

【公開版】

| | | |
|----------|-----------|-----|
| 提出年月日 | 令和2年9月18日 | R14 |
| 日本原燃株式会社 | | |

M O X 燃 料 加 工 施 設 に お け る
新 規 制 基 準 に 対 す る 適 合 性

安全審査 整理資料

第9条：外部からの衝撃による損傷の防止
(航空機落下)

目 次

1 章 基準適合性

1. 基本方針

1. 1 要求事項の整理

1. 2 要求事項に対する適合性

1. 3 規則への適合性

2. 航空機落下に対する防護設計の基本方針

2. 1 航空機落下に対する防護設計の要否確認の対象の選定

2. 2 評価対象とする航空機落下事故の選定

3. 評価対象とする航空機落下事故

4. 標的面積の設定

5. MOX燃料加工施設への航空機落下確率

2 章 補足説明資料

事業許可基準規則第9条（航空機落下）と許認可実績・適合方針との
比較表

1章 基準適合性

1. 基本方針

1. 1 要求事項の整理

外部からの衝撃による損傷の防止について、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「事業許可基準規則」という。）とウラン・プルトニウム混合酸化物燃料加工施設安全審査指針（以下「MOX指針」という。）の比較により、事業許可基準規則第九条において追加された要求事項を整理する。（第9. 1表（航空機落下））

第9. 1表（航空機落下） 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表（1／5）

| 事業許可基準規則 第九条（外部からの衝撃による損傷の防止） | MOX指針 | 備考 |
|--|--|---------------|
| <p>1 安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>（解釈）</p> <p>1 第9条は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な措置を含む。</p> <p>2 第1項に規定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等から適用されるものをいう。</p> <p>3 第1項に規定する「想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないもの」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組合せに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として当該施設で生じ得る環境条件において、その設備が有する安全機能が達成されることをいう。</p> | <p>指針1. 基本的条件</p> <p>事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、MOX燃料加工施設の立地地点及びその周辺における以下の事象を検討し、安全確保上支障がないことを確認すること。</p> <p>1. 自然環境</p> <p>(1)地震、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等の自然現象</p> <p>(2)地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等</p> <p>(3)風向、風速、降雨量等の気象</p> <p>(4)河川、地下水等の水象及び水理</p> | <p>追加要求事項</p> |

第9. 1表（航空機落下） 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表（2／5）

| 事業許可基準規則 第九条（外部からの衝撃による損傷の防止） | MOX指針 | 備考 |
|----------------------------------|--|---------------|
| | <p>指針14. 地震以外の自然現象に対する考慮</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. MOX燃料加工施設における安全上重要な施設は、MOX燃料加工施設の立地地点及びその周辺における自然環境をもとに津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等のうち予想されるものを設計基礎とすること。 2. これらの設計基礎となる事象は、過去の記録の信頼性を十分考慮のうえ、少なくともこれを下回らない苛酷なものであって、妥当とみなされるものを選定すること。 3. 過去の記録、現地調査の結果等を参考にして必要のある場合には、異種の自然現象を重畳して設計基礎とすること。 | <p>前記のとおり</p> |

第9. 1表（航空機落下） 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表（3／5）

| 事業許可基準規則 第九条（外部からの衝撃による損傷の防止） | MOX指針 | 備考 |
|---|---|---------------|
| <p>2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>（解釈）</p> <p>4 第2項に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象」とは、対象となる自然現象に対応して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいう。なお、過去の記録、現地調査の結果、最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。</p> <p>5 第2項に規定する「適切に考慮したもの」とは、大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせた場合をいう。</p> | <p>指針14. 地震以外の自然現象に対する考慮</p> <p>1. MOX燃料加工施設における安全上重要な施設は、MOX燃料加工施設の立地地点及びその周辺における自然環境をもとに津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等のうち予想されるものを設計基礎とすること。</p> <p>2. これらの設計基礎となる事象は、過去の記録の信頼性を十分考慮のうえ、少なくともこれを下回らない苛酷なものであって、妥当とみなされるものを選定すること。</p> <p>3. 過去の記録、現地調査の結果等を参考にして必要のある場合には、異種の自然現象を重畳して設計基礎とすること。</p> | <p>追加要求事項</p> |

第9. 1表（航空機落下） 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表（4／5）

| 事業許可基準規則 第九条（外部からの衝撃による損傷の防止） | MOX指針 | 備考 |
|---|---|---------------|
| <p>3 安全機能を有する施設は、工場等内又はその周辺において想定される加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>（解釈）</p> <p>1 第9条は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な措置を含む。</p> <p>6 第3項は、設計基準において想定される加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な重大事故等対処設備への措置を含む。</p> | <p>指針1. 基本的条件 事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、MOX燃料加工施設の立地地点及びその周辺における以下の事象を検討し、安全確保上支障がないことを確認すること。</p> <p>2. 社会環境</p> <p>(1) 近接工場における火災・爆発等 (2) 航空機事故等による飛来物等 (3) 農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用及び人口分布</p> <p>（解説） 社会環境に関する事象として注目すべき点は、近接工場における事故及び航空機に係る事故である。 近接工場における事故については、事故の種類と施設までの距離との関連においてその影響を評価した上で、必要な場合、安全上重要な施設が適切に保護されていることを確認すること。 航空機に係る事故については、航空機に係る施設の事故防止対策として、航空機の施設上空の飛行制限等を勘案の上、その発生の可能性について評価した上で、必要な場合は、安全上重要な施設のうち特に重要と判断される施設が、適切に保護されていることを確認すること。</p> | <p>追加要求事項</p> |

第9. 1表（航空機落下） 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表（5 / 5）

| 事業許可基準規則 第九条（外部からの衝撃による損傷の防止） | MOX指針 | 備考 |
|--|-------|---------------|
| <p>7 第3項に規定する「加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況を基に選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等をいう。なお、上記の「航空機落下」については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成14・07・29原院第4号（平成14年7月30日原子力安全・保安院制定））等に基づき、防護設計の要否について確認する。</p> | | <p>前記のとおり</p> |

