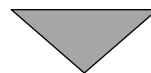


1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
 - 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討
 - 3-2 陸上地すべりに起因する津波の検討
 - 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
 - 3-4 火山事象に起因する津波の検討
 - 3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

検討フロー

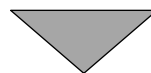
1. 評価対象地すべり地形の選定

- (1) 文献調査^{(45)~(51)}、当社の海上音波探査記録等に基づき作成した海底地形図を用いて地すべり地形を抽出する。
- (2) 抽出した地すべり地形の概略体積を算定し、地すべりの位置及び崩落方向を考慮して区分したエリア毎に、体積が最大となる地すべり地形を評価対象地すべり地形として選定する。



2. 評価対象地すべりによる敷地への影響の検討

- (1) 評価対象地すべり地形を対象に、海底地形図に基づき地すべりブロックを想定し、敷地への影響検討に必要な地すべり地形の概略形状の設定を行う。
- (2) Watts et al.(2005)⁽⁴⁵⁾の方法を用いた数値シミュレーションにより、敷地における津波高さを算定し、敷地への影響検討を行う。



3. 数値シミュレーションの実施

- (1) 安全側の評価を実施する観点から、敷地への影響検討において想定した地すべりブロックを含むよう解析上考慮する土塊範囲を想定し、数値シミュレーションに必要な地すべり地形の形状の設定を行う。
- (2) 二層流モデル及びWatts et al.(2005)の方法を用いた数値シミュレーションにより、敷地における津波高さを検討する。

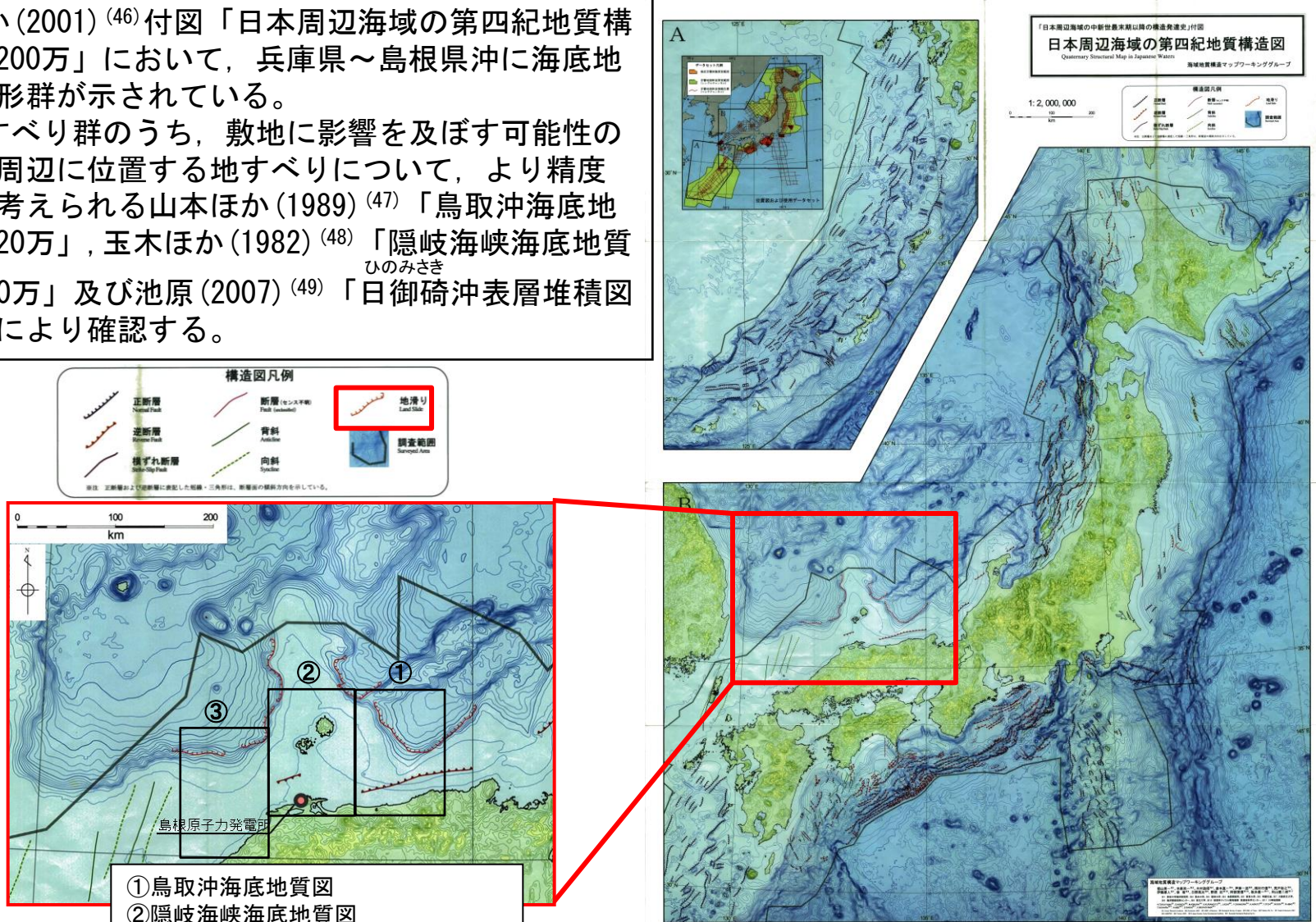
1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
 - 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討
 - (1) 評価対象地すべり地形の選定
 - (2) 評価対象地すべりによる敷地への影響検討
 - (3) 数値シミュレーションの実施
 - 3-2 陸上地すべりに起因する津波の検討
 - 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
 - 3-4 火山事象に起因する津波の検討
 - 3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

文献調査(徳山ほか(2001))

第771回審査会合 資料1-2 P145 再掲

・文献調査により地すべり地形を抽出する。

- ・徳山ほか(2001)⁽⁴⁶⁾ 付図「日本周辺海域の第四紀地質構造図 1/200万」において、兵庫県～島根県沖に海底地すべり地形群が示されている。
- ・上記地すべり群のうち、敷地に影響を及ぼす可能性のある敷地周辺に位置する地すべりについて、より精度の高いと考えられる山本ほか(1989)⁽⁴⁷⁾「鳥取沖海底地質図 1/20万」、玉木ほか(1982)⁽⁴⁸⁾「隠岐海峡海底地質図 1/20万」及び池原(2007)⁽⁴⁹⁾「日御碕沖表層堆積図 1/20万」により確認する。

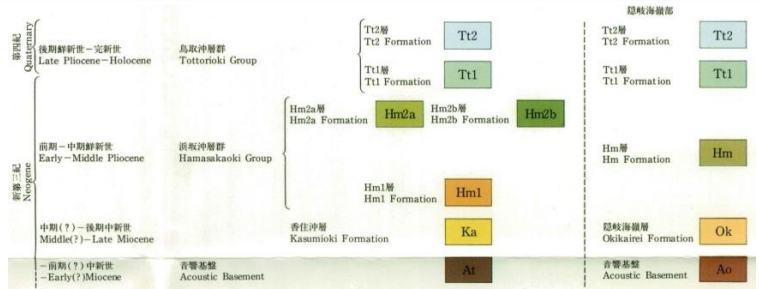


徳山ほか(2001)より引用・加筆

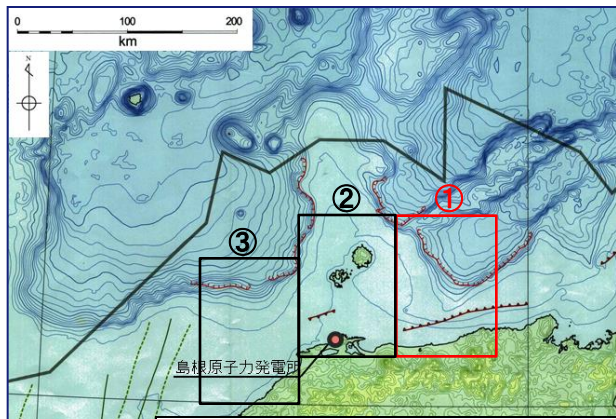
3.地震以外の要因による津波想定 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討 (1)評価対象地すべり地形の選定

文献調査(山本ほか(1989))

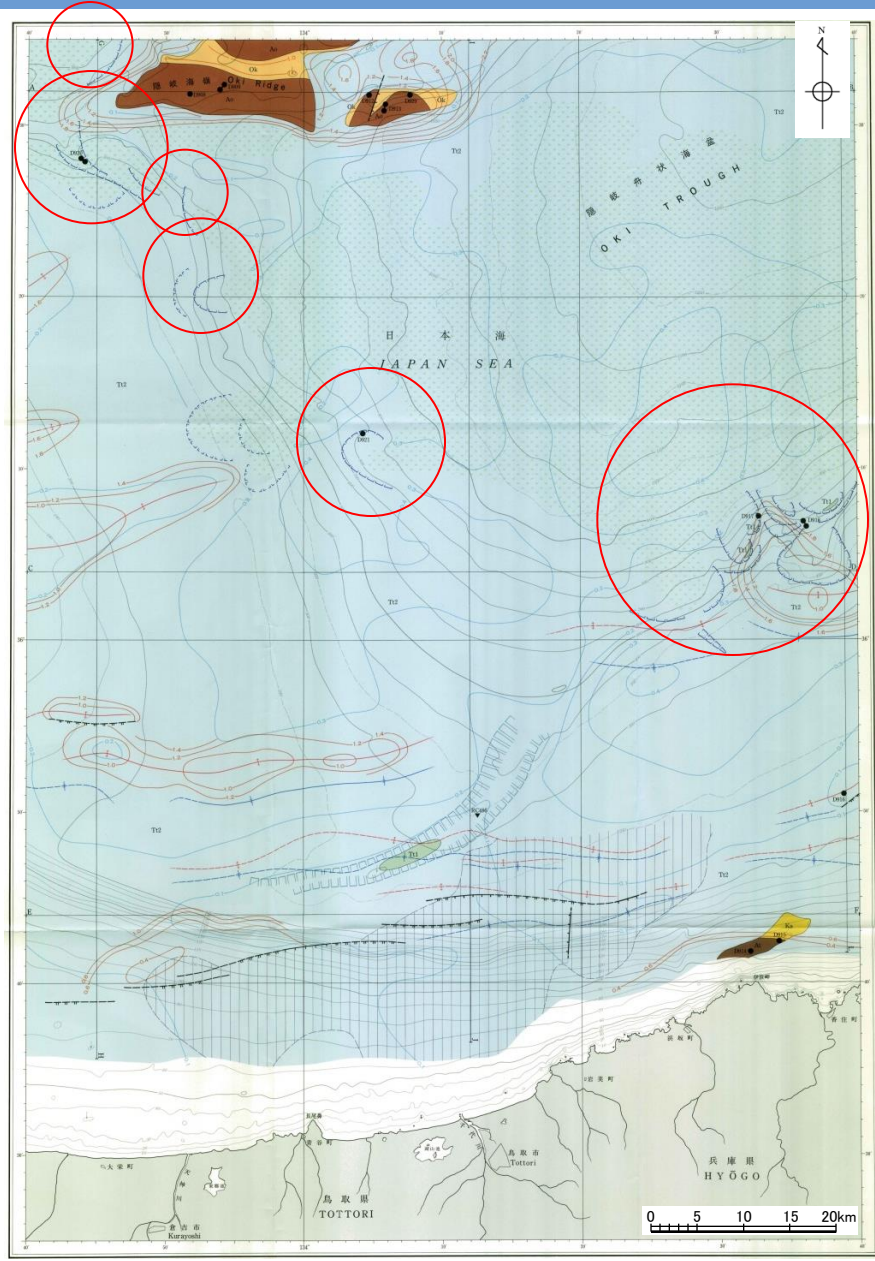
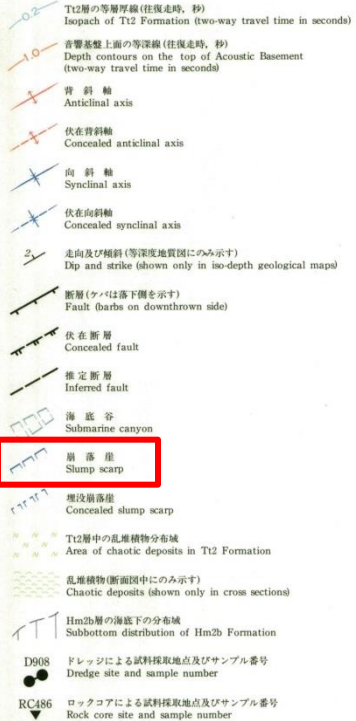
・山本ほか(1989)による「鳥取沖海底地質図」には、徳山ほか(2001)に示される地すべり地形群のうち鳥取県沖の地すべり地形群周辺において、海上音波探査記録から判読した崩落崖が示されている。



山本ほか(1989)より引用・加筆



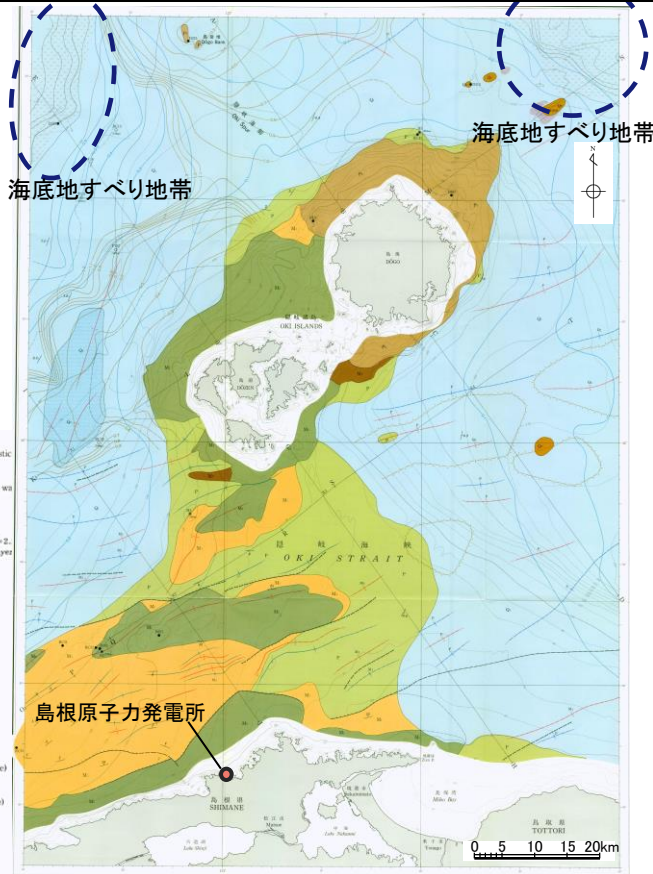
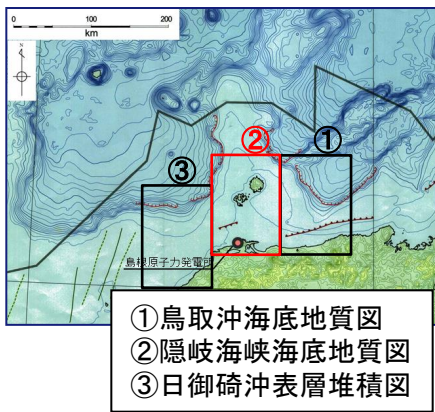
- ①鳥取沖海底地質図
- ②隠岐海峡海底地質図
- ③日御碕沖表層堆積図



0 5 10 15 20km

文献調査(玉木ほか(1982))

- ・玉木ほか(1982)による「隠岐海峡海底地質図」には、島根半島沖及び隠岐諸島周辺において、崩落崖は示されていないものの、海底地すべり地帯が示されている。
- ・池原(2010)⁽⁵⁰⁾による「隠岐海峡表層堆積図」には、崩落崖及び海底地すべり地帯は示されていないが、玉木ほか(1982)を引用し、海域北西端及び北東端の斜面域において海底地すべり層が分布することが説明書に記載されている。



後期更新世～第四紀地質図 (Q₁層及びQ₂層)の等厚厚線 (0.1秒間隔, 単位: 秒-往復走時)
Isochronous map of the late Pleistocene-Quaternary sedimentary layer represented by two-way acoustic

隠岐海峡表層のM₂層よりなる堆積物のアプロック化した高まり
Isolated basement high of M₂ layer east of the Okajima Strait

走向及び傾斜 (各層中の各連本次のように規定して計算: Q₁層=1.5km/sec, P層=2.0km/sec, M₁層=2.0, Dip and strike formulated based on estimated sonic velocities as follows: Q₁ layer=1.5km/sec, P layer M₁ layer=2.0km/sec)

断層
Fault at surface, crossmark on downthrow side

伏在断層
Fault not at surface, crossmark on downthrow side

推定断層
Uncertain fault

背斜軸
Anticlinal axis

向斜軸
Synclinal axis

伏在背斜軸 (中央部の文字は背斜構造をなす上層の地層名を示す)
Buried anticlinal axis (Associated character shows the name of the uppermost layer forming anticline)

伏在向斜軸 (中央部の文字は向斜構造をなす上層の地層名を示す)
Buried synclinal axis (Associated character shows the name of the uppermost layer forming syncline)

海成地すべり地帯
Submarine slumping area

Q₁層の伏在分布域
Q₁ layer covered by Quaternary sediments

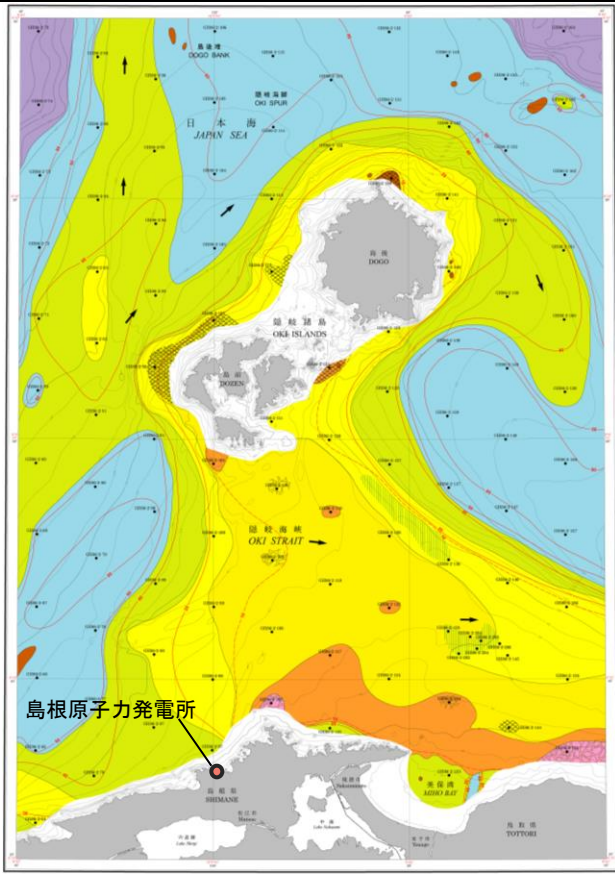
Q₁-Q₂層下の基盤境界
Boundary of layers beneath the Q₁ and Q₂ layers

● 岩石採取地点 (番号: サンプルID地点番号)
Solid rock core sample station with station number

○ 堆積物コア採取地点 (番号: サンプルID地点番号, () 内の数字: 採取コア長)
Sediments core sample station with station number and core length in centimeters

● 岩石試露コア採取地点 (番号: サンプルID地点番号, () 内の数字: 採取コア長)
Solid rock core sample station with station number and core length in centimeters

年代	地層	地質記号	説明
第四紀	Q ₁ 層	Q ₁	沖ノ島、島、嶺等の沖積堆積物 islandal sediments of silt, sand and gravel
	Q ₂ 層	Q ₂	全土に亘って、粗粒よりなる沖積堆積物 coarse-grained sedimentary rocks mostly of siltsand and siltstone and silt
新第三紀	P層	P	海成堆積物等よりなる凝結層 sedimentary rocks of siltyclastic sandstone etc.
	M ₁ 層	M ₁	高圧及び高圧よりなる凝結層 (砂岩、灰岩、頁岩) high-pressure and high-temperature metamorphic rocks (sandstone, limestone and shale)
後第三紀	M ₂ 層	M ₂	高圧及び高圧よりなる凝結層 (砂岩、灰岩、頁岩) high-pressure and high-temperature metamorphic rocks (sandstone, limestone and shale)
	M ₃ 層	M ₃	高圧及び高圧よりなる凝結層 (砂岩、灰岩、頁岩) high-pressure and high-temperature metamorphic rocks (sandstone, limestone and shale)

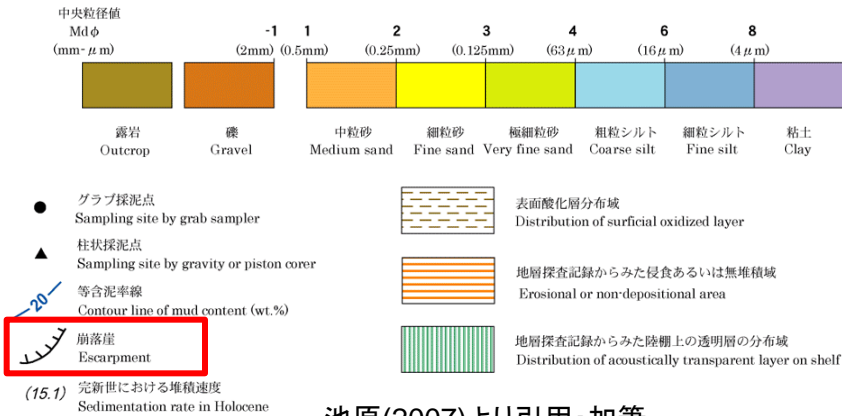


玉木ほか(1982)「隠岐海峡海底地質図」より引用・加筆

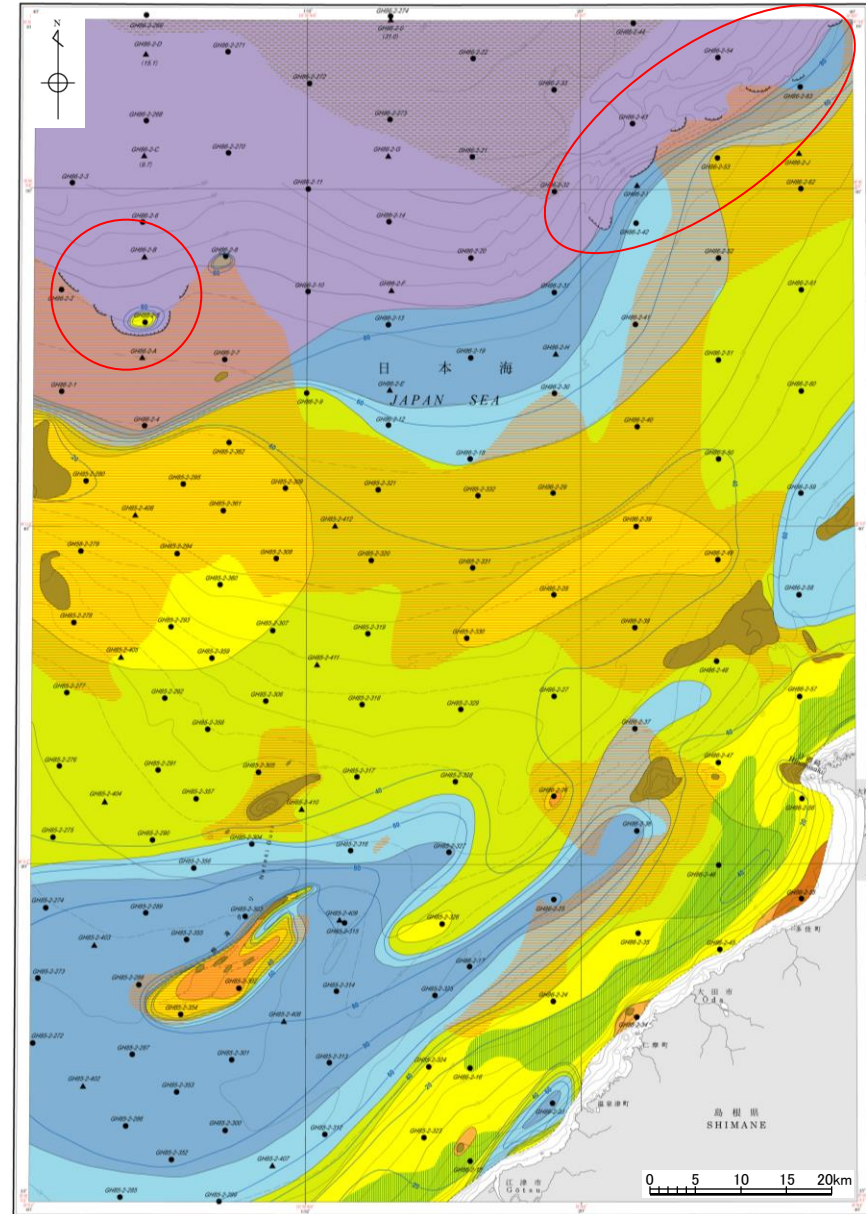
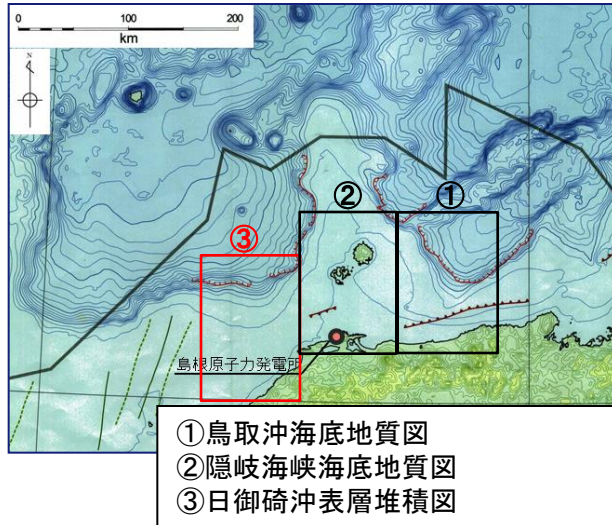
池原(2010)「隠岐海峡表層堆積図」より引用・加筆

文献調査(池原(2007))

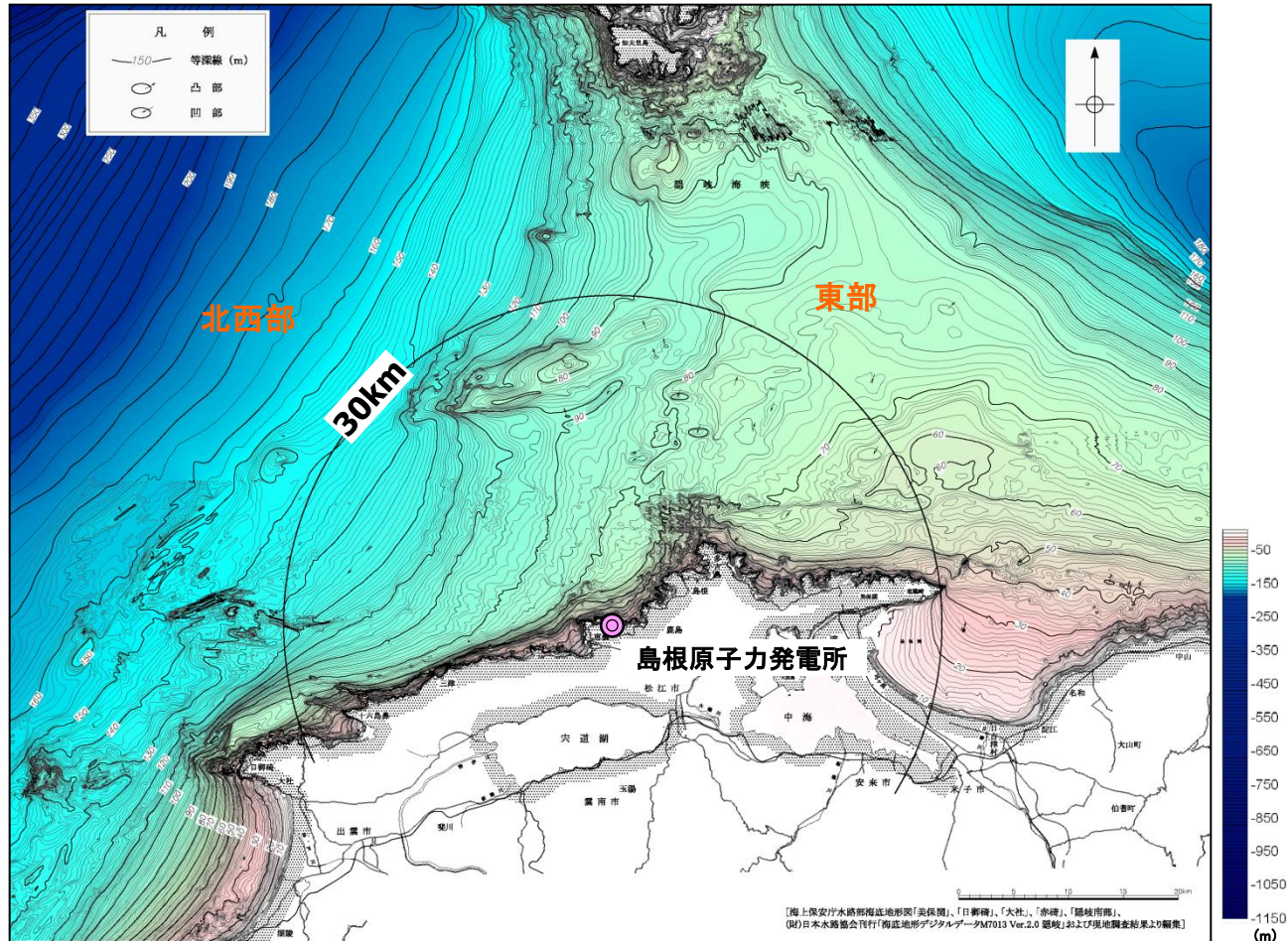
・池原(2007)による「日御碕沖表層堆積図」には、徳山ほか(2001)に示される地すべり地形群のうち島根県西部沖の地すべり地形群周辺において、海上音波探査記録から判読した崩落崖が示されている。



池原(2007)より引用・加筆



・敷地前面海域における海底地すべりの有無については、当社の海上音波探査記録及び海上保安庁の海底地形図より作成した海底地形図を用いて確認したが、海底地すべりと判断される地形は認められなかった。



地すべり地形の抽出結果

第771回審査会合 資料1-2 P150 再掲

- ・ 山本ほか(1989)及び池原(2007)に示される崩落崖を対象に、海底地すべりに起因する津波の検討を行う。なお、これらの崩落崖の位置は、平石ほか(2000)⁽⁵¹⁾が「沖合に急勾配斜面が存在」する海底地形を海底地すべりが生じやすい海底地形としていることと整合している。^{※1}
- ・ また、上記検討範囲の他に、対馬海盆、日本海盆及び大和海盆に向けて急激に落ち込んだ地形が確認できるが、敷地から距離が遠いこと、海底地すべりの崩落方向が敷地に向いていないこと、又は地形的障壁（隠岐諸島）が存在することから、これら海底地すべりによる津波が敷地に与える影響は小さいと考える。
- ・ しかしながら、対馬海盆に向けて急激に落ち込んだ地形については過去に万寿津波を引き起こしたとされる文献もあることから、念のため、その付近で海底地すべり地形を想定した検討を行い、敷地への影響を確認する。^{※2}

※1 平石ほか(2000)の詳細を補足資料P169に示す。
 ※2 万寿津波の検討結果を補足資料P232～241に示す。

凡例

崩落崖

- 山本ほか(1989)「鳥取沖海底地質図」1/20万による崩落崖
- 池原(2007)「日御碕沖表層堆積図」1/20万による崩落崖
- 山本ほか(1989)「鳥取沖海底地質図」1/20万による埋没崩落崖

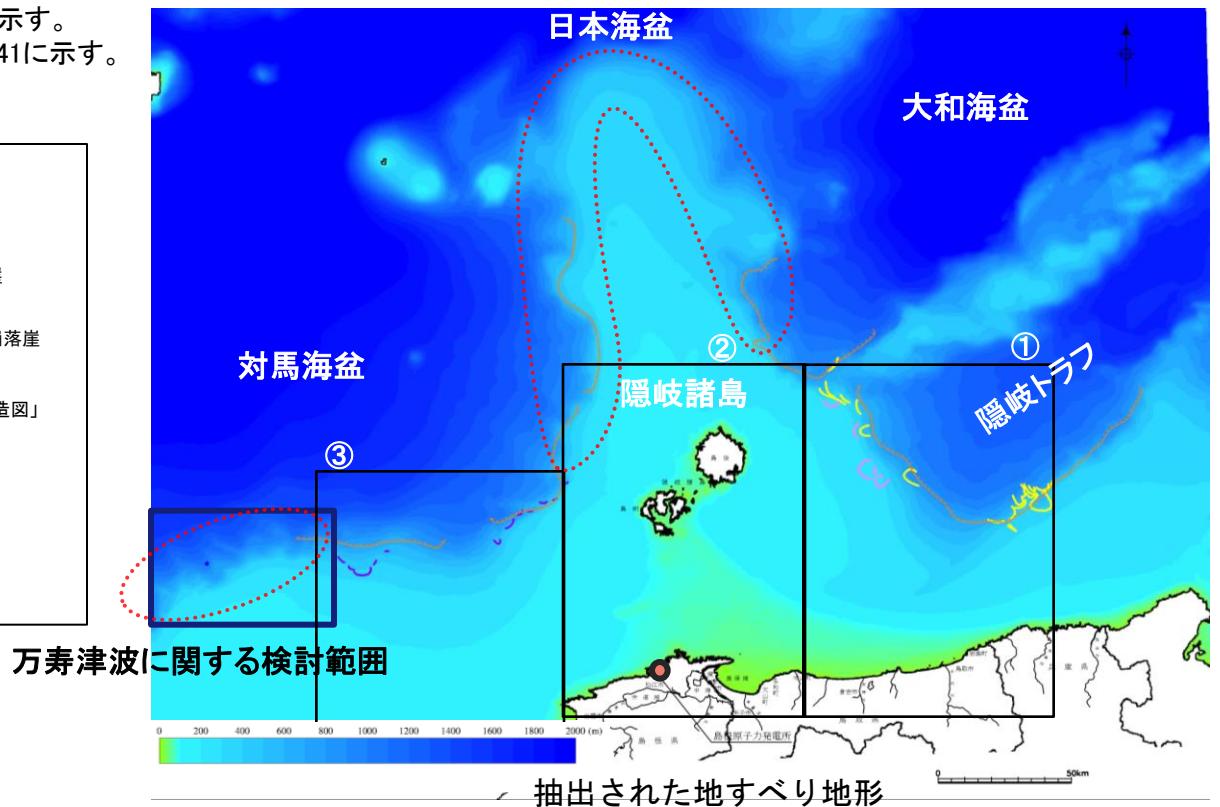
地すべり

- 徳山ほか(2001)付図「日本周辺海域の第四紀地質構造図」1/200万による地すべり

その他

- 急激に落ち込んだ地形

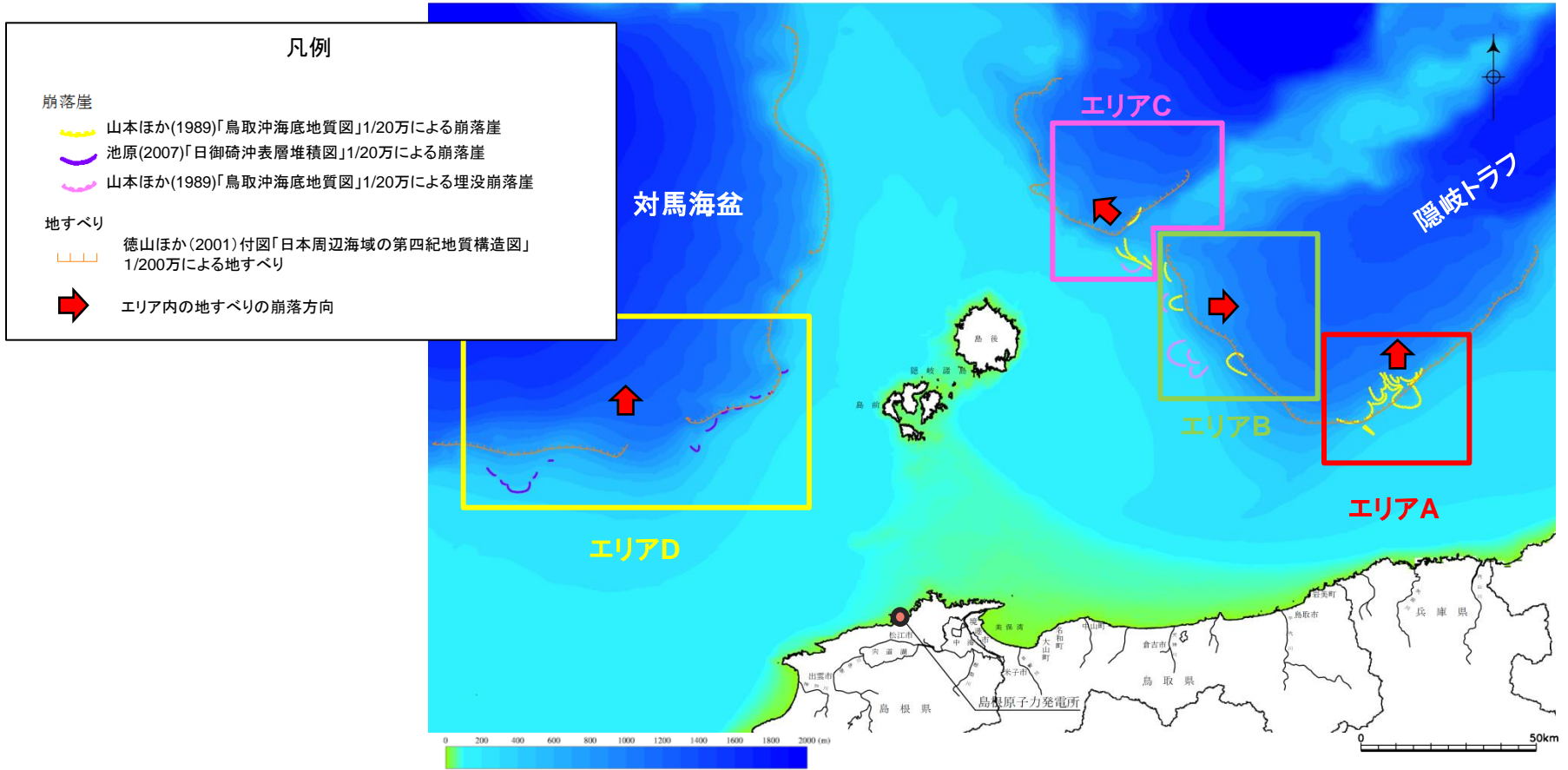
① 鳥取沖海底地質図
 ② 隠岐海峡海底地質図
 ③ 日御碕沖表層堆積図



エリア区分の設定

海底地すべりに起因する津波の敷地における水位については、地すべり地形の崩落方向及び体積の影響が支配的であるため、以下のとおり評価対象地すべり地形を選定する。

- ・地すべり地形の位置及び地すべり崩落方向を考慮し、4つのエリアに区分する。
- ・各エリア内の地すべり地形の概略体積を算定し、最大となる地すべり地形を選定する。



地すべり地形のエリア区分

概略体積の算定方法

第771回審査会合 資料1-2 P152 再掲

・地すべり地形の概略体積を以下の方法で算定する。

地すべり地形の概略体積算定方法

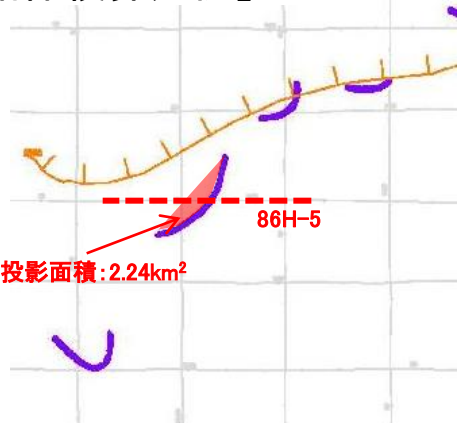
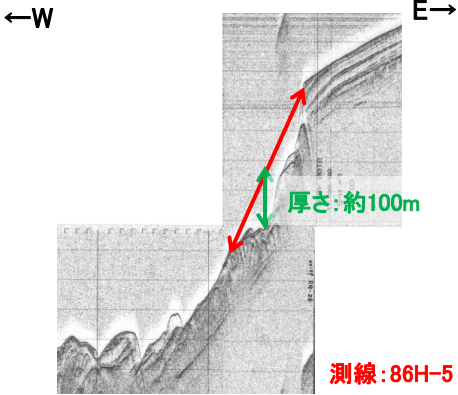
【厚さの算定】

- ・地質調査所等発行の海底地質図・表層堆積図に示された地すべり地形と交差する海上音波探査記録より地すべり地形を判読する。
- ↓
- ・判読した地すべり地形の両端部を直線で結び、その直線と海底面の距離の最大を地すべりの厚さとする。
 - ・複数測線ある場合、最大の厚さを採用する。

【投影面積の算定】

- ・地質調査所等発行の海底地質図・表層堆積図に示された地すべり地形の両端を直線で結んだ範囲の面積を投影面積とする。
- ▼
- ・「厚さ」と「投影面積」を乗じた値を地すべり地形の概略体積とする。

【概略体積算定例】



$$100\text{m (厚さ)} \times 2.24\text{km}^2 \text{ (投影面積)} \div 1000 = 0.22\text{km}^3$$

評価対象地すべりの概略体積(エリアA)

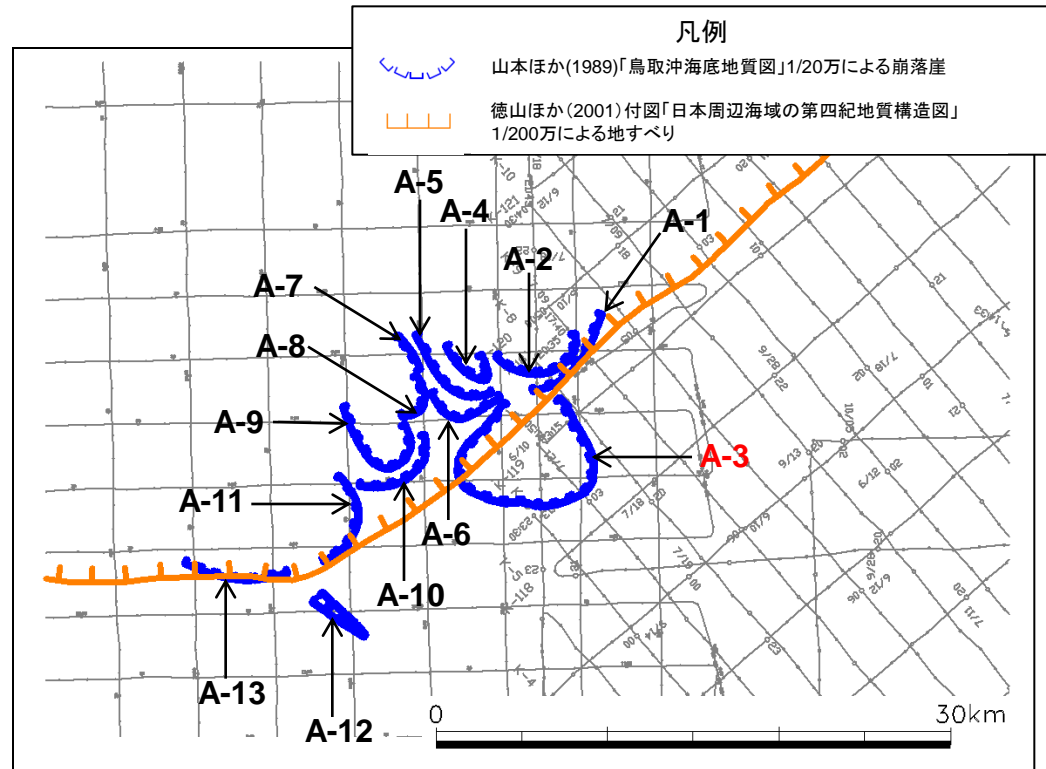
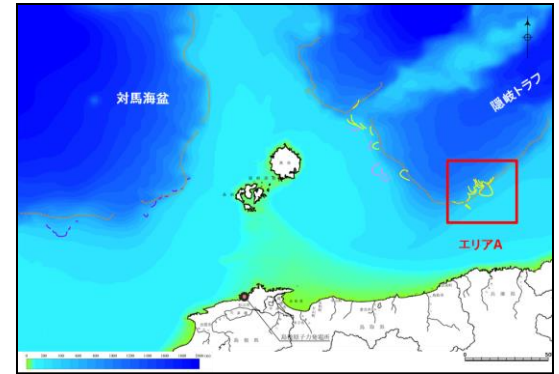
第771回審査会合 資料1-2 P153 再掲

地すべり地形番号	投影面積 (km ²)	厚さ (m) ※1	概略体積 (km ³) ※2	(参考) 測線
A-1	3.61	160	0.58	86T-21B
A-2	6.15	160	0.98	86T-21B
A-3※3	37.85	150	5.68	86T-22B
A-4	2.56	60	0.15	86T-21B
A-5	4.50	100	0.45	86T-21B 86T-V-1
A-6	3.48	80	0.28	86T-22B
A-7	0.21	100	0.02	86T-21B
A-8	1.69	240	0.41	86T-22B
A-9	8.36	240	2.01	86T-22B
A-10	4.63	40	0.19	86T-23B
A-11	5.49	40	0.22	86T-U-1
A-12	1.86	80	0.15	86T-25
A-13	2.38	30	0.07	86T-T-1

※1 厚さの判読結果を補足資料P174~184に示す。
 ※2 全測線の結果を補足資料P170に示す。
 ※3 地すべり地形A-3と周辺の他の地すべり地形との同時崩壊に係る検討を補足資料P216~220に示す。



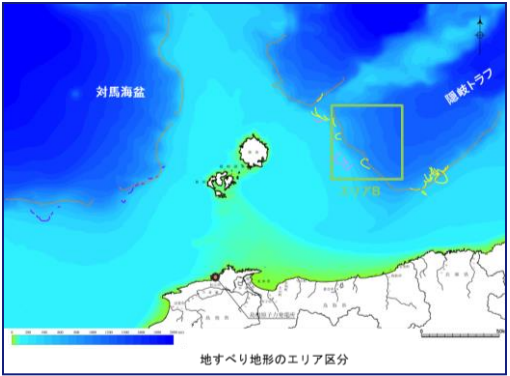
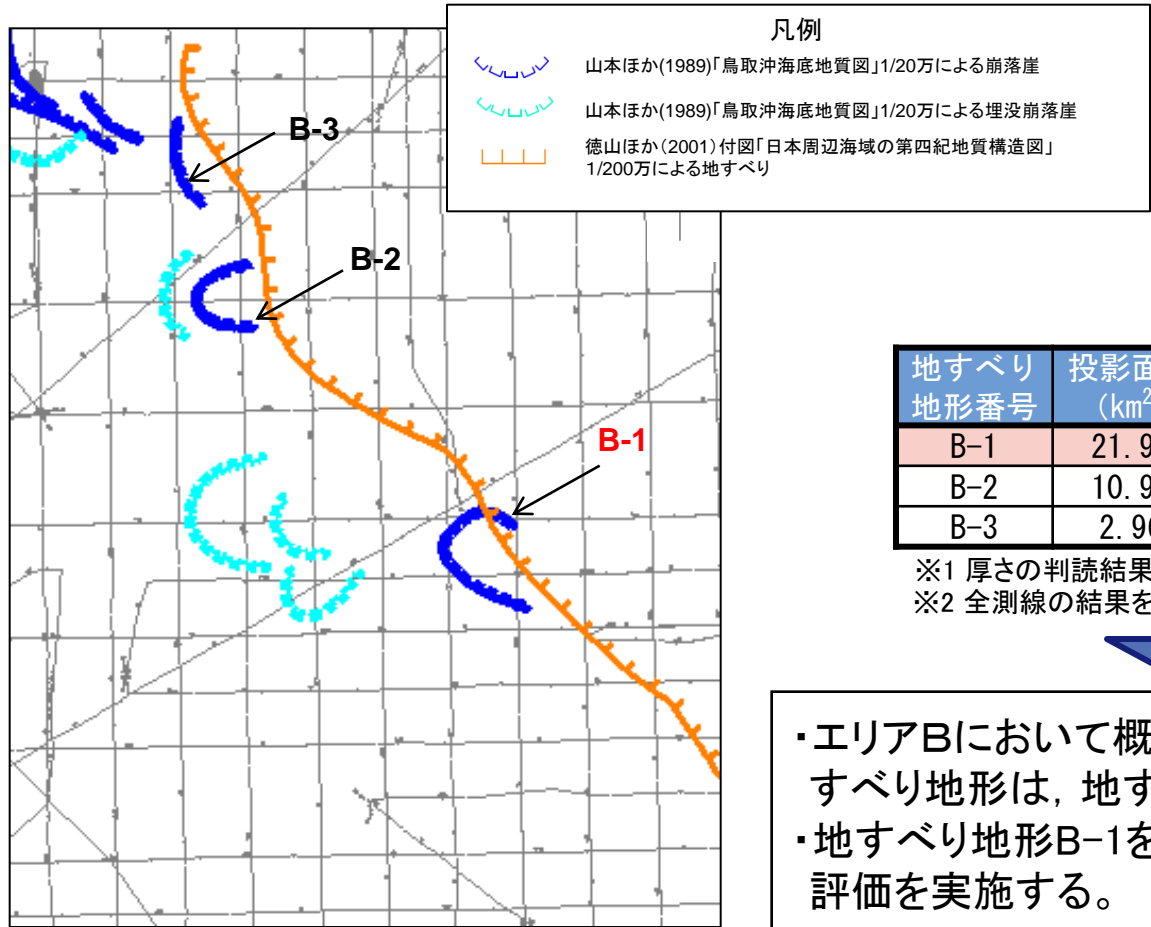
・エリアAにおいて概略体積が最大となる地すべり地形は、地すべり地形A-3である。
 ・地すべり地形A-3を地すべり①とし、詳細評価を実施する。



エリアAの地すべり地形

評価対象地すべりの概略体積(エリアB)

第771回審査会合 資料1-2 P154 再掲



地すべり地形番号	投影面積 (km ²)	厚さ (m) ※1	概略体積 (km ³) ※2	(参考) 測線
B-1	21.95	140	3.07	86T-L-1
B-2	10.93	80	0.87	86T-I-1
B-3	2.96	80	0.24	86T-12

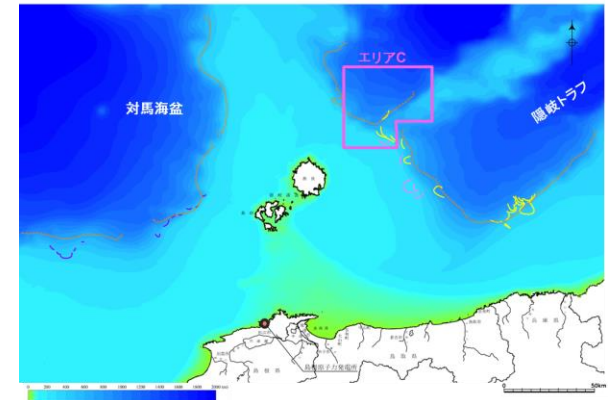
※1 厚さの判読結果を補足資料P185～192に示す。
 ※2 全測線の結果を補足資料P171に示す。

・エリアBにおいて概略体積が最大となる地すべり地形は、地すべり地形B-1である。
 ・地すべり地形B-1を地すべり②とし、詳細評価を実施する。

エリアBの地すべり地形

評価対象地すべりの概略体積(エリアC)

第771回審査会合 資料1-2 P155 再掲



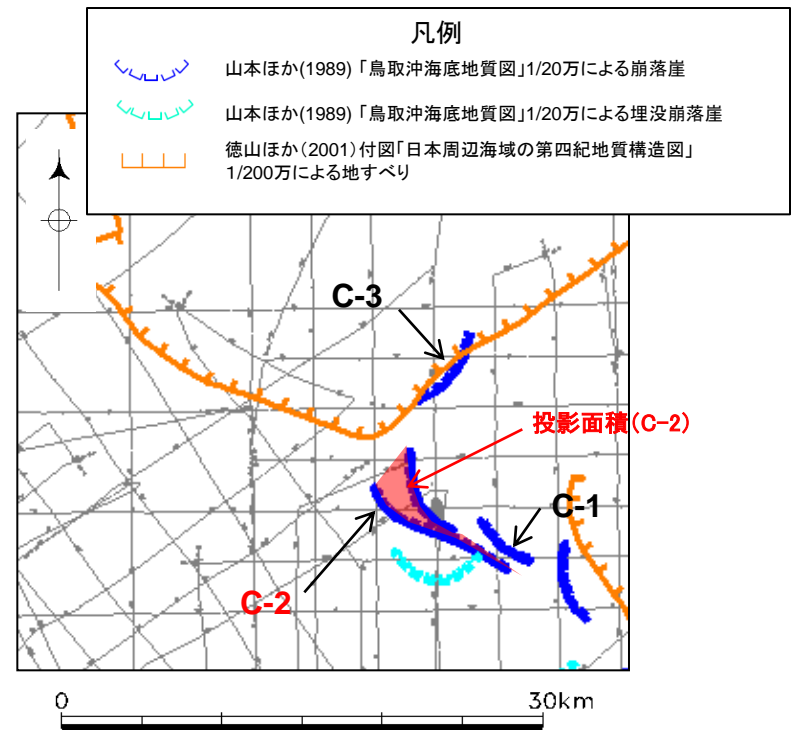
地すべり 地形番号	投影面積 (km ²)	高さ(m)※1	概略体積 (km ³)※2	(参考) 測線
C-1	1.37	30	0.04	86T-G
C-2	12.31	180	2.22	86T-11
C-3	3.35	30	0.10	86T-8

※1 高さの判読結果を補足資料P193~198に示す。

※2 全測線の結果を補足資料P172に示す。



・エリアCにおいて概略体積が最大となる地すべり地形は、地すべり地形C-2である。
 ・地すべり地形C-2を地すべり③とし、詳細評価を実施する。



エリアCの地すべり地形

評価対象地すべりの概略体積(エリアD)

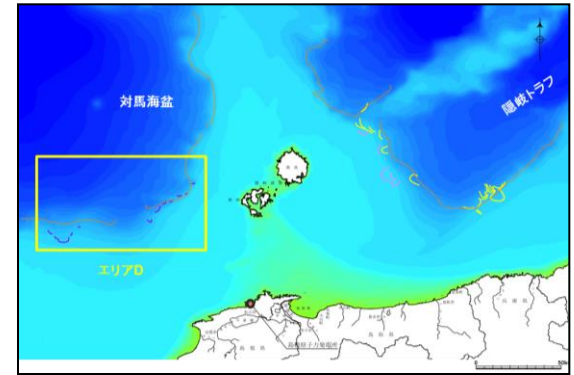
第771回審査会合 資料1-2 P156 再掲

地すべり 地形番号	投影面積 (km ²)	厚さ (m) ^{※1}	概略体積 (km ³) ^{※2}	(参考) 測線
D-1	0.26	90	0.02	86H-1
D-2	0.16	170	0.03	772-16-1
D-3	0.85	50	0.04	86H-3-1
D-4	0.33	50	0.02	86H-R
D-5	0.97	140	0.14	86H-4
D-6	2.44	100	0.24	86H-5
D-7	2.38	60	0.14	86H-0
D-8	0.22	30	0.01	86H-E-2
D-9	13.17	40	0.53	86H-D-2
D-10	0.35	60	0.02	86H-C-2
D-11	0.57	30	0.02	86H-B

※1 厚さの判読結果を補足資料P199～213に示す。
 ※2 全測線の結果を補足資料P173に示す。

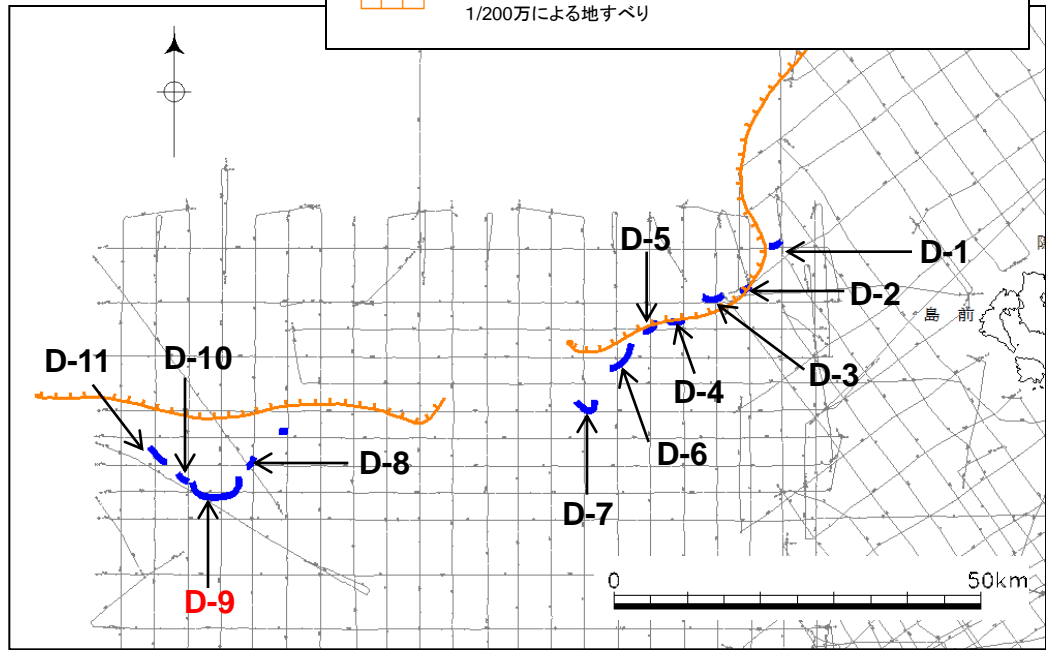


- ・エリアDにおいて概略体積が最大となる地すべり地形は、地すべり地形D-9である。
- ・地すべり地形D-9を地すべり④とし、詳細評価を実施する。



凡例

- 池原(2007)「日御碕沖表層堆積図」1/20万による崩落崖
- 徳山ほか(2001)付図「日本周辺海域の第四紀地質構造図」1/20万による地すべり



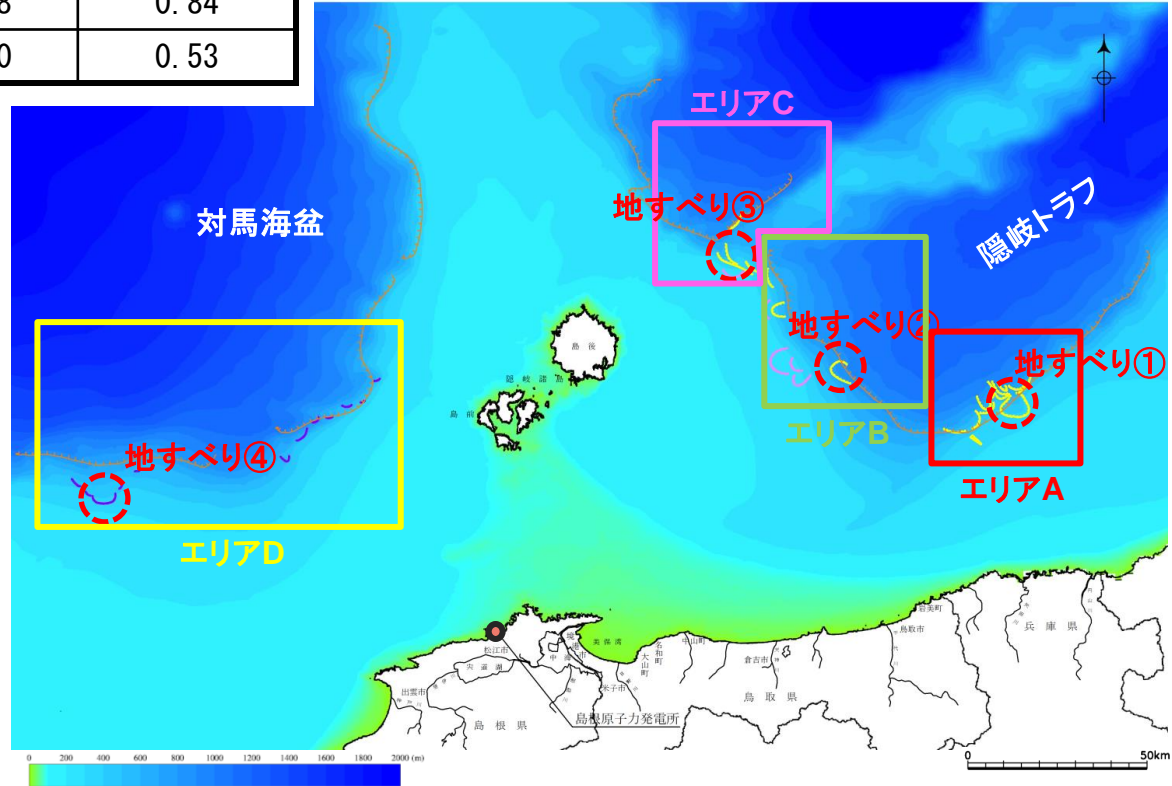
エリアDの地すべり地形

評価対象地すべり地形の選定結果

第771回審査会合 資料1-2 P157 再掲

・地すべり地形の概略体積の算定結果を踏まえ、エリア毎に評価対象地すべりとして、地すべり①～④を選定した。

地すべり番号	投影面積 (km ²)	厚さ (m)	概略体積 (km ³)	(参考)平均均厚さ (m)	(参考)平均概略体積 (km ³)
地すべり①	37.85	150	5.68	110	4.16
地すべり②	21.95	140	3.07	120	2.63
地すべり③	12.31	180	2.22	68	0.84
地すべり④	13.17	40	0.53	40	0.53



凡例

崩落崖
 山本ほか(1989)「鳥取沖海底地質図」1/20万による崩落崖
 池原(2007)「日御碕沖表層堆積図」1/20万による崩落崖
 山本ほか(1989)「鳥取沖海底地質図」1/20万による埋没崩落崖

地すべり
 徳山ほか(2001)付図「日本周辺海域の第四紀地質構造図」1/200万による地すべり

抽出された地すべり地形

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
 - 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討
 - (1) 評価対象地すべり地形の選定
 - (2) 評価対象地すべりによる敷地への影響検討
 - (3) 数値シミュレーションの実施
 - 3-2 陸上地すべりに起因する津波の検討
 - 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
 - 3-4 火山事象に起因する津波の検討
 - 3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

地すべり地形の概略形状設定方針

・敷地への影響検討にあたっては、地すべり①～④が示される領域を対象として、海底地形図及び音波探査記録に基づきWatts et al.(2005)の方法に必要な地すべり地形の概略形状(幅・長さ・厚さ)の設定を行う。

幅の設定

- ・文献に記載された地すべり①～④が示される領域の海底地形図を基に、地形の勾配や起伏の状況に着目して、地すべり変動によって生じたとみられる滑落崖を抽出し、地すべりブロックを想定する。
- ・想定した地すべりブロックから地すべり地形の幅を設定する。

長さ・厚さの設定

- ・地すべり地形の幅の設定に当って想定した地すべりブロックと交差する海上音波探査記録から地すべりを判読し、地すべり地形の長さ・厚さについて以下のとおり設定する。

【長さの設定】

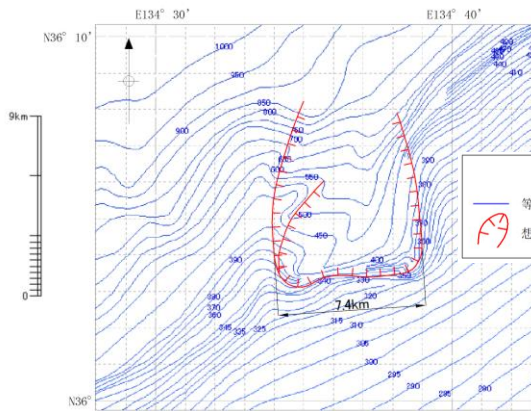
- ・地すべりの両端の直線距離を地すべり地形の長さとする。

【厚さの設定】

- ・地すべり発生前の復元地形は、地すべりの両端が滑らかに接続するように設定し、復元地形と現在の海底面の距離が最も長い箇所を地すべり厚さとする。

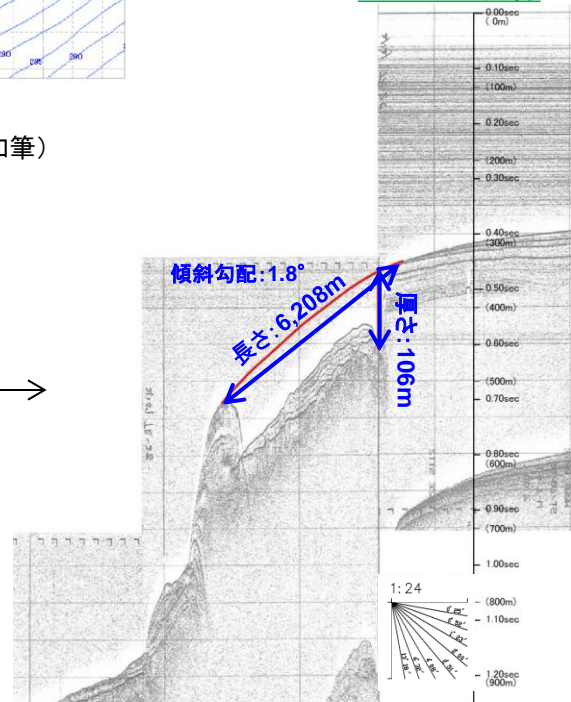
【勾配の設定】

- ・地すべりの両端を結んだ線分の角度を地すべり地形の勾配とする。



海底地形図
(日本水路協会(2008a)⁽⁵²⁾に加筆)

86T-W測線

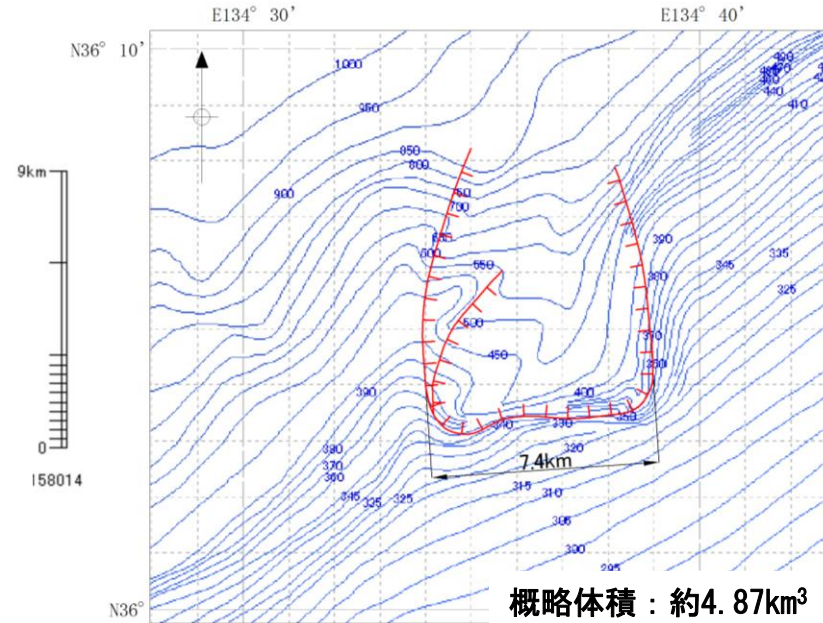
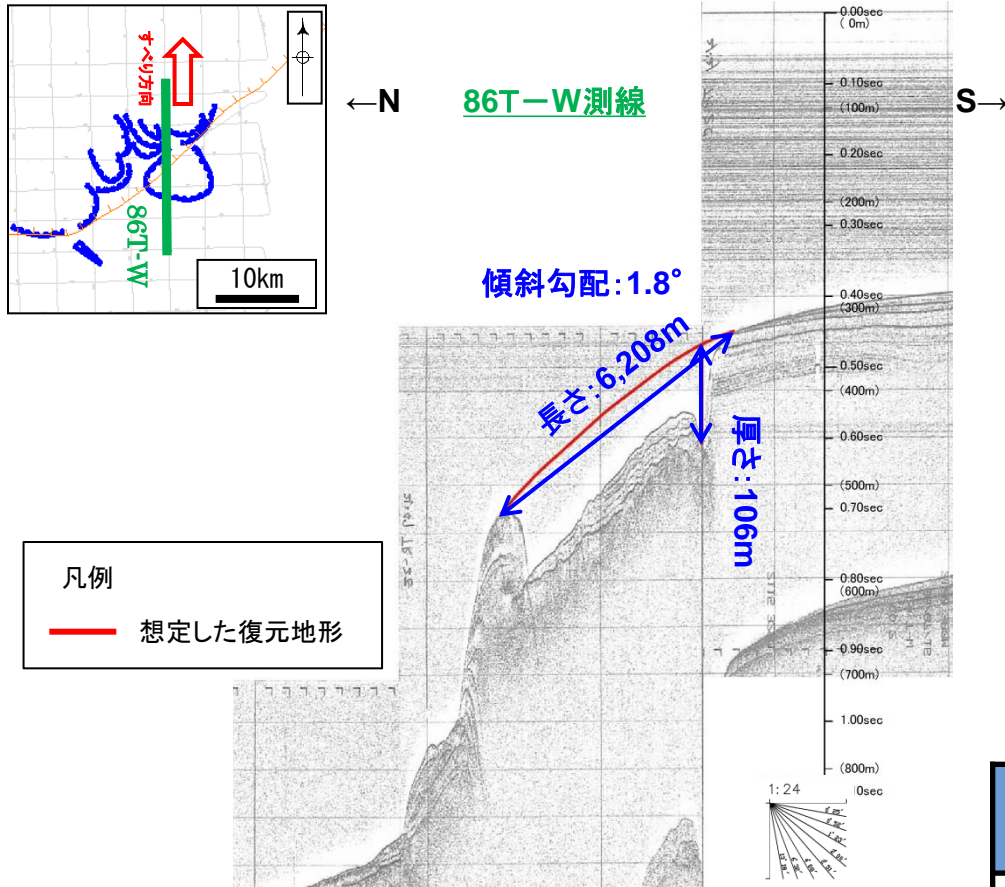
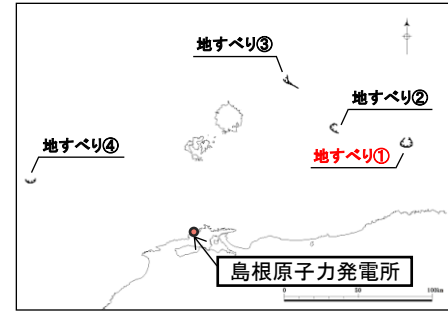


