

I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

12. 内閣府(2020)の津波評価

- 12. 1 検討方針
- 12. 2 津波の伝播特性の比較
- 12. 3 青森県沿岸の津波高(水位時刻歴波形)の比較
- 12. 4 まとめ

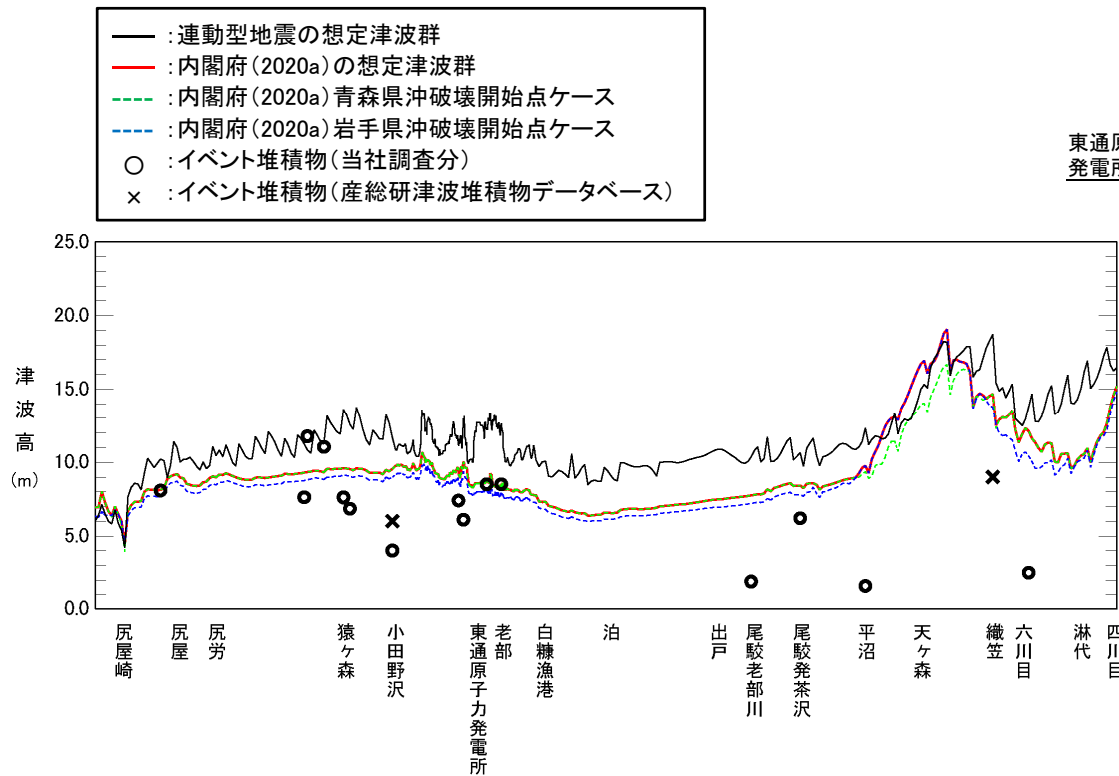
I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

12. 内閣府(2020)の津波評価

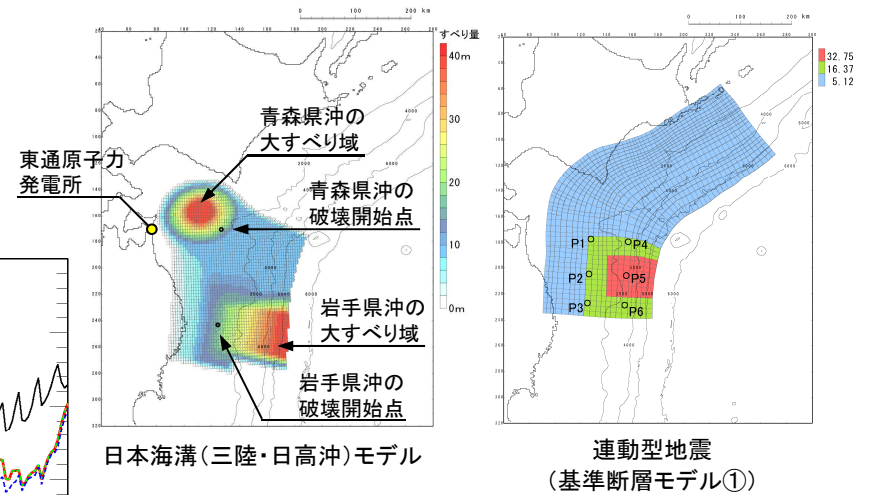
12.1 検討方針

- 青森県南部における平沼から天ヶ森付近の部分的な範囲において、内閣府(2020a)の想定津波群が連動型の想定津波群を上回る要因について、内閣府(2020a)日本海溝(三陸・日高沖)モデルの青森県沖に破壊開始点を設定したケース、岩手県沖に破壊開始点を設定したケース及び連動型地震の想定津波群に支配的な基準断層モデル①を対象に、津波の伝播特性(スナップショット)及び青森県沿岸の津波高(水位時刻歴波形)の比較から分析する。

【連動型地震と内閣府(2020a)の想定津波群の比較】



【検討対象モデル】



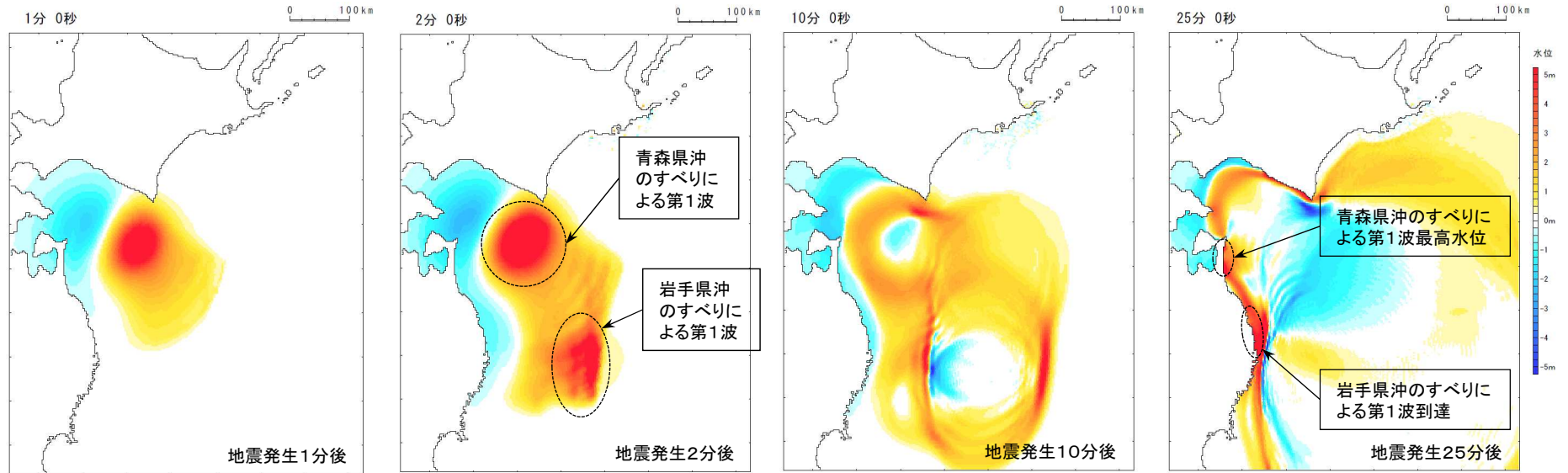
12.2 津波の伝播特性の比較

■内閣府(2020a)による津波波源モデル(1/4)

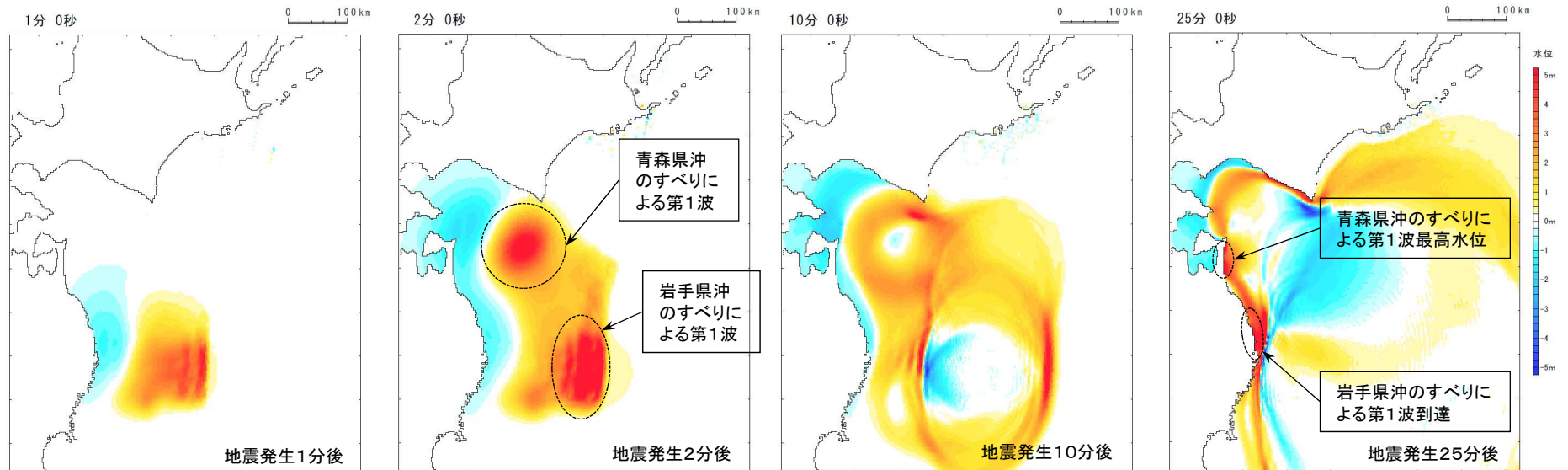
◆地震発生1分後～地震発生25分後

青森県沖、岩手県沖の大すべり域のすべりによる第1波が太平洋沿岸に来襲する状況

【内閣府(2020a)青森県沖破壊開始点ケース】



【内閣府(2020a)岩手県沖破壊開始点ケース】



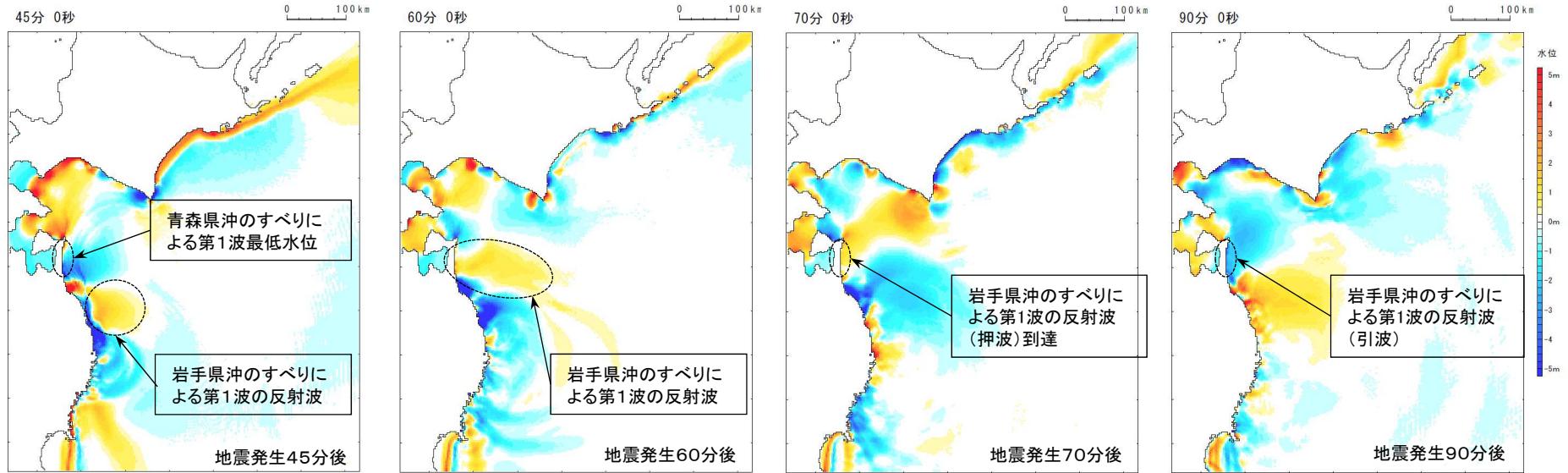
12.2 津波の伝播特性の比較

■内閣府(2020a)による津波波源モデル(2/4)

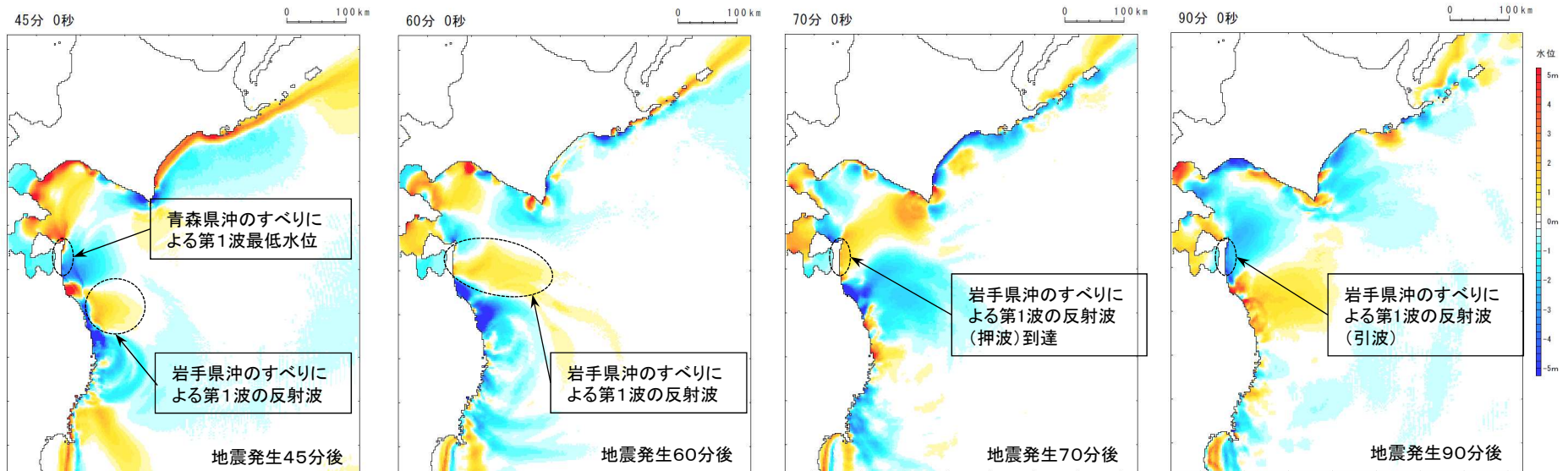
◆地震発生45分後～地震発生90分後

岩手県沖の大すべり域のすべりによる第1波の反射波が青森県沿岸に来襲する状況

【内閣府(2020a)青森県沖破壊開始点ケース】



【内閣府(2020a)岩手県沖破壊開始点ケース】



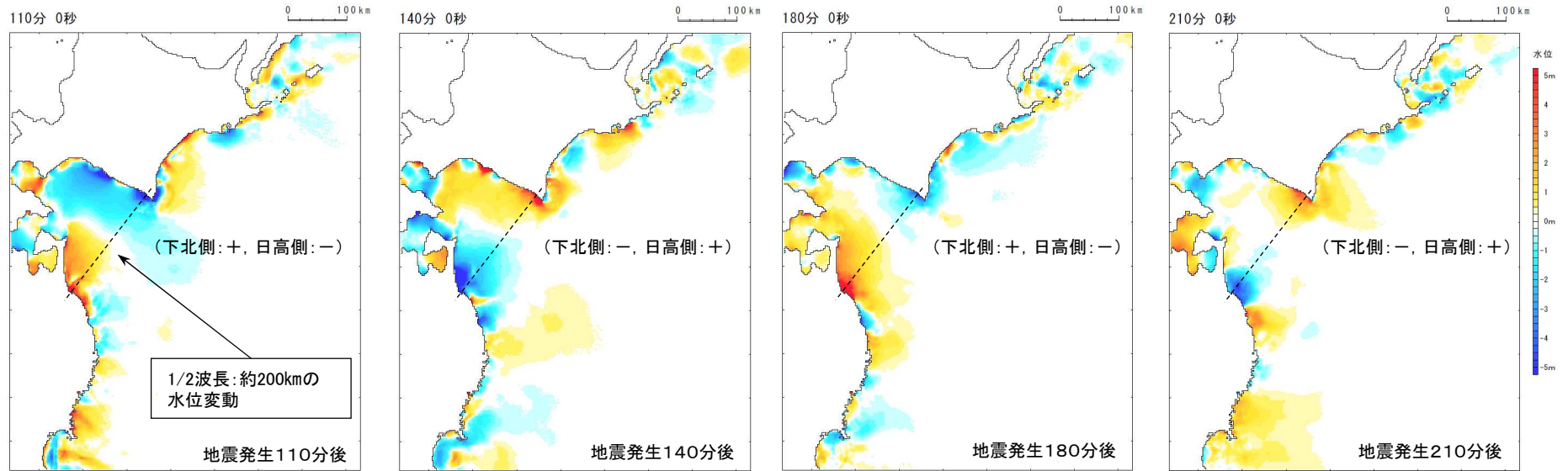
12.2 津波の伝播特性の比較

■内閣府(2020a)による津波波源モデル(3/4)

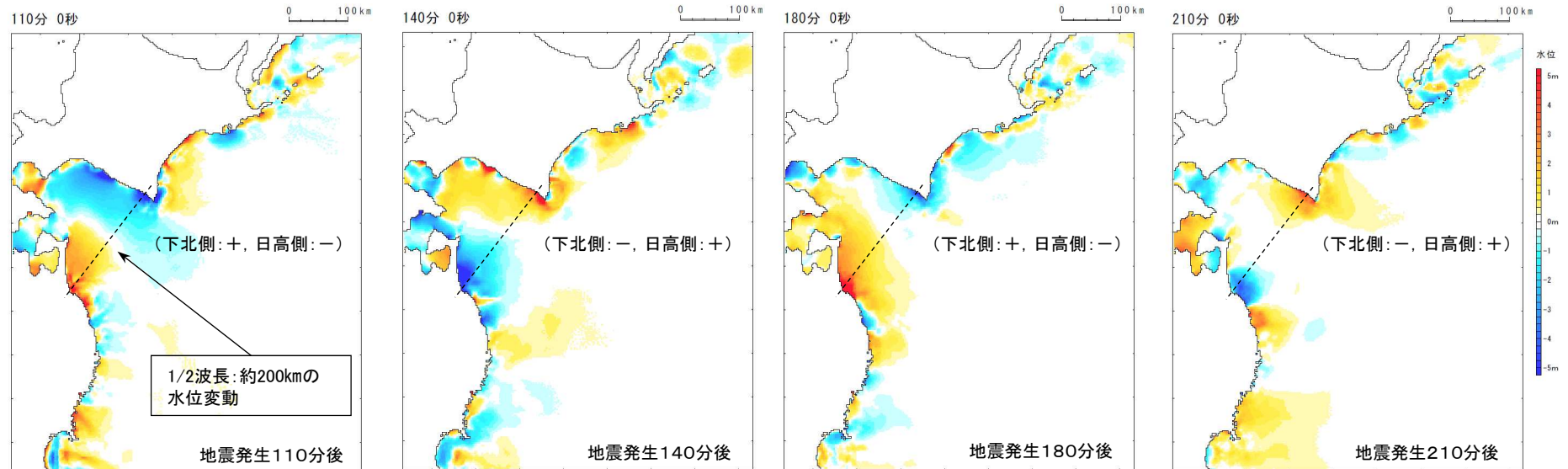
【内閣府(2020a)青森県沖破壊開始点ケース】

◆地震発生110分後～地震発生210分後

青森県以南から北海道日高沿岸に囲まれた海域の北東-南西方向に波長が長い(1/2波長=約200km)水位変動が繰り返し発生する状況



【内閣府(2020a)岩手県沖破壊開始点ケース】

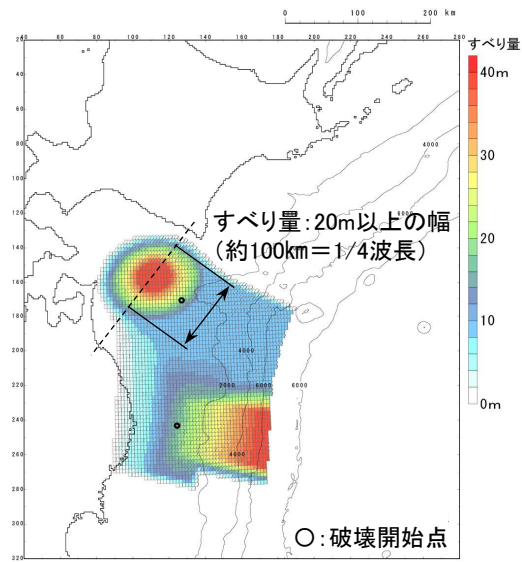


12.2 津波の伝播特性の比較

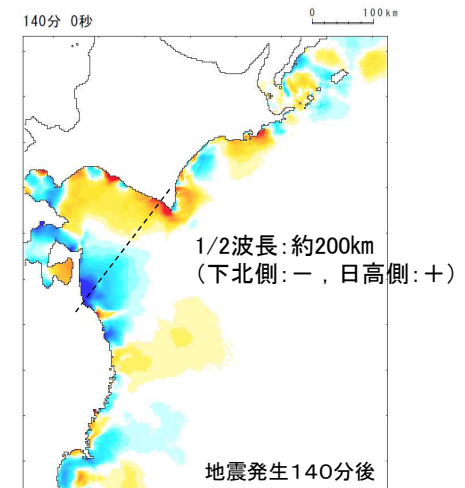
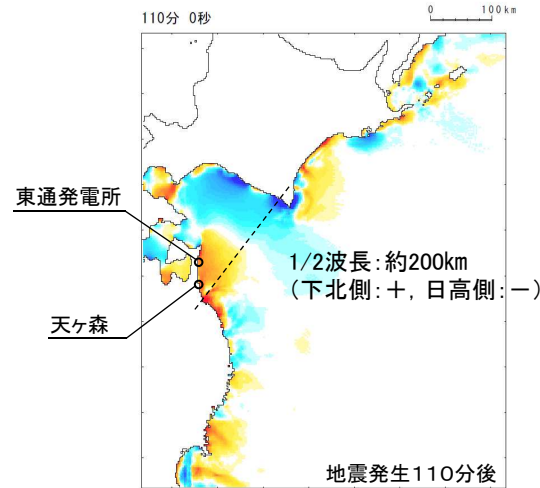
■内閣府(2020a)による津波波源モデル(4/4)

- 青森県以南から北海道日高沿岸に囲まれた海域の北東-南西方向に波長の長い(1/2波長=約200km)水位変動が繰り返し発生した要因について、青森県から北海道沿岸の閉鎖領域の中で、青森県沖の大すべり域のすべりが発生し、同すべりによる隆起・沈降に伴う水位変動が増幅したものと考えられる。

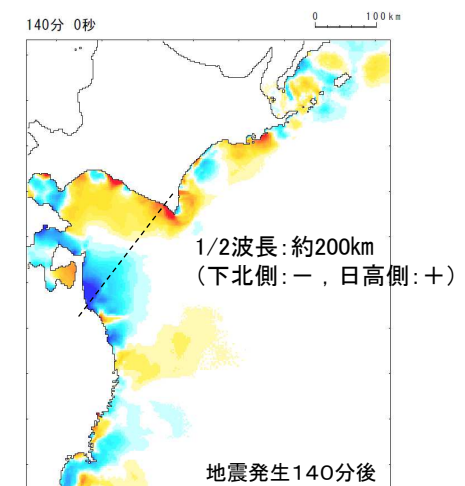
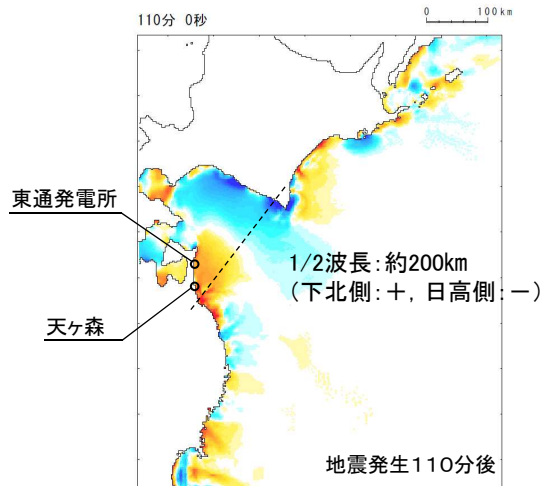
【内閣府(2020a)日本海溝(三陸・日高沖)モデル】



【内閣府(2020a)青森県沖破壊開始点ケース】



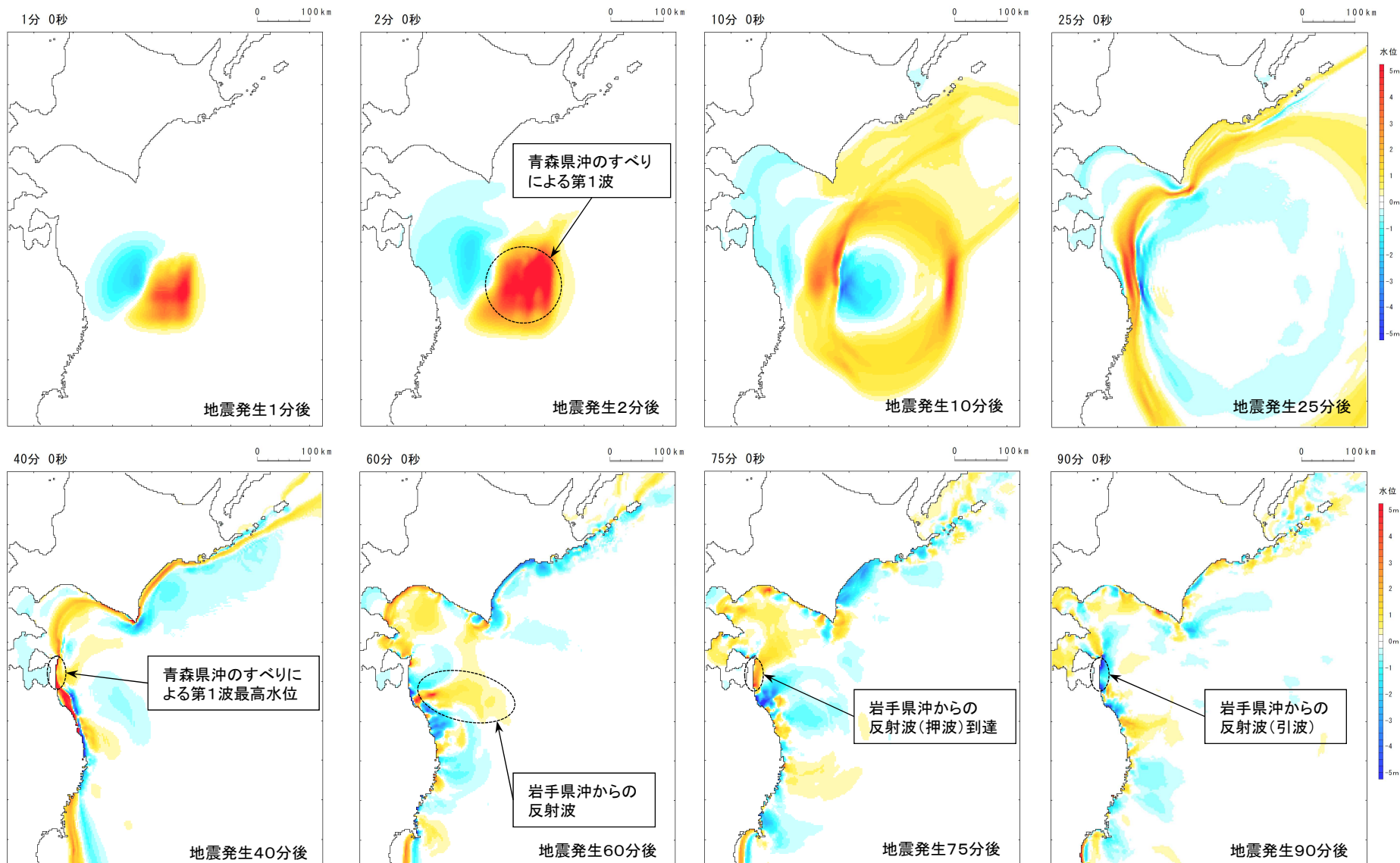
【内閣府(2020)岩手県沖破壊開始点ケース】



12.2 津波の伝播特性の比較

■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震のうち基準断層モデル①(1/2)

- ◆地震発生1分後～地震発生40分後
青森県沖の大すべり域のすべりによる第1波が太平洋沿岸に襲来する状況
- ◆地震発生45分後～地震発生90分後
岩手県沖から反射波が青森県沿岸に襲来する状況

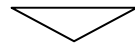
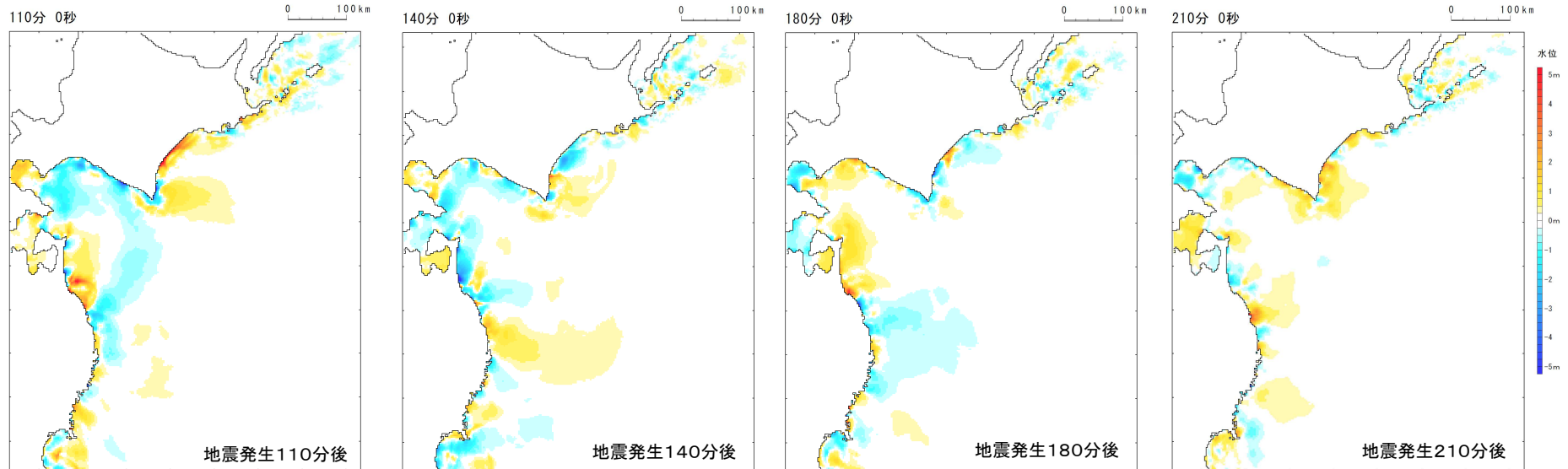


I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価
12. 内閣府(2020)の津波評価

12. 2 津波の伝播特性の比較

■ 十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動地震のうち基準断層モデル①(2/2)