1. 2 要求事項に対する適合性

(1) 外部からの衝撃による損傷の防止

安全機能を有する施設は、敷地内又はその周辺の自然環境を基に想定される洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等の自然現象（地震及び津波を除く。）又は地震及び津波を含む組合せに遭遇した場合において、自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果としてMOX燃料加工施設で生じ得る環境条件においても、安全機能を損なわない設計とする。

なお、敷地内又はその周辺で想定される自然現象のうち、洪水及び地滑り並びに津波については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

上記に加え、安全上重要な施設は、最新の科学的技術的知見を踏まえ、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせた条件においても、安全機能を損なわない設計とする。

また、安全機能を有する施設は、敷地内又はその周辺の状況を基に想定される飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等のうちMOX燃料加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下「人為事象」という。）に対して安全機能を損なわない設計とする。

なお、敷地内又はその周辺の状況を基に想定される人為事象の

うち、ダムの崩壊及び船舶の衝突については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

自然現象及び人為事象の組み合わせについては、地震、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災等を考慮する。これらの事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その組合せの影響に対しても安全機能を損なわない設計とする。

ここで、想定される自然現象に対しては、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な措置を含める。また、人為事象に対しては、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な重大事故等対処設備への措置を含める。想定される自然現象及び人為事象の発生により、MOX燃料加工施設に重大な影響を及ぼすおそれがあると判断した場合は、工程停止、送排風機の停止等、MOX燃料加工施設への影響を軽減するための措置を講ずるよう手順を整備する。

(3) 航空機落下

MOX燃料加工施設の上空には三沢特別管制区があり、南方向約10kmの位置には三沢対地訓練区域がある。三沢対地訓練区域で対地射爆撃訓練飛行中の航空機が施設に墜落する可能性は極めて小さいが、当区域で多くの訓練飛行が行われているという立地地点固有の社会環境等を配慮し、仮に訓練飛行中の航空機が施設に墜落したことを想定したときに、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えるおそれのある施設は、航空機に対して貫通が

防止でき、かつ、航空機による衝撃荷重に対して健全性が確保できる堅固な建物・構築物で適切に保護する等、安全確保上支障がないように設計する。建物・構築物の防護設計においては、航空機の質量 20t、速度 150m/s 等から求まる衝撃荷重を用いる。

上記の防護設計を踏まえ、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」等に基づき、MOX燃料加工施設への航空機落下確率を評価した結果、防護設計の要否判断基準を超えないことから、追加の防護設計は必要ない。

1. 3 規則への適合性

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第九条 安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

3 安全機能を有する施設は、工場等内又はその周辺において想定される加工施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

第3項について

安全機能を有する施設は、設計基準において想定される人為事象に対してMOX燃料加工施設の安全性を損なわない設計とする。

(1) 航空機落下

航空機落下評価ガイド等に基づき航空機落下に対する防護設計の可否を確認することとし、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設を収納する建屋を対象に航空機落下確率評価を行った。

原子力規制委員会（令和元年8月21日）で航空機落下確率評価について示された再処理施設の審査方針を踏まえ、建物全体を外壁及び屋根により保護する設計とする建物・構築物については1/10の係数を適用した。

燃料加工建屋を対象とすると、計器飛行方式民間航空機の航空機落下確率は 5.4×10^{-11} （回/年）、自衛隊機又は米軍機の航空機落下確率は 6.4×10^{-9} （回/年）、航空機落下確率の総和は、 6.5×10^{-9} （回/年）となり、防護設計の判断基準である 10^{-7} （回/年）を超えないことから、追加の防護設計は必要ない。

2. 航空機落下に対する防護設計の基本方針

三沢対地訓練区域で訓練飛行中の航空機が施設に墜落する可能性は極めて小さいが、墜落することを想定したときに、公衆に対して過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのある施設を建物・構築物で防護する等安全確保上支障のないようにする。この建物・構築物は、航空機に対して貫通が防止でき、かつ、航空機による衝撃荷重に対して健全性が確保できるように設計する。

上記の防護設計を踏まえ、航空機落下確率評価に当たっては「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成14・07・29 原院第4号（平成14年7月30日 原子力安全・保安院制定））（以下「航空機落下評価ガイド」という。）等に基づき、施設に対する追加の防護設計の要否を確認する。

安全機能を有する施設は、その重要度に応じてその機能を確保することが要求されていること、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設はその機能の喪失により公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれがあること、並びに安全機能を有する施設は臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないことを要求されていることから、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設を収納する建屋を航空機落下確率の評価対象とする。

【補足説明資料 2-1, 2-2】

2. 1 航空機落下に対する防護設計の要否確認の対象の選定

航空機落下評価ガイド等に基づき、施設に対する追加の防護設計の要否を確認する。

航空機落下に対する追加の防護設計の要否確認の対象として、安全機能を有する施設は、その重要度に応じてその機能を確保することが要求されていること、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設はその機能の喪失により公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれがあること、並びに安全機能を有する施設は臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないことを要求されていることから、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設を選定する。

2. 2 評価対象とする航空機落下事故の選定

航空機落下については、航空機落下評価ガイドに基づき、航空機落下事故の分類ごとに航空機落下確率評価の要否を確認する。

【補足説明資料 2 - 3】

(1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故

- a. 飛行場での離着陸時における落下事故について、MOX燃料加工施設周辺に立地する三沢空港の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れることから、航空機落下確率評価は不要とする。
- b. 航空路を巡航中の落下事故について、MOX燃料加工施設上空に「航空法」第37条に基づく航空路の指定に関する告示により指定されている航空路は存在しないが、航空路誌（A I P）に掲載された直行経路M I S A W A（M I S）－C H I T O S E（Z Y T）が存在することから、当該直行経路を計器飛行方式民間航空機が飛行す

ることを想定し、航空機落下確率評価を行う。

(2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

MOX燃料加工施設上空の三沢特別管制区は、「航空法」第94条の2により計器飛行方式によらなければ飛行してはならないとされていることから、航空機落下確率評価は不要とする。

