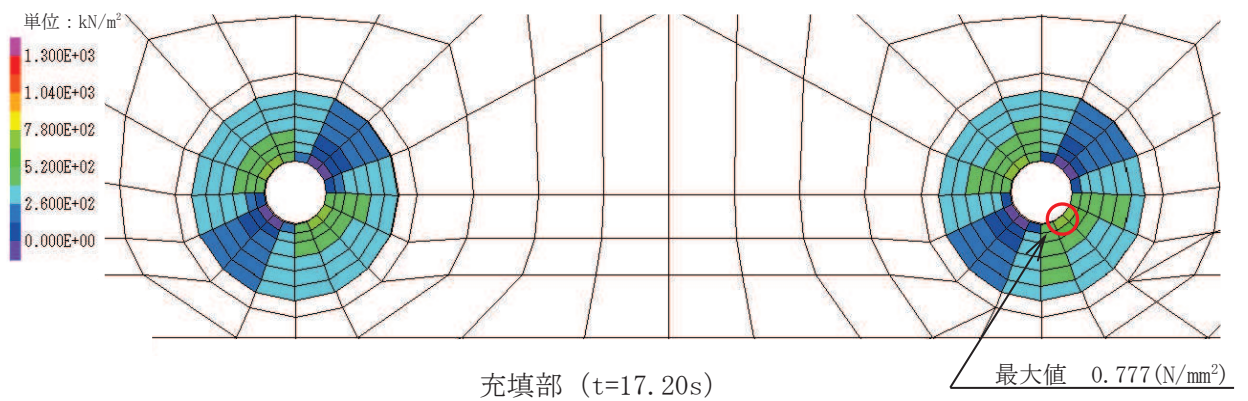
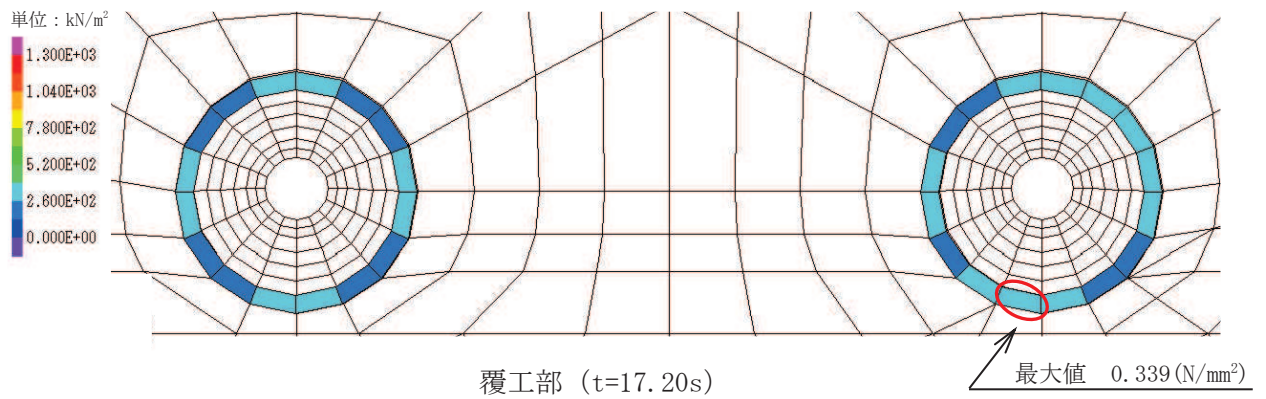


