

## 試験研究用等原子炉施設の新規制基準における 「多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止」について

平成28年7月27日

原子力規制庁

### 1. 経緯

平成25年12月に施行された試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則（設置許可基準）では、福島第一原子力発電所事故を踏まえ、想定を超える事故は起こり得るとの前提にたち、中高出力の水冷却型試験研究炉等に対して敷地周辺の一般公衆に対して過度の放射線被ばく（発生事故当たり5mSvを超えるもの）を与えるおそれのある多量の放射性物質等を放出する事故（以下、「多量の放射性物質等放出事故」という。）の拡大の防止に係る要求を新たに規定している。

ただし、中高出力の水冷却型試験研究炉等に対しては、グレーデッドアプローチの考え方に基づき、原子力発電所及び再処理施設と同レベルの包括的なB-DBAの想定、重大事故等対処施設の設置等が求められるものではない。

現在まで、中高出力の試験研究炉として、京都大学原子炉実験所研究用原子炉（KUR）、日本原子力研究開発機構 HTTR、JRR-3 の申請が行われているが、いずれの当初申請も、設計基準事故よりも頻度が低い事象を想定しているものの、敷地周辺の一般公衆に対して実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えないと評価するにとどまっていた。これらのうち KUR については、施設の特徴を踏まえた多量の放射性物質等を放出するおそれのある事故を考慮する必要があるとの審査での指摘を踏まえ補正申請がなされた。

今般、KUR の新規制基準に係る審査書案を取りまとめたこと（想定事象・措置及び評価については別紙参照）から、設置許可基準策定時の考え方及びこれまでの審査における議論を踏まえ、多量の放射性物質等放出事故に係る要求の基本的考え方を明確にした。

- ### 2. 試験研究用等原子炉施設の多量の放射性物質等放出事故に関する基本的な考え方
- ・多量の放射性物質等放出事故は、多量の放射性物質等を放出するおそれのある設計基準を超える全ての想定される事故を含む<sup>1</sup>。設計基準事故と追加的な機能喪失

<sup>1</sup> 頻度が極めて低い事象を排除（事実上排除、Practical elimination）する場合は、物理的に起こりえない、高い信頼性をもって起こり得ないと判断される場合に限定されるべきであり、確率論的数値のみによって判断すべきでない（IAEA-TECDOC-1791 Considerations on the Application of the IAEA Safety Requirements for the Design of Nuclear Power Plants）

を単に重畳させるのではなく、多量の放射性物質等放出事故を選定することが必要である。

- ・ 内部事象については、原子炉の基本的な安全機能である「止める」、「冷やす」及び「閉じ込める」機能が大きく損なわれる事象を想定する。また、事故を緩和するための設備は想定される地震が発生した場合であっても機能が維持される機器を考慮する。
- ・ 外部からの衝撃による事象については、想定を超える地震の発生等により施設が大規模損壊することを考慮し、事故拡大を防止すべき状況を想定する。
- ・ 多量の放射性物質等放出事故の拡大を防止する措置としては、恒設及び可搬型設備の活用及びその具体的な手順によることとし、それらの措置により事故の影響緩和が成立することを確認する。設計基準事事故のように、公衆の被ばく評価等による有効性評価は不要である。
- ・ なお、同一敷地内又は隣接地に複数の原子力施設が設置されている場合には、他の原子力施設の同時発災を考慮する必要がある。

### 3. 今後の対応

試験研究用等原子炉施設の放射性物質等放出事故に係る今後の審査については、当面、今回明確にした上記の考え方を適用し進めることとする。

審査においてはそれぞれの試験研究炉の特徴を把握するため、現地調査を積極的に行い、水冷却型試験研究炉の多量の放射性物質等放出事故対策については、今般審査書案をとりまとめた KUR での対策が参考となることから、これを踏まえ審査を行う。また、「HTTR」や「常陽」における多量の放射性物質等放出事故対策については、それぞれの施設の特徴を踏まえた事故の拡大の防止や影響の緩和のための対策について、事故が発生した際の影響も考慮し審査を行う。

