

津波評価小委員会の活動報告

令和5年度第2回原子力土木委員会
2023年12月21日

委員・幹事（変更点を朱書き）

役職	氏名	所属	役職	氏名	所属
委員長	高橋 智幸	関西大学	委員	鳴原 良典	防衛大学校
	首藤 伸夫	東北大学		菅原 大助	東北大学
顧問	河田 恵昭	関西大学		高川 智博	海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
	磯部 雅彦	高知工科大学		富田 孝史	名古屋大学
	安中正	東電設計(株)		森勇人	中部電力(株)
委員	今村 文彦	東北大学		平田 賢治	防災科学技術研究所
	蛭沢 勝三	(一財)電力中央研究所		福谷 陽	関東学院大学
	家島 大輔	中国電力(株)		松山 昌史	(一財)電力中央研究所
	加藤 史訓	国土交通省国土技術政策総合研究所		八木 勇治	筑波大学大学院
	金戸 俊道	東京電力ホールディングス(株)		山中 佳子	名古屋大学大学院
	菅野 剛	東北電力(株)	米山 望	京都大学	
	後藤 和久	東京大学大学院			
佐竹 健治	東京大学				
役職	氏名	所属	役職	氏名	所属
幹事長	木原 直人	(一財)電力中央研究所	幹事	志方 建仁	(株)ニュージェック
幹事	荒川 武久	東京電力ホールディングス(株)		芝 良昭	(一財)電力中央研究所
	石井 倫生	東京電力ホールディングス(株)		鈴木 和磨	中部電力(株)
	石島 清宏	エム・アール・アイリサーチアソシエイツ(株)		土屋 悟	(株)ユニック
	石原 史隆	(株)ユニック		中田 隆	エム・アール・アイリサーチアソシエイツ(株)
	稲葉 大介	(株)セレス		永松 直樹	中部電力(株)
	甲斐田秀樹	(一財)電力中央研究所		藤井 直樹	東電設計(株)
	加藤 勝秀	中部電力(株)		保坂 幸一	八千代エンジニアリング(株)
	木村 達人	東電設計(株)			
	栗田 哲史	東電設計(株)		山木 滋	(有)シーマス
	木場 正信	(株)エングローブコンサルタント		山邊 洋之	東京電力ホールディングス(株)
	佐藤 嘉則	(株)ユニック			

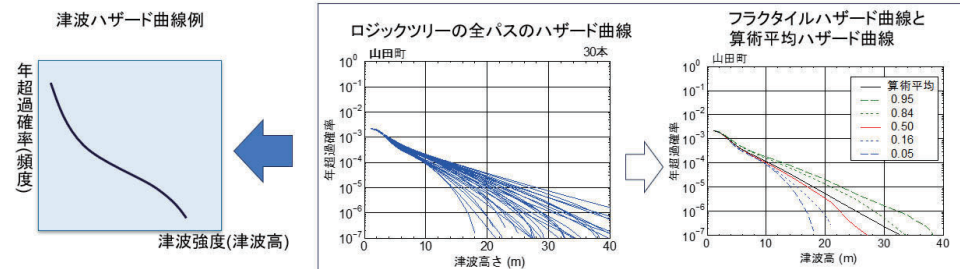
2022年度活動実績・今後のスケジュール（2）

- 2023年度第2回
 - 日時：2023年8月31日9時～12時
 - 場所：オンライン
 - 主な議題
 - ✓ 津波評価技術の体系化に関する検討内容の審議
 - ✓ 確率論的津波ハザード評価とSSHACについて
- 2023年度第3回
 - 日時：2023年11月22日13時30分～17時
 - 場所：電力中央研究所・大手町地区＋オンライン
 - 主な議題
 - ✓ 土砂を含む津波の波力評価技術の体系化に関する検討内容の審議
 - ✓ 津波評価技術の体系化に関する検討内容の審議
- 2023年度第4回（予定）
 - 日時：2024年2月14日9時～12時
 - 場所：オンライン

