

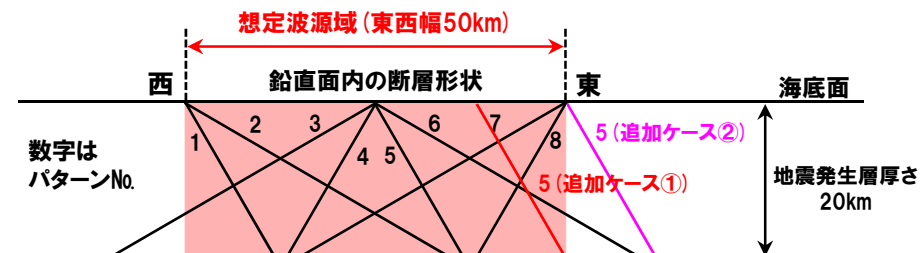
1. コメント回答方針	13
1.1 指摘事項	14
1.2 指摘事項に関する回答方針	19
2. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	25
2.1 検討方針	26
2.2 日本海東縁部の特性整理	32
2.2.1 文献レビュー(既往の知見の整理)	34
2.2.2 当社の調査結果	43
2.2.3 想定される日本海東縁部の範囲	47
2.3 想定波源域の設定	48
2.3.1 想定波源域(南北・東西方向)の設定	50
2.3.2 想定波源域(深度方向)の設定	70
2.3.3 想定波源域の設定 まとめ	76
2.4 基準波源モデルの設定	79
2.5 パラメータスタディ	105
2.5.1 パラメータスタディの検討方針	106
2.5.2 計算条件	137
2.5.3 パラメータスタディの結果	168
2.6 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケース	201
2.7 補足説明	230
2.7.1 パラメータスタディ評価因子影響分析	231
2.7.2 アスペリティモデルの保守性確認	296
2.7.3 断層パターン5(東へ移動)の検討	324
2.7.4 断層パターン1の分析	332
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認	356
2.7.6 F_B -2断層の位置付けと深度方向に係るモデル設定	377
2.8 まとめ	388
参考文献	398

断層パターン5 (東へ移動) の検討 (1/6) 検討方針

一部修正 (R3/12/24審査会合)

- 概略パラメータスタディのSTEP1-1では、東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向に関する検討(土木学会(2016)に基づく断層パターン)を実施している。
 - 土木学会(2016)に基づく断層パターンの検討の妥当性を確認するために、断層パターン5(追加ケース①及び追加ケース②)の数値シミュレーションを実施し、断層パターン1~8の評価値と比較して、断層パターン1~8の評価値の方が大きくなることを確認する。
 - 断層パターン5(追加ケース①)の下端位置は、想定波源域の東端と一致するように設定する。
 - また、更なる検討として、概略パラメータスタディの最大ケースである断層パターン6の下端を網羅できる位置として、断層パターン5(追加ケース②)の上端位置を、想定波源域の東端と一致するように設定する。
 - 土木学会(2016)を踏まえ、断層パターン1~8は、概ね想定波源域の中に断層を配置することを基本としているが、断層パターン5(追加ケース②)が想定波源域の外となることは許容する。
-
- 東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向に関する検討(土木学会(2016)に基づく断層パターン)を実施したSTEP1-1において、水位変動量が最大となるアスペリティ位置であるde, ef, fgを対象とする。
 - 断層パターン5(追加ケース①及び追加ケース②)の検討の実施に当たっては、以下の複数の地形モデルを用いる。
 - 健全地形モデル(北防波堤あり-南防波堤あり)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①(北防波堤なし-南防波堤なし)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル②(北防波堤あり-南防波堤なし)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル③(北防波堤なし-南防波堤あり)

【東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向】



土木学会(2016)に基づく断層パターン及び想定波源域

2.7.3 断層パターン5 (東へ移動) の検討

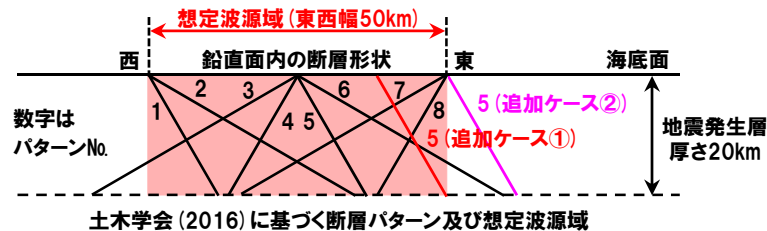
断層パターン5 (東へ移動) の検討 (2/6) 健全地形モデル

一部修正 (R3/12/24審査会合)

- 断層パターン1~8及び断層パターン5 (追加ケース①及び追加ケース②) の検討結果は下表のとおりである。
- 断層パターン5 (追加ケース①及び追加ケース②) は、最大ケースとならない。

対象ケース	変動パラメータ		防潮堤前面 (上昇側)	3号炉取水口 (上昇側)	1, 2号炉取水口 (上昇側)	放水口 (上昇側)	3号炉取水口 (下降側)	「貯留堰を下回る 継続時間」	「バルスを考慮 しない時間」
	アスベリティ位置	断層パターン							
基準波源モデル ・波源位置: 基準 ・断層面上縁深さ: 1km	de	1	6.54m	4.72m	4.57m	5.13m	-4.85m	36s	36s
		2	7.52m	6.73m	6.75m	7.28m	-6.54m	171s	171s
		3	6.34m	5.79m	5.77m	5.84m	-6.93m	188s	203s
		4	6.29m	4.88m	4.75m	4.99m	-5.56m	120s	120s
		5	5.90m	4.82m	4.60m	5.44m	-5.67m	82s	82s
		6	8.21m	6.92m	6.96m	8.08m	-7.63m	194s	194s
		7	7.25m	5.73m	5.64m	6.83m	-8.18m	273s	285s
		8	6.22m	4.99m	4.95m	5.57m	-6.01m	120s	120s
		5 (追加ケース①)	6.04m	4.82m	4.64m	5.71m	-6.12m	106s	106s
		5 (追加ケース②)	6.56m	5.09m	4.87m	5.83m	-6.50m	112s	112s
	ef	1	6.33m	4.29m	4.43m	5.02m	-4.34m	24s	24s
		2	7.11m	6.47m	6.39m	5.98m	-6.55m	171s	171s
		3	6.91m	5.64m	5.49m	5.51m	-6.26m	171s	203s
		4	5.70m	4.64m	4.62m	4.53m	-4.82m	98s	98s
		5	6.71m	4.70m	4.51m	5.32m	-4.81m	37s	37s
		6	8.52m	7.00m	7.05m	6.44m	-7.07m	204s	204s
		7	8.66m	6.10m	5.87m	5.49m	-7.06m	246s	298s
		8	6.13m	5.27m	5.18m	4.80m	-5.13m	116s	116s
		5 (追加ケース①)	6.91m	5.17m	5.00m	5.49m	-5.23m	47s	47s
		5 (追加ケース②)	6.45m	5.21m	5.11m	5.63m	-5.15m	102s	102s
	fg	1	5.30m	4.62m	4.42m	3.24m	-3.37m	0s	0s
		2	6.36m	5.91m	5.59m	4.76m	-5.69m	167s	167s
		3	6.29m	5.77m	5.68m	4.37m	-4.97m	150s	150s
		4	4.81m	4.30m	4.36m	3.91m	-3.42m	0s	0s
		5	4.44m	4.45m	4.29m	3.54m	-3.45m	0s	0s
		6	7.18m	6.41m	6.07m	5.32m	-6.48m	239s	401s
		7	6.46m	6.40m	6.13m	4.44m	-5.40m	161s	161s
		8	5.70m	4.66m	4.69m	4.01m	-3.83m	0s	0s
5 (追加ケース①)		4.52m	4.37m	4.29m	3.15m	-3.64m	0s	0s	
5 (追加ケース②)		4.72m	4.22m	4.18m	3.31m	-3.96m	16s	16s	

【東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向】



※緑ハッチングは断層パターン6, 青ハッチングは断層パターン7の波源モデルである。

2.7.3 断層パターン5 (東へ移動) の検討

断層パターン5 (東へ移動) の検討 (3/6) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①

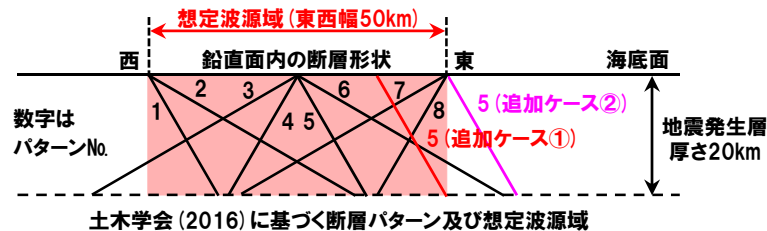
一部修正 (R3/12/24審査会合)

- 断層パターン1~8及び断層パターン5 (追加ケース①及び追加ケース②) の検討結果は下表のとおりである。
- 断層パターン5 (追加ケース①及び追加ケース②) は、最大ケースとならない。

対象ケース	変動パラメータ		防潮堤前面 (上昇側)	3号炉取水口 (上昇側)	1, 2号炉取水口 (上昇側)	放水口 (上昇側)	3号炉取水口 (下降側)	「貯留堰を下回る 継続時間」	「バルスを考慮 しない時間」
	アスペリティ位置	断層パターン							
基準波源モデル ・波源位置: 基準 ・断層面上縁深さ: 1km	de	1	8.96m	8.98m	6.98m	4.58m	-7.30m	94s	94s
		2	8.44m	6.90m	7.26m	6.93m	-7.68m	149s	185s
		3	6.14m	6.21m	5.54m	5.76m	-8.97m	177s	177s
		4	7.24m	7.23m	6.07m	4.88m	-6.82m	141s	141s
		5	8.33m	8.54m	6.33m	4.89m	-8.18m	116s	116s
		6	9.92m	7.49m	8.44m	7.62m	-9.03m	213s	213s
		7	7.58m	6.88m	6.43m	6.39m	-10.49m	207s	207s
		8	7.63m	7.61m	6.60m	5.22m	-7.80m	164s	164s
		5 (追加ケース①)	8.27m	8.49m	6.03m	5.09m	-8.65m	133s	133s
		5 (追加ケース②)	7.63m	7.67m	6.04m	5.26m	-8.83m	142s	142s
	ef	1	7.26m	7.38m	5.29m	4.48m	-6.31m	70s	70s
		2	7.26m	6.71m	6.66m	5.85m	-6.89m	140s	140s
		3	7.26m	5.84m	5.05m	5.39m	-7.17m	145s	145s
		4	7.10m	7.05m	5.82m	4.31m	-4.76m	111s	111s
		5	6.91m	6.42m	5.63m	4.79m	-6.89m	86s	86s
		6	9.47m	7.38m	8.19m	6.13m	-7.50m	190s	190s
		7	9.15m	6.74m	5.60m	5.98m	-8.41m	167s	234s
		8	7.57m	7.57m	6.54m	4.74m	-5.64m	122s	122s
		5 (追加ケース①)	6.79m	6.76m	5.76m	4.90m	-7.22m	91s	91s
		5 (追加ケース②)	6.67m	6.71m	5.85m	5.09m	-6.70m	109s	109s
	fg	1	5.24m	3.93m	4.27m	2.96m	-4.32m	50s	50s
		2	6.11m	5.58m	5.43m	4.82m	-5.46m	153s	153s
		3	6.18m	4.87m	4.94m	4.43m	-5.70m	124s	124s
		4	4.64m	4.36m	4.73m	3.77m	-3.31m	0s	0s
		5	4.41m	3.50m	4.01m	3.37m	-3.74m	0s	0s
		6	7.12m	5.99m	5.91m	5.35m	-5.96m	210s	340s
		7	6.23m	5.13m	5.07m	4.46m	-5.26m	130s	150s
		8	5.41m	4.95m	5.20m	3.97m	-3.50m	0s	0s
5 (追加ケース①)		4.23m	3.68m	3.37m	3.11m	-3.73m	0s	0s	
5 (追加ケース②)		4.28m	3.59m	3.52m	3.13m	-3.70m	0s	0s	

【東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向】

※緑ハッチングは断層パターン6, 青ハッチングは断層パターン7, オレンジハッチングは断層パターン1の波源モデルである。



2.7.3 断層パターン5 (東へ移動) の検討

断層パターン5 (東へ移動) の検討 (4/6) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル②

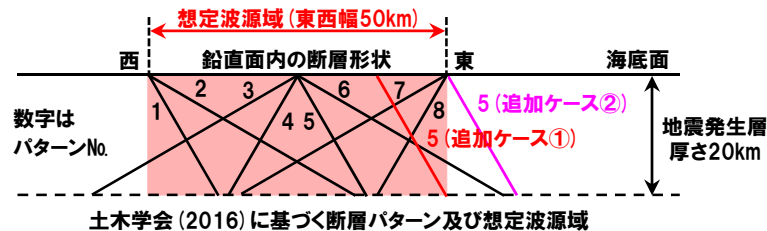
一部修正 (R3/12/24審査会合)

- 断層パターン1~8及び断層パターン5 (追加ケース①及び追加ケース②) の検討結果は下表のとおりである。
- 断層パターン5 (追加ケース①及び追加ケース②) は、最大ケースとならない。

対象ケース	変動パラメータ		防潮堤前面 (上昇側)	3号炉取水口 (上昇側)	1, 2号炉取水口 (上昇側)	放水口 (上昇側)	3号炉取水口 (下降側)	「貯留堰を下回る 継続時間」	「バルスを考慮 しない時間」
	アスベリティ位置	断層パターン							
基準波源モデル ・波源位置:基準 ・断層面上縁深さ:1km	de	1	6.50m	5.31m	5.92m	5.12m	-7.24m	68s	68s
		2	9.58m	7.09m	7.86m	7.39m	-7.95m	173s	173s
		3	7.24m	6.59m	7.17m	5.82m	-8.19m	159s	173s
		4	6.34m	5.60m	5.07m	5.08m	-6.31m	102s	102s
		5	5.97m	5.41m	6.51m	5.43m	-7.89m	99s	99s
		6	10.00m	7.45m	8.26m	8.10m	-8.45m	191s	191s
		7	7.90m	6.84m	7.76m	6.78m	-9.56m	220s	220s
		8	6.29m	5.80m	5.37m	5.64m	-7.21m	141s	141s
		5 (追加ケース①)	6.94m	6.05m	6.90m	5.71m	-8.01m	111s	111s
		5 (追加ケース②)	7.18m	6.27m	7.09m	5.82m	-8.09m	119s	119s
	ef	1	6.82m	4.55m	4.83m	5.01m	-5.75m	56s	56s
		2	8.80m	6.68m	7.17m	6.04m	-7.39m	163s	163s
		3	7.40m	6.67m	6.53m	5.43m	-6.86m	125s	230s
		4	5.78m	5.34m	5.05m	4.53m	-5.41m	73s	73s
		5	7.03m	4.63m	5.54m	5.31m	-6.17m	64s	64s
		6	10.09m	7.39m	8.44m	6.45m	-8.14m	192s	192s
		7	9.23m	6.98m	7.04m	5.47m	-7.79m	216s	289s
		8	6.18m	5.64m	5.84m	4.80m	-5.82m	108s	108s
		5 (追加ケース①)	7.31m	5.45m	5.95m	5.49m	-6.56m	69s	82s
		5 (追加ケース②)	6.93m	5.77m	6.31m	5.63m	-6.14m	95s	95s
	fg	1	5.20m	4.02m	5.09m	3.23m	-3.77m	0s	0s
		2	6.77m	5.62m	6.03m	4.77m	-5.83m	158s	158s
		3	7.19m	5.99m	6.34m	4.39m	-5.46m	150s	150s
		4	4.72m	4.35m	4.36m	3.94m	-3.41m	0s	0s
		5	4.71m	4.03m	4.84m	3.47m	-3.70m	0s	0s
		6	7.38m	6.04m	6.74m	5.38m	-6.69m	207s	355s
		7	7.42m	6.32m	6.66m	4.48m	-5.40m	162s	162s
		8	5.40m	4.41m	4.76m	4.02m	-3.78m	0s	0s
5 (追加ケース①)		4.54m	4.22m	4.74m	3.15m	-3.81m	0s	0s	
5 (追加ケース②)		4.51m	4.30m	4.30m	3.30m	-3.76m	0s	0s	

【東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向】

※緑ハッチングは断層パターン6, 青ハッチングは断層パターン7の波源モデルである。



2.7.3 断層パターン5 (東へ移動) の検討

断層パターン5 (東へ移動) の検討 (5/6) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル③

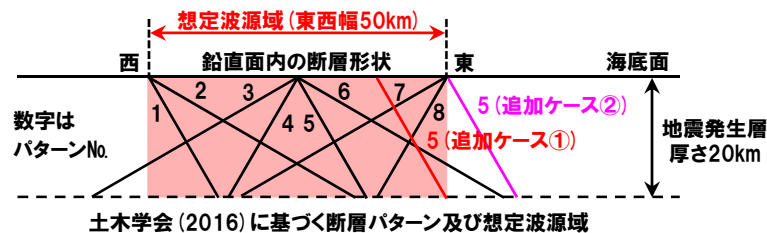
一部修正 (R3/12/24審査会合)

- 断層パターン1~8及び断層パターン5 (追加ケース①及び追加ケース②) の検討結果は下表のとおりである。
- 断層パターン5 (追加ケース①及び追加ケース②) は、最大ケースとならない。

対象ケース	変動パラメータ		防潮堤前面 (上昇側)	3号炉取水口 (上昇側)	1, 2号炉取水口 (上昇側)	放水口 (上昇側)	3号炉取水口 (下降側)	「貯留堰を下回る 継続時間」	「バルスを考慮 しない時間」
	アスペリティ位置	断層パターン							
基準波源モデル ・波源位置: 基準 ・断層面上縁深さ: 1km	de	1	8.08m	6.94m	5.60m	4.60m	-7.99m	86s	86s
		2	7.62m	6.74m	6.89m	7.00m	-8.01m	146s	207s
		3	6.42m	6.01m	6.17m	5.93m	-9.42m	173s	173s
		4	7.10m	6.19m	6.15m	4.89m	-6.98m	132s	132s
		5	7.21m	6.27m	5.97m	4.90m	-8.52m	100s	100s
		6	8.32m	7.25m	7.46m	7.82m	-9.38m	226s	226s
		7	7.31m	6.83m	6.84m	6.54m	-10.32m	202s	202s
		8	7.40m	6.71m	6.44m	5.34m	-7.72m	159s	159s
		5 (追加ケース①)	7.39m	6.55m	6.11m	5.11m	-9.01m	114s	114s
		5 (追加ケース②)	6.79m	6.55m	6.20m	5.28m	-9.33m	128s	128s
	ef	1	6.53m	5.87m	5.45m	4.50m	-7.41m	70s	70s
		2	6.71m	6.46m	6.16m	5.82m	-6.92m	134s	138s
		3	7.00m	5.67m	5.97m	5.56m	-8.33m	142s	142s
		4	6.98m	5.96m	6.07m	4.44m	-6.50m	100s	100s
		5	6.77m	6.17m	5.85m	4.80m	-7.78m	67s	67s
		6	8.52m	6.96m	7.11m	6.24m	-8.14m	170s	170s
		7	8.97m	6.25m	6.54m	6.15m	-9.49m	159s	159s
		8	7.40m	6.68m	6.51m	4.95m	-7.29m	108s	108s
		5 (追加ケース①)	6.77m	6.35m	5.90m	4.92m	-8.02m	69s	76s
		5 (追加ケース②)	6.49m	6.36m	6.03m	5.11m	-7.90m	127s	135s
	fg	1	5.25m	4.07m	3.71m	2.93m	-5.22m	55s	55s
		2	6.10m	5.45m	5.39m	4.79m	-5.29m	132s	132s
		3	6.24m	4.76m	4.73m	4.44m	-5.77m	120s	120s
		4	4.89m	4.72m	4.68m	3.71m	-4.28m	31s	31s
		5	4.44m	3.87m	3.88m	3.38m	-4.52m	48s	48s
		6	7.13m	5.88m	5.87m	5.32m	-5.87m	189s	189s
		7	6.21m	5.16m	5.02m	4.46m	-5.17m	119s	119s
		8	5.65m	5.05m	4.52m	3.98m	-3.56m	0s	0s
5 (追加ケース①)		4.32m	3.56m	3.44m	3.15m	-4.03m	9s	9s	
5 (追加ケース②)		4.44m	3.70m	3.48m	3.10m	-4.62m	23s	28s	

【東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向】

※緑ハッチングは断層パターン6, 青ハッチングは断層パターン7の波源モデルである。



2.7.3 断層パターン5 (東へ移動) の検討

断層パターン5 (東へ移動) の検討 (6/6) まとめ

一部修正 (R3/12/24審査会合)

- 概略パラメータスタディのSTEP1-1では、東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向に関する検討(土木学会(2016)に基づく断層パターン)を実施している。
- 土木学会(2016)に基づく断層パターンの検討の妥当性を確認するために、断層パターン5(追加ケース①及び追加ケース②)の数値シミュレーションを実施し、断層パターン1~8の評価値と比較して、断層パターン1~8の評価値の方が大きくなることを確認した。

健全地形モデルの評価値の比較

断層パターン	防潮堤前面	3号炉取水口	1, 2号炉取水口	放水口	3号炉取水口	「貯留堰を下回る 継続時間」	「パルスを考慮 しない時間」
	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(下降側)		
断層パターン1~8の最大値	8.66m	7.00m	7.05m	8.08m	-8.18m	273s	401s
断層パターン5(追加ケース①)の最大値	6.91m	5.17m	5.00m	5.71m	-6.12m	106s	106s
断層パターン5(追加ケース②)の最大値	6.56m	5.21m	5.11m	5.83m	-6.50m	112s	112s

防波堤の損傷を考慮した地形モデル①の評価値の比較

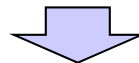
断層パターン	防潮堤前面	3号炉取水口	1, 2号炉取水口	放水口	3号炉取水口	「貯留堰を下回る 継続時間」	「パルスを考慮 しない時間」
	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(下降側)		
断層パターン1~8の最大値	9.92m	8.98m	8.44m	7.62m	-10.49m	213s	340s
断層パターン5(追加ケース①)の最大値	8.27m	8.49m	6.03m	5.09m	-8.65m	133s	133s
断層パターン5(追加ケース②)の最大値	7.63m	7.67m	6.04m	5.26m	-8.83m	142s	142s

防波堤の損傷を考慮した地形モデル②の評価値の比較

断層パターン	防潮堤前面	3号炉取水口	1, 2号炉取水口	放水口	3号炉取水口	「貯留堰を下回る 継続時間」	「パルスを考慮 しない時間」
	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(下降側)		
断層パターン1~8の最大値	10.09m	7.45m	8.44m	8.10m	-9.56m	220s	355s
断層パターン5(追加ケース①)の最大値	7.31m	6.05m	6.90m	5.71m	-8.01m	111s	111s
断層パターン5(追加ケース②)の最大値	7.18m	6.27m	7.09m	5.82m	-8.09m	119s	119s

防波堤の損傷を考慮した地形モデル③の評価値の比較

断層パターン	防潮堤前面	3号炉取水口	1, 2号炉取水口	放水口	3号炉取水口	「貯留堰を下回る 継続時間」	「パルスを考慮 しない時間」
	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(上昇側)	(下降側)		
断層パターン1~8の最大値	8.97m	7.25m	7.46m	7.82m	-10.32m	226s	226s
断層パターン5(追加ケース①)の最大値	7.39m	6.55m	6.11m	5.11m	-9.01m	114s	114s
断層パターン5(追加ケース②)の最大値	6.79m	6.55m	6.20m	5.28m	-9.33m	128s	135s



- 以上から、断層パターン1~8の評価値の方が大きくなることから、断層パターン5(追加ケース①及び追加ケース②)はパラメータスタディに反映する必要がないことを確認した。

余白

1. コメント回答方針	13
1.1 指摘事項	14
1.2 指摘事項に関する回答方針	19
2. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	25
2.1 検討方針	26
2.2 日本海東縁部の特性整理	32
2.2.1 文献レビュー(既往の知見の整理)	34
2.2.2 当社の調査結果	43
2.2.3 想定される日本海東縁部の範囲	47
2.3 想定波源域の設定	48
2.3.1 想定波源域(南北・東西方向)の設定	50
2.3.2 想定波源域(深度方向)の設定	70
2.3.3 想定波源域の設定 まとめ	76
2.4 基準波源モデルの設定	79
2.5 パラメータスタディ	105
2.5.1 パラメータスタディの検討方針	106
2.5.2 計算条件	137
2.5.3 パラメータスタディの結果	168
2.6 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケース	201
2.7 補足説明	230
2.7.1 パラメータスタディ評価因子影響分析	231
2.7.2 アスぺリティモデルの保守性確認	296
2.7.3 断層パターン5(東へ移動)の検討	324
2.7.4 断層パターン1の分析	332
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認	356
2.7.6 F_B -2断層の位置付けと深度方向に係るモデル設定	377
2.8 まとめ	388
参考文献	398

断層パターン1の分析 検討方針

- 概略パラメータスタディ(STEP1-1)では、土木学会(2016)に基づく断層パターンを用いて検討しており、波源位置が泊発電所に近づくことで、津波水位(上昇側・下降側)が大きくなることから、概ね断層パターン6及び断層パターン7のケースが選定されている。
- 一方、防波堤の損傷を考慮した地形モデル①の3号炉取水口(上昇側)においてのみ、西側に位置する断層パターン1のケースが選定されている。
- 以上を踏まえ、断層パターン1において、3号炉取水口(上昇側)の水位変動量が大きくなる理由について、地形モデルの違いによる分析及び断層パターンの違いによる分析から考察する。

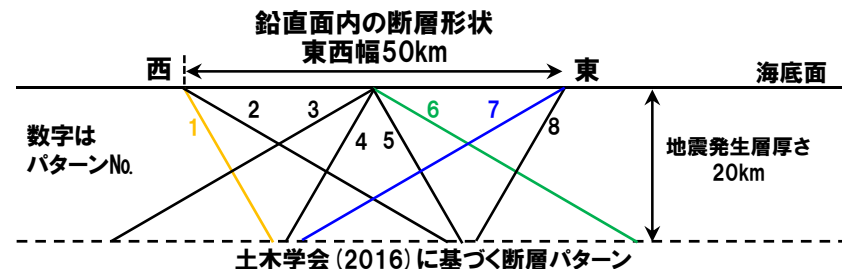
【地形モデルの違いによる分析】

- 断層パターン1において、3号炉取水口(上昇側)の水位変動量が大きくなる理由について、以下の複数の地形モデルにおける津波の伝播状況等との比較から分析する(断層パターン1, アスペリティ位置:de^{*}を固定条件とする)。
 - 健全地形モデル(北防波堤あり-南防波堤あり)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①(北防波堤なし-南防波堤なし)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル②(北防波堤あり-南防波堤なし)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル③(北防波堤なし-南防波堤あり)

