

5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5. 1	本説明(コメント回答)の基本方針	143
5. 2	設定根拠(申請時)	144
5. 3	国内外で発生した巨大地震の破壊伝播特性	147
5. 4	検討方法	150
5. 5	破壊開始点の影響	153
5. 6	破壊伝播速度の影響	154
5. 7	ライズタイムの影響	155
5. 8	まとめ	157

5. 波源特性の不確かさの考慮方法

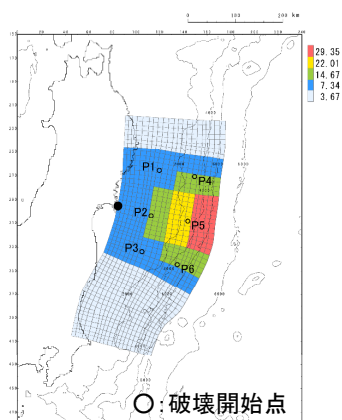
5.1 本説明(コメント回答)の基本方針

No.	コメント時期	コメント内容
S61	平成27年1月23日 第185回審査会合	特性化モデルの破壊伝播速度及びライズタイムの不確かさを考慮した場合の影響を検討すること。

■第185回審査会合での説明とコメント内容の関係

- 破壊開始点、破壊伝播速度、ライズタイムのうち破壊開始点は、次の地震が3.11地震と異なる可能性は否定できず、不確かさが存在するとともに、発電所の津波高さを与える影響が最も大きいパラメータと考えられることから、不確かさを考慮した検討を実施。
- 破壊伝播速度、ライズタイムは、地域性を考慮した設定値を用いることを基本とし、3.11地震時の破壊伝播特性に基づき設定。

(例) 基準断層モデル③-1



○: 破壊開始点
破壊開始点の設定位置

破壊伝播特性に係る不確かさの考慮方法

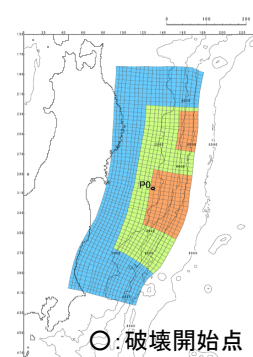
項目	設定値
破壊開始点	大すべり域・超大すべり域周辺に複数設定
破壊伝播速度	2.0(km/s) (固定)
ライズタイム	60(s) (固定)

■本説明(コメント回答)の基本方針

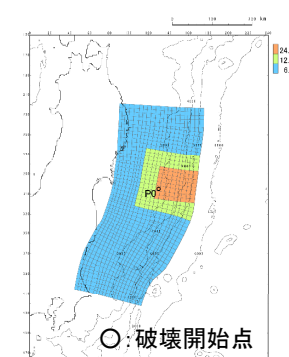
- 各不確かさが発電所の津波高さを与える影響を定量的に把握するため、「広域の津波特性を考慮した特性化モデル」、「宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデル」を対象に、パラメータスタディを実施する。
- パラメータスタディは、国内外で発生した巨大地震の破壊伝播特性に関する知見を収集し、科学的・合理的な範囲で実施する。
- 検討の結果、発電所の津波高さを与える影響が大きい場合には、破壊伝播特性の不確かさ項目に追加する。

(例) 破壊伝播速度の影響把握

- 破壊伝播速度: 1.0, 1.5, 2.0, 2.5(km/s)
- 破壊開始点: 3.11地震の震源位置, ライズタイム: 60(s)



○: 破壊開始点
広域の津波特性を考慮した
特性化モデル

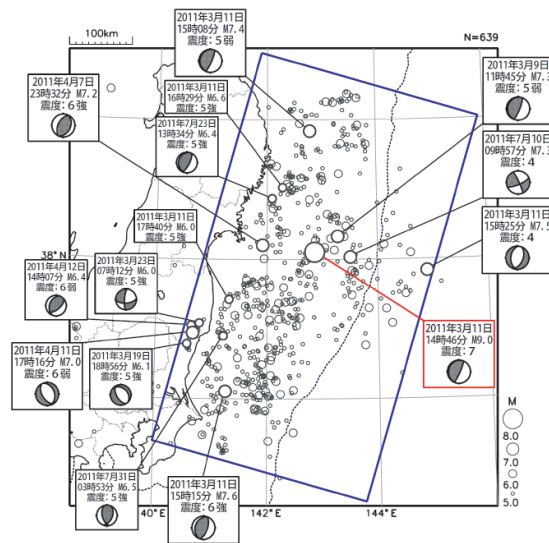


○: 破壊開始点
宮城県沖の大すべり域の
破壊特性を考慮した
特性化モデル

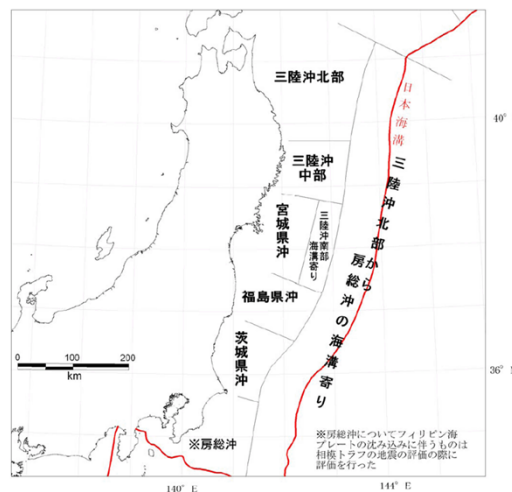
5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.2 設定根拠(申請時):破壊開始点

- 3.11地震の震源は、地震調査研究推進本部(2012)による評価対象領域の区分けのうち「三陸沖南部海溝寄り」の領域(以下、プレート境界面のうち「三陸沖北部から房総沖の海溝寄り」を除く範囲を「プレート間地震発生領域」という。)に位置している(気象庁(2012))。
- 破壊開始点の位置について、地震調査研究推進本部(2009)では、破壊の進む方向には地域性があり、三陸沖では浅い方から深い方へ破壊が進む傾向にあるとしており、これは、3.11地震の破壊形態と一致している。
- 以上から、破壊開始点は、地震調査研究推進本部(2009)を参考として、プレート間地震発生領域における大すべり域・超大すべり域を囲むように複数設定した。

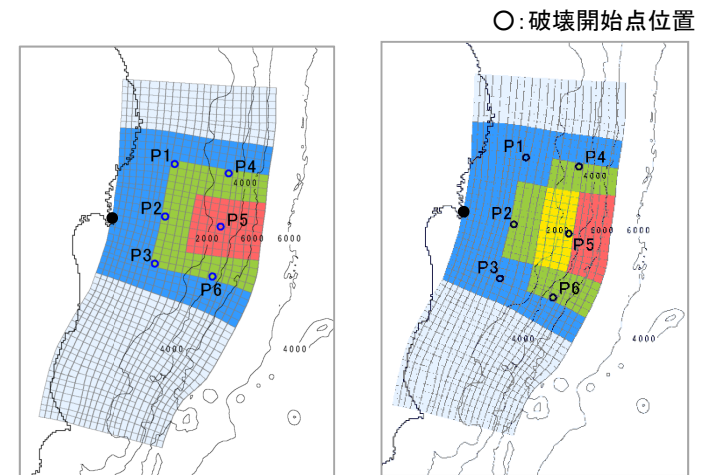


2011年東北地方太平洋沖地震とその余震
(気象庁(2012))



三陸沖から房総沖にかけての評価対象領域の区分け(地震調査研究推進本部(2012))

(例)各基準断層モデルの水位上昇ケース



基準断層モデル②

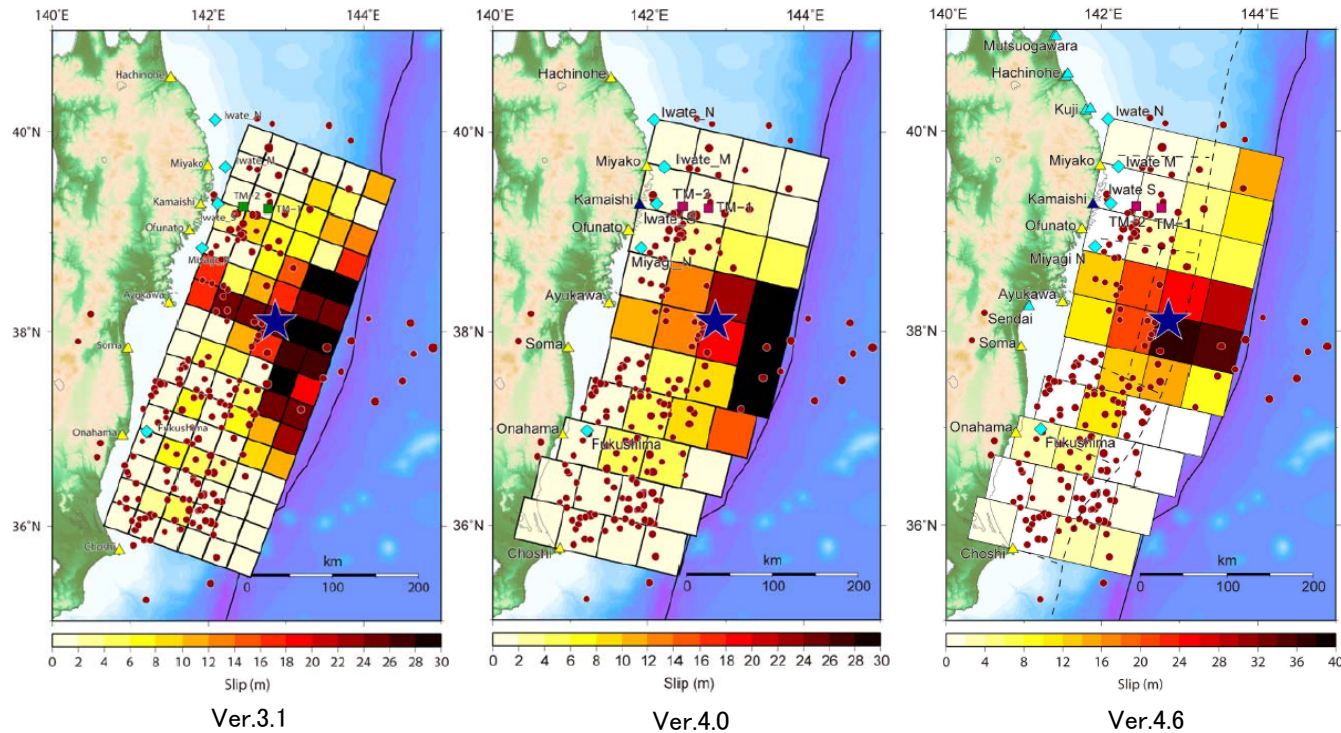
基準断層モデル③

破壊開始点の設定位置

5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.2 設定根拠(申請時):破壊伝播速度

- 地震調査研究推進本部(2009)によれば, Somerville et al.(1999)が収集した15の内陸地震の震源モデルから, 破壊伝播速度の範囲として2.4km/s ~3.0km/s, その平均値を2.7km/sとしている。
- M8クラスの断層の破壊継続時間は数10~120秒とされるが(土木学会(2002)), 3.11地震に伴う津波を再現する内閣府(2012)モデルの破壊継続時間は300秒と長く, その平均破壊伝播速度は約2km/sである。また, 藤井・佐竹による再現モデル(ver.3.1,ver.4.0,ver.4.6)では, 破壊伝播速度を2.0km/sと設定している。
- 以上から, 破壊伝播速度を2.0km/sに設定した。



藤井・佐竹による2011年東北地方太平洋沖地震の津波波源の再現モデル

5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.2 設定根拠(申請時):ライズタイム

- 3.11地震の津波波形等をインバージョンした再現モデルから、3.11地震で大きなすべりを生じた領域におけるライズタイムは210~300(s)であり(詳細は次頁に示す)、M8クラスの地震のライズタイム(数秒から1分程度(相田(1986)))と比較して長かったのが特徴である。
- 特性化モデルの津波解析上のライズタイム(同時破壊ケース)は、相田(1986)によるM8クラスの地震を対象としたライズタイムを参考として、60(s)に設定(特性化)した^{※1}。

■相田(1986)による津波解析上の変動時間(初期変位分布のライズタイム)の設定方法

- 実際の地震の震源過程(=初期破壊から震源域全体に破壊が及ぶ過程)が終了するのに要する時間が数秒から1分程度であることに対して、相田(1986)は津波初期変位分布のライズタイムの設定方法を以下のとおり示している。

$$\text{津波初期変位分布のライズタイム(s)} = (L(\text{km}) / Vr(\text{km/s})) + \tau(\text{s})$$

ここで、

L : 断層長さ(km)

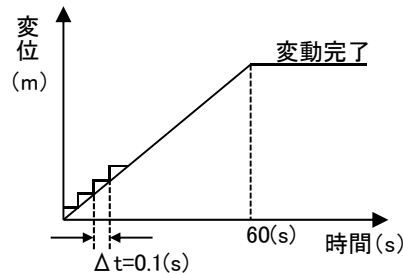
Vr : 破壊伝播速度(km/s)

τ : ある1点で断層ずれを形成する時間(=立上り時間)(s)

- 日本海溝沿いで発生しているM8クラスの地震の断層長さL:150(km)~200(km)程度(土木学会(2002)), 破壊伝播速度Vr:2.4(km/s)~3.0(km/s)(地震調査研究推進本部(2009)), ある1点で断層ずれを形成する時間(=立上り時間) τ :5(s)程度(相田(1986))とすると、津波初期変位分布のライズタイムは、55(s)~88(s)程度となる。

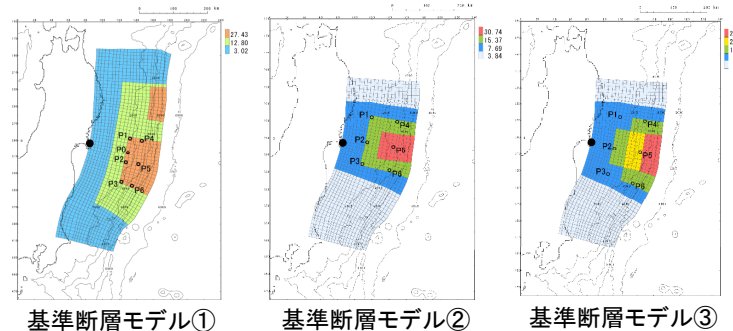
※1:津波解析上におけるライズタイムの考慮方法

Mansinha and Smylie(1971)の方法により計算される津波初期変位を破壊終了時変位、その変動終了時間:60(s)(=ライズタイム)として、津波解析と同様の時間格子間隔 Δt :0.1(s)を用いて一様に変位を与えている。



解析上の考慮方法(概念)

(例)各基準断層モデルの水位上昇ケース



基準断層モデル①

基準断層モデル②

基準断層モデル③

- 同時破壊ケース
断層面全体が60(s)で破壊終了する。

- 破壊開始点設定ケース
大すべり域・超大すべり域が、約140(s)~160(s)^{※2}で破壊終了する。

$$\begin{aligned} \text{※2: } & L(\text{km}) / Vr(\text{km/s}) + \tau(\text{s}) \\ & = \text{約}150 \sim 200(\text{km}) / 2.0(\text{km/s}) + 60(\text{s}) \\ & \approx 140(\text{s}) \sim 160(\text{s}) \end{aligned}$$

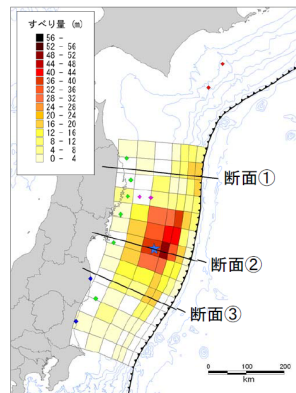
5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.3 国内外で発生した巨大地震の破壊伝播特性: 3.11地震

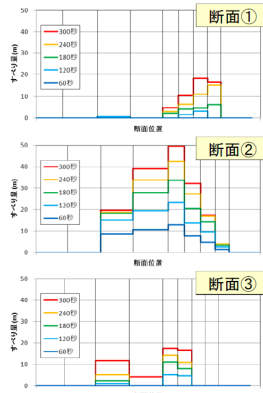
- 3.11地震に伴う津波の再現モデルのうち、津波波形等をインバージョンした内閣府(2012)モデル, Satake et al.(2013)55枚モデル, 杉野ほか(2013)モデルの破壊伝播速度, ライズタイム※1は以下のとおりである。

※1: 大きなすべりを生じた領域における破壊開始から破壊終了までの時間。

【内閣府(2012)モデル】

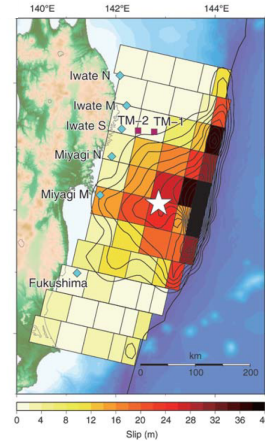


すべり量分布(合計)

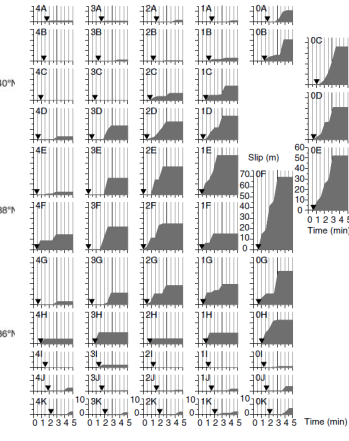


すべり量の時間変化

【Satake et al.(2013)55枚モデル】

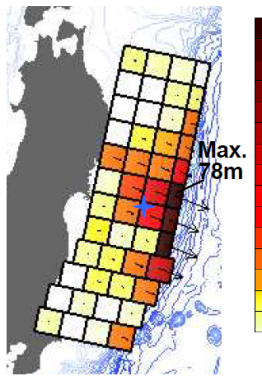


すべり量分布(合計)

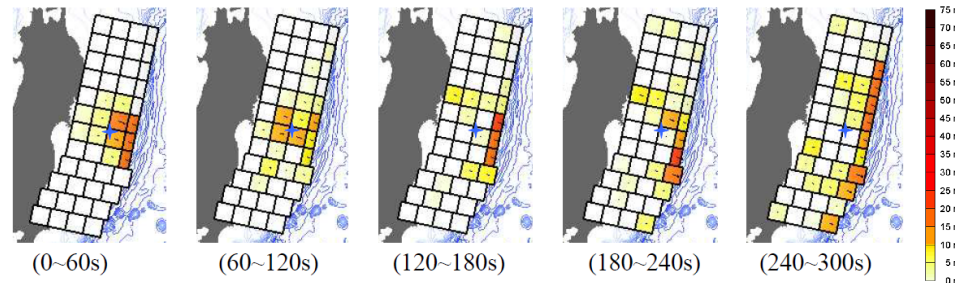


すべり量の時間変化

【杉野ほか(2013)モデル】



すべり量分布(合計)
(確定波源モデル)



すべり量の時間変化(確定波源モデル)

■破壊伝播速度

内閣府(2012)モデル	2.0(km/s)※2
Satake et al.(2013)55枚モデル	2.0(km/s)
杉野ほか(2013)モデル	1.5(km/s)※2, 3

※2: 破壊開始点と各小断層の中心点との距離を各小断層の最初のすべりが現れる時間で除した破壊伝播速度から算定した平均破壊速度(杉野ほか(2013), 杉野ほか(2014))。

※3: 杉野ほか(2013)は、長周期観測地震動に基づいて推定された震源断層モデル(Wu et al.(2012))の破壊伝播速度は約1.8(km/s)であり、再現モデルの破壊伝播速度1.5(km/s)と、ほぼ整合するとしている。

■ライズタイム

内閣府(2012)モデル	300(s)
Satake et al.(2013)55枚モデル	210(s)
杉野ほか(2013)モデル	300(s)



3.11地震に伴う津波を良好に再現する破壊伝播速度は2.0(km/s), ライズタイムは210~300(s)である。



5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.3 国内外で発生した巨大地震の破壊伝播特性: 2004年スマトラ～アンダマン地震

- Fujii and Satake (2007)は、破壊伝播速度(0.5(km/s)～3.0(km/s)), ライズタイム(60(s)～180(s))を変化させた津波波形のインバージョン解析を実施して、2004年スマトラ地震の再現モデルを策定している。
- 検討の結果、破壊伝播速度を1.0(km/s), ライズタイム※を180(s)とした場合に、最も観測結果と解析結果が一致するとしている。

※:各断層ブロックの破壊開始から破壊終了までの時間。

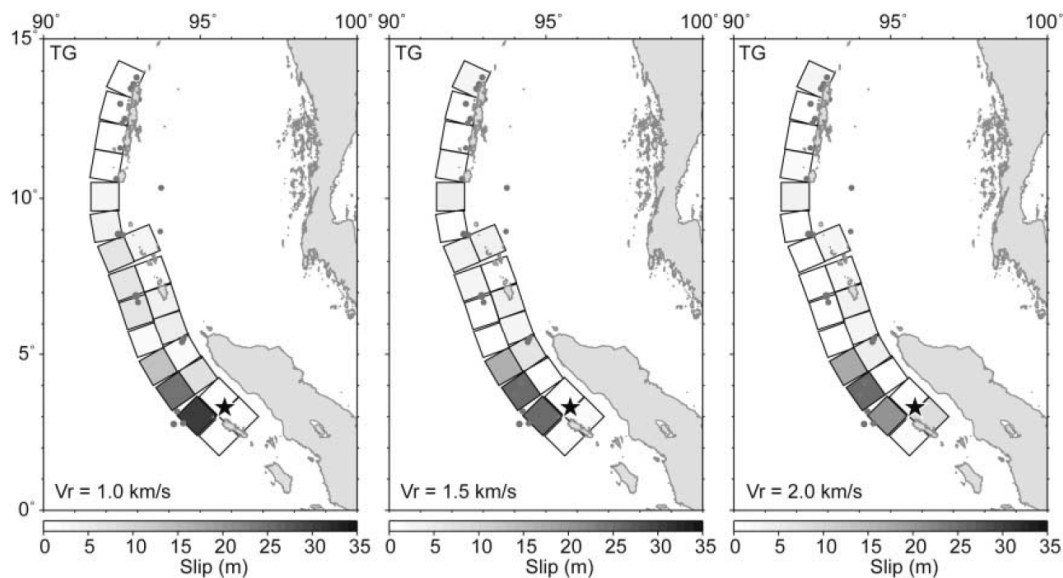


Figure 7. Slip distribution estimated by inversion of tide gauge (TG) data. Rupture velocity is 1.0 (left), 1.5 (center) and 2.0 (right) km/sec. Rise time for each subfault is 3 min.

