

原子力安全部会セッション

外的事象に対する原子力発電所の安全対策とリスクマネジメント
Safety Measures and Risk Management of Nuclear Power Plants against
External Events

(1) 原子力安全部会 WG でとりまとめた外的事象に関する今後の課題

(1) Challenges Concerning External Events Identified
by the Working Group of AESJ Nuclear Safety Division

*糸井 達哉¹, 宮田 浩一²

¹ 東京大学, ² 原子力エネルギー協議会 (ATENA)

1. はじめに

2011 年 3 月の福島第一原子力発電所事故の直接的な教訓を踏まえて策定された原子力安全規制により, 発電所施設では, 重大事故等対処施設 (SA 設備) や特定重大事故等対処施設 (特重施設) などの追加設備も含め, 従来と比較して高い堅牢性を要求されている。また, 安全規制以外にも, 事業者, 産業界, 学協会, 推進行政 (資源エネルギー庁), 地方公共団体などで外的事象に対する重要性の認識や取り組みが広がっている。このような取り組みを継続することで, 原子力施設の安全性に関連する外的事象の研究や安全対策の見直しなどを, 今後行うことが必要である。

外的事象, 特に規模が大きく発生頻度が稀な自然事象には, 発生時の規模, 性状, 発生頻度の予測に大きな不確かさがある。このため, 許認可時に想定した範囲を超えた事象が発生する可能性をゼロにすることはできず, 設備設計の想定を超えた事象が起これば重篤な事態を招く可能性があるとも考えられる。したがって, 現在の想定を超えた外的事象が発生した場合の備えとして, 特に, 災害発生下での運用性の高い緊急時対応 (アクシデントマネジメント) も含めた形で, リスクへの備えを高度化することが重要である。

一方, 自然事象に関わる様々な研究から, どのように新たな知見を認識し, 安全上重要な新知見が見出された場合に, 拙速ではなく迅速かつ適切な対策を講じるかも重要な課題である。このような福島第一原子力発電所事故の教訓として提起された背後要因に関わる課題については, 今日においても同様に重要な課題であり, 長期的な視点で安全性を高めることにもつながる。

日本原子力学会原子力安全部会外的事象に対する安全確保の高度化 WG (2019 年 7 月に設置) では, 以上の認識のもとに, 自然事象を中心に, 諸外国における対応などの調査を踏まえて, 我が国の規制の対応, 国及び事業者の安全推進体制や対応を再検討することで, 経過報告として課題の指摘と改善の提言を 11 の課題としてとりまとめた (<http://www.aesj.or.jp/~safety/>)。本稿では, それらの課題のうち, 外的事象 (自然事象, 人為事象など) に特有の大きな不確かさを踏まえたリスクマネジメントの在り方に係る 5 つの課題を中心に紹介する。

2. 外的事象 (自然事象, 人為事象) に特有の大きな不確かさを踏まえたリスクマネジメントの在り方**2-1. ハード・ソフトの特性を踏まえたマネジメントの戦略的導入 ～設備などのグレーディング～**

SA 設備等が導入されたが, 事故時の対応を見据えた体系的な整理がなされておらず, また, グレード分けされていないため, 日常の性能維持活動に多くのリソースが必要となっている。一方で, 特重施設が独立に要求され, 効果的に活用する戦略的マネジメントが課題となる。

福島第一, 第二原子力発電所の事故の経験や, 米国での対策等を踏まえると, 自然現象等の不確かさ・複雑さを考慮し, 設計で対処する領域を超えた領域ではマネジメント主体で対処することが適切である。また, 設備グレーディングに関しては, 事故事象が複雑化しない段階での対処を優先 (prevention 重視) し, 安全対策活用の容易さを考慮することで, 設計基準対象施設 (DB 設備) のグレードを高く, 次いで常設 SA 設備, 特重施設, 可搬 SA 設備とグレーディングすることが適当と考える。