図 3.8-1(8) 解析ケース① 基準地震動 S s - F 1 (-+) に対する引張応力分布図

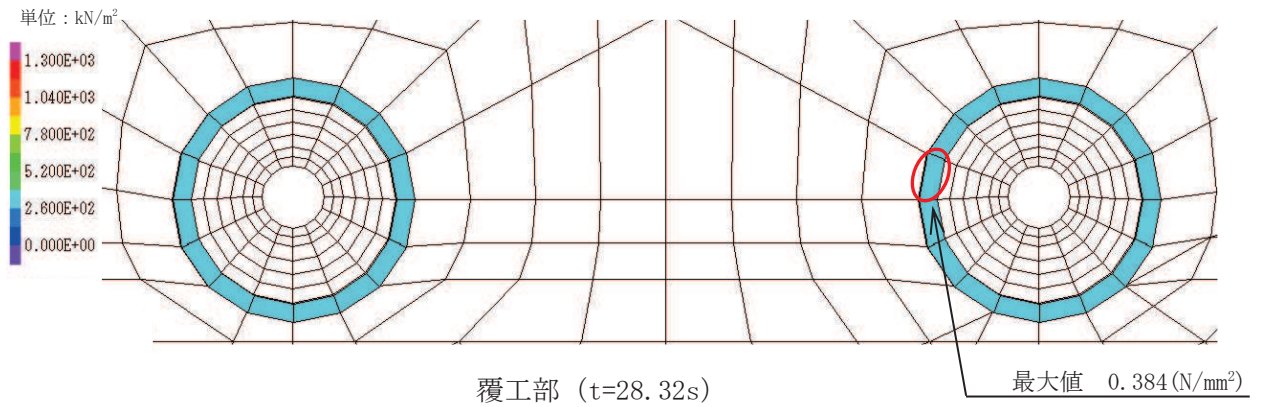


図 3.8-1(9) 解析ケース① 基準地震動 $S_s - F2 (+ +)$ に対する引張応力分布図

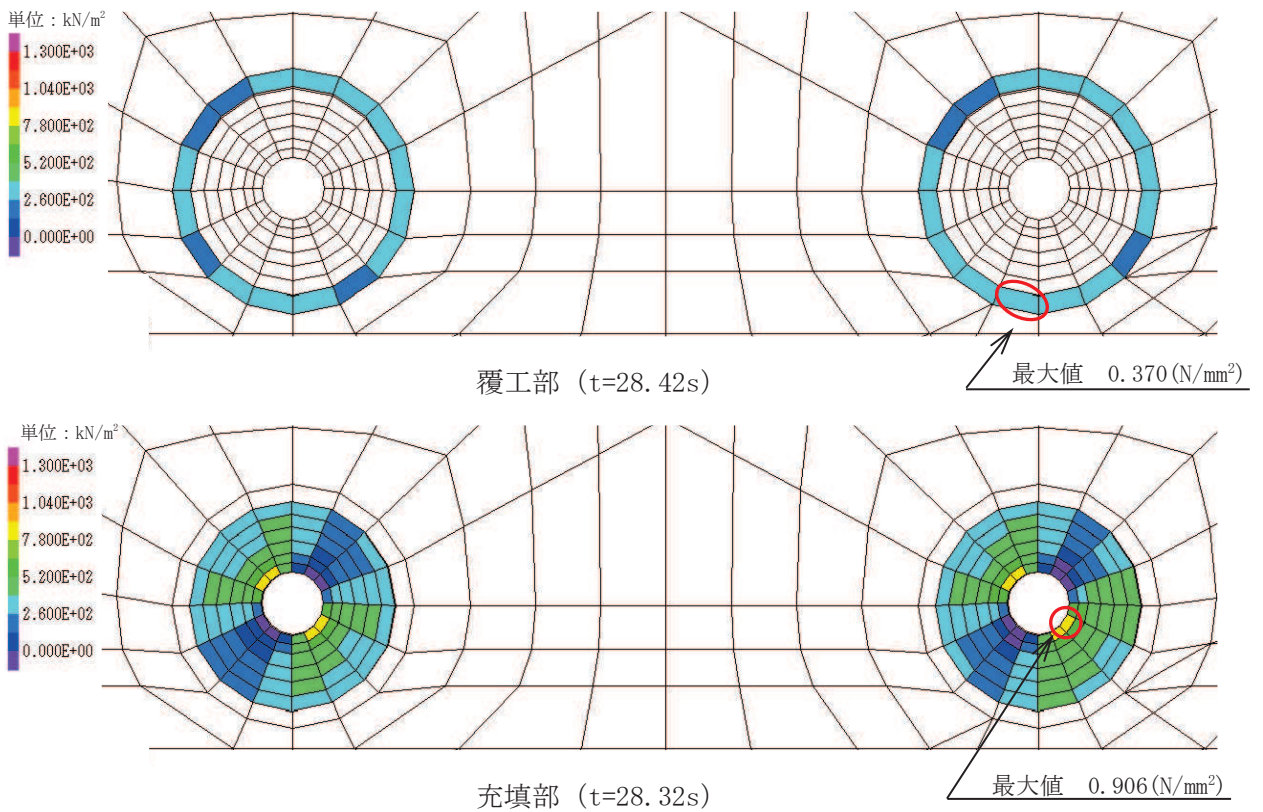


図 3.8-1(10) 解析ケース① 基準地震動 $S_s - F2 (- +)$ に対する引張応力分布図

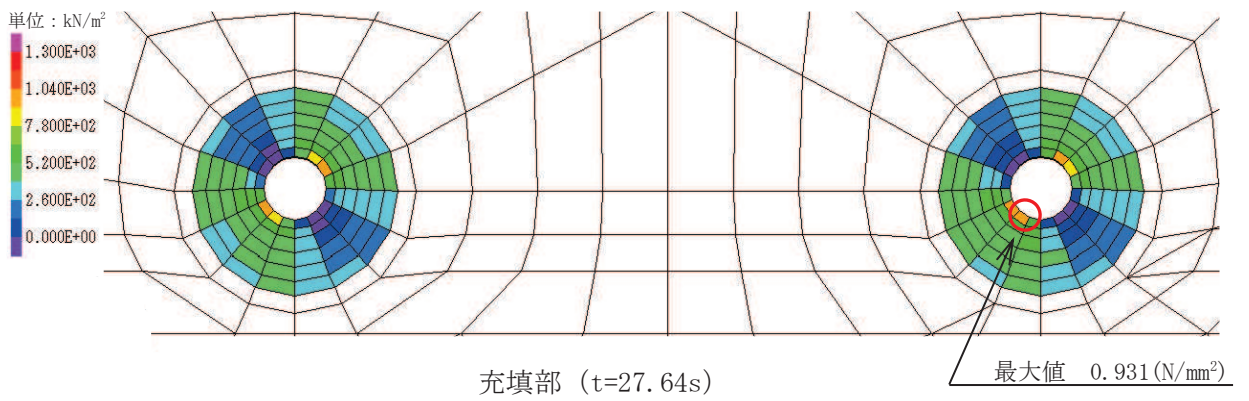
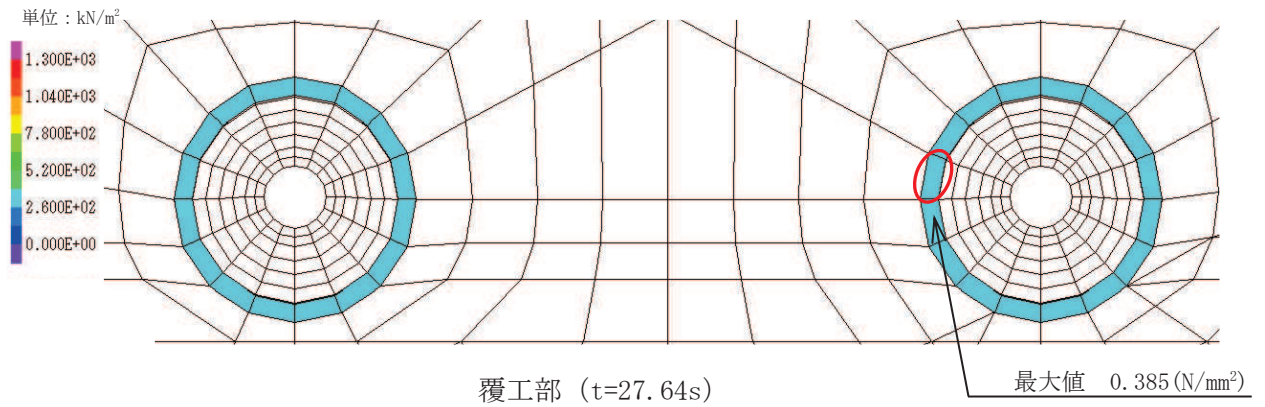


図 3.8-1(11) 解析ケース① 基準地震動 S_s-F3 (++) に対する引張応力分布図

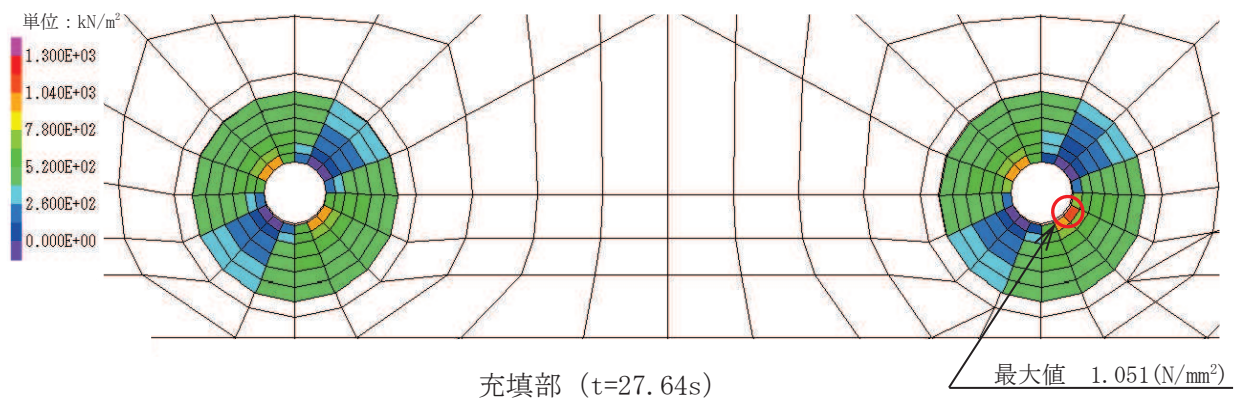
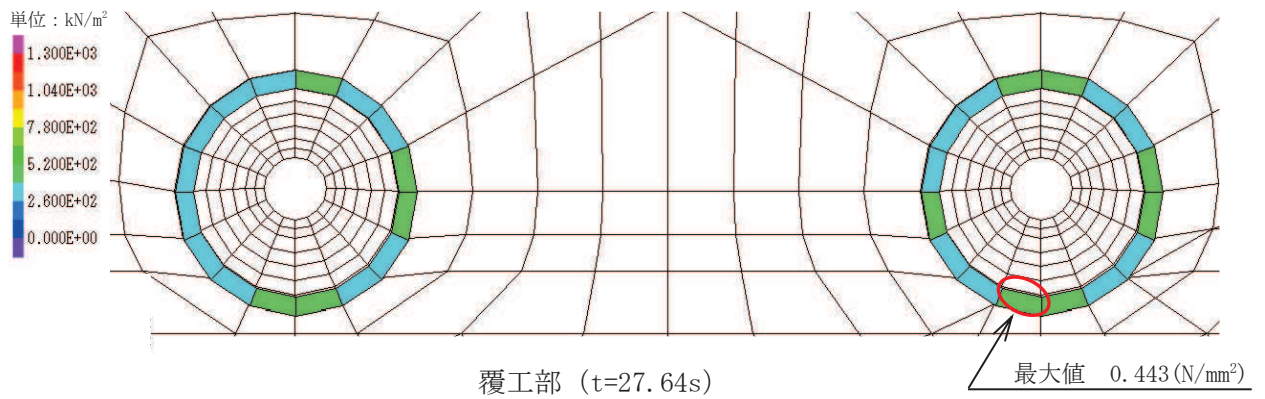


