島根原子力発電所２号炉　審査資料	
資料番号	EP(E)-074(補)改03
提出年月	令和３年４月９日

島根原子力発電所　２号炉

津波評価について（補足説明）

令和3年4月9日
中国電力株式会社

Energia

目次

1.施設概要及び文献調査 P.4
2.津波評価手法及び評価条件 P.15
2-1 数値シミュレーション手法 P.16
2-2 既往津波の再現性の検討 P.25
2-3 既往津波の敷地における水位の検討 P.33
3.地震による津波の想定 P.37
3-1 地震による津波の検討方針 P.38
3-2 海域活断層から想定される地震による津波の検討 P.59
（1）土木学会に基づく検討 P.59
3-3 日本海東縁部に想定される地震による津波の検討 P.81
（1）土木学会に基づく検討 P.81
（2）地震発生領域の連動を考慮した検討 P.101
3-4 行政機関による津波評価 P.128
（1）海域活断層から想定される地震による津波の検討 P.128
（a）国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討 P.128
（b）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 P.136
（2）日本海東縁部に想定される地震による津波の検討 P.138
（a）国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討 P.138
（b）地方自治体独自の波源モデルに基づく検討 P.148

目次

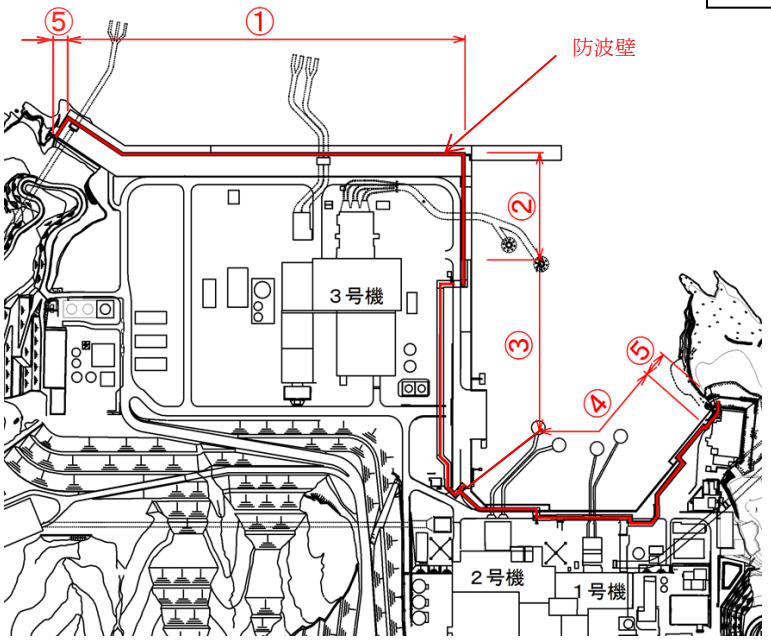
4.地震以外の要因による津波の想定 P.159
4-1 海底地すべりに起因する津波の検討 P.160
（1）評価対象地すべり地形の選定 P.160
（2）数値シミュレーションの実施 P.205
4-2 陸上地すべりに起因する津波の検討 P.226
（1）地すべり地形の抽出 P.226
（2）津波高の概略検討 P.235
（3）数値シミュレーション P.246
4-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討 P.266
4-4 隠岐諸島における陸上地すべり及び岩盤崩壊 P.271
5.津波起因事象の重畳による津波想定 P.289
5-1 評価対象の選定 P.290
5-2 海域活断層と陸上地すべりの重畳 P.297
6.防波堤の影響検討 P.303
6-1 鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波 P.304
6-2 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 P.305
7.基準津波の策定 P.308

目次

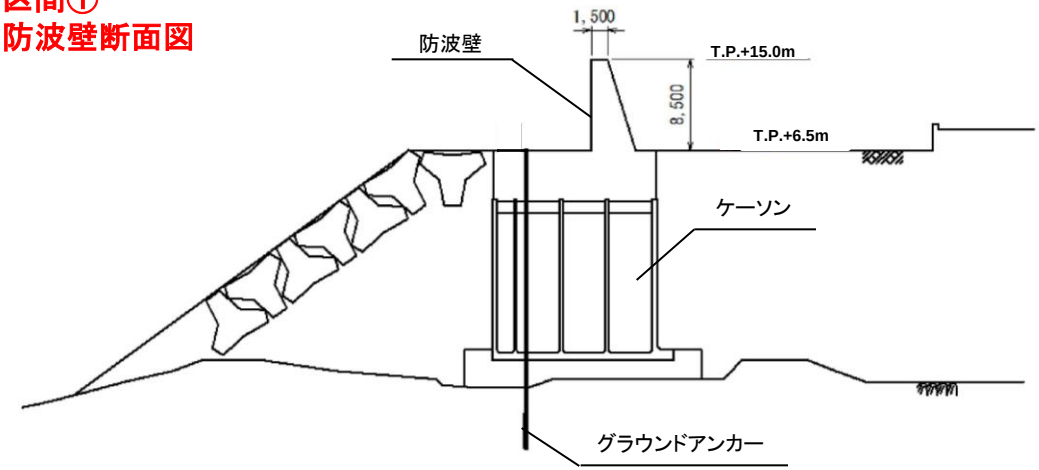
8.津波堆積物調査 P.310
8-1 敷地周辺における津波堆積物調査 P.311
8-2 山陰地方における津波堆積物調査 P.335
（1）津波堆積物に関する文献調査 P.335
（2）イベント堆積物層厚及び分布標高に関する考察 P.347
（3）基準津波との比較 P.371
9.津波の伝播特性 P.387
10.取水性の確保 P.391
11.年超過確率の参照 P.393
11-1 連動領域の地震発生モデル及び津波高さ推定モデル P.394
11-2 海域活断層から想定される地震による津波 P.410
11-3 領域震源（背景的地震）と敷地周辺の主な海域活断層の位置関係 P.419
11-4 フラクタイル曲線 P.421
11-5 施設護岸又は防波壁，2号炉取水口及び2号炉取水槽における津波ハザード評価結果 P.424
11-6 防波堤の影響検討 P.428
12.基準津波に対する安全性（砂移動評価） P.437
12-1 取水口周辺における砂移動評価結果まとめ P.438

1.施設概要及び文献調査
2.津波評価手法及び評価条件
3.地震による津波の想定
4.地震以外の要因による津波の想定
5.津波起因事象の重畳による津波想定
6.防波堤の影響検討
7.基準津波の策定
8.津波堆積物調査
9.津波の伝播特性
10.取水性の確保
11.年超過確率の参照
12.基準津波に対する安全性（砂移動評価）

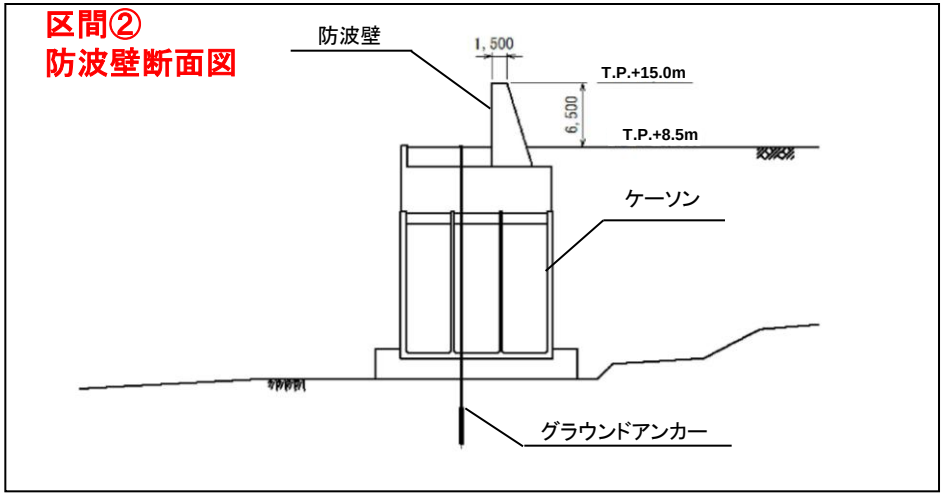
防波壁及び防水壁の構造



区間①
防波壁断面図

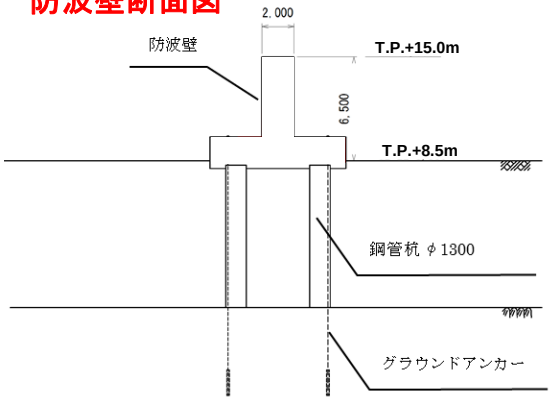


区間②
防波壁断面図

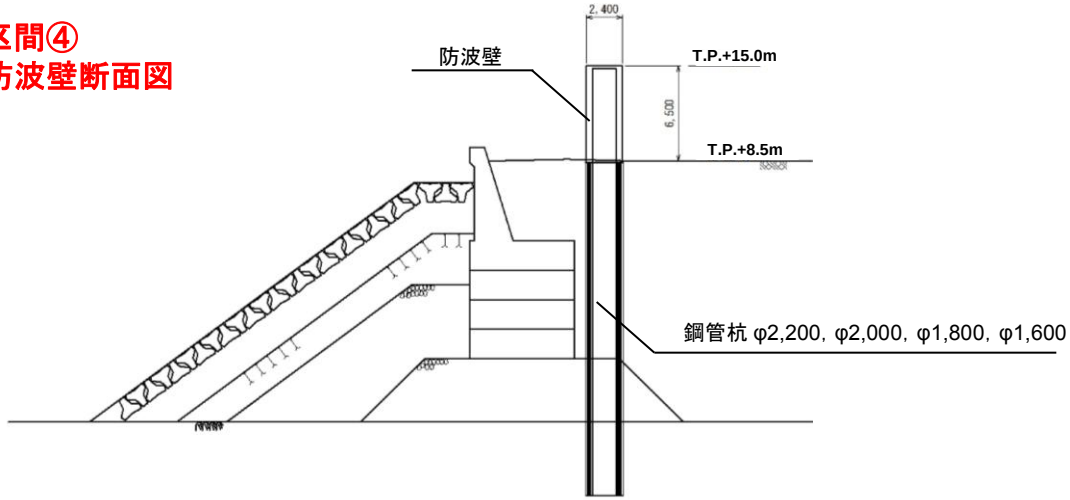


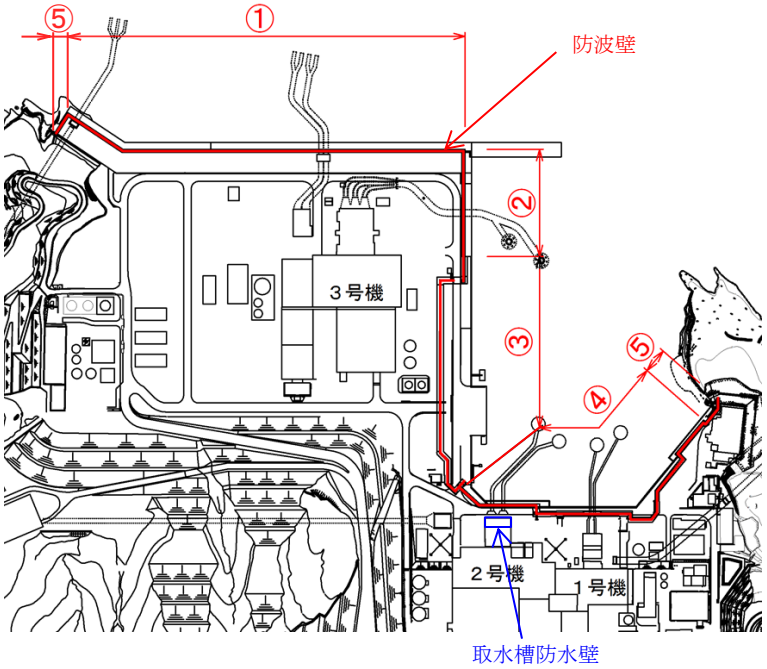
防波壁及び防水壁の構造

区間③ 防波壁断面図

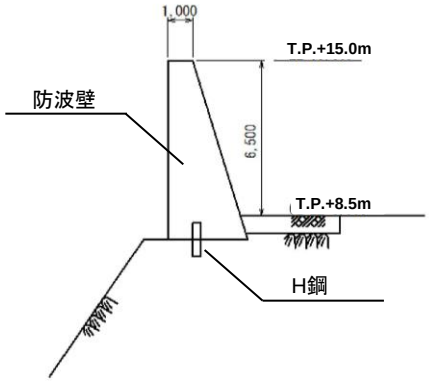


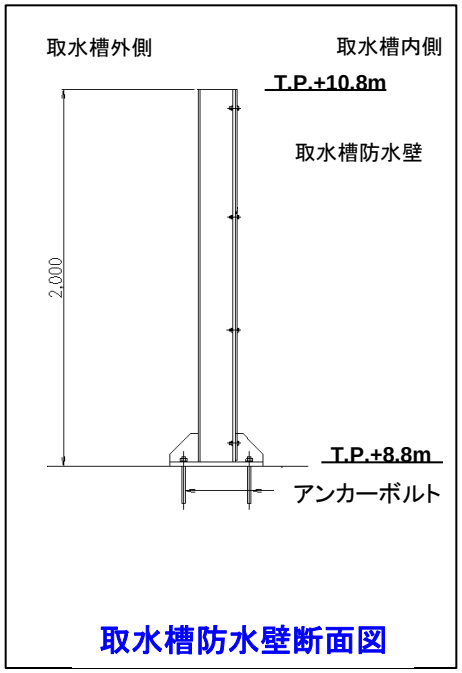
区間④ 防波壁断面図





区間⑤ 防波壁断面図

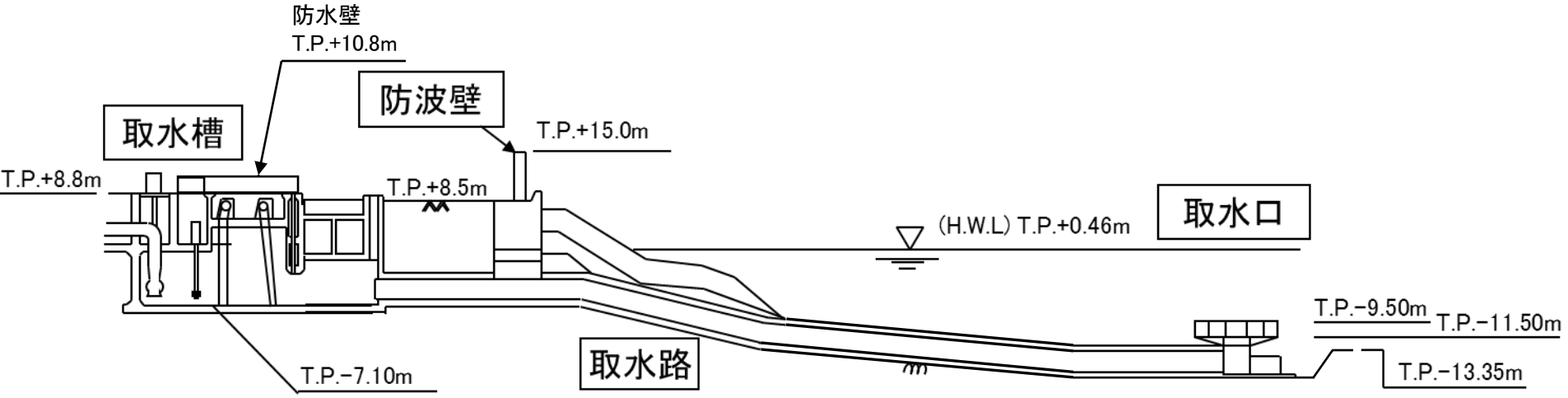




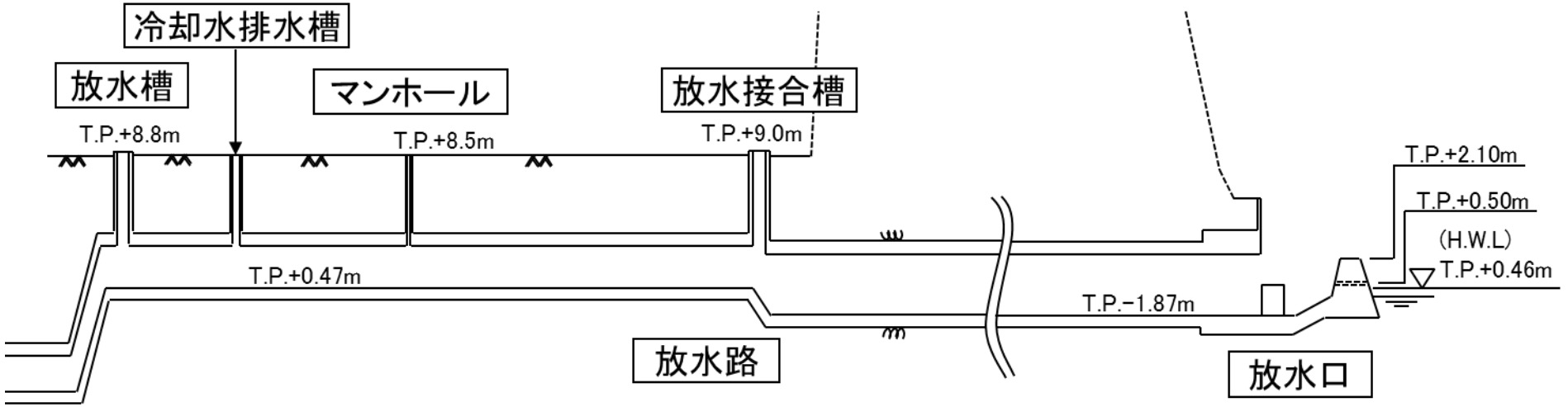
取水槽防水壁断面図

取水・放水施設　断面図（1号炉）

1号炉取水施設

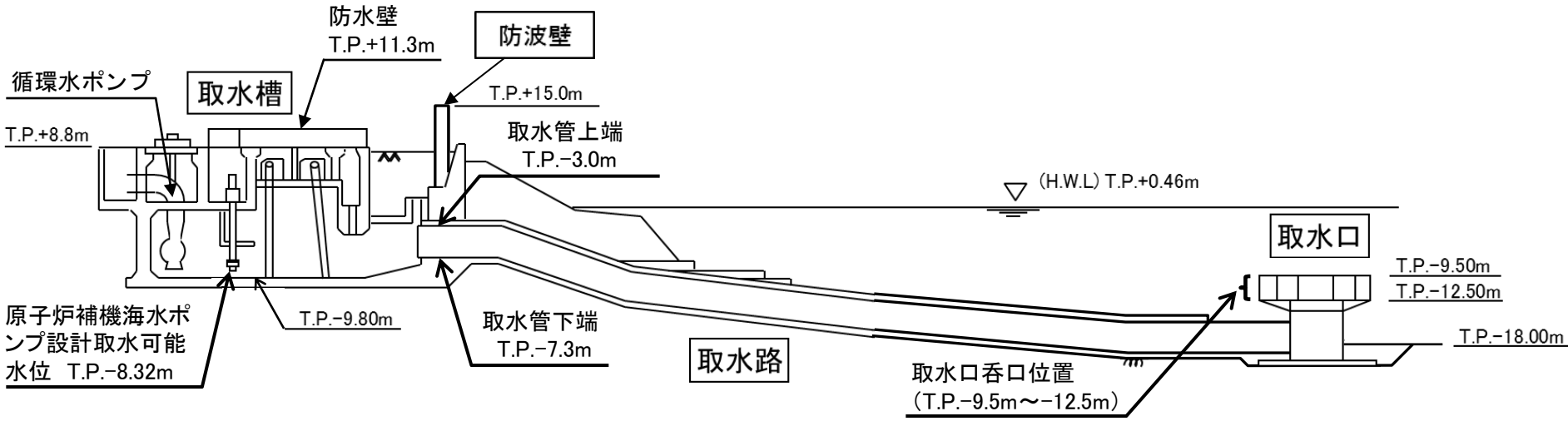


1号炉放水施設

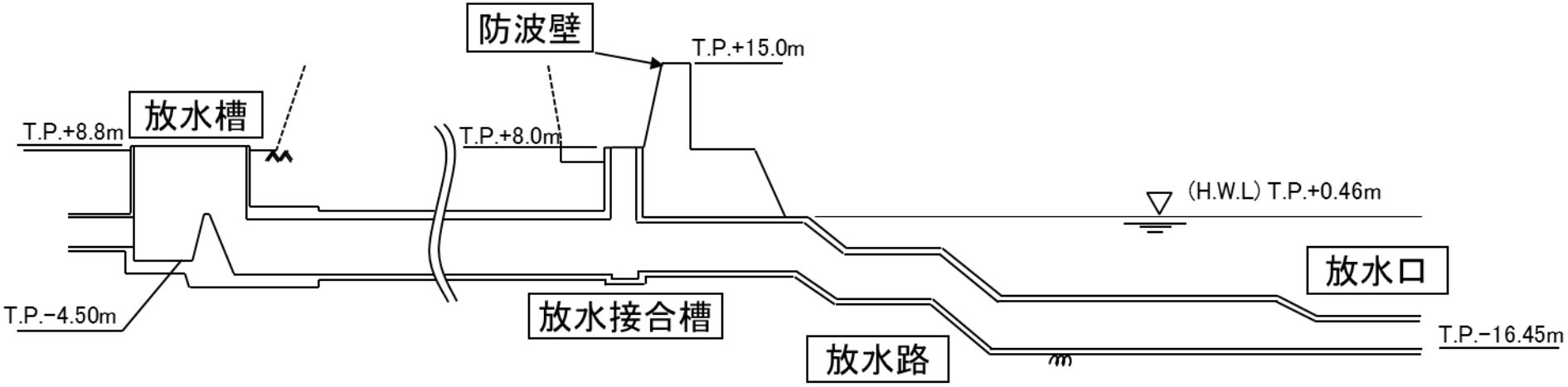


取水・放水施設　断面図（2号炉）

2号炉取水施設

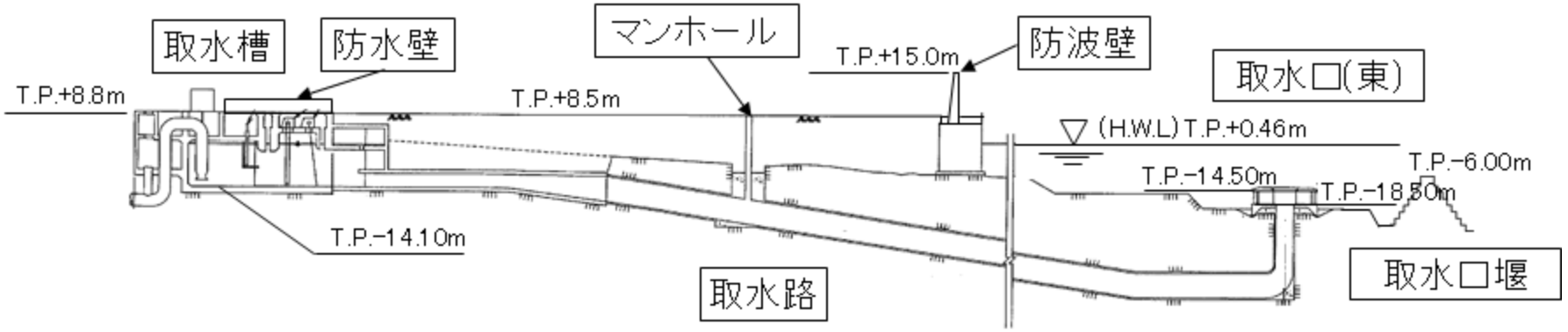


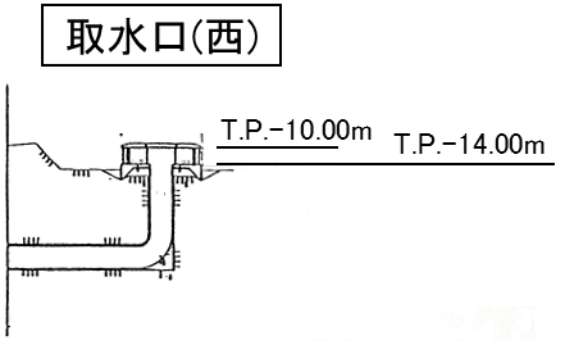
2号炉放水施設



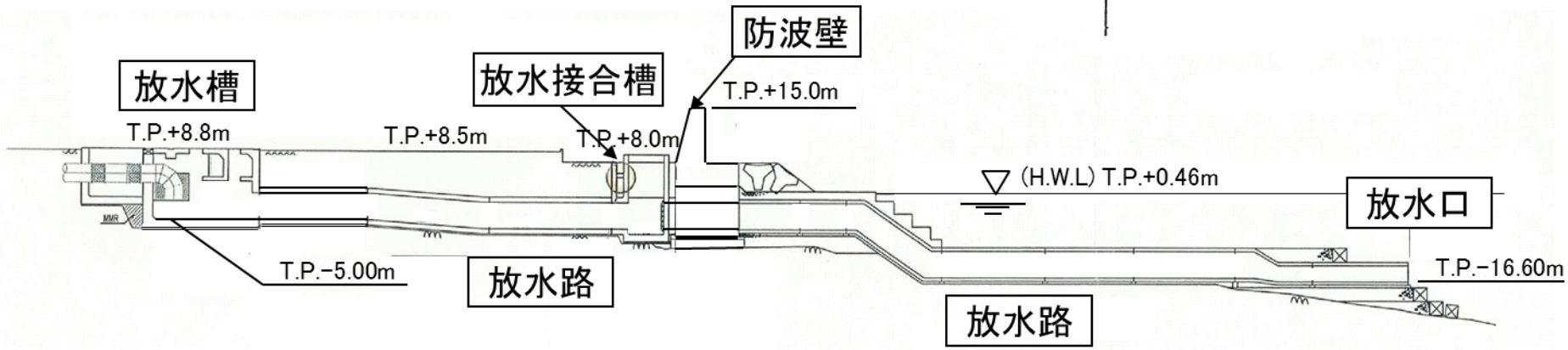
取水・放水施設　断面図（3号炉）

3号炉取水施設





3号炉放水施設



余白

万寿津波に関する文献

万寿津波について記載された主な文献を以下に引用し整理した。

文献名	歴史記録等の信頼性に関する記載	津波発生原因に関する記載	津波影響範囲・津波高さに関する記載
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 飯田(1985)[1]	・日本の地震史や津波史ないしは災害史にもその記事は見当らない。	・高津川・益田川の沖合に震源があったと考えられる。震央を求めれば海岸から約10kmくらい沖合で東経131.8度，北緯34.8度くらいになる。	・影響範囲の西は山口県阿武郡の須佐付近から東は島根県那賀郡江津付近までの約120kmに及んでいる。 ・津波の高さはその被害および浸入の範囲や現地の陸地高距などから考えて大きなところが6~10mと考えられる。
堆積物にみる万寿地震津波の痕跡 箕浦(1994)[2]	・当時の主だった歴史記録に津波に関する明らかな記述はなく，この災害が文献にあらわれたのはずっと後世になってからである。	-	・平野を構成する堆積物の分布からは，万寿の津波は海岸からせいぜい数キロさかのぼったにすぎなかったと推定され，その規模はこれまでの推定よりずっと小さかったと考えられる。
万寿石見津波の浸水高の現地調査 都司・加藤(1995)[3]	・地点の指定された伝承にかぎれば，それらが記録化されたのは，古くて江戸時代の中期であることに注意したい。 ・残念ながら，万寿津波の場合には信頼性のおける確実な史料というものがない。	・万寿津波という益田平野で高さ20mを越えるような大きな津波を伴う地震が山陰沖で起きていたとしても別に不思議ではないといえるであろう。ただ，ではその地震の振動がどうして韓国側，高麗王朝の記録に記載されていないのかという疑問が残る。 ・このとき京都では「小右記」の日記が書き続けられており，毎日の天候とともに有感地震も記録されていた。そこには，万寿3年5月23日はただ天気「晴れ」とかかれているだけで，有感地震についてはなにも書かれていない。	・益田市益田川，高津川下流の平野部で，万寿津波の浸水先の伝承のある地点の津波の高さを測ってみると，すべて，およそ20m以上と25m以下の値が得られた。
日本被害地震総覧 宇佐美ほか(2013)[4]	・口碑および信憑性の低い史料による。	・口碑・史料に「地震」という語は見出せない。	・波は川沿いに16km上流に達したという。 ・被害は50km以上東の黒松（現江津市黒松町）にまで及んだ。
海溝型地震の予後：津波痕跡による変動の評価 箕浦ほか(2014)[5]	-	・大規模な斜面崩壊による海洋変動が津波発生の原因 ・北北西約135kmの遥か沖に残された800m近い落差を有する海底地滑り	・岩見（現在の島根県益田市）の海岸に巨大な津波が襲来した。

・万寿津波については，津波影響範囲や津波高さについて記載はあるものの，ほとんどが信頼性の低い歴史記録によるものであり，信憑性に乏しいと評価した。また，津波の襲来範囲は島根県の江津（ごうつ）までとされており，敷地への影響はなかったと評価した。

※万寿津波の数値シミュレーションによる敷地への影響検討は，海底地すべりに起因する津波の検討により実施する。（P216～225参照）

（参考）万寿津波に関する文献（箕浦ほか（2014））

海溝型地震の予後：津波痕跡による変動の評価

箕浦幸治（東北大学・院・理学研究科）・菅原大助（東北大学災害科学研）・山野井徹（山形大学名誉教授）・山田努（東北大学・院・理学研究科）

Aftereffects of subduction-zone earthquakes: geological estimates on the basis of tsunami traces

Authors: Minoura, K. (Tohoku Univ.), Sugawara, D. (Tohoku Univ.), Yamanoi, T. (Yamagata Univ.), Yamada, T. (Tohoku Univ.)

類聚国史百七十一にある貞観十一年年五月二十六日の記述は、大地震と大津波に関わる記録で終始している。869 年貞観地震とこれによる津波の被害の様子はこの記述により今日に伝えられているが、1905 年に吉田東伍が現れるまで 1000 年の永きに亘り歴史に埋もれていた。吉田の解釈と提言は、顧みられることなく遺棄され、1986 年仙台平野で貞観津波の痕跡が見いだされるまで世に現れることはなかった。全く異なる試みにより貞観地震津波の実体が明らかにされ、1000 年±100 年の周期をもって巨大地震が三陸沖で発生する可能性が指摘された。その 25 年後に東北日本太平洋沖地震が発生したのであるが、その時まで危険性の訴えは無関心の奈落に抛棄されてきた。3 年半が経過し震災の惨禍は記憶の風化に晒されているが、巨大地震の予後を看過してはならない。

嘉祥 3 年 10 月 16 日（グレゴリオ暦 850 年 11 月 27 日）、大震動に継いで海波が至り、庄内の海岸域に壊滅的な被害をもたらしたと史料（三代実録）に記されている。嘉祥の震災である。津波遡上の痕跡が庄内砂丘に残されており、層位的にこの津波による痕跡と考えられた（山野井ほか、2014）。更に別の層準にもイベント堆積層が見いだされ、年代値から 11 世紀に発生した津波による堆積層と判断した。歴史記録には地震の発生が表われず、斜面崩壊に伴う海洋震動が原因と推察される。東日本太平洋沖地震により東北日本弧は東西伸張の場におかれ、この影響は日本海側にも及んでいる。貞観地震により同様の構造的背景に於かれた庄内沖で斜面が崩落し、津波が発生した可能性がある。貞観地震の 18 年後の 887 年に南海・東南海型の海溝地震が起きており、この 139 年後の万寿 3 年 5 月 23 日（グレゴリオ暦 1026 年 6 月 16 日）に岩見（現在の島根県益田市）の海岸に巨大な津波が襲来した（Minoura and Nakata, 1994）。大規模な斜面崩壊による海洋変動が津波発生の原因と結論された。その痕跡は、後年に至って中田高により指摘され（私信、2012 年 4 月 22 日）、北北西約 135km の遥か沖に残された 800m 近い落差を有する海底地滑りである。日本海東縁の北と南で同じ頃に大規模な海底地滑りが発生したことになり、海溝型巨大地震により島弧の応力が解放され、日本海側で斜面が崩落し易くなったのが原因と思われる。

我々は、海底地滑りをモデル化して数値的に評価し、津波堆積物の陸上分布を制限条件として海底地滑りの最高適合を評価した。その結果，酒田沖水深 150～600m において延長 18km・幅 20km の範囲での崩落土砂による海底地盤上下変動量±30～40m の地滑りとして、庄内海岸では標高 20m 程度まで津波が到達する可能性を見いだした．この評価は海底地形に認められる崩落の規模を反映しており、海溝型巨大地震の予後として日本海側での斜面崩壊に伴う津波の危険性に注目すべきであると結論した。益田沖の海底地滑りに関して同様に試算してみたところ、万寿 3 年 5 月 23 日（グレゴリオ暦 1026 年 6 月 16 日）津波堆積物の分布を説明できた。こうした海底地形は他にも散見され、日本海東縁での海底斜面崩壊に伴う津波発生の危険性は、大地震の予後として認識されるべきであろう。

引用文献

Minoura, K. and Nakata, T., 1994, Discovery of an ancient tsunami deposit in coastal sequence of southwest Japan: Verification of a large historic tsunami. The Island Arc, 3, 66-72.

山野井徹・門叶冬樹・加藤和弘・今野進・箕浦幸治，2014，庄内砂丘中の津波堆積物（既報）．山形応用地質，印刷中．

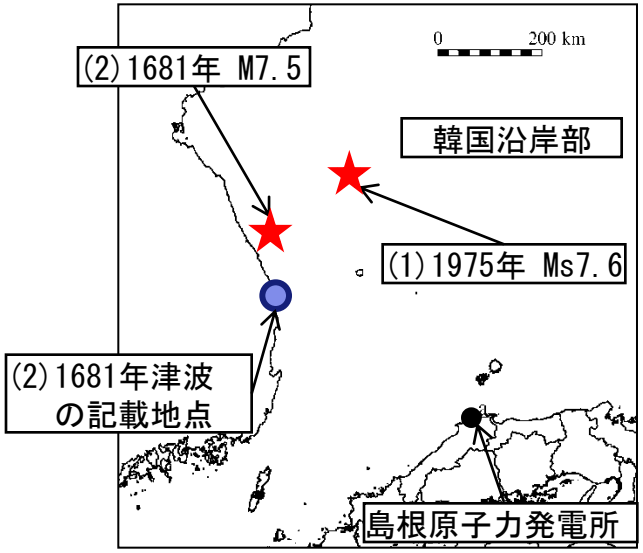
・箕浦ほか(2014)によると，「万寿3年5月23日に岩見（現在の島根県益田市）の海岸に巨大な津波が襲来した。大規模な斜面崩壊による海洋変動が津波発生の原因と結論された。その痕跡は，（中略）北北西約135kmの遥か沖に残された800m近い落差を有する海底地滑りである。」，また，「益田沖の海底地滑りに関して同様に試算してみたところ，万寿3年5月23日（グレゴリオ暦1026年6月16日）津波堆積物の分布を説明できた。」としている。

韓国・ロシア沿岸部に想定される地震に伴う津波

■ 韓国沿岸部

（1）HTDB(2000)(6)※1
- 「韓国（全地震）」として取りまとめた記録によると，韓半島東側海域では，Ms6～7.6程度※2の地震が発生したとされているが，「韓国（全津波）」として取りまとめた記録にそれらの地震に対応する津波の記載はない。
- 「韓国（全津波）」によると，韓半島東側海域では，1681年6月にMs7.0程度の地震に伴う津波が発生したとされている。

（2）秋ほか（2005）(8)
- 韓半島で発生した最大の地震は，1681年6月に発生した韓国東海岸地震（M7.5）とされている。
- 韓国東海岸地震(M7.5)について，朝鮮王朝実録の記載より，津波の引き潮のために潮が平常の波打ち際から100mから200m退き，海底が露出したと解釈できることから，5mかそれ以上の海水位の低下があったものとされている。



※1 現在，HPから削除されている。
※2 宇津（1999）(7)によると，「Ms＞6.8ではﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞMwとMsがよく一致する」とされている。

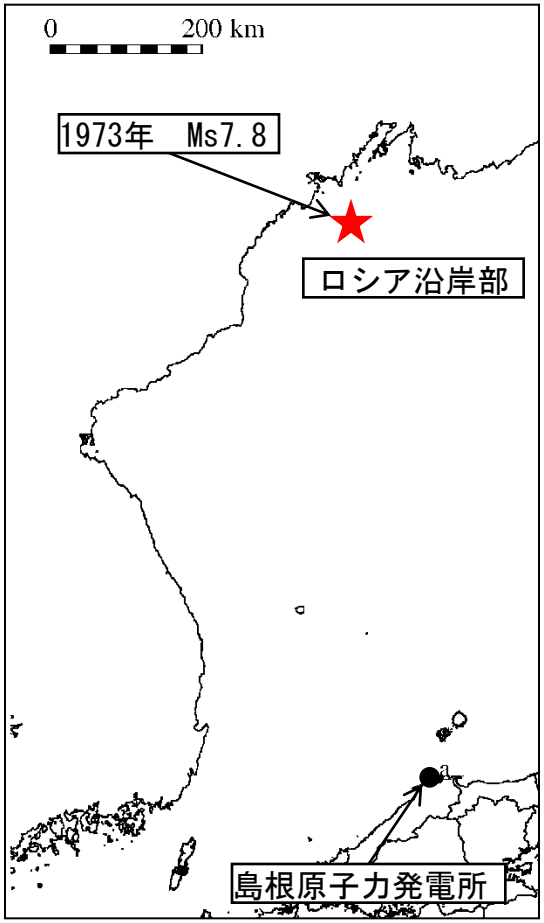
- 韓国沿岸部においては，Ms6～7.6程度の地震が発生したとされているが，それらの地震に対応する津波は韓国沿岸では観測されていない。
- 秋ほか（2005）では1681年の韓国東海岸地震（M7.5）に伴う津波の記述があるが，渡辺(1998)(9)によると，その津波が日本へ到達した記述はない。

韓国・ロシア沿岸部に想定される地震に伴う津波

■ ロシア沿岸部

（1）HTDB(2000)
・「ロシア沿岸（全地震）」として取りまとめた記録によると，沿岸部の海底地形の急変部付近において，Ms7.0から7.8程度の地震が発生したとされているが，「ロシア沿岸（全津波）」として取りまとめた記録に，それらの地震に対応する津波の記載はない。
・「ロシア沿岸（全津波）」として取りまとめた記録によると，Ms4.4程度の地震に伴う津波が観測されている。

ロシア沿岸部においては，Ms7.0から7.8程度の地震が過去に発生しているが，それらに対応する津波が記載されてない。



1.施設概要及び文献調査
2.津波評価手法及び評価条件
 2-1 数値シミュレーション手法
 2-2 既往津波の再現性の検討
 2-3 既往津波の敷地における水位の検討
3.地震による津波の想定
4.地震以外の要因による津波の想定
5.津波起因事象の重畳による津波想定
6.防波堤の影響検討
7.基準津波の策定
8.津波堆積物調査
9.津波の伝播特性
10.取水性の確保
11.年超過確率の参照
12.基準津波に対する安全性（砂移動評価）

管路計算方法

・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

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

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

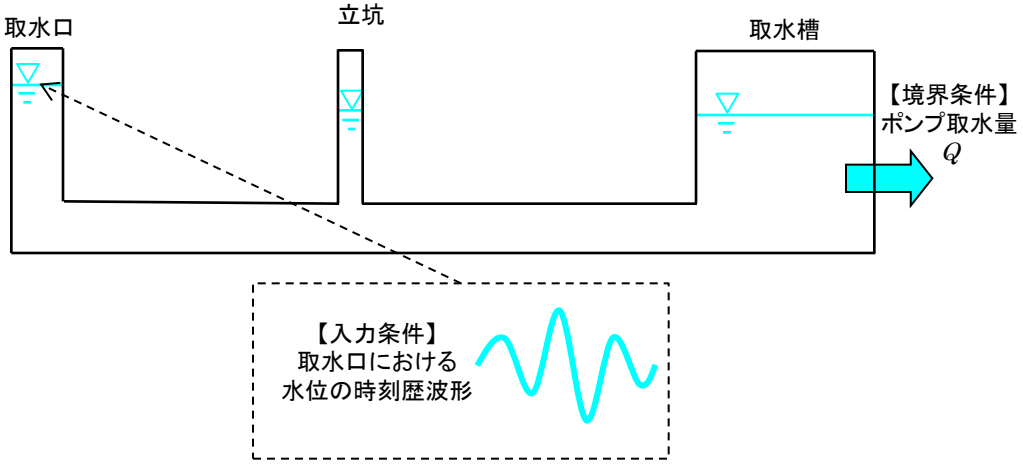
- 管路　（運動方程式）

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

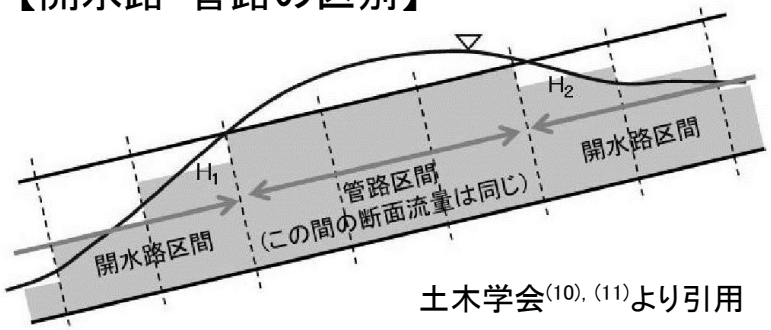
$$\frac{\partial Q}{\partial t}+gA\frac{\partial H}{\partial x}+gA\left(\frac{n^2|v|v}{R^{4/3}}+\frac{1}{\Delta x}f\frac{|v|v}{2g}\right)=0 \quad \text{（運動方程式）}$$

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[10), (11)]より引用

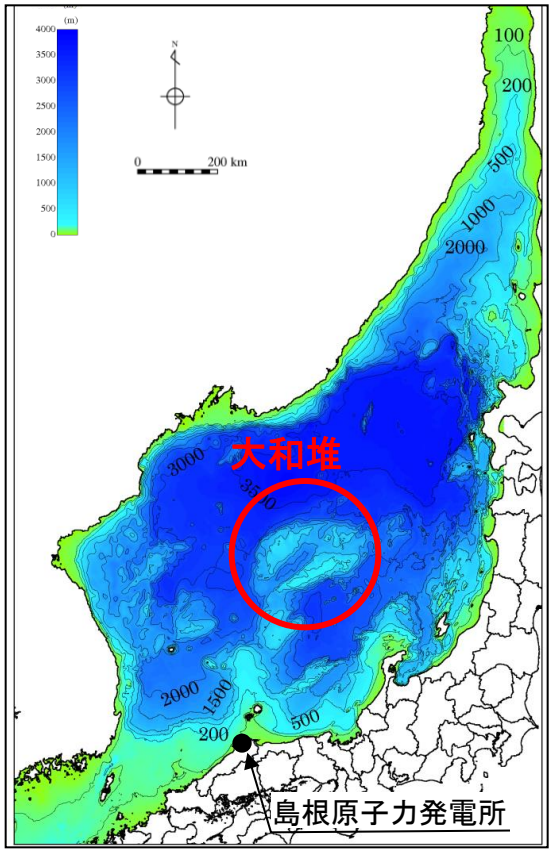
計算格子サイズの細分化 【申請以降の見直し】

■ 日本海全域

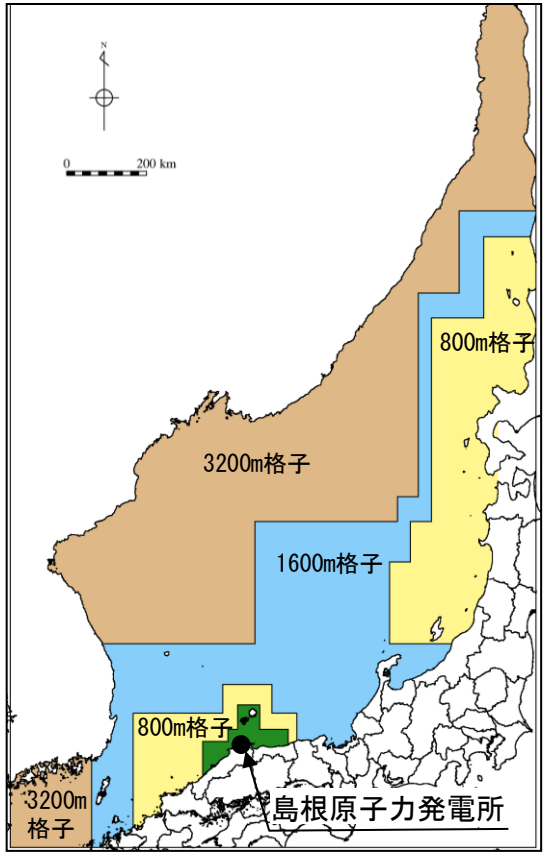
津波の数値シミュレーションの精度を向上させるため，津波の伝播経路，津波痕跡地点周辺の沿岸について計算格子サイズを細分化した。

・日本海東縁部に想定される地震による津波の伝播経路上に位置する大和堆の影響を詳細に考慮するため，最大計算格子サイズを3,200mから800mに細分化した。

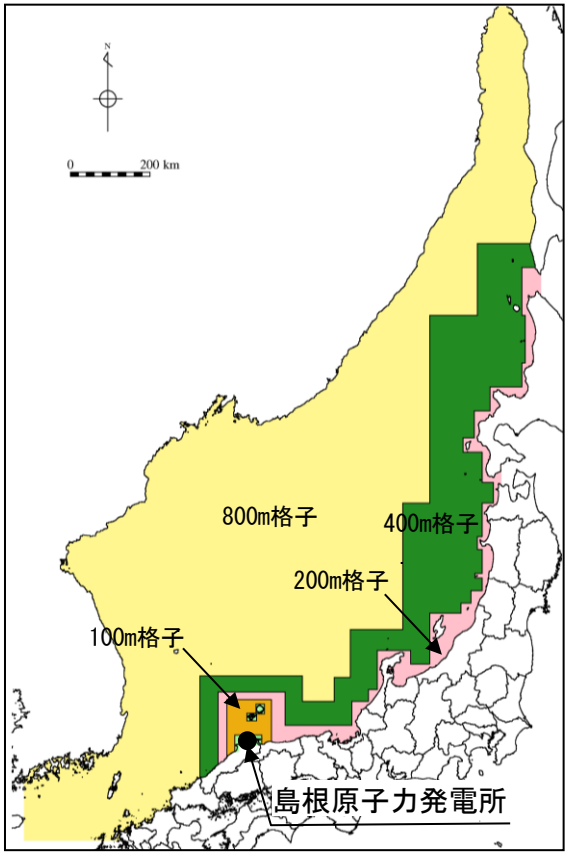
・北海道～鳥取県沿岸の最大計算格子サイズを1,600mから200mに細分化した。



海底地形



設置変更許可申請時（H25.12.25）

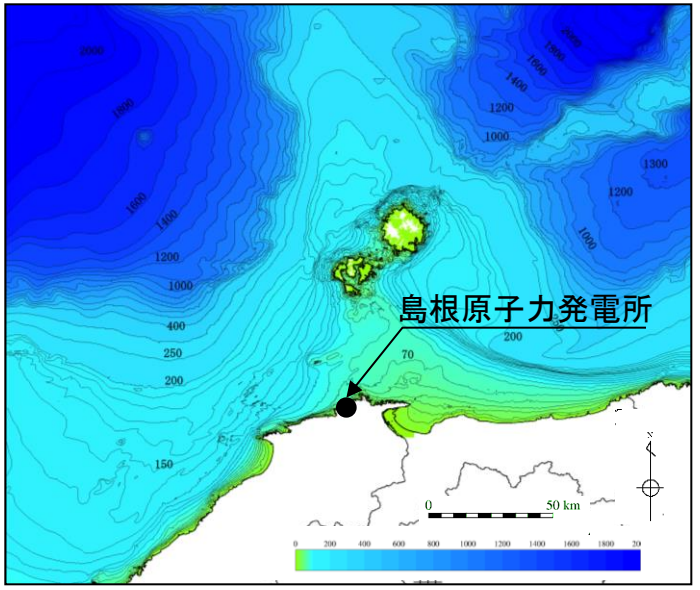


変更後

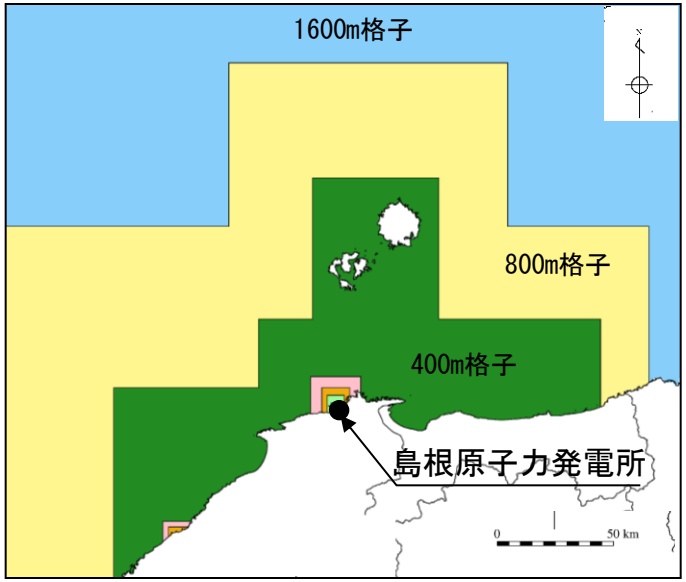
計算格子サイズの細分化

■ 島根半島周辺

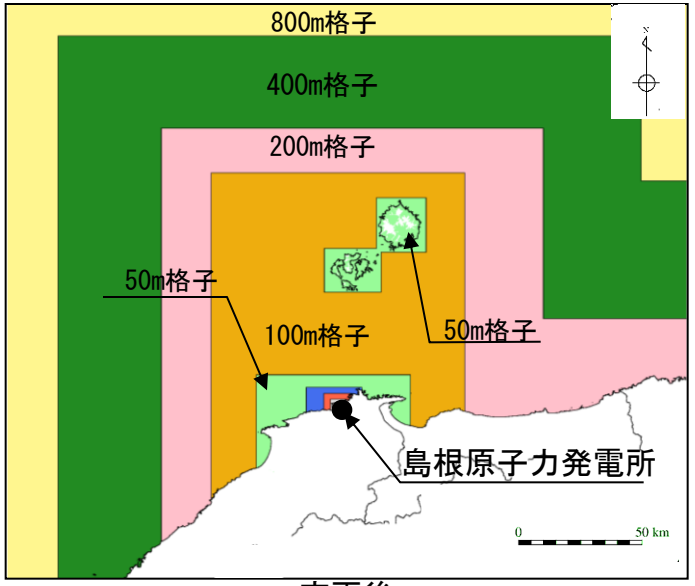
・隠岐諸島～島根半島の海底地形を考慮し，最大計算格子サイズを400mから100mに細分化した。



海底地形



設置変更許可申請時（H25.12.25）

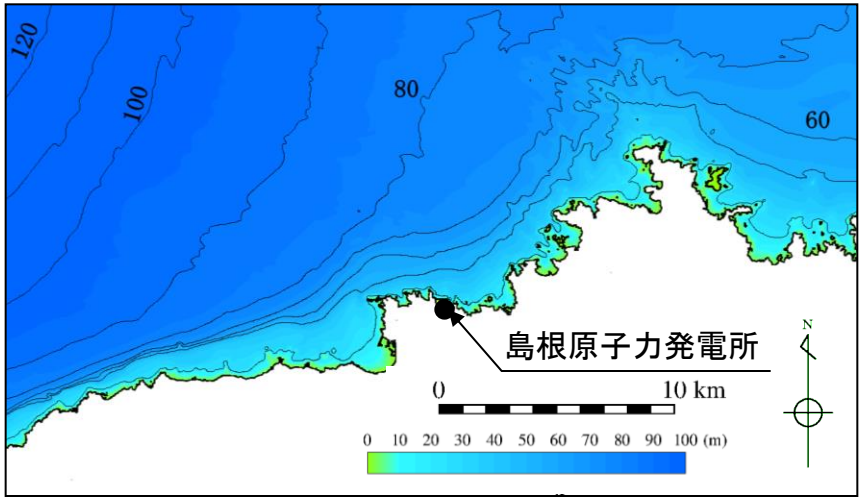


変更後

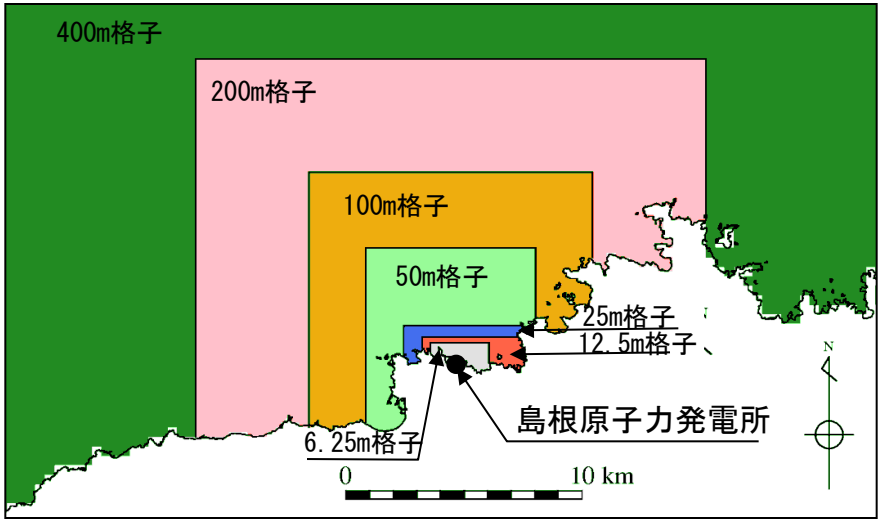
計算格子サイズの細分化

■ 島根原子力発電所周辺

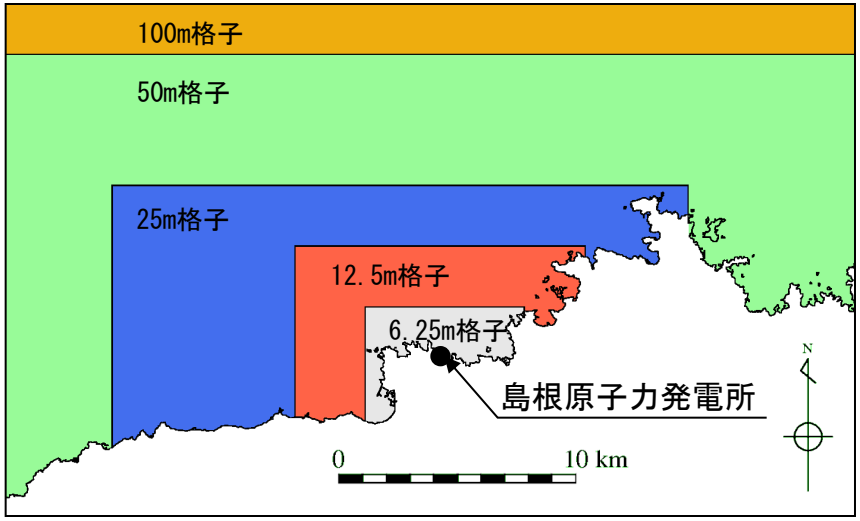
・島根原子力発電所周辺においては，最小計算格子サイズ6.25mの範囲を敷地周辺1km程度から3km程度の範囲まで拡大した。



海底地形



設置変更許可申請時（H25.12.25）



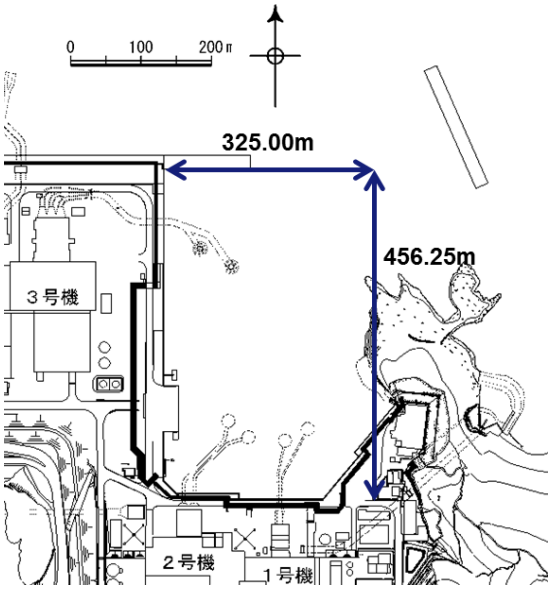
変更後

計算格子サイズの妥当性に係る検討

・「湾口～湾中央部」及び「湾奥」について，土木学会による計算格子サイズの目安を満足しており，輪谷湾内の計算格子サイズは妥当であると評価した。

妥当性確認結果

区分	土木学会による計算格子サイズの目安		輪谷湾内の計算格子サイズ
	考え方	値	
湾口～湾中央部	Lvの1/40程度	55.9m	6.25m
湾奥	Loの1/100以下	15.8m	6.25m



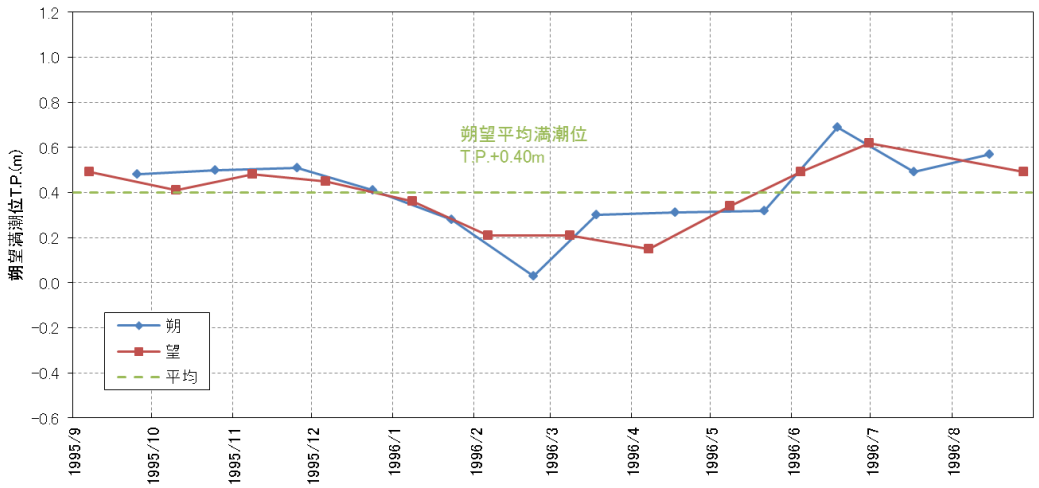
輪谷湾の形状

妥当性確認に要するパラメーター一覧

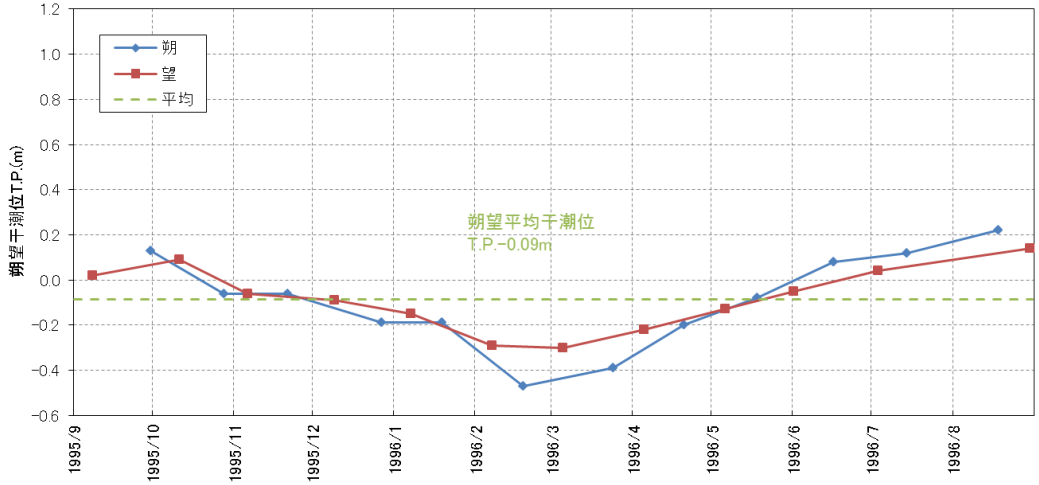
		値	算定根拠
湾の奥行	a(m)	456.25	解析上の輪谷湾の奥行きの長さ
湾内平均水深	h(m)	14	解析上の輪谷湾の平均水深
固有周期※	T(s)	156	$T=\frac{4a}{(2m-1)\sqrt{gh}}$
湾口幅	b(m)	325.00	解析上の輪谷湾口の幅
湾口補正係数	γ	1.297	$\gamma=\left\{1+\frac{2b}{\pi a}\left(0.9228-\ln\frac{\pi b}{4a}\right)\right\}^{1/2}$
湾口補正した固有周期	T‘(s)	202	T’=Tγ
湾口水深	h’(m)	25	解析上の輪谷湾口付近の平均水深
湾内平均波長	Lv(m)	2,236	$L_v=T'\left(\frac{gh'}{2}\right)^{1/2}$
湾中央部より奥の平均波長	Lo(m)	1,581	$L_0=T'\left(\frac{gh'}{4}\right)^{1/2}$

※ 基本周期としm=1とする。

気象庁潮位観測地点（境）の潮位データ



各月の朔望平均満潮位の推移



各月の朔望平均干潮位の推移

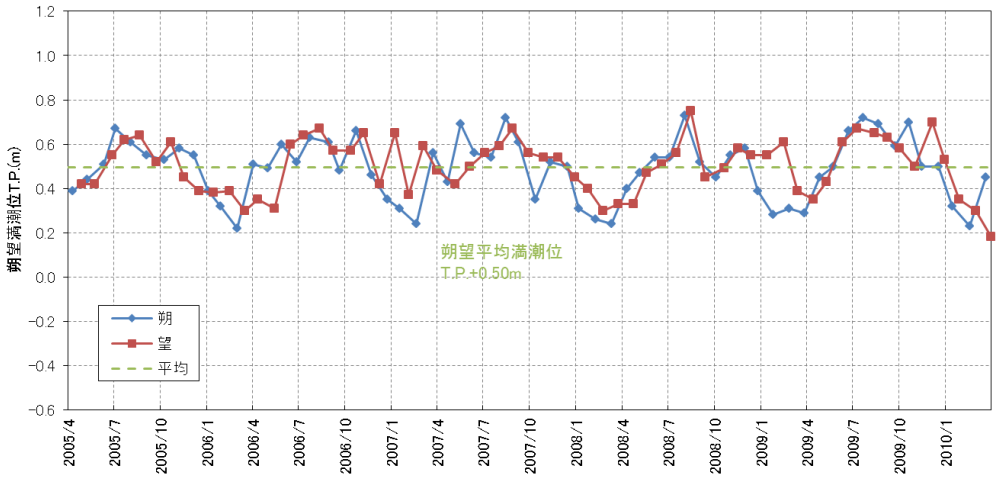
	輪谷湾 (1995.9～1996.8)	境 (1995.9～1996.8)※1
朔望平均満潮位	T.P.+0.46m	T.P.+0.40m※2
朔望平均干潮位	T.P.-0.02m	T.P.-0.09m※2

※1 1996.7.26～1996.8.3は欠測期間
※2 日本海洋データセンター(2013)(12)に示される潮位データより算定

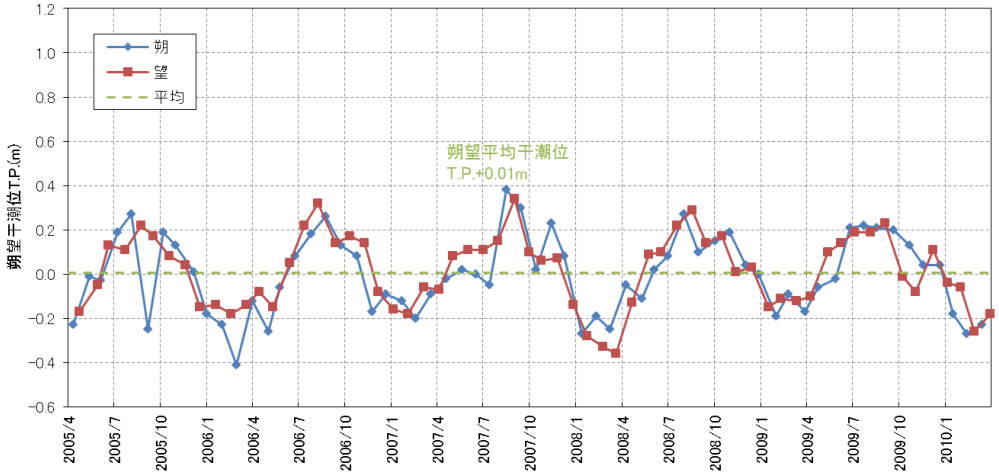
・評価水位の際に考慮している輪谷湾の潮位観測データに基づく朔望平均満潮・干潮位は，最寄りの気象庁潮位観測地点（境）の潮位観測データに基づく朔望平均満・干潮位と比較してほぼ同等である。



2005年4月～2010年3月の5年間の潮位データ



各月の朔望平均満潮位の推移

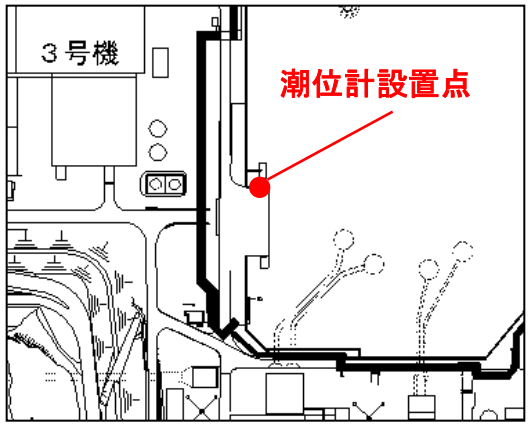


各月の朔望平均干潮位の推移

	2005年4月～2010年3月の5年間	設置変更許可申請記載(1995.9～1996.8)
朔望平均満潮位	T.P.+0.50m	T.P.+0.46m
朔望平均干潮位	T.P.+0.01m	T.P.-0.02m

・評価水位の際に考慮している朔望平均満潮・干潮位(1995.9～1996.8)は，2005年4月～2010年3月の5年間の観測に基づく朔望平均満・干潮位と比較してほぼ同等である。

※入力津波の設定においては，約24ヵ年(1995.9～2019.12)の潮位観測記録に基づき，朔望平均満・干潮位及び満・干潮位のばらつきを設定している。

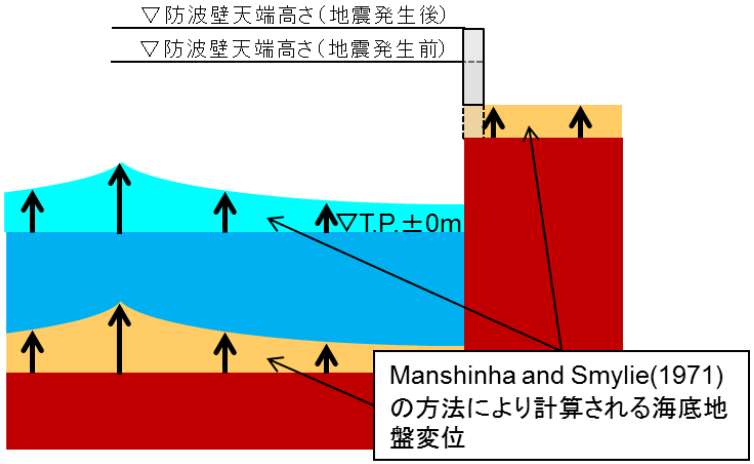


地震による地盤変動の考慮方法

・地震により敷地周辺が隆起する場合の地盤変動の考慮方法について以下に記す。

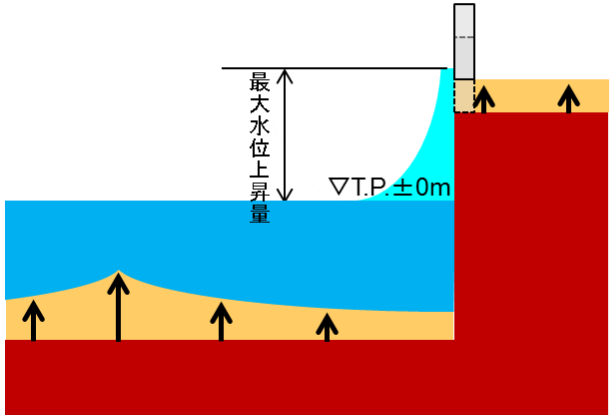
①初期条件

・Manshinha and Smylie(1971)[13]の方法により計算される海底地盤変位が瞬時に生じるように設定する。



②津波伝播計算

・上記により設定した海底地盤変位を考慮した海底地形により津波の伝播計算を行い，津波水位の評価地点における最大水位上昇量を求める。

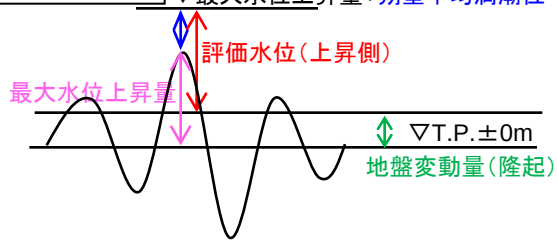


③朔望平均潮位及び地盤変動量の考慮

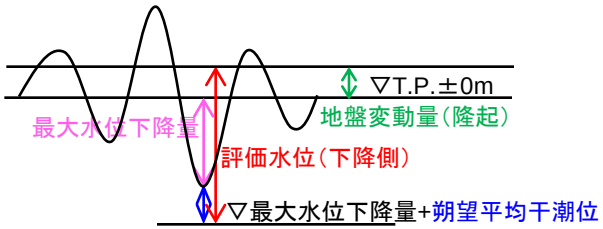
・上昇側評価：最大水位上昇量に朔望平均満潮位を考慮した水位から地盤変動量を引算する。（地盤変動量は正）

・下降側評価：最大水位下降量に朔望平均干潮位を考慮した水位から地盤変動量を引算する。（地盤変動量は正）

上昇側評価



下降側評価



④水位の比較・検討

・評価水位と地震前の敷地・施設等の標高とを比較・検討する。

評価水位
（朔望平均満・干潮位及び地盤変動量を考慮）

比較・検討

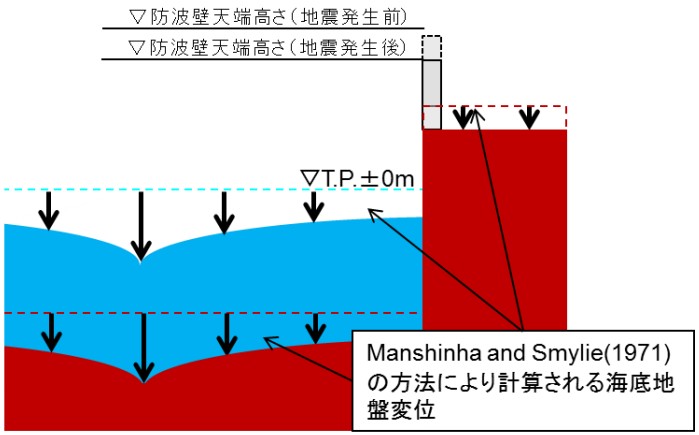
地震前の敷地・施設等の標高

地震による地盤変動の考慮方法

・地震により敷地周辺が沈降する場合の地盤変動の考慮方法について以下に記す。

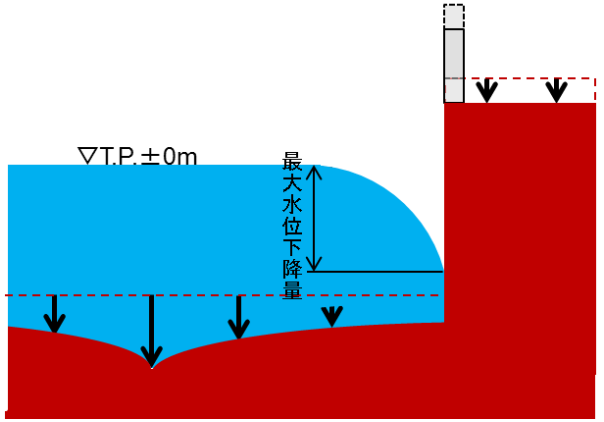
①初期条件

・Manshinha and Smylie(1971)の方法により計算される海底地盤変位が瞬時に生じるように設定する。



②津波伝播計算

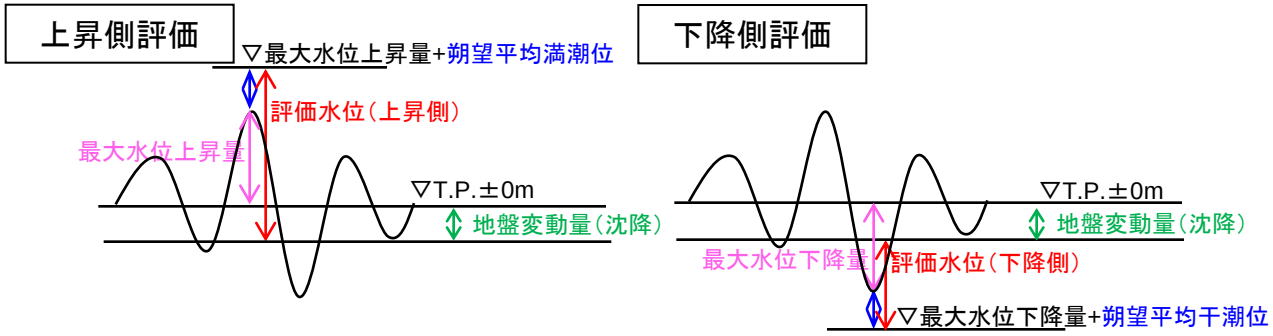
・上記により設定した海底地盤変位を考慮した海底地形により津波の伝播計算を行い，津波水位の評価地点における最大水位下降量を求める。



③朔望平均潮位及び地盤変動量の考慮

・上昇側評価：最大水位上昇量に朔望平均満潮位を考慮した水位から地盤変動量を引算する。（地盤変動量は負）

・下降側評価：最大水位下降量に朔望平均干潮位を考慮した水位から地盤変動量を引算する。（地盤変動量は負）



④水位の比較・検討

・評価水位と地震前の敷地・施設等の標高とを比較・検討する。

評価水位
（朔望平均満・干潮位及び地盤変動量を考慮）

比較・検討

地震前の敷地・施設等の標高

再現性検討に使用した津波痕跡地点

第771回審査会合
資料1-3 P25 加筆・修正

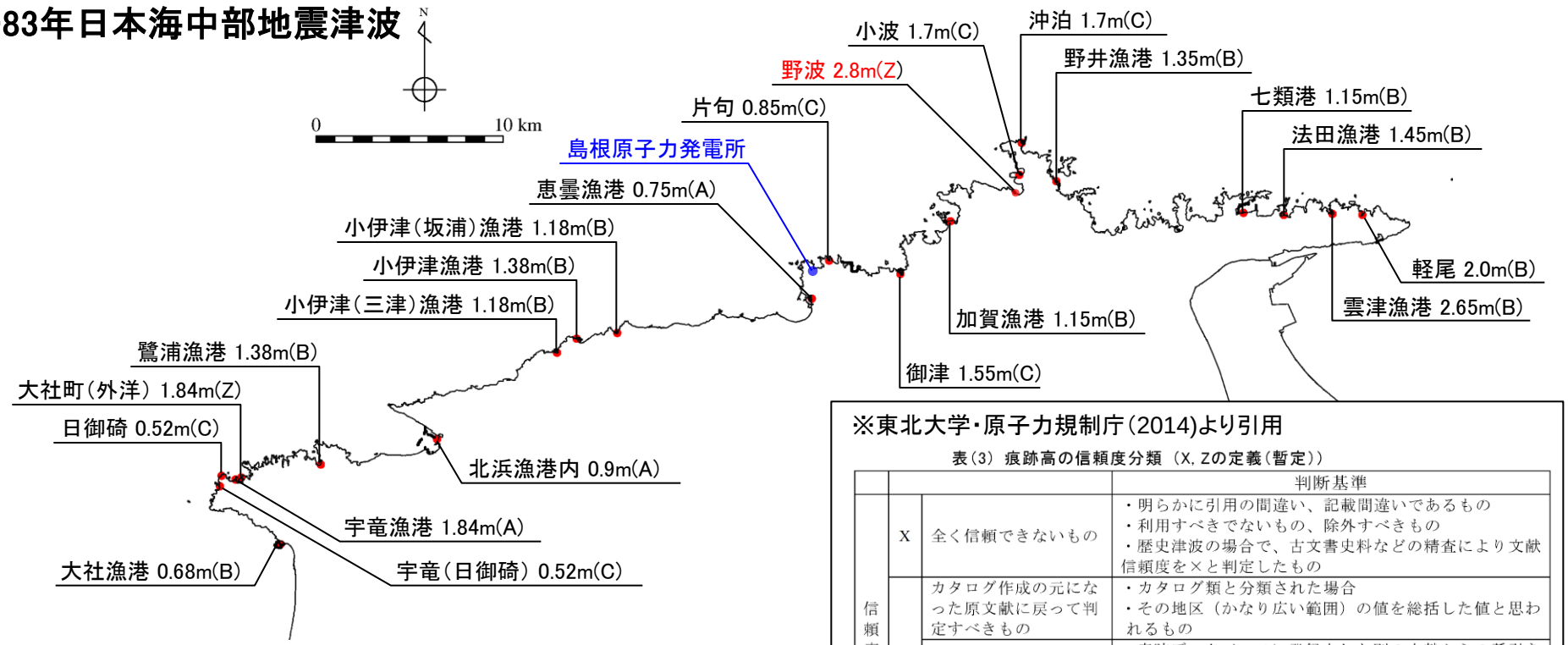
・既往津波の再現性検討時に対象とする津波痕跡地点の範囲を，設置変更許可申請時(H25.12.25)の「島根半島」から「北海道～島根県」に拡大し，再現計算時に対象とする津波痕跡地点数を増やした。
・津波痕跡地点は，設置変更許可申請時(H25.12.25)の土木学会データから，最新の知見である東北大学・原子力規制庁(2014)[14]の津波痕跡地点に変更し，そのうち信頼度の高いデータを使用した。

項目	設置変更許可申請時（H25.12.25）	変更後
対象範囲	島根半島のみ	北海道～島根県
出典	土木学会日本海中部地震震害調査委員会(1986)[15] 土木学会耐震工学委員会（1997)[16]	東北大学・原子力規制庁(2014)
地点数	1983年　日本海中部地震津波　　17地点 1993年　北海道南西沖地震津波　34地点	1983年　日本海中部地震津波　　212地点 1993年　北海道南西沖地震津波　220地点

東北大学・原子力規制庁(2014)における島根半島の津波痕跡地点位置（1983年日本海中部地震津波）

・東北大学・原子力規制庁(2014)に収録されている，1983年日本海中部地震津波の津波痕跡地点位置を示す。
・信頼度に関係なく，敷地周辺の津波痕跡高が比較的高く記載されている地点として，「野波2.8m（信頼度Z※）」がある。

1983年日本海中部地震津波



各痕跡地点で複数のデータがある場合は，
信頼度が高く痕跡高が大きい値を記載

※東北大学・原子力規制庁(2014)より引用

表(3) 痕跡高の信頼度分類 (X, Zの定義(暫定))

			判断基準
信頼度	X	全く信頼できないもの	・明らかに引用の間違い、記載間違いであるもの ・利用すべきでないもの、除外すべきもの ・歴史津波の場合で、古文書史料などの精査により文献信頼度を×と判定したもの
	Z	カタログ作成の元になった原文献に戻って判定すべきもの	・カタログ類と分類された場合 ・その地区（かなり広い範囲）の値を総括した値と思われるもの
		重複	・痕跡データベースに登録された別の文献からの孫引き（同じ地点の値が重複）
		浸水計算の確認に利用できる定性的な情報	・高さに関する記述ではないため、痕跡信頼度（A, B, C, D 及びX）を評価しようがないが、遡上位置、範囲に関する記述など、浸水計算結果（浸水の有無）の確認に利用できる定性的な情報。

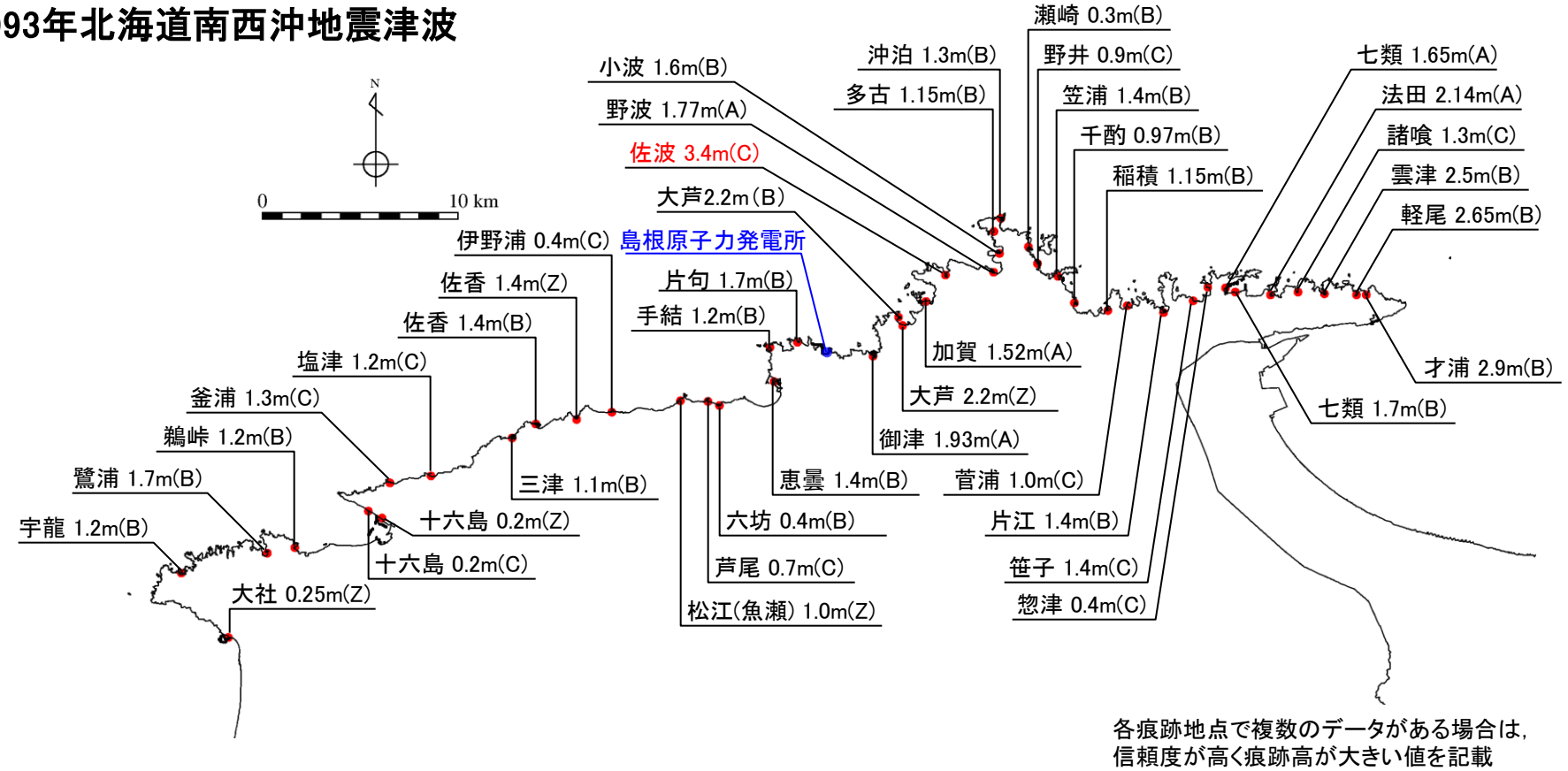
津波痕跡地点位置図（1983年日本海中部地震津波）

・野波地点の痕跡高について，東北大学・原子力規制庁(2014)に記載されている元文献（土木学会日本海中部地震震害調査委員会(1986)）を確認したところ，島根半島の津波高分布図に野波地点の痕跡高として2.8mと記載があるのみで，詳細な位置が不明であることから，本痕跡データは信頼性に乏しいと評価した。

東北大学・原子力規制庁(2014)における島根半島の津波痕跡地点位置（1993年北海道南西沖地震津波）

・東北大学・原子力規制庁(2014)に収録されている，1993年北海道南西沖地震津波の津波痕跡地点位置を示す。
・信頼度に関係なく，敷地周辺の津波痕跡高が比較的高く記載されている地点として，「佐波3.4m（信頼度C）」がある。

1993年北海道南西沖地震津波



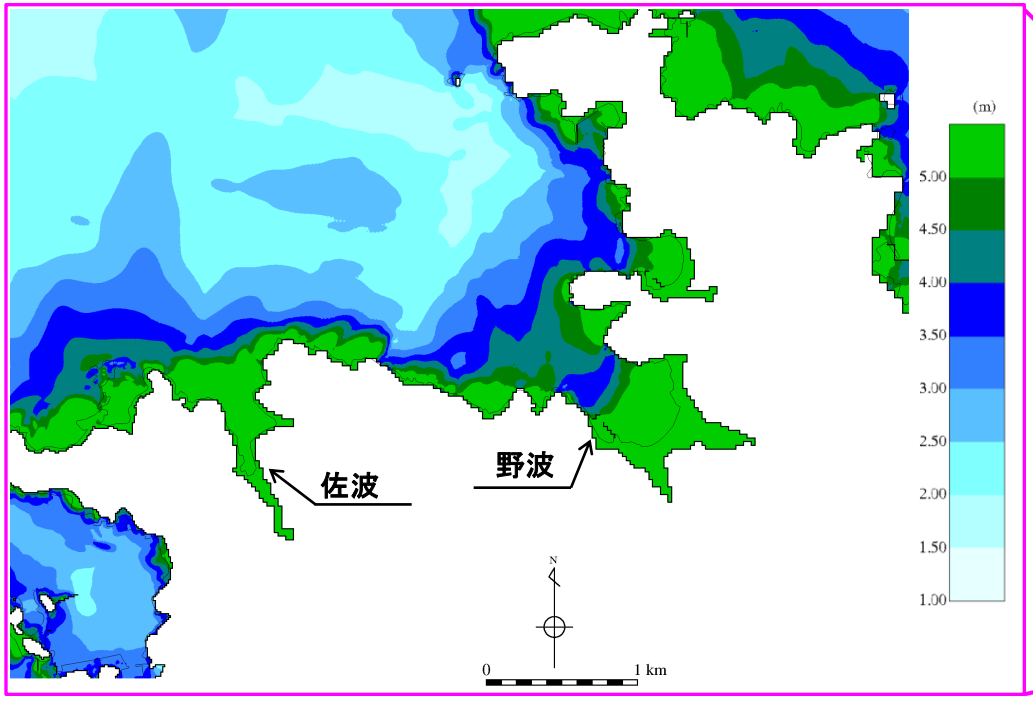
各痕跡地点で複数のデータがある場合は，
信頼度が高く痕跡高が大きい値を記載

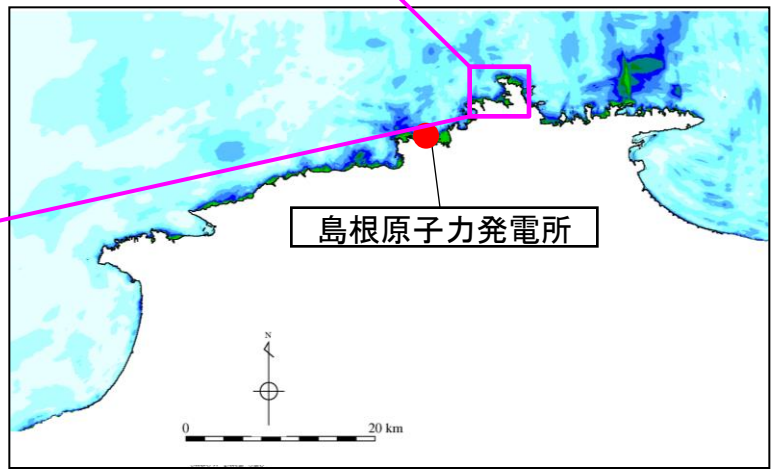
津波痕跡地点位置図（1993年北海道南西沖地震津波）

・佐波地点の痕跡高については，東北大学・原子力規制庁（2014)に記載されている元文献（都司ほか（1994)[17]）を確認したところ，文献の表（島根県本土側の状況）に，佐波地点の痕跡高3.4m，平目養殖施設大被害床上浸水との状況の記載はあるが，その詳細な位置が不明であることから，本痕跡データは信頼性に乏しいと評価した。

（参考）津波痕跡高と鳥取県(2012)に伴う解析結果の比較

・痕跡情報の信頼性が乏しい野波地点及び佐波地点について，敷地に与える影響の大きい鳥取県（2012）[18]が日本海東縁部に想定した地震による津波の解析結果が津波痕跡高を上回っていることを確認した。



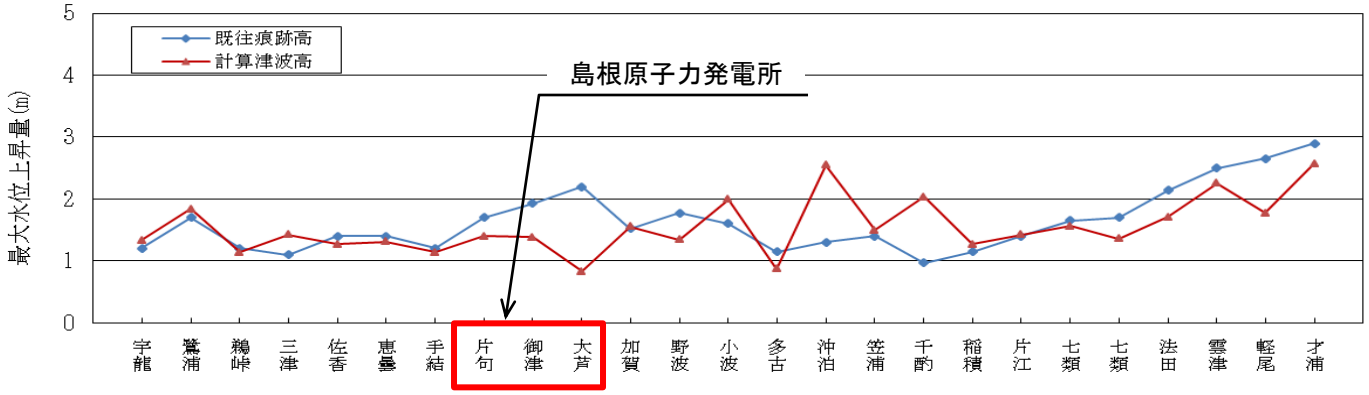


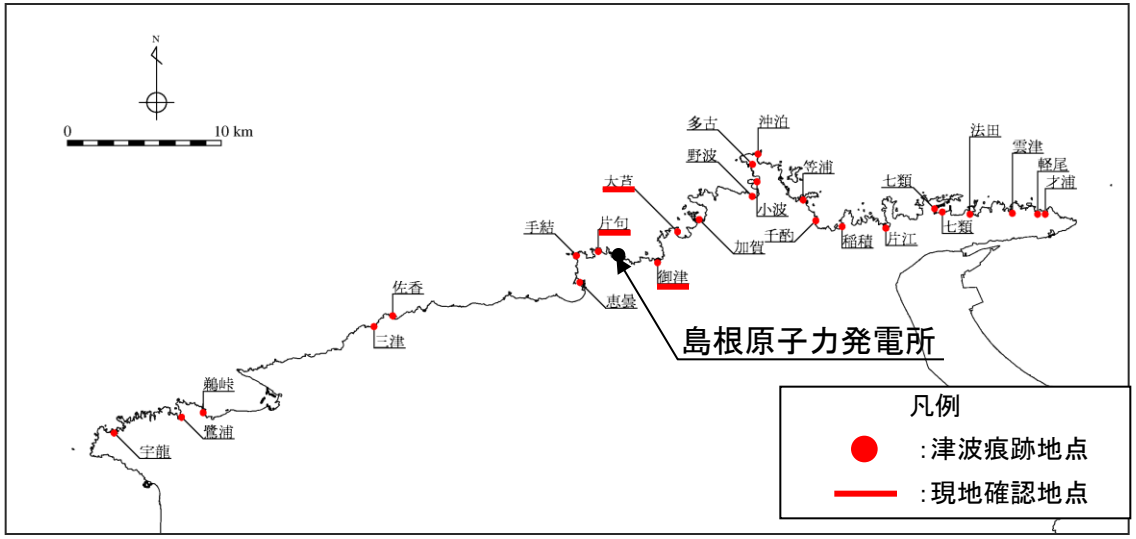
鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波の最大水位上昇量分布

	津波痕跡高		解析結果（鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波）
	1983年日本海中部地震津波	1993年北海道南西沖地震津波	
野波地点	2.8m	—	5m以上
佐波地点	—	3.4m	5m以上

敷地近傍の津波痕跡地点の現地確認（1993年北海道南西沖地震津波）

・土木学会による再現性指標（目安）を満足しており，計算格子モデル，数値シミュレーションモデル及び計算手法は妥当であることを確認しているが，北海道南西沖地震津波については，敷地近傍の一部の津波痕跡地点において既往痕跡高と計算津波高に差異があることから，東北大学・原子力規制庁(2014)に収録されている痕跡地点（片句地点，御津地点及び大芦地点）について，出典の都司ほか(1994)を確認するとともに，現地確認を実施した。





第771回審査会合
資料1-3 P30 加筆・修正

敷地近傍の津波痕跡地点の現地確認（1993年北海道南西沖地震津波：片句地点）

・東北大学・原子力規制庁(2014)に収録されている津波痕跡地点（片句地点）について，出典の都司ほか(1994)を確認するとともに，現地調査を実施した。

都司ほか（1994）の記載	既往津波	北海道南西沖地震津波
	痕跡地点名	片句（かたく）
	信頼度※	B
	地点名	大浜商店前
	観測状況	大浜商店前船揚げ斜面目地まで
	既往痕跡高	1.7m
計算津波高		1.40m
現地調査結果		・片句漁港は，狭い湾内に防波堤が設置されており，湾口が非常に狭隘である（図1）。

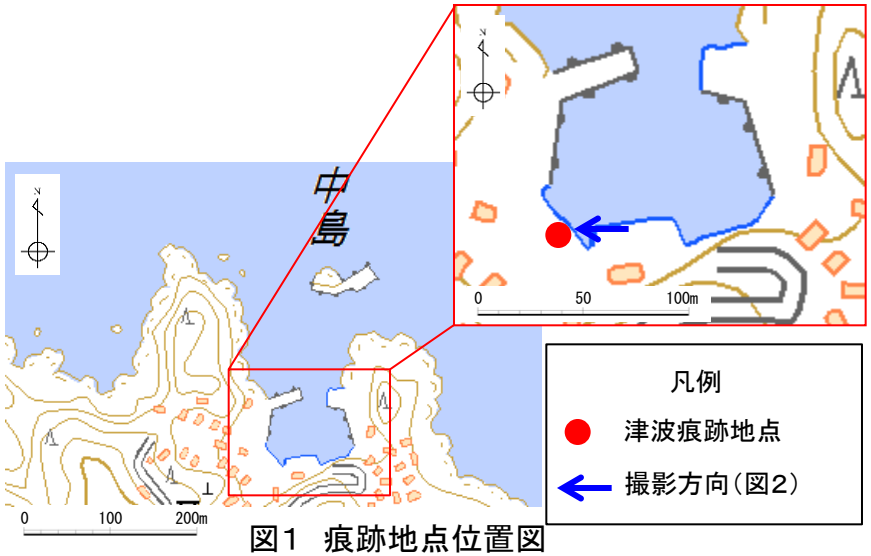


図1　痕跡地点位置図



図2　痕跡地点周辺写真

※　東北大学・原子力規制庁(2014)による記載

・片句地点の既往津波痕跡高は狭隘な湾口により生じた局所的な値である可能性が高いと評価した。

第771回審査会合
資料1-3 P31 加筆・修正

敷地近傍の津波痕跡地点の現地確認（1993年北海道南西沖地震津波：御津地点）

・東北大学・原子力規制庁(2014)に収録されている津波痕跡地点（御津地点）について，出典の都司ほか(1994)を確認するとともに，現地調査を実施した。

都司ほか（1994）の記載	既往津波	北海道南西沖地震津波
	痕跡地点名	御津（みつ）
	信頼度※	A
	地点名	JFしまね恵曇支所御津出張所
	観測状況	漁協ビル内1階階段2段目まで
	既往痕跡高	1.93m
計算津波高		1.38m
現地調査結果		・御津漁港は，防波堤が複数設置されている複雑な港湾形状である（図1）。 ・津波痕跡地点はJFしまね恵曇支所御津出張所のビル内である（図2・3）。