今回とりまとめた考え方については、6月15日原子力規制委員会に報告した「試験研究用等原子炉施設への新規規制基準の審査を踏まえたグレーデッドアプローチ対応について」とともに、解釈等への反映を検討し必要な対応を行うこととする。

(別紙)

KURにおける多量の放射性物質等放出事故に係る想定と講じられた措置及びその評価

## (1) 内部事象

### ① 商用電源喪失時における原子炉停止機能の喪失と地震による炉心直下配管の大破断の重畳

商用電源喪失時に以下の事象が全て発生することを想定している。

- ・ 全制御棒の挿入失敗
- ・ 無停電駆動電源(Bクラス)の故障に伴う1次循環ポンプの停止
- ・ 炉心直下配管(Sクラス)の損傷(全周破断)
- ・ 緊急注水設備(B, Cクラス)の故障
- ・ 原子炉格納施設(Bクラス)の損傷

本事故において、炉心直下の1次冷却水配管の全周破断により漏水が生じた場合、全ての給水設備が使用可能であっても冠水を維持することは不可能であり、何らかの漏えい防止対策を講じない限り、短時間で炉心を構成する燃料要素が空気中に露出し、燃料板の損傷(溶融)に至る可能性があり、燃料要素1体分の燃料板が損傷した場合には、敷地周辺の一般公衆に対して過度の放射線被ばくを与えるおそれがあるとしている。

本事故の拡大防止対策として、炉心直下配管の止水設備の設置、可搬型消防ポンプ等による炉心への注水等の措置を講じるとしている。

### ② 炉心流路閉塞における炉心冷却機能の喪失

流路閉塞により燃料要素1体が損傷し、当該燃料要素に含まれる燃料板に内包される核分裂生成物(希ガス及びよう素)が全て燃料板から放出された場合、敷地周辺の一般公衆に過度の放射線被ばくを与えるおそれがあるとしている。なお、本事故については、冷却水によるよう素の捕捉が期待できることから、上記①の事故に比べ結果が厳しくなることはないとしている。

本事故の拡大防止対策として、異常を検知した場合の原子炉の停止、原子炉室換気系の停止、放射性物質の拡散抑制のための炉頂部のシート等を覆う等の措置を講じるとしている。

## (2) 外部からの衝撃による事象(自然現象等による施設の大規模な損壊)

基準地震動を超える地震や航空機衝突等による、KURにおいて安全上最も重要な炉心の冷却(冠水維持)機能の喪失を引き起こす施設の大規模な損壊を放射性物質等放出事故として想定している。この場合、何らかの漏えい防止対策を講じない限り、短時間で炉心を構成する燃料要素が露出し、燃料板が損傷に至る可能性があり、燃料要素1体分の燃料板が損傷した場合の一般公衆に及ぼす放射線被ば

くの影響は、上記①と同等となるとしている。

本事故の拡大防止対策として、可搬型消防ポンプ等による炉心への注水、外部からの放水等の措置を講じるとしている。

原子力規制庁は、上記の対策について、第40条の解釈で要求されている、炉心の冠水維持又は設計を超える冷却材の漏えいを防止する設備の配備、炉心の冠水維持に必要となる十分な水源の確保、事故時の原子炉建屋からの放射性物質の放出を抑制又は緩和する設備の配備及び散水による燃料体損傷の緩和等を含むことから妥当なものと判断した。

## 関連する規則等の条文について

## 1. 許可基準規則及びその解釈

## ○中高出力炉に係る規定

## ・許可基準規則（抜粋）

（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）

第四十条 中出力炉又は高出力炉に係る試験研究用等原子炉施設は、発生頻度が設計基準事故より低い事故であって、当該施設から多量の放射性物質又は放射線を放出するおそれがあるものが発生した場合において、当該事故の拡大を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。

