

【公開版】

提出年月日	令和2年3月3日 R4
日本原燃株式会社	

六ヶ所廃棄物管理施設における
新規制基準に対する適合性

安全審査 整理資料

第8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. 設計対処施設

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 火災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 敷地内の廃棄物管理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 敷地内に存在する廃棄物管理施設の危険物タンク等の火災

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を選定

6. 4 航空機墜落地点の設定及び離隔距離の設定

6. 5 設計対処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廃棄物管理施設の危険物タンク等の 火災の重畳について

7. 危険物タンク等への熱影響

7. 1 概 要

7. 2 熱影響について

7. 3 近隣工場等の爆発の影響について

8. 二次的影響評価

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、事業許可基準規則第八条と再処理施設安全審査指針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八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八条と再処理施設安全審査指針 比較表 (1/3)

事業許可基準規則 第八条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>1 廃棄物管理施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全性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1項に規定する「想定される自然現象」とは、廃棄物管理施設の敷地及びその周辺の自然環境を基に、最新の科学的知見に基づき、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。なお、必要のある場合には、異種の自然現象の重畳を考慮すること。</p> <p>2 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性を損なわないもの」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廃棄物管理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性が達成されることをいう。</p>	<p>指針1. 基本的立地条件 事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、再処理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 (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 (2)地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等 (3)風向、風速、降雨量等の気象 (4)河川、地下水等の水象及び水理</p> <p>(解説)</p> <p>1 自然環境及び社会環境について、申請者が行った文献調査及び現地調査の結果を、建物・構築物の配置を含む設計の妥当性の判断及び各種の評価に用いることが適切であることを確認するほか、必要に応じ現地調査等を行い、申請者の行った各種の調査結果の確認を行うものとする。</p>	<p>追加要求事項</p>

第1-1表 事業許可基準規則第八条と再処理施設安全審査指針 比較表 (2/3)

事業許可基準規則 第八条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
	<p>指針14 地震以外の自然現象に対する考慮</p> <p>1 再処理施設における安全上重要な施設は、再処理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八条と再処理施設安全審査指針 比較表 (3/3)

事業許可基準規則 第八条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	再処理施設安全審査指針	備考
<p>2 廃棄物管理施設は、事業所又はその周辺において想定される当該廃棄物管理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。）に対して安全性を損なわないものでなければならない。</p> <p>(解釈)</p> <p>3 第2項に規定する「想定される当該廃棄物管理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、船舶の衝突又は電磁的障害等をいう。なお、「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））等を参考にし、防護設計の要否について確認すること。近隣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、廃棄物管理施設の安全性を確保する上で必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>指針1 基本的立地条件 事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、再処理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) 水の利用状況、飲食物の生産・流通状況、人口分布状況等</p> <p>(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離隔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勧案の上、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>

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

廃棄物管理施設は、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当該施設で生じ得る環境条件においても安全性を損なわない設計とする。

なお、廃棄物管理施設の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。

また、廃棄物管理施設は、廃棄物管理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廃棄物管理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。）に対して安全性を損なわない設計とする。

なお、廃棄物管理施設の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。）の組合せについては、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性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、廃棄物管理施設が安全性を損なわないために必要な安全上重要な施設以外の施設又は設備等への措置を含める。

(2) 外部火災

廃棄物管理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「外部火災防護対象施設」という。）とし、その安全性を損なわない設計とする。その他の安全性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修理を行うこと又はそれらを組み合わせることにより、安全性を損なわない設計とする。

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）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。

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、廃棄物管理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（9,128 kW/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、外部火災防護対象施設を収容する建屋の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

人為事象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、外部火災防護対象施設を収容する建屋の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象施設の安全性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設計対処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、外部火災防護対象施設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、外気を直接設備内に取り込む外部火災防護対象施設に適切な防護対策を講じることで、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。なお、有毒ガスによる影響をうける外部火災防護設備はないことから考慮の対象としない。

1. 3 規則への適合性

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第八条 廃棄物管理施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全性を損なわないものでなければならない。

2 廃棄物管理施設は、事業所又はその周辺において想定される当該廃棄物管理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。）に対して安全性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項について

廃棄物管理施設は、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。）に対して廃棄物管理施設の安全性を損なわない設計とする。

(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、火炎からの離隔距離の確保等により、外部火災防護対象施設を収容する建屋の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

その他の安全性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、安全性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影響に対しては、外気を直接設備内に取り込む外部火災防護対象施設は、ばい煙が侵入しても閉塞を防止する構造とし、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

第3項について

安全性を有する施設は、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、廃棄物管理施設の立地及び周辺環境を踏まえて廃棄物管理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 10 k m 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 10 k m 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、再処理施設のボイラ建屋 ボンベ置場及び低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫及びMO X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を対象とする。

再処理施設のボイラ建屋 ボンベ置場及び低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫は、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しているため、爆発に至ることはなく、設計対処施設に対して影響を与えないことから、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない。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は、高圧ガス保安法に基づき、着火源を排除するとともに爆発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であり、設計対処施設に対して影響を与えないことから、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない。

また、設計対処施設は、対象とした高圧ガス貯蔵施設からの爆発に対する危険限界距離以上の離隔距離を確保し、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

(2) 近隣工場等の火災及び航空機墜落による火災

a. 近隣工場等の火災

敷地周辺 10 km の範囲内に存在する石油コンビナートとしては、再処理施設に与える影響が大きい石油備蓄基地（敷地西方向約 0.9 km）を対象とする。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、離隔距離の確保等により、外部火災防護対象施設を収容する建屋の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

また、敷地内に存在する廃棄物管理施設の危険物タンク等及び廃棄物管理施設以外の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、外部火災防護対象施設を収容する建屋の外壁の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

b. 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、設計対処施設への影響が最も厳しくなる航空機落下の発生確率が 10^{-7} 回/年となる地点に航空機落下による火災が発生することを想定し、火炎からの輻射強度の影響により、外部火災防護対象施設を収容する建屋の外壁における温度上昇を考慮した場合においても、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

また、航空機墜落による火災と廃棄物管理施設の危険物タンク等の火災との重畳を想定し、火炎からの輻射強度の影響により、外部火災防護対象施設を収容する建屋の外壁における温度上昇を考慮した場合においても、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

c. 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、外気を直接設備内に取り込む外部火災防護対象施設は、ばい煙が侵入しても閉塞を防止する構造とし、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。また、ばい煙及び有毒ガスが制御室の居住性に影響を及ぼすおそれがある場合には、必要に応じて制御室内の運転員の退避の措置を講ずる。

2. 安全設計方針

原子力規制委員会の定める「廃棄物管理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年11月27日原子力規制委員会規則第三十一号）」第八条では、外部からの衝撃による損傷防止として、廃棄物管理施設は、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性を損なわないものでなければならないとしている。

廃棄物管理施設は、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性を確保するために、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性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性が損なわれないことを確認する施設を、全ての廃棄物管理施設の構築物、系統及び機器とする。外部火災から防護する施設（以下、「外部火災防護対象施設」という。）としては、安全評価上その機能を期待する構築物、系統及び機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な構築物、系統及び機器を抽出し、外部火災により冷却及び遮蔽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、安全性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）により、外部火災防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

上記に含まれない廃棄物管理施設については、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る損傷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理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、安全性を損なわない設計とす

る。

なお、ガラス固化体輸送容器（以下、「キャスク」という。）にガラス固化体が収納されたガラス固化体収納キャスクは廃棄物管理施設内に一時的に保管されることを踏まえ、外部火災によりガラス固化体収納キャスクに波及的破損を与えない設計とする。

【補足説明資料 2－1】

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、外部火災防護対象施設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。

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廃棄物管理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。

