

【公開版】

提出年月日	令和元年12月26日 R2
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 敷地内の本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 敷地内に存在する本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、本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本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、本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、本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本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、本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、本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 25

m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、火炎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，本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。）に対して本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、本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、本施設の立地及び周辺環境を踏まえて本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。

敷地内に存在する本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、本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、本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、本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本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本施設に迫る火災
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
	本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
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本施設に迫る火災	<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
	本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 本施設の危険物タンク等及び貯蔵物

本施設の危険物タンク等	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 敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等及び貯蔵物

敷地内に存在する本施設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

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】

本施設において、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

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、本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本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、本施設から直線距離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本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」及び本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。

【補足説明資料4－2】

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。本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、本施設の風上に発火点を設定する必要があることから、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3-1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3-1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

本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（ $910\text{W}/\text{m}^2$ （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）

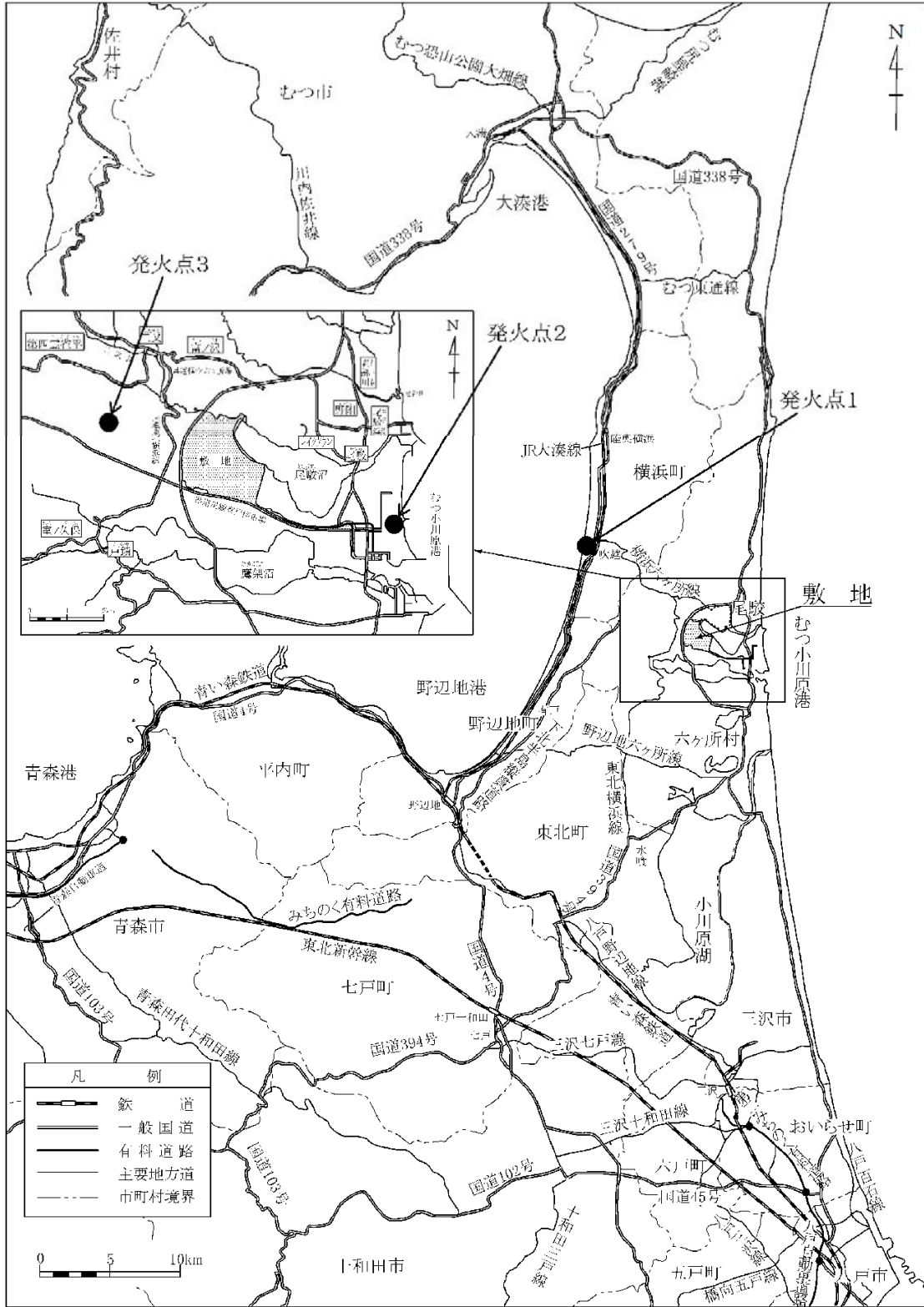
六ヶ所地域気象観測所		
風向	最大風速における風向の出現回数	最多風向の出現回数
北	17	6
北北東	15	1
北東	18	2
東北東	149	100
東	77	357
東南東	534	384
南東	177	96
南南東	16	21
南	27	29
南南西	0	6
南西	5	4
西南西	39	31
西	231	208
西北西	343	363
北西	152	216
北北西	40	15

第4-1表 FARSITE による結果

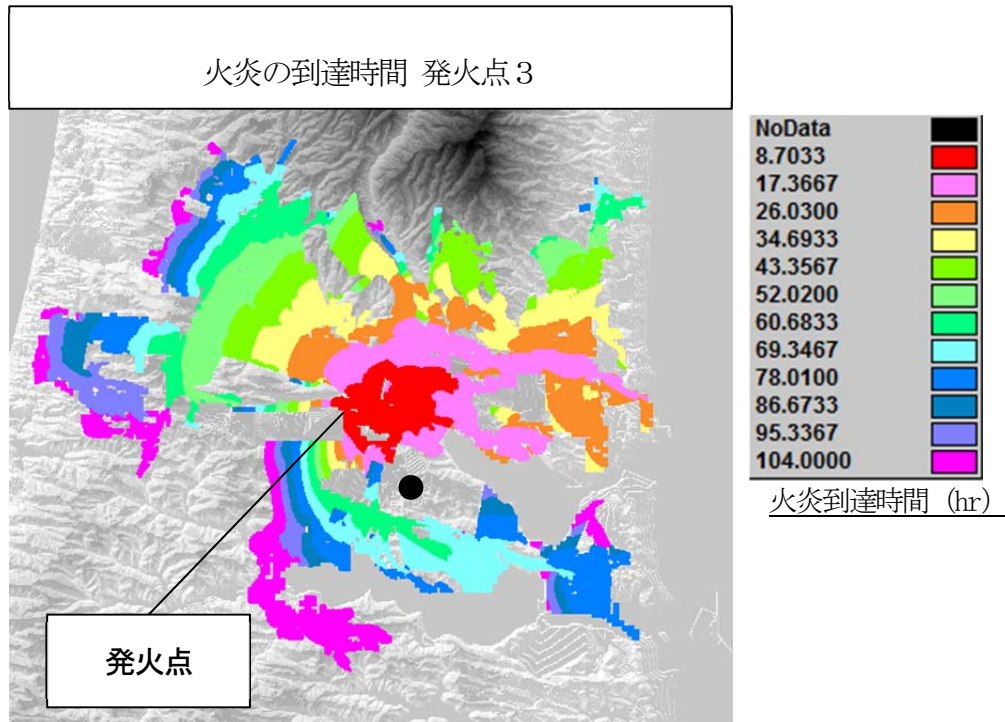
項目	内容	解析結果
延焼速度	全燃焼セルにおける延焼速度	発火点1：最大 4.7m/s 平均 0.07m/s 発火点2：最大 5.3m/s 平均 0.08m/s 発火点3：最大 3.5m/s 平均 0.04m/s
最大火線強度	火線最前線の最大火線強度 (防火帯幅算出に用いる)	発火点1： 1527kW/m 発火点2： 9128kW/m 発火点3： 2325kW/m
火炎の到達時間	発火から敷地内に最も早く到達する時間	発火点1： 30 時間 1 分 発火点2： 18 時間 37 分 発火点3： 5 時間 1 分
輻射強度	防火帯から任意の位置 (170m) における輻射強度 (熱影響評価に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

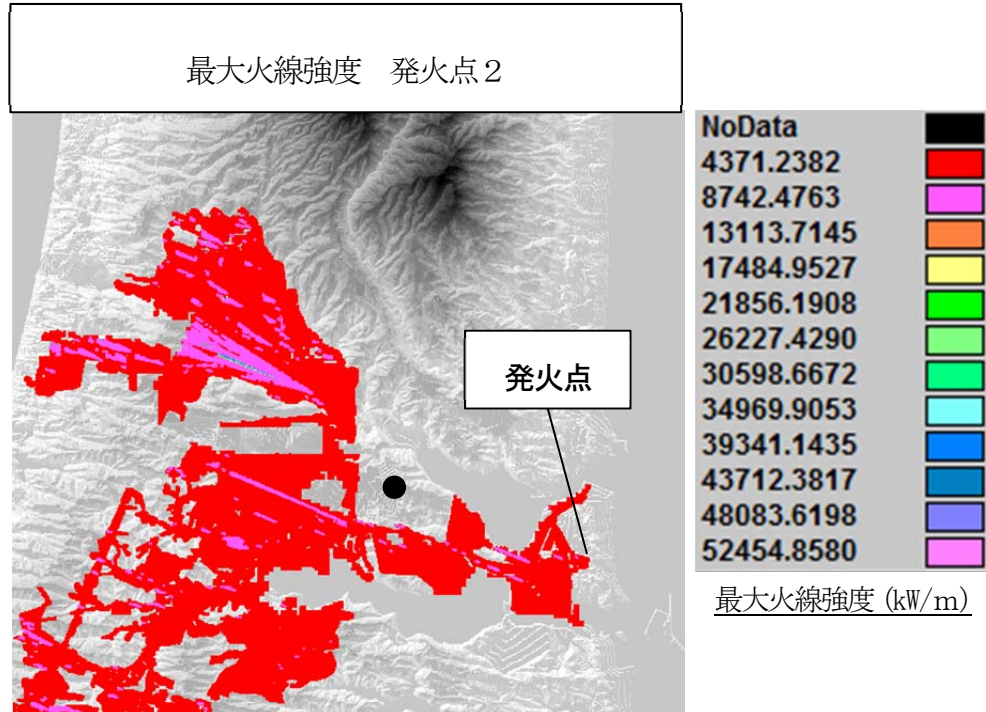


添5第24図 発火点位置図



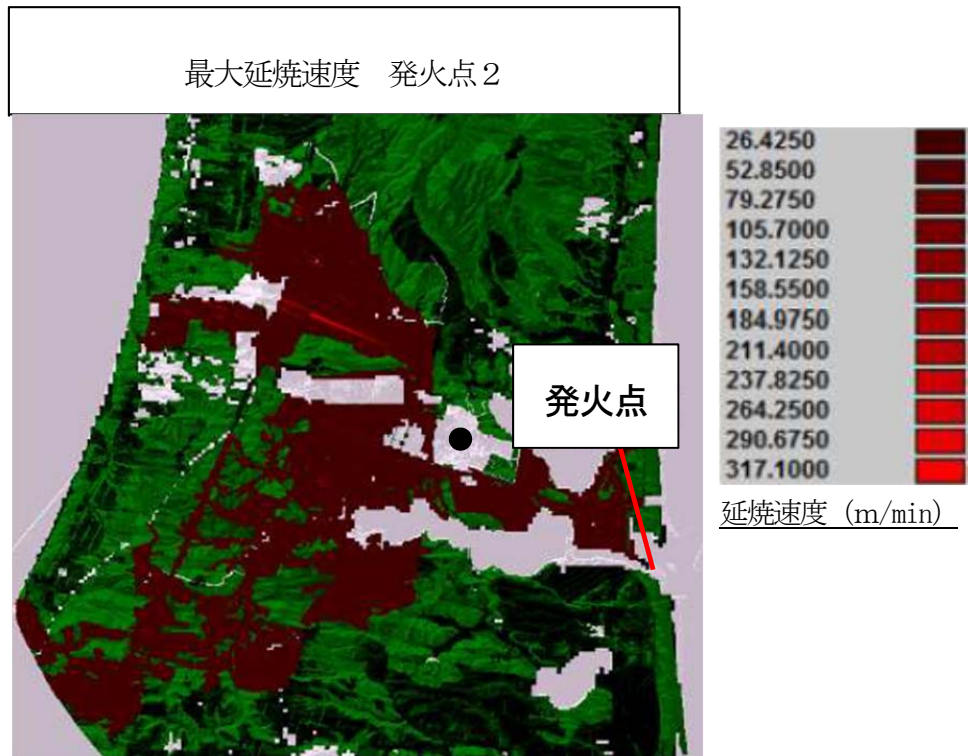
●: 本施設

第4-1図 発火点3の火炎到達時間分布



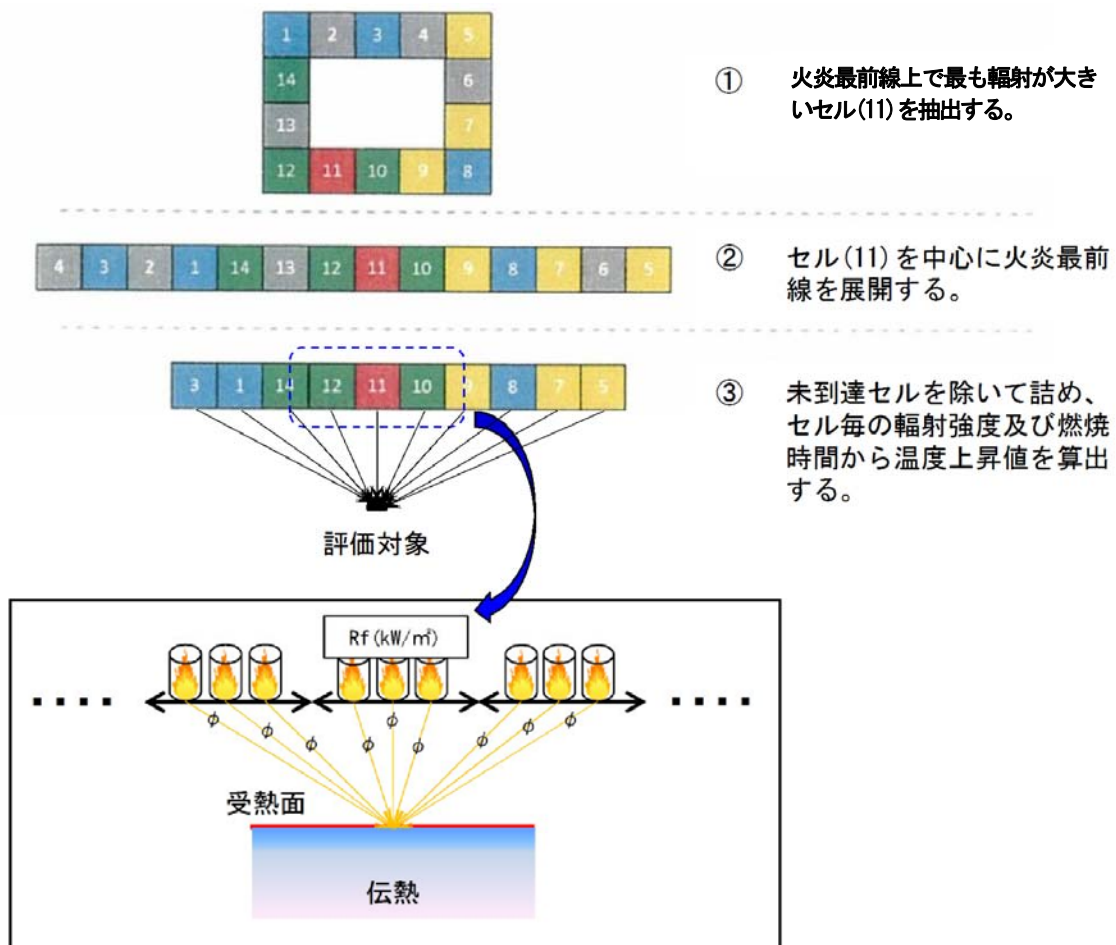
●: 本施設

第4-2図 発火点2の火線強度の分布



● : 本施設

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。

本施設の高圧ガストレーラ庫及び敷地内に存在する本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°C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 敷地内の本施設以外の危険物タンク等の火災及び爆発

敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等を添5第32表に示す。敷地内に存在する本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、火炎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°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。

また、敷地内に存在する本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。

【補足説明資料5-3】

敷地内に存在する本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

とにより本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℃以下となることで、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 敷地内に存在する本施設の危険物タンク等の火災又は爆発

敷地内に存在する本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、本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。本施設の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 本施設の危険物タンク等及び貯蔵物

本施設の危険物タンク等	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

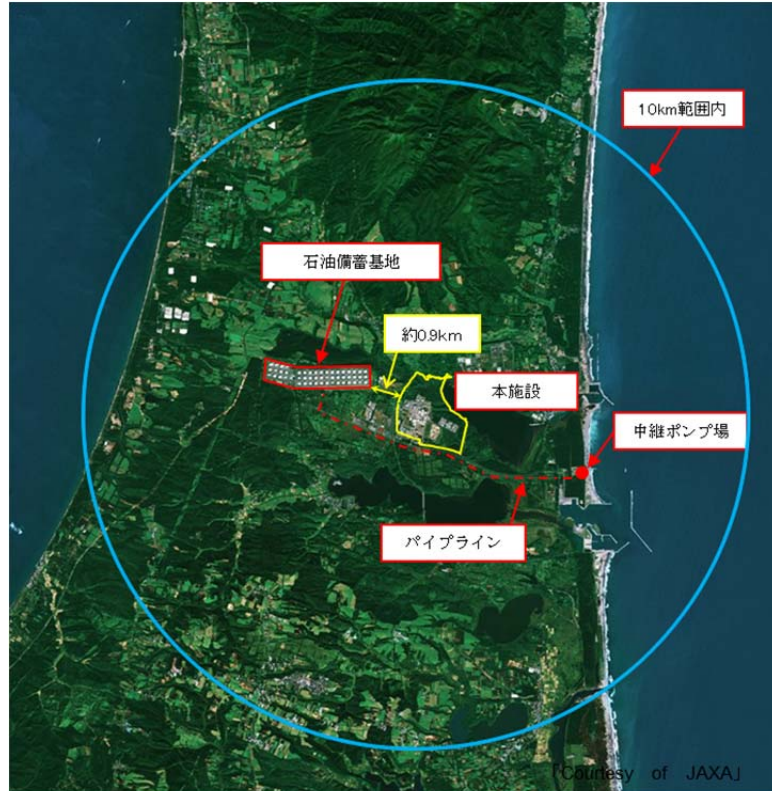
添5第32表 敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等及び貯蔵物

敷地内に存在する本施設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

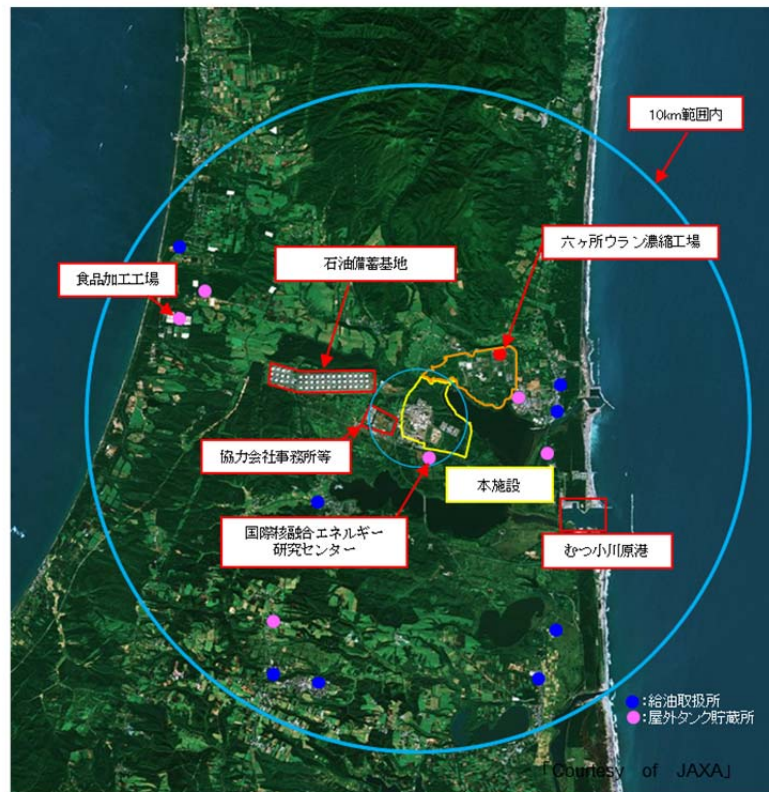
*1 再処理施設及び廃棄物管理施設と共用

第5-5表 危険限界距離の評価結果

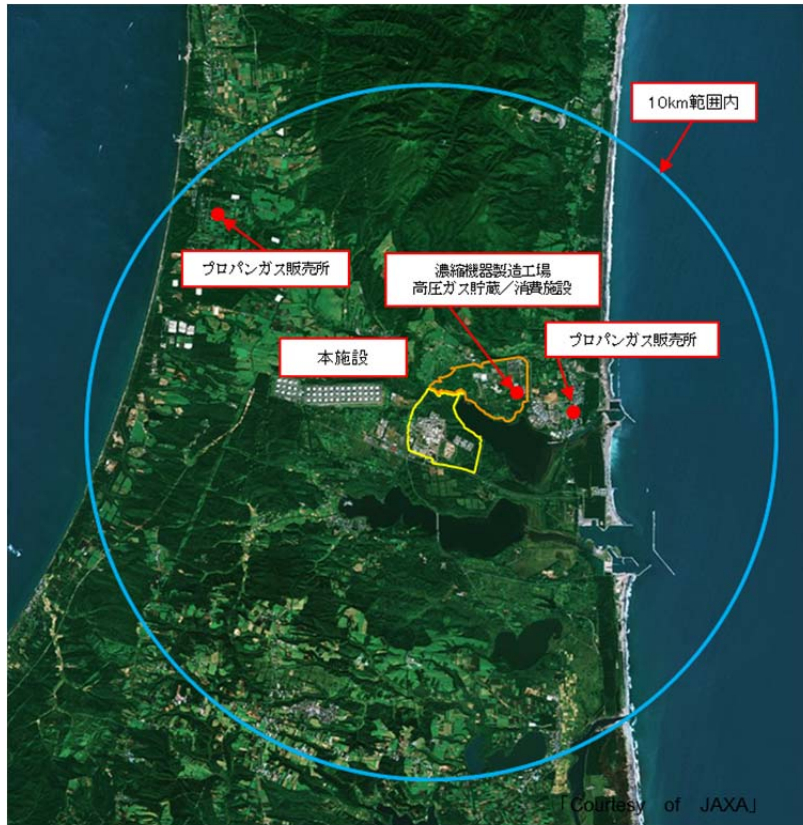
危険物タンク等	外部火災防護施設	危険限界距離 (m)	離隔距離 (m)
高圧ガストレーラ庫	燃料加工建屋	55	62
LPG ボンベ庫		26	33



