

原子力発電所の津波評価技術2016 第4章 決定論的津波評価手法

原子力土木委員会 津波評価小委員会 幹事
木場正信（エングローブコンサルタント）

内容

- ▶ 決定論関連の記述構成及び改訂のポイント
- ▶ 【総論】 本編第4章の概要
- ▶ 【関連知見】 付属編第2章の概要
- ▶ 【パラメータ影響評価】 付属編第3章の概要
- ▶ 【適用事例】 付属編第6章の概要

決定論的評価手法とは

▶ 決定論的評価手法

- ▶ 必要な不確定性を考慮して津波波源を設定し、それによって発生する津波による**発電所周辺における作用**を数値計算等によって算出する。
- ▶ DTHA (Deterministic Tsunami Hazard Analysis)

▶ 確率論的評価手法

- ▶ 対象とする原子力発電所に対して、一定の影響が考えられる津波の発生要因を複数選定し、必要な不確定性を考慮して津波水位に関する**発生確率**を算出する。
- ▶ PTHA (Probabilistic Tsunami Hazard Analysis)

本編 P.10

例：評価地点に想定される津波の水位は○○mである。

例：評価地点で津波の水位が□□mを超える確率は年あたり○○である。

決定論関連の記述構成

総論

本編
第4章 決定論的津波評価手法
4.1 基本事項
4.2 検討用津波の作成
4.3 想定津波の選定

関連知見
(確率論にも関連)

付属編
第2章 津波波源設定に関する検討

パラメータ
影響評価
(確率論にも関連)

付属編
第3章 津波波源の不確定性が津波水位に及ぼす影響の検討

適用事例

付属編
第6章 決定論的評価手法の適用事例

改訂の主なポイント

項目	2002年版	2016年版
評価対象	設計想定津波	想定津波
津波の原因	断層運動	断層運動及び断層運動以外
評価の流れ	基本とするモデル + 不確定性の考慮	同左
地震規模	既往最大を基本	限定しない *評価主体の判断
プレート間巨大地震 (典型的なプレート間地震 + 津波地震)	記載なし	評価方法を提示
想定津波の妥当性	「既往津波の痕跡高を上回る 十分な高さを有するもの と考えられる」	既往津波の痕跡高を上回ること は「必要条件」 *評価主体の判断
記述形式	箱書き + 解説	箱書き無し

5

【総論】 本編第4章の概要

本編第4章の構成

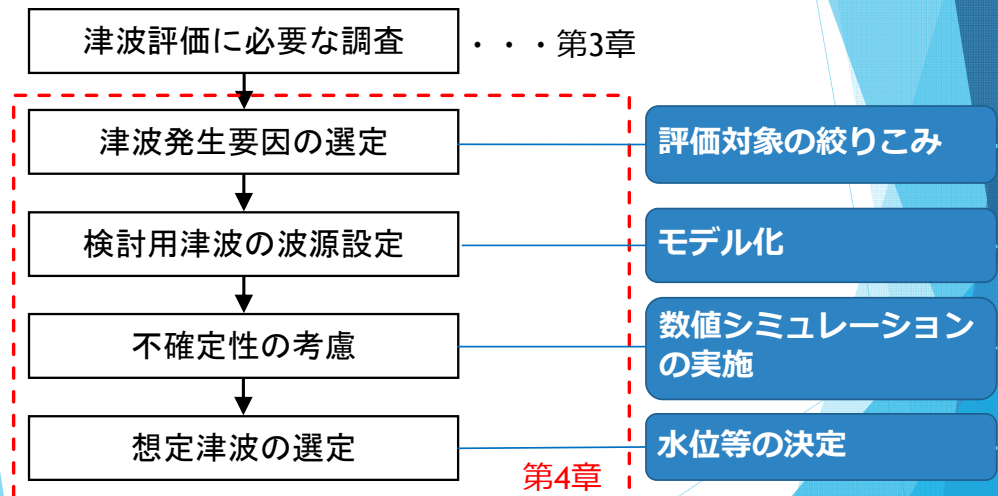
第4章 決定論的津波評価手法

- 4.1 基本事項
 - 4.1.1 決定論的津波評価の流れ
 - 4.1.2 津波の発生要因の選定
 - 4.1.3 不確定性の考慮
- 4.2 検討用津波の作成
 - 4.2.1 断層運動に起因する津波
 - 4.2.1.1 断層運動に起因する検討用津波の波源設定の基本方針
 - 4.2.1.2 プレート境界付近に想定される地震に伴う津波の波源の設定
 - 4.2.1.3 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波の波源の設定
 - 4.2.1.4 海域活断層に想定される地震に伴う津波の波源の設定
 - 4.2.2 断層運動以外の要因による津波
 - 4.2.2.1 断層運動以外を要因とする検討用津波作成の基本方針
 - 4.2.2.2 波源の選定
 - 4.2.3 不確定性の考慮
 - 4.2.3.1 断層運動による津波に関する不確定性
 - 4.2.3.2 その他の不確定性
- 4.3 想定津波の選定

7

決定論的津波評価の流れ (本編4.1.1)

本編 P.21



8

津波の発生要因の選定 (本編4.1.2)

用語

- ▶ 将来発生する可能性があるもののうち、敷地への影響が最大となる可能性があると考えることが適切な津波を**検討用津波**とする

- ▶ 検討用津波の集合体を**検討用津波群**という

津波の発生要因の選定

- ▶ 調査結果に基づき敷地への影響が大きいと考えられるものを**複数選定**

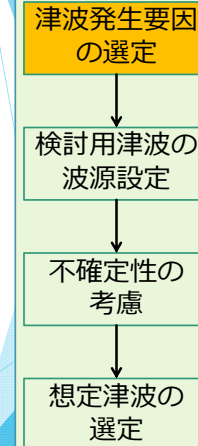
簡易予測手法による絞り込み

- ▶ 断層運動による津波：阿部(1989)等
- ▶ 斜面崩壊：Huber and Hager(1997)

評価は数値シミュレーションによる

- 最大となる可能性がないものを排除
- 数値シミュレーションのケースを低減

本編 P.21



9

発生要因の選定：断層運動に起因する津波 (本編4.2.1)

評価対象

1) プレート境界付近で発生する地震

1-1) プレートの沈み込みによるプレート間地震

1-1-a) 典型的なプレート間逆断層地震 右図B~C

1-1-b) 津波地震 右図A

1-2) 沈み込むプレート内の地震

1-2-a) 正断層地震

1-2-b) 逆断層地震

2) 内陸型地殻内地震

2-1) 日本海東縁部で発生する地震

2-2) 海域活断層で発生する地震

• 必要に応じこれらの組合せ

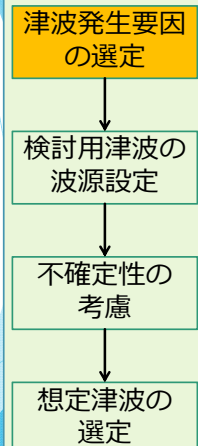
• 必要に応じ遠地津波

Figure 15. of Lay, T., H. Kanamori, C.J. Ammon, K.D. Koper, A.R. Hutko, L. Ye, H. Yue, and T.M. Rushing(2012) : Depth-varying rupture properties of subduction zone megathrust faults, Journal of Geophysical Research, Vol.117, B04311.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2011JB009133/abstract>

