

泊発電所の基準津波に関するコメント回答

平成25年10月16日
北海道電力株式会社

ヒアリング・審査会合における指摘事項

No	指摘事項	指摘時期	説明予定時期
1	海域活断層の検討は傾斜角45°～90°とされており、傾斜角60°～90°でも確認するべき。	8月14日審査会合	10月16日審査会合
	敷地周辺海域の断層が日本海東縁部の断層帯と同一のメカニズムであるとして断層傾斜角を評価している根拠については、他の周辺断層に関わる地震調査研究推進本部の評価結果も参照しつつ示すこと。	9月12日ヒアリング	
2	日本海東縁部の奥尻海嶺～後志トラフ西側の海嶺～北側の海嶺への連続性について、地質構造を整理すること。	8月14日審査会合	10月16日審査会合
	地震本部の狭間は、M7.5以上の地震が起きないという意味であり、狭間であるから地震が起きないということではない。秋田県の検討を踏まえて保守的に評価（連動を考慮）すべき。	8月14日審査会合	
3	海底地すべり地形の抽出方法について説明すること。	8月14日審査会合	10月16日審査会合
	海底地すべり地形について、急崖だけを対象とするのではなく、海洋研究開発機構が行った海底の調査結果等も踏まえて、地すべりの可能性のある海底谷を抽出すること。	9月12日ヒアリング	
	津波の重ね合わせについては、最大の海底地すべり位置での重ね合わせケースを評価しているとのことだが、重ね合わせの場合は必ずしも最大でない場所での地すべり位置の方が大きくなる可能性がある。複数位置での重ね合わせを検討する必要がある。	7月11日ヒアリング	
	海底地すべりとの重畳の検討時間が2分で良い理由を説明すること。	8月14日審査会合	
4	兜岩のボーリング調査結果等は段丘面調査結果の流用ではなく、地すべり地形調査としての考察が必要。	8月14日審査会合	10月16日審査会合
5	土砂移動について、土砂密度や粒径の根拠を示すこと。	8月14日審査会合	10月16日審査会合
6	土木学会(2002)では、 K_h を導入した場合、0の場合より5%程度しか水位低下しないことから導入に問題ないとされていることから、基準津波の一つで水位低下の程度を確認すること。	8月14日審査会合	10月16日審査会合

ヒアリング・審査会合における指摘事項

No	指摘事項	指摘時期	説明予定時期
8	川白の地すべり対策はどの程度の耐震性を有しているのかを説明すること。	8月14日審査会合	10月下旬ご説明予定
9	弁慶岩については、定量的根拠がなく対象としないとされている。定量的根拠がないのであれば、影響が小さくても波源として評価すべき。	8月14日審査会合	10月下旬ご説明予定
10	敷地北側からのトンネルからの遡上波の流入等の評価について説明すること。	8月14日審査会合	10月下旬ご説明予定
11	基準津波ケースにおける地殻変動量について説明すること。	8月14日審査会合	10月下旬ご説明予定
12	土砂移動について、土砂濃度1%だけではなく、土砂濃度5%についても検討すること。	8月14日審査会合	10月下旬ご説明予定
13	土砂移動について、最終結果だけではなく、(計算の途中段階で発生と思われる)最大堆積時の分布を示すこと。	8月14日審査会合	10月下旬ご説明予定
14	北海道のボーリングKY-07のプランクトンの種類を示すこと。公的機関で明瞭な堆積物は出現していないが、自社の調査結果も持つべき。	8月14日審査会合	10月下旬ご説明予定
15	保守的検討として岩礁を-10cmでモデル化しているが、現地形でもチェック計算を行うこと。	8月14日審査会合	10月下旬ご説明予定
16	超過確率を算出するに当たって実施されたアンケート等について、単に土木学会から引用していることを示すだけでなく、その内容を説明すること。また、ロジックツリー作成に関わった専門家の構成等を明らかにすること。	9月12日ヒアリング	11月下旬ご説明予定
17	FSAR規定の運用に先立ち、超過確率の説明においては、認識論的不確からしさと理論的不確かさを区別して説明できるようにしておくこと。	9月12日ヒアリング	11月下旬ご説明予定
18	超過確率の参照については、審査ガイドの中で審査官が確認すべき事項が列記されているが、今後、基準地震動、基準津波が確定する段階で詳細に確認していくことになるので、審査ガイドを参照して説明資料の準備を進めておくこと。	9月12日ヒアリング	11月下旬ご説明予定
19	基準津波と海底地すべりの重畳を検討する際に考慮する時間差に関する不確かさの考慮について、現在検討中の基準津波となる波源の確定後、あらためて波源となる地震の主要動の継続時間を踏まえて考慮すべき時間を見直すこと。	9月12日ヒアリング	10月下旬ご説明予定
20	秋田県による津波評価を踏まえた津波の検討やサイト近傍の岩礁を考慮した入力津波の評価など、これまでの審査会合等で指摘した残りの課題についても、準備ができ次第回答すること。	9月12日ヒアリング	10月下旬ご説明予定

No	指摘事項
1	<p data-bbox="378 539 1717 625">海域活断層の検討は傾斜角45° ~ 90° とされており、傾斜角60° ~ 90° でも確認するべき。</p> <p data-bbox="378 646 1717 775">敷地周辺海域の断層が日本海東縁部の断層帯と同一のメカニズムであるとして断層傾斜角を評価している根拠については、他の周辺断層に関わる地震調査研究推進本部の評価結果も参照しつつ示すこと。</p>

1. 海域活断層に想定される地震に伴う津波の検討

基本的な考え方

- 海域活断層に想定される地震に伴う津波の検討については、土木学会（2002）に基づき評価を行っている。
- 土木学会（2002）に記載されている基準断層モデルのパラメータ設定方法は、西南日本周辺海域に関する記述であり、発震機構解の分析等により設定するとされている。

1. 海域活断層に想定される地震に伴う津波の検討

1993年北海道南西沖地震

○地震調査研究推進本部(2003)に示される北海道南西沖の地震の震源モデル(Tanioka et al.(1995))では、傾斜角が $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ とされている。

北海道南西沖の地震

1993年の北海道南西沖地震(M7.8)を北海道南西沖の地震の典型例と判断した。その震源断層としては、久家他(1994)、Tanioka et al.(1995)の震源モデル(図2, 図5)などが知られている。Tanioka et al.(1995)の震源モデルは各々長さ25~35km、幅30~40kmの5個の断層より構成され、最北の断層は傾斜角 30° の東北東方向に傾き下がる矩形、その南方の2個の断層は傾斜角 30° の西北西に傾き下がる矩形、最も南の二つの断層傾斜角 60° の西南西に傾き下がる矩形で表現される。本報告では同モデルを震源断層として想定した。

地震調査研究推進本部(2003)

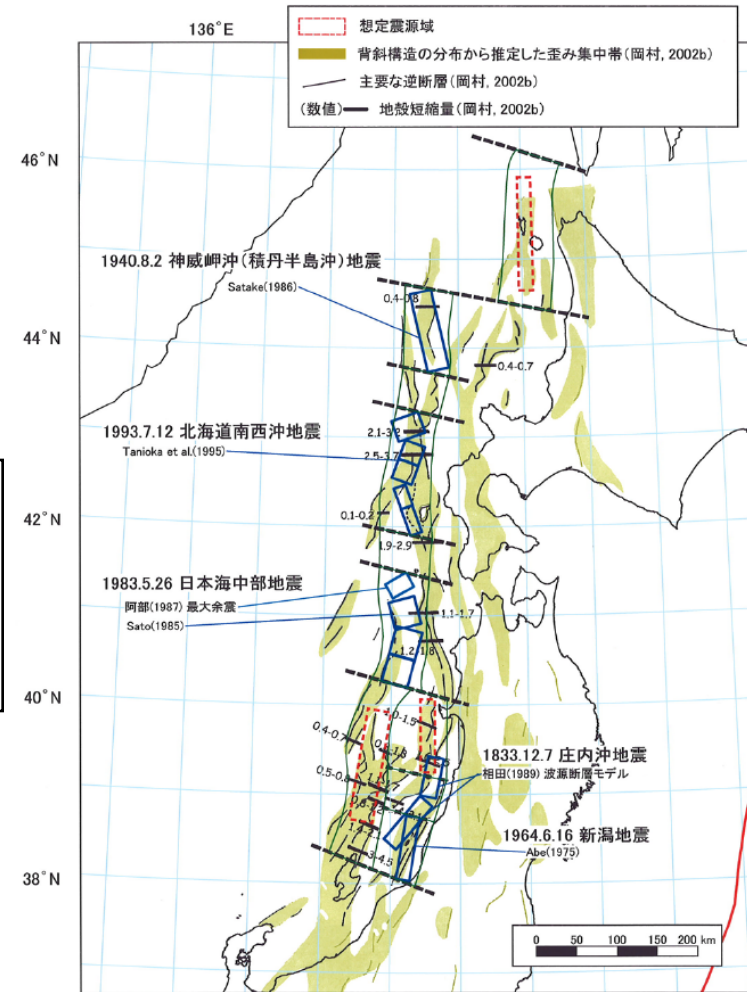


図5 過去の地震の震源モデル・想定震源域、および歪み集中帯の分布(岡村(2002b)の図7.2、図7.6を編集・加筆)

地震調査研究推進本部(2003)

1. 海域活断層に想定される地震に伴う津波の検討

1993年北海道南西沖地震

○土木学会(2002)に示される北海道南西沖地震津波の痕跡高を説明できる断層モデル(高橋ら(1995))では、傾斜角 $35^{\circ} \sim 60^{\circ}$ とされている。

表 1.3.4▲1 既往津波の痕跡高を説明できる断層モデル(日本海東縁部)

対象津波	モデル M_w	面積 (km^2)	L (km)	W (km)	D (m)	d (km)	θ ($^{\circ}$)	δ ($^{\circ}$)	λ ($^{\circ}$)	データ 数	K	κ	備考
1833年天保山形沖(A)	7.82	1250	50	25	6.4	0	10	60	90	27	1.04	1.42	本体系化原案 (相田(1989)を修正; 陸岸近く)
		1750	70	25	6.4	0	40	60	120				
1833年天保山形沖(B)	7.76	3960	132	30	4.0	0	208	45	90	27	1.17	1.28	本体系化原案(沖合)
1940年積丹沖	7.70	4050	135	30	3.2	0	347	40	90	20	1.02	1.42	本体系化原案 (Satake(1986)を修正)
1964年新潟	7.35	900	45	20	3.3	1	202	60	90	検潮	-	-	Noguera and Ku.Abe(1992)
		300	20	15	3.0	1	189	60	90				
同上	7.51	813	32.5	25	5.3	0	200	60	52	検潮	-	-	加藤・安藤(1995)
		813	32.5	25	2.9	0	200	60	90				
1983年日本海中部	7.74	1200	40	30	7.6	2	22	40	90	218	1.12	1.46	相田(1984) Model-10
		1800	60	30	3.05	3	355	25	80				
1993年北海道南西沖	7.84	2250	90	25	5.71	10	188	35	80	249	0.96	1.51	高橋武之ら(1995) DCRC-26モデル
		650	26	25	4.00	5	175	60	105				
		458	30.5	15	12	5	150	60	105				

土木学会(2002)

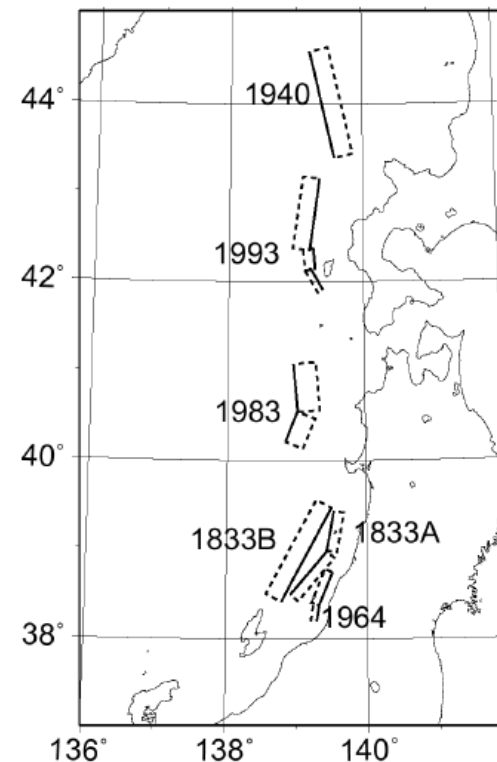


図 1.3.4▲1 日本海東縁部の既往断層モデル位置

土木学会(2002)

1. 海域活断層に想定される地震に伴う津波の検討

黒松内低地断層帯の評価

○地震調査研究推進本部(2006)においては、黒松内低地断層帯は、西側隆起の逆断層として、西傾斜60°とされている。

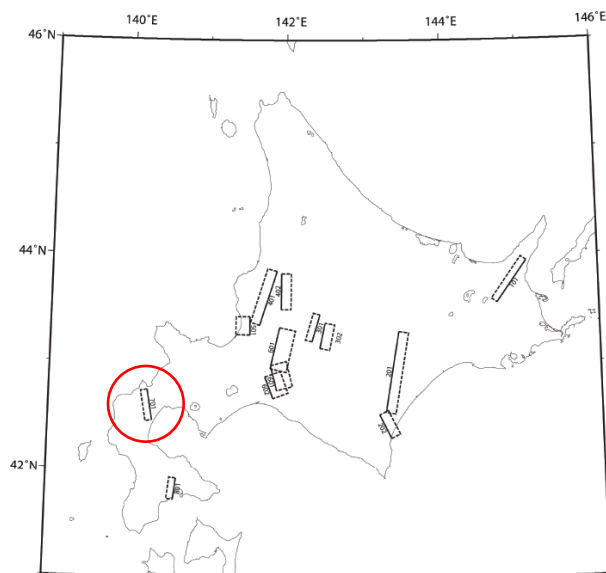


図 2.2.1-1 (その1) 主要 98 断層帯のモデル

0701	黒松内低地断層帯	西側隆起の逆断層	長期評価	7.3 程度以上	約 32km 以上	不明	西傾斜	下限 15km 程度
			モデル化	7.3	32km	14km	西傾斜 60 度	3-15km
0801	函館平野西縁断層帯	西側隆起の逆断層	長期評価	7.0-7.5 程度	24km	不明	西に傾斜	15km 程度 以浅
			モデル化	7.3	22km	14km	西傾斜 60 度	3-15km
0901	青森湾西岸断層帯	西側隆起の逆断層	長期評価	7.3 程度	約 31km	不明	高角度 西傾斜	下限 15km 程度
			モデル化	7.3	30km	14km	西傾斜 60 度	3-15km
1001	津軽山地西縁断層帯北部	東側隆起の逆断層	長期評価	6.8-7.3 程度	約 16km	不明	東傾斜	下限 15km 程度
			モデル化	6.8	16km	14km	東傾斜 60 度	3-15km
1002	津軽山地西縁断層帯南部	東側隆起の逆断層	長期評価	7.1-7.3 程度	約 23km	不明	東傾斜	下限 15km 程度
			モデル化	7.1	24km	14km	東傾斜 60 度	3-15km
1101	折爪断層	西側隆起の逆断層	長期評価	最大 7.6 程度	最大 47km 程度	不明	西傾斜	下限 15km 程度
			モデル化	7.6	47km	14km	西傾斜 60 度	3-15km
1201	能代断層帯	東側隆起の逆断層	長期評価	7.1 程度以上	約 22km 以上	不明	東傾斜	下限 15km 程度
			モデル化	7.1	22km	14km	東傾斜 60 度	3-15km
1301	北上低地西縁断層帯	西側隆起の逆断層	長期評価	7.8 程度	62km	20-30km	西傾斜 20-30 度 30-40 度	下限 15km 程度
			モデル化	7.8	61km	21km	西傾斜 35 度	3-15km
1401	雫石盆地西縁断層帯	西側隆起の逆断層	長期評価	6.9 程度	約 17km	不明	西傾斜	下限 15km 程度
			モデル化	6.9	17km	14km	西傾斜 60 度	3-15km
1402	真昼山地東縁断層帯北部	西側隆起の逆断層	長期評価	6.7-7.0 程度	約 14-21km (21km)	不明	約 40 度 西傾斜 (地表付近)	下限 15km 程度
			モデル化	7.0	21km	19km	西傾斜 40 度	3-15km

1. 海域活断層に想定される地震に伴う津波の検討

黒松内低地断層帯の評価

○地震調査研究推進本部(2009)においては、黒松内低地断層帯は、西側隆起の逆断層として、西傾斜45°とされている。

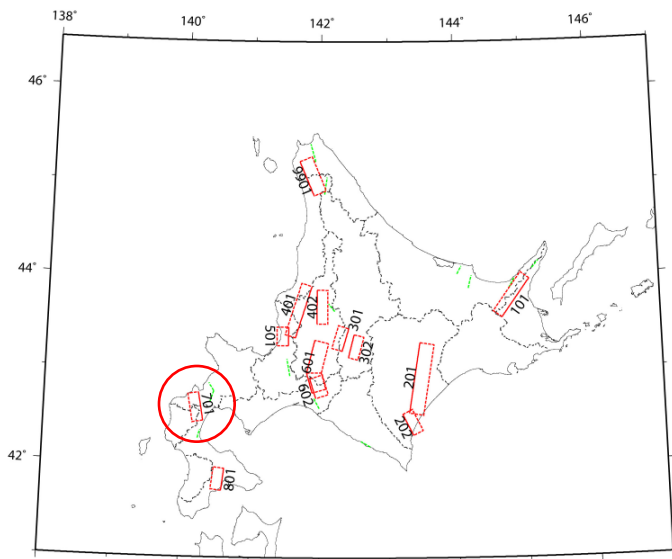


図 2.1-1 主要活断層帯のモデル(その1).
赤: 主要活断層帯のモデル
緑: 主要活断層帯以外の活断層のモデル

表 2.1-2 主要活断層帯のマグニチュードと断層面の諸元(その1).

コード	断層名称	断層面の ずれの向き		M_j	断層長さ	断層面の幅	断層面 の傾斜角	地震発生層 の深さ
0101	標津断層帯	北西側隆起 の逆断層	長期 評価	7.7 程度 以上	約 52km 以上	不明	北西傾斜	下限 15km 程度
			モデル	M_w 7.1	56km	18km	北西傾斜 45 度	3-15km
0201	十勝平野 断層帯主部	東側隆起の逆断層	長期 評価	8.0 程度	約 84km	不明	東傾斜	下限 20km 程度
			モデル	M_w 7.5	84km	24km	東傾斜 45 度	4-19km
0202	光地園断層	東側隆起の逆断層	長期 評価	7.2 程度	約 26km	不明	東傾斜	下限 20km 程度
			モデル	M_w 6.7	28km	18km	東傾斜 45 度	3-20km
0301	富良野断層帯 西部	西側隆起の逆断層	長期 評価	7.2 程度	約 27km	不明	西傾斜	下限 15km 程度
			モデル	M_w 6.7	28km	18km	西傾斜 45 度	2-15km
0302	富良野断層帯 東部	東側隆起の逆断層	長期 評価	7.2 程度	約 25km	不明	東傾斜	下限 15km 程度
			モデル	M_w 6.7	28km	18km	東傾斜 50 度	2-15km
0401	増毛山地東縁 断層帯	西側隆起の逆断層	長期 評価	7.8 程度	約 60km	不明	西傾斜	下限 20km 程度
			モデル	M_w 7.2	64km	18km	西傾斜 45 度	3-20km
0402	沼田一砂川 付近の断層帯	東側隆起の逆断層	長期 評価	7.5 程度	約 38km	不明	東傾斜	下限 20km 程度
			モデル	M_w 6.9	40km	18km	東傾斜 45 度	3-20km
0501	当別断層	西側隆起の逆断層	長期 評価	7.0 程度	約 20km	不明	西傾斜 30-50 度程度	下限 20km 程度
			モデル	M_w 6.5	22km	18km	西傾斜 40 度	3-20km
0601	石狩低地 東縁断層帯 主部	東側隆起の逆断層	長期 評価	(強震動評価の断層モデルに基づいてモデル化) (地震調査委員会, 2004e)				
			モデル	M_w 7.3	39.3km 23.3km	24km	東傾斜 45 度	7-30km
0602	石狩低地 東縁断層帯 南部	東側隆起の逆断層	長期 評価	7.1 程度 以上	23km 以上	不明	東傾斜 (低角度)	30km 程度 より深い
			モデル	M_w 6.6	24km	18km	東傾斜 30 度	7-30km
0701	黒松内低地 断層帯	西側隆起の逆断層	長期 評価	7.3 程度 以上	約 32km 以上	不明	西傾斜	下限 15km 程度
			モデル	M_w 6.8	34km	18km	西傾斜 45 度	2-15km
0801	函館平野 西縁断層帯	西側隆起の逆断層	長期 評価	7.0-7.5 程度	24km	不明	西に傾斜	15km 程度 以浅
			モデル	M_w 6.6	26km	18km	西傾斜 45 度	2-15km
0901	青森湾西岸 断層帯	西側隆起の逆断層	長期 評価	7.3 程度	約 31km	不明	西傾斜	下限 15km 程度
			モデル	M_w 6.8	32km	18km	西傾斜 60 度	3-18km
1001	津軽山地西縁 断層帯北部	東側隆起の逆断層	長期 評価	6.8-7.3 程度	約 16km	不明	東傾斜	下限 15km 程度
			モデル	M_w 6.4	18km	18km	東傾斜 45 度	3-18km
1002	津軽山地西縁 断層帯南部	東側隆起の逆断層	長期 評価	7.1-7.3 程度	約 23km	不明	東傾斜	下限 15km 程度
			モデル	M_w 6.6	24km	18km	東傾斜 45 度	3-18km

1. 海域活断層に想定される地震に伴う津波の検討

検討結果

○地震調査研究推進本部 (2003)

- 北海道南西沖地震の震源モデル (Tanioka et al. (1995)) では、傾斜角が 30° ~ 60° とされている。

○土木学会 (2002)

- 北海道南西沖地震津波の痕跡高を説明できる断層モデル (高橋ら (1995)) では、傾斜角 35° ~ 60° とされている。

○地震調査研究推進本部 (2006)

- 黒松内低地断層帯の評価は、西側隆起の逆断層として西傾斜 60° とされている。

○地震調査研究推進本部 (2009)

- 黒松内低地断層帯の評価は、西側隆起の逆断層として西傾斜 45° とされている。

- 以上から、日本海東縁部の近傍に位置している F_B-2 断層及び一連の断層 (F_S-10 断層 ~ 岩内堆東撓曲 ~ 岩内堆南方背斜) に、日本海東縁部の傾斜角のパラメータ変動範囲である 30° ~ 60° を採用することは妥当と考える。

No	指摘事項
2	<p>日本海東縁部の奥尻海嶺～後志トラフ西側の海嶺～北側の海嶺への連続性について、地質構造を整理すること。</p> <p>地震本部の狭間は、M7.5以上の地震が起きないという意味であり、狭間であるから地震が起きないということではない。秋田県の検討を踏まえて保守的に評価（連動を考慮）すべき。</p>

資料「日本海東縁部における波源の連動に関する検討結果について」にてご説明

No	指摘事項
3	海底地すべり地形の抽出方法について説明すること。
	海底地すべり地形について、急崖だけを対象とするのではなく、海洋研究開発機構が行った海底の調査結果等も踏まえて、地すべりの可能性のある海底谷を抽出すること。
	津波の重ね合わせについては、最大の海底地すべり位置での重ね合わせケースを評価しているとのことだが、重ね合わせの場合は必ずしも最大でない場所での地すべり位置の方が大きくなる可能性がある。複数位置での重ね合わせを検討する必要がある。
	海底地すべりとの重畳の検討時間が2分で良い理由を説明すること。

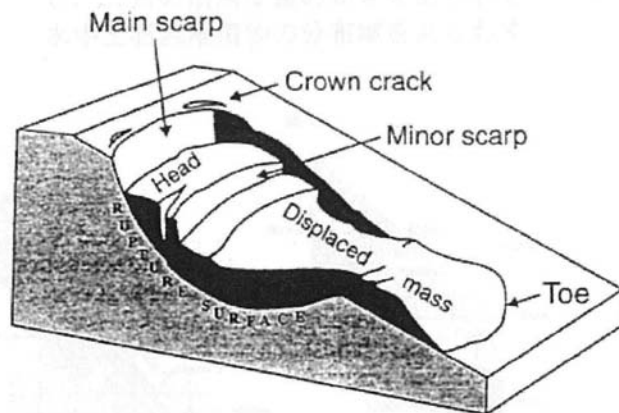
3. 1 海底地すべり地形の抽出方法

海底地すべりの概要

○池原 (2005) によると、

- 海底地すべりは陸上地すべりに比べて規模、移動距離が大きい。
- 必ずしも急斜面で発生しない。
- 地すべり堆積物は混濁流となって沖合に広がる。

○Hampton et al. (1996) では、陸上地すべりVarnes (1978) と同様の模式図が示されており、海底地すべり地形は陸上地すべりと同様の変状を示すと考えられる。



海底地すべりの模式図

(Varnes (1978) を改変した Hampton et al. (1996) による)

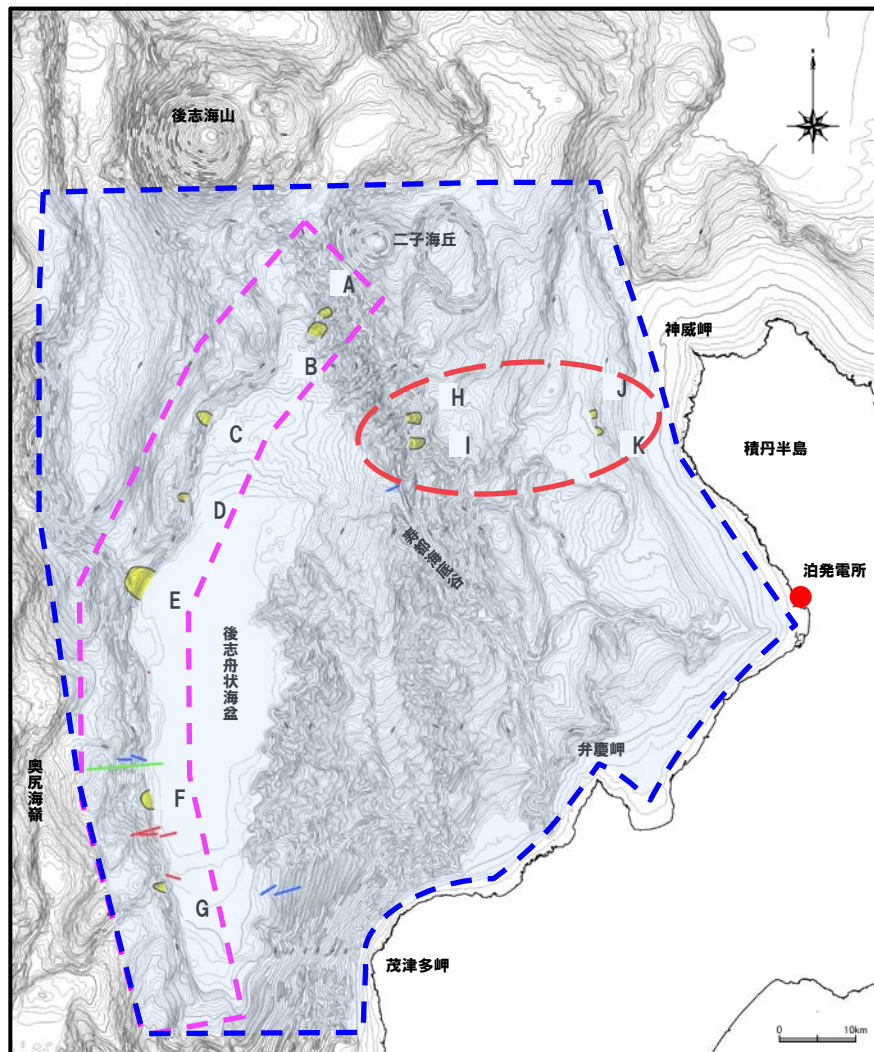
3.1 海底地すべり地形の抽出方法

海底地すべり地形の抽出手順

- ①敷地前面海域周辺において、3秒データ(約100mDEM)より等深線図を作成。それ以外の範囲については日本水路協会発行のM7000を用いて等深線図を作成。
- ②等深線図の斜面中に、平面形が馬蹄形、半円形及びコの字型などの凹地を呈する地形において滑落崖状、抜け跡状の地形を抽出する。
- ③抽出した地形の下方に地すべり土塊(台地状、扇状地状の地形)があるかどうかを検討する。
- ④抽出においては、土塊は陸上に比べて薄く広がる特徴がある点に留意する。

3. 2 海底地形の再確認

地すべり地形の再抽出



○地すべり地形の抽出範囲を拡大。

○より広範囲で地すべり地形の再抽出を実施。

(再抽出範囲)

北側：後志海山南縁







南側：後志舟状海盆南縁付近

西側：奥尻海嶺



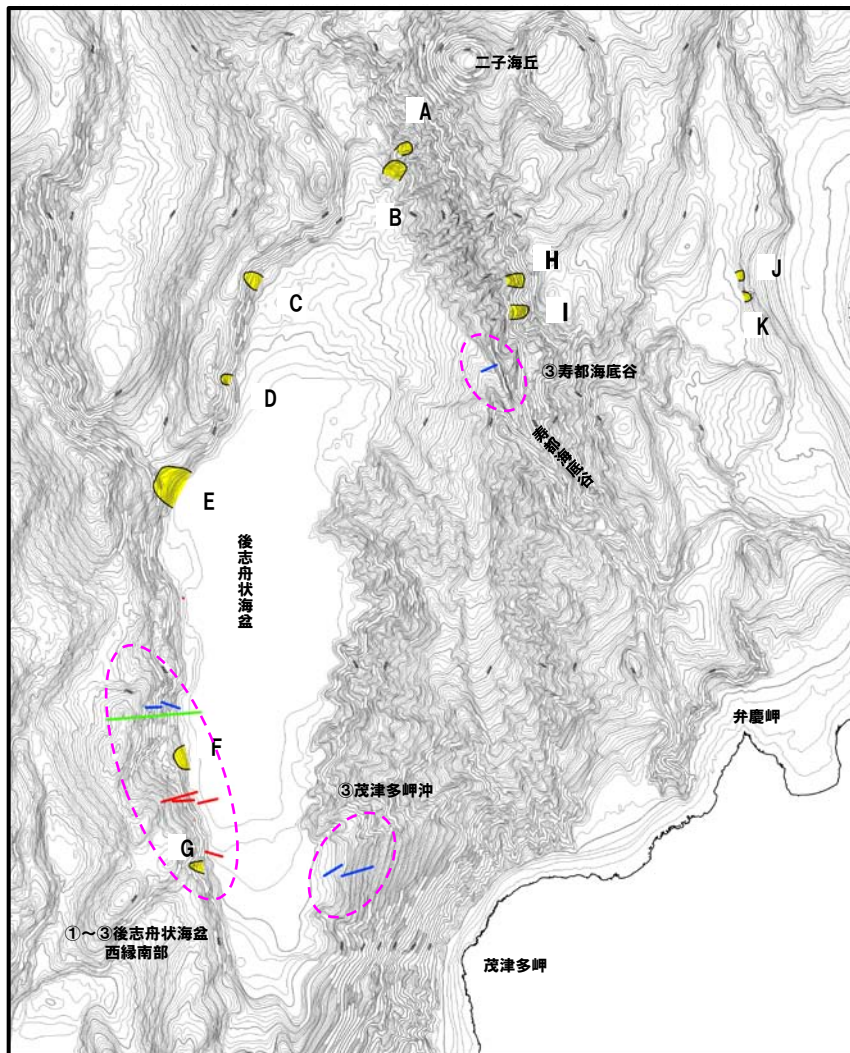
○寿都海底谷出口斜面及び積丹半島西方沖で、新たに地すべり地形を4か所(H~K)抽出。