Table 4
Variance Reductions (%) for Three Different Inversions with Different Rupture Velocities and Rise Times

V _r (km/sec)	Tide Gauge Data			Satellite Altimeter Data			TG + SA Data		
	1 min	2 min	3 min	1 min	2 min	3 min	1 min	2 min	3 min
0.5	23.1	20.8	18.8	27.8	29.5	31.0	22.0	20.1	18.3
1.0	32.8	33.4	34.2	33.8	36.4	38.2	29.8	31.0	32.1
1.5	29.3	29.5	29.8	31.1	33.8	35.5	26.8	27.3	27.8
2.0	30.2	29.9	29.7	29.7	32.3	34.2	27.2	27.3	27.4
2.5	28.4	28.2	28.3	28.4	30.6	32.9	25.0	25.2	25.6
3.0	28.5	28.4	28.5	27.4	29.7	31.9	24.9	25.2	25.6

2004年スマトラ～アンダマン沖地震の津波インバージョン結果
(Fujii and Satake (2007))に一部加筆

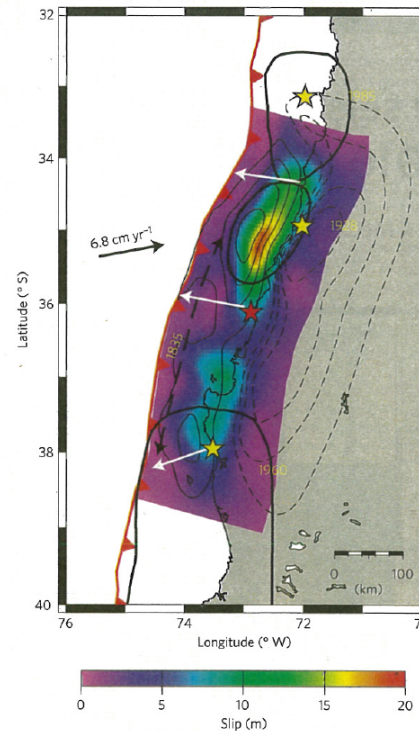


2004年スマトラ～アンダマン沖地震に伴う津波を良好に再現する破壊伝播速度は1.0(km/s), ライズタイムは180(s)である。

5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.3 国内外で発生した巨大地震の破壊伝播特性:2010年チリ地震

- Lorito et al.(2010)は、津波波形のインバージョン解析を実施して、2010年チリ地震の再現モデルを策定している。
- 検討の結果、津波波形のデータセットには破壊伝播速度を決定できるほどの感度がないものの、遠地地震動のインバージョン結果から、破壊伝播速度を2.25(km/s)としている(ライズタイムについては記載なし)。



2010年チリ地震の津波インバージョン結果(Lorito et al.(2010))



2010年チリ地震に伴う津波の破壊伝播速度は2.25(km/s)である。

5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.4 検討方法①

- 国内外で発生した巨大地震の破壊伝播特性に関する知見収集結果を踏まえ、破壊伝播速度、ライズタイムのパラメータスタディ範囲を設定する。

国内外で発生した巨大地震の破壊伝播特性

地震	破壊伝播速度	ライズタイム	備考
3.11地震	2.0(km/s)	210~300(s)	大きなすべりを生じた領域における破壊開始から破壊終了までの時間
2004年スマトラ~アンダマン地震	1.0(km/s)	180(s)	各断層ブロックの破壊開始から破壊終了までの時間
2010年チリ地震	2.25(km/s)	—	
設定値	2.0(km/s)	60(s)	破壊開始点ケース: 約140~160(s) ^{※1}

※1: 大すべり域・超大すべり域が破壊終了する時間(破壊伝播速度: 2.0(km/s)で算定)



■パラメータスタディ範囲の設定

【破壊伝播速度】

- 世界の巨大地震の破壊伝播速度を網羅できるように、パラメータスタディ範囲を設定する。

【ライズタイム】

- 設定値は、国内外の巨大地震のライズタイムよりも短く設定していることを踏まえ、長くなった場合の影響を把握することを目的に、パラメータスタディ範囲を設定する^{※2}。

※2: 基本ケース(60(s))からさらに短くなった場合(30(s))の津波高さに与える影響については、資料1-2「7. 波源特性の不確かさのうちライズタイムが津波高さに与える影響」に記載。

パラメータスタディ範囲の設定

	基本ケース	パラメータスタディ (追加検討ケース)	備考
破壊伝播速度	2.0(km/s)	1.0, 1.5, 2.5(km/s)	
ライズタイム	60(s)	90, 120, 180, 300(s)	破壊開始点ケース ^{※3} : 約170~190(s), 約200~220(s), 約260~280(s), 約380~400(s)

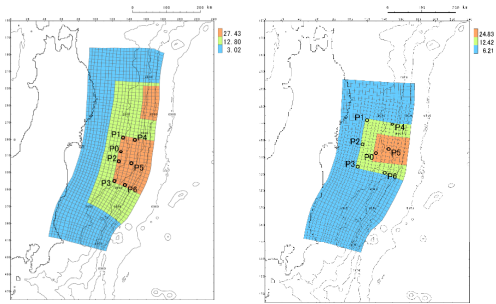
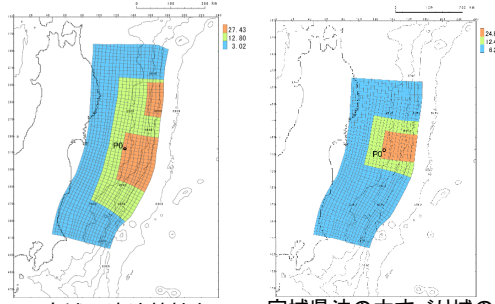
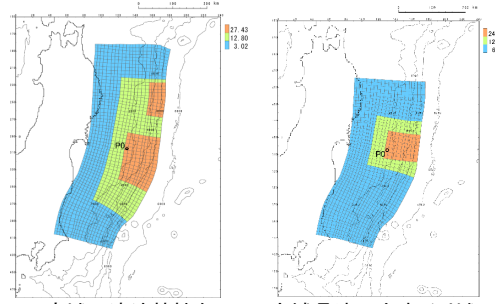
※3: 大すべり域・超大すべり域が破壊終了する時間(破壊伝播速度: 2.0(km/s)で算定)

5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.4 検討方法②

- 「広域の津波特性を考慮した特性化モデル」, 「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」を対象に, 破壊開始点, 破壊伝播速度, ライズタイムの不確かさが発電所の津波高さに与える影響を定量的に把握する。

■検討内容

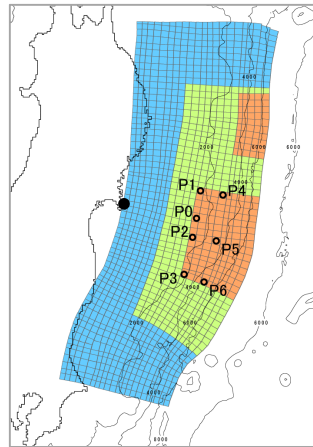
項目	破壊開始点の影響把握	破壊伝播速度の影響把握	ライズタイムの影響把握
破壊開始点	3.11地震の震源位置(P0), 大すべり域の周辺(P1~P6)	3.11地震の震源位置(P0)	3.11地震の震源位置(P0)
破壊伝播速度	2.0(km/s)	1.0(km/s),1.5(km/s),2.0(km/s),2.5(km/s)	2.0(km/s)
ライズタイム	60(s)	60(s)	60(s),90(s),120(s),180(s),300(s)
波源モデル	 <p>広域の津波特性を考慮した特性化モデル 宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデル</p> <p>○:破壊開始点(同心円状に破壊)</p>	 <p>広域の津波特性を考慮した特性化モデル 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</p> <p>○:破壊開始点(同心円状に破壊)</p>	 <p>広域の津波特性を考慮した特性化モデル 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</p> <p>○:破壊開始点(同心円状に破壊)</p>

5. 波源特性の不確かさの考慮方法

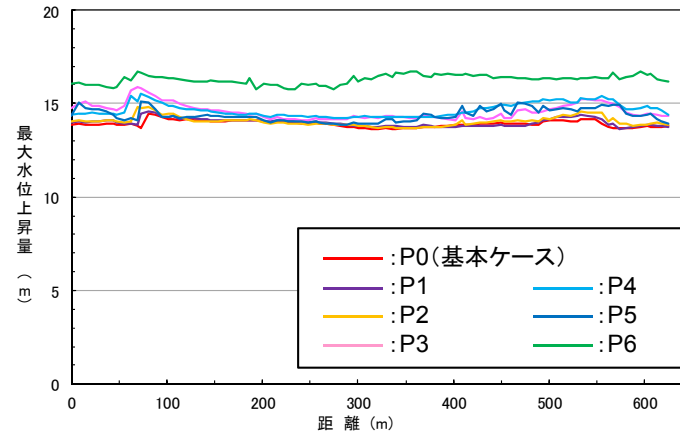
5.4 検討方法③

- ・ 水位上昇側については、各ケースの敷地前面(南北方向)における最大水位上昇量を比較する。
- ・ 水位下降側については、取水口前面(南北方向)における最大水位下降量を比較する。なお、ライズタイムの影響確認にあたっては、2号取水口前面における水位時刻歴波形についても比較する。

■ 比較方法(例: 広域の津波特性を考慮した特性化モデル)

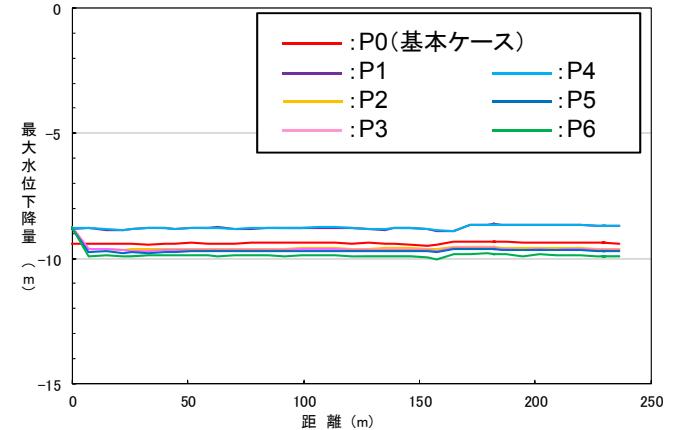


破壊開始点位置



敷地前面における最大水位上昇量の比較

0 200 400 m

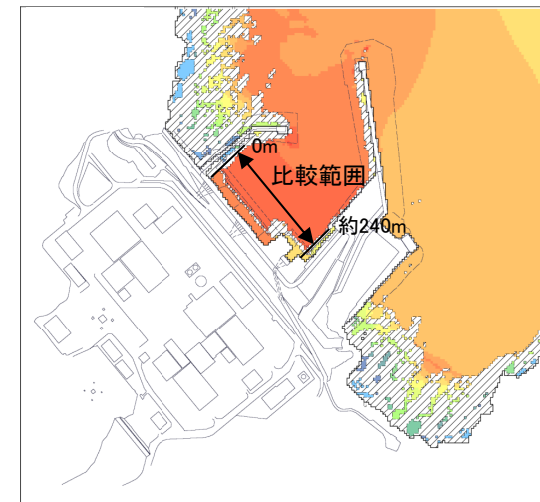


取水口前面における最大水位下降量の比較

0 200 400 m



最大水位上昇量分布(破壊開始点位置:P0)

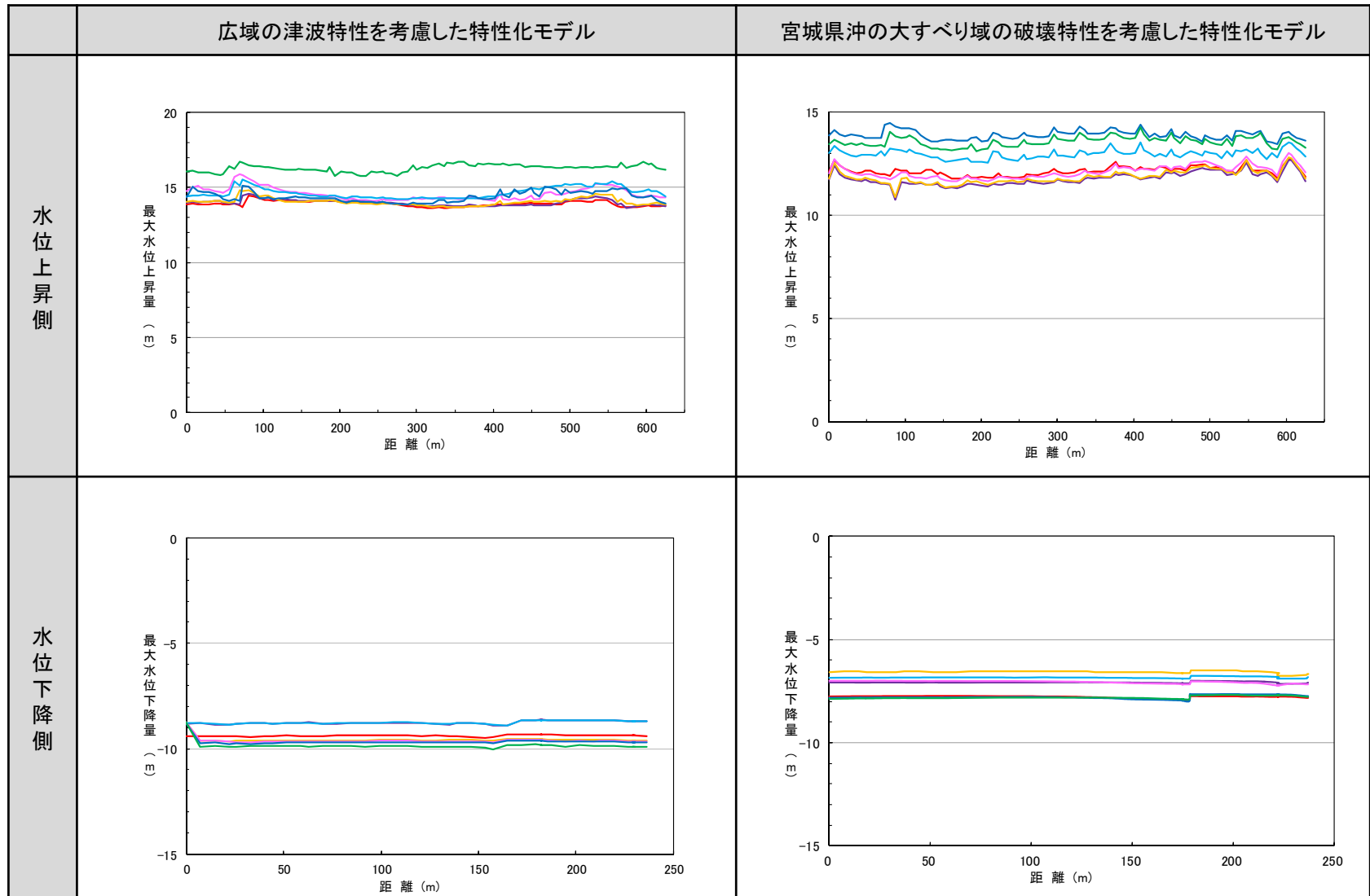
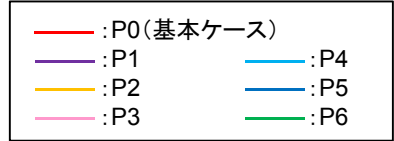


最大水位下降量分布(破壊開始点位置:P0)

5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.5 破壊開始点の影響

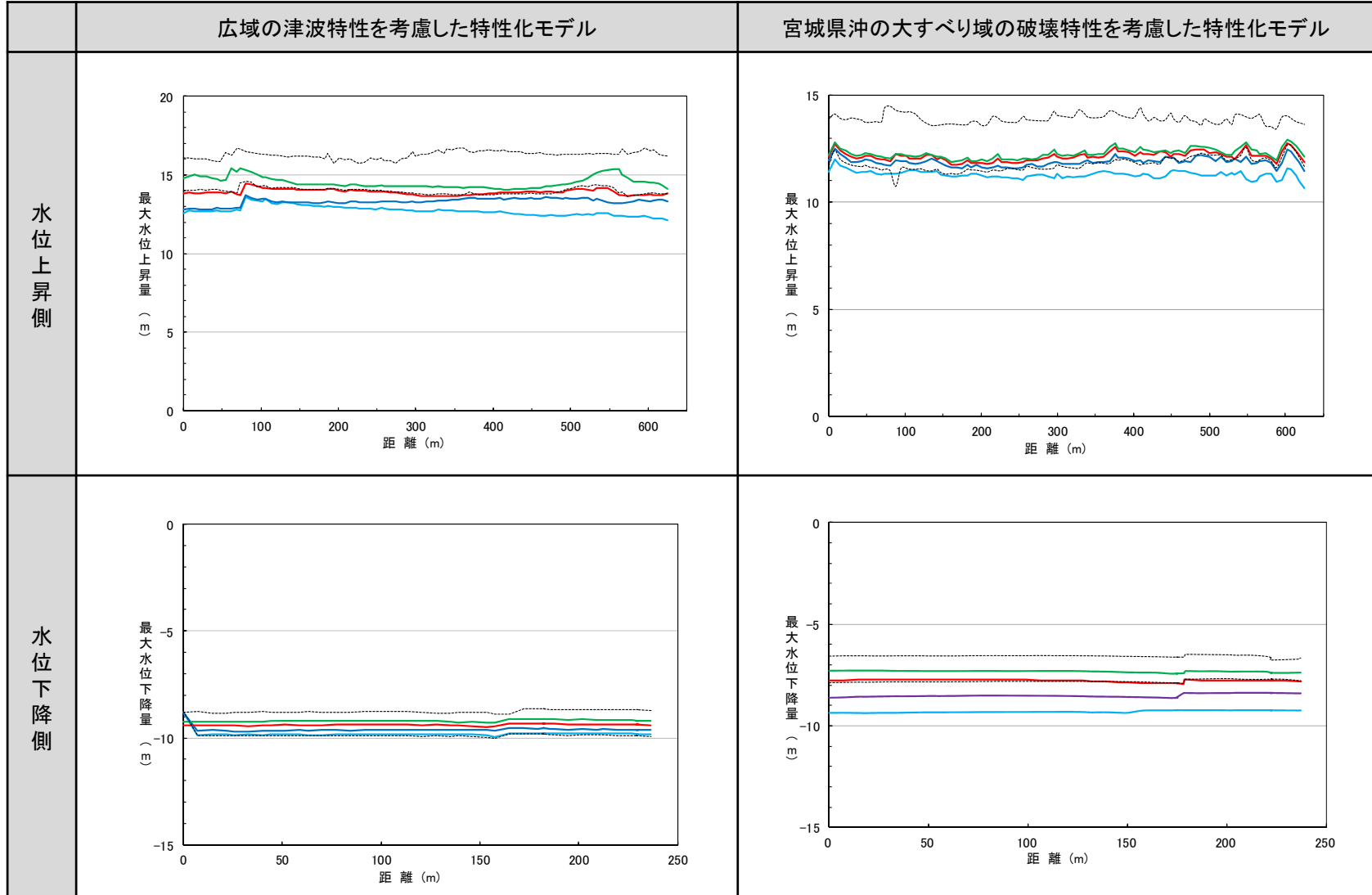
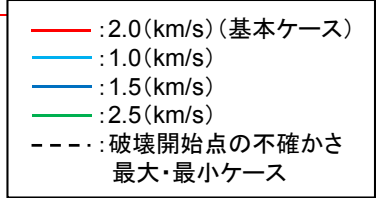
- ・ 水位上昇側: 基本ケース(P0)に対して水位が大きく上昇する破壊開始点が存在する。
- ・ 水位下降側: 基本ケース(P0)に対して水位が大きく下降する破壊開始点が存在する。