付属編 P.2-3

プレート境界の深さ方向の領域分け (Lay et al., 2012)

本編 P.23



10

発生要因の選定：断層運動以外の要因による津波 (本編4.2.2)

評価対象

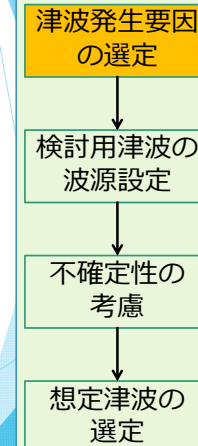
- ▶ 海底での地すべり、斜面崩壊、火山現象（山体崩壊、カルデラ陥没等）
- ▶ 現象の規模と敷地の位置関係等や簡易予測手法に基づき選定できる

波源位置等

- ▶ 進行方向へのエネルギーの**指向性**が高いことが知られているため、敷地との位置関係を考慮し、影響が大きいと考えられる波源を選定する。

断層運動以外の要因による津波の波源設定については、数値解析手法と一体であるため6.2に記載

本編 P.28



11

断層運動に起因する津波 (本編4.2.1)

位置と規模

- ▶ 地殻構造、活断層の分布、固着の状況、既往地震の発生状況等を踏まえた現在の応力状態等を考慮

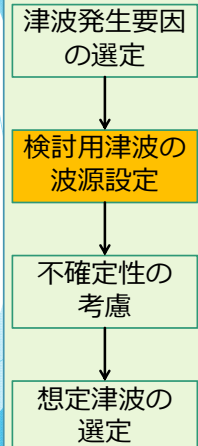
断層パラメータの設定

- ▶ 地殻構造、海域の特性、津波をもたらす地震の発生様式等に応じた**適切なスケーリング則**を適用することができる

すべり量の不均質性

- ▶ 断層面上におけるすべり量の不均質性を設定できる場合には、これを考慮することが望ましい。

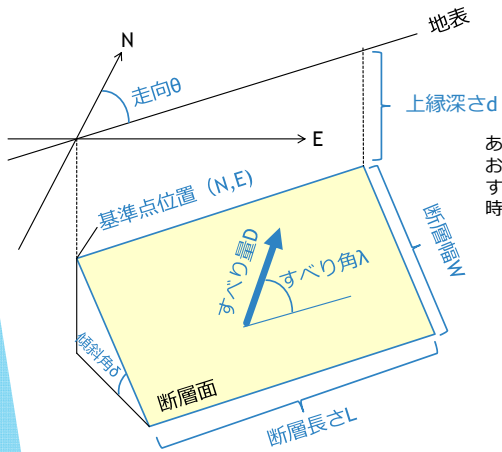
本編 P.23



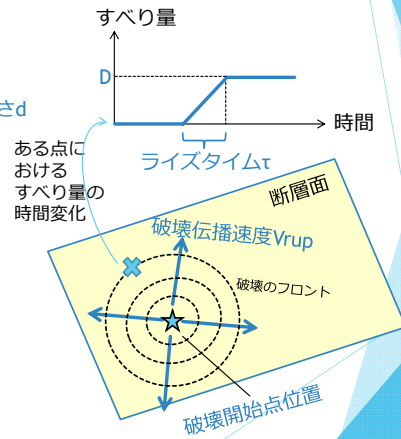
12

補足：断層パラメータ

静的パラメータ



動的パラメータ



13

スケーリング則 (付属編2.1.2)

▶ モーメントマグニチュードと地震モーメント

$$\log M_0 (N \cdot m) = 1.5 M_w + 9.1, \quad M_0 = \mu L D W$$

M_0 : 地震モーメント, M_w : モーメントマグニチュード

μ : 震源周辺媒質の剛性率 (付属編2.1.1(3)参照),

L : 断層長さ, W : 断層幅, D : すべり量

→ M_w が0.1増加すると M_0 は $10^{0.15}$ 倍となる

▶ 地震規模に関するスケーリング則

① 断層長さ L , 断層幅 W , すべり量 D のいずれにも限界を設定しない方法

M_w が0.1増加すると L, W, D がいずれも $10^{0.05}=1.12$ 倍となる。

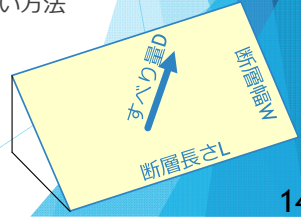
② 断層幅 W のみに限界を設定する方法 (Lモデル)

M_w が0.1増加すると L, D がいずれも $10^{0.075}=1.19$ 倍となる

③ 平均すべり量 D と断層幅 W に限界を設定する方法 (Wモデル)

M_w が0.1増加すると L が $10^{0.15}=1.41$ 倍となる。

付属編 P.2-11



14

静的応力降下量 (付属編2.1.2)

- ▶ 静的応力降下量 = 断層運動の開始前と完了後のせん断応力の差分
 - ▶ 応力降下量が多い = 断層長さや断層面積あたりのすべり量が多い

▶ 代表的な応力降下量の式

▶ Eshelby(1957)による円形断層の式

$$\Delta\sigma = (7/16) M_0 / (S/\pi)^{1.5}$$

$\Delta\sigma$: 応力降下量, M_0 : 地震モーメント (= $\mu D S$),

S : 断層面積 (= $L \cdot W$)

→ $D \propto S^{0.5}$ → $D \propto L \propto W$ の関係 (①のスケーリング則)

面積 S と応力降下量 $\Delta\sigma$ が決まれば, 平均すべり量 D が得られる

付属編 P.2-11

15

プレート間巨大地震の発生位置

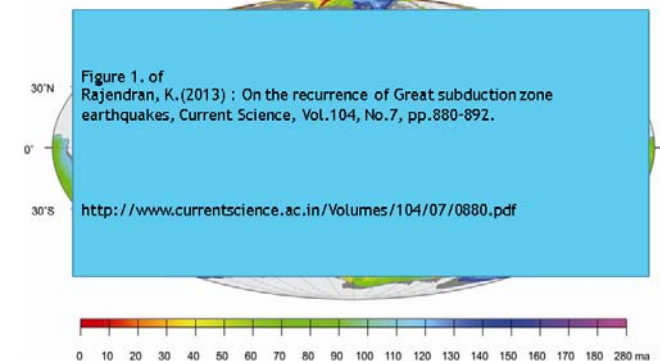


Figure 1. of Rajendran, K.(2013): On the recurrence of Great subduction zone earthquakes, Current Science, Vol.104, No.7, pp.880-892.

