

【公開版】

提出年月日	令和2年8月12日	R11
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

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（2/9）

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 イ. 安全設計の方針 (イ) 安全設計の基本方針 (7) 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、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及び施設の特徴を配慮し、仮に訓練飛行中の航空機が墜落することを想定したときに、安全確保上支障がないように加工施設の設計を行う。</p> <p>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 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。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徴を配慮して、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</p>	<p>添付書類五 イ. 安全設計の方針 (イ) 安全設計の基本方針</p> <p>(●) 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。）が発生した場合においても安全機能を損なわない設計とする。 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設計とする。さらに、安全機能を有する施設は、敷地内又はその周辺において想定される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。 また、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、工程停止する等、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。</p> <p>ト. 外部からの衝撃による損傷の防止に対する考慮 (ト) 航空機落下 (1) 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、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。</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、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徴を配慮して、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</p>		<p>【新規基準の第9条要求による変更】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・規則解釈に合わせ、明確化された自然現象を追加 ・規則解釈に合わせ、異種の自然現象の重量及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮することを追記 ・規則解釈に合わせ、想定される外部人為事象の追加 <p>【新規基準の第9条要求による変更】</p> <p>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</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（3/9）

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>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抽出すると、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⁾。このときの航空機は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。</p> <p>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⁾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、</p> <ul style="list-style-type: none"> 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>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-4E</p>	<p>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抽出すると、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⁾。このときの航空機は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。</p> <p>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⁾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、</p> <ul style="list-style-type: none"> 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>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</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（4/9）

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>J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（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>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（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</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（5/9）

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>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、 $1.52 \leq X/d \leq 13.42$の場合 $e'/d = 0.69 + 1.29(X/d)$ $1.52 \geq X/d$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 $X/d = 2 \{ (180/\sqrt{fc'}) \times 0.72 d^{0.2} \times D (V/1000)^{1.8} \}^{0.5}$ $X/d \geq 2.0$の場合 $X/d = (180/\sqrt{fc'}) \times 0.72 d^{0.2} \times D (V/1000)^{1.8} + 1$</p> <p>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。</p> <p>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。</p> $F(t) = P_c \{x(t)\} + 0.9\mu \{x(t)\} \times V(t)^2 \dots\dots\dots (5.3)$ <p>ここで、 F(t) : 衝撃荷重 (N) P_c{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数 度 (m/s)</p>	<p>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、 $1.52 \leq X/d \leq 13.42$の場合 $e'/d = 0.69 + 1.29(X/d)$ $1.52 \geq X/d$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 $X/d = 2 \{ (180/\sqrt{fc'}) \times 0.72 d^{0.2} \times D (V/1000)^{1.8} \}^{0.5}$ $X/d \geq 2.0$の場合 $X/d = (180/\sqrt{fc'}) \times 0.72 d^{0.2} \times D (V/1000)^{1.8} + 1$</p> <p>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。</p> <p>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。</p> $F(t) = P_c \{x(t)\} + 0.9\mu \{x(t)\} \times V(t)^2 \dots\dots\dots (5.3)$ <p>ここで、 F(t) : 衝撃荷重 (N) P_c{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数 度 (m/s) x(t) : 時刻 t における機体軸方向</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（6/9）

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>$x(t)$: 時刻 t における機体軸方向の衝突位置 (m)</p> <p>$P_c\{x(t)\}$ 及び $\mu\{x(t)\}$ 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。</p> <p>上記により得られた衝撃荷重曲線を添5第18図に示す。</p> <p>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 : $6,500 \times 10^{-6}$ 鉄筋の引張歪み : $60,000 \times 10^{-6}$</p>	<p>の衝突位置 (m)</p> <p>$P_c\{x(t)\}$ 及び $\mu\{x(t)\}$ 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。</p> <p>上記により得られた衝撃荷重曲線を添5第18図に示す。</p> <p>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 : $6,500 \times 10^{-6}$ 鉄筋の引張歪み : $60,000 \times 10^{-6}$</p> <p>(5) 航空機落下確率評価 航空機落下確率評価に当たっては「<u>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</u>」(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「<u>航空機落下評価ガイド</u>」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。</p> <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>① 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>a. 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$\pm 60^\circ$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(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>b. 有視界飛行方式民間航空機の落下事故</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、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</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（7/9）

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>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>c. 自衛隊機又は米軍機の落下事故</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>② 評価対象とする航空機落下事故</p> <p>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> <p>a. 計器飛行方式民間航空機の落下事故</p> <p>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>b. 自衛隊機又は米軍機の落下事故</p> <p>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。</p> <p>自衛隊機又は米軍機の航空機落下に対しては、再処理事業変更許可申請書（令和2年7月29日変更許可）においては、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・構築物に対する航空機落下確率評価に対し、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の係数を適用し、航空機落下確率を評価することとしている。</p> <p>これらを踏まえ、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。</p> <p>係数を適用する場合の条件を以下に示す。</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（8/9）

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>(a) 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>(b) 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>③ 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>④ 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>a. 計器飛行方式民間航空機</p> $P_c = \frac{f_c \times N_c \times A}{W}$ <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>b. 自衛隊機又は米軍機</p> $P_{SO} = \left(\frac{f_{SO1}}{S_o} \times A \times \alpha \right) + \left(\frac{f_{SO2}}{S_o} \times A \right)$ <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）</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（9/9）

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>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)</p> <p>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 (km²)</p> <p>A : MOX燃料加工施設の標的面積</p> <p>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>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。</p> <p>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>		