

【公開版】

提出年月日	令和2年1月10日 R3
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
(外部火災)

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. 安全設計方針

3. 外部火災防護施設

4. 森林火災

- 4. 1 概 要
- 4. 2 森林火災の想定
- 4. 3 評価対象範囲
- 4. 4 入力データ
- 4. 5 延焼速度及び火線強度の算出
- 4. 6 火炎到達時間による消火活動
- 4. 7 防火帯幅の設定
- 4. 8 危険距離の確保及び熱影響評価について
- 4. 9 異種の自然現象の重畳及び設計基準事故との組合せ

5. 近隣工場等の火災及び爆発

- 5. 1 概 要
- 5. 2 石油備蓄基地火災
- 5. 3 敷地内のMOX燃料加工施設以外の危険物タンク等の火災及び爆発
- 5. 4 近隣工場等の火災と森林火災の重畳評価

5. 5 敷地内に存在するMOX燃料加工施設の危険物タンク等の火災又は爆発
6. 航空機墜落による火災
 6. 1 概 要
 6. 2 航空機墜落による火災の想定
 6. 3 墜落による火災を想定する航空機の選定
 6. 4 航空機墜落地点の設定及び離隔距離の設定
 6. 5 外部火災防護施設への熱影響評価について
 6. 6 航空機墜落による火災と敷地内の危険物タンク等の火災又は爆発の重畳について
7. 危険物タンク等への熱影響
 7. 1 概 要
 7. 2 評価対象
 7. 3 熱影響について
 7. 4 近隣工場等の爆発の影響について
8. 二次的影響評価
 8. 1 ばい煙の影響
 8. 2 有毒ガスの影響
9. 消火体制
10. 火災防護計画を策定するための方針
11. 手順等

2章 補足説明資料

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。）の比較並びに当該指針を踏まえたこれまでの許認可実績により、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1-1表）

第1-1表 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1-1表 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> <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>前記のとおり</p>

第1-1表 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1-1表 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 (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 (解説)</p> <p>2 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。</p> <p>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。</p> <p>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1-1表 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、MOX燃料加工施設敷地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，MOX燃料加工施設敷地で想定される自然現象のうち，洪水，地滑りについては，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る。

また，安全機能を有する施設は，MOX燃料加工施設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，MOX燃料加工施設敷地又はその周辺において想定さ

れる人為事象のうち、ダムの崩壊、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（故意によるものを除く。）の組み合わせについては、地震、津波、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、火山の影響、生物学的事象、森林火災等を考慮する。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及び人為事象（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安全機能を有する施設以外の施設又は設備等（重大事故等対処設備を含む。）への措置を含める。

（2） 外部火災の影響

安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設は、想定される外部火災において、最も厳しい火災が発生した場合においても、防護する施設（以下、「外部火災防護対象設備」という。）とし、その安全機能を損なわない設計とする。その他の安全機能を有する施設については、外部火災に対して機能を維持すること若しくは外部火災により損傷した場合を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障が生じない期間に補修を行うこと又はそれらを組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

自然現象として想定される森林火災については、敷地への延焼防止を目的として、MOX燃料加工施設の敷地周辺の植生を確認し、作成した植生データ及び敷地の気象条件等を基に解析

によって求めた最大火線強度（9128kW/m）から算出される防火帯（幅 25m以上）を敷地内に設ける。

防火帯は延焼防止機能を損なわない設計とし、防火帯内には原則として可燃物となるものは設置しない。可燃物を設置する場合には、延焼防止機能を損なわないよう不燃性シートで覆う等の対策を実施する。

また、森林火災からの輻射強度の影響を考慮した場合においても、離隔距離の確保等により、外部火災防護対象設備を収容する建屋等の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

人為事象（故意によるものを除く。）として想定される近隣工場等の火災及び爆発、敷地内に存在する屋外の危険物タンク及び可燃性ガスボンベ（以下、「危険物タンク等」という。）の火災及び爆発の影響については、離隔距離の確保等により、外部火災防護対象設備を収容する建屋等の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

航空機墜落による火災については、落下確率が 10^{-7} （回/年）以上になる範囲のうち外部火災防護施設への影響が最も厳しくなる地点に墜落する火災を想定し、火災からの輻射強度の影響により、建屋外壁等の温度上昇を考慮した場合においても、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

外部火災の二次的影響であるばい煙による影響については、換気設備等に適切な防護対策を講じることで、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。また、有毒ガ

スによる影響については，中央監視室の居住性に影響を与える兆候が見られる場合は，外気を遮断する措置を講じ，必要に応じて防護具を着用の上，施設の監視を行うことで，MOX燃料加工施設の安全機能を維持する運用とする。

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1項及び第2項について

安全機能を有する施設に対しては、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MOX燃料加工施設の安全性を損なわない設計とする。また、安全上重要な施設は、想定される自然現象により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する設計とする。

(1) 森林火災

森林火災については、森林火災シミュレーション解析コード（以下、「FARSITE」という。）により算出される最大火線強度に基づいた防火帯幅を敷地内に確保する設計とする。また、火災からの離隔距離の確保等により、外部火災防護対象設備を収容する建屋等の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

その他の安全機能を有する施設については、外部火災によ

り損傷した場合を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障が生じない期間に補修を行うこと又はそれらを組み合わせることにより、安全機能を損なわない設計とする。

森林火災により発生するばい煙の発生に伴う影響に対して、外部火災防護対象設備を収容する燃料加工建屋は、換気設備の給気設備のフィルタ及び手動ダンパによりばい煙の侵入を防止する設計とする。外気を設備内に取り込む外部火災防護対象設備の非常用所内電源設備の非常用発電機については、フィルタによりばい煙の侵入を防止する設計とする。

なお、中央監視室の居住性に影響を与える兆候が見られる場合は、気体廃棄物の廃棄設備の建屋排風機、工程室排風機、グローブボックス排風機、送風機及び窒素循環ファン並びに燃料加工建屋の非管理区域の換気・空調を行う設備（以下、「全送排風機」という。）の停止及び手動ダンパの閉止の措置を講じ、必要に応じて防護具を着用の上、施設の監視を行うことで、MOX燃料加工施設の安全機能を維持する運用とする。

第3項について

安全機能を有する施設は、人為事象に対して安全性を損なわない設計とする。

想定される人為事象は、国内外の文献を参考に人為事象を抽出し、MOX燃料加工施設の立地及び周辺環境を踏まえてMOX燃料加工施設の安全性に影響を与える可能性のある事象を選定した

上で、設計上の考慮が必要な人為事象を想定する。

(1) 爆 発

敷地周辺 10km の範囲内に存在する石油コンビナートとしては、むつ小川原国家石油備蓄基地（以下、「石油備蓄基地」という。）があるが、危険物のみを有する施設であり、爆発の影響評価の対象となる高圧ガスを貯蔵していない。

敷地周辺 10km の範囲内に存在する高圧ガス貯蔵施設としては、敷地内に設置される再処理施設の還元ガス製造建屋の水素ボンベ及び低レベル廃棄物処理建屋のプロパンボンベ庫のプロパンボンベを爆発の影響評価の対象とする。

再処理施設の還元ガス製造建屋の水素ボンベ及び低レベル廃棄物処理建屋のプロパンボンベ庫のプロパンボンベは、屋内に設置し、着火源を排除するとともに可燃性ガスが漏えいした場合においても滞留しない構造としているため、爆発に至ることはなく、外部火災防護対象設備を収容する建屋に対して影響を与えないことから、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない。

敷地内に存在するMOX燃料加工施設の高圧ガス貯蔵施設としては、高圧ガストレーラ庫を爆発の影響評価の対象とする。高圧ガストレーラ庫は、高圧ガス保安法に基づき、着火源を排除するとともに、可燃性ガスが漏えいした場合でも滞留しない構造とすることから、爆発に至らない。また、爆発したときに発生する爆風が上方向に解放されることを妨げない構造とする。なお、外部火災防護施設は、高圧ガストレーラ庫の爆発源から危険限界距離(55m)以上の離隔距離を確保する。

(2) 近隣工場等の火災及び航空機墜落による火災

① 近隣工場等の火災

敷地周辺 10km の範囲内に存在する石油コンビナートとしては、MOX燃料加工施設に与える影響が大きい石油備蓄基地（敷地西方向約 0.9km）を近隣工場等の火災の影響評価の対象とする。石油備蓄基地の原油タンク火災による輻射強度を考慮した場合においても、離隔距離の確保により、外部火災防護対象設備を収容する建屋等の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。また、敷地内に存在する危険物タンク等の火災による輻射強度を考慮した場合においても、外部火災防護対象設備を収容する建屋の外壁温度を許容温度以下とすることにより外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

② 航空機墜落による火災

航空機墜落による火災については、落下確率が 10^{-7} （回/年）以上になる範囲のうち外部火災防護施設への影響が最も厳しくなる地点への墜落を想定し、火災からの輻射強度の影響により、建屋外壁等の温度上昇を考慮した場合においても、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

また、航空機墜落による火災と危険物タンク等の火災又は爆発との重畳を考慮した場合においても、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

③ 二次的影響（ばい煙及び有毒ガス）

近隣工場等の火災及び航空機墜落による火災により発生するばい煙の影響に対しては、外気を取り込む施設について適切

な防護対策を講じることで、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。外気を取り込む設備である燃料加工建屋の換気設備の給気設備については、フィルタ及び手動ダンパを設置する。外気を取り込む外部火災防護対象設備である非常用所内電源設備の非常用発電機については、フィルタを設置する。また、外部火災によりばい煙及び有毒ガスが発生し、MOX燃料加工施設に影響があると判断される場合は、全工程停止の措置を講ずる。

近隣工場等の火災及び航空機墜落による火災により発生する有毒ガスの影響については、中央監視室の居住性に影響を与える兆候が見られる場合は、全送排風機の停止及び手動ダンパの閉止の措置を講じ、必要に応じて防護具を着用の上、施設の監視を行うことで、MOX燃料加工施設の安全機能を維持する運用とする。

2. 安全設計方針

原子力規制委員会の定める「加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年12月6日原子力規制委員会規則第十七号）」第九条において、外部からの衝撃による損傷防止として、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。）又は人為事象（故意によるものを除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとしている。

したがって、安全機能を有する施設は、敷地及び敷地周辺で想定される自然現象並びに人為事象による火災及び爆発（以下、「外部火災」という。）の影響を受ける場合においてもその安全機能を確保するために、防火帯の設置、離隔距離の確保、建屋による防護等により、外部火災に対して安全機能を損なわない設計とする。

その上で、外部火災によってその安全機能が損なわれないことを確認する施設を、全ての安全機能を有する構築物及び設備・機器とする。外部火災から防護する施設（以下、「外部火災防護対象設備」という。）は、安全評価上その機能を期待する構築物及び設備・機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な構築物及び設備・機器を抽出し、外部火災により臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわないよう機械的強度を有すること等により、安全機能を損なわない設計とする。また、外部火災の二次的影響（ばい煙及び有毒ガス）により、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

安全上重要な構築物及び設備・機器以外の安全機能を有する施設については、防火帯によって防護すること、外部火災により損傷した場合を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障が生じない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることによ

り、安全機能を損なわない設計とする。

ここでの外部火災としては、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」(平成25年6月19日 原規技発第13061912号 原子力規制委員会決定)(以下、「外部火災ガイド」という。)を参考として、森林火災、近隣の工場、石油コンビナート等特別防災区域、危険物貯蔵所及び高圧ガス貯蔵施設(以下、「近隣工場等」という。)の火災又は爆発及び航空機墜落による火災を対象とする。また、外部火災防護対象設備へ影響を与えるおそれのある敷地内に存在する危険物タンク等については、外部火災源としての影響及び外部火災による影響を考慮する。ただし、地下に設置する重油タンクについては、熱影響を受けないことから危険物タンク等の対象から除外する。

さらに、近隣工場等の火災においては、外部火災ガイドを参考として、近隣工場等周辺の森林へ飛び火することによりMOX燃料加工施設へ迫る場合を想定し、近隣工場等の火災と森林火災の重畳を考慮する。また、敷地内への航空機墜落火災を想定することから、航空機墜落火災と危険物タンク等の火災又は爆発との重畳を考慮する。

外部火災の影響評価は、外部火災ガイドを参考として実施する。

外部火災にて想定する火災及び爆発を添5第30表に、評価内容を第2-1表に示す。また、危険物タンク等を添5第31表及び添5第32表に、危険物タンク等の配置を添5第23図に示す。

【補足説明資料2-1】

添5第30表 外部火災にて想定する火災及び爆発

種別	考慮すべき火災及び爆発
森林火災	敷地周辺 10km の範囲内に発火点を設定した <u>MOX燃料加工施設</u> に迫る火災
近隣工場等の火災及び爆発	敷地周辺 10km の範囲内に存在する石油備蓄基地の火災
	敷地内に存在する屋外の危険物タンク等の火災
	敷地内の危険物タンク等の水素ガス及びプロパンガスの爆発
	<u>MOX燃料加工施設</u> のエネルギー管理建屋に隣接する高圧ガストレーラ庫における水素の爆発
航空機墜落による火災	敷地内への航空機墜落時の火災

第2-1表 外部火災における影響評価概要

種別	考慮すべき火災及び爆発	評価内容	評価項目
森林火災	敷地周辺10kmの範囲内に発火点を設定したMOX燃料加工施設に迫る火災	<ul style="list-style-type: none"> ・FARSITE を用いた森林火災評価 ・森林火災評価に基づき外部火災防護施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・火炎の到達時間 ・防火帯幅 ・熱影響 ・危険距離 ・二次的影響（ばい煙及び有毒ガス）
近隣工場等の火災及び爆発	敷地周辺10kmの範囲内に存在する石油備蓄基地の火災	<ul style="list-style-type: none"> ・外部火災防護施設との距離を考慮した外部火災防護施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・危険輻射強度 ・熱影響 ・二次的影響（ばい煙及び有毒ガス）
	敷地内に存在する屋外の危険物タンク等の火災	<ul style="list-style-type: none"> ・危険物タンク等の火災による外部火災防護施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱影響 ・二次的影響（ばい煙及び有毒ガス）
	敷地内の危険物タンク等の水素ガス及びプロパンガスの爆発	<ul style="list-style-type: none"> ・爆発に対する設計を考慮した外部火災防護施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・爆発に対する設計方針
	MOX燃料加工施設のエネルギー管理建屋に隣接する高圧ガストレーラ庫における水素の爆発	<ul style="list-style-type: none"> ・爆発に対する設計を考慮した外部火災防護施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・爆発に対する設計方針 ・危険限界距離
	石油備蓄基地火災と森林火災の重畳	<ul style="list-style-type: none"> ・石油備蓄基地火災と森林火災の重畳による外部火災防護施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱影響
航空機墜落による火災	敷地内への航空機墜落時の火災	<ul style="list-style-type: none"> ・建屋外壁等の外部火災防護施設への影響が厳しい地点における航空機墜落による火災を想定した外部火災防護施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱影響 ・二次的影響（ばい煙及び有毒ガス）
	航空機墜落火災と危険物タンク等の火災又は爆発との重畳	<ul style="list-style-type: none"> ・航空機墜落火災と危険物タンク等の火災又は爆発との重畳による外部火災防護施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱影響 ・危険限界距離

