

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

1. 評価対象とする津波の選定
2. 評価方針
3. 海底地すべりが発生する時間範囲の算定
4. 組合せ時間の算定位置
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定
6. 同波動場での津波解析
7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

1. 評価対象とする津波の選定

■基本方針

- 津波発生要因に係る敷地の地学的背景、津波発生要因の関連性及び発電所の津波高さや補機冷却海水系取水口敷高を下回る継続時間に与える影響を考慮して、地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せを評価する。

■評価対象とする津波の選定

【地震に起因する津波(プレート間地震)】

- 想定波源域、地震規模が大きく、発電所に与える影響が最も大きい「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」を評価対象とする。

【海洋プレート内地震及び海域の活断層による地殻内地震に起因する津波(その他の地震)】

- プレート間地震の発生に伴う応力変化の影響により海洋プレート内地震等が発生する時間間隔は、日本海溝・千島海溝沿い及び国外で発生したプレート間地震と地震後に発生した地震の事例から、十分な期間がある。
- また、3.11地震の事例では、プレート間地震による津波が沿岸付近に到達する程度の約40分後にMw7クラスの海洋プレート内地震が発生したが^{※1}、プレート間地震の地震動継続時間(数分間程度)よりも長い。
- 以上から、プレート間地震とその他の地震の組合せは評価対象外とする^{※2}。

※1: 本震による津波が非常に大きかったため、津波は観測記録からは確認できないが、地震の規模等を考えると、津波を発生させた可能性がある(気象庁(2021))。

※2: 詳細は、補足説明資料「Ⅵ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価 1. プレート間地震とその他の地震が同時発生する津波評価上の関連性」に記載。

【地震以外に起因する津波】

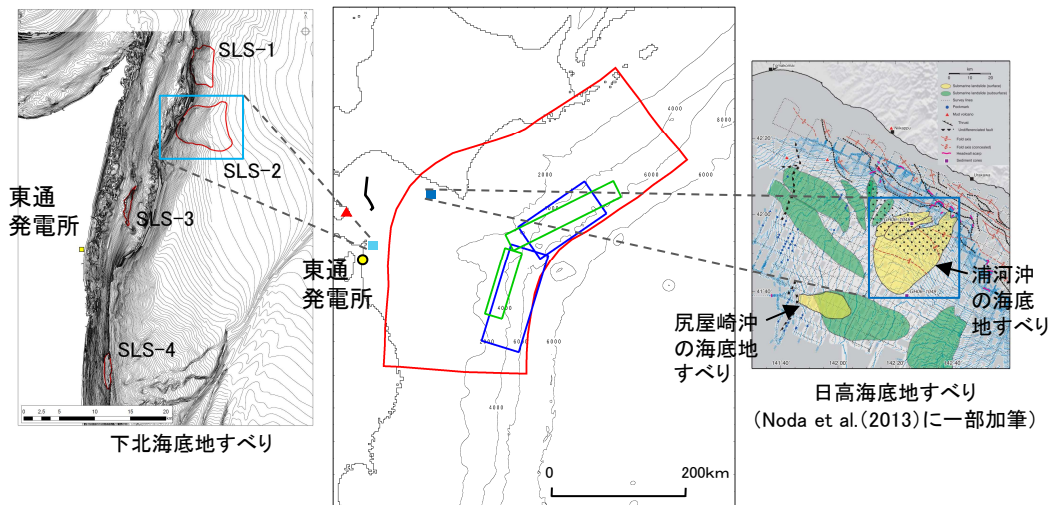
- 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」の活動により「下北太平洋側大陸棚外縁の海底地すべり」、「日高舟状海盆の海底地すべり」が励起されることを想定する。このうち、連動型地震との組合せ評価は、海底地すべりの形成過程や津波特性(=東通のサイト特徴)から、発電所に与える影響が大きいと考えられる「日高舟状海盆の海底地すべり(浦河沖の海底地すべり)」を対象とする(詳細は次頁以降に記載)。
- 「ハワイ付近の海底地すべり」、「恵山の山体崩壊」は、「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」の活動との関連性は無いことから、評価対象外とする。
- 「日本海溝付近における海山の海底地すべり」の他、短周期の波を発生させる要因の1つとして考えられる未知なる分岐断層(=「その他の地震」)や海底地すべり等が存在する可能性については、「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」のうち特性化モデル④で考慮していることから(詳細は、p.382)、本検討の対象外とする。

<地震に起因する津波>

- 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 <右図中: 赤線>
- 津波地震 <右図中: 青線>
- 海洋プレート内地震(正断層型の地震) <右図中: 緑線>
- 海域の活断層による地殻内地震(恵山沖断層) <右図中: 黒線>

<地震以外に起因する津波>

- 陸上の地すべり及び斜面崩壊: 影響を及ぼす地すべり地形無し
- 下北太平洋側大陸棚外縁の海底地すべり <右図中: 青点>
- 日高舟状海盆の海底地すべり <右図中: 赤点>
- 日本海溝付近における海山の海底地すべり
- ハワイ付近の海底地すべり
- 恵山の山体崩壊 <右図中: 赤三角>



各津波波源の位置関係

以上から、連動型地震と日高海底地すべり(浦河沖)を対象に、組合せ評価(同波動場での津波解析)を実施する。

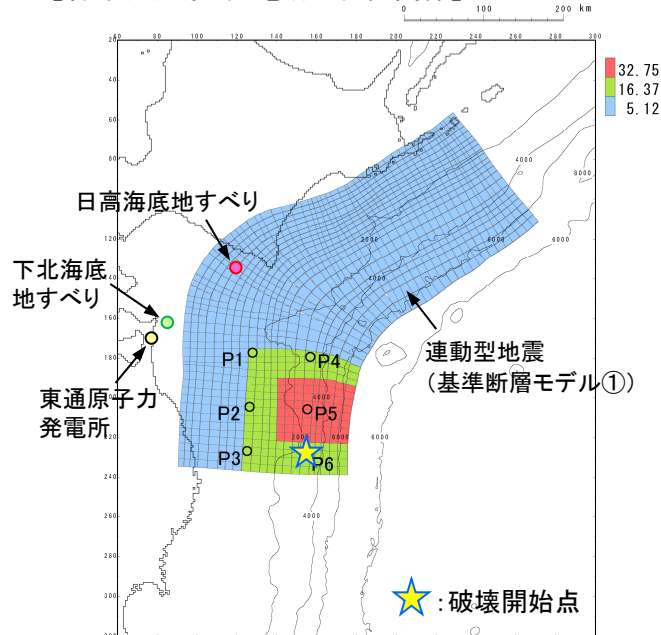
Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

1. 評価対象とする津波の選定

■ 組合せ評価(同波動場での津波解析)を実施する海底地すべりの選定方針

- ・ 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震, 下北太平洋側大陸棚外縁の海底地すべり, 日高舟状海盆の海底地すべりと発電所の位置関係及び海底地すべりの発生時間範囲の関係から, 下北・日高ともに海底地すべりに伴う津波が先に発電所に到達するため, 発電所地点では, 沖合で干渉した連動型地震の第1波(押し波)と海底地すべりの第2波以降の後続波が組み合わせられる。
- ・ 上記の東通のサイト特徴から, 組合せ評価(同波動場での津波解析)を実施する海底地すべりは, 連動型地震の第1波と組み合わせられる範囲の津波特性を考慮して選定する必要がある。
- ・ 評価対象とする海底地すべりの選定について, 発電所に与える影響が大きい日高海底地すべりを対象に検討した上で(STEP1), 日高海底地すべりと津波特性等の比較から, 下北海底地すべりの評価の要否を検討する(STEP2)。

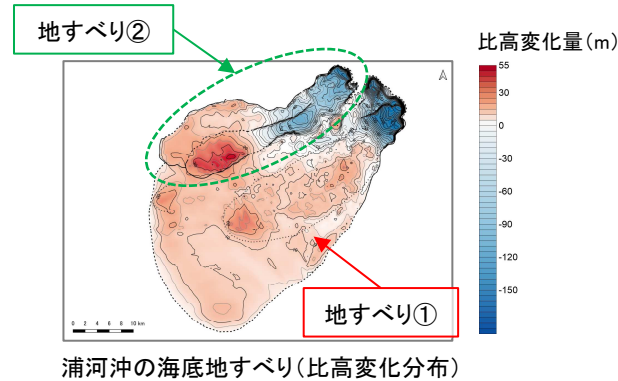
【各津波波源と発電所の位置関係】



【評価対象とする海底地すべりの選定方法】

◆STEP1: 日高海底地すべり

- 浦河沖の海底地すべりについて, 連動型地震と干渉する第1波の水位下降量及び周期の比較から, 評価対象とする地すべりを選定する。また, 地すべり①と②の発生時間差の組合せ評価の要否を検討する。
- 尻屋崎沖の海底地すべりの発生形態, 地すべり地形から組合せ評価の要否を検討する。



◆STEP2: 下北海底地すべり

- 日高海底地すべりに伴う津波との比較から, 組合せ評価の要否を検討する。
項目①: 日高海底地すべり(浦河沖)の津波特性(水位変動量及び周期)との類似性の有無
項目②: 連動型地震との線形足し合わせによる水位変動量の大小

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

1. 評価対象とする津波の選定：日高舟状海盆の海底地すべり(STEP1)

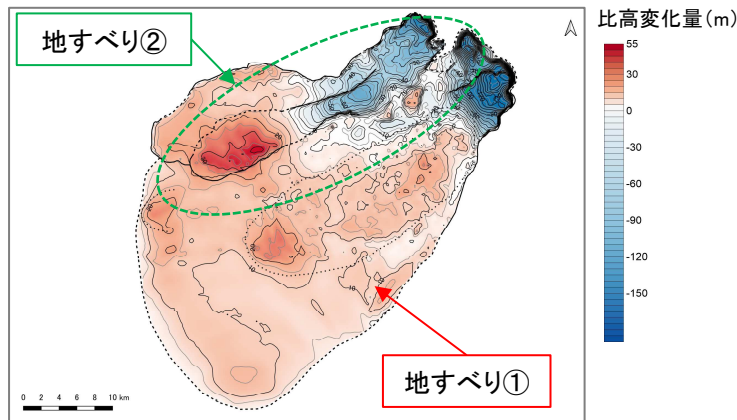
■ 浦河沖の海底地すべり

- 浦河沖の海底地すべりは、地すべり①と地すべり②に区分され、「地すべり①と地すべり②の同時活動」、「地すべり①単独」及び「地すべり②単独」の津波特性(水位変動量, 周期及び波長)は各々異なる(詳細は, p.417~418)。
- 前述した東通のサイト特徴から、先に沖合を通過する海底地すべりに伴う津波の第1波の水位下降量, 周期及び波長の大小が組合せ評価に与える影響を検討することが重要であることを踏まえ、「地すべり①と地すべり②の同時活動」、「地すべり①単独」及び「地すべり②単独」を評価対象とする。
- なお、浦河沖の海底地すべりは地すべり①の上に地すべり②が堆積しているため、地すべりの発生時間差(地すべり①→地すべり②)を考慮した波源も想定できる。東通のサイト特徴から、組合せ津波の最大水位上昇量は、海底地すべりの第1波の水位下降量が小さい方が大きくなるが、地すべり②単独の水位下降量-0.87mに対し、発生時間差を考慮したケースの水位下降量は-1.4m程度※と大きい。そのため、発生時間差を考慮した組合せ津波の水位は、地すべり②単独との組合せ津波の水位を上回るものではないと考えられることから、地すべりの発生時間差は評価の対象外とする。

※: 発電所地点における地すべり①単独の第1波の水位下降量-2.05mに、遅れて到達する地すべり②単独の第1波の水位上昇量0.6m程度を線形足し合わせた水位変動量。

■ 尻屋崎沖の海底地すべり

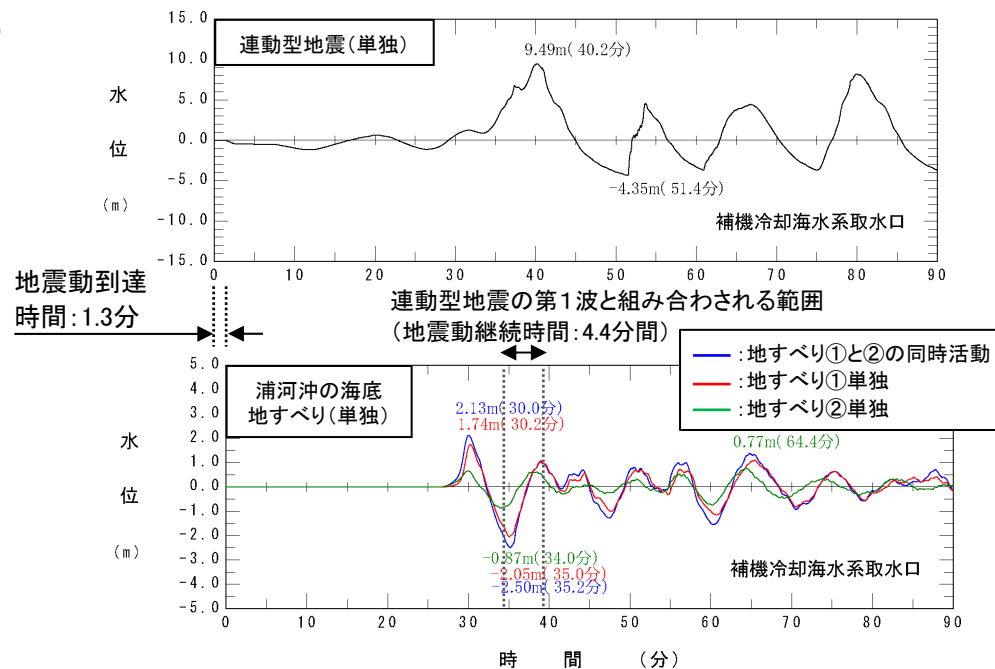
- 尻屋崎沖の海底地すべりは、発生形態(並進すべり型)及び地すべり地形(水深:約700~1100m, すべり面の傾斜:0.2~0.3°程度)から、発電所の津波高さに与える影響は極めて小さいと考えられるため(詳細は, p.401~403), 評価の対象外とする。



浦河沖の海底地すべり(比高変化分布)

浦河沖の海底地すべり土塊(崩壊物)の体積

| 地すべり土塊① | 地すべり土塊② | 土塊①と土塊②の同時活動 |
|----------------------|---------------------|----------------------|
| 10.0 km ³ | 7.6 km ³ | 17.6 km ³ |



発電所地点(補機冷却海水系取水口前面位置)における水位時刻歴波形

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

1. 評価対象とする津波の選定：下北太平洋側大陸棚外縁の海底地すべり(STEP2)

S233

- 連動型地震の第1波と組み合わせられる範囲の水位変動量は0.5m程度、周期は約8分であり、日高海底地すべり②単独の津波特性(水位変動量:0.9m程度、周期:約8分)とほぼ同様である(類似性がある)。
- また、連動型地震との線形足し合わせによる水位変動量は、水位上昇側・下降側ともに、日高海底地すべり②単独を下回る。
- 以上から、下北海底地すべりと連動型地震の組合せ津波は、日高地すべり②単独との組合せ津波の水位を下回ると考えられることから、組合せ評価の対象外とする。

崩壊物の体積(地すべりの規模)と線形足し合わせによる水位変動量※1の比較

| 海底地すべり | | 崩壊物の体積(km ³) | 補機冷却海水系取水口前面 | | |
|--------|--------------|--------------------------|--------------|-----------|-----------|
| | | | 上昇側(m)※2 | 下降側①(m)※3 | 下降側②(m)※4 |
| 下北 | SLS-2 | 1.0 | 9.92 | -5.32 | -5.33 |
| 日高 | 地すべり①と②の同時活動 | 17.6 | 10.50 | -6.19 | -5.92 |
| | 地すべり①単独 | 10.0 | 10.55 | -5.91 | -5.70 |
| | 地すべり②単独 | 7.6 | 10.10 | -5.35 | -5.36 |

※1: 下北海底地すべりと連動型地震の線形足し合わせによる水位の詳細は、補足説明資料「Ⅵ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価 2. 下北海底地すべりと連動型地震の線形足し合わせによる津波水位」に記載。日高海底地すべりと連動型地震の線形足し合わせによる水位の詳細は、本資料「Ⅲ. 5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定 5.3 各取水口前面における組合せ時間(Tmax)の算定」に記載。

- ※2: 連動型地震(基準断層モデル①)と線形足し合わせた最大水位上昇量
- ※3: 連動型地震(基準断層モデル②)と線形足し合わせた最大水位下降量
- ※4: 連動型地震(基準断層モデル③)と線形足し合わせた最大水位下降量

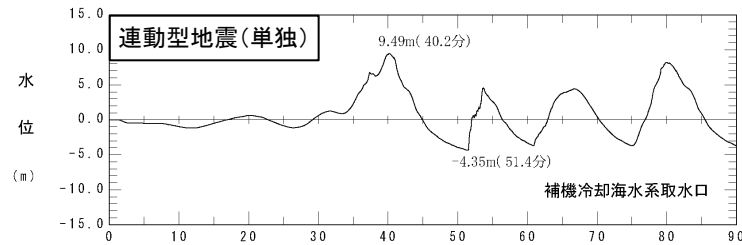
下北海底地すべり(SLS-2)と日高海底地すべり(地すべり②単独)の地すべり土塊(崩壊物)の主なパラメータの比較

| 海底地すべり | | 長さ(km) | 幅(km) | 比高(m) | 厚さ(m) | 傾斜(°) | 発電所との距離(km) |
|--------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| 下北 | SLS-2※4 | 6 | 5 | 300 | 50 | 2.86 | 20.8 |
| 日高 | 地すべり②単独※5 | 23 | 5 | 700 | 130 | 5~15 | 141.8 |

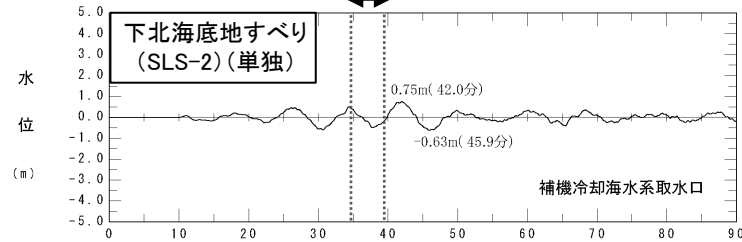
- 海底地すべり津波は同心円状に広がりがりながら伝播するため、発電所の津波水位に及ぼす影響は地すべり土塊の規模と位置が関係する。
- 下北海底地すべりは、発電所からの距離が近いことが津波水位に影響を及ぼすものの、その影響は、地すべり土塊の規模が大きい日高海底地すべりを下回る。

※4: 詳細はp.385に記載。

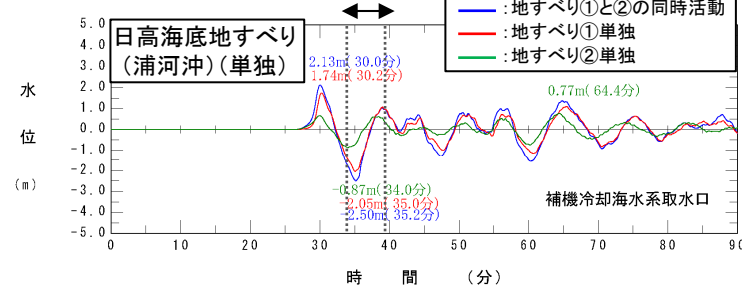
※5: 長さ、幅、厚さの詳細はp.406に記載。傾斜はp.399に記載。比高は、海底地すべりのすべり面からの読み取り値(p.405)。



連動型地震の第1波と組み合わせられる範囲
(地震動継続時間: 4.3分間)



連動型地震の第1波と組み合わせられる範囲
(地震動継続時間: 4.4分間)



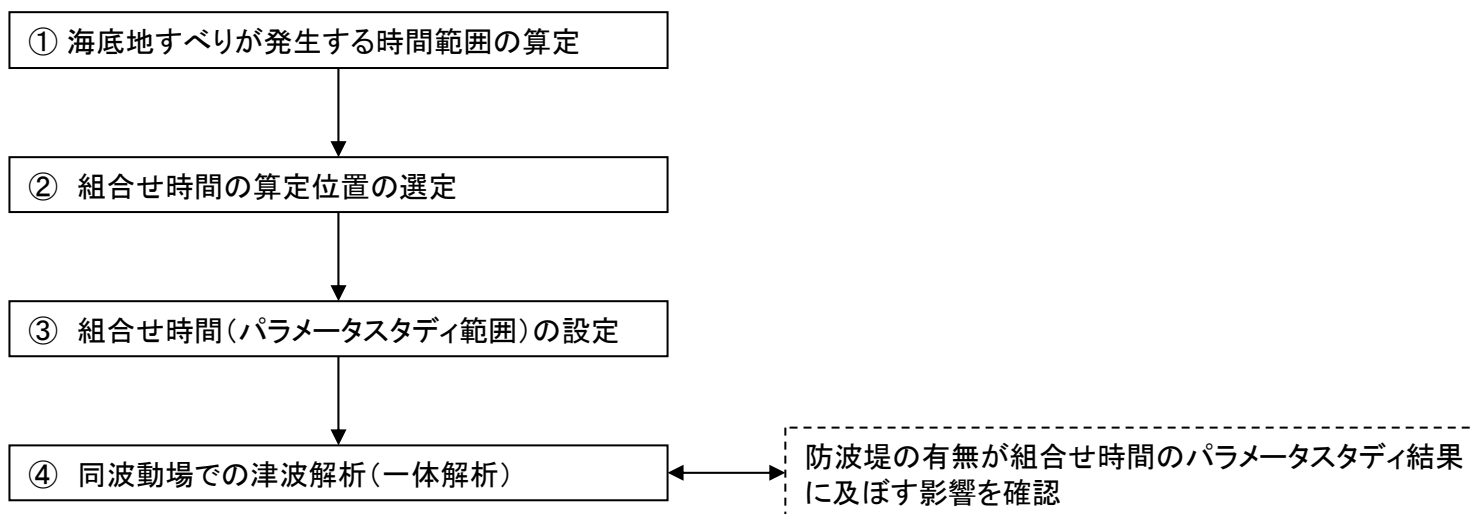
発電所地点(補機冷却海水系取水口前面位置)
における水位時刻歴波形

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

2. 評価方針

- 日高舟状海盆の海底地すべりは、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震による地震動が海底地すべり位置に到達する時間(T_s)から、海底地すべり位置での地震動継続時間(T_d)の時間範囲($T_s \sim T_s + T_d$)で発生するものとし、津波解析は同波動場で実施する(一体解析)。
- 地震と海底地すべりの組合せ時間について、発電所敷地前面(遡上域)及び発電所港湾内(海域)の複数地点を対象に、各津波の水位時刻歴波形の線形足し合わせにより、発電所の津波高さ及び補機冷却海水系取水口敷高を下回る継続時間に及ぼす影響が大きい組合せ時間を算定する。
- 津波解析は、上記線形足し合わせにより算定した組合せ時間が同波動場による解析においても影響が大きくなるとは限らないことを踏まえ、各位置で算定した組合せ時間を基本として、日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の周期(約10分=約600秒)の1/100に相当する±6秒の範囲を対象に、3秒間隔でパラメータスタディを実施する。なお、±6秒の範囲でピークが確認できない場合には、ピークを確認できるまでパラメータスタディ範囲を拡大する。
- また、防波堤有りの条件を基本として抽出した組合せ時間が、防波堤無しの場合でも発電所に与える影響が大きい組合せ時間であるかを確認するため、津波高さ及び補機冷却海水系取水口敷高を下回る継続時間が最大となる組合せ時間前後(±3秒)を対象に、防波堤無しの地形を用いた解析を実施する。

【評価フロー】



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

3. 海底地すべりが発生する時間範囲の算定

■算定方針

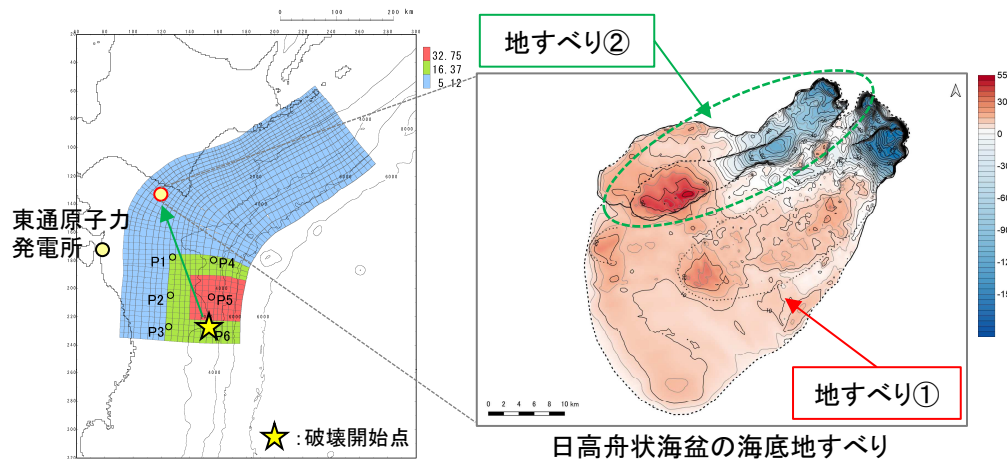
- 日高舟状海盆の海底地すべりは、連動型地震による地震動が海底地すべり位置に到達する時間(T_s)から、Noda et al.(2002)による振幅包絡線の経時特性から得られる地震動継続時間(T_d)の範囲($T_s \sim T_s + T_d$)で発生することを想定する*。

※: 海底地すべりの発生を想定する時間範囲の合理性については、補足説明資料「Ⅵ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価 3. 海底地すべりの発生を想定する時間範囲の合理性」に記載。

■海底地すべりが発生する時間範囲の設定方法

① 地震動の到達時間(T_s)の算定

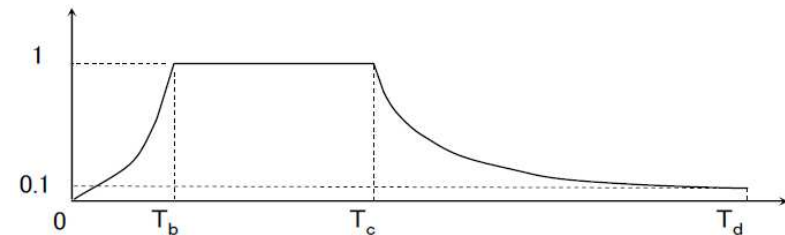
- 地震の破壊開始点から海底地すべり頂部までの距離(=震源距離)とS波速度(3.4km/s(地震調査研究推進本部(2009)))から、海底地すべり位置に地震動が到達する時間(T_s)を算定する。



十勝沖・根室沖から岩手県沖北部
の連動型地震
水位上昇量決定ケース
(破壊開始点:P6)

② 海底地すべり位置での地震動継続時間(T_d)の算定

- Noda et al.(2002)による振幅包絡線の経時特性から地震動が到達する時間(T_d)を算定する。



$$T_b = 10^{0.5M - 2.93} \quad (\text{立ち上がり部の継続時間})$$

$$T_c - T_b = 10^{0.3M - 1.0} \quad (\text{強震部の継続時間})$$

$$T_d - T_c = 10^{0.17M + 0.54 \log X_{eq} - 0.6} \quad (\text{減衰部の継続時間})$$

Noda et al.(2002)による振幅包絡線の経時特性

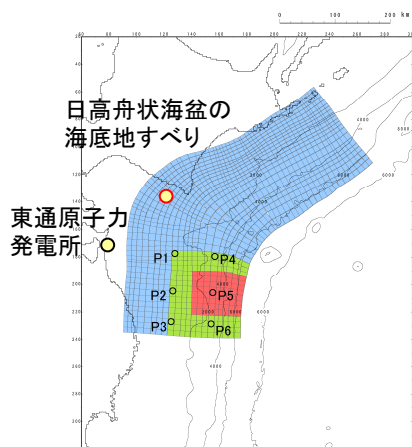
Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