5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.6 破壊伝播速度の影響

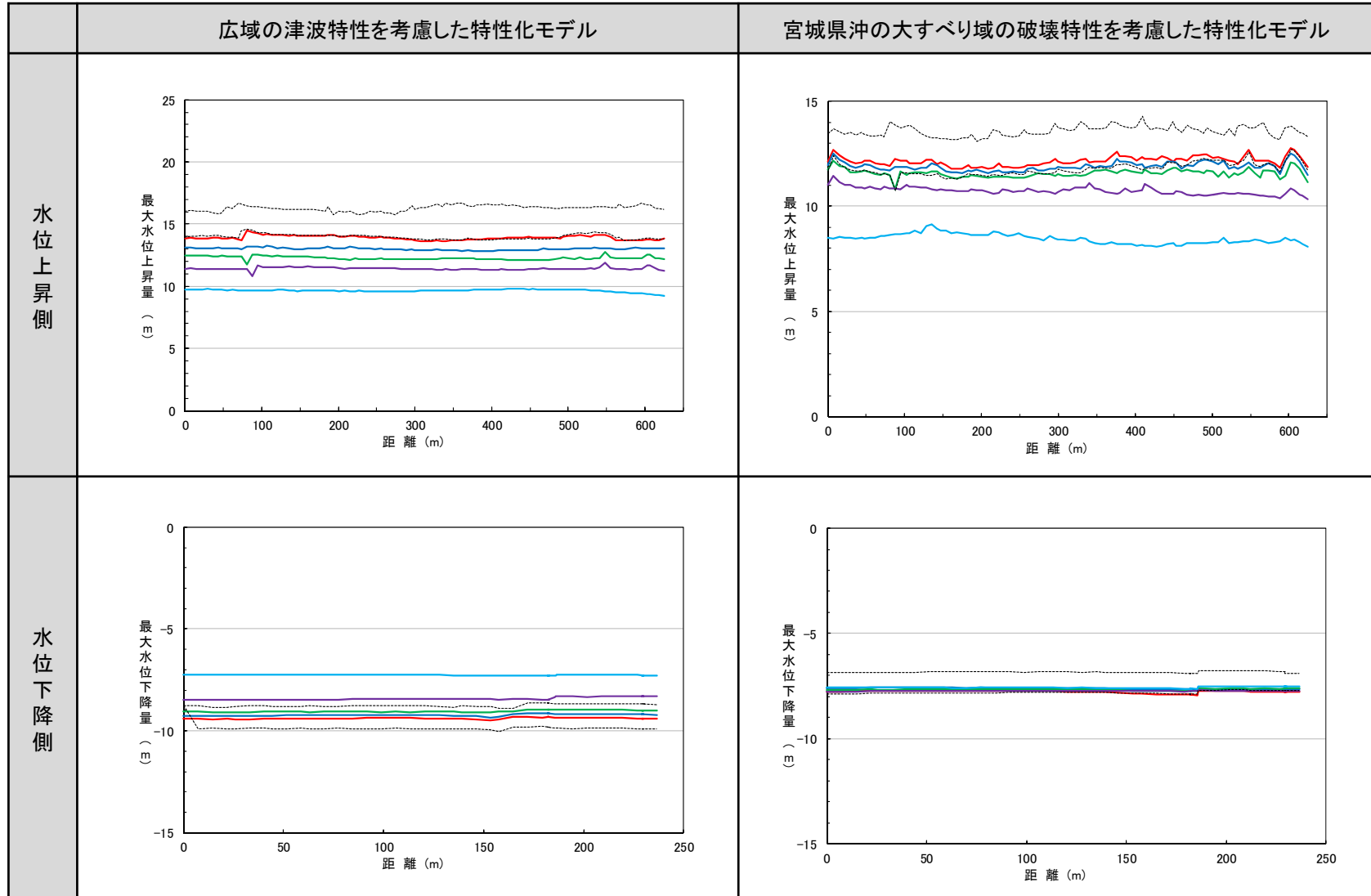
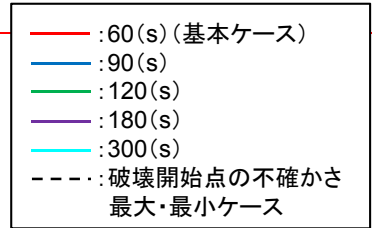
- 水位上昇側: 基本ケース(2.0(km/s))に対して水位が上昇するケースが存在するが, その上昇量は破壊開始点の不確かさの影響よりも小さい。
- 水位下降側: 宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルについて, 基本ケース(2.0(km/s))に対して水位が大きく下降するケース(1.0(km/s))が存在し, その下降量は破壊開始点の不確かさの影響よりも大きい。



5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.7 ライズタイムの影響:水位分布

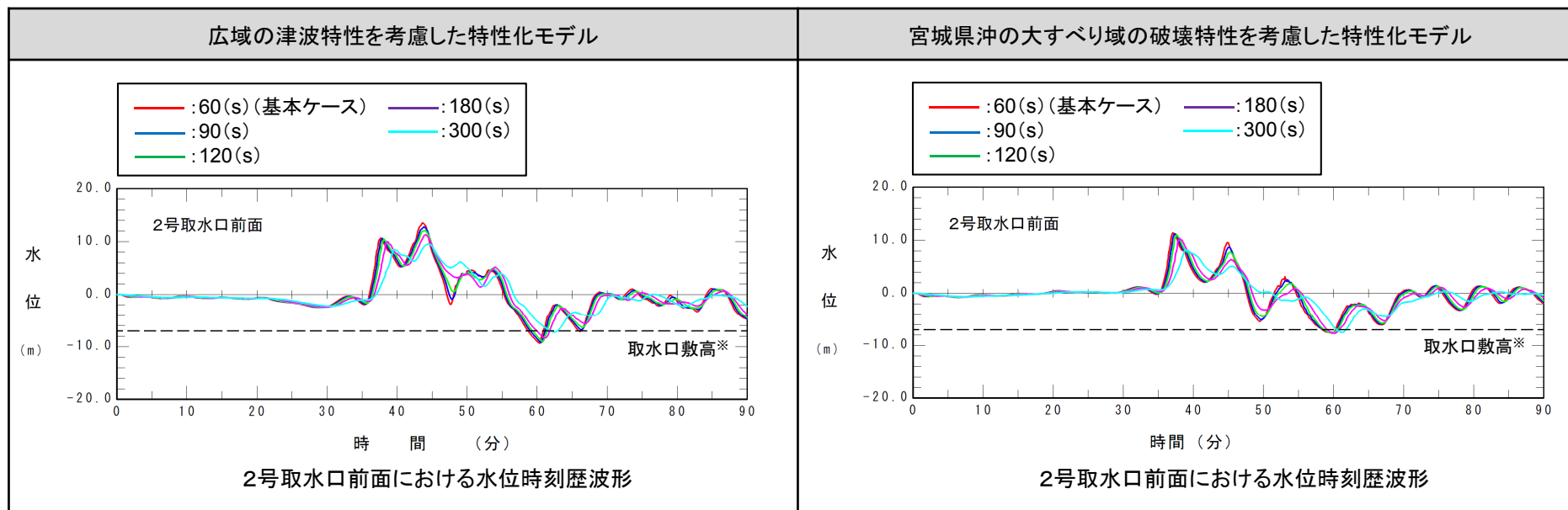
- 水位上昇側:基本ケース(60(s))に対して各ケースの上昇量は小さい(=ライズタイムの不確かさは破壊開始点の不確かさの影響よりも小さい)。
- 水位下降側:広域の津波特性を考慮した特性化モデルは、基本ケース(60(s))に対して各ケースの下降量は小さく、宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルについては、両者に有意な差は認められない(=ライズタイムの不確かさは破壊開始点の不確かさの影響よりも小さい)。



5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.7 ライズタイムの影響: 2号取水口前面における水位時刻歴波形(水位下降側)

- 基本ケース(60(s))に対して、各ケースの取水口敷高を下回る継続時間は短い。



※: T.P.-7.04m(O.P.-6.3m)

2号取水口敷高を下回る継続時間と2号機非常用海水ポンプの運転可能継続時間の関係

ライズタイム	広域の津波特性を考慮した特性化モデル	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	2号機非常用海水ポンプの運転可能継続時間
60(s)(基本ケース)	2.2(分)	1.9(分)	約26(分)
90(s)	2.1(分)	1.9(分)	
120(s)	2.0(分)	1.8(分)	
180(s)	1.8(分)	1.7(分)	
300(s)	1.0(分)	1.3(分)	

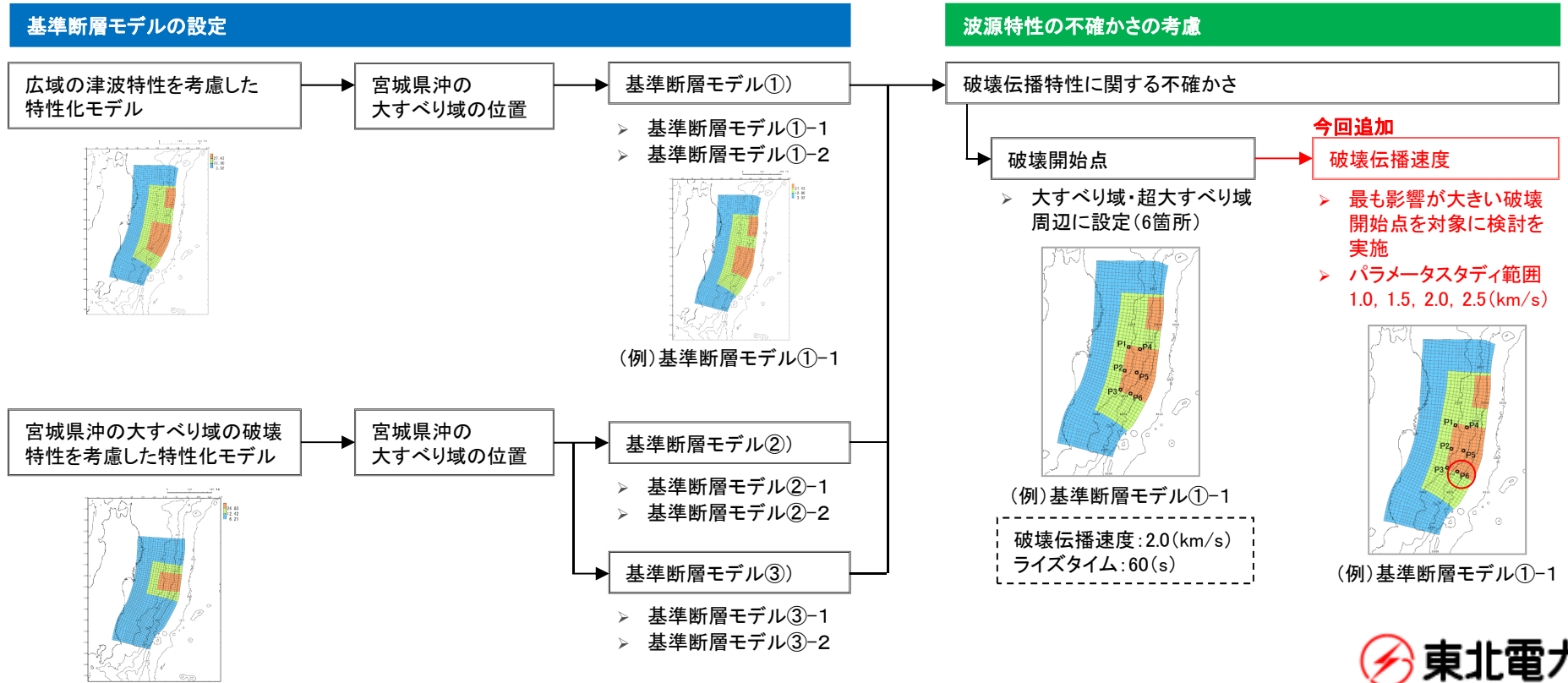
5. 波源特性の不確かさの考慮方法

5.8 まとめ

No.	コメント時期	コメント内容
S61	平成27年1月23日 第185回審査会合	特性化モデルの破壊伝播速度及びライズタイムの不確かさを考慮した場合の影響を検討すること。



- 破壊開始点、破壊伝播速度、ライズタイムの不確かさが、発電所の津波高さに与える影響を定量的に把握した結果、破壊開始点の不確かさが発電所の津波高さに与える影響と比較して、水位上昇側は、破壊伝播速度とライズタイムの不確かさの影響は小さいが、水位下降側については、「宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮したモデル」について、破壊伝播速度の不確かさの影響が大きいことを確認した。
- 本検討結果を踏まえ、破壊伝播特性に関する不確かさ項目に、破壊伝播速度の不確かさを追加する。



6. 津波予測計算

6. 1	本説明(コメント回答)の基本方針	159
6. 2	破壊開始点の不確かさを考慮した津波予測計算	161
6. 3	破壊伝播速度の不確かさを考慮した津波予測計算	168
6. 4	津波予測計算結果のまとめ	176
6. 5	波源特性の不確かさの影響分析	177

6. 津波予測計算

6.1 本説明(コメント回答)の基本方針①

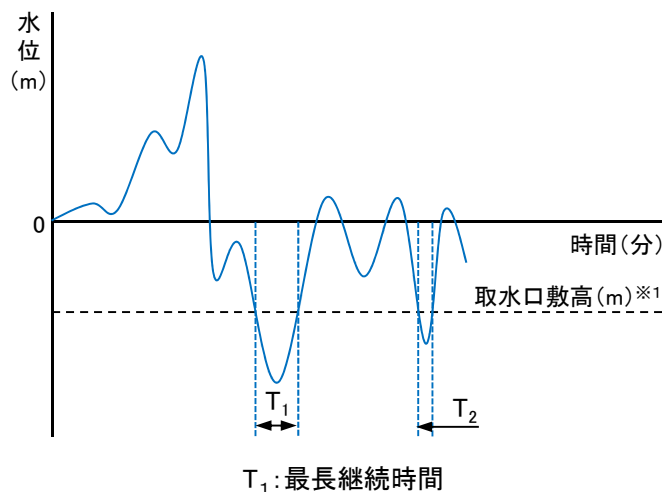
No.	コメント時期	コメント内容
S95	平成27年10月23日 第286回審査会合	基準津波の水位下降側評価にあたっては、取水設備の貯留機能を考慮し、水位評価のみならず、取水口敷高を下回る継続時間も踏まえて整理すること。

- ・ 水位下降側の決定ケースを対象に、取水口敷高を下回る継続時間を整理し、取水設備の貯留機能(2号機非常用海水ポンプの運転可能継続時間)と比較する。

【取水口敷高を下回る継続時間の整理方法】

- 取水口前面の水位時刻歴波形から、取水口敷高を下回る継続時間を算定する。
- 継続時間算定にあたっては、モデルの運動(地震)に伴う地盤沈下量は考慮しない。また、取水口敷高を複数回下回る場合には、最も長い継続時間を整理する。

【取水口敷高を下回る継続時間の算定(概念)】

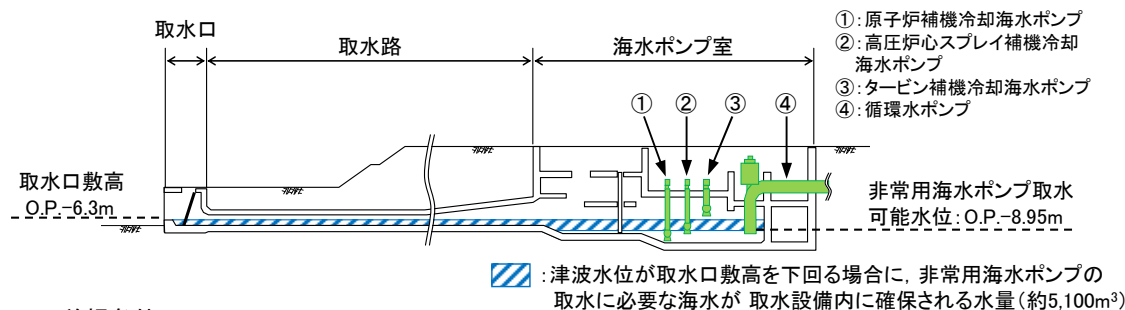


	O.P. (m)
2号取水口敷高 ^{※2}	-6.3

※1: 地震に伴う地盤沈下量は考慮しない。

※2: 3.11地震に伴う地盤沈下量(約1m)を考慮した値

(参考)2号機非常用海水ポンプの運転可能継続時間



■前提条件

- 循環水ポンプは、海水ポンプ室内の水位がO.P.-5.95mまで低下した時点で、ポンプトリップインターロックが動作している状況にあるが、遊転時間分(トリップからポンプ停止までの時間)、定格流量で取水するものと仮定。

■2号機非常用海水ポンプの運転可能継続時間の算定

- (A) 有効貯水量: 約5,100(m³)
取水口敷高(O.P.-6.3m)から非常用海水ポンプの取水可能水位(O.P.-8.95m)までの容量
- (B) 循環水ポンプが停止するまでに取水する水量: 1,662(m³)
99,720(m³/hr)(定格流量) ÷ 3,600 × 30(s)(遊転時間) × 2(台) = 1,662(m³)
- (C) 非常用海水ポンプの取水に使用可能な水量: 3,438(m³)
(A) - (B) = 5,100(m³) - 1,662(m³) = 3,438(m³)
- (D) 2号機非常用海水ポンプの運転可能継続時間: 約26(分)
(C) / 非常用海水ポンプの取水量 = 3,438(m³) / 7,850(m³/hr) × 60 = 約26分

非常用海水ポンプの取水量

	運転台数 [※]	流量	取水量
原子炉補機冷却海水ポンプ	2台 × 2系統	7,600(m ³ /hr)	7,850(m ³ /hr)
高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	1台 × 1系統	250(m ³ /hr)	