添5第31表 MOX燃料加工施設の危険物タンク等及び貯蔵物

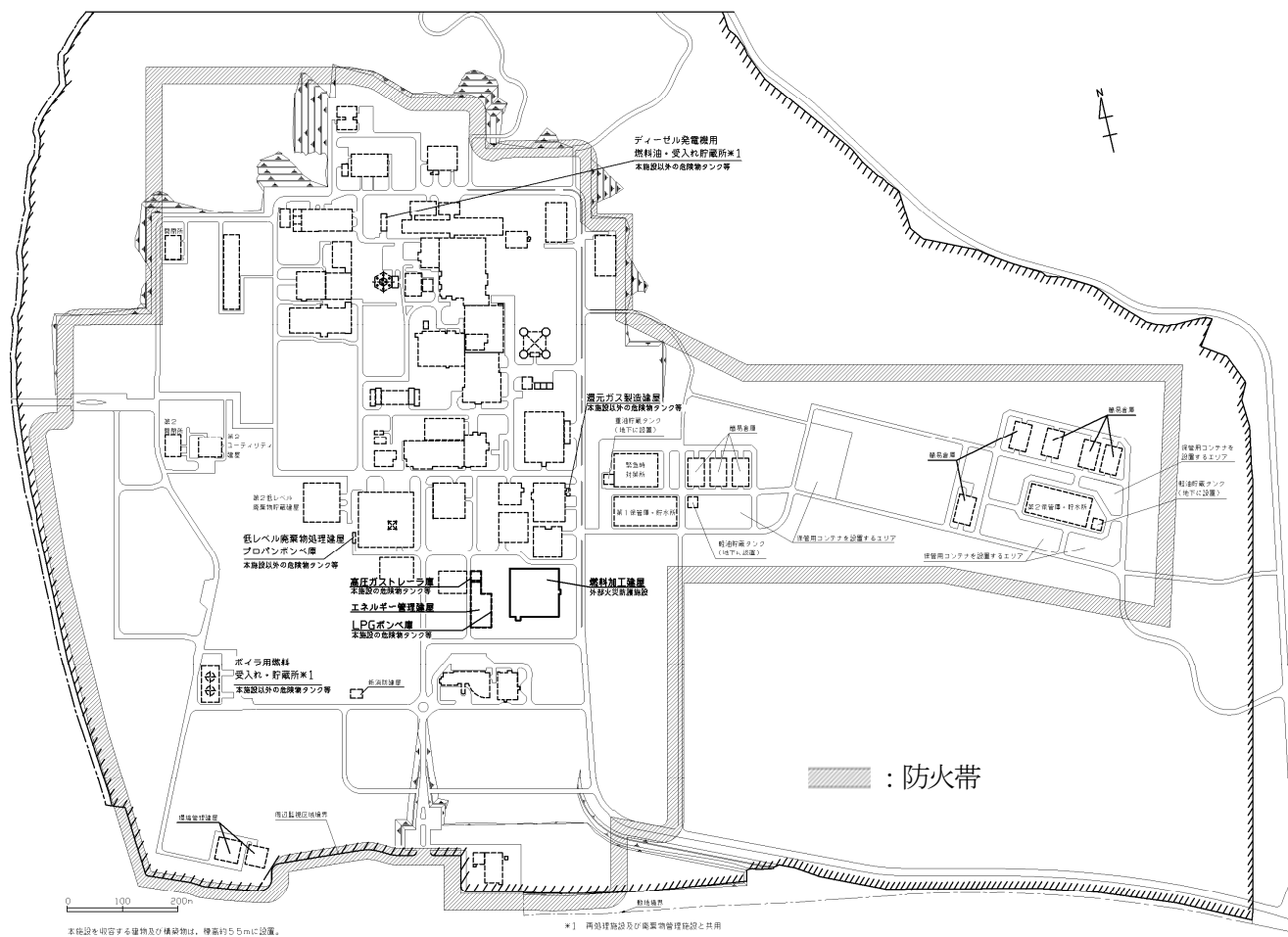
<u>MOX燃料加工施設</u> の危険物タンク等	貯蔵物
ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所 ^{*1}	重油
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所 ^{*1}	重油
高圧ガストレーラ庫	水素ガス
LPG ボンベ庫	LP ガス

*1 再処理施設及び廃棄物管理施設と共用

添5第32表 敷地内に存在するMOX燃料加工施設以外の危険物タンク等及び貯蔵物

敷地内に存在する <u>MOX燃料加工施設</u> 以外の危険物タンク等	貯蔵物
ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所 ^{*1}	重油
ボイラ用燃料貯蔵所	重油
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所 ^{*1}	重油
技術開発研究所重油貯槽	重油
精製建屋ボンベ庫	水素
還元ガス製造建屋	水素
ボイラ建屋 ボンベ置場	プロパン
低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫	プロパン

*1 再処理施設及び廃棄物管理施設と共用



添5第23図 外部火災防護施設，危険物タンク等を設置する施設及び防火帯の配置図

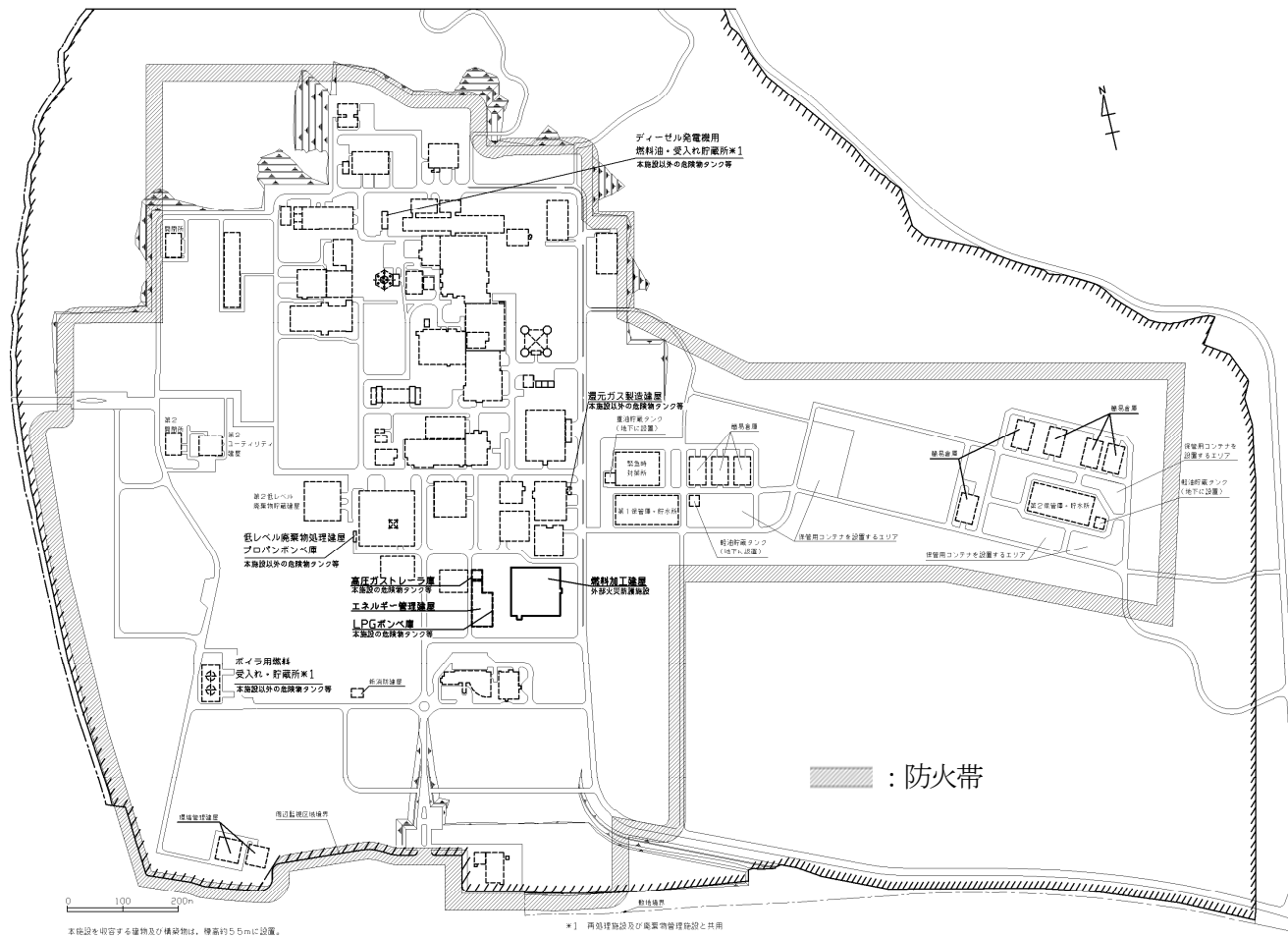
3. 外部火災防護施設【補足説明資料3-1, 補足説明資料3-2】

MOX燃料加工施設において、屋外に設置する外部火災防護対象設備はないことから、外部火災防護対象設備を収納する建屋を外部火災防護施設とする。また、火災に伴い発生するばい煙による二次的影響を考慮し、安全機能を有する施設のうち外気を取り込むことにより外部火災防護対象設備の安全機能が損なわれるおそれがある設備についても選定する。

外部火災防護対象設備は、全て燃料加工建屋（外壁厚さ 1.3m）内に設置されるため、燃料加工建屋を外部火災防護施設として選定する。外部火災防護施設の配置を添5第23図に示す。

二次的影響として、外気を取り込むことにより、外部火災防護対象設備の安全機能が損なわれるおそれがある設備を以下のとおり選定する。

- (1) 換気設備の給気設備
- (2) 非常用所内電源設備の非常用発電機



添5第23図 外部火災防護施設、危険物タンク等を設置する施設及び防火帯の配置図

4. 森林火災

4. 1 概 要

想定される森林火災については、外部火災ガイドを参考として、初期条件（可燃物量（植生）, 気象条件及び発火点）を、MOX燃料加工施設への影響が厳しい評価となるように設定し、FARSITE を用いて影響評価を実施する。

この影響評価の結果に基づき、必要な防火帯及び離隔距離を確保することにより、外部火災防護施設の温度を許容温度以下とし、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

4. 2 森林火災の想定

想定する森林火災については、外部火災ガイドを参考として、初期条件（可燃物量（植生）, 気象条件（湿度, 温度, 風速, 風向）及び発火点）を、工学的判断に基づいてMOX燃料加工施設への影響が厳しい評価となるように以下のとおり設定する。

- (1) 森林火災における各樹種の可燃物量は、青森県の森林簿及び森林計画図のデータによる現地の植生を用いる。また、敷地内の各樹種の可燃物量は現地調査により、現地の植生を用いる。
- (2) 気象条件は、立地地域及びその周辺地域における過去10年間の気象条件を調査し、青森県の森林火災の発生件数を考慮して、最小湿度、最高気温及び最大風速の組合せとする。
- (3) 風向は、最大風速記録時の風向から卓越風向を設定する。
- (4) 発火点は、青森県の森林火災の発生原因で最多となっている煙草及びたき火を踏まえて、MOX燃料加工施設から直線距離10kmの範囲における人為的行為による火災発生の可能性が高い居住地域近傍の道路沿い及び人の立ち入りがある作業エリアまでの道路沿いを候補とし、

外部火災の発生を想定したときにMOX燃料加工施設への影響評価の観点で、FARSITE より出力される火線強度及び反応強度（火炎輻射強度）の影響が厳しい評価となるよう、以下のとおり設定する。発火点の位置を添5第24図に示す。

- ① 森林火災の発生原因として多い人為的な火災発生の可能性があり、可燃物量（植生）及び卓越風向「西北西」を考慮し、敷地西側に位置（約9.5km）する横浜町吹越地区の居住区域近傍の道路沿いを「発火点1」として設定する。
 - ② 森林火災の発生原因として多い人為的な火災発生の可能性があり、可燃物量（植生）及び卓越風向「東南東」を考慮し、敷地東側に位置（約7km）するむつ小川原国家石油備蓄基地（以下、「石油備蓄基地」という。）の中継ポンプ場及び中継ポンプ場までのアクセス道路沿いを「発火点2」として設定する。
 - ③ 森林火災の発生原因として多い人為的な火災発生の可能性があり、可燃物量（植生）、卓越風向「西北西」及びMOX燃料加工施設までの火炎の到達時間が最短であることを考慮し、敷地西側に位置（約0.9km）する石油備蓄基地及び石油備蓄基地までのアクセス道路沿いを「発火点3」として設定する。
- (5) 太陽光の入射により、火線強度が増大することから、最も火線強度が増大する時刻を発火時刻として設定する。

【補足説明資料4-1】

4. 3 評価対象範囲

評価対象範囲は、外部火災ガイドを参考として、森林火災の発火想定地点を敷地周辺の10km以内とし、植生、地形及び土地利用データは発火点までの距離に安全余裕を考慮し、南北12km及び東西12kmとする。

4. 4 入力データ

FARSITE の入力データは、外部火災ガイドを参考に、以下のとおりとする。

(1) 地形データ

敷地内及び敷地周辺の土地の標高及び地形のデータについては、現地状況をできるだけ模擬するため、10mメッシュの「基盤地図情報 数値標高モデル」を用いる。

(2) 土地利用データ

敷地周辺の土地利用データについては、現地状況をできるだけ模擬するため、100mメッシュの「国土数値情報 土地利用細分メッシュ」を用いる。

(3) 植生データ

植生データについては、現地状況をできるだけ模擬するため、敷地周辺の樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿及び森林計画図の空間データを使用する。ここで、森林簿の情報を用いて、土地利用データにおける森林領域を、樹種及び林齢によりさらに細分化する。

