

東北地方太平洋沖地震津波を 踏まえた津波評価技術

原子力発電所の津波評価技術改訂版について(2)
(4～5章)決定論, 確率論

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)

原子力発電所の津波評価技術2015 (仮称)

本編

【目次案】

第1章 まえがき

第2章 津波評価の概要

- 2.1 東北地方太平洋沖地震の教訓
- 2.2 本書の背景と目的
- 2.3 評価対象となる波源
- 2.4 評価対象とする津波の作用
- 2.5 本書の構成
- 2.6 用語の定義

第3章 津波評価に必要な調査

- 3.1 既往津波に関する調査
- 3.2 津波の伝播経路に関する調査
- 3.3 津波の波源モデル設定に関する調査
- 3.4 津波による土砂移動・堆積に関する調査
- 3.5 津波漂流物に関する調査

【目次案】

第4章 決定論的津波評価手法

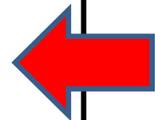
- 4.1 基本事項
- 4.2 検討用津波の作成
- 4.3 想定津波の選定

第5章 確率論的津波評価手法

- 5.1 確率論的津波評価手法の概要
- 5.2 確率論的津波ハザード解析
- 5.3 確率論的ハザード解析の手順

第6章 数値計算手法

- 6.1 津波伝播・遡上計算
- 6.2 海底地すべり, 斜面崩壊, 山体崩壊に伴い発生する津波の計算
- 6.3 取放水設備の水位変動計算
- 6.4 既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルの策定
- 6.5 波力評価
- 6.6 砂移動計算
- 6.7 漂流物評価



「第4章 決定論的津波評価手法」の概要

- 決定論的な想定津波の評価方法を提示

- 断層運動による津波に加え、断層運動以外の要因による津波及びこれらの重畳について追記

- 基本とするモデル＋不確定性の考慮により保守性を担保する考え方は、改訂前を踏襲

- 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波、海域活断層に想定される地震に伴う津波にも、すべり量の不均質性を適用可能とする

- 付属編において海域ごとの計算を例示

第4章 決定論的津波評価手法の構成

4.1 基本事項

- ①津波の発生要因の選定
- ②不確定性の考慮

4.2 検討用津波の作成

- ①断層運動による津波
- ②断層運動以外の要因による津波
- ③不確定性の考慮

4.3 想定津波の選定

4.1 基本事項

①津波の発生要因の選定

- 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。また、検討用津波の集合体を**検討用津波群**という。
- 2章に挙げた津波の発生要因およびこれらの組合せによるもののうち、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する。

②不確定性の考慮

- 津波発生の**不確定性**を検討する(=パラメータスタディ)。
- 複数の地震活動域が**同時に活動**する可能性について検討
- 断層運動による津波と海底地すべり、断層運動による津波と斜面崩壊等による津波の**重畳**等について検討