<http://www.currentscience.ac.in/Volumes/104/07/0880.pdf>

1906年以降に発生したM8.5以上の地震の震源域 (Rajendran, 2013)

M8.5以上のプレート間地震の震源域は互いに重複していない

付属編 P.2-1

16

不確定性の考慮 (本編4.1.3)

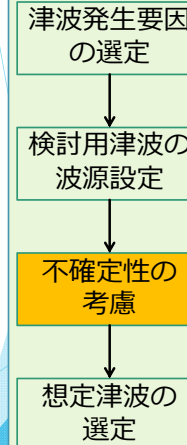
▶ 津波発生の不確定性を検討する

- ▶ 基本断層モデルに対する**パラメータスタディ**
- ▶ 断層運動とその他の要因による津波がほぼ同時に発生する可能性 (**重畳**)

▶ 着目点

- ▶ **最大水位上昇量, 最大水位下降量** (敷地状況によっては取水に影響を与える時間)
- ▶ (必要に応じ) **波の周期**や**海底地形変化**等への影響についても検討する

本編 P.21



17

断層運動による津波に関する不確定性 (本編4.2.3.1)

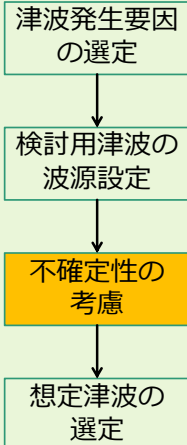
▶ パラメータスタディの手順

- ▶ **より支配的と考えられる因子**に関するパラメータスタディを行った後, **その他の従属的な因子**に関するパラメータスタディを行うことを基本とする

▶ パラメータスタディの因子

- ▶ 相対的に**不確定性が大きいと判断される因子**について行うことを原則とする。
- ▶ 波源の広がり非常に大きなプレート間地震においては, その影響度に応じて断層運動の時間変化を表す**動的なパラメータ** (破壊伝播速度, 破壊開始点等) についても考慮する。

本編 P.29



18

パラメータスタディの因子 (原則実施する項目)

付属編 P.3-2

海域または地震のタイプ	静的パラメータ							動的パラメータ		
	位置	大すべり領域位置	走向	傾斜角	傾斜方向	すべり角	上縁深さ	破壊開始点	破壊伝播速度	ライズタイム
プレート間逆断層地震と津波地震の連動			-	-	-	○	-	○	○	○
プレート間逆断層地震 (不均質モデルの場合)	○	-	○	○	-	○	○	-	-	-
プレート間逆断層地震 (均質モデルの場合)	○	-	○	○	-	○	○	-	-	-
日本海溝沿い (プレート内正断層)	○	-	○	○	-	○	○	-	-	-
日本海溝沿い (津波地震) (均質モデルの場合)	○	-	○	○	-	○	○	-	-	-
日本海東縁部 (地殻内地震)	○	○	○	○	○	-	○	-	-	-
海域活断層 (上部地殻内地震)	-	○	-	○	○	○	○	-	-	-

○ : パラメータスタディを原則実施する因子

19

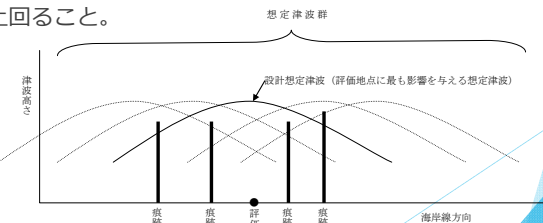
想定津波の選定 (本編4.3)

▶ 必要条件

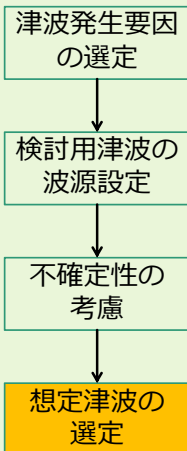
- ▶ 少なくとも, 以下の「(A)」または「(B-1)および(B-2)の両方」のいずれかを満足することを確認する。

- ▶ (A) 評価地点に大きな影響を与えたと考えられる既往津波の痕跡高が存在し, 想定津波の計算結果がそれを上回ることを。
- ▶ (B-1) 評価地点において想定津波の計算結果が既往津波の計算結果を上回ることを。
- ▶ (B-2) 評価地点付近において検討用津波群の計算結果の包絡線が既往津波の痕跡高を上回ることを。

= 想定津波の水位上昇量が, 評価地点において少なくとも既往津波の痕跡高を上回ることを



本編 P.31



20

付属編第2章の構成

第2章 津波波源設定に関する検討

2.1 津波波源設定に関する基本事項

2.1.1 地震の発生領域と地盤物性

- (1) 既往地震の発生位置
- (2) 地震発生層
- (3) 震源付近の媒質の剛性率
- (4) プレート相対運動および境界形状
- (5) プレート間の固着と地震規模

2.1.2 スケーリング則および応力降下量

- (1) 地震規模に関するスケーリング則
- (2) 静的応力降下量
- (3) プレート間地震のスケーリング則と応力降下量に関する知見
- (4) 断層面上のすべり量分布の不均質性

21

付属編第2章の構成

2.2 プレート境界付近に想定される地震

2.2.1 2011年東北地方太平洋沖地震より得られた知見

- (1) 地震規模と破壊領域のひろがり
- (2) 海溝軸付近の大きなすべり
- (3) 蓄積応力の解放
- (4) 地震前に得られる情報と地震時の現象の対応
- (5) 破壊の時間変化
- (6) 水平地殻変動の津波生成に対する寄与

2.2.2 津波波源の地域別特徴（太平洋プレートの沈み込みに関係した海域）

- (1) 千島海溝沿い海域
- (2) 日本海溝沿い海域
- (3) 伊豆・小笠原海溝沿い海域

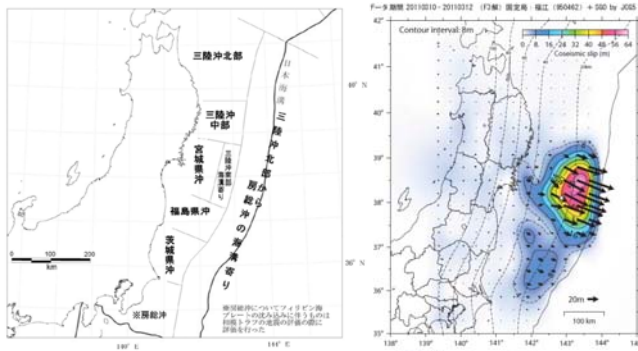
2.2.3 津波波源の地域別特徴（フィリピン海プレートの沈み込みに関係した海域）

- (1) 相模トラフ沿い海域
- (2) 南海トラフ沿い海域
- (3) 琉球海溝沿い海域

22

日本海溝～千島海溝

▶ 想定津波の位置



付属編 P.2-17, P.2-18

複数の区分された領域にまたがる破壊を考慮する

面積Sを先に決めるうえで参考となるプレート間固着や構造的不連続に関する知見を紹介
→付属編2.2.2

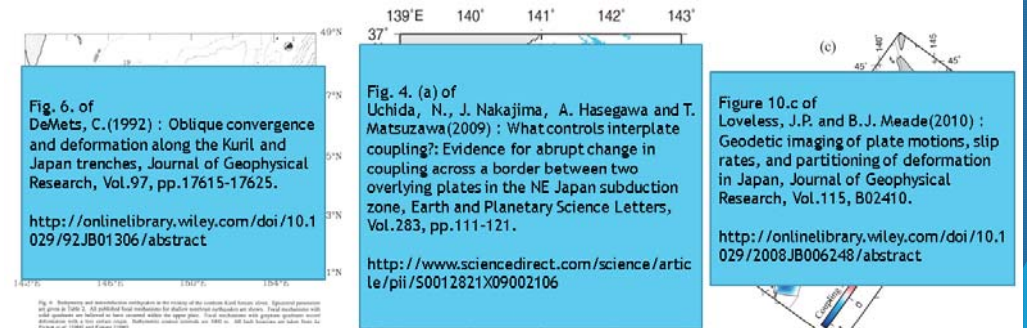
地震本部(2011)による領域区分

2011年東北地方太平洋沖地震のすべり量分布(国土地理院・海上保安庁, 2011)