確率論的津波ハザード評価とSSHACについて (2023年度第2回津波評価小委員会資料抜粋)

確率論的津波ハザード評価(PTHA)の役割と不確かさ

- 確率論的津波ハザード評価
 - 評価対象地点において、津波の発生や津波強度(津波高)の予測に関わる種々の不確定性を確率モデル(確率分布、重み)で表現することにより、全体の不確定性を組織的に定量評価したもの。津波ハザード曲線で表現される。
 - 評価対象地点の津波に関するポテンシャルを評価したものとみることができる。



できるだけ抜けなく多くのシナリオを考慮

ロジックツリーやフラクタルハザード曲線について後述⁵

2018年度第2回津波評価小委員会資料5-1より
不確定性の取り扱い：ハザード曲線における不確定さ

2018年度第2回津波評価小委員会資料5-1より
SSHACレポートの検討レベルおよび検討方法

(A)地震波源の不確定さ	(B)数値解析上の不確定さ	(C)データの不確定さ
平面位置 深さ 走向角 傾斜角 すべり角 地震規模 平均発生間隔 スケーリング則 すべり量の不均質性等 破壊開始点 破壊伝播速度 ライスタイム(立ち上り時間)	基礎方程式 計算スキーム 初期条件、境界条件 計算格子分割 諸係数 再現時間	海底地形、海岸地形データ

検討レベル	課題の程度	検討方法
レベル1	ハザードへの影響度が小さい場合	TIが文献レビュー、経験に基づきモデルを評価し、コミュニティの分布を見積もる。
レベル2	ハザードに影響、意見の違いがある場合	TIがモデル提案者や関連の専門家と接触し、見解や根拠を聞き、コミュニティの分布を見積もる。
レベル3	ハザードに最も影響、意見の違いあり、複雑な場合	TIがモデル提案者や関連の専門家を一同に集めて討論をもち、提案の改善、絞り込みを行い、コミュニティの分布を見積もる。
レベル4	同上 (より組織的に実施する場合)	TEIが専門家パネルを組織し、議論の焦点を絞る。各評価者のコミュニティ分布の見積もりを引き出し、集約する。

原子力発電所の津波評価技術2016における例示計算

地震動ハザード評価伊方SSHACプロジェクト*

波源の不確定さ→多くの波源モデル→津波高さ推定
認識論的
 • 地震規模：例 Mwは8.8、8.9、9.0で分岐
 • 平均発生間隔：例 300年、600年、900年で分岐
 • すべり量不均質性のモデル化
 • その他
偶然的
 • 地震規模のばらつき：例 Mwのばらつき幅
 • 破壊開始点：例 ある断層で4~6の位置を考慮
 • 大すべり量の位置のばらつき
 • その他

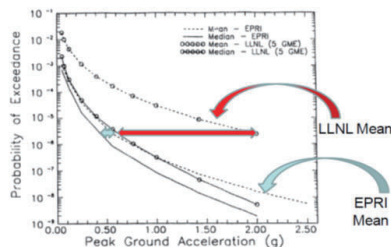
津波高さ推定値の不確定さ
偶然的
 ✓ 推定値に対数正規分布でばらつき： $\kappa = \ln(\kappa)$
 ✓ 同分布の打ち切り誤差：例 $\pm 2.3\sigma$ 、 $\pm 10\sigma$
認識論的
 • ばらつき κ の大きさ：例 $\kappa = 1.25, 1.35, 1.45$ で分岐
 • 打ち切り誤差の範囲：例 $\pm 2.3\sigma$ と $\pm 10\sigma$ で分岐

既往津波の再現モデルの実測記録とのばらつき等を参考にすることも可

TI：Technical Integrator (ロジックツリーの技術的なまとめ役)
 TEI：Technical Facilitator/Integrator (ロジックツリーの技術的なまとめ役であり、専門家の意見統合の世話役)
 日本原子力学会標準 (2015) 「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準」
 *伊方SSHACプロジェクト https://www.yonden.co.jp/energy/atom/safety/sshac_project/index.html

