

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	耐震 1.2Ss01 R 3
提出年月日	令和4年2月16日

## 設工認に係る補足説明資料

### 基準地震動を 1.2 倍した地震力による 重大事故等対処の成立性確認の考え方

R 1 : 不確実性の考慮についての考え方を反映して記載を修正

R 2 : 上記に加え、重大事故等対処における考え方として、基準地震動を超える地震において、対処に必要な設備が機能を維持できる前提条件として設計を上回る地震動を設定しており、設計条件を超える規模の外部事象の指標として定めるものであることを記載。

R 3 : 表現の見直し

## 目 次

1.	概要 .....	1
2.	基準地震動 $S_s$ を 1.2 倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認の考え方 ..	2
2.1	地震を要因とする重大事故等の設定 .....	2
2.2	地震を要因とする重大事故等対処の考え方 .....	2
2.3	地震を要因とする重大事故等への対処 .....	3
2.4	地震を要因とする重大事故等に対処するために必要となる機能 .....	5
3.	基準地震動 $S_s$ を超える地震動に対して機能維持が必要な設備 .....	7
3.1	再処理施設 .....	7
3.2	MOX 燃料加工施設 .....	8

## 1. 概要

本資料は、MOX燃料加工施設の第1回設工認申請のうち、以下の添付書類に示す基準地震動を1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認について補足説明するものである。

- ・MOX燃料加工施設 添付書類「Ⅲ-6-1 基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認の基本方針」

上記添付書類において、基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対して、建物・構築物については、建屋が倒壊せず、グローブボックス及び対処に必要な機器の支持機能が確保されていることをもって、重大事故等対処に対して妨げにならないことが確認でき、基準地震動Ssを1.2倍した地震力による重大事故等対処の成立性が確認できるとしている。本資料では、地震を要因とする重大事故等に対処するために必要となる機能と評価基準の考え方について、事業変更許可の内容を踏まえて補足説明するものである。

なお、本資料中の内容は、第1回申請のMOX燃料加工施設の燃料加工建屋について説明する内容だけでなく、事業変更許可における安全審査当時の内容を踏まえて整理するため、再処理施設での内容も合わせて記載しているが、記載内容は基本的な考え方をまとめたものであり、具体的な設備設計に関する内容ではない。設備に関する内容については、今後、第2回申請以降の再処理施設、MOX燃料加工施設に係る設備設計に関する内容を追加し、拡充していく。

## 2. 基準地震動 Ss を 1.2 倍した地震力による重大事故等対処の成立性確認の考え方

### 2.1 地震を要因とする重大事故等の設定

再処理施設及び MOX 燃料加工施設の事業変更許可の安全審査において、設計基準事故において想定した外的事象、内的事象の条件を超える条件を設定し、重大事故等の発生を想定した。

そのうち、外的事象の地震に対しては、設計基準事故で想定した基準地震動 Ss を超える地震の発生を想定し、それによって発生する可能性のある事故を想定した。

また、発生を想定した重大事故等に対して、事故の発生及び拡大を防止するために必要な措置を講じることとした。この措置については、事故に対処するための重大事故等対処設備の確保に加え、重大事故等に対処するための手順を確保することを必要要件とした。

本件について想定すべき事象は安全審査において議論されており、重大事故等の設定として以下のような条件を考慮して定めている。

- ・外的要因、内的要因に対して設計基準事故の条件を超える厳しい条件を抽出し、重大事故等の発生要因として、動的機器の多重故障、基準地震動 Ss を超える地震を想定
- ・基準地震動 Ss を 1.2 倍した地震力を「設計基準事故の条件を超える厳しい条件」の指標として設定
- ・上記の設計の条件を超える条件に対して動的機器の多重故障等により外部への多量の放射性物質の放出に至る事故を重大事故等として想定