図 3.8-1(12) 解析ケース① 基準地震動 S_s-F3 (-+) に対する引張応力分布図

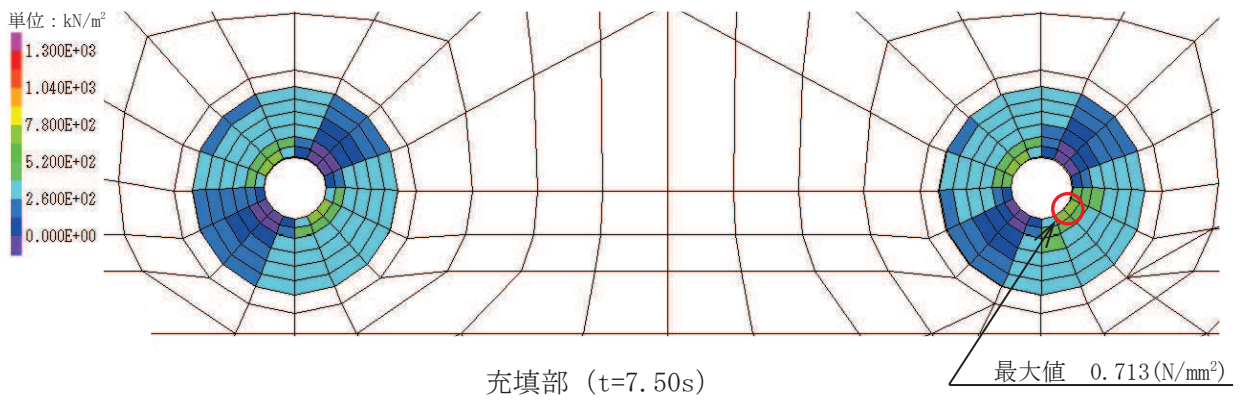
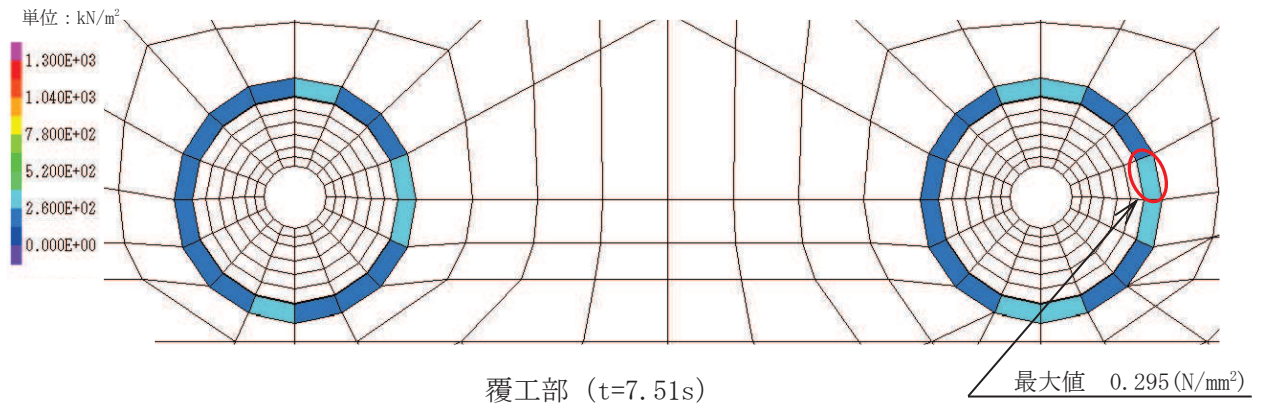


図 3.8-1(13) 解析ケース① 基準地震動 S_s-N1 (++) に対する引張応力分布図

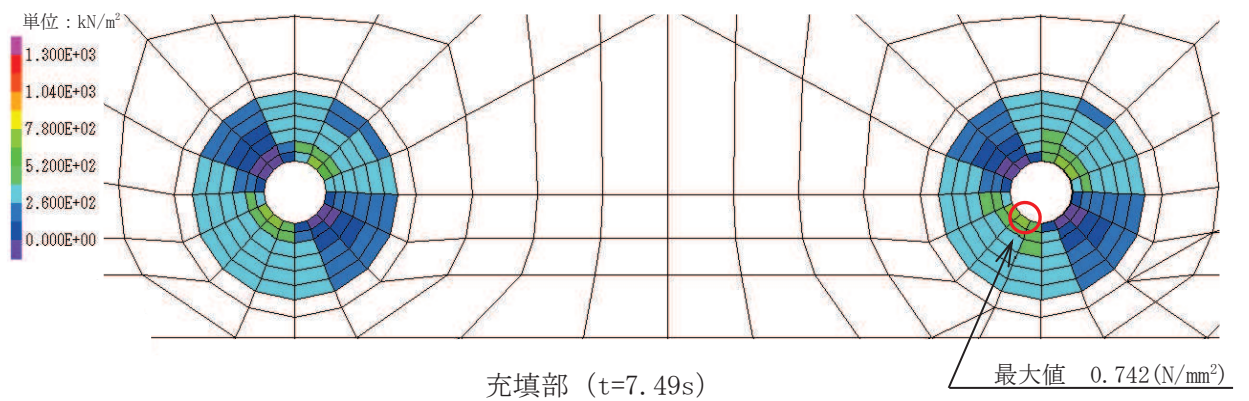
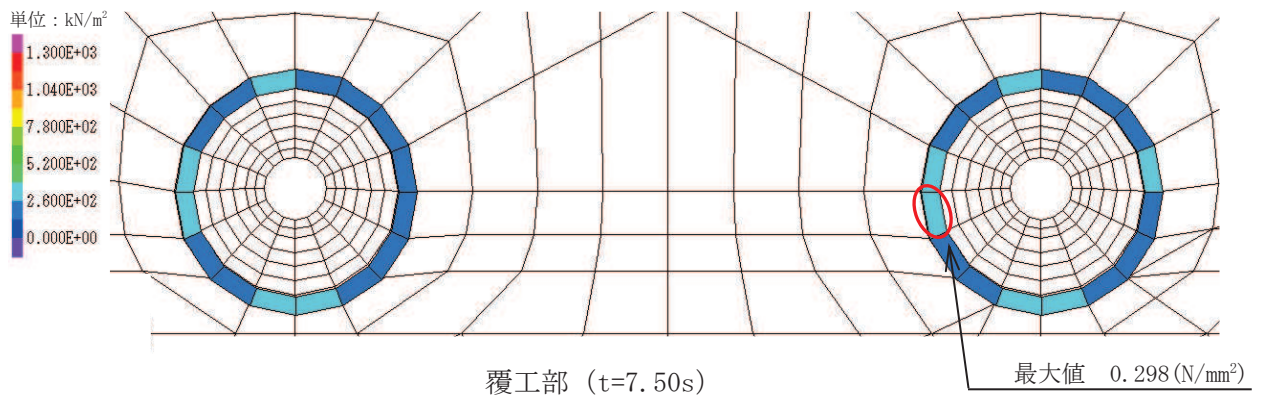