3. 海底地すべりが発生する時間範囲の算定

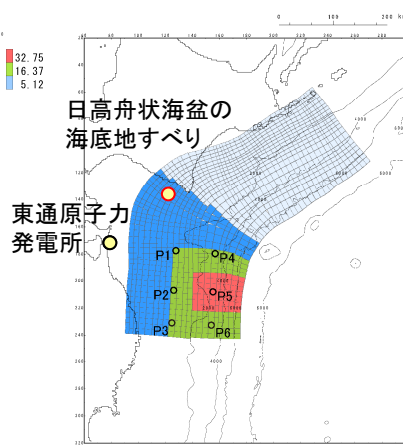
■地震動の到達時間(T_s)の算定

- 各地震の破壊開始点から海底地すべり頂部までの距離(=震源距離)とS波速度(3.4km/s(地震調査研究推進本部(2009)))から、海底地すべり位置に地震動が到達する時間(T_s)を以下のとおり算定した。

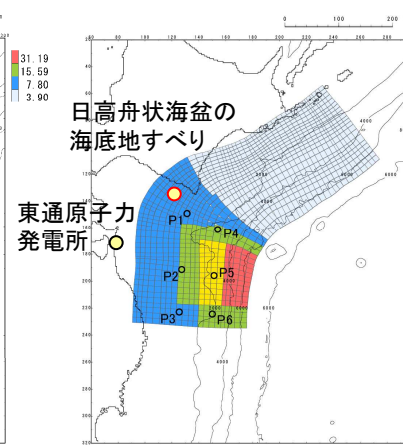
| 区分 | 波源モデル | 破壊開始点位置 | 海底地すべり | 地震の破壊開始点から海底地すべり頂部までの距離(X) | S波速度 | 地震動到達時間(T_s) |
|-------|----------|---------|--------|----------------------------|-----------|------------------|
| 水位上昇側 | 基準断層モデル① | P6 | 日高舟状海盆 | 258.3(km) | 3.4(km/s) | 76.0(s) |
| 水位下降側 | 基準断層モデル② | P4 | 日高舟状海盆 | 153.8(km) | 3.4(km/s) | 45.2(s) |
| | 基準断層モデル③ | P1 | 日高舟状海盆 | 60.9(km) | 3.4(km/s) | 17.9(s) |



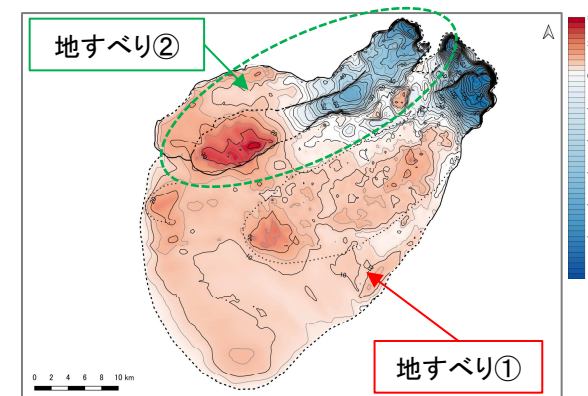
基準断層モデル①
破壊開始点:P6



基準断層モデル②
破壊開始点:P4



基準断層モデル③
破壊開始点:P1



日高舟状海盆の海底地すべり
(浦河沖の海底地すべり)

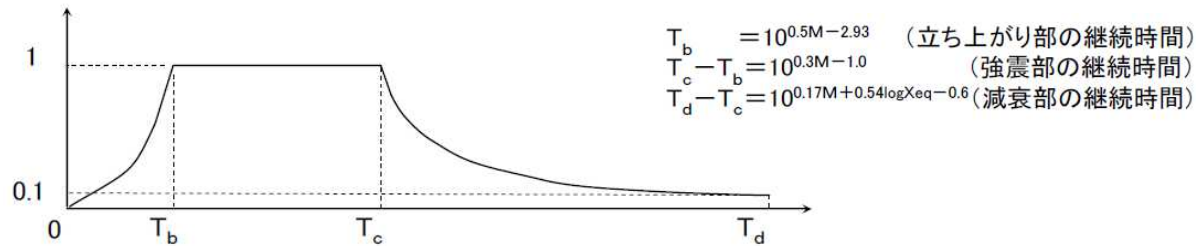
Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

3. 海底地すべりが発生する時間範囲の算定

■地震動継続時間(T_d)の算定

- Noda et al.(2002)による振幅包絡線の経時特性を参考として、海底地すべり位置での地震動継続時間(T_d)を以下のとおり算定した。

| 区分 | 波源モデル | 破壊開始点 | 地震規模 | 各地震の破壊開始点から海底地すべり頂部までの距離(=震源距離) | 振幅包絡線の経時特性 | | |
|-------|----------|-------|------|---------------------------------|------------|---------|----------|
| | | | | | T_b | T_c | T_d |
| 水位上昇側 | 基準断層モデル① | P6 | 9.04 | 258.3(km) | 38.9(s) | 90.4(s) | 263.9(s) |
| 水位下降側 | 基準断層モデル② | P4 | 9.05 | 153.8(km) | 39.4(s) | 91.2(s) | 222.9(s) |
| | 基準断層モデル③ | P1 | 9.04 | 60.9(km) | 38.9(s) | 90.4(s) | 170.0(s) |



Noda et al.(2002)による振幅包絡線の経時特性

■海底地すべりが発生する時間範囲の算定

- 海底地すべり位置に地震動が到達する時間(T_s)と地震動継続時間(T_d)から、海底地すべりが発生する時間範囲を以下のとおり算定した。

| 区分 | 波源モデル | 破壊開始点 | 地震動到達時間(T_s) | 地震動継続時間(T_d) | 海底地すべりが発生する時間範囲($T_s \sim T_s + T_d$) |
|-------|----------|-------|------------------|------------------|---|
| 水位上昇側 | 基準断層モデル① | P6 | 76.0(s) | 263.9(s) | 76.0(s) ~ 339.9(s) |
| 水位下降側 | 基準断層モデル② | P4 | 45.2(s) | 222.9(s) | 45.2(s) ~ 268.1(s) |
| | 基準断層モデル③ | P1 | 17.9(s) | 170.0(s) | 17.9(s) ~ 187.9(s) |

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

4. 組合せ時間の算定位置

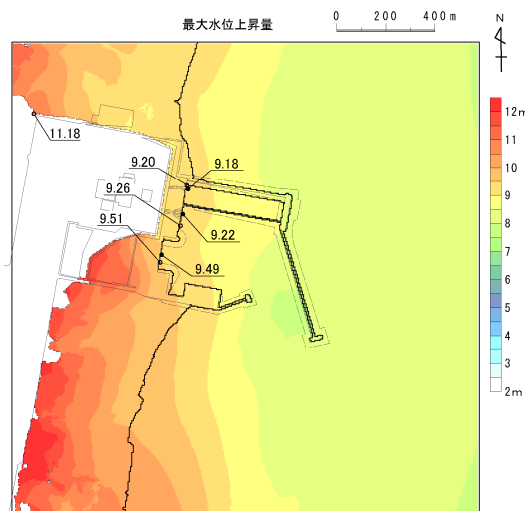
■ 水位上昇側

- 敷地前面(遡上域)については、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震と日高舟状海盆の海底地すべりの最大水位上昇量分布(遡上範囲)の比較から、日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の最大水位上昇量発生位置を代表地点として、遡上域の津波高さに及ぼす影響が大きい組合せ時間を算定する。
- 発電所港湾内については、水位上昇側及び水位下降側の評価点である水位時刻歴波形抽出位置のうち十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震と日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波が到達する補機冷却海水系取水口前面及び取水口前面位置を対象に^{※1}、津波高さに及ぼす影響が大きい組合せ時間を算定する。

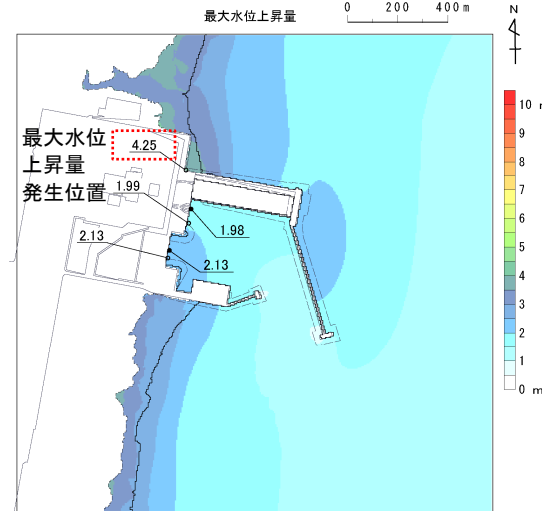
※1:補機冷却海水系取水口前面及び取水口前面を組合せ時間の算定位置として代表させることの妥当性については、補足説明資料「Ⅵ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価 4. 組合せ時間算定位置の妥当性」に記載。

■ 水位下降側

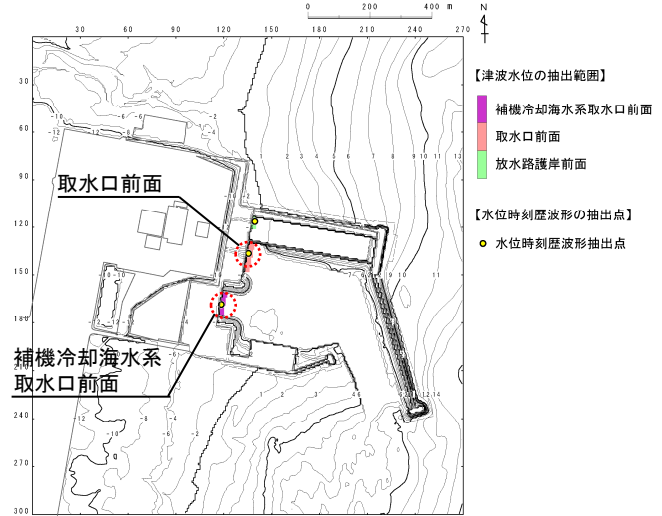
- 水位下降側の評価点である補機冷却海水系取水口前面位置を対象に、津波高さに及ぼす影響が大きい組合せ時間を算定する。



十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震に伴う津波の最大水位上昇量分布
(基準断層モデル①)



日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の最大水位上昇量分布



水位時刻歴波形の抽出位置^{※2}

※2:水位時刻歴波形は、各取放水設備前面の中央位置に該当するメッシュで抽出(抽出位置は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載)

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

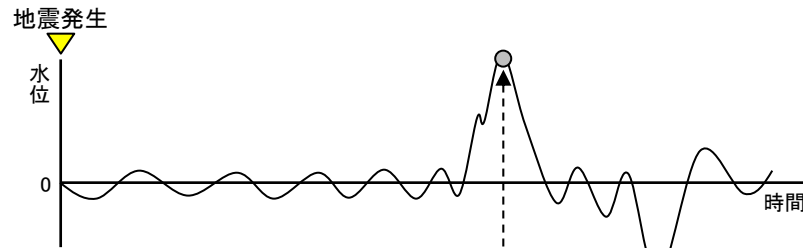
5.1 設定方針

- 津波水位の大小と補機冷却海水系取水口敷高を下回る継続時間の長短には相関性があることを踏まえ^{※1}、組合せ時間(パラメータスタディ範囲)は、津波水位に着目して設定する。具体的には、各算定位置における水位時刻歴波形を用いて、津波水位が最も高くなる、もしくは最も低くなる組合せ時間(T_{max})を線形足し合わせにより算定する(【STEP1】)。
- 各位置で算定した組合せ時間(T_{max})を基本として、日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の周期(約10分=約600秒)の1/100に相当する±6秒の範囲を対象に、3秒間隔でパラメータスタディを実施する(【STEP2】)。

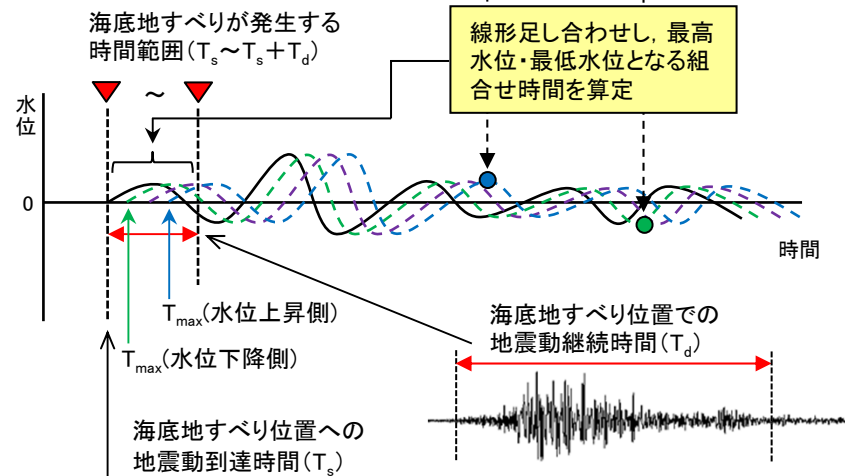
※1:水位下降側の評価方法の詳細は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 5. 水位下降側の評価方法」に記載。

【STEP1】線形足し合わせによる組合せ時間(T_{max})の算定

地震に起因する津波の水位時刻歴波形



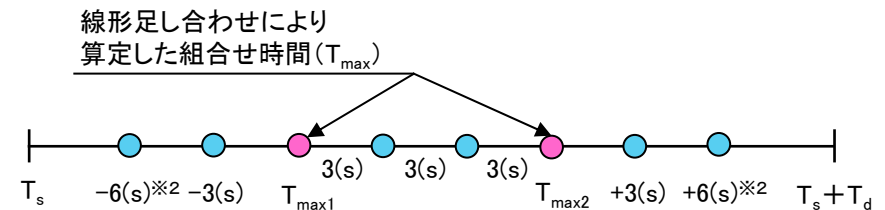
海底地すべりに起因する津波の水位時刻歴波形



【STEP2】組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

- STEP1で算定した各算定位置の組合せ時間(T_{max})を基本に、日高舟状海盆の海底地すべりの津波周期(約10分=600秒)の1/100に相当する±6秒の範囲を対象に、3秒間隔でパラメータスタディを実施する。
- 上記±6秒の範囲でピークが確認できない場合には、ピークを確認できるまでパラメータスタディ範囲を拡大する。

パラメータスタディ範囲の設定(概念)

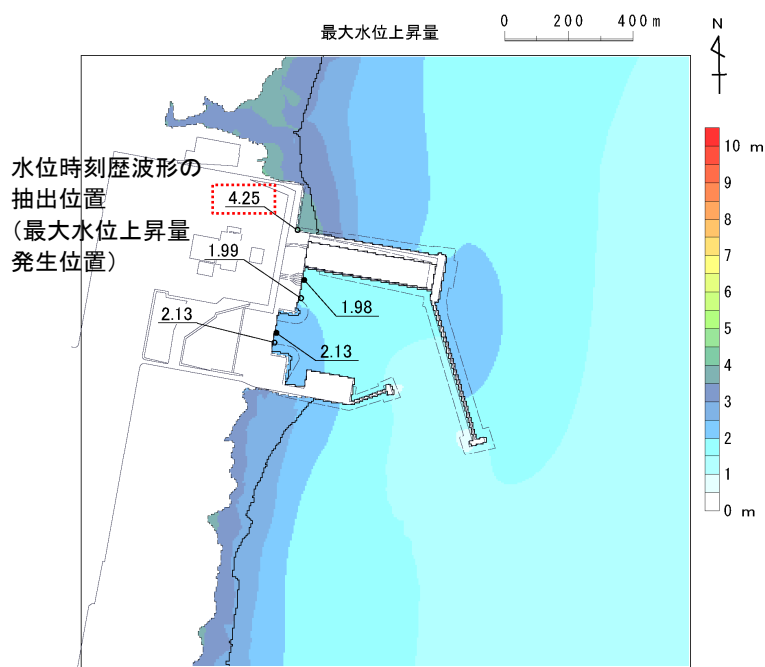


※2: ±6秒の範囲でピークが確認されない場合には、ピークが確認できるまでパラメータスタディ範囲を拡大する。

5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

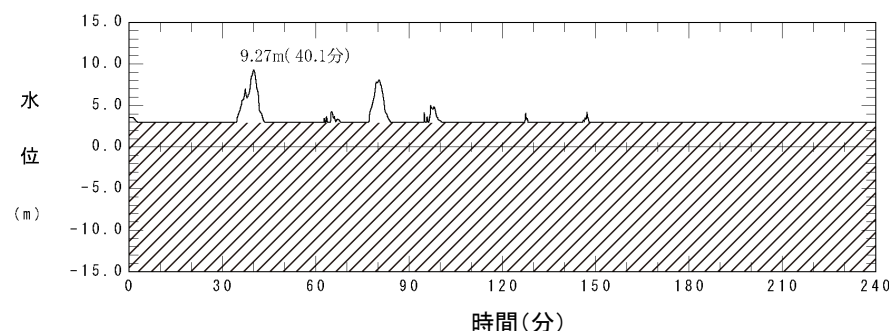
5.2 敷地前面(遡上域)における組合せ時間(Tmax)の算定

- ・ 日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の最大水位上昇量発生位置における各津波の水位時刻歴波形を以下に示す。
- ・ 日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波は、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震に伴う津波よりも早く敷地前面(遡上域)に到達するとともに、第1波のみしか陸域に遡上しないことから(詳細は、次頁に記載)、海底地すべりが発生する時間範囲: 76.0s~339.9sでは、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震に伴う津波の水位上昇に影響しないことを確認した。

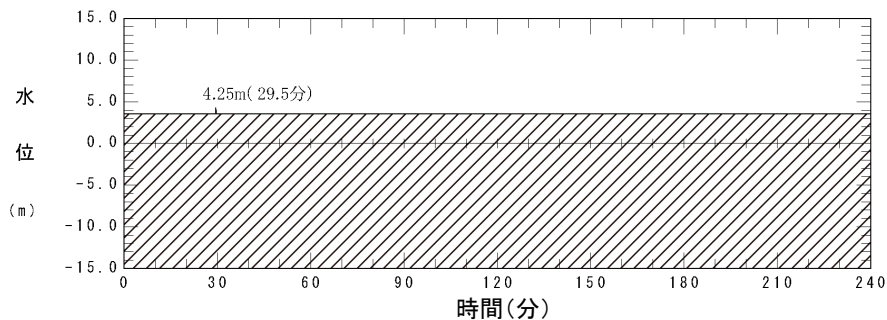


水位時刻歴波形の抽出位置
(日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波の最大水位上昇量分布)

【各津波の水位時刻歴波形】



十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震に伴う津波
(基準断層モデル①)※



日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波※

※: 图中斜線部は水位抽出点の地盤の標高を示す

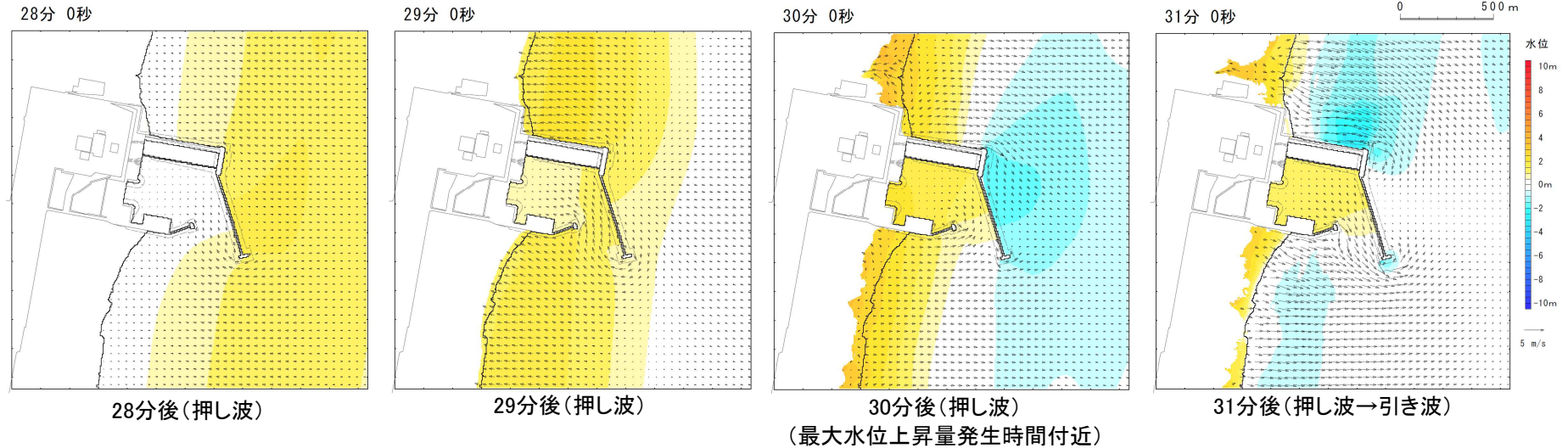
Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

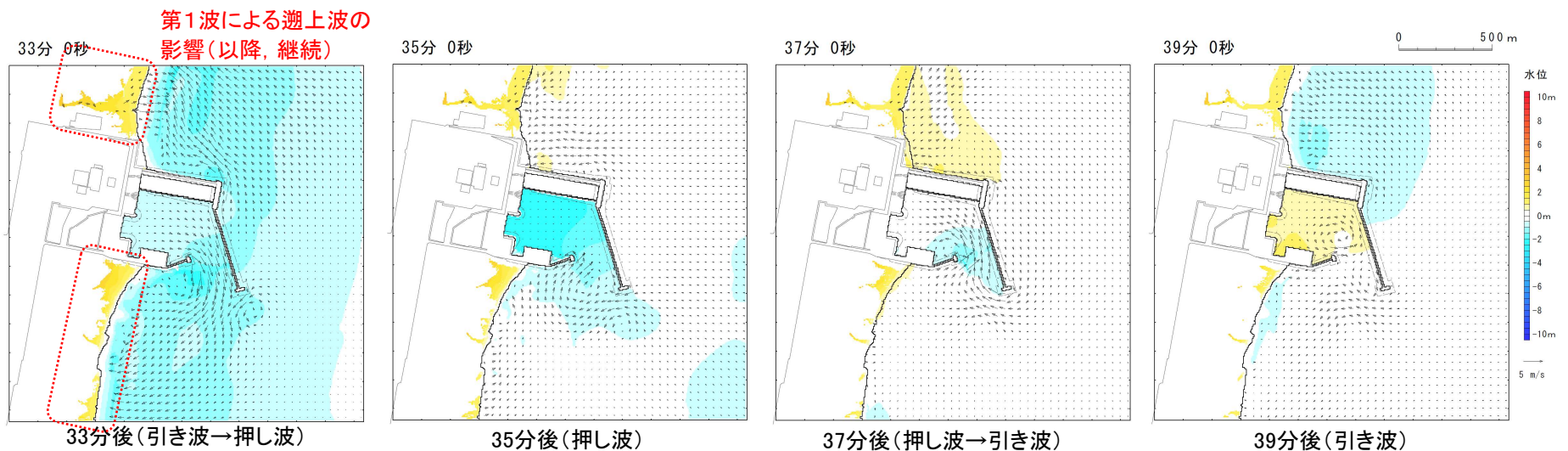
5.2 敷地前面(遡上域)における組合せ時間(Tmax)の算定

- 日高舟状海盆の海底地すべりに伴う津波が敷地前面(遡上域)に到達する第1波及び第2波の来襲状況(スナップショット)を以下に示す。

■第1波来襲状況: 海底地すべり発生28分~31分後(1分刻み)



■第2波来襲状況: 海底地すべり発生33分~39分後(2分刻み)



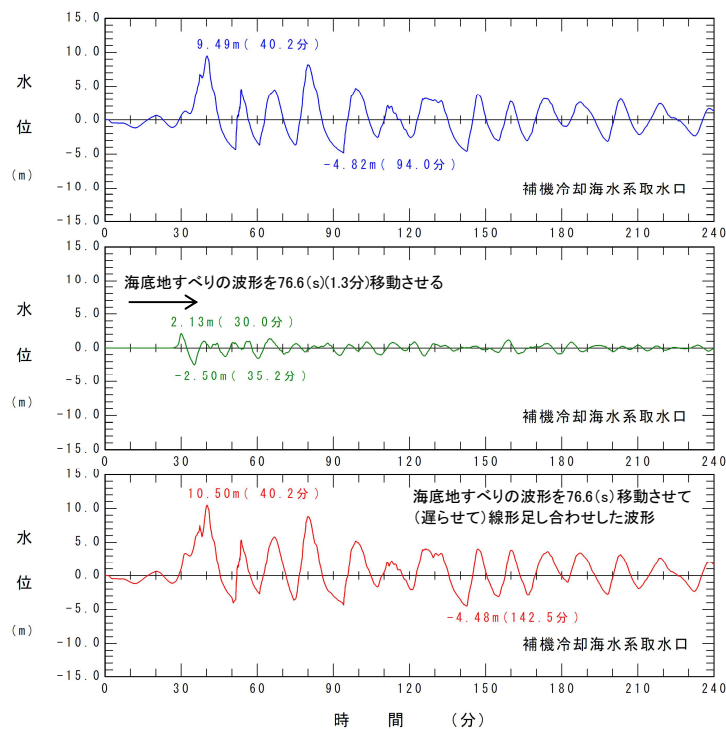
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

5.3 各取水口前面における組合せ時間(Tmax)の算定:水位上昇側

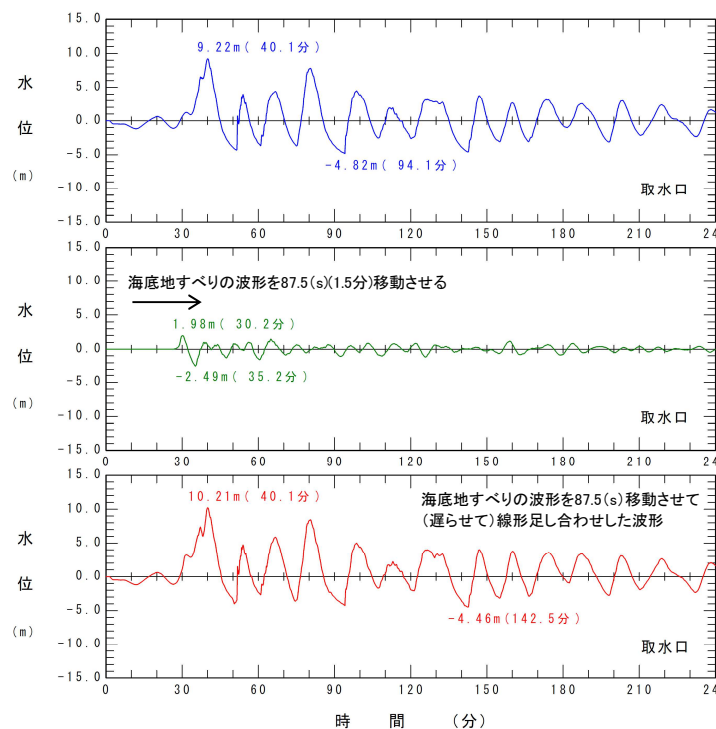
■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)

- 補機冷却海水系取水口前面及び取水口前面位置における各津波の水位時刻歴波形を線形足し合わせし、組合せ時間(T_{max})を以下のとおり算定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 (T _s ~T _s +T _d) | 組合せ時間(T _{max}) | |
|-----------------------|------------------|---|--------------------------|---------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 補機冷却海水系取水口前面 | 取水口前面 |
| 基準断層モデル① | 地すべり①と地すべり②の同時活動 | 76.0(s)~339.9(s) | 76.6(s) | 87.5(s) |