凡例

	抽出範囲(申請時)		竹内ほか(2000)
	抽出範囲(今回)		岡村ほか(1997) 竹内ほか(1996)
	新規抽出地すべり (H, I, J, K)		岡野ほか(1995)

3. 2 海底地形の再確認

他機関の調査結果との比較



○敷地周辺海域では、海洋研究開発機構 (JAMSTEC) で、以下の深海潜航調査が実施されている。

- ① 1993年 (北海道南西沖地震直後)
- ② 1995年
- ③ 1999年

○上記の調査結果は、以下で報告されている。

- ① 岡野ほか (1995) : 後志舟状海盆西縁南部
- ② 竹内ほか (1996)
岡村ほか (1997) : 後志舟状海盆西縁南部
- ③ 竹内ほか (2000) : 後志舟状海盆西縁南部
寿都海底谷
茂津多岬沖西方沖

○地すべり地形の再抽出結果と併せて、上記報告も考慮した地すべり地形の確認を実施した。

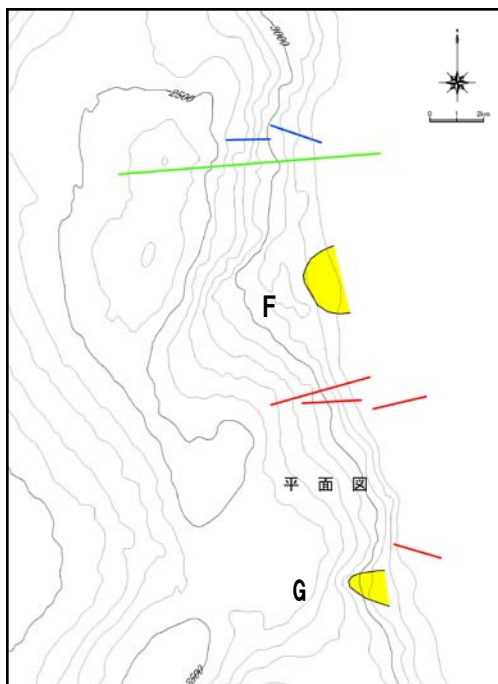


凡例

- 竹内ほか(2000)
- 岡村ほか(1997)
- 竹内ほか(1996)
- 岡野ほか(1995)

3. 2 海底地形の再確認

後志舟状海盆西縁南部



調査位置図

凡例

- 竹内ほか(2000)
- 岡村ほか(1997)
- 竹内ほか(1996)
- 岡野ほか(1995)

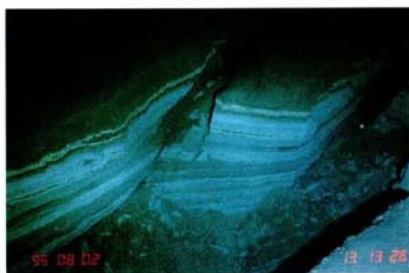


写真6 斜面を被覆する整然成層堆積物に生じた開口割れ目(奥尻海嶺東麓、水深3,175m)。海底下2~3mの浅層での層面すべりによって海底表層地すべりを生じた例。この部位では、流れ盤の堆積構造が全く乱されていない。[1995年8月2日(第279潜航、岡村)13:13:26、船外スチルカメラ]

竹内ほか(1996)より

○岡野ほか(1995):地すべりの記載はない。

○竹内ほか(1996):

- 奥尻海嶺の山腹の第三紀層の露頭が分布する急斜面で、大規模なスライド性表層地すべりにもなう開口割れ目や流れ盤表面のうねり、盛り上がりなどを観察。
- 緩斜面では小規模な斜面崩壊による馬蹄形の滑落面や真新しい崩積土が多数認められた。
- 開口割れ目は、地表面断層に近いもののほかは、大部分が斜面崩壊や地すべりに伴うものとしている。
- 後志トラフの2~3m厚さの地滑り面の写真が示されている。

○岡村ほか(1997):

- 水深約3320m~2860mで確認できた割れ目は、ほとんどが開口割れ目と考えられ、明確に地震断層と断定できるものは確認できなかった。
- 斜面は急傾斜と緩傾斜を繰り返すステップ状の断面を示すが、割れ目は急傾斜地で多く発達する傾向。
- 割れ目の規模は、3150m以深で大きく、幅2~5m、深さは2m以上に達するものが観察される。
- 水深3100m以浅では、大部分が幅2m、深さは1m以下となっている。
- 水深3100~3150m間が、全体として大きな崩落(高度差約50m)となっている。

○竹内ほか(2000):

- 斜面を上部・下部の2回に分けて、1993年地震時から6年の変化について調査。
- 上部の調査において、幅約1kmの流れ盤上部の地すべり地形について記載。
- 地すべり地内に平行な平行割れ目(上限変動最大1m)や、山側が陥没する比高2~3mの崖地形を確認。
- 下部の調査では大規模な地すべりの記載はない。



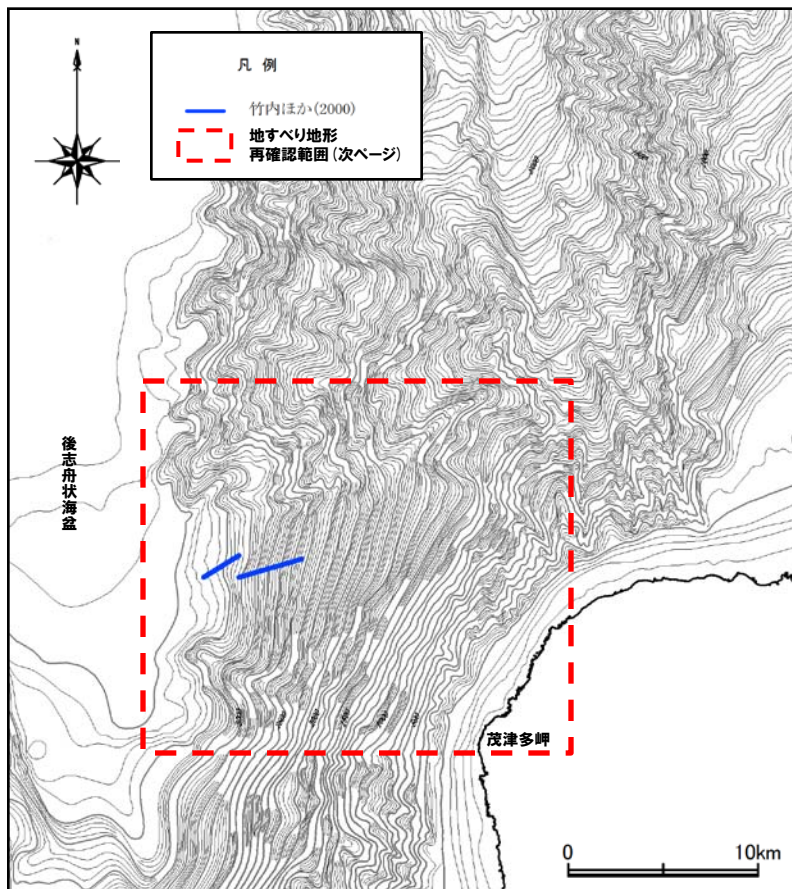
○いずれの文献においても、斜面崩壊や表層すべりは確認されているが、層厚の大きい大規模な地すべり地形の記載はない。

○一方、当該地域では、長さ1.4~1.7km、幅1.0~2.2kmの規模の地すべり地形を2か所(F, G)抽出している。

○したがって、調査域に抽出した地すべり地形の規模を超える大規模な地すべり地形が分布する可能性は小さいと考えられる。

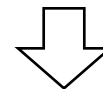
3. 2 海底地形の再確認

茂津多岬西方沖



調査位置図

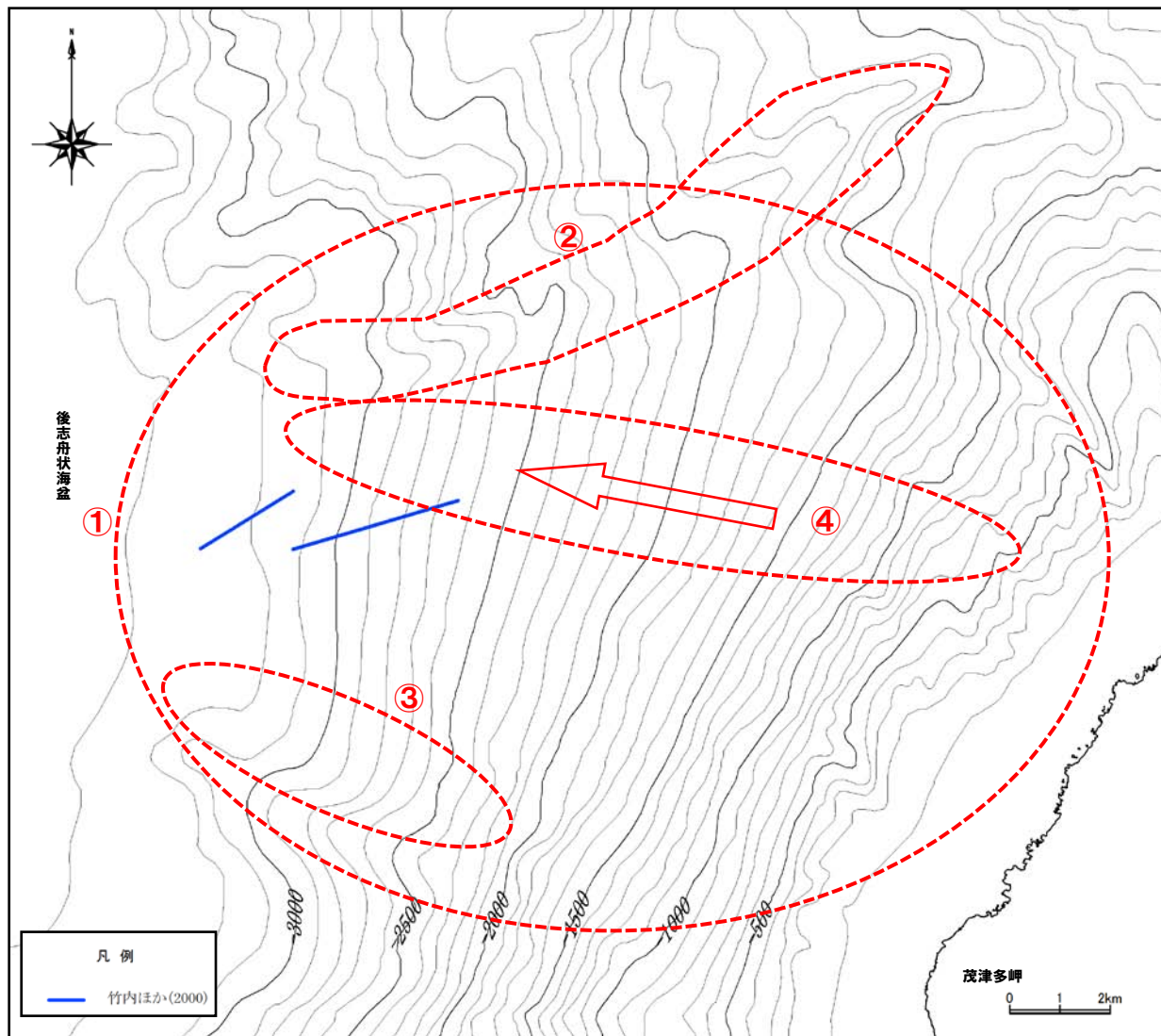
- 竹内ほか (2000) :
 - 茂津多岬沿岸域から後志舟状海盆までの斜面のうち、水深約2650～3240mを深部、浅部の2回に分けて調査。
 - 3208m以深の下部斜面には、最大径数十cmから5mまでの円～亜円礫が多数分布する。
 - 礫は、30cm～1.5mまでの大きさが多く、礫の上に厚く泥が堆積している礫もある。
 - これらは、沿岸部から供給された巨礫を含むデブリスフローが流下しているものであることが判明。
 - デブリスフローは、斜面の途中でトラップされ、そしてトラップされた堆積物が地震動などによって再度流下するような、堆積物をトラップする場であることが判明した。
 - このことは斜面が全体として上に凸な形態をとることと調和的。



- 堆積している礫が円～亜円礫。
- 沿岸部から供給されたデブリスフローが流下・堆積を繰り返し斜面を形成している。このことは斜面が凸な形態をとることと調和的。
- 調査範囲には大規模な地すべり地形の記載はない。

3.2 海底地形の再確認

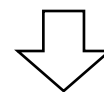
茂津多岬西方沖



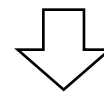
調査位置図

地すべり地形の再確認

- ① 斜面中に大規模な馬蹄形、半円形及びコの字型などの凹地を呈する地形や滑落崖状、抜け跡状の地形が認められない。
- ② 北部の側壁については谷地形と評価し、水深-2000~-2200mは斜面途中の堆積による緩斜面と評価。
- ③ 南部の側壁は、上方に連続する滑落崖状の地形や抜け跡状の地形が認められないことから、尾根状地形の斜面とした。
- ④ 地すべり土塊が分布する場合、地すべり面と土塊面では傾斜に差が生じる場合が多いが、沿岸域の水深-200から-3100mまで、ほぼ同じ勾配(約9°)の斜面が形成されている。



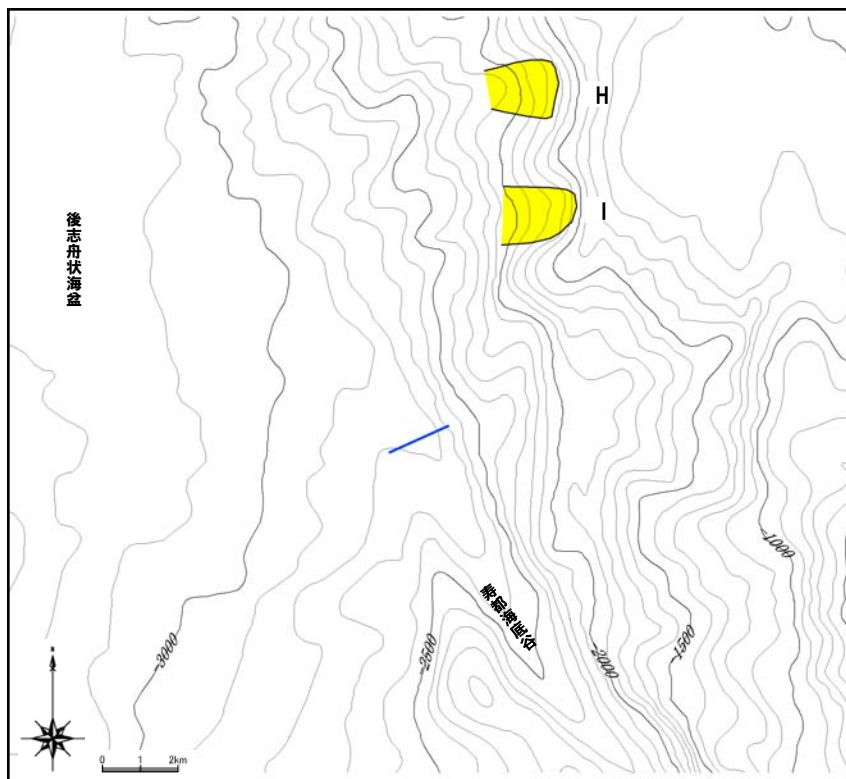
○当該範囲において、大規模な地すべり地形は抽出できなかった。



○茂津多岬西方沖の斜面では、文献調査および地すべり地形抽出結果より、大規模な地すべり地形が分布する可能性は小さいと考えられる。

3.2 海底地形の再確認

寿都海底谷



凡例

— 竹内ほか(2000)

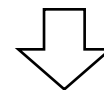
調査位置図

○竹内ほか(2000) :

- 寿都海底谷出口付近の海底扇状地上の微地形・堆積物を確認するとともに、堆積物を採取し挟在物の状況から地震性タービダイトの供給方向を解析することを目的としている。
- 調査結果は、寿都海底谷に沿っては北海道南西沖地震時に浅海域から土砂が輸送されているが、その量はそれほど大きくはない。
- 北側にシルト岩の比高10~20mの崖と小さなテラスから構成される地形が認められる。
- その基部には崩壊してきたシルト岩ブロックが堆積し、上部では比高数~10m程度のシルト岩の崖とやや広いテラスとなる。
- それらの地形が全体的にはステップ状で分布。

○地すべり地形抽出

- 調査範囲の北方に馬蹄形状の凹地が、下方に地すべり土塊状の地形が認められ、同様の地形が隣接していることから、地すべり地形H,Iを抽出した。
- その南東の凹地については、中央部及び南側から沢地形が発達していること、下方に向けて斜面が急になっていることから、抽出していない。



- 連続するような崩壊堆積物や崖地形の記載がない。
- 一方、当該地域の北方では、長さ1.6~1.7km、幅1.4kmの規模の地すべり地形を2か所(H,I)抽出している。
- したがって、調査域に抽出した地すべり地形の規模を超える大規模な地すべり地形が分布する可能性は小さいと考えられる。

3. 2 海底地形の再確認

まとめ(海底地形の再確認)

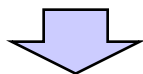
- ①地すべり地形の抽出範囲を拡大し、より広範囲で地すべり地形の再抽出を実施した結果、寿都海底谷出口斜面及び積丹半島西方沖で、新たに地すべり地形を4か所(H~K)を抽出した。
- ②敷地周辺海域で実施された海洋研究開発機構(JAMSTEC)の深海潜航調査結果を、上記の地すべり地形の再抽出結果と併せて評価した結果、深海潜航調査域には、少なくとも抽出した地すべり地形の規模を超える大規模な地すべり地形が分布する可能性は小さいと考えられる。
- ③以上の結果に基づき、抽出された地すべり地形(A~K)を対象として、「3. 3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討」を進める。

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

海底地すべり地形の抽出結果 (1/2)

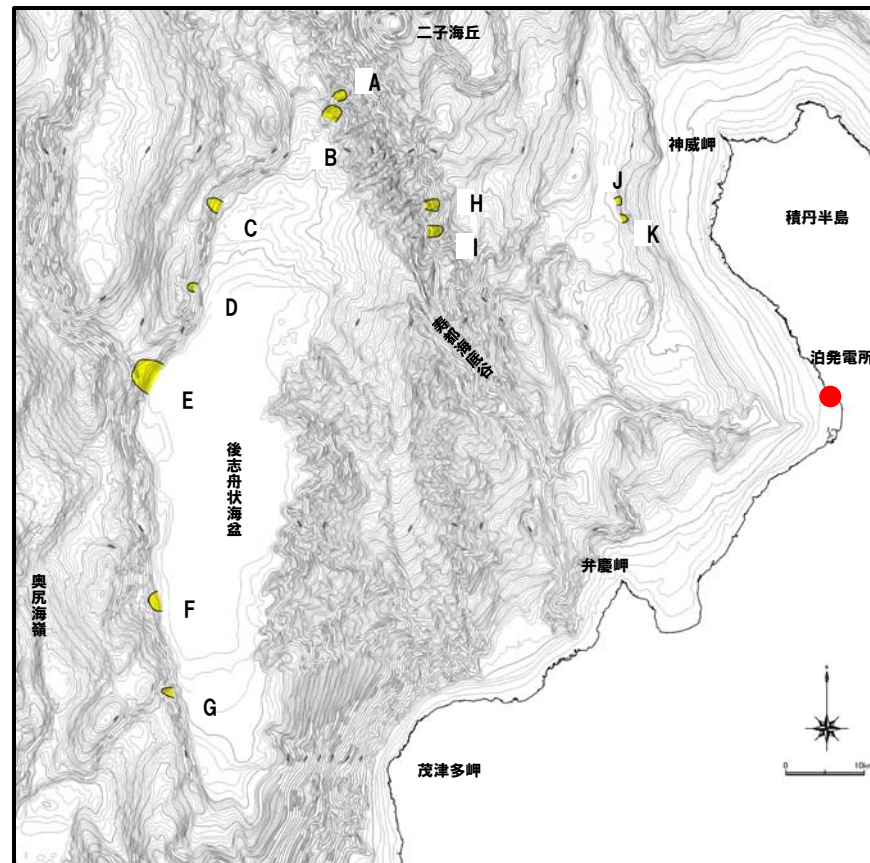
これまでの評価

- 抽出した地すべり地形のうち規模が最も大きいものについて数値シミュレーションを実施。



検討方針

- 抽出した地すべり地形について、規模の大きい順に数値シミュレーションを実施し、敷地への影響の有無を順次判定する。
- 津波発生モデルについては、Kinematic landslide モデルの手法を用いる。



3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

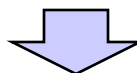
海底地すべり地形の抽出結果 (2/2)

地すべり 地形	L 長さ (m)	W 幅 (m)	H 高低差 (m)	D 推定厚さ (m) Brune et al. (2009)	長さ×厚さ (m ²)	規模の 順位	概略体積 (m ³)	体積の 順位	発電所 までの 距離 (km)
A	2,000	1,200	180	56	111,000	3	44,000,000	4	72
B	2,200	2,000	230	61	134,000	2	90,000,000	2	71
C	2,000	1,600	280	56	111,000	3	59,000,000	3	80
D	1,000	1,000	260	28	28,000	9	9,000,000	9	81
E	3,000	3,100	350	83	250,000	1	258,000,000	1	87
F	1,400	2,200	140	39	54,000	8	40,000,000	5	89
G	1,700	1,000	280	47	80,000	5	27,000,000	8	91
H	1,600	1,400	420	44	71,000	7	33,000,000	7	55
I	1,700	1,400	480	47	80,000	5	37,000,000	6	54
J	700	1,000	120	19	14,000	11	5,000,000	11	37
K	900	1,000	130	25	23,000	10	8,000,000	10	35

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

津波シミュレーション結果

区分	地すべりA	地すべりB	地すべりC	地すべりD	地すべりE	地すべりF	地すべりG	地すべりH	地すべりI	地すべりJ	地すべりK
敷地前面 最大水位上昇量	0.12m	0.17m	0.09m	-	0.37m	0.06m	-	-	-	-	-
3号炉取水口 最大水位上昇量	0.12m	0.13m	0.07m	-	0.32m	0.03m	-	-	-	-	-
3号炉取水口 最大水位下降量	0.14m	0.16m	0.07m	-	0.24m	0.04m	-	-	-	-	-
1, 2号炉取水口 最大水位上昇量	0.11m	0.13m	0.06m	-	0.28m	0.03m	-	-	-	-	-
1, 2号炉取水口 最大水位下降量	0.13m	0.16m	0.06m	-	0.23m	0.03m	-	-	-	-	-
概略体積の順位	4 ($4.4 \times 10^7 \text{ m}^3$)	2 ($9.0 \times 10^7 \text{ m}^3$)	3 ($5.9 \times 10^7 \text{ m}^3$)	9 ($9.0 \times 10^6 \text{ m}^3$)	1 ($2.6 \times 10^8 \text{ m}^3$)	5 ($4.0 \times 10^7 \text{ m}^3$)	8 ($2.7 \times 10^7 \text{ m}^3$)	7 ($3.3 \times 10^7 \text{ m}^3$)	6 ($3.7 \times 10^7 \text{ m}^3$)	11 ($5.0 \times 10^6 \text{ m}^3$)	10 ($8.0 \times 10^6 \text{ m}^3$)
影響の順位	3	2	4	-	1	5	-	-	-	-	-



- 概略体積の大きい順にシミュレーションを実施。
- 地すべりAのシミュレーション結果と、地すべりFのシミュレーション結果を境として、計算値が10cm未満となり、敷地への影響が小さくなることを確認した。
- 以上のことから、基準津波策定に当たって考慮する海底地すべりに伴う津波として、『地すべりA、B、E』の3箇所を選定する。

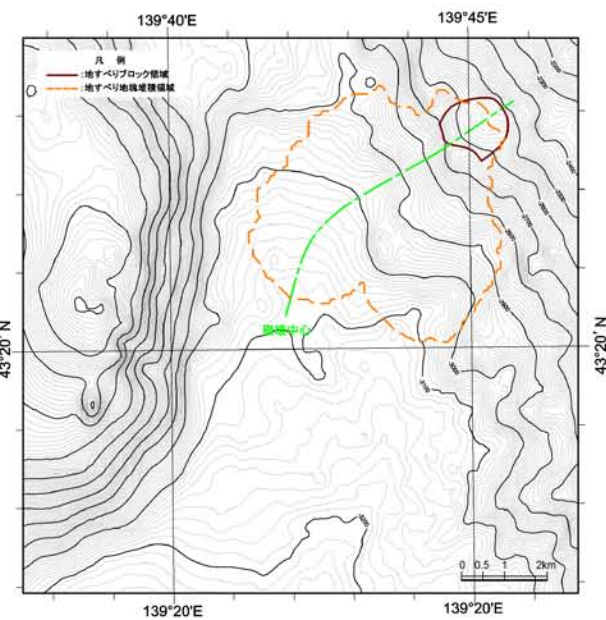
3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

採用したパラメータ (FLOW-3D)

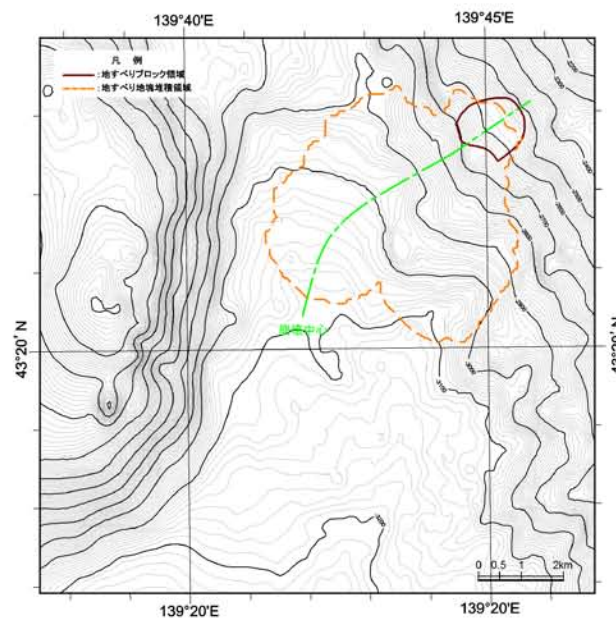
海水の密度 (kg/m ³)	1,030	一般値を使用。
海水の粘性係数 (Pa・s)	0.001	鈴木ほか(1980)に基づき設定。
海水の初期水面位置 (m)	T.P. +0.21	予測計算の計算潮位。
地すべり地塊の密度 (kg/m ³)	2,000	地すべり時に想定される地塊の土質状態(砂～礫、礫混り砂状が混在)に対して、東日本高速道路(株)ほか(2006)、東日本高速道路(株)ほか(2007)に基づき設定。
地すべり地塊の粘性係数 (Pa・s)	10	高橋ほか(1993)の実験結果の平均値として設定。
地塊粒子の平均半径 (m)	0.05	地すべり時に想定される地塊の土質状態(砂～礫、礫混り砂状が混在)に対して、地盤工学会(2009)に基づき設定。
地塊粒子の抵抗係数	0.5	日本機械学会(2006)に基づき設定。
計算メッシュ間隔 (m)	100	波源域の海底地形データ精度。
計算時間間隔 (s)	初期値0.01	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間 (s)	1,800	地塊の移動速度が十分に緩速になる時間を包絡するように設定。

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

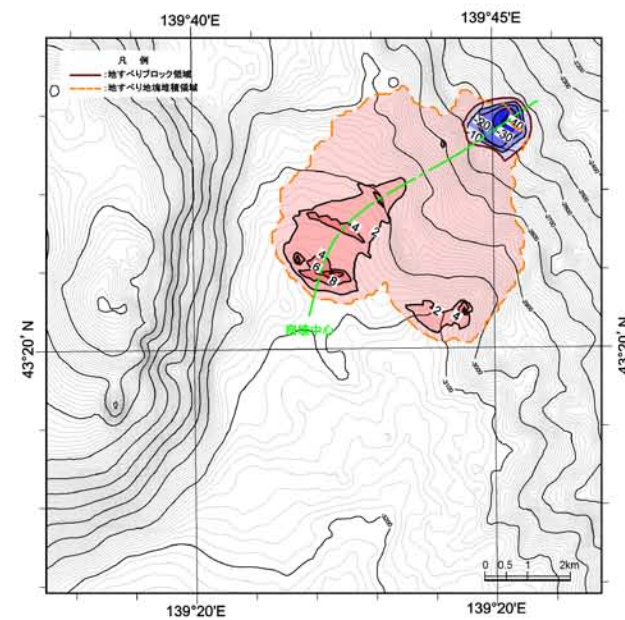
地すべり地形のモデル化 (海底地すべりA) (1/2)



地すべり前地形



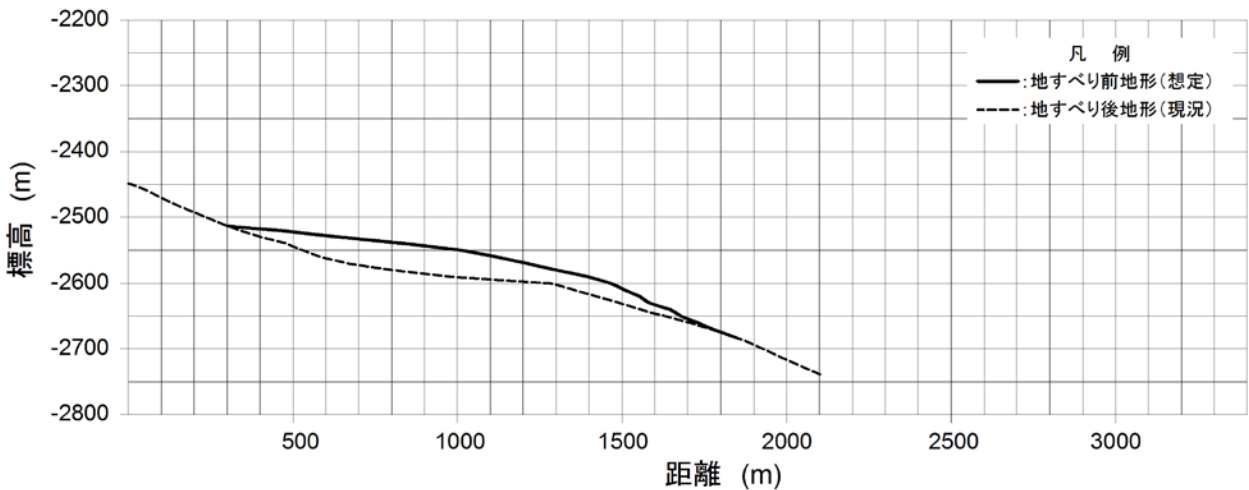
地すべり後地形



地すべり前後の地形変化量

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

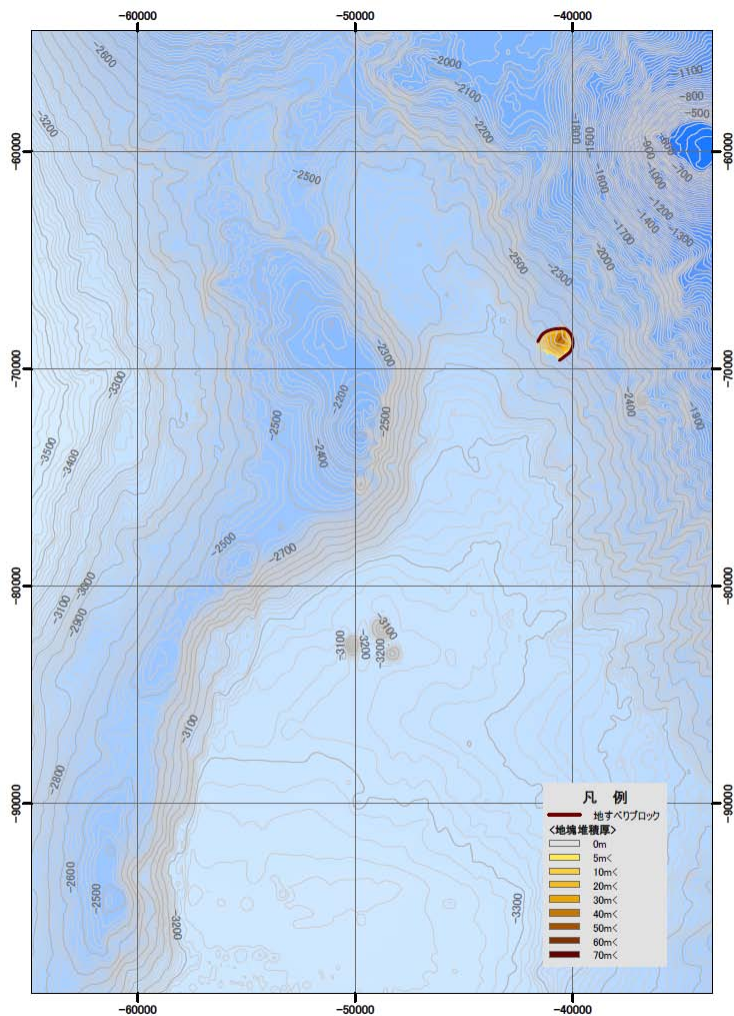
地すべり地形のモデル化 (海底地すべりA) (2/2)