図 3.8-1(14) 解析ケース① 基準地震動 S_s-N1 (-+) に対する引張応力分布図

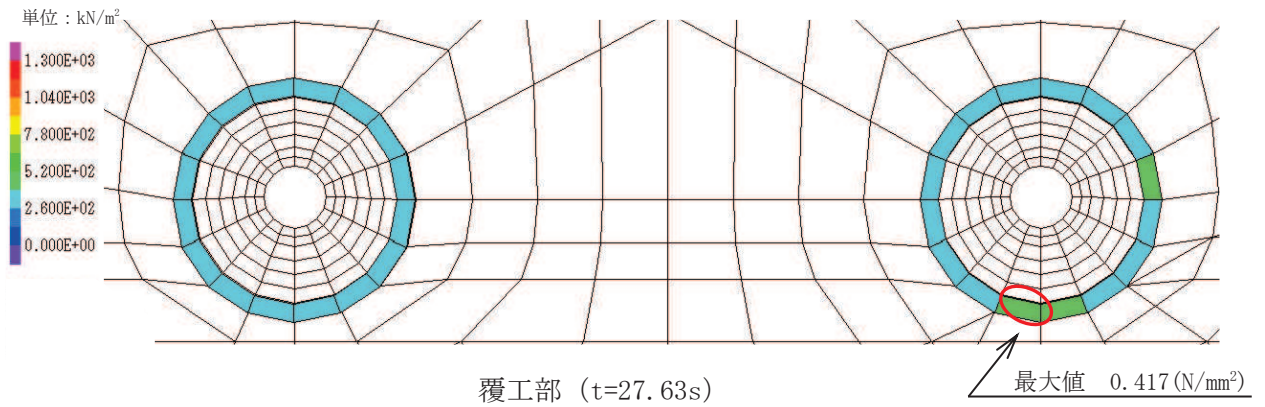


図 3.8-1(15) 解析ケース② 基準地震動 S_s-F3 (-+) に対する引張応力分布図

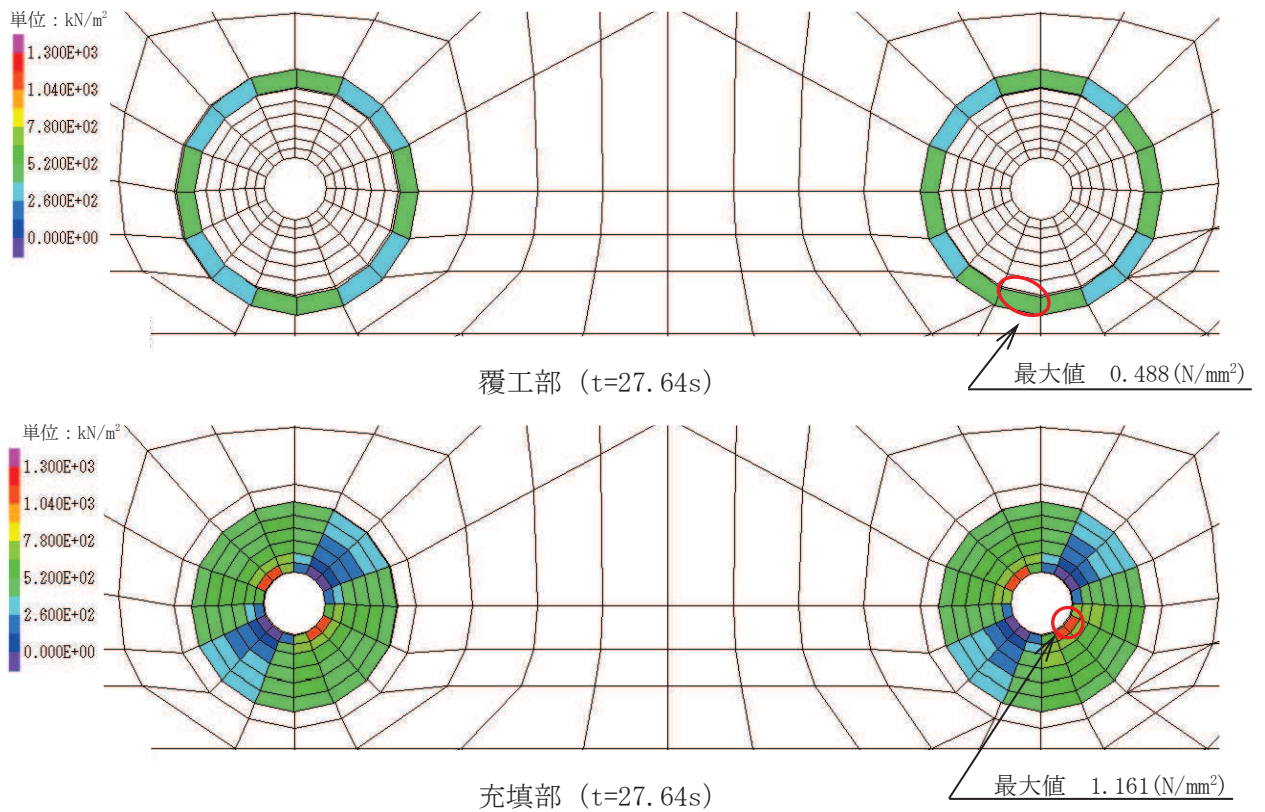


図 3.8-1(16) 解析ケース③ 基準地震動 S_s-F3 (-+) に対する引張応力分布図

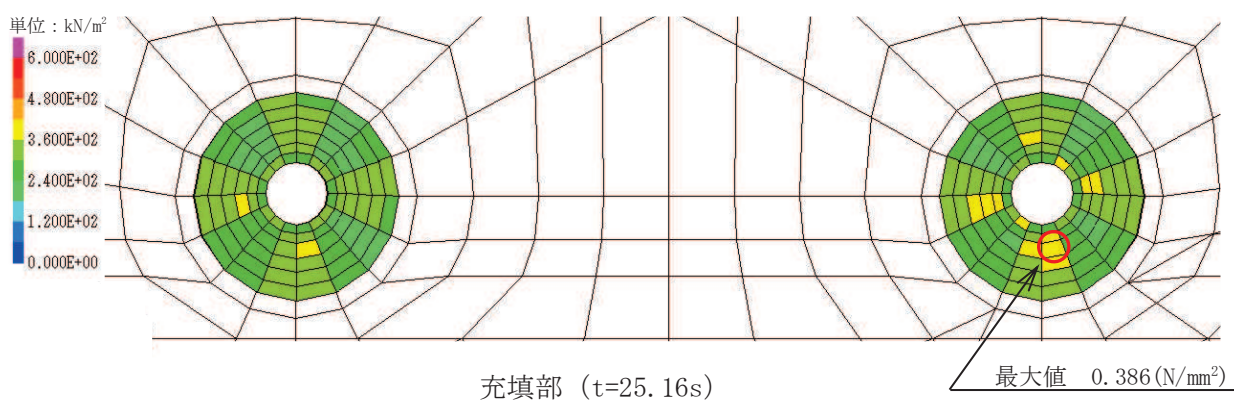
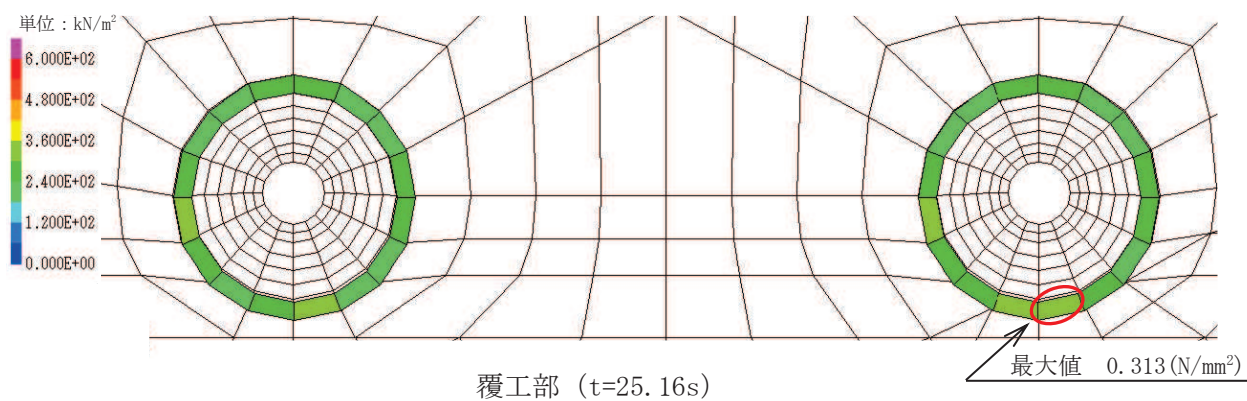