(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故

- a. 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故について、MOX燃料加工施設の上空に訓練空域は存在しないことから、訓練空域外を飛行中の落下事故について航空機落下確率評価を行う。
- b. 基地－訓練空域間往復時の落下事故について、MOX燃料加工施設は基地－訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置しないことから、航空機落下確率評価は不要とする。

3. 評価対象とする航空機落下事故

評価対象とする航空機落下事故は国内における落下事故とし、対象期間は計器飛行方式民間航空機については平成11年1月から平成30年12月^{※1}までの20年間、自衛隊機又は米軍機については平成11年4月から平成31年3月^{※2}までの20年間とする。

※1 平成11年1月から平成29年12月での期間は「航空機落下事故に関するデータ（平成10～29年） 令和元年12月 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ」、平成30年1月から平成30年12月までの期間は「国土交通省 運輸安全委員会 報告書」検索結果による。

※2 平成11年4月から平成29年12月での期間は「航空機落下事故に関するデータ（平成10～29年） 令和元年12月 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ」、平成30年1月から平成31年3月までの期間は「文林堂 航空ファン（no.783-798）」による。

(1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故

対象期間において航空路を巡航中の落下事故は発生していないが、安全側に事故件数を0.5回とする。

(2) 自衛隊機又は米軍機の落下事故

航空機落下評価ガイドの「有視界飛行方式民間航空機の落下事故」の落下確率評価においては、「小型機では機体重量、飛行速度、落下時の衝撃力（荷重）、衝突時の衝突面積が大型機に比べて小さ

いこと、一般に格納容器や原子炉建屋が堅固な構築物であること等から原子炉施設に落下した場合においてもその影響を及ぼす原子炉施設の範囲が大型機の落下に比べて著しく小さくなることを考慮する。」とされており、対象航空機の種類による係数を用いて航空機落下確率を評価することとされている。

一方、MOX燃料加工施設は、F-16等がMOX燃料加工施設に衝突した場合でも、航空機に対して貫通が防止でき、かつ、航空機による衝撃荷重に対して健全性が確保できるよう、堅固な建物・構築物で適切に保護する設計とする。

当該設計方針が再処理施設と同様であることから、原子力規制委員会（令和元年8月21日）で航空機落下確率評価について示された再処理施設の審査方針を踏まえ、MOX燃料加工施設に対する航空機落下確率評価においては、航空機落下評価ガイドの「有視界飛行方式民間航空機の落下事故」の落下確率評価を参考とし、航空機の衝突による影響がF-16等と同程度かそれ以下の航空機については、有視界飛行方式民間航空機の落下確率を求める際に小型機に対して用いる1/10の係数を適用する。

係数を適用する場合の条件を以下に示す。

【補足説明資料3-2】

《機体全体の衝突による全体的な破壊》

全体的な破壊に用いる衝撃荷重の設定要素となる機体重量及び速度のいずれもF-16等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用する。

《エンジンの衝突による局所的な破壊》

局所的な破壊に用いる貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さの算定要素となるエンジン重量及び速度のいずれも F-16 等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用する。

評価対象とする航空機落下事故は、自衛隊機 10 回（うち 8 回が係数適用）及び米軍機 3 回（うち 2 回が係数適用）となる。

【補足説明資料 3-3】

4. 標的面積の設定

MOX燃料加工施設の標的面積の設定に当たっては、防護設計の要否確認の対象として選定した安全上重要な施設を収納する建屋の面積を標的面積とする。

MOX燃料加工施設において安全上重要な施設を収納する建屋は燃料加工建屋であり、燃料加工建屋の水平断面積は 0.01km^2 以下であるため、MOX燃料加工施設の標的面積を 0.010km^2 とする。

5. MOX燃料加工施設への航空機落下確率

MOX燃料加工施設への航空機落下確率は、「計器飛行方式民間航空機」及び「自衛隊機又は米軍機」の航空機落下確率の総和とする。

【補足説明資料5-3】

(1) 計器飛行方式民間航空機

航空路（直行経路）を巡航中の計器飛行方式民間航空機のMOX燃料加工施設への航空機落下確率を以下に示す。

$$\begin{aligned} P_c &= \frac{f_c \times N_c \times A}{W} \\ &= \frac{(0.5 / 11497450753) \times 1825 \times 0.010}{14.816} \\ &= 5.4 \times 10^{-11} \text{ (回/年)} \end{aligned}$$

P_c : MOX燃料加工施設への巡航中の航空機落下確率（回/年）

N_c : 評価対象とする直行経路の年間飛行回数；1825（飛行回/年）（注1）

A : MOX燃料加工施設の標的面積；0.010（km²）

W : 航空路幅；14.816（km）

f_c : 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率
（回/（飛行回・km））（ G_c/H_c ）

G_c : 巡航中事故件数；0.5（回）

H_c : 延べ飛行距離；11497450753（飛行回・km）（注2）

（注1）国土交通省航空局に問い合わせた結果（平成27年の札幌管制区のピークデ이의交通量）を365倍した値。

【補足説明資料5-1】

(注2) 平成11年1月から平成29年12月での期間は「航空機落下事故に関するデータ(平成10～29年) 令和元年12月 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ」、平成30年1月から平成30年12月までの期間は「航空輸送統計調査」による。

【補足説明資料5-2】

(2) 自衛隊機又は米軍機

訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機のMOX燃料加工施設への航空機落下確率を以下に示す。

$$\begin{aligned}
 P_{SO} &= \left(\frac{f_{SO1}}{S_o} \times A \times a \right) + \left(\frac{f_{SO2}}{S_o} \times A \right) \\
 &= \left(\frac{0.4}{294881} + \frac{0.1}{372472} \right) \times 0.010 \times 0.1 + \\
 &\quad \left(\frac{0.1}{294881} + \frac{0.05}{372472} \right) \times 0.010 \\
 &= 6.4 \times 10^{-9} \text{ (回/年)}
 \end{aligned}$$

P_{SO} : 訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機のMOX燃料加工施設への航空機落下確率 (回/年)

f_{SO1} : 係数を適用する航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) ;