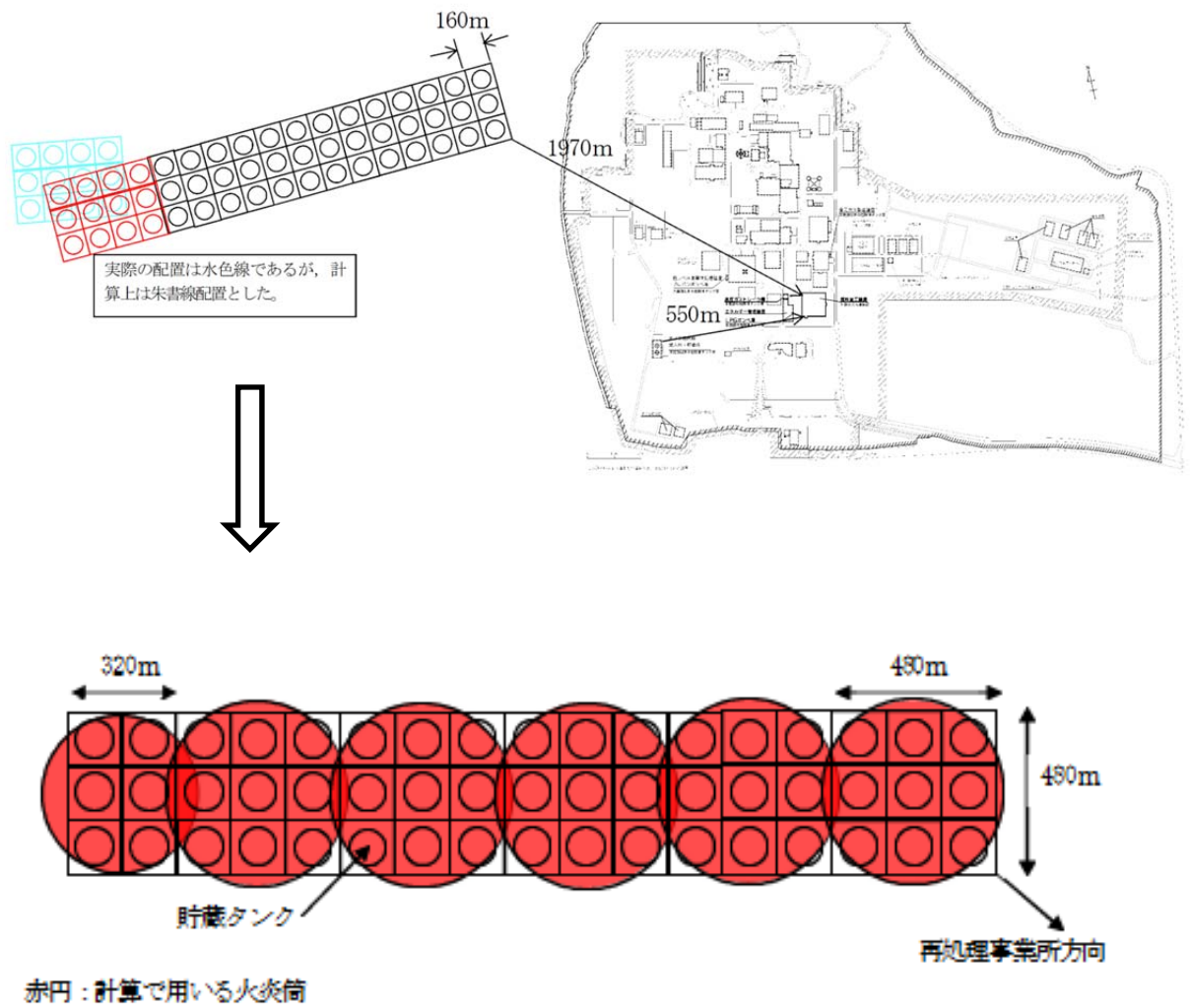
第5-1図 石油コンビナート等特別防災区域内の配置概要図



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、本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、本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本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本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

検討中

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

本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、敷地内の本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表に示す本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本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炎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災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

敷地内に存在する本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、本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。

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 本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。

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、本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、本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

本施設は、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、本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) 本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本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本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、本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、本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、本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	新規作成
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	新規作成
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	新規作成
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	12/13	0	
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	

補足説明資料 3 - 1 (9 条 外部火災)

外部火災に対する防護対象及び熱影響評価について

1. 外部火災に対する基本方針

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。）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。

2. 外部火災防護対象設備の抽出

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。外部火災防護対象設備としては、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。

上記に含まれない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。

外部火災防護対象設備の抽出フローを第1図に示す。第1表に外部火災防護対象設備の選定結果を示す。

3. 外部火災防護施設の抽出

外部火災防護対象設備は、全て燃料加工建屋内に収納されることから、外部火災防護対象設備を収納する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図を第2図に示す。

4. 影響評価内容

外部火災防護施設である燃料加工建屋については、外壁温度の評価を実施し、コンクリートの強度が維持できる温度であることを確認する。

5. 可搬型重大事故等対処設備

外部火災防護対象設備を外部火災から防護することにより、外部火災によって重大事故等の発生にいたることない。

可搬型重大事故等対処設備は、防火帯の内側に可搬型重大事故等対処設備を保管する建物を配置し、離隔距離の確保及び消火活動により、外部火災により機能を損なわない措置を講ずる。

第1表 外部火災防護施設の選定結果一覧 (1/6)

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	設計対応	
				熱影響	二次的影響
成形施設	粉末調整工程	原料MOX粉末缶取出設備	原料MOX粉末缶取出装置グローブボックス	×	×
		一次混合設備	原料MOX粉末秤量・分取装置グローブボックス	×	×
			ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	×	×
			予備混合装置グローブボックス	×	×
			一次混合装置グローブボックス	×	×
			二次混合設備	一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	×
		ウラン粉末秤量・分取装置グローブボックス		×	×
		均一化混合装置グローブボックス		×	×
		造粒装置グローブボックス		×	×
		添加剤混合装置グローブボックス		×	×
		分析試料採取設備	原料MOX分析試料採取装置グローブボックス	×	×
			分析試料採取・詰替装置グローブボックス	×	×
		スクラップ処理設備	回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	×	×
			回収粉末微粉碎装置グローブボックス	×	×
			回収粉末処理・混合装置グローブボックス	×	×
			再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックス	×	×
			再生スクラップ受払装置グローブボックス	×	×
			容器移送装置グローブボックス	×	×

○：評価対象 ×：評価対象（ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象）
 ー：評価対象外

第1表 外部火災防護施設の選定結果一覧 (2/6)

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	設計対応				
				熱影響	二次的影響			
成形施設	粉末調整工程	粉末調整工程搬送設備	原料粉末搬送装置グローブボックス	×	×			
			再生スクラップ搬送装置グローブボックス	×	×			
			添加剤混合粉末搬送装置グローブボックス	×	×			
			調整粉末搬送装置グローブボックス	×	×			
	ペレット加工工程	圧縮成形設備	プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス	×	×			
			プレス装置（プレス部）グローブボックス	×	×			
			空焼結ボート取扱装置グローブボックス	×	×			
			グリーンペレット積込装置グローブボックス	×	×			
		焼結設備	焼結設備	焼結ボート供給装置グローブボックス	×	×		
				焼結炉	×	×		
				焼結炉内部温度高による過加熱防止回路	×	×		
				焼結炉内圧力異常検知による炉内圧力異常検知回路	×	×		
				焼結ボート取出装置グローブボックス	×	×		
				排ガス処理装置グローブボックス（上部）	×	×		
				排ガス処理装置グローブボックス（下部）	×	×		
				排ガス処理装置	×	×		
				排ガス処理装置の補助排風機（安全機能の維持に必要な回路を含む。）	×	×		
				研削設備	研削設備	焼結ペレット供給装置グローブボックス	×	×
						研削装置グローブボックス	×	×
						研削粉回収装置グローブボックス	×	×

○：評価対象 ×：評価対象（ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象）
 -：評価対象外

第1表 外部火災防護施設の選定結果一覧 (3/6)

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	設計対応	
				熱影響	二次的影響
成形施設	ペレット加工工程	ペレット検査設備	ペレット検査設備グローブボックス	×	×
		ペレット加工工程搬送設備	焼結ボート搬送装置グローブボックス	×	×
			ペレット保管容器搬送装置グローブボックス (一部を除く。)	×	×
			回収粉末容器搬送装置グローブボックス	×	×
被覆施設	燃料棒加工工程	燃料棒検査設備	燃料棒移載装置 ゲート	×	×
			燃料棒立会検査装置 ゲート	×	×
		燃料棒収容設備	燃料棒供給装置 ゲート	×	×
貯蔵施設	貯蔵容器一時保管設備		一時保管ピット	×	×
			混合酸化物貯蔵容器	×	×
	原料MOX粉末缶一時保管設備		原料MOX粉末缶一時保管装置グローブボックス	×	×
			原料MOX粉末缶一時保管装置	×	×
	粉末一時保管設備		粉末一時保管装置グローブボックス	×	×
			粉末一時保管装置	×	×
	ペレット一時保管設備		ペレット一時保管棚グローブボックス	×	×
			ペレット一時保管棚	×	×
			焼結ボート受渡装置グローブボックス	×	×
	スクラップ貯蔵設備		スクラップ貯蔵棚グローブボックス	×	×
			スクラップ貯蔵棚	×	×
			スクラップ保管容器受渡装置グローブボックス	×	×
	製品ペレット貯蔵設備		製品ペレット貯蔵棚グローブボックス	×	×
			製品ペレット貯蔵棚	×	×
			ペレット保管容器受渡装置グローブボックス	×	×

第1表 外部火災防護施設の選定結果一覧 (4/6)

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	設計対応	
				熱影響	二次的影響
貯蔵施設		燃料棒貯蔵設備	燃料棒貯蔵棚	×	×
		燃料集合体貯蔵設備	燃料集合体貯蔵チャンネル	×	×
放射性廃棄物の廃棄施設	気体廃棄物の廃棄設備 (換気設備)	建屋排気設備	建屋排気フィルタユニットから建屋排風機後の手動ダンパまでの範囲	×	×
			建屋排気フィルタユニット	×	×
			建屋排風機 (排気機能の維持に必要な回路を含む。)	×	×
		工程室排気設備	安全上重要な施設のグローブボックス等を設置する工程室から工程室排風機後の手動ダンパまでの範囲	×	×
			工程室排気フィルタユニット	×	×
			工程室排風機 (排気機能の維持に必要な回路を含む。)	×	×
		グローブボックス排気設備	安全上重要な施設のグローブボックスからグローブボックス排風機後の手動ダンパまでの範囲及び安全上重要な施設のグローブボックスの給気側のうち、グローブボックスの閉じ込め機能維持に必要な範囲	×	×
			グローブボックス排気フィルタ (安全上重要な施設のグローブボックスに付随するもの。)	×	×
			グローブボックス排気フィルタユニット	×	×
			グローブボックス排風機 (排気機能の維持に必要な回路を含む。)	×	×

○：評価対象 ×：評価対象 (ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象)
 ー：評価対象外

第1表 外部火災防護施設の選定結果一覧 (5/6)

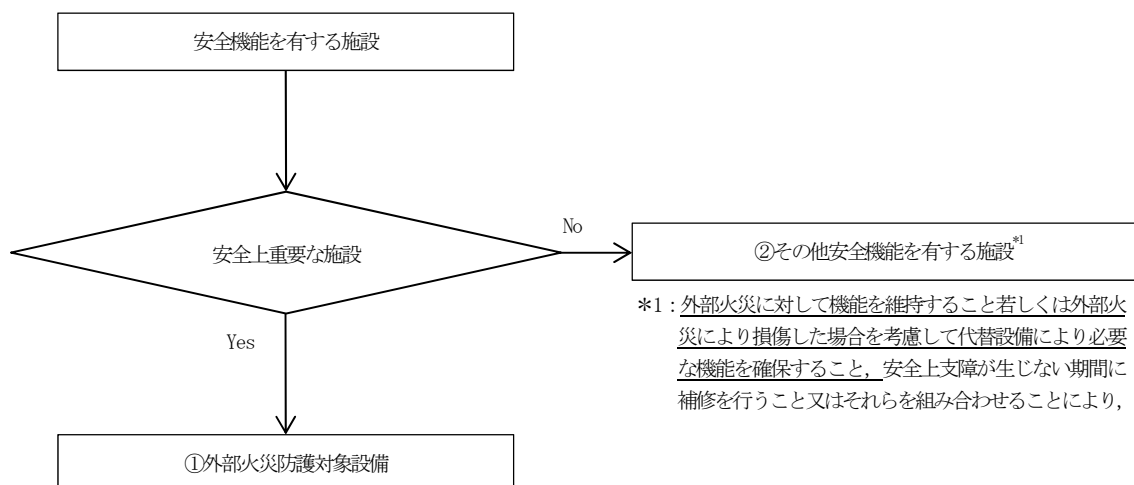
施設区分		設備区分	安全上重要な施設	設計対応	
				熱影響	二次的影響
放射性廃棄物の廃棄施設	気体廃棄物の廃棄設備 (換気設備)	窒素循環設備	安全上重要な施設のグローブボックスに接続する窒素循環ダクト	×	×
			窒素循環ファン	×	×
			窒素循環冷却機	×	×
その他加工設備の附属施設	非常用設備	非常用所内電源設備	非常用所内電源設備	×	○
	主要な実験設備	小規模試験設備	小規模粉末混合装置グローブボックス	×	×
			小規模プレス装置グローブボックス	×	×
			小規模焼結処理装置グローブボックス	×	×
			小規模焼結処理装置	×	×
			小規模焼結処理装置内部温度高による過加熱防止回路	×	×
			小規模焼結処理装置炉内圧力異常検知による炉内圧力異常検知回路	×	×
			小規模焼結処理装置への冷却水流量低による加熱停止回路	×	×
			小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	×	×
			小規模焼結炉排ガス処理装置	×	×
			小規模焼結炉排ガス処理装置の補助排風機 (安全機能の維持に必要な回路を含む。)	×	×
			小規模研削検査装置グローブボックス	×	×
			資材保管装置グローブボックス	×	×

○：評価対象 ×：評価対象 (ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象)
 -：評価対象外

第1表 外部火災防護施設の選定結果一覧 (6/6)

施設区分		設備区分	安全上重要な施設	設計対応	
				熱影響	二次的影響
その他加工設備の附属施設	その他の主要な事項	火災防護設備	グローブボックス温度監視装置	×	×
			自動火災報知設備（二酸化炭素消火装置及び安全上重要な施設の窒素消火装置への火災信号移報回路（火災感知器を含む。））	×	×
			グローブボックス局所消火装置	×	×
			グローブボックス消火装置（安全上重要な施設のグローブボックスの消火に関する範囲）	×	×
			窒素消火装置（火災区域に設定する室の消火に関する範囲）	×	×
			二酸化炭素消火装置	×	×
			延焼防止ダンパ（ダンパ作動回路を含む。）	×	×
			防火シャッター（シャッター作動回路を含む。）	×	×
			防火扉（火災区域境界に設置するもの。）	×	×
			避圧エリア形成用自動閉止ダンパ（ダンパ作動回路を含む。）	×	×
		溢水防護設備	緊急遮断弁（加速度大による緊急遮断弁作動回路を含む。）	×	×
			堰	×	×
		水素・アルゴン混合ガス設備	混合ガス水素濃度高による混合ガス供給停止回路及び混合ガス濃度異常遮断弁（焼結炉系，小規模焼結処理系）	×	×
		燃料加工建屋	燃料加工建屋	○	×
工程室	工程室	×	×		

○：評価対象 ×：評価対象（ただし，当該設備を設置する建屋が評価対象）
 -：評価対象外



第1図 外部火災防護対象設備の抽出フロー

補足説明資料 3 - 2 (9 条 外部火災)

熱影響評価建屋の選定について

1. 森林火災及び近隣工場等の火災の熱影響評価対象の選定

外部火災防護施設は想定される森林火災，近隣工場等の火災に対して，防火帯の設置，建屋による防護，離隔距離の確保及び消火活動により，森林火災，近隣工場等の火災からの熱影響を防ぎ，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。

外部火災防護施設の外部火災防護対象設備を収納する建屋については，外壁に対する熱影響評価を実施し，外壁表面がコンクリートの許容温度以下となり，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。

また，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。）において，森林火災，近隣工場等の火災の影響により，火災が発生した場合，外部火災防護施設へ影響を与える可能性のある危険物タンク等については，危険物タンク等への熱影響評価を実施し，貯蔵物が許容温度以下となることを確認する。

森林火災，近隣工場等の火災の熱影響評価については，外部火災防護対象設備を収納する建屋を選定する。第1図に熱影響評価対象選定フローを示す。防火帯，外部火災防護施設及び危険物タンク等の配置を第2図，外部火災防護施設の防火帯外側，石油備蓄基地及び危険物タンク等の重油タンクからの離隔距離を第1表に示す。また，熱影響評価対象の危険物タンク等を第2表に示す。

第1表 外部火災防護施設の防火帯外側，石油備蓄基地及び危険物タンク等の重油タンクからの離隔距離

外部火災防護 対象設備を収 納する建屋	防火帯外側 からの離隔 距離 (m)	石油備蓄基地 からの離隔距 離 (m)	重油タンクからの離隔距離 (m)	
			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
燃料加工建屋	226	1970	550*1	660

* 1 : 重油タンク火災の評価対象

第2表 熱影響評価対象の危険物タンク等

熱影響確認対象	貯蔵物	許容温度	備考
ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所	重油	発火点：200°C ⁽¹⁾	参考文献（1）に基づく 発火点約240°Cを切り下げ200°Cとする。
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所	重油	発火点：200°C ⁽¹⁾	参考文献（1）に基づく 発火点約240°Cを切り下げ200°Cとする。
高圧ガストレーラ庫*1*2	水素	発火点：571.2°C ⁽²⁾	
LPG ボンベ庫*1	LP ガス	発火点：405°C ⁽³⁾	

*1：森林火災の評価対象

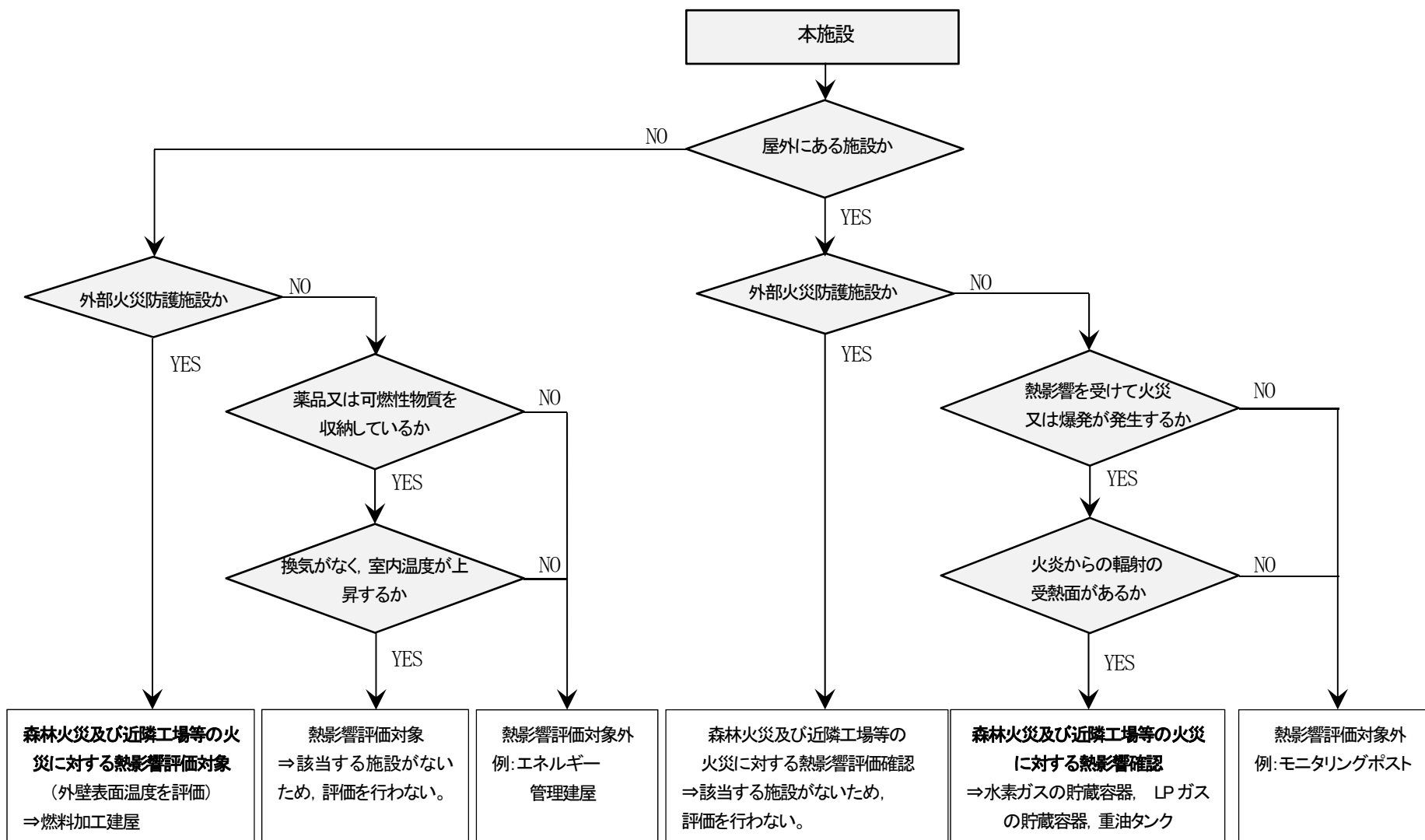
*2：石油備蓄基地火災の評価対象

参考文献

(1) JX 日鉱日石エネルギー. ENEOS A 重油. 安全データシート. 2012-12-10.

(2) 東邦アセチレン. 圧縮水素. 化学物質等安全データシート. 2013-1-1.

(3) 鈴商総合ガスセンター. 液化石油ガス. 製品安全データシート. 2000-12-3.



第1図 森林火災，近隣工場等の火災の熱影響評価を行う建屋及び設備の選定フロー

補足説明資料 4 - 2 (9 条 外部火災)

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

1. 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

森林火災シミュレーション解析コード（以下「FARSITE」という。）での解析を行うため、土地利用データ、地形データ、植生データ及び気象条件を入力する。これらの入力データについて「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。）では、現地の土地利用、地形及び気象条件を可能な限り考慮する必要があるとしている。以下に、外部火災ガイドを参考として実施した、入力データの設定方法を示す。

2. 土地利用データの設定について

土地利用データについては、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て設定する。土地利用データ区分に対する可燃物パラメータ（FARSITE デフォルト値）の設定の考え方を第1表に、土地利用データについて第2図に示す。

3. 地形データの設定について

地形データについては、10mメッシュの基盤地図情報 数値標高モデル（国土地理院）を用いて設定する。

4. 土地利用データにおける森林領域の樹種データの設定について

樹種及び林齢を特定できる領域については、「福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価」（独立行政法人原子力安全基盤機構）において、FARSITE のデフォルトの森林パラメータを使用するよりも、樹種及び林齢を

考慮したパラメータを使用する方が厳しい解析結果が得られたことを踏まえ、「福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価」に設定している11区分の植生タイプに分類し、FARSITEの可燃物パラメータを設定した。可燃物パラメータの設定の考え方を第2表に示す。

また、樹冠率の設定について第12表に示す。樹冠率は、上空から森林を見た場合の平面上の樹冠が占める割合をいい、イメージ図を第5図に示す。FARSITEでは樹冠率を4つに区分し、いずれかを設定するようになっている。敷地周辺の樹冠率の設定に当たって、森林計画図で示される樹冠率からFARSITEでの樹冠率に相当する区分を設定した。

4. 敷地内植生データの設定について

敷地内における植生データは、現地調査※を行い、可燃物パラメータを設定した。敷地内植生データ区分及び可燃物パラメータの設定の考え方を第3表に示す。また、樹冠率の設定について第12表に示す。

現地調査結果における林齢の推定には、第1図に示す青森県森林簿に記載されたマツ及びスギの樹高及び林齢の関係をあてはめることにより推定した。植生データについて第3図に示す。

樹冠率は、上空から森林を見た場合の平面上の樹冠が占める割合をいい、イメージ図を第5図に示す。FARSITEでは樹冠率を4つに区分し、いずれかを設定するようになっている。敷地周辺の樹冠率の設定に当たって、森林計画図で示される樹冠率からFARSITEでの樹冠率に相当する区分を設定した。

※現地調査について

<調査内容>

敷地内の樹木の植生状況について目視にて調査を実施した。敷地内の植生状況を第6図に示す。

<調査者の力量>

調査者は環境省，国土交通省，県等の地方自治体の委託を受けた植生調査業務に約6年間従事しており，調査者が植生調査において適切な力量を有している事を確認している。

5. 今後の植生管理について

植生管理については火災防護計画に定め定期的に植生の調査を行い，管理していく。植生に大きな変更があった場合は再解析を行い，防火帯を適切に管理していく。

6. 気象条件の設定について

(1) 最高気温，最小湿度及び最大風速

外部火災ガイドでは「気象条件は過去10年間の調査し，森林火災の発生件数の多い月の最小湿度，最高気温及び最大風速の組合せとする。」とされている。

青森県における森林火災の月ごとの発生件数を確認し，発生件数の多い3月から8月の期間における気象条件を使用する。気象観測所は，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，むつ特別地域気象観測所及び六ヶ所地域気象観測所を対象とする。これらの気象官署の気象データ及び当社が実施している敷地内の気象観測データを比較し，気象条件が厳しい値となる八戸特別地域気象観測所のデータを使用した。各気象観測所等の気象データを第4表から第7表に，気象観測所等の位置を第4図に示す。

(2) 風向

外部火災ガイドでは「風向は卓越方向とし、発電所の風上に発火点を設定する。」とされている。青森県において森林火災の多い3月から8月の期間について、本施設の立地を考慮し、最も近くにある六ヶ所地域気象観測所の風向データから、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た。調査結果から、六ヶ所地域における風向の卓越方向は、東南東及び西北西である。従って、FARSITEに使用する風向を東南東及び西北西とした。

