

1-5 重大事故への対策

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波により、東京電力株式会社福島第一原子力発電所において発生した炉心損傷を伴う事故(1F事故)を契機に、以前よりIAEAより指摘のあった原子力規制組織である原子力安全・保安院を原子力推進組織である経済産業省から独立させ、原子力安全委員会の機能及び文部科学省の管轄であった研究炉、使用施設並びに放射線管理に関する規制機能を併せ持つ原子力規制委員会が設立された(2012年9月19日発足)。原子力規制委員会は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」(以下、「原子炉等規制法」という。)を改正するとともに、これに基づき関係施設の規制のための規則も改正した。原子炉等規制法の改正の主な目的は、安全機能に単一故障及び誤操作を想定する設計基準事故よりも厳しい多重故障等の発生で生じる事故についても対策を講じること、また、重要な構築物、系統及び機器に対して地震及び津波からの防護を明確にするとともに、最新の知見を反映し設計基準地震動や設計基準津波を設定することを要求することである。さらにテロリズム等による大規模損壊発生時についても施設の保全のために必要な体制、人員、その他資機材等の整備を求めている。

改正原子炉等規制法では、設計基準事故より厳しい条件で発生する事故を「重大事故」と定義し、従来、発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針において用いていた「重大事故」とは異なるものを意味する。重大事故への対策は、発電用原子炉施設のみを対象とするのではなく、再処理施設や加工施設等にも適用される。以下では、再処理施設及び加工施設での新規制体系における重大事故への対策の考え方等について概説する。

2. 再処理施設

(1) 設計基準の強化

設計基準とは、一般公衆に対し著しい放射線被ばくのリスクを与えることがないよう施設の安全性を確保するために設定された基準である。この基準について、1F事故の教訓等を反映し、一部を強化した。

1) 安全機能の重要性和耐震重要度

従来の安全上重要な設備とは、その機能喪失により「過度の放射線被ばくを及ぼすおそれ」のある構築物、系統及び機器であり、また、耐震設計において、自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を外部に放散する可能性があるもの等であって、「環境への影響が大きいもの」についてはSクラスとしていた。

二つの基準は、いずれも「周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超える」として運用されてきたことから、再処理の安全性を確保するために必要な構築物、系統及び機器を「安全機能を有する施設」と広く定義し、このうち「周辺公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超える」ものを、安全上重要な施設及び耐震重要度Sクラスと整理した。

2) 自然事象への対応

従来においても自然事象への考慮はされていたが、IAEAの安全基準等国際基準を踏まえ、火山、竜巻、森林火災等についても考慮するよう明記された。また、地震・津波については、設計のための基準地震動及び基準津波の評価方法について、厳格に規定された。

3) 火災防護対策の強化

火災・爆発に対し、発生の防止、検知及び影響の緩和について、再処理施設安全審査指針と同様の要求であるが、「再処理施設の位置・構造及び設備の基準に関する規則の解釈」(以下、「位置構造設備解釈」という。)において、再処理施設特有の火災・爆発に対する考慮が明記された。また、従来の「安全上重要な施設は、可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計であること」を「核燃料物質を取り扱うグローブボックス等は、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とすること」とし、従前より可燃性材料の使用を制限する規定となった。

4) 新たに追加した主な規定

設計基準に関する規定において、新たに考慮すべき事項として追加された主な規定は、外部人的事象、内部発生飛来物、溢水及び化学薬品の内部漏えいに対する考慮である。外部人的事象とは、再処理施設への人の不法な侵入等であり、これにはサイバーテロも含め、これら侵入の防止のための設備を設けることを要求した。また、安全機能を有する施設の安全機能を損なわないため、再処理施設内に設置された機器及び配管の破損等による溢水、化学薬品の漏えい及びポンプや配管等の破損に伴う飛来物への考慮が規定された。

5) 電源の信頼性強化

外部電源の安全機能への要求度が発電用原子炉施設とは異なることから、原子炉施設への要求と同様な物理的に独立な外部からの2回線までは要求せず、従来と同様「少なくとも2回線から受電可能」という要求であるが、1F事故の教訓として、非常用電源の確保が重要であることから、設計基準として、7日分の連続運転に必要な燃料を敷地内に貯蔵するよう規定された。

(2) 重大事故への対策

再処理施設の重大事故に関する定義は、「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」第一条の三に以下のように記されている。