凡例
— 想定した復元地形

例:地すべり①

地すべり地形の概略形状設定(地すべり①)

地すべり①
 ・地すべり地形の長さ及び厚さを86T-W測線の海上音波探査記録から判読するとともに、地すべり地形の幅を海底地形図から判読した。



海底地形図 (日本水路協会(2008a)に加筆)
 平面図凡例
 等深線 (数値は深度)
 想定される地すべりブロック

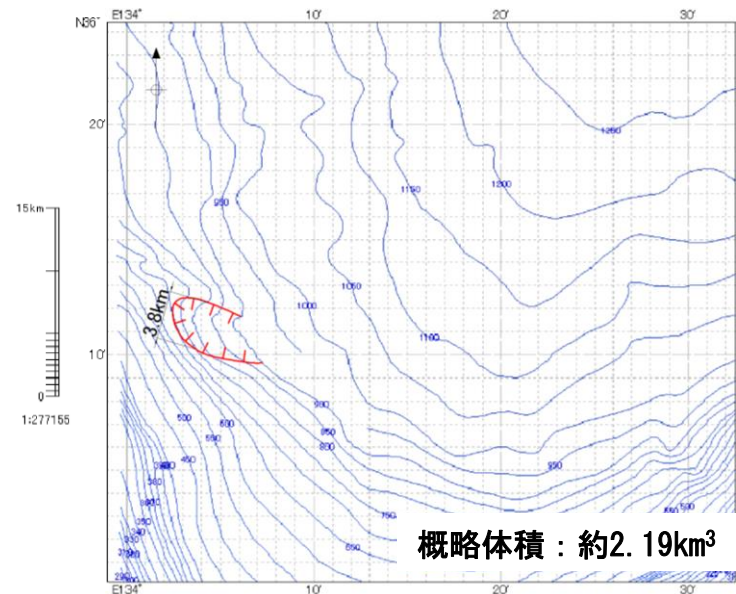
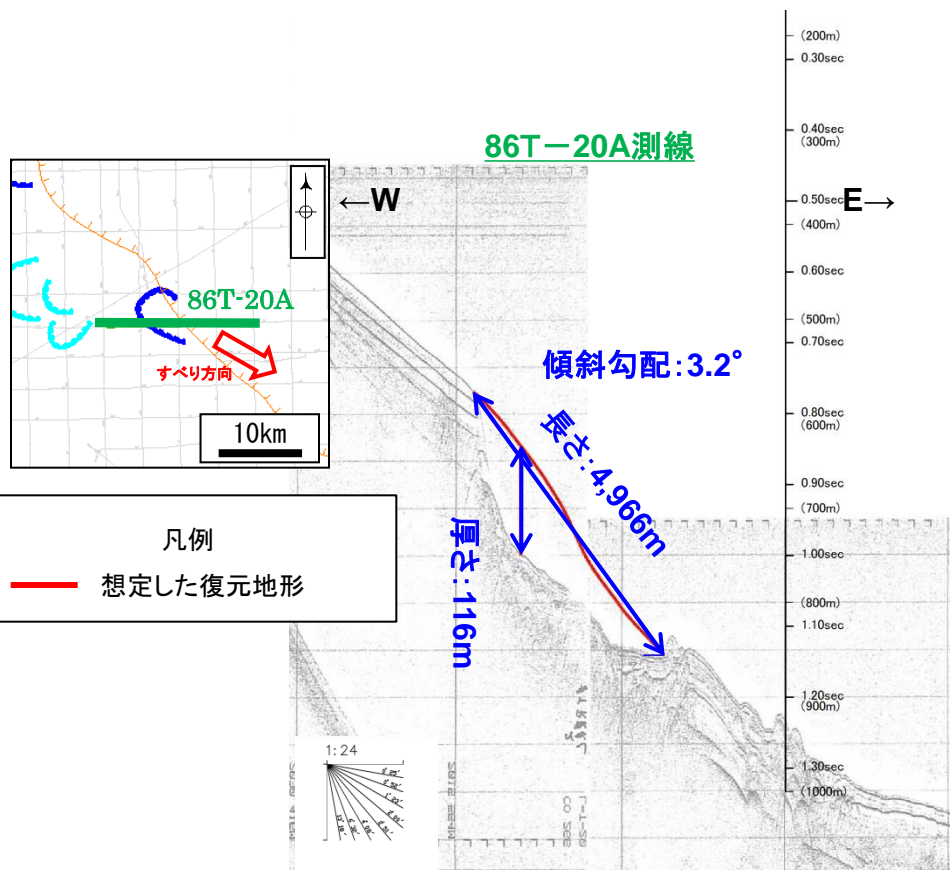
産総研HP公開資料「高分解能音波探査断面データベース(3.5kHzSBP)」に加筆

地すべり	長さ(m)	厚さ(m)	幅(m)	勾配(°)
地すべり①	6,208	106	7,400	1.8

地すべり地形の概略形状設定(地すべり②)

第771回審査会合 資料1-2 P161 再掲

地すべり②
 ・地すべり地形の長さ及び厚さを86T-20A測線の海上音波探査記録から判読するとともに、地すべり地形の幅を海底地形図から判読した。



海底地形図
 (日本水路協会(2008b)⁽⁵³⁾に加筆)

平面図凡例
 — 等深線 (数値は深度)
 想定される地すべりブロック

産総研HP公開資料「高分解能音波探査断面データベース(3.5kHzSBP)」に加筆

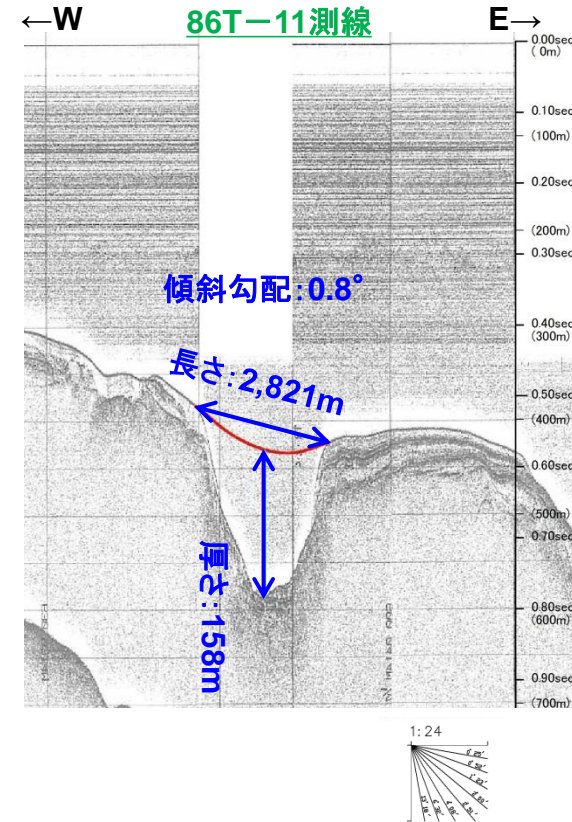
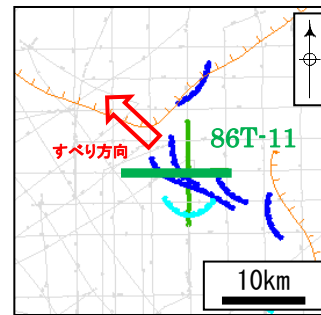
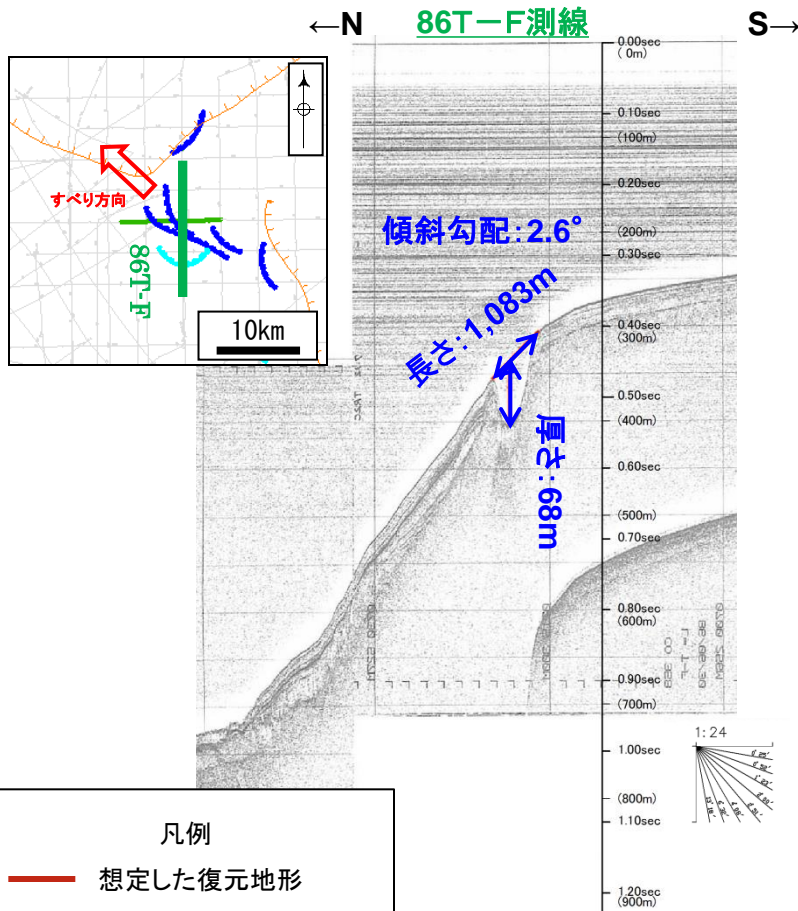
地すべり	長さ(m)	厚さ(m)	幅(m)	勾配(°)
地すべり②	4,966	116	3,800	3.2

地すべり地形の概略形状設定(地すべり③)

第771回審査会合 資料1-2 P162 再掲

地すべり③

・文献記載の地すべり地形はすべり方向が北西であることから、86T-F測線及び86T-11測線の海上音波探査記録より、各々の地すべり地形の厚さを判読し、規模が大きい86T-11測線の記録を採用する。また、傾斜勾配については、安全側の評価となるよう、86T-F測線の記録を採用する。



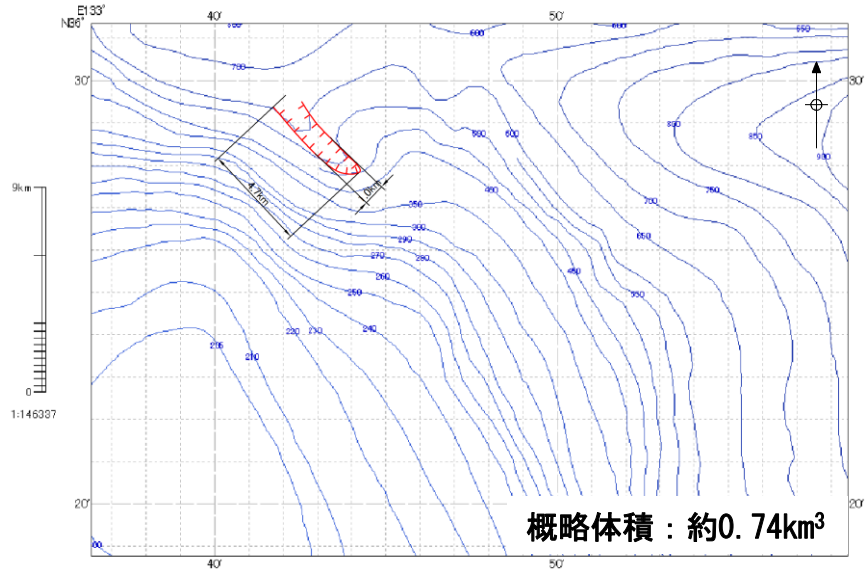
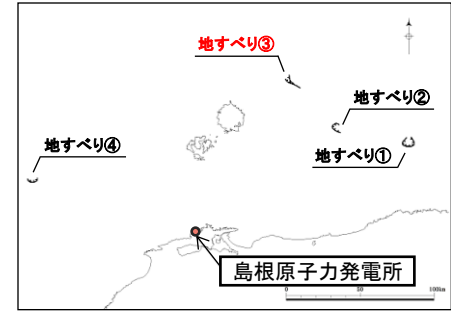
地すべり	厚さ(m)
地すべり③ (86T-F測線)	68
地すべり③ (86T-11測線)	158

地すべり地形の概略形状設定(地すべり③)

第771回審査会合 資料1-2 P163 再掲

地すべり③

- ・地すべり地形の幅を海底地形図から判読した。
- ・また、地すべり長さは海上音波探査記録から設定することを基本としているが、当該地すべりについては、海上音波探査記録の測線方向が地すべりの崩落方向と斜交することから、海底地形図から判読した。



海底地形データ
(日本水路協会(2008b)に加筆)

平面図凡例

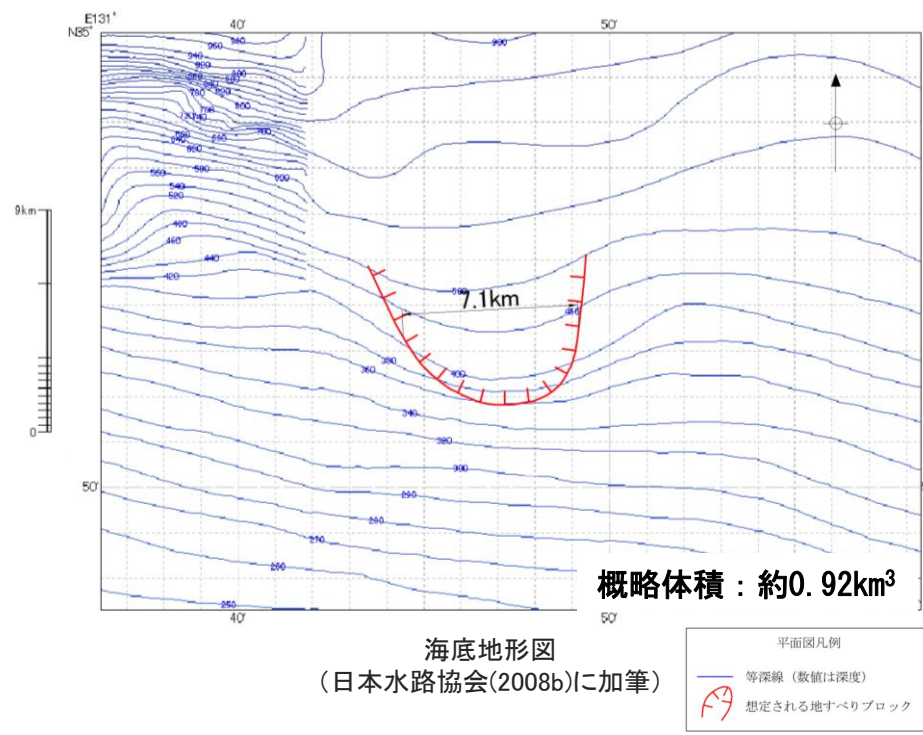
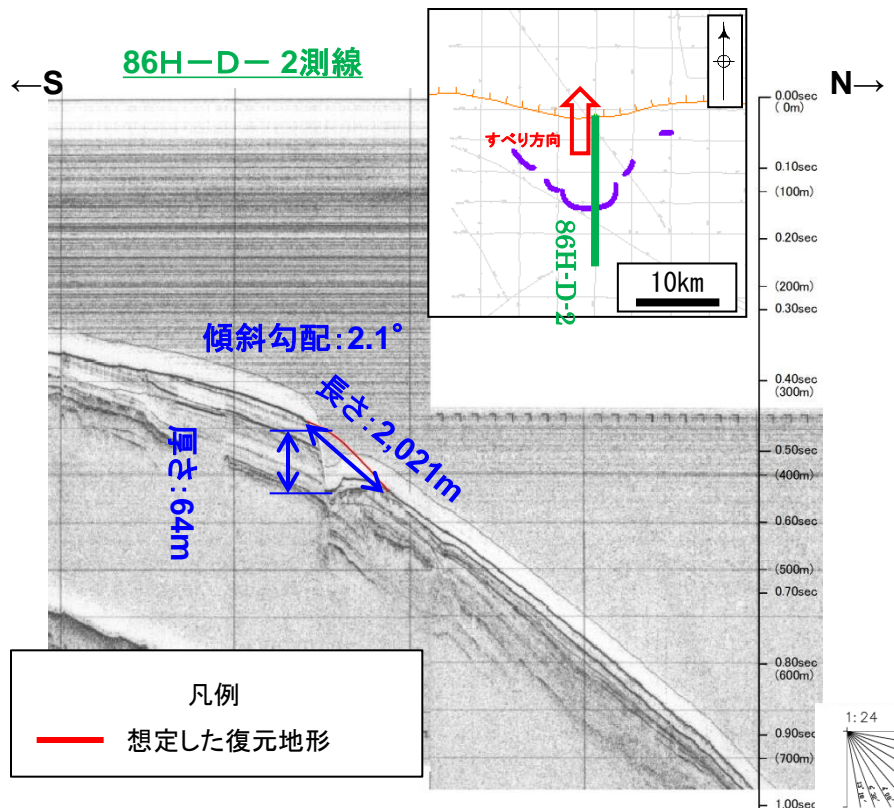
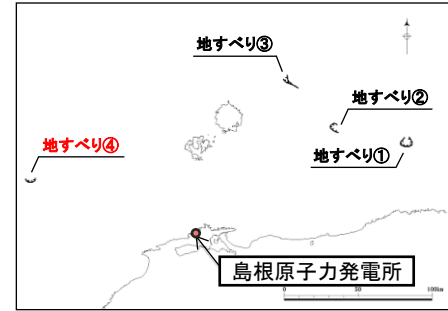
- 等深線 (数値は深度)
- 想定される地すべりブロック

地すべり	長さ(m)	厚さ(m)	幅(m)	勾配(°)
地すべり③	4,700	158	1,000	2.6

地すべり地形の概略形状設定(地すべり④)

第771回審査会合 資料1-2 P164 再掲

地すべり④
 ・地すべり地形の長さ及び厚さを86H-D-2測線の海上音波探査記録から判読するとともに、地すべり地形の幅を海底地形図から判読した。



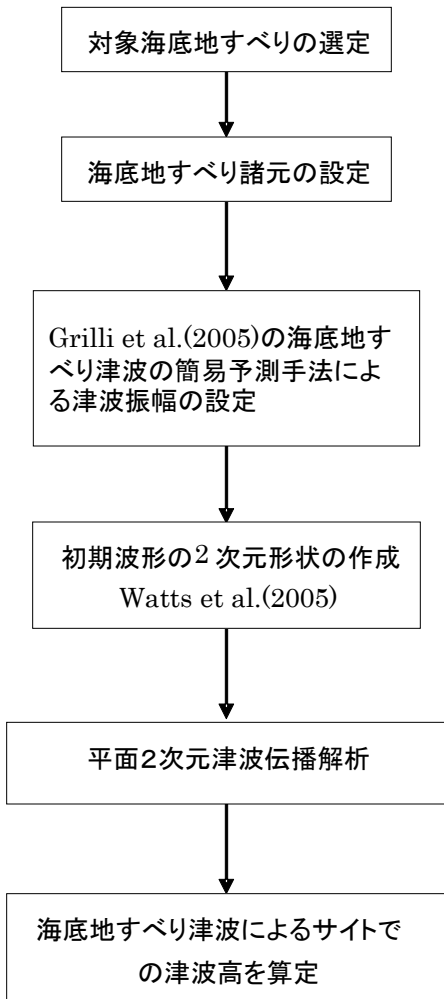
産総研HP公開資料「高分解能音波探査断面データベース(3.5kHzSBP)」に加筆

地すべり	長さ(m)	厚さ(m)	幅(m)	勾配(°)
地すべり④	2,021	64	7,100	2.1

敷地への影響検討に用いる手法(Watts et al.(2005)の方法)

第771回審査会合 資料1-2 P165 再掲

- ・地すべり①～④の形状設定に基づき, Watts et al.(2005)の方法による数値シミュレーションを行う。
- ・Grilli et al.(2005)⁽⁵⁴⁾及びWatts et al.(2005)によって海底地すべり付近での初期波形分布を設定し,これを初期水位とした平面2次元解析を実施する。

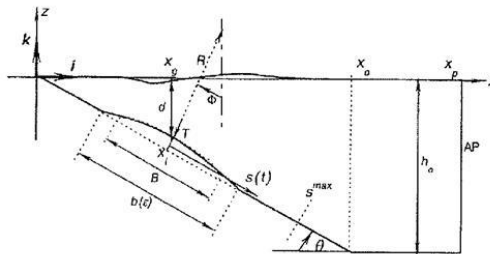


Watts et al. (2005)による初期波形予測式

$$\eta_{0,3D} = \eta_{0,2D} \left(\frac{w}{w + \lambda_0} \right)$$

$$\eta(x, y) = -\frac{\eta_{0,3D}}{\eta_{min}} \operatorname{sech}^2 \left(\kappa \frac{y - y_0}{w + \lambda_0} \right) \left(\exp \left\{ -\left(\frac{x - x_0}{\lambda_0} \right)^2 \right\} - \kappa' \exp \left\{ -\left(\frac{x - \Delta x - x_0}{\lambda_0} \right)^2 \right\} \right)$$

$\eta_{0,2D}$: 最大水位低下量, w : 地すべりの幅, λ_0 : 津波特性波長, x, y : 波形作成位置, x_0, y_0 : 地すべり位置, η_{min} : 振幅を除く右辺の最小値, $\kappa=3, \kappa'=1, \Delta x$: 波形調整パラメータ



記号	意味
b	SMF長さ(ガウス分布で近似したとき)
B	SMF長さ(楕円近似のとき)
d	初期のSMF最小没水深
R	Slumpの曲率半径
T	SMFの厚さ
w	SMFの幅
θ	斜面勾配
$\Delta \Phi$	Slumpの回転角
γ	SMFの水中比重
X_g	初期水深がdとなる位置の座標

※SMF = submarine mass failure

敷地への影響検討に用いる手法(Watts et al.(2005)の方法)

第771回審査会合 資料1-2 P166 再掲

記号	意味	設定
T	SMF厚さ	地形等より設定. 不明な場合は $T=0.01b$ (bはSMF長さ)
C _m	付加質量係数	1
C _d	抗力係数	1
C _n	底面摩擦係数= $\tan \Psi$	0
a ₀	初期加速度	$a_0 = g \sin \theta \left(\frac{\gamma - 1}{\gamma + C_m} \right) \left(1 - \frac{\tan \Psi}{\tan \theta} \right)$
u _t	最終速度	$u_t = \sqrt{gd} \sqrt{\frac{B \sin \theta}{d} \frac{\pi(\gamma - 1)}{2C_d} \left(1 - \frac{\tan \Psi}{\tan \theta} \right)}$
S ₀ , t ₀	特性距離及び特性時間	$S_0 = \frac{u_t^2}{a_0}, \quad t_0 = \frac{u_t}{a_0}$
λ ₀	特性津波波長	$\lambda_0 = t_0 \sqrt{gd}$
η _{0,2D}	X=Xgにおける最大水位低下量(現象が2次元のとき)	$\eta_{0,2D} = S_0 (0.0574 - 0.0431 \sin \theta) \left(\frac{T}{b} \right) \left(\frac{b \sin \theta}{d} \right)^{1.25} (1 - e^{-2.2(\gamma - 1)})$

敷地への影響検討に用いるパラメータ(Watts et al.(2005)の方法)

パラメータ設定

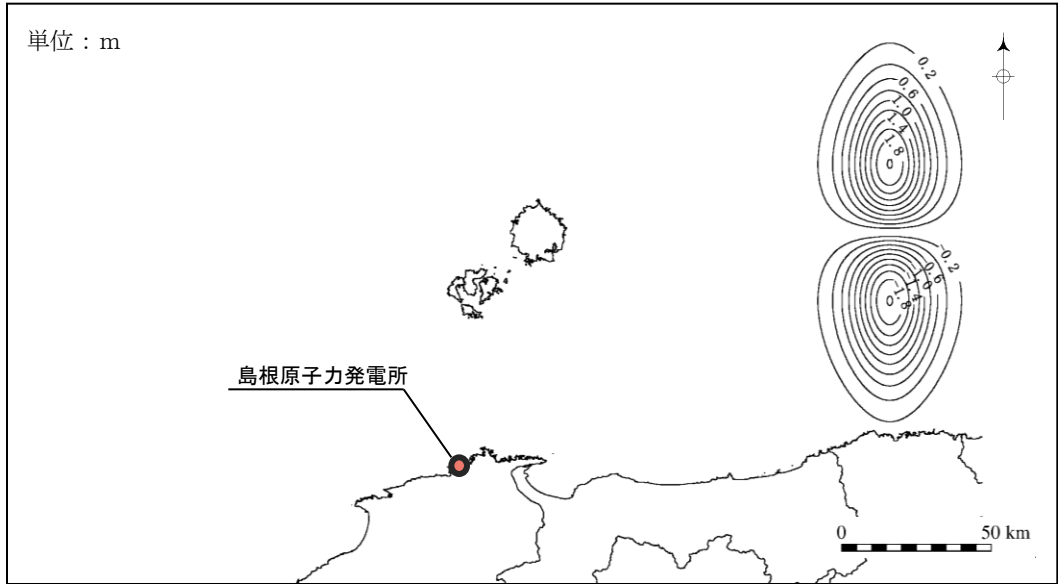
		設定値				設定根拠
		地すべり①	地すべり②	地すべり③	地すべり④	
γ	崩壊部比重	1.85	1.85	1.85	1.85	Watts et al.(2005)に示される値
b(m)	崩壊部長さ	6,208	4,966	4,700	2,021	復元地形から判読
T(m)	崩壊部厚さ	106	116	158	64	復元地形から判読
w(m)	崩壊部幅	7,400	3,800	1,000	7,100	地すべりブロック
d(m)	初期の崩壊部水深	351	634	432	353	崩壊部頂点の水深
θ (deg)	斜面勾配	1.8	3.2	2.6	2.1	崩壊部の傾斜勾配
C_d	抗力係数	1.0	1.0	1.0	1.0	Watts et al.(2005)に示される値
C_m	付加質量係数	1.0	1.0	1.0	1.0	Watts et al.(2005)に示される値
ψ	底面摩擦係数	0.0	0.0	0.0	0.0	Watts et al.(2005)に示される値
u_t (m/s)	最終速度	50.512	60.226	52.818	31.129	$u_t = \sqrt{gd} \sqrt{\frac{B \sin \theta}{d} \frac{\pi(\gamma-1)}{2C_d} \left(1 - \frac{\tan \psi}{\tan \theta}\right)}$
a_0 (m ² /s)	初期加速度	0.092	0.163	0.133	0.107	$a_0 = g \sin \theta \left(\frac{\gamma-1}{\gamma+C_m}\right) \left(1 - \frac{\tan \psi}{\tan \theta}\right)$
t_0 (sec)	特性時間	550.2	369.1	398.4	290.6	$t_0 = \frac{u_t}{a_0}$
S_0 (m)	特性距離	27,791.8	22,231.6	21,040.8	9,047.6	$s_0 = \frac{u_t^2}{a_0}$
λ_0 (m)	特性津波波長	32,269.0	29,096.6	25,920.0	17,094.9	$\lambda_0 = t_0 \sqrt{gd}$

波源振幅の推定値

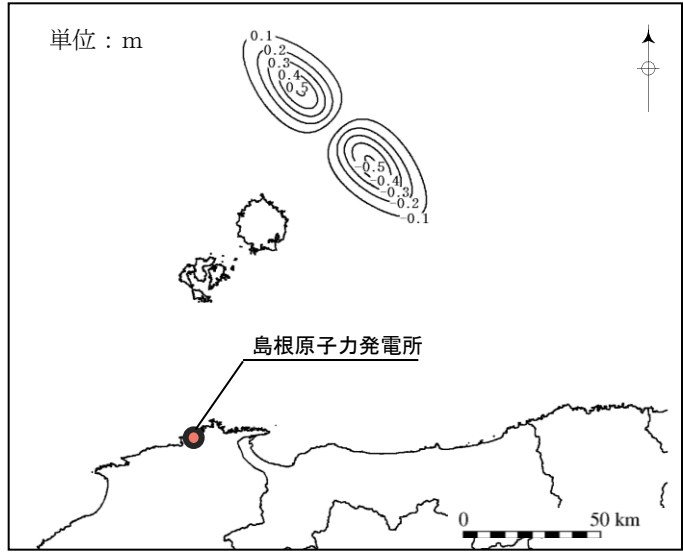
	地すべり①	地すべり②	地すべり③	地すべり④
$\eta_{0.2D}$ (m)	10.79	8.59	13.72	1.92
$\eta_{0.3D}$ (m)	2.01	0.99	0.51	0.56

初期水位分布

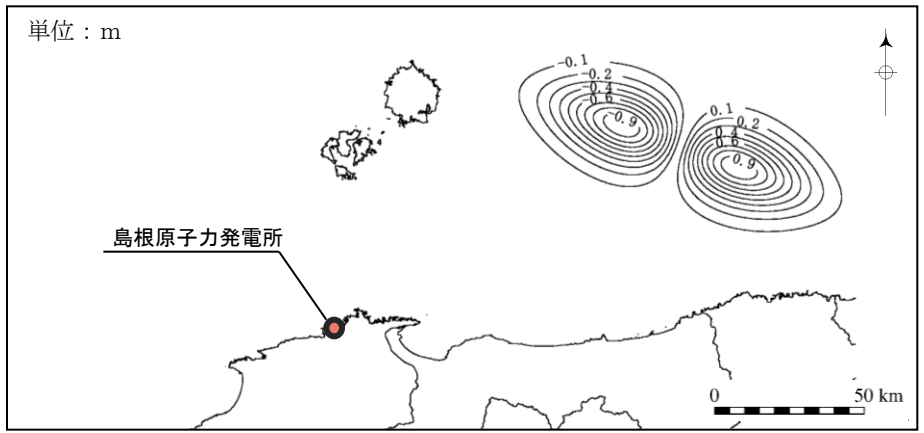
第771回審査会合 資料1-2 P168 再掲



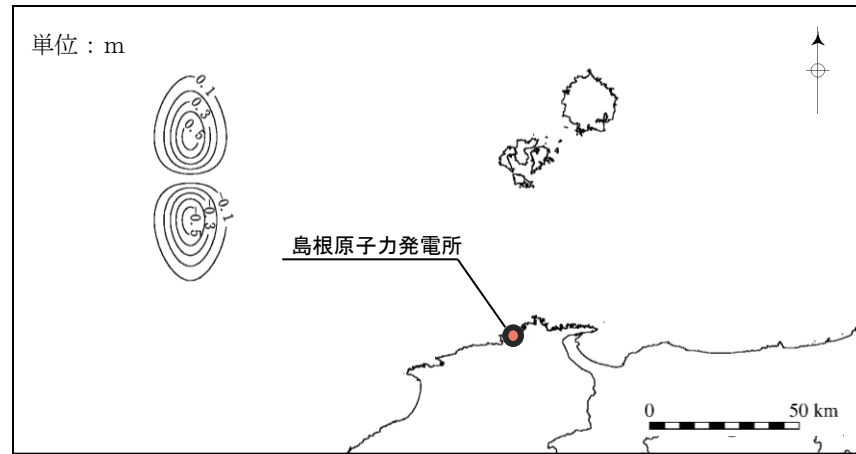
初期水位分布(地すべり①)



初期水位分布(地すべり③)



初期水位分布(地すべり②)



初期水位分布(地すべり④)

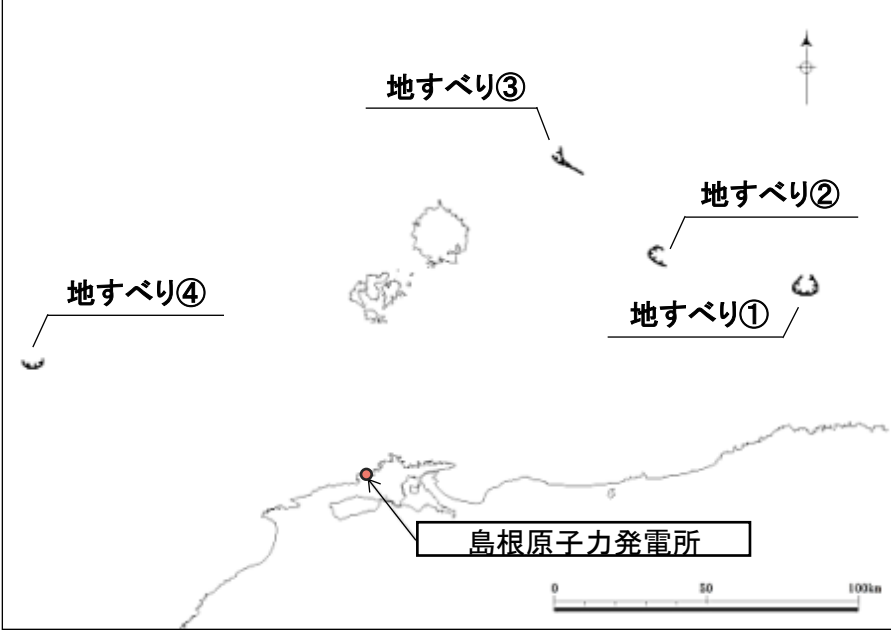
敷地への影響検討の結果

第771回審査会合 資料1-2 P169 加筆・修正

・敷地への影響検討として数値シミュレーションを実施した。

検討ケース		評価水位 (T. P. m)		
		上昇側	下降側	
		施設護岸 又は防波壁	2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)
評価対象地すべりによ る敷地への影響検討	地すべり①	+2.0	-1.2	-1.2
	地すべり②	+1.2	-0.5	-0.5
	地すべり③	+1.0	-0.6	-0.6
	地すべり④	+0.8	-0.4	-0.4

海底地すべり位置図



- ・概略形状を設定した地すべりに対し, Watts et al.(2005)の方法による影響検討を実施した結果, 地すべり①が最大となる。
- ・地すべり①～④について詳細に設定した波源モデルで数値シミュレーションを実施する。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
 - 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討
 - (1) 評価対象地すべり地形の選定
 - (2) 評価対象地すべりによる敷地への影響検討
 - (3) 数値シミュレーションの実施
 - 3-2 陸上地すべりに起因する津波の検討
 - 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
 - 3-4 火山事象に起因する津波の検討
 - 3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

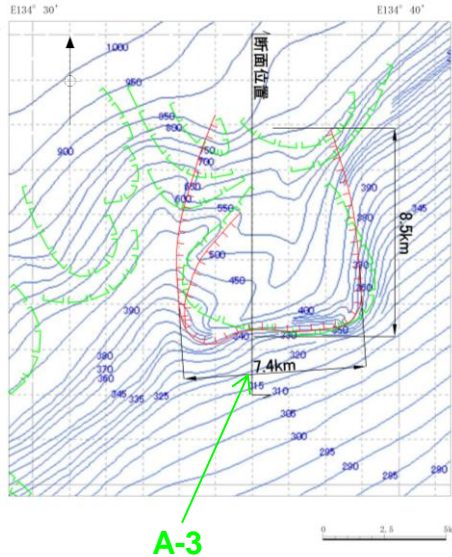
復元地形及び地すべり形状の設定(設定方針)

第771回審査会合 資料1-2 P171 再掲

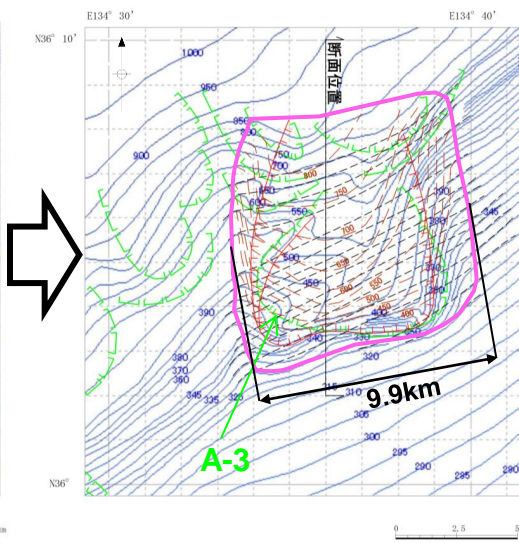
・数値シミュレーションに当たっては、以下のとおり、敷地への影響の検討において想定した地すべりブロックを含むよう安全側に解析上考慮する土塊範囲を想定し、数値シミュレーションに必要な地すべり地形の形状(幅・長さ・厚さ)の設定を行う。

- ①地すべりブロック周辺の文献に示される地すべり地形を含むよう、地すべりブロック外の等高線を滑らかに結び、地すべり前の復元地形を詳細に想定する。
- ②地すべり地形の形状(幅・長さ・厚さ)は、復元地形を想定した海底地すべりの厚さが最も厚くなる断面図を作成し以下の通り設定する。
 幅 : 解析上考慮する土塊範囲の中央部の距離
 長さ: 地すべり両端の直線距離
 厚さ: 復元地形と現在の海底面の距離
- ③すべり面は作成した断面図から地すべりの急崖部と先端部を滑らかに接続するよう設定する。

地すべりブロックの抽出
(敷地への影響検討で使用)



復元地形(数値シミュレーションで使用)

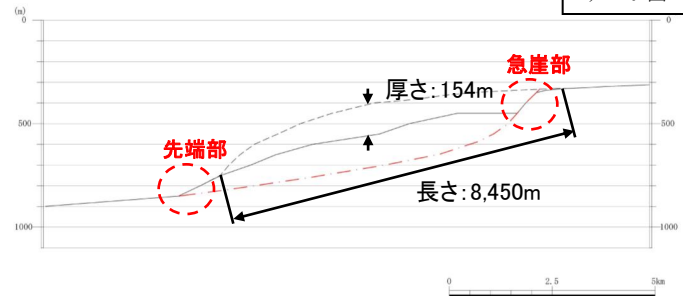


凡例(平面図)

- 等高線(現海底地形)
- - - 等高線(地すべり前の復元地形)
- - - 等高線(すべり面)
- 想定される地すべりブロック(敷地への影響検討で使用)
- 山本ほか(1989)「鳥取沖海底地質図」1/20万による崩落崖
- 解析上考慮する土塊範囲

凡例(断面図)

- 復元地形
- 現地形
- - - すべり面



断面図

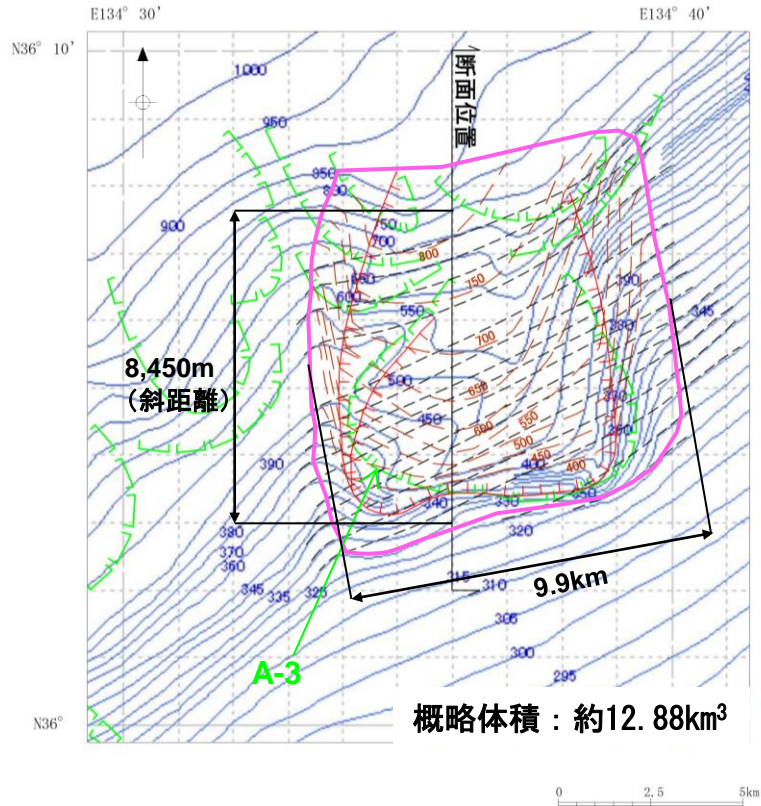
海底地形図(日本水路協会(2008a)に加筆)

海底地形図(日本水路協会(2008a)に加筆)

3.地震以外の要因による津波想定 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討 (3)数値シミュレーションの実施

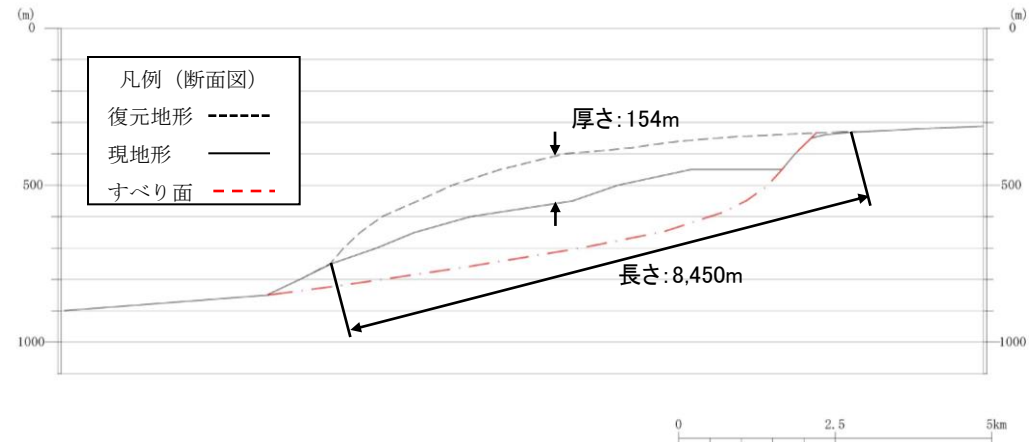
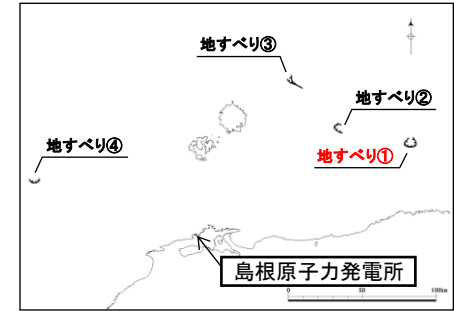
波源モデルの設定(地すべり①)

復元地形(数値シミュレーションで使用)



海底地形図(日本水路協会(2008a)に加筆)

- 凡例(平面図)
- 等高線(現海底地形)
 - 等高線(地すべり前の復元地形)
 - 等高線(すべり面)
 - 想定される地すべりブロック(敷地への影響検討で使用)
 - 山本ほか(1989)「鳥取沖海底地質図」1/20万による崩落崖
 - 解析上考慮する土塊範囲



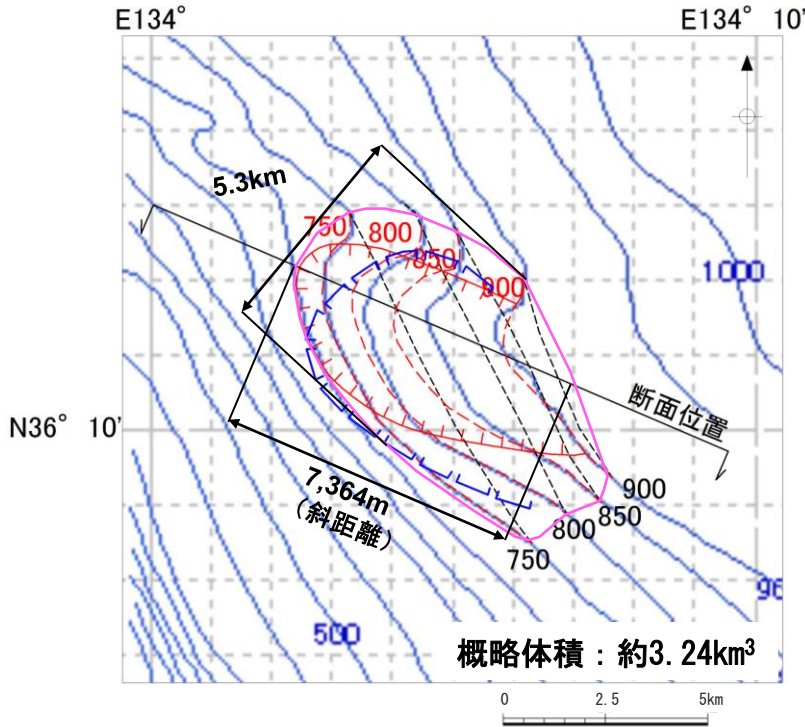
断面図

地すべり	長さ(m)	厚さ(m)	幅(m)	勾配(°)
地すべり①	8,450	154	9,900	1.8

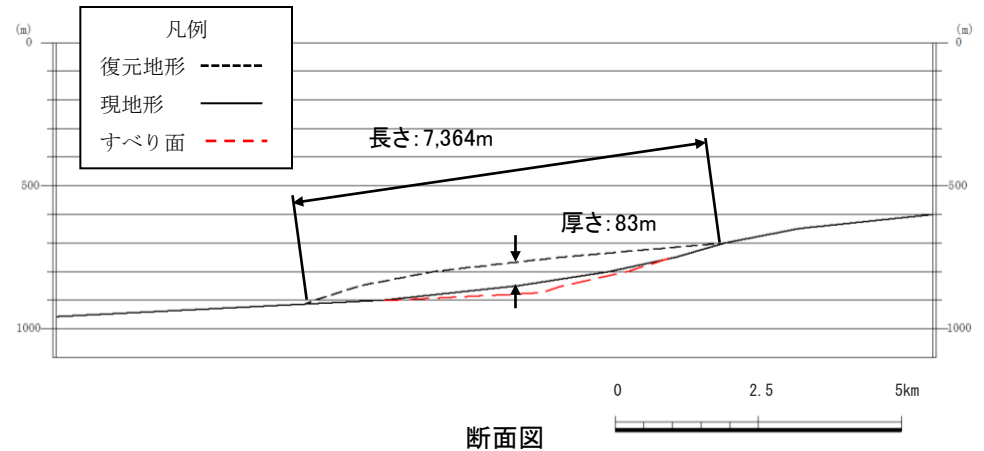
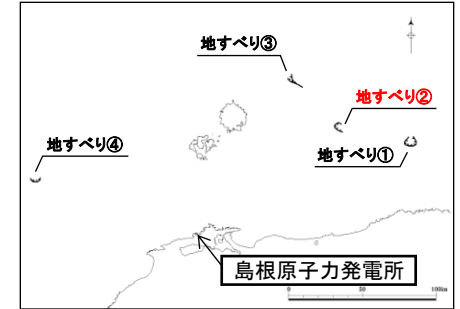
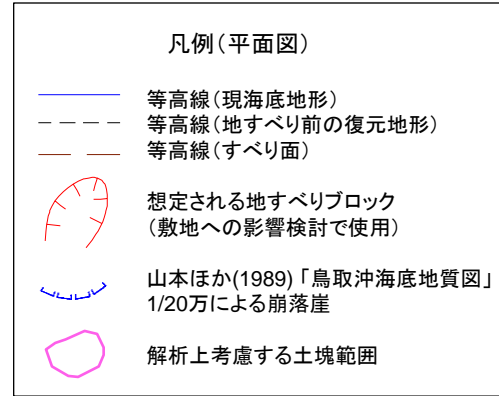
3.地震以外の要因による津波想定 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討 (3)数値シミュレーションの実施

波源モデルの設定(地すべり②)

復元地形(数値シミュレーションで使用)



海底地形図(日本水路協会(2008b)に加筆)



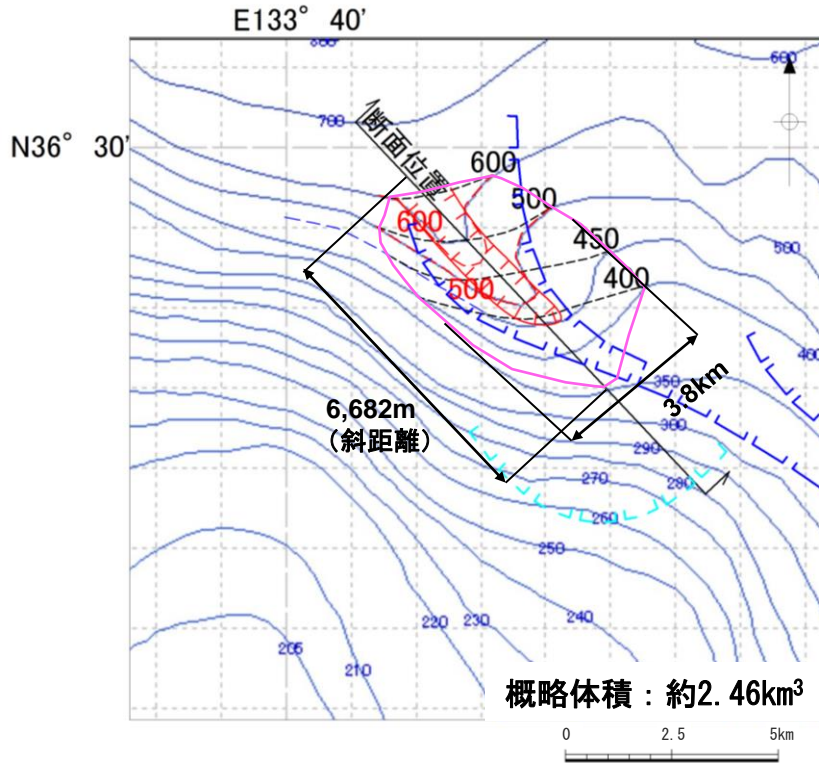
地すべり	長さ(m)	厚さ(m)	幅(m)	勾配(°)
地すべり②	7,364	83	5,300	3.2

3.地震以外の要因による津波想定 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討 (3) 数値シミュレーションの実施

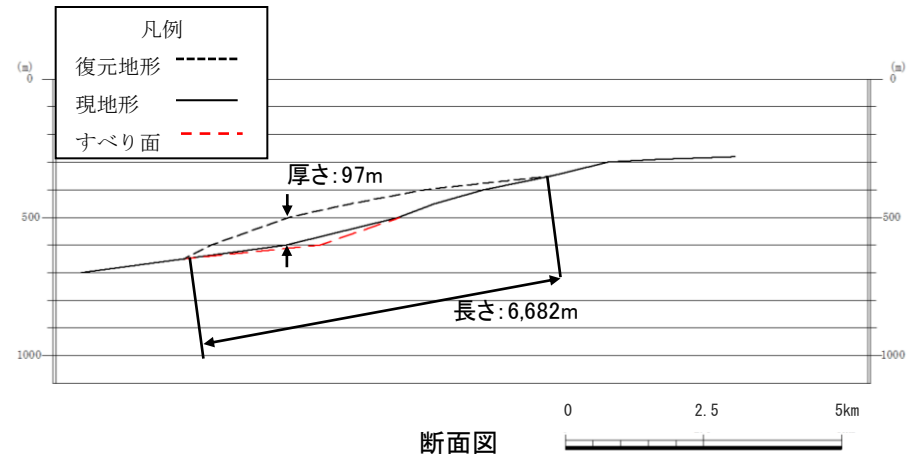
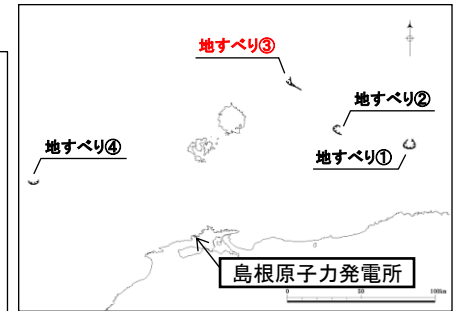
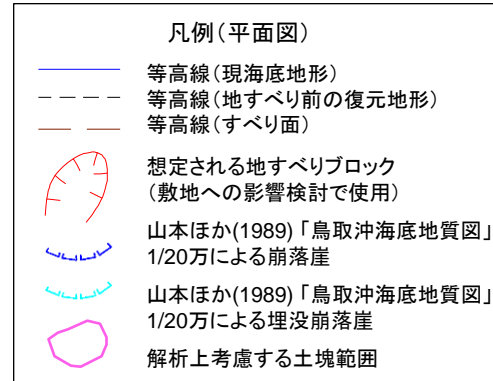
波源モデルの設定(地すべり③)

第771回審査会合 資料1-2 P174 再掲

復元地形(数値シミュレーションで使用)

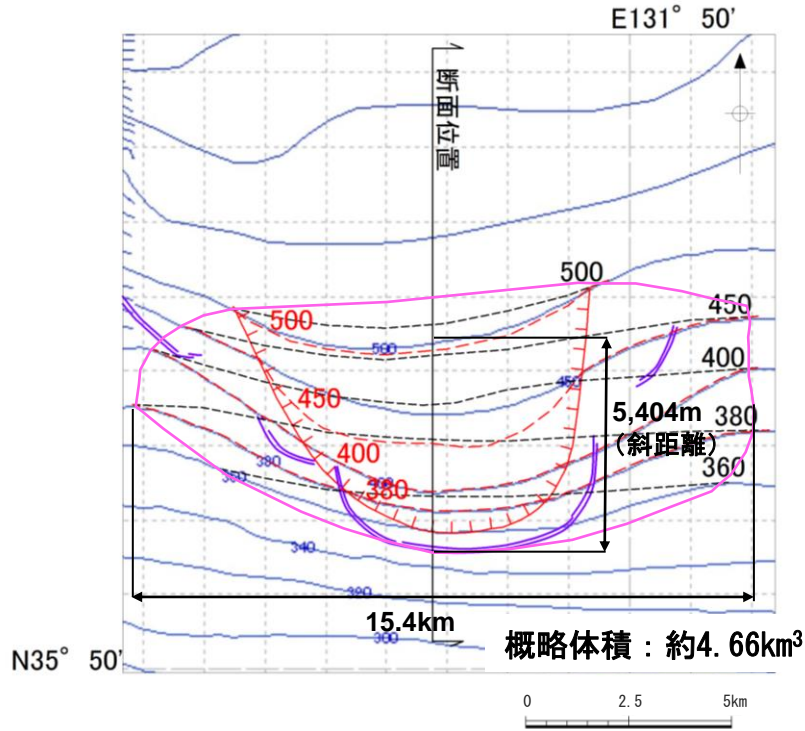


海底地形図(日本水路協会(2008b)に加筆)

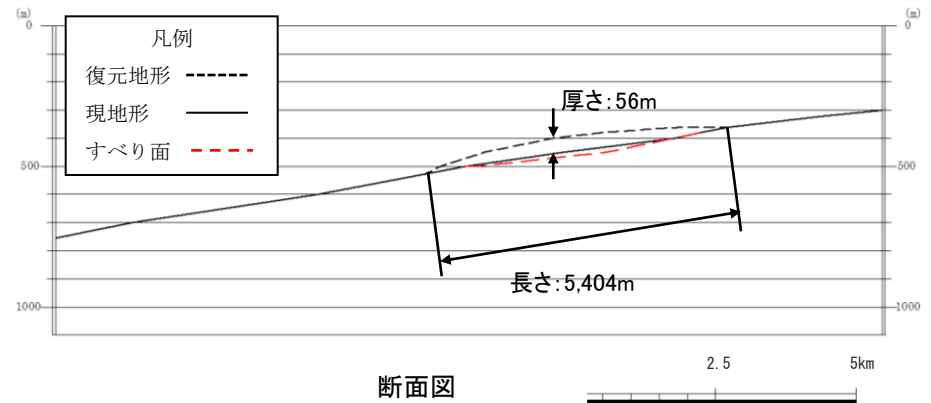
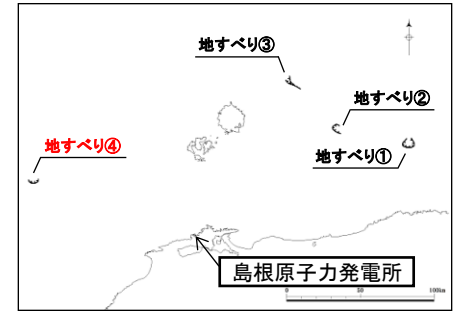
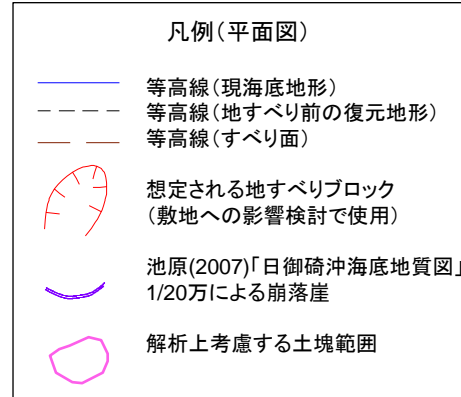


地すべり	長さ(m)	厚さ(m)	幅(m)	勾配(°)
地すべり③	6,682	97	3,800	2.6

復元地形(数値シミュレーションで使用)



海底地形図(日本水路協会(2008b)に加筆)



地すべり	長さ(m)	厚さ(m)	幅(m)	勾配(°)
地すべり④	5,404	56	15,400	2.1

二層流モデルで使用するパラメータ

第771回審査会合 資料1-2 P176 再掲

- ・地すべり①～④を対象に、Maeno and Imamura(2007)⁽⁵⁵⁾の手法により二層流モデルを実施する。
- ・計算手法およびパラメータは以下のとおり。

計算条件

(上層)

$$\frac{\partial(\eta_1 - \eta_2)}{\partial t} + \frac{\partial M_1}{\partial x} + \frac{\partial N_1}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M_1^2}{D_1} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{M_1 N_1}{D_1} \right) + g D_1 \frac{\partial \eta_1}{\partial x} = -\beta \frac{\tau_{1,x}}{\rho_1} - (1-\beta) \cdot INTF_x$$

$$\frac{\partial N_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M_1 N_1}{D_1} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N_1^2}{D_1} \right) + g D_1 \frac{\partial \eta_1}{\partial y} = -\beta \frac{\tau_{1,y}}{\rho_1} - (1-\beta) \cdot INTF_y$$

(下層)

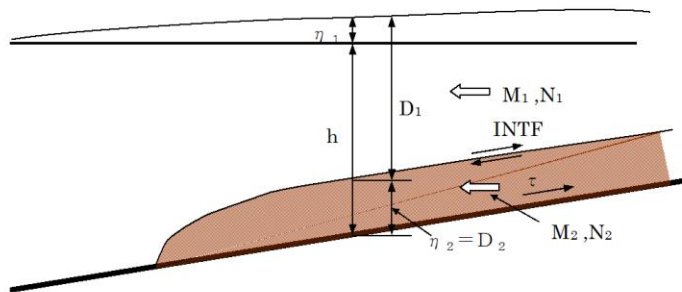
$$\frac{\partial \eta_2}{\partial t} + \frac{\partial M_2}{\partial x} + \frac{\partial N_2}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M_2^2}{D_2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{M_2 N_2}{D_2} \right) + g D_2 \left(\alpha \frac{\partial D_1}{\partial x} + \frac{\partial \eta_2}{\partial x} - \frac{\partial h}{\partial x} \right) = DIFF_{2,x} + \alpha \cdot INTF_x - \frac{\tau_{2,x}}{\rho_2}$$

$$\frac{\partial N_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M_2 N_2}{D_2} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N_2^2}{D_2} \right) + g D_2 \left(\alpha \frac{\partial D_1}{\partial y} + \frac{\partial \eta_2}{\partial y} - \frac{\partial h}{\partial y} \right) = DIFF_{2,y} + \alpha \cdot INTF_y - \frac{\tau_{2,y}}{\rho_2}$$

ここに、下添え字の1：上層，2：下層による変数を表す。

- η：水位変動量 (η₁:静水面からの水位変化量, η₂:土砂流の厚さ), D：全水深,
- g：重力加速度, M, N：x, y方向の線流量, ρ：密度 (ρ₁=1.03g/m³, ρ₂=2.0g/m³),
- α：密度比 (=ρ₁/ρ₂), β：下層に土砂がない場合β=1, 下層に土砂がある場合β=0,
- τ/ρ：底面摩擦力, n：マンニングの粗度係数



パラメータ	値	設定根拠
計算時間間隔(秒)	0.05	計算の安定性を考慮して設定
現象時間(時間)	3	地震発生後の水位が確認できる十分な時間を設定
海水密度 (g/cm ³)	1.03	一般値
崩壊物密度 (g/cm ³)	2.0	松本ほか(1998) ⁽⁵⁶⁾ による※
マンニングの粗度係数 (m ^{-1/3} ・s)	上層	0.03 土木学会による
	下層	0.40 Kawamata et al. (2005) ⁽⁵⁷⁾ による※
界面抵抗係数	0.0	Kawamata et al. (2005)による
下層の渦動粘性係数 (m ² /s)	0.0	土木学会による

※ 設定根拠の詳細を補足資料P214に示す。

$$\frac{\tau_{1,x}}{\rho_1} = \frac{gn^2}{D_1^{7/3}} M_1 \sqrt{M_1^2 + N_1^2}, \quad \frac{\tau_{1,y}}{\rho_1} = \frac{gn^2}{D_1^{7/3}} N_1 \sqrt{M_1^2 + N_1^2}$$

$$\frac{\tau_{2,x}}{\rho_2} = \frac{gn^2}{D_2^{7/3}} M_2 \sqrt{M_2^2 + N_2^2}, \quad \frac{\tau_{2,y}}{\rho_2} = \frac{gn^2}{D_2^{7/3}} N_2 \sqrt{M_2^2 + N_2^2}$$

INTF：界面抵抗力, f_{int}：界面抵抗係数, u, v：x, y方向の流速

$$INTF_x = f_{int} \bar{u} \sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}, \quad INTF_y = f_{int} \bar{v} \sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}$$

$$\bar{u} = u_1 - u_2, \quad \bar{v} = v_1 - v_2$$

DIFF：渦動粘性項, ν：渦動粘性係数

$$DIFF_{2,x} = \nu_2 \left(\frac{\partial^2 M_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_2}{\partial y^2} \right), \quad DIFF_{2,y} = \nu_2 \left(\frac{\partial^2 N_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N_2}{\partial y^2} \right)$$

Watts et al.(2005)の方法で使用するパラメータ(二層流モデルと同規模で設定) 第771回審査会合 資料1-2 P177 再掲

・地すべり①～④を対象に, Watts et al.(2005)の方法による数値シミュレーションを実施する。

パラメータ設定

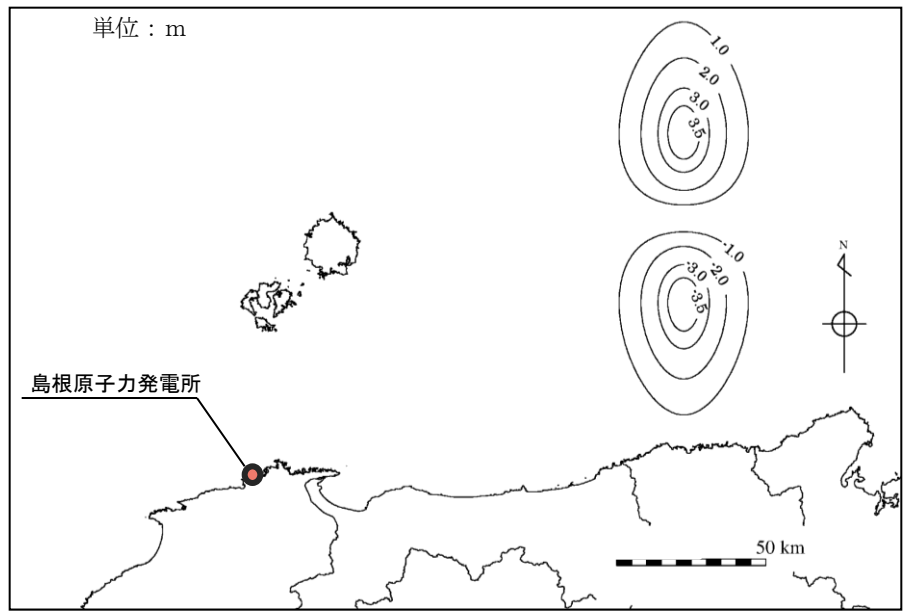
		設定値				設定根拠
		地すべり①	地すべり②	地すべり③	地すべり④	
γ	崩壊部比重	1.85	1.85	1.85	1.85	Watts et al.(2005)に示される値
b(m)	崩壊部長さ	8,450	7,364	6,682	5,404	安全側に想定した復元地形より設定
T(m)	崩壊部厚さ	154	83	97	56	安全側に想定した復元地形より設定
w(m)	崩壊部幅	9,900	5,300	3,800	15,400	安全側に想定した復元地形より設定
d(m)	初期の崩壊部水深	400	767	500	400	崩壊部頂点の水深
θ (deg)	斜面勾配	1.8	3.2	2.6	2.1	崩壊部の傾斜勾配
C_d	抗力係数	1.0	1.0	1.0	1.0	Watts et al.(2005)に示される値
C_m	付加質量係数	1.0	1.0	1.0	1.0	Watts et al.(2005)に示される値
ψ	底面摩擦係数	0.0	0.0	0.0	0.0	Watts et al.(2005)に示される値
u_t (m/s)	最終速度	58.932	73.340	62.978	50.903	$u_t = \sqrt{gd} \sqrt{\frac{B \sin \theta}{d} \frac{\pi(\gamma-1)}{2C_d} \left(1 - \frac{\tan \psi}{\tan \theta}\right)}$
a_0 (m ² /s)	初期加速度	0.092	0.163	0.133	0.107	$a_0 = g \sin \theta \left(\frac{\gamma-1}{\gamma+C_m}\right) \left(1 - \frac{\tan \psi}{\tan \theta}\right)$
t_0 (sec)	特性時間	641.9	449.5	475.0	475.3	$t_0 = \frac{u_t}{a_0}$
S_0 (m)	特性距離	37,828.7	32,966.9	29,913.8	24,192.5	$s_0 = \frac{u_t^2}{a_0}$
λ_0 (m)	特性津波波長	40,189.7	38,971.7	33,249.3	29,756.6	$\lambda_0 = t_0 \sqrt{gd}$