【断層パターンの違いによる分析】

- 断層パターン1において、3号炉取水口(上昇側)の水位変動量が大きくなる理由について、断層パターン2~8における津波の伝播状況等との比較から分析する(防波堤の損傷を考慮した地形モデル①, アスペリティ位置:de^{*}を固定条件とする)。

※概略パラメータスタディ(STEP1-1)において、防波堤の損傷を考慮した地形モデル①の3号炉取水口(上昇側)が最大となるアスペリティ位置であるdeを対象とする。

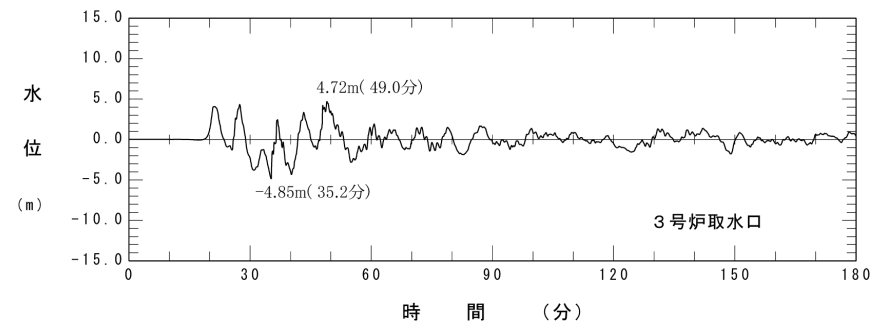
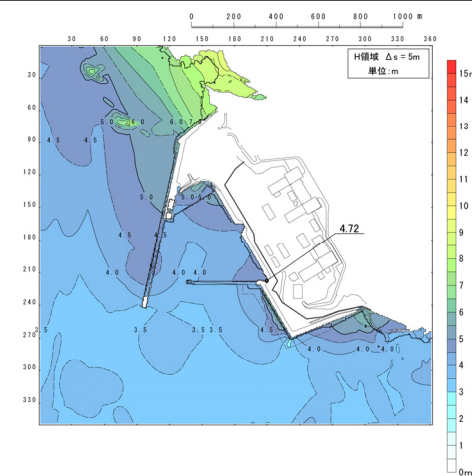


2.7.4 断層パターン1の分析

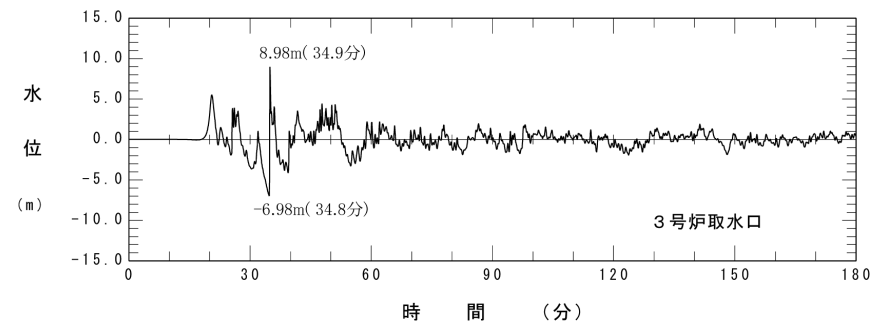
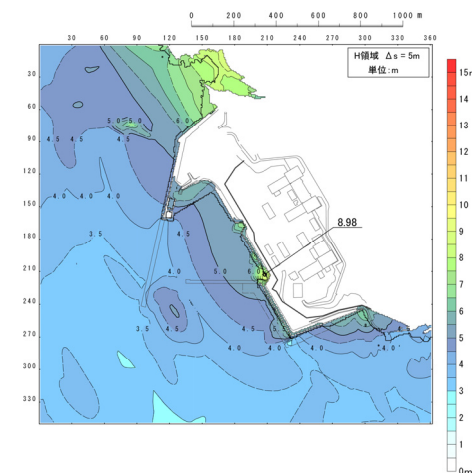
地形モデルの違いによる分析(1/7) 最大水位上昇量分布及び水位時刻歴波形(3号炉取水口)

- 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①では、水位低下(34.8分)後の水位上昇(34.9分)により、3号炉取水口において局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなることを確認した。
- なお、健全地形モデルでは、上記の水位上昇は発生しないことを確認した。

健全地形モデル
(北防波堤あり-南防波堤あり)



防波堤の損傷を考慮した地形モデル①
(北防波堤なし-南防波堤なし)

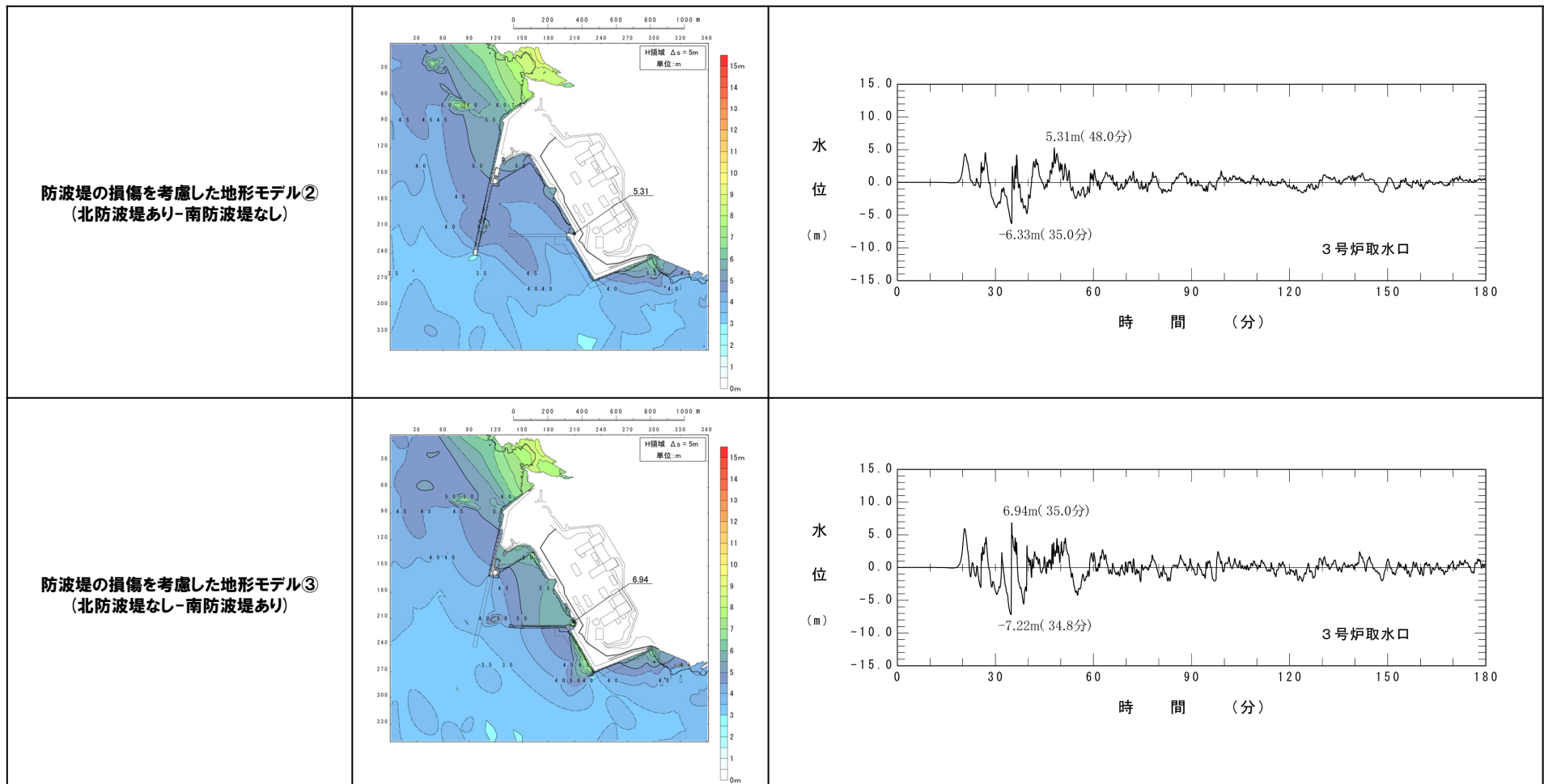


※水位時刻歴波形は水位変動量が最大となる地点から抽出している。

2.7.4 断層パターン1の分析

地形モデルの違いによる分析 (2/7) 最大水位上昇量分布及び水位時刻歴波形 (3号炉取水口)

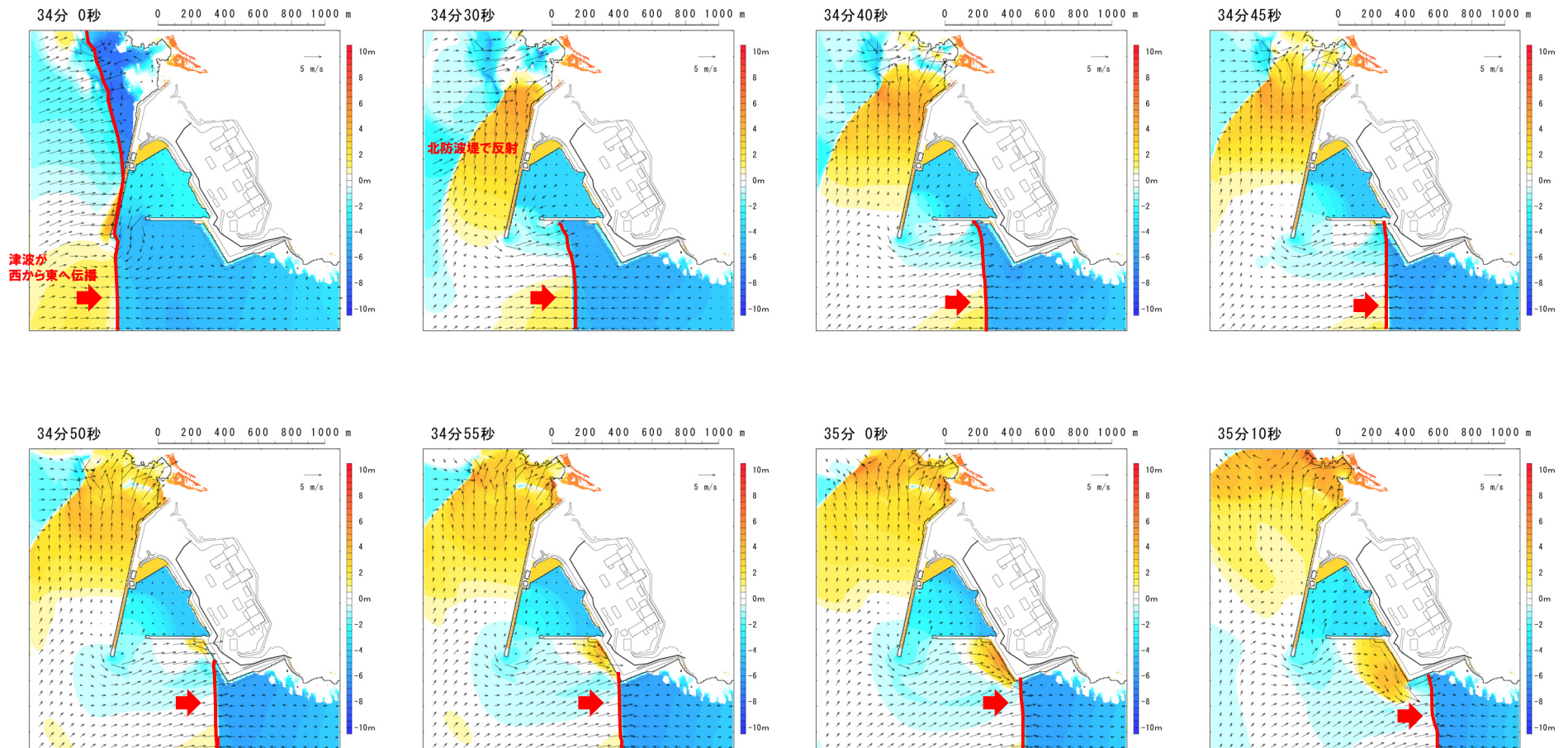
- 防波堤の損傷を考慮した地形モデル③では、水位低下 (34.8分) 後の水位上昇 (35.0分) により、3号炉取水口において局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなることを確認した。
- なお、防波堤の損傷を考慮した地形モデル②では、上記の水位上昇は発生しないことを確認した。



※水位時刻歴波形は水位変動量が最大となる地点から抽出している。

地形モデルの違いによる分析 (3/7) 津波の伝播状況 (健全地形モデル)

○西から東へ伝播する津波は、北防波堤があるため、港内への流入が阻害される。

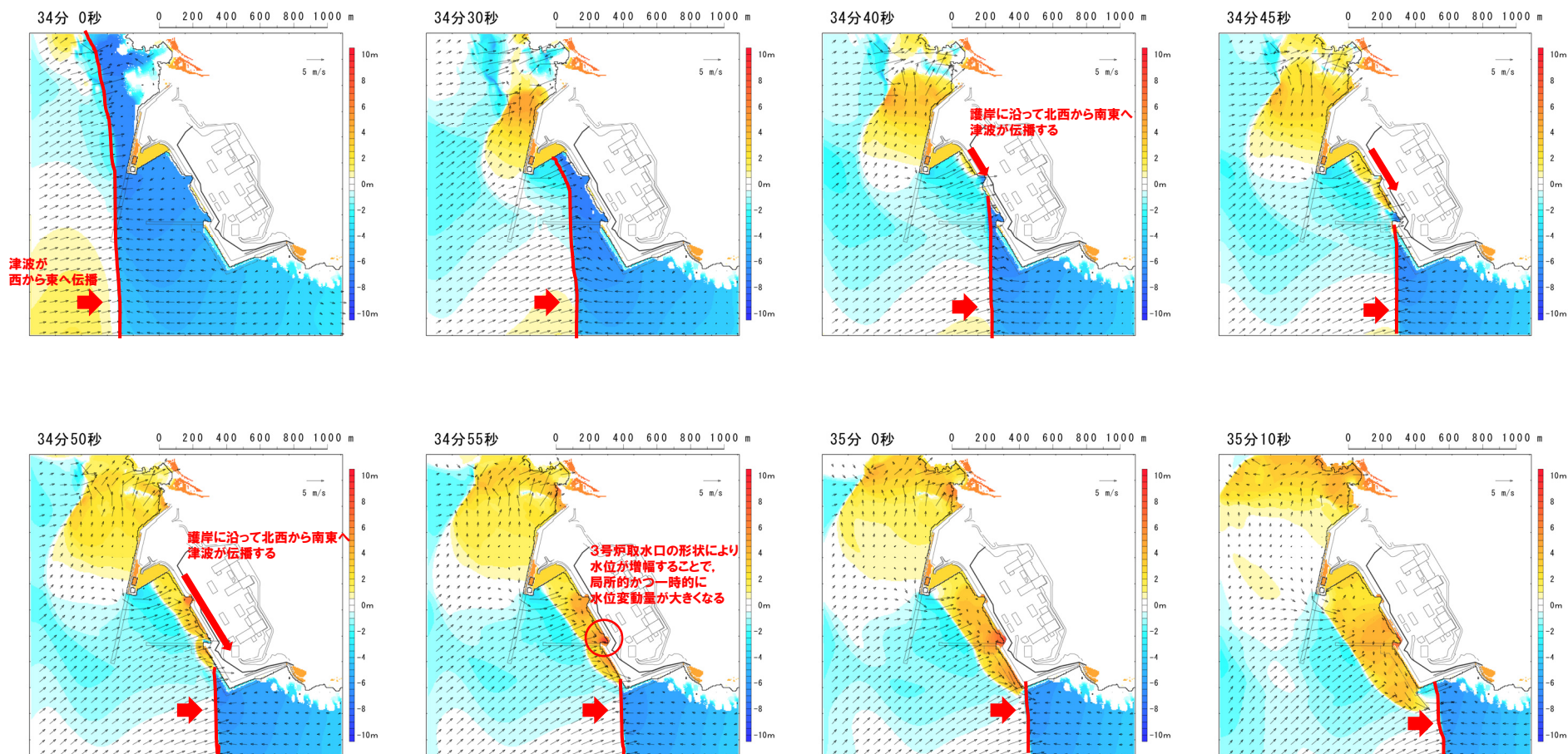


2.7.4 断層パターン1の分析

地形モデルの違いによる分析 (4/7) 津波の伝播状況 (防波堤の損傷を考慮した地形モデル①)

○西から東へ伝播する津波は、北防波堤がないため港内へ流入し、護岸に沿って北西から南東へ津波が伝播し、3号炉取水口の形状により水位が増幅することで、局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなる※。

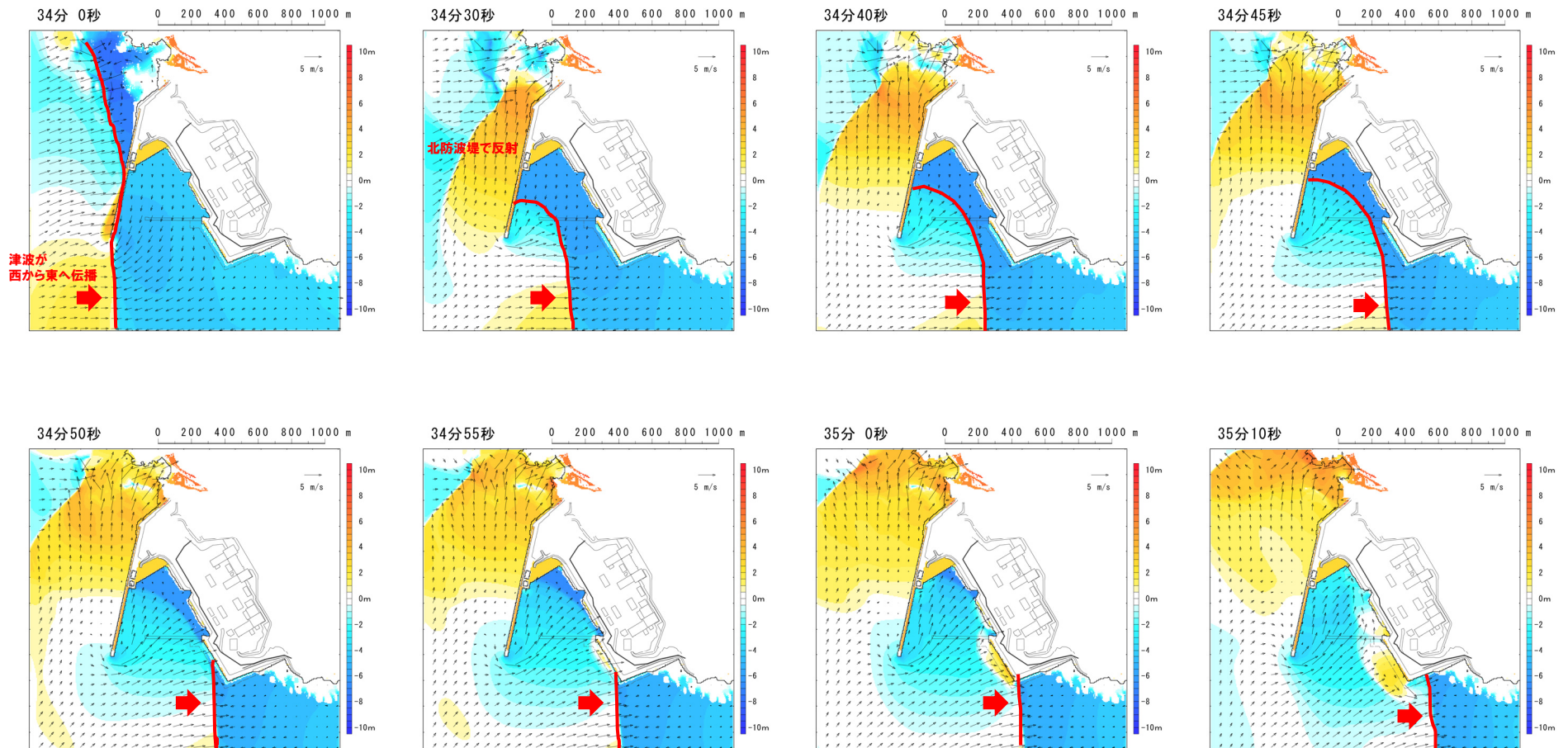
※防波堤の損傷を考慮した地形モデル③でも同様な水位上昇が発生するが、防波堤の損傷を考慮した地形モデル①の方がより顕著に水位が上昇する。



2.7.4 断層パターン1の分析

地形モデルの違いによる分析 (5/7) 津波の伝播状況 (防波堤の損傷を考慮した地形モデル②)

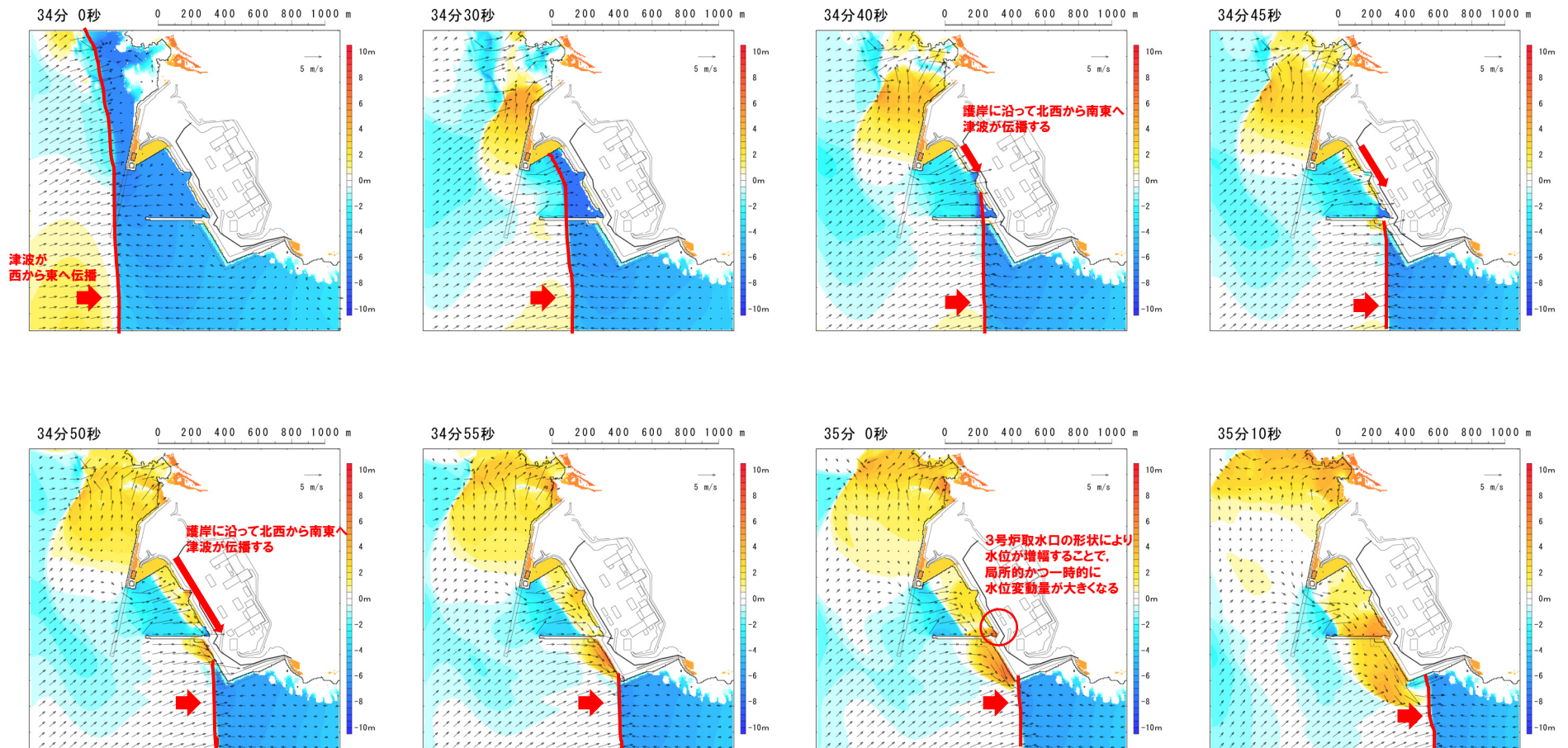
○西から東へ伝播する津波は、北防波堤があるため、港内への流入が阻害される。



2.7.4 断層パターン1の分析

地形モデルの違いによる分析 (6/7) 津波の伝播状況 (防波堤の損傷を考慮した地形モデル③)

○西から東へ伝播する津波は、北防波堤がないため港内へ流入し、護岸に沿って北西から南東へ津波が伝播し、3号炉取水口の形状により水位が増幅することで、局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなる。



2.7.4 断層パターン1の分析

地形モデルの違いによる分析(7/7) まとめ

- 断層パターン1において、3号炉取水口(上昇側)の水位変動量が大きくなる理由について、以下の複数の地形モデルにおける津波の伝播状況等との比較から分析した。
 - 健全地形モデル(北防波堤あり-南防波堤あり)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①(北防波堤なし-南防波堤なし)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル②(北防波堤あり-南防波堤なし)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル③(北防波堤なし-南防波堤あり)