自衛隊機 : $8/20=0.4$ (回/年), 米軍機 : $2/20=0.1$ (回/年)

f_{SO2} : 係数を適用しない航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) ;

自衛隊機 : $2/20=0.1$ (回/年), 米軍機 : $1/20=0.05$ (回/年)

S_o : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (km^2) ;

自衛隊機：294881 (km²), 米軍機：372472 (km²) (注1)

A ：MOX燃料加工施設の標的面積；0.010 (km²)

α ：航空機の衝突による影響がF-16等と同程度かそれ以下の航空機に対する係数；1/10

(注1)「航空機落下事故に関するデータ(平成10～29年)令和元年12月 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ」による。

(3) MOX燃料加工施設への航空機落下確率

(1)及び(2)に示す計器飛行方式民間航空機及び自衛隊機又は米軍機のMOX燃料加工施設への航空機落下確率の総和は、 6.5×10^{-9} (回/年)となり、防護設計の判断基準である 10^{-7} (回/年)を超えないことから、追加の防護設計は必要ない。

事業許可基準規則第9条（航空機落下）と許認可実績・適合方針との比較表（2/8）

| ①事業許可基準規則 | ②許認可実績等 | ③適合方針 | ①事業許可基準規則 - ②許認可実績等 - ③適合方針の比較結果 | ②許認可実績等 - ③適合方針の本文比較結果 |
|-----------|---|--|----------------------------------|--|
| | <p>添付書類五 チ. その他の安全設計 (ハ) 航空機に対する考慮 (1) 防護設計の基本方針 <u>三沢対地訓練区域で訓練飛行中の航空機が施設に墜落する可能性は極めて小さいが、墜落することを想定したときに、一般公衆に対して過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのある施設を建物・構築物で防護する等安全確保上支障のないようにする。</u>この建物・構築物は航空機に対して貫通が防止でき、かつ、航空機による衝撃荷重に対して健全性が確保できるように設計する。</p> <p>(2) 防護対象施設 訓練飛行中の航空機が施設に墜落することを想定したときに、一般公衆に対して過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのある施設は、防護対象とする。安全上重要な施設については原則として防護対象とする。 防護方法としては、安全上重要な施設とその他の施設が同じ区域に設置されている等の加工施設の特質を配慮して、建物・構築物の外壁及び屋根により建物・構築物全体を適切に防護する方法を基本とし、建物・構築物内部に設置されている施設の安全性を確保する。</p> <p>(3) 防護設計条件の設定 戦闘機の事故要因⁽¹⁴⁾のうち、三沢対地訓練区域での発生が考えられない要因並びに基地周辺及び訓練コース近傍でしか発生しない要因を除外し、加工施設まで到達する可能性があるものを摘出すると、エンジン推力を喪失する場合は挙げられる。なお、コックピット火災等によりパイロットが直ちに脱出した後も飛行を継続する場合も考えられるが、このような事象が生じる可能性は過去の事例からみて無視できる。エンジン推力を喪失すると、通常パイロットは安全確保のために、機体の安定に必要な操作等を行った後、最良滑空状態⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾にし、基地又は海上等への到達を図る。到達が不可能と判断した場合でも、原子力関係施設等の回避を行った後、パイロット自身の安全確保等のため減速して脱出する⁽¹⁶⁾。このときの航空機⁽¹⁶⁾の速度は最良滑空速度と失速速度の間にあると考えられる。 回避が行われずに航空機が施設まで滑空することは考えられないが、ここでは回避が行われずに最良滑空速度で滑空する場合を想定する。最良滑空速度は、(5.1)式⁽¹⁷⁾</p> | <p>添付書類五 (ロ) 安全機能を有する施設 (7) 外部からの衝撃による損傷の防止に対する考慮 ⑤ 航空機落下 a. 防護設計の基本方針 <u>三沢対地訓練区域で訓練飛行中の航空機が施設に墜落する可能性は極めて小さいが、墜落することを想定したときに、公衆に対して過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのある施設を建物・構築物で防護する等安全確保上支障のないようにする。</u>この建物・構築物は航空機に対して貫通が防止でき、かつ、航空機による衝撃荷重に対して健全性が確保できるように設計する。 <u>上記の防護設計を踏まえ、MOX燃料加工施設への航空機落下確率を評価し、追加の防護設計の要否を確認する。</u></p> <p>b. 防護対象施設 訓練飛行中の航空機が施設に墜落することを想定したときに、公衆に対して過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのある施設は、防護対象とする。安全上重要な施設については原則として防護対象とする。 防護方法としては、安全上重要な施設とその他の施設が同じ区域に設置されている等の加工施設の特質を配慮して、建物・構築物の外壁及び屋根により建物・構築物全体を適切に防護する方法を基本とし、建物・構築物内部に設置されている施設の安全性を確保する。</p> <p>c. 防護設計条件の設定 戦闘機の事故要因⁽⁷⁰⁾のうち、三沢対地訓練区域での発生が考えられない要因並びに基地周辺及び訓練コース近傍でしか発生しない要因を除外し、加工施設まで到達する可能性があるものを摘出すると、エンジン推力を喪失する場合は挙げられる。なお、コックピット火災等によりパイロットが直ちに脱出した後も飛行を継続する場合も考えられるが、このような事象が生じる可能性は過去の事例からみて無視できる。エンジン推力を喪失すると、通常パイロットは安全確保のために、機体の安定に必要な操作等を行った後、最良滑空状態⁽⁷⁰⁾⁽⁷¹⁾にし、基地又は海上等への到達を図る。到達が不可能と判断した場合でも、原子力関係施設等の回避を行った後、パイロット自身の安全確保等のため減速して脱出する⁽⁷²⁾。このときの航空機⁽⁷²⁾の速度は最良滑空速度と失速速度の間にあると考えられる。 回避が行われずに航空機が施設まで滑空することは考えられないが、ここでは回避が行われずに最良滑空速度で滑空する場合を想定する。最良滑空速度は、(5.1)式⁽⁷³⁾</p> | | <p>【新規基準の第9条要求による変更】 <u>航空機落下について、航空機に対する防護設計を講じていることを踏まえて、防護設計の要否について確認した結果を追加</u></p> |