波源振幅の推定値

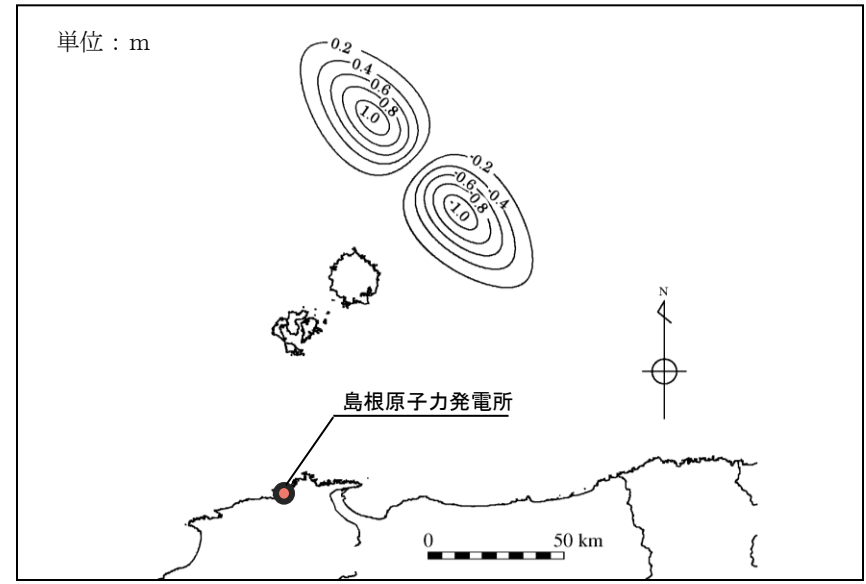
	地すべり①	地すべり②	地すべり③	地すべり④
$\eta_{0,2D}$ (m)	19.57	7.93	10.89	4.92
$\eta_{0,3D}$ (m)	3.87	0.95	1.12	1.68

初期水位分布

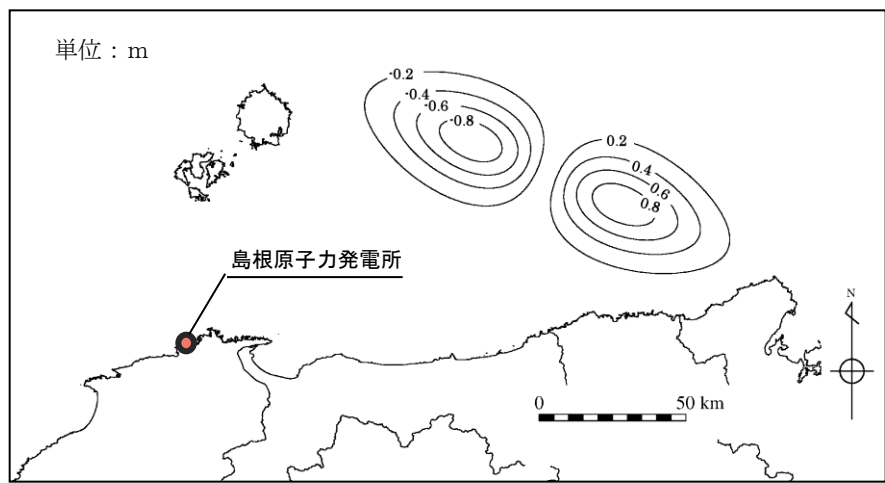
第771回審査会合 資料1-2 P178 再掲



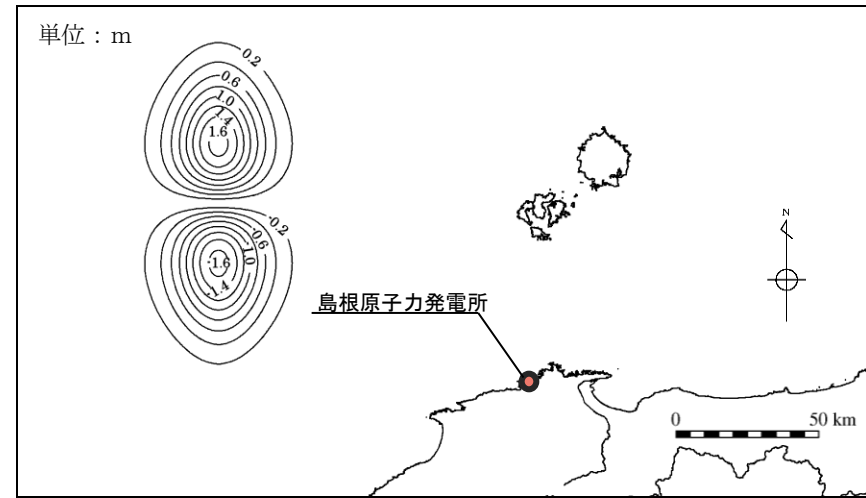
初期水位分布(地すべり①)



初期水位分布(地すべり③)



初期水位分布(地すべり②)



初期水位分布(地すべり④)

津波解析結果

- ・海底地すべり①～④について二層流モデルおよびWatts et al.(2005)の方法で検討を実施した結果，二層流モデルによる数値シミュレーションで実施した地すべり①の評価水位が最も大きい結果となった。^{※1}
- ・二層流モデルによる数値シミュレーションで実施した地すべり①について管路計算を実施する。

検討ケース		評価水位 (T. P. m)		
		上昇側	下降側	
		施設護岸 又は防波壁	2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)
二層流モデル	地すべり①	+4.1	-2.8	-2.7
	地すべり②	+1.7	-0.8	-0.7
	地すべり③	+3.3	-0.8	-0.7
	地すべり④	+0.9	-0.6	-0.6
Watts et al.(2005)の方法	地すべり①	+2.7	-2.6	-2.6
	地すべり②	+1.2	-0.5	-0.5
	地すべり③	+1.6	-1.1	-1.1
	地すべり④	+1.3	-0.6	-0.6



管路計算結果

・二層流モデルによる数値シミュレーションで実施した地すべり①について管路計算を実施した。

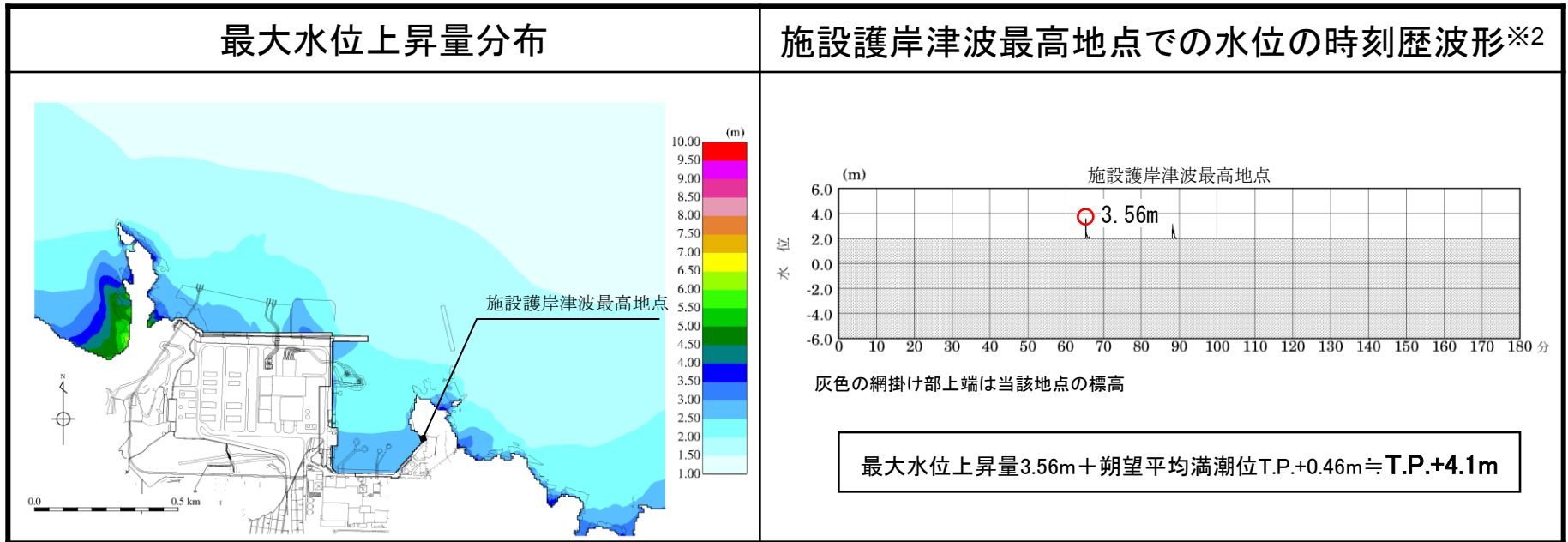
水位上昇側

検討ケース		評価水位 (T. P. m)					
		1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
海底地すべり① (評価水位最高ケース)	運転時	+3.5	+3.2	+2.3	+3.4	+4.3	+4.0
	停止時	+4.0	+4.5	+4.0	+2.1	+3.8	+4.2

水位下降側

検討ケース		評価水位 (T. P. m)
		2号炉 取水槽
海底地すべり① (評価水位最低ケース)	運転時	-3.7
	停止時	-3.3

検討ケース		評価水位 (T.P. m)						
		施設護岸	1号炉取水槽	2号炉取水槽	3号炉取水槽	1号炉放水槽	2号炉放水槽	3号炉放水槽
海底地すべり① (評価水位最高ケース)	運転時	+4.1	+3.5	+3.2	+2.3	+3.4	+4.3	+4.0
	停止時		+4.0	+4.5	+4.0	+2.1	+3.8	+4.2



※2 1～3号炉取・放水槽での水位の時刻歴波形を補足資料P230に示す。

評価水位最低ケース

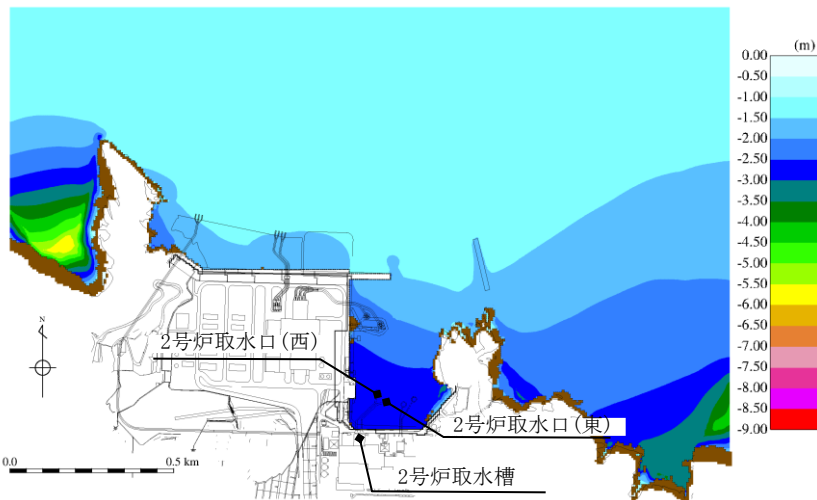
第771回審査会合 資料1-2 P182 再掲

検討ケース	評価水位 (T.P. m)			
	2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)	2号炉取水槽	
			循環水ポンプ 運転時	循環水ポンプ 停止時
海底地すべり① (評価水位最低ケース)	-2.8	-2.7	-3.7	-3.3

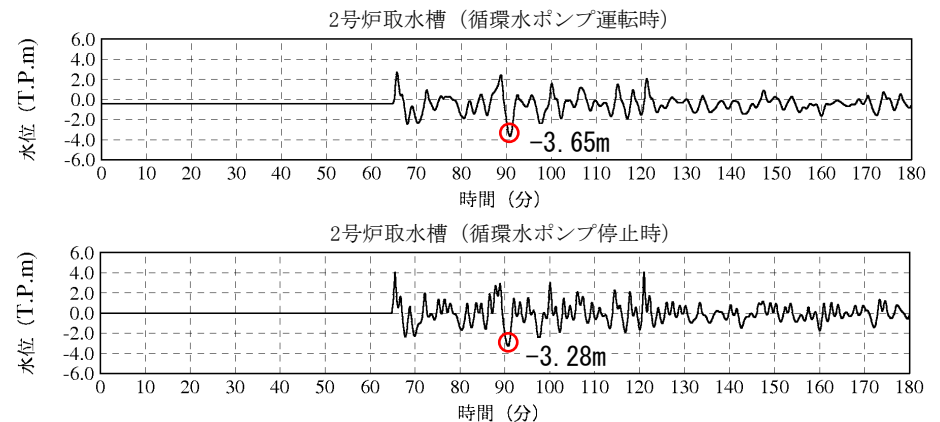
2号炉取水口(東): 最大水位下降量-2.70m+朔望平均干潮位T.P.-0.02m≒T.P.-2.8m

2号炉取水口(西): 最大水位下降量-2.68m+朔望平均干潮位T.P.-0.02m≒T.P.-2.7m

最大水位下降量分布



2号炉取水槽での水位の時刻歴波形※



朔望平均干潮位T.P.-0.02mを考慮した水位

※ 2号炉取水口での水位の時刻歴波形を補足資料P231に示す。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
 - 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討
 - 3-2 陸上地すべりに起因する津波の検討
 - 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
 - 3-4 火山事象に起因する津波の検討
 - 3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

検討フロー

1. 地すべり地形の抽出

- ・防災科学技術研究所(2005⁽⁵⁸⁾, 2006⁽⁵⁹⁾)に示される地すべり地形を確認する。
- ・空中写真判読等により沿岸域の地すべり地形を抽出し、規模や地すべり方向等を推定する。



2. 津波高の概略検討

- ・抽出した地すべり地形に対して、Huber and Hager(1997)⁽⁶⁰⁾の予測式により、敷地における津波高さ(全振幅)を概略的に検討する。



3. 数値シミュレーション

- ・Huber and Hager(1997)の予測式により津波高さ(全振幅)が大きな地すべり地形について、地表地質踏査により、地形及び地質・地質構造を確認する。
- ・地表地質踏査により確認した地すべり形状に基づきすべり面を設定し、二層流モデルを用いた詳細数値シミュレーションを実施し、敷地における津波高さを検討する。

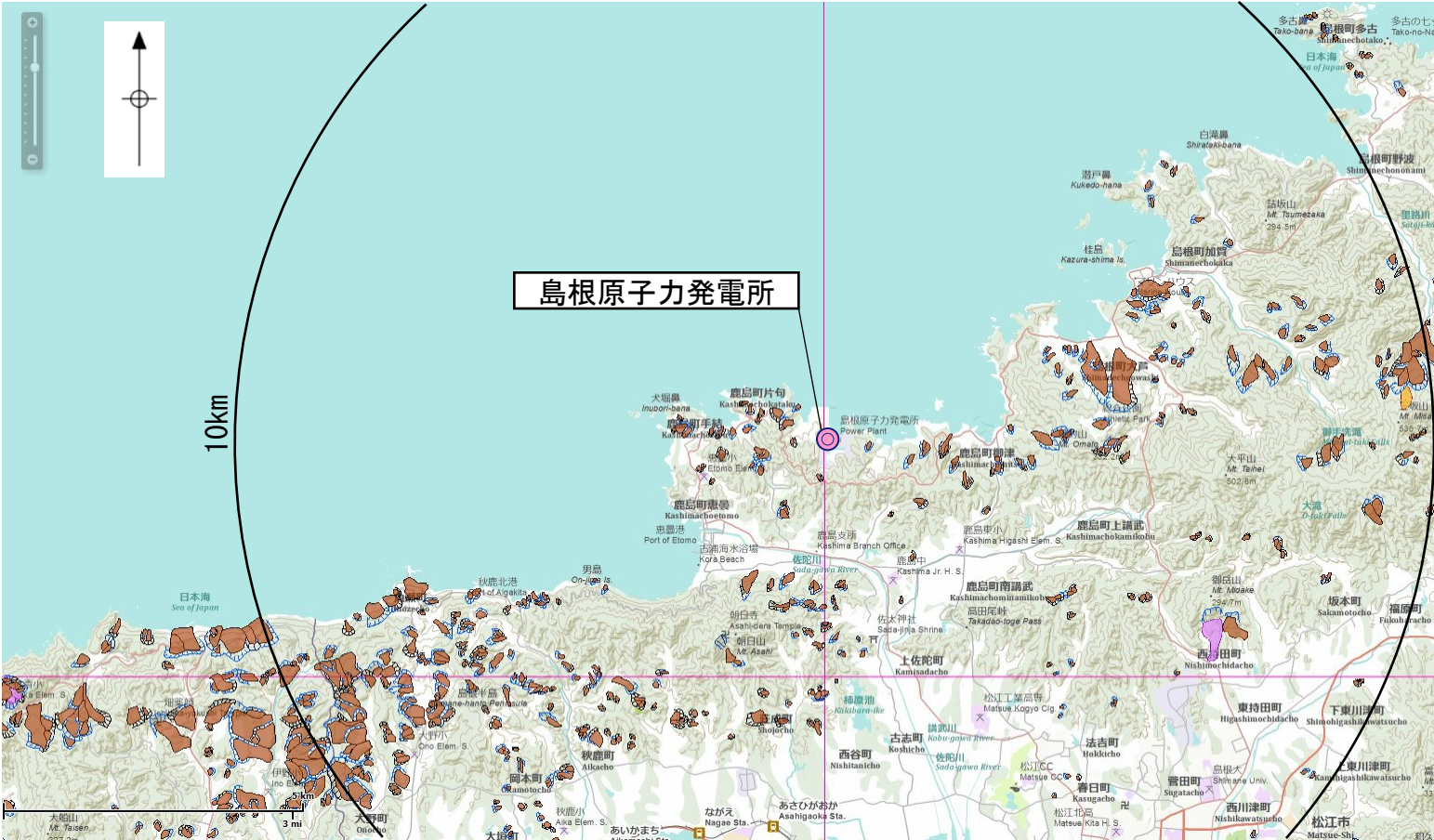
1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
 - 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討
 - 3-2 陸上地すべりに起因する津波の検討
 - (1) 地すべり地形の抽出
 - (2) 津波高の概略検討
 - (3) 詳細数値シミュレーション
 - 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
 - 3-4 火山事象に起因する津波の検討
 - 3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

防災科学技術研究所(2005, 2006)に示される地すべり地形

第771回審査会合 資料1-2 P186 再掲

・発電所から半径10km程度以内について、防災科学技術研究所(2005, 2006)示される地すべり地形を確認した。

輪郭構造 (滑落崖と側方崖)	
	新鮮または開析されていない冠頂をもつ滑落崖
	部分的に開析されている冠頂をもつ滑落崖
	冠頂が著しく開析された滑落崖
	冠頂が丸みをおびて不明瞭になった滑落崖
	開析されてなくなってしまった冠頂・滑落崖の推定復元位置
	中・緩斜の流れ盛すべり面が地表に露出し、滑落崖にあたる急崖を呈し斜面。冠頂は尾根の反対側斜面とすべり面との交線
	後方崖、多重稜線等
移動体の輪郭・境界	
	後方に滑落崖があり、移動体の輪郭が明確なし判定可能
	後方の滑落崖は明瞭であるが、移動体の輪郭の判定が困難
	滑落崖はほとんど開析されてしまったが、過去の移動体の一部(不安定土塊)が残っている
	ほかの移動体や堆積物におおわれた部分
	斜面体の移動の初期状態。基岩から分離していないとしても不安定域、移動域と推定される範囲
	斜面移動体かどうか判定できない山体・小丘
内部構造	
	二次・小滑落崖、崖縁の開析程度に応じて輪郭構造の場合と同様に表す
	サブユニットの境界、内部(二次)移動体輪郭
	移動体内の小尾根
	幅の広い溝状凹地、亀裂
	幅の狭い溝状凹地、亀裂
	雁行亀裂
	線状窪地・小谷底線
移動方向等移動体の主移動方向	
	すべり
	クリーブ(衝行)
	流れ・押し出し
	落石など
	前方への傾動または傾動を伴う移動とその方向
	元の斜面傾斜と逆方向へ傾動した斜面の傾斜方向
重心位置	
	移動体重心位置



防災科学技術研究所HP公開資料「地すべり地形分布図データベース」に加筆

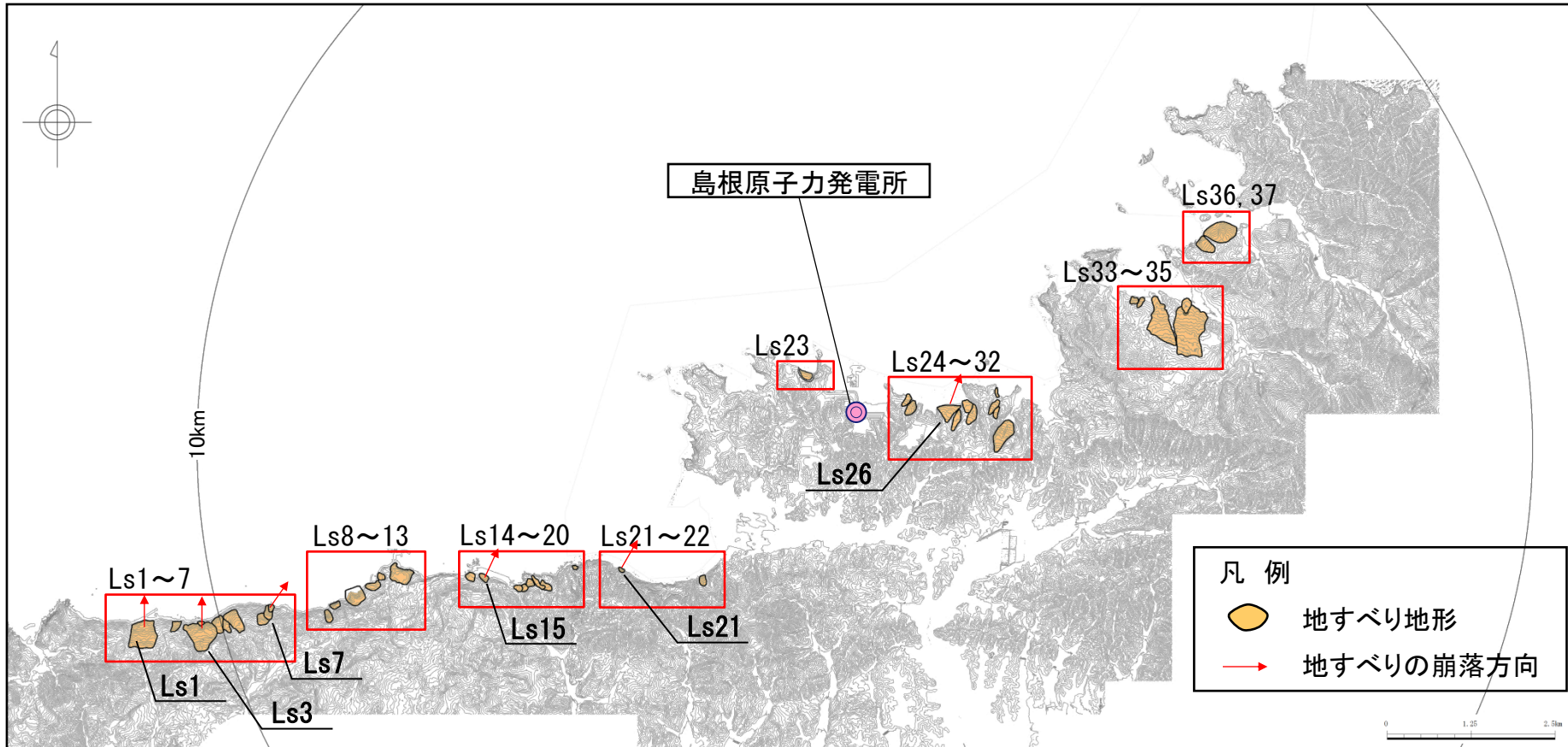
空中写真等による地すべり地形の当社判読結果

第771回審査会合 資料1-2 P187 再掲

・発電所から半径10km程度以内について、空中写真及び航空レーザー測量結果により沿岸域の地すべり地形を判読し、37箇所を抽出した。※1, 2

※1 空中写真判読等による地すべり地形の判読方法を補足資料P242に示す。

※2 隠岐諸島における陸上地すべりの検討を補足資料P292～309に示す。

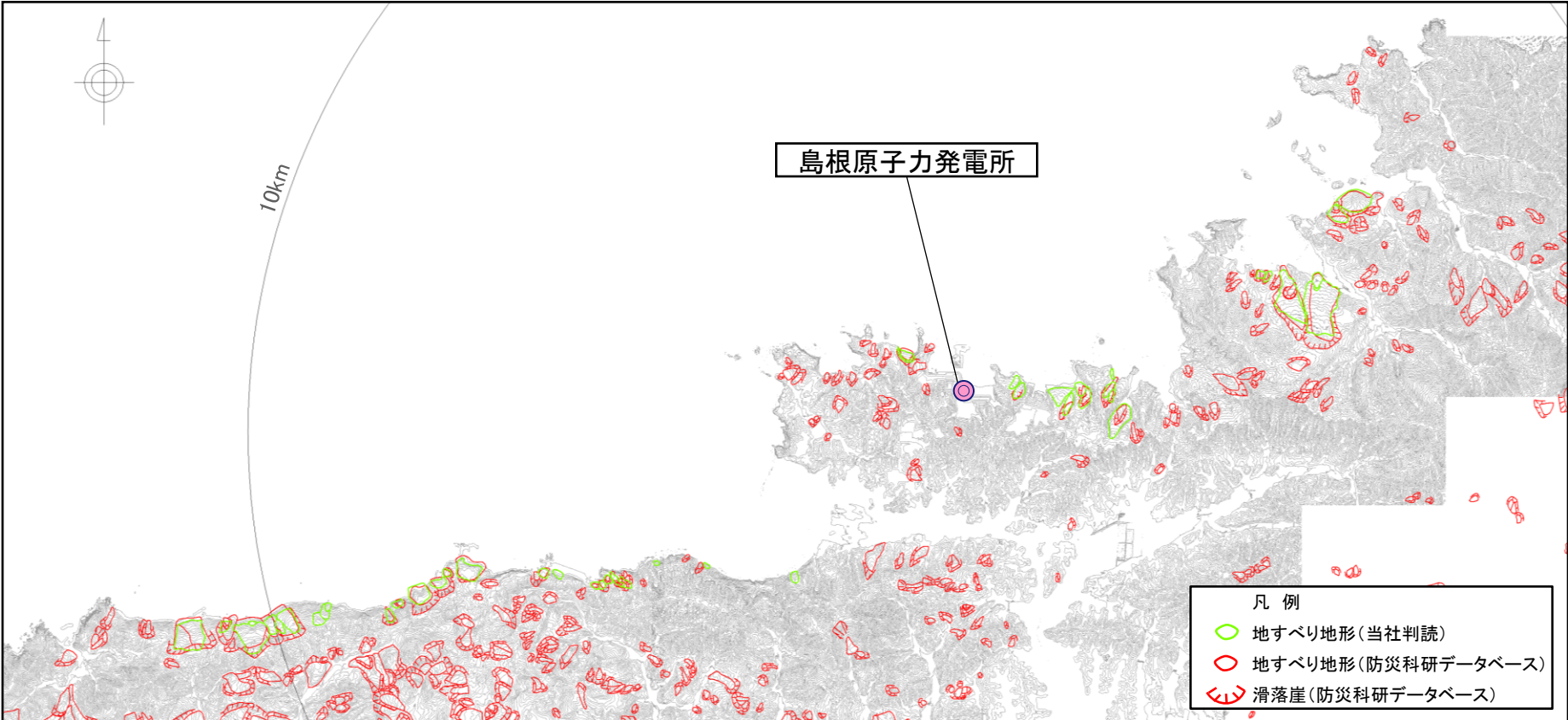


当社判読結果と防災科学技術研究所(2005, 2006)に示される地すべり地形との比較

第771回審査会合 資料1-2 P188 再掲

- ・当社による空中写真判読結果は、防災科学技術研究所(2005, 2006)に示される地すべり地形と概ね整合している。
※1
- ・なお、地方自治体が公表しているハザードマップには、敷地に与える影響が大きいと推定される地すべりは記載されていない。
※2

※1 当社判読結果と防災科学技術研究所(2005, 2006)に示される地すべり地形との詳細な比較を補足資料P243～247に示す。
※2 地方自治体が公表しているハザードマップを補足資料P242～244に示す。



- ・当社判読結果により陸上地すべりに起因する津波の検討を行う。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
 - 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討
 - 3-2 陸上地すべりに起因する津波の検討
 - (1) 地すべり地形の抽出
 - (2) 津波高の概略検討
 - (3) 詳細数値シミュレーション
 - 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
 - 3-4 火山事象に起因する津波の検討
 - 3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

Huber and Hager(1997)の方法

第771回審査会合 資料1-2 P190 再掲

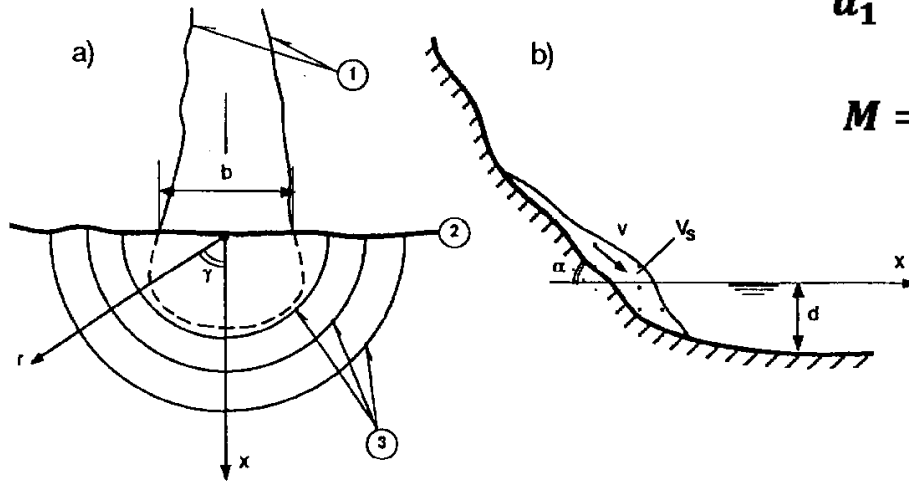
・崩壊部の体積, すべり面の傾斜角, 進行角, 発電所までの距離等を算定し, Huber and Hager(1997)の予測式により, 敷地における津波の全振幅を検討した。

Huber and Hager (1997) の予測式

$$\frac{H_1}{d_1} = 2 \cdot 0.88 \sin \alpha \cos^2 \left(\frac{2\gamma}{3} \right) \left(\frac{\rho_s}{\rho_w} \right)^{1/4} M^{1/2} \left(\frac{r}{d_1} \right)^{-2/3}$$

$$M = \frac{V_s}{bd_1^2}$$

$$H_2/H_1 = (d_1/d_2)^{1/4}.$$



H_1 : 地すべり発生位置での全振幅, H_2 : 敷地前面での全振幅,
 d_1 : 突入水深, d_2 : 敷地前面での水深, V_s : 体積, b : 地すべりの幅
 r : 発電所までの距離, α : すべり面の傾斜角, γ : 進行角,
 ρ_s : 2.7g/cm³, ρ_w : 1.0g/cm³

Slide layout (a) and section (b) with main parameters of impulse wave

Vues schématiques en plan (a) et transversale (b) du glissement, avec désignation des paramètres principaux utilisés dans la description des ondes de translation

- reservoir water depth d near the impact site,
- reservoir topography,
- distance x , and radius r from the impact site to the location considered, and
- wave propagation direction γ .

津波高の概略検討結果

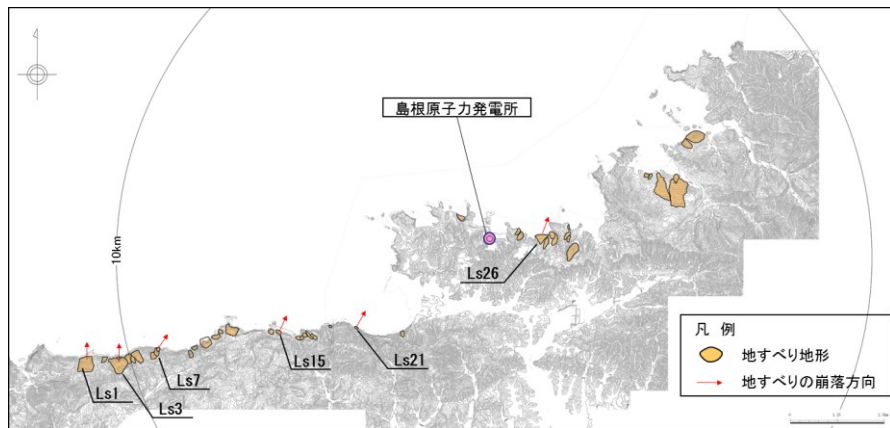
第771回審査会合 資料1-2 P191 再掲

・空中写真判読等により抽出した島根半島に分布する地すべり地形全37地点を対象にHuber and Hager(1997)の予測式により、敷地における津波高さ(全振幅)を検討した。※1
 ・検討の結果、全振幅が大きな上位6地点は下表のとおりとなる。※2

地すべり (図中の番号)	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	土量 Vs (m ³)	すべり面の 傾斜角 α (°)	進行角 γ (°)	突入水深 d_1 (m)	発電所 水深 d_2 (m)	発電所ま での距離 r (km)	発電所での 津波高さ(全 振幅) H_2 (m)
Ls7	402	190	28	2,138,640	27	+35	15	20	9	1.20
Ls26	289	290	42	3,520,020	14	-105	10	20	0.5	0.44
Ls3	490	400	40	7,840,000	20	+70	10	20	10	0.43
Ls21	71	90	18	115,020	45	+25	5	20	5	0.38
Ls1	478	430	43	8,838,220	20	+75	10	20	11	0.37
Ls15	100	150	22	330,000	37	+40	5	20	6	0.32

※1 パラメータの設定方法を補足資料P251～261に示す。

※2 Huber and Hager(1997)の予測式による全地点の結果を補足資料P256～258に示す。



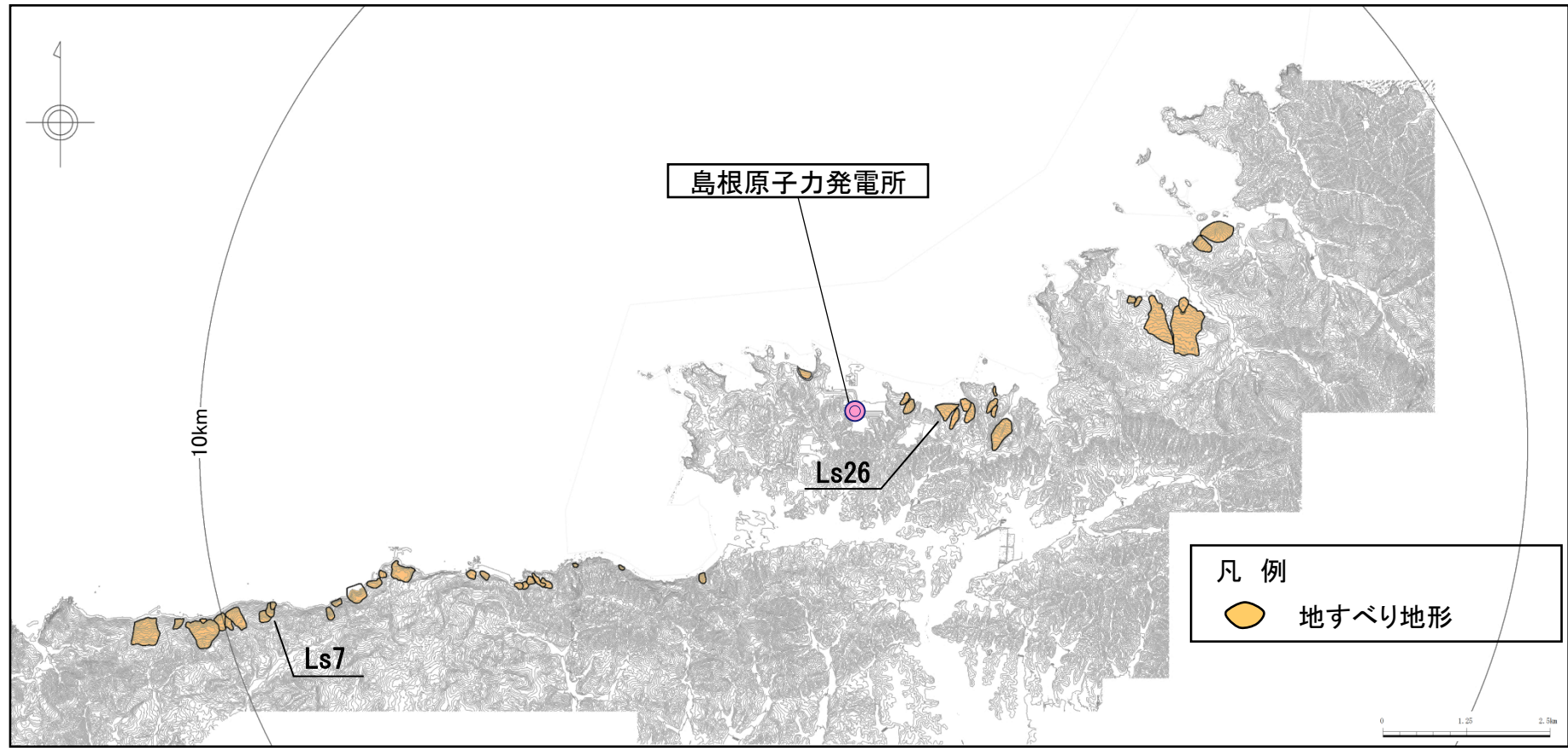
1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
 - 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討
 - 3-2 陸上地すべりに起因する津波の検討
 - (1) 地すべり地形の抽出
 - (2) 津波高の概略検討
 - (3) 詳細数値シミュレーション
 - 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
 - 3-4 火山事象に起因する津波の検討
 - 3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

地形及び地質・地質構造の確認

第771回審査会合 資料1-2 P193 再掲

- ・Huber and Hager(1997)の予測式による敷地における津波高さ(全振幅)が相対的に大きな地すべりLs7及びLs26について、二層流モデルによる数値シミュレーションを実施する。
- ・数値シミュレーションの実施に当っては、地表地質踏査を実施し、必要となるすべり面等を作成する。※

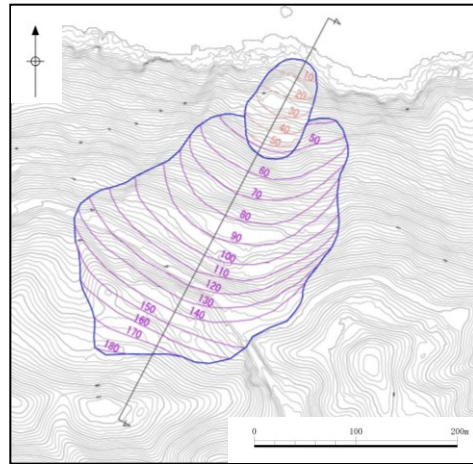
※ 地表地質踏査の方法を補足資料P242に示す。



すべり面の設定 (Ls7・Ls26)

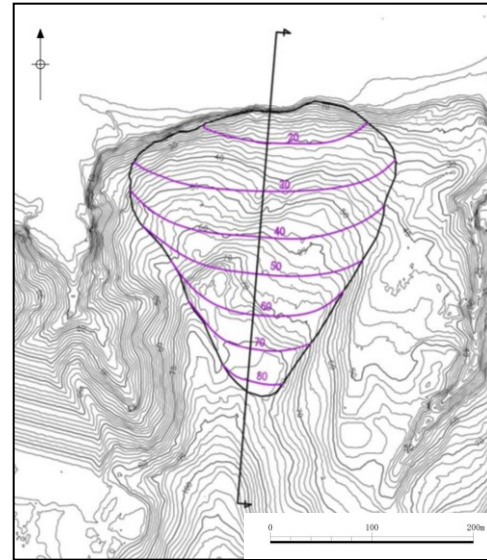
・地表地質踏査結果により確認した地すべり形状に基づき、数値シミュレーションの実施に当って必要となるすべり面を以下のとおり作成した。

- ①断面図上のすべり面の深さを、高速道路調査会(1985)⁽⁶¹⁾に従って設定する。
- ②上記により設定した断面図上のすべり面を、地表地質踏査により確認した地すべり形状の輪郭縁の地形コンターに滑らかに繋げ、すべり面のコンターを作成した。



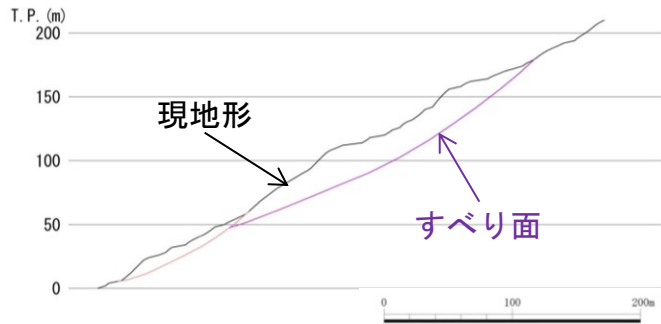
すべり面 (Ls7)

凡例
 — 等高線 (すべり面)

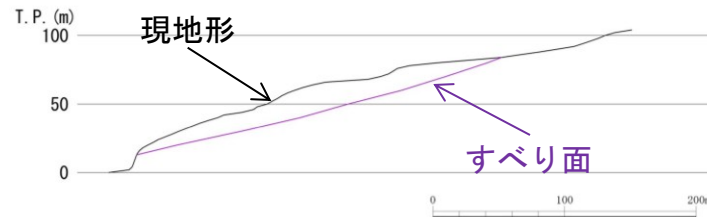


すべり面 (Ls26)

凡例
 — 等高線 (すべり面)



断面図 (Ls7)

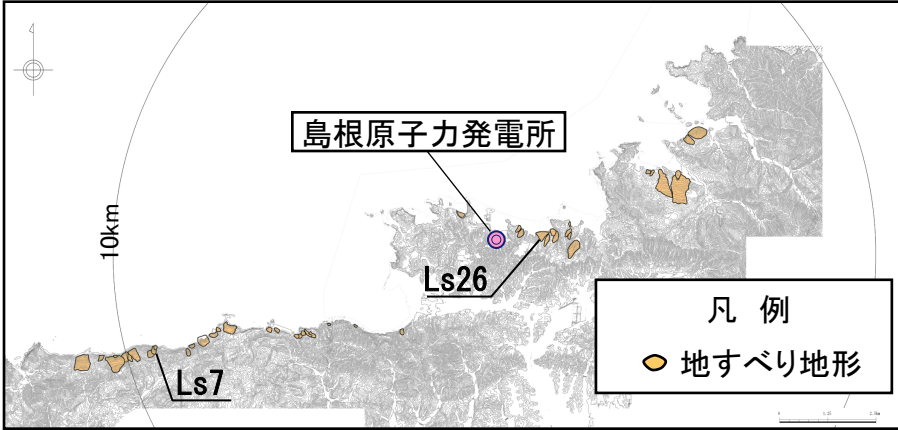


断面図 (Ls26)

陸上地すべりに起因する津波の検討(まとめ)

・二層流モデルによる数値シミュレーションにより検討した結果を記載する。※

※ 下層(土塊)厚分布及び津波伝播状況の移動状況を補足資料P273~284に示す。



検討ケース	評価水位 (T. P. m)		
	上昇側	下降側	
	施設護岸 又は防波壁	2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)
Ls7	+0.8	-0.2	-0.2
Ls26	+1.2	-0.5	-0.5

・評価水位最高・最低ケースについて、管路計算を実施した。

検討ケース		評価水位 (T. P. m)						
		上昇側						下降側
		1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽	2号炉取水 槽
Ls26	運転時	+1.0	+0.7	+0.5	+2.6	+2.4	+1.8	-1.1
	停止時	+1.1	+1.1	+1.0	+1.1	+1.0	+0.8	-0.7

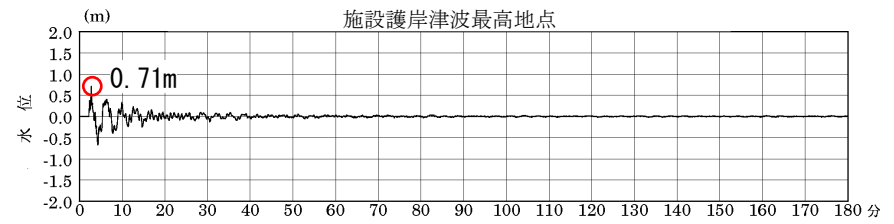
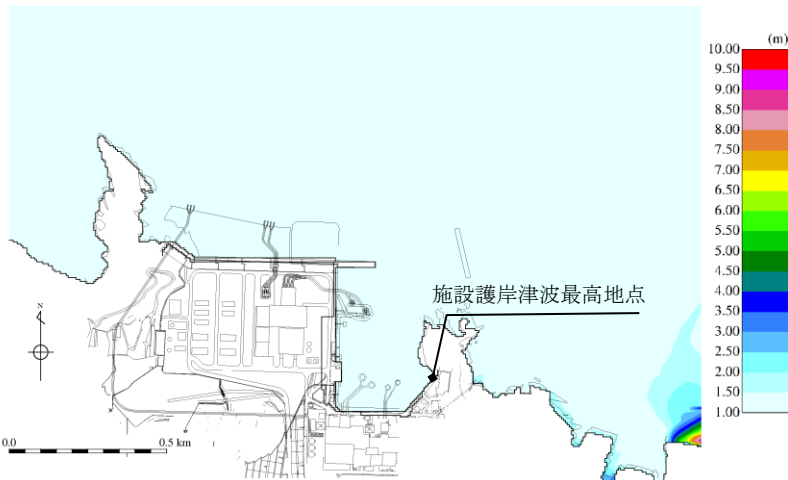
評価水位最高ケース

第771回審査会合 資料1-2 P204 加筆・修正

検討ケース		評価水位 (T. P. m)						
		施設護岸	1号炉取水槽	2号炉取水槽	3号炉取水槽	1号炉放水槽	2号炉放水槽	3号炉放水槽
Ls26	運転時	+1.2	+1.0	+0.7	+0.5	+2.6	+2.4	+1.8
	停止時		+1.1	+1.1	+1.0	+1.1	+1.0	+0.8

最大水位上昇量分布

施設護岸津波最高地点での水位の時刻歴波形※



最大水位上昇量0.71m+朔望平均満潮位T.P.+0.46m≒T.P.+1.2m

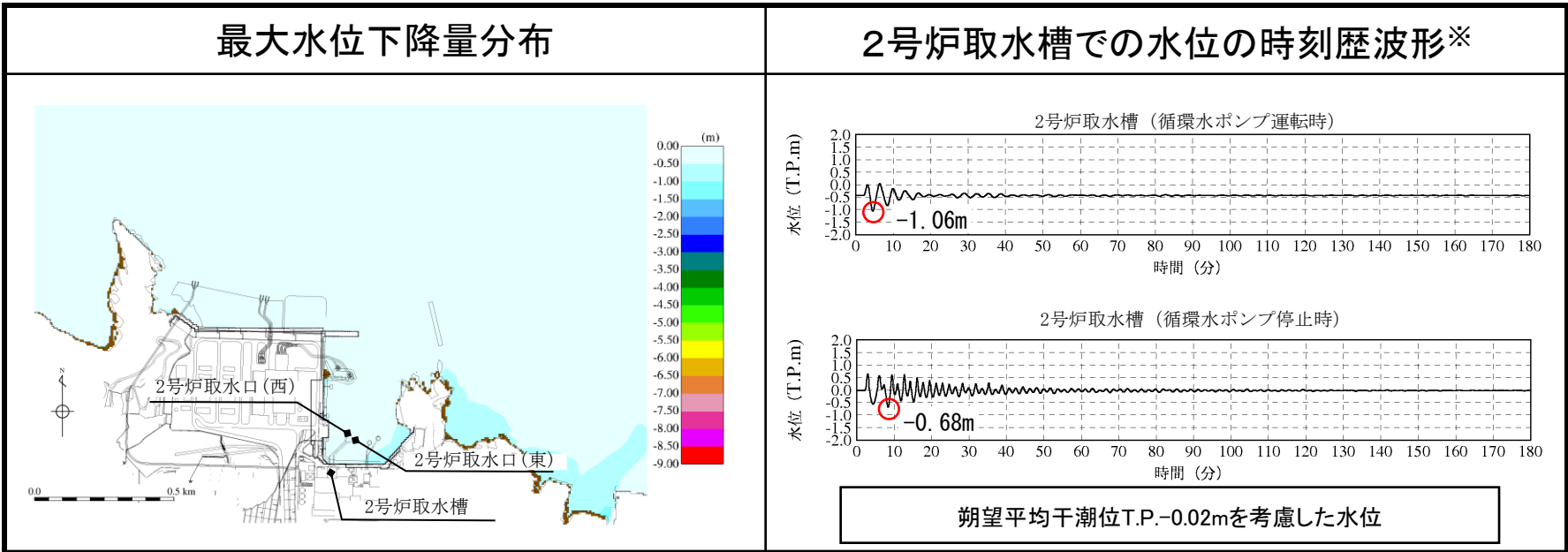
※ 1～3号炉取・放水槽での水位の時刻歴波形を補足資料P285に示す。

評価水位最低ケース

第771回審査会合 資料1-2 P205 再掲

検討ケース	評価水位 (T.P. m)			
	2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)	2号炉取水槽	
			循環水ポンプ 運転時	循環水ポンプ 停止時
Ls26	-0.5	-0.5	-1.1	-0.7

2号炉取水口(東): 最大水位下降量-0.45m+朔望平均干潮位T.P.-0.02m≒T.P.-0.5m
 2号炉取水口(西): 最大水位下降量-0.45m+朔望平均干潮位T.P.-0.02m≒T.P.-0.5m



※ 2号炉取水口での水位の時刻歴波形を補足資料P286に示す。

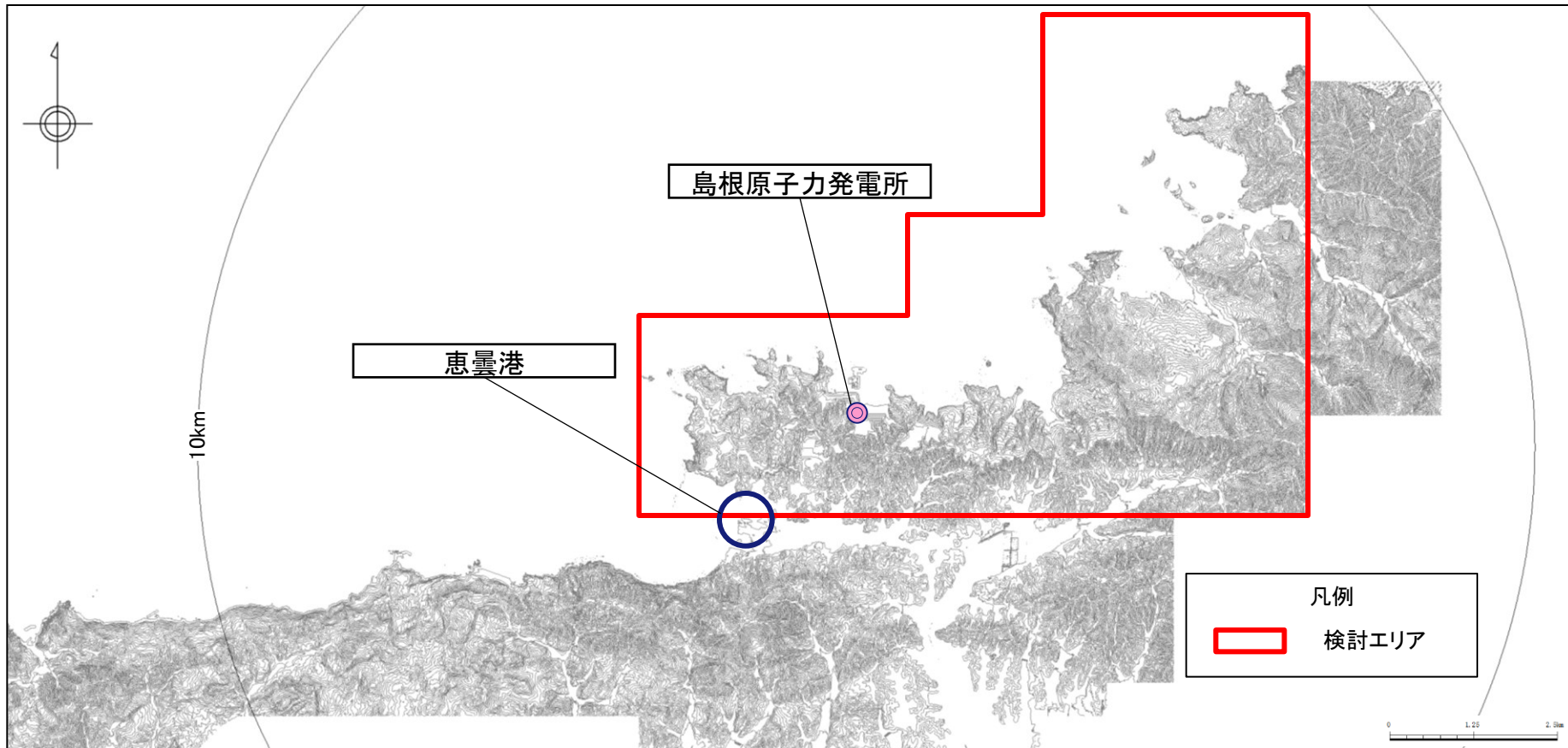
1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
 - 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討
 - 3-2 陸上地すべりに起因する津波の検討
 - 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
 - 3-4 火山事象に起因する津波の検討
 - 3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

検討対象範囲の選定

・陸上地すべりに起因する津波の検討結果より、発電所から半径10km程度以内にある沿岸域のうち、恵曇港以東に分布する岩盤崩壊の影響が支配的であると考えられることから、下図の範囲で岩盤崩壊に起因する津波の検討を行う。^{※1, 2}

※1 岩盤崩壊に係る文献調査を補足資料P287に示す。

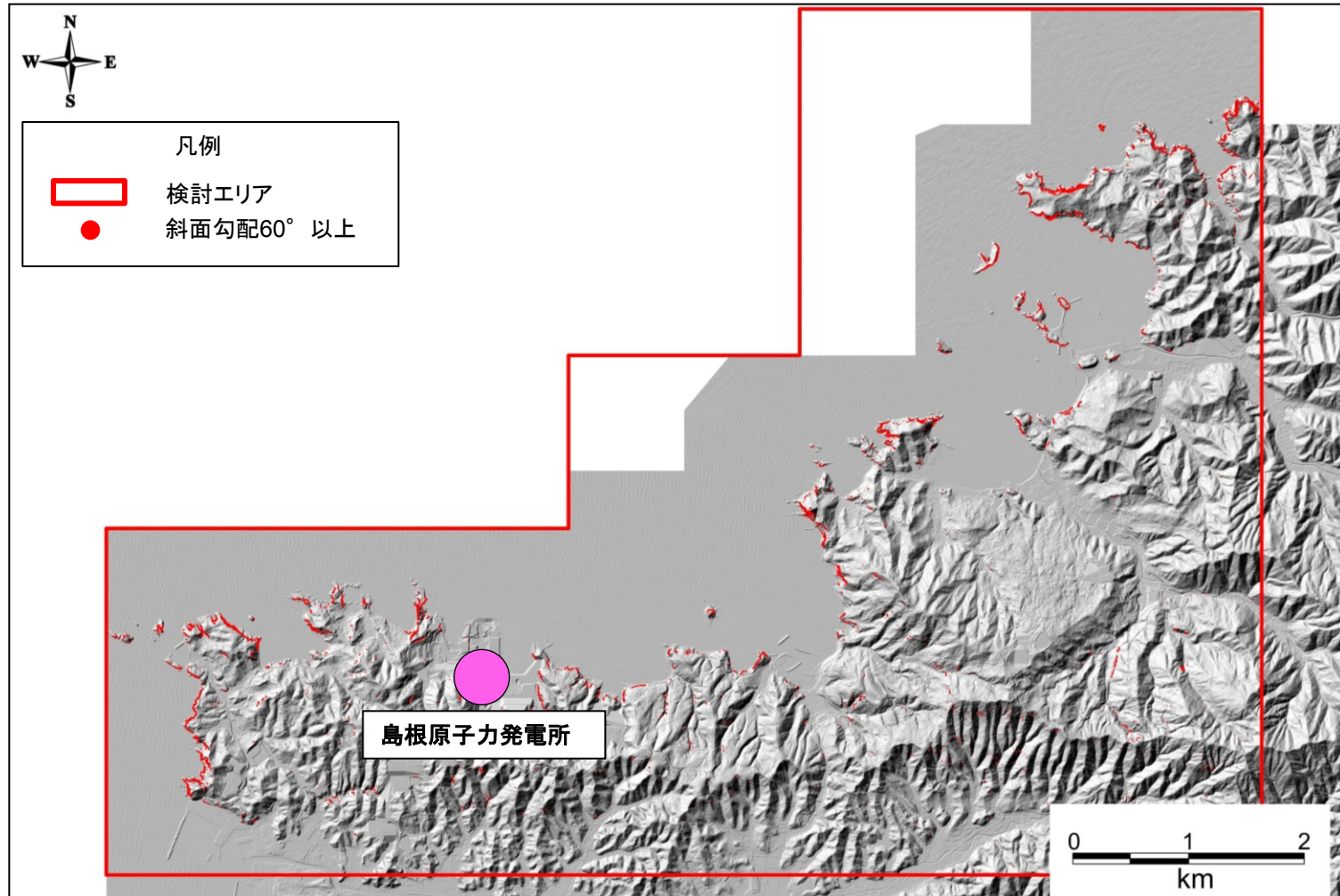
※2 隠岐諸島における岩盤崩壊の検討を補足資料P292～309に示す。



急傾斜地の抽出

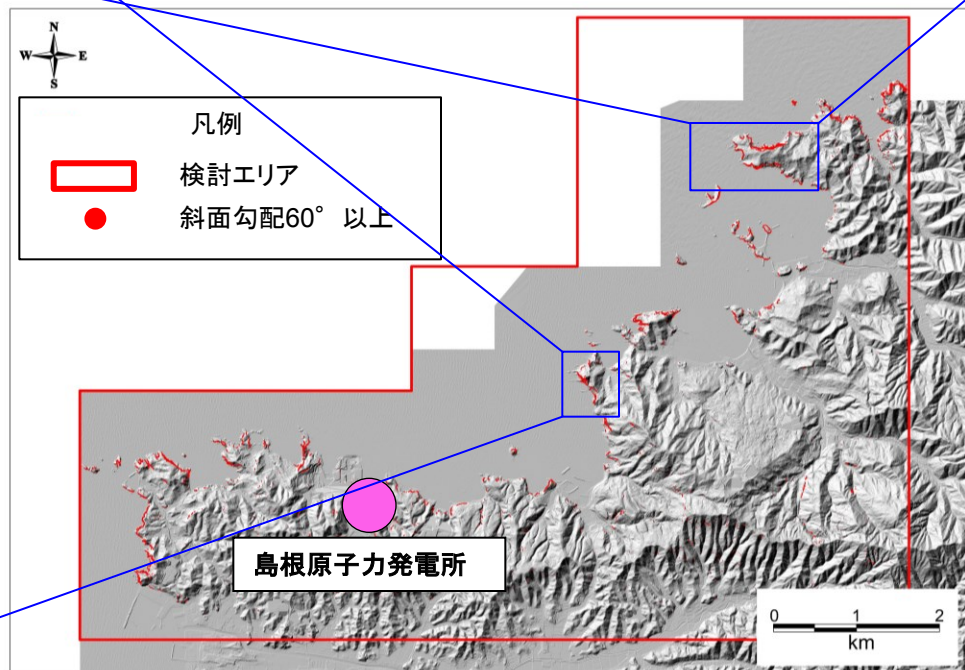
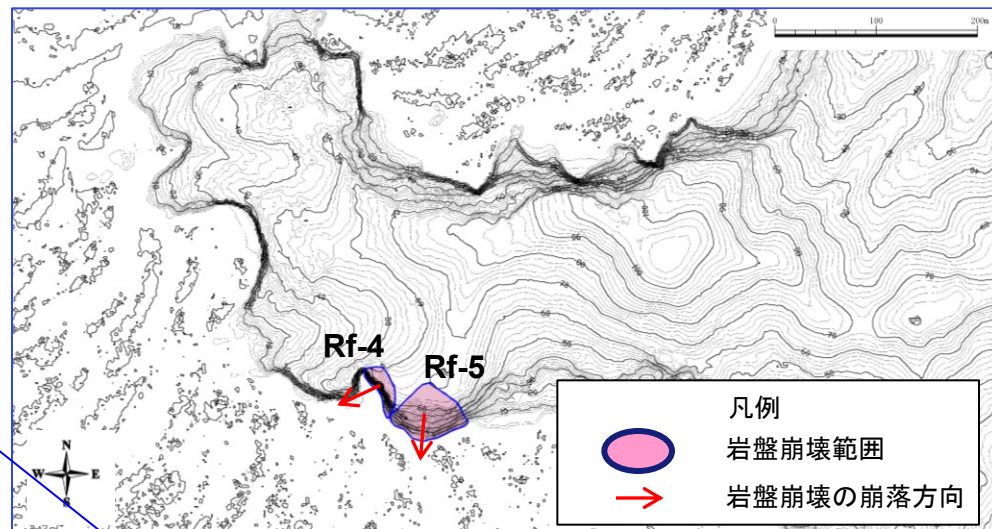
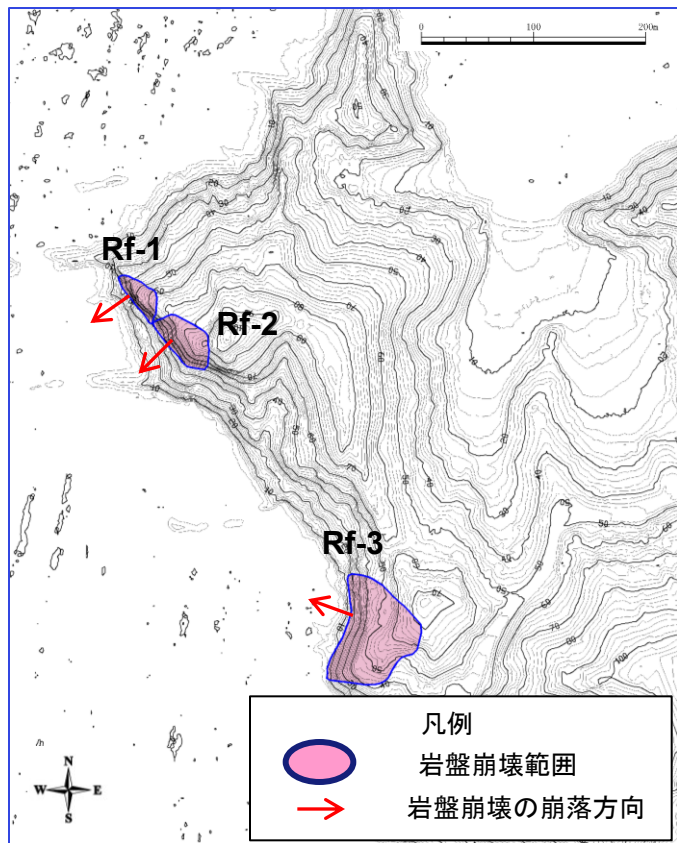
- ・岩盤崩壊の可能性がある地点を選定するため、航空レーザー測量結果(2mメッシュのデジタル標高モデル)の各メッシュ間の傾斜角を求め、 60° 以上の傾斜となっている地点を抽出した。*

※ 国土交通省(2006)⁽⁶²⁾に基づき実施した。



3.地震以外の要因による津波の想定 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討 岩盤崩壊地点の選定及び岩盤崩壊範囲の設定

- 以下の観点から敷地に与える影響が大きい岩盤崩壊の可能性がある地点を選定した。
 - ①60°以上の傾斜が連続する。
 - ②海岸からの比高差が概ね20m以上ある。
 - ③敷地に正対する。
- 選定した地点について、空中写真等により岩盤崩壊の範囲を設定した。



検討結果

- ・選定した5地点について、仮に岩塊が一度に海に崩落した場合の敷地における水位について検討した。*
- ・検討に当っては、陸上地すべりと同様にHuber and Hager(1997)の予測式により敷地における津波高さ(全振幅)を算出し、陸上地すべりLs26の津波高さ(全振幅)との比較を行った。

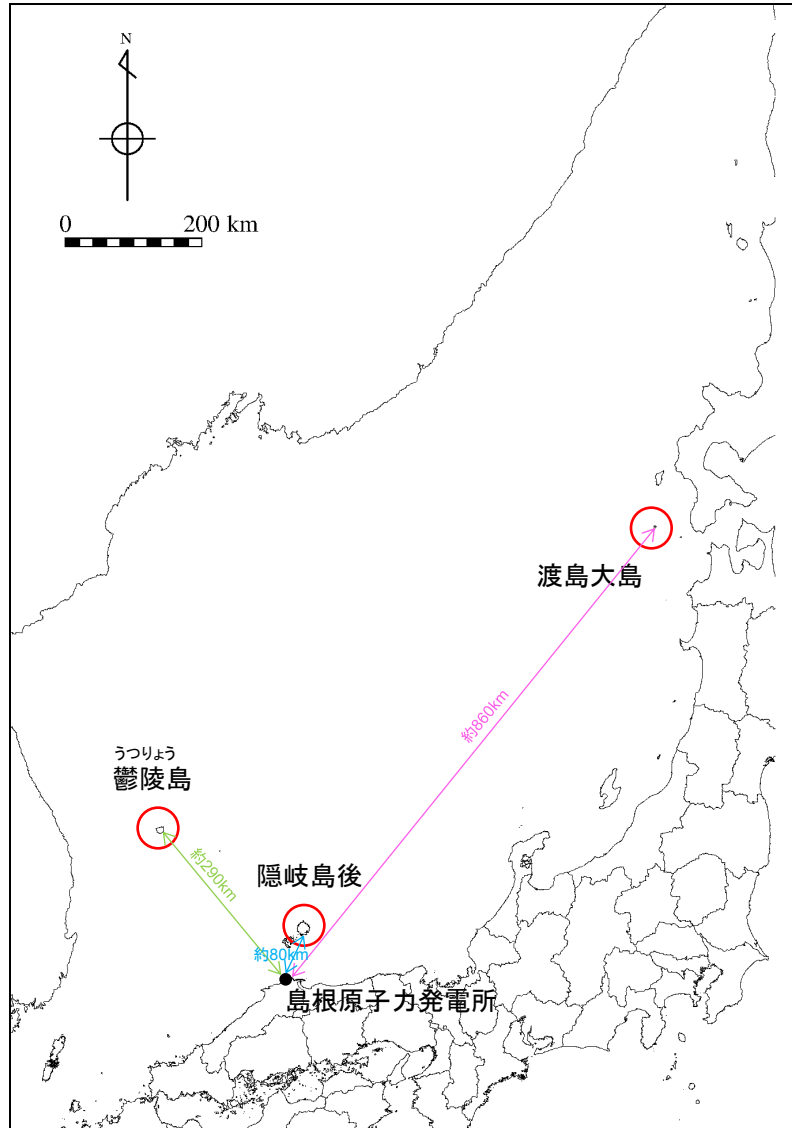
※ パラメータの設定方法を補足資料P288～291に示す。

地すべり (図中の番号)	長さ L (m)	幅 b (m)	厚さ t (m)	土量 Vs (m ³)	すべり面の 傾斜角 α ($^{\circ}$)	進行角 γ ($^{\circ}$)	突入 水深 d_1 (m)	発電所 水深 d_2 (m)	発電所ま での距離 r (km)	発電所での 津波高さ(全 振幅) H_2 (m)
Rf-2	50	60	12	36,000	50	+20	5	20	2.8	0.42
Rf-1	38	45	9	15,390	62	+10	5	20	2.7	0.39
Rf-3	79	85	17	144,155	33	-40	5	20	2.8	0.38
Rf-4	66	40	8	21,120	76	-15	5	20	5.9	0.31
Rf-5	89	70	14	87,220	50	+45	5	20	5.9	0.29
(参考)Ls26	289	290	42	3,520,020	14	-105	10	20	0.5	0.44

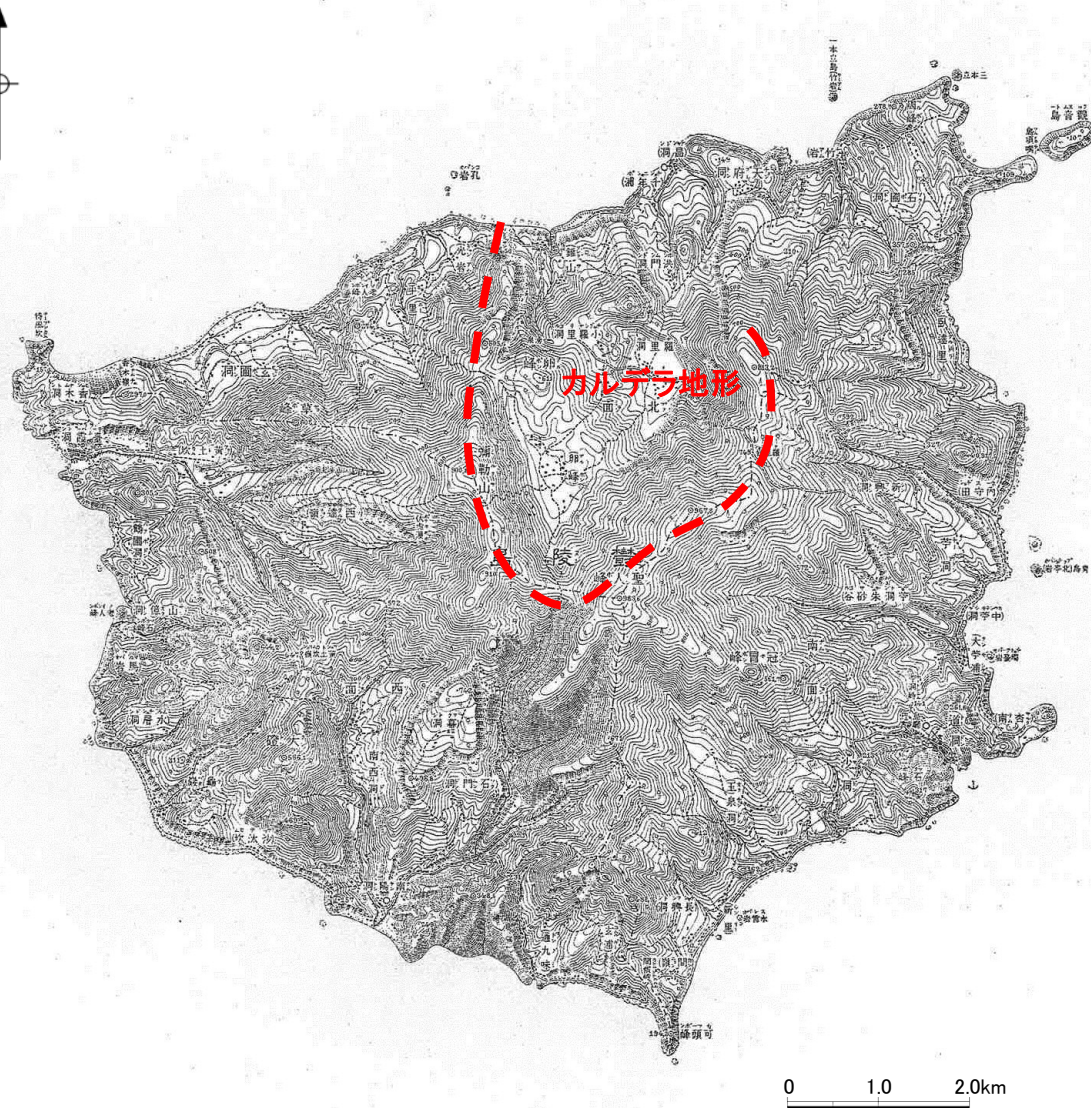
- ・岩盤崩壊の津波高さ(全振幅)は、陸上地すべりの津波高さ(全振幅)を下回ることから、岩盤崩壊に起因する津波の敷地への影響は小さいと考えられる。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
 - 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討
 - 3-2 陸上地すべりに起因する津波の検討
 - 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
 - 3-4 火山事象に起因する津波の検討
 - 3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

3.地震以外の要因による津波の想定 3-4 火山事象に起因する津波の検討 検討対象火山の選定






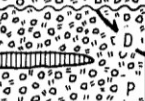
- ・火山事象に起因する津波の敷地への影響が想定される第四紀火山として、鬱陵島及び隠岐島後を対象とし、火山事象に起因する津波の検討を行う。
- ・渡島大島は、1741年に山体崩壊を起こし、日本海沿岸に津波を引き起こしたとされることから、渡島大島についても、火山事象に起因する津波の検討を行う。



鬱陵島の地形(5万分の1)

- ・鬱陵島では複数回の大規模なテフラの噴出があったが、町田・新井(2011)⁽⁶³⁾によると、日本国内の陸域で確認されているのは約10200年前の鬱陵隠岐(U-Oki)で、噴火規模はVEI6とされている。
- ・5万分の1地形図によると、鬱陵島は島の北側に北方向に開いたカルデラ火口を有している。
- ・日本海沿岸において、鬱陵島の噴火に起因する津波の痕跡に関する知見は報告されていない。

Table 1. Volcano-stratigraphic succession of Ulreung volcanic island

Stage		Mode of emplacement	Volcanic products	Relative volume	Absolute age
Central cone	Stage V		Leucite-bearing trachyandesitic lava Trachytic pyroclastics, partly welded	L < P	
	Stage IV		Trachytic pumice, ash and lapilli (including blocks of plutonic rocks)	P	9,300 YBP (Machida, 1983)
Stratovolcano	Stage III	Upper	Trachytic and phonolitic lavas	L > P	
		Middle	Trachytic air fall deposits		
		Lower	Trachytic and phonolitic lavas Trachytic air fall deposits Trachytic lavas		
	Stage II		Trachytic agglomerates, lavas and dikes, and trachyandesitic lavas	L < P	
	Stage I		Trachybasaltic agglomerates, lavas and dikes (including blocks of alkali basalt and picritic basalt)	L < P	1.8 Ma (lava) 2.7 Ma (block) (Min, 1982)

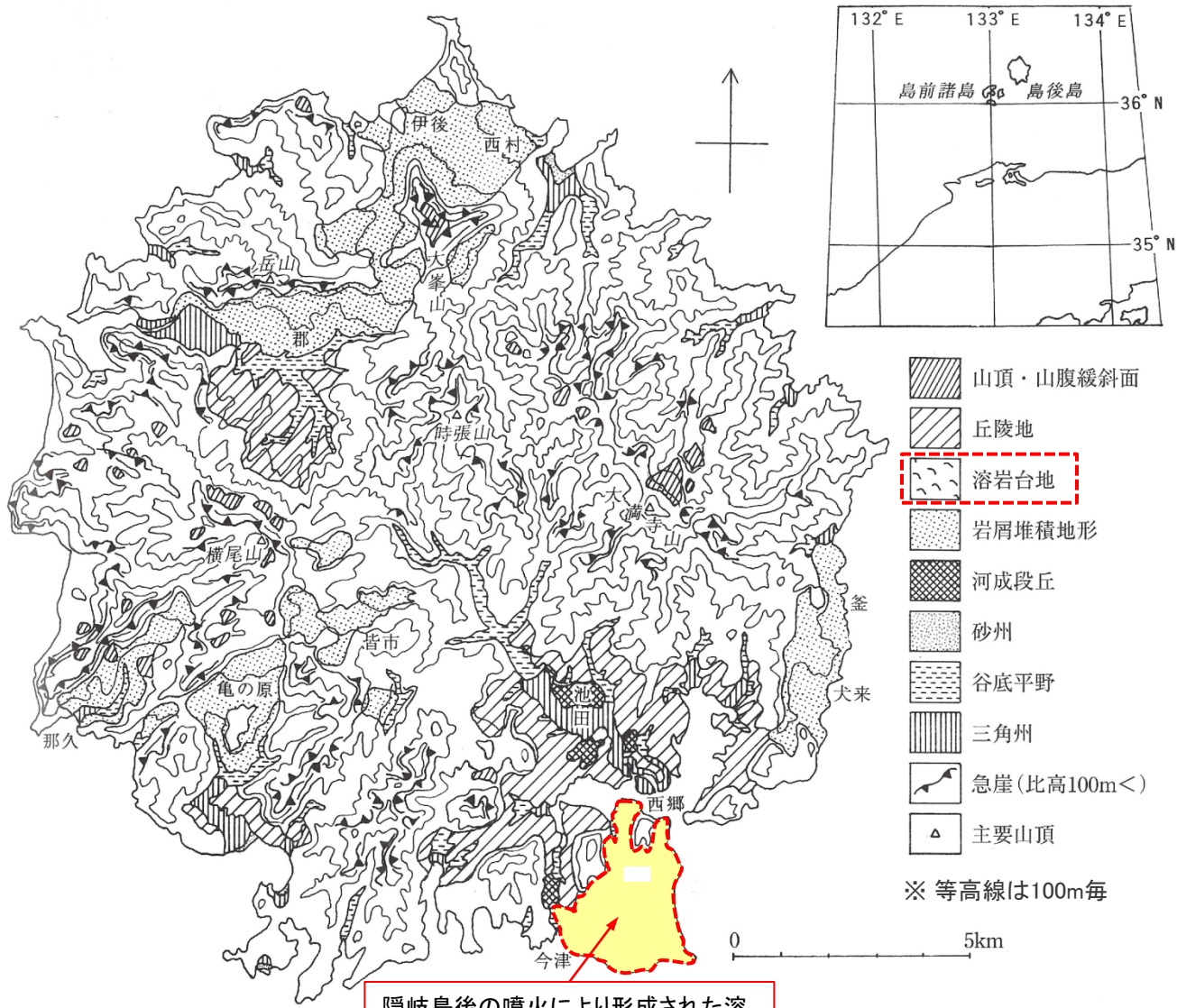
L : Lava flow; P : Pyroclastic flow; A : Air fall; D : Dike.