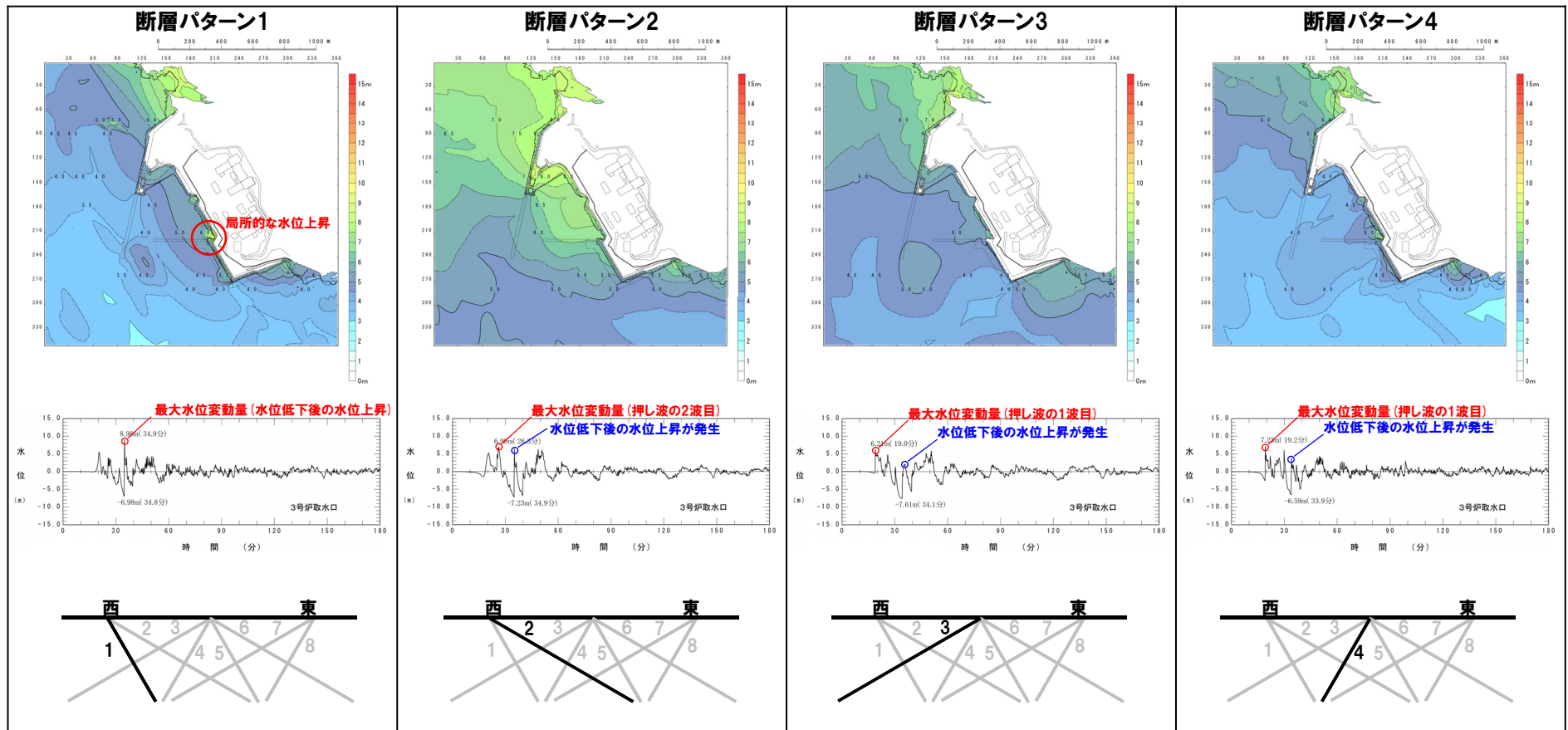
- 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①では、水位低下(34.8分)後の水位上昇(34.9分)により、3号炉取水口において局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなることを確認した。
- 西から東へ伝播する津波は、北防波堤がないため港内へ流入し、護岸に沿って北西から南東へ津波が伝播し、3号炉取水口の形状により水位が増幅することで、局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなる。

余白

2.7.4 断層パターン1の分析

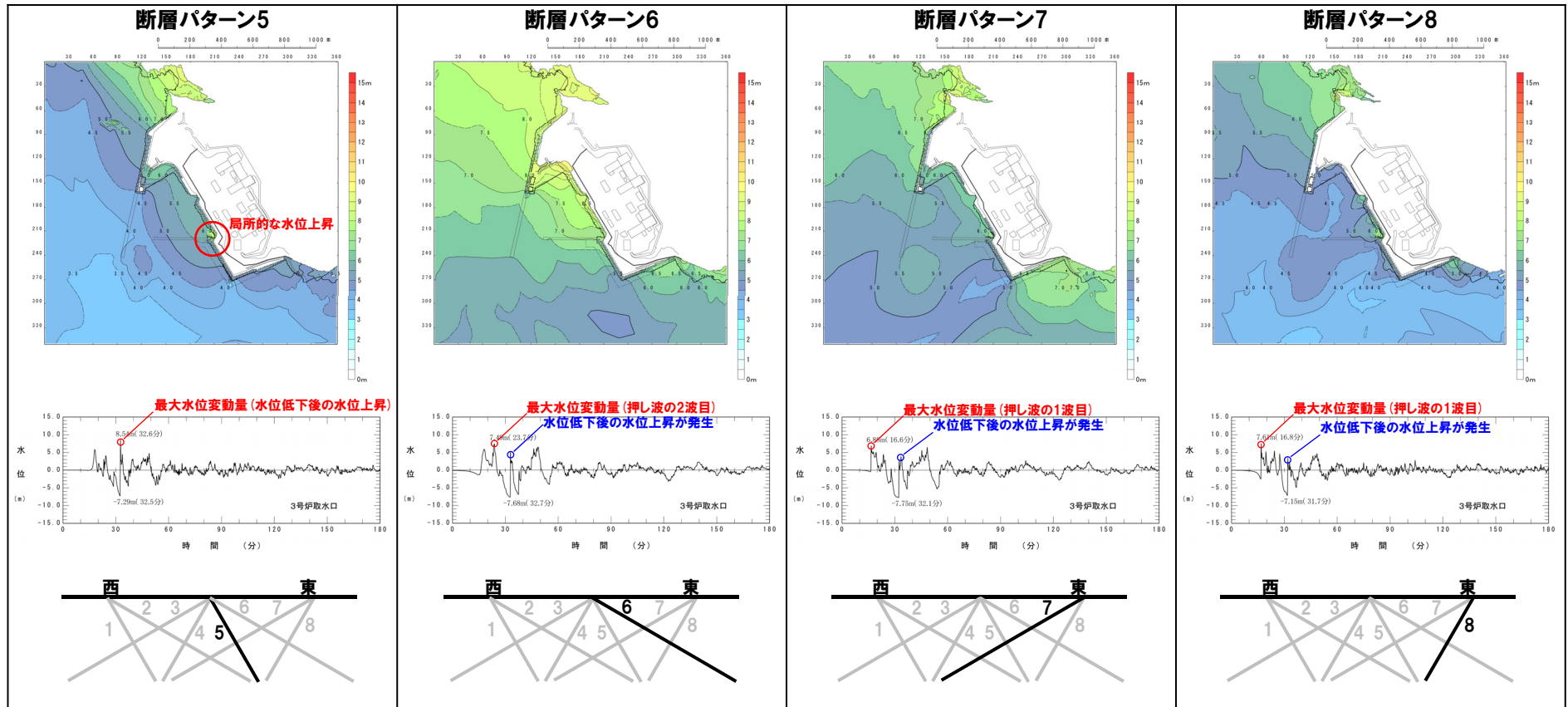
断層パターンの違いによる分析 (1/11) 最大水位上昇量分布及び水位時刻歴波形 (3号炉取水口)

- 断層パターン1・5では、水位低下後の水位上昇により、3号炉取水口において局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなることを確認した。
- 断層パターン1・5では、傾斜方向・傾斜角が同様である(東傾斜, 傾斜角 60°)ことから、水位変動の特徴が共通して見られたと考えている。
- 断層パターン1・5以外では、水位低下後の水位上昇が発生するものの、押し波の1波目若しくは2波目に最大水位変動量が発生することを確認した。



2.7.4 断層パターン1の分析

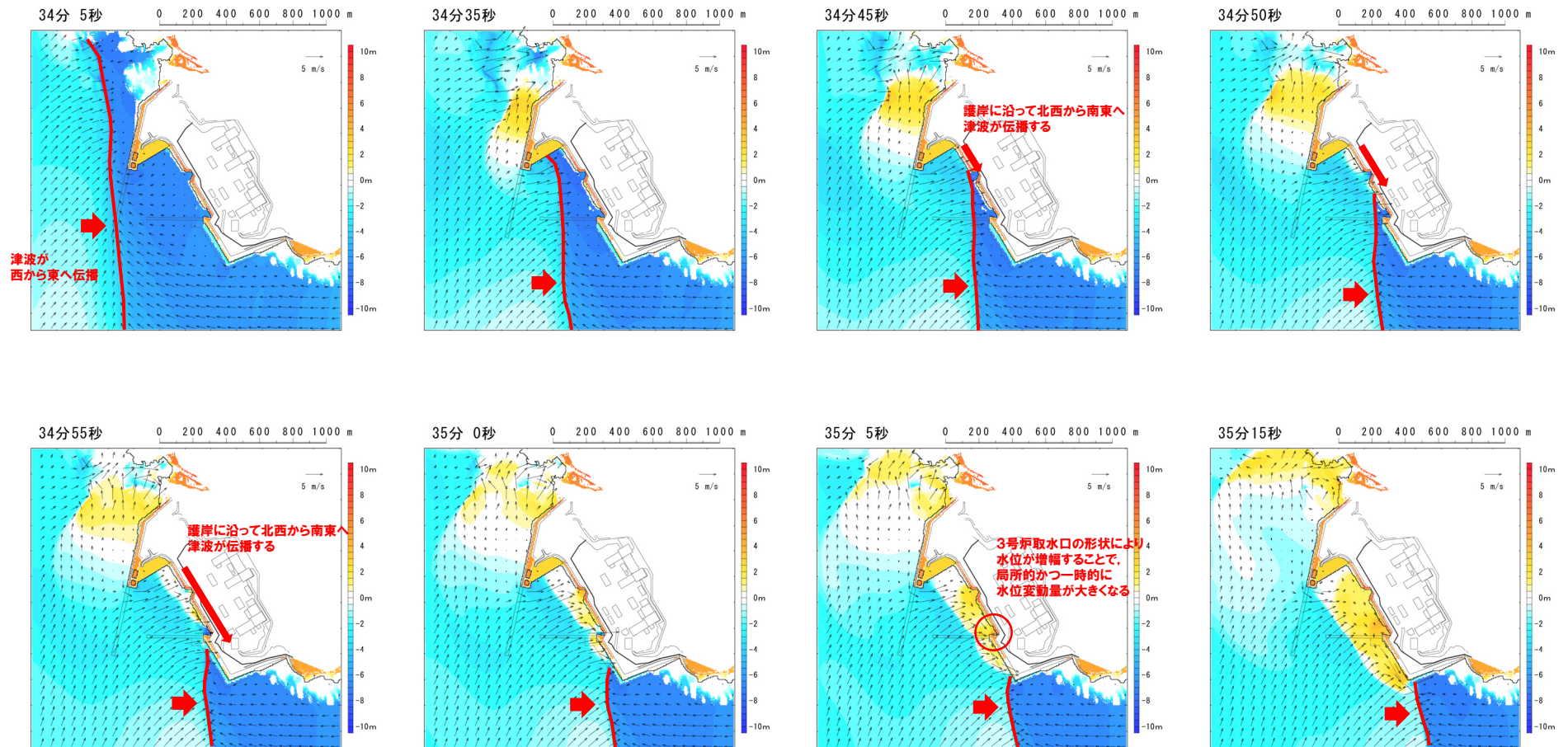
断層パターンの違いによる分析 (2/11) 最大水位上昇量分布及び水位時刻歴波形 (3号炉取水口)



断層パターンの違いによる分析 (3/11) 津波の伝播状況 (断層パターン2)

○水位低下後に水位上昇する際の津波伝播状況は、断層パターン1と同様 (P337参照) に以下の特徴を確認した。

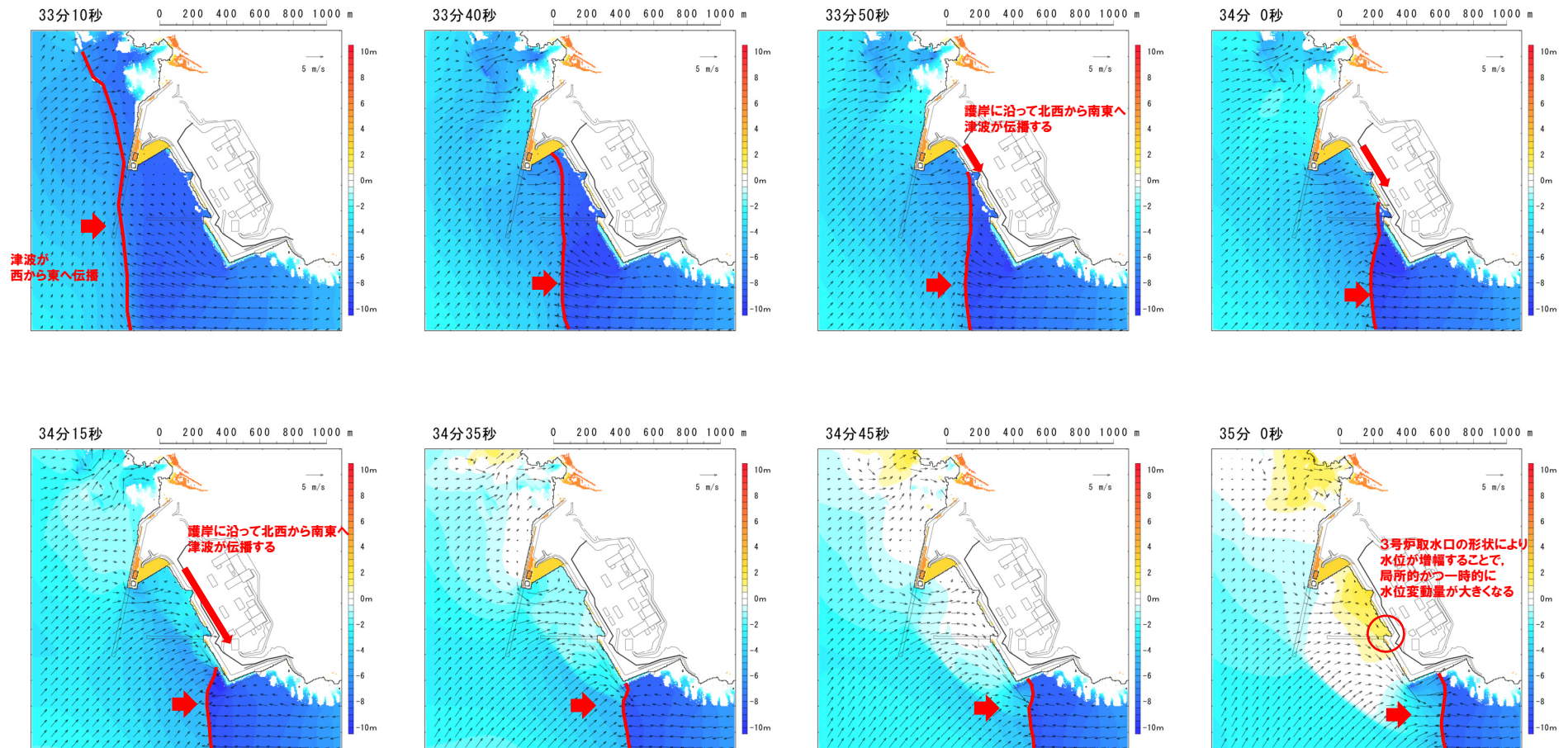
- 西から東へ伝播する津波は、北防波堤がないため港内へ流入し、護岸に沿って北西から南東へ津波が伝播し、3号炉取水口の形状により水位が増幅することで、局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなる。



断層パターンの違いによる分析 (4/11) 津波の伝播状況 (断層パターン3)

○水位低下後に水位上昇する際の津波伝播状況は、断層パターン1と同様 (P337参照) に以下の特徴を確認した。

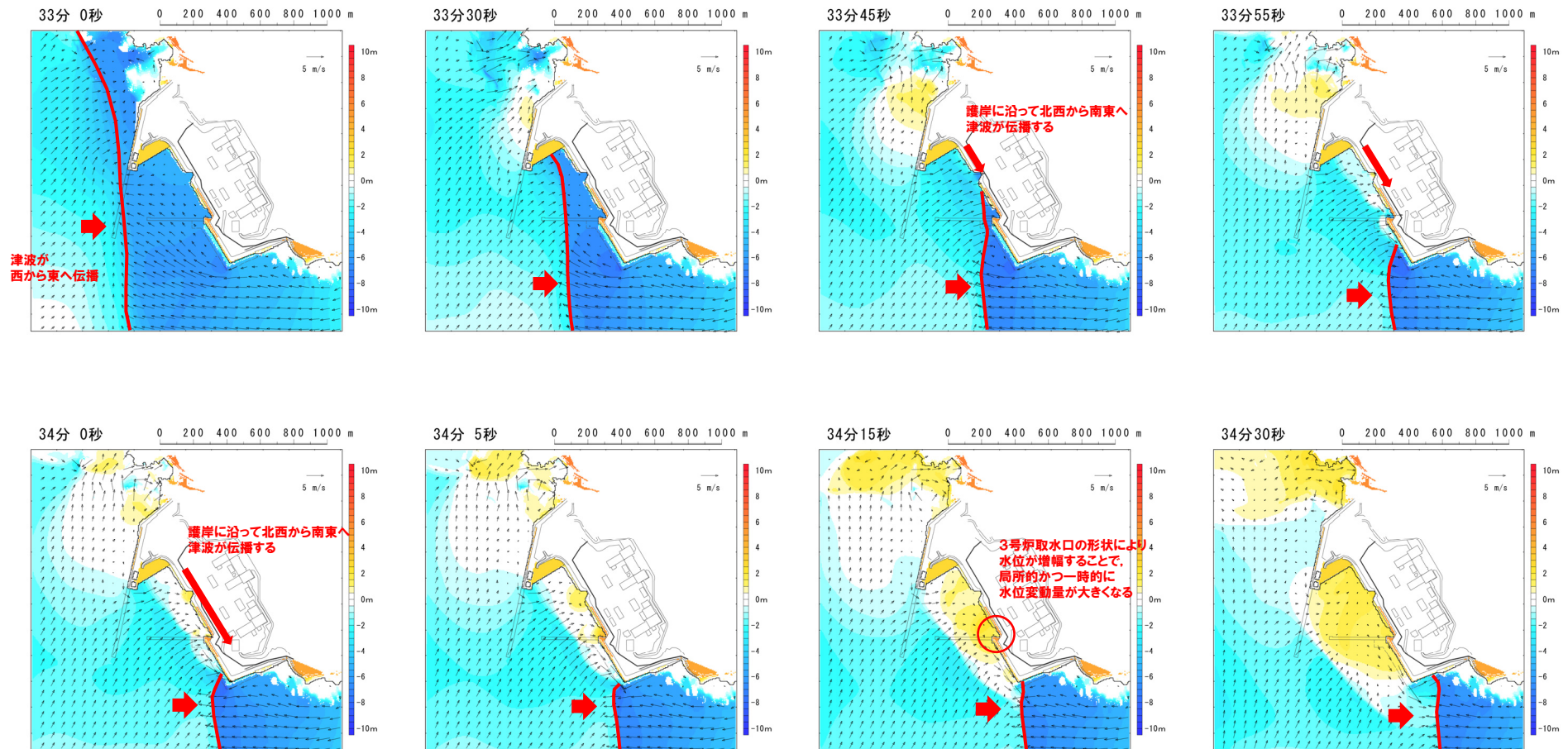
- 西から東へ伝播する津波は、北防波堤がないため港内へ流入し、護岸に沿って北西から南東へ津波が伝播し、3号炉取水口の形状により水位が増幅することで、局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなる。



断層パターンの違いによる分析 (5/11) 津波の伝播状況 (断層パターン4)

○水位低下後に水位上昇する際の津波伝播状況は、断層パターン1と同様 (P337参照) に以下の特徴を確認した。

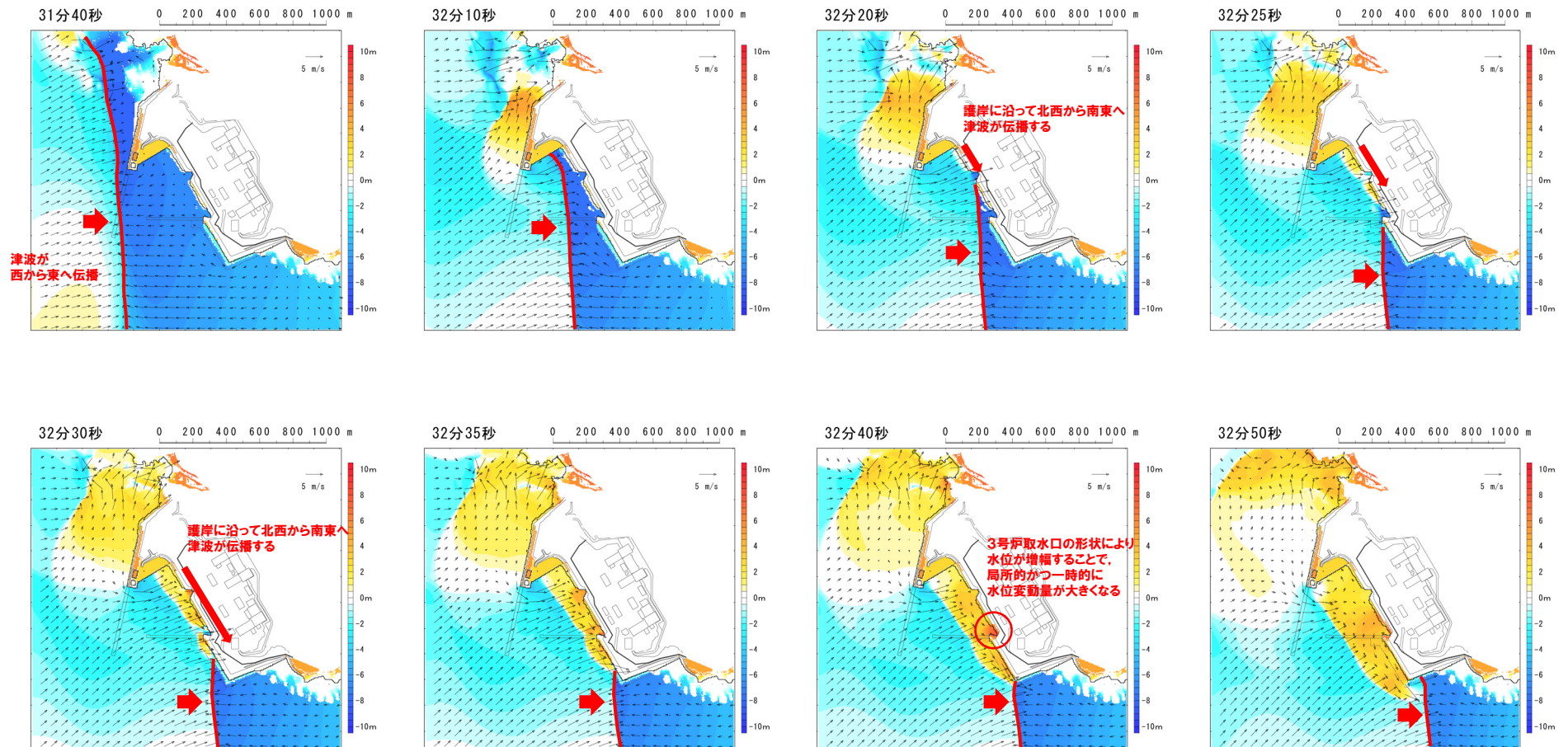
- 西から東へ伝播する津波は、北防波堤がないため港内へ流入し、護岸に沿って北西から南東へ津波が伝播し、3号炉取水口の形状により水位が増幅することで、局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなる。



断層パターンの違いによる分析 (6/11) 津波の伝播状況 (断層パターン5)

○水位低下後に水位上昇する際の津波伝播状況は、断層パターン1と同様 (P337参照) に以下の特徴を確認した。

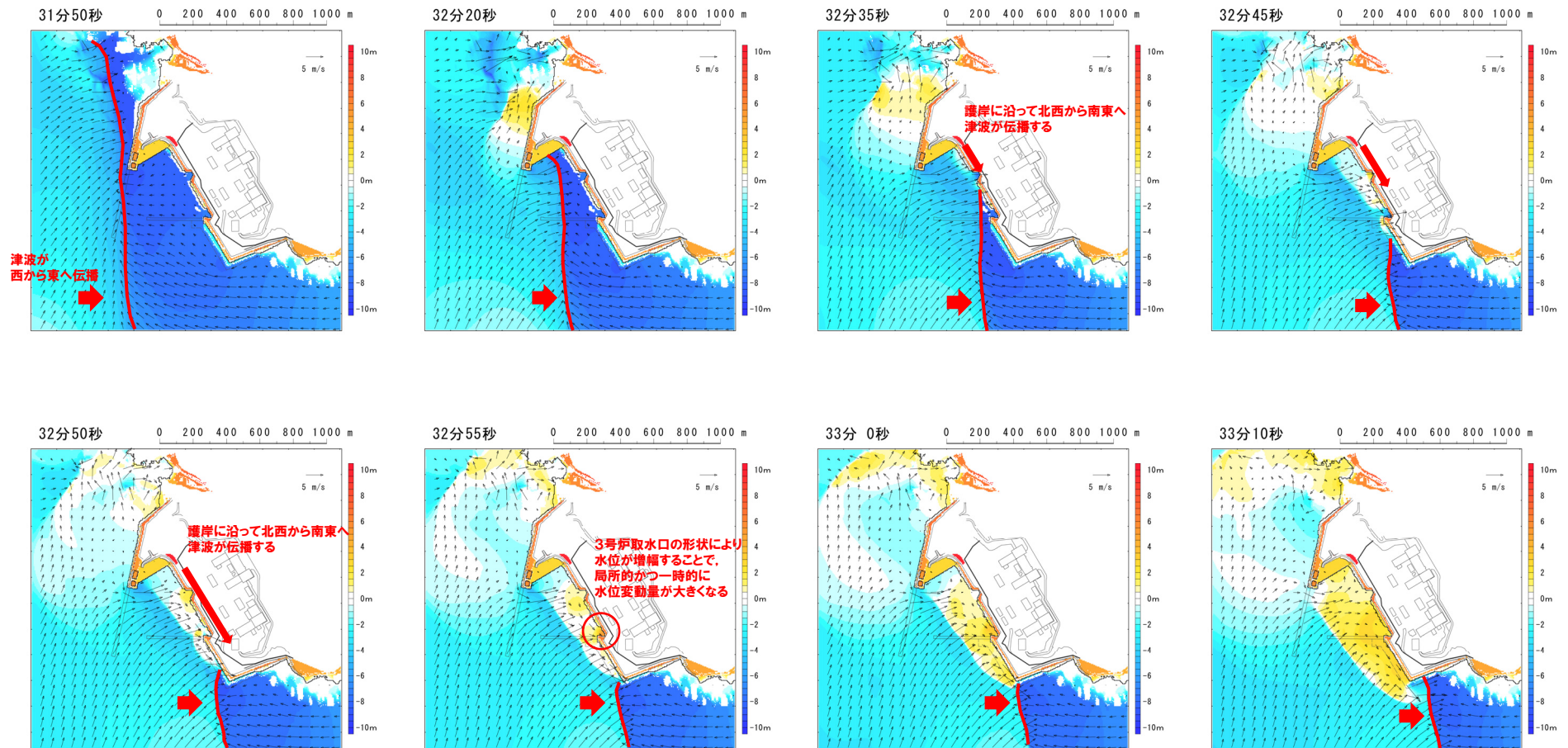
- 西から東へ伝播する津波は、北防波堤がないため港内へ流入し、護岸に沿って北西から南東へ津波が伝播し、3号炉取水口の形状により水位が増幅することで、局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなる。



断層パターンの違いによる分析 (7/11) 津波の伝播状況 (断層パターン6)