また、六ヶ所地域気象観測所は本施設から約9 km離れた場所にあるため、当社が実施している敷地内の気象観測データと六ヶ所地域気象観測所における観測データを比較した。結果、風向について六ヶ所地域気象観測所と敷地内の気象観測データには同じ傾向があり、風向の設定が妥当であることを確認した。各気象観測所等の気象データを第8表から第11表に示す。

(3) FARSITE への入力

FARSITE の評価に当たっては、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。

- a. 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。
- b. 気温については、可燃物の燃焼性を高めるため、最高気温を一定とする。
- c. 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。

第1表 土地利用データ区分及び可燃物パラメータの設定の考え方

土地利用データ区分	可燃物パラメータ 及び植生写真	設定の考え方
田 その他の農用地 その他の用地 ゴルフ場	<u>Tall grass</u> ：高草地 	田及びその他の農用地においては、農産物に加え草が主な可燃物となる。そこで、 <u>FARSITE</u> デフォルトパラメータにおける草原 (<u>Grass</u>) のパラメータの中で、可燃物量、可燃物の高さが大きい点で厳しい評価となる <u>Tall grass</u> を設定した。
	<u>Short grass</u> ：低草地 	敷地周辺にある、一部草地については、下草の量が少ないことから <u>Short grass</u> を設定した。
森林	落葉広葉樹 スギ クロマツ及びアカマツ 	敷地周辺の樹種を調査したところ、ブナ、ナラ等の落葉樹、スギ、アカマツ、クロマツ等の針葉樹の群生が見られた。このため、森林を樹木に応じて「落葉広葉樹」、「スギ」及び「マツ」として設定した。
	<u>Hardwood litter</u> ：森林 	広葉樹が大部分であるが、可燃物熱量の高いマツ等の針葉樹が一部混在している地点については、広葉樹、マツ等の長い針葉樹を考慮している <u>Hardwood litter</u> として設定した。
荒地	<u>Brush</u> ：荒地 	荒地は、崖、岩、湿地等、特定の植生がなく、延焼しにくい領域であるが、厳しい評価となるように灌木等を可燃物として想定している <u>FARSITE</u> デフォルトパラメータの <u>Brush</u> を設定し、計算上延焼することとした。
伐採跡地	<u>Heavy logging slash</u> ：重い倒木 	樹木の伐採跡地には可燃物となる倒木が存在する。倒木としては可燃物量が多くなる <u>FARSITE</u> デフォルトパラメータにおける <u>Heavy logging slash</u> を設定した。
建物用地, 河川地, 湖沼, 海浜, 道路, 鉄道, 海水域, 裸地	— 	可燃物がないことから非植生地に区分した。

第2表 可燃物パラメータの設定の考え方

FARSITE における 可燃物パラメータ	設定の考え方
スギ及びヒノキ (林齢 10 年生未満)	スギ及びマツ類に関しては、青森県作成の森林簿及び森林監督署作成の森林調査簿に記載されている樹種及び林齢に基づき左記のとおり設定した。
スギ及びヒノキ (林齢 10 年生)	
スギ及びヒノキ (林齢 20 年生)	
スギ及びヒノキ (林齢 30 年生)	
スギ及びヒノキ (林齢 40 年生以上)	
マツ (林齢 10 年生未満)	
マツ (林齢 10 年生)	
マツ (林齢 20 年生)	
マツ (林齢 30 年生)	
マツ (林齢 40 年生以上)	
落葉広葉樹	

第3表 敷地内植生データ区分及び可燃物パラメータの設定の考え方

植生データ区分	FARSITEにおける可燃物パラメータ	設定の考え方
	落葉広葉樹	現地調査の結果、広葉樹の部分については、落葉広葉樹の可燃物パラメータを設定した。
森林	スギ (林齢 10 年生) スギ (林齢 20 年生) スギ (林齢 30 年生) スギ (林齢 40 年生以上) マツ (林齢 10 年生未満) マツ (林齢 10 年生) マツ (林齢 20 年生) マツ (林齢 30 年生) マツ (林齢 40 年生以上)	現地調査の結果、針葉樹の部分は、スギ及びマツ（アカマツ及びクロマツ）が群生していることを確認した。そこで、群生地の代表的な木を何本か選定し、その樹高を測定することにより林齢を推定し、左記のとおり可燃物パラメータを設定した。

第4表 八戸特別地域気象観測所
(統計期間：2003年～2012年)

月	最高気温 (℃)	最小湿度 (%)	最大風速 (m/s)
1月	10.2	32	20.3
2月	19.0	21	23.6
3月	20.8	16	23.2
4月	25.7	12	25.9
5月	31.5	11	24.0
6月	33.1	17	19.6
7月	35.9	30	24.0
8月	36.7	30	21.7
9月	35.4	19	20.4
10月	26.3	27	20.4
11月	24.9	25	21.4
12月	16.9	28	23.5

第5表 むつ特別地域気象観測所
(統計期間：2003年～2012年)

月	最高気温 (℃)	最小湿度 (%)	最大風速 (m/s)
1月	9.2	30	12.6
2月	13.8	26	15.4
3月	17.4	17	14.2
4月	22.4	13	13.5
5月	26.1	15	15.4
6月	29.4	19	11.3
7月	34.7	33	10.2
8月	34.5	35	12.3
9月	33.3	31	14.9
10月	25.5	23	11.6
11月	21.3	32	15.4
12月	17.2	36	15.5

第6表 六ヶ所地域気象観測所
(統計期間：2003年～2012年)

月	最高気温 (℃)	最小湿度 (%)	最大風速 (m/s)
1月	8.7	—	11.0
2月	15.0	—	12.3
3月	19.5	—	12.0
4月	23.9	—	10.3
5月	28.3	—	10.0
6月	31.3	—	10.0
7月	34.2	—	8.1
8月	34.2	—	9.0
9月	33.7	—	12.0
10月	24.2	—	8.0
11月	23.7	—	10.0
12月	14.6	—	12.0

第7表 敷地内の気象観測
(統計期間：2003年～2012年)

月	最高気温 (℃)	最小湿度 (%)	最大風速 (m/s)
1月	9.1	33.9	15.6
2月	15.4	23.4	22.4
3月	19.5	20.8	17.4
4月	23.5	17.6	17.0
5月	28.4	14.3	17.4
6月	31.5	25.9	12.4
7月	34.9	32.0	17.2
8月	33.9	33.8	14.9
9月	32.7	30.0	16.2
10月	24.2	28.3	14.7
11月	25.5	26.3	20.5
12月	14.1	29.7	17.1

第8表 六ヶ所地域気象観測所
(統計期間：2003年～2012年)

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9表 敷地内の気象観測
(統計期間：2003年～2012年)

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	1	0
北北東	2	2
北東	9	1
東北東	240	176
東※	411	410
東南東	259	373
南東	5	6
南南東	0	0
南	10	14
南南西	5	12
南西	11	9
西南西	58	33
西	249	207
西北西	462	528
北西	109	61
北北西	5	3

※敷地の東側は尾駈沼であるため除外する。

第10表 八戸特別地域気象観測所
(統計期間：2003年～2012年)

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	56	39
北北東	63	117
北東	221	257
東北東	149	119
東	178	101
東南東	214	234
南東	61	47
南南東	3	2
南	7	9
南南西	72	232
南西	189	187
西南西	372	333
西	131	62
西北西	75	65
北西	21	25
北北西	28	11

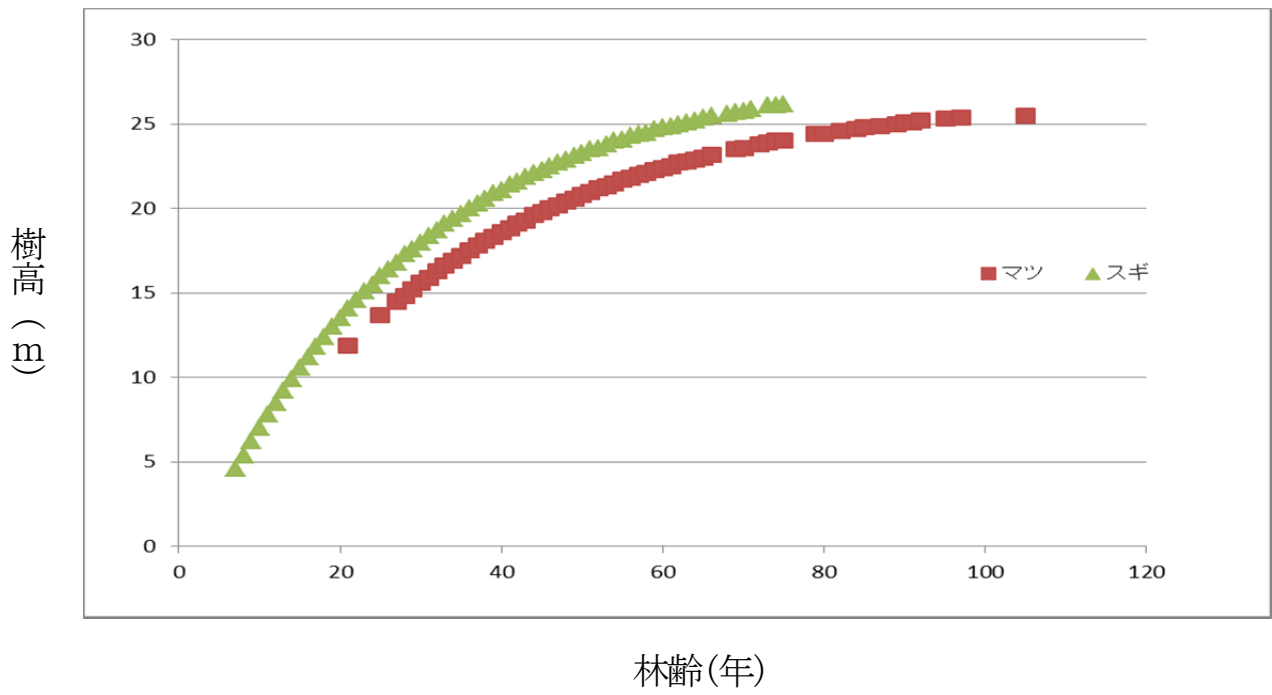
第11表 むつ特別地域気象観測所
(統計期間：2003年～2012年)

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	122	120
北北東	157	289
北東	27	31
東北東	26	68
東	130	137
東南東	138	139
南東	167	110
南南東	31	29
南	128	172
南南西	331	346
南西	130	184
西南西	245	96
西	102	84
西北西	53	50
北西	25	38
北北西	23	17

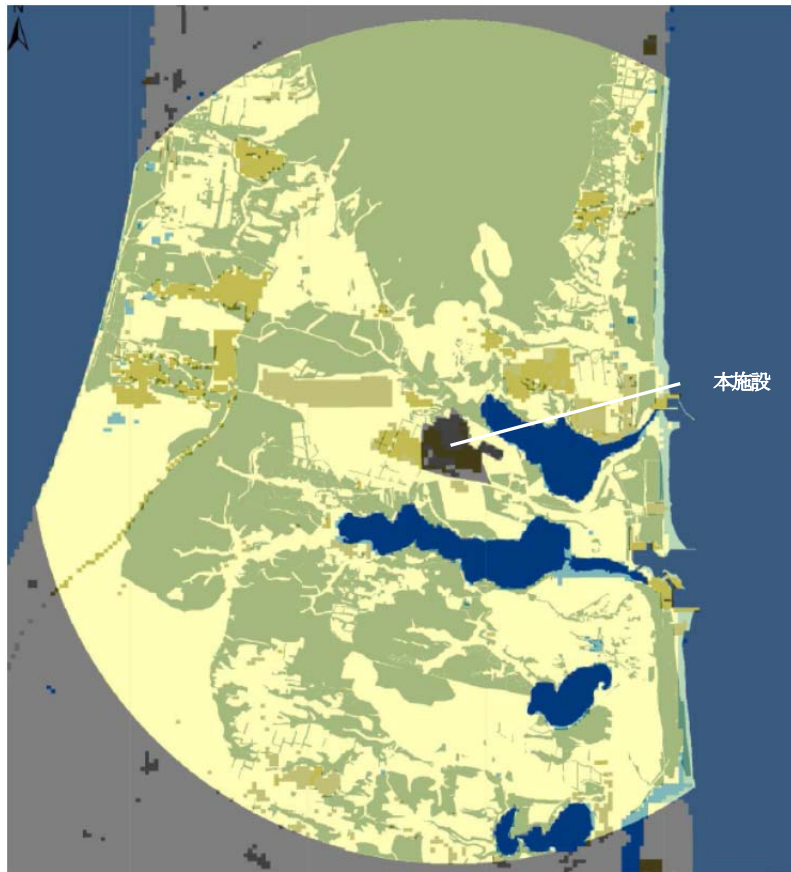
第12表 FARSITE 上の樹冠率設定

森林計画図での区分・樹冠率	FARSITE での区分・樹冠率
0	1 : ~ 20%
1 : 疎(0.3~0.5)	2 : 21~ 50%
2 : 中(0.6~0.8)	3 : 50~ 80%
3 : 密(0.9~1.0)	4 : 81~100%

敷地周辺の樹冠率の設定では、民有林は森林計画図から FARSITE に相当する区分を設定し、国有林はデータがないため森林計画図で周辺の民有林密度で優占していた区分から樹冠率「3:密(0.9~1.0)」から FARSITE に相当する区分として「4:81~100%」を設定した。



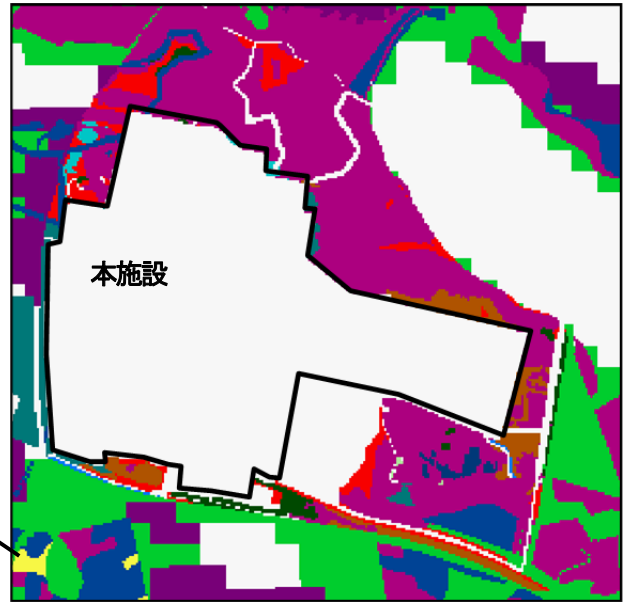
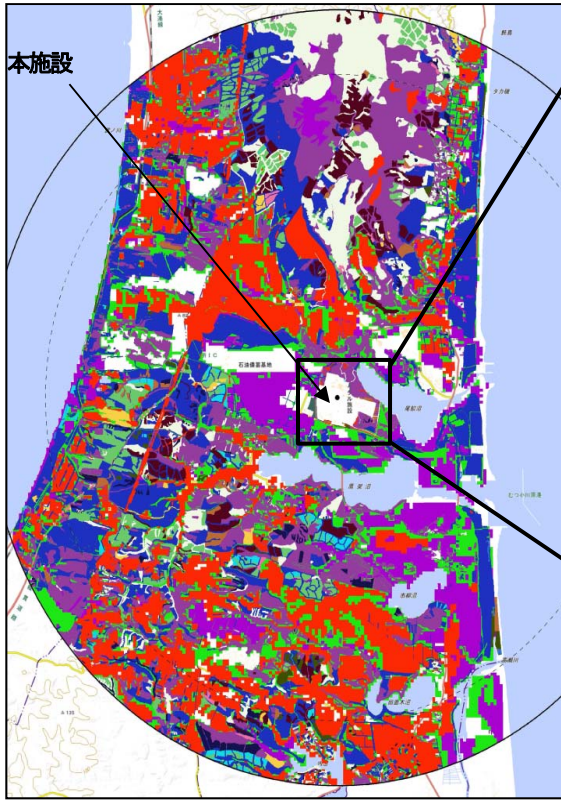
第1図 青森県森林簿に記載されたマツ及びスギの樹高及び林齢の関係



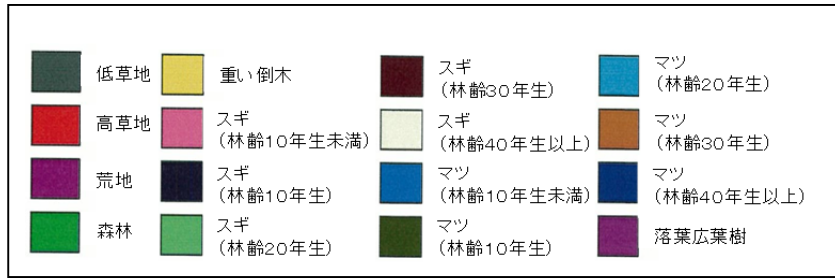
出典：国土交通省土地利用データ

- 農耕地, 荒地
- 森林
- 建物用地
- 道路
- 鉄道
- その他用地 (人口造成地)
- 河川及び湖沼
- 海浜
- 海水域

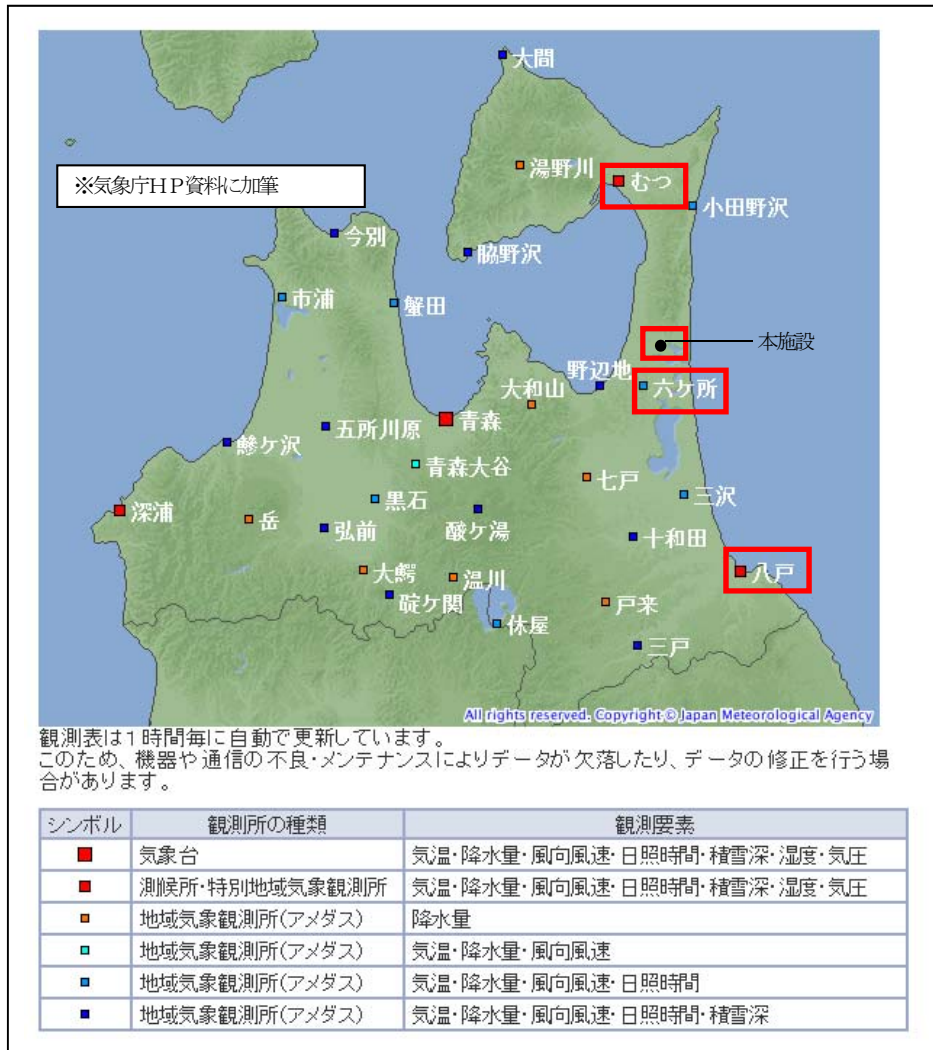
第2図 土地利用データ



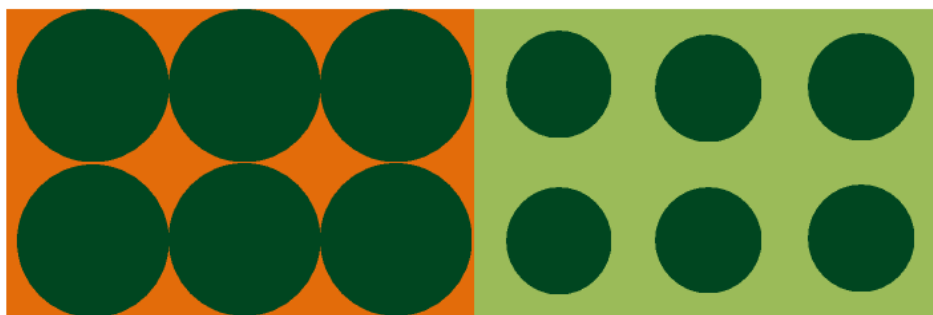
施設周辺植生分布図 (拡大図)



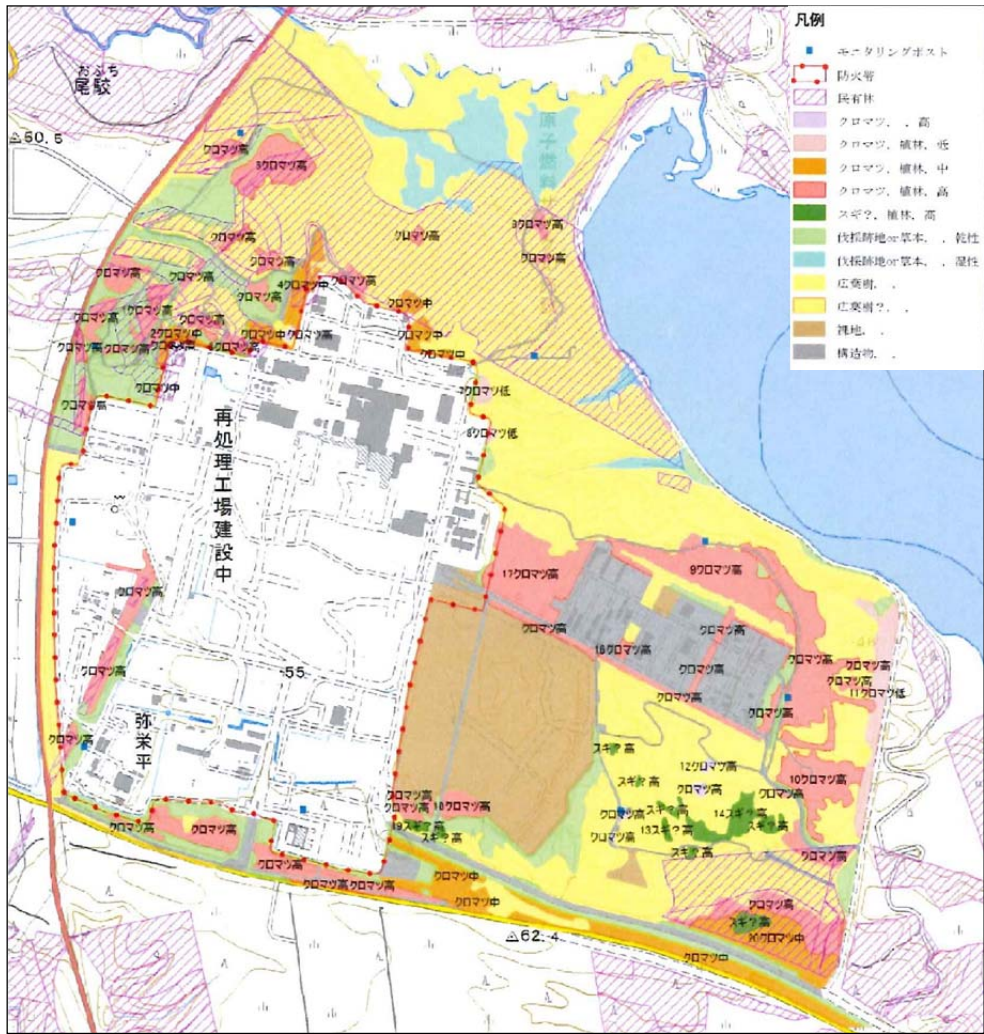
第3図 植生データ



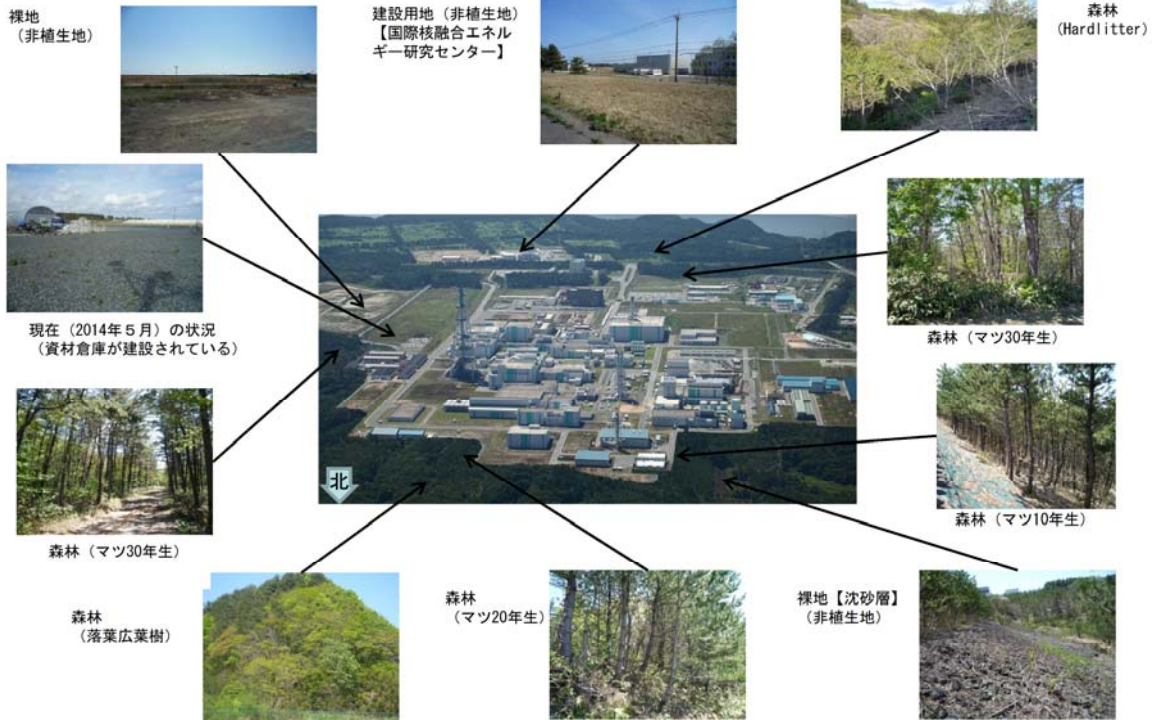
第4図 青森県内の気象観測所等位置



第5図 樹冠率イメージ図（上から見た図）



【本施設周辺の状況】



第6図 敷地内の植生状況

補足説明資料 4－5（9 条 外部火災）

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

1. 森林火災に係る外部火災防護施設への熱影響評価の概要

外部火災ガイドを参考として、FARSITE による解析結果を用い、外部火災防護施設への熱影響評価を行い、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。熱影響評価の流れを第1図に示す。