図1　痕跡地点位置図



図2　痕跡地点周辺写真

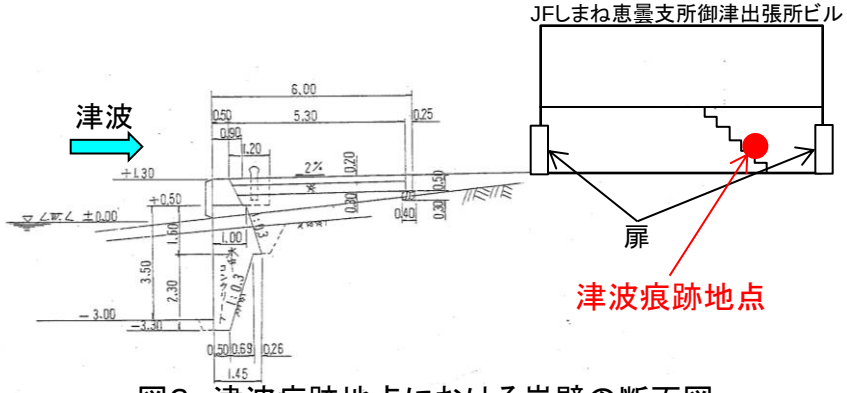


図3　津波痕跡地点における岸壁の断面図
（御津漁港　漁港施設標準断面図 21（1973年修築）に加筆）

※　東北大学・原子力規制庁(2014)による記載

・御津地点の既往痕跡高は複雑な港湾形状，建物内の反射等により生じた局所的な値である可能性が高いと評価した。

第771回審査会合
資料1-3 P32 加筆・修正

敷地近傍の津波痕跡地点の現地確認（1993年北海道南西沖地震津波：大芦地点）

・東北大学・原子力規制庁(2014)に収録されている津波痕跡地点（大芦地点）について，出典の都司ほか(1994)を確認するとともに，現地調査を実施した。

都司ほか（1994）の記載	既往津波	北海道南西沖地震津波
	痕跡地点名	大芦（おあし）
	信頼度※	B
	地点名	JFしまね大芦出張所荷捌所前
	観測状況	荷揚げ場前面で冠水30cm
	既往痕跡高	2.2m
計算津波高		0.83m
現地調査結果		・荷揚げ場前面の護岸高さは図面（図3）によると1.00mである。

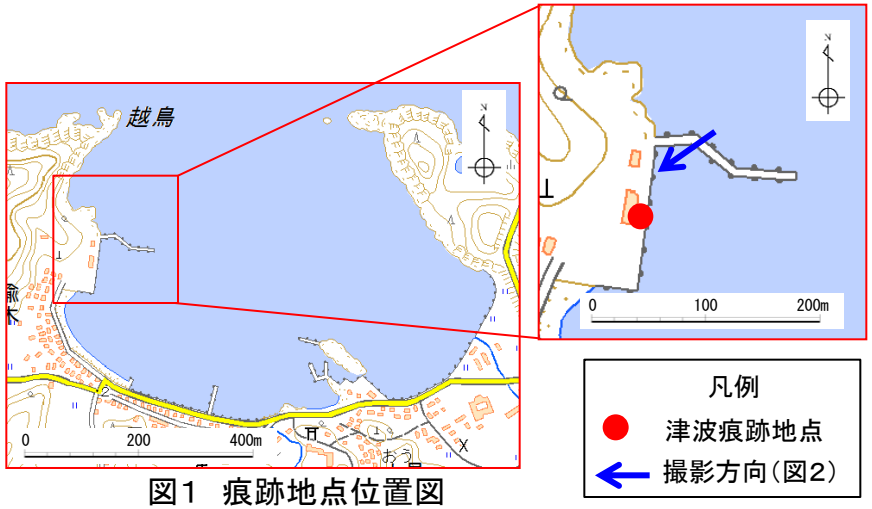


図1　痕跡地点位置図



図2　痕跡地点周辺写真

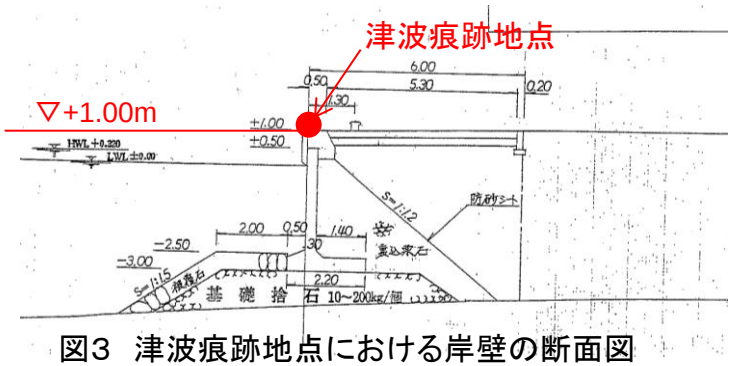


図3　津波痕跡地点における岸壁の断面図
（大芦漁港　漁港施設標準断面図 27（1988年改修）に加筆　）

※　東北大学・原子力規制庁(2014)による記載

・大芦地点の既往痕跡高は都司ほか(1994)によると2.2mであるが，図面により確認した荷揚げ場前面の護岸高さ1.00mに，30cmの冠水を考慮すると1.30mとなるため，大芦地点の既往痕跡高は1.30mと評価した。

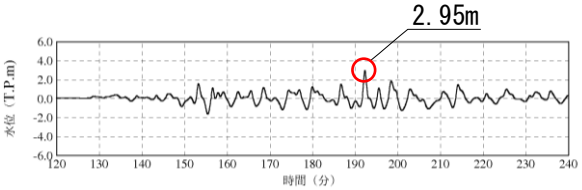
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合
資料1-3 P34 再掲

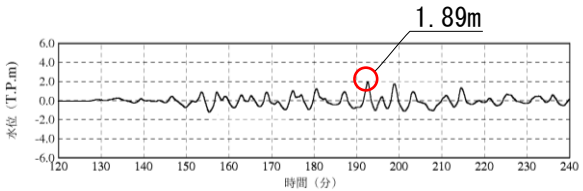
■ 日本海中部地震津波

上昇側評価

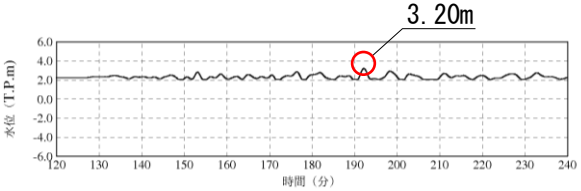
【循環水ポンプ運転時】



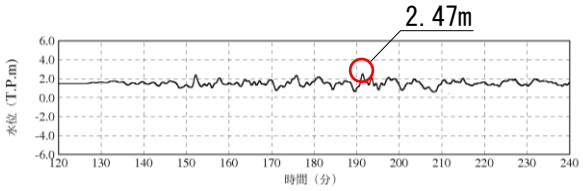
2号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）



3号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）

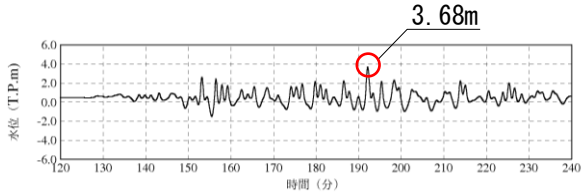


2号炉放水槽（循環水ポンプ運転時）

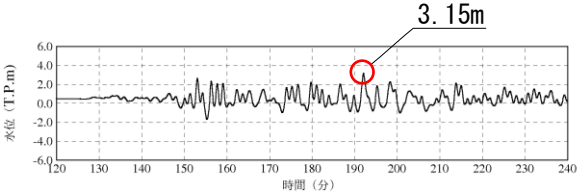


3号炉放水槽（循環水ポンプ運転時）

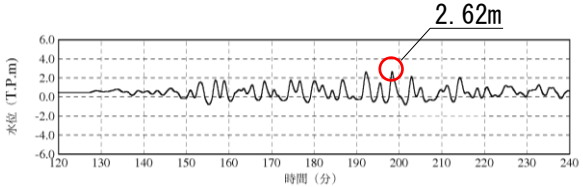
【循環水ポンプ停止時】



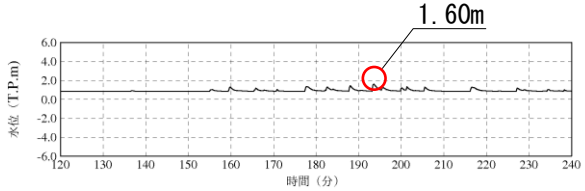
1号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



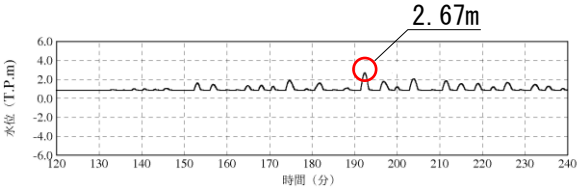
2号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



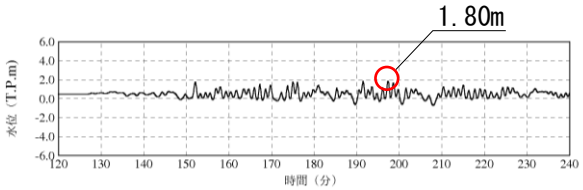
3号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



1号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）



2号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）

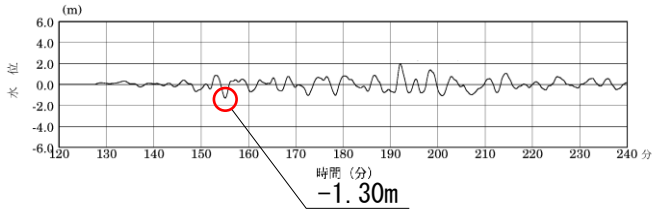


3号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）

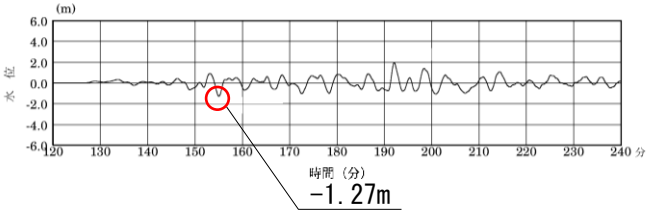
※初期水位は，潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

下降側評価



2号炉取水口（東）



2号炉取水口（西）

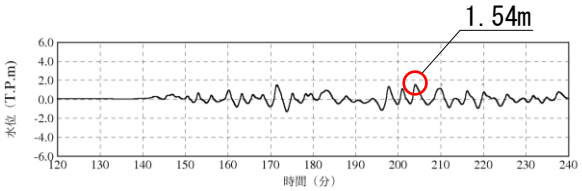
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合
資料1-3 P33 再掲

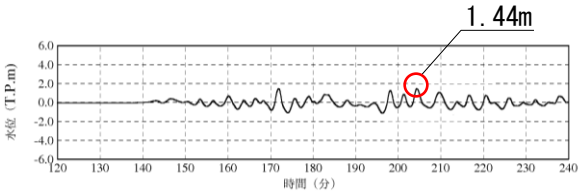
■ 北海道南西沖地震津波

上昇側評価

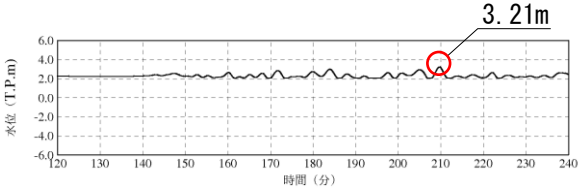
【循環水ポンプ運転時】



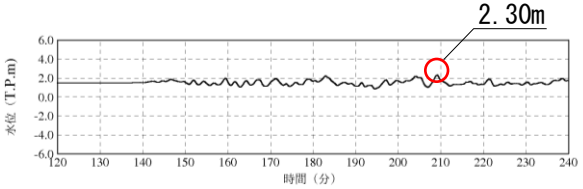
2号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）



3号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）

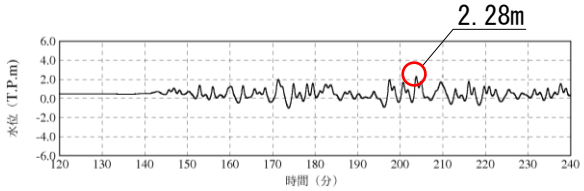


2号炉放水槽（循環水ポンプ運転時）

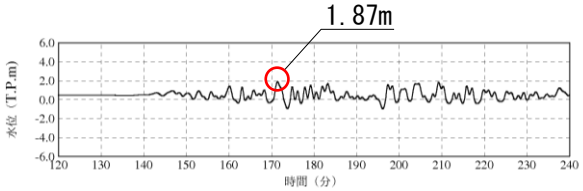


3号炉放水槽（循環水ポンプ運転時）

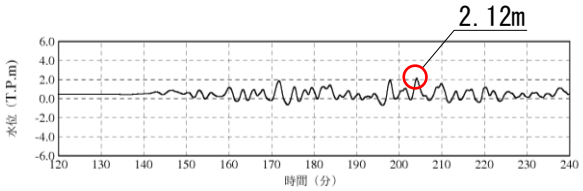
【循環水ポンプ停止時】



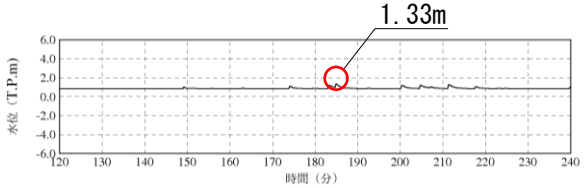
1号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



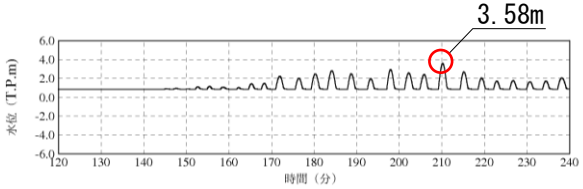
2号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



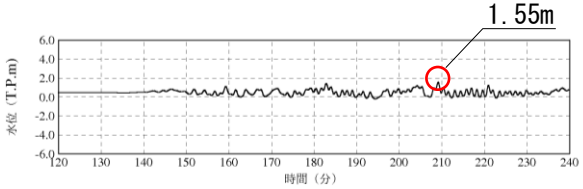
3号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



1号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）



2号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）

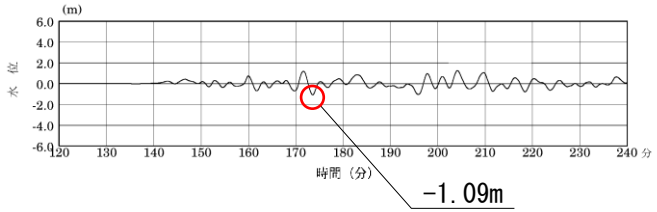


3号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）

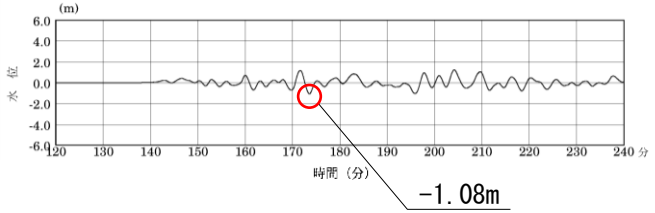
※初期水位は，潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

下降側評価



2号炉取水口（東）

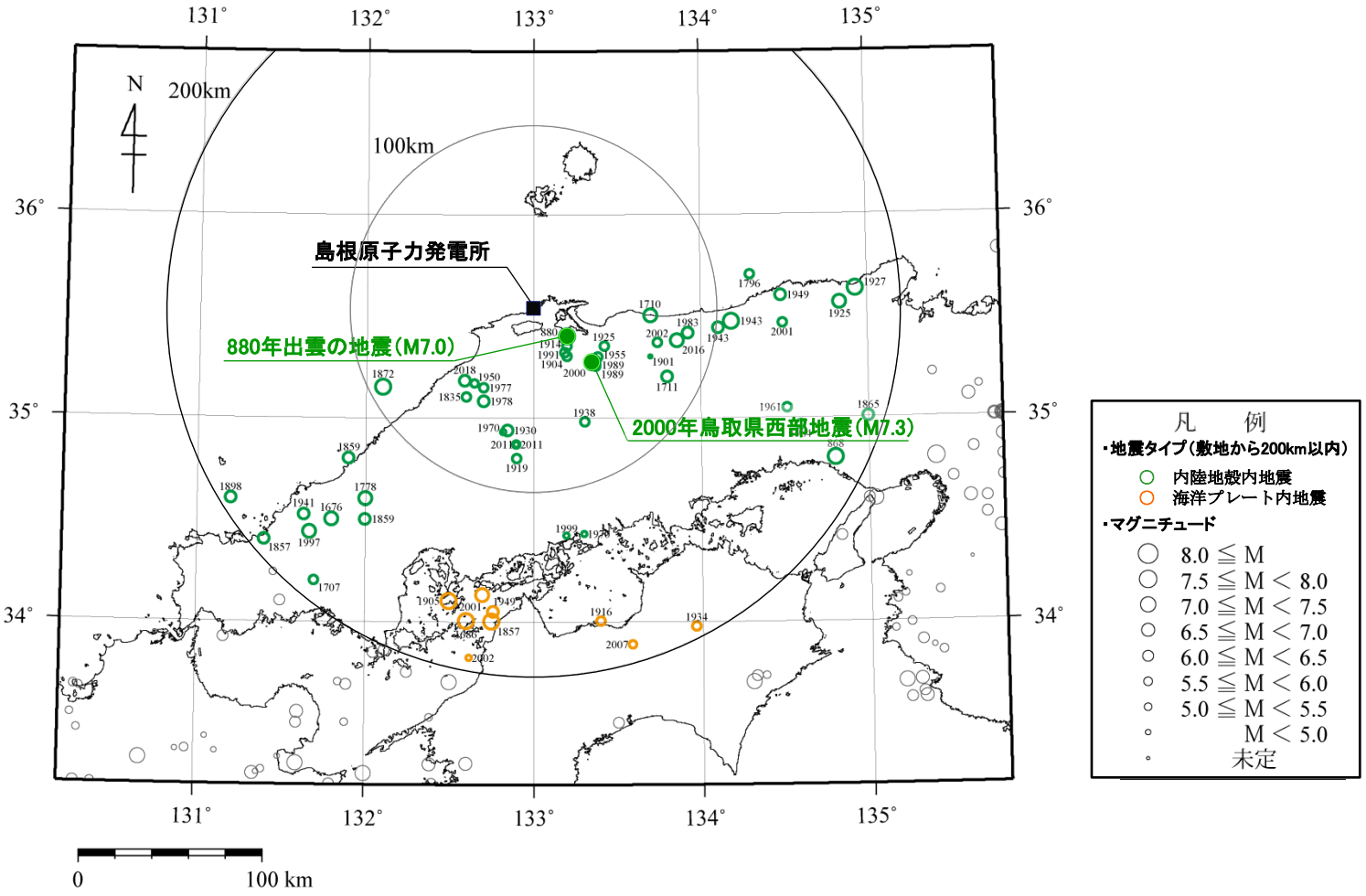


2号炉取水口（西）

1.施設概要及び文献調査
2.津波評価手法及び評価条件
3.地震による津波の想定
3-1 地震による津波の検討方針
3-2 海域活断層から想定される地震による津波の検討
（1） 土木学会に基づく検討
3-3 日本海東縁部に想定される地震による津波の検討
（1） 土木学会に基づく検討
（2） 地震発生領域の連動を考慮した検討
3-4 行政機関による津波評価
（1） 海域活断層から想定される地震による津波の検討
（a） 国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討
（b） 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
（2） 日本海東縁部に想定される地震による津波の検討
（a） 国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討
（b） 地方自治体独自の波源モデルを対象とした検討
4.地震以外の要因による津波の想定
5.津波起因事象の重畳による津波想定
6.防波堤の影響検討
7.基準津波の策定
8.津波堆積物調査
9.津波の伝播特性
10.取水性の確保
11.年超過確率の参照
12.基準津波に対する安全性（砂移動評価）

被害地震の震央分布（海洋プレート内地震等）

・敷地から200km以内の範囲で発生した内陸地殻内地震及び海洋プレート内地震の被害地震の震央分布図を以下に示す。
・海洋プレート内地震の震央分布と敷地の間に本州が位置していることから，海洋プレート内地震による津波は，敷地周辺の海域活断層から想定される地震による津波より，敷地に与える影響は小さいと考えられる。



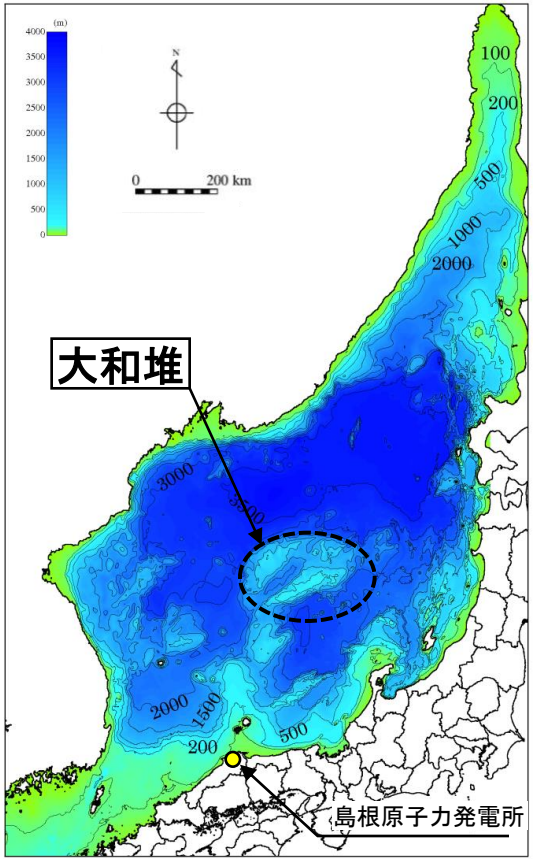
［地震諸元は宇佐美ほか（2013）[19]及び「気象庁地震カタログ」[20]による］

被害地震の震央分布（内陸地殻内地震，海洋プレート内地震）（～2019年8月）

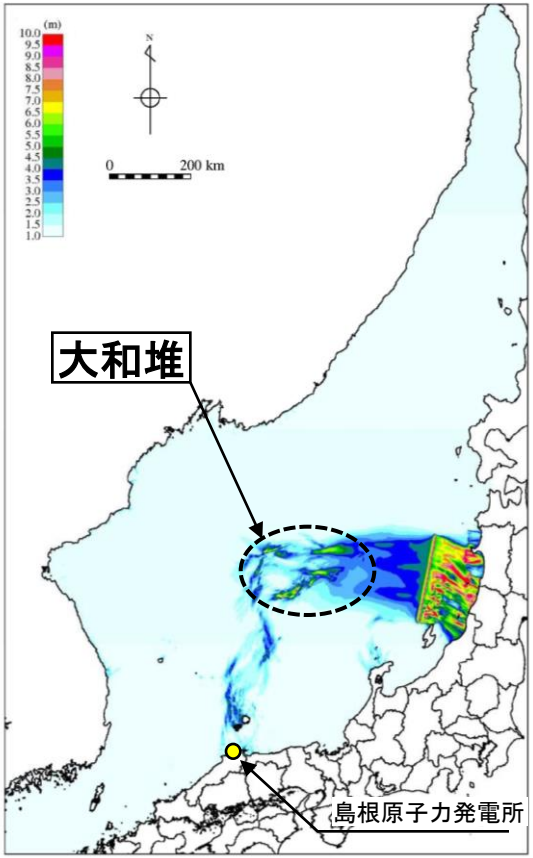
大和堆周辺の海域活断層の検討

■ 検討概要

・日本海東縁部で発生した津波は，大和堆と呼ばれる浅瀬で屈折し，島根県沿岸部に向かう傾向があるため，この津波の伝播経路上に位置する海域活断層から想定される地震による津波の影響について検討する。



日本海全域（海底地形）

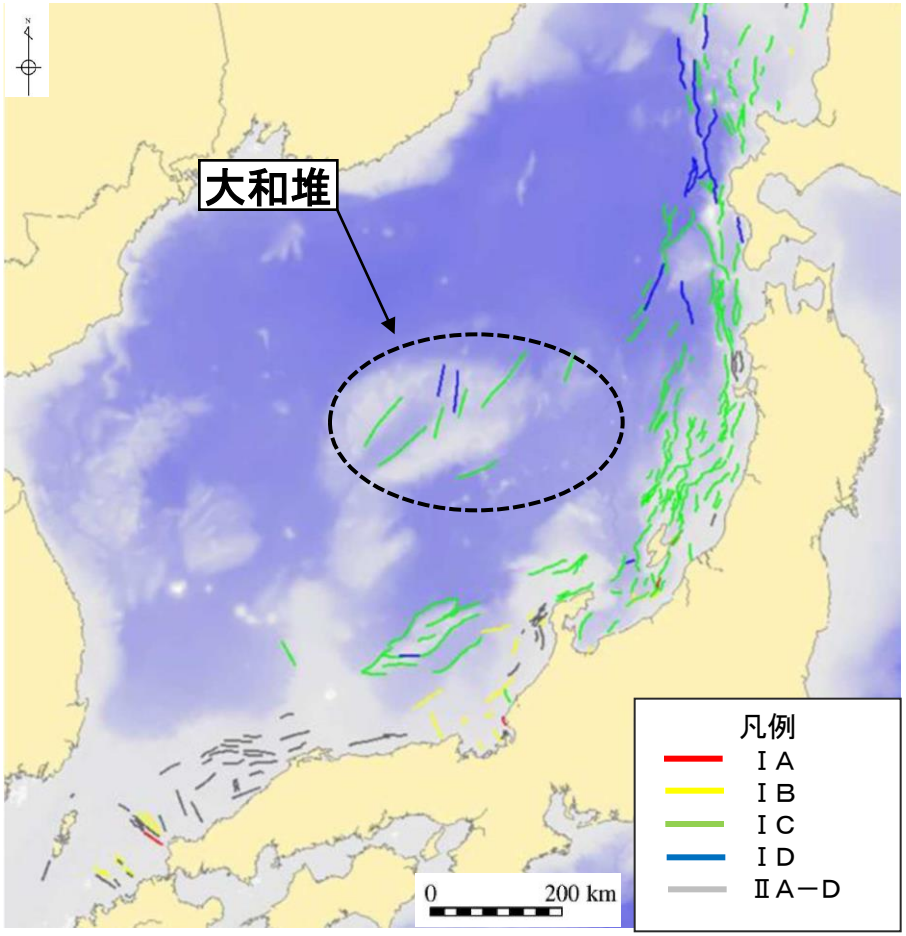


最大水位上昇量分布図
（鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波）

大和堆周辺の海域活断層の検討

■ 文献調査：文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)

・文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)[21]による「海域における断層情報総合評価プロジェクト平成26年度成果報告書」には，大和堆周辺において，複数の断層が示されている。



【断層の活動性について】

（海底面における断層変位）
ランクⅠ：堆積層内の地質構造に変位があり，かつ海底地形にも変位がある。
ランクⅡ：堆積層内の地質構造に変位があるが，海底地形には変位が見られない。

（断層の下端）
ランクA：中新世の不整合面
ランクB：音響基盤
ランクC：上部地殻
ランクD：下部地殻

	A	B	C	D
Ⅰ	ⅠA	ⅠB	ⅠC	ⅠD
Ⅱ	ⅡA	ⅡB	ⅡC	ⅡD

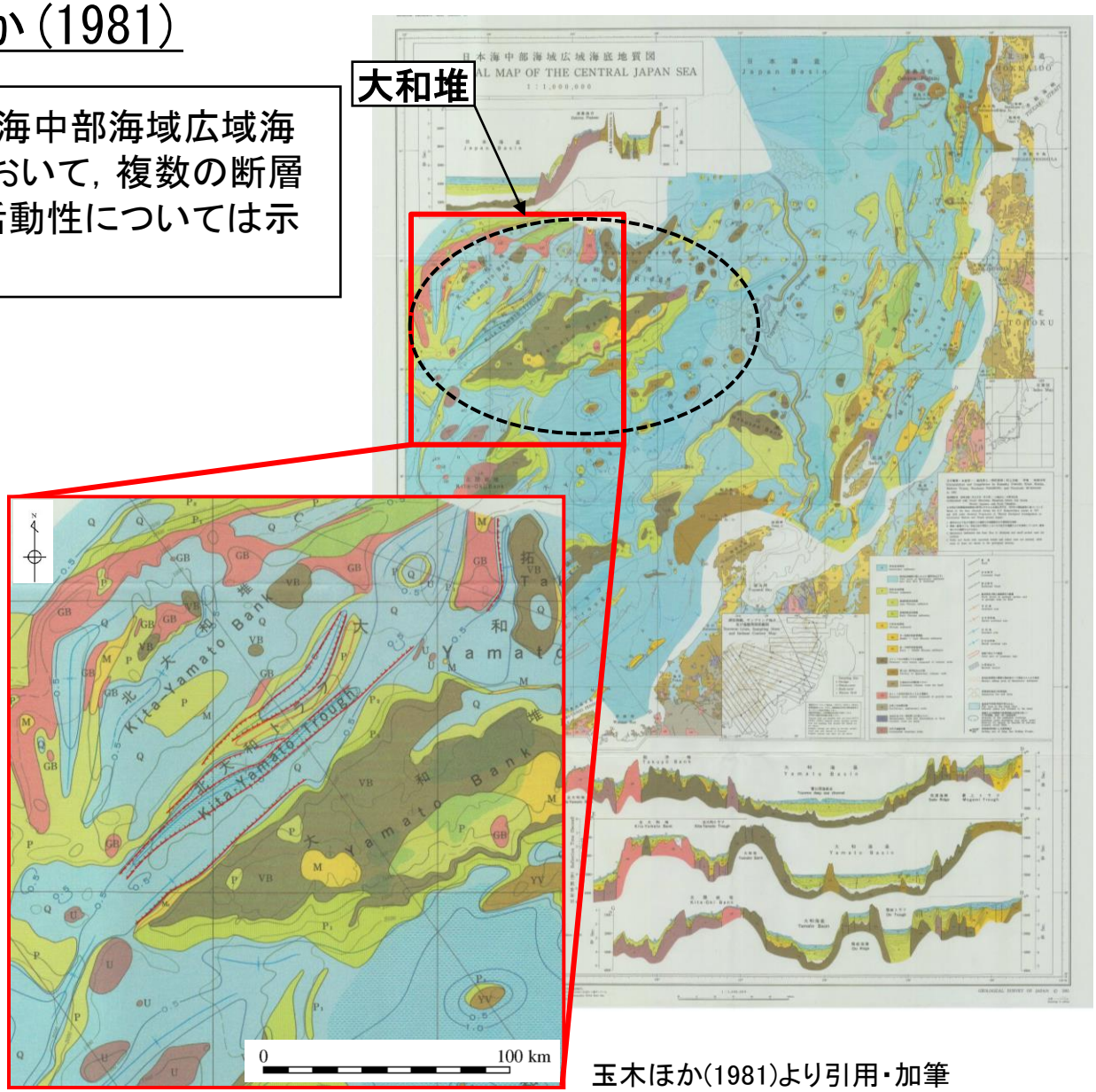
文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)より引用・加筆

大和堆周辺の海域活断層の検討

■ 文献調査：玉木ほか(1981)

・玉木ほか(1981)[22]による「日本海中部海域広域海底地質図」には，大和堆周辺において，複数の断層が示されている。なお，断層の活動性については示されていない。



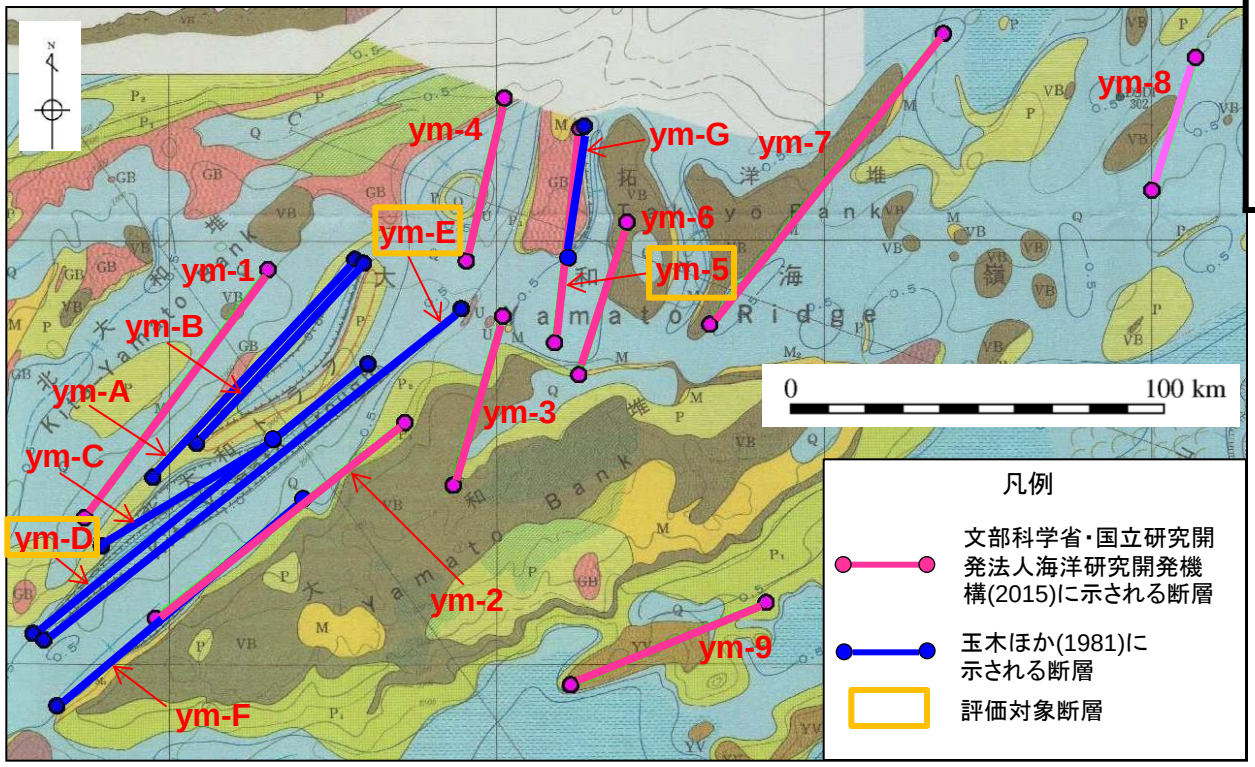


玉木ほか(1981)より引用・加筆

大和堆周辺の海域活断層の検討

■ 評価対象断層の選定

・文献調査により大和堆周辺において以下のとおり断層を抽出した。
・海域活断層の断層長さ，走向及び傾斜方向を考慮し，評価対象活断層としてym-5，ym-D及びym-Eを選定した。



玉木ほか(1981)より引用・加筆

出典	断層名	断層長さ(km)	走向(°) ※1	傾斜方向	評価対象
文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)	ym-1	82	35.8	不明	
	ym-2	84	51.2	不明	
	ym-3	47	16.0	不明	
	ym-4	45	12.7	不明	
	ym-5	57	6.5	不明	○※2
	ym-6	42	17.1	不明	
	ym-7	98	37.8	不明	
	ym-8	37	17.6	不明	
	ym-9	56	66.6	不明	
地質調査所(1981)	ym-A	79	42.0	南東	
	ym-B	65	42.0	北西	
	ym-C	53	57.8	南東	
	ym-D	114	50.4	南東	○※3
	ym-E	141	50.7	北西	○※4
	ym-F	85	49.4	北西	
	ym-G	35	6.8	東	

※１　上盤を断層の東側として走向を読み取った。
※２　日本海東縁部に想定される地震による津波の伝播経路に対して走向が直交している断層のうち，最も断層長さが長いため評価対象として選定した。
※３　断層長さは２番目であるが，最も長い断層と傾斜方向が異なるため評価対象として選定した。
※４　断層長さが最も長いため評価対象として選定した。

大和堆周辺の海域活断層の検討

■ パラメータの設定（まとめ）

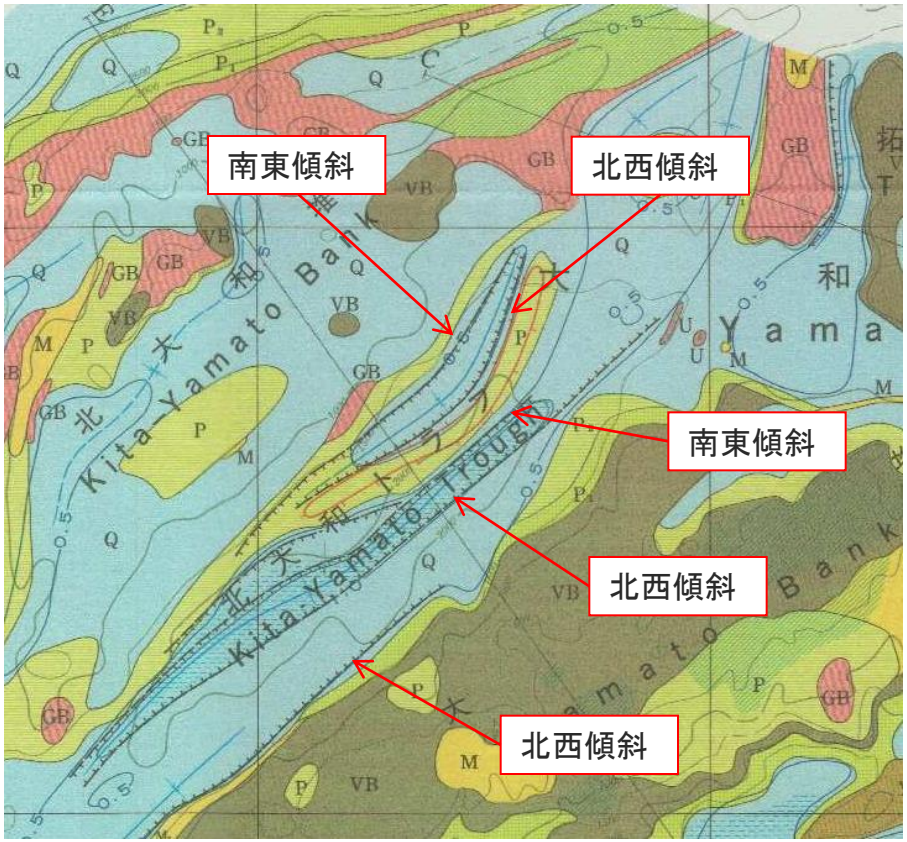
・大和堆周辺の海域活断層から想定され地震による津波におけるパラメータは，下表の考え方に基づき設定した。

パラメータ	設定方法	説明頁
位置・走向・長さ	玉木ほか(1981)及び文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)の図面から断層位置を読取り，走向・長さを算出し設定	—
傾斜方向	玉木ほか(1981)に示される断層については，文献に示される傾斜方向を設定 文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)に示される断層については，傾斜方向が不明であるため，両傾斜方向を設定	P44
Mw	断層長さから武村(1998)[23]のスケーリング則に基づき設定	P44
傾斜角	文献調査からは傾斜角が不明であるため，傾斜角を安全側の評価になると考えられる90°と設定	—
地震発生層深さ	文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)によると大和堆周辺については，地殻構造が大陸性地殻（地震発生層深さ15km）に区分されるため，地震発生層深さを15kmと設定	P45
断層上縁深さ	文献調査からは断層上縁深さは不明であるため，安全側の評価になると考えられる0kmと設定	—
すべり角	文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)によると大和堆の断層は正断層とされており，すべり角を推定できるデータが提供されていない場合，270°と設定することとされていることから，270°と設定	P45
すべり量	$D = M_0/\mu LW$ から設定　D:すべり量，M_0：地震ﾓｰﾒﾝﾄ，μ：剛性率，L:長さ，W：幅	—

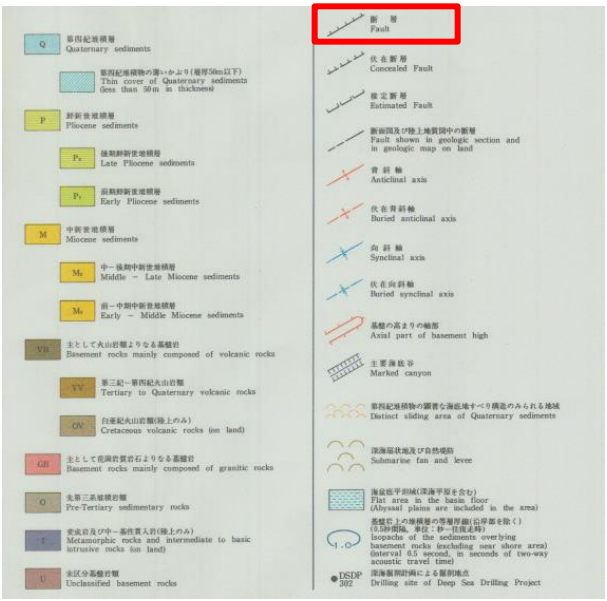
大和堆周辺の海域活断層の検討

■ パラメータの設定（傾斜方向・Ｍｗ）

【傾斜方向】
・玉木ほか(1981)に示される断層については，文献に示される傾斜方向を設定した。文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)に示される断層については，傾斜方向が不明であるため，両傾斜方向を設定した。
【Mw】
・断層長さから，武村(1998)のスケーリング則に基づき設定した。



玉木ほか(1981)より引用・加筆



【武村(1998)のスケーリング則 】

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

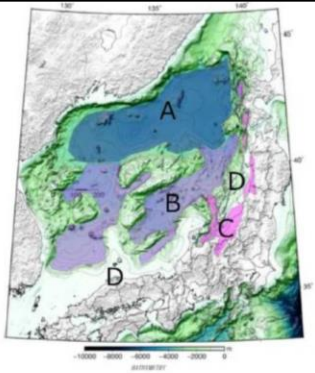
L:断層長さ(km)
Mw:モーメントマグニチュード

大和堆周辺の海域活断層の検討

■ パラメータの設定（地震発生層深さ・すべり角）

【地震発生層深さ】
・文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)によると大和堆周辺については，地殻構造が大陸性地殻（地震発生層深さ15km）に区分されるため，地震発生層深さを15kmと設定した。
【すべり角】
・文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)によると大和堆の断層は正断層とされており，すべり角を推定できるデータが提供されていない場合，270°と設定することとされていることから，270°と設定した。

a

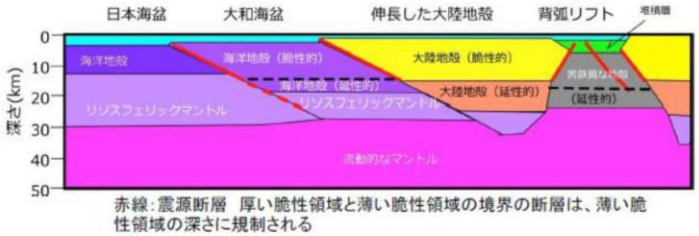


A. 海洋地殻
B. 厚い海洋地殻
C: 背弧リフト
D: 大陸性地殻

- 九州西方～山口沖　横ずれ断層
- 山口～島根沖　撓曲に伴う断層
- 鳥取沖　正断層（堆積層下部まで達する断層確認）
- 鳥取～京都　横ずれ断層
- 隠岐海嶺～大和堆　正断層（海底から上部地殻まで達する断層を確認）
- 敦賀湾～能登周辺　逆断層（海底から上部地殻まで達する断層を確認）
- 富山、新潟～北海道西方海域　逆断層（海底から上部地殻まで、日本海盆内はモホ面まで達する断層を確認）

文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)より引用

b



赤線：震源断層　厚い脆性領域と薄い脆性領域の境界の断層は、薄い脆性領域の深さに規制される

e.　断層のすべり角
本プロジェクトではすべり角もしくはそれを推定できるデータは提供されていない。また、日本海調査検討会で使用された広域応力場のデータを使用することができなかったため、個々の断層についてすべり角を再解析することはできなかった。よって、日本海調査検討会の断層すべり角から推定し設定する。近隣に似たような断層タイプの日本海調査検討会のモデル断層が設定されておらず、日本海調査検討会によるモデル断層から推定できない場合には強震動レシピから、逆断層= 90°、正断層= 270°、左横ずれ断層= 0°、右横ずれ断層=180°と設定する。

文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)より引用

図Ⅱ.ⅱ-4　日本海調査検討会海底断層 WG 報告書から引用。元は佐藤ほか（2014）による *a*)日本海の地殻構造の区分、*b*)日本海東部の地震発生層概念図。これらをもとに、日本海調査検討会では、A. 海洋地殻=18 km、B.厚い海洋地殻=25 km、 C.背弧リフト=18 km、 D.大陸性地殻=15 kmとしている。

文部科学省・国立研究開発法人海洋研究開発機構(2015)より引用

大和堆周辺の海域活断層の検討

■ 評価結果

・下に示す波源モデルに基づき数値シミュレーションを実施した。
・なお，ym-5については傾斜方向が不明なため2ケース実施した。

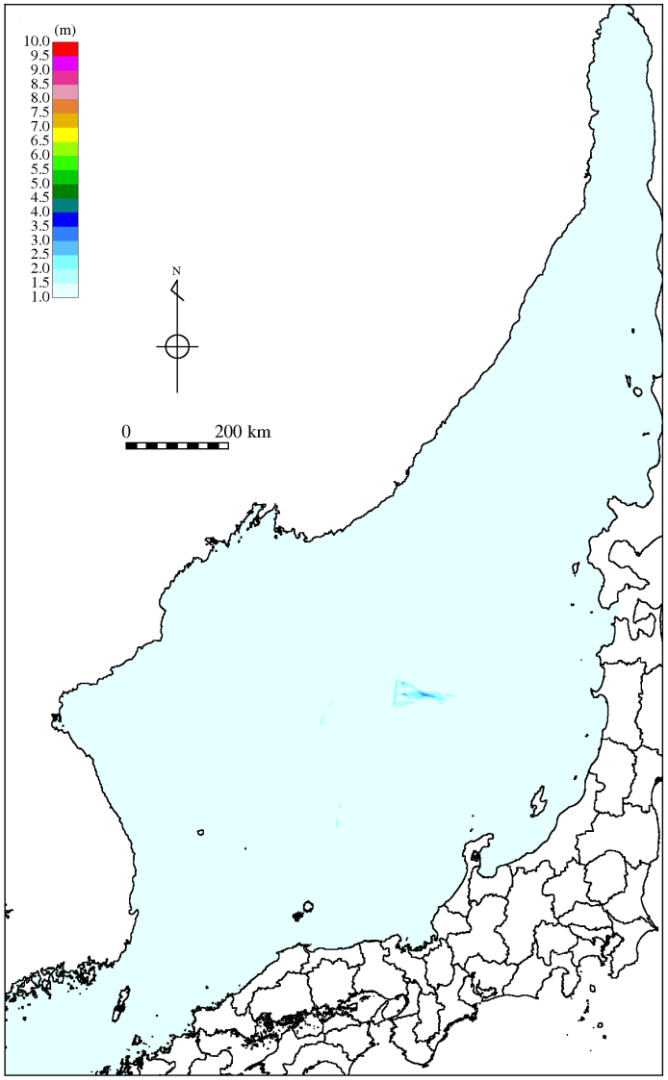
：評価水位が最高又は最低となるケースの評価水位

検討ケース		断層長さ（km）	モーメントマグニチュードMw	走向（°）	傾斜角（°）	すべり量（m）	すべり角（°）	上縁深さ（km）	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）
ym-5		58.0	7.38	6.5	90	4.83	270	0	+3.0	-1.8	-1.8
ym-5’		58.0	7.38	186.5	90	4.83	270	0	+2.3	-2.4	-2.4
ym-D		114.0	7.77	50.6	90	9.48	270	0	+3.4	-1.6	-1.6
ym-E		141.0	7.89	231.0	90	11.73	270	0	+2.9	-2.0	-1.8
（参考）日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（土木学会に基づく検討）	評価水位最高ケース	131.1	7.85	0	60	9.44	90	0	+7.2	—	—
	評価水位最低ケース	131.1	7.85	20	60	9.44	90	2.5	—	-4.2	-4.1

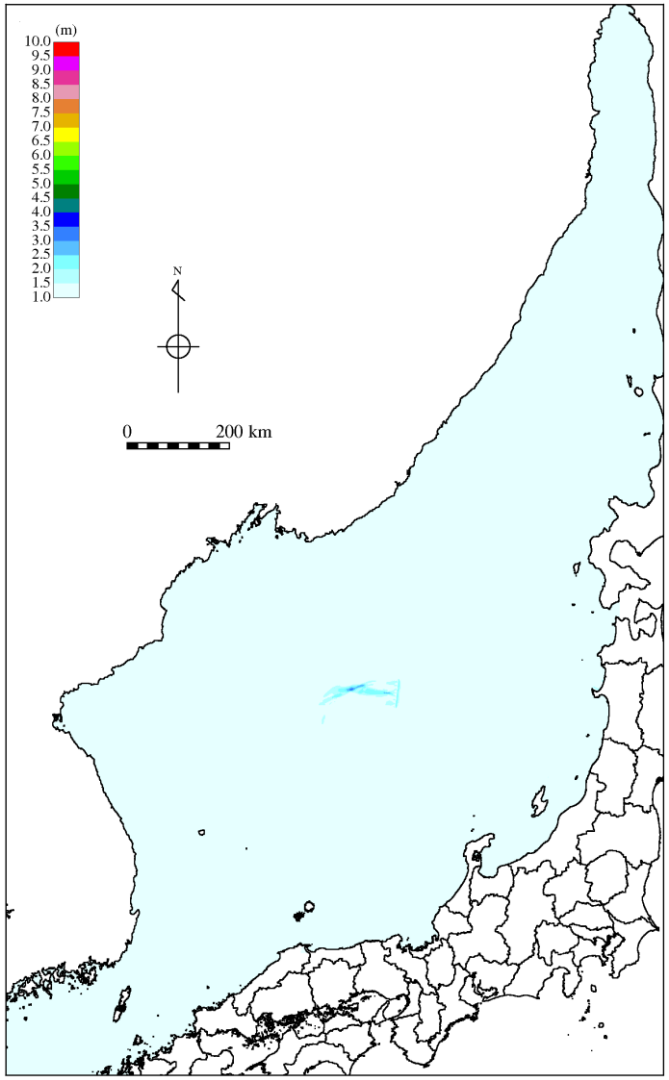
・最高評価水位は「施設護岸又は防波壁」においてT.P.+3.4m，最低評価水位は2号炉取水槽においてT.P.-2.4mとなり，日本海東縁部に想定される地震に伴う津波（土木学会に基づく検討）の最高評価水位を下回り，最低評価水位を上回っていることを確認した。

大和堆周辺の海域活断層の検討

■ 津波の伝播状況（ym-5，ym-5’）



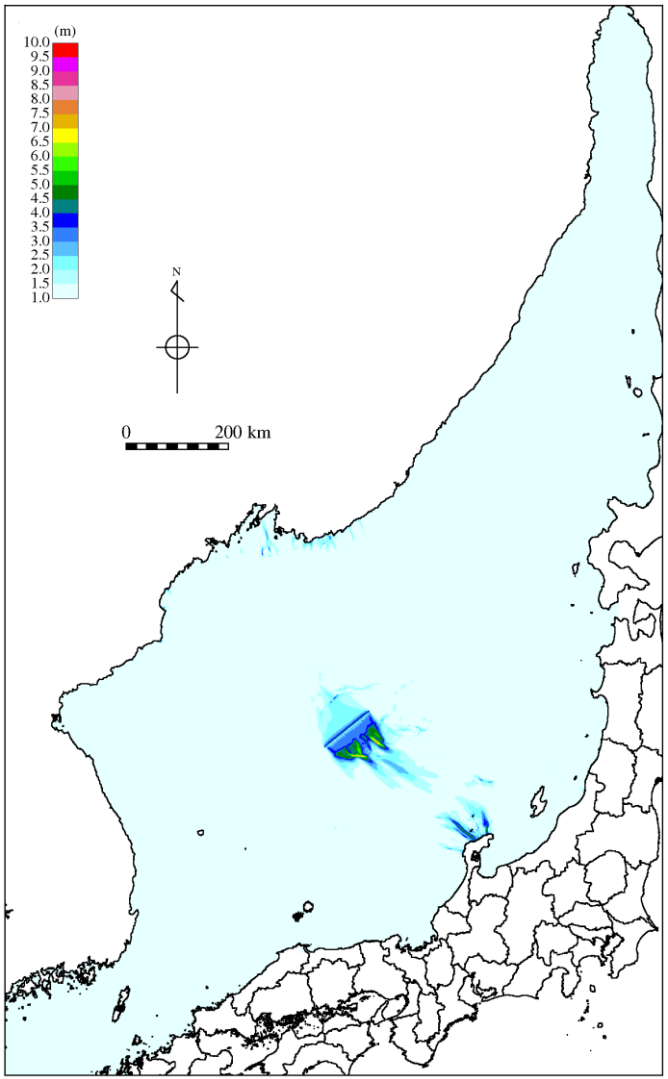
最大水位上昇量分布図（ym-5）



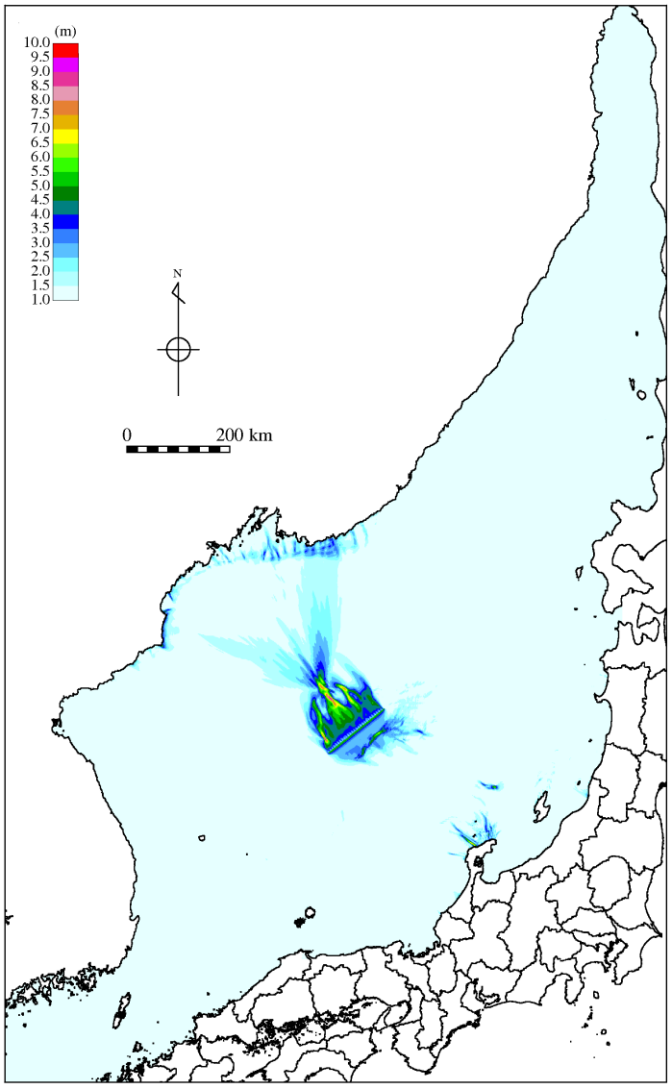
最大水位上昇量分布図（ym-5’）

大和堆周辺の海域活断層の検討

■ 津波の伝播状況（ym-D，ym-E）



最大水位上昇量分布図（ym-D）



最大水位上昇量分布図（ym-E）

土木学会(2016)の概要

・土木学会(2002)は，原子力発電所の設計津波水位の標準的な設定方法を提案したものである。
・土木学会(2016)は，土木学会(2002) の改訂版として，平成28年9月に発刊された。
・地震による津波において考慮している「海域活断層から想定される地震による津波」及び「日本海東縁部に想定される地震による津波」について，土木学会(2016)に示される主な知見を以下に整理した。

■ 海域活断層から想定される地震による津波

パラメータ	土木学会(2016)	当社津波検討方針
長さ	・海上音波探査記録より設定（土木学会(2002)と同様） ・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)[24]の断層を事例として記載	・海上音波探査記録より設定 ・行政機関等が想定する波源モデルに基づく検討において，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の波源モデルのうち島根県に影響が大きいとされる波源モデルについて評価
Mw	・武村(1998)のスケーリング則より設定（土木学会(2002)と同様），または入倉・三宅(2001)[25]のスケーリング則より設定 ・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)のスケーリング則による設定を事例として記載	・入倉・三宅(2001)のスケーリング則及び国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)のスケーリング則と比べ，すべり量が大きくなり安全側の評価になると考えられる武村(1998)のスケーリング則より設定
地震発生層深さ	・15km（土木学会(2002)と同様） ・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)より15km～25kmを事例として記載	・すべり量が大きくなり，安全側の評価になると考えられる15kmを設定
大すべり域	・一様すべり（土木学会(2002)と同様） ・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の大すべり域の設定を事例として記載	・一様すべりにより設定 ・行政機関等が想定する波源モデルに基づく検討において，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の大すべり域の設定方法に基づき評価

土木学会(2016)の概要

■ 日本海東縁部に想定される地震による津波

パラメータ	土木学会(2016)	当社津波検討方針
長さ・Mw	事例として以下の2つが記載されている。 ①既往最大クラスのMwから武村(1998)のスケーリング則より長さを設定（土木学会(2002)と同様） ②国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の海底断層トレースに基づく長さ等から，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)のスケーリング則よりMwを設定	①既往最大を上回るMw7.85から武村(1998)のスケーリング則より長さを設定（131.1km） ②行政機関等が想定する波源モデルに基づく検討において，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の波源モデルのうち島根県に影響が大きいとされる波源モデル（最長153km，最大Mw7.9）について評価
地震発生層深さ	事例として以下の2つが記載されている。 ①15km（土木学会(2002)と同様） ②国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)より15km～25km	・すべり量が大きくなり，安全側の評価になると考えられる15kmを設定
大すべり域	事例として以下の2つが記載されている。 ①一様すべり（土木学会(2002)と同様） ②国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の大すべり域の設定	①一様すべりにより設定 ②行政機関等が想定する波源モデルに基づく検討において，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の大すべり域の設定方法に基づき評価

検討方針

第771回審査会合
資料1-3 P52 加筆・修正

・海域活断層から想定される地震による津波の検討は，土木学会に基づき，パラメータスタディを実施している。
・主要なパラメータ「傾斜角」，「すべり角」及び「地震発生層（断層上縁深さ・断層下限深さ）」について，津波評価と地震動評価の基本震源モデルのパラメータ設定値を比較した。

パラメータ		パラメータ設定値		比較結果
		津波評価	地震動評価※	
傾斜角		・45～90°（P65参照）	・70°	・津波評価では，地震動評価のパラメータ設定値を網羅している。
すべり角		・F-Ⅲ断層：115～180° ・F-Ⅳ～F-Ⅴ断層： 180°（P67～70参照）	・180°	・津波評価では，地震動評価のパラメータ設定値を網羅している。
地震発生層	断層上縁深さ	・0～5km（P66参照）	・2km	・津波評価では，地震動評価のパラメータ設定値を網羅している。
地震発生層	断層下限深さ	・断層上縁深さによって 15～20km（P66参照）	・20km	・津波評価と地震動評価でパラメータ設定値が異なる。

※『島根原子力発電所　基準地震動の策定について』参照

・上記より，地震発生層については，地震動評価と津波評価で設定値が異なることから，地震動評価を踏まえた検討を実施する。

津波解析結果（断層下限深さ20kmとした検討）

・土木学会に基づく検討の評価水位最高ケース及び評価水位最低ケースを対象に，地震動評価を踏まえて，断層下限深さを20kmに変更した検討を実施した。なお，本検討では土木学会に基づく検討と同様に，断層上縁深さを0kmと設定した。

評価水位最高ケース（水位上昇側）

※1 すべり量の算定についてはP56参照

断層	断層長さ（km）	モーメントマグニチュードMw	傾斜角（°）	すべり量（m）※1	主応力軸（°）	すべり角（°）	上縁深さ（km）	下限深さ（km）	評価水位（T.P.　m）※2 施設護岸又は防波壁
評価水位最高ケース（断層下限深さ20km）	48.0	7.27	90	3.01	110	130, 180	0	20	+2.9 (+0.27)
（参考）評価水位最高ケース（断層下限深さ15km）			90	4.01	110	130, 180	0	15	+3.6 (+0.32)

※2 括弧内の数値は地盤変動量（m）

評価水位最低ケース（水位下降側）

断層	断層長さ（km）	モーメントマグニチュードMw	傾斜角（°）	すべり量（m）※1	主応力軸（°）	すべり角（°）	上縁深さ（km）	下限深さ（km）	評価水位（T.P.　m）※3 ２号炉取水口（東）	評価水位（T.P.　m）※3 ２号炉取水口（西）
評価水位最高ケース（断層下限深さ20km）	48.0	7.27	90	3.01	120	115, 180	0	20	−3.0 (+0.29)	−3.0 (+0.30)
（参考）評価水位最低ケース（断層下限深さ15km）			90	4.01	120	115, 180	0	15	−3.9 (+0.34)	−3.9 (+0.34)

※3　括弧内の数値は地盤変動量（m）

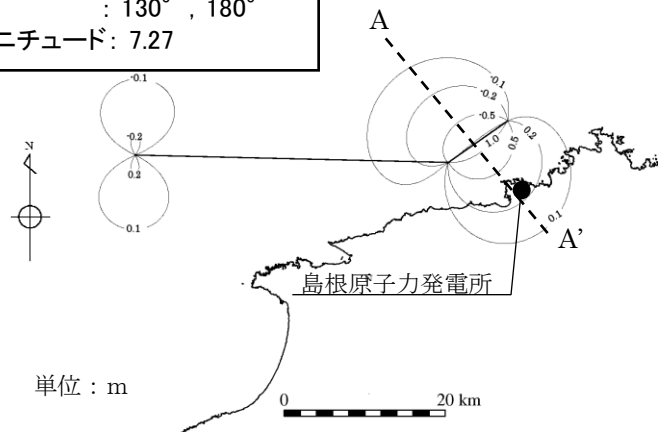
・断層下限深さを15kmから20kmとすると，津波の敷地への影響は小さくなることを確認した。

第771回審査会合 資料1-3 P54 再掲

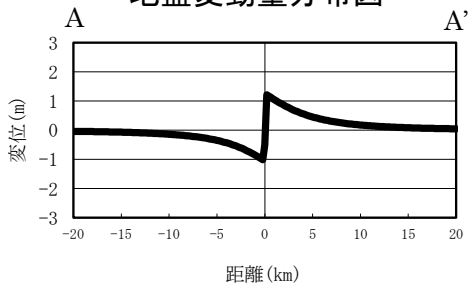
評価水位最高ケース及び最低ケースの波源モデル（断層下限深さ20kmとした検討）

評価水位最高ケース

断層長さ	：48.0km
断層幅	：20.0km
すべり量	：3.01m
上縁深さ	：0km
走向	：54°，90°
傾斜角	：90°
すべり角	：130°，180°
モーメントマグニチュード	：7.27



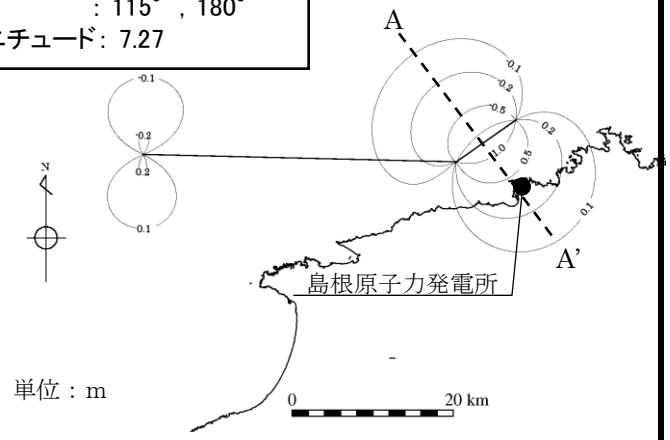
地盤変動量分布図



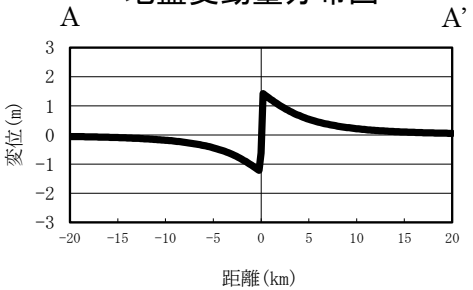
地盤変動量断面図

評価水位最低ケース

断層長さ	：48.0km
断層幅	：20.0km
すべり量	：3.01m
上縁深さ	：0km
走向	：54°，90°
傾斜角	：90°
すべり角	：115°，180°
モーメントマグニチュード	：7.27



地盤変動量分布図



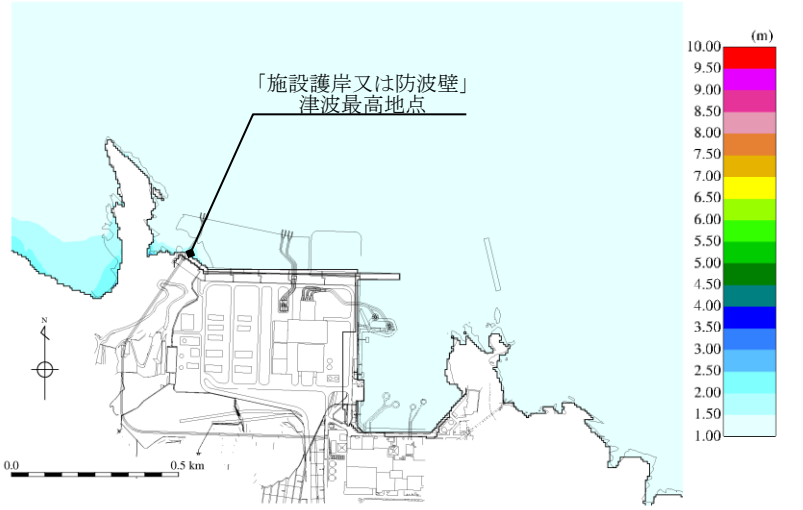
地盤変動量断面図

評価水位最高ケース（断層下限深さ20kmとした検討）

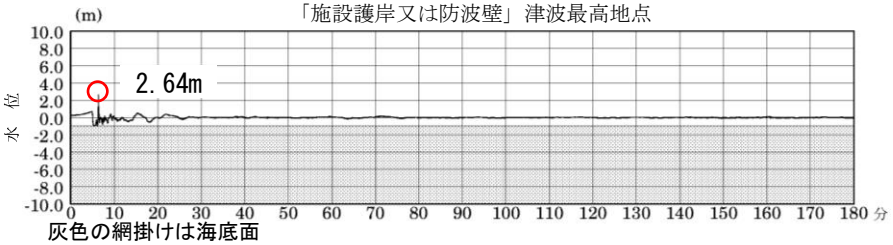
検討ケース	評価水位（T.P.　m）※
	施設護岸又は防波壁
Ｆ－Ⅲ～Ｆ－Ⅴ断層 （断層下限深さ20km）	+2.9 （+0.27）

※ 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



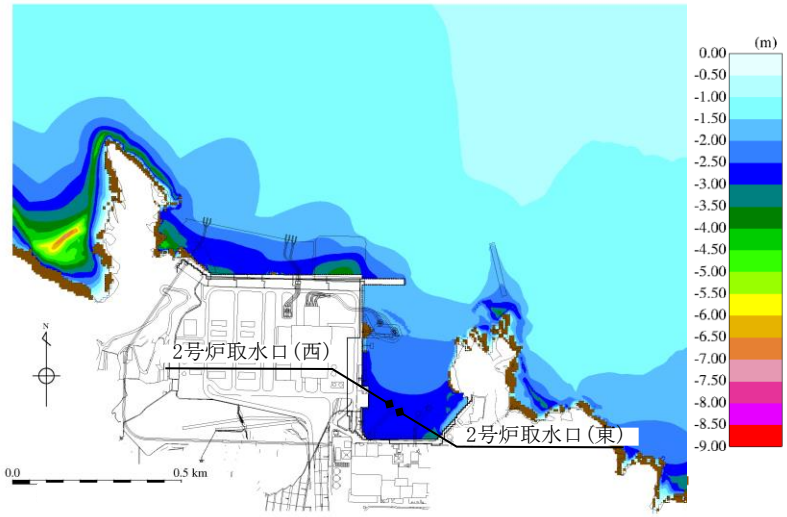
最大水位上昇量2.64m＋朔望平均満潮位T.P.+0.46m
－地盤変動量0.27m≒**T.P.+2.9m**

評価水位最低ケース（断層下限深さ20kmとした検討）

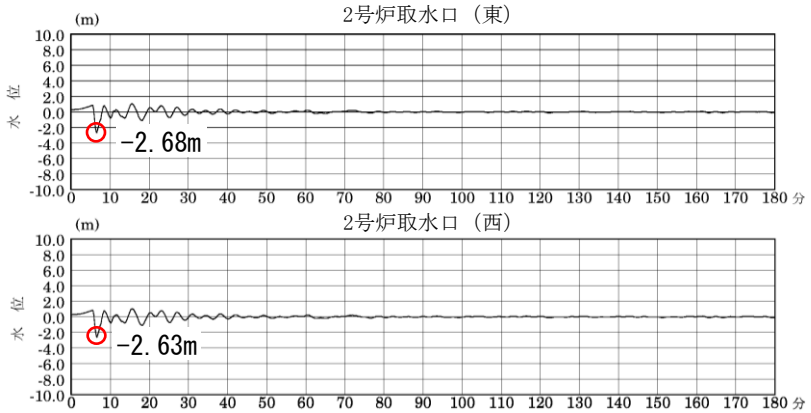
検討ケース	評価水位（T.P.　m）※	
	2号炉 取水口 （東）	2号炉 取水口 （西）
Ｆ－Ⅲ～Ｆ－Ⅴ断層 （断層下限深さ20km）	-3.0 (+0.29)	-3.0 (+0.30)

※ 括弧内の数値は地盤変動量(m)

最大水位下降量分布



2号炉取水口での水位の時刻歴波形



2号炉取水口(東)：最大水位下降量-2.68m＋朔望平均干潮位T.P.-0.02m
-地盤変動量0.29m≒**T.P.-3.0m**
2号炉取水口(西)：最大水位下降量-2.63m＋朔望平均干潮位T.P.-0.02m
-地盤変動量0.30m≒**T.P.-3.0m**

（参考）地震発生層とすべり量の関係

・土木学会に基づく検討においては，武村(1998)に基づきすべり量を算定している。
・武村(1998)によると，断層幅が小さくなるとすべり量は大きくなる。

【武村(1998)のスケーリング則・すべり量】

$logL = 0.75Mw - 3.77$
$logM_0 = 1.5Mw + 9.1$
$D = M_0 / \mu LW$

L：断層長さ（km）　　W：断層幅（km）
D：すべり量（m）　　μ：剛性率（N/m^2）
Mw：モーメントマグニチュード
M_0：地震モーメント（N・m）

【(参考)地震調査研究推進本部(2016)[26]「レシピ」の$S-M_0$関係式】

$M_0 = (S/2.23\times10^{15})^{3/2}\times10^{-7}$　$(Mw<6.5)$　Somerville et al. (1999)[27]の式
$M_0 = (S/4.24\times10^{11})^{2}\times10^{-7}$　$(6.5\leqq Mw\leqq 7.4)$　入倉・三宅(2001)の式
$M_0 = S\times10^{17}$　$(7.4<Mw)$　Murotani et al. (2015)[28]の式

M_0：地震モーメント（N・m）
S(=LW)：断層面積（km^2）
L：断層長さ（km）　　W：断層幅（km）

断層長さ (km)	断層上縁深さ (km)	断層下限深さ (km)	傾斜角 (°)	断層幅 (km)	剛性率 (N/m^2)	すべり量 (m)
48.0	0	20	90	20	3.5×10^{10}	3.01
	0	15		15		4.01

断層上縁深さの検討ケースの考え方

・土木学会に基づく検討において，断層上縁深さのパラメータスタディは，土木学会に示される変動範囲0～5kmの範囲で以下の通り設定する。
・国土交通省・内閣府・文部科学省（2014)の知見を踏まえた検討においては，横ずれ断層に対するすべり角の知見に関して断層上縁深さ1kmの検討を行っていることから，海域活断層（横ずれ）による津波について断層上縁深さ1kmと設定する。なお，日本海東縁部に想定される地震は逆断層であるが，同様の検討を実施する。

項目		土木学会に基づく検討		国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の知見を踏まえた検討
		概略パラメータスタディ	詳細パラメータスタディ	
海域活断層（F-Ⅲ～F-Ⅴ断層）	設定方法	土木学会に示される変動範囲0～5kmより設定する。	土木学会に示される変動範囲0～5kmの上限値・下限値を設定するとともに，敷地及び敷地周辺における地下構造調査等を踏まえて推定した断層上縁深さ2kmを設定する。	国土交通省・内閣府・文部科学省（2014）の横ずれ断層についての知見に関する検討を踏まえて設定する。
	設定値	0km	0，2，5km	1km
日本海東縁部	設定方法	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。	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断層上縁深さ0～5kmを変動範囲とし，その上限値・中央値・下限値を設定する。	（参考） 国土交通省・内閣府・文部科学省（2014）の横ずれ断層についての知見に関する検討を踏まえて設定する。
	設定値	0km	0，2.5，5km	1km

地方自治体独自の波源モデルの見直し状況

・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)により日本海に想定される波源モデルが示されたことから，日本海側の地方自治体が独自に設定していた波源モデルについて見直しが行われている。

※2021.3現在，下表評価から変更がないことを確認

自治体独自の波源モデル	独自に設定した波源モデルの見直し状況※
秋田県(2013)(29)	・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の断層モデルに加え，秋田県(2013)の波源モデルの影響についても加味するよう意見が出た。(秋田県津波浸水想定調査委員会(H27.7.29)) ・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に示されていなかったとしながらも，秋田県が独自に設定していた波源モデルについても，津波浸水想定結果を示した。(社会資本整備審議会河川分科会(H28.6.2))
石川県(2012)(30)	・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の断層モデルによる津波について津波浸水想定を実施。なお，石川県(2012)において設定した波源モデルの扱いについては記載されていない。(H29.5.31)
福井県(2012)(31)	・現在のところ見直しの動きは確認されない。
島根県(2016)(32)	・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の断層モデルに基づき津波浸水想定を実施する方針が示された。(第1回 島根県地震津波防災対策検討委員会(H27.11.16)) ・再現性検討及び津波浸水解析を実施した。(第2～5回 島根県地震津波防災対策検討委員会(H28.3.30，H28.9.14，H29.1.26，H29.8.30)) ・最終報告では，島根県(2012)(33)で参考ケースとしていた佐渡島北方沖(Mw8.01)の地震は含まれておらず，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の波源モデル(F24断層(Mw7.9)により津波浸水想定を実施。(第6回 島根県地震津波防災対策検討委員会(H29.12.21)
鳥取県(2012)	・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の断層モデルに基づき津波浸水想定を実施する方針が確認された。(第1回 鳥取県津波浸水想定部会(H27.1.26)) ・津波浸水想定計算結果等が示されたが，現時点では，津波浸水想定に係る断層モデルは明確になっていない。(第2，3回 鳥取県津波浸水想定部会(H27.3.24，H27.6.30)) ・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の断層モデル及び鳥取県(2012)の断層モデルのうち佐渡島北方沖の断層モデルに基づく津波浸水想定区域が公表された(H30.3.28)。

F-Ⅲ～F-Ⅴ断層のパラメータ

・F-Ⅲ～F-Ⅴ断層から想定される地震による津波の概略・詳細パラメータスタディにおけるパラメータは，土木学会，当社調査結果等に基づき設定した。

パラメータ	概略パラメータスタディ		詳細パラメータスタディ	
	設定方法	説明頁	設定方法	説明頁
剛性率	土木学会に基づき$3.5\times10^{10}N/m^2$と設定（固定）	P60	同左	—
位置・走向・長さ	海上音波探査結果に基づき設定（固定）	P61	同左	—
傾斜方向	海上音波探査結果に基づき南傾斜と設定（固定）	P61～64	同左	—
Mw	断層長さ48.0kmから武村(1998)のスケーリング則に基づきMw7.27と設定（固定）	P65	同左	—
傾斜角	土木学会によると1973年～1998年8月に近畿～九州の西南日本内陸部で発生した地震に対する発震機構解の検討より45°～90°と設定（45°，60°，75°，90°）	P65	概略パラメータスタディの評価水位最高・最低ケースの傾斜角を基準として変動範囲を補間するように設定（基準，±7.5°，±15°）	P65
地震発生層深さ	敷地周辺で発生した地震の震源鉛直分布等に基づき，地震発生層深さを15kmと設定（固定）	P66	同左	—
断層上縁深さ	土木学会に示される変動範囲0～5kmのうち0kmと設定	P66	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震源鉛直分布等から推定される断層上縁深さ2kmに基づき，断層上縁深さの変動範囲を0km，2km，5kmと設定	P66
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向きの範囲（90°，105°，120°）を推定し，発震機構の原理に基づき，すべり角を主応力軸と走向・傾斜から幾何学的に設定	P67～70	概略パラメータスタディの評価水位最高・最低ケースの主応力軸を基準として変動範囲を補間するように設定（基準，±5°，±10°）	—
すべり量	$D=M_0/\mu LW$　D:すべり量，M_0:地震モーメント，μ:剛性率，L:長さ，W:幅	—	同左	—

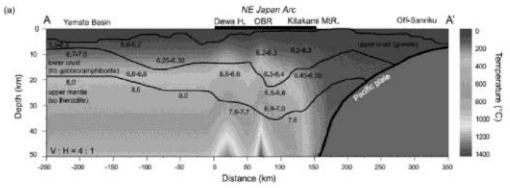
F-Ⅲ～F-Ⅴ断層のパラメータ

■ 剛性率

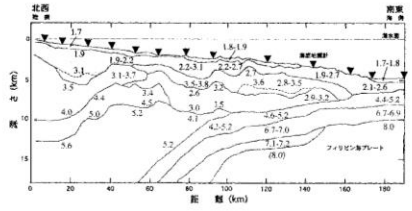
・土木学会では，P波速度の検討例，P波とS波の速度比の既往研究に基づき剛性率を設定している。
・敷地周辺海域は「西南日本陸側プレート内」に該当するため，剛性率を3.5×10^{10}N/m^{2}と設定した。



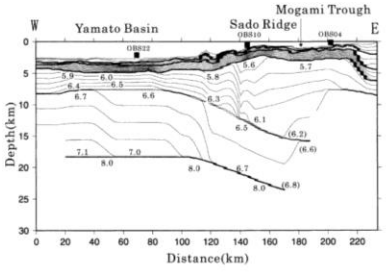
(a) 東北日本周辺（吉井，1977）



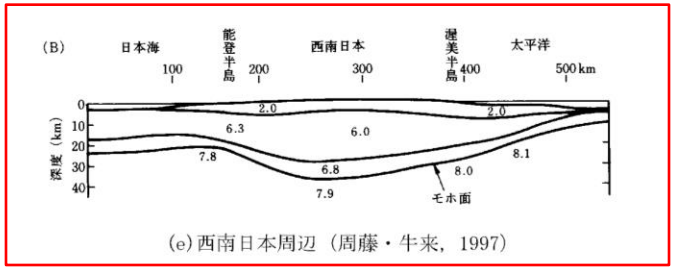
(b) 東北日本周辺（武藤・大園，2012）



(c) 日向灘沖（宮町・後藤，1999）



(d) 秋田沖日本海東縁部（西坂ほか，2001）



(e) 西南日本周辺（周藤・牛来，1997）

P波速度構造に関する既往検討例

土木学会より引用

V_p/V_s比に関する既往研究例（伊藤・大東(1996)）

地域	上部地殻	下部地殻	上部マントル	文献・備考
近畿	1.67		1.78	Yoshiyama(1957)
西南日本	1.68		1.75～1.79	角田(1968)
紀伊半島	1.716±0.021			渡辺・黒磯(1967)
東北			1.77	宇津(1969)
中国	1.70～1.71	1.73		Hashizume(1970)
東北	1.66	1.75	1.70～1.75 1.75～1.80	堀内ほか(1977) マントルの値は火山フロントの東西
近畿北部	1.70			黒磯・渡辺(1977)
函館群発	(1.66)			高波ほか(1980) 表層の値
中部東海	1.68±0.02	1.75～1.81	1.77	Ukawa and Fukao(1981) 真の V_p, V_sから求めた値
四国	(1.58～1.65) 1.731	1.75	1.73	岡野・木村(1983) ( )内は表層の値
飛騨周辺 長野県 北関東 甲府周辺 富士箱根 甲府周辺	1.67±0.01 1.69±0.01 1.71±0.01 1.69±0.01 1.69～1.78 1.66～1.71			橋田・鶫川(1995)
日航付近 長野県西部 兵庫県南部	1.682±0.016 1.700±0.053 1.680±0.023	1.686※ 1.686※ 1.76※	1.90 1.76※	大東・伊藤(1995) ※は真の V_p, V_sから求めた値

土木学会より引用

震源付近の媒質の剛性率

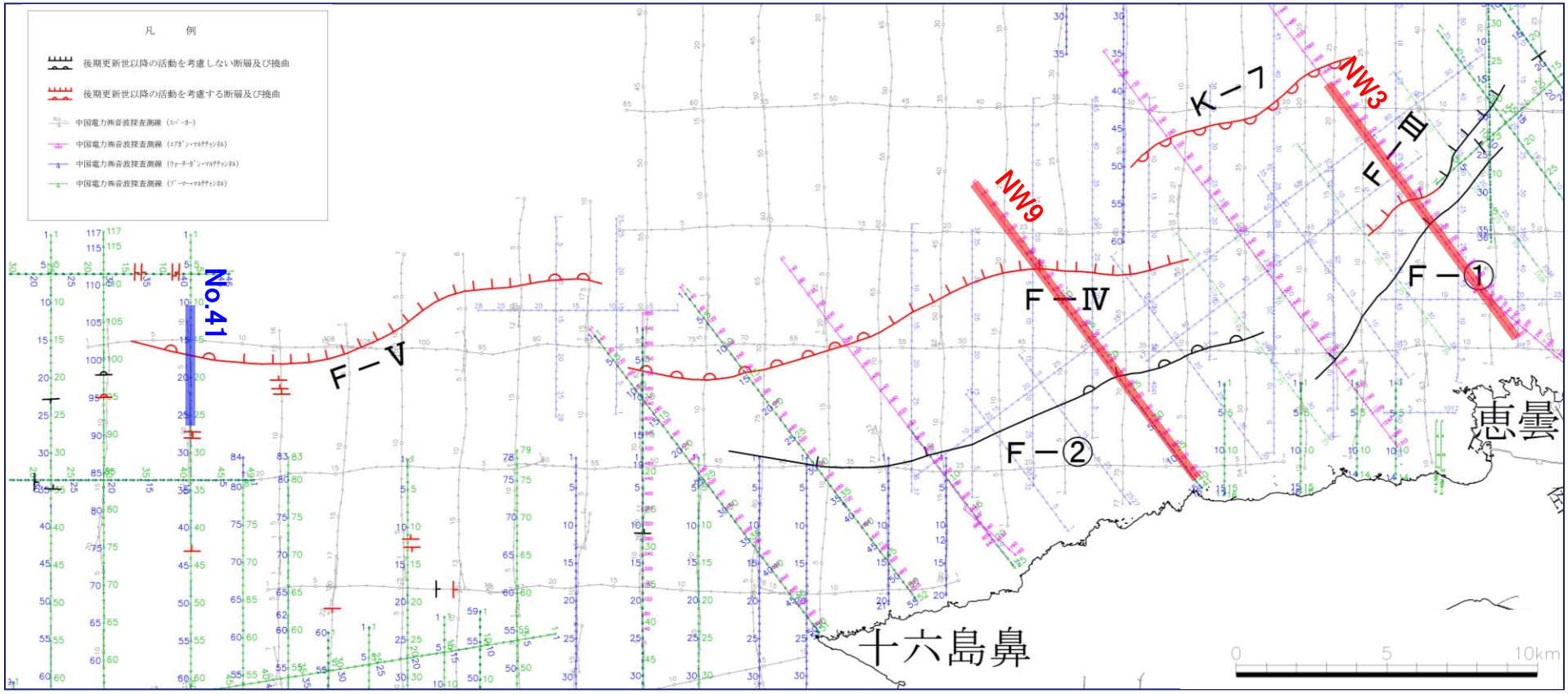
海　域	根　拠	剛性率
・西南日本陸側プレート内 ・日本海東縁部 ・プレート境界浅部（断層面全体が深さ 20km 以浅に存在する場合）	Vp=6.0 km/s Vp/Vs=1.6～1.7 ρ=2.7～2.8 g/cm^3 とすれば， μ=3.36×10^{10} ～3.94×10^{10} N/m^2 となる。この中間的値とする。	3.5×10^{10} N/m^2 (3.5×10^{11} dyne/cm^2)
・海洋プレート内 ・プレート境界深部（断層面全体が深さ 20km 以深に存在する場合）	Vp=8.0～8.1 km/s Vp/Vs=1.75～1.80 ρ=3.2～3.5 g/cm^3 とすれば， μ=6.31×10^{10} ～7.50×10^{10} N/m^2 となる。この中間的値とする。	7.0×10^{10} N/m^2 (7.0×10^{11} dyne/cm^2)
・プレート境界中央部（断層面が深さ 20km 以浅と以深にまたがって存在する場合）	浅部と深部の中間的値とする。	5.0×10^{10} N/m^2 (5.0×10^{11} dyne/cm^2)

土木学会より引用

F－Ⅲ～F－Ⅴ断層のパラメータ

■ 位置・走向・長さ・傾斜方向

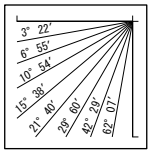
【位置・走向・長さ】
・位置，走向及び長さは海上音波探査結果に基づき設定した。
【傾斜方向】
・音波探査結果に基づき南傾斜と設定した。
・次頁以降でF－Ⅲ～F－Ⅴ断層と交差する代表的な音波探査解析図を示す。



F－Ⅲ～F－Ⅴ断層のパラメータ

第771回審査会合 資料1-3 P66 再掲

NW3測線



V.E. ≒ 3

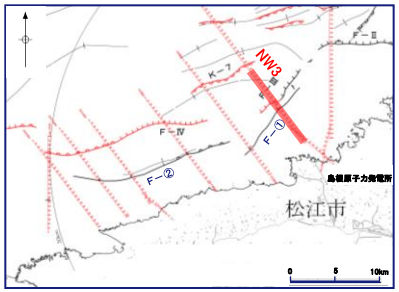
第四紀	完新世		A
	更新世	後期	B B_{1E}
		中期	B_{2E}
		前期	
新第三紀	鮮新世		C
	中新世		D D_1
			D_2
火山岩・貫入岩			V

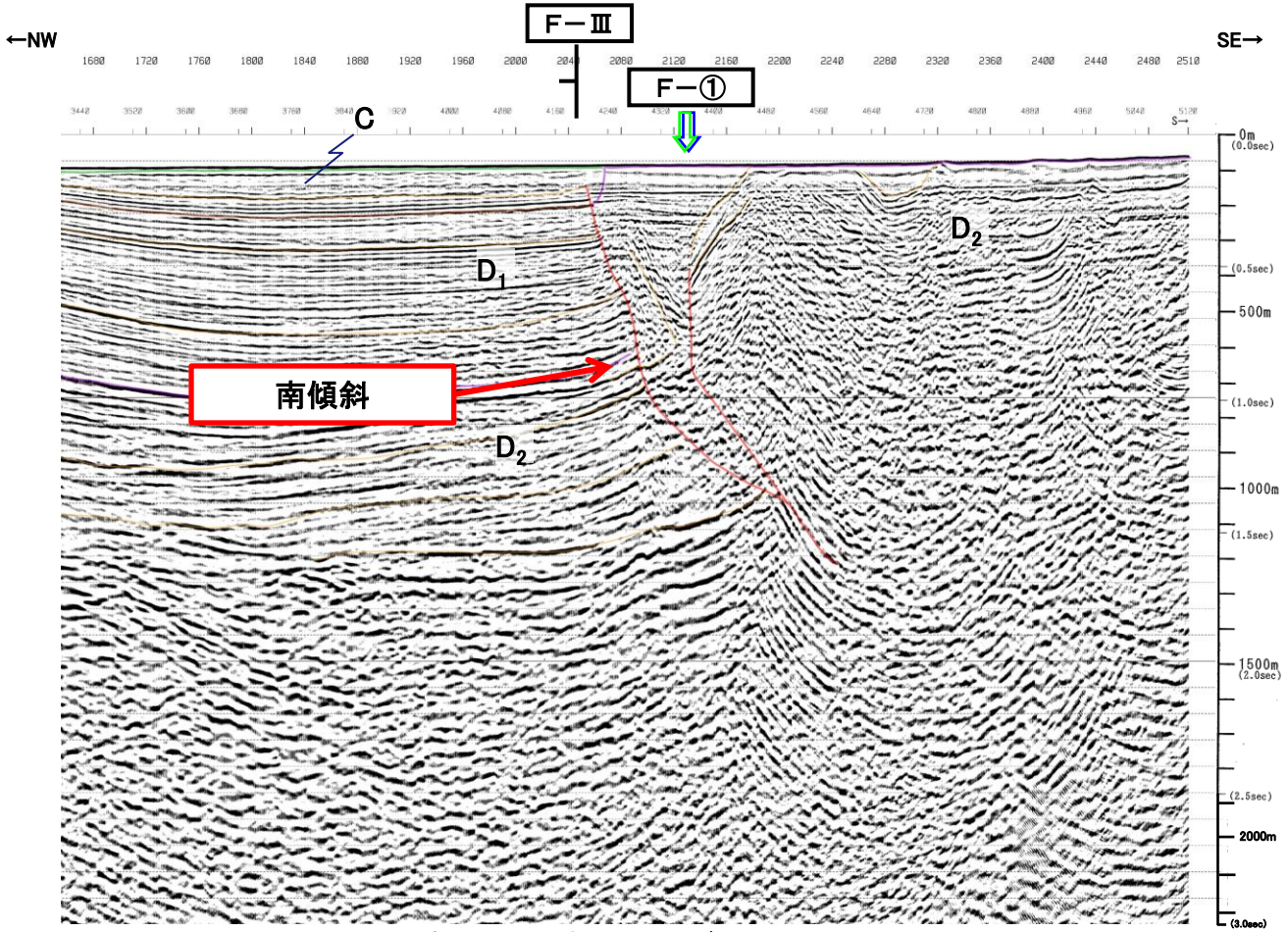
断層（変形）

断層（変位）

断層想定位置（直上）

断層想定位置（傾斜延長）





音波探査解析図（エアガン・マルチチャンネル）

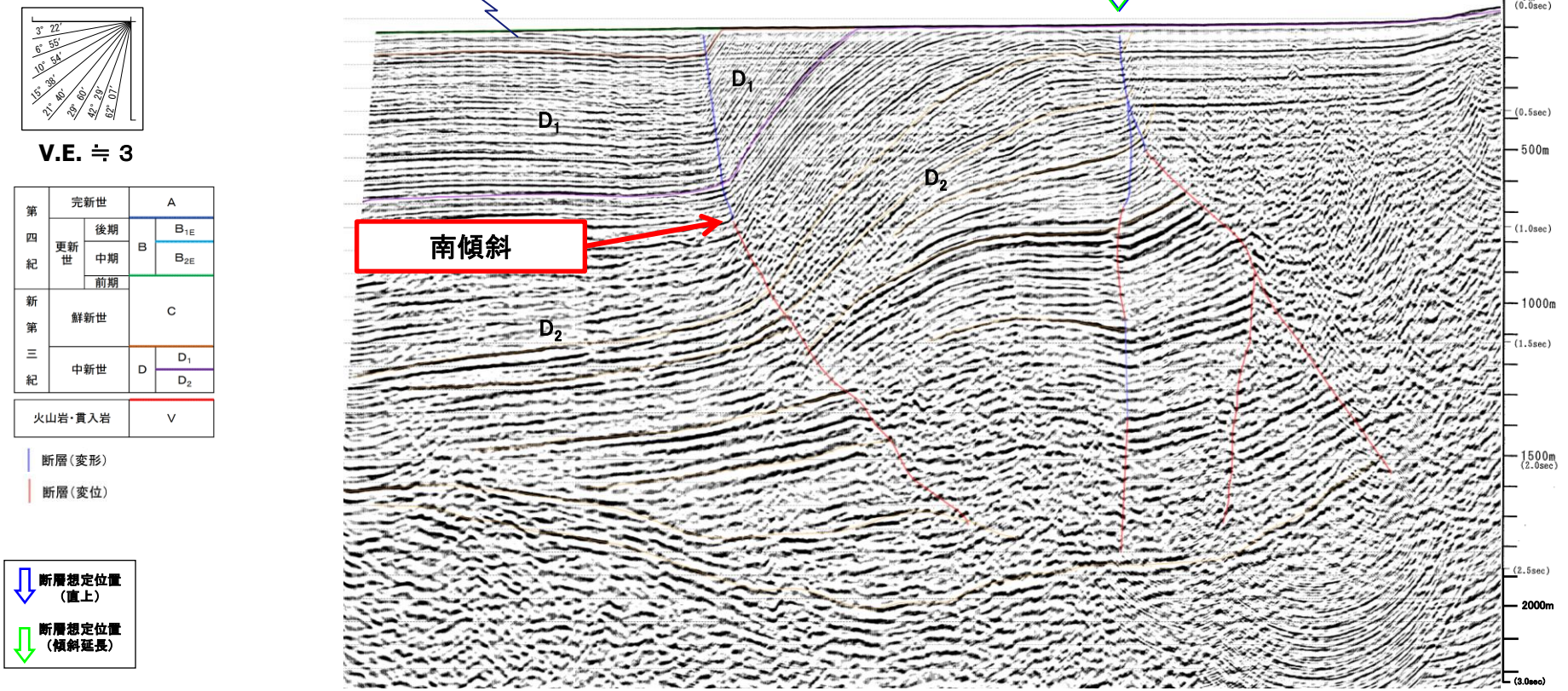
約1km

・F－①断層はD_2層下部に変位が認められる。また，F－①断層は，地下深部においてF－Ⅲ断層に収斂する。
・F－Ⅲ断層は，D_1層及びC層の堆積盆の南縁を規制している一方で，F－①断層は，D_1層及びC層を堆積していない。