◆ 地震発生110分後～地震発生210分後
青森県周辺海域からの反射波が繰り返し来襲する状況



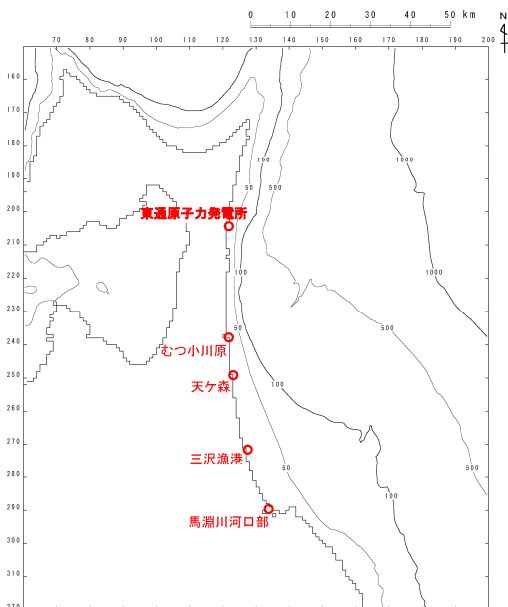
内閣府(2020)の津波波源モデルで認められた青森県以南から北海道日高沿岸に囲まれた海域の北東-南西方向の波長が長い水位変動は確認されない。

12.3 青森県沿岸の津波高(水位時刻歴波形)の比較

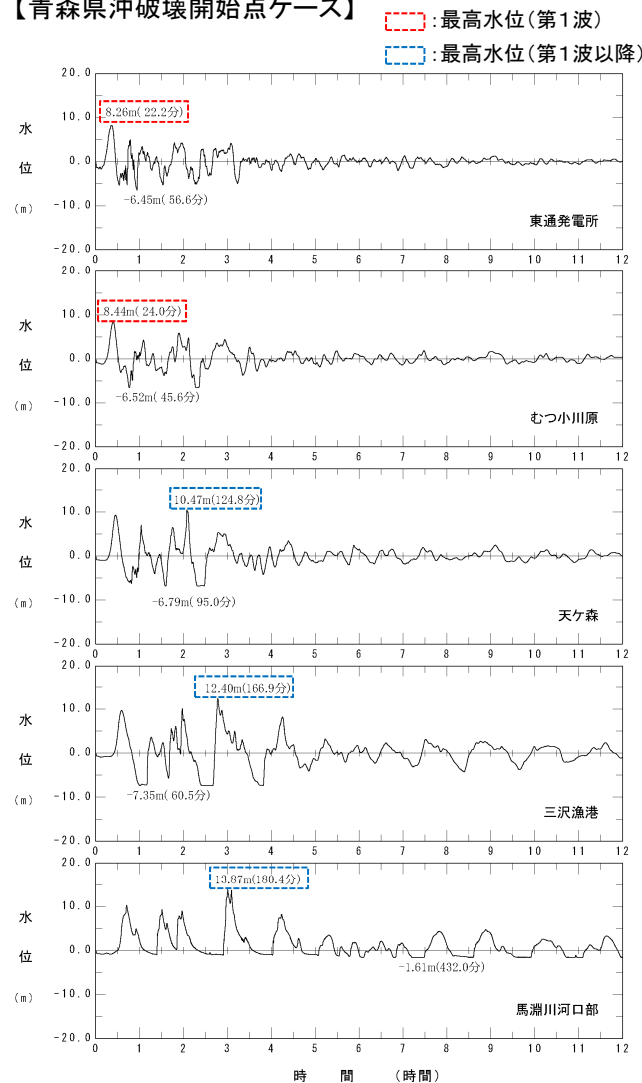
■内閣府(2020a)による津波波源モデル

- 青森県北部(東通発電所, むつ小川原)の津波高は, 青森県沖の大すべり域のすべりによる第1波の影響が大きいことを確認した。
- 一方, 青森県南部(平沼から天ヶ森以南)の津波高については, 地震発生110分後以降に見られる青森県以南から北海道日高沿岸に囲まれた海域の北東-南西方向の波長が長い水位変動の影響が大きいことを確認した。

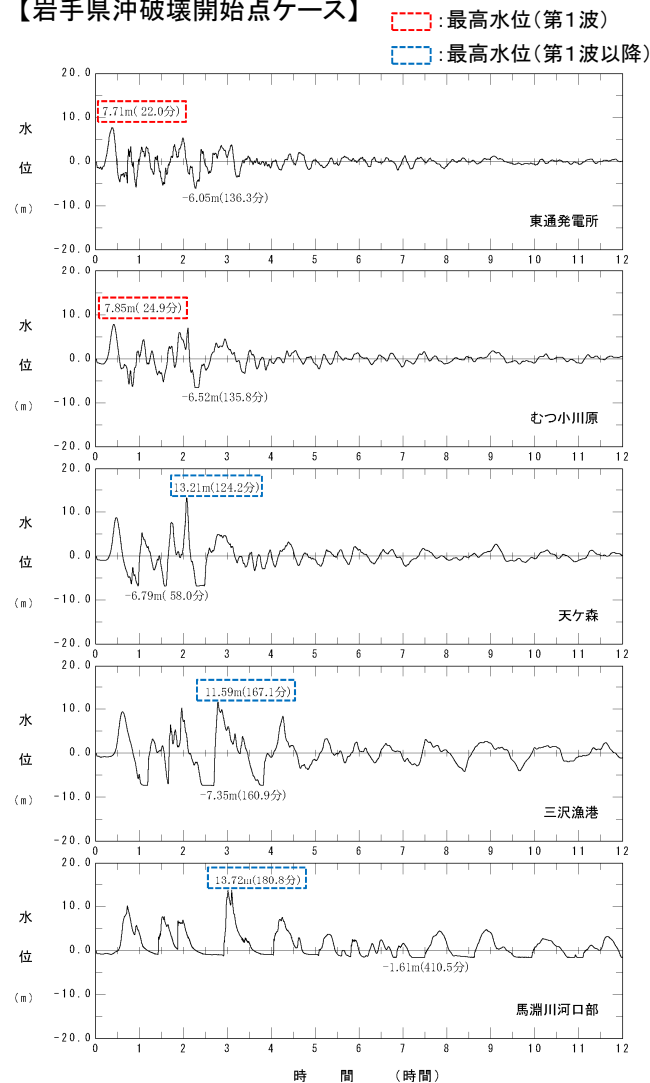
【津波高(水位時刻歴波形)の比較位置】



【青森県沖破壊開始点ケース】



【岩手県沖破壊開始点ケース】

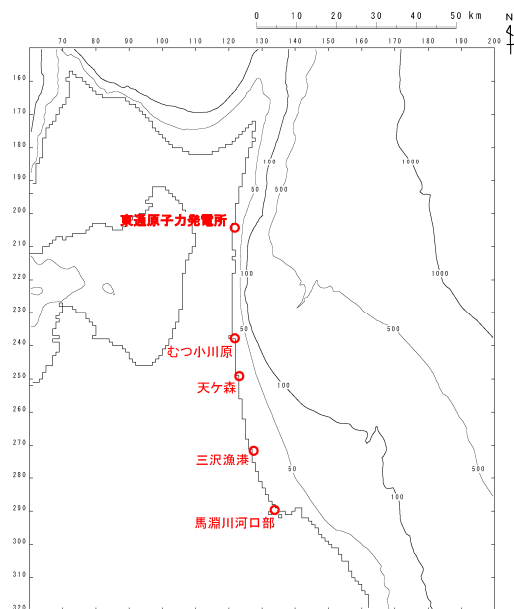


12.3 青森県沿岸の津波高(水位時刻歴波形)の比較

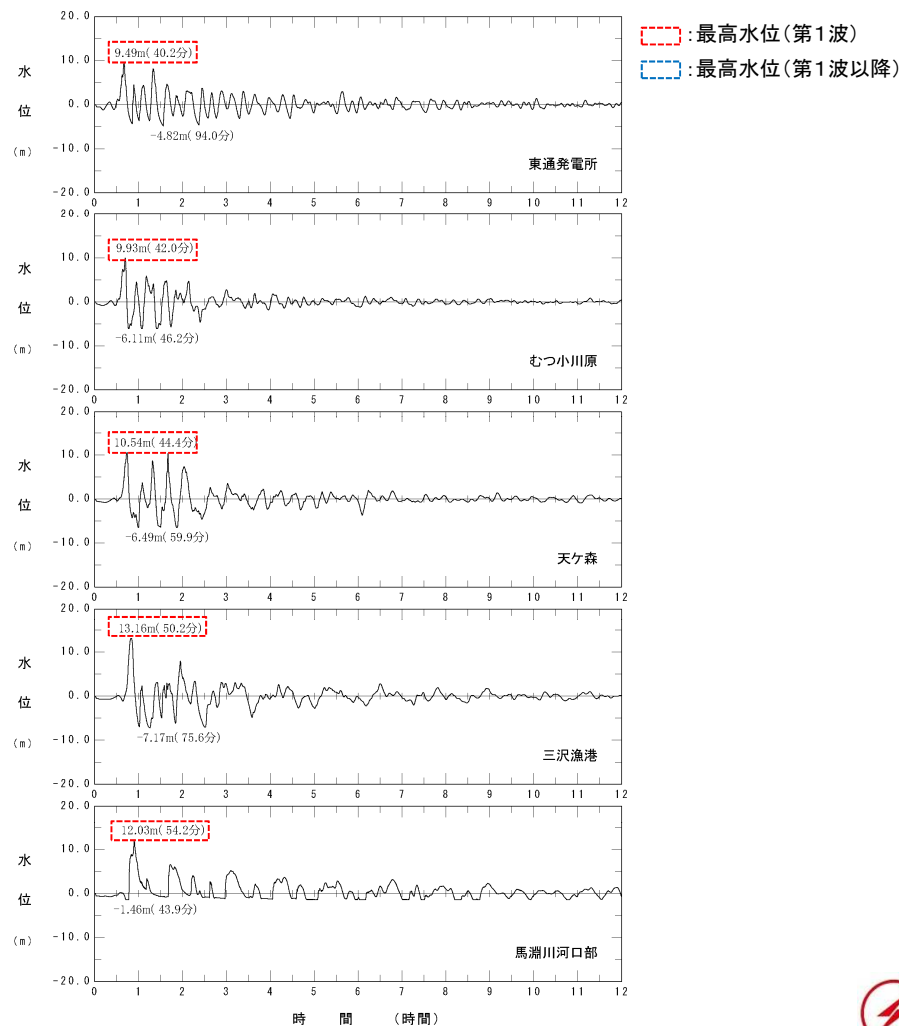
■十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動地震のうち基準断層モデル①

- 青森県沿岸の津波高は、全域に亘って第1波の影響が大きいこと確認した。
- なお、青森県前面海域の海底地形(水深)の影響から、沖合の津波は青森県南部へ回折し津波が集中する傾向があるため、青森県沿岸の津波高さは北部よりも南部の方が高くなる※。

※1:津波伝播特性の詳細は、「I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価 5. 波源領域の違いが津波高さに与える影響」に記載。



津波高(水位時刻歴波形)の比較位置



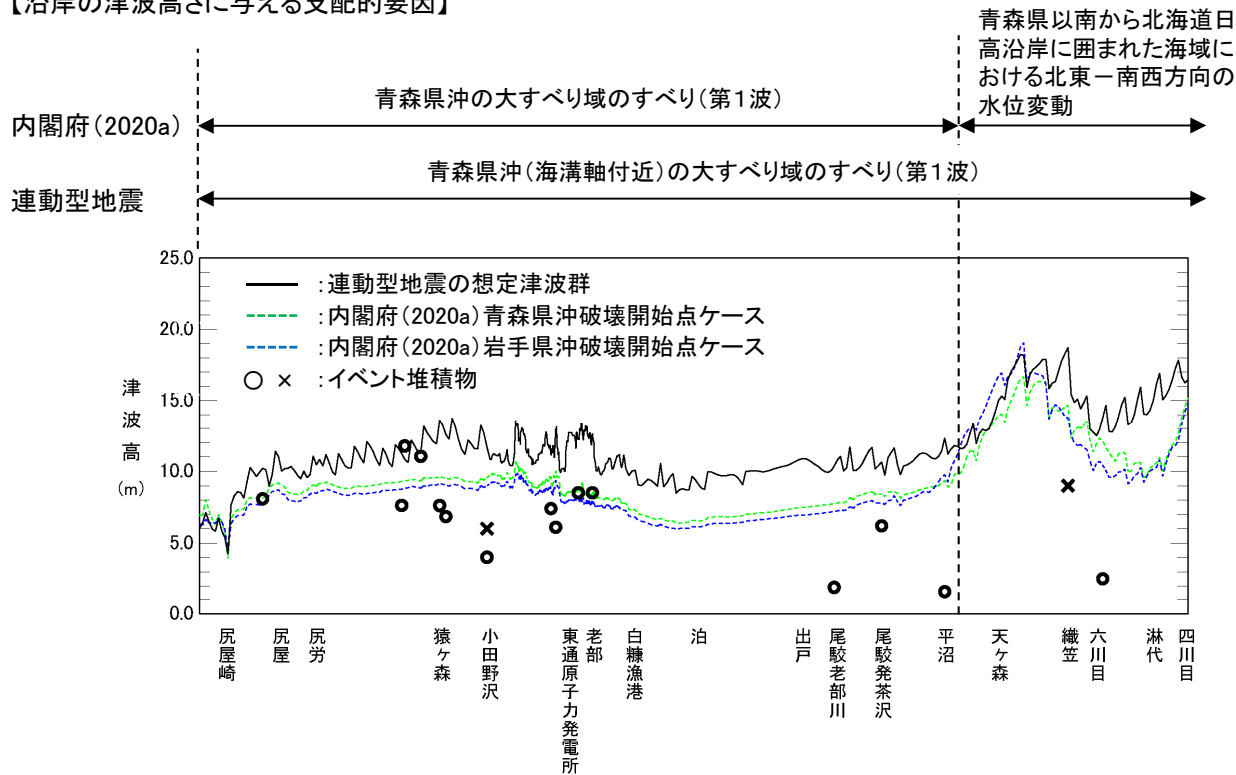
I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

12. 内閣府(2020)の津波評価

12.4 まとめ

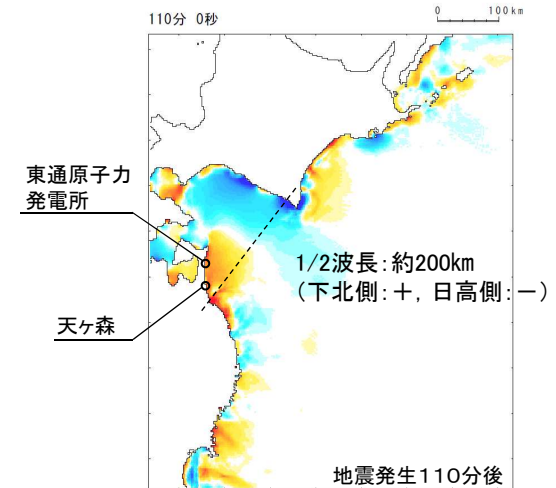
- 青森県南部における平沼から天ヶ森付近の部分的な範囲において、内閣府(2020a)の想定津波群が連動型の想定津波群を上回る要因について、内閣府(2020a)による日本海溝(三陸・日高沖)モデル及び連動型地震の想定津波群に支配的な基準断層モデル①を対象に、津波の伝播特性(スナップショット)及び青森県沿岸の津波高(水位時刻歴波形)の比較から分析した。
- 分析の結果、連動型地震は青森県沿岸全域に亘って第1波の影響が支配的であるのに対し、内閣府(2020a)については、青森県から北海道沿岸の閉鎖領域の中で青森県沖の大すべり域のすべりが発生するため、同すべりによる隆起・沈降に伴う水位変動が増幅し、平沼から天ヶ森付近の部分的な範囲で連動型地震の水位を上回ったものと考えられる。
- なお、発電所前面においては、上記の水位増幅は認められないことを確認した。

【沿岸の津波高さに与える支配的要因】



<内閣府(2020a)の津波伝播特性>

青森県以南から北海道日高沿岸に囲まれた海域における北東-南西方向の水位変動



日本海溝(三陸・日高沖)モデル
(青森県沖破壊開始点ケース)

I . 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

13. 特性化モデル④の周期特性

13. 1 検討方針

13. 2 特性化モデル④の設定根拠(海溝側強調モデルの設定)

13. 3 岩手県南部沖GPS波浪計で取得した3.11地震津波波形の再現解析

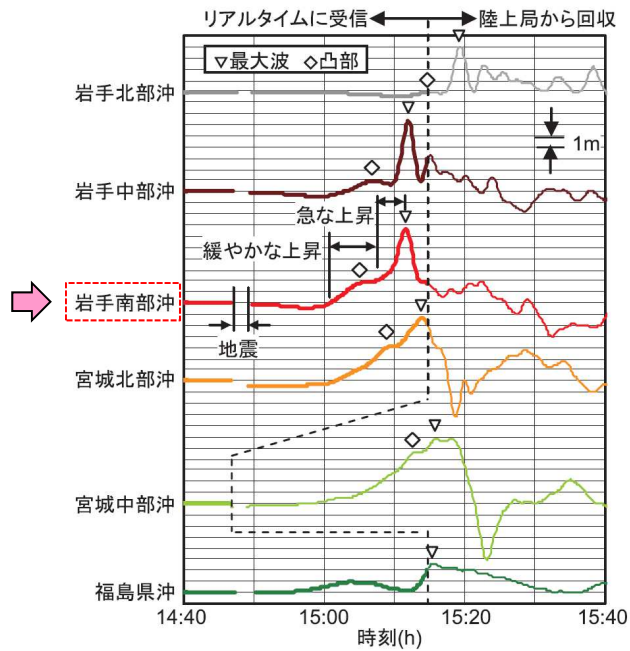
I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

13. 特性化モデル④の周期特性

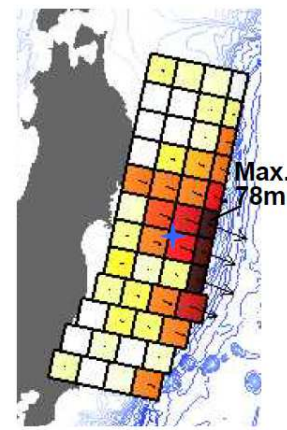
13.1 検討方針(1/2)

- 3.11地震に伴う津波波形については、東北地方沿岸の各GPS波浪計で記録されている。そのうち岩手南部沖GPS波浪計では、長周期の波と短周期の波の重畳波形が観測*された。
- 杉野ほか(2013)は、岩手県南部沖GPS波浪計で取得した津波波形(以下、「岩手観測波形」という。)のうち、短周期の波の発生要因を分岐断層によるものと仮定した津波波源モデルを設定し、岩手観測波形を良好に再現している。

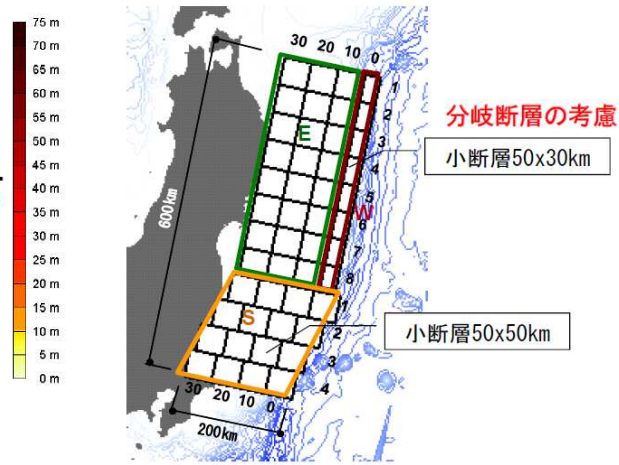
※:2011年3月11日15時01分から6分間で約2m緩やかに上昇し、続く4分間ではさらに4m以上も急に上昇(河合ほか(2011))。



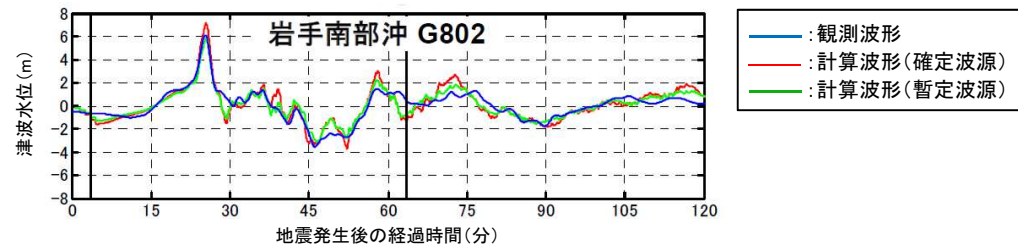
岩手南部沖GPS波浪計で取得した3.11地震に伴う津波の観測波形
(河合ほか(2011)に一部加筆)



すべり量分布(合計)



津波波源モデルの小断層の配置



岩手南部沖GPS波浪計で記録した観測波形の再現性

杉野ほか(2013)の津波波源モデル及び岩手観測波形の再現性

I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

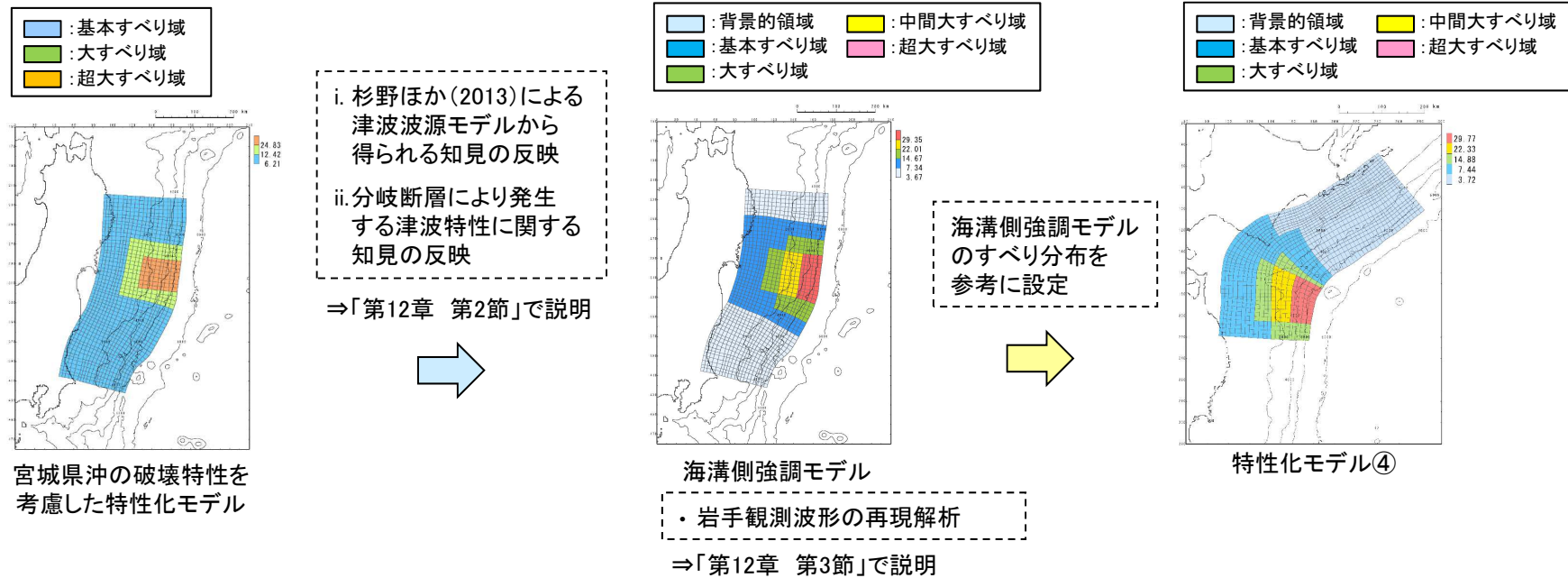
13. 特性化モデル④の周期特性

13. 1 検討方針(2/2)

- 岩手観測波形で確認された短周期の波の発生要因について、3.11地震後の日本海溝付近における海底調査(JAMSTEC(2012))等から分岐断層によるものではないと考えられるものの、分岐断層や海底地すべりは短周期の波を発生させる要因の1つと考えられることから、未知なる分岐断層や海底地すべり等が存在する可能性を考慮した特性化モデル④を設定した。
- 具体的には、宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを基本として※、杉野ほか(2013)の津波波源モデルから得られる知見及び分岐断層により発生する津波特性に関する知見を反映して設定した海溝側強調モデルのすべり分布を参考とした。
- 本検討では、特性化モデル④のすべり分布のベースとした海溝側強調モデルが、岩手観測波形の特徴である長周期の波に加え、短周期の波も適切に考慮できているかを確認するため、岩手観測波形の再現解析を実施した。

※:モデルの詳細は「7. 3.11地震における宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデル」に記載。

【特性化モデル④の設定フロー】

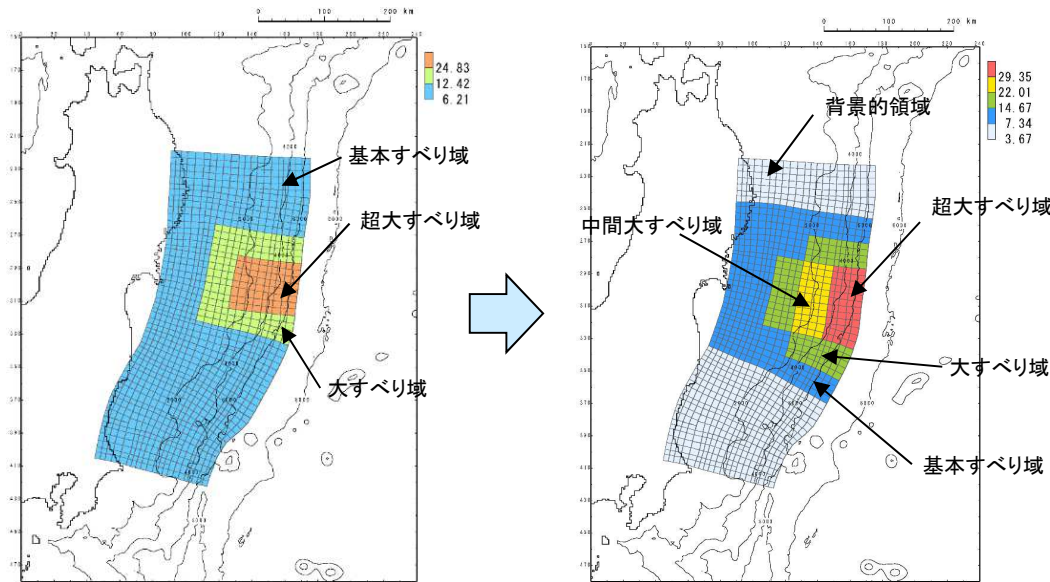


I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

13. 特性化モデル④の周期特性

13.2 特性化モデル④の設定根拠(海溝側強調モデルの設定)(1/6)

- 海溝側強調モデルは、3.11地震における宮城県沖の破壊特性を考慮した特性化モデルを基本として、杉野ほか(2013)の津波波源モデル及び分岐断層により発生する津波特性に関する知見を反映して設定した。
- 杉野ほか(2013)の津波波源モデルから得られる知見、分岐断層により発生する津波特性に関する知見及び海溝側強調モデルの設定フローを次頁以降に示す。



宮城県沖の破壊特性を考慮した
特性化モデル

海溝側強調モデル

海溝側強調モデルの諸元

断層パラメータ		設定値
モーメントマグニチュード (Mw)		9.04
断層面積 (S)		107,357 (km ²)
平均応力降下量 ($\Delta\sigma$)		3.17 (MPa)
地震モーメント (M ₀)		4.58 × 10 ²² (Nm)
剛性率 (μ)		5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
すべり量	平均すべり量	8.53 (m)
	基本すべり域 (面積及び面積比率) ^{※1}	7.34 (m) (56,675(km ²), 52.8%)
	背景領域 (面積及び面積比率)	3.67 (m) (50,682(km ²), 47.2%)
	大すべり域 (面積及び面積比率) ^{※2}	14.67 (m) (24,875(km ²), 23.2%)
	中間大すべり域 (面積及び面積比率) ^{※3}	22.01 (m) (11,732(km ²), 10.9%)
	超大すべり域 (面積及び面積比率)	29.35 (m) (6,201(km ²), 5.8%)
ライズタイム (τ)		60 (s)

※1: 大すべり域、中間大すべり域及び超大すべり域をあわせた領域の面積比率

※2: 中間大すべり域、超大すべり域をあわせた領域の面積比率

※3: 超大すべり域をあわせた領域の面積比率

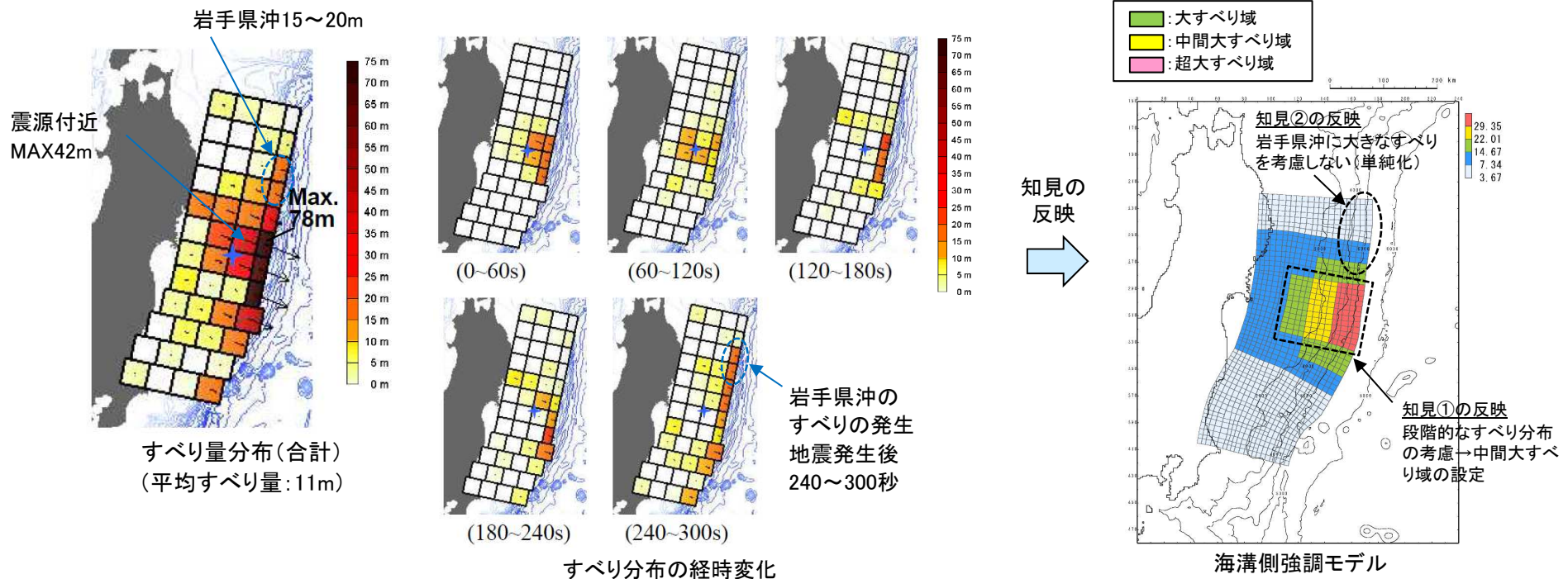
13. 特性化モデル④の周期特性

13.2 特性化モデル④の設定根拠(海溝側強調モデルの設定)(2/6)

■杉野ほか(2013)の津波波源モデルから得られる知見の反映

- ・ 杉野ほか(2013)は、岩手観測波形の短周期の波の発生要因を分岐断層によるものと仮定した津波波源モデルを示している。
- ・ 以下に、同モデルから得られる知見、並びに海溝側強調モデルの設定に反映した内容(下線部)を示す。