補機冷却海水系取水口前面



取水口前面

—:地震に起因する津波
—:海底地すべりに起因する津波
—:線形足し合わせ

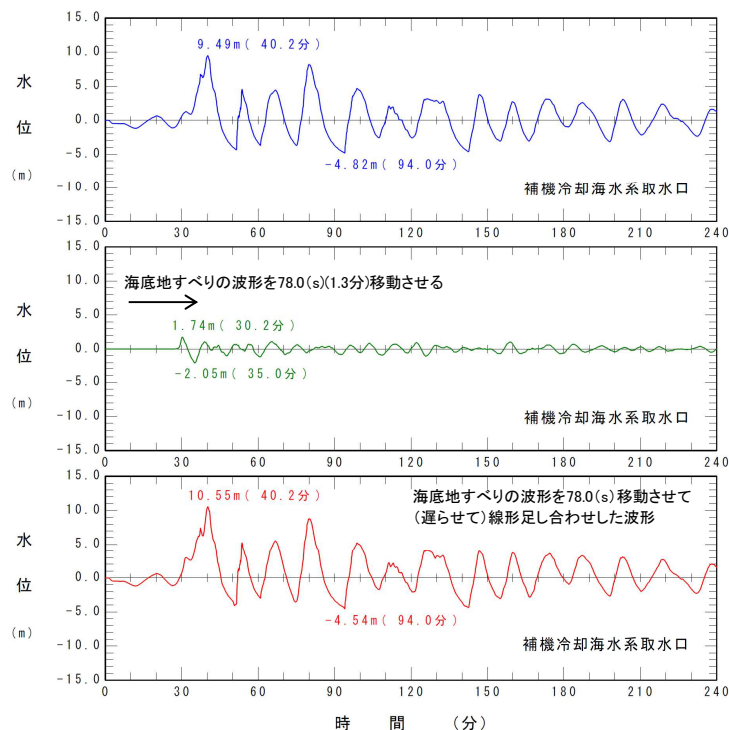
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

5.3 各取水口前面における組合せ時間(T_{max})の算定:水位上昇側

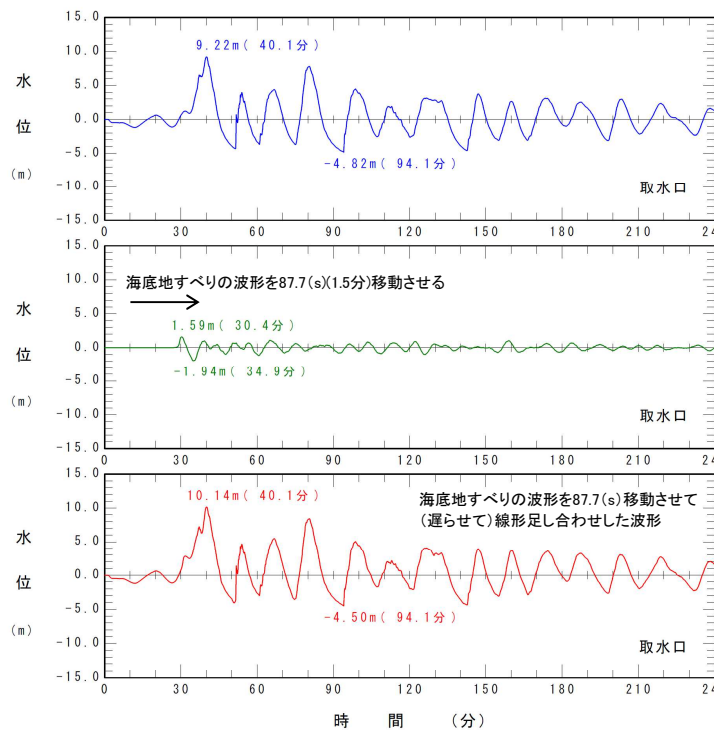
■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①)単独

- 補機冷却海水系取水口前面及び取水口前面位置における各津波の水位時刻歴波形を線形足し合わせし、組合せ時間(T_{max})を以下のとおり算定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 (T _s ~T _s +T _d) | 組合せ時間(T _{max}) | |
|-----------------------|---------------|---|--------------------------|---------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 補機冷却海水系取水口前面 | 取水口前面 |
| 基準断層モデル① | 地すべり①単独 | 76.0(s)~339.9(s) | 78.0(s) | 87.7(s) |



補機冷却海水系取水口前面



取水口前面

—:地震に起因する津波
—:海底地すべりに起因する津波
—:線形足し合わせ

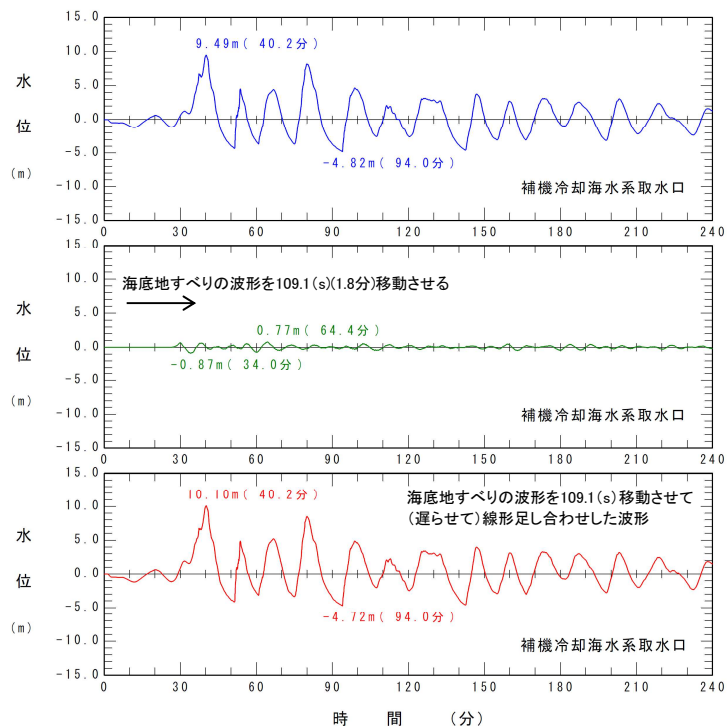
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

5.3 各取水口前面における組合せ時間(T_{max})の算定:水位上昇側

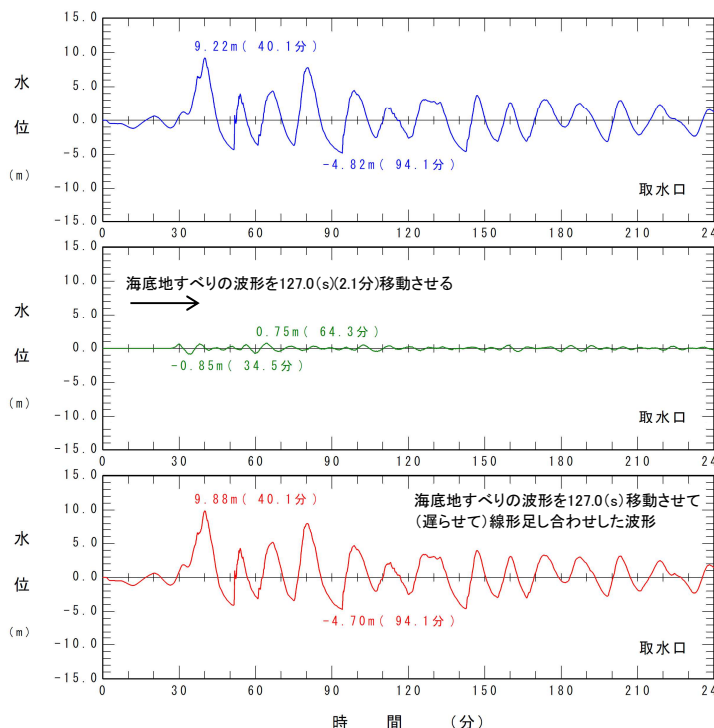
■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)

- 補機冷却海水系取水口前面及び取水口前面位置における各津波の水位時刻歴波形を線形足し合わせし、組合せ時間(T_{max})を以下のとおり算定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 (T _s ~T _s +T _d) | 組合せ時間(T _{max}) | |
|-----------------------|---------------|---|--------------------------|----------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 補機冷却海水系取水口前面 | 取水口前面 |
| 基準断層モデル① | 地すべり②単独 | 76.0(s)~339.9(s) | 109.1(s) | 127.0(s) |



補機冷却海水系取水口前面



取水口前面

— 地震に起因する津波
— 海底地すべりに起因する津波
— 線形足し合わせ

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

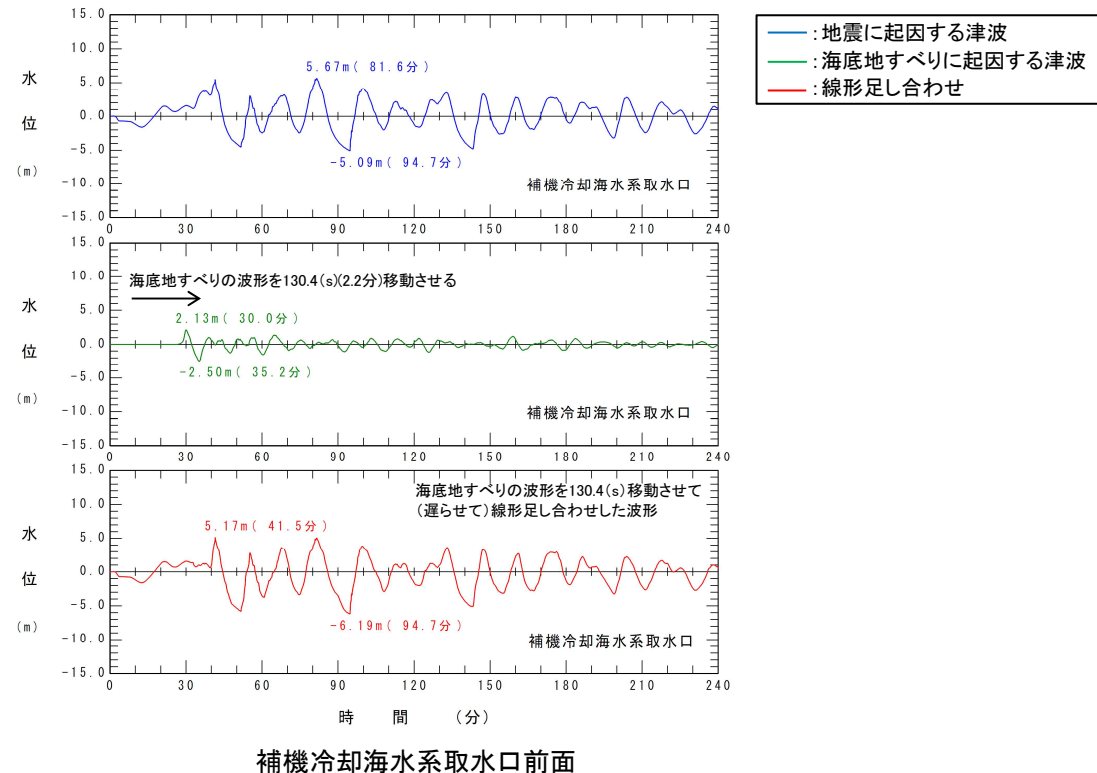
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

5.3 各取水口前面における組合せ時間(T_{max})の算定:水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)

- 補機冷却海水系取水口前面における各津波の水位時刻歴波形を線形足し合わせし、組合せ時間(T_{max})を以下のとおり算定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 (T _s ~T _s +T _d) | 組合せ時間(T _{max}) |
|-----------------------|------------------|--|--------------------------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 補機冷却海水系取水口前面 |
| 基準断層モデル② | 地すべり①と地すべり②の同時活動 | 45.2(s)~268.1(s) | 130.4(s) |



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

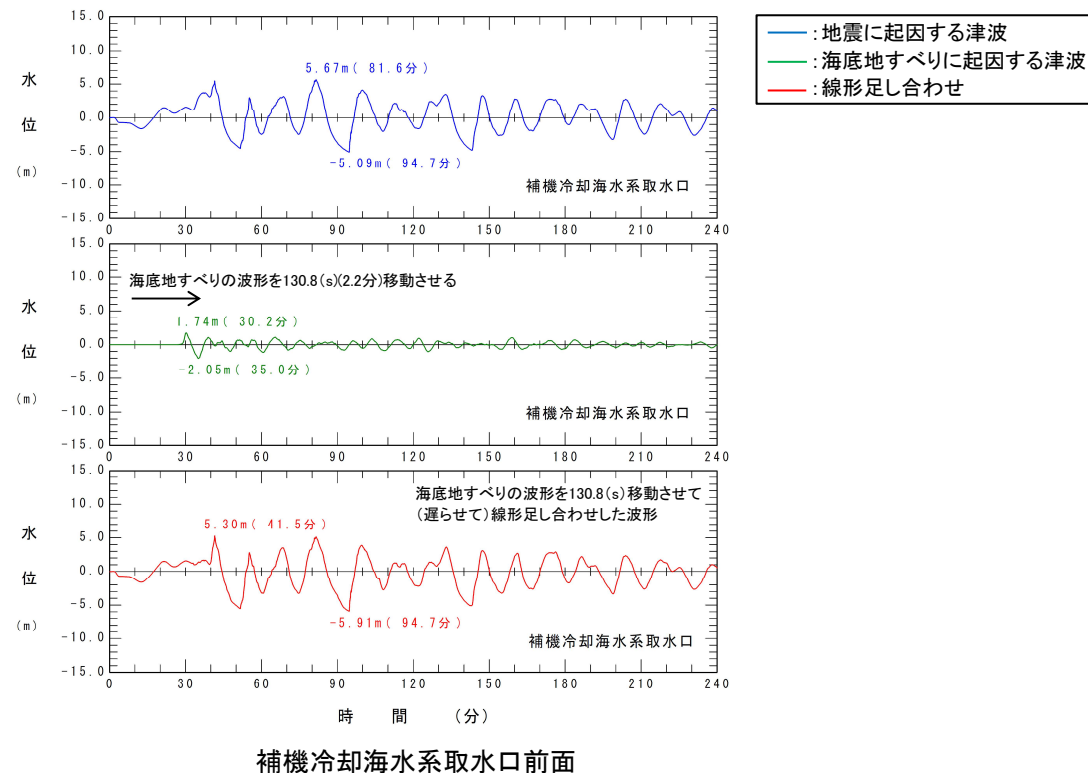
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

5.3 各取水口前面における組合せ時間(T_{max})の算定:水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①単独)

- 補機冷却海水系取水口前面における各津波の水位時刻歴波形を線形足し合わせし、組合せ時間(T_{max})を以下のとおり算定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 (T _s ~T _s +T _d) | 組合せ時間(T _{max}) |
|-----------------------|---------------|--|--------------------------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 補機冷却海水系取水口前面 |
| 基準断層モデル② | 地すべり①単独 | 45.2(s)~268.1(s) | 130.8(s) |



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

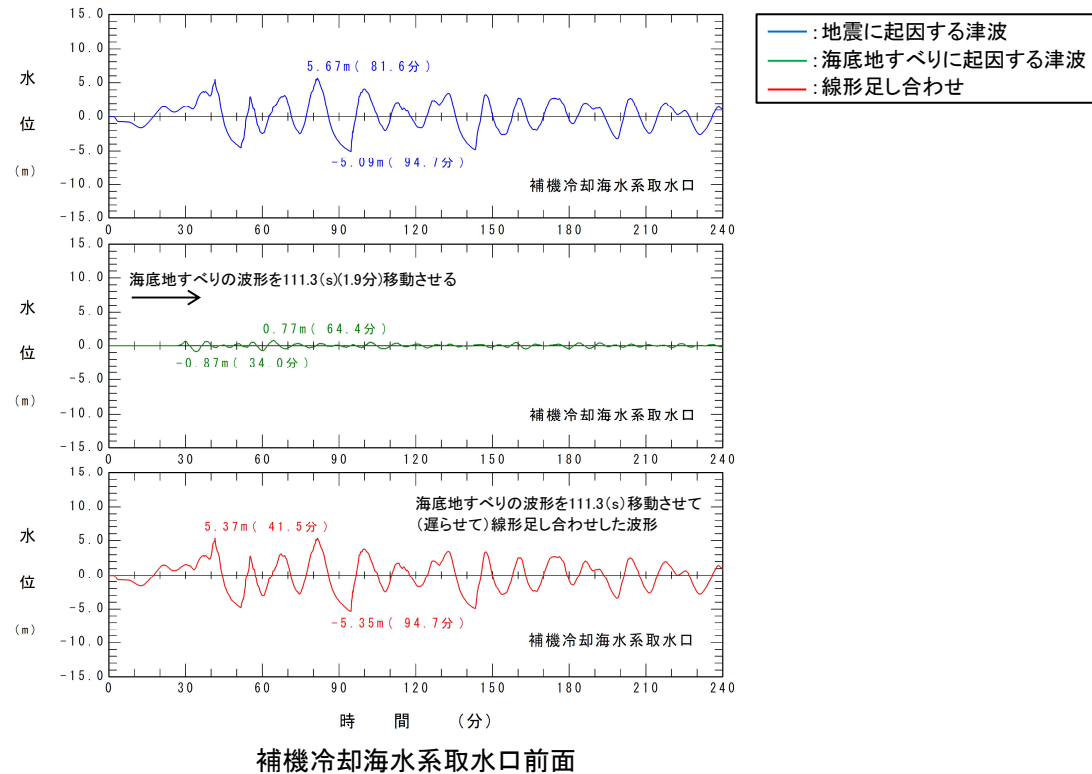
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

5.3 各取水口前面における組合せ時間(T_{max})の算定:水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②)単独

- 補機冷却海水系取水口前面における各津波の水位時刻歴波形を線形足し合わせし、組合せ時間(T_{max})を以下のとおり算定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 (T _s ~T _s +T _d) | 組合せ時間(T _{max}) |
|-----------------------|---------------|--|--------------------------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 補機冷却海水系取水口前面 |
| 基準断層モデル② | 地すべり②単独 | 45.2(s)~268.1(s) | 111.3(s) |



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

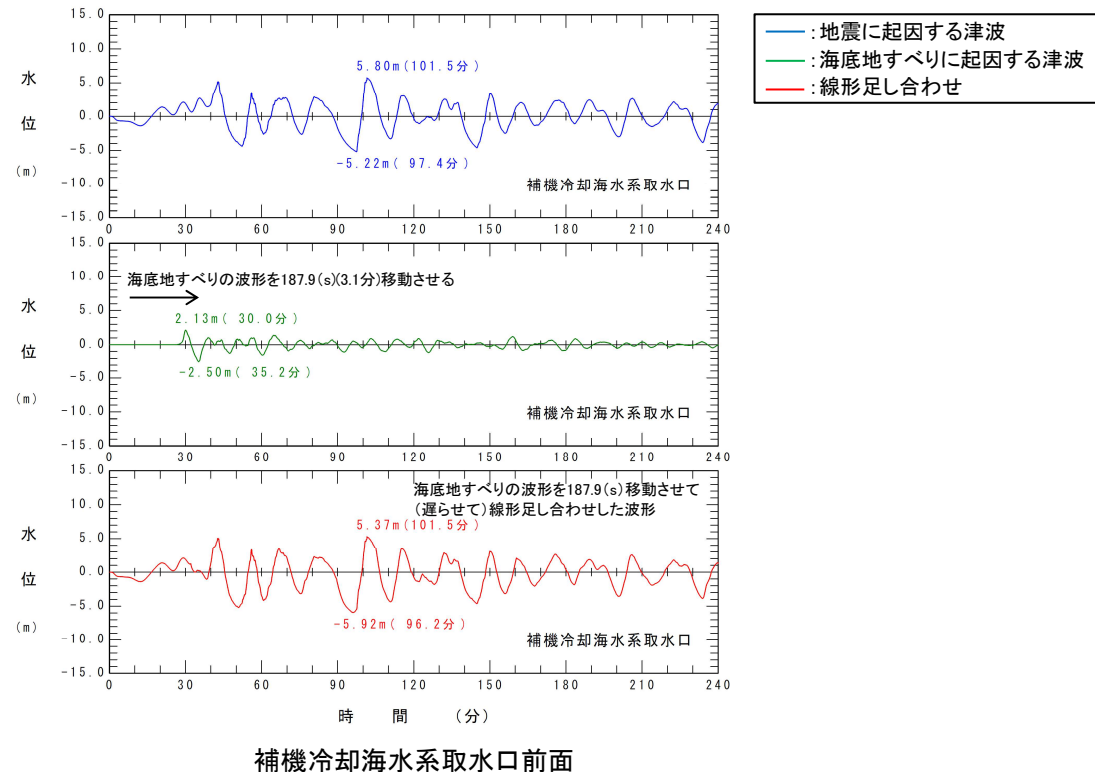
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

5.3 各取水口前面における組合せ時間(T_{max})の算定:水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)

- 補機冷却海水系取水口前面における各津波の水位時刻歴波形を線形足し合わせし、組合せ時間(T_{max})を以下のとおり算定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 (T _s ~T _s +T _d) | 組合せ時間(T _{max}) |
|-----------------------|------------------|--|--------------------------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 補機冷却海水系取水口前面 |
| 基準断層モデル③ | 地すべり①と地すべり②の同時活動 | 17.9(s)~187.9(s) | 187.9(s) |



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

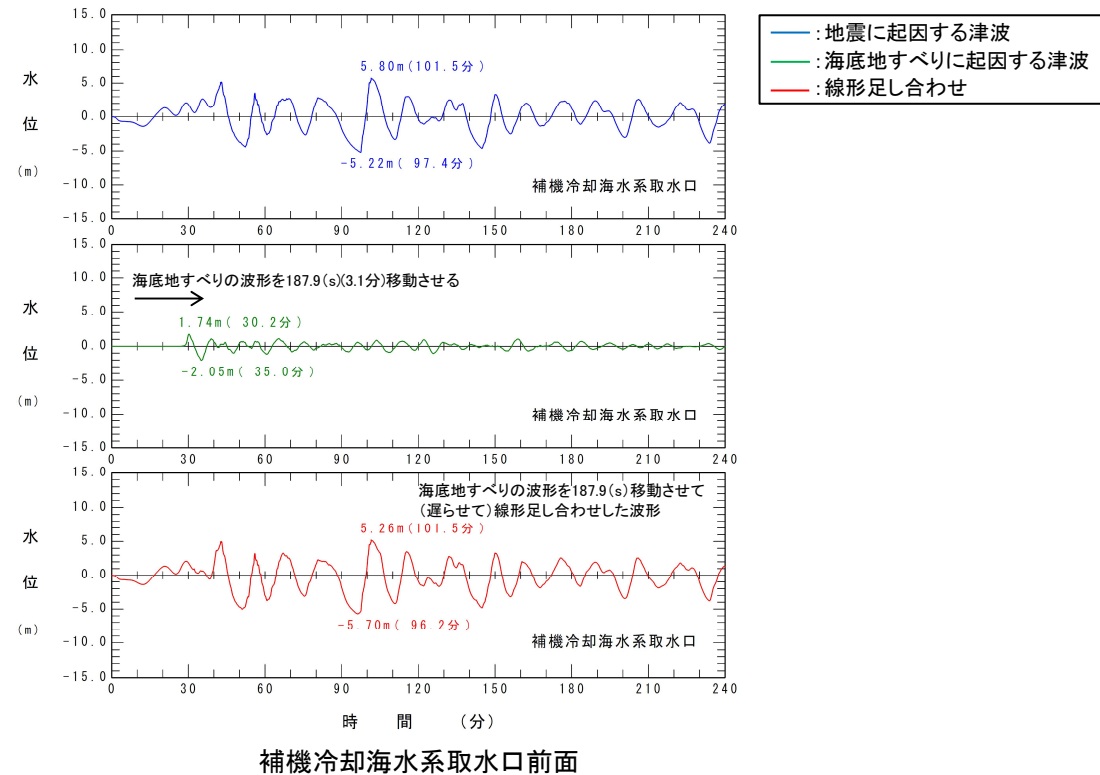
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

5.3 各取水口前面における組合せ時間(T_{max})の算定:水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①単独)

- 補機冷却海水系取水口前面における各津波の水位時刻歴波形を線形足し合わせし、組合せ時間(T_{max})を以下のとおり算定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 (T _s ~T _s +T _d) | 組合せ時間(T _{max}) |
|-----------------------|---------------|--|--------------------------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 補機冷却海水系取水口前面 |
| 基準断層モデル③ | 地すべり①単独 | 17.9(s)~187.9(s) | 187.9(s) |



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

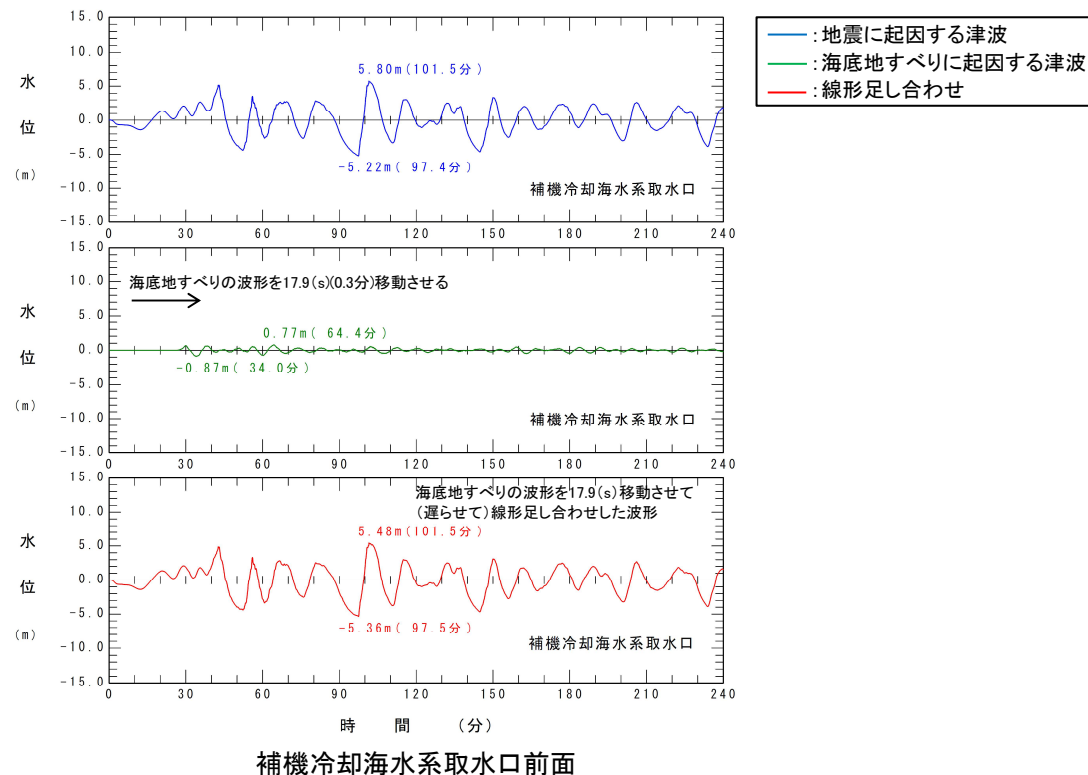
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

5.3 各取水口前面における組合せ時間(T_{max})の算定:水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)

- 補機冷却海水系取水口前面における各津波の水位時刻歴波形を線形足し合わせし、組合せ時間(T_{max})を以下のとおり算定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 (T _s ~T _s +T _d) | 組合せ時間(T _{max}) |
|-----------------------|---------------|--|--------------------------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 補機冷却海水系取水口前面 |
| 基準断層モデル③ | 地すべり②単独 | 17.9(s)~187.9(s) | 17.9(s) |



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

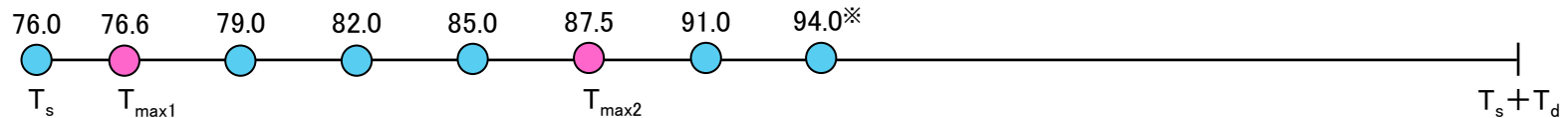
5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