○水位低下後に水位上昇する際の津波伝播状況は、断層パターン1と同様 (P337参照) に以下の特徴を確認した。

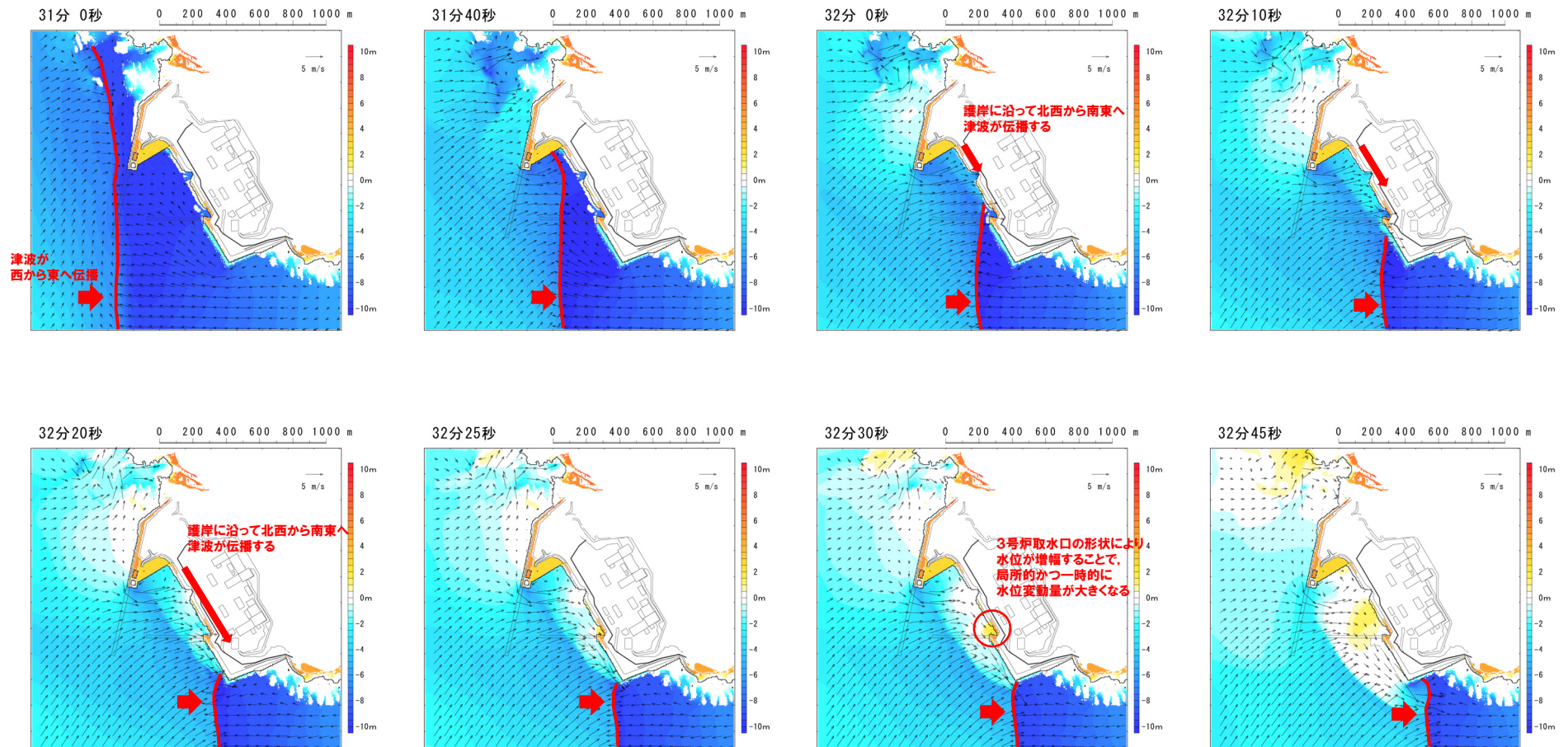
- 西から東へ伝播する津波は、北防波堤がないため港内へ流入し、護岸に沿って北西から南東へ津波が伝播し、3号炉取水口の形状により水位が増幅することで、局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなる。



断層パターンの違いによる分析 (8/11) 津波の伝播状況 (断層パターン7)

○水位低下後に水位上昇する際の津波伝播状況は、断層パターン1と同様 (P337参照) に以下の特徴を確認した。

- 西から東へ伝播する津波は、北防波堤がないため港内へ流入し、護岸に沿って北西から南東へ津波が伝播し、3号炉取水口の形状により水位が増幅することで、局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなる。

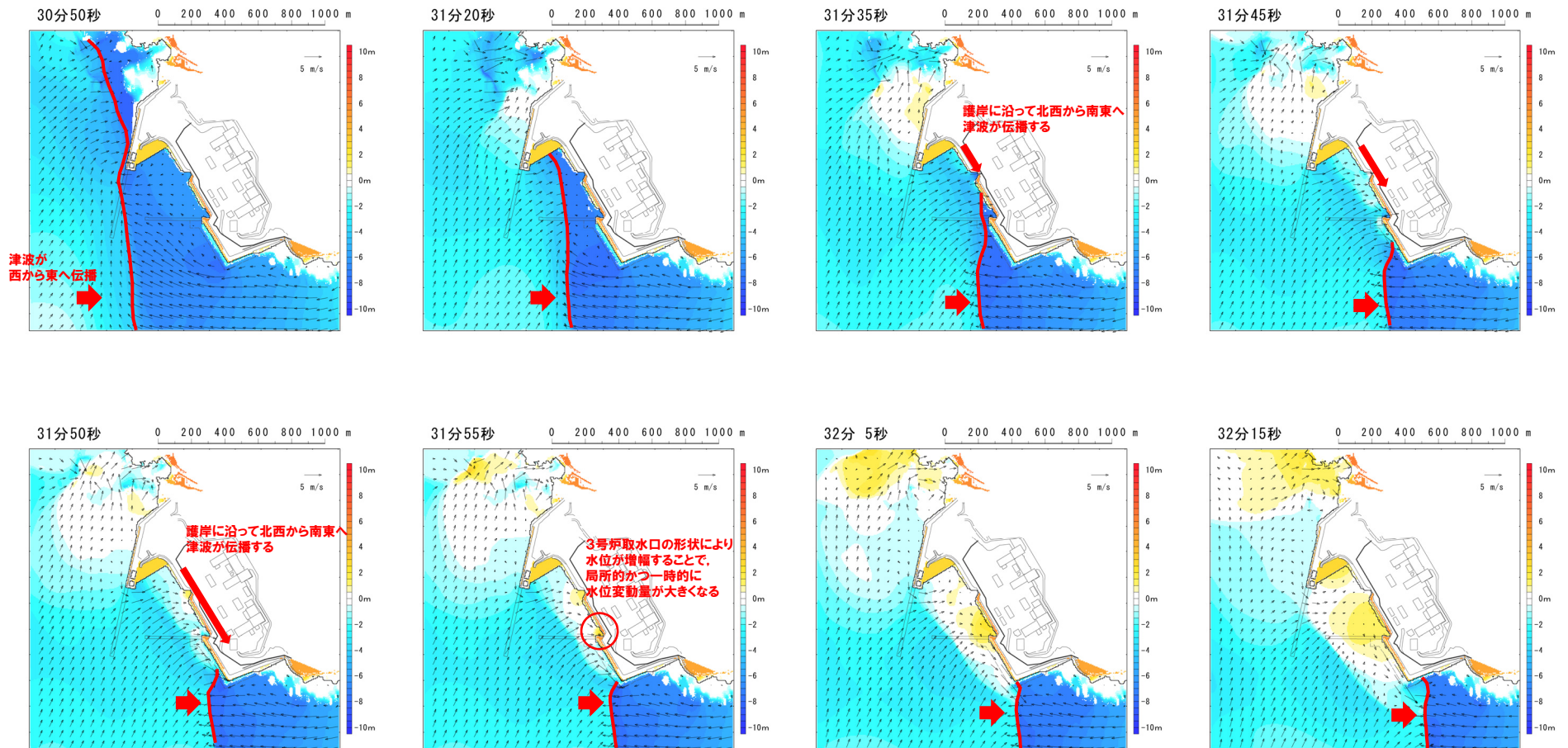


2.7.4 断層パターン1の分析

断層パターンの違いによる分析 (9/11) 津波の伝播状況 (断層パターン8)

○水位低下後に水位上昇する際の津波伝播状況は、断層パターン1と同様 (P337参照) に以下の特徴を確認した。

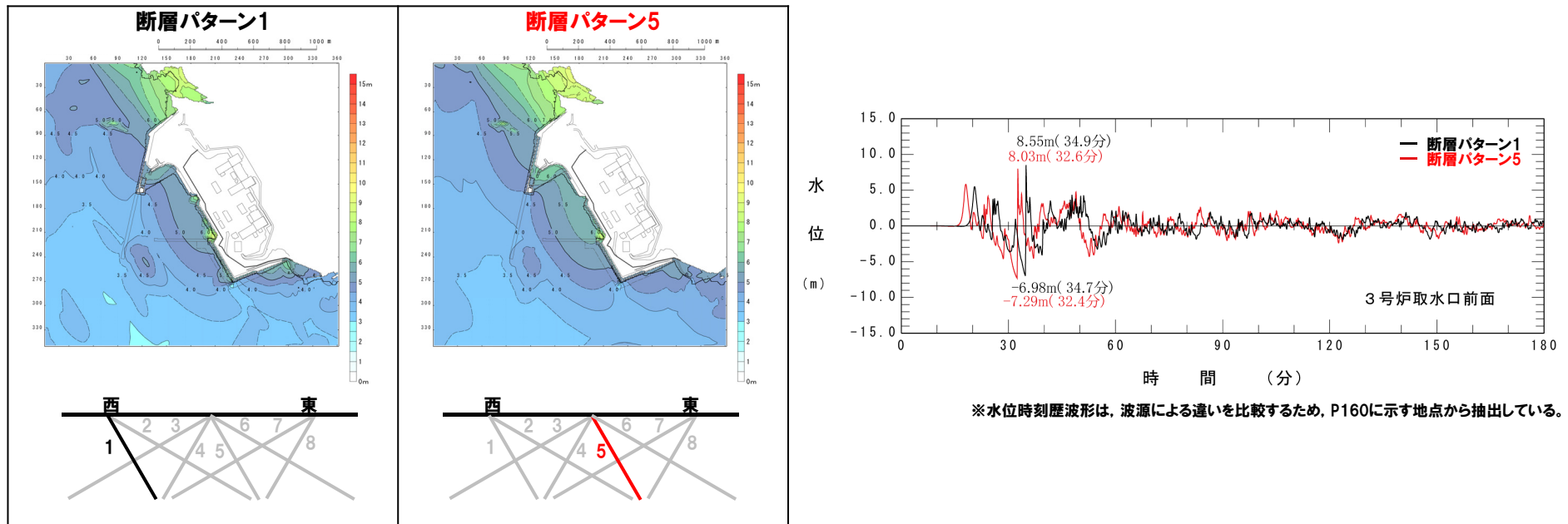
- 西から東へ伝播する津波は、北防波堤がないため港内へ流入し、護岸に沿って北西から南東へ津波が伝播し、3号炉取水口の形状により水位が増幅することで、局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなる。



2.7.4 断層パターン1の分析

断層パターンの違いによる分析(10/11) 断層パターン1と5の詳細比較

- 断層パターン1と断層パターン5の最大水位上昇量分布と水位時刻歴波形を詳細比較した結果は、以下のとおりである。
- 最大水位上昇量分布は、概ね同様の分布であると考えられる。
 - 水位時刻歴波形は、敷地に到達する時刻は異なるものの、波形は概ね同様であると考えられる。
 - 断層パターン1と断層パターン5では、波源の特性は同様であると考えられ、解析結果として、断層パターン1の最大水位上昇量が大きくなったと考えられる。



- 一方、解析結果として、西側にある断層パターン1の最大水位上昇量が大きくなることを確認したことから、STEP3において更に西側に移動させた検討を実施し、水位変動量が大きくなることを確認している。
- また、その西方向への移動量は「2.2 日本海東縁部の特性整理」で想定した日本海東縁部の範囲を余裕をもって網羅できる配置となるように設定している。
- 以上より、保守的な波源選定の観点から、十分な検討が実施されていると考える。

2.7.4 断層パターン1の分析

断層パターンの違いによる分析(11/11) まとめ

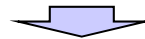
○断層パターン1において、3号炉取水口(上昇側)の水位変動量が大きくなる理由について、断層パターン2～8における津波の伝播状況等との比較から分析した。

【断層パターン1～8の比較】

- 津波の伝播状況から、いずれの断層パターンにおいても、水位低下後の水位上昇時に3号炉取水口において局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなることを確認した。
- 断層パターン1・5では、水位低下後の水位上昇により、最大水位変動量が発生することを確認した。
- 断層パターン1・5以外では、水位低下後の水位上昇が生じるものの、押し波の1波目若しくは2波目に最大水位変動量が発生することを確認した。

【断層パターン1と5の詳細比較】

- 最大水位上昇量分布は、概ね同様の分布であると考えられる。
- 水位時刻歴波形は、敷地に到達する時刻は異なるものの、波形は概ね同様であると考えられる。
- 断層パターン1と断層パターン5では、波源の特性は同様であると考えられ、解析結果として、断層パターン1の最大水位上昇量が大きくなったと考えられる。



- 一方、解析結果として、西側にある断層パターン1の最大水位上昇量が大きくなることを確認したことから、STEP3において更に西側に移動させた検討を実施し、水位変動量が大きくなることを確認している。
- また、その西方向への移動量は「2.2 日本海東縁部の特性整理」で想定した日本海東縁部の範囲を余裕をもって網羅できる配置となるように設定している。
- 以上より、保守的な波源選定の観点から、十分な検討が実施されていると考える。

余白

断層パターン1の分析 まとめ

- 概略パラメータスタディ(STEP1-1)では、土木学会(2016)に基づく断層パターンを用いて検討しており、波源位置が泊発電所に近づくことで、津波水位(上昇側・下降側)が大きくなることから、概ね断層パターン6及び断層パターン7のケースが選定されている。
- 一方、防波堤の損傷を考慮した地形モデル①の3号炉取水口(上昇側)においてのみ、西側に位置する断層パターン1のケースが選定されている。
- 以上を踏まえ、断層パターン1において、3号炉取水口(上昇側)の水位変動量が大きくなる理由について、地形モデルの違いによる分析及び断層パターンの違いによる分析から考察した。

【地形モデルの違いによる分析】

- 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①では、水位低下(34.8分)後の水位上昇(34.9分)により、3号炉取水口において局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなることを確認した。
- 西から東へ伝播する津波は、北防波堤がないため港内へ流入し、護岸に沿って北西から南東へ津波が伝播し、3号炉取水口の形状により水位が増幅することで、局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなる。

【断層パターンの違いによる分析】

《断層パターン1～8の比較》

- 津波の伝播状況から、いずれの断層パターンにおいても、水位低下後の水位上昇時に3号炉取水口において局所的かつ一時的に水位変動量が大きくなることを確認した。
- 断層パターン1・5では、水位低下後の水位上昇により、最大水位変動量が発生することを確認した。
- 断層パターン1・5以外では、水位低下後の水位上昇が生じるものの、押し波の1波目若しくは2波目に最大水位変動量が発生することを確認した。

《断層パターン1と5の詳細比較》

- 最大水位上昇量分布は、概ね同様の分布であると考えられる。
- 水位時刻歴波形は、敷地に到達する時刻は異なるものの、波形は概ね同様であると考えられる。
- 断層パターン1と断層パターン5では、波源の特性は同様であると考えられ、解析結果として、断層パターン1の最大水位上昇量が大きくなったと考えられる。



- 一方、解析結果として、西側にある断層パターン1の最大水位上昇量が大きくなることを確認したことから、STEP3において更に西側に移動させた検討を実施し、水位変動量が大きくなることを確認している。
- また、その西方向への移動量は「2.2 日本海東縁部の特性整理」で想定した日本海東縁部の範囲を余裕をもって網羅できる配置となるように設定している。
- 以上より、保守的な波源選定の観点から、十分な検討が実施されていると考える。

余白

1. コメント回答方針	13
1.1 指摘事項	14
1.2 指摘事項に関する回答方針	19
2. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	25
2.1 検討方針	26
2.2 日本海東縁部の特性整理	32
2.2.1 文献レビュー(既往の知見の整理)	34
2.2.2 当社の調査結果	43
2.2.3 想定される日本海東縁部の範囲	47
2.3 想定波源域の設定	48
2.3.1 想定波源域(南北・東西方向)の設定	50
2.3.2 想定波源域(深度方向)の設定	70
2.3.3 想定波源域の設定 まとめ	76
2.4 基準波源モデルの設定	79
2.5 パラメータスタディ	105
2.5.1 パラメータスタディの検討方針	106
2.5.2 計算条件	137
2.5.3 パラメータスタディの結果	168
2.6 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケース	201
2.7 補足説明	230
2.7.1 パラメータスタディ評価因子影響分析	231
2.7.2 アスペリティモデルの保守性確認	296
2.7.3 断層パターン5(東へ移動)の検討	324
2.7.4 断層パターン1の分析	332
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認	356
2.7.6 F_B -2断層の位置付けと深度方向に係るモデル設定	377
2.8 まとめ	388
参考文献	398

2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

検討方針

○3号炉原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る可能性の高い波源の選定を目的とした評価では、「貯留堰を下回る継続時間」に着目したパラメータスタディが基本になると考えられるが、これに加えて、幅広に波源選定を行うことで保守的に評価する観点から、「パルスを考慮しない時間」に着目したパラメータスタディも実施している。

○パルスの判定方法については、下表のとおり実施しており、パルス判定の妥当性を確認する。

【対象ケース】

- 概略パラメータスタディのSTEP1-1の実施ケースを対象に確認を行う。
- パルスの判定方法の妥当性確認の実施に当たっては、以下の複数の地形モデルを用いて確認を行う。
 - 健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし)
 - 防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり)

【パルスの判定方法】		
<p>《STEP①》 3号炉貯留堰の天端高さ (T.P.-4.00m) を一時的に上回る波形は、短周期成分の波形が大半であり、概ねT.P.-3.00m以下であることを確認したことから、T.P.-3.00m以下の波形をパルスとする。</p>	<p>《判定例》</p> <p>○の波形はT.P.-3.00m以下であるため、パルスとする。</p> <p>T.P.-3.00m 3号炉貯留堰天端高さ (T.P.-4.00m)</p>	判定結果: ○
<p>《STEP②》 3号炉貯留堰の天端高さ (T.P.-4.00m) を一時的に上回る波形のうち、T.P.-3.00mを上回るものについては、管路解析結果 (P166 参照) を踏まえて、T.P.-3.00mを上回る時間が30s未満の場合にパルスとする (貯留堰内の水位が回復しない)。</p>	<p>《判定例》</p> <p>○の波形はT.P.-3.00mを上回る時間が30s未満であるため、パルスとする (貯留堰内の水位が回復しない)。</p> <p>T.P.-3.00m 3号炉貯留堰天端高さ (T.P.-4.00m)</p> <p>※括弧内はT.P.-3.00mを上回る時間を記載。</p>	判定結果: ○
<p>《STEP②》 3号炉貯留堰の天端高さ (T.P.-4.00m) を一時的に上回る波形のうち、T.P.-3.00mを上回るものについては、管路解析結果 (P166 参照) を踏まえて、T.P.-3.00mを上回る時間が30s以上の場合にパルスとしない (貯留堰内の水位が回復する)。</p>	<p>《判定例》</p> <p>×の波形はT.P.-3.00mを上回る時間が30s以上であるため、パルスとしない (貯留堰内の水位が回復する)。</p> <p>T.P.-3.00m 3号炉貯留堰天端高さ (T.P.-4.00m)</p> <p>※括弧内はT.P.-3.00mを上回る時間を記載。</p>	判定結果: ×

【パルスの判定方法】		
<p>《貯留堰を下回らない場合》 3号炉貯留堰の天端高さ (T.P.-4.00m) を下回らないため、パルスの判定は不要とする。</p>	<p>《判定例》</p> <p>3号炉貯留堰天端高さ (T.P.-4.00m)</p>	判定結果: -
<p>《貯留堰を下回る波形が1波のみの場合》 3号炉貯留堰の天端高さ (T.P.-4.00m) を下回る波形が1波のみであるため、パルスの判定は不要とする。</p>	<p>《判定例》</p> <p>3号炉貯留堰天端高さ (T.P.-4.00m)</p>	判定結果: -

2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

パルスの判定結果 (1/13) 健全地形モデル

○健全地形モデル(北防波堤あり-南防波堤あり)では、パルスとなる波形があるケースは5ケースある。
 ○これらのケースの波形を次頁以降に示す。

対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置:矩形モデル(基準) ・断層面上縁深さ:1km	ab	1	0s	0s	-	
		2	127s	127s	-	
		3	52s	52s	-	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	100s	100s	-	
		7	0s	0s	-	
		8	0s	0s	-	
	bc	1	0s	0s	-	
		2	186s	186s	-	
		3	94s	94s	-	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	223s	223s	-	
		7	15s	15s	-	
		8	0s	0s	-	
	cd	1	39s	39s	-	
		2	168s	168s	×	
		3	185s	185s	×	
		4	59s	59s	×	
		5	43s	43s	×	
		6	204s	204s	×	
		7	216s	216s	×	
		8	78s	78s	-	
de	1	36s	36s	×		
	2	171s	171s	×		
	3	188s	203s	◎,×	波形1	
	4	120s	120s	×		
	5	82s	82s	×		
	6	194s	194s	×		
	7	273s	285s	◎,×	波形2	
	8	120s	120s	×		

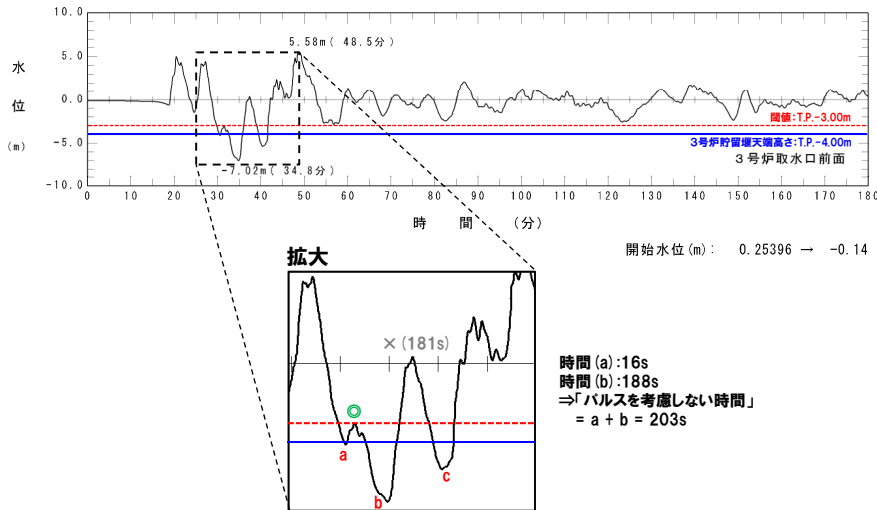
対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置:矩形モデル(基準) ・断層面上縁深さ:1km	ef	1	24s	24s	×	
		2	171s	171s	×	
		3	171s	203s	◎,×	波形3
		4	98s	98s	×	
		5	37s	37s	×	
		6	204s	204s	×	
		7	246s	298s	◎,×	波形4
		8	116s	116s	×	
	fg	1	0s	0s	-	
		2	167s	167s	×	
		3	150s	150s	×	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	239s	401s	◎	波形5
		7	161s	161s	×	
		8	0s	0s	-	
	gh	1	0s	0s	-	
		2	176s	176s	-	
		3	85s	85s	-	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	190s	190s	-	
		7	45s	45s	-	
		8	0s	0s	-	

※3号炉貯留堰の天端高さ(T.P.-4.00m)を一時的に上回る波形が複数あり、それぞれの判定結果が異なる場合には、複数の判定結果を示している。

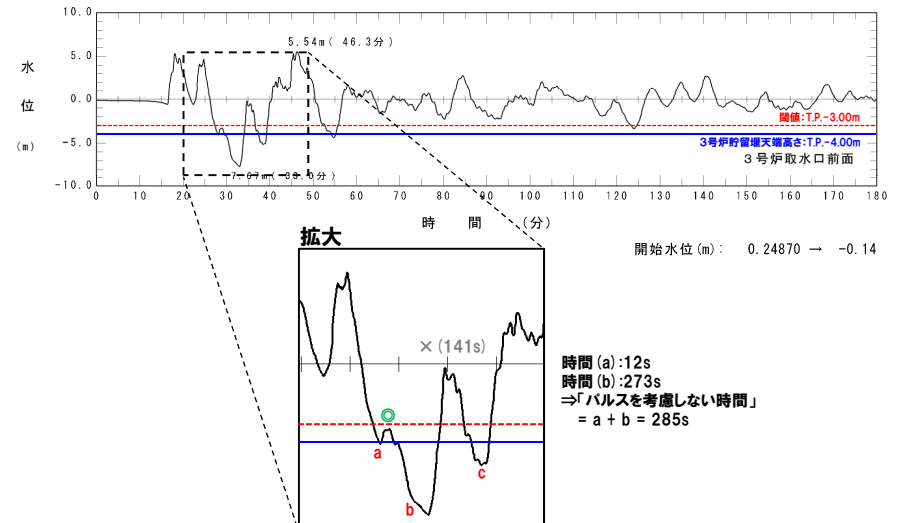
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