事業許可基準規則第9条（航空機落下）と許認可実績・適合方針との比較表（3/8）

| ①事業許可基準規則 | ②許認可実績等 | ③適合方針 | ①事業許可基準規則 - ②許認可実績等 - ③適合方針の比較結果 | ②許認可実績等 - ③適合方針の本文比較結果 |
|-----------|---|---|----------------------------------|------------------------|
| | <p>により求める。</p> $V = \sqrt{\frac{2W}{\rho \cdot S \cdot C_r}} \quad C_r = \sqrt{C_L^2 + C_D^2} \quad (5.1)$ <p>ここで、 V : 飛行速度 (m/s) W : M × g M : 航空機の総質量 (kg) g : 重力加速度 (m/s²) ρ : 空気密度 (kg/m³) S : 主翼面積 (m²) C_L : 揚力係数 (-) C_D : 抗力係数 (-)</p> <p>防護設計の条件設定に当たっては、三沢対地訓練区域で多く訓練飛行を行う米国空軍のF-16C/D⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾、航空自衛隊のF-4EJ⁽²⁰⁾改及びF-2⁽²¹⁾を考慮して、航空機による衝撃荷重及びエンジンに係る条件を設定する。</p> <p>三沢対地訓練区域で訓練飛行中のF-16C/Dについて、当社が調査した結果では、搭載物は燃料タンク及び小型の模擬弾であり、総質量としては、添5第15図に示すように大部分が約16t以下である。また、F-4EJ改及びF-2については、それぞれ添5第16、添5第17図に示すようにほとんどの場合20t、14t以下である（F-1の外部搭載物調査結果による推定結果を追加説明書I（航空機質量の設定における外部搭載物について）に示す）。（5.1）式による最良滑空速度の算定においては、F-16C/D、F-4EJ改及びF-2の総質量について、それぞれ17t、22t及び16tとする。また、F-16C/D、F-4EJ改及びF-2を対象とした最良滑空速度の設定に必要な諸元を添5第12表にまとめる。</p> <p>航空機による衝撃荷重の設定に用いるF-16C/D、F-4EJ改、F-2等の諸元を添5第13表にまとめる。</p> <p>F-2は、F-16C/Dと航空機の総質量、衝突速度、機体長さ及び胴体部投影面積について比較すると、鉄筋コンクリート版に対し影響が小さくなる方向である。F-16C/DとF-4EJ改については、航空機の総質量、衝突速度についてF-4EJ改が影響が大きくなる方向であり、機体長さ、胴体部投影面積についてF-16C/Dが影響が大きくなる方向である。</p> <p>このため、F-16C/DとF-4EJ改を包絡する条件として航空機の総質量20t、速度150m/sとしたF-16相当の航空機による衝撃荷重を設定し、この衝撃荷重から求まる応答が、航空機の総質量22t、速度155m/sとしたF-4EJ改による衝撃荷重の応答よりも大きくなることを解析した</p> | <p>により求める。</p> $V = \sqrt{\frac{2W}{\rho \cdot S \cdot C_r}} \quad C_r = \sqrt{C_L^2 + C_D^2} \quad (5.1)$ <p>ここで、 V : 飛行速度 (m/s) W : M × g M : 航空機の総質量 (kg) g : 重力加速度 (m/s²) ρ : 空気密度 (kg/m³) S : 主翼面積 (m²) C_L : 揚力係数 (-) C_D : 抗力係数 (-)</p> <p>防護設計の条件設定に当たっては、三沢対地訓練区域で多く訓練飛行を行う米国空軍のF-16C/D⁽⁷⁴⁾⁽⁷⁵⁾、航空自衛隊のF-4EJ⁽⁷⁶⁾改及びF-2⁽⁷⁷⁾を考慮して、航空機による衝撃荷重及びエンジンに係る条件を設定する。</p> <p>三沢対地訓練区域で訓練飛行中のF-16C/Dについて、当社が調査した結果では、搭載物は燃料タンク及び小型の模擬弾であり、総質量としては、添5第26図に示すように大部分が約16t以下である。また、F-4EJ改及びF-2については、それぞれ添5第27、添5第28図に示すようにほとんどの場合20t、14t以下である（F-1の外部搭載物調査結果による推定結果を追加説明書I（航空機質量の設定における外部搭載物について）に示す）。</p> <p>（5.1）式による最良滑空速度の算定においては、F-16C/D、F-4EJ改及びF-2の総質量について、それぞれ17t、22t及び16tとする。また、F-16C/D、F-4EJ改及びF-2を対象とした最良滑空速度の設定に必要な諸元を添5第22表にまとめる。</p> <p>航空機による衝撃荷重の設定に用いるF-16C/D、F-4EJ改、F-2等の諸元を添5第23表にまとめる。</p> <p>F-2は、F-16C/Dと航空機の総質量、衝突速度、機体長さ及び胴体部投影面積について比較すると、鉄筋コンクリート版に対し影響が小さくなる方向である。F-16C/DとF-4EJ改については、航空機の総質量、衝突速度についてF-4EJ改が影響が大きくなる方向であり、機体長さ、胴体部投影面積についてF-16C/Dが影響が大きくなる方向である。</p> <p>このため、F-16C/DとF-4EJ改を包絡する条件として航空機の総質量20t、速度150m/sとしたF-16相当の航空機による衝撃荷重を設定し、この衝撃荷重から求まる応答が、航空機の総質量22t、速度155m/sとしたF-4EJ改による衝撃荷重の応答よりも大きくなることを解析した</p> | | |