また、敷地内の樹種や生育状況に関する情報は、実際の植生を調査し、その調査結果を使用する。

植生が混在する場合は、厳しい評価となるように可燃物量、可燃物の高さ及び可燃物熱量を考慮して入力する植生データを設定する。

(4) 気象データ

気象条件については、外部火災ガイドを参考とし、過去10年間を調査し、森林火災の発生件数が多い3月から8月の最高気温、最小湿度及び最大風速の組合せを考慮し、風向は卓越方向を考慮する。MOX

燃料加工施設の最寄りの気象官署としては、気候的に敷地に比較的類似している八戸特別地域気象観測所及びむつ特別地域気象観測所があり、敷地近傍には六ヶ所地域気象観測所がある。最高気温、最小湿度及び最大風速については、気象条件が最も厳しい値となる八戸特別地域気象観測所の気象データを設定する。風向については、MOX燃料加工施設の風上に発火点を設定することから、敷地近傍にある六ヶ所地域気象観測所の気象データから、最大風速時の風向の出現回数及び風向の出現回数を調査し、卓越方向を設定する。

青森県の森林火災発生状況（2003年～2012年）及び気象データ（最高気温、最小湿度及び最大風速）（2003年～2012年）について、添3-I第18表に示す。

気象データ（卓越風向）（2003年～2012年における3月～8月の期間）について、添3-I第19表に示す。

FARSITEによる評価に当たっては、厳しい評価となるよう以下のとおり、風向、風速、気温及び湿度による影響を考慮する。

- ① 風向及び風速については、火災の延焼性を高め、また、施設側に対する風の影響を厳しく想定するため、風速は最大風速で一定とし、風向は卓越風向とする。
- ② 気温については、可燃物の燃焼性を高めるため、最高気温で一定とする。
- ③ 湿度については、可燃物が乾燥し燃えやすい状態とするため、最小湿度で一定とする。

【補足説明資料4-2】

4. 5 延焼速度及び火線強度の算出

外部火災ガイドを参考として、ホイヘンスの原理に基づく火炎の拡大

モデルを用いて延焼速度や火線強度を算出する。各発火点からの延焼速度及び最大火線強度を第4-1表に示す。また、最大延焼速度の分布図を第4-3図に示す。

4. 6 火炎到達時間による消火活動

外部火災ガイドを参考として、FARSITEにより、発火点から防火帯までの火炎到達時間（5時間1分（発火点3））を算出する。敷地内には、消火活動に必要な消火栓等の消火設備の設置及び大型化学消防車等を配備することで、森林火災が防火帯に到達するまでの間に敷地内に常駐する自衛消防隊の消火班による消火活動が可能であり、万一の飛び火等による火災の延焼を防止することで外部火災防護施設への影響を防止し、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。各発火点からの火炎の到達時間を第4-1表に示す。また、火炎到達時間が最短となる発火点3の火炎の到達時間分布を第4-1図に示す。

【補足説明資料4-3】

安全機能を有する施設のうち防火帯の外側に位置する放射線管理施設の環境モニタリング設備のモニタリングポスト、ダストモニタ及び積算線量計については、森林火災発生時は、自衛消防隊の消火班による事前散水により延焼防止を図ること及び代替設備を確保することにより、その機能を維持する設計とする。

【補足説明資料4-4】

4. 7 防火帯幅の設定

FARSITEによる影響評価により算出される最大火線強度（9128kW/m（発火点2））に対し、外部火災ガイドを参考として、風上に樹木がある場合の火線強度と最小防火帯の関係から、火線強度10000kW/mの火線強度に必要とされる最小防火帯幅24.9mを上回る幅25m以上の防火帯

を確保することにより，外部火災防護施設への延焼を防止し，外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

各発火点からの最大火線強度を第4-1表に示す。また，最大火線強度となる発火点2の火線強度の分布を第4-2図及び設置する防火帯の位置を添5第23図に示す。

【補足説明資料4-3】

4. 8 危険距離の確保及び熱影響評価について

(1) 森林火災の想定

森林火災を以下のとおり想定する。

- ① 外部火災ガイドを参考に，森林火災による熱を受ける面と森林火災の火炎の地点は同じ高さにあると仮定する。
- ② 外部火災ガイドを参考に，森林火災の火炎は，円筒火炎モデルとし，火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。
- ③ 円筒火炎モデル数は，火炎最前線のセル毎に設定する。
- ④ 外部火災防護施設への熱影響が厳しくなるよう，火炎最前線のセルから，最大の輻射強度を与えるセルを評価対象の最短として配置し，火炎最前線の火炎が到達したセルを横一列に並べて，全てのセルからの輻射強度を考慮する。熱影響評価における火炎到達幅分のセルの配置概要を第4-4図に示す。

(2) 危険距離

MOX燃料加工施設周辺に設置する防火帯の外縁（火炎側）から外部火災防護施設までの離隔距離を，外壁表面温度がコンクリートの圧縮強度が維持できる温度である200℃となる危険距離23m以上確保することで，外部火災防護施設への延焼を防止し，建屋内に設置する外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

危険距離については、外部火災防護施設への輻射強度の影響が最大となる発火点3の森林火災に基づき算出する。

【補足説明資料4－5】

(3) 外部火災防護施設への熱影響について

外部火災ガイドを参考として、熱影響評価を実施する。

① 外部火災防護対象設備を収納する建屋

外部火災防護施設である燃料加工建屋（防火帯外側からの離隔距離約226m）が受ける輻射強度（ 910W/m^2 （発火点3））については、外部火災ガイドを参考とし、外部火災防護施設への輻射強度の影響が最大となる発火点3の森林火災に基づき算出する。この輻射強度に基づき算出する燃料加工建屋の外壁表面温度を、コンクリートの許容温度 200°C 以下とすることで、建屋内に設置する外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。評価結果を第4－2表に示す。

【補足説明資料4－5，補足説明資料4－6】

② 非常用所内電源設備の非常用発電機への影響

非常用所内電源設備の非常用発電機は、建屋内に設置し、建屋の外気取入口から空気を取り込み、その空気を非常用発電機に取り込む設計としている。

そのため、非常用所内電源設備の非常用発電機を収容する外部火災防護施設の外気取入口から流入する空気の温度が森林火災の熱影響によって上昇したとしても、空気温度を許容温度以下とすることで、非常用所内電源設備の非常用発電機の安全機能を損なわない設計とする。

空気温度の評価については、可燃物量が多く、火災の燃焼時間が長く輻射熱の影響が厳しい石油備蓄基地火災の熱影響評価に包含される。

【補足説明資料4－5】

4. 9 異種の自然現象の重畳及び設計基準事故との組合せ

森林火災と同時に発生する可能性がある自然現象としては、風（台風）及び高温が考えられる。森林火災の評価における気象条件については、外部火災ガイドを参考とし、過去 10 年間に調査し、森林火災の発生件数が多い月の最高気温及び最大風速の組合せを考慮している。そのため、風（台風）及び高温については、森林火災の評価条件として考慮されている。

外部火災防護施設への森林火災の影響については、設計基準事故時に生ずる応力の組み合わせを適切に考慮する設計とする。

設計基準事故は、設備・機器の内部事象を起因とするものであり、外部からの荷重である森林火災との因果関係はない。また、森林火災に対して安全上重要な施設の安全機能を損なわない設計とすることから、森林火災の影響及び時間的变化による設計基準事故への進展も考えられない。したがって、森林火災の影響と設計基準事故は独立事象となる。独立事象である森林火災の影響と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さいと考えられる。以上のことから、森林火災と設計基準事故時荷重の組合せは考慮しない。

仮に、設計基準事故発生時に、森林火災が発生したとしても、敷地の周辺には幅 25m 以上の防火帯を確保することから、設計基準事故時に期待する影響緩和対策は、森林火災による影響を受けないため、設計基準事故発生時の森林火災を考慮する必要はない。

添3-イ第18表 青森県の森林火災発生状況（2003年～2012年）及び
 気象データ（最高気温，最小湿度及び最大風速）（2003年～2012年）

月	青森県月別 森林火災 発生件数	八戸特別地域気象観測所		
		最高気温(℃)	最小湿度(%)	最大風速 (m/s)
1月	1	10.2	32	20.3
2月	1	19.0	21	23.6
3月	25	20.8	16	23.2
4月	133	25.7	12	25.9
5月	123	31.5	11	24.0
6月	22	33.1	17	19.6
7月	4	35.9	30	24.0
8月	21	36.7	30	21.7
9月	7	35.4	19	20.4
10月	1	26.3	27	20.4
11月	7	24.9	25	21.4
12月	6	16.9	28	23.5

添3-イ第19表 気象データ（卓越風向）（2003年～2012年3月～8月）

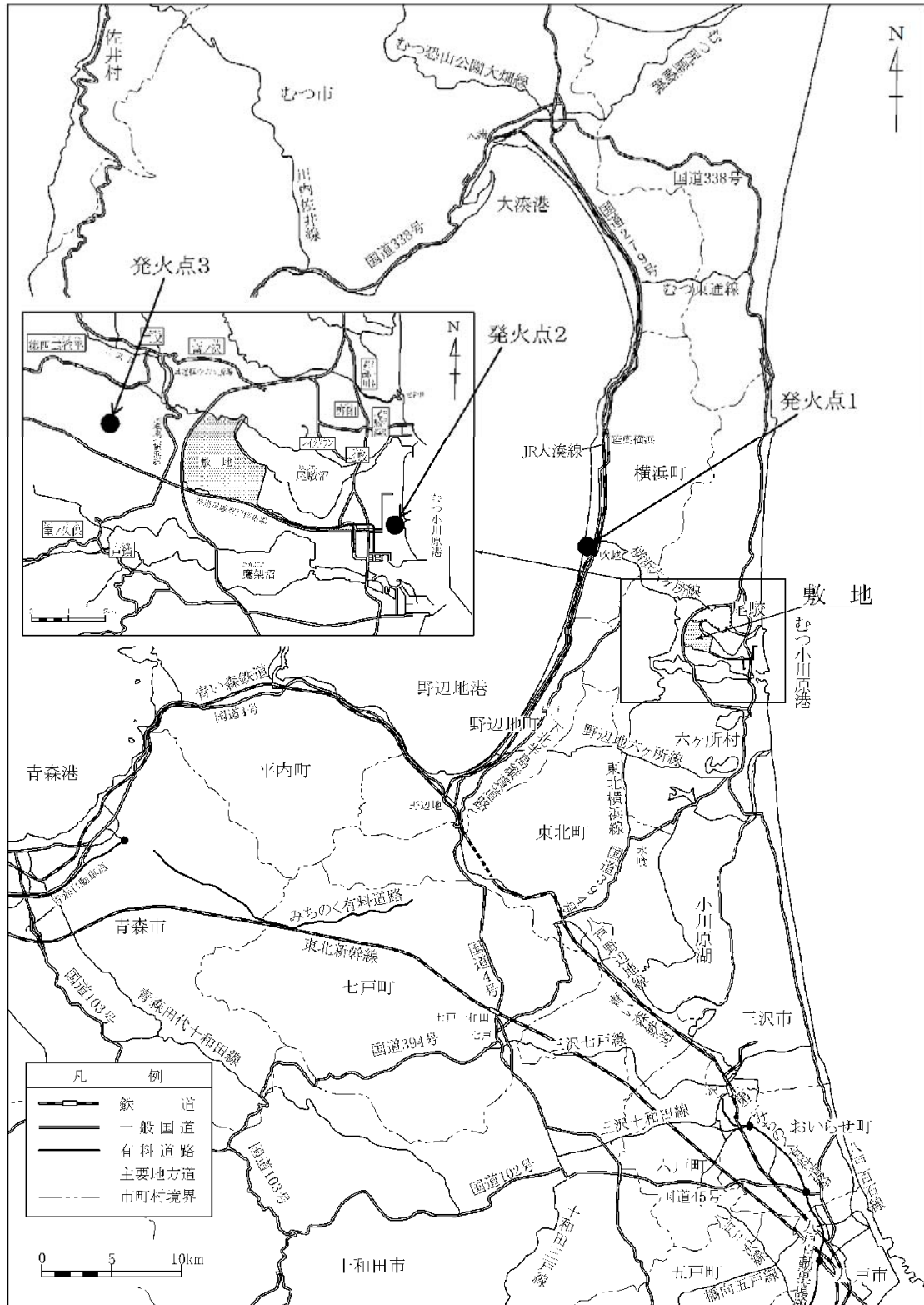
六ヶ所地域気象観測所		
風向	最大風速における風向の出現回数	最多風向の出現回数
北	17	6
北北東	15	1
北東	18	2
東北東	149	100
東	77	357
東南東	534	384
南東	177	96
南南東	16	21
南	27	29
南南西	0	6
南西	5	4
西南西	39	31
西	231	208
西北西	343	363
北西	152	216
北北西	40	15