【補足説明資料 2－2】

外部火災にて想定する火災及び爆発を第1.6－12表に、評価内容を第2－1表に示す。また、危険物タンク等を第1.6－13表及び第1.6－14表に、

危険物タンク等の配置を第2-1図に示す。

第 1.6-12 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 10 k m以内に発火点を設定した廃棄物管理施設に迫る火災
近隣工場等の火災及び爆発	敷地周辺 10 k m以内に存在する石油備蓄基地の火災
	敷地内に存在する廃棄物管理施設の危険物タンク等の火災
	敷地内に存在する廃棄物管理施設以外の危険物タンク等の火災
	敷地内に存在する廃棄物管理施設以外の危険物タンク等の水素ガス及びプロパンガスの爆発
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 10 k m以内に発火点を設定した廃棄物管理施設に迫る火災	<ul style="list-style-type: none"> ・ F A R S I T Eを用いた森林火災評価 ・ 森林火災評価に基づき設計対処施設への影響評価 	<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)
近隣工場等の火災及び爆発	敷地周辺 10 k m以内に存在する石油備蓄基地の火災	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設計対処施設との距離を考慮した設計対処施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 危険輻射強度 ・ 熱影響 ・ 二次的影響 (ばい煙)
	敷地内に存在する廃棄物管理施設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設計対処施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱影響 ・ 二次的影響 (ばい煙)
	敷地内に存在する廃棄物管理施設以外の危険物タンク等の火災		
	敷地内に存在する廃棄物管理施設以外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設計対処施設への影響評価 	<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設計対処施設への影響評価 	<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"> ・ 航空機落下の発生確率が 10^{-7} 回/年となる地点における航空機墜落による火災を想定した設計対処施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱影響 ・ 二次的影響 (ばい煙)
	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設計対処施設への影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱影響 ・ 危険限界距離

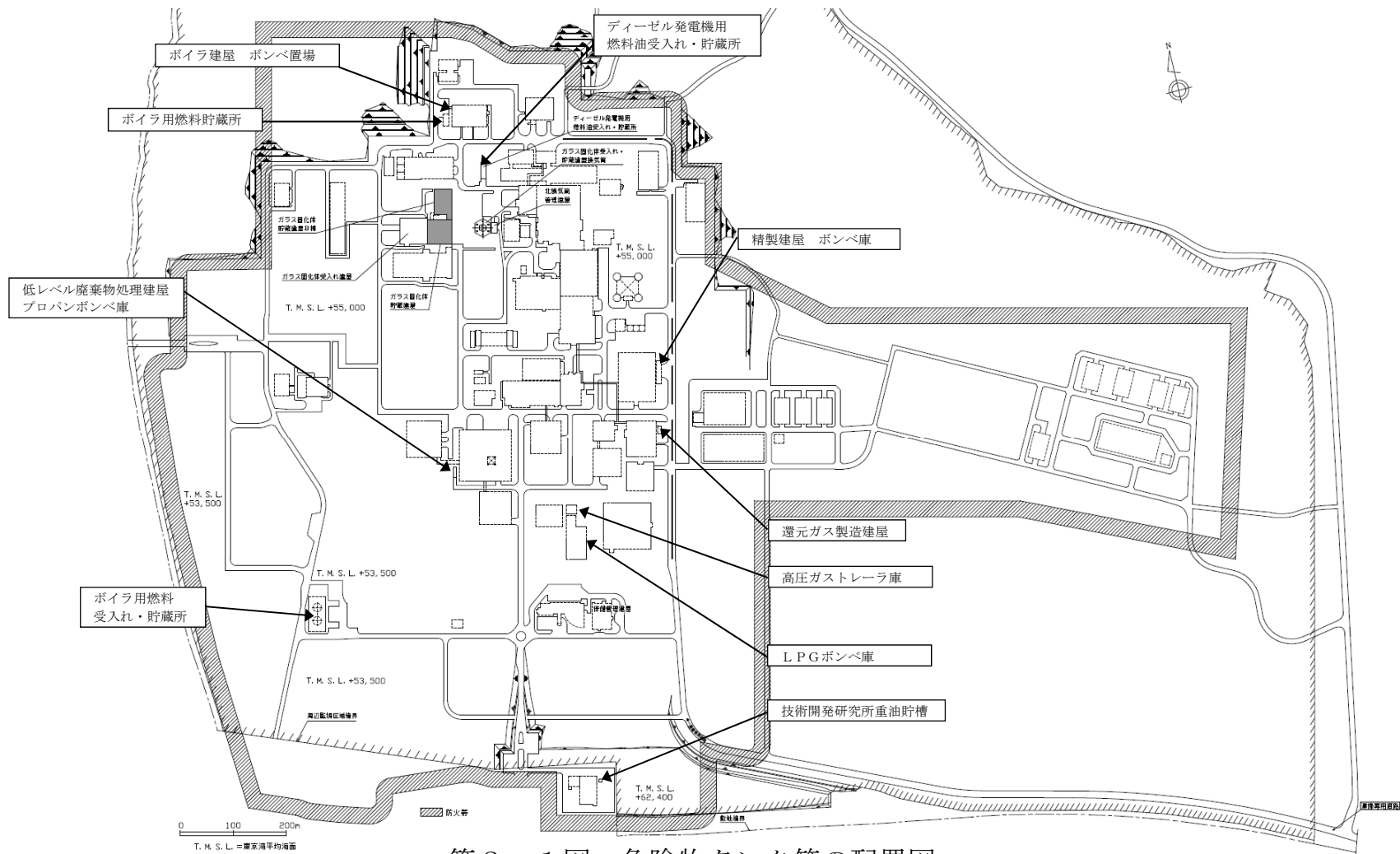
第 1.6-13 表 敷地内に存在する廃棄物管理施設の危険物タンク等

危険物タンク等	貯蔵物
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所*	重油

*：再処理施設及びMOX燃料加工施設と共用

第 1.6-14 表 敷地内に存在する廃棄物管理施設以外の危険物タンク等

危険物タンク等	貯蔵物
ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所	重油
ボイラ用燃料貯蔵所	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
高圧ガストレーラ庫	水素
LPG ボンベ庫	LP



第2-1図 危険物タンク等の配置図

3. 設計対処施設

外部火災防護対象施設である収納管，通風管，貯蔵区域しゃへい及びガラス固化体検査室しゃへいは地下階に設置し熱影響を受けない設計，貯蔵建屋床面走行クレーンのしゃへい容器は，不燃性及び難燃性材料で構成し建屋により防護する設計とする。外部火災防護対象施設は建物内に収納され防護される設備であることから，外部火災防護対象施設を収納する建屋を設計対処施設とする。