23

日本海溝～千島海溝

▶ プレート間の固着や構造的不連続に関する知見の例



付属編 P.2-20, P.2-26, P.2-31

千島海溝沿いの前弧スリバ (DeMets, 1992)

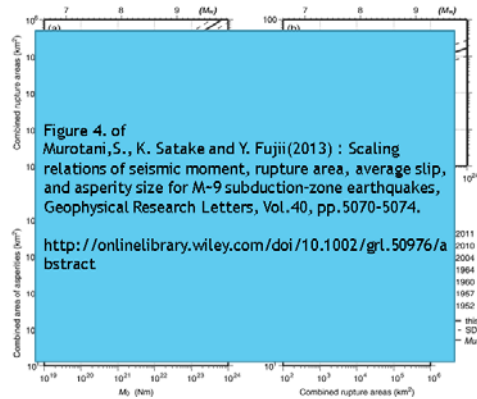
プレート境界地震のすべりベクトル(矢印)とフィリピン海プレートの北東限(破線) (Uchida et al., 2009)

1997~2000年のGPSデータに基づくプレート間カップリング率 (Loveless and Meade, 2010)

24

スケーリング則および応力降下量 (付属編2.1.2)

▶ プレート間地震のスケーリング則と応力降下量に関する知見



Murotani et al. (2013) :
世界のプレート間地震の断層モデルを分析
面積 $S = 1.34 \times 10^{-10} M_0^{2/3}$
平均すべり量 $D = 1.66 \times 10^{-7} M_0^{1/3}$
アスペリティ面積 $S_a = 2.81 \times 10^{-11} M_0^{2/3} = 0.25$

標準偏差を考慮したとき、応力降下量は $1.57/1.91 = 0.82 \sim 1.57 \times 1.91 = 3.00$ (MPa) の範囲となり、これは $M_w \pm 0.2$ の範囲にほぼ相当する。

付属編 P.2-13

25

付属編第2章の構成

2.2 プレート境界付近に想定される地震 (続き)

2.2.4 津波波源の地域別特徴 (遠地津波)

- (1) チリ～ペルー沖
- (2) 北米カスケード沈み込み帯
- (3) アラスカ～アリューシャン～カムチャッカ
- (4) スマトラ沖～アンダマン海
- (5) 東南アジア～オセアニア

2.2.5 基本断層モデル設定方法等の事例

- (1) プレート間巨大地震を想定する場合
- (2) 既往津波の断層モデルに基づき海域ごとに設定する場合

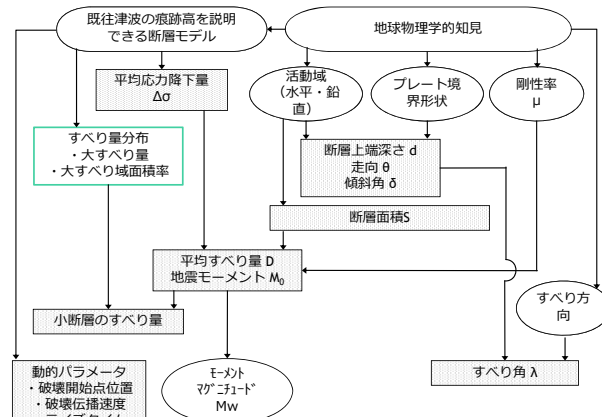
26

2.2 プレート境界付近に想定される地震

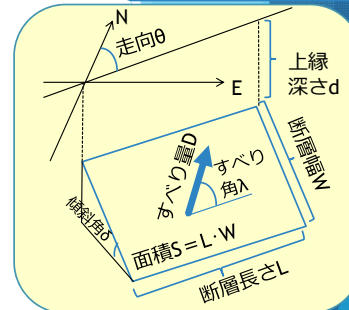
▶ 想定津波の基本断層パラメータ設定方法

付属編 P.2-65

▶ プレート間巨大地震を想定する場合



長方形は津波計算に必要な断層パラメータを、影付きの項目はパラメータ設定に先立って必要な情報を表す。



すべり方向はプレート相対運動方向、走向・傾斜角はプレート境界形状のデータに基づき設定可能 (付属編 2.1.4(4))

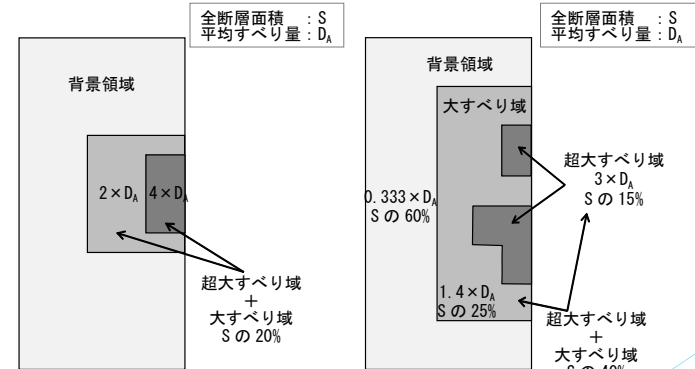
27

2.2 プレート境界付近に想定される地震

▶ 想定津波の基本断層パラメータ設定方法

付属編 P.2-63

▶ すべり量分布の設定事例



(1) 内閣府(2012)の方法

(2) 杉野ほか(2014)の方法 ($M_w 8.9$ 以上)

28

日本海東縁部（付属編2.3）

▶ 想定津波の基本断層パラメータ設定方法

▶ 基本断層パラメータの設定例

項目	単位	内容			
		②断層面積とモーメントマグニチュードの関係		①断層長さともモーメントマグニチュードの関係	
モーメントマグニチュード	M_w	8.00	8.00	7.85	7.85
地震モーメント	M_0 (N・m)	1.26E+21	1.26E+21	7.50E+20	7.50E+20
断層長さ	L (km)	199.8	346.1	131.1	131.1
傾斜角	δ (度)	30.0	60.0	30.0	60.0
地震発生層厚さ	H_s (km)	20.0	20.0	15.0	15.0
断層幅	W (km)	40.0	23.1	30.0	17.3
剛性率	μ (N/m ²)	3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10	3.50E+10
断層面積	S (km ²)	7,993	7,993	3,932	2,270
すべり量 (平均)	D (m)	4.50	4.50	5.45	9.44