・金(1985)⁽⁶⁴⁾はHarumoto(1970)⁽⁶⁵⁾による鬱陵島の火山形成史を一部改訂して報告している。

・金(1985)によると、鬱陵島の火山形成史は岩質及び層序から5つのステージに分けられ、北側斜面の山体崩壊によりカルデラが形成されたのはステージIV、現在はカルデラ内の中央火口丘の形成で特徴づけられるステージVであり、山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いと考えられる。

以上のことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。

隠岐島後



・隠岐島後は、第四紀火山であり、島の南側に位置し、南北約2.8km、東西約2kmの範囲で概ね標高100m以下の溶岩台地を形成している。

隠岐島後の噴火により形成された溶岩台地

太田ほか編(2004)⁽⁶⁶⁾に加筆

隠岐島後

地質時代	年代 (Ma)	層序	主な岩相	放射年代値	堆積環境	火成活動			地殻変動
						塩基性	中性	酸性	
第四紀 更新世	完新世 0.01	埋め立て地及び盛土			海岸 河川流域 河川流域	A			N-SあるいはNNW-SSE方向の隆起
		崖鏡、沖積及び海浜堆積物	礫、砂及び泥。						
		中位段丘堆積物	礫、砂、泥及び火山灰						
		高位Ⅲ段丘堆積物	礫及び泥						
		高位Ⅱ段丘堆積物	礫、砂及び泥						
	中期	高位Ⅰ段丘堆積物	礫、砂及び泥						
		岬玄武岩など	玄武岩溶岩・火砕岩	0.55-0.42 Ma ⑫⑭					
		西郷玄武岩など	玄武岩-粗面玄武岩溶岩・火砕岩(礫を伴う)	0.85-0.63 Ma ①⑫⑭					
		池田玄武岩など	玄武岩、粗面玄武岩及びテフライトの溶岩・岩脈	1.3-1.29 Ma ⑤⑬					
		陸上 一部河川							
鮮新世	後期	崎山岬玄武岩など	玄武岩-粗面玄武岩溶岩(礫を伴う)	2.8-2.3 Ma ⑫⑭⑮	内湾~河川				一時的な海進
		大久北玄武岩など	玄武岩-粗面玄武岩溶岩・岩脈	3.7-3.3 Ma ④					
		大塚山玄武岩など	玄武岩溶岩(礫、泥及び火山灰を伴う)	4.7-4.1 Ma ⑧⑫⑭					
		向ヶ丘層	礫、粘土、火山灰、含礫泥、泥混じり礫及び玄武岩溶岩						
	前期	重栢層	葛尾層	流紋岩・粗面岩溶岩など	柱状火砕岩、流紋岩溶岩など	5.7-5.1 Ma ④⑧⑫⑭、Rb: 6.8±0.2 Ma ⑦	Ks: 5.45±0.17 Ma ②、Fz: 5.0±0.2 Ma ⑩	浅海に面した陸地	
		都万層	砂岩、凝灰質砂岩及び凝灰岩		Fz: 6.6 Ma ⑪	浅海			
	後期	久見層	砂岩泥岩互層(下部)、黒色泥岩及び凝灰質泥岩(上部)(柱状土及び酸性火砕岩を伴う)			浅海→深海			
		郡層	玄武岩溶岩、酸性火砕岩、凝灰質砂岩、礫岩、凝灰質砂岩互層及び泥岩凝灰岩互層	19.2-18.0 Ma ⑫⑭⑮、F: 21.9-13.7 Ma ④⑪⑬		平野、湖沼、一部海水域		NE-SWとNNW-SSEの両方向の沈降	
		時張山層	流紋岩-安山岩溶岩・火砕岩(除屑岩類と玄武岩-安山岩質玄武岩溶岩を伴う)	Fz: 26.0-18.1 Ma ⑤⑬⑭		陸上~淡水域		NE-SW方向の沈降	
		漸新世							
古第三紀	始新世	島後南谷花崗岩	細粒花崗岩(文象花崗岩と文象斑岩を伴う)	Kf: 19.7±0.6 Ma ⑩、Fz: 53.3~42.4 Ma ⑬					
	漸新世								
	始新世								
中生代	白亜紀								
	ジュラ紀								
中生代	トリアス紀	隠岐変成岩類	主にマグマタイト質片麻岩からなり、泥質片麻岩、片麻状花崗岩、角閃岩を伴う	Kb: 169 Ma ②、Rbb: 187Ma-161 Ma ③④、CH:ca.250 Ma ⑤、Ah: 199-192 Ma ⑥、Ms: 168-167 Ma ⑦、236 Ma ⑧、Fz: 134 Ma ⑨、Sm: 198 Ma ⑩					
	ペルム紀	(隠岐変成岩類原岩)							
古生代	石炭紀								
	デボン紀								

・山内ほか(2009)⁽⁶⁷⁾によると、隠岐島後では第四紀以降に、池田玄武岩、西郷玄武岩、岬玄武岩の3つの噴火ステージがあったとされ、いずれのステージの噴火もアルカリ玄武岩の溶岩流を伴う噴火であったとされている。



・隠岐島後の噴火形態は、玄武岩質マグマの溶岩流であり、山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。

無印=全岩K-Ar年代、F=フィッシュ・トラック年代、Rb=Rb-Sr年代、Rbb=黒雲母のRb-Sr年代、Ks=サニエインのK-Ar年代、Kf=カリ長石のK-Ar年代
 ①川井・広岡(1966)、②Shibata and Nozawa(1966)、③早瀬・石坂(1967)、④Kaneoka et al.(1977)、⑤鹿野・中野(1985)、⑥田中・星野(1987)、⑦岩田ほか(1988)、⑧藤巻ほか(1989)、⑨山崎・雁沢(1989)、⑩田結庄ほか(1991)、⑪木村・辻(1992)、⑫Uto et al.(1994)、⑬Suzuki and Adachi(1994)、⑭Yamashita and Yanagi(1994)、⑮吉谷ほか(1995)、⑯Dallmeyer and Takasu(1998)、⑰山本・大平(1999)、⑱大平・筒井(2000)、⑲Kojima et al.(2001)、⑳Kimura et al.(2003)、㉑山内ほか(2005)、㉒沢田ほか(2008a)、㉓沢田ほか(2008b)、㉔Uto(1989)、㉕Tsutsumi et al.(2006)。
 山内ほか(2009)より引用・加筆

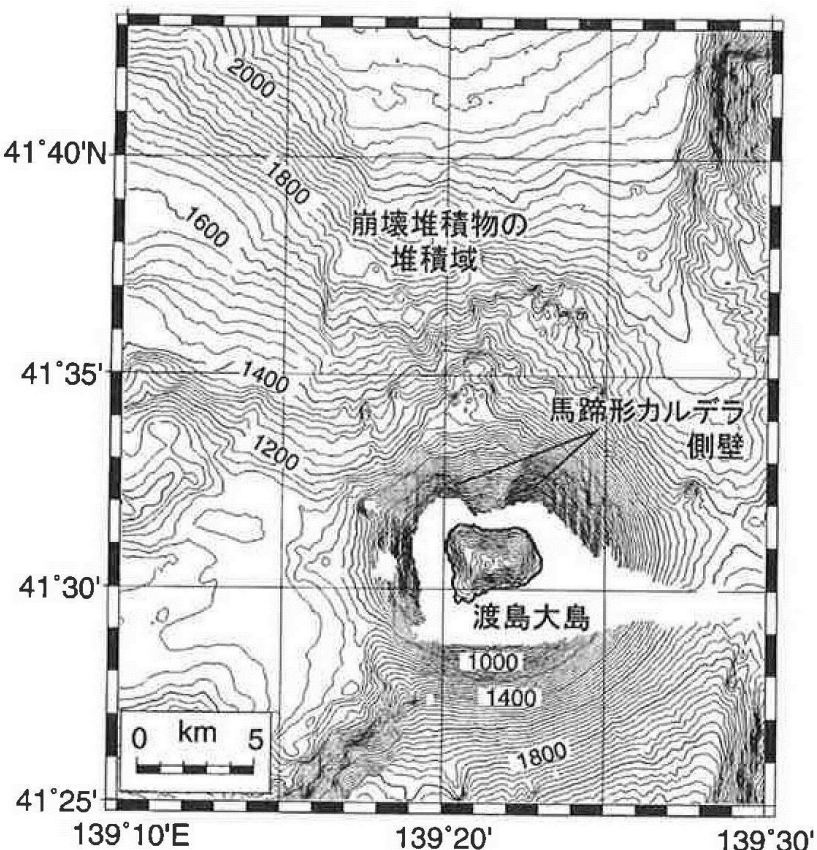
渡島大島

- ・佐竹・加藤(2002)は、1741年の津波は渡島大島の山体崩壊に伴う津波としている。
- ・羽鳥・片山(1977)は、江の川の河口において1~2mの津波が観測されたとしている。

Table 2. 寛保元年7月19日(1741年8月29日)津波における各地の津波の高さ(推定値)

地名	記事	津波の高さ(m)
北海道: 松前~熊石	19日明け方津波, 流家 729, 潰家 33, 破船大小 1,521, 水死 1,236.	
乙部	家々すべて打ち流され, 水死者多し (町内 B.M. 10.94 m).	10~15
江差	海底うず巻き, 川上まで遡上. 水死 120. 町内の寺院3箇所に津波供養碑あり (町内 B.M. 5.95 m).	6~8
松前	人家 20軒余漂流し, 人馬の死多し. 建石に津波供養碑あり(町はずれの B.M. 4.89 m).	6~8
津軽:		
三厩	大浪打ちよせ, 民家・田畑・草木・禽獣のこらずのみつくす.	4~6
市浦	流家 82, 水死 14.	4~5
田野沢・関ヶ沢	漂流 82戸, 水死 8, 漁網 1,300余張, 船 53流失 (関町内 B.M. 4.4 m).	5~8
佐渡:		
相川	津波家屋に打ちあげ, 引き潮1町余 (町はずれの B.M. 3.4 m).	3~4
鷲崎	村中の過半の家流失. 目付所も流れる.	4~5
両津	加茂湖の北, 海岸から 800m の内陸に船上がる.	8?
江津 (島根県)	江川河口を5~6町遡上. 海岸 20~30町干上がる.	1~2

羽鳥・片山(1977)より引用・加筆



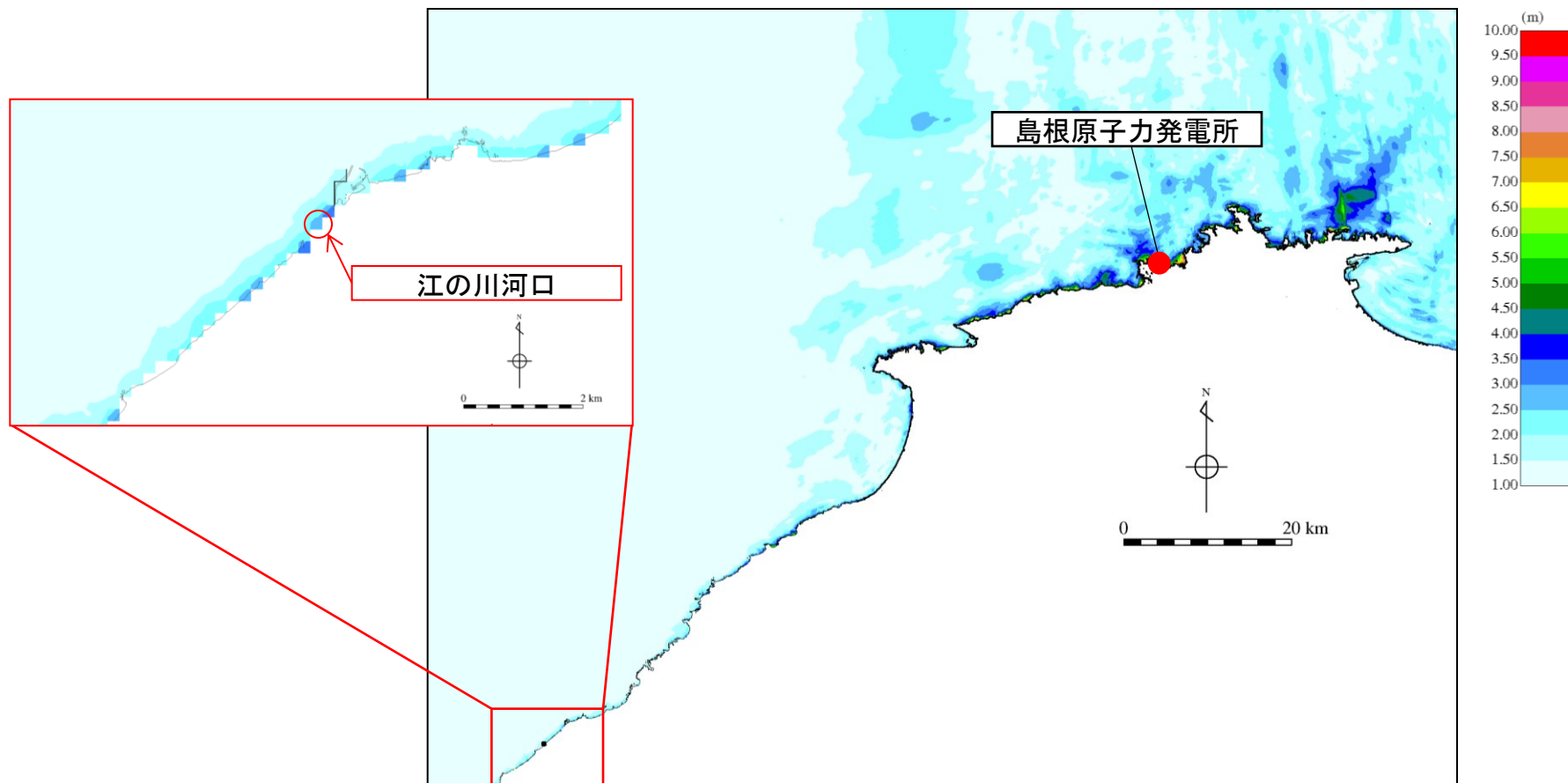
佐竹・加藤(2002)より引用・加筆



国土地理院HP公開資料「地理院地図(電子国土Web)」に加筆

渡島大島

- 地震による津波のうち評価水位が最高となる鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波について、江の川河口での水位は2~3mであり、羽鳥・片山(1977)で示されている渡島大島の山体崩壊による江の川河口における水位1~2mを上回る。



鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した津波の最大水位上昇量分布

- 渡島大島の山体崩壊による敷地における津波高さは、地震による津波の敷地における津波高さを下回ると考えられる。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
 - 3-1 海底地すべりに起因する津波の検討
 - 3-2 陸上地すべりに起因する津波の検討
 - 3-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
 - 3-4 火山事象に起因する津波の検討
 - 3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

3.地震以外の要因による津波の想定

3-5 地震以外の要因による津波(まとめ)

・地震以外の要因による津波の検討の評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は潮位を考慮している。

 : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高

評価水位最高ケース(水位上昇側)

検討ケース	ポンプ 運転状況	評価水位(T.P. m)**						
		施設護岸 又は防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
海底地すべりに 起因する津波(地すべり①)	運転	+4.1	+3.5	+3.2	+2.3	+3.4	+4.3	+4.0
	停止		+4.0	+4.5	+4.0	+2.1	+3.8	+4.2
陸上地すべりに 起因する津波(Ls26)	運転	+1.2	+1.0	+0.7	+0.5	+2.6	+2.4	+1.8
	停止		+1.1	+1.1	+1.0	+1.1	+1.0	+0.8
岩盤崩壊に起因する津波	-	Huber and Hager(1997)の予測式による津波高さ(全振幅)が陸上地すべりの津波高(全振幅)を下回ることから、敷地への影響は小さいと考えられる。						
火山現象に起因する津波	-	<ul style="list-style-type: none"> ・鬱陵島: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。 ・隠岐島後: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。 ・渡島大島: 観測津波水位は、日本海東縁部に想定した地震による津波水位を下回ると考えられる。 						

評価水位最低ケース(水位下降側)

 : 2号炉取水口において評価水位最低

検討ケース	ポンプ 運転状況	評価水位(T.P. m)**		
		2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	2号炉 取水槽
海底地すべりに 起因する津波(地すべり①)	運転	-2.8	-2.7	-3.7
	停止			-3.3
陸上地すべりに 起因する津波(Ls26)	運転	-0.5	-0.5	-1.1
	停止			-0.7
岩盤崩壊に起因する津波	-	Huber and Hager(1997)の予測式による津波高さ(全振幅)が陸上地すべりの津波高(全振幅)を下回ることから、敷地への影響は小さいと考えられる。		
火山現象に起因する津波	-	<ul style="list-style-type: none"> ・鬱陵島: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。 ・隠岐島後: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。 ・渡島大島: 上昇側の評価より、敷地に与える影響は小さいと考えられる。 		

・地震以外の要因による津波の検討においては、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となること及び2号炉取水口の評価水位が最低となることから、上昇側・下降側ともに「海底地すべりに起因する津波(地すべり①)」を基準津波の選定に反映する。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
 - 4-1 評価対象の選定
 - 4-2 海域活断層と海底地すべりの重畳
 - 4-3 海域活断層と陸上地すべりの重畳
 - 4-4 津波起因事象の重畳による津波(まとめ)
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

評価対象の選定

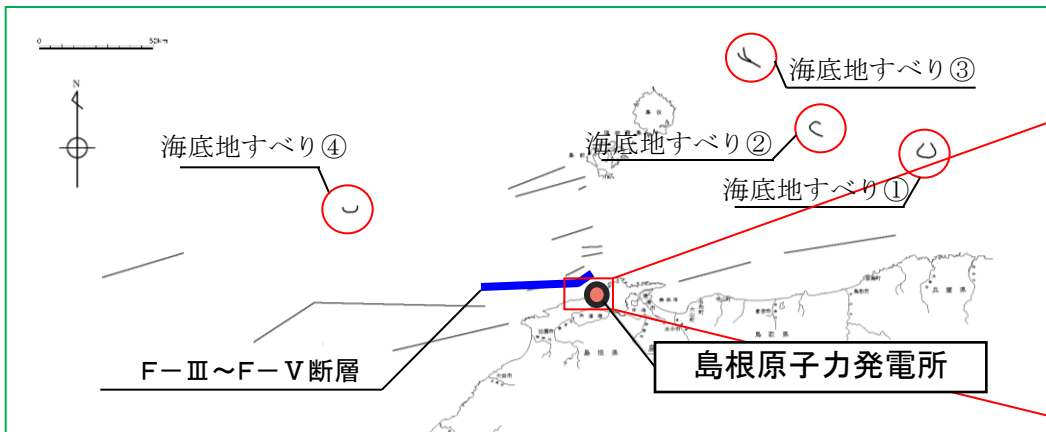
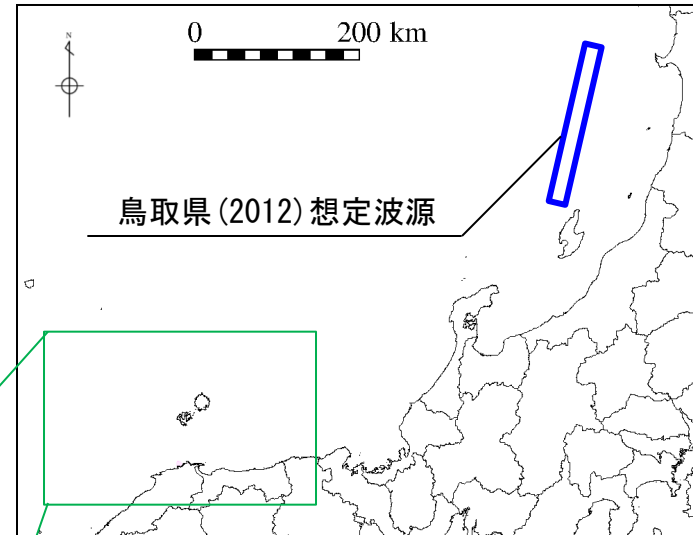
・地震による津波及び地震以外の要因による津波の検討結果を踏まえ、因果関係があると考えられる津波発生要因の組合せを抽出する。

地震による主な津波

- ・敷地周辺の海域活断層から想定される地震による津波
- ・鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波

地震以外の要因による主な津波

- ・海底地すべり①～④に起因する津波
- ・陸上地すべりLs7, Ls26に起因する津波



・海域活断層と地すべりの位置関係から、海域活断層から想定される地震により地すべりが励起される可能性を考慮し、津波起因事象の重畳を考慮するケースを以下のとおり3ケース選定した。*

- ・「F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波」と「海底地すべり④に起因する津波」
- ・「F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波」と「陸上地すべりLs7に起因する津波」
- ・「F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波」と「陸上地すべりLs26に起因する津波」

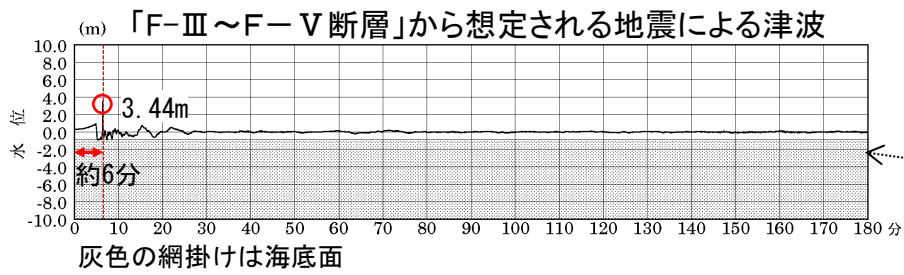
・なお、鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震の波源は、海底地すべり①～④及び陸上地すべりLs7・Ls26と十分に離れていることから、それらの重畳を考慮しない。

※ ケース選定方法を補足資料P311～316に示す。なお、F-Ⅲ～F-V断層以外の断層についても検討した結果も併せて示す。

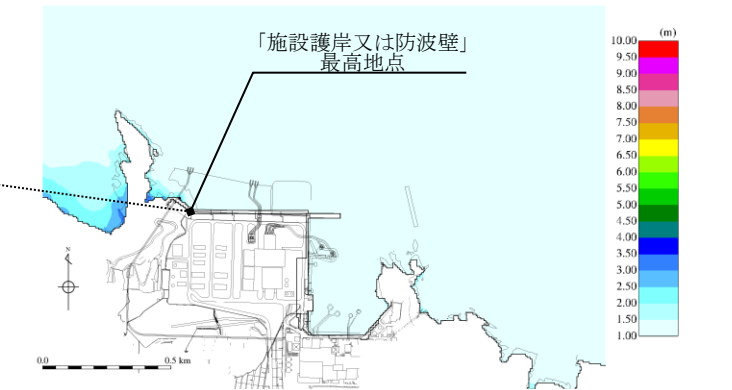
1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
 - 4-1 評価対象の選定
 - 4-2 海域活断層と海底地すべりの重畳
 - 4-3 海域活断層と陸上地すべりの重畳
 - 4-4 津波起因事象の重畳による津波(まとめ)
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

4.津波起因事象の重畳による津波想定 4-2 海域活断層と海底地すべりの重畳 「F-Ⅲ～F-V断層」津波と「海底地すべり④」津波の重畳

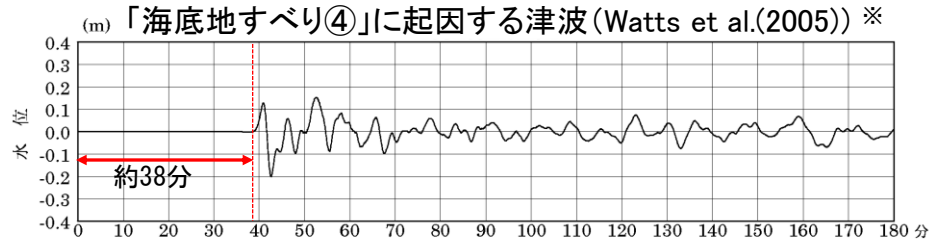
・「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の最大水位上昇量の発生時刻は地震発生から約6分後に対して、「海底地すべり④」に起因する津波の発電所への到達時刻は約38分であることから、「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の最大水位上昇量(3.44m)発生時に「海底地すべり④」に起因する津波は到達しないため、重畳を考慮しても評価水位に影響はない。また同様に、最大水位下降量の発生時に「海底地すべり④」に起因する津波は到達しないため、重畳を考慮しても評価水位に影響はない。



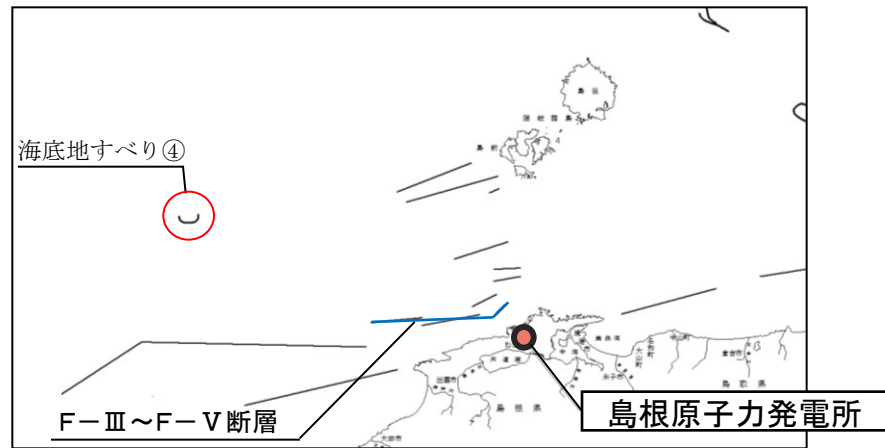
「F-Ⅲ～F-V断層」津波と「海底地すべり④」津波の重畳の検討



「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の最大水位上昇量分布



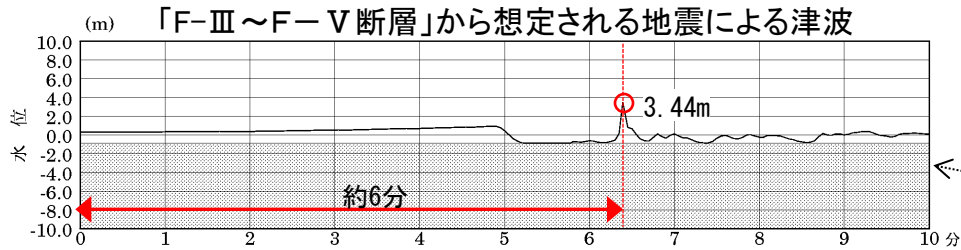
※ F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波の最大水位上昇量発生地点



1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
 - 4-1 評価対象の選定
 - 4-2 海域活断層と海底地すべりの重畳
 - 4-3 海域活断層と陸上地すべりの重畳
 - 4-4 津波起因事象の重畳による津波(まとめ)
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

「F-Ⅲ～F-V断層」津波と「陸上地すべりLs7」津波の重畳

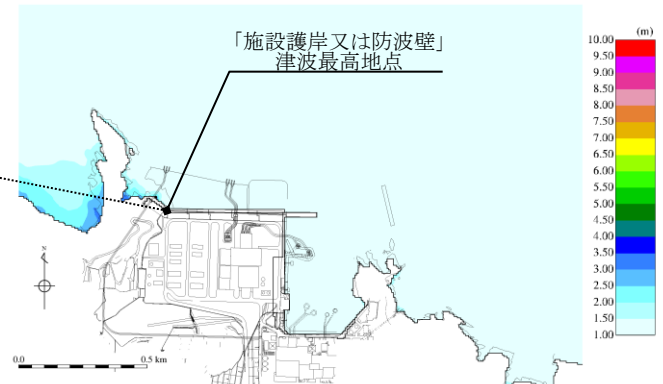
・「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の最大水位上昇量の発生時刻が地震発生後約6分に対して、「陸上地すべりLs7」に起因する津波の発電所への到達時刻は約8分後であることから、「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の最大水位上昇量(3.44m)発生時に「陸上地すべりLs7」に起因する津波は到達しないため、重畳を考慮しても評価水位に影響はない。また同様に、最大水位下降量の発生時に「陸上地すべりLs7」に起因する津波は到達しないため、重畳を考慮しても評価水位に影響はない。



灰色の網掛けは海底面

+

「F-Ⅲ～F-V断層」津波と「陸上地すべりLs7」津波の重畳の検討

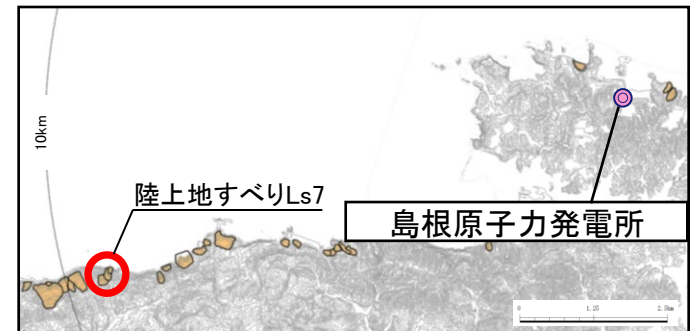


「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の最大水位上昇量分布



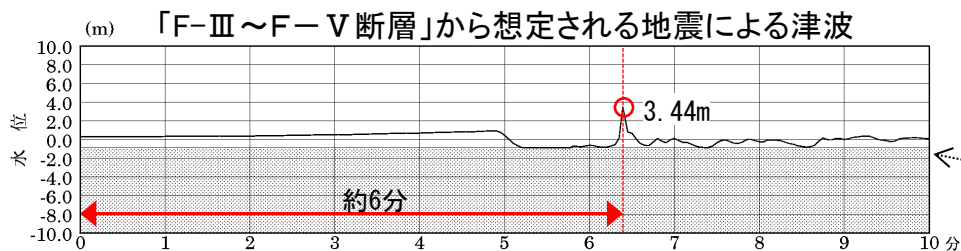
灰色の網掛けは海底面

※ F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波の最大水位上昇量発生地点



「F-Ⅲ～F-V断層」津波と「陸上地すべりLs26」津波の重畳

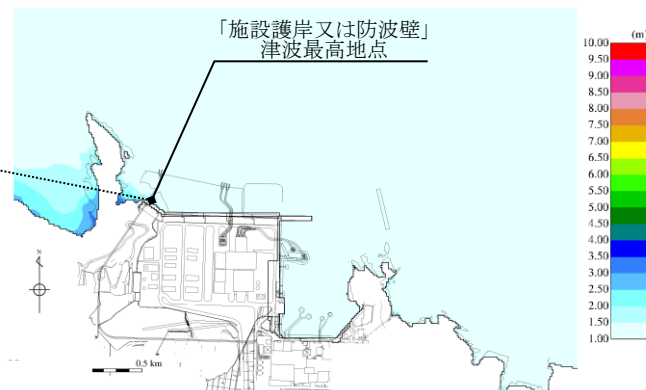
・「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の最大水位上昇量の発生時間が地震発生後約6分に対して、「陸上地すべりLs26」に起因する津波の発電所への到達時刻は約2分後であることから、「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の最大水位上昇量(3.44m)発生時に「陸上地すべりLs26」に起因する津波が到達し、重畳を考慮すると評価水位に影響を与える可能性があるため、重畳を考慮した詳細な検討を実施する。



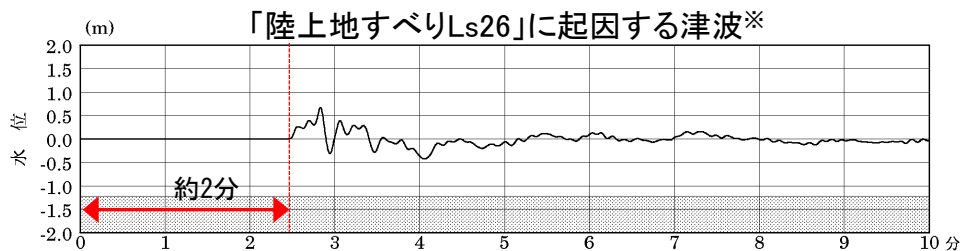
灰色の網掛けは海底面



「F-Ⅲ～F-V断層」津波と「陸上地すべりLs26」津波の重畳の検討

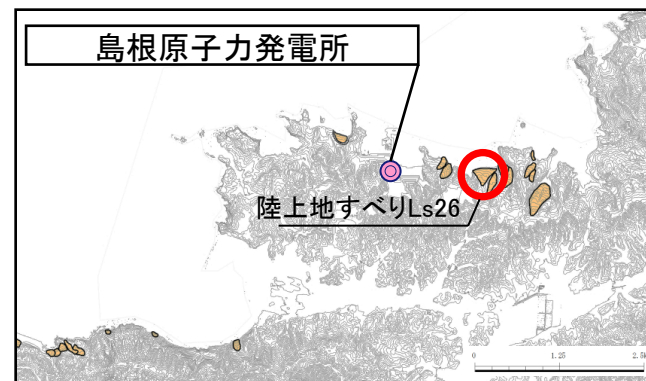


「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の最大水位上昇量分布



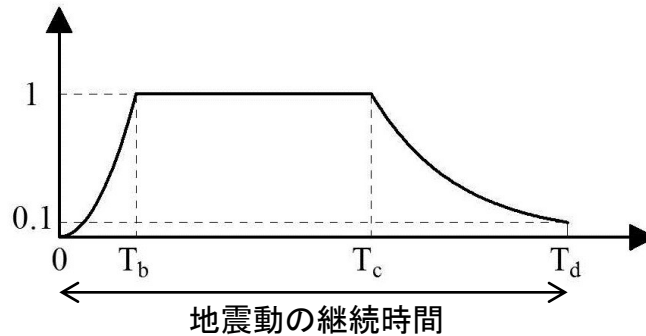
灰色の網掛けは海底面

※ F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波の最大水位上昇量発生地点



「F-Ⅲ～F-V断層」津波と「陸上地すべりLs26」津波の重畳(上昇側:時間差の設定)

- ・ Noda et al.(2002)⁽⁶⁸⁾に基づき「F-Ⅲ～F-V断層」(傾斜角90°の場合)から想定される地震動の敷地における継続時間を算出した結果50.6秒となった。
- ・ 「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震動の継続時間は50.6秒であることから、地震による津波の発生後から、50.6秒間で任意の時間差で「陸上地すべりLs26」に起因する津波が発生するものとして、水位の足し合わせを計算時間間隔0.05秒ごとに計算し、水位の足し合わせが最大となる時間差を抽出した。



Noda et al.(2002) の式

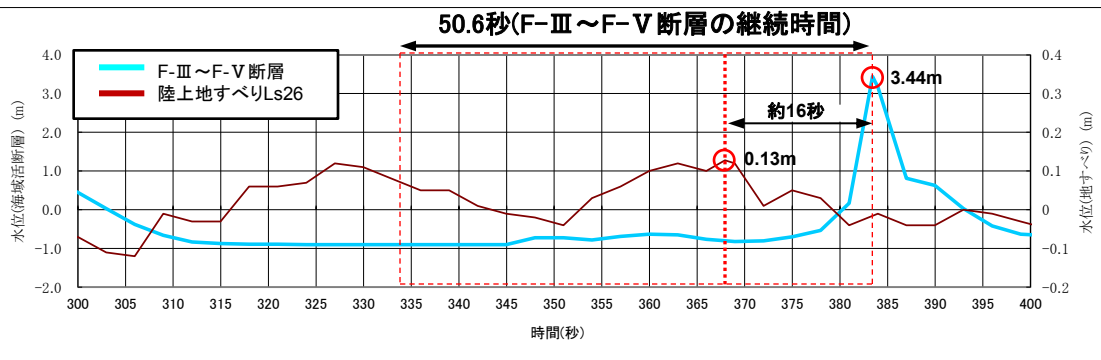
$$T_b = 10^{0.5M-2.93}$$

$$T_c - T_b = 10^{0.3M-1.0}$$

$$T_d - T_c = 10^{0.17M+0.54\log X_{eq}-0.6}$$

M: マグニチュード

X_{eq}: 等価震源距離(km)



「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の最大水位上昇量発生地点における「F-Ⅲ～F-V断層」と「陸上地すべりLs26」の水位の時刻歴波形

- ・ 「施設護岸又は防波壁」において上昇水位の足し合わせが最大となる時間差は、「陸上地すべりLs26」に起因する津波の水位が0.13mとなる約16秒の時間差である。
- ・ 約16秒の時間差を考慮した水位の足し合わせ及び一体シミュレーションによる検討を実施する。

・津波発生 の時間差を考慮した水位の足し合わせを実施した結果、上昇側の評価水位はT.P.+3.8mとなる。

水位上昇側(16秒の時間差を考慮した水位の足し合わせ結果)

検討ケース	最大水位上昇量 (m)		地盤変動量 (m)	朔望平均満潮位 (m)	評価水位 (m)
		施設護岸又は防波壁			
F-Ⅲ～F-V断層	3.44	3.57	+0.32	T.P.+0.46	T.P.+3.8
陸上地すべりLs26	0.13				

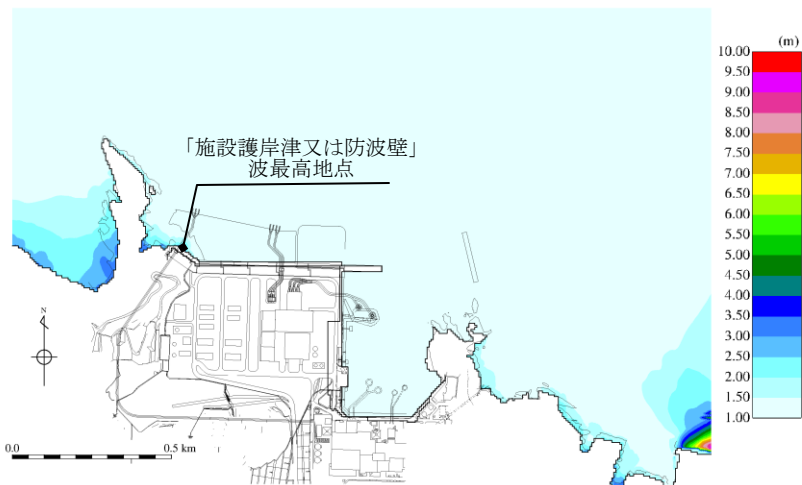
4.津波起因事象の重畳による津波想定 4-3 海域活断層と陸上地すべりの重畳
 「F-Ⅲ～F-V断層」津波と「陸上地すべりLs26」津波の重畳(上昇側:一体シミュレーション)

・「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の発生後、約16秒後に「陸上地すべりLs26」に起因する津波が発生するとして数値シミュレーションを実施した結果、「施設護岸又は防波壁」における評価水位はT.P.+3.8mとなる。

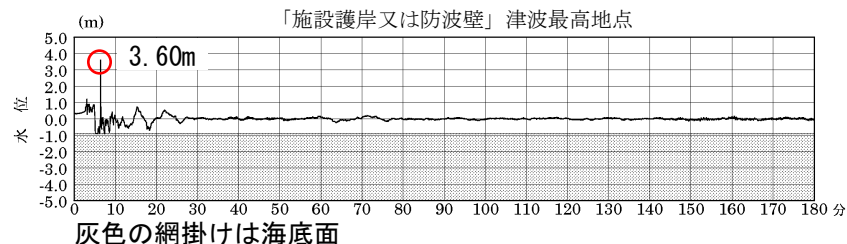
検討ケース		評価水位 (T. P. m)※						
		施設護岸 又は防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
F-Ⅲ～F-V断層 + 陸上地すべりLs26	運転時	+3.8 (+0.32)	+1.5 (+0.27)	+1.1 (+0.27)	+1.0 (+0.28)	+2.7 (+0.26)	+2.8 (+0.32)	+1.9 (+0.30)
	停止時		+1.8 (+0.27)	+1.7 (+0.27)	+2.7 (+0.28)	+1.2 (+0.26)	+2.6 (+0.32)	+2.4 (+0.30)

※ 括弧内の数値は地盤変動量(m)

最大水位上昇量分布



「施設護岸又は防波壁」津波最高地点での
 水位の時刻歴波形※3

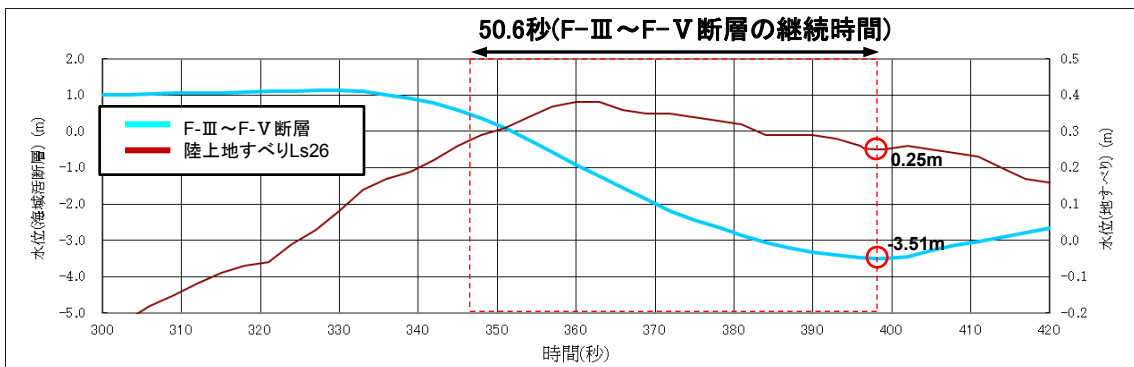


最大水位上昇量3.60m+朔望平均満潮位+0.46m
 -地盤変動量0.32m=+3.74m

※3 1～3号炉取・放水槽での水位の時刻歴波形を補足資料P318に示す。

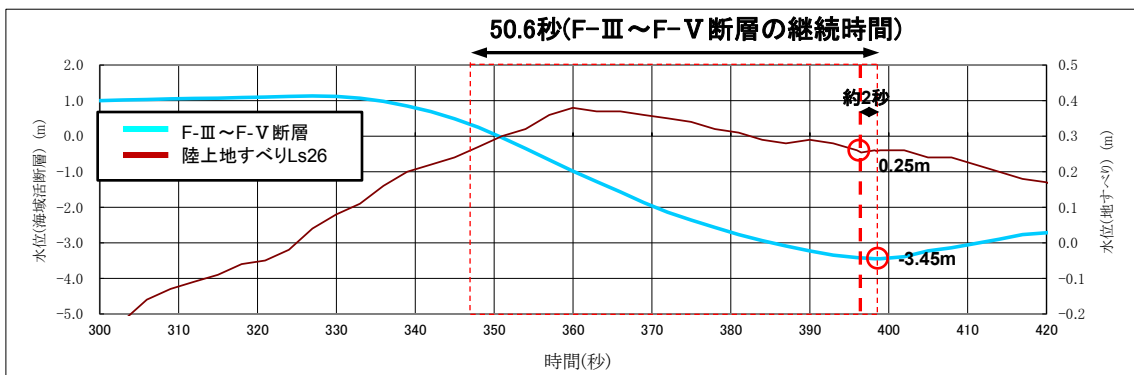
4.津波起因事象の重畳による津波想定 4-3 海域活断層と陸上地すべりの重畳 「F-Ⅲ～F-V断層」津波と「陸上地すべりLs26」津波の重畳(下降側:時間差の設定)

- ・ 下降側評価についても、上昇側評価と同様に、地震による津波の発生後から、50.6秒間で任意の時間差で「陸上地すべりLs26」に起因する津波が発生するものとして、水位の足し合わせを計算時間間隔0.05秒ごとに計算し、水位の足し合わせが最小となる時間差を抽出した。



2号炉取水口(東)におけるF-Ⅲ～F-V断層と
陸上地すべりLs26の時刻歴波形

- ・ 2号炉取水口(東)において下降水位の足し合わせが最小となる時間差は、「陸上地すべりLs26」に起因する津波の水位が0.25mとなる同時発生(時間差0秒)である。
- ・ 同時発生を考慮した水位の足し合わせ及び一体シミュレーションによる検討を実施する。



2号炉取水口(西)におけるF-Ⅲ～F-V断層と
陸上地すべりLs26の時刻歴波形

- ・ 2号炉取水口(西)において下降水位の足し合わせが最小となる時間差は、「陸上地すべりLs26」に起因する津波の水位が0.25mとなる約2秒の時間差である。
- ・ 約2秒の時間差を考慮した水位の足し合わせ及び一体シミュレーションによる検討を実施する。

4.津波起因事象の重畳による津波想定 4-3 海域活断層と陸上地すべりの重畳
 「F-Ⅲ～F-V断層」津波と「陸上地すべりLs26」津波の重畳(下降側:水位の足し合わせ)

・津波発生 の時間差を考慮した水位の足し合わせを実施した結果、下降側の評価水位はT.P.-3.7mとなる。

(水位下降側(同時発生及び2秒の時間差を考慮した水位の足し合わせ結果))

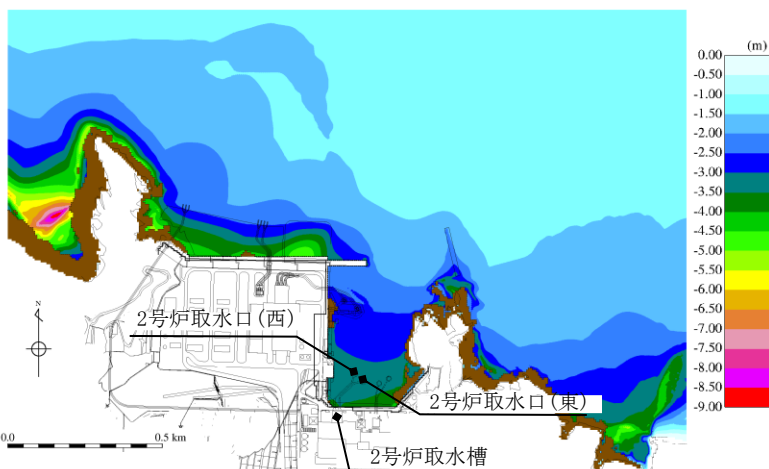
検討ケース	最大水位下降量 (m)		地盤変動量 (m)		朔望平均干潮位 (m)	評価水位 (m)	
	2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)	2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)		2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)
F-Ⅲ～F-V断層	-3.51	-3.45					
陸上地すべりLs26	0.25	0.25					
	-3.26	-3.20	+0.34	+0.34	T.P. -0.02	T.P. -3.7	T.P. -3.6

- ・「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の発生と同時に「陸上地すべりLs26」に起因する津波が発生するものとして数値シミュレーションを実施した結果, 2号炉取水槽における評価水位は循環水ポンプ運転時にT.P.-5.7mとなる。

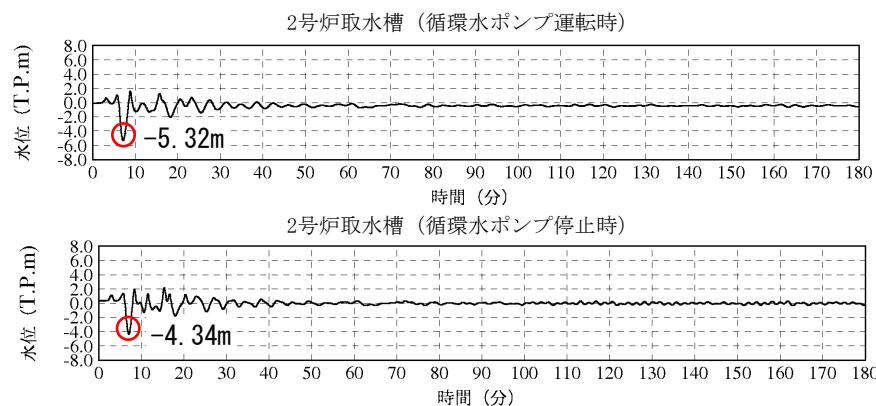
検討ケース	評価水位 (T.P. m)※1			
	2号炉取水口(東)	2号炉取水口(西)	2号炉取水槽	
			循環水ポンプ運転時	循環水ポンプ停止時
F-Ⅲ～F-V断層 + 陸上地すべりLs26	-3.7 (+0.34)	-3.7 (+0.34)	-5.7 (+0.34)	-4.7 (+0.34)

※1 括弧内の数値は地盤変動量(m)

最大水位下降量分布



2号炉取水槽での水位の時刻歴波形※2



循環水ポンプ運転時: 最大水位下降量-5.32m-地盤変動量0.34m≒T.P.-5.7m
 循環水ポンプ停止時: 最大水位下降量-4.34m-地盤変動量0.34m≒T.P.-4.7m
 (朔望平均干潮位T.P.-0.02mを考慮した水位)

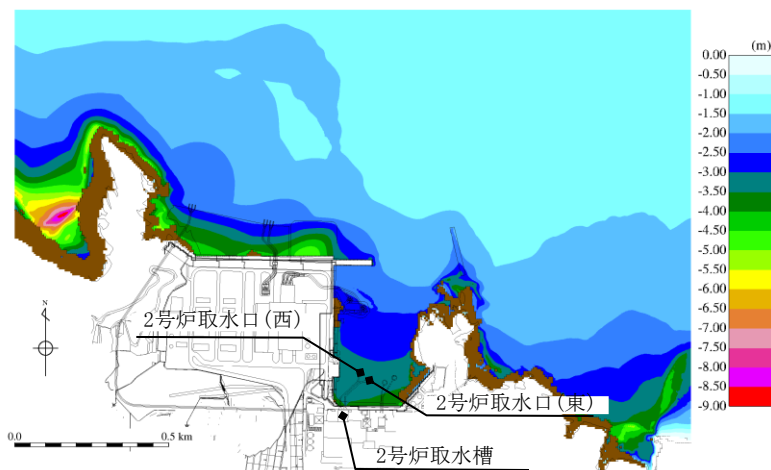
※2 2号炉取水口での水位の時刻歴波形を補足資料P319に示す。

- 「F-Ⅲ～F-V断層」から想定される地震による津波の発生後、約2秒後に「陸上地すべりLs26」に起因する津波が発生するものとして数値シミュレーションを実施した結果、2号炉取水槽における評価水位は循環水ポンプ運転時にT.P.-5.7mとなる。

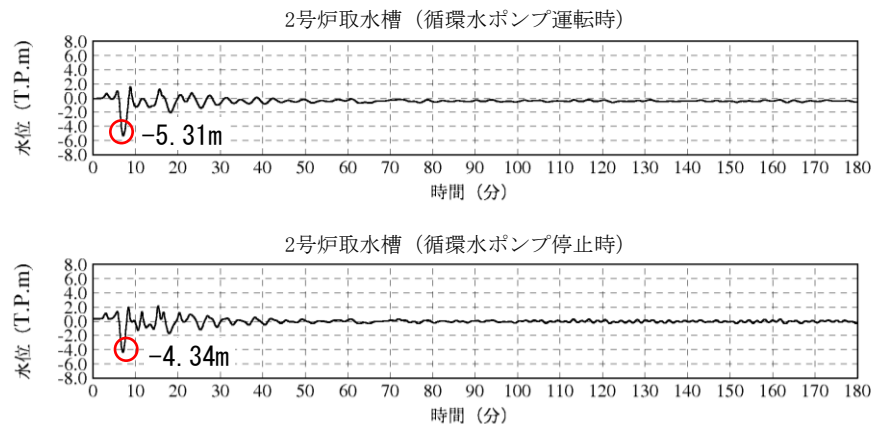
検討ケース	評価水位 (T. P. m) ※1			
	2号炉 取水口 (東)	2号炉 取水口 (西)	2号炉取水槽	
			循環水ポンプ 運転時	循環水ポンプ 停止時
F-Ⅲ～F-V断層 + 陸上地すべりLs26	-3.7 (+0.34)	-3.7 (+0.34)	-5.7 (+0.34)	-4.7 (+0.33)

※1 括弧内の数値は地盤変動量(m)

最大水位下降量分布



2号炉取水槽での水位の時刻歴波形※2



循環水ポンプ運転時: 最大水位下降量-5.31m-地盤変動量0.34m≒T.P.-5.7m
 循環水ポンプ停止時: 最大水位下降量-4.34m-地盤変動量0.34m≒T.P.-4.7m
 (朔望平均干潮位T.P.-0.02mを考慮した水位)

※2 2号炉取水口での水位の時刻歴波形を補足資料P319に示す。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
- 4. 津波起因事象の重畳による津波想定**
 - 4-1 評価対象の選定
 - 4-2 海域活断層と海底地すべりの重畳
 - 4-3 海域活断層と陸上地すべりの重畳
 - 4-4 津波起因事象の重畳による津波(まとめ)
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

4.津波起因事象の重畳による津波想定

4-4 津波起因事象の重畳による津波(まとめ)

第771回審査会合
資料1-2 P236 再掲

241

・津波起因事象の重畳による津波の検討の評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。
[]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

 : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高

評価水位最高ケース(水位上昇側)

検討ケース			ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m) [※]						
地震による 津波	地震以外の要因による 津波	検討方法		施設護岸 又は防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
F-Ⅲ～F-V 断層	陸上地すべり Ls26	水位の 足し合わせ — 一体 シミュレーション	運転	+3.8[+3.71]	—	—	—	—	—	—
			停止	+3.8[+3.74]	+1.5	+1.1	+1.0	+2.7	+2.8	+1.9
	その他の地すべり (陸上地すべりLs7・ 海底地すべり①～④)	水位の 足し合わせ	運転		+1.8	+1.7	+2.7	+1.2	+2.6	+2.4
			停止							
日本海東縁部に 想定される 津波	陸上地すべり・ 海底地すべり	水位の 足し合わせ	—	F-Ⅲ～F-V断層と海底地すべり①～③との位置関係から、これらの重畳は考慮しない。また、F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波の最大水位上昇量の発生時に、陸上地すべりLs7及び海底地すべり④に起因する津波は到達しないため、重畳を考慮しても評価水位に影響はない。						

評価水位最低ケース(水位下降側)

 : 2号炉取水口において評価水位最低

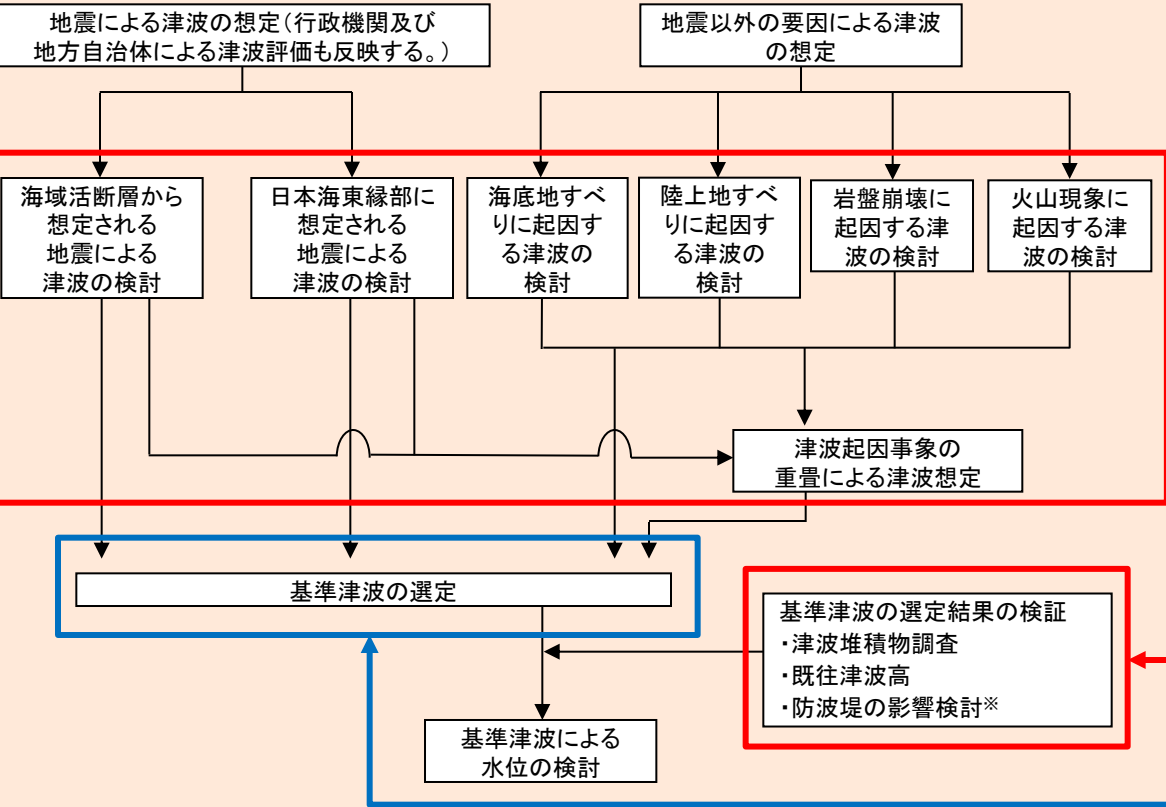
検討ケース			ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m) [※]		
地震による 津波	地震以外の要因による 津波	検討方法		2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	2号炉 取水槽
F-Ⅲ～F-V 断層	陸上地すべり Ls26	水位の 足し合わせ — 一体 シミュレーション	運転	-3.7[-3.62]	-3.6	—
			停止	-3.7[-3.69]	-3.7	-5.7
	その他の地すべり (陸上地すべりLs7・ 海底地すべり①～④)	水位の 足し合わせ	運転			-4.7
			停止			
日本海東縁部に 想定される 津波	陸上地すべり・ 海底地すべり	水位の 足し合わせ	—	F-Ⅲ～F-V断層と海底地すべり①～③との位置関係から、これらの重畳は考慮しない。また、F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波の最大水位下降量の発生時に、陸上地すべりLs7及び海底地すべり④に起因する津波は到達しないため、重畳を考慮しても評価水位に影響はない。		

・津波起因事象の重畳による津波の検討においては、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となること及び2号炉取水口の評価水位が最低となることから、上昇側・下降側ともに「F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波」と「陸上地すべりに起因する津波(Ls26)」の重畳ケースを基準津波の選定に反映する。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
- 5. 基準津波の選定**
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

5. 基準津波の選定 各検討における評価地点の考え方

基準津波の検討



(津波評価における各検討の評価地点の考え方)

- 各検討における水位上昇側の評価地点は「施設護岸又は防波壁」、水位下降側の評価地点は「2号炉取水口」とする。
- 評価地点は上記を基本とするが、日本海東縁部に想定される地震による津波の検討のうち、地震発生領域の連動を考慮した検討の水位下降側については、2号炉取水口において比較的水位変動が大きくなり、基準津波に選定される可能性が考えられることから、管路計算による応答のばらつきを考慮し「2号炉取水槽」を評価地点とする。

(基準津波の選定の評価地点の考え方)

- 津波の評価における各検討より抽出されたケースから、水位上昇側は「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となる波源及び水位下降側は「2号炉取水口」の評価水位が最低となる波源を基準津波として選定する。また、上記で選定された波源の1～3号炉取・放水槽の評価水位を上回る、または、ほぼ同値となる波源についても安全側の評価を行う観点から基準津波として選定する。

※ 選定された基準津波に対して、防波堤の有無が基準津波の選定に与える影響を確認するため、防波堤有りケースと同様の手順で防波堤無しケースのパラメータスタディを実施する。

5. 基準津波の選定

津波評価結果①(海域活断層から想定される地震による津波の検討)

・地震による津波の検討(海域活断層から想定される地震による津波の検討)の評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。
[]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

 : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高

評価水位最高ケース(水位上昇側)

