

エネルギー問題に発言する会 会員座談会

福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた安全規制について

講師：日本原子力研究開発機構 安全研究センター 副センター長 更田豊志 氏

日時：2011年7月21日 15:00～17:00

場所：原子力技術協会会議室

司会：齋藤伸三 氏

講演概要

IAEAの安全要件（改訂版）では、設計基準事故（DBA：Design Base Accident）と、それを超える設計拡張状態（DEC：Design Extension Condition）が定義されている。深層防護としては5段階のレベルが定義されている。この要件はシビアアクシデント対処設計を含む新型炉に適用されるが、既設炉に対しては実行可能な改善により安全性向上を図ることが期待されている。IAEA 閣僚会議に出された日本政府報告書では、バックフィットの法規制上の位置づけを明確にするとともに、シビアアクシデント対策（AM）を法規制上の要求とするとしている。

わが国のAMは、事業者による自主的取り組みに委ねられてきており、原子力安全委員会による検討も内的事象に起因するシビアアクシデントを対象に調べられた1992年の報告書以来、見直されてこなかった。立地条件を踏まえ、個別のPSAなどにより有効なAM対策の検討が必要であり、既設炉に対しても新たな指針や基準の考え方をどう適用するかが課題である。

以下主な課題について紹介する。

軽水炉における深層防護

現在の安全規制では事象を「運転時の異常な過度変化」「事故」「重大事故」「仮想事故」「シビアアクシデント」に分類している。このうち、「運転時の異常な過度変化」と「事故」は設計基準事象（DBE）として安全設計、安全評価の対象であり、「重大事故」「仮想事故」は立地評価の対象であるが、「シビアアクシデント」は安全審査の対象外である。

シビアアクシデント（SA）

設計基準事象を大幅に超える事象であって、安全設計の評価上想定された手段では適切な炉心の冷却または反応度の制御ができない状態であり、その結果、炉心の重大な損傷に至る事象を指す。何もしなければ、約4時間で炉心冷却水は干上がり、その後約2時間程度で炉心熔融に至る。SAには炉心損傷と熔融炉心、FPの移行、防護壁の損傷に至る様々な現象が想定される。

アクシデントマネジメント（AM）

わが国では、シビアアクシデントは工学的に現実には起きるとは考えられないほど発生の可能性が少ないものとされ、この低いリスクを一層低減するため、原子炉設置者が自主的

に整備するとされてきた。

具体的には、SA への拡大防止（フェーズ 1 AM）策と SA 時の影響緩和（フェーズ 2 AM）への対応策が定められていた。ただ内的事象に起因するシビアアクシデントでは、電源の復旧に時間がかからず、今回のように復旧に時間を要した外的事象によるシビアアクシデントは念頭になかった。

全電源喪失（SBO）に対する規制

米国 NRC は SBO による炉心損傷頻度への寄与が大きいことから、1988 年に「一定時間の SBO 継続に耐えられる設計」を求めた。竜巻やハリケーンを想定し、容認可能な継続時間として 2、4、8、16 時間（その後 72 時間を追加）が示されており、対策としてはディーゼルやガスタービン発電機追加、号機間のクロスタイ等が実施されている。

バックフィット

我が国の IAEA 閣僚会議報告書ではバックフィットの法規制上の位置づけを明確にする
と記載されているが、現時点では明確な規則は定められていない。

一方、米国ではバックフィットが規則として定められており、解析により公衆の健康と安全に対する全体的防護が実質的に強化されること、バックフィットに必要な費用が強化した防護の視点から正当化されることを示すとされている。欧州諸国でも定期安全レビューで最新の基準への適合と運転経験の反映等が為され、継続的な改善~~完全~~が行われている。

安全目標

米国では定性的な安全目標とともに定量的なリスク目標が示されており、さらに補助的な数値目標として大規模放射能放出頻度（ $<10^{-6}$ /炉年）などが定められている。

日本の安全目標案（2003 年）でもほぼ米国の安全目標に相当する数値目標が示されているが、現在に至るまで案の段階にとどまっている。

IAEA 基準

IAEA 基準の改定案では、設計基準を超える事故（Beyond DBA、著しい炉心損傷を伴わない事象とシビアアクシデント）を設計拡張状態（DEC）とし、DBA に対しては保守的な評価（EM）を用いるのに対し、DEC に対しては最適評価（BE）を行うこととしている。

まとめ

合理的に安全の最高水準（IAEA 安全目的）を達成のため、継続的改善をコミットすることが世界の趨勢（例えば、WENRA、西欧規制者協議会）で、これを法的要求としている国もある。

我々はなぜ「安全の最高水準を目指した継続的改善」をできなかったか、なぜ慢心に陥り進歩が停止してしまったのかを猛省する必要がある。

地震、津波などの自然現象に加えて、人為的外的事象（テロ等）も含めた低頻度高~~好~~影響の外的事象に関する検討を急ぐ必要がある。但し、低頻度事象のハザード評価には大きな不確実性が伴うことから、科学的・合理的な評価を進めるための手法の整備・高度化が

必要である。

質疑応答と討論

【Q】冷却機能の喪失につながる全電源喪失事象を考慮しなくてよい、といのはどういう理由によるのか？

【A】安全設計審査指針の指針 27「電源喪失に対する設計上の考慮」では、「短時間の全交流動力電源喪失に対して、原子炉を安全に停止し、かつ、停止後の冷却を確保できる設計であること。」としている。内の事象による電源喪失では復旧に長時間を要することは想定されていなかった。今回のように地震・津波による長時間に亘る全電源喪失は想定していなかった。