地すべり地形の断面形状

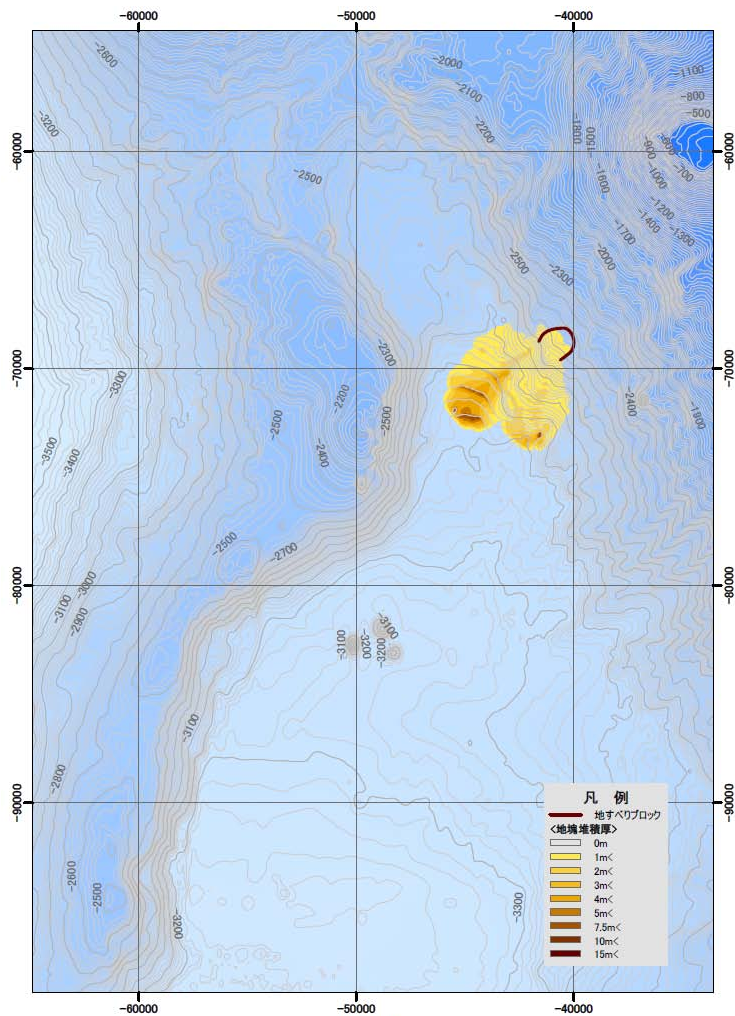
3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

地すべりシミュレーション結果 (海底地すべりA)



1:200,000
00.75 1.5 3 4.5 6 km

崩壊前

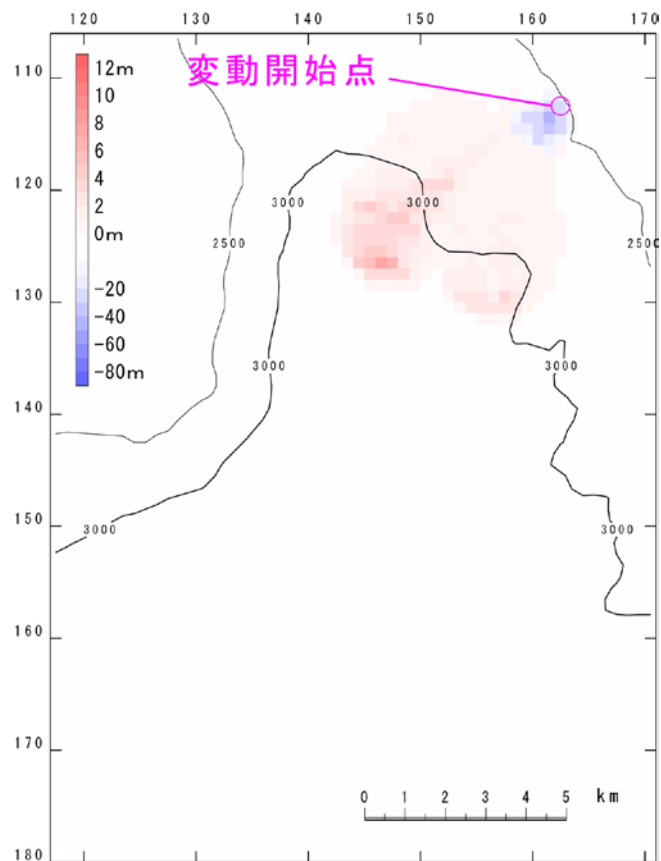


1:200,000
00.75 1.5 3 4.5 6 km

崩壊後 (10分後)

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

採用したパラメータ (海底地すべりA) (Kinematic landslideモデル)

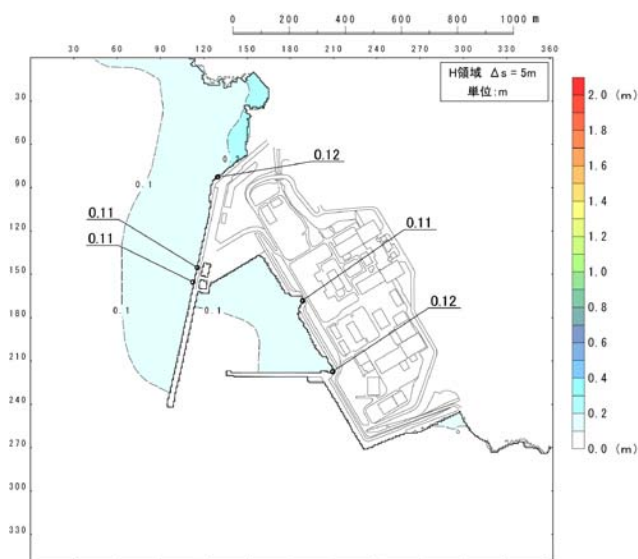


FLOW-3Dによる10分後の地形変化量分布

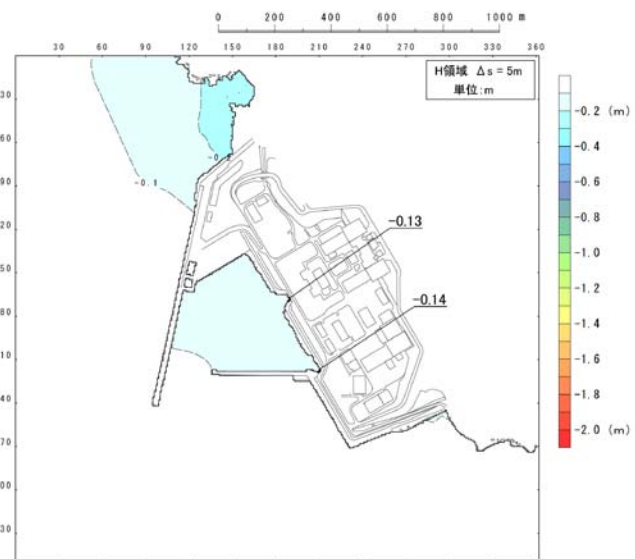
入力データ	入力値等	備考
計算時間間隔 Δt (s)	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間 (時間)	3	
比高変化 (m)	最大40	FLOW-3Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズタイム (s)	120	Satake (2007) に基づき設定。
変動伝播速度 (m/s)	40	Satake (2007) に基づき設定。

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

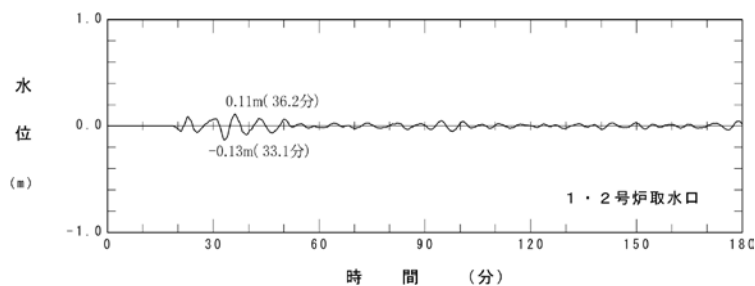
数値シミュレーション結果 (海底地すべりA)



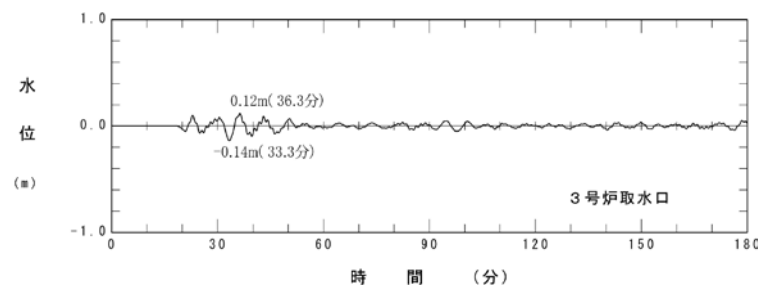
最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布



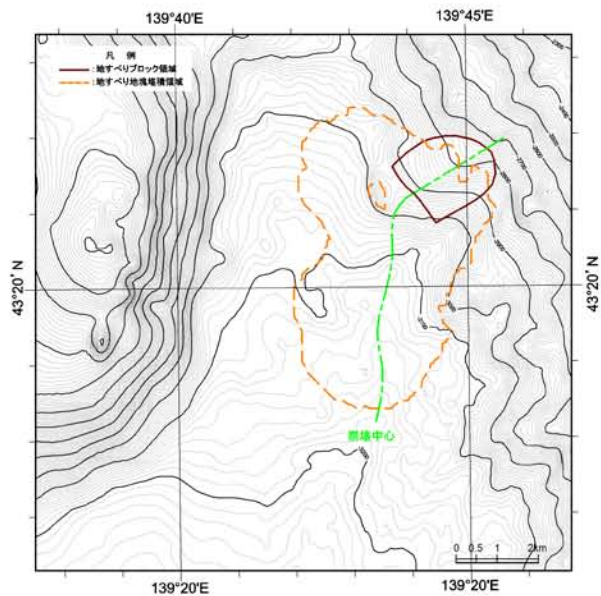
水位時刻歴波形
(1, 2号炉取水口位置)



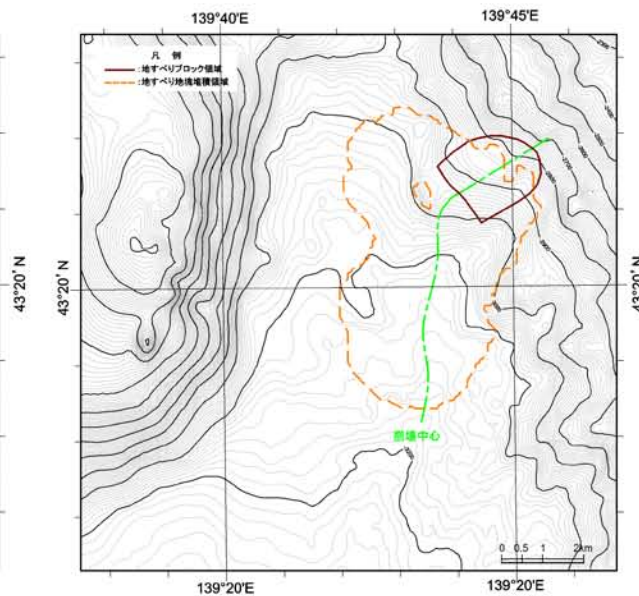
水位時刻歴波形
(3号炉取水口位置)

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

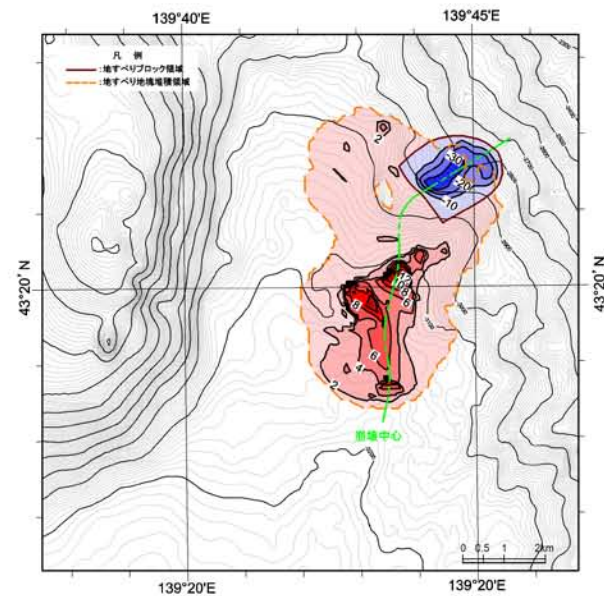
地すべり地形のモデル化 (海底地すべりB) (1/2)



地すべり前地形



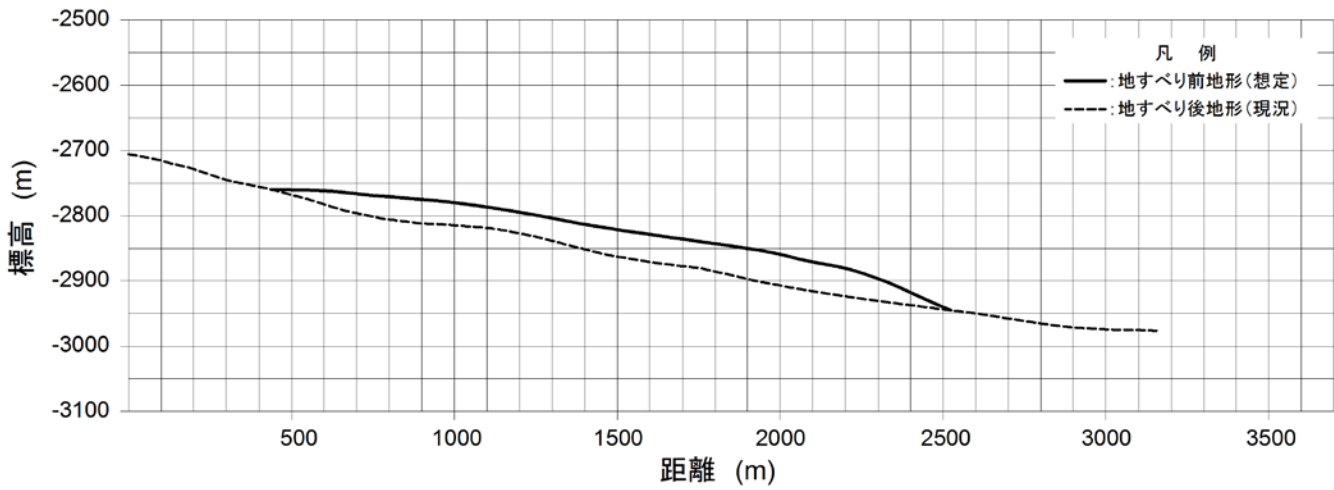
地すべり後地形



地すべり前後の地形変化量

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

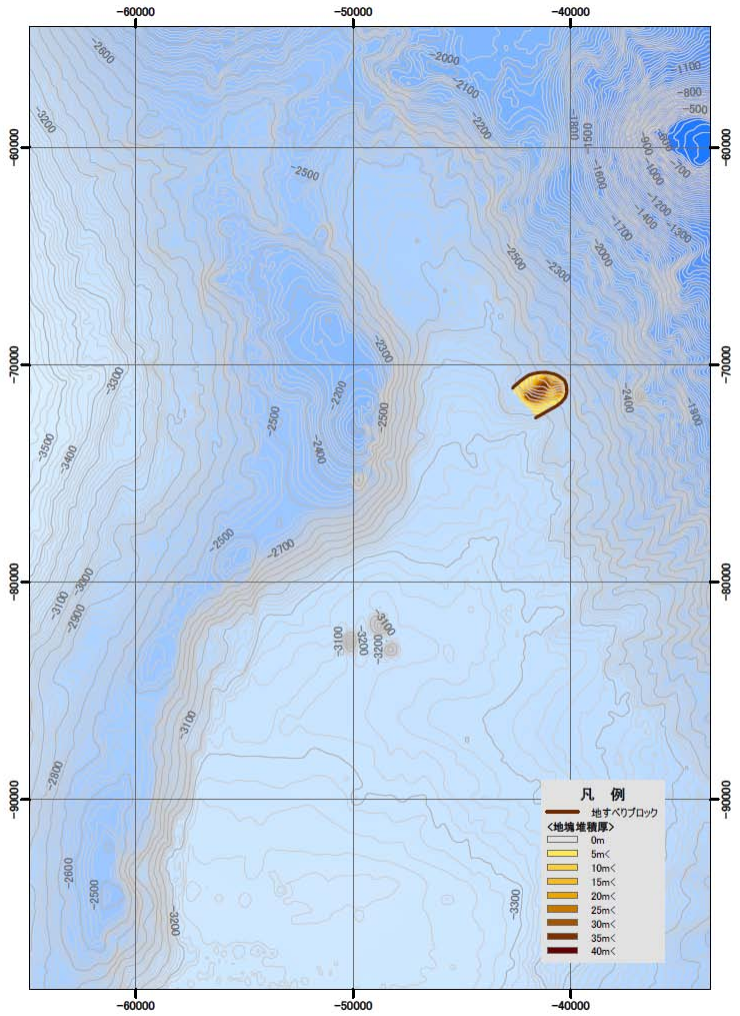
地すべり地形のモデル化 (海底地すべりB) (2/2)



地すべり地形の断面形状

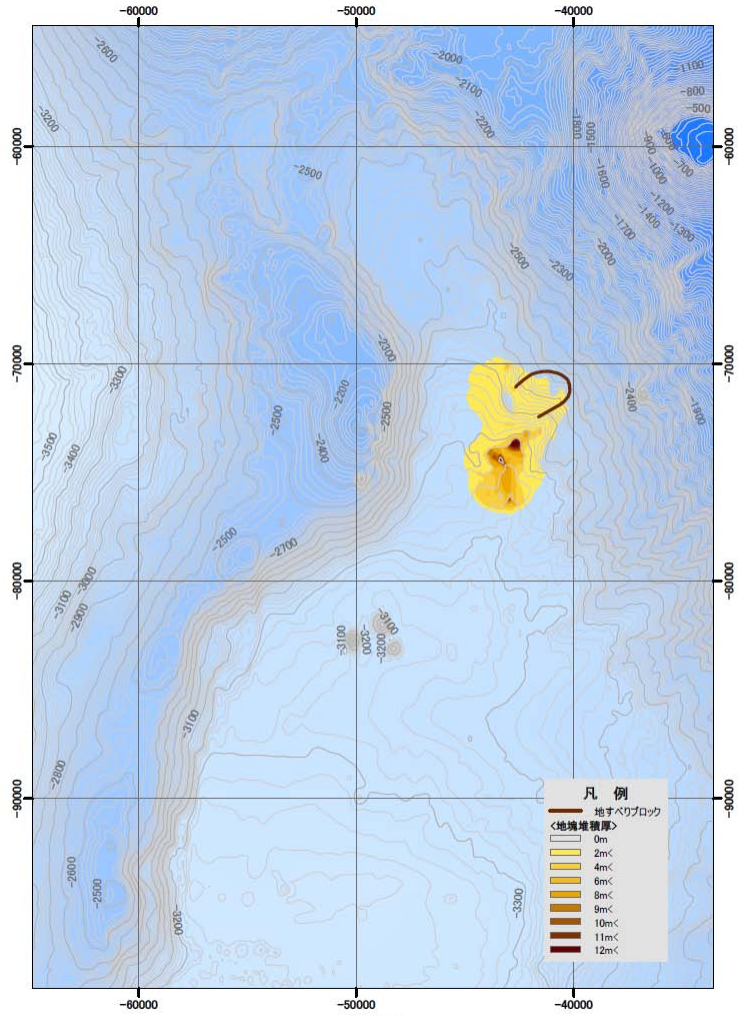
3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

地すべりシミュレーション結果 (海底地すべりB)



1:200,000
00.51 2 3 4 km

崩壊前

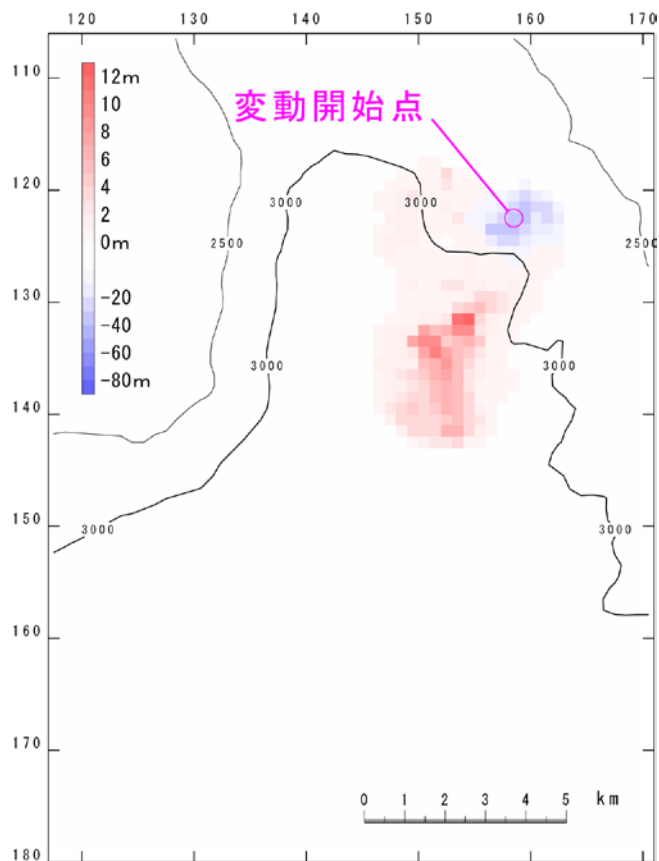


1:200,000
00.51 2 3 4 km

崩壊後 (10分後)

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

採用したパラメータ (海底地すべりB) (Kinematic landslideモデル)

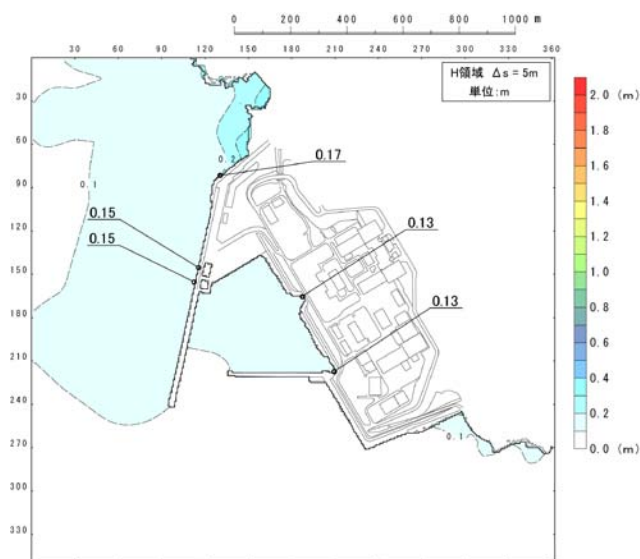


FLOW-3Dによる10分後の地形変化量分布

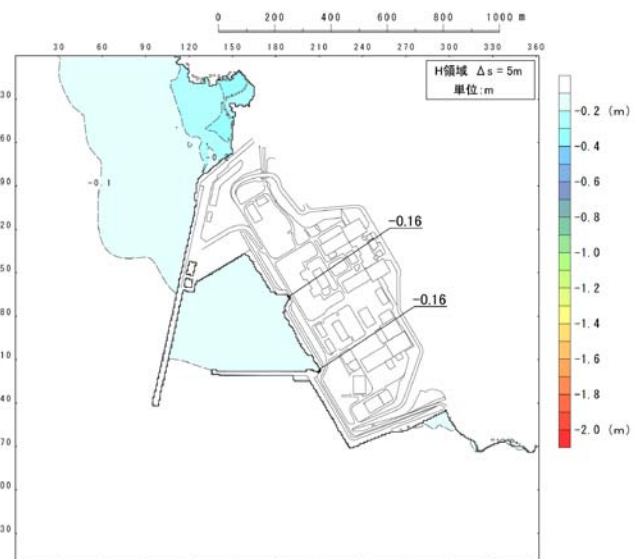
入力データ	入力値等	備考
計算時間間隔 Δt (s)	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間 (時間)	3	
比高変化 (m)	最大34	FLOW-3Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズタイム (s)	120	Satake (2007) に基づき設定。
変動伝播速度 (m/s)	40	Satake (2007) に基づき設定。

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

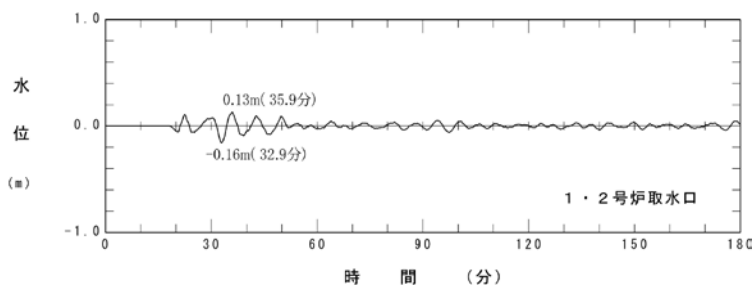
数値シミュレーション結果 (海底地すべりB)



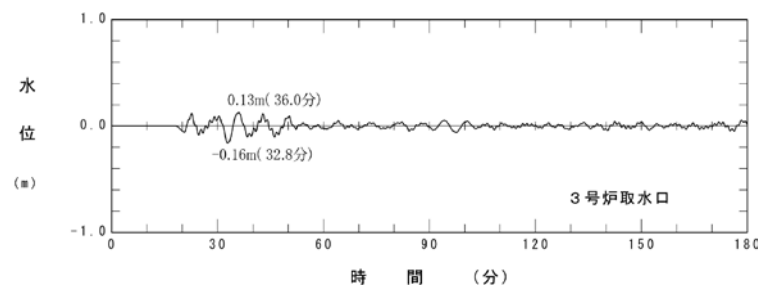
最大水位上昇量分布



最大水位下降量分布



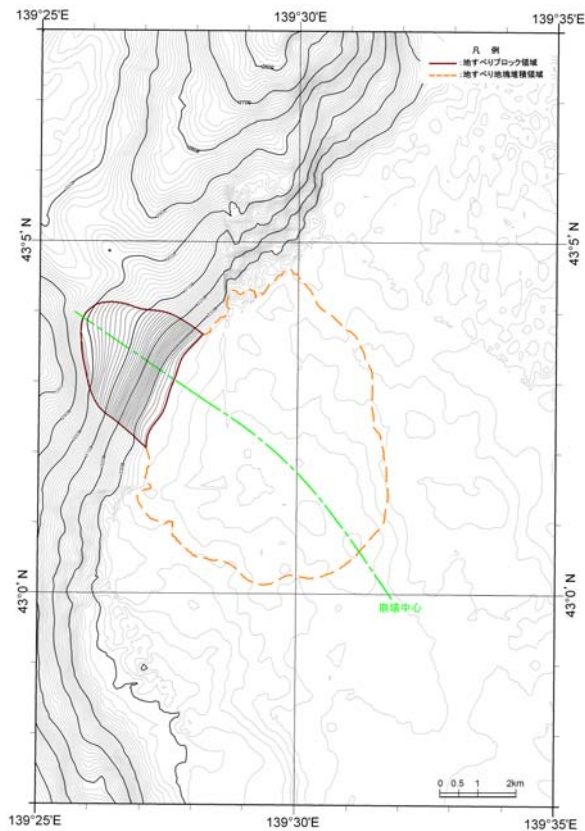
水位時刻歴波形
(1, 2号炉取水口位置)



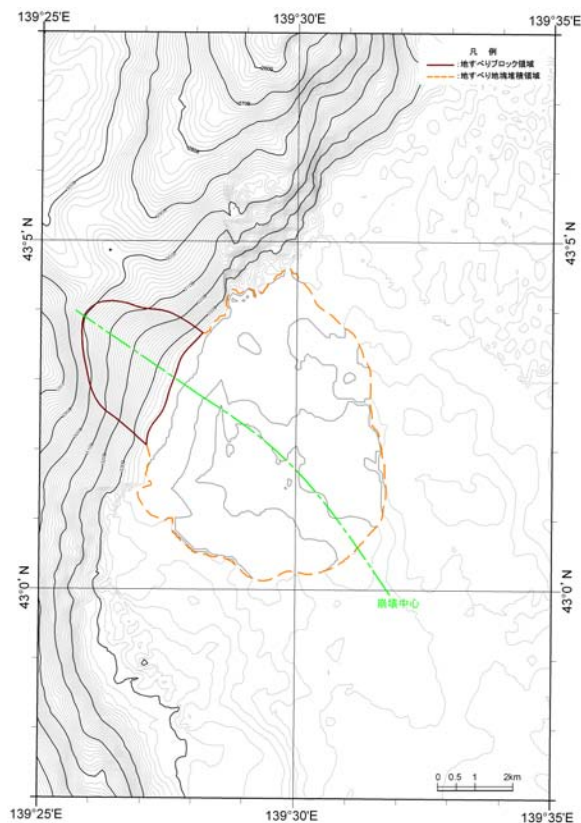
水位時刻歴波形
(3号炉取水口位置)

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

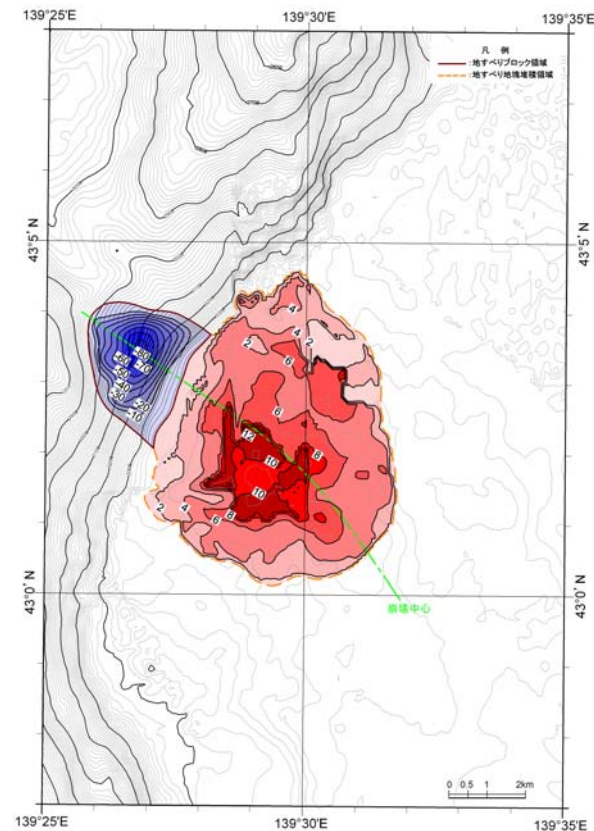
地すべり地形のモデル化 (海底地すべり) (1/2)