- ① 宮城県沖のすべりについて、震源付近の最大すべり量(42m)は平均すべり量(11m)の約4倍に相当するが、分岐断層を仮定した範囲のすべり量は最大78mであり、プレート境界深部から浅部にかけて段階的なすべり分布を示す。
 ⇒ 段階的なすべり分布を考慮するため、大すべり域、超大すべり域に加えて、中間大すべり域を設定する。
- ② 岩手県沖のすべり量(15~20m)は宮城県沖の最大すべり量(78m)と比較して小さいとともに、すべりの発生時間は地震発生240秒~300秒後と遅い。
 ⇒ 段階的なすべり分布を考慮すれば(上記①の知見をモデルに反映すれば)、岩手県沖に大きなすべりを考慮しなくても(単純化しても)長周期の波と短周期の波の重畳を考慮できる。



杉野ほか(2013)の津波波源モデル

13.2 特性化モデル④の設定根拠(海溝側強調モデルの設定)(3/6)

■分岐断層により発生する津波特性に関する知見(1/2)

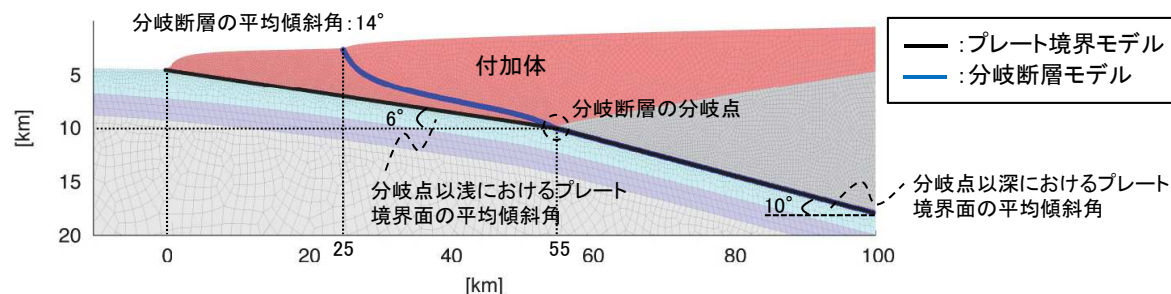
- 奥村・後藤(2013)は、南海トラフの熊野灘外縁部に認められる地質構造をモデル化して、①プレート境界と分岐断層が各々単独で破壊する場合を想定した断層破壊シミュレーション※1を実施して両者の力学的な違いを考察するとともに、②同シミュレーションから得られる地殻変動を用いた津波伝播シミュレーション※2から、津波特性の違いを以下のとおり考察している。

- ① プレート境界に破壊が伝播する場合の方が、相対的に大きな最終すべり量が生じる。
- ② 分岐断層の破壊シナリオは、大きな津波が沿岸に到達したとしても、周期が比較的短く、陸域への総流入量は大きくなりにくい。一方、プレート境界による破壊シナリオは、地殻変動がトラフ沿いの水深の深い海域まで生じるため、沿岸に到達する津波は大きく増幅され、より大きな水位変動をもたらす可能性がある。

※1: 動力学モデル(断層に働く応力状態、断層面の摩擦特性をモデル化し、すべりそのものを力学に基づいて発生させる方法)を用いて実施。

※2: 非線形長波理論を用いて実施。空間格子間隔: 50m, 時間格子間隔: 0.1秒, 計算時間: 1.5時間。

【地質構造モデル(奥村・後藤(2013)に一部加筆)】

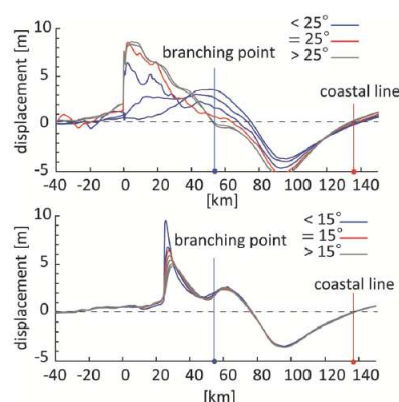


【津波伝播シミュレーション※2結果(奥村・後藤(2013))】

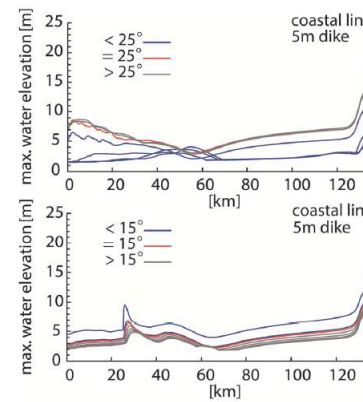
上: プレート境界の破壊シナリオ
下: 分岐断層の破壊シナリオ
角度: 最大主応力方向

※3: 横軸は、地質構造モデルの横軸に対応する距離。

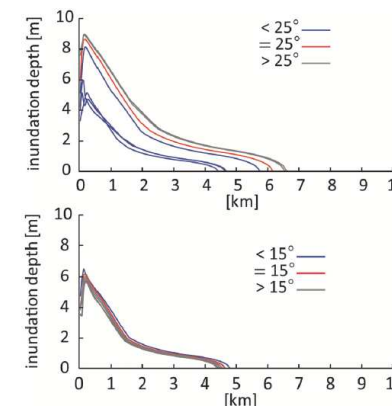
※4: 横軸は、海岸線から内陸方向への距離。



地殻の上下変動の比較※3



海面の最大変位分布※3



津波の浸水深の比較※4

I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

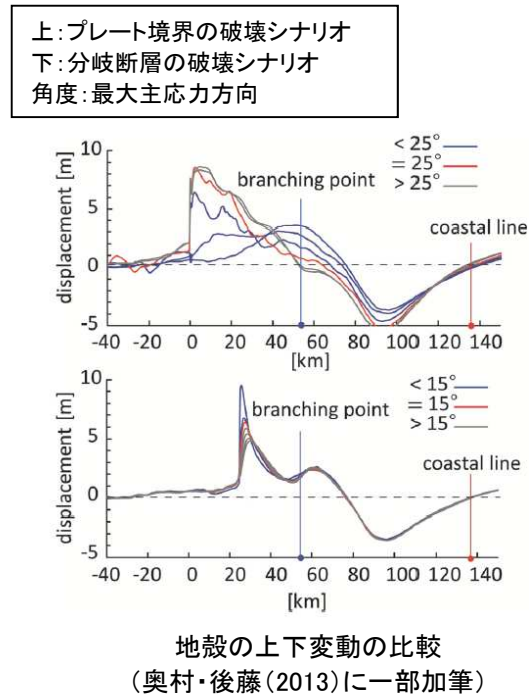
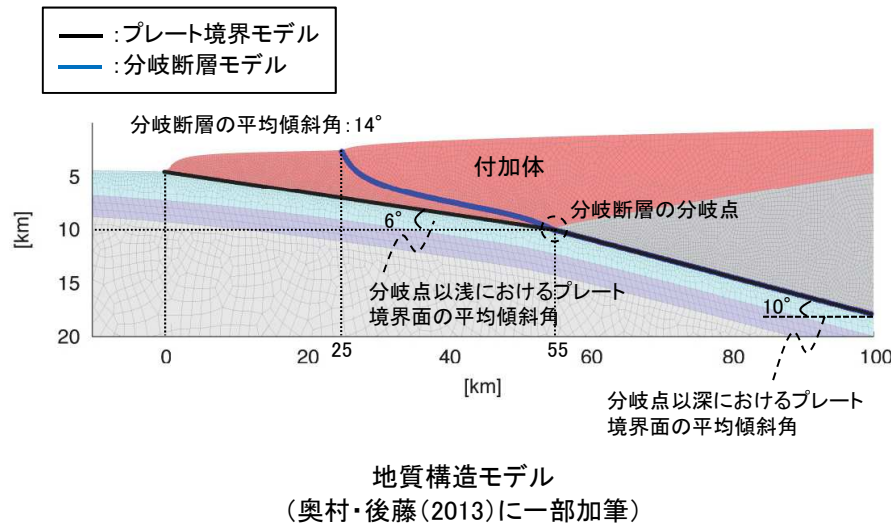
13. 特性化モデル④の周期特性

13. 2 特性化モデル④の設定根拠(海溝側強調モデルの設定)(4/6)

■分岐断層により発生する津波特性に関する知見(2/2)

- ・ 奥村・後藤(2013)を踏まえた南海トラフ沿いの分岐断層により発生する津波・地殻変動の特性の整理結果を以下に示す。

- 分岐断層による破壊シナリオに伴う津波は、プレート境界による破壊シナリオに伴う津波よりも周期が短い。
- これは、分岐断層による破壊シナリオの方が、周期特性が現れる海溝沿いにおける隆起域の距離が短い(断層幅が小さい)ためと考えられる。



分岐断層により発生する津波は、周期特性が現れる海溝沿いにおける隆起域の幅が狭いため、短周期の波が卓越する津波特性を有する。

I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

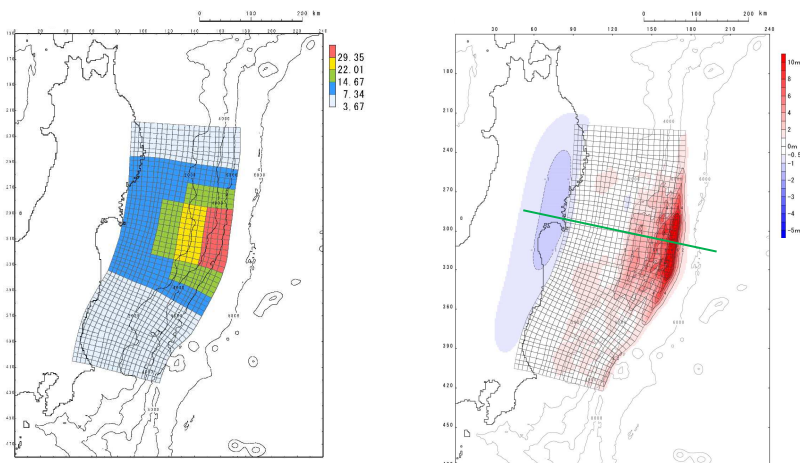
13. 特性化モデル④の周期特性

13.2 特性化モデル④の設定根拠(海溝側強調モデルの設定)(5/6)

■分岐断層により発生する津波特性に関する知見の反映

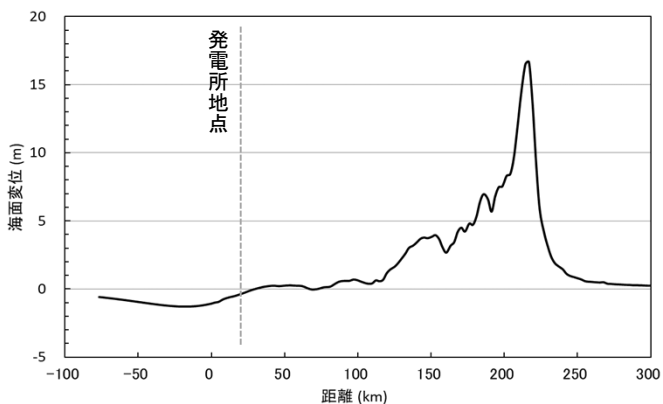
- 海溝側強調モデルの地殻変動量分布と奥村・後藤(2013)に示される南海トラフ沿いにおける分岐断層の地殻変動量分布の比較を以下に示す。
- 海溝側強調モデルの海溝軸沿いの地殻変動について、分岐断層の地殻変動と同様に隆起域の幅が狭いことから、短周期の波が卓越する分岐断層の津波特性を有していることを確認した。

【海溝側強調モデルのすべり量分布と地殻変動量分布】



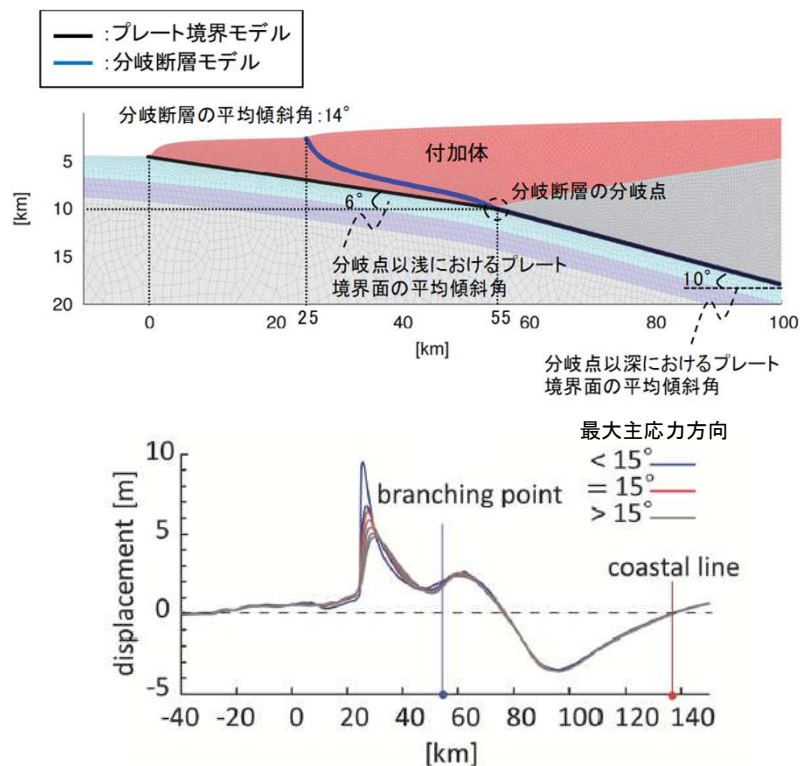
すべり量分布

地殻変動量分布(平面図)



地殻変動量分布(断面図)

【南海トラフ沿いにおける分岐断層の地殻変動量分布】



上: 地質構造モデル
下: 分岐断層による地殻変動分布
(奥村・後藤(2013))

13. 2 特性化モデル④の設定根拠(海溝側強調モデルの設定)(6/6)

1. 巨視的波源特性の設定

パラメータ	設定方法	設定値
断層面積(S)	岩手県沖南部～茨城県沖	107,357(km ²)
地震発生深さ	地震調査研究推進本部(2012)	海溝軸～深さ60km
平均応力降下量(Δσ)	内閣府(2012), Murotani et al.(2013)	3(MPa)
剛性率(μ)	土木学会(2016)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
地震モーメント(M ₀)	16/(7π ^{3/2}) · Δσ · S ^{3/2}	4.33 × 10 ²² (Nm)
平均すべり量(D)	16/(7π ^{3/2}) · Δσ · S ^{1/2} / μ	8.07(m)

パラメータ	設定方法	設定値
断層面積(S _{0.5})	断層面積(S)の50%	53,678(km ²)
すべり量(D _{0.5})	平均すべり量(D)の0.5倍	4.04(m)
剛性率(μ)	土木学会(2016)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
地震モーメント(M _{00.5})	μ · S _{0.5} · D _{0.5}	1.08 × 10 ²² (Nm)

パラメータ	設定方法	設定値
断層面積(S ₃)	断層面積(S)の5%	5,368(km ²)
すべり量(D ₃)	平均すべり量(D)の3倍	24.21(m)
剛性率(μ)	土木学会(2016)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
地震モーメント(M ₀₃)	μ · S ₃ · D ₃	6.50 × 10 ²¹ (Nm)

	調整前	調整後
背景領域	4.04(m)	3.67(m)
基本すべり域	8.07(m)	7.34(m)
中間大すべり域	16.14(m)	14.67(m)
大すべり域	24.21(m)	22.01(m)
超大すべり域	32.28(m)	29.35(m)

2. 微視的波源特性の設定

(1) 大すべり域・超大すべり域・背景領域・中間大すべり域の設定

- 断層面積(S₂, S₄, S_{0.5}, S₃)の算定
- すべり量(D₂, D₄, D_{0.5}, D₃)の算定
- 地震モーメント(M₀₂, M₀₄, M_{00.5}, M₀₃)の算定

■大すべり域

パラメータ	設定方法	設定値
断層面積(S)	断層面積(S)の10%	10,736(km ²)
すべり量(D)	平均すべり量(D)の2倍 内閣府(2012)	16.14(m)
剛性率(μ)	土木学会(2016)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
地震モーメント(M ₂)	μ · S ₂ · D ₂	8.66 × 10 ²¹ (Nm)

■超大すべり域

パラメータ	設定方法	設定値
断層面積(S)	断層面積(S)の5%	5,368(km ²)
すべり量(D ₄)	平均すべり量(D)の4倍 内閣府(2012)	32.28(m)
剛性率(μ)	土木学会(2016)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
地震モーメント(M ₄)	μ · S ₄ · D ₄	8.66 × 10 ²¹ (Nm)

(2) 地震モーメントの調整(すべり量の調整)

(2)-1 基本すべり域の設定

■基本すべり域

パラメータ	設定方法	設定値
断層面積(S ₁)	断層面積の30%	32,207(km ²)
すべり量(D ₁)	平均すべり量(D)	8.07(m)
剛性率(μ)	土木学会(2016)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)
地震モーメント(M ₀₁)	μ · S ₁ · D ₁	1.30 × 10 ²² (Nm)

(2)-2 各領域の地震モーメント(合計)の算定

$$M_o' = M_{02} + M_{04} + M_{00.5} + M_{03} + M_{01} = 4.77 \times 10^{22} \text{ (Nm)}$$

(2)-3 地震モーメントの調整(すべり量の調整)

$$M_o / M_o' = 4.33 \times 10^{22} \text{ (Nm)} / 4.77 \times 10^{22} \text{ (Nm)} = 0.91$$

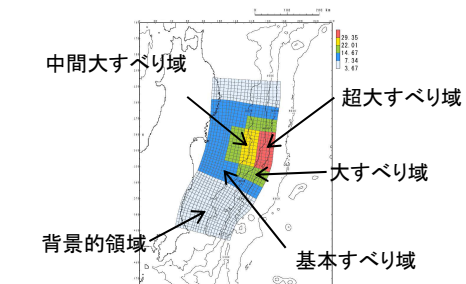
- 上記倍率を用いて、基準断層モデルに反映する各領域のすべり量を一律に調整する。

3. 海溝側強調モデルの設定

断層モデルへの微視的波源特性の反映

- 設定したプレート境界面(すべり分布のブロック割図)に微視的波源特性を反映。

モーメントマグニチュード(M_w)の算定



モーメントマグニチュード(M _w)	9.04	基本すべり域	すべり量 7.34(m) 断層面積 56,675(km ²) (面積比率)※1 (52.8%)
地震発生深さ	海溝軸～深さ60km	背景領域	すべり量 3.67(m) 断層面積 50,682(km ²) (面積比率) (47.2%)
断層面積(S)	107,357(km ²)	大すべり域	すべり量 14.67(m) 断層面積 24,875(km ²) (面積比率)※2 (23.2%)
平均応力降下量(Δσ) (=7/16 · M ₀ · (S/π) ^{-3/2})	3.17(MPa)	中間大すべり域	すべり量 22.01(m) 断層面積 11,732(km ²) (面積比率)※3 (10.9%)
剛性率(μ)	5.0 × 10 ¹⁰ (N/m ²)	超大すべり域	すべり量 29.35(m) 断層面積 6,201(km ²) (面積比率) (5.8%)
地震モーメントM ₀	4.58 × 10 ²² (Nm)	平均すべり量D	8.53(m)
すべり角φ	太平洋プレートの運動方向に基づいて設定		
ライズタイムτ	60(s)		

※1: 大すべり域、中間大すべり域及び超大すべり域をあわせた領域の面積比率

※2: 中間大すべり域・超大すべり域をあわせた領域の面積比率

※3: 超大すべり域をあわせた領域の面積比率

与条件

I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

13. 特性化モデル④の周期特性

13.3 岩手県南部沖GPS波浪計で取得した3.11地震津波波形の再現解析(1/3)

■検討方針

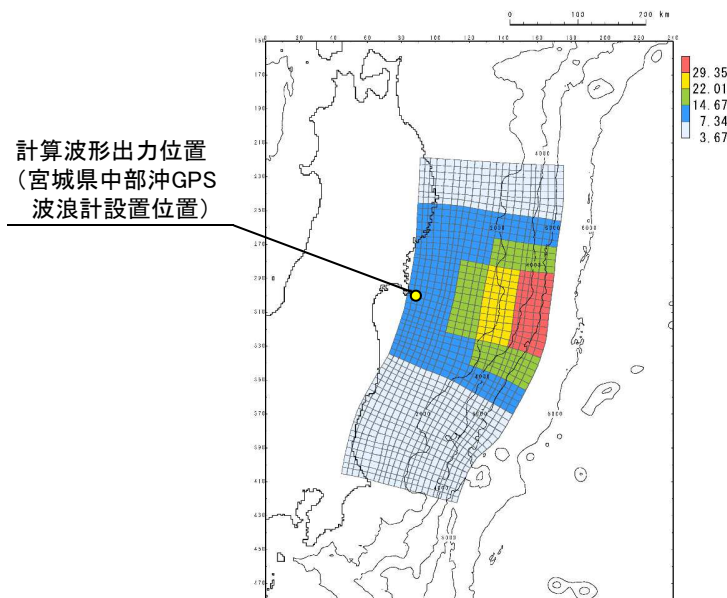
- 岩手観測波形の特徴である長周期の波と短周期の波の重畳の再現性の確認は、以下の2ケースにより行う。

【海溝側強調モデル(ケース①)】

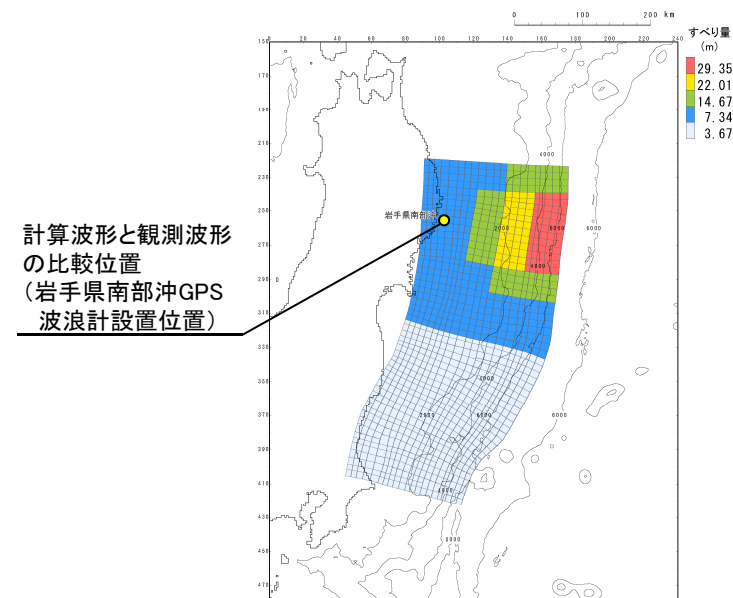
- 大すべり域等に正対し、岩手県南部沖GPS波浪計設置位置の沿岸の距離及び水深と類似性がある宮城県中部GPS波浪計設置位置における計算波形が、岩手観測波形の特徴を有しているかを確認する。

【海溝側強調モデルの大すべり域等を北へ約150km移動したモデル(ケース②)】

- 海溝側強調モデルの大すべり域等を岩手県南部沖GPS波浪計設置位置に正対する位置に移動(北へ約150km)させたモデルを設定し、岩手県南部沖GPS波浪計設置位置の計算波形と観測波形を比較し、岩手観測波形の再現性を確認する。



海溝側強調モデル
(ケース①)



海溝側強調モデルの大すべり域等
を北へ約150km移動したモデル
(ケース②)

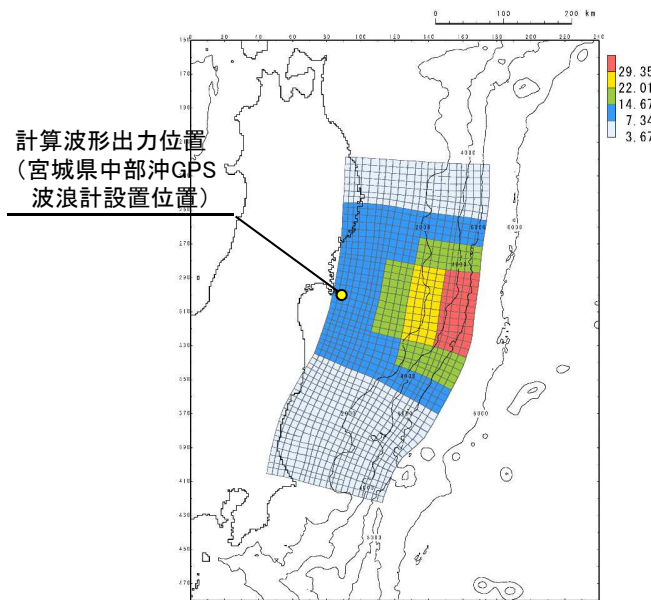
I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

13. 特性化モデル④の周期特性

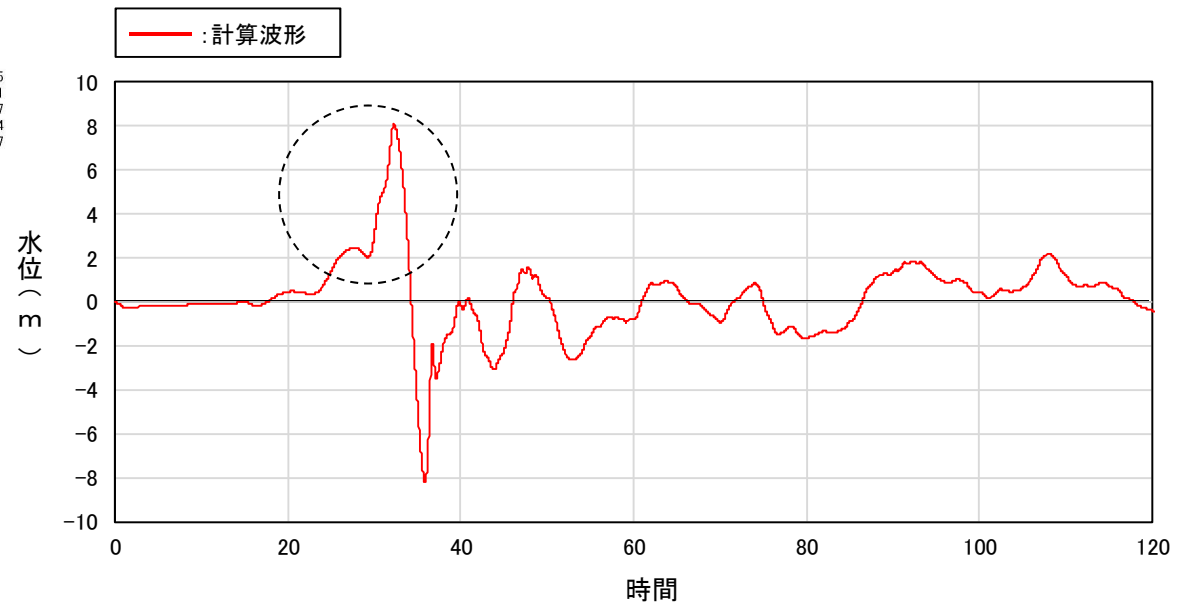
13.3 岩手県南部沖GPS波浪計で取得した3.11地震津波波形の再現解析(2/3)

■再現解析結果(1/2):海溝側強調モデル(ケース①)

- 海溝側強調モデルの計算波形(宮城県中部沖GPS波浪計設置位置)を以下に示す。
- 海溝側強調モデルの第1波は、岩手観測波形の特徴である長周期の波と短周期の波を良好に再現していることを確認した。



海溝側強調モデル
(ケース①)



海溝側強調モデルの計算波形

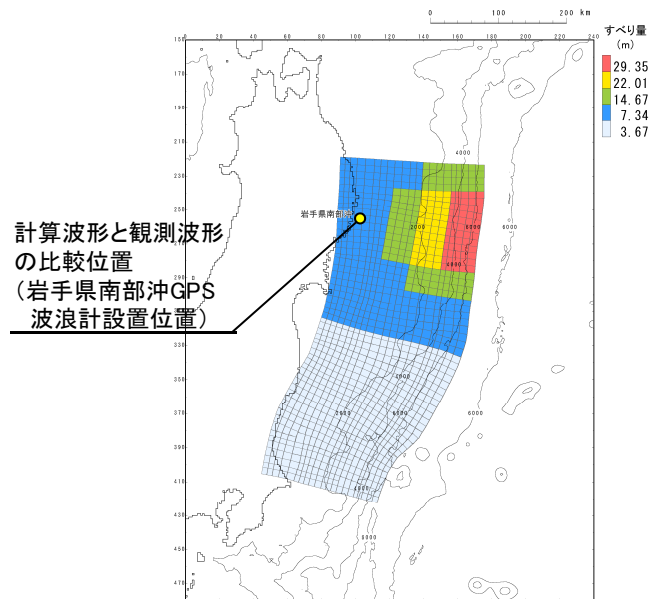
I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

13. 特性化モデル④の周期特性

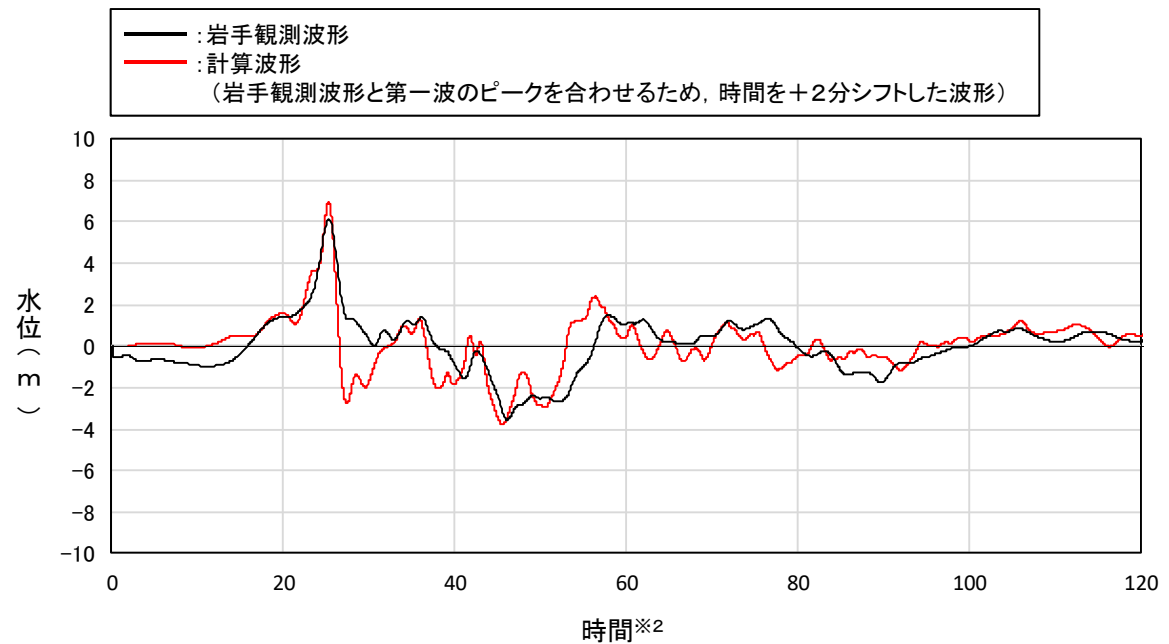
13.3 岩手県南部沖GPS波浪計で取得した3.11地震津波波形の再現解析(3/3)

■再現解析結果(2/2):海溝側強調モデルの大すべり域等を北へ約150km移動したモデル(ケース②)