5.4 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定:水位上昇側

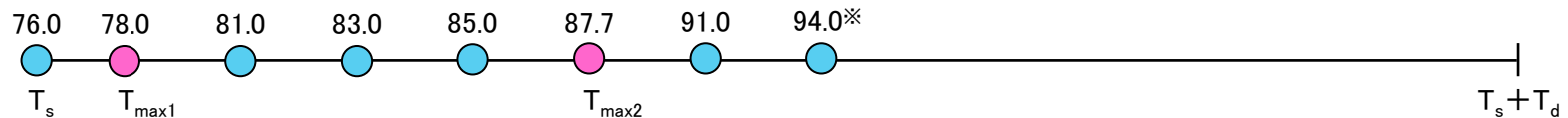
- 線形足し合わせによる組合せ時間(T_{max})を基本に、組合せ時間(パラメータスタディ範囲)を以下のとおり設定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 ($T_s \sim T_s + T_d$) | 線形足し合わせによる組合せ時間 | | |
|-----------------------|------------------|--|-----------------|-----------------------------|----------------------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 敷地前面 | 補機冷却海水系取水口前面 (T_{max1}) | 取水口前面 (T_{max2}) |
| 基準断層モデル① | 地すべり①と地すべり②の同時活動 | 76.0(s) ~ 339.9(s) | 重畳しない | 76.6(s) | 87.5(s) |
| | 地すべり①単独 | | 重畳しない | 78.0(s) | 87.7(s) |
| | 地すべり②単独 | | 重畳しない | 109.1(s) | 127.0(s) |

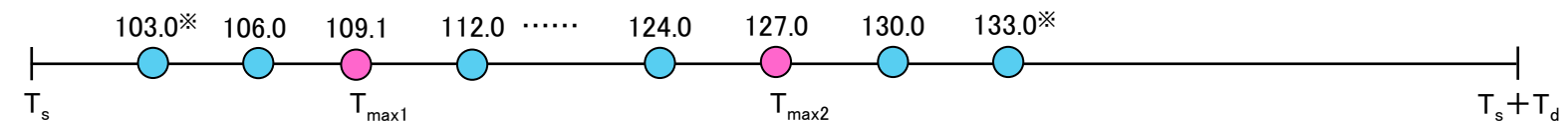
【連動型地震(基準断層モデル①)と日高海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)】



【連動型地震(基準断層モデル①)と日高海底地すべり(地すべり①単独)】



【連動型地震(基準断層モデル①)と日高海底地すべり(地すべり②単独)】



※:ピークが確認できるまでパラメータスタディ範囲を拡大する。

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

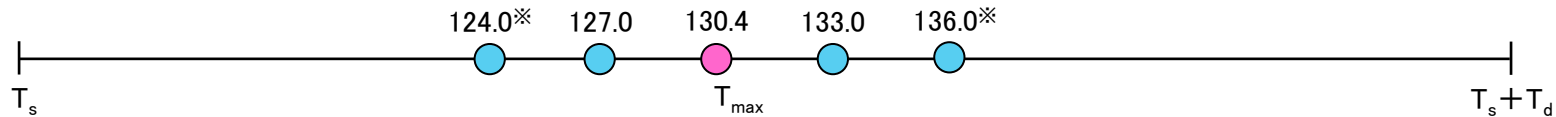
5.4 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定:水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)と日高舟状海盆の海底地すべり

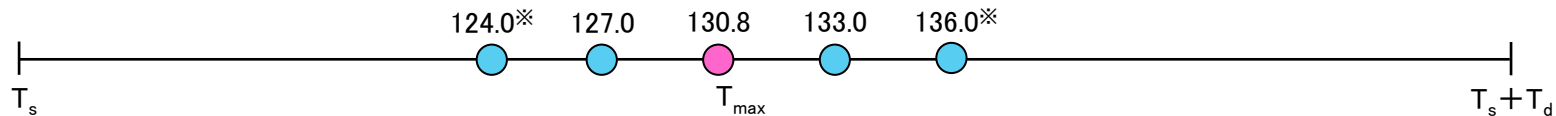
- 線形足し合わせによる組合せ時間(T_{max})を基本に, 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)を以下のとおり設定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 ($T_s \sim T_s + T_d$) | 線形足し合わせによる組合せ時間 |
|-----------------------|------------------|---|-------------------------------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 補機冷却海水系取水口前面 (T_{max}) |
| 基準断層モデル② | 地すべり①と地すべり②の同時活動 | 45.2(s) ~ 268.1(s) | 130.4(s) |
| | 地すべり①単独 | | 130.8(s) |
| | 地すべり②単独 | | 111.3(s) |

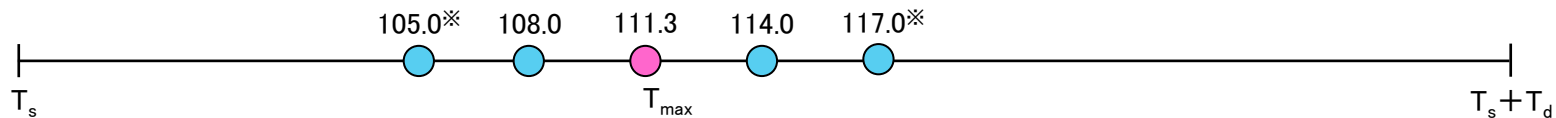
【連動型地震(基準断層モデル②)と日高海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)】



【連動型地震(基準断層モデル②)と日高海底地すべり(地すべり①単独)】



【連動型地震(基準断層モデル②)と日高海底地すべり(地すべり②単独)】



※:ピークが確認できるまでパラメータスタディ範囲を拡大する。

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

5. 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定

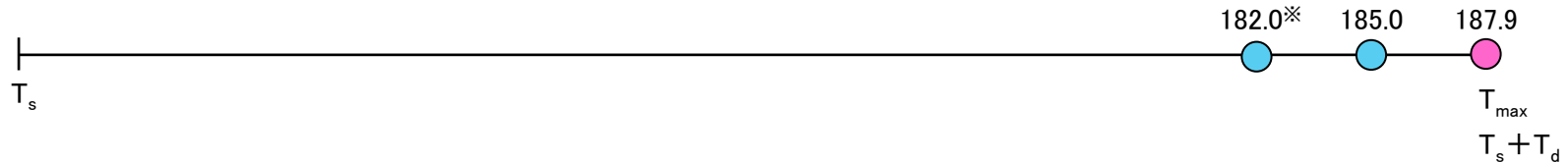
5.4 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)の設定:水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)と日高舟状海盆の海底地すべり

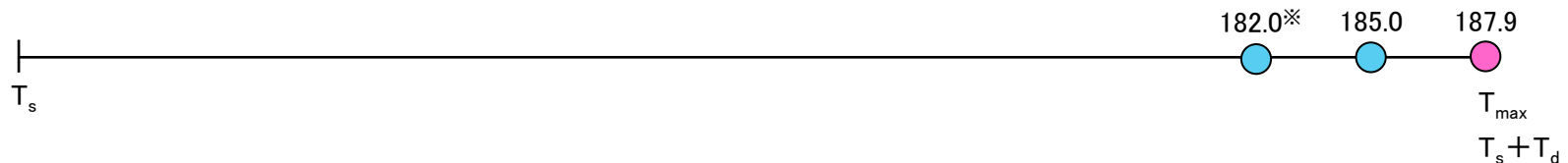
- 線形足し合わせによる組合せ時間(T_{max})を基本に, 組合せ時間(パラメータスタディ範囲)を以下のとおり設定した。

| 波源モデル | | 海底地すべりが発生する時間範囲 ($T_s \sim T_s + T_d$) | 線形足し合わせによる組合せ時間 |
|-----------------------|------------------|---|-------------------------------|
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 日高舟状海盆の海底地すべり | | 補機冷却海水系取水口前面 (T_{max}) |
| 基準断層モデル③ | 地すべり①と地すべり②の同時活動 | 17.9(s) ~ 187.9(s) | 187.9(s) |
| | 地すべり①単独 | | 187.9(s) |
| | 地すべり②単独 | | 17.9(s) |

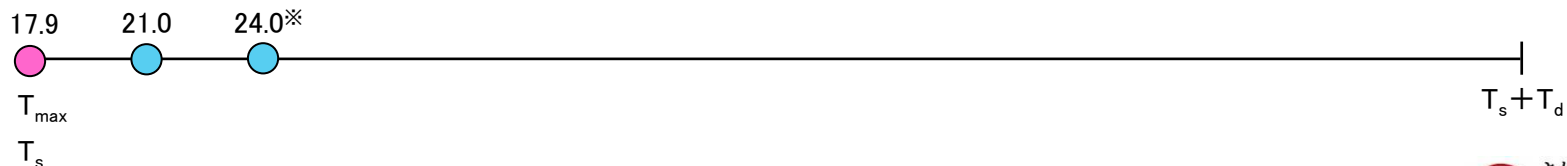
【連動型地震(基準断層モデル③)と日高海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)】



【連動型地震(基準断層モデル③)と日高海底地すべり(地すべり①単独)】



【連動型地震(基準断層モデル③)と日高海底地すべり(地すべり②単独)】



※:ピークが確認できるまでパラメータスタディ範囲を拡大する。

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

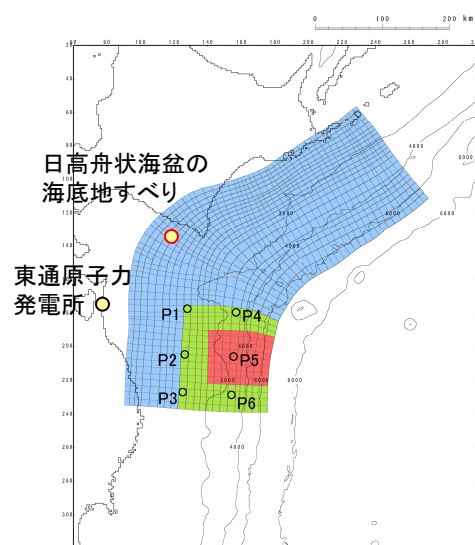
6. 同波動場での津波解析

6.1 水位上昇側

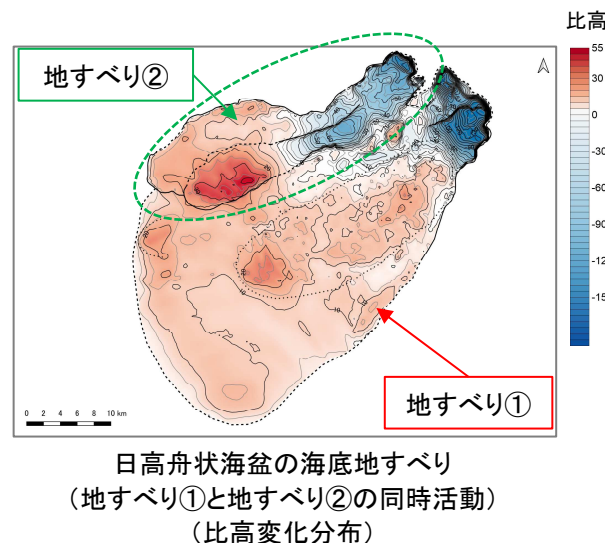
■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)

- 連動型地震(基準断層モデル①)と日高海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)を組み合わせた津波解析結果を以下に示す。
- 敷地前面における最大水位上昇量は10.14mである※1。

※1:連動型地震(単独)の最大水位上昇量11.18mを下回る要因の詳細は、補足説明資料「Ⅵ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価 5. 地すべり①と地すべり②の同時活動を考慮した組合せ津波が連動型地震(単独)の津波水位を下回る要因」に記載。



十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)



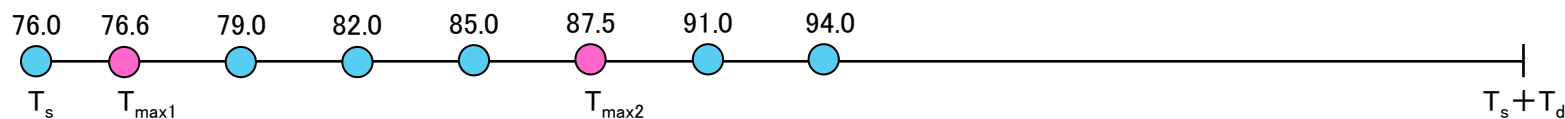
日高舟状海盆の海底地すべり
(地すべり①と地すべり②の同時活動)
(比高変化分布)

比高変化量(m)

決定ケース

| 組合せ時間 (s) | 敷地前面最大水位上昇量 (m) | 備考 |
|-----------|-----------------|------------|
| 76.0 | 10.10 | |
| 76.6 | 10.12 | T_{max1} |
| 79.0 | 10.09 | |
| 82.0 | 10.11 | |
| 85.0 | 10.10 | |
| 87.5 | 10.14 | T_{max2} |
| 91.0 | 10.11 | |
| 94.0 | 10.09 | |

【パラメータスタディ範囲】

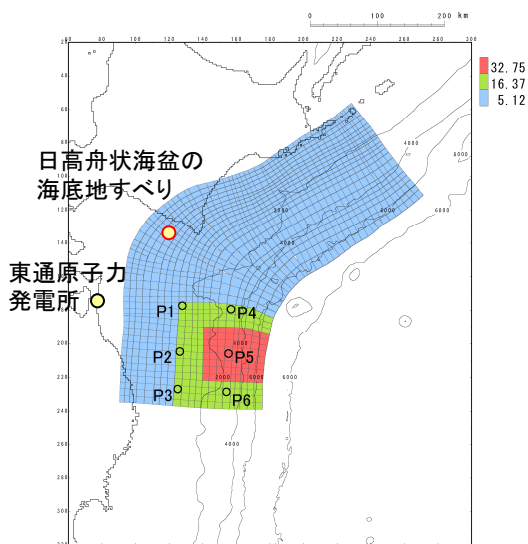


6. 同波動場での津波解析

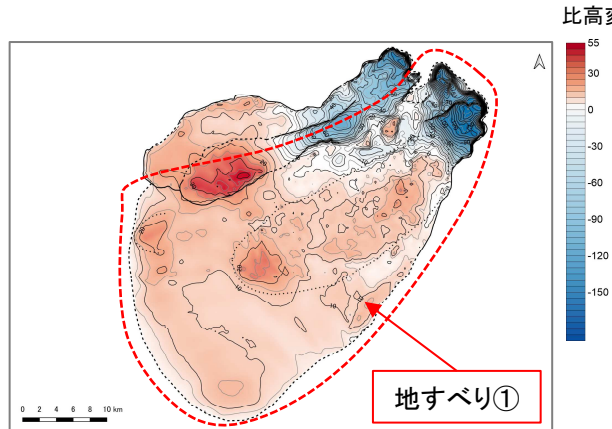
6.1 水位上昇側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①)単独

- 連動型地震(基準断層モデル①)と日高海底地すべり(地すべり①)単独を組み合わせた津波解析結果を以下に示す。
- 敷地前面における最大水位上昇量は10.43mである。



十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)



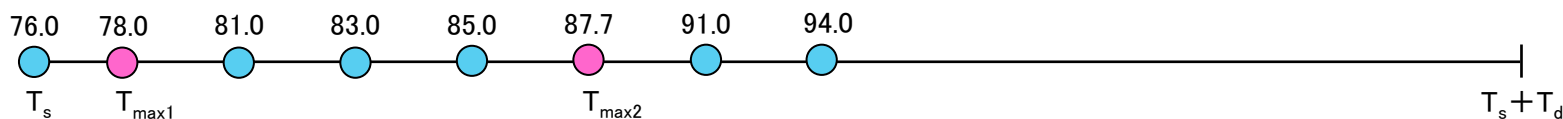
日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①)単独(比高変化分布)

比高変化量(m)

決定ケース

| 組合せ時間 (s) | 敷地前面最大水位上昇量 (m) | 備考 |
|-----------|-----------------|-------------------|
| 76.0 | 10.38 | |
| 78.0 | 10.41 | T _{max1} |
| 81.0 | 10.42 | |
| 83.0 | 10.42 | |
| 85.0 | 10.43 | |
| 87.7 | 10.39 | T _{max2} |
| 91.0 | 10.36 | |
| 94.0 | 10.32 | |

【パラメータスタディ範囲】

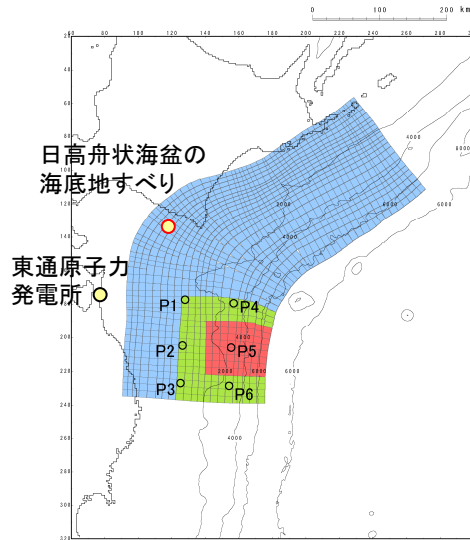


Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

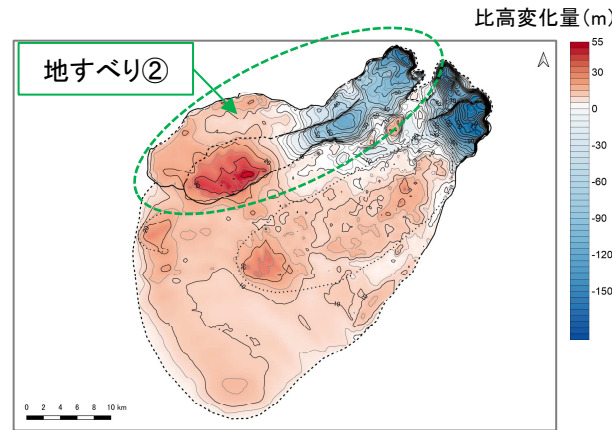
6. 同波動場での津波解析 6.1 水位上昇側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)(1/2)

- 連動型地震(基準断層モデル①)と日高海底地すべり(地すべり②単独)を組み合わせた津波解析結果を以下に示す。 : 決定ケース
- 敷地前面における最大水位上昇量は11.34mである。



十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)



日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)(比高変化分布)

| 組合せ時間 (s) | 敷地前面最大水位上昇量 (m) | 備考 |
|-----------|-----------------|----|
| 85.0 | 10.73 | |
| 88.0 | 10.74 | |

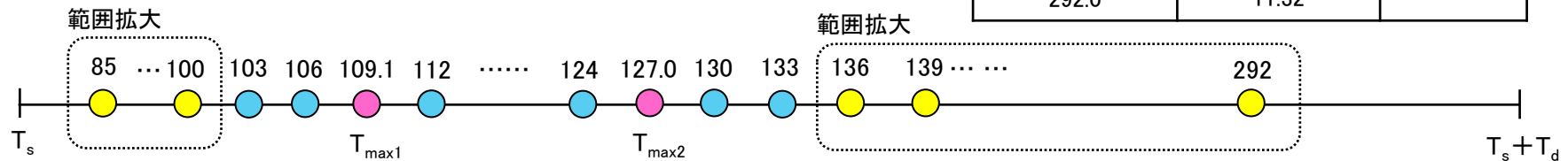
∴ (省略) 全ケースの解析結果は次頁に記載

| | | |
|-------|-------|------------|
| 106.0 | 10.73 | |
| 109.1 | 10.72 | T_{max1} |
| 112.0 | 10.71 | |
| 115.0 | 10.74 | |
| 118.0 | 10.72 | |
| 121.0 | 10.73 | |
| 124.0 | 10.74 | |
| 127.0 | 10.74 | T_{max2} |
| 130.0 | 10.77 | |

∴ (省略) 全ケースの解析結果は次頁に記載

| | | |
|-------|-------|--|
| 283.0 | 11.33 | |
| 286.0 | 11.34 | |
| 289.0 | 11.33 | |
| 292.0 | 11.32 | |

【パラメータスタディ範囲】



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

6. 同波動場での津波解析

6.1 水位上昇側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②単独)(2/2)

 : 決定ケース

| 組合せ時間 (s) | 敷地前面最大水位上昇量 (m) | 備考 | 組合せ時間 (s) | 敷地前面最大水位上昇量 (m) | 備考 | 組合せ時間 (s) | 敷地前面最大水位上昇量 (m) | 備考 | 組合せ時間 (s) | 敷地前面最大水位上昇量 (m) | 備考 |
|-----------|-----------------|-------------------|-----------|-----------------|----|-----------|-----------------|----|-----------|-----------------|----|
| 85.0 | 10.73 | | 139.0 | 10.75 | | 193.0 | 10.93 | | 247.0 | 11.23 | |
| 88.0 | 10.74 | | 142.0 | 10.76 | | 196.0 | 10.97 | | 250.0 | 11.23 | |
| 91.0 | 10.74 | | 145.0 | 10.78 | | 199.0 | 11.01 | | 253.0 | 11.25 | |
| 94.0 | 10.76 | | 148.0 | 10.78 | | 202.0 | 11.03 | | 256.0 | 11.23 | |
| 97.0 | 10.74 | | 151.0 | 10.80 | | 205.0 | 11.03 | | 259.0 | 11.27 | |
| 100.0 | 10.74 | | 154.0 | 10.81 | | 208.0 | 11.03 | | 262.0 | 11.27 | |
| 103.0 | 10.73 | | 157.0 | 10.82 | | 211.0 | 11.04 | | 265.0 | 11.27 | |
| 106.0 | 10.73 | | 160.0 | 10.84 | | 214.0 | 11.03 | | 268.0 | 11.29 | |
| 109.1 | 10.72 | T _{max1} | 163.0 | 10.85 | | 217.0 | 11.04 | | 271.0 | 11.30 | |
| 112.0 | 10.71 | | 166.0 | 10.87 | | 220.0 | 11.07 | | 274.0 | 11.33 | |
| 115.0 | 10.74 | | 169.0 | 10.89 | | 223.0 | 11.10 | | 277.0 | 11.32 | |
| 118.0 | 10.72 | | 172.0 | 10.89 | | 226.0 | 11.10 | | 280.0 | 11.33 | |
| 121.0 | 10.73 | | 175.0 | 10.91 | | 229.0 | 11.11 | | 283.0 | 11.33 | |
| 124.0 | 10.74 | | 178.0 | 10.91 | | 232.0 | 11.13 | | 286.0 | 11.34 | |
| 127.0 | 10.74 | T _{max2} | 181.0 | 10.91 | | 235.0 | 11.15 | | 289.0 | 11.33 | |
| 130.0 | 10.77 | | 184.0 | 10.91 | | 238.0 | 11.17 | | 292.0 | 11.32 | |
| 133.0 | 10.75 | | 187.0 | 10.93 | | 241.0 | 11.20 | | | | |
| 136.0 | 10.75 | | 190.0 | 10.92 | | 244.0 | 11.20 | | | | |

6. 同波動場での津波解析

6.1 水位上昇側:防波堤の有無が組合せ時間のパラメータスタディ結果に及ぼす影響

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべりの組合せ

- 最大水位上昇量が最大となる組合せ時間前後(±3秒)を対象に、防波堤無しの場合の地形を用いた解析結果を以下に示す。
- 防波堤の有無が組合せ時間のパラメータスタディ結果に及ぼす影響はほとんど無いことを確認した。

【地すべり①と②の同時活動との組合せ】

| 組合せ時間 (s) | 最大水位上昇量(m) | |
|-----------|--------------|-------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 85.0 | 10.10 | <u>9.96</u> |
| 87.5 (基準) | <u>10.14</u> | 9.95 |
| 91.0 | 10.11 | 9.93 |

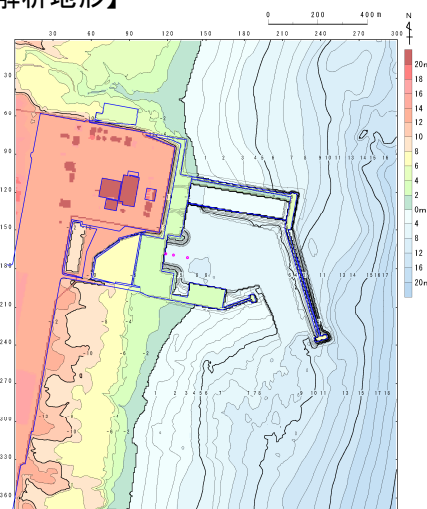
【地すべり①単独との組合せ】

| 組合せ時間 (s) | 最大水位上昇量(m) | |
|-----------|--------------|--------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 83.0 | 10.42 | 10.30 |
| 85.0 (基準) | <u>10.43</u> | <u>10.30</u> |
| 87.7 | 10.39 | 10.29 |

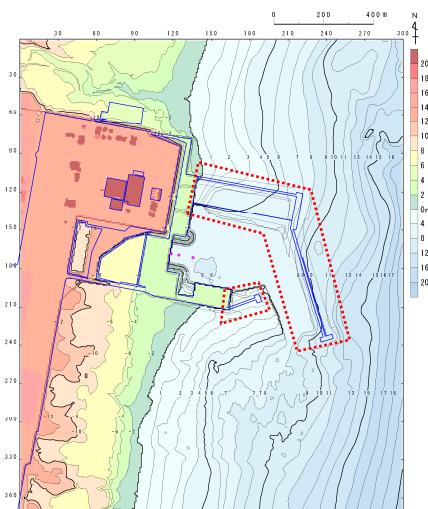
【地すべり②単独との組合せ】 : 決定ケース

| 組合せ時間 (s) | 最大水位上昇量(m) | |
|-----------|--------------|--------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 283 | 11.33 | 11.43 |
| 286 (基準) | <u>11.34</u> | <u>11.43</u> |
| 289 | 11.33 | 11.43 |

【解析地形】



防波堤有り



防波堤無し

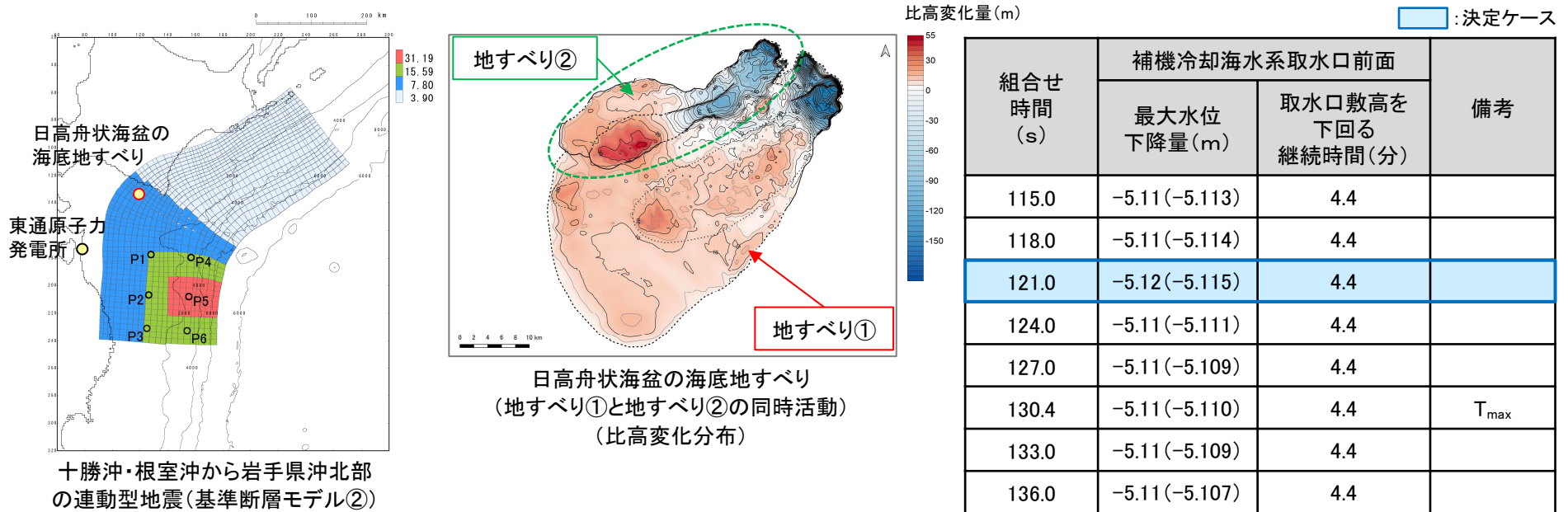
Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