これを踏まえ、再処理施設及び MOX 燃料加工施設のそれぞれにおいて、基準地震動 Ss を上回る地震による重大事故等として、表-1 に示す事故を想定している。

表-1 基準地震動 Ss を上回る地震による重大事故等

再処理施設	MOX 燃料加工施設
<u>冷却機能の喪失による蒸発乾固</u>	核燃料物質等を閉じ込める機能の喪失
放射性分解により発生する水素による爆発	
<u>使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷</u>	

ここに示す事故の想定に関して、その考え方と評価の方針について、次項以降にとりまとめる。

### 2.2 地震を要因とする重大事故等対処の考え方

「2.1 地震を要因とする重大事故等の設定」に示した基準地震動 Ss を上回る地震により発生を想定する重大事故等については、設計基準事故で想定した条件よりもさらに厳

しい条件を仮定し、その場合であっても事象を収束することができるよう、重大事故等の発生及び拡大の防止を図るための対策を整備することが必要である。

この場合における設備に対する設計の要件は以下のとおりである。

- ・設計基準事故に対処するための設備の設計では、想定すべき規模の外部事象に対して必要な設備の機能を維持すること。
- ・一方、重大事故等への対処では、この設計条件を超える規模の外部事象として動的機器の多重故障や基準地震動を超える地震、設計条件を超える降下火砕物などを想定し、想定する重大事故等に対して事故の発生防止及び拡大防止等の必要な措置を講じることができること。

このように、重大事故等への対応として、設計条件を超える厳しい条件において発生を想定する重大事故等に対して必要な措置を講じることができることを確認することが目的であることを踏まえ、建物や設備のうち一定程度の耐力を有するものが機能を維持するという前提が必要であり、これを前提として事故対処に必要な設備の設計を行うことが必要である。

これを踏まえ、基準地震動  $S_s$  を上回る地震に対する評価においては、設計条件を超える地震に対する重大事故等への対処の成立性を確認するものであり、そのため「設計条件を超える地震」の指標として基準地震動  $S_s$  の 1.2 倍の地震動を設定している。これにより設計を超える条件設定として重大事故等が発生する状態として基準地震動  $S_s$  を 1.2 倍した地震力を想定し、重大事故等への対処ができることを確認するものであり、基準地震動  $S_s$  に対する耐震計算において考慮している設計用地震力の保守性（材料物性のばらつきとの重ね合わせ、床応答スペクトルの幅）は考慮する必要はない。

### 2.3 地震を要因とする重大事故等への対処

「2.1 地震を要因とする重大事故等の設定」に示した基準地震動  $S_s$  を上回る地震により発生を想定する重大事故等に対して、事故の特徴を踏まえ、重大事故等対処設備により事故の拡大を防止するために必要な措置を講じる。

再処理施設において想定する重大事故等は、冷却機能及び水素掃気機能が喪失し高レベル廃液を内包する貯槽等で沸騰又は水素爆発が発生することで高レベル廃液等がエアロゾル化して外部に放出される事象であり、高レベル廃液を内包する貯槽等はセルの中に収納されている。重大事故等への対処としては、喪失した冷却機能及び水素掃気機能を回復させることを目的として、建屋外の水源から高レベル廃液を内包する貯槽等の冷却のための注水を行うことなどであり、また、冷却機能及び水素掃気機能が回復せず、高レベル廃液を内包する貯槽等において沸騰及び水素爆発が発生したとしても、外部への放射性物質の放出を抑制することである。再処理施設において発生が想定される重大事故等は、複数建屋の複数機器で同時に発生する可能性があるという特徴を有しており、重大事故等への対処を、臨機応変に柔軟性をもって対処することを目的として可搬型の重大事故等対処設備により対処を行うことを基本としている。高レベル廃液を内包する

貯槽等は建屋の最地下階に設置されていることが多く、注水等に使用するホース等を設置する作業が建屋深部（セル近傍を含む）まで及ぶことになる。そのため、アクセス性を一定程度確保することが重大事故等への対処が実施可能であることの条件となる。