SSHACガイド策定の経緯

- 1980年代後半に米国の2つの主要な研究機関が独立に検討した確率論的地震ハザード曲線
 - LLNL：Lawrence Livermore National Laboratory
 - EPRI：Electric Power Research Institute
 - 平均ハザード曲線(Mean)に大きな差
- 上記の差を検討するために設けた委員会
 - Senior Seismic Hazard Analysis Committee (SSHAC)
 - 認識論的不確かさの検討手順に原因があることを認識
 - SSHACレポート(1997)
 - ✓ ガイドライン検討レベル1~4
 - SSHACガイドライン(2012)
 - ✓ レベル3、4手順細目を規定

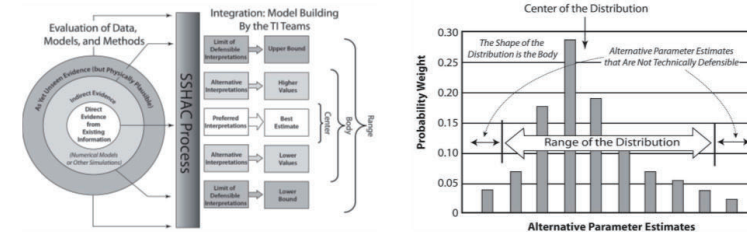


SSHACはこの不確定性の取り扱いとモデル化・定量化を行う委員会名もしくはその手順

酒井ら、確率論的地震動ハザード評価の高度化に関する調査・分析、電中研報告、O15008、2016

SSHACの重要な概念

- コミュニティ(ITC: Informed Technical Community)の意見分布(CBR: Center, Body and Range)を的確に捉える。
- SSHACプロセスの基本的目標は、評価(Evaluation)及び統合(Integration)の活動を適切に実行し、完全に文書化するものである。
 - 評価(Evaluation)及び統合(Integration)のプロセスの透明性が重要



技術的に擁護可能な解釈を目指したcenter、body、rangeの図式的表現

米国原子力規制委員会(NRC)、Updated Implementation Guidelines for SSHAC Hazard Studies、NUREG-2213、2018

伊方SSHACプロジェクトについて

- 四国電力株式会社と原子力リスク研究センターにより、SSHACガイド（レベル3）に準拠したPSHAが2016年～2020年と5年の歳月をかけて実施
- 国内外の有識者による検討（国外：アドバイザーのKevin CoppersmithとPPRPのMartin McCann Jr.）
- SSHACプロジェクトを経て、ロジックツリー構築とその分岐の重み付けを実施。
- プロジェクトの検討成果は全て公開
https://www.yonden.co.jp/energy/atom/safety/sshac_project/index.html
(検討が膨大かつ多岐にわたる。)

**時間をかけて専門家の共通認識を熟成し、確率論的地震ハザードを評価
SSHACレベル3を適用した日本で現在唯一の確率論的ハザード評価例**

松崎・西村、伊方SSHACプロジェクトの概要と地震PRAへの活用、日本原子学会誌、65巻、2023
隈元ら、SSHACレベル3ガイドラインに基づく伊方サイトでの震源特性モデルの構築、日本地震工学論文集、第22巻、2022
酒井ら、伊方SSHACプロジェクトを踏まえたPSHA実務ガイドの策定、電中研報告、NR22002、2023

津波評価小委員会の検討の位置づけ

■ 津波評価技術の研究、実務適用のための技術資料のとりまとめが役割

- ✓ PTHAの例示計算は示すものの、具体的な施設に対する実務(実務のPTHAのロジックツリー作成およびPTHA実施)を担わず、実務でのPTHAに有用なデータやモデル、手法を提供および提案する。
- ✓ なお、例示計算については、津波評価小委員会の活動を通じてコミュニティの分布を見積もってロジックツリーを設定しているため、SSHACのレベル1～2に対応すると考えられる。