地すべり前地形



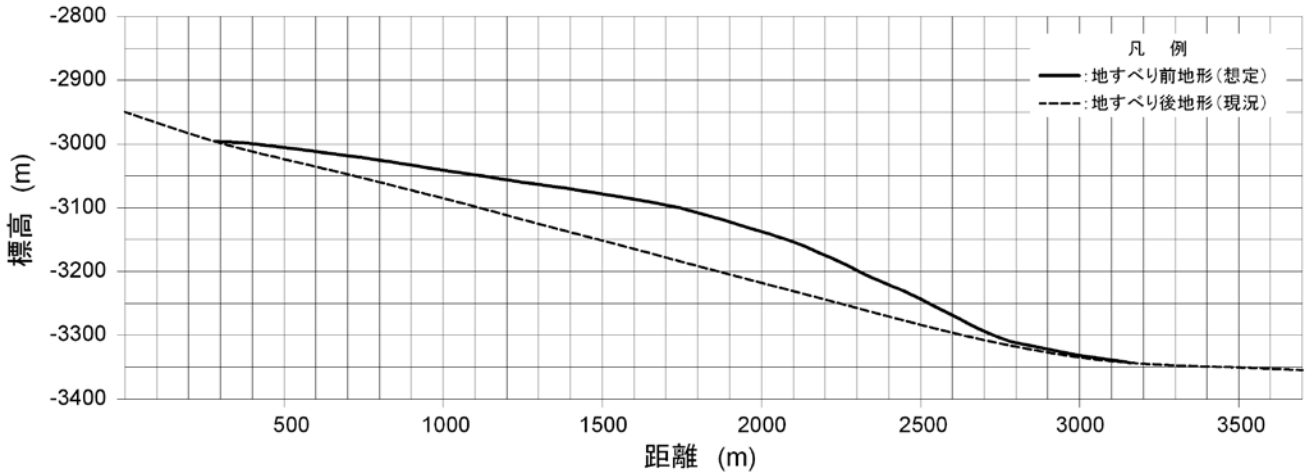
地すべり後地形



地すべり前後の地形変化量

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

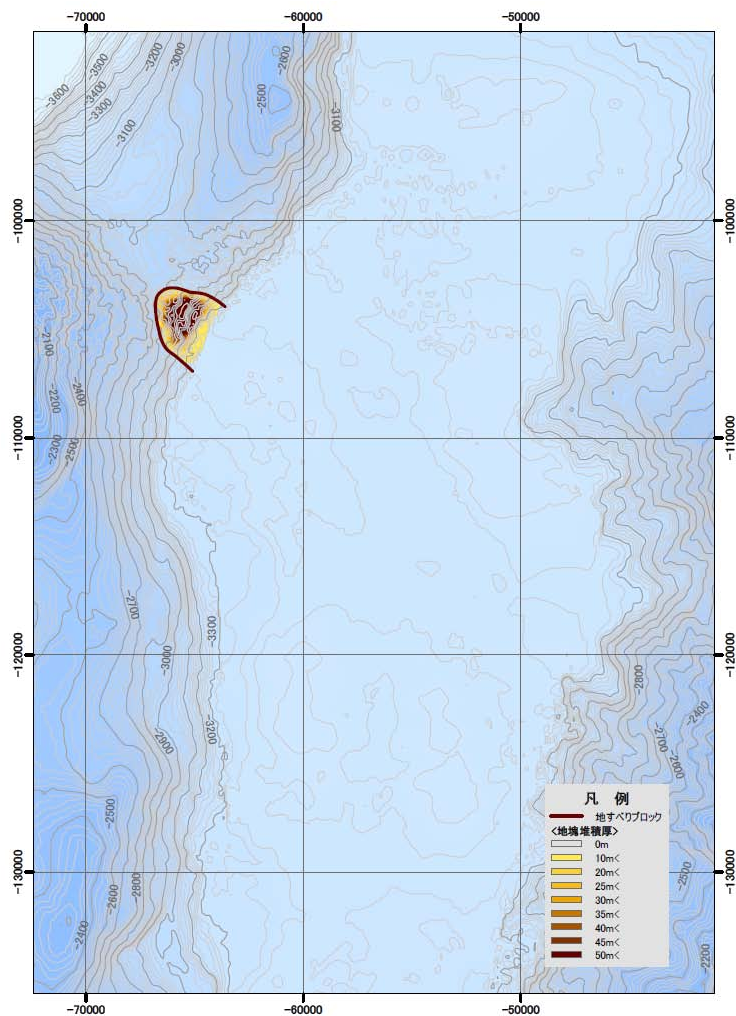
地すべり地形のモデル化 (海底地すべりE) (2/2)



地すべり地形の断面形状

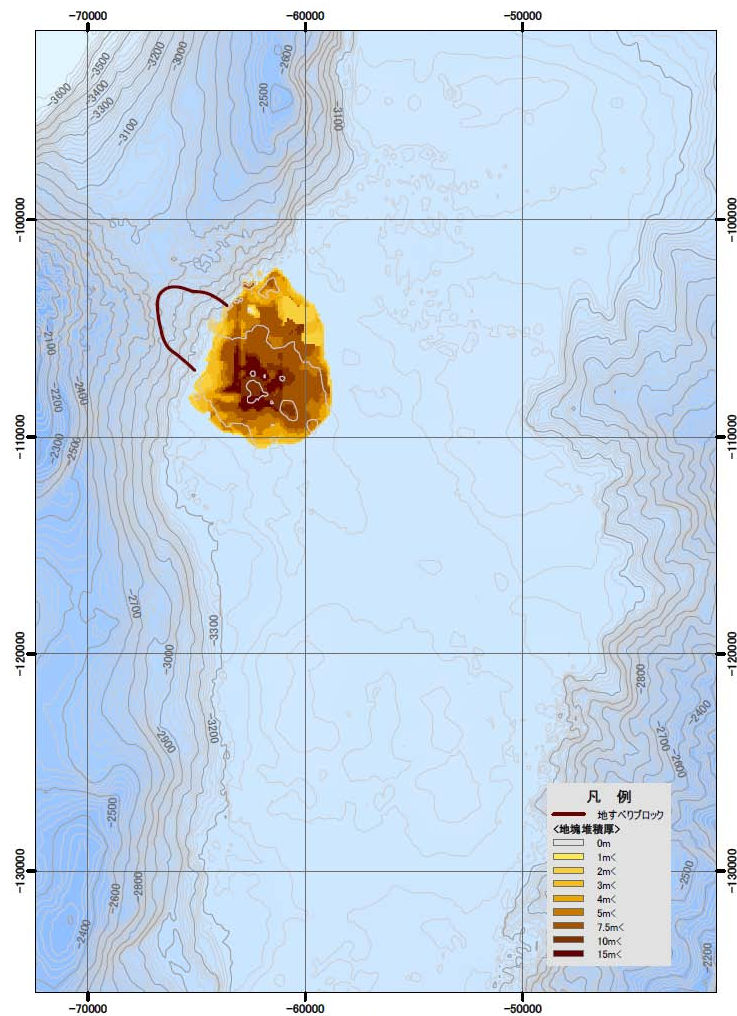
3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

地すべりシミュレーション結果 (海底地すべりE)



1:200,000
0 0.75 1.5 3 4.5 6
km

崩壊前

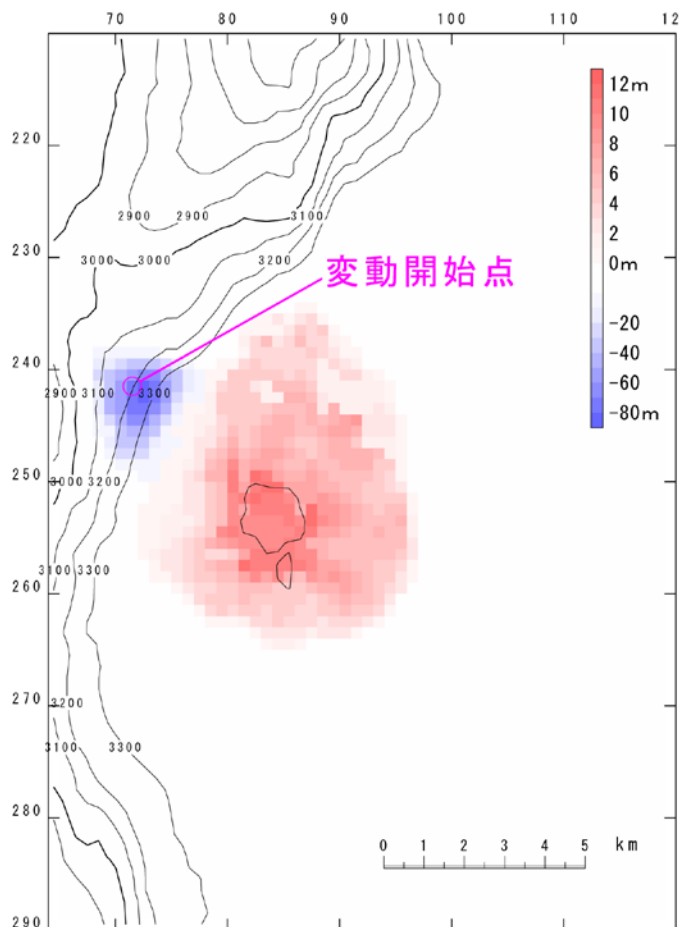


1:200,000
0 0.75 1.5 3 4.5 6
km

崩壊後 (10分後)

3.3 海底地すべりに伴う津波の重ね合わせの検討

採用したパラメータ (海底地すべりE) (Kinematic landslideモデル)



FLOW-3Dによる10分後の地形変化量分布

入力データ	入力値等	備考
計算時間間隔 Δt (s)	0.1	計算安定条件を満たすように設定。
計算時間 (時間)	3	
比高変化 (m)	最大81	FLOW-3Dによる10分後の地形変化量から設定。
鉛直変位ライズタイム (s)	120	Satake (2007) に基づき設定。
変動伝播速度 (m/s)	40	Satake (2007) に基づき設定。

3.4 重畳の時間差の検討

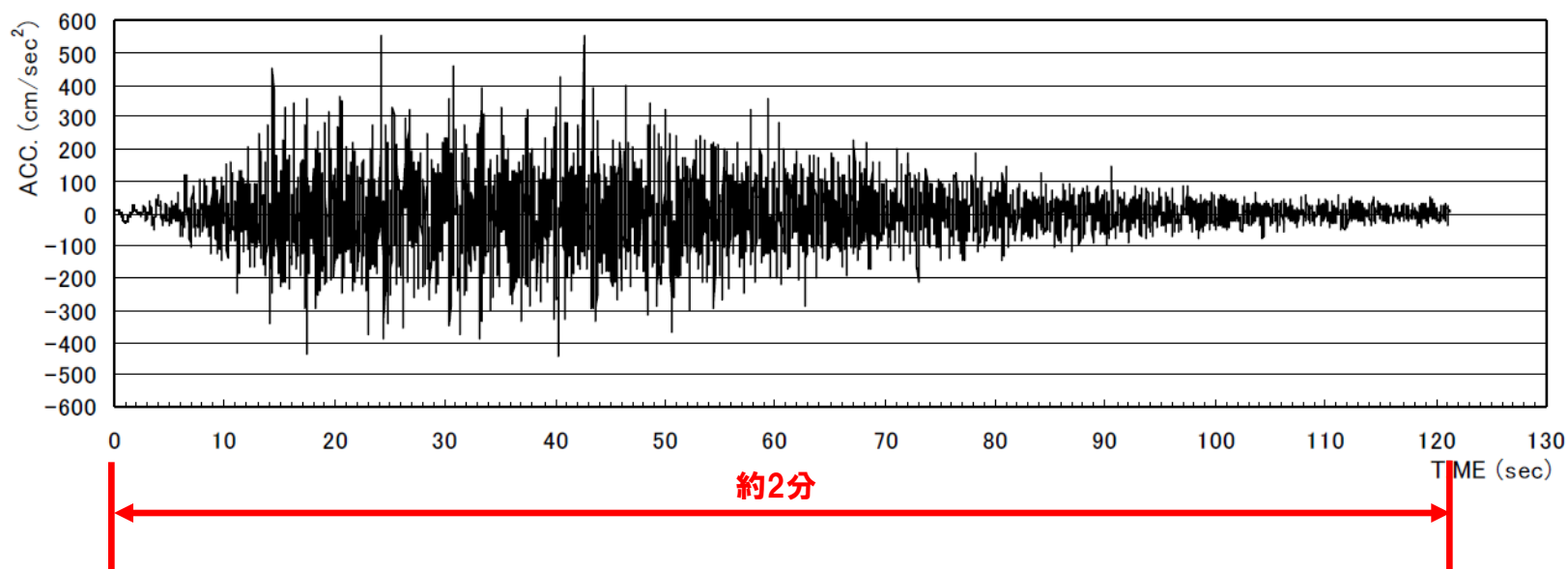
検討方法

- ①「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」のうち、
 - ・敷地前面最大水位上昇量
 - ・3号炉取水口最大水位上昇量
 - ・3号炉取水口最大水位下降量が発生するケースの水位時刻歴波形を選定。
- ②「海底地すべりに伴う津波」の水位時刻歴波形を選定。
- ③泊発電所における基準地震動の主要動の継続時間が約2分間であることから、日本海東縁部に想定される地震（による津波）の発生後、2分間のうちに「海底地すべりに伴う津波」が発生するものとして、組合せ後の影響が最大となる水位時刻歴波形を抽出。

3. 4 重畳の時間差の検討

基準地震動Ss (550gal) の継続時間

○基準地震動Ss (550gal) の地震継続時間はおよそ2分間 (120秒)。

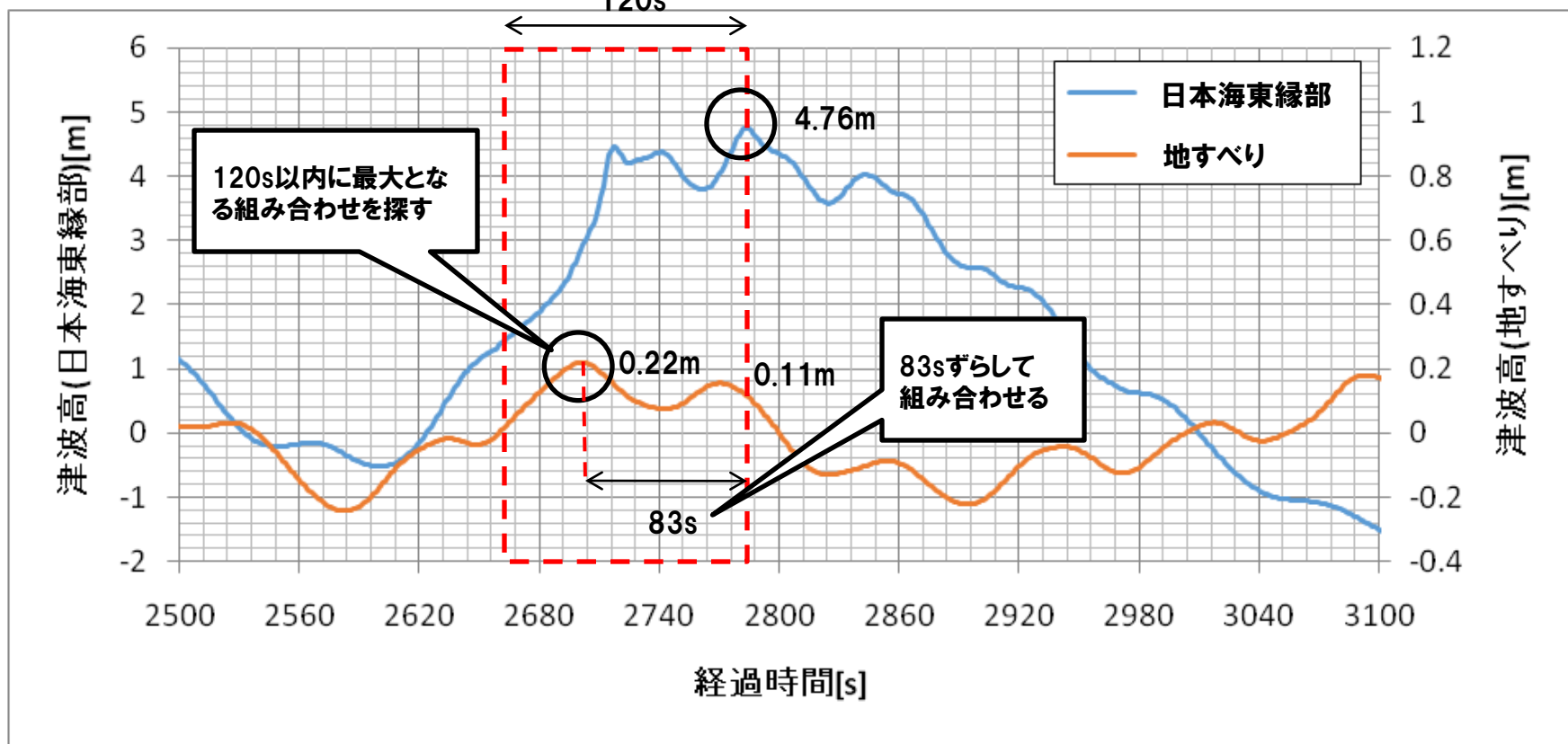


3.4 重畳の時間差の検討

地すべり開始の時間遅れの考慮

- 地すべり開始時刻を地震発生後、0～120秒以内とし、最大の津波高になるよう重畳させる。
- 日本海東縁部に想定される津波のピークを基準とし、120秒間のうち海底地すべりによる津波のピークとなる時間分の遅れを考慮し、重畳させる。

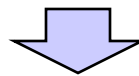
検討例



3.4 重畳の時間差の検討

評価点における波源の組合せ

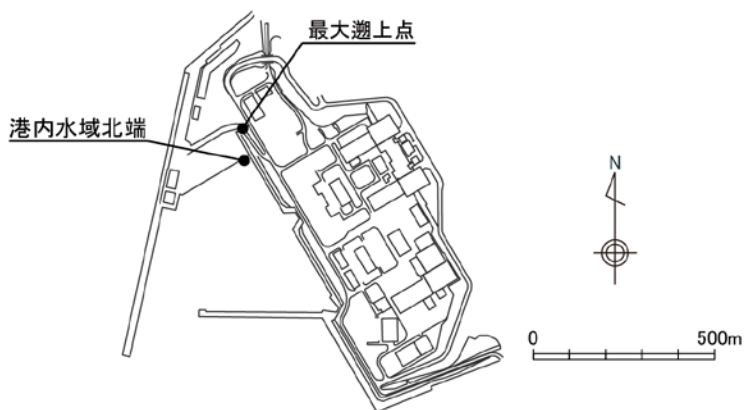
波源 評価点	日本海東縁部	日本海東縁部 + 海底地すべりA	日本海東縁部 + 海底地すべりB	日本海東縁部 + 海底地すべりE
敷地前面 最大水位上昇量	+7.46m	$\Delta h = +0.02\text{m}$ $t = 120\text{s}$	$\Delta h = +0.01\text{m}$ $t = 106\text{s}$	$\Delta h = +0.16\text{m}$ $t = 60\text{s}$
3号炉取水口 最大水位上昇量	+6.20m	$\Delta h = -0.02\text{m}$ $t = 0\text{s}$	$\Delta h = -0.01\text{m}$ $t = 0\text{s}$	$\Delta h = +0.15\text{m}$ $t = 115\text{s}$
3号炉取水口 最大水位下降量	-7.25m	$\Delta h = -0.09\text{m}$ $t = 0\text{s}$	$\Delta h = -0.16\text{m}$ $t = 0\text{s}$	$\Delta h = -0.16\text{m}$ $t = 80\text{s}$
1, 2号炉取水口 最大水位上昇量	+6.20m	$\Delta h = -0.05\text{m}$ $t = 0\text{s}$	$\Delta h = -0.04\text{m}$ $t = 0\text{s}$	$\Delta h = +0.11\text{m}$ $t = 120\text{s}$
1, 2号炉機取水口 最大水位下昇量	-7.14m	$\Delta h = -0.08\text{m}$ $t = 0\text{s}$	$\Delta h = -0.13\text{m}$ $t = 0\text{s}$	$\Delta h = -0.15\text{m}$ $t = 73\text{s}$



- 海底地すべりとの組合せを検討した結果、表中のハッチングケースによる水位が最大となる。
- 今後、陸上地すべりの検討結果を踏まえ、各評価点で最大となる組合せについて、時間差の検討結果を考慮した同時発生モデルでの数値シミュレーションを実施する。

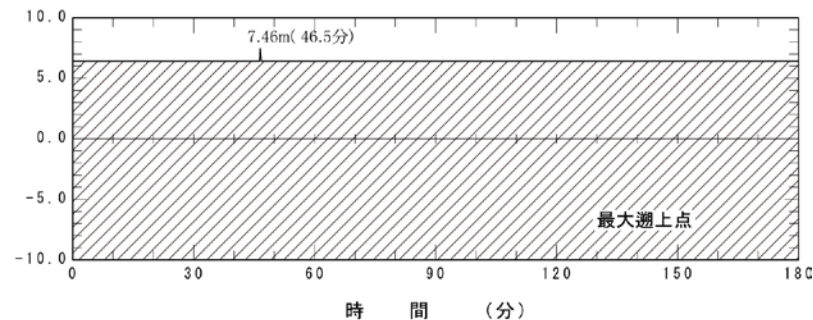
3.4 重畳の時間差の検討

評価点における時刻歴波形 (最大遡上点) (1/2)

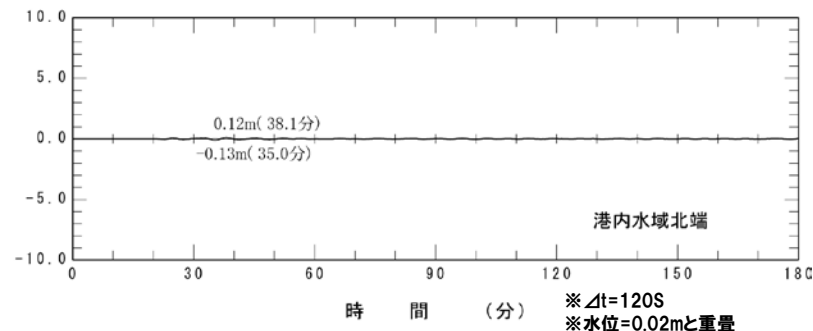


※最大遡上点は、海底地すべりに伴う津波が遡上しないため、港内水域北端の波形と重畳の検討を実施。

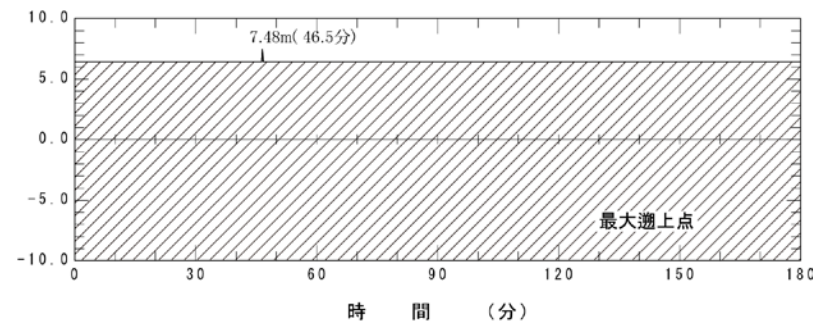
日本海東縁部



海底地すべり(A)



重ね合わせ後

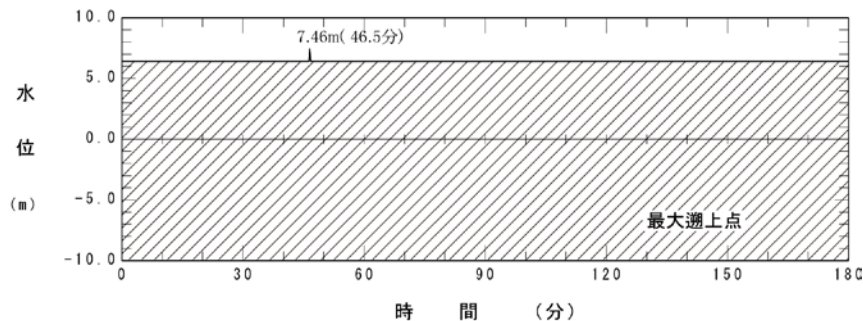


時刻歴波形 (最大遡上点)

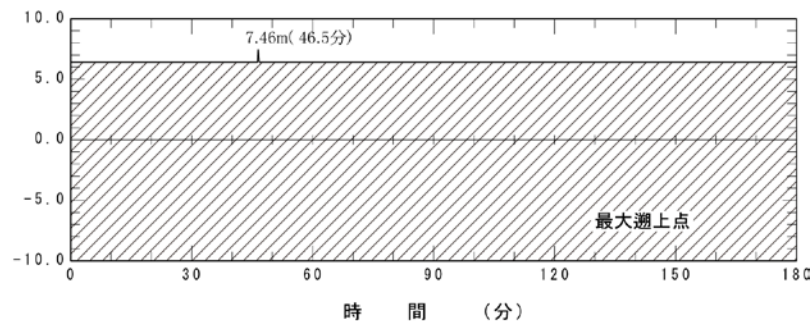
3.4 重畳の時間差の検討

評価点における時刻歴波形 (最大遡上点) (2/2)

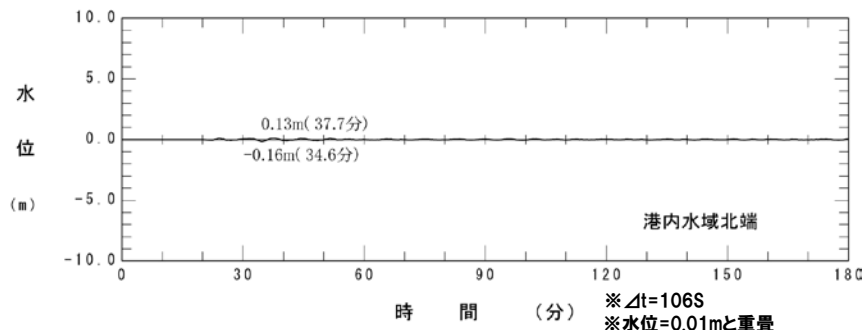
日本海東縁部



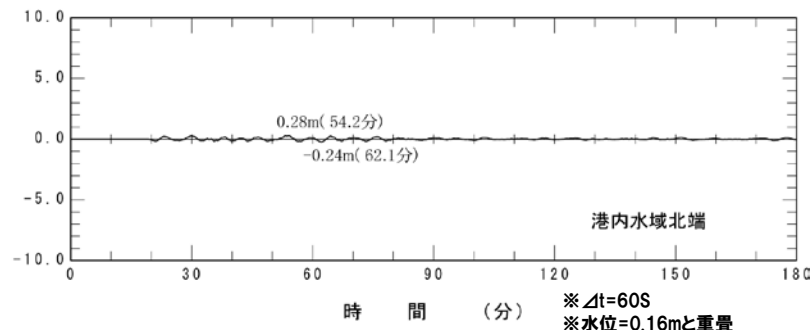
日本海東縁部



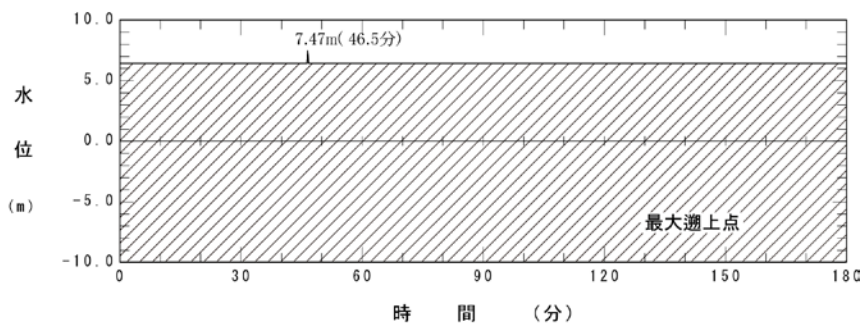
海底地すべり(B)



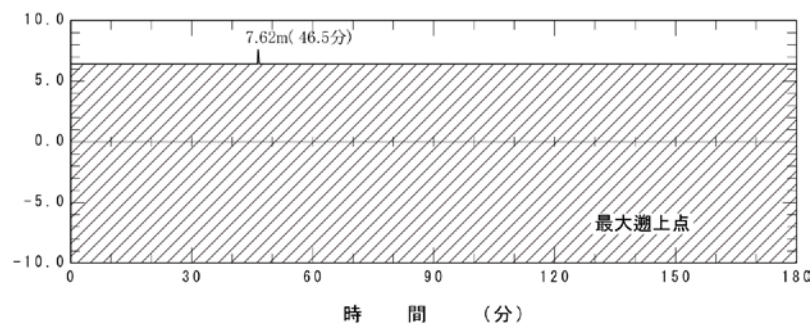
海底地すべり(E)



重ね合わせ後



重ね合わせ後



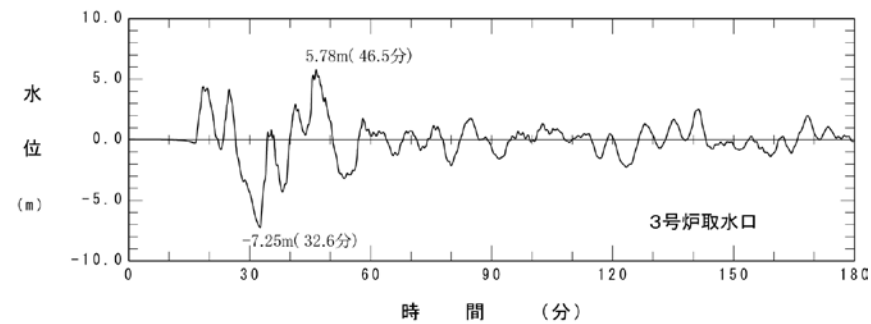
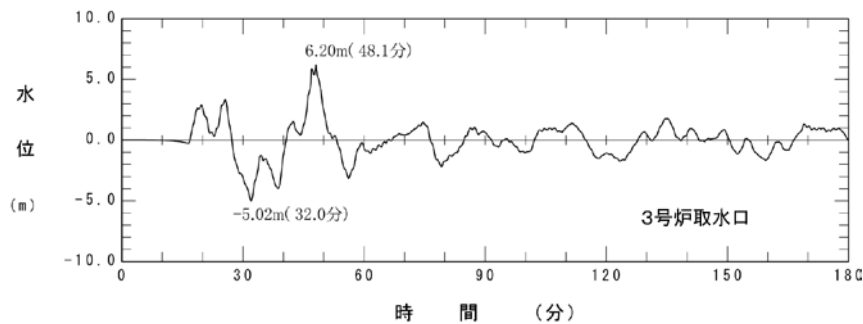
時刻歴波形 (最大遡上点)

時刻歴波形 (最大遡上点)