方法①：均質すべりモデルとする

方法②：不均質すべりモデルとする。断層を走向方向に4等分し、そのうちの1ヶ所に大すべり域を配置する。大すべり域のすべり量は平均すべり量の2倍とする。

平均すべり量は4.5mで飽和しており、これは国土交通省ほか（2014）の μ （平均）式による

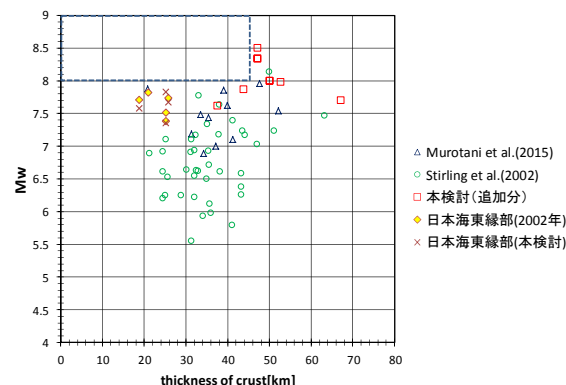
付属編 P.6-30

33

地殻構造からみた日本海東縁部の地震規模（付属編2.3）

▶ 世界の内陸地震のモデルを収集、分析

▶ 震央位置の地殻厚さをグローバルな地殻構造モデルCrust1.0より抽出



地殻の厚さと内陸型地殻内地震のMwの関係

- 地殻厚さが約40km未満の領域では、Mw8を超える地震は発生していない。
- Mw8を超える地震はモンゴル周辺で発生している。
- 過去に発生した日本海東縁部の大地震の余震域は、概ね20km程度の深さに及んでいる。大陸に比べると地殻は薄くなっている。この構造は地殻熱流量が大きいことで説明できる。

付属編 P.2-80

34

付属編第2章の構成

2.4 海域の活断層に想定される地震

2.4.1 基本断層モデル設定根拠等の詳細

- (1) 西南日本周辺海域の既往津波等に関する知見
- (2) **長大断層に対するスケーリング則**

2.4.2 基本断層モデル設定方法等の事例

2.4.3 想定津波の波源設定方法

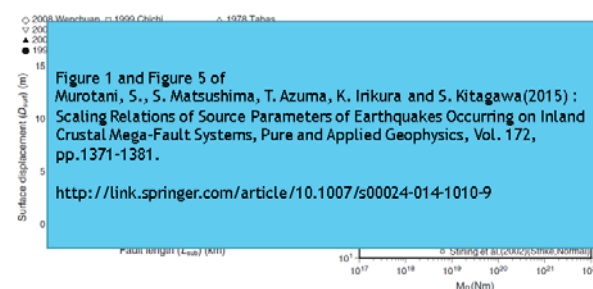
- (1) 基本的考え方
- (2) **広域応力場と断層面角度の関係に基づくすべり角の設定方法**
- (3) **想定津波の基本断層パラメータ設定方法**

35

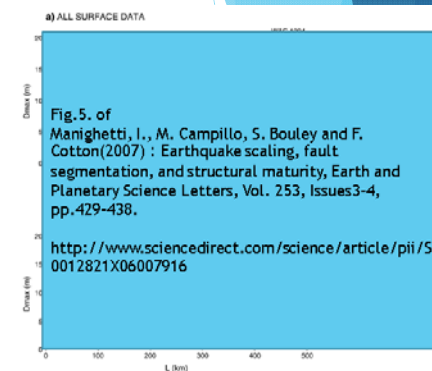
海域の活断層に想定される地震（付属編2.4）

付属編 P.2-107, P.2-111

▶ 長大断層に対するスケーリング則



(Murotani et al., 2015)



(Manighetti et al., 2007)

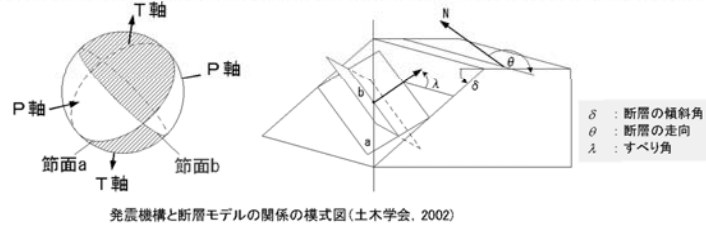
長大な断層では、すべり量が頭打ちとなるスケーリング関係が有力となりつつある。

36

海域の活断層に想定される地震（付属編2.4）

▶ 広域応力場と断層面角度の関係に基づくすべり角の設定方法

「すべり角は、発震機構の原理に基づき、活断層周辺の応力場と走向・傾斜角から幾何学的に推定できる。主圧力軸(P軸)と主張力軸(T軸)は2枚の節面から45°の傾きをもち、スリップベクトルは補助面(実際の断層面でない節面)の法線の方向に一致する。」(土木学会(2002))



- P軸の向きは、西南日本で90~120度、中越地方で110~140度程度（いずれも北から時計まわり）の範囲に収まっていると考えられる。

断層パラメータ設定方法は、日本海東縁部と同様。
ただし、断層長さからスタートする。

付属編 P.2-116

37

【パラメータ影響評価】 付属編第3章の概要

付属編第3章の構成

第3章 津波波源の不確定性が津波水位に及ぼす影響の検討

- 3.1 断層運動による津波に関する不確定性
 - 3.1.1. パラメータスタディにおける代表的な因子
- 3.2 パラメータスタディにおける不確定性が比較的大きい因子の範囲
- 3.3 津波波源の不確定性が津波水位に及ぼす影響の検討例
 - 3.3.1 モーメントマグニチュードの影響
 - 3.3.2 波源の平面位置の影響
 - (1) 日本海溝沿い海域の例
 - (2) 日本海東縁部海域の例
 - 3.3.3 断層上縁深さの影響
 - 3.3.4 走向の影響
 - 3.3.5 傾斜方向および傾斜角の影響
 - 3.3.6 すべり角の影響
 - 3.3.7 地震発生層の厚さの影響
 - 3.3.8 複数のセグメントの組み合わせの影響

39

付属編第3章の構成

- 3.3 津波波源の不確定性が津波水位に及ぼす影響の検討例（続き）
 - 3.3.9 断層面の形状および応力降下量の影響
 - 3.3.10 断層面のすべり量の不均質性の影響
 - 3.3.11 チリ津波（遠地津波）の波源位置・走向の影響
 - 3.3.12 動的パラメータが津波水位に及ぼす影響の検討
 - 3.3.12.1 南海トラフ沿い海域
 - 3.3.12.2 日本海東縁部

40

動的パラメータが津波水位に及ぼす影響の検討
日本海東縁部（付属編3.3.12.2）

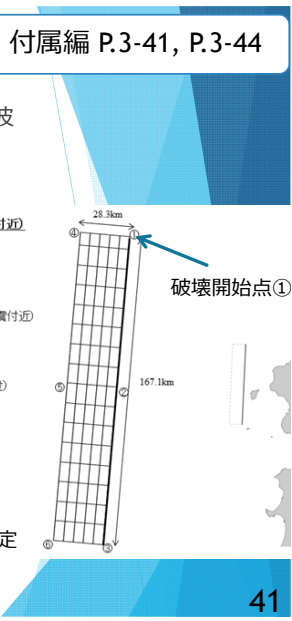
- ▶ 日本海東縁部を対象に、破壊開始点、破壊伝播速度、ライズタイムが津波水位に与える影響について検討
- ▶ 本検討では均質すべりモデルとした。