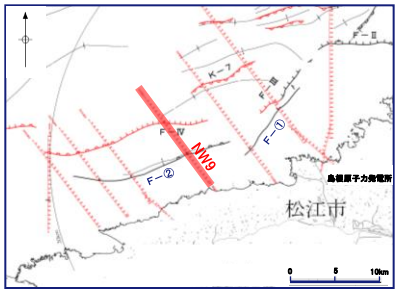
F－Ⅲ～F－Ⅴ断層のパラメータ

第771回審査会合 資料1-3 P67 再掲

NW9測線



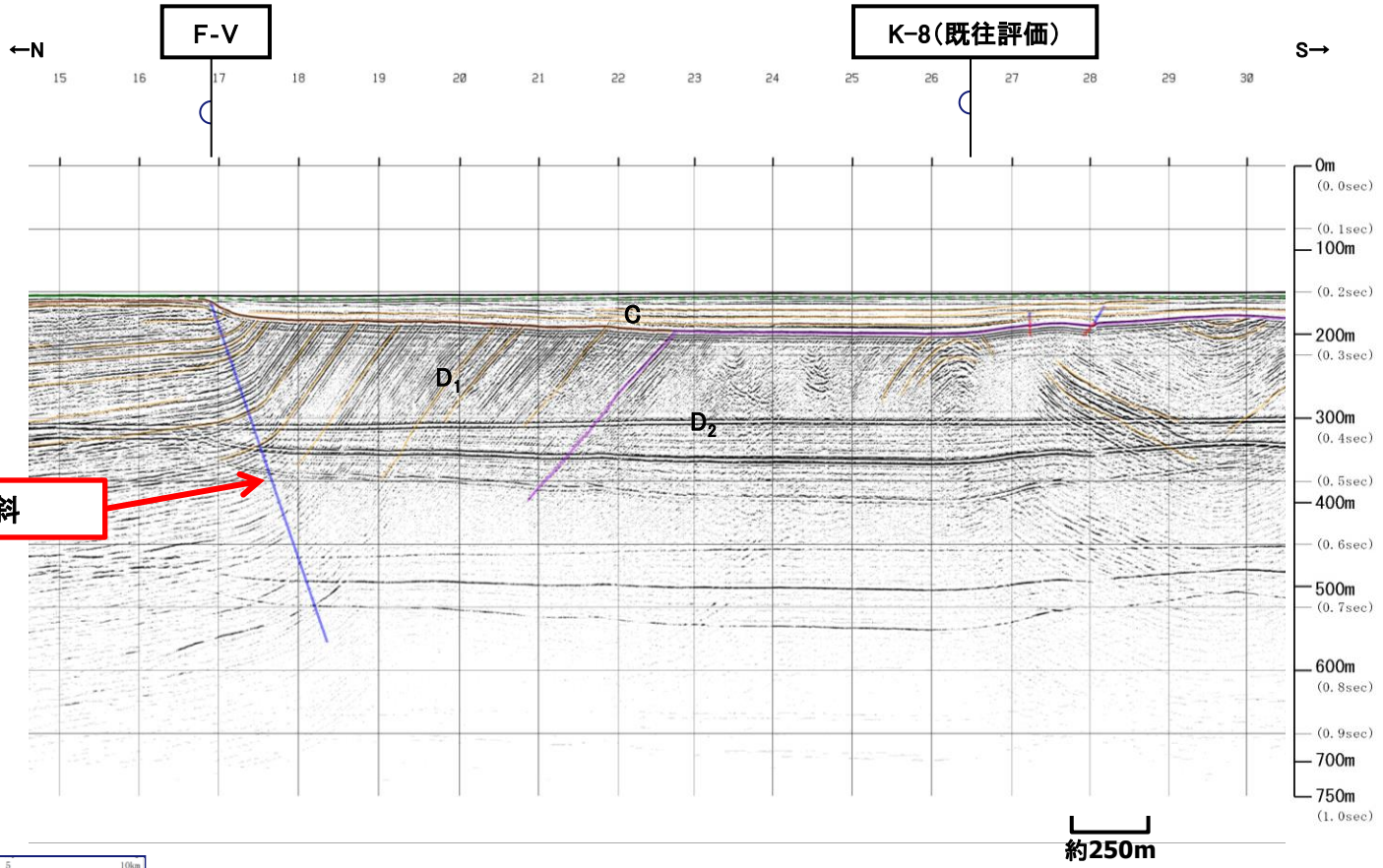
音波探査解析図（ｴｱｶﾞﾝ・ﾏﾙﾁﾁｬﾝﾈﾙ）

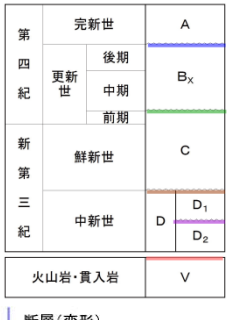


・F－②断層はD_2層下部に変位が，D_2層上部に変形が認められる。
・F－Ⅳ断層は，D_1層及びC層の堆積盆の南縁を規制している一方で，F－②断層は，D_1層及びC層を堆積していない。

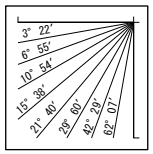
F-Ⅲ～F-Ⅴ断層のパラメータ

No. 41測線



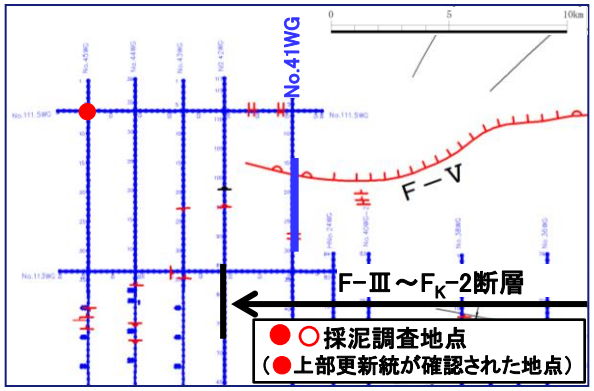


南傾斜



V.E. ≒ 3

音波探査解析図（ｳｫｰﾀｰｶﾞﾝ・ﾏﾙﾁﾁｬﾝﾈﾙ）



・FK－2断層のうちF-V断層は，D1 層に変形が認められ，BX層が分布していないことから，後期更新世以降の活動を評価する。
・FK－2断層のうちK-8撓曲（既往評価）位置には，断層活動を示唆する変位や変形は認められない。
・その南側の単独断層は，D2 層に変位が，C層に変形が認められる。

F-Ⅲ～F-Ⅴ断層のパラメータ

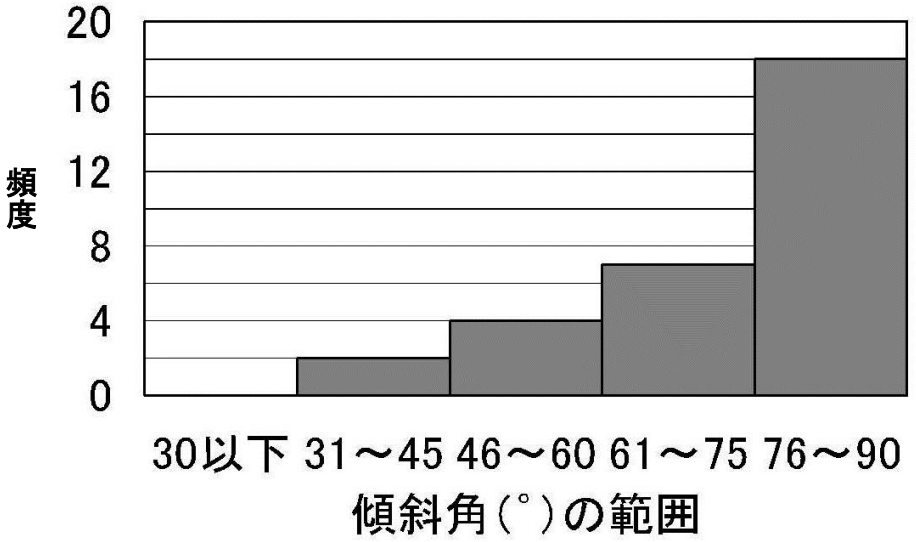
■ Ｍｗ・傾斜角

【Mw】
・断層長さ48.0kmから，武村(1998)のスケーリング則に基づき設定した。
【傾斜角】
・土木学会では，気象庁地震月報に記載されている1973年から1998年8月に近畿～九州の西南日本内陸部で発生した気象庁マグニチュード5.0以上，震源深さ20km以下の地震34例について，発震機構解を用い，内陸地震の傾斜角について検討している。その結果，内陸地震の傾斜角は，概ね高角(45～90°)であることが分かった。
・以上より，概略パラメータスタディでは45°，60°，75°，90°で変動させ，詳細パラメータスタディでは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した。

【武村(1998)のスケーリング則 】

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

L:断層長さ(km)
Mw:モーメントマグニチュード



西南日本に発生した浅い内陸地震の傾斜角の頻度分布

土木学会より引用

F-Ⅲ～F-Ⅴ断層のパラメータ

第771回審査会合 資料1-3 P70 再掲

■ 地震発生層深さ・断層上縁深さ

【地震発生層深さ】
・敷地及び敷地周辺における地下構造調査等及び既往研究成果を踏まえて15kmと設定する。
【断層上縁深さ】
・概略パラメータスタディでは，土木学会に示される変動範囲0～5kmのうち0kmと設定する。
・詳細パラメータスタディでは，土木学会に示される変動範囲0～5km，及び敷地及び敷地周辺における地下構造調査等から推定される断層上縁深さ2kmに基づき，断層上縁深さの変動範囲を0km，2km，5kmと設定した。

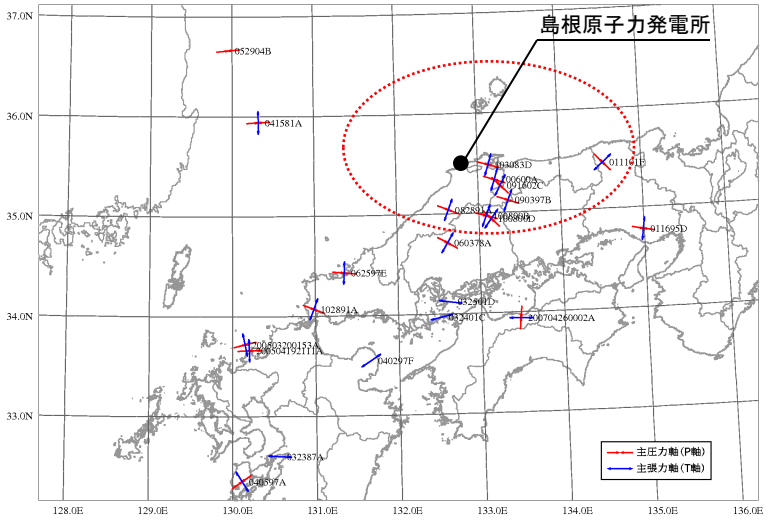
項 目	検討内容	上限深さ	下限深さ
他機関の検討	地震調査研究推進本部(2017)[34]による地震発生層の設定値	2km	15km
震源鉛直分布	原子力安全基盤機構(2004)[35]による中国地方のD10，D90	6.4km	13.1km
	気象庁一元化データによる敷地周辺（100km以内）のD10，D90	約5km	約13km
	片尾・吉井（2002）[36]による2000年鳥取県西部地震（余震）の震源鉛直分布	約3km	約12km
地下構造調査	敷地及び敷地周辺における微動アレイ探査結果	約2km	―
その他の研究成果	岩田・関口（2002）[37]による2000年鳥取県西部地震の波形インバージョン解析で用いられた速度構造	2km	―
	Shibutani et al.（2005）[38]による2000年鳥取県西部地震のトモグラフィー解析	約2～4km	―
	岩崎・佐藤(2009)[39]による鳥取県沖の地殻構造探査	―	約12km
地震発生層の上限・下限深さの設定値		2km	15km

F-Ⅲ～F-Ⅴ断層のパラメータ

■ すべり角

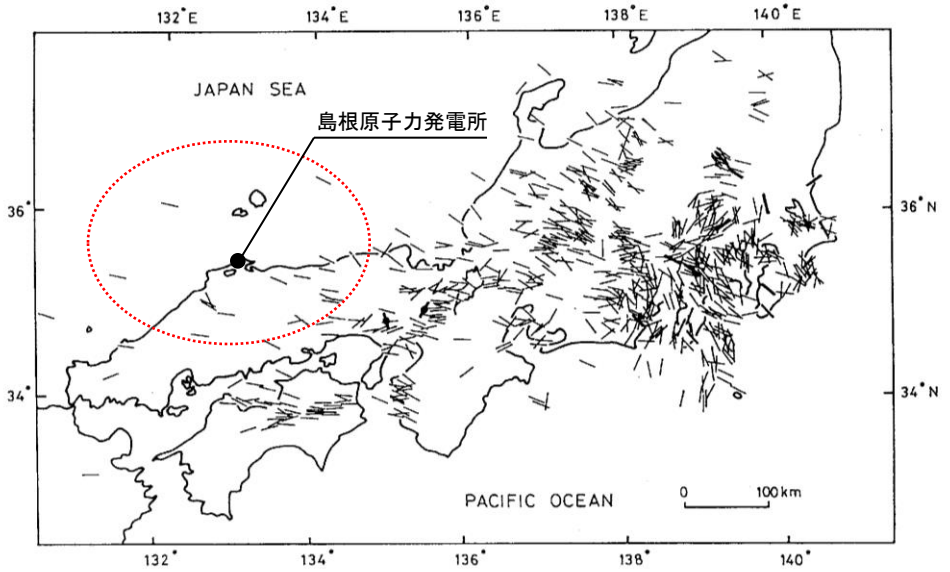
・既往地震の発震機構解の分析及び日本各地の広域応力場を示した既往研究例を参考に，敷地周辺における主応力軸の範囲を90°～120°とする。

【既往地震の発震機構解に基づく推定】



ハーバードCMTによる発震機構解と主応力軸の向き

【既往研究に基づく推定】



発震機構解より推定した主応力軸の向き

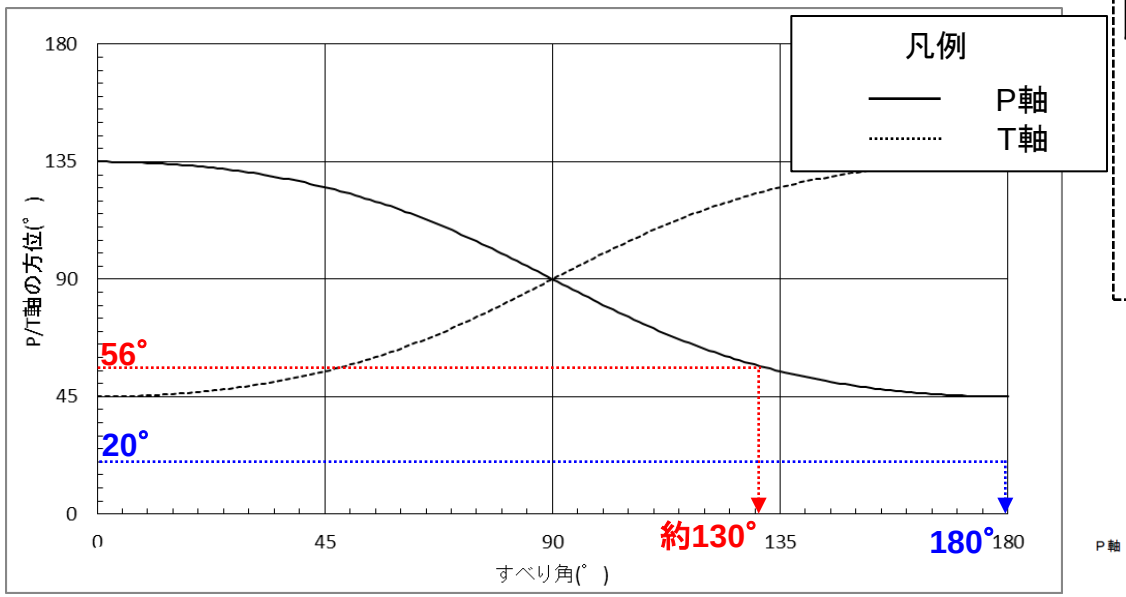
塚原・小林（1991）(40)より引用・加筆

F-Ⅲ～F-Ⅴ断層のパラメータ

第771回審査会合 資料1-3 P72 再掲

■ すべり角

・すべり角は発震機構の原理に基づき，主応力軸，走向及び傾斜角から幾何学的に設定した。
・一例として，評価水位最高ケースのすべり角の設定方法を以下に記す。

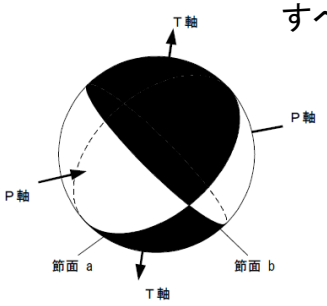


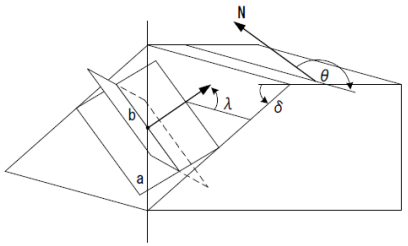
すべり角とP軸・T軸の方位の関係（断層走向0°，傾斜角90°の場合）

項目	F-Ⅲ断層	F-Ⅳ～F-Ⅴ断層
傾斜角	90°	
断層走向	54°	90°
P軸方位	110°	
走向を考慮したP軸の方位	56°	20°

項目	F-Ⅲ断層	F-Ⅳ～F-Ⅴ断層
すべり角	130°	180°

F-Ⅲ～F-Ⅴ断層（評価水位最高ケース）のすべり角の設定





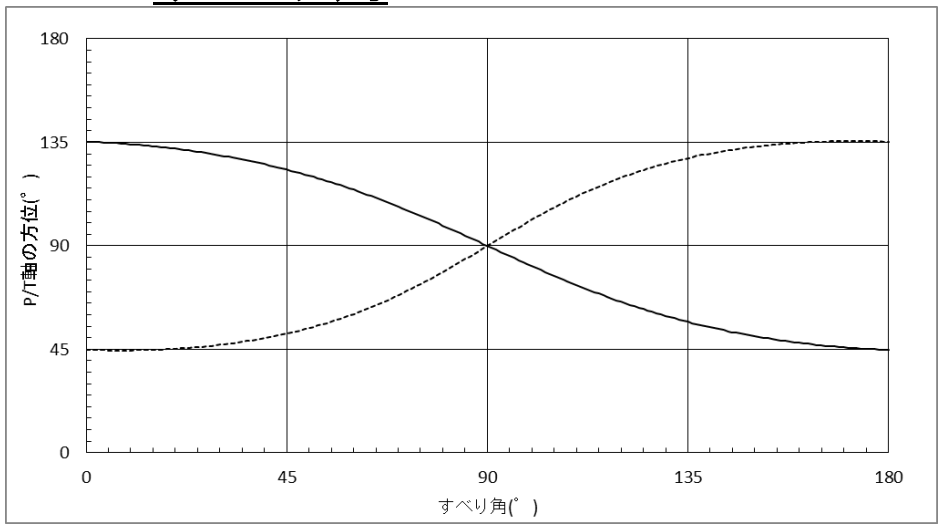
P軸：主応力軸，T軸：主張力軸
θ：走向，δ：傾斜角，λ：すべり角

応力軸と断層運動の関係の概念図

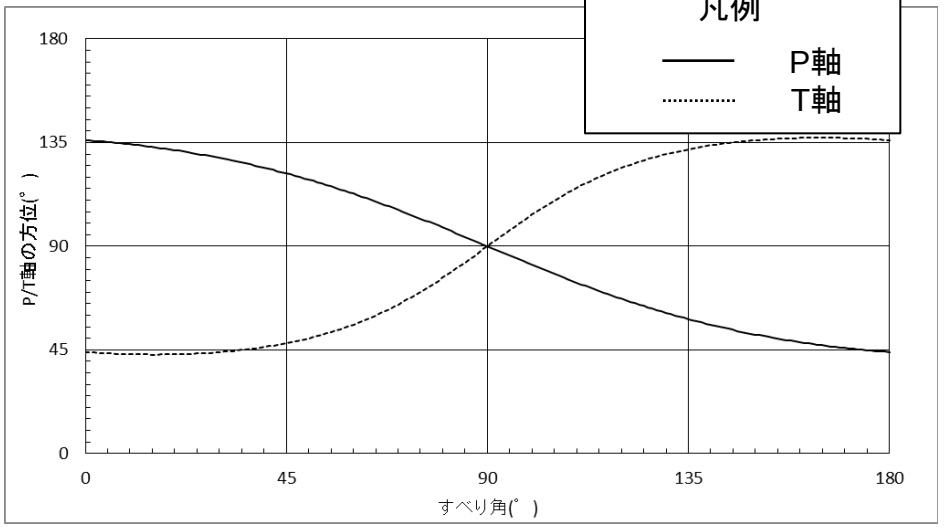
土木学会より引用

F-Ⅲ～F-Ⅴ断層のパラメータ

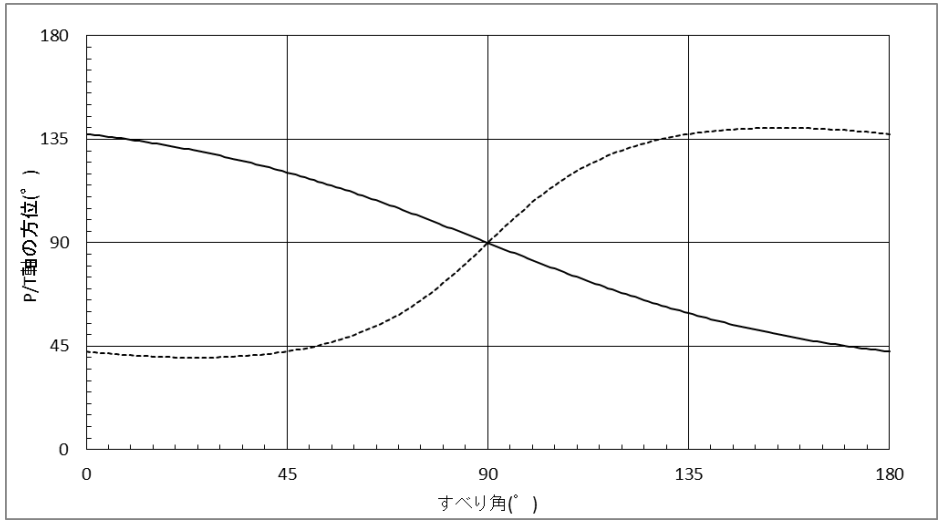
■ すべり角



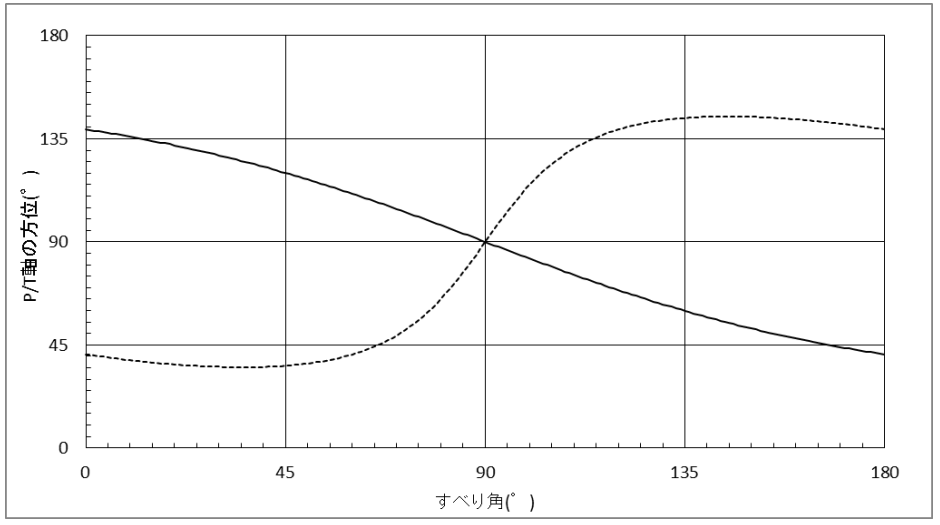
すべり角とP軸・T軸の方位の関係（断層走向0°　傾斜角82.5°　の場合）



すべり角とP軸・T軸の方位の関係（断層走向0°　傾斜角75°　の場合）



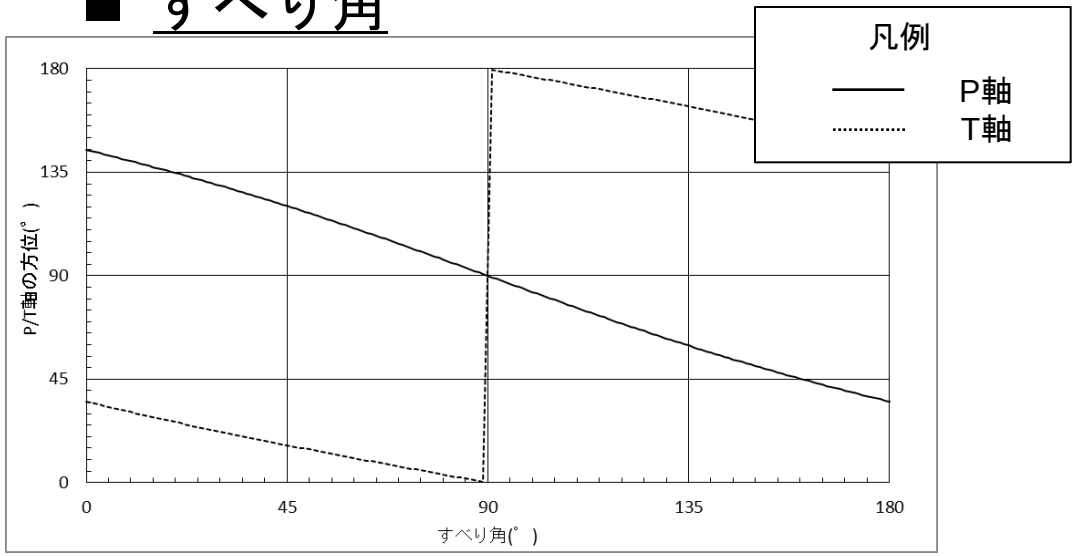
すべり角とP軸・T軸の方位の関係（断層走向0°　傾斜角67.5°　の場合）



すべり角とP軸・T軸の方位の関係（断層走向0°　傾斜角60°　の場合）

F-Ⅲ～F-Ⅴ断層のパラメータ

■ すべり角



すべり角とP軸・T軸の方位の関係（断層走向0° 傾斜角45° の場合）

概略パラメータスタディ結果（F-Ⅲ～F-Ⅴ断層）

第771回審査会合 資料1-3
P75　加筆・修正

■ 水位上昇側

：評価水位が最高となるケースの評価水位

断層	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）※ 施設護岸又は防波壁
F－Ⅲ～F－Ⅴ断層（①+②+③）	90	4.01	90	180, 180	0	+1.2 (−0.06)
	90	4.01	105	145, 180	0	+3.0 (+0.22)
	90	4.01	120	115, 180	0	+3.1 (+0.39)
	75	3.88	90	180, 180	0	+1.2 (−0.15)
	75	3.88	105	150, 180	0	+2.4 (+0.19)
	75	3.88	120	120, 180	0	+3.3 (+0.46)
	60	3.48	90	180, 180	0	+1.3 (−0.24)
	60	3.48	105	150, 180	0	+1.8 (+0.18)
	60	3.48	120	125, 180	0	+3.0 (+0.47)
	45	2.84	90	180, 180	0	+1.3 (−0.32)
	45	2.84	105	150, 180	0	+1.3 (+0.13)
	45	2.84	120	125, 180	0	+1.8 (+0.46)

※　括弧内の数値は地盤変動量(m)

概略パラメータスタディ結果（F-Ⅲ～F-Ⅴ断層）

第771回審査会合 資料1-3 P76 加筆・修正

■ 水位下降側

：評価水位が最低となるケースの評価水位

断層	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）※	
						２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
F－Ⅲ～F－Ⅴ断層（①+②+③）	90	4.01	90	180, 180	0	−0.2 (−0.06)	−0.2 (−0.06)
	90	4.01	105	145, 180	0	−2.2 (+0.18)	−2.2 (+0.18)
	90	4.01	120	115, 180	0	−3.9 (+0.34)	−3.9 (+0.34)
	75	3.88	90	180, 180	0	−0.2 (−0.14)	−0.2 (−0.14)
	75	3.88	105	150, 180	0	−1.8 (+0.15)	−1.7 (+0.15)
	75	3.88	120	120, 180	0	−3.6 (+0.39)	−3.5 (+0.39)
	60	3.48	90	180, 180	0	−0.3 (−0.23)	−0.3 (−0.23)
	60	3.48	105	150, 180	0	−1.4 (+0.13)	−1.3 (+0.13)
	60	3.48	120	125, 180	0	−2.9 (+0.39)	−2.8 (+0.40)
	45	2.84	90	180, 180	0	−0.3 (−0.31)	−0.3 (−0.31)
	45	2.84	105	150, 180	0	−0.9 (+0.08)	−0.9 (+0.09)
	45	2.84	120	125, 180	0	−2.0 (+0.38)	−2.0 (+0.39)

※ 括弧内の数値は地盤変動量(m)

詳細パラメータスタディ結果（F-Ⅲ～F-Ⅴ断層）

第771回審査会合 資料1-3
P77 加筆・修正

■ 水位上昇側

：評価水位が最高となるケースの評価水位

断層	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）※ 施設護岸又は防波壁
F－Ⅲ～F－Ⅴ断層（①+②+③）	90	4.01	120	115, 180	0	+3.1 (+0.39)
	90	4.01	110	130, 180	0	+3.6 (+0.32)
	90	4.01	115	125, 180	0	+3.5 (+0.35)
	82.5	3.99	120	120, 180	0	+3.3 (+0.42)
	82.5	3.99	110	135, 180	0	+3.5 (+0.31)
	82.5	3.99	115	125, 180	0	+3.5 (+0.39)
	75	3.88	120	120, 180	0	+3.3 (+0.46)
	75	3.88	110	140, 180	0	+3.0 (+0.29)
	75	3.88	115	130, 180	0	+3.5 (+0.38)
	67.5	3.72	120	125, 180	0	+3.3 (+0.45)
	67.5	3.72	110	140, 180	0	+2.7 (+0.30)
	67.5	3.72	115	130, 180	0	+3.2 (+0.40)
	60	3.48	120	125, 180	0	+3.0 (+0.47)
	60	3.48	110	140, 180	0	+2.3 (+0.30)
	60	3.48	115	135, 180	0	+2.6 (+0.36)

※　括弧内の数値は地盤変動量(m)

詳細パラメータスタディ結果（F-Ⅲ～F-Ⅴ断層）

第771回審査会合 資料1-3
P78 加筆・修正

■ 水位上昇側

断層	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）※ 施設護岸又は防波壁
F－Ⅲ～F－Ⅴ断層（①+②+③）	90	4.01	120	115, 180	2	+1.0 (+0.33)
	90	4.01	110	130, 180	2	+1.0 (+0.26)
	90	4.01	115	125, 180	2	+1.0 (+0.28)
	82.5	3.99	120	120, 180	2	+1.0 (+0.33)
	82.5	3.99	110	135, 180	2	+1.0 (+0.23)
	82.5	3.99	115	125, 180	2	+1.0 (+0.30)
	75	3.88	120	120, 180	2	+1.0 (+0.34)
	75	3.88	110	140, 180	2	+0.9 (+0.19)
	75	3.88	115	130, 180	2	+1.0 (+0.27)
	67.5	3.72	120	125, 180	2	+1.0 (+0.31)
	67.5	3.72	110	140, 180	2	+0.9 (+0.18)
	67.5	3.72	115	130, 180	2	+1.0 (+0.27)
	60	3.48	120	125, 180	2	+0.9 (+0.30)
	60	3.48	110	140, 180	2	+0.9 (+0.16)
	60	3.48	115	135, 180	2	+0.9 (+0.21)

※　括弧内の数値は地盤変動量(m)

詳細パラメータスタディ結果（F-Ⅲ～F-Ⅴ断層）

第771回審査会合 資料1-3
P79 加筆・修正

■ 水位上昇側

断層	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）※ 施設護岸又は防波壁
F－Ⅲ～F－Ⅴ断層（①+②+③）	90	4.01	120	115, 180	5	+0.6 (+0.30)
	90	4.01	110	130, 180	5	+0.6 (+0.23)
	90	4.01	115	125, 180	5	+0.6 (+0.25)
	82.5	3.99	120	120, 180	5	+0.6 (+0.29)
	82.5	3.99	110	135, 180	5	+0.6 (+0.20)
	82.5	3.99	115	125, 180	5	+0.6 (+0.26)
	75	3.88	120	120, 180	5	+0.6 (+0.29)
	75	3.88	110	140, 180	5	+0.6 (+0.16)
	75	3.88	115	130, 180	5	+0.6 (+0.23)
	67.5	3.72	120	125, 180	5	+0.6 (+0.25)
	67.5	3.72	110	140, 180	5	+0.6 (+0.14)
	67.5	3.72	115	130, 180	5	+0.6 (+0.21)
	60	3.48	120	125, 180	5	+0.6 (+0.23)
	60	3.48	110	140, 180	5	+0.7 (+0.11)
	60	3.48	115	135, 180	5	+0.7 (+0.15)

※　括弧内の数値は地盤変動量(m)

詳細パラメータスタディ結果（F-Ⅲ～F-Ⅴ断層）

第771回審査会合 資料1-3 P80 加筆・修正

■ 水位下降側

：評価水位が最低となるケースの評価水位

断層	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）※	
						２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
F－Ⅲ～F－Ⅴ断層（①+②+③）	90	4.01	120	115, 180	0	-3.9 (+0.34)	-3.9 (+0.34)
	90	4.01	110	130, 180	0	-3.2 (+0.27)	-3.2 (+0.27)
	90	4.01	115	125, 180	0	-3.5 (+0.29)	-3.4 (+0.30)
	82.5	3.99	120	120, 180	0	-3.7 (+0.36)	-3.6 (+0.36)
	82.5	3.99	110	135, 180	0	-2.9 (+0.26)	-2.9 (+0.27)
	82.5	3.99	115	125, 180	0	-3.5 (+0.33)	-3.4 (+0.33)
	75	3.88	120	120, 180	0	-3.6 (+0.39)	-3.5 (+0.39)
	75	3.88	110	140, 180	0	-2.5 (+0.24)	-2.4 (+0.24)
	75	3.88	115	130, 180	0	-3.1 (+0.32)	-3.0 (+0.32)

※ 括弧内の数値は地盤変動量(m)

詳細パラメータスタディ結果（F-Ⅲ～F-Ⅴ断層）

第771回審査会合 資料1-3 P81 再掲

■ 水位下降側

断層	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）※	
						２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
F－Ⅲ～F－Ⅴ断層（①+②+③）	90	4.01	120	115, 180	2	-1.9 (+0.34)	-1.9 (+0.34)
	90	4.01	110	130, 180	2	-1.5 (+0.26)	-1.5 (+0.27)
	90	4.01	115	125, 180	2	-1.6 (+0.29)	-1.6 (+0.29)
	82.5	3.99	120	120, 180	2	-1.8 (+0.34)	-1.8 (+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)
	75	3.88	120	120, 180	2	-1.8 (+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	-1.5 (+0.28)	-1.5 (+0.28)

※ 括弧内の数値は地盤変動量(m)

詳細パラメータスタディ結果（F-Ⅲ～F-Ⅴ断層）

第771回審査会合 資料1-3 P82 再掲

■ 水位下降側

断層	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）※	
						２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
F－Ⅲ～F－Ⅴ断層（①+②+③）	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	-0.8 (+0.30)	-0.8 (+0.30)
	82.5	3.99	110	135, 180	5	-0.6 (+0.21)	-0.6 (+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	-0.8 (+0.30)	-0.8 (+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)

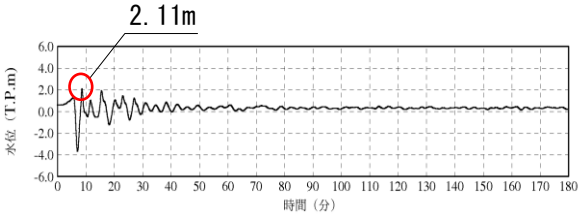
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合 資料1-3 P83 再掲

評価水位最高ケース（水位上昇側）　F-Ⅲ～F-Ⅴ断層

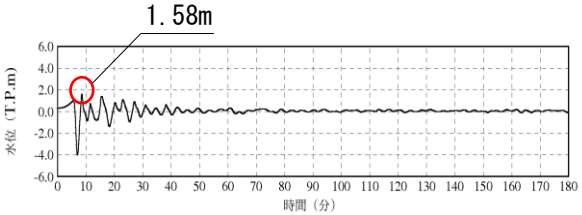
【循環水ポンプ運転時】

※初期水位は，潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位



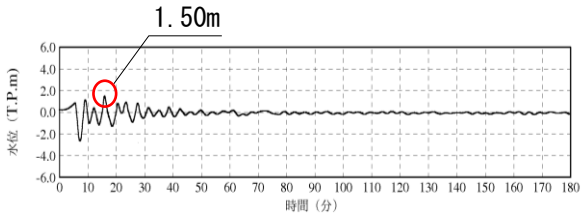
1号炉取水槽

（最大水位上昇量2.11m－地盤変動量0.27m≒T.P.+1.9m）



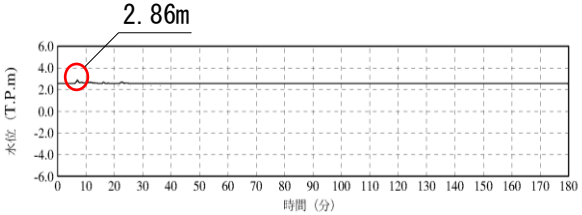
2号炉取水槽

（最大水位上昇量1.58m－地盤変動量0.27m≒T.P.+1.4m）



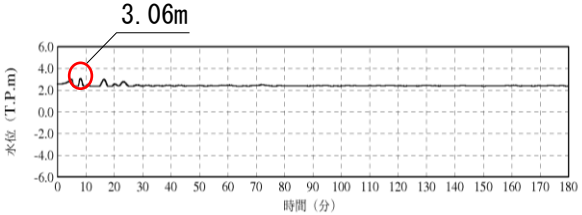
3号炉取水槽

（最大水位上昇量1.50m－地盤変動量0.28m≒T.P.+1.3m）



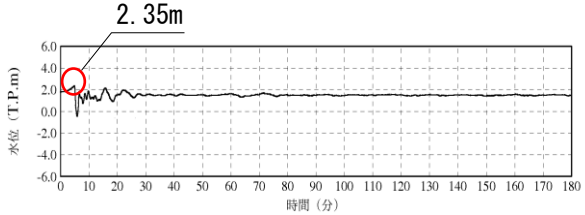
1号炉放水槽

（最大水位上昇量2.86m－地盤変動量0.25m≒T.P.+2.7m）



2号炉放水槽

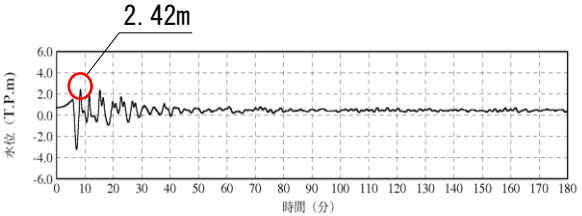
（最大水位上昇量3.06m－地盤変動量0.32m≒T.P.+2.8m）



3号炉放水槽

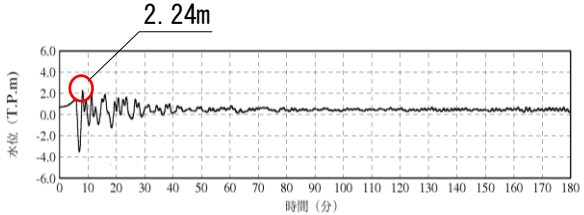
（最大水位上昇量2.35m－地盤変動量0.30m≒T.P.+2.1m）

【循環水ポンプ停止時】



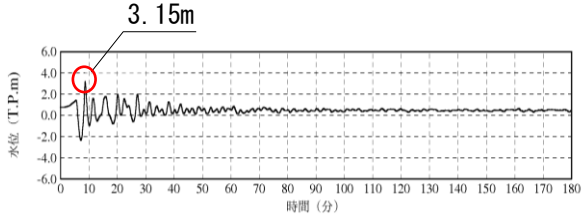
1号炉取水槽

（最大水位上昇量2.42m－地盤変動量0.27≒T.P.+2.2m）



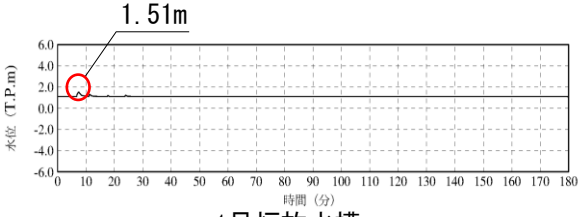
2号炉取水槽

（最大水位上昇量2.24m－地盤変動量0.27m≒T.P.+2.0m）



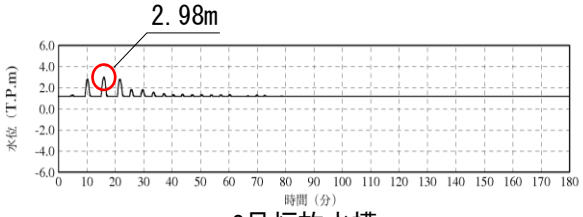
3号炉取水槽

（最大水位上昇量3.15m－地盤変動量0.28m≒T.P.+2.9m）



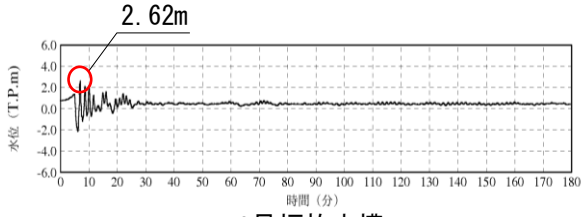
1号炉放水槽

（最大水位上昇量1.51m－地盤変動量0.25≒T.P.+1.3m）



2号炉放水槽

（最大水位上昇量2.98m－地盤変動量0.32m≒T.P.+2.7m）



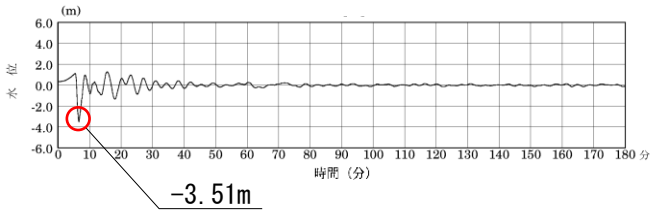
3号炉放水槽

（最大水位上昇量2.62m－地盤変動量0.30≒T.P.+2.4m）

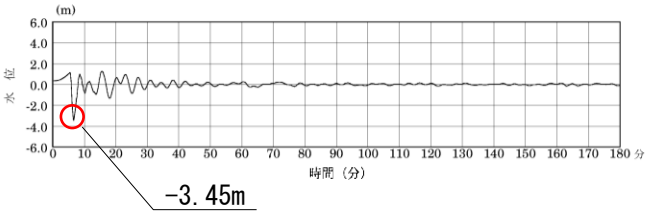
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合 資料1-3 P84 再掲

評価水位最高ケース（水位下降側）　F－Ⅲ～F－Ⅴ断層



2号炉取水口（東）
（最大水位下降量-3.51m＋朔望平均干潮位T.P.-0.02m
－地盤変動量0.34m≒T.P.-3.9m）



2号炉取水口（西）
（最大水位下降量-3.45m＋朔望平均干潮位T.P.-0.02m
－地盤変動量0.34m≒T.P.-3.9m）

日本海東縁部のパラメータ

第771回審査会合 資料1-3 P96 再掲

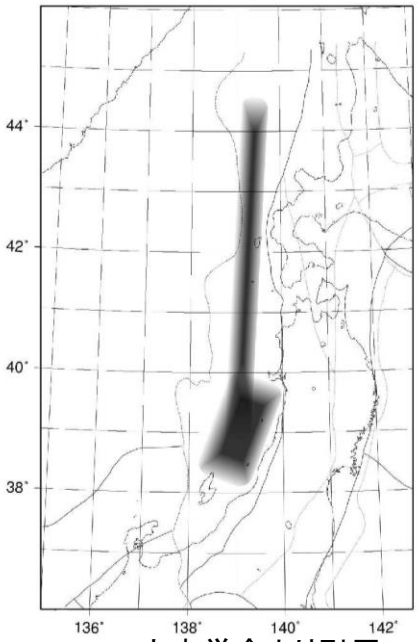
・日本海東縁部に想定される地震による津波の概略・詳細パラメータスタディにおけるパラメータは，土木学会等に基づき設定した。

パラメータ	概略パラメータスタディ		詳細パラメータスタディ	
	設定方法	説明頁	設定方法	説明頁
剛性率	土木学会に基づき$3.5\times10^{10}N/m^2$と設定（固定）	—	同左	—
位置	土木学会及び地震調査研究推進本部(2003)[41]を参考に南北・東西方向に波源位置を変動	P82	概略パラメータスタディの評価水位最高・最低ケースの位置を基準とし，変動範囲を補間するように，南北・東西方向に移動	P82
走向	土木学会及び地震調査研究推進本部(2003)を参考に設定	P82	概略パラメータスタディの評価水位最高・最低ケースの走向を基準として変動（基準，基準±10°）	—
Mw・長さ	地震規模は既往最大の波源モデルを上回るMw7.85とし，武村(1998)のスケーリング則に基づき長さを131.1kmと設定（固定）	P83	同左	—
傾斜方向	土木学会によると既往津波の痕跡高を再現できる波源モデルの傾斜方向は一定でないため，東・西傾斜の双方を設定	P83	概略パラメータスタディの評価水位最高・最低ケースの傾斜方向	—
傾斜角	土木学会によると既往津波の痕跡高を再現できる波源モデルの傾斜角は概ね30°～60°であるため，このうち60°と設定	P83	土木学会に基づき45°，52.5°，60°と設定	P83
地震発生層深さ	土木学会によると1976年1月～2000年1月に日本海東縁部において発生したMw5.0以上，深さ60km以下の地震を抽出すると，地震の発生深さは概ね15km～20kmであるため，すべり量が大きくなり，安全側の評価になると考えられる15kmと設定（固定）	P84	同左	—
断層上縁深さ	土木学会によると既往津波の波源モデルの断層上縁深さは概ね0～5kmであるため，このうち0kmと設定	P85	土木学会に基づき0km，2.5km，5kmと設定	P85
すべり角	土木学会によると既往津波の波源モデルのすべり角は90°付近に分布していることから，すべり角を安全側の評価になると考えられる90°と設定（固定）	P85	同左	—
すべり量	$D = M_0/\mu LW$　D:すべり量，M_0：地震モーメント，μ：剛性率，L:長さ，W：幅	—	同左	—

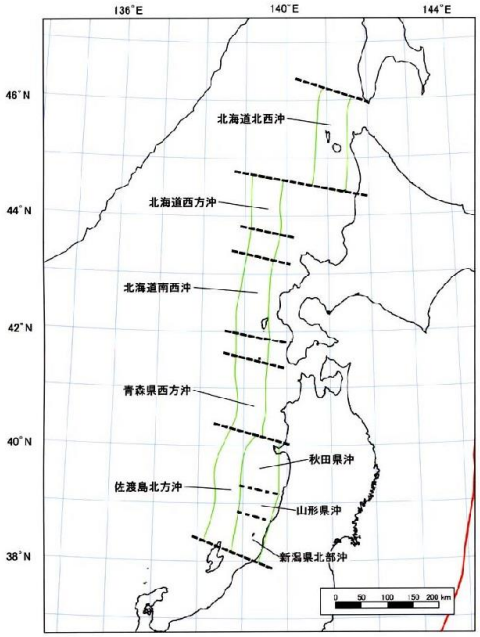
日本海東縁部のパラメータ

■ 位置・走向

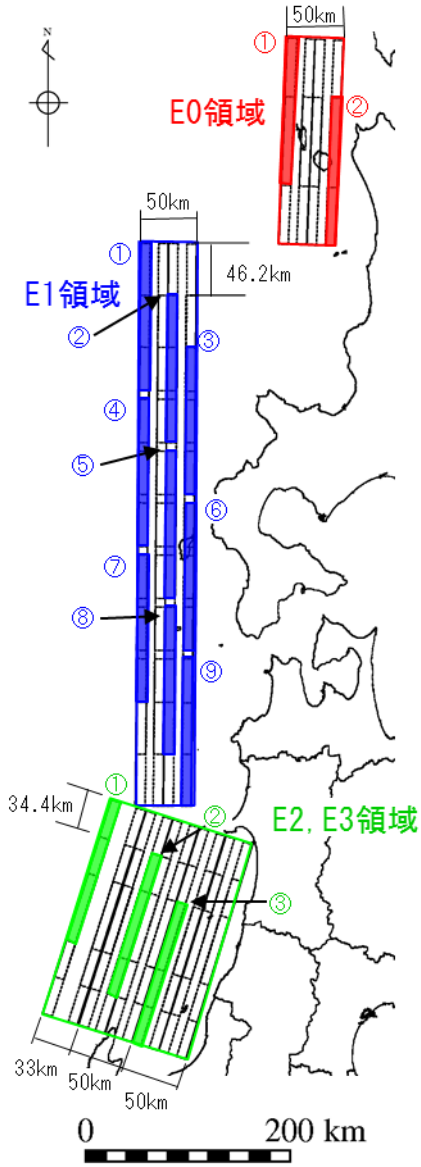
【位置】
・土木学会は，「日本海東縁部では，マグニチュード7.5クラス以上の地震は，南北に連なる幅の狭い領域で発生している。」としている。
・地震調査研究推進本部(2003)は，将来Mw=7.5以上の大地震が発生する可能性がある海域を示した。
・上記2つの文献を参考に，波源位置の変動範囲を右図のように設定し，変動範囲内で南北・東西方向に波源位置を変動させた。
【走向】
・土木学会及び地震調査研究推進本部(2003)を参考に設定した。



土木学会より引用



地震調査研究推進本部(2003)に加筆



波源位置の変動範囲及び波源の変動方法

日本海東縁部のパラメータ

第771回審査会合 資料1-3 P98 再掲

■ Mw・長さ・傾斜方向・傾斜角

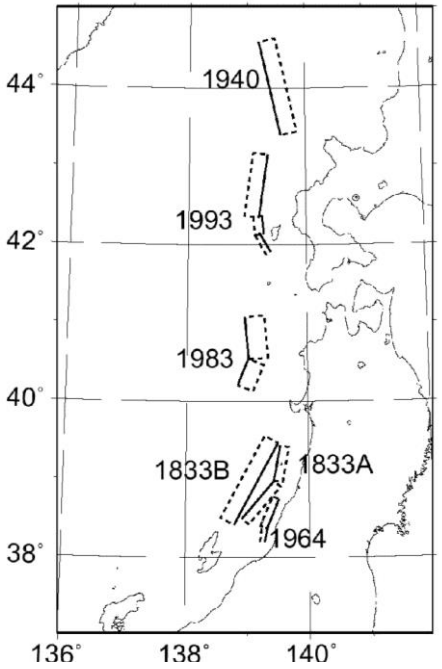
【Mw・長さ】
・既往最大の1993年北海道南西沖地震津波を再現する波源モデルを上回るMw=7.85とし，武村(1998)のスケーリング則に基づき断層長さを131.1kmと設定した。
【傾斜方向】
・土木学会によると既往津波の痕跡高を再現できる波源モデルの傾斜方向は一定でないため，東・西傾斜の双方を設定した。
【傾斜角】
・土木学会によると既往津波の痕跡高を再現できる波源モデルの傾斜角は概ね30°～60°のため，概略パラメータスタディでは60°で固定とし，詳細パラメータスタディでは傾斜角を45°，52.5°，60°と設定した。

日本海東縁部の既往津波の津波痕跡高を再現できる波源モデル

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

走向（傾斜方向）　傾斜角

土木学会より引用・加筆



日本海東縁部の既往波源モデルの位置

土木学会より引用

【武村(1998)のスケーリング則 】

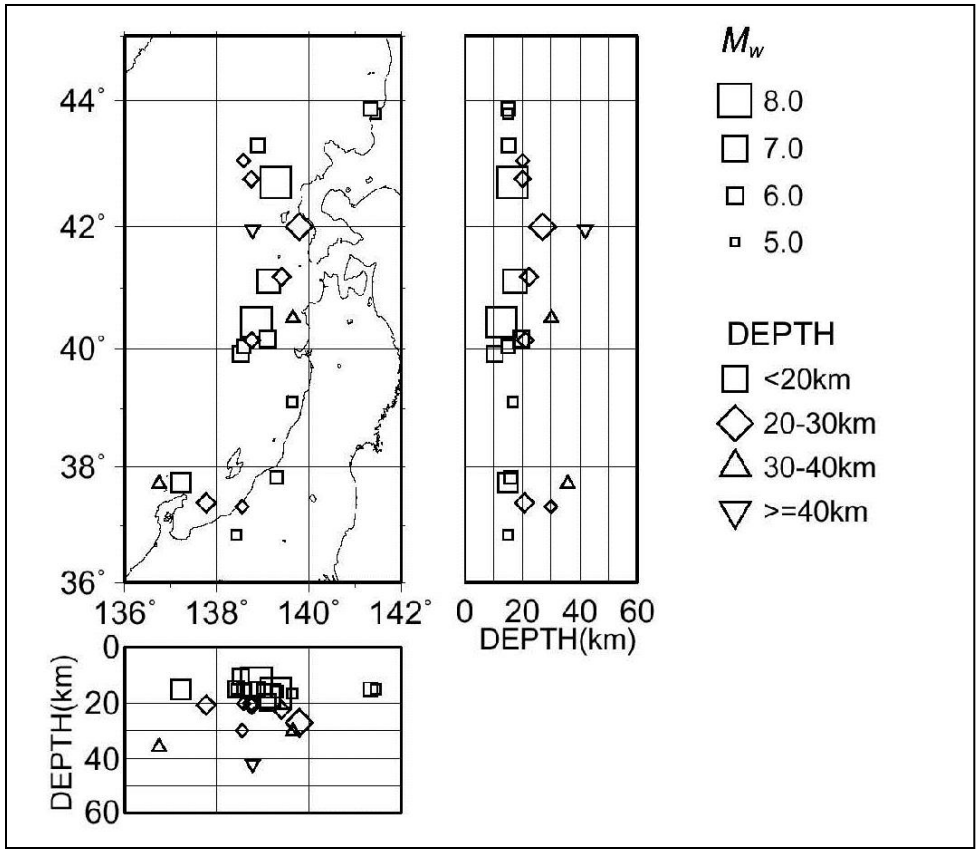
$$\log L = 0.75 M_w - 3.77$$

L:断層長さ(km)
Mw:モーメントマグニチュード

日本海東縁部のパラメータ

■ 地震発生層深さ

・土木学会によると，1976年1月～2000年1月に日本海東縁部において発生したMw5.0以上，深さ60km以下の地震を抽出すると，地震の発生深さは概ね15km～20kmであるため，すべり量が大きくなり，安全側の評価になると考えられる15kmと設定した。



ハーバードCMT解の深さ分布

土木学会より引用

日本海東縁部のパラメータ

第771回審査会合 資料1-3 P100 再掲

■ 断層上縁深さ・すべり角

【断層上縁深さ】
・土木学会によると既往津波の波源モデルの断層上縁深さは概ね0～5kmである。
・概略パラメータスタディでは0kmとし，詳細パラメータスタディにおいて0km，2.5km，5kmと設定した。
【すべり角】
・土木学会によると，既往津波の波源モデルのすべり角，及びハーバードCMT解のすべり角は90°付近に分布していることから，すべり角を安全側の評価となると考えられる90°と設定した。

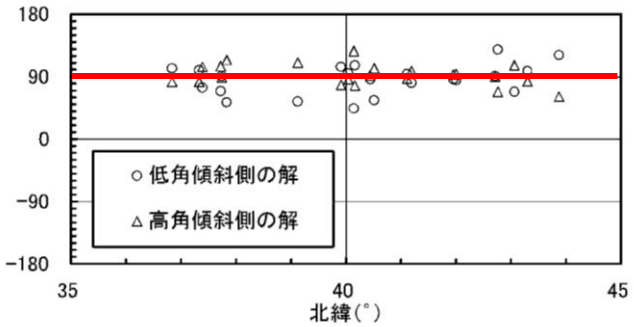
日本海東縁部の既往津波の津波痕跡高を説明できる波源モデル

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

土木学会より引用・加筆

断層上縁深さ

すべり角



ハーバードCMT解による日本海東縁部の断層すべり角

土木学会より引用・加筆

概略パラメータスタディ結果

■ E0，E1領域の結果

すべり量：9.44m，傾斜角60°，すべり角90°　上縁深さ0km

領域	南北位置	東西位置	傾斜方向	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）
E0領域	①	(1)	東傾斜	+1.7	-1.3	-1.3
	①	(2)	西傾斜	+1.3	-1.0	-1.0
	①	(3)	東傾斜	+1.5	-0.7	-0.7
	①	(4)	西傾斜	+1.1	-0.8	-0.8
	②	(1)	東傾斜	+1.9	-1.0	-1.0
	②	(2)	西傾斜	+1.2	-0.8	-0.8
	②	(3)	東傾斜	+1.3	-1.0	-1.0
	②	(4)	西傾斜	+1.2	-0.9	-0.9

領域	南北位置	東西位置	傾斜方向	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）
E1領域	①	(1)	東傾斜	+1.4	-0.8	-0.8
	①	(2)	西傾斜	+1.5	-0.9	-0.9
	①	(3)	東傾斜	+1.4	-0.6	-0.6
	①	(4)	西傾斜	+1.7	-1.0	-1.0
	②	(1)	東傾斜	+1.9	-1.2	-1.2
	②	(2)	西傾斜	+1.8	-0.9	-0.9
	②	(3)	東傾斜	+1.6	-0.9	-0.9
	②	(4)	西傾斜	+1.9	-1.1	-1.1
	③	(1)	東傾斜	+1.6	-0.9	-0.9
	③	(2)	西傾斜	+1.4	-0.9	-0.9
	③	(3)	東傾斜	+1.9	-1.1	-1.1
	③	(4)	西傾斜	+2.0	-1.5	-1.5

概略パラメータスタディ結果

■ E1領域の結果

すべり量：9.44m，傾斜角60°，すべり角90°　上縁深さ0km

：評価水位が最高となるケースの評価水位

領域	南北位置	東西位置	傾斜方向	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）
E1領域	④	(1)	東傾斜	+2.0	-1.2	-1.2
	④	(2)	西傾斜	+1.6	-0.9	-0.9
	④	(3)	東傾斜	+1.5	-1.0	-1.0
	④	(4)	西傾斜	+1.7	-1.4	-1.4
	⑤	(1)	東傾斜	+1.7	-1.1	-1.1
	⑤	(2)	西傾斜	+2.1	-1.4	-1.4
	⑤	(3)	東傾斜	+2.0	-1.3	-1.3
	⑤	(4)	西傾斜	+1.9	-1.2	-1.2
	⑥	(1)	東傾斜	+2.6	-1.6	-1.6
	⑥	(2)	西傾斜	+3.1	-2.9	-2.8
	⑥	(3)	東傾斜	+3.6	-2.4	-2.4
	⑥	(4)	西傾斜	+2.2	-1.9	-1.9
	⑦	(1)	東傾斜	+2.7	-1.8	-1.8
	⑦	(2)	西傾斜	+3.5	-2.5	-2.5
	⑦	(3)	東傾斜	+3.8	-2.5	-2.4
	⑦	(4)	西傾斜	+2.7	-2.4	-2.3
	⑧	(1)	東傾斜	+3.0	-2.1	-2.0
	⑧	(2)	西傾斜	+3.7	-2.1	-2.0
	⑧	(3)	東傾斜	+4.1	-2.2	-2.2
	⑧	(4)	西傾斜	+2.6	-2.4	-2.3
	⑨	(1)	東傾斜	+5.5	-3.0	-2.9
	⑨	(2)	西傾斜	+5.6	-3.0	-3.0
	⑨	(3)	東傾斜	+6.1	-3.1	-3.1
	⑨	(4)	西傾斜	+5.4	-3.2	-3.2

概略パラメータスタディ結果

■ E2，E3領域の結果

すべり量：9.44m，傾斜角60°，すべり角90°　上縁深さ0km

：評価水位が最低となるケースの評価水位

領域	南北位置	東西位置	傾斜方向	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）
E2, E3領域	①	(1)	東傾斜	+5.8	-4.1	-4.1
	①	(2)	西傾斜	+5.3	-3.0	-3.0
	①	(3)	東傾斜	+4.9	-3.2	-3.1
	①	(4)	西傾斜	+4.6	-2.2	-2.1
	①	(5)	東傾斜	+3.5	-2.5	-2.4
	①	(6)	西傾斜	+3.0	-2.2	-2.2
	①	(7)	東傾斜	+3.0	-2.1	-2.0
	①	(8)	西傾斜	+2.4	-1.7	-1.6
	①	(9)	東傾斜	+2.6	-1.8	-1.8
	①	(10)	西傾斜	+1.7	-1.1	-1.1
	②	(1)	東傾斜	+4.7	-2.1	-2.2
	②	(2)	西傾斜	+3.9	-2.6	-2.6
	②	(3)	東傾斜	+4.7	-2.0	-1.9
	②	(4)	西傾斜	+3.4	-2.1	-2.1
	②	(5)	東傾斜	+2.3	-1.4	-1.4
	②	(6)	西傾斜	+2.2	-1.8	-1.8
	②	(7)	東傾斜	+2.7	-1.4	-1.4
	②	(8)	西傾斜	+2.6	-1.6	-1.6
	②	(9)	東傾斜	+2.9	-1.9	-1.9
	②	(10)	西傾斜	+1.7	-1.2	-1.2

概略パラメータスタディ結果

■ E2，E3領域の結果

すべり量：9.44m，傾斜角60°，すべり角90°　上縁深さ0km

領域	南北位置	東西位置	傾斜方向	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）
E2,E3領域	③	(1)	東傾斜	+4.4	−1.9	−1.9
	③	(2)	西傾斜	+3.5	−2.2	−2.2
	③	(3)	東傾斜	+4.0	−2.3	−2.3
	③	(4)	西傾斜	+1.8	−1.3	−1.3
	③	(5)	東傾斜	+2.3	−1.5	−1.5
	③	(6)	西傾斜	+1.8	−1.3	−1.3
	③	(7)	東傾斜	+2.2	−1.3	−1.3
	③	(8)	西傾斜	+1.9	−1.2	−1.2
	③	(9)	東傾斜	+1.9	−1.3	−1.3
	③	(10)	西傾斜	+1.5	−1.0	−1.0

詳細パラメータスタディ結果（水位上昇側）

第771回審査会合 資料1-3
P105 加筆・修正

すべり量：9.44m，傾斜角60°，すべり角90°，東傾斜

：評価水位が最高となるケースの評価水位

領域	上縁深さ（km）	南北位置	東西位置	走向	評価水位（T.P. m） 施設護岸又は防波壁
E1領域	0	北23.1	西12.5	−10°	+4.9
	0	北23.1	西12.5	基準	+5.8
	0	北23.1	西12.5	+10°	+3.8
	0	北23.1	基準	−10°	+4.2
	0	北23.1	基準	基準	+5.2
	0	北23.1	基準	+10°	+3.1
	0	北23.1	東12.5	−10°	+3.6
	0	北23.1	東12.5	基準	+5.5
	0	北23.1	東12.5	+10°	+3.8
	0	基準	西12.5	−10°	+5.5
	0	基準	西12.5	基準	+5.8
	0	基準	西12.5	+10°	+4.6
	0	基準	基準	−10°	+5.1
	0	基準	基準	基準	+6.1
	0	基準	基準	+10°	+4.4
	0	基準	東12.5	−10°	+3.8
	0	基準	東12.5	基準	+7.2
	0	基準	東12.5	+10°	+4.6
	2.5	北23.1	西12.5	−10	+4.7
	2.5	北23.1	西12.5	基準	+5.7
	2.5	北23.1	西12.5	+10	+3.8
	2.5	北23.1	基準	−10	+4.1
	2.5	北23.1	基準	基準	+4.8
	2.5	北23.1	基準	+10	+3.0
	2.5	北23.1	東12.5	−10	+3.5
	2.5	北23.1	東12.5	基準	+5.1
	2.5	北23.1	東12.5	+10	+3.5

領域	上縁深さ（km）	南北位置	東西位置	走向	評価水位（T.P. m） 施設護岸又は防波壁
E1領域	2.5	基準	西12.5	−10	+5.4
	2.5	基準	西12.5	基準	+6.1
	2.5	基準	西12.5	+10	+4.8
	2.5	基準	基準	−10	+3.8
	2.5	基準	基準	基準	+5.9
	2.5	基準	基準	+10	+4.2
	2.5	基準	東12.5	−10	+3.4
	2.5	基準	東12.5	基準	+6.9
	2.5	基準	東12.5	+10	+4.6
	5	北23.1	西12.5	−10°	+4.0
	5	北23.1	西12.5	基準	+4.8
	5	北23.1	西12.5	+10°	+3.0
	5	北23.1	基準	−10°	+3.5
	5	北23.1	基準	基準	+3.7
	5	北23.1	基準	+10°	+2.6
	5	北23.1	東12.5	−10°	+2.9
	5	北23.1	東12.5	基準	+4.1
	5	北23.1	東12.5	+10°	+2.8
	5	基準	西12.5	−10°	+4.4
	5	基準	西12.5	基準	+5.9
	5	基準	西12.5	+10°	+4.0
	5	基準	基準	−10°	+3.0
	5	基準	基準	基準	+4.7
	5	基準	基準	+10°	+3.5
	5	基準	東12.5	−10°	+2.9
	5	基準	東12.5	基準	+5.3
	5	基準	東12.5	+10°	+3.8

詳細パラメータスタディ結果（水位上昇側）

第771回審査会合 資料1-3
P106 加筆・修正

すべり量：8.65m，傾斜角52.5°，すべり角90°，東傾斜

領域	上縁深さ(km)	南北位置	東西位置	走向	評価水位(T.P. m) 施設護岸又は防波壁
E1領域	0	北23.1	西12.5	−10°	+4.5
	0	北23.1	西12.5	基準	+5.3
	0	北23.1	西12.5	+10°	+3.3
	0	北23.1	基準	−10°	+3.9
	0	北23.1	基準	基準	+4.4
	0	北23.1	基準	+10°	+2.9
	0	北23.1	東12.5	−10°	+3.6
	0	北23.1	東12.5	基準	+4.7
	0	北23.1	東12.5	+10°	+3.1
	0	基準	西12.5	−10°	+4.9
	0	基準	西12.5	基準	+5.5
	0	基準	西12.5	+10°	+4.2
	0	基準	基準	−10°	+4.2
	0	基準	基準	基準	+5.0
	0	基準	基準	+10°	+4.0
	0	基準	東12.5	−10°	+3.6
	0	基準	東12.5	基準	+6.0
	0	基準	東12.5	+10°	+4.1
	2.5	北23.1	西12.5	−10°	+4.4
	2.5	北23.1	西12.5	基準	+5.0
	2.5	北23.1	西12.5	+10°	+3.2
	2.5	北23.1	基準	−10°	+3.8
	2.5	北23.1	基準	基準	+4.0
	2.5	北23.1	基準	+10°	+2.8
	2.5	北23.1	東12.5	−10°	+3.3
	2.5	北23.1	東12.5	基準	+4.5
	2.5	北23.1	東12.5	+10°	+3.1

領域	上縁深さ(km)	南北位置	東西位置	走向	評価水位(T.P. m) 施設護岸又は防波壁
E1領域	2.5	基準	西12.5	−10°	+4.7
	2.5	基準	西12.5	基準	+5.8
	2.5	基準	西12.5	+10°	+4.3
	2.5	基準	基準	−10°	+3.4
	2.5	基準	基準	基準	+4.7
	2.5	基準	基準	+10°	+3.8
	2.5	基準	東12.5	−10°	+3.2
	2.5	基準	東12.5	基準	+5.7
	2.5	基準	東12.5	+10°	+4.1
	5	北23.1	西12.5	−10°	+3.9
	5	北23.1	西12.5	基準	+4.3
	5	北23.1	西12.5	+10°	+2.8
	5	北23.1	基準	−10°	+3.3
	5	北23.1	基準	基準	+3.2
	5	北23.1	基準	+10°	+2.5
	5	北23.1	東12.5	−10°	+2.7
	5	北23.1	東12.5	基準	+3.7
	5	北23.1	東12.5	+10°	+2.6
	5	基準	西12.5	−10°	+3.9
	5	基準	西12.5	基準	+5.0
	5	基準	西12.5	+10°	+3.6
	5	基準	基準	−10°	+2.9
	5	基準	基準	基準	+3.9
	5	基準	基準	+10°	+3.2
	5	基準	東12.5	−10°	+2.7
	5	基準	東12.5	基準	+4.5
	5	基準	東12.5	+10°	+3.4

詳細パラメータスタディ結果（水位上昇側）

第771回審査会合 資料1-3
P107 加筆・修正

すべり量：7.71m，傾斜角45°，すべり角90°，東傾斜

領域	上縁深さ(km)	南北位置	東西位置	走向	評価水位(T.P. m) 施設護岸又は防波壁
E1領域	0	北23.1	西12.5	−10°	+4.1
	0	北23.1	西12.5	基準	+4.3
	0	北23.1	西12.5	+10°	+3.0
	0	北23.1	基準	−10°	+3.6
	0	北23.1	基準	基準	+3.8
	0	北23.1	基準	+10°	+2.7
	0	北23.1	東12.5	−10°	+3.3
	0	北23.1	東12.5	基準	+3.9
	0	北23.1	東12.5	+10°	+2.7
	0	基準	西12.5	−10°	+4.1
	0	基準	西12.5	基準	+4.7
	0	基準	西12.5	+10°	+3.6
	0	基準	基準	−10°	+3.6
	0	基準	基準	基準	+4.0
	0	基準	基準	+10°	+3.7
	0	基準	東12.5	−10°	+3.5
	0	基準	東12.5	基準	+4.7
	0	基準	東12.5	+10°	+3.8
	2.5	北23.1	西12.5	−10°	+4.0
	2.5	北23.1	西12.5	基準	+4.3
	2.5	北23.1	西12.5	+10°	+2.9
	2.5	北23.1	基準	−10°	+3.5
	2.5	北23.1	基準	基準	+3.4
	2.5	北23.1	基準	+10°	+2.6
	2.5	北23.1	東12.5	−10°	+3.0
	2.5	北23.1	東12.5	基準	+3.7
	2.5	北23.1	東12.5	+10°	+2.7

領域	上縁深さ(km)	南北位置	東西位置	走向	評価水位(T.P. m) 施設護岸又は防波壁
E1領域	2.5	基準	西12.5	−10°	+3.9
	2.5	基準	西12.5	基準	+4.7
	2.5	基準	西12.5	+10°	+3.6
	2.5	基準	基準	−10°	+3.1
	2.5	基準	基準	基準	+3.9
	2.5	基準	基準	+10°	+3.5
	2.5	基準	東12.5	−10°	+3.1
	2.5	基準	東12.5	基準	+4.4
	2.5	基準	東12.5	+10°	+3.6
	5	北23.1	西12.5	−10	+3.7
	5	北23.1	西12.5	基準	+3.7
	5	北23.1	西12.5	+10	+2.5
	5	北23.1	基準	−10	+3.1
	5	北23.1	基準	基準	+2.9
	5	北23.1	基準	+10	+2.4
	5	北23.1	東12.5	−10	+2.5
	5	北23.1	東12.5	基準	+3.2
	5	北23.1	東12.5	+10	+2.4
	5	基準	西12.5	−10	+3.4
	5	基準	西12.5	基準	+4.2
	5	基準	西12.5	+10	+3.4
	5	基準	基準	−10	+2.6
	5	基準	基準	基準	+3.5
	5	基準	基準	+10	+3.1
	5	基準	東12.5	−10	+2.6
	5	基準	東12.5	基準	+3.9
	5	基準	東12.5	+10	+3.1

詳細パラメータスタディ結果（水位下降側）

第771回審査会合 資料1-3
P113加筆・修正

すべり量：9.44m，傾斜角60°，すべり角90°，東傾斜

：評価水位が最低となるケースの評価水位

領域	上縁深さ（km）	南北位置	東西位置	走向	評価水位（T.P. m）	
					２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
E2,3領域	0	基準	基準	−10°	−3.6	−3.5
	0	基準	基準	基準	−4.1	−4.0
	0	基準	基準	+10°	−2.1	−2.0
	0	基準	東16.5	−10°	−3.2	−3.1
	0	基準	東16.5	基準	−3.9	−3.9
	0	基準	東16.5	+10°	−2.2	−2.2
	0	南17.2	基準	−10°	−3.2	−3.2
	0	南17.2	基準	基準	−3.1	−3.1
	0	南17.2	基準	+10°	−2.2	−2.2
	0	南17.2	東16.5	−10°	−3.2	−3.1
	0	南17.2	東16.5	基準	−2.8	−2.8
	0	南17.2	東16.5	+10°	−2.0	−2.0
	2.5	基準	基準	−10°	−3.5	−3.4
	2.5	基準	基準	基準	−4.2	−4.1
	2.5	基準	基準	+10°	−2.0	−2.1
	2.5	基準	東16.5	−10°	−3.1	−3.0
	2.5	基準	東16.5	基準	−3.8	−3.8
	2.5	基準	東16.5	+10°	−2.2	−2.2
	2.5	南17.2	基準	−10°	−3.2	−3.1
	2.5	南17.2	基準	基準	−3.2	−3.1
	2.5	南17.2	基準	+10°	−2.3	−2.2
	2.5	南17.2	東16.5	−10°	−3.1	−3.0
	2.5	南17.2	東16.5	基準	−2.9	−2.8
	2.5	南17.2	東16.5	+10°	−2.0	−2.0

領域	上縁深さ（km）	南北位置	東西位置	走向	評価水位（T.P. m）	
					２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
E2,3領域	5	基準	基準	−10°	−3.1	−3.1
	5	基準	基準	基準	−3.8	−3.8
	5	基準	基準	+10°	−1.9	−1.8
	5	基準	東16.5	−10°	−2.7	−2.7
	5	基準	東16.5	基準	−3.4	−3.4
	5	基準	東16.5	+10°	−1.9	−1.9
	5	南17.2	基準	−10°	−2.8	−2.7
	5	南17.2	基準	基準	−2.9	−2.9
	5	南17.2	基準	+10°	−2.1	−2.1
	5	南17.2	東16.5	−10°	−2.6	−2.6
	5	南17.2	東16.5	基準	−2.6	−2.6
	5	南17.2	東16.5	+10°	−1.8	−1.8

詳細パラメータスタディ結果（水位下降側）

第771回審査会合 資料1-3
P114加筆・修正

すべり量：8.65m，傾斜角52.5°，すべり角90°，東傾斜

領域	上縁深さ（km）	南北位置	東西位置	走向	評価水位（T.P. m）	
					２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
E2,3領域	0	基準	基準	−10°	−3.4	−3.3
	0	基準	基準	基準	−3.8	−3.7
	0	基準	基準	+10°	−1.8	−1.7
	0	基準	東16.5	−10°	−3.0	−3.0
	0	基準	東16.5	基準	−3.6	−3.6
	0	基準	東16.5	+10°	−1.9	−1.9
	0	南17.2	基準	−10°	−3.0	−3.0
	0	南17.2	基準	基準	−2.8	−2.8
	0	南17.2	基準	+10°	−2.1	−2.1
	0	南17.2	東16.5	−10°	−3.0	−2.9
	0	南17.2	東16.5	基準	−2.6	−2.5
	0	南17.2	東16.5	+10°	−1.8	−1.7
	2.5	基準	基準	−10°	−3.3	−3.3
	2.5	基準	基準	基準	−3.8	−3.8
	2.5	基準	基準	+10°	−1.7	−1.7
	2.5	基準	東16.5	−10°	−2.9	−2.9
	2.5	基準	東16.5	基準	−3.5	−3.5
	2.5	基準	東16.5	+10°	−1.9	−1.9
	2.5	南17.2	基準	−10°	−3.0	−2.9
	2.5	南17.2	基準	基準	−2.9	−2.8
	2.5	南17.2	基準	+10°	−2.0	−2.0
	2.5	南17.2	東16.5	−10°	−2.9	−2.9
	2.5	南17.2	東16.5	基準	−2.6	−2.5
	2.5	南17.2	東16.5	+10°	−1.7	−1.7

領域	上縁深さ（km）	南北位置	東西位置	走向	評価水位（T.P. m）	
					２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
E2,3領域	5	基準	基準	−10°	−3.0	−2.9
	5	基準	基準	基準	−3.5	−3.4
	5	基準	基準	+10°	−1.5	−1.5
	5	基準	東16.5	−10°	−2.6	−2.6
	5	基準	東16.5	基準	−3.1	−3.1
	5	基準	東16.5	+10°	−1.6	−1.6
	5	南17.2	基準	−10°	−2.6	−2.6
	5	南17.2	基準	基準	−2.6	−2.6
	5	南17.2	基準	+10°	−1.8	−1.8
	5	南17.2	東16.5	−10°	−2.5	−2.5
	5	南17.2	東16.5	基準	−2.3	−2.3
	5	南17.2	東16.5	+10°	−1.6	−1.5

詳細パラメータスタディ結果（水位下降側）

第771回審査会合 資料1-3
P115加筆・修正

すべり量：7.71m，傾斜角45°，すべり角90°，東傾斜

領域	上縁深さ（km）	南北位置	東西位置	走向	評価水位（T.P. m）	
					２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
E2,3領域	0	基準	基準	−10°	−3.0	−3.0
	0	基準	基準	基準	−3.3	−3.3
	0	基準	基準	+10°	−1.5	−1.5
	0	基準	東16.5	−10°	−2.7	−2.7
	0	基準	東16.5	基準	−3.2	−3.1
	0	基準	東16.5	+10°	−1.5	−1.5
	0	南17.2	基準	−10°	−2.7	−2.6
	0	南17.2	基準	基準	−2.4	−2.4
	0	南17.2	基準	+10°	−1.9	−1.8
	0	南17.2	東16.5	−10°	−2.7	−2.6
	0	南17.2	東16.5	基準	−2.2	−2.2
	0	南17.2	東16.5	+10°	−1.5	−1.5
	2.5	基準	基準	−10°	−3.0	−2.9
	2.5	基準	基準	基準	−3.4	−3.3
	2.5	基準	基準	+10°	−1.4	−1.3
	2.5	基準	東16.5	−10°	−2.7	−2.6
	2.5	基準	東16.5	基準	−3.1	−3.0
	2.5	基準	東16.5	+10°	−1.6	−1.5
	2.5	南17.2	基準	−10°	−2.6	−2.6
	2.5	南17.2	基準	基準	−2.5	−2.4
	2.5	南17.2	基準	+10°	−1.8	−1.7
	2.5	南17.2	東16.5	−10°	−2.6	−2.6
	2.5	南17.2	東16.5	基準	−2.2	−2.2
	2.5	南17.2	東16.5	+10°	−1.5	−1.4

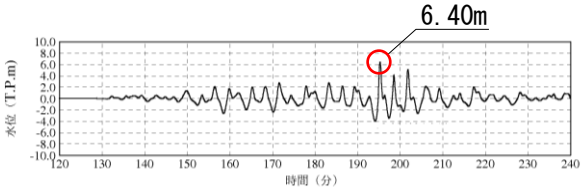
領域	上縁深さ（km）	南北位置	東西位置	走向	評価水位（T.P. m）	
					２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
E2,3領域	5	基準	基準	−10°	−2.6	−2.6
	5	基準	基準	基準	−3.0	−3.0
	5	基準	基準	+10°	−1.2	−1.2
	5	基準	東16.5	−10°	−2.4	−2.4
	5	基準	東16.5	基準	−2.7	−2.7
	5	基準	東16.5	+10°	−1.4	−1.4
	5	南17.2	基準	−10°	−2.3	−2.3
	5	南17.2	基準	基準	−2.3	−2.3
	5	南17.2	基準	+10°	−1.5	−1.5
	5	南17.2	東16.5	−10°	−2.3	−2.3
	5	南17.2	東16.5	基準	−2.1	−2.1
	5	南17.2	東16.5	+10°	−1.3	−1.3

津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

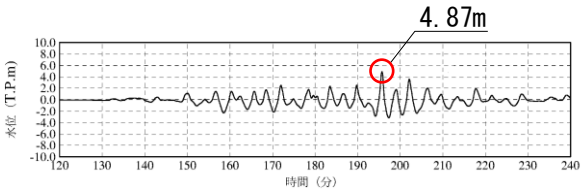
第771回審査会合 資料1-3 P117 再掲

評価水位最高ケース（水位上昇側）

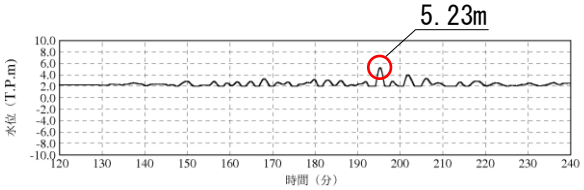
【循環水ポンプ運転時】



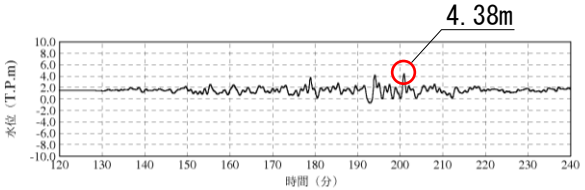
2号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）



3号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）

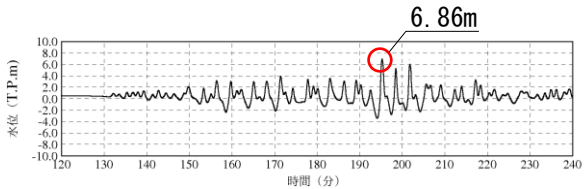


2号炉放水槽（循環水ポンプ運転時）

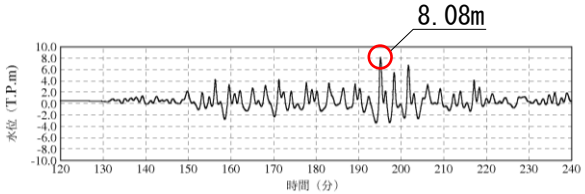


3号炉放水槽（循環水ポンプ運転時）

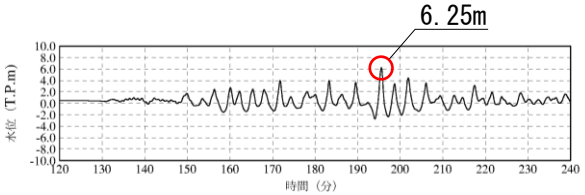
【循環水ポンプ停止時】



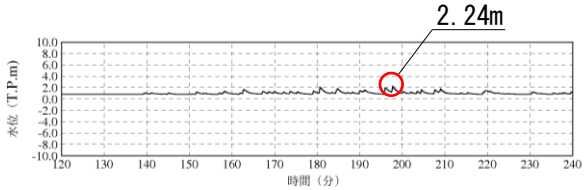
1号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



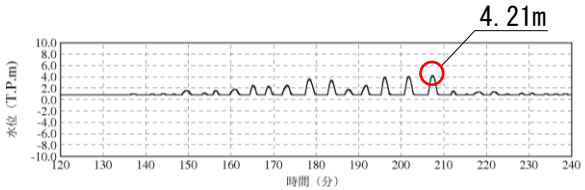
2号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



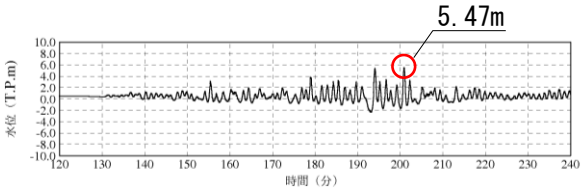
3号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



1号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）



2号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）



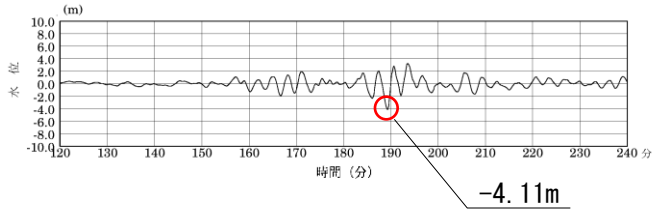
3号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）

※初期水位は，潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

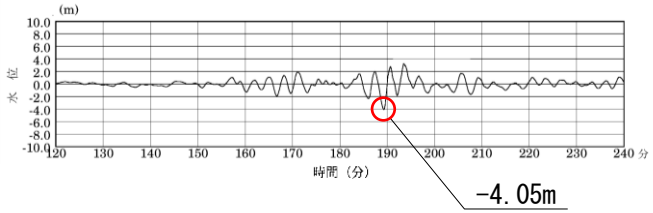
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合 資料1-3 P118 再掲

評価水位最低ケース（水位下降側）



2号炉取水口（東）



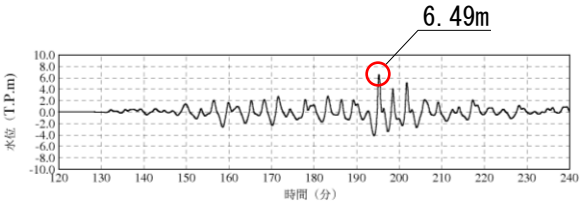
2号炉取水口（西）

津波水位評価地点における水位の時刻歴波形（日本海東縁部の断層上縁深さ1kmの影響検討）

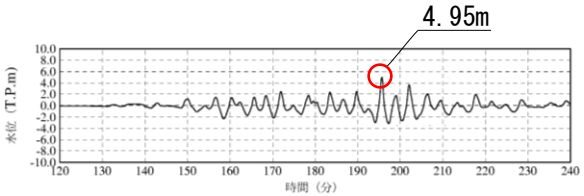
第563回審査会合　資料1 P45　再掲

評価水位最高ケース（水位上昇側）　断層上縁深さ1km

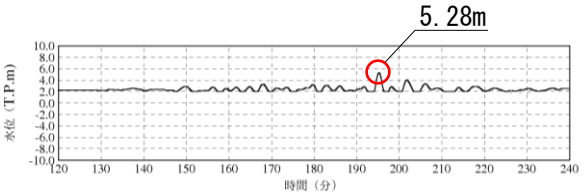
【循環水ポンプ運転時】



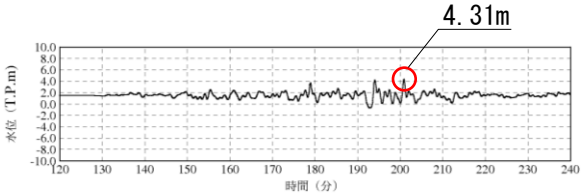
2号炉取水槽



3号炉取水槽

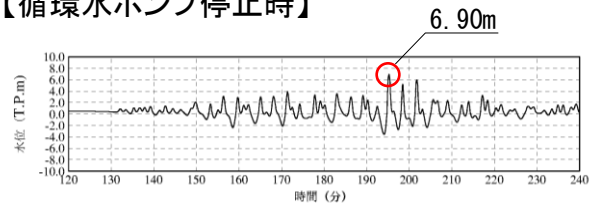


2号炉放水槽

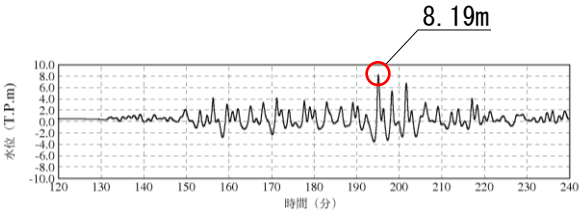


3号炉放水槽

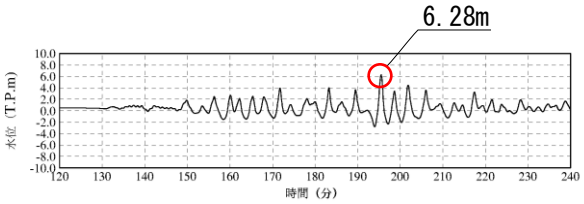
【循環水ポンプ停止時】



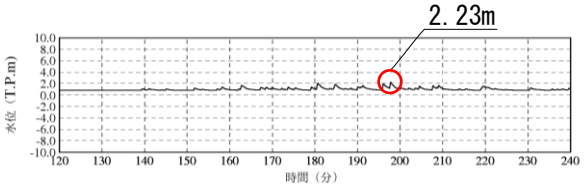
1号炉取水槽



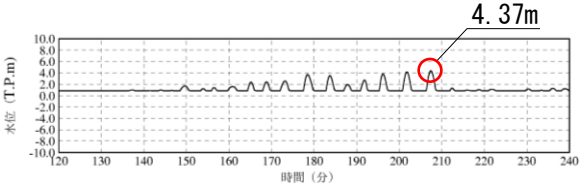
2号炉取水槽



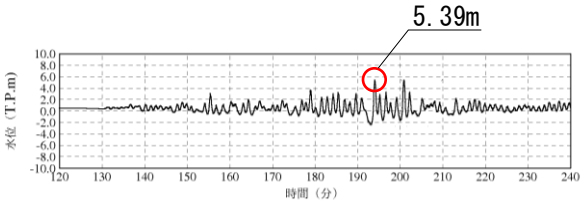
3号炉取水槽



1号炉放水槽



2号炉放水槽



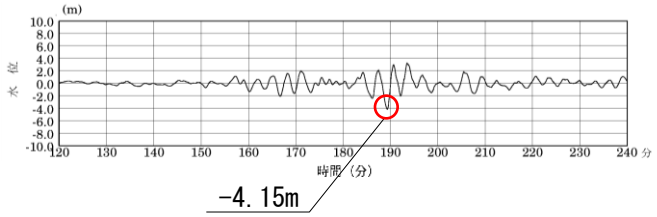
3号炉放水槽

※初期水位は，潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

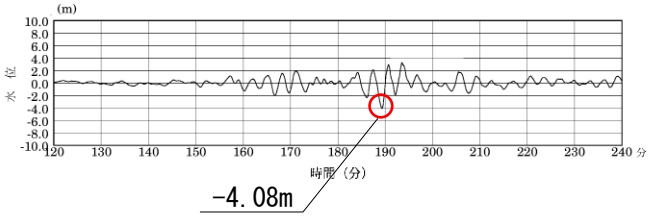
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形(日本海東縁部の断層上縁深さ1kmの影響検討)

第771回審査会合 資料1-3 P121 再掲

評価水位最低ケース（水位下降側）　断層上縁深さ1km



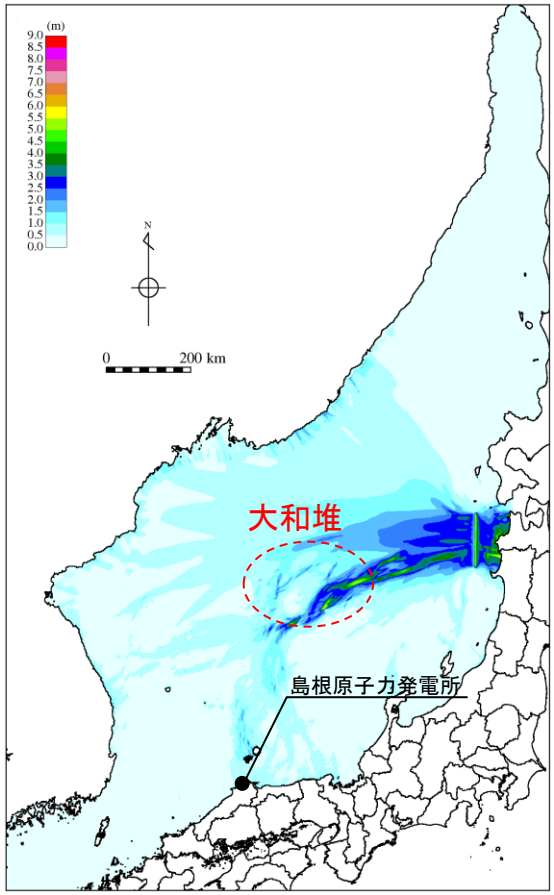
2号炉取水口(東)



2号炉取水口(西)