6. 同波動場での津波解析

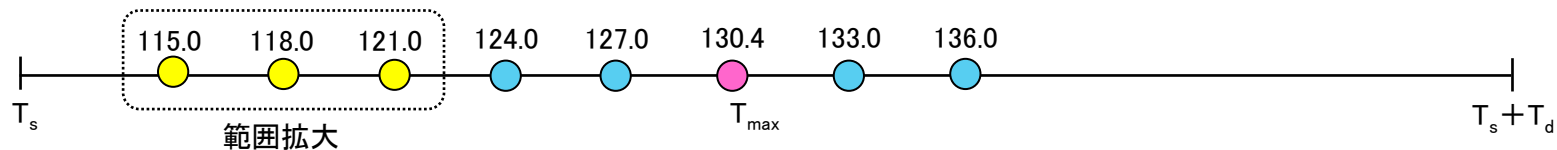
6.2 水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)

- 連動型地震(基準断層モデル②)と日高海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)を組み合わせた津波解析結果を以下に示す。
- 補機冷却海水系取水口前面における最大水位下降量は-5.12m, 取水口敷高を下回る継続時間は4.4分である。



【パラメータスタディ範囲】



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

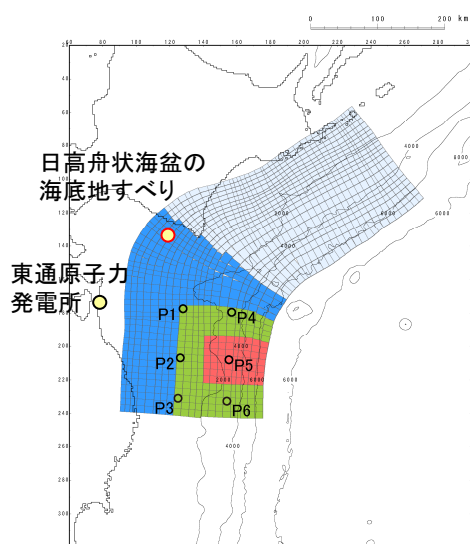
6. 同波動場での津波解析

6.2 水位下降側

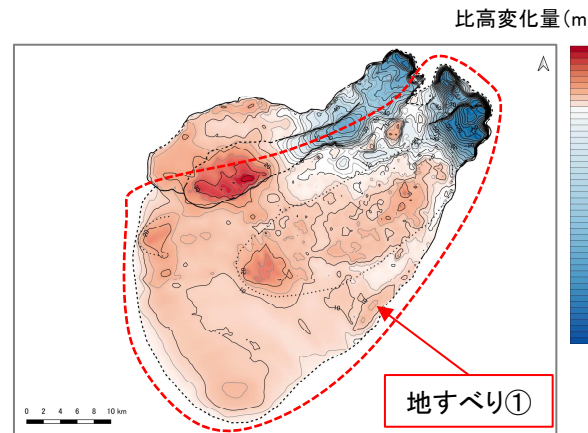
■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①単独)(1/2)

- 連動型地震(基準断層モデル②)と日高海底地すべり(地すべり①単独)を組み合わせた津波解析結果を以下に示す。
- 補機冷却海水系取水口前面における最大水位下降量は-5.11m, 取水口敷高を下回る継続時間は4.3分である。

 : 決定ケース



十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)



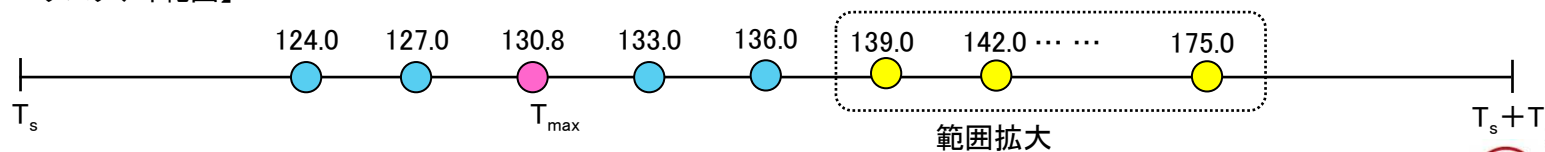
日高舟状海盆の海底地すべり
(地すべり①単独)
(比高変化分布)

| 組合せ 時間 (s) | 補機冷却海水系取水口前面 | | 備考 |
|------------------|----------------|--------------------------|------------------|
| | 最大水位 下降量(m) | 取水口敷高を 下回る 継続時間(分) | |
| 124.0 | -5.10 | 4.3 | |
| 127.0 | -5.10 | 4.3 | |
| 130.8 | -5.10 | 4.3 | T _{max} |
| 133.0 | -5.10 | 4.3 | |
| 136.0 | -5.11(-5.105) | 4.3 | |

∴ (省略) 全ケースの解析結果は次頁に記載

| | | | |
|-------|---------------|-----|--|
| 157.0 | -5.11(-5.108) | 4.3 | |
| 160.0 | -5.11(-5.112) | 4.3 | |
| 163.0 | -5.11(-5.110) | 4.3 | |
| 166.0 | -5.11(-5.110) | 4.3 | |
| 169.0 | -5.11(-5.111) | 4.3 | |
| 172.0 | -5.11(-5.109) | 4.3 | |
| 175.0 | -5.11(-5.107) | 4.3 | |

【パラメータスタディ範囲】



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

6. 同波動場での津波解析

6.2 水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①単独)(2/2)

 : 決定ケース

| 組合せ時間 (s) | 補機冷却海水系取水口前面 | | 備考 |
|-----------|---------------|-------------------|------------------|
| | 最大水位下降量 (m) | 取水口敷高を下回る継続時間 (分) | |
| 124.0 | -5.10 | 4.3 | |
| 127.0 | -5.10 | 4.3 | |
| 130.8 | -5.10 | 4.3 | T _{max} |
| 133.0 | -5.10 | 4.3 | |
| 136.0 | -5.11(-5.105) | 4.3 | |
| 139.0 | -5.11(-5.105) | 4.3 | |
| 142.0 | -5.11(-5.106) | 4.3 | |
| 145.0 | -5.11(-5.109) | 4.3 | |
| 148.0 | -5.11(-5.107) | 4.3 | |
| 151.0 | -5.11(-5.106) | 4.3 | |
| 154.0 | -5.11(-5.110) | 4.3 | |
| 157.0 | -5.11(-5.108) | 4.3 | |
| 160.0 | -5.11(-5.112) | 4.3 | |
| 163.0 | -5.11(-5.110) | 4.3 | |
| 166.0 | -5.11(-5.110) | 4.3 | |
| 169.0 | -5.11(-5.111) | 4.3 | |

| 組合せ時間 (s) | 補機冷却海水系取水口前面 | | 備考 |
|-----------|---------------|-------------------|----|
| | 最大水位下降量 (m) | 取水口敷高を下回る継続時間 (分) | |
| 172.0 | -5.11(-5.109) | 4.3 | |
| 175.0 | -5.11(-5.107) | 4.3 | |

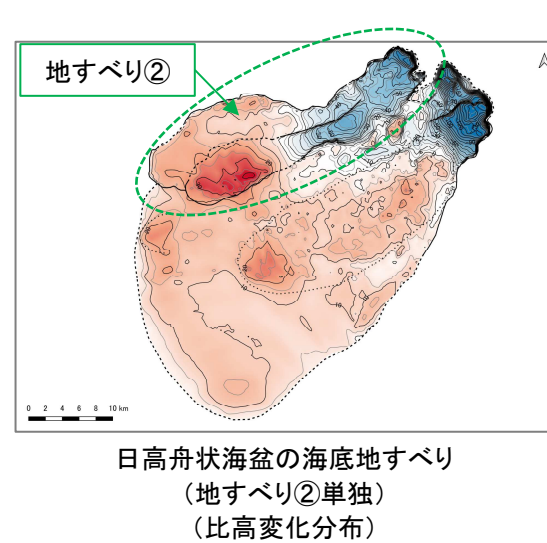
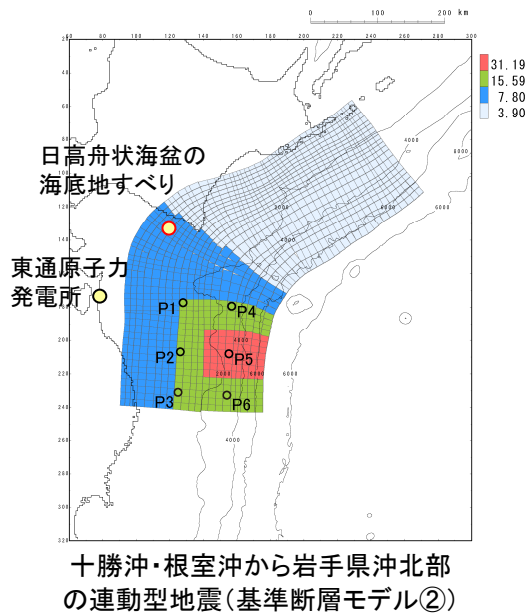
Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

6. 同波動場での津波解析

6.2 水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②)単独

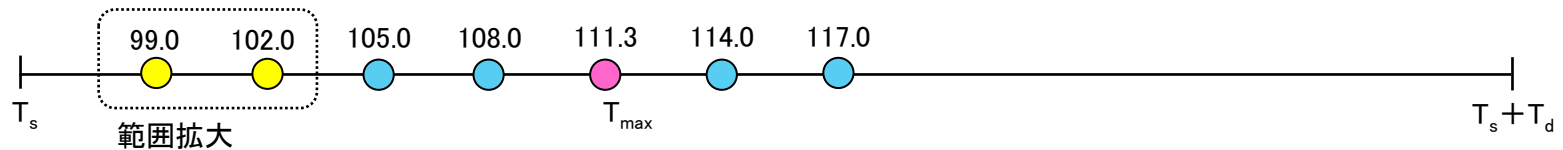
- 連動型地震(基準断層モデル②)と日高海底地すべり(地すべり②)単独を組み合わせた津波解析結果を以下に示す。
- 補機冷却海水系取水口前面における最大水位下降量は-5.11m, 取水口敷高を下回る継続時間は4.3分である。



比高変化量(m) : 決定ケース

| 組合せ時間 (s) | 補機冷却海水系取水口前面 | | 備考 |
|-----------|---------------|------------------|------------------|
| | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) | |
| 99.0 | -5.11(-5.112) | 4.3 | |
| 102.0 | -5.11(-5.113) | 4.3 | |
| 105.0 | -5.11(-5.114) | 4.3 | |
| 108.0 | -5.11(-5.114) | 4.3 | |
| 111.3 | -5.11(-5.113) | 4.3 | T _{max} |
| 114.0 | -5.11(-5.112) | 4.3 | |
| 117.0 | -5.11(-5.109) | 4.3 | |

【パラメータスタディ範囲】



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

6. 同波動場での津波解析

6.2 水位下降側:防波堤の有無が組合せ時間のパラメータスタディ結果に及ぼす影響

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)と日高舟状海盆の海底地すべりの組合せ

- 最大水位下降量及び取水口敷高を下回る時間が最大となる組合せ時間前後(±3秒)を対象に、防波堤無しの地形を用いた解析結果を以下に示す。
- 防波堤の有無が組合せ時間のパラメータスタディ結果に及ぼす影響はほとんど無いことを確認した。

◆最大水位下降量

【地すべり①と②の同時活動との組合せ】

| 組合せ時間(s) | 最大水位下降量(m) | |
|-----------|--------------|--------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 118.0 | -5.11 | -6.53 |
| 121.0(基準) | <u>-5.12</u> | -6.52 |
| 124.0 | -5.11 | <u>-6.54</u> |

【地すべり①単独との組合せ】 :決定ケース

| 組合せ時間(s) | 最大水位下降量(m) | |
|-----------|--------------|--------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 157.0 | -5.11 | -6.57 |
| 160.0(基準) | <u>-5.11</u> | <u>-6.57</u> |
| 163.0 | -5.11 | -6.57 |

【地すべり②単独との組合せ】

| 組合せ時間(s) | 最大水位下降量(m) | |
|-----------|--------------|--------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 105.0 | -5.11 | -6.53 |
| 108.0(基準) | <u>-5.11</u> | -6.53 |
| 111.3 | -5.11 | <u>-6.54</u> |

◆取水口敷高を下回る継続時間

【地すべり①と②の同時活動との組合せ】

| 組合せ時間(s) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) | |
|-----------|------------------|------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 118.0 | 4.4 | 6.9 |
| 121.0(基準) | <u>4.4</u> | <u>6.9</u> |
| 124.0 | 4.4 | 6.9 |

【地すべり①単独との組合せ】

| 組合せ時間(s) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) | |
|-----------|------------------|------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 157.0 | 4.3 | 6.9 |
| 160.0(基準) | <u>4.3</u> | <u>6.9</u> |
| 163.0 | 4.3 | 6.9 |

【地すべり②単独との組合せ】 :決定ケース

| 組合せ時間(s) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) | |
|-----------|------------------|------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 105.0 | 4.3 | 7.1 |
| 108.0(基準) | <u>4.3</u> | <u>7.1</u> |
| 111.3 | 4.3 | 7.1 |

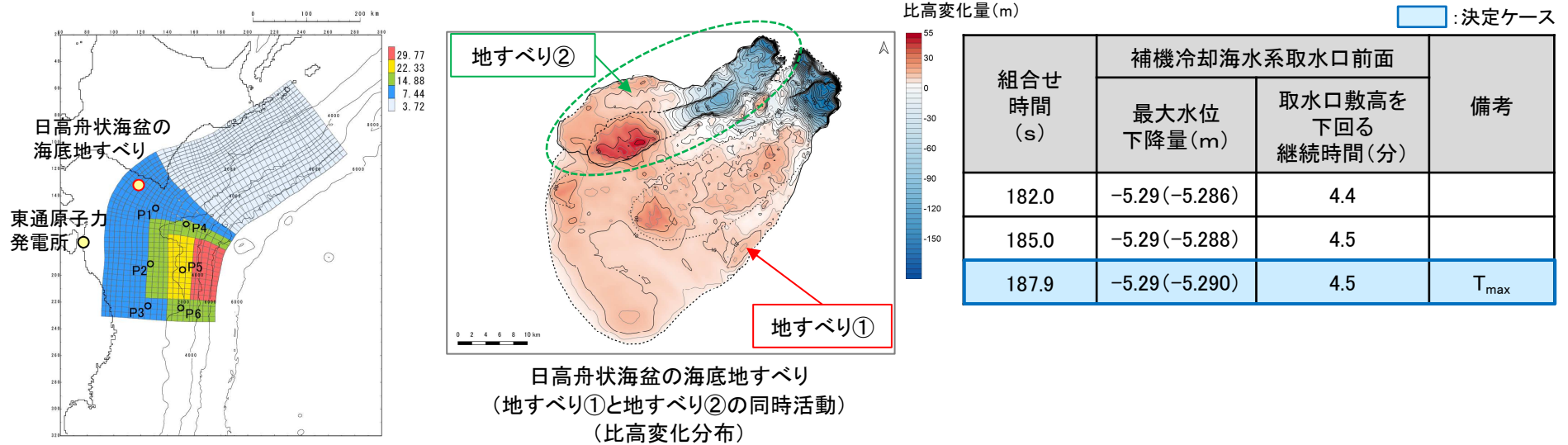
Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

6. 同波動場での津波解析

6.2 水位下降側

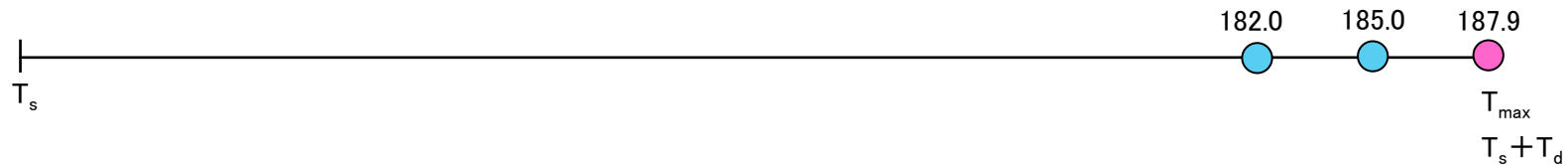
■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)

- 連動型地震(基準断層モデル③)と日高海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)を組み合わせた津波解析結果を以下に示す。
- 補機冷却海水系取水口前面における最大水位下降量は-5.29m, 取水口敷高を下回る継続時間は4.5分である。



十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)

【パラメータスタディ範囲】



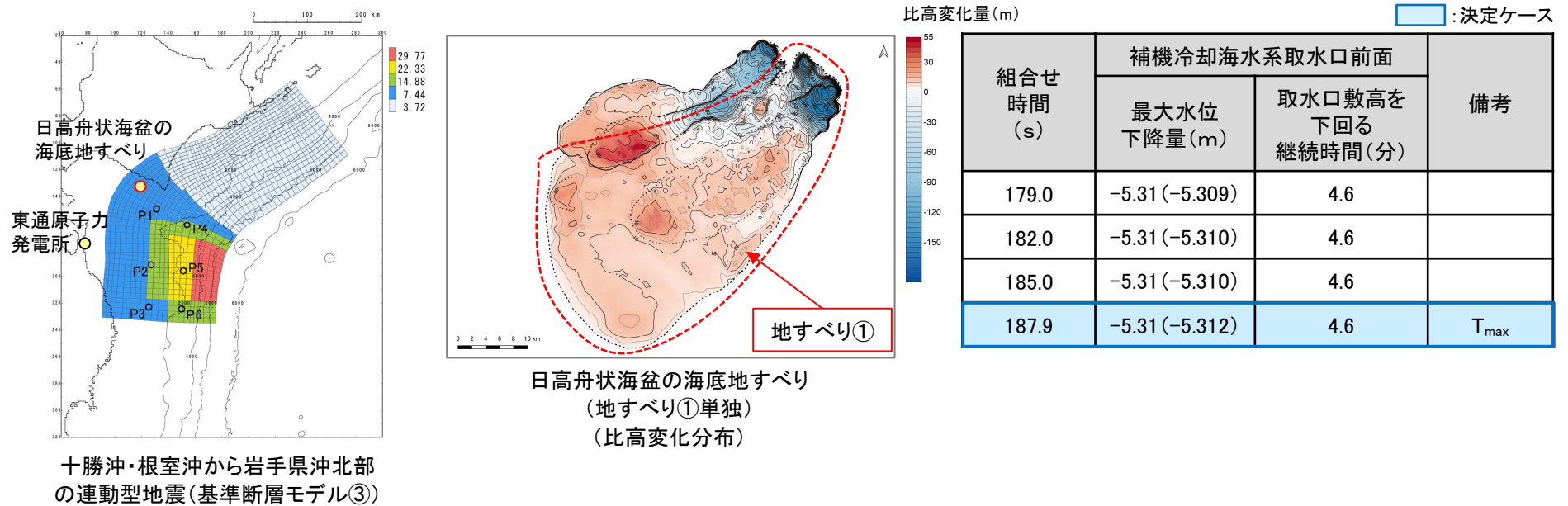
Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

6. 同波動場での津波解析

6.2 水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり①)単独

- 連動型地震(基準断層モデル③)と日高海底地すべり(地すべり①)単独を組み合わせた津波解析結果を以下に示す。
- 補機冷却海水系取水口前面における最大水位下降量は-5.31m, 取水口敷高を下回る継続時間は4.6分である。



【パラメータスタディ範囲】



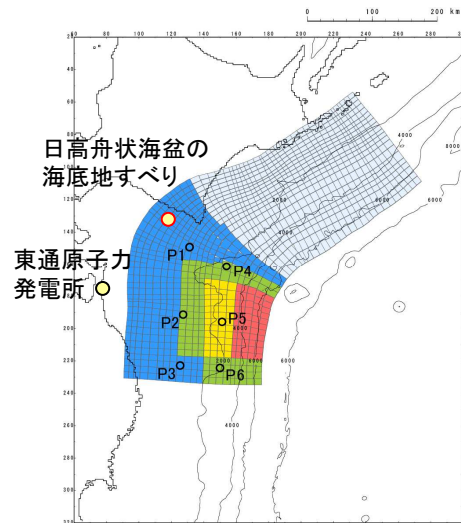
Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

6. 同波動場での津波解析

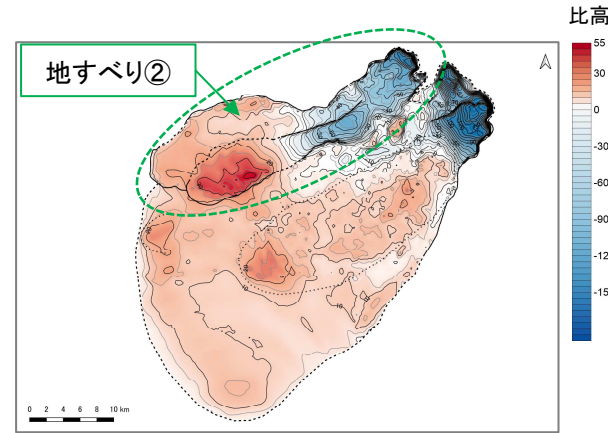
6.2 水位下降側

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②)単独

- 連動型地震(基準断層モデル③)と日高海底地すべり(地すべり②)を組み合わせた津波解析結果を以下に示す。
- 補機冷却海水系取水口前面における最大水位下降量は-5.17m, 取水口敷高を下回る継続時間は4.3分である。



十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)



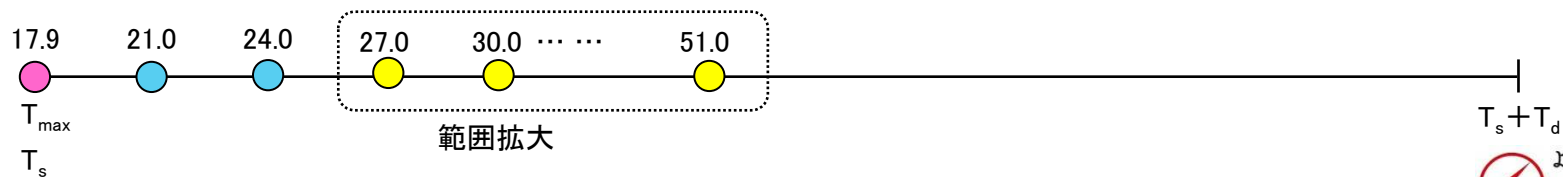
日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②)単独(比高変化分布)

比高変化量(m)

決定ケース

| 組合せ時間 (s) | 補機冷却海水系取水口前面 | | 備考 |
|-----------|---------------|------------------|-----------|
| | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) | |
| 17.9 | -5.17(-5.165) | 4.3 | T_{max} |
| 21.0 | -5.17(-5.165) | 4.3 | |
| 24.0 | -5.16(-5.164) | 4.3 | |
| 27.0 | -5.17(-5.168) | 4.3 | |
| 30.0 | -5.17(-5.166) | 4.3 | |
| 33.0 | -5.17(-5.167) | 4.3 | |
| 36.0 | -5.16(-5.163) | 4.3 | |
| 39.0 | -5.17(-5.165) | 4.3 | |
| 42.0 | -5.17(-5.168) | 4.3 | |
| 45.0 | -5.17(-5.171) | 4.3 | |
| 48.0 | -5.17(-5.165) | 4.3 | |
| 51.0 | -5.16(-5.162) | 4.3 | |

【パラメータスタディ範囲】



Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

6. 同波動場での津波解析

6.2 水位下降側：防波堤の有無が組合せ時間のパラメータスタディ結果に及ぼす影響

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)と日高舟状海盆の海底地すべりの組合せ

- 最大水位下降量及び取水口敷高を下回る時間が最大となる組合せ時間前後(±3秒)を対象に、防波堤無しの場合の地形を用いた解析結果を以下に示す。
- 防波堤の有無が組合せ時間のパラメータスタディ結果に及ぼす影響はほとんど無いことを確認した。

◆最大水位下降量

【地すべり①と②の同時活動との組合せ】

| 組合せ時間(s) | 最大水位下降量(m) | |
|-----------|--------------|--------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 182.0 | -5.29 | -6.16 |
| 185.0 | -5.29 | -6.17 |
| 187.9(基準) | <u>-5.29</u> | <u>-6.17</u> |

【地すべり①単独との組合せ】 : 決定ケース

| 組合せ時間(s) | 最大水位下降量(m) | |
|-----------|--------------|--------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 182.0 | -5.31 | -6.21 |
| 185.0 | -5.31 | -6.21 |
| 187.9(基準) | <u>-5.31</u> | <u>-6.21</u> |

【地すべり②単独との組合せ】

| 組合せ時間(s) | 最大水位下降量(m) | |
|----------|--------------|--------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 42.0 | -5.17 | -6.15 |
| 45.0(基準) | <u>-5.17</u> | -6.15 |
| 48.0 | -5.17 | <u>-6.16</u> |

◆取水口敷高を下回る継続時間

【地すべり①と②の同時活動との組合せ】

| 組合せ時間(s) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) | |
|-----------|------------------|------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 182.0 | 4.4 | <u>5.4</u> |
| 185.0 | 4.5 | 5.4 |
| 187.9(基準) | <u>4.5</u> | 5.3 |

【地すべり①単独との組合せ】 : 決定ケース

| 組合せ時間(s) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) | |
|-----------|------------------|------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 182.0 | 4.6 | 5.3 |
| 185.0 | 4.6 | 5.3 |
| 187.9(基準) | <u>4.6</u> | <u>5.3</u> |

【地すべり②単独との組合せ】

| 組合せ時間(s) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) | |
|----------|------------------|------------|
| | 防波堤有 | 防波堤無 |
| 42.0 | 4.3 | 5.3 |
| 45.0(基準) | <u>4.3</u> | <u>5.3</u> |
| 48.0 | 4.3 | 5.3 |

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

7.1 決定ケースの選定方法

- ・ 水位上昇側・下降側の決定ケースの選定は、防波堤有りの評価結果を基本とする。
- ・ なお、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の運動型地震に起因する津波の評価で確認しているように、水位下降側の評価は防波堤の有無の影響が大きいことも踏まえ※、組合せ津波の水位上昇側・下降側の決定ケースは、防波堤無しの場合での津波解析結果も考慮する。

※: 詳細は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 5. 水位下降側の評価方法」に記載。

【決定ケースの選定方法】

① 防波堤有りの評価結果を基本として、決定ケースを選定



② 防波堤無しの決定ケースが防波堤有りの決定ケースと異なり、かつ、評価結果が防波堤有りの結果を上回る場合には、同ケースを決定ケースに選定

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

7.2 水位上昇側

■ 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべりの組合せ

- ・ 防波堤有りの条件では、連動型地震(基準断層モデル①)と日高海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波が、発電所の津波高さに与える影響が大きい。
- ・ 防波堤無しの場合では、防波堤有りの条件と同様に、上記組合せ津波の影響が大きい。
- ・ 以上から、決定ケースは、連動型地震(基準断層モデル①)と日高海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波とする。

【防波堤有り】

| 地震と地震以外に起因する津波の組合せ | | | 最大水位上昇量(m) | | | |
|-------------------------------------|--------|----------------------|--------------|-------------|------------------|-------------|
| 地震 | 海底地すべり | 発生形態 | 敷地前面 | 取水口前面 | 補機冷却海水系 取水口前面 | 放水路 護岸前面 |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部 の連動型地震(基準断層モデル①) | 日高舟状海盆 | 地すべり①と地すべり② の同時活動 | 10.14 | 8.74 | 9.03 | 8.57 |
| | | 地すべり①単独 | 10.43 | 8.90 | 9.08 | 8.73 |
| | | 地すべり②単独 | <u>11.34</u> | <u>9.35</u> | <u>9.56</u> | <u>9.31</u> |

【防波堤無し】

| 地震と地震以外に起因する津波の組合せ | | | 最大水位上昇量(m) | | | |
|-------------------------------------|--------|----------------------|--------------|-------------|------------------|-------------|
| 地震 | 海底地すべり | 発生形態 | 敷地前面 | 取水口前面 | 補機冷却海水系 取水口前面 | 放水路 護岸前面 |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部 の連動型地震(基準断層モデル①) | 日高舟状海盆 | 地すべり①と地すべり② の同時活動 | 9.95 | 8.78 | 9.12 | 8.62 |
| | | 地すべり①単独 | 10.30 | 8.95 | 9.18 | 8.82 |
| | | 地すべり②単独 | <u>11.43</u> | <u>9.55</u> | <u>9.79</u> | <u>9.47</u> |