パルスの判定結果 (2/13) 健全地形モデル

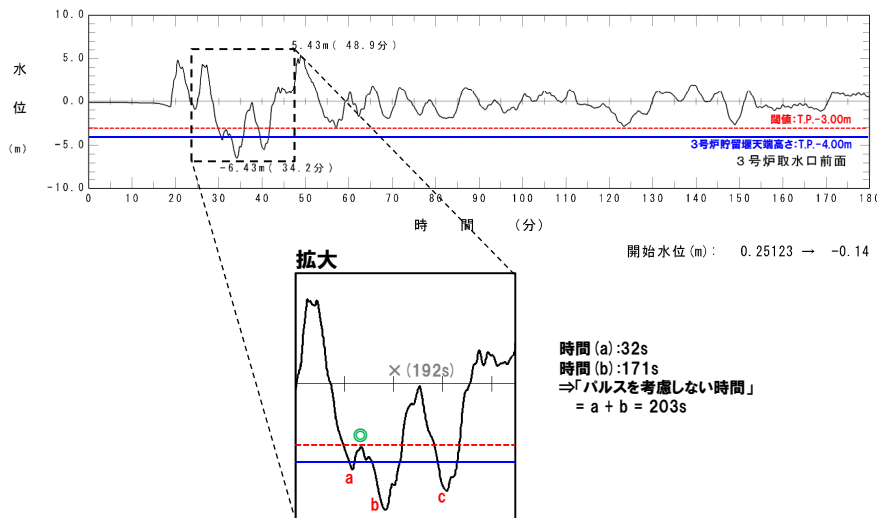
【波形1】



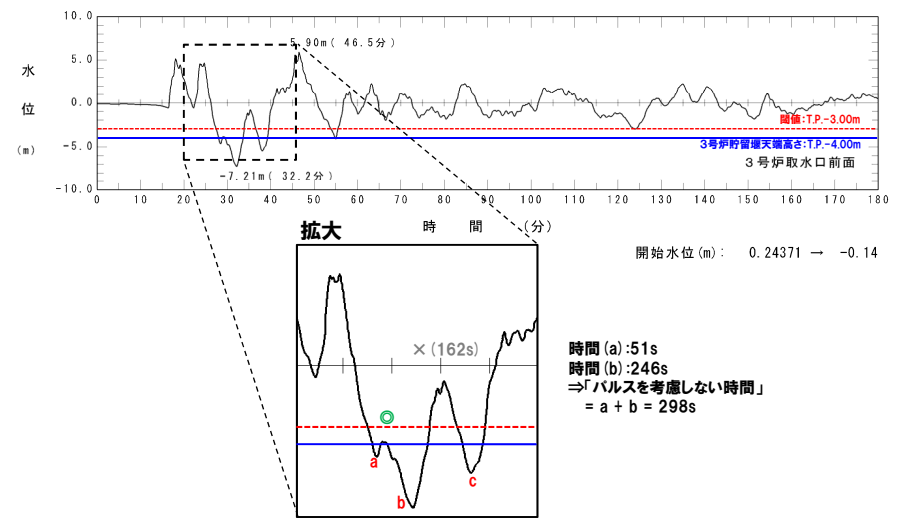
【波形2】



【波形3】

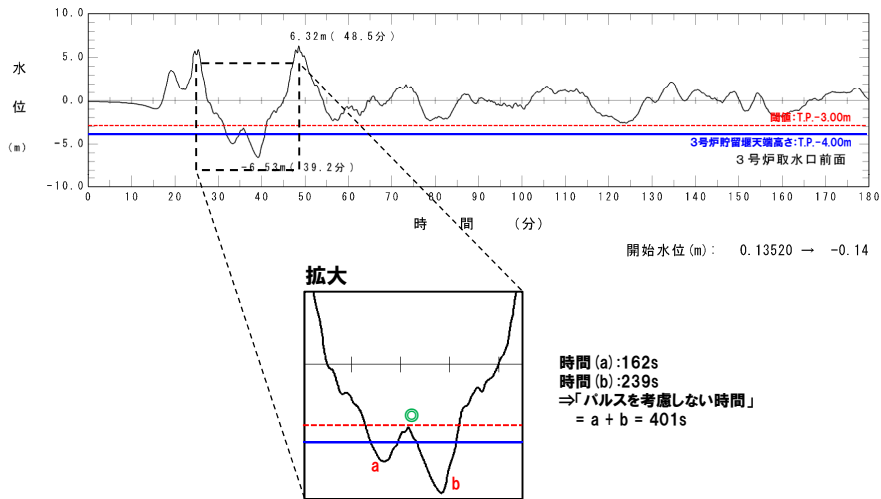


【波形4】



パルスの判定結果 (3/13) 健全地形モデル

【波形5】



余白

2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

パルスの判定結果(4/13) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①

○防波堤の損傷を考慮した地形モデル①(北防波堤なし-南防波堤なし)では、パルスとなる波形があるケースは9ケースある。
 ○これらのケースの波形を次頁以降に示す。

対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置:矩形モデル(基準) ・断層面上縁深さ:1km	ab	1	0s	0s	-	
		2	28s	54s	○	波形6
		3	0s	0s	-	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	0s	0s	-	
		7	0s	0s	-	
		8	0s	0s	-	
	bc	1	13s	13s	-	
		2	147s	173s	○,○,×	波形7
		3	14s	14s	×	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	195s	232s	○	波形8
		7	26s	26s	-	
		8	0s	0s	-	
	cd	1	95s	95s	-	
		2	124s	124s	×	
		3	169s	169s	×	
		4	80s	80s	×	
		5	95s	95s	×	
		6	155s	155s	×	
		7	191s	191s	×	
		8	52s	71s	○	波形9
de	1	94s	94s	×		
	2	149s	185s	○,×	波形10	
	3	177s	177s	×		
	4	141s	141s	×		
	5	116s	116s	×		
	6	213s	213s	×		
	7	207s	207s	×		
	8	164s	164s	×		

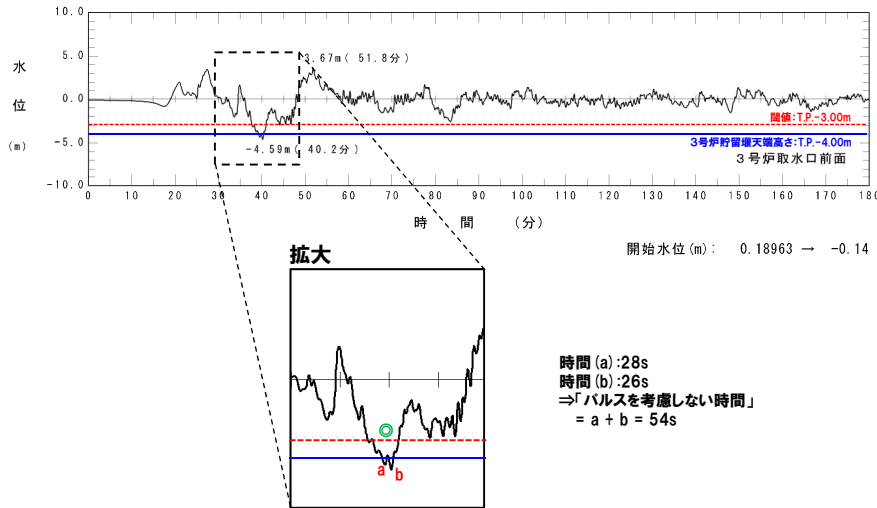
対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置:矩形モデル(基準) ・断層面上縁深さ:1km	ef	1	70s	70s	×	
		2	140s	140s	×	
		3	145s	145s	×	
		4	111s	111s	×	
		5	86s	86s	×	
		6	190s	190s	×	
		7	167s	234s	○,×	波形11
		8	122s	122s	-	
	fg	1	50s	50s	-	
		2	153s	153s	×	
		3	124s	124s	×	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	210s	340s	○,○	波形12
		7	130s	150s	○,×	波形13
		8	0s	0s	-	
	gh	1	0s	0s	-	
		2	79s	144s	○,×	波形14
		3	33s	33s	-	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	141s	141s	-	
		7	0s	0s	-	
		8	0s	0s	-	

※3号炉貯留堰の天端高さ(T.P.-4.00m)を一時的に上回る波形が複数あり、それぞれの判定結果が異なる場合には、複数の判定結果を示している。

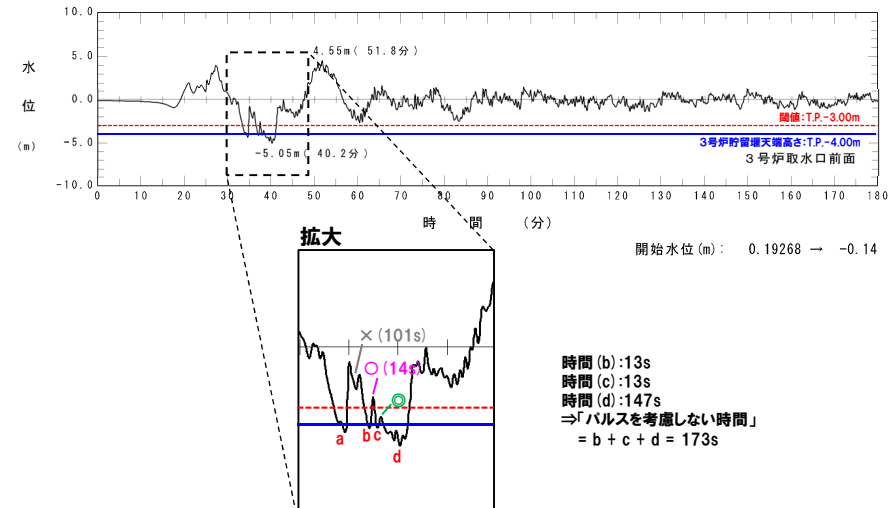
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

パルスの判定結果 (5/13) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①

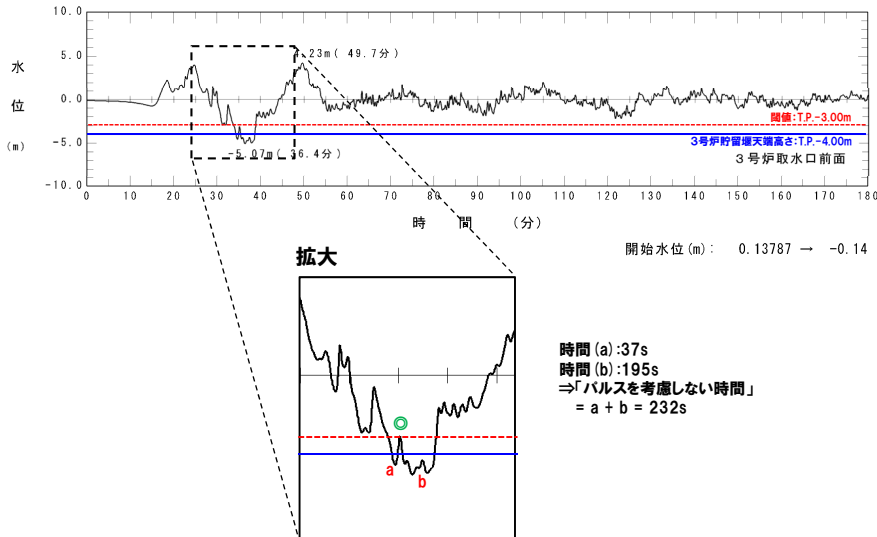
【波形6】



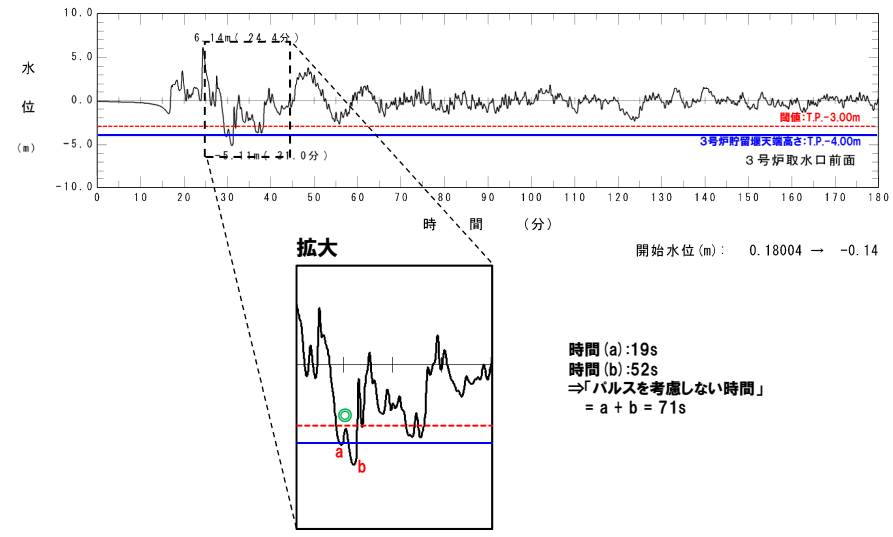
【波形7】



【波形8】



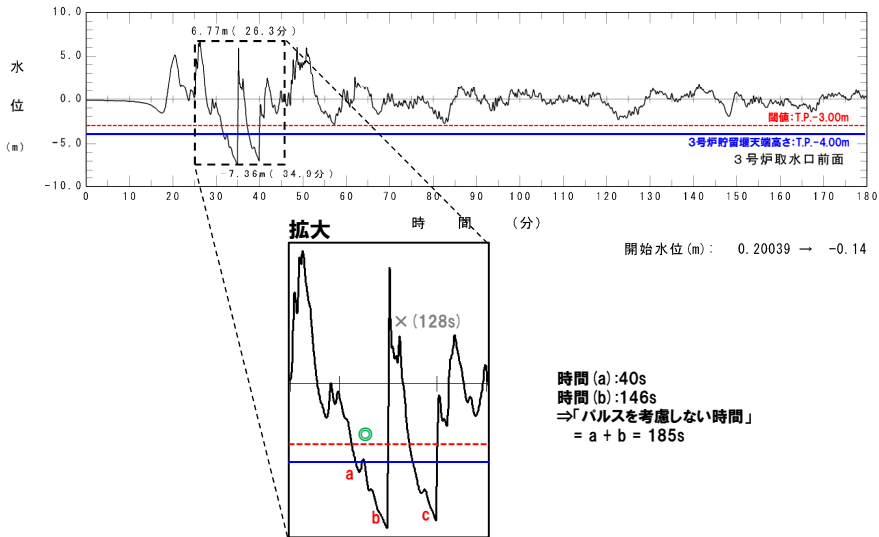
【波形9】



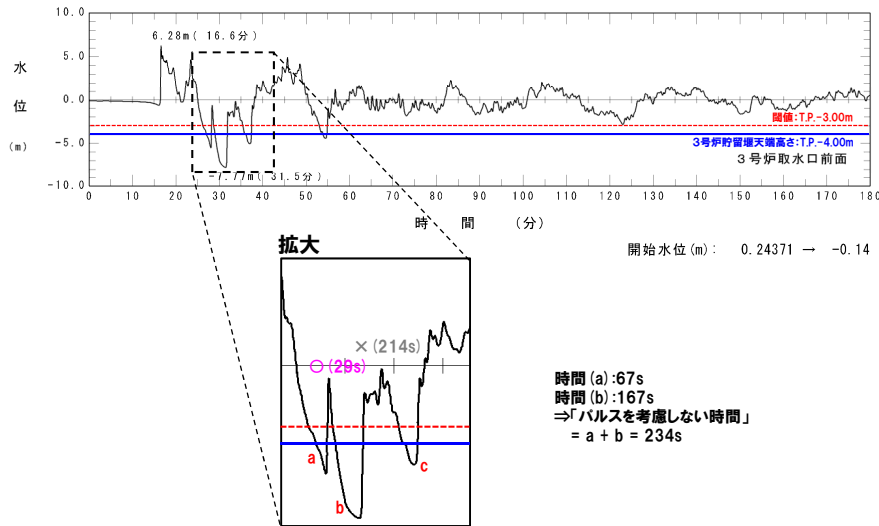
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

パルスの判定結果 (6/13) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①

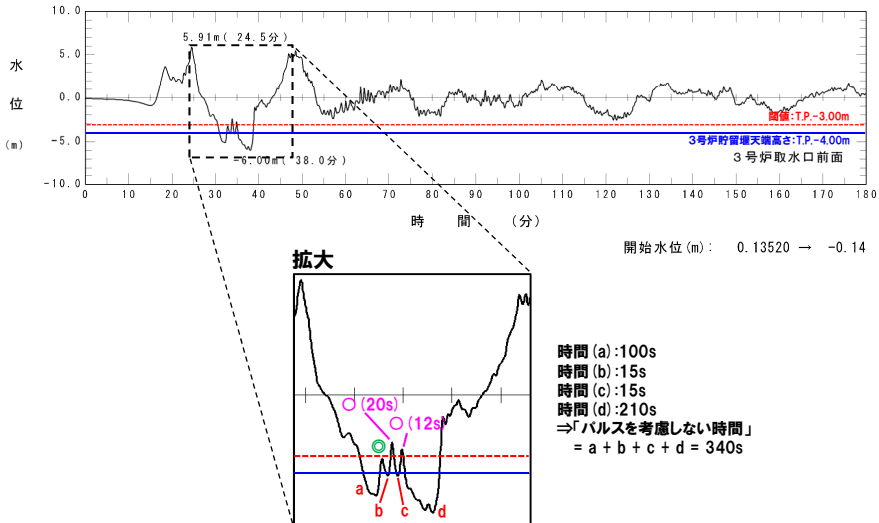
【波形10】



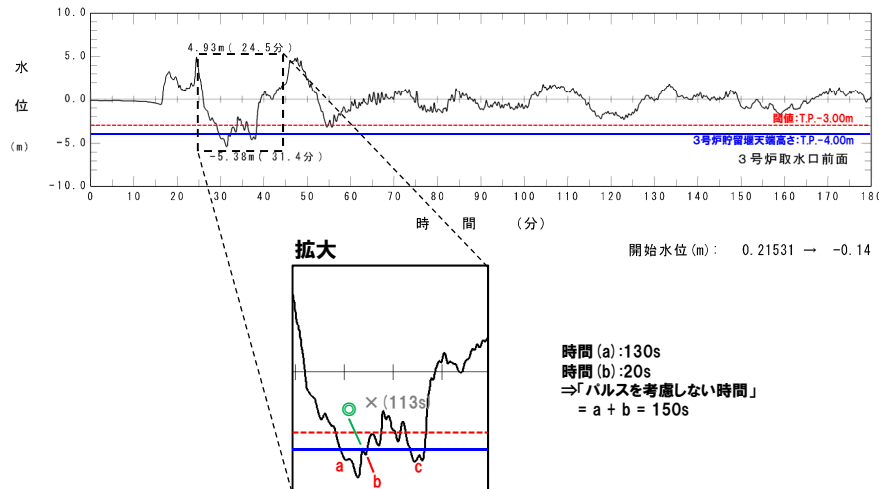
【波形11】



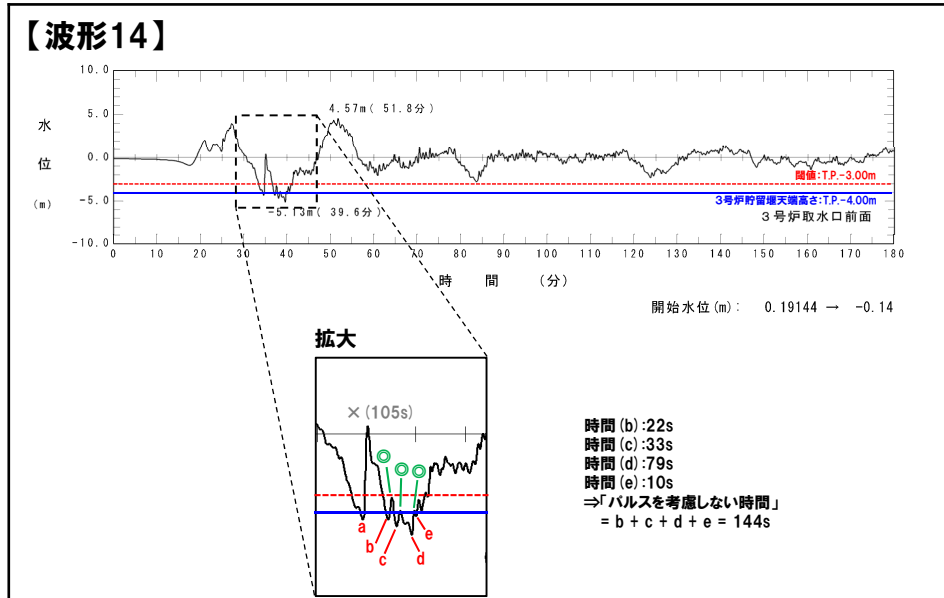
【波形12】



【波形13】



パルスの判定結果 (7/13) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル①



2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

パルスの判定結果 (8/13) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル②

○防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし) では、パルスとなる波形があるケースは6ケースある。
 ○これらのケースの波形を次頁以降に示す。

対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 1km	ab	1	0s	0s	-	
		2	113s	113s	-	
		3	0s	0s	-	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	9s	11s	◎	波形15
		7	0s	0s	-	
		8	0s	0s	-	
	bc	1	0s	0s	-	
		2	179s	179s	-	
		3	73s	73s	-	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	212s	212s	-	
		7	33s	33s	-	
		8	0s	0s	-	
	cd	1	67s	67s	-	
		2	155s	155s	×	
		3	168s	168s	×	
		4	54s	54s	×	
		5	73s	73s	×	
		6	164s	164s	×	
		7	186s	193s	◎,×	波形16
		8	74s	74s	×	
de	1	68s	68s	×		
	2	173s	173s	×		
	3	159s	173s	◎,×	波形17	
	4	102s	102s	×		
	5	99s	99s	×		
	6	191s	191s	×		
	7	220s	220s	×		
	8	141s	141s	×		

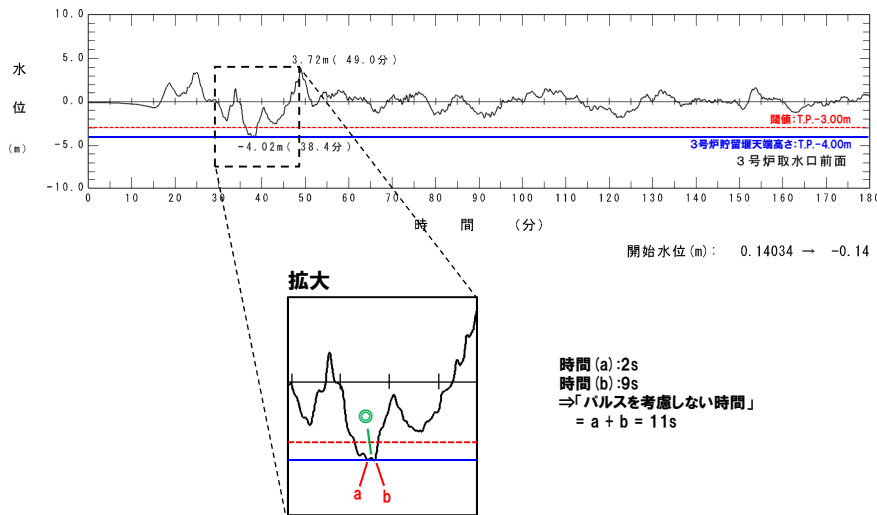
対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 1km	ef	1	56s	56s	×	
		2	163s	163s	×	
		3	125s	230s	◎,○,×	波形18
		4	73s	73s	×	
		5	64s	64s	×	
		6	192s	192s	×	
		7	216s	289s	○,×	波形19
		8	108s	108s	×	
	fg	1	0s	0s	-	
		2	158s	158s	×	
		3	150s	150s	×	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	207s	355s	○	波形20
		7	162s	162s	×	
		8	0s	0s	-	
	gh	1	0s	0s	-	
		2	179s	179s	-	
		3	53s	53s	×	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	174s	174s	-	
		7	0s	0s	-	
		8	0s	0s	-	

※3号炉貯留堰の天端高さ (T.P.-4.00m) を一時的に上回る波形が複数あり、それぞれの判定結果が異なる場合には、複数の判定結果を示している。

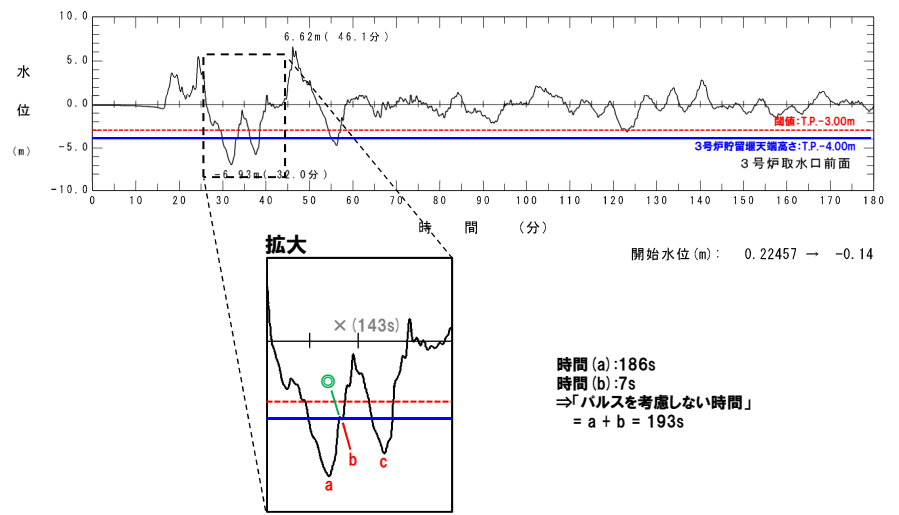
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

パルスの判定結果 (9/13) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル②

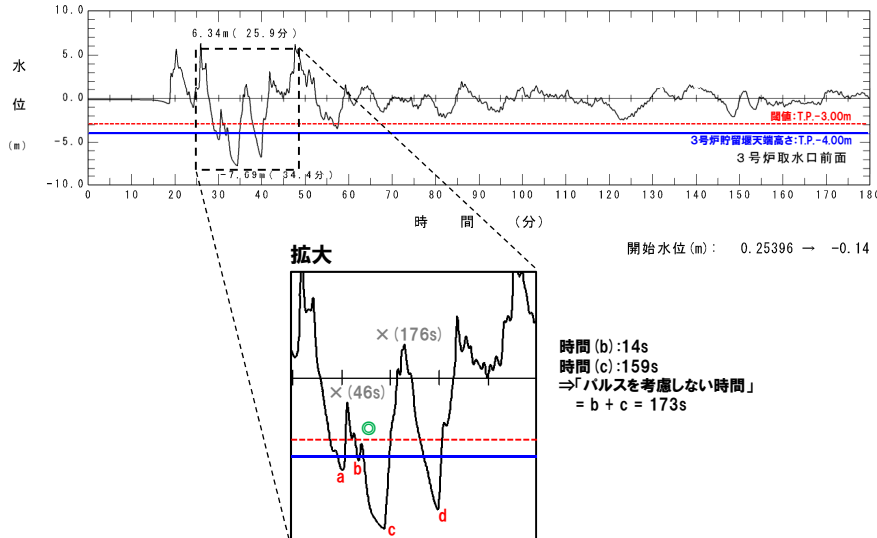
【波形15】



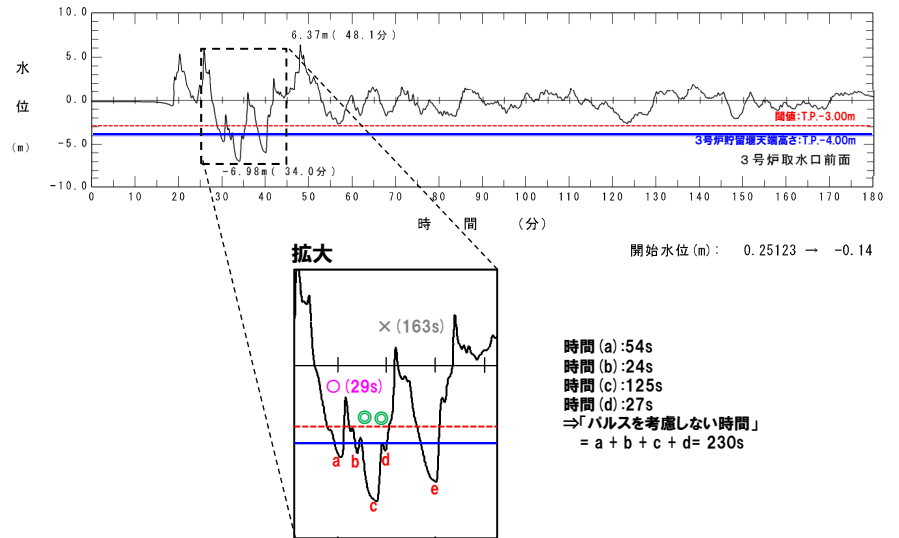
【波形16】



【波形17】



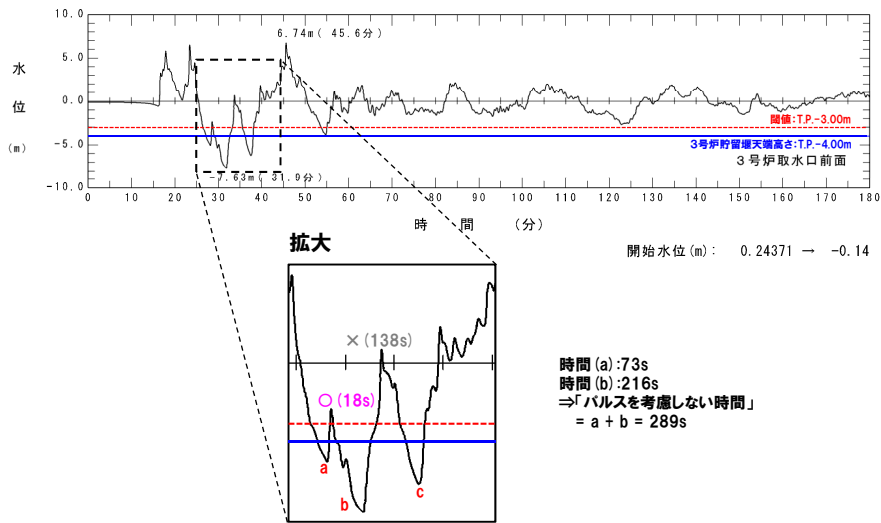
【波形18】



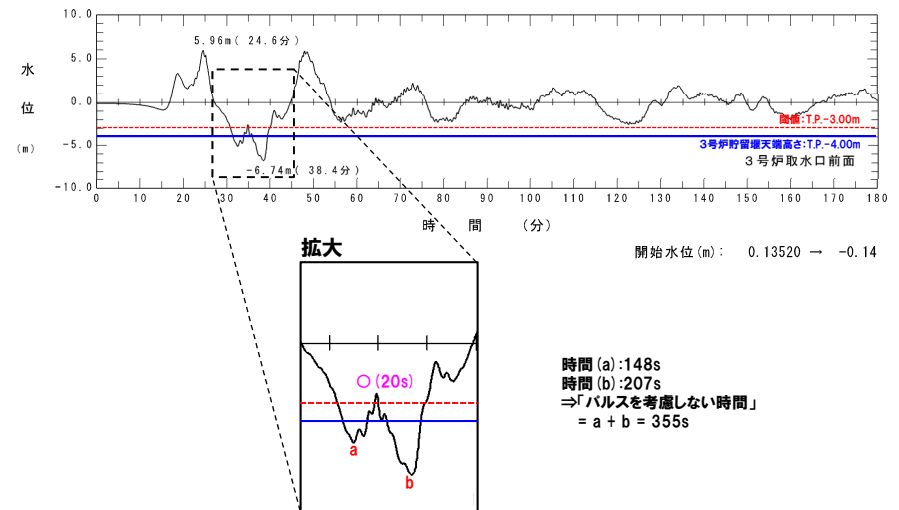
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