4.2 検討用津波の作成

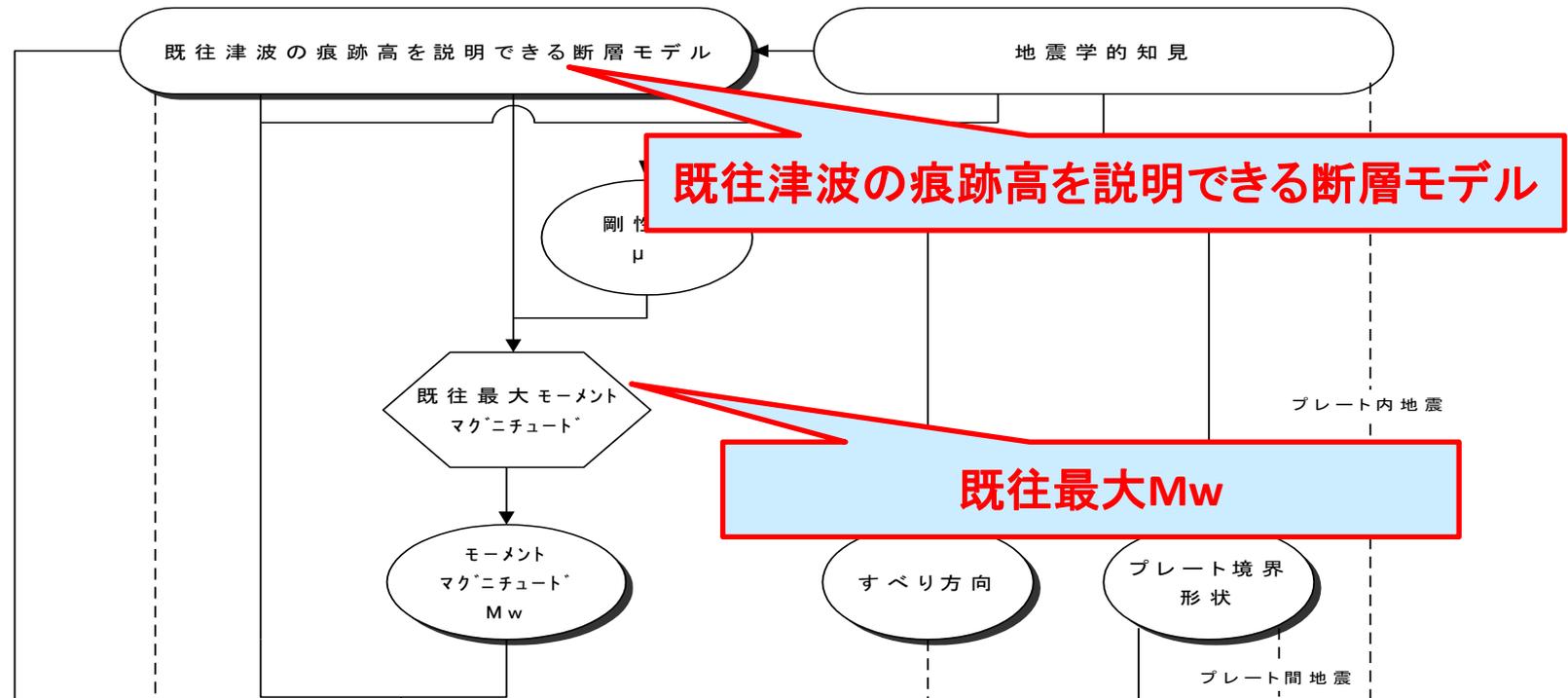
①断層運動による津波

- 津波を伴う地震の発生様式
 - 日本列島周辺で発生する津波
 - 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
 - 1-2)沈み込むプレート内の地震(正断層地震・逆断層地震)
 - 2)陸域の浅い地震(日本海東縁部・海域活断層)
- 位置と規模
 - 遠地津波
 - チリ沖およびカスケード地域で発生する津波等
- 断層パラメータの設定
 - 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した地震の発生位置領域と規模を適切に設定する。
(**≠既往最大規模**)
- すべり量の不均質性

・海域別の津波の特性

・各海域のインバージョン解析結果
・世界の地震・津波に関する知見を反映

断層パラメータ設定の流れ(2002年版, プレート間)



→近年の知見を踏まえた設定方法を記述に加える

- ・想定する活動域の面積
- ・世界の巨大地震(津波)に関する情報(平均降下量・すべり量の偏り等)

4.2 検討用津波の作成

②断層運動以外の要因による津波

- 波源の選定
 - 現象の規模と評価地点の位置関係等や簡易予測式に基づき、複数の評価対象から詳細評価の対象を抽出することができる。
 - 例えば、斜面崩壊による津波の初期水位に関する簡易式として、Huber and Hager (1997)の式
- 波源位置等
 - 調査結果等に基づき位置と規模を設定し、敷地への影響が大きいと考えられる波源を選定
 - 指向性を考慮

4.2 検討用津波の作成

③不確定性の考慮

- 断層運動による津波に関する不確定性

- パラメータスタディの手順

- パラメータスタディの因子

- 波源の拡がりが非常に大きなプレート間地震等においては、その影響度に応じて動的なパラメータ(破壊開始点・破壊伝播速度・ライズタイム)についても考慮する。

- パラメータスタディの範囲

- その他の不確定性

- 津波の発生要因の組合せの考慮

- 因果関係を有する複数の要因による津波がほぼ同時に発生する可能性がある場合には、これらの重畳を考慮する。

- 時間差の考慮

4.3 想定津波の選定

① 想定津波の選定

- 検討用津波のうち、評価地点における最大水位上昇量あるいは最大水位下降量(敷地状況によっては取水に影響を与える時間)が最大となる津波を、**想定津波**として選定する。

② 潮位の考慮

③ 必要条件 **評価地点において既往津波の痕跡 < 想定津波水位**

- 少なくとも以下の(A)若しくは(B-1)、(B-2)の両方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。
 - (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。
 - (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。
- 津波堆積物**により津波の浸水範囲の情報が得られる場合には、**信頼度を吟味したうえで**、これらの分布範囲を包含する浸水計算結果を得ることが望ましい。