<決定ケース>

[]内は、防波堤無し条件での評価結果

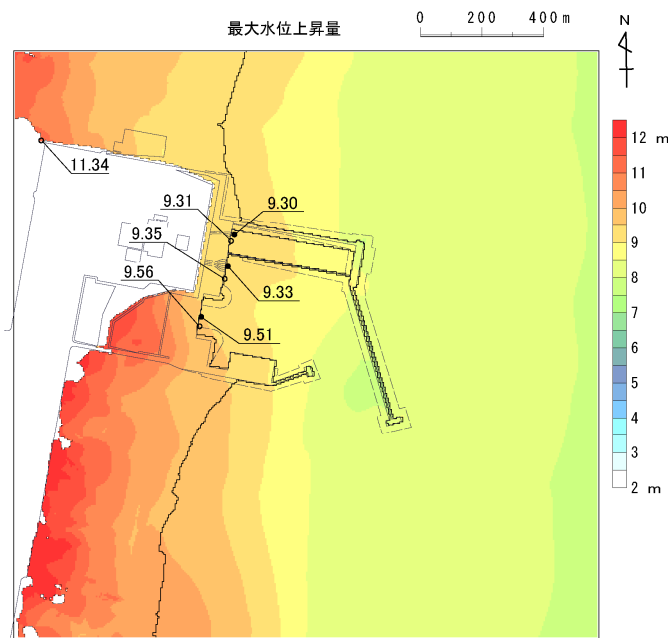
| 地震と地震以外に起因する津波の組合せ | | | 最大水位上昇量(m) | | | |
|-------------------------------------|--------|---------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 地震 | 海底地すべり | 発生形態 | 敷地前面 | 取水口前面 | 補機冷却海水系 取水口前面 | 放水路 護岸前面 |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部 の連動型地震(基準断層モデル①) | 日高舟状海盆 | 地すべり②単独 | <u>11.34</u> [11.43] | <u>9.35</u> [9.55] | <u>9.56</u> [9.79] | <u>9.31</u> [9.47] |

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

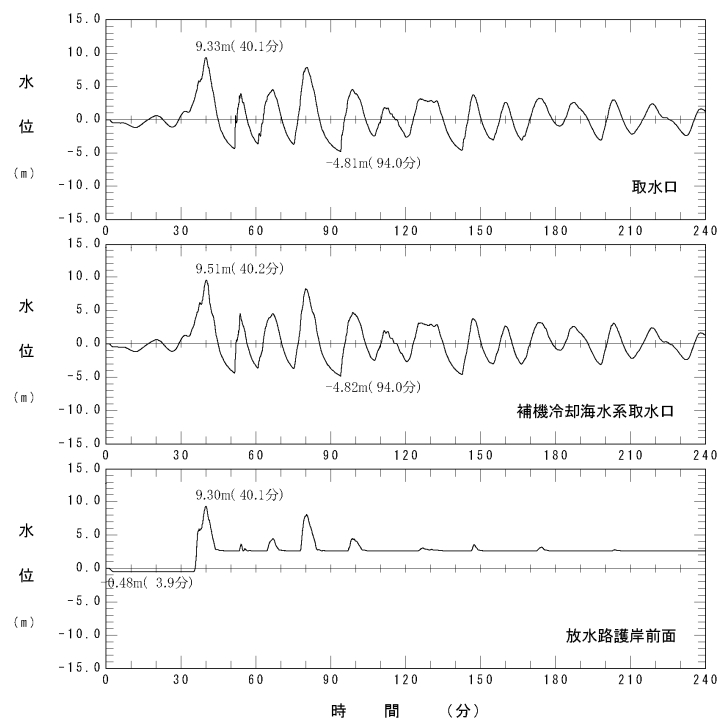
7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

7.2 水位上昇側

| 波源モデル | | 最大水位上昇量(m) | | | |
|-------------------------------|-----------------|------------|-------|--------------|---------|
| 地震 | 海底地すべり | 敷地前面 | 取水口前面 | 補機冷却海水系取水口前面 | 放水路護岸前面 |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型(基準断層モデル①) | 日高舟状海盆(地すべり②単独) | 11.34 | 9.35 | 9.56 | 9.31 |



最大水位上昇量分布



取水口前面, 補機冷却海水系取水口前面, 放水路護岸前面における水位時刻歴波形※

※: 水位時刻歴波形は, 各取放水設備前面の中央位置に該当するメッシュで抽出(抽出位置は, 補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載)

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

7.3 水位下降側①

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②)と日高舟状海盆の海底地すべりの組合せ

- ・ 防波堤有りの条件では、連動型地震(基準断層モデル②)と日高海底地すべり(地すべり①と地すべり②の同時活動)との組合せ津波が、発電所に与える影響が大きい。
- ・ 一方、防波堤無しの場合において、最大水位下降量は、日高海底地すべり(地すべり①単独)との組合せ津波、取水口敷高を下回る継続時間については、日高海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波の影響が大きい。さらに、各組合せ津波の評価結果は、防波堤有りの結果を上回る。
- ・ 決定ケースの選定は防波堤有りを基本とするが、津波に対する安全性評価にあたっては防波堤有無の影響を検討することから、最大水位下降量の決定ケースは、連動型地震(基準断層モデル②)と日高海底地すべり(地すべり①単独)との組合せ津波とする。また、取水口敷高を下回る継続時間の決定ケースは、日高海底地すべり(地すべり②単独)との組合せ津波とする。

【防波堤有り】

| 地震と地震以外に起因する津波の組合せ | | | 補機冷却海水系取水口前面 | |
|---------------------------------|--------|------------------|--------------|------------------|
| 地震 | 海底地すべり | 発生形態 | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②) | 日高舟状海盆 | 地すべり①と地すべり②の同時活動 | -5.12 | 4.4 |
| | | 地すべり①単独 | -5.11 | 4.3 |
| | | 地すべり②単独 | -5.11 | 4.3 |

【防波堤無し】

| 地震と地震以外に起因する津波の組合せ | | | 補機冷却海水系取水口前面 | |
|---------------------------------|--------|------------------|--------------|------------------|
| 地震 | 海底地すべり | 発生形態 | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②) | 日高舟状海盆 | 地すべり①と地すべり②の同時活動 | -6.52 | 6.9 |
| | | 地すべり①単独 | -6.57 | 6.9 |
| | | 地すべり②単独 | -6.53 | 7.1 |

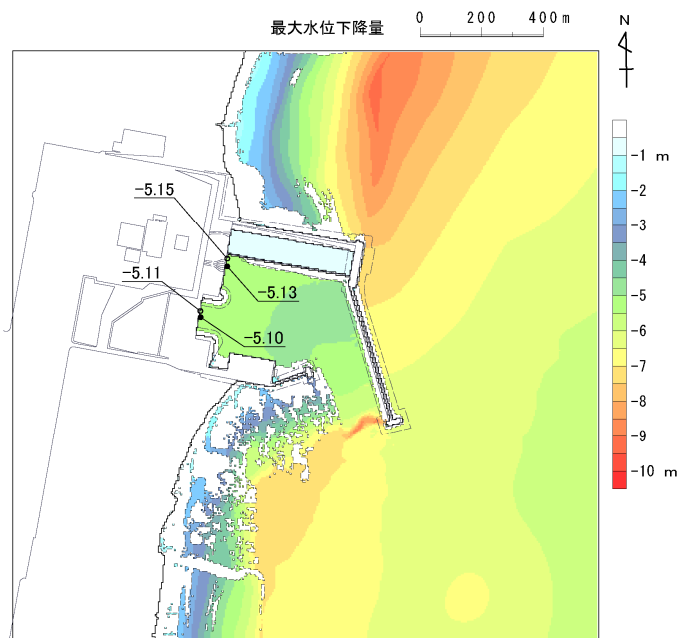
<決定ケース>

[]内は、防波堤無し条件での評価結果

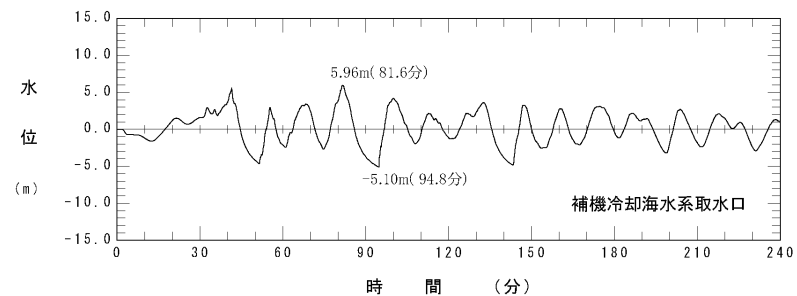
| 地震と地震以外に起因する津波の組合せ | | | 補機冷却海水系取水口前面 | |
|---------------------------------|--------|---------|---------------|------------------|
| 地震 | 海底地すべり | 発生形態 | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル②) | 日高舟状海盆 | 地すべり①単独 | -5.11 [-6.57] | 4.3 [6.9] |
| | | 地すべり②単独 | -5.11 [-6.53] | 4.3 [7.1] |

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価
 7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価
 7.3 水位下降側①

| 波源モデル | | 補機冷却海水系取水口前面 | |
|-------------------------------|-----------------|--------------|----------------|
| 地震 | 海底地すべり | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る時間(分) |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型(基準断層モデル②) | 日高舟状海盆(地すべり①単独) | -5.11 | 4.3 |



最大水位下降量分布



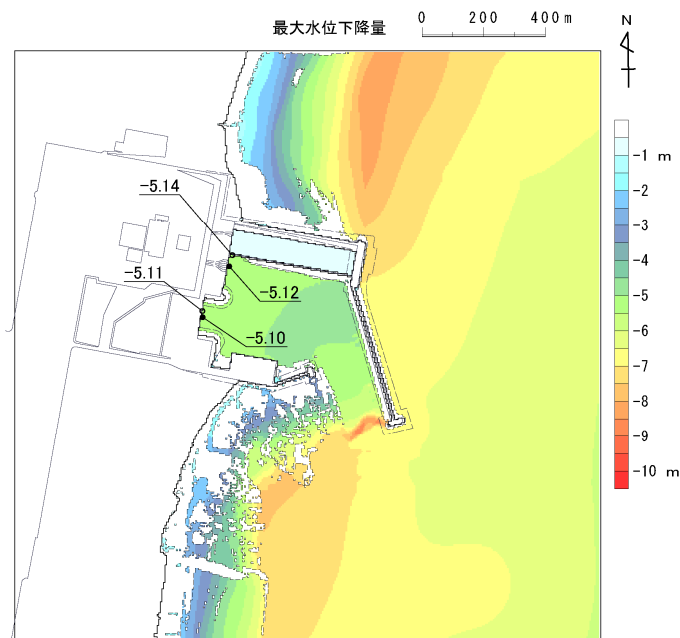
補機冷却海水系取水口前面における
 水位時刻歴波形※1, 2

※1: 水位時刻歴波形は、補機冷却海水系取水口前面の中央位置に該当するメッシュで抽出(抽出位置は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載)

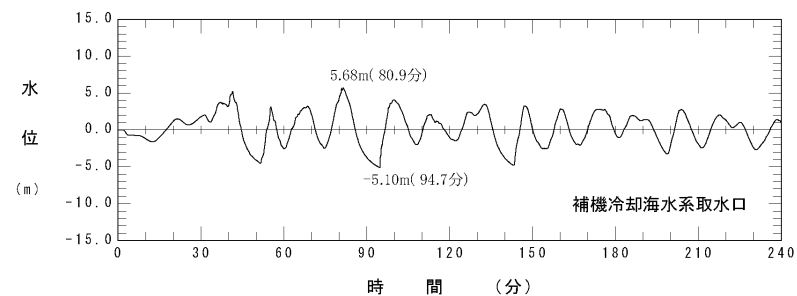
※2: 補機冷却海水系取水設備の詳細は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載。

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価
 7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価
 7.3 水位下降側①

| 波源モデル | | 補機冷却海水系取水口前面 | |
|-------------------------------|-----------------|--------------|----------------|
| 地震 | 海底地すべり | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る時間(分) |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型(基準断層モデル②) | 日高舟状海盆(地すべり②単独) | -5.11 | 4.3 |



最大水位下降量分布



補機冷却海水系取水口前面における
 水位時刻歴波形※1, 2

※1: 水位時刻歴波形は、補機冷却海水系取水口前面の中央位置に該当するメッシュで抽出(抽出位置は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載)

※2: 補機冷却海水系取水設備の詳細は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載。

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価

7.3 水位下降側②

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③)と日高舟状海盆の海底地すべりの組合せ

- 防波堤有りの条件では、連動型地震(基準断層モデル③)と日高海底地すべり(地すべり①単独)との組合せ津波が、発電所の津波高さに与える影響が大きい。
- 防波堤無しの場合では、防波堤有りの条件と同様に、上記組合せ津波の影響が大きい。
- 以上から、決定ケースは、連動型地震(基準断層モデル③)と日高海底地すべり(地すべり①単独)との組合せ津波とする。

【防波堤有り】

| 地震と地震以外に起因する津波の組合せ | | | 補機冷却海水系取水口前面 | |
|---------------------------------|--------|------------------|--------------|------------------|
| 地震 | 海底地すべり | 発生形態 | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③) | 日高舟状海盆 | 地すべり①と地すべり②の同時活動 | -5.29 | 4.5 |
| | | 地すべり①単独 | <u>-5.31</u> | <u>4.6</u> |
| | | 地すべり②単独 | -5.17 | 4.3 |

【防波堤無し】

| 地震と地震以外に起因する津波の組合せ | | | 補機冷却海水系取水口前面 | |
|---------------------------------|--------|------------------|--------------|------------------|
| 地震 | 海底地すべり | 発生形態 | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③) | 日高舟状海盆 | 地すべり①と地すべり②の同時活動 | -6.17 | 5.3 |
| | | 地すべり①単独 | <u>-6.21</u> | <u>5.3</u> |
| | | 地すべり②単独 | -6.15 | 5.3 |

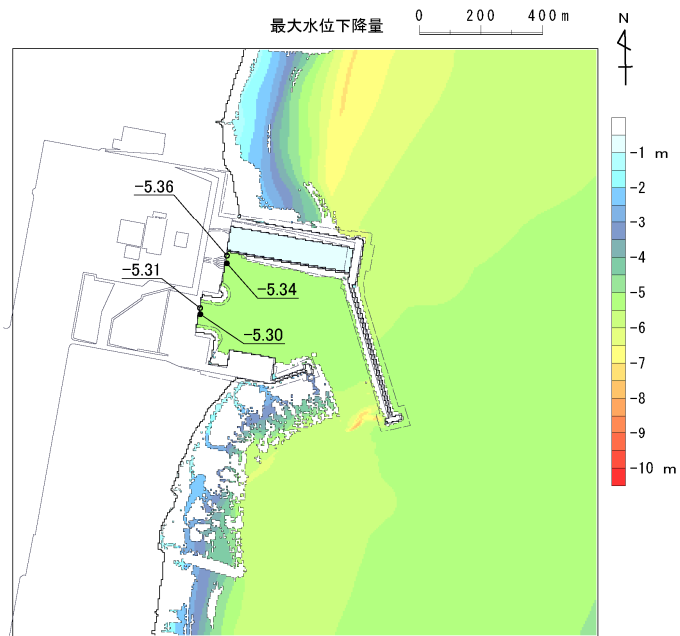
<決定ケース>

[]内は、防波堤無し条件での評価結果

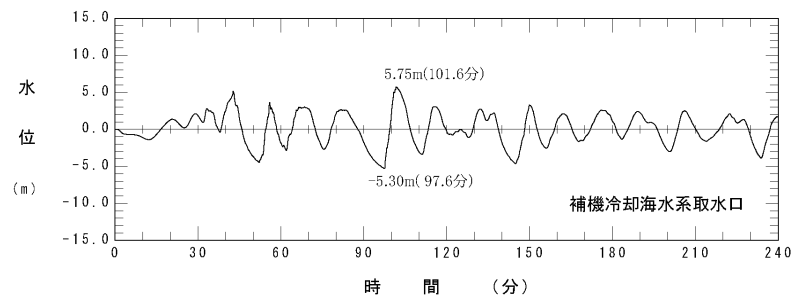
| 地震と地震以外に起因する津波の組合せ | | | 補機冷却海水系取水口前面 | |
|---------------------------------|--------|---------|-------------------------------|---------------------------|
| 地震 | 海底地すべり | 発生形態 | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル③) | 日高舟状海盆 | 地すべり①単独 | <u>-5.31</u> [<u>-6.21</u>] | <u>4.6</u> [<u>5.3</u>] |

Ⅲ. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価
 7. 地震に起因する津波と地震以外に起因する津波の組合せの評価
 7.3 水位下降側②

| 波源モデル | | 補機冷却海水系取水口前面 | |
|-------------------------------|-----------------|--------------|----------------|
| 地震 | 海底地すべり | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る時間(分) |
| 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型(基準断層モデル③) | 日高舟状海盆(地すべり①単独) | -5.31 | 4.6 |



最大水位下降量分布



補機冷却海水系取水口前面における
 水位時刻歴波形※1, 2

※1: 水位時刻歴波形は、補機冷却海水系取水口前面の中央位置に該当するメッシュで抽出(抽出位置は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載)

※2: 補機冷却海水系取水設備の詳細は、補足説明資料「Ⅶ. 計算条件等 4. 津波水位の評価位置」に記載。

余白

IV. 津波の評価結果のまとめ

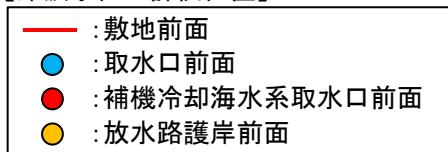
1. 水位上昇側
2. 水位下降側

1. 水位上昇側

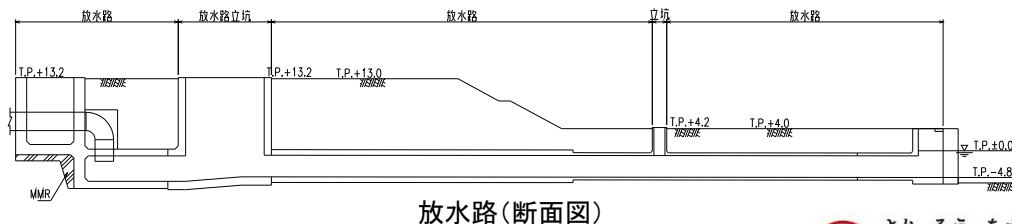
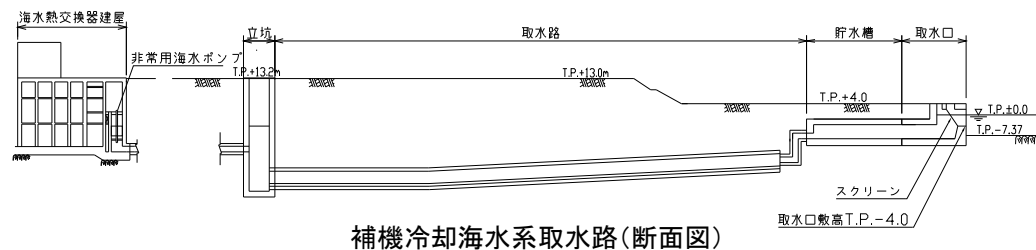
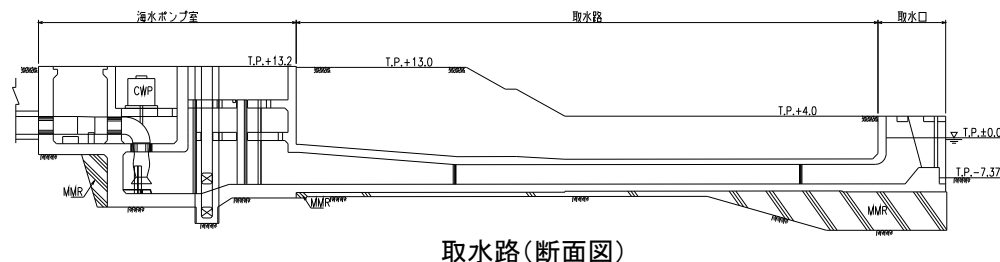
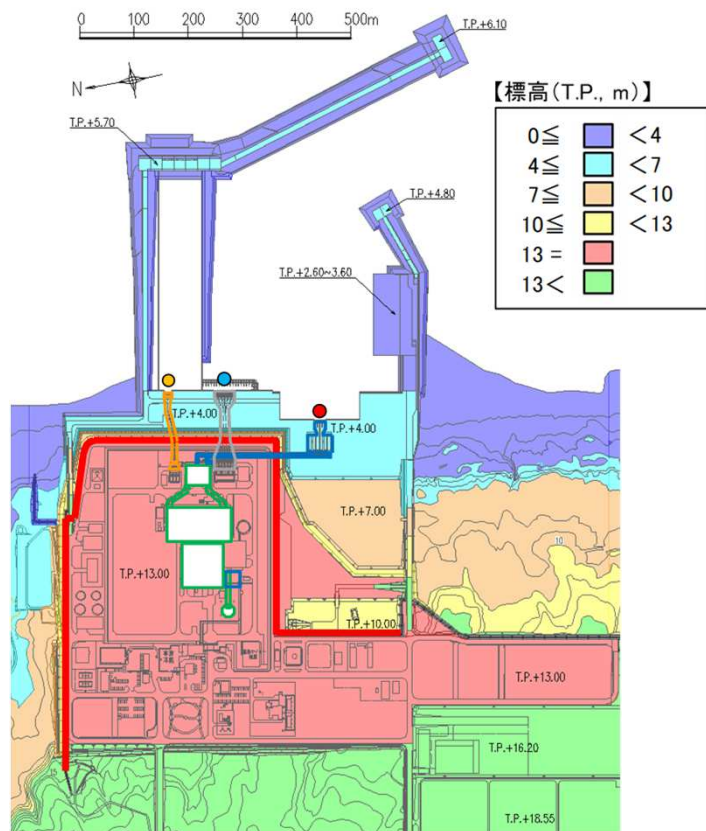
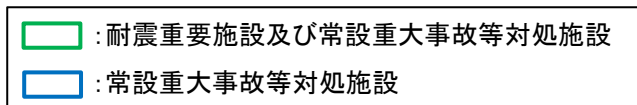
■ 水位上昇側の評価方針

- 耐震重要施設等が設置された敷地 (T.P.+13.0m) へ津波が遡上するかを評価するため、敷地前面における最大水位上昇量が最大となる津波波源を選定する。
- 取水路及び放水路を介し、耐震重要施設等が設置された敷地 (T.P.+13.0m) へ津波が流入する可能性を評価するため、取水口前面、補機冷却海水系取水口前面及び放水路護岸前面における最大水位上昇量が最大となる津波波源を選定する。

【津波水位の評価位置】



【施設位置】



IV. 津波の評価結果のまとめ

1. 水位上昇側

S234 S235

- 各津波評価位置の最大ケースは、十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震(基準断層モデル①)と日高舟状海盆の海底地すべり(地すべり②)単独との組合せ津波と評価した。
- 同組合せ津波の最大水位上昇量は、連動型地震単独を上回ることを確認した。

[]内は、防波堤無し条件での評価結果
[]: 最大ケース

| 発生要因 | 種別 | 津波波源 | | 最大水位上昇量(m) | | | | 備考 |
|--------------------|----------------|-----------------------|--|---------------|-------------|--------------|-------------|--------------------|
| | | | | 敷地前面 | 取水口前面 | 補機冷却海水系取水口前面 | 放水路護岸前面 | |
| 地震 | プレート間地震 | 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 基準断層モデル①[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(内閣府(2012)考慮)]※1 | 11.18 [11.17] | 9.26 [9.42] | 9.51 [9.73] | 9.20 [9.32] | |
| | | 津波地震※2 | | 10.34 | 9.09 | 9.24 | 9.12 | 既往津波:1896年明治三陸地震津波 |
| | 海洋プレート内地震 | 正断層型の地震※3 | | 9.77 | 4.87 | 5.17 | 4.43 | 既往津波:1933年昭和三陸地震津波 |
| | 海域の活断層による地殻内地震 | 恵山沖断層 | 0.6m (阿部(1989)の簡易予測式による推定津波高) | | | | | |
| 地震以外 | 陸上の地すべり及び斜面崩壊 | | 発電所へ与える影響は極めて小さい | | | | | |
| | 海底地すべり | 下北太平洋側大陸棚外縁 | SLS-2 | 0.84 | 0.78 | 0.77 | —※4 | |
| | | 日高舟状海盆 | 地すべり①と②の同時活動 | 4.25 | 1.99 | 2.13 | —※4 | |
| | | 日本海溝付近における海山 | 発電所へ与える影響は極めて小さい | | | | | |
| | | ハワイ付近 | 日本沿岸における津波水位は最大で3.8m程度 | | | | | |
| | 火山現象 | 海域 | 敷地前面海域に津波を発生させる海底火山の存在は認められない | | | | | |
| 陸域 | | 恵山 | 0.89 | 0.78 | 0.77 | —※4 | | |
| 地震と地震以外に起因する津波の組合せ | | 連動型地震と日高海底地すべり | 地震:基準断層モデル①※1 海底地すべり:地すべり②単独 | 11.34 [11.43] | 9.35 [9.55] | 9.56 [9.79] | 9.31 [9.47] | |

※1:大すべり域等の位置:南へ約100km,破壊開始点:P6,破壊伝播速度:2.0(km/s),ライズタイム:60(s)

※2:位置:北東へ120km,走向:基準+10°,傾斜角:基準+5°,すべり角:基準-10°

※3:位置:北東へ180km(海溝軸),西北西へ80km(海溝軸直交),走向:基準+10°,傾斜:西傾斜,傾斜角:基準+5°,断層上縁深さ:7km

※4:放水路護岸前面まで津波が到達しない。

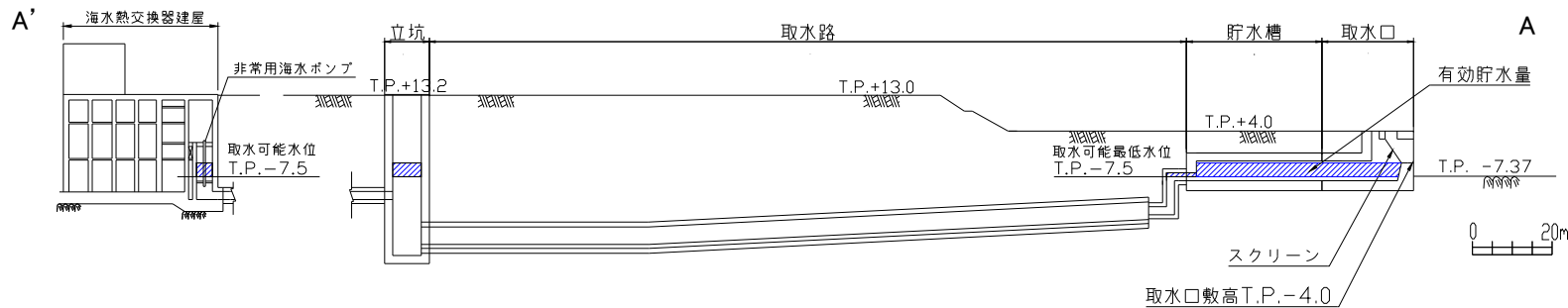
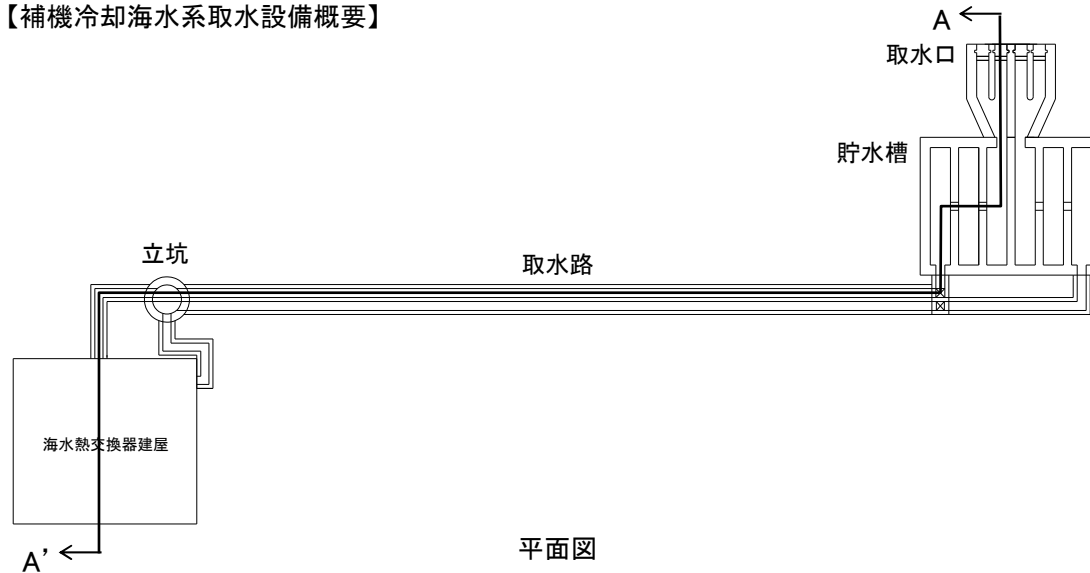
IV. 津波の評価結果のまとめ


