

Good PRA へ向けた NRRC の取り組み

Approach of NRRC for implementation of Good PRA

電力中央研究所 西 義久
原子力リスク研究
センター

Yoshihisa NISHI 非会員

NRRC (Nuclear Risk Research Center) is focusing on support of voluntary safety improvement activities of electric utilities. In this paper, several approaches to implement good PRA are described.

Keywords: PRA, Risk, Earthquake, Tsunami, Fire, Human Reliability, Severe Accident

1. はじめに

原子力リスク研究センター (NRRC) は、原子力従事者が原子力発電の利用における安全性をたゆまず向上させていく取り組みに必要となる技術やノウハウを獲得するための研究開発拠点として、2014年に電力中央研究所内に発足した。

NRRCは電気事業者と密接に協力しつつ、PRA手法の高度化と外部事象ハザード評価に関する研究を実施している。

一方、日本の事業者においては、日本の原子力発電所におけるリスク情報の活用が始まったばかりであり、自立的な安全強化のために加速すべきであると認識している。そのため、2016年7月にNRRCにRIDM推進チームが設置され、RIDM導入戦略計画の策定が開始された。

RIDM推進チームでは、実務レベルのPRAの開発、個々のプラントデータ収集ガイドライン、PRAピアレビュープロセス、PRA関連の人材育成プログラムの開発を支援している。

本論文では、上記に記載したNRRCにおける研究開発状況について、その一部の進捗状況を報告する。

2. 自然外部事象研究での取り組みの例

大地震や巨大津波等、非常に低い頻度であっても発生した際には甚大な被害をもたらす事象の発生メカニ

ズムの解明や、地震、津波等の自然外部事象を起因とする確率論的リスク評価 (PRA) 手法の高度化に取り組んでいる。

2.1 地震に関する研究の事例

東京電力福島第一原子力事故以降の原子力規制委員会による規制改訂をうけ、各原子力サイトの基準地震動 (決定論) や確率論的地震動ハザードは従前の結果と比較して増大する傾向にある。増大した地震動に対して、原子力施設を構成する重要な機器・配管系構造物の耐震裕度、特に動的機器の機能維持確認加速度を確認するため、従来型の振動実験装置に共振装置を付加し、共振振動台として最大20gまでの加振を可能とし、主蒸気逃し安全弁や電動弁等の最大機能維持確認に関する実験を継続実施している。

地震ハザード評価については、米国で開発された確率論的地震ハザード評価のガイドライン (※) に基づき電力事業者と協働で初めて我が国に適用し、専門家会合の開催や地震ハザード評価に必要な研究開発を進めている。同手法により得られた知見は国内の他の原子力地点にも展開されることとなる。また、地震ハザード評価の前提となる活断層評価については、活断層の連動性評価の基準やモデリングの研究を進めている。

機器・配管、構造物や地盤の条件付き損傷確率 (フラジリティ) 評価について、現実的な応答・耐力評価を実現するための非線形特性の導入等の研究を実施している。

2.2 津波に関する研究の動向

陸上で氾濫する大規模な津波を、実現象に近い形で再現可能な「津波氾濫水路」を設置して、従前は十分な検討がなされていなかった、津波波力や漂流物の衝突実験を行いこれらの評価式を策定している。また、平成29年度から包括的な津波PRA手法構築に電力会社と協働で取組みを開始し、国内外でも最先端の津波PRA手法を構築する計画である。同手法は国内の他の原子力地点にも展開されることとなる。

3. リスク評価手法高度化に関する取り組みの例

3.1 内部火災PRA

内部火災PRAについては、米国における火災PRAガイドであるNUREG/CR-6850及びその後の研究レポートを参考とし、火災発生頻度、発熱速度及び回路解析等の個別課題における評価手法の開発を進めている。また、火災PRAで考慮する火災影響及び発熱速度に係る事象進展の把握やデータ取得のために、国際火災試験プロジェクトへの参画及び当所での火災試験を実施している。

これらの検討を踏まえた火災PRAのガイダンスを整備し、事業者の内部火災PRAへの展開を図る。

3.2 人間信頼性評価手法の開発 (HRA)

現在、国内PRAで使用されている人間信頼性パラメータはTHERP手法を用いており、人的過誤率(HEP)の値は古いNUREGの引用をしている。一方国外では、米国で認知/診断失敗をCBDTMやHCR等を組み合わせたHRAcalculatorによる評価が標準化されており、仏国等では第二世代評価手法が実用化されつつある。また、NRC/EPRIによる文脈を扱う新世代の評価手法としてIDHEASが開発されている。これらの背景を踏まえ、外部事象PRAや過酷状況下のPRAに用いる分析手法も含め、HRA評価手法の国内での確立が急務であり、NRRCでは、福島第一発電所事故などの経験を反映した過酷状況下のPRAにおける新HRAパラメータ評価手法及びHRAガイドラインの開発及び実用化を検討している。

3.3 PRAのためのデータ分析・信頼性評価基盤技術の確立

PRAの知見を活用して原子力安全の継続的向上を図

るためには、自国の運転実績を用いて個別プラントのPRAを実施することが重要である。また、NRRCに設置したTAC(国内外のPRAのスペシャリストによる技術諮問委員会)から推奨された検討事項なども踏まえ、従来我が国のPRAに使用されている種々のパラメータ(起因事象発生頻度、機器故障率[緊急・SA対策機器含む]、共通原因故障率、系統アンアベイラビリティ、ハザード発生頻度など)についてデータの高度化を継続している。

3.4 過酷事故評価

福島第一発電所事故では、周辺住民の避難という厳しい状況が生じた経験を踏まえ、過酷事故発生リスクの評価としてCs137放出量が100TBを超えるような事故の頻度を 10^{-6} 未満とするという指標が示されている。

ソースタームの放出を適切に評価し、レベル2PRA実施の高度化に資するため、NRRCでは、エアロゾルの挙動評価、格納容器の過温破損の詳細評価、使用済燃料プールでの過酷事故評価、再臨界などに関する研究に取り組んでいる。

これらの成果は、過酷事故解析コードMAAPのモデルに反映され、事象進展のより適切な評価が可能となる。

4. Good PRA構築に向けた基盤整備

国際的な先行事例に比肩し、必要に応じて日本の状況を踏まえた改善も加わった、プラント固有のPRA(Good PRA)をしっかりと構築していくことが重要である。そのため、PWR、BWRそれぞれの炉型でパイロットプラントを選定し、海外の専門家のレビュー結果などの水平展開を図っている。また、国内ピアレビューの実施体制・方法の確立、および教育システムなど構築を図っている。

5. おわりに

NRRCのリスク評価に関する研究開発の概要を述べた。今後も、NRRCは産業界や国際機関と密接な連携を図りながら電気事業者の自主的安全性向上活動のサポートに一層注力していく