【補足説明資料3-1，補足説明資料3-2】

上記方針に基づき，外部火災防護対象施設を収納する建屋を以下のとおり選定する。

- (1) ガラス固化体貯蔵建屋
- (2) ガラス固化体貯蔵建屋B棟

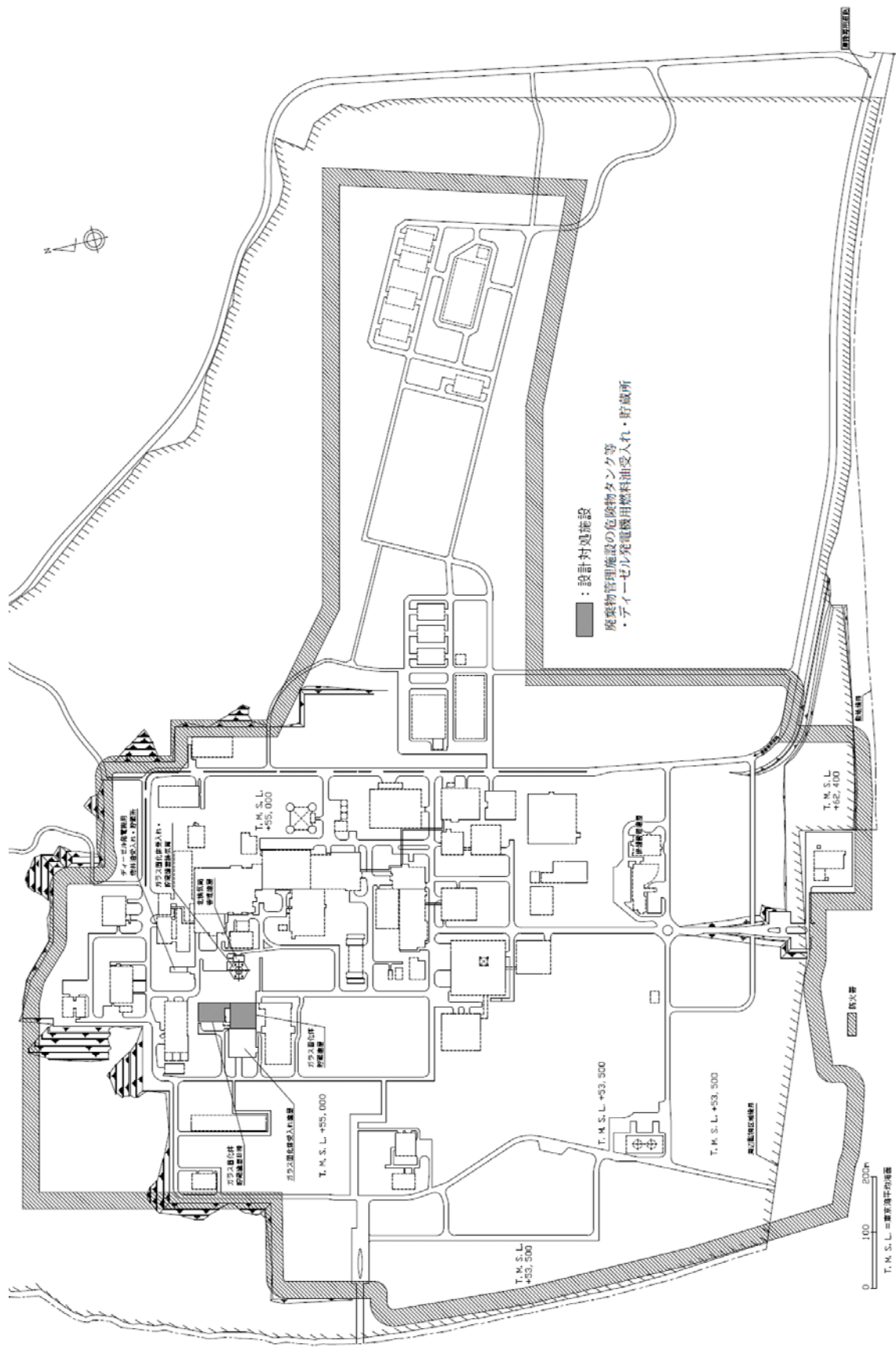
設計対処施設の配置を第1.6-9図に示す。また，設計対処施設の熱影響評価で考慮する外壁厚さを第1.6-15表に示す。

また，二次的影響として，火災に伴い発生するばい煙及び有毒ガスを抽出し，その上で，廃棄物管理施設のうち，外気を取り込むことにより，外部火災防護対象施設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) ガラス固化体貯蔵設備の収納管及び通風管

第 1.6-15 表 設計対処施設の熱影響評価で考慮する壁厚

設計対処施設	壁厚 (m)
ガラス固体貯蔵建屋	約 0.45
ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟	約 0.45



第 1.6-9 図 防火帯，設計対応施設等の配置図

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、廃棄物管理施設への影響が厳しい評価となるように設定し、F A R S I T E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、設計対処施設の温度を許容温度以下とし、外部火災防護対象施設の安全性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廃棄物管理施設への影響が厳しい評価となるよう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、廃棄物管理施設から直線距離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廃棄物管理施設への影響評価の観点で、FARSIITE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1.6-10図に示す。

- a. 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9.5 km）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。
 - b. 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7 km）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。
 - c. 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」及び廃棄物管理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0.9 km）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。
- (4) 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年間で調査し、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。廃棄物管理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から設定する。風向については、廃棄物管理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（2003～2012年）及び気象データ（最高気温、最小湿度及び最大風速）（2003～2012年）について、第2.2-18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、第2.2-19表に示す。

F A R S I T E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。

- 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、最高気温で一定とする。
- 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。

【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、F A R S I T E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設計対処施設への影響を防止し、外部火災防護対象施設の安全性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】

廃棄物管理施設のうち防火帯の外側に位置する環境モニタリング設備については、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、その安全性を確保する設計とする。

【補足説明資料 4-4】

4. 7 防火帯幅の設定

F A R S I T Eによる影響評価により算出される最大火線強度(9,128 kW/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10,000 kW/m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、設計対処施設への延焼を防止し、外部火災防護対象施設の安全性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第1.6-9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。

- a. 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。
- b. 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、火炎の高さは燃料半径の3倍とする。
- c. 円筒火炎モデル数は、火炎最前線のセル毎に設定する。
- d. 設計対処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

廃棄物管理施設周辺に設置する防火帯の外縁（火炎側）から設計対処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、設計対処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施設の安全性を損なわない設計とする。

危険距離については、設計対処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) 設計対処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。

a. 外部火災防護対象施設を収納する建屋

評価対象は、防火帯から最も近い位置（約289m）にあるガラス固化体貯蔵建屋B棟とする。ガラス固化体貯蔵建屋B棟が受ける輻射強度（ 0.64 kW/m^2 （発火点3））については、外部火災ガイドを参考とし、設計対処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ガラス固化体貯蔵建屋B棟の外壁表面温度を、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施設の安全性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】

4. 9 異種の自然現象の重畳との組合せ

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。

第2.2-18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(°C)	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

第 2.2-19 表 気象データ（卓越風向）（2003 年～2012 年における 3 月～8 月の期間）

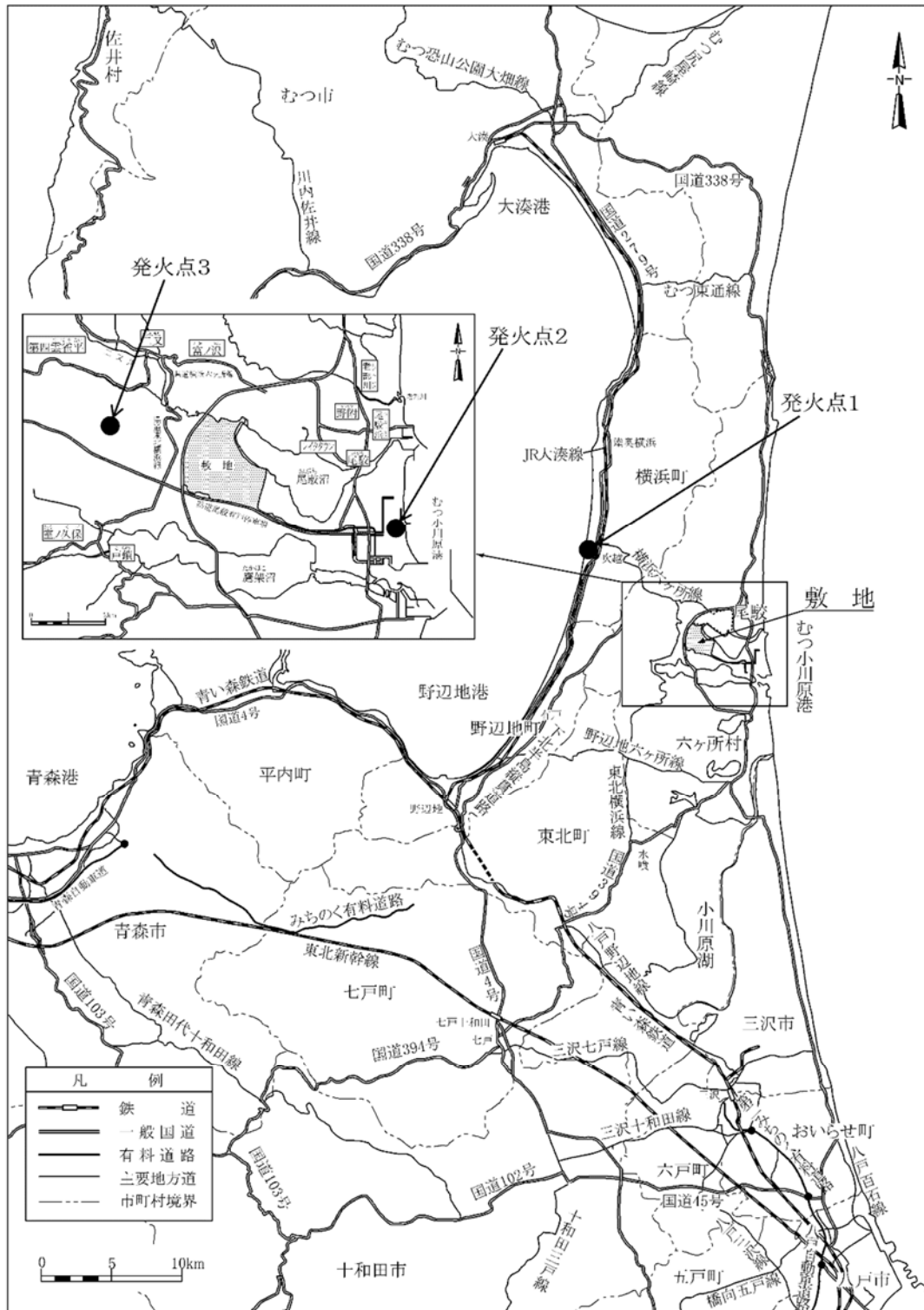
六ヶ所地域気象観測所		
風向	最大風速における風向の出現回数	最多風向の出現回数
北	17	6
北北東	15	1
北東	18	2
東北東	149	100
東	77	357
東南東	534	384
南東	177	96
南南東	16	21
南	27	29
南南西	0	6
南西	5	4
西南西	39	31
西	231	208
西北西	343	363
北西	152	216
北北西	40	15