検討ケース	波源モデル						ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m) [※]						
	断層 長さ (km)	モーメント マグニ チュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁深 さ(km)	大 すべり 域		施設護岸 又は防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
土木学会に基づく検討(F-Ⅲ～F-V断層)	48.0	7.27	90	130, 180	0	-	運転 停止	+3.6[+3.59]	+1.9 +2.2	+1.4 +2.0	+1.3 +2.9	+2.7 +1.3	+2.8 +2.7	+2.1 +2.4
国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に 基づく検討(F56断層)	49.0	7.2	60	143, 215	1	中央	運転 停止	+1.9	+1.9 +2.1	+1.6 +2.2	+1.1 +1.8	+2.8 +1.3	+3.1 +1.5	+2.4 +1.5
国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の横ずれ断層 に対するすべり角の知見を踏まえた検討	48.0	7.27	90	130, 215	0	-	運転 停止	+3.6[+3.56]	+2.0 +2.3	+1.5 +2.1	+1.4 +3.1	+2.7 +1.4	+2.9 +2.5	+2.1 +2.4
地方自治体独自の波源モデルを対象とした検討	-							断層長さ及び敷地からの距離を考慮すると、地方自治体独自の波源モデルから想定される地震による津波の敷地への影響は、当社が評価している海域活断層から想定される地震による津波の敷地への影響と同程度以下と考えられる。						

評価水位最低ケース(水位下降側)

 : 2号炉取水口において評価水位最低

検討ケース	波源モデル						ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m) [※]		
	断層 長さ (km)	モーメント マグニ チュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁深 さ(km)	大 すべり 域		2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	2号炉 取水槽
土木学会に基づく検討(F-Ⅲ～F-V断層)	48.0	7.27	90	115, 180	0	-	運転 停止	-3.9	-3.9	-5.9[-5.84] -4.8
国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に 基づく検討(F56断層)	49.0	7.2	60	143, 215	1	隣接LR	運転 停止	-1.0	-1.0	-1.5 -1.1
国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の横ずれ断層 に対するすべり角の知見を踏まえた検討	48.0	7.27	90	115, 215	0	-	運転 停止	-3.8	-3.8	-5.8 -4.8
地方自治体独自の波源モデルを対象とした検討	-							断層長さ及び敷地からの距離を考慮すると、地方自治体独自の波源モデルから想定される地震による津波の敷地への影響は、当社が評価している海域活断層から想定される地震による津波の敷地への影響と同程度以下と考えられる。		

・海域活断層から想定される地震による津波の検討においては、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となること及び2号炉取水口の評価水位が最低となることから、上昇側・下降側ともに「土木学会に基づく検討(F-Ⅲ～F-V断層)」を基準津波の選定に反映する。

5. 基準津波の選定

津波評価結果②(日本海東縁部に想定される地震による津波の検討)

・地震による津波の検討(日本海東縁部に想定される地震による津波の検討)の評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。
[]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

■ : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高

評価水位最高ケース(水位上昇側)

検討ケース		断層モデル						ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m)※						
		断層 長さ (km)	モーメントマ グニチュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁 深さ (km)	大 すべり 域		施設護岸 又は 防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
土木学会に基づく検討	E1領域	131.1	7.85	60	90	0	-	運転	+7.2	-	+6.4	+4.9	-	+5.3	+4.4
						1		停止		+6.9	+8.1	+6.3	+2.3	+4.3	+5.5
地震発生領域の運動を 考慮した検討(断層長さ350km)	F28断層	350	8.09	60	90	0	IV V	運転	+7.2	-	+6.5	+5.0	-	+5.3	+4.4
						1		停止		+6.9	+8.2	+6.3	+2.3	+4.4	+5.4
国土交通省・内閣府・文部 科学省(2014)に基づく検討	F28断層	126	7.7	45	115,93,118	1	隣接 LRR	運転	+8.7	-	+6.9	+6.1	-	+6.1	+4.4
						0		停止		+7.1	+9.0[8.91]	+7.2	+3.0	+6.5	+4.9
地方自治体独自の波源モデルに 基づく検討(鳥取県(2012))	F28断層	222.2	8.16	60	90	0	-	運転	+3.6	-	+4.8	+3.8	-	+4.1	+3.4
						1		停止		+5.8	+6.2	+4.6	+1.7	+3.3	+2.1
地方自治体独自の波源モデルに 基づく検討(鳥取県(2012))	F28断層	222.2	8.16	60	90	0	-	運転	+10.5	-	+7.0	+5.9	-	+6.8	+6.6
						1		停止		+7.6	+9.0[9.00]	+7.0	+4.0	+7.1	+6.4

評価水位最低ケース(水位下降側)

■ : 2号炉取水口において評価水位最低

検討ケース		断層モデル						ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m)※		
		断層 長さ (km)	モーメントマ グニチュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁 深さ (km)	大 すべり 域		2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	2号炉 取水槽
土木学会に基づく検討	E2, E3領域	131.1	7.85	60	90	1	-	運転	-4.2	-4.1	-5.4
						0		停止			-5.1
地震発生領域の運動を 考慮した検討(断層長さ350km)	F24断層	350	8.09	60	90	0	IV VI	運転	-4.5	-4.5	-5.9[-5.88]
						1		停止			-5.2
国土交通省・内閣府・文部 科学省(2014)に 基づく検討	F24断層	132	7.9	30	74, 80	1	中央	運転	-2.4	-2.4	-3.4
						0		停止			-3.3
地方自治体独自の波源モデルに 基づく検討(鳥取県(2012))	F24断層	222.2	8.16	60	90	0	-	運転	-5.0	-5.0	-5.9[-5.81]
						1		停止			-5.4

・日本海東縁部に想定される地震による津波の検討においては、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となること及び2号炉取水口の評価水位が最低となることから、上昇側・下降側ともに「地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))」を基準津波の選定に反映する。
・また、上記波源の2号炉取水槽及び3号炉取水槽の評価水位を上回る又はほぼ同値となること及び2号炉取水槽のポンプ運転時の評価水位が最低となることから「地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)」についても基準津波の選定に反映する。(該当箇所を表中に ■ として示す。)

5. 基準津波の選定

津波評価結果③(地震以外の要因による津波の検討)

・地震以外の要因による津波の検討の評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は潮位を考慮している。

 : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高

評価水位最高ケース(水位上昇側)

検討ケース	ポンプ 運転状況	評価水位(T.P. m)※						
		施設護岸 又は防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
海底地すべりに 起因する津波(地すべり①)	運転	+4.1	+3.5	+3.2	+2.3	+3.4	+4.3	+4.0
	停止		+4.0	+4.5	+4.0	+2.1	+3.8	+4.2
陸上地すべりに 起因する津波(Ls26)	運転	+1.2	+1.0	+0.7	+0.5	+2.6	+2.4	+1.8
	停止		+1.1	+1.1	+1.0	+1.1	+1.0	+0.8
岩盤崩壊に起因する津波	-	Huber and Hager(1997)の予測式による津波高さ(全振幅)が陸上地すべりの津波高(全振幅)を下回ることから、敷地への影響は小さいと考えられる。						
火山現象に起因する津波	-	<ul style="list-style-type: none"> ・鬱陵島: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。 ・隠岐島後: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。 ・渡島大島: 観測津波水位は、日本海東縁部に想定した地震による津波水位を下回ると考えられる。 						

評価水位最低ケース(水位下降側)

 : 2号炉取水口において評価水位最低

検討ケース	ポンプ 運転状況	評価水位(T.P. m)※		
		2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	2号炉 取水槽
海底地すべりに 起因する津波(地すべり①)	運転	-2.8	-2.7	-3.7
	停止			-3.3
陸上地すべりに 起因する津波(Ls26)	運転	-0.5	-0.5	-1.1
	停止			-0.7
岩盤崩壊に起因する津波	-	Huber and Hager(1997)の予測式による津波高さ(全振幅)が陸上地すべりの津波高(全振幅)を下回ることから、敷地への影響は小さいと考えられる。		
火山現象に起因する津波	-	<ul style="list-style-type: none"> ・鬱陵島: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。 ・隠岐島後: 山体崩壊を伴うような爆発的噴火の可能性は低いことから、敷地に与える影響が大きい津波は発生することはないと考えられる。 ・渡島大島: 上昇側の評価より、敷地に与える影響は小さいと考えられる。 		

・地震以外の要因による津波の検討においては、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となること及び2号炉取水口の評価水位が最低となることから、上昇側・下降側ともに「海底地すべりに起因する津波(地すべり①)」を基準津波の選定に反映する。

5. 基準津波の選定

津波評価結果④(津波起因事象の重畳による津波の検討)

・津波起因事象の重畳による津波の検討の評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。
[]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

評価水位最高ケース(水位上昇側)

: 施設護岸又は防波壁において評価水位最高

検討ケース			ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m) [※]						
地震による 津波	地震以外の要因による 津波	検討方法		施設護岸 又は防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽	3号炉 放水槽
F-Ⅲ～F-V 断層	陸上地すべり Ls26	水位の 足し合わせ — 一体 シミュレーション	運転	+3.8[+3.71]	—	—	—	—	—	—
			停止							
	その他の地すべり (陸上地すべりLs7・ 海底地すべり①～④)	水位の 足し合わせ	運転	+3.8[+3.74]	+1.5	+1.1	+1.0	+2.7	+2.8	+1.9
			停止		+1.8	+1.7	+2.7	+1.2	+2.6	+2.4
日本海東縁部に 想定される 津波	陸上地すべり・ 海底地すべり	水位の 足し合わせ	—	F-Ⅲ～F-V断層と海底地すべり①～③との位置関係から、これらの重畳は考慮しない。また、F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波の最大水位上昇量の発生時に、陸上地すべりLs7及び海底地すべり④に起因する津波は到達しないため、重畳を考慮しても評価水位に影響はない。						
日本海東縁部に 想定される 津波	陸上地すべり・ 海底地すべり	水位の 足し合わせ	—	日本海東縁部に想定される地震の波源は、陸上地すべりLs7・Ls26及び海底地すべり①～④と十分に離れていることから、それらの重畳を考慮しない。						

評価水位最低ケース(水位下降側)

: 2号炉取水口において評価水位最低

検討ケース			ポンプ 運転 状況	評価水位(T.P. m) [※]		
地震による 津波	地震以外の要因による 津波	検討方法		2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	2号炉 取水槽
F-Ⅲ～F-V 断層	陸上地すべり Ls26	水位の 足し合わせ — 一体 シミュレーション	運転	-3.7[-3.62]	-3.6	—
			停止			
	その他の地すべり (陸上地すべりLs7・ 海底地すべり①～④)	水位の 足し合わせ	運転	-3.7[-3.69]	-3.7	-5.7
			停止			-4.7
日本海東縁部に 想定される 津波	陸上地すべり・ 海底地すべり	水位の 足し合わせ	—	F-Ⅲ～F-V断層と海底地すべり①～③との位置関係から、これらの重畳は考慮しない。また、F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波の最大水位下降量の発生時に、陸上地すべりLs7及び海底地すべり④に起因する津波は到達しないため、重畳を考慮しても評価水位に影響はない。		
日本海東縁部に 想定される 津波	陸上地すべり・ 海底地すべり	水位の 足し合わせ	—	日本海東縁部に想定される地震の波源は、陸上地すべりLs7・Ls26及び海底地すべり①～④と十分に離れていることから、それらの重畳を考慮しない。		

・津波起因事象の重畳による津波の検討においては、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となること及び2号炉取水口の評価水位が最低となることから、上昇側・下降側ともに「F-Ⅲ～F-V断層から想定される地震による津波」と「陸上地すべりに起因する津波(Ls26)」の重畳ケースを基準津波の選定に反映する。

5. 基準津波の選定 津波評価結果のまとめ

・各検討結果より選定した評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースは以下のとおり。

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。
[]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

水位上昇側

 : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高 : 左記波源の1~3号炉取・放水槽の評価水位を上回る、またはほぼ同値となる水位

波源	検討ケース	断層長さ (km)	モーメントマグニチュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁深さ (km)	大すべり域	ポンプ運転状況	評価水位(T.P. m)※						
									施設護岸又は防波壁	1号炉取水槽	2号炉取水槽	3号炉取水槽	1号炉放水槽	2号炉放水槽	3号炉放水槽
海域活断層	土木学会に基づく検討 (F-Ⅲ~F-V断層)	48.0	7.27	90	130,180	0	-	運転	+3.6	+1.9	+1.4	+1.3	+2.7	+2.8	+2.1
								停止	+2.2	+2.0	+2.9	+1.3	+2.7	+2.4	
日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	運転	+10.5	-	+7.0	+5.9	-	+6.8	+6.6
								停止	+7.6	+9.0[9.00]	+7.0	+4.0	+7.1	+6.4	
日本海東縁部	(追加)地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV V	運転	+8.7	-	+6.9	+6.1	-	+6.1	+4.4
								停止	+7.1	+9.0[8.91]	+7.2	+3.0	+6.5	+4.9	
海底地すべり	海底地すべりに起因する津波(地すべり①)	-						運転	+4.1	+3.5	+3.2	+2.3	+3.4	+4.3	+4.0
								停止	+4.0	+4.5	+4.0	+2.1	+3.8	+4.2	
津波起因事象の重畳	F-Ⅲ~F-V断層 + 陸上地すべりLs26	一体シミュレーション						運転	+3.8	+1.5	+1.1	+1.0	+2.7	+2.8	+1.9
								停止	+1.8	+1.7	+2.7	+1.2	+2.6	+2.4	

水位下降側

 : 2号炉取水口において評価水位最低 : 左記波源の2号炉取水槽を上回る水位

波源	検討ケース	断層長さ (km)	モーメントマグニチュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁深さ (km)	大すべり域	ポンプ運転状況	評価水位(T.P. m)※		
									2号炉取水口(東)	2号炉取水口(西)	2号炉取水槽
海域活断層	土木学会に基づく検討 (F-Ⅲ~F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	運転	-3.9	-3.9	-5.9[-5.84]
								停止	-	-	-4.8
日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	運転	-5.0	-5.0	-5.9[-5.81]
								停止	-	-	-5.4
日本海東縁部	地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV VI	運転	-4.5	-4.5	-5.9[-5.88]
								停止	-	-	-5.2
海底地すべり	海底地すべりに起因する津波(地すべり①)	-						運転	-2.8	-2.7	-3.7
								停止	-	-	-3.3
津波起因事象の重畳	F-Ⅲ~F-V断層 + 陸上地すべりLs26	一体シミュレーション						運転	-3.7	-3.7	-5.7
								停止	-	-	-4.7

・各検討結果より選定した評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースから、「施設護岸又は防波壁」の評価水位が最高となる波源及び2号炉取水口の評価水位が最低となる波源を基準津波として選定する。また、上記波源の1~3号炉取・放水槽の評価水位を上回る、または、ほぼ同値となる波源についても安全側の評価を行う観点から基準津波として選定する。

5. 基準津波の選定

基準津波の選定

・地震による津波の検討，地震以外の要因による津波の検討及び津波起因事象の重畳による津波の検討の結果，鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波を基準津波1，日本海東縁部に想定される地震発生領域の運動を考慮した検討の評価水位最高ケースを基準津波2，評価水位最低ケースを基準津波3として選定する。また，敷地近傍に位置する海域活断層(F-Ⅲ～F-V断層)から想定される地震による津波を基準津波4として選定する。

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。
[]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

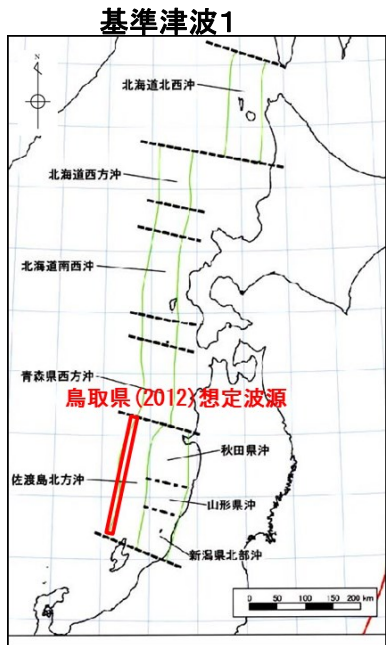
水位上昇側 : 施設護岸又は防波壁において評価水位最高 : 左記波源の1～3号炉取・放水槽の評価水位を上回る，またはほぼ同値となる水位

基準津波	波源域	検討ケース	断層長さ(km)	モーメントマグニチュード Mw	傾斜角(°)	すべり角(°)	上縁深さ(km)	大すべり域	走向	東西位置	防波堤有無	ポンプ運転状況	評価水位(T.P. m)*						
													施設護岸又は防波壁	1号炉取水槽	2号炉取水槽	3号炉取水槽	1号炉放水槽	2号炉放水槽	3号炉放水槽
基準津波1	日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	-	-	有	運転	+10.5	-	+7.0	+5.9	-	+6.8	+6.6
												停止		+7.6	+9.0[9.00]	+7.0	+4.0	+7.1	+6.4
基準津波2	日本海東縁部	地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV V	走向一定	(3)	有	運転	+8.7	-	+6.9	+6.1	-	+6.1	+4.4
												停止		+7.1	+9.0[8.91]	+7.2	+3.0	+6.5	+4.9

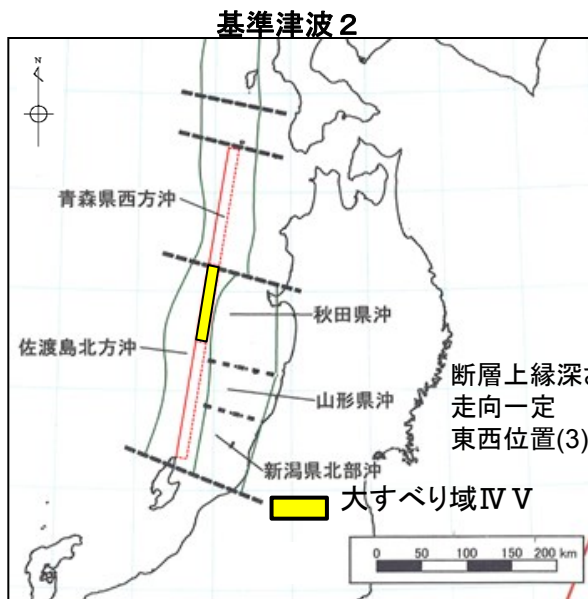
水位下降側 : 2号炉取水口において評価水位最低 : 左記波源の2号炉取水槽を上回る水位

基準津波	波源域	検討ケース	断層長さ(km)	モーメントマグニチュード Mw	傾斜角(°)	すべり角(°)	上縁深さ(km)	大すべり域	走向	東西位置	防波堤有無	ポンプ運転状況	評価水位(T.P. m)*			
													2号炉取水口(東)	2号炉取水口(西)	2号炉取水槽	
基準津波1	日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	-	-	有	運転	-5.0	-5.0	-5.9[-5.81]	
												停止			-5.4	
基準津波3	日本海東縁部	地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV VI	走向一定	(3)	有	運転	-4.5	-4.5	-5.9[-5.88]	
												停止			-5.2	
基準津波4	海域活断層	土木学会に基づく検討(F-Ⅲ～F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	-	-	有	運転	-3.9	-3.9	-5.9[-5.84]	
												停止			-4.8	

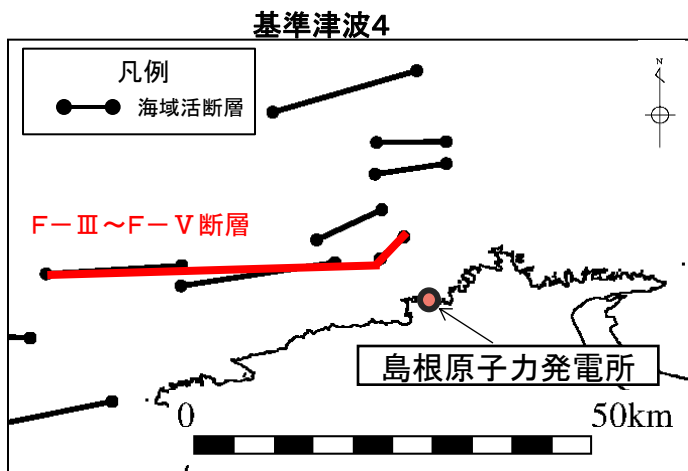
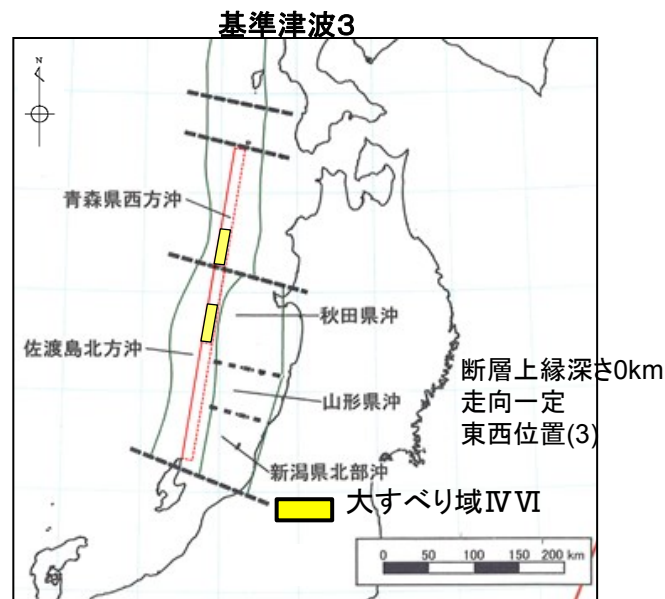
5. 基準津波の選定 基準津波の波源



地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))



地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)



土木学会に基づく検討(F-III~F-V断層)

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
- 6. 防波堤の影響検討**
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

6.防波堤の影響検討

防波堤の有無に関する影響検討方針

- ・基準津波1～4について、防波堤の有無が基準津波の選定に与える影響を検討する。
- ・検討に当たっては、より詳細に検討する観点から、水位上昇側・下降側で選定された基準津波に対して、防波堤有りケースと同様の手順で防波堤無しケースのパラメータスタディを実施し、基準津波の選定に与える影響について確認する。
- ・パラメータスタディの結果、防波堤有りケースと異なる波源による評価水位が最大を示した場合には、その波源を基準津波として選定する。

日本海東縁部に想定される地震による津波

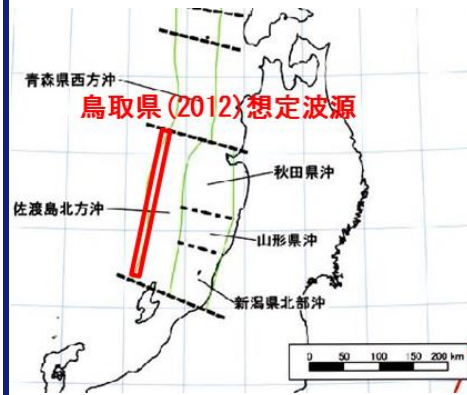
海域活断層から想定される地震による津波

基準津波1
(水位上昇側・下降側)

基準津波2
(水位上昇側)

基準津波3
(水位下降側)

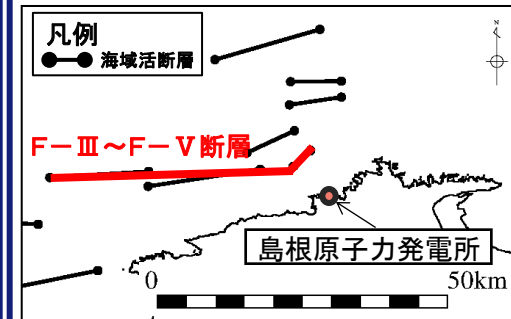
基準津波4
(水位下降側)



鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波



日本海東縁部に想定される地震発生領域の運動を考慮した検討による津波



F-III ~ F-V 断層から想定される地震による津波

6.防波堤の影響検討

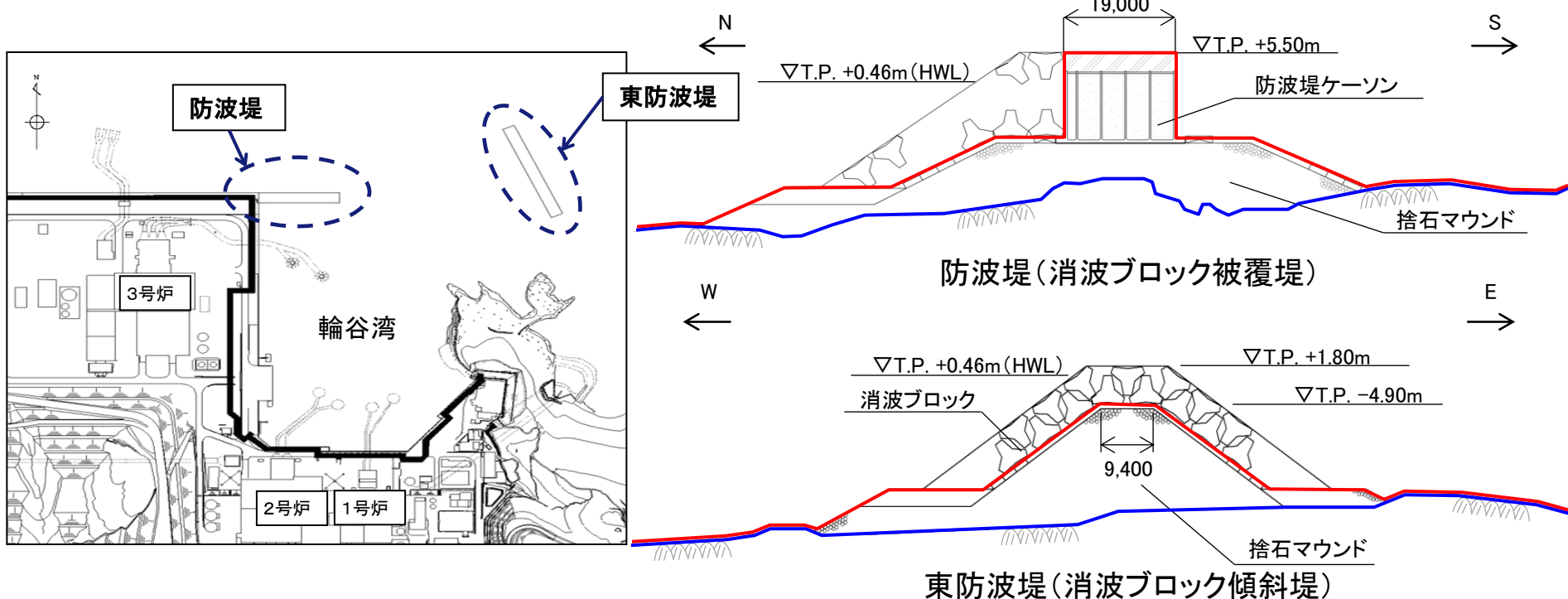
防波堤の位置及び構造

- ・島根原子力発電所では、輪谷湾に防波堤(捨石マウンド+防波堤ケーソン)及び東防波堤(捨石マウンド+消波ブロック)を設置※1している。
- ・防波堤の有無によるモデル化については、防波堤有りのケースでは、防波堤ケーソン、捨石マウンドをモデル化しており、防波堤無しケースでは、防波堤ケーソン、捨石マウンドを全て取り除いた状態で実施している。
- ・なお、消波ブロック※2は、透過性を有するため、防波堤有りケースにおいては、安全側の評価となるよう消波ブロックをモデル化しないもの※3としている。

※1 防波堤は、敷地周辺の地震、津波により損傷する可能性は否定できないことから、津波影響軽減施設とせず、自主設備とする。

※2 一般に消波ブロックは短周期の波浪に対する軽減効果を持つとされており、土木学会(2016)においても構造物(消波ブロック)が無いものとして取り扱うことが多いと記載されている。

※3 消波ブロックをモデル化した場合の検討結果を補足資料P323に示す。



防波堤無しの場合の検討ケース

・防波堤無しの検討ケースは、防波堤有りケースの選定方法と同様に、以下のとおり設定した。

基準津波		防波堤有りの場合の検討 ケース	防波堤無しの場合の検討 ケース
基準津波1	鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波 (水位上昇側・下降側)	・鳥取県(2012)が実施している傾斜方向(東・西傾斜)を不確かさとして考慮したパラメータスタディを実施した。(2ケース)	・防波堤有りケースの選定方法と同様に、傾斜方向(東・西傾斜)を不確かさとして考慮したパラメータスタディを実施する。(2ケース)
基準津波2, 3	日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討による津波 (水位上昇側・下降側)	・地震発生領域の連動を考慮した波源モデルを対象に、概略パラメータスタディ及び詳細パラメータスタディ(①, ②及び③)を実施した。(184ケース)	・防波堤有りケースの選定方法と同様に、地震発生領域の連動を考慮した波源モデルを対象に、概略パラメータスタディ及び詳細パラメータスタディ(①, ②及び③)を実施する。(206ケース)
基準津波4	海域活断層(F-Ⅲ～F-V断層)から想定される地震による津波 (水位下降側)	・F-Ⅲ～F-V断層を対象に、概略パラメータスタディ及び詳細パラメータスタディを実施した。(84ケース)	・防波堤有りケースの選定方法と同様に、F-Ⅲ～F-V断層を対象に、概略パラメータスタディ及び詳細パラメータスタディを実施する。(39ケース)

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
 - 6-1 基準津波1の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-3 基準津波4の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-4 まとめ
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

6.防波堤の影響検討 6-1 基準津波1の防波堤の有無に関する影響検討 検討ケース

・基準津波1は、鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した波源モデルであり、防波堤有りの検討においては、鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した波源のうち、断層が長い佐渡北方沖(パターン2)について、津波の敷地への影響が大きくなると考えられる傾斜角60°の波源モデルに基づき数値シミュレーションを実施しており、考慮する不確かさとして、傾斜方向の違いによる2ケースを実施している。

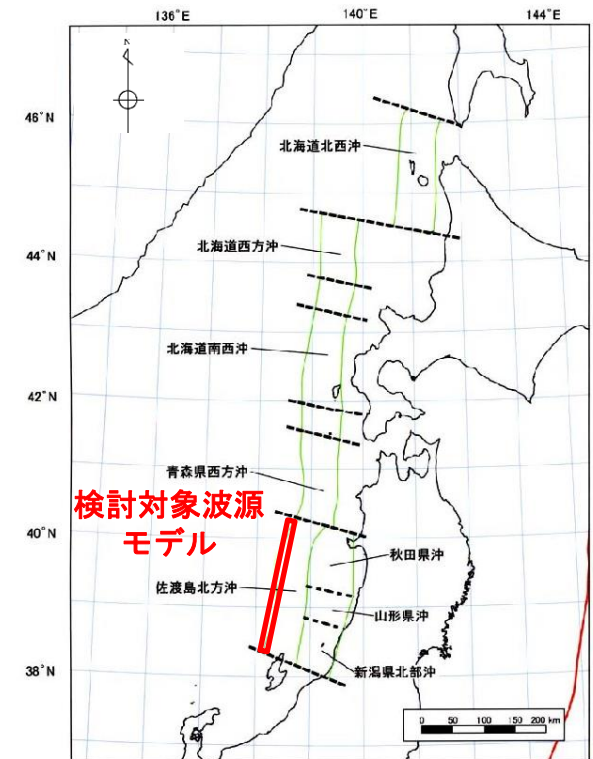
鳥取県(2012)が数値シミュレーションを実施した波源モデル一覧

想定断層	Mv	緯度 (度)	経度 (度)	深さ (km)	走向 (度)	傾斜 (度)	すべり角 (度)	長さ(運動) (km)	幅 (km)	すべり量 (m)	
鳥取沖東部断層 (北上がり)	7.30	35.75	134.46	0	262	90	40	51.0	15.00	4.24	
鳥取沖東部断層 (南上がり)	7.30	35.69	133.89	0	82	90	40	51.0	15.00	4.24	
鳥取沖西部断層 (北上がり)	7.05	35.65	133.75	0	255	90	40	33.0	15.00	2.74	
鳥取沖西部断層 (南上がり)	7.05	35.58	133.39	0	75	90	40	33.0	15.00	2.74	
隠岐東方断層	7.38	36.55	134.03	0	78	60	90	58.2	17.32	4.19	
隠岐北西方の断層	7.77	36.40	132.67	0	11	60	90	31.0	17.32	8.23	
		36.68	132.74	0	334	60	90	35.9	17.32	8.23	
		36.97	132.57	0	4	60	90	46.8	17.32	8.23	
佐渡島北方沖(パターン1)	E(東落ち)	7.85	38.95	138.41	0	20	45	90	131.1	21.21	7.71
	W(西落ち)	7.85	40.06	138.93	0	200	45	90	131.1	21.21	7.71
佐渡島北方沖(パターン2)	E(東落ち)	8.16	38.36	138.15	0	12.9	45	90	222.2	21.21	13.06
		8.16	40.31	138.73	0	193.3	45	90	222.2	21.21	13.06
	W(西落ち)	8.16	40.31	138.73	0	193.3	45	90	222.2	21.21	13.06
		8.16	40.31	138.73	0	193.3	60	90	222.2	17.32	16.00

日本海東縁部の波源

検討対象波源モデル

鳥取県(2012)を引用・加筆



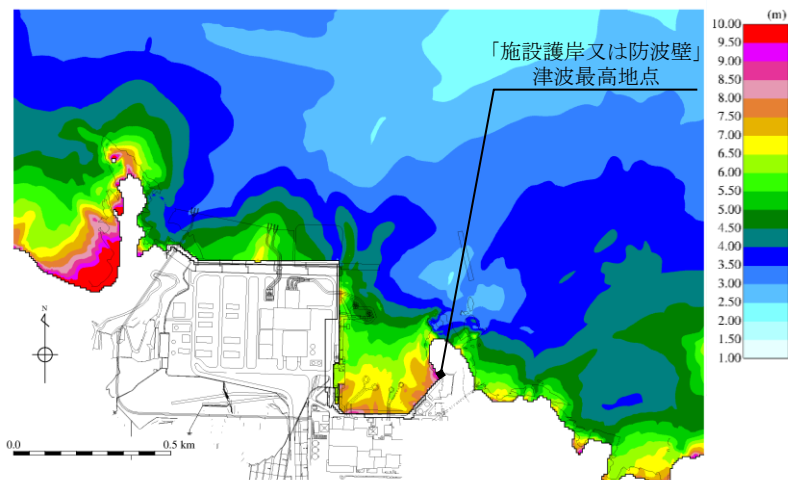
地震調査研究推進本部(2003)を引用・加筆

・防波堤無しの場合においては、防波堤有りの選定方法と同様に、傾斜方向(東・西傾斜)を不確かさとして考慮したパラメータスタディを実施する。(2ケース)

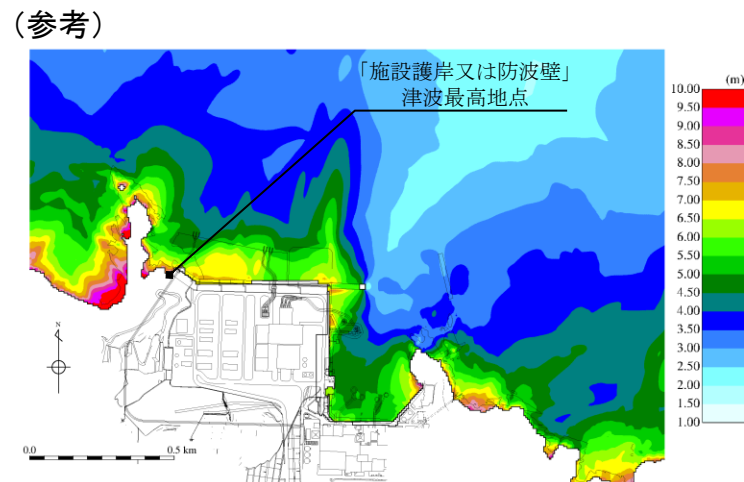
・基準津波1である鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波の防波堤有無に関する影響検討の結果, 最大を示す波源は, 防波堤有りケースと同様の西傾斜のケースであるため, 基準津波の選定に与える影響はないことを確認した。

各評価地点で最大となるケース

検討 ケース	断層長 さ (km)	モーメン トマグニ チュード Mw	すべり 量 (m)	傾斜角 (°)	傾斜 方向	評価水位 (T.P.m)			(参考) 評価水位 (T.P.m)		
						防波堤無し			防波堤有り		
						上昇側	下降側		上昇側	下降側	
						施設護岸 又は防波壁	2号炉取水 口(東)	2号炉取水 口(西)	施設護岸 又は防波壁	2号炉取水 口(東)	2号炉取水 口(西)
鳥取県 (2012)	222.2	8.16	16.0	60	東	+7.7	-4.8	-4.7	+7.3	-3.7	-3.7
					西	+11.6	-5.9	-5.9	+10.5	-5.0	-5.0



最大水位上昇量分布図
 (防波堤無し最大ケース)



最大水位上昇量分布図
 (防波堤有り最大ケース: 基準津波1)

6.防波堤の影響検討 6-1 基準津波1の防波堤の有無に関する影響検討

管路計算結果

- ・防波堤無しケースの評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースについて、管路計算を実施した。
- ・なお、参考として、同様の波源である防波堤有りケースの管路計算結果も併せて示す。

水位上昇側

検討 ケース	断層長 さ (km)	モーメン トマグニ チュード Mw	すべ り量 (m)	傾斜角 (°)	傾斜 方向	ポンプ 運転状況	評価水位 (T. P. m)						備考	
							施設護岸 又は防波壁	1号炉 取水槽	2号炉 取水槽	3号炉 取水槽	1号炉 放水槽	2号炉 放水槽		3号炉 放水槽
鳥取県 (2012)	222.2	8.16	16.0	60	西	運転時	+11.6	-	+9.0	+6.4	-	+6.1	+6.4	防波堤無し ケース
						停止時		+9.0	+10.4	+7.7	+4.1	+7.2	+6.3	
(参考) 防波堤有りケースの評価水位最高ケース (基準津波1)														
鳥取県 (2012)	222.2	8.16	16.0	60	西	運転時	+10.5	-	+7.0	+5.9	-	+6.8	+6.6	防波堤有り ケース
						停止時		+7.6	+9.0	+7.0	+4.0	+7.1	+6.4	

水位下降側

検討 ケース	断層長 さ (km)	モーメン トマグニ チュード Mw	すべ り量 (m)	傾斜角 (°)	傾斜 方向	ポンプ 運転状況	評価水位 (T. P. m)			備考
							2号炉取水口		2号炉取水槽	
							東	西		
鳥取県 (2012)	222.2	8.16	16.0	60	西	運転時	-5.9	-5.9	-7.5	防波堤無しケース
						停止時			-5.5	
(参考) 防波堤有りケースの評価水位最低ケース (基準津波1)										
鳥取県 (2012)	222.2	8.16	16.0	60	西	運転時	-5.0	-5.0	-5.9	防波堤有りケース
						停止時			-5.4	

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
 - 6-1 基準津波1の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-3 基準津波4の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-4 まとめ
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

検討フロー

・基準津波2, 3は, 日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討により選定した基準津波であり, 防波堤有りケースの選定方法と同様に, 概略パラメータスタディ及び詳細パラメータスタディ(①, ②及び③)を実施する。

【概略パラメータスタディ】

・津波の敷地への影響は伝播経路によるものが大きいと想定されることから, 波源位置を概略的に検討するため, 「位置」に関するパラメータスタディを実施する。

- ①大すべり域位置
- ②波源モデル位置
(東西位置・傾斜方向)
- ③傾斜角

【詳細パラメータスタディ①】

・概略パラメータスタディの評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースを基準に, 各々の影響因子による影響を確認するために, 詳細-1~4の検討を実施する。なお, 詳細-3及び4については概略パラメータスタディの影響因子を補間するよう設定した検討である。

- 詳細-1 断層上縁深さ
- 詳細-2 走向
- 詳細-3 大すべり域位置
(隣接しない場合)
- 詳細-4 波源モデル位置
(東西位置を補間するように設定)

【詳細パラメータスタディ②】

・敷地への影響が最も大きい波源を選定する観点から, 詳細-1~4の検討を踏まえて影響が大きい影響因子を抽出し, 各々の影響因子を組合せた検討(組合せ検討)を実施する。

【詳細パラメータスタディ③】

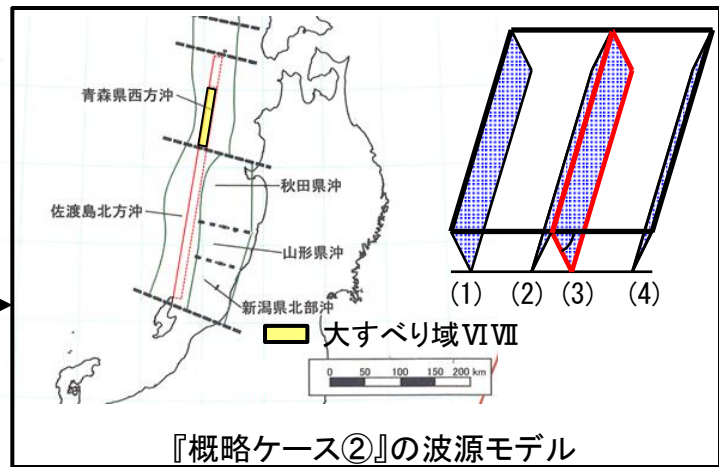
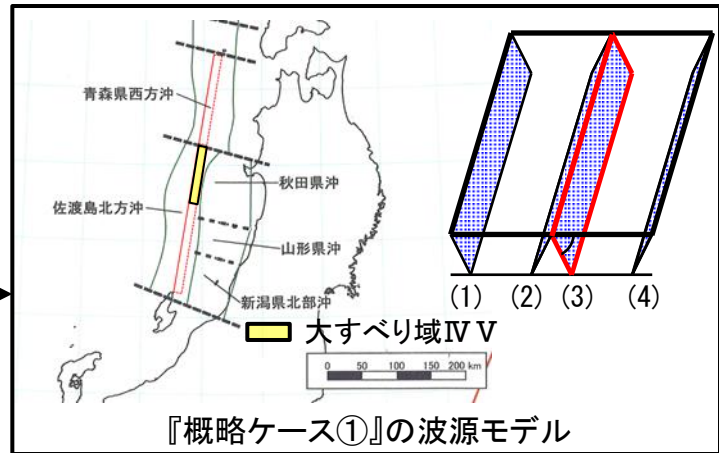
・更なる検討として, 詳細パラメータスタディ②において評価水位最高及び最低となったケースについて, 敷地への影響の大きい因子である大すべり域位置を南北に10km~30km(10kmピッチ)移動する検討を追加実施する。

概略パラメータスタディ

- ・防波堤有と同様の概略パラメータスタディを実施する。(①大すべり域位置 × ②波源モデル位置 × ③傾斜角)
- ・概略パラメータスタディの評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースを記載する。*

※ 概略パラメータスタディ結果の一覧を補足資料P324～326に示す。計84ケース
下表は、全ての結果のうち、評価水位が最高・最低となる東西位置(3), 傾斜角
60° の場合の結果を記載する。

東西位置・傾斜方向	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位 (T.P. m)		
				上昇側	下降側	
				施設護岸 又は防波壁	2号炉取水 口 (東)	2号炉取水 口 (西)
(3)	60°	東傾斜	I II	+3.5	-2.6	-2.6
			II III	+4.8	-2.6	-2.5
			III IV	+5.8	-3.3	-3.3
			IV V	+9.4	-3.9	-3.9
			V VI	+8.1	-4.2	-4.2
			VI VII	+6.5	-4.4	-4.3
			VII VIII	+4.4	-3.0	-3.0



- ・概略パラメータスタディの結果, 評価水位最高ケース(以下, 『概略ケース①』という。)及び評価水位最低ケース(以下, 『概略ケース②』という。)について詳細パラメータスタディを実施する。

6.防波堤の影響検討 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討

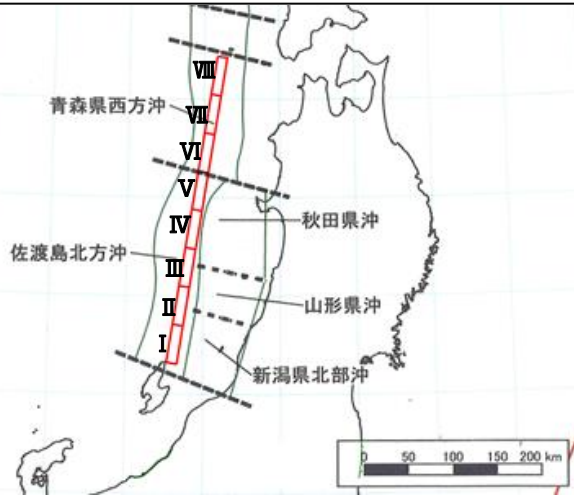
詳細パラメータスタディ①

・概略パラメータスタディの結果, 評価水位が最高・最低となった『概略ケース①』及び『概略ケース②』の2ケースについて, 詳細-1~4の検討を実施する。不確かさのパラメータは, 断層上縁深さ, 走向, 大すべり域位置及び波源モデル位置とし, 各々のパラメータが敷地に与える影響を検討する。(計41ケース)

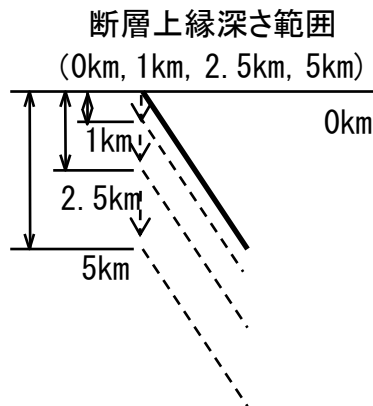
パラメータ		設定方法	設定値	計算ケース
詳細-1	断層上縁深さ	土木学会に示される既往津波の痕跡高を再現できる波源モデルの変動範囲0~5kmより設定する。	0km, 1km, 2.5km, 5km (P267参照)	8ケース
詳細-2	走向	地震調査研究推進本部(2003)の地震発生領域を一つの領域と考え, 走向を一定に変化させたケース(走向一定ケース)及び地震発生領域毎に走向を変化させたケース(折曲ケース)を設定する。	地震調査研究推進本部(2003)を踏まえて設定した走向(走向:8.9°)に対して以下のとおり設定(下記, ()は走向のイメージを表示) ・走向一定() ・走向一定から-10° (\), ・走向一定から+10° (/), ・北側-10° 南側+10° (>), ・北側+10° 南側-10° (<) (P268参照)	10ケース
詳細-3	大すべり域位置 (隣接しない場合)	大すべり域位置が離れる場合も想定し, 大すべり域が隣接しないケースを考慮し, 設定する。	概略パラメータスタディ結果より, 大すべり域位置IV, V, VI及びVIIを対象に, 一方を固定し, もう片方を隣接しない設定とする。(P269参照)	17ケース
詳細-4	波源モデル位置 (東西位置を補間するように設定)	概略パラメータスタディで実施した東西位置を補間するように設定する。	・位置(3) ・位置(3)から西に15.9km移動 (位置(1)と位置(3)の間に設定) ・位置(3)から東に15.9km移動 (位置(3)と位置(4)の間に設定) (P270参照)	6ケース

6.防波堤の影響検討 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討 詳細パラメータスタディ①(詳細-1 断層上縁深さ)

- ・断層上縁深さ0kmの場合に対して、断層上縁深さの不確かさ(1km, 2.5km, 5km)を考慮したパラメータスタディ(8ケース)を実施した。
- ・詳細-1において、水位上昇側は、「断層上縁深さ0km(概略ケース①)」において評価水位が最大となった。また、断層上縁深さ1kmについても、評価水位が最大となったケースとほぼ同値となった。
- ・水位下降側は、「断層上縁深さ1km」において評価水位が最大となった。また、断層上縁深さ0kmについても、評価水位が最大となったケースとほぼ同値となった。
- ・よって、以降の組合せ検討では、断層上縁深さ0km及び1kmを考慮する。



- : 組合せ検討で考慮する断層上縁深さ
- : 評価水位が最大となるケースの評価水位
- : 評価水位が最大となるケースとほぼ同値となる評価水位



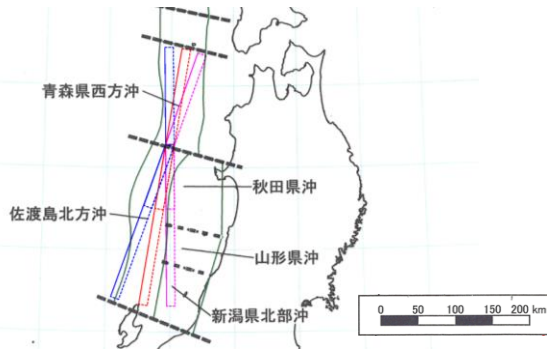
断層上縁深さ (km)	走向	大すべり域位置	東西位置・傾斜方向	傾斜角	評価水位 (T. P. m)			備考
					上昇側 施設護岸 又は防波壁	下降側 2号炉取水口		
						東	西	
0	走向一定	IV V	(3)	60°	+9.4 [9.32]	-3.9	-3.9	概略ケース①
1					+9.4 [9.31]	-3.8	-3.8	
2.5					+8.1	-3.3	-3.4	
5					+5.9	-2.8	-2.8	
0	走向一定	VI VII	(3)	60°	+6.5	-4.4 [-4.35]	-4.3 [-4.25]	概略ケース②
1					+6.3	-4.4 [-4.36]	-4.3 [-4.28]	
2.5					+5.7	-4.2	-4.2	
5					+4.9	-3.8	-3.8	

6.防波堤の影響検討 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討

詳細パラメータスタディ①(詳細-2 走向)

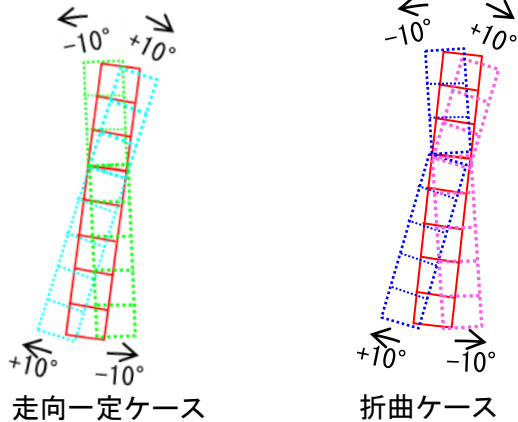
- ・走向については、走向一定の場合に対して、走向一定±10° 変化及び折曲を考慮したパラメータスタディ(10ケース)を実施した。
- ・詳細-2においては、水位上昇側では「走向一定+10° 変化」において評価水位が最大となった。また、水位下降側は、「走向一定-10° 変化」において評価水位が最大となった。
- ・よって、以降の組合せ検討では、概略ケース①及び②を含む「走向一定」、「走向一定+10° 変化」及び「走向一定-10° 変化」を考慮する。

: 組合せ検討で考慮する走向
 : 評価水位が最大となるケースの評価水位
 : 評価水位が最大となるケースとほぼ同値となる評価水位



断層上縁 深さ (km)	走向	大すべり 域位置	東西位置・傾 斜方向	傾斜角	評価水位 (T. P. m)			備考
					施設護岸 又は防波壁	2号炉取水口		
						上昇側	下降側	
		東	西					
0	走向一定	IV V	(3)	60°	+9.4	-3.9	-3.9	概略ケース①
	走向一定 -10° 変化 \				+8.5	-3.8	-3.8	
	走向一定 +10° 変化 /				+9.2	-5.3 [-5.28]	-5.3 [-5.27]	
	北側-10° 南側+10° >				+7.6	-4.1	-4.0	
	北側+10° 南側-10° <				+8.8	-3.7	-3.7	
0	走向一定	VI VII	(3)	60°	+6.5	-4.4	-4.3	概略ケース②
	走向一定 -10° 変化 \				+10.6	-5.3 [-5.22]	-5.2	
	走向一定 +10° 変化 /				+6.1	-3.6	-3.5	
	北側-10° 南側+10° >				+6.8	-3.8	-3.7	
	北側+10° 南側-10° <				+4.1	-2.6	-2.6	

イメージ図



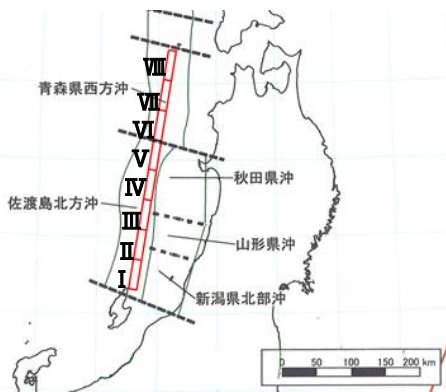
走向一定(地震調査研究推進本部(2003)を踏まえて設定した走向:8.9°)

走向一定-10° 変化
 北側-10° 南側+10°
 走向一定+10° 変化
 北側+10° 南側-10°

詳細パラメータスタディ①(詳細-3 大すべり域位置(隣接しないケース))

- ・大すべり域位置IV V, VI VIIに対して, 大すべり域位置の不確かさ(大すべり域が隣接しない場合)を考慮したパラメータスタディ(17ケース)を実施した。
- ・詳細-3においては, 水位上昇側では「IV V (概略ケース①)」, 水位下降側では「VI VII」において評価水位が最大となった。
- ・よって, 以降の組合せ検討では, 概略ケース②を含む大すべり域位置「IV V」, 「VI VII」及び「VI VII」を考慮する。

□ : 組合せ検討で考慮する大すべり域位置 □ : 評価水位が最大となるケースの評価水位



(断層上縁深さ0km, 東西位置(3), 傾斜角60°)

大すべり域設定の考え方

・概略パラメータスタディにおいて大すべり域位置「IV V」及び「VI VII」が『概略ケース①』及び『概略ケース②』となったことから, 大すべり域「IV, V, VIまたはVII」を固定し, もう片方を隣接しない設定とする。

	IV固定	V固定	VI固定	VII固定
VIII	5	10	14	
VII	4	9		
VI	3			
V				
IV				
III		8	13	17
II	2	7	12	16
I	1	6	11	15

黄枠内の数字は検討ケースNo.を示す。

■を基準とする。

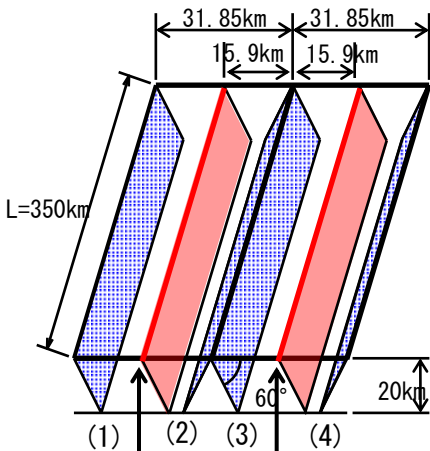
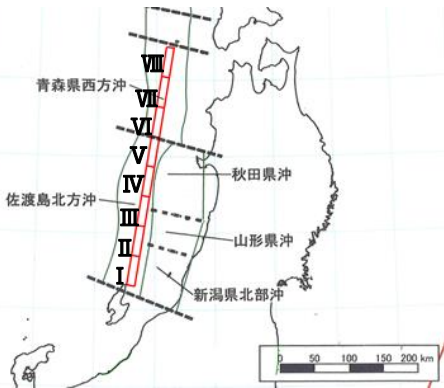
断層上縁深さ(km)	走向	大すべり域位置		東西位置・傾斜方向	傾斜角	評価水位(T.P. m)			備考(検討ケースNo)
		固定	変動			上昇側	下降側		
						施設護岸又は防波壁	2号炉取水口	東	
0	走向一定	IV	V	(3)	60°	+9.4	-3.9	-3.9	概略ケース①
			VII			+6.5	-4.4	-4.3	概略ケース②
			I			+6.0	-3.0	-3.0	1
			II			+5.6	-3.4	-3.3	2
			VI			+7.1	-4.3	-4.3	3
			VII			+6.4	-3.1	-3.1	4
			VIII			+5.8	-3.5	-3.4	5
			I			+6.0	-3.1	-3.1	6
		V	II	+5.7		-3.5	-3.4	7	
			III	+6.1		-3.3	-3.3	8	
			VII	+6.8		-3.5	-3.5	9	
			VIII	+5.4		-3.1	-3.1	10	
		VI	I	+5.6		-4.1	-4.0	11	
			II	+6.4		-4.5	-4.4	12	
			III	+5.6		-3.9	-3.9	13	
			VIII	+5.9		-4.7	-4.6	14	
			I	+4.9		-2.5	-2.5	15	
VII	II	+4.2	-2.8	-2.7	16				
	III	+5.5	-2.8	-2.8	17				

6.防波堤の影響検討 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討

詳細パラメータスタディ①(詳細-4 波源モデル位置(東西位置を補間するように設定))

- ・東西位置(3)に対して、波源モデル位置の不確かさ(概略パラメータスタディで実施した東西位置を補間するように設定)を考慮したパラメータスタディ(6ケース)を実施した。
- ・詳細-4においては、水位上昇側では「(3)(概略ケース①)」, 水位下降側では「(3)から東に15.9km」において評価水位が最大となった。
- ・よって、以降の組合せ検討では、波源モデル位置「(3)」及び「(3)から東に15.9km」を考慮する。

: 組合せ検討で考慮する波源モデル位置
 : 評価水位が最大となるケースの評価水位



(1)と(3)の間に設定 (3)と(4)の間に設定

断層上縁深さ (km)	走向	大すべり域位置	東西位置・傾斜方向	傾斜角	評価水位(T.P. m)			備考
					施設護岸又は防波壁	2号炉取水口		
						上昇側	下降側	
				東	西			
0	走向一定	IV V	(3)	60°	+9.4	-3.9	-3.9	概略ケース①
			(3)から東に15.9km		+6.8	-4.0	-3.9	
			(3)から西に15.9km		+8.3	-3.7	-3.7	
0	走向一定	VI VII	(3)	60°	+6.5	-4.4	-4.3	概略ケース②
			(3)から東に15.9km		+7.2	-4.8	-4.7	
			(3)から西に15.9km		+5.0	-3.2	-3.1	

6.防波堤の影響検討 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討

詳細パラメータスタディ②(組合せ検討 その1)

・詳細パラメータスタディ①により影響が大きいと確認されたそれぞれの影響因子を組合せ、詳細パラメータスタディ②を実施した。
 ・パラメータスタディの結果、水位上昇側では概略ケース①とは異なる波源で評価水位最高ケース(詳細ケース①, 該当箇所を表中に□で示す。)となり、水位下降側では下表に示すケース(該当箇所を表中に□として示す)が概略ケース②を上回る結果となった。

【断層上縁深さ】
 ・0km
 ・1km
 2ケース

【走向】
 ・走向一定
 ・走向一定+10° 変化
 ・走向一定-10° 変化
 3ケース

【大すべり域位置】
 ・IV V
 ・VI VII
 ・VI VIII
 3ケース

【東西位置】
 ・(3)
 ・(3)から東に15.9km
 2ケース

※概略ケース①及び②
 についてはP261参照
 計 36ケース

■ : 概略ケース①及び②の評価水位
 □ : 評価水位最高ケース
 □ : 概略ケース②を上回る評価水位

断層上縁深さ(km)	走向	大すべり域位置	東西位置・傾斜方向	評価水位(T.P. m)			備考	
				上昇側 施設護岸 及び防波壁	下降側			
					2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)		
0	走向一定		(3)	+9.4[+9.32]	-3.9	-3.9	概略ケース①	
1				+9.4[+9.31]	-3.8	-3.8		
0	走向一定 +10°	/		+9.2	-5.3	-5.3	□	
1				+9.2	-5.4	-5.3		
0	走向一定 -10°	\		+8.5	-3.8	-3.8	□	
1				+8.4	-3.9	-3.8		
0	走向一定			(3)から東に 15.9km	+6.8	-4.0	-3.9	□
1					+6.6	-4.0	-3.9	
0	走向一定 +10°	/			+7.2	-4.5	-4.5	□
1					+7.2	-4.6	-4.6	
0	走向一定 -10°	\	+6.3		-3.3	-3.2	□	
1			+6.1		-3.3	-3.3		
0	走向一定		(3)		+6.5	-4.4[-4.35]	-4.3[-4.25]	概略ケース②
1					+6.3	-4.4[-4.36]	-4.3[-4.28]	
0	走向一定 +10°	/			+6.1	-3.6	-3.5	□
1					+5.9	-3.7	-3.6	
0	走向一定 -10°	\		+10.6	-5.3	-5.2	□	
1				+10.2	-5.3	-5.2		
0	走向一定			(3)から東に 15.9km	+7.2	-4.8	-4.7	□
1					+6.9	-4.8	-4.8	
0	走向一定 +10°	/			+4.8	-3.1	-3.1	□
1					+5.1	-3.3	-3.2	
0	走向一定 -10°	\	+11.0		-4.6	-4.6	詳細ケース①	
1			+10.7		-4.7	-4.7		

評価水位
 最高ケース
 (詳細ケース①)

6.防波堤の影響検討 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討
 詳細パラメータスタディ②(組合せ検討 その2)

断層上縁 深さ(km)	走向	大すべり域位置	東西位置・ 傾斜方向	評価水位 (T.P.m)			備考
				上昇側	下降側		
				施設護岸 又は防波壁	2号炉 取水口(東)	2号炉 取水口(西)	
0	走向一定	VIⅧ	(3)	+5.9	-4.7	-4.6	
1				+5.5	-4.6	-4.5	
0	走向一定 +10°			+5.5	-3.8	-3.7	
1	/			+5.6	-3.8	-3.7	
0	走向一定 -10°			+7.3	-5.1	-5.0	
1	\			+6.8	-5.1	-5.1	
0	走向一定		(3) から東に 15.9km	+5.8	-4.4[-4.34]	-4.3[-4.28]	
1				+5.8	-4.4[-4.36]	-4.3[-4.30]	
0	走向一定 +10°			+4.5	-3.2	-3.1	
1	/			+4.6	-3.3	-3.2	
0	走向一定 -10°			+7.4	-4.2	-4.1	
1	\			+7.3	-4.3[-4.25]	-4.3[-4.22]	

水位下降側では、管路計算の応答によるばらつきも考慮し、概略ケース②に加え、概略ケース②を上回るケース(計17ケース)について管路計算を実施する。

6.防波堤の影響検討 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討

詳細パラメータスタディ②(管路計算結果)

- ・水位下降側では概略ケース②に加え、概略ケース②を上回るケースについて管路計算を実施した。
- ・管路計算の結果、下表に示すケースが評価水位最低ケース(詳細ケース②及び③)となった。

水位下降側

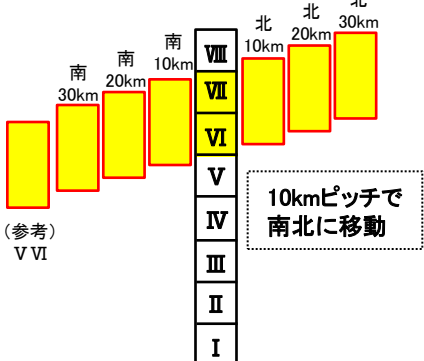
■ : 評価水位が最大となるケースの評価水位

断層上縁深さ (km)	走向	大すべり域位置	東西位置・傾斜方向	評価水位 (T. P. m)				備考	
				2号取水口		2号炉取水槽			
				東	西	運転時	停止時		
0	走向一定	VI VII	(3)	-4.4	-4.3	-5.3	-4.6	概略ケース②	
0	走向一定	IV V	(3)	-5.3	-5.3	-6.7	-5.5		
1	+10°			-5.4	-5.3	-6.7	-5.5		
0	走向一定			(3) から東に 15.9km	-4.5	-4.5	-5.3	-4.7	
1	+10°				-4.6	-4.6	-5.4	-4.8	
1	走向一定	VI VII	(3)	-4.4	-4.3	-5.4	-4.6		
0	走向一定			-5.3	-5.2	-7.1	-5.5		
1	-10°			-5.3	-5.2	-7.2	-5.5	評価水位最低ケース (詳細ケース②)	
0	走向一定			(3) から東に 15.9km	-4.8	-4.7	-6.1	-5.2	
1	走向一定				-4.8	-4.8	-6.2	-5.2	
0	走向一定				-4.6	-4.6	-6.7	-5.3	
1	-10°	-4.7	-4.7		-6.8	-5.4			
0	走向一定	VI VIII	(3)	-4.7	-4.6	-6.5	-5.3		
1	走向一定			-4.6	-4.5	-6.3	-5.2		
0	走向一定			-5.1	-5.0	-7.0	-5.5		
1	-10°			-5.1	-5.1	-7.1	-5.6	評価水位最低ケース (詳細ケース③)	
0	走向一定			(3) から東に 15.9km	-4.4	-4.3	-5.9	-5.0	
1	走向一定				-4.4	-4.3	-5.9	-5.0	

詳細パラメータスタディ③(大すべり域位置 南北へ移動するケース その1)

- ・詳細パラメータスタディ②において評価水位最高及び最低となったケース(詳細ケース①～③)に対して大すべり域位置を更に細かく移動する検討を実施した。
- ・検討に当たっては、南北にそのまま10～30km(10kmピッチ)移動した場合と片方の大すべり域位置を固定して、もう片方を北方及び南方へ10～30km(10kmピッチ)移動した場合の検討を実施した。
- ・水位上昇側・下降側ともに、詳細ケース①～③とは異なるケースで評価水位最大となった。なお、最大を示したケースが端部の場合、参考に、隣接する大すべり域位置の結果を示し、最大の評価水位が抽出できていることを確認した。

水位上昇側
(大すべり域ⅥⅦ基準)

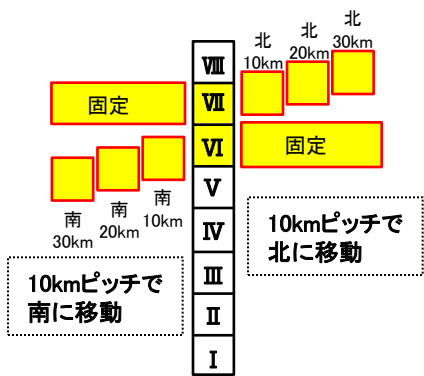


水位上昇側(大すべり域位置ⅥⅦ基準)

評価水位が最大となるケースの評価水位

断層上縁深さ (km)	走向	大すべり域位置	東西位置・傾斜方向	傾斜角	評価水位 (T. P. m)		備考
					施設護岸又は防波壁		
0	走向一定 -10°変化	北30km 北20km 北10km ⅥⅦ 南10km 南20km 南30km ⅤⅥ ⅤⅥ南10km ⅤⅥ南20km	(3)から東へ 15.9km	60°	+6.9		
					+7.5		
					+8.9		
					+11.0		詳細ケース①
					+11.0		
					+11.0		
					+11.2		評価水位最高ケース
					+10.8		(参考) ⅤⅥは、ⅥⅦの南40kmに相当するケース
					+9.8		
					+8.7		

断層上縁深さ (km)	走向	大すべり域位置		東西位置・傾斜方向	傾斜角	評価水位 (T. P. m)		備考
		固定	移動			施設護岸又は防波壁		
0	走向一定 -10°変化	Ⅵ	Ⅶを北30km	(3)から東へ 15.9km	60°	+9.0		
			Ⅶを北20km			+10.0		
			Ⅶを北10km			+10.7		
		ⅥⅦ	+11.0				詳細ケース①	
		Ⅶ	Ⅵを南10km			+11.1		
			Ⅵを南20km			+10.4		
			Ⅵを南30km			+10.0		



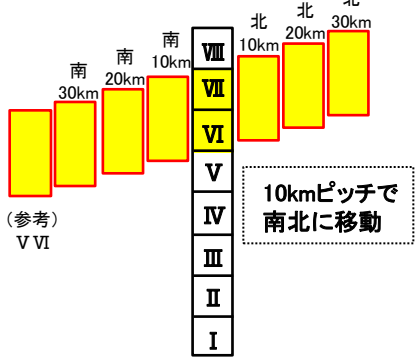
詳細パラメータスタディ③(大すべり域位置 南北へ移動するケース その2)

水位下降側(大すべり域位置ⅥⅦ基準)

■ : 評価水位が最大となるケースの評価水位

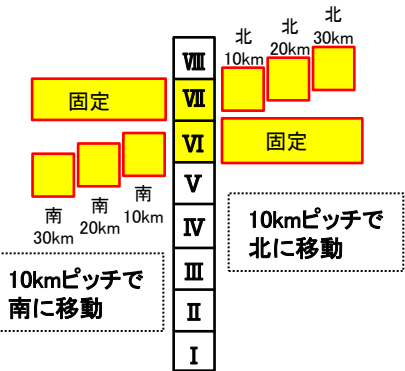
■ : 評価水位が最大となるケースとほぼ同値となる評価水位

水位下降側
(大すべり域ⅥⅦ基準)



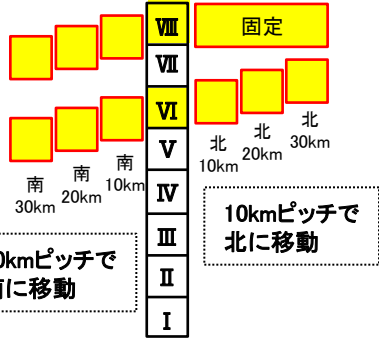
断層上縁深さ (km)	走向	大すべり域位置	東西位置・傾斜方向	傾斜角	評価水位 (T.P. m)		備考	
					2号炉取水口			
					東	西		
1	走向一定-10°変化	ⅥⅦ	(3)	60°	北30km	-4.2	-4.2	
					北20km	-4.4	-4.4	
					北10km	-4.7	-4.6	
					ⅥⅦ	-5.3	-5.2	詳細ケース②
					南10km	-5.7	-5.7	
					南20km	-6.0	-5.9	
					南30km	[-5.91]	[-5.86]	
						-6.0	-5.9	評価水位最低ケース
						[-5.93]	[-5.88]	
					VⅥ	-5.9	-5.9	(参考) VⅥは、ⅥⅦの南40kmに相当するケース
VⅥ南10km	-5.6	-5.6						
VⅥ南20km	-5.1	-5.0						