第4-1表 FARSITE による結果

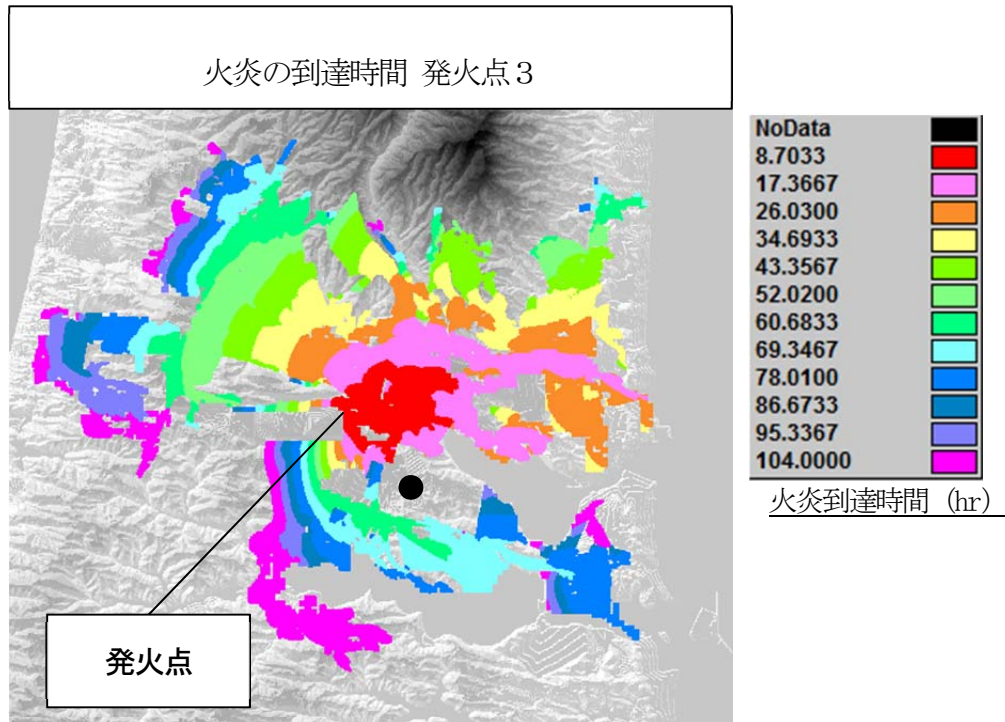
項目	内容	解析結果
延焼速度	全燃焼セルにおける延焼速度	発火点1：最大 4.7m/s 平均 0.07m/s 発火点2：最大 5.3m/s 平均 0.08m/s 発火点3：最大 3.5m/s 平均 0.04m/s
最大火線強度	火線最前線の最大火線強度（防火帯幅算出に用いる）	発火点1：1527kW/m 発火点2：9128kW/m 発火点3：2325kW/m
火炎の到達時間	発火から敷地内に最も早く到達する時間	発火点1：30時間1分 発火点2：18時間37分 発火点3：5時間1分
輻射強度	防火帯から任意の位置（170m）における輻射強度（熱影響評価に用いる発火点の選定）	発火点1：0.53kW/m ² 発火点2：0.82kW/m ² 発火点3：1.4 kW/m ²

第4-2表 森林火災による外壁の熱影響評価の結果

対象施設	外壁表面温度 (°C)	コンクリート許容温度 (°C)
燃料加工建屋	58	200

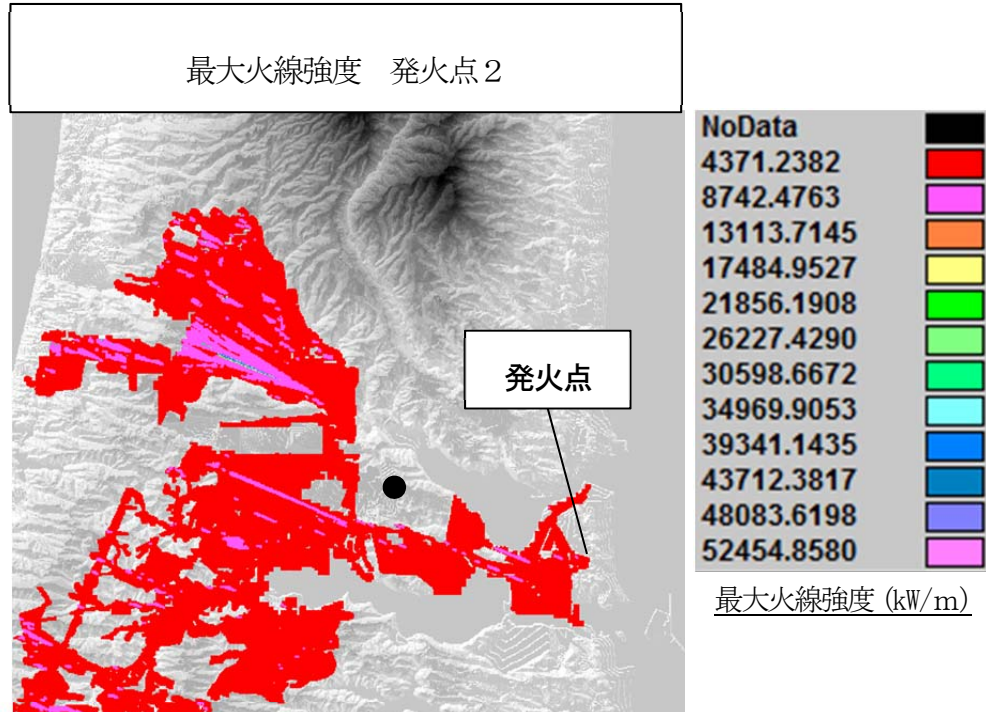


添5第24図 発火点位置図



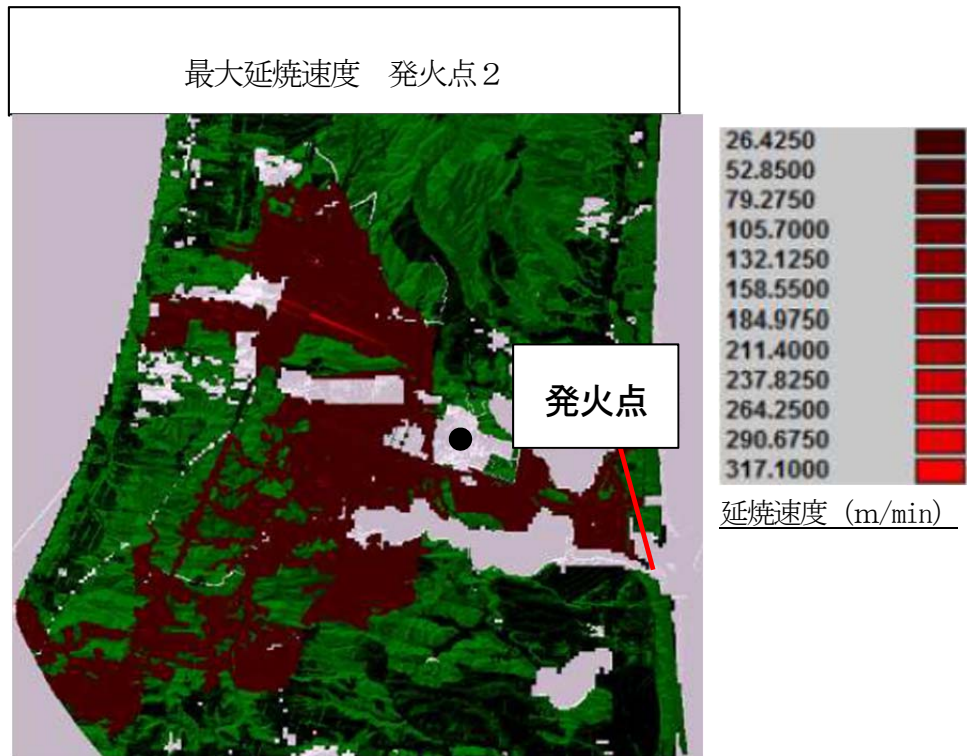
●: MOX燃料加工施設

第4-1図 発火点3の火炎到達時間分布



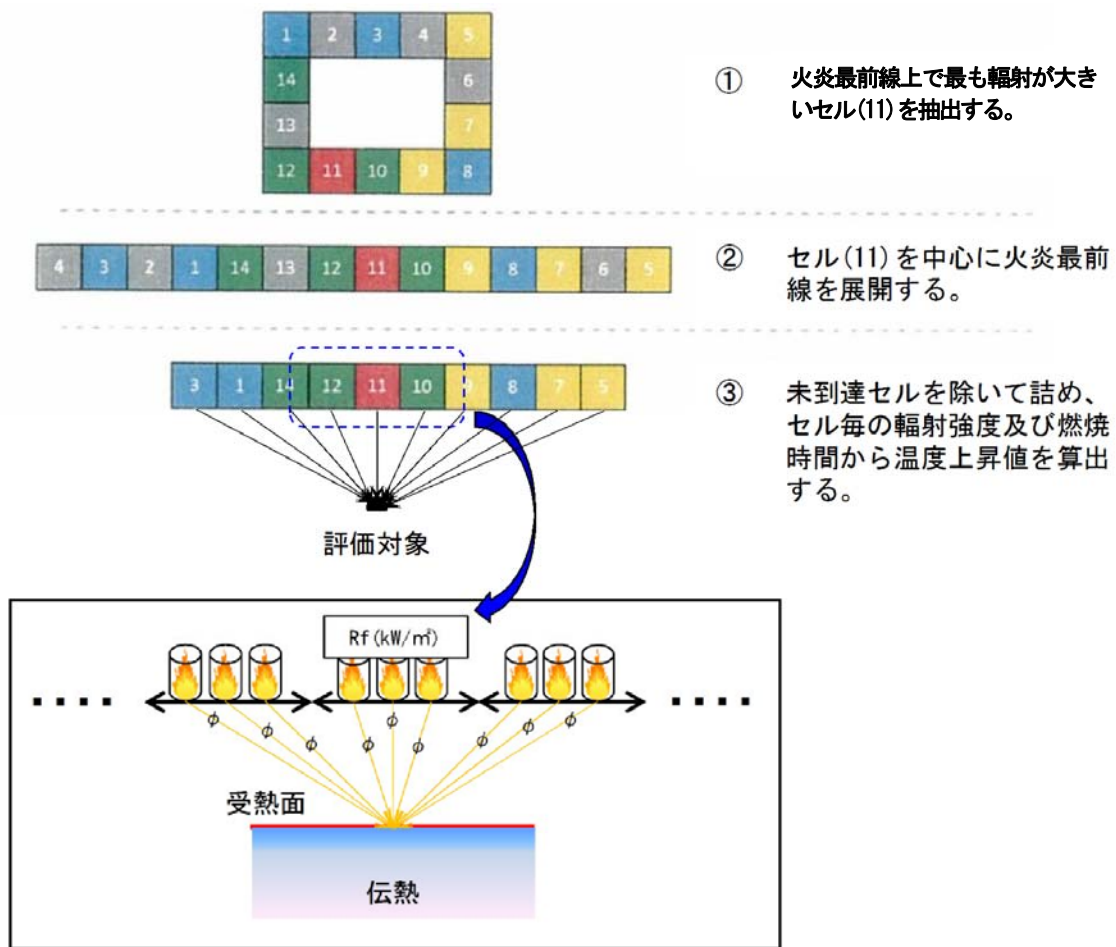
●: MOX燃料加工施設

第4-2図 発火点2の火線強度の分布



● : MOX燃料加工施設

第4-3図 発火点2の延焼速度



第4-4図 熱影響評価における火炎到達幅分のセルの配置概要

5. 近隣工場等の火災及び爆発

5. 1 概 要

近隣工場等の火災及び爆発については、外部火災ガイドを参考として、敷地周辺 10km 範囲内に存在する石油コンビナート等特別防災区域、危険物貯蔵所及び高圧ガス貯蔵施設を網羅的に調査し、石油備蓄基地（敷地西方向約 0.9km）の火災、敷地内の危険物タンク等の火災及び爆発を対象とする。

敷地周辺 10km 範囲内に存在する石油コンビナート等特別防災区域、危険物貯蔵所及び高圧ガス貯蔵施設の位置を第 5-1 図～5-3 図に示す。

また、敷地周辺に国道 338 号線及び県道 180 号線があることから、燃料輸送車両の火災による影響が想定される。燃料輸送車両は、消防法令において移動タンク貯蔵所の上限が定められており、公道を通行可能な上限のガソリンが積載された状況を想定した場合でも、貯蔵量が多く外部火災防護施設までの距離が近い敷地内に存在する危険物タンク等の火災の評価に包含されることから、燃料輸送車両の火災による影響は評価の対象外とする。

漂流船舶の影響については、再処理事業所は海岸から約 5 km 離れており、敷地近傍の石油備蓄基地火災の影響に包含されることから、評価の対象外とする。

【補足説明資料 5-1】

外部火災防護施設である外部火災防護対象設備を収納する燃料加工建屋については、外部火災ガイドを参考として、燃料加工建屋の外壁で受ける火災からの輻射強度を考慮した場合においても、離隔距離の確保等により、コンクリートの許容温度となる輻射強度（以下、「危険輻射強度」という。）以下とすることで、危険距離以上の離隔を確保する設計

とし、屋内に設置する外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。また、外部火災防護施設の建屋の外気取入口から流入する空気の温度が火災からの熱影響によって上昇したとしても、空気温度を許容温度以下とすることで、外気を取り込む外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

近隣工場等の火災と森林火災の重畳評価においては、外部火災ガイドを参考として、影響評価により算出される輻射強度に基づき、外部火災防護施設の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

危険物タンク等の火災については、外部火災ガイドを参考として、影響評価により算出される輻射強度に基づき、外部火災防護施設の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

MOX燃料加工施設の高圧ガストレーラ庫及び敷地内に存在するMOX燃料加工施設以外の危険物タンク等の爆発については、外部火災防護施設への影響がなく外部火災防護対象設備の安全機能を損なわないことを確認する。

5. 2 石油備蓄基地火災【補足説明資料5-2】

石油備蓄基地火災については、外部火災ガイドを参考として、以下のとおり石油備蓄基地火災を想定し、外部火災防護施設への熱影響評価を実施する。

(1) 石油備蓄基地火災の想定

① 気象条件は無風状態とする。

② 石油備蓄基地に配置している51基の原油タンク(約11.1万m³/基)

の原油全てが防油堤内に流出した全面火災を想定し、原油タンクから

流出した石油類は全て防油堤内に留まるものとする。

- ③ 火災は原油タンク 9 基（3 列× 3 行）又は 6 基（2 列× 3 行）を 1 単位とした円筒火災モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とする。

円筒火災モデルの概念図を第 5 - 4 図に示す。

- ④ 原油タンクは、燃焼半径が大きく、燃焼時に空気供給が不足し、大量の黒煙が発生するため、放射発散度の低減率（0.3）を考慮する。

（2） 外部火災防護施設への熱影響について

- ① 外部火災防護対象設備を収納する建屋（燃料加工建屋）

外部火災防護対象設備を収納する燃料加工建屋（石油備蓄基地からの距離（約 1970m））は、外部火災ガイドを参考とし、想定される石油備蓄基地火災により建屋外壁で受ける火炎からの輻射強度を算出する。この輻射強度を危険輻射強度（ 2.3kW/m^2 ）以下とすることで、危険距離以上の離隔を確保する設計とする。また、危険輻射強度以下とすることで外壁表面温度をコンクリートの許容温度 200°C 以下とし、建屋内に設置する外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。評価結果を第 5 - 1 表に示す。