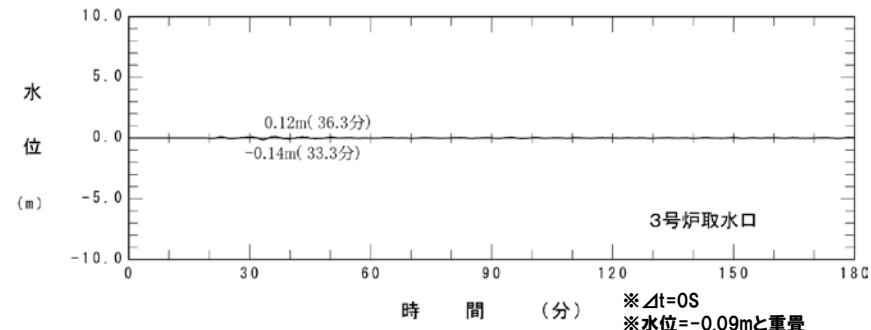
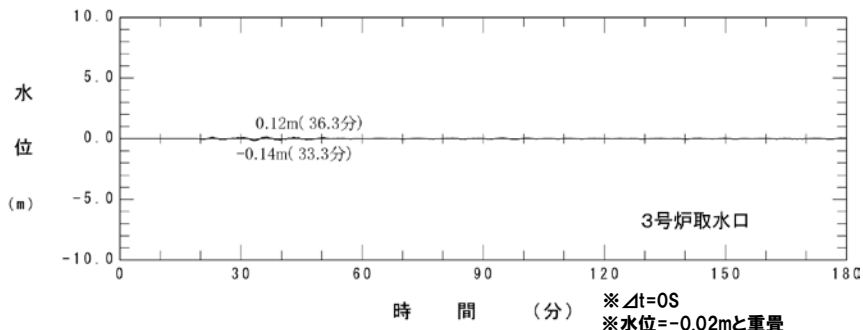
3.4 重畳の時間差の検討

評価点における時刻歴波形 (3号炉) (1/3)

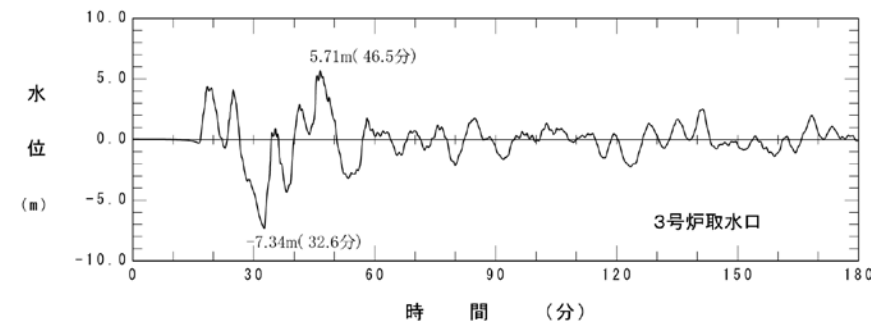
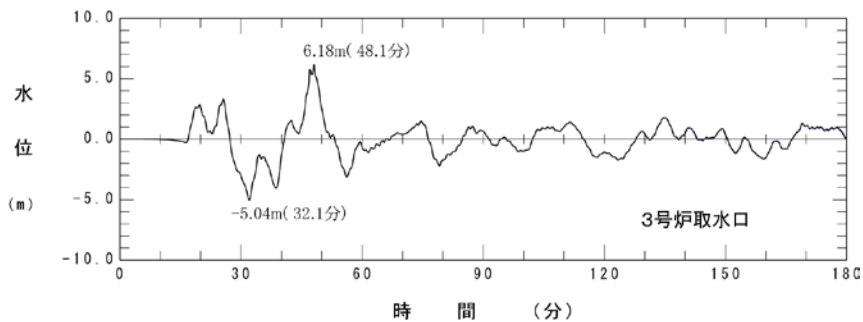
日本海東縁部



海底地すべり(A)



重ね合わせ後



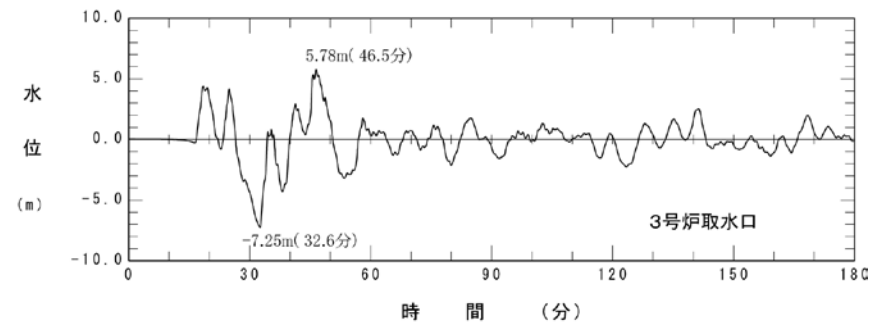
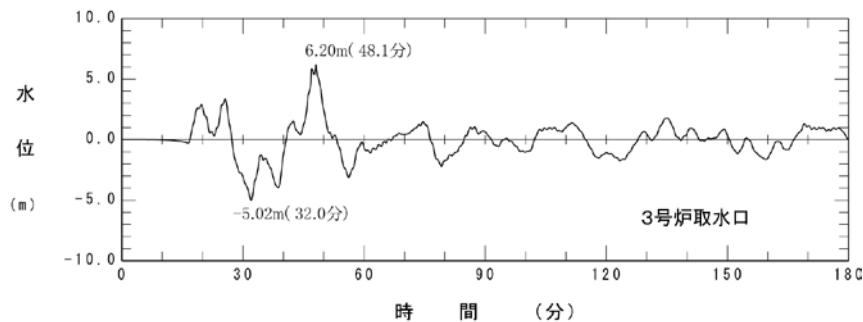
時刻歴波形 (上昇側最大)

時刻歴波形 (下降側最大)

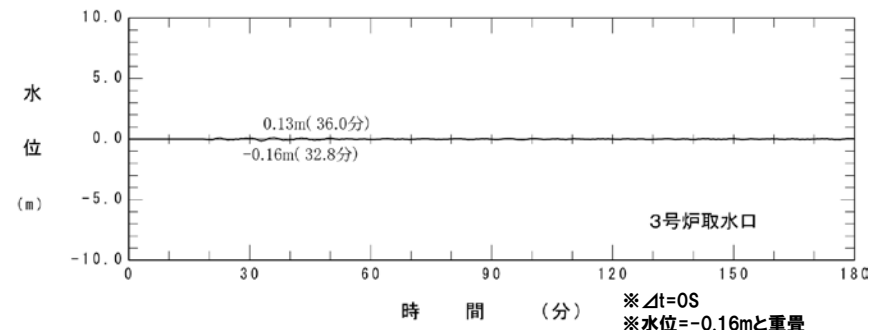
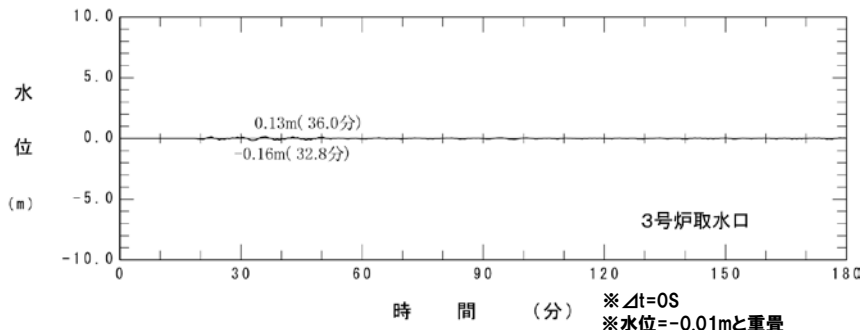
3.4 重畳の時間差の検討

評価点における時刻歴波形 (3号炉) (2/3)

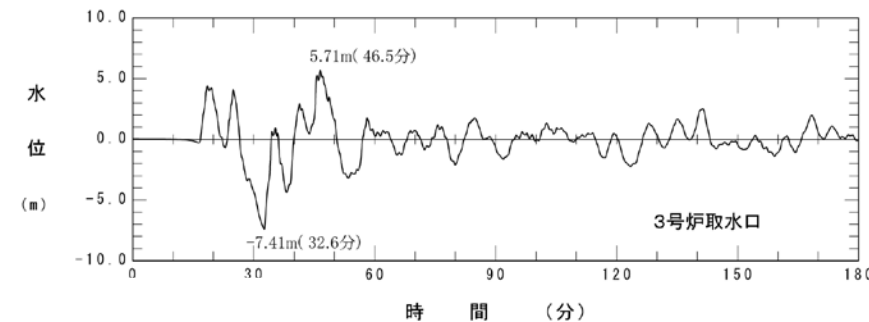
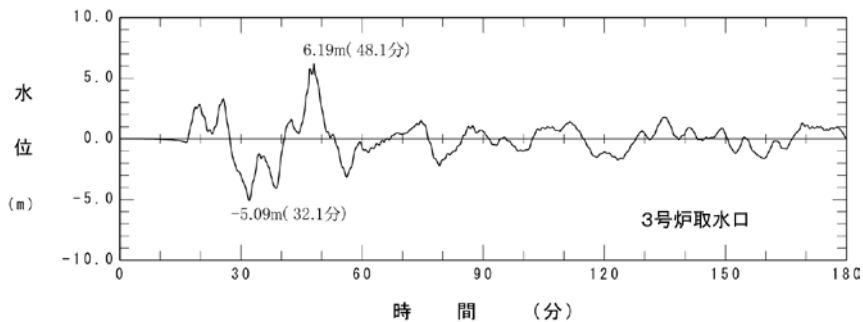
日本海東縁部



海底地すべり(B)



重ね合わせ後



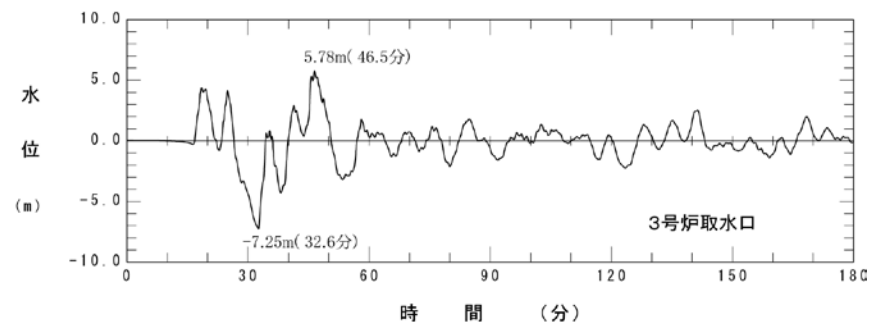
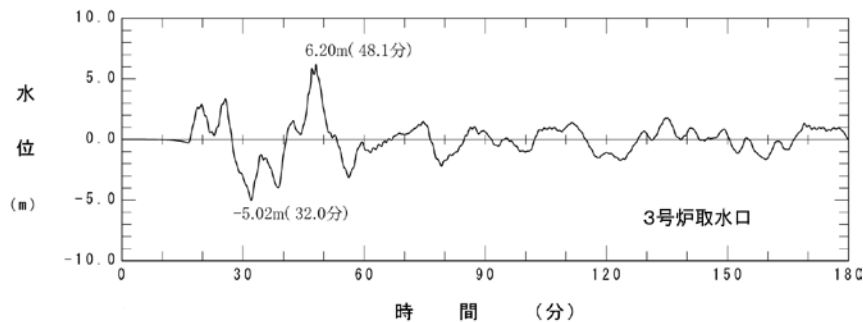
時刻歴波形 (上昇側最大)

時刻歴波形 (下降側最大)

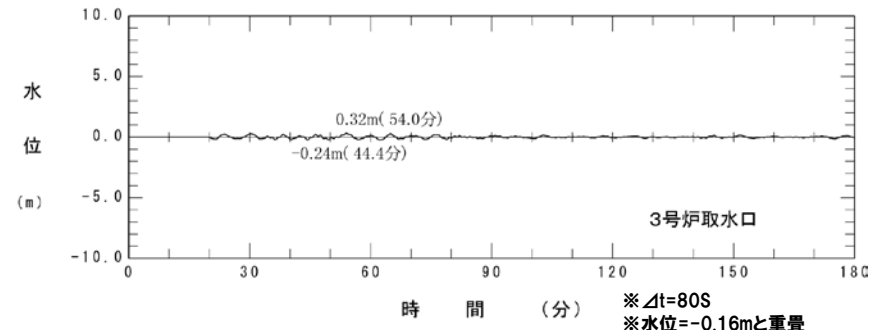
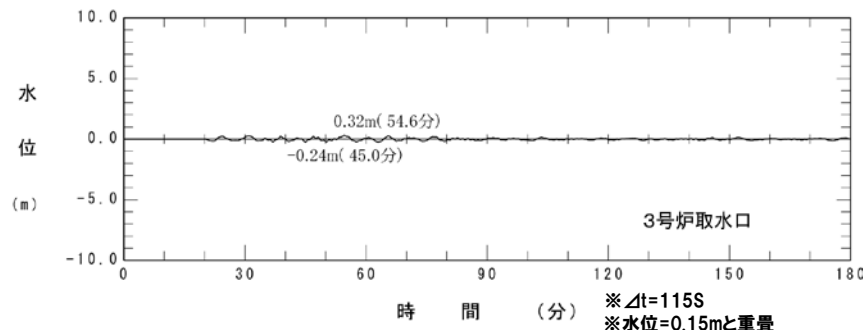
3.4 重畳の時間差の検討

評価点における時刻歴波形 (3号炉) (3/3)

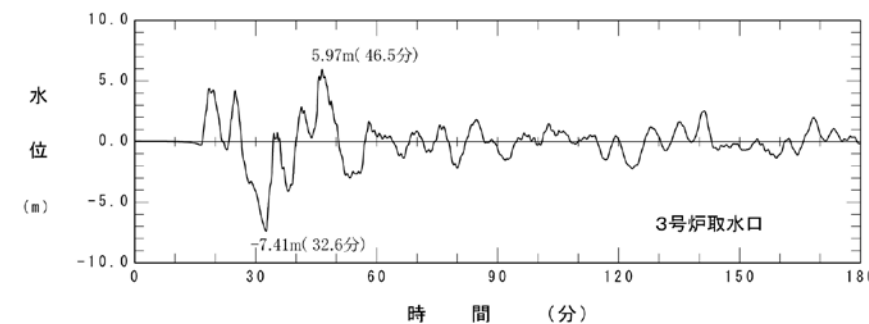
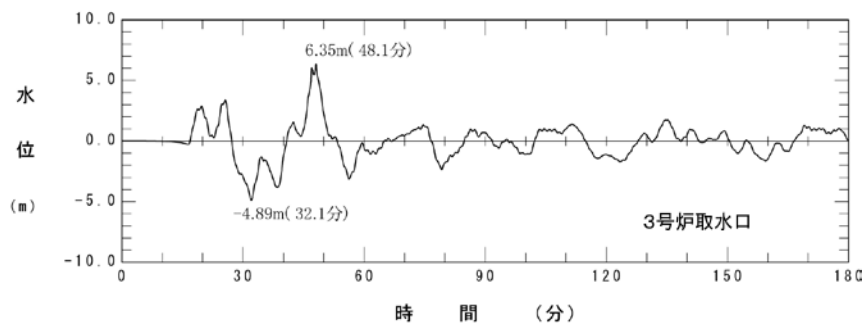
日本海東縁部



海底地すべり(E)



重ね合わせ後



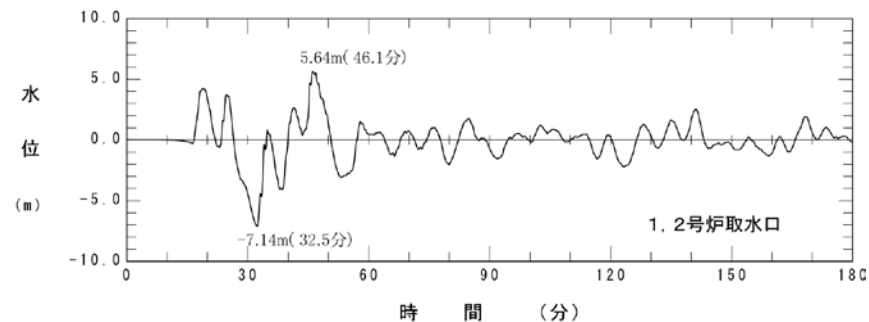
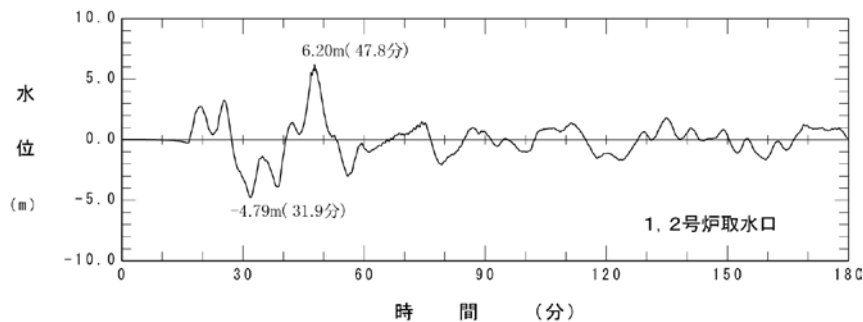
時刻歴波形 (上昇側最大)

時刻歴波形 (下降側最大)

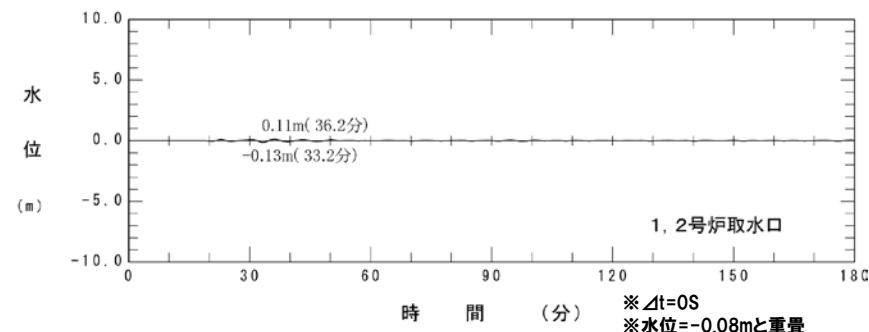
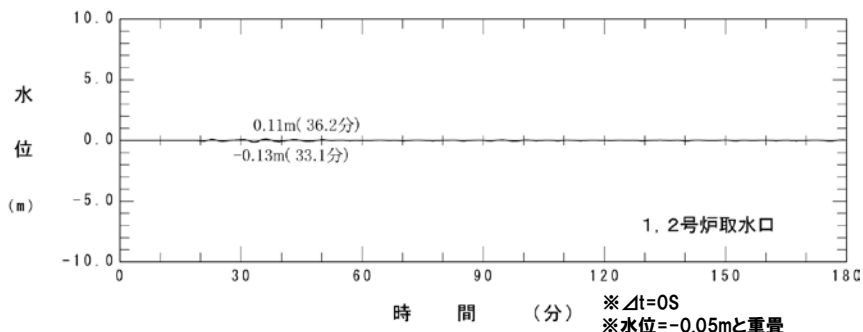
3.4 重畳の時間差の検討

評価点における時刻歴波形 (1,2号炉) (1/3)

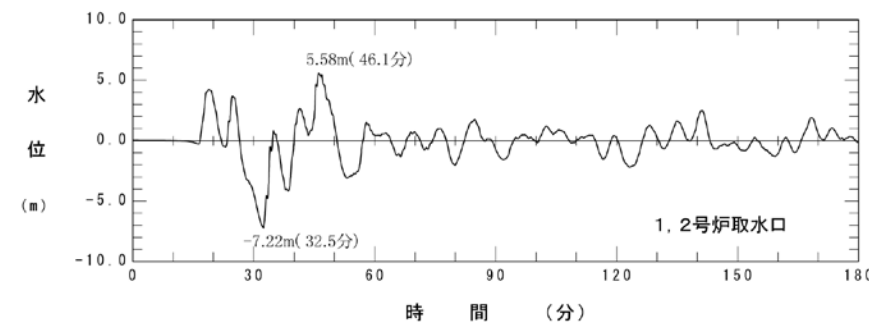
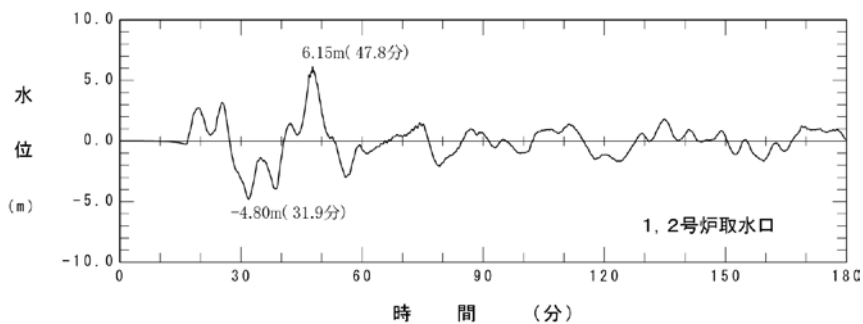
日本海東縁部



海底地すべり(A)



重ね合わせ後



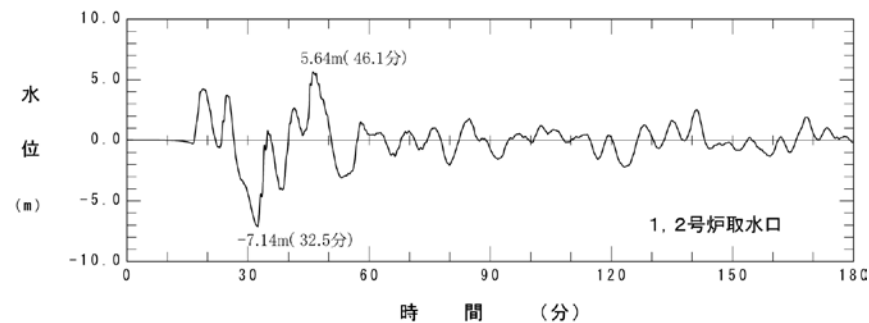
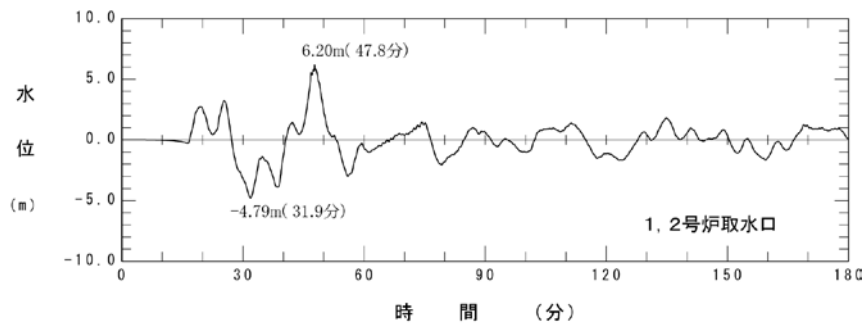
時刻歴波形 (上昇側最大)

時刻歴波形 (下降側最大)

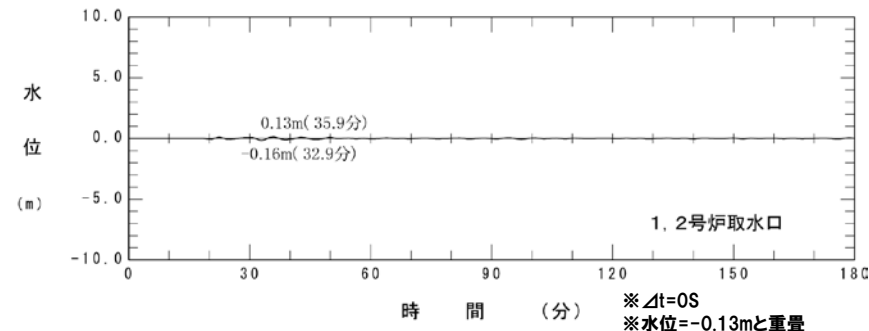
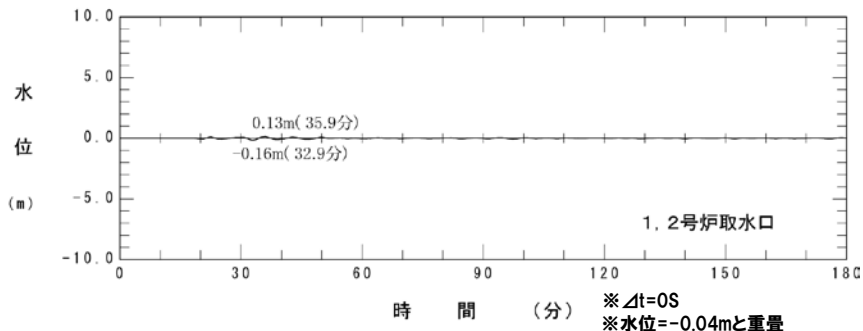
3.4 重畳の時間差の検討

評価点における時刻歴波形 (1,2号炉) (2/3)

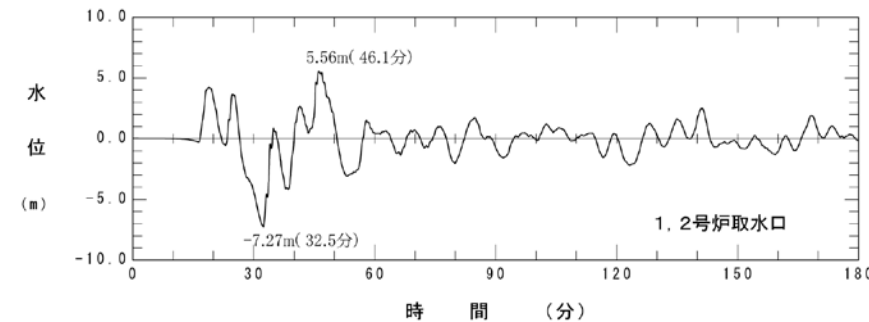
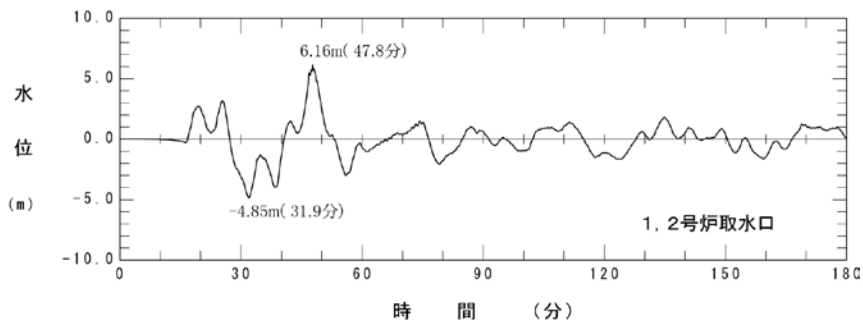
日本海東縁部



海底地すべり(B)



重ね合わせ後



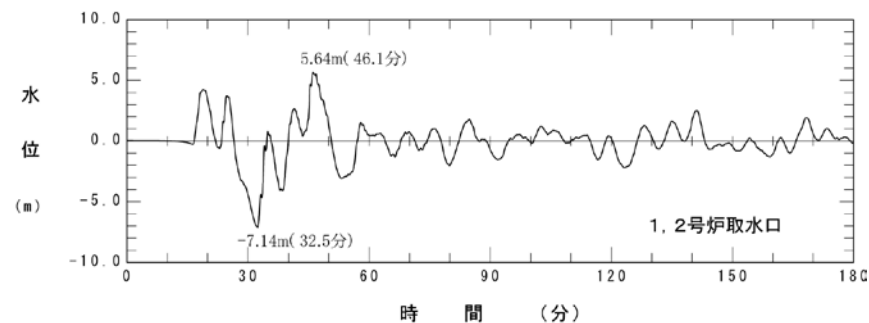
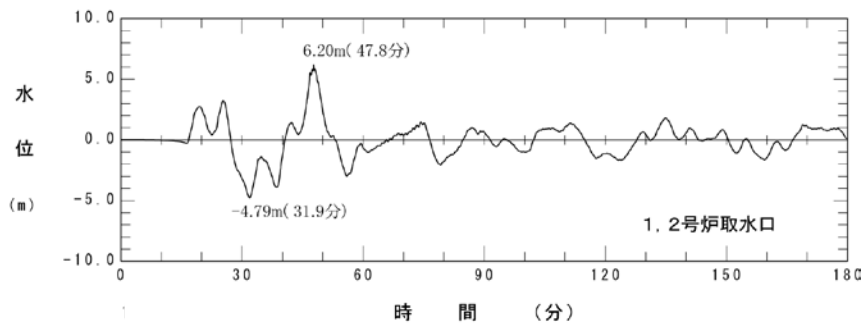
時刻歴波形 (上昇側最大)

時刻歴波形 (下降側最大)

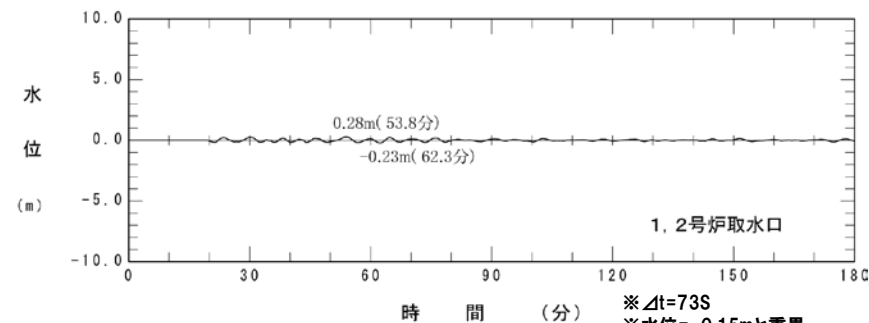
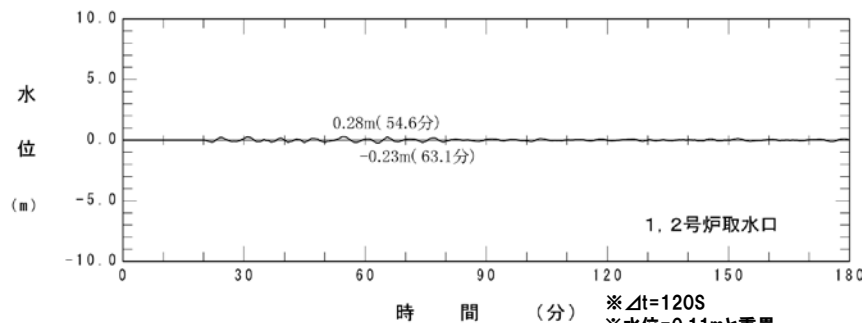
3.4 重畳の時間差の検討

評価点における時刻歴波形 (1,2号炉) (3/3)

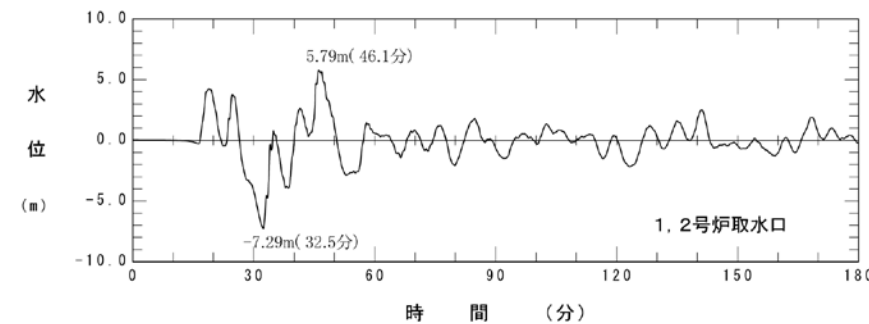
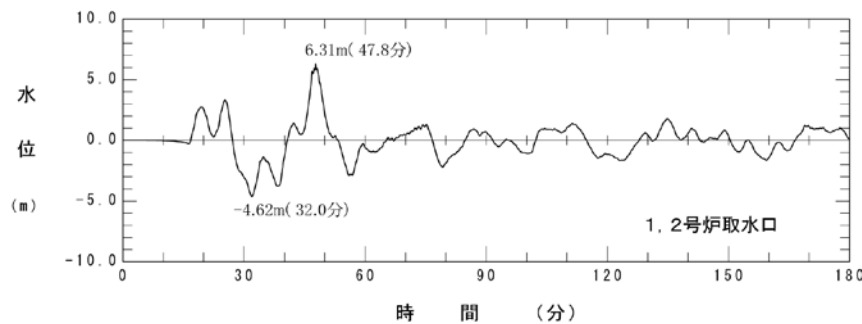
日本海東縁部