さらに、重大事故等の対処を行うためには、重大事故等の発生を想定する高レベル廃液を内包する貯槽等、重大事故等への対処（冷却、注水、掃気及び放出抑制）に使用する配管等がセルの壁等に支持される状態が維持され、必要な機能が発揮できることが条件となる。

一方、MOX 燃料加工施設において想定する重大事故等は、露出した状態で MOX 粉末を取り扱い、火災源を有するグローブボックスにおいて火災が発生し、火災によりグローブボックス内の MOX 粉末が外部に放出される事象である。重大事故等の対処としては、この火災を消火し、MOX 粉末の外部への放出を止めることである。重大事故等の起点となるグローブボックス内で発生する火災の継続時間が 20 分程度と短く、重大事故等の発生を仮定するグローブボックスから火災の影響により当該グローブボックスが設置される工程室内に MOX 粉末が飛散、漏えいするといった事故の特徴を踏まえ、重大事故等の発生を想定するグローブボックスが設置されている地下 3 階の工程室近傍での対処を行わず、通常運転時に運転監視を行う中央監視室のある地上 1 階付近で重大事故等の対処を行うことを基本としている。

そのため、重大事故等の対処に対して工程室の状態が影響を及ぼすことはないが、重大事故等の対処を行うためには、重大事故等の発生を仮定するグローブボックス、火災を消火するための消火設備が工程室の床や壁等に支持される状態が維持され、必要な機能が発揮できることが条件となる。

また、重大事故等による MOX 粉末の移行経路については、火災の影響によりグローブボックス排気系や重大事故等の発生を想定するグローブボックスが設置される工程室内に飛散、漏えいすることにより、工程室排気系に移行することが想定される。これに加え、重大事故等が発生したグローブボックスから他のグローブボックス、重大事故等が発生したグローブボックスからの漏えい先である工程室から他の工程室、事故が発生したグローブボックスからの漏えい先である工程室から隣接する廊下への移行、重大事故等の発生を仮定するグローブボックス以外のグローブボックスの損傷等により当該グローブボックスが設置される工程室への移行が想定されるが、火災源がなく移行した MOX 粉末を含む雰囲気は冷却されること等から、いずれも外部への移行につながるものではないことを有効性評価の不確かさの中で確認している（100TBq を十分に下回る）。なお、廊下に漏えいした MOX 粉末は、雰囲気により冷却され外部への放出につながる可能性はないが、廊下に漏えいする MOX 粉末を極力抑えることが求められる。

再処理施設と MOX 燃料加工施設の各々の事故の特徴を踏まえた重大事故等対処の流れを表-2に示す。

表－2 再処理施設及びMOX燃料加工施設に対する重大事故等対処

再処理施設	MOX燃料加工施設
<ul style="list-style-type: none"> <li>・重大事故等が発生する可能性のある設備は<u>高レベル廃液を内包する貯槽等のセル</u>に収納された設備であり、これらの設備で重大事故等が発生した場合の対処は、可搬型の設備を用いて<u>建屋深部（セル近傍を含む）</u>で対処を行うことを想定する。</li> <li>・<u>建屋深部（セル近傍を含む）</u>での対処を実現するためには、セル等は重大事故等が発生する条件に対して損傷等せず、重大事故等の対処に対して妨げとならないことが必要な条件となる。</li> <li>・また、重大事故等に対処を行うためには、<u>重大事故等に対処するための機器</u>が、損傷、転倒等せず、必要な機能が発揮できることが必要な条件となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グローブボックス内で発生する火災の影響により MOX 粉末が外部に放出される事象が重大事故等であり、その際、重大事故等の発生を仮定するグローブボックス以外は損傷等により MOX 粉末が工程室内に飛散・漏えいすることが想定される。</li> <li>・火災の継続時間が短いことなどの事故の特徴を踏まえ、可搬での対応ではなく、常設重大事故等対処設備の信頼性を高くし、常設重大事故等対処設備により重大事故等の対処を行うことを基本とし、重大事故等の対処を事故発生箇所である地下 3 階ではなく、中央監視室付近（地上 1 階）等とした。そのため、工程室の損傷状況がそのまま重大事故等の対処に影響を及ぼすものではない。</li> </ul>

