

## 原子力施設における地震・地震起因内部溢水のマルチハザードに関する動的リスク評価

Dynamic Risk Analysis on Multi-hazards of Seismic and Seismic-induced Internal Flooding in Nuclear Installation

\*張 承賢, 山口 彰  
東京大学

地震による原子力発電所タービン建屋の内部溢水事象に対して連続マルコフ過程モンテカルロ法(CMMC法)を用いることで、時間進展による水位上昇を考慮した安全設備の機能損傷確率と複数の地震動を考慮した機能損傷確率を求める手法を構築した。これらをフォールトツリーに組み込むことで、原子力プラントにおける地震と地震起因内部溢水事象のマルチハザードに関する動的リスク評価を行った。

**キーワード：マルチハザード、地震起因内部溢水事象、動的リスク評価**

**1. 緒言** 2つ以上の複合事象に対するリスク評価は、事象進展が複雑であるため、事故シナリオを定量的に評価することが困難である。例えば、地震と地震起因の内部溢水による事故の場合、地震と内部言溢水のどちらかの影響度が強い場合、事象進展は、影響度が強い事象の影響を受けると考えられるが、両方も強い影響度を持つ場合、事象進展を評価することは困難である。従って本研究では、原子力発電所のタービン建屋と対象に内部溢水シナリオ評価モデル[1]と地震 fragility モデルを用いて、炉心損傷確率と炉心損傷まで至る猶予時間を評価することでマルチハザード時におけるリスク評価を行った。

**2. 地震・内部溢水の複合事象評価モデル** 内部溢水事象発生時に安全上重要な設備の機能喪失確率は水位上昇に伴い変化する。溢水伝播経路を考慮し、時間進展による水位変化を把握できれば、炉心損傷に至るまでの時間猶予を評価することが可能となる。本研究では、タービン建屋内の非耐震性配管の地震起因の内部溢水事象を仮定し、CMMC法を用いて時間進展による水位上昇を考慮した安全設備の内部溢水損傷確率を求めた。また現実的耐力及び現実的応答を用いた fragility 評価[2]を行い、複数の地震動レベルに応じた各設備の損傷確率を求めた。これらを各設備の機能喪失確率のフォールトツリーに組み込むことで、炉心損傷確率の時刻歴変化と起因事象の発生から炉心損傷に至るまでの猶予時間の評価を行った。

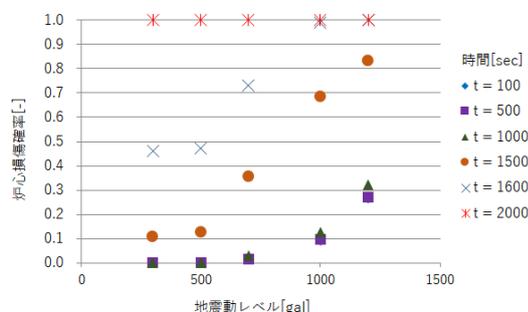


図1 多様な地震動における炉心損傷確率

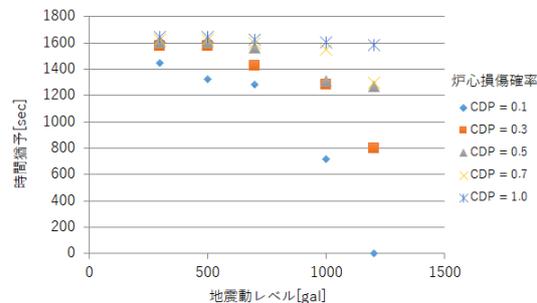


図2 多様な地震動における炉心損傷猶予時間

図1 複数の地震動における炉心損傷確率の変化を示す。地震動が小さい場合、炉心損傷確率は内部溢水事象によって時間進展とともに増加することに対し、地震動が大きい場合、地震の影響によって炉心損傷の確率が早期に高いことが確認できる。図2の炉心損傷までの猶予時間を評価から炉心損傷確率の値に依らず、炉心損傷までに至る時間の上限は1600秒程度である。これは、内部溢水事象によるものである。一方、地震動が大きくなるにつれ余裕時間は短くなることが確認できる。この結果から、地震動が弱い場合は、事象進展は内部溢水が支配的になり、地震動が強くなるほど、地震が支配的になることが確認できる。

**3. 結論** 本研究では、内部溢水及び地震の複合事象に対して時間進展と複数地震動を考慮したシナリオ定量化を行った。各部屋内の時間進展による水位変と複数の地震動モードによる安全設備の機能損傷確率を評価することで地震によって生じる固有な内部溢水シナリオについて評価を行うことが可能となった。更に内部溢水の漏えい条件を変えることで、より多様で複雑な事故シナリオを定量化することが可能である。

### 参考文献

[1] 張 承賢他、原学会2016年秋の大会、N21、2016、 [2] 日本原子力学会標準、AESJ-SC-P006:2007

\*Sunghyon Jang, Akira Yamaguchi

The University of Tokyo