2. 危険距離及び輻射強度の評価結果

外部火災ガイドを参考として、FARSITEによる解析結果を用い、外部火災防護施設への輻射強度を算出し、外壁表面温度がコンクリートの許容温度 $200^{\circ}\text{C}^{(1)}$ （別紙2）となる危険距離を算出し、防火帯外側から最短となる外部火災防護対象設備を収納する建屋までの離隔距離が危険距離以上であることを確認する。危険距離の評価の流れを第2図に示す。

(1) 円筒火炎モデル数の算出

以下の(1)式から、火炎が到達したセル毎に円筒火炎モデル数を算出する。

$$F = \frac{W}{2R} \dots (1)$$

ここで、

F : 円筒火炎モデル数

W : セル幅 (m)

R : 燃焼半径 (m)

(2) 形態係数の算出

以下の(2)式から円筒火炎モデルの形態係数を算出する。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right) - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right) \right\} \cdots (2)$$

ただし、 $m = \frac{H}{R} = 3$ 、 $n = \frac{L}{R}$ 、 $A = (1 + n)^2 + m^2$ 、 $B = (1 - n)^2 + m^2$

ϕ_i : 形態係数

L_i : 離隔距離 (m)

H : 火炎長 (m)

R : 燃焼半径 (m)

各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値を、外部火災防護施設に及ぼす影響について考慮すべき形態係数 ϕ_t とする。式を以下の(3)に、円筒形モデルを第3図に示す。

$$\phi_t = (\phi_i + \phi_{i+1} + \phi_{i+2} \cdots + \phi_X) \cdots (3)$$

ただし、 $i + (i + 1) + (i + 2) \cdots (i + X)$ の円筒火炎モデル数の合計は F 個とする。

(3) 危険距離の評価

① 受熱面の輻射強度を(4)式により算出する。

$$E = R f \cdot \phi_t \cdots (4)$$

ここで、

E : 受熱面輻射強度 (W/m^2)

$R f$: 火炎輻射発散度 (W/m^2)

ϕ_t : 形態係数

② 受熱面の輻射強度から、コンクリートの外壁表面温度を算出し積算す

る。外壁表面温度を算出する際は、コンクリート内部に向かう伝熱を考慮する。

- ③ 外壁表面温度がコンクリートの許容温度 200°C ⁽¹⁾以下となる離隔距離を危険距離として算出する。

(4) 評価結果

外部火災防護施設である燃料加工建屋に対する森林火災による危険距離の算出結果を第1表に示す。

防火帯外側から燃料加工建屋の離隔距離は、危険距離を上回ることから、外部火災防護対象設備の安全機能を損なうことはない。

3. 外部火災防護対象設備を収納する建屋の熱影響評価

外部火災防護施設の燃料加工建屋に対し森林火災からの火炎輻射による、外壁の温度上昇を算出する。

(1) 外壁温度の算出方法

受熱面の輻射強度及び燃焼時間に基づき、燃料加工建屋の外壁表面における燃焼時間及び燃焼時間内で一定の輻射強度を設定する。

外壁温度の時間変化は、表面熱流束一定の半無限固体の熱伝導に関する以下の(5)式⁽²⁾に基づき算出する。

$$T = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{\alpha \times t}}{\lambda} \times \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times \alpha \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{\alpha \times t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{\alpha \times t}}\right) \right] \quad (5)$$

ここで、

T : 外壁表面温度 ($^{\circ}\text{C}$)

x : 外壁表面からの深さ (m)

t : 燃焼時間 (s)

- T_0 : 初期温度 (°C)
 E : 輻射強度 (W/m²)
 α : 温度伝導率 (m²/s) ($\alpha = \lambda / (\rho \times c)$)
 λ : コンクリート熱伝導率 (W/mK) ⁽³⁾
 ρ : コンクリート密度 (kg/m³)
 c : コンクリート比熱 (J/kgK) ⁽³⁾
 $\text{erfc}(x) = 1 - \text{erf}(x)$ ($\text{erf}(x)$: 誤差関数)

評価に当たっては、厳しい評価となるように外壁表面からの対流及び輻射放熱は考慮せず、火炎からの輻射のエネルギーは全て建屋内面に向かう評価モデルとする。したがって、最高温度の位置は外壁表面 ($x = 0$ m) となる。そこで (5) 式の x をゼロとして、外壁表面の最高温度を以下の (6) 式により算出する。計算条件を第2表に示す。燃焼時間については、セル毎の延焼速度とセル幅より設定する。

$$T_s = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{\alpha \times t}}{\sqrt{\pi} \lambda} \quad \dots (6)$$

ここで、

T_s : 外壁表面温度 (°C)

t : 燃焼時間 (s)

(2) 評価結果

燃料加工建屋の外壁に対する森林火災の熱影響評価の結果を第3表に示す。外壁表面温度は、コンクリートの許容温度200°C以下となり、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うことはない。

また、天井スラブへの影響は外壁の評価に包含される。(別紙3)

5. 非常用所内電源設備の非常用発電機の外気取入口の流入空気温度の評価

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する。

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。

非常用所内電源設備の非常用発電機の流入空気温度に対する熱影響評価方法は、以下のとおりとする。

外部火災の輻射熱により、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付近の壁温度が上昇し、温度上昇した壁からの熱により外気取入口から流入する空気温度を算出する。算出した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に影響を与えないことを確認する。

ここで、森林火災に対する影響は、輻射熱の厳しい石油備蓄基地火災の影響に包含されることから、石油備蓄基地火災の影響評価から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ことを確認する。

参考文献

- (1) 安部武雄ほか. “高温度における高強度コンクリートの力学的特性に関する基礎的研究”. 日本建築学会構造系論文集 第515号. 日本建築学会, 1999.
- (2) 日本機械学会. 伝熱工学資料 改訂第4版. 1986.
- (3) 日本建築学会. 原子炉建屋構造設計指針 同解説. 1988.

第1表 危険距離の算出結果

対象施設	防火帯外側からの離隔距離 (m)	危険距離 (m)
燃料加工建屋	226	23

第2表 燃料加工建屋を対象とした熱影響評価の計算条件

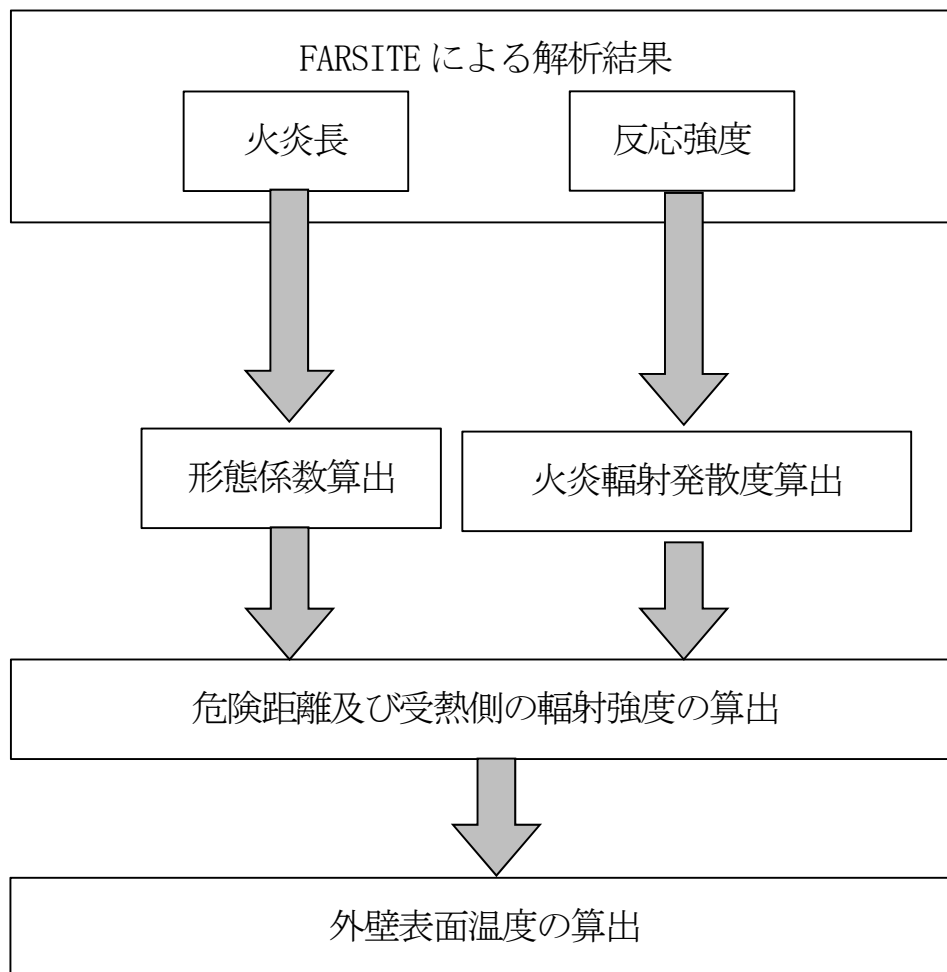
項目	記号	数値	単位
初期温度	T_0	50 ^{*1}	°C
コンクリート熱伝導率	λ	1.74	W/mK
コンクリート密度	ρ	2150 ^{*2}	kg/m ³
コンクリート比熱	c	963	J/kgK

* 1 : 初期温度は、評価が厳しくなるように、屋内最高温度及び外気温度を踏まえ設定。

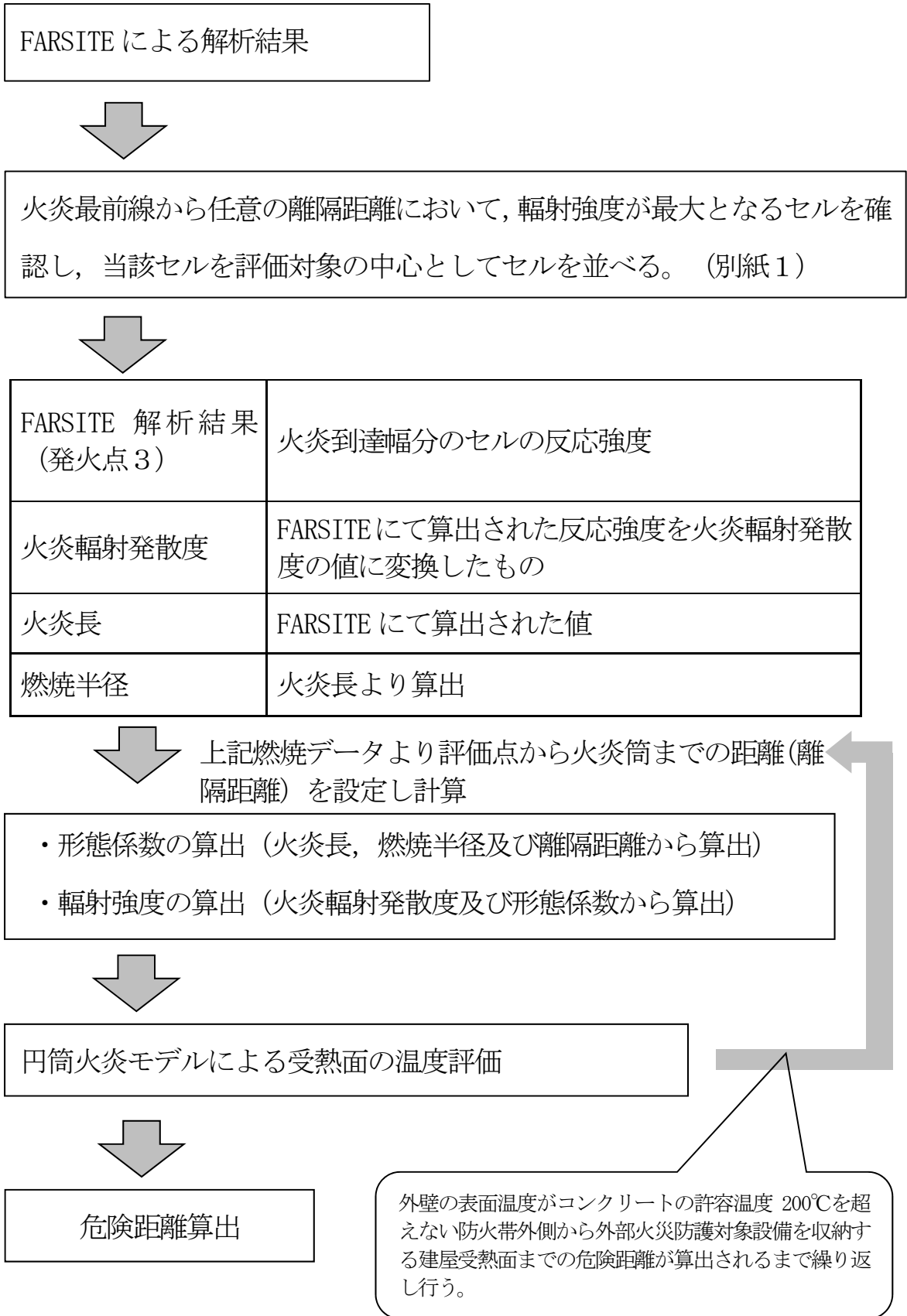
* 2 : 遮蔽設計の最小値

第3表 森林火災による外壁の熱影響評価の結果

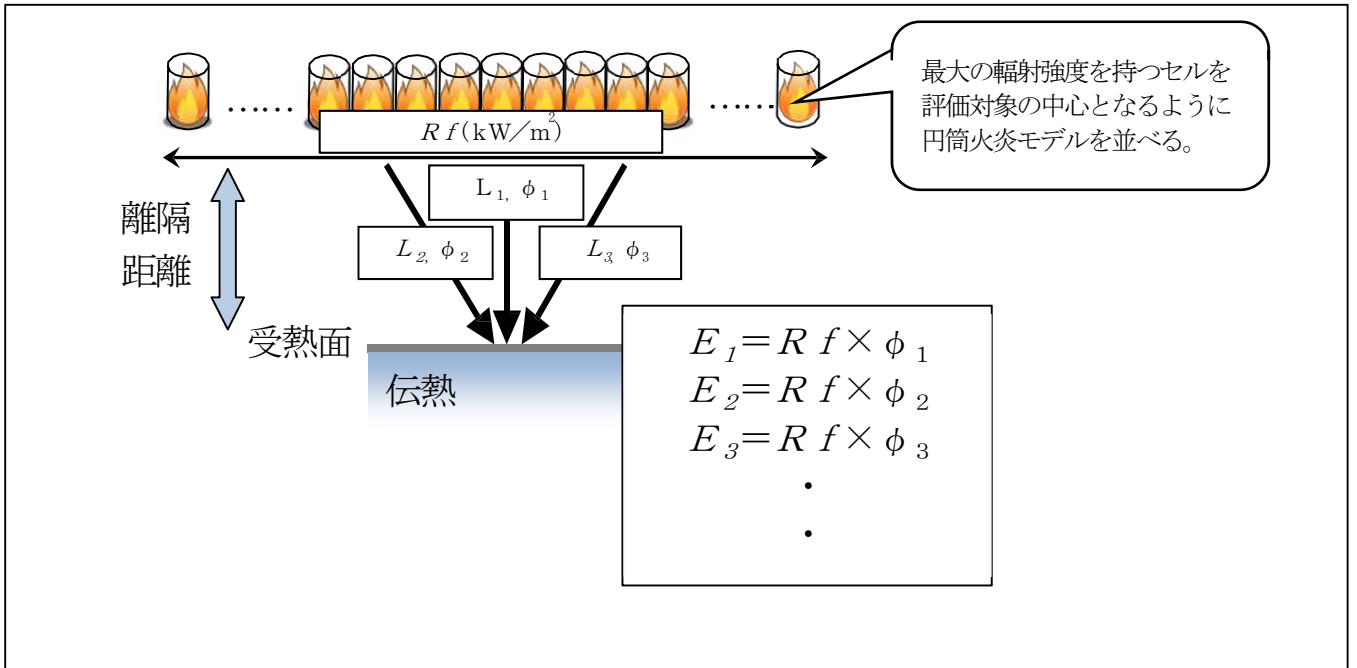
対象施設	外壁表面温度 (°C)	コンクリート許容温度 (°C)
燃料加工建屋	58	200



第1図 熱影響評価の流れ



第2図 危険距離の評価の流れ



第3図 円筒火炎モデル

補足説明資料 5 - 1 (9 条 外部火災)

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

1. 近隣工場等の火災及び爆発に係る評価対象の選定の考え方

近隣工場等の火災及び爆発に係る評価対象については、外部火災ガイドを参考として、選定する。

近隣工場等の評価対象については、敷地周辺の10km以内に存在する石油コンビナート等特別防災区域内の施設、危険物貯蔵所及び高圧ガス貯蔵施設を網羅的に調査し、本施設への影響が厳しい評価となる評価対象を選定する。

2. 評価対象の候補

敷地周辺の10km以内に存在する石油コンビナート等特別防災区域内の施設、危険物貯蔵所及び高圧ガス貯蔵施設を網羅的に調査した結果を第1表に示す。

3. 近隣工場等の火災の評価対象の設定について

3. 1 評価対象の選定方法

評価対象の候補から、本施設への影響が厳しい評価となる対象を選定する。第1図に近隣工場等の火災影響評価対象選定フローを示す。

3. 2 評価対象の選定

(1) 石油コンビナート等特別防災区域内の施設

敷地周辺 10km の範囲内に存在する石油コンビナート等特別防災区域内となる施設の配置概要図を第2図に示す。

第2図に示すとおり、本施設から10kmの範囲には、むつ小川原地区石

油コンビナート等特別防災区域があり、その対象となる施設として、石油備蓄基地及び中継ポンプ場がある。また、中継ポンプ場から石油備蓄基地の間には、原油移送のためのパイプラインがある。

このむつ小川原地区石油コンビナート等特別防災区域内の施設のうち、本施設に与える影響が最大であるものを以下の観点により選定する。

① 地上に設置され、火災が発生した場合に、本施設に影響を与えること。

a. パイプラインは、地下約1.2mに埋設されているため、対象外とする。また、パイプは溶接構造であり、漏えい検知器及び緊急遮断弁が設置されていること並びに原油移送時以外には、原油がないことから対象外とする。

b. 評価対象候補は、石油備蓄基地及び中継ポンプ場とする。

② 地上に設置するタンクにおける原油貯蔵量が多いこと。

中継ポンプ場は、4基の中継用タンク（約3.7万 m^3 /基）が配置されているが、石油備蓄基地には、51基（11.1万 m^3 /基）の原油貯蔵タンクが設置されているため、石油備蓄基地を対象とする。

③ 上記②で選定される石油備蓄基地と比較して、本施設に近いこと。

中継ポンプ場は、敷地の東約7kmに位置し、石油備蓄基地は、敷地の西約0.9kmに位置することから、本施設に一番近い石油備蓄基地を対象とする。

以上より、むつ小川原地区石油コンビナート等特別防災区域の石油備蓄基地を火災の評価対象とする。

(2) 危険物貯蔵所

敷地周辺10kmの範囲内において、石油コンビナート等特別防災区域以

外の危険物貯蔵所に対し網羅的に抽出した結果を、第3図に示す。

ここで、危険物貯蔵所については、その影響が石油備蓄基地火災に含まれると考えられる場合には、評価対象外とする。評価対象の選定の考え方を以下に示す。

- ① 石油備蓄基地と比較し、敷地近傍にあり、危険物を貯蔵すること。
 - a. 第3図及び第4図の敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等の配置より、石油備蓄基地よりも近い位置にあるその他の危険物貯蔵所は、敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等となる。本施設西側に位置する協力会社事務所等及び南側に位置する国際核融合エネルギー研究センターについては、貯蔵される危険物が多くないため、評価の対象外とする。
 - b. 上記 a. 以外のその他の危険物貯蔵所である、食品加工工場、ごみ処理場、六ヶ所ウラン濃縮工場、むつ小川原港及び給油取扱所は、敷地までの距離が、石油備蓄基地より遠方となるため、評価の対象外とする。
- ② 危険物の貯蔵量が多く、本施設に与える影響が大きいこと。
 - a. 第4図に示す、敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等はいずれも石油備蓄基地と比較して貯蔵量が少ないが、燃料加工建屋との距離が近いことから、最も重油の貯蔵量が多いボイラ用燃料受入れ・貯蔵所を評価対象とする。
 - b. 六ヶ所ウラン濃縮工場及び給油取扱所の危険物貯蔵量は、石油備蓄基地の貯蔵量に比べて少なく、敷地までの距離も離れているため、評価対象外とする。

以上より、危険物施設のうち、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所の火災を評価対象とする。

4. 近隣工場等の爆発の評価対象の設定について

4. 1 評価対象の選定方法

評価対象の候補から、本施設への影響が厳しい評価となる対象を選定する。第5図に近隣工場等の爆発影響評価対象選定フローを示す。

4. 2 評価対象の選定

(1) 高圧ガス貯蔵施設

敷地周辺10kmの範囲内に存在する高圧ガス貯蔵施設となる施設を第6図に示す。

第4図及び第6図に示すとおり、敷地周辺10kmの範囲内には、敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等、濃縮機器製造工場の高圧ガス貯蔵／消費施設、周辺企業高圧ガス施設及びプロパンガス販売所がある。

この高圧ガス貯蔵施設のうち、本施設に与える影響が最大であるものを以下の観点により選定する。

① 本施設に一番近く影響を与えること。

a. 敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等のうち、本施設に最も近いのは還元ガス製造建屋である。

b. 濃縮機器製造工場の高圧ガス貯蔵／消費施設、周辺企業高圧ガス施設及びプロパンガス販売所は、敷地より数 km 離れている。

② 還元ガス製造建屋と比較して、影響が大きいこと。

a. 敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等のうち、低レベル廃棄物処理建屋プロパンボンベ庫は、敷地内で最も LP ガスの貯蔵量が多い高圧ガス施設である。