検討項目	破壊開始点	破壊伝播速度	ライズタイム
破壊開始点の影響	①～⑥の6地点	3.0km/s	0秒
破壊伝播速度の影響	①	2.5, 3.0, 3.5km/s	0秒
ライズタイムの影響（同時破壊）	-	∞	0, 10, 30, 60秒 ※ゼロは瞬時破壊
ライズタイムの影響（破壊伝播考慮）	①	3.0km/s	0, 10, 30, 60秒

E1C2(北海道南西沖地震付近)

- ・長さ167.1km
- ・幅28.28km
- ・傾斜角=45°
- ・走向=183°（西傾斜）
- ・位置:E1C2(北海道南西沖地震付近)
- ・長さ方向16分割(10.44km)
- ・幅方向5分割(5.66km)
- ・すべり量:4.53m(平均すべり量)

断面モデルの設定



動的パラメータが津波水位に及ぼす影響の検討
日本海東縁部（付属編3.3.12.2）

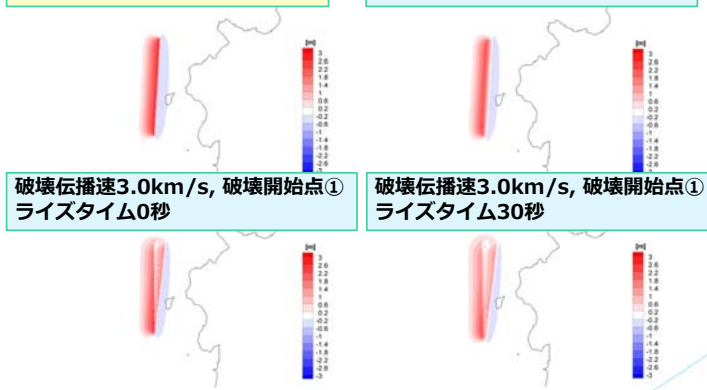
- ▶ 水位空間分布の比較（地盤変動終了時）

破壊伝播速度∞
ライズタイム0秒

破壊伝播速度∞
ライズタイム30秒

破壊伝播速3.0km/s, 破壊開始点①
ライズタイム0秒

破壊伝播速3.0km/s, 破壊開始点①
ライズタイム30秒



動的パラメータが津波水位に及ぼす影響の検討
日本海東縁部（付属編3.3.12.2）

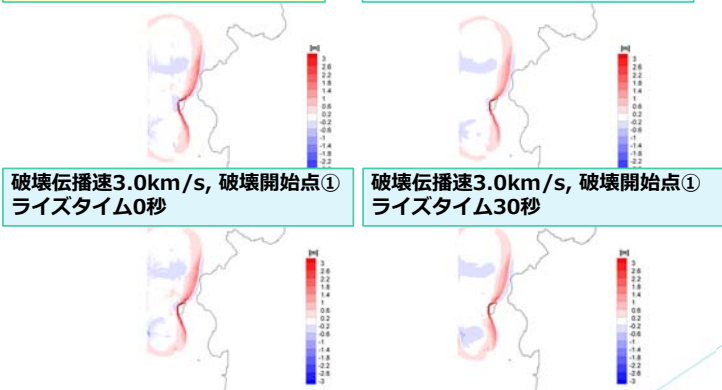
- ▶ 水位空間分布の比較（5分後）

破壊伝播速度∞
ライズタイム0秒

破壊伝播速度∞
ライズタイム30秒

破壊伝播速3.0km/s, 破壊開始点①
ライズタイム0秒

破壊伝播速3.0km/s, 破壊開始点①
ライズタイム30秒



動的パラメータが津波水位に及ぼす影響の検討
日本海東縁部（付属編3.3.12.2）

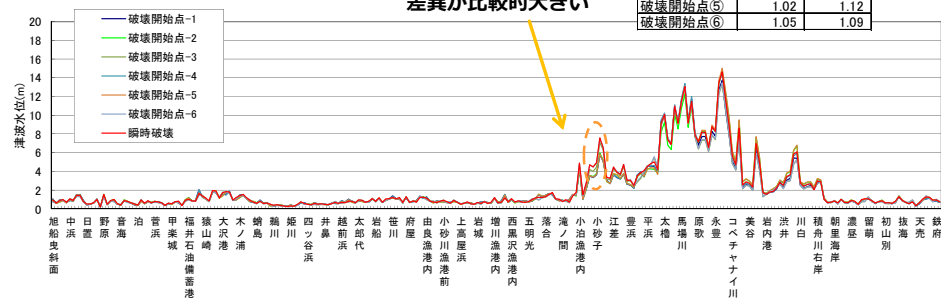
- ▶ 破壊開始点の影響

E1C2(北海道南西沖地震付近)

- 【破壊開始点の検討】
- ・破壊開始点6箇所(①～⑥)

瞬時破壊の計算結果を観測値とみなして算出した相田(1979)によるK, Kc

	K	Kc
破壊開始点①	1.04	1.12
破壊開始点②	1.02	1.12
破壊開始点③	1.05	1.09
破壊開始点④	1.03	1.12
破壊開始点⑤	1.02	1.12
破壊開始点⑥	1.05	1.09



沿岸水位の比較（京都～北海道）

動的パラメータが津波水位に及ぼす影響の検討 日本海東縁部（付属編3.3.12.2）

付属編 P.3-41, P.3-42

▶ 動的パラメータの影響に関するまとめ

- ▶ 瞬時に全体が破壊する場合に比べ、動的パラメータを考慮すると全体的に水位が小さくなる傾向
- ▶ ただし、以下のような特徴を有する地点では傾向が変わることがある
 - ▶ 波源に近い地点
 - ▶ 島の影響を大きく受ける地点
 - ▶ 岬、半島の影響を大きく受ける地点
 - ▶ 湾内にあり、反射波の影響を大きく受ける地点

45

【適用事例】 付属編第6章の概要

付属編第6章の構成

第6章 決定論的評価手法の適用事例

6.1 千島海溝から日本海溝沿いの海域

6.1.1 基本事項

- (1) 検討方法
- (2) 数値シミュレーションの解析条件
- (3) 計算領域と格子サイズ

6.1.2 基本断層モデルの設定

6.1.3 概略パラメータスタディ

6.1.4 詳細パラメータスタディ

- (1) 破壊開始点および破壊伝播速度の影響
- (2) ライズタイムの影響

6.1.5 まとめ

6.2 南海トラフ沿い海域

6.2.1 基本事項

6.2.2 基本断層モデルの設定

6.2.3 概略パラメータスタディ

6.2.4 詳細パラメータスタディ

6.3 日本海東縁部海域

6.3.1 基本事項

6.3.2 基本断層モデルの設定

6.3.3 概略パラメータスタディ

6.3.4 詳細パラメータスタディ

6.4 日本海溝沿いの海溝軸付近に想定する津波

6.4.1 基本事項

6.4.2 基本断層モデルの設定

6.4.3 概略パラメータスタディ

6.4.4 詳細パラメータスタディ

6.4.5 詳細格子分割による検討

6.5 海域活断層

6.5.1 基本事項

6.5.2 基本断層パラメータの設定

6.5.3 概略パラメータスタディ

6.5.4 詳細パラメータスタディ

47

適用事例の位置づけ

付属編 P.6-1

「適用事例の掲載にあたって」

本章で提示する決定論的津波評価手法の適用事例は、**津波の発生位置や規模等が条件として与えられていることを前提に**、本編第4章で示した基本断層モデルの設定および不確定性を考慮するためのパラメータスタディの手順およびその結果を例示したものである。