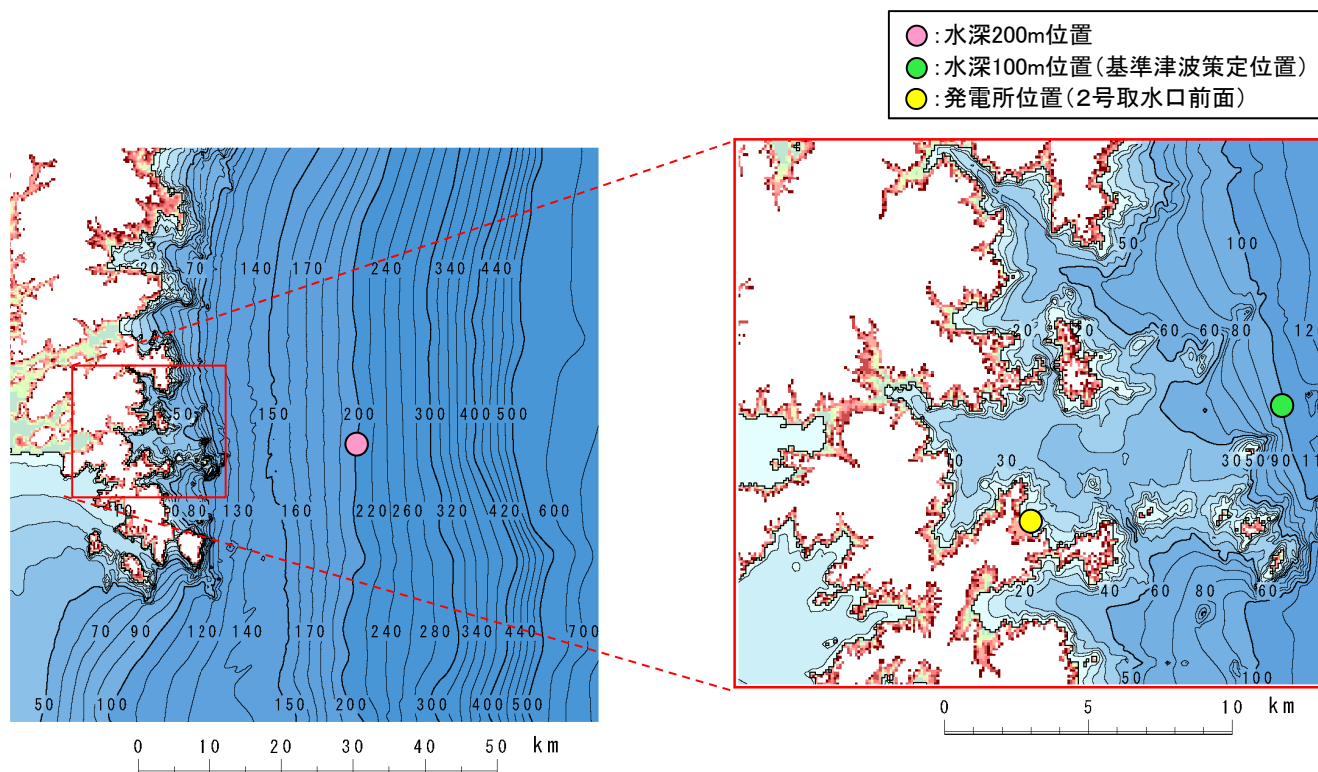
※ 非常用海水ポンプの最大運転台数を考慮

6. 津波予測計算

6. 1 本説明(コメント回答)の基本方針①

No.	コメント時期	コメント内容
S94	平成27年10月23日 第286回審査会合	特性化モデルの不確かさ検討にあたっては、種々の基準断層モデル間で評価比較を行い、整理すること。

- 各モデルの津波予測計算結果を比較して、モデル間で不確かさの影響度合いに違いが見られるかを確認する。
- 違いが見られる場合には、内閣府中央防災会議(2003)の知見を参考として、水位時刻歴波形(沖合い～発電所間)、地殻変動量(初期水位)の特徴に着目し、上記要因を考察する。

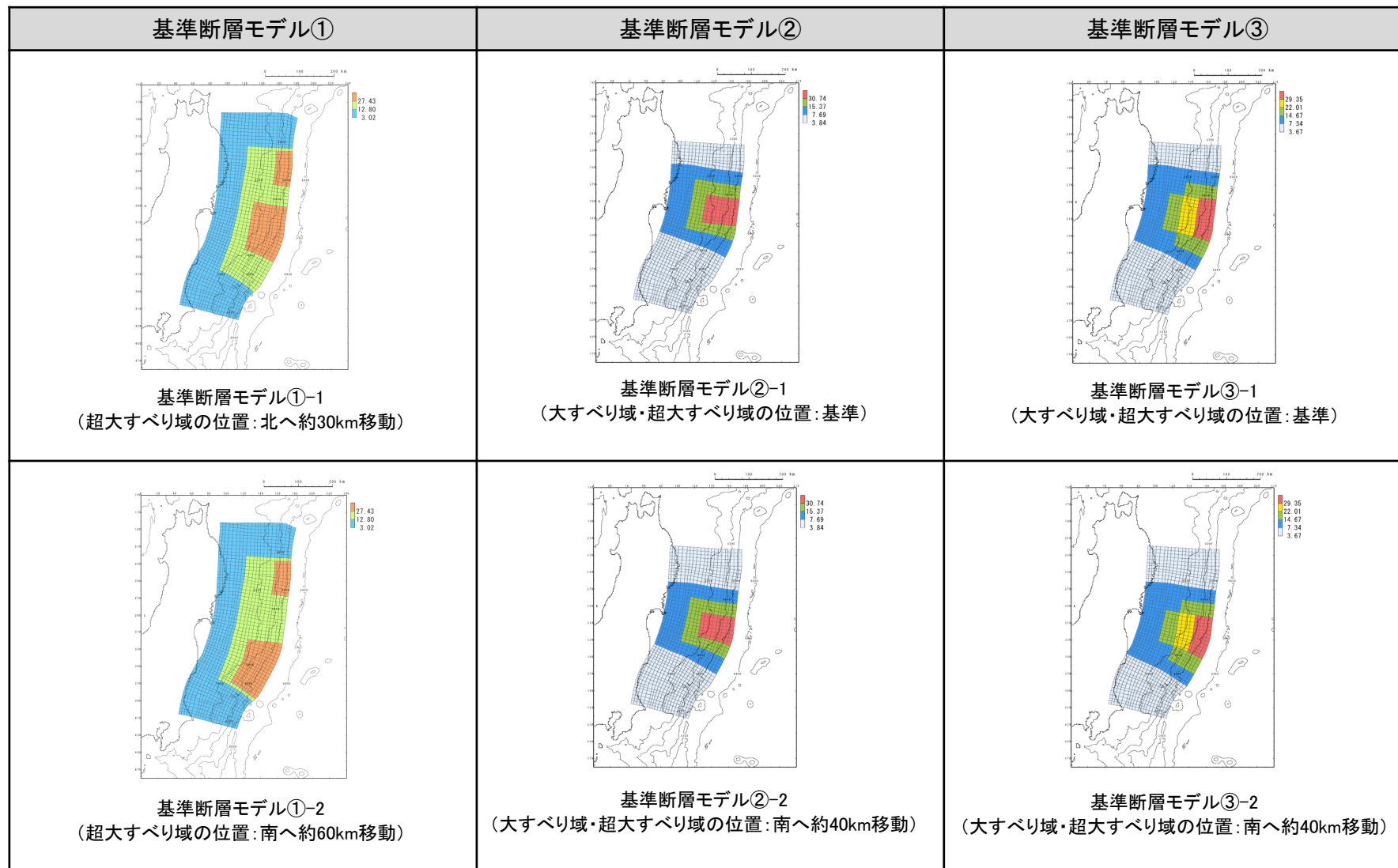


水位時刻歴波形の比較位置

6. 津波予測計算

6.2 破壊開始点の不確かさを考慮した津波予測計算: 検討内容

- 各基準断層モデルについて、破壊開始点の不確かさを考慮した津波予測計算を実施し、発電所の津波高さに与える影響が大きい破壊開始点を抽出する。



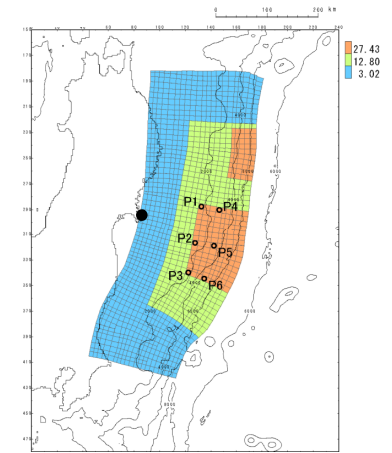
6. 津波予測計算

6.2 破壊開始点の不確かさを考慮した津波予測計算：基準断層モデル①(水位上昇側)

【基準断層モデル①-1(超大すべり域の位置：北へ約30km移動)】

(単位：(m))

破壊開始点	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	18.42(北側)	17.33	17.32	17.15	16.04	16.20	追加検討 (決定ケース)
P1	14.59(北側)	13.56	13.75	13.72	13.32	13.28	追加検討
P2	14.78(北側)	13.56	13.70	13.60	13.66	13.42	追加検討
P3	15.85(北側)	13.87	13.96	14.17	13.51	13.33	追加検討
P4	15.51(北側)	14.02	14.16	14.18	13.38	13.22	追加検討
P5	15.53(北側)	13.80	13.88	14.00	12.88	13.09	追加検討
P6	16.70(北側)	16.07	16.09	15.79	14.68	14.71	破壊伝播速度の 不確かさ考慮ケース 追加検討

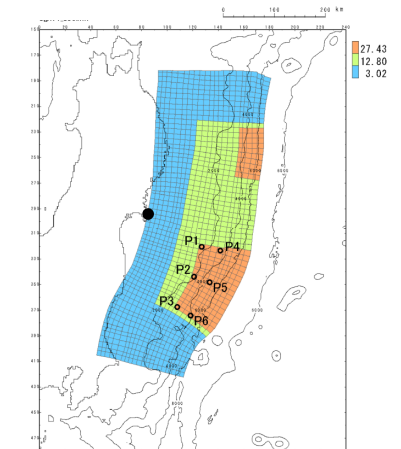


破壊開始点位置 (P1~P6)
 ・破壊伝播速度：2.0(km/s)
 ・ライズタイム：60(s)

【基準断層モデル①-2(超大すべり域の位置：南へ約60km移動)】

(単位：(m))

破壊開始点	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	15.11(北側)	14.64	14.65	14.60	13.69	14.04	追加検討
P1	13.03(北側)	12.59	12.68	12.69	11.54	11.86	追加検討
P2	14.08(北側)	12.93	13.13	13.13	11.94	12.41	追加検討
P3	15.47(北側)	14.51	14.65	14.74	13.48	14.00	追加検討
P4	11.86(北側)	11.45	11.54	11.54	10.48	10.84	追加検討
P5	15.06(北側)	13.94	14.19	14.17	13.23	13.38	追加検討
P6	16.62(北側)	15.12	15.36	15.38	14.15	14.54	破壊伝播速度の 不確かさ考慮ケース 追加検討



破壊開始点位置 (P1~P6)
 ・破壊伝播速度：2.0(km/s)
 ・ライズタイム：60(s)

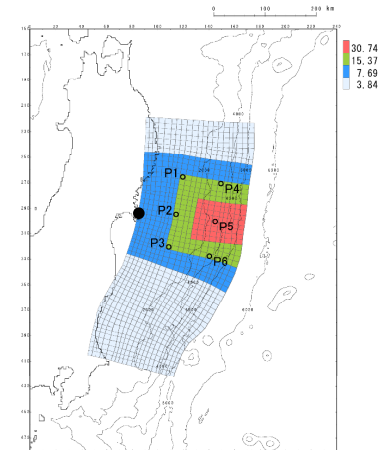
6. 津波予測計算

6.2 破壊開始点の不確かさを考慮した津波予測計算：基準断層モデル②(水位上昇側)

【基準断層モデル②-1(大すべり域・超大すべり域の位置：基準)】

(単位：(m))

破壊開始点	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	16.34(北側)	14.13	14.26	14.21	12.36	13.36	
P1	14.74(北側)	13.06	13.09	13.11	11.25	12.67	
P2	14.88(北側)	13.16	13.19	13.20	11.34	12.77	
P3	15.19(北側)	13.50	13.45	13.48	11.63	13.01	
P4	16.58(北側)	14.43	14.64	14.76	12.79	13.52	
P5	17.26(北側)	15.52	15.87	15.88	14.05	13.97	破壊伝播速度の 不確かさ考慮ケース
P6	16.99(北側)	15.22	15.43	15.37	13.58	13.55	



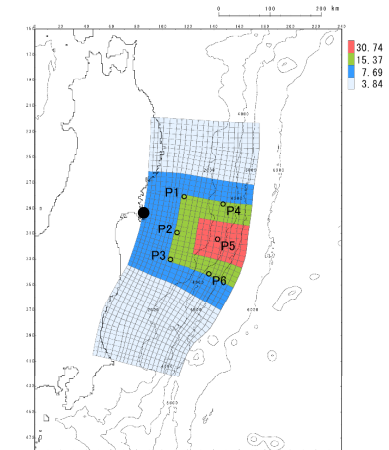
破壊開始点位置(P1~P6)

- ・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②-2(大すべり域・超大すべり域の位置：南へ約40km移動)】

(単位：(m))

破壊開始点	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	11.80(北側)	11.20	11.31	11.34	9.75	10.84	追加検討
P1	9.89(北側)	8.65	8.79	8.83	7.89	8.21	追加検討
P2	10.51(北側)	9.32	9.54	9.29	8.18	8.89	追加検討
P3	11.21(北側)	9.91	10.10	10.11	8.98	9.70	追加検討
P4	10.86(北側)	9.74	9.96	10.13	9.13	9.00	追加検討
P5	12.32(北側)	11.05	11.35	11.57	10.77	10.48	破壊伝播速度の 不確かさ考慮ケース 追加検討
P6	12.19(北側)	11.03	11.27	11.45	10.48	10.24	追加検討



破壊開始点位置(P1~P6)

- ・破壊伝播速度：2.0(km/s)
- ・ライズタイム：60(s)

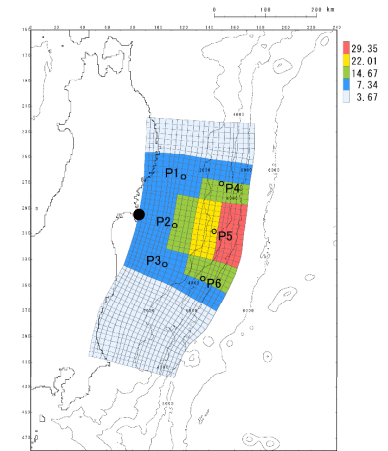
6. 津波予測計算

6. 2 破壊開始点の不確かさを考慮した津波予測計算：基準断層モデル③(水位上昇側)

【基準断層モデル③-1(大すべり域・超大すべり域の位置：基準)】

(単位：(m))

破壊開始点	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	21.58(北側)	18.85	19.50	19.60	16.46	17.16	(決定ケース)
P1	16.56(北側)	13.70	14.32	14.76	12.96	12.63	
P2	16.49(北側)	13.78	14.21	14.81	13.23	13.03	
P3	17.39(北側)	14.62	15.13	15.71	13.97	13.63	
P4	15.53(北側)	13.50	13.84	14.10	12.63	12.20	
P5	16.79(北側)	14.10	14.36	14.71	13.09	13.06	
P6	19.44(北側)	16.93	17.72	18.15	16.00	15.58	破壊伝播速度の 不確かさ考慮ケース

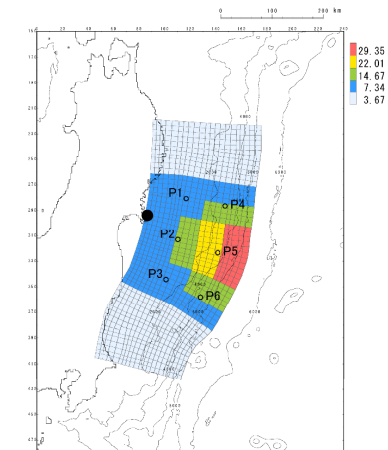


破壊開始点位置(P1~P6)
 ・破壊伝播速度：2.0(km/s)
 ・ライズタイム：60(s)

【基準断層モデル③-2(大すべり域・超大すべり域の位置：南へ約40km移動)】

(単位：(m))

破壊開始点	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	18.19(北側)	16.44	16.71	16.57	14.08	15.75	追加検討
P1	13.76(北側)	12.20	12.47	12.63	10.91	11.61	追加検討
P2	14.72(北側)	13.22	13.58	13.58	11.81	13.29	追加検討
P3	17.27(北側)	14.96	15.17	15.21	13.21	16.10	追加検討
P4	14.50(南側)	12.47	12.77	12.83	10.80	11.53	追加検討
P5	14.51(北側)	12.55	12.69	12.79	11.57	11.98	追加検討
P6	20.60(北側)	17.74	17.89	17.75	15.08	17.02	破壊伝播速度の 不確かさ考慮ケース 追加検討



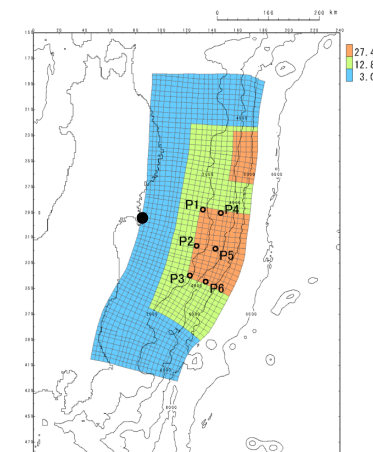
破壊開始点位置(P1~P6)
 ・破壊伝播速度：2.0(km/s)
 ・ライズタイム：60(s)

6. 津波予測計算

6.2 破壊開始点の不確かさを考慮した津波予測計算：基準断層モデル①(水位下降側)

【基準断層モデル①-1(超大すべり域の位置：北へ約30km移動)】 (単位：(m))

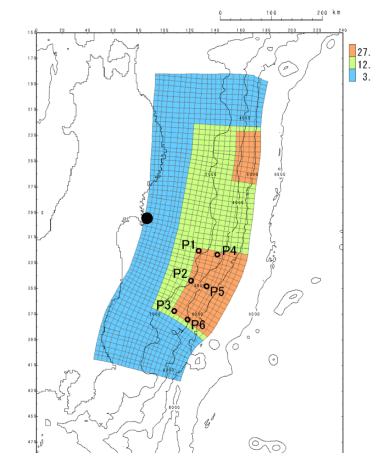
破壊開始点	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-8.61	追加検討
P1	-8.86	追加検討
P2	-9.63	追加検討
P3	-9.66	追加検討
P4	-8.85	追加検討
P5	-9.74	追加検討
P6	-9.97	破壊伝播速度の不確かさを考慮ケース 追加検討



破壊開始点位置(P1~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①-2(超大すべり域の位置：南へ約60km移動)】 (単位：(m))

破壊開始点	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-9.18	追加検討
P1	-8.51	追加検討
P2	-7.46	追加検討
P3	-6.96	追加検討
P4	-8.67	破壊伝播速度の不確かさを考慮ケース 追加検討
P5	-7.74	追加検討
P6	-7.20	追加検討



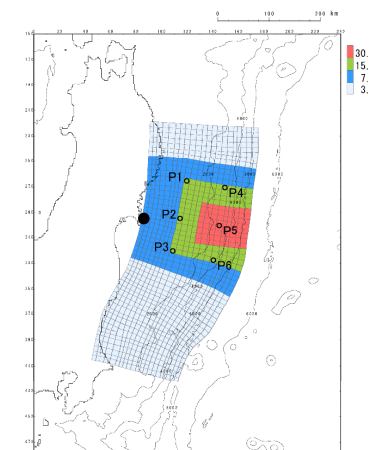
破壊開始点位置(P1~P6)
 ・破壊伝播速度：2.0(km/s)
 ・ライズタイム：60(s)

6. 津波予測計算

6.2 破壊開始点の不確かさを考慮した津波予測計算：基準断層モデル②(水位下降側)

【基準断層モデル②-1(大すべり域・超大すべり域の位置：基準)】 (単位：(m))

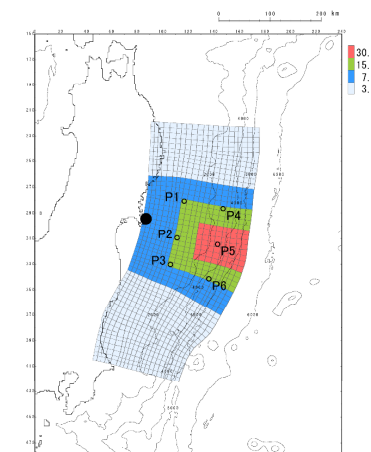
破壊開始点	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-7.72	
P1	-7.73	
P2	-8.28	
P3	-8.61	
P4	-8.35	
P5	-9.42	破壊伝播速度の不確かさを考慮ケース
P6	-9.07	