第5章 確率論的津波ハザード解析の概要

- 近年の知見を反映し、「確率論的津波ハザード解析の方法」(2011年公表)を更新

- 断層運動が直接の原因で生じる津波について記述

- 断層運動以外の原因で生じる津波のハザード解析への反映方法の詳細は今後の研究課題と考えられるが、発生頻度、規模および発生様式の不確定性の範囲を適切に設定できる対象があれば、これらを評価に反映することは可能。

- ロジックツリー手法を用いた津波水位の超過確率の算定手順を提示

- プレート間巨大地震へのG-Rモデルの適用可能性について言及

- 付属編において海域ごとの計算を例示(長期平均ハザード, 現時点ハザード)

波源モデル設定の基本的考え方は決定論と共通

PTHAの流れ



Gutenberg-Richterモデルを非常に希だが巨大な地震を想定する方法として例示

第5章 確率論的津波ハザード解析の構成

5.1 基本事項

- ① 確率論的津波ハザード評価の概要
- ② 2種類の不確定性とロジックツリー手法
- ③ 評価対象
- ④ 関連情報の収集・分析

5.2 確率論的津波ハザード解析

- ① 大地震のモデル化
- ② 背景的地震のモデル化
- ③ 津波高さ分布の評価
- ④ ロジックツリーの分岐の分類および重みの設定法

5.3 確率論的ハザード解析の手順

- ① 計算手順
- ② 地震の発生確率の計算
- ③ 地震発生モデル・津波伝播モデルの設定
- ④ 津波高さ分布の計算
- ⑤ 潮位分布の考慮
- ⑥ フラクタイル曲線の作成

5.1 基本事項

① 確率論的津波ハザード評価の概要

- 原子力発電所周辺における活断層データおよび過去の地震データなどに基づき、不確定性を考慮したロジックツリーを設定して、将来襲来する可能性のある津波水位の超過確率／頻度を算出する。