以上の主旨から、本適用事例は、**将来発生する可能性のある津波の発生要因、発生位置、規模等を具体的に規定するものではなく、他の評価手順を否定するものではないことに留意**いただきたい。また、この適用事例で示したパラメータ等はあくまでも例示であり、実務にあたっては評価におけるパラメータ設定等の妥当性について十分検討することが必要である。

48

南海トラフ沿い海域の適用事例（付属編6.2）

▶ 地震発生領域と断層モデルの設定範囲

付属編 P.6-20

着目する水位評価地点は室戸岬とする

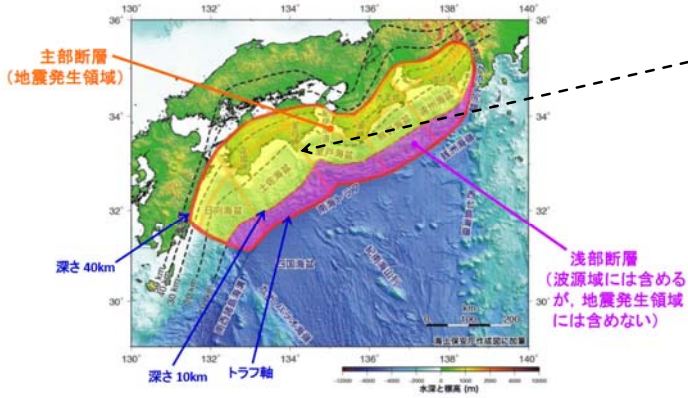


図1 南海トラフの評価対象領域とその区分け
 ・赤線は最大クラスの地震の震源域を示す。
 ・薄い赤線は震源域を類型化するために用いた領域分けの境界線を示す。
 ・破線は本評価で用いたフィリピン海プレート上面の等深線を示す。

地震本部(2013)に加筆

南海トラフ沿い海域の適用事例（付属編6.2）

▶ 検討方法

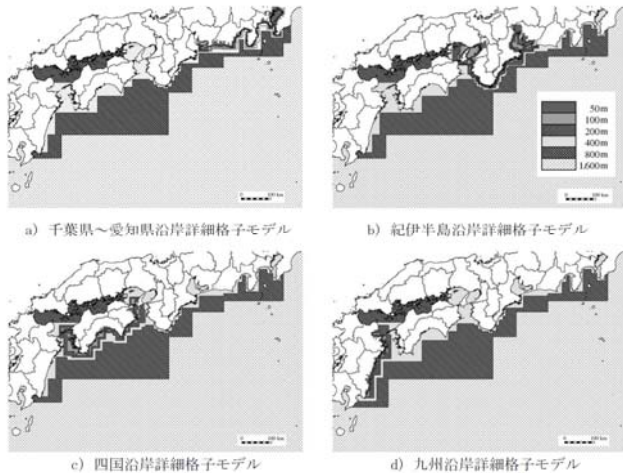
付属編 P.6-17

検討ステップ	検討項目およびその内容	備考
①基本断層モデルの設定	杉野ほか(2014)の考え方で大すべり域、超大すべり域を設定	-
②概略パラメータスタディ	大すべり域の半分が重なるように移動（門廻・高橋(2014)の手法）	ライズタイム：60秒※ 破壊伝播速度：2.5km/s※ 破壊開始点：紀伊半島沖※ ※内閣府(2012)を参考に設定
③詳細パラメータスタディ	破壊伝播速度	1.0km/s, 2.0km/s, 2.5km/s, 3.0km/s ライズタイム：60秒固定 破壊開始点：紀伊半島沖に固定
	破壊開始点	大すべり域周辺部および超大すべり域内に計6か所設定 ライズタイム：60秒固定 破壊伝播速度：2.5km/sで固定
	ライズタイム	60秒, 120秒, 180秒, 300秒 破壊伝播速度：2.5km/sで固定 破壊開始点：紀伊半島沖に固定

南海トラフ沿い海域の適用事例（付属編6.2）

▶ 計算格子分割：50m～1600m間隔

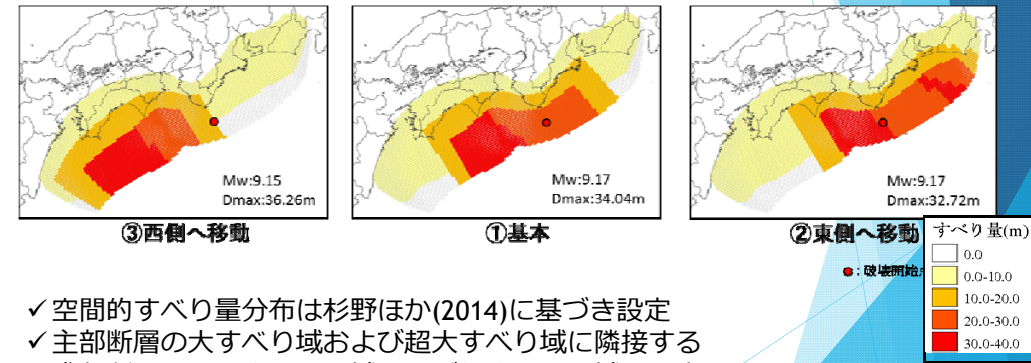
付属編 P.6-18



南海トラフ沿い海域の適用事例（付属編6.2）

▶ 基本断層モデルおよび概略パラメータスタディの断層モデル

付属編 P.6-20



- ✓空間的すべり量分布は杉野ほか(2014)に基づき設定
- ✓主部断層の大すべり域および超大すべり域に隣接する浅部断層にも、大すべり域および超大すべり域を設定