#### 2.4 地震を要因とする重大事故等に対処するために必要となる機能

「2.2 地震を要因とする重大事故等への対処」に示す重大事故等対処において、セル等は、建屋内での重大事故等への対処に影響を及ぼさないよう重大事故等の発生の起因とする基準地震動の 1.2 倍の地震力に対して必要な機能を確保することが必要である

また、重大事故等対処設備は、基準地震動  $S_s$  の 1.2 倍の地震力に対して必要な機能を発揮できるよう状態を確保することにより、重大事故等の発生時に事故対処の妨げにならず、重大事故等対処設備の機能に影響を与えないことが必要である。

これをまとめると、以下の表－3 に示す機能を確保することが必要と考える。

表－3 地震を要因とする重大事故等に対処するために必要となる機能

再処理施設	MOX燃料加工施設
<ul style="list-style-type: none"> <li>・設計の条件を超える地震に対してセル等の状態は重大事故等への対処に支障がないこと</li> <li>・重大事故等の対処に必要な機器等がセルの壁等により支持する機能が維持されること</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・重大事故等の対処に必要な機器等が工程室の床や壁等により支持する機能が維持されること</li> <li>・工程室から廊下に漏えいする MOX 粉末を極力抑えること</li> </ul>

上述したように、設計条件を超えた想定によって発生する重大事故等への対処については、セル等の状態が重大事故等の対処に対して支障がないことが条件となる。ただし、重大事故等については、設計条件として定める技術的想定を超えた状態での発生を想定

するものであることから、耐震計算結果で得られた状態に多少の変化が生じたとしても、重大事故等への対処が可能である必要がある。このためには、設備等の設計による機能維持の確保だけでなく、技術的能力の観点で、重大事故等の対処の成立性を確認することとし、機器損傷の発生、セル及び建屋に対して小規模な損傷の発生を想定し、アクセスルートの確保、作業への悪影響の排除等により重大事故等対処が可能であることを確認することが必要である。

### 3. 基準地震動 $S_s$ を超える地震動に対して機能維持が必要な設備

2. で示した重大事故等への対応シナリオ及び確保すべき機能の考え方を踏まえ、基準地震動  $S_s$  を超える地震動に対して機能維持が必要な設備については、重大事故等対処施設及び安全機能を有する施設の耐震設計における設計方針を踏襲し、基準地震動の 1.2 倍の地震力に対して必要な機能が損なわれるおそれがないことを目的として、以下のとおり耐震設計を行う。

- i. 重大事故等の起因となる異常事象の選定において基準地震動を 1.2 倍した地震力を考慮する設備は、基準地震動を 1.2 倍した地震力に対して、必要な機能が損なわれるおそれがないように設計する。
- i i. 地震を要因として発生する重大事故等に対処する重大事故等対処設備は、基準地震動を 1.2 倍した地震力に対して、重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないように設計する。

重大事故等対処に必要な設備とその機能を下記のとおり整理した。

#### 3.1 再処理施設

##### (1) 重大事故等対処のシナリオ

建屋深部（セル近傍を含む）での作業が必要な再処理施設は、重大事故等の対処の実現性を確認する観点で、セル等が健全であることだけではなく、大規模損壊に至る前の状態として、地震に対する機器の設計、製作、施工及び保守管理における不確実性からの損傷の発生、セル及び建屋に対して小規模な損傷の発生を想定し、アクセスルートの確保、作業への悪影響の排除等により重大事故等対処が可能であることを確認する（セル等の状態が想定よりも悪化するという不確実性の事故対処への影響を確認）。