破壊開始点位置 (P1~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②-2(大すべり域・超大すべり域の位置：南へ約40km移動)】 (単位：(m))

破壊開始点	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-8.96	追加検討
P1	-8.44	破壊伝播速度の不確かさを考慮ケース 追加検討
P2	-8.08	追加検討
P3	-7.91	追加検討
P4	-8.23	追加検討
P5	-8.15	追加検討
P6	-8.36	追加検討



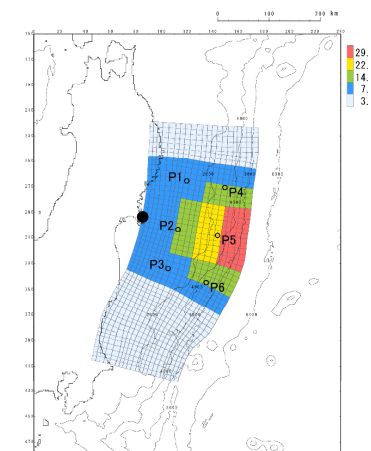
破壊開始点位置 (P1~P6)
 ・破壊伝播速度：2.0(km/s)
 ・ライズタイム：60(s)

6. 津波予測計算

6. 2 破壊開始点の不確かさを考慮した津波予測計算：基準断層モデル③(水位下降側)

【基準断層モデル③-1(大すべり域・超大すべり域の位置：基準)】 (単位：(m))

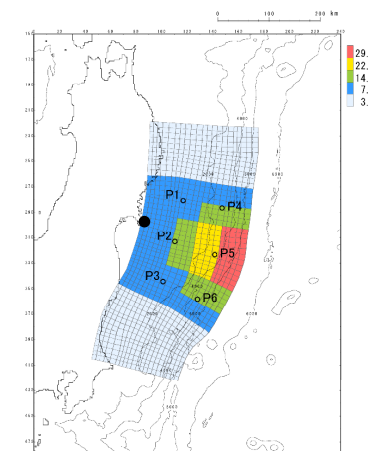
破壊開始点	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-8.98	
P1	-8.70	
P2	-8.46	
P3	-8.46	
P4	-8.39	
P5	-8.94	破壊伝播速度の不確かさを考慮ケース
P6	-8.79	



破壊開始点位置 (P1~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③-2(大すべり域・超大すべり域の位置：南へ約40km移動)】 (単位：(m))

破壊開始点	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-8.78	追加検討
P1	-8.41	追加検討
P2	-8.30	追加検討
P3	-8.37	追加検討
P4	-8.27	追加検討
P5	-8.65	追加検討
P6	-8.82	破壊伝播速度の不確かさを考慮ケース追加検討



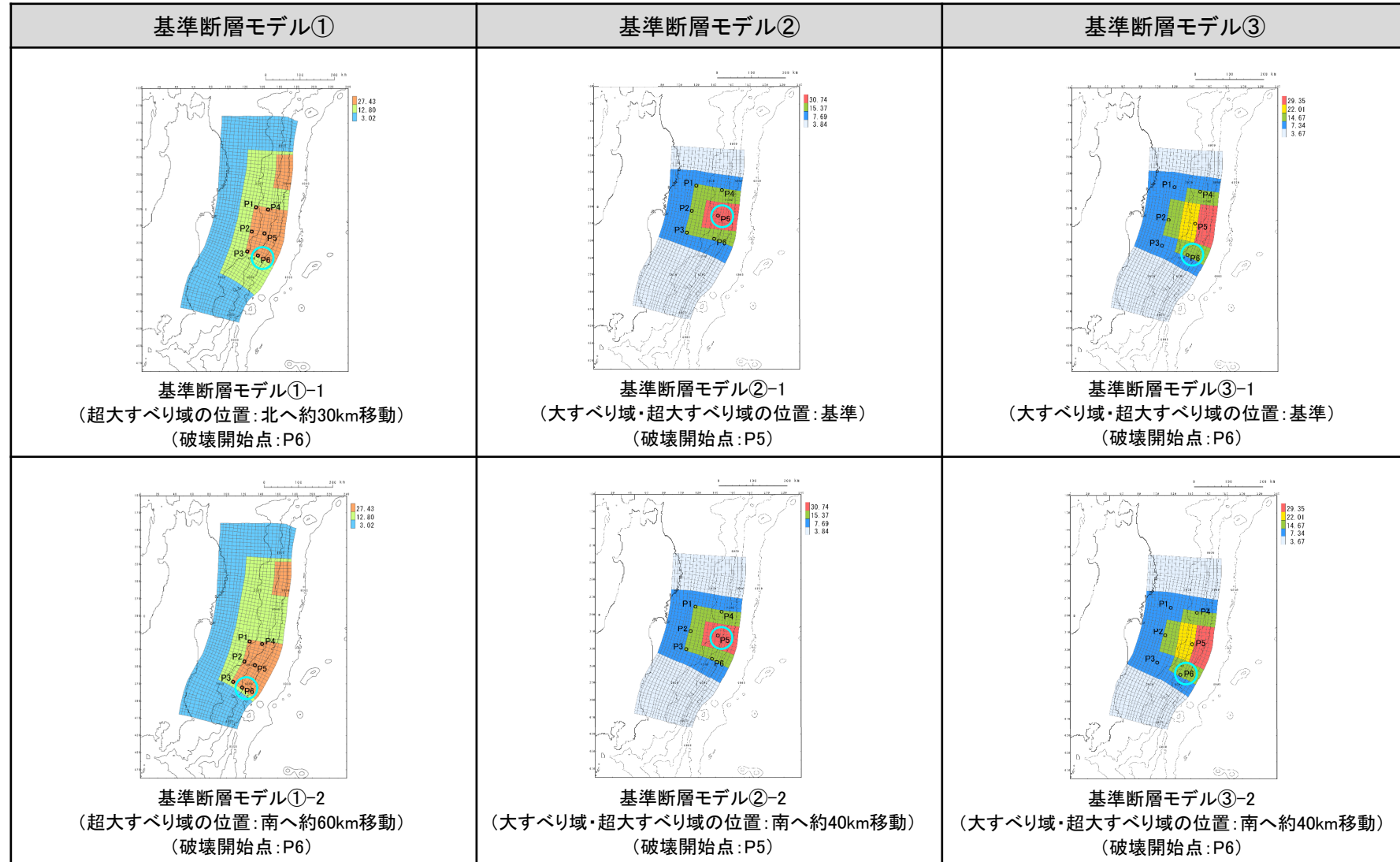
破壊開始点位置 (P1~P6)
 ・破壊伝播速度：2.0(km/s)
 ・ライズタイム：60(s)

6. 津波予測計算

6.3 破壊伝播速度の不確かさを考慮した津波予測計算: 検討内容①

- 破壊開始点の不確かさを考慮した検討結果を踏まえた以下のケースを対象に破壊伝播速度の不確かさを考慮した津波予測計算を実施する。

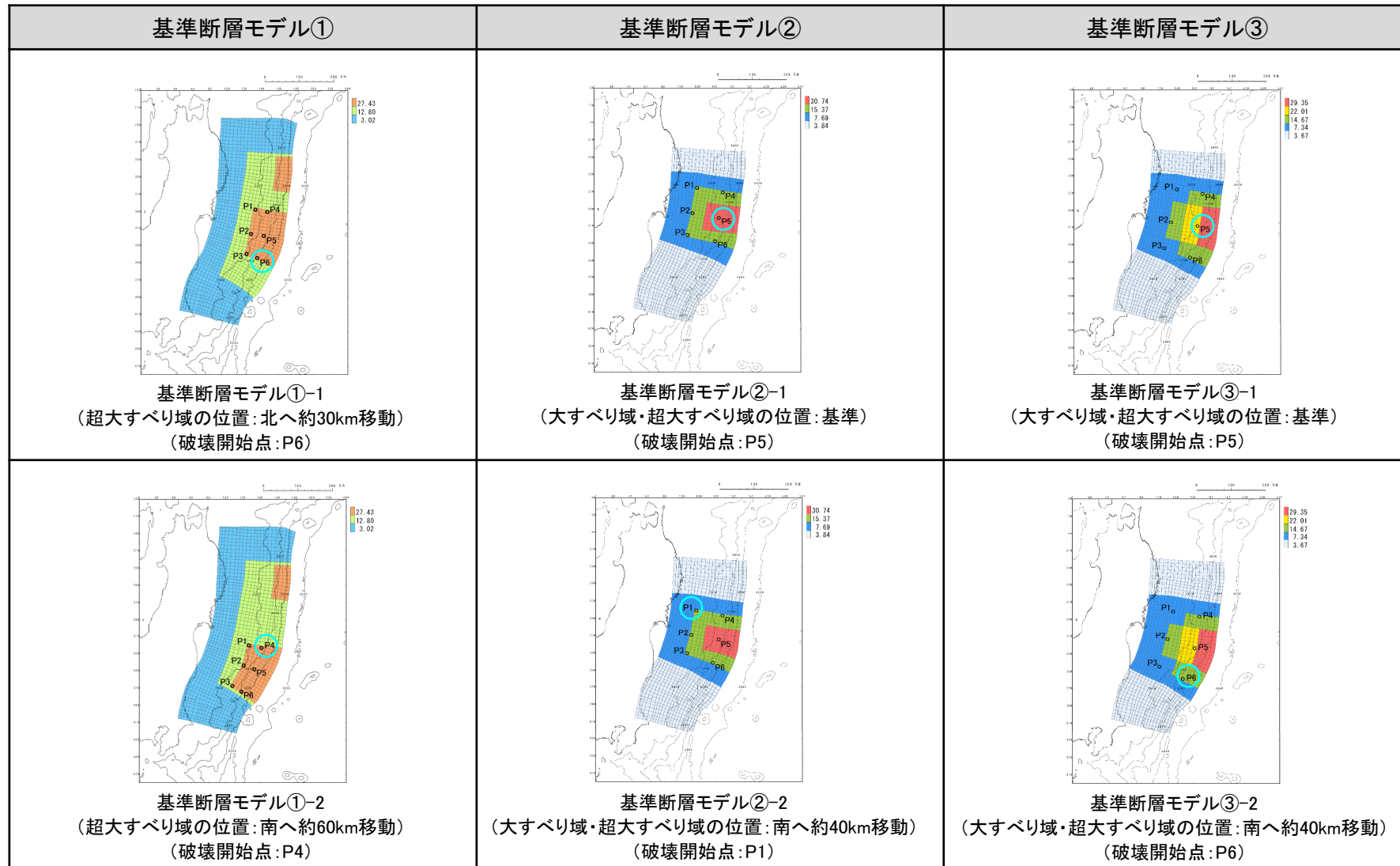
■ 水位上昇側



6. 津波予測計算

6.3 破壊伝播速度の不確かさを考慮した津波予測計算: 検討内容②

■ 水位下降側



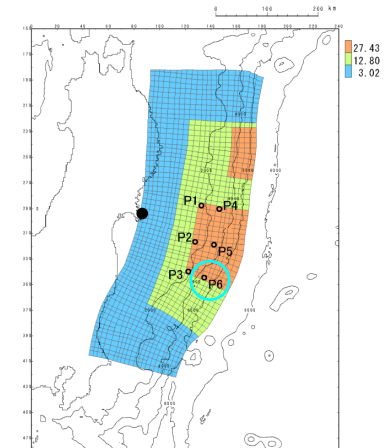
6. 津波予測計算

6.3 破壊伝播速度の不確かさを考慮した津波予測計算: 基準断層モデル①(水位上昇側)

【基準断層モデル①-1(超大すべり域の位置: 北へ約30km移動, 破壊開始点位置: P6)】

(単位: (m))

破壊伝播速度	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	18.42(北側)	17.33	17.32	17.15	16.04	16.20	決定ケース 追加検討
1.0(km/s)	16.74(北側)	14.10	14.28	14.28	12.91	13.83	追加検討
1.5(km/s)	15.83(南側)	15.16	15.16	14.95	13.76	13.89	追加検討
2.0(km/s)	16.70(北側)	16.07	16.09	15.79	14.68	14.71	追加検討
2.5(km/s)	17.31(北側)	16.48	16.48	16.20	15.13	15.18	追加検討



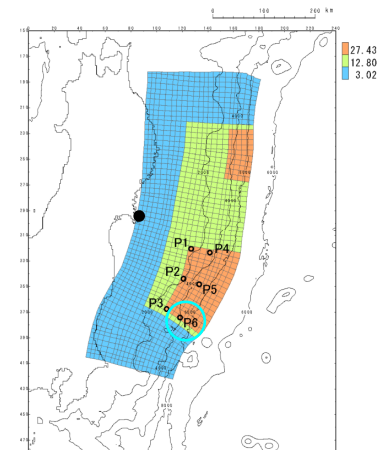
破壊開始点位置(P6)

(ライズタイム: 60(s))

【基準断層モデル①-2(超大すべり域の位置: 南へ約60km移動, 破壊開始点位置: P6)】

(単位: (m))

破壊伝播速度	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	15.11(北側)	14.64	14.65	14.60	13.69	14.04	追加検討
1.0(km/s)	16.02(北側)	15.29	15.38	15.38	13.94	14.56	追加検討
1.5(km/s)	16.59(北側)	15.14	15.32	15.46	14.16	14.70	追加検討
2.0(km/s)	16.62(北側)	15.12	15.36	15.38	14.15	14.54	追加検討
2.5(km/s)	16.42(北側)	15.06	15.31	15.29	14.04	14.38	追加検討



破壊開始点位置(P6)

(ライズタイム: 60(s))

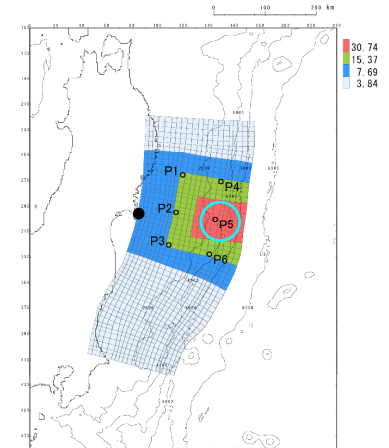
6. 津波予測計算

6.3 破壊伝播速度の不確かさを考慮した津波予測計算: 基準断層モデル②(水位上昇側)

【基準断層モデル②-1(大すべり域・超大すべり域の位置: 基準, 破壊開始点位置: P5)】

(単位: (m))

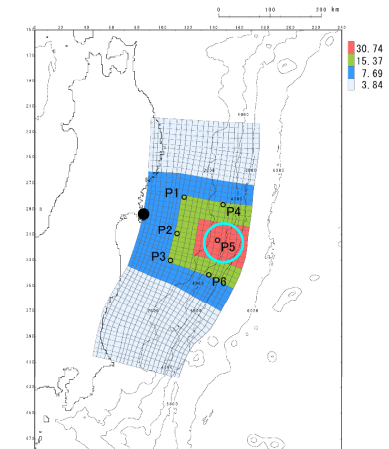
破壊伝播速度	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	16.34(北側)	14.13	14.29	14.21	12.36	13.36	
1.0(km/s)	18.86(北側)	17.03	17.40	17.55	15.50	15.34	決定ケース 追加検討
1.5(km/s)	17.62(北側)	16.06	16.32	16.34	14.53	14.40	追加検討
2.0(km/s)	17.26(北側)	15.52	15.87	15.88	14.05	13.97	
2.5(km/s)	17.14(北側)	15.27	15.55	15.54	13.72	13.74	追加検討

破壊開始点位置(P5)
(ライズタイム: 60(s))

【基準断層モデル②-2(大すべり域・超大すべり域の位置: 南へ約40km移動, 破壊開始点位置: P5)】

(単位: (m))

破壊伝播速度	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	11.80(北側)	11.20	11.31	11.34	9.75	10.84	追加検討
1.0(km/s)	14.01(北側)	12.62	12.97	13.22	12.50	12.12	追加検討
1.5(km/s)	12.78(北側)	11.55	11.85	12.11	11.35	11.01	追加検討
2.0(km/s)	12.32(北側)	11.05	11.35	11.57	10.77	10.48	追加検討
2.5(km/s)	12.15(北側)	10.80	11.09	11.27	10.42	10.17	追加検討

破壊開始点位置(P5)
(ライズタイム: 60(s))

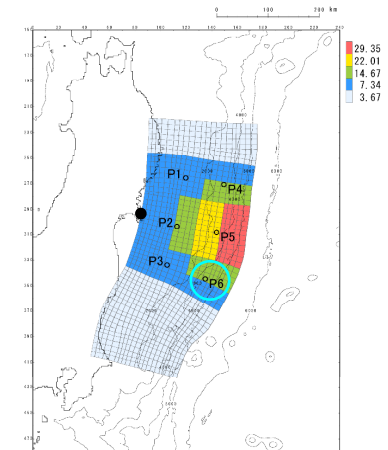
6. 津波予測計算

6.3 破壊伝播速度の不確かさを考慮した津波予測計算: 基準断層モデル③(水位上昇側)

【基準断層モデル③-1(大すべり域・超大すべり域の位置: 基準, 破壊開始点位置: P6)】

(単位: (m))

破壊伝播速度	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	21.58(北側)	18.85	19.50	19.60	16.46	17.16	決定ケース
1.0(km/s)	15.43(南側)	14.00	14.16	14.38	13.57	13.39	追加検討
1.5(km/s)	17.92(北側)	16.04	16.58	16.85	15.35	14.79	追加検討
2.0(km/s)	19.44(北側)	16.93	17.72	18.15	16.00	15.58	
2.5(km/s)	19.97(北側)	17.51	18.32	18.79	16.27	16.06	追加検討



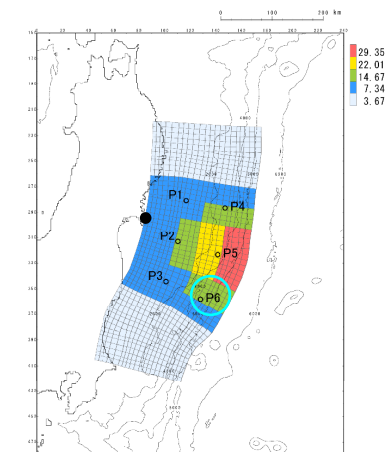
破壊開始点位置(P6)

(ライズタイム: 60(s))

【基準断層モデル③-2(大すべり域・超大すべり域の位置: 南へ約40km移動, 破壊開始点位置: P6)】

(単位: (m))

破壊伝播速度	敷地前面	1号 取水口 前面	2号 取水口 前面	3号 取水口 前面	1号 放水口 前面	2・3号 放水口 前面	備考
基準(同時破壊)	18.19(北側)	16.44	16.71	16.57	14.08	15.75	追加検討
1.0(km/s)	18.58(北側)	16.28	16.54	16.56	14.28	15.23	追加検討
1.5(km/s)	20.46(北側)	17.57	17.74	17.67	14.97	16.98	追加検討
2.0(km/s)	20.60(北側)	17.74	17.89	17.75	15.08	17.02	追加検討
2.5(km/s)	20.40(北側)	17.68	17.88	17.67	15.02	16.55	追加検討



破壊開始点位置(P6)

(ライズタイム: 60(s))

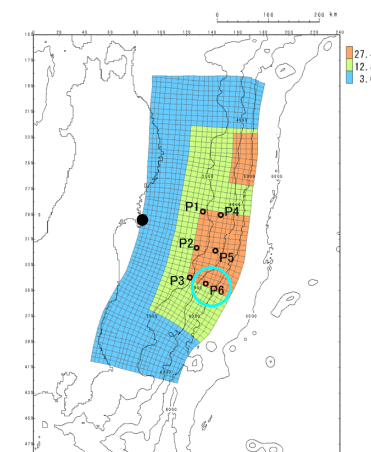
6. 津波予測計算

6.3 破壊伝播速度の不確かさを考慮した津波予測計算: 基準断層モデル①(水位下降側)

【基準断層モデル①-1(超大すべり域の位置: 北へ約30km移動, 破壊開始点位置: P6)】

(単位: (m))