第4-1表 FARSITEによる結果

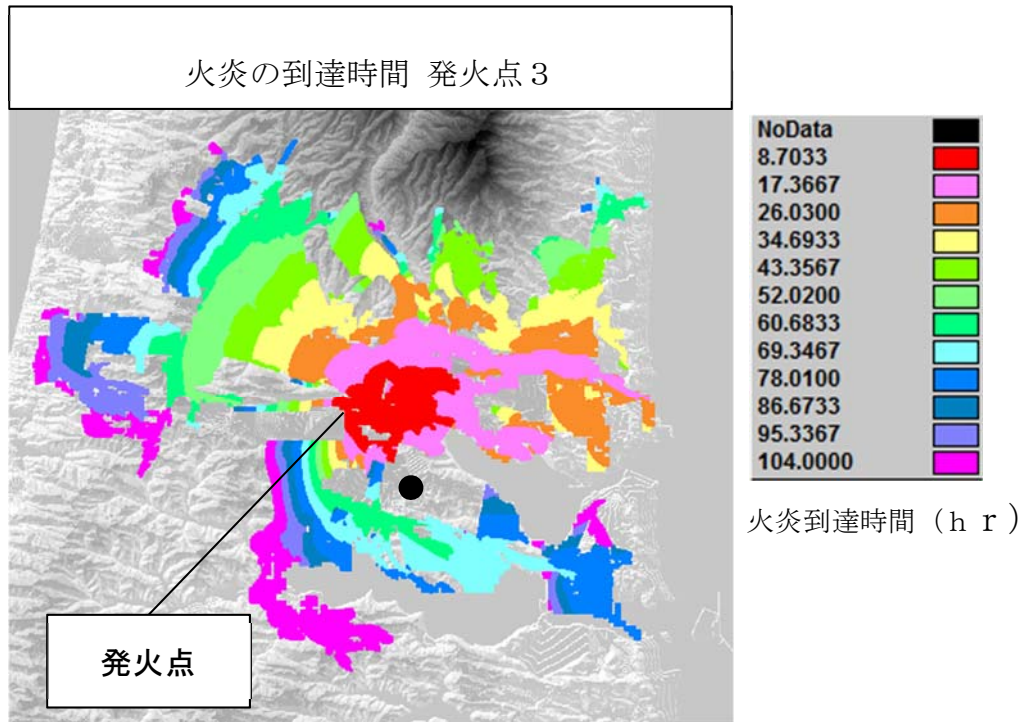
項目	内容	解析結果
延焼速度	全燃焼セルにおける延焼速度	発火点1：最大4.7m/s 平均0.07m/s 発火点2：最大5.3m/s 平均0.08m/s 発火点3：最大3.5m/s 平均0.04m/s
最大火線強度	火線最前線の最大火線強度（防火帯幅算出に用いる）	発火点1：1,527kW/m 発火点2：9,128kW/m 発火点3：2,325kW/m
火炎の到達時間	発火から敷地内に最も早く到達する時間	発火点1：30時間1分 発火点2：18時間37分 発火点3：5時間1分
輻射強度	防火帯から任意の位置（170m）における輻射強度（熱影響評価に用いる発火点の選定）	発火点1：0.53kW/m ² 発火点2：0.82kW/m ² 発火点3：1.4kW/m ²

第4-2表 森林火災による外壁の熱影響評価の結果

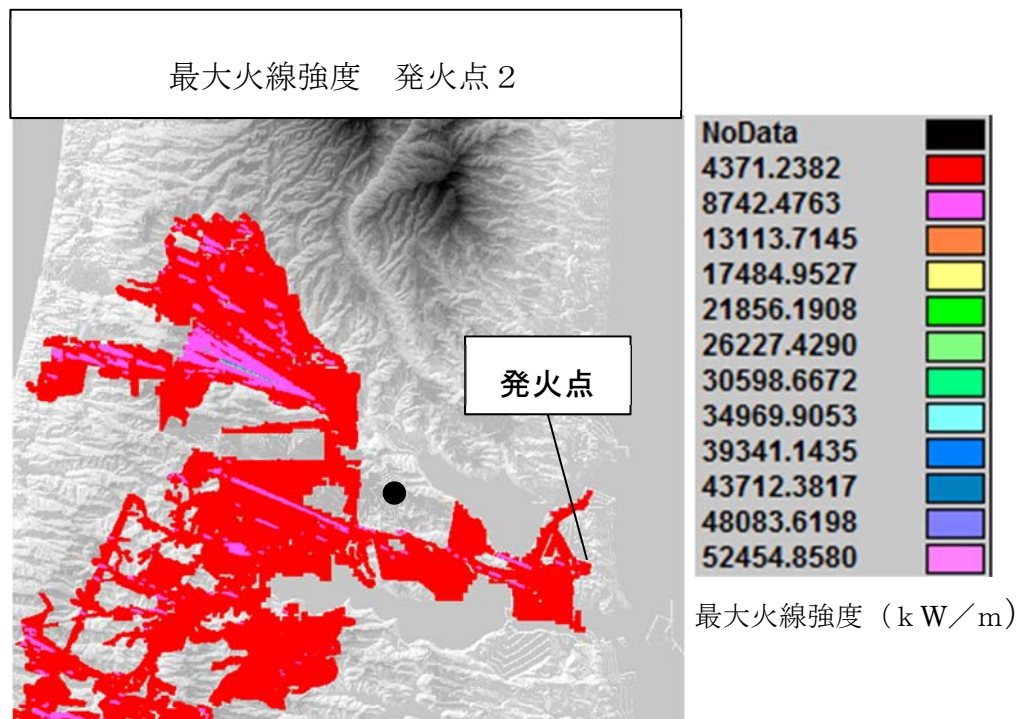
対象施設	外壁表面温度 (°C)	コンクリート許容温度 (°C)
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	56	200