- ・ 岩手観測波形と海溝側強調モデルの大すべり域等を北へ約150km移動したモデルによる計算波形の比較を以下に示す。
- ・ 計算波形の第1波は岩手観測波形を良好に再現していることを確認した。



海溝側強調モデルの大すべり域等を北へ約150km移動したモデル(ケース②)



岩手観測波形と計算波形との比較

※2:地震発生時間を0分とする。

以上から、海溝側強調モデルのすべり分布等を参考に設定した特性化モデル④は、正対する沿岸に対して、長周期の波に加え短周期の波も適切に考慮できるモデルであることを確認した。

I . 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

- 14. 1 検討方針
- 14. 2 計算条件
- 14. 3 発電所周辺地形が有する周期特性
- 14. 4 津波の周期特性
- 14. 5 発電所の津波高さに与える支配的な要因
- 14. 6 まとめ

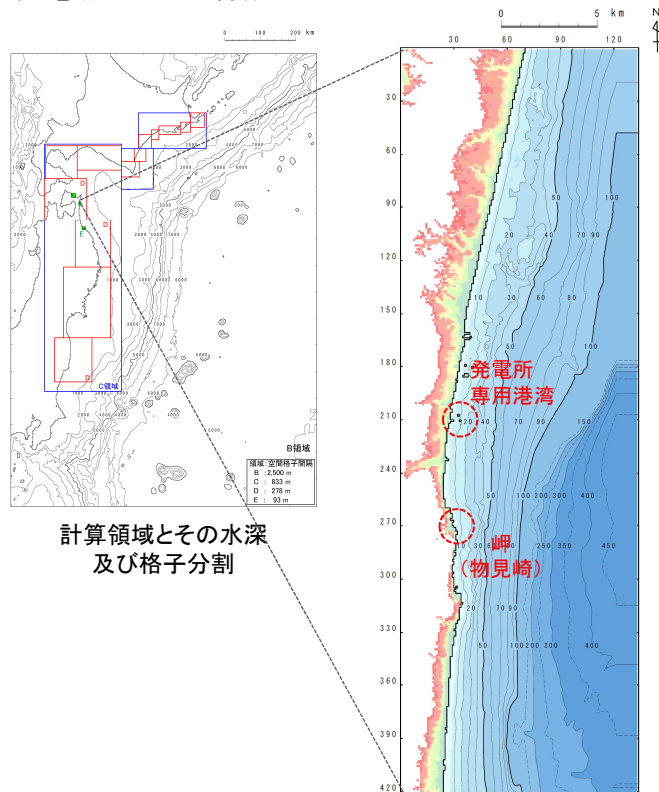
I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

14.1 検討方針

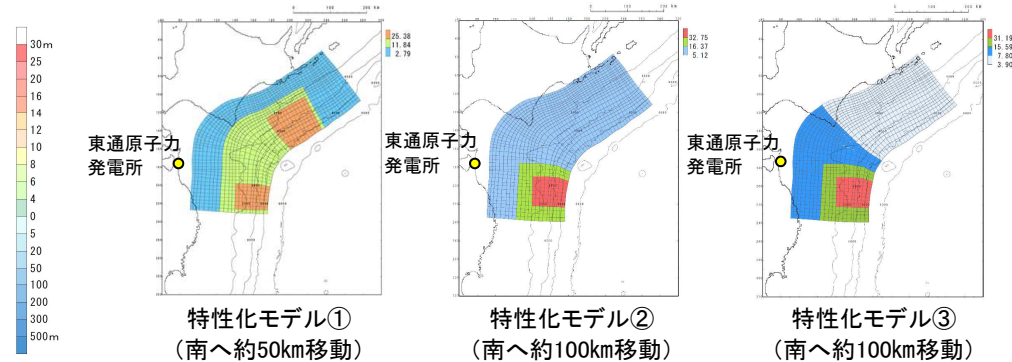
- 沿岸域の津波高さには、地震規模や波源位置等の津波波源そのものの影響に加えて、湾・入り江地形等の発電所周辺の地形や港湾施設等との共振の影響が含まれる。
- 発電所の立地的特徴について、発電所周辺はリアス海岸のような複雑な地形を呈しておらず比較的平坦な海岸線に立地するが、発電所港湾施設や岬(物見崎)等の微地形を要因とした固有周期が、発電所の津波高さに影響を与える可能性がある。
- 連動型津波の評価にあたっては、3.11地震と同様に長周期成分が卓越する特性化モデル①②③, 杉野ほか(2013)を参考に長周期に加えて、短周期の波の発生要因も考慮した特性化モデル④と周期特性が異なる複数の特性化モデルを設定しているが、上記発電所の立地的特徴を踏まえた津波評価にあたって、周期特性の観点から特性化モデル①～④の評価で妥当であるか(充足しているか)の確認を行う。

■ 発電所の立地的特徴

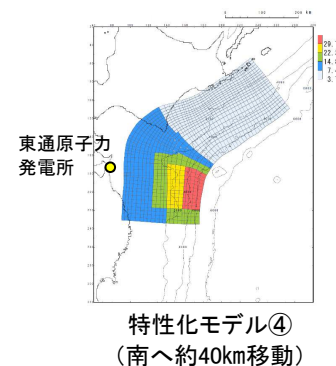


■ 特性化モデル(大すべり域・超大すべり域の位置の不確かさ水位上昇側決定ケース)

【3.11地震と同様に長周期成分が卓越する特性化モデル】



【長周期の波に加えて短周期の波の発生要因も考慮した特性化モデル】

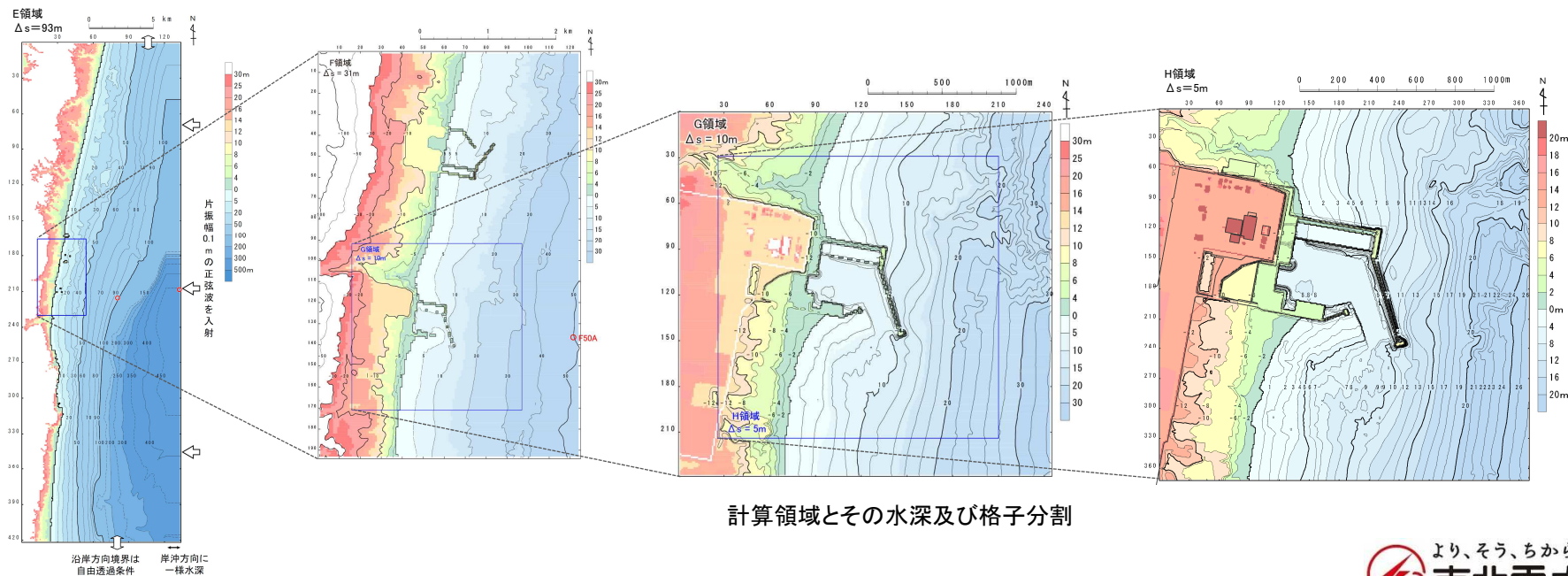


14.2 計算条件

- 周期を変化させた正弦波による津波解析を実施して、発電所周辺地形の周期特性を把握する。下記に主な計算条件を示す。

主な計算条件

	E領域	F領域	G領域	H領域
空間格子間隔 Δs	93 m(2500/27)	31 m(2500/81)	10m(2500/243)	5m(2500/486)
時間格子間隔 Δt	0.1秒			
基礎方程式	非線形長波式(浅水理論)			
入射波	正弦波:10波以上, 振幅:0.1m, 周期:1分~30分(1分ピッチ), 20分~60分(5分ピッチ)			
沖側境界条件	<ul style="list-style-type: none"> 沖側境界: 正弦波による水位変動を流量として入射し, 岸からの反射波については自由透過させる。 側面水域境界: 自由透過 			
陸側境界条件	小谷ほか(1998)の遡上境界条件			
海底摩擦	マンニングの粗度係数 $n = 0.03\text{m}^{-1/3}\text{s}$ (土木学会(2016)より)			
計算時間	3時間を基本とし, 入射波周期が18分より長いケースは10波相当の時間とする。			



計算領域とその水深及び格子分割

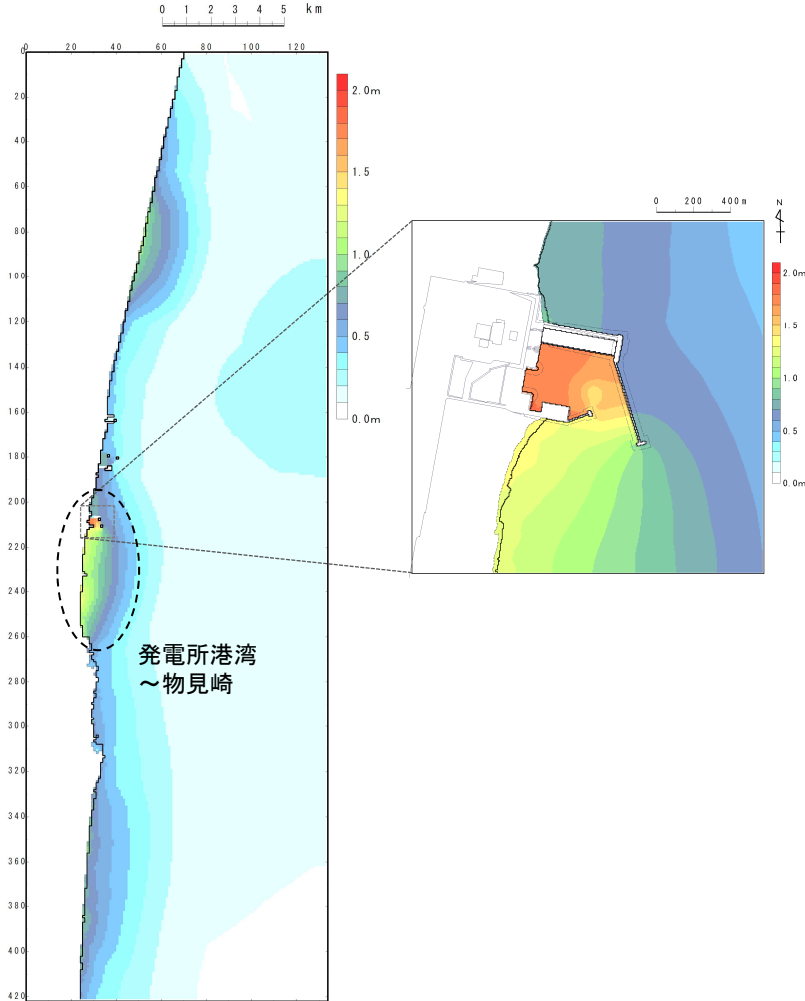
I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

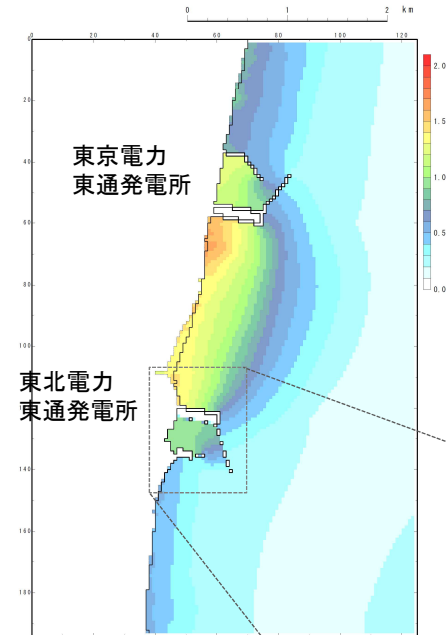
14.3 発電所周辺地形が有する周期特性: 検討結果

- 発電所港湾施設や岬(物見崎)等の微地形を要因とする固有周期(最大水位上昇量分布)を以下に示す。

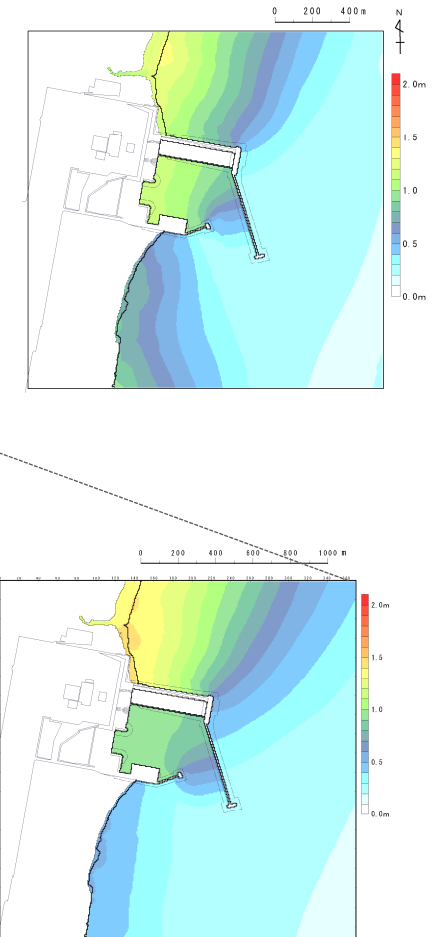
■ 発電所港湾～物見崎
(入射波周期: 12分)



■ 発電所北～東京東通
(入射波周期: 8分)



■ 発電所港湾
(入射波周期: 7分)



I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

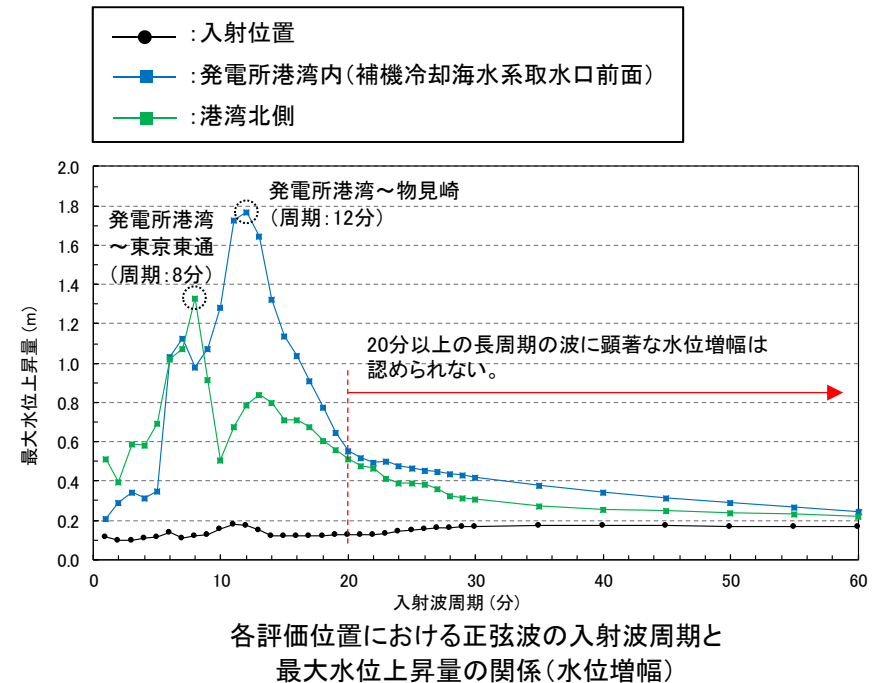
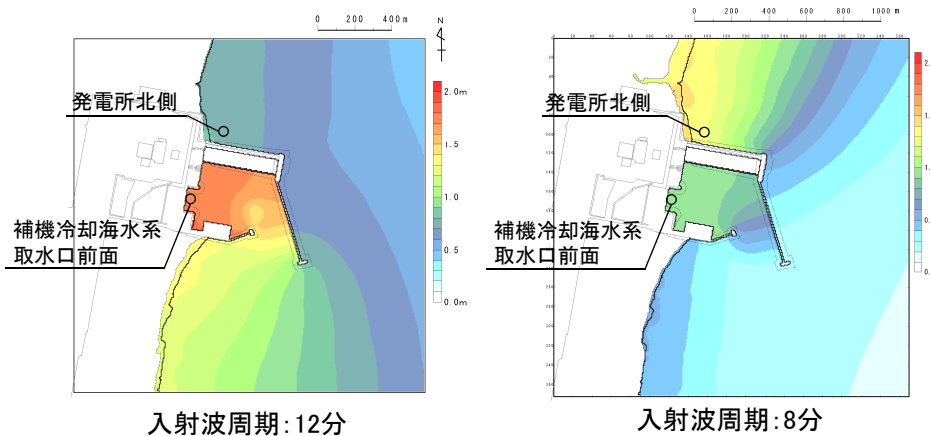
14.3 発電所周辺地形が有する周期特性:まとめ

- ・ 発電所の津波高さに影響を与える周辺地形(固有周期)を確認するため、正弦波の入射位置と発電所港湾内(補機冷却海水系取水口前面)及び発電所北側の最大水位上昇量の関係(水位増幅)を整理した。
- ・ 検討の結果、発電所港湾内については発電所港湾～物見崎を節とする固有周期(12分)の影響が大きく、発電所北側については発電所港湾～東京東通を節とする固有周期(8分)の影響が大きいことを確認した。
- ・ なお、20分以上の長周期の波については、周辺地形の影響による顕著な水位増幅は認められないことを確認した。

■ 発電所周辺地形で確認された固有周期

周辺地形	固有周期	備考
発電所港湾～物見崎	12分	下左図(発電所位置拡大)
発電所港湾～東京東通	8分	下右図(発電所位置拡大)
発電所港湾	7分	

■ 発電所位置における最大水位上昇量分布



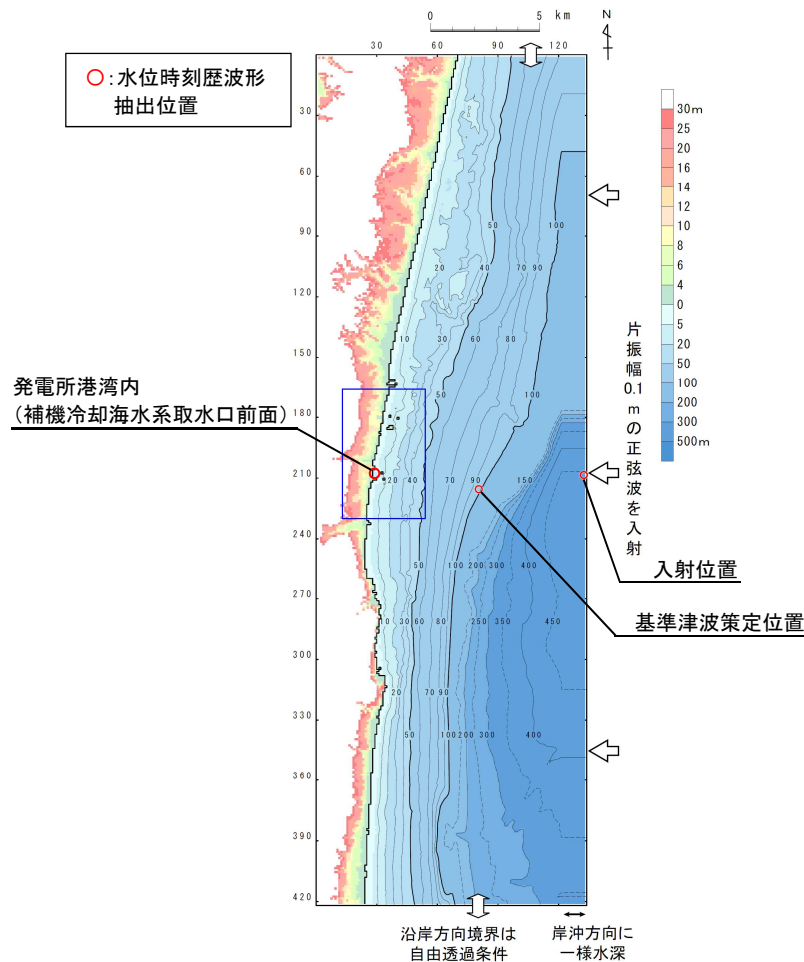
I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

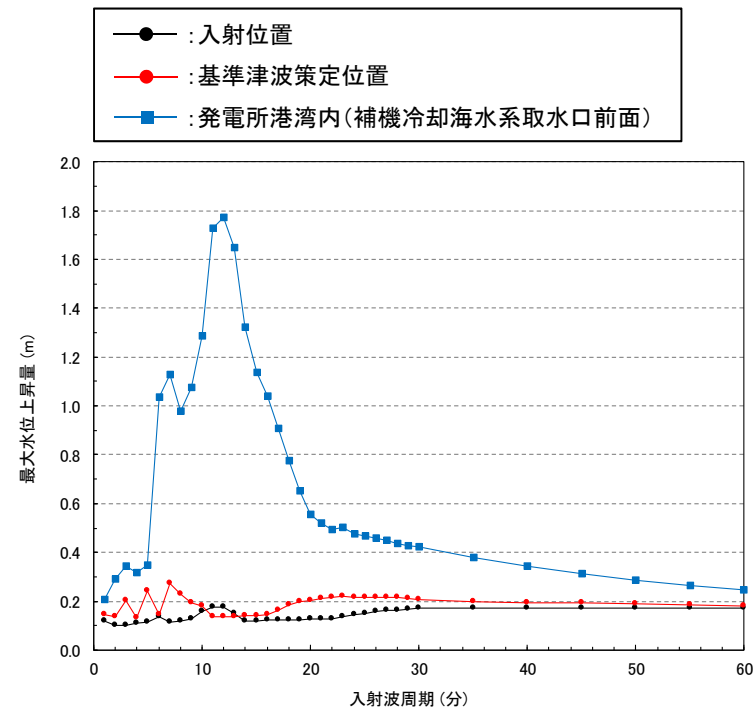
14.4 津波の周期特性(1/2)

■検討方針

- 津波波源そのものが有する周期特性及び発電所の津波高さに影響を与えている支配的な要因を確認するため、基準津波策定位置及び発電所の津波高さに与える影響が大きい(水位増幅率が大きい)発電所港湾内(補機冷却海水系取水口前面)の水位時刻歴波形を用いてスペクトル解析を実施した。



基準津波策定位置と正弦波の入射位置



各評価位置における正弦波の入射波周期と最大水位上昇量の関係

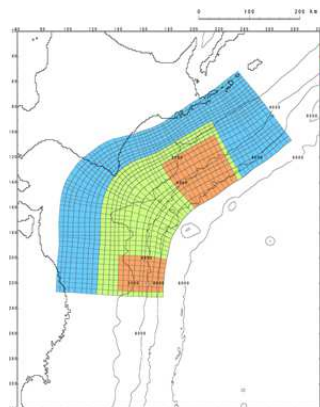
14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

14.4 津波の周期特性(2/2)

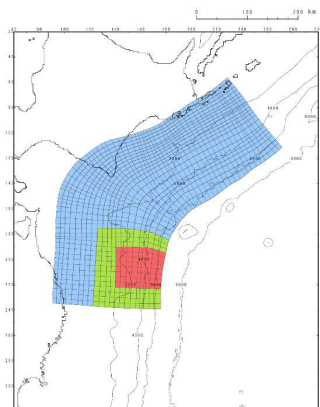
■ 検討対象津波の選定

- ・ 発電所の津波高さに与える支配的な要因を確認する観点から、各特性化モデルの大すべり域・超大すべり域位置の不確かさケースのうち水位上昇側決定ケースを対象に検討を実施する。
- ・ 検討に用いる各特性化モデル及び各特性化モデルの最大水位上昇量分布を以下に示す。

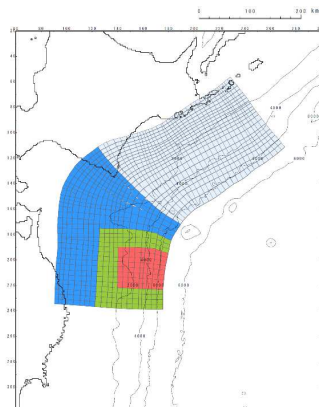
【各特性化モデル(大すべり域・超大すべり域の位置の不確かさを考慮した水位上昇側決定ケース)】



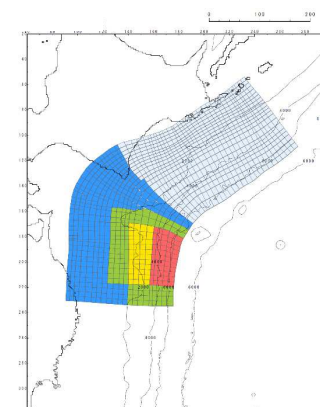
特性化モデル①
(南へ約50km移動)



特性化モデル②
(南へ約100km移動)

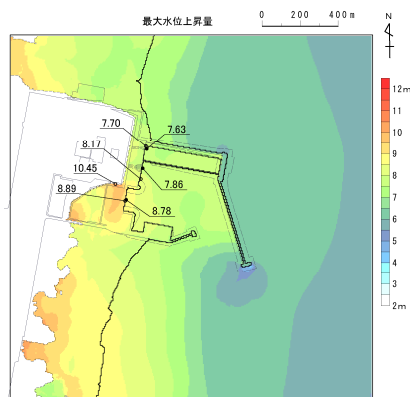


特性化モデル③
(南へ約100km移動)

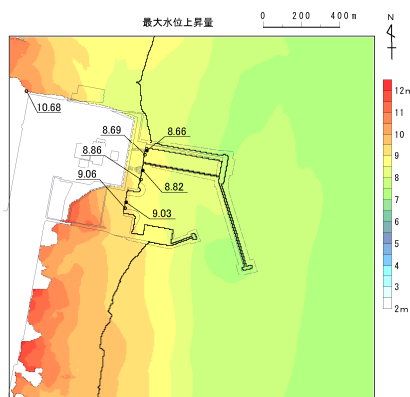


特性化モデル④
(南へ約40km移動)

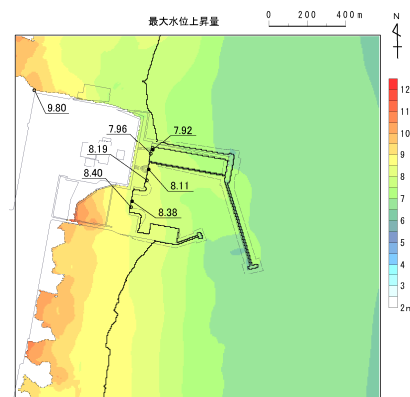
【各特性化モデルの最大水位上昇量分布】



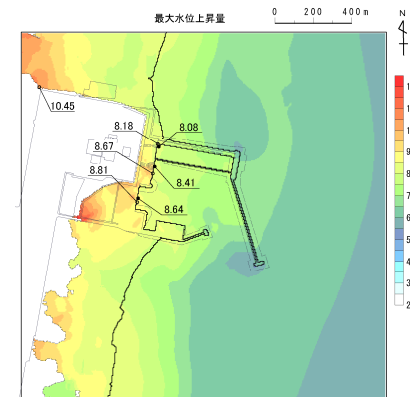
特性化モデル①



特性化モデル②



特性化モデル③



特性化モデル④

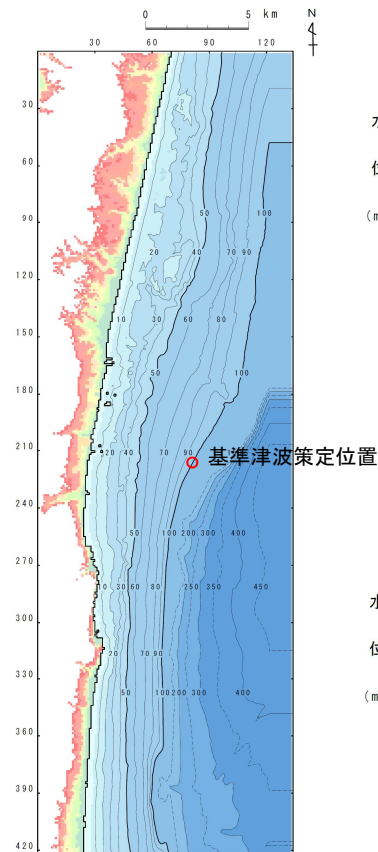
I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

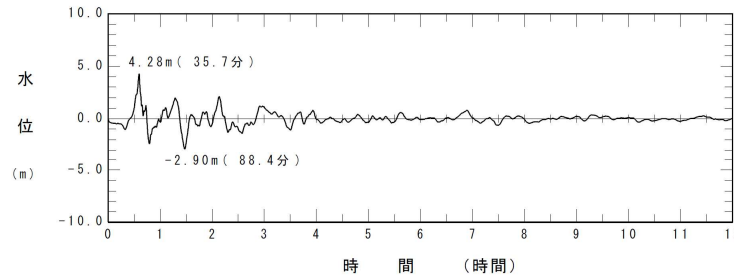
14. 4 津波の周期特性: 各特性化モデルの周期特性(1/2)

■スペクトル解析に用いる基準津波策定位置の水位時刻歴波形

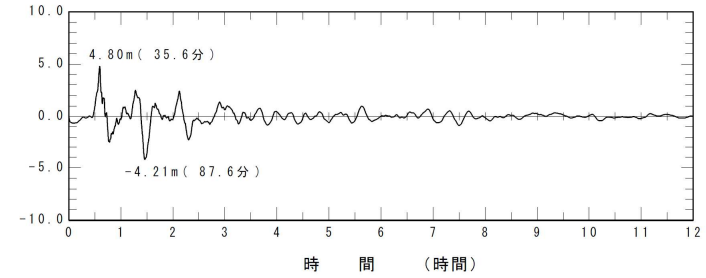
- 基準津波策定位置における水位時刻歴波形(12時間)を用いて、スペクトル解析を実施した。



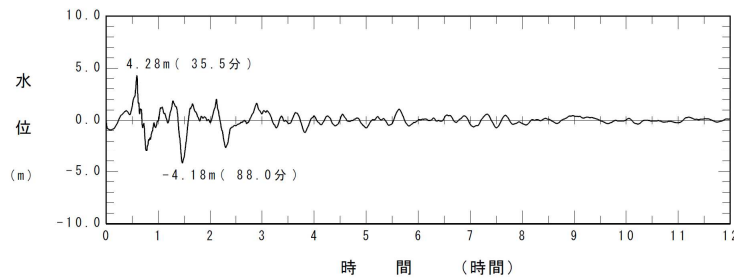
水位時刻歴波形抽出位置
(基準津波策定位置)



