

本資料は 2016 年 11 月 27 日付で技術諮問委員会より提出された報告書を原子力リスク研究センターにて仮訳したものです。正式な報告書は英文版の原文のみとなりますのでご注意ください。

原子力リスク研究センター 技術諮問委員会
一般財団法人 電力中央研究所
〒100-8126 東京都千代田区大手町 1-6-1

2016 年 11 月 27 日

ジョージ・アポストラキス博士
一般財団法人 電力中央研究所
原子力リスク研究センター所長
〒100-8126 東京都千代田区大手町 1-6-1

件名： 日本における確率論的地震ハザード解析の高度化および断層変位評価に関する中間報告

アポストラキス博士

2016 年 11 月 7 日～11 日に開かれた原子力リスク研究センター (NRRC) 技術諮問委員会の第 6 回会議で、NRRC 職員の代表者に会い、伊方地震ハザード解析専門家委員会 (SSHAC) レベル 3 プロジェクトの現状、その技術的知見、日本での確率論的地震ハザード評価 (PSHA) の高度化にかかわる主な課題をレビューした。また、断層変位評価と関連する問題について、さらには、設計および確率論的リスク評価 (PRA) への適用方法を策定するための NRRC 研究計画についても議論した。ここでの結論と提言は、会議において提示されたプレゼンテーション資料と、職員との限られたやりとりのみに基づくものである。

結論と提言

1. 伊方原子力発電所の SSHAC プロジェクトを成功裏に完遂させることは、日本における地震リスク評価、リスク情報を活用した手法の適用、並びにリスク情報を活用した意思決定プロセスにとって、先駆的かつきわめて重要な取組みである。これまでの進捗に基づき、日本の他のサイトでの SSHAC プロセスの適用において対処すべき技術的および手続き的な課題に関して、重要な知見が得られた。
2. SSHAC プロセスの基本的な技術要素が維持される状況で、日本全国の他のサイトに SSHAC プロセスが適用されることが重要である。
3. SSHAC プロセスの適用拡大を進める前に、NRRC は、地震テクトニクス環境の特徴が伊方原子力発電所とは異なるもう 1 つ別のサイトで SSHAC プロジェクトを行うことを推奨する。これにより、日本で SSHAC プロセスの展開を促進する

ために必要なガイダンスと関係する研究を開発する上での一層強固な知見がもたらされる。

4. 「参加型ピアレビューパネル」から提案されたとおり、伊方プロジェクトの TI (Technical Integration) チームメンバーの訓練は、SSHAC プロセスを成功裏に完遂するために不可欠である。我々もこの訓練を実施することを提言する。

背景

2015年1月24日付のレター（参考資料1）で、TACは以下のとおり提言した。

「最近の国際慣例に沿って、四国電力は地震ハザード解析専門家委員会 (Senior Seismic Hazard Analysis Committee: SSHAC) の手順（参考資料2と3）を用いた確率論的地震ハザード解析 (PSHA) を行うべきである。特に、伊方3号機サイトには SSHAC レベル3以上の手順を適用するべきである。」

それ以降、四国電力と NRRC は、伊方 SSHAC レベル3プロジェクトの実施プロセスを開始した。

今回の会議で、伊方 SSHAC レベル3プロジェクトの現状に関して説明を受け、NRRC 職員がプロジェクトの全体スケジュールを説明した。第1回 SSHAC ワークショップは2016年9月に開かれ、ワークショップで得られた予備的な所見について議論された。伊方 SSHAC プロジェクトの所見に加え、日本全国で SSHAC プロセスを実施するために検討すべき技術的および手続き的な課題について議論した。これらの課題のいくつかは、SSHAC プロセスの実施経験が多く積み重ねられてきた米国や他の国に比べて、日本の地震テクニクス環境が一層複雑であったり、地震動レベルがより高いといった事情によって生じている。

断層変位評価の研究についても説明を受けた。日本のいくつかのサイトには断層の潜在的影響があるため、断層の活動に伴う変位とそれがプラント性能に及ぼす影響の検討は、日本の状況に固有のものである。決定論的または確率論的のどちらにおいても、この問題に対処する先行事例となる経験はほとんどない。プレゼンテーションは、この問題に対処するための NRRC 研究計画を中心に行われた。研究計画には、以下の3つの要素が含まれる。

1. ハザード評価：決定論的および確率論的な断層変位の定量的評価
2. フラジリティ評価：断層変位に対する構造物および機器の設計条件の設定およびフラジリティ評価
3. 断層変位に関連する事故シーケンス評価

議論

四国電力および NRRC による伊方 SSHAC プロジェクトの実施は、国際慣行に合わせて日本において PSHA を開発および適用するためのきわめて重要なステップである。四国電力と NRRC は、この複雑で難易度が高く、かつ非常に重要なプロジェクトを実施することに関して称賛されるべきである。2015 年 1 月 24 日付の TAC のレターに記載されたとおり、確率論的地震ハザード分析は、限られたデータ、異なる解釈、代替モデルに関連する不確実さといったものに加えて、多くの内在的な不確実さを伴う。不確実さおよび異なる解釈を明示的に検討することは、論争を避け、信頼を高めるために PSHA に不可欠である。参考資料 3 に記載された SSHAC プロセスの基本目標は、以下のとおりである。