以上より、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を爆発の評価対象とする。

5. 本施設の敷地内の危険物タンク等の評価対象の設定について

外部火災ガイドを参考として、本施設の屋外に設置する危険物タンク等の影響評価を行う。第7図に、本施設の危険物タンク等の配置を示す。これらの危険物タンク等から、本施設への影響が厳しい評価となる対象を選定する。

ただし、地下に設置される危険物タンクについては、その火災又は爆発により外部火災防護施設に影響を与えないため評価の対象外とする。

以下に、選定の考え方を示す。

- (1) ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所は、ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所に比べて、外部火災防護施設である燃料加工建屋までの距離が近く、かつ、貯蔵される重油の量も多いことから、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所を評価対象とする。

敷地内の危険物施設の網羅的な調査結果を別紙3に示す。

以上より、本施設の危険物タンク等のうち、評価対象は、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ガスの貯蔵容器とする。

6. 近隣工場等の火災及び爆発に係る評価対象の選定結果

近隣工場等の火災及び爆発に係る評価対象の選定結果を第2表に示す。

第1表 評価対象の候補

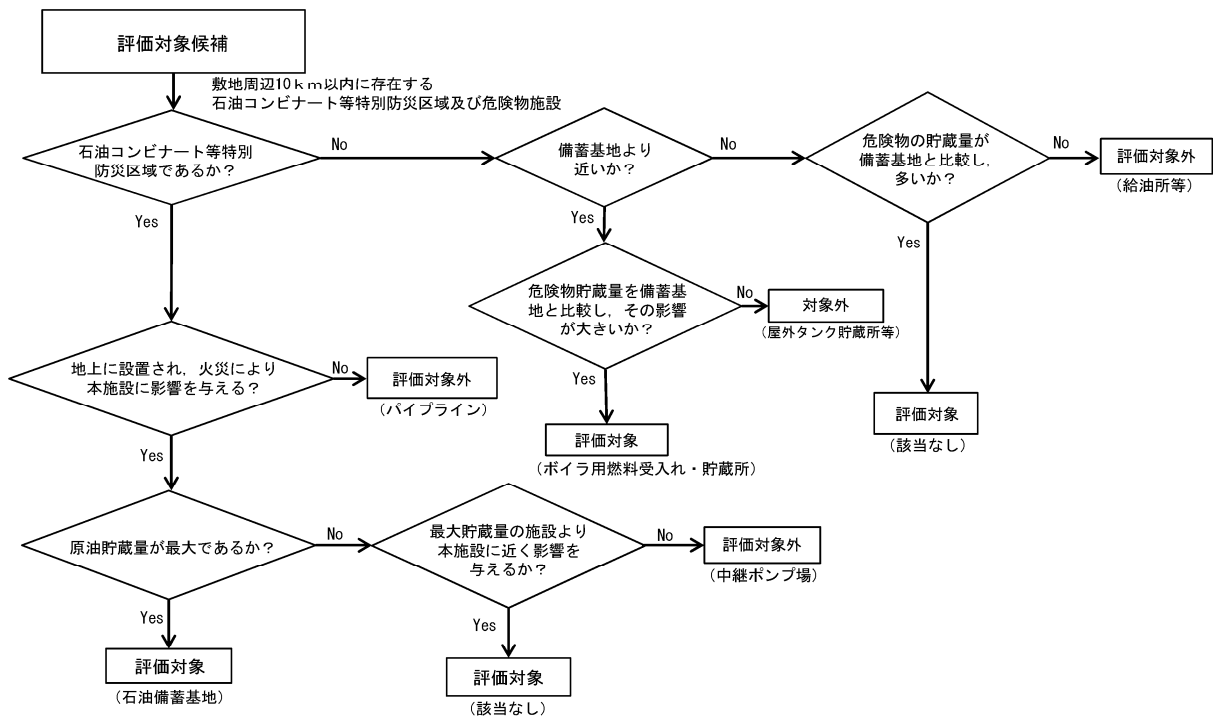
石油コンビナート等特別防災区域内の施設	むつ小川原地区石油コンビナート等特別防災区域 ・石油備蓄基地 ・中継ポンプ場 ・パイプライン
危険物貯蔵所	六ヶ所ウラン濃縮工場
	給油取扱所* ¹
	周辺企業屋外タンク貯蔵所* ¹
	敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等 ・ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所 ・ボイラ用燃料貯蔵所 ・ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所 ・技術開発研究所重油貯槽
高圧ガス貯蔵施設	濃縮機器製造工場
	敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等 ・低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫 ・精製建屋 ボンベ庫 ・還元ガス製造建屋 ・ボイラ建屋 ボンベ置場
	周辺企業高圧ガス施設* ²
	プロパンガス販売所* ²

* 1 : 北部上北広域事務組合消防本部からの行政情報公開通知書により確認した結果, 99施設が該当。

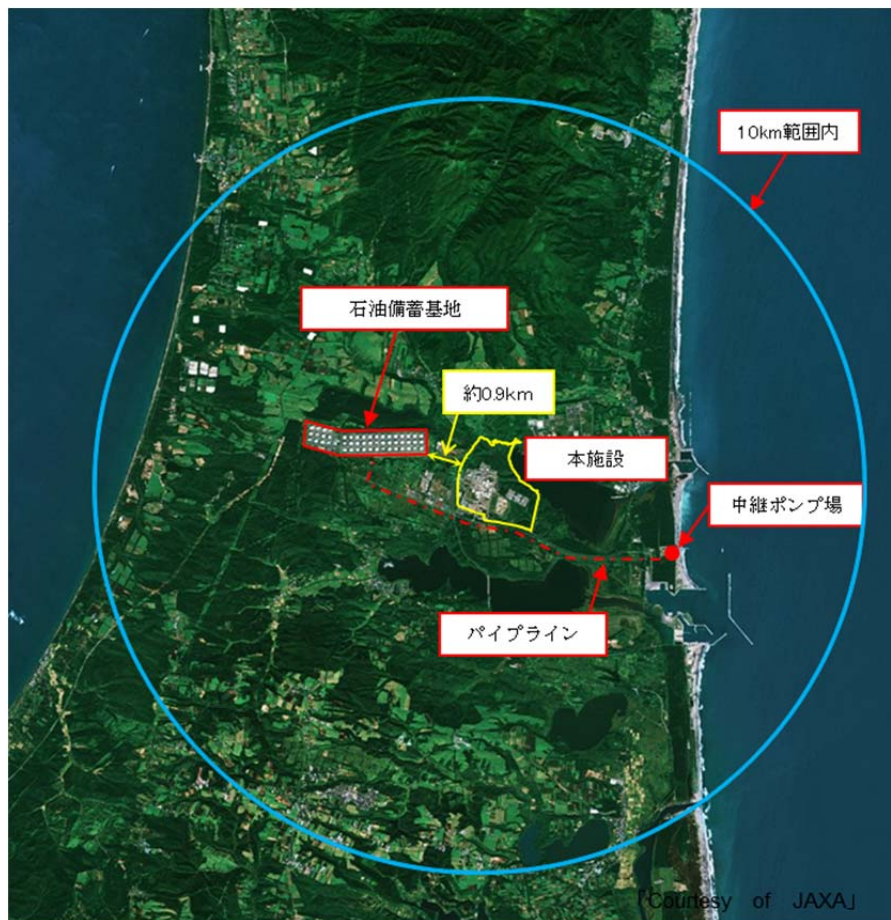
* 2 : 青森県総務部防災消防課からの回答により確認した結果, 10施設が該当。

第2表 近隣工場等の火災及び爆発に係る評価対象の選定結果

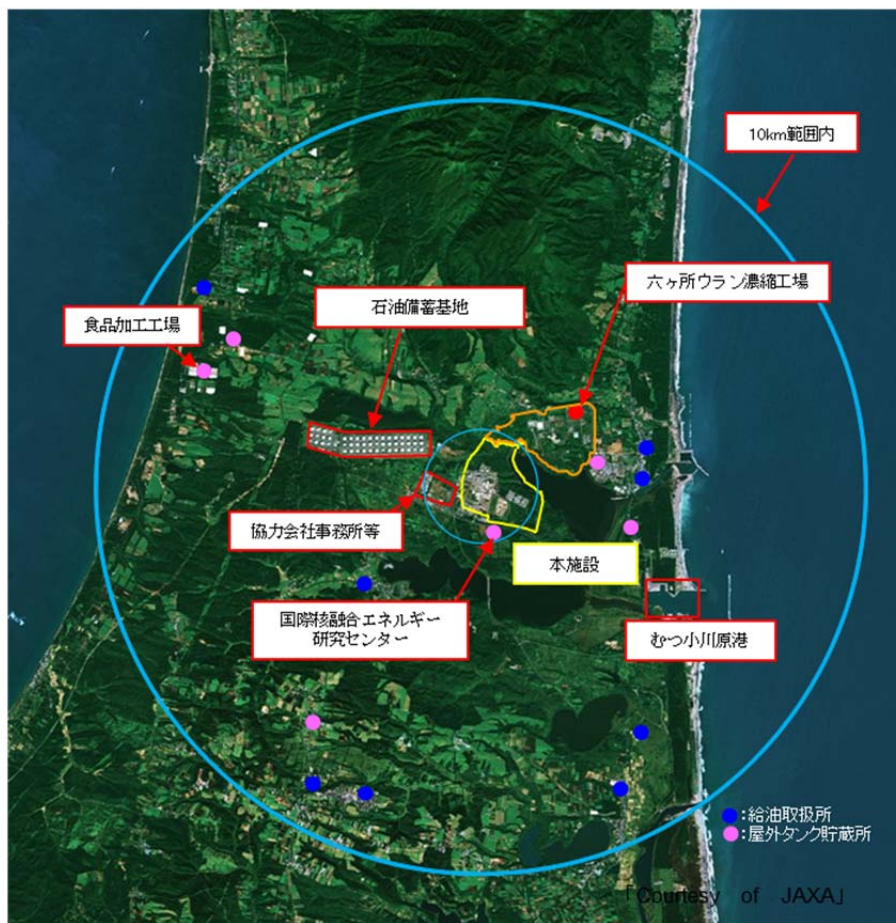
近隣工場等の火災	石油備蓄基地
	ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所
近隣工場等の爆発	還元ガス製造建屋
	低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫
本施設の危険物タンク等の爆発	高圧ガストレーラ庫
	LPG ボンベ庫



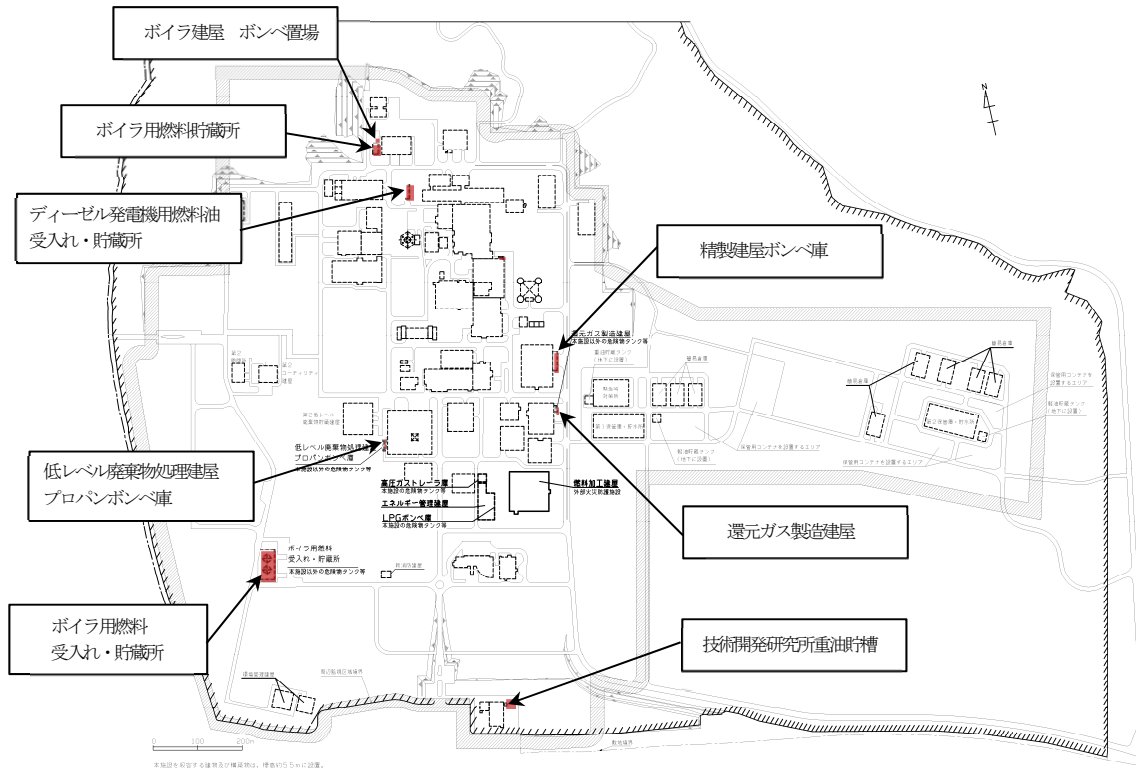
第1図 近隣工場等の火災影響評価対象選定フロー図



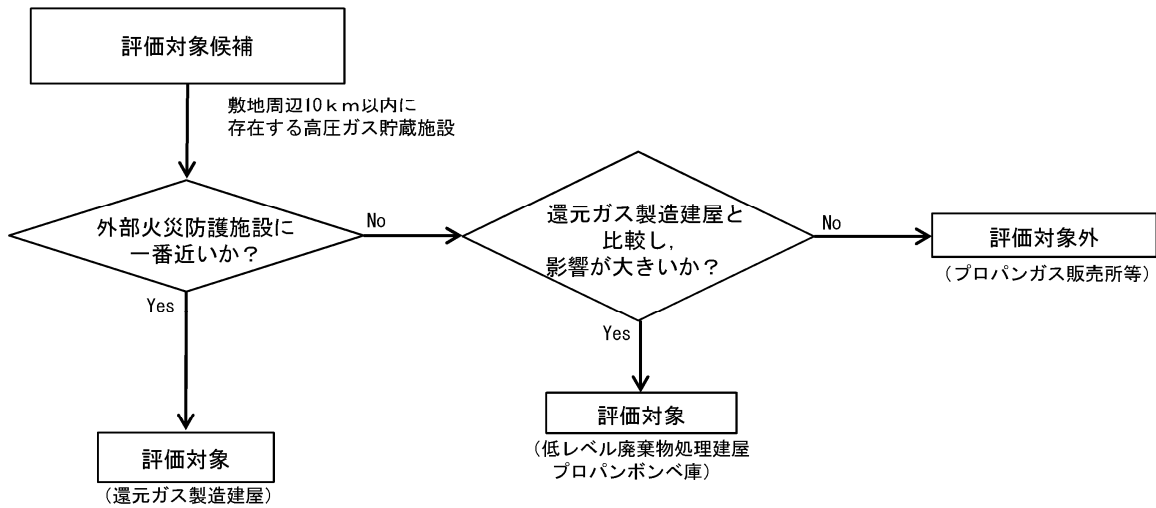
第2図 石油コンビナート等特別防災区域内となる施設の配置概要図



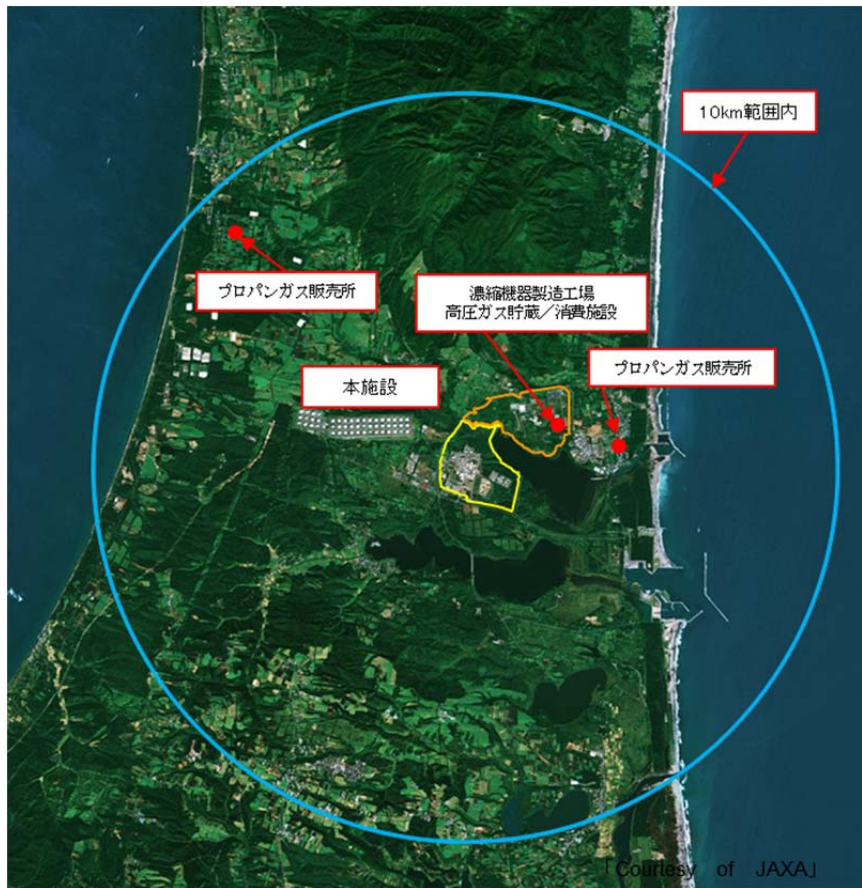
第3図 石油備蓄基地以外の産業施設の配置概要図



第4図 敷地内に存在する危険物タンク等の配置図



第5図 近隣工場等の爆発影響評価対象選定フロー図



第6図 高圧ガス貯蔵施設の配置概要図

補足説明資料 5 - 2 (9 条 外部火災)

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

1. 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

本評価では、敷地周辺で発生する石油コンビナート及び危険物貯蔵所の火災による外部火災防護施設への影響評価を行い、外部火災防護対象設備の安全機能が損なわれないことを確認する。影響評価については、外部火災ガイドを参考として実施する。

2. 石油コンビナート及び危険物貯蔵所の火災による影響評価

評価対象は、敷地周辺の10 km以内にある石油備蓄基地及びボイラ用燃料受入れ・貯蔵所（以下、「貯蔵所」という。）を対象とする。

(1) 評価手法の概要

石油備蓄基地に対する想定火災は、51基の原油貯蔵タンクの原油全てが防油堤内に流出し全面火災に至ることを想定し、外部火災ガイドを参考として、評価を行う。

石油備蓄基地火災と重畳した森林火災による影響は、森林火災における熱影響評価結果をベースに評価する。ここで、石油備蓄基地火災の熱影響評価については、貯蔵される原油の性状が不明確であり、燃焼速度の設定が困難であることから、厳しい評価となるように定常計算を実施する。

また、敷地内に存在する本施設以外の危険物タンク等のうち、貯蔵量が最も多く、燃料加工建屋から近い位置にある貯蔵所に対して、タンク容量の全量の重油が防油堤内に流出し、防油堤内で火災が発生することを想定する。

(2) 手順

石油備蓄基地火災に関する検討手順を、第1図に示す。

貯蔵所火災について、燃焼時間の算出においては、重油の燃焼速度を用い、防油堤内における重油の燃焼時間を設定する。

外部火災防護対象設備を収納する建屋外壁の熱影響評価においては、一定の熱流束を与えたコンクリートの評価として、森林火災における評価方法を適用し、熱影響を確認する。

(3) 評価対象及び評価基準

評価の対象は、外部火災防護施設である燃料加工建屋とする。

石油備蓄基地又は貯蔵所から燃料加工建屋までの離隔距離を第1表に、燃料加工建屋と石油備蓄基地及び貯蔵所の位置関係を第2図に示す。第1表は第2図に示す位置からの距離を示す。

燃料加工建屋の評価基準については、建屋の外壁で受ける火炎からの輻射強度が、コンクリートの許容温度 200°C⁽¹⁾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、石油備蓄基地から本施設までの離隔距離が危険距離以上であること、また、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ことを確認する。(別紙2)

(4) 火炎のモデル化

石油備蓄基地火災の円筒火災モデルは、石油備蓄基地の防油堤の大きさ、配置を踏まえて設定する。航空写真から見た防油堤の配置概要を第4図に示す。原油タンクについては、3行13列及び3行4列で配置され、

防油堤については、原油タンクが3行1列、2行2列又は2行1列の単位で設置されている。

想定する火災は、51基の原油タンクの原油全てが防油堤内に流出した全面火災とし、流出した原油は防油堤内に留まることを想定とする。

想定する火災を踏まえ火災のモデル化について、全防油堤の面積で一つの円筒火災モデルとすると、実際の燃焼形態とモデルの燃焼形態の乖離が大きく、非現実的なモデルとなる。一方、防油堤単位で円筒火災モデルを設定した場合でも、3列1行や2行1列で設置された防油堤については、実際の燃焼形態との間に乖離が大きい。

原油貯蔵タンクは、隣接するタンクと防油堤を共有しているものが複数あることから、現実的な底面積の設定として、原油貯蔵タンク9基（3列×3行）又は6基（2列×3行）を1単位として円筒形にモデル化し、円筒火災相互の輻射遮蔽効果は無視することにした。防油堤の大きさは航空写真から概算で原油貯蔵タンク1基あたり縦幅及び横幅ともに160mと設定し、燃焼半径 R は（1）式より算定し、火炎の高さ H は燃焼半径 R の3倍とした。

円筒火災モデルを第3図に示す。

$$R = \frac{l}{\sqrt{\pi}} \times \sqrt{w \times d \cdots} \quad (1)$$

R : 燃焼半径 (m)

w : 防油堤3基分の縦幅 (m) (160×3=480m)

d : 防油堤3基分の横幅又は2基分の横幅 (m) (160×3=480m又は160×2=320m)

各円筒火災から評価対象までの距離は第1表に示した離隔距離に加えて、第3図に示す位置関係から算定した。

また、貯蔵所火災における火炎については2基の貯蔵タンクが防油堤内に流出する場合を想定し、(1)式を用いて円筒にモデル化を行った。貯蔵所の貯蔵量は最大となる4327m³、防油堤の寸法は幅31.6m、奥行65mとした。

(5) 輻射強度の算定

火炎からの輻射強度を算定するに当たっては、外部火災ガイドを参考として、最初に円筒火災からの形態係数を(2)式により求める。

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

$$m = \frac{H}{R} = 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

ϕ : 形態係数 (—)

L : 燃焼面 (円筒火災底面) の中心から受熱面 (評価点) までの距離 (m)

H : 火炎の高さ (m)

R : 燃焼半径 (m)

ここで、求めた各円筒火災の形態係数から、外部火災ガイドを参考として、輻射強度を(3)式により求める。

$$E = \sum_{i=1}^j \phi_i \times Rf \cdots (3)$$

E : 輻射強度 (W/m²)

ϕ_i : 各円筒火災の形態係数

j : 石油備蓄基地火災の場合 $j=6$

貯蔵所火災の場合 $j=1$

Rf : 輻射発散度 (W/m²)

ここで、輻射発散度 Rf は油種により決まるものであり、石油備蓄基地火災評価の油種は外部火災ガイドを参考として、カフジ原油に対応する値を採用し、41 kW/m² と設定する。また、貯蔵所火災評価の油種は重油を取扱うことから、外部火災ガイドを参考とし、 Rf を 23 kW/m² と設定した。

ただし、外部火災ガイドでは「保守的な判断を行うために、火災規模による輻射熱発散度の低減がないものとする」と記載されているが、本評価では、文献⁽²⁾に基づき、輻射発散度の低減率 ($r=0.3$) を考慮する。

輻射強度の計算結果を第2表に示す。

(6) 石油備蓄基地火災の評価 (危険輻射強度の算出方法)

第4図に、危険輻射強度の計算モデルを示す。評価対象建屋の外壁がコンクリートの許容温度 (200°C) に達する際の危険輻射強度を (4) 式から放熱量と入熱量の定常計算により算出する。

$$Q_{sun} + Q_{ri} = Q_{ro} + Q_h \cdots (4)$$

ここで、

Q_{ri} : 火炎からの輻射 (危険輻射強度) (W/m²)

Q_{ro} : 大気への輻射放熱 (W/m²)

Q_h : 熱伝達による大気への放熱 (W/m²)

Q_{sun} : 太陽光入射 (W/m²)

大気への輻射放熱は (5) 式⁽³⁾により計算する。

$$Q_{ro} = \sigma (T_c^4 - T_a^4) / \left(\frac{1-\varepsilon_c}{\varepsilon_c} + \frac{1}{F_{ca}} \right) \cdots (5)$$