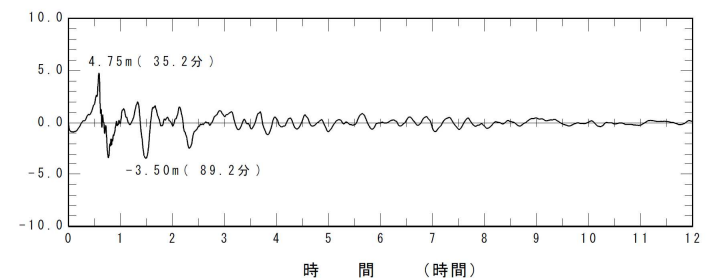
特性化モデル①



特性化モデル②



特性化モデル③

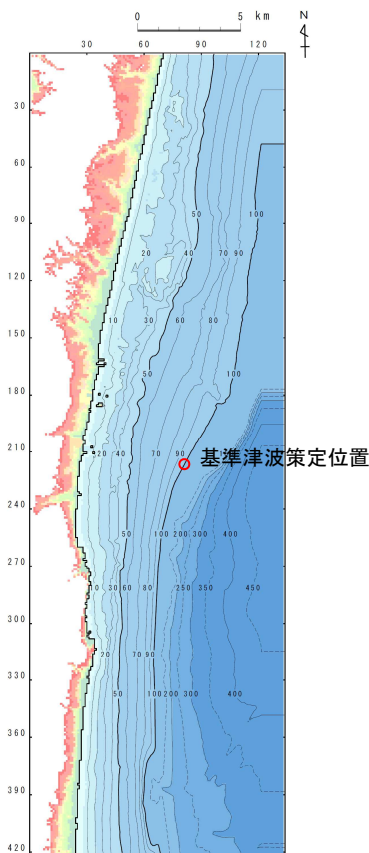


特性化モデル④

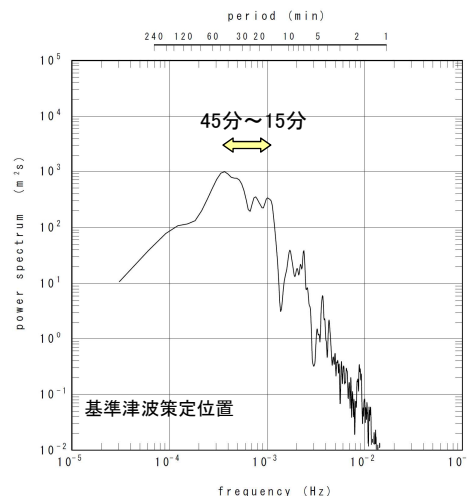
14.4 津波の周期特性: 各特性化モデルの周期特性(2/2)

■ スペクトル解析結果: 津波の周期特性

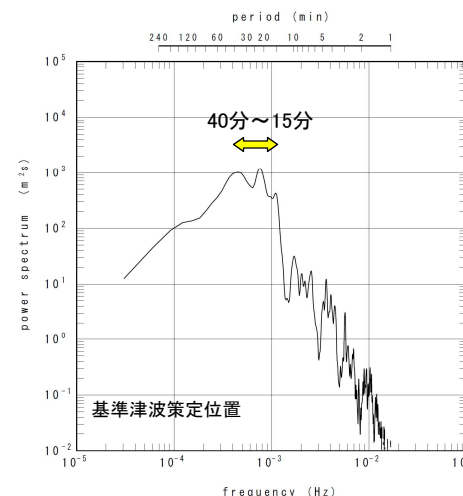
- ・ 基準津波策定位置のスペクトル解析結果を以下に示す。
- ・ 各特性化モデルともに、津波波源そのものの周期は15分～40分程度の長周期成分が卓越することを確認した。



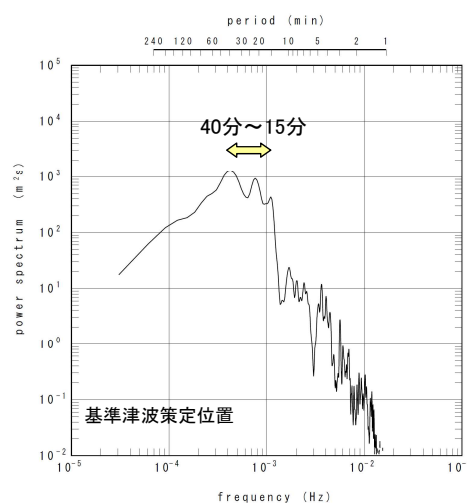
スペクトル解析位置
(基準津波策定位置)



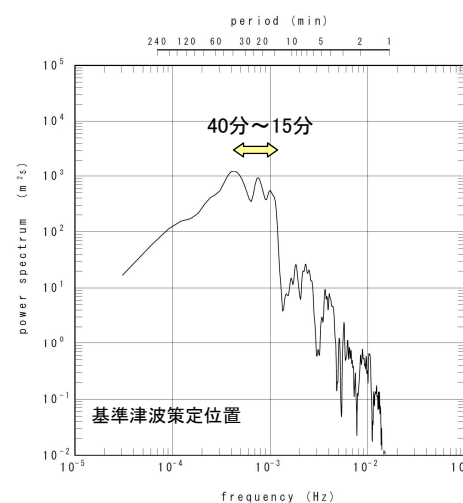
特性化モデル①



特性化モデル②



特性化モデル③



特性化モデル④

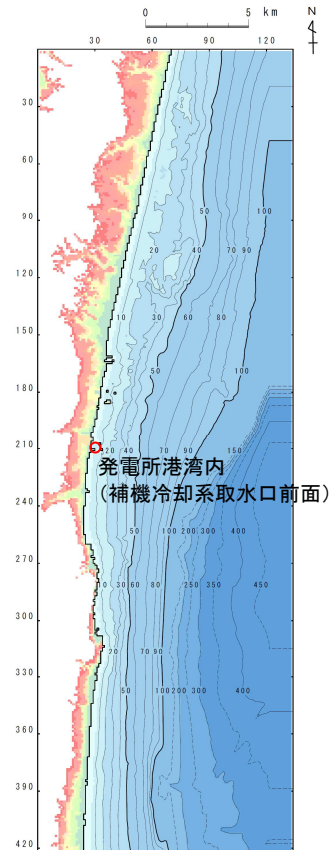
I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

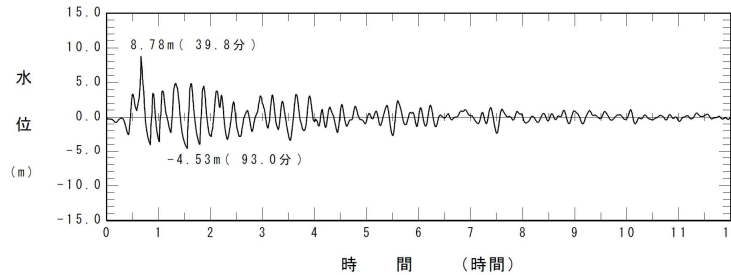
14. 4 津波の周期特性: 発電所地点における津波の周期特性(1/2)

■スペクトル解析に用いる発電所港湾内(補機冷却海水系取水口前面)の水位時刻歴波形

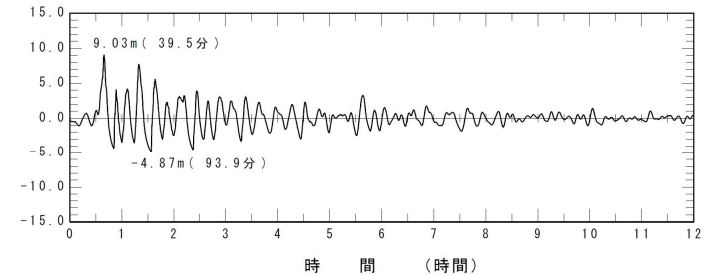
- 発電所港湾内(補機冷却海水系取水口前面)における水位時刻歴波形(12時間)を用いて、スペクトル解析を実施した。



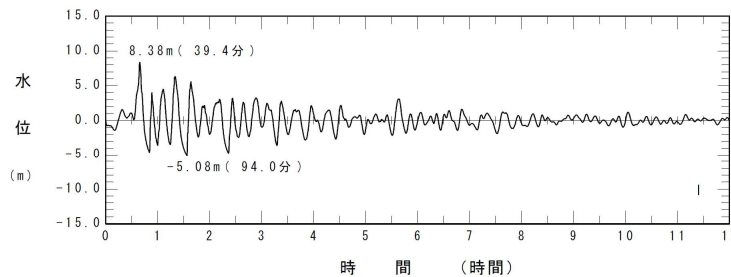
水位時刻歴波形抽出位置
(発電所港湾内)



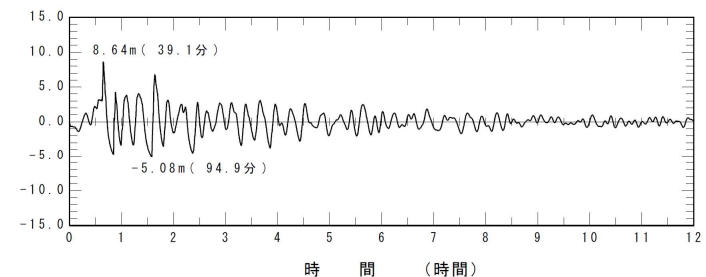
特性化モデル①



特性化モデル②



特性化モデル③

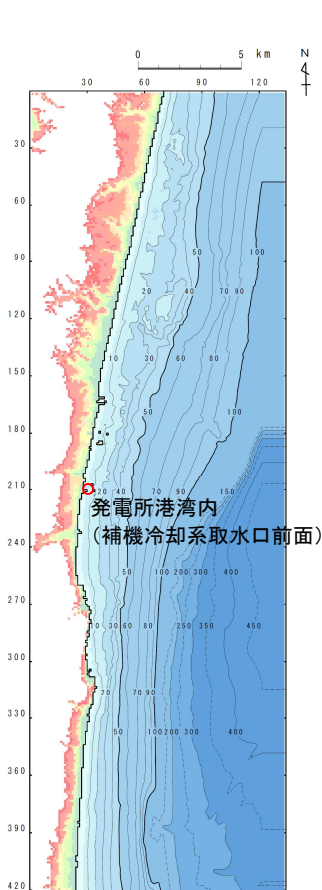


特性化モデル④

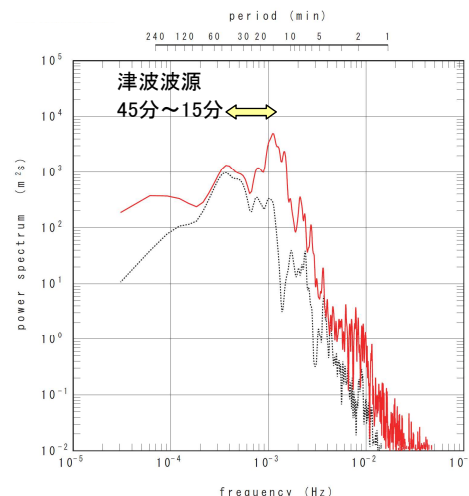
14. 4 津波の周期特性: 発電所地点における津波の周期特性(2/2)

■スペクトル解析結果: 発電所地点における津波の周期特性

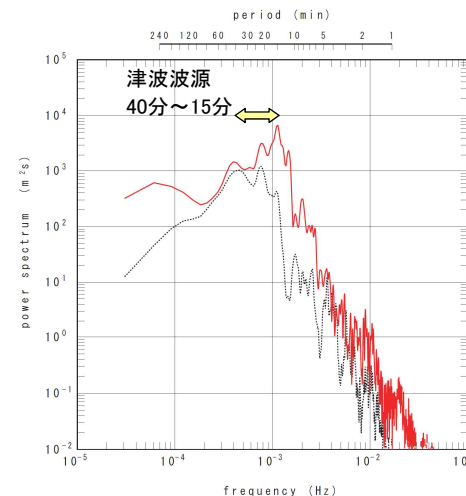
- 各特性化モデルの発電所港湾内のパワースペクトルを以下に示す。
- パワースペクトルから、発電所の津波高さは津波波源そのものが有する長周期の影響が支配的であり、発電所港湾施設や発電所周辺の微地形が有する固有周期の顕著な影響は見られないことを確認した。



水位時刻歴波形抽出位置
(発電所港湾内)

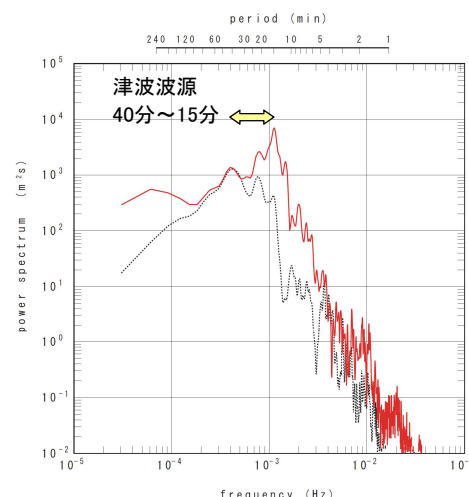


特性化モデル①

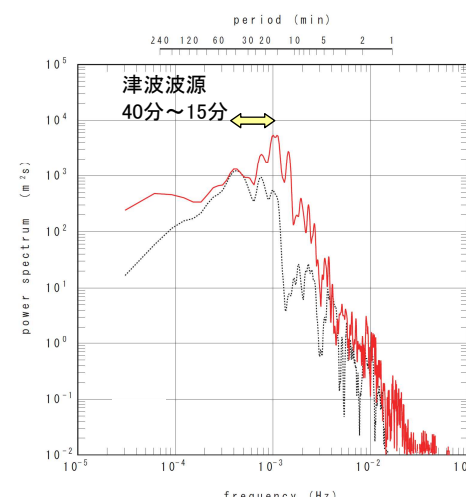


特性化モデル②

— : 発電所港湾内
 : 基準津波策定位置



特性化モデル③



特性化モデル④

— : 発電所港湾内
 : 基準津波策定位置

I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

14.5 発電所の津波高さに与える支配的な要因(1/5)

■検討方針

- ・ 前項(13.2～13.4)における発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性の比較から、発電所の津波高さは、津波波源そのものの影響が支配的であり、発電所港湾施設や発電所周辺の微地形の影響は小さいことを確認した。
- ・ 本項(13.5)では、各特性化モデルの津波の特徴(波長、津波高さ(最高水位))から発電所の津波高さに与える支配的要因について検討する。

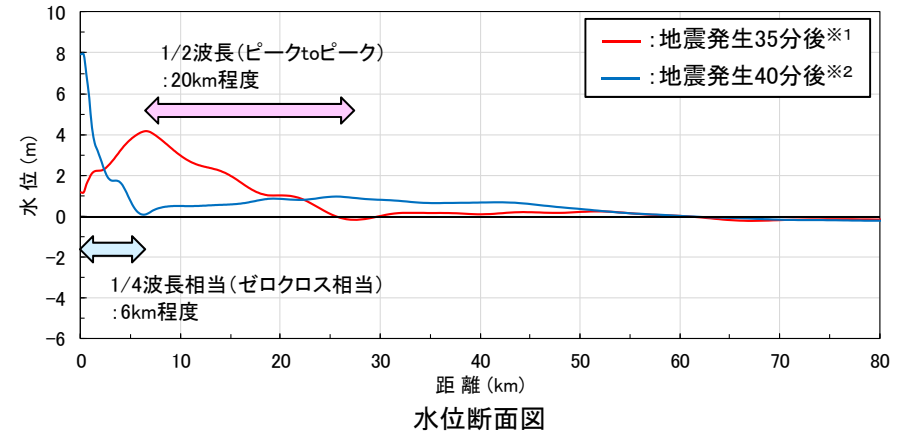
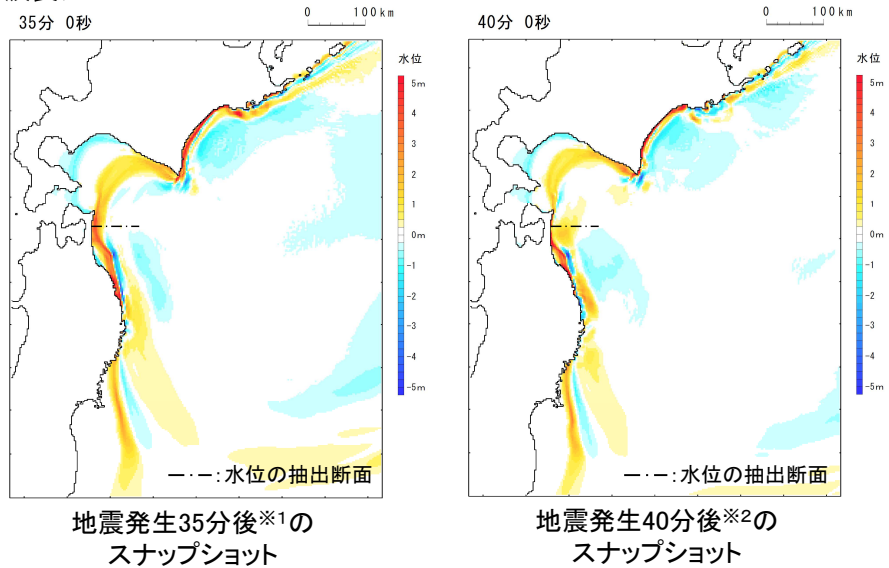
14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

14.5 発電所の津波高さに与える支配的な要因(2/5)

■特性化モデル①の津波特性

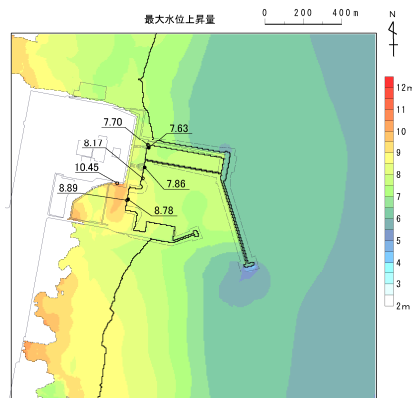
- ①発電所港湾施設(取水口～防波堤堤頭部)のスケールは1km程度であるのに対して、最高水位を決定する第1波の波長は基準津波策定位置で40km程度、発電所港湾内で24km程度と長いとともに、②発電所防波堤の天端高(4～6m程度)に対して、発電所地点の津波高さは10m程度と高い。
- 以上から、特性化モデル①については、発電所港湾施設や発電所周辺の微地形に対する周期特性(短周期)の影響は小さいと考えられる。

<①波長>



※1: 基準津波策定位置における最高水位発生時間
※2: 発電所地点における最高水位発生時間

<②発電所地点の津波高さ(最大水位上昇量分布)>



※1: 基準津波策定位置における最高水位発生時間
※2: 発電所地点における最高水位発生時間

(参考) 水深と周期から算定される波長※3

	周期(T)	波長(λ)	1/2波長	1/4波長
基準津波策定位置 (水深:H≒100m)	15分	28.2km	14.1km	7.0km
	40分	75.1km	37.6km	18.8km
発電所港湾内 (水深:H≒10m)	15分	8.9km	4.5km	2.2km
	40分	23.8km	11.9km	5.9km

※3: 算定式 $\lambda = \sqrt{gH} \times T$

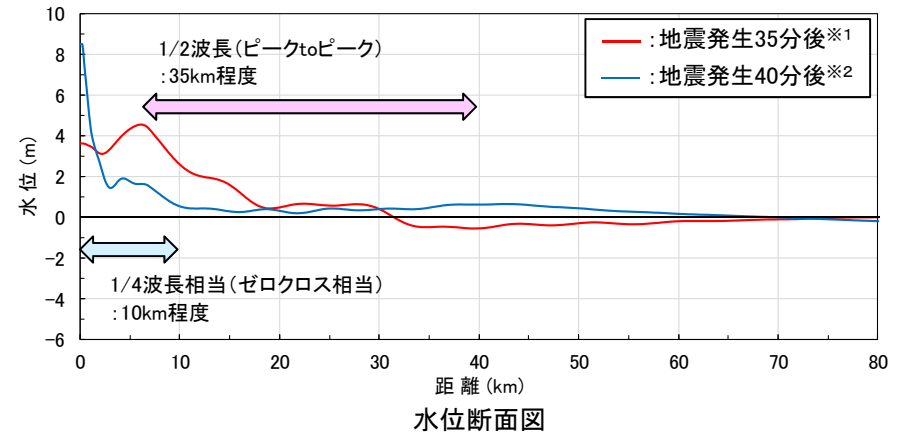
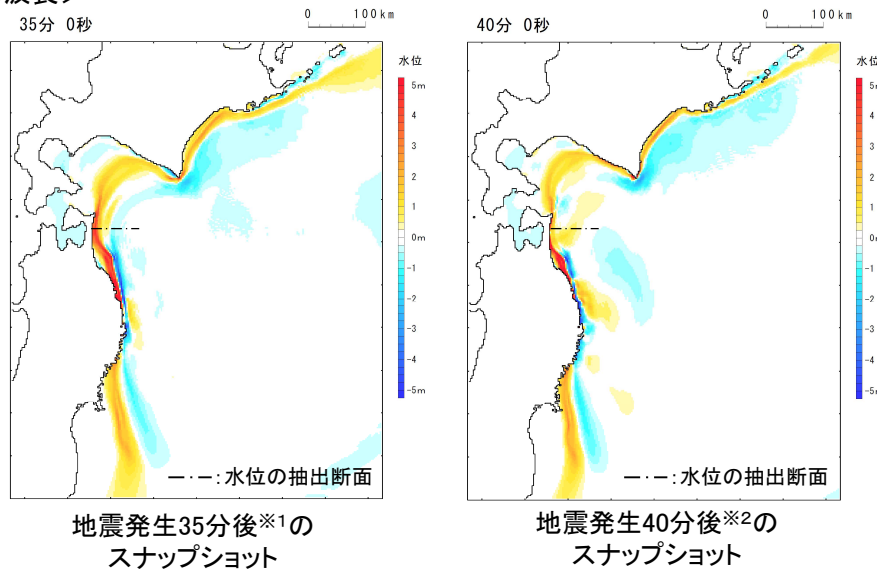
14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

14.5 発電所の津波高さに与える支配的な要因(3/5)

■特性化モデル②の津波特性

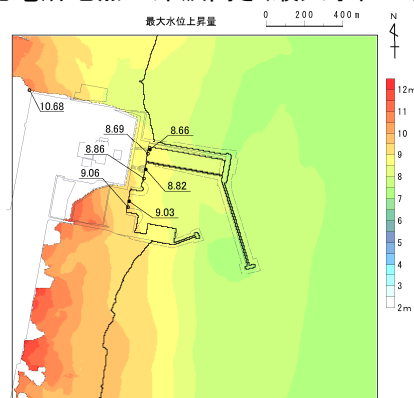
- ・ ①発電所港湾施設(取水口～防波堤堤頭部)のスケールは1km程度であるのに対して、最高水位を決定する第1波の波長は基準津波策定位置で70km程度、発電所港湾内で40km程度と長いとともに、②発電所防波堤の天端高(4～6m程度)に対して、発電所地点の津波高さは10m程度と高い。
- ・ 以上から、特性化モデル②については、発電所港湾施設や発電所周辺の微地形に対する周期特性(短周期)の影響は小さいと考えられる。

<①波長>



※1: 基準津波策定位置における最高水位発生時間
※2: 発電所地点における最高水位発生時間

<②発電所地点の津波高さ(最大水位上昇量分布)>



※1: 基準津波策定位置における最高水位発生時間
※2: 発電所地点における最高水位発生時間

(参考)水深と周期から算定される波長※3

	周期(T)	波長(λ)	1/2波長	1/4波長
基準津波策定位置 (水深:H≒100m)	15分	28.2km	14.1km	7.0km
	40分	75.1km	37.6km	18.8km
発電所港湾内 (水深:H≒10m)	15分	8.9km	4.5km	2.2km
	40分	23.8km	11.9km	5.9km

※3: 算定式 $\lambda = \sqrt{(gH)} \times T$

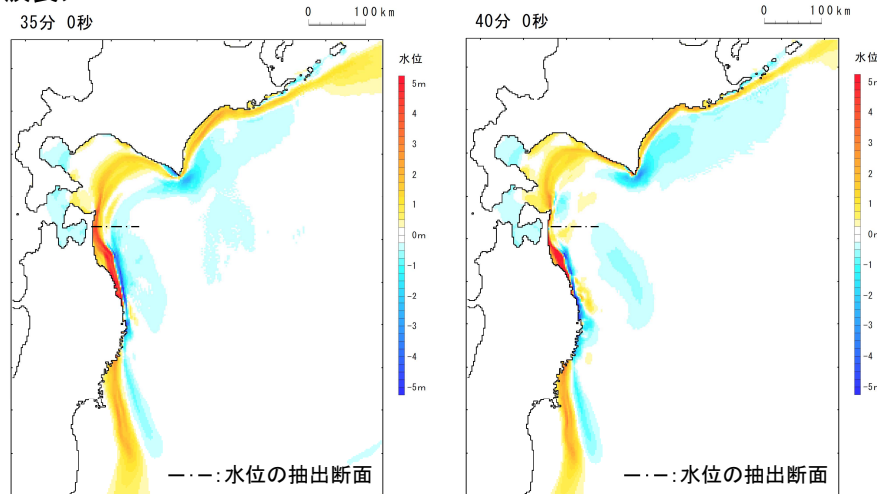
14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

14.5 発電所の津波高さに与える支配的な要因(4/5)

■特性化モデル③の津波特性

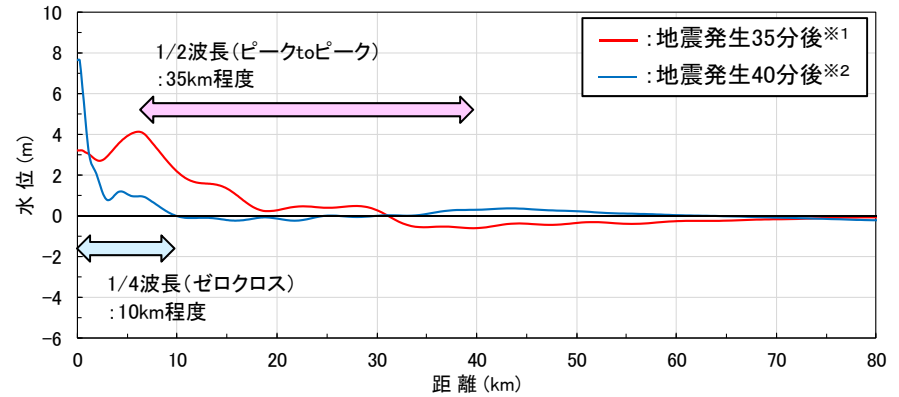
- ①発電所港湾施設(取水口～防波堤堤頭部)のスケールは1km程度であるのに対して、最高水位を決定する第1波の波長は基準津波策定位置で70km程度、発電所港湾内で40km程度と長いとともに、②発電所防波堤の天端高(4～6m程度)に対して、発電所地点の津波高さは10m程度と高い。
- 以上から、特性化モデル③については、発電所港湾施設や発電所周辺の微地形に対する周期特性(短周期)の影響は小さいと考えられる。

<①波長>



地震発生35分後※1の
スナップショット

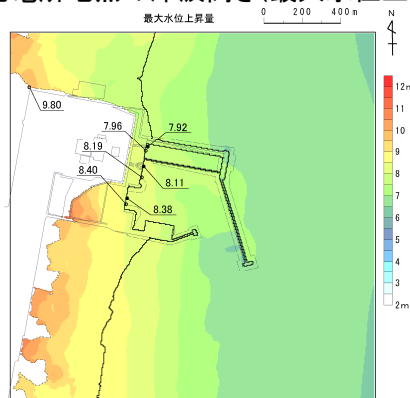
地震発生40分後※2の
スナップショット



水位断面図

※1: 基準津波策定位置における最高水位発生時間
※2: 発電所地点における最高水位発生時間

<②発電所地点の津波高さ(最大水位上昇量)>



※1: 基準津波策定位置における
最高水位発生時間
※2: 発電所地点における最高水位
発生時間

(参考) 水深と周期から算定される波長※3

	周期(T)	波長(λ)	1/2波長	1/4波長
基準津波策定位置 (水深:H≒100m)	15分	28.2km	14.1km	7.0km
	40分	75.1km	37.6km	18.8km
発電所港湾内 (水深:H≒10m)	15分	8.9km	4.5km	2.2km
	40分	23.8km	11.9km	5.9km

※3: 算定式 $\lambda = \sqrt{(gH)} \times T$

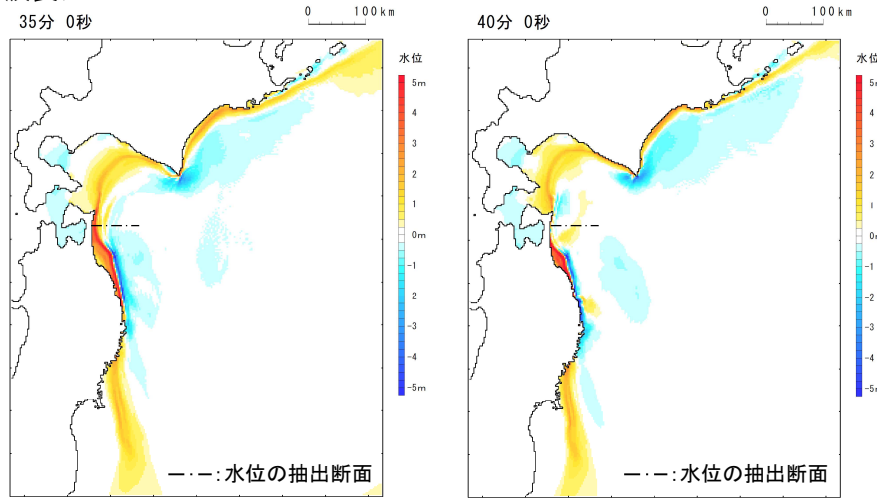
14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

14.5 発電所の津波高さに与える支配的な要因(5/5)

■特性化モデル④の津波特性

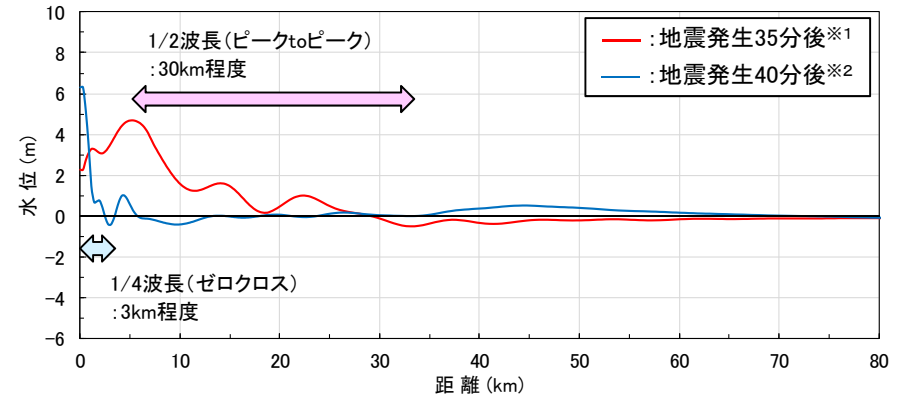
- ①発電所港湾施設(取水口～防波堤堤頭部)のスケールは1km程度であるのに対して、最高水位を決定する第1波の波長は基準津波策定位置で60km程度、発電所港湾内で12km程度と長いとともに、②発電所防波堤の天端高(4～6m程度)に対して、発電所地点の津波高さは10m程度と高い。
- 以上から、特性化モデル④については、発電所港湾施設や発電所周辺の微地形に対する周期特性(短周期)の影響は小さいと考えられる。