事業許可基準規則第9条（航空機落下）と許認可実績・適合方針との比較表（4/8）

| ①事業許可基準規則 | ②許認可実績等 | ③適合方針 | ①事業許可基準規則 - ②許認可実績等 - ③適合方針の比較結果 | ②許認可実績等 - ③適合方針の本文比較結果 |
|-----------|--|---|----------------------------------|------------------------|
| | <p>（解析結果を追加説明書Ⅱ（F-4EJ改の衝撃荷重による応答の評価）に示す）。</p> <p>また、エンジンに係る条件については、安全側の条件となるよう、F-4EJ改の2基のエンジン（質量1.745t/基、吸気口部直径0.992m）と等価な質量、断面積を有するエンジンとし、エンジンの質量3.49t、エンジン吸気口部直径1.403m、エンジンの衝突速度155m/sを用いる。F-16C/D、F-4EJ改、F-2等のエンジン諸元を添5第14表に示す。</p> <p>(4) 建物・構築物の防護設計</p> <p>航空機は、柔な機体とそれと比べて比較的硬いエンジンから構成されているという構造的特徴があり、航空機衝突時の建物・構築物の損傷の評価においては、比較的硬いエンジンの衝突による貫通等の局所的な破壊と機体全体の衝突による鉄筋コンクリート版の全体的な破壊という二つの現象を考慮する。</p> <p>防護設計を行う建物・構築物は、エンジンの衝突による貫通を防止でき、航空機全体の衝撃荷重によるコンクリートの圧縮破壊及び鉄筋の破断による版の全体的な破壊を防止できる堅固な構造とする。</p> <p>壁等に設けられた開口部について、開口面積の大きいものは、堅固な壁等による迷路構造により開口内部を直接見込めない構造とすることによって防護設計を行う。</p> <p>また、航空機が加工施設まで滑空する場合には、東又は南方向から角度をもって施設に向かうと考えられるが、安全側の設計として、荷重はすべての方向の壁及び屋根等に対して直角に作用するものとする。</p> <p>なお、防護設計を行う建物・構築物は、航空機搭載燃料の燃焼による火災を考慮した設計とする。この際の圧力影響は、無視できる程小さいため⁽³⁰⁾考慮しない。</p> <p>① エンジンによる鉄筋コンクリート版の防護厚さは、適合性が確認されているDegenによる剛飛来物の貫通限界厚さの評価式⁽³¹⁾に、実物航空機のエンジンを用いた実験⁽³²⁾から得られた成果を反映した(5.2)式により求められる貫通限界厚さを下回らないものとする。</p> $e = 0.65(2.54 \times e') \dots\dots\dots (5.2)$ <p>ただし、</p> <p>1. $1.52 \leq X/d \leq 13.42$の場合 $e'/d = 0.69 + 1.29(X/d)$</p> <p>2. $1.52 \geq X/d$の場合 $e'/d = 2.2(X/d) - 0.3(X/d)^2$</p> <p>貫入深さ(X)は、 $X/d \leq 2.0$の場合 $X/d = 2 \{ (180/\sqrt{fc'}) \times 0.72 d^{0.2} \times D / (V/1000)^{1.8} \}^{0.5}$</p> | <p>した（解析結果を追加説明書Ⅱ（F-4EJ改の衝撃荷重による応答の評価）に示す）。</p> <p>また、エンジンに係る条件については、安全側の条件となるよう、F-4EJ改の2基のエンジン（質量1.745t/基、吸気口部直径0.992m）と等価な質量、断面積を有するエンジンとし、エンジンの質量3.49t、エンジン吸気口部直径1.403m、エンジンの衝突速度155m/sを用いる。F-16C/D、F-4EJ改、F-2等のエンジン諸元を添5第24表に示す。</p> <p>d. 建物・構築物の防護設計</p> <p>航空機は、柔な機体とそれと比べて比較的硬いエンジンから構成されているという構造的特徴があり、航空機衝突時の建物・構築物の損傷の評価においては、比較的硬いエンジンの衝突による貫通等の局所的な破壊と機体全体の衝突による鉄筋コンクリート版の全体的な破壊という二つの現象を考慮する。</p> <p>防護設計を行う建物・構築物は、エンジンの衝突による貫通を防止でき、航空機全体の衝撃荷重によるコンクリートの圧縮破壊及び鉄筋の破断による版の全体的な破壊を防止できる堅固な構造とする。</p> <p>壁等に設けられた開口部について、開口面積の大きいものは、堅固な壁等による迷路構造により開口内部を直接見込めない構造とすることによって防護設計を行う。</p> <p>また、航空機が加工施設まで滑空する場合には、東又は南方向から角度をもって施設に向かうと考えられるが、安全側の設計として、荷重はすべての方向の壁及び屋根等に対して直角に作用するものとする。</p> <p>なお、防護設計を行う建物・構築物は、航空機搭載燃料の燃焼による火災を考慮した設計とする。この際の圧力影響は、無視できる程小さいため⁽³⁵⁾考慮しない。</p> <p>(a) エンジンによる鉄筋コンクリート版の防護厚さは、適合性が確認されているDegenによる剛飛来物の貫通限界厚さの評価式⁽³⁶⁾に、実物航空機のエンジンを用いた実験⁽³⁷⁾から得られた成果を反映した(5.2)式により求められる貫通限界厚さを下回らないものとする。</p> $e = 0.65(2.54 \times e') \dots\dots\dots (5.2)$ <p>ただし、</p> <p>1. $1.52 \leq X/d \leq 13.42$の場合 $e'/d = 0.69 + 1.29(X/d)$</p> <p>2. $1.52 \geq X/d$の場合 $e'/d = 2.2(X/d) - 0.3(X/d)^2$</p> <p>貫入深さ(X)は、 $X/d \leq 2.0$の場合 $X/d = 2 \{ (180/\sqrt{fc'}) \times 0.72 d^{0.2} \times D / (V/1000)^{1.8} \}^{0.5}$</p> | | |