海底地すべり(E)



重ね合わせ後



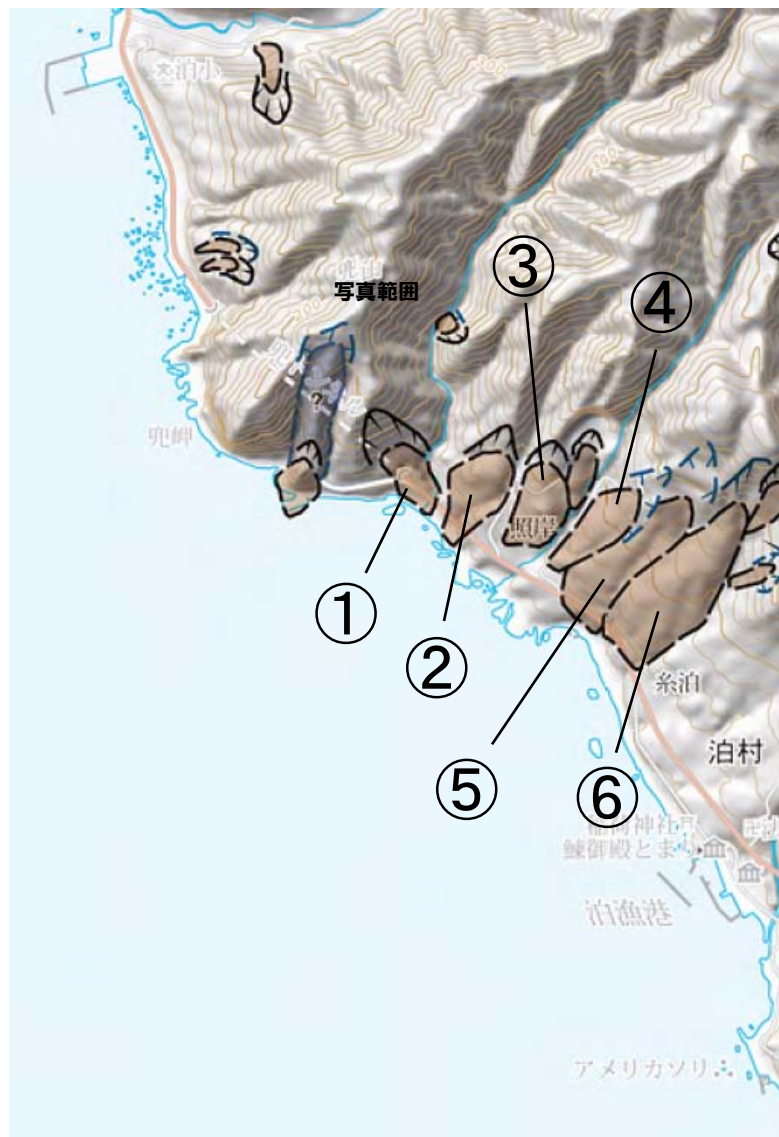
時刻歴波形 (上昇側最大)

時刻歴波形 (下降側最大)

No	指摘事項
4	兜岩のボーリング調査結果等は段丘面調査結果の流用ではなく、地すべり地形調査としての考察が必要。

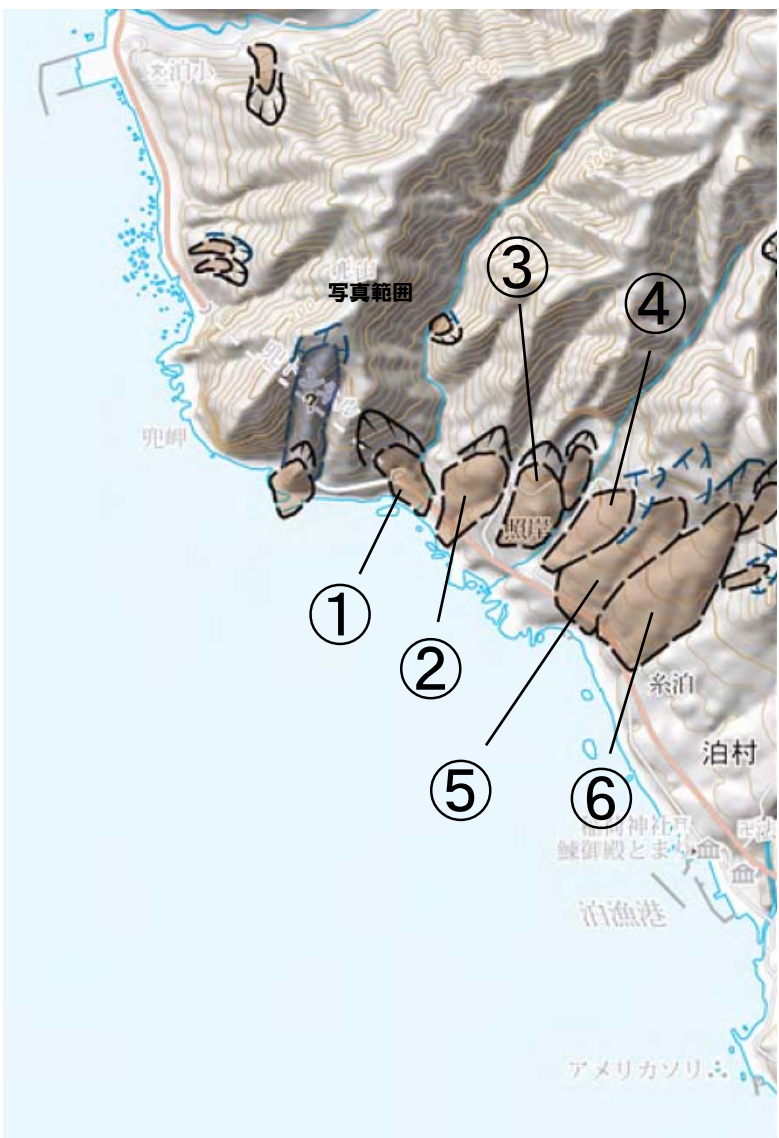
4. 兜岩に関する考察

○防災科研の地すべり地形データベースでは、数箇所の地すべり地形が記載されている。



4. 兜岩に関する考察

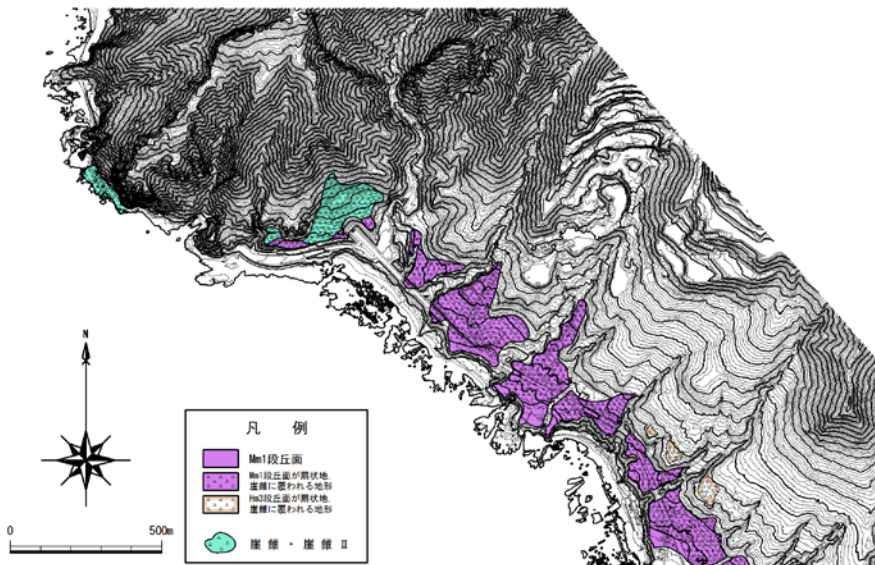
○防災科研の地すべり地形データベースでは、数箇所の地すべり地形が記載されている。



4. 兜岩に関する考察

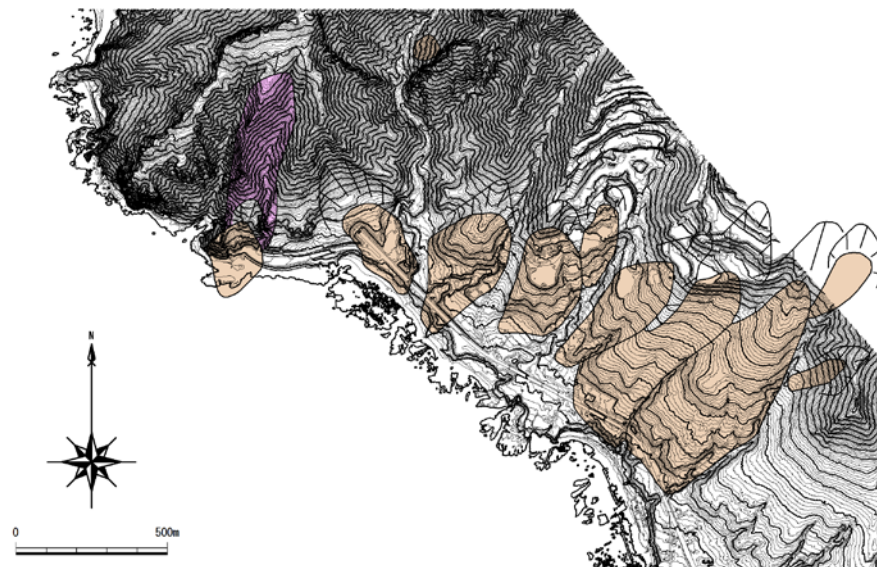
地形調査結果

- 空中写真及び航空レーザー測量によるDEMから作成した1/2,500の地形図を用いて地形判読を実施した。
- 地形調査結果より、防災科研の地すべり地形データに対応するような明瞭な滑落崖、側方崖等の特徴的な地形や等高線の乱れは認められないことから、地すべり地形は判読していない。



※等高線間隔:2m

地形分類図(原図 1/2,500)

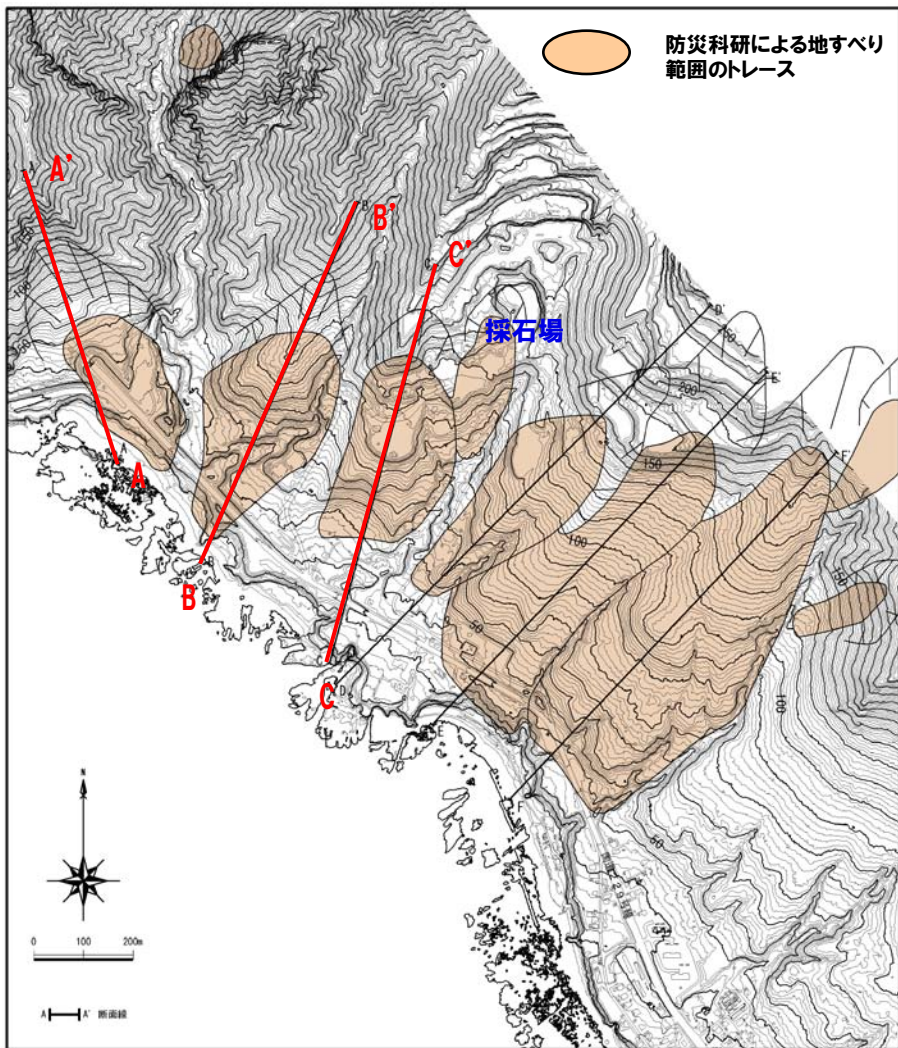


※1/2,500地形図にトレースしたもの

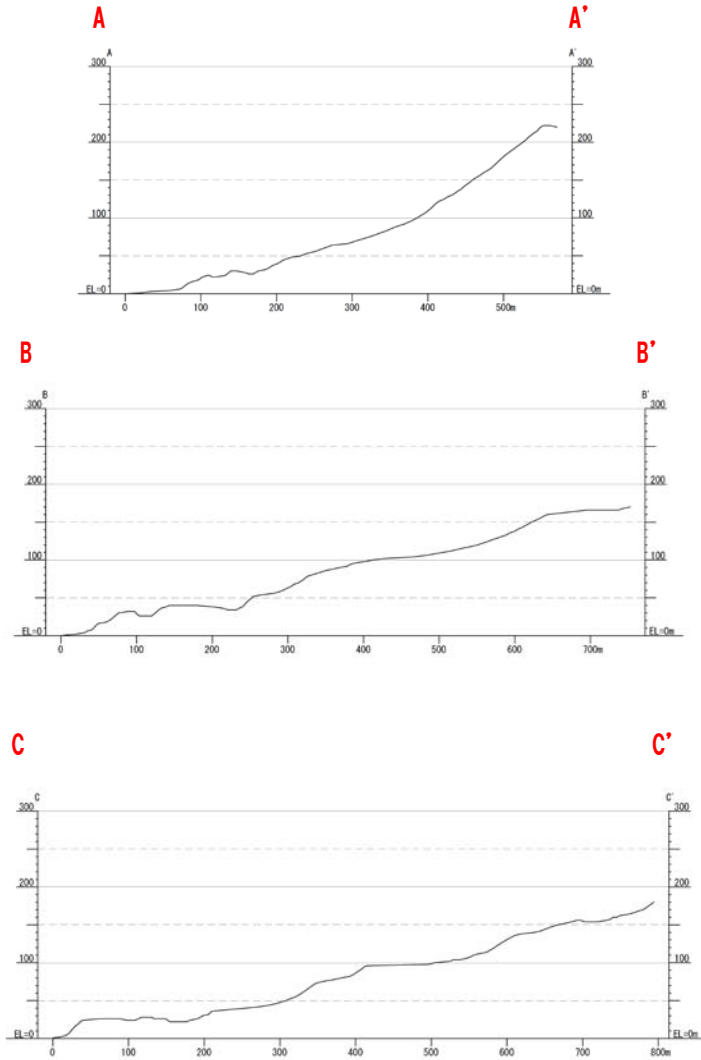
防災科研地すべり地形範囲

4. 兜岩に関する考察

地形調査結果



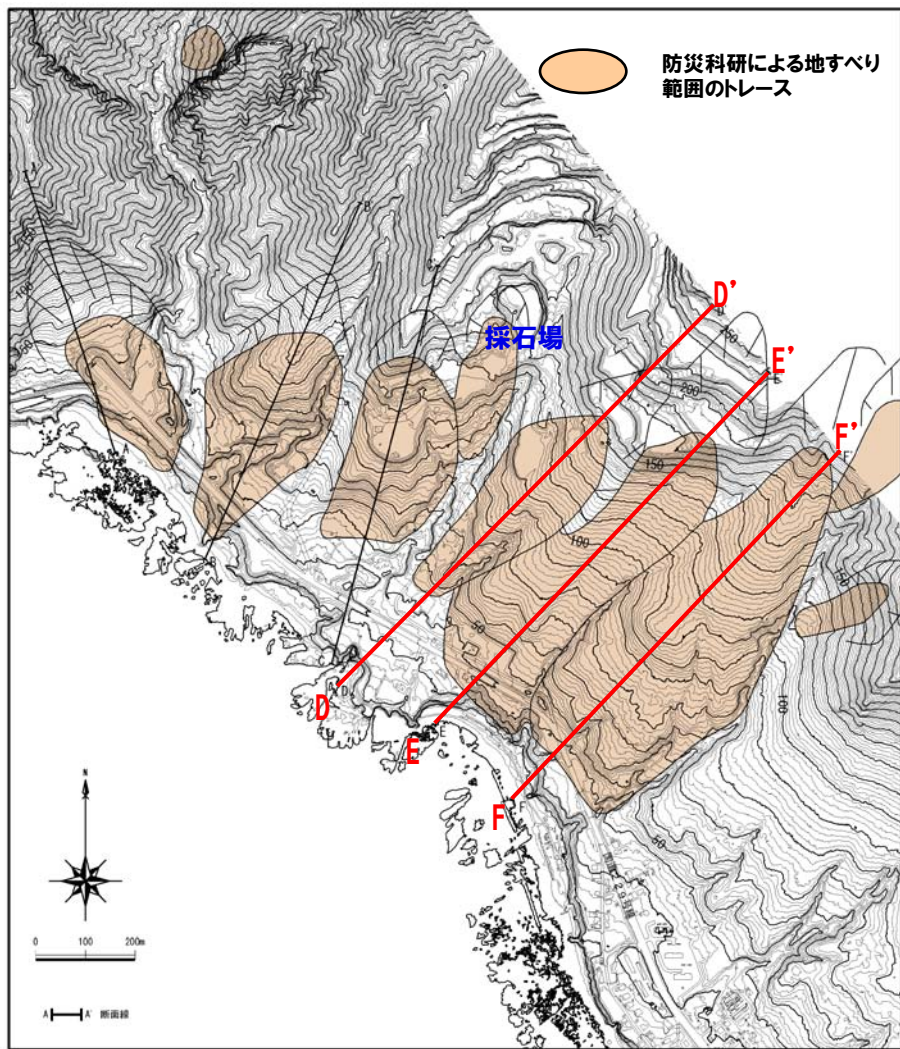
地形図（原図 1/2,500）



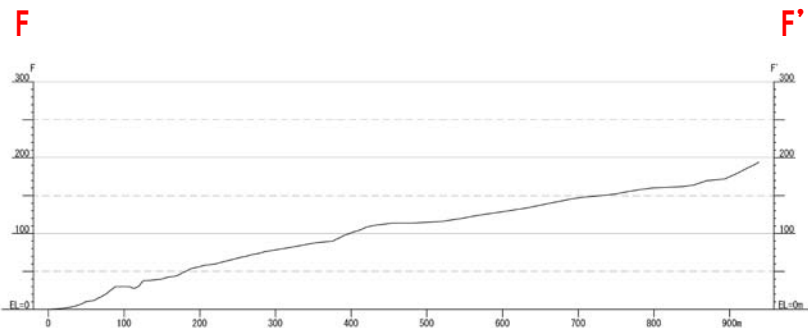
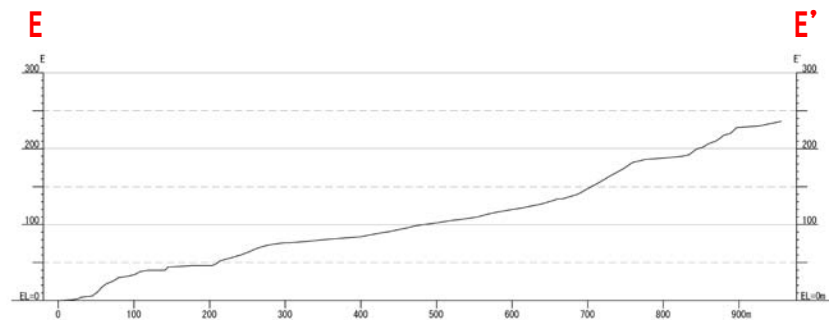
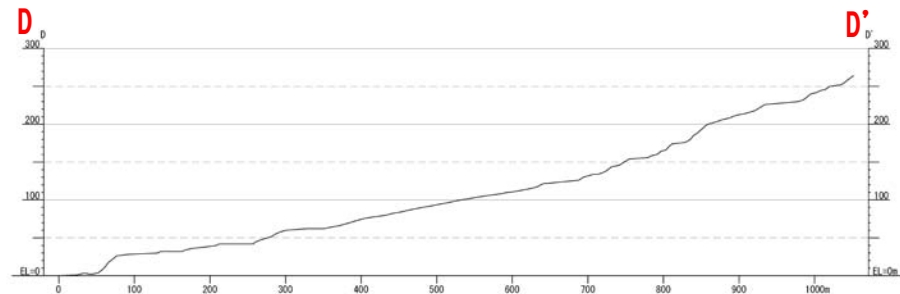
断面図

4. 兜岩に関する考察

地形調査結果

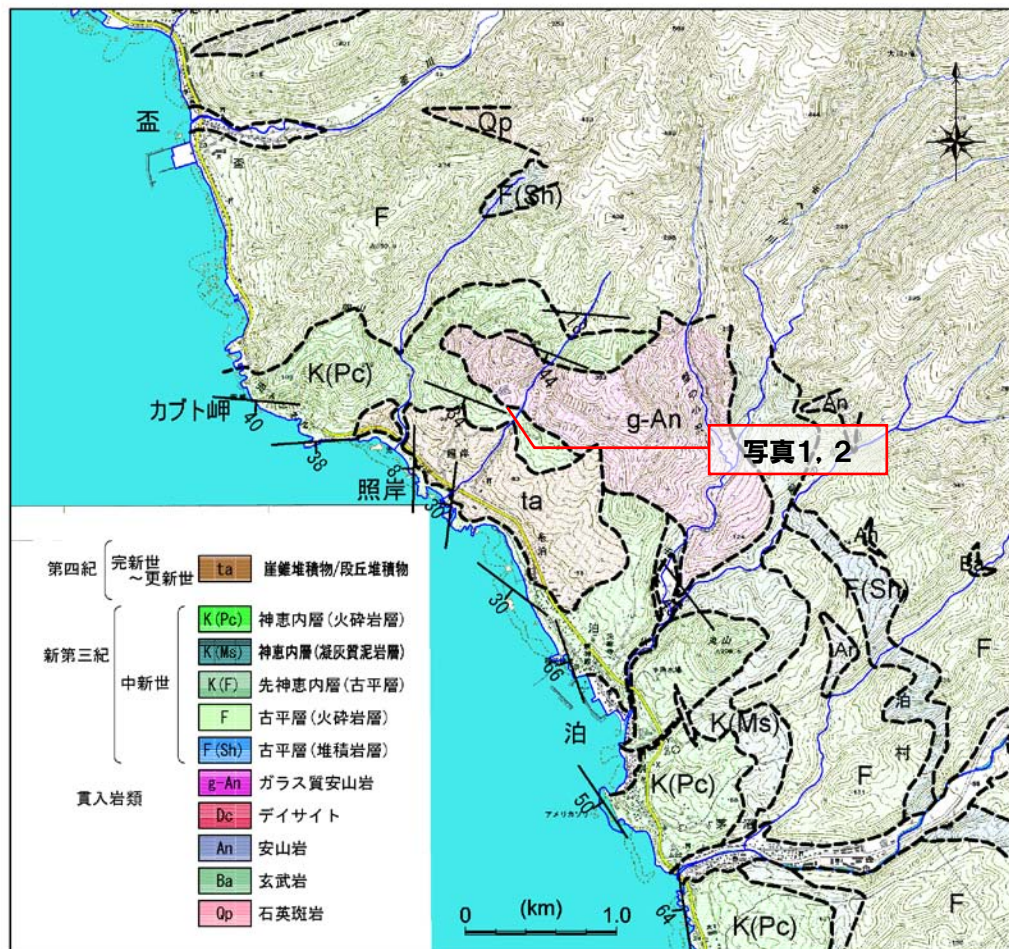


地形図（原図 1/2,500）



4. 兜岩に関する考察

地表地質踏査結果



○兜岩周辺には、新第三系上部中新統の神恵内層の火砕岩が分布し、その山側に貫入岩が分布している。

貫入岩の特徴は以下のとおりである。

- 黒色の硬質なガラス質安山岩が主体である。
- 柱状節理が発達する部分が認められる。



写真1 山側に分布する貫入岩

4. 兜岩に関する考察

地表地質踏査結果

- 防災科研の地すべり地形データベースでは、貫入岩と神恵内層の境界付近、神恵内層の火砕岩と貫入岩の境界、神恵内層の火砕岩と崖錐堆積物の境界の山側付近に滑落崖を記載している。
- 貫入岩と神恵内層の境界は山側の採石場で認められるが、境界周辺に地すべりによる破碎を示唆するものは認められない。
- 写真に示す点線付近に火砕岩と貫入岩類(安山岩)の境界が認められるが、地すべりによる破碎は認められない。

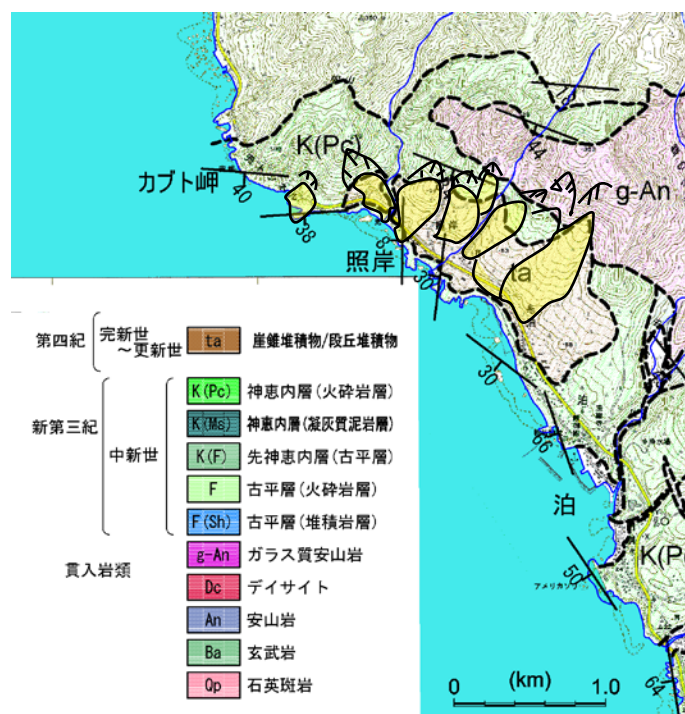


写真2 照岸地点山側の採石場

4. 兜岩に関する考察

地表地質踏査結果

○沿岸部では神恵内層の火砕岩が塊状に分布し、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。

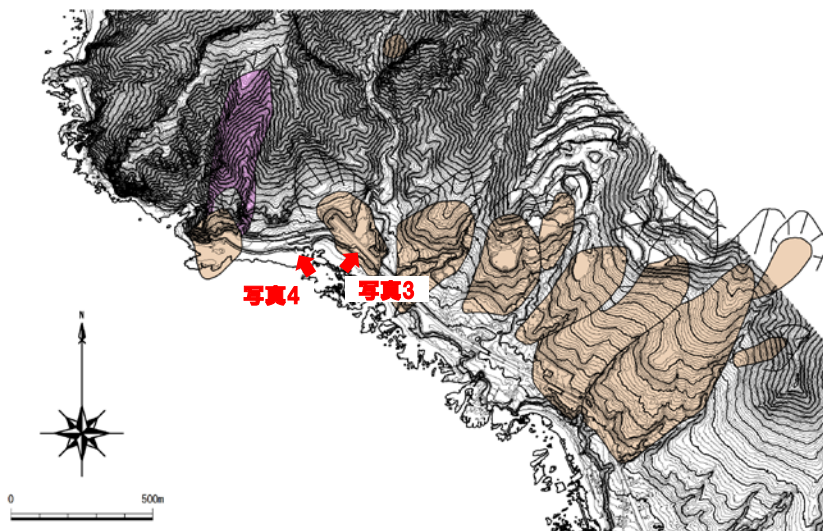


写真3 沿岸部の火砕岩分布状況



写真4 沿岸部の火砕岩分布状況

4. 兜岩に関する考察

地表地質踏査結果

○沿岸部では神恵内層の火砕岩が塊状に分布し、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。

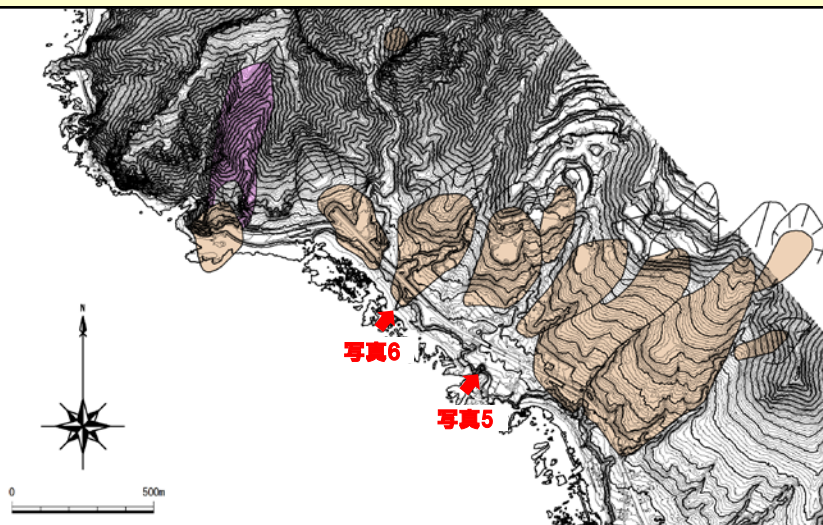


写真5 沿岸部の火砕岩分布状況



写真6 沿岸部の火砕岩分布状況

4. 兜岩に関する考察

地表地質踏査結果

○沿岸部では神恵内層の火砕岩が塊状に分布し、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。

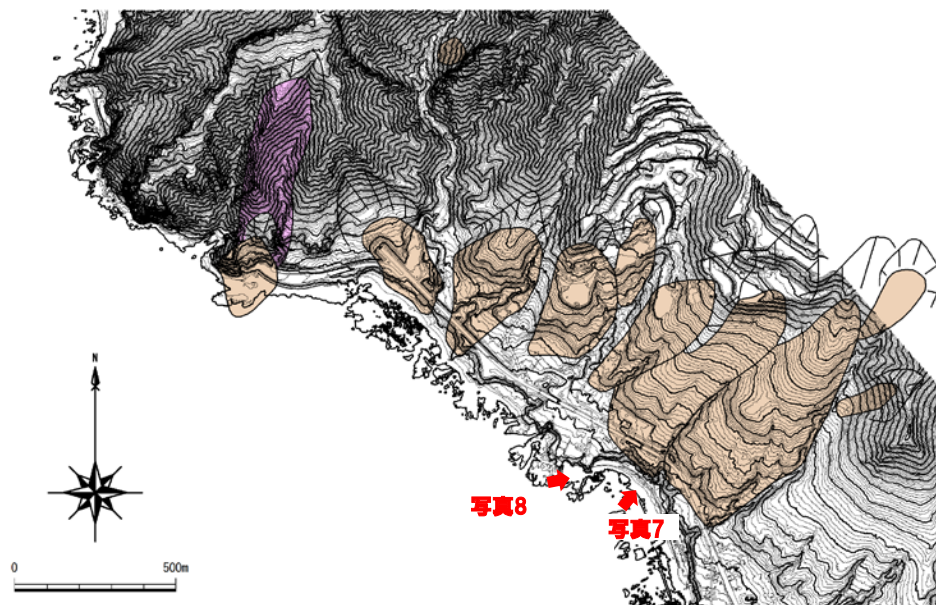


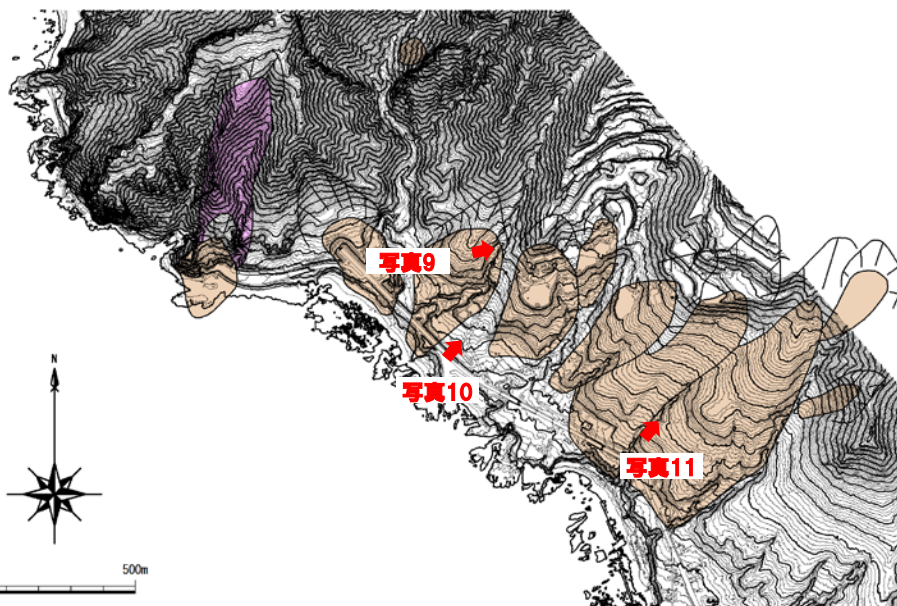
写真7 沿岸部の火砕岩分布状況



写真8 沿岸部の火砕岩分布状況

4. 兜岩に関する考察

地表地質踏査結果



- 防災科研の地すべり地形範囲の河床露頭には、神恵内層の火砕岩が塊状に分布し、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。
- 周辺で基盤を覆って分布する堆積物(写真10)は、礫混じりシルト質砂を主体とし、よく締まっている。