断層上縁深さ (km)	走向	大すべり域位置		東西位置・傾斜方向	傾斜角	評価水位 (T.P. m)		備考	
		固定	移動			2号炉取水口			
						東	西		
1	走向一定-10°変化	Ⅶ	固定	(3)	60°	Ⅶを北30km	-4.9	-4.8	
						Ⅶを北20km	-4.8	-4.7	
						Ⅶを北10km	-4.9	-4.9	
		ⅥⅦ	-5.3			-5.2	詳細ケース②		
		Ⅵ	移動			Ⅵを南10km	-5.4	-5.3	
						Ⅵを南20km	-5.2	-5.1	
						Ⅵを南30km	-5.0	-4.9	



詳細パラメータスタディ③(大すべり域位置 南北へ移動するケース その3)

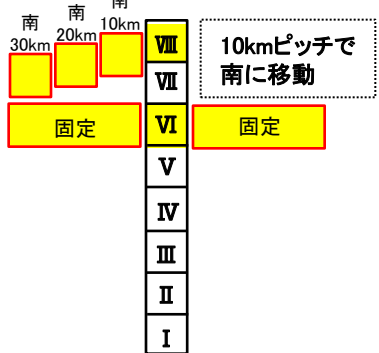
水位下降側
(大すべり域位置VIⅧ)



水位下降側(大すべり域位置VIⅧ基準)

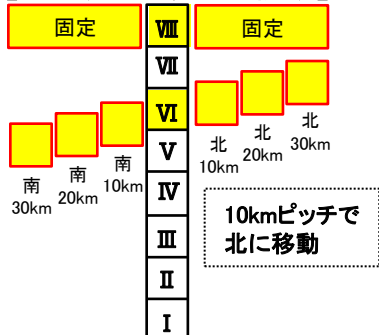
断層上縁 深さ (km)	走向	大すべり域位置		東西位 置・ 傾斜方向	傾斜 角	評価水位 (T. P. m)		備考
		固定	移動			2号炉取水口		
						東	西	
1	走向 一定 -10° 変化	Ⅷ	Ⅵを北30km	(3)	60°	-4.6	-4.5	詳細ケース③
			Ⅵを北20km			-4.9	-4.8	
			Ⅵを北10km			-5.1	-5.0	
		ⅥⅧ				-5.1	-5.1	
		南10km				-4.9	-4.8	
		南20km				-4.7	-4.6	
		南30km				-4.5	-4.4	

【Ⅵ固定して、Ⅷを移動】



断層上 縁深さ (km)	走向	大すべり域位置		東西位 置・ 傾斜方向	傾斜 角	評価水位 (T. P. m)		備考
		固定	移動			2号炉取水口		
						東	西	
1	走向 一定 -10° 変化	Ⅵ	Ⅷ	(3)	60°	-5.1	-5.1	詳細ケース③
			Ⅷを南10km			-4.9	-4.9	
			Ⅷを南20km			-4.8	-4.7	
			Ⅷを南30km			-4.8	-4.8	
		Ⅷ	Ⅵを北30km			-4.6	-4.5	詳細ケース③
			Ⅵを北20km			-4.9	-4.8	
			Ⅵを北10km			-5.1	-5.0	
			Ⅵ			-5.1	-5.1	
			Ⅵを南10km			-5.1	-5.1	
			Ⅵを南30km			-4.9	-4.8	

【Ⅷ固定して、Ⅵを移動】



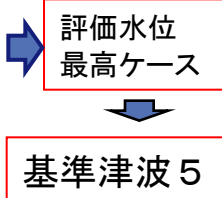
6.防波堤の影響検討 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討

詳細パラメータスタディ③(管路計算結果)

- ・水位上昇側では評価水位最高ケース、水位下降側では評価水位最低ケース及び評価水位最低ケースとほぼ同値となるケースについて管路計算を実施した。
- ・管路計算の結果、下表に示すケースが評価水位最高ケース及び最低ケースとなり、防波堤有りケースとは異なる波源で最大を示すことを確認した。
- ・水位上昇側の評価水位最高ケースを基準津波5、水位下降側の評価水位最低ケースを基準津波6として選定する。

水位上昇側

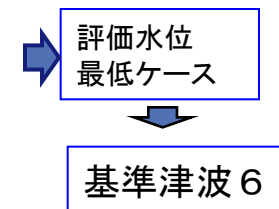
断層上縁深さ (km)	走向	大すべり域位置	東西位置・傾斜方向	傾斜角	ポンプ運転状況	評価水位 (T. P. m)						
						防波壁	1号炉取水槽	2号炉取水槽	3号炉取水槽	1号炉放水槽	2号炉放水槽	3号炉放水槽
0	走向一定-10°変化	VⅦⅦ 南へ30km	(3)から東に 15.9km	60°	運転時	+11.2	—	+8.3	+5.8	—	+5.5	+6.8
					停止時		+8.0	+10.2	+7.5	+2.6	+5.4	+7.3
(参考) 防波堤有りケースの評価水位最高ケース (基準津波2)												
0	走向一定	ⅣⅤ	(3)	60°	運転時	+8.7	-	+6.9	+6.1	-	+6.1	+4.4
					停止時		+7.1	+9.0	+7.2	+3.0	+6.5	+4.9



水位下降側

■ : 評価水位が最大となるケースの評価水位

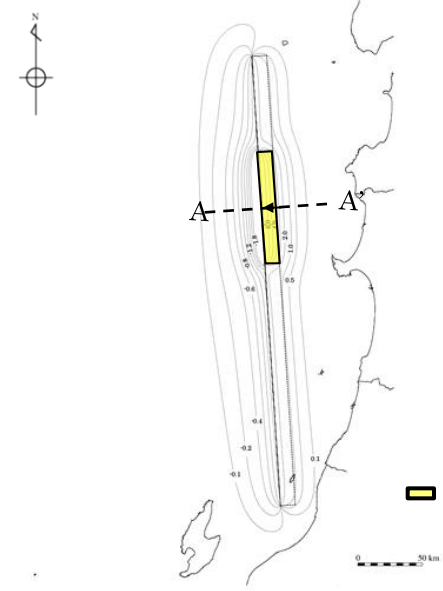
断層上縁深さ (km)	走向	大すべり域位置	東西位置・傾斜方向	傾斜角	評価水位 (T. P. m)			
					2号取水口		2号炉取水槽	
					東	西	運転時	停止時
1	走向一定-10°変化	VⅦⅦ 南へ20km	(3)	60°	-6.0	-5.9	-7.8	-5.7
		[-5.91]			[-5.86]	[-7.74]	[-5.61]	
1	走向一定-10°変化	VⅦⅦ 南へ30km	(3)	60°	-6.0	-5.9	-7.8	-5.7
		[-5.93]			[-5.88]	[-7.72]	[-5.61]	
(参考) 防波堤有りケースの評価水位最低ケース (基準津波3)								
0	走向一定	ⅣⅥ	(3)	60°	-4.5	-4.5	-5.9	-5.2



評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースの波源モデル

評価水位最高ケース
(基準津波5)

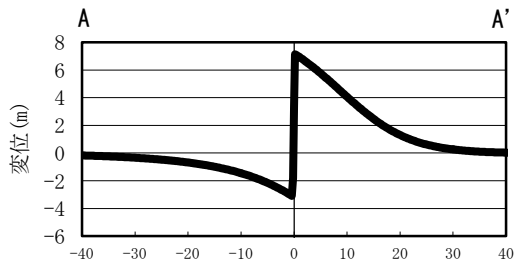
→ 断層上盤のすべりベクトル



断層長さ	350km
断層幅	23.1km
すべり量	最大12m, 平均6m
上縁深さ	0km
走向	358.9°
傾斜角	60°
すべり角	90°
Mw	8.09

大すべり域VI VII南へ30km

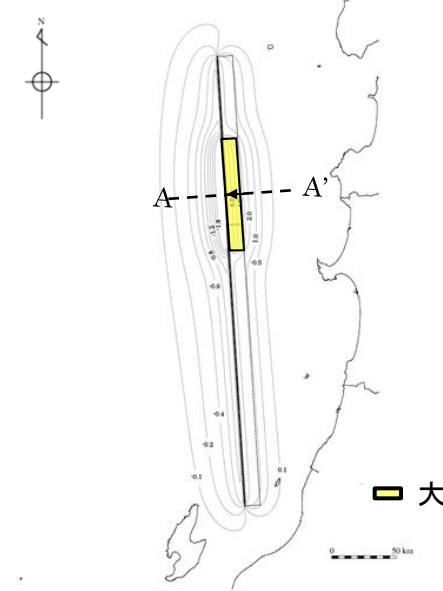
地盤変動量分布図



地盤変動量断面図

評価水位最低ケース
(基準津波6)

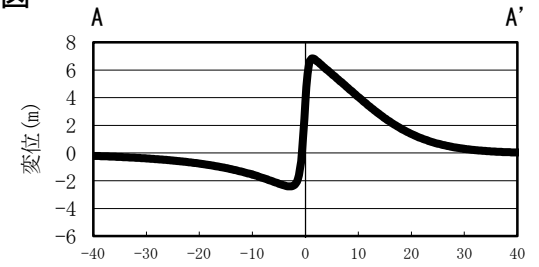
→ 断層上盤のすべりベクトル



断層長さ	350km
断層幅	23.1km
すべり量	最大12m, 平均6m
上縁深さ	1km
走向	358.9°
傾斜角	60°
すべり角	90°
Mw	8.09

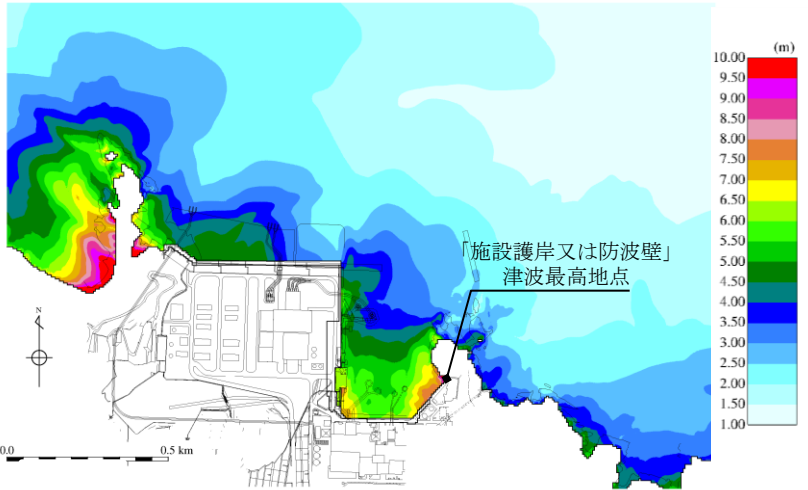
大すべり域VI VII南へ20km

地盤変動量分布図



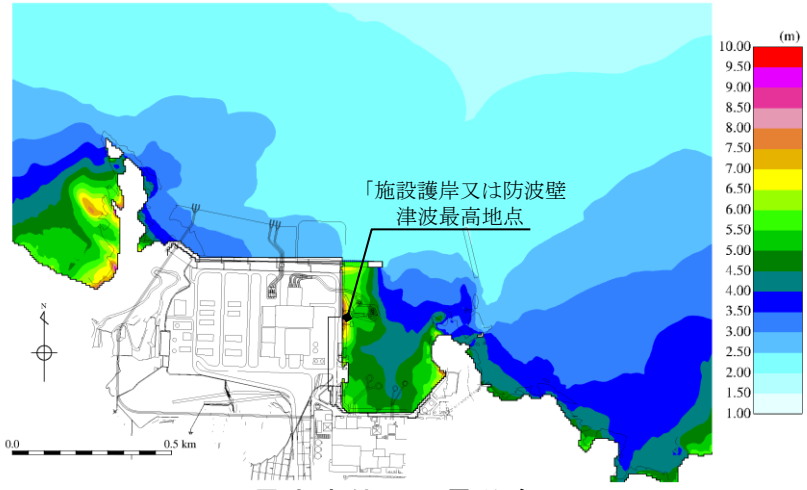
地盤変動量断面図

水位上昇側



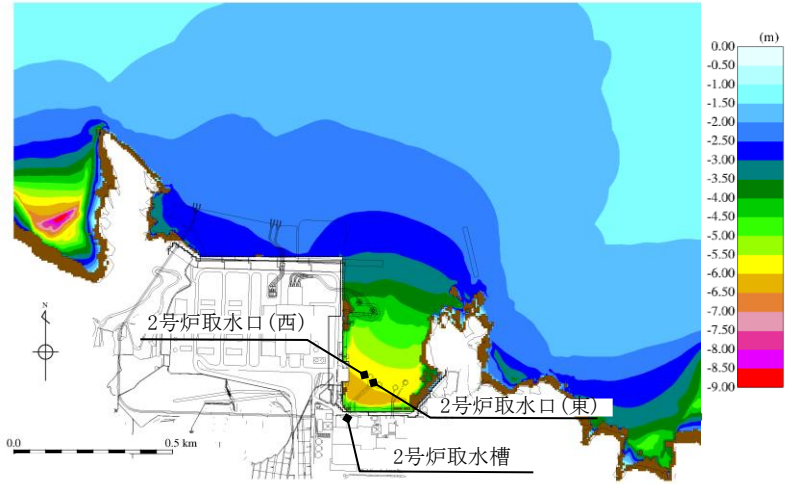
最大水位上昇量分布図
 (防波堤無し最大ケース: 基準津波5)

(参考)



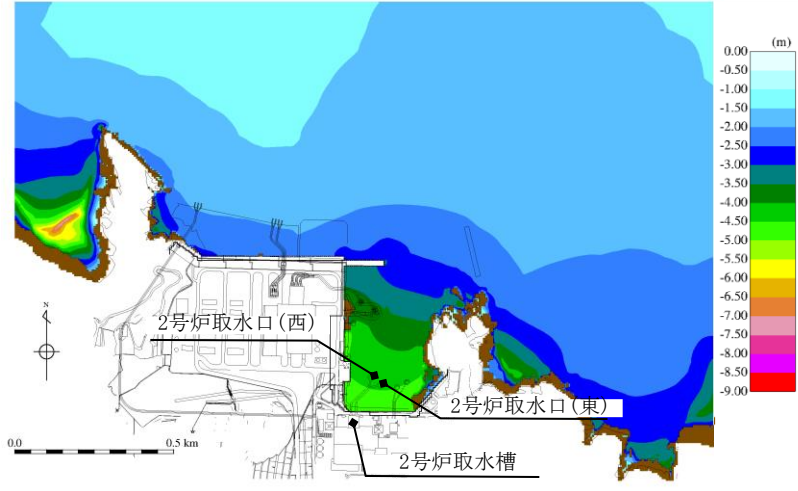
最大水位上昇量分布図
 (防波堤有り最大ケース: 基準津波2)

水位下降側



最大水位下降量分布図
 (防波堤無し最大ケース: 基準津波6)

(参考)



最大水位下降量分布図
 (防波堤有り最大ケース: 基準津波3)

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
 - 6-1 基準津波1の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-3 基準津波4の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-4 まとめ
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

6.防波堤の影響検討 6-3 基準津波4の防波堤の有無に関する影響検討 検討フロー

・基準津波4は、海域活断層(F-Ⅲ～F-V断層)から想定される地震による津波であり、防波堤有りケースの選定方法と同様に、概略パラメータスタディ及び詳細パラメータスタディを実施する。なお、基準津波4は下降側の基準津波であることから、下降側を対象に検討を実施する。

【概略パラメータスタディ】

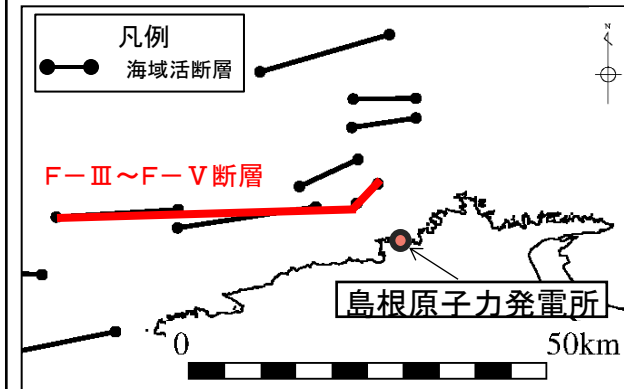
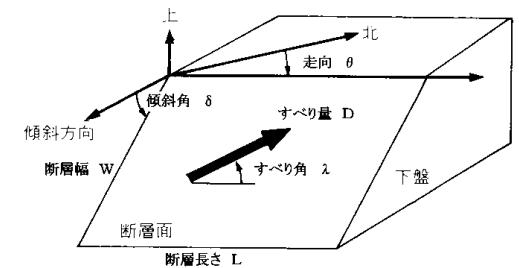
・土木学会に基づき不確かさを考慮したパラメータスタディを実施する。概略パラメータスタディにおいては、不確かさとして考慮するパラメータを傾斜角及びすべり角とする。(計12ケース)

パラメータ	設定方法	設定値
傾斜角	土木学会に示される45°～90°を変動範囲とし、15°毎に設定値とする。	45°, 60°, 75°, 90°
すべり角	ハーバードCMT発震機構解及び文献により主応力軸のバラつき(90°, 105°, 120°)を考慮して傾斜角と走向に基づき設定する。	・F-Ⅲ断層:115°, 120°, 125°, 145°, 150°, 180° ・F-Ⅳ～F-V断層:180°
断層上縁深さ	土木学会に示される変動範囲0～5kmより設定する。	0km
傾斜方向	海域の追加調査結果より設定する。	南傾斜

【詳細パラメータスタディ】

・概略パラメータスタディの評価水位最低ケースを基準に詳細パラメータスタディを実施する。詳細パラメータスタディにおいては、不確かさとして考慮するパラメータを傾斜角、すべり角及び断層上縁深さとする。(計27ケース)

パラメータ	設定方法	設定値
傾斜角	・概略パラメータスタディの変動範囲を補間するように設定する。 ・基準、±7.5°, ±15° (概略パラメータスタディの結果、基準は90°)	(下降側) 75°, 82.5°, 90°
すべり角	・概略パラメータスタディの変動範囲を補間する主応力軸のバラつきを考慮して、傾斜角と走向に基づきすべり角を設定する。 ・基準、±5°, ±10° (下降側の基準は主応力軸120°)	(下降側) ・F-Ⅲ断層:115°, 120°, 125°, 130°, 135°, 140° ・F-Ⅳ～F-V断層:180°
断層上縁深さ	・土木学会に示される変動範囲0～5km、及び敷地周辺で発生した地震の鉛直分布等から推定される断層上縁深さ2kmに基づき設定する。	(下降側) 0km, 2km, 5km



6.防波堤の影響検討 6-3 基準津波4の防波堤の有無に関する影響検討

概略パラメータスタディ

- ・防波堤有と同様の概略パラメータスタディを実施する。
- ・概略パラメータスタディの評価水位最低ケースを記載する。

評価水位最低ケース（水位下降側）

■ : 評価水位が最大となるケースの評価水位

傾斜角 (°)	すべり量 (m)	主応力軸 (°)	すべり角 (°)	上縁深さ (km)	評価水位 (T.P. m)※		備考
					防波堤無し		
					下降側		
					2号炉取水口(東)	2号炉取水口(西)	
90	4.01	90	180, 180	0	-0.2 (-0.06)	-0.2 (-0.06)	
90	4.01	105	145, 180	0	-2.4 (+0.18)	-2.5 (+0.18)	
90	4.01	120	115, 180	0	-4.1 (+0.34)	-4.1 (+0.34)	評価水位最低ケース
75	3.88	90	180, 180	0	-0.2 (-0.14)	-0.2 (-0.14)	
75	3.88	105	150, 180	0	-1.9 (+0.15)	-2.0 (+0.15)	
75	3.88	120	120, 180	0	-3.8 (+0.39)	-3.8 (+0.39)	
60	3.48	90	180, 180	0	-0.2 (-0.23)	-0.2 (-0.23)	
60	3.48	105	150, 180	0	-1.6 (+0.13)	-1.6 (+0.13)	
60	3.48	120	125, 180	0	-3.0 (+0.39)	-3.0 (+0.40)	
45	2.84	90	180, 180	0	-0.3 (-0.31)	-0.3 (-0.31)	
45	2.84	105	150, 180	0	-1.0 (+0.08)	-1.0 (+0.09)	
45	2.84	120	125, 180	0	-2.2 (+0.38)	-2.2 (+0.39)	

※ 括弧内の数値は地盤変動量(m)

6.防波堤の影響検討 6-3 基準津波4の防波堤の有無に関する影響検討

詳細パラメータスタディ

- ・概略パラメータスタディの結果，評価水位最低ケースについて，詳細パラメータスタディを実施する。
- ・詳細パラメータスタディの結果，防波堤無しケースの評価水位最低ケースは，防波堤有りケースで最大を示した基準津波4と同様の波源となったため，基準津波の選定に与える影響はないことを確認した。

評価水位最低ケース（水位下降側）

■ : 評価水位が最大となるケースの評価水位

□ : 評価水位最低ケース

傾斜角 (°)	すべり量 (m)	主応力軸 (°)	すべり角 (°)	上縁深さ (km)	評価水位 (T.P. m)※		備考
					下降側		
					2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)	
90	4.01	120	115, 180	0	-4.1(+0.34)	-4.1(+0.34)	基準津波4
90	4.01	110	130, 180	0	-3.4(+0.27)	-3.4(+0.27)	
90	4.01	115	125, 180	0	-3.7(+0.29)	-3.7(+0.30)	
82.5	3.99	120	120, 180	0	-3.9(+0.36)	-3.9(+0.36)	
82.5	3.99	110	135, 180	0	-3.1(+0.26)	-3.1(+0.27)	
82.5	3.99	115	125, 180	0	-3.7(+0.33)	-3.7(+0.33)	
75	3.88	120	120, 180	0	-3.8(+0.39)	-3.8(+0.39)	
75	3.88	110	140, 180	0	-2.7(+0.24)	-2.7(+0.24)	
75	3.88	115	130, 180	0	-3.3(+0.32)	-3.3(+0.32)	
90	4.01	120	115, 180	2	-1.8(+0.34)	-1.8(+0.34)	
90	4.01	110	130, 180	2	-1.4(+0.26)	-1.4(+0.27)	
90	4.01	115	125, 180	2	-1.6(+0.29)	-1.5(+0.29)	
82.5	3.99	120	120, 180	2	-1.7(+0.34)	-1.7(+0.34)	
82.5	3.99	110	135, 180	2	-1.3(+0.24)	-1.3(+0.25)	
82.5	3.99	115	125, 180	2	-1.6(+0.31)	-1.6(+0.31)	

傾斜角 (°)	すべり量 (m)	主応力軸 (°)	すべり角 (°)	上縁深さ (km)	評価水位 (T.P. m)※		備考
					下降側		
					2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)	
75	3.88	120	120, 180	2	-1.7(+0.35)	-1.7(+0.35)	
75	3.88	110	140, 180	2	-1.1(+0.20)	-1.1(+0.20)	
75	3.88	115	130, 180	2	-1.4(+0.28)	-1.4(+0.28)	
90	4.01	120	115, 180	5	-0.8(+0.30)	-0.8(+0.31)	
90	4.01	110	130, 180	5	-0.6(+0.23)	-0.6(+0.24)	
90	4.01	115	125, 180	5	-0.7(+0.26)	-0.7(+0.26)	
82.5	3.99	120	120, 180	5	-0.7(+0.30)	-0.7(+0.30)	
82.5	3.99	110	135, 180	5	-0.5(+0.21)	-0.5(+0.21)	
82.5	3.99	115	125, 180	5	-0.7(+0.27)	-0.7(+0.27)	
75	3.88	120	120, 180	5	-0.7(+0.30)	-0.7(+0.30)	
75	3.88	110	140, 180	5	-0.5(+0.16)	-0.5(+0.16)	
75	3.88	115	130, 180	5	-0.6(+0.23)	-0.6(+0.24)	

※ 括弧内の数値は地盤変動量(m)

6.防波堤の影響検討 6-3 基準津波4の防波堤の有無に関する影響検討 管路計算結果

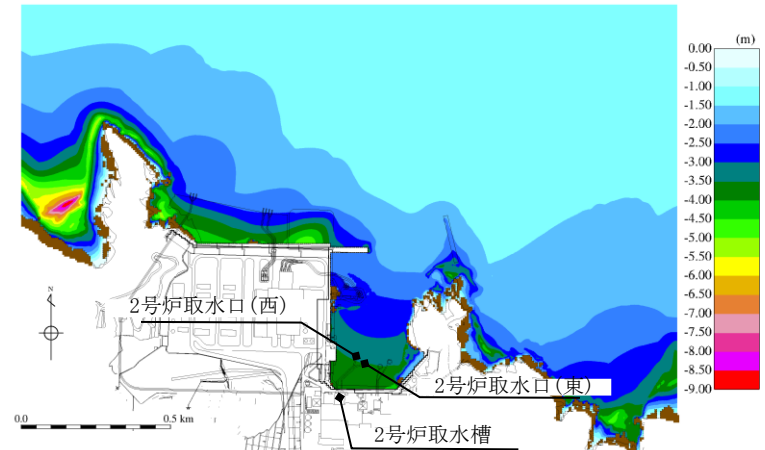
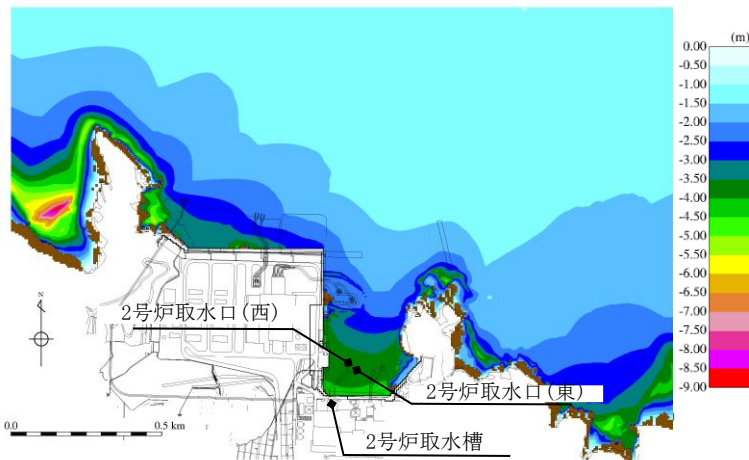
- ・防波堤無しケースの評価水位最低ケースについて、管路計算を実施した。
- ・なお、参考として、同様の波源である防波堤有りケースの管路計算結果も併せて示す。

水位下降側

傾斜角 (°)	すべり 量 (m)	主応力 軸 (°)	すべり角 (°)	上縁深さ (km)	評価水位 (T. P. m)※				備考
					2号取水口		2号炉取水槽		
					東	西	運転時	停止時	
90	4.01	120	115, 180	0	-4.1 (+0.34)	-4.1 (+0.34)	-6.3 (+0.34)	-5.0 (+0.34)	防波堤無しケース
(参考) 防波堤有りケースの評価水位最低ケース (基準津波4)									
90	4.01	120	115, 180	0	-3.9 (+0.34)	-3.9 (+0.34)	-5.9 (+0.34)	-4.8 (+0.34)	防波堤有りケース

※ 括弧内の数値は地盤変動量(m)

(参考)



最大水位下降量分布図
(防波堤有り最大ケース: 基準津波4)

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
 - 6-1 基準津波1の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-2 基準津波2, 3の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-3 基準津波4の防波堤の有無に関する影響検討
 - 6-4 まとめ
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

6.防波堤の影響検討 6-4 まとめ

防波堤の有無に関する影響検討結果

防波堤の有無に関する影響検討の結果は以下のとおり。

- ・基準津波1(鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波)は、防波堤無しケースで最大を示す波源は防波堤有りケースと同様であったため、基準津波の選定に与える影響はないことを確認した。
- ・基準津波2, 3(日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討による津波)は、防波堤無しケースで最大を示す波源は防波堤有りケースと異なったため、基準津波の選定に与える影響があることを確認した。このため、水位上昇側の最大を示す波源を基準津波5, 水位下降側の最大を示す波源を基準津波6として選定する。
- ・基準津波4(海域活断層(F-Ⅲ~F-V断層)から想定される地震による津波)は、防波堤無しケースで最大を示す波源は防波堤有りケースと同様であったため、基準津波の選定に与える影響はないことを確認した。

水位上昇側

 : 防波堤の有無に関する影響検討より追加した波源

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。

波源域	検討ケース	断層長さ(km)	モーメントマグニチュードMw	傾斜角(°)	すべり角(°)	上縁深さ(km)	大すべり域	走向	東西位置	防波堤有無	ポンプ運転状況	評価水位(T.P. m)※						備考	
												施設護岸又は防波壁	1号炉取水槽	2号炉取水槽	3号炉取水槽	1号炉放水槽	2号炉放水槽		3号炉放水槽
日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	-	-	有	運転	+10.5	-	+7.0	+5.9	-	+6.8	+6.6	基準津波1
											停止		+7.6	+9.0 [9.00]	+7.0	+4.0	+7.1	+6.4	
										無	運転	+11.6	-	+9.0	+6.4	-	+6.1	+6.4	
											停止		+9.0	+10.4	+7.7	+4.1	+7.2	+6.3	
地震発生領域の連動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV V	走向一定	(3)	有	運転	+8.7	-	+6.9	+6.1	-	+6.1	+4.4	基準津波2	
										停止		+7.1	+9.0 [8.91]	+7.2	+3.0	+6.5	+4.9		
		350	8.09	60	90	0	VI VII 南30km	走向一定-10° 変化	(3)から東 15.9km	無	運転	+11.2	-	+8.3	+5.8	-	+5.5	+6.8	基準津波5
										停止		+8.0	+10.2	+7.5	+2.6	+5.4	+7.3		

6.防波堤の影響検討 6-4 まとめ

防波堤の有無に関する影響検討結果

水位下降側

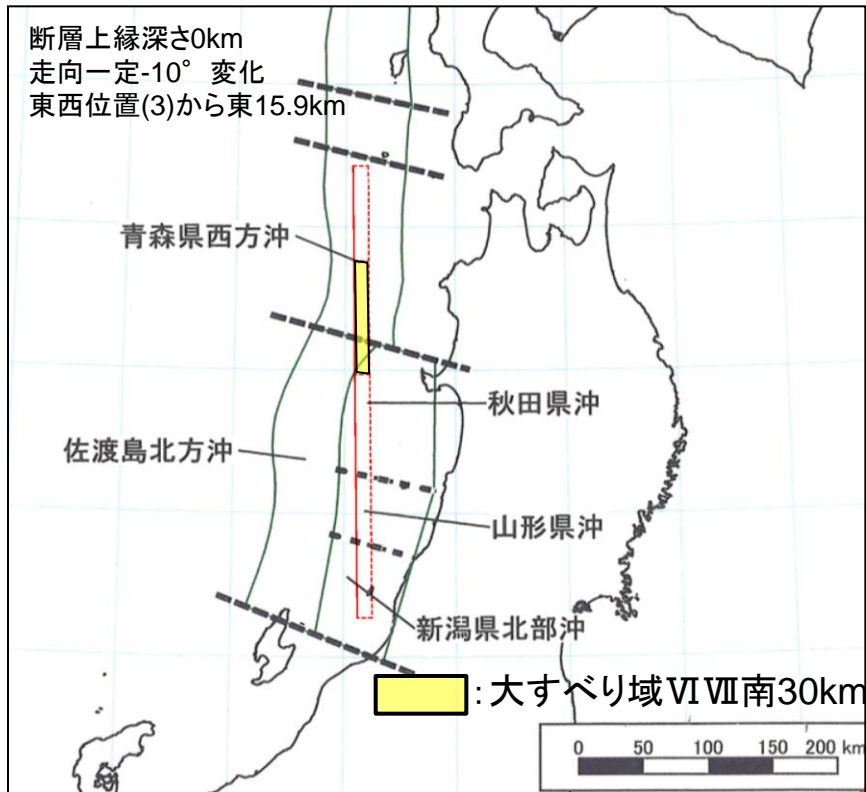
☐ : 防波堤の有無に関する影響検討より追加した波源

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。
[]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載。

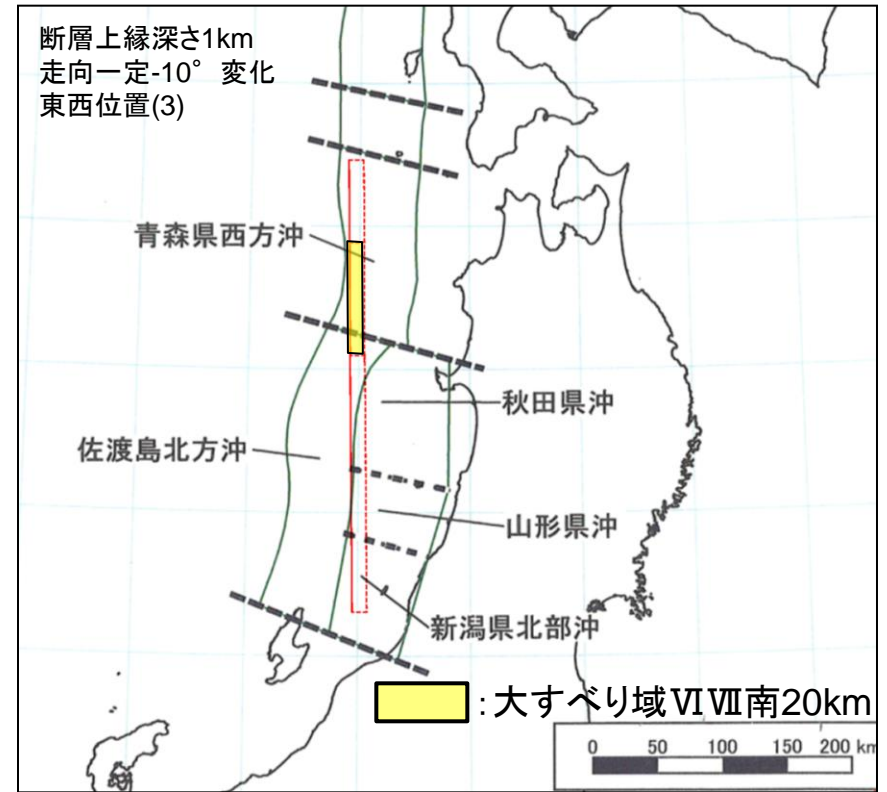
波源域	検討ケース	断層長さ (km)	モーメントマグニチュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁深さ (km)	大すべり域	走向	東西位置	防波堤有無	ポンプ運転状況	評価水位(T.P. m)*			備考
												2号炉取水口(東)	2号炉取水口(西)	2号炉取水槽	
日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	-	-	有	運転	-5.0	-5.0	-5.9[-5.81]	基準津波 1
											停止			-5.4	
	地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV VI	走向一定	(3)	有	運転	-5.9	-5.9	-7.5	
											停止			-5.5	
海域活断層	土木学会に基づく検討(F-Ⅲ~F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	-	-	有	運転	-4.5	-4.5	-5.9[-5.88]	基準津波 3
											停止			-5.2	
海域活断層	土木学会に基づく検討(F-Ⅲ~F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	-	-	有	運転	-6.0	-5.9	-7.8	基準津波 6
											停止			-5.7	
海域活断層	土木学会に基づく検討(F-Ⅲ~F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	-	-	無	運転	-3.9	-3.9	-5.9[-5.84]	基準津波 4
											停止			-4.8	
海域活断層	土木学会に基づく検討(F-Ⅲ~F-V断層)	48.0	7.27	90	115,180	0	-	-	-	無	運転	-4.1	-4.1	-6.3	
											停止			-5.0	

防波堤の有無に関する影響検討結果

基準津波5（水位上昇側，防波堤無し）



基準津波6（水位下降側，防波堤無し）



地震発生領域の連動を考慮した検討（断層長さ350km）

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
 - 7-1 敷地周辺における津波堆積物調査
 - 7-2 山陰地方における津波堆積物調査
 - 7-3 津波堆積物調査のまとめ
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

・敷地周辺における津波堆積物調査を以下に示す。調査結果については、宮本・玉井(2014)⁽⁶⁹⁾にまとめている。

1. 調査時期

2013年4月～2014年3月

2. 調査位置

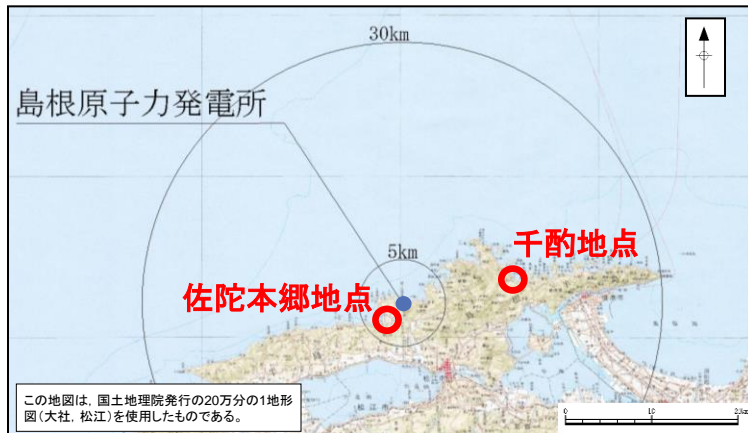
以下の2点を考慮し、松江市鹿島町佐陀本郷地点、及び松江市美保関町千酌^{ちくみ}地点を調査位置として選定した。

①海岸に砂州堆積物や砂丘堆積物が認められ津波堆積物が保存されやすい地形である。

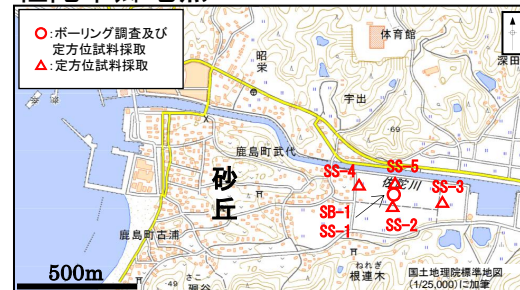
②内陸に平野が広がり、津波の遡上範囲・高さの追跡が可能である。

3. 調査・評価方法

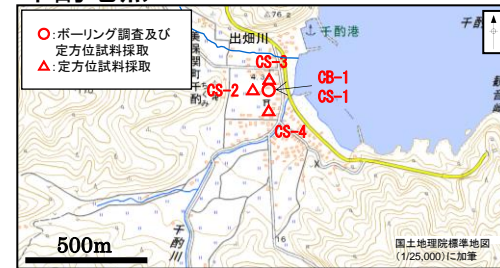
- ・ボーリング調査(岩着まで:掘進長20m程度)及び定方位試料採取(地表面から4～5m程度)によりコア採取を実施した。
- ・肉眼観察によりイベント堆積物の可能性のある地層(以下、異質層という)を抽出した。
- ・現海水準と同じ海水準であった時代以降(約4,000年前以降)に形成されたと考えられる異質層を検討対象とした。
- ・検討対象とした異質層に対して、年代測定、微化石分析(珪藻)、CNS分析等を実施し、異質層の成因を考察した。
- ・調査にあたっては、専門家の指導の下、実施した。



佐陀本郷地点



千酌地点



調査地点	ボーリング調査	定方位試料採取
佐陀本郷地点	1本	5本
千酌地点	1本	4本

4. 調査結果

・佐陀本郷地点及び千酌地点について、津波由来を示す積極的な証拠は見出せなかった。※

【共通】

・複数の異質層が認められたが、大半は、①微化石分析結果より海水生珪藻の割合が低いこと、②年代測定結果より上下層との年代関係に逆転が認められないこと、③帯磁率分析結果より帯磁率の変化傾向に特異性が無いことから、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。津波由来を否定できない異質層については、以下のとおり検討・評価した。

【佐陀本郷地点】

・①軟X線観察結果より人工改変によるもの、②鉱物鑑定結果より砂丘形成時の飛沫により海水生の珪藻が混入した可能性が高いものと判断し、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。

【千酌地点】

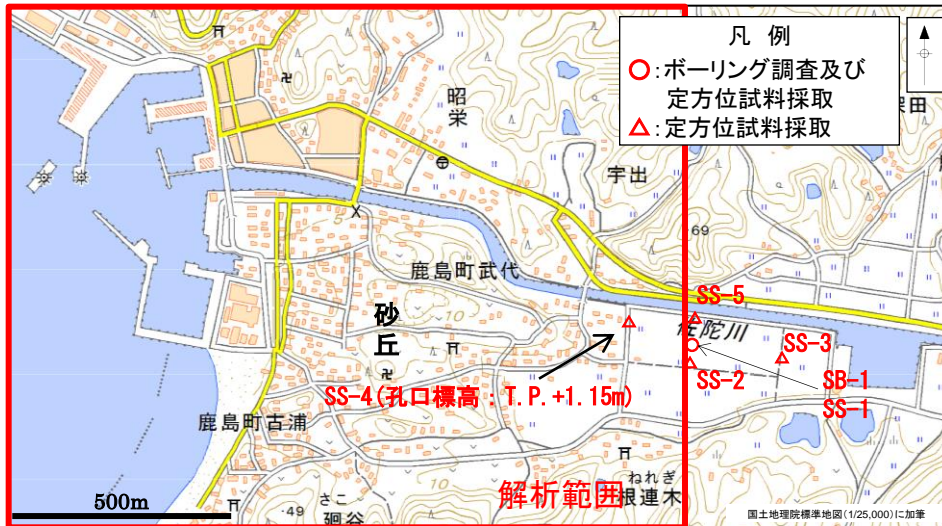
・CNS分析結果より淡水成に区分されるものと評価されることから、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断した。

※ 調査結果の詳細を補足資料P328～351に示す。

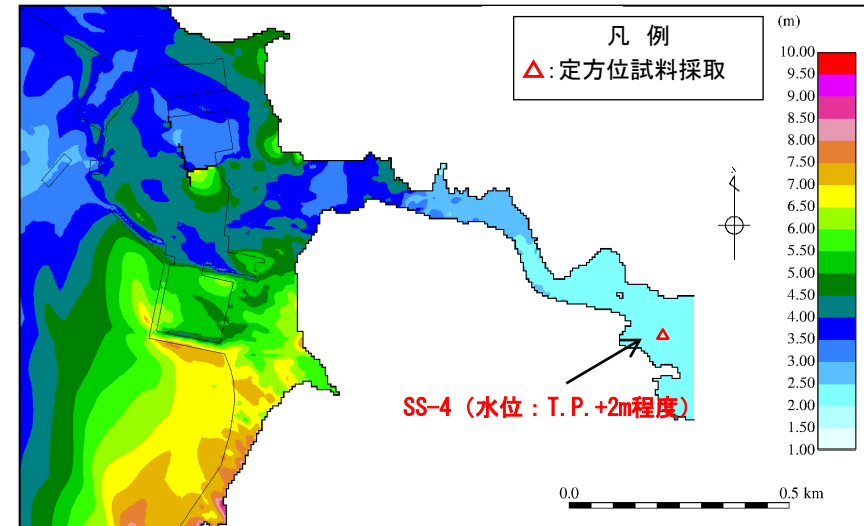
・津波堆積物調査地点における基準津波による津波の遡上について確認し、基準津波の検証を行う。

■ 佐陀本郷地点

・基準津波1を対象とした数値シミュレーションの結果、基準津波1による津波は調査地点の標高を上回る。



佐陀本郷地点



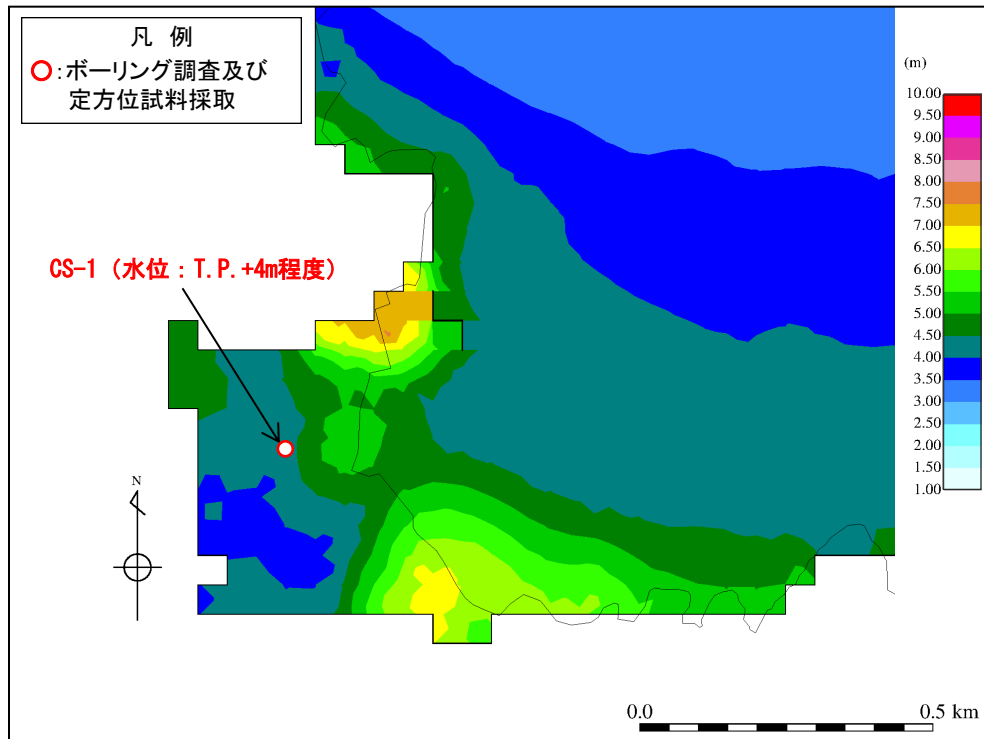
最大水位上昇量分布(佐陀本郷地点)

■ 千酌地点

・基準津波1を対象とした数値シミュレーションの結果、基準津波1による津波は調査地点の標高を上回る。



千酌地点



最大水位上昇量分布(千酌地点)

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
 - 7-1 敷地周辺における津波堆積物調査
 - 7-2 山陰地方における津波堆積物調査
 - 7-3 津波堆積物調査のまとめ
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

津波堆積物に関する検討概要

・以下のフローに従い、山陰地方の津波堆積物調査に係る文献調査を行い、基準津波の選定結果の検証を行った。

津波堆積物に関する調査

(1)津波堆積物に関する文献調査(P292～295)

・山陰地方における津波堆積物に関する文献調査を実施し、イベント堆積物の有無、層厚、分布標高等について整理する。

文献調査の結果

・文献調査の結果、米子空港周辺、島前どうぜん海士町あま諏訪湾、島後すわ隠岐の島町どうご重栖湾、鳥取市おもす気高町けたか日光にっこうにおいて、1833年山形・庄内沖地震による津波に由来する可能性が高いイベント堆積物が検出されており、このうち米子空港周辺ではイベント堆積物の層厚は7～70cm、分布標高T.P.+0.5～2.3mが認められる。



(2)イベント堆積物の層厚及び分布標高に関する考察(P296～299)

・米子空港周辺のイベント堆積物のうち、特に層厚の厚い箇所について、地形や津波堆積物に関する知見に基づき詳細を検討するとともに、2011年東北地方太平洋沖地震の仙台平野の知見及び津波が川沿いを遡上した事例について検討し、津波堆積物の層厚等を評価する。

・津波堆積物調査の文献については、文献及び聞き取り内容に対する見解を示す。また文献及び聞き取り結果に基づき検討した米子空港周辺地点における1833年当時の推定地形及びイベント堆積物の分布標高を設定した根拠を示す。

イベント堆積物の層厚及び分布標高に関する見解

・米子空港周辺地点において層厚が厚くなった要因としては、当該地点が全体的に堤間低地に位置すること及び複雑な堆積環境によるものと考えられる。

・河川遡上した津波が陸上遡上した津波に比べより内陸まで到達する事例を確認し、米子空港周辺地点において河川を遡上した津波は内陸約1km地点まで堆積物を運搬・堆積させることができたと考えられる。

・山陰地方において認められる1833年山形・庄内沖地震によるイベント堆積物としては、米子空港周辺地点で最大であり、その層厚は10cm程度、分布標高T.P.+1.4mと評価する。

基準津波との比較

○津波堆積物及び津波痕跡高と基準津波の比較検討(P300～303)

・1833年山形・庄内沖地震津波による痕跡及び津波堆積物が確認された地点に対して影響の大きい因子を設定した波源モデルによる数値シミュレーションを実施し、痕跡高及び津波堆積物の分布標高との比較を行うこと等により、基準津波の選定への影響を検討する。

基準津波との比較検討結果

数値シミュレーションの結果、基準津波を選定する際に考慮した波源(規模)による水位は餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高・津波堆積物の分布標高を上回ることを確認した。また、上記ケースの地震規模は、基準津波の地震規模より大きいものの、この影響を考慮しても基準津波の選定に影響がないことを確認した。

まとめ(P304～306)

・津波堆積物調査に係る文献調査等を行った結果、山陰地方における津波堆積物の調査結果は基準津波の選定に影響がないことを確認した。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
 - 7-1 敷地周辺における津波堆積物調査
 - 7-2 山陰地方における津波堆積物調査
 - (1) 津波堆積物に関する文献調査
 - (2) イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察
 - (3) 基準津波との比較
 - (4) まとめ
 - 7-3 津波堆積物調査のまとめ
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

文献調査の結果

第771回審査会合 資料1-2 P288 再掲

・山陰地方の津波堆積物調査に係る文献調査※1を実施した。

※1 山陰地方の津波堆積物を対象に、科学技術系論文データベース(産総研Geolis, J-STAGE, CiNii, KAKEN, JAIRO)等を用いた。

番号	文献	著者	調査結果※2,3
①	①-1: 鳥取沿岸津波堆積物調査の途中経過報告	安本 (2013) ⁽⁷⁰⁾	・2013年度の津波堆積物調査の結果、米子空港周辺からは、1833年山形・庄内沖地震※4による津波により堆積したとして矛盾はないと評価される堆積物が検出されている。
	①-2: 鳥取県内での津波堆積物検出作業の経過報告	酒井 (2014a) ⁽⁷¹⁾	<small>ほくえい おおだに</small> ・北栄町大谷からは紀元前3600年頃と推定されるイベント層から、津波由来の可能性のある堆積物が検出されている。 ・北栄町瀬戸からは2000年前頃と想定されるイベント層から、津波由来の可能性のある堆積物が検出されている。 ・鳥取市気高町日光からは盛土中のイベント堆積物から、津波由来の可能性のある堆積物が検出されている。 (補足資料P352～355参照)
	①-3: 山陰に押し寄せた津波の痕跡を探る: 2012年度津波堆積物検出調査の結果報告	酒井 (2014b) ⁽⁷²⁾	
	①-4: 津波堆積物調査報告	酒井・入月 (2014) ⁽⁷³⁾	
	①-5: 鳥取県西部弓ヶ浜半島で見つかった津波由来の可能性のある堆積物とその意義	酒井ほか (2014) ⁽⁷⁴⁾	
②	海岸堆積砂のルミネッセンス計測に基づく歴史津波の分析	西口ほか (2014) ⁽⁷⁵⁾	
③	隠岐島後重栖における津波堆積物の報告	入月ほか (2014) ⁽⁷⁶⁾	2012, 2013年度の隠岐諸島 重栖湾における津波堆積物調査の結果、顕著な砂層は認められなかったものの、1833年山形県沖地震による津波により運搬された可能性がある木材層を境に貝形虫群集の急激な変化や、木材層の上位で貝形虫個体数と粒度(砂の含有率)の繰り返しと認められたとされている。(補足資料P357参照)
④	日本海地震・津波調査プロジェクト	文部科学省 (2016) ⁽⁷⁷⁾	<small>おおだ くて</small> 島根県大田市久手町, 島根県海士町諏訪湾, 鳥取県北栄町 <small>にしその</small> 西園における津波堆積物調査の結果、複数のイベント堆積物の挟在が認められたとされている。(補足資料P358参照)
⑤	山陰での津波堆積物調査とその成果	酒井ほか (2016) ⁽⁷⁸⁾	隠岐諸島や鳥取県における津波堆積物調査の結果、確実に津波堆積物と断言できるイベント堆積物はないが、およそ5700年前, 4000年前, 2000年前の地層より津波由来の可能性が高い堆積物が検出されるとともに、1833年山形・庄内沖地震津波に由来する可能性の高い堆積物が検出されたとされている。山陰地域における調査により検出された津波由来の可能性の高い堆積物は、非常に薄く、微化石や化学分析を実施しない限り検出は困難であるとされている。(補足資料P359参照)
⑥	島根半島における津波堆積物調査について(佐陀本郷および千酌の事例)	宮本・玉井 (2014)	松江市鹿島町佐陀本郷地点及び松江市美保関町 <small>ちくみ</small> 千酌地点における津波堆積物調査の結果、複数のイベント堆積物の可能性のある地層を抽出したとされている。イベント堆積物を対象に各種分析を実施したが、津波由来を示す積極的な証拠は無いと判断されている。(補足資料P360, 361参照)

※2 下線部は1833年山形・庄内沖地震による津波に関する記載。

※3 各地点における津波堆積物調査結果をまとめたものを補足資料P362, 363に示す。

※4 当該地震について地震調査研究推進本部(2003)では「1833年庄内沖地震」と称しているが、主な引用文献の中で「1833年山形・庄内沖地震」と称していることから、後者で表記することとする。

・文献調査の結果、1833年山形・庄内沖地震による津波に由来する可能性が高い堆積物が検出されていることから、1833年山形・庄内沖地震に関するイベント堆積物について次頁以降検討する。

1833年山形・庄内沖地震由来のイベント堆積物

第771回審査会合 資料1-2 P289 再掲

・文献に示されている1833年山形・庄内沖地震によるイベント堆積物について、層厚及び分布標高を整理した。

凡例

● : イベント堆積物を認識
 ● : イベント堆積物を認識されず

地点名	イベント堆積物の層厚
文献番号	イベント堆積物分布標高

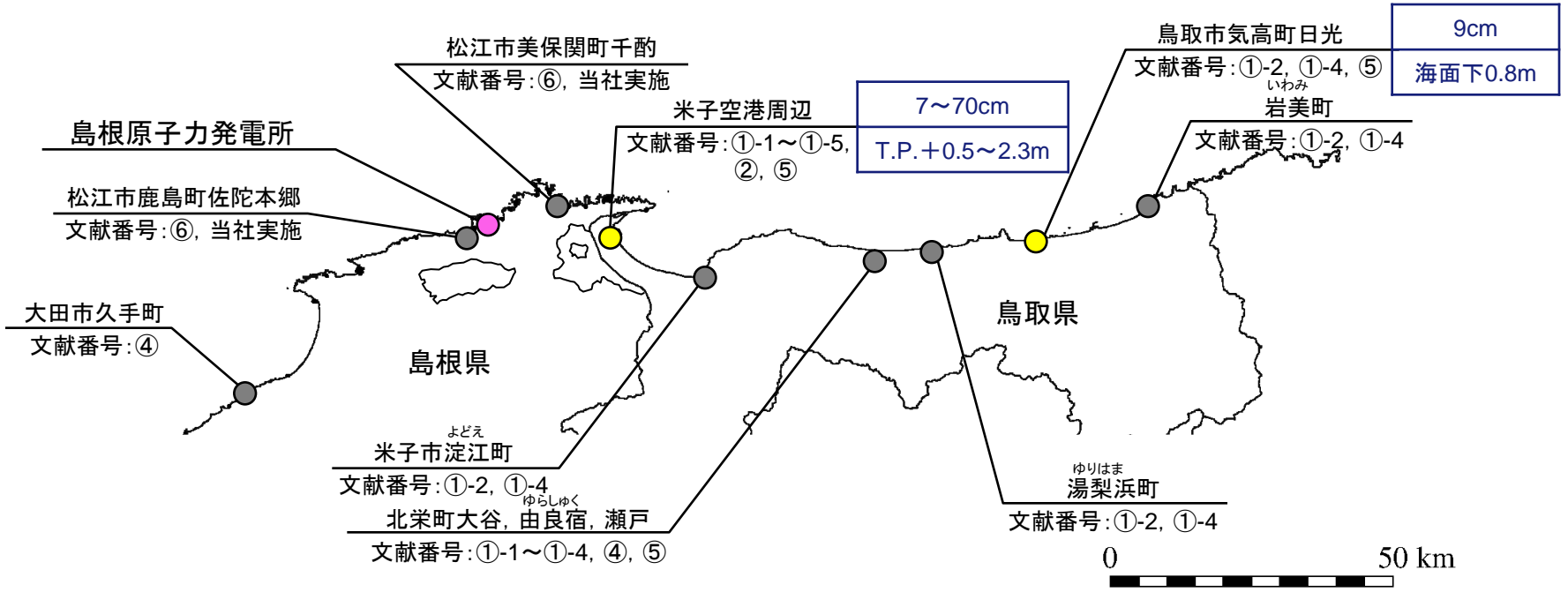
島後隠岐の島町重栖湾
 文献番号: ①-4, ③, ⑤

5cm
海面下5.8m

島前海士町諏訪湾
 文献番号: ④, ⑤

3cm
海面下2.4m

- 文献番号①-1: 安本(2013)
 ①-2: 酒井(2014a)
 ①-3: 酒井(2014b)
 ①-4: 酒井・入月(2014)
 ①-5: 酒井ほか(2014)
- 文献番号②: 西口ほか(2014)
 文献番号③: 入月ほか(2014)
 文献番号④: 文部科学省(2016)
 文献番号⑤: 酒井ほか(2016)
 文献番号⑥: 宮本・玉井(2014)



1833年山形・庄内沖地震由来のイベント堆積物

第771回審査会合 資料1-2 P290 再掲

1833年 山形・庄内沖地震の 津波堆積物	大田市久手町	松江市鹿島町佐陀本郷 (中国電力調査)	松江市美保関町千酌 (中国電力調査)	島前海士町諏訪湾	島後隠岐の島町 重栖湾	米子空港周辺	米子市淀江町	北栄町大谷	北栄町由良宿	北栄町瀬戸	湯梨浜町	鳥取市気高町日光	岩美町
イベント堆積物の層厚	認識されず			3cm	5cm	7~70cm	認識されず					9cm	認識されず
分布標高	認識されず			海面下 2.4m	海面下 5.8m	T.P. +0.5~ 2.3m	認識されず					海面下 0.8m	認識されず
文献番号	④	⑥	⑥	④, ⑤	①-4, ③, ⑤	①-1~①-5, ②, ⑤	①-2, ①-4	①-2, ①-4, ④, ⑤	①-2, ①-4	①-1, ①-3, ①-4, ④, ⑤	①-2, ①-4	①-2, ①-4, ⑤	①-2, ①-4

文献番号: ①-1:安本(2013), ①-2:酒井(2014a), ①-3:酒井(2014b), ①-4:酒井・入月(2014), ①-5:酒井ほか(2014),
②西口ほか(2014), ③入月ほか(2014), ④文部科学省(2016), ⑤酒井ほか(2016), ⑥宮本・玉井(2014)

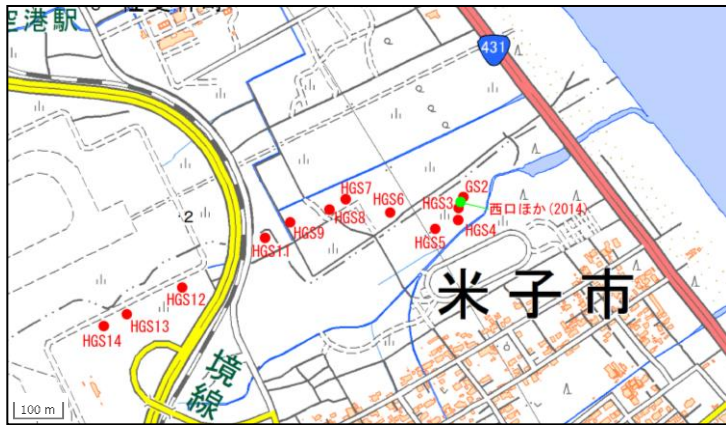
・文献調査の結果、米子空港周辺、島前海士町諏訪湾、島後隠岐の島町重栖湾、鳥取市気高町日光において、1833年山形・庄内沖地震による津波に由来する可能性が高いイベント堆積物が検出されている。これらの堆積物の層厚は3~70cmであり、米子空港周辺の一部を除き、層厚10cm未満である。

・米子空港周辺では、複数の地点でイベント堆積物が認められていることから、それぞれの層厚及び分布標高をp297に整理する。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
 - 7-1 敷地周辺における津波堆積物調査
 - 7-2 山陰地方における津波堆積物調査
 - (1) 津波堆積物に関する文献調査
 - (2) イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察
 - (3) 基準津波との比較
 - (4) まとめ
 - 7-3 津波堆積物調査のまとめ
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

7.津波堆積物調査 7-2 山陰地方における津波堆積物調査(2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察 1833年山形・庄内沖地震由来のイベント堆積物 米子空港周辺の調査結果

第771回審査会合 資料1-2 P292 再掲



米子空港周辺における調査点位置図

・米子空港周辺のイベント堆積物の層厚及び分布標高を、酒井・入月(2014)※及び西口ほか(2014)に基づき整理した。なお、酒井・入月(2014)では、イベント堆積物のほかに、イベント由来が疑われる堆積物を認めていることから、これもあわせて整理した。(米子空港周辺の調査結果の詳細については補足資料p364~384に示す)

※文献番号①-1~①-5は同一の調査結果による報告であるため、データが図示されている酒井・入月(2014)に基づき整理する。

調査点名	HGS14	HGS13	HGS12	HGS11	HGS9	HGS8	HGS7	HGS6	HGS5	HGS4	HGS3	西口ほか(2014)	GS2
堆積物区分	○, △	○, △	△	△	△	△	○	○	○, △	○	○	○	○
分布標高(T.P. +m)	0.9~1.0 (1.0~1.9)	1.3~1.4 (1.4~1.8)	(1.4~2.3)	(1.0~1.4)	(1.2~1.3)	(1.3~1.4)	0.4~1.1	0.5~0.8	0.5~0.8 (0.8~0.9)	0.0~0.6	0.3~0.5	0.9	0.6~1.0
イベント堆積物の層厚(cm)	8 (85)	10 (40)	(19, 38)	(42)	(17)	(8)	70	30	26 (8)	63	23	7	40
文献	①-4	①-4	①-4	①-4	①-4	①-4	①-4	①-4	①-4	①-4	①-4	②	①-4

層厚の厚いイベント堆積物

堆積物区分 ○: イベント堆積物, △: イベント由来が疑われる堆積物

分布標高 括弧なし: イベント堆積物の分布標高, 括弧あり: イベント由来が疑われる堆積物の分布標高, 値は西口ほか(2014)を除き, 酒井・入月(2014)の図読み取り

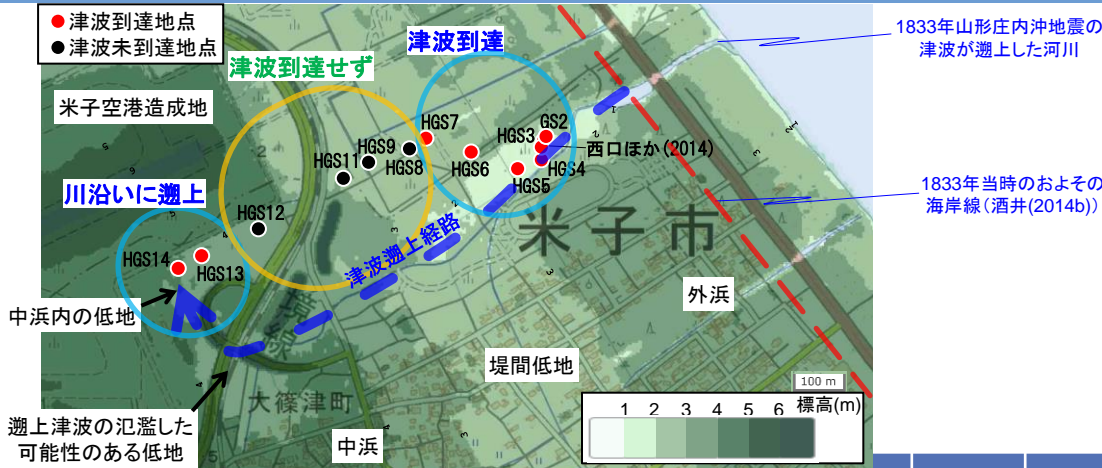
層厚 括弧なし: イベント堆積物の層厚, 括弧あり: イベント由来が疑われる堆積物の層厚, 値は西口ほか(2014)を除き, 酒井・入月(2014)の図読み取り

文献番号: ①-4: 酒井・入月(2014), ②西口ほか(2014)

・米子空港周辺では、GS2地点~HGS7地点において、層厚の厚いイベント堆積物が認められる。なお、西口ほか(2014)はGS2地点及びHGS3地点の間(数10m程度の離隔)に位置するが、GS2地点及びHGS3地点に比べ層厚が薄いことから、これ以降の検討対象から除外する。

7.津波堆積物調査 7-2 山陰地方における津波堆積物調査 (2)イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察
 1833年山形・庄内沖地震由来のイベント堆積物 米子空港周辺の調査結果 まとめ

第771回審査会合 資料1-2 P323 再掲



第605回審査会合以降, 追記した内容を下線で示す。

調査点名	HGS14	HGS13	HGS12	HGS11	HGS9	HGS8	HGS7	HGS6	HGS5	HGS4	HGS3	西口ほか(2014)	GS2
当社見解 イベント堆積物の層厚(cm)	8	10	中浜				堤間低地						
分布標高(T.P. +m)	0.9~1.0	1.3~1.4	イベント堆積物認められず				イベント堆積物は認められるが, 複雑な堆積環境のため層厚評価には採用しない						

- 米子空港周辺地点において, 堤間低地内のGS2地点~HGS7地点では, 層厚の厚いイベント堆積物が認められたが, その層厚について検討 I ~ Vにより当時の地形や津波堆積物の知見に基づき検討した結果, その要因は当該地点が全体的に堤間低地に位置すること及び複雑な堆積環境によるものと考えられる。
- 堤間低地外のHGS8地点~HGS12地点はイベント由来が疑われる堆積物が認められるものの, 堆積物の層相等に基づきイベント堆積物ではないと考えられる。
- さらに, 中海側のHGS13地点及びHGS14地点では, 層厚10cm程度のイベント堆積物が認められる。これらの地点は, 当時の海岸線から内陸へ約1km, 川沿いに遡上した津波によってもたらされたイベント堆積物と評価する。
- 浸水深と津波堆積物厚さの関係を検討した結果, 河川遡上した津波堆積物の場合, 陸上遡上した津波堆積物に基づくGotoの相関による津波規模の評価は適用できないと考えられる。また, 海岸線からの離隔距離と津波堆積物厚さの関係を検討した結果, 津波が河川遡上した複数の事例を確認し, 河川遡上した津波は陸上遡上した津波に比べより内陸まで到達すること及び, 河川遡上した堆積物分布末端付近において, 堆積物が厚く分布することを確認した。また, 津波が河川遡上した場合, 流速等の違いにより陸上遡上に比べより内陸まで堆積物を運搬・堆積させたと考えられる。

以上のことから, 米子空港周辺の堤間低地で認められた層厚の厚いイベント堆積物は津波の規模を反映したものではないと考えられ, 米子空港周辺のイベント堆積物の層厚としては川沿いに遡上した津波が堆積させた10cm程度(HGS13地点)と評価し, イベント堆積物の分布標高を, HGS13地点の最大標高T.P.+1.4mと評価する。