図 3.8-2(1) 解析ケース① 基準地震動 S_s-D1 (++) に対するせん断応力分布図

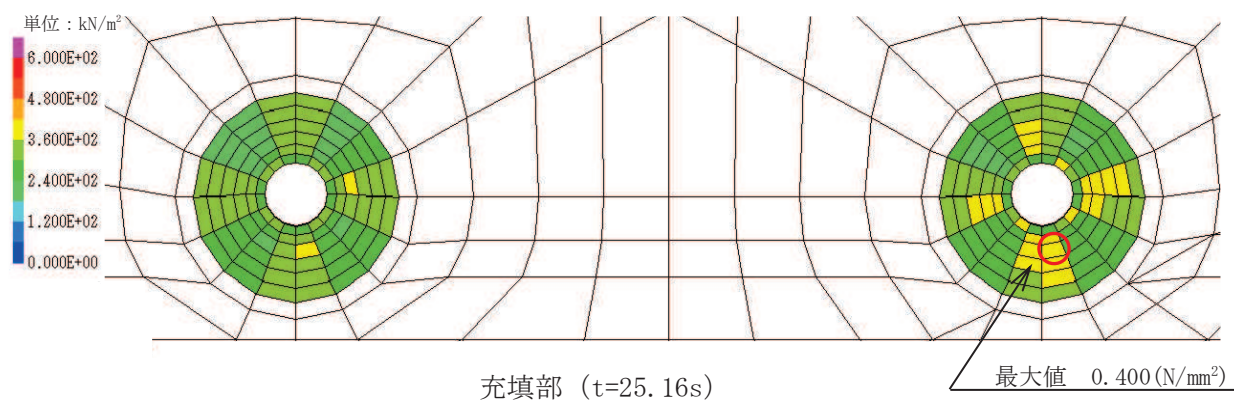
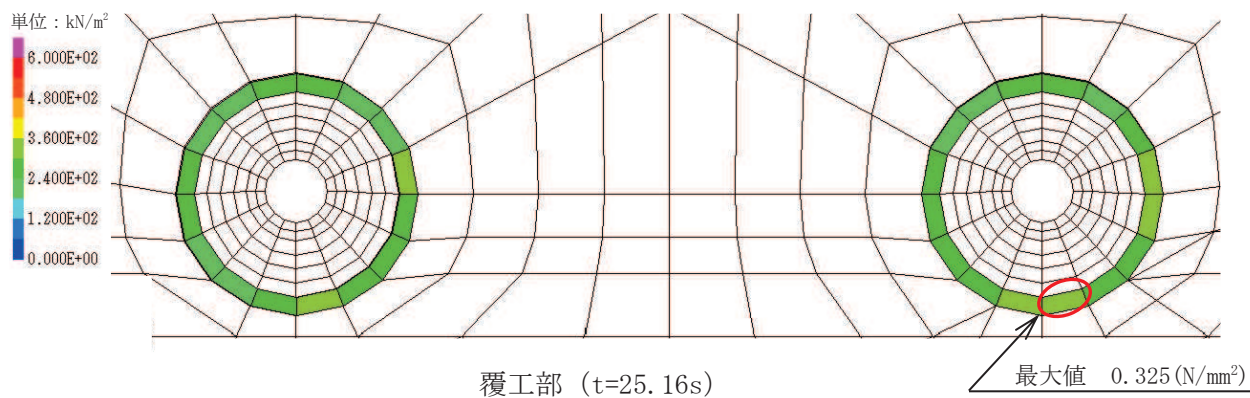


図 3.8-2(2) 解析ケース① 基準地震動 S_s-D1 (-+) に対するせん断応力分布図

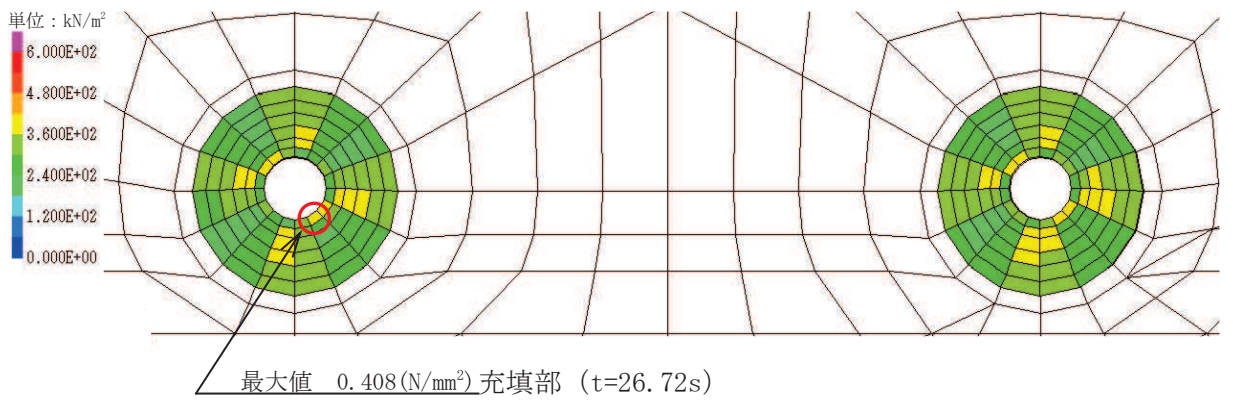
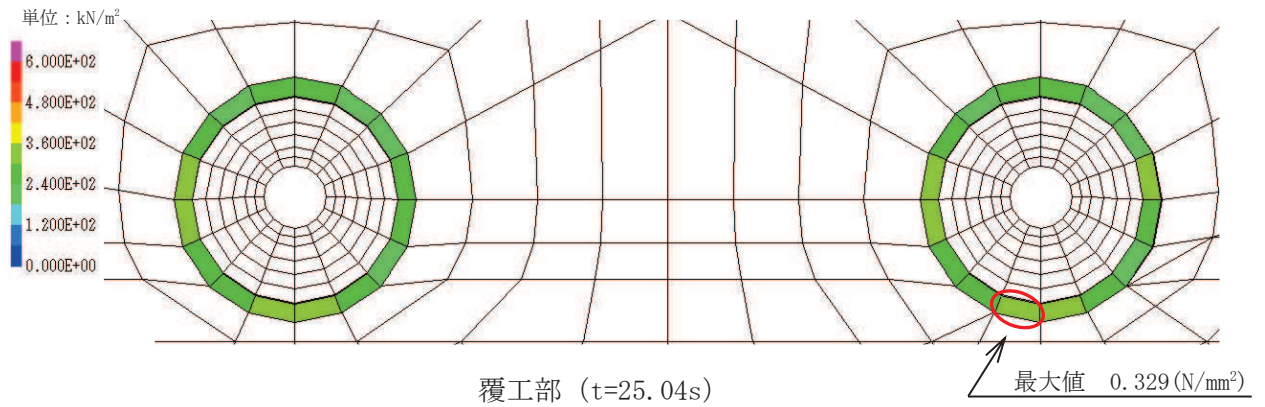