## ・許可基準規則の解釈（抜粋）

第40条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）

- 1 第40条の要求は、中出力炉又は高出力炉に係る試験研究用等原子炉施設については、設計基準事故より発生頻度は低いが、敷地周辺の一般公衆に対して過度の放射線被ばく（実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えるもの）を与えるおそれがある事故についての評価及び対策を求めるものである。
- 2 事故の想定に当たっては、自然現象等の共通原因となる外部事象に起因する多重故障を考慮すること。
- 3 具体的な事故としては、例えば、以下が挙げられる。
  - 一 冷却システムの故障又は冷却材（本条においては「冷却水」）の漏えいによる燃料体の損傷が想定される事故
  - 二 使用済燃料貯蔵設備の冷却機能が失われ、使用済燃料の損傷が想定される事故
    - イ 使用済燃料貯蔵設備の冷却システムが故障した際に、水補給にも失敗し、冷却水の蒸発により使用済燃料の冠水が維持できなくなり、使用済燃料の破損に至る可能性がある事故
    - ロ 冷却系統配管が破断した際に、サイフォン現象等により、使用済燃料の冠水が維持できなくなり、使用済燃料の破損に至る可能性がある事故
- 4 第40条に規定する「当該事故の拡大を防止するために必要な措置」とは、事故の発生及び拡大の防止、放射性物質の放出による影響の緩和に必要な設備の設置及び手順の策定等であり、例えば、以下に示す措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置をいう。
  - 一 一次冷却システムの故障又は一次冷却材（本条においては「一次冷却水」）の漏えいにより、燃料体の損傷が想定される場合
    - イ 炉心の冠水維持又は設計を超える冷却材の漏えいを防止する設備の配備
    - ロ 炉心の冠水維持に必要な十分な水源の確保
    - ハ チャコールフィルタを設けた非常用換気設備等による、事故時の原子炉建屋又は使用済燃料貯蔵施設からの放射性物質の放出を抑制又は緩和する設備の配備
    - ニ 散水による燃料体損傷の緩和対策
  - 二 使用済燃料貯蔵設備の冷却機能が失われ、使用済燃料の損傷が想定される場合
    - イ 代替注水設備（注水ライン、ポンプ車等）等による、使用済燃料等の破損防止対策
    - ロ 放射線の遮蔽に水を使用する貯蔵施設にあっては、代替注水設備による遮蔽を維持できる水位

## の確保対策

- ハ 使用済燃料等の未臨界維持対策
- ニ 使用済燃料等の損傷時に、できる限り環境への放射性物質の放出を低減させる対策

## ○ガス炉に係る規定

### ・許可基準規則（抜粋）

（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）

第五十三条 試験研究用等原子炉施設は、発生頻度が設計基準事故より低い事故であって、当該施設から多量の放射性物質又は放射線を放出するおそれがあるものが発生した場合において、当該事故の拡大を防止するために必要な措置を講じたものでなければならない。