ここで,

σ : ステファーン-ボルツマン定数 (W/m²K⁴)

T_c : 壁面温度 (許容温度) (K)

T_a : 大気側温度 (K)

ε_c : 壁面の輻射率

F_{ca} : 壁面からの大気への形態係数

熱伝達による放熱量は (6) から (12) 式により計算する。

$$Q_h = h(T_c - T_{amb}) \cdots (6)$$

$$h = \frac{Nu \times \lambda}{L} \cdots (7)$$

(参考文献(4)に記載する鉛直平板まわりの自然対流熱伝達とする。)

$$Nu = (0.0185 - 0.0035)Ra^{2/5} \quad 10^{10} \leq Ra \cdots (8)$$

$$Ra = Pr \times Gr \cdots (9)$$

$$Gr = g\beta(T_c - T_{amb})L^3/\nu^2 \cdots (10)$$

$$\beta = 1/T_{amb} \cdots (11)$$

$$T_r = T_c - 0.38 \times (T_c - T_{amb}) \cdots (12) \quad (\text{熱伝導率, プラントル数及び動粘性係数算出のための代表温度とする。})$$

ここで,

h : 熱伝達係数 (W/m²K)

T_c : 壁面温度 (許容温度) (K)

T_{amb} : 外気温度 (K)

Nu : ヌセルト数

$R a$: レイリー数	
$G r$: グラスホフ数	
$P r$: プラントル数	} (参考文献(4)の記載値 に基づく代表温度 T_r に おける値に線形補間す る。)
ν	: 大気の動粘性係数 (m^2/s)	
λ	: 大気の熱伝導率 (W/mK)	
T_r	: 代表温度 (K)	
β	: 体膨張係数 ($1/K$)	
L	: 評価対象壁面高さ (m)	
g	: 重力加速度 (m/s^2)	

第3表に評価対象の危険輻射強度計算に関する計算条件を示す。

(7) 貯蔵所火災の評価 (外壁表面温度の算出方法)

火炎輻射発散度及び燃焼時間に基づき、外壁表面における燃焼時間及び燃焼時間内で一定の輻射強度を設定する。

外壁表面温度の時間変化は、表面熱流束一定の半無限固体の熱伝導に関する以下の(13)式⁽⁴⁾に基づき算出する。

$$(13) \quad T = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{\alpha \times t}}{\lambda} \times \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times \alpha \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{\alpha \times t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{\alpha \times t}}\right) \right] \dots$$

ここで、

- T : 外壁表面温度 (°C)
- x : 外壁表面からの深さ (m)
- t : 燃焼時間 (s)

- T_0 : 初期温度 (°C)
 E : 輻射強度 (W/m²)
 α : 温度伝導率 (m²/s) ($\alpha = \lambda / (\rho \times C_p)$)
 λ : コンクリート熱伝導率 (W/(m・K))
 ρ : コンクリート密度 (kg/m³)
 C_p : コンクリート比熱 (J/(kg・K))
 $erfc(x) = 1 - erf(x)$ ($erf(x)$: 誤差関数)

評価に当たっては、厳しい評価となるように外壁表面からの対流及び輻射放熱は考慮せず、火炎からの輻射のエネルギーは全て建屋内面に向かう評価モデルとする。したがって、最高温度の位置は外壁表面 ($x = 0$ m) となる。そこで (13) 式の x をゼロとして、外壁の最高温度を以下の (14) 式により算出する。燃焼時間は重油の燃焼速度と最大貯蔵量 (4327m³) から求める。計算条件を第4表に示す。

$$T_s = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{\alpha \times t}}{\sqrt{\pi \lambda}} \quad \dots (14)$$

ここで、

- T_s : 外壁表面温度 (°C)

(8) 熱影響評価結果

石油備蓄基地火災における熱影響評価結果を第6表に示す。

燃料加工建屋は、建屋外壁で受ける輻射強度が危険輻射強度以下となる。そのため、石油備蓄基地から本施設までの離隔距離が危険距離以上確保され、また、外壁表面温度は、コンクリートの許容温度 200°C

以下となることから、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うことはない。

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を第7表に示す。外部火災防護施設の外壁表面は、コンクリートの許容温度 200℃以下となり、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うことはない。

3. 石油備蓄基地火災及び森林火災の重畳

石油備蓄基地火災及び森林火災の重畳評価に当たっては、石油備蓄基地火災の熱影響評価に森林火災の熱影響評価を加える。検討手順を第5図に示す。

評価の対象は、外部火災防護施設である燃料加工建屋とする。

(1) 石油蓄基地火災及び森林火災の重畳による影響評価

燃料加工建屋は、火炎からの輻射強度によって外壁表面温度がコンクリート許容温度 200℃以下となり、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ことを確認する。

i. 石油備蓄基地火災

評価は、上記の「(6) 石油備蓄基地火災の評価(危険輻射強度の算出方法)」に示す評価方法と同様に、火炎からの輻射強度によるコンクリート温度を放熱量と入熱量の定常計算により実施する。重畳評価における石油備蓄基地火災の評価条件を第5表に示す

ii. 森林火災

森林火災のコンクリート温度の評価は、「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」に示す。

(2) 評価結果

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を第8表に示す。

外壁表面温度は、コンクリートの許容温度200℃以下となることから、建屋内の外部火災防護対象設備の安全機能を損なうことはない。

4. 非常用所内電源設備の非常用発電機の外気取入口の流入空気温度

(1) 非常用所内電源設備の非常用発電機の外気取入口の流入空気温度の計算方法

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する。

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ことを確認する。

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。第6図に、外気取入口から流入する空気温度の計算モデルを示す。

火炎からの輻射により建屋外壁の温度がコンクリートの許容温度の200℃まで上昇した一番厳しい状態を想定し、建屋外壁からの熱伝達による流入空気温度の上昇を(14)式により計算する。また、外気取入口から流入する空気温度の計算条件を第9表に示す。

$$T_I = T_a + \Delta T \quad \dots (14)$$

$$\Delta T = \frac{Q}{G \times C_p} \quad \dots (15)$$

$$Q = Ah(T_w - T_a) \quad \dots (16)$$

ここで、

T_I : 火炎からの輻射による出口温度上昇 (°C)

ΔT : 熱伝達による上昇温度 (°C)

Q : 熱伝達熱流 (W)

C_p : 比熱 (J/kg·K) (参考文献(4)の記載値に基づく外気温度 T_a における値に線形補間する。)

A : 伝熱面積 (m²)

h : 熱伝達率 (W/m²K)

T_w : 建屋外壁の温度 (°C)

T_a : 外気温度 (°C)

建屋外壁から空気への熱伝達率は (14) から (22) 式により計算する。

$$h = \frac{Nu \times \lambda}{H} \quad \dots (17)$$

$$Nu = 0.037Pr^{2/3}Re^{4/5} \quad \dots (18)$$

$$Re = \frac{U \times H}{\nu} \quad \dots (19)$$

$$T_f = \frac{T_a + T_w}{2} \quad \dots (20)$$

$$U = \frac{G}{\rho \times S} \quad \dots (21)$$

$$\rho = \frac{p}{\frac{R}{M/1000}(T_a + 273.15)} \quad \dots (22)$$

ここで,

Nu	: ヌセルト数	
Re	: レイノズル数	
U	: 空気平均流速 (m/s)	
ρ	: 空気密度 (kg/m ³)	
T	: 膜温度 (°C)	
G	: 空気量 (kg/s)	} (参考文献 (4) の記載値 に基づく T_f における値に 線形補間する。)
λ	: 空気熱伝導率 (W/mK)	
Pr	: プラントル数	
ν	: 動粘性係数 (m ² /s)	

(2) 評価結果

石油備蓄基地火災における熱影響評価結果を第 10 表に示す。

燃料加工建屋の外気取入口から流入する空気の温度上昇はわずかであり、空気温度は許容温度以下となることから、非常用所内電源設備の非常用発電機の安全機能を損なうことはない。

参考文献

- (1) 安部武雄ほか. “高温度における高強度コンクリートの力学特性に関する基礎的研究”. 日本建築学会構造系論文集 第515号. 日本建築学会, 1999.
- (2) 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.
- (3) 日本機械学会. 伝熱工学資料 改訂第5版. 2009.
- (4) 日本機械学会. 伝熱工学資料 改訂第4版. 1986.
- (5) 国立天文台. 平成26年 理科年表 第87冊 (2013-11-30)
- (6) 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.
- (7) 日本建築学会. 原子炉建屋構造設計指針 同解説. 1988.

第1表 燃料加工建屋に対する評価対象との離隔距離

評価対象	燃料加工建屋との距離 (m)
石油備蓄基地	1970
貯蔵所	550

第2表 輻射強度の計算結果

評価対象	燃料加工建屋との距離 (m)	輻射強度 (kW/m ²)
石油備蓄基地	1970	1.1
貯蔵所	550	0.0972

第3表 評価対象の危険輻射強度計算に関する計算条件

項目	記号	数値	単位	備考
ステファン-ボルツマン定数	σ	5.670×10^{-8} ⁽⁵⁾	W/(m ² ・K ⁴)	—
重力加速度	g	9.807 ⁽⁵⁾	m/s ²	—
壁面温度 (許容温度)	T_c	200 ⁽¹⁾	°C ¹⁾	—
大気側温度	T_a	29	°C ¹⁾	昭和41年～平成21年の夏季(6月～9月)の3時間ごとの温度の超過確率1%に相当する値とする。
外気温度	T_{amb}			
太陽光入射	Q_{sun}	400 ⁽⁶⁾	W/m ²	—
壁面から大気への 形態係数	F_{ca}	0.8	—	石油備蓄基地火災において算出される形態係数から厳しい評価となるように0.8とする。
壁面の輻射率	ϵ_c	0.9 ⁽⁴⁾	—	壁面に関してはコンクリートに関する記載値0.94に対し厳しい評価となるように0.9とする。
評価対象 壁面高さ	L	6.6	m	建屋増床に伴い、 L は高くなる見込みであるが、低い方が壁面温度が高くなることから、厳しい評価となるように従来と同じ6.6mの値とする。

1) 計算においては、(K)に換算

第4表 外壁を対象とした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	°C
燃焼時間	t	75237	s
コンクリート熱伝導率	λ	1.74 ⁽⁷⁾	W/(m・K)
コンクリート密度	ρ	2150	kg/m ³
コンクリート比熱	C_p	963 ⁽⁷⁾	J/(kg・K)

第5表 重畳評価における石油備蓄基地火災の評価条件

項目	記号	数値	単位	備考
ステファン-ボルツマン定数	σ	5.670×10^{-8} ⁽⁵⁾	W/(m ² ・K ⁴)	—
重力加速度	g	9.807 ⁽⁵⁾	m/s ²	—
壁面温度 (許容温度)	T_c	200 ⁽¹⁾	°C ¹⁾	—
大気側温度	T_a	29	°C ¹⁾	昭和41年～平成21年の夏季(6月～9月)の3時間ごとの温度の超過確率1%に相当する値とする。
外気温度	T_{amb}			
太陽光入射	Q_{sun}	0	W/m ²	森林火災の輻射強度に太陽光の影響が考慮されている。
壁面から大気への形態係数	F_{ca}	0.8	—	石油備蓄基地火災において算出される形態係数から厳しい評価となるように0.8とする。
壁面の輻射率	ε_c	0.9 ⁽⁴⁾	—	壁面に関してはコンクリートに関する記載値0.94に対し厳しい評価となるように0.9とする。
評価対象壁面高さ	L	6.6	m	建屋増床に伴い、 L は高くなる見込みであるが、低い方が壁面温度が高くなることから、厳しい評価となるように従来と同じ6.6mの値とする。

1) 計算においては、(K)に換算

第6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7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8表 石油備蓄基地火災と森林火災の重畳における熱影響評価結果

(外壁表面温度評価)

評価対象	石油備蓄基地からの離隔距離 (m)	評価結果 (°C)	許容温度 (°C)
燃料加工建屋	1970	130	200

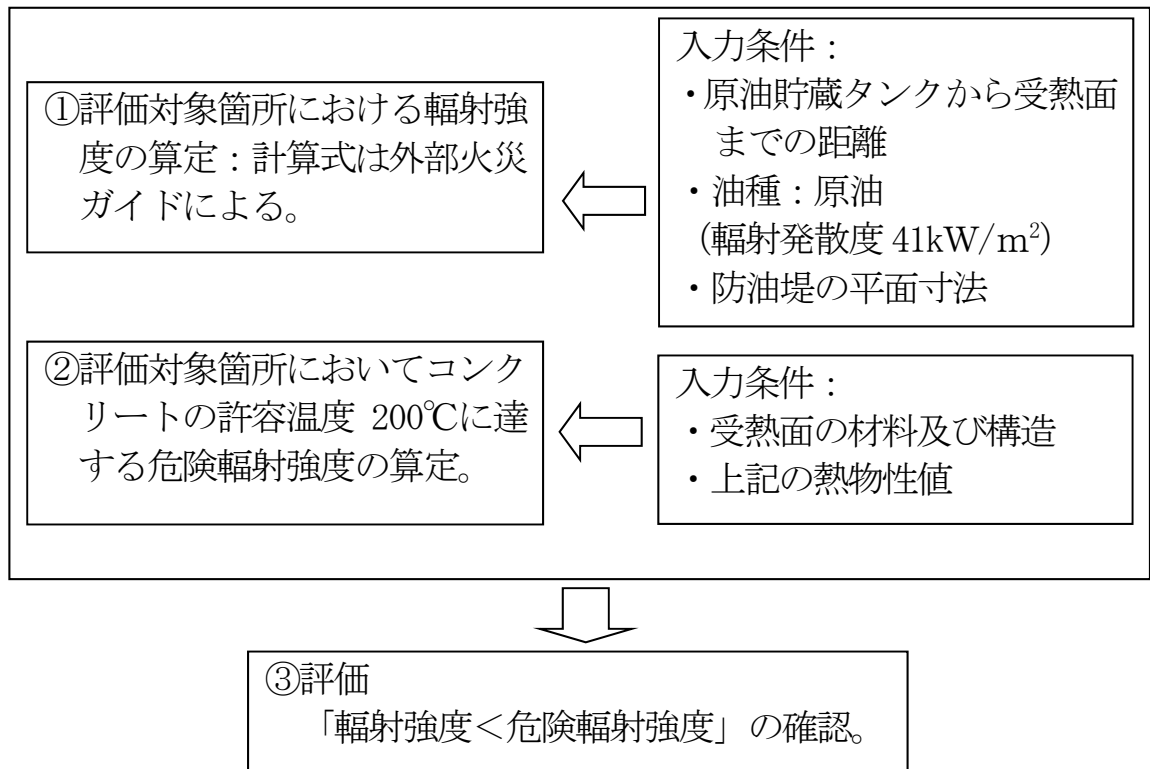
第9表 外気取入口の流入空気温度の熱影響評価条件

項目	記号	数値	単位	備考
建屋外壁の温度	T_w	200	℃	コンクリートの許容温度
外気温度	T_a	29	℃	昭和41年～平成21年の夏季（6月～9月）の3時間ごとの温度の超過確率1%に相当する値とする。
伝熱部の長さ	H	2.5	m	設計値より設定。
伝熱面積	A	21.5	m ²	設計値より設定。
空気量	G	14.28	kg/s	

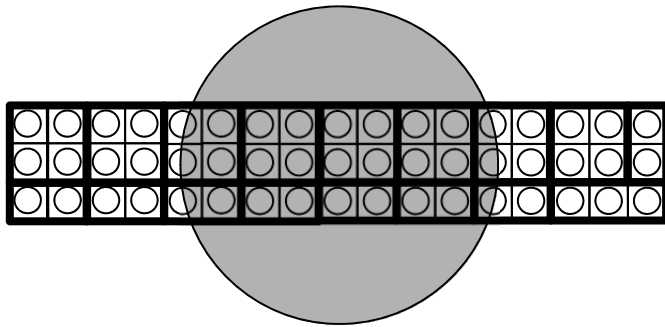
第10表 外気取入口の流入空気の温度評価

評価対象	評価結果 (℃)	許容温度 (℃) *
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）

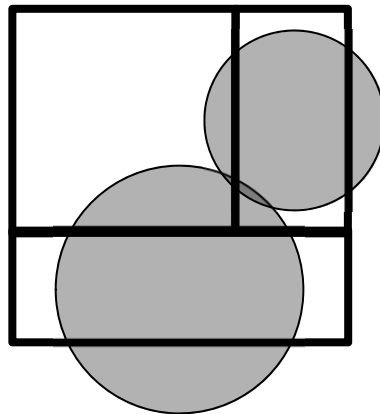


第1図 石油備蓄基地火災に関する検討手順



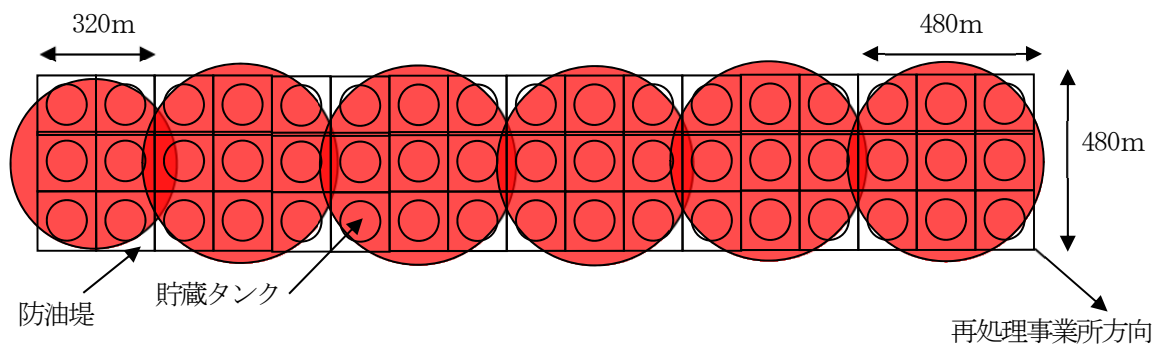
想定する防油堤内火災の燃焼形態とモデルの燃焼形態の乖離が大きく、非現実的な円筒火災モデルとなる。

<全防油堤の面積を一つの円筒火災モデルとする場合>



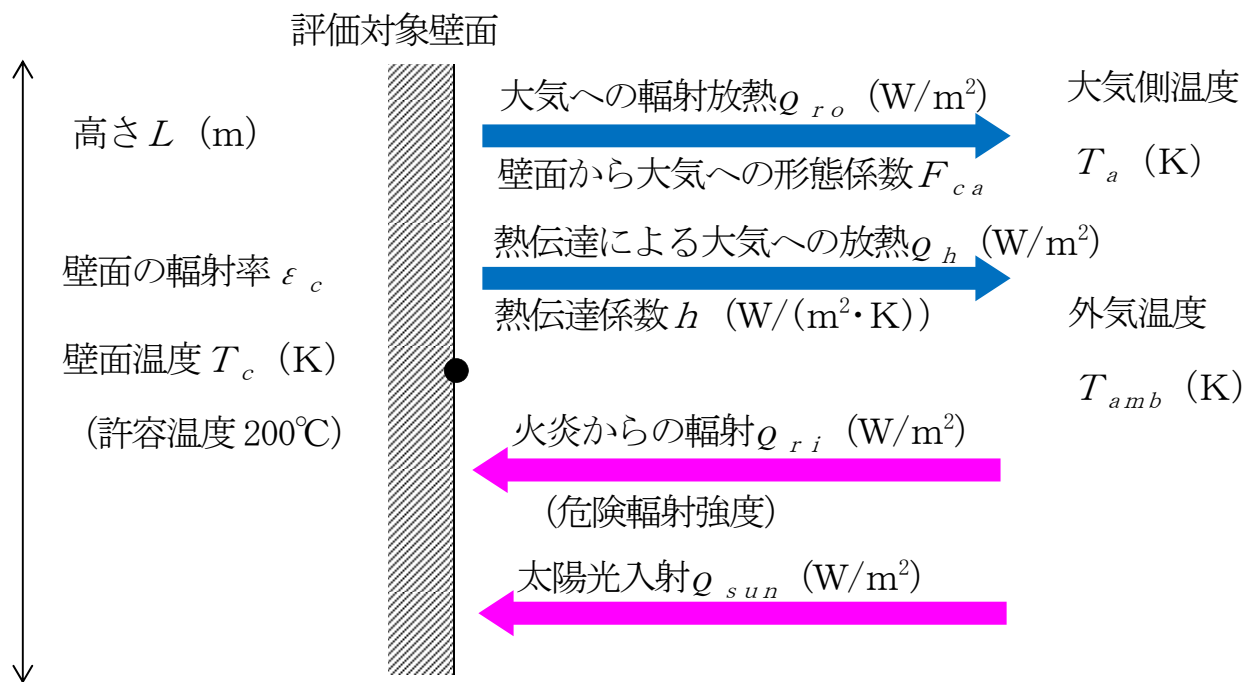
3列1行や2行1列で設置された防油堤については、想定する防油堤内火災の燃焼形態との間に乖離がある。

<防油堤単位で円筒火災モデルとする場合>

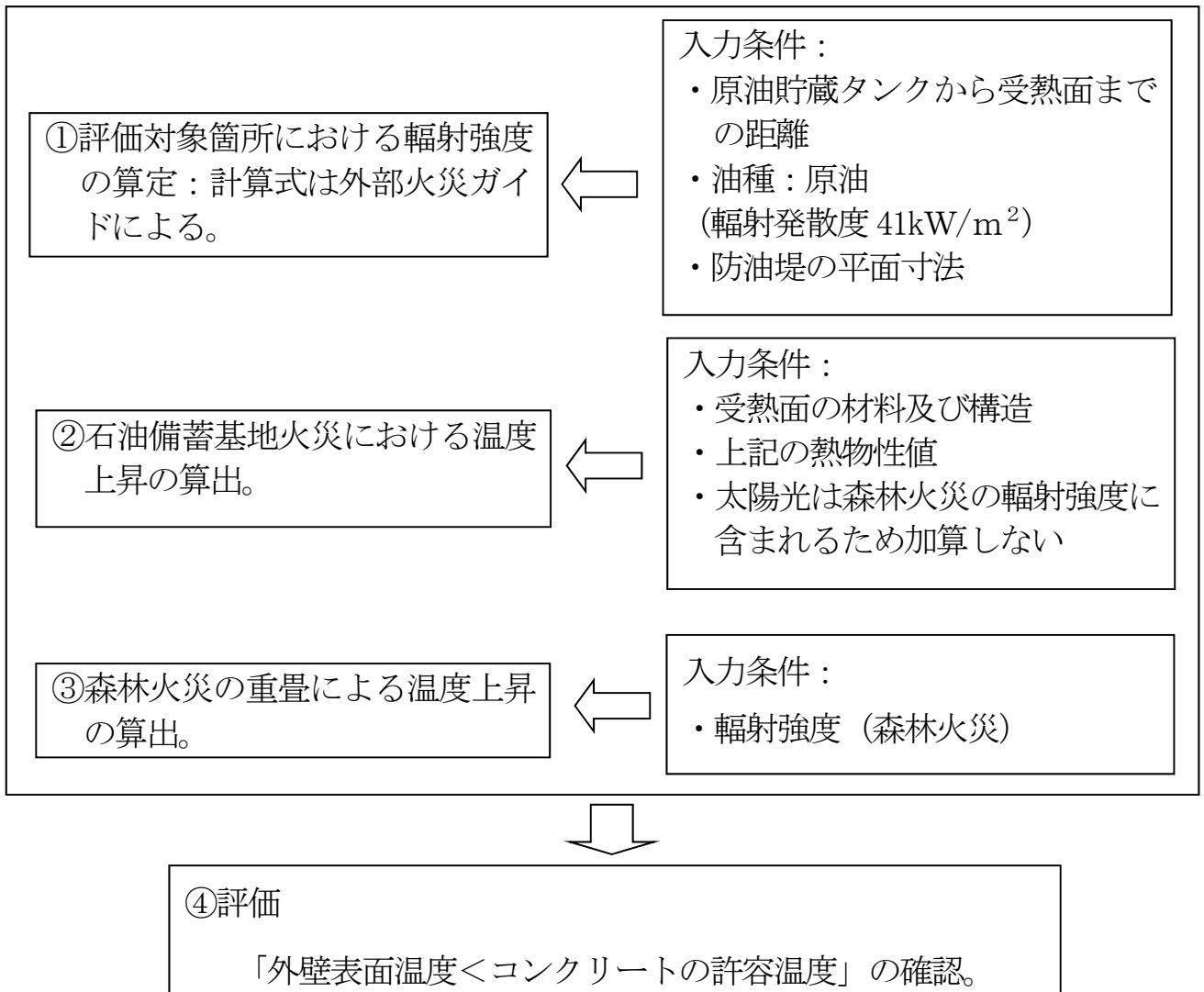


<評価で使用する円筒火災モデル>

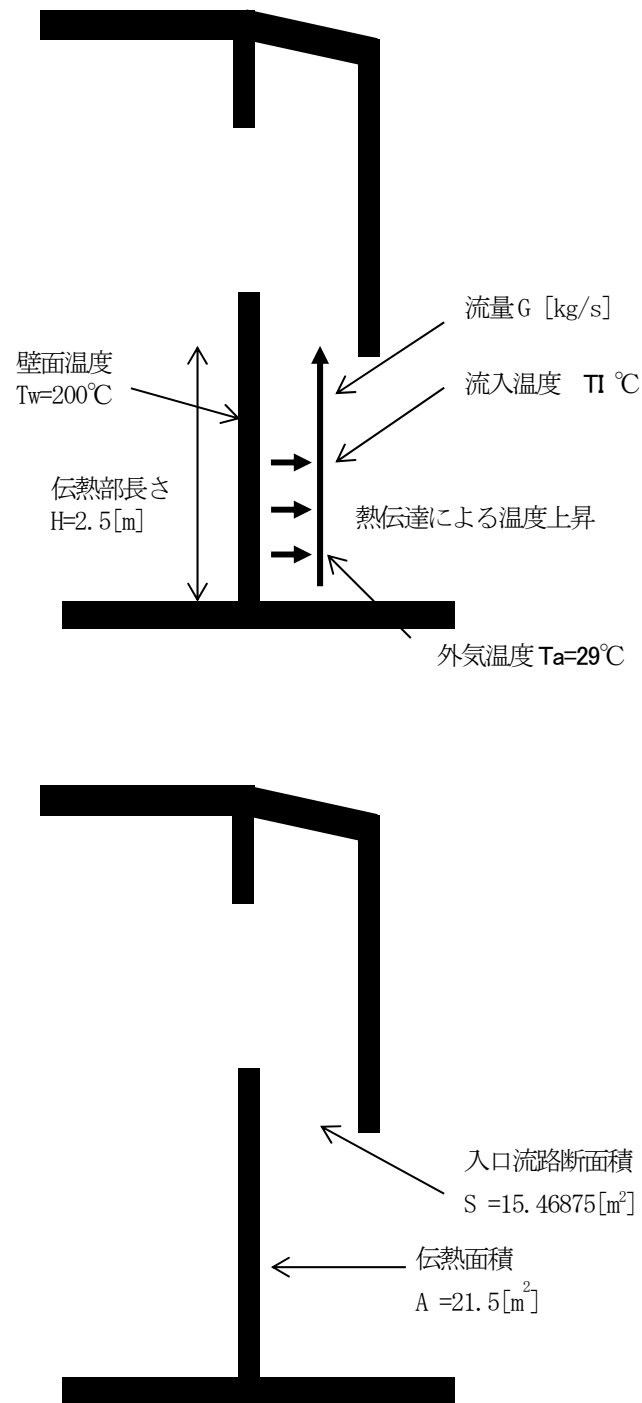
第3図 円筒火災モデルの概要



第4図 危険輻射強度の計算モデル



第5図 石油備蓄基地火災及び森林火災の重畳評価に関する検討手順



第6図 非常用所内電源設備の非常用発電機の外気取入口の流入空気温度の計算モデル

令和元年 12 月 26 日 RO

補足説明資料 5 - 2 (9 条 外部火災)
別紙 2

熱影響評価における制限値について

外部火災ガイドにおいて、石油コンビナート等の火災の評価は、円筒火災モデルからの危険距離の確保により、評価対象の健全性に対して熱影響的な問題がないことが判断される。図1参照。