② 2種類の不確定性とロジックツリー手法

- 偶然的な不確定性: 確率分布等により考慮
- 認識論的な不確定性: ロジックツリーの分岐として考慮

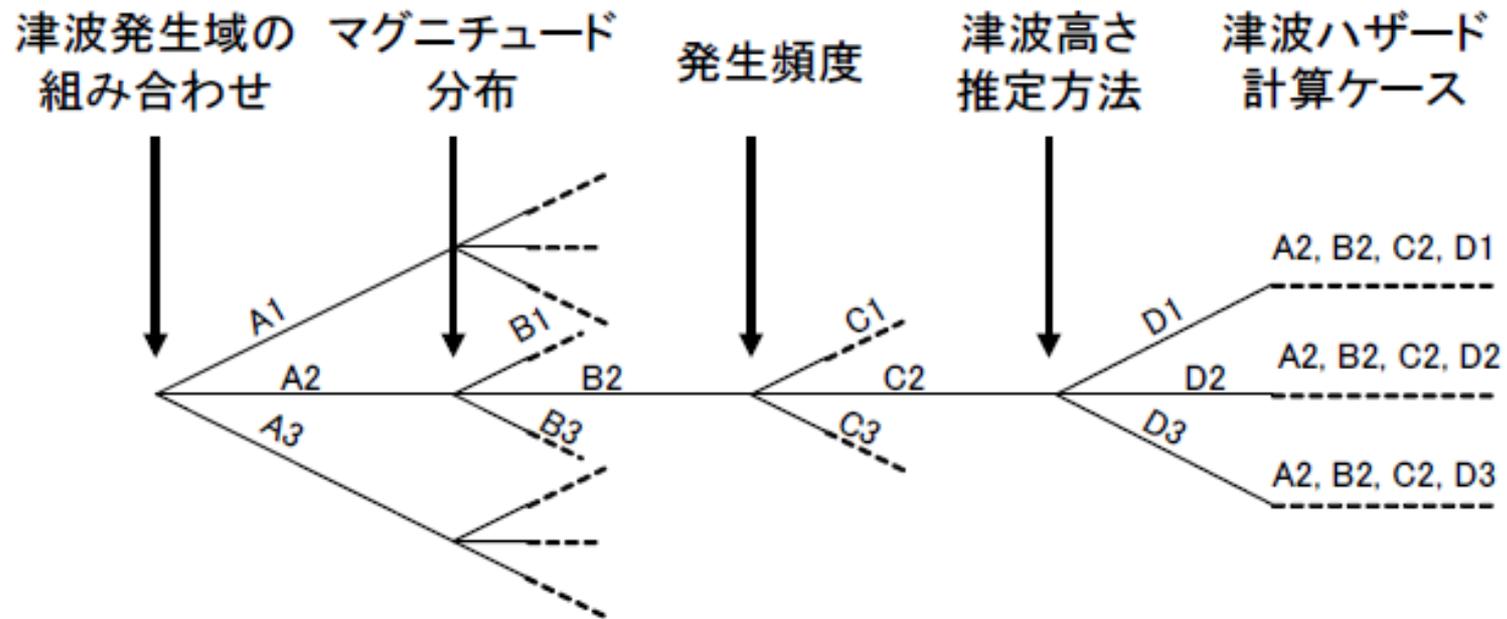
③ 評価対象

- 長期間の平均的なハザードと、現時点からある特定の期間のハザードを求める手法(更新過程)

④ 関連情報の収集・分析

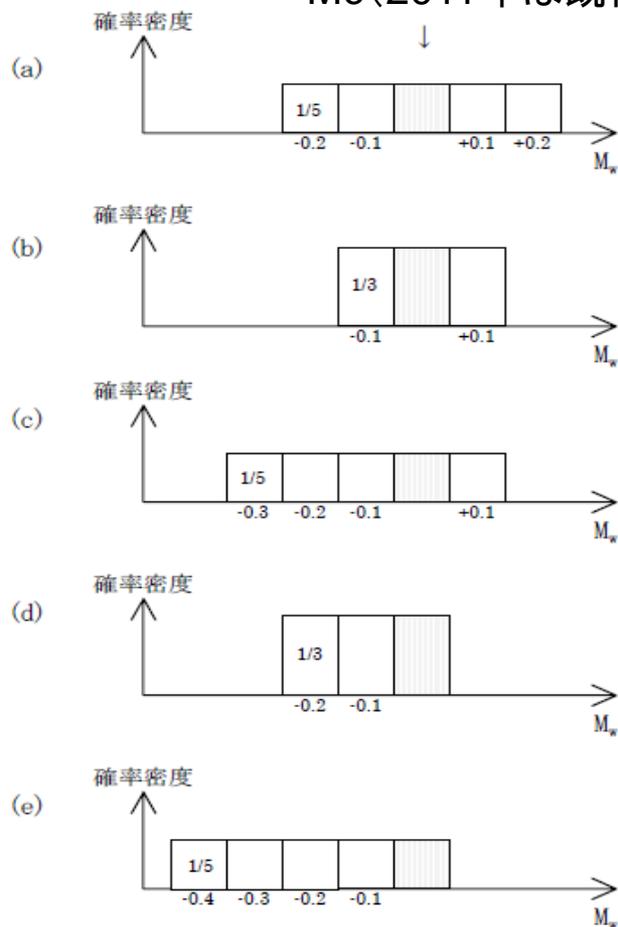
- 地震発生様式(活断層データおよび過去の地震データ等)に関する情報, 専門家の意見, 最新知見

ロジックツリーのイメージ



マグニチュード分布の分岐

Mc(2011年は既往最大Mw)



変更点:

①Mcを「既往最大Mw」
から「中心Mw」に

②プレート間地震について
応力降下量の分岐を
用意

5.2 確率論的津波ハザード解析

①大地震のモデル化

- 発生領域
- マグニチュード分布
- 平均発生間隔とばらつき
- 連動に関するモデル
- プレート間巨大地震へのG-Rモデルの適用

②背景的地震のモデル化

- 活動域区分
- マグニチュード頻度分布のモデル
- マグニチュード頻度分布の評価

③津波高さ分布の評価

- 断層モデルの設定
- パラメータ変動の考慮の有無
- エルゴード仮定

④ロジックツリーの分岐の分類および重みの設定法

- アンケートに基づく／基づかない方法

5.3 確率論的ハザード解析の手順

①計算手順

- ②～⑥の流れを提示

②地震の発生確率の計算

- 固有地震の平均発生間隔の評価方法
- 長期間平均のハザード評価における地震の発生確率(発生頻度)
- 現時点でのハザード評価における地震の発生確率

③地震発生モデル・津波伝播モデルの設定

- 発生領域
- 地震発生モデル(決定論と共通)
- 伝播モデル

④津波高さ分布の計算

- 津波シミュレーションの実施
- ばらつきの考慮

⑤潮位分布の考慮

- 潮汐データの設定
- 潮汐と計算結果の合成

⑥フラクタイル曲線の作成