##### (2) セルの要求機能

セルは、建屋内での重大事故等への対処に影響を及ぼさないよう重大事故等の発生の起因とする基準地震動の 1.2 倍の地震力に対して必要な機能を確保する。

必要な機能としては、倒壊等しないこと、セルにおいてセル内の放射性物質の漏えいが発生するような損傷等が発生しないこと、セルに収納されている重大事故等対処に必要な設備の支持ができることである。

##### (3) 重大事故等対処設備及び重大事故等の起因となる異常事象の選定において基準地震動を 1.2 倍した地震力を考慮する設備の要求事項

重大事故等対処設備及び重大事故等の起因となる異常事象の選定において基準地震動を 1.2 倍した地震力を考慮する設備は、基準地震動の 1.2 倍の地震力に対して必要な機能を発揮できるよう状態を確保する。なお、必要な機能については、設備ごとに設定する。

必要な機能としては、重大事故等対処設備に求められる機能（注水経路の維持、放出経路の維持機能等）の他、異常事象の選定の観点として、内包する放射性物質

(液体、気体、固体)の閉じ込めバウンダリを構成する部材のき裂や破損により漏えいしないこと、地震による変形等により臨界に至らないこと、放射性物質(固体)を内包する容器等を搬送する設備の破損により、容器等が落下又は転倒しないこと及び収納管及び通風管の破損により冷却空気流路が閉塞しないことのために必要な機能である。

### 3.2 MOX 燃料加工施設

#### (1) 重大事故等対処のシナリオ

重大事故等の発生により GB 内の MOX 粉末がグローブボックス排気系に移行するか又は GB 内の体積膨張の影響で工程室に漏えいし、工程室排気系に移行するかであるが、重大事故等の対処を地下 3 階で行わないため、上記のような工程室の損傷を想定した事故対処の成立性の確認は行っていない。また、事故による MOX 粉末の移行経路については、上記以外に事故が発生した GB から他の GB、事故が発生した GB からの漏えい先である工程室から他の工程室、事故が発生した GB からの漏えい先である工程室から隣接する廊下への移行が想定されるが、いずれも外部への移行につながるものではないことを有効性評価の不確かさの中で確認している (100TBq を十分に下回る)。

なお、重大事故等への対処として、グローブボックスでの火災の確認を行った後、地上 1 階の中央監視室に設置する遠隔消火装置の盤の手動操作により消火剤を放出するが、中央監視室に設置する遠隔消火装置の盤が使用できない場合は、中央監視室近傍に設置する遠隔消火装置の弁の手動操作により、消火剤を放出する。また、外部への放出経路に係る対処として、地下 1 階の排風機室から手動閉止操作により、グローブボックス排風機入口手動ダンパ及び工程室排風機入口手動ダンパの閉止を実施する。

#### (2) 工程室の要求機能

工程室は、建屋内での重大事故等への対処に影響を及ぼさないよう重大事故等の発生の起因とする基準地震動の 1.2 倍の地震力に対して必要な機能を確保する。

必要な機能としては、倒壊等しないこと及び工程室に収納されている重大事故等対処に必要な設備の支持ができることである。

#### (3) 重大事故等対処設備及び重大事故等の起因となる異常事象の選定において基準地震動を 1.2 倍した地震力を考慮する設備の要求事項

重大事故等対処設備及び重大事故等の起因となる異常事象の選定において基準地震動を 1.2 倍した地震力を考慮する設備は、基準地震動の 1.2 倍の地震力に対して必要な機能を発揮できるよう状態を確保する。なお、必要な機能については、設備ごとに設定する。

必要な機能としては、露出した状態で MOX 粉末を取り扱い、さらに火災源を有するグローブボックスはパネルにき裂や破損が生じないこと、及びこれらが転倒しないこと、また、グローブボックス内での火災の影響により MOX 粉末が移行する経路となるグローブボックス排気設備のダクト等に対する放出経路の維持機能を

確保すること等である。

以 上