津波堆積物層厚及び分布標高に関する考察 まとめ

第771回審査会合
資料1-2 P324 再掲

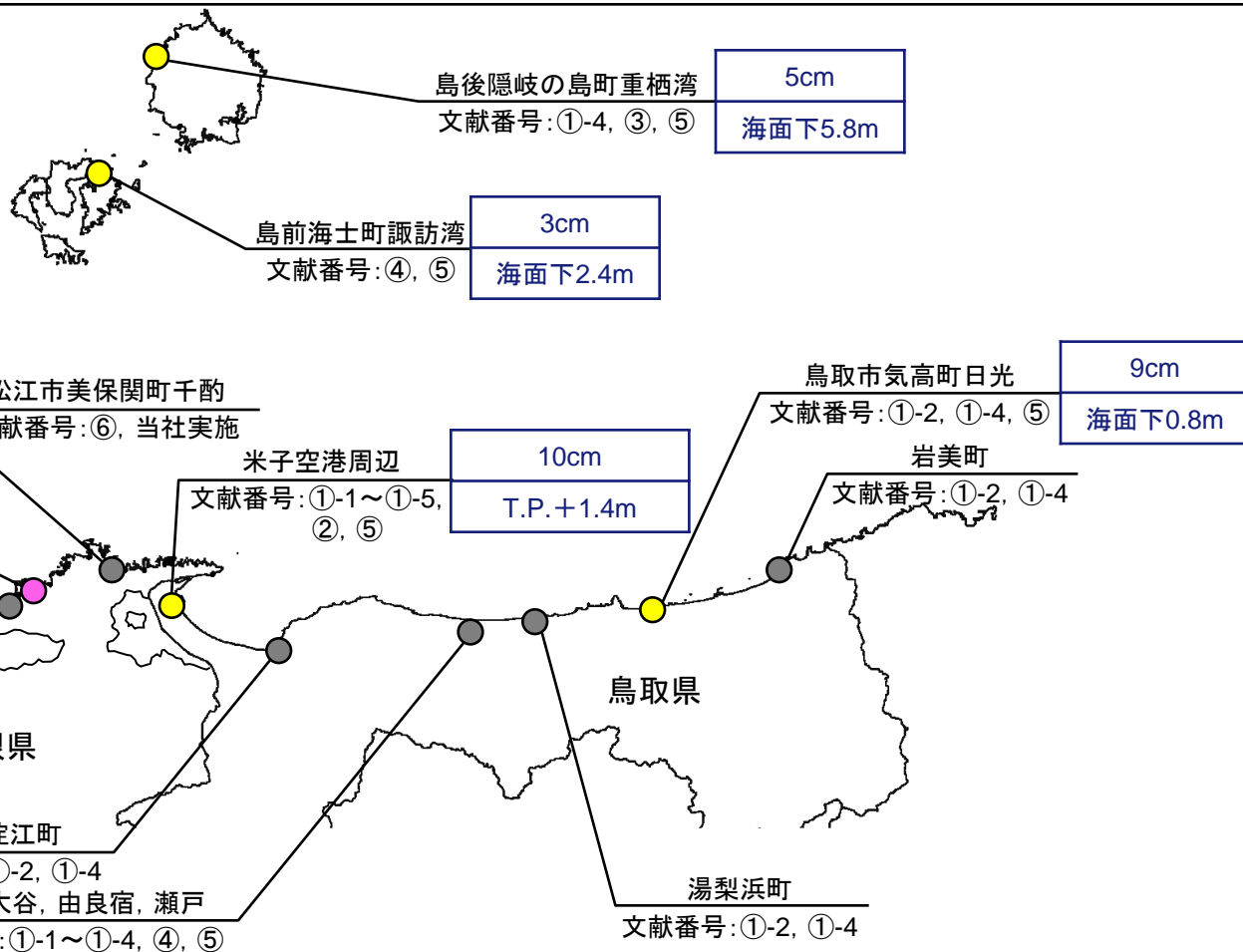
299

・1833年山形・庄内沖地震津波によるイベント堆積物について、当社の見解を踏まえた層厚及び分布標高は以下のとおり。

凡例

- : イベント堆積物を認識
- : イベント堆積物を認識されず

地点名	イベント堆積物層厚
文献番号	イベント堆積物分布標高



- ・1833年山形・庄内沖地震によるイベント堆積物は、米子空港周辺で層厚10cm、島前海士町諏訪湾で層厚3cm、島後隠岐の島町重栖湾で層厚5cm、鳥取市気高町日光で層厚9cmが認識されている。イベント堆積物の分布標高は米子空港周辺地点でT.P.+1.4mであり、この地点以外はいずれも海面下である。なお、この他に島根県～鳥取県の日本海沿岸の数地点で調査が実施されているが、イベント堆積物は認識されておらず、敷地近傍の佐陀本郷及び千酌地点においても認識されていない。
- ・山陰地方において認められる1833年山形・庄内沖地震によるイベント堆積物としては、米子空港周辺地点で最大であり、その層厚は10cm程度、分布標高T.P.+1.4mと評価する。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
 - 7-1 敷地周辺における津波堆積物調査
 - 7-2 山陰地方における津波堆積物調査
 - (1) 津波堆積物に関する文献調査
 - (2) イベント堆積物層及び分布標高に関する考察
 - (3) 基準津波との比較
 - (4) まとめ
 - 7-3 津波堆積物調査のまとめ
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

津波堆積物と基準津波の比較検討(検討方針)

・基準津波の規模が、痕跡高等から推定される1833年山形・庄内沖地震津波の規模を上回ることを確認する。更に、1833年山形・庄内沖地震津波による餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を再現し、その波源が敷地(島根原子力発電所)に影響を与えないことを確認することにより基準津波の選定への影響が無いことを確認する。

①基準津波と1833年山形・庄内沖地震津波の規模の比較(補足資料 P399～403)

- 1) 基準津波1※1及び基準津波2※2のモーメントマグニチュードMwが、文献に示される1833年山形・庄内沖地震津波を上回る設定となっていることを確認する。
- 2) 島根半島～鳥取県における1833年山形・庄内沖地震津波の痕跡高等と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痕跡高を比較する。
- 3) 基準津波が島根半島～鳥取県における1833年山形・庄内沖地震津波の痕跡高等を上回ることを確認する。

※1 基準津波1: 鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波

※2 基準津波2: 地震発生領域の連動を考慮した検討による津波

⇒基準津波1及び2のモーメントマグニチュードMwは、土木学会(2002)に示される1833年山形・庄内沖地震津波の痕跡高等を説明できる断層モデルのモーメントマグニチュードMwを十分上回っていることを確認した。
⇒痕跡高等の比較により、1833年山形・庄内沖地震津波の規模は、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と概ね同規模であることを確認した。
⇒1833年山形・庄内沖地震津波の痕跡等が確認された島根県(七類)及び鳥取県(餘子神社及び米子空港周辺)では、基準津波が痕跡高等を上回らない結果となった。

②餘子神社及び米子空港周辺に影響の大きい因子の抽出(補足資料 P404, 405)

検討①において、基準津波が1833年山形・庄内沖地震津波の一部の痕跡高等を上回らなかったことから、上記地点に影響の大きい因子を抽出し、敷地に影響の大きい波源である基準津波2の因子との比較を行う。

⇒餘子神社及び米子空港周辺に影響の大きい因子は、敷地に影響の大きい因子とは異なる傾向となることを確認した。
⇒上記地点に影響の大きい波源は、いずれも敷地への影響が小さいことを確認した。

③餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を再現できる波源による敷地への影響の検討(補足資料P406～409)

上記地点に影響の大きい因子を組み合わせた数値シミュレーションを追加実施し、餘子神社の痕跡高等を再現するとともに、敷地における水位を確認し、基準津波の選定への影響が無いことを確認する

⇒餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を概ね再現することができた。
⇒餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を概ね再現した波源の敷地における水位を確認した結果、基準津波に比べ津波高さは十分に小さいことから、基準津波の選定へ与える影響が無いことを確認した。

以上のことから、1833年山形・庄内沖地震津波に関する津波堆積物の調査結果及び痕跡高は基準津波の選定に影響が無いことを確認した。

・1833年山形・庄内沖地震津波による痕跡地点に係る文献調査結果※¹は以下のとおり。

※¹ 山陰地方の1833年山形・庄内沖地震津波の痕跡高を対象に、東北大学・原子力規制庁(2014)⁽⁷⁹⁾等を用いた。
各痕跡地点で複数のデータがある場合は信頼度(A~D)が高い値を記載



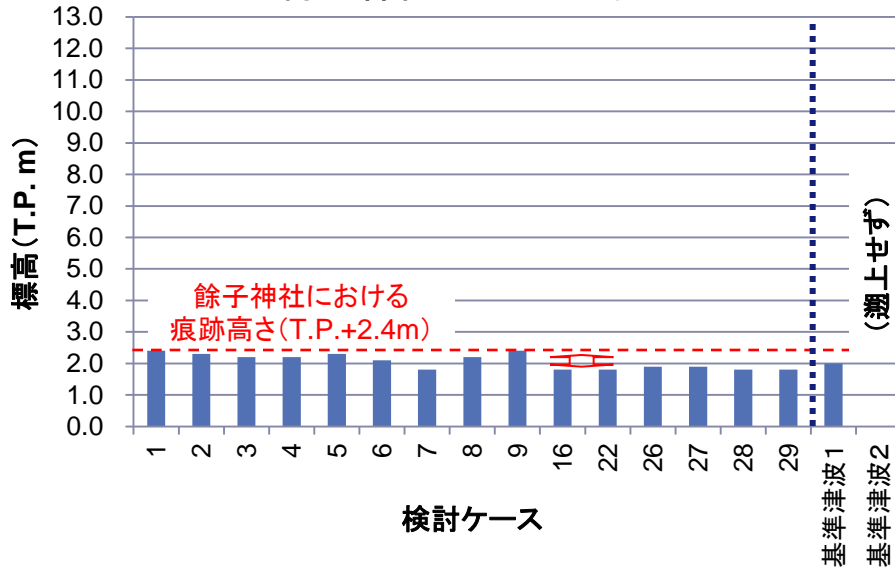
津波痕跡地点位置図(1833年山形・庄内沖地震津波)

7.津波堆積物調査 7-2 山陰地方における津波堆積物調査 (3)基準津波との比較

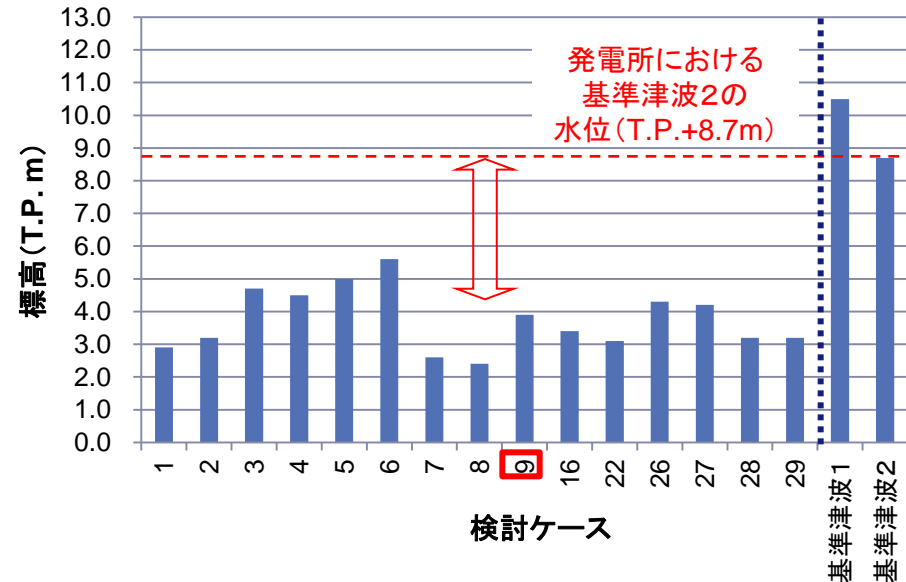
検討③ 餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を再現できる波源による敷地への影響の検討(検討結果)

- ・餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を概ね再現できたケース波源の敷地における水位を確認する。
- ・敷地における水位の確認は、シミュレーション結果のうち餘子神社まで津波が遡上したケースについて行う。

餘子神社における水位^{※1}



島根原子力発電所における水位^{※1}



※1 シミュレーション結果のうち餘子神社まで津波が遡上したケースの水位を示す。

- ・餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を概ね再現した波源の敷地における水位を確認した結果、基準津波に比べ津波高さは十分に小さいことから、基準津波の選定への影響が無いことを確認した。^{※2}

※2 餘子神社に影響の大きいケース及び基準津波2の伝播経路を補足資料P409に示す。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
 - 7-1 敷地周辺における津波堆積物調査
 - 7-2 山陰地方における津波堆積物調査
 - (1) 津波堆積物に関する文献調査
 - (2) イベント堆積物層及び分布標高に関する考察
 - (3) 基準津波との比較
 - (4) まとめ
 - 7-3 津波堆積物調査のまとめ
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

津波堆積物に関する検討まとめ(1/2)

(津波堆積物に関する調査)

- ・文献調査の結果、米子空港周辺、島前海士町諏訪湾、島後隠岐の島町重栖湾、鳥取市気高町日光において、1833年山形・庄内沖地震による津波に由来する可能性が高いイベント堆積物が検出されている。これらの堆積物の層厚は3～70cmであり、米子空港周辺の一部を除き、厚さ10cm未満である。
- ・米子空港周辺地点において、堤間低地内のGS2地点～HGS7地点では、層厚の厚いイベント堆積物が認められたが、その層厚について検討Ⅰ～Ⅴにより当時の地形や津波堆積物の知見に基づき検討した結果、その要因は当該地点が全体的に堤間低地に位置すること及び複雑な堆積環境によるものであり、津波の規模を反映したものではないと考えられる。
- ・浸水深と津波堆積物厚さの関係を検討した結果、河川遡上した津波堆積物の場合、陸上遡上した津波堆積物に基づくGotoの相関による津波規模の評価は適用できないと考えられる。また、海岸線からの離隔距離と津波堆積物厚さの関係を検討した結果、津波が河川遡上した複数の事例を確認し、河川遡上した津波は陸上遡上した津波に比べより内陸まで到達すること及び、河川遡上した堆積物分布末端付近において、堆積物が厚く分布することを確認した。また、津波が河川遡上した場合、流速等の違いにより陸上遡上に比べより内陸まで堆積物を運搬・堆積させたと考えられる。
- ・米子空港周辺のイベント堆積物の層厚としては川沿いに遡上した津波が堆積させた10cm程度と評価し、イベント堆積物の分布標高を、HGS13地点の最大標高T.P.+1.4mと評価する。

津波堆積物に関する検討まとめ(2/2)

(基準津波との比較)

基準津波の規模と痕跡高等から推定される1833年山形・庄内沖地震津波の規模の比較を行った。また、1833年山形・庄内沖地震津波による餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を再現し、その波源が敷地(島根原子力発電所)に影響を与えないことを確認することにより、基準津波の選定への影響が無いことを以下のとおり確認する。

- ・基準津波のモーメントマグニチュード M_w は、土木学会(2002)に示される1833年山形・庄内沖地震津波の既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルのモーメントマグニチュード M_w (7.76, 7.82)を十分上回る設定となっていることを確認したが、基準津波のシミュレーション結果が餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を上回らなかったことを確認した。
- ・餘子神社及び米子空港周辺に影響の大きい因子は、敷地に影響の大きい因子とは異なる傾向となることを確認した。また、上記地点に影響の大きい波源は、いずれも敷地への影響が小さいことを確認した。
- ・1833年当時の地形状況(防波堤等の津波高さを低減させる施設が無かったこと等)を可能な範囲で考慮して数値シミュレーションを実施した結果、基準津波2を選定する際に考慮した波源(規模)による水位は餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を概ね再現することができたと考える。
- ・餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を概ね再現した波源の敷地における水位を確認した結果、基準津波に比べ津波高さは十分に小さいことから、基準津波の選定へ与える影響が無いことを確認した。



以上より、津波堆積物調査に係る文献調査等を行った結果、山陰地方における津波堆積物の調査結果及び痕跡高は基準津波の選定に影響がないことを確認した。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
 - 7-1 当社の津波堆積物調査
 - 7-2 山陰地方における津波堆積物調査
 - 7-3 津波堆積物調査のまとめ
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

	調査地点	津波堆積物調査結果		基準津波等との比較	
		調査結果	調査地点の標高	シミュレーション結果	比較結果
当社の津波堆積物調査	佐陀本郷地点	<ul style="list-style-type: none"> ・津波由来を示す積極的な証拠は見出せない ・調査対象である約4,000年前以降に発生した津波は、調査地点まで遡上していないと推定される 	SS-4: T.P.+1.15m (孔口標高)	T.P.+2m 程度	<ul style="list-style-type: none"> ・津波堆積物調査結果から、約4,000年前以降に発生した津波は調査地点まで遡上していないと推定されるが、念のため基準津波1と比較した結果、<u>基準津波1による津波は調査地点の標高を上回る。</u>(P288,289参照)
	千酌地点		CS-1: T.P.+3.93m (孔口標高)	T.P.+4m 程度	
山陰地方における津波堆積物調査	米子空港周辺地点	<ul style="list-style-type: none"> ・津波由来の<u>可能性がある堆積物が確認された</u> ・1833年山形・庄内沖地震による津波が調査地点まで<u>遡上していると推定される</u> 	T.P.+1.4m (堆積物の分布標高)	<ul style="list-style-type: none"> ・1833年山形・庄内沖地震津波による餘子神社及び米子空港周辺の痕跡高等を再現し、その波源が敷地(島根原子力発電所)に<u>影響を与えないことを確認した。</u>(P305, 306参照) 	
	隠岐諸島及び島根半島周辺2地点	<ul style="list-style-type: none"> ・文献調査より1833年山形・庄内沖地震による<u>津波痕跡高が確認される</u> 	T.P.+1.3~3.1m (津波痕跡高)		

・以上より、基準津波の選定に影響がないことを確認した。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
- 8. 基準津波策定に関するまとめ**
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

・地震による津波の検討、地震以外の要因による津波の検討及び津波起因事象の重畳による津波の検討の結果、鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波を基準津波1、日本海東縁部に想定される地震発生領域の運動を考慮した検討の評価水位最高ケースを基準津波2、評価水位最低ケースを基準津波3として選定する。また、敷地近傍に位置する海域活断層(F-Ⅲ～F-V断層)から想定される地震による津波を基準津波4として選定する。

・また、防波堤の有無による影響検討結果を踏まえ、防波堤無しの場合で選定された日本海東縁部に想定される地震発生領域の運動を考慮した検討による津波を基準津波5及び基準津波6として選定する。

水位上昇側

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。

基準津波	波源域	検討ケース	断層長さ(km)	モーメントマグニチュード Mw	傾斜角(°)	すべり角(°)	上縁深さ(km)	大すべり域	走向	東西位置	防波堤有無	ポンプ運転状況	評価水位(T.P. m)※						
													施設護岸又は防波壁	1号炉取水槽	2号炉取水槽	3号炉取水槽	1号炉放水槽	2号炉放水槽	3号炉放水槽
基準津波1	日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	-	-	有	運転	+10.5	-	+7.0	+5.9	-	+6.8	+6.6
												停止		+7.6	+9.0	+7.0	+4.0	+7.1	+6.4
												運転	+11.6	-	+9.0	+6.4	-	+6.1	+6.4
												停止		+9.0	+10.4	+7.7	+4.1	+7.2	+6.3
基準津波2	日本海東縁部	地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	IV V	走向一定	(3)	有	運転	+8.7	-	+6.9	+6.1	-	+6.1	+4.4
停止								+7.1	+9.0	+7.2	+3.0	+6.5		+4.9					
基準津波5	日本海東縁部	地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)	350	8.09	60	90	0	VI VII 南 30km	走向一定 -10° 変化	(3)から東 15.9km	無	運転	+11.2	-	+8.3	+5.8	-	+5.5	+6.8
								停止	+8.0	+10.2	+7.5	+2.6		+5.4	+7.3				

8.まとめ

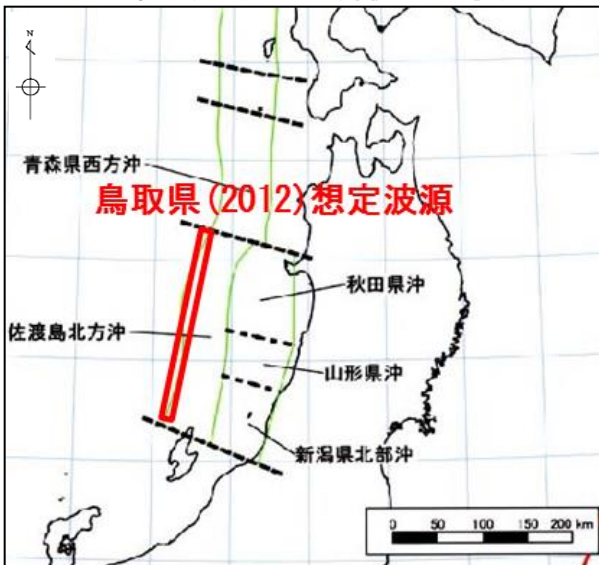
検討結果概要

水位下降側

※ 評価水位は地盤変動量及び潮位を考慮している。

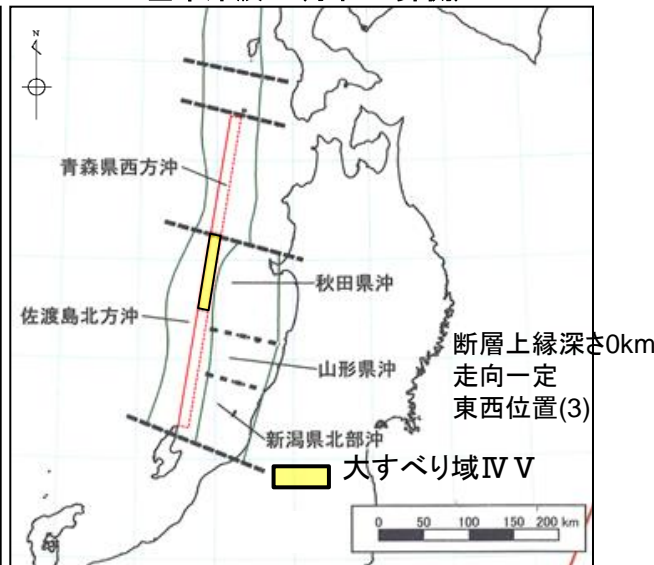
基準津波	波源域	検討ケース	断層長さ (km)	モーメントマグニチュード Mw	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	上縁深さ (km)	大すべり域	走向	東西位置	防波堤有無	ポンプ運転状況	評価水位 (T. P. m) ※		
													2号炉取水口 (東)	2号炉取水口 (西)	2号炉取水槽
基準津波 1	日本海東縁部	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討 (鳥取県 (2012))	222.2	8.16	60	90	0	-	-	-	有	運転	-5.0	-5.0	-5.9
												停止			-5.4
基準津波 3		地震発生領域の連動を考慮した検討 (断層長さ 350km)	350	8.09	60	90	0	IVVI	走向一定	(3)	有	運転	-4.5	-4.5	-5.9
												停止			-5.2
基準津波 6			350	8.09	60	90	1	VI VII 南 20km	走向一定 -10° 変化	(3)	無	運転	-6.0	-5.9	-7.8
												停止			-5.7
基準津波 4	海域活断層	土木学会に基づく検討 (F-III ~ F-V 断層)	48.0	7.27	90	115, 180	0	-	-	-	有	運転	-3.9	-3.9	-5.9
												停止			-4.8
												運転	-4.1	-4.1	-6.3
												停止			-5.0

基準津波1(水位上昇側・下降側)



地方自治体独自の波源モデルに
基づく検討(鳥取県(2012))

基準津波2(水位上昇側)



地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)

基準津波3(水位下降側)



基準津波5(水位上昇側, 防波堤無し)

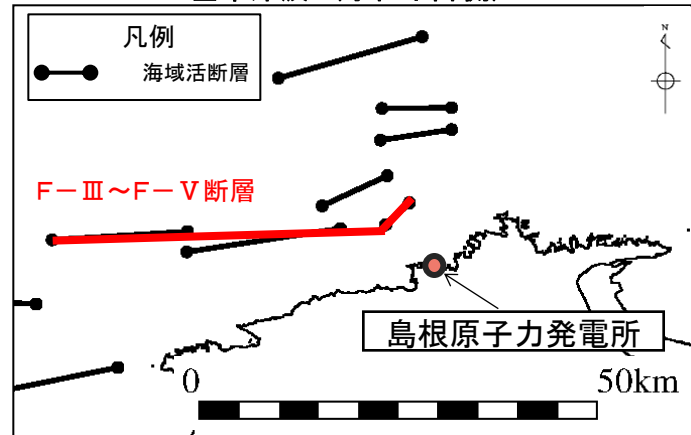


地震発生領域の運動を考慮した検討(断層長さ350km)

基準津波6(水位下降側, 防波堤無し)



基準津波4(水位下降側)



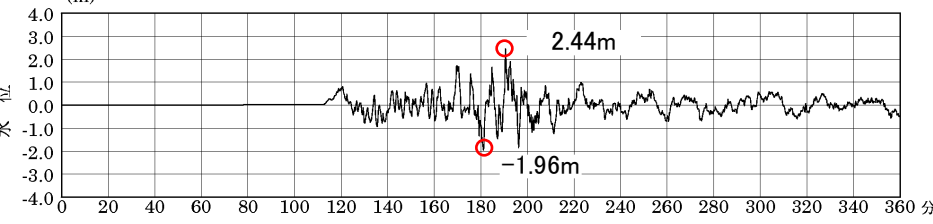
土木学会に基づく検討(F-III~F-V断層)

8.まとめ

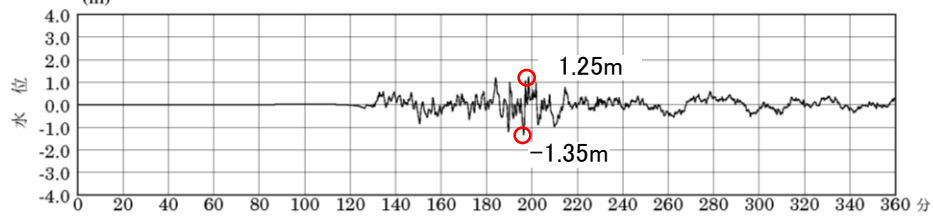
基準津波の策定位置及び水位の時刻歴波形

・基準津波の策定位置は、施設や沿岸からの反射波の影響が微少となるよう、施設から北約2.5kmの地点(水深65m)を選定した。

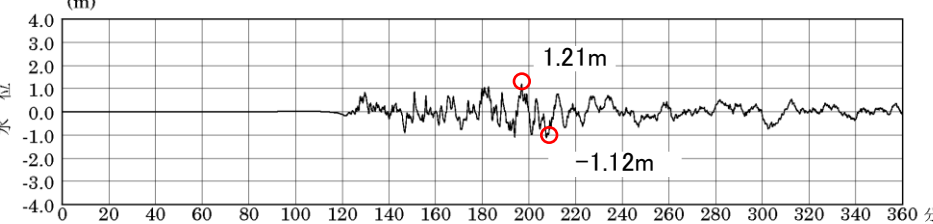
基準津波1



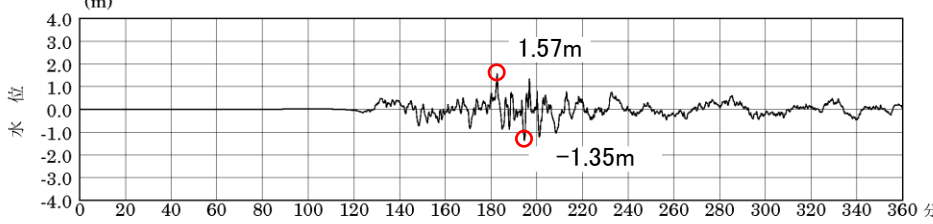
基準津波5



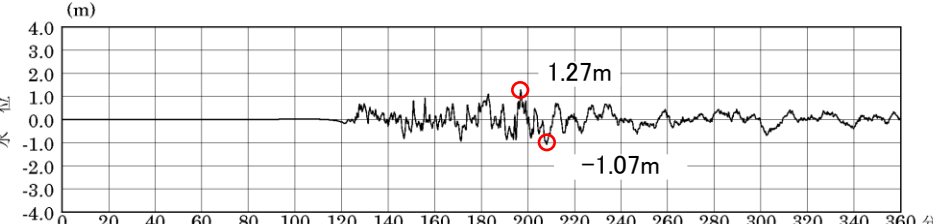
基準津波2



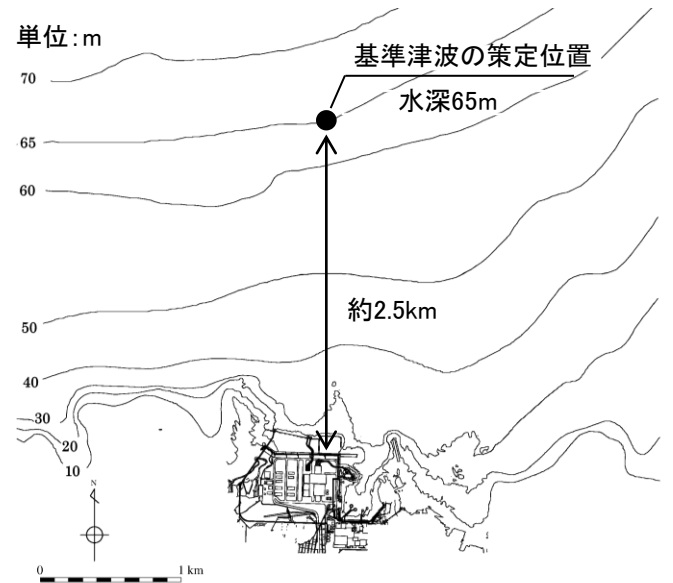
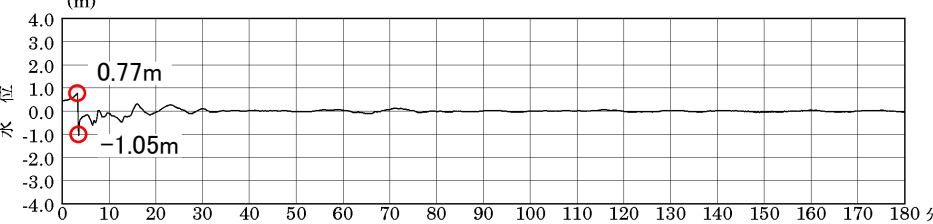
基準津波6



基準津波3



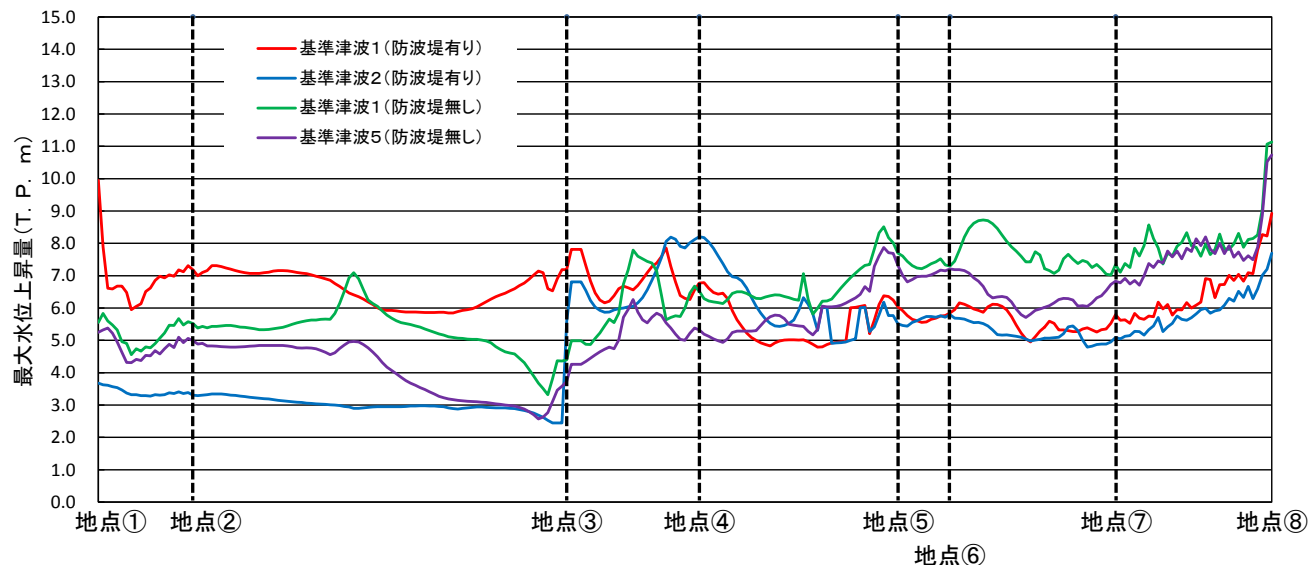
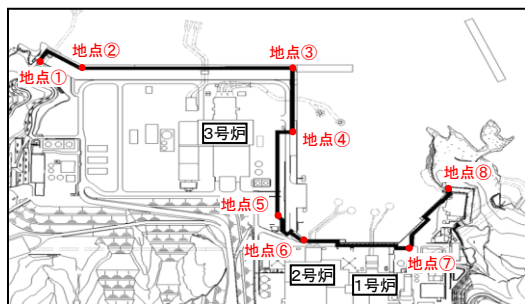
基準津波4



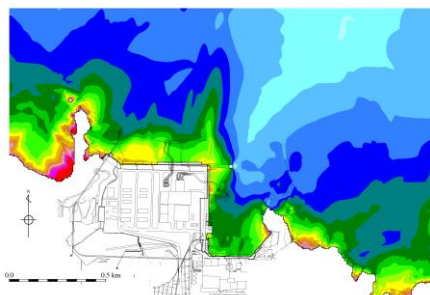
基準津波の策定位置での水位の時刻歴波形

水位上昇側の基準津波による最大水位上昇量の比較

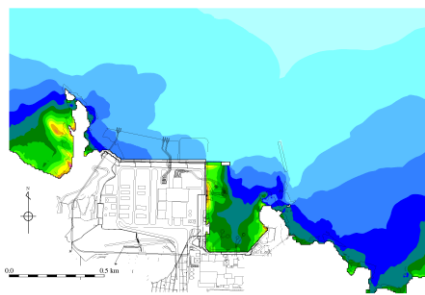
・水位上昇側の基準津波について、敷地前面(施設護岸又は防波壁)における最大水位上昇量を比較した結果を下図に示す。



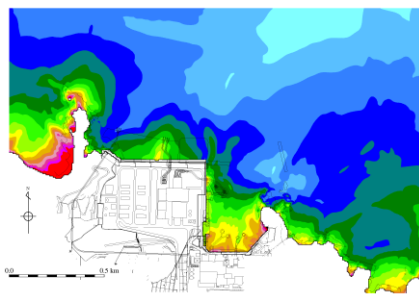
評価地点(施設護岸又は防波壁)における最大水位上昇量の比較



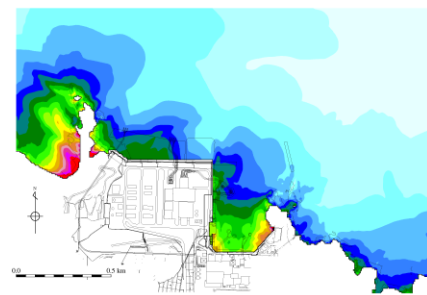
基準津波1(防波堤有り)



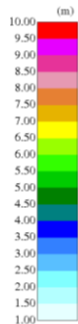
基準津波2(防波堤有り)



基準津波1(防波堤無し)



基準津波5(防波堤無し)



最大水位上昇量分布

余白

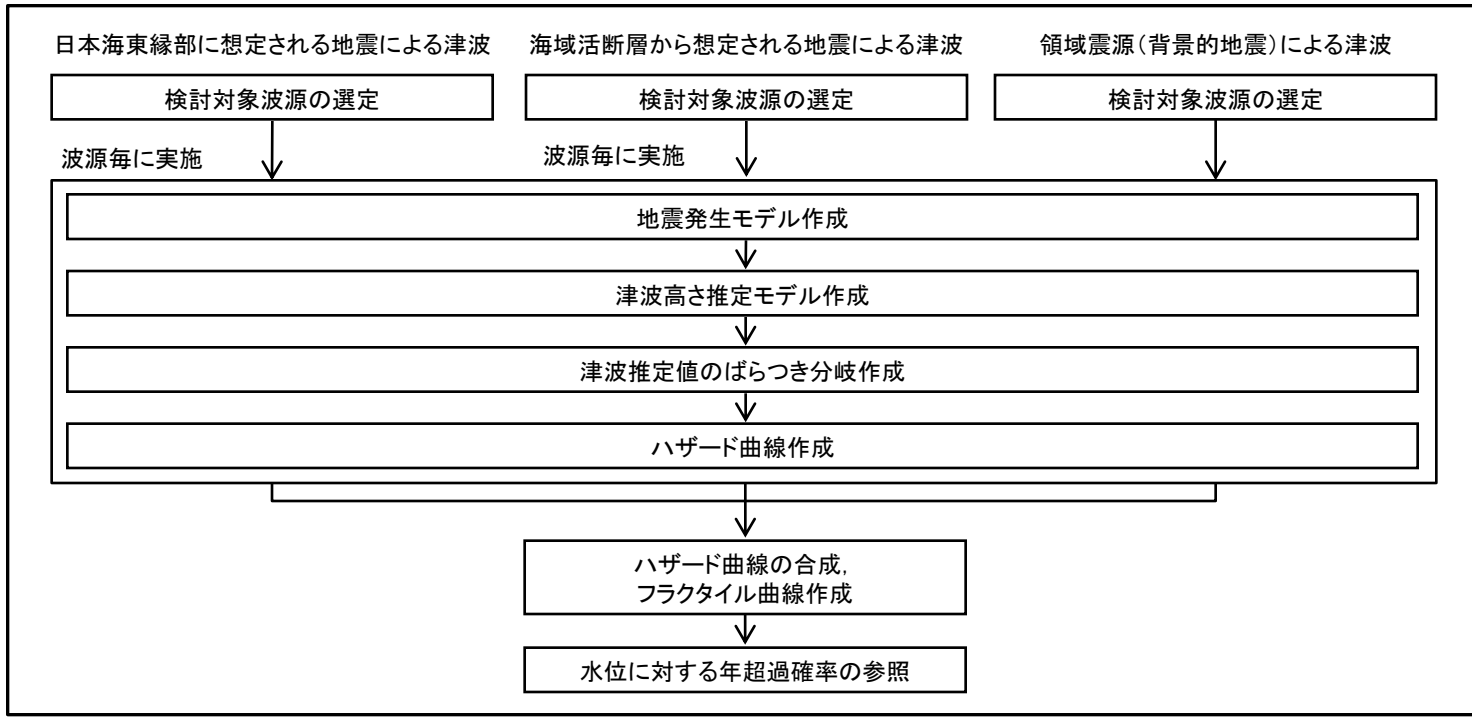
1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
 - 9-1 評価方針
 - 9-2 ロジックツリー設定
 - (1) 日本海東縁部に想定される地震による津波
 - (2) 海域活断層から想定される地震による津波
 - (3) 領域震源(背景的地震)による津波
 - 9-3 評価結果
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

評価方針

- ・確率論的津波ハザード評価(以降, 津波ハザード評価という)は, 日本原子力学会(2012)⁽⁸¹⁾, 土木学会(2011)⁽⁸²⁾及び土木学会(2016)を踏まえて実施する。
- ・本評価では, 断層運動が直接の原因で生じる津波を対象とし, 海底地すべり等による津波については, 発生頻度等を設定することが難しいため, 評価に含めていない。
- ・なお, 日本原子力学会(2012)では, 津波を起因とした確率論的リスク評価(津波PRA)は地震そのものによる安全機能等への影響の考慮は適用範囲外としていることから, 津波ハザード評価においても同様の考え方により, 防波堤有りケースを基本とした評価を実施する。

評価フロー

- ・津波ハザード評価の評価フローを以下に示す。
- ・検討対象波源は、日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波から選定し、波源毎に作成されたハザード曲線を合成することにより、フラクタイル曲線を作成し、水位に対する年超過確率の参照を実施する。また、領域震源（背景的地震）による津波については、簡易予測式を用いたスクリーニングを行い評価の要否を検討する。
- ・津波ハザード評価における不確実性については、土木学会（2016）に基づき、下表のとおり取り扱う。



評価フロー

不確実性の取り扱いについて

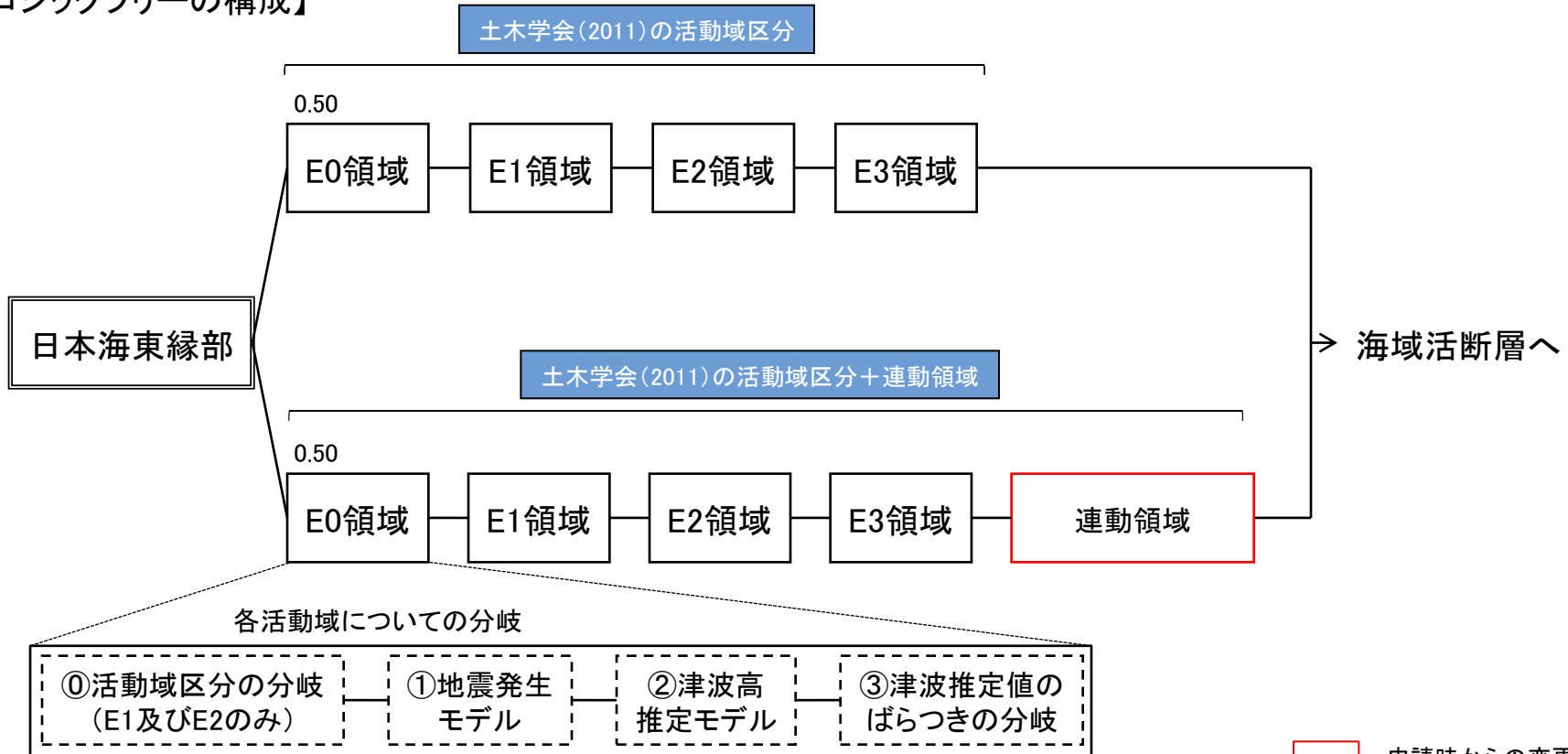
不確実性		津波ハザード評価における扱い
偶然的 不確実性	物理現象固有のランダム性に起因する不確実性であり、予測不可能と考えられるもの	1本のハザード曲線の中で考慮する
認識論的 不確実性	知識や認識不足に起因する不確実性であり、研究が進展すれば確定させることができるが現状では予測不可能なもの	ロジックツリーの分岐として考慮し、複数のハザード曲線で表現する

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
 - 9-1 評価方針
 - 9-2 ロジックツリー設定
 - (1) 日本海東縁部に想定される地震による津波
 - (2) 海域活断層から想定される地震による津波
 - (3) 領域震源(背景的地震)による津波
 - 9-3 評価結果
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

検討対象波源の選定

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波のロジックツリーを以下に示す。
- ・土木学会(2011)の活動域区分(E0領域, E1領域, E2領域, E3領域)のみを考慮する場合と, 土木学会(2011)の活動域区分に「連動領域」を加える場合の分岐を設定し, 複数のハザード曲線を作成する。なお, 土木学会(2011)の活動域区分は次頁に示す。
- ・「連動領域」の波源は, 基準津波策定の際に考慮した, 地震発生領域の連動を考慮した波源モデル(断層長さ350kmモデル)及び地方自治体独自の波源モデルを考慮する。
- ・上記分岐の重み配分については, 土木学会(2016)に基づき, 現時点の知見で判断するのは困難であることから, 均等配分として設定する。

【ロジックツリーの構成】



: 申請時からの変更箇所

※各活動域における「①地震発生モデル」及び「②津波高推定モデル」, 「③津波推定値のばらつき分岐」の詳細を補足資料p418~425に示す。

土木学会(2011)の活動域区分

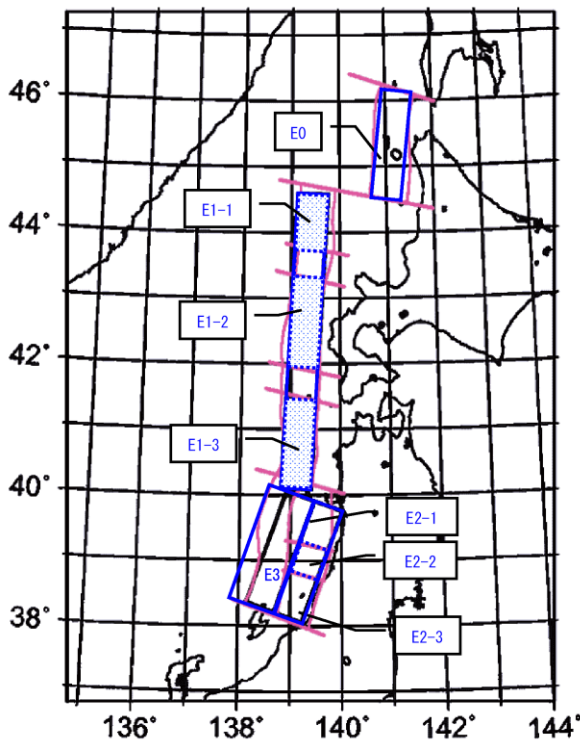
第671回審査会合 資料3 P8 再掲

・土木学会(2011)では、日本海東縁部の活動域区分(E0, E1, E2, E3)について、地震の発生履歴や地質学的知見、地震調査研究推進本部(2003)等の知見をもとに、以下のとおりとしている。

日本海東縁部の大地震活動域の既往最大Mw

海域	発生年	津波モデルのMw	既往最大Mw(=Mmax)	「地震調査研究推進本部」による地震規模(信頼度)
北海道北西沖(E0)	なし	—	—	M7.8程度(D)
北海道西方沖(E1-1)	1940	7.7	7.7	M7.5前後(B)
北海道南西沖(E1-2)	1993	7.8	7.8	M7.8前後(B)
青森県西方沖(E1-3)	1983	7.7	7.7	M7.7前後(B)
秋田県沖(E2-1)	なし	—	—	M7.5程度(C)
山形県沖(E2-2)	1833	7.8	7.8	M7.7前後(B)
新潟県北部沖(E2-3)	1964	7.5	7.5	M7.5前後(B)
佐渡島北方沖(E3)	なし	—	—	M7.8程度(D)

土木学会(2011)より作成



日本海東縁部海域の大地震活動域区分

地震調査研究推進本部に示される平均発生間隔と津波ハザード解析における分布の考え方

海域	平均発生間隔	平均発生間隔の根拠	分布の考え方
北海道北西沖(E0)	3,900年程度	約2,100年前と約6,000年前に2個のイベント	発生間隔データ1個
北海道西方沖(E1-1)	1,400~3,900年程度	(連続性)	一様分布(1,400~3,900)
北海道南西沖(E1-2)	500~1,400年程度	6個のイベントの平均が約1,400年	一様分布(500~1,400)
青森県西方沖(E1-3)	500~1,400年程度	3個のイベントの平均が約500年	一様分布(500~1,400)
秋田県沖(E2-1)	1,000年程度以上	(2列への配分)	一様分布(1,000~1,500)
山形県沖(E2-2)	1,000年程度以上	(2列への配分)	一様分布(1,000~1,500)
新潟県北部沖(E2-3)	1,000年程度以上	(2列への配分)	一様分布(1,000~1,500)
佐渡島北方沖(E3)	500~1,000年程度	中嶋(2003)	一様分布(500~1,000)

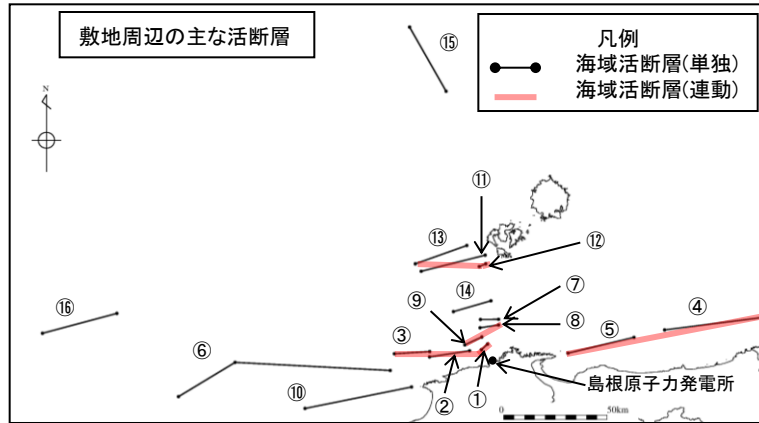
土木学会(2011)より作成

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
 - 9-1 評価方針
 - 9-2 ロジックツリー設定
 - (1) 日本海東縁部に想定される地震による津波
 - (2) 海域活断層から想定される地震による津波
 - (3) 領域震源(背景的地震)による津波
 - 9-3 評価結果
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

検討対象断層の選定

第671回審査会合 資料3 P18 再掲

- ・海域活断層から想定される地震による津波の検討対象断層を選定する。
- ・敷地周辺の主な海域活断層について、基準津波策定の際に考慮した数値シミュレーション結果を用い、土木学会(2011)に示されるスクリーニング※1を実施した結果、F-Ⅲ～F-Ⅴ断層の下降側で評価対象となる水位を下回るため、検討対象断層として選定した。



断層	上昇側 (施設護岸又は防波壁)		下降側 (2号炉取水槽)	
	最大水位 上昇量 H(m)	評価対象 となる水位 X(m) ^{※2}	最大水位 下降量 H(m)	評価対象 となる水位 X(m) ^{※2}
F-Ⅲ～F-Ⅴ断層 (①+②+③)	3.6	5.4	-5.9	-3.0
鳥取沖東部断層 ～鳥取沖西部断層(④+⑤)	0.8		-1.0	
F57断層(⑥)	1.2		-1.1	
K-4～K-7撓曲(⑦+⑧+⑨)	2.5		-2.7	
大田沖断層(⑩)	0.8		-0.7	
K-1撓曲+K-2撓曲 +F _{K0} 断層(⑪+⑫+⑬)	1.2		-0.9	
F _K -1断層(⑭)	2.1		-2.4	
隠岐北西方北部断層(⑮)	1.2		-1.1	
見島北方沖西部断層(⑯)	0.7		-0.6	

■ : 評価対象となる水位を下回る水位

※1 最大水位上昇(下降)量をH, 評価対象となる水位をX(防波壁高さ及び原子炉補機海水ポンプ設計取水可能水位)とした際に $|X| > |H| \cdot \kappa^{2.3}$ の関係が成り立つ断層は対象外とする。なお、 κ は津波高さに含まれるばらつきで、最大で1.55とする。また、最大水位上昇量及び下降量の結果を補足資料P437, 438に示す。

※2 上昇側については、Xが防波壁高さ15.0[m] となることより、 $X/(\kappa^{2.3}) = 15[\text{m}]/(1.55^{2.3}) \cong 5.4[\text{m}]$

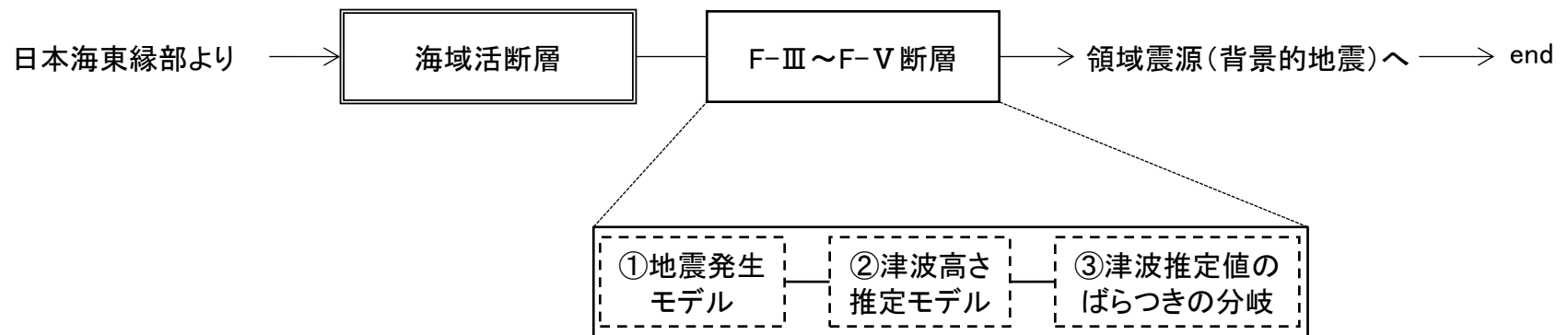
下降側については、Xが原子炉補機海水ポンプ設計取水可能水位の-8.32[m]となることより、 $X/(\kappa^{2.3}) = -8.32[\text{m}]/(1.55^{2.3}) \cong -3.0[\text{m}]$

検討対象断層の選定

第671回審査会合 資料3 P19 再掲

・海域活断層から想定される地震による津波のロジックツリーを以下に示す。

【ロジックツリーの構成】



※各活動域における「①地震発生モデル」及び「②津波高推定モデル」、
「③津波推定値のばらつき分岐」の詳細を補足資料p434～436に示す。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
 - 9-1 評価方針
 - 9-2 ロジックツリー設定
 - (1) 日本海東縁部に想定される地震による津波
 - (2) 海域活断層から想定される地震による津波
 - (3) 領域震源(背景的地震)による津波
 - 9-3 評価結果
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

検討対象波源の選定

第671回審査会合 資料3 P24 再掲

・領域震源(背景的地震)による津波の評価は、垣見ほか(2003)⁽⁸³⁾及び萩原(1991)⁽⁸⁴⁾に示される発電所から100km以内に位置するMwが最大となる波源を対象として、阿部(1989)の簡易予測式※を用いて津波の予測高を算定し、土木学会(2011)に示されるスクリーニングを実施した。なお、領域震源と海域活断層の位置関係については、補足説明資料P443, 444に示す。

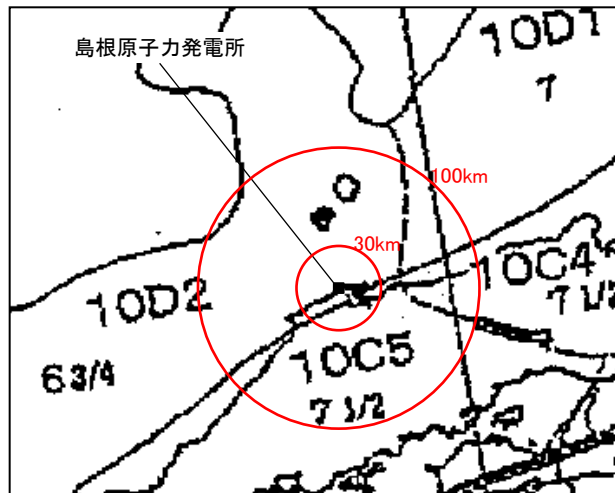
領域震源による津波の予測高及び評価対象となる水位

領域震源	発電所から100km以内に位置する領域震源の最大Mw(Mj)	予測高H	評価対象となる水位(P323参照)
垣見ほか(2003)に示される領域震源 (「10D1」, 「10D2」, 「10C4」, 「10C5」)	7.2 (7 _{1/2})	2.4m	5.4m
萩原(1991)に示される領域震源 (「M」, 「L ₂ 」)	7.0 (7.3)	1.5m	

※ $\log H = Mw - \log \Delta - 5.35$

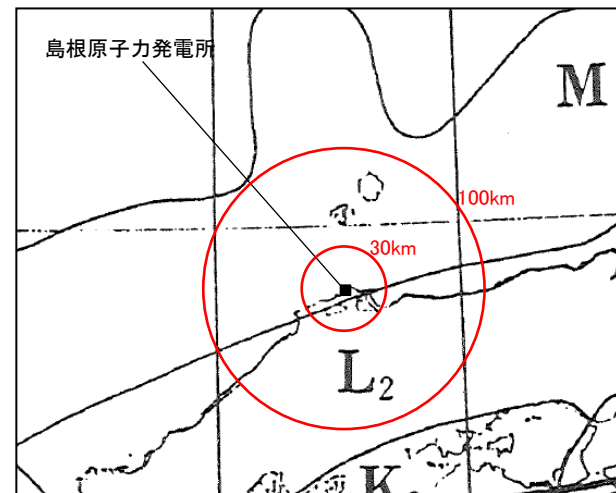
H: 予測高 (m), Δ : 津波の伝播距離 (km)

なお、発電所から30km以内は、海上音波探査結果より後期更新世以降の活動を考慮する断層及び撓曲を把握していることより、 Δ は30kmと設定する。



[垣見ほか(2003)に一部加筆。]

垣見ほか(2003)に基づく対象領域



[萩原(1991)に一部加筆。]

萩原(1991)に基づく対象領域

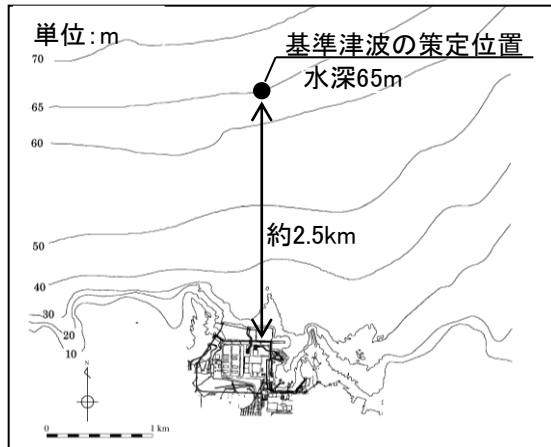
・領域震源による津波の予測高は、評価対象となる水位を下回ることから、領域震源については検討対象外とする。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
- 9. 年超過確率の参照**
 - 9-1 評価方針
 - 9-2 ロジックツリー設定
 - (1) 日本海東縁部に想定される地震による津波
 - (2) 海域活断層から想定される地震による津波
 - (3) 領域震源(背景的地震)による津波
 - 9-3 評価結果
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

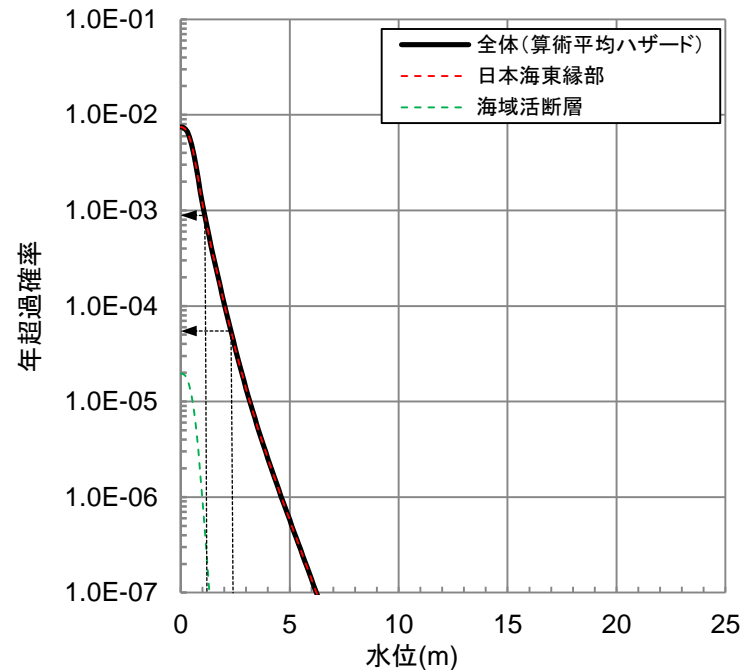
年超過確率の参照(水位上昇側)

- ・波源毎に作成したハザード曲線を合成し、基準津波水位に対する年超過確率を参照する。
- ・水位上昇側の年超過確率は、策定した基準津波のうち、水位上昇側で防波堤有ケースである基準津波1及び2を対象とする。
- ・基準津波の策定位置における基準津波水位に対する年超過確率は、水位上昇側で $10^{-3} \sim 10^{-5}$ 程度である。※1, 2

※1 施設護岸又は防波壁(水位上昇側), 2号炉取水口及び2号炉取水槽(水位下降側)における津波ハザード評価結果を補足資料P448~451に示す。
 ※2 防波堤の有無を考慮した津波ハザード評価結果を補足資料P452~460に示す。



位置図



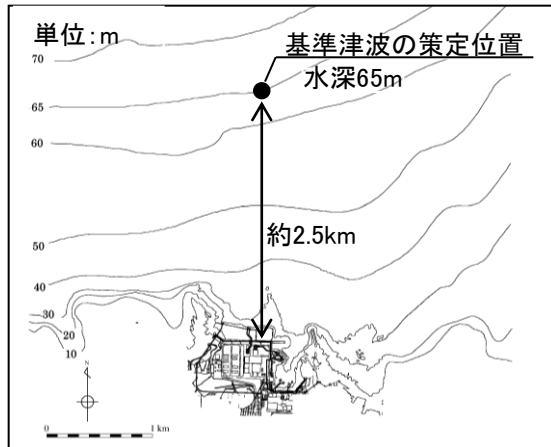
	基準津波の策定位置における 基準津波水位
基準津波1 (水位上昇側)	+2.44m
基準津波2 (水位上昇側)	+1.21m

年超過確率の参照(水位下降側)

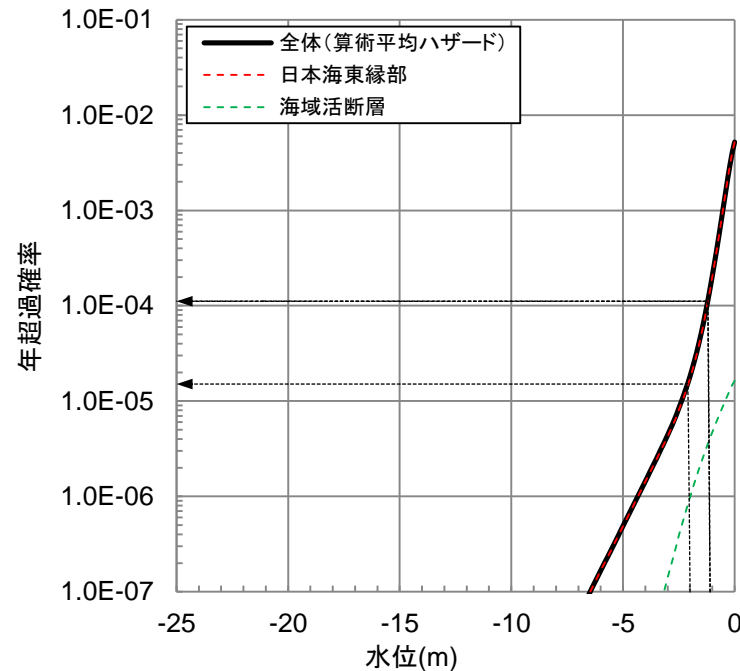
- ・波源毎に作成したハザード曲線を合成し、基準津波水位に対する年超過確率を参照する。
- ・水位下降側の年超過確率は、策定した基準津波のうち、水位下降側で防波堤有ケースである基準津波1、3及び4を対象とする。
- ・基準津波の策定位置における基準津波水位に対する年超過確率は、水位下降側で $10^{-3} \sim 10^{-5}$ 程度である。^{※1, 2}

※1 施設護岸又は防波壁(水位上昇側)、2号炉取水口及び2号炉取水槽(水位下降側)における津波ハザード評価結果を補足資料P448～451に示す。

※2 防波堤の有無を考慮した津波ハザード評価結果を補足資料P452～460に示す。



位置図



	基準津波の策定位置における 基準津波水位
基準津波1 (水位下降側)	-1.96m
基準津波3 (水位下降側)	-1.07m
基準津波4 (水位下降側)	-1.05m

年超過確率の参照(フラクタル曲線)

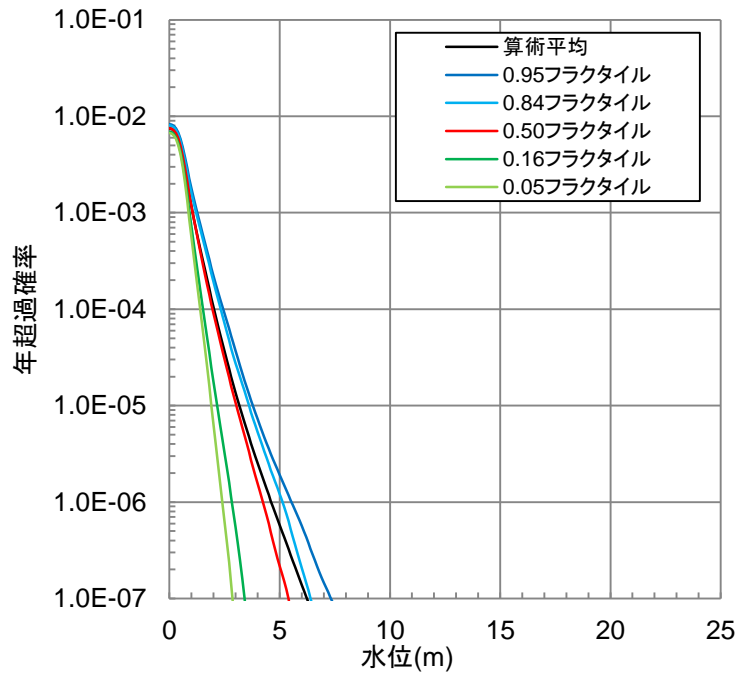
・基準津波の策定位置における水位上昇側、水位下降側のフラクタル曲線を以下に示す。※1~3

※1 施設護岸又は防波壁(水位上昇側)、2号炉取水口及び2号炉取水槽(水位下降側)における津波ハザード評価結果を補足資料P448~451に示す。

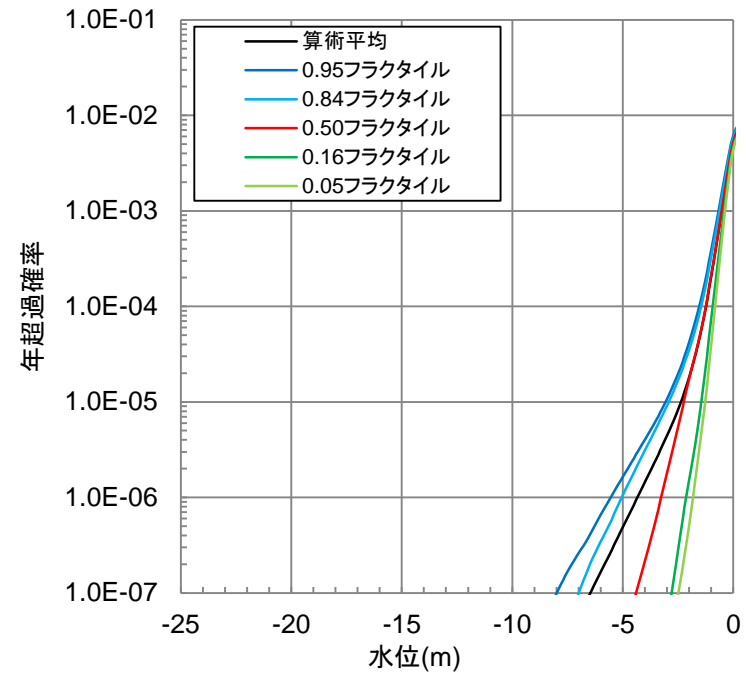
※2 防波堤の有無を考慮した津波ハザード評価結果を補足資料P452~460に示す。

※3 フラクタル曲線の作成方法を補足資料P445~447に示す。

■水位上昇側



■水位下降側



1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
- 10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)**
 - 10-1 評価方針
 - 10-2 砂移動評価(取水口周辺)
 - 10-3 砂移動評価(取水槽)