図 3.8-2(3) 解析ケース① 基準地震動 $S_s - D2 (+ +)$ に対するせん断応力分布図

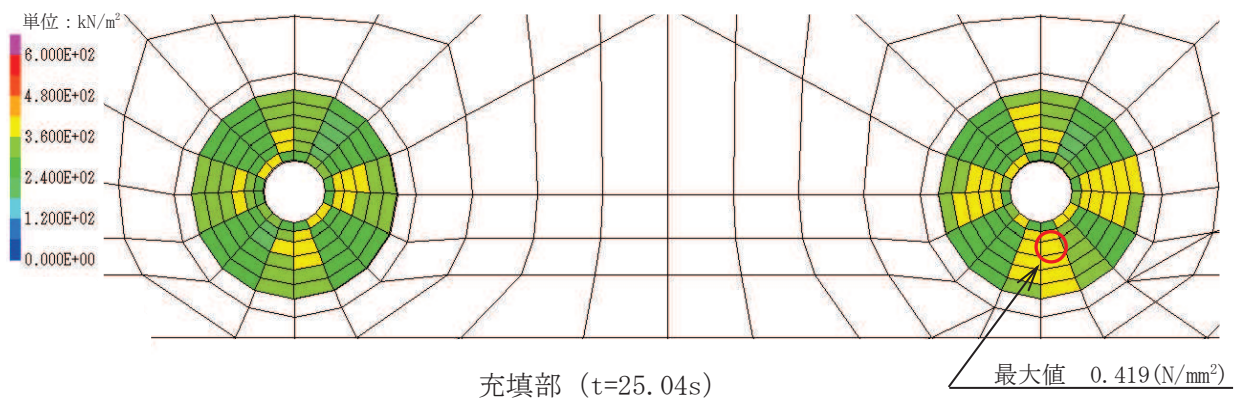
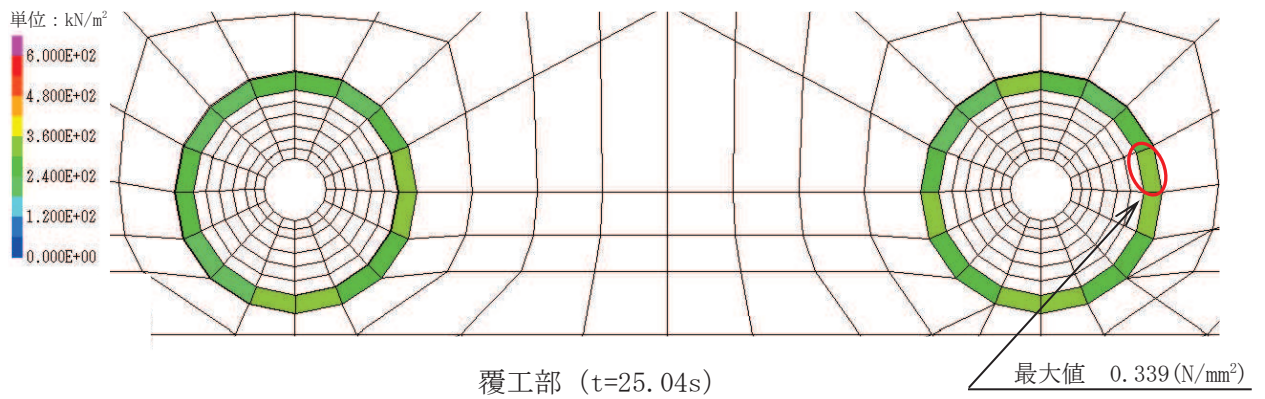