2. 水位下降側

■水位下降側の評価方針

- ・ 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響(非常用海水冷却系の取水性, 砂の移動・堆積及び漂流物に対する取水性)を評価するため, 補機冷却海水系取水口前面における最大水位下降量及び補機冷却海水系取水口敷高(T.P.-4.0m)を下回る時間が最大となる津波波源を選定する。

【補機冷却海水系取水設備概要】



 : 津波水位が取水口敷高を下回る場合に, 非常用海水ポンプの取水に必要な海水が設備内に確保される範囲(約5,000m³)

断面図(A-A' 断面)

■非常用海水ポンプの運転可能継続時間

(A) 有効貯水量: 約5,000(m³)

取水口敷高(T.P.-4.0m)から非常用海水ポンプの取水可能水位(T.P.-7.5m)までの容量

(B) 非常用海水ポンプの運転可能継続時間: 約35(分)

(A)/非常用海水ポンプの取水量
= 5,000(m³)/8,340(m³/hr) × 60 = 約35分

非常用海水ポンプの取水量

| | 運転台数* | 流量 (m ³ /hr) | 取水量 (m ³ /hr) |
|-----------------------|----------|----------------------------|-----------------------------|
| 原子炉補機冷却 海水ポンプ | 2台 × 2系統 | 8,000 | 8,340 |
| 高圧炉心スプレイ 補機冷却海水ポンプ | 1台 × 1系統 | 340 | |

※: 非常用海水ポンプの最大運転台数を考慮

IV. 津波の評価結果のまとめ

2. 水位下降側

- 防波堤無しの場合での評価結果も考慮し、最大水位下降量及び取水口敷高を下回る継続時間の最大ケースは、以下の十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震と日高舟状海盆の海底地すべりとの組合せ津波と評価した(計3ケース)。
- 各組合せ津波の最大水位下降量及び取水口敷高を下回る継続時間は、連動型地震単独を上回ることを確認した。

[]内は、防波堤無し条件での評価結果
[]: 最大ケース

| 発生要因 | 種別 | 津波波源 | | 補機冷却海水系取水口前面 | | 備考 | |
|--------------------|----------------|-----------------------|---|-------------------------------|----------------------|----------------------|--|
| | | | | 最大水位下降量(m) | 取水口敷高を下回る継続時間(分) | | |
| 地震 | プレート間地震 | 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震 | 基準断層モデル②[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり量の不確かさ考慮)]※1 | -5.10 [-6.55] | 4.2 [6.9] | | |
| | | | 基準断層モデル③[青森県東方沖及び岩手県沖北部の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル(すべり分布の不確かさ考慮)]※2 | -5.24 [-6.15] | 4.4 [5.3] | | |
| | 津波地震※3 | | -4.27 | 1.3 | 既往津波: 1896年 明治三陸地震津波 | | |
| | 海洋プレート内地震 | 正断層型の地震※4 | | -4.59 | 1.9 | 既往津波: 1933年 昭和三陸地震津波 | |
| | 海域の活断層による地殻内地震 | 恵山沖断層 | 0.6m (阿部(1989)の簡易予測式による推定津波高) | | | | |
| 地震以外 | 陸上の地すべり及び斜面崩壊 | | 発電所へ与える影響は極めて小さい | | | | |
| | 海底地すべり | 下北太平洋側大陸棚外縁 | SLS-2 | -0.63 | —※5 | | |
| | | 日高舟状海盆 | 地すべり①と②の同時活動 | | -2.50 | —※5 | |
| | | 日本海溝付近における海山 | | 発電所へ与える影響は極めて小さい | | | |
| | | ハワイ付近 | | 発電所へ与える影響は、日高海底地すべりよりも小さい | | | |
| | 火山現象 | 海域 | | 敷地前面海域に津波を発生させる海底火山の存在は認められない | | | |
| | | 陸域 | 恵山 | | -0.88 | —※5 | |
| 地震と地震以外に起因する津波の組合せ | 連動型地震と日高海底地すべり | | 地震: 基準断層モデル②※1 海底地すべり: 地すべり①単独 | -5.11 [-6.57] | 4.3 [6.9] | 防波堤無し 水位最大ケース | |
| | | | 地震: 基準断層モデル②※1 海底地すべり: 地すべり②単独 | -5.11 [-6.53] | 4.3 [7.1] | 防波堤無し 時間最大ケース | |
| | | | 地震: 基準断層モデル③※2 海底地すべり: 地すべり①単独 | -5.31 [-6.21] | 4.6 [5.3] | 防波堤有り 最大ケース | |
| 非常用海水ポンプの運転可能継続時間 | | | | | 約35 | | |

※1: 大すべり域等の位置: 南へ約100km, 破壊開始点: P4, 破壊伝播速度: 1.0(km/s), ライズタイム: 60(s)
 ※2: 大すべり域等の位置: 南へ約40km, 破壊開始点: P1, 破壊伝播速度: 1.0(km/s), ライズタイム: 60(s)
 ※3: 位置: 北東へ30km, 走向: 基準+10°, 傾斜角: 基準+5°, すべり角: 基準

※4: 位置: 北東へ90km(海溝軸), 西北西へ100km(海溝軸直交), 走向: 基準+10°, 傾斜: 西傾斜, 傾斜角: 基準+5°, 断層上縁深さ: 13km
 ※5: 補機冷却海水系取水口敷高(T.P.-4.0m)を下回らない。

参考文献

参考文献①

1. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2019):日本海溝沿いの地震活動の長期評価(第三版)
2. 公益社団法人土木学会原子力土木委員会津波評価小委員会(2016):原子力発電所の津波評価技術 2016
3. 相田勇(1977):三陸沖の古い津波のシミュレーション, 地震研究所彙報, Vol.52, pp.71-101
4. 内閣府(2020):日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について(概要報告), 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会
5. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター:津波堆積物データベース, https://gbank.gsj.jp/tsunami_deposit_db
6. Satoko Murotani, Kenji Satake and Yushiro Fujii (2013): Scaling relations of seismic moment, rupture area, average slip and asperity size for M~9 subduction zone earthquakes, Geophysical Research Letters, Vol.40, pp.5070-5074
7. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2017a):千島海溝沿いの地震活動の長期評価(第三版)
8. 杉野英治・岩淵洋子・橋本紀彦・松末和之・蛭澤勝三・亀田弘行・今村文彦(2014):プレート間地震による津波の特性化波源モデルの提案, 日本地震工学会論文集, 第14巻, 第5号
9. 内閣府(2012):南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について(第一次報告) 巻末資料, 南海トラフの巨大地震モデル検討会
10. Koji Minoura, Shinichi Hirano, Tsutomu Yamada(2013): Identification and possible recurrence of an oversized tsunami on the Pacific coast of northern Japan, Nat Hazards 68:631-643, Springer, DOI 10.1007/s11069-013-0640-z
11. Naoki Uchida, Junichi Nakajima, Akira Hasegawa, Toru Matsuzawa(2009): What controls interplate coupling?: Evidence for abrupt change in coupling across a border between two overlying plates in the NE Japan subduction zone, Earth and Planetary Science Letters 283,111-121
12. Masanao Shinohara, Tomoaki Yamada, Kazuo Nakahigashi, Shin'ichi Sakai, Kimihiro Mochizuki, Kenji Uehira, Yoshihiro Ito, Ryusuke Azuma, Yuka Kaiho, Tetsuo No, Hajime Shiobara, Ryota Hino, Yoshio Murai, Hiroshi Yakiwara, Toshinori Sato, Yuya Machida, Takashi Shinbo, Takehi Isse, Hiroki Miyamachi, Koichiro Obana, Narumi Takahashi, Shuichi Kodaira, Yoshiyuki Kaneda, Kenji Hirata, Sumio Yoshikawa, Kazushige Obara, Takaya Iwasaki, and Naoshi Hirata(2011): Aftershock observation of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake by using ocean bottom seismometer network, Earth Planets Space, 63, 835-840
13. 穴倉正展(2013):1960年チリ地震(Mw 9.5)の履歴と余効変動, 地震予知連絡会 会報, 第89巻, 12-7
14. Kusala Rajendran(2013): On the recurrence of great subduction zone earthquakes, CURRENT SCIENCE, VOL.104, NO.7,pp.880-892
15. Daniel Melnick, Bodo Bookhagen, Manfred R. Strecker, and Helmut P. Echtler(2009): Segmentation of megathrust rupture zones from fore-arc deformation patterns over hundreds to millions of years, Arauco peninsula, Chile, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 114, B01407, doi:10.1029/2008JB005788
16. Genyang Tang, Penny J. Barton, Lisa C. McNeill, Timothy J. Henstock, Frederik Tilmann, Simon M. Dean, Muhammad D. Jusuf, Yusuf S. Djajadihardja, Haryadi Permana, Frauke Klingelhoefer, and Heidrun Kopp(2013): 3-D active source tomography around Simeulue Island offshore Sumatra: Thick crustal zone responsible for earthquake segment boundary, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 40, 48-53, doi:10.1029/2012GL054148
17. Emily S. Finzel, Jeffrey M. Trop, Kenneth D. Ridgway, Eva Enkelmann(2011): Upper plate proxies for flat-slab subduction processes in southern Alaska, Earth and Planetary Science Letters 303,348-360, doi:10.1016/j.epsl.2011.01.014
18. Aaron G. Wech(2016): Extending Alaska's plate boundary: Tectonic tremor generated by Yakutat subduction, GEOLOGY, v.44, no.7, p.587-590, doi:10.1130/G37817.1

参考文献②

19. Roland Von Huene, John J. Miller, and Wilhelm Weinrebe (2012) : Subducting plate geology in three great earthquake ruptures of the western Alaska margin, Kodiak to Unimak, *Geosphere*, v.8, no. 3, p.628–644, doi:10.1130/GES00715
20. Ian Shennan, Natasha Barlow, Gary Carver, Frank Davies, Ed Garrett, and Emma Hocking (2014) : Great tsunamigenic earthquakes during the past 1000 yr on the Alaska megathrust, *GEOLOGY*, doi:10.1130/G35797.1
21. Richard W. Briggs, Simon E. Engelhart, Alan R. Nelson, Tina Dura, Andrew C. Kemp, Peter J. Haeussler, D. Reide Corbett, Stephen J. Angster, and Lee-Ann Bradley (2014) : Uplift and subsidence reveal a nonpersistent megathrust rupture boundary (Sitkinak Island, Alaska), *Geophys. Res. Lett.*, 41, 2289–2296, doi:10.1002/2014GL059380.
22. Gene Ichinose, Paul Somerville, Hong Kie Thio, Robert Graves, and Dan O'Connell (2007) : Rupture process of the 1964 Prince William Sound, Alaska, earthquake from the combined inversion of seismic, tsunami, and geodetic data, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 112, B07306, doi:10.1029/2006JB004728
23. 長谷川昭・中島淳一・内田直希・弘瀬冬樹・北左枝子・松澤暢 (2010) : 日本列島下のスラブの三次元構造と地震活動, *地学雑誌*, 第119巻, 第2号, pp.190–204
24. 木村学 (2002) : プレート収束帯のテクトニクス学, 東京大学出版会
25. Charles Demets (1992) : Oblique Convergence and Deformation Along the Kuril and Japan Trenches, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, Vol.97, No.B12, pp.17,615–17,625
26. 伊藤谷生 (2000) : 日高衝突帯—前縁褶曲・衝上断層帯の地殻構造, *石油技術協会誌*, 第65巻, 第1号, pp.103–109
27. Xin Liu, Dapeng Zhao and Sanzhong Li (2013) : Seismic heterogeneity and anisotropy of the southern Kuril arc: insight into megathrust earthquakes, *Geophysical Journal International*, 1069–1090, doi:10.1093/gji/ggt150
28. 文部科学省 (2008a) : プレート境界及びその周辺域の3次元地殻不均質構造の推定, 東南海・南海地震等海溝型地震に関する調査研究, 平成20年度成果報告書, 3.1.1.2
29. JUNZO KASAHARA, TOSHINORI SATO, KIMIHIRO MOCHIZUKI AND KAZUO KOBAYASHI (1997) : Paleotectonic structures and their influence on recent seismo-tectonics in the south Kuril subduction zone, *The Island Arc*, 6, 267–280
30. 文部科学省 (2012) : 根室沖等の地震に関する調査研究 成果報告書 (平成23年度)
31. 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2004) : 千島海溝沿いの地震活動の長期評価 (第二版) について
32. 内閣府中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会 (2006) : 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告について
33. 文部科学省測地学分科会 (2013a) : 「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成24年度年次報告 (機関別), 課題番号1002, 北海道周辺の超巨大地震の発生サイクル及び震源過程の解明・プレート運動の解明による衝突帯モデルの構築
34. Kenji Satake, Kelin Wang, Brian F. Atwater (2003) : Fault slip and seismic moment of the 1700 Cascadia earthquake inferred from Japanese tsunami descriptions, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 108, NO. B11, 2535

参考文献③

35. Robert C. Witter, Yinglong Zhang, Kelin Wang, Chris Goldfinger, George R. Priest and Jonathan C. Allan (2012) : Coseismic slip on the southern Cascadia megathrust implied by tsunami deposits in an Oregon lake and earthquake-triggered marine turbidites, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL.117, B10303
36. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2012) : 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(第二版)について
37. Shinzaburo Ozawa, Takuya Nishimura, Hisashi Suito, Tomokazu Kobayashi, Mikio Tobita & Tetsuro Imakiire(2011) : Coseismic and postseismic slip of the 2011 magnitude-9 Tohoku-Oki earthquake, nature LETTER
38. 西村卓也(2013) : 測地データから推定された環太平洋地域のプレート間カップリング, 地震予知連絡会 会報, 第89巻, 12-15
39. Akira Hasegawa, Keisuke Yoshida, Youichi Asano, Tomomi Okada, Takeshi Iinuma, Yoshihiro Ito(2012) : Change in stress field after the 2011 great Tohoku-Oki earthquake, Earth and Planetary Science Letters 355-356, pp231-243
40. JAMSTEC(2013) : 東北地方太平洋沖地震における巨大地震・津波発生メカニズムの解明～地球深部探査船「ちきゅう」の科学的成果が「SCIENCE」誌に3編同時掲載～, プレリリリース
41. Lin, W., M.Conin, J.C. Moore, F.M. Chester, Y. Nakamura, J.J. Mori, L. Anderson, E.E. Brodsky, N.Eguchi, B. Cook, T.Jeppson, M. Wolfson-Schwehr, Y.Sanada, S.Saito, Y.Kido, T.Hirose, J.H.Behrmann, M.Ikari, K.Ujii, C.Rowe, J.Kirkpatrick, S.Bose, C.Regalla, F.Remitti, V. Toy, P. Fulton, T.Mishima, T. Yang, T. Sun, T. Ishikawa, J. Sample, K.Takai, J. Kameda, S.Toczko, L. Maeda, S.Kodaira, R.Hino, D.Saffer(2013) : Stress state in the largest displacement area of the 2011 Tohoku-oki Earthquake, Science, Vol.339, 687-690
42. 菅原大助・今村文彦・松本秀明・後藤和久・箕浦幸治(2011) : 地質学的データを用いた西暦869年貞観地震津波の復元について, 自然災害科学, 29-4, pp.501-516
43. 菅原大助・今村文彦・松本秀明・後藤和久・箕浦幸治(2013) : 貞観津波と東日本大震災の津波, 東日本大震災を分析する2 震災と人間・まち・記録, 明石書店, pp.179-188
44. 澤井祐紀・宍倉正展・岡村行信・高田圭太・松浦旅人・Than Tin Aung・小松原純子・藤井雄士郎・藤原治・佐竹健治・鎌滝孝信・佐藤伸枝(2007) : ハンディジオスライサーを用いた宮城県仙台平野(仙台市・名取市・岩沼市・亘理町・山元町)における古津波痕跡調査, 活断層・古地震研究報告, No.7, pp.47-80
45. 澤井祐紀・宍倉正展・小松原純子(2008) : ハンドコアラを用いた宮城県仙台平野(仙台市・名取市・岩沼市・亘理町・山元町)における古津波痕跡調査, 活断層・古地震研究報告, No.8, pp.17-70
46. 行谷佑一・佐竹健治・山木滋(2010) : 宮城県石巻・仙台平野および福島県舘川河口低地における869年貞観地震津波の数値シミュレーション, 活断層・古地震研究報告, No.10, pp.1-21
47. 宍倉正展・澤井祐紀・岡村行信・小松原純子・Than TinAung・石山達也・藤原治・藤野滋弘(2007) : 石巻平野における津波堆積物の分布と年代, 活断層・古地震研究報告, No.7, pp.31-46
48. 宍倉正展・藤原治・澤井祐紀・行谷佑一・谷川晃一郎(2012) : 2011年東北地方太平洋沖地震による津波堆積物の仙台・石巻平野における分布限界, 活断層・古地震研究報告, No.12, pp.45-61

参考文献④

49. 文部科学省研究開発局・国立大学法人東北大学大学院理学研究科・国立大学法人東京大学地震研究所・独立法人産業技術総合研究所(2010):宮城県沖地震における重点的調査観測総括成果報告書, p.39
50. 佐竹健治(2011a):日本海溝の巨大地震のスーパーサイクル, 地震予知連絡会 会報, 第86巻, 3-15
51. 佐竹健治(2011b):東北地方太平洋沖地震の断層モデルと巨大地震発生のスーパーサイクル, 科学, Vol.81, No.10
52. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2002):三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について
53. R. McCaffrey(2008):Global Frequency of Magnitude 9 Earthquakes, *Geology*, DR2008063
54. YUSHIRO FUJII and KENJI SATAKE(2013):Slip Distribution and Seismic Moment of the 2010 and 1960 Chilean Earthquakes Inferred from Tsunami Waveforms and Coastal Geodetic Data, *Pure and Applied Geophysics*, DOI 10.1007/s00024-012-0524-2
55. Christopher H. Scholz and Jaime Campos(2012):The seismic coupling of subduction zones revisited, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 117, B05310, doi:10.1029/2011JB009003
56. Tetsuzo Seno(2014):Stress drop as a criterion to differentiate subduction zones where Mw 9 earthquakes can occur, *Tectonophysics* 621, 198-210
57. Yamanaka, Y. and M. Kikuchi(2004):Asperity map along the subduction zone in northeastern Japan inferred from regional seismic data, *J. Geophys. Res.*, 109,B07307,doi:10.1029/2003JB002683
58. 永井理子・菊地正幸・山中佳子(2001):三陸沖における再来大地震の震源過程の比較研究－1968年十勝沖地震と1994年三陸はるか沖地震の比較－, *地震*2, 54, 267-280
59. Satoshi Ide, Annemarie Baltay, Gregory C. Beroza(2011):Shallow Dynamic Overshoot and Energetic Deep Rupture in the 2011 Mw9.0 Tohoku-Oki Earthquake, *Science*,vol. 332,1426,DOI:10.1126/science.1207020
60. 井出哲(2011):東北沖地震の二面性－浅部のすべり過ぎと深部の高周波震動－, 東京大学大学院理学系学科, プレスリリース
61. 長谷川昭(2015):2011年東北沖地震の震源域で何が起きたか?－東北沖地震の発生機構－, *地震ジャーナル*, 60号
62. Tetsuro Tsuru, Jin-Oh Park, Seiichi Miura, Shuichi Kodaira, Yukari Kido, Tsutomu Hayashi(2002):Along-arc structural variation of the plate boundary at the Japan Trench margin: Implication of interplate coupling, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 107, NO. B12, 2357, doi:10.1029/2001JB001664
63. Koichiro Obana, Shuichi Kodaira, Masanao Shinohara, Ryota Hino, Kenji Uehira, Hajime Shiobara, Kazuo Nakahigashi, Tomoaki Yamada, Hiroko Sugioka, Aki Ito, Yasuyuki Nakamura, Seiichi Miura, Tetsuo No, Narumi Takahashi(2013):Aftershocks near the updip end of the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Earth and Planetary Science Letters*,382,111-116, doi.org/10.1016/j.epsl.2013.09.007
64. 文部科学省測地学分科会(2014):「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成25年度年次報告(機関別), 課題番号1205, アスペリティの特性解明に向けた観測研究
65. Jeremy E. Kozdon and Eric M. Dunham(2013):Rupture to the Trench: Dynamic Rupture Simulations of the 11 March 2011 Tohoku Earthquake, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.103, No.2B, pp.1275-1289, doi: 10.1785/0120120136
66. 佐竹健治(2013):第197回地震予知連絡会 重点検討課題「世界の巨大地震・津波」概要, 地震予知連絡会 会報, 第89巻, 12-6

参考文献⑤

67. 文部科学省(2008b): 択捉島沖等の地震に関する調査研究成果報告書(平成19年度)
68. Ioki, K. and Y. Tanioka, Y(2016): Re-estimated fault model of the 17th century great earthquake off Hokkaido using tsunami deposit data, *Earth and Planetary Science Letters*, 433, 133-138
69. 東北大学理学研究科(2012): 千島海溝沿い小繰り返し地震の解析結果について, 地震予知連絡会 会報, 第88巻, 12-3
70. 国土地理院(2012): 千島海溝沿いの滑り欠損速度分布について, 地震予知連絡会 会報, 第88巻, 12-2
71. Robert McCaffrey(2009): The Tectonic Framework of the Sumatran Subduction Zone, *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, Vol. 37, 345-366, DOI: 10.1146/annurev.earth.031208.100212
72. 遠田晋次(2004): 断層セグメントの多重破壊とスケーリング則, 月刊地球号外, 46, 168-174
73. Thorne Lay, Hiroo Kanamori, Charles J. Ammon, Meredith Nettles, Steven N. Ward, Richard C. Aster, Susan L. Beck, Susan L. Bilek, Michael R. Brudzinski, Rhett Butler, Heather R. DeShon, Goran Ekstrom, Kenji Satake, Stuart Sipkin(2005): The Great Sumatra-Andaman Earthquake of 26 December 2004, *SCIENCE*, VOL 308, 1127-1133
74. Cecep Subarya, Mohamed Chlieh, Linette Prawirodirdjo, Jean-Philippe Avouac, Yehuda Bock, Kerry Sieh, Aron J. Meltzner, Danny H. Natawidjaja & Robert McCaffrey(2006): Plate-boundary deformation associated with the great Sumatra-Andaman earthquake, *ARTICLES, NATURE*, Vol 440, doi:10.1038
75. Junji Koyama, Kazunori Yoshizawa, Kiyoshi Yomogida, and Motohiro Tsuzuki(2012): Variability of megathrust earthquakes in the world revealed by the 2011 Tohoku-oki Earthquake, *Earth Planets Space*, 64, pp.1189-1198
76. 小山順二・都筑基博・蓬田清(2012): 斜め衝突帯の巨大地震(1)相模トラフ, 北海道大学地球物理学研究報告, No.75, pp.161-174
77. Lingling Ye, Thorne Lay, and Hiroo Kanamori(2012): The Sanriku-Oki low-seismicity region on the northern margin of the great 2011 Tohoku-Oki earthquake rupture, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 117, B02305, doi:10.1029/2011JB008847
78. 羽鳥徳太郎(2000): 三陸沖歴史津波の規模の再検討, 津波工学研究報告17, pp.39-48
79. 佐竹健治・行谷佑一・山木滋(2008): 石巻・仙台平野における869年貞観津波の数値シミュレーション, 活断層・古地震研究報告, No.8, pp.71-89
80. 中央气象台(1933): 昭和八年三月三日三陸沖強震及津波報告, 驗震時報, Vol.7, No.2別刷
81. 岸力(1969): 1968年十勝沖地震調査報告, 津波—北海道東北沿岸—, 1968年十勝沖地震調査委員会編『1968年十勝沖地震調査報告』, pp.207-256
82. 東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター(2004): 2003年十勝沖地震津波調査報告, 津波工学研究報告, 第21号, 第2編
83. 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループによるデータ(<http://www.coastal.jp/tjt/>), 2012/12/29
84. チリ津波合同調査班(1961): 1960年5月24日チリ地震津波に関する論文及び報告, 丸善
85. 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013): 日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会
86. 内閣府中央防災会議事務局(2005): 資料1 中央防災会議 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会(第10回) 強震動及び津波高さの推計について

参考文献⑥

87. 渡辺偉夫(1998):日本被害津波総覧[第2版], 東京大学出版会
88. 気象庁(2007):千島列島東方の地震について(2006年11月15日Mj7.9 および2007年1月13日Mj8.2), 地震予知連絡会 会報, 第78巻, 2-4
89. 都司嘉宣・上田和枝・佐竹健治(1998):日本で記録された1700年1月(元禄十二年十二月)北米巨大地震による津波, 地震第2輯, 第51巻, pp.1-17
90. 菅原大助(2014):津波堆積物と津波の規模について, 地学雑誌, 123(6), 797-812
91. 文部科学省測地学分科会(2013b):「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成24年度年次報告(成果の概要)
92. KOICHIRO TANIGAWA, YUKI SAWAI, MASANOBU SHISHIKURA, YUICHI NAMEGAYA and DAN MATSUMOTO(2014): Geological evidence for an unusually large tsunami on the Pacific coast of Aomori, Northern Japan, JOURNAL OF QUATERNARY SCIENCE, 29(2), 200-208, DOI: 10.1002/jqs.2690
93. 岡村行信・行谷佑一(2011):17世紀に発生した千島海溝の連動型地震の再検討, 活断層・古地震研究報告, No.11, p.15-20
94. 鎌田隆史・菅原大助・箕浦幸治・根本直樹・山田努(2015):猿ヶ森砂丘に挟在する再堆積層の成因:下北半島後期完新世砂丘の起源の考察, 日本地質学会第122年学術大会, 講演要旨, R21-O-4
95. 町田洋・新井房夫(2003):新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺]について, 東京大学出版会, p.336
96. Koji Minoura, Shu Nakaya and Masao Uchida(1994):Tsunami deposits in a lacustrine sequence of the Sanriku coast, northeast Japan, Sedimentary Geology,89, 25-31
97. 谷川晃一郎・澤井祐紀・宍倉正展・藤原治・行谷佑一・松本弾(2013):青森県太平洋岸で検出された津波堆積物, 日本第四紀学会講演要旨集, No.43, 16-17
98. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター:津波堆積物データベース, https://gbank.gsj.jp/tsunami_deposit_db
99. 谷川晃一郎(2017):青森県六ヶ所村平沼における津波堆積物調査, 活断層・古地震研究報告, No.17, p.1-14
100. 谷川晃一郎・澤井祐紀・宍倉正展・藤原治・行谷佑一(2014):青森県三沢市で検出されたイベント堆積物, 第四紀研究, 53(1), p.55-62
101. 藤原治・鎌滝孝信・田村亨(2003):内湾における津波堆積物の粒度分布と津波波形との関連—房総半島南端の完新統の例—, 第四紀研究, 42(2), p.67-81
102. 後藤和久・菅原大助・西村裕一・藤野滋弘・小松原純子・澤井祐紀・高清水康博(2017):津波堆積物の認定手順, 津波工学研究報告, 第33号, p.45-54
103. 千釜章・多田省一郎・青沼正光(1998):下北半島における津波の伝承の解釈と埋没ヒバ林の成因, 地震, 第2輯, 第51巻, 61-73頁
104. 小池一之(1974):砂浜海岸線の変化について(予報), 地理学評論, 47-11
105. 西村裕一(2009):津波堆積物の時空間分布に基づく古地震の調査研究, 地震, 第2輯, 第61巻特集号, S497-S508
106. 石村大輔, 市原季彦, 阪田知洋, 大畑雅彦, 高田裕哉(2015):高密度群列ハンディジオスライサー調査による津波堆積物の連続性と地層対比:岩手県山田町小谷島を例として, 活断層研究, 43号, 53-60