- ② 非常用所内電源設備の非常用発電機

非常用所内電源設備の非常用発電機は、建屋内に設置し、建屋の外気取入口から空気を取り込み、その空気を非常用発電機に取り込む設計としている。

そのため、非常用所内電源設備の非常用発電機を収容する外部火災防護施設の外気取入口から流入する空気の温度が石油備蓄基地火災の熱影響によって上昇したとしても、空気温度を許容温度以下とすることで、非常用所内電源設備の非常用発電機の安全機能を損なわない設計とする。

評価対象は、石油備蓄基地からの距離が約 1970mとなる非常用所内電源設備の非常用発電機を収容する燃料加工建屋を対象とする。評価については、想定される石油備蓄基地火災により、建屋外壁等がコンクリートの許容温度 200℃に上昇した状態を想定し、建屋外壁等からの熱伝達により、燃料加工建屋の外気取入口から流入する空気の温度を算出する。この空気温度を許容温度以下とすることで、非常用所内電源設備の非常用発電機の安全機能を損なわない設計とする。評価結果を第5-2表に示す。

5. 3 敷地内のMOX燃料加工施設以外の危険物タンク等の火災及び爆発
- 敷地内に存在するMOX燃料加工施設以外の危険物タンク等を添5第32表に示す。敷地内に存在するMOX燃料加工施設以外の危険物タンク等の火災については、外部火災ガイドを参考として、敷地内の屋外に設置する重油タンクの火災を想定する。外部火災防護対象設備を収納する燃料加工建屋は、火災からの輻射強度による外壁表面温度をコンクリートの許容温度 200℃以下とすることで、建屋内に設置する外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

また、敷地内に存在するMOX燃料加工施設以外の危険物タンク等の爆発については、建屋から最も近い貯蔵容器である還元ガス製造建屋における水素ボンベ及び貯蔵量の最も多い貯蔵容器である低レベル廃棄物処理建屋プロパンボンベ庫におけるプロパンボンベを対象とする。水素ボンベ及びプロパンボンベは屋内に設置し、着火源を排除するとともに可燃性ガスが漏えいした場合においても滞留しない構造とすることで爆発を防止し、外部火災防護対象設備の安全機能を損なうことがないことを確認する。

なお、外部火災防護施設は、対象とした危険物タンク等の爆発に対す

る危険限界距離以上の離隔距離を確保していることを確認する。

【補足説明資料5－3】

敷地内に存在するMOX燃料加工施設以外の危険物タンク等の火災による熱影響評価は、貯蔵量が最も多く、燃料加工建屋から近い、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所（以下、「貯蔵所」という。）に設置する重油タンクの火災を対象とする。

(1) 貯蔵所火災の想定

貯蔵所の火災は、外部火災ガイドを参考とし以下のとおり想定する。

- ① 気象条件は無風状態とする。
- ② タンク内の重油全てが防油堤内に流出した全面火災を想定し、流出した重油は全て防油堤内に留まるものとする。
- ③ 火災は円筒火災モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。
- ④ 輻射発散度の低減は考慮しない。

(2) 評価対象施設

評価対象施設は、外部火災防護施設である燃料加工建屋を対象とする。

(3) 外部火災防護施設への熱影響について

外部火災防護施設への熱影響は、外部火災ガイドを参考として評価を実施する。

貯蔵所から約550m離れている燃料加工建屋は、建屋外壁が受ける火炎からの輻射強度（ 0.098kW/m^2 ）を外部火災ガイドを参考として算出する。この輻射強度に基づき算出する外壁表面温度を、コンクリートの許容温度 200°C 以下とすることで、建屋内に設置する外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。評価結果を第5－3表に示す。

【補足説明資料5－2】

5. 4 近隣工場等の火災と森林火災の重畳評価【補足説明資料5-2】

石油備蓄基地火災においては、防油堤外部へ延焼する可能性は低いが、外部火災ガイドを参考として、石油備蓄基地周辺の森林へ飛び火することによりMOX燃料加工施設へ迫る場合を考慮し、石油備蓄基地火災と森林火災の重畳を想定する。

燃料加工建屋は、建屋外壁が受ける輻射強度を外部火災ガイドを参考として算出する。この輻射強度に基づき算出する外壁表面温度をコンクリートの許容温度 200℃以下とすることで、建屋内に設置する外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。評価結果を第5-4表に示す。

5. 5 敷地内に存在するMOX燃料加工施設の危険物タンク等の火災又は爆発

敷地内に存在するMOX燃料加工施設の危険物タンク等を添5第31表に示す。危険物タンク等の火災については、外部火災ガイドを参考として、敷地内の屋外に設置する重油タンクの火災を想定する。外部火災防護対象設備を収納する燃料加工建屋は、火災からの輻射強度による外壁表面温度をコンクリートの許容温度 200℃以下とすることで、建屋内に設置する外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。火災源としては、貯蔵量が最も多く、燃料加工建屋から近い貯蔵所を考慮する。貯蔵所の重油タンク火災については、5. 3に示すとおり。

危険物タンク等による爆発について、MOX燃料加工施設の高圧ガストレーラ庫は、高圧ガス保安法に基づき、着火源を排除するとともに可燃性ガスが漏えいした場合においても滞留しない構造とすることから、

爆発を防止する設計とする。また、爆発した時に発生する爆風が上方向に開放されることを妨げない設計とする。MOX燃料加工施設のLPGボンベ庫は、屋内に設置しており、着火源を排除するとともに可燃性ガスが漏えいした場合においても滞留しない構造としていることから、爆発を防止する設計とする。

また、高圧ガストレーラ庫及びLPGボンベ庫は、外部火災ガイドを参考に危険限界距離を算出する。外部火災防護施設である燃料加工建屋は、高圧ガストレーラ庫及びLPGボンベ庫から危険限界距離以上の離隔を確保することで、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。評価結果を第5-5表に示す。

【補足説明資料5-4】

第5-1表 石油備蓄基地火災における熱影響評価結果

評価対象	石油備蓄基地からの離隔距離 (m)	輻射強度 (kW/m ²)	危険輻射強度 (kW/m ²)
燃料加工建屋	1970	1.1	2.3

第5-2表 非常用所内電源設備の非常用発電機の流入空気の温度評価

(石油備蓄基地火災)

評価対象	評価結果 (°C)	許容温度 (°C) *
燃料加工建屋 外気取入口の流入空気	30	35

* : 空気が流入する温度 (設備設計上の最高温度より設定)

第5-3表 貯蔵所火災による外部火災防護施設への熱影響評価結果

(外壁表面温度評価)

評価対象	貯蔵所からの離隔距離 (m)	評価結果 (°C)	許容温度 (°C)
燃料加工建屋	550	66	200

第5-4表 石油備蓄基地火災及び森林火災の重畳における熱影響評価結果

評価対象	石油備蓄基地からの離隔距離 (m)	外壁表面温度 (°C)	コンクリート許容温度 (°C)
燃料加工建屋	1970	130	200

添5第31表 MOX燃料加工施設の危険物タンク等及び貯蔵物

<u>MOX燃料加工施設</u> の危険物タンク等	貯蔵物
ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所 ^{*1}	重油
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所 ^{*1}	重油
高圧ガストレーラ庫	水素ガス
LPG ボンベ庫	LP ガス

*1 再処理施設及び廃棄物管理施設と共用

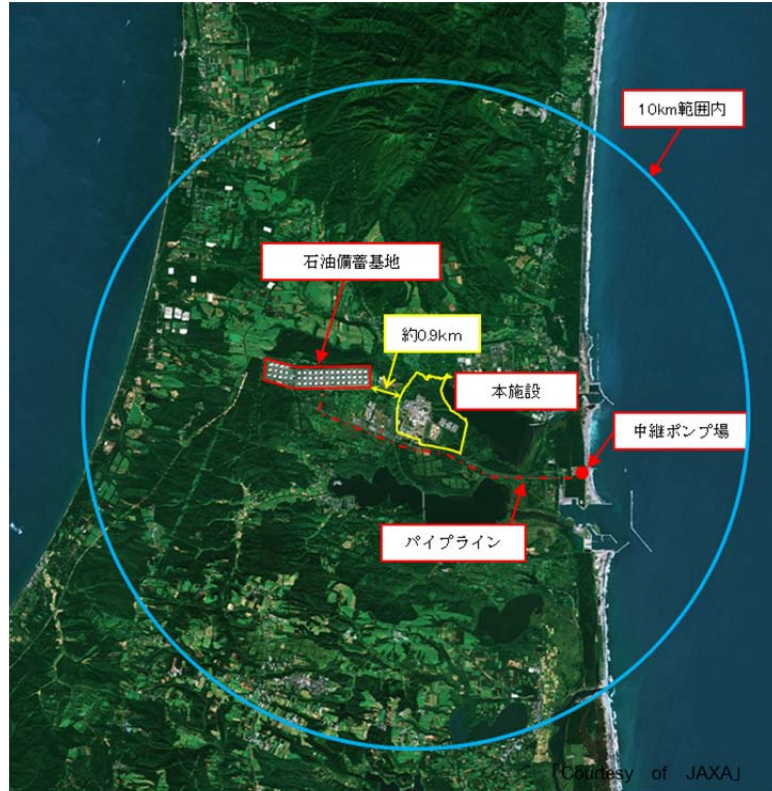
添5第32表 敷地内に存在するMOX燃料加工施設以外の危険物タンク等及び貯蔵物

敷地内に存在する <u>MOX燃料加工施設</u> 以外の危険物タンク等	貯蔵物
ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所 ^{*1}	重油
ボイラ用燃料貯蔵所	重油
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所 ^{*1}	重油
技術開発研究所重油貯槽	重油
精製建屋ボンベ庫	水素
還元ガス製造建屋	水素
ボイラ建屋 ボンベ置場	プロパン
低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫	プロパン

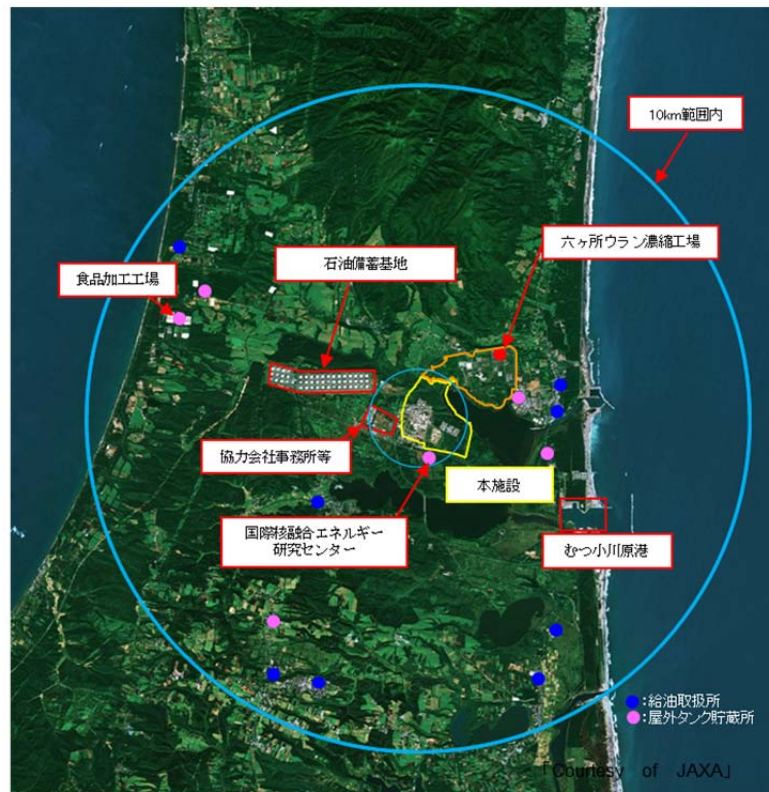
*1 再処理施設及び廃棄物管理施設と共用

第5-5表 危険限界距離の評価結果

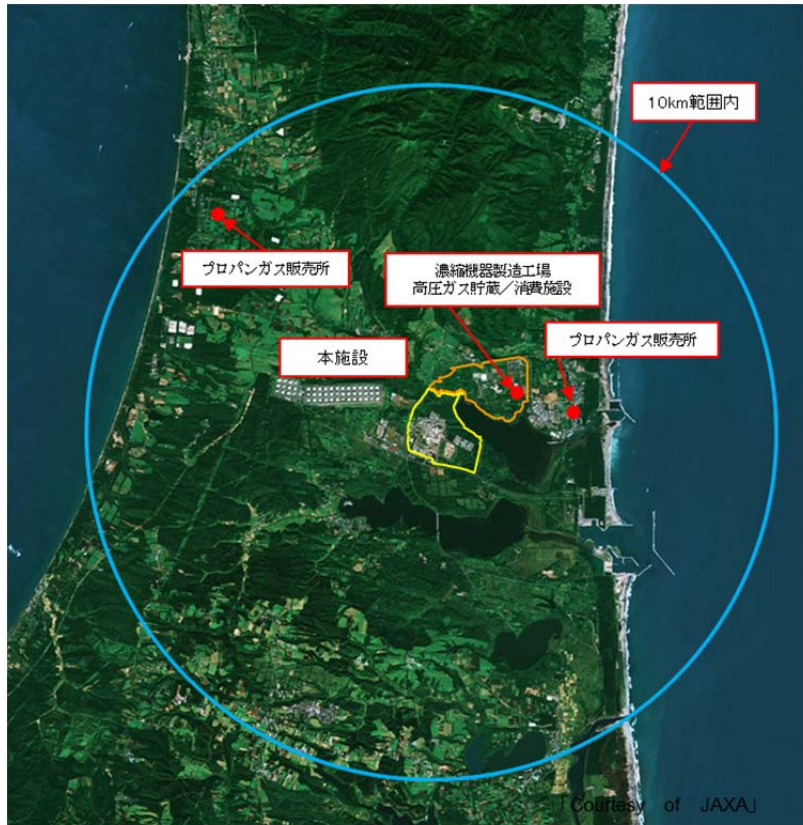
危険物タンク等	外部火災防護施設	危険限界距離 (m)	離隔距離 (m)
高圧ガストレーラ庫	燃料加工建屋	55	62
LPG ボンベ庫		26	33