<①波長>



地震発生35分後※1の
スナップショット

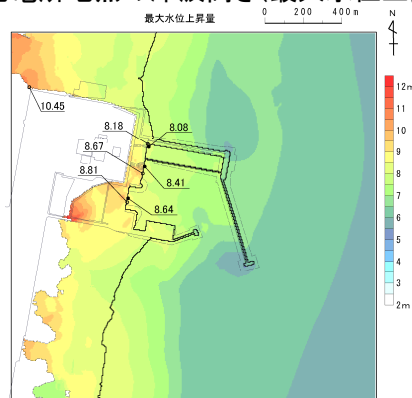
地震発生40分後※2の
スナップショット



水位断面図

※1: 基準津波策定位置における最高水位発生時間
※2: 発電所地点における最高水位発生時間

<②発電所地点の津波高さ(最大水位上昇量分布)>



※1: 基準津波策定位置における
最高水位発生時間
※2: 発電所地点における最高水位
発生時間

(参考) 水深と周期から算定される波長※3

	周期(T)	波長(λ)	1/2波長	1/4波長
基準津波策定位置 (水深:H≒100m)	15分	28.2km	14.1km	7.0km
	40分	75.1km	37.6km	18.8km
発電所港湾内 (水深:H≒10m)	15分	8.9km	4.5km	2.2km
	40分	23.8km	11.9km	5.9km

※3: 算定式 $\lambda = \sqrt{(gH)} \times T$

I. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価

14. 発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性

14. 6 まとめ

- ・ 発電所周辺はリアス海岸のような複雑な地形を呈しておらず比較的平坦な海岸線に立地するが、発電所は専用港湾施設を有するとともに、発電所周辺には岬(物見崎)等の微地形が存在する。
- ・ 連動型津波の評価にあたっては、3.11地震と同様に長周期成分が卓越する特性化モデル①②③、杉野ほか(2013)を参考に長周期に加えて、短周期の波の発生要因も考慮した特性化モデル④と周期特性が異なる複数の特性化モデルを設定しているが、上記発電所の立地的特徴を踏まえた津波評価として、周期特性の観点から特性化モデル①～④の評価で妥当であるか(充足しているか)を確認するため、発電所周辺地形及び各特性化モデルの周期特性の比較から検討した。
- ・ 検討の結果、発電所の津波高さは津波波源そのものの影響が支配的であり、発電所港湾施設や発電所周辺の微地形の影響は小さいことを確認した。これは、①発電所は比較的平坦な海岸線に立地するとともに、②最高水位を決定する第1波の波長は長く、かつ津波高さが10m程度と高いためと考えられる。
- ・ 以上から、発電所の立地的特徴を踏まえた津波評価にあたっては、特性化モデル①～④による評価で妥当である(充足している)ことを確認した。

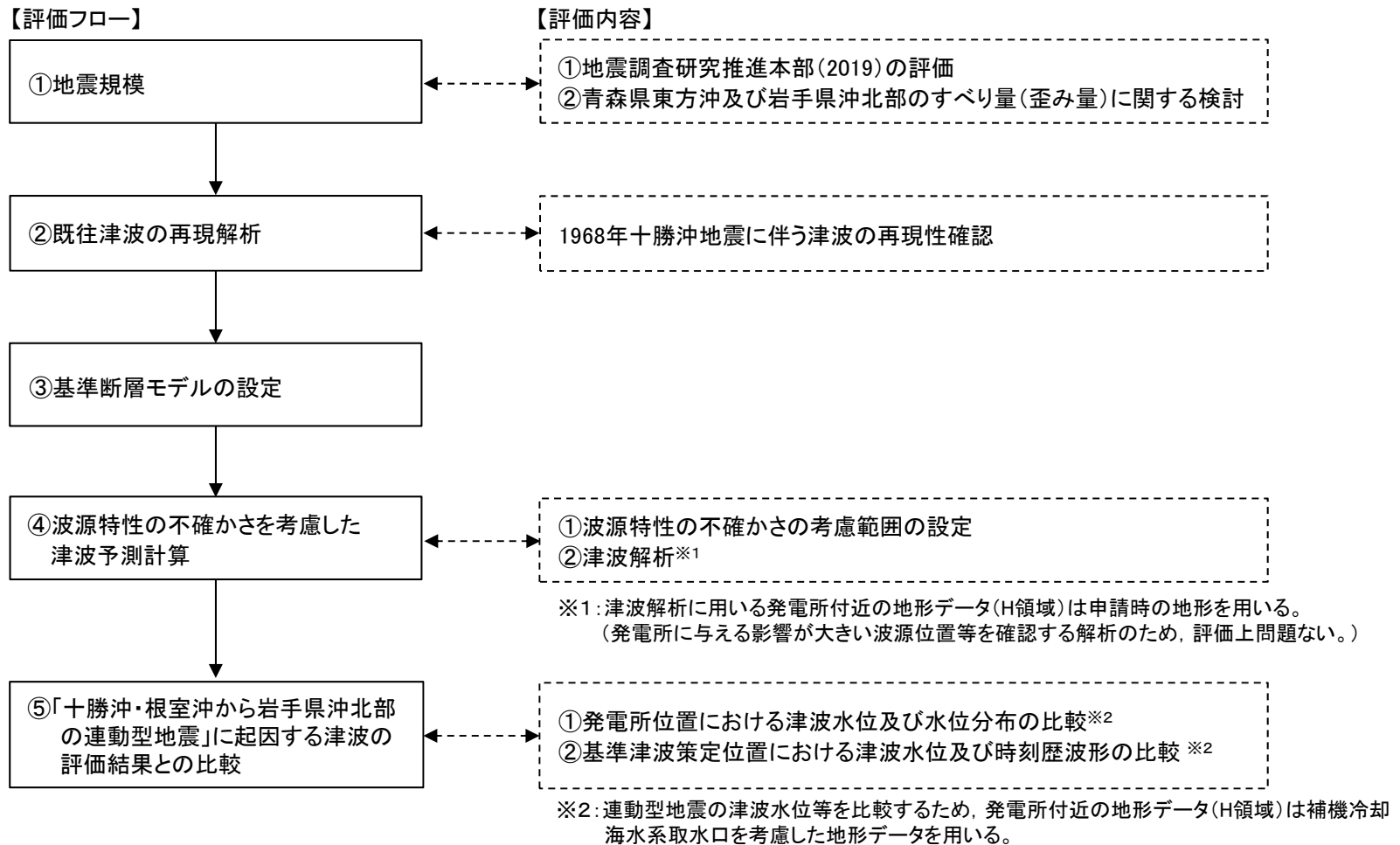
Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

1. 「プレート間地震」に起因する津波の評価
 1. 1 評価フロー
 1. 2 地震規模の設定
 1. 3 基準断層モデルの設定
 1. 4 波源特性の不確かさの考慮
2. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価結果との比較

Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価 1. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

1.1 評価フロー

・以下のフローに基づき評価を実施した。



Ⅱ.「プレート間地震」に起因する津波の評価 1.「プレート間地震」に起因する津波の評価

1.2 地震規模の設定

■地震調査研究推進本部(2019)の評価

- 地震調査研究推進本部(2019)では、次の地震の規模を過去に発生した地震(1677年・1763年・1856年・1968年)のMを参考にM7.9程度と評価している。ただし、海溝寄りまで破壊が及ぶ場合、規模が大きくなる可能性があるとしている。

次の青森県東方沖及び岩手県沖北部のプレート間巨大地震の発生確率等
(地震調査研究推進本部(2019))

項目	将来の地震発生確率等 ^{注1,3}	地震後経過率(期末) ^{注5}	備考
今後10年以内の発生確率 今後20年以内の発生確率 今後30年以内の発生確率 今後40年以内の発生確率 今後50年以内の発生確率	0.001~3% 0.2~10%* 5~30%* 30~40%* 60~70%*	0.63 0.73 0.83 0.93 1.04	BPT分布モデルに平均発生間隔97.0年及び発生間隔のばらつき $\alpha=0.11$ (データから最尤法により求めた値)~0.24(陸域の活断層に対する値(地震調査委員会,2001))を適用して発生確率を算出した。 東北地方太平洋沖地震の余効すべりによる応力変化の影響で、当該地震が発生しやすくなったと考えられるため、発生確率はより高い可能性がある。
地震後経過率(2019年1月1日時点)	0.52		経過時間約50.6年を平均発生間隔97.0年で除した値。
次の地震の規模	M7.9程度 ^{注4}		過去の地震のMを参考にして判断した。ただし、海溝寄りまで破壊が及ぶ場合、規模が大きくなる可能性がある。

注4 この報告書では、Mの数値の推定のばらつきについて、「程度」及び「前後」を使用。「程度」は「前後」よりばらつきが大きい場合に使用した。

Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価 1. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

1. 2 地震規模の設定

■青森県東方沖及び岩手県沖北部のすべり量(歪み量)に関する検討(1/2)

- 1600年以降, M8クラスの地震が4回発生している(1677年, 1763年, 1856年, 1968年)。これら地震を, 地震調査研究推進本部(2019)は, 平均発生間隔約97.0年で繰り返し発生する地震として評価している。
- Yamanaka and Kikuchi(2004), 永井ほか(2001)は, アスペリティ分布の解析から, 三陸沖北部のアスペリティ(下右図:AとB)のうち, 1968年の地震と1994年の地震の共通アスペリティ(下右図:B)のカップリング率はほぼ100%であるとしている。また, 個々のアスペリティが単独で動けばM7クラスの地震(=1994年)を, 連動するとM8クラスの地震(=1968年)を引き起こすとしている。

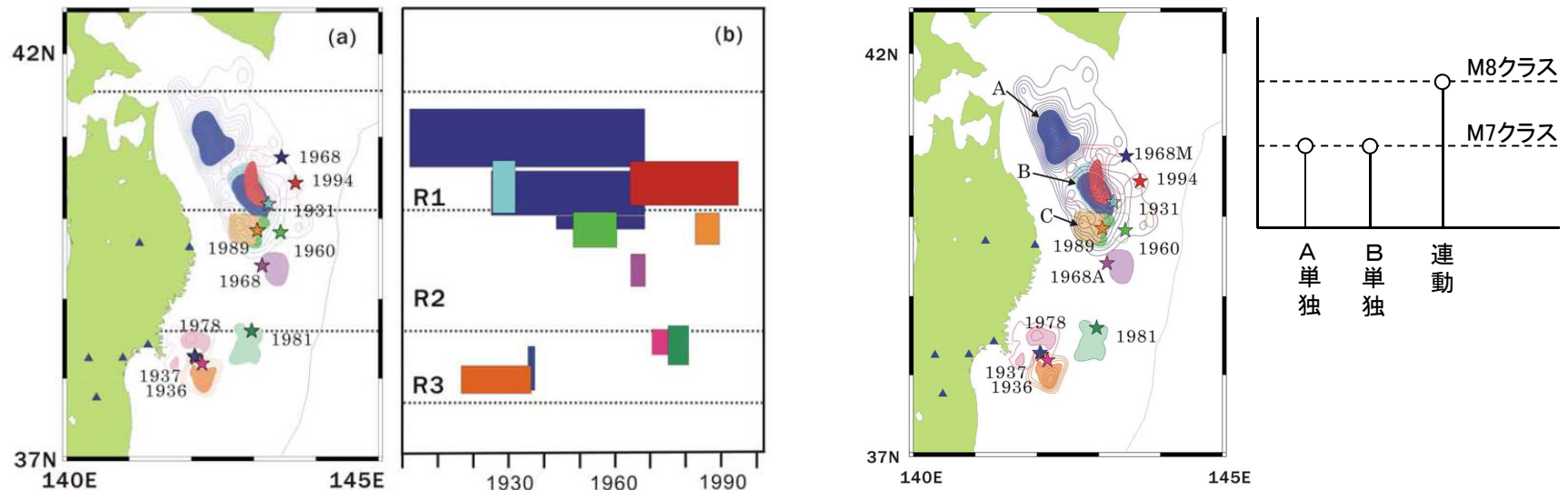


Figure 10. (a) Asperity map. (b) Space-time distribution of the seismic moment release based on the slip-predictable model. The width of the rectangle indicates the moment accumulation given by time D_a/V_{plate} , where D_a is the average seismic slip in asperities and $V_{plate} = 0.1 \text{ m yr}^{-1}$.

(Yamanaka and Kikuchi(2004))

アスペリティの活動パターンと地震規模の関係
(Yamanaka and Kikuchi(2004), 永井ほか(2001))

Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価 1. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

1. 2 地震規模の設定

■青森県東方沖及び岩手県沖北部のすべり量(歪み量)に関する検討(2/2)

- 青森県東方沖及び岩手県沖北部で繰り返し発生するM8クラスの地震の平均発生間隔(A)・既往地震のすべり量(B)の関係と、プレートの沈み込み速度・カッピング係数から算定されるすべり(歪み)の蓄積量(C)を比較した結果、両者には調和的な関係がある。

【平均発生間隔(A)】

- 約97.0年

青森県東方沖及び岩手県沖北部の繰り返し発生するプレート間地震の発生間隔等(地震調査研究推進本部(2019))

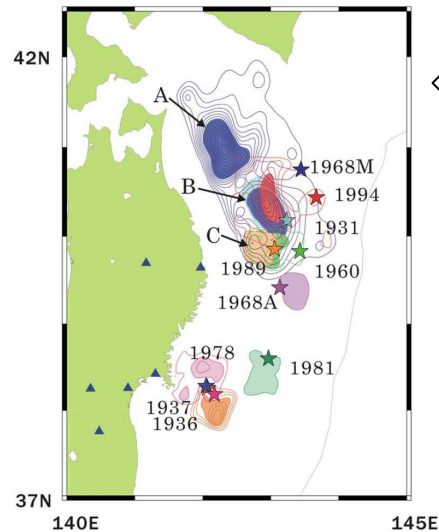
表3-2 青森県東方沖及び岩手県沖北部のプレート間大地震の発生領域、震源域の形態、発生間隔等

項目	特性	根拠
(1)地震の発生領域の目安	図1の当該領域。	震源域は、1968年十勝沖地震についてのアスペリティモデル(永井・他, 2001)、過去のほかの震源モデル(永井・他, 2001)、過去のほかの震源モデル、余震分布等を参照して、総合的に判断した。
(2)震源域の形態	陸側のプレートと太平洋プレートの境界面。低角逆断層型。	
(3)震源域	深さは、約60km以浅。	
(4)震源断層面における平均的なすべりの向き	約N112°E (陸側のプレートの太平洋プレートに対するすべりの向き)	太平洋プレートの陸側のプレートに対する相対運動方向(DeMets et al. 2010)から推定した。
(5)発生間隔等	平均発生間隔 97.0年 (BPT分布モデルを仮定した場合におけるばらつき α は0.11) 最新発生時期(1968年5月16日)から2019年1月1日現在までの経過時間 約50.6年	1677年・1763年・1856年・1968年に当該領域において発生した、津波被害を伴った地震について、平均発生間隔を算術平均で求めた。

【1968年十勝沖地震のすべり量(B)】

各アスペリティのすべり量(永井ほか(2001))

- アスペリティA: 9.3m
- アスペリティB: 6.5m*

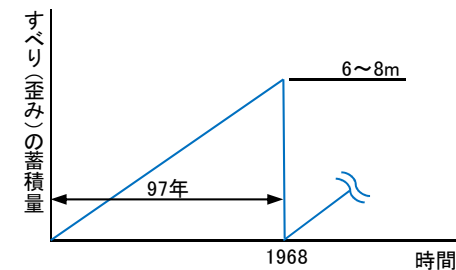


アスペリティ位置
(Yamanaka and Kikuchi(2004))



【すべり(歪み)の蓄積量(C)】

- プレートの沈み込み速度: 6.2-8.1cm/年 (McCaffrey(2008))
- カッピング係数: 1.0(地震学的) (Yamanaka and Kikuchi(2004))
- すべり(歪み)の蓄積量: ①(6.2-8.1cm/年) × 97年 × ②(=1) = 6~8m



※:アスペリティBは、1968年十勝沖地震以外の地震でもすべりを生じることからアスペリティAと比較して、すべり量が小さい。

以上から、青森県東方沖及び岩手県沖北部の固着域で蓄積する歪みの量には限度があると考えられ、青森県東方沖及び岩手県沖北部で繰り返し発生するM8クラスの地震のうち1968年十勝沖地震に伴うすべり量は最大規模と評価される。

Ⅱ.「プレート間地震」に起因する津波の評価 1.「プレート間地震」に起因する津波の評価

1.2 地震規模の設定

■まとめ

- 地震調査研究推進本部(2019)において次の地震の規模を過去に発生した地震の規模と評価していること、並びに青森県東方沖及び岩手県沖北部におけるすべり量(歪み量)に関する検討から1968年十勝沖地震に伴うすべり量は最大規模と評価されることを踏まえ、基準断層モデルの地震規模は、1968年十勝沖地震に伴う津波を再現するモデル(Mw8.41)を上回るMw8.45を考慮する。

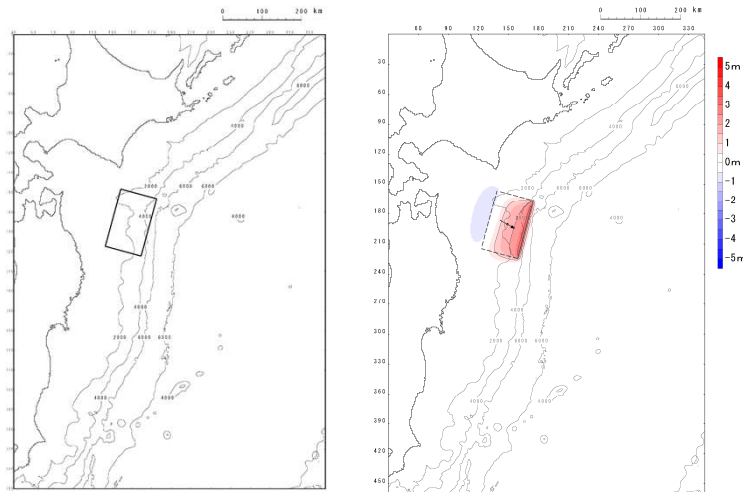
II. 「プレート間地震」に起因する津波の評価 1. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

1.3 基準断層モデルの設定

■ 既往津波の再現解析

【再現モデルの設定】

- 土木学会(2016)等を参考として、1968年十勝沖地震に伴う津波の再現モデルを設定した。



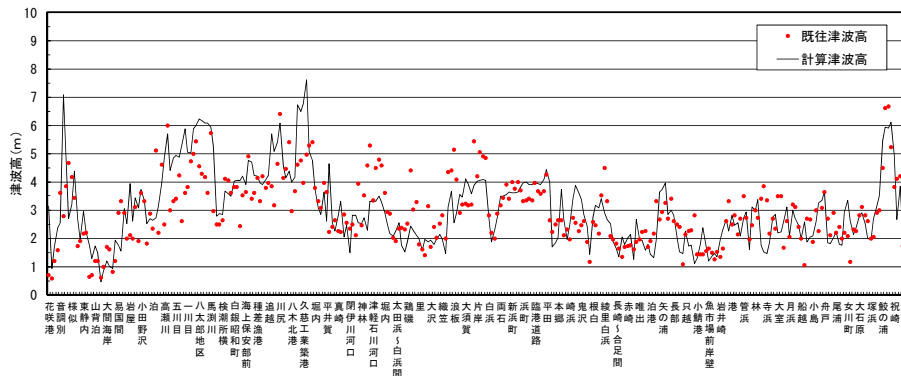
再現モデルの波源位置

地殻変動量分布

断層パラメータ		設定方法	設定値
モーメントマグニチュード	Mw	$(\log M_0 - 9.1) / 1.5$	8.41
長さ	L(km)	土木学会(2016)	150
幅	W(km)	土木学会(2016)	100
剛性率	μ (N/m ²)	土木学会(2016)	5.0×10^{10}
すべり量	D _{max} (m)	土木学会(2016)を基本として、再現性が確認できるすべり量に補正。	6.90
地震モーメント	Mo(N・m)	μ LWD	5.18×10^{21}
走向	θ (°)	土木学会(2002)を基本として、再現性が確認できる走向に補正。	195
断層上縁深さ	d(km)	土木学会(2002)	6
傾斜角	δ (°)	土木学会(2016)	20
すべり角	λ (°)	土木学会(2016)を基本として、再現性が確認できるすべり角に補正。	76
ライズタイム	τ (s)	相田(1986)	60

【再現性の確認結果※】

- 土木学会(2016)の目安 ($0.95 < K < 1.05$, $\kappa < 1.45$) を満足しており、各断層パラメータの設定値が妥当であることを確認した。



既往津波	K	κ	n	既往津波高
1968年十勝沖地震に伴う津波	0.97	1.39	297	岸(1969)

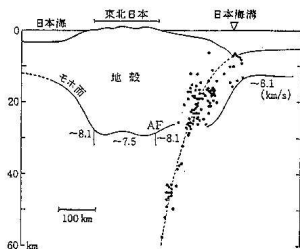
※: 再現性の確認に用いた計算条件等の詳細は、補足説明資料「VII. 計算条件等 3. 既往津波の再現解析」に記載。

II. 「プレート間地震」に起因する津波の評価 1. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

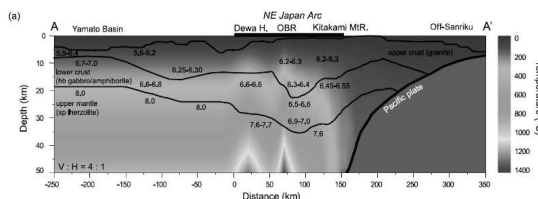
1.3 基準断層モデルの設定

■ 既往津波の再現解析：剛性率の設定

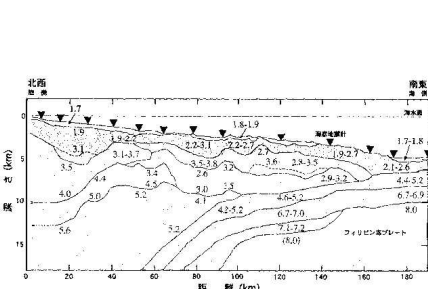
- 土木学会 (2016) 等を参考として、 $5.0 \times 10^{10} (\text{N/m}^2)$ とした。



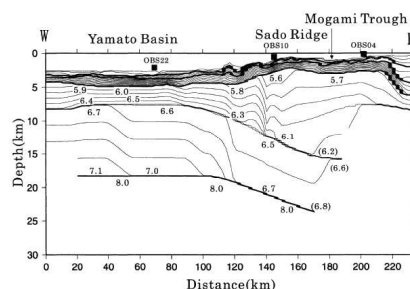
(a) 東北日本周辺 (吉井, 1977)



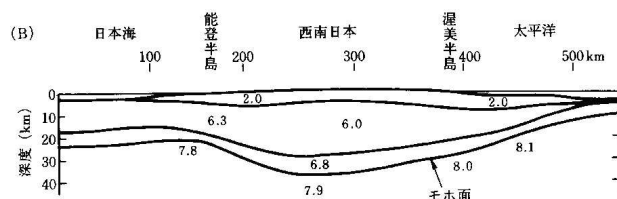
(b) 東北日本周辺 (武藤・大園, 2012) (日本地質学会)



(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研究例(土木学会(2016))

Vp/Vs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	堀内ら(1977) マンタ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)			高波ら(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Vp, Vsから求めた値
四国	(1.58-1.65) 1.73	1.75	1.73	岡野・木村(1983) ()内は表層の値
飛騨周辺	1.67±0.01			
長野県	1.69±0.01			
北関東	1.71±0.01			橋田・鶴川(1995)
甲府周辺	1.69±0.01			
富士箱根	1.69~1.78			
甲府周辺	1.66~1.71			
日光付近	1.682±0.016	1.686*	1.90	大東・伊藤(1995)
長野県西部	1.700±0.053	1.686*		*は真のVp, Vsから求めた値
兵庫県南部	1.680±0.023	1.76*	1.76*	

震源付近の媒質の剛性率(土木学会(2016))

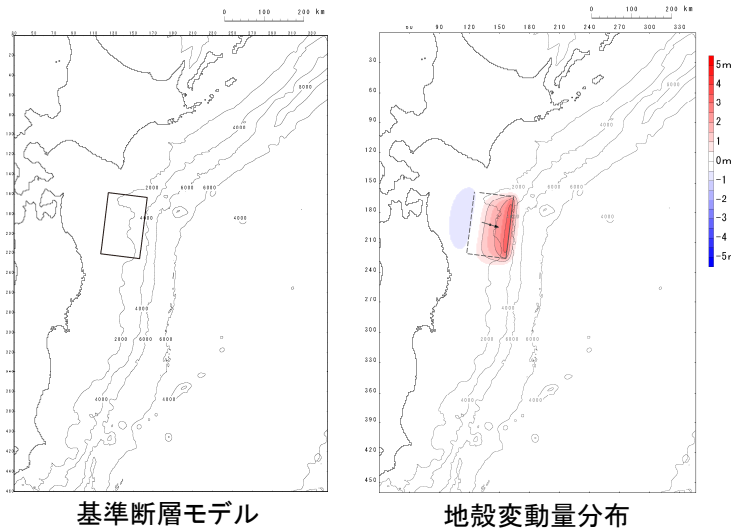
海域	根拠	剛性率
<ul style="list-style-type: none"> 西南日本陸側プレート内 日本海東縁部 プレート境界浅部 (断層面全体が深さ20km以浅に存在する場合) 	$Vp=6.0\text{km/s}$ $Vp/Vs=1.6\sim 1.7$ $\rho=2.7\sim 2.8\text{g/cm}^3$ とすれば, $\mu=3.36\times 10^{10}\sim 3.94\times 10^{10}\text{N/m}^2$ となる。この中間的値とする。	$3.5\times 10^{10}\text{N/m}^2$ $(3.5\times 10^{11}\text{dyne/cm}^2)$
<ul style="list-style-type: none"> 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) 	$Vp=8.0\sim 8.1\text{km/s}$ $Vp/Vs=1.75\sim 1.80$ $\rho=3.2\sim 3.5\text{g/cm}^3$ とすれば, $\mu=6.31\times 10^{10}\sim 7.50\times 10^{10}\text{N/m}^2$ となる。この中間的値とする。	$7.0\times 10^{10}\text{N/m}^2$ $(7.0\times 10^{11}\text{dyne/cm}^2)$
<ul style="list-style-type: none"> 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。	$5.0\times 10^{10}\text{N/m}^2$ $(5.0\times 10^{11}\text{dyne/cm}^2)$

II. 「プレート間地震」に起因する津波の評価 1. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

1.3 基準断層モデルの設定

■ 基準断層モデルの設定

- 基準断層モデルの地震規模(Mw)は、地震調査研究推進本部(2019)の評価、並びに三陸沖北部におけるすべり量(歪み量)に関する検討結果を踏まえ、1968年十勝沖地震に伴う津波を再現するモデル(Mw8.41)を基本として、これを上回るよう土木学会(2016)を参考にMw8.45にスケールアップして設定した。
- 波源位置は、活動域(青森県東方沖及び岩手県沖北部)の中央位置に設定した。



諸元

断層パラメータ		設定方法	設定値
モーメントマグニチュード	Mw	$(\log M_0 - 9.1) / 1.5$	8.45
長さ	L(km)	既往津波の痕跡高を再現できる断層モデルに、Mwに関連する断層パラメータのスケールアップ則(長さ・幅の限界なし)を適用して設定。	157
幅	W(km)		105
すべり量	D(m)		7.23
剛性率	μ (N/m ²)	既往津波再現モデルに基づき設定。	5.0×10^{10}
地震モーメント	Mo (N・m)	μ LWD	5.96×10^{21}
走向	θ (°)	日本海溝の形状に合わせて設定。	195
断層上縁深さ	d(km)	プレート境界面の深さに合わせて設定。	12
傾斜角	δ (°)	既往津波再現モデルに基づき設定。	20
すべり角	λ (°)	走向とすべり方向に基づき設定。	80
ライズタイム	τ (s)	既往津波再現モデルに基づき設定。	60

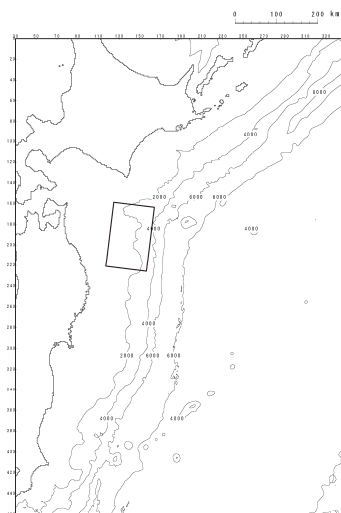
Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価 1. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

1.4 波源特性の不確かさの考慮

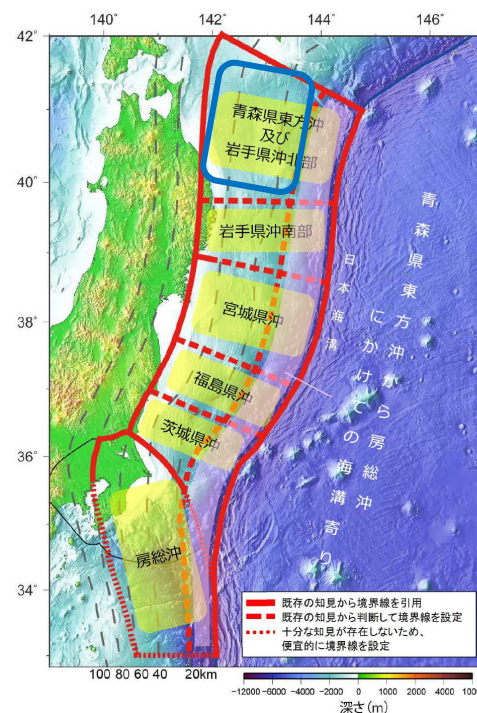
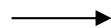
■基本方針

- ・ 土木学会(2016)を参考として、断層モデルの諸条件のうちプレート間地震の特性上不確実性が存在する断層パラメータの不確かさを考慮する。
- ・ 波源位置は、青森県東方沖及び岩手県沖北部の領域のうちプレート境界浅部(津波地震発生領域)以外のどこでも発生するものとして設定する。

【波源位置の不確かさを考慮する領域】



基準断層モデル



地震調査研究推進本部(2019)に一部加筆

【各断層パラメータの不確かさ考慮】

【概略パラメータスタディ】

項目	変動範囲
位置	南北方向: 基準, 北へ21.5km, 南へ21.5km移動 東西方向: 基準, 東へ33km, 西へ33km移動
走向	基準, 基準±10°

【詳細パラメータスタディ】

項目	変動範囲
傾斜角	基準, 基準±5°
すべり角	基準, 基準±10°

Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価 1. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

1. 4 波源特性の不確かさの考慮

■ 概略・詳細パラメータスタディ

- 土木学会(2016)を参考として、位置及び走向を変動させた概略パラメータスタディを実施し、各評価位置で水位上昇量及び水位下降量が最大となるケースについて、傾斜角及びすべり角を変動させた詳細パラメータスタディを実施した。

- 各パラメータの変動範囲については、土木学会(2002)を参考に設定※した。

※:土木学会(2002)では、プレート間逆断層地震のハーバードCMTによる発震機構解(1976.1~2000.1に発生したMw6.0以上、深さ60km以下の地震)及び既往の断層モデルのばらつきから変動範囲を設定。

【概略パラメータスタディ】

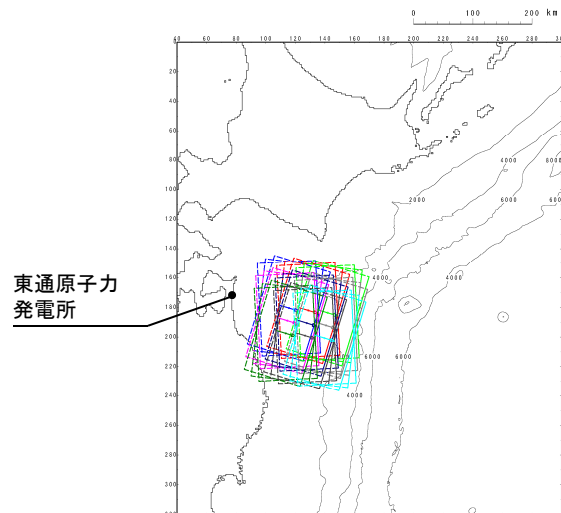
項目	変動範囲
位置	南北方向:基準, 北へ21.5km, 南へ21.5km移動 東西方向:基準, 東へ33km, 西へ33km移動
走向	基準, 基準±10°