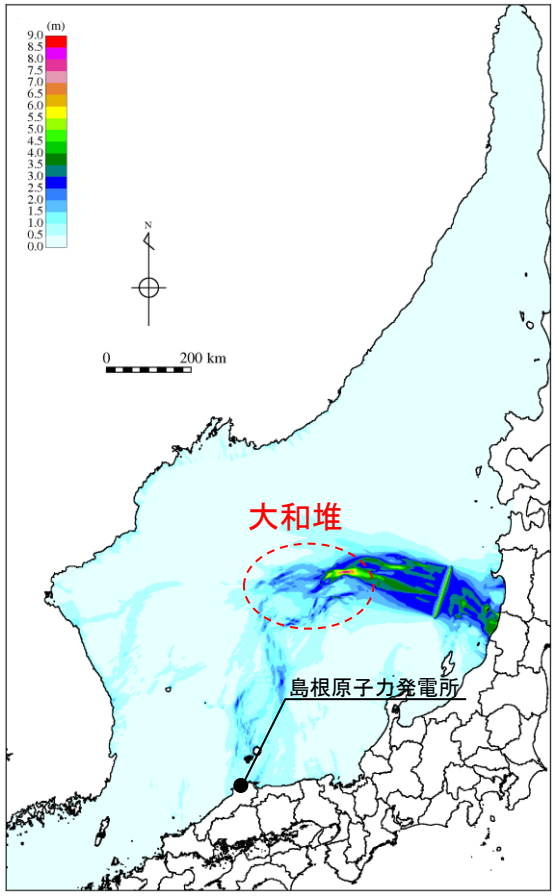
伝播経路（日本海東縁部の断層上縁深さ1kmの影響検討）

評価水位最高ケース（水位上昇側）
断層上縁深さ1km



最大水位上昇量分布図

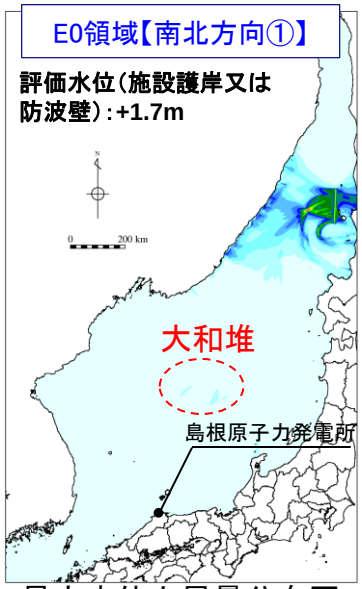
評価水位最低ケース（水位下降側）
断層上縁深さ1km



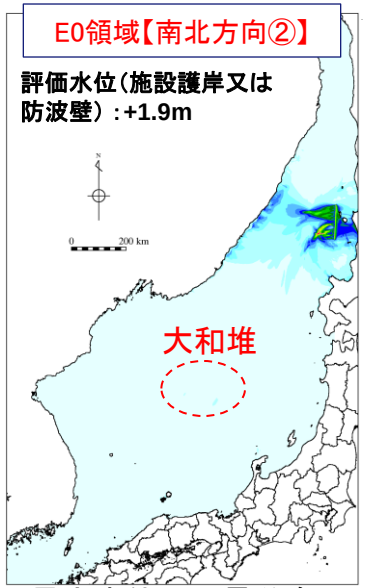
最大水位上昇量分布図

1）波源領域位置の影響検討

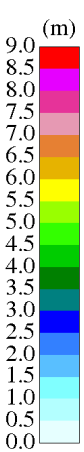
第771回審査会合 資料1-2 P92 再掲

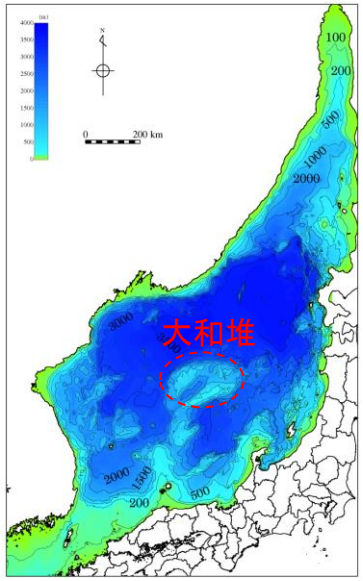


最大水位上昇量分布図

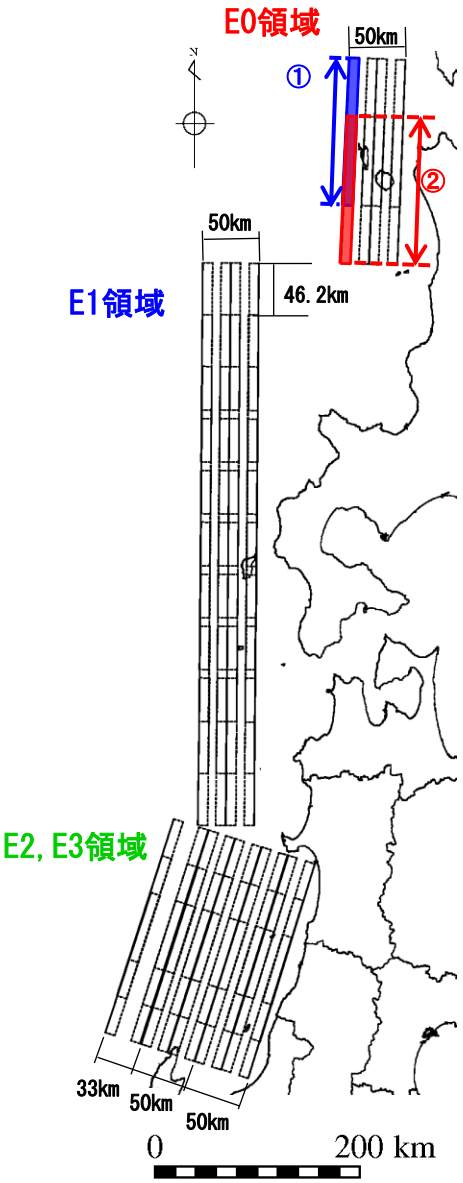


最大水位上昇量分布図

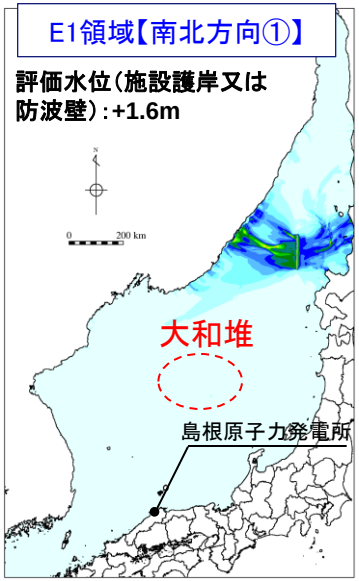




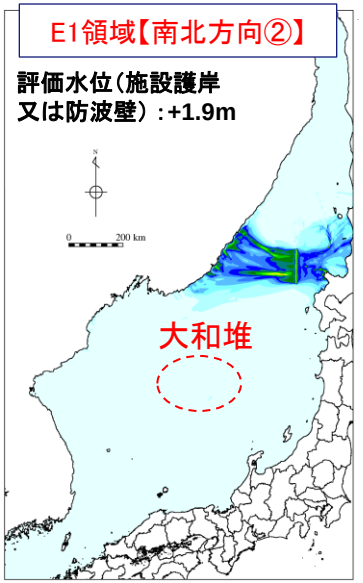
海底地形



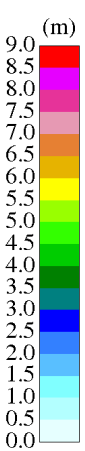
1）波源領域位置の影響検討

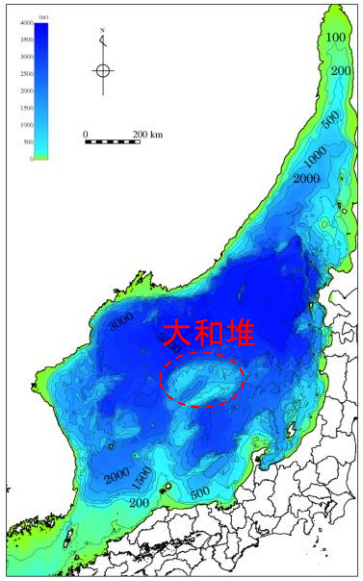


最大水位上昇量分布図

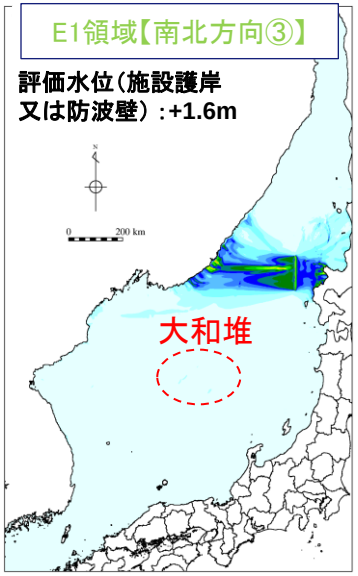


最大水位上昇量分布図

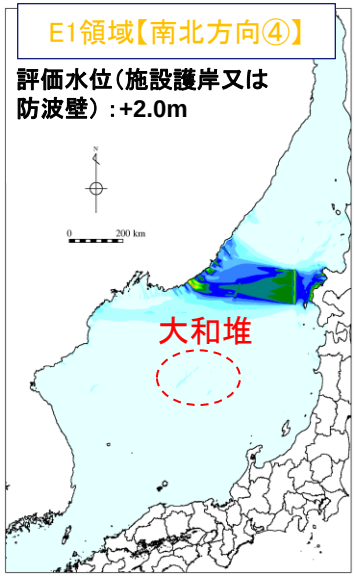




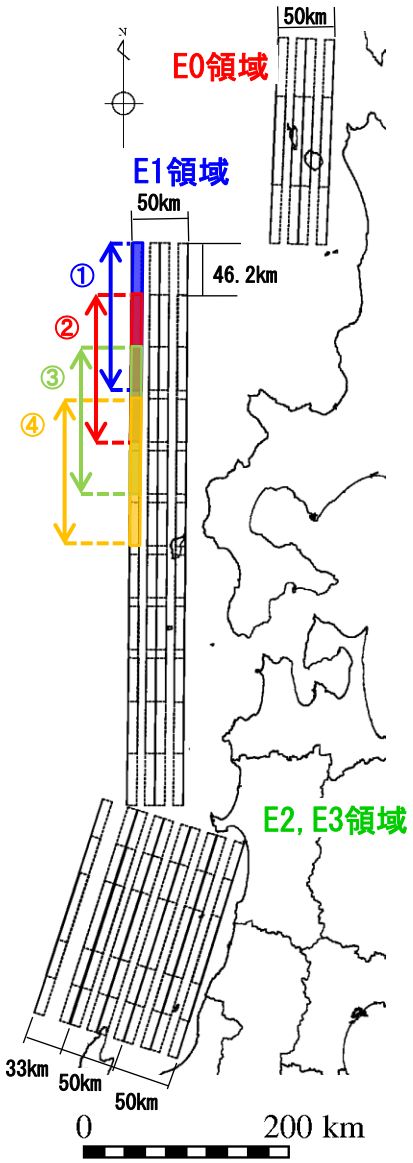
海底地形



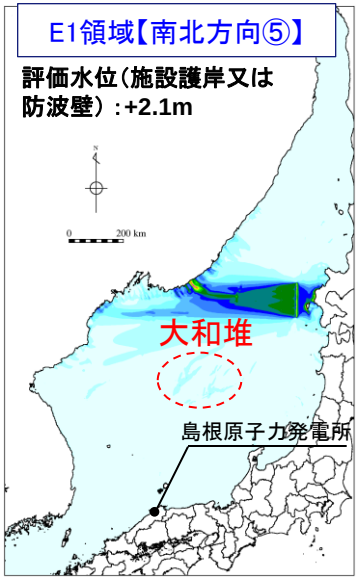
最大水位上昇量分布図



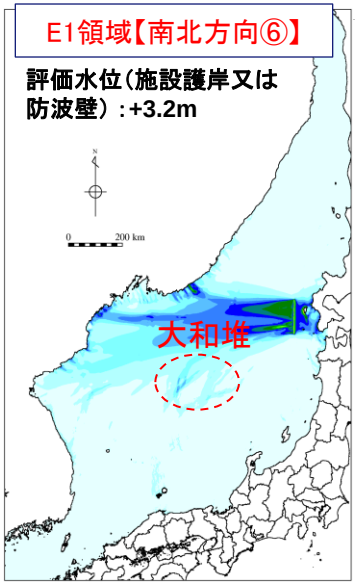
最大水位上昇量分布図



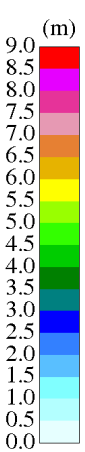
1）波源領域位置の影響検討

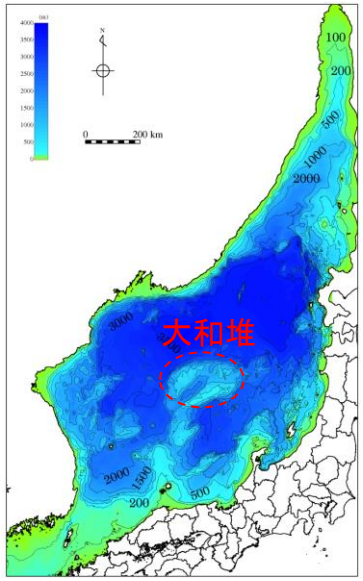


最大水位上昇量分布図

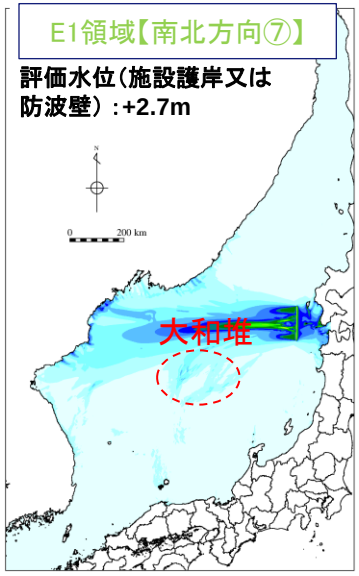


最大水位上昇量分布図

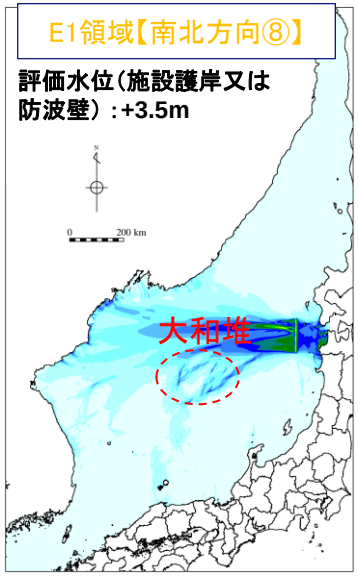




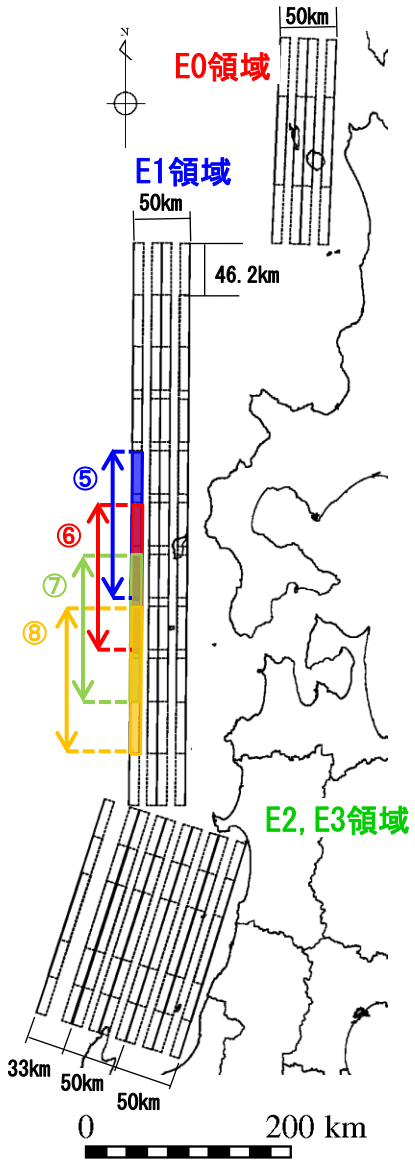
海底地形



最大水位上昇量分布図

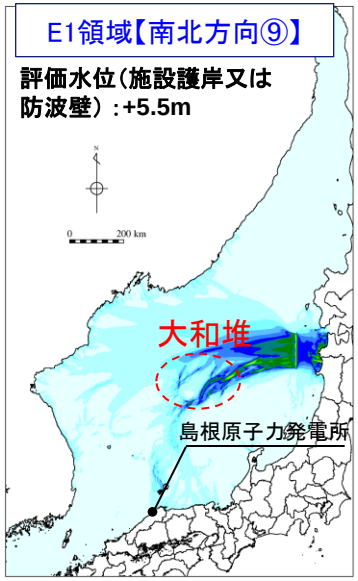


最大水位上昇量分布図

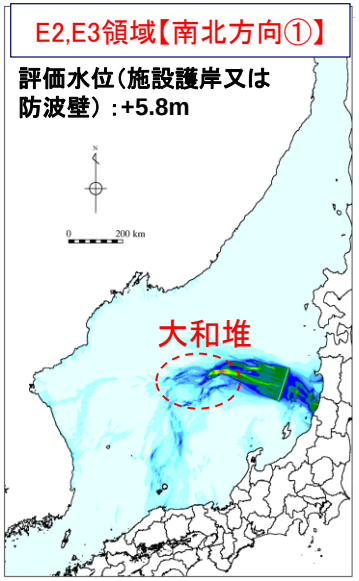


1）波源領域位置の影響検討

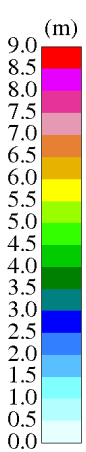
第771回審査会合 資料1-2 P95 再掲

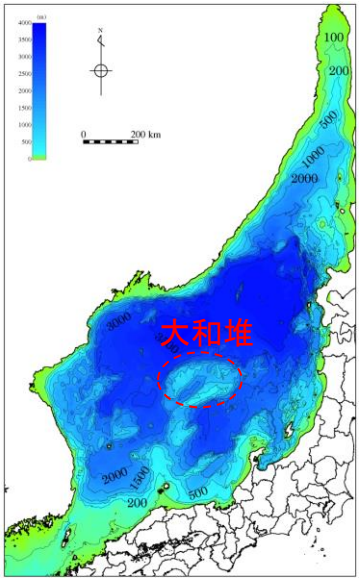


最大水位上昇量分布図

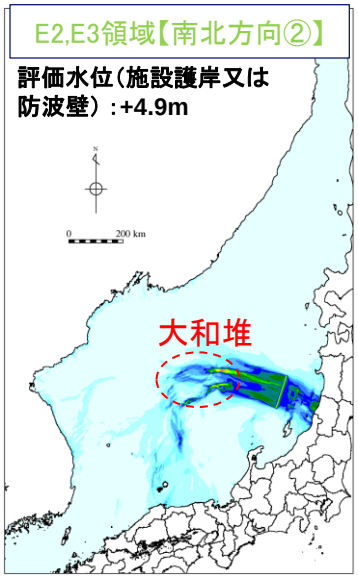


最大水位上昇量分布図

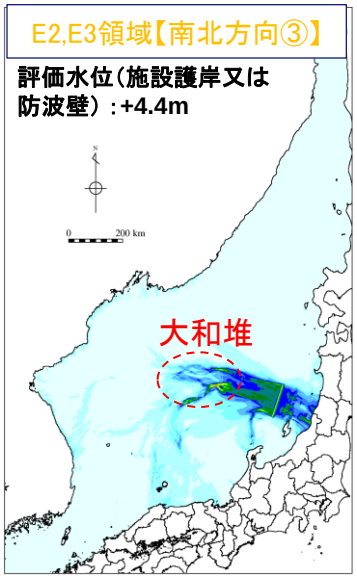




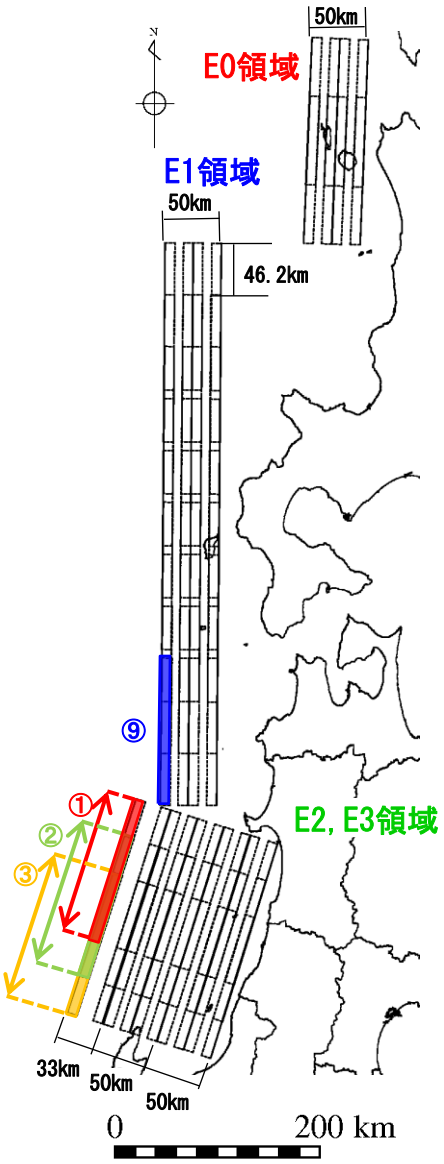
海底地形



最大水位上昇量分布図



最大水位上昇量分布図



パラメータスタディの詳細

第771回審査会合 資料1-3 P123 再掲

・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のパラメータスタディにおけるパラメータは，土木学会等に基づき設定した。

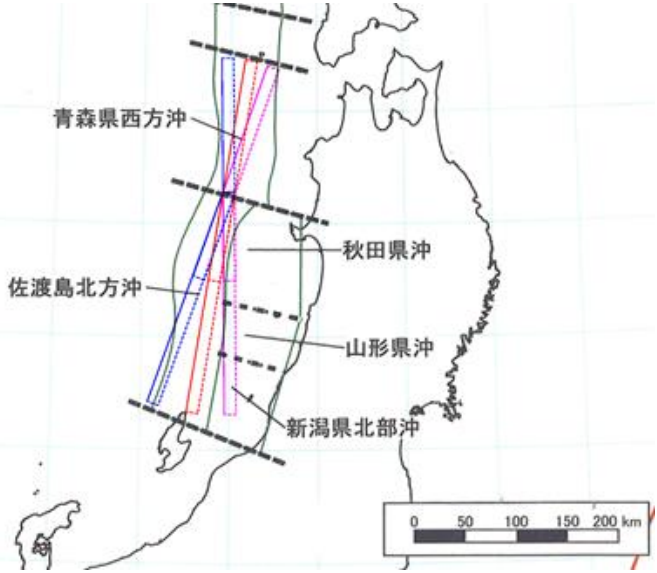
パラメータ	概略パラメータスタディ		詳細パラメータスタディ	
	設定方法	説明頁	設定方法	説明頁
長さ	地震調査研究推進本部(2003)に示される「青森県西方沖」の領域と「佐渡島北方沖」の領域の連動を考慮し，350kmと設定	本編P99	同左	—
位置	地震調査研究推進本部(2003)を参考に東西方向に波源位置を変動	本編P102,103	概略パラメータスタディの評価水位最高・最低ケースの位置を基準とし，変動範囲を補間するように，東西方向に移動	本編P105,109
走向	地震調査研究推進本部(2003)を参考に設定	補足資料P106	地震調査研究推進本部（2003)を踏まえて設定した走向に対して，走向一定，折曲に変化	本編P105,107
傾斜方向	土木学会によると既往津波の痕跡高を再現できる波源モデルの傾斜方向は一定でないため，東・西傾斜の双方を設定	本編P102,103	概略パラメータスタディの評価水位最高・最低ケースの傾斜方向	—
傾斜角	土木学会によると既往津波の痕跡高を再現できる波源モデルの傾斜角は概ね30°～60°であるため，30°,45°,60°と設定	本編P102,103 補足資料P107	概略パラメータスタディの評価水位最高・最低ケースの傾斜角	—
断層下限深さ	土木学会によると1976年1月～2000年1月に日本海東縁部において発生したMw5.0以上，深さ60km以下の地震を抽出すると，地震の発生深さは概ね15km～20kmであるため，断層面積が広くなり，安全側の評価になると考えられる20kmと設定（固定）	補足資料P107	同左	—
断層上縁深さ	土木学会によると既往津波の波源モデルの断層上縁深さは概ね0～5kmであるため，このうち0kmを設定	本編P102	これまでの検討から，0km，1km，2.5km，5kmと設定	本編P105.106
すべり角	土木学会によると既往津波の波源モデルのすべり角は90°付近に分布していることから，すべり角を安全側の評価になると考えられる90°と設定（固定）	—	同左	—
すべり量	土木学会に検討事例として記載されている国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)より最大すべり量を12m，平均すべり量を6mと設定。また，背景領域のすべり量は根本ほか(2009)[42]に基づき4mとする。	補足資料 P108～112	同左	—
剛性率	土木学会に基づき$3.5\times10^{10}N/m^2$と設定（固定）	—	同左	—
M_0，Mw	Kanamori(1977)[43]により算出　$ogM_0=1.5Mw+9.1$　$M_0=\mu$ DS	—	同左	—
大すべり域	根本ほか(2009)に基づき大すべり域（アスペリティ領域）と背景領域の面積比を1：3とし，波源モデルを8等分したセグメントについて，隣り合う2つのセグメントを大すべり域として設定する。	本編P100,102 補足資料P113	大すべり域が隣接しないケースを考慮し，設定する。	本編P105,108

M_0：地震ﾓｰﾒﾝﾄ，Mw：ﾓｰﾒﾝﾄﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ，μ：剛性率，D：すべり量，S：面積

パラメータスタディの詳細（走向）

第771回審査会合 資料1-3 P124 再掲

【走向】
- 土木学会(2002)※1によると，ハーバードCMTによる発震機構解および既往の断層モデルから評価した走向ばらつきは標準偏差約10°であることから，地震調査研究推進本部(2003)の地震発生領域を踏まえ設定した走向8.9°※2より，標準偏差10°を考慮し，-1.1°，18.9°（8.9°±10°）と設定する。
- また，本検討では，断層長さが350kmと長大であり，既往地震においても走向は必ずしも一定でないことを考慮して，地震調査研究推進本部(2003)に示される「青森県西方沖」の領域と「佐渡島北方沖」の領域の境界で南北に分割（L=131.25km，218.75km)し，分割した断層がそれぞれ異なる走向を有しながら連動することを想定した。



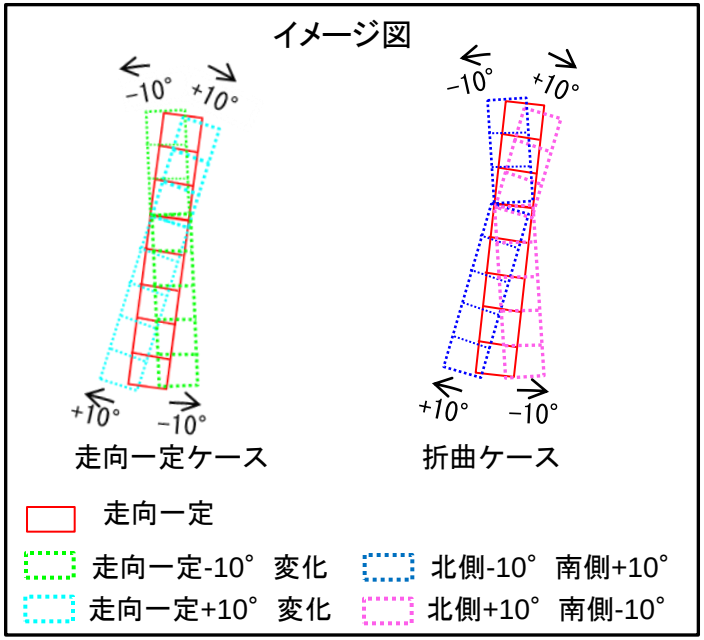
※1　土木学会（2016)に記載がないため土木学会(2002)を引用
※2　「青森県西方沖」領域の北西端と「佐渡島北方沖」領域の南西端を直線で結んだ走向を基準とする。

既往断層パラメータのばらつきの評価結果

海域大区分	海域小区分		萩原マップで対応する海域区分	解析対象データ	データ数	走向(°)		すべり方向(°)		すべり角(°)		傾斜角(°)	
						平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
日本海溝・千島海溝（南部）	千島海溝南部	41°N以北	G1	プレート間逆断層地震のハーバード解	43	222.3	14.1	304.3	10.8			21.7	6.4
	日本海溝北部	38～41°N	G2		29	185.4	12.1	295.0	7.7			16.0	5.7
	日本海溝南部	35.3～38°N	G3		14	204.2	13.5	292.3	12.2			21.1	5.1
日本海東縁部	北部	40°N以北	F	断層モデル	6(3)	-2.7	9.6			91.7	11.3	43.3	14.0
	南部	40°N以南138°E以東			5(3)	25.2	6.3			96.0	13.4	57.0	6.7

（注）・日本海溝および千島海溝（南部）沿い海域では，ハーバードCMTによる発震機構解（1976年1月～2000年1月に発生したM_w6.0以上，深さ60km以下の地震）を解析対象とした。
・日本海東縁部では，発震機構解の節面の特定が困難であるため，津波の痕跡高を説明できる断層モデルのパラメータを用いてばらつきを評価した。
・「すべり方向」は，スリップベクトルの水平投影が真北から時計回りになす角度である。
・日本海東縁部のデータ数のうち括弧内の値は，走向に対して適用した1枚断層換算のモデル数である。
・日本海東縁部（南部）の新潟地震モデルにはNoguera and Abe（1992）を採用している。天保山形沖地震（1833）は沖合・沿岸近くの両モデルを採用している。

土木学会(2002)より引用・加筆

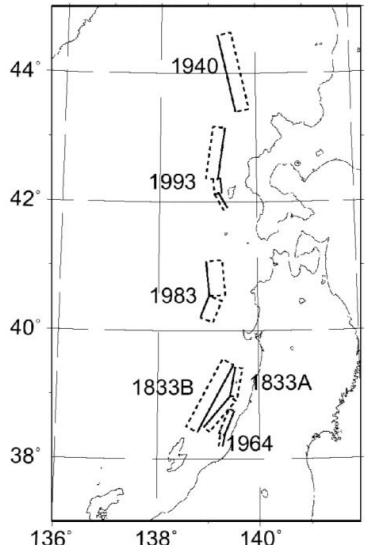


パラメータスタディの詳細(傾斜角・断層下限深さ)

第771回審査会合 資料1-3 P125 再掲

【傾斜角】
　土木学会によると既往津波の痕跡高を再現できる波源モデルの傾斜角は概ね30°～60°のため，概略パラメータスタディでは30°，45°，60°と設定する。

【断層下限深さ】
　土木学会によると，1976年1月～2000年1月に日本海東縁部において発生したMw5.0以上，深さ60km以下の地震を抽出すると，地震の発生深さは概ね15km～20kmであるため，断層面積が広くなり，安全側の評価になると考えられる20kmと設定する。



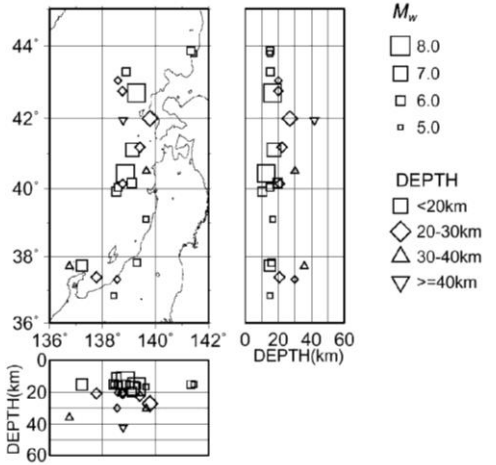
日本海東縁部の既往波源モデルの位置
土木学会より引用

日本海東縁部の既往津波の津波痕跡高を再現できる波源モデル

対象津波	モデル M_w	面積 (km²)	L (km)	W (km)	D (m)	d (km)	θ (°)	δ (°)	λ (°)	データ数	K	κ	備　考
1833年天保山形沖(A)	7.82	1250	50	25	6.4	0	10	60	90	27	1.04	1.42	本体系化原案 (相田(1989)を修正；陸岸近く)
		1750	70	25	6.4	0	40	60	120				
1833年天保山形沖(B)	7.76	3960	132	30	4.0	0	208	45	90	27	1.17	1.28	本体系化原案(沖合)
1940年積丹沖	7.70	4050	135	30	3.2	0	347	40	90	20	1.02	1.42	本体系化原案 (Satake(1986)を修正)
1964年新潟	7.35	900	45	20	3.3	1	202	60	90	検潮	—	—	Noguera and Ku.Abe(1992)
		300	20	15	3.0	1	189	60	90				
同上	7.51	813	32.5	25	5.3	0	200	60	52	検潮	—	—	加藤・安藤(1995)
		813	32.5	25	2.9	0	200	60	90				
1983年日本海中部	7.74	1200	40	30	7.6	2	22	40	90	218	1.12	1.46	相田(1984) Model-10
		1800	60	30	3.05	3	355	25	80				
1993年北海道南西沖	7.84	2250	90	25	5.71	10	188	35	80	249	0.96	1.51	高橋武之ら(1995) DCRC-26モデル
		650	26	25	4.00	5	175	60	105				
		458	30.5	15	12	5	150	60	105				

傾斜角

土木学会より引用・加筆



ハーバードCMT解の深さ分布
土木学会より引用

スケーリング則・すべり量の設定（武村(1998)）

近年の長大断層に対するスケーリング則に関する検討事例をもとに，波源モデル（L=350km)に適用するすべり量を検討する。なお，土木学会に基づく検討において適用している武村(1998)のスケーリング則については，準拠している内陸地殻内地震のデータの最大長さが85kmであり，それ以上の断層長さは外挿領域となっている。

Table 1. List of source parameters of Japanese intraplate earthquakes from 1885 to 1995. M, L, W, D, M_o, and S show JMA magnitude, fault length, fault width, average slip, seismic moment, and fault area, respectively. In most cases, values of S were calculated by $L \times W$. δ indicates the dip angle of the fault plane. All the data, except for those of the 1995 Hyogo-Nanbu earthquake, are quoted from SATO (1989).

Earthquake (year/name)	M	Type/δ (degree)	L (km)	W (km)	D (cm)	Mo (dyne・cm)	Remarks
1891 / Nobi	8.0	ST / 90	85*1	15*1	380*1	1.5E27*2	*1 Main Fault *2 Total Faults (S=1700 km²)
1927 / Kita-Tango	7.3	ST / 64	33*1	19*1	370*1	4.6E26*2	*1 Main Fault *2 after Kanamori (1973) (S=460 km²)
1930 / Kita-Izu	7.3	ST / 90	22	12	300	2.7E26	
1931 / Nishi-Saitama	6.9	ST / 80	20	10	100	6.8E25	
1934 / Minami-Izu	5.5	ST / 90	7	4	10	9.5E23	
1935 / Shizuoka	6.4	ST / 70	11	6	100	2.2E25	
1939 / Oga	6.8	ST / 30	16	12	200	1.7E26	First Event
1943 / Tottori	7.2	ST / 90	33	13	250	3.6E26	
1945 / Mikawa	6.8	DP / 30	12	11	225	8.7E25	
1948 / Fukui	7.1	ST / 90	30	13	200	3.3E26	
1955 / Futatsui	5.9	DP / 64	15	4	20.5	4.1E24	
1961 / Kita-Mino	7.0	OB / 60	12	10	250	9.0E25	
1962 / Miyagi-Hokubu	6.5	DP / 56	12	10	60	2.4E25	
1963 / Wakasa-Wan	6.9	ST / 68	20	8	60	3.0E25	
1967 / Wakayama-Seibu	4.2	OB / 68	2.5	2	1.63	2.7E22	
1968.3 / Wakayama-Seibu	5.0	ST / 82	8	4	1.73	1.9E23	
1968.8 / Wakayama-Seibu	4.8	DP / 90	6	3	1.58	9.4E22	
1969.3 / Wakayama-Seibu	4.2	OB / 90	4	8	0.22	2.4E22	
1969.7 / Wakayama-Seibu	4.4	ST / 68	3	3	0.71	2.1E22	
1969.9 / Gifu-Chubu	6.6	ST / 90	18	10	64	3.5E25	
1970.1 / Wakayama-Seibu	4.3	ST / 90	2	4	0.76	2.0E22	
1970.10 / Akita-Nantobu	6.2	DP / 46	15	11	28	1.4E25	
1970.11 / Wakayama-Seibu	3.8	OB / 54	4	5	0.16	1.1E22	
1974.5 / Izu-Hanto-Oki	6.9	ST / 80	18	8	120	5.9E25	
1974.7 / Amagi	4.9	ST / 90	3.5	3	9	3.2E23	
1975 / Oita-Chubu	6.4	DP / 70	10	20	32	2.2E25	
1976 / Kawazu	5.4	ST / 82	9	3.5	20	2.1E24	
1978 / Izu-Oshima	7.0	ST / 85	17	10	185	1.1E26	Main Fault
1980 / Izu-Toho-Oki	6.7	ST / 70	15	7.5	110*	7.0E25*	* After Takeo (1988) (S=240 km²)
1983 / Tottori-Chubu	6.2	ST / 85	5	6	50	4.5E24*	* $\mu=3\times10^{11}$ dyne/cm² is used
1984.5 / Yamasaki-F	5.6	ST / 90	3	5	8	3.2E23	
1984.10 / Nagano-Seibu	6.8	ST / 85	12	8	100	2.9E25	
1995 / Hyogo-Nanbu	7.2	ST / 86	25	15	220	2.5E26	(This Study)

ST:Strike Slip　DP:Dip Slip　OB:Oblique Slip

武村(1998)より引用・加筆

（参考）土木学会における武村（1998）の適用検証について

表 2.3.2−1　日本海東縁部の既往津波の痕跡高を説明できる断層モデル（土木学会，2002）

対象津波	モデル M_w	面積 (km^2)	L (km)	W (km)	D (m)	d (km)	θ (度)	δ (度)	λ (度)	データ数	K	κ	備　考
1833年天保山形沖(A)	7.82	1250	50	25	6.4	0	10	60	90	27	1.04	1.42	土木学会(2002) (相田(1989)を修正；陸岸近く)
		1750	70	25	6.4	0	40	60	120				
1833年天保山形沖(B)	7.76	3960	132	30	4.0	0	208	45	90	27	1.17	1.28	土木学会(2002)(沖合)
1940年積丹沖	7.70	4050	135	30	3.2	0	347	40	90	20	1.02	1.42	土木学会(2002) (Satake(1986)を修正)
1964年新潟	7.35	900	45	20	3.3	1	202	60	90	検潮	−	−	Noguera and Ku.Abe(1992)
		300	20	15	3.0	1	189	60	90				
同上	7.51	813	32.5	25	5.3	0	200	60	52	検潮	−	−	加藤・安藤(1995)
		813	32.5	25	2.9	0	200	60	90				
1983年日本海中部	7.74	1200	40	30	7.6	2	22	40	90	218	1.12	1.46	相田(1984) Model-10
		1800	60	30	3.05	3	355	25	80				
1993年北海道南西沖	7.84	2250	90	25	5.71	10	188	35	80	249	0.96	1.51	高橋武之ら(1995) DCRC-26モデル
		650	26	25	4.00	5	175	60	105				
		458	30.5	15	12	5	150	60	105				

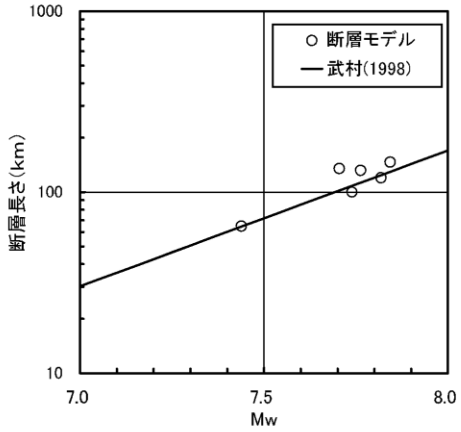


図 2.3.2−3　日本海東縁部における既往津波の断層モデルの M_w と断層長さの関係

土木学会(2016)より引用

・土木学会では，日本海東縁部の既往津波の痕跡高を説明できる断層モデル（Mw7.35～7.84，断層長さ65～146.5km）と武村（1998）の関係に相関があることから，武村(1998)を日本海東縁部の検討に適用できるとしている。また，土木学会においては，土木学会に基づく検討モデル（Mw7.85，断層長さ131.1km，均質モデル）は，既往津波の痕跡高分布や既存断層モデルのシミュレーション結果を再現できるとしている。

スケーリング則・すべり量の設定（国土交通省・内閣府・文部科学省（2014））

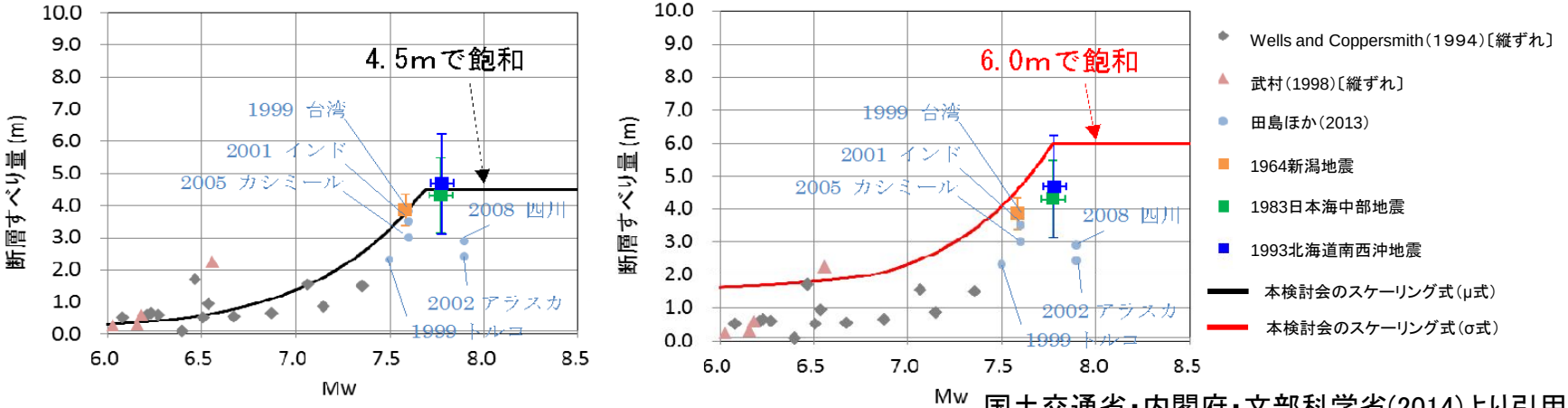
第771回審査会合 資料1-3 P128 再掲

・国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)は，日本海東縁部で発生した地震についての既存の解析結果をもとに，入倉・三宅（2001）をベースとしたスケーリング則を提案し，Mw7.7以上で平均すべり量は4.5mで飽和するとしている。さらに，上記スケーリング則について，既往断層モデルのすべり量のばらつき（σ ＝1.5m）を考慮したスケーリング則についても提案しており，Mw7.7以上で平均すべり量は6mで飽和するとしている。
・また，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)は，各セグメントに大すべり域を設定しており，そのすべり量は平均すべり量の2倍としている。

【国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)のスケーリング式】

$M_0 = (S/2.23\times10^{9})^{3/2}\times10^{-7}$　（$Mw<6.5$）
$M_0 = (S/4.24\times10^{5})^{2}\times10^{-7}$　（$6.5\leqq Mw<7.7$）
$M_0 = 1.54\times S\times10^{11}$　（$7.7\leqq Mw$）

M_0：地震モーメント（Nm）　　S：断層面積（m^2）
Mw：マグニチュード

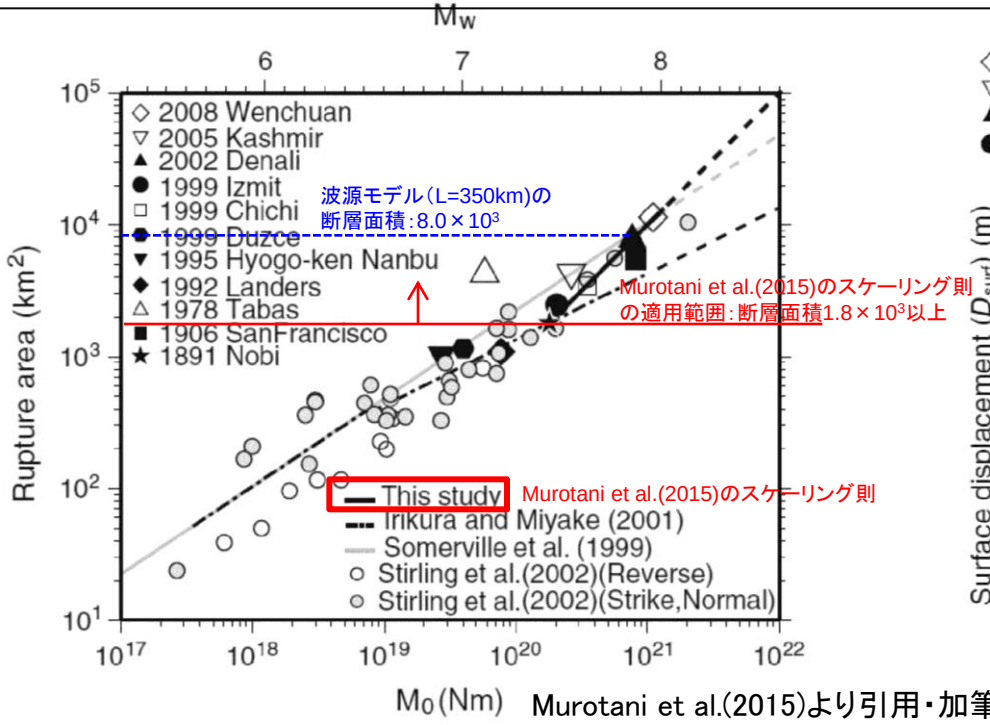


国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)より引用

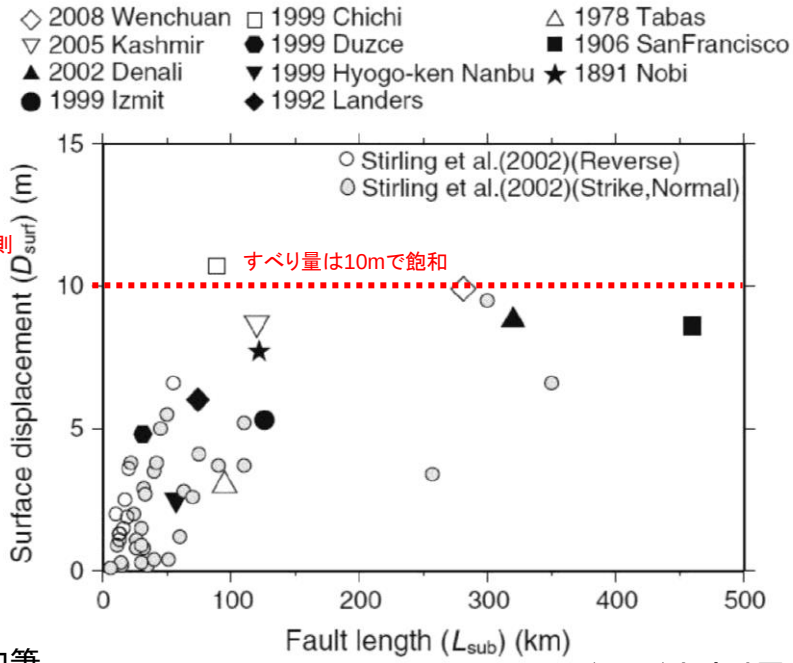
・波源モデル（350km）に適用した場合，マグニチュードはMw7.7以上であるため，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)を踏まえると，すべりの不均質性を考慮し，平均すべり量を6m（飽和値），最大すべり量を12mとなる。

スケーリング則・すべり量の設定（Murotani et al.(2015)）

・Murotani et al.(2015)は，世界の内陸で発生した長さ80kmを超える長大断層での地震及び近年発生した中規模地震をもとに，断層面積Sが1.8×10^3(km^2)を超える断層についてのスケーリング則を提案している。
・また，Murotani et al.(2015)は地震のすべりの不均質性を考慮し，地表で観測された最大変位量Dsurfと震源断層での最大すべり量はほぼ等しいとした上で，Dsurfは震源断層長さがほぼ100kmで10mで飽和するとしている。なお，Dsurfは震源断層での平均すべり量の概ね2～3倍としている。



Murotani et al.(2015)より引用・加筆



Murotani et al.(2015)より引用・加筆

【Murotani et al.(2015)の関係式】

S＞1.8×10^3(km^2)の場合　　M_0(Nm)=1.0×10^{17}S(km^2)

D(m) = M_0/μ　S　μ　＝3.5×10^{10}(N/m^2)

・波源モデル（350km）に適用した場合，断層面積は最も狭くても8.0×10^3(km^2)であることから，Murotani et al.(2015)のスケーリング則を適用でき，すべりの不均質性を考慮し，平均すべり量は2.86mとなる。また，断層長さが100km以上であるため，最大すべり量は10mで飽和する。

スケーリング則・すべり量の設定（既往断層モデル・まとめ）

第771回審査会合
資料1-3 P130 再掲

・日本海東縁部で発生した既往津波の津波痕跡高を再現できる波源モデルのうち，すべり量の最大値は，1993年北海道南西沖地震津波の再現モデルの12mである。

日本海東縁部の既往津波の津波痕跡高を再現できる波源モデル

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

土木学会より引用・加筆

スケーリング則・すべり量の知見を踏まえて波源モデル（L=350km)のすべり量について検討した結果は以下のとおり。

・武村(1998)のスケーリング則については，準拠している内陸地殻内地震のデータの最大長さが85kmであり，それ以上の断層長さは外挿領域となっていることから，適用外と考える。

・波源モデル（L=350km)のマグニチュードはMw7.7以上であることから，国土交通省・内閣府・文部科学省（2014)を踏まえ，平均すべり量は6m（飽和値），最大すべり量は平均すべり量の2倍の12mとする。

・波源モデル（L=350km)は断層長さ100km以上であることから，Murotani et al.(2015)によると，最大すべり量は10mで飽和する。

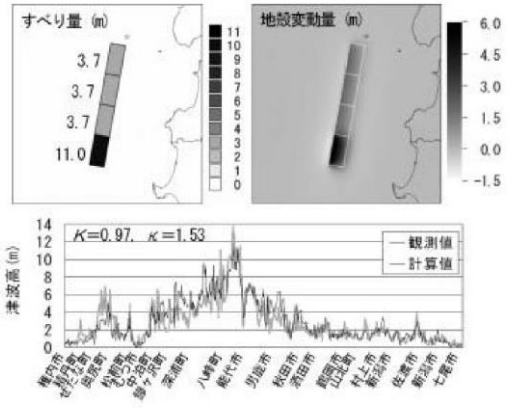
・日本海東縁部を対象とした既往モデルで設定している最大すべり量は12mである。

・国土交通省・内閣府・文部科学省（2014)によるスケーリング則を用い，最大すべり量12m，平均すべり量6mで実施する。

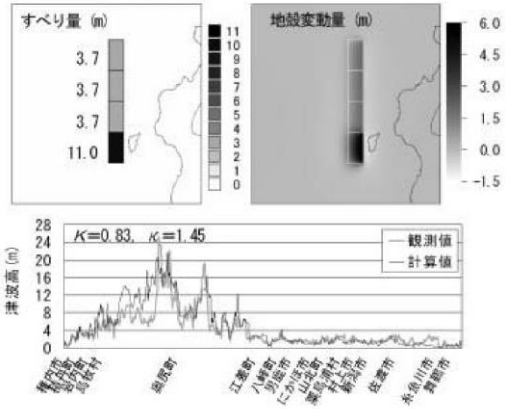
根本ほか(2009)の大すべり域の設定

第771回審査会合 資料1-3 P131 再掲

・根本ほか(2009)は，日本海東縁部を対象としてアスペリティ(大すべり域)を考慮した津波波源モデルを提案している。



アスペリティモデルの断層モデルと計算津波高
【1983年日本海中部地震】



アスペリティモデルの断層モデルと計算津波高
【1993年北海道南西沖地震】

日本海東縁部の代表的な既往地震を再現するアスペリティモデル

・4つのセグメントのいずれかがアスペリティに相当するセグメントと考え，アスペリティ位置を変えた4ケースの計算を行い，4ケースの計算による最大値が観測値(既往津波高)をほぼ包含することができる。
・断層面を4セグメントに分割して，そのうちの1セグメントをアスペリティ領域，残りの3セグメントを背景領域とする。
・アスペリティ領域のすべり量は，平均すべり量の2倍とし，背景領域のすべり量は，平均すべり量の2／3倍である。

・根本ほか(2009)に基づき，アスペリティ領域と背景領域の面積比を1：3とする。

概略パラメータスタディ結果

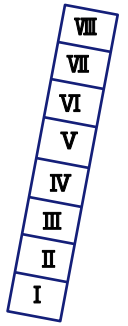
第771回審査会合 資料1-3
P132 加筆・修正

■ 水位上昇側・下降側（その１）

：評価水位が最高又は最低となるケースの評価水位

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位（T.P. m） 上昇側 施設護岸又は防波壁	下降側 ２号炉取水口（東）	下降側 ２号炉取水口（西）
(1)	60°	東傾斜	Ⅰ Ⅱ	+4.1	−2.4	−2.4
			Ⅱ Ⅲ	+3.6	−2.3	−2.3
			Ⅲ Ⅳ	+7.0	−3.2	−3.1
			Ⅳ Ⅴ	+6.7	−3.6	−3.5
			Ⅴ Ⅵ	+5.3	−3.5	−3.5
			Ⅵ Ⅶ	+5.0	−3.0	−3.0
			Ⅶ Ⅷ	+3.8	−2.7	−2.7
(2)		西傾斜	Ⅰ Ⅱ	+3.0	−2.1	−2.1
			Ⅱ Ⅲ	+3.9	−2.4	−2.4
			Ⅲ Ⅳ	+5.5	−2.8	−2.8
			Ⅳ Ⅴ	+6.9	−2.8	−2.8
			Ⅴ Ⅵ	+6.1	−2.7	−2.7
			Ⅵ Ⅶ	+5.1	−2.9	−2.9
			Ⅶ Ⅷ	+2.9	−2.4	−2.4

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位（T.P. m） 上昇側 施設護岸又は防波壁	下降側 ２号炉取水口（東）	下降側 ２号炉取水口（西）
(3)	60°	東傾斜	Ⅰ Ⅱ	+3.4	−2.6	−2.5
			Ⅱ Ⅲ	+4.2	−2.4	−2.4
			Ⅲ Ⅳ	+5.0	−3.1	−3.0
			Ⅳ Ⅴ	+8.7	−4.1	−4.1
			Ⅴ Ⅵ	+6.7	−3.7	−3.7
			Ⅵ Ⅶ	+6.7	−4.1	−4.0
			Ⅶ Ⅷ	+4.4	−2.7	−2.7
(4)		西傾斜	Ⅰ Ⅱ	+2.6	−2.3	−2.3
			Ⅱ Ⅲ	+3.1	−2.2	−2.2
			Ⅲ Ⅳ	+3.6	−2.0	−2.0
			Ⅳ Ⅴ	+5.4	−3.0	−2.9
			Ⅴ Ⅵ	+5.8	−3.6	−3.6
			Ⅵ Ⅶ	+5.2	−3.8	−3.7
			Ⅶ Ⅷ	+3.6	−2.3	−2.2



大すべり域の配置図

※　断層の東西位置の番号は本編P103を参照

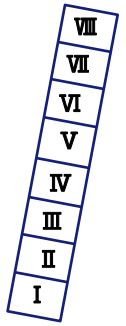
概略パラメータスタディ結果

第771回審査会合 資料1-3
P133加筆・修正

■ 水位上昇側・下降側（その２）

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位（T.P. m） 上昇側 施設護岸又は防波壁	下降側 ２号炉取水口（東）	下降側 ２号炉取水口（西）
(1)	45°	東傾斜	Ⅰ Ⅱ	+4.0	−2.3	−2.2
			Ⅱ Ⅲ	+3.4	−2.3	−2.3
			Ⅲ Ⅳ	+6.4	−3.1	−3.0
			Ⅳ Ⅴ	+6.5	−3.5	−3.4
			Ⅴ Ⅵ	+4.9	−3.4	−3.4
			Ⅵ Ⅶ	+4.7	−2.9	−2.9
			Ⅶ Ⅷ	+3.6	−2.8	−2.8
(2)		西傾斜	Ⅰ Ⅱ	+2.6	−1.8	−1.8
			Ⅱ Ⅲ	+3.7	−2.2	−2.1
			Ⅲ Ⅳ	+5.1	−2.5	−2.5
			Ⅳ Ⅴ	+6.5	−2.8	−2.8
			Ⅴ Ⅵ	+5.9	−2.9	−2.9
			Ⅵ Ⅶ	+4.7	−2.7	−2.7
			Ⅶ Ⅷ	+3.0	−2.3	−2.3

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位（T.P. m） 上昇側 施設護岸又は防波壁	下降側 ２号炉取水口（東）	下降側 ２号炉取水口（西）
(3)	45°	東傾斜	Ⅰ Ⅱ	+3.4	−2.4	−2.4
			Ⅱ Ⅲ	+3.9	−2.1	−2.1
			Ⅲ Ⅳ	+4.8	−2.6	−2.6
			Ⅳ Ⅴ	+7.9	−3.4	−3.4
			Ⅴ Ⅵ	+6.3	−3.6	−3.5
			Ⅵ Ⅶ	+5.9	−3.7	−3.7
			Ⅶ Ⅷ	+4.1	−2.7	−2.7
(4)		西傾斜	Ⅰ Ⅱ	+2.5	−2.3	−2.3
			Ⅱ Ⅲ	+2.9	−2.3	−2.3
			Ⅲ Ⅳ	+3.5	−2.1	−2.1
			Ⅳ Ⅴ	+5.2	−2.7	−2.7
			Ⅴ Ⅵ	+5.5	−3.4	−3.3
			Ⅵ Ⅶ	+4.8	−3.6	−3.5
			Ⅶ Ⅷ	+3.0	−2.1	−2.1



大すべり域の配置図

※　断層の東西位置の番号は本編P103を参照

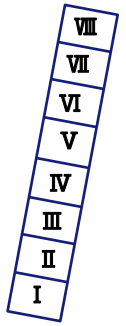
概略パラメータスタディ結果

第771回審査会合 資料1-3
P134加筆・修正

■ 水位上昇側・下降側（その３）

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位（T.P. m） 上昇側 施設護岸又は防波壁	下降側 ２号炉取水口（東）	下降側 ２号炉取水口（西）
(1)	30°	東傾斜	Ⅰ Ⅱ	+3.6	−2.2	−2.2
			Ⅱ Ⅲ	+3.5	−2.0	−2.0
			Ⅲ Ⅳ	+5.1	−2.9	−2.8
			Ⅳ Ⅴ	+5.2	−3.0	−3.0
			Ⅴ Ⅵ	+4.1	−3.2	−3.2
			Ⅵ Ⅶ	+4.2	−2.9	−2.9
			Ⅶ Ⅷ	+3.4	−2.5	−2.5
(2)		西傾斜	Ⅰ Ⅱ	+2.8	−2.1	−2.1
			Ⅱ Ⅲ	+3.5	−2.0	−1.9
			Ⅲ Ⅳ	+4.6	−2.2	−2.2
			Ⅳ Ⅴ	+5.5	−2.9	−2.8
			Ⅴ Ⅵ	+5.1	−2.8	−2.7
			Ⅵ Ⅶ	+4.3	−3.3	−3.3
			Ⅶ Ⅷ	+3.4	−2.6	−2.6

東西位置※	傾斜角	傾斜方向	大すべり域位置	評価水位（T.P. m） 上昇側 施設護岸又は防波壁	下降側 ２号炉取水口（東）	下降側 ２号炉取水口（西）
(3)	30°	東傾斜	Ⅰ Ⅱ	+2.7	−2.2	−2.2
			Ⅱ Ⅲ	+3.5	−2.0	−2.0
			Ⅲ Ⅳ	+3.9	−2.5	−2.5
			Ⅳ Ⅴ	+5.5	−3.0	−3.0
			Ⅴ Ⅵ	+5.3	−3.4	−3.4
			Ⅵ Ⅶ	+4.4	−3.6	−3.6
			Ⅶ Ⅷ	+3.0	−2.7	−2.7
(4)		西傾斜	Ⅰ Ⅱ	+2.8	−2.3	−2.3
			Ⅱ Ⅲ	+3.1	−2.4	−2.4
			Ⅲ Ⅳ	+3.1	−2.4	−2.4
			Ⅳ Ⅴ	+4.1	−2.2	−2.1
			Ⅴ Ⅵ	+4.0	−2.9	−2.9
			Ⅵ Ⅶ	+3.5	−3.2	−3.2
			Ⅶ Ⅷ	+2.5	−2.4	−2.4



大すべり域の配置図

※1　断層の東西位置の番号は本編P103を参照

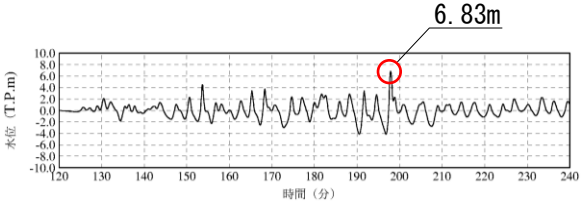
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合 資料1-3 P141 再掲

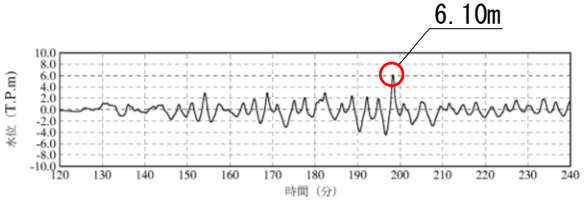
■ 日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討

評価水位最高ケース（水位上昇側）

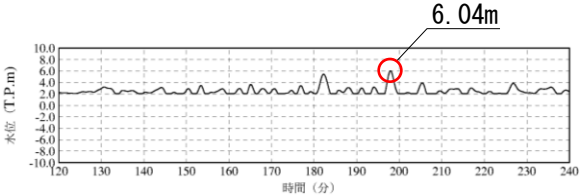
【循環水ポンプ運転時】



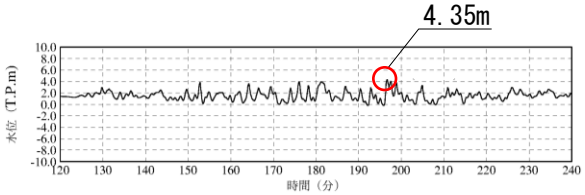
2号炉取水槽



3号炉取水槽

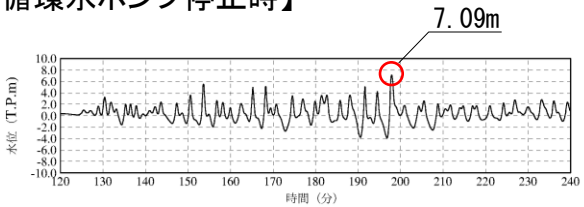


2号炉放水槽

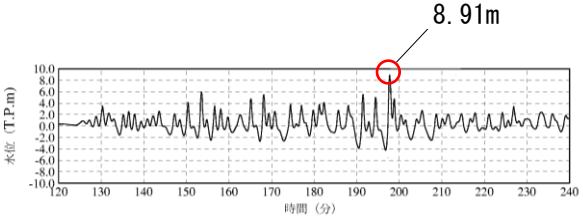


3号炉放水槽

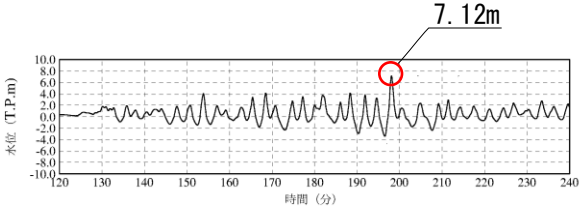
【循環水ポンプ停止時】



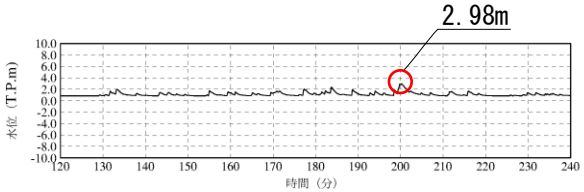
1号炉取水槽



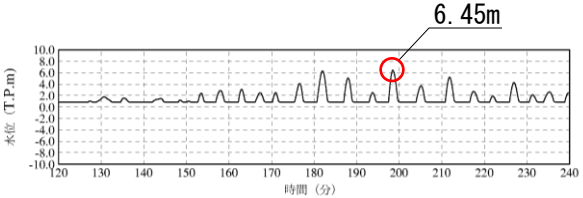
2号炉取水槽



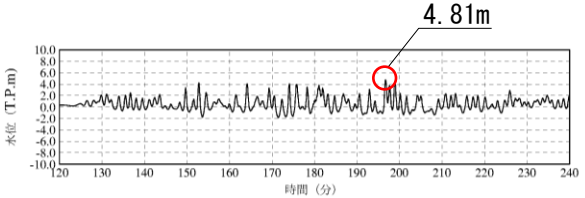
3号炉取水槽



1号炉放水槽



2号炉放水槽



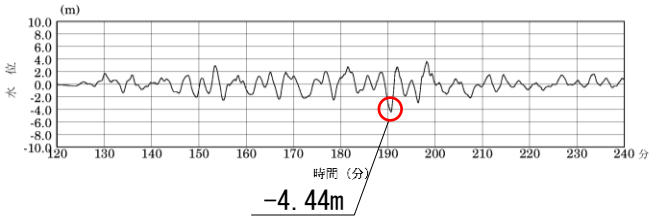
3号炉放水槽

※初期水位は，潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

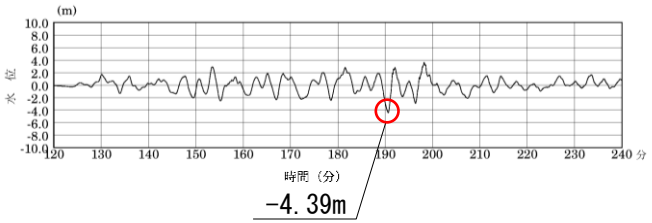
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合 資料1-3 P142 再掲

評価水位最低ケース（水位下降側）



2号炉取水口（東）

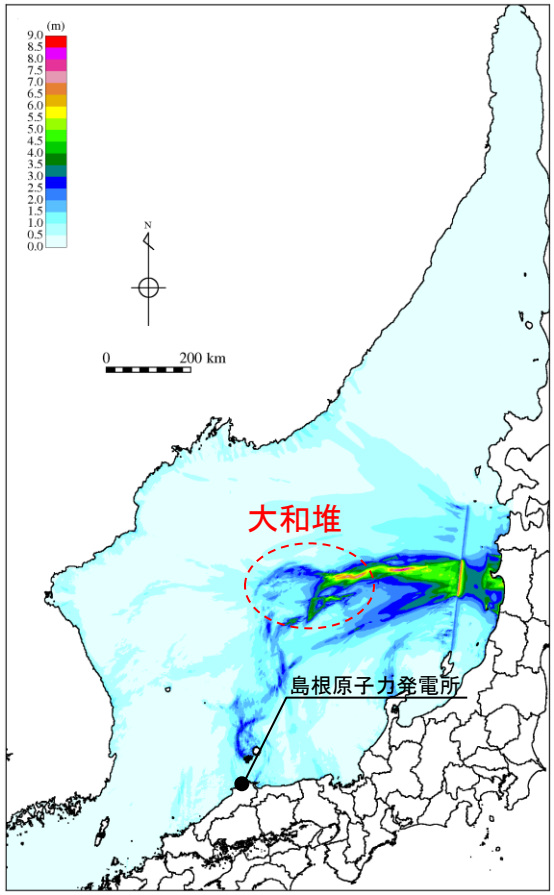


2号炉取水口（西）

伝播経路

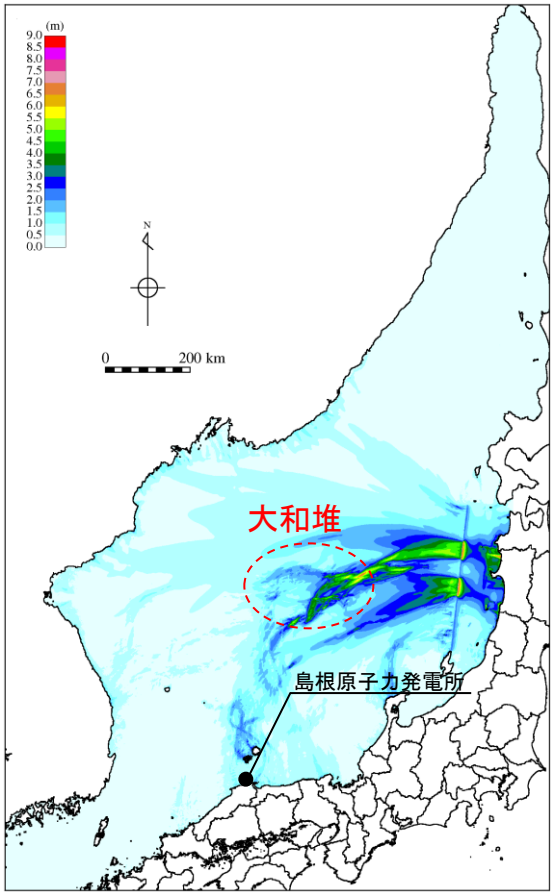
■ 日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討

評価水位最高ケース（水位上昇側）



最大水位上昇量分布図

評価水位最低ケース（水位下降側）



最大水位上昇量分布図

パラメータスタディの影響検討

第771回審査会合 資料1-3
P144加筆・修正

・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で実施したパラメータスタディについて，敷地への影響が最も大きくなるケースを検討していることを確認するため，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の影響因子が津波水位に与える影響について検討を行う。

・影響の検討は，概略パラメータスタディが津波水位に対して影響が大きい因子（支配的因子）で行われていること，詳細パラメータスタディ①が津波水位に対して影響が小さい因子（従属的因子）で行われていることを水位の変動幅により確認することで実施する※。

※　本検討は概略検討のため「1号放水口護岸又は1号放水連絡通路防波扉」の水位は含めず実施

概略パラメータスタディの影響検討（大すべり域位置，波源モデル位置・傾斜方向）

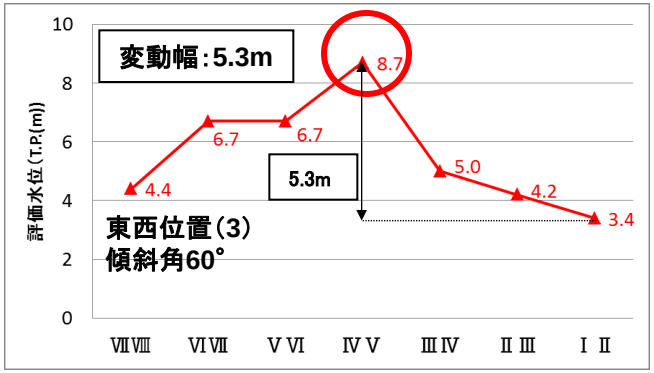
第771回審査会合 資料1-3 P145 再掲

・概略パラメータスタディの各因子（大すべり域位置，波源モデル位置及び傾斜角）が評価水位に与える影響を検討した。※

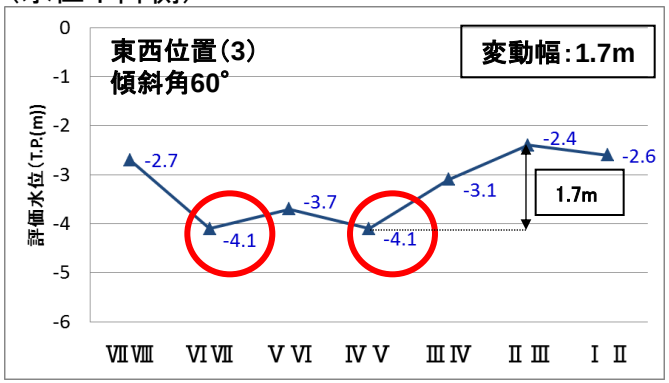
※水位上昇側の評価水位は施設護岸又は防波壁，水位下降側の評価水位は2号炉取水口の値

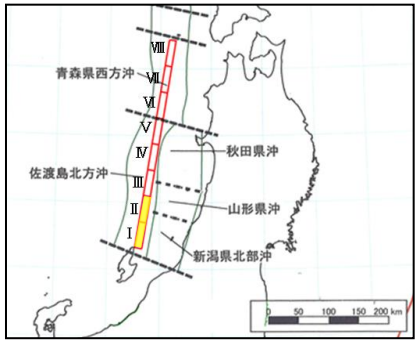
①大すべり域位置の影響

（水位上昇側）



（水位下降側）

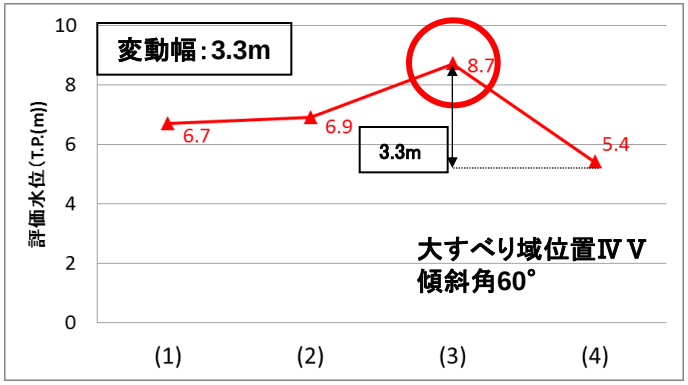




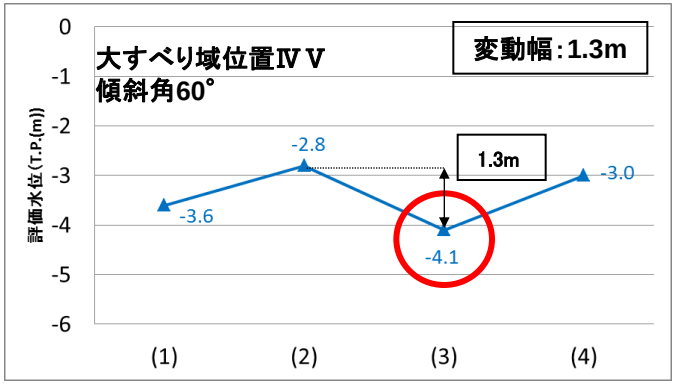
：大すべり域（例）

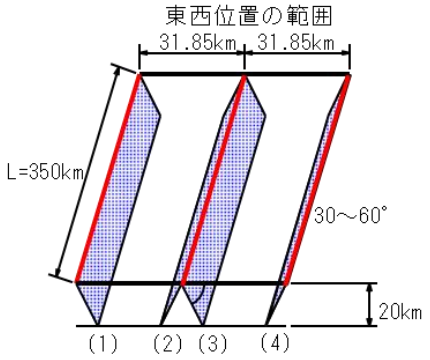
②波源モデル位置・傾斜方向の影響

（水位上昇側）



（水位下降側）



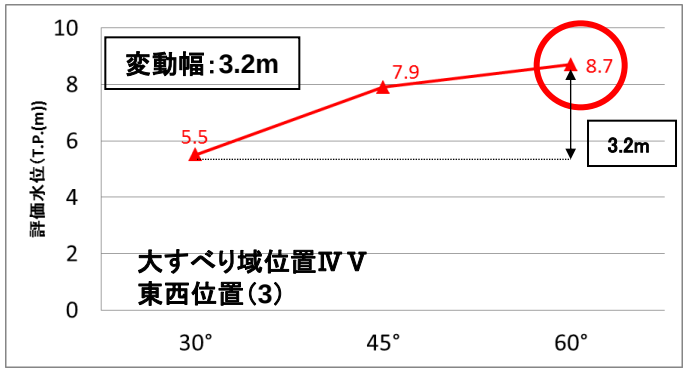


概略パラメータスタディの影響検討（傾斜角）

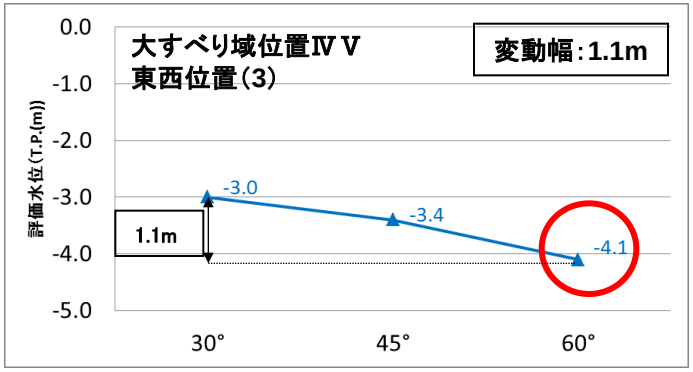
第771回審査会合 資料1-3 P146 再掲

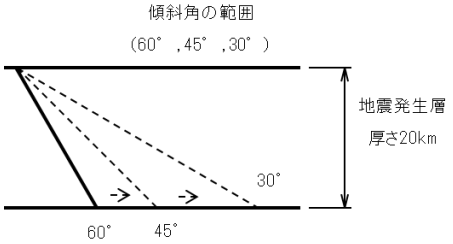
③傾斜角の影響

（水位上昇側）



（水位下降側）





・概略パラメータスタディの各因子が評価水位に与える影響は，評価水位の変動幅によると上昇側，下降側ともに大すべり域位置が大きい。
　大すべり域位置の変動幅（上昇側：5.3m，下降側：1.7m）
　波源モデル位置・傾斜方向の変動幅（上昇側：3.3m，下降側：1.3m）
　傾斜角の変動幅（上昇側：3.2m，下降側：1.1m）

詳細パラメータスタディ①の影響検討（断層上縁深さ）

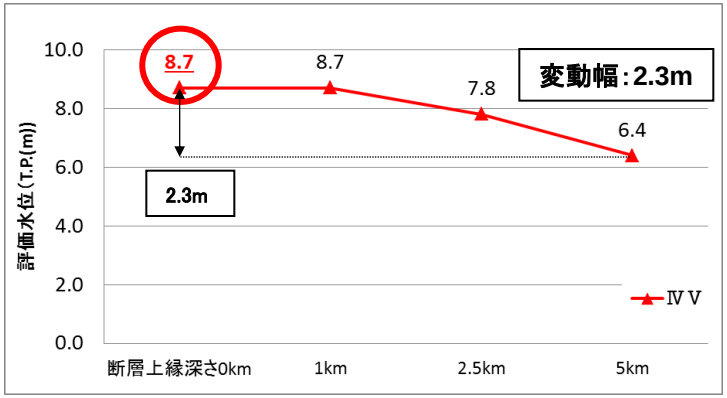
第771回審査会合 資料1-3 P147 再掲

・詳細パラメータスタディの因子（断層上縁深さ）が評価水位に与える影響を検討した。※
・断層上縁深さを変化させたケースは概略ケース①及び②に比べ敷地の評価水位は概ね小さくなる。また，その水位の変動幅（上昇側：2.3m，下降側：1.2m）は概略パラメータスタディの変動幅（上昇側：5.3m，下降側：1.7m）に比べて小さい。

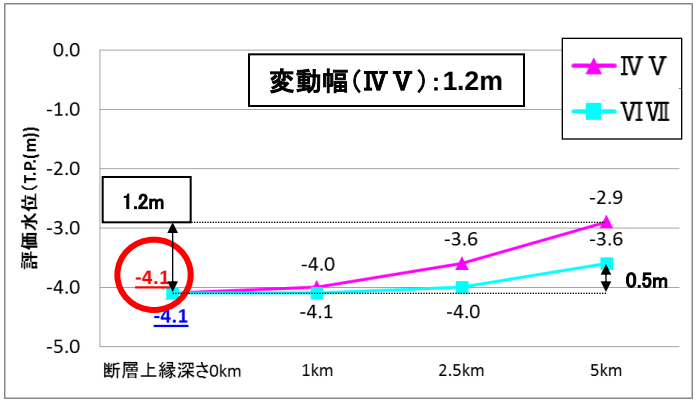
※水位上昇側の評価水位は施設護岸，水位下降側の評価水位は2号炉取水口の値

詳細-1　断層上縁深さの影響

（水位上昇側）



（水位下降側）



赤字：概略ケース①，青字：概略ケース②

詳細パラメータスタディ①の影響検討（走向）

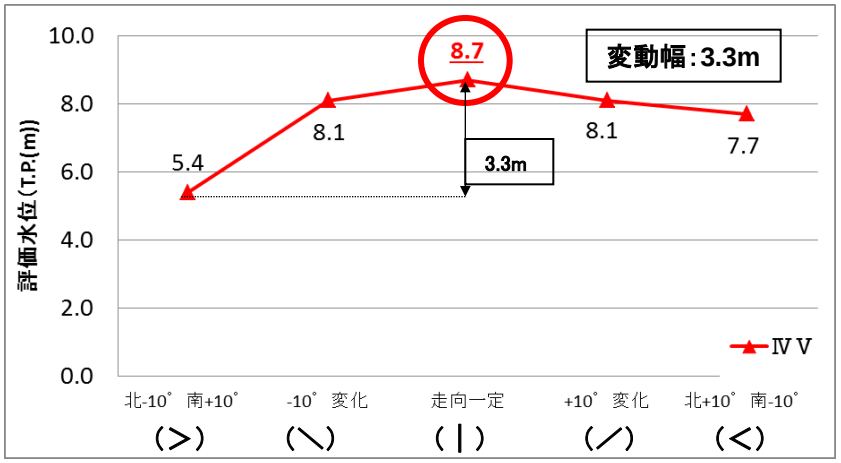
第771回審査会合 資料1-3 P148 再掲

・詳細パラメータスタディ①の因子（走向）が評価水位に与える影響を検討した。※
・走向を変化させたケースの水位の変動幅（上昇側：3.3m，下降側：1.8m）は概略パラメータスタディの変動幅（上昇側：5.3m，下降側：1.7m）と比較すると，同等かそれ以下となる。

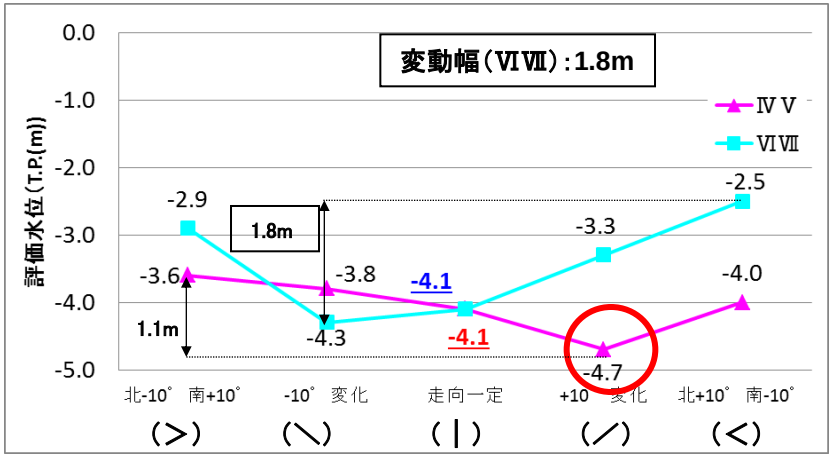
※水位上昇側の評価水位は施設護岸又は防波壁，水位下降側の評価水位は2号炉取水口の値

詳細-2　走向の影響

（水位上昇側）



（水位下降側）



赤字：概略ケース①，青字：概略ケース②

詳細パラメータスタディ①の影響検討（大すべり域位置）

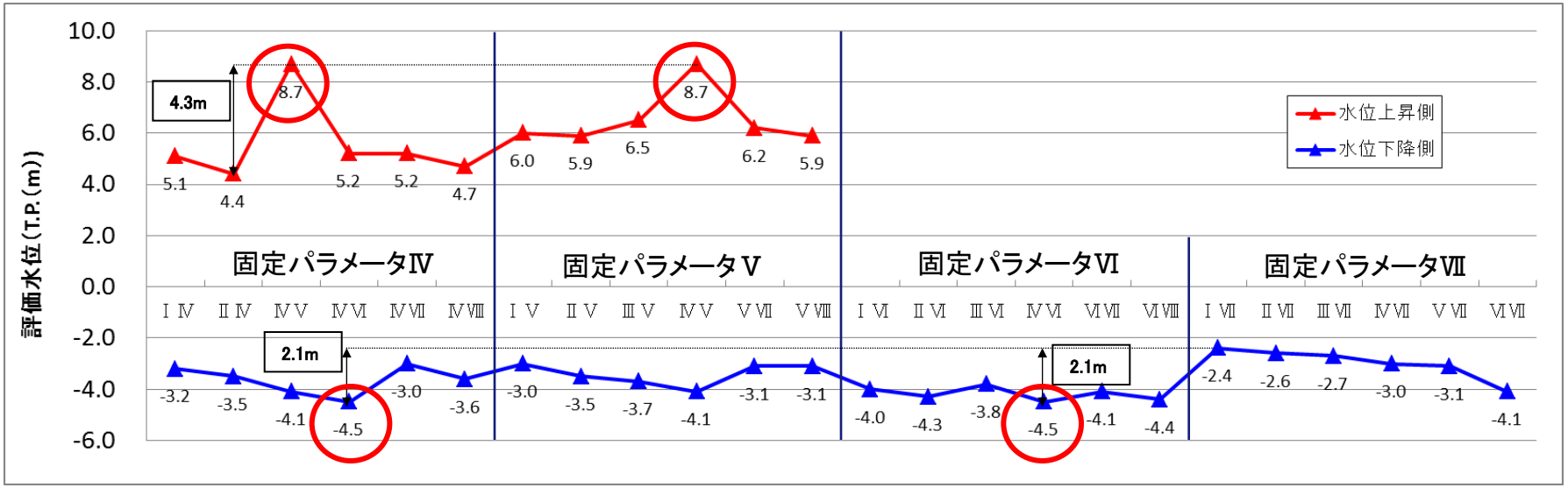
第771回審査会合 資料1-3 P149 再掲

・詳細パラメータスタディ①の因子（大すべり域位置（隣接しないケース））が評価水位に与える影響を検討した。※検討にあたっては，上昇側及び下降側それぞれに影響のある大すべり域位置を対象に行った。
・大すべり域位置（隣接しないケース）を変化させたケースの水位の変動幅（上昇側：4.3m，下降側：2.1m）は概略パラメータスタディの変動幅（上昇側：5.3m，下降側：1.7m）と比較すると同等かそれ以下となった。

※水位上昇側の評価水位は施設護岸又は防波壁，水位下降側の評価水位は2号炉取水口の値

詳細-3　大すべり域位置の影響

・概略パラメータスタディにおいて，敷地への影響が大きかった位置を固定パラメータ（Ⅳ，Ⅴ，Ⅵ，Ⅶ）として比較を行った。



詳細パラメータスタディ①の影響検討（波源モデル位置（東西位置を補間））

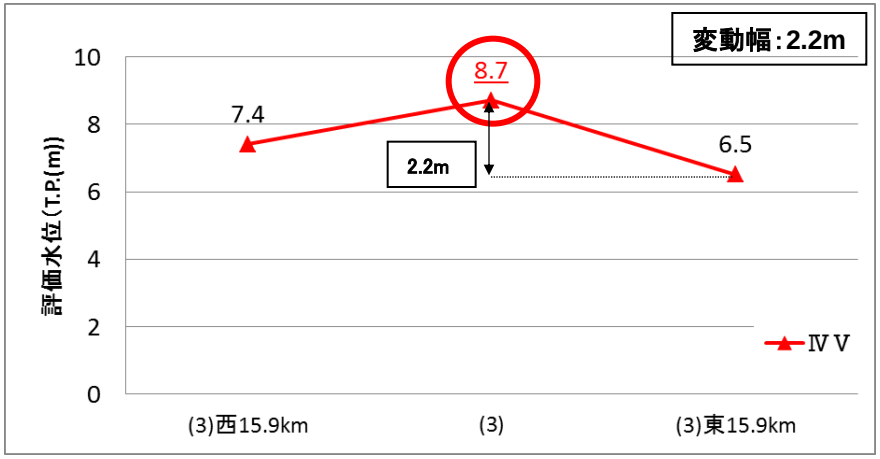
第771回審査会合 資料1-3 P150 再掲

・詳細パラメータスタディ①の因子（波源モデル位置（東西位置を補間するように設定））が評価水位に与える影響を検討した。※
・波源モデル位置（東西位置を補間するように設定）を変化させたケースの水位の変動幅（上昇側：2.2m，下降側：1.6m）は概略パラメータスタディの変動幅（上昇側：5.3m，下降側：1.7m）に比べて小さい。

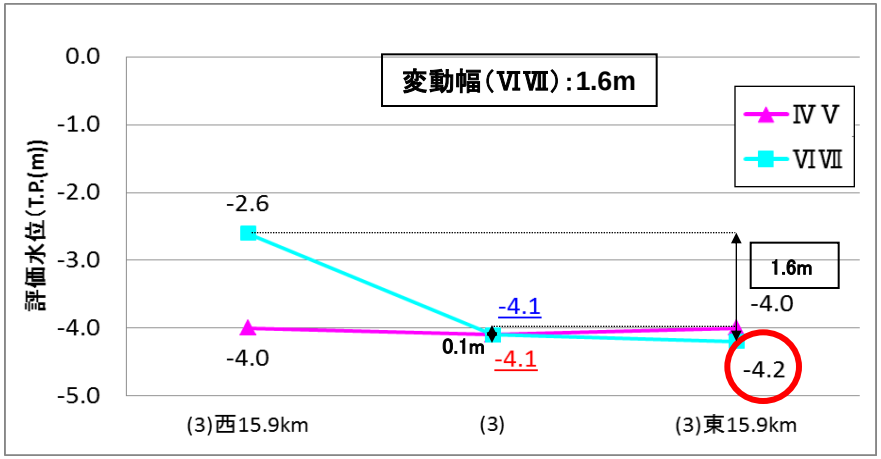
※水位上昇側の評価水位は施設護岸又は防波壁，水位下降側の評価水位は2号炉取水口の値

詳細-4　波源モデル位置（東西位置を補間するように設定）の影響

（水位上昇側）



（水位下降側）



赤字：概略ケース①，青字：概略ケース②

パラメータスタディの影響検討のまとめ

第771回審査会合 資料1-3 P151 再掲

・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について水位変動幅を算定した結果は以下のとおり。
・水位上昇側については，概略パラメータスタディは詳細パラメータスタディ①と比較すると，水位変動幅が大きくなっており，影響が大きい因子（支配的因子）で行われていることを確認した。
・水位下降側については，影響因子と水位変動幅の相関が無いことを確認した。

（水位上昇側）

影響因子	水位変動幅	
	概略パラメータスタディ	詳細パラメータスタディ①
断層上縁深さ	－	2.3
走向	－	3.3
大すべり域位置	5.3	4.3
波源モデル位置・傾斜方向	3.3	2.2
傾斜角	3.2	－

（水位下降側）

影響因子	水位変動幅	
	概略パラメータスタディ	詳細パラメータスタディ①
断層上縁深さ	－	1.2
走向	－	1.8
大すべり域位置	1.7	2.1
波源モデル位置・傾斜方向	1.3	1.6
傾斜角	1.1	－

・上記検討より，水位下降側においては影響因子と水位変動幅に相関がないことから，水位上昇側及び下降側において追加のパラメータスタディとして影響因子を組み合わせた検討（詳細パラメータスタディ②）及び大すべり域位置を更に細かく移動する検討（詳細パラメータスタディ③）を実施した。
・以上の検討を踏まえると，敷地への影響が最も大きいケースを選定できていると考える。

（a）国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

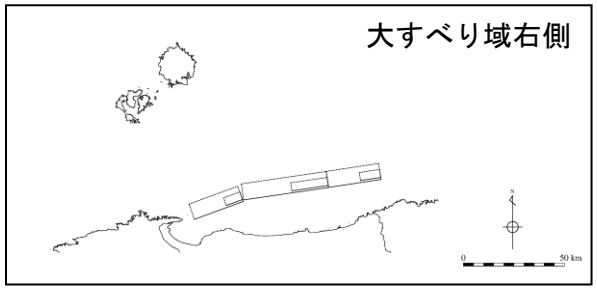
第771回審査会合
資料1-3 P85 加筆・修正

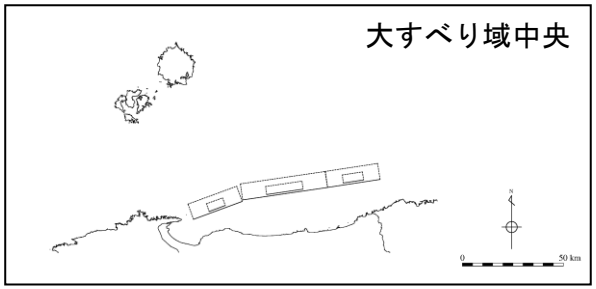
■ F55断層の解析結果

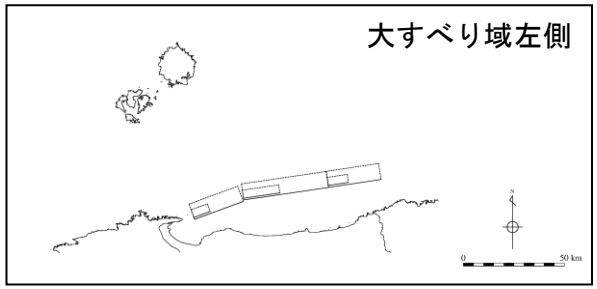
：評価水位が最高又は最低となるケースの評価水位

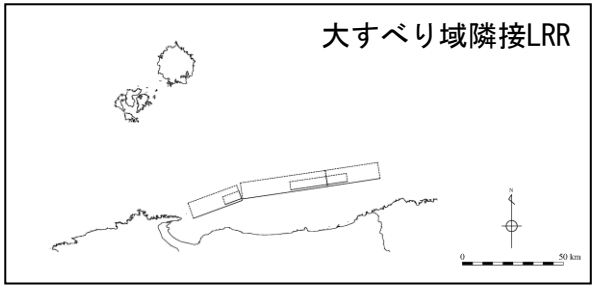
波源	大すべり域の位置の設定	評価水位(T.P. m)※		
		上昇側	下降側	
		施設護岸又は防波壁	２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
F55断層	大すべり域右側	+1.1(+0.01)	−0.8(+0.01)	−0.8(+0.01)
	大すべり域中央	+0.9(+0.01)	−0.8(+0.01)	−0.8(+0.01)
	大すべり域左側	+0.9(+0.01)	−0.7(+0.01)	−0.7(+0.01)
	大すべり域隣接LRR	+1.1(+0.01)	−0.9(+0.01)	−0.9(+0.01)
	大すべり域隣接LLR	+0.9(+0.01)	−0.8(+0.01)	−0.8(+0.01)

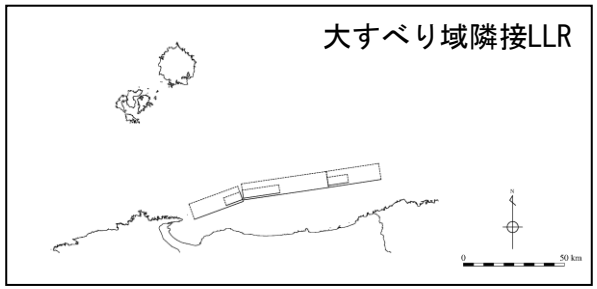
※　括弧内の数値は地盤変動量(m)







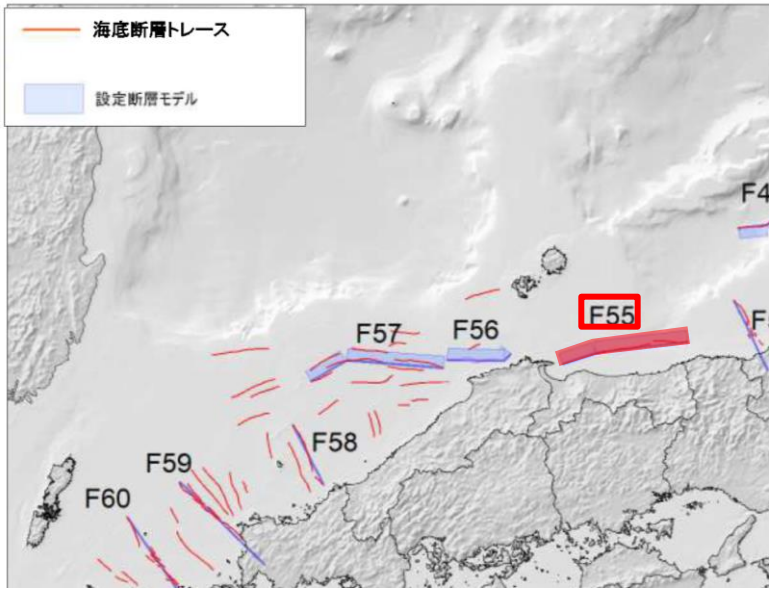




(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

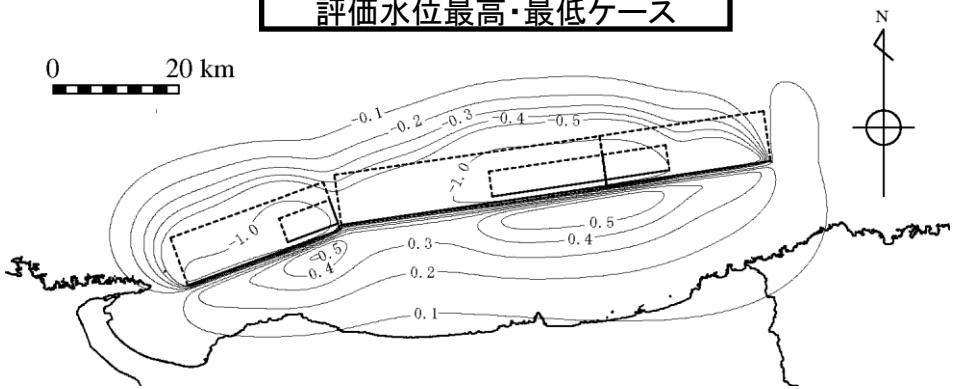
第771回審査会合
資料1-3 P86 加筆・修正

■ F55断層の評価水位最高・最低ケースの波源モデル



断層長さ	95km
断層幅	16.0km
平均すべり量	3.96m
上縁深さ	1km
走向	261°，249°
傾斜角	60°，60°
すべり角	215°，215°
Mw	7.5

評価水位最高・最低ケース



地盤変動量分布図

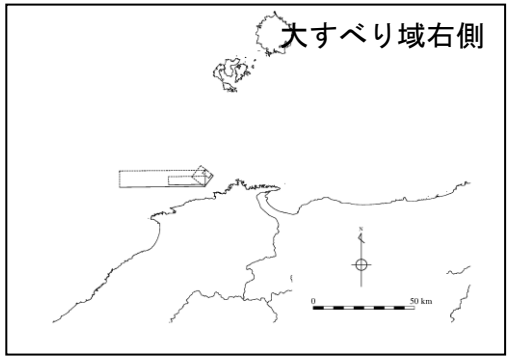
(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

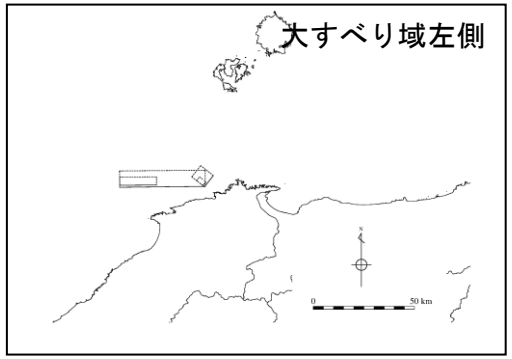
■ F56断層の解析結果

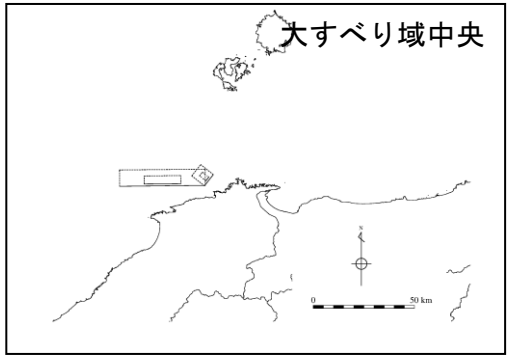
：評価水位が最高又は最低となるケースの評価水位

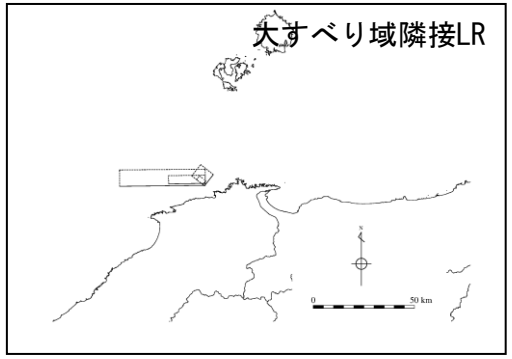
波源	大すべり域の位置の設定	評価水位(T.P. m)※		
		上昇側	下降側	
		施設護岸又は防波壁	２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
F56断層	大すべり域右側	+1.8(+0.02)	−0.9(+0.02)	−0.9(+0.02)
	大すべり域中央	+1.9(0.00)	−0.8(0.00)	−0.8(0.00)
	大すべり域左側	+1.9(−0.01)	−0.7(−0.01)	−0.7(−0.01)
	大すべり域隣接LR	+1.9(+0.01)	−1.0(+0.01)	−1.0(+0.01)

※　括弧内の数値は地盤変動量(m)



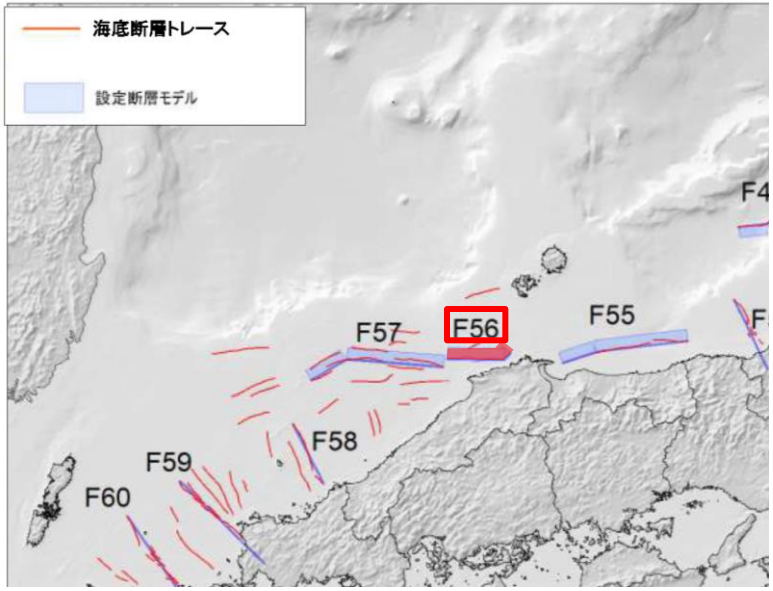




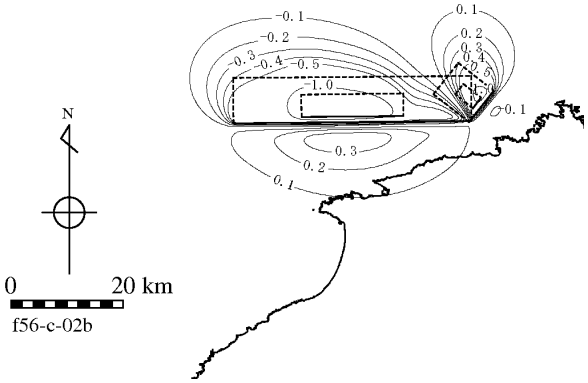


(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

■ F56断層の評価水位最高・最低ケースの波源モデル



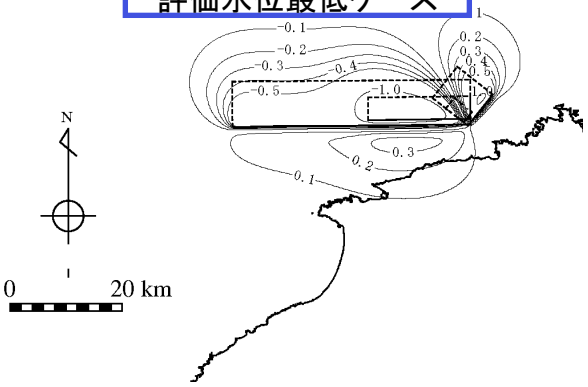
評価水位最高ケース



地盤変動量分布図

断層長さ	49km
断層幅	16.0km
平均すべり量	2.79m
上縁深さ	1km
走向	217°，268°
傾斜角	60°，60°
すべり角	143°，215°
Mw	7.2