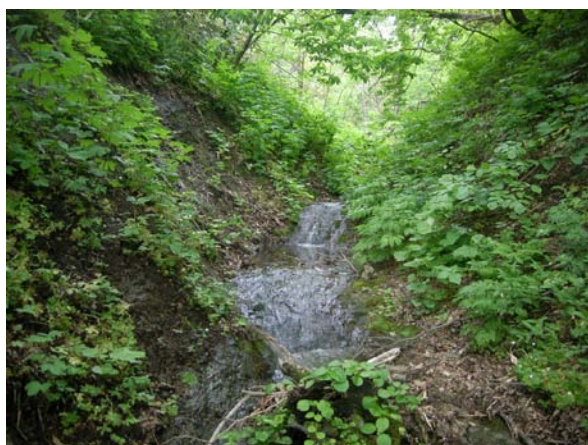


写真9 神恵内層の河床露頭



写真10 基盤を覆って分布する堆積物



写真11 神恵内層の河床露頭

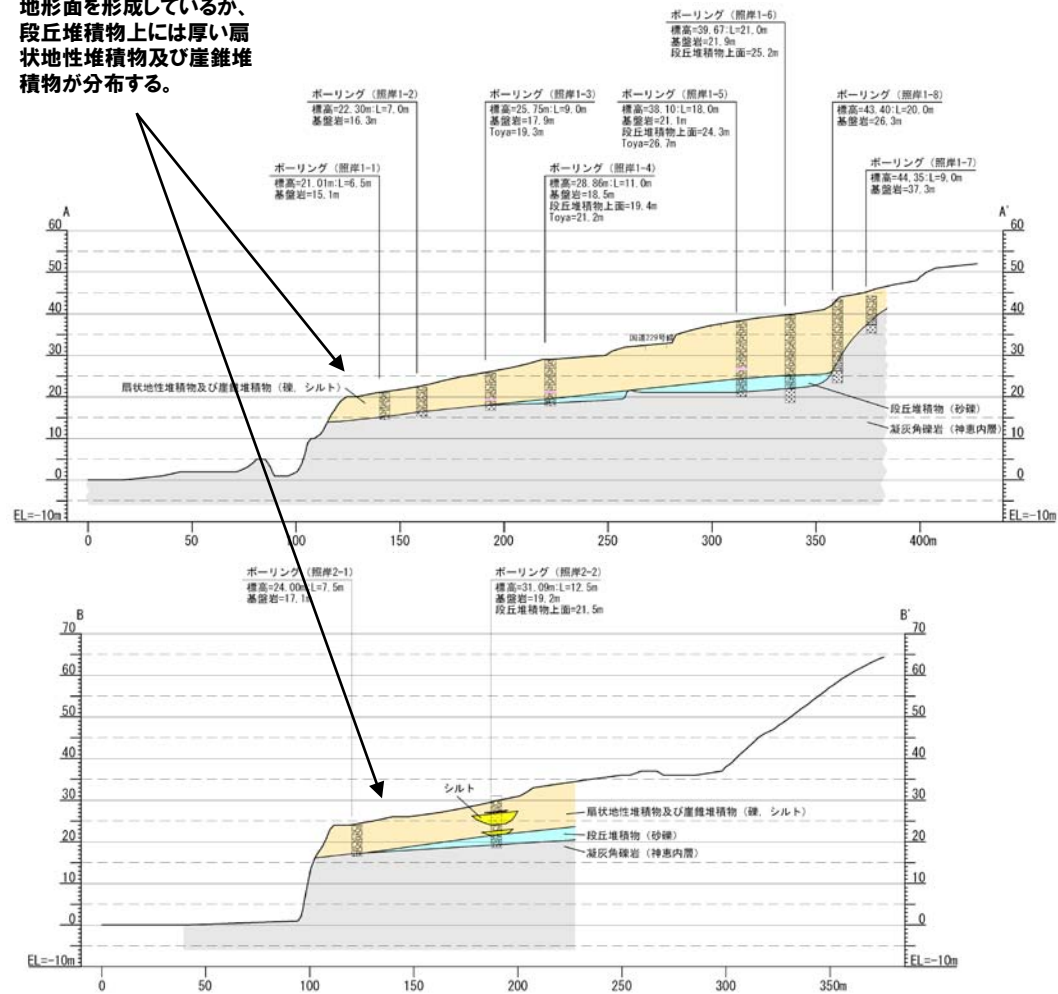
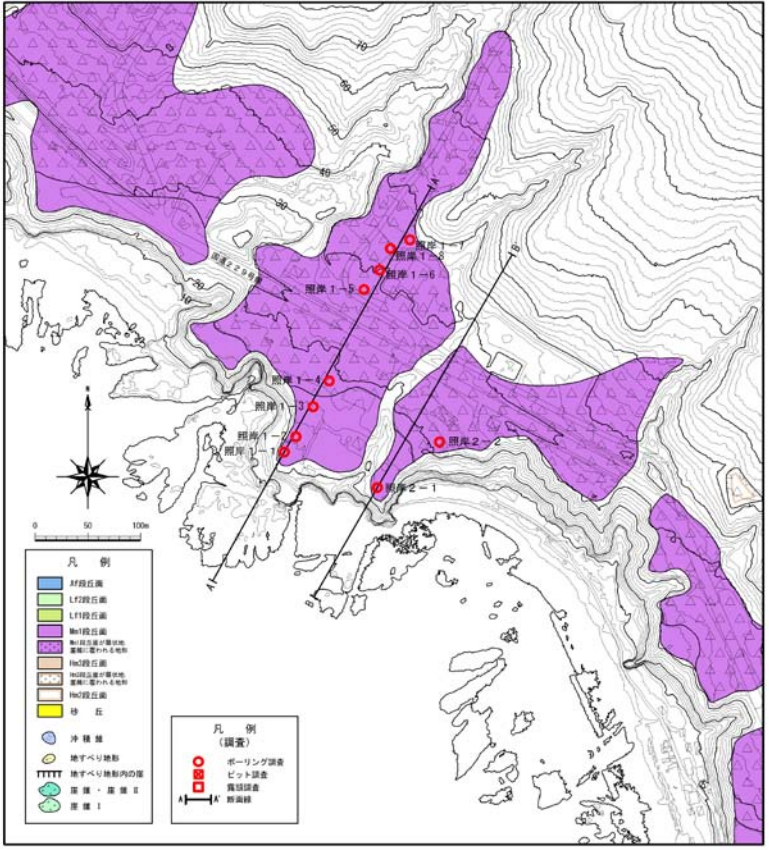
4. 兜岩に関する考察

ボーリング調査結果

泊村 照岸

○防災科研により指摘される地滑り分布の下部～下流の海岸部で実施したボーリング調査結果では、基盤岩の上位に段丘堆積物及び洞爺火山灰が認められ、岩盤と堆積物の間に堆積物の乱れは認められず、境界もスムーズに連続する。

本地点は、比較的平坦な地形面を形成しているが、段丘堆積物上には厚い扇状地性堆積物及び崖錐堆積物が分布する。

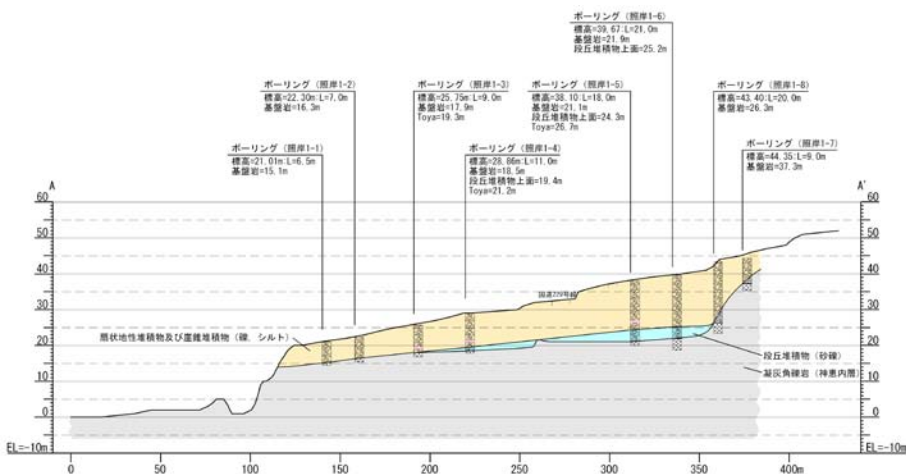


4. 兜岩に関する考察

ボーリング調査結果



照岸地点遠景



照岸地点断面図

○照岸地点のボーリングコアについては、以下のことが確認され、ボーリング調査地点においては、地すべりを示唆するものは認められない。

- 基盤と堆積物の境界付近はほぼ一様に連続し、地すべりによる影響を受けていない。
- 沿岸部の露頭及びボーリングコアで確認される基盤岩は健岩であり、ブロック状に破碎された部分や擦痕等は認められない。
- 段丘堆積物の上位の地層は、周辺と同様のシルト質な砂礫が主体で、基質はシルトを含む細粒砂、礫は安山岩質で粒径の大きい角礫、亜角礫、亜円礫が混入しており、地表地質踏査で確認されているものと同様であり、崖錐堆積物、または扇状地性堆積物と推定される。なお、これらの堆積物中にせん断面やシート状の粘土の挟在等は認められない。

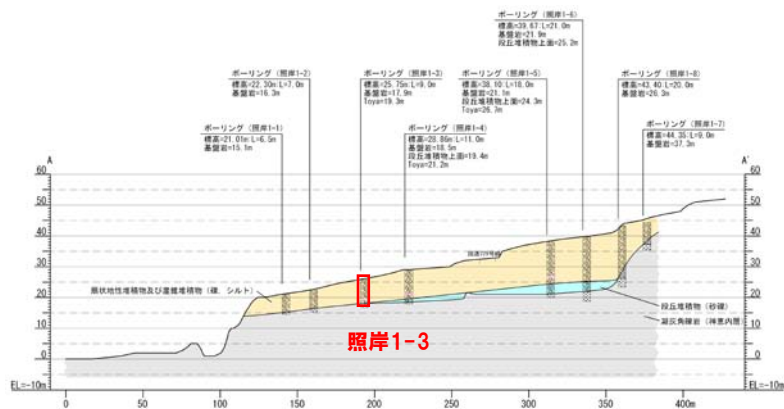
4. 兜岩に関する考察

兜岩付近における地すべりに関する検討結果

【防災科研の地すべり地形データベースで示される兜岩付近の地すべり地形について】

- 空中写真及び1/2,500地形図を用いた地形判読結果より、兜岩付近では、防災科研の地すべり地形データベースに対応するような明瞭な滑落崖、側方崖等の特徴的な地形や、等高線の乱れは認められない。
- 防災科研の地すべり地形データベースでは、貫入岩と神恵内層の境界付近、神恵内層の火砕岩と貫入岩の境界、神恵内層の火砕岩と崖錐堆積物の境界の山側付近に滑落崖を記載しているが、採石場付近で確認される貫入岩と神恵内層の境界付近では、地すべりによる破碎を示唆するものは認められない。また、沿岸部では、神恵内層の火砕岩が塊状に分布し、地すべりによる破碎を示唆するようなものは認められない。
- 照岸地点のボーリング調査結果では、防災科研の地すべり地形データベースで示される地すべり地形末端付近のボーリングコアで確認される基盤岩は健岩であり、ブロック状に破碎された部分や擦痕等は認められない。また、基盤と堆積物の境界付近はほぼ一様に連続しており、堆積物中にもにせん断面やシート状の粘土の挟在等は認められないことから、崩積土地すべりも想定されない。
- 以上から、少なくとも本地点では、地すべりが沿岸部まで及んでいないと考えられる。なお、本地点の沿岸部陸域は緩傾斜で、海岸沿いに波食棚が広く分布しており、仮に堆積物中で地すべりが発生しても、直接海域に土塊が流入しないことから、大きな津波が発生するようことはない。

泊村 照岸



□ : 洞爺火山灰確認位置 (6.4~6.5m) EL19.4~19.3m

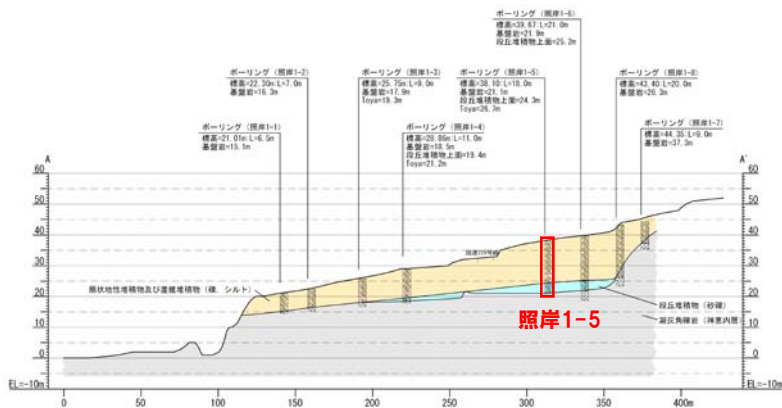
コア写真(照岸1-3)



コア写真(照岸1-3別孔 深度4.6m~6.5m)

【参考】ボーリング調査結果(コア写真)

泊村 照岸



コア写真(照岸1-5別孔 深度5.5m~7.5m)



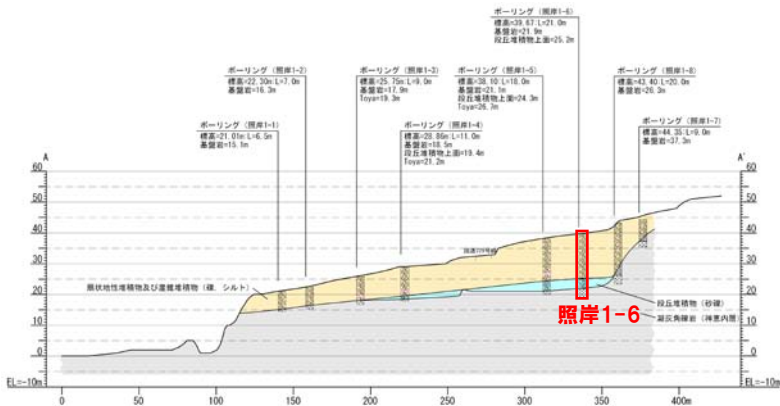
□ : 洞爺火山灰確認位置 (11.3~11.4m) EL26.8~26.7m

コア写真(照岸1-5)




【参考】ボーリング調査結果(コア写真)

泊村 照岸

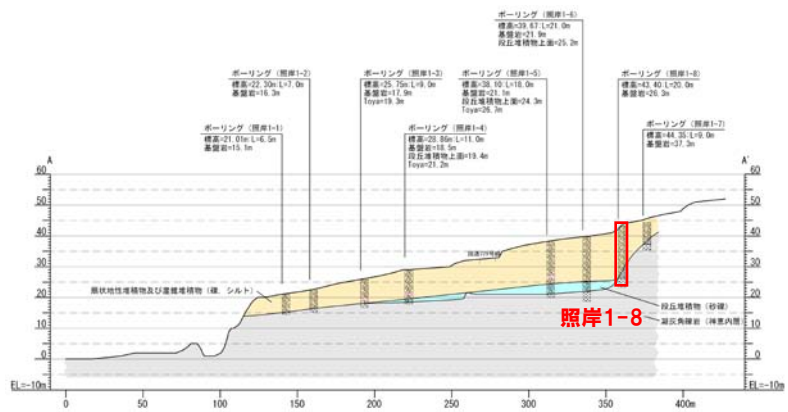


コア写真(照岸1-6別孔 深度8.5m~10.2m)


 コア写真(照岸1-6)

【参考】ボーリング調査結果(コア写真)

泊村 照岸

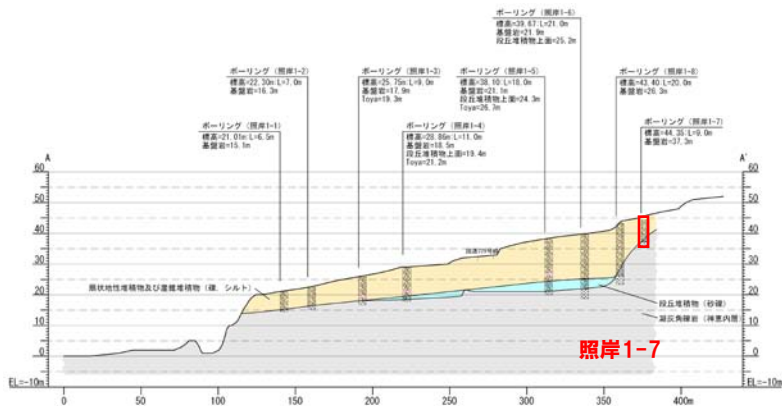


コア写真(照岸1-8別孔 深度8.0m~9.0m)



コア写真(照岸1-8)

泊村 照岸



コア写真(照岸1-7)

No	指摘事項
5	土砂移動について、土砂密度や粒径の根拠を示すこと。

5. 砂移動解析における底質条件

底質条件

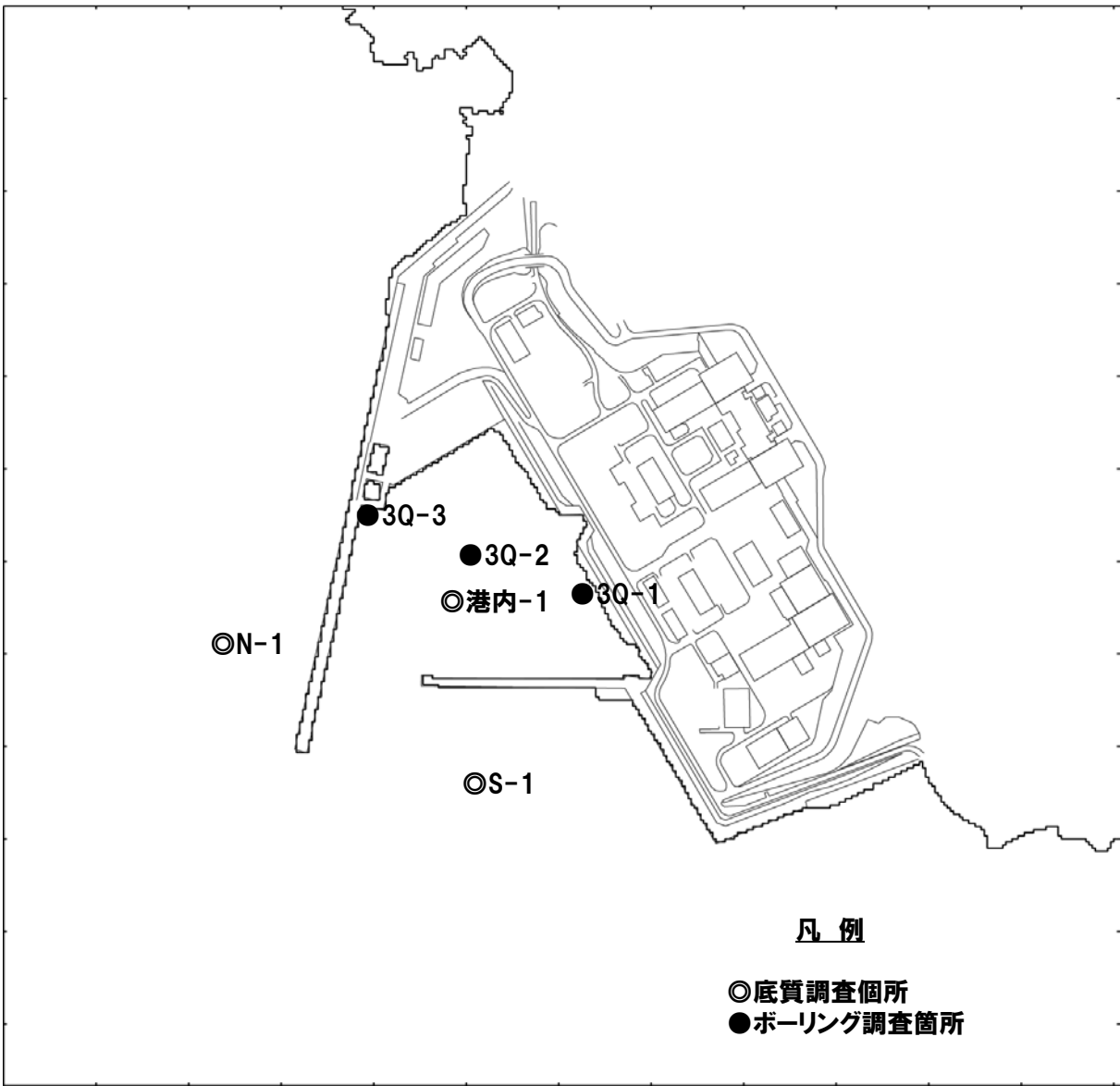
- 泊発電所の底質・地質調査結果を基に、海底表層の砂の密度および粒径を整理して、表に示す。
- As1は表層に厚さ約5m程度、As2はAs1の下に厚さ約10m程度分布している。
- 砂移動は、As1で起こると考えられる。
- 砂の中央粒径に関しては、底質分布調査による3点と地質調査によるAs1層の1点の平均として $d_{50}=0.154\text{mm}$ を用いることとした。また、砂の比重（密度）は、As1とAs2で有意な差はないと判断し、As1及びAs2の平均（9点）として $\rho_s=2.744\text{g/cm}^3$ を採用した。

	岩種	採取地点	深さ (m)	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	中央粒径 d_{50} (mm)
底質分布調査	As1	N-1	表層	—	0.156
		S-1	表層	—	0.133
		港内-1	表層	—	0.157
泊3号炉地質調査	As2	3Q-3P1	3.15~3.45	2.798	0.1712
		3Q-2P1	2.15~2.43	2.726	0.3541
		3Q-2P2	8.15~8.45	2.734	0.3082
		3Q-2P3	11.85~12.15	2.719	0.1472
		3Q-2P4	13.15~13.45	2.717	0.0849
		3Q-2T1	5.00~6.20	2.776	0.3019
		3Q-3P2	6.15~6.39	2.733	0.2834
		3Q-3P3	9.15~9.31	2.734	0.3219
		3Q-3P4	13.15~13.45	2.76	0.3022
As1平均				2.798	0.154
As1最大					0.1712
As1最小					0.133
As2平均				2.737	0.263
As2最大				2.776	0.3541
As2最小				2.717	0.0849
As1およびAs2の平均				2.744	0.227

※As1およびAs2は専用港湾内に分布する砂質土である。

5. 砂移動解析における底質条件

底質調査データ取得箇所位置

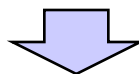


No	指摘事項
6	土木学会(2002)では、 K_h を導入した場合、0の場合より5%程度しか水位低下しないことから導入に問題ないとされていることから、基準津波の一つで水位低下の程度を確認すること。

6. 水平渦動粘性係数の設定

基本的な考え方

- 本申請において使用している基礎方程式は、泊発電所3号炉設置変更許可申請以降、使用しているものと同様である。
- 泊発電所3号炉設置変更許可申請時に水平渦動粘性係数を考慮した基礎方程式を採用した経緯の概要は以下のとおりである。
 - 粘性項の考慮は、運動量保存則に照らせば厳密な立場である。
 - 一方、渦動粘性係数を物理的根拠に基づいて設定することは難しい。
 - 以上のことから、
 - 過去の解析事例
 - 既往津波の計算値と痕跡高・検潮記録・流速との比較に基づき、適切な値として、 $K_h = 1.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ を設定した。



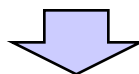
検討方針

- 本申請の数値モデルを用いて、1993年北海道南西沖地震津波に関するDCRC-26モデルを対象として、水平渦動粘性係数 K_h の値を0, 1.0, 2.0, $3.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ の4通りに変化させた計算を実施し、痕跡高・検潮記録・流速との比較により再現性について再チェックした。
- 本申請における日本海東縁部に想定される津波を対象として、水平渦動粘性係数 K_h の値を0, $1.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ の2通りの計算を実施し、取水口位置の水位比較によりサイトローカルの影響を検討した。

6. 水平渦動粘性係数の設定

過去の解析事例

- 田中(1985):1984年日本海中部地震津波を対象として、計算結果と実測結果との比較により、伝播時間、周期、水位の時間的变化、最大水位上昇量、遡上範囲等に関して良好な整合性を得たとし、水平渦動粘性係数の設定に関して、 $1.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ を用いて計算するのが妥当と試算結果より明らかとなったとしている。
- 首藤(1986):水平渦動粘性係数は、津波の水位が主な対象であるならば無視しても十分な精度の解が得られる。
- 柴木ほか(1994):1993年北海道南西沖地震津波を対象として、東北大学のDCRC-17モデルを用いて水平渦動粘性係数を考慮した追算を行った結果、能代港での検潮記録との比較において、 $1.0 \times 10^6 \text{cm}^2/\text{s}$ よりも大きめの場合に計算値と観測記録は一致すると推定しているが、 $5.0 \times 10^6 \text{cm}^2/\text{s}$ の場合に短周期変動は急激な減衰をすることから、 $1.0 \times 10^6 \text{cm}^2/\text{s}$ 以上の導入には検討を要するとしている。
- 土木学会(2002):後藤ほか(1982)の方法と田中(1985)の方法により、1次元水路を用いた比較計算を実施したうえで、水平渦動粘性 $1.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ 以下であれば、ゼロの場合と差は小さく、水位変化を対象とする場合には、最大値として $1.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ を目安とすることができるとしている。



まとめ

- 水平渦動粘性係数を導入した過去の解析事例等によれば、 $1.0 \times 10^6 \text{cm}^2/\text{s}$ 以下で適合性が良いとされている。

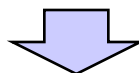
検討方針

- 本申請の数値モデルを用いて、1993年北海道南西沖地震津波の代表モデルであるDCRC-26モデルを対象としてパラメータスタディを行う。
- 水平渦動粘性係数 K_h の値を0, 1.0, 2.0, $3.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ の4通りに変化させた計算を実施し、
 - 痕跡高
 - 検潮記録
 - 観測流速との比較により、再現性を再チェックする。

6.1 1993年北海道南西沖地震津波による比較・検討

検討結果 (痕跡高による比較)

- 幾何平均値Kは、水平渦動粘性係数が大きくなるにつれて大きくなるが、 $3.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ でも1程度である。
- 幾何標準偏差 κ (いわゆる「バラツキ」) は、水平渦動粘性係数の大きさによる差は認められない。



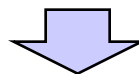
- 本計算においては、痕跡高の再現性の観点からは、水平渦動粘性係数の導入が再現性に影響を及ぼすものではないと考えられる。

比較地点数		$K_h=0$ cm^2/s		$K_h=1.0 \times 10^5$ cm^2/s		$K_h=2.0 \times 10^5$ cm^2/s		$K_h=3.0 \times 10^5$ cm^2/s	
		n	K	κ	K	κ	K	κ	K
全域	151	0.982	1.368	0.989	1.368	0.997	1.368	1.004	1.368

6. 1 1993年北海道南西沖地震津波による比較・検討

検討結果(検潮記録による比較(1/3))

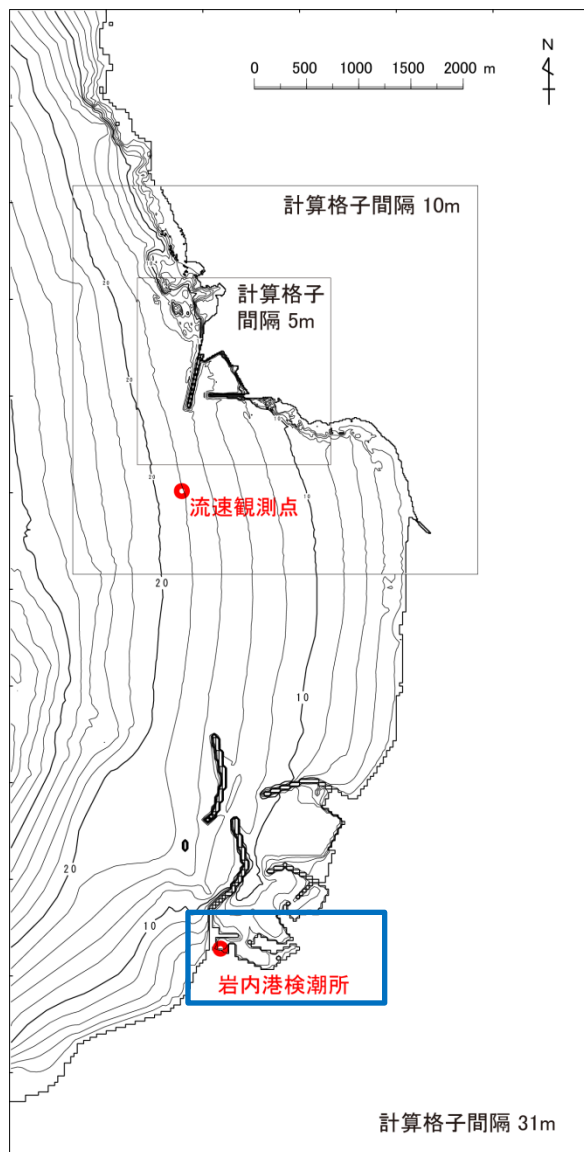
- 岩内港の検潮記録の各ピーク振幅と計算波形を比較した。
- 水平渦動粘性係数が大きいほど振幅・位相(水位の出現時刻)の再現性は良好である。