最大水位上昇量・
下降量決定ケース



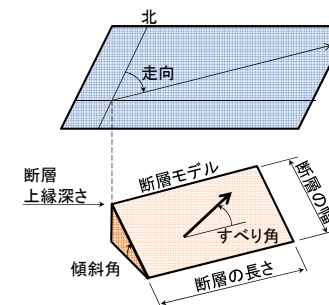
【詳細パラメータスタディ】

項目	変動範囲
傾斜角	基準, 基準±5°
すべり角	基準, 基準±10°



概略パラメータスタディ

(参考)断層パラメータ



Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価 1. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

1. 4 波源特性の不確かさの考慮

■概略パラメータスタディ結果

- 各評価位置における最大水位上昇量, 最大水位下降量を以下に示す。

【水位上昇側】

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)		備考
位置	走向	敷地前面		
南北: 北へ21.5km 東西: 西へ33km	基準-10°	4.14		
	基準	4.24		
	基準+10°	3.80		
南北: 北へ21.5km 東西: 基準	基準-10°	4.04		
	基準	4.10		
	基準+10°	3.95		
南北: 北へ21.5km 東西: 東へ33km	基準-10°	4.53		
	基準	4.61		
	基準+10°	4.58		
南北: 基準 東西: 西へ33km	基準-10°	3.50		
	基準	3.60		
	基準+10°	3.59		
南北: 基準 東西: 基準	基準-10°	3.57		
	基準	3.55		
	基準+10°	3.57		
南北: 基準 東西: 東へ33km	基準-10°	4.40		
	基準	4.40		
	基準+10°	4.33		
南北: 南へ21.5km 東西: 西へ33km	基準-10°	2.96		
	基準	2.98		
	基準+10°	2.91		
南北: 南へ21.5km 東西: 基準	基準-10°	3.08		
	基準	3.02		
	基準+10°	3.05		
南北: 南へ21.5km 東西: 東へ33km	基準-10°	4.16		
	基準	4.14		
	基準+10°	4.21		

【水位下降側】

パラメータの変動範囲		最大水位下降量(m)		備考
位置	走向	取水口前面		
南北: 北へ21.5km 東西: 西へ33km	基準-10°	-3.19		
	基準	-3.48		
	基準+10°	-3.82		
南北: 北へ21.5km 東西: 基準	基準-10°	-3.97		
	基準	-4.06		
	基準+10°	-4.11		
南北: 北へ21.5km 東西: 東へ33km	基準-10°	-4.39		
	基準	-4.38		
	基準+10°	-4.31		
南北: 基準 東西: 西へ33km	基準-10°	-3.33		
	基準	-3.61		
	基準+10°	-3.79		
南北: 基準 東西: 基準	基準-10°	-4.16		
	基準	-4.31		
	基準+10°	-4.27		
南北: 基準 東西: 東へ33km	基準-10°	-4.63		
	基準	-4.58		
	基準+10°	-4.54		
南北: 南へ21.5km 東西: 西へ33km	基準-10°	-3.54		
	基準	-3.82		
	基準+10°	-3.92		
南北: 南へ21.5km 東西: 基準	基準-10°	-4.04		
	基準	-4.22		
	基準+10°	-4.24		
南北: 南へ21.5km 東西: 東へ33km	基準-10°	-4.43		
	基準	-4.48		
	基準+10°	-4.55		

Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価 1. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

1.4 波源特性の不確かさの考慮

■ 詳細パラメータスタディ結果

- 各評価位置における最大水位上昇量, 最大水位下降量を以下に示す。

【水位上昇側】

パラメータの変動範囲				最大水位上昇量 (m)		備考
位置	走向	傾斜角	すべり角	敷地前面		
南北: 北へ21.5km 東西: 東へ33km	基準	基準-5°	基準-10°	4.68	決定ケース	
			基準	4.72		
			基準+10°	4.63		
		基準	基準-10°	4.55		
			基準	4.61		
			基準+10°	4.54		
		基準+5°	基準-10°	4.57		
			基準	4.50		
			基準+10°	4.45		

【水位下降側】

パラメータの変動範囲				最大水位下降量 (m)		備考
位置	走向	傾斜角	すべり角	取水口前面		
南北: 基準 東西: 東へ33km	基準-10°	基準-5°	基準-10°	-4.18	決定ケース	
			基準	-4.30		
			基準+10°	-4.34		
		基準	基準-10°	-4.51		
			基準	-4.63		
			基準+10°	-4.67		
		基準+5°	基準-10°	-4.72		
			基準	-4.82		
			基準+10°	-4.87		

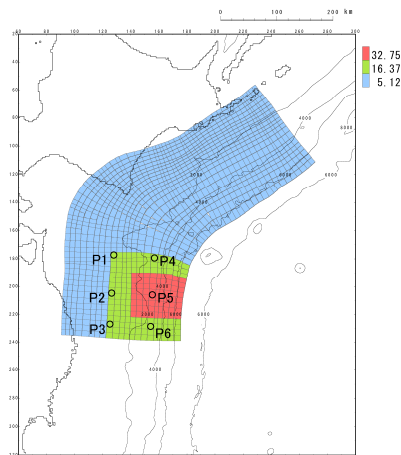
Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

2. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価結果との比較

■ 検討方針

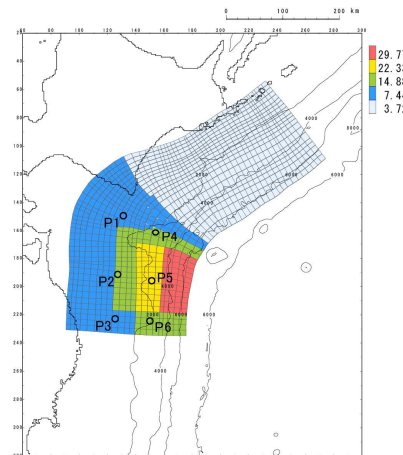
- プレート間地震と比較する「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波は、水位上昇側決定ケースの基準断層モデル①、水位下降側決定ケースの基準断層モデル③とした。
- 上記比較は、①発電所位置における津波水位及び水位分布、②施設からの反射波の影響が微小となる基準津波策定位置における津波水位及び時刻歴波形を比較する。

【十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震】に起因する津波】



基準断層モデル①

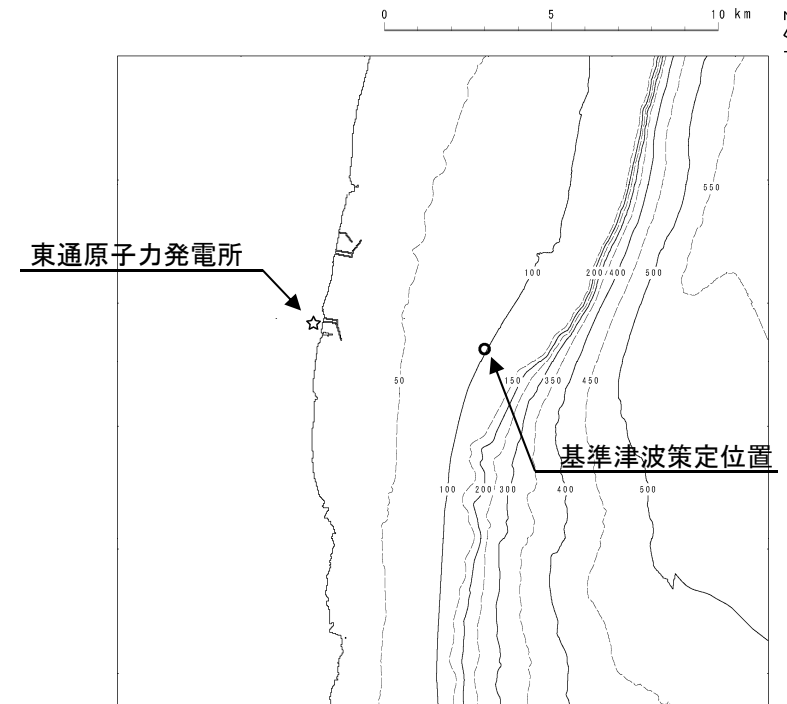
- ・破壊開始点位置:P6
- ・破壊伝播速度:2.0(km/s)
- ・ライズタイム:60(s)



基準断層モデル③

- ・破壊開始点位置:P1
- ・破壊伝播速度:1.0(km/s)
- ・ライズタイム:60(s)

【基準津波の策定位置】



Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

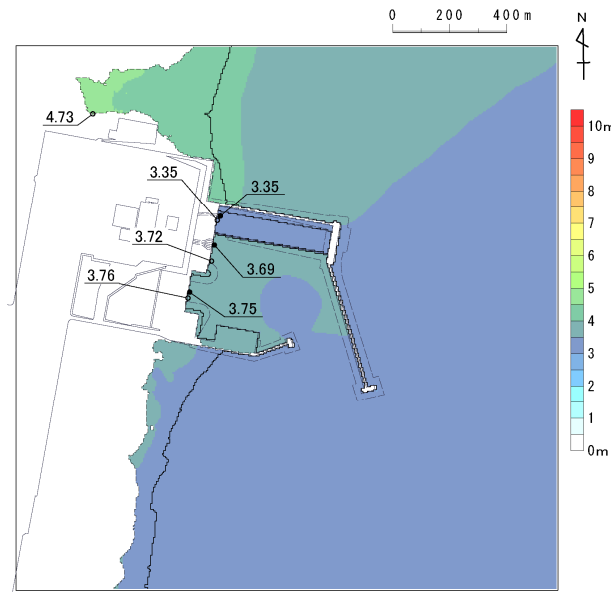
2. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価結果との比較

■ 発電所位置における比較結果: 水位上昇側

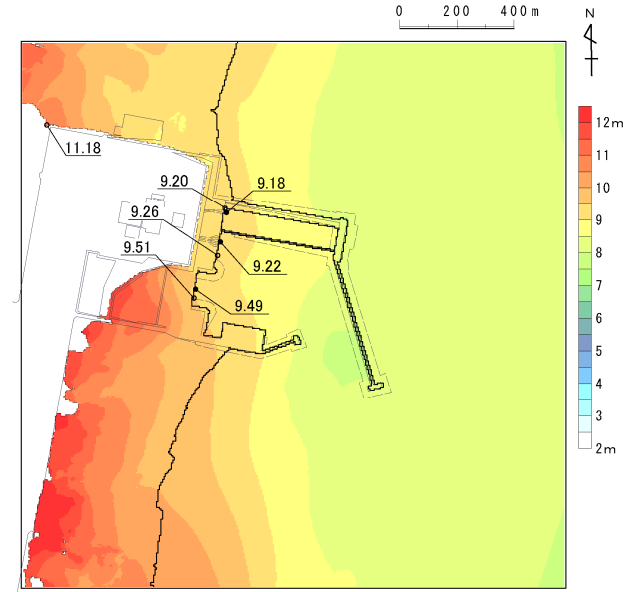
- 発電所位置におけるプレート間地震の津波水位は、「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の津波水位よりも小さく、同連動型地震の評価に包含されることを確認した。

	最大水位上昇量 (m)			
	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
プレート間地震	4.73	3.72	3.76	3.35
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)	11.18	9.26	9.51	9.20

【最大水位上昇量分布】



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)

Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

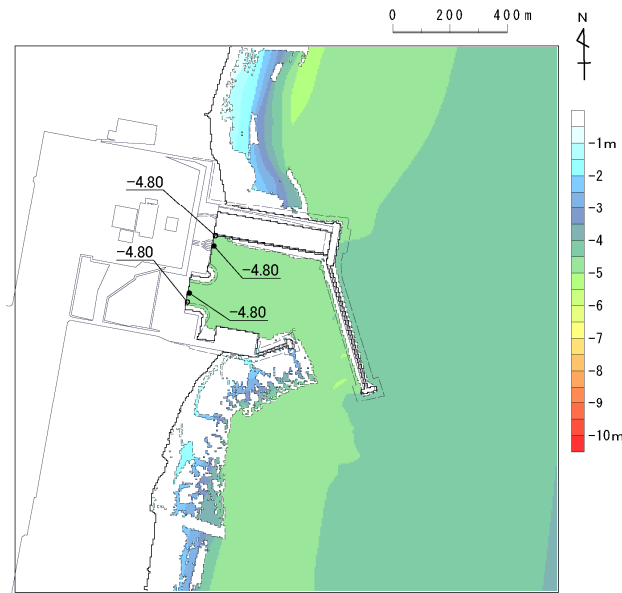
2. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価結果との比較

■ 発電所位置における比較結果: 水位下降側

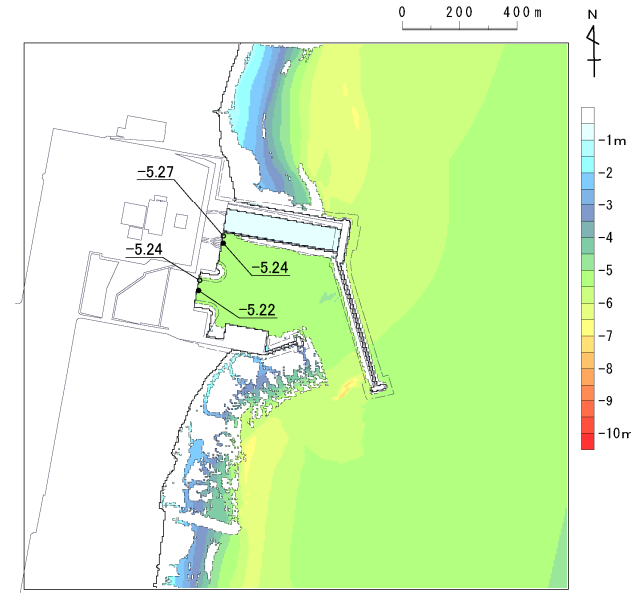
- 発電所位置におけるプレート間地震の津波水位は、「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の津波水位よりも小さく、同連動型地震の評価に包含されることを確認した。

	最大水位下降量(m)
	補機冷却海水系取水口前面
プレート間地震	-4.80
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)	-5.24

【最大水位下降量分布】



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③)

Ⅱ. 「プレート間地震」に起因する津波の評価

2. 「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価結果との比較

■ 基準津波策定位置における比較結果

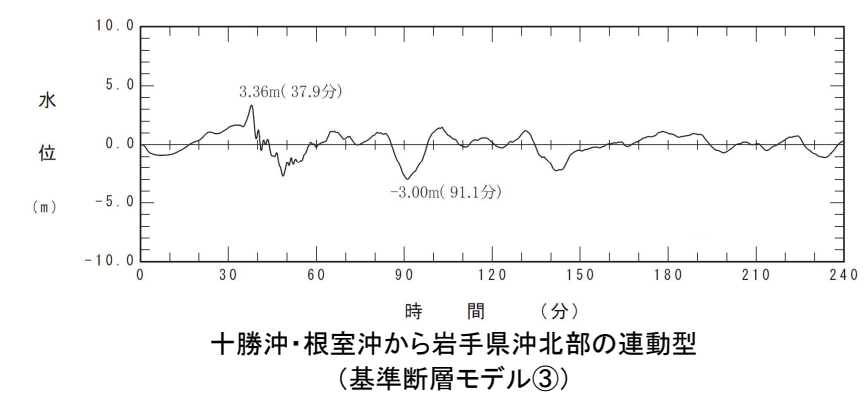
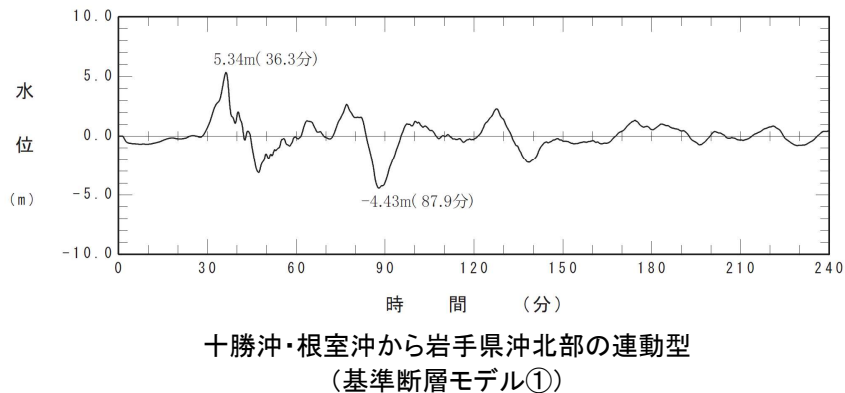
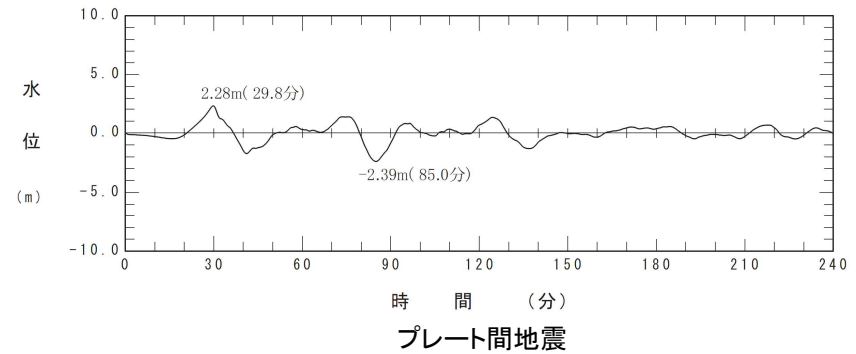
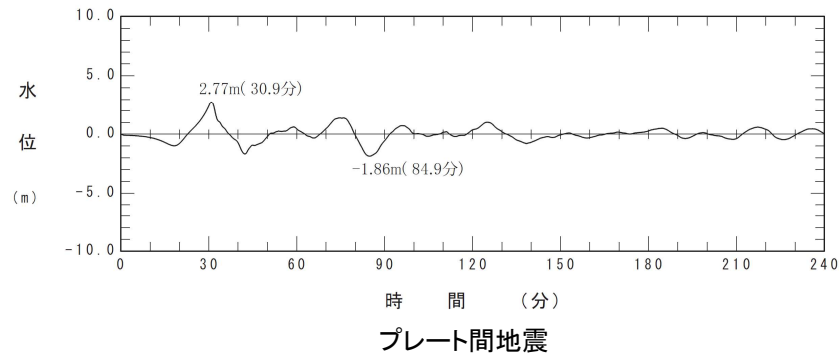
- 基準津波策定位置におけるプレート間地震の津波水位は、「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の津波水位よりも小さく、同連動型地震の評価に包含されることを確認した。

【水位上昇側】

	最大水位上昇量 (m)
プレート間地震	2.77
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)	5.34

【水位下降側】

	最大水位下降量 (m)
プレート間地震	-2.39
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)	-3.00



Ⅱ.「プレート間地震」に起因する津波の評価

2.「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の評価結果との比較

■まとめ

- ・ 以上より、プレート間地震の津波水位は「十勝沖・根室沖から岩手県沖北部の連動型地震」に起因する津波の津波水位よりも小さく、同連動型地震の評価に包含されることを確認したことから、影響検討用として位置付けを変更する。

Ⅲ. 「津波地震」に起因する津波の評価

1. 阿部(2003)及び M_t と M_w の関係
2. 概略パラメータスタディ結果

Ⅲ. 「津波地震」に起因する津波の評価

1. 阿部(2003)及びMtとMwの関係: 阿部(2003)の知見

- 阿部(2003)は、1896年明治三陸地震津波のMtに係る既往知見を次のとおり再整理した。

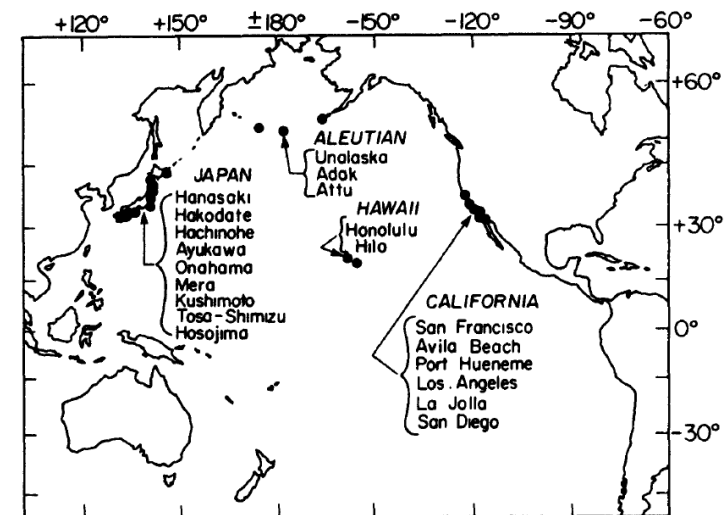
- 1896年明治三陸地震津波のMtは従来8.2と求められていたが(阿部(1988)), 用いたデータの少なさ^{※1}や遡上高からみると過小評価されているように見える。
- 遡上高の平均値に阿部(1999)のMt決定法を適用すると9.0が求められるが、この値は過大評価気味である。
- そこで今後は、環太平洋の計器観測(検潮儀記録)を重視して、Abe(1979)により海外のデータから求められた8.6を採用する。

※1: 計算に使用されたデータは、花咲・鮎川・銚子の検潮記録であるが、検潮儀の特性からみると、非常に大きな津波が波源近くで線形に記録されていないことも十分に考えられる。

日本周辺の特に顕著な津波地震(1498年~2002年)^{※2}
(阿部(2003)に一部加筆)

年.月.日	緯度	経度	地域	M_t	M_s
1596.9.4	33.3	131.6	別府湾	8.0	(7.0)
1605.2.3	33.5	138.5	慶長東海南海	8.2	(7.9)
1611.12.2	39.0	144.0	三陸沖	8.4	(8.1)
1677.11.4	35.0	141.5	房総沖	8.0	(8.0)
1741.8.29	41.6	139.4	渡島半島沖	8.4	-
1771.4.24	24.0	124.3	八重山諸島	8.5	(7.4)
1792.5.21	32.8	130.3	島原湾	7.5	(6.4)
1896.6.15	39.5	144.0	岩手県沖	8.6	7.2
1975.6.10	42.8	148.2	色丹島沖	7.9	6.8
1984.6.13	31.4	139.8	鳥島近海	7.3	5.4
1996.9.5	31.4	140.0	鳥島近海	7.5	5.7

※2: 出典は、Abe(1985)、阿部(1999)及び本稿(阿部(2003))。カッコ内は宇津(1999)による値。



環太平洋の計器観測位置
(Abe(1979))

Ⅲ. 「津波地震」に起因する津波の評価

1. 阿部(2003)及びMtとMwの関係: MtとMwの関係

- 津波マグニチュード(Mt)は、地震の規模を表すマグニチュード(M)の決定式にならって、検潮儀で観測された津波の最大振幅(または痕跡高)と、観測点から震央までの距離(伝播距離)から算定される津波の大きさを表す指標であり、国内外で発生した数多くの津波に対して、モーメントマグニチュード(Mw)と合致する(Abe(1979, 1981, 1985), 阿部(1988, 1999))。
- ただし、津波地震は地震規模の割に異常に大きな津波を引き起こす地震であり(Kanamori(1972)), MtからMwを推定することはできない(阿部(1999))。

1. 検潮儀記録を用いた定義式

(1) 近地津波の観測記録を対象とした定義式(Abe(1981))

$$M_t = \log H + \log \Delta + 5.80$$

$$M_t = \log H_2 + \log \Delta + 5.55$$

H : 検潮儀記録に基づく津波の最大片振幅(m)

H₂ : 検潮儀記録に基づく津波の最大全振幅(m)

Δ : 震央から観測点までの海洋上最短距離(km)

(2) 太平洋地域の津波の観測記録を対象とした定義式(Abe(1979))

$$M_t = \log H + 9.1 + \Delta C$$

H : 検潮儀記録に基づく津波の最大片振幅(m)

ΔC : 津波の発生場所と観測点との組合せで決定する補正值

ΔCの値(Abe(1979))

Source Region	ΔC				
	Honolulu	Hilo	California	Japan	Aleutian
A: Peru, Chile	+0.2	-0.6	+0.2	0.0	+0.2
B: Alaska, Aleutian	+0.1	0.0	+0.2	+0.3	...
C: Kamchatka, Kurile, Japan	0.0	-0.4	+0.1	-0.2*	-0.2
Whole Region	+0.1	-0.3	+0.2	0.0	0.0

M_t = log H + C + ΔC (H is in meters, C = 9.1).

*Except for Japan region.

2. 痕跡高を用いた定義式(阿部(1999))

$$M_t = 2 \log H_m + 6.6$$

$$M_t = 2 \log H_{max} + 6.0$$

H_m : 区間平均高の最大値(最大区画平均高)(m)

H_{max} : 全域の最大津波高(m)

3. MtとMwの関係※

※: 津波地震は除く。

$$M_t = M_w$$

(太平洋側, Abe(1985))

$$M_t = M_w + 0.2$$

(日本海側, 検潮儀記録を用いてMtを求めた場合, Abe(1985))

$$M_t = M_w + 0.4$$

(日本海側, 痕跡高を用いてMtを求めた場合, 阿部(1999))

Ⅲ.「津波地震」に起因する津波の評価

2. 概略パラメータスタディ結果

■日本海溝沿い

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系 取水口前面
基準 (日本海溝北端)	基準-5°	6.37	-4.05
	基準	6.66	-4.09
	基準+5°	7.25	-4.13
	基準+10°	8.00	-4.16
南へ10km 移動	基準-5°	6.10	-4.07
	基準	6.53	-4.08
	基準+5°	6.75	-4.11
	基準+10°	7.38	-4.11
南へ20km 移動	基準-5°	5.72	-4.05
	基準	6.37	-4.03
	基準+5°	6.47	-4.05
	基準+10°	6.97	-4.05
南へ30km 移動	基準-5°	5.41	-3.93
	基準	6.10	-3.98
	基準+5°	6.22	-4.00
	基準+10°	6.62	-3.98

Ⅲ. 「津波地震」に起因する津波の評価

2. 概略パラメータスタディ結果

■ 日本海溝～千島海溝沿い(1/2)

□ : 概略パラメータスタディ最大ケース

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系 取水口前面
日本海溝北端 から北東へ10km	基準-5°	6.42	-4.06
	基準	6.86	-4.11
	基準+5°	7.58	-4.16
	基準+10°	9.23	-4.18
日本海溝北端 から北東へ20km	基準-5°	6.43	-4.11
	基準	6.90	-4.15
	基準+5°	7.83	-4.19
	基準+10°	9.43	-4.237
日本海溝北端 から北東へ30km	基準-5°	6.45	-4.18
	基準	6.91	-4.18
	基準+5°	7.89	-4.18
	基準+10°	9.41	-4.25
日本海溝北端 から北東へ40km	基準-5°	6.44	-4.17
	基準	6.88	-4.18
	基準+5°	7.88	-4.19
	基準+10°	9.25	-4.24
日本海溝北端 から北東へ50km	基準-5°	6.45	-4.19
	基準	6.89	-4.17
	基準+5°	7.89	-4.18
	基準+10°	9.16	-4.21
日本海溝北端 から北東へ60km	基準-5°	6.46	-4.19
	基準	6.89	-4.17
	基準+5°	7.84	-4.20
	基準+10°	9.19	-4.19
日本海溝北端 から北東へ70km	基準-5°	6.47	-4.18
	基準	6.88	-4.16
	基準+5°	7.88	-4.19
	基準+10°	9.21	-4.17
日本海溝北端 から北東へ80km	基準-5°	6.48	-4.14
	基準	6.91	-4.16
	基準+5°	7.88	-4.15
	基準+10°	9.25	-4.13

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系 取水口前面
日本海溝北端 から北東へ90km	基準-5°	6.50	-4.06
	基準	6.98	-4.10
	基準+5°	7.94	-4.09
	基準+10°	9.33	-4.08
日本海溝北端 から北東へ100km	基準-5°	6.53	-4.05
	基準	7.06	-4.04
	基準+5°	8.03	-4.06
	基準+10°	9.39	-4.03
日本海溝北端 から北東へ110km	基準-5°	6.57	-4.00
	基準	7.13	-4.02
	基準+5°	8.14	-4.00
	基準+10°	9.52	-3.99
日本海溝北端 から北東へ120km	基準-5°	6.63	-3.95
	基準	7.29	-3.95
	基準+5°	8.33	-3.97
	基準+10°	9.62	-3.96
日本海溝北端 から北東へ130km	基準-5°	6.71	-3.99
	基準	7.44	-4.01
	基準+5°	8.44	-3.98
	基準+10°	9.57	-3.95
日本海溝北端 から北東へ140km	基準-5°	7.11	-4.01
	基準	7.62	-4.00
	基準+5°	8.42	-3.94
	基準+10°	9.16	-3.91
日本海溝北端 から北東へ150km	基準-5°	7.12	-4.01
	基準	7.56	-4.08
	基準+5°	8.12	-3.97
	基準+10°	8.79	-3.90
日本海溝北端 から北東へ160km	基準-5°	6.87	-4.00
	基準	7.25	-3.98
	基準+5°	7.66	-3.94
	基準+10°	8.01	-3.84

Ⅲ. 「津波地震」に起因する津波の評価

2. 概略パラメータスタディ結果

■ 日本海溝～千島海溝沿い(2/2)

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量 (m)	最大水位下降量 (m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系 取水口前面
日本海溝北端 から北東へ170km	基準-5°	6.73	-3.84
	基準	6.79	-3.86
	基準+5°	6.92	-3.81
	基準+10°	7.12	-3.76
日本海溝北端 から北東へ180km	基準-5°	6.47	-3.65
	基準	6.46	-3.65
	基準+5°	6.49	-3.64
	基準+10°	6.50	-3.59
日本海溝北端 から北東へ190km	基準-5°	5.93	-3.56
	基準	5.89	-3.57
	基準+5°	5.92	-3.54
	基準+10°	5.91	-3.48
日本海溝北端 から北東へ200km	基準-5°	5.29	-3.43
	基準	5.36	-3.43
	基準+5°	5.39	-3.40
	基準+10°	5.35	-3.37
日本海溝北端 から北東へ210km	基準-5°	4.22	-3.24
	基準	4.57	-3.25
	基準+5°	4.57	-3.23
	基準+10°	4.57	-3.17
日本海溝北端 から北東へ220km	基準-5°	3.74	-2.84
	基準	3.80	-2.89
	基準+5°	3.84	-2.91
	基準+10°	3.89	-2.85
日本海溝北端 から北東へ230km	基準-5°	3.10	-2.49
	基準	3.07	-2.53
	基準+5°	3.17	-2.49
	基準+10°	3.30	-2.44
日本海溝北端 から北東へ240km	基準-5°	2.93	-2.15
	基準	2.36	-2.14
	基準+5°	2.54	-2.08
	基準+10°	2.75	-1.96

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量 (m)	最大水位下降量 (m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系 取水口前面
日本海溝北端 から北東へ250km	基準-5°	2.42	-1.85
	基準	2.37	-1.95
	基準+5°	2.05	-1.83
	基準+10°	2.30	-1.70
日本海溝北端 から北東へ260km	基準-5°	2.15	-1.97
	基準	2.09	-2.04
	基準+5°	2.16	-1.91
	基準+10°	2.45	-1.56