第一条の三

法第四十四条の二第一項第二号の原子力規制委員会規則で定める重大な事故は、設計上定める条件より厳しい条件の下において発生する事故であつて、次に掲げるものとする。

- 一 セル内において発生する臨界事故
- 二 使用済燃料から分離されたものであつて液体状のもの又は液体状の放射性廃棄物を冷却する機能が喪失した場合にセル内において発生する蒸発乾固
- 三 放射性分解によって発生する水素が再処理施設内部に滞留することを防止する機能が喪失した場合にセル内において発生する水素による爆発
- 四 セル内において発生する有機溶媒その他の物質による火災又は爆発（前号に掲げるものを除く。）
- 五 使用済燃料貯蔵施設に貯蔵する使用済燃料の著しい損傷
- 六 セル内又は建屋内における放射性物質の漏えい（全各号に掲げる事故に係るものを除く。）

また、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」において、重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合においても重大事故の発生を防止するための措置、重大事故が発生した場合においても重大事故の拡大の防止のための措置、並びに重大事故による影響の緩和のために必要な措置を要求している(第二十八条)。これら措置は位置構造設備解釈第三十三条以下それぞれの重大事故に対して、発生の防止、拡大の防止及び影響の緩和のための具体的な設備を例示しており、これらが要求されるのは、「安全上重要な施設の機器ごと」とし、それぞれに「1セット」としている。なお、「安全上重要な施設」とは同規則第一条第二項第十号に定義され、位置構造設備解釈において例示がされている。また、この例示の例外として、「その機能が喪失しても、公衆及び従業者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのないことが明らかな場合は、この限りでない。」とし、「過度の放射線被ばくを及ぼすおそれ」とは「敷地周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えることをいう」としている。

以上より、設計基準事故の発生条件より厳しい条件下で生じる事故は重大事故と定義されるが、重大事故の防止、拡大の防止及び影響の緩和のための措置が求められるのは、安全機能の喪失を仮定した場合に敷地境界における事故当たりの実効線量の評価値が5mSvを超える施設又は設備に対してであると推定される。なお、評価にあ

たっては、類似の事象が2つ以上ある場合には、最も厳しい事象で代表できる。

重大事故の影響緩和のための措置については、その措置により重大事故が発生しても「放射性物質の異常な水準の放出」を防止できることを評価により示す必要がある。「放射性物質の異常な水準の放出」の定量的な基準は、位置構造設備解釈において、「セシウム137換算で100TBqを下回るものであつて、かつ、実行可能な限り低いことをいう」とされている。

重大事故の措置として整備した設備が有効に機能するよう、重大事故の発生時における保全活動を行う体勢を整備し、これを保安規定に追加するとともに、重大事故への対処設備を事故故障等の報告対象として追加した。これに加え、大型航空機の衝突等のテロリズムによる大規模損壊発生時への考慮として、重大事故等対処設備の分散配置や保管、もしくは施設の頑健性の確保を要求している。

3. 加工施設

(1) 設計基準の強化

加工施設における設計基準の主な強化は、再処理施設同様の安全機能の重要性と耐震重要度整理、地震・津波への考慮である。MOX燃料加工施設のようにプルトニウムを取り扱う施設については、基準地震動及び基準津波の評価方法を再処理施設同様としている。また、それ以外の施設についても、静的地震力の割り増し係数を引き上げ、地震に対する施設の強化が図られている。加えて、ウラン加工施設等における安全上重要な設備については、プルトニウムを取り扱う施設と同様な耐震、耐津波が要求される。

(2) 重大事故への対策

加工施設の重大事故は、「核燃料物質の加工の事業に関する規則」第二条の二において、「臨界事故」及び「核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失」としている。ただし、これらは設計上定める条件より厳しい条件下において発生する事故であるとしている。なお、従前における安全設計の妥当性は、「技術的にみて発生が想定される事故のうちで、一般公衆の線量当量が最大となるもの」である最大想定事故により確認していたが、改正原子炉等規制法では、「核燃料物質による臨界」及び「火災及び爆発並びに重量物落下を含む閉じ込め機能の不全」を設計基準事故とし、これらの事故が発生しても公衆への被ばく線量の評価が5mSvを超えないことを示すことで、安全設計の妥当性を確認することになった。このような設計基準事故の発生の条件より厳しい条件の多重故障等が生じ、重大事故に至るおそれが発生しても、その発生を防止するための措置を講じることが要求される。加工施設特有の事例として、六ふっ化ウランの漏えいに伴う作業環境