破壊伝播速度	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-8.61	追加検討
1.0(km/s)	-10.22	決定ケース 追加検討
1.5(km/s)	-10.14	追加検討
2.0(km/s)	-9.97	追加検討
2.5(km/s)	-9.79	追加検討

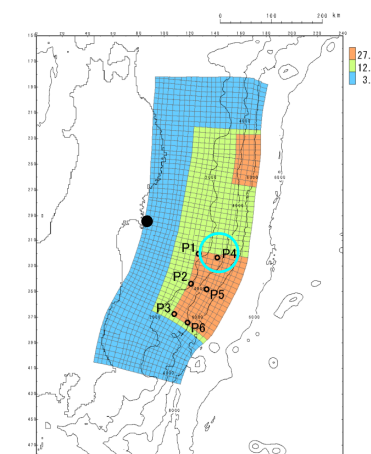


破壊開始点位置(P6)
(ライズタイム: 60(s))

【基準断層モデル①-2(超大すべり域の位置: 南へ約60km移動, 破壊開始点位置: P4)】

(単位: (m))

破壊伝播速度	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-9.18	追加検討
1.0(km/s)	-8.61	追加検討
1.5(km/s)	-8.37	追加検討
2.0(km/s)	-8.67	追加検討
2.5(km/s)	-8.82	追加検討



破壊開始点位置(P4)
(ライズタイム: 60(s))

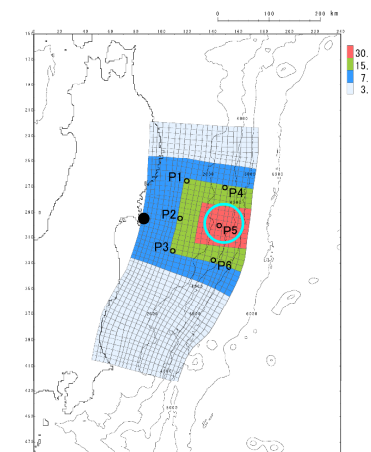
6. 津波予測計算

6.3 破壊伝播速度の不確かさを考慮した津波予測計算: 基準断層モデル②(水位下降側)

【基準断層モデル②-1(大すべり域・超大すべり域の位置: 基準, 破壊開始点位置: P5)】

(単位: (m))

破壊伝播速度	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-7.72	
1.0(km/s)	-10.38	決定ケース 追加検討
1.5(km/s)	-9.89	追加検討
2.0(km/s)	-9.42	
2.5(km/s)	-9.08	追加検討

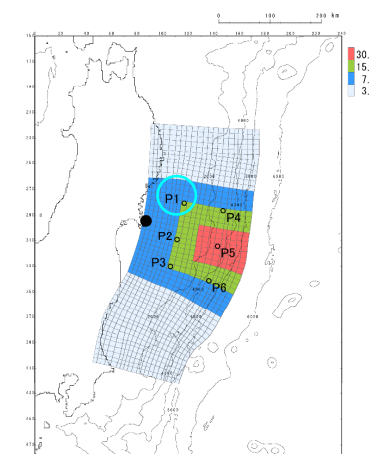


破壊開始点位置 (P5)
(ライズタイム: 60(s))

【基準断層モデル②-2(大すべり域・超大すべり域の位置: 南へ約40km移動, 破壊開始点位置: P1)】

(単位: (m))

破壊伝播速度	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-8.96	追加検討
1.0(km/s)	-8.13	追加検討
1.5(km/s)	-8.34	追加検討
2.0(km/s)	-8.44	追加検討
2.5(km/s)	-8.55	追加検討



破壊開始点位置 (P1)
(ライズタイム: 60(s))

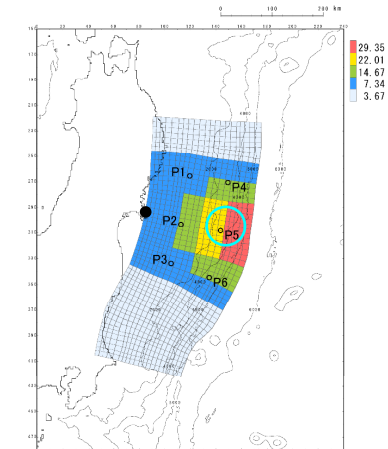
6. 津波予測計算

6.3 破壊伝播速度の不確かさを考慮した津波予測計算: 基準断層モデル③(水位下降側)

【基準断層モデル③-1(大すべり域・超大すべり域の位置: 基準, 破壊開始点位置: P5)】

(単位: (m))

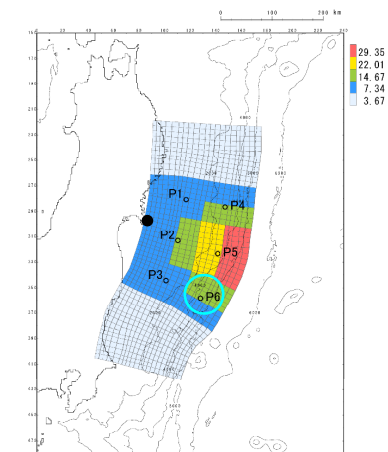
破壊伝播速度	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-8.98	
1.0(km/s)	-9.78	決定ケース 追加検討
1.5(km/s)	-9.23	追加検討
2.0(km/s)	-8.94	
2.5(km/s)	-8.76	追加検討

破壊開始点位置 (P5)
(ライズタイム: 60(s))

【基準断層モデル③-2(大すべり域・超大すべり域の位置: 南へ約40km移動, 破壊開始点位置: P6)】

(単位: (m))

破壊伝播速度	2号取水口前面	備考
基準(同時破壊)	-8.78	追加検討
1.0(km/s)	-9.20	追加検討
1.5(km/s)	-8.93	追加検討
2.0(km/s)	-8.82	追加検討
2.5(km/s)	-8.73	追加検討

破壊開始点位置 (P6)
(ライズタイム: 60(s))

6.4 津波予測計算結果のまとめ:最大水位上昇量・最大水位下降量

No.	コメント時期	コメント内容
S94	平成27年10月23日 第286回審査会合	特性化モデルの不確かさ検討にあたっては、種々の基準断層モデル間で評価比較を行い、整理すること。
S95	平成27年10月23日 第286回審査会合	基準津波の水位下降側評価にあたっては、取水設備の貯留機能を考慮し、水位評価のみならず、取水口敷高を下回る継続時間も踏まえて整理すること。

【水位上昇側】

特性化モデル	大すべり域・ 超大すべり域 の位置	波源特性の不確かさ		最大水位上昇量(m)					
		破壊開始点	破壊伝播速度	敷地前面	1号取水口 前面	2号取水口 前面	3号取水口 前面	1号放水口 前面	2・3号 放水口前面
基準断層モデル ①-1	北へ約30km 移動	基準 (同時破壊)	基準 (同時破壊)	18.42(北側)	17.33	17.32	17.15	16.04	16.20
基準断層モデル ②-1	基準	P5	1.0(km/s)	18.86(北側)	17.03	17.40	17.55	15.50	15.34
基準断層モデル ③-1	基準	基準 (同時破壊)	基準 (同時破壊)	21.58(北側)	18.85	19.50	19.60	16.46	17.16

【水位下降側】

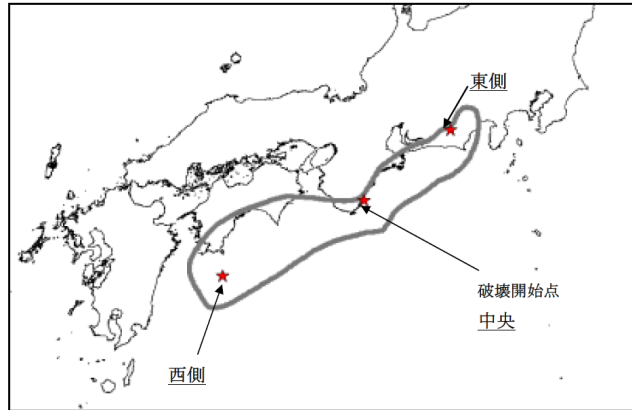
特性化モデル	大すべり域・ 超大すべり域 の位置	波源特性の不確かさ		2号取水口前面	
		破壊開始点	破壊伝播速度	最大水位下降量 (m)	継続時間 (分)
基準断層モデル ①-1	北へ約30km 移動	P6	1.0(km/s)	-10.22	2.6
基準断層モデル ②-1	基準	P5	1.0(km/s)	-10.38	2.6
基準断層モデル ③-1	基準	P5	1.0(km/s)	-9.78	2.9
2号機非常用海水ポンプの運転可能継続時間					約26

6.5 波源特性の不確かさの影響分析: 検討方針①

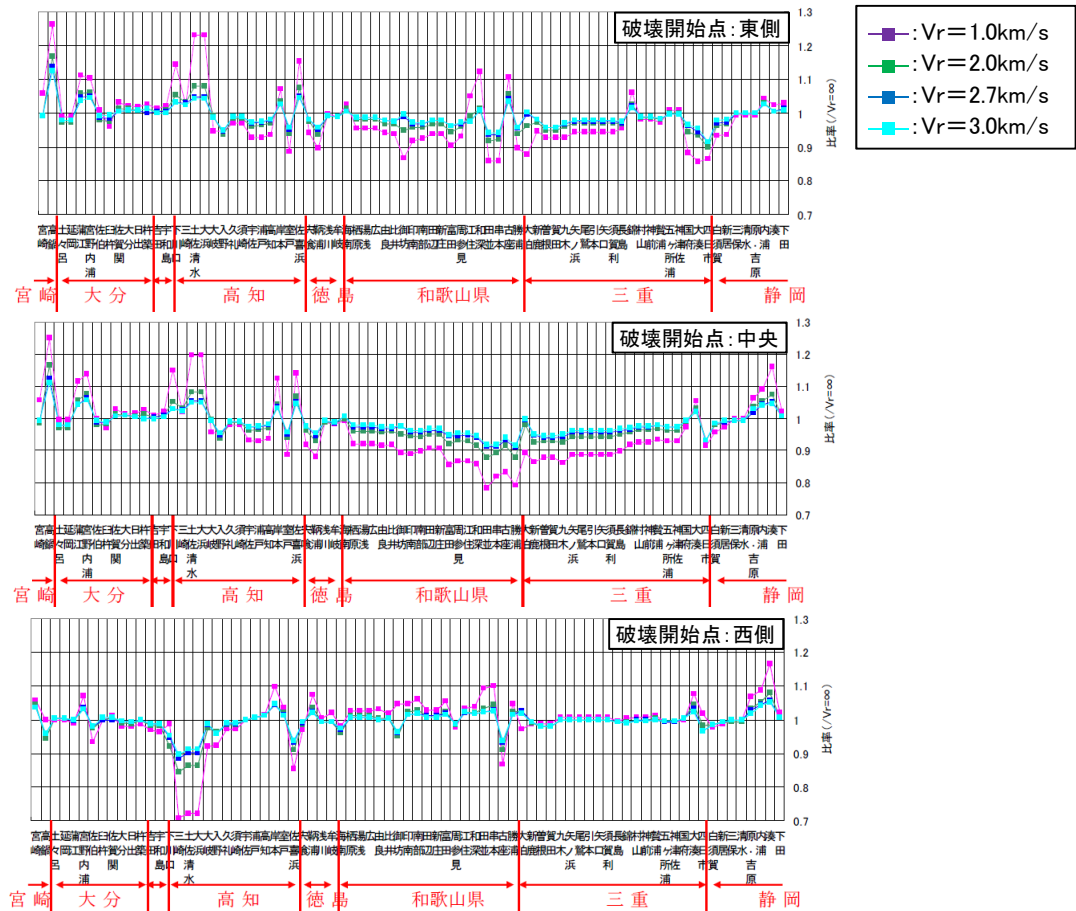
- 水位上昇側について、「基準断層モデル①-1」と「基準断層モデル③-1」は、同時破壊ケースが決定ケースとなる一方で、「基準断層モデル②-1」は、破壊開始点を設けたケースが決定ケースとなり、基準断層モデル間で不確かさの影響度合いに違いが見られることから、その要因を分析する。
- 破壊開始点、破壊伝播速度が津波高さに与える影響について、内閣府中央防災会議(2003)では、東海・東南海・南海地震の断層モデルを用いて検討し、以下のとおり考察している。

【同時破壊ケースに対する破壊開始点及び破壊伝播速度を変化させた場合の影響】

- 破壊が伝播していく方向では、津波のディレクティブティ効果により、津波高さは大きくなる。また、その程度は破壊伝播速度が遅いほど大きい。
- 逆に、反対側の津波高さは小さくなる。



断層モデルと破壊開始点の位置
(内閣府中央防災会議(2003))

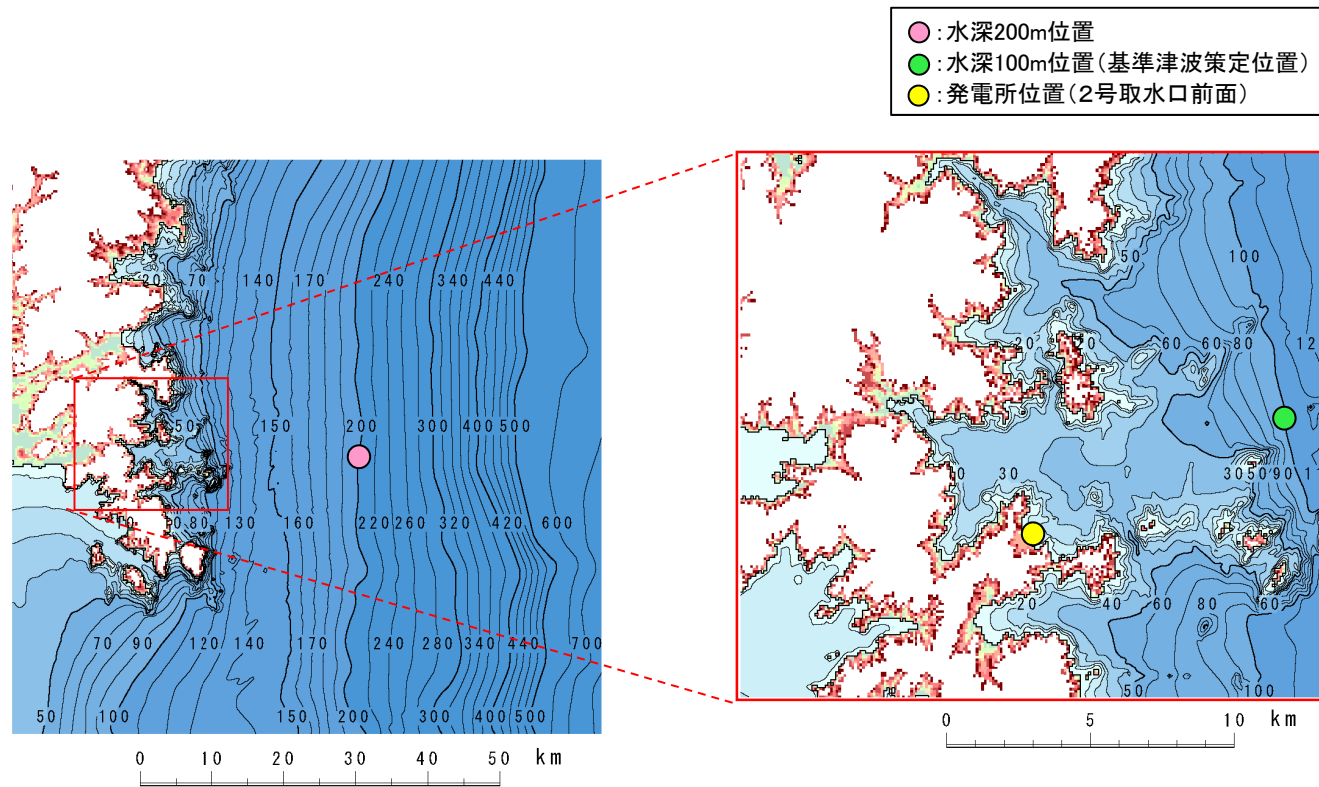


破壊開始点、破壊伝播速度を考慮した場合の津波の高さ($V_r = \infty$ に対する比)(内閣府中央防災会議(2003)に一部加筆)

6. 津波予測計算

6.5 波源特性の不確かさの影響分析: 検討方針②

- 内閣府中央防災会議(2003)の知見を参考として、各基準断層モデルにおける同時破壊ケースと破壊開始点設定ケースの水位時刻歴波形を比較し、各モデル間の違いを整理する。
- また、それらの要因について、津波高さに支配的となる地殻変動量分布と破壊開始点位置の関係の違いから考察する。



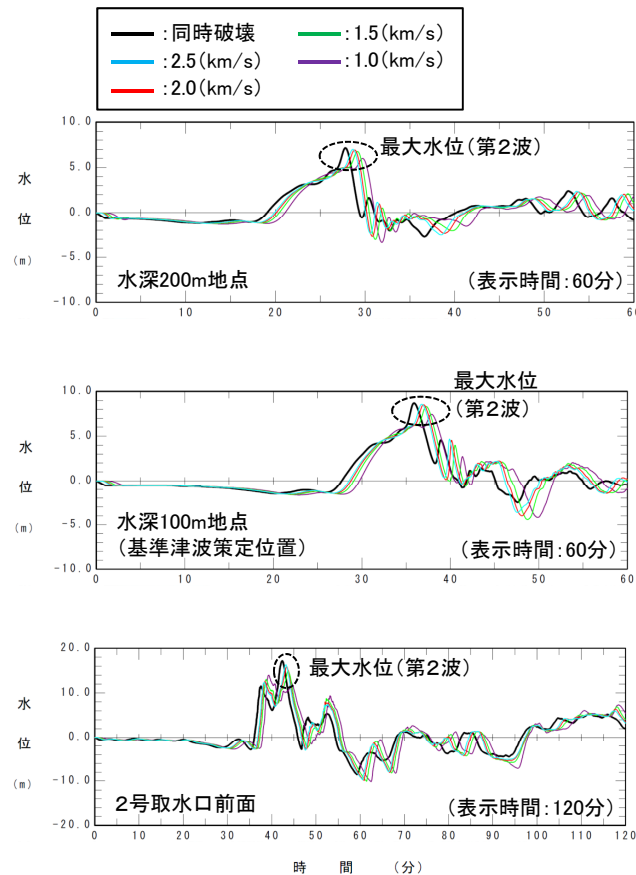
水位時刻歴波形の比較位置

6. 津波予測計算

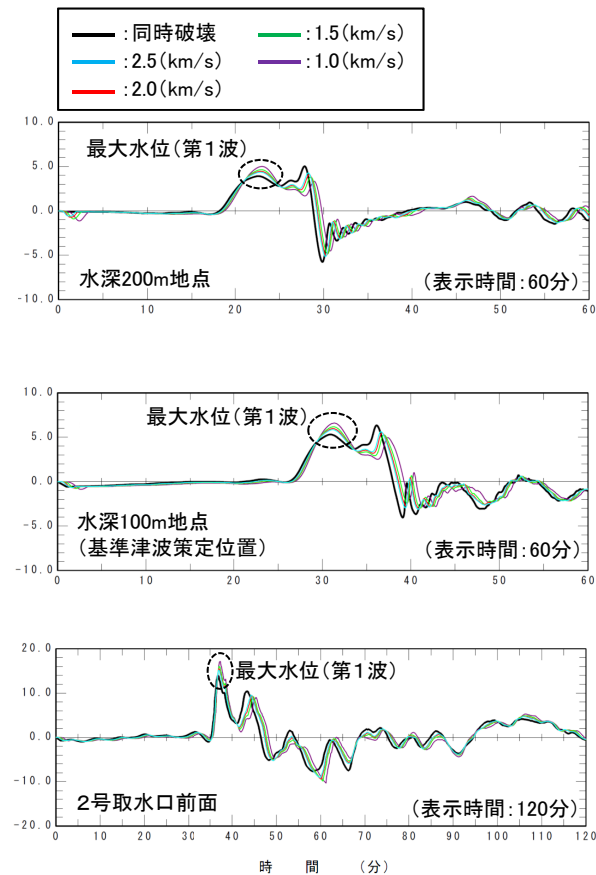
6.5 波源特性の不確かさの影響分析：水位時刻歴波形の比較

- 「基準断層モデル②-1」は、第1波で最大水位が発生する。また、破壊開始点を設定した方が津波高さは大きくなり、その程度は、内閣府中央防災会議(2003)の結果と同様に、破壊伝播速度が遅いほど大きい。
- 「基準断層モデル①-1」と「基準断層モデル③-1」は、第2波で最大水位が発生する。また、破壊開始点を設定した方が津波高さは小さくなり、その程度は、破壊伝播速度が遅いほど大きい。