【補足】1号機はパッシブなシステムである非常用復水器（IC）を備えており、自動起動後、手順書に従った停止操作が3回繰り返されたが、停止操作後に津波が襲来し電源が喪失したため、弁を開操作できずに使用できなくなった。運転員による停止操作は原子炉の過冷却を回避するためのものとされているが、そもそも、起動したままにすると過冷却に至るような設定になっていたことに大きな疑問が残る。弁は津波到来時、閉じていた。開であればその後も機能したはず。

2号機では、隔離時冷却系（RCIC、タービン駆動）を地震後手動で起動して約3日間に亘り炉心冷却を継続していたが、RCIC停止から原子炉減圧操作まで4時間半、海水注入開始までさらに約2時間を要した。3号機では約1日半に亘りRCIC（約20時間運転）と高圧注入系（HPCI、約15時間運転）による炉心冷却を継続していたが、HPCI停止後、原子炉減圧操作、海水注入まで6時間半以上を要した。1号機建家の水素爆発の影響で2、3号機における原子炉減圧操作及び海水注入に時間を要したとされている。

【Q】“短時間で復旧できる”というのは具体的に何時間のことか？

【A】設計指針でいう短時間とは、電源を喪失しても大規模な放射能の放出に至らない範囲であり、設置許可申請書には「30分は原子炉の冷却を確保できる設計とする。」とある。地震や津波などによる長い時間は想定していない。

【Q】我が国の規制へのリスク評価導入に向けた即効策はあるのか？

【A】規制行政庁に技術的判断のできる人材をより多く投入する必要がある。現在の保安院は米国NRCにくらべ人数も格段に少ない。NRCの予算の大半は申請料で、申請料は格段に高く、収入に応じて人材を確保できる。

【Q】炉心溶融、シビアアクシデントといった事象に国民の理解（耐久力）がない。これを突き破らないと進まないのではないか？

【A】大きな問題の一つである。どんな対策をやってもリスクはゼロにはならない。ベネフィットとのバランスを考えて貰う必要があるが、ベネフィットを享受するのは都会で、リスクをとるのは立地地域という構造であり、地元ではそんなことは言えないという声を多く聞く。

【Q】一般の人々には、“内的事象しか考えていなかった”とは言えないのではないか？今回のような大きな津波をなぜ考慮しなかったかにかにどう答えるか？

【A】基準地震動や基準津波が小さかったことが本質的な問題ではない。外的事象に対する考慮の優先度がなぜ高くならなかったかが問題と感じている。多くの者が外的事象そのものは自分達の専門外とし、自分達の土俵の中で考えたいとする傾向があった。

【C】原子炉安全設計審査指針には、指針2で「自然現象に対する設計上の考慮」が明記されており、解説で想定される自然現象として、地震、津波、洪水、風、凍結、積雪、地滑り等を挙げている。

【Q】AMは民間が実施するのが建前であれば、原子力を国営化すれば、国がやることになるのか？

【A】当然そうなる。しかし、国営化に関してはIAEAなどには害も大きいとの認識がある。AMが民間の自主に委ねられていたことが問題なのではない。事業者の自主活動であったから不十分であったというのは本質的な指摘とは思えない。それよりも、継続的に改善されていなかったことが重要。国が改善を促す仕組みが必要であると同時に、改善は事業者自らのためであるという認識が重要である。

【Q】日本の規制はガラパゴス化しているといわれている。何でIAEAの基準を採用しないのか？

【A】安全規制はあくまで各国政府の行政に委ねられている。我が国でシビアアクシデントの設計要件化が急がれなかった理由は官、民どちらにもあろう。原発の新設が長年に亘って無かった米国などに比べ、我が国では新設が続いてきたという事情もある。また、電力はシビアアクシデント対策は民間でやると主張してきた。

【Q】規制組織の一体化に際して、これまで分かれて検討してきたグループはどうなるのか？

【A】規制の一体化に際しては、一気呵成に進められる可能性がある。しかしながら、JNESやJAEA安全研究センター、民間において安全研究、安全規制に携わってきた集団を一つにしてしまえというのは乱暴で、弊害の方が大きいであろう。

【Q】IC元弁や逃がし弁のfail open化といった問題は検討されているのか？

【A】検討は始まっていると聴いている。

【Q】リスクは日本では理解されていない。一般市民に分かりやすく説明する方法はないのか？

【A】チェルノブイリ事故でも死亡はストレスによるものの方が多いという話もある。今回は放射線被曝による確定的な死亡者がいないこともあって、リスクの概念を理解してもらうことは難しいが、説明を続けるしかない。

【C】安全関係の人材が育っていない。安全関係者が議論できる場が必要である。国際化しないとだめであろう。

以上

出席者(敬称略)

宅間正夫、竹内哲夫、益田恭尚、西郷正雄、若杉和彦、水町渉、田中長年、税所昭南、山田康裕、佐藤祥次、黒川明夫、橋本哲夫、櫻井三紀男、西村章、古田富彦、荒井利治、土井彰、久野勝邦、小川博巳、小野章昌、伊藤裕基、後藤廣、上田隆、新田目倅造、伊藤睦、辻萬亀雄、齋藤健弥、松岡強、中神靖雄、加藤洋明、齋藤伸三、松永一郎、金氏顕、林勉、石井正則（記）