### ・許可基準規則の解釈（抜粋）

第53条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）

- 1 第53条の要求は、ガス冷却型原子炉に係る試験研究用等原子炉施設については、設計基準事故より発生頻度は低いが、敷地周辺の一般公衆に対して過度の放射線被ばく（実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えるもの）を与えるおそれのある事故についての評価及び対策を求めるものである。
- 2 事故の想定に当たっては、自然現象等の共通原因となる外部事象に起因する多重故障を考慮すること。
- 3 具体的な事故としては、例えば、以下が挙げられる。
  - 一 燃料体の損傷が想定される事故
    - イ 設計基準事故時の想定を超える空気侵入又は水侵入による炉内構造物（黒鉛）の酸化、可燃性ガスによる爆発等
    - 二 使用済燃料貯蔵設備の冷却機能が失われ、使用済燃料の損傷が想定される事故
      - イ 使用済燃料貯蔵設備の冷却系統が故障した際に、水補給にも失敗し、冷却水の蒸発により使用済燃料の冠水が維持できなくなり、使用済燃料の破損に至る可能性がある事故
      - ロ 冷却系統配管が破断した際に、サイフォン現象等により、使用済燃料の冠水が維持できなくなり、使用済燃料の破損に至る可能性がある事故
      - ハ 空気により使用済燃料を冷却する使用済燃料貯蔵施設にあつては、建屋の換気空調設備の停止により冷却機能が失われ、使用済燃料の破損に至る可能性がある事故
- 4 第53条に規定する「当該事故の拡大を防止するために必要な措置」とは事故の発生及び拡大の防止、放射性物質の放出による影響の緩和に必要な設備の設置及び手順の策定等であり、例えば、以下に示す措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置をいう。
  - 一 燃料の損傷が想定される場合
    - イ 可燃性ガス排出等による、設計基準事故の想定を超える空気や水の原子炉圧力容器への侵入による爆発の防止対策
  - 二 使用済燃料貯蔵設備の冷却機能が失われ、使用済燃料の損傷が想定される場合
    - イ 代替注水設備（注水ライン、ポンプ車等）等による、使用済燃料等の破損防止対策
    - ロ 放射線の遮蔽に水を使用する貯蔵施設にあつては、代替注水設備による遮蔽を維持できる水位の確保対策
    - ハ 使用済燃料等の未臨界維持対策
    - ニ 使用済燃料等の損傷時に、できる限り環境への放射性物質の放出を低減させる対策
- 5 第53条で準用するナトリウム冷却型高速炉については、上記3及び4にかかわらず、以下によること。
  - 一 具体的な事故としては、例えば、以下が挙げられる。
    - イ 燃料体の損傷が想定される事故  
冷却材漏えい時の主冷却系統、補助系等による強制循環冷却の失敗、電源喪失時の冷却の失敗

による燃料損傷事故等

□ 使用済燃料貯蔵設備の冷却機能が失われ、使用済燃料の損傷が想定される事故

- (1) 使用済燃料貯蔵設備の冷却システムが故障した際に、水補給にも失敗し、冷却水の蒸発により使用済燃料の冠水が維持できなくなり、使用済燃料の破損に至る可能性がある事故
- (2) 冷却システム配管が破断した際に、サイフォン現象等により、使用済燃料の冠水が維持できなくなり、使用済燃料の破損に至る可能性がある事故

二 第53条に規定する「当該事故の拡大を防止するために必要な措置」とは事故の発生及び拡大の防止、放射性物質の放出による影響の緩和に必要な設備及び手順の策定等であり、例えば、以下に示す措置又はこれらと同等以上の効果を有する措置をいう。

イ 燃料の損傷が想定される場合

代替冷却による炉心の損傷防止対策、燃料から原子炉容器内に漏れた放射性物質の貯留等による環境への放出防止対策

□ 使用済燃料貯蔵設備の冷却機能が失われ、使用済燃料の損傷が想定される場合

- (1) 代替注水設備（注水ライン、ポンプ車等）等による、使用済燃料等の破損防止対策
- (2) 放射線の遮蔽に水を使用する貯蔵施設にあっては、代替注水設備による遮蔽を維持できる水位の確保対策
- (3) 使用済燃料等の未臨界維持対策
- (4) 使用済燃料等の損傷時に、できる限り環境への放射性物質の放出を低減させる対策

○ナトリウム炉に係る規定

・許可基準規則（抜粋）

（準用）

第六十一条 第三条から第十三条まで、第十八条、第十九条、第二十二條から第二十五条まで、第二十八条から第三十条まで、第三十二条、第四十二條から第四十四条まで、第五十条、第五十一条及び第五十三条の規定は、ナトリウム冷却型高速炉に係る試験研究用等原子炉施設について準用する。

## 2. 保安規定の審査基準

・試験研究の用に供する原子炉等における保安規定の審査基準（原規研発第1311273号（平成25年11月27日原子力規制委員会決定））（抜粋）

試験炉規則第15条第1項第15号 非常の場合に採るべき処置

○ 本事項については、以下の事項が明記されていること。

（1. ～4. 略）

5. 発生頻度が設計基準事故より低い事故であって、試験研究用等原子炉施設から多量の放射性物質又は放射線を放出するおそれがあるものが発生した場合に採るべき処置に関すること。