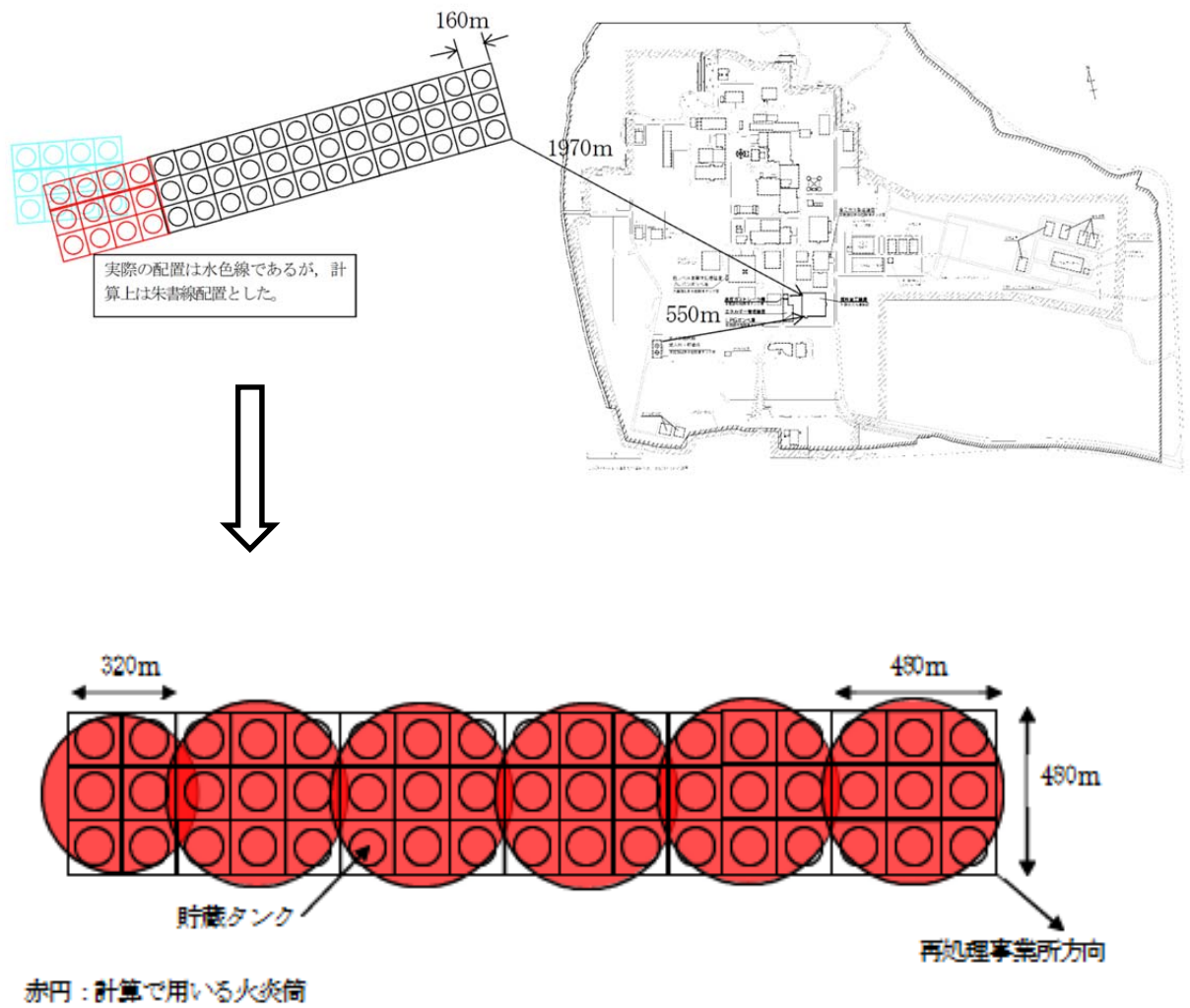
第5-1図 石油コンビナート等特別防災区域内の配置概要図



第5-2図 石油備蓄基地以外の産業施設の配置概要図



第5-3図 高圧ガス貯蔵施設の配置概要図



第5-4図 円筒火災モデルのイメージ

6. 航空機墜落による火災

6.1 概 要

航空機墜落による火災については、外部火災ガイド及び「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価について(平成21年6月30日 原子力安全・保安院)」(以下、「航空機落下確率評価ガイド」という。)を参考として、航空機墜落による火災の条件となる航空機の選定及び航空機墜落地点を設定し、これらの条件を用いて算出される航空機墜落による火災の輻射強度を考慮した場合において、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

6.2 航空機墜落による火災の想定【補足説明資料6-1】

航空機墜落による火災の想定は、以下のとおりとする。

- (1) 航空機は、対象航空機のうち、燃料積載量が最大の機種とする。
- (2) 航空機は、燃料を満載した状態を想定する。
- (3) 航空機落下の発生確率が 10^{-7} 回/年以上になる範囲のうち、外部火災防護施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定する。
- (4) 航空機の墜落によって燃料に着火し、火災が起こることを想定する。
- (5) 気象条件は無風状態とする。
- (6) 火災は円筒火災をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。
- (7) 油火災において任意の位置にある輻射強度を計算により求めるには、半径が1.5m以上の場合で火炎の高さを半径の3倍にした円筒火災モデルを採用する。

6.3 墜落による火災を想定する航空機の選定【補足説明資料6-1】

外部火災ガイドを参考に、航空機墜落火災の対象航空機については、

航空機落下確率評価ガイドの落下事故の分類を踏まえ、以下の航空機の落下事故における航空機を選定する。

(1) 自衛隊機又は米軍機の訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故

外部火災ガイドを参考として、燃料積載量が最大の自衛隊機であるKC-767を選定する。

また、三沢対地訓練区域を訓練飛行中の自衛隊機又は米軍機のうち、当社による調査結果から、自衛隊機のF-2又は米軍機のF-16を選定する。さらに、今後、訓練飛行を行う主要な航空機となる可能性のあるF-35についても選定する。

(2) 計器飛行方式民間航空機の空路を巡航中の落下事故の航空機

直行経路を巡航中の計器飛行方式民間航空機の落下事故については、防護設計の要否確認における「直行経路を巡航中の計器飛行方式民間航空機の落下事故」に示す式を用いると、航空機落下の発生確率が 10^{-7} 回/年となる範囲が敷地外となる。

敷地外における外部火災については、「5. 近隣工場等の火災及び爆発」で、石油備蓄基地に配置している51基の原油タンク（約11.1万 m^3 /基）の原油全てが防油堤内に流出した全面火災を想定している。計器飛行方式民間航空機の墜落による火災について、厳しい条件となる最大の燃料積載量（約240 m^3 ）を対象としても、石油備蓄基地の原油量と比較すると火災源となる可燃物量が少ないことから、計器飛行方式民間航空機の墜落による火災は、近隣工場等の火災影響評価に包含される。

6.4 航空機墜落地点の設定及び離隔距離の設定【補足説明資料6-1】

航空機墜落地点は、外部火災ガイド及び航空機落下確率評価ガイドを参考として、外部火災防護施設に対して、航空機落下の発生確率が 10^{-7} 回／年以上になる範囲のうち、外部火災防護施設への影響が最も厳しくなる地点とする。この地点は、外部火災防護施設と航空機墜落地点の距離が最短となる地点であるため、航空機墜落地点は航空機落下の発生確率が 10^{-7} 回／年となる地点に設定する。また、航空機墜落事故として単独事象を想定する。

離隔距離は、航空機墜落地点と外部火災防護施設との距離とする。

外部火災防護施設のうち外部火災防護対象設備を収納する建屋については、外壁から離隔距離離れた位置に円筒火災モデルを設定し、火災の発生から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度を与えるものとして熱影響を評価する。

6.5 外部火災防護施設への熱影響評価について【補足説明資料6-2】

(1) 外部火災防護対象設備を収納する建屋

外部火災防護対象設備を収納する燃料加工建屋については、建屋外壁が受ける火炎からの輻射強度を外部火災ガイドを参考として算出する。この輻射強度に基づき算出される外壁の温度上昇により建屋内の外部火災防護対象設備の安全機能を損なわないこと及び建屋外壁が要求される機能を損なわない設計とする。

6.6 航空機墜落による火災と敷地内の危険物タンク等の火災又は爆発の重畳について【補足説明資料6-3】

航空機墜落を起因として、MOX燃料加工施設の危険物タンク等内に

貯蔵する可燃物が火災源又は爆発源となる場合は、航空機が直接墜落することにより火災又は爆発に至る場合と航空機墜落による火災の熱影響により火災又は爆発に至る場合がある。これらの場合について、MOX燃料加工施設の危険物タンク等内に貯蔵する可燃物が火災源又は爆発源となるかを確認する。

外部火災防護施設については、航空機墜落による火災とMOX燃料加工施設の危険物タンクによる火災が重畳した場合の熱影響に対して、建屋の外壁温度が、熱に対するコンクリートの強度が維持できる温度以下とし、かつ、建屋内の温度上昇により外部火災防護対象設備の安全機能を損なわないように設計する。

さらに、外部火災防護施設は、航空機墜落による火災とMOX燃料加工施設の可燃性ガスを貯蔵するボンベの爆発が重畳した場合の爆風圧に対して、外部火災ガイドを参考として危険限界距離を算出し、可燃性ガスを貯蔵するボンベまでの離隔距離を確保することで外部火災防護対象設備の安全機能を損なわないように設計する。

(1) 火災の重畳

航空機墜落火災に対する重油タンク火災の影響については、発生熱量が大きく外部火災防護施設に与える影響が大きい事象を想定する。発生熱量が一番大きくなる想定として、重油タンクが航空機墜落により火災を発生させることを想定する。

貯蔵量が最も多く、離隔距離が短いボイラ用燃料受入れ・貯蔵所に航空機が直撃し、危険物および航空機燃料による重畳火災を想定し、外部火災防護施設である燃料加工建屋が受ける輻射強度を外部火災ガイドを参考として算出する。この輻射強度に基づき算出する燃料加工建屋の外

壁表面温度を，コンクリートの許容温度 200℃以下とすることで，建屋内に設置する外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

(2) 爆発の重畳

航空機墜落火災に対する高圧ガストレーラ庫及びLPGボンベ庫の爆発については，外部火災ガイドを参考として，航空機墜落火災による温度上昇を考慮した可燃性ガスによる危険限界距離を算出し，外部火災防護対象設備を収納する燃料加工建屋までの離隔距離を危険限界距離以上とすることで外部火災防護対象設備の安全機能を損なわないように設計する。危険限界距離の評価結果を第6－1表に示す。

第6-1表 危険限界距離の評価結果

危険物タンク等	外部火災防護施設	危険限界距離 (m)	離隔距離 (m)
高圧ガストレーラ庫	燃料加工建屋	55	62
LPG ボンベ庫		26	33

7. 危険物タンク等への熱影響【補足説明資料7-1】

7. 1 概 要

MOX燃料加工施設の危険物タンク等への熱影響については、森林火災及び近隣工場等の火災又は爆発の影響を想定しても、敷地内のMOX燃料加工施設の危険物タンク等の貯蔵物の温度を許容温度以下とすることで、危険物タンク等の火災及び爆発を防止し、外部火災防護施設への影響を与えない設計とする。

7. 2 評価対象

評価対象は、「2. 安全設計方針」の添5第31表に示すMOX燃料加工施設の危険物タンク等を対象とし、防火帯及び石油備蓄基地からの距離が最短となるMOX燃料加工施設の危険物タンク等を選定する。ただし、森林火災又は石油備蓄基地火災の発生を想定しても、建物及び構築物により火災の輻射の受熱面がない場合には、その危険物タンク等は、当該火災評価の際の評価対象としない。

森林火災及び近隣工場等の火災における評価対象を添5第33表に示す。

7. 3 熱影響について

(1) 森林火災

森林火災においては、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所、高圧ガストレーラ庫の水素ガスの貯蔵容器及びLPGボンベ庫のLPガスの貯蔵容器に対し、火災の燃焼時間を考慮し、一定の輻射強度でこれらの貯蔵容器が加熱されるものとして、内部温度を算出する。算出される内部温度を貯蔵物の許容温度以下とすることで、危険物タンク等の火災及び爆発を防止し、外部火災防護施設への影響を与えない設計とする。評価結果を第7-1表に示す。

(2) 近隣工場等の火災

石油備蓄基地火災においては、ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所及び高圧ガストレーラ庫の水素ガスの貯蔵容器が受ける火炎からの輻射強度に基づき、重油タンク及び水素ガスの貯蔵容器の表面での放熱量と入熱量の関係から、表面温度を算出する。算出した表面温度を貯蔵物の許容温度以下とすることで、危険物タンク等の火災及び爆発を防止し、外部火災防護施設への影響を与えない設計とする。評価結果を第7-1表に示す。

7. 4 近隣工場等の爆発の影響について

敷地内に存在するMOX燃料加工施設以外の危険物タンク等として選定した還元ガス製造建屋及び低レベル廃棄物処理建屋プロパンボンベ庫については、着火源を排除するとともに可燃性ガスが漏えいした場合においても滞留しない構造とするため、爆発に至ることはなく、MOX燃料加工施設の危険物タンク等に対して影響を与えることはない。よって、外部火災防護施設への影響はなく、外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない。

なお、外部火災防護施設は、対象とした危険物タンク等の爆発に対する危険限界距離以上の離隔距離を確保していることを確認する。

添5第33表 森林火災及び近隣工場等の火災における影響評価の対象となる
危険物タンク等

種別	危険物タンク等	貯蔵物	離隔距離 (m)
森林火災	ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所*1	重油	206
	高圧ガストレーラ庫 水素ガスの貯蔵容器	水素	366
	LPG ボンベ庫 LP ガスの貯蔵容器	LP ガス	347
近隣工場等 の火災*2	ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所*1	重油	1570
	高圧ガストレーラ庫	水素	1910

*1 MOX燃料加工施設の重油タンクのうち、防火帯又は石油備蓄基地から最短となる重油タンクを選定している。

*2 LPG ボンベ庫は、石油備蓄基地との間にエネルギー管理建屋があり、石油備蓄基地火災に対して受熱面を有していないため、評価対象にしない。

第7-1表 評価結果

事象	評価対象	貯蔵物	表面温度又は内部温度	許容温度
森林火災	ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所	重油	80℃	200℃
	高压ガストレーラ庫 水素ガスの貯蔵容器	水素	40℃	571.2℃
	LPG ボンベ庫 LP ガスの貯蔵容器	LP ガス	47℃	405℃
近隣工場等の火災	ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所	重油	180℃	200℃
	高压ガストレーラ庫 水素ガスの貯蔵容器	水素	140℃	571.2℃