「以下に定義する評価および統合業務を適切に実施し、完全に文書化する。

評価：ハザード分析に関連する、より広範な技術コミュニティから提案されたデータ、モデル、方法の完全なセットを考慮する。

統合：評価プロセスに照らして（例えば、既存のデータ、モデル、方法を基にして）、技術的に妥当な解釈の集まりの中央、分布、および範囲を提示する。」

日本の複雑な地震テクトニクス環境から生じる技術的課題、およびこれらの課題に対処する方法とモデルを確立する必要性に鑑みれば、SSHAC プロジェクトを日本全国で実施するためには幾多の課題がある。いくつかの具体的な課題についての議論を、この後に記述している。これらの課題の解決のためには SSHAC プロセスの一部適応が必要となるが、特に全体的リスクに対する地震事象の重要性とそのことに関する公衆の認識に照らして、上記の通りのプロセスの基本目標が維持され、その整合性が確保されることが重要である。このことは、ハザードの評価結果そのもの、そしてそれをリスク評価に活用し、リスク情報を活用した意思決定を行い、リスク情報を活用したパフォーマンスに基づく耐震設計基準を日本で将来的に導入する上における信頼性、透明性、受容性を高める上で重要である。

より強固な知見を得て、日本における SSHAC プロセスの効果的な展開を進めるには、伊方発電所とはいくつかの点で異なる地震テクトニクス特徴を有するサイトで、伊方プロジェクトと同等の SSHAC レベル 3 プロジェクトを少なくともあと 1 件、実施することを推奨する。たとえば、局所的な地下構造の特徴を考慮してサイトでの応答評価を行う必要のあるような地盤の柔らかいサイトを選べば、技術的課題、不確実さ、データ、方法、モデルの開発という観点で追加的な知見がもたらされる可能性がある。これにより、より効果的にガイダンスを策定でき、また追加研究の必要性が判明するかもしれない。NRRC 職員と議論したとおり、伊方 SSHAC プロジェクトから得られた経験は、すでに PSHA の共通要素であるいくつかの技術的課題に関する重要な知見をもたらしている。同じく伊方の経験を通じて、SSHAC プロセス自体の実施における課題も見出された。課題への対処に役立つ可能性があるガイダンスと業務の策定を促進するため、以下にいくつかの検討事項を示す。

1 つ目の技術的課題は、断層破壊を検討する必要性と共に、サイト固有の震源および地震動特性の重要性に関連した課題である。これらの情報源を適切に取り扱うには、サイト固有のモデルを作成する必要がある。伊方での経験（および追加プロジェクトによる経験）から、支配的なサイト近傍の震源および地震動を、それらの不確実さも含めて把握するために必要となる方法およびデータ収集に関する知見がもたらされる。これらの検討は、正式な SSHAC プロセスで使用する前に進めることができる。

もう 1 つの技術的課題は、PSHA には、地震動評価に密接に関連する領域震源や一定の面的な広がりを持つ震源について把握することが含まれることである。後にいくつかのサイトで使用できるような、必要な領域モデルを早期に作成することができるかどうか、検討する価値があるかもしれない。これにより、各サイト固有の SSHAC プロジェクトをタイムリーに行うことと、それに必要なリソース確保についての懸念が緩和される可能性がある。

伊方 SSHAC ワークショップから得られた情報と知識をサイト固有の事項および一般的な事項に区分することによって、上記の 2 つの課題に対処するために必要な初期の検討を進めることができる。

伊方プロジェクトの「参加型ピアレビューパネル」によって認識されたとおり、SSHAC プロセスの実施にかかわる重要な問題は、技術的統合 (TI) チームメンバーの訓練が SSHAC プロセスの成功に不可欠であり、かつ TI チームが職務を果たす上で求められる行動に関して、必要な知見をもたらしてくれるだろうということである。そのような訓練は、他のサイトで SSHAC プロセスを実施するために組織される他の TI チームでも検討するとよい。これにより、SSHAC プロセスの主要な概念と構成要素に関する幅広い理解が進み、また専門家の確保に関する懸念が、ある程度緩和されるだろう。たとえば、不確実さを考慮する手法や、認知バイアスを認識して検討するといったことは、通常 SSHAC プロセスに関係する大勢の専門家が受けてきた技術訓練には含まれていない。SSHAC プロセスをいくつかのサイトで並行して実施する上では、TI チームを早期に立ち上げて訓練しておくことが功を奏するかもしれない。

ディアブロキャニオンや他の地震活動度が高いサイトにおける SSHAC プロジェクトと NRRC が連携することは、それらのプロジェクトで得られた経験に触れるという点と、NRRC が策定しつつあるガイダンスとアプローチに対するフィードバックを得るという点の両面で貴重である。プレゼンテーションで指摘されたとおり、ディアブロキャニオンプロジェクトで断層破壊モデルがどのように取り扱われていて、現在の日本の慣行とどう違うのかを検討することによって、さらなる研究とモデル開発に向けての知見が得られる。日本特有の研究が必要であることに同意する。同様に、米国で使用されている SSHAC ガイダンス (参考資料 3) は、最近のハザード研究から得られた経験を取り入れるために改定されているところである。この最新版のガイダンスは、日本が直面しているいくつかの課題、特に SSHAC プロセスの手続き面に関連する課題に関して、有益な知見をもたらしてくれる可能性がある。

断層変位に関連する研究プロジェクトは、規制の遵守とリスクの理解の両面で不可欠である。NRRCの研究計画を構成している3つの基本要素、すなわちハザード、脆弱性、プラント応答に同意する。この研究においては、適切な不確実さの検討を含み、リスク情報を活用した枠組みに使用できるインプットをもたらすように、現実的な評価に徹することが重要である。決定論的評価においても、使われている手法がどのように不確実さを取り扱っていて、それらの不確実さに対処するためにどのようなマージンと保守性が組み込まれているかが明確に理解されている必要がある。SSHACプロセスで得られる経験は、これらの目標を達成するために役立つものである。

敬具

ジョン・W・ステットカー（本人署名）
委員長

参考資料
記載略