パルスの判定結果 (10/13) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル②

【波形19】



【波形20】



余白

2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

パルスの判定結果 (11/13) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル③

○防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり) では、パルスとなる波形があるケースは5ケースある。
 ○これらのケースの波形を次頁以降に示す。

対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 1km	ab	1	0s	0s	-	
		2	59s	59s	-	
		3	0s	0s	-	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	0s	0s	-	
		7	0s	0s	-	
		8	0s	0s	-	
	bc	1	71s	71s	-	
		2	69s	144s	◎,×	波形21
		3	94s	94s	-	
		4	0s	0s	-	
		5	20s	20s	-	
		6	76s	181s	◎	波形22
		7	0s	0s	-	
		8	21s	21s	-	
	cd	1	88s	88s	×	
		2	121s	121s	×	
		3	164s	164s	×	
		4	105s	105s	×	
		5	89s	89s	×	
		6	164s	164s	×	
		7	183s	183s	×	
		8	112s	112s	-	
de	1	86s	86s	×		
	2	146s	207s	◎,×	波形23	
	3	173s	173s	×		
	4	132s	132s	×		
	5	100s	100s	×		
	6	226s	226s	×		
	7	202s	202s	×		
	8	159s	159s	×		

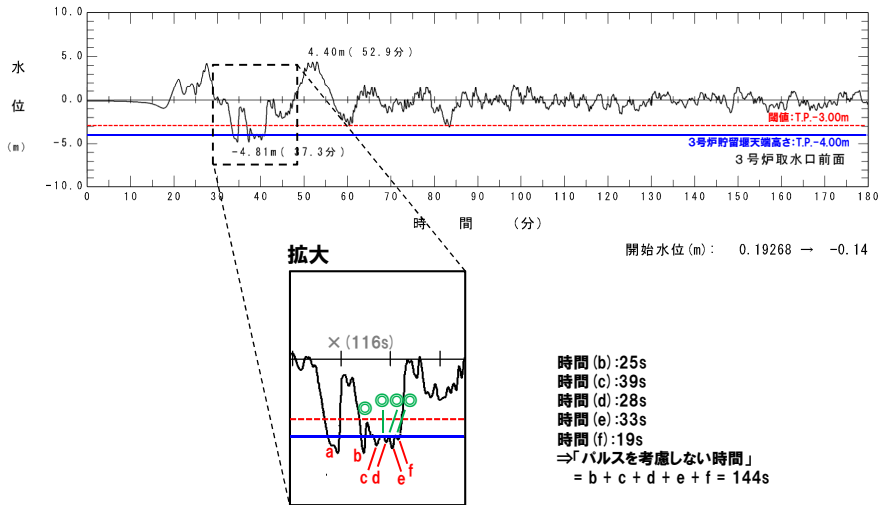
対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 1km	ef	1	70s	70s	×	
		2	134s	138s	◎,×	波形24
		3	142s	142s	×	
		4	100s	100s	-	
		5	67s	67s	×	
		6	170s	170s	×	
		7	159s	159s	×	
		8	108s	108s	-	
	fg	1	55s	55s	×	
		2	132s	132s	×	
		3	120s	120s	×	
		4	31s	31s	-	
		5	48s	48s	×	
		6	189s	189s	×	
		7	119s	119s	×	
		8	0s	0s	-	
	gh	1	47s	47s	-	
		2	112s	149s	◎,×	波形25
		3	99s	99s	-	
		4	0s	0s	-	
		5	0s	0s	-	
		6	134s	134s	-	
		7	0s	0s	-	
		8	0s	0s	-	

※3号炉貯留堰の天端高さ (T.P.-4.00m) を一時的に上回る波形が複数あり、それぞれの判定結果が異なる場合には、複数の判定結果を示している。

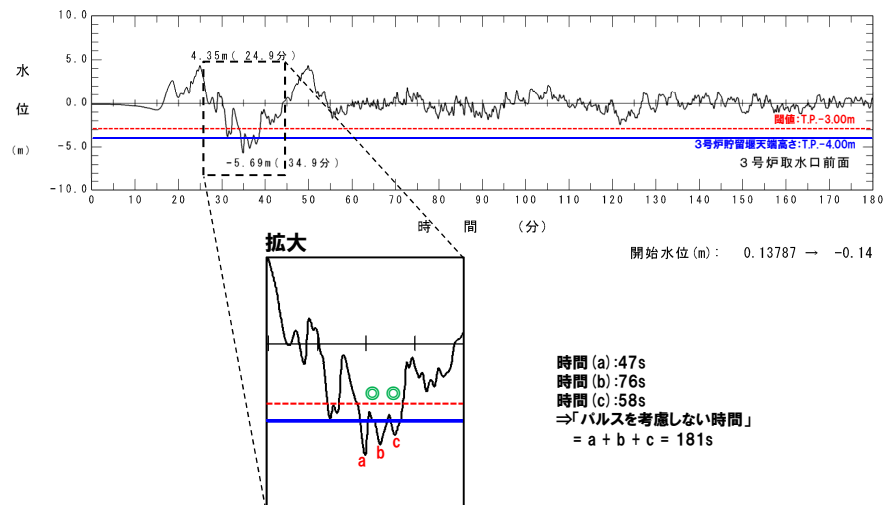
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

パルスの判定結果 (12/13) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル③

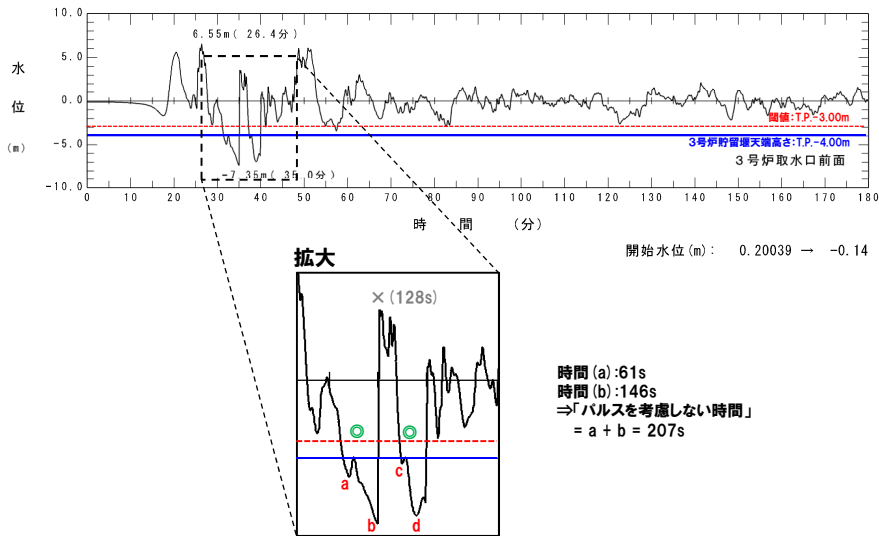
【波形21】



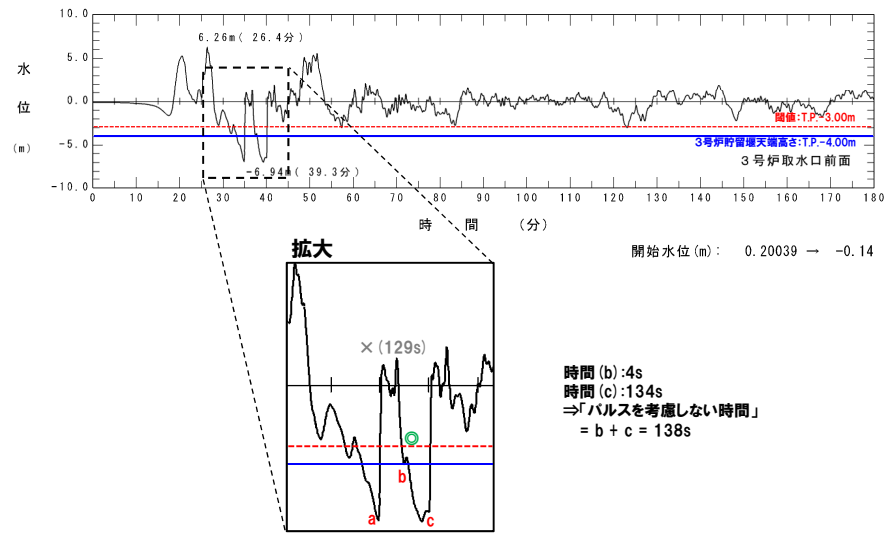
【波形22】



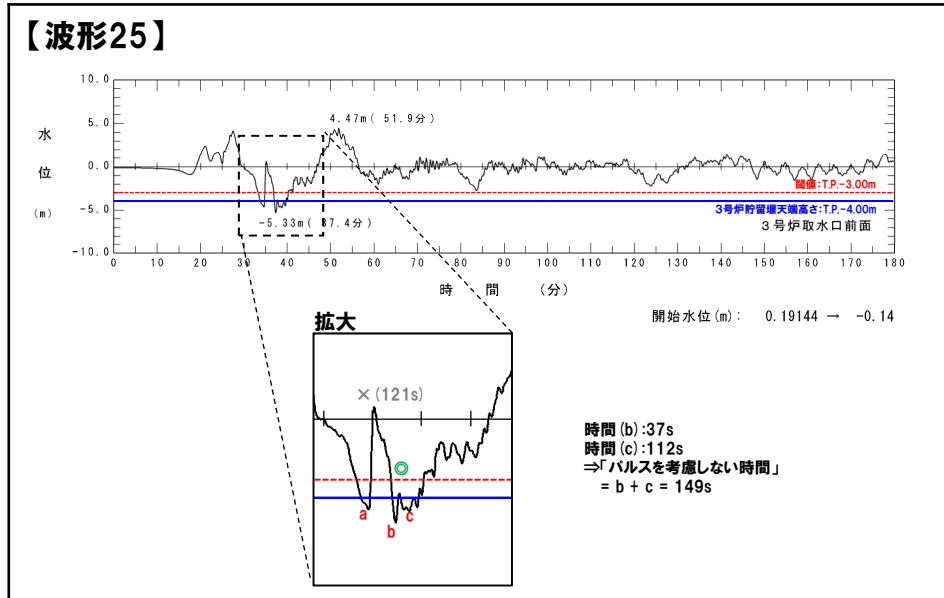
【波形23】



【波形24】



パルスの判定結果 (13/13) 防波堤の損傷を考慮した地形モデル③



余白

まとめ (1/2)

- 3号炉原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る可能性の高い波源の選定を目的とした評価では、「貯留堰を下回る継続時間」に着目したパラメータスタディが基本になると考えられるが、これに加えて、幅広く波源選定を行うことで保守的に評価する観点から、「パルスを考慮しない時間」に着目したパラメータスタディも実施している。
- パルス判定の妥当性を、以下のとおり確認した。
 - 3号炉貯留堰の天端高さ (T.P.-4.00m) を一時的に上回る波形は、短周期成分の波形が大半であり、概ねT.P.-3.00m以下であることを確認した (パルス判定結果:◎) ことから、STEP①の判定基準は妥当であると考えられる。
 - なお、STEP②の判定基準 (パルス判定結果:○) については、管路解析結果を踏まえて設定していることから妥当であると考えられる (P166参照)。
 - また、一時的な水位上昇時間のうち貯留堰内の水位回復が見込めると考えられる波形については、パルスにしていなかったことを確認した (パルス判定結果:×)。

2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認

まとめ (2/2)

健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)

対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 1km	de	3	188s	203s	○,×	波形1
	de	7	273s	285s	○,×	波形2
	ef	3	171s	203s	○,×	波形3
	ef	7	246s	298s	○,×	波形4
	fg	6	239s	401s	○	波形5

防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし)

対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 1km	ab	6	9s	11s	○	波形15
	cd	7	186s	193s	○,×	波形16
	de	3	159s	173s	○,×	波形17
	ef	3	125s	230s	○,○,×	波形18
	ef	7	216s	289s	○,×	波形19
	fg	6	207s	355s	○	波形20

防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)

対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 1km	ab	2	28s	54s	○	波形6
	bc	2	147s	173s	○,○,×	波形7
	bc	6	195s	232s	○	波形8
	cd	8	52s	71s	○	波形9
	de	2	149s	185s	○,×	波形10
	ef	7	167s	234s	○,×	波形11
	fg	6	210s	340s	○,○	波形12
	fg	7	130s	150s	○,×	波形13
	gh	2	79s	144s	○,×	波形14

防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり)

対象ケース	変動パラメータ		3号炉取水口			
	アスペリティ位置	断層パターン	(下降側)			
			貯留堰を下回る継続時間	パルスを考慮しない時間	パルス判定結果	備考
基準波源モデル ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 1km	bc	2	69s	144s	○,×	波形21
	bc	6	76s	181s	○	波形22
	de	2	146s	207s	○,×	波形23
	ef	2	134s	138s	○,×	波形24
	gh	2	112s	149s	○,×	波形25

※3号炉貯留堰の天端高さ (T.P.-4.00m) を一時的に上回る波形が複数あり、それぞれの判定結果が異なる場合には、複数の判定結果を示している。

余白

1. コメント回答方針	13
1.1 指摘事項	14
1.2 指摘事項に関する回答方針	19
2. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	25
2.1 検討方針	26
2.2 日本海東縁部の特性整理	32
2.2.1 文献レビュー(既往の知見の整理)	34
2.2.2 当社の調査結果	43
2.2.3 想定される日本海東縁部の範囲	47
2.3 想定波源域の設定	48
2.3.1 想定波源域(南北・東西方向)の設定	50
2.3.2 想定波源域(深度方向)の設定	70
2.3.3 想定波源域の設定 まとめ	76
2.4 基準波源モデルの設定	79
2.5 パラメータスタディ	105
2.5.1 パラメータスタディの検討方針	106
2.5.2 計算条件	137
2.5.3 パラメータスタディの結果	168
2.6 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケース	201
2.7 補足説明	230
2.7.1 パラメータスタディ評価因子影響分析	231
2.7.2 アスペリティモデルの保守性確認	296
2.7.3 断層パターン5(東へ移動)の検討	324
2.7.4 断層パターン1の分析	332
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認	356
2.7.6 F_B-2断層の位置付けと深度方向に係るモデル設定	377
2.8 まとめ	388
参考文献	398

整理方針

一部修正 (R3/9/3審査会合)

- 津波を伴う既往地震のモデル化では、検討対象(水位・遡上高、地震動等)が異なれば、同一地震でも設定されるパラメータ等が異なる。
- 津波評価では、津波の水位や遡上高が検討対象であることから、日本海東縁部の特性や津波の波源に関する知見に基づき、波源モデルのパラメータ設定を行う。
- 地震動評価では、地震動が検討対象であることから、日本海東縁部で発生した地震に関する知見や強震動予測レシピ(地震本部(2020))に基づき、震源モデルのパラメータ設定を行う。
- 津波評価におけるF_B-2断層は、以下のとおりとしていることから、F_B-2断層の位置付けについて整理する。
 - 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波: 想定波源域内に位置する断層 (P54)
 - 海域活断層に想定される地震に伴う津波 : 波源モデルとして考慮する断層
- また、以下のモデルについて、深度方向に係るモデル設定の考え方を比較・整理する。
 - 津波評価における日本海東縁部の波源モデル(領域震源として設定)
 - 津波評価における海域活断層(F_B-2断層)の波源モデル(個別断層として設定)
 - 地震動評価におけるF_B-2断層の震源モデル(個別断層として設定)

2.7.6 F_B-2断層の位置付けと深度方向に係るモデル設定

津波評価

【F_B-2断層の位置付け(P379)】

【日本海東縁部の波源モデル※】
 ・地震発生層厚さ (P70~73,81)
 ・断層面上縁深さ (P134,135)

※「2.3 想定波源域の設定」
 「2.4 基準波源モデルの設定」
 「2.5 パラメータスタディ」において整理

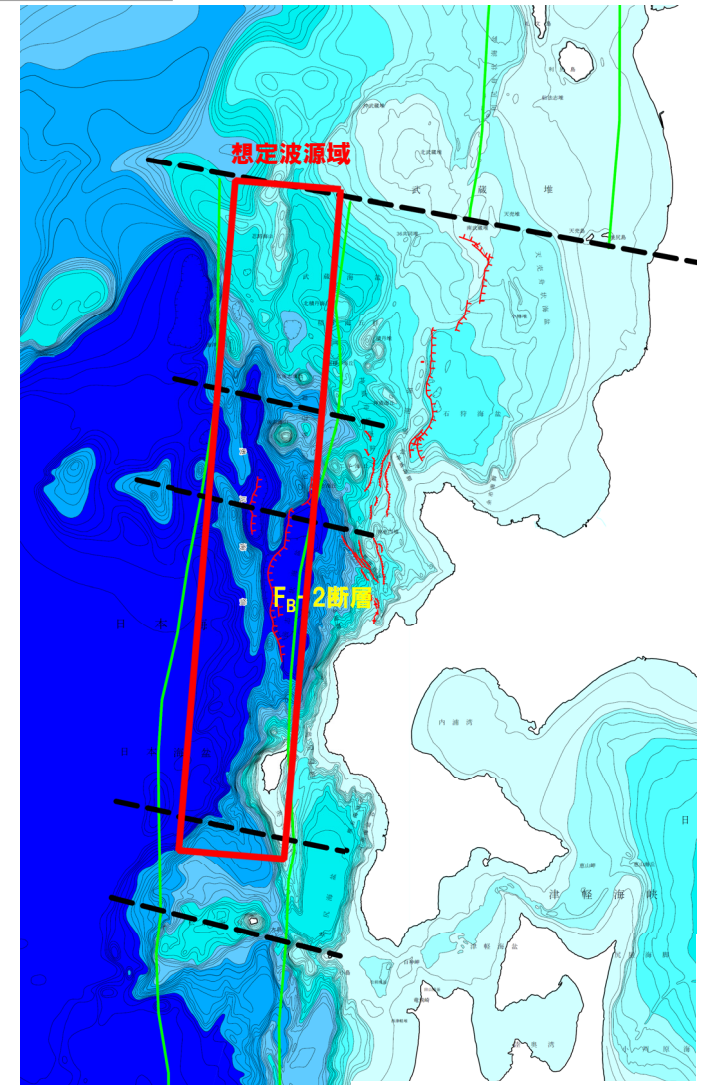
【海域活断層(F_B-2断層)の波源モデル】
 ・地震発生層厚さ (P380,381)
 ・断層面上縁深さ (P382)

地震動評価

【F_B-2断層の震源モデル】
 ・地震発生層厚さ (P383~385)
 ・断層面上縁深さ (P383~385)

【まとめ】

・深度方向に係るモデル設定の考え方を比較・整理



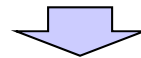
想定波源域とF_B-2断層の位置比較

津波評価における F_B -2断層の位置付け

再掲 (R3/9/3審査会合)

- 土木学会(2002)・土木学会(2016)において「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と「海域活断層に想定される地震に伴う津波」に関する研究成果を取りまとめていることから、土木学会(2002)・土木学会(2016)を参照し整理する。
- 土木学会(2002)・土木学会(2016)では、「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と「海域活断層に想定される地震に伴う津波」の評価対象は、下表のとおりとされている。

日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	海域活断層に想定される地震に伴う津波
<p>【土木学会(2016)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○日本海東縁部については明確なプレート境界面は形成されていないと考えられているが、北海道西方沖～新潟県西方沖にかけて、地殻変動によるひずみが集中しているとみられる領域(ひずみ集中帯)が存在するとされ、周辺より大規模な地震とこれに起因する津波が空間的にほぼ連続して発生している。 ○このことを考慮し、海域活断層に想定される地震に伴う津波の評価とは別に、日本海東縁部に想定することが適切な地震に伴う津波を評価対象とする。 	<p>【土木学会(2016)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○海域活断層の活動に起因する津波による大規模な被害事例はこれまで知られていないが、将来における活動の可能性のある海域活断層に想定される地震に起因する津波を評価対象とする。 ○ここでいう海域活断層に想定される地震に伴う津波とは、プレート境界付近の海域及び日本海東縁部海域とは別に、日本周辺海域全域について考慮するものである。 <p>【土木学会(2002)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○日本海東縁部のうち、北海道西方沖～新潟県西方沖に示す海域付近の海域活断層については、これらの海域活断層から想定される地震に伴う津波の規模が、日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源の設定における地震地体構造の知見を踏まえた想定津波の規模を下回る場合には、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」の波源として考慮しなくともよい。

【「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」としての F_B -2断層の位置付け】

- F_B -2断層は、想定波源域内に位置する断層としている(P54参照)。

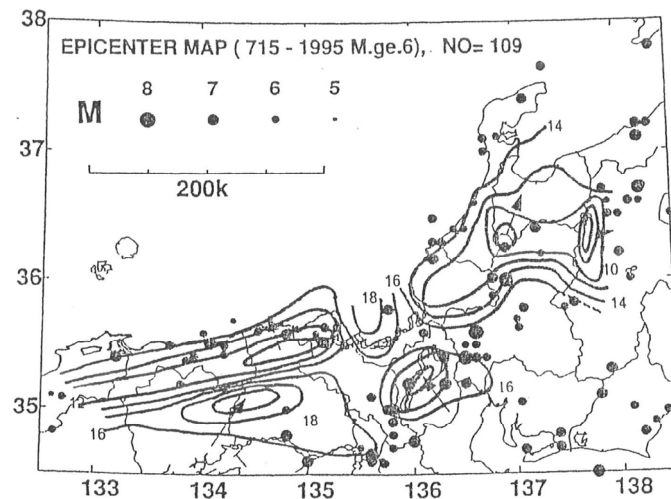
【「海域活断層に想定される地震に伴う津波」としての F_B -2断層の位置付け】

- 土木学会(2002)では、北海道西方沖～新潟県西方沖に示す海域付近の海域活断層(F_B -2断層が該当)は、「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」の規模を下回る場合には、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」として考慮しなくて良いとされている。
- F_B -2断層は、「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」の規模を下回り、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」として考慮しなくとも良いと考えられるが、泊発電所への影響度合いを確認するため、安全評価上、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」として評価を実施する。

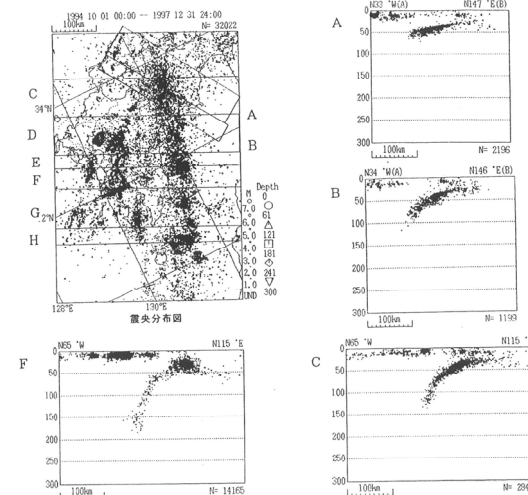
津波評価における海域活断層 (F_B -2断層) の波源モデル (1/3) 地震発生層厚さの考え方

再掲 (R3/9/3審査会合)

- 土木学会 (2016) では、海域活断層に想定される地震に伴う津波について、以下のとおりとされている。
 - 沿岸に影響を与える津波の発生原因として、比較的沿岸に近い海域の活断層に発生する上部地殻内地震を対象とする。
 - 近海の海底では、地殻構造が陸域と似た構造を持ち、震源分布や応力場も陸域と連続していると考えられるため、内陸型地殻内地震に関する知見やデータを活用することにより、想定津波の波源モデルを設定できる。
- 土木学会 (2016) では、内陸地殻内地震の発生様式について、以下のとおりとされている。
 - 伊藤ほか (1995) に示された震源深さ分布の分析による近畿地方北部海域における地震発生層厚さは16km前後とされている。
 - 福岡管区気象台 (1998) に示された震源分布図によれば、中国・四国・九州地方の地殻内地震の震源は最大15~20kmまでの深さに集中しているとされている。



近畿地方北部における地震発生層厚さのコンター
(伊藤ほか (1995) より引用)



※1994.10.1~1997.12.31に観測された全ての地震の深さ分布
九州・四国地方周辺における地震の深さ分布
(福岡管区気象台 (1998) より引用)