評価水位最低ケース



地盤変動量分布図

（a）国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

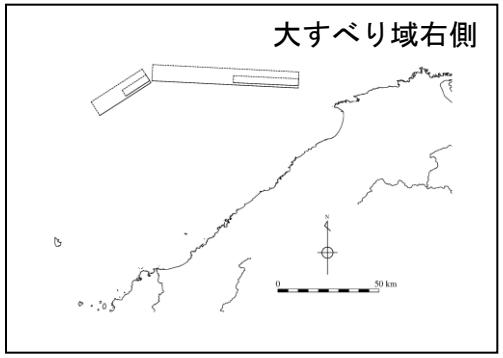
第771回審査会合
資料1-3 P89 加筆・修正

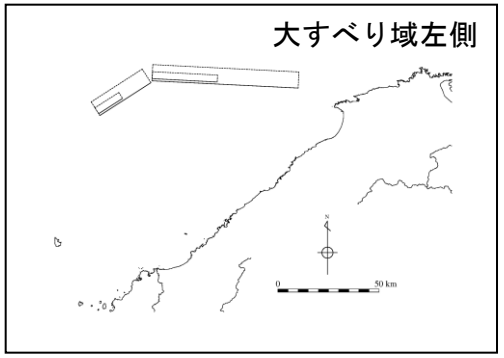
■ F57断層の解析結果

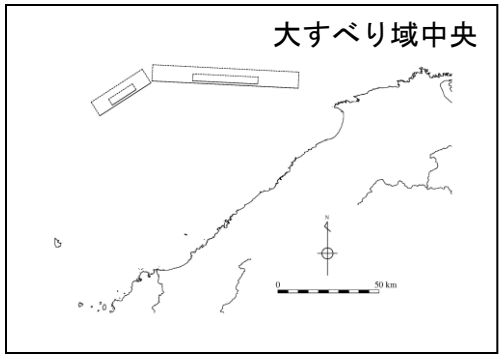
：評価水位が最高又は最低となるケースの評価水位

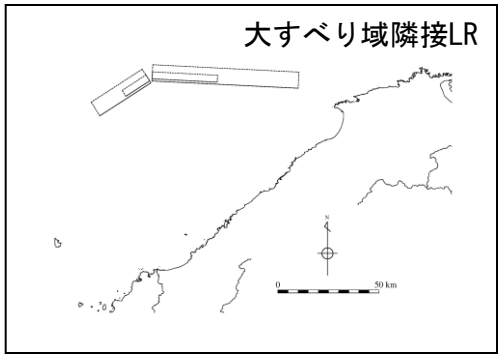
波源	大すべり域の位置の設定	評価水位（T.P. m）※		
		上昇側	下降側	
		施設護岸又は防波壁	2号炉取水口（東）	2号炉取水口（西）
F57断層	大すべり域右側	+1.0(+0.02)	−0.7(+0.02)	−0.7(+0.02)
	大すべり域中央	+1.0(+0.01)	−0.7(+0.01)	−0.7(+0.01)
	大すべり域左側	+1.1(+0.01)	−0.8(+0.01)	−0.8(+0.01)
	大すべり域隣接LR	+1.2(+0.01)	−0.7(+0.01)	−0.7(+0.01)

※　括弧内の数値は地盤変動量(m)





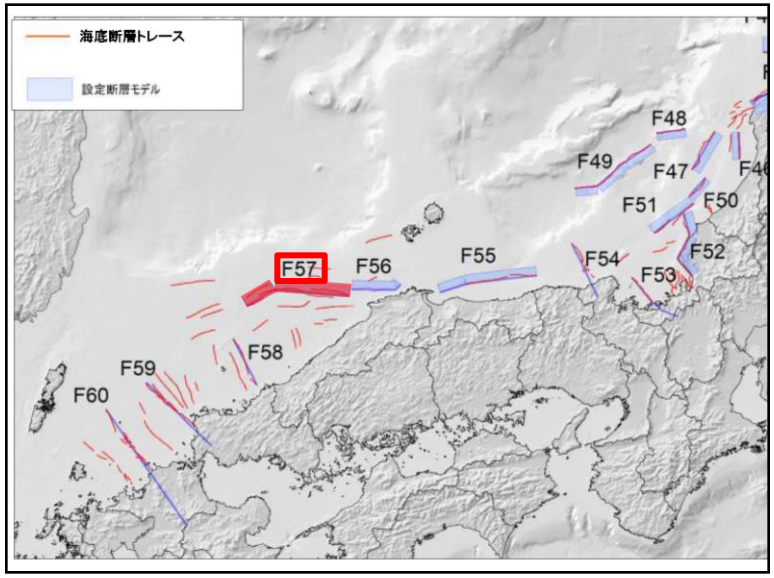




（a）国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

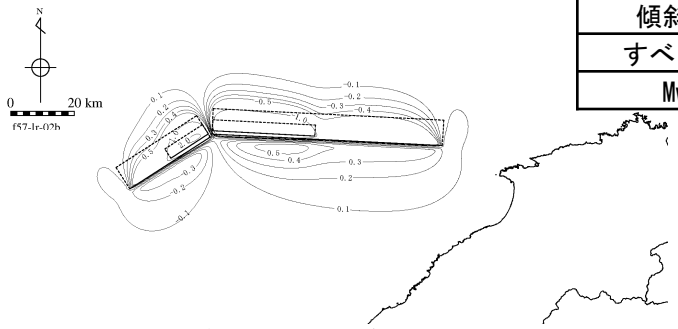
第771回審査会合
資料1-3 P90 加筆・修正

■ F57断層の評価水位最高・最低ケースの波源モデル



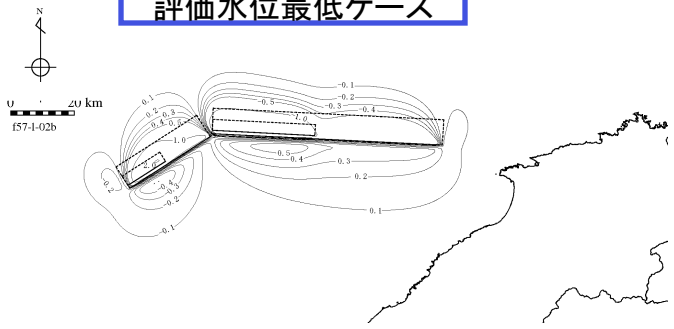
断層長さ	102km
断層幅	16.0km
平均すべり量	4.15m
上縁深さ	1km
走向	271°，235°
傾斜角	60°，60°
すべり角	215°，145°
Mw	7.5

評価水位最高ケース



地盤変動量分布図

評価水位最低ケース



地盤変動量分布図

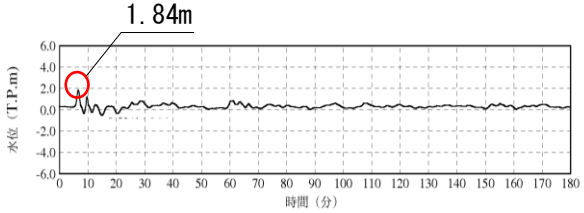
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合 資料1-3 P91 再掲

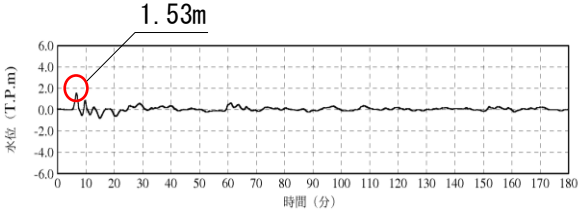
評価水位最高ケース(水位上昇側)　F56断層　大すべり域中央

※初期水位は，潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

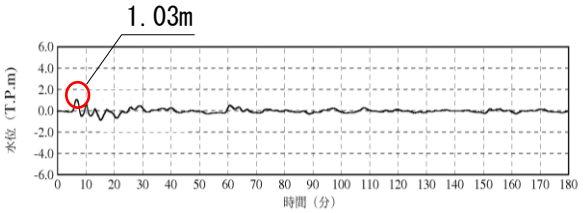
【循環水ポンプ運転時】



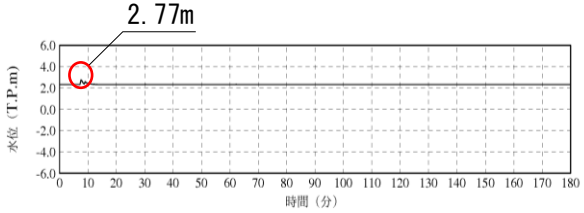
1号炉取水槽
(最大水位上昇量1.84m－地盤変動量0.00m≒T.P.+1.9m)



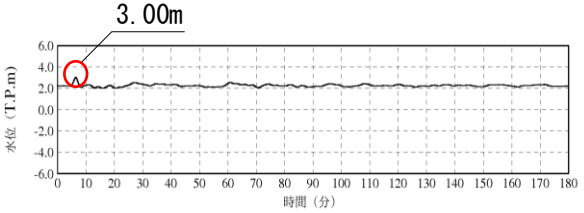
2号炉取水槽
(最大水位上昇量1.53m－地盤変動量0.00m≒T.P.+1.6m)



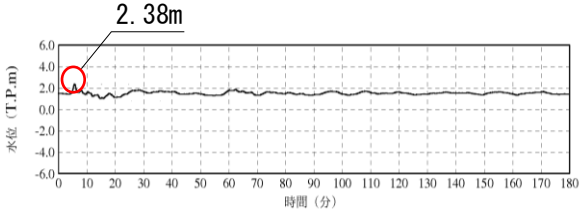
3号炉取水槽
(最大水位上昇量1.03m+地盤変動量0.01m≒T.P.+1.1m)



1号炉放水槽
(最大水位上昇量2.77m－地盤変動量0.00m≒T.P.+2.8m)

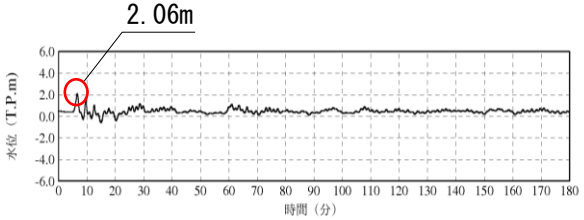


2号炉放水槽
(最大水位上昇量3.00m+地盤変動量0.01m≒T.P.+3.1m)

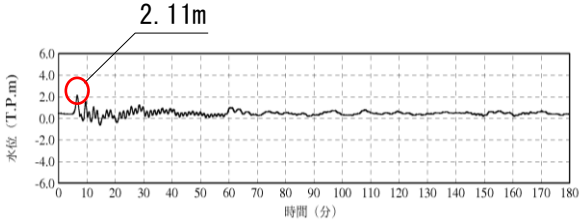


3号炉放水槽
(最大水位上昇量2.38m+地盤変動量0.01m≒T.P.+2.4m)

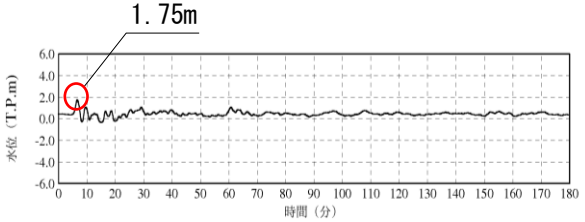
【循環水ポンプ停止時】



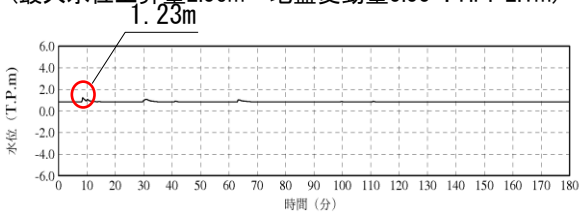
1号炉取水槽
(最大水位上昇量2.06m－地盤変動量0.00≒T.P.+2.1m)



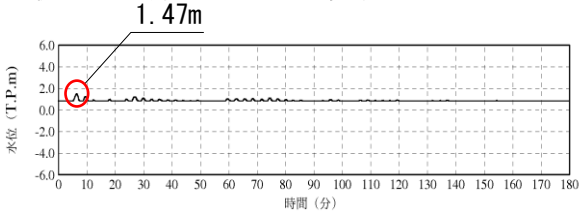
2号炉取水槽
(最大水位上昇量2.11m－地盤変動量0.00m≒T.P.+2.2m)



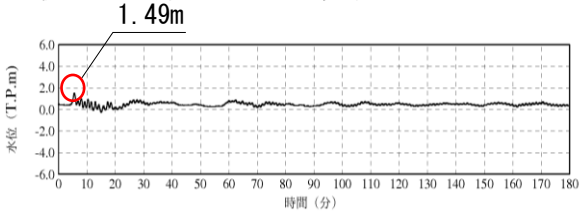
3号炉取水槽
(最大水位上昇量1.75m+地盤変動量0.01m≒T.P.+1.8m)



1号炉放水槽
(最大水位上昇量1.23m－地盤変動量0.00≒T.P.+1.3m)



2号炉放水槽
(最大水位上昇量1.47m+地盤変動量0.01m≒T.P.+1.5m)

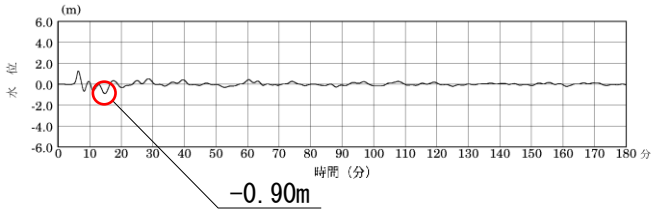


3号炉放水槽
(最大水位上昇量1.49m+地盤変動量0.01≒T.P.+1.5m)

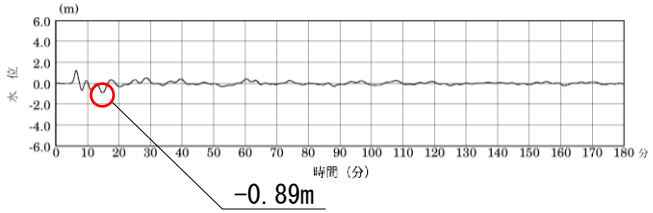
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合 資料1-3 P92 再掲

評価水位最高ケース(水位下降側)　F56断層　大すべり域隣接LR



2号炉取水口(東)
(最大水位下降量-0.90m－地盤変動量0.01m≒T.P.-1.0m)



2号炉取水口(西)
(最大水位下降量-0.89m－地盤変動量0.01m≒T.P.-1.0m)

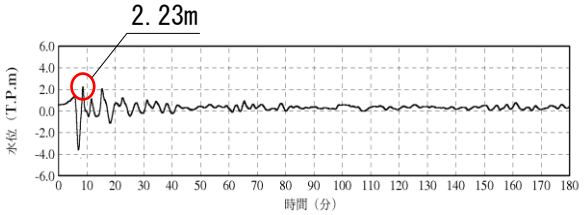
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合 資料1-3 P94 再掲

評価水位最高ケース(水位上昇側) 国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)知見 ケース①・②

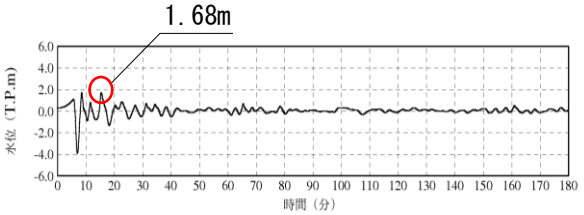
※初期水位は，潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

【循環水ポンプ運転時】



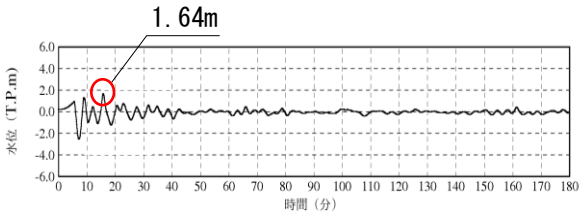
1号炉取水槽

(最大水位上昇量2.23m－地盤変動量0.25m≒T.P.+2.0m)



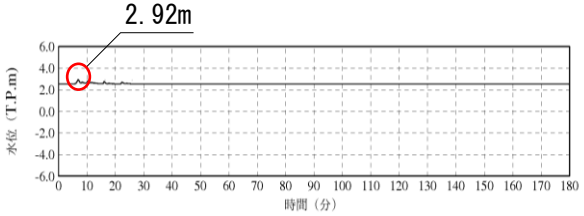
2号炉取水槽

(最大水位上昇量1.68m－地盤変動量0.25m≒T.P.+1.5m)



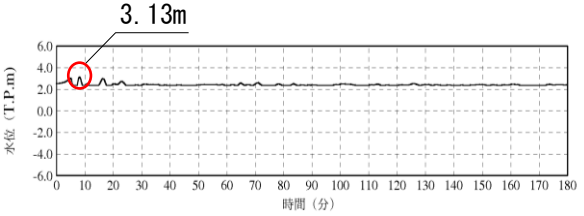
3号炉取水槽

(最大水位上昇量1.64m-地盤変動量0.25m≒T.P.+1.4m)



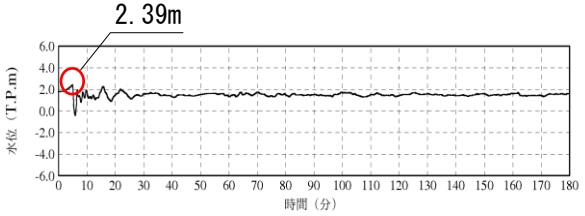
1号炉放水槽

(最大水位上昇量2.92m－地盤変動量0.24m≒T.P.+2.7m)



2号炉放水槽

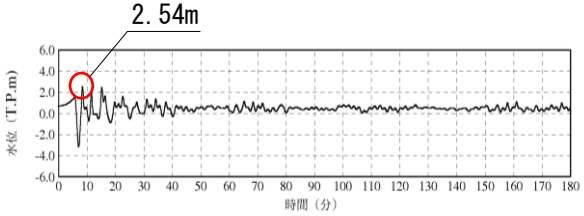
(最大水位上昇量3.13m-地盤変動量0.30m≒T.P.+2.9m)



3号炉放水槽

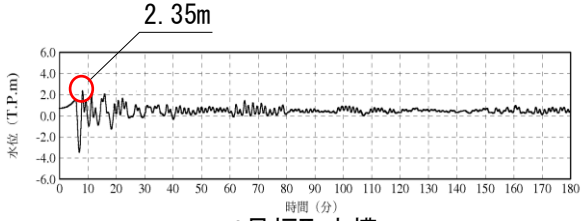
(最大水位上昇量2.39m-地盤変動量0.29m≒T.P.+2.1m)

【循環水ポンプ停止時】



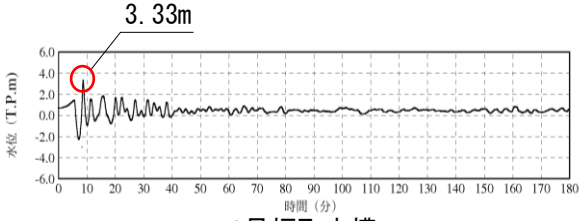
1号炉取水槽

(最大水位上昇量2.54m－地盤変動量0.25≒T.P.+2.3m)



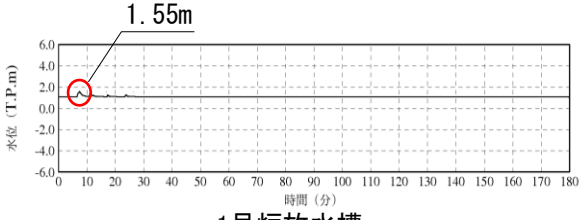
2号炉取水槽

(最大水位上昇量2.35m－地盤変動量0.25m≒T.P.+2.1m)



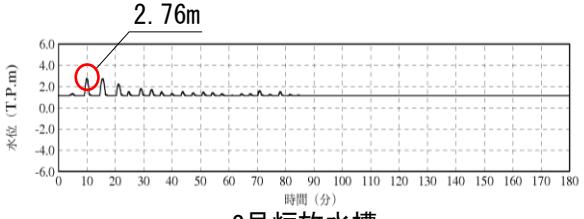
3号炉取水槽

(最大水位上昇量3.33m-地盤変動量0.26m≒T.P.+3.1m)



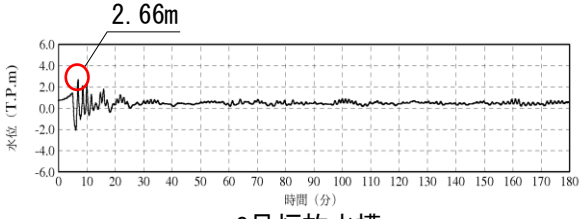
1号炉放水槽

(最大水位上昇量1.55m－地盤変動量0.24≒T.P.+1.4m)



2号炉放水槽

(最大水位上昇量2.76m-地盤変動量0.30m≒T.P.+2.5m)



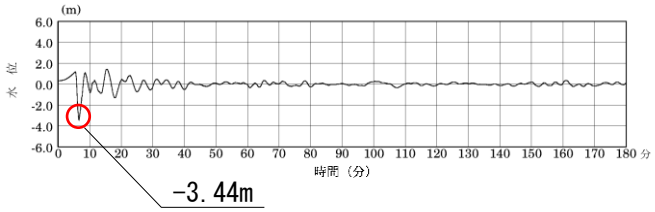
3号炉放水槽

(最大水位上昇量2.66m-地盤変動量0.29≒T.P.+2.4m)

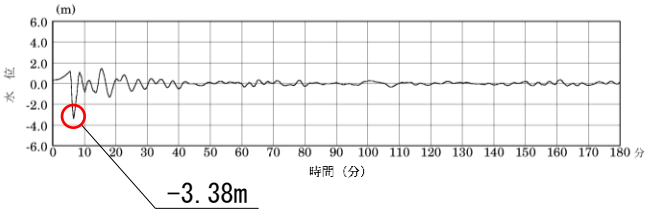
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合 資料1-3 P95 再掲

評価水位最高ケース(水位下降側) 国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)知見 ケース①・②



2号炉取水口(東)
(最大水位下降量-3.44m－地盤変動量0.32m≒T.P.-3.8m)



2号炉取水口(西)
(最大水位下降量-3.38m－地盤変動量0.32m≒T.P.-3.8m)

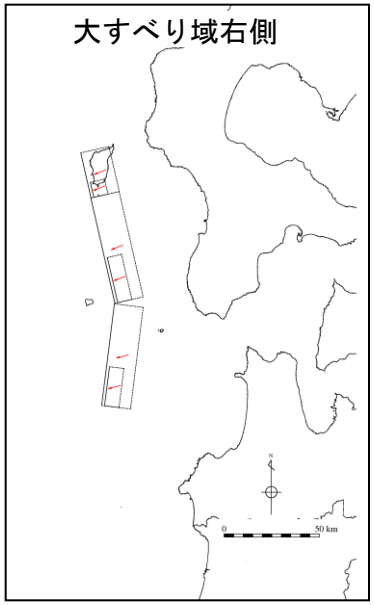
(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

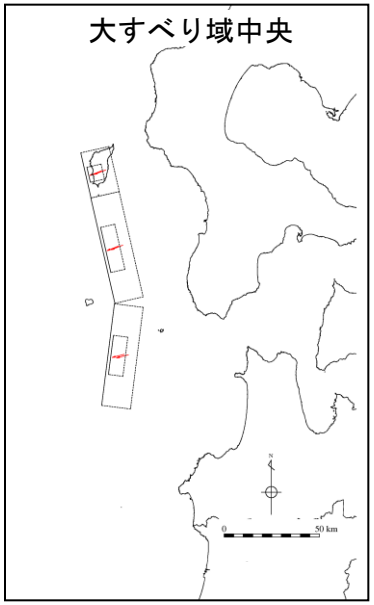
第771回審査会合
資料1-3　P152 加筆・修正

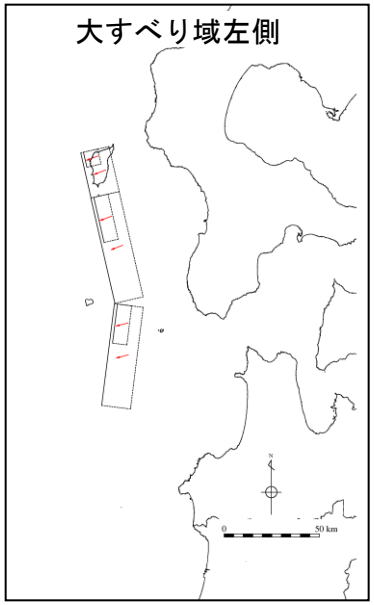
■ F17断層の解析結果

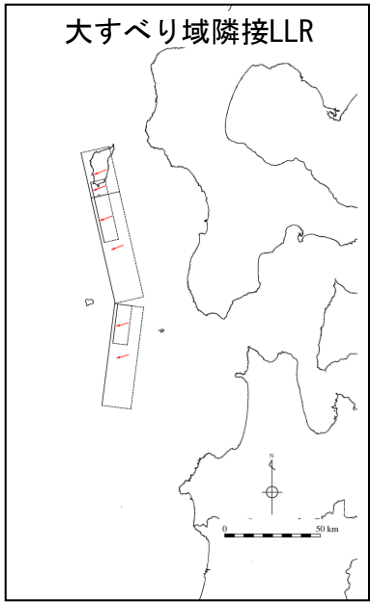
：評価水位が最高又は最低となるケースの評価水位

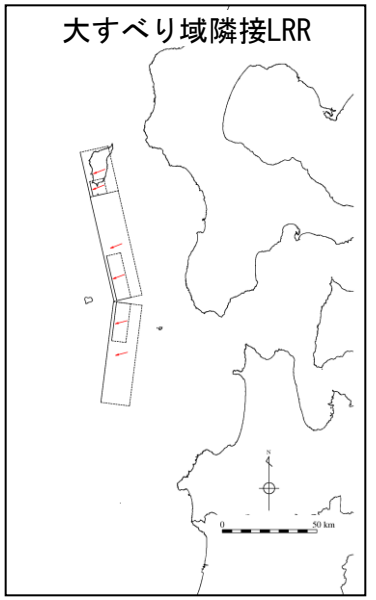
波源	大すべり域の位置の設定	評価水位(T.P.　m)		
		上昇側	下降側	
		施設護岸又は防波壁	２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
F17断層	大すべり域右側	+2.3	−1.2	−1.2
	大すべり域中央	+2.1	−1.4	−1.4
	大すべり域左側	+2.0	−1.3	−1.3
	大すべり域隣接LLR	+2.0	−1.3	−1.3
	大すべり域隣接LRR	+2.2	−1.3	−1.3







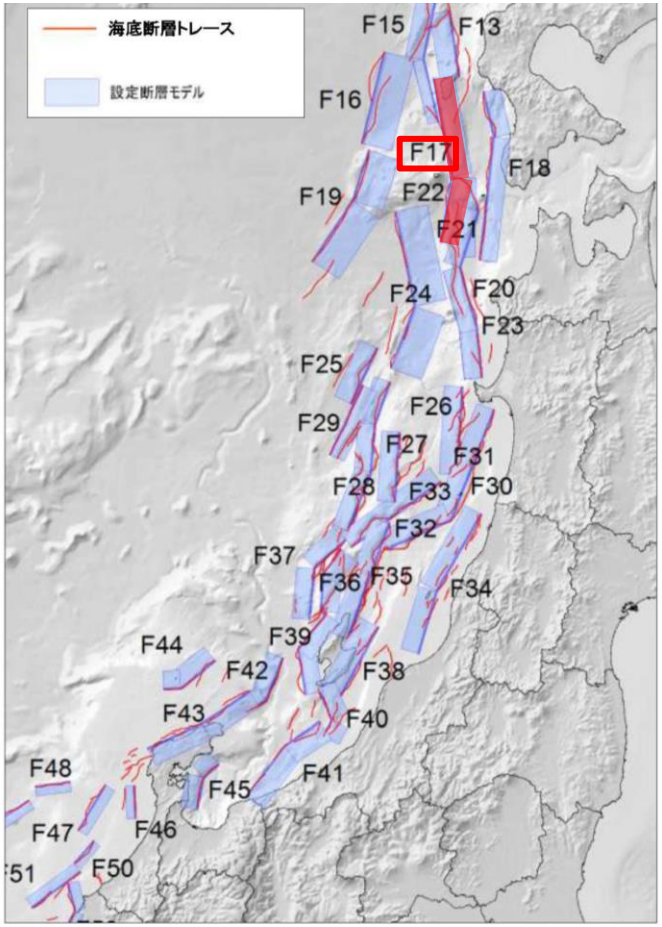




(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

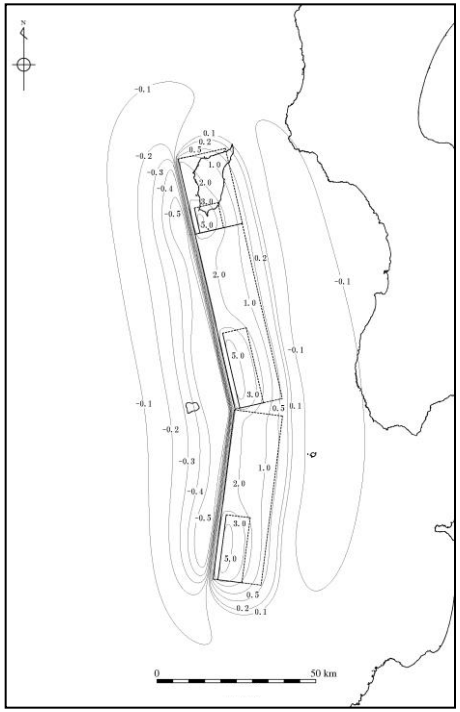
第771回審査会合
資料1-3　P153 加筆・修正

■ F17断層の評価水位最高・最低ケースの波源モデル



評価水位最高ケース

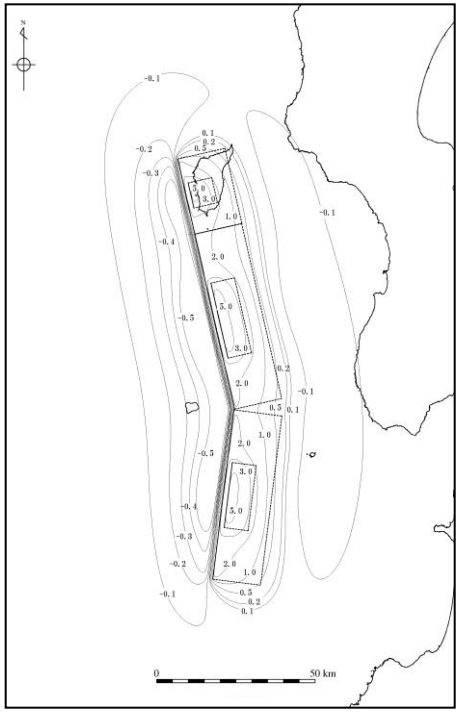
断層長さ	135km
断層幅	21.5km
平均すべり量	6.00m
上縁深さ	1km
走向	10°，350°
傾斜角	45°，45°
すべり角	106°，96°
Mw	7.8
大すべり域の配置	大すべり域 右側



地盤変動量分布図

評価水位最低ケース

断層長さ	135km
断層幅	21.5km
平均すべり量	6.00m
上縁深さ	1km
走向	10°，350°
傾斜角	45°，45°
すべり角	106°，96°
Mw	7.8
大すべり域の配置	大すべり域 中央



地盤変動量分布図

(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

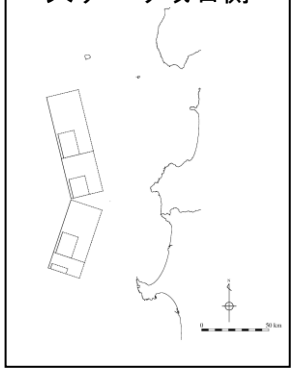
第771回審査会合
資料1-3　P154 加筆・修正

■ F24断層の解析結果

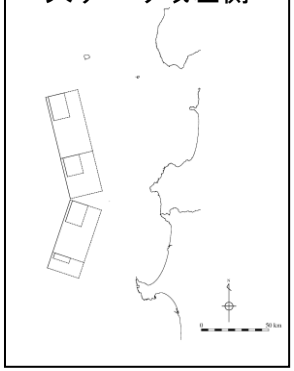
波源	大すべり域の位置の設定	評価水位(T.P. m)		
		上昇側	下降側	
		施設護岸又は防波壁	２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
F24断層	大すべり域右側	+3.2	−2.3	−2.3
	大すべり域中央	+3.3	−2.4	−2.4
	大すべり域左側	+2.9	−2.1	−2.1
	大すべり域隣接LRRR	+3.3	−2.4	−2.3
	大すべり域隣接LRLR	+3.3	−2.3	−2.3
	大すべり域隣接LLRR	+3.4	−2.2	−2.2
	大すべり域隣接LLLR	+3.3	−2.3	−2.3

：評価水位が最高又は最低となるケースの評価水位

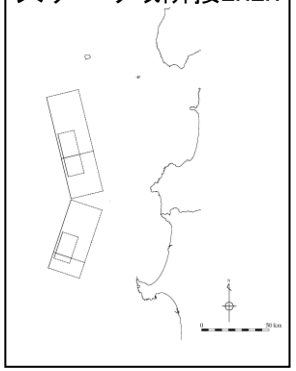
大すべり域右側



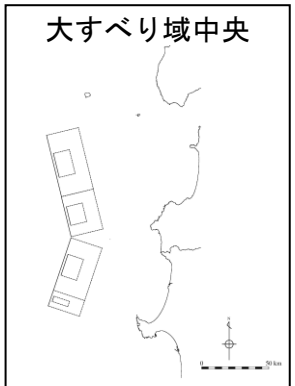
大すべり域左側



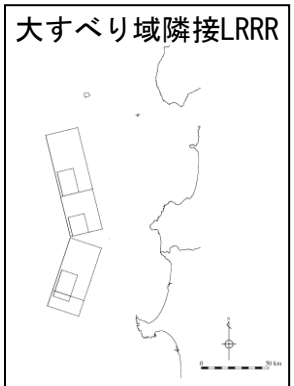
大すべり域隣接LRLR



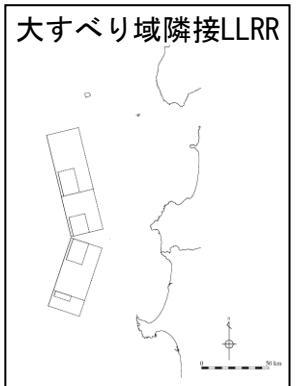
大すべり域中央



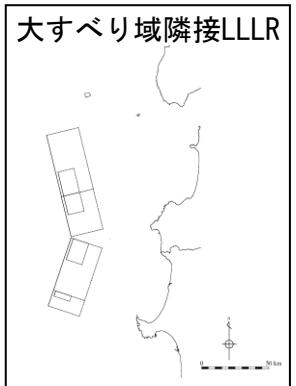
大すべり域隣接LRRR



大すべり域隣接LLRR



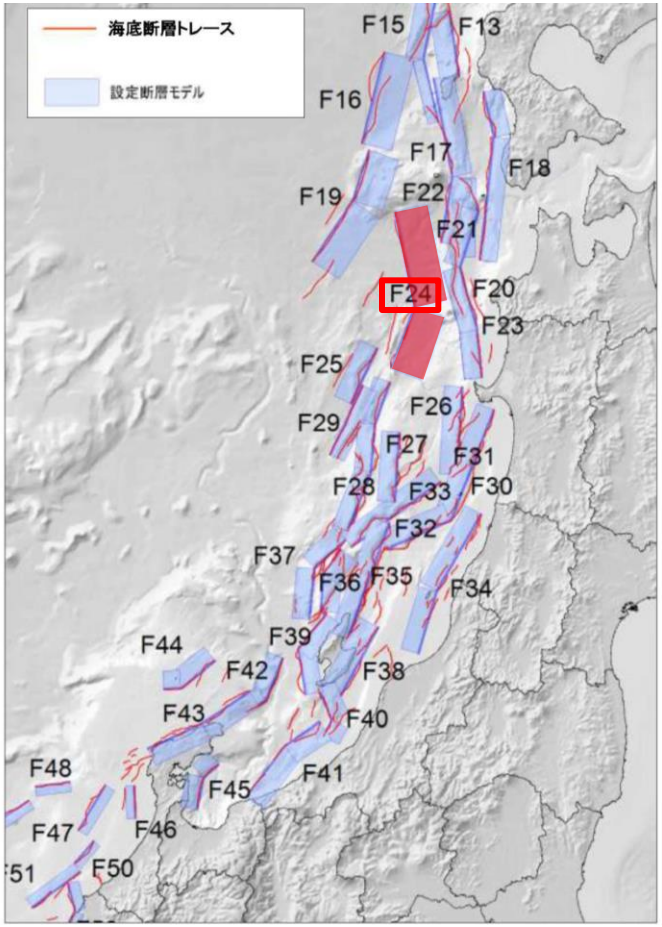
大すべり域隣接LLLR



(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

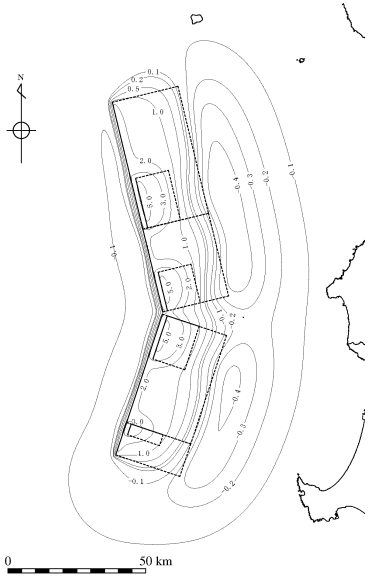
第771回審査会合
資料1-3　P155 加筆・修正

■ F24断層の評価水位最高・最低ケースの波源モデル



評価水位最高ケース

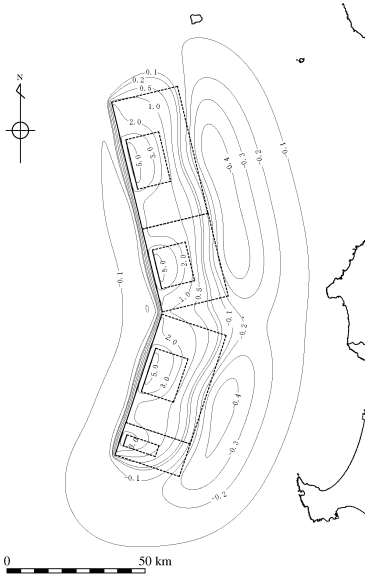
断層長さ	132km
断層幅	28.2km
平均すべり量	6.00m
上縁深さ	1km
走向	21°，349°
傾斜角	30°，30°
すべり角	74°，80°
Mw	7.9
大すべり域の配置	大すべり域 隣接LLRR



地盤変動量分布図

評価水位最低ケース

断層長さ	132km
断層幅	28.2km
平均すべり量	6.00m
上縁深さ	1km
走向	21°，349°
傾斜角	30°，30°
すべり角	74°，80°
Mw	7.9
大すべり域の配置	大すべり域 中央



地盤変動量分布図

(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

第771回審査会合
資料1-3　P156 加筆・修正

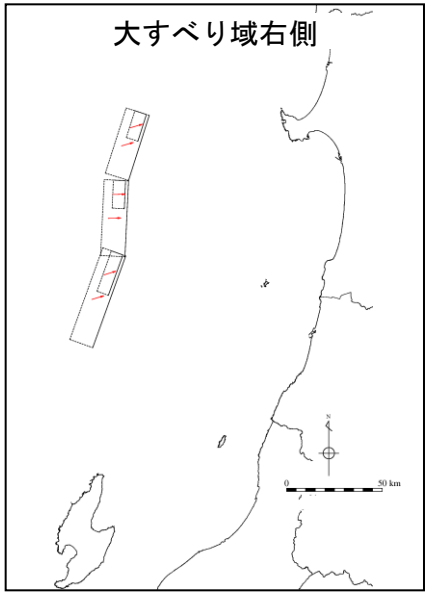
■ F28断層の解析結果

※　[　]内の数値は評価水位の小数点第二位まで記載(m)

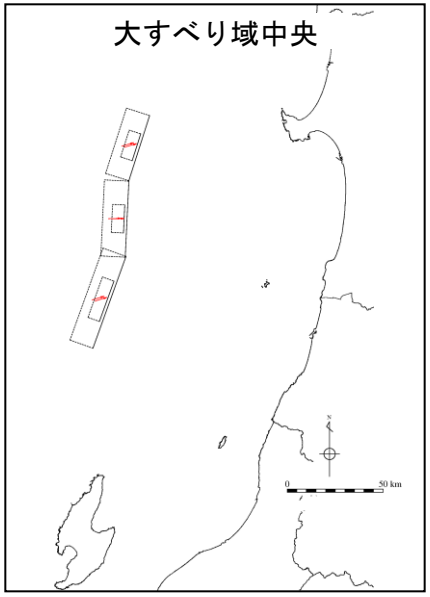
波源	大すべり域の位置の設定	評価水位(T.P.　m)※		
		上昇側	下降側	
		施設護岸又は防波壁	２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
F28断層	大すべり域右側	+3.6　[3.565]	−1.9	−1.9
	大すべり域中央	+3.4	−1.6	−1.6
	大すべり域左側	+3.3	−1.6	−1.6
	大すべり域隣接LLR	+3.3	−1.6	−1.6
	大すべり域隣接LRR	+3.6　[3.568]	−1.8	−1.8

：評価水位が最高又は最低となるケースの評価水位

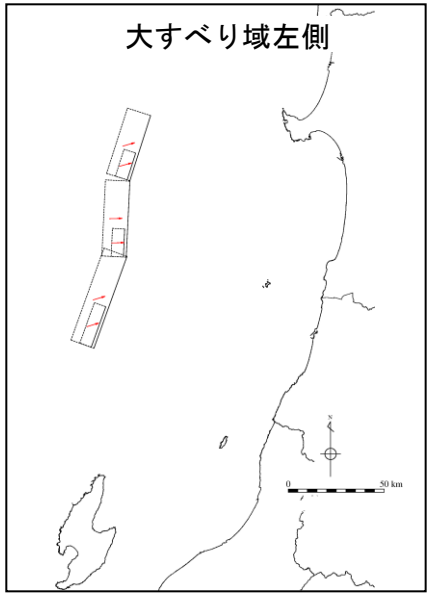
大すべり域右側



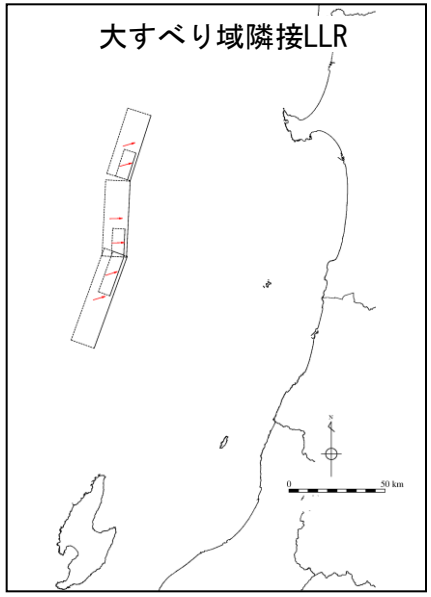
大すべり域中央



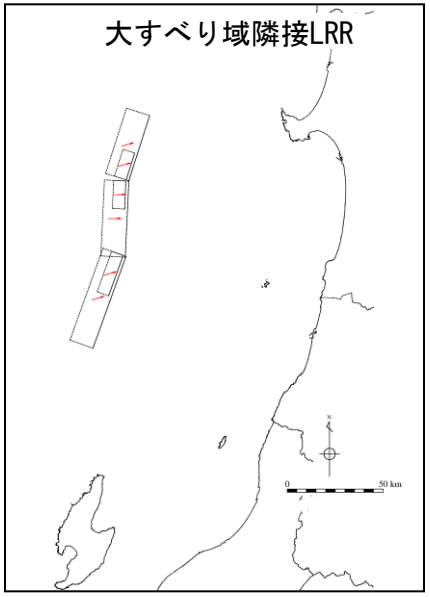
大すべり域左側



大すべり域隣接LLR



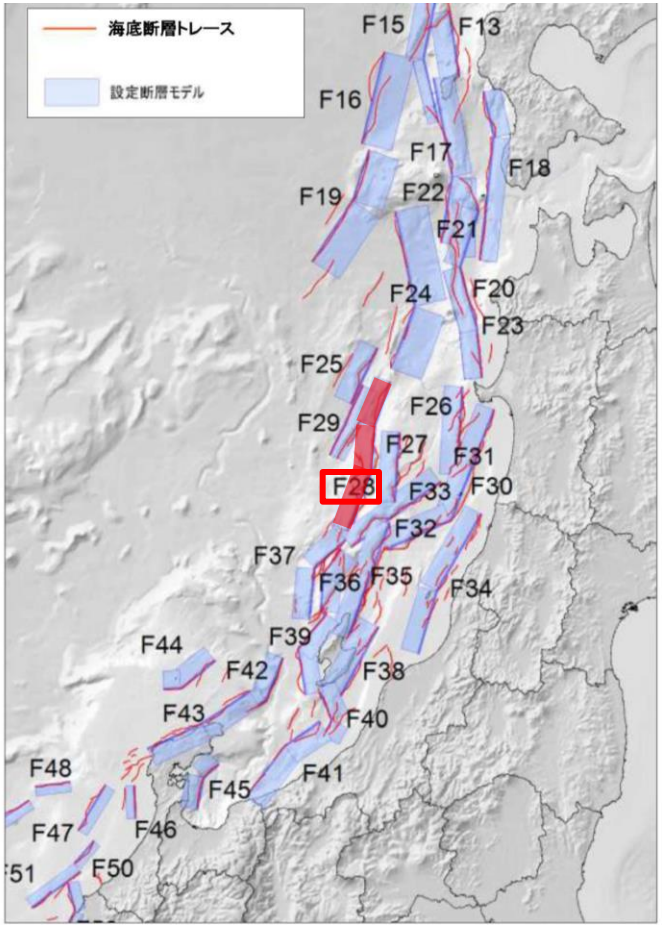
大すべり域隣接LRR



(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

第771回審査会合
資料1-3　P157 加筆・修正

■ F28断層の評価水位最高・最低ケースの波源モデル

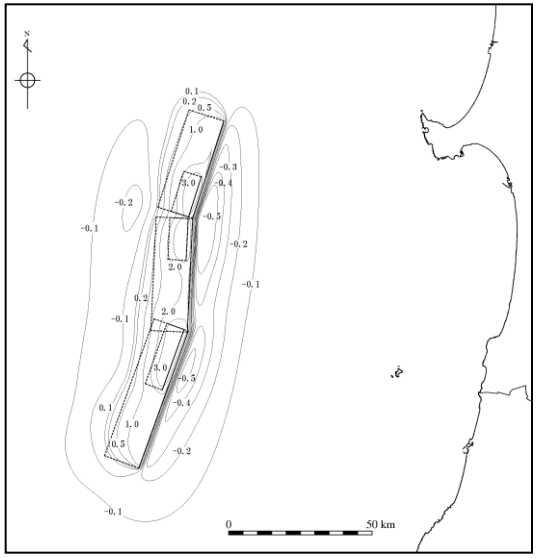


評価水位最高ケース

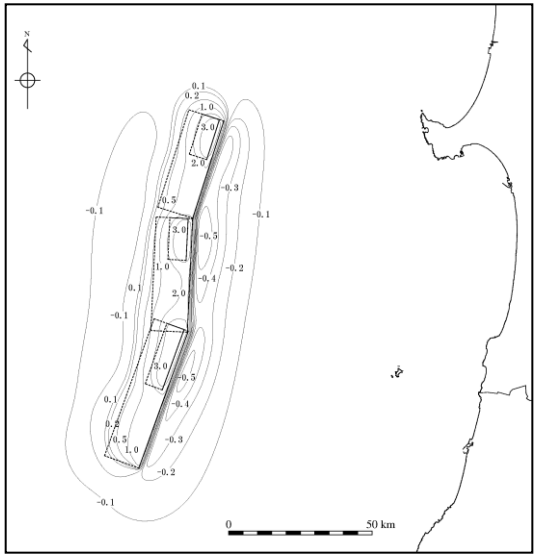
断層長さ	126km
断層幅	18.0km
平均すべり量	5.18m
上縁深さ	1km
走向	200°，185°，202°
傾斜角	45°
すべり角	115°，93°，118°
Mw	7.7
大すべり域の配置	大すべり域 隣接LRR

評価水位最低ケース

断層長さ	126km
断層幅	18.0km
平均すべり量	5.18m
上縁深さ	1km
走向	200°，185°，202°
傾斜角	45°
すべり角	115°，93°，118°
Mw	7.7
大すべり域の配置	大すべり域 右側



地盤変動量分布図



地盤変動量分布図

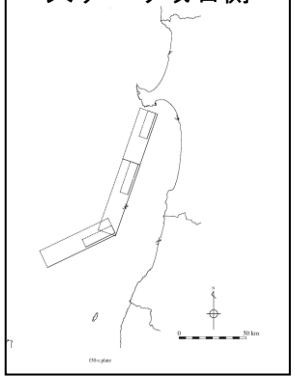
(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

第771回審査会合
資料1-3　P158 加筆・修正

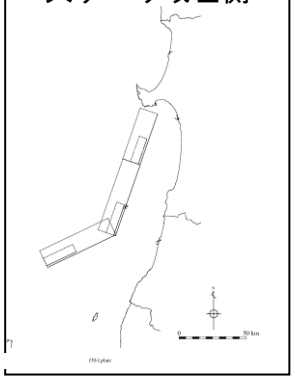
■ F30断層の解析結果

波源	大すべり域の位置の設定	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）
F30断層	大すべり域右側	+1.6	-0.8	-0.8
	大すべり域中央	+1.5	-0.8	-0.8
	大すべり域左側	+1.5	-0.9	-0.9
	大すべり域隣接LRR	+1.6	-0.8	-0.8
	大すべり域隣接LLR	+1.6	-0.9	-0.9

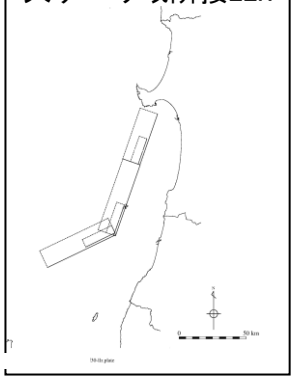
大すべり域右側



大すべり域左側

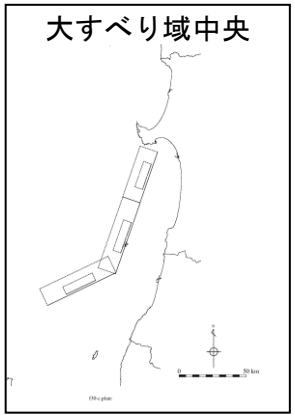


大すべり域隣接LLR

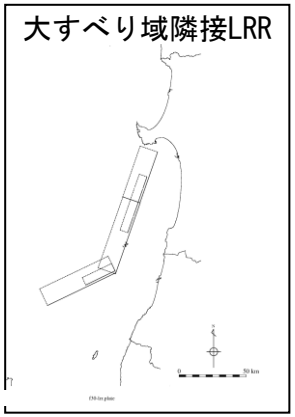


：評価水位が最高又は最低となるケースの評価水位

大すべり域中央



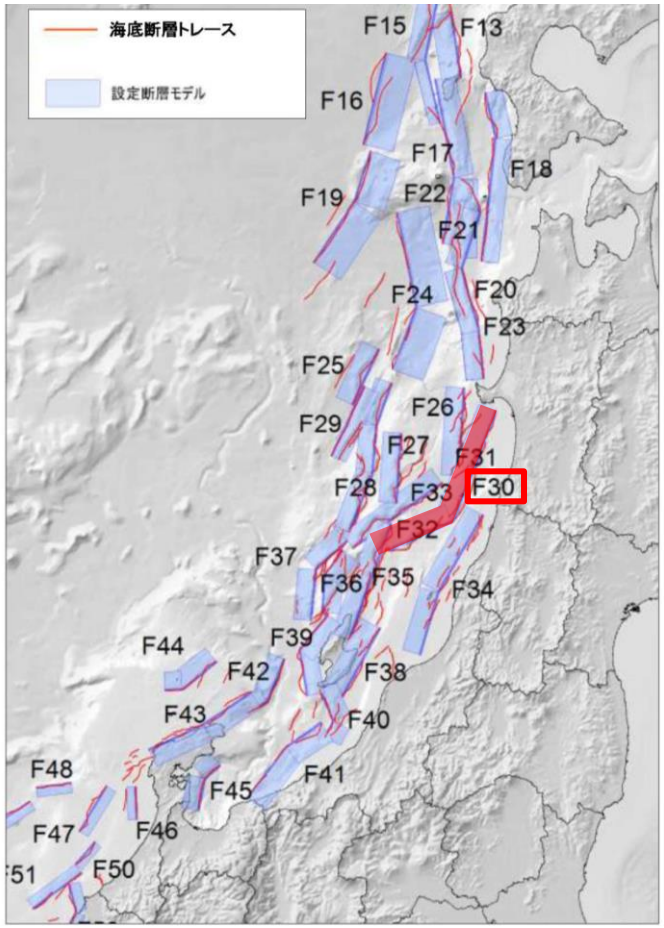
大すべり域隣接LRR



(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

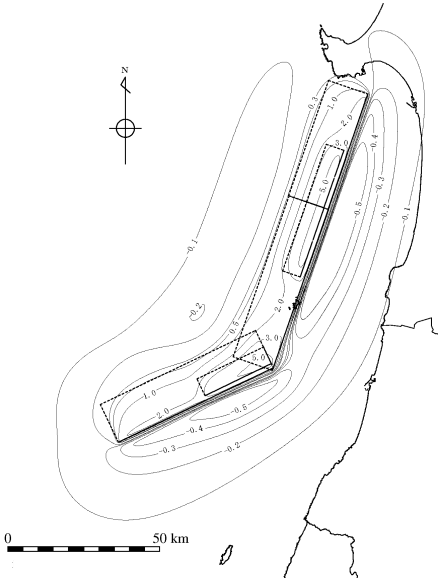
第771回審査会合
資料1-3　P159 加筆・修正

■ F30断層の評価水位最高・最低ケースの波源モデル



評価水位最高ケース

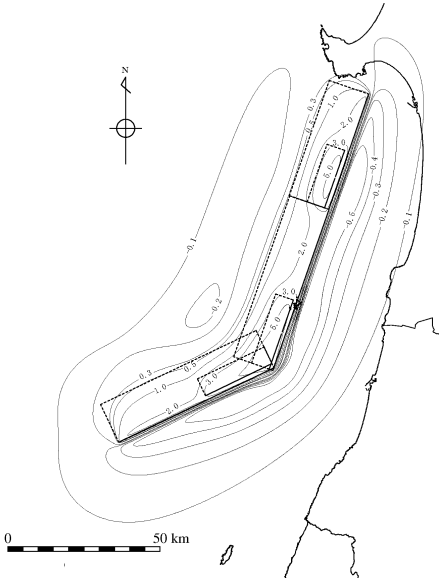
断層長さ	153km
断層幅	19.3km
平均すべり量	6.00m
上縁深さ	1km
走向	202°，247°
傾斜角	45°，45°
すべり角	98°，120°
Mw	7.8
大すべり域の配置	大すべり域 隣接LRR



地盤変動量分布図

評価水位最低ケース

断層長さ	153km
断層幅	19.3km
平均すべり量	6.00m
上縁深さ	1km
走向	202°，247°
傾斜角	45°，45°
すべり角	98°，120°
Mw	7.8
大すべり域の配置	大すべり域 隣接LLR



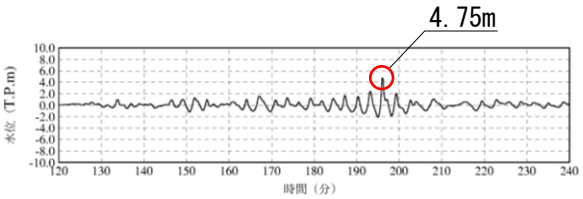
地盤変動量分布図

(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

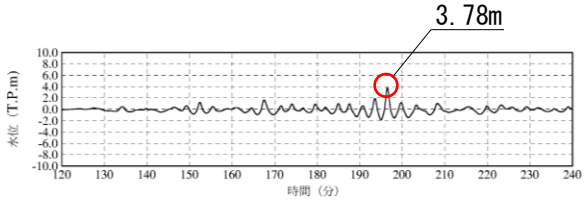
第771回審査会合
資料1-3　P160 加筆・修正

評価水位最高ケース(水位上昇側) F28断層，大すべり域隣接LRR

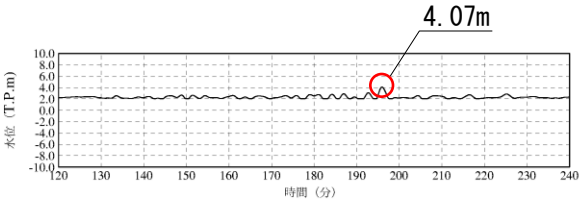
【循環水ポンプ運転時】



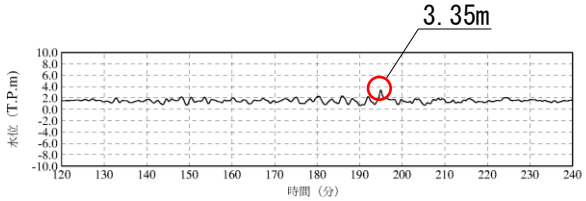
2号炉取水槽



3号炉取水槽

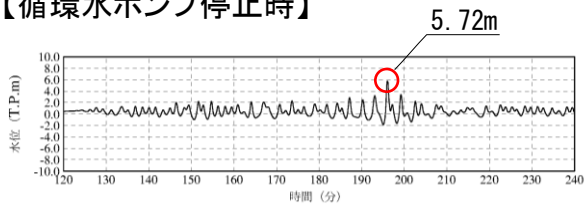


2号炉放水槽

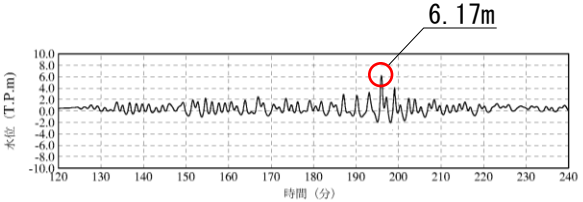


3号炉放水槽

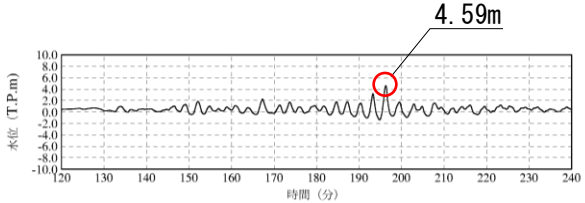
【循環水ポンプ停止時】



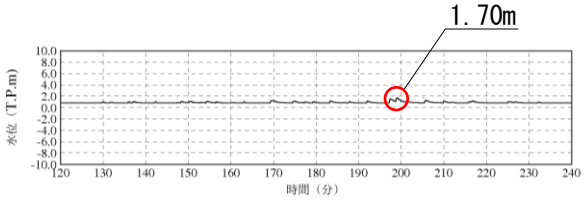
1号炉取水槽



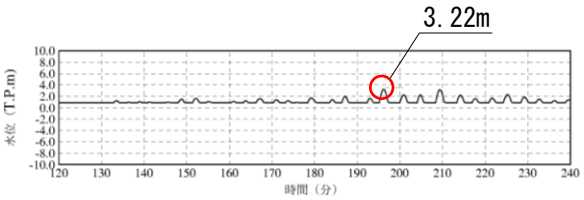
2号炉取水槽



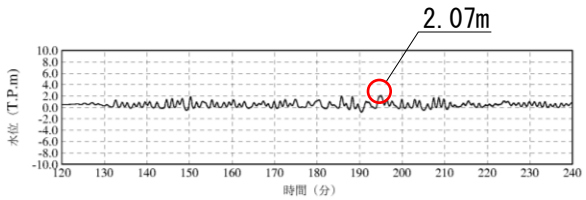
3号炉取水槽



1号炉放水槽



2号炉放水槽

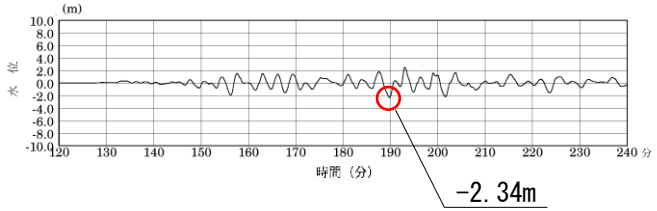


3号炉放水槽

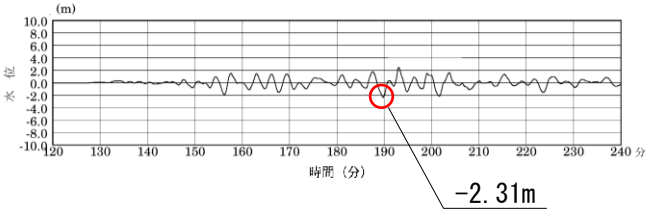
※初期水位は，潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

(a)国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)に基づく検討

評価水位最低ケース(水位下降側)　F24断層，大すべり域中央



2号炉取水口(東)

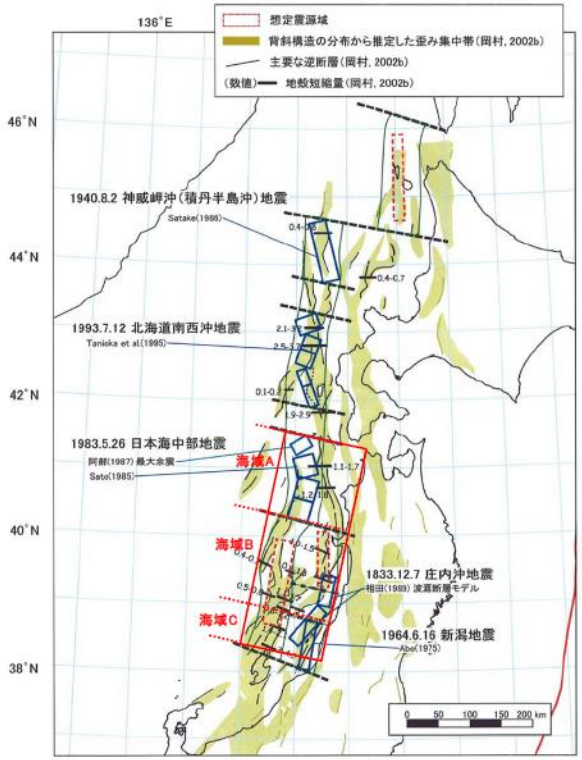


2号炉取水口(西)

秋田県(2013)の波源モデルの概要

第771回審査会合 資料1-3 P162 再掲

・秋田県(2013)は，「想定外を作らない」という考え方に基づき，地震調査研究推進本部(2003)を参考に 震源を3つのブロック(海域A，海域B及び海域C)に分け，それらの単独地震及び連動地震を想定した波源を秋田県独自断層として設定している。なお，最新の科学的・技術的知見を踏まえると，本波源モデルによる津波が発生する可能性は極めて低いと考える(次頁参照)が，安全側の評価を実施する観点から，地方自治体独自の波源モデルに基づく検討を実施している。



秋田県(2013)を引用

秋田県(2013)が数値シミュレーションを実施した波源モデル位置図

秋田県(2013)が数値シミュレーションを実施した
波源モデルのパラメーター一覧

区分	ID	震源、想定地震	関連震源	想定した地震規模 断層長さ L(km)	想定した地震規模 マグニチュード Mj	傾斜角 δ(°)	すべり角 λ(°)	断層モデル上端深さ Hs(km)	断層モデル長さ L_{model}(km)	断層モデル幅 W_{model}(km)	断層モデル面積 S_{model}(km^2)	断層モデル下端深さ Hd(km)	地震モーメント M_0(Nm)	モーメントマグニチュード Mw	平均すべり量 D_{model}(m)	備考
単独地震	1	海域A	日本海中部	130	7.9	東傾斜 35	90	0	130	50	6,500	29	6.85E+20	7.82	3.0	
単独地震	2	海域B	佐渡島北方沖、秋田県沖、山形県沖	140	7.9	東傾斜 35	90	0	140	54	7,560	31	8.59E+20	7.89	3.2	小断層を2km×2kmでモデル化
単独地震	3	海域C	新潟県北部沖、山形県沖	80	7.5	西傾斜 55	90	0	80	32	2,560	26	1.69E+20	7.42	1.9	
連動地震	4	海域A+海域B	新潟県北部沖、山形県沖	270	8.5	東傾斜 20	90	0	270	105	28,350	36	6.24E+21	8.46	6.3	
連動地震	5	海域B+海域C	佐渡島北方沖、秋田県沖、山形県沖	220	8.3	東傾斜 20	90	0	220	85	18,700	29	3.34E+21	8.28	5.1	小断層を5km×5kmでモデル化
連動地震	6	海域A+海域B+海域C	新潟県北部沖、山形県沖	350	8.7	東傾斜 20	90	0	350	135	47,250	46	1.34E+22	8.69	8.1	

検討対象波源モデル

秋田県(2013)を引用・加筆

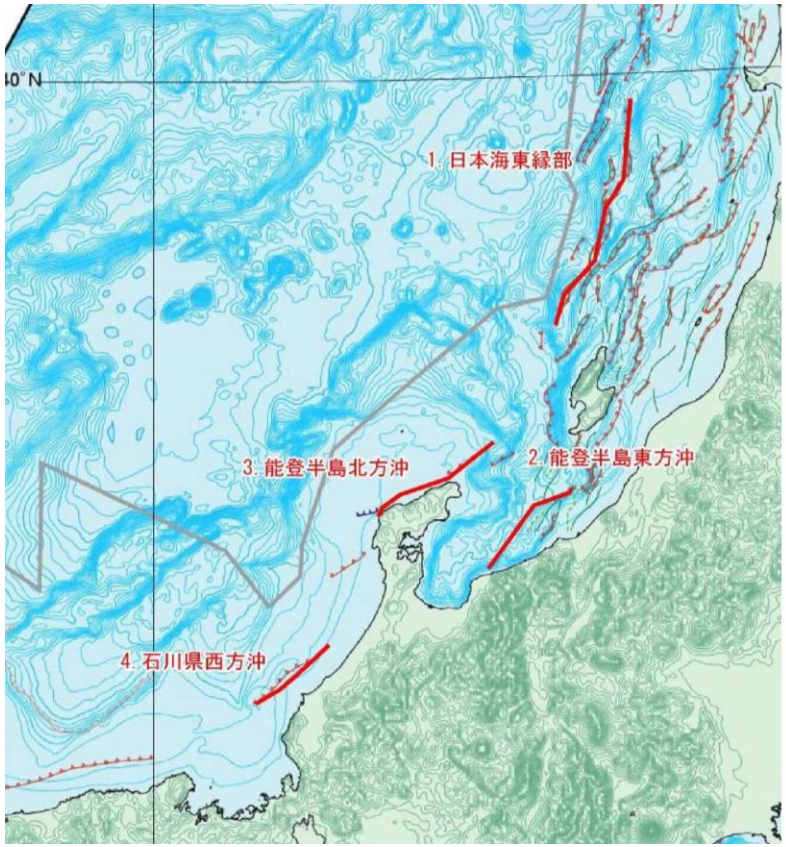
・地方自治体独自の波源モデルに基づく検討では，秋田県(2013)が想定した波源モデルのうち，津波の敷地への影響が大きくなると考えられる「海域A+海域B+海域C」(Mw最大8.69)の波源モデルに基づき数値シミュレーションを実施しており，敷地に与える影響は，鳥取県(2012)と比べて小さいことを確認している。なお，秋田県(2016)(44)においては，津波浸水想定を見直ししており，対象波源としては，秋田県(2013)に加え，現在の科学的知見を基に，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)が公表した4断層(F20断層(Mw7.8)，F24断層(Mw7.86)，F28断層(Mw7.67)，F30断層(Mw7.79))を設定している。

石川県(2012)の波源モデルの概要

第771回審査会合 資料1-3 P163 再掲

・石川県(2012)は，海底地質調査により判明している活断層について，地形状況等から，複数の活断層が連動する可能性を最大限考慮し，4つの波源モデルを想定した。

・石川県(2012)が想定した波源モデルのうち，日本海東縁部に位置する波源モデルに基づき数値シミュレーションを実施する。



石川県(2012)が数値シミュレーションを実施した
波源モデル位置図

石川県(2012)が数値シミュレーションを実施した
波源モデルのパラメーター一覧

断層名		1 日本海東縁部	2 能登半島 東方沖	3 能登半島 北方沖	4 石川県西方沖
想定 マグニチュード	Mw	7.99	7.58	7.66	7.44
気象庁 マグニチュード	Mj	8.54	8.03	8.13	7.85
気象庁 マグニチュード	Mj	8.54	8.02	8.13	7.85
断層長(km)	L	167	82	95	65
幅(km)	W	17.32	17.32	17.32	17.32
地震モーメント (N・m)	Mo	1.22E+21	2.95E+20	3.89E+20	1.82E+20
すべり量(m)	D	12.01	5.94	6.76	4.62
上縁深さ(km)	d	0	0	0	0
傾斜角	δ	60	60	60	60
すべり角	λ	90	90	90	90

検討対象波源モデル

石川県(2012)を引用・加筆

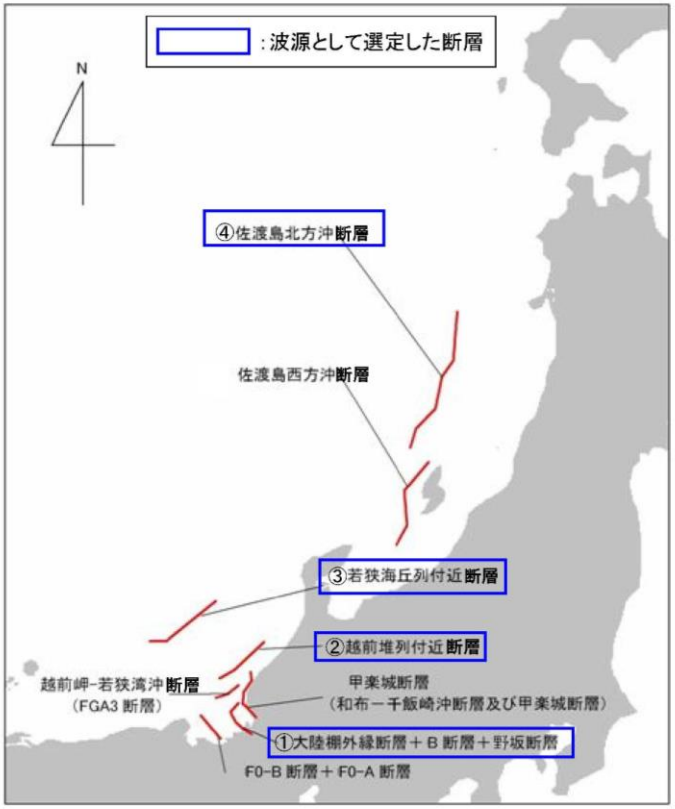
石川県(2012)を引用

福井県(2012)の波源モデルの概要

第771回審査会合 資料1-3 P164 再掲

・福井県(2012)は，海底地質調査により判明している活断層について，地形状況等から，複数の活断層が連動する可能性を最大限考慮し，4つの波源モデルを想定した。

・福井県(2012)が想定した波源モデルのうち，日本海東縁部に位置する波源モデルに基づき数値シミュレーションを実施する。(石川県(2012)と同様の波源モデル)



福井県(2012)が数値シミュレーションを実施した
波源モデル位置図

福井県(2012)を引用

福井県(2012)が数値シミュレーションを実施した
波源モデルのパラメーター一覧

選定波源	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ Mw	地震により隆起する地盤	
		すべり量	長さ、幅
①野坂β 及び大陸棚外縁断層	7.28	3.73m	長さ49km　幅17.32km
②越前堆列付近断層	7.44	4.62m	長さ65km　幅17.32km
③若狭海丘列付近断層	7.63	6.43m	長さ90km　幅17.32km
④佐渡島北方沖断層	7.99	12.01m	長さ167km　幅17.32km

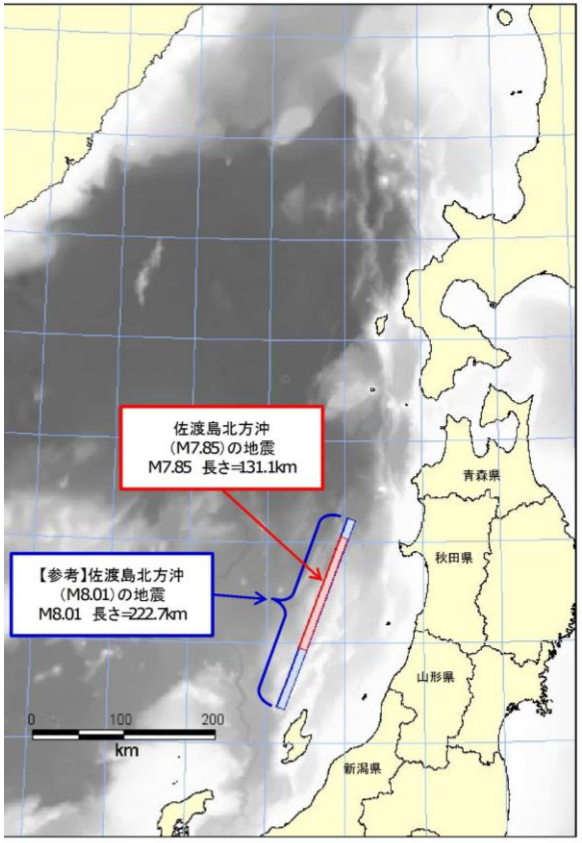
福井県(2012)を引用・加筆

検討対象波源モデル

島根県(2012)の波源モデルの概要

第771回審査会合 資料1-3 P165 再掲

・島根県(2012)では，佐渡島北方沖に中国電力が想定したMw7.85の地震に加え，参考ケースとして佐渡島北方沖の地震空白域全体が破壊すると想定したMw8.01の地震を独自に想定していることから，地震規模が大きい「佐渡島北方沖(M8.01)」の波源モデルに基づき，当社による数値シミュレーションを実施する。
・なお，島根県(2016)では，Mw8.01の地震を棄却し，日本海東縁部を波源とする津波として国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の波源モデル(F24断層(Mw7.9))により津波浸水想定を実施している。



島根県(2012)より引用

島根県(2012)が数値シミュレーションを実施した
波源モデルのパラメーター一覧

想定地震	地震規模	深さ(km)	走向(度)	傾斜(度)	すべり角(度)	長さ(km)	幅(km)	すべり量(m)
出雲市沖合（断層北傾斜）	M7.5	3.0	267	45	90	38.4	17.0	3.2
出雲市沖合（断層南傾斜）	M7.5	3.0	87	45	90	38.4	17.0	3.2
浜田市沖合	M7.3	3.0	232	45	90	27.0	17.0	2.4
隠岐北西沖	M7.4	3.0	154	45	-90	36.0	17.0	2.8
佐渡島北方沖（M7.85）	M7.85	0.0	20	60	90	131.1	17.3	9.4
【参考】佐渡島北方沖（M8.01）	M8.01	0.0	20	60	90	222.7	17.3	9.5

検討対象波源モデル

島根県(2012)より引用・加筆

鳥取県(2012)の波源モデルの概要

第771回審査会合 資料1-3 P166 加筆・修正

・鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した波源モデルを以下に示す。
　・中国電力が想定しているMw7.85の波源モデル(佐渡島北方沖(パターン1))
　・佐渡島北方沖の空白域全体が活動した場合の地震を想定し，空白域の最も沖合に設定した波源モデル(佐渡島北方沖(パターン2))

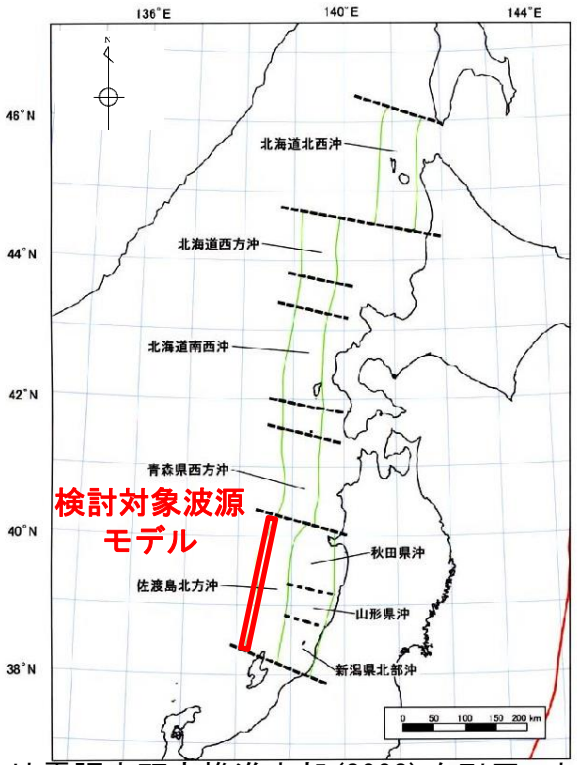
・鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した波源のうち，断層が長い佐渡島北方沖(パターン2)について，津波の敷地への影響が大きくなると考えられる傾斜角60°の波源モデルに基づき数値シミュレーションを実施する。
・考慮する不確かさは，傾斜方向とする。

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		Mw	緯度(度)	経度(度)	深さ(km)	走向(度)	傾斜(度)	すべり角(度)	長さ(連動)(km)	幅(km)	すべり量(m)
日本海東縁部の波源	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 (114)	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
			7.85	38.95	138.41	0	20	60	90	131.1	17.32	9.44
		W(西落ち)	7.85	40.06	138.93	0	200	45	90	131.1	21.21	7.71
			7.85	40.06	138.93	0	200	60	90	131.1	17.32	9.44
	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	38.36	138.15	0	12.9	60	90	222.2	17.32	16.00
		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

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

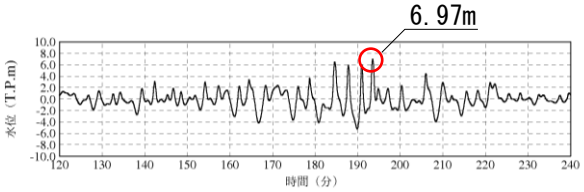
・震災後，鳥取県が独自に設定した鳥取県(2012)で津波浸水想定を実施していたが，最新の科学的知見に基づいたものとして2014年に国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の断層モデルが公表されたことに伴い，鳥取県(2015)(45)として見直しされている。
・鳥取県(2015)では，日本海東縁部を波源とする津波として，鳥取県(2012)の波源に加え，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の断層モデル(F17，F24，F28断層)により津波浸水想定を実施している。

津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

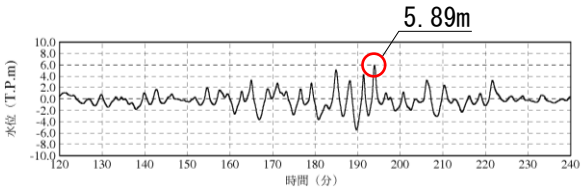
第771回審査会合 資料1-3 P168 再掲

評価水位最高ケース（水位上昇側）　鳥取県(2012)，西傾斜

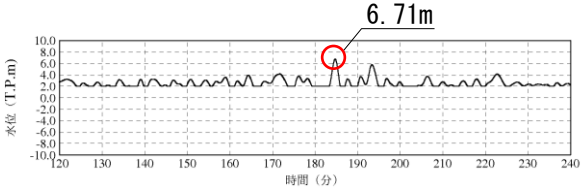
【循環水ポンプ運転時】



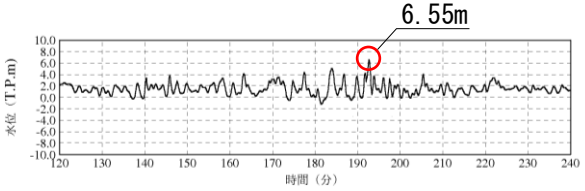
2号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）



3号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）

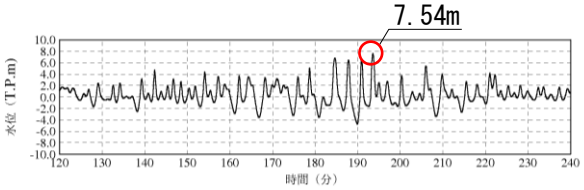


2号炉放水槽（循環水ポンプ運転時）

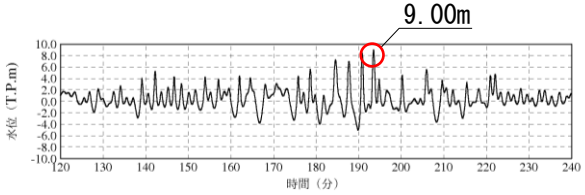


3号炉放水槽（循環水ポンプ運転時）

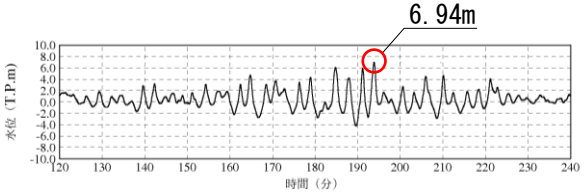
【循環水ポンプ停止時】



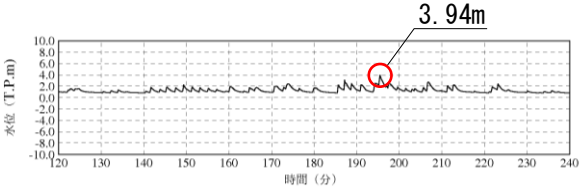
1号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



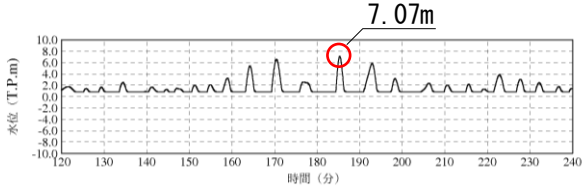
2号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



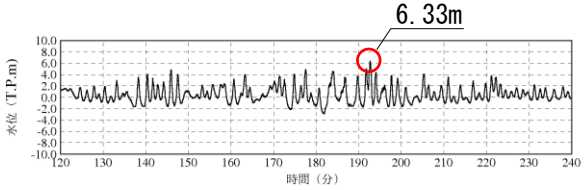
3号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



1号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）



2号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）



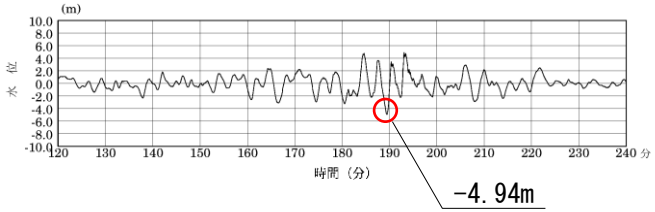
3号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）

※初期水位は，潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

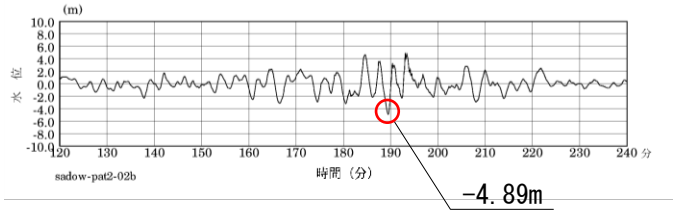
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合 資料1-3 P169 再掲

評価水位最低ケース（水位下降側）　鳥取県(2012)，西傾斜



2号炉取水口（東）



2号炉取水口（西）

地震発生領域の連動を考慮した検討による津波のパラメータ比較

第771回審査会合 資料1-3 P170 再掲

・地震発生領域の連動を考慮した検討に伴う波源モデル(350km)について，地方自治体独自の波源モデルに基づく検討で実施した鳥取県(2012)及び島根県(2012) の波源モデルと比較する。

パラメータ	地震発生領域の連動を考慮した検討に伴う波源モデル(350km)		地方自治体独自の波源モデルに基づく検討			
			鳥取県(2012)		島根県(2012)※1	
	根拠	設定値	根拠	設定値	根拠	設定値
断層長さL・位置	地震調査研究推進本部(2003)に示される「青森県西方沖」の領域と「佐渡島北方沖」の領域の連動を考慮して設定	350km	佐渡島北方沖の空白域全体が活動した場合の想定地震。空白域の最も沖合に設定	222.2km	佐渡島北方沖について，震源が断層によらず，対象領域全体に及んだ場合を想定して設定	222.7km
地震モーメント M_0	$M_0=\mu$ DS　により算出	1.70×10^{21} (N・m)	武村(1998)により算出 $\log M_0=2\log L+16.64$	2.16×10^{21} (N・m)	$M_0=\mu$ DS　により算出	1.28×10^{21} (N・m)
モーメントマグニチュード Mw	Kanamori(1977)により算出 $Mw=(\log M_0-9.1)\ /1.5$	8.09 (傾斜角60°の場合)	Kanamori(1977)により算出 $Mw=(\log M_0-9.1)\ /1.5$	8.16	Kanamori(1977)により算出 $Mw=(\log M_0-9.1)\ /1.5$	8.01
剛性率 μ	土木学会に基づき設定	3.5×10^{10} (N/m^2)	—	3.5×10^{10} (N/m^2)	—	3.5×10^{10} (N/m^2)
傾斜角	土木学会に基づき設定	30°，45°，60°	—	45°，60°	—	60°
すべり角	土木学会に基づき安全側に設定	90°	津波高が最大となる値	90°	—	90°
断層上縁深さ	土木学会に基づき設定	0km, 1km, 2.5km, 5km	—	0km	—	0km
モデル	2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえ設定	不均質モデル	—	均質モデル	—	均質モデル
すべり量 D	長大断層であることから，土木学会に検討事例として記載されている国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)より設定 また，背景領域のすべり量は根本ほか(2009)に基づき設定※2	大すべり域：12m 背景領域：4m 平均：6m	$M_0=\mu$ DSにより，すべり量を算出 (ここで，S：断層面積)	16m	M7.85で設定した佐渡島北方沖のすべり量9.4mを超えるように設定	9.5m

※1　島根県(2016)において，島根県(2012)に想定した波源モデルを棄却し，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)の波源モデル(F24断層(Mw7.9))により津波浸水想定を実施するよう見直しがなされている。(鳥取県(2012)の概要をP152に，島根県(2012)の概要をP151に示す。)

※2　すべり量の設定根拠については，P108～112を参照。

最大すべり量の比較検討(地震調査研究推進本部(2016)の方法)

第771回審査会合 資料1-3 P177 再掲

・地震調査研究推進本部(2016)[46]では，活断層で発生する地震の地震規模(地震モーメントM_0(N・m))を震源断層の面積S(km^2)との経験的関係より算出するとし，地震の規模に応じて3段階で$S-M_0$関係式を使い分けることとしている。

【地震調査研究推進本部(2016)の$S-M_0$関係式】

$M_0=(S/2.23\times10^{15})^{3/2}\times10^{-7}$	$Mw<6.5$	Somerville et al.(1999)の式
$M_0=(S/4.24\times10^{11})^{2}\times10^{-7}$	$6.5\leqq Mw\leqq 7.4$	入倉・三宅(2001)の式
$M_0=S\times10^{17}$	$7.4<Mw$	Murotani et al.(2015)の式

Mw: モーメントマグニチュード　M_0: 地震モーメント(N・m)　S: 断層面積(km^2)

平均すべり量D(m) = $M_0/\mu S$　$\mu=3.5\times10^{10}(N/m^2)$

・波源モデル(350km)はMw7.4以上であるため，上式より算定される平均すべり量は2.86mとなり，<u>最大すべり量は5.72mとなる</u>。

最大すべり量の比較検討(土木学会(2016)の方法)

第771回審査会合 資料1-3 P178 再掲

・土木学会(2016)では，国土交通省・内閣府・文部科学省(2014)を参照して，日本海東縁部の地震規模(地震モーメントM_0(N・m))を断層面積S(m^2)との経験的関係式より算出するとし，地震の規模に応じて3段階でS-M_0関係式を使い分ける検討例を示している。

【土木学会(2016)のS-M_0関係式】

$M_0=(S/2.23\times10^9)^{3/2}\times10^{-7}$	$Mw<6.5$	Somerville et al.(1999)の式
$M_0=(S/4.24\times10^5)^2\times10^{-7}$	$6.5\leqq Mw<7.7$	入倉・三宅(2001)の式
$M_0=1.575\times S\times10^{11}$	$7.7\leqq Mw$	日本海東縁部の既往地震の平均すべり量4.5mで頭打ちとなる関係式(剛性率μ：3.5×10^{10}(N/m^2))

Mw：モーメントマグニチュード　M_0：地震モーメント(N・m)　S：断層面積(m^2)

平均すべり量D(m) = $M_0/\mu S$　μ ＝3.5×10^{10}(N/m^2)

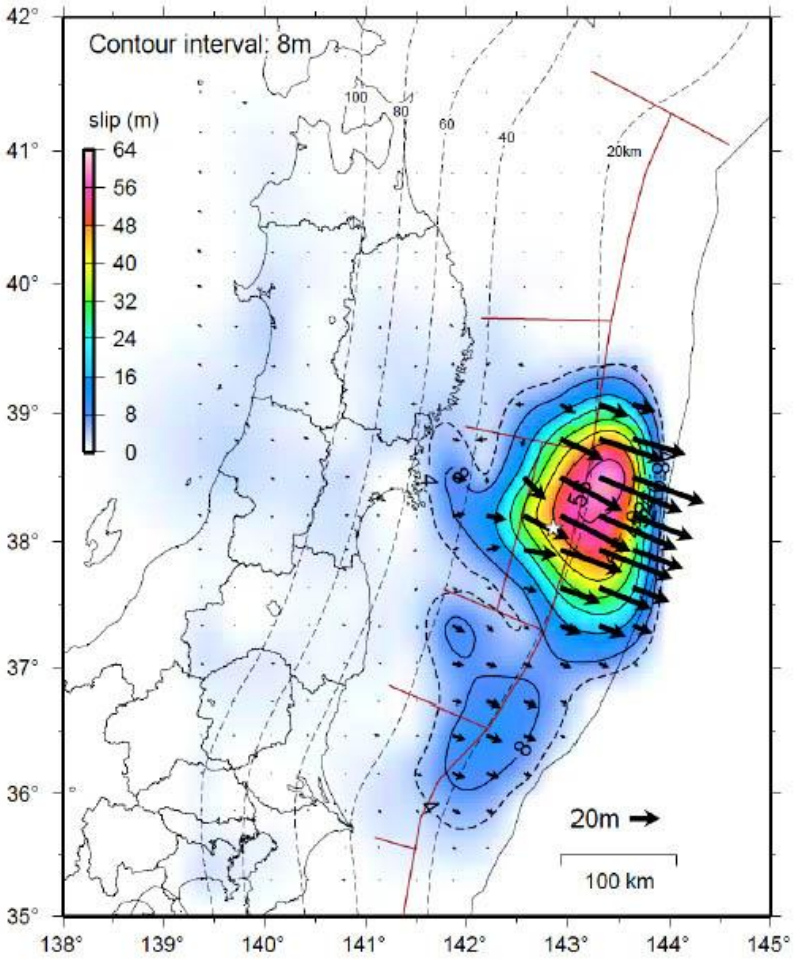
※世界の地殻内地震の地震規模と地殻厚さを検討した結果，地殻厚さが40km未満の領域ではMw8.0を超える地震が発生していないことを踏まえ，Mwの上限は8.0とされている。

・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の波源モデルはMw7.7以上であるため，上式より算定される平均すべり量は4.5mとなり，<u>最大すべり量は9.0mとなる</u>。

すべりの均質・不均質性についての検討（地震調査研究推進本部（2012））

第771回審査会合 資料1-3 P179 再掲

・地震調査研究推進本部(2012)[47]に示されるすべり分布によると，2011年東北地方太平洋沖地震において，すべりの不均質性により大きなすべりが生じた領域が確認できる。



2011年東北地方太平洋沖地震のすべり分布
地震調査研究推進本部(2012)より引用

1.施設概要及び文献調査
2.津波評価手法及び評価条件
3.地震による津波の想定
4.地震以外の要因による津波の想定
4-1 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) 数値シミュレーションの実施
4-2 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)数値シミュレーション
4-3 岩盤崩壊に起因する津波の検討
4-4 隠岐諸島における陸上地すべり及び岩盤崩壊
5.津波起因事象の重畳による津波想定
6.防波堤の影響検討
7.基準津波の策定
8.津波堆積物調査
9.津波の伝播特性
10.取水性の確保
11.年超過確率の参照
12.基準津波に対する安全性(砂移動評価)

文献調査による地すべり地形抽出結果の妥当性

第771回審査会合 資料1-3 P181 再掲

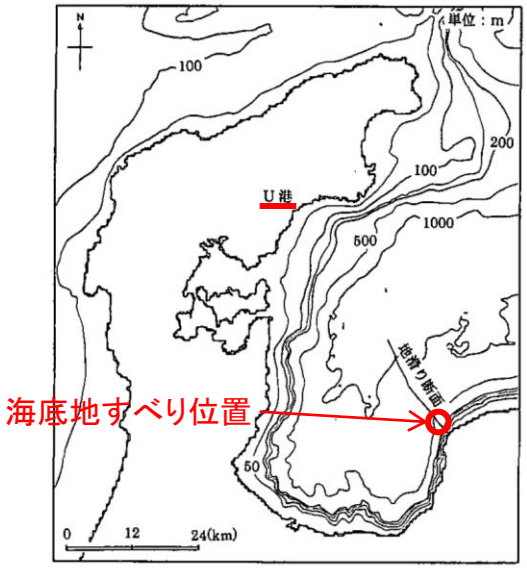
・平石ほか(2000)[48]によると，1998年7月17日のパプアニューギニアでの津波について，地震と海底地すべりの重畳による津波として数値シミュレーションを実施すると，津波痕跡高の再現性が高いことから，パプアニューギニアでの津波を地震と海底地すべりの重畳による津波とされている。また，日本近海を対象とし，地震と海底地すべりが重畳した場合の数値シミュレーションを実施し，地震と海底地すべりが重畳した場合，津波水位が局所的に高くなること等が明らかにされている。