石油コンビナート等の火災想定模式図

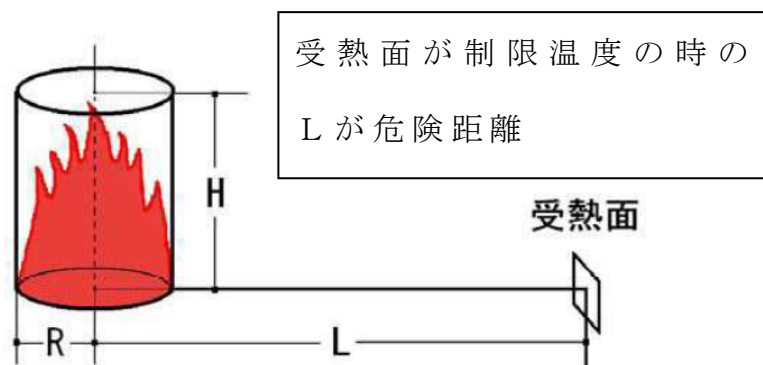


図1 外部火災ガイド抜粋

一方、当社の実施している石油備蓄基地における火災評価については、複数の原油タンクの同時火災を想定していることから、円筒火災モデルも複数設定している。複数の円筒火災モデルから評価対象への熱影響を算出するにあたっては、各円筒火災モデルからの離隔距離からの熱影響を算出し、総輻射強度を算出することで、熱影響を確認している。(図2参照) また、備蓄基地からの離隔距離を代表している点から同じ距離の離隔を持つ評価位置であっても、円筒火災モデルからの離隔距離は異なることから火炎筒からの総輻射強度は異なる。(図3参照) よって、危険輻射強度に対する離隔距離も複数存在しており、1つの危険距離で制限温度を超えないと判断できない。

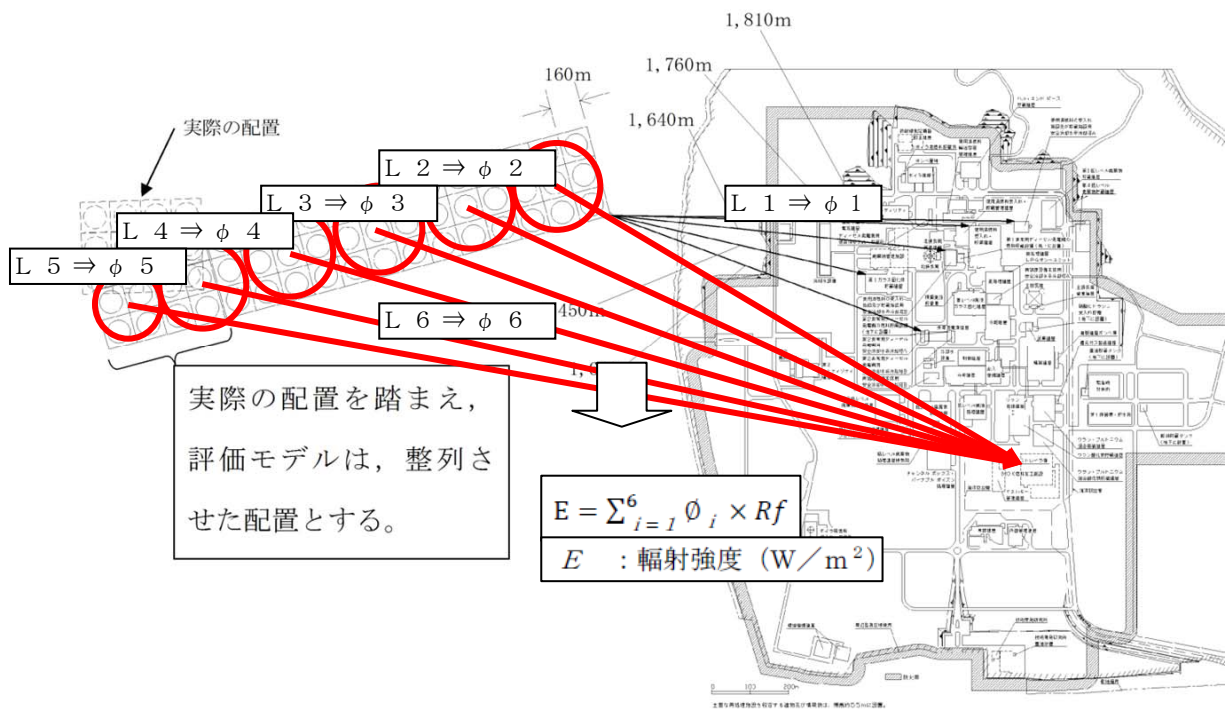


図2 円筒火災モデルからの離隔距離及び輻射強度

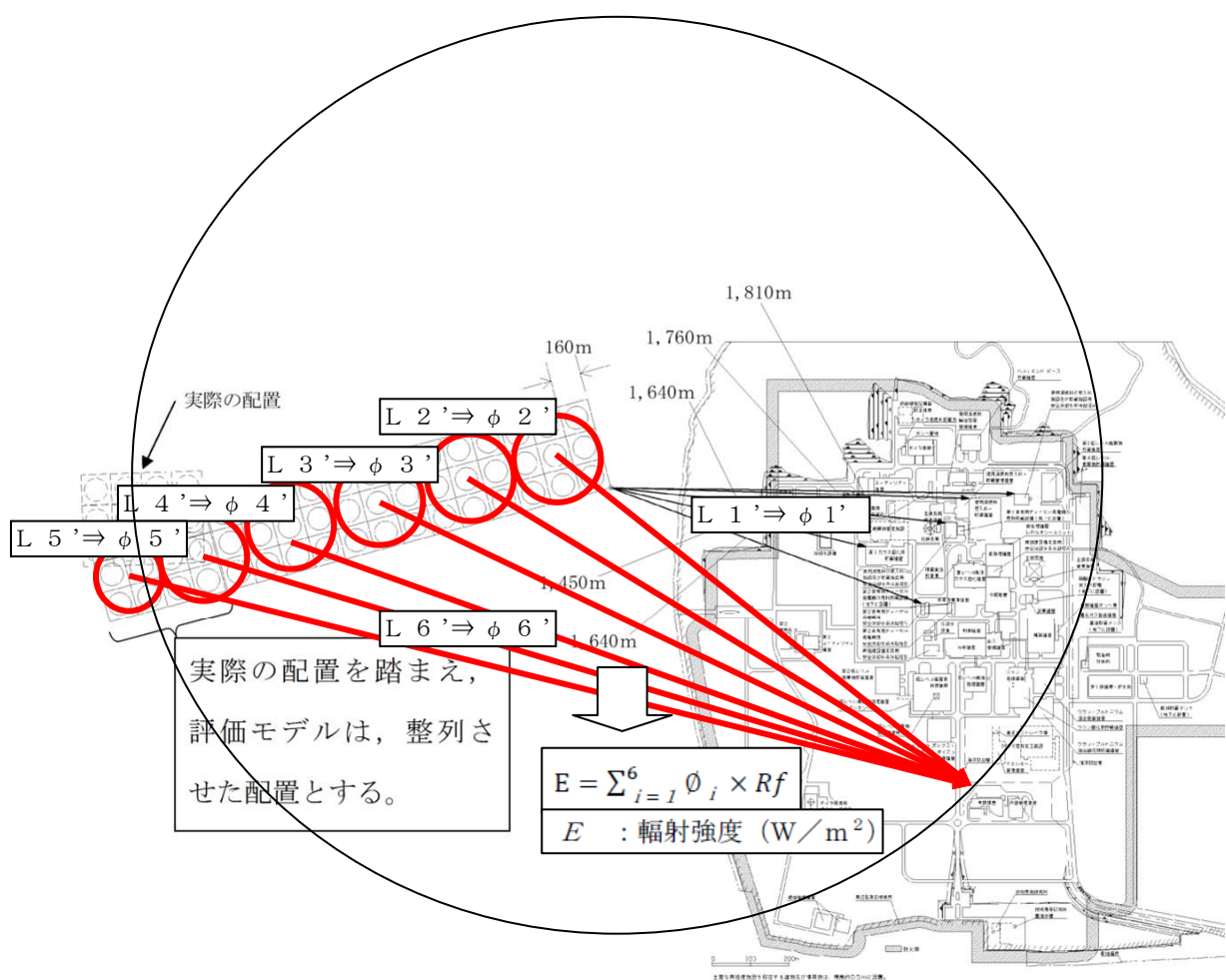


図3 評価位置変更による離隔距離イメージ

ここで、危険距離は評価対象が制限温度に到達する危険輻射強度から算出されるため、評価対象への輻射強度が危険輻射強度以上でなければ、制限温度を超えないといえることができる。さらに、評価対象が制限温度に達する輻射強度は、評価対象への入熱として1つに定まる。

以上より、危険輻射強度を制限値として設定することで問題はない。

補足説明資料 5 - 3 (9 条 外部火災)

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

1. 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設計方針

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することで爆発を防止する設計であることを確認した。

2. 外部火災防護施設への影響について

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における爆発に対する設計方針を踏まえると、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プロパンボンベ庫のプロパンボンベが爆発にいたることはなく、外部火災防護施設への影響はない。

また、爆発が発生したとしても、以下に示すとおり、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から、外部火災防護施設への影響はない。さらに、想定される飛来物を考慮しても、外部火災防護施設へ影響はない。

(1) 危険限界距離について

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、外部火災ガイドを参考とし、(1)式より危険限界距離を算出した。評価条件を第1表及び第2表に示す。評価の結果を第3表に示す。

燃料加工建屋は、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から危険限界距離以上の離隔距離を確保しているため、外部火災防護施設への影響はない。

$$X = 0.04\lambda\sqrt[3]{K \times W} \quad \dots (1)$$

ここで、

X : 危険限界距離 (m)

λ : 換算距離 (14.4m・kg^{-1/3})

K : 水素ガスの定数 (2860000)

プロパンガスの定数(888000 (100°C以上))

W : 設備定数

第1表 低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫の計算条件

項目	記号	数値	単位
換算距離	λ	14.4	$\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$
プロパンの定数	K	888000 (100°C以上の値)	—
設備定数	W	$(2.975)^{0.5} * 1$	—

* 1 : ガス質量が 1t 以上のため平方根の値を用いる。

第2表 還元ガス製造建屋の計算条件

項目	記号	数値	単位
換算距離	λ	14.4	$\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}$
プロパンの定数	K	2860000	—
設備定数	W	0.025	—

第3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)
低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫	燃料加工建屋	67	280
還元ガス製造建屋		24	130

(2) 爆発時の飛来物の影響について

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プロパンボンベ庫のプロパンボンベは、設計方針を踏まえると爆発にいたることはなく、外部火災防護施設である燃料加工建屋に影響はない。

仮に、爆発を想定したとしても第1図に示す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と燃料加工建屋の位置関係を踏まえると、危険物タンク等から直線的に空間が開けていないことから、飛散した破片の影響を受けることはない。



- : 再処理施設の危険物タンク等 (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)
- : 外部火災防護施設 (燃料加工建屋)

第1図 外部火災防護施設と還元ガス製造建屋及び低レベル廃棄物処理建屋
プロパンボンベ庫との位置関係

令和元年 12 月 26 日 RO

補足説明資料 5 - 4 (9 条 外部火災)

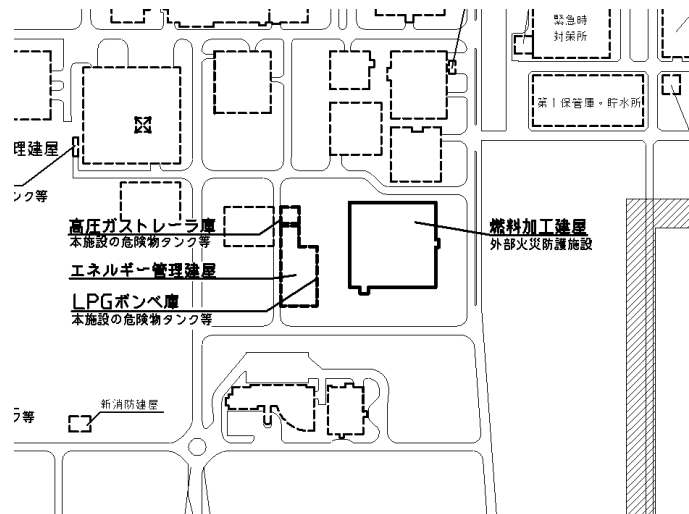
敷地内の危険物タンク等の爆発に対する影響について

1. 敷地内の危険物タンク等について

爆発源となる敷地内に存在する本施設の危険物タンク等の対象を第1-1表に、敷地内の配置を第1-1図に示す。

第1-1表 爆発源となる敷地内の本施設の危険物タンク等

危険物タンク等	貯蔵物
高圧ガストレーラ庫	水素
LPGボンベ庫	LPガス



第1-1図 敷地内に存在する危険物タンク等の配置

2. 外部火災防護施設への影響について

(1) 危険限界距離の評価

対象となる危険物タンク等について、外部火災ガイドを参考とし、(1)式より危険限界距離を算出した。評価条件を第2-1表及び第2-2表に示す。

評価の結果を第2-3表に示す。評価の結果、高圧ガストレーラ庫及びLPGボンベ庫に収容する可燃性ガスボンベの爆発に対しては、外部火災防護施設との離隔距離が危険限界距離以上確保されており、外部火災防護対象設備の安全機能は損なわない。

$$X = 0.04\lambda\sqrt[3]{K \times W} \quad \dots(1)$$

ここで、

X : 危険限界距離 (m)

λ : 換算距離 (14.4m・kg^{-1/3})

K : プロパンの定数, 水素ガスの定数

W : 設備定数

第2-1表 高压ガストレーラ庫の計算条件

項目	記号	数値	単位
換算距離	λ	14.4	$\text{m} \cdot \text{k g}^{-1/3}$
水素の定数	K	2860000	—
設備定数	W	0.304	—

第2-2表 LPG ボンベ庫の計算条件

項目	記号	数値	単位
換算距離	λ	14.4	$\text{m} \cdot \text{k g}^{-1/3}$
プロパンの定数	K	888000 (100°C以上の値)	—
設備定数	W	0.100	—

第2-3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)
高压ガストレーラ庫	燃料加工建屋	55	62
LPG ボンベ庫		26	33

補足説明資料 7 - 1 (9 条 外部火災)

危険物タンク等における熱影響評価について

1. 目的

本施設の危険物タンク等の重油タンク，高圧ガストレーラ庫に設置する水素ガスの貯蔵容器及びLPGボンベ庫に設置するLPガスの貯蔵容器は，それ自体が外部火災防護施設ではないが，設備に内包される物質が火災又は爆発を発生させる可能性があり，それにより外部火災防護対象設備に影響を及ぼすことが考えられる。そのため，森林火災，近隣工場等の火災及び航空機墜落による火災の熱影響を確認する。

2. 影響評価方法

各外部火災における熱影響評価において，森林火災及び航空機墜落による火災については，燃焼時間を考慮した非定常計算を実施する。一方，近隣工場等の火災（以下「石油備蓄基地火災」という。）については，貯蔵される原油の性状が不明確であり，燃焼速度の設定が困難であることから，厳しい評価となるように定常計算を実施する。

2. 1 森林火災及び航空機墜落による火災の影響評価方法

森林火災による火災において，重油タンク，高圧ガストレーラ庫内に設置される水素ガスの貯蔵容器及びLPGボンベ庫内に設置されるLPガスの貯蔵容器に対する熱影響評価を実施する。

航空機落下による火災においては，LPGボンベ庫内に設置されるLPガスの貯蔵容器に対して外部火災防護施設に対する航空機落下地点から本施設の危険物タンク等までの離隔距離を算出し，その離隔距離に基づき，熱影響評価を実施する。

ここで、重油タンクについては、屋外に設置されることから、一方向から直接的に熱影響を受けタンク内温度分布が発生する可能性があるため、その構造材を無視した半無限固体の熱伝導を計算し、タンク内表面に位置する重油の温度評価を実施する。

また、水素ガスの貯蔵容器及びLPガスの貯蔵容器は、厳しい評価となるように高圧ガストレーラ庫及びLPGボンベ庫の外壁を考慮せず、一定の熱流束を与えた容器内の温度評価を実施する。

2. 1. 1 重油タンクへの影響評価方法

重油タンクは、屋外に設置され、一方向から熱影響を受ける。ここでは、厳しい評価となるようにタンクの構造材を無視し、大気への放熱を考慮しない貯蔵物への熱計算を実施し、その温度が許容温度以下であることを確認する。温度評価は、熱流束一定の半無限固体の熱伝導に関する以下の(1)式に基づき算出する。なお、評価対象は、本施設の重油タンクのうち、防火帯からの離隔距離が最も短いボイラ用燃料受入れ・貯蔵所とする。

$$T = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{\alpha \times t}}{\lambda} \times \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times \alpha \times t}\right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{\alpha \times t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{\alpha \times t}}\right) \right] \cdots (1)$$

ここで、

T : 重油の温度 (°C)

x : タンク内表面の重油の深さ (m)

t : 燃焼時間 (s)

T_0 : 初期温度 (°C)

E : 輻射強度 (W/m²)

α : 温度伝導率 (m^2/s) ($\alpha = \lambda / (\rho \times c)$)

λ : 重油の熱伝導率 (W/mK)

ρ : 重油の密度 (kg/m^3)

c : 重油の比熱 (J/kgK)

$\text{erfc}(x) = 1 - \text{erf}(x)$ ($\text{erf}(x)$: 誤差関数)

タンク外面からの放熱を仮定していないため、最高温度の位置は燃焼時間経過時点のタンク内面 ($x=0\text{m}$) となる。そこで (1) 式の x をゼロとして、重油の最高温度を以下の (2) 式により算出する。

$$T_s = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{\alpha \times t}}{\sqrt{\pi \lambda}} \quad \dots (2)$$

ここで、

T_s : タンク内表面に位置する重油の温度 ($^{\circ}\text{C}$)

t : 燃焼時間 (s)

2. 1. 2 航空機落下地点から危険物タンク等までの離隔距離

航空機落下による火災における航空機落下地点から本施設の危険物タンク等までの距離については、「補足説明資料6-1 航空機落下による火災影響評価について」と同様に設定する。

航空機落下の発生確率が 10^{-7} 回/年となる範囲と本施設の危険物タンク等の距離のイメージを第1図に、航空機落下地点と本施設の危険物タンク等の離隔距離を第1表に示す。

2. 1. 3 水素ガスの貯蔵容器及びLPガスの貯蔵容器への影響評価方法

LPガスの貯蔵容器については、LPGボンベ庫の外壁があり、屋外に面していないため、外壁から熱影響を受ける。また、水素ガスの貯蔵容器については、高圧ガストレーラ庫に外壁がない箇所があり、その箇所は屋外に面しており、火災から直接熱影響を受ける。したがって、評価に際しては、厳しい評価となるように外壁を考慮せず、一定の熱流束を与え、容器内部温度を評価し、貯蔵物の温度が許容温度以下となることを確認する。

一定の熱流束を与えた容器内の温度評価については、以下（3）式を使用して実施する。

$$T = T_0 + \frac{E \cdot t \cdot \left(\frac{\pi \cdot D_0 \cdot h}{2} + \frac{\pi \cdot D_0^2}{4} \right)}{\rho_p \cdot C_{pp} \cdot V + \rho_s \cdot C_{ps} \cdot \left\{ \frac{(D_0^2 - D_i^2) \cdot \pi \cdot h}{4} + 2 \cdot \pi \cdot \frac{D_0^2}{4} \cdot e \right\}} \quad \dots (3)$$

ここで、

T : 容器内温度 (°C)

T_0 : 初期温度 (°C)

E : 輻射強度 (W/m²)

ρ_p : 密度 (kg/m³)

C_{pp} : 比熱 (J/(kg·K))

V : 体積 (m³)

ρ_s : 容器材密度 (kg/m³)

C_{ps} : 容器材比熱 (J/(kg·K))

D_i : 容器内径 (m)

D_0 : 容器外径 (m)

e : 容器最小板厚 (m)

h : 容器円筒長さ (m)

t : 燃焼時間 (s)

(3) 計算条件

森林火災及び航空機墜落による火災における計算条件を第2表から第4表に示す。

なお、水素ガスの貯蔵容器及びLPガスの貯蔵容器は購入先により仕様が異なるため、用いる予定の一例を用いて計算することとする。

2. 2 石油備蓄基地火災による影響評価方法

石油備蓄基地火災においては、火災源の時間的变化が設定できない。そのため、一定の熱流束を与えた水素ガスの貯蔵容器の外表面の定常計算を実施する。以下に評価方法を示す。

2. 2. 1 重油タンク表面温度評価方法

重油タンクは、屋外に設置されるため、建屋外壁と同様に、火災の影響を直接受けることとなる。したがって、建屋外壁と同様の定常計算を実施する。第2図に、温度上昇の計算モデルを示す。具体的には、石油備蓄基地火災における火炎からの輻射入熱及び(4)式を基に放熱量と入熱量の関係が成立する際の評価対象表面温度を算出する。算出された評価対象表面温度が、貯蔵物の許容温度以下であることを確認する。なお評価対象は、本施設の重油タンクのうち石油備蓄基地からの距離が最も短いディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所とする。

$$Q_{sum} + Q_{ri} = Q_{ro} + Q_h \quad \cdots (4)$$

ここで,

Q_{ri} : 火炎からの輻射 (W/m^2)