への化学的影響の考慮が明記された。なお、加工施設については、再処理施設とは異なり、重大事故に至るおそれのある事故に対して、発生した重大事故に対して拡大の防止及び影響の緩和のための措置は要求されていない。ただし、プルトニウムを取り扱う加工施設（例えば、MOX燃料加工施設）については、再処理施設同様、重大事故の発生防止、拡大防止、影響緩和のための措置が要求されている。また、これらの措置が要求されるのは、安全上重要な施設の機器ごとであり、影響緩和のための措置の有効性の評価は、セシウム137換算で100TBqを下回るものであって、かつ、実行可能な限り低いことである点は、再処理施設と同様である。

4. その他

再処理施設及び加工施設に共通する地震、津波への耐性の強化、並びに各々の事業に関する規則において追加された安全性向上のための評価について概説する。

(1) 地震への耐性の強化

耐震設計上考慮する活断層は、約12～13万年前以降の活動が否定できないものとしている点は従来と同様であるが、これに加え、原子力規制委員会において更なる評価が必要と判断した場合は、約40万年前以降まで遡って活動を評価し、これを基に活動性のある断層であるかの判断を行う。また、地盤のずれや変形に対する考慮として、Sクラスの構築物、系統及び設備は、活動性のある断層等の路頭が無い地盤に設置するという基準を示した。

基準地震動は、起振車等によりサイト敷地の地下構造を三次元的に把握した上で、より精密な基準地震動を策定することを求めている。

(2) 津波への耐性の強化

既往最大を上回るレベルの津波を「基準津波」として策定し、基準津波への対応として敷地内への浸水を防止する防潮堤の設置、浸水したとしても建屋内への浸水を防止する防潮扉等の設置等、多重化した津波防護施設等の設置を要求している。なお、津波防護施設等は耐震設計上最も高いSクラスとすることを要求している。

(3) 施設の安全性向上のための評価

改正原子炉等規制法及び施設ごとの関連規則により、従来の設計基準事故による安全設計の妥当性の確認に加え、設計基準事故の発生条件よりも厳しい条件下で発生する重大事故への措置（発生防止、拡大防止及び影響緩和）及びテロリズム等による大規模損壊時の保全のための体制についての要求が規制要件化された。これらの要求への対応は、事業許可申請の変更申請で確認され、その後は工事計画認可、保安規定変更認可、使用前検査と確認は続き、さらに定期検査においてその性能が維持されていることが確認される。施設を運転していれば、施

設もしくは設備の改善等により事業者は施設の現状を更新していくが、施設の現状を事業者、規制側及び関係者がこれを正しく把握することを目的に、事業者は、施設定期検査終了後6ヶ月を越えない時期において安全性向上のための評価を行い、これを原子力規制委員会に届け出ることを要求するとともに公表するものとしている。この届出は、現状における技術上の基準において設置すべきもの、保安規定等安全を確保するための情報をまとめるとともに、安全に関する最新の知見を踏まえつつ、事業者自らが安全性の向上を図るために講じた措置の内容及びその措置による効果も記載するように規定されている。このような情報に加え、様々な措置を講じてもなお重大事故の発生の可能性がある場合、発生の可能性の評価及び発生した場合の影響の程度を評価し、安全性についての総合的な評定を行うことを求めており、いわゆるリスク評価手法によるリスクの把握が要求された。ただし、これは届出であり、このリスク評価結果をもって直接規制されることはないが、内容について、原子力規制委員会は報告聴取等により確認することができる。リスク評価により得られる情報を規制の参考にすることは、例えばIAEAへの事故調査報告書における今後の対応にも記載されており、従来の規制体系に明示されていなかったことが、届出とはいえ記載された意義は大きい。

5. まとめ

福島第一原子力発電所事故の反省の上に、このような事故を今後発生させない、さらには発生したとしてもその影響を可能な限り低くするため、地震、津波への耐性の強化、設計基準の強化、並びに設計基準を超えて発生する事故に対する発生の防止、拡大防止及び影響緩和のための措置の要求が原子炉等規正法の改正で行われた。この趣旨の改正は核燃料サイクル施設に対しても行われ、原子力施設全体のリスクは従来のそれより低減されるものと考えられる。しかしながら、施設の安全は規制によってのみ実現されるものではなく、事業者も自ら新たな知見等を反映し安全確保のための努力を要する。今回の新規制における安全性向上のための評価の届出と公開を利用し、事業者による安全確保のためのPDCAが効果的に運用され、原子力施設のリスクの低減が図られることが期待できる。

日本原子力研究開発機構 玉置 等史
(2014年12月12日)