8. 二次的影響評価【補足説明資料8-1】

ばい煙及び有毒ガスによる影響については、外部火災ガイドを参考として添5第34表の設備を対象とし、ばい煙及び有毒ガスの侵入に対して、適切な対策を講ずることによって外部火災防護対象設備の安全機能を損なわない設計とする。

8. 1 ばい煙の影響

(1) 換気設備の給気設備

外気を取り込む設備・機器である燃料加工建屋の換気設備の給気設備については、ばい煙の侵入に対して、フィルタ及び手動ダンパを設置する。外部火災によりばい煙及び有毒ガスが発生し、MOX燃料加工施設に影響があると判断される場合は、全工程停止の措置を講ずる。また、給気設備の送風機の停止及び手動ダンパの閉止の措置を講ずる。

(2) 非常用所内電源設備の非常用発電機

非常用所内電源設備の非常用発電機については、ばい煙の侵入に対して、フィルタを設置することで、安全機能を損なわない設計とする。

8. 2 有毒ガスの影響【補足説明資料8-2】

燃料加工建屋は、中央監視室の居住性に影響を与える兆候が見られる場合は、気体廃棄物の廃棄設備の建屋排風機、工程室排風機、グローブボックス排風機、送風機及び窒素循環ファン並びに燃料加工建屋の非管理区域の換気・空調を行う設備（以下、「全送排風機」という。）の停止及び手動ダンパの閉止の措置を講じ、必要に応じて防護具を着用の上、施設の監視を行うことで、MOX燃料加工施設の安全機能を維持する運用とする。

添5第34表 ばい煙及び有毒ガスによる影響評価の
対象となる設備

	分類	影響評価対象設備
機器への 影響	外気を取り込む 空調系統	・換気設備の給気設備
	外気を取り込む 機器	・非常用所内電源設備の非常用発電機

9. 消火体制

MOX燃料加工施設は、再処理施設と同じ自衛消防組織として消火活動にあたる。

外部火災発生時に必要となる通報連絡者及び初期消火活動のための要員として自衛消防隊の消火班のうち消火専門隊は敷地内に常駐する運用とする。外部火災発生時には、再処理事業部長等により編成する自衛消防隊を設置し、MOX燃料加工施設への影響を軽減するため、自衛消防隊の消火班により事前散水を含む消火活動を実施する。

10. 火災防護計画を策定するための方針

外部火災に対する対策を実施するため、以下の内容を含めた火災防護計画を定める。

- (1) 外部火災に対する消火設備の選定方針，設置目的及び運用方法
- (2) 外部火災に対する消火活動を実施するための消火栓等の消火設備の設置並びに大型化学高所放水車，消防ポンプ付水槽車及び化学粉末消防車の配備
- (3) 外部火災の対応に必要な設備の維持管理に係る体制及び手順
- (4) 初期消火活動及びその後の消火活動に係る体制並びに火災時の装備
- (5) MOX燃料加工施設が影響を受けるおそれがある場合の工程停止等の措置
- (6) 計画を遂行するための体制の整備（責任の所在，責任者の権限，体制の運営管理，必要な要員の確保に係る事項を含む）並びに教育及び訓練
- (7) 外部火災発生時の対応，防火帯の維持及び管理並びにばい煙及び有毒ガス発生時の対応に係る手順
- (8) 外部火災発生時におけるMOX燃料加工施設の保全のための活動を行う体制の整備

11. 手順等【補足説明資料 11-1】

外部火災に対しては、火災発生時の対応、防火帯の維持及び管理並びにばい煙及び有毒ガス発生時の対応を適切に実施するための対策を火災防護計画に定める。火災防護計画には、計画を遂行するための体制、責任の所在、責任者の権限、体制の運営管理、必要な要員の確保、教育訓練及び外部火災発生時の対策を実施するために必要な手順を定める。

以下に外部火災に対する必要な手順等を示す。

- (1) 防火帯の維持及び管理に係る手順並びに可燃物を設置する場合には、延焼防止機能を損なわないよう不燃性シートで覆う等の対策を実施する手順を整備する。
- (2) 外部火災防護施設及び危険物タンク等の設計変更に当たっては、外部火災によって、外部火災防護対象設備の安全機能を損なうことがないように影響評価を行い確認する手順を整備する。
- (3) 外部火災によるばい煙及び有毒ガス発生時には、必要に応じて全工程停止、全送排風機の停止及びMOX燃料加工施設の運転員の退避の措置を講ずるものとする。また、適切な防護具の着用により、MOX燃料加工施設の監視を継続できるよう手順を整備する。さらに、対策に必要な資機材を整備する。
- (4) 敷地外の外部火災に対する事前散水を含む消火活動及び敷地内の外部火災に対する消火活動については、敷地内に常駐する自衛消防隊の消火班が実施する手順を整備する。また、消火活動に必要な消火栓等の消火設備の設置並びに大型化学高所放水車、消防ポンプ付水槽車、化学粉末消防車及びその他資機材の配備を実施する。
- (5) 外部火災の対応に必要な設備の維持管理に係る手順を整備する。
- (6) 外部火災発生時の連絡体制、防護対応の内容及び手順の火災防護に

関する教育並びに総合的な訓練を定期的実施する手順を整備する。

- (7) 敷地周辺及び敷地内の植生に関する定期的な現場確認を実施する手順を整備する。また、FARSITE の入力条件である植生に大きな変化があった場合は、再解析を実施する手順を定める。

【補足説明資料 11－2】

- (8) 外部火災の評価の条件に変更があった場合は、外部火災防護対象設備の安全機能への影響評価を実施する手順を定める。
- (9) 敷地内の外部火災が発生した場合は、MOX燃料加工施設の全工程停止等の措置を講ずる手順を整備する。また、敷地外の外部火災が発生した場合は、火災の状況に応じて、MOX燃料加工施設が影響を受ける場合には全工程停止の措置を講ずる手順を整備する。ただし、核燃料物質の入った容器を貯蔵設備に戻すなどの対応は状況に応じて実施する。さらに、運転員が必要に応じて消火活動の支援を行う手順を整備する。

2 章 補足説明資料

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト
第9条:外部からの衝撃による損傷の防止(外部火災)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料2-1	外部火災ガイドへの適合性	12/13	0	
補足説明資料3-1	外部火災に対する防護対象及び熱影響評価について	12/26	1	
補足説明資料3-2	熱影響評価建屋の選定について	12/26	1	
補足説明資料4-1	森林火災における発火点の設定について	12/13	0	
補足説明資料4-2	森林火災シミュレーション解析コードへの入力条件について	12/26	1	
補足説明資料4-3	森林火災シミュレーション解析の結果及び防火帯の設定について	12/13	0	
別紙1	防火帯エリアに係る設計方針について	12/13	0	
別紙2	防火帯内側の植生による評価対象施設への火災影響について	12/13	0	
別紙3	斜面に設定している防火帯の地盤安定性について	12/13	0	
補足説明資料4-4	外部火災発生時の環境モニタリング設備への対応について	12/13	0	
別紙1	防火帯外側のモニタリングポストへの消火活動訓練	12/13	0	
補足説明資料4-5	森林火災による外部火災防護施設への熱影響評価について	12/26	1	
別紙1	森林火災評価における火炎最前線のセルの配置設定の概要	12/13	0	
別紙2	建屋外壁表面温度の許容温度200℃の根拠について	12/13	0	
別紙3	天井スラブへの影響	12/13	0	
別紙4	外部火災防護施設以外の施設への影響について	12/13	0	
別紙5	可搬型重大事故等対処設備及びアクセスルートへの影響について	12/13	0	
補足説明資料4-6	屋内に設置する外部火災防護対象設備に対する熱影響について	12/13	0	

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト
第9条:外部からの衝撃による損傷の防止(外部火災)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料5-1	近隣工場等の火災及び爆発に係る評価対象の選定について	12/26	1	
別紙1	燃料輸送車両の火災・爆発について	12/13	0	
別紙2	漂流船舶の火災・爆発について	12/13	0	
別紙3	敷地内における危険物貯蔵施設等の火災・爆発	12/13	0	
別紙4	敷地内危険物タンク等における延焼の危険性について	12/13	0	
別紙5	重油タンク等の地下化について	12/13	0	
別紙6	受電変圧器の防火対策	12/13	0	
補足説明資料5-2	近隣工場等の火災に係る本施設への熱影響評価について	12/26	1	
別紙1	天井スラブへの影響	12/13	0	
別紙2	熱影響評価における制限値について	12/26	0	
補足説明資料5-3	再処理施設の還元ガス製造建屋及び低レベル廃棄物処理建屋プロパンボンベ庫の爆発に対する影響について	12/26	0	
補足説明資料5-4	敷地内の危険物タンク等の爆発に対する影響について	12/26	0	
補足説明資料6-1	航空機落下による火災影響評価条件について	12/13	0	
別紙1	対象航空機の選定について	12/13	0	
別紙2	三沢対地訓練区域での訓練回数の調査方法について	12/13	0	
補足説明資料6-2	航空機落下による熱影響評価について	12/13	0	
補足説明資料6-3	航空機墜落による火災と敷地内の危険物タンク等の重量について	1/10	1	
補足説明資料7-1	危険物タンク等における熱影響評価について	12/26	1	

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料リスト
第9条:外部からの衝撃による損傷の防止(外部火災)

MOX燃料加工施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料8-1	ばい煙の影響について	12/13	0	
補足説明資料8-2	二次的影響(ばい煙及び有毒ガス)について(中央監視室への影響)	12/13	0	
補足説明資料8-3	緊急時対策所の居住性について	12/13	0	
補足説明資料11-1	運用、手順説明資料 外部からの衝撃による損傷の防止(外部火災)	12/13	0	
補足説明資料11-2	森林火災評価に係る植生確認プロセスについて	12/13	0	

令和2年1月10日 R1

補足説明資料6－3（9条 外部火災）

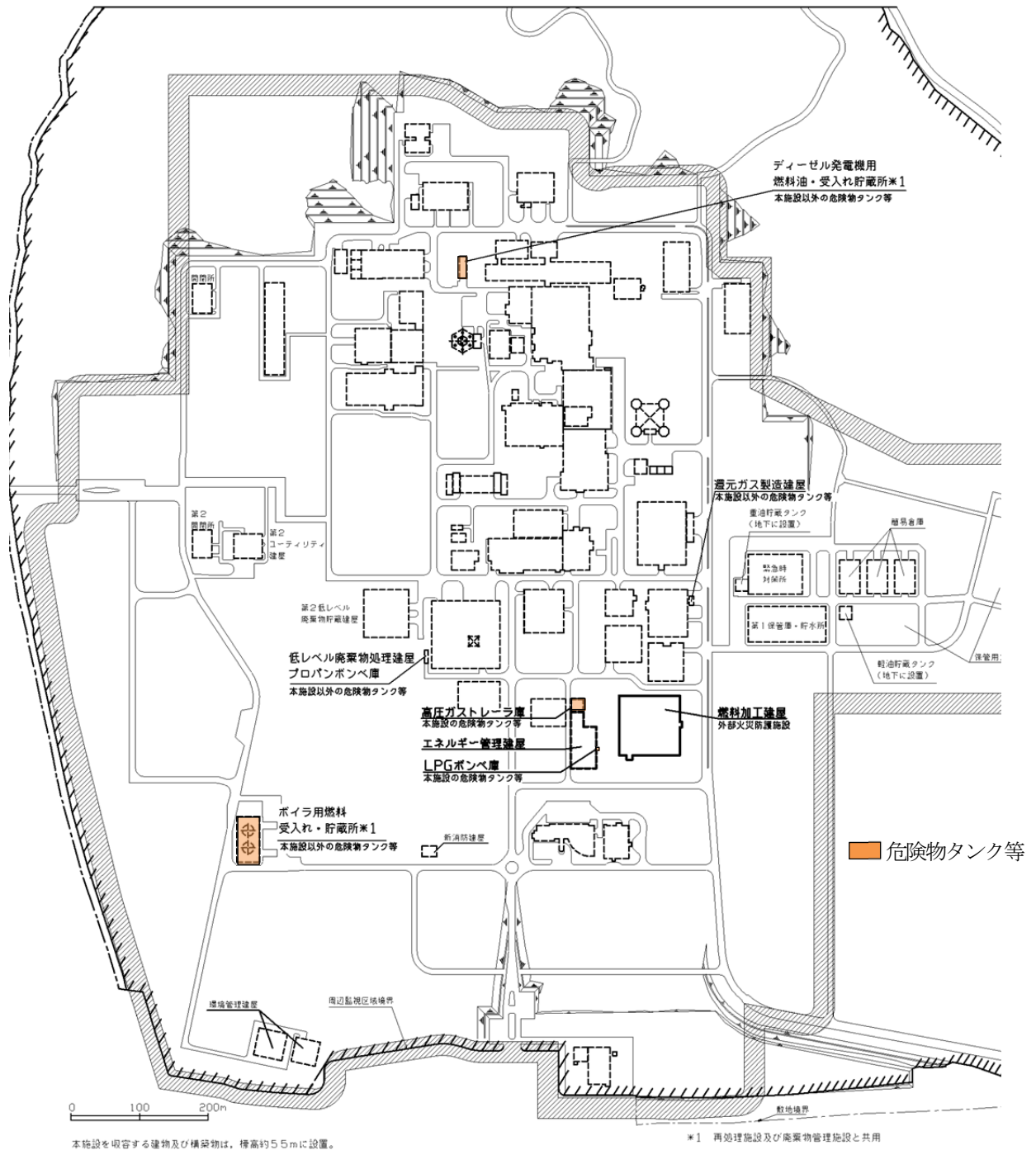
航空機墜落による火災と敷地内の危険物タンク等の重畳について

1. 航空機墜落による火災と敷地内の危険物タンク等の重畳について

敷地内に存在するMOX燃料加工施設の危険物タンク等の対象を第1表に、敷地内の配置を第1図に示す。

第1表 敷地内に存在するMOX燃料加工施設の危険物タンク等

<u>MOX燃料加工施設</u> の危険物タンク等	貯蔵物
ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所	重油
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所	重油
高圧ガストレーラ庫	水素
LPG ボンベ庫	LP ガス