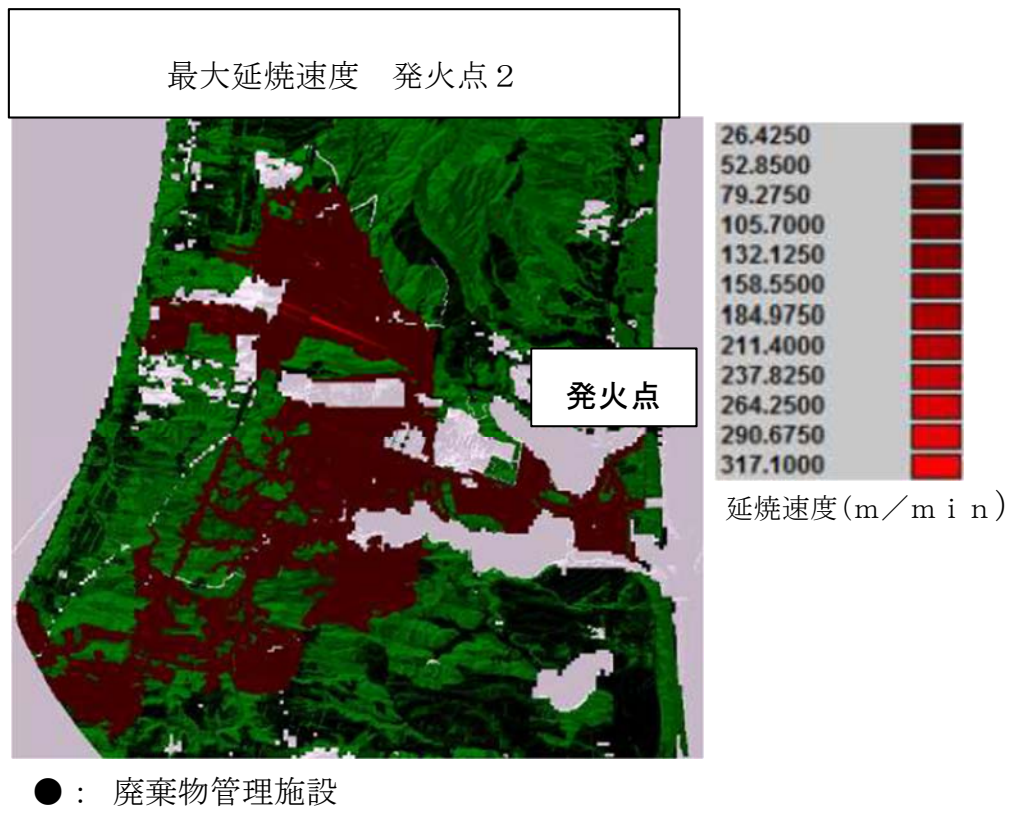
第 1.6-10 図 発火点の位置図



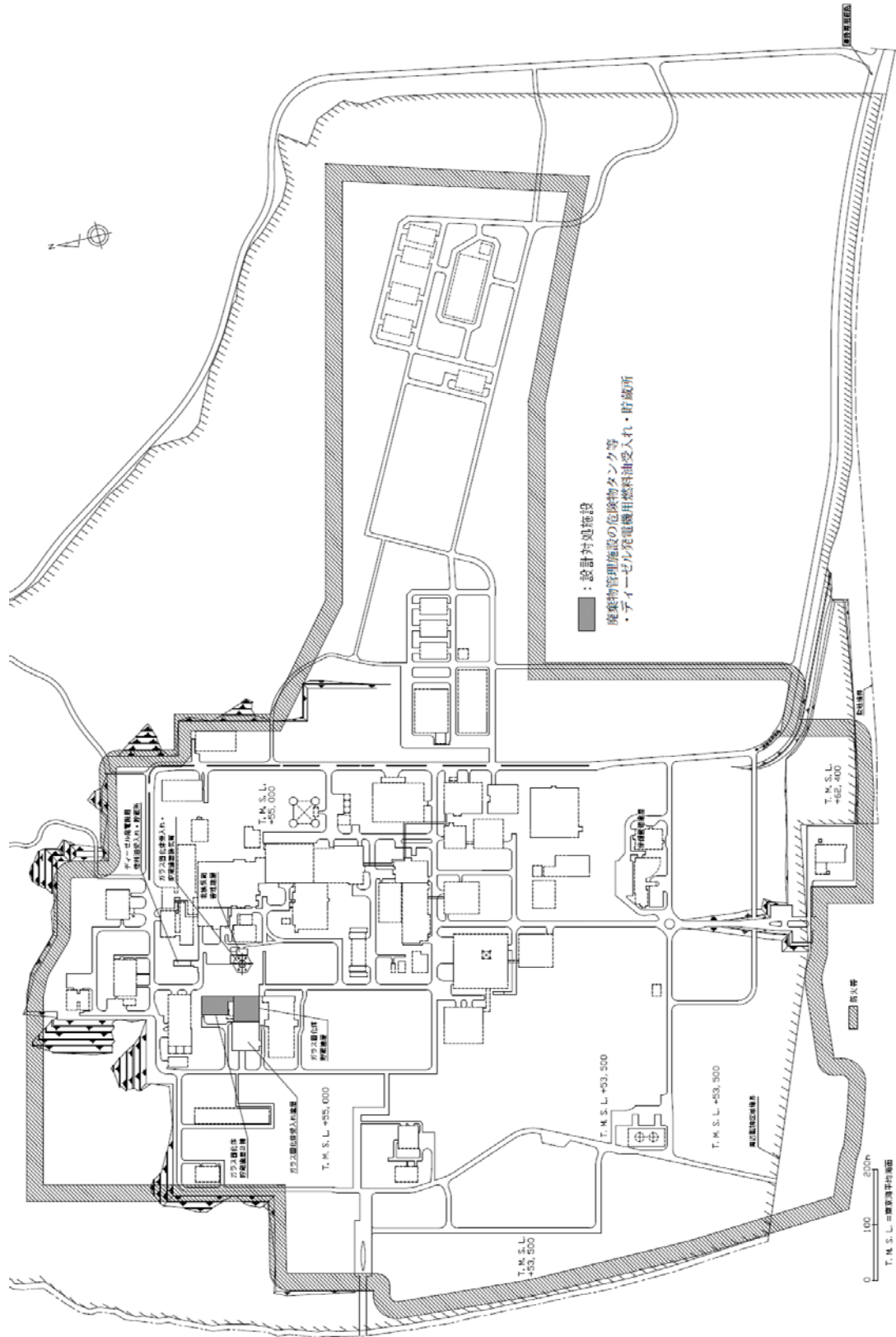
第 4 - 1 図 発火点 3 の火炎到達時間分布



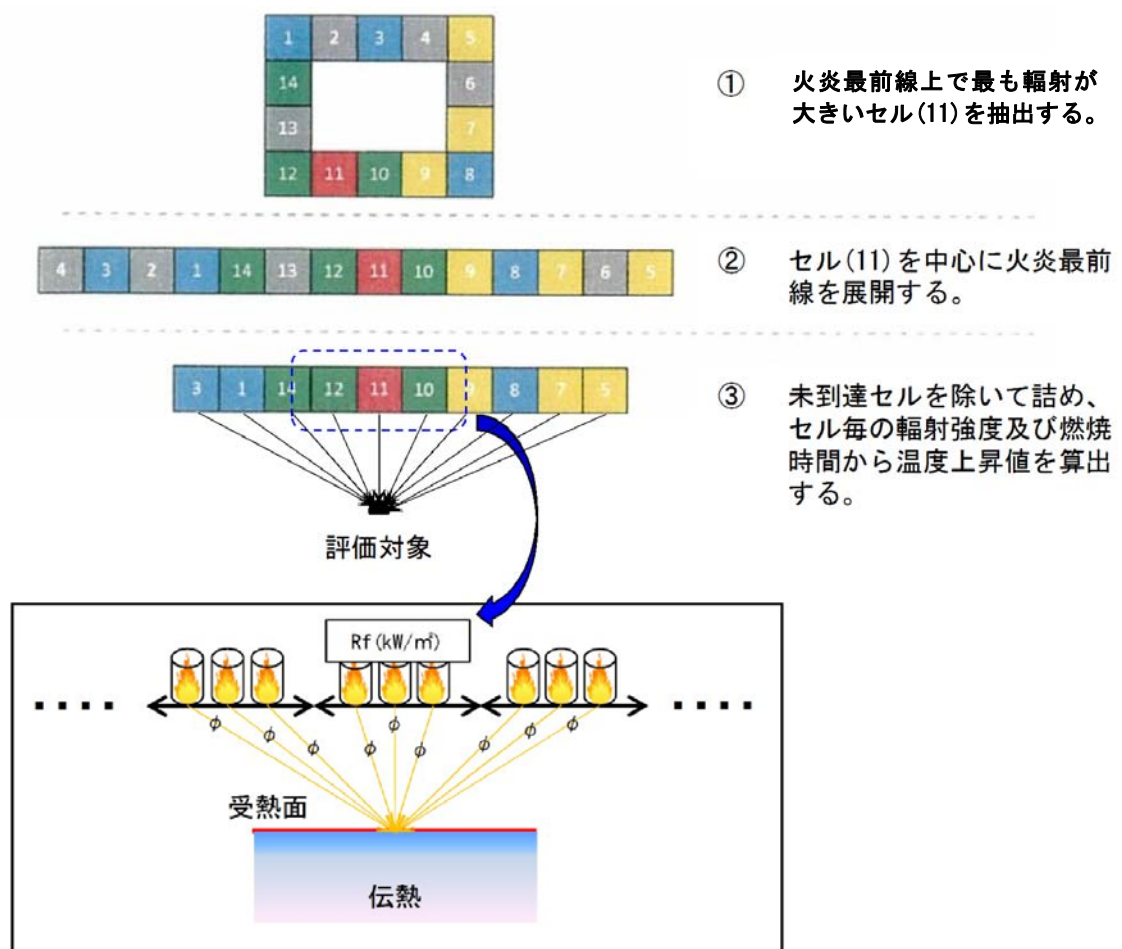
第 4 - 2 図 発火点 2 の火線強度の分布



第 4 - 3 図 発火点 2 の延焼速度



第 1.6-9 図 防火帯，設計対処施設等の配置図



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10 k m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0.9 k m）の火災、敷地内の廃棄物管理施設の危険物タンク等及び廃棄物管理施設以外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10 k m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並びに敷地内の危険物タンク等の配置を第5-1図～5-4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、貯蔵量が多く設計対処施設までの距離が近い敷地内に存在する危険物タンク（重油タンク）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 k m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】

設計対処施設である外部火災防護対象施設を収納する建屋については、外部火災ガイドを参考として、建屋の外壁で受ける火炎からの輻射

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施設の安全性を損なわない設計とする。

近隣工場等の火災により周辺の森林へ飛び火することによる、近隣工場等の火災と森林火災の重畳評価においては、石油備蓄基地火災と森林火災の輻射熱量及び離隔距離を考慮し、石油備蓄基地火災と森林火災から受ける輻射強度が大きくなる設計対処施設を重畳評価の対象に選定する。評価に当たっては、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、設計対処施設の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

廃棄物管理施設の危険物タンク及び廃棄物管理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、影響評価により算出される輻射強度に基づき、設計対処施設の温度を許容温度以下とすることで、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

廃棄物管理施設以外の危険物タンク等の爆発については、設計対処施設への影響がなく外部火災防護対象施設の安全性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、設計対処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

- a. 気象条件は無風状態とする。
- b. 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、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。
- c. 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5－5図に示す。
- d. 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) 設計対処施設への熱影響について

- a. 外部火災防護対象施設を収納する建屋

評価対象は、石油備蓄基地からの距離が最短となるガラス固化体貯蔵建屋（約1,470m）とする。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ガラス固化体貯蔵建屋の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℃以下とすることで、建屋内に設置する外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

評価結果を第5－1表に示す。

5. 3 敷地内の廃棄物管理施設以外の危険物タンク等の火災及び爆発

敷地内の廃棄物管理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の熱影響を評価し、設計対処施設の外壁表面温度が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施設の安全性を損なわない設計とする。

火災源として考慮する敷地内の廃棄物管理施設以外の危険物タンク等については、設計対処施設との離隔距離が最短となるボイラ用燃料貯蔵所及び可燃物の貯蔵量が最も多いボイラ用燃料受入れ・貯蔵所の火災を対象とする。

敷地内の廃棄物管理施設以外の危険物タンク等の爆発については、設計対処施設から最も近い再処理施設のボイラ建屋 ボンベ置場のプロパンボンベを対象とする。また、可燃物の貯蔵量が最も多い再処理施設の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及びウラン・プルトニウム混合酸化物燃料加工施設（以下「MOX燃料加工施設」という。）のエネルギー管理建屋に隣接する高圧ガストレーラ庫の水素ボンベについても対象とする。

再処理施設のボイラ建屋 ボンベ置場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、設計対処施設へ影響がなく、外部火災防護対象施設の安全性を損なわないことを確認する。なお、設計対処施設は、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。

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及び爆発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であり、設計対処施設へ影響がなく、外部火