- 以上から、内陸地殻内地震の知見による地震発生層厚さは、土木学会 (2016) より、15~20kmであると考えられ、海域活断層の評価に用いる地震発生層厚さも同様であると考えられる。
- また、 F_B -2断層は日本海東縁部に位置していることから、日本海東縁部の知見も参照する。
- 日本海東縁部の知見による地震発生層厚さは、土木学会 (2016)、地震本部 (2003)、大竹ほか編 (2002) 及び日野ほか (1994) より、15~20kmであると考えられる (P70~73参照)。

津波評価における海域活断層 (F_B -2断層) の波源モデル (2/3) 地震発生層厚さの設定

再掲 (R3/9/3審査会合)

- F_B -2断層の地震発生層厚さは、内陸地殻内地震の知見及び日本海東縁部の知見より、15~20kmで
あると考えられる (前頁参照)。
- すべり量が多い方が、泊発電所に対して保守的な津波評価になると考えられることから、津波評価に
おける海域活断層 (F_B -2断層) の波源モデルの地震発生層厚さは最小値の15kmに設定した。

【海域活断層に想定される地震に伴う津波の評価に用いるスケーリング則 (土木学会 (2016))】

$$\log L = 0.75M_w - 3.77$$

$$\log M_o = 1.5M_w + 9.1$$

$$D = M_o / \mu L W$$

L : 断層長さ (=96km)

M_w : モーメントマグニチュード

M_o : 地震モーメント (N・m)

D : すべり量 (m)

μ : 剛性率 (= 3.5×10^{10} N/m²)

W : 断層幅* (km)

*地震発生層厚さと傾斜角から算定 (地震発生層厚さと比例)

	地震発生層厚さ	すべり量*
F_B -2断層	15km	5.65m
	20km	4.24m

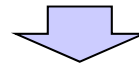
*傾斜角を45°として、左記のスケーリング則を用いて算定。

津波評価における海域活断層 (F_B -2断層) の波源モデル (3/3) 断層面上縁深さの設定

再掲 (R3/9/3審査会合)

○土木学会 (2016) では、海域活断層に想定される地震に伴う津波の断層面上縁深さパラメータの設定について、以下のとおりとされている。

- 断層上縁深さが調査に基づき設定できず不明である場合には、0~5kmが目安になると考えられる。
- 浅い地震を想定して、断層上縁深さの基本パラメータは0kmとしている。



○以上から、津波評価における海域活断層 (F_B -2断層) の波源モデルの断層面上縁深さは0kmに設定し、0~5kmに変動させたパラメータスタディを実施する。

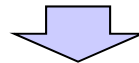
地震動評価における F_B -2断層の震源モデルの地震発生層厚さ、断層面上縁深さの設定(1/3)

再掲(R3/9/3審査会合)

○地震発生層の設定にあたっては、日本海東縁部の地震に関する知見及び微小地震分布を踏まえて設定する。

○1993年北海道南西沖地震における断層モデル(Mendoza and Fukuyama(1996))
地震発生層上端深さ : 5km
地震発生層下端深さ : 40km

○微小地震分布(F_B -2断層周辺におけるD10-D90評価)
D10:7.0km, D90:33.0km



○地震動評価においては、上端深さ5km、下端深さ40km(地震発生層厚さ35km)と設定する。

地震動評価における F_B -2断層の震源モデルの地震発生層厚さ、断層面上縁深さの設定(2/3)

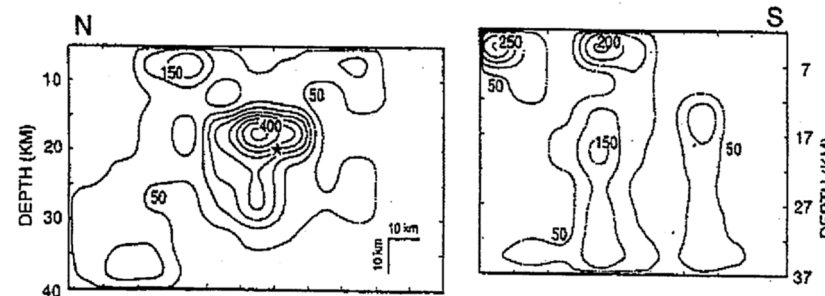
一部修正(H27/12/25審査会合)

○日本海東縁部の地震に関する主な知見を以下に示す。

【Mendoza and Fukuyama (1996)】

○1993年北海道南西沖地震について、地震観測記録のインバージョン解析を実施し、断層面とすべり量分布を求めている。主要な断層パラメータ及び断層モデル図は、以下の通り。

主要な震源パラメータ	北側面	南側面
断層長さ[km]	110	90
断層幅[km]	70	70
傾斜角[°]	30	30
地震モーメント M_0 [N·m]	3.41×10^{20}	



すべり量分布
(Mendoza and Fukuyama (1996) より引用)

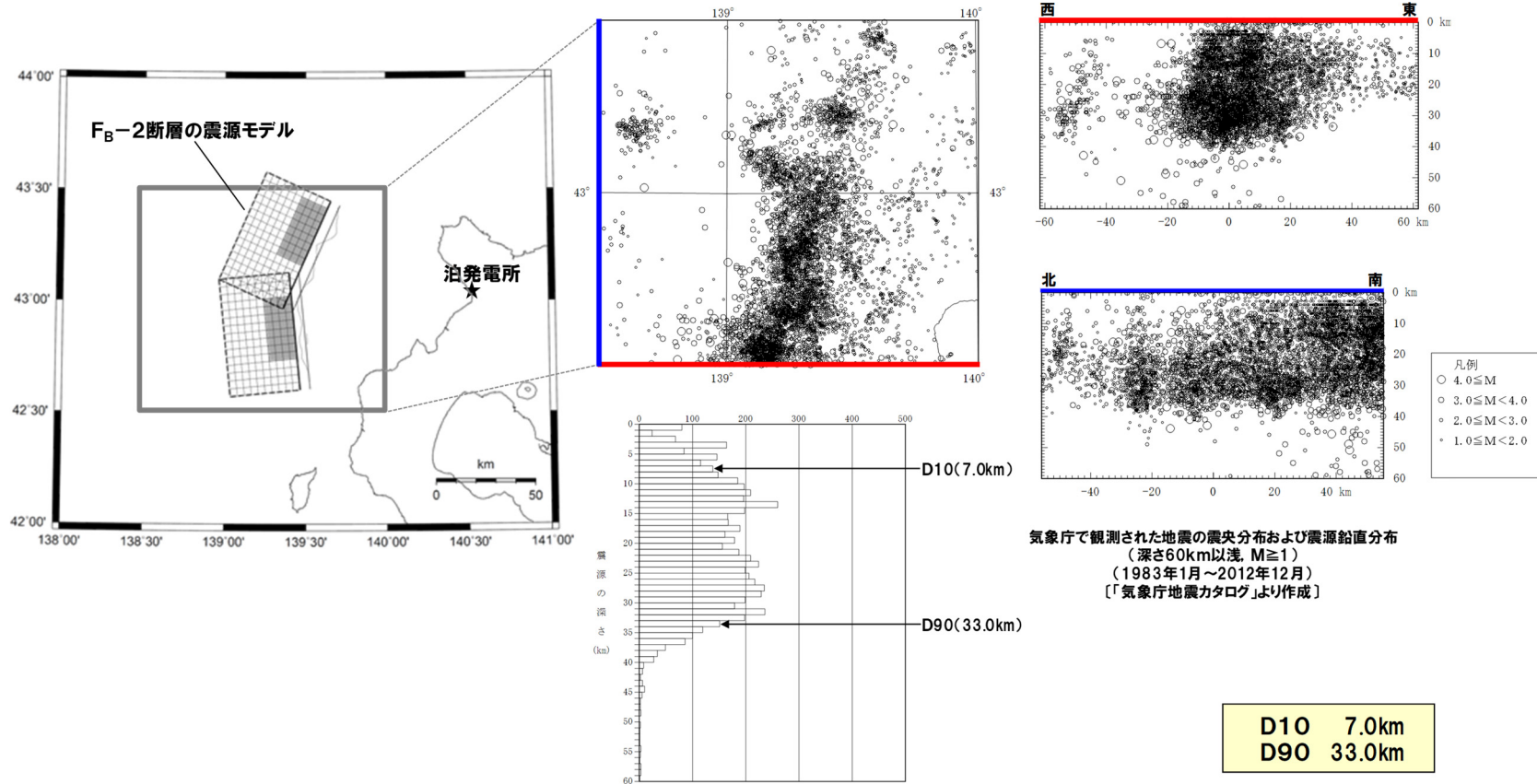
※ Mendoza and Fukuyama (1996) は、地震動を検討対象とした知見であることから、津波評価としては検討対象外としている(地震動評価としては検討対象としている)。

2.7.6 F_B-2断層の位置付けと深度方向に係るモデル設定

地震動評価におけるF_B-2断層の震源モデルの地震発生層厚さ、断層面上縁深さの設定 (3/3)

一部修正 (H27/12/25審査会合)

○微小地震分布に関する知見を以下に示す。



※ 微小地震分布は、地震動を検討対象とした知見であることから、津波評価としては検討対象外としている(地震動評価としては検討対象としている)。

まとめ(1/2)

再掲(R3/9/3審査会合)

- 津波を伴う既往地震のモデル化では、検討対象(水位・遡上高, 地震動等)が異なれば、同一地震でも設定されるパラメータ等が異なる。
- 津波評価では、津波の水位や遡上高が検討対象であることから、日本海東縁部の特性や津波の波源に関する知見に基づき、波源モデルのパラメータ設定を行った。
- 地震動評価では、地震動が検討対象であることから、日本海東縁部で発生した地震に関する知見や強震動予測レシビ(地震本部(2020))に基づき、震源モデルのパラメータ設定を行った。

- 津波評価における F_B -2断層の位置付けについて以下のとおり整理した。
 - 日本海東縁部: F_B -2断層は、想定波源域内に位置する断層としている(「2.3 想定波源域の設定」参照)。
 - 海域活断層 :「海域活断層に想定される地震に伴う津波」として考慮しなくても良いと考えられるが、泊発電所への影響度合いを確認するため、安全評価上、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」として評価を実施した。

- また、以下のモデルについて、深度方向に係るモデル設定の考え方を比較・整理した。
 - 津波評価における日本海東縁部の波源モデル
 - 津波評価における海域活断層(F_B -2断層)の波源モデル
 - 地震動評価における F_B -2断層の震源モデル

- 各評価では、波源パラメータ及び震源パラメータに差異が生じているものの、それぞれ保守的な評価となるように波源パラメータ及び震源パラメータを設定した。

2.7.6 F_B-2断層の位置付けと深度方向に係るモデル設定

まとめ(2/2)

一部修正(R3/9/3審査会合)

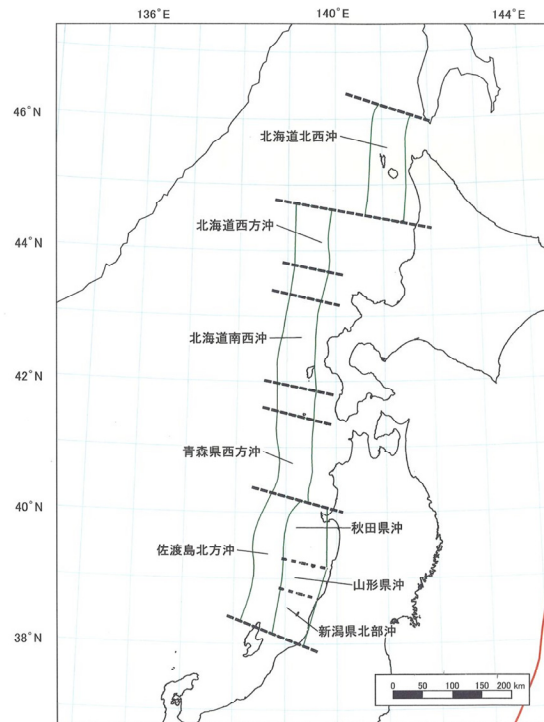
項目	津波評価における日本海東縁部の波源モデル	津波評価における海域活断層(F _B -2断層)の波源モデル	地震動評価におけるF _B -2断層の震源モデル
波源モデル・震源モデルの考え方	領域震源として波源モデルを設定	個別断層として波源モデルを設定	個別断層として震源モデルを設定
F _B -2断層の位置付け	○F _B -2断層は、想定波源域内に位置する断層としている(P54)。	○F _B -2断層は、「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」の規模を下回り、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」として考慮しなくても良いと考えられるが、泊発電所への影響度合いを確認するため、安全評価上、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」として評価を実施した(P379)。	○F _B -2断層は、敷地へ大きな影響を及ぼす地震であることから検討用地震として選定し、地震動評価を実施した。
地震発生層厚さ	考え方	○地震発生層厚さは、土木学会(2016)、地震本部(2003)、大竹ほか編(2002)及び日野ほか(1994)より、15~20kmであると考えられる(P70~73)。 —	○地震発生層厚さは、日本海東縁部の地震に関する知見(Mendoza and Fukuyama(1996))及び微小地震分布を踏まえ、断層面積が大きい方が、泊発電所に対して保守的な地震動評価になると考えられることから、安全側に上端深さ5km、下端深さ40kmの35kmに設定した(P383~385)。
	設定値	○平均すべり量を固定値としており、すべり面積(地震発生層厚さと比例)が大きい方が、泊発電所に対して保守的な津波評価になると考えられることから、地震発生層厚さは最大値の20kmに設定した(P81)。	○地震発生層厚さ15~20kmのうち、地震発生層厚さを最小値の15kmとした場合にすべり量が最大となる。 ○すべり量が大きい方が、泊発電所に対して保守的な津波評価になると考えられることから、地震発生層厚さは最小値の15kmに設定した(P381)。 ※津波評価に用いるスケーリング則から、地震発生層厚さが小さい方がすべり量が大きくなる。
断層面上縁深さ	○断層面上縁深さは、土木学会(2016)より、パラメータスタディとして、0~5kmまで考慮した(P134,135)。	○断層面上縁深さは、土木学会(2016)より、パラメータスタディとして、0~5kmまで考慮した(P382)。	○上記より、断層面上縁深さは5kmとして設定した。
まとめ	断層上端:0~5km 地震発生層厚さ:20km 断層下端:20~25km	断層上端:0~5km 地震発生層厚さ:15km 断層下端:15~20km	断層上端:5km 地震発生層厚さ:35km 断層下端:40km

1. コメント回答方針	13
1.1 指摘事項	14
1.2 指摘事項に関する回答方針	19
2. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	25
2.1 検討方針	26
2.2 日本海東縁部の特性整理	32
2.2.1 文献レビュー(既往の知見の整理).....	34
2.2.2 当社の調査結果	43
2.2.3 想定される日本海東縁部の範囲	47
2.3 想定波源域の設定	48
2.3.1 想定波源域(南北・東西方向)の設定	50
2.3.2 想定波源域(深度方向)の設定	70
2.3.3 想定波源域の設定 まとめ	76
2.4 基準波源モデルの設定	79
2.5 パラメータスタディ	105
2.5.1 パラメータスタディの検討方針	106
2.5.2 計算条件	137
2.5.3 パラメータスタディの結果	168
2.6 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケース	201
2.7 補足説明	230
2.7.1 パラメータスタディ評価因子影響分析	231
2.7.2 アスペリティモデルの保守性確認	296
2.7.3 断層パターン5(東へ移動)の検討	324
2.7.4 断層パターン1の分析	332
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認	356
2.7.6 F _B -2断層の位置付けと深度方向に係るモデル設定	377
2.8 まとめ	388
参考文献	398

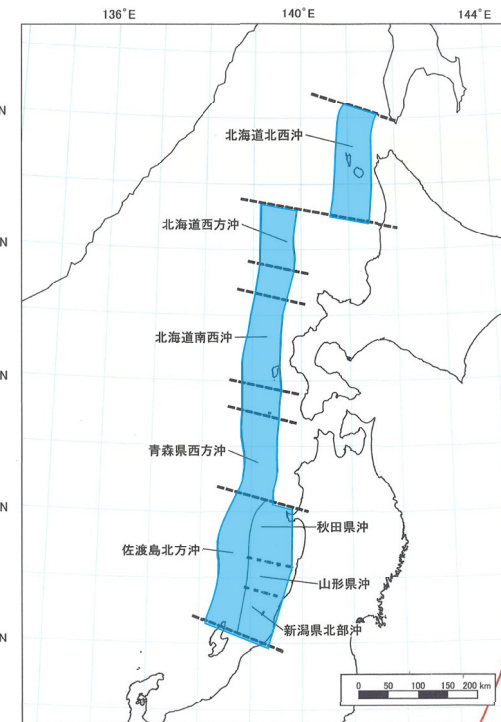
「2.2 日本海東縁部の特性整理」まとめ

再掲 (R3/12/24審査会合)

- 地震本部(2003)は、地震・津波に対する防災の観点から地震に関する調査や研究を政府として一元的に推進するために設置された政府の特別機関である地震調査研究推進本部が整理したものである。
- また、地震本部(2003)の評価対象領域は、様々な既存研究(地震観測記録、歴史地震の記録、津波の記録、深度分布、地震性堆積物・津波堆積物)、過去の大地震の震源モデル、余震域及びひずみ集中帯の空間的な分布を参照して推定されたものである。
- 以上から、日本海東縁部の範囲は、地震本部(2003)の評価対象領域と同じ範囲に想定した。



地震本部の評価対象領域
(地震本部(2003)より引用)

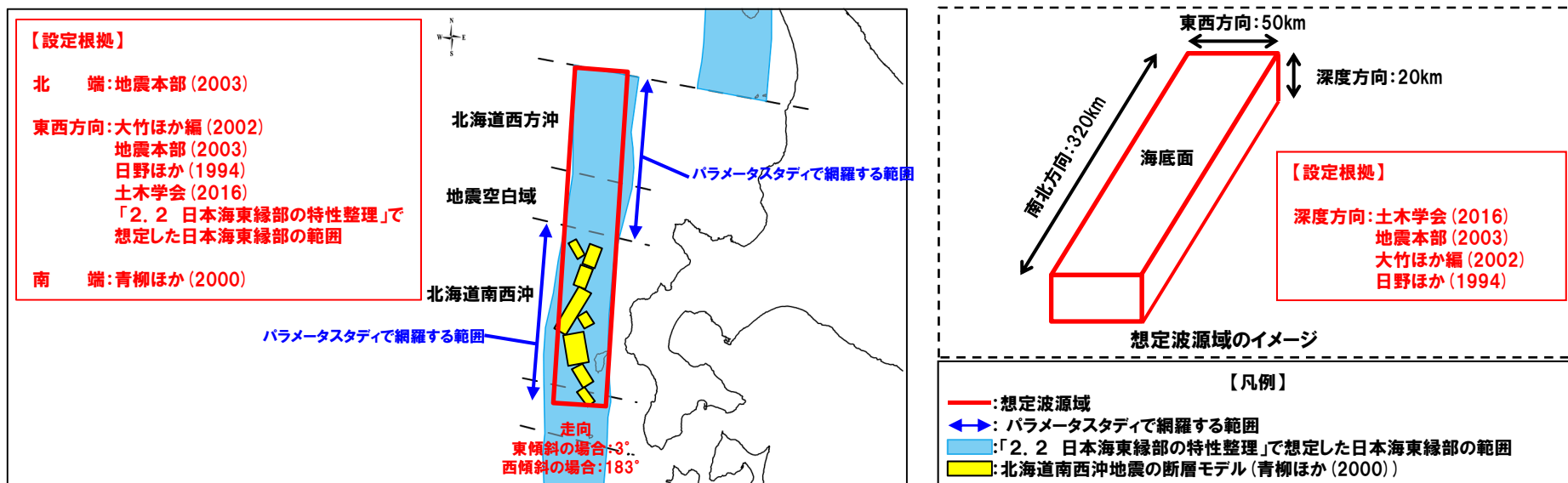


想定される日本海東縁部の範囲
(地震本部(2003)に一部加筆)

「2.3 想定波源域の設定」まとめ

一部修正 (R3/12/24審査会合)

- 想定波源域の主部については、「既往地震に関する知見」、「敷地前面海域の断層評価に関する知見」、「余震分布に関する知見」、「震源分布に関する知見」及び「海底地形に関する知見」を踏まえたうえで、地震本部(2003)における北海道南西沖の評価対象領域と同様の範囲とした(P64)。
- 想定波源域(南北方向)は、以下の北端及び南端位置を包絡するよう320km(深度方向含む)に設定した。
 - 地震本部(2003)における北海道西方沖の評価対象領域の北端(P64)
 - 青柳ほか(2000)における北海道南西沖地震の断層モデルの南端(P65)
- 想定波源域の東西幅は、大竹ほか編(2002)、地震本部(2003)及び日野ほか(1994)より、50km(深度方向含む)に設定した(P68)。
- 想定波源域の走向は、土木学会(2016)より、東傾斜の場合:3°、西傾斜の場合:183°と設定した(P68)。
- 想定波源域(東西方向)の位置は、南北方向の検討を踏まえ、想定波源域の主部は地震本部(2003)における北海道南西沖の評価対象領域であると考えていることから、北海道南西沖の評価対象領域の東端を網羅できる位置とした(P68)。
- また、東西方向位置は概ね「2.2 日本海東縁部の特性整理」で想定した日本海東縁部の範囲内となるよう設定した(P68)。
- 一方、日本海東縁部の範囲のうち、地震本部(2003)における評価対象領域の北海道西方沖及び地震空白域の領域では東側に、北海道南西沖の領域では西側に、想定波源域よりも東側若しくは西側に位置する範囲がある(P68)。
- この範囲については、以降に実施するパラメータスタディにおいて、想定波源域の東西方向位置よりも広い範囲を検討することにより、当該範囲を網羅する検討を実施した(詳細はP110,119~133参照)。



「2.4 基準波源モデルの設定」まとめ

再掲 (R3/12/24審査会合)

○既往の知見を踏まえて、基準波源モデルの断層パラメータの設定根拠について、再整理した。

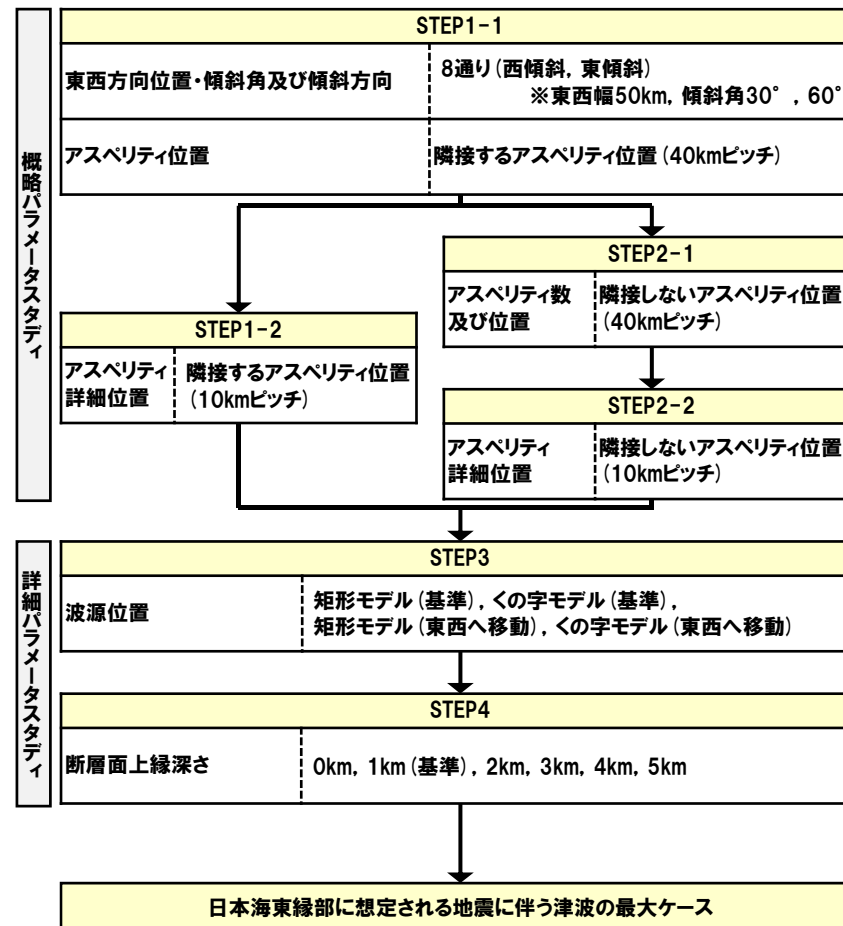
基準波源モデルの断層パラメータと設定根拠

断層パラメータ	日本海東縁部 (L=320km)		設定根拠
モーメント マグニチュード [*] Mw	8.22	8.06	$M_w = (\log M_0 - 9.1) / 1.5$
断層長さ L	320km		想定波源域 (南北方向) より設定
断層幅 W	40km	23.1km	地震発生層厚さ (20km) ※を考慮し傾斜角に応じて設定 ※地震発生層厚さは想定波源域 (深度方向) より設定
すべり量 D	アスペリティ領域 $D_a = 12\text{m}$ 背景領域 $D_b = 4\text{m}$		D_a : 以下の知見より設定 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 世界の内陸で発生した地震の最大地表変位量 (Murotani et al. (2015)) ➢ スケーリング則における最大すべり量 (国交省ほか (2014), 地震本部 (2016), 土木学会 (2016)) ➢ 既往津波の再現性が確認されている断層モデルにおける最大すべり量の最大値 (土木学会 (2016)) D_b : 日本海東縁部のアスペリティモデルのすべり量の設定方法より設定 (根本ほか (2009))
剛性率 μ	$3.5 \times 10^{10} \text{N/m}^2$		日本海東縁部における震源付近の媒質の剛性率より設定 (土木学会 (2016))
地震モーメント M_0	$2.69 \times 10^{21} \text{N}\cdot\text{m}$	$1.55 \times 10^{21} \text{N}\cdot\text{m}$	$M_0 = \mu LWD$
断層面 上縁深さ d	1km		日本海東縁部のアスペリティモデルより設定 (根本ほか (2009))
走向 θ	東傾斜: 3° 西傾斜: 183°		既往地震のハーバードCMT解及び対象海域における「地形の走向」より設定 (土木学会 (2016))
傾斜角 δ	30°	60°	既往津波の再現性が確認されている断層モデルより設定 (土木学会 (2016))
すべり角 λ	90°		既往地震のハーバードCMT解及び東北地方から北海道地方の沿岸におけるすべり角の分布より設定 (土木学会 (2016), 国交省ほか (2014))
ライズタイム τ	0s		1983年日本海中部地震津波及び1993年北海道南西沖地震津波の再現性が高いモデルより設定 (相田 (1984), 高橋ほか (1995))

「2.5 パラメータスタディ」まとめ (1/5)

一部修正 (R3/12/24審査会合)