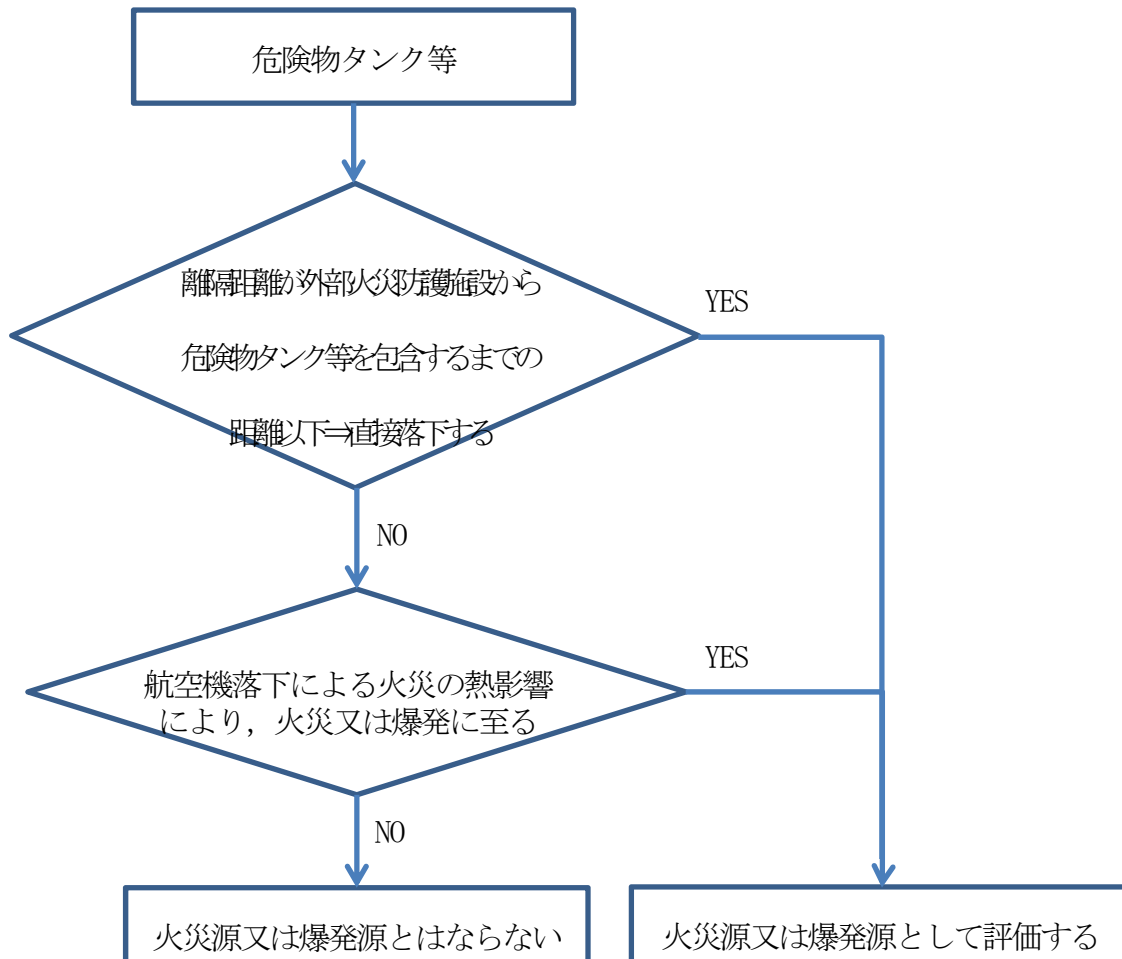


第1図 敷地内に存在する危険物タンク等の配置

(1) 火災源又は爆発源となる場合の想定

航空機墜落を起因として、MOX燃料加工施設の危険物タンク等内に貯蔵する可燃物が火災源又は爆発源となる場合は、航空機が直接墜落することにより火災又は爆発に至る場合と航空機落下による火災の熱影響により火災又は爆発に至る場合がある。

MOX燃料加工施設の危険物タンク等内に貯蔵する可燃物が火災源又は爆発源となるか否かについては、以下のとおり確認する。また、MOX燃料加工施設の危険物タンク等内に貯蔵する可燃物が火災源又は爆発源となるか否かの判定フローを第2図に示す。



第2図 MOX燃料加工施設の危険物タンク等が火災源又は爆発源となるか否かの判定フロー

① MOX燃料加工施設の危険物タンク等への航空機の直接落下

a. 判定方法

離隔距離が外部火災防護施設から危険物タンク等を包含するまでの距離以下となる場合に航空機の直接落下を想定する。

b. 評価結果

航空機の直接落下の判定結果を第2表に示す。外部火災防護施設からボイラ用燃料受入れ・貯蔵所，ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所及び高圧ガストレーラ庫までの距離は離隔距離以上となることから直接落下を想定する火災源又は爆発源として想定する。

第2表 航空機の直接落下の判定結果

<u>MOX燃料加工施設</u> の 危険物タンク等	離隔距離 (m) L	外部火災防護施設から 危険物タンク等を 包含するまでの距離 (m)	評価結果
ボイラ用燃料受入れ ・貯蔵所	63	580	直撃を想定
ディーゼル発電機用燃 料油受入れ・貯蔵所		690	直撃を想定
高圧ガストレーラ庫		71	直撃を想定
LPG ボンベ庫		34	直撃しない

② 航空機墜落による火災におけるMOX燃料加工施設の危険物タンク等への熱影響

上記「① b. 評価結果」より、LPGボンベ庫は航空機の直接落下を想定しないことから、航空機墜落地点からMOX燃料加工施設の危険物タンク等までの距離に基づき、MOX燃料加工施設の危険物タンク等に対する航空機墜落による火災の熱影響を評価し、爆発源となるか確認する。

航空機墜落による火災におけるMOX燃料加工施設の危険物タンク等への熱影響評価及び爆発源との重畳評価については、「補足説明資料7-1 危険物タンク等における熱影響評価について」に示す。評価の結果、航空機墜落による火災により、LPGボンベ庫のLPガスの貯蔵容器が爆発に至るおそれがあるため、爆発源として考慮する。

(2) 重油タンク火災の影響について

① 離隔距離

航空機墜落火災に対する重油タンク火災の影響については、発生熱量が大きく外部火災防護施設に与える影響が大きい事象を想定する。発生熱量が一番大きくなる想定として、航空機墜落により発生する航空機燃料による火災及びMOX燃料加工施設の危険物タンクであるボイラ用燃料受入れ・貯蔵所の重油火災の重畳火災を想定する。ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所及び航空機墜落位置と外部火災防護設備を収納する建屋である燃料加工建屋との離隔距離は550mとする。

② 火災源から受熱面への輻射強度の算出

輻射強度の算出にあたっては、航空機墜落火災及び危険物タンク火災の輻射強度を算出し、さらに太陽光の入射分を含めて合計する。

以下に輻射強度の算出の詳細を示す。

a. 形態係数の算出

形態係数は、外部火災ガイドを参考として以下の前提に基づき(1)式より算出する。

(a) 航空機墜落による火災は、墜落の状況によって様々な燃焼範囲の形状が想定されるが、円筒火災を生ずるものとする。

(b) 燃焼面積は、航空機の投影面積と等価な円を仮定する。

$$\phi = \frac{l}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2-1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{n+1}} \right] \right\} \dots (1)$$

ただし、

$$m = \frac{H}{R} = 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (l + n)^2 + m^2, \quad B = (l - n)^2 + m^2$$

ここで、

ϕ : 形態係数

L : 離隔距離 (m)

H : 火炎の高さ (m)

R : 燃焼半径 (m)

b. 受熱面における輻射強度の算出

輻射強度は外部火災ガイドを参考として、(2)式より算出する。

航空機燃料の輻射発散度については、第3表のガソリン・ナフサの

値を用いる。ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所における重油の輻射発散度は、第3表の重油の値とする。

また、燃料加工建屋については、太陽光の入射として 0.4kW/m^2 ⁽¹⁾ を加算する。

$$E = Rf \cdot \phi \quad \dots (2)$$

ここで、

E : 輻射強度 (W/m^2)

Rf : 輻射発散度 (W/m^2)

ϕ : 形態係数

航空機墜落火災の輻射強度は、 0.19 kW/m^2 、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所における火災の輻射強度は、 0.10 kW/m^2 、建屋外壁への合計の輻射強度（太陽光の入射を含む。）は、 0.69 kW/m^2 となる。

第3表 物質固有の輻射発散度

物質名	輻射発散度	物質名	輻射発散度
カフジ原油	41×10^3 (35×10^3)	メタノール	9.8×10^3 (8.4×10^3)
ガソリン・ナフサ	58×10^3 (50×10^3)	エタノール	12×10^3 (10×10^3)
灯油	50×10^3 (43×10^3)	LNG (メタン)	76×10^3 (65×10^3)
軽油	42×10^3 (36×10^3)	エチレン	134×10^3 (115×10^3)
重油	23×10^3 (20×10^3)	プロパン	74×10^3 (64×10^3)
ベンゼン	62×10^3 (53×10^3)	プロピレン	73×10^3 (53×10^3)
n-ヘキサン	85×10^3 (73×10^3)	n-ブタン	83×10^3 (71×10^3)

(単位は W/m^2 、かつこ内は $\text{kcal/m}^2\text{h}$)

「外部火災ガイド」より抜粋

③ 燃焼時間

燃焼時間は、(3)式より算出する。

$$t = \frac{V}{A \times v} \quad \dots (3)$$

ここで、

t : 燃焼時間 (s)

V : 燃料量 (m³)

A : 燃焼範囲 (m²)

v : 燃焼速度 (m/s)

航空機燃料の燃焼速度については、文献⁽²⁾から油面降下速度 8.0×10^{-5} m/s とする。重油の燃焼速度については、文献⁽³⁾から 0.28×10^{-4} m/s とする。

ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所の重油量は 4327m³、燃焼面積は防油堤面積 2054m² とする。

KC-767 の航空機燃料の燃焼時間は 1200 秒、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所の燃焼時間は 75300 秒となる。

④ 外壁温度評価

燃料加工建屋に対する熱影響評価は、外壁の内部温度の時間変化は、輻射強度に対するコンクリートの一次元熱伝導を熱移動として設定し a. から c. に基づき、燃焼時間経過後の外壁温度を算出して確認した。

ここで、燃焼開始から 1200 秒間については、航空機墜落火災及び危険物タンク火災合算分の総輻射強度 0.69 kW/m² を受けることとし、その後は航空機燃料が燃え尽きることから、危険物タンク火災のみの

輻射強度（太陽光の入射を含む。）0.50 kW/m²を受けることを想定する。

a. 火炎から外壁への輻射

$$Q_{r1} = E \cdot A$$

A : 面積 (m²) (= 1)

b. コンクリート温度の時間変化

$$(n=1 \text{ 外側}) : \rho cV \frac{d}{dt} T_{c1} = Q_{r1} - Q_c(T_{c1})$$

(n=2 からn-1 コンクリート内) :

$$\rho cV \frac{d}{dt} T_{cn}(t) = Q_c(T_{cn-1}) - Q_c(T_{cn})$$

$$(n=n \text{ 内側}) : \rho cV \frac{d}{dt} T_{cn}(t) = Q_c(T_{cn-1})$$

ρ : コンクリート密度 (kg/m³)

c : コンクリート比熱 (J/kgK)

V : コンクリート体積 (m³)

n : 節点番号

$T_{cn}(t)$: 節点nでのコンクリート温度 (°C)

$Q_c(T_{cn})$: コンクリート内の熱伝導 (W)

c. コンクリート内の熱伝導

$$Q_c(T_{cn}) = \frac{\lambda_c}{L} \cdot A \cdot (T_{cn} - T_{cn+1})$$

λ : コンクリートの熱伝導率 (W/mK)

L : コンクリートの区分厚さ (m)

対象建屋外壁に対する熱影響評価の計算条件を第4表に示す。

第4表 熱影響評価の計算条件

項目	記号	数値	単位
初期温度	T_0	50 ^{*1}	°C
コンクリート熱伝導率	λ	1.74 ⁽⁴⁾	W/mK
コンクリート密度	ρ	2,150 ^{*2}	kg/m ³
コンクリート比熱	c	963 ⁽⁴⁾	J/kgK

*1 : 初期温度は、室内の最高温度を踏まえ設定。

*2 : 遮蔽設計の最小値 (使用前検査確認項目)

⑤ 熱影響評価結果

航空機墜落火災及び危険物タンク火災の重畳による、燃料加工建屋の外壁温度の最大値の評価結果を第5表に示す。

第5表 外壁温度評価結果

施設名称	外壁表面最大温度 (°C)	許容温度 (°C)
燃料加工建屋	130	200

ここで、外壁表面温度の最大値は200°Cを下回ることから、建屋内に収納される外部火災防護対象設備の安全性を損なわない。

(3) 可燃性ガスを貯蔵するボンベ庫の爆発の影響について

MOX燃料加工施設の高圧ガストレーラ庫の水素ガスの貯蔵容器及びLPG ボンベ庫のLP ガスの貯蔵容器については、外部火災防護施設からの離隔距離が十分あることを踏まえ、外部火災ガイドを参考とし危険限界距離を算出し、外部火災防護施設である燃料加工建屋までの離隔距離が確保されていることを確認する。

MOX燃料加工施設の高圧ガストレーラ庫及びLPG ボンベ庫の危険限界距離の評価については、「補足説明資料 7-1 危険物タンク等における熱影響評価について」に示す。評価の結果、危険限界距離に対して外部火災防護施設である燃料加工建屋までの離隔距離が十分確保されていることから、屋内に設置する外部火災防護対象設備の安全機能は損なわれない。

参考文献

- (1) IAEA. IAEA 安全基準 IAEA 放射性物質安全輸送規則のための助言文書 (No. TS-G-1. 1) . 改訂1. 2008.
- (2) 日本火災学会編. 火災便覧 新版, 共立出版, 1984.
- (3) 消防庁特殊災害室. 石油コンビナートの防災アセスメント指針. 2013.
- (4) 日本建築学会. 原子炉建屋構造設計指針 同解説. 1988.