事業許可基準規則第9条（航空機落下）と許認可実績・適合方針との比較表（5/8）

| ①事業許可基準規則 | ②許認可実績等 | ③適合方針 | ①事業許可基準規則 - ②許認可実績等 - ③適合方針の比較結果 | ②許認可実績等 - ③適合方針の本文比較結果 |
|-----------|---|---|----------------------------------|--|
| | <p>X/d ≥ 2.0の場合 $X/d = (180/\sqrt{fc'}) \times 0.72 d^{0.2} \times D (V/1000)^{1.8} + 1$ ここで、 e : 貫通限界厚さ (cm) e' : Degen式による貫通限界厚さ (in) X : 貫入深さ (in) d : エンジン有効直径 (in) fc' : コンクリート圧縮強度 (lbf/in²) D : W/d³ (lbf/in³) W : エンジン重量 (lbf) V : 衝突速度 (ft/s)</p> <p>なお、エンジン有効直径としては、エンジン吸気口部直径を用いることとする。</p> <p>② 機体全体の衝突による建物・構築物の破壊に対しては、衝撃荷重を用いた版の応答解析を行い、コンクリートの圧縮破壊及び鉄筋の破断を生じさせない設計とする。 a. 衝撃荷重は、Rieraが理論的に導いた評価式⁽³³⁾に、実物航空機を用いた実験⁽³²⁾から得られた成果を反映した(5.3)式により求める。 $F(t) = Pc\{x(t)\} + 0.9\mu\{x(t)\} \times V(t)^2 \dots\dots\dots (5.3)$ ここで、 F(t) : 衝撃荷重 (N) Pc{x(t)} : 衝突面における航空機の破壊強度 (N) μ{x(t)} : 衝突面における航空機の単位長さ当たりの質量 (kg/m) V(t) : 衝突面における航空機の速度 (m/s) x(t) : 時刻 t における機体軸方向の衝突位置 (m) Pc{x(t)}及びμ{x(t)}は、文献⁽³²⁾を参考に、航空機の重量、長さに合わせて策定し、設計に用いる衝撃荷重曲線は、(5.3)式による算定結果に対し、全体的な形状をとらえ、力積が下回らないように平滑化した。 上記により得られた衝撃荷重曲線を添5第18図に示す。 b. コンクリートの圧縮破壊及び鉄筋の破断による版の破壊防止に対する許容値は、米国土木学会等⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾の文献及び日本工業規格を参考に次の値とする。 コンクリートの圧縮歪み : 6,500×10⁻⁶ 鉄筋の引張歪み : 60,000×10⁻⁶</p> | <p>X/d ≥ 2.0の場合 $X/d = (180/\sqrt{fc'}) \times 0.72 d^{0.2} \times D (V/1000)^{1.8} + 1$ ここで、 e : 貫通限界厚さ (cm) e' : Degen式による貫通限界厚さ (in) X : 貫入深さ (in) d : エンジン有効直径 (in) fc' : コンクリート圧縮強度 (lbf/in²) D : W/d³ (lbf/in³) W : エンジン重量 (lbf) V : 衝突速度 (ft/s)</p> <p>なお、エンジン有効直径としては、エンジン吸気口部直径を用いることとする。</p> <p>(b) 機体全体の衝突による建物・構築物の破壊に対しては、衝撃荷重を用いた版の応答解析を行い、コンクリートの圧縮破壊及び鉄筋の破断を生じさせない設計とする。 i. 衝撃荷重は、Rieraが理論的に導いた評価式⁽⁸⁸⁾に、実物航空機を用いた実験⁽⁸⁷⁾から得られた成果を反映した(5.3)式により求める。 $F(t) = Pc\{x(t)\} + 0.9\mu\{x(t)\} \times V(t)^2 \dots\dots\dots (5.3)$ ここで、 F(t) : 衝撃荷重 (N) Pc{x(t)} : 衝突面における航空機の破壊強度 (N) μ{x(t)} : 衝突面における航空機の単位長さ当たりの質量 (kg/m) V(t) : 衝突面における航空機の速度 (m/s) x(t) : 時刻 t における機体軸方向の衝突位置 (m) Pc{x(t)}及びμ{x(t)}は、文献⁽⁸⁷⁾を参考に、航空機の重量、長さに合わせて策定し、設計に用いる衝撃荷重曲線は、(5.3)式による算定結果に対し、全体的な形状をとらえ、力積が下回らないように平滑化した。 上記により得られた衝撃荷重曲線を添5第29図に示す。 ii. コンクリートの圧縮破壊及び鉄筋の破断による版の破壊防止に対する許容値は、米国土木学会等⁽⁸⁹⁾⁽⁹⁰⁾の文献及び日本産業規格を参考に次の値とする。 コンクリートの圧縮歪み : 6,500×10⁻⁶ 鉄筋の引張歪み : 60,000×10⁻⁶</p> <p>e. 航空機落下確率評価 航空機落下確率評価に当たっては航空機落下評価ガイド等に基づき、施設に対する追加の防護設計の要否を確認する。</p> | | <p>【新規基準の第9条要求による変更】 航空機落下について、航空機に対する防護設計を講じていることを踏まえて、追加の防護設計の要否について確認した結果を規則への適合性として追加</p> |

事業許可基準規則第9条（航空機落下）と許認可実績・適合方針との比較表（6/8）

| ①事業許可基準規則 | ②許認可実績等 | ③適合方針 | ①事業許可基準規則 - ②許認可実績等 - ③適合方針の比較結果 | ②許認可実績等 - ③適合方針の本文比較結果 |
|-----------|---------|---|----------------------------------|------------------------|
| | | <p><u>安全機能を有する施設は、その重要度に応じてその機能を確保することが要求されていること、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設はその機能の喪失により公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれがあること、並びに安全機能を有する施設は臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないことを要求されていることから、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設を収納する建屋を航空機落下確率の評価対象とする。</u></p> <p>(a) 評価対象とする航空機落下事故の選定 航空機落下については、航空機落下評価ガイドに基づき、航空機落下事故の分類ごとに航空機落下確率評価の要否を確認する。</p> <p>i. 計器飛行方式民間航空機の落下事故 (i) 飛行場での離着陸時における落下事故について、MOX燃料加工施設周辺に立地する三沢空港の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域から外れることから、航空機落下確率評価は不要とする。 (ii) 航空路を巡航中の落下事故について、MOX燃料加工施設上空に「航空法」第37条に基づく航空路の指定に関する告示により指定されている航空路は存在しないが、航空路誌（AIP）に掲載された直行経路MISAWA（MIS）－CHITOSE（ZYT）が存在することから、当該直行経路を計器飛行方式民間航空機が飛行することを想定し、航空機落下確率評価を行う。</p> <p>ii. 有視界飛行方式民間航空機の落下事故 MOX燃料加工施設上空の三沢特別管制区は、「航空法」第94条の2により計器飛行方式によらなければ飛行してはならないとされていることから、航空機落下確率評価は不要とする。</p> <p>iii. 自衛隊機又は米軍機の落下事故 (i) 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故について、MOX燃料加工施設の上空に訓練空域は存在しないことから、訓練空域外を飛行中の落下事故について、航空機落下確率評価を行う。 (ii) 基地－訓練空域間往復時の落下事故について、MOX燃料加工施設は、基地－訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置しないことから、航空機落下確率評価は不要とする。</p> <p>(b) 評価対象とする航空機落下事故 評価対象とする航空機落下事故は、国内における落下事故とし、対象期間は計器飛行方式民間航空機については平成11年1月から平成30年12月までの20年間、自衛隊機又は米軍機については平成11年4月から平成31年3月までの20年間とする。</p> | | |