・平石ほか(2000)によると，数値シミュレーションの対象とする日本近海を選定する際，海底地すべりが生じ易い海底地形として以下の3点が挙げられている。

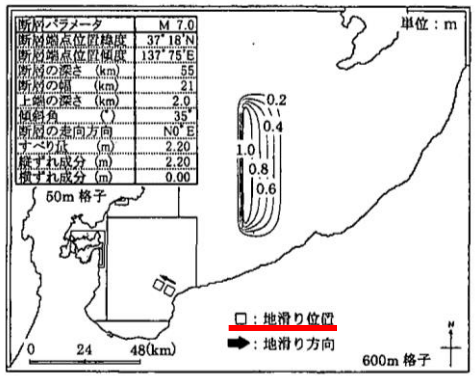
①プレート境界またはトラフの隣接海域

②沖合に急勾配斜面が存在

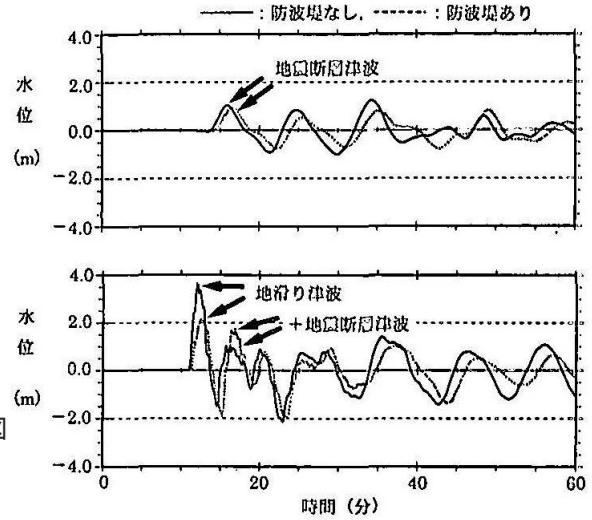
③河川が流入し，軟弱堆積層が存在



富山湾における水深分布
（平石ほか(2000)より引用・加筆）



富山湾における想定断層による初期水位分布図
（平石ほか(2000)より引用・加筆）



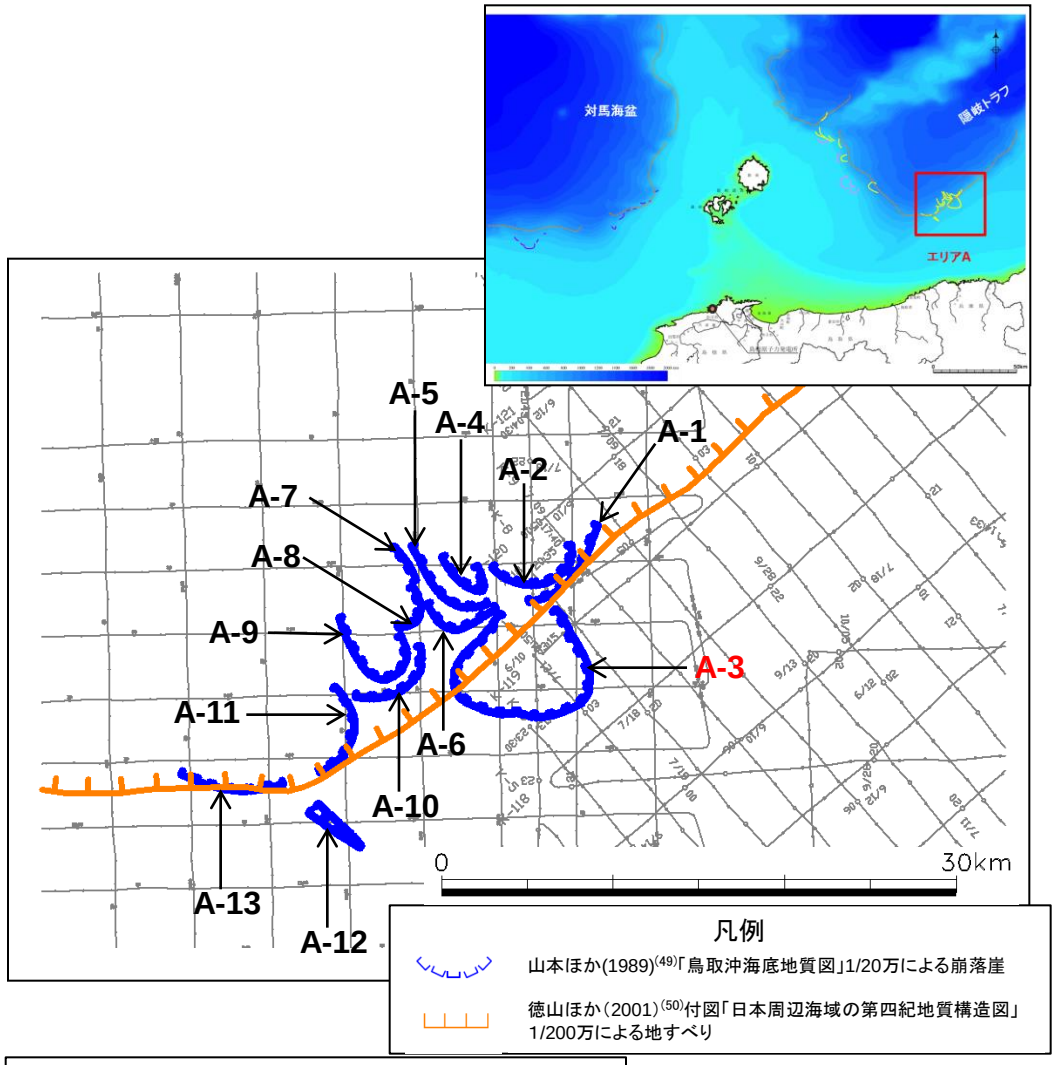
U港における津波水位の時刻歴波形
（上図：地震による津波，下図：地震と海底地すべりの重畳による津波）
（平石ほか(2000)より引用・加筆）

海底地すべりの概略体積算定結果(エリアA)

第771回審査会合 資料1-3 P182 再掲

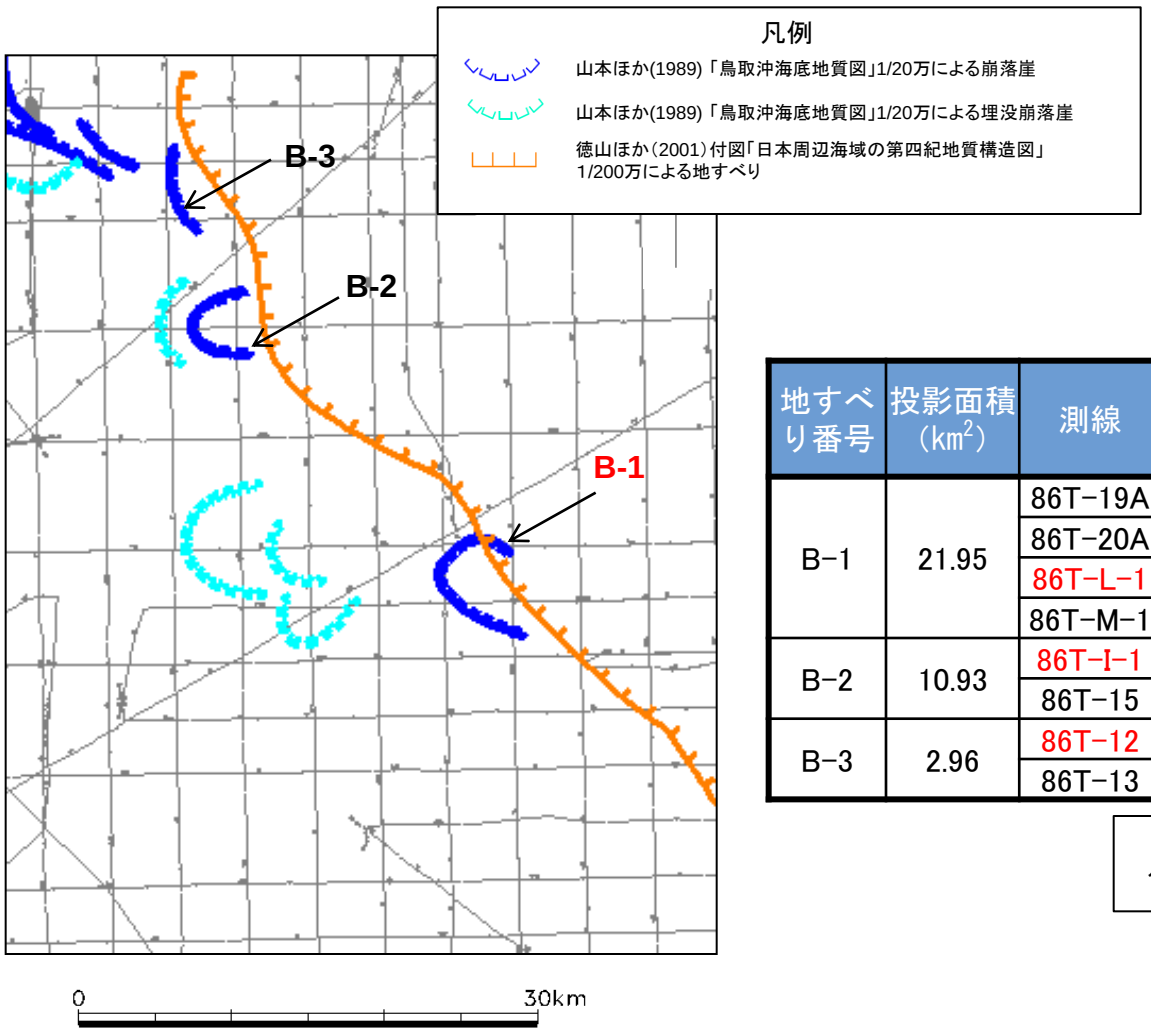
地すべり番号	投影面積 (km^2)	測線	厚さ (m)※	概略体積 (km^3)	(参考)平均厚さ (m)	(参考)平均概略体積 (km^3)
A-1	3.61	86T-X	70	0.25	115	0.42
		86T-21B	160	0.58		
A-2	6.15	86T-X	70	0.43	115	0.71
		86T-21B	160	0.98		
A-3	37.85	86T-22B	150	5.68	110	4.16
		86T-23B	100	3.79		
		86T-W	100	3.79		
		86T-X	90	3.41		
A-4	2.56	86T-21B	60	0.15	60	0.15
A-5	4.50	86T-21B	100	0.45	100	0.45
		86T-V-1	100	0.45		
A-6	3.48	86T-22B	80	0.28	80	0.28
A-7	0.21	86T-21B	100	0.02	100	0.02
A-8	1.69	86T-22B	240	0.41	240	0.41
A-9	8.36	86T-22B	240	2.01	240	2.01
A-10	4.63	86T-23B	40	0.19	35	0.16
		86T-V-1	30	0.14		
A-11	5.49	86T-24	20	0.11	30	0.16
		86T-U-1	40	0.22		
A-12	1.86	86T-U-1	50	0.09	65	0.12
		86T-25	80	0.15		
A-13	2.38	86T-T-1	30	0.07	25	0.06
		86T-S-1	20	0.05		

※ 厚さの判読結果をP165～175に示す。

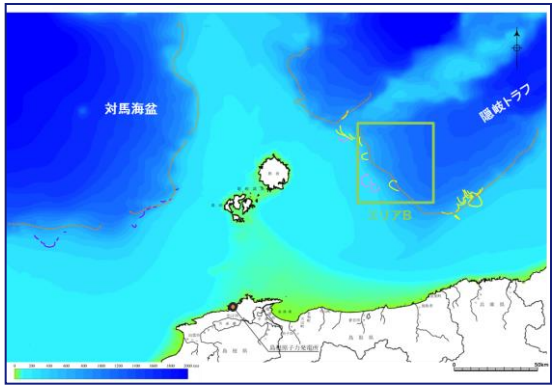


凡例　赤字　:各地すべりで体積が最大となるもの

海底地すべりの概略体積算定結果(エリアB)



エリアBの地すべり地形



地すべり番号	投影面積 (km^2)	測線	厚さ (m)※	概略体積 (km^3)	(参考) 平均厚さ (m)	(参考) 平均概略体積 (km^3)
B-1	21.95	86T-19A	120	2.63	120	2.63
		86T-20A	100	2.20		
		86T-L-1	140	3.07		
		86T-M-1	120	2.63		
B-2	10.93	86T-I-1	80	0.87	45	0.49
		86T-15	10	0.11		
B-3	2.96	86T-12	80	0.24	65	0.19
		86T-13	50	0.15		

凡例 赤字 :各地すべりで体積が最大となるもの

※ 厚さの判読結果をP176～183に示す。

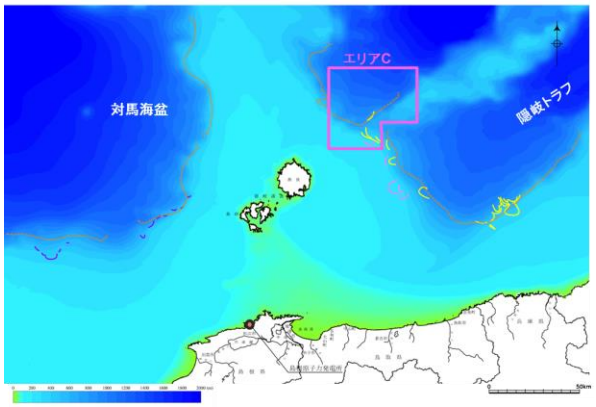
海底地すべりの概略体積算定結果(エリアC)

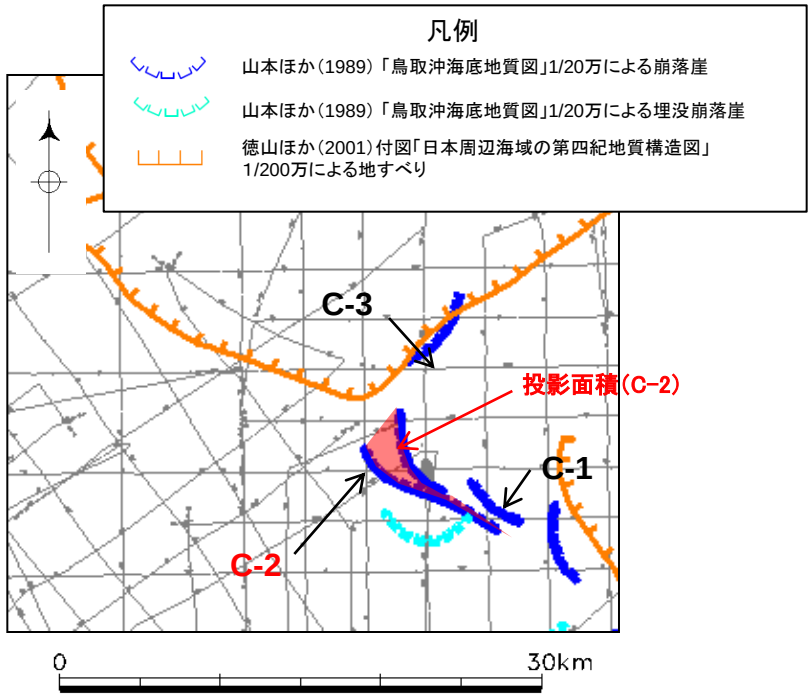
第771回審査会合 資料1-3 P184 再掲

地すべり番号	投影面積 (km^2)	測線	厚さ (m)※	概略体積 (km^3)	(参考) 平均厚さ (m)	(参考) 平均概略体積 (km^3)
C-1	1.37	86T-G	30	0.04	30	0.04
C-2	12.31	86T-G	10	0.12	68	0.84
		86T-11	180	2.22		
		86T-12	40	0.49		
		86T-F	70	0.86		
		86T-10	40	0.49		
C-3	3.35	86T-F	20	0.07	25	0.08
		86T-8	30	0.10		

凡例　赤字　:各地すべりで体積が最大となるもの

※ 厚さの判読結果をP184～189に示す。





エリアCの地すべり地形

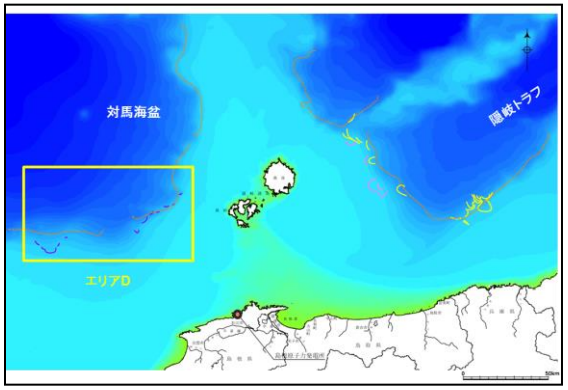
海底地すべりの概略体積算定結果(エリアD)

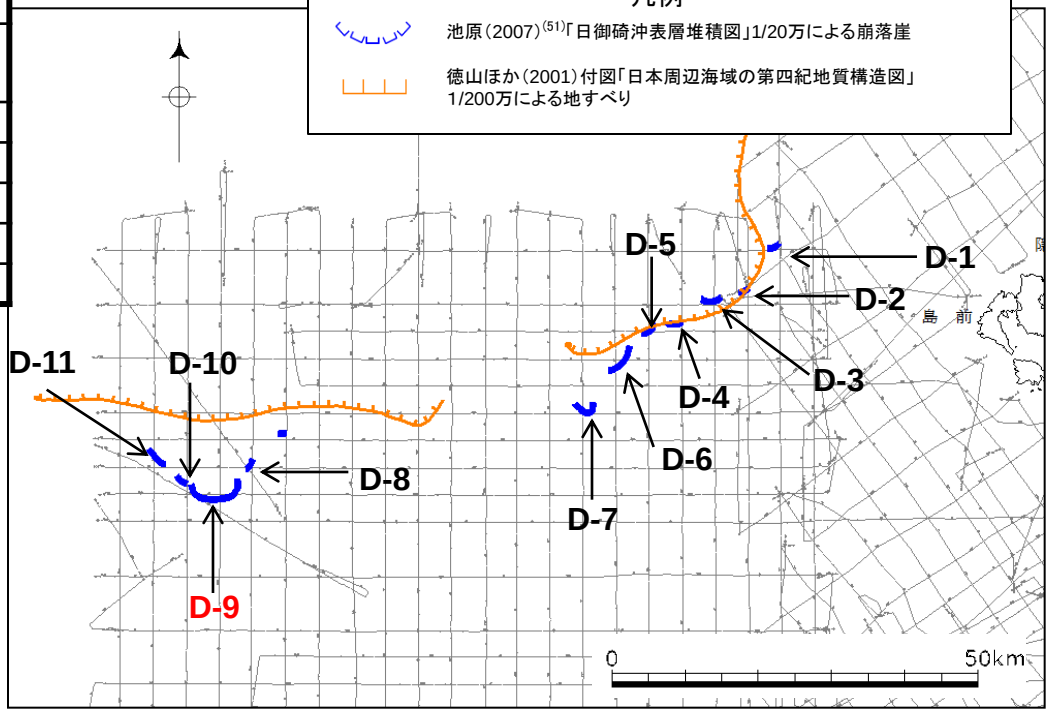
第771回審査会合 資料1-3 P185 再掲

地すべり番号	投影面積 (km^2)	測線	厚さ (m)※	概略体積 (km^3)	(参考) 平均厚さ (m)	(参考) 平均概略体積 (km^3)
D-1	0.26	86H-1	90	0.02	90	0.02
D-2	0.16	86H-T	150	0.02	160	0.03
		772-16-1	170	0.03		
D-3	0.85	86H-S	20	0.02	35	0.03
		86H-3-1	50	0.04		
D-4	0.33	86H-R	50	0.02	50	0.02
D-5	0.97	86H-4	140	0.14	105	0.10
		86H-Q	70	0.07		
D-6	2.44	86H-P	90	0.22	95	0.23
		86H-5	100	0.24		
D-7	2.38	86H-O	60	0.14	60	0.14
D-8	0.22	86H-E-2	30	0.01	30	0.01
D-9	13.17	86H-D-2	40	0.53	40	0.53
D-10	0.35	86H-C-2	60	0.02	60	0.02
D-11	0.57	86H-B	30	0.02	30	0.02

凡例　赤字　:各地すべりで体積が最大となるもの

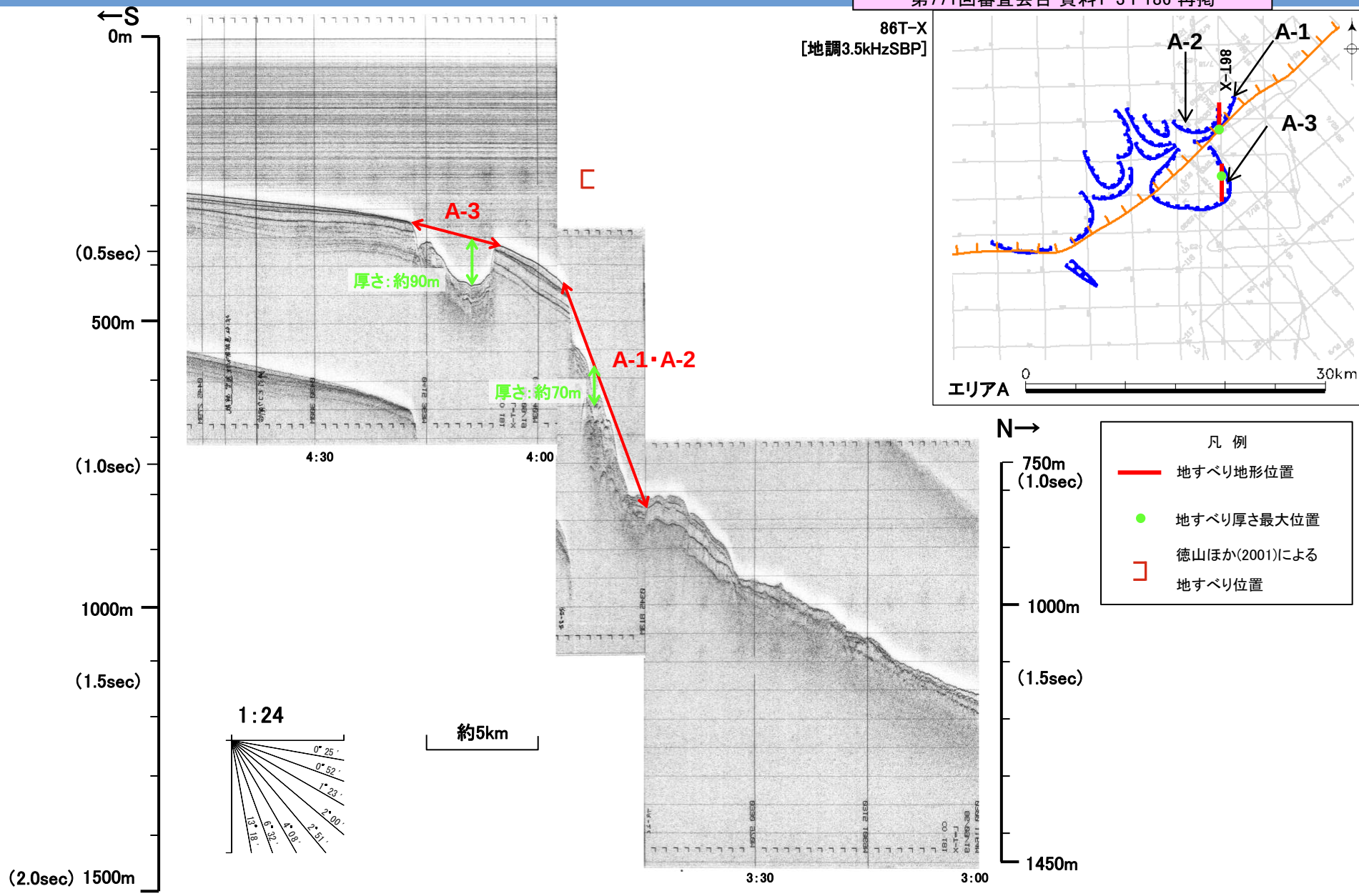
※ 厚さの判読結果をP190～204に示す。





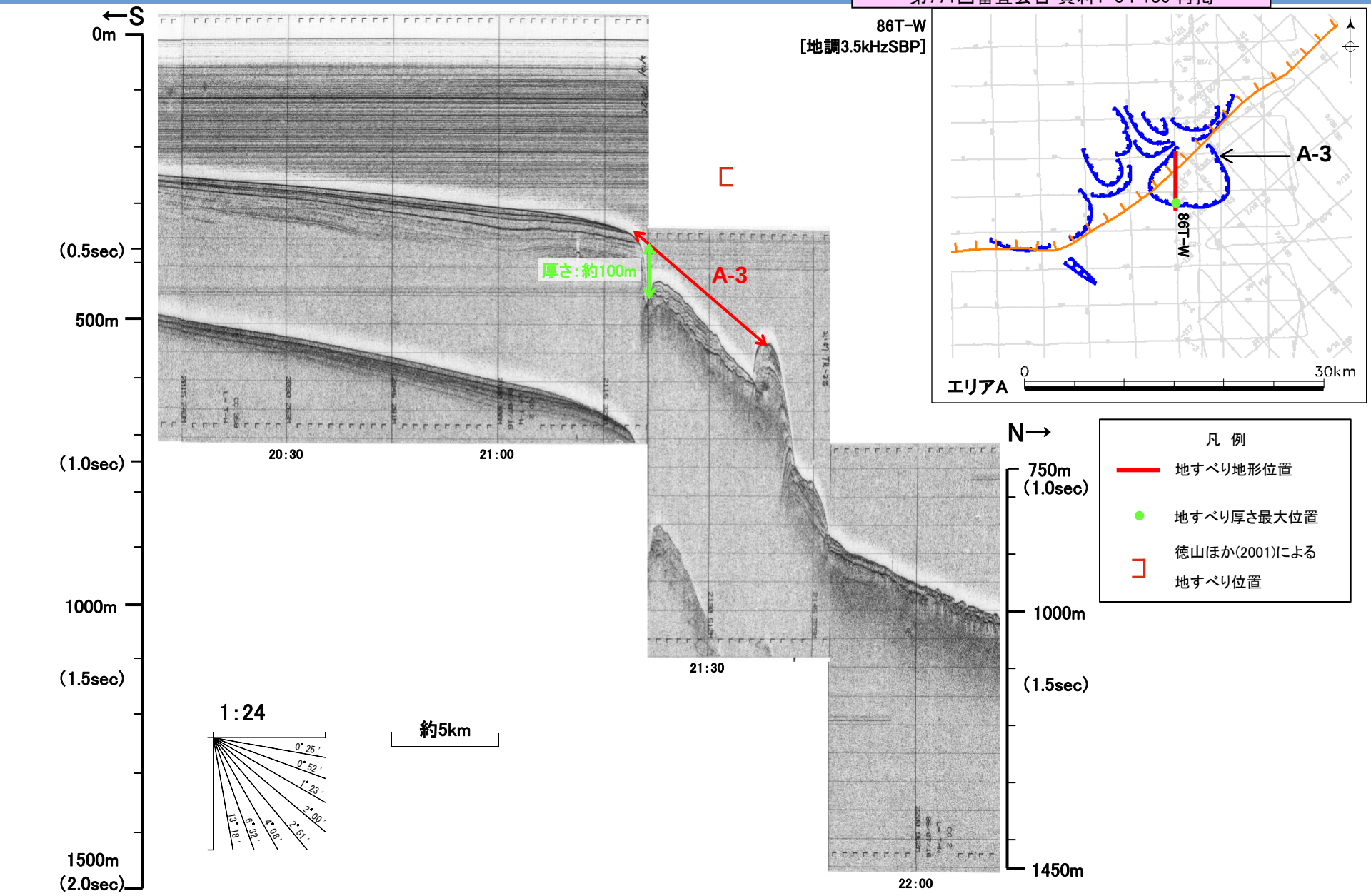
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-X)

第771回審査会合 資料1-3 P186 再掲



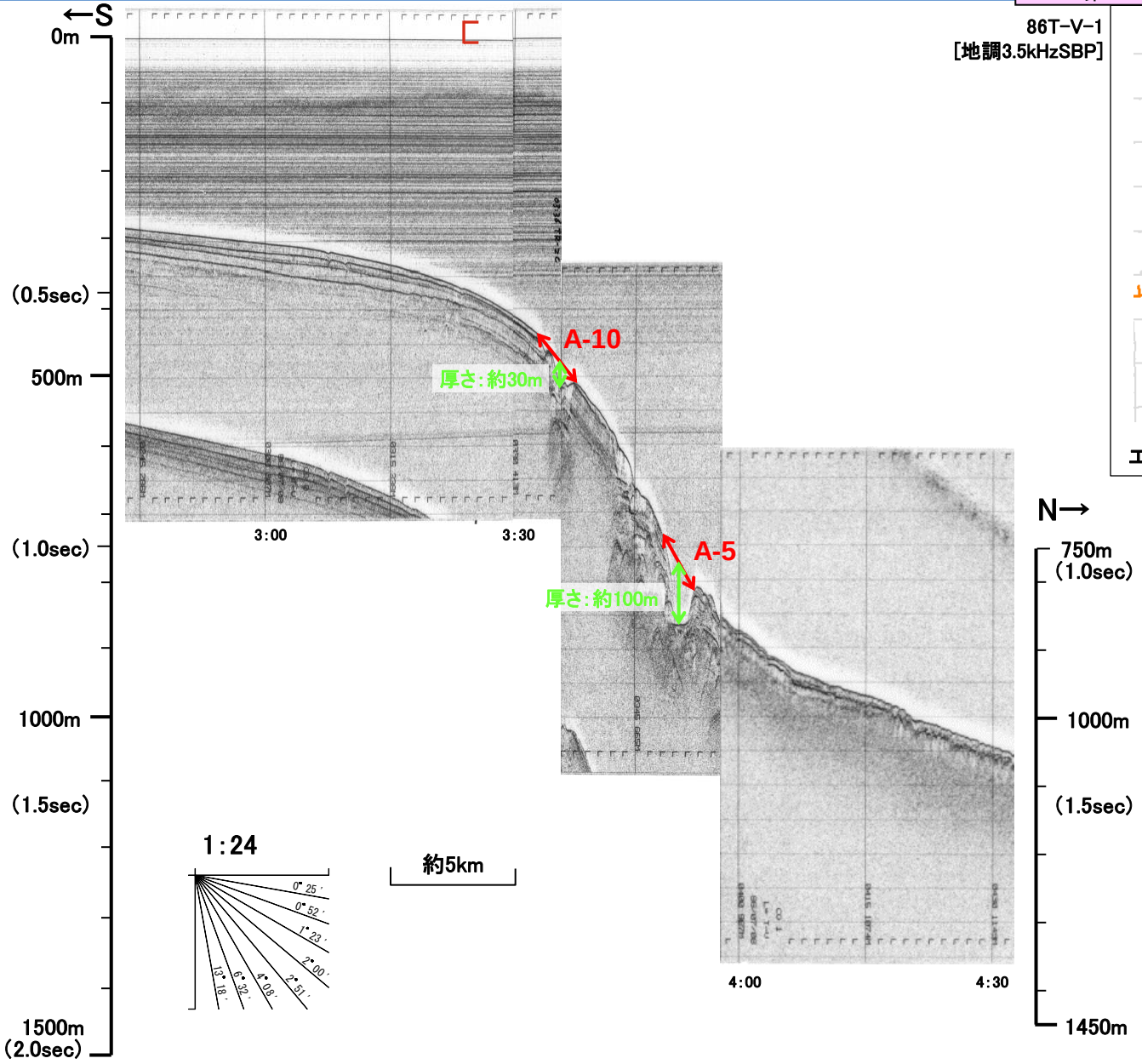
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-X)

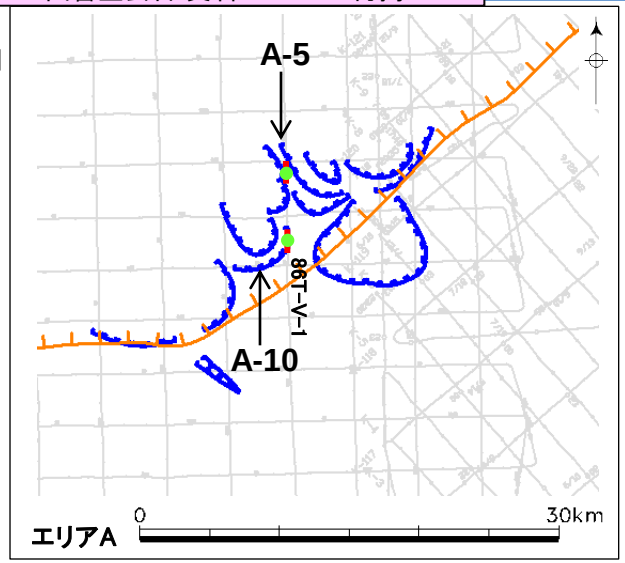
第771回審査会合 資料1-3 P186 再掲



海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-V-1)

第771回審査会合 資料1-3 P188 再掲



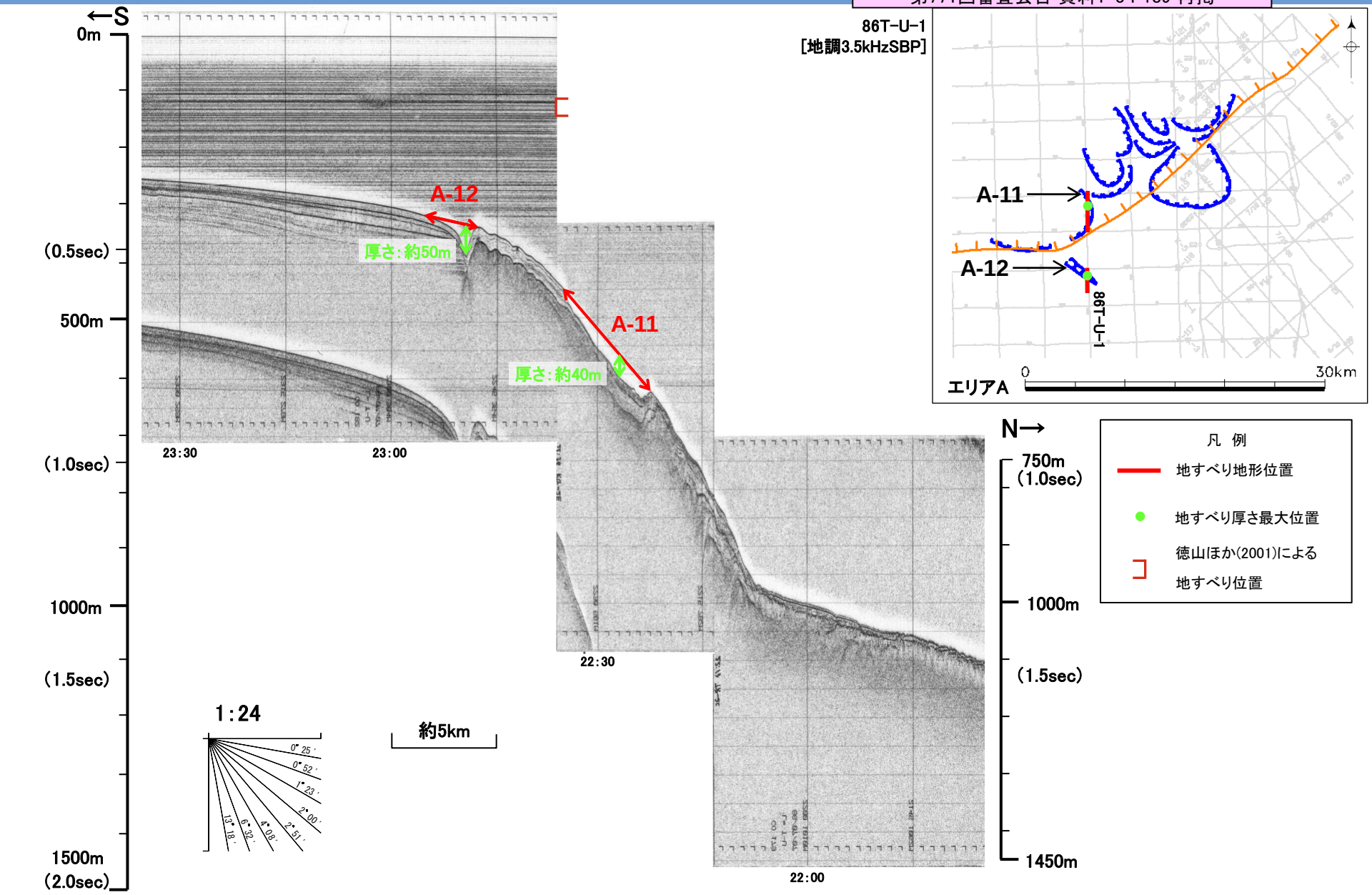


凡 例

- 地すべり地形位置
- 地すべり厚さ最大位置
- 徳山ほか(2001)による地すべり位置

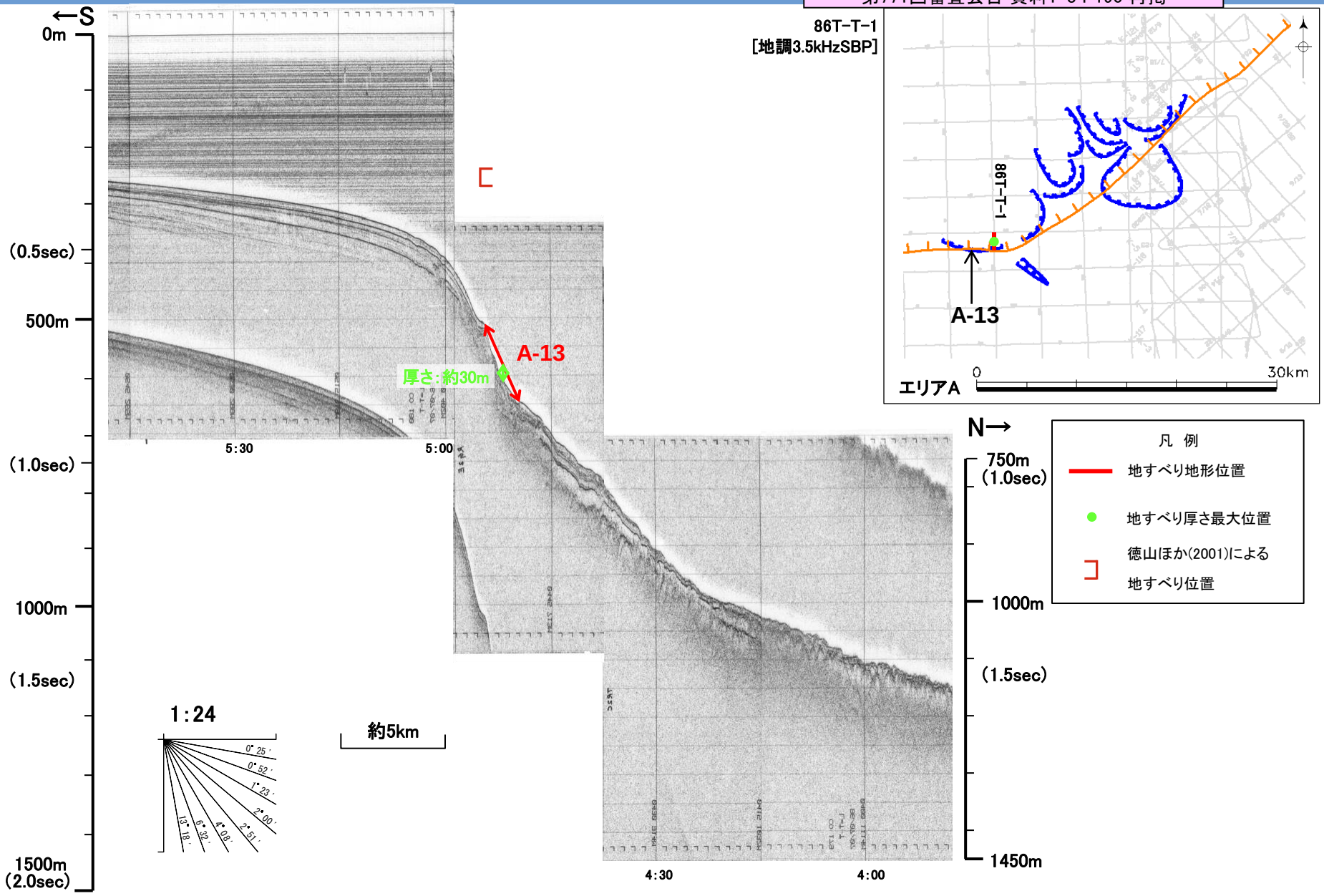
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-U-1)

第771回審査会合 資料1-3 P189 再掲



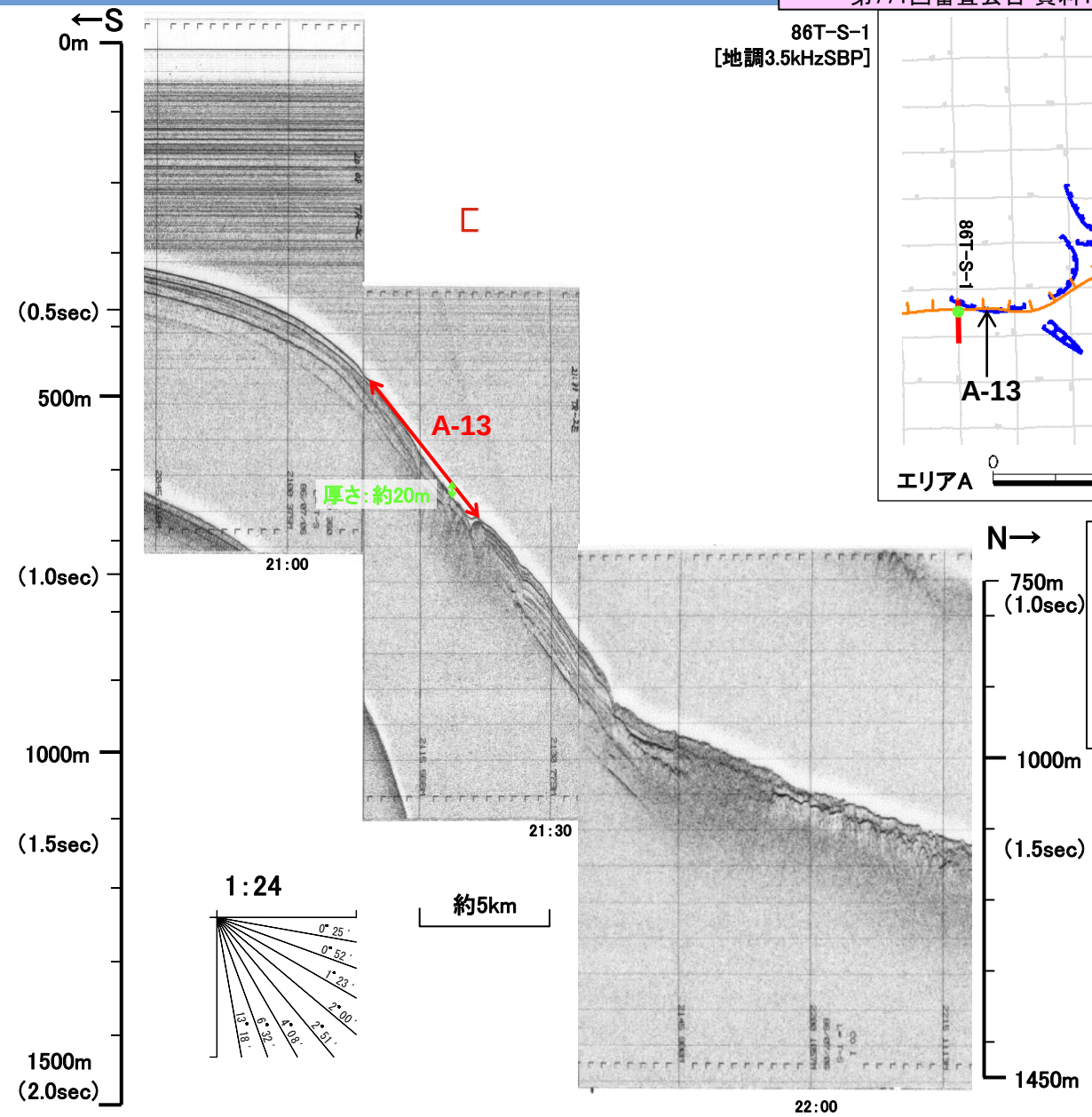
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-T-1)

第771回審査会合 資料1-3 P190 再掲



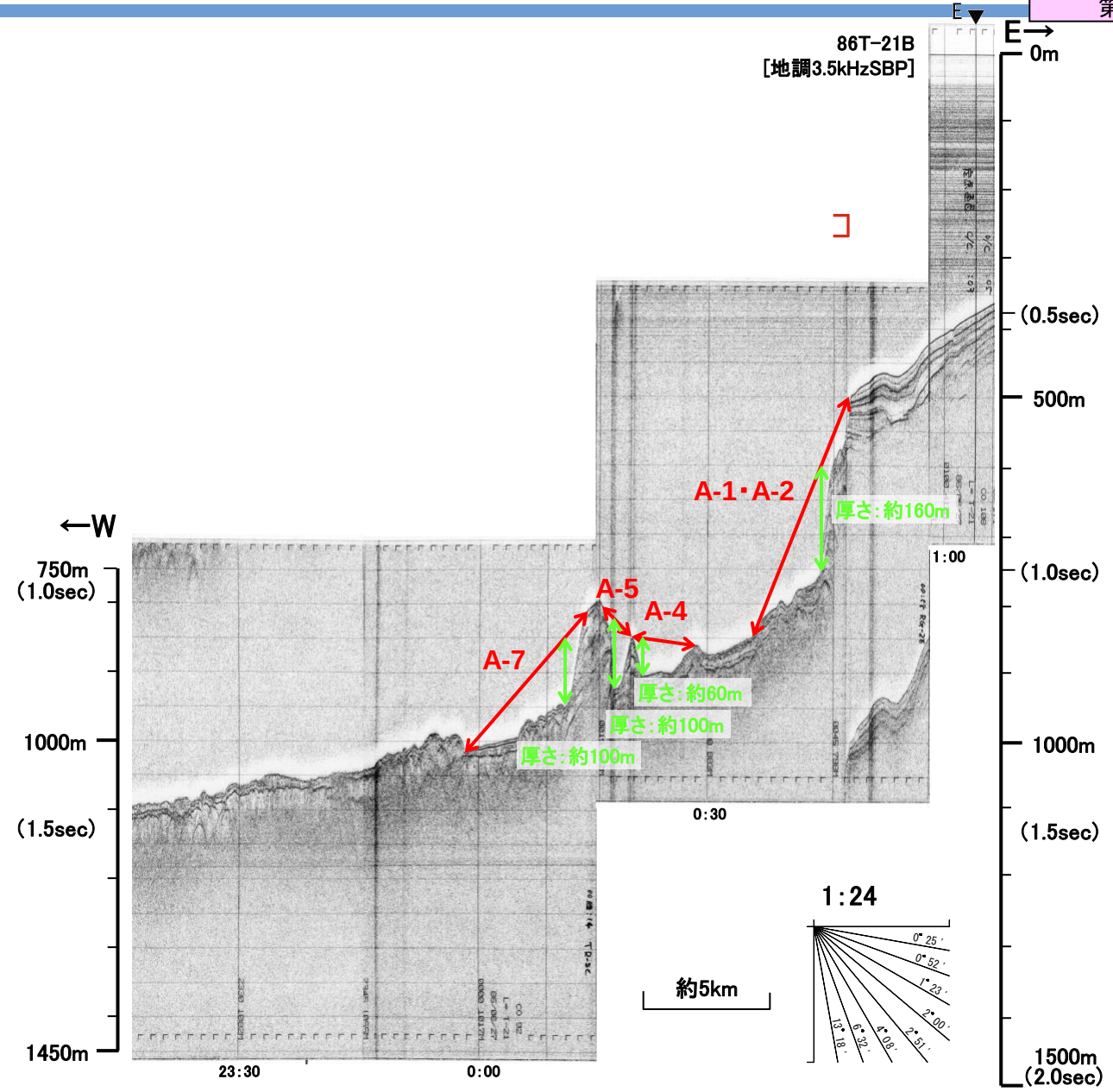
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-S-1)

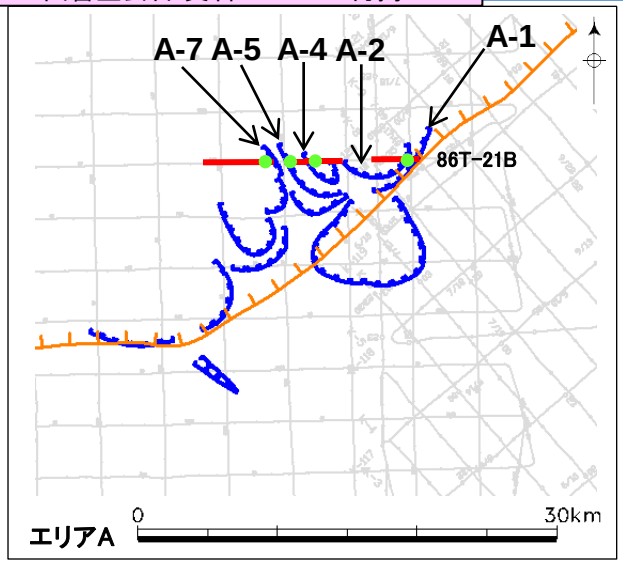
第771回審査会合 資料1-3 P191 再掲



海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-21B)

第771回審査会合 資料1-3 P192 再掲



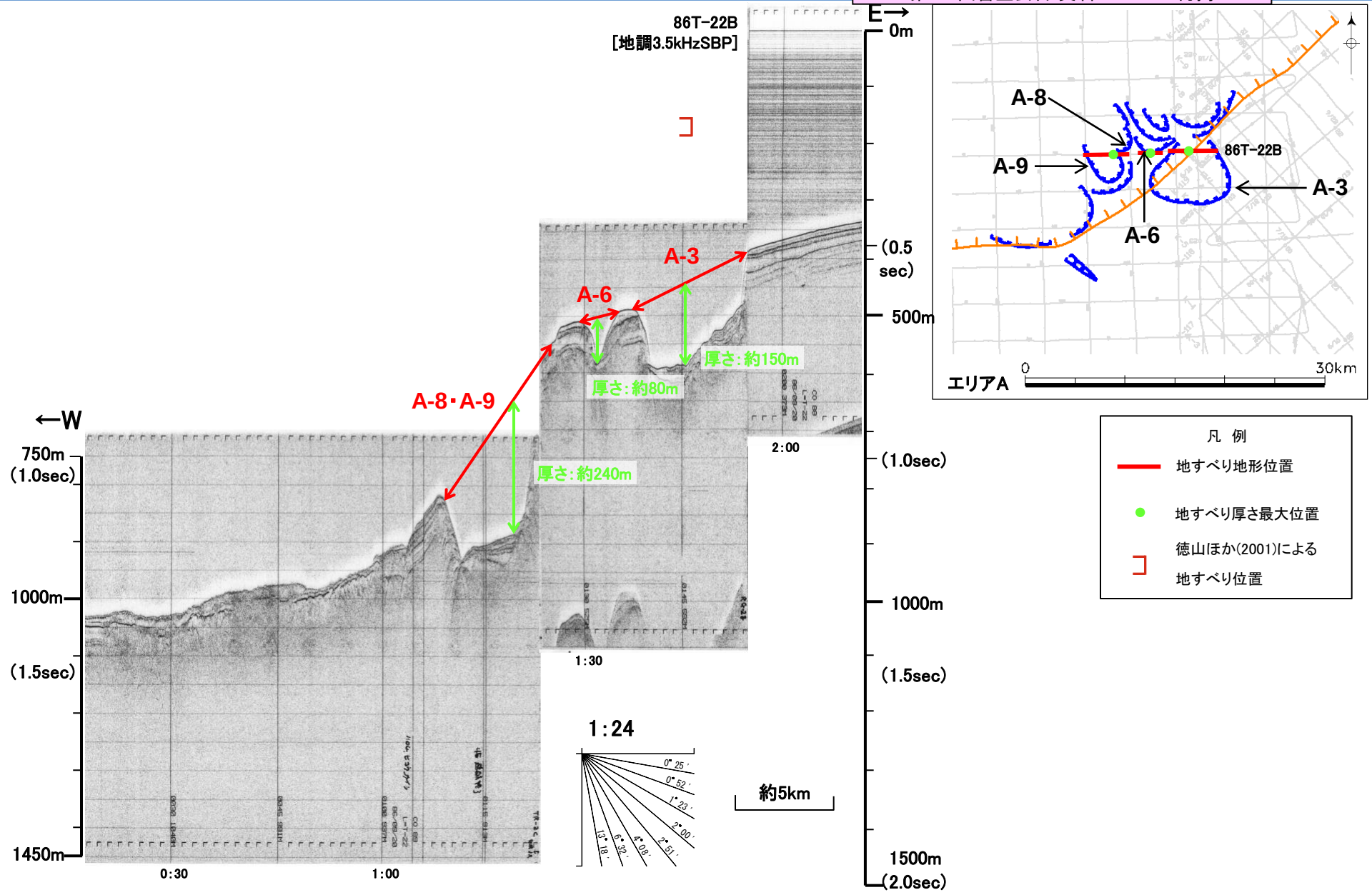


凡 例

- 地すべり地形位置
- 地すべり厚さ最大位置
- 徳山ほか(2001)による地すべり位置

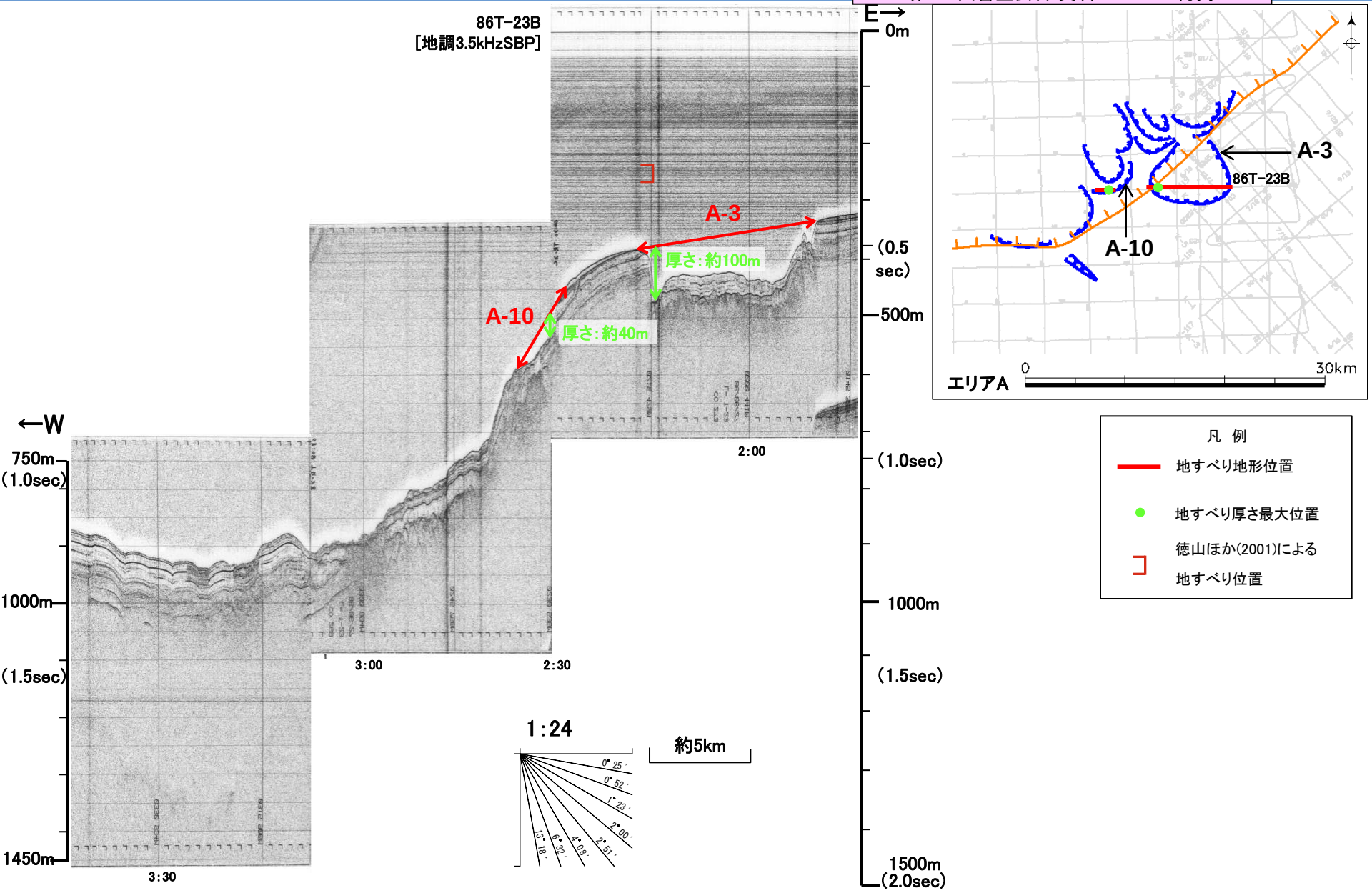
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-22B)

第771回審査会合 資料1-3 P193 再掲



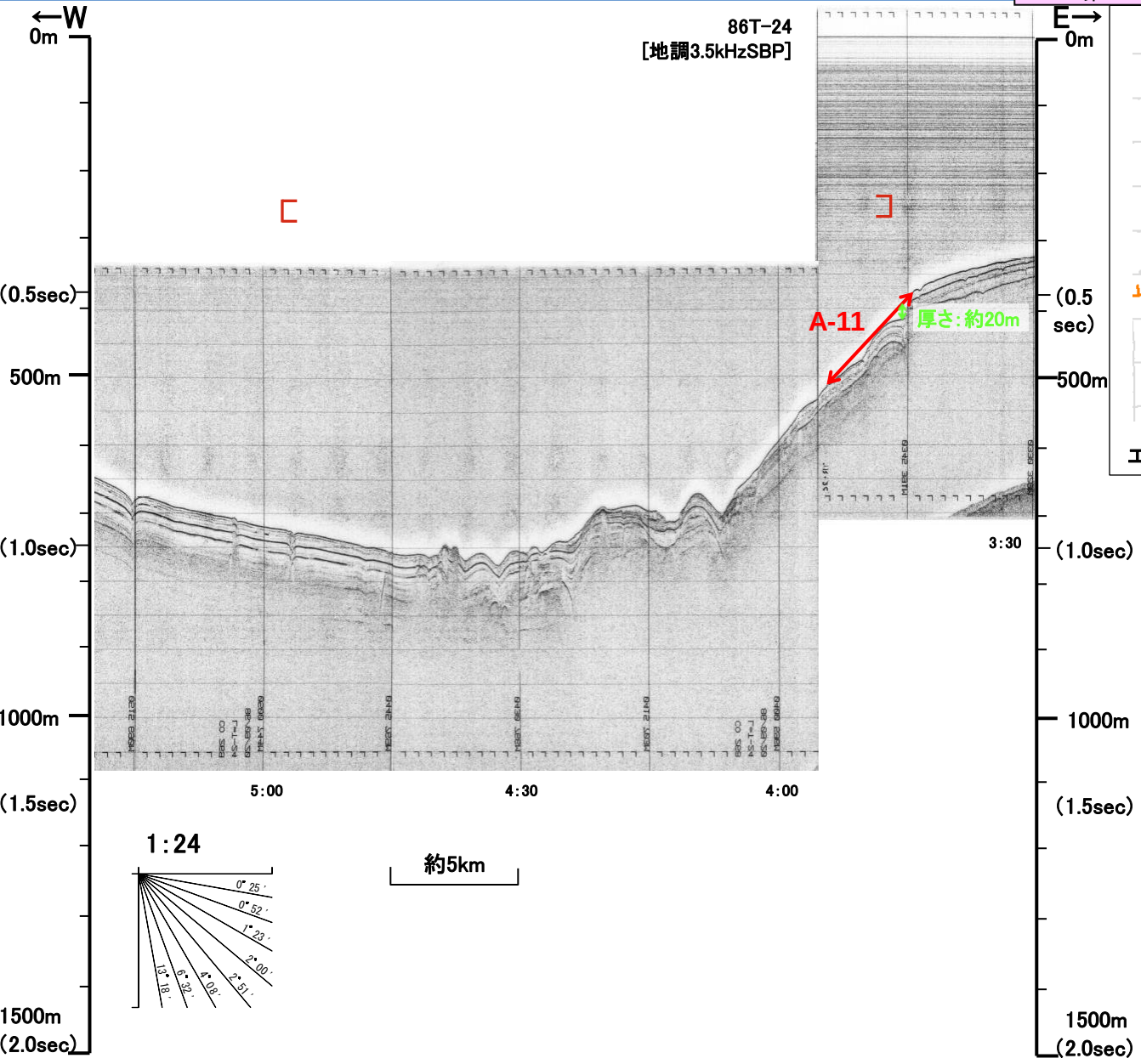
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-23B)

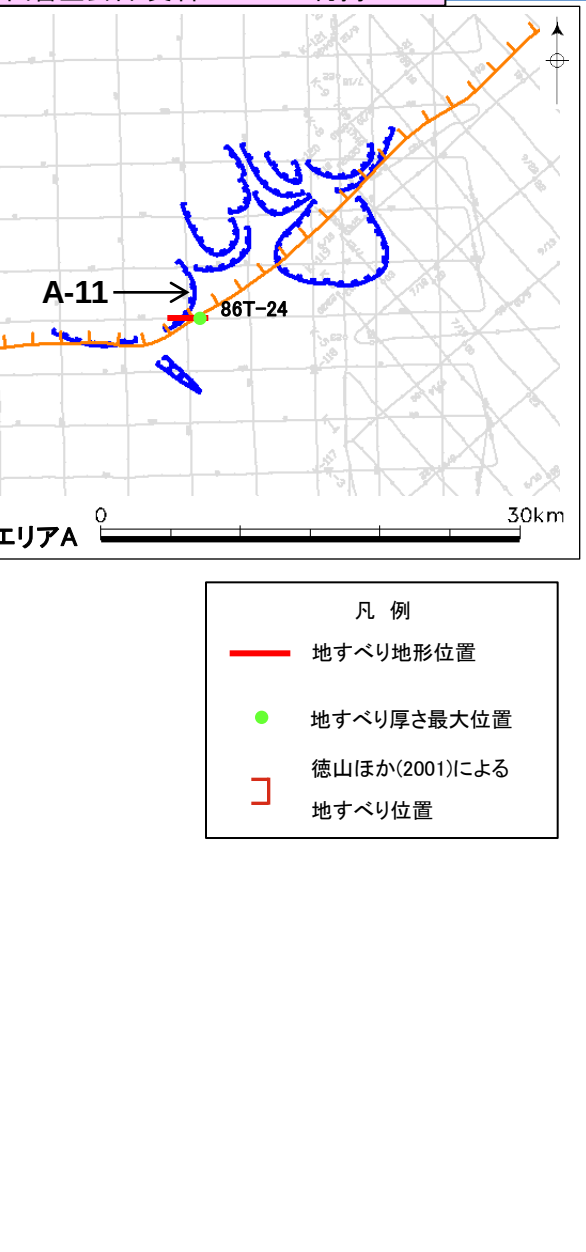
第771回審査会合 資料1-3 P194 再掲



海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-24)

第771回審査会合 資料1-3 P195 再掲





凡 例

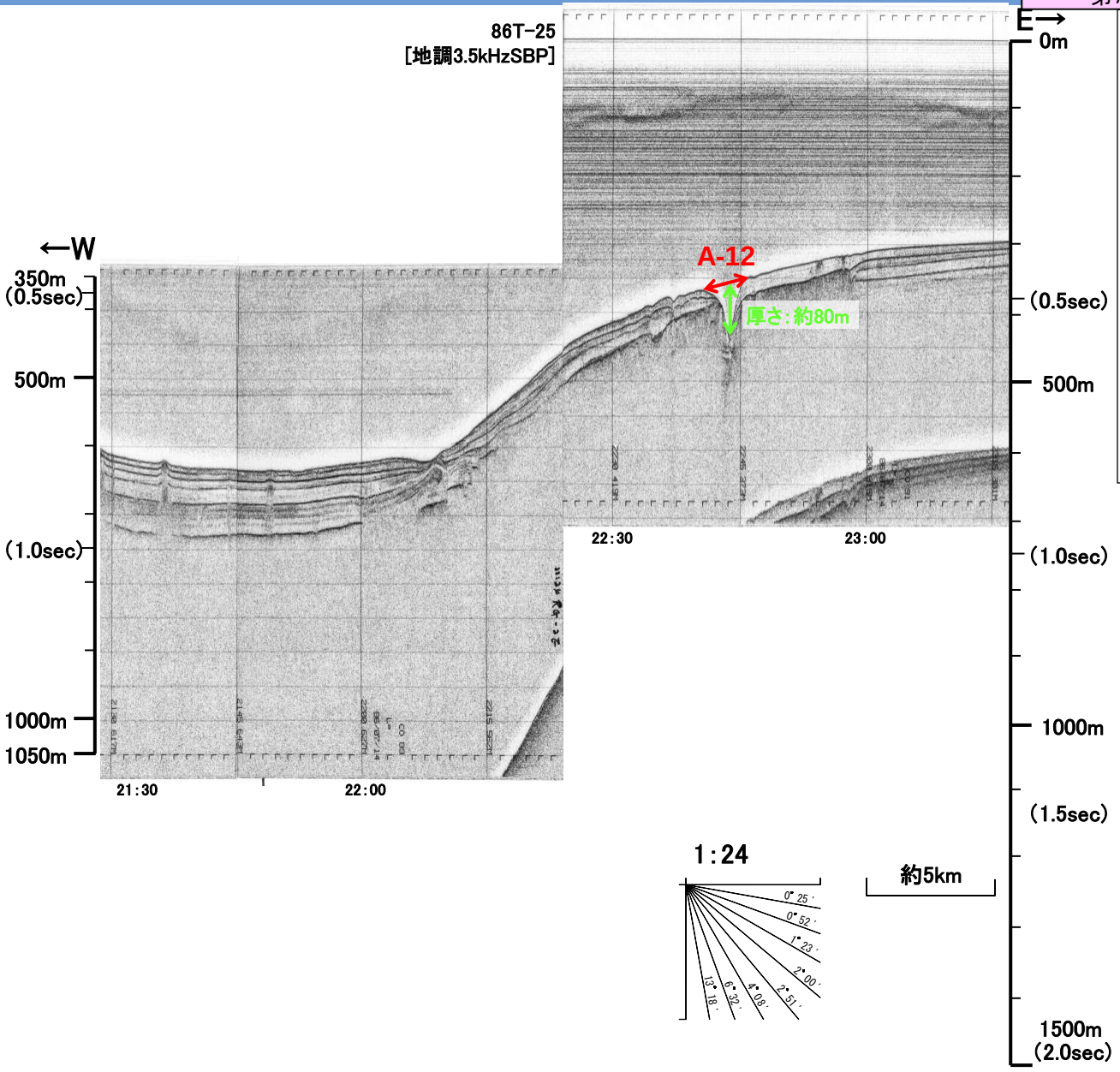
地すべり地形位置

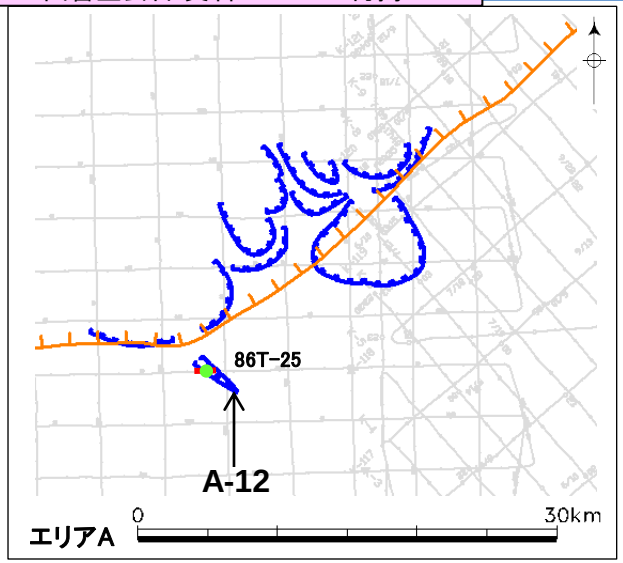
地すべり厚さ最大位置

徳山ほか(2001)による地すべり位置

海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-25)

第771回審査会合 資料1-3 P196 再掲





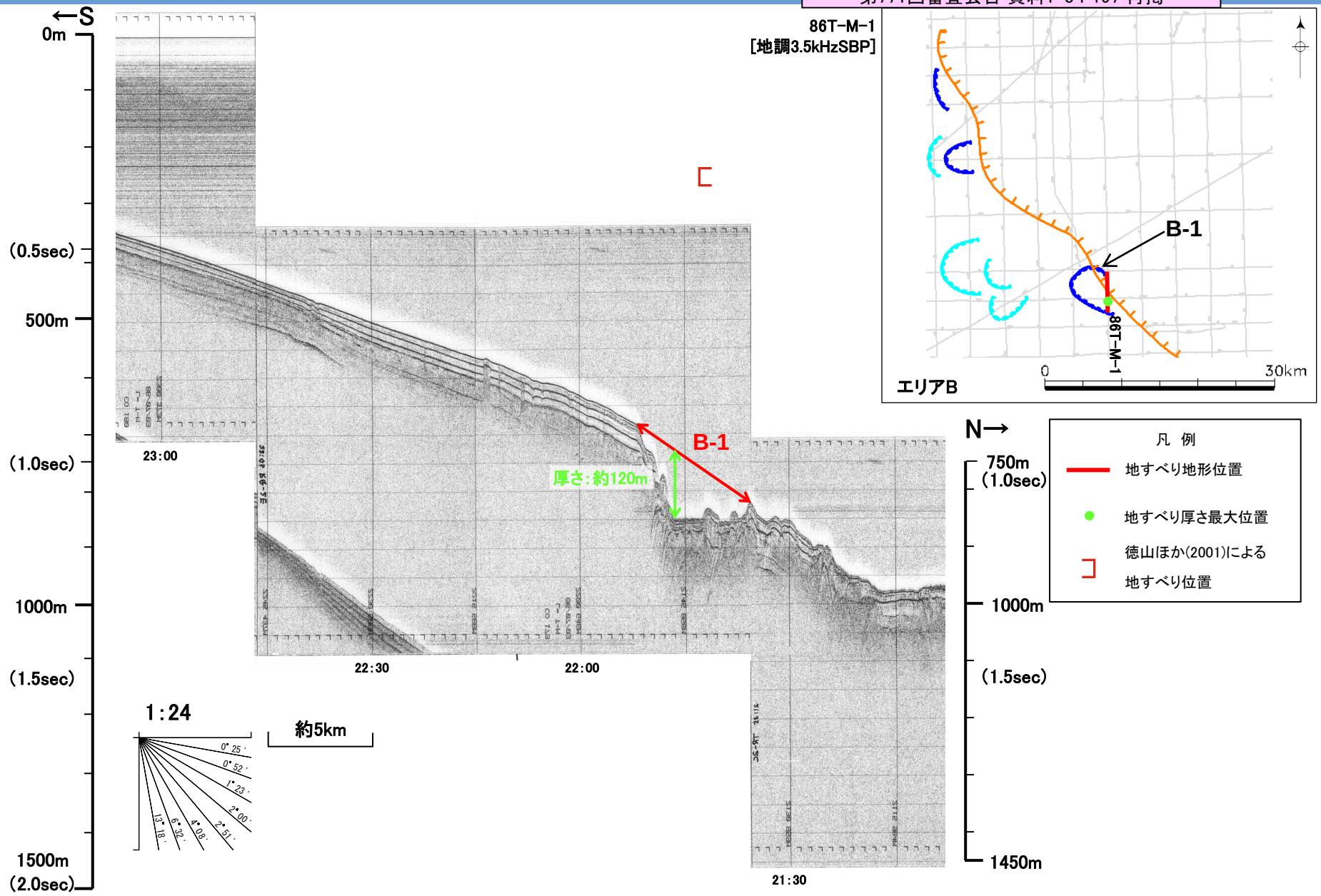
凡 例

地すべり地形位置

地すべり厚さ最大位置

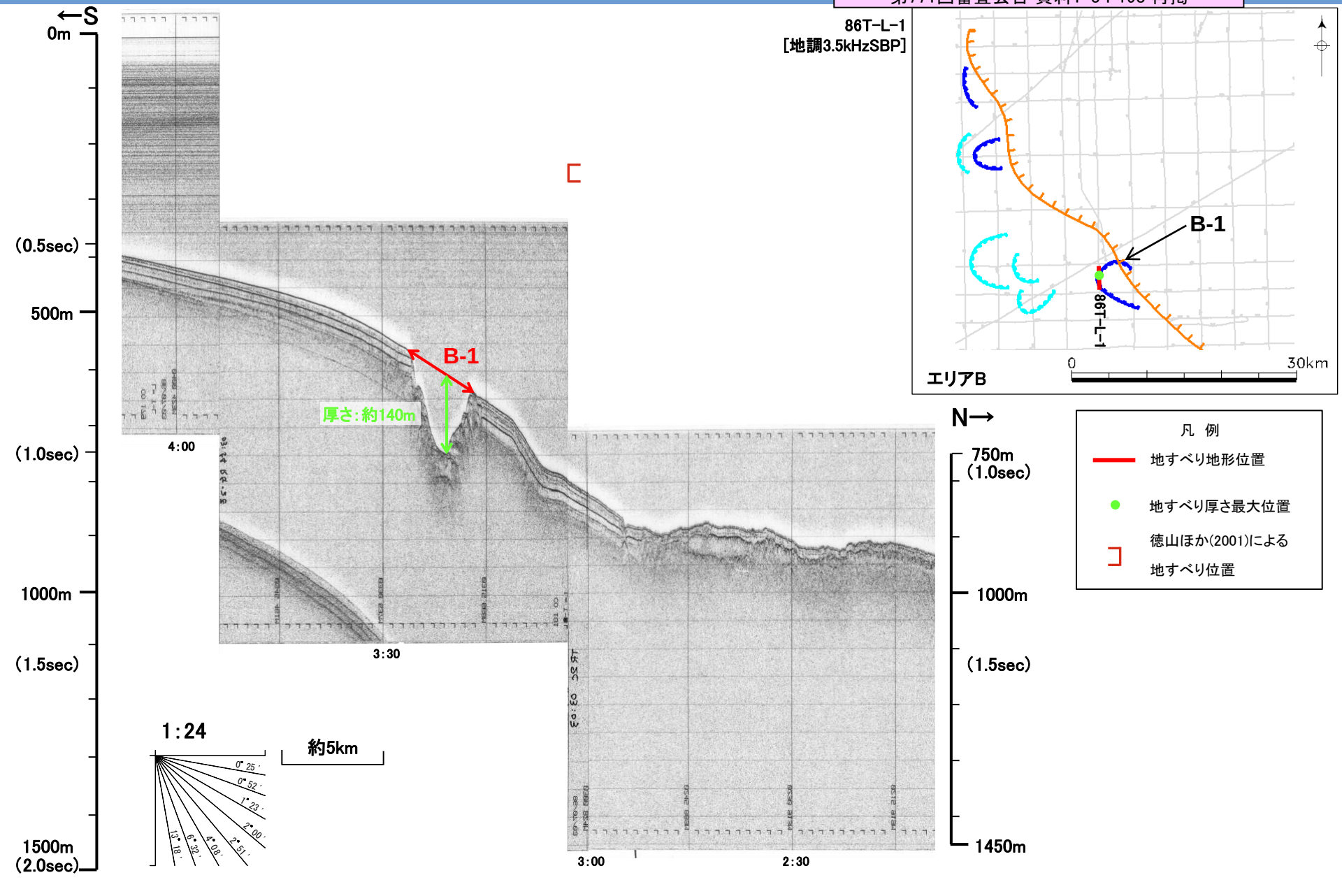
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-M-1)

第771回審査会合 資料1-3 P197 再掲



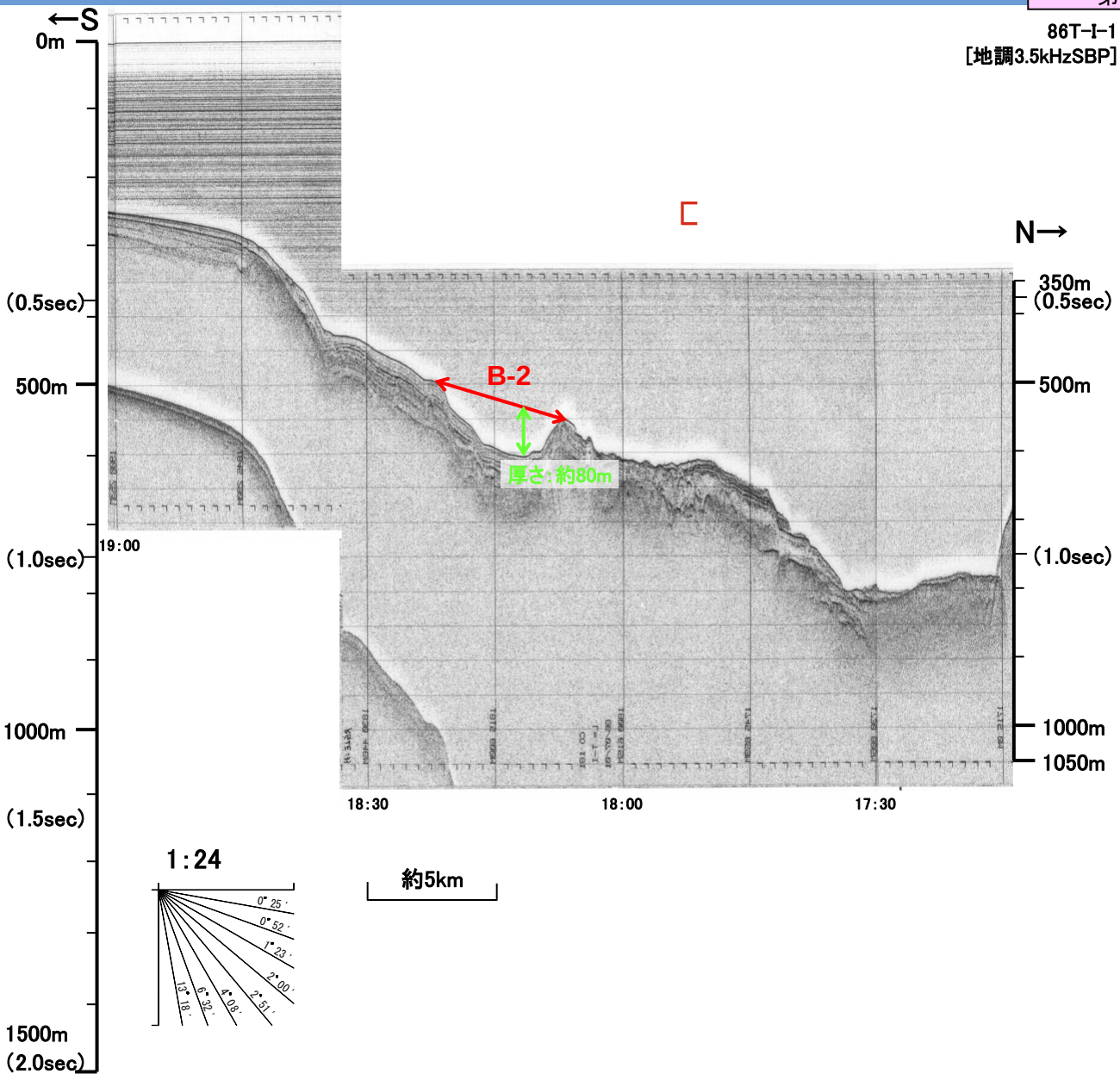
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-L-1)

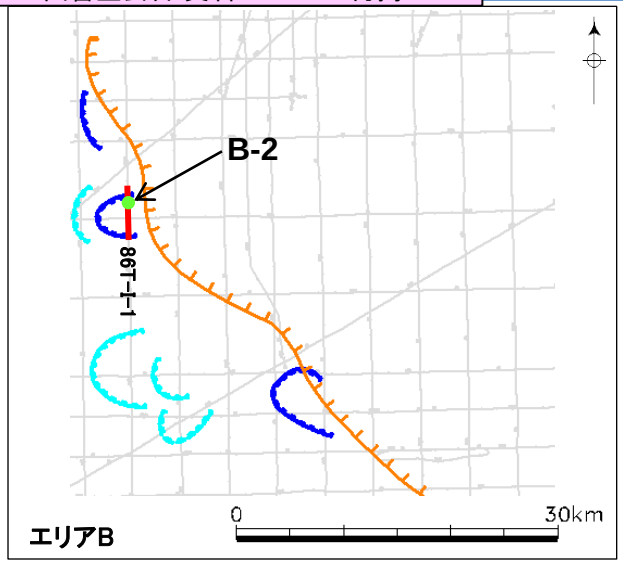
第771回審査会合 資料1-3 P198 再掲



海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-I-1)

第771回審査会合 資料1-3 P199 再掲





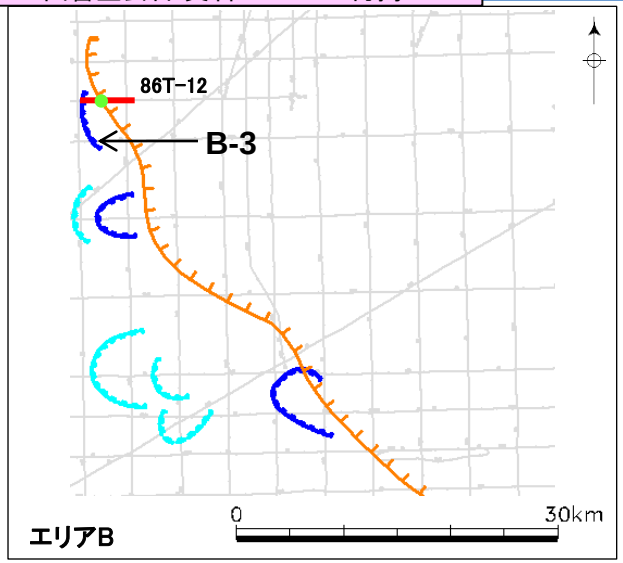
凡 例

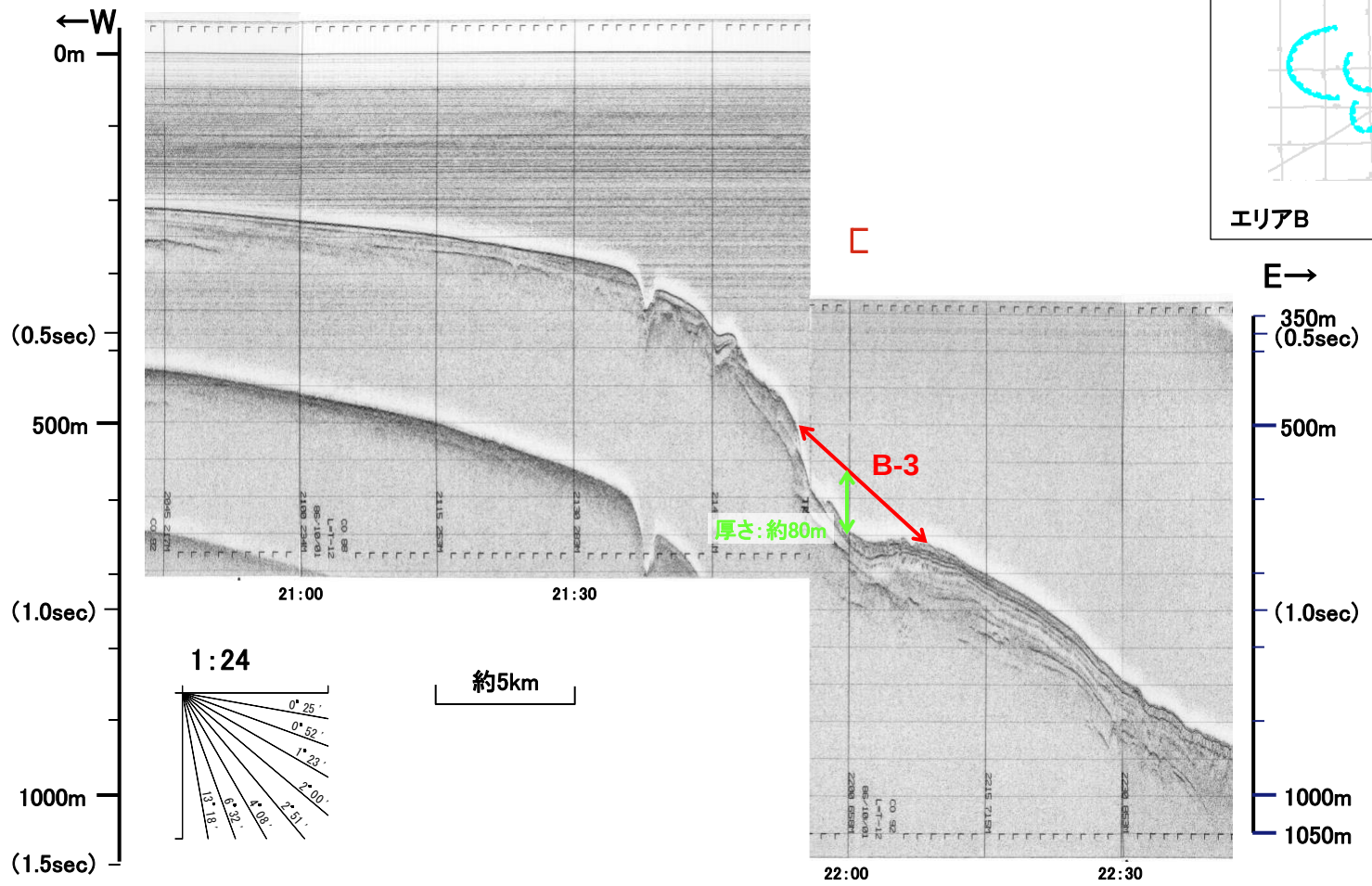
- 地すべり地形位置
- 地すべり厚さ最大位置
- 徳山ほか(2001)による地すべり位置

海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-12)

第771回審査会合 資料1-3 P200 再掲

86T-12
[地調3.5kHzSBP]

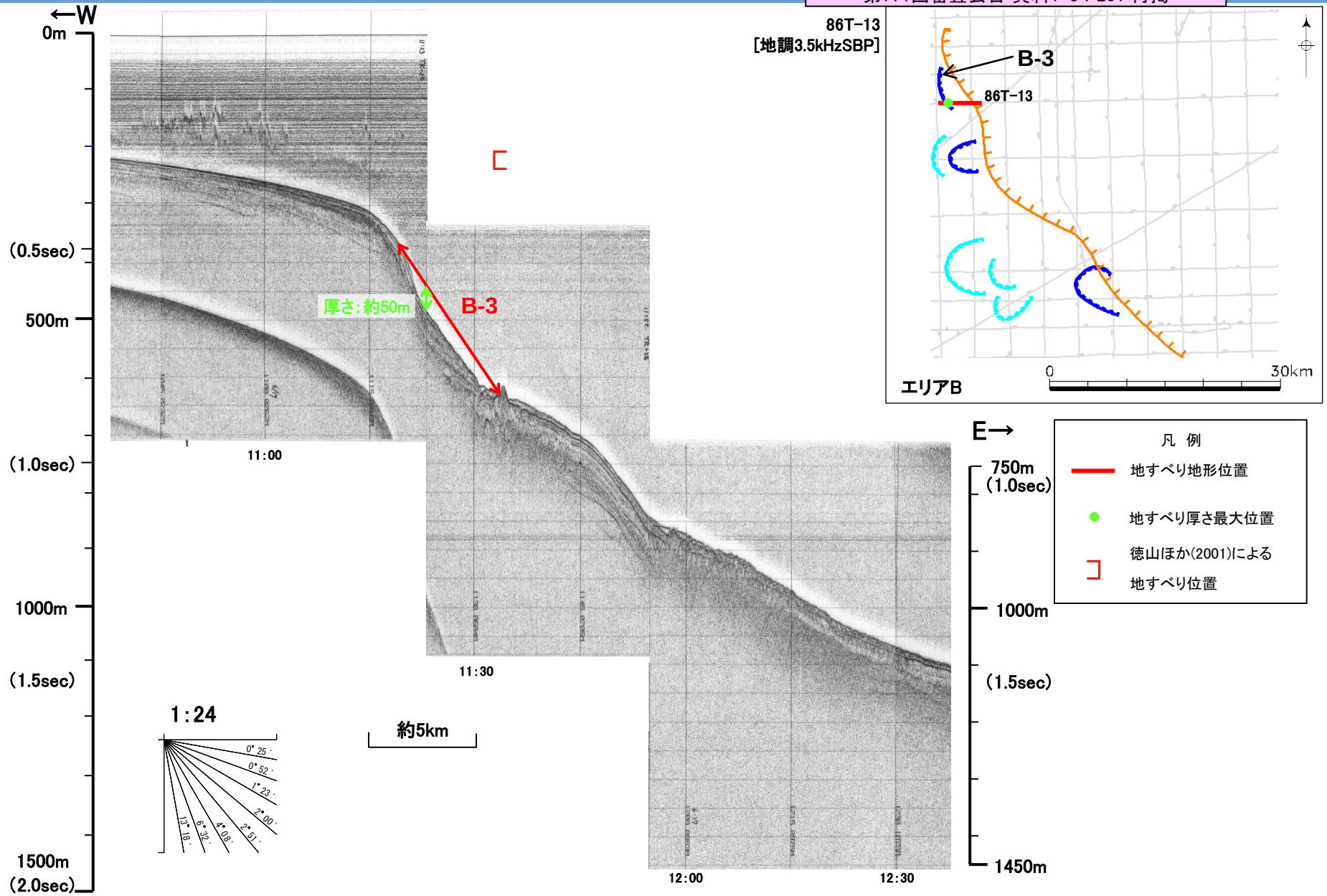




凡 例
- 地すべり地形位置
- 地すべり厚さ最大位置
- 徳山ほか(2001)による地すべり位置

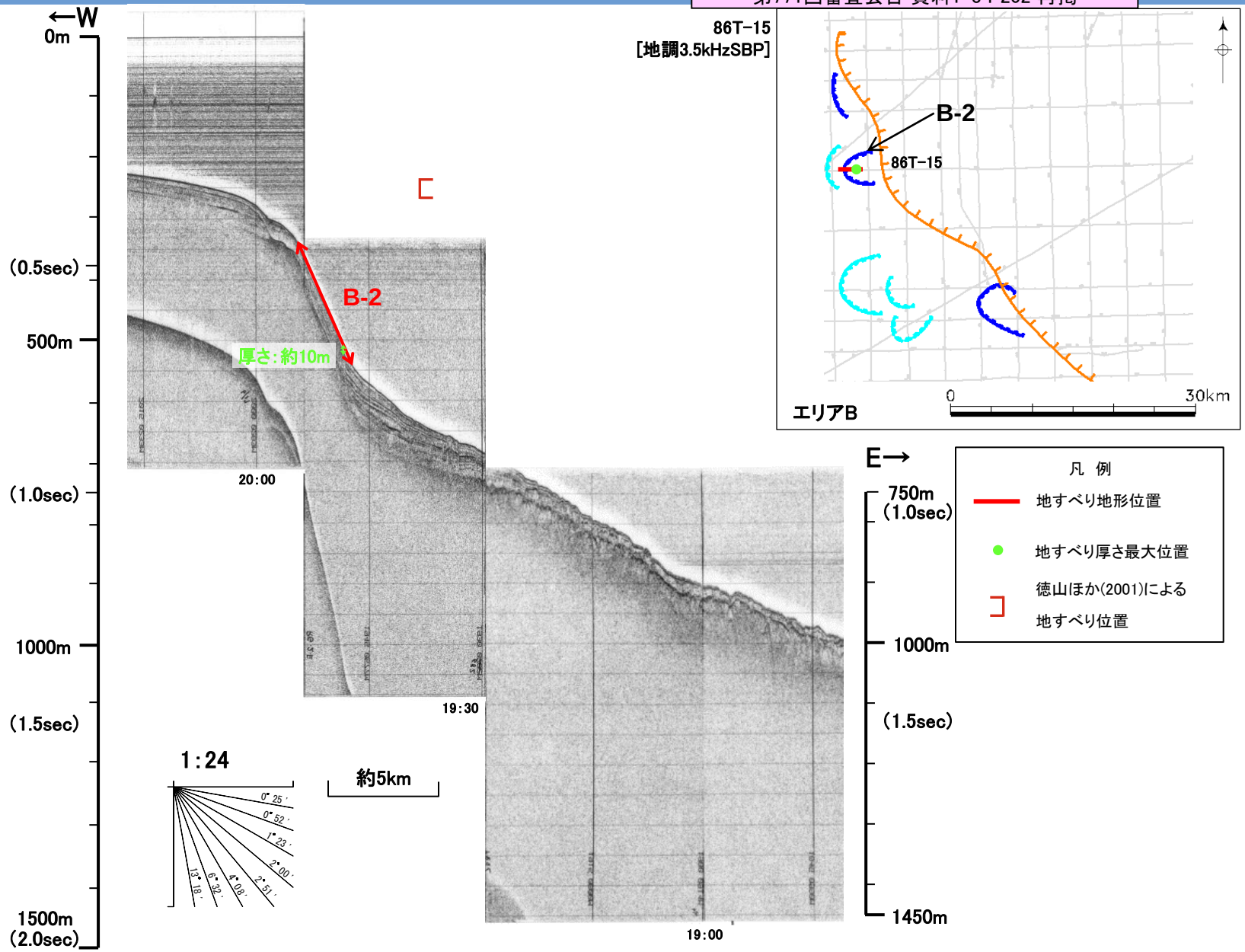
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-13)

第771回審査会合 資料1-3 P201 再掲



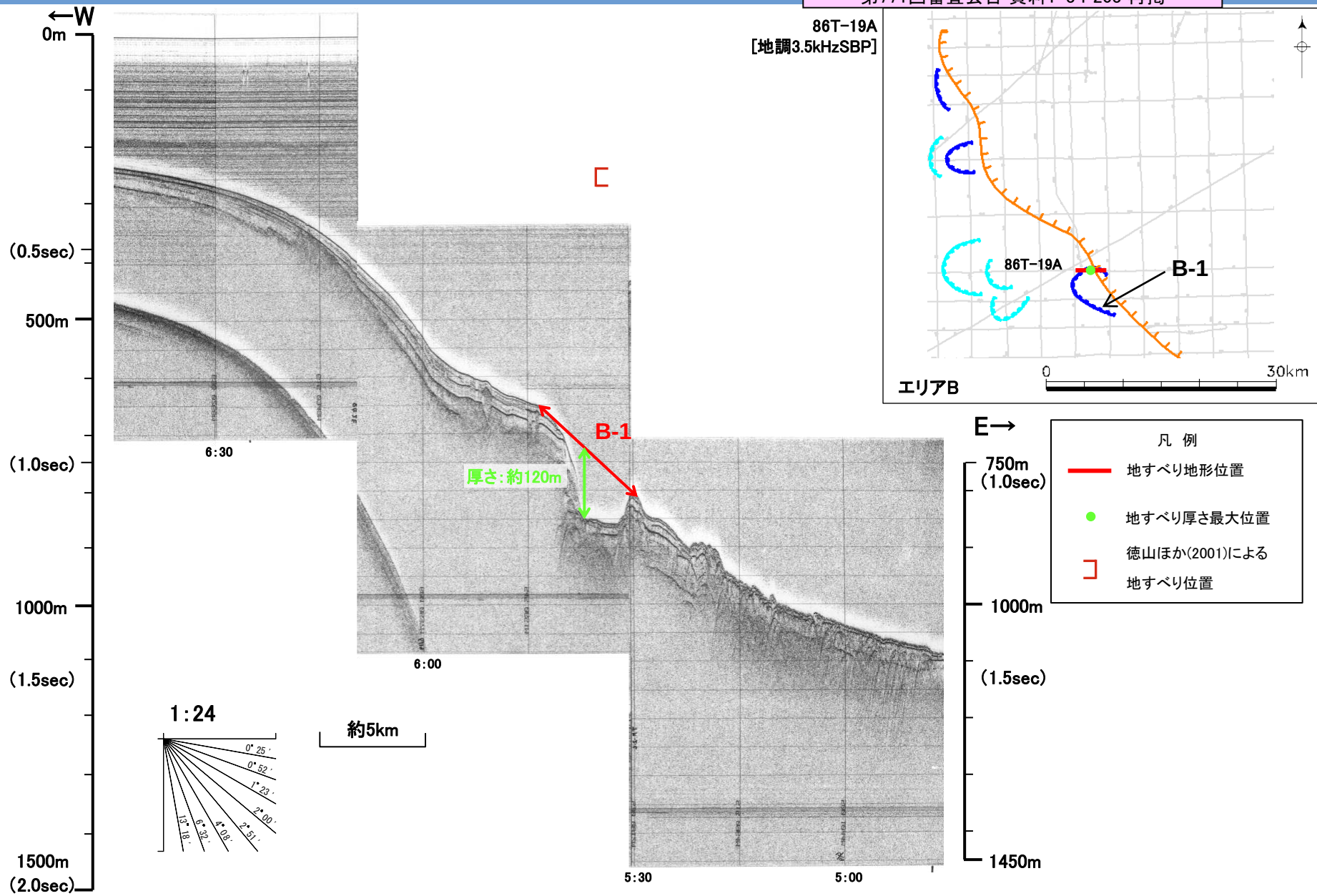
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-15)