Ⅲ. 「津波地震」に起因する津波の評価

2. 概略パラメータスタディ結果

■千島海溝沿い

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系 取水口
千島海溝 南西端	基準-5°	2.48	-2.05
	基準	2.63	-2.04
	基準+5°	2.82	-1.85
	基準+10°	2.88	-1.46
北東へ 10km移動	基準-5°	2.57	-1.92
	基準	2.65	-1.84
	基準+5°	2.80	-1.63
	基準+10°	2.83	-1.62
北東へ 20km移動	基準-5°	2.56	-1.68
	基準	2.67	-1.63
	基準+5°	2.79	-1.73
	基準+10°	2.72	-1.71
北東へ 30km移動	基準-5°	2.48	-1.60
	基準	2.65	-1.69
	基準+5°	2.76	-1.79
	基準+10°	2.67	-1.73
北東へ 40km移動	基準-5°	2.40	-1.64
	基準	2.63	-1.75
	基準+5°	2.72	-1.81
	基準+10°	2.62	-1.73
北東へ 50km移動	基準-5°	2.28	-1.69
	基準	2.55	-1.77
	基準+5°	2.64	-1.83
	基準+10°	2.51	-1.74

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価

1. 断層上縁深さの設定及び不確かさの考慮方法
2. 概略パラメータスタディ結果

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 1. 断層上縁深さの設定及び不確かさの考慮方法

1.1 土木学会(2002, 2016)の設定方法

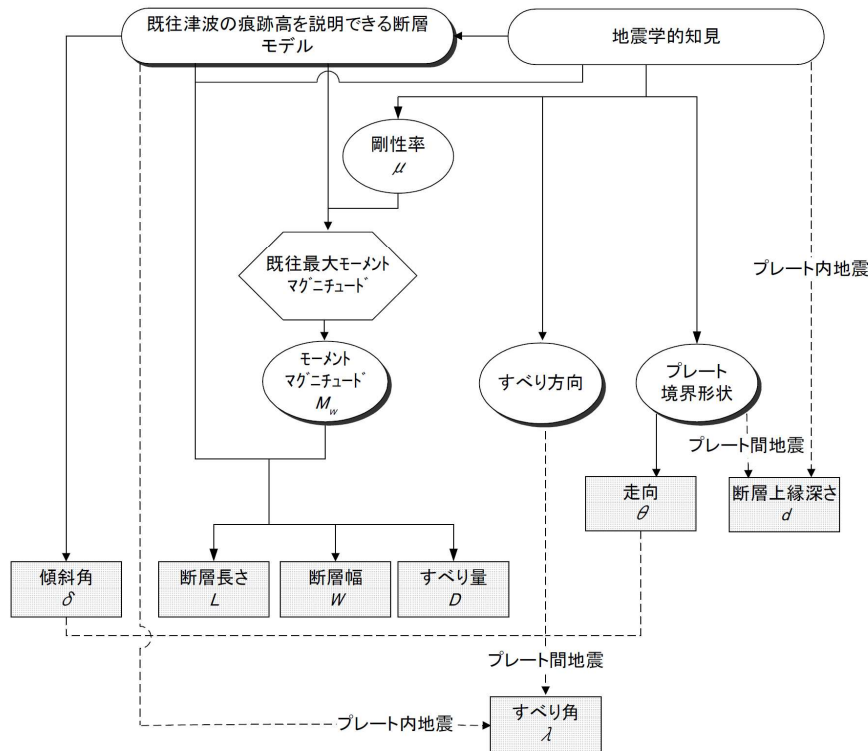
■ 基準断層モデルの設定方針

- 土木学会(2016)は、「日本海溝沿い及び千島海溝(南部)沿い海域では、過去に繰り返し津波が発生しており、また、プレート境界形状等に関する知見が比較的豊富であるため、これらの知見を活用し基準断層モデルを設定する。」としている。

■ 日本海溝沿い及び千島海溝(南部)沿いにおける基準断層モデルのパラメータ設定方法

- 土木学会(2002, 2016)は、既往津波の痕跡高を最もよく説明する断層モデル(断層パラメータ)をもとに、既往最大Mwを考慮し、地震発生様式を反映した適切なスケールリング則を適用して基準断層モデルのパラメータを設定するとしている。土木学会(2016)による設定フローを左図に示す。
- また、土木学会(2016)では基準断層モデルのパラメータ設定方法の例を示しており(右表)、断層上縁深さの設定方法について、「プレート内地震はゼロとする。」としている。

【基準断層モデルのパラメータの設定フロー(土木学会(2016))】



【基準断層モデルのパラメータ設定方法の例(土木学会(2016)に一部加筆)】

	典型的なプレート間逆断層地震	津波地震	プレート内正断層地震
スケールリング則	幅に上限あり		
断層長さ	想定位置近傍に設定された、既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルにスケールリング則を適用する。		
幅	想定位置近傍に設定された、既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルにスケールリング則を適用する。		幅 50km を上限とする。
	深さ 50km に達する場合、幅に制限を設ける。		
すべり量	想定位置近傍に設定された、既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルにスケールリング則を適用する。		
上縁深さ	太平洋プレート上面の深さに基づき、水深を考慮して設定する。		ゼロとする。
走向	太平洋プレート上面(海溝)の等深線の走向に基づき設定する。		
傾斜角	想定位置近傍に設定された、既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルと同じとする。		
すべり角	走向とすべり方向に基づき設定する		想定位置近傍に設定された、既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルと同じとする
剛性率	深さ 20km 未満では 3.5×10^{10} N/m ² とする		
	深さ 20km 以上では 7.0×10^{10} N/m ² とする		
	上記 2 領域にまたがる場合、 5.0×10^{10} N/m ² とする		

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 1. 断層上縁深さの設定及び不確かさの考慮方法

1.1 土木学会(2002, 2016)の設定方法

■ 既往津波の痕跡高を説明できる断層モデル

- 土木学会(2002)では、1933年昭和三陸地震津波を再現する断層モデルの断層上縁深さを「1km」に設定して、痕跡高の再現性を確認している。

津波痕跡高との比較を実施している断層モデル(日本海溝沿い及び千島海溝(南部)沿い海域)
(土木学会(2002)に一部加筆)

海域 小区分	対象津波	M_w モデル	S (km^2)	L (km)	W (km)	D (m)	d (km)	θ ($^\circ$)	δ ($^\circ$)	λ ($^\circ$)	μ ($\times 10^{10}$ N/m^2)	すべり方 向($^\circ$)	データ 数	K	κ	備考	タイプ
千島 海溝 沿い	1952年十勝沖	8.17	13000	130	100	3.5	1	220	20	76	5.0	144.86	25	1.236	1.462	(参考)七省庁, Aida(1978)モデル	プレート間逆断層地震
	1973年根室半島沖	7.81	6000	60	100	2.2	2.3	230	27	101	5.0	127.69	検潮	1.01	1.18	(参考)電力, 補正	プレート間逆断層地震
	1994年 北海道東方沖	8.41	12800	160	80	5.78	10	230	77	128	7.0	66.06	14	0.752	1.454	(参考)七省庁, 高橋智幸ら(1995)モ デル	プレート内逆断層地震
日本 海溝 沿い	1611年慶長三陸沖	8.58	12250	245	50	10.7	1	180	45	270	7.0	270.00	11	1.003	1.368	補正相田(1977)	プレート内正断層地震
	同上	8.32	10500	210	50	10.3	1	190	20	75	3.5	115.92	11	1.003	1.416	本体系化原案	プレート間津波地震
	1677年房総沖	8.17	10000	200	50	6.5	1	210	20	90	3.5	120.00	15	1.00	1.41	電力, 独自モデル	プレート間津波地震
	1793年宮城県沖	8.246	14700	210	70	4.0	10	205	15	90	5.0	115.00	33	0.997	1.479	本体系化原案	プレート間逆断層地震
	1856年十勝沖	8.28	8400	120	70	7.8	26	205	20	90	5.0	115.00	20	1.001	1.362	本体系化原案	プレート間逆断層地震
	1896年明治三陸沖	8.30	10500	210	50	9.7	1	195	20	90	3.5	105.00	100	1.00	1.544	補正Tanioka and Satake(1996)	プレート間津波地震
	1933年昭和三陸沖	8.354	9250	185	50	6.6	1	180	45	270	7.0	270.00	571	0.95	1.39	電力, 相田(1977)モ デル	プレート内正断層地震
	1968年十勝沖	8.36	5000	50	100	5.9	16	195	20	76	5.0	119.86	273	1.019	1.405	本体系化原案	プレート間逆断層地震
			5000	50	100	5.9	8	195	20	76	5.0	119.86					
			5000	50	100	5.9	3	195	20	76	5.0	119.86					
	1897年三陸沖	7.80	3600	120	30	3.5	1	205	20	90	5.0	115.00	13:間接	-	1.6	(参考)相田(1977)	プレート間逆断層地震
	1931年青森県東方沖	7.39	3000	100	30	0.74	50	192	20	90	7.0	102.00	検潮	-	-	(参考)相田(1977)	プレート間逆断層地震
	1938年塩屋沖II	7.72	6000	100	60	1.6	30	200	10	95	5.0	284.92	検潮	0.84	1.32	(参考)電力, 修正 Abe(1977)	プレート間逆断層地震
	1938年塩屋沖IV	7.753	3825	85	45	2.0	20	190	80	270	7.0	280.00	検潮	0.62	1.95	(参考)電力, 補正 Abe(1977)	プレート内正断層地震
	1938年塩屋沖V	7.70	4275	95	45	1.5	20	190	80	270	7.0	280.00	1	0.419	-	(参考)七省庁, Abe(1977)モデル	プレート内正断層地震
1968年岩手県沖	7.60	3500	70	50	1.8	1	151	30	31	5.0	123.51	検潮	0.99 0.82	1.48 1.66	(参考)Aida(1978)	プレート間逆断層地震	
1978年宮城県沖	7.516	1690	26	65	2	25	190	20	85	7.0	105.32	検潮	-	-	(参考)相田(1978b)	プレート間逆断層地震	
1994年 三陸はるか沖	7.66	1800	60	30	0.75	35.4	200	10	90	5.0	110.00	検潮	-	-	(参考)Tanioka et al.(1996) (7セグメント; 負のす べり除外)	プレート間逆断層地震	
		1350	30	45	0.65	27.1	200	10	90	5.0	110.00						
		1350	30	45	0.93	27.1	200	10	90	5.0	110.00						
		1350	30	45	0.73	19.1	200	10	90	5.0	110.00						
		1350	30	45	1.71	19.1	200	10	90	5.0	110.00						
1800	60	30	0.56	13.4	200	10	90	5.0	110.00								

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 1. 断層上縁深さの設定及び不確かさの考慮方法

1. 1 土木学会(2002, 2016)の設定方法

■日本海溝沿い及び千島海溝(南部)沿いの評価事例: 基本断層モデルの設定, 断層上縁深さの不確かさの考慮方法

- ・ 基準断層モデルの断層上縁深さの設定について, 土木学会(2016)では1933年昭和三陸地震津波を再現する断層モデルのパラメータを基本として, 「1km」に設定している。
- ・ また, 断層上縁深さの不確かさの考慮方法について, 「0km, 1km, 2km」と変化させたパラメータスタディを実施している。

【基準断層モデルの設定(土木学会(2016)に一部加筆)】

表 6. 4. 2-1 基本断層モデルの諸元

パラメータ	津波地震	正断層地震
モーメントマグニチュード M_w	8.3	8.6
断層長さ L (km)	210	283
断層幅 W (km)	50	50
上縁深さ d (km)	1	1
平均すべり量 D (m)	9.7	10.1
傾斜角 δ (度)	20	45
走向 θ (度)	188	188
すべり角 λ (度)	75	270
領域に対応する既往最大地震津波	1896年	1933年, 1611年

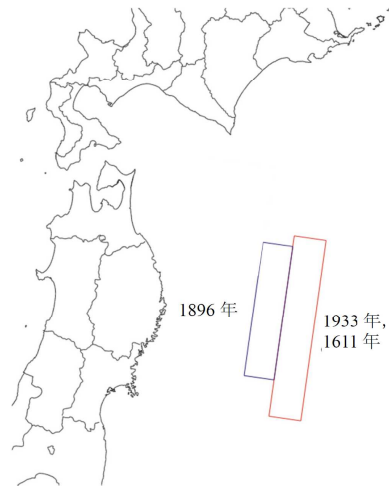


図 6. 4. 2-1 既往津波に対応する基本断層モデルの位置

【断層上縁深さの不確かさの考慮方法(土木学会(2016)に一部加筆)】

6. 4. 4 詳細パラメータスタディ

(1) 詳細パラメータスタディの設定

基本断層モデルを位置移動した概略パラメータスタディでの計算ケースのうち, 以下の3波源を詳細パラメータスタディの基本断層モデルとした(図 6. 4. 3-1 参照)。

- (i) プレート内正断層を最も南に配置したケース
(岩手県南部～宮城県北部で最大水位上昇量)
- (ii) 津波地震の断層を最も北に配置したケース
(北海道南部～岩手県北部で最大水位上昇量)
- (iii) 津波地震の断層を南から2番目に配置したケース
(宮城県北部で最大水位上昇量)

上記基本断層モデルについて, 同位置で以下のように断層パラメータを変化させた計算を実施した。

○プレート内正断層地震

- ・ 断層上縁深さ : 0km, 1km, 2km
- ・ 傾斜角 δ : 基本, 基本±5度
- ・ 走向 θ : 基本, 基本±10度

○津波地震

- ・ 傾斜角 δ : 基本, 基本±5度
- ・ 走向 θ : 基本, 基本±10度
- ・ すべり方向 : 基本, 基本±10度
(すべり角はすべり方向を満足するよう変動する)

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 1. 断層上縁深さの設定及び不確かさの考慮方法

1. 2 まとめ:土木学会(2002, 2016)の知見の反映

■土木学会(2002, 2016)の設定方法

- ・ 日本海溝沿い及び千島海溝(南部)沿いの海域における基準断層モデルについて、既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルにスケーリング則を適用して設定することを基本としている。
- ・ 上記海域の評価例で設定している基準断層モデルの断層上縁深さの設定について、1933年昭和三陸地震津波の痕跡高を再現するモデルの断層上縁深さ「1km」を採用している。
- ・ 断層上縁深さの不確かさの考慮方法について、「0km, 1km, 2km」と変化させたパラメータスタディを実施している。



■まとめ:既往津波の再現モデル, 基準断層モデルの設定値への反映

- ・ 既往津波(1933年昭和三陸地震津波)の再現モデルの断層上縁深さについて、土木学会(2002, 2016)の設定方法を踏まえ「1km」に設定し、痕跡高の再現性を確認する。
- ・ 基準断層モデルの断層上縁深さは、上記既往津波の再現モデルと同様の設定値を採用する。
- ・ 断層上縁深さの不確かさの考慮方法については、土木学会(2016)と同様に、「0km, 1km, 2km」と変化させたパラメータスタディを実施する。

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 2. 概略パラメータスタディ結果

■海溝軸方向: 日本海溝沿い

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系 取水口前面
基準 (日本海溝北端)	基準-10°	5.41	-3.58
	基準	5.12	-3.67
	基準+10°	5.62	-3.57
南へ10km 移動	基準-10°	5.47	-3.55
	基準	4.85	-3.66
	基準+10°	5.17	-3.55
南へ20km 移動	基準-10°	5.18	-3.51
	基準	4.59	-3.65
	基準+10°	4.82	-3.55
南へ30km 移動	基準-10°	4.23	-3.46
	基準	4.25	-3.62
	基準+10°	5.06	-3.58

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 2. 概略パラメータスタディ結果

■海溝軸方向: 日本海溝～千島海溝沿い(1/2)

□ : 概略パラメータスタディ最大ケース

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系 取水口前面
日本海溝北端 から北東へ10km	基準-10°	5.59	-3.59
	基準	5.03	-3.62
	基準+10°	5.68	-3.58
日本海溝北端 から北東へ20km	基準-10°	5.75	-3.56
	基準	5.28	-3.62
	基準+10°	5.68	-3.57
日本海溝北端 から北東へ30km	基準-10°	4.26	-3.57
	基準	5.56	-3.66
	基準+10°	6.15	-3.60
日本海溝北端 から北東へ40km	基準-10°	4.34	-3.58
	基準	5.49	-3.71
	基準+10°	6.14	-3.62
日本海溝北端 から北東へ50km	基準-10°	4.34	-3.59
	基準	5.44	-3.73
	基準+10°	5.82	-3.64
日本海溝北端 から北東へ60km	基準-10°	4.34	-3.59
	基準	4.54	-3.746
	基準+10°	5.89	-3.66
日本海溝北端 から北東へ70km	基準-10°	4.27	-3.61
	基準	4.59	-3.751
	基準+10°	5.81	-3.67
日本海溝北端 から北東へ80km	基準-10°	5.46	-3.63
	基準	4.54	-3.753
	基準+10°	6.08	-3.68

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系 取水口前面
日本海溝北端 から北東へ90km	基準-10°	5.34	-3.63
	基準	4.35	-3.755
	基準+10°	6.20	-3.67
日本海溝北端 から北東へ100km	基準-10°	5.64	-3.64
	基準	4.24	-3.748
	基準+10°	5.85	-3.67
日本海溝北端 から北東へ110km	基準-10°	5.33	-3.63
	基準	4.36	-3.751
	基準+10°	4.31	-3.67
日本海溝北端 から北東へ120km	基準-10°	5.07	-3.63
	基準	5.95	-3.749
	基準+10°	4.35	-3.66
日本海溝北端 から北東へ130km	基準-10°	5.03	-3.62
	基準	5.52	-3.747
	基準+10°	5.00	-3.65
日本海溝北端 から北東へ140km	基準-10°	5.14	-3.61
	基準	5.55	-3.74
	基準+10°	6.17	-3.63
日本海溝北端 から北東へ150km	基準-10°	5.08	-3.61
	基準	6.30	-3.73
	基準+10°	6.45	-3.61
日本海溝北端 から北東へ160km	基準-10°	4.39	-3.61
	基準	6.45	-3.70
	基準+10°	6.73	-3.56

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 2. 概略パラメータスタディ結果

■海溝軸方向: 日本海溝～千島海溝沿い(2/2)

□: 概略パラメータスタディ最大ケース

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系取水口前面
日本海溝北端 から北東へ170km	基準-10°	5.67	-3.59
	基準	6.46	-3.65
	基準+10°	6.91	-3.50
日本海溝北端 から北東へ180km	基準-10°	5.78	-3.56
	基準	5.71	-3.61
	基準+10°	7.01	-3.45
日本海溝北端 から北東へ190km	基準-10°	5.38	-3.51
	基準	5.24	-3.55
	基準+10°	6.91	-3.44
日本海溝北端 から北東へ200km	基準-10°	4.22	-3.44
	基準	5.15	-3.49
	基準+10°	6.74	-3.40
日本海溝北端 から北東へ210km	基準-10°	4.14	-3.33
	基準	4.93	-3.42
	基準+10°	6.24	-3.38
日本海溝北端 から北東へ220km	基準-10°	4.34	-3.19
	基準	4.48	-3.35
	基準+10°	5.61	-3.35
日本海溝北端 から北東へ230km	基準-10°	4.02	-2.98
	基準	4.01	-3.23
	基準+10°	5.01	-3.28
日本海溝北端 から北東へ240km	基準-10°	3.08	-2.64
	基準	3.12	-3.01
	基準+10°	4.22	-3.17

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系取水口前面
日本海溝北端 から北東へ250km	基準-10°	2.13	-2.16
	基準	2.46	-2.64
	基準+10°	3.57	-2.98
日本海溝北端 から北東へ260km	基準-10°	1.90	-2.01
	基準	2.25	-2.23
	基準+10°	2.69	-2.67
日本海溝北端 から北東へ270km	基準-10°	1.89	-2.13
	基準	1.93	-1.96
	基準+10°	2.01	-2.32
日本海溝北端 から北東へ280km	基準-10°	1.92	-2.43
	基準	1.70	-2.13
	基準+10°	1.66	-2.01

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 2. 概略パラメータスタディ結果

■海溝軸方向:千島海溝沿い

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)	最大水位下降量(m)
位置	走向	敷地前面	補機冷却海水系 取水口
千島海溝 南西端	基準-10°	2.00	-2.50
	基準	1.75	-2.18
	基準+10°	1.70	-1.92
北東へ 10km移動	基準-10°	1.94	-2.39
	基準	1.77	-2.10
	基準+10°	1.62	-1.83
北東へ 20km移動	基準-10°	1.79	-2.27
	基準	1.69	-2.00
	基準+10°	1.47	-1.74
北東へ 30km移動	基準-10°	1.74	-2.16
	基準	1.66	-1.90
	基準+10°	1.46	-1.66
北東へ 40km移動	基準-10°	1.70	-2.05
	基準	1.63	-1.79
	基準+10°	1.61	-1.59
北東へ 50km移動	基準-10°	1.55	-1.95
	基準	1.62	-1.71
	基準+10°	1.49	-1.54

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 2. 概略パラメータスタディ結果

■海溝軸直交方向(水位上昇側): 日本海溝北端から北東へ180km, 西傾斜

□: 概略パラメータスタディ最大ケース

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)
位置	走向	敷地前面
海溝軸から 西北西へ100km	基準-10°	5.86
	基準	6.64
	基準+10°	7.65
海溝軸から 西北西へ90km	基準-10°	6.22
	基準	6.60
	基準+10°	8.12
海溝軸から 西北西へ80km	基準-10°	6.90
	基準	6.40
	基準+10°	8.22
海溝軸から 西北西へ70km	基準-10°	6.88
	基準	6.21
	基準+10°	8.13
海溝軸から 西北西へ60km	基準-10°	7.14
	基準	6.19
	基準+10°	7.97
海溝軸から 西北西へ50km	基準-10°	7.08
	基準	5.60
	基準+10°	7.77
海溝軸から 西北西へ40km	基準-10°	6.95
	基準	4.88
	基準+10°	7.35
海溝軸から 西北西へ30km	基準-10°	6.78
	基準	6.16
	基準+10°	7.03

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)
位置	走向	敷地前面
海溝軸から 西北西へ20km	基準-10°	6.59
	基準	6.48
	基準+10°	7.08
海溝軸から 西北西へ10km	基準-10°	6.31
	基準	6.11
	基準+10°	7.09
基準位置	基準-10°	5.78
	基準	5.71
	基準+10°	7.01
海溝軸から 東南東へ10km	基準-10°	5.04
	基準	4.25
	基準+10°	6.91
海溝軸から 東南東へ20km	基準-10°	4.27
	基準	5.35
	基準+10°	6.84
海溝軸から 東南東へ30km	基準-10°	5.23
	基準	5.13
	基準+10°	6.84
海溝軸から 東南東へ40km	基準-10°	5.14
	基準	5.07
	基準+10°	6.78
海溝軸から 東南東へ50km	基準-10°	4.73
	基準	5.03
	基準+10°	6.79

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)
位置	走向	敷地前面
海溝軸から 東南東へ60km	基準-10°	4.65
	基準	5.02
	基準+10°	6.73
海溝軸から 東南東へ70km	基準-10°	4.32
	基準	4.98
	基準+10°	6.73
海溝軸から 東南東へ80km	基準-10°	4.05
	基準	4.92
	基準+10°	6.71
海溝軸から 東南東へ90km	基準-10°	4.05
	基準	4.85
	基準+10°	6.57
海溝軸から 東南東へ 100km	基準-10°	3.68
	基準	4.79
	基準+10°	6.53

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 2. 概略パラメータスタディ結果

■海溝軸直交方向(水位上昇側): 日本海溝北端から北東へ180km, 東傾斜

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)
位置	走向	敷地前面
海溝軸から 西北西へ100km	基準-10°	5.29
	基準	5.13
	基準+10°	5.26
海溝軸から 西北西へ90km	基準-10°	5.15
	基準	5.26
	基準+10°	5.64
海溝軸から 西北西へ80km	基準-10°	4.86
	基準	5.05
	基準+10°	5.41
海溝軸から 西北西へ70km	基準-10°	4.68
	基準	5.39
	基準+10°	5.93
海溝軸から 西北西へ60km	基準-10°	4.88
	基準	5.57
	基準+10°	6.11
海溝軸から 西北西へ50km	基準-10°	5.08
	基準	4.44
	基準+10°	6.17
海溝軸から 西北西へ40km	基準-10°	4.73
	基準	5.66
	基準+10°	5.98
海溝軸から 西北西へ30km	基準-10°	4.81
	基準	5.51
	基準+10°	5.76

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)
位置	走向	敷地前面
海溝軸から 西北西へ20km	基準-10°	4.81
	基準	5.54
	基準+10°	6.03
海溝軸から 西北西へ10km	基準-10°	4.36
	基準	5.62
	基準+10°	6.09
基準位置	基準-10°	4.20
	基準	5.33
	基準+10°	5.56
海溝軸から 東南東へ10km	基準-10°	4.38
	基準	5.18
	基準+10°	5.77
海溝軸から 東南東へ20km	基準-10°	4.33
	基準	5.05
	基準+10°	5.67
海溝軸から 東南東へ30km	基準-10°	4.34
	基準	4.91
	基準+10°	5.51
海溝軸から 東南東へ40km	基準-10°	3.97
	基準	4.74
	基準+10°	5.41
海溝軸から 東南東へ50km	基準-10°	4.03
	基準	4.55
	基準+10°	5.31

パラメータの変動範囲		最大水位上昇量(m)
位置	走向	敷地前面
海溝軸から 東南東へ60km	基準-10°	3.73
	基準	4.38
	基準+10°	5.26
海溝軸から 東南東へ70km	基準-10°	3.96
	基準	4.27
	基準+10°	5.28
海溝軸から 東南東へ80km	基準-10°	3.73
	基準	4.23
	基準+10°	5.26
海溝軸から 東南東へ90km	基準-10°	3.58
	基準	4.16
	基準+10°	5.24
海溝軸から 東南東へ 100km	基準-10°	3.52
	基準	4.12
	基準+10°	5.24

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 2. 概略パラメータスタディ結果

■海溝軸直交方向(水位下降側): 日本海溝北端から北東へ90km, 西傾斜

□: 概略パラメータスタディ最大ケース

パラメータの変動範囲		最大水位下降量(m)
位置	走向	補機冷却海水系 取水口前面
海溝軸から 西北西へ100km	基準-10°	-4.46
	基準	-4.56
	基準+10°	-4.57
海溝軸から 西北西へ90km	基準-10°	-4.35
	基準	-4.45
	基準+10°	-4.44
海溝軸から 西北西へ80km	基準-10°	-4.22
	基準	-4.31
	基準+10°	-4.24
海溝軸から 西北西へ70km	基準-10°	-4.09
	基準	-4.18
	基準+10°	-4.07
海溝軸から 西北西へ60km	基準-10°	-3.96
	基準	-4.05
	基準+10°	-3.93
海溝軸から 西北西へ50km	基準-10°	-3.81
	基準	-3.92
	基準+10°	-3.84
海溝軸から 西北西へ40km	基準-10°	-3.71
	基準	-3.82
	基準+10°	-3.76
海溝軸から 西北西へ30km	基準-10°	-3.65
	基準	-3.80
	基準+10°	-3.72

パラメータの変動範囲		最大水位下降量(m)
位置	走向	補機冷却海水系 取水口前面
海溝軸から 西北西へ20km	基準-10°	-3.63
	基準	-3.77
	基準+10°	-3.69
海溝軸から 西北西へ10km	基準-10°	-3.65
	基準	-3.75
	基準+10°	-3.67
基準位置	基準-10°	-3.63
	基準	-3.75
	基準+10°	-3.67
海溝軸から 東南東へ10km	基準-10°	-3.60
	基準	-3.76
	基準+10°	-3.69
海溝軸から 東南東へ20km	基準-10°	-3.58
	基準	-3.77
	基準+10°	-3.70
海溝軸から 東南東へ30km	基準-10°	-3.57
	基準	-3.77
	基準+10°	-3.71
海溝軸から 東南東へ40km	基準-10°	-3.56
	基準	-3.77
	基準+10°	-3.72
海溝軸から 東南東へ50km	基準-10°	-3.57
	基準	-3.77
	基準+10°	-3.73

パラメータの変動範囲		最大水位下降量(m)
位置	走向	補機冷却海水系 取水口前面
海溝軸から 東南東へ60km	基準-10°	-3.65
	基準	-3.78
	基準+10°	-3.75
海溝軸から 東南東へ70km	基準-10°	-3.65
	基準	-3.78
	基準+10°	-3.76
海溝軸から 東南東へ80km	基準-10°	-3.69
	基準	-3.78
	基準+10°	-3.79
海溝軸から 東南東へ90km	基準-10°	-3.71
	基準	-3.78
	基準+10°	-3.77
海溝軸から 東南東へ 100km	基準-10°	-3.71
	基準	-3.78
	基準+10°	-3.77

IV. 「海洋プレート内地震」に起因する津波の評価 2. 概略パラメータスタディ結果

■海溝軸直交方向(水位下降側): 日本海溝北端から北東へ90km, 東傾斜

パラメータの変動範囲		最大水位下降量(m)
位置	走向	補機冷却海水系 取水口前面
海溝軸から 西北西へ100km	基準-10°	-4.32
	基準	-4.53
	基準+10°	-4.53
海溝軸から 西北西へ90km	基準-10°	-4.28
	基準	-4.45
	基準+10°	-4.38
海溝軸から 西北西へ80km	基準-10°	-4.25
	基準	-4.34
	基準+10°	-4.24
海溝軸から 西北西へ70km	基準-10°	-4.19
	基準	-4.23
	基準+10°	-4.08
海溝軸から 西北西へ60km	基準-10°	-4.16
	基準	-4.16
	基準+10°	-3.96
海溝軸から 西北西へ50km	基準-10°	-4.15
	基準	-4.02
	基準+10°	-3.80
海溝軸から 西北西へ40km	基準-10°	-4.06
	基準	-3.91
	基準+10°	-3.70
海溝軸から 西北西へ30km	基準-10°	-4.00
	基準	-3.85
	基準+10°	-3.65

パラメータの変動範囲		最大水位下降量(m)
位置	走向	補機冷却海水系 取水口前面
海溝軸から 西北西へ20km	基準-10°	-3.95
	基準	-3.76
	基準+10°	-3.56
海溝軸から 西北西へ10km	基準-10°	-3.88
	基準	-3.65
	基準+10°	-3.51
基準位置	基準-10°	-3.83
	基準	-3.63
	基準+10°	-3.50
海溝軸から 東南東へ10km	基準-10°	-3.83
	基準	-3.63
	基準+10°	-3.49
海溝軸から 東南東へ20km	基準-10°	-3.80
	基準	-3.62
	基準+10°	-3.49
海溝軸から 東南東へ30km	基準-10°	-3.80
	基準	-3.62
	基準+10°	-3.55
海溝軸から 東南東へ40km	基準-10°	-3.78
	基準	-3.62
	基準+10°	-3.54
海溝軸から 東南東へ50km	基準-10°	-3.76
	基準	-3.63
	基準+10°	-3.56

パラメータの変動範囲		最大水位下降量(m)
位置	走向	補機冷却海水系 取水口前面
海溝軸から 東南東へ60km	基準-10°	-3.77
	基準	-3.64
	基準+10°	-3.58
海溝軸から 東南東へ70km	基準-10°	-3.74
	基準	-3.65
	基準+10°	-3.62
海溝軸から 東南東へ80km	基準-10°	-3.75
	基準	-3.66
	基準+10°	-3.59
海溝軸から 東南東へ90km	基準-10°	-3.73
	基準	-3.66
	基準+10°	-3.59
海溝軸から 東南東へ 100km	基準-10°	-3.71
	基準	-3.67
	基準+10°	-3.61