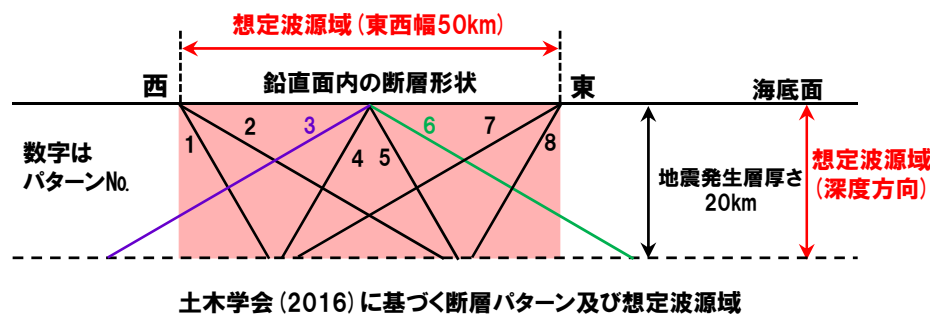
○パラメータスタディは、概略と詳細の2段階で実施するものとし、概略パラメータスタディは津波水位に対して支配的因子、詳細パラメータスタディは津波水位に対して従属的因子の位置付けと考えた。



※パラメータスタディ評価因子の分析において、パラメータスタディフローの妥当性を確認した
 (「2.7.1 パラメータスタディ評価因子影響分析」参照)。

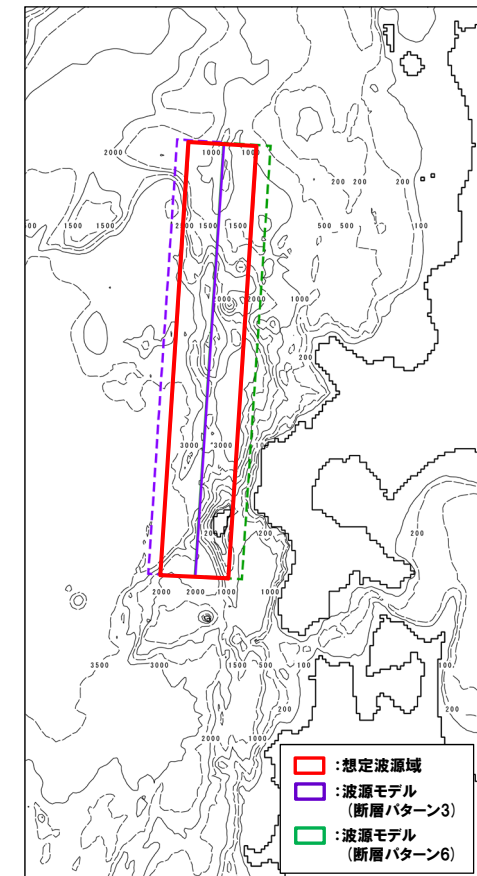
「2.5 パラメータスタディ」まとめ (2/5)

- 概略パラメータスタディのSTEP1-1では、東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向の不確かさを考慮した。
- 基準波源モデルを対象に、東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向と隣接するアスペリティ位置(40kmピッチ)を組合せたパラメータスタディを実施した。
- 土木学会(2016)に基づく断層パターンを用いて検討した。
- 土木学会(2016)に基づく断層パターンは、東西方向に数十km程度の幅をもって分布する背斜構造の基部に、背斜構造側に伸びる逆断層として、空間的な想定波源域内に複数の断層パターンを設定しているものと考えられることから、これに準じて概略パラメータスタディの東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向に関する検討を行った。
- ここで、断層パターン1~8の断層位置は断層上端を想定波源域の西端、中央、東端とし、傾斜角60°東傾斜・西傾斜、及び30°東傾斜・西傾斜の断層を、東西方向位置の不確かさを考慮して、それぞれ2ケースずつ考慮することとし、断層パターン1~8を想定波源域と概ね合致する範囲に配置した。
- 概略パラメータスタディでは、想定波源域の中に断層を配置することを基本とし、断層パターン3及び断層パターン6の断層下端部が想定波源域の外となることは許容した。



再掲 (R3/12/24審査会合)

【東西方向位置・傾斜角及び傾斜方向】



「2.5 パラメータスタディ」まとめ (3/5)

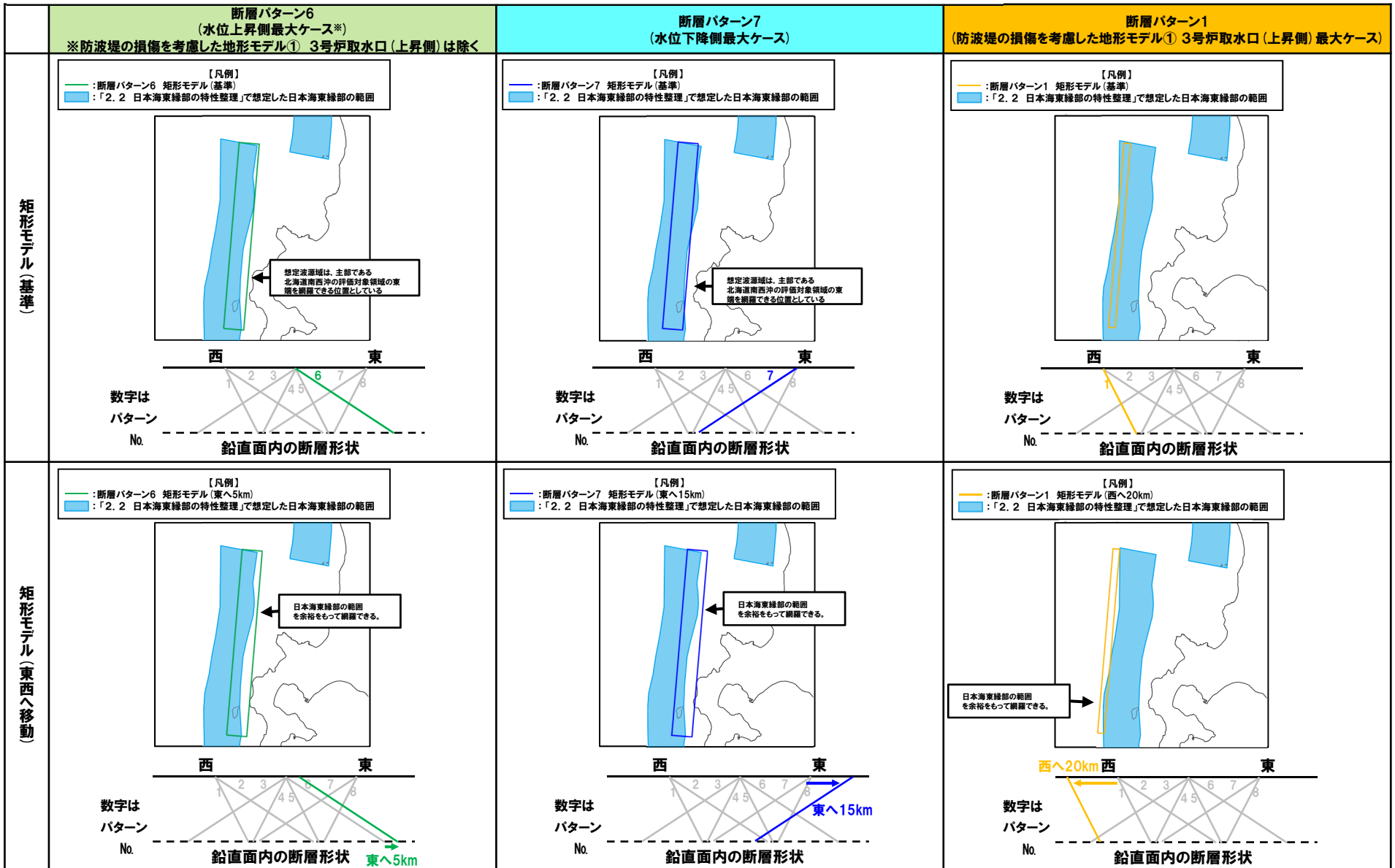
一部修正 (R3/12/24審査会合)

- 地震本部 (2003) における評価対象領域の北海道西方沖及び地震空白域の領域では東側に、北海道南西沖の領域では西側に、想定波源域よりも東側若しくは西側に位置する範囲がある。
- 当該範囲については、パラメータスタディによる詳細検討により網羅すべき範囲と考えた。
- 以上を踏まえ、当該範囲を網羅するように波源モデルを配置した検討を、詳細パラメータスタディのSTEP3 (波源位置) において実施した。

- 波源位置については、基準位置における検討結果に基づき、最大ケースの断層パターンを選定したうえで、波源位置を東西に移動させた検討を実施した (詳細はP125～133参照)
- 走向については、既往の波源モデルにおける走向のばらつきや、過去に実施している発電所を波源とした場合の評価を踏まえて、津波水位が大きくなることが想定されるくの字モデルによる検討を実施した (詳細はP122～124参照)。

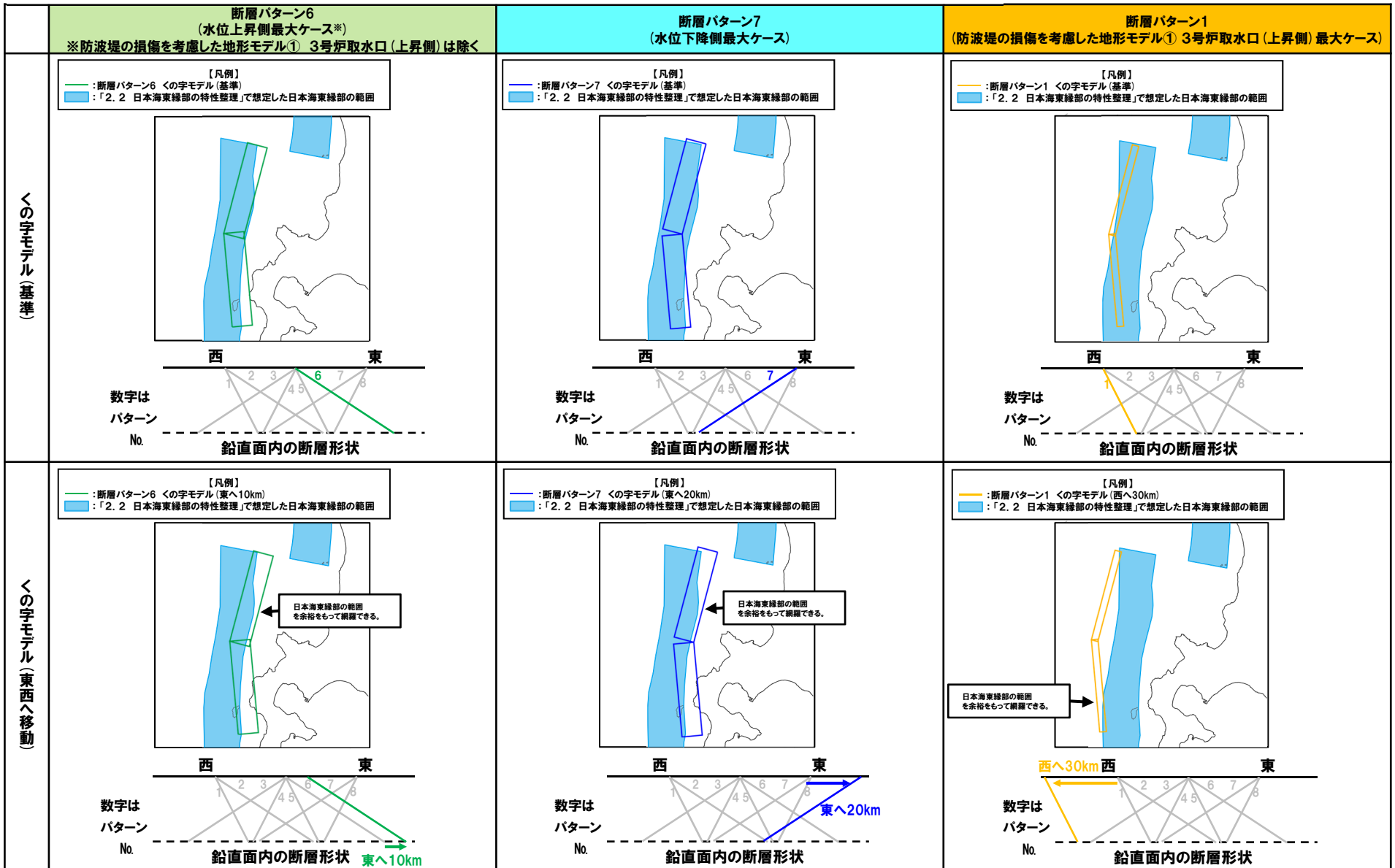
「2.5 パラメータスタディ」まとめ (4/5)

一部修正 (R3/12/24審査会合)



「2.5 パラメータスタディ」まとめ (5/5)

一部修正 (R3/12/24審査会合)



2.8 まとめ

「2.6 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケース」まとめ

一部修正 (R3/12/24審査会合)

○各地形モデルにおける日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケースは以下のとおりである。

【日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケース一覧】

区分	健全地形モデル (北防波堤あり-南防波堤あり)		防波堤の損傷を考慮した地形モデル① (北防波堤なし-南防波堤なし)		防波堤の損傷を考慮した地形モデル② (北防波堤あり-南防波堤なし)		防波堤の損傷を考慮した地形モデル③ (北防波堤なし-南防波堤あり)	
	評価値	断層パラメータの概要	評価値	断層パラメータの概要	評価値	断層パラメータの概要	評価値	断層パラメータの概要
防潮堤前面 (上昇側)	10.20m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	11.16m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	11.89m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	10.71m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 1km
3号炉 取水口 (上昇側)	8.50m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	9.37m	・アスペリティ位置: de南へ10km ・断層パターン: 1 ・波源位置: くの字モデル (西へ移動) ・断層面上縁深さ: 1km	9.50m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	9.02m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 4km
1, 2号炉 取水口 (上昇側)	8.63m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	10.35m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	10.55m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	9.66m	・アスペリティ位置: de南へ20km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km
放水口 (上昇側)	9.20m	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	8.72m	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	9.17m	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km	8.92m	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 0km
3号炉 取水口 (下降側)	9.11m	・アスペリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	11.25m	・アスペリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	10.61m	・アスペリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	11.22m	・アスペリティ位置: de ・断層パターン: 7 ・波源位置: 矩形モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 3km
「貯留堰を下回る 継続時間」	558s	・アスペリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	290s	・アスペリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 5km	499s	・アスペリティ位置: cf c固定 f南へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	255s	・アスペリティ位置: de北へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km
「バルスを考慮 しない時間」	558s	・アスペリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	456s	・アスペリティ位置: cf ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 5km	499s	・アスペリティ位置: cf c固定 f南へ10km ・断層パターン: 6 ・波源位置: くの字モデル (東へ移動) ・断層面上縁深さ: 5km	313s	・アスペリティ位置: ce c固定 e南へ30km ・断層パターン: 6 ・波源位置: 矩形モデル (基準) ・断層面上縁深さ: 5km

※健全地形モデルにおける最大ケースと異なる断層パラメータを**朱書き**で示している。
※**緑ハッチング**は断層パターン6, **青ハッチング**は断層パターン7, **オレンジハッチング**は断層パターン1の波源モデルである。

1. コメント回答方針	13
1.1 指摘事項	14
1.2 指摘事項に関する回答方針	19
2. 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波	25
2.1 検討方針	26
2.2 日本海東縁部の特性整理	32
2.2.1 文献レビュー(既往の知見の整理).....	34
2.2.2 当社の調査結果	43
2.2.3 想定される日本海東縁部の範囲	47
2.3 想定波源域の設定	48
2.3.1 想定波源域(南北・東西方向)の設定	50
2.3.2 想定波源域(深度方向)の設定	70
2.3.3 想定波源域の設定 まとめ	76
2.4 基準波源モデルの設定	79
2.5 パラメータスタディ	105
2.5.1 パラメータスタディの検討方針	106
2.5.2 計算条件	137
2.5.3 パラメータスタディの結果	168
2.6 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の最大ケース	201
2.7 補足説明	230
2.7.1 パラメータスタディ評価因子影響分析	231
2.7.2 アスペリティモデルの保守性確認	296
2.7.3 断層パターン5(東へ移動)の検討	324
2.7.4 断層パターン1の分析	332
2.7.5 パルスの判定方法の妥当性確認	356
2.7.6 F _B -2断層の位置付けと深度方向に係るモデル設定	377
2.8 まとめ	388
参考文献	398

- (1) 大竹政和・平朝彦・太田陽子編(2002):日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会.
- (2) 科学技術庁研究開発局(1997):日本海東縁部における地震発生ポテンシャル評価に関する総合研究 成果報告書 第1期(平成6-8年度), 科学技術庁研究開発局.
- (3) 科学技術庁研究開発局(2000):日本海東縁部における地震発生ポテンシャル評価に関する総合研究 成果報告書 第2期(平成9-10年度), 科学技術庁研究開発局.
- (4) 地震本部(2003):日本海東縁部の地震活動の長期評価について, 平成15年6月, 地震調査研究推進本部, 地震調査委員会.
- (5) 土木学会(2016):原子力発電所の津波評価技術2016, 平成28年9月, 土木学会原子力土木委員会, 津波評価小委員会.
- (6) 土木学会(2002):原子力発電所の津波評価技術, 平成14年2月, 土木学会原子力土木委員会, 津波評価部会.
- (7) 国土庁・農林水産省構造改善局・農林水産省水産庁・運輸省・気象庁・建設省・消防庁(1998):地域防災計画における津波対策強化の手引き, 平成10年3月.
- (8) 独立行政法人防災科学技術研究所(2013):ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究 統括成果報告書, 平成25年5月, 独立行政法人防災科学技術研究所.
- (9) 国土交通省・内閣府・文部科学省(2014):日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書, 平成26年9月, 日本海における大規模地震に関する調査検討会.
- (10) 文部科学省研究開発局・独立行政法人海洋研究開発機構(2014):海域における断層情報総合評価プロジェクト(平成25年度)成果報告書, 平成26年5月.
- (11) 文部科学省研究開発局・独立行政法人海洋研究開発機構(2015):海域における断層情報総合評価プロジェクト(平成26年度)成果報告書, 平成27年5月.
- (12) 文部科学省研究開発局・独立行政法人海洋研究開発機構(2016):海域における断層情報総合評価プロジェクト(平成27年度)成果報告書, 平成28年5月.
- (13) 文部科学省研究開発局・独立行政法人海洋研究開発機構(2017):海域における断層情報総合評価プロジェクト(平成28年度)成果報告書, 平成29年5月.
- (14) 文部科学省研究開発局・独立行政法人海洋研究開発機構(2018):海域における断層情報総合評価プロジェクト(平成29年度)成果報告書, 平成30年5月.
- (15) 文部科学省研究開発局・独立行政法人海洋研究開発機構(2019):海域における断層情報総合評価プロジェクト(平成30年度)成果報告書, 令和元年5月.
- (16) 文部科学省研究開発局・独立行政法人海洋研究開発機構(2020):海域における断層情報総合評価プロジェクト(令和元年度)成果報告書, 令和2年5月.
- (17) 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所(2014):日本海地震・津波調査プロジェクト 平成25年度成果報告書, 平成26年5月.
- (18) 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所(2015):日本海地震・津波調査プロジェクト 平成26年度成果報告書, 平成27年5月.
- (19) 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所(2016):日本海地震・津波調査プロジェクト 平成27年度成果報告書, 平成28年5月.

- (20) 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所(2017):日本海地震・津波調査プロジェクト 平成28年度成果報告書, 平成29年5月.
- (21) 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所(2018):日本海地震・津波調査プロジェクト 平成29年度成果報告書, 平成30年5月.
- (22) 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所(2019):日本海地震・津波調査プロジェクト 平成30年度成果報告書, 令和元年5月.
- (23) 文部科学省研究開発局・国立大学法人東京大学地震研究所(2020):日本海地震・津波調査プロジェクト 令和元年度成果報告書, 令和2年5月.
- (24) 岡村行信(2019):日本海における活断層の分布と今後の課題, 地震第2輯, 第71巻, pp.185-199.
- (25) 小平秀一(2013):2-2 マルチチャンネル等による海域地殻構造調査, ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究 統括成果報告書, 独立行政法人防災科学技術研究所.
- (26) 西坂弘正・篠原雅尚・佐藤利典・日野亮太・望月公廣・笠原順三(2001):海底地震計と制御地震を用いた北部大和海盆, 秋田県沖日本海東縁部海陸境界域の地震波速度構造, 地震第2輯, 第54巻, pp.365-379.
- (27) 岡村行信・宮下由香里・内出崇彦(2019):令和元年(2019年)6月18日山形県沖の地震と日本海東縁ひずみ集中帯, GSI地質ニュース, Vol.8, No.8, pp.199-203.
- (28) 日野亮太・金沢敏彦・末広潔・佐藤利典・島村英紀(1994):海底地震計群列による1993年北海道南西沖地震の余震分布, 月間海洋特集号「北海道南西沖地震と津波」, pp.35-42.
- (29) 岡村行信・倉本真一・佐藤幹夫(1998):日本海東縁海域の活構造およびその地震との関係, 地質調査所月報, 第49巻, 第1号, pp.1-18.
- (30) 岡村行信・倉本真一(1999):日本海東縁～北海道西方海域のネオテクトニクス, 地質ニュース, 541, pp.32-39.
- (31) 海上保安庁水路部(2001):日本海東縁部の海底地形と活構造, 地震予知連絡会会報, 第66巻, 2-8, pp.100-104.
- (32) Tanioka, Y., Satake, K. and Ruff, L. (1995): Total analysis of the 1993 Hokkaido Nansei-oki earthquake using seismic wave, tsunami, and geodetic data, Geophysical Research Letters, Vol.22, No.1, pp.9-12.
- (33) 久家慶子・菊池正幸・Zhang, J. (1994): 遠地実体波・表面波で見る北海道南西沖地震(1993年7月12日)の複雑な震源過程, 月間海洋特集号「北海道南西沖地震と津波」, pp.21-28.
- (34) 青柳恭平・阿部信太郎・田中寛好・井上大榮(2000): 詳細な海底地殻変動解析による津波波源域評価手法の提案(その2), -1993年北海道南西沖地震震源域の地殻変動-, 電力中央研究所報告, U99077, pp.1-18.
- (35) No, T., Sato, T., Kodaira, S., Ishiyama, T., Sato, H., Takahashi, N. and Kaneda, Y. (2014): The source fault of the 1983 Nihonkai-Chubu earthquake revealed by seismic imaging, Earth and Planetary Science Letters, Vol.400, pp.14-25.
- (36) 内田淳一・岩淵洋子・杉野英治(2019): 日本海東縁部における広域的地殻構造境界の津波波源の設定, -認識論的不確実さ要因の一つとして-, 日本地震工学会論文集, 第19巻, 第4号, pp.122-155.
- (37) 根本信・高瀬嗣郎・長谷部大輔・横田崇(2009): 日本海におけるアスペリティを考慮した津波波源モデルの検討, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.B2-65, No.1, pp.346-350.
- (38) 中央防災会議(2006): 東南海・南海沖地震等に関する専門調査会(第26回), 平成18年12月, 参考資料2「断層のモデル化」.

- (39) Murotani, S., Matsushima, S., Azuma, T., Irikura, K. and Kitagawa, S. (2015) : Scaling Relations of Source Parameters of Earthquakes Occurring on Inland Crustal Mega-Fault Systems, *Pure and Applied Geophysics*, Vol.172, pp.1371-1381.
- (40) 地震本部 (2016) : 震源断層を特定した地震の強振動予測手法(「レシピ」), 平成28年6月, 地震調査研究推進本部, 地震調査委員会.
- (41) Somerville, P., Irikura, K., Graves, R., Sawada, S., Wald, D., Abrahamson, N., Iwasaki, Y., Kagawa, T., Smith, N. and Kowada, A. (1999) : Characterizing Crustal Earthquake Slip Models for the Prediction of Strong Ground Motion, *Seismological Research Letters*, Vol.70, No.1, pp.59-80.
- (42) 入倉孝次郎・三宅弘恵 (2001) : シナリオ地震の強振動予測, *地学雑誌*, Vol.110, No.6, pp.849-875.
- (43) 高橋武之・高橋智幸・首藤伸夫 (1995) : 津波数値計算による北海道南西沖地震の検討, *地球惑星科学関連学会1994年合同大会予稿集*, F31-06, p.370.
- (44) 高橋智幸・首藤伸夫・今村文彦・Ortiz, M. (1994) : 津波を説明するための北海道南西沖地震断層モデル, *海岸工学論文集*第41巻, pp.251-255.
- (45) 大角恒雄・藤原広行・Hazarika, H. (2018) : 1983年日本海中部地震の波源断層モデルの検証, *土木学会論文集A1(構造・地震工学)*, Vol.74, No.4 (地震工学論文集第37巻), pp.1964-1974.
- (46) Ioki, K., Tanioka, Y., Kawakami, G., Kase, Y., Nisina, K., Hirose, W., Hayashi, K. and Takahashi, R. (2019) : Fault model of the 12th century southwestern Hokkaido earthquake estimated from tsunami deposit distributions, *Earth, Planets and Space*, 71, 54.
- (47) 北海道 (2017) : 日本海沿岸の津波浸水想定について, 平成29年2月, 北海道防災会議地震火山対策部会地震専門委員会, 北海道に津波被害をもたらす想定地震の再検討ワーキンググループ.
- (48) 相田勇 (1984) : 1983年日本海中部地震津波の波源数値モデル, *東京大学地震研究所彙報*, Vol.59, pp.93-104.
- (49) 後藤智明・小川由信 (1982) : Leap-frog法を用いた津波の数値計算法, *東北大学工学部土木工学科資料*.
- (50) 小谷美佐・今村文彦・首藤伸夫 (1998) : GISを利用した津波遡上計算と被害推定法, *海岸工学論文集*, 第45巻, pp.356-360.
- (51) Mansinha, L. and Smylie, D. (1971) : The displacement fields of inclined faults, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.61, No.5, pp.1433-1440.
- (52) 長谷川賢一・鈴木孝夫・稲垣和男・首藤伸夫 (1987) : 津波の数値実験における格子間隔と時間積分間隔に関する研究, *土木学会論文集*, No.381, II-7, pp.111-120.
- (53) 地震本部 (2020) : 震源断層を特定した地震の強振動予測手法(「レシピ」), 令和2年3月, 地震調査研究推進本部, 地震調査委員会.
- (54) 伊藤潔・梅田康宏・大見士朗・大東明子・松村一男 (1995) : 地震発生層の厚さ変化と1995年兵庫県南部地震, *日本地震学会講演予稿集*, No.2, p.40.
- (55) 福岡管区気象台 (1998) : 九州・山口県の地震・津波, *福岡管区気象台要報*, 第53号.
- (56) Mendoza, C. and Fukuyama, E. (1996) : The July 12, 1993, Hokkaido-Nansei-Oki, Japan, earthquake: Coseismic slip pattern from strong-motion and teleseismic recordings, *Journal of Geophysical Research*, Vol.101, B1, pp.791-801.
- (57) 気象庁: 地震年報 (1923~2012).