2-2. 外的事象毎の特性の考慮と評価法

福島第一原子力発電所事故では、地震による影響は限定的であったが、設計基準を大幅に超える津波による被害で大量の放射性物質の放出に至った。このように、外的事象の特性は大きく異なることを踏まえた対応をとっていくことが課題である。

規制基準上は SA 設備に対して外的事象への耐力が一律で要求されているが、発電所内に自然現象の特性に応じた対応が可能な設備等があれば良く、柔軟なマネジメントを促進できる。また、自然現象の前兆を捉えた対応手順を準備することや自然現象毎に脆弱個所をあらかじめ同定し、復旧手順やツールを準備、想定される事故シーケンスに応じた体制、手順を整備することが求められる。

2-3. 設計基準ハザードの設定と基準超の取り組み

現行規制基準では設計基準を超える自然現象に対しては、おおまかなプラント状態を想定した上で、使用可能な SA 設備等で対応できることを確認している（大規模損壊対応）。一方で、自然現象の大きな不確かさが故に、設計基準ハザードは過度に保守的に設定されがちであり、マネジメントを阻害する要因となり得る。

設計基準を超える自然現象に対する取組を強化する方法として、想定される事故シーケンスに対応する最小の組合せ（ワンパス）を確保することが考えられる。また、当該自然現象に対する脆弱個所の同定と対応方法を明確にすることで、大規模損壊への対応力も向上できる。加えて、設計基準を超えた場合のプラントの挙動や設計基準への取組がマネジメントに与える影響を考慮して設計基準ハザードを設定することが適切である。

2-4. 設計基準対象設備のシビアアクシデント時の性能

福島第一原子力発電所事故で、設計基準対応の設計が、SA 対応で阻害要因となり、DB と SA の相反性が課題となっている。具体的には、耐圧強化ベントライン上の空気作動弁（隔離弁）がフェールクローズ設計であり事故対応を困難にしたこと、IC の破断検出インターロックにより機能喪失した可能性などが挙げられる。

自然現象等による極端な外力を考慮すると、これまで想定してなかった事象が発生し得ることから、DB と SA の相反性が存在する事象を安全問題としてとらえ、事象を分析し、リスク評価していく仕組みを導入することが適切である。

2-5. 設備設計の想定を超えた場合の緊急時対応の整備

福島第一原子力発電所事故後、発電所内の SA 設備等を活用して事故収束を図るよう手順等が定められ、頻繁に訓練が実施されているが、外部とのコミュニケーションや外部からの資機材の調達などに課題がみられる。

国情や制度を勘案したうえで、発電所外からの支援体制と国、自治体が適切に関与する体制を構築することが必要である。また、統合本部では、国と事業者、学協会の権限と役割を明確にし、福島第一原子力発電所の事故時に見られた不要な干渉や外乱を排除していく必要がある。

3. まとめと今後の課題

以上のような議論を今後も継続する必要がある、それ自体が本 WG で認識された課題の一つである。本報告書で取り扱っていない自然災害と原子力災害の同時発生時の対処などのテーマの議論も行う必要がある。これらの活動と並行して、改善提案の実施に向けた活動を各ステークホルダーの理解と協力を得ながら行う必要がある。具体例としては、以下が挙げられる。

- (1) 関係者間での提言の共有
- (2) 事業者の自主的安全性向上活動への反映
- (3) 規制制度への反映
- (4) 検査制度における外的事象の取り扱いの議論
- (5) 安全目標の議論と併せた検討

参考文献

1) 一般社団法人 日本原子力学会 原子力安全部会 外的事象に対する安全確保の高度化WG：外的事象に対する原子力発電所の安全対策に関する経過報告，2021年4月20日
(http://www.aesj.or.jp/~safety/GaitekiJisho_Keika_2021.pdf)

*Tatsuya Itoi¹ and Koichi Miyata²

¹The Univ. of Tokyo, ²Atomic Energy Association (ATENA)