参考文献⑦

107. Takumi Yoshii, Shiro Tanaka, Masafumi Matsuyama(2017): Tsunami deposits in a super-large wave flume, *Marine Geology*, No.391, 98–107
108. 後藤和久・箕浦幸治(2012): 2011年東北地方太平洋沖地震津波の反省に立った津波堆積学の今後のあり方, *堆積学研究*, 第71巻, 第2号, 105–117
109. 伊藤谷生(2000): 日高衝突帯一前縁褶曲・衝上断層帯の地殻構造, *石油技術協会誌*, 第65巻, 第1号, pp.103–109
110. 国土地理院(2012): 千島海溝沿いの滑り欠損速度分布について, *地震予知連絡会 会報*, 第88巻, 12-2
111. 杉野英治・呉長江・是永真理子・根本信・岩淵洋子・蛭沢勝三(2013): 原子力サイトにおける2011東北地震津波の検証, *日本地震工学会論文集*, 第13巻, 第2号(特集号)
112. Kenji Satake, Yushiro Fujii, Tomoya Harada and Yuichi Namegaya(2013): Time and Space Distribution of Coseismic Slip of the 2011 Tohoku Earthquake as 1 Inferred from Tsunami Waveform Data, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 103 (2B): 1473–1492
113. YOSHINOBU TSUJI, KENJI SATAKE, TAKEO ISHIBE, TOMOYA HARADA, AKIHITO NISHIYAMA, and SATOSHI KUSUMOTO(2014): Tsunami Heights along the Pacific Coast of Northern Honshu Recorded from the 2011 Tohoku and Previous Great Earthquakes, *Pure and Applied Geophysics*
114. 高清水康博(2013): 北海道の津波堆積物研究の現状と課題: 17世紀巨大津波による堆積物の研究を中心に, *地質学雑誌*, 119(9), pp.599–612
115. 佐竹健治(2017): 17世紀に千島・日本海溝で発生した巨大地震, *地震研究所彙報*, Vol.92, pp. 31–47
116. 高田圭太・穴倉正展・今井健太郎・蝦名裕一・後藤和久・越谷信・山本英和・五十嵐厚夫・市原季彦・木下博久・池田哲哉・岩手県県土整備部河川課(2016): 岩手県沿岸における津波堆積物の分布とその年代, *活断層・古地震研報*, Vol.16, pp.1–52
117. K.Satake, F.Nanayama and S.Yamaki: (2008) Fault models of unusual tsunami in the 17th century along the Kuril trench, *Earth Planets Space*, 60, 925–935
118. Ryosuke Azuma, Yoshio Murai, Kei Katsumata, Yuichi Nishimura, Takuji Yamada, Kimihiro Mochizuki, Masanao Shinohara(2012): Was the 1952 Tokachi-oki earthquake ($M_w = 8.1$) a typical underthrust earthquake?: Plate interface reflectivity measurement by an air gun-ocean bottom seismometer experiment in the Kuril Trench, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 13(8), Q08015, doi.org/10.1029/2012GC004135
119. 東龍介(2012): 北海道太平洋沖海底構造調査結果及び海底地震観測レビュー, *地震予知連絡会 会報*, 第88巻, 12-7
120. BHASKAR KUNDU, V. K. GAHALAUT and J. K. CATHERINE(2012): Seamount Subduction and Rupture Characteristics of the March 11, 2011, Tohoku Earthquake, *JOURNAL GEOLOGICAL SOCIETY OF INDIA* Vol.79, pp.245–251
121. Thorne Lay, Hiroo Kanamori, Charles J. Ammon, Keith D. Koper, Alexander R. Hutko, Lingling Ye, Han Yue, Teresa M. Rushing(2012): Depth-varying rupture properties of subduction zone megathrust faults, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 117, B04311, doi:10.1029/2011JB009133
122. Xin Liu and Dapeng Zhao(2018): Upper and lower plate controls on the great 2011 Tohoku-oki earthquake, *SCIENCE ADVANCES*, Vol.4, No.6, pp.1–7
123. Kimihiro Mochizuki, Tomoaki Yamada, Masanao Shinohara, Yoshiko Yamanaka, Toshihiko Kanazawa(2008): Weak Interplate Coupling by Seamounts and Repeating $M \sim 7$ Earthquakes, *SCIENCE*, VOL 321, 1194–1197
124. 望月公廣(2011): 茨城沖におけるアスペリティと地下構造, *地震予知連絡会 会報*, 第85巻, 12–17
125. Kelin Wang and Susan L. Bilek(2014): Invited review paper: Fault creep caused by subduction of rough seafloor relief, *Tectonophysics*, 610, 1–24

参考文献⑧

126. T. Nishikawa, T. Matsuzawa, K. Ohta, N. Uchida, T. Nishimura, S. Ide(2019): The slow earthquake spectrum in the Japan Trench illuminated by the S-net seafloor observatories, *Science* 23 Aug 2019; Vol. 365, Issue 6455, pp.808–813
127. Saeko Kita, Tomomi Okada, Akira Hasegawa, Junichi Nakajima, Toru Matsuzawa (2010) : Anomalous deepening of a seismic belt in the upper-plane of the double seismic zone in the Pacific slab beneath the Hokkaido corner: Possible evidence for thermal shielding caused by subducted forearc crust materials, *Earth and Planetary Science Letters* 290, 415–426
128. 長谷川昭・中島淳一・内田直希・梁田高広・岡田知己・趙大鵬・松澤暢・海野徳仁(2012) : 沈み込み帯の地震の発生機構— 地殻流体に規定されて発生する沈み込み帯の地震—, *地学雑誌*, 121(1), pp.128–160
129. Junichi Nakajima, Yusuke Tsuji, Akira Hasegawa (2009) : Seismic evidence for thermally-controlled dehydration reaction in subducting oceanic crust, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 36, L03303, doi:10.1029/2008GL036865
130. TOSHITSUGU YAMAZAKI and YUKINOBU OKAMURA (1989) : Subducting seamounts and deformation of overriding forearc wedges around Japan, *Tectonophysics*, 160, 207–229
131. 木戸ゆかり・小角幸代・仲西理子・鶴哲郎・金田義行(2002) : 日本海溝と千島海溝の接合点付近に沈み込む海山の地球物理学的特徴—地磁気およびアドミッタンス関数を用いた重力解析—, *情報地質*, 第13巻, 第3号, pp.141–151
132. S. Dominguez, S.E. Lallemand, J. Malavieille and R. vonHueneb (1998) : Upper plate deformation associated with seamount subduction, *Tectonophysics*, 293,207–224
133. Azusa Nishizawa, Kentaro Kaneda, Naoko Watanabe, and Mitsuhiro Oikawa (2009) : Seismic structure of the subducting seamounts on the trench axis: Erimo Seamount and Daiichi-Kashima Seamount, northern and southern ends of the Japan Trench, *Earth Planets Space*, 61, e5–e8
134. Kazushige Obara, Yoshikatsu Haryu, Yoshihiro Ito, Katsuhiko Shiomi (2004) : Low frequency events occurred during the sequence of aftershock activity of the 2003 Tokachi-Oki earthquake; a dynamic process of the tectonic erosion by subducted seamount, *Earth Planets Space*, 56, 347–351
135. Sachiko Tanaka , Takanori Matsuzawa , and Youichi Asano(2019): Shallow Low-Frequency Tremor in the Northern Japan Trench Subduction Zone, *Geophysical Research Letters*, Vol.46, Issue.10, pp.5217–5224
136. Yukinobu Okamura, Takumi Tsujino, Kohsaku Arai, Tomoyuki Sasaki, Kenji Satake and Masato Joshima (2008): Fore arc structure and plate boundary earthquake sources along the southwestern Kuril subduction zone, *Journal of Geophysical Research*, Vol.113, B06305
137. Takuya Nishimura, Tomowo Hirasawa, Shin'ichi Miyazaki, Takeshi Sagiya, Takashi Tada, Satoshi Miura and Kazuo Tanaka (2004) : Temporal change of interplate coupling in northeastern Japan during 1995–2002 estimated from continuous GPS observations, *Geophysical Journal International*, Vol.157, Issue 2, pp.901–916
138. Chihiro Hashimoto, Akemi Noda, Takeshi Sagiya and Mitsuhiro Matsu'ura (2009) : Interplate seismogenic zones along the Kuril–Japan trench inferred from GPS data inversion, *Nature Geoscience*, Vol.2, pp.141–144
139. Changjiang Wu, Hideaki Tsutsumi, Hongjun Si, Yusuke Saijo (2012) : Rupture Process of the 2011Mw9.0 Tohoku Earthquake And Strong Motion Simulation from the Viewpoint of NPP Seismic Design, 15th World Conference on Earthquake Engineering

参考文献⑨

140. 内閣府中央防災会議 東南海、南海地震等に関する専門調査会(2003):東南海、南海地震等に関する専門調査会(第16回), 参考資料2 強震動と津波の高さの検討に関する資料集, 8. 津波計算における震源破壊伝播速度の効果について
141. 杉野英治・岩渕洋子・阿部雄太(2017):破壊伝播特性の不確かさ影響を考慮した確率論的津波ハザード評価手法, 日本地震工学会論文集 第17巻, 第2号
142. 内閣府(2020a):日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討について(概要報告), 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会
143. Naoyuki Kato and Tetsuzo Seno(2003):Hypocenter depths of large interplate earthquakes and their relation to seismic coupling, Earth and Planetary Science Letters 210,53-63
144. S.T.G. RAGHUKANTH and S. SANGEETHA(2016):A stochastic model for earthquake slip distribution of large events, Geomatics, Natural Hazards and Risk, Vol. 7, No. 2, 493-521, doi.org/10.1080/19475705.2014.941418
145. 内閣府(2020b):G空間情報センターHP, 内閣府 日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデルの検討会/津波断層モデル(3)津波断層パラメータ(最終更新2020年12月16日), <https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/2-003>
146. Aki Ito, Gou Fujie,TetsuroTsuru, Shuichi Kodaira, Ayako Nakanishi, Yoshiyuki Kaneda(2004):Fault plane geometry in the source region of the 1994 Sanriku-oki earthquake, Earth and Planetary Science Letters, 223, 163-175
147. P. Martin Mai, P. Spudich, and J. Boatwright(2005):Hypocenter Locations in Finite-Source Rupture Models, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 95, No. 3, pp. 965-980, doi: 10.1785/0120040111
148. Diego Melgar and Gavin P. Hayes(2019):The Correlation Lengths and Hypocentral Positions of Great Earthquakes, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 109, No. 6, pp. 2582-2593, doi: 10.1785/0120190164
149. 社団法人土木学会原子力土木委員会津波評価部会(2002):原子力発電所の津波評価技術
150. 藤井雄士郎・佐竹健治:2011年東北地方太平洋沖地震の津波波源再現モデル, <http://iisee.kenken.go.jp/staff/fujii/OffTohokuPacific2011/>
151. Yushiro Fujii and Kenji Satake(2007):Tsunami Source of the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake Inferred from Tide Gauge and Satellite Data, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 97, No. 1A, pp. S192-S207, doi: 10.1785/0120050613
152. Kenji Hirata, Kenji Satake, Yuichiro Tanioka, Tsurane Kuragano, Yohei Hasegawa, Yutaka Hayashi, Nobuo Hamada(2006):The 2004 Indian Ocean tsunami: Tsunami source model from satellite altimetry, Earth Planets Space, 58, 195-201, 2006
153. S.Lorito, F.Romano, S.Atzori, X.Tong, A.Avallone, J.McCloskey, M.Cocco, E.Boschi and A.Piatanesi(2011):Limited overlap between the seismic gap and coseismic slip of the great 2010 Chile earthquake,nature geoscience LETTERS, DOI:10.1038/NCEO1073
154. 相田勇(1986):津波波源の推定, 水工学シリーズ86-B-2, 土木学会水理委員会
155. 地震調査研究推進本部(2017b):震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)
156. Mansinha, L. and D. E. Smylie(1971):The displacement fields of inclined faults, Bull. Seism. Soc. Amer., Vol.61, No.5, pp.1433-1440
157. 青森県海岸津波対策検討会(2015):第7回資料(平成27年3月19日)

参考文献⑩

158. Goto, K., Chagué-Goff, C., Fujino, S., Goff, J., Jaffe, B., Nishimura, Y., Richmond, B., Sugawara, D., Szczuciński, W., Tappin, D.R., Witter, R. and Yulianto, E. (2011) : New insights of tsunami hazard from the 2011 Tohoku-oki event. *Marine Geology*, 290, 46–50
159. 国土交通省・内閣府・文部科学省(2014) : 日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書
160. 小池一之・町田洋(2001) : 日本の海成段丘アトラス
161. Kanamori, H. and D. L. Anderson (1975) : Theoretical basis of some empirical relations in seismology, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 65, 1073–1095.
162. Somerville, P.G., K. Irikura, R. Graves, S. Sawada, D. Wald, N. Abrahamson, Y. Iwasaki, T. Kagawa, N. Smith, and A. Kowada (1999) : Characterizing crustal earthquake slip models for the prediction of strong ground motion, *Seismological Research Letters*, 70, pp.59–80.
163. 入倉孝次郎(2004) : 強震動予測レシピ — 大地震による強震動の予測手法 —, 京都大学防災研究所年報 第47号 A
164. Satoko Murotani, Hiroe Miyake, and Kazuki Koketsu (2008) : Scaling of characterized slip models for plate-boundary earthquakes, *Earth Planets Space*, 60, 987–991.
165. Jean M. Johnson, Kenji Satake, Sanford R. Holdahl and Jeanne Sauber (1996) : The 1964 Prince William Sound earthquake: Joint inversion of tsunami and geodetic data, *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 101, NO. B1, PAGES 523–532
166. Johnson, J.M., Y. Tanioka, L. J. Ruff, K. Satake, H. Kanamori, and L. R. Sykes (1994) : The 1957 great Aleutian earthquake, *Pure Appl. Geophys.*, 142, 3–28.
167. Jean M. Johnson and Kenji Satake (1999) : Asperity Distribution of the 1952 Great Kamchatka Earthquake and its Relation to Future Earthquake Potential in Kamchatka, *Pure and Applied Geophysics*, pp.541–553
168. 社団法人土木学会原子力土木委員会津波評価部会(2009) : 確率論的津波ハザード解析の方法(案)
169. 青森県(2021) : 津波浸水想定について(解説)(令和3年5月27日)
170. 青森県海岸津波対策検討会(2012) : 青森県海岸津波対策検討会検討結果(平成24年10月)
171. 阿部勝征(2003) : 津波地震とは何か—総論—, 月刊地球, Vol.25, No.5, pp.337–342
172. 阿部勝征(1999) : 遡上高を用いた津波マグニチュードMtの決定—歴史津波への応用—, 地震第2輯, 第52巻, pp.369–377
173. JASCHA POLET and H. KANAMORI(2009) : Tsunami Earthquake, *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*, 9577–9592
174. 伊木常誠(1897) : 三陸地方津浪実況取調報告, 震災予防調査会報告, 第11号, pp.5–34.
175. 松尾春雄(1933) : 三陸津浪調査報告, 内務省土木試験所報告, 第24号, pp.83–112
176. 伊藤潔・大東明子(1996) : 地殻および上部マントルにおける V_p/V_s 比, 日本地震学会講演予稿集, No.2, B83
177. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2009) : 付録3 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)
178. Yuichiro Tanioka and Kenji Satake (1996) : Fault parameters of the 1896 Sanriku tsunami earthquake estimated from tsunami numerical modeling, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, Vol.23, No.13, pp.1549–1552

参考文献⑪

179. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2014):全国地震動予測地図 2014年版 ~全国の地震動ハザードを概観して~付録-1
180. 尾鼻浩一郎, 藤江剛(2017):アウターライズ地震学 —海溝海側太平洋プレートの地殻構造と地震活動—, 地学雑誌, 第126巻2号, pp.113-123
181. Thorne Lay, Charles J. Ammon, Hiroo Kanamori, Marina J. Kim, and Lian Xue(2011): Outer trench-slope faulting and the 2011 Mw 9.0 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Earth Planets Space, 63, pp.713-718
182. 中西正男(2017):北太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形. 地学雑誌, 126, pp.125-146.
183. Jose A. Alvarez-Gomez, Omar Q. Gutierrez Gutierrez, Inigo Aniel-Quiroga, M. Gonzalez(2012):Tsunamigenic potential of outer-rise normal faults at the Middle America trench in Central America, Tectonophysics 574-575, 133-143
184. 地震研究所(1934):昭和8年3月3日三陸地方津浪に関する論文及報告, 東京帝国大学地震研究所彙報, 別冊第1号
185. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2014):全国地震動予測地図 2014年版 ~全国の地震動ハザードを概観して~付録-1
186. 岩淵洋(2013):日本海溝海側斜面における地殻伸張速度及びそこで発生する正断層地震について, 海洋情報部研究報告第50号
187. 阿部勝征(1989):地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測, 東京大学地震研究所彙報, Vol.64, pp.51-69
188. 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層 分布図と資料, 東京大学出版会
189. 奥田義久(1993):20万分の1海洋地質図「下北半島沖海底地質図」, 地質調査所
190. 玉木賢策(1978):20万分の1海洋地質図「八戸沖海底地質図」, 地質調査所
191. 海上保安庁(1975):20万分の1海底地質構造図「室蘭沖」
192. 海上保安庁(1975):20万分の1海底地質構造図「日高舟状海盆」
193. 海上保安庁(1975):20万分の1海底地質構造図「下北半島沖」
194. 海上保安庁(1973):20万分の1海底地質構造図「八戸沖」
195. 海上保安庁(2001):5万分の1沿岸の海の基本図「鹿部」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
196. 海上保安庁(1981):5万分の1沿岸の海の基本図「恵山岬」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
197. 海上保安庁(1998):5万分の1沿岸の海の基本図「尻屋崎」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
198. 海上保安庁(1982):5万分の1沿岸の海の基本図「むつ小川原」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
199. 海上保安庁(1996):5万分の1沿岸の海の基本図「八戸」(海底地形図, 海底地質構造図)及び調査報告
200. 海上保安庁(1999):5万分の1海底地質構造図「函館湾」(沿岸海域海底活断層調査)
201. 産業技術総合研究所・北海道立総合研究機構地質研究所(2012):沿岸地域における活断層調査 函館平野西縁断層帯(海域部)成果報告書 平成24年5月
202. 産業技術総合研究所・東海大学(2012):沿岸地域における活断層調査 青森湾西岸断層帯(海域部)成果報告書 平成24年5月

参考文献⑫

203. 電源開発株式会社(2008):大間原子力発電所発電用原子炉設置許可申請書 平成16年3月(平成17年6月一部補正,平成18年2月一部補正,平成18年10月一部補正,平成19年3月一部補正,平成20年3月一部補正)
204. 日本原燃株式会社(2009):核燃料物質加工事業許可申請書(MOX燃料加工施設)平成17年4月(平成19年2月一部補正,平成19年5月一部補正,平成20年10月一部補正,平成21年4月一部補正,平成21年6月一部補正)
205. 武村雅之(1998):日本列島における地殻内地震のスケーリング則—地震断層の影響および地震被害との関連—,地震第2輯,第51巻2号
206. Noda, A., Tuzino, T., Joshima, M. and Goto, S.(2013):Mass transport-dominated sedimentation in a foreland basin, the Hidaka Trough, northern Japan. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 14, no. 8, pp.2638–2660.
207. Papadopoulos, G. A. and S. Kortekaas (2003):Characteristics of Landslide Generated Tsunamis from Observational Data, Submarine Mass Movements and Their Consequences, Volume 19 of the series *Advances in Natural and Technological Hazards Research*, pp.367–374
208. 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子(2013):日本被害地震総覧 599–2012, 東京大学出版会
209. 渡辺偉夫(1998):日本被害津波総覧[第2版], 東京大学出版会
210. 気象庁(1951～2019):地震月報ほか
211. 国立天文台(2021):理科年表, 令和3年, 第94冊, 丸善出版
212. 防災科学技術研究所(2009):「地すべり地形分布図第42集「野辺地・八戸」」, 地すべり地形分布図データベース, 防災科学技術研究所研究資料, 第329号, <http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/pdfview/s42-index.html>
213. 徳山英一・本座栄一・木村政昭・倉本真一・芦寿一郎・岡村行信・荒戸裕之・伊藤康人・徐垣・日野亮太・野原壯・阿部寛信・坂井眞一・向山建二郎(2001):日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史
214. 池原研(2005):すべりに伴う物質の移動と変形 第5回 Displacement and deformation of the sliding materials No.5 –海底地すべり Submarine slides–, *J.of the Jpn.Landslide Soc.*, Vol.41,No.5 558–562,pp.112–116
215. M. Canals, G. Lastras, R. Urgeles, J. L. Casamor, J. Mienet, A. Cattaneo, M. De Batist, H. Haflidason, Y. Imbo, J. S.Laberg, J. Locat, D. Long, O. Longva, D. G. Masson, N. Sultan, F. Trincardi, P. Bryn (2004): Slope failure dynamics and impacts from seafloor and shallow sub-seafloor geophysical data: case studies from the COSTA project, *Marine Geology* 213,pp.9–72
216. 山本博文(1991):福井沖大陸斜面の海底地すべり, 地質調査所月報, 第42巻第5号, pp.221–232
217. 小平秀一・富士原敏也・中村武史(2012):2011年東北地方太平洋沖地震:海底地形データから明らかにされた海底変動, 地質学雑誌, 第118巻, 第9号, pp.530–534
218. Kiichiro Kawamura, Tomoyuki Sasaki, Toshiya Kanamatsu, Arito Sakaguchi, and Yujiro Ogawa (2012): Large submarine landslides in the Japan Trench: A new scenario for additional tsunami generation, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, VOL. 39, L05308, doi:10.1029/2011GL050661
219. B.G.McAdoo,L.F.Pratson,D.L.Orange(2000):Submarine landslide geomorphology, US continental slope, *Marine Geology*,169, 103–136
220. 独立行政法人産業技術総合研究所(2013):日高舟状海盆表層堆積図

参考文献⑬

221. 野田篤・片山肇(2014):20万分の1海洋地質図「日高舟状海盆表層堆積図」の出版,GSJ地質ニュース,Vol.3, No. 2
222. 野田篤・辻野匠・上嶋正人(2010):日高トラフにおける海底地すべり堆積物,日本地質学会,第117年学術大会, P-57
223. K.KAWAMATA, K.TAKAOKA, K.BAN, F.IMAMURA, S.YAMAKI AND E.KOBAYASHI(2005):MODEL OF TSUNAMI GENERATION BY COLLAPSE OF VOLCANIC ERUPTION:THE 1741 OSHIMA-OSHIMA TSUNAMI,Tsunamis:Case Studies and Recent Developments, pp.79-96
224. Kenji Satake(2007):Volcanic origin of the 1741 Oshima-Oshima tsunami in the Japan Sea, Earth Planets Space, 59, 381-390
225. 殿最浩司, 志方建仁, 村上嘉謙(2015):海底地すべりに伴う津波の各種計算モデルの再現性検討,土木学会論文集B3(海洋開発),第71巻 2号, pp L_557-L_562
226. 田近淳(1995):堆積岩を起源とする地すべり堆積物の内部構造と堆積相,地下資源調査所報告,第67号, pp.59-145
227. 渡邊奈保子・田賀傑・西下厚志・河原木一・及川光弘・倉持幸志・泉紀明(2007):第1鹿島海山および襟裳海山周辺海域における精密地殻構造探査:DKr1およびERr1測線,海上保安庁,海洋情報部技報, Vol.25, pp.40-50
228. 海上保安庁(1984):ナローマルチビーム測深機等による第1鹿島海山の調査結果,地震予知連絡会 会報,第32巻, 3-17
229. 大島章一・荻野卓司・桂忠彦・池田清・内田摩利夫・永野真男・林田政和・宗田賢二・春日茂・谷伸(1985):第1鹿島海山の日本海溝陸側海溝斜面へのもぐり込み現象,海上保安庁,水路部研究報告,第20号, pp.25-46
230. 藤岡換太郎・平朝彦(1987):海山・島弧の衝突と付加テクトニクス—第一鹿島海山の衝突・付加—,月刊海洋科学, Vol.19, No.7, pp.390-394
231. 西澤あずさ(2012):平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の概要,海上保安庁,海洋情報部研究報告第49号, pp.1-14
232. 飯山敏道・中村一明・小林和男(1984):日仏共同研究“海溝(KAIKO)計画”第1期調査の実施と結果,地学雑誌, 93-7, pp.30-42
233. 佐竹健治(1997):ハワイの津波堆積物—アメリカ地質学会コルディレラ分科会および巡検に参加して—,地質ニュース518号, pp.21-28
234. Eakins, B. W., Robinson J. E., Kanamatsu, T., Naka, J., Smith, J. R., Takahashi, E., Clague, D. A.,(2003): Hawaii 's Volcanoes Revealed, U.S. Geological Survey Geologic Investigations Series I-2809, <http://geopubs.wr.usgs.gov/i-map/i2809>
235. 羽鳥徳太郎(1976):1975年ハワイ島(Kalapana)津波と日本沿岸での挙動,地震第2輯,第29巻, pp.355-363. Nettles_2004_BSSA
236. Nettles M. and Göran Ekström(2004):Long-Period Source Characteristics of the 1975 Kalapana, Hawaii, Earthquake, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 94, No. 2, pp.422-429
237. Day, S. J., P. Watts, S. T. Grilland J. T. Kirby (2005):Mechanical models of the 1975 Kalapana, Hawaii earthquake and tsunami, Marine Geology, 215, pp.59-92
238. Ma, K-F., H. Kanamori and K. Satake (1999):Mechanism of the 1975 Kalapana, Hawaii, earthquake inferred from tsunami data, Journal of Geophysical Research, Vol. 104, Issue B6, pp.13153-13167
239. 横瀬久芳(2007):ハワイ諸島における巨大海底地すべり,日本地質学会,第114年学術大会, S-10
240. 横瀬久芳(2010):ハワイ諸島の巨大海底地すべり群と津波—流山の高さ分布におけるフラクタル次元—,月刊地球,号外No.61, pp.71-80

参考文献⑭

241. McMurtry G. M. P. Watts, S. T. Grilli and J. T. Kirby (2004) : Giant landslides, mega-tsunamis, and paleo-sea level in the Hawaiian Islands, *Marine Geology*, Vol. 203, Issues 3-4, pp.219-233
242. Moore, J. G., D. A. Clague, R. T. Holcomb, P. W. Lipman, W. R. Normark, and M. E. Torresan (1989) : Prodigious submarine landslides on the Hawaiian Ridge, *J. Geophys. Res.*, 94(B12), pp.17465-17484, doi:10.1029/JB094iB12p17465
243. Guillou, H., M-O. Garcia, L. Turpin (1997) : Unspiked K-Ar dating of young volcanic rocks from Loihi and Pitcairn hot spot seamounts, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Vol.78, pp.239-249
244. 海上保安庁：海域火山データベース，海洋情報部，(<https://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikiDB/list-2.htm>)
245. 佐竹健治・加藤幸弘 (2002) : 1741年寛保津波は渡島大島の山体崩壊によって生じた，月刊海洋，号外No.28, pp.150-160
246. 気象庁 (2021) : 「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」について ～10年間の地震活動～，<https://www.jma.go.jp/jma/press/2103/08a/2102offtohokueq.pdf>
247. S.Noda, K.Yashiro, K.Takahashi, M.Takemura, S.Ohno, M.Tohdo and T.Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological SITES, OECD Data and Seismic Engineering Analysis. Oct.16-18, Istanbul