事業許可基準規則第9条（航空機落下）と許認可実績・適合方針との比較表（7/8）

| ①事業許可基準規則 | ②許認可実績等 | ③適合方針 | ①事業許可基準規則 - ②許認可実績等 - ③適合方針の比較結果 | ②許認可実績等 - ③適合方針の本文比較結果 |
|-----------|---------|---|----------------------------------|------------------------|
| | | <p>i. 計器飛行方式民間航空機の落下事故 対象期間において、航空路を巡航中の落下事故は発生していないが、安全側に事故件数を0.5回とする。</p> <p>ii. 自衛隊機又は米軍機の落下事故 MOX燃料加工施設は、F-16等がMOX燃料加工施設に衝突した場合でも、航空機に対して貫通が防止でき、かつ、航空機による衝撃荷重に対して健全性が確保できるよう、堅固な建物・構築物で適切に保護する設計とする。 当該設計方針が再処理施設と同様であることから、原子力規制委員会（令和元年8月21日）で航空機落下確率評価について示された再処理施設の審査方針を踏まえ、MOX燃料加工施設に対する航空機落下確率評価においては、航空機落下評価ガイドの「有視界飛行方式民間航空機の落下事故」の落下確率評価を参考とし、航空機の衝突による影響がF-16等と同程度かそれ以下の航空機については、有視界飛行方式民間航空機の落下確率を求める際に小型機に対して用いる1/10の係数を適用する。 係数を適用する場合の条件を以下に示す。</p> <p>(i) 機体全体の衝突による全体的な破壊 全体的な破壊に用いる衝撃荷重の設定要素となる機体重量及び速度のいずれもF-16等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用する。</p> <p>(ii) エンジンの衝突による局所的な破壊 局所的な破壊に用いる貫通限界厚さ及び裏面剥離限界厚さの算定要素となるエンジン重量及び速度のいずれもF-16等の防護設計条件を下回る場合は係数を適用する。 評価対象とする航空機落下事故は、自衛隊機10回（うち8回が係数適用）及び米軍機3回（うち2回が係数適用）となる。</p> <p>(c) 標的面積の設定 MOX燃料加工施設の標的面積の設定に当たっては、防護設計の要否確認の対象として選定した安全上重要な施設を収納する建屋の面積を標的面積とする。 MOX燃料加工施設において安全上重要な施設を収納する建屋は燃料加工建屋であり、燃料加工建屋の面積は0.01km²以下であるため、MOX燃料加工施設の標的面積を0.010km²とする。</p> <p>(d) 落下確率の評価方法 「計器飛行方式民間航空機」及び「自衛隊機又は米軍機」の航空機落下確率の評価式を以下に示す。</p> <p>i. 計器飛行方式民間航空機</p> | | |

事業許可基準規則第9条（航空機落下）と許認可実績・適合方針との比較表（8/8）

| ①事業許可基準規則 | ②許認可実績等 | ③適合方針 | ①事業許可基準規則 - ②許認可実績等 - ③適合方針の比較結果 | ②許認可実績等 - ③適合方針の本文比較結果 |
|-----------|---------|--|----------------------------------|------------------------|
| | | $P_C = \frac{f_c \times N_C \times A}{W}$ <p> P_C : MOX燃料加工施設への巡航中の航空機落下確率 (回/年) N_C : 評価対象とする直行経路の年間飛行回数 (飛行回/年) A : MOX燃料加工施設の標的面積 (km²) W : 航空路幅 (km) $f_c = G_c/H_c$: 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率 (回/ (飛行回・km)) G_c : 巡航中事故件数 (回) H_c : 延べ飛行距離 (飛行回・km) </p> <p>ii. 自衛隊機又は米軍機</p> $P_{SO} = \left(\frac{f_{SO1}}{S_0} \times A \times \alpha \right) + \left(\frac{f_{SO2}}{S_0} \times A \right)$ <p> P_{SO} : 訓練空域外を飛行中の自衛隊機又は米軍機のMOX燃料加工施設への航空機落下確率 (回/年) f_{SO1} : 係数を適用する航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) f_{SO2} : 係数を適用しない航空機による単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) S_0 : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積 (km²) A : MOX燃料加工施設の標的面積 α : 航空機の衝突による影響がF-16等と同程度かそれ以下の航空機に対する係数 </p> <p>(e) MOX燃料加工施設への航空機落下確率 MOX燃料加工施設への航空機落下確率は、「計器飛行方式民間航空機」及び「自衛隊機又は米軍機」の航空機落下確率の総和とする。 燃料加工建屋を対象とすると、計器飛行方式民間航空機の航空機落下確率は5.4×10^{-11} (回/年)、自衛隊機又は米軍機の航空機落下確率は6.4×10^{-9} (回/年)、航空機落下確率の総和は、6.5×10^{-9} (回/年) となり、防護設計の判断基準である 10^{-7} (回/年) を超えないことから、追加の防護設計は必要ない。 </p> | | |