災防護対象施設の安全性を損なうことはないことを確認する。なお、設計対処施設は、高圧ガストレーラ庫に対する危険限界距離（55m）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 - 4】

(1) ボイラ用燃料貯蔵所の火災及びボイラ用燃料受入れ・貯蔵所の火災の想定

火災は、外部火災ガイドを参考として、想定する。

- a. 気象条件は無風状態とする。
- b. 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。
- c. 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。
- d. 輻射発散度の低減は考慮しない。

(2) 設計対処施設への熱影響

設計対処施設への熱影響は、外部火災ガイドを参考として評価を実施する。

a. ボイラ用燃料貯蔵所の火災

評価対象は、ボイラ用燃料貯蔵所からの距離が最短となるガラス固化体貯蔵建屋B棟（約130m）を対象とする。

ガラス固化体貯蔵建屋B棟については、建屋外壁が受ける火炎からの輻射強度（ 0.21 kW/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、建屋内の設置する外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

評価結果を第5-2表に示す。

b. ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所の火災

評価対象は、ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所からの距離が最短となるガラス固化体貯蔵建屋（約728m）を対象とする。

ガラス固化体貯蔵建屋については、建屋外壁が受ける火災からの輻射強度（ 0.055 kW/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、建屋内の設置する外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

評価結果を第5-3に示す。

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ですが、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廃棄物管理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。評価に当たっては、石油備蓄基地火災と森林火災の輻射熱量及び離隔距離を考慮し、石油備蓄基地火災と森林火災から受ける輻射強度が大きくなるガラス固化体貯蔵建屋B棟を重畳評価の対象とする。

ガラス固化体貯蔵建屋B棟については、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°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施設の安全性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 敷地内に存在する廃棄物管理施設の危険物タンク等の火災

廃棄物管理施設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、敷地内のディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の火災を対象とする。

外部火災防護対象施設を収納する建屋は、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°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施設の安全性を損なわない設計とする。

【補足説明資料5-3】

(1) ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の火災の想定

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。

- a. 気象条件は無風状態とする。
- b. 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。
- c. 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。
- d. 輻射発散度の低減は考慮しない。

(2) 設計対処施設への熱影響について

設計対処施設への熱影響は、外部火災ガイドを参考として評価を実施する。

評価対象は、ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所からの距離が最短となるガラス固化体貯蔵建屋B棟（約68m）とする。

ガラス固化体貯蔵建屋B棟については、建屋外壁が受ける火炎からの輻射強度（ 0.94 kW/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施設の安全性を損なわない設計とする。

評価結果を第5-5表に示す。

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)
ガラス固化体貯蔵建屋	1,470	1.5	2.3

第5-2表 ボイラ用燃料貯蔵所の火災における熱影響評価結果

評価対象	ボイラ用燃料貯蔵所からの離隔距離 (m)	評価結果 (°C)	許容温度 (°C)
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	130	76	200

第5-3表 ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所の火災における熱影響評価結果

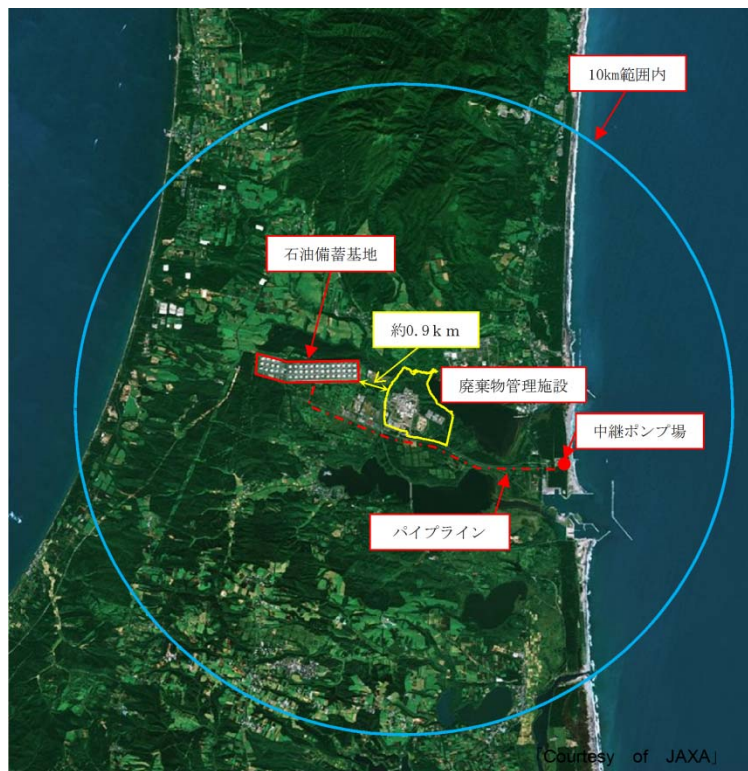
評価対象	ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所からの離隔距離 (m)	評価結果 (°C)	許容温度 (°C)
ガラス固化体貯蔵建屋	728	59	200