第771回審査会合 資料1-3 P202 再掲



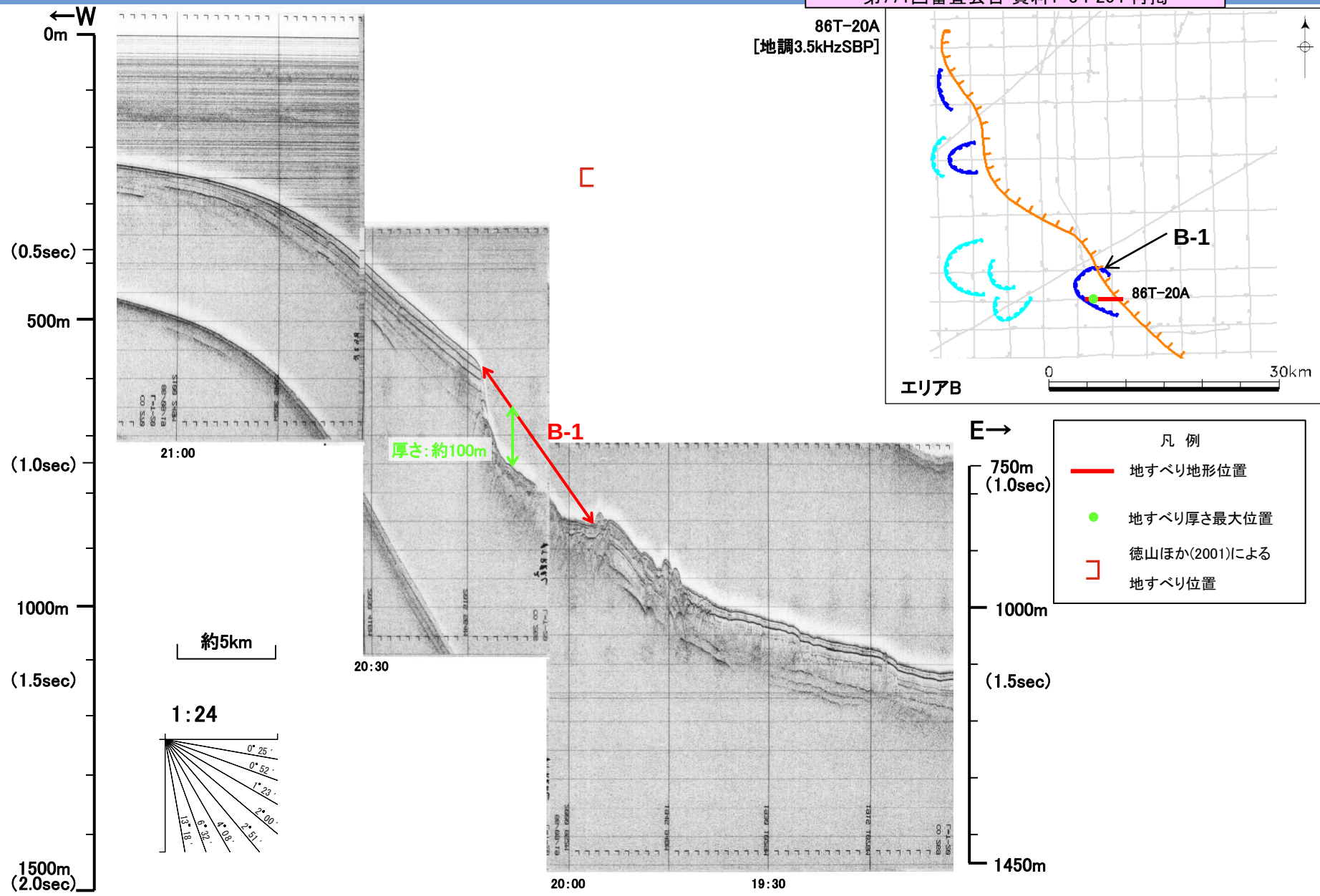
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-19A)

第771回審査会合 資料1-3 P203 再掲



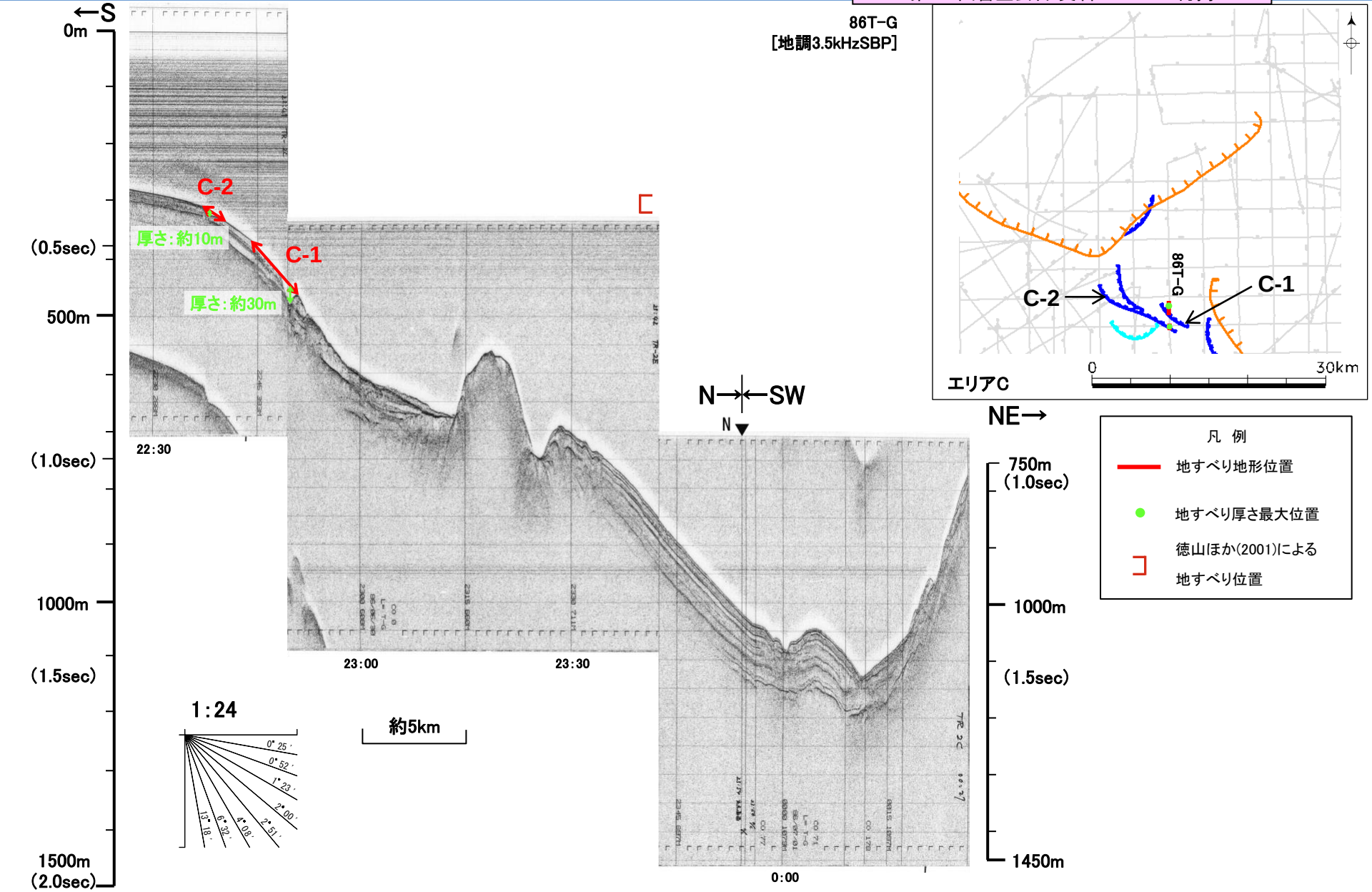
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-20A)

第771回審査会合 資料1-3 P204 再掲



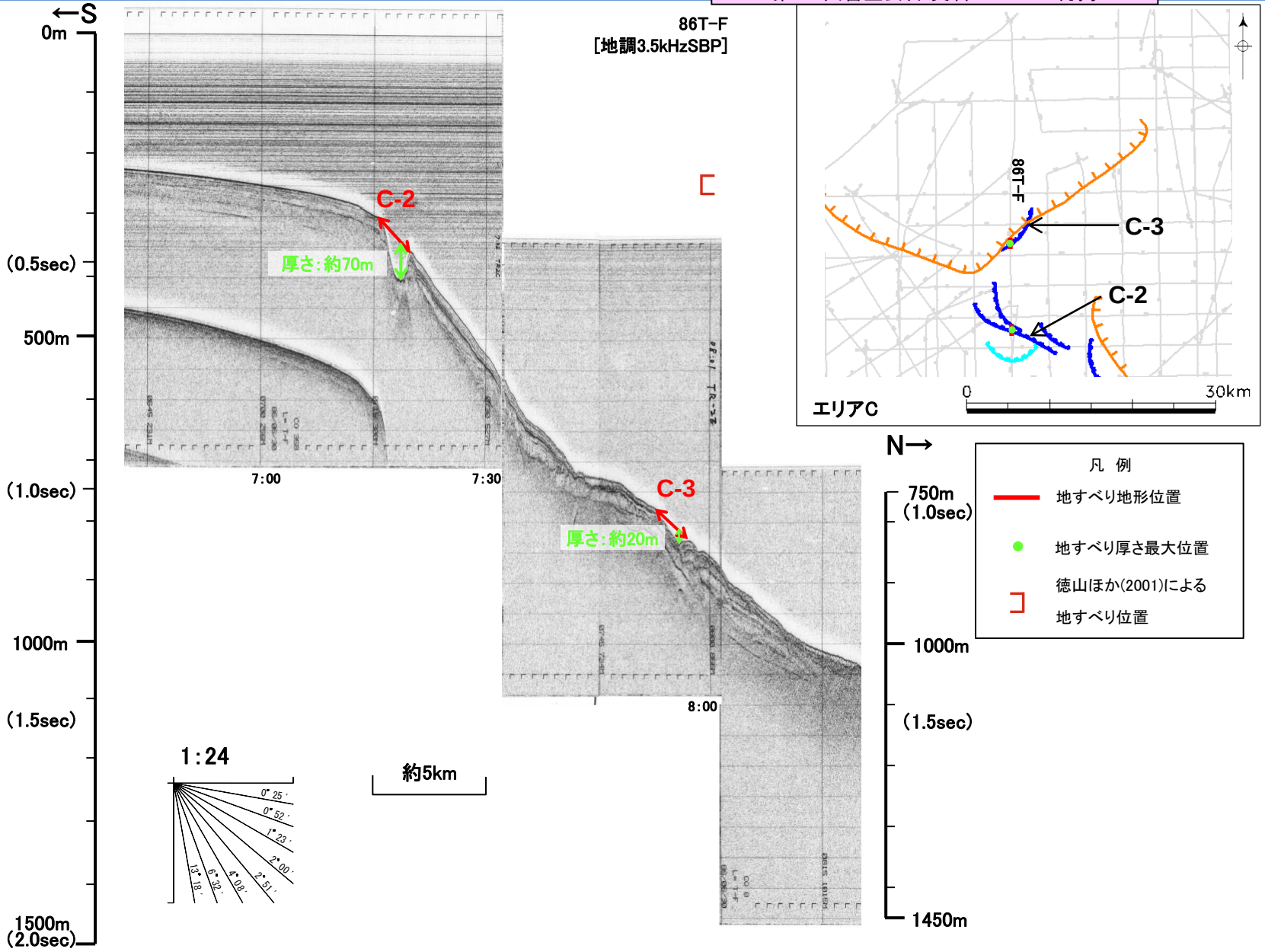
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-G)

第771回審査会合 資料1-3 P205 再掲



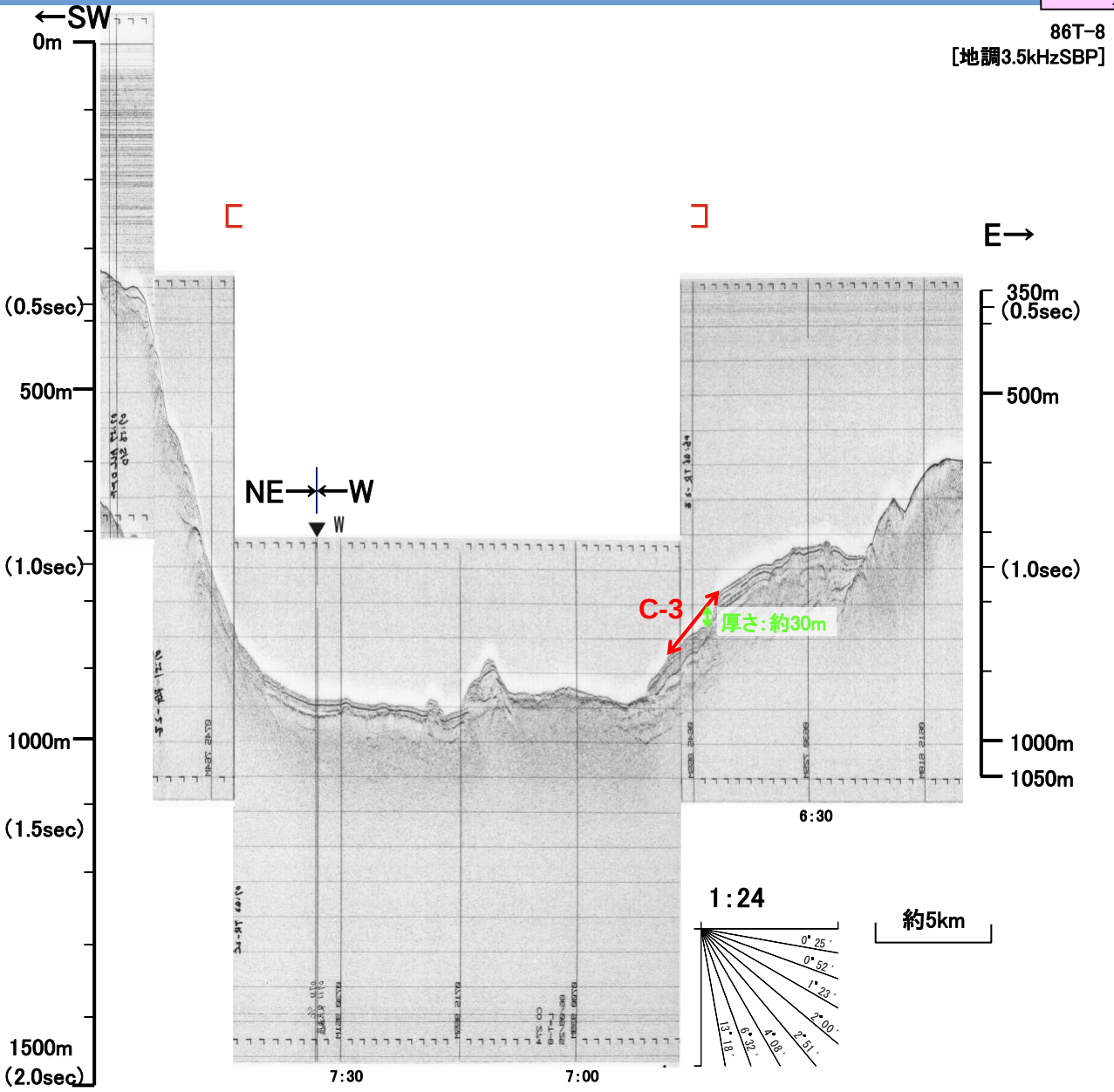
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-F)

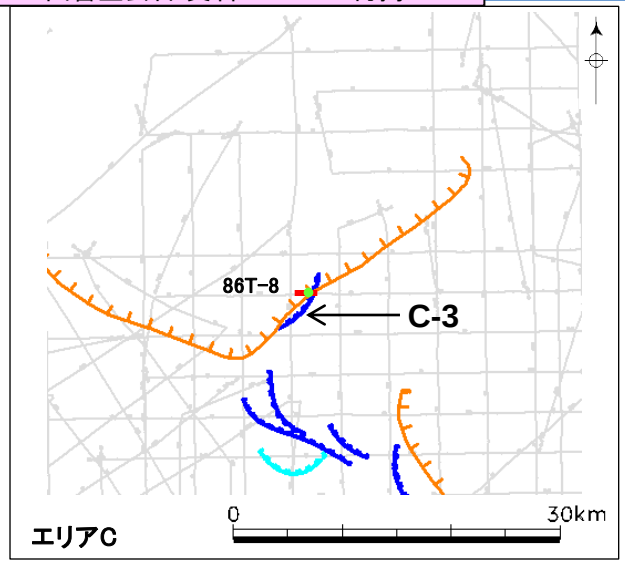
第771回審査会合 資料1-3 P206 再掲



海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-8)

第771回審査会合 資料1-3 P207 再掲



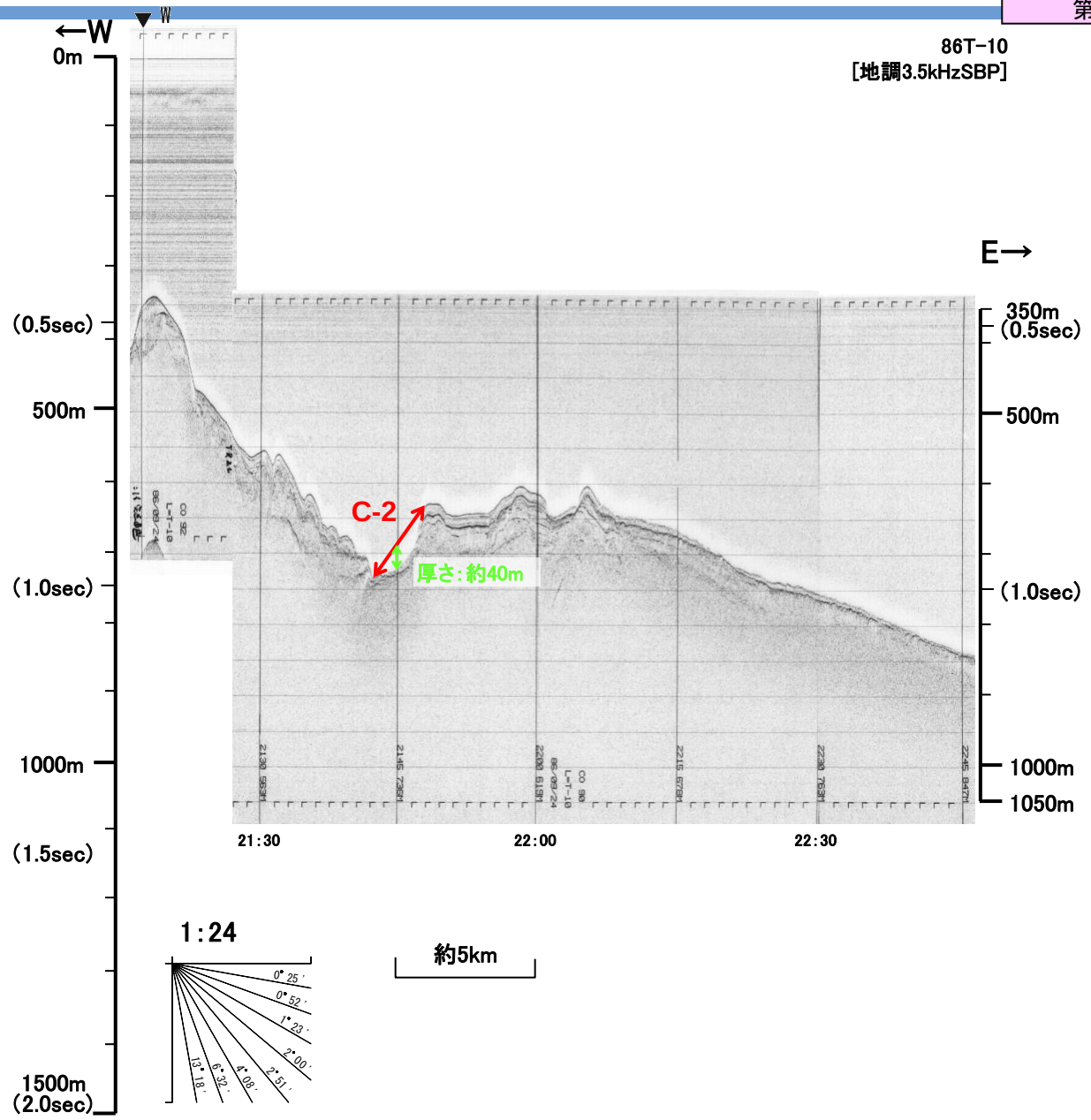


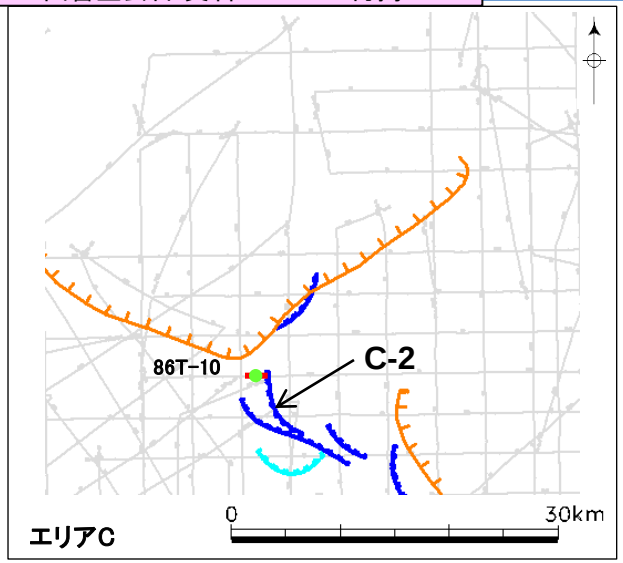
凡 例

- 地すべり地形位置
- 地すべり厚さ最大位置
- 徳山ほか(2001)による地すべり位置

海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-10)

第771回審査会合 資料1-3 P208 再掲





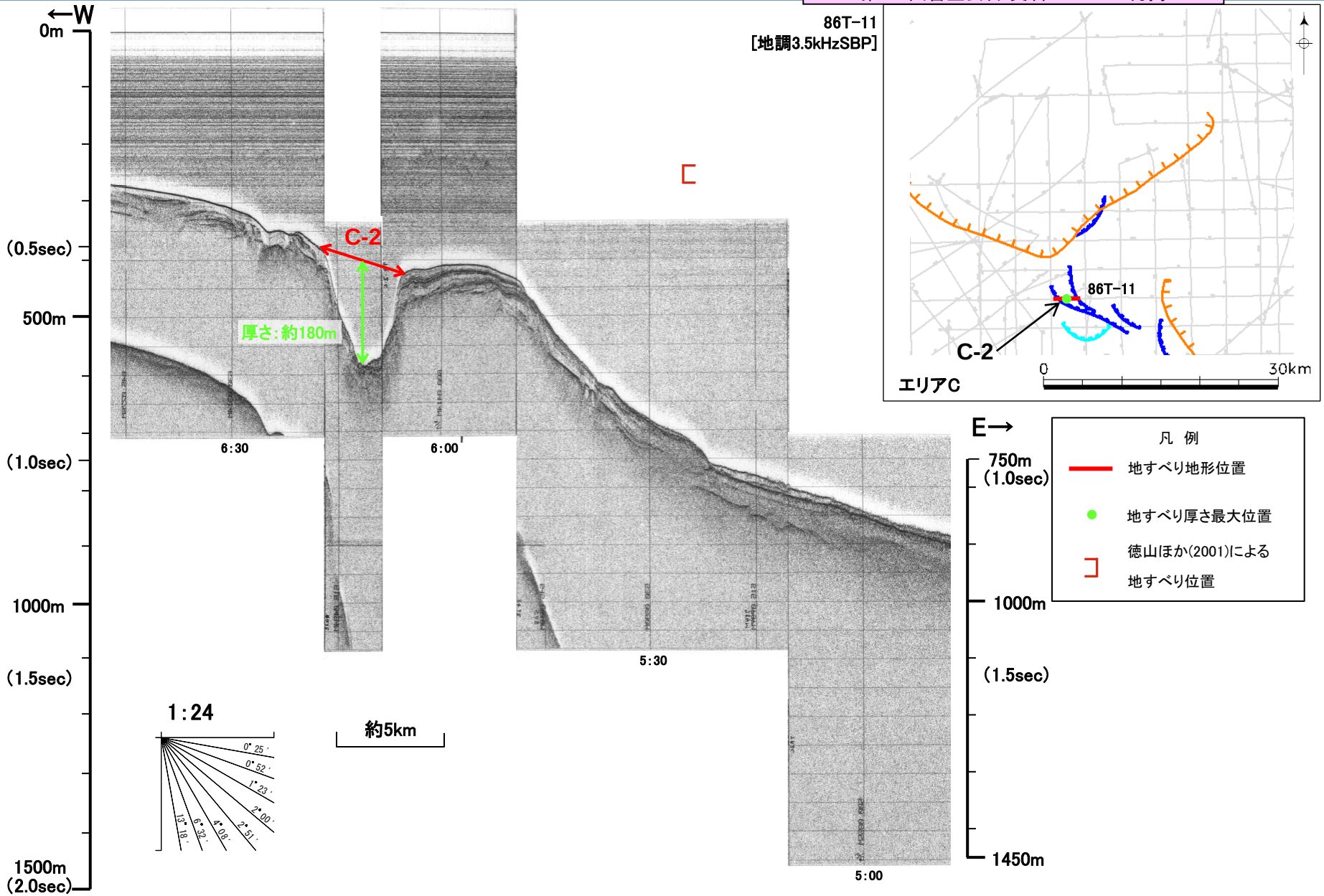
凡 例

地すべり地形位置

地すべり厚さ最大位置

海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-11)

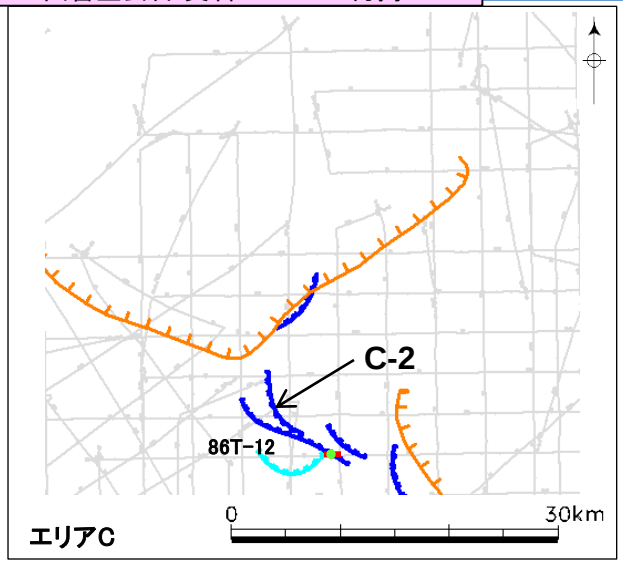
第771回審査会合 資料1-3 P209 再掲

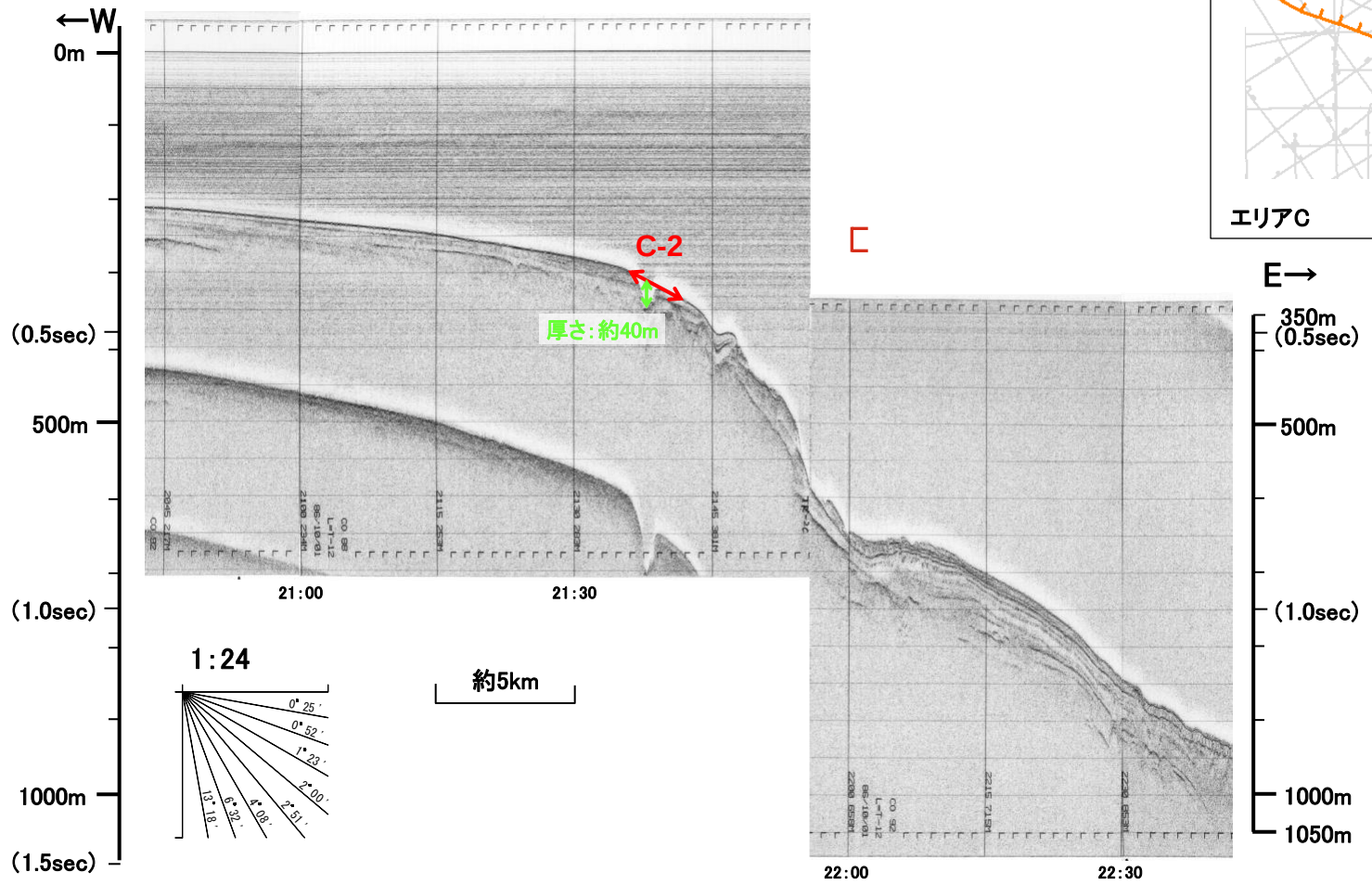


海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86T-12)

第771回審査会合 資料1-3 P210 再掲

86T-12
[地調3.5kHzSBP]



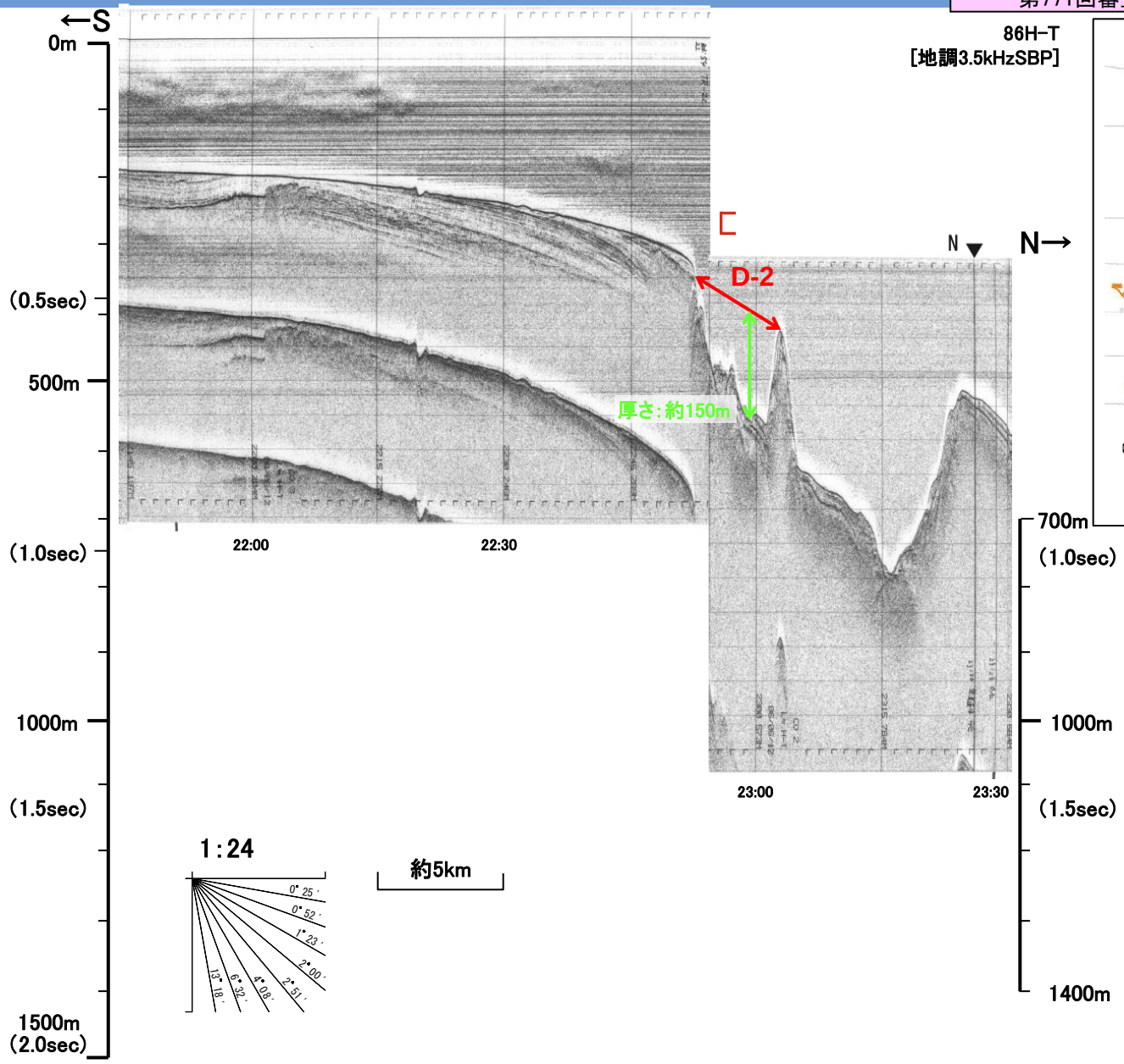


凡 例

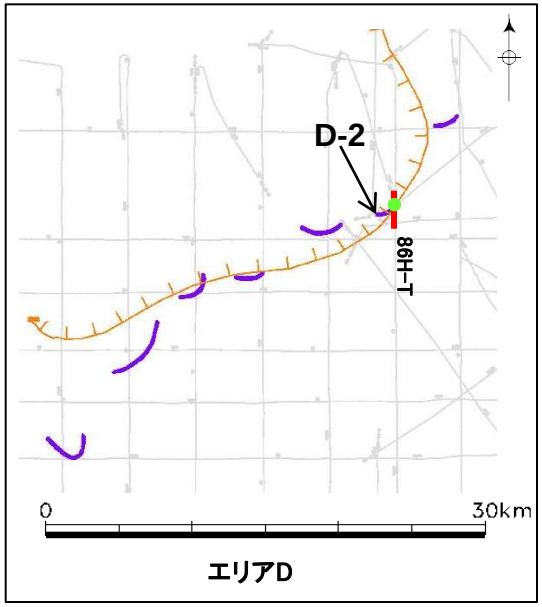
- 地すべり地形位置
- 地すべり厚さ最大位置
- 徳山ほか(2001)による地すべり位置

海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-T)

第771回審査会合 資料1-3 P211 再掲



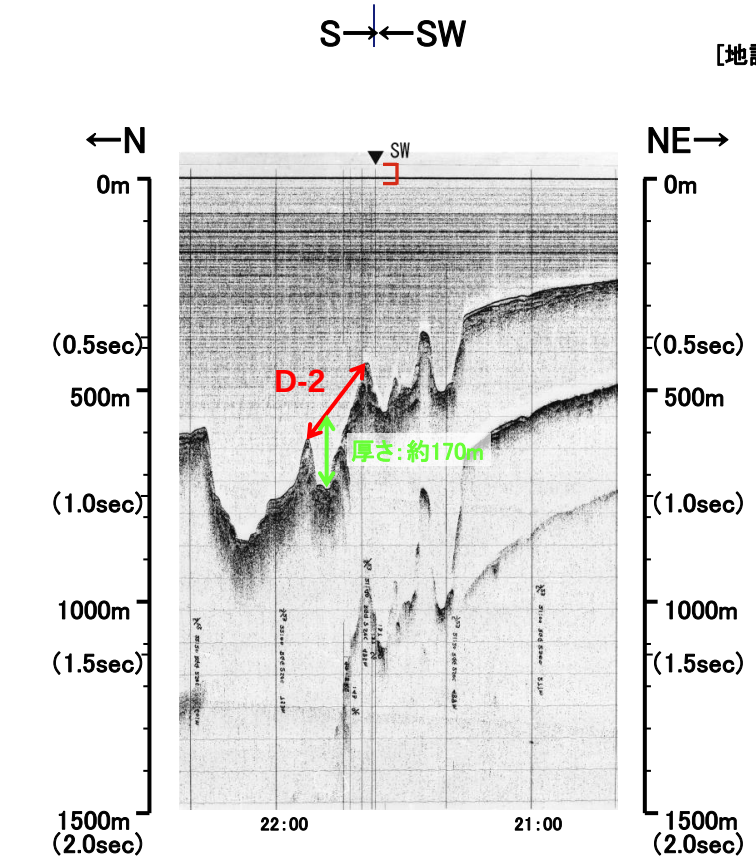
86H-T
[地調3.5kHzSBP]

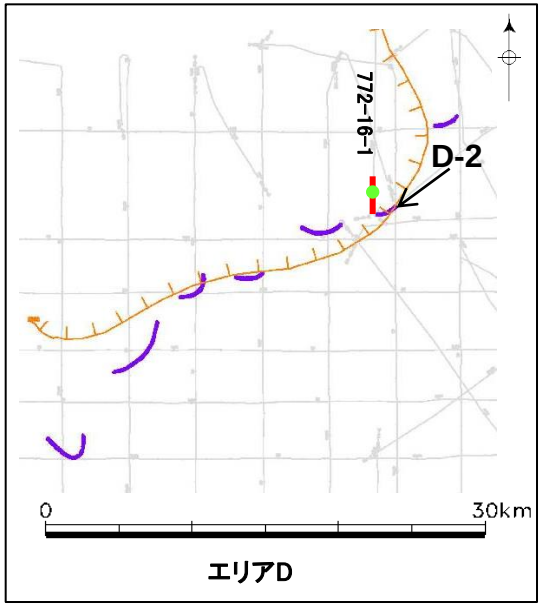


凡 例
- 地すべり地形位置
- 地すべり厚さ最大位置
- 徳山ほか(2001)による地すべり位置

海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(772-16-1)

第771回審査会合 資料1-3 P212 再掲



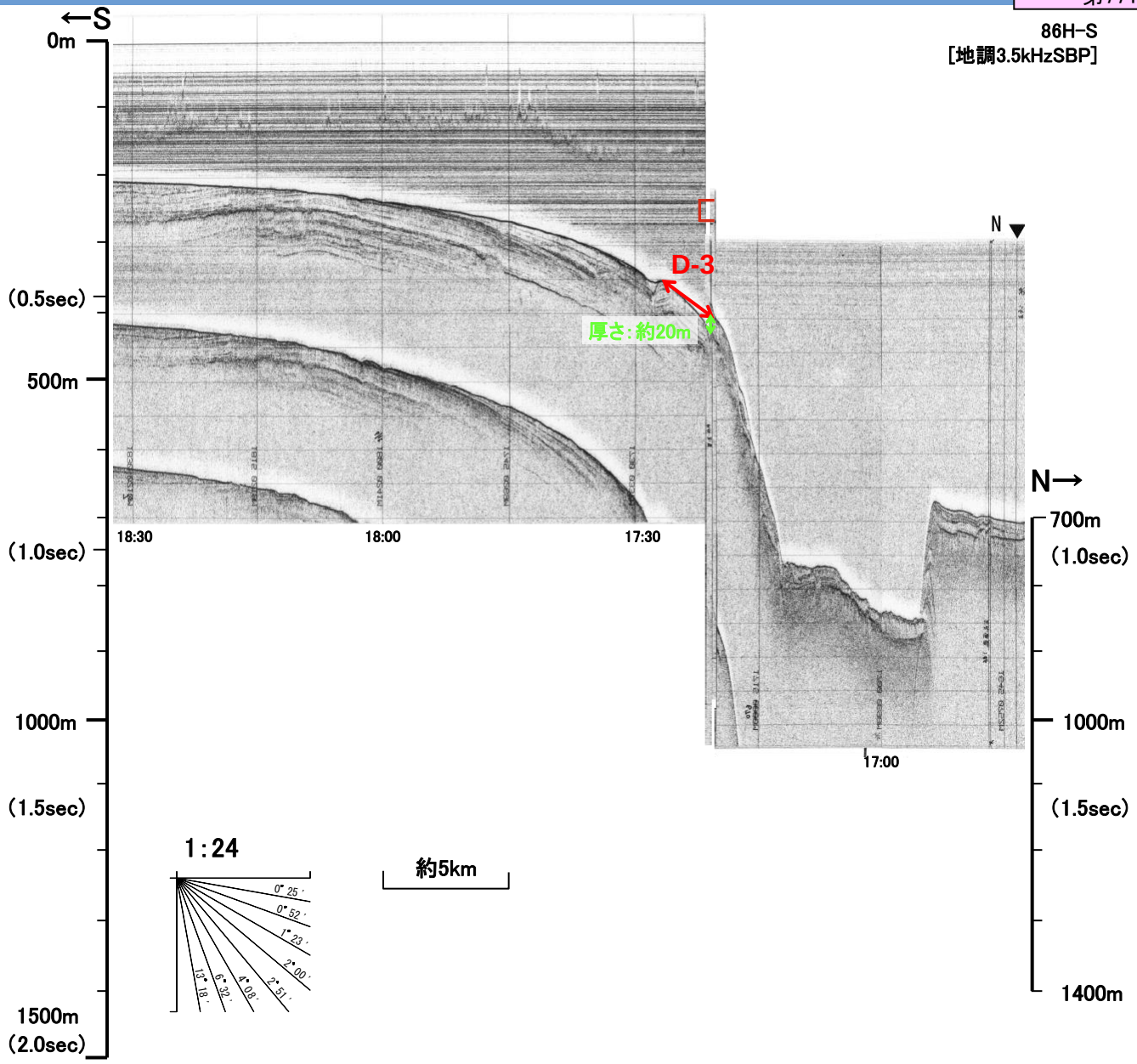


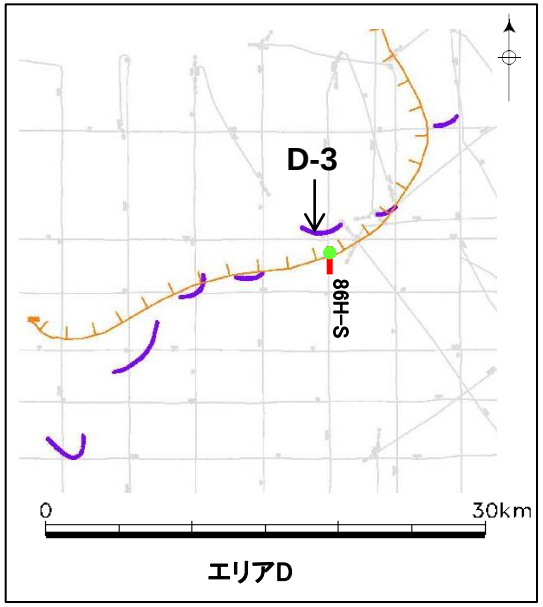
凡 例

- 地すべり地形位置
- 地すべり厚さ最大位置
- 徳山ほか(2001)による地すべり位置

海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-S)

第771回審査会合 資料1-3 P213 再掲



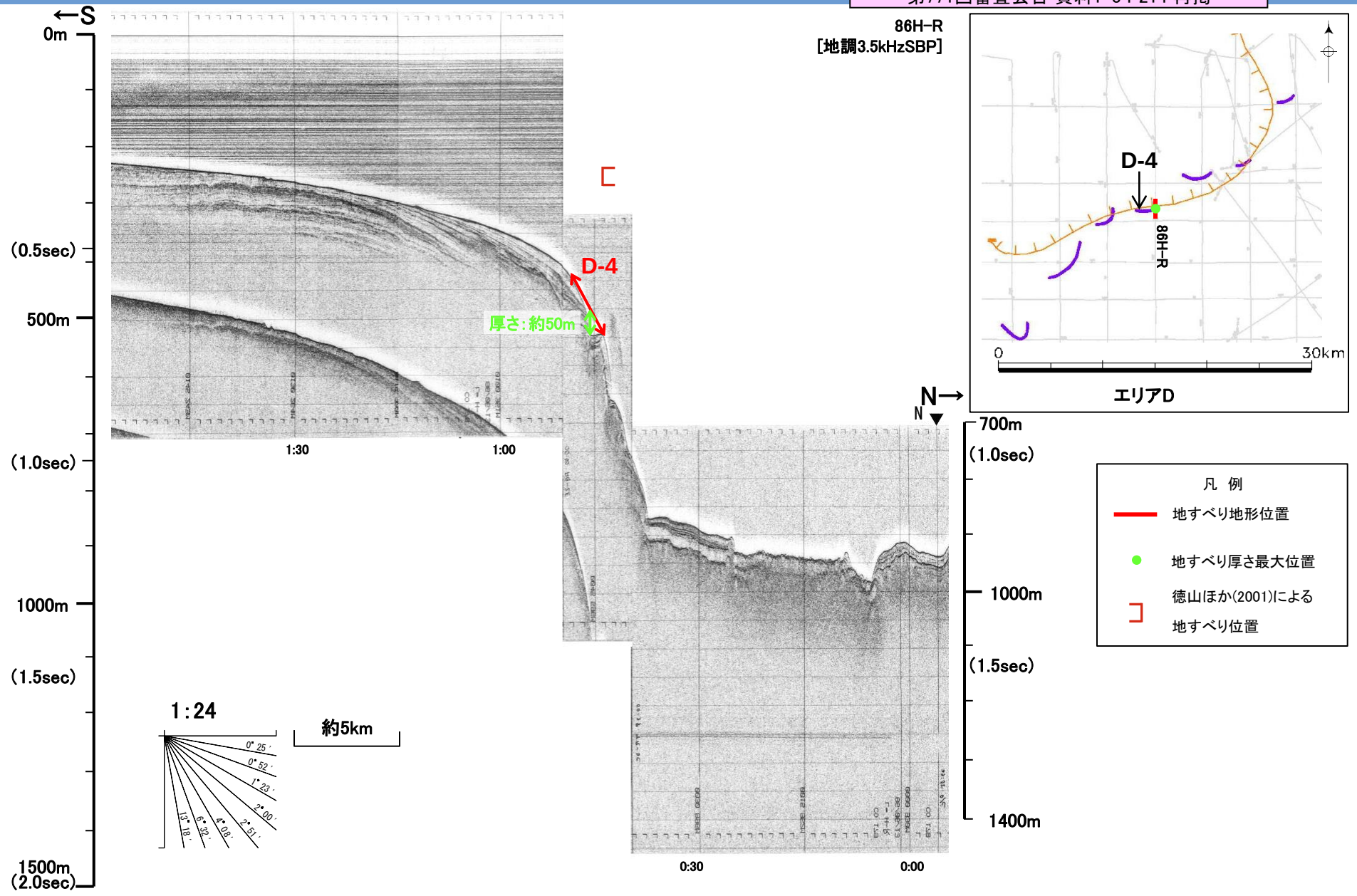


凡 例

- 地すべり地形位置
- 地すべり厚さ最大位置
- 徳山ほか(2001)による地すべり位置

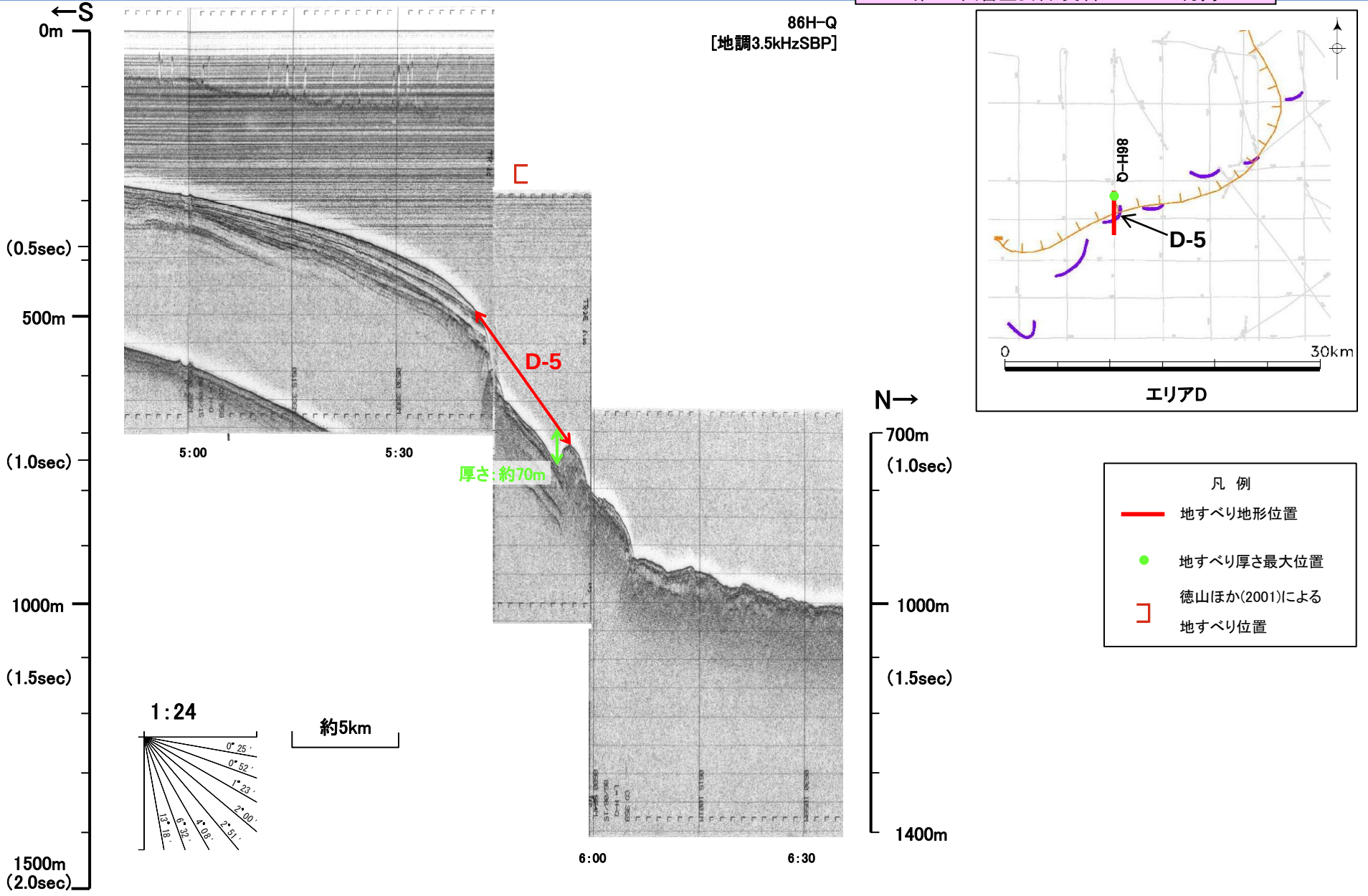
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-R)

第771回審査会合 資料1-3 P214 再掲



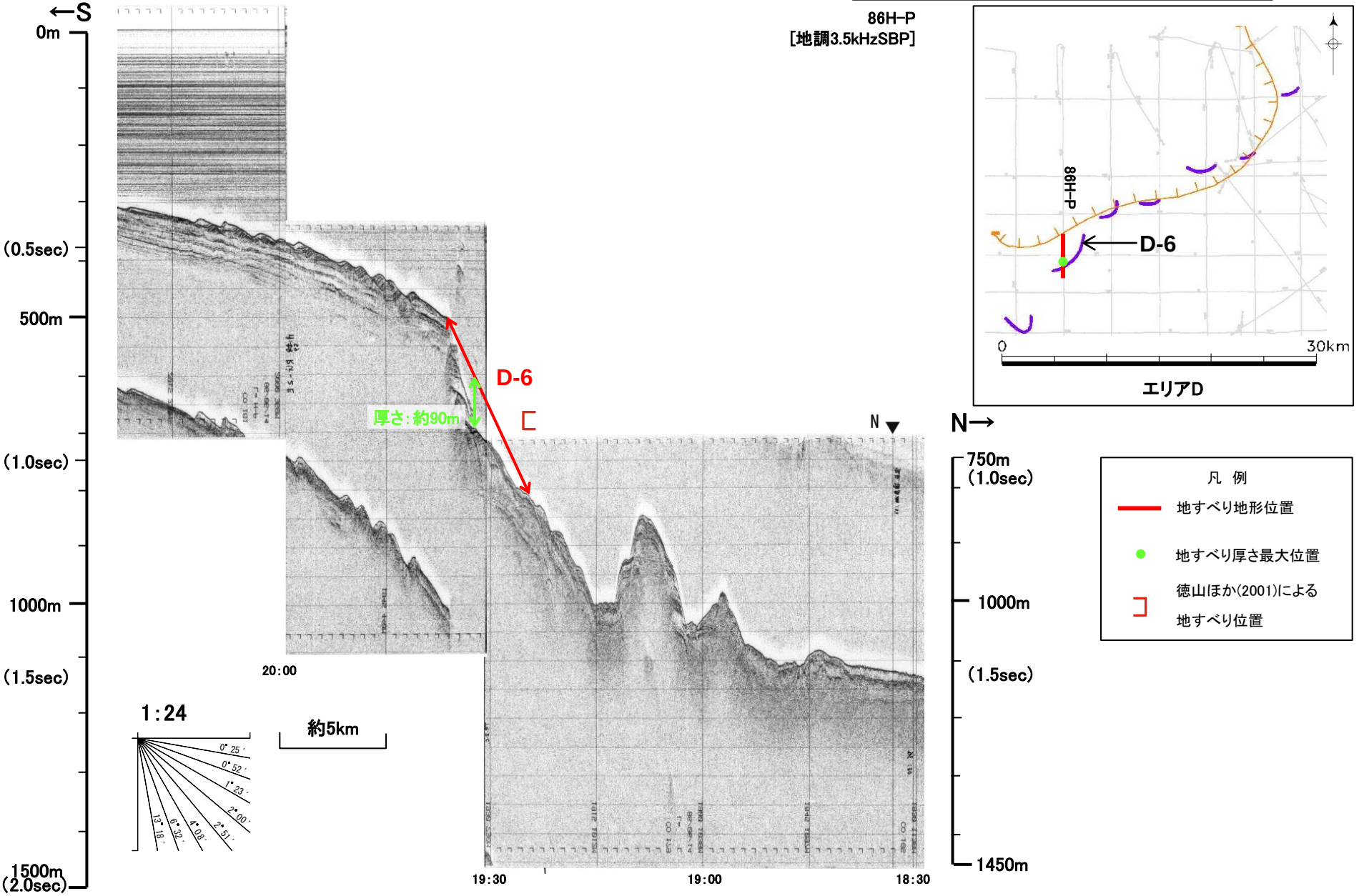
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-Q)

第771回審査会合 資料1-3 P215 再掲



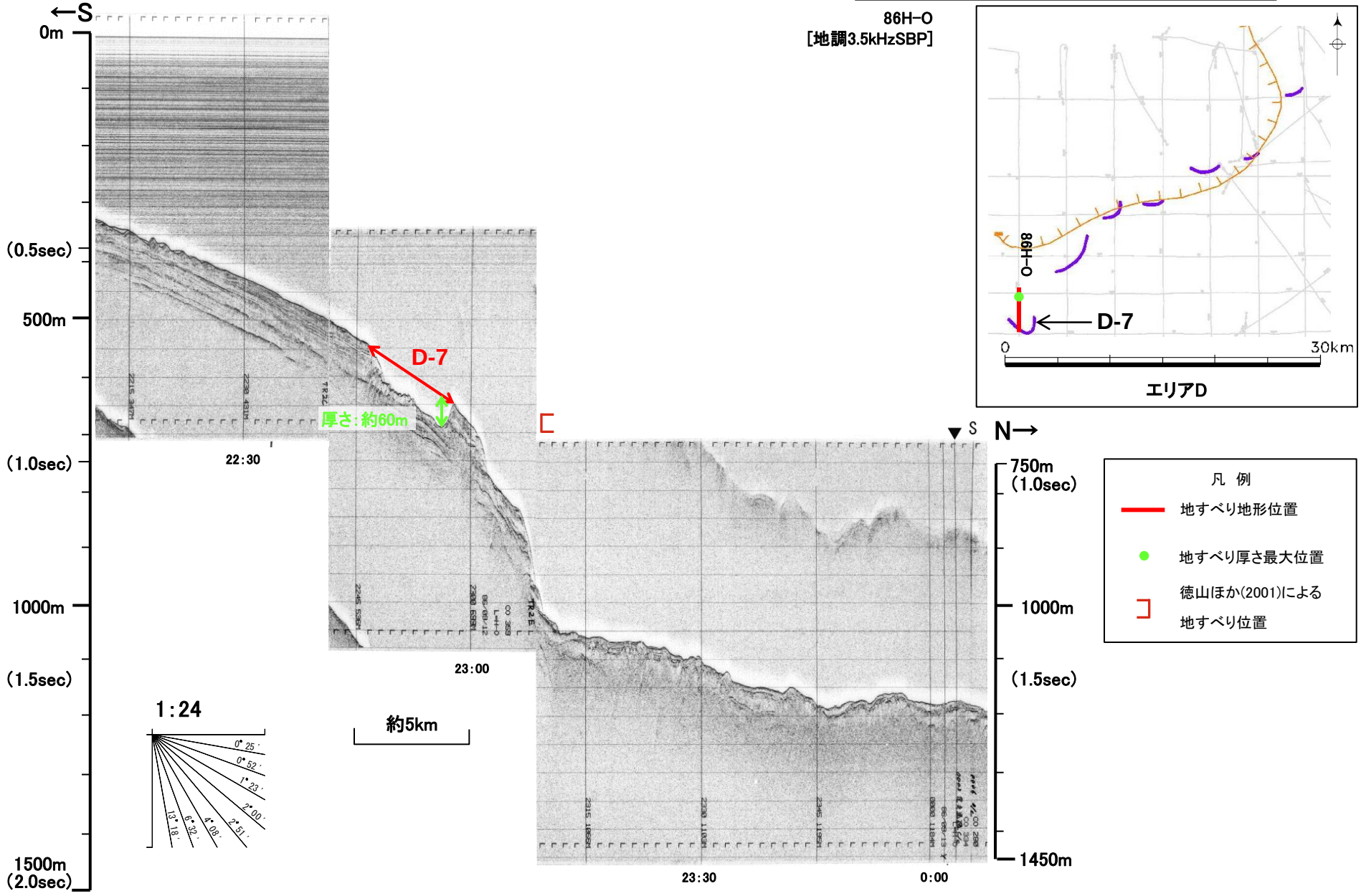
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-P)

第771回審査会合 資料1-3 P216 再掲



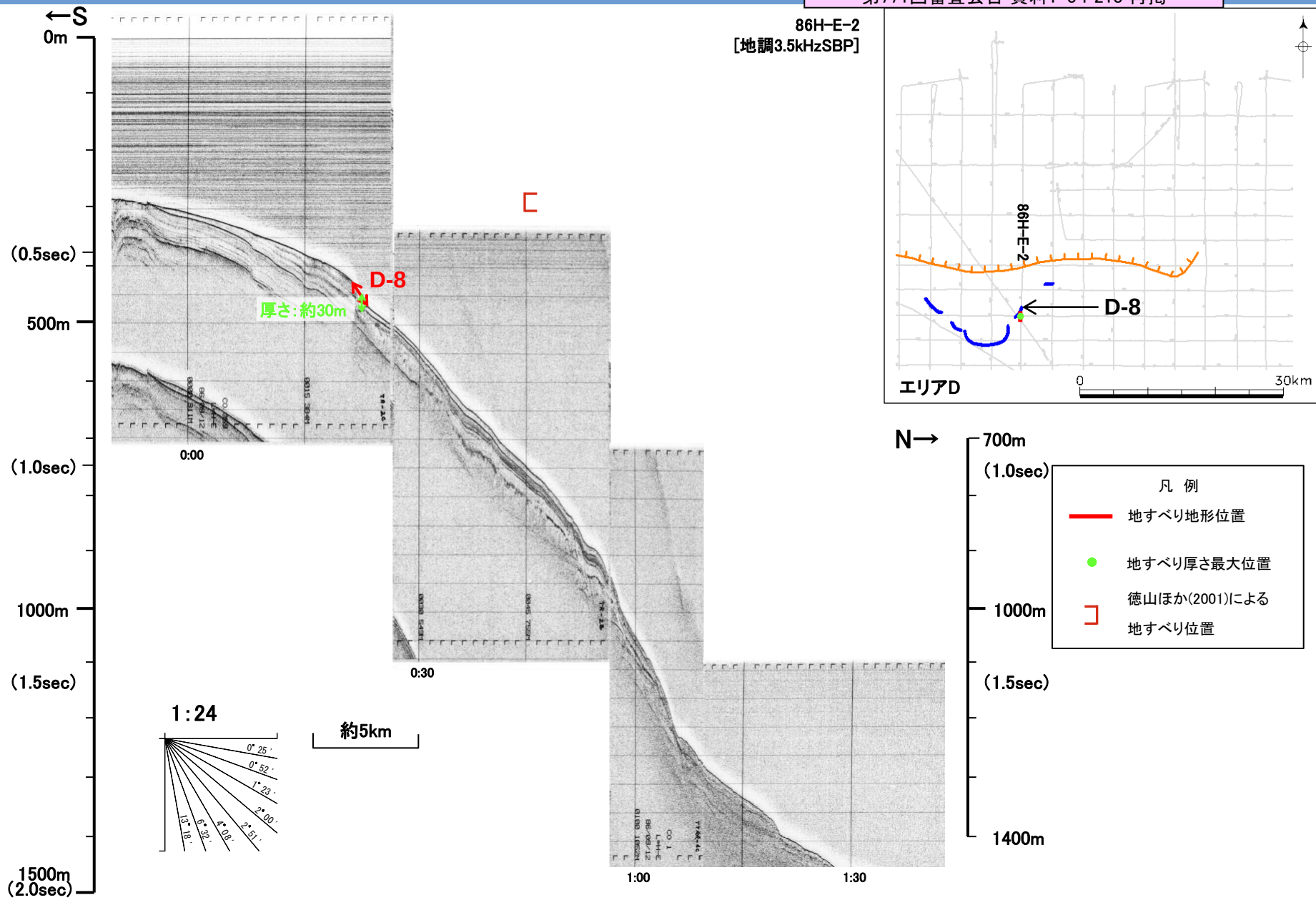
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-O)

第771回審査会合 資料1-3 P217 再掲



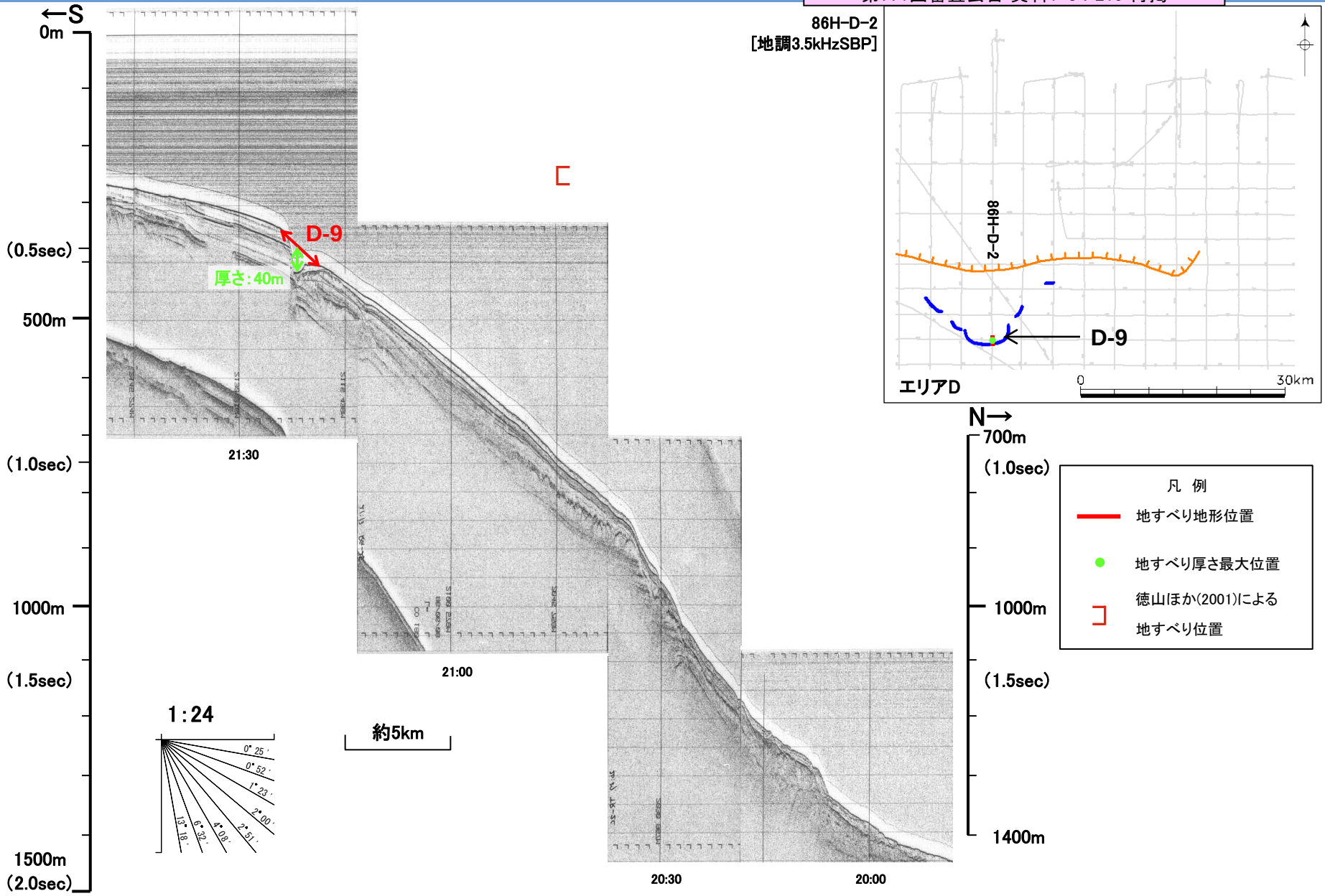
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-E-2)

第771回審査会合 資料1-3 P218 再掲



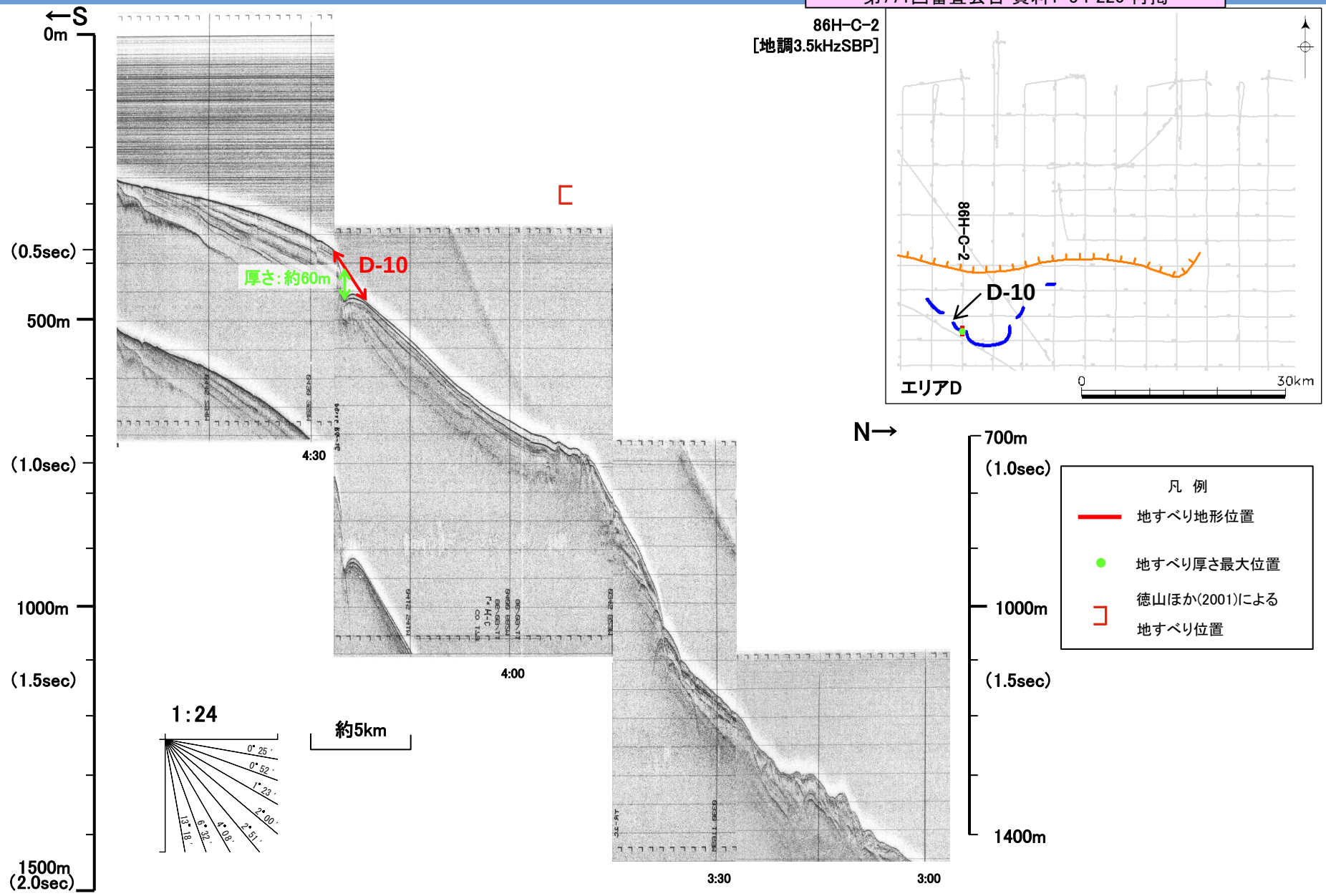
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-D-2)

第771回審査会合 資料1-3 P219 再掲



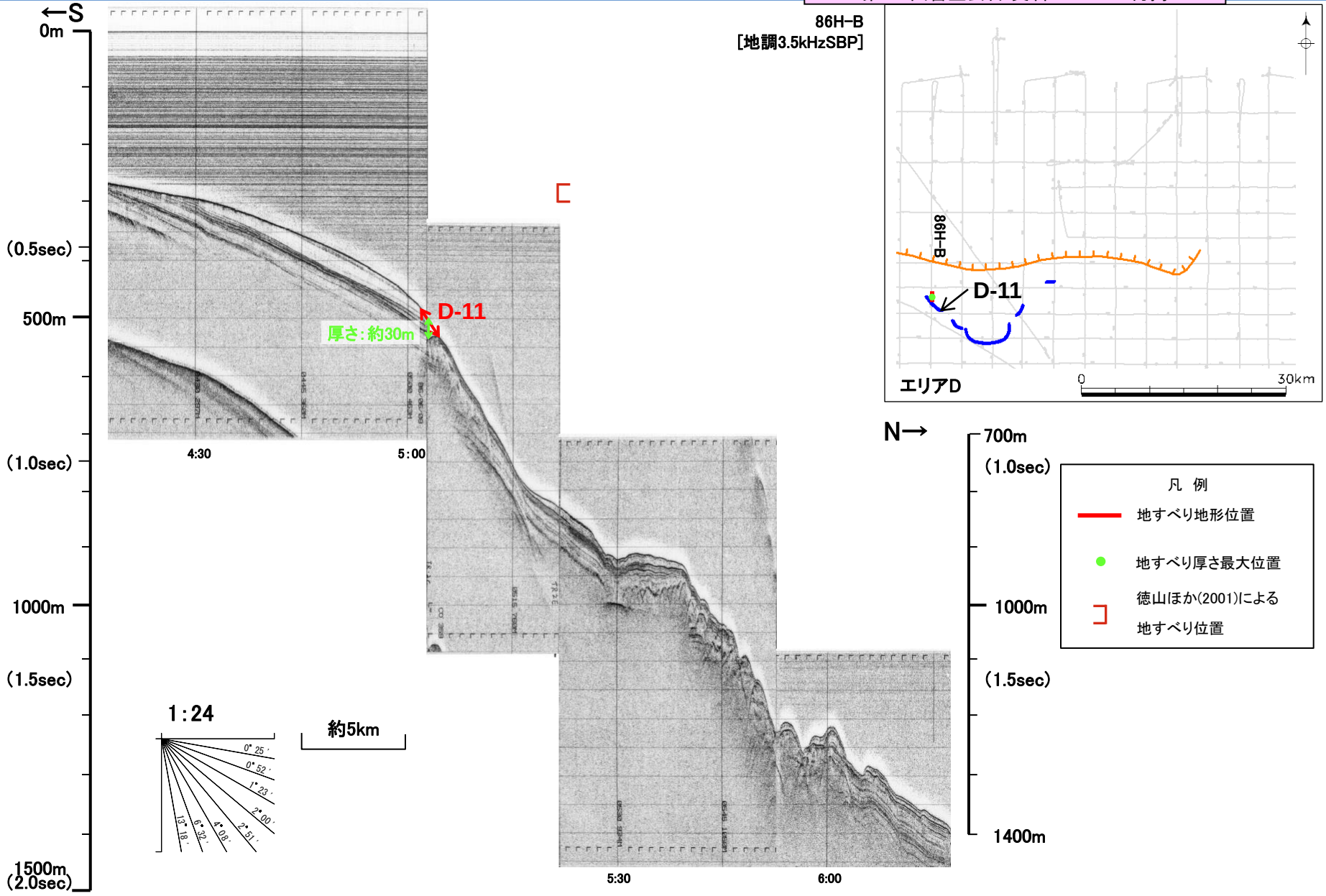
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-C-2)

第771回審査会合 資料1-3 P220 再掲



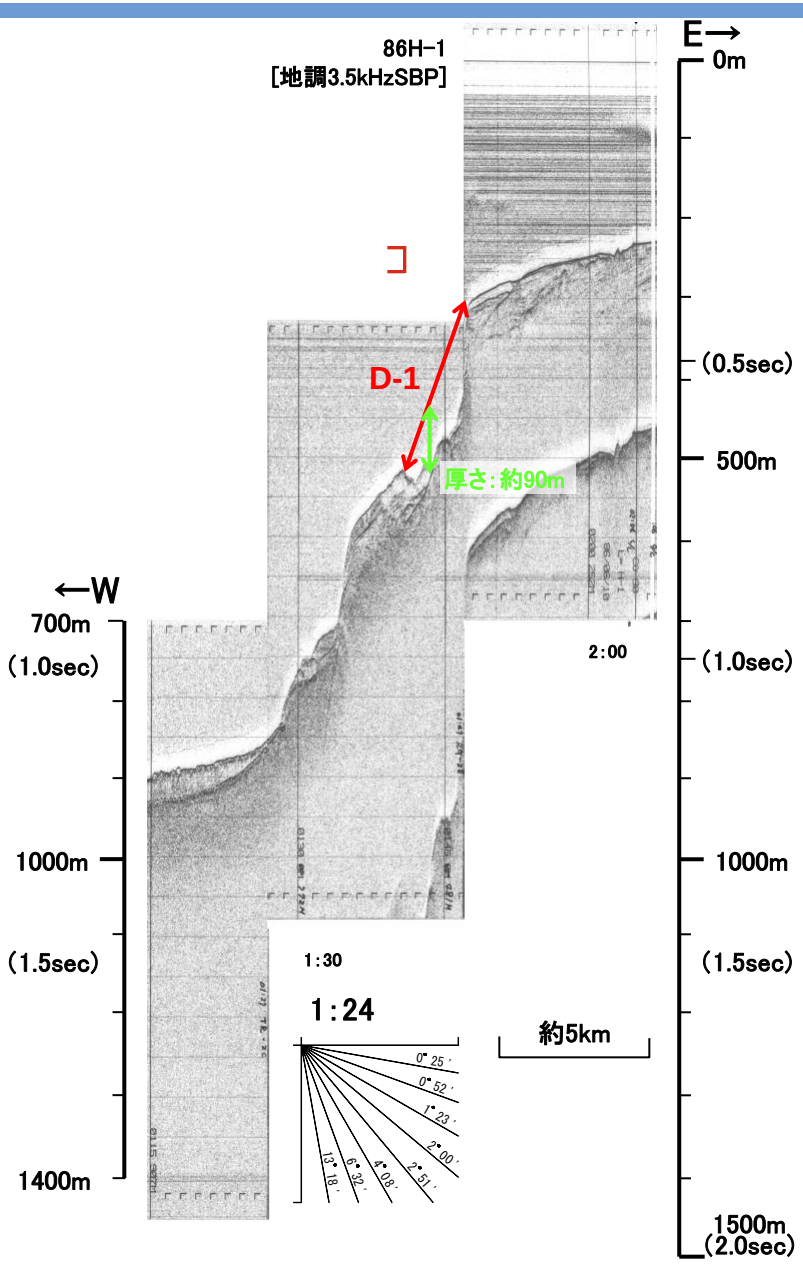
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-B)

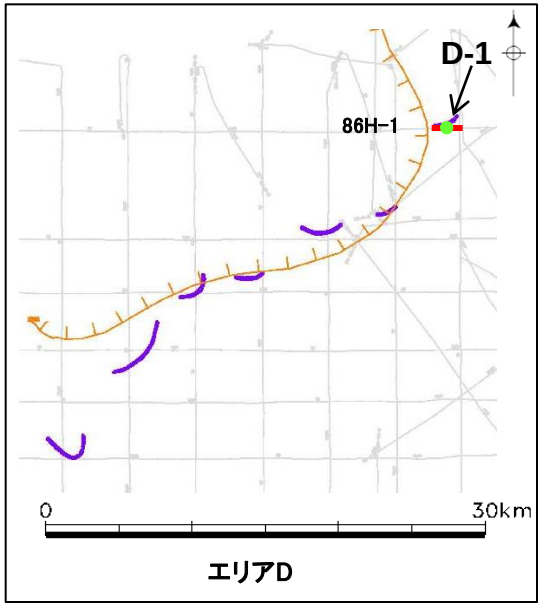
第771回審査会合 資料1-3 P221 再掲



海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-1)

第771回審査会合 資料1-3 P222 再掲



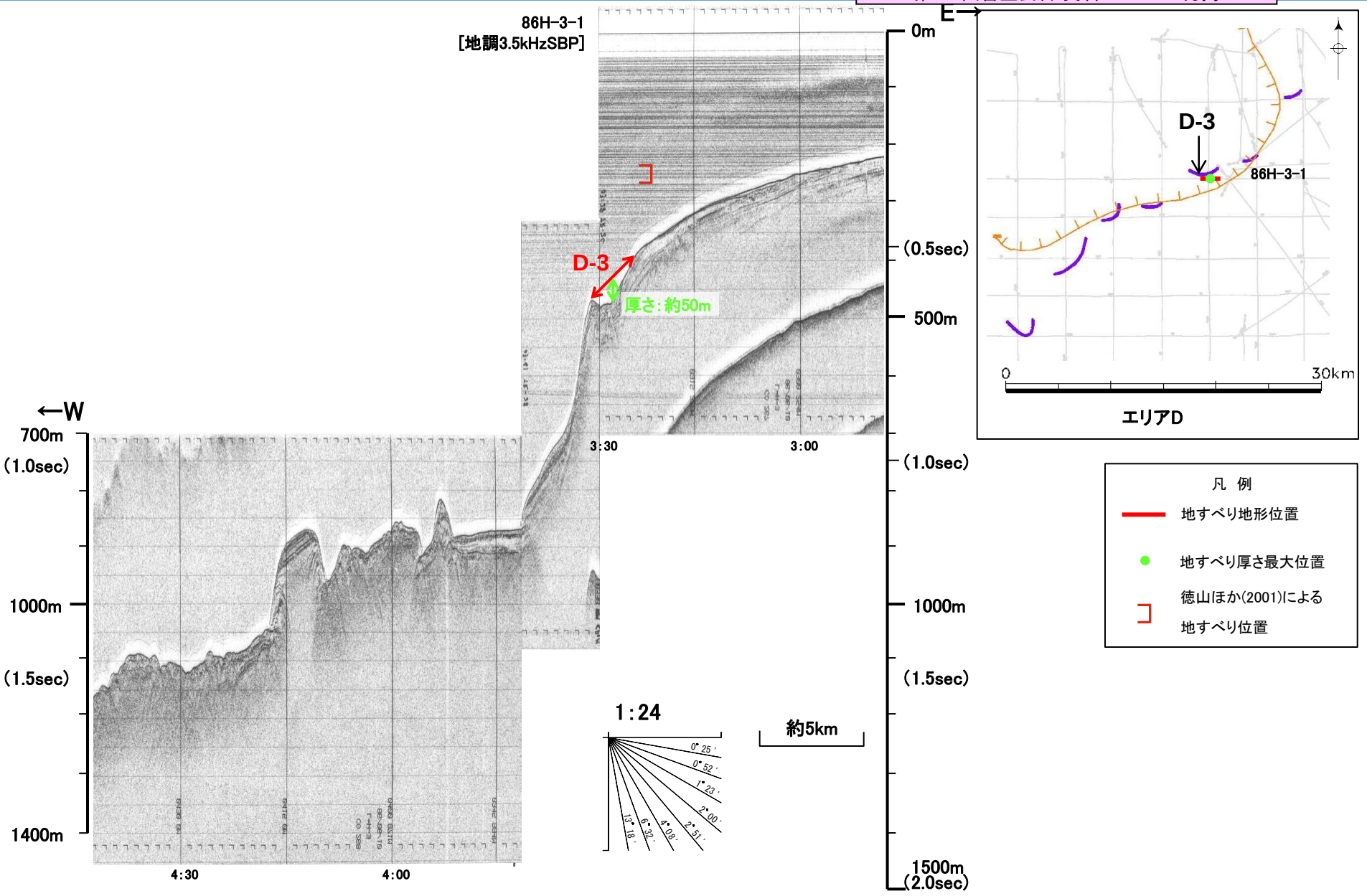


凡 例

- 地すべり地形位置
- 地すべり厚さ最大位置
- 徳山ほか(2001)による地すべり位置

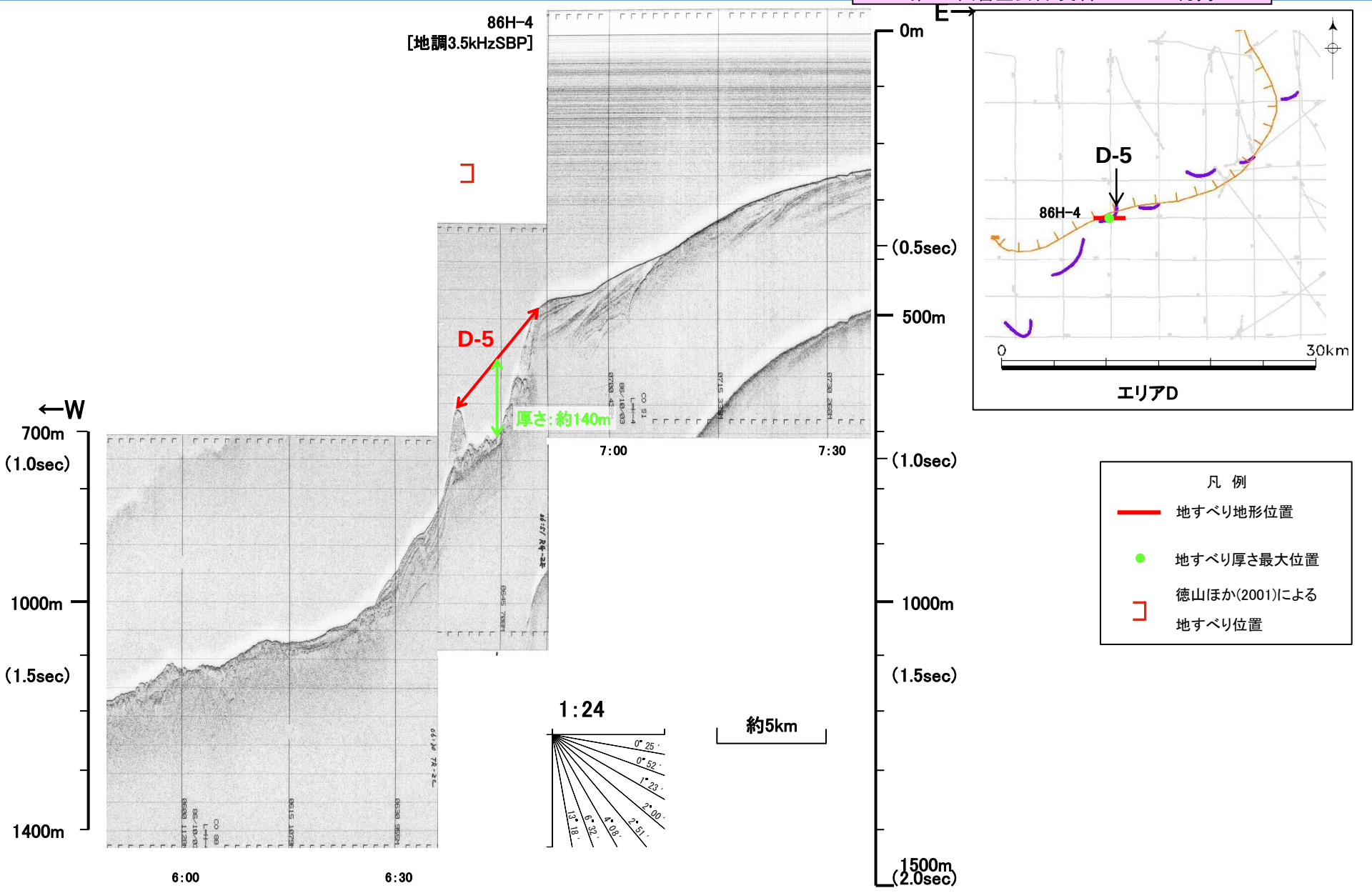
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-3-1)

第771回審査会合 資料1-3 P223 再掲



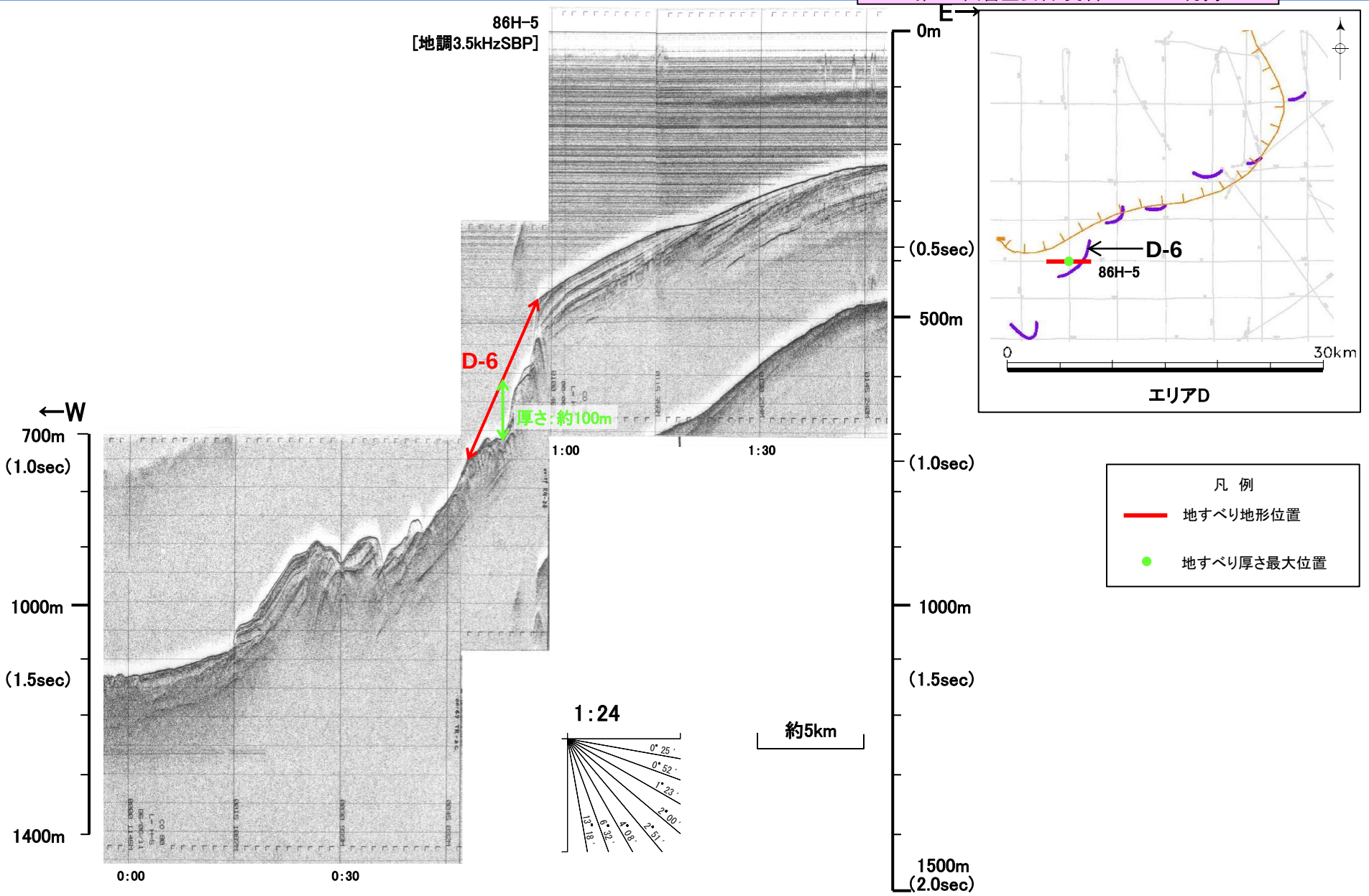
海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-4)

第771回審査会合 資料1-3 P224 再掲



海底地すべりの概略体積算定に用いた海上音波探査記録(86H-5)

第771回審査会合 資料1-3 P225 再掲



パラメータの設定(二層流モデル)

第771回審査会合 資料1-3 P226 再掲

・日本海側の知見であることを考慮し，下層の底面粗度係数についてはKawamata et al.(2005)[52]に基づき0.40($m^{-1/3}$・s)と設定した。

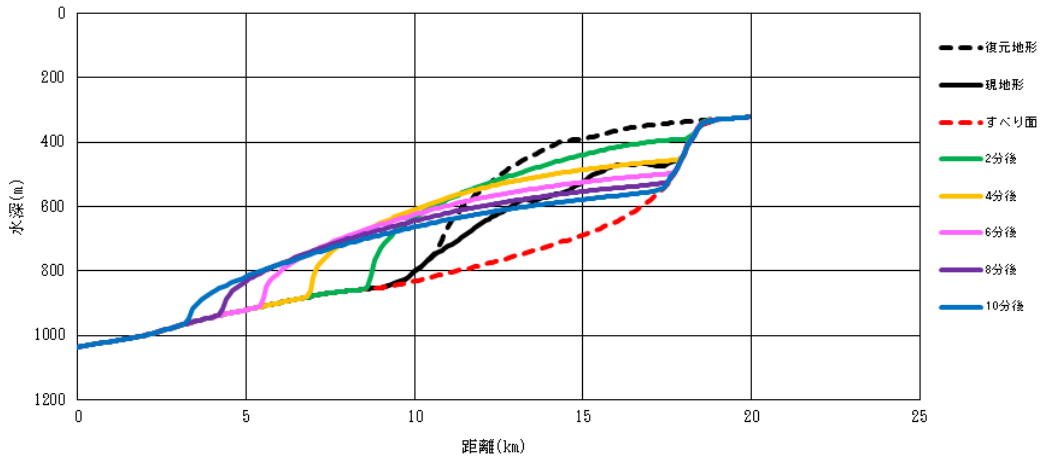
下層の底面粗度係数 n_2($m^{-1/3}$・s)	設定根拠
0.12	Kawamata et al.(2005)および今村ほか(2001)[53]の実験の再現計算での設定値
0.40	Kawamata et al.(2005)の1741年渡島大島火山津波の再現計算での設定値
0.08	Maeno and Imamura(2007)[54]の鬼界カルデラ噴火時の解析での設定値

・崩壊物の密度が大きいほど，二層流モデルによる津波の評価水位は高くなると考えられることから，崩壊物密度については松本ほか(1998)[55]に基づき2.0(g/cm^3)と設定した。

崩壊物密度 ρ_2(g/cm^3)	設定根拠
1.25	Maeno and Imamura(2007)の鬼界カルデラ噴火時の設定値
2.0	松本ほか(1998) の1741年渡島大島火山津波の再現計算での設定値

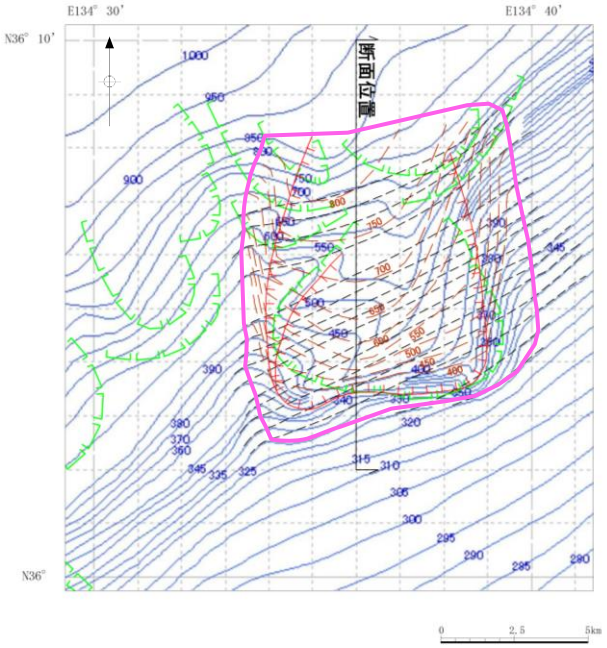
土砂層厚の時系列推移

・二層流モデルによる津波解析結果について，各時刻における土砂層厚の時系列推移を整理した。



各時刻における土砂層厚の時系列

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)[56]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（数値シミュレーションで使用）
- 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

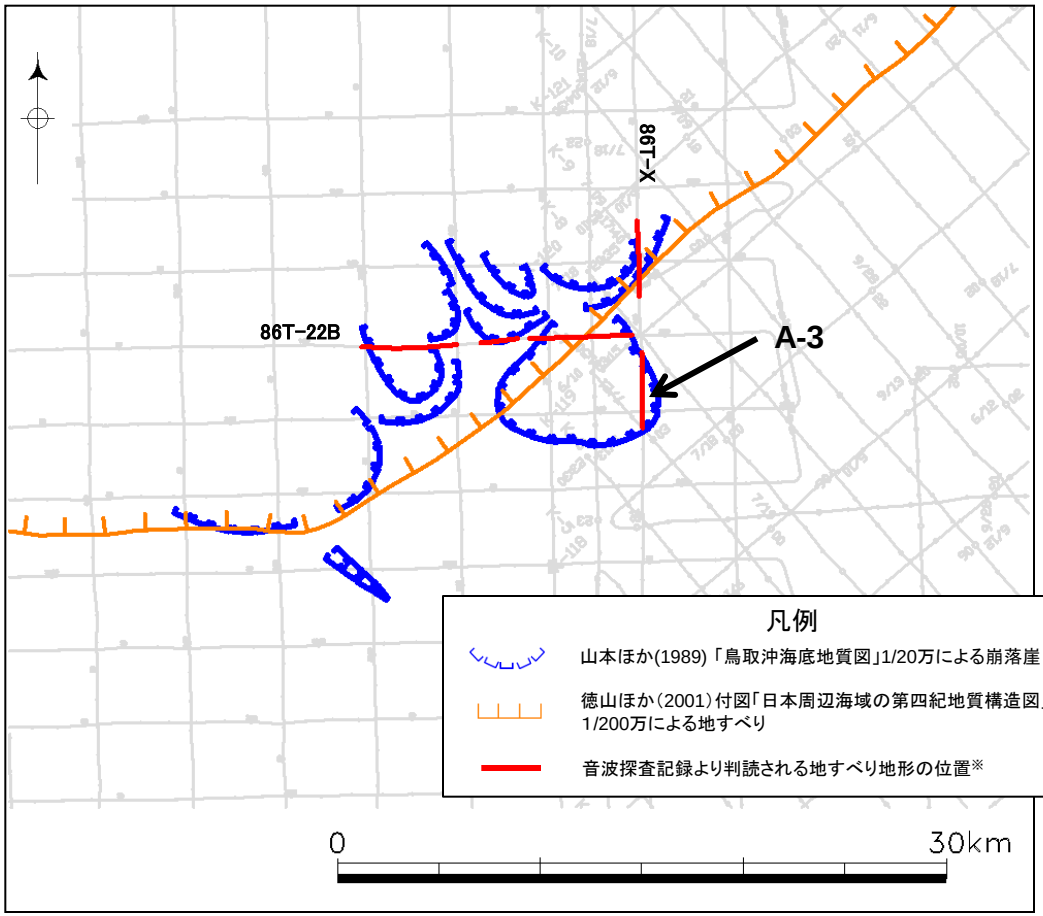
・移動土塊が現地形を包絡するように移動していることから，既往の地すべりと比べ，移動土塊は体積が大きく，移動距離が長いと考えられ，安全側の評価になっていることを確認した。