Q_{ro} : 大気への輻射放熱 (W/m^2)

Q_h : 熱伝達による大気への放熱 (W/m^2)

Q_{sun} : 太陽光入射 (W/m^2)

大気への輻射放熱は (5) 式⁽¹⁾により計算した。

$$Q_{ro} = \sigma(T_c^4 - T_a^4) \left/ \left(\frac{1 - \varepsilon_c}{\varepsilon_c} + \frac{1}{F_{ca}} \right) \right. \dots (5)$$

ここで,

σ : ステファーン-ボルツマン定数 (W/m^2K^4)

T_c : 表面温度 (K)

T_a : 大気側温度 (K)

ε_c : タンク表面の輻射率

F_{ca} : 表面から大気への形態係数

熱伝達による大気への放熱量は (6) から (12) 式により計算した。

$$Q_h = h(T_c - T_{amb}) \dots (6)$$

$$h = \frac{Nu \times \lambda}{L} \dots (7)$$

(鉛直平板まわりの自然対流熱伝達とする⁽²⁾。)

$$Nu = (0.0185 - 0.0035)Ra^{2/5} \quad 10^{10} \leq Ra \dots (8)$$

$$Ra = Pr \times Gr \dots (9)$$

$$Gr = g \beta(T_c - T_{amb})L^3 / \nu^2 \dots (10)$$

$$\beta = 1/T_{amb} \dots (11)$$

$$T_r = T_c - 0.38 \times (T_c - T_{amb}) \dots (12)$$

(熱伝導率, プラントル数, 動粘性係数算出時の代表温度⁽²⁾とする。)

ここで,

h : 熱伝達係数 ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

T_c : 表面温度 (K)

T_{amb} : 外気温度 (K)

Nu : ヌセルト数

Ra : レイリー数

Gr : グラスホフ数

Pr : プラントル数

ν : 大気の動粘性係数 (m^2/s)

λ : 大気の熱伝導率 (W/mK)

T_r : 代表温度 (K)

β : 体膨張係数 (K^{-1})

L : 評価対象表面高さ (m)

g : 重力加速度 (m/s^2)

(参考文献(2)の記載値に基づく代表温度 T_r における値に線形補間する。)

第5表に評価対象の温度上昇の計算に関する計算条件を示す。

2. 2. 2 水素ガスの貯蔵容器表面温度評価方法

水素ガスの貯蔵容器は、石油備蓄基地火災によって熱を受ける面は高圧ガストレーラ庫の壁があるため、容器の設置される建屋外面まで及び建屋内面から容器表面までの2段階の定常計算を実施する。厳しい評価となるように外壁での熱伝導を考慮せず、建屋外面温度と建屋内面温度が同じであるとして、定常計算を実施する。温度上昇の計算モデルを第3図に示す。ここで、容器についても、放熱量と入熱量の関係が成立する際の評価対象表面温度を算出する。算出された評価対象表面温度が、貯蔵物の許容温度以下であることを確認する。

以下に、具体的な計算式を示す。

(1) 建屋外面までの評価

建屋外面までの評価については、「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」の評価と同一の評価式を用いる。

(2) 建屋内面から容器表面までの評価

入熱と放熱の関係は、以下(2)式のとおり。

$$Q_{rad} - Q_{cnv} = 0 \quad \cdots (2)$$

ここで、

Q_{rad} : 建屋内面から容器表面への輻射 (W/m²)

Q_{cnv} : 熱伝達による放熱 (W/m²)

建屋内面から容器表面までの輻射は、以下(3)式により計算する。

$$Q_{rad} = \varepsilon_w \sigma (T_c^4 - T_w^4) \quad \cdots (3)$$

ここで、

σ : ステファン-ボルツマン定数 (W/(m²·K⁴))

T_c : 建屋内面温度 (K)

T_w : 容器表面温度 (K)

ε_w : 容器表面の輻射率

熱伝達による放熱量は(4)～(12)式により計算する。

$$Q_{cnv} = h(T_w - T_b) \quad \dots (4)$$

$$h = \frac{Nu \times \lambda}{L_w} \quad \dots (5)$$

$$Nu = (0.0185 - 0.0035)Ra^{2/5} \quad 10^{10} \leq Ra \quad \dots (6)$$

$$Nu = \frac{4}{3}C_1 \times Ra^{1/4} \quad 10^4 \leq Ra \leq 4 \times 10^9 \sim 3 \times 10^{10} \quad \dots (7)$$

$$C_1 = \frac{3}{4} \left(\frac{Pr}{2.4 + 4.9\sqrt{Pr} + 5Pr} \right)^{1/4} \quad \dots (8)$$

$$Ra = Pr \times Gr \quad \dots (9)$$

$$Gr = g \beta (T_w - T_b) L_w^3 / \nu^2 \quad \dots (10)$$

$$\beta = 1/T_b \quad \dots (11)$$

$$T_r = T_w - 0.38 \times (T_w - T_b) \quad \dots (12)$$

※1 (鉛直平板まわりの自然対流熱伝達とする⁽²⁾。
 $Ra < 10^{10}$ では、層流の式を使用。
 $3 \times 10^{10} < Ra$ では、乱流の式を使用。 $10^{10} \leq Ra \leq 3 \times 10^{10}$ では、厳しい評価となるように小さい側を使用する。)

(熱伝導率, プラントル数, 動粘性係数算出時の代表温度とする。)⁽¹⁾

ここで,

h : 熱伝達係数 (W/(m²・K))

T_w : 容器表面温度 (K)

T_b : 室内温度 (K)

Nu : ヌセルト数

Ra : レイリー数

Gr : グラスホフ数

Pr : プラントル数

ν : 大気の動粘性係数 (m²/s)

λ : 大気の熱伝導率 (W/(m・K))

T_r : 代表温度 (K)

(参考文献(2) 記載値に基づく代表温度 T_r における値に線形補間する。)

- β : 体膨張係数 (1/K)
 L_w : 評価対象表面高さ (m)
 g : 重力加速度 (m/s²)

第6表に評価対象の温度上昇の計算に関する計算条件を示す。

3. 評価結果

本施設の危険物タンク等内に設置する貯蔵容器に対して評価を行った結果を第7表に示す。

評価の結果、森林火災及び石油備蓄基地火災の熱影響を受けたとしても、貯蔵容器内部温度は許容温度以下となる。

ただし、航空機の墜落火災による熱影響又は直撃により、LPGボンベ庫に設置するLPガスの貯蔵容器及び高压ガストレーラ庫に設置する水素ガスの貯蔵容器が爆発源となり得る。

爆発源との重畳評価については、LPGボンベ庫に設置するLPガスの貯蔵容器 (LPガス最大貯蔵量：100kg) 又は高压ガストレーラ庫に設置する水素ガスの貯蔵容器 (水素ガス最大貯蔵量：3400Nm³) を爆発源とした場合に、外部火災ガイドを参考とし、(13)式より危険限界距離を算出した。その結果、危険限界距離は第8表となり、爆発源から外部火災防護施設までの離隔距離未満であるため、外部火災防護施設が受ける爆風圧は0.01MPa未満となることを確認した。

$$X = 0.04\lambda\sqrt[3]{K \times W} \quad \dots (13)$$

ここで、

X : 危険限界距離 (m)

λ : 換算距離 (14.4m・kg^{-1/3})

K : 水素ガスの定数 (2860000)

プロパンガスの定数(888000 (100°C以上))

W : 設備定数

以上より、外部火災防護対象設備の安全機能を損なうことはない。

参考文献

- (1) 日本機械学会. 伝熱工学資料 改訂第5版. 2009.
- (2) 日本機械学会. 伝熱工学資料 改訂第4版. 1986.
- (3) JX日鉱日石エネルギー. ENEOS A重油. 安全データシート. 2012-12-10.
- (4) JX 日鉱日石エネルギー. “第4編第1章第3節 石油の性質”.
JX 日鉱日石エネルギー株式会社ホームページ.
<http://www.noe.jx-group.co.jp/binran/part04/chapter01/section03.html>. (参照 2014-09-18) .
- (5) 長倉三郎, 井口洋夫, 江沢洋, 岩村秀, 佐藤文隆, 久保亮五編. 理化学時点. 第5番, 岩波書店, 1998.
- (6) 日本機械学会編. 機械工学便覧 基礎編 α 5 熱工学. 2006.
- (7) 鈴商総合ガスセンター. 液化石油ガス. 製品安全データシート.
2000-12-3.
- (8) 日本LPガス協会. “LPガスの概要 LPガスの性質”. 日本LPガス協会 ホームページ.
<http://www.j-lpgas.gr.jp/intr/seishitsu.html>.
(参照 2014-09-16) .
- (9) 国立天文台. 平成26年 理科年表 第87冊. 2013-11-30.
- (10) 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.

第1表 航空機落下地点と本施設の危険物タンク等との離隔距離

本施設の危険物タンク等	航空機落下地点との離隔距離 L_3 (m)
LPG ボンベ庫 (LP ガスの貯蔵容器)	29

第2表 計算条件 (ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所)

項 目	記号	数 値	単 位
初期温度	T_o	36.7* ¹	°C
輻射強度	E	1.04 (森林火災)	kW/m^2
重油密度	ρ	820 ⁽³⁾	kg/m^3
重油比熱	c	1,700 ⁽⁴⁾	J/kgK
重油熱伝導率	λ	0.109* ²	W/mK

* 1 : FARSITE 入力と同じ。

* 2 : 参考文献 (2) に記載の潤滑油, スピンドル油及び変圧器油の値から各油について, 200°Cに外挿した値の最小値。

第3表 計算条件 (水素ガスの貯蔵容器)

項目	記号	数値等	単位
初期温度	T_0	36.7 ¹⁾	°C
輻射強度	E	450 (森林火災)	W/m ²
水素密度	ρ_p	0.0899 ⁽⁵⁾	kg/m ³
水素比熱	C_{pp}	10160 ⁽⁶⁾	J/(kg·K)
水素体積	V	0.047	m ³
貯蔵容器材	—	クロムモリブデン	—
容器材密度	ρ_s	7780 ⁽²⁾	kg/m ³
容器材比熱	C_{ps}	406 ⁽²⁾	J/(kg·K)
容器最小板厚	e	0.0087	m
容器円筒長さ	h	1.38	m
容器内径	D_i	0.2146	m
容器外径	D_o	0.2320	m

1) FARSITE入力と同じ。

第4表 計算条件 (LPガスの貯蔵容器)

項目	記号	数値等	単位
初期温度	T_o	36.7 ¹⁾	℃
輻射強度	E	490 (森林火災)	W/m ²
		22763 ²⁾ (航空機落下による火災)	
LPガス密度	ρ_p	1.895 ⁽⁷⁾	kg/m ³
LPガス比熱	C_{pp}	1667 ⁽⁸⁾	J/(kg・K)
LPガス体積	V	0.1175	m ³
貯蔵容器材	—	クロムモリブデン	—
容器材密度	ρ_s	7780 ⁽²⁾	kg/m ³
容器材比熱	C_{ps}	406 ⁽²⁾	J/(kg・K)
容器最小板厚	e	0.00245	m
容器円筒長さ	h	1.391	m
容器内径	D_i	0.368	m
容器外径	D_o	0.3729	m

1) FARSITE入力と同じ。

2) 太陽光の入射を考慮し, 400W/m²を加算。

第5表 評価対象の温度上昇の計算に関する計算条件

項目	記号	数値	単位	備考
ステファン-ボルツマン定数	σ	5.670×10^{-8} ⁽⁹⁾	W/m^2K^4	—
重力加速度	g	9.807 ⁽⁹⁾	m/s^2	—
大気側温度	T_a	29	$^{\circ}C$ ¹⁾	昭和41年～平成21年の夏季(6月～9月)の3時間ごとの温度の超過確率1%に相当する値とする。
外気温度	T_{amb}			
太陽光入射	Q_{sun}	0.4 ⁽¹⁰⁾	kW/m^2	—
表面から大気への形態係数	F_{ca}	0.8	—	石油備蓄基地火災において算出される形態係数から、厳しい評価となるように0.8とする。
タンク表面の輻射率	ϵ_c	0.7 ⁽²⁾	—	塗料の場合の0.7～0.9に対し最小とする。
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所が受ける輻射強度	Q_{ri}	1.4	kW/m^2	—
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の評価対象表面高さ	L	5.6	m	—

1) : 計算においては、絶対温度に換算。

第6表 評価対象の温度上昇の計算に関する計算条件

項目	記号	数値	単位	備考
ステファン-ボルツマン定数	σ	5.670×10^{-8} ⁽⁹⁾	W/(m ² ・K ⁴)	—
重力加速度	g	9.807 ⁽⁹⁾	m/s ²	—
大気側温度	T_a	29	°C ¹⁾	昭和41年～平成21年の夏季(6月～9月)の3時間ごとの温度の超過確率1%に相当する値とする。
外気温度	T_{amb}			
太陽光入射	Q_{sun}	400 ⁽¹⁰⁾	W/m ²	—
表面から大気への形態係数	F_{ca}	0.8	—	石油備蓄基地火災において算出される形態係数から厳しい評価となるように0.8とする。
高圧ガストレーラ庫が受ける火炎放射強度	Q_{ri}	1.11	kW/m ²	—
高圧ガストレーラ庫の建屋外面高さ	L	6.3	m	—
室内温度	T_b	36.7	°C ¹⁾	—
容器の評価対象表面高さ	L_w	7.94	m	高圧ガストレーラ庫に設置する水素ガスの貯蔵容器は2種類あるが、厳しい評価となるように L_w が低い方を用いる。
建屋内外面の放射率	ε_c	0.7 ⁽²⁾	—	塗料の場合の0.7～0.9に対し最小とする。
容器表面の放射率	ε_w	0.9 ⁽²⁾	—	塗料の場合の0.7～0.9に対し最大とする。

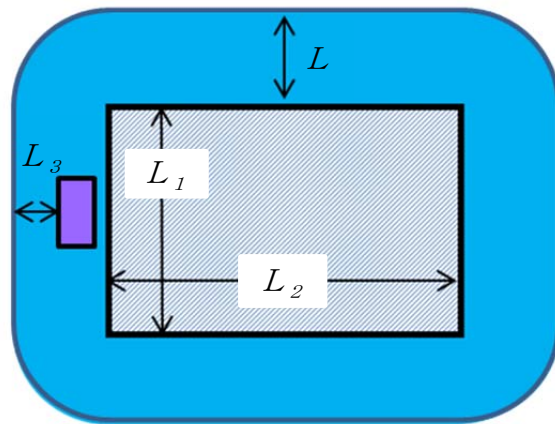
1) 計算においては、絶対温度に換算。

第7表 評価結果

事 象	評価対象	貯 蔵 物	容器表面温度又は 内部温度 (°C)	許容温度 (°C)
森林火災	ボイラ用燃料油受入れ・貯蔵所	重油	80°C	200°C
	水素ガスの貯蔵容器	水素	40°C	571.2°C
	LPガスの貯蔵容器	LPガス	47°C	405°C
石油備蓄基地 の火災	ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所	重油	180°C	200°C
	水素ガスの貯蔵容器	水素	140°C	571.2°C
航空機落下 による火災	LPガスの貯蔵容器	LPガス	1700°C	405°C

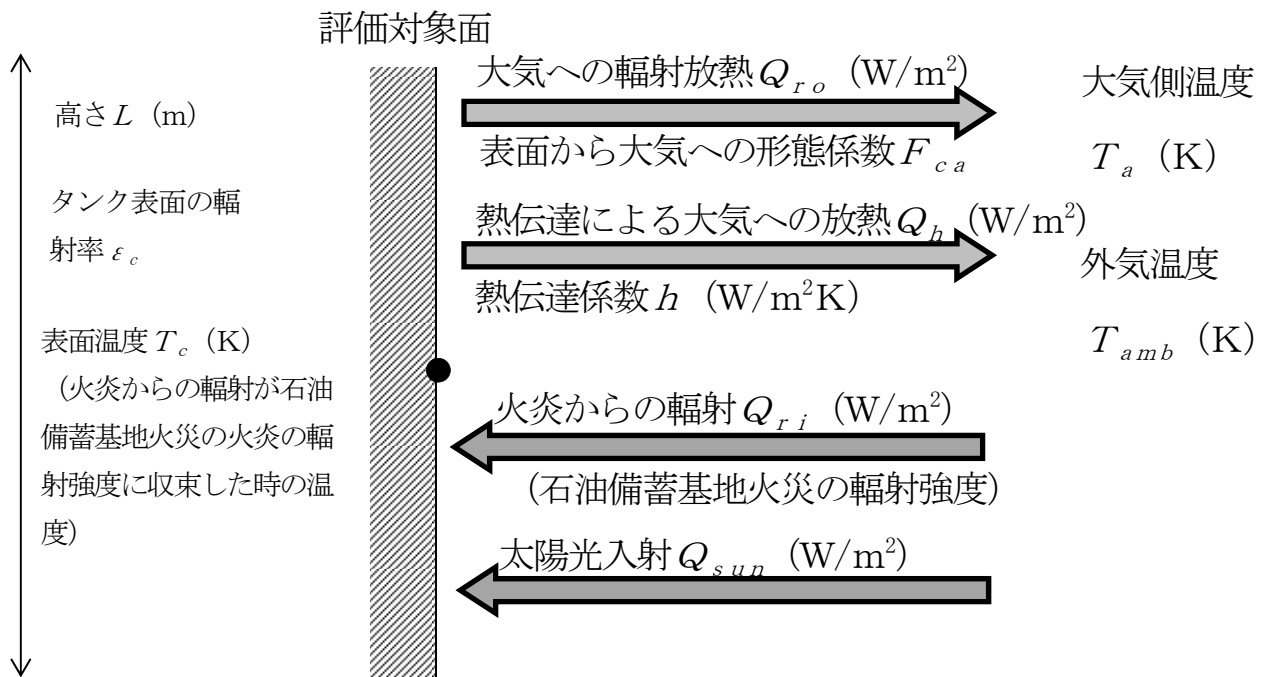
第8表 危険限界距離の評価結果

評価対象	貯蔵物	危険限界距離 (m)	外部火災防護施設 までの離隔距離 (m)
水素ガスの貯蔵容器	水素	55	<u>62</u>
LPガスの貯蔵容器	LPガス	26	<u>33</u>



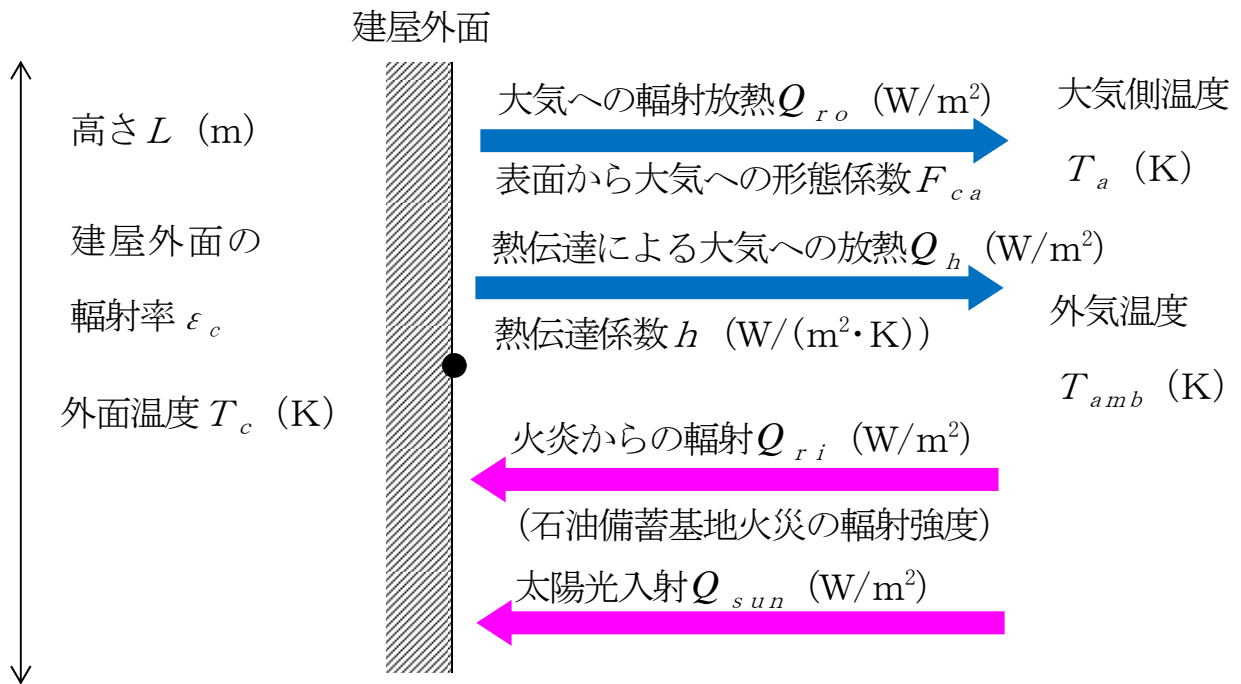
- : 航空機落下の発生確率が 10^{-7} (回/年) の範囲 (0.0477km²)
- L : 航空機落下地点と外部火災防護施設との離隔距離 (m)
- L_1 : 外部火災防護施設 南北長さ (m)
- L_2 : 外部火災防護施設 東西長さ (m)
- L_3 : 航空機落下地点と危険物タンク等の距離 (m)

第1図 航空機落下の発生確率が 10^{-7} 回/年となる範囲と本施設の危険物タンク等の距離のイメージ

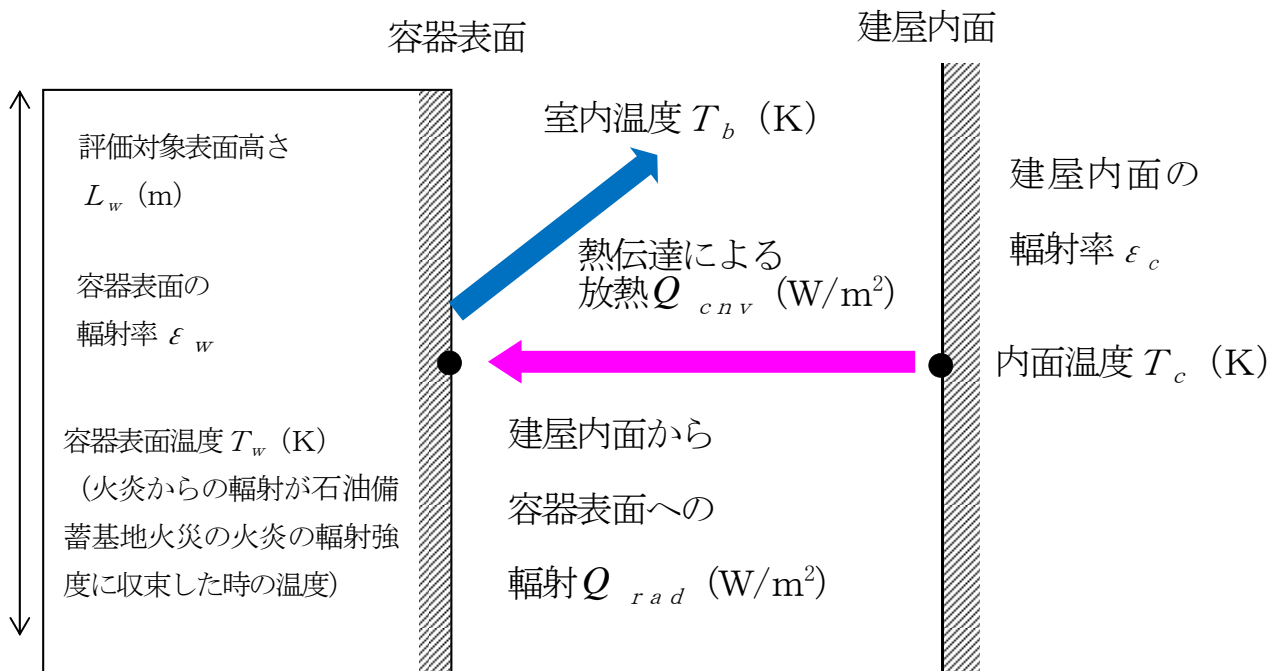


第2図 温度上昇の計算モデル (重油タンク)

(1) 建屋外面までの評価



(2) 建屋内面から容器表面までの評価



第3図 温度上昇の計算モデル (高压ガストレーラ庫)