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)
ガラス固化体 貯蔵建屋B棟	1,500	150	200

第5-5表 ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の火災における熱
影響評価結果

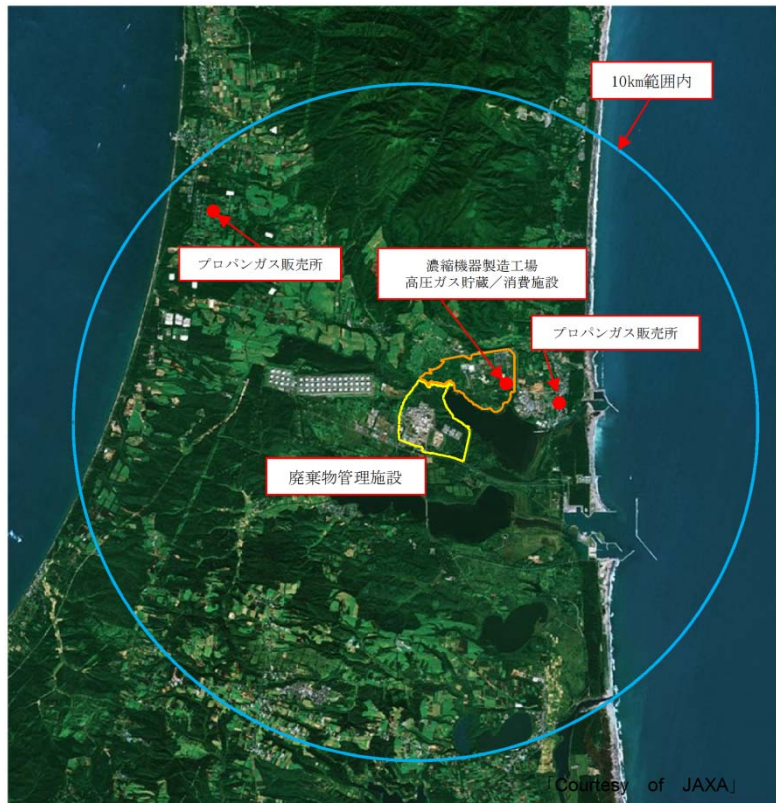
評価対象	ディーゼル発電機用 燃料油受入れ・貯蔵所 からの離隔距離 (m)	評価結果 (°C)	許容温度 (°C)
ガラス固化体 貯蔵建屋	68	140	200