南海トラフ沿い海域の適用事例（付属編6.2）

付属編 P.6-19

▶ 基本断層モデルの諸元

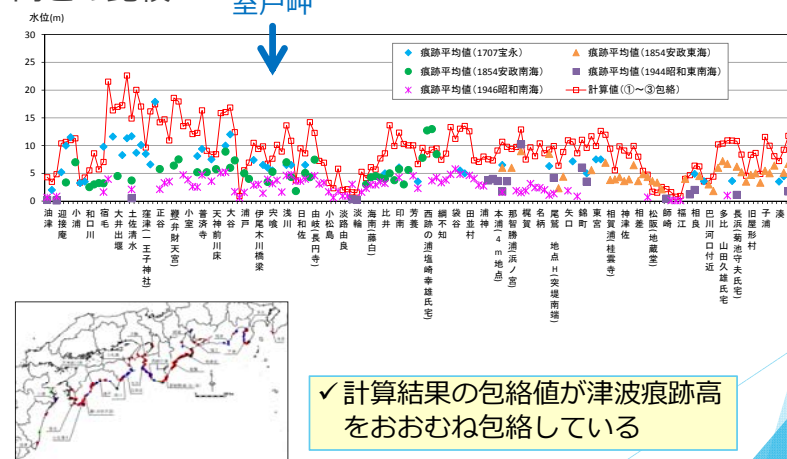
項目	内容
断層面積（万km ² ）	13.4
超大すべり域+大すべり域面積率（%）	50.9 (主部断層のみ：40.2)
全域平均すべり量（m）	12.9
超大すべり域のすべり量（m）	34.0~25.7
大すべり域のすべり量（m）	17.5~11.3
背景領域のすべり量（m）	4.4~1.2
M _w	9.2
平均応力降下量 Δσ（MPa）	3.0
小断層数	5,242

53

南海トラフ沿い海域の適用事例（付属編6.2）

付属編 P.6-22

▶ 概略パラメータスタディの計算結果包絡値と津波痕跡高との比較

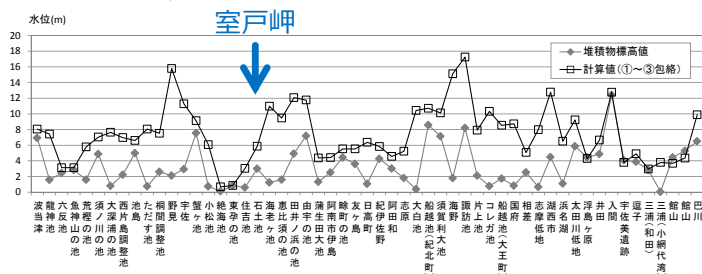


54

南海トラフ沿い海域の適用事例（付属編6.2）

付属編 P.6-23

▶ 概略パラメータスタディの計算結果包絡値と津波堆積物調査地点の標高値との比較



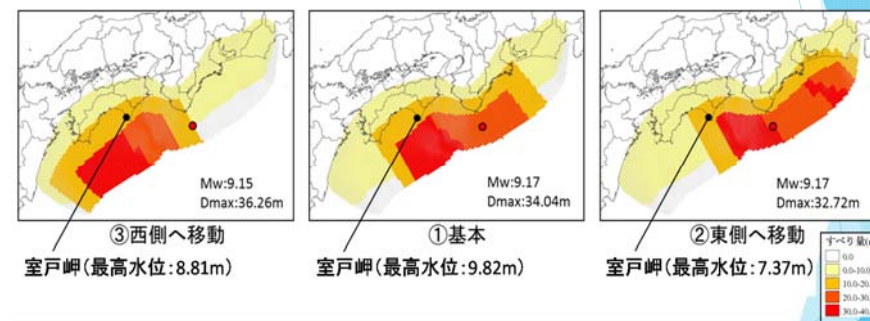
✓ 計算結果の包絡値が津波堆積物調査地点の標高値をほぼ上回っている

55

南海トラフ沿い海域の適用事例（付属編6.2）

付属編 P.6-25

▶ 概略パラメータスタディの計算結果（室戸岬）

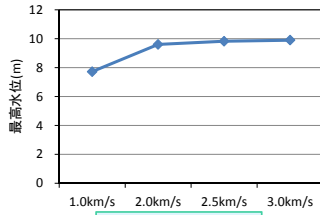


✓ 室戸岬を評価地点とした場合、大すべり位置①のとき最大となる。

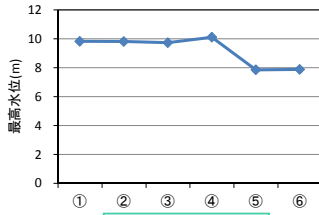
56

南海トラフ沿い海域の適用事例（付属編6.2）

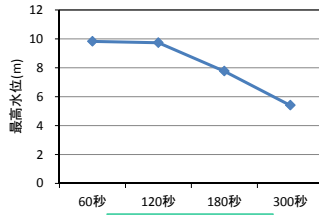
▶ 詳細パラメータスタディの結果（室戸岬）



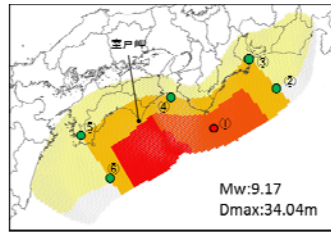
破壊伝播速度



破壊開始点



ライズタイム



付属編 P.6-26

南海トラフ沿い海域の適用事例（付属編6.2）

▶ 詳細パラメータスタディの結果（室戸岬）

破壊伝播速度	1.0km/s	2.0km/s	2.5km/s	3.0km/s			破壊開始点① ライズタイム60秒
室戸岬 最高水位(m)	7.72	9.60	9.82	9.90			
破壊開始点	①	②	③	④	⑤	⑥	破壊伝播速度2.5km/s ライズタイム60秒
室戸岬 最高水位(m)	9.82	9.81	9.73	10.11	7.85	7.88	
ライズタイム	60秒	120秒	180秒	300秒			破壊開始点①
室戸岬 最高水位(m)	9.82	9.73	7.76	5.40			破壊伝播速度2.5km/s

※ 斜字体は概略パラメータスタディで実施済みの結果（詳細パラメータスタディの基準ケース結果）を示す。
 ※ 赤字表示の数值は、各パラメータスタディ内での最大値を示す。

付属編 P.6-25

適用事例の概要（付属編6章）その1

海 域	対象地震	Mw	スケーリング則	すべり量分布	パラメータスタディ項目	備考
千島海溝から日本海溝沿い	千島海溝（南部）沿いのプレート間地震	9.2	円形断層の式, 平均応力降下量 3MPa	内閣府 (2012)	大すべり域位置 破壊開始点 破壊伝播速度 ライズタイム	
南海トラフ沿い	東海～日向灘のプレート間地震	9.2		杉野ほか (2014)		
日本海溝沿いの海溝軸付近	津波地震	8.3	(既往津波の痕跡高を再現できる断層モデル)	均質	波源位置, 走向, 傾斜角, すべり方向	2022年版と同じ
	プレート内正断層地震	8.6			波源位置, 走向, 傾斜角, 断層上縁深さ	

適用事例の概要（付属編6章）その2

海 域	対象地震	Mw	スケーリング則	すべり量分布	パラメータスタディ項目	備考
日本海東縁部	日本海東縁部の大地震	8.0	S-MO関係, すべり量に上限あり	走向方向の1/4を大すべり域	波源位置, 傾斜方向, 傾斜角, 大すべり域位置	2002年版記載の方法 (L-MO関係, 均質すべり, Mw 7.85) でも評価
海域活断層	中越沖の活断層の活動	6.5			大すべり域位置, 主圧力軸の向き, 断層上縁深さ	