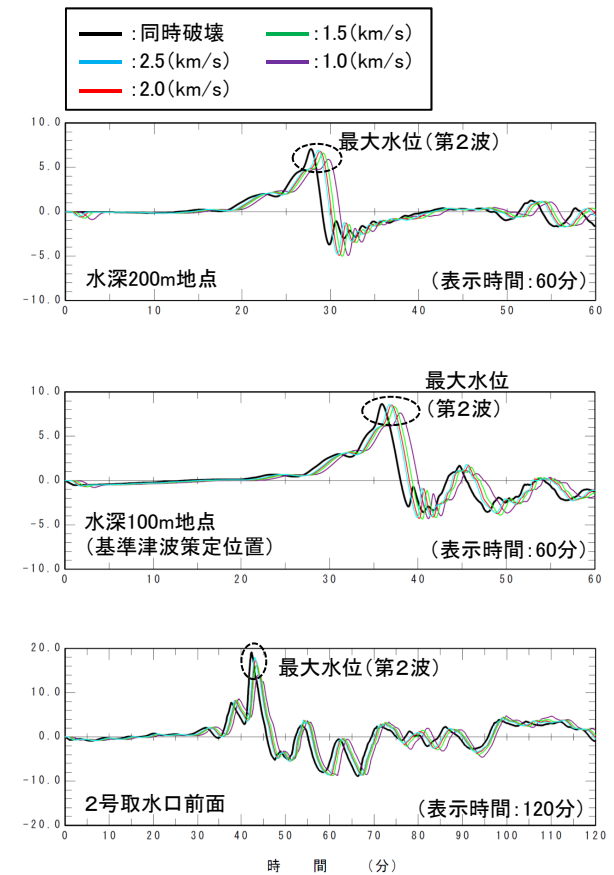
【基準断層モデル①-1】



【基準断層モデル②-1】



【基準断層モデル③-1】

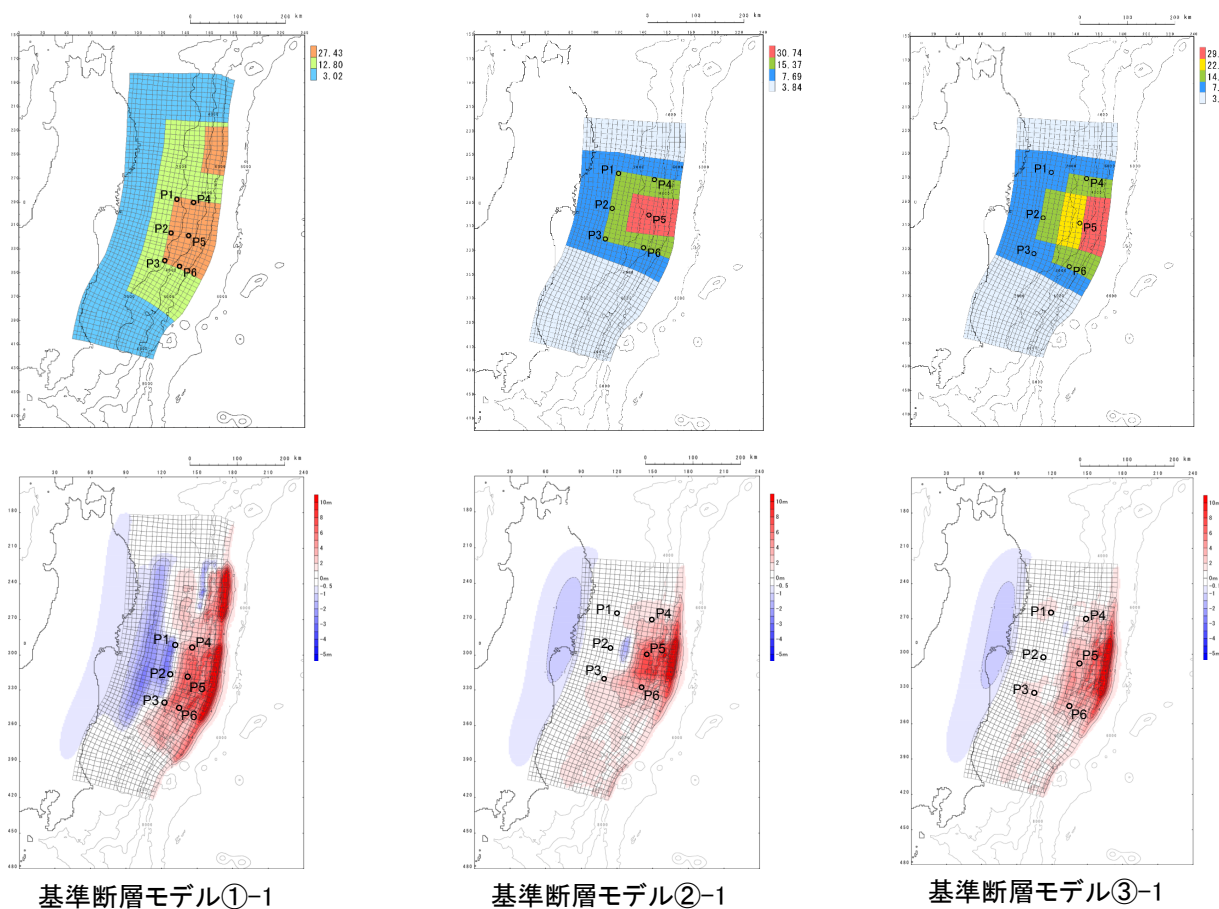


6. 津波予測計算

6.5 波源特性の不確かさの影響分析:分析結果

- 「基準断層モデル①-1」と「基準断層モデル③-1」は、「基準断層モデル②-1」と比較して、海溝側の地殻変動量が沿岸の津波高さに与える影響が大きい。
- 破壊開始点(P4~P6)は海溝沿いより陸側に位置することから、津波のディレクティビティ効果により「基準断層モデル①-1」と「基準断層モデル③-1」は、同時破壊ケースに比べて破壊開始点を設けたケースの津波高さが小さくなる。
- 一方、「基準断層モデル①-1」と「基準断層モデル③-1」に比べて陸側の地殻変動量が沿岸の津波高さに与える影響が大きい「基準断層モデル②-1」は、津波のディレクティビティ効果により破壊開始点を設けたケースの方が津波高さが大きくなる。

■各モデルのすべり量分布・破壊開始点位置(上図)と地殻変動量分布(ライズタイム300(s)相当, 下図)



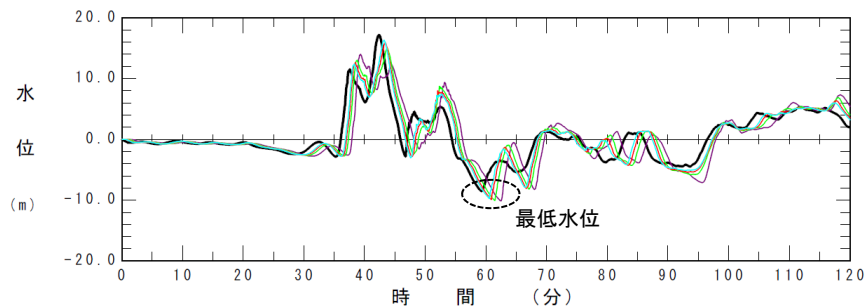
6. 津波予測計算

6.5 波源特性の不確かさの影響分析:まとめ

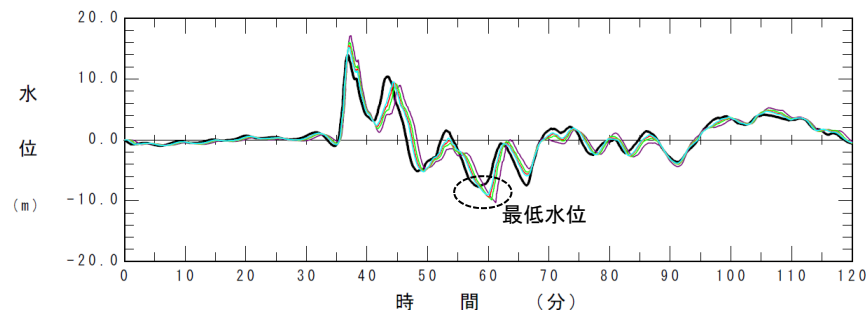
- 水位上昇側について、「基準断層モデル①-1」と「基準断層モデル③-1」は同時破壊ケースが決定ケースとなる一方で、「基準断層モデル②-1」は破壊開始点を設けたケースが決定ケースとなり、基準断層モデル間で不確かさの影響度合いに違いが見られたことから、その要因を分析した。
- 分析の結果、沿岸の津波高さに与える影響が大きい地殻変動範囲と破壊開始点の位置関係の違いによるものと考えられる。
- なお、水位下降側については、各モデルともに破壊開始点を設けたケースが決定ケースとなり、最低水位は第1波以降の後続波で評価されている。これは、破壊開始点を設定することに伴う津波の増幅効果によるものと考えられる(下図参照)。

■水位下降側決定ケースの2号取水口前面における水位時刻歴波形

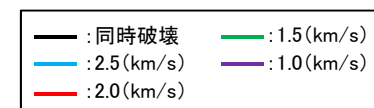
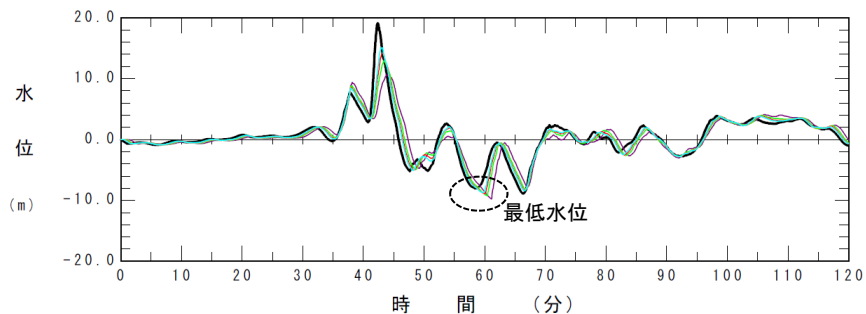
【基準断層モデル①-1(破壊開始点:P6)】



【基準断層モデル②-1(破壊開始点:P5)】



【基準断層モデル③-1(破壊開始点:P5)】



余 白

7. 「東北地方太平洋沖型の地震」に起因する津波の評価

7. 1 津波水位	184
7. 2 水位分布および水位時刻歴波形	185

7. 「東北地方太平洋沖型の地震」に起因する津波の評価

7.1 津波水位

- 以上の検討の結果、基準断層モデル③-1に波源特性を不確かさを考慮したケースが水位上昇側の決定ケースであり、基準断層モデル②-1に波源特性の不確かさを考慮したケースが水位下降側の決定ケースとなることを確認した*。

※:各決定ケースを対象に港湾部の防波堤の有無に関する検討結果を、資料1-2「9. 港湾部の防波堤の有無に関する検討」に記載。

【水位上昇側】

特性化モデル	大すべり域・ 超大すべり域 の位置	波源特性の不確かさ		最大水位上昇量(m)					
		破壊開始点	破壊伝播速度	敷地前面	1号取水口 前面	2号取水口 前面	3号取水口 前面	1号放水口 前面	2・3号 放水口前面
基準断層モデル ①-1	北へ約30km 移動	基準 (同時破壊)	基準 (同時破壊)	18.42(北側)	17.33	17.32	17.15	16.04	16.20
基準断層モデル ②-1	基準	P5	1.0(km/s)	18.86(北側)	17.03	17.40	17.55	15.50	15.34
基準断層モデル ③-1	基準	基準 (同時破壊)	基準 (同時破壊)	<u>21.58(北側)</u>	<u>18.85</u>	<u>19.50</u>	<u>19.60</u>	<u>16.46</u>	<u>17.16</u>

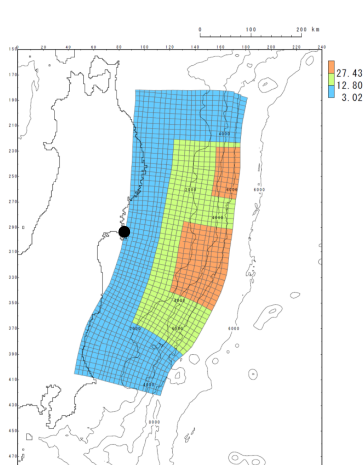
【水位下降側】

特性化モデル	大すべり域・ 超大すべり域 の位置	波源特性の不確かさ		2号取水口前面	
		破壊開始点	破壊伝播速度	最大水位下降量 (m)	継続時間 (分)
基準断層モデル ①-1	北へ約30km 移動	P6	1.0(km/s)	-10.22	2.6
基準断層モデル ②-1	基準	P5	1.0(km/s)	<u>-10.38</u>	2.6
基準断層モデル ③-1	基準	P5	1.0(km/s)	-9.78	2.9
2号機非常用海水ポンプの運転可能継続時間					約26

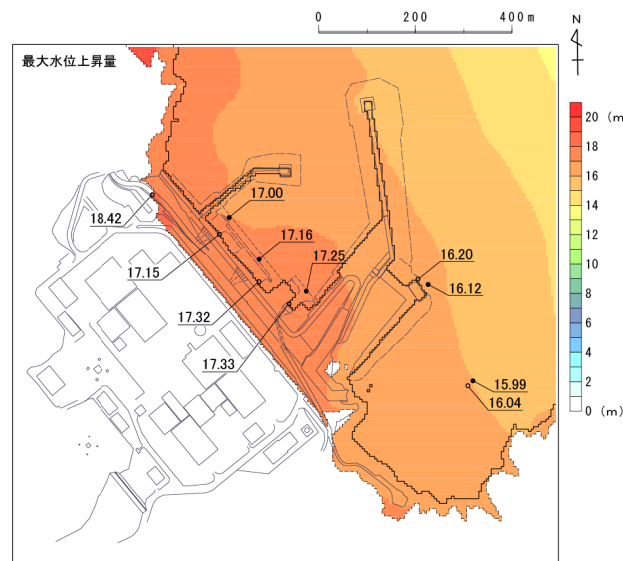
7. 「東北地方太平洋沖型の地震」に起因する津波の評価

7.2 水位分布および水位時刻歴波形: 基準断層モデル①(水位上昇側)

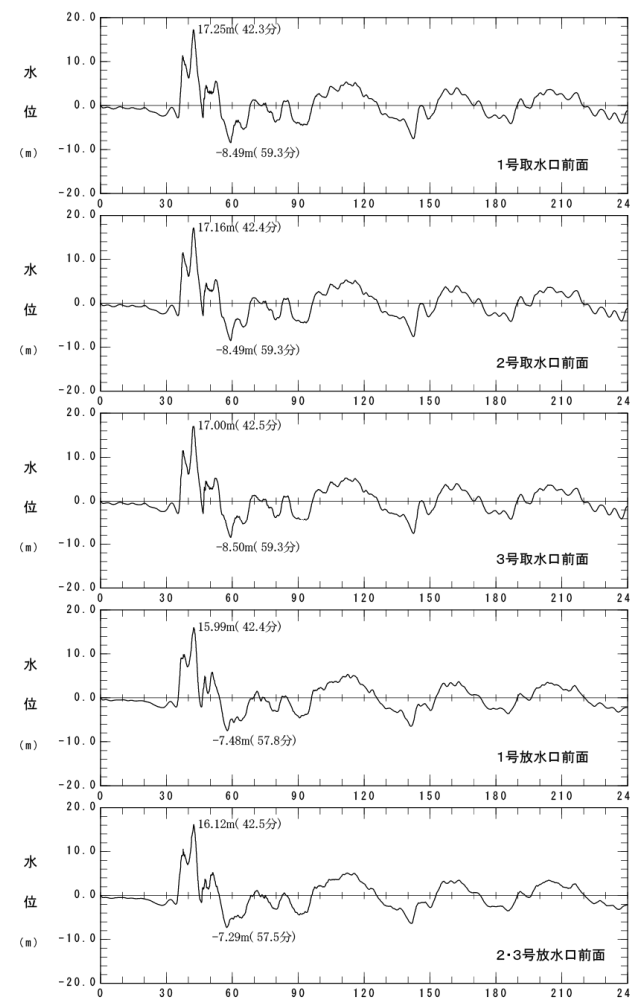
モデル	超大すべり域の位置	破壊開始点	破壊伝播速度
基準断層モデル①-1	北へ約30km移動	基準 (同時破壊)	基準 (同時破壊)



すべり量分布



最大水位上昇量分布



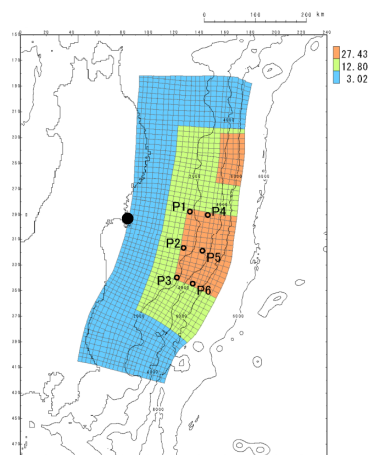
水位時刻歴波形※

※: 水位時刻歴波形は, 各取放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, p71に記載。)

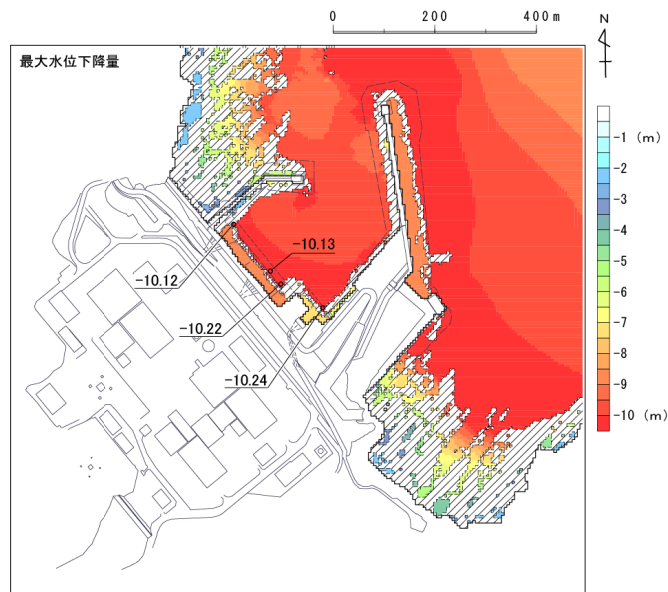
7. 「東北地方太平洋沖型の地震」に起因する津波の評価

7.2 水位分布および水位時刻歴波形: 基準断層モデル①(水位下降側)

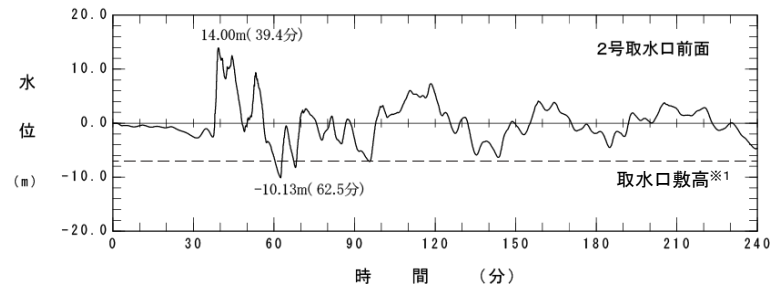
モデル	超大すべり域の位置	破壊開始点	破壊伝播速度
基準断層モデル①-1	北へ約30km移動	P6	1.0(km/s)



すべり量分布, 破壊開始点位置



最大水位下降量分布



水位時刻歴波形※2

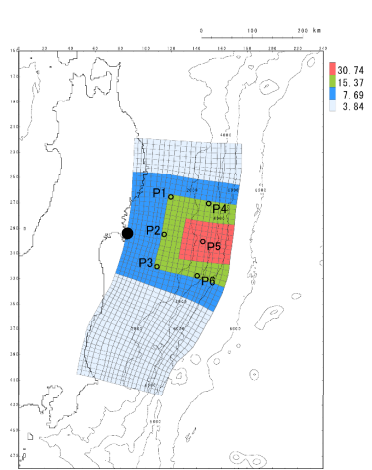
※1: T.P.-7.04m(O.P.-6.3m)