評価方針

【取水口周辺における砂の堆積】

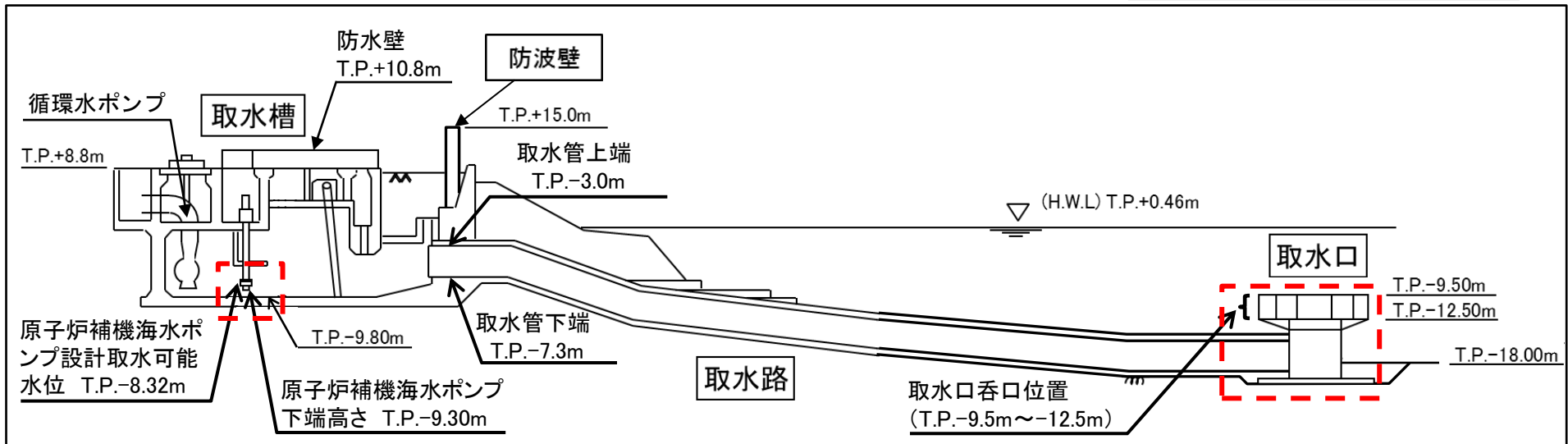
・基準津波に伴う砂移動について評価を実施し、取水口が閉塞しないことを確認する。

【取水槽における砂の堆積】

・取水槽における砂の堆積厚さを評価し、原子炉補機海水ポンプの取水に影響が無いことを確認する。



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



2号炉取水施設

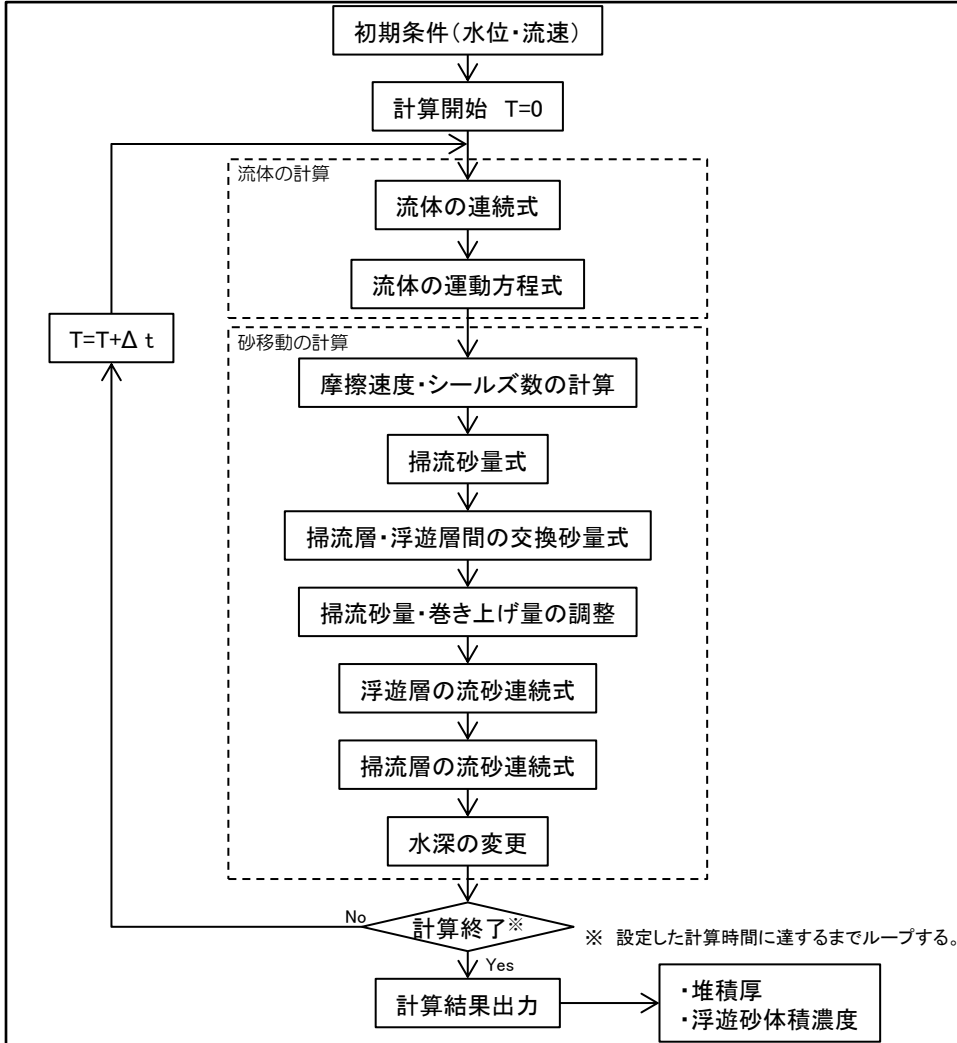
1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)
 - 10-1 評価方針
 - 10-2 砂移動評価(取水口周辺)
 - (1) 検討概要
 - (2) 計算条件
 - (3) 評価結果 まとめ
 - 10-3 砂移動評価(取水槽)

検討概要

第662回審査会合 資料2-1 P3 加筆・修正

- ・津波水位変動以外の事象に対する評価として、基準津波に伴う砂移動について数値シミュレーションを実施する。
- ・数値シミュレーションは、藤井ほか(1998)⁽⁸⁵⁾及び高橋ほか(1999)⁽⁸⁶⁾の手法に基づき、津波の挙動とそれに伴う砂移動を同時に計算した。
- ・数値シミュレーションフローは左下図、主な計算条件は右下表のとおり。

【数値シミュレーションフロー】



【主な計算条件】

設定項目	設定値
砂移動モデル	藤井ほか(1998), 高橋ほか(1999)
計算時間間隔	0.05秒
沖側境界条件	・開境界部分は自由透過, 領域結合部は, 水位と流速を接続 ・解析領域境界での砂の流入出を考慮
陸側境界条件	・静水面より上昇する津波に対しては完全反射条件, または小谷ほか(1998) ⁽⁸⁷⁾ の遡上条件とする。 ・静水面より下降する津波に対しては小谷ほか(1998)の移動境界条件を用いて海底露出を考慮する。
浮遊砂上限濃度	・藤井ほか(1998): 1%, 5% ・高橋ほか(1999): 1%
計算時間	・日本海東縁部に想定される地震による津波は地震発生後6時間まで ・海域活断層から想定される地震による津波は地震発生後3時間まで
初期砂層厚	砂層は無限に供給されるものとして設定
計算格子間隔	6.25m
解析領域	P339参照

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)
 - 10-1 評価方針
 - 10-2 砂移動評価(取水口周辺)
 - (1) 検討概要
 - (2) 計算条件
 - (3) 評価結果 まとめ
 - 10-3 砂移動評価(取水槽)

計算条件(砂の粒径・密度)

第662回審査会合 資料2-1 P5 再掲

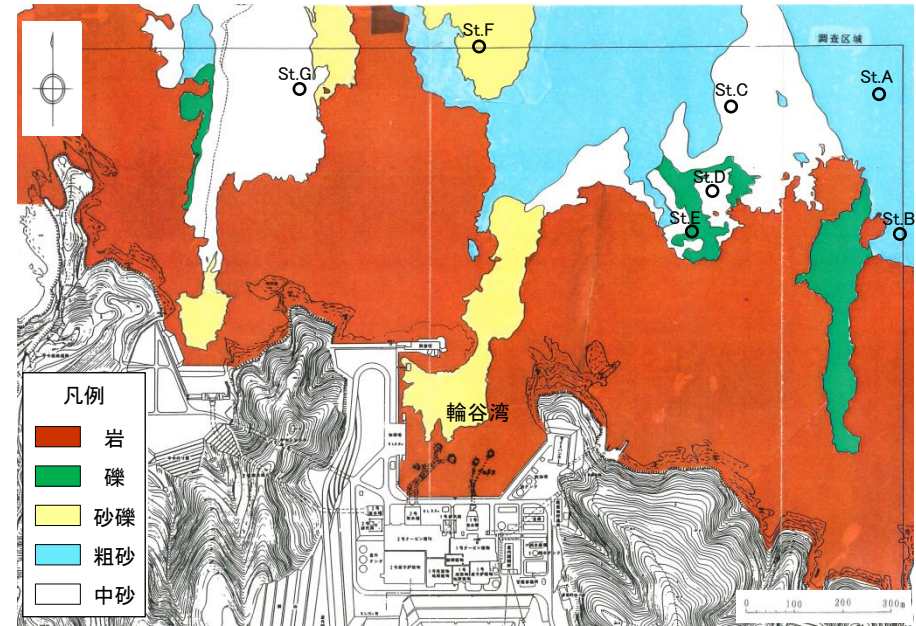
・輪谷湾周辺海域における調査結果に基づき、砂の粒径、密度を設定した。

底質調査結果

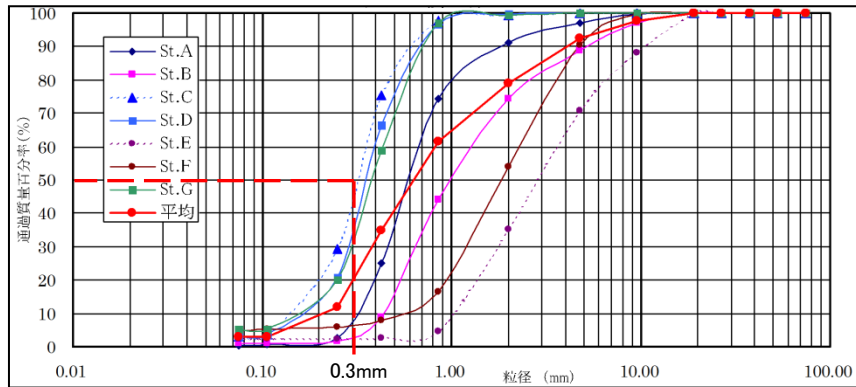
測定地点	中央粒径 D_{50} (mm)	密度 ρ (g/cm ³)
St.A	0.602	2.754
St.B	0.979	2.767
St.C	0.316	2.772
St.D	0.351	2.809
St.E	2.82	2.702
St.F	1.85	2.768
St.G	0.378	2.749

密度平均	2.760
------	-------

調査は平成7年5～10月に実施。



試料採取位置図



粒径加積曲線

設定値

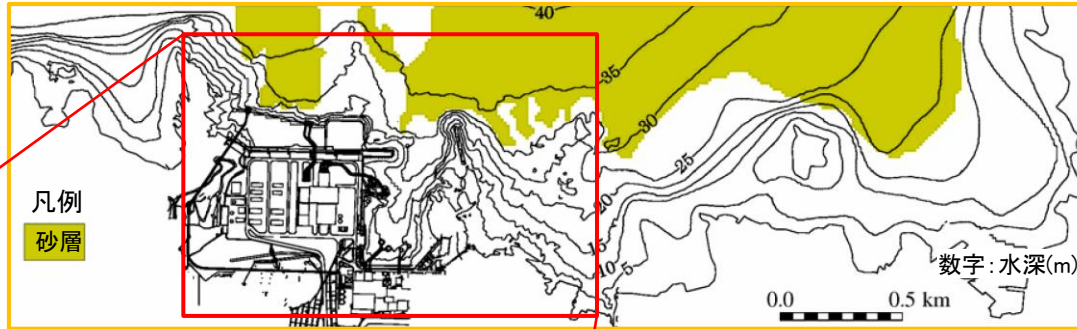
項目	設定値	設定根拠
砂の粒径 d	0.3mm	設定値は、全測定地点の中央粒径 D_{50} のうち、最小粒径0.316mmを保守的に0.3mmとした。
砂の密度 σ	2.76g/cm ³	底質調査結果による7地点の平均値

計算条件(初期砂層分布)

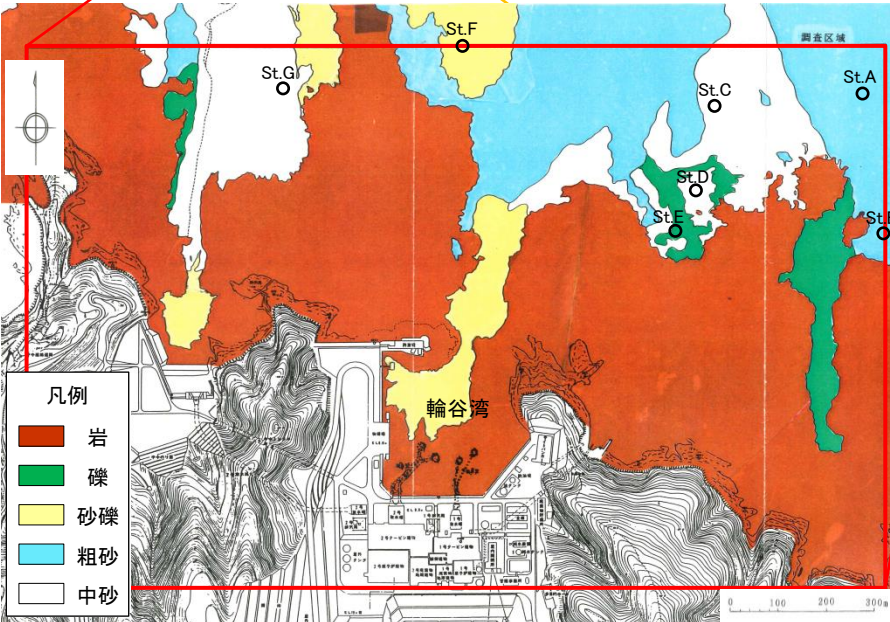
第662回審査会合 資料2-1 P6 加筆・修正

・砂移動解析領域における初期砂層分布は、輪谷湾周辺は当社による底質調査結果※、輪谷湾周辺以遠は海上保安庁水路部(1992)⁽⁸⁹⁾による底質調査結果を参照し設定した。

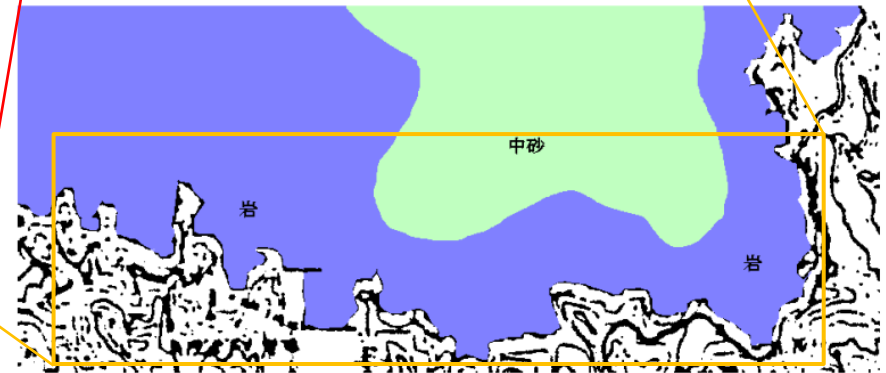
※ 調査結果をP341, 342に示す。



砂移動解析領域における初期砂層分布



輪谷湾周辺の底質分布



輪谷湾周辺以遠の底質分布
海上保安庁水路部(1992)に加筆

- ・輪谷湾周辺は、中砂及び粗砂分布域を砂層分布域とした。
- ・輪谷湾周辺以遠は、中砂分布域を砂層分布域とした。

下図の地形は3号炉造成前であり、上図の現在の地形とは土地形状が異なる。

計算条件(浮遊砂上限濃度)

第662回審査会合 資料2-1 P7 再掲

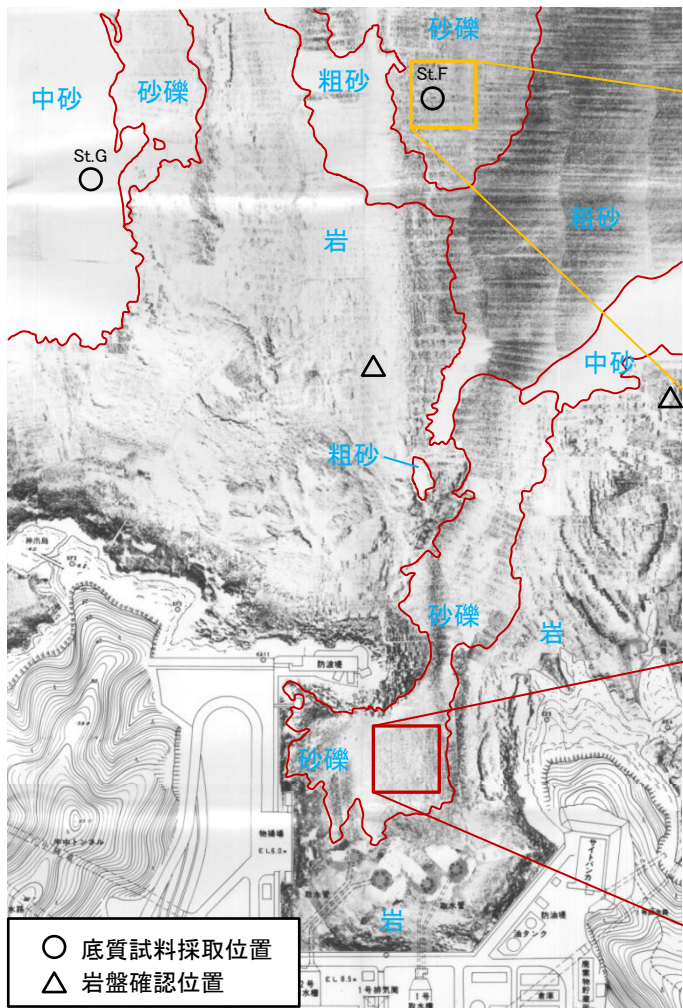
- ・高橋ほか(1999)の浮遊砂上限濃度について、砂移動評価に関する論文を整理した。
- ・浮遊砂上限濃度5%の検証結果から、浮遊砂上限濃度5%は過大評価になると考えられる。
- ・浮遊砂上限濃度1%の検証結果から、浮遊砂上限濃度1%は妥当な設定値であると考えられる。

実規模検証	文献	計算使用砂粒径	計算格子間隔	浮遊砂上限濃度	浮遊砂上限濃度に関する評価
気仙沼湾 (1960年チリ地震津波)	玉田ほか (2009) ⁽⁹⁰⁾	0.001~1mm	25m, 5m	1%, 5%	・計算格子間隔が5mの場合、浮遊砂上限濃度5%では実績値より浸食深を過大に評価
八戸港 (1960年チリ地震津波)	藤田ほか (2010) ⁽⁹¹⁾	0.26mm	10.3m	1%, 2%, 5%	・浮遊砂上限濃度5%は過大に評価 ・浮遊砂上限濃度1, 2%の場合の再現性が良好
宮古港 (2011年東北地方太平洋沖地震津波)	近藤ほか (2012) ⁽⁹²⁾	0.08mm	10m	1%	・土砂移動の全体的な傾向は良く一致 ・防波堤堤頭部の最大洗掘深や断面地形も定量的に概ね良い一致
気仙沼港 (2011年東北地方太平洋沖地震津波)	森下・高橋 (2014) ⁽⁹³⁾	0.3mm	10m	1%	・砂移動評価に影響を及ぼす因子として、無次元掃流力、流砂量式係数、飽和浮遊砂濃度の3つを抽出 ・上記3つの因子を同時に変えたモデルにより、再現性が向上する可能性を示唆 ・飽和浮遊砂濃度については、摩擦速度の関数とすることで再現性向上につながることを示唆

- ・以上より、高橋ほか(1999)の浮遊砂上限濃度は1%を基本とし、評価を実施する。

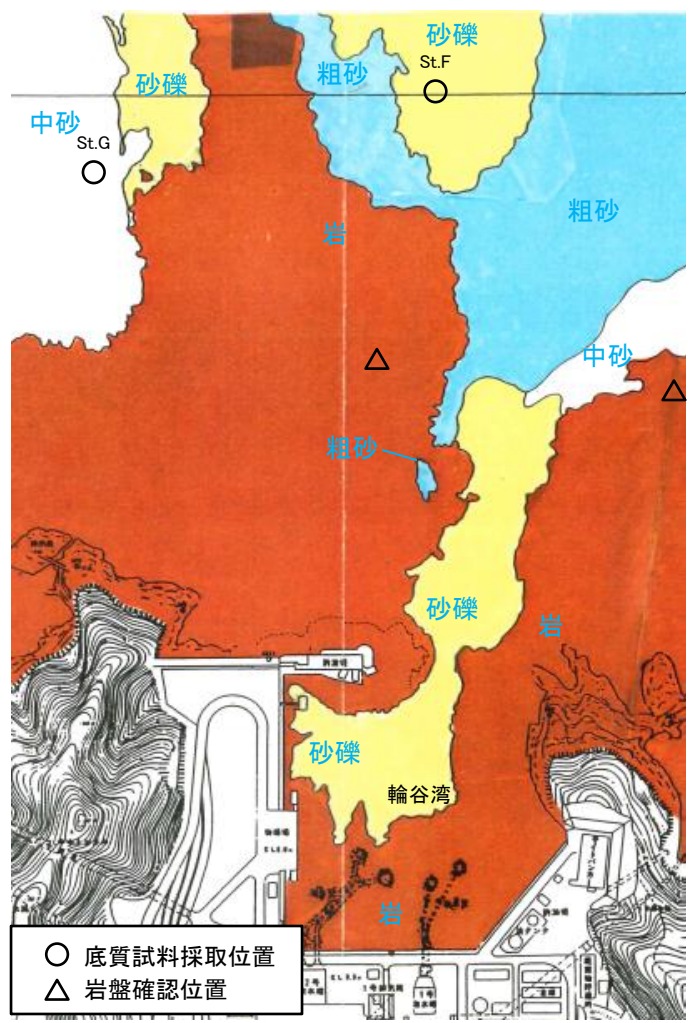
(参考)調査結果(底質調査:底質の判読)

- ・底質状況は、サイドスキャンモザイク図から判読するが、調査海域に分布する底質を判別するために、モニター記録の特徴的な箇所において試料を採取して確認した。
- ・輪谷湾内の底質は、沖合の試料採取によって砂礫と確認されたSt.F地点と同様の起伏の少ない底質を反映したテクスチャを呈することから、砂礫と判断した。



○ 底質試料採取位置
△ 岩盤確認位置

サイドスキャンモザイク図(調査範囲の一部抜粋)

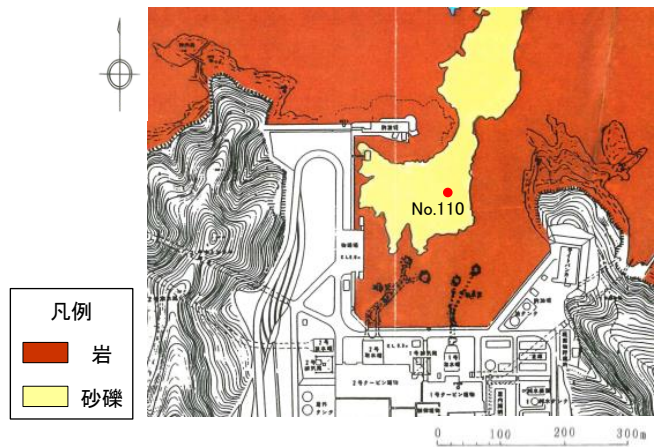


○ 底質試料採取位置
△ 岩盤確認位置

底質分布図(左図範囲の判読結果)

10.基準津波に対する安全性(砂移動評価) 10-2 砂移動評価(取水口周辺) (2) 計算条件
 (参考) 調査結果(底質調査:ボーリングコア(No.110))

・輪谷湾の底質を砂礫としている箇所について、ボーリングデータにより底質の確認を行った。

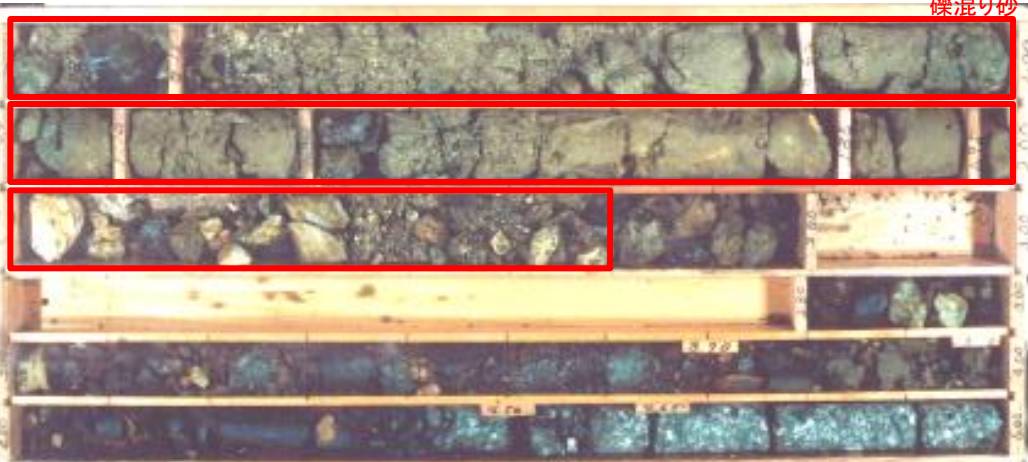


ボーリング位置図

No.110

孔口標高		T.P. -20.26 m		掘進長		72.00 m		調査期間		1995年 8月 27日 ~ 1995年 9月 15日		試錐機械	鉦研0E-8L			
角度	—	方向	—	孔内水位		—		孔内試験項目		—						
標尺 (m)	深度 (m)	標高 T.P. (m)	層厚 (m)	柱状図	地質種別	色調	岩級区分	コア形状 土短岩短柱長 砂片片柱柱 状状状状状	割れ目状態	風化程度	コア採取率 (%)	最大コア長 (cm)	RQD (%)	孔径 ビット コアチューブ	孔内試験 項目 深度 (m)	記 事
0																φ2~50mm程度の亜角礫を主とし、所々にφ10cm程度の黒色頁岩や凝灰岩の玉石を混入する。1.5m付近以後では貝殻片を多数混入する。
1											90	—	—	φ85mm/φ75mm		φ5mm程度の礫を多数混入し、37長10~25cm程度の黒色頁岩を所々に含む。黒色頁岩は割れ目が発達し、割れ目や黒色頁岩礫台が強く酸化する。全体に岩質が脆く、指圧砕が可能である。
2	2.60	-22.36	2.60		礫混り砂	黄灰緑	2.60			2.60	2.60	95	—			
3							D				80	3	0			
4	4.00	-24.26	1.40		凝灰角礫 岩	黒黒	4.00	4.00	r	4	4.00	4.00	97	5	0	

礫混り砂



No.110 コア写真

φ2~50mm程度の亜角礫を主とし、所々にφ10cm程度の黒色頁岩や凝灰岩の玉石を混入する。1.5m付近以後では貝殻片を多数混入する。

・ボーリングコアを観察した結果、当該ボーリング位置における底質は、砂礫相当であることを確認した。

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)
 - 10-1 評価方針
 - 10-2 砂移動評価(取水口周辺)
 - (1) 検討概要
 - (2) 計算条件
 - (3) 評価結果 まとめ
 - 10-3 砂移動評価(取水槽)

評価結果 まとめ

第662回審査会合 資料2-1 P8 再掲

・基準津波を評価対象として、砂移動の数値シミュレーションを実施した結果のうち、取水口位置における最大堆積厚さを下表に示す。

基準津波	波源	防波堤の有無	砂移動モデル	浮遊砂上限濃度	取水口堆積層厚さ(m) ^{※1}		評価結果図		
					2号炉取水口(東)	2号炉取水口(西)	堆積浸食分布図等	時刻歴波形	
基準津波1	地方自治体独自の波源モデルに基づく検討(鳥取県(2012))	有	藤井ほか(1998)	1%	0.00	0.00	P402	P418	
				5%	0.00	0.00	P402	P419	
		無	高橋ほか(1999)	1%	0.02[0.020]	0.02[0.011]	P403	P420	
				藤井ほか(1998)	1%	0.00	0.00	P404	P421
					5%	0.00	0.00	P404	P422
				高橋ほか(1999)	1%	0.00	0.00	P405	P423
有	藤井ほか(1998)	1%	0.00		0.00	P406	P424		
		5%	0.00	0.00	P406	P425			
		高橋ほか(1999)	1%	0.01	0.00	P407	P426		
			有	藤井ほか(1998)	1%	0.00	0.00	P408	P427
5%	0.00	0.00			P408	P428			
高橋ほか(1999)	1%	0.00			0.00	P409	P429		
	有	藤井ほか(1998)			1%	0.00	0.00	P410	P430
5%			0.00	0.00	P410	P431			
高橋ほか(1999)			1%	0.00	0.00	P411	P432		
			無	藤井ほか(1998)	1%	0.00	0.00	P412	P433
5%	0.00	0.00			P412	P434			
高橋ほか(1999)	1%	0.00			0.00	P413	P435		
	有	藤井ほか(1998)			1%	0.00	0.00	P414	P436
5%			0.00	0.00	P414	P437			
高橋ほか(1999)			1%	0.00	0.00	P415	P438		
			有	藤井ほか(1998)	1%	0.00	0.00	P416	P439
5%	0.00	0.00			P416	P440			
高橋ほか(1999)	1%	0.00			0.00	P417	P441		

※1 計算結果は小数第3位で切り上げて示す。

・取水口位置における最大堆積厚さは、基準津波1での高橋ほか(1999)の浮遊砂上限濃度1%の2号炉取水口(東)において0.02mであり、海底面から取水口呑口下端までの高さ(5.50m)^{※2}に対して十分に小さく、取水への影響はないことを確認した。

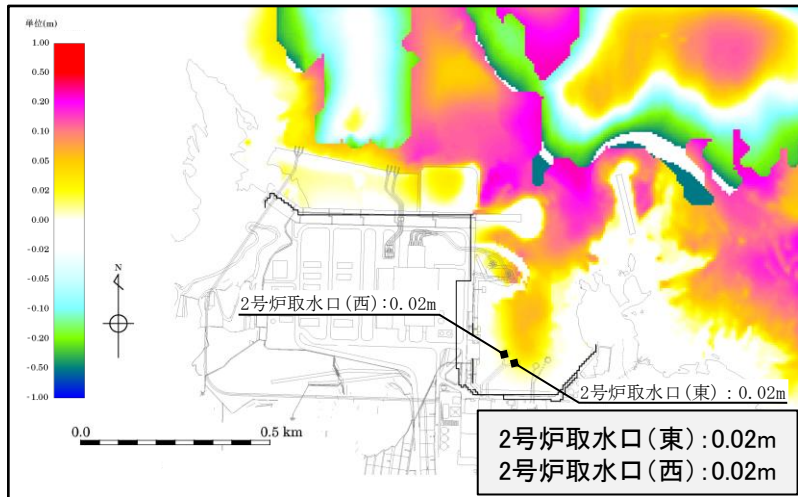
※2 海底面:T.P.-18.00m, 取水口呑口下端:T.P.-12.50m (補足資料P333参照)

評価結果 堆積浸食分布図(最終地形) 基準津波1

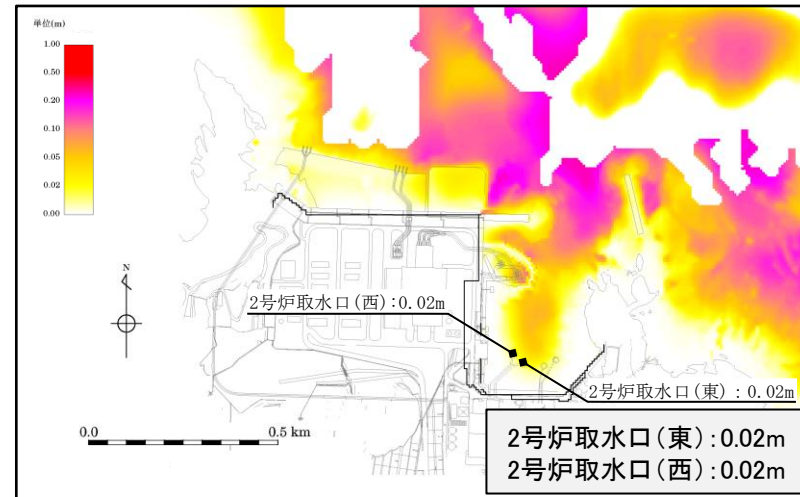
第662回審査会合 資料2-1 P10 再掲

・基準津波1(防波堤有)による堆積浸食分布(最終地形)及び最大堆積厚分布を以下に示す。

高橋ほか(1999)の手法(浮遊砂上限濃度1%)



堆積浸食分布(最終地形)



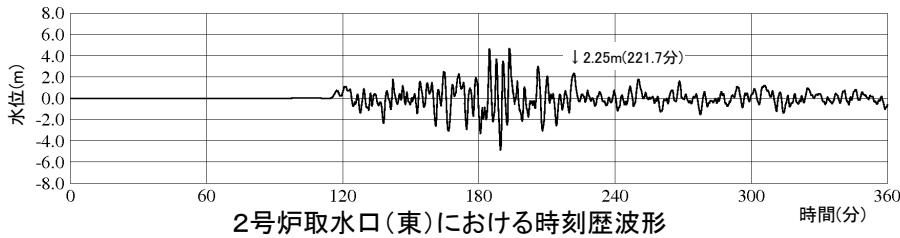
最大堆積厚分布

評価結果 取水口における水位・浮遊砂濃度の分布図

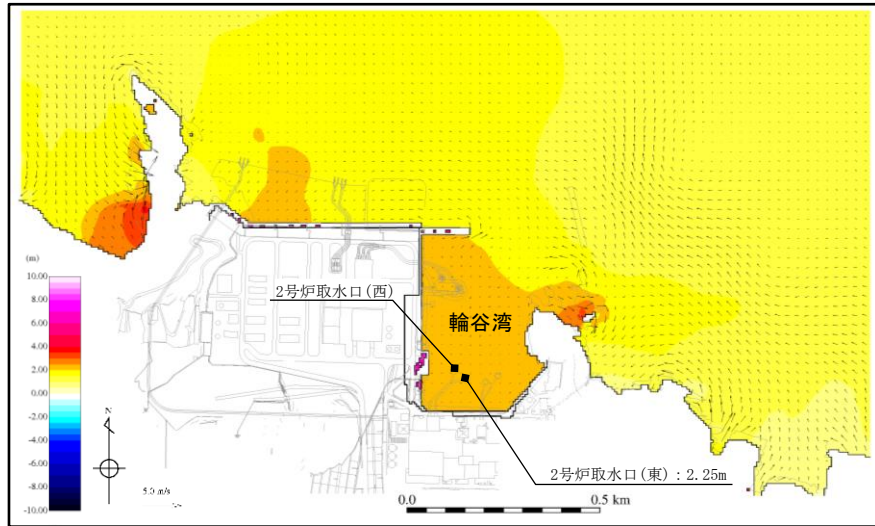
第662回審査会合
資料2-1 P49 再掲

・ 2号炉取水口(東)において堆積厚さが最大となる基準津波1について、浮遊砂濃度が最大となる時刻(地震発生後221.7分)の水位及び浮遊砂濃度の分布図を以下に示す。

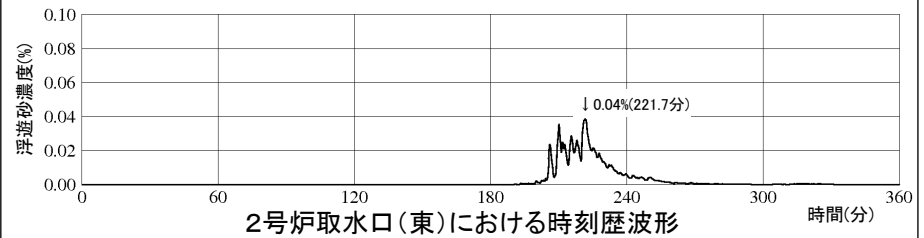
【水位】 高橋ほか(1999)の手法(浮遊砂上限濃度1%), 防波堤有



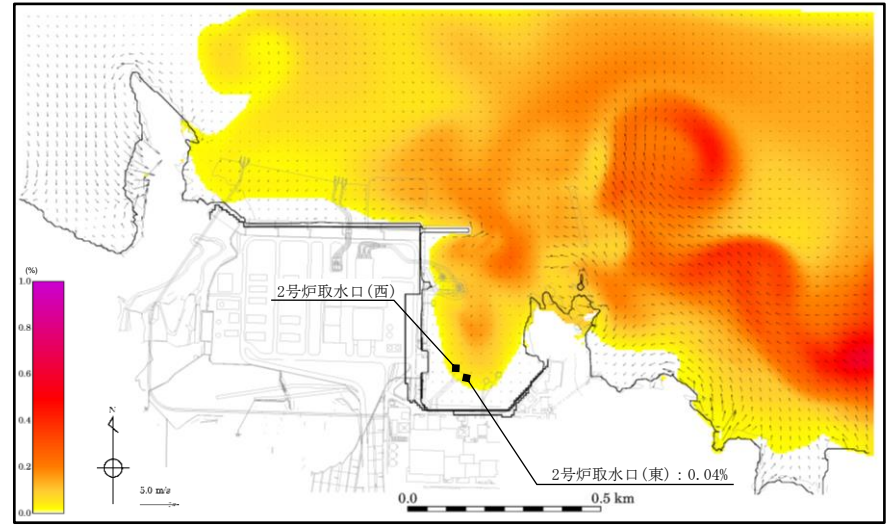
地震発生後221.7分



【浮遊砂濃度】 高橋ほか(1999)の手法(浮遊砂上限濃度1%), 防波堤有



地震発生後221.7分

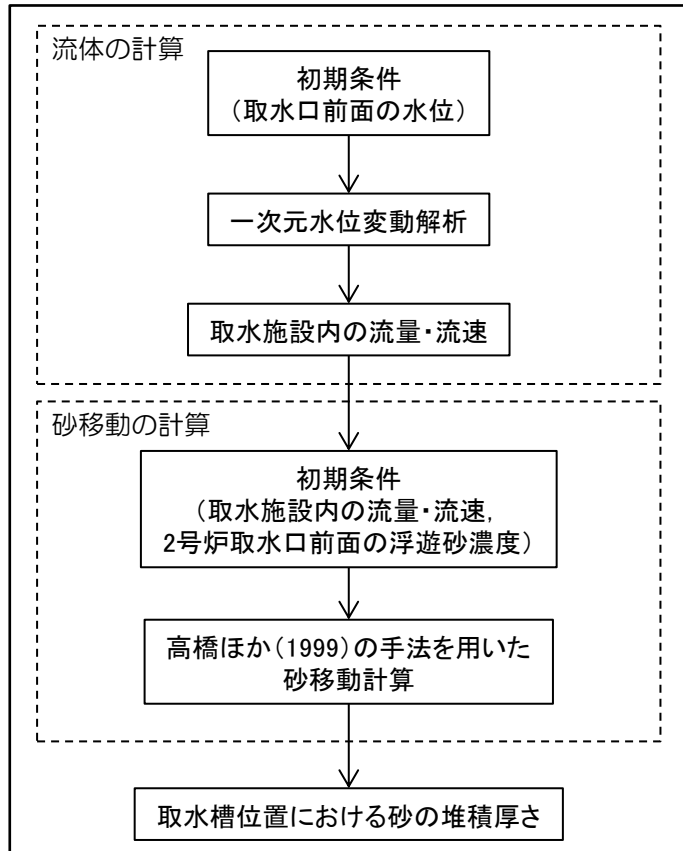


1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)
 - 10-1 評価方針
 - 10-2 砂移動評価(取水口周辺)
 - 10-3 砂移動評価(取水槽)
 - (1) 検討概要
 - (2) 計算条件
 - (3) 評価結果 まとめ

検討概要

- ・基準津波1～6について、取水槽における砂の堆積厚さを評価し、原子炉補機海水ポンプの取水に影響が無いことを確認する。
- ・取水口前面の浮遊砂濃度を境界条件として、高橋ほか(1999)の手法を用いて砂移動解析を実施し、取水施設内の浮遊砂濃度を算定し、取水槽における砂の堆積厚さを算定する。
- ・上記評価に用いる取水施設内の流量及び流速は、取水施設の水利特性を考慮した管路計算により算定する。
- ・数値シミュレーションフローは左下図、主な計算条件は右下表のとおり。

【数値シミュレーションフロー】



【主な計算条件】

項目	計算条件
計算領域	2号炉取水口 ~ 取水管 ~ 取水槽
計算時間間隔	0.01秒
基礎方程式	非定常管路及び開水路流れの連続式及び運動方程式 (次ページ参照)
取水槽側境界条件 (ポンプ取水量)	2号炉 循環水ポンプ運転時 : 59m ³ /s, 循環水ポンプ停止時 : 2.3m ³ /s
摩擦損失係数 (マンニングの粗度係数)	取水管 : 0.014m ^{-1/3} ·s 取水トンネル, 取水路, 取水槽漸拡部 : 0.015m ^{-1/3} ·s (塩素注入あり)
貝の付着代	塩素注入しているため、貝の付着代は考慮せず
局所損失係数	土木学会(1999)等による
想定する潮位条件	・水位上昇側 : 朔望平均満潮位 T.P. +0.46m ・水位下降側 : 朔望平均干潮位 T.P. -0.02m
地盤変動条件	地盤変動量を考慮する
計算時間	・日本海東縁部に想定される地震による津波は地震発生後6時間まで ・海域活断層から想定される地震による津波は地震発生後3時間まで

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)
 - 10-1 評価方針
 - 10-2 砂移動評価(取水口周辺)
 - 10-3 砂移動評価(取水槽)
 - (1) 検討概要
 - (2) 計算条件
 - (3) 評価結果 まとめ

計算条件(管路計算方法)

第662回審査会合 資料2-1 P51 再掲

- 取・放水口における水位の時刻歴波形を入力条件、取・放水槽におけるポンプ取・放水量(号機毎にポンプ運転時・停止時の取・放水量を設定)を境界条件として管路計算を実施する。
- 取・放水経路は開水路区間と管路区間が混在するため、微小区間に分割した水路の各部分が、開水路状態か管路状態かを逐次判定し、管路区間はその上下流端の開水路区間の水位(自由水面の水位)を境界条件として流量計算を行う。開水路区間は、開水路の一次元不定流の式により流量・水位を計算する。

【基礎方程式】

- 開水路

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (\text{連続の式})$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

(運動方程式)

- 管路

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (\text{連続の式})$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0 \quad (\text{運動方程式})$$

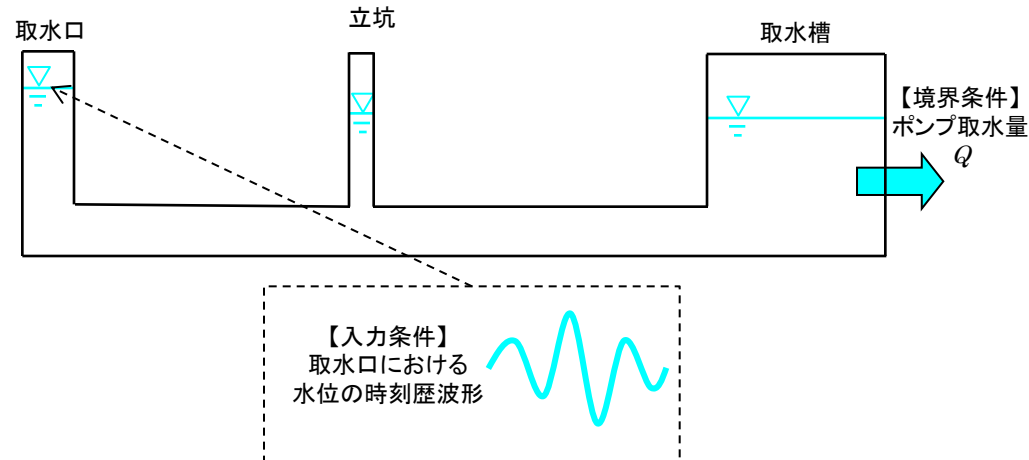
t : 時間, Q : 流量, v : 流速, x : 管底に沿った座標, A : 流水断面積

H : 圧力水頭+位置水頭(管路の場合), 位置水頭(開水路の場合)

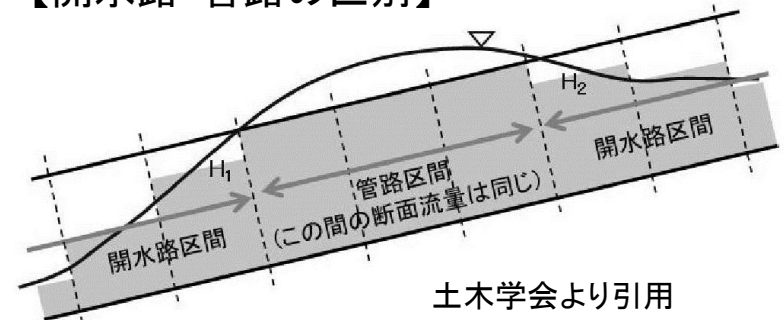
z : 管底高, g : 重力加速度, n : マニングの粗度係数, R : 径深

Δx : 水路の流れ方向の長さ, f : 局所損失係数

【管路計算モデルイメージ】



【開水路・管路の区別】



土木学会より引用

1. 既往津波の検討
2. 地震による津波の想定
3. 地震以外の要因による津波の想定
4. 津波起因事象の重畳による津波想定
5. 基準津波の選定
6. 防波堤の影響検討
7. 津波堆積物調査
8. 基準津波策定に関するまとめ
9. 年超過確率の参照
10. 基準津波に対する安全性(砂移動評価)
 - 10-1 評価方針
 - 10-2 砂移動評価(取水口周辺)
 - 10-3 砂移動評価(取水槽)
 - (1) 検討概要
 - (2) 計算条件
 - (3) 評価結果 まとめ

評価結果 まとめ

・基準津波を評価対象として、高橋ほか(1999)の手法に基づき数値シミュレーションを実施し、取水槽における砂の堆積厚さを算定した。

波源	上昇側・下降側	防波堤の有無	ポンプ 運転状況	砂移動モデル	浮遊砂 上限濃度	取水槽における 砂の堆積厚さ(m) ^{※1}	評価結果図
							時刻歴波形
基準津波1	上昇側	有	運転	高橋ほか (1999)	1%	0.02[0.0161]	P53
			停止			0.00	P53
		無	運転			0.01	P54
			停止			0.00	P54
	下降側	有	運転			0.02[0.0162]	P55
			停止			0.00	P55
		無	運転			0.01	P56
			停止			0.00	P56
基準津波2	上昇側	有	運転	0.01	P57		
			停止	0.00	P57		
基準津波3	下降側	有	運転	0.01	P58		
			停止	0.00	P58		
基準津波4	下降側	有	運転	0.00	P59		
			停止	0.00	P59		
		無	運転	0.00	P60		
			停止	0.00	P60		
基準津波5	上昇側	無	運転	0.00	P61		
			停止	0.00	P61		
基準津波6	下降側	無	運転	0.00	P62		
			停止	0.00	P62		

※1 計算結果は小数第3位で切り上げて示す。

・取水槽における最大堆積厚さは、基準津波1(水位下降側)で0.02mとなり、取水槽底面から補機海水ポンプ下端までの高さ(0.50m)^{※2}に対して十分に小さく、取水への影響はないことを確認した。

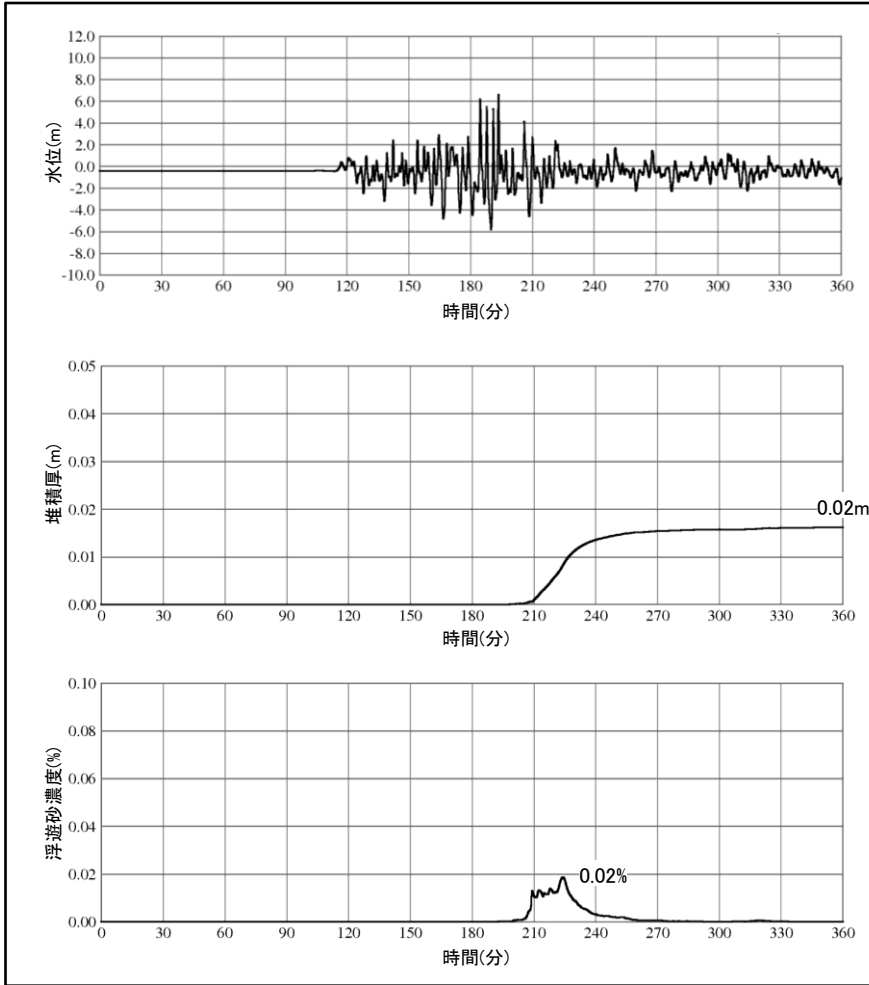
※2 取水槽底面高さ:T.P.-9.80m, 補機海水ポンプ下端:T.P.-9.30m(P333参照)

評価結果(取水槽における水位時刻歴波形)

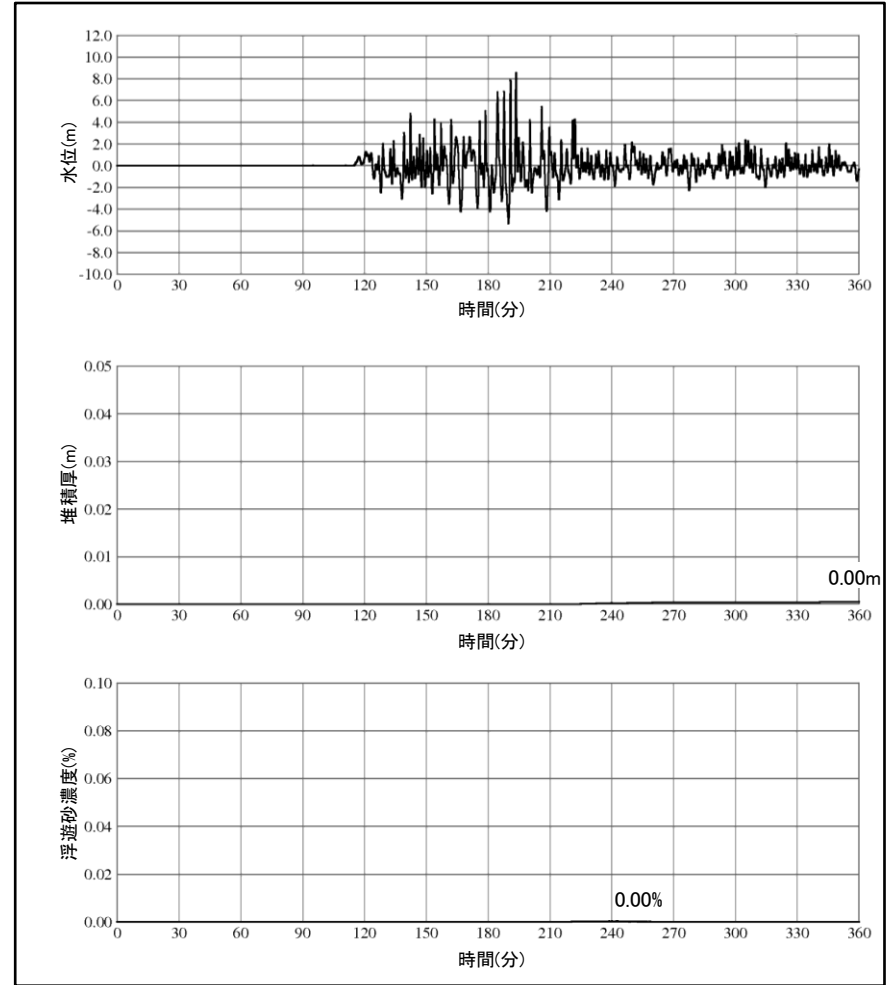
第662回審査会合 資料2-1 P55 再掲

・基準津波1(下降側)による取水槽の水位, 堆積厚及び浮遊砂濃度の時刻歴を示す。

高橋ほか(1999)の手法(浮遊砂上限濃度1%)



基準津波1(下降側, 防波堤有, ポンプ運転)



基準津波1(下降側, 防波堤有, ポンプ停止)

参考文献

- (1) (社)土木学会原子力土木委員会津波評価部会(2002): 原子力発電所の津波評価技術
- (2) (社)土木学会原子力土木委員会津波評価部会(2016): 原子力発電所の津波評価技術2016
- (3) 渡辺偉夫(1998): 日本被害津波総覧【第2版】, 東京大学出版会, p.238.
- (4) 羽鳥徳太郎(1984a): 日本海の歴史津波, 月刊海洋科学, Vol.16, p.538-545
- (5) 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013): 日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会, p.694
- (6) 羽鳥徳太郎(1996): 日本海における津波マグニチュードの特性, 津波工学研究報告13, p.17-26
- (7) 羽鳥徳太郎(1986): 津波の規模階級の区分, 東京大学地震研究所彙報, 第61冊第3号, p.503-515
- (8) 国立天文台編(2016): 理科年表 平成29年, 丸善, 1104p
- (9) 東北大学・原子力規制庁(2014): 津波痕跡データベース, <http://tsunami-db.irides.tohoku.ac.jp/>
- (10) 箕浦幸治・菅原大助・山野井徹・山田努(2014): 海溝型地震の予後: 津波痕跡による変動の評価, 日本地質学会学術大会講演要旨, 121st, p.134
- (11) 飯田汲事(1985): 歴史地震の研究(2) 万寿3年5月23日(1026年6月16日)の地震および津波の災害について, 愛知工業大学研究報告, 専門関係論文集, p.199-206
- (12) 羽鳥徳太郎・片山通子(1977): 日本海沿岸における歴史津波の挙動とその波源域, 東京大学地震研究所彙報, Vol.52, p.49-70
- (13) 佐竹健治・加藤幸弘(2002): 1741年寛保津波は渡島大島の山体崩壊によって生じた, 海洋, 28号, p.150-160
- (14) 羽鳥徳太郎(1994): 山陰地方の津波の特性, 津波工学研究報告, 第11号, pp.33-40
- (15) 羽鳥徳太郎(1995): 日本海沿岸における津波のエネルギー分布, 地震 第2輯, 第48巻, pp.229-233
- (16) 都司嘉宜, 加藤健二, 荒井賢一, 上田和枝(1994): 北海道南西沖地震津波の西日本海岸での浸水高, 月刊海洋, 号外No.7, pp.192-200
- (17) 阿部邦昭(1996): 津波に対する島のレンズ効果ーその1. 1993年北海道南西沖地震津波, 地震 第2輯, 第49巻, pp.1-9
- (18) 気象庁(1984): 昭和58年(1983年)日本海中部地震調査報告, 気象庁技術報告, 第106号, 252p
- (19) 気象庁(1995): 平成5年(1993年)北海道南西沖地震調査報告, 気象庁技術報告, 第117号, 281p

参考文献

- (20) (社)土木学会耐震工学委員会(1997):1993年北海道南西沖地震震害調査報告, (社)土木学会, pp.76-106
- (21) 羽鳥徳太郎(1984b):北海道渡島沖津波(1741年)の挙動の再検討—1983年日本海中部地震津波との比較—, 東京大学地震研究所彙報, Vol.59, pp.115-125
- (22) 都司嘉宜, 加藤健二, 荒井賢一, 上田和枝(1994):北海道南西沖地震津波の西日本海岸での浸水高, 月刊海洋, 号外No.7, pp.192-200
- (23) (社)土木学会日本海中部地震震害調査委員会(1986):1983年日本海中部地震震害調査報告書, (社)土木学会, pp.111-181
- (24) 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, p.52
- (25) 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, p.356-360
- (26) Mansinha,L. and Smylie,D.E.(1971):The displacement fields of inclined faults, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.61, p.1433-1440
- (27) (社)土木学会(1999):「水理公式集[平成11年版]」, p.713
- (28) 電力土木技術協会(1995):「火力・原子力発電所土木構造物の設計—補強改訂版—」, p.1102
- (29) 千秋信一(1967):「発電水力演習」, 学献社, p.423.
- (30) 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, p.93-104
- (31) 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1995年合同大会予稿集, p.370
- (32) 羽鳥徳太郎(1995):日本海沿岸における津波のエネルギー分布, 地震 第2輯, 第48巻, p.229-233
- (33) 国土交通省・内閣府・文部科学省(2014):日本海における大規模地震に関する調査検討会, 最終報告書(H26.9)
- (34) 地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会(2003):日本海東縁部の地震活動の長期評価について, http://www.jishin.go.jp/main/chousa/03jun_nihonkai/index.html
- (35) 秋田県(2013):「地震被害想定調査」に係る津波関連データについて, <http://www.pref.akita.lg.jp/www/contents/1356530698859/>
- (36) 石川県(2012):石川県津波浸水想定区域図, <http://www.pref.ishikawa.jp/bousai/tsunami/index.html>
- (37) 福井県(2012):福井県における津波シミュレーション結果の公表について, <http://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kikitaisaku/kikitaisaku/tunami-soutei.html>

参考文献

- (38) 鳥取県(2012): 鳥取県津波対策検討業務報告書概要, p.3-23
- (39) 島根県(2012): 島根県津波浸水想定区域マップ, <http://web-gis.pref.shimane.lg.jp/tsunami/>
- (40) 山口県(2012): 第3回山口県地震・津波防災対策検討委員会,
<http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a10900/bousai/jisin-tunamiikai.html>
- (41) 阿部勝征(1989): 地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測, 東京大学地震研究所彙報, Vol.64, p.51-69
- (42) 島根県(2016): 島根県地震津波防災対策検討委員会,
http://www.pref.shimane.lg.jp/bousai_info/bousai/bousai/bosai_shiryō/tsunamibousai.html
- (43) 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, p.346-350
- (44) 大竹政和・平朝彦・太田陽子(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
- (45) Watts, P., Grilli, S.T., ASCE, M., Tappin, D.R., and Fryer, G.J. (2005): Tsunami Generation by Submarine Mass Failure. II: Predictive Equations and Case Studies, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, ASCE, p.298-310
- (46) 徳山英一・本座栄一・木村政昭・倉本真一・芦寿一郎・岡村行信・荒戸裕之・伊藤康人・徐垣・日野亮太・野原壯・阿部寛信・坂井眞一・向山建二郎(2001): 日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史, 海洋調査技術, 13:別添CD-ROM
- (47) 山本博文・上嶋正人・岸本清行(1989): 鳥取沖海底地質図(20万分の1)及び同説明書, 海洋地質図, 35号, 地質調査所
- (48) 玉木賢策・湯浅真人・村上文敏(1982): 隠岐海峡海底地質図(20万分の1), 海洋地質図, 20号, 地質調査所
- (49) 池原研(2007): 日御碕沖表層堆積図(20万分の1)及び同説明書, 海洋地質図, 62号(CD), 地質調査総合センター
- (50) 池原研(2010): 隠岐海峡表層堆積図(20万分の1)及び同説明書, 海洋地質図, 69号(CD), 地質調査総合センター
- (51) 平石哲也・柴木秀之・原崎恵太郎・原信彦・三嶋宣明(2000): 地震断層と海底地滑りを考慮した1998年パプアニューギニア地震津波の日本沿岸への適用, 海岸工学論文集, p.341-345
- (52) 日本水路協会(2008a): 海底地形デジタルデータM7012(若狭湾)
- (53) 日本水路協会(2008b): 海底地形デジタルデータM7013(隠岐)

参考文献

- (54) Grilli, S.T., ASCE, M., and Watts, P. (2005): Tsunami Generation by Submarine Mass Failure. I: Modeling, Experimental Validation, and Sensitivity Analyses, *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, ASCE, p.283–297
- (55) Maeno, F., and Imamura, F. (2007): Numerical investigations of tsunamis generated by pyroclastic flows from Kikai caldera, Japan, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL.34, L23303, 2007
- (56) 松本智裕・橋和正・今村文彦・首藤伸夫(1998): 土石流による津波発生・伝播モデルの開発, *海岸工学論文集*, 第45巻, p.346–350
- (57) K. Kawamata, K. Takaoka, K. Ban, F. Imamura, S. Yamaki and E. Kobayashi (2005): Model of tsunami generation by collapse of volcanic eruption: The 1741 Oshima–Oshima tsunami, *Tsunamis: Case studies and recent developments*, p.79–96
- (58) 防災科学技術研究所(2005): 地すべり地形分布図 第25集「松江・高梁」, 国立研究開発法人防災科学技術研究所
- (59) 防災科学技術研究所(2006): 地すべり地形分布図 第26集「浜田・大社」, 国立研究開発法人防災科学技術研究所
- (60) Huber and Hager (1997): *Forecasting Impulse Waves in Reservoirs*, Commission Internationale Des Grands Barrages Florence.
- (61) 財団法人高速道路調査会(1985): 地すべり地形の安定度評価に関する研究報告書
- (62) 国土交通省(2006): 「道路における災害危険箇所の再確認について」実施要領
- (63) 町田洋・新井房夫(2011): 新編日本の火山灰アトラス, 東京大学出版会
- (64) 金允圭(1985): 韓国, 鬱陵島火山島の岩石学—その1. 地質—, *岩石鉱物鉱床学会誌*, Vol80, p.128–135
- (65) Harumoto A. (1970): *Volcanic Rocks and Associated rocks of Utsuryoto island, (Japan Sea)*, Dept. Geol. Mineral. Kyoto Univ., p.39
- (66) 太田陽子・成瀬敏郎・田中眞吾・岡田篤正 編(2004): 日本の地形6 近畿・中国・四国, 東京大学出版会, p.383
- (67) 山内靖喜・沢田順弘・高須晃・小室裕明・村上久・小林伸治・田山良一(2009): 西郷地域の地質, *地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)*, (独)産業技術総合研究所地質調査総合センター
- (68) Noda, S.・K. Yashiro・K. Takahashi・M. Takemura・S. Ohno・M. Tohdo・T. Watanabe (2002): RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, *OECD–NEA Workshop on the Relations Between Seismological Data and Seismic Engineering*, Oct.16–18 Istanbul, p.399–408

参考文献

- (69) 宮本新平・玉井孝謙(2014): 島根半島における津波堆積物調査について(佐陀本郷および千酌の事例), 日本応用地質学会中国四国支部研究発表会発表論文集, 2014, p.65-70
- (70) 安本善征(2013): 鳥取沿岸津波堆積物調査の途中経過報告, 平成25年度 中国地質調査協会鳥取支部第15回技術講演
- (71) 酒井哲弥(2014a): 鳥取県内での津波堆積物検出作業の経過報告, 鳥取沿岸津波堆積物調査報告会(第2回), 鳥取県, 配布資料, (2014/7/10発表)
- (72) 酒井哲弥(2014b): 山陰に押し寄せた津波の痕跡を探る: 2012年度津波堆積物検出調査の結果報告, 山陰防災フォーラム 2013年春の講演会, <http://www.geo.shimane-u.ac.jp/sdpf/Sakai-2013-Spring-SYDPF.pdf>, (2014/5/17発表)
- (73) 酒井哲弥・入月俊明(2014): 山陰地域における自然災害データベースの構築および防災研究拠点の形成 研究成果報告書 津波堆積物調査報告, 島根大学研究機構戦略的研究推進センター「萌芽研究部門」平成24~25年度プロジェクト, p.57~62, (2014/3発表)
- (74) 酒井哲弥・瀬戸浩二・安本善征・林照悟・田代誠士(2014): 鳥取県西部弓ヶ浜半島で見つかった津波由来の可能性のある堆積物とその意義, 日本地質学会第121年学術大会講演要旨, p.104, (2014/9/15発表)
- (75) 西口幹人・佐藤慎司・山中悠資・竹森涼(2014): 海岸堆積砂のルミネッセンス計測に基づく歴史津波の分析, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.70, No.2, I_291-I_295
- (76) 入月俊明・横地由美・河野重範・吉岡薫・野村律夫(2014): 隠岐島後重栖における津波堆積物の報告, 山陰防災フォーラム2014春の講演会, 予稿集
- (77) 文部科学省(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, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/Japan_Sea/JSH27Report/PDF/11_H27JSPJ-C3.2.1.2.pdf
- (78) 酒井哲弥・入月俊明・藤原勇樹・安井絵美(2016): 山陰での津波堆積物調査とその成果, 日本地質学会学術大会講演要旨, 123st, p.181
- (79) 東北大学・原子力規制庁(2014): 津波痕跡データベース, <http://tsunami-db.irides.tohoku.ac.jp/>
- (80) 都司嘉宣・今井健太郎・岩瀬浩之・森谷拓実・松岡祐也・佐藤雅美・芳賀弥生・今村文彦(2017): 天保四年(1833)出羽沖地震津波の隠岐諸島, および島根半島での津波高, 津波工学研究報告, 第33号, p.333-356.
- (81) (社)日本原子力学会(2012): 日本原子力学会標準原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準: 2011

参考文献

- (82) (社)土木学会 原子力土木委員会 津波評価部会(2011):確率論的津波ハザード解析の方法
- (83) 垣見俊弘・松田時彦・相田勇・衣笠善博(2003):日本列島と周辺海域の地震地体構造区分,地震,第2輯,第55巻,p.389-406
- (84) 萩原尊禮(1991):日本列島の地震 地震工学と地震地体構造, 鹿島出版
- (85) 藤井直樹・大森政則・高尾誠・金山進・大谷英夫(1998):津波による海底地形変化に関する研究, 海岸工学論文集, 第45巻, p.376-380
- (86) 高橋智幸・首藤伸夫・今村文彦・浅野大輔(1999):掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発, 海岸工学論文集, 第46巻, p.606-610
- (87) 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, p.356-360.
- (88) 自然科学研究機構 国立天文台編(2017):理科年表 平成29年, 丸善, p.386
- (89) 海上保安庁水路部(1992):5万分の1沿岸の海の基本図 海底地形地質調査報告 美保関.
- (90) 玉田崇・田村保・高橋智幸・佐々木元(2009):河川での津波防災検討における津波移動床モデルの適用性に関する研究, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.B2-65, No.1, p.301-305
- (91) 藤田尚毅・稲垣和男・藤井直樹・高尾誠・金戸俊道(2010):津波による海底地形変化評価モデルの現地適用性に関する研究, 海洋開発論文集, 第26巻, p.213-216
- (92) 近藤武司・森本徹・藤本典子・殿最浩司・志方建仁(2012):港湾での津波による土砂移動計算の再現性評価, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.68, No.2, p.I_396-I_400
- (93) 森下祐・高橋智幸(2014):2011年東北地方太平洋沖地震津波襲来時の気仙沼湾を対象とした津波移動床モデルの再現性向上, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.70, No.2, p.I_491-I_495