図 3.8-2(4) 解析ケース① 基準地震動 $S_s - D2 (- +)$ に対するせん断応力分布図

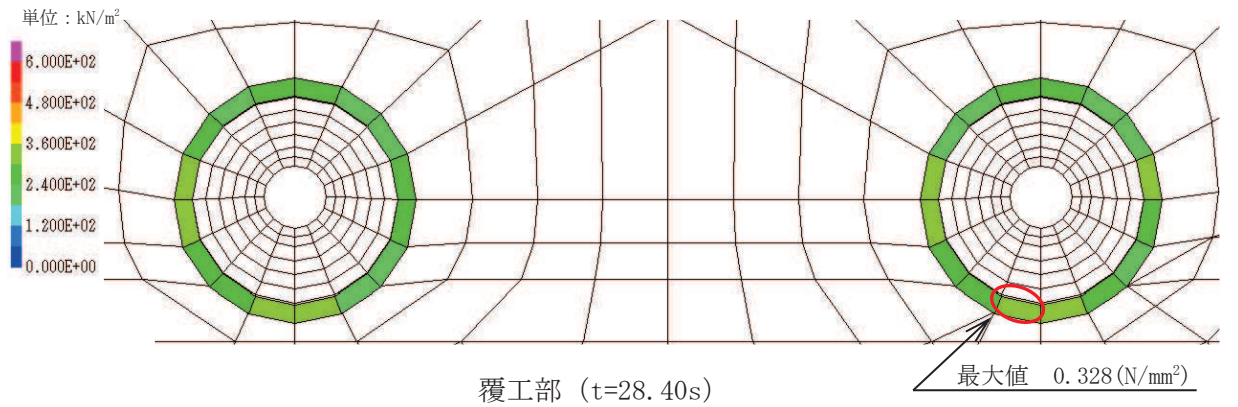


図 3.8-2(5) 解析ケース① 基準地震動 $S_s - D3 (+ +)$ に対するせん断応力分布図

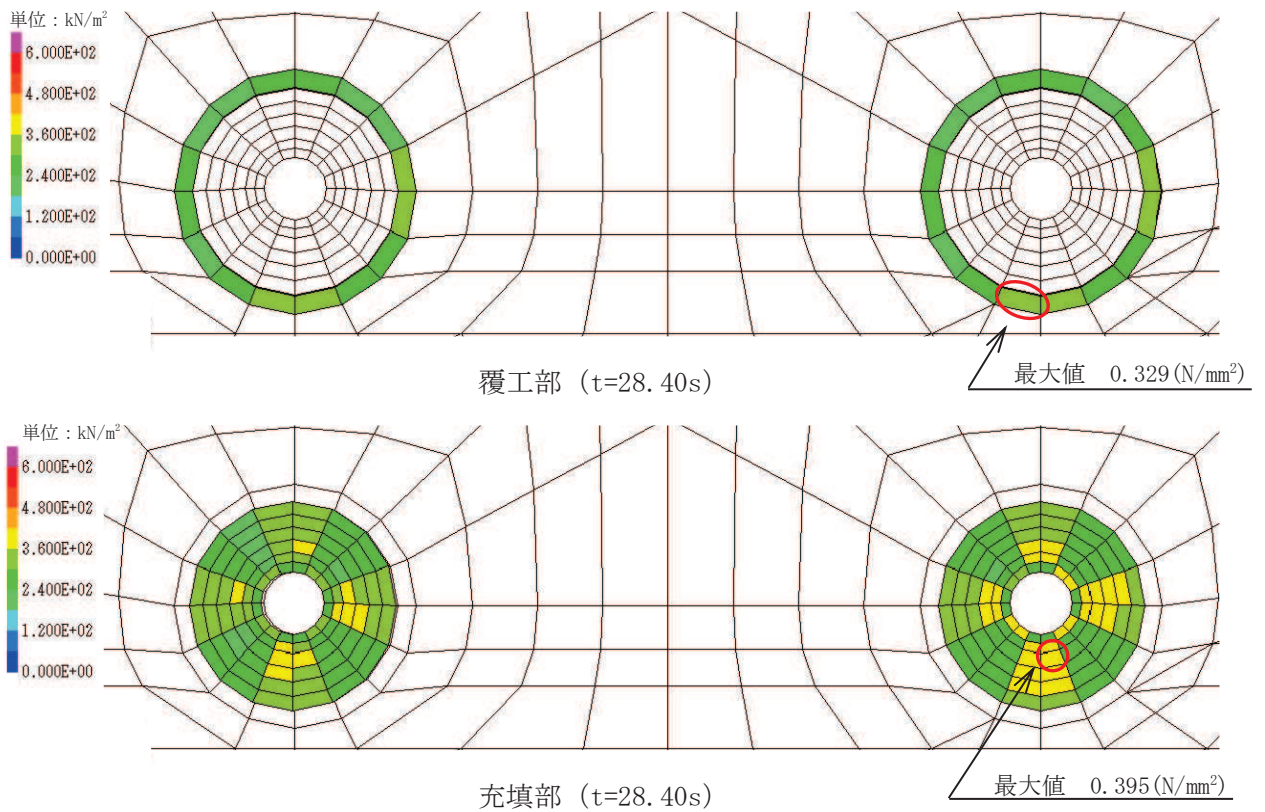


図 3.8-2(6) 解析ケース① 基準地震動 $S_s - D3 (- +)$ に対するせん断応力分布図

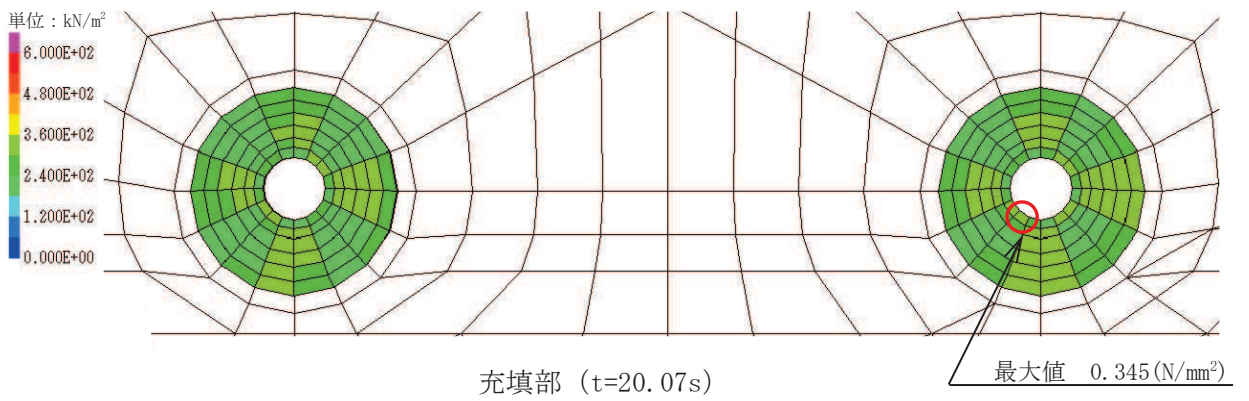
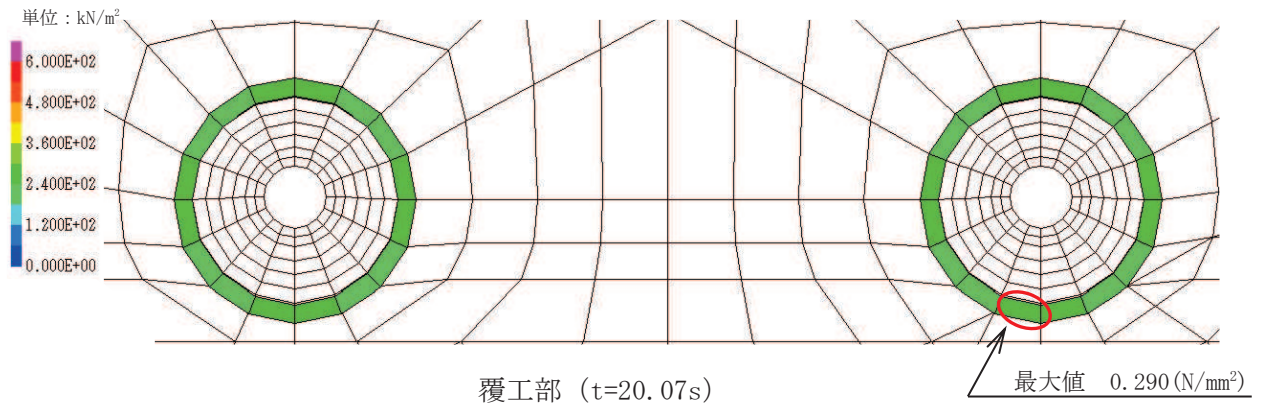


図 3.8-2(7) 解析ケース① 基準地震動 S_s-F1 (++) に対するせん断応力分布図

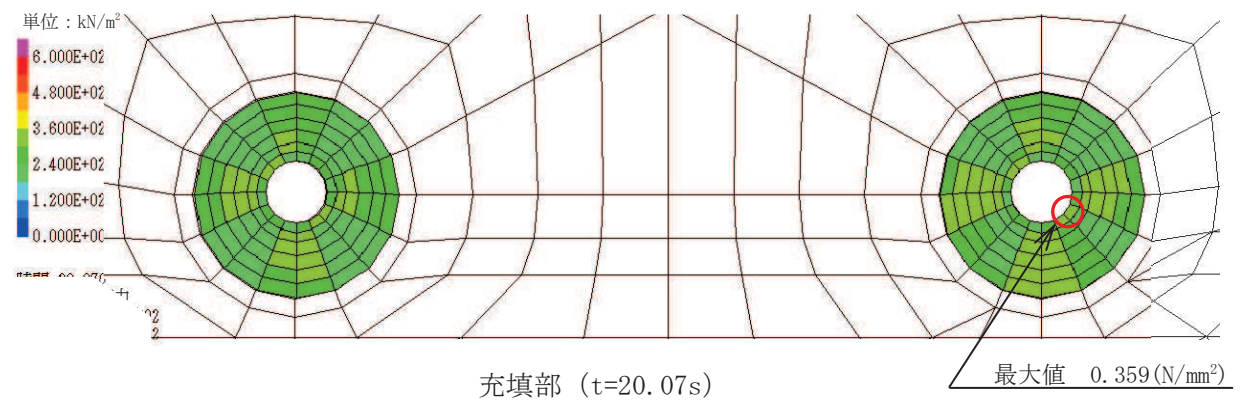
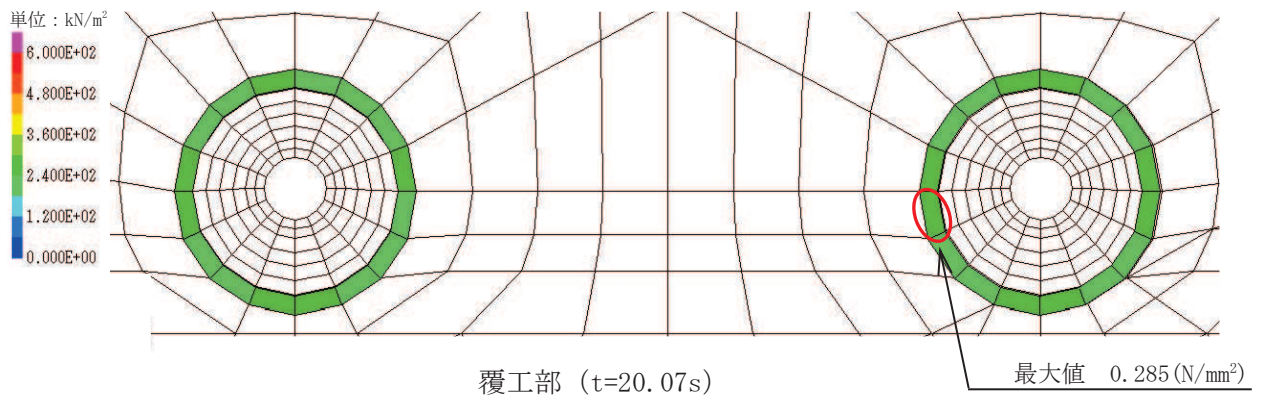