※2: 水位時刻歴波形は, 2号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, p71に記載。)

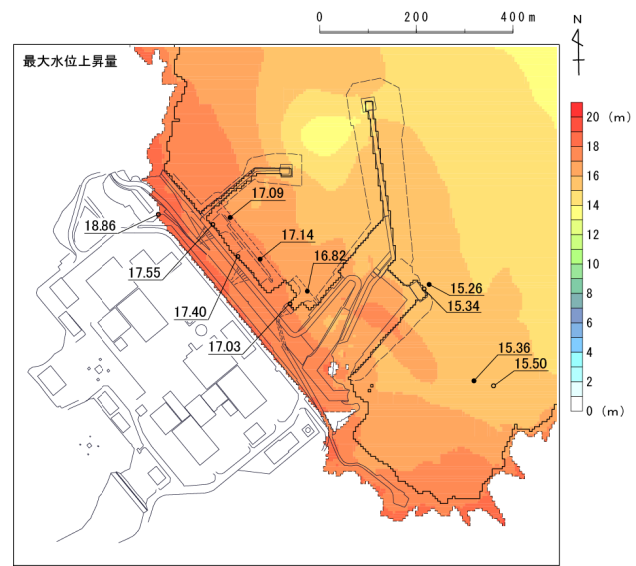
7. 「東北地方太平洋沖型の地震」に起因する津波の評価

7.2 水位分布および水位時刻歴波形: 基準断層モデル②(水位上昇側)

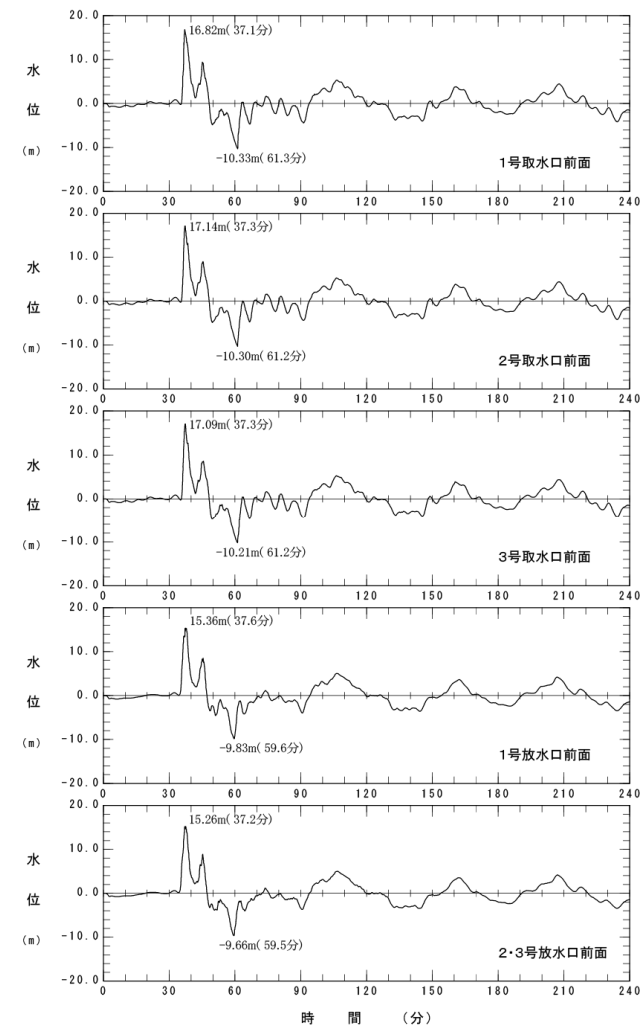
モデル	大すべり域・超大すべり域の位置	破壊開始点	破壊伝播速度
基準断層モデル②-1	基準	P5	1.0(km/s)



すべり量分布



最大水位上昇量分布



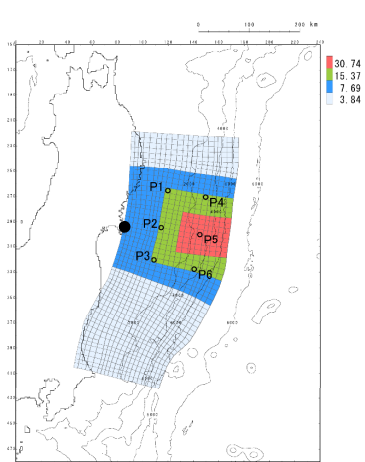
水位時刻歴波形※

※: 水位時刻歴波形は, 各取放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, p71に記載。).

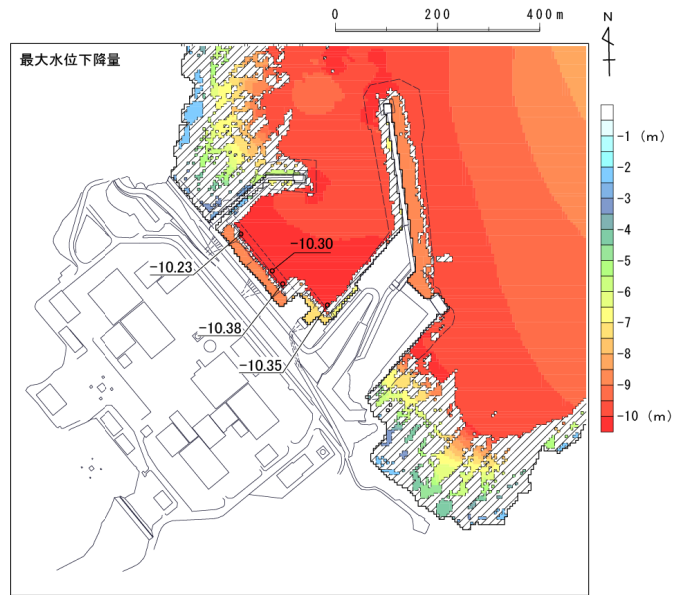
7. 「東北地方太平洋沖型の地震」に起因する津波の評価

7.2 水位分布および水位時刻歴波形: 基準断層モデル②(水位下降側)

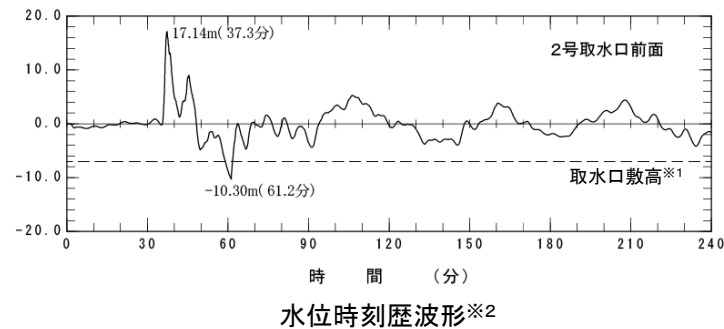
モデル	大すべり域・超大すべり域の位置	破壊開始点	破壊伝播速度
基準断層モデル②-1	基準	P5	1.0(km/s)



すべり量分布, 破壊開始点位置



最大水位下降量分布



水位時刻歴波形※2

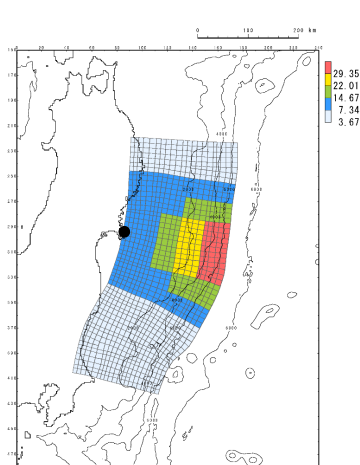
※1: T.P.-7.04m(O.P.-6.3m)

※2: 水位時刻歴波形は, 2号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, p71に記載。)

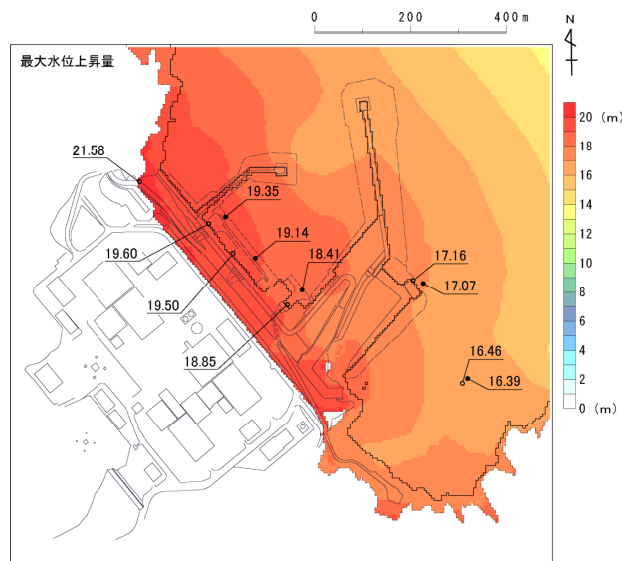
7. 「東北地方太平洋沖型の地震」に起因する津波の評価

7.2 水位分布および水位時刻歴波形: 基準断層モデル③(水位上昇側)

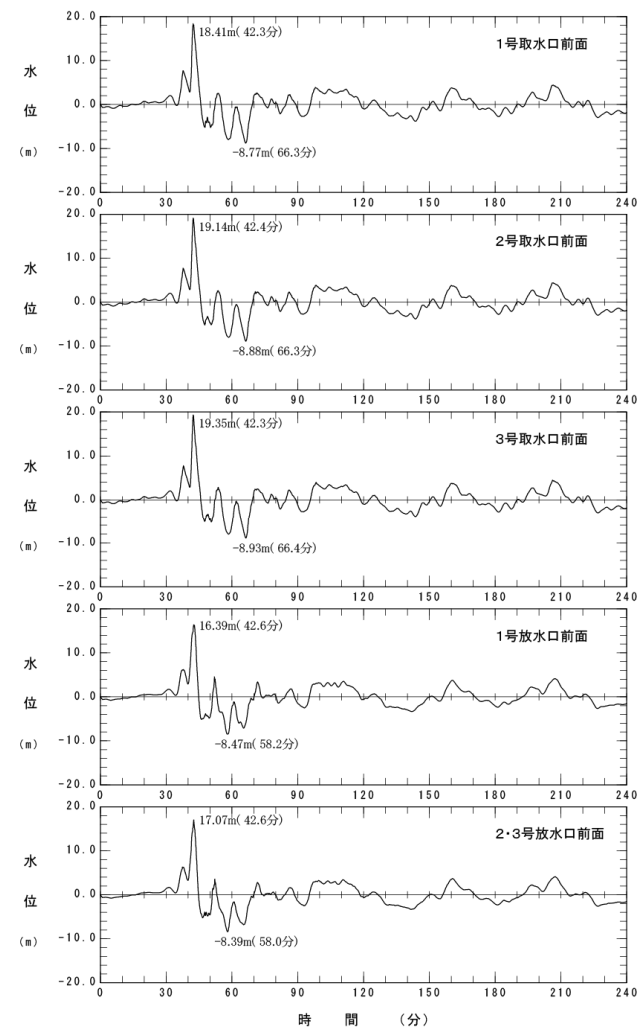
モデル	大すべり域・超大すべり域の位置	破壊開始点	破壊伝播速度
基準断層モデル③-1	基準	基準 (同時破壊)	基準 (同時破壊)



すべり量分布



最大水位上昇量分布



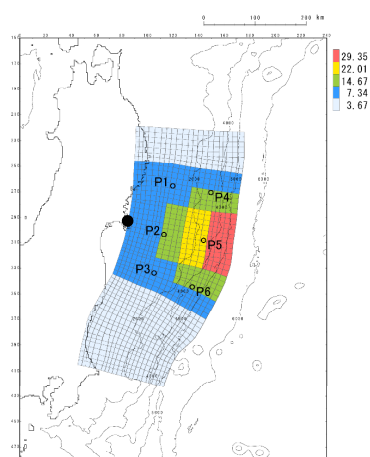
水位時刻歴波形※

※: 水位時刻歴波形は, 各取放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, p71に記載。).

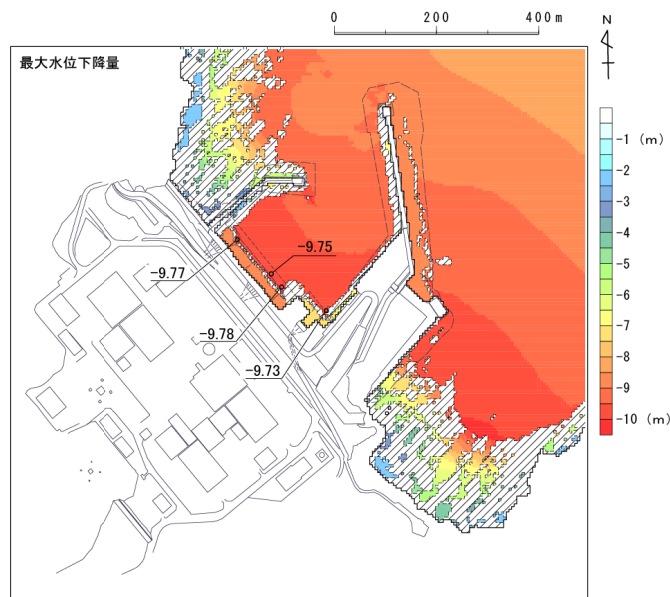
7. 「東北地方太平洋沖型の地震」に起因する津波の評価

7.2 水位分布および水位時刻歴波形: 基準断層モデル③(水位下降側)

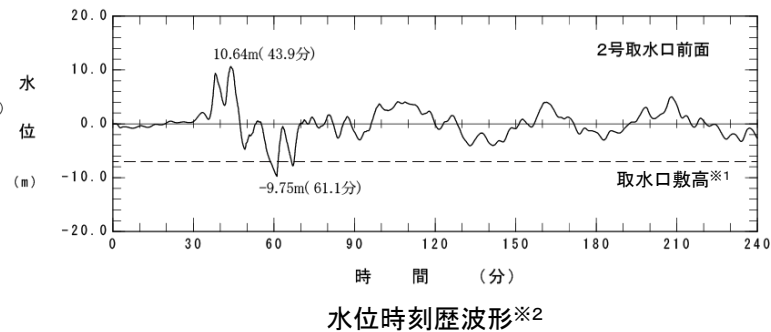
モデル	大すべり域・超大すべり域の位置	破壊開始点	破壊伝播速度
基準断層モデル③-1	基準	P5	1.0(km/s)



すべり量分布, 破壊開始点位置



最大水位下降量分布



※1: T.P.-7.04m(O.P.-6.3m)

※2: 水位時刻歴波形は, 2号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, p71に記載。)

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(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
2. 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2014a):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
3. 杉野英治・呉長江・是永眞理子・根本信・岩渕洋子・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)
4. Tetsuzo Seno (2014): Stress drop as a criterion to differentiate subduction zones where Mw 9 earthquakes can occur, Tectonophysics 621, 198–210
5. 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
6. 内閣府(2012a):南海トラフの巨大地震モデル検討会(第12回),参考資料1 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の津波断層モデルについて
7. Kenji Satake, Yushiro Fujii, Tomoya Harada, and Yuichi Namegaya(2013): Time and Space Distribution of Coseismic Slip of the 2011 Tohoku Earthquake as Inferred from Tsunami Waveform Data, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 103, No. 2B, pp. 1473–1492, doi:10.1785/0120120122
8. 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
9. 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
10. 地震調査研究推進本部(2014b):地震がわかる!
11. JAMSTEC(2011):東北地方太平洋沖地震、震源域南限の地下構造,プレスリリース
12. 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
13. 佐竹建治(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
14. 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
15. 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
16. 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
17. 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
18. 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
19. 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

参考文献②

20. 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～, プレリリース
21. 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. Ujiie, 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 339, 687–690
22. 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
23. 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
24. 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
25. 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
26. 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
27. 宍倉正展・澤井祐紀・岡村行信・小松原純子・Than Tin Aung・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
28. 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
29. 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, 390pp
30. 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
31. 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
32. 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
33. 宍倉正展 (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
34. YUSHIRO FUJII and KENJI SATAKE (2012): 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

参考文献③

35. R. McCaffrey (2008) : Global Frequency of Magnitude 9 Earthquakes, *Geology*, DR2008063
36. 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
37. Kusala Rajendran (2013) : On the recurrence of great subduction zone earthquakes, *SPECIAL SECTION: EARTH SCIENCES*
38. 文部科学省測地学分科会 (2012a) : 「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)
39. 文部科学省測地学分科会 (2013) : 「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 (成果の概要)
40. 文部科学省測地学分科会 (2012b) : 「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1206, ゆっくり滑りの発生機構とアスペリティとの相互作用の解明
41. 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
42. 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
43. 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
44. Naoki Uchida and Toru Matsuzawa (2011) : Coupling coefficient, hierarchical structure, and earthquake cycle for the source area of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake inferred from small repeating earthquake data, *Earth Planets Space*, 63, 675–679
45. 気象庁 (2009) : 2008年7月19日福島県沖の地震(M6.9)について, *地震予知連絡会 会報*, 第81巻, 3–21
46. 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
47. 西村卓也 (2012) : 測地観測データに基づく東北日本の最近120年間の地殻変動, *地質学雑誌*, 第118巻, 第5号, pp.278–293
48. Shinzaburo Ozawa, Takuya Nishimura, Hiroshi Munekane, Hisashi Suito, Tomokazu Kobayashi, Mikio Tobita and Tetsuro Imakiire (2012) : Preceding, coseismic, and postseismic slips of the 2011 Tohoku earthquake, Japan, *Journal of Geophysical Research*, Vol.117, B07404, DOI: 10.1029/2011JB009120
49. Yusuke Yokota, Kazuki Koketsu (2015) : very long-term transient event preceding the 2011 Tohoku earthquake, *NATURE COMMUNICATIONS*, DOI: 10.1038/ncomms6934
50. 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

参考文献④

51. 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
52. 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
53. 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
54. 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, 1127-1132
55. 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
56. 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
57. 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
58. 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
59. Susan L. Bilek(2010): The role of subduction erosion on seismicity, Geology, Vol.38, pp.479-480
60. Seiichi Miura, Narumi Takahashi, Ayako Nakanishi, Tetsuro Tsuru, Shuichi Kodaira, Yoshiyuki Kaneda(2005): Structural characteristics off Miyagi forearc region, the Japan Trench seismogenic zone, deduced from a wide-angle reflection and refraction study, Tectonophysics 407, pp.165-188
61. 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
62. 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
63. 小谷美佐・今村文彦・首藤伸夫(1998): GISを利用した津波遡上計算と被害推定法, 海岸工学論文集, 第45巻, pp.356-360
64. Mansinha, L. and D.E. Smylie(1971): The displacement fields of inclined faults, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.61, No.5, pp.1433-1440
65. 財団法人日本水路協会(2006): 海底地形デジタルデータM7000シリーズ
66. 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

参考文献⑤

67. 内閣府(2012b):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
68. 杉野英治・岩渕洋子・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
69. 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012):痕跡調査結果(2012年10月3日リリース版), <http://www.coastal.jp/tjit/>
70. 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
71. Satoko Murotani, Kenji Satake, 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
72. Toshiya Fujiwara, Shuichi Kodaira, Tetsuo No, Yuka Kaiho, Narumi Takahashi, Yoshiyuki Kaneda(2011): The 2011 Tohoku-Oki Earthquake: Displacement Reaching the Trench Axis, SCIENCE, VOL 334
73. 東北電力株式会社(2011):女川原子力発電所における平成23年東北地方太平洋沖地震により発生した津波の調査結果に係る報告書, 2011年7月
74. 気象庁(2012):気象庁技術報告 第133号 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査報告
75. 地震調査研究推進本部(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」)
76. 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
77. 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
78. S.Lorito, F.Romano, S.Atzori, X.Tong, A.Avallone, J.McCloskey, M.Cocco, E.Boschi and A.Piatanesi(2010): Limited overlap between the seismic gap and coseismic slip of the great 2010 Chile earthquake, nature geoscience LETTERS, DOI:10.1038/NCEO1073