- 本計算においては、検潮記録の再現性の観点からは、水平渦動粘性係数を導入することにより、再現性が良いモデルが構築されるものと考えられる。

6. 1 1993年北海道南西沖地震津波による比較・検討

検討結果 (検潮記録による比較 (2/3))

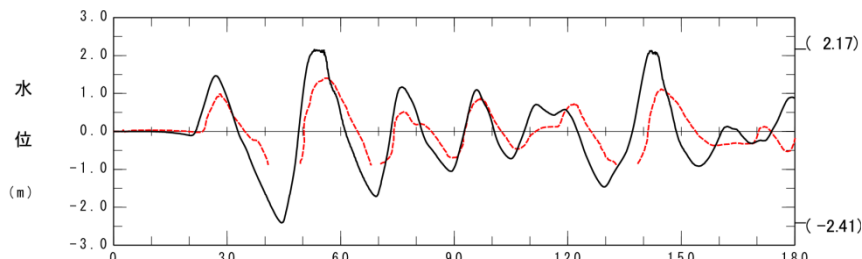


位置図 (岩内港検潮所)

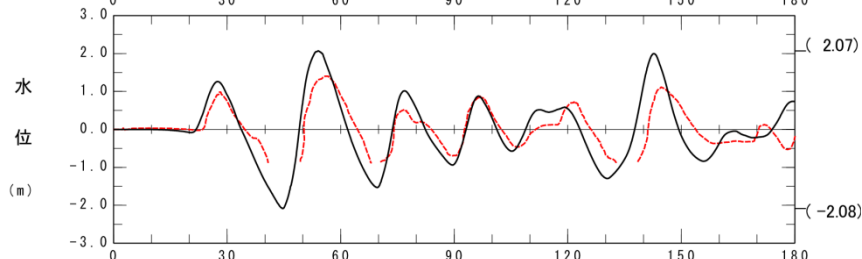
6. 1 1993年北海道南西沖地震津波による比較・検討

検討結果 (検潮記録による比較 (3/3))

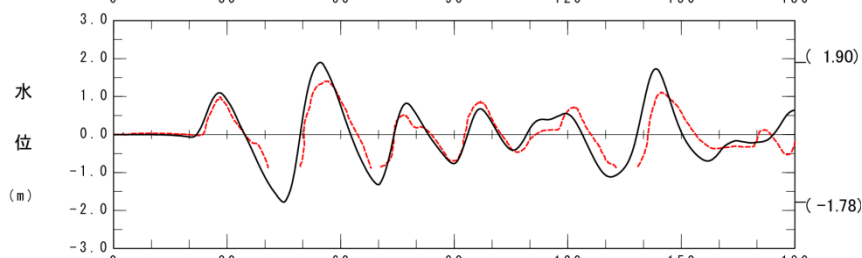
$K_h=0\text{cm}^2/\text{s}$



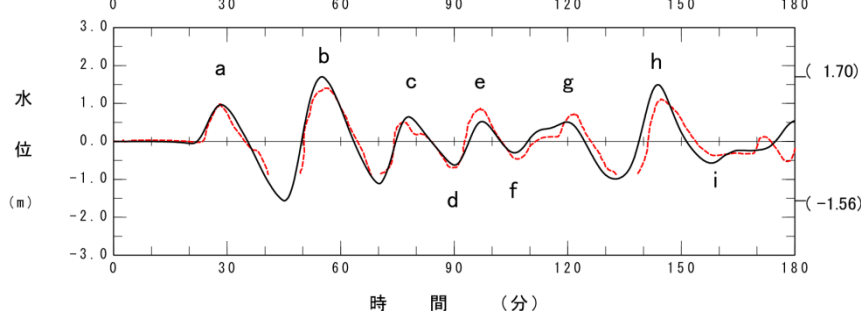
$K_h=1.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$



$K_h=2.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$



$K_h=3.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$



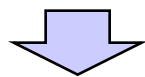
- - - 検潮記録
 — 計算水位

岩内港検潮記録と計算波形の比較 (DCRC-26、粘性係数の相違)

6.1 1993年北海道南西沖地震津波による比較・検討

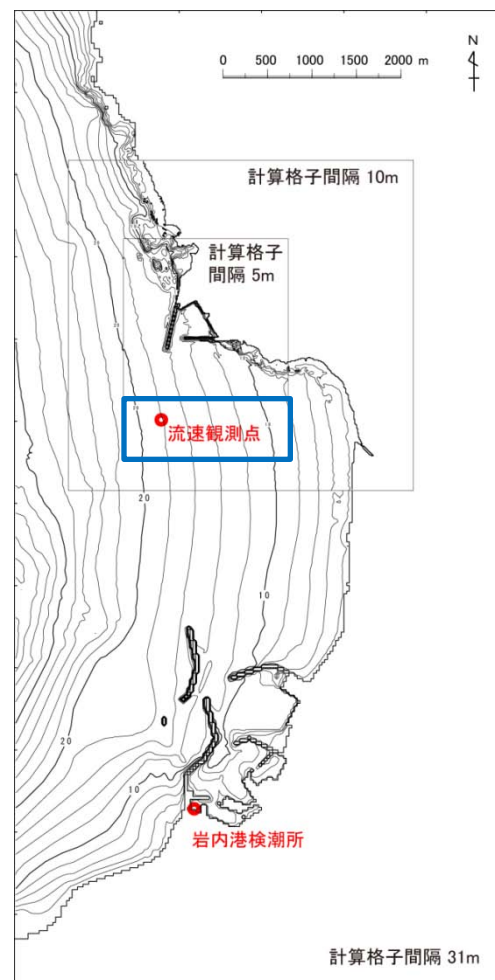
検討結果 (敷地沖流速観測による比較 (1/5))

○水平渦動粘性係数の導入により、流速の再現性の差はほとんど認められない。



○本計算においては、流速の再現性の観点からは、水平渦動粘性係数の導入が再現性に影響を及ぼすものではないと考えられる。

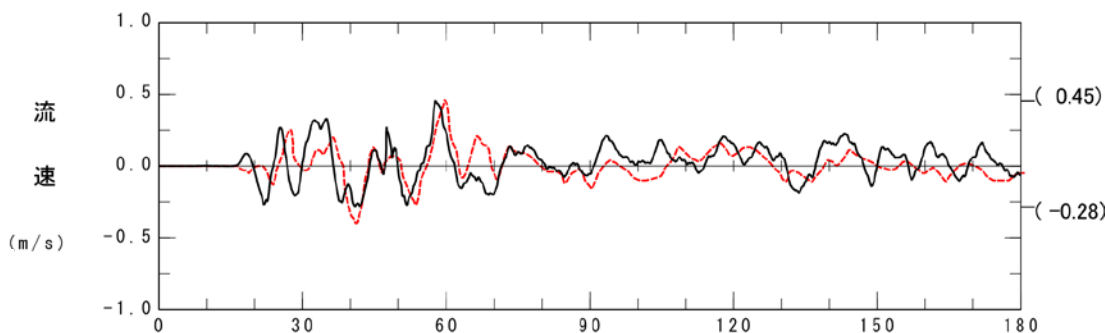
水平渦動粘性係数	最大流速絶対値
0 m ² /s	0.86 m/s
10 m ² /s	0.87 m/s
20 m ² /s	0.87 m/s
30 m ² /s	0.87 m/s



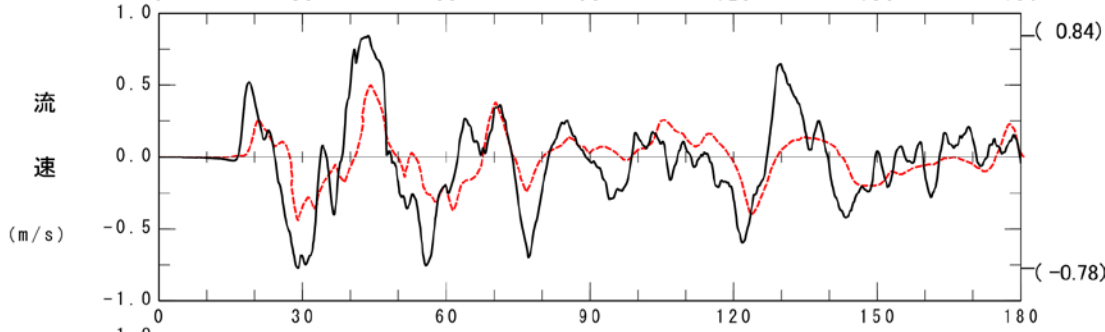
6. 1 1993年北海道南西沖地震津波による比較・検討

検討結果 (敷地沖流速観測による比較 (2/5))

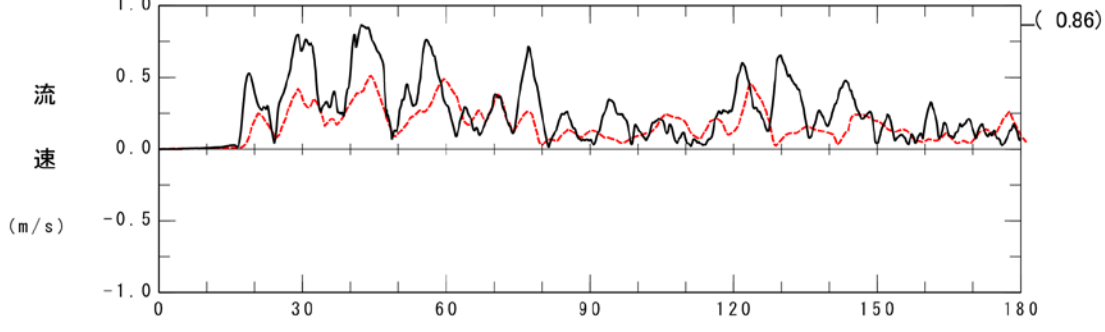
①南北成分(北向きが正)



②東西成分(東向きが正)



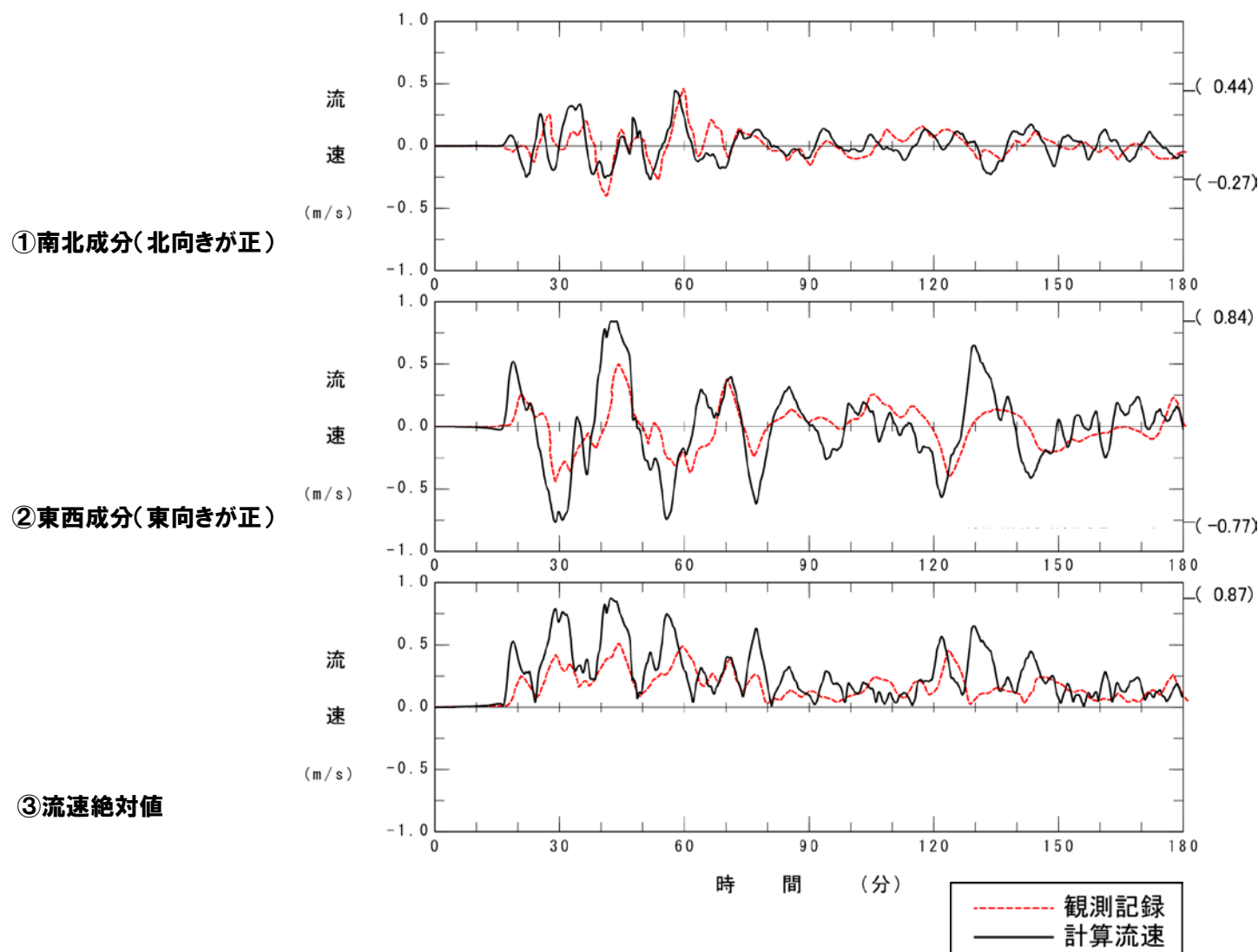
③流速絶対値



----- 観測記録
 ————— 計算流速

敷地沖流速観測記録と計算波形の比較 (DCRC-26、 $K_h = 0 \text{ cm}^2/\text{s}$)

検討結果 (敷地沖流速観測による比較 (3/5))

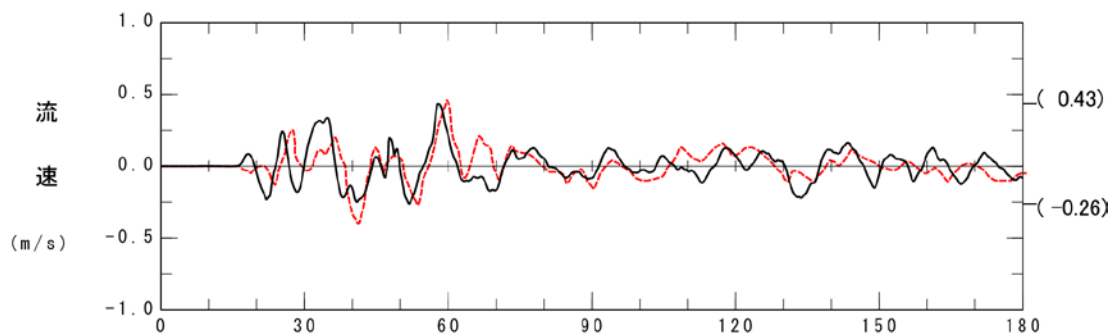


敷地沖流速観測記録と計算波形の比較 (DCRC-26、 $K_h = 1.0 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{s}$)

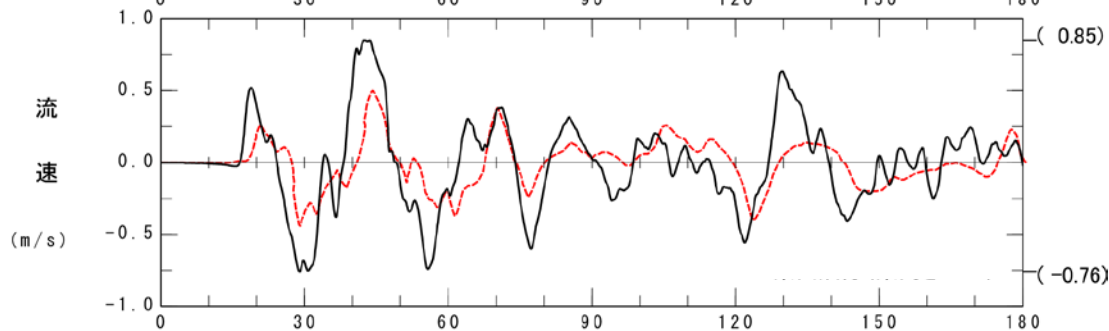
6.1 1993年北海道南西沖地震津波による比較・検討

検討結果 (敷地沖流速観測による比較 (4/5))

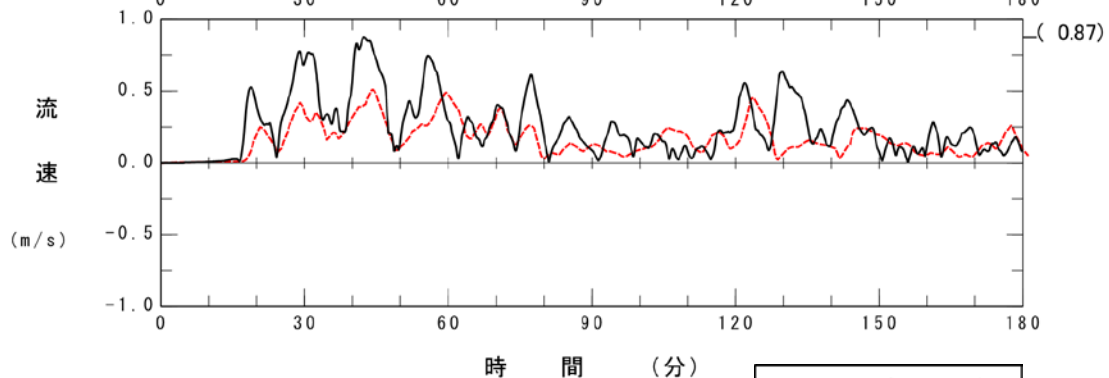
①南北成分(北向きが正)



②東西成分(東向きが正)



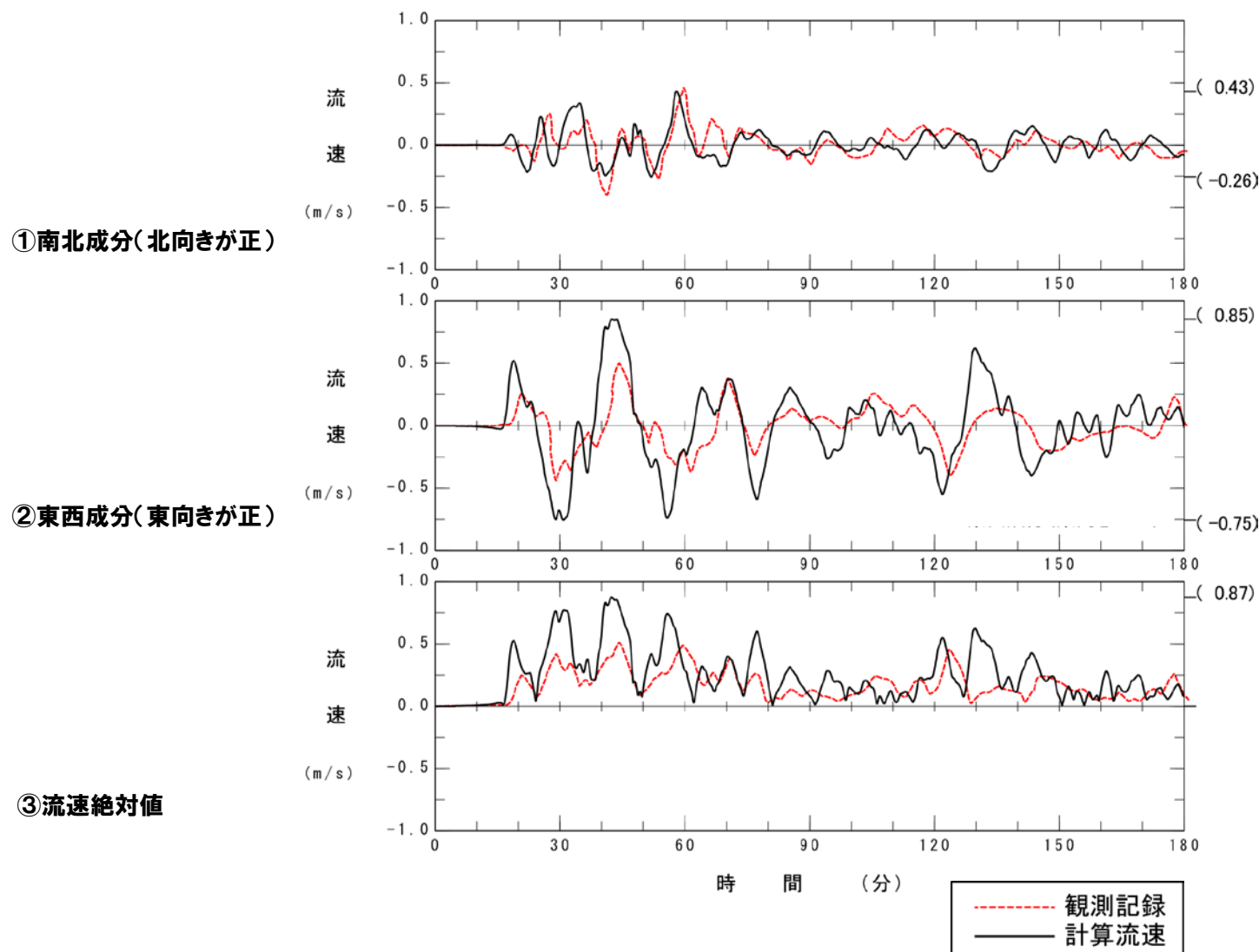
③流速絶対値



----- 観測記録
 ———— 計算流速

敷地沖流速観測記録と計算波形の比較 (DCRC-26、 $K_h = 2.0 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{s}$)

検討結果 (敷地沖流速観測による比較 (5/5))



敷地沖流速観測記録と計算波形の比較 (DCRC-26、 $K_h = 3.0 \times 10^5 \text{ cm}^2/\text{s}$)

6.2 日本海東縁部に想定される津波による港内水位の比較・検討

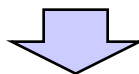
検討方針

○土木学会(2002) p.1-54

「渦動粘性係数が $10\text{m}^2/\text{s}$ ($10^5\text{cm}^2/\text{s}$)以下であれば、ゼロの場合と比べて水位低下率が5%程度以下であるので、本体系化原案のように水位変化を評価対象とする場合には、最大値として $10\text{m}^2/\text{s}$ ($10^5\text{cm}^2/\text{s}$)を目安とすることができる。」

○土木学会(2002) p.2-159

「(後藤の方法による場合)最大水位上昇量は渦動粘性係数が $10\text{m}^2/\text{s}$ でゼロの場合に比べ5~10%程度低下し、 $10^2\text{m}^2/\text{s}$ になると大幅に小さくなる。」



○本申請における日本海東縁部に想定される地震に伴う津波(詳細パラスタ結果)を対象として、水平渦動粘性係数 K_h の値を0, $1.0 \times 10^5\text{cm}^2/\text{s}$ の2通りの計算を実施する。

○水位の比較により、水位低下の影響が土木学会(2002)の記載と整合的であるかを検討する。

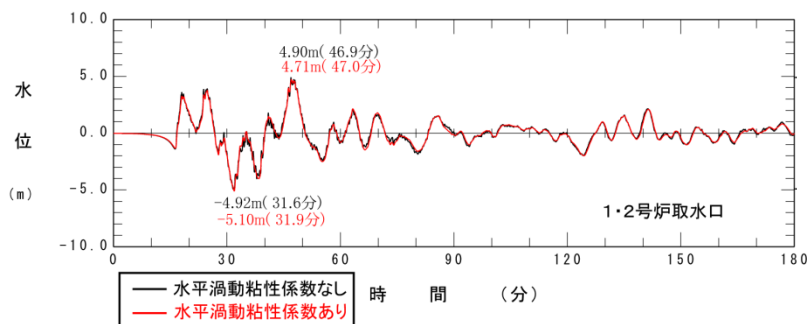
6.2 日本海東縁部に想定される津波による港内水位の比較・検討

検討結果 (取水口における比較)

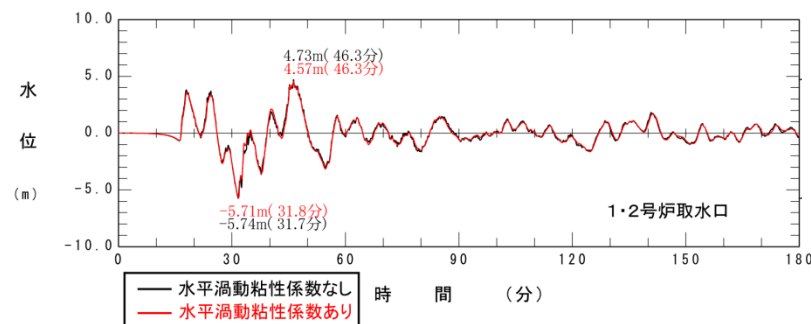
○港内における水位低下率は、概ね5%以下である。

ケース	水平渦動 粘性係数	①1,2号炉取水口		②3号炉取水口	
		最大値 (m)	最小値 (m)	最大値 (m)	最小値 (m)
1,2号炉取水口 上昇側最大	無し	4.90	-	-	-
	有り	4.71	-	-	-
	比率 (有り/無し)	0.96	-	-	-
1,2号炉取水口 下降側最大	無し	-	-5.74	-	-
	有り	-	-5.71	-	-
	比率 (有り/無し)	-	0.99	-	-
3号炉取水口 上昇側最大 下降側最大	無し	-	-	5.13	-6.10
	有り	-	-	4.83	-5.79
	比率 (有り/無し)	-	-	0.94	0.95

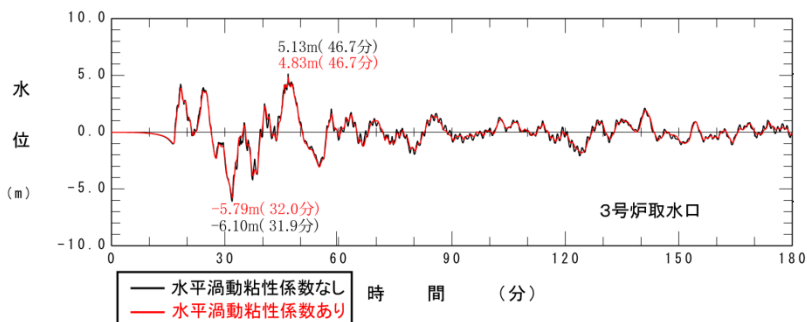
検討結果 (取水口における比較)



1,2号炉取水口上昇側最大ケース



1,2号炉取水口下降側最大ケース



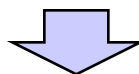
3号炉取水口上昇側最大ケース、下降側最大ケース

6.3 評価

比較検討結果

○比較検討結果の概要は以下のとおりである。

- ①粘性項の考慮は、運動量保存則に照らせば厳密な立場である。
- ②過去の解析事例によれば、水平渦動粘性係数の値は $1.0 \times 10^6 \text{cm}^2/\text{s}$ ~ $1.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ で適合性が良いとされている(例えば、田中(1985)、柴木ほか(1994))。
- ③水位変化を対象とする場合、水平渦動粘性係数の値は $1.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ を目安とすることができる(土木学会(2002))。
- ④本計算においては、1993年北海道南西沖地震津波を対象とした痕跡高・検潮記録・観測流速との比較において、水平渦動粘性係数の導入により、再現性が良いモデルが構築されることが考えられる。
- ⑤港内における水位変化は、土木学会(2002)に示される水位低下率5%以下であることを確認した。



評価

○以上のことから、本申請において設定した水平渦動粘性係数の値 $K_h = 1.0 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ は妥当なものと評価。

参考文献一覧

- ・土木学会 (2002) : 原子力発電所の津波評価技術, 土木学会原子力土木委員会津波評価部会, 321p.
- ・池原 (2005) : すべりに伴う物質の移動と変形 第5回 Displacement and deformation of the sliding materials No.5-海底地すべり Submarine slides-, J.of the Jpn.Landslide Soc., Vol.41, No.5 558-562 (2005), pp112-116.
- ・Hampton et al. (1996) : Hampton,M.A.,H.J.Lee and J.Locat,Submarine landslides,Rev.Geophys.,34,33-59,1996.
- ・田中 (1985) : 沿岸部における津波予測モデルの開発, 電力中央研究所報告, 12p.
- ・首藤 (1986) : 津波と防災, 土木学会論文集, 第269号/II-5, 5p.
- ・柴木ほか (1994) : 北海道南西沖地震津波の伝播特性について, 海岸工学論文集, 第41巻, pp.226-230.
- ・地震調査研究推進本部 (2006) : 「全国を概観した地震予測地図」報告書, 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 平成18年9月.
- ・地震調査研究推進本部 (2009) : 全国地震動予測地図, 技術報告書, 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 平成21年12月.
- ・鈴木博・長嶋昭: 高圧力下における海水の粘性係数, 日本機械学会論文集 (B編) 46巻 408号, pp.1574-1582.
- ・Brune,S., Ladage,S., Babeyko,A.Y., Müller,C., Kopp,H., Sobolev,S.V. (2009) : Submarine landslides at the eastern Sunda margin: observations and tsunami impact assessment. - Natural Hazards, 54, 2, pp.547-562.
- ・東日本高速道路(株), 中日本高速道路(株), 西日本高速道路(株) (2006) : 設計要領 第一集 土工編: p.1-44.
- ・東日本高速道路(株), 中日本高速道路(株), 西日本高速道路(株) (2007) : 設計要領 第二集 橋梁建設編: p.4-8.
- ・高橋保・小林幸一郎 (1993) : 粘性土石流の流動機構に関する研究, 京都大学防災研究所年報 第36号B-2, pp.433-449.
- ・地盤工学会 (2009) : 地盤材料試験の方法と解説-二分冊の1-, 丸善, p.55.
- ・日本機械学会 (2006) : 機械工学便覧 基礎編 α4 流体力学, 丸善, p.84.
- ・高速道路調査会 (1985) : 地すべり地形の安定度評価に関する研究報告書 p.36.
- ・北海道後志総合振興局 (2013) : 共和出張所, 川白地すべり対策.
- ・森脇 (1987) : 崩土の到達距離予測, 日本地すべり学会誌, 地すべり, 第24巻, 第2号, pp.10-16.
- ・岡野肇・藤岡換太郎・田中武男・竹内章・倉本真一・徳山英一・徐垣・加藤茂 (1995) : 北海道南西沖地震直後の海底, JAMSTEC深海研究, 第11号, pp.379-394.
- ・竹内章・藤岡換太郎・藤倉克典・加藤幸弘・長沼毅・倉本真一・岡村行信・岡野肇・青木美澄・小寺透 (1996) : 津波地震動による海底地盤変動-1993年北海道南西沖地震震源域潜航調査-, JAMSTEC深海研究, 第12号, pp.65-81.
- ・岡村行信 (1997) : 日本海東縁の活断層の潜航調査-奥尻海嶺と佐渡海嶺との比較検討-, JAMSTEC深海研究, 第13号, pp.591-604.
- ・竹内章・岡村行信・加藤幸弘・池原研・張勁・佐竹健治・長尾哲史・平野真人・渡辺真人 (2000) : 日本海東縁部, 奥尻海嶺および周辺の大震災と海底変動, JAMSTEC深海研究, 第16号, pp.29-46.