WG活動（1）津波漂流物衝突評価WG

- 津波漂流物衝突評価WG 第3回会合
 - 日時：2023年6月19日9時～10時30分
 - 場所：オンライン
 - 主な議題
 - ✓ 小型船舶の衝突力に関する研究
 - ✓ 小型船舶の衝突に対する施設評価に関する研究
- 津波漂流物衝突評価WG 第4回会合
 - 日時：2023年12月14日9時～11時
 - 場所：大手町＋オンライン
 - 主な議題
 - ✓ 同上

WG活動（2）津波漂流物の影響評価技術の体系化WG

- 津波漂流物の影響評価技術の体系化WG 第3回会合
 - 日時：2023年6月19日10時45分～12時
 - 場所：オンライン
 - 主な議題
 - ✓ 衝突力の評価について
- 津波漂流物の影響評価技術の体系化WG 第4回会合
 - 日時：2023年12月14日11時10分～12時30分
 - 場所：大手町＋オンライン
 - 主な議題
 - ✓ 津波漂流物の衝突に対する施設応答評価手法について

津波漂流物衝突評価WG メンバー構成

	氏名 (敬称略)	所 属		氏名 (敬称略)	所 属
主 査	富田 孝史	名古屋大学			
委 員	小川健太郎	東京電力ホールディングス (株)	委 員	別府万寿博	防衛大学校
委 員	金原 勲	東京大学	委 員	前川 宏一	横浜国立大学
委 員	嶋原 良典	防衛大学校	委 員	山田 安平	(国研) 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所
委 員	島村 和夫	(株) IHI	委 員	和仁 雅明	中部電力 (株)
幹事長	木原 直人	(一財) 電力中央研究所			
幹 事	新木 毅	中部電力 (株)	幹 事	豊田 真	(株) IHI
幹 事	井上 真優	東電設計 (株)	幹 事	南波 宏介	(一財) 電力中央研究所
幹 事	岩本 哲也	東電設計 (株)	幹 事	福本 惣太	関西電力 (株)
幹 事	大谷 章仁	(株) IHI	幹 事	宮川 義範	(一財) 電力中央研究所
幹 事	甲斐田秀樹	(一財) 電力中央研究所	幹 事	山川 大貴	東電設計 (株)
幹 事	栗山 透	関西電力 (株)			
幹 事	工藤 佳祐	関西電力 (株)			

津波漂流物の影響評価技術の体系化WG メンバー構成

	氏名 (敬称略)	所 属		氏名 (敬称略)	所 属
主 査	富田 孝史	名古屋大学			
委 員	浅井 竜也	東京大学	委 員	別府万寿博	防衛大学校
委 員	有川 太郎	中央大学	委 員	前川 宏一	横浜国立大学
委 員	小川健太郎	東京電力ホールディングス (株)	委 員	山田 安平	(国研) 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所
委 員	織田 幸伸	大成建設 (株)	委 員	松田 周吾	関西電力 (株)
委 員	木原 直人	(一財) 電力中央研究所	委 員	米山 望	京都大学
委 員	嶋原 良典	防衛大学校	委 員	和仁 雅明	中部電力 (株)
委 員	千田 優	(国研) 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所			
幹事長	甲斐田秀樹	(一財) 電力中央研究所			
幹 事	新木 毅	中部電力 (株)	幹 事	福本 惣太	関西電力 (株)
幹 事	緒方 ゆり	東電設計 (株)	幹 事	松澤 遼	伊藤忠テクノソリューションズ (株)
幹 事	栗山 透	関西電力 (株)	幹 事	宮川 義範	(一財) 電力中央研究所
幹 事	佐藤 暁拓	伊藤忠テクノソリューションズ (株)	幹 事	山川 大貴	東電設計 (株)
幹 事	南波 宏介	(一財) 電力中央研究所	幹 事	工藤 佳祐	関西電力 (株)