

2-2. 主要な研究成果-2



津波による原子力発電所の事故および放射性物質の環境放出に関するPRA技術を開発

● 確率論的リスク評価の実務展開に貢献

原子力発電

PRA

確率論的リスク評価 (Probabilistic Risk Assessment)
発生しうる事故のシナリオを体系的な方法で網羅的に探索し、発生頻度および影響の大きさを定量的に推定する安全評価法。

フラジリティ評価手法

津波等の影響により原子力発電所の設備や機器が機能を失う確率を評価する手法。

人間信頼性解析手法

事故等につながる誤操作を人間が行う確率、あるいは事故対応の操作に失敗する確率を、人間の認知・診断の失敗と実行失敗が発生する確率に基づいて定量化する手法。

ハザード評価

原子力発電所に影響をもたらす津波等の自然外部事象の大きさと発生頻度を評価すること。

背景

原子力発電所の津波影響への対応に関して、電気事業者がリスク情報を活用した意思決定 (RIDM: Risk-Informed Decision Making) を行うために、炉心損傷頻度 (レベル1) から格納容器機能喪失頻度および放射性物質の環境放出量 (レベル2) までを一貫して評価する津波PRA技術の開発が課題となっています。当所では、電気事業者の協力を受け、資源エネルギー庁からの委託事業において当所の研究成果を適用するとともに、漂流物衝突に関するフラジリティ評価手法、建屋内浸水を考慮した機器フラジリティ評価手法、津波発生時の発電所運転員の挙動の不確かさを定量化する人間信頼性解析手法等の関連する要素技術の開発を並行して進め、原子力発電所の津波に対する弱点や防護対策の効果の把握に活用できるレベル1・レベル2津波PRA技術の構築に取り組んできました。

成果の概要

◇津波に対する弱点や防護対策の効果の把握に活用できる レベル1・レベル2津波PRA手法を構築

津波による建屋内浸水のプラントへの影響を考慮したレベル2までの津波PRA技術を世界で初めて開発しました。代表的な津波による影響を考慮する従来の評価と異なり、ハザード評価結果に基づく様々な津波の入力条件に対して、浸水挙動の不確かさを考慮したフラジリティ評価を可能としています (図1)。これにより、防護施設・設備を越流した津波の発電所敷地内および建屋内への浸水によるプラント設備への影響を詳細に把握することが可能となり、事故シナリオごとに、津波高さに応じた格納容器破損モードの違い等の津波特有の物理現象を反映した精緻な評価が実施可能となりました。

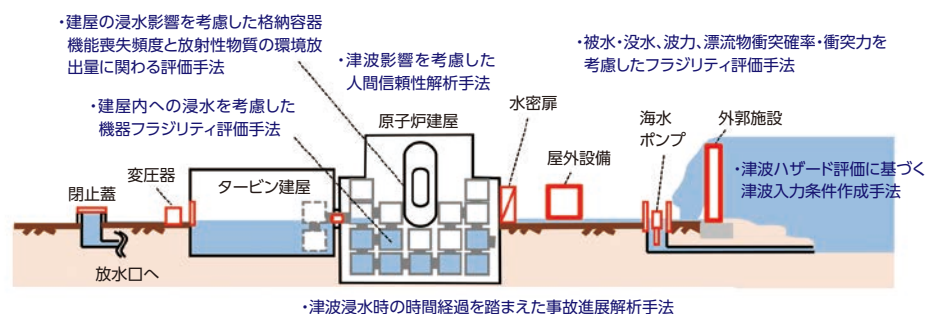


図1 レベル1・レベル2津波PRAに関わる主な要素技術

◇格納容器機能喪失頻度と放射性物質の環境放出量を津波高さごとに把握

人間信頼性解析や津波影響を考慮した事故進展解析により、津波高さに応じた事故シナリオを反映した炉心損傷頻度と格納容器機能喪失頻度、および放射性物質の環境放出量を把握することができます。これにより、既往手法では評価できなかった津波防護対策によるリスク低減効果の定量的な把握や、プラントの耐津波性に関する弱点の特定に活用することが期待されます。



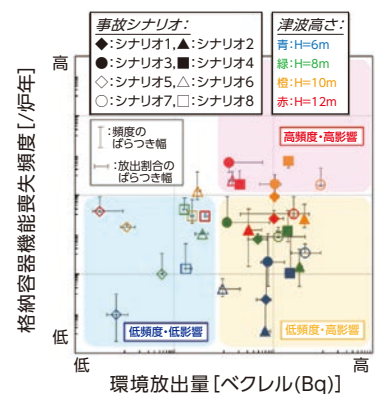
松山 昌史(まつやま まさふみ)
原子力リスク研究センター 企画運営チーム



山田 博幸(やまだ ひろゆき)
原子力リスク研究センター リスク評価研究チーム

原子力発電所の継続的な安全向上に寄与するレベル1・レベル2津波PRAに関する評価技術の開発に取り組んでいます。

格納容器機能喪失頻度と放射性物質の環境放出量に関わる評価結果のイメージ
津波PRAの結果から得られる放射性物質の環境放出量と格納容器機能喪失頻度の関係を表すマップから、頻度や環境への影響が相対的に大きい事故シナリオを把握することができます。



成果の活用先・事例

本成果を用いて事故シナリオおよび津波高さごとに整理した格納容器機能喪失頻度と放射性物質の環境放出量の関係を表すマップは、安全対策に関わる設備等の条件を変えて評価、比較することで、事故シナリオの選定に基づき炉心損傷や格納容器の破損などを伴う重大な事故を防ぐための対策の効果の確認等に寄与することから、RIDM実践における有用なツールとしての活用が期待されます。

参考 令和2年度原子力の安全性向上に資する技術開発事業委託業務成果報告書（資源エネルギー庁）
「原子力発電所のリスク評価、研究に係る基盤整備」（2020）
Kihara et al., Coast. Eng. J. Vol. 62(1), p. 69 (2020)
甲斐田ほか、電力中央研究所 研究報告 O16010 (2017)