図 3.8-2(8) 解析ケース① 基準地震動 S_s-F1 (-+) に対するせん断応力分布図

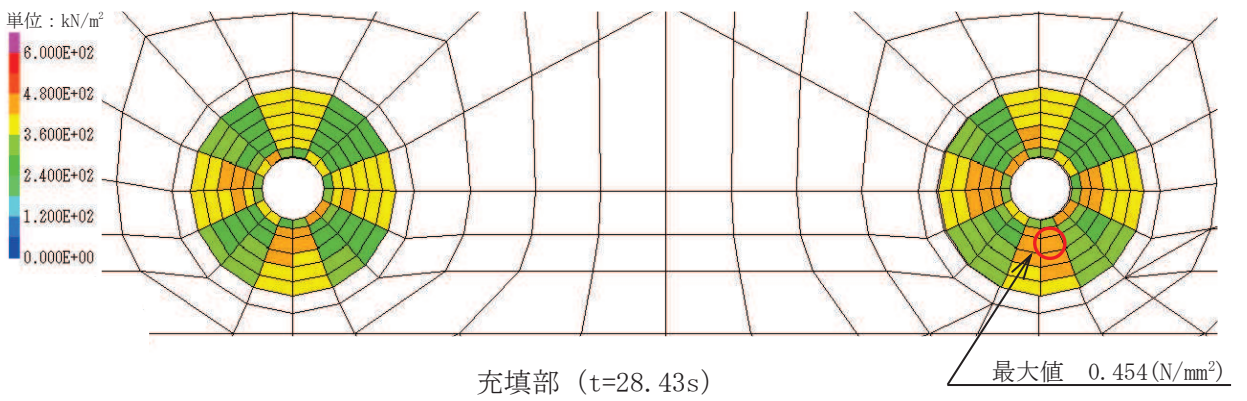
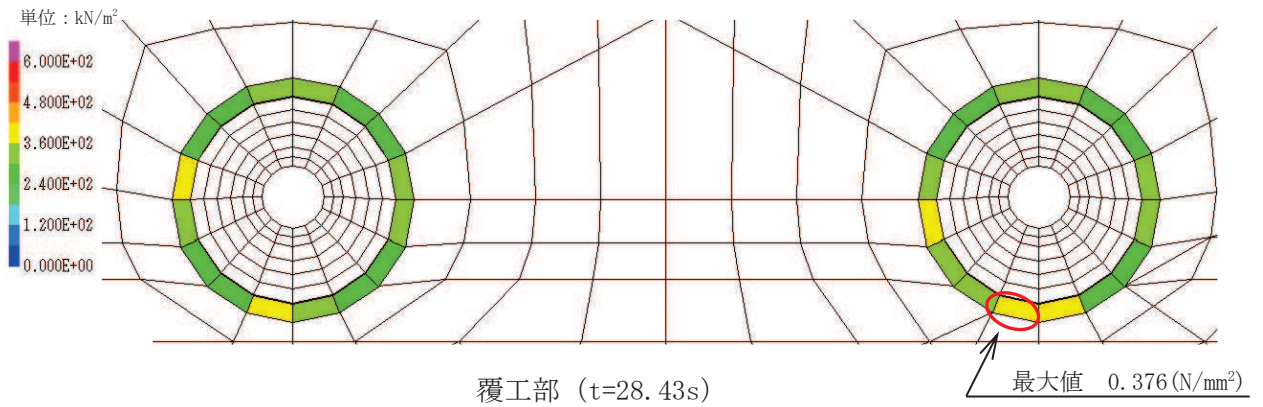


図 3.8-2(9) 解析ケース① 基準地震動 $S_s - F_2 (+ +)$ に対するせん断応力分布図

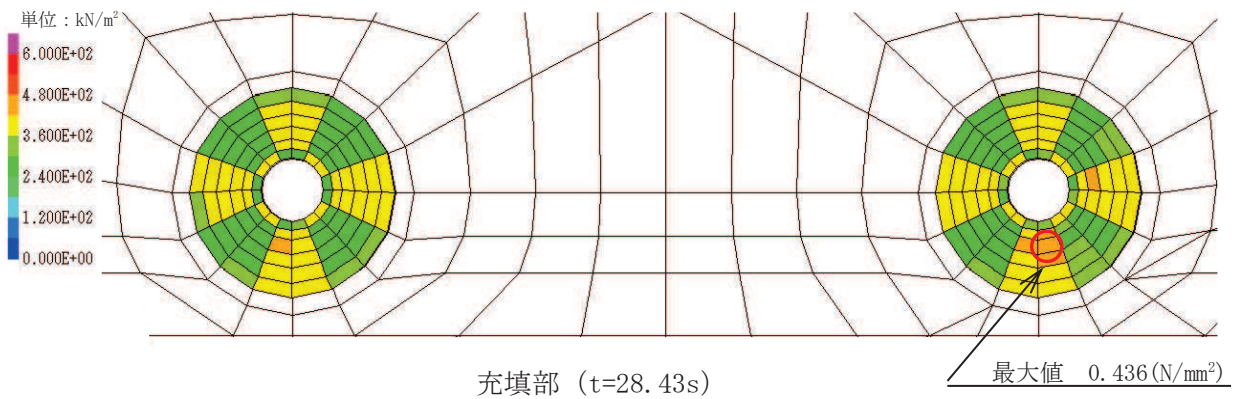
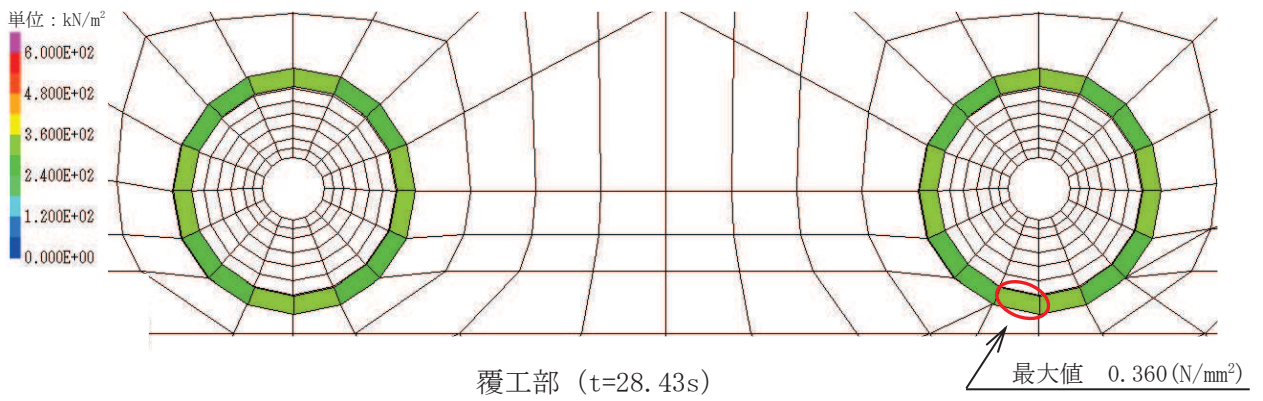


図 3.8-2(10) 解析ケース① 基準地震動 $S_s - F_2 (- +)$ に対するせん断応力分布図