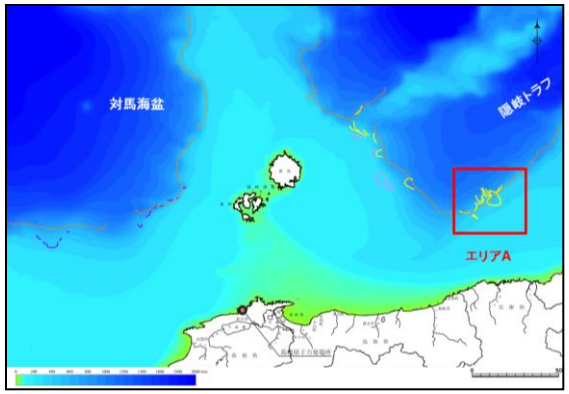
海底地すべりの同時崩壊に係る検討

第771回審査会合 資料1-3 P228 再掲

■検討概要

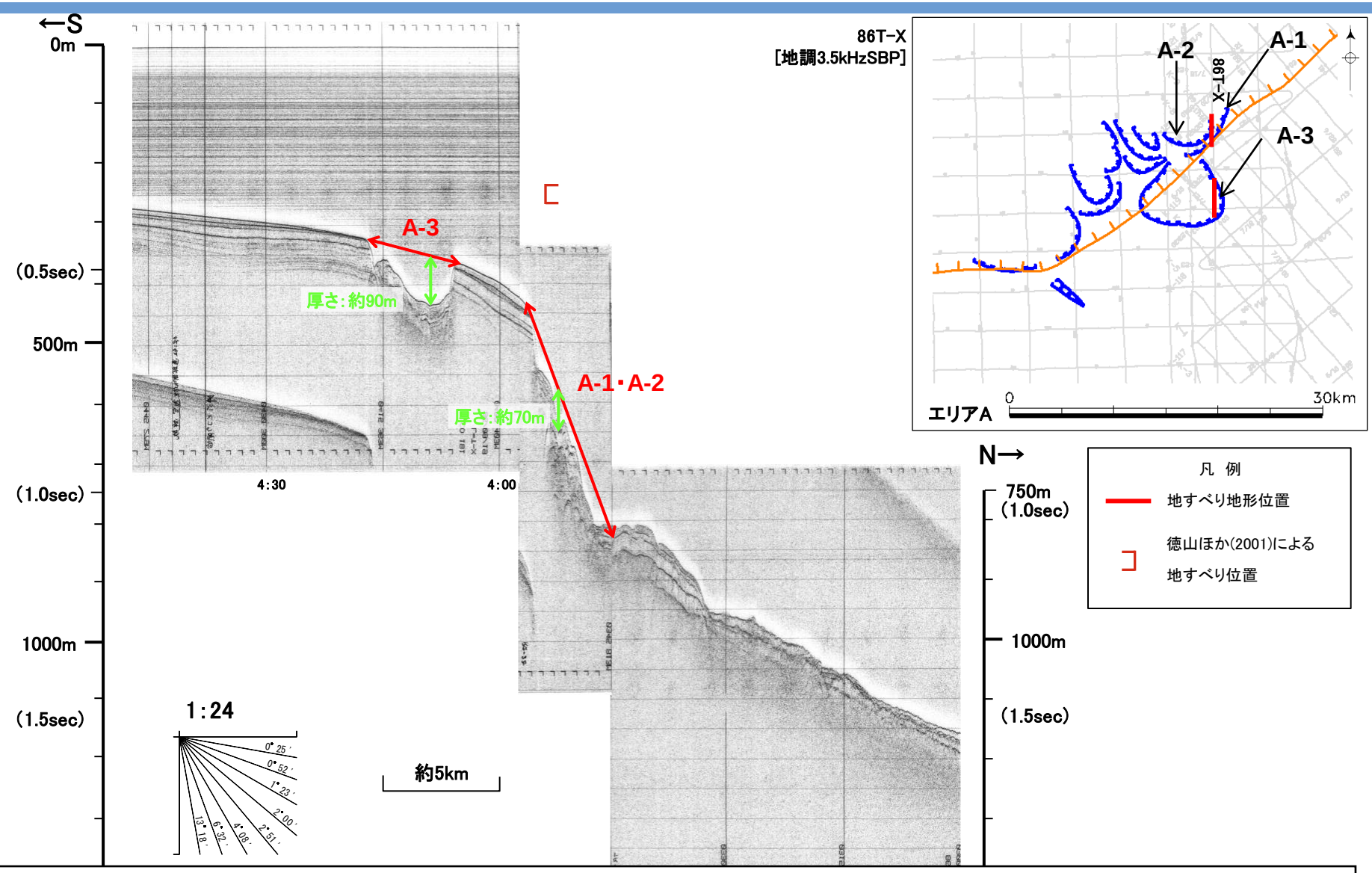
・山本ほか(1989)による「鳥取沖海底地質図」に示される地すべり地形A-3と周辺の他の地すべり地形との同時崩壊について検討する。





※ 海上音波探査記録より判読される地すべり地形は次頁以降に示す。

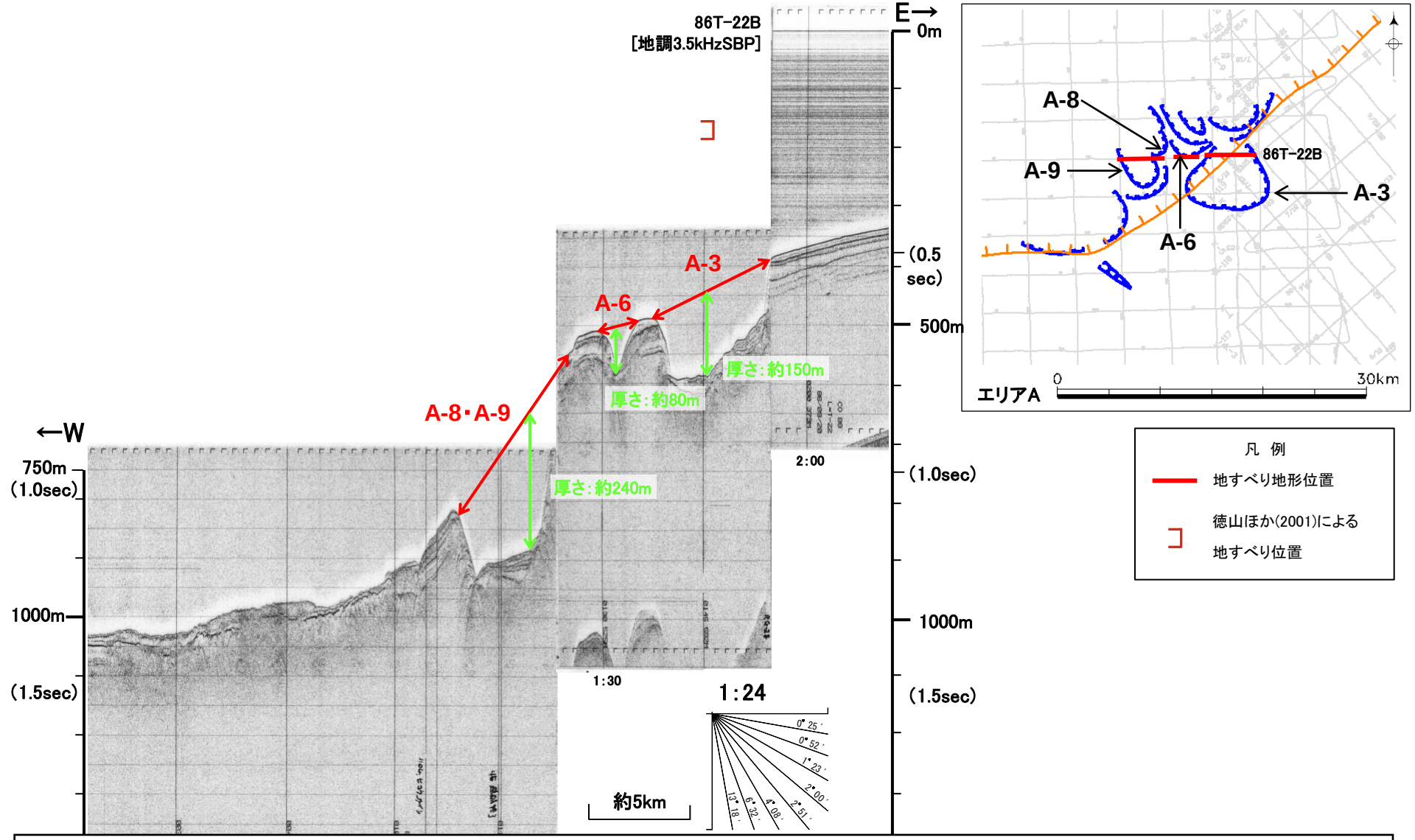
海底地すべりの同時崩壊に係る検討



・地すべり地形A-3と周辺の他の地すべり地形の間には原地形が残存しているため，地すべり地形A-3は周辺の他の地すべり地形と同時に崩壊していないと評価した。

海底地すべりの同時崩壊に係る検討

第771回審査会合 資料1-3 P230 加筆・修正



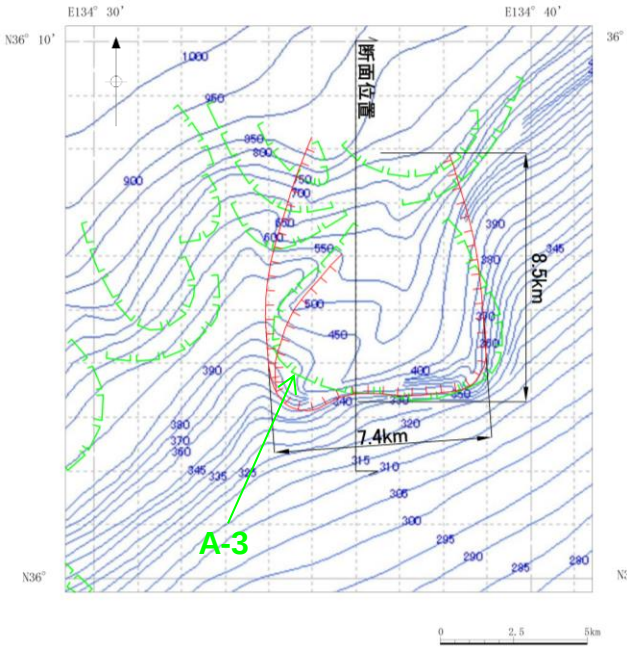
・地すべり地形A-3と周辺の他の地すべり地形の間には原地形が残存しているため，地すべり地形A-3は周辺の他の地すべり地形と同時に崩壊していないと評価した。

海底地すべりの同時崩壊に係る検討

■地すべり①の復元地形及びすべり面の設定範囲

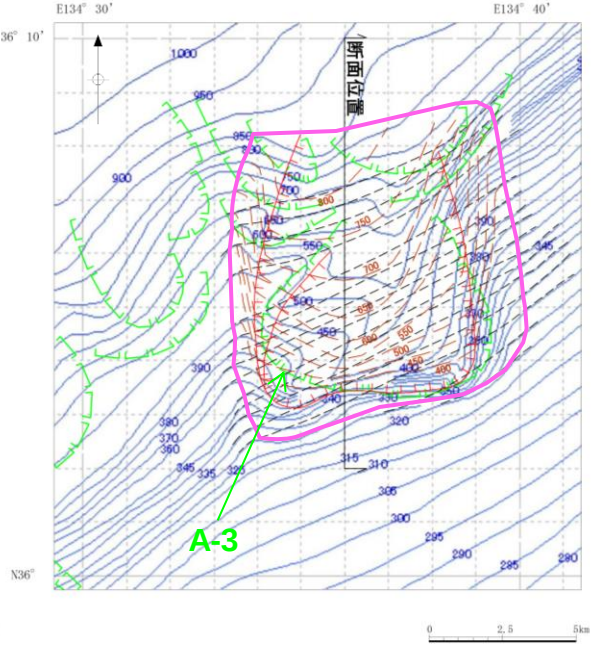
・地すべり地形A-3と周辺の他の地すべり地形の間には原地形が残存しているため，地すべり地形A-3は周辺の他の地すべり地形と同時に崩壊していないと考えられる。
・地すべり①を対象とした二層流モデルによる数値シミュレーションにおいては，等高線図から判読しうる最大限の範囲となるよう，地すべり地形A-3に加え，周辺の地すべり地形も含んだ土塊範囲を設定した。

地すべりブロックの抽出
（敷地への影響検討で使用）



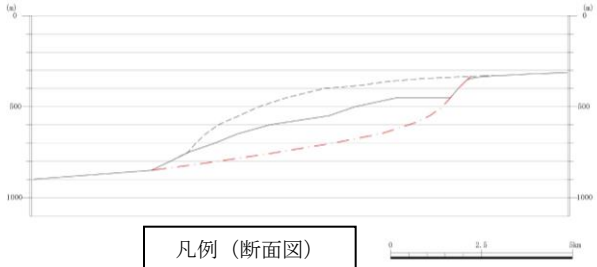
海底地形図（日本水路協会(2008a)に加筆）

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）

断面図



凡例（断面図）
復元地形 ------
現地形 ——
すべり面 - - - -

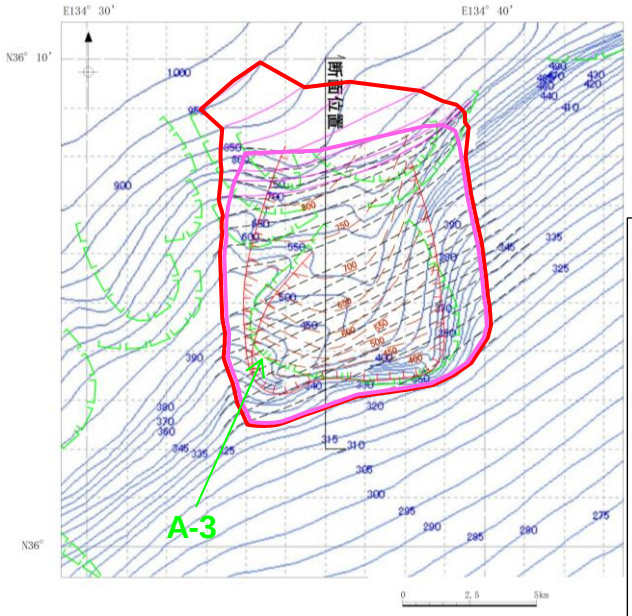
凡例（平面図）
等高線（現海底地形）
等高線（地すべり前の復元地形）
等高線（すべり面）
想定される地すべりブロック
（敷地への影響検討で使用）
山本ほか(1989)「鳥取沖海底地質図」
1/20万による崩落崖
解析上考慮する土塊範囲

海底地すべりの同時崩壊に係る検討

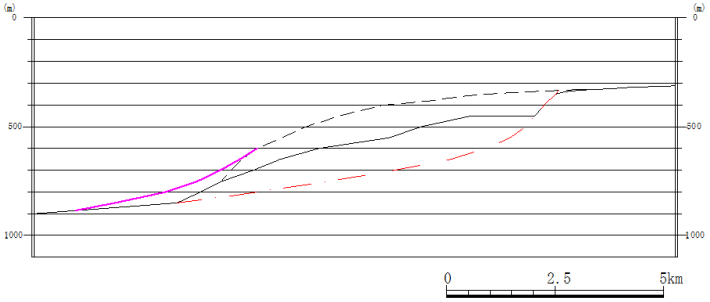
■土塊範囲を拡大した場合の数値シミュレーション

・地すべり①の解析上考慮する土塊範囲は，安全側の評価となっているが，仮に地すべり①の解析上考慮する土塊範囲を更に拡大し，二層流モデルによる数値シミュレーションをしても，評価水位はほぼ同等であることを確認した。

復元地形
（土塊範囲を拡大した場合の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）



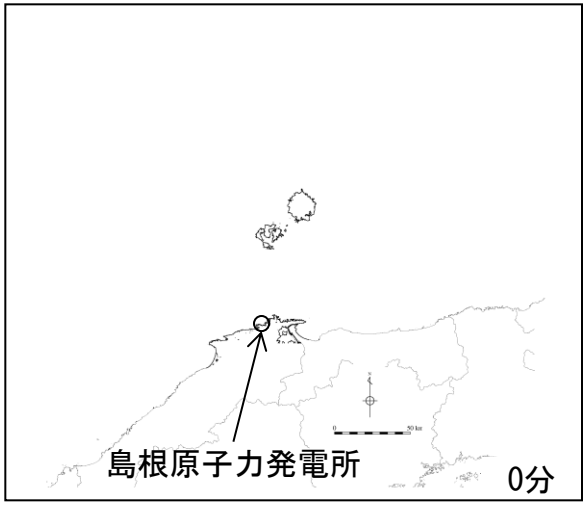
断面図

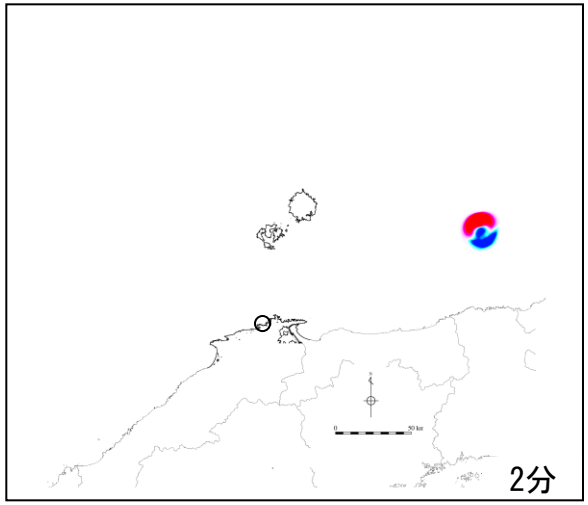
凡例（断面図）
- 復元地形
- 復元地形（土塊範囲を拡大した場合）
- 現地形
- すべり面

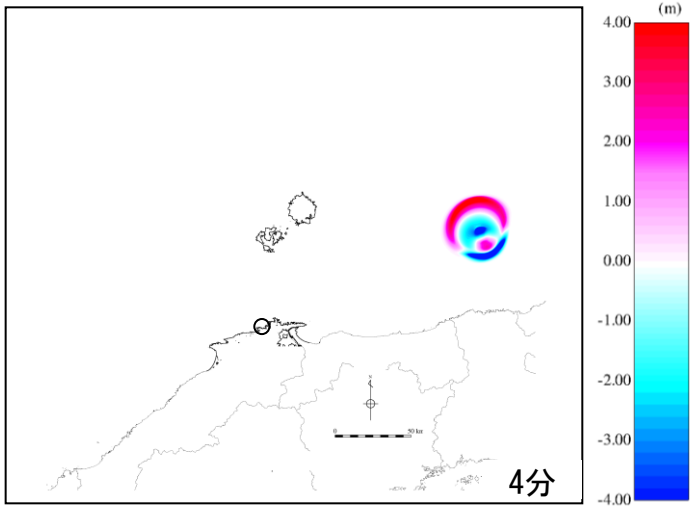
凡例（平面図）
- 等高線（現海底地形）
- 等高線（地すべり前の復元地形）
- 等高線（地すべり前の復元地形：土塊範囲を拡大した場合）
- 等高線（すべり面）
- 想定される地すべりブロック（敷地への影響検討で使用）
- 山本ほか(1989)「鳥取沖海底地質図」1/20万による崩落崖
- 解析上考慮する土塊範囲（当初想定）
- 解析上考慮する土塊範囲（当初想定より拡大）

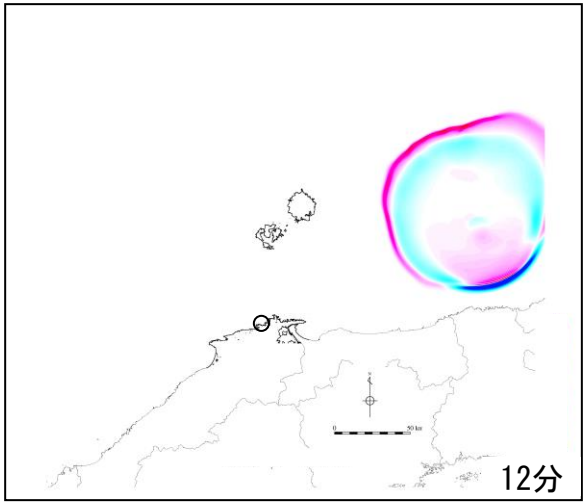
検討ケース	評価水位（T.P.　m）		
	上昇側	下降側	
	施設護岸又は防波壁	２号炉取水口（東）	２号炉取水口（西）
地すべり①（当初想定より拡大）	+4.1	−2.8 [−2.75]	−2.8 [−2.73]
（参考）地すべり①（当初想定）	+4.1	−2.8 [−2.72]	−2.7 [−2.70]

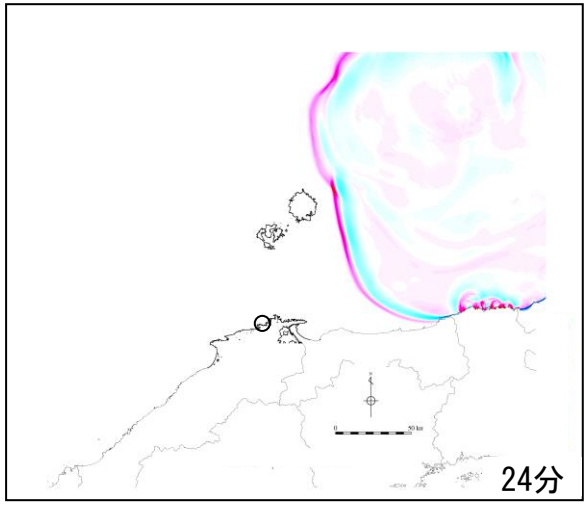
■ 地すべり①　(二層流モデル)　(0分～36分)

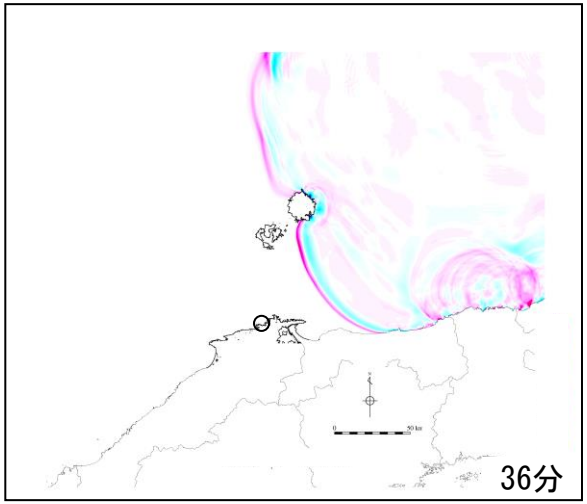




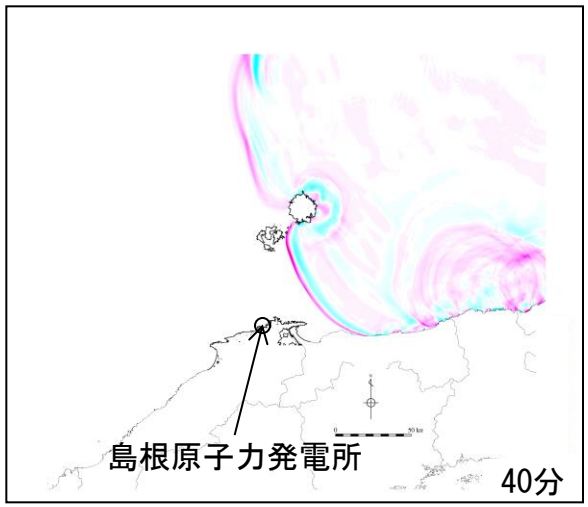


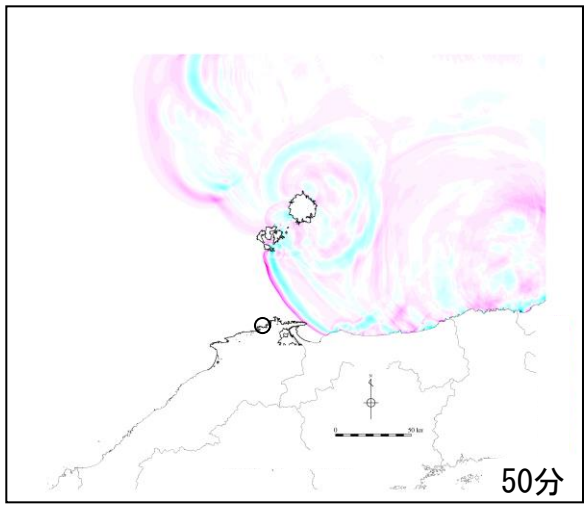


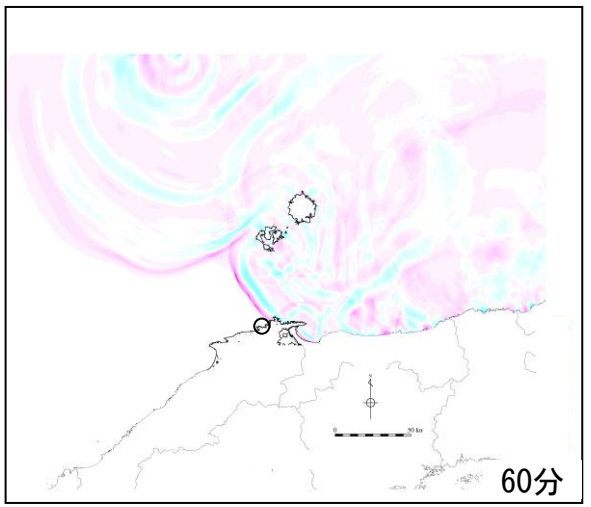


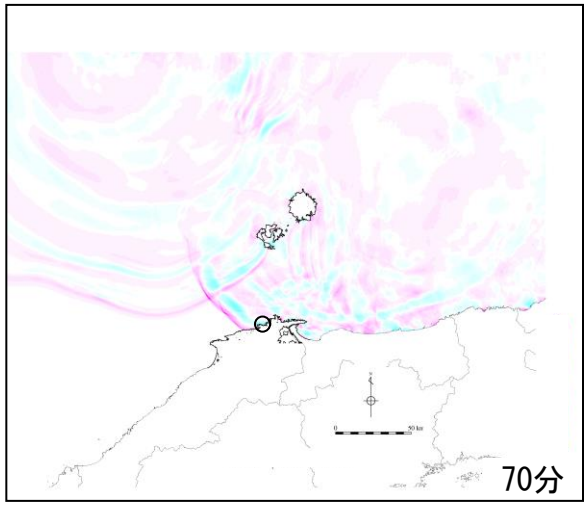


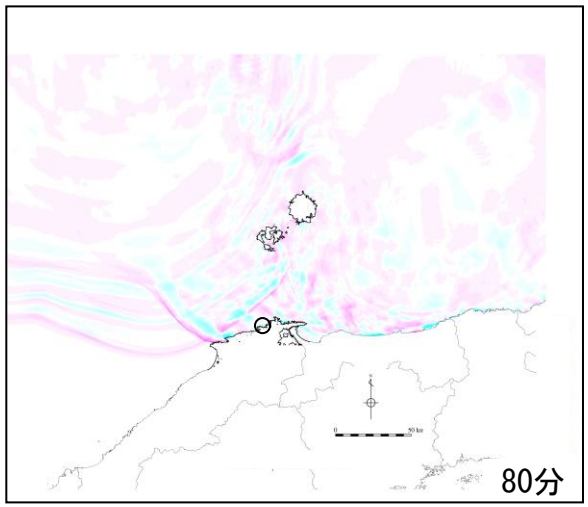
■ 地すべり①　(二層流モデル)　(40分～90分)

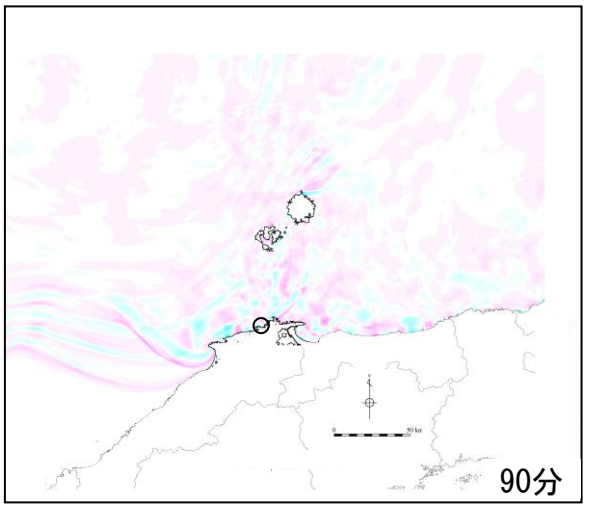












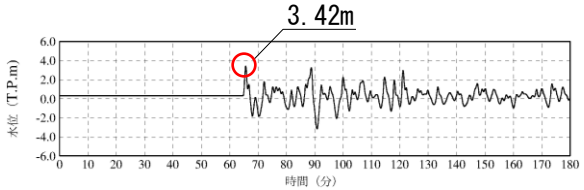
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合　資料1-3
P243　再掲

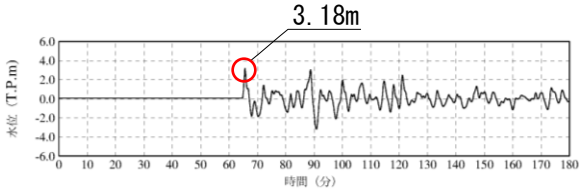
■ 地すべり①（二層流モデル）

上昇側評価

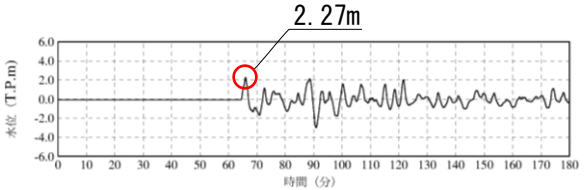
【循環水ポンプ運転時】



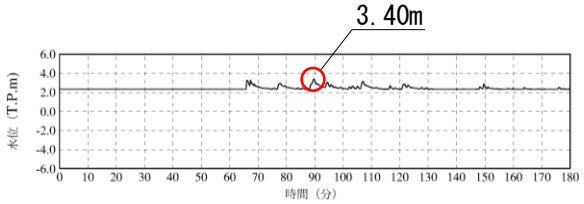
1号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）



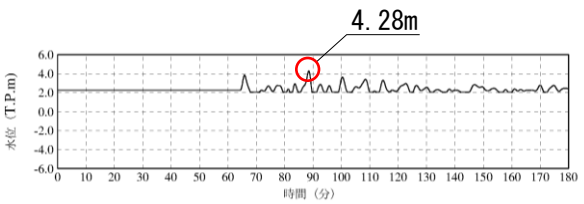
2号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）



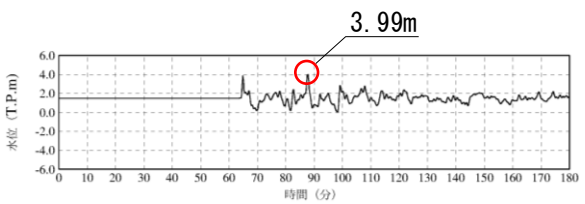
3号炉取水槽（循環水ポンプ運転時）



1号炉放水槽（循環水ポンプ運転時）

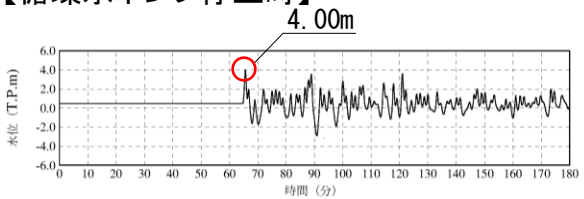


2号炉放水槽（循環水ポンプ運転時）

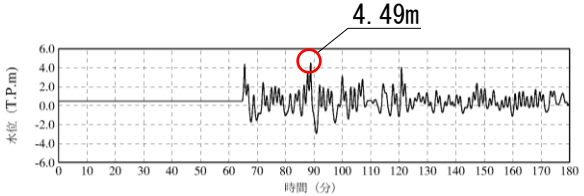


3号炉放水槽（循環水ポンプ運転時）

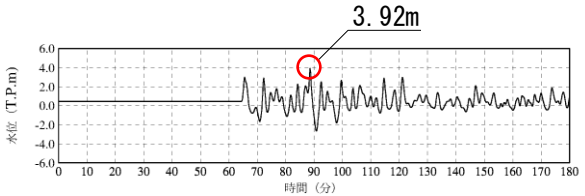
【循環水ポンプ停止時】



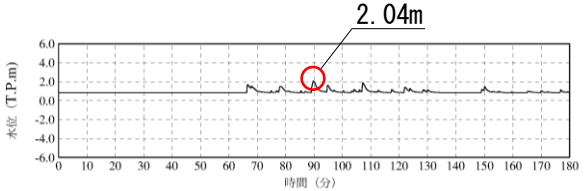
1号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



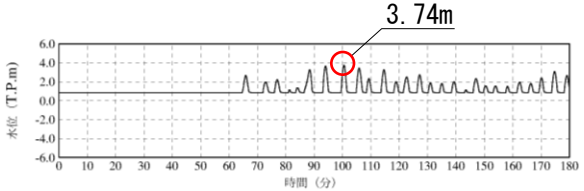
2号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



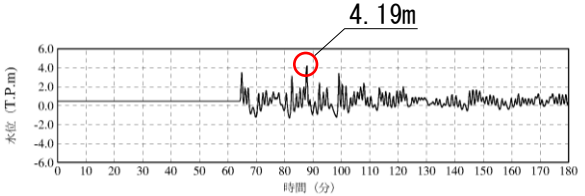
3号炉取水槽（循環水ポンプ停止時）



1号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）



2号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）



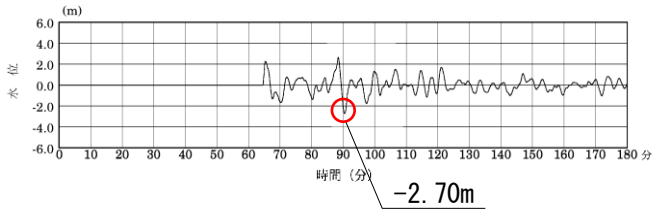
3号炉放水槽（循環水ポンプ停止時）

※初期水位は，潮位及び取水による損失水頭を考慮した水位

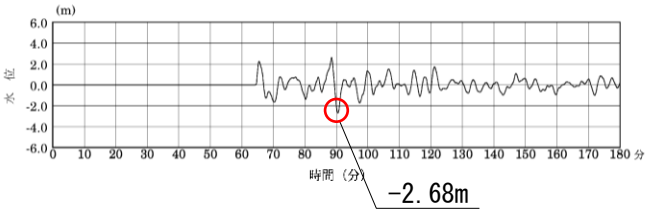
津波水位評価地点における水位の時刻歴波形

第771回審査会合　資料1-3
P244　再掲

下降側評価



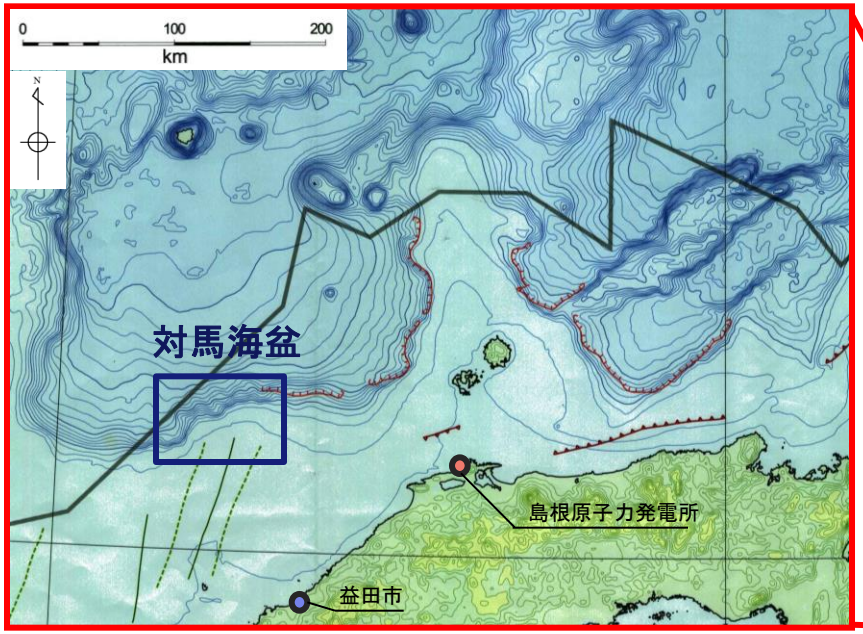
2号炉取水口（東）



2号炉取水口（西）

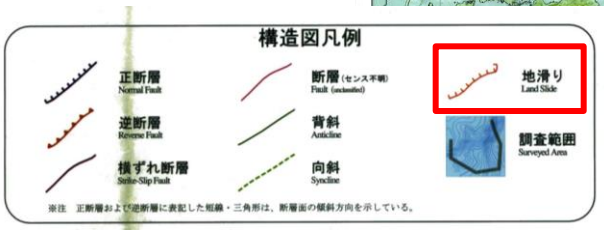
万寿津波の検討　海底地すべり地形の抽出(1)

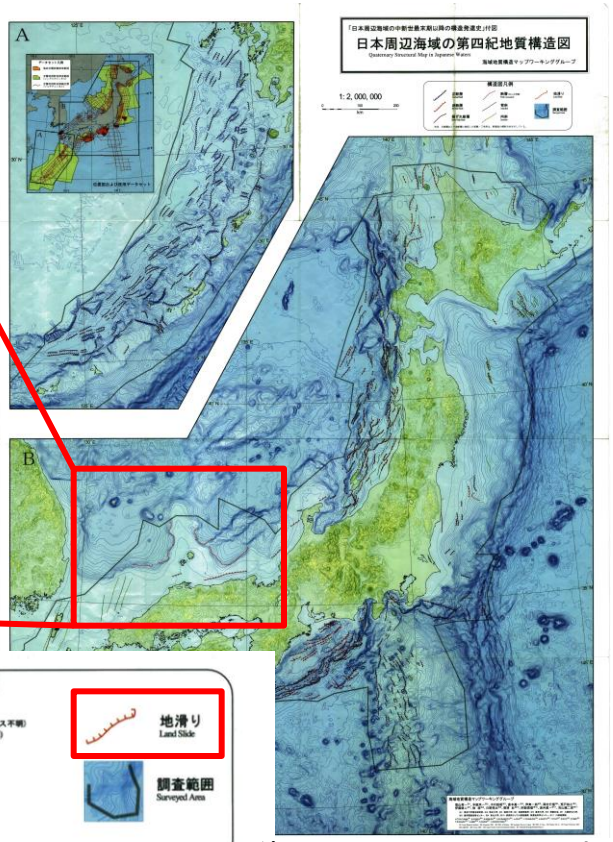
・過去に万寿津波を引き起こしたとされる文献もあることから，念のため，当海域で海底地すべり地形を想定するとともに，数値シミュレーションにより津波の敷地への影響を検討する。



凡例

箕浦ほか(2014)に基づき当社が海底地すべり地形を想定した範囲





徳山ほか(2001)より引用・加筆

万寿津波の検討　海底地すべり地形の抽出(2)

第771回審査会合　資料1 -3　P246　再掲

【海底地すべりの想定方法】

・箕浦ほか(2014)に基づき当社が海底地すべりを想定した範囲を対象として，以下に示す海底地すべり地形の特徴に着目し，地すべり地形を想定する。想定に当たっては，日本水路協会(2008b)(57)を用いた。

（海底地すべり地形の特徴）

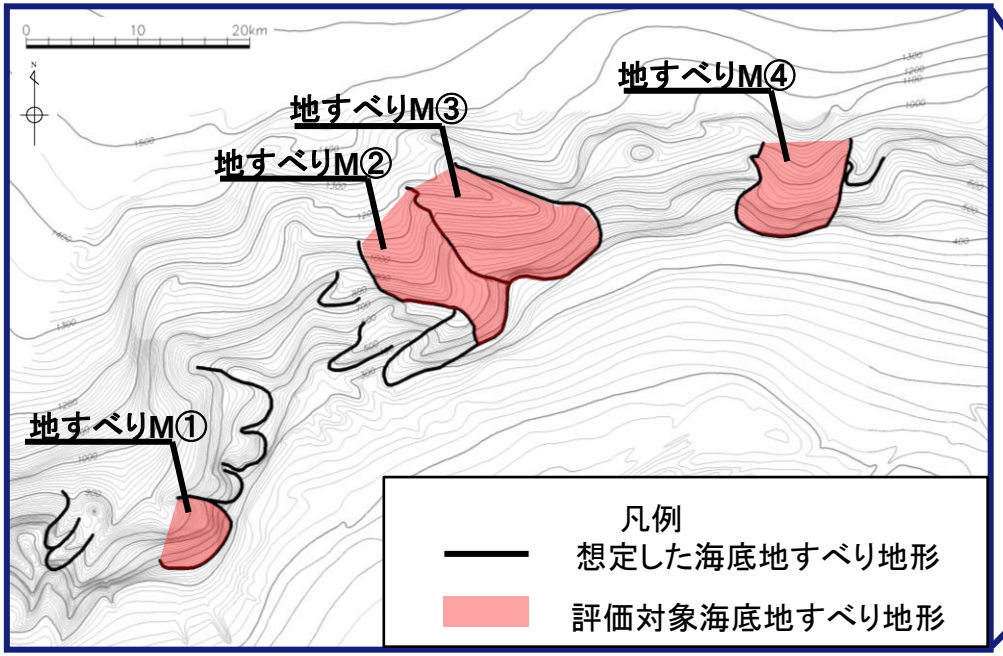
①地すべり土塊が認定しにくいので滑落崖に着目する。

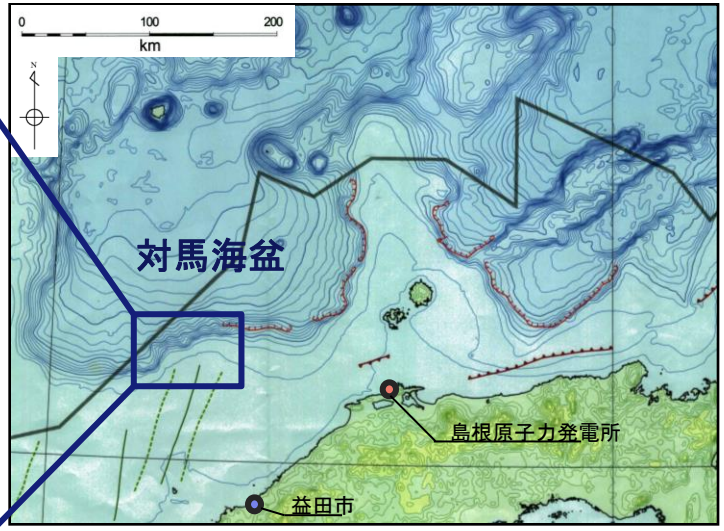
②平面図上において，斜面下方へ開く馬蹄形，半円形，コの字型を示している。

③地すべりの境界部は平面的に連続しており，滑らかな形状を示している。

【海底地すべり地形の抽出】

・箕浦ほか(2014)に「800m近い落差を有する海底地すべり」と記載されていることを踏まえ，想定した海底地すべり地形から，500m以上の落差を有し比較的規模の大きい評価対象海底地すべり地形M①～M④を抽出した。





凡例

箕浦ほか(2014)に基づき当社が海底地すべり地形を想定した範囲

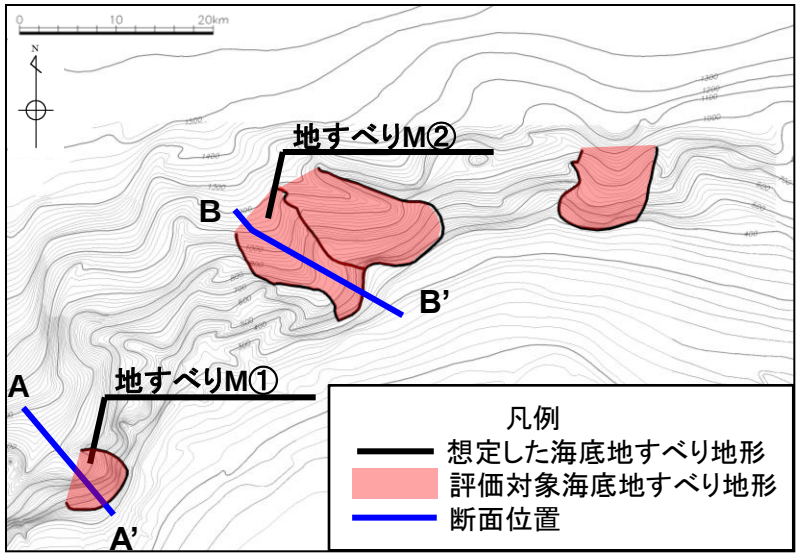
日本水路協会(2008b)より引用・加筆

万寿津波の検討　海底地すべり規模の算定(1)

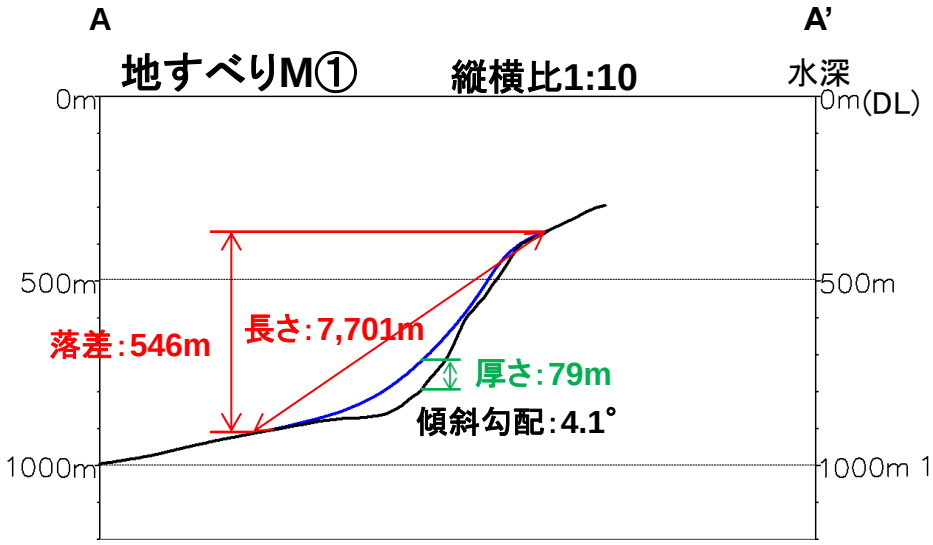
・評価対象海底地すべり地形M①～M④の地すべりの規模(体積)を算定し，最大となる地すべり地形を選定する。
・体積は，「投影面積」と「厚さ」を乗じることで算定する。

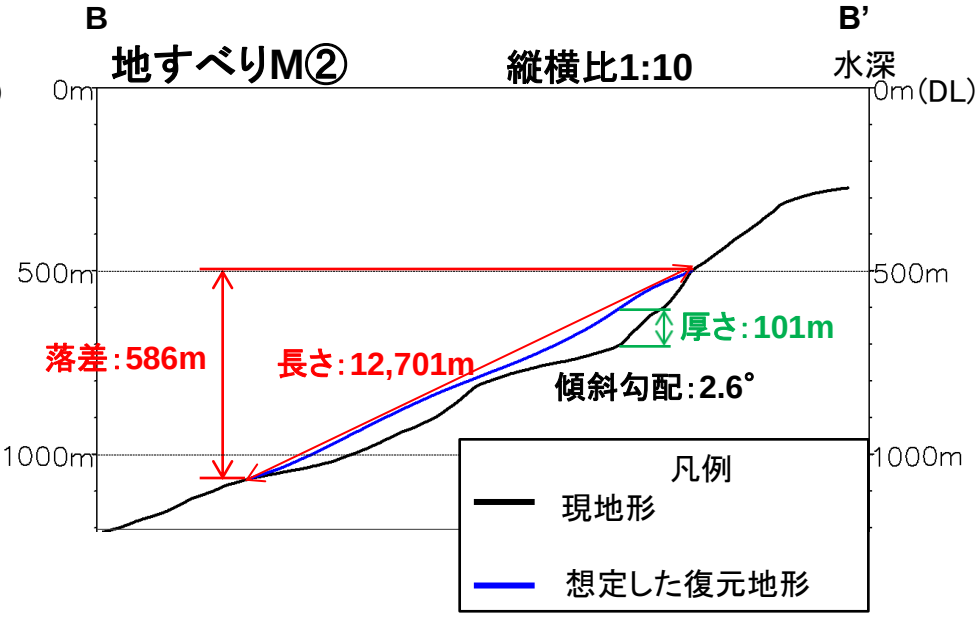
【投影面積の算定】
・海底地形図に基づき想定した地すべり地形の両端を直線で結んだ範囲の面積を投影面積とする。

【厚さの算定】
・海底地形図から作成した断面図から，地すべり発生前の地形を復元し，復元地形と現在の海底面との距離が最も厚い箇所を地すべり厚さとする。

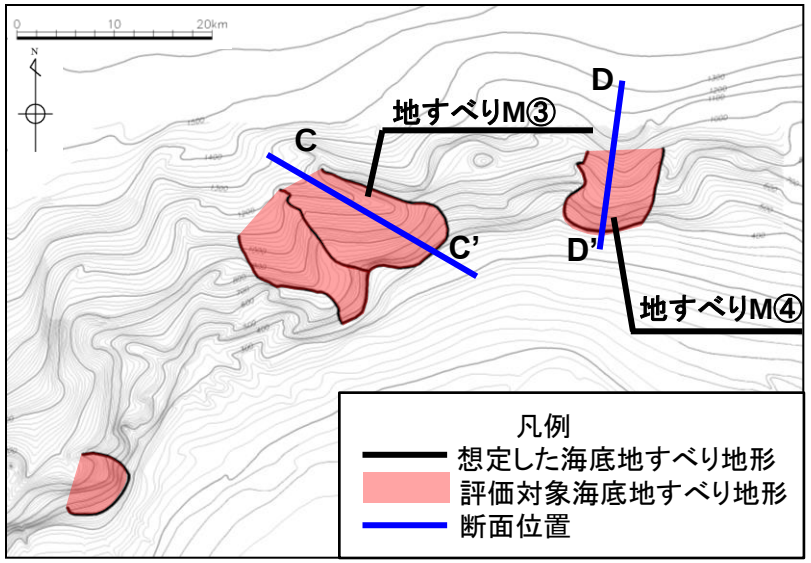


日本水路協会(2008b)より引用・加筆

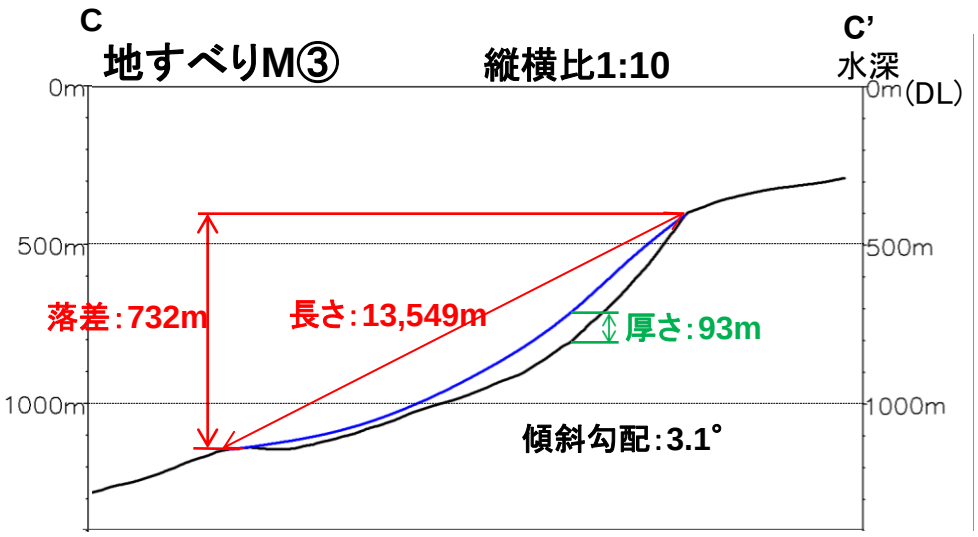


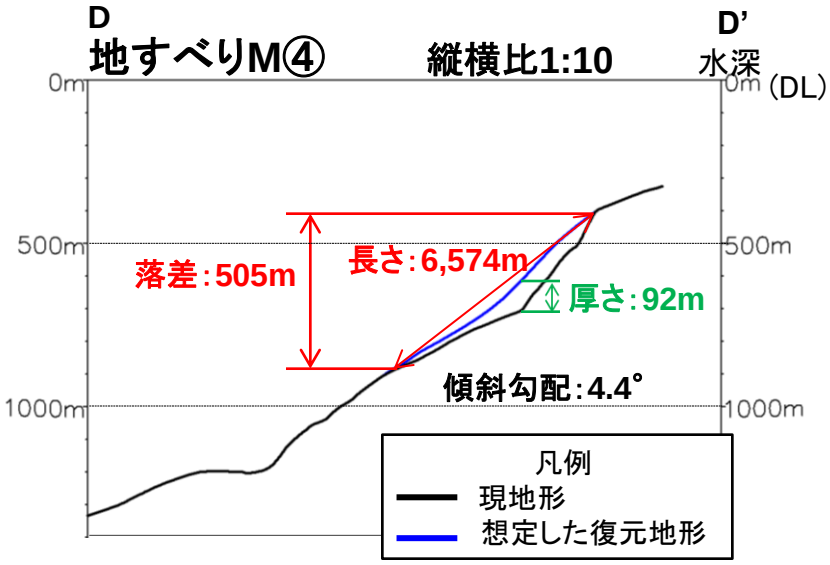


万寿津波の検討　海底地すべり規模の算定(2)



日本水路協会(2008b)より引用・加筆

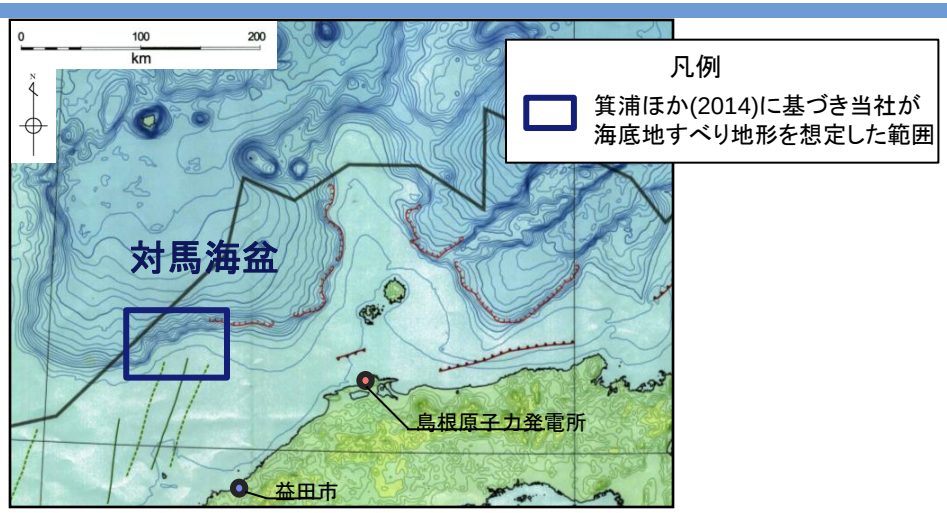


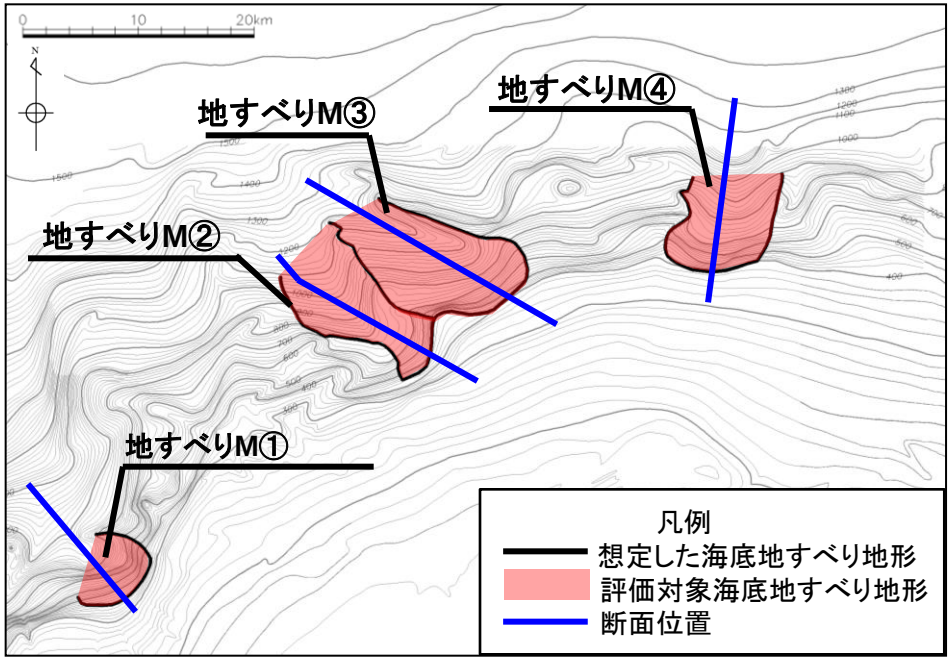


万寿津波の検討　海底地すべり規模の算定(3)

地すべり番号	投影面積 (km^2)	厚さ(m)	体積 (km^3)
M①	27.97	79	2.21
M②	79.80	101	8.06
M③	105.55	93	9.82
M④	63.86	92	5.88

・体積が最大となる地すべり地形は，地すべりM③である。
・地すべりM③を対象に，Watts et al.(2005))[58]の方法を用いた数値シミュレーションを実施する。



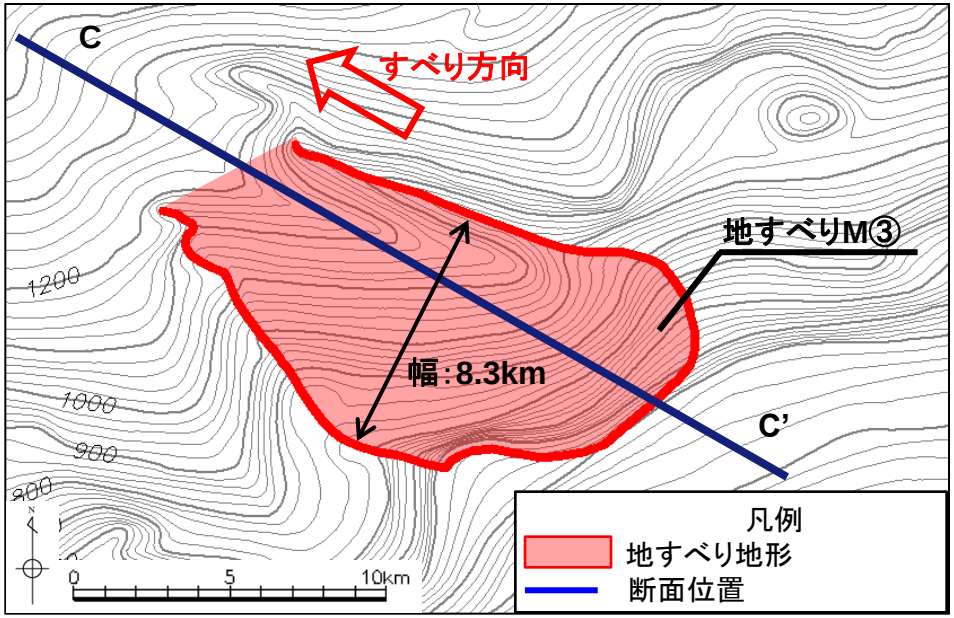


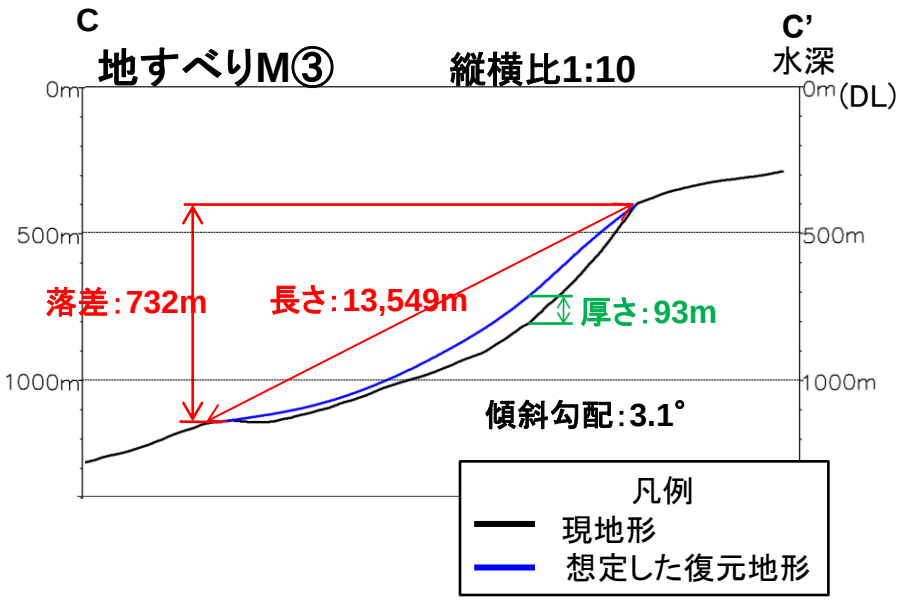
日本水路協会(2008b)より引用・加筆

万寿津波の検討　海底地すべり地形の形状設定

第771回審査会合　資料1 -3　P250　再掲

Watts et al.(2005)の方法を用いた数値シミュレーションの実施にあたっては，地すべりM③の中心付近の幅を平面図から，長さ及び厚さは海底地形図より作成した断面図から読み取った。



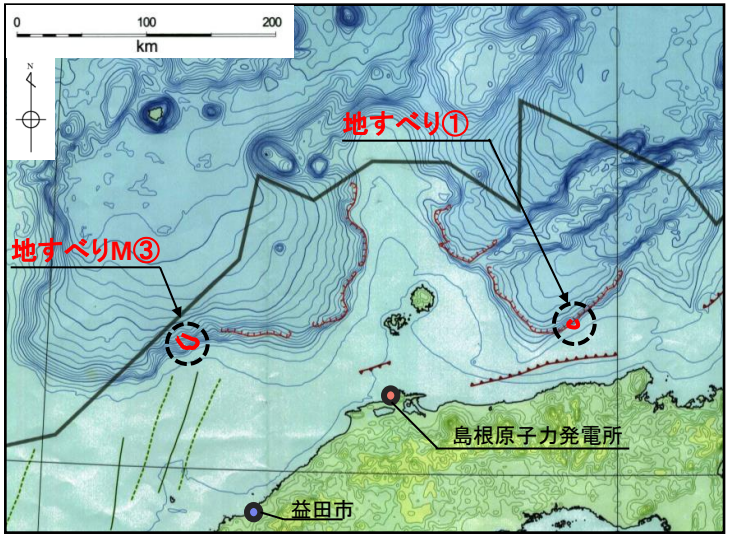


地すべり	長さ(m)	厚さ(m)	幅(m)
地すべりM③	13,549	93	8,300

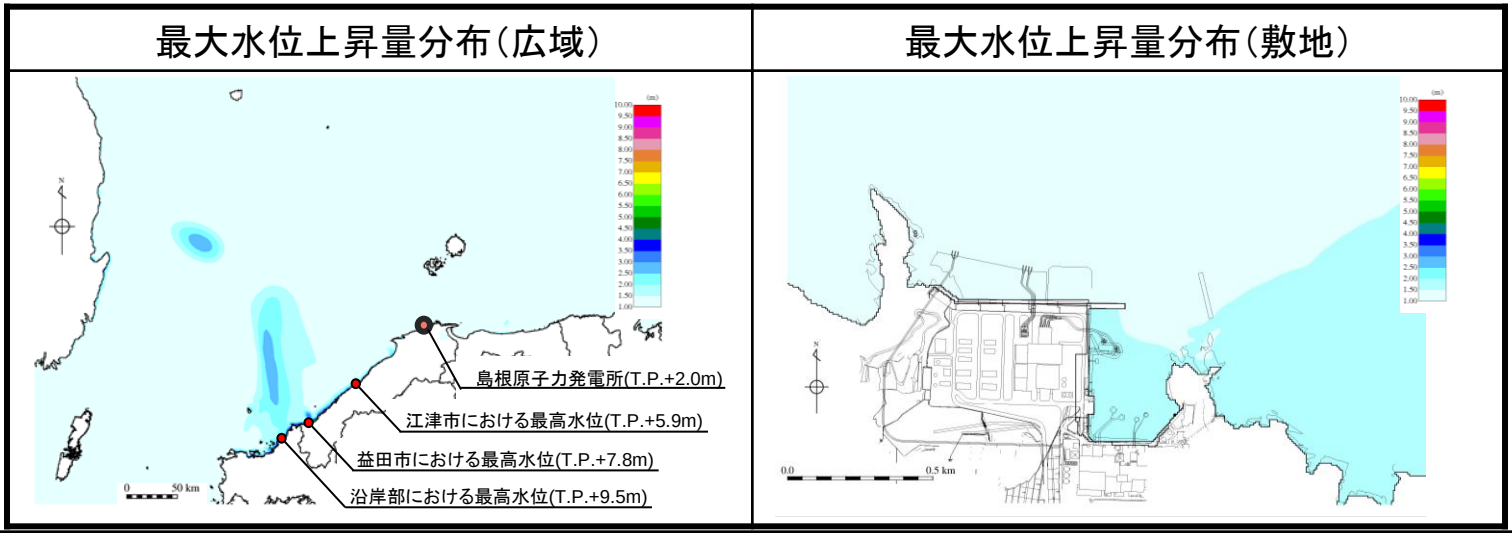
万寿津波の検討　Watts et al.(2005)の方法による検討結果

・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した。

地すべり	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)
地すべりM③	+2.0	-1.3	-1.3
(参考)海底地すべりに起因する津波(地すべり①)(Watts et al.(2005)の方法)	+2.7	-2.6	-2.6



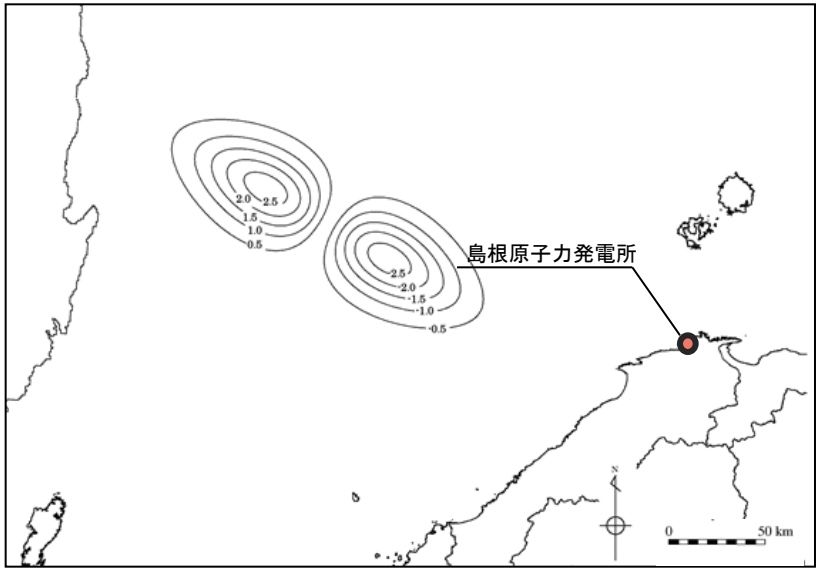
地すべりM③の数値シミュレーション結果



・地すべりM③による津波の敷地への影響は，海底地すべりに起因する津波の検討(地すべり①)と比較して小さいことを確認した。また，益田市以西で津波水位が比較的大きくなっており，文献の記載内容と整合することを確認した。

パラメータ設定

		設定値 地すべり M③	設定根拠
γ	崩壊部比重	1.85	Watts et al.(2005)に示される値
b(m)	崩壊部長さ	13,549	復元地形から判読
T(m)	崩壊部厚さ	93	復元地形から判読
w(m)	崩壊部幅	8,300	地すべりブロック
d(m)	初期の崩壊部水深	707	崩壊部頂点の水深
θ (deg)	斜面勾配	3.1	崩壊部の傾斜勾配
C_d	抗力係数	1.0	Watts et al.(2005)に示される値
C_m	付加質量係数	1.0	Watts et al.(2005)に示される値
ψ	底面摩擦係数	0.0	Watts et al.(2005)に示される値
u_t(m/s)	最終速度	97.915	$u_t = \sqrt{gd}\sqrt{\frac{B\sin\theta}{d}\frac{\pi(\gamma-1)}{2C_d}\left(1-\frac{\tan\psi}{\tan\theta}\right)}$
a_0(m²/s)	初期加速度	0.158	$a_0 = g\sin\theta\left(\frac{\gamma-1}{\gamma+C_m}\right)\left(1-\frac{\tan\psi}{\tan\theta}\right)$
t_0(sec)	特性時間	619.5	$t_0 = \frac{u_t}{a_0}$
S_0(m)	特性距離	60,655.8	$s_0 = \frac{u^2}{a_0}$
λ $_0$(m)	特性津波波長	51,563.8	$\lambda_0 = t_0\sqrt{gd}$



初期水位分布(地すべりM③)

波源振幅の推定値

	地すべりM③
η $_{0,2D}$(m)	20.28
η $_{0,3D}$(m)	2.81

万寿津波の検討　当社の想定した津波高さと津波堆積物調査結果との比較

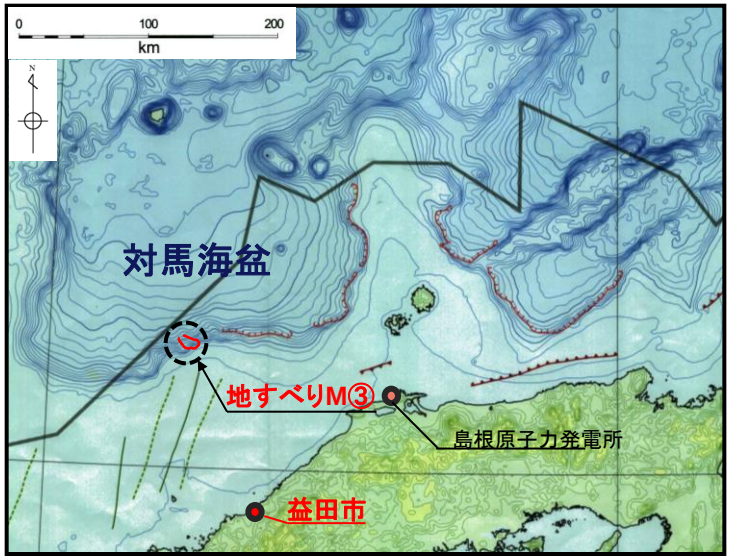
第771回審査会合　資料1 -3　P253　加筆・修正

・箕浦ほか(2014)においては，試算により津波堆積物の分布を説明できたとされていることから，その津波堆積物の調査結果と当社が益田沖に想定した海底地すべり(地すべりM③)に対する数値シミュレーション結果を比較する。
・なお，比較にあたっては，箕浦ほか(2014)において試算結果の詳細が記載されていないことから，津波堆積物について記載されているMinoura and Nakata(1994)(59)※による津波堆積物の調査結果を採用する。

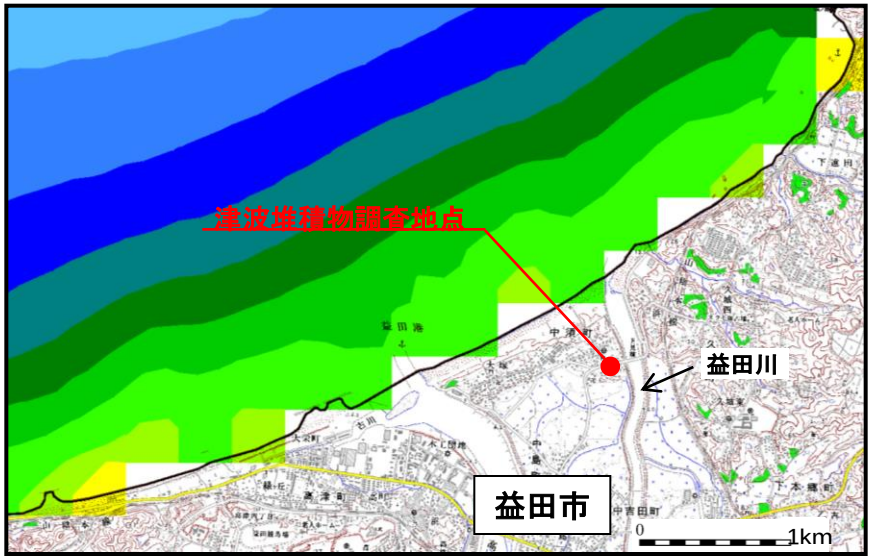
※次頁にMinoura and Nakata(1994)における津波堆積物調査の概要を記載する。

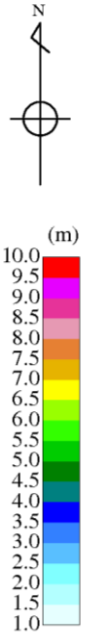
【 津波堆積物調査結果 (Minoura and Nakata(1994)による) 】
・益田川沿いの海岸から約500mの地点 :標高 約0～0.5m

【地すべりM③の数値シミュレーション結果(益田市沿岸)】



最大水位上昇量分布





・地すべりM③の数値シミュレーションの結果，益田市沿岸での津波高さは標高5～6.5m程度であり，Minoura and Nakata(1994)による津波堆積物調査結果（標高 約0～0.5m）を上回ると評価した。

・Minoura and Nakata(1994)によると，益田川沿いで実施したボーリング及びトレンチ調査結果より，海岸から約500mの地点でのみ，津波堆積物が確認されており，津波堆積物が確認されたのは標高0～0.5mとされている。

津波堆積物

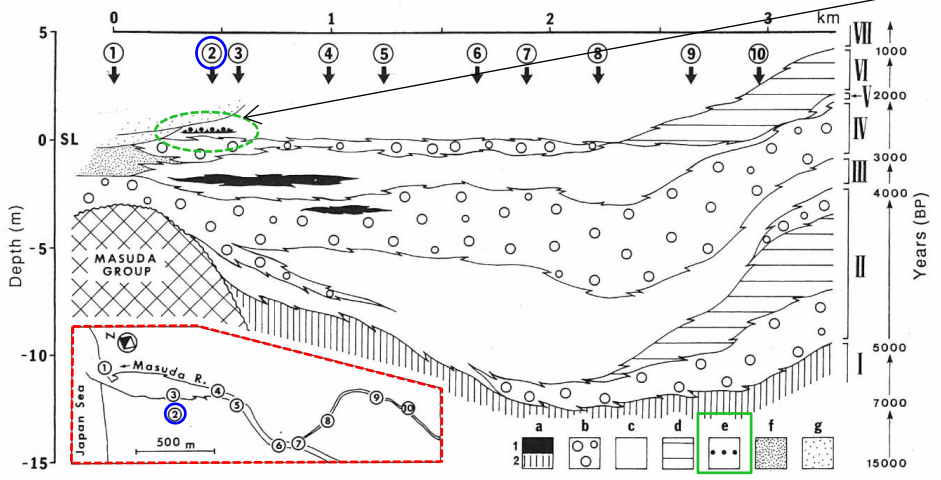


Fig. 2　Lateral and vertical distribution of sedimentary sequences of the Masuda Plain (Fig. 1). The section is based on numerous borehole data. 1–10: Borehole sites, a–g: sedimentary environments (a-1: fresh-water lagoon, a-2: brackish lagoon, b: fluvial channel, c: flood plain, d: abandoned river, e: tsunami deposit, f: beach, g: dune), I–VII: transgressive-regressive facies (I, III, V and VII: transgressive facies; II, IV and VI: regressive facies). SL: Present high water mark.

堆積層分布断面図

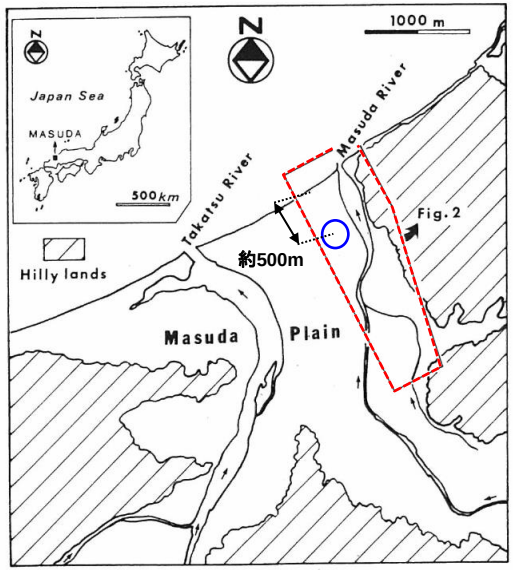
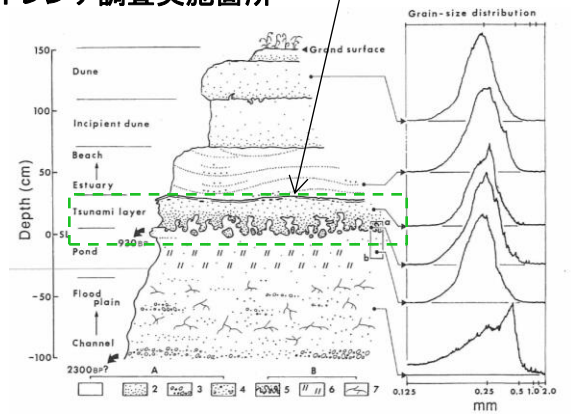


Fig. 1　Index map of the study area.

調査位置図

◯:トレンチ調査実施箇所



トレンチ壁面スケッチ及び粒度分布図

Minoura and Nakata(1994)より引用・加筆

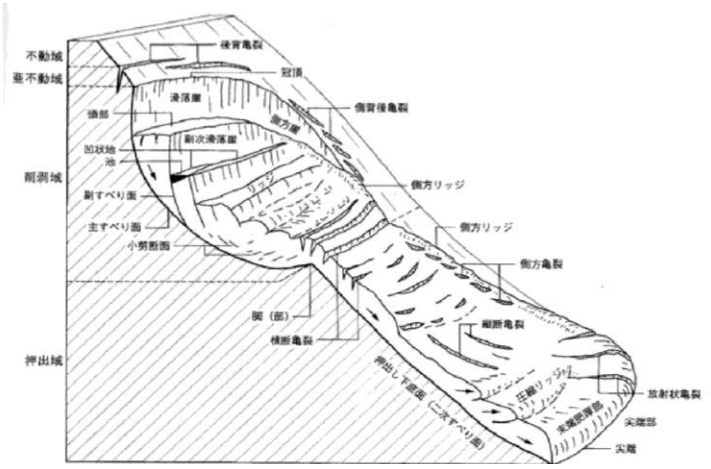
陸上地すべりの判読及び地表地質踏査の方法

第771回審査会合　資料1-3　P255　再掲

【空中写真判読】
・地すべり地形は，鈴木(2000)(60)に示すような滑落崖，押し出し下底面（二次すべり面）等の特徴的な地形が発達する。そのため，地形図上では，渡・小橋(1987)(61)に示されるような等高線の乱れ等が認められ，特徴的な分布を示すことが多い。これらの等高線の分布は，滑落崖，地表面逆傾斜，先端部の押し出し，台地状地形等を意味するため，地すべり地形判読としての基準とする。
【地表地質踏査】
・地表地質踏査は，地形，地質，水文学的な観点から，下表に示す留意点に着目し，地表地質踏査結果を1/5,000程度のルートマップにまとめた。

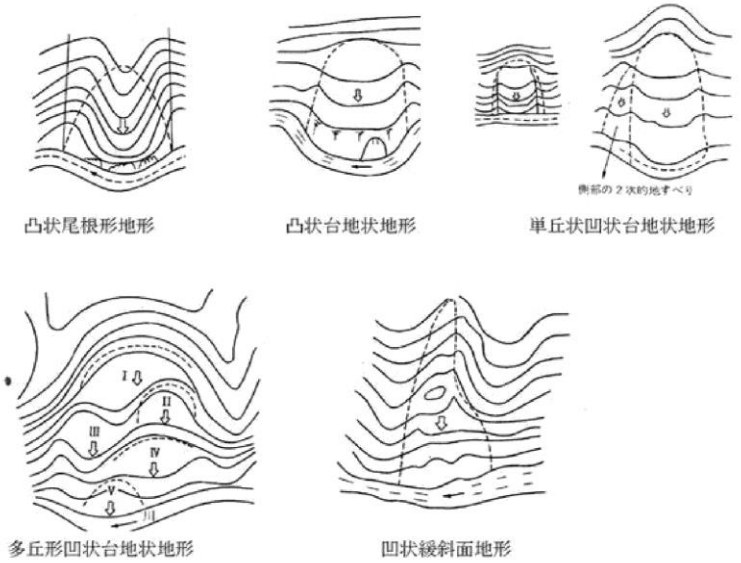
地表地質踏査における主な留意点，着目点

項目	留意点・着目点
地形	・亀裂，段差等の微地形の有無 ・遷緩線，遷急線の有無 ・支沢の発達状況 ・旧地形
地質	・岩種及び岩相 ・地質構造（流れ盤，破砕帯の有無等） ・風化の程度 ・節理間隔，ゆるみの有無
水文	・表流水及び表流跡の有無 ・湧水地点の位置及び状況
構造物	・クラックの有無



地すべりに伴って生じる各種の微地形

鈴木(2000) より引用



地すべり地形の微地形

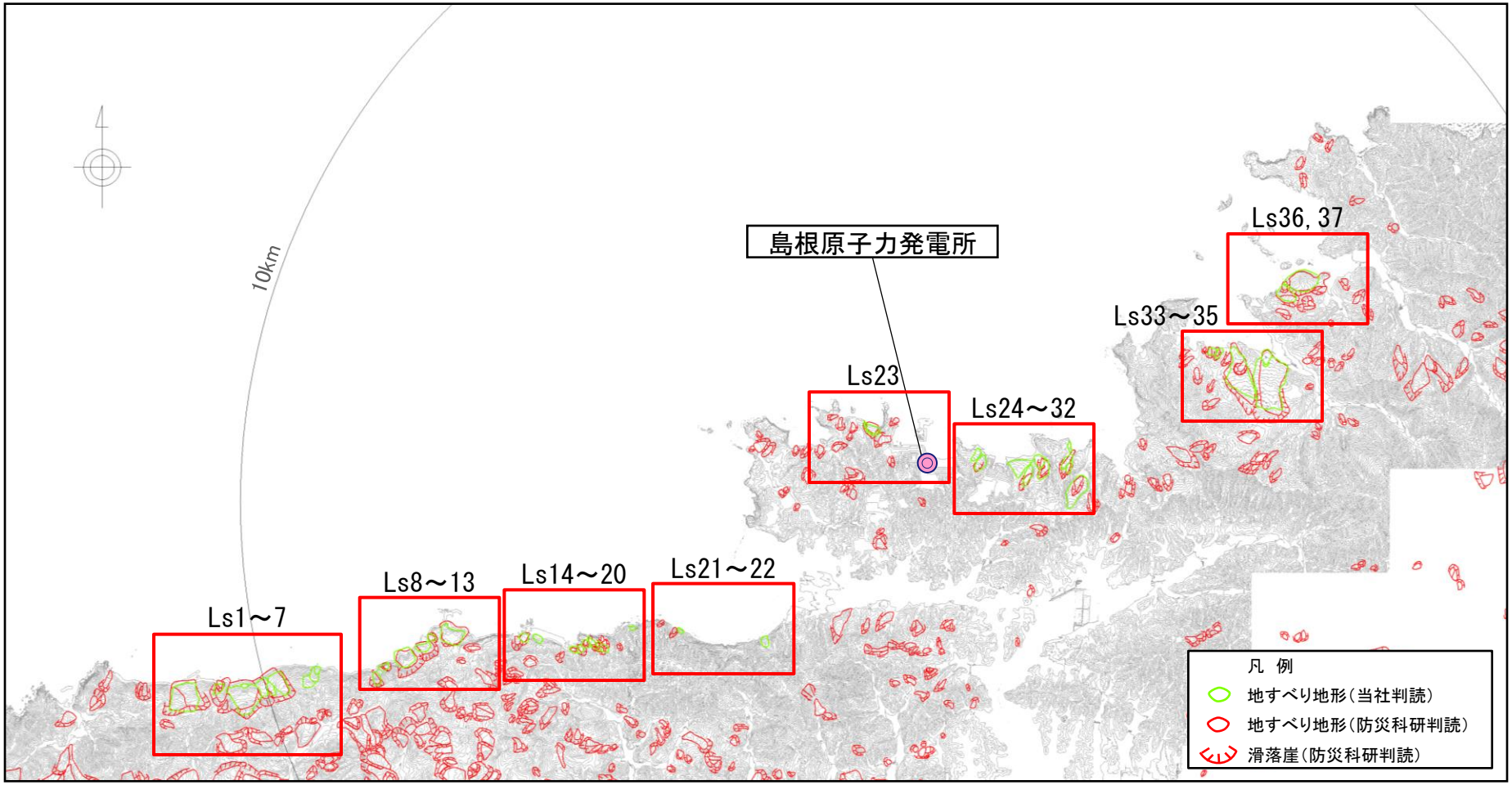
渡・小橋(1987)より引用

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の比較

第771回審査会合　資料1-3　P256　再掲

■ 空中写真判読

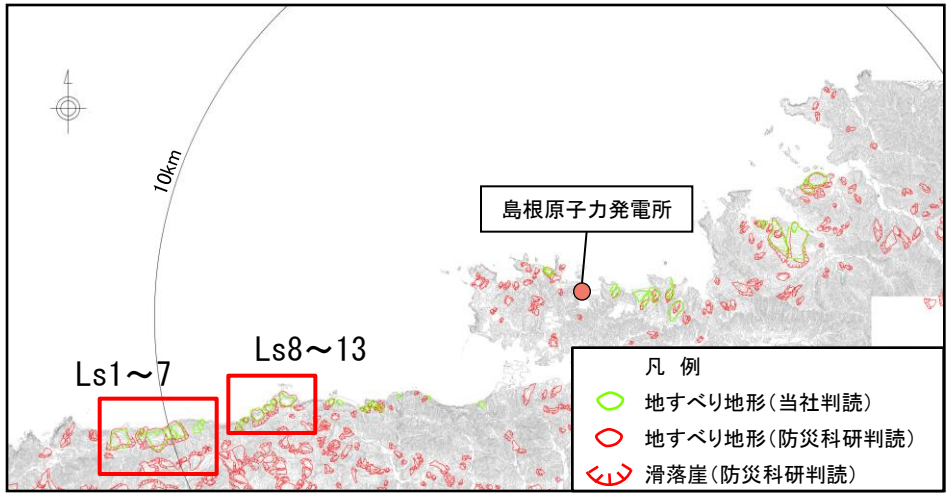
・当社による空中写真判読結果は，防災科学技術研究所(2005[62]，2006[63])に示されている地すべり地形と概ね整合している。



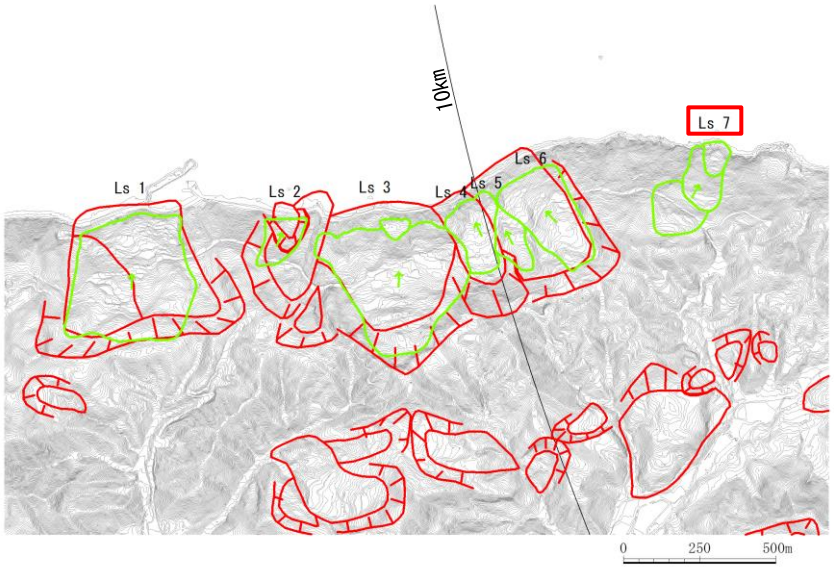
当社判読結果と防災科学技術研究所(2005，2006)に示される地すべり地形の比較

第771回審査会合　資料1-3
P257　再掲

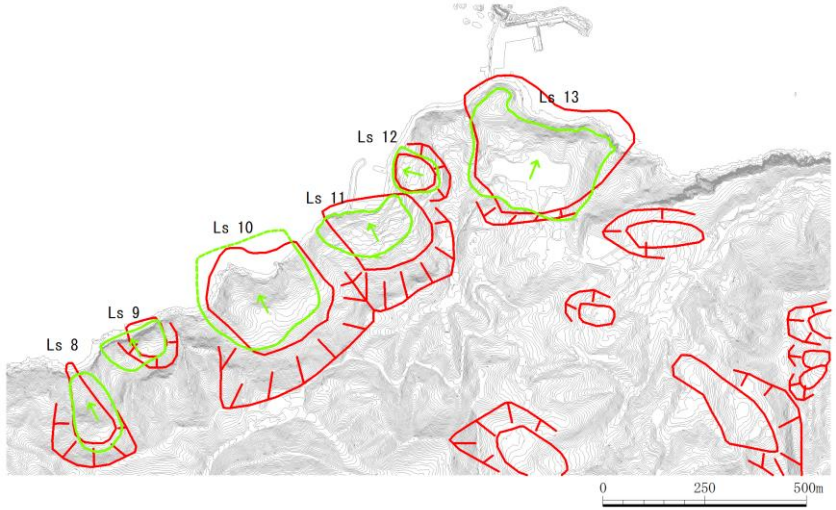
■ 空中写真判読（Ls1～Ls13）



Ls1～7　判読結果



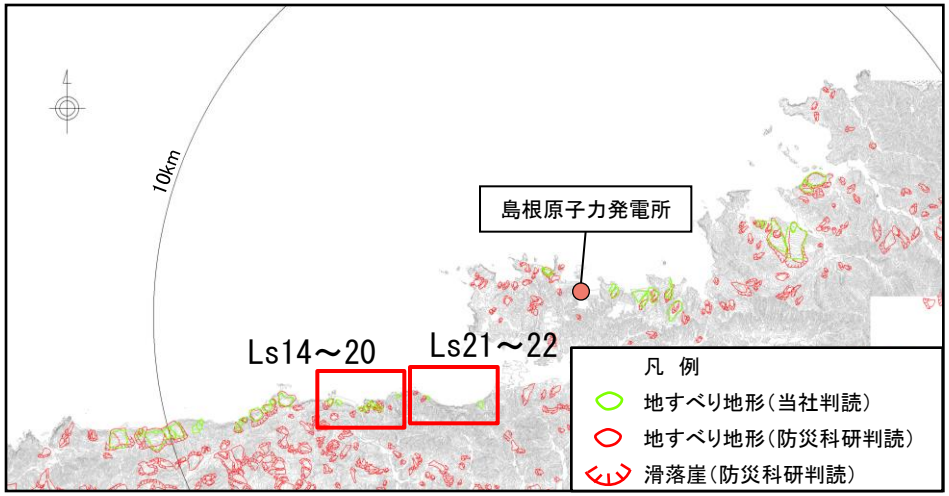
Ls8～13　判読結果



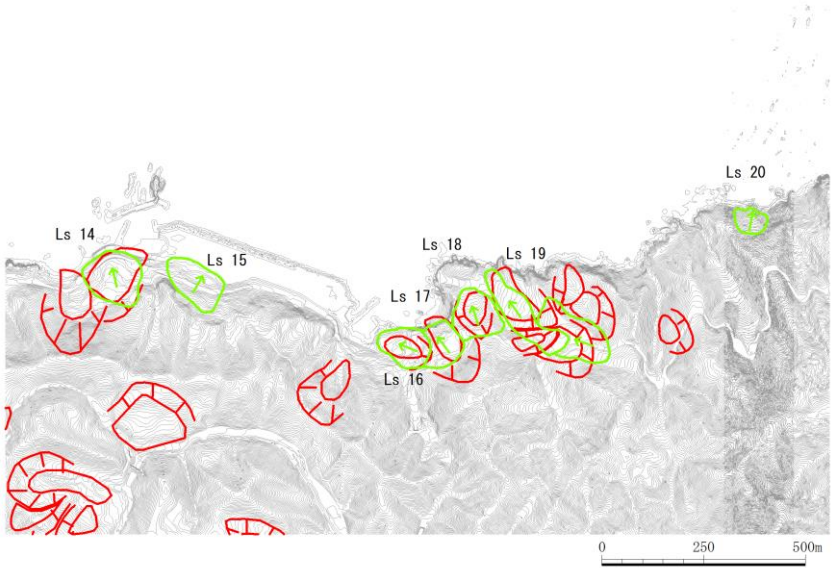
当社判読結果と防災科学技術研究所(2005，2006)に示される地すべり地形の比較

第771回審査会合　資料1-3
P258　再掲

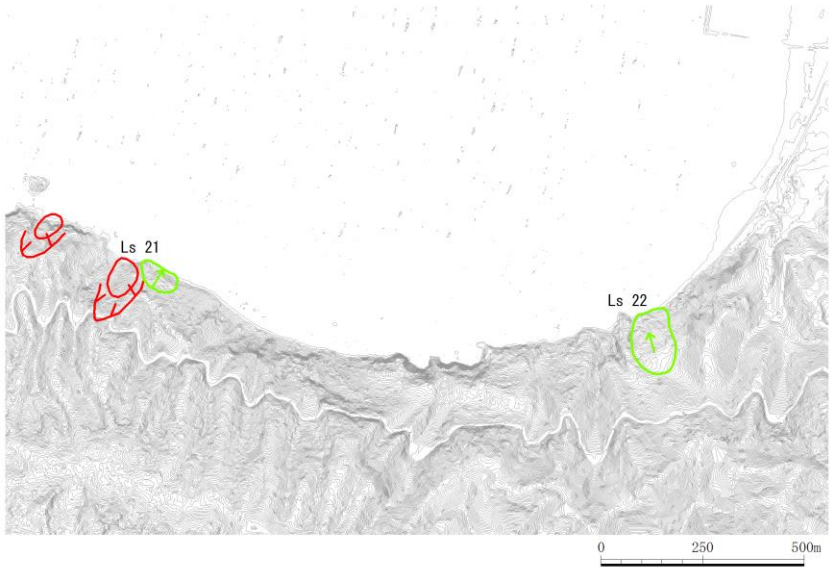
■ 空中写真判読（Ls14～Ls22）



Ls14～20　**判読結果**



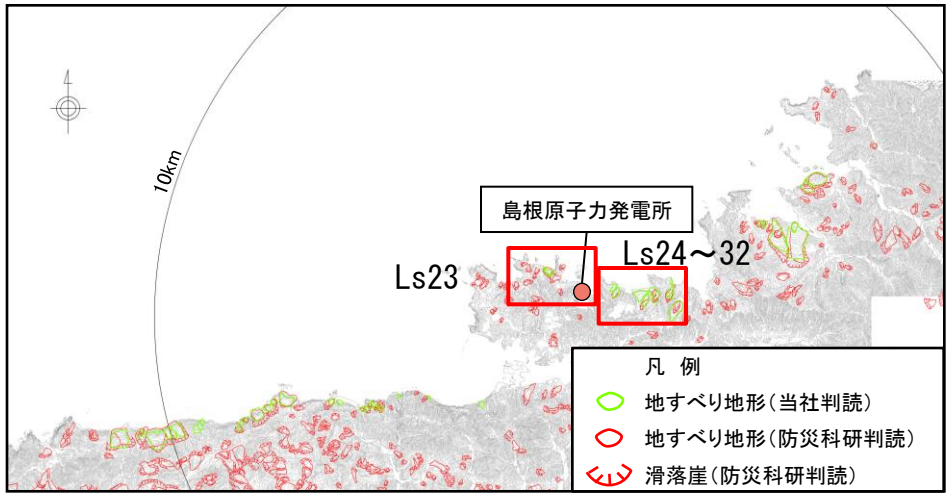
Ls21～22　**判読結果**



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の比較

第771回審査会合　資料1-3
P259　再掲

■ 空中写真判読（Ls23～Ls32）



Ls23　**判読結果**



Ls24～32　**判読結果**