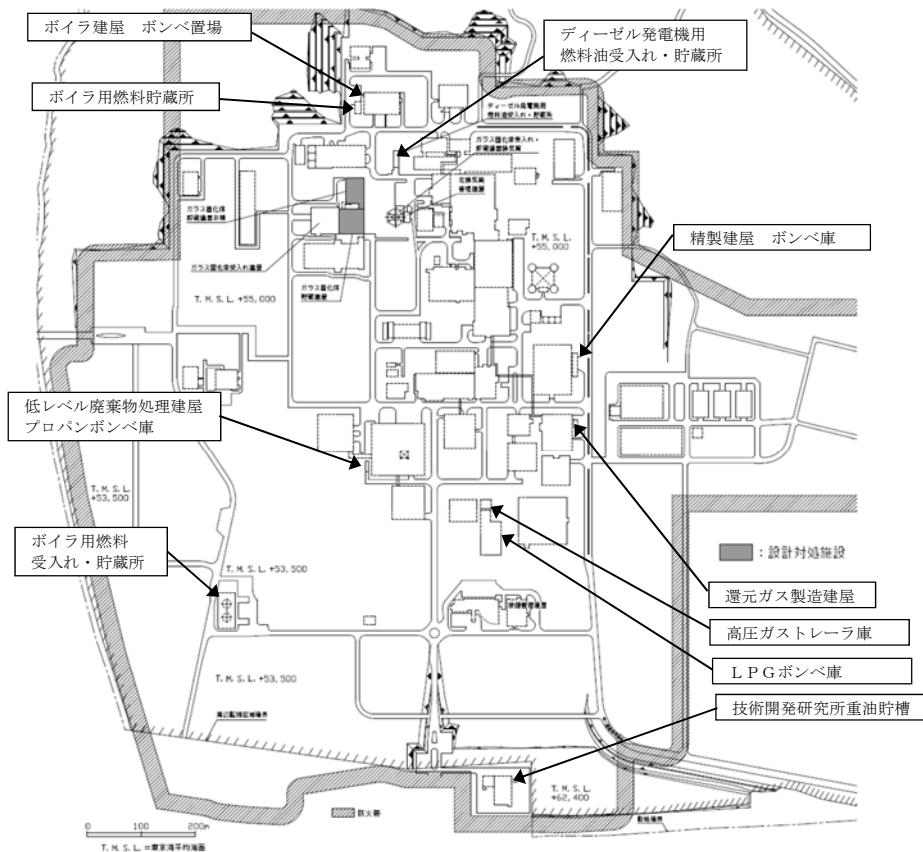
第5-1図 石油コンビナート等特別防災区域内の配置概要図



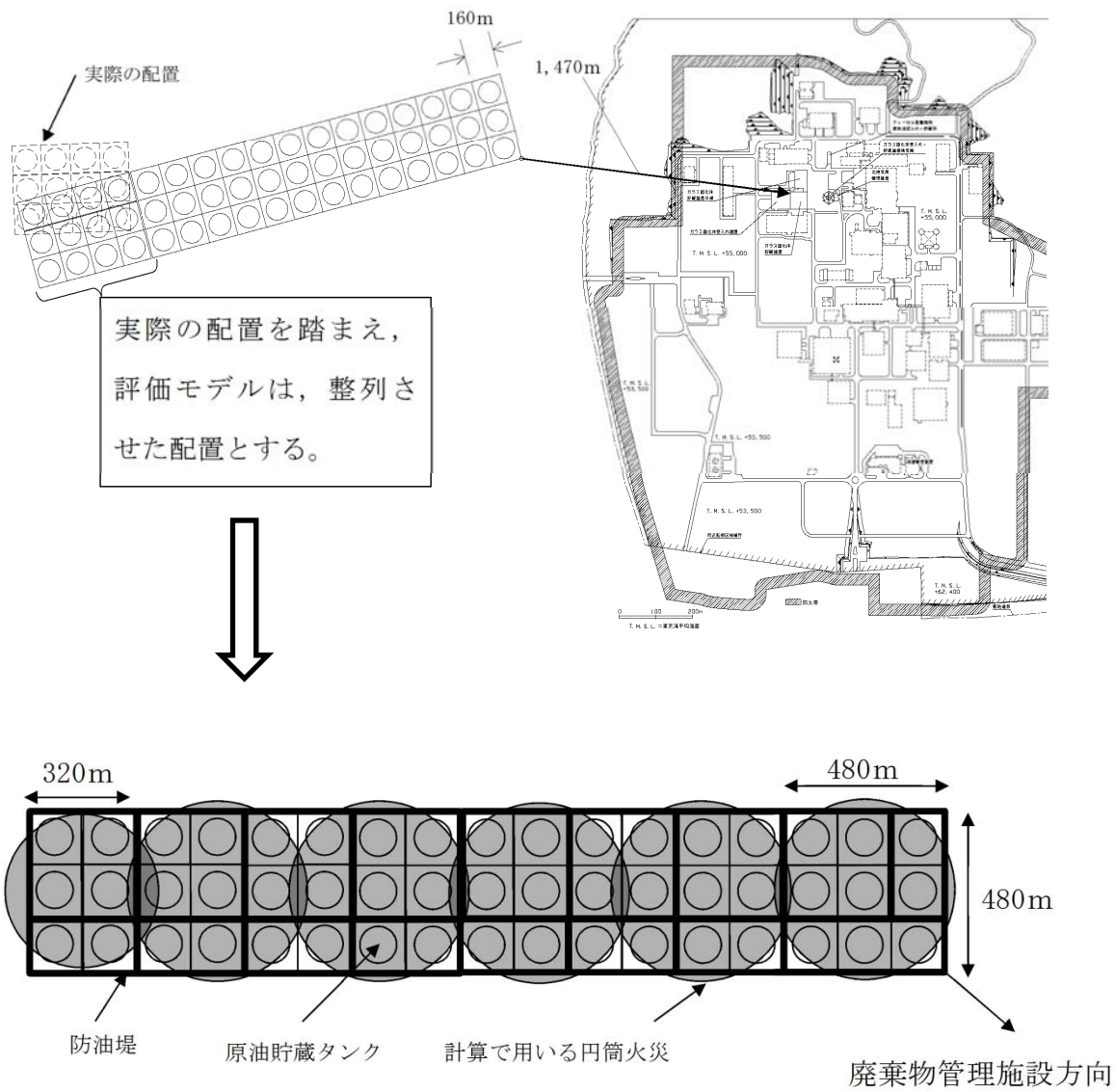
第5-2図 石油備蓄基地以外の産業施設の配置概要図



第5-3図 高圧ガス貯蔵施設の配置概要図



第5-4図 敷地内の危険物タンク等の配置図



第5-5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を行う。また、航空機墜落地点については、建屋外壁等で火災が発生することを想定する。この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、外部火災防護対象施設の安全性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、設計対処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。

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、設計対処施設に対して、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、設計対処施設への影響が最も厳しくなる地点とする。この地点は、設計対処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。

離隔距離は、航空機墜落地点と設計対処施設との距離とする。

設計対処施設である外部火災防護対象施設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 設計対処施設への熱影響評価について【補足説明資料6-2】

外部火災防護対象施設を収納する建屋は、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外壁表面温度を算出し、外壁表面温度がコンクリートの許容温度200℃に至らない設計とし、建屋内に設置する外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

6. 6 航空機墜落による火災と廃棄物管理施設の危険物タンク等の火災の重畳について【補足説明資料6-3】

設計対処施設の建屋については、航空機墜落による火災と敷地内の廃棄物管理施設の危険物タンク等による火災が重畳した場合の熱影響に対して、建屋外壁温度が上昇しても、建屋内の外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

(1) 火災の重畳

航空機墜落火災に対する危険物タンク等の火災の影響については、航空機墜落により発生する航空機燃料による火災及び廃棄物管理施設の危険物タンク等であるディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の重油火災の重畳火災を想定し、設計対処施設であるガラス固化体貯蔵建屋B棟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の温度上昇により、建屋内に設置される外部火災防護対象施設の安全性を損なわない設計とする。

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

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、廃棄物管理施設の危険物タンク等であるディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所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を防止し、設計対処施設への影響を与えない設計とする。

7. 2 熱影響について

(1) 森林火災

森林火災においては、ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の重油タンクに対し、火災の燃焼時間を考慮し、一定の輻射強度でこれらの重油タンク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を防止し、設計対処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・貯蔵所の重油タンクが受ける火災からの輻射強度に基づき、重油タンク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を防止し、設計対処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. 3 近隣工場等の爆発の影響について

敷地内の廃棄物管理施設以外の水素ボンベ及びプロパンボンベは、再処理施設の精製建屋ボンベ庫、ボイラ建屋 ボンベ置場、低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫及びMOX燃料加工施設の高圧ガストレーラ庫に設置している。

精製建屋ボンベ庫、ボイラ建屋 ボンベ置場及び低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫は、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

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、廃棄物管理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ことから、設計対処施設への影響はなく、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない。なお、廃棄物管理施設の危険物タンク等は、再処理施設の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においても滞留しない構造とすること及び爆発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であり、廃棄物管理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ことから、設計対処施設への影響はなく、外部火災防護対象施設の安全性を損なわない。なお、廃棄物管理施設の危険物タンク等は高圧ガストレーラ庫に対する危険限界距離（55m）以上の離隔距離を確保する。

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 (°C)	許容温度 (°C)
森林火災	ディーゼル発電機用 燃料油受入れ・貯蔵 所	重油	77	200
石油備蓄基地 火災			180	

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、外気を直接取り込むガラス固化体貯蔵設備のうち収納管及び通風管を対象とする。

ガラス固化体貯蔵設備は間接自然空冷貯蔵方式により、貯蔵するガラス固化体からの崩壊熱を利用して冷却空気入口シャフトから外気を取り入れ、収納管と通風管で形成する円環流路を上昇しガラス固化体を冷却し、冷却空気出口シャフトより排出している。

外気とともに冷却空気の流路にばい煙が流入するが、流路の閉塞を防止する構造とし、安全性を損なわない設計とする。

また、ばい煙及び有毒ガスが制御室の居住性に影響を及ぼすおそれがある場合には、必要に応じて制御室内の運転員の退避の措置を講ずるものとする。

9. 消火体制

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、廃棄物管理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。また、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。自衛消防隊組織図を第1.6-11 図に示す。

組織	構成	任務	組織	任務
消防隊長	再処理事業部長	指揮、命令、監督	総括班	事務局，公設消防対応
消防副隊長	再処理工場長	隊長の補佐，統括	総務班	避難誘導，社員の安否確認
本部付要員	防火・防災管理者	消防計画の作成及び実行	厚生班	食料，水及び被服の確保
			救護班	救助活動，医療機関への搬送
			資材班	応急機材の手配
			広報班	報道機関・渉外対応
			消火班	消火活動，救助活動
			運転管理班	運転状況把握，影響緩和における措置
			設備志急班	被害状況の確認，応急・復旧対策の策定・実施
			放射線管理班	放射線状況の把握，作業に係る放射線管理

第1.6-11図 自衛消防隊組織図

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) 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
- (6) 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

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へ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) 外部火災防護対象施設及び廃棄物管理施設の危険物タンク等の設計変更にあたっては、外部火災によって、廃棄物管理施設の安全性を損なうことがないよう影響評価を行い確認する手順を整備する。
- (3) 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。
- (4) 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。
- (5) 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。
- (6) 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、F A R S I T E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】

- (7) 外部火災の評価の条件に変更があった場合は、外部火災防護対象施設の安全性を損なわないことの影響評価を実施する手順を定める。
- (8) 外部火災により、ばい煙及び有毒ガスが制御室の居住性に影響を及ぼすおそれがある場合には、必要に応じて制御室内の運転員の退避の措置を講ずる手順を定める。

2 章 補足説明資料

第8条:外部からの衝撃による損傷の防止(外部火災)

廃棄物管理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				
資料No.	名称	提出日	Rev	
補足説明資料2-1	ガラス固化体収納キャスクへの波及的破損について	2/27	1	
補足説明資料2-2	外部火災ガイドへの適合性	2/27	2	
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	2/27	1	
補足説明資料3-2	熱影響評価建屋の選定について	2/27	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	12/9	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	12/9	0	
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	2/27	1	
別紙1	防火帯エリアに係る設計方針について	2/27	1	
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	2/27	1	
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	2/27	1	
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	12/9	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	12/9	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	2/27	1	
別紙1	森林火災評価における火災最前線のセルの配置設定の概要	12/9	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	12/9	0	
別紙3	天井スラブへの影響	12/9	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	2/27	1	
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	2/27	1	
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	2/27	2	

第8条:外部からの衝撃による損傷の防止(外部火災)

廃棄物管理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料				
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙1	燃料輸送車両の火災・爆発について	2/27	1	
別紙2	漂流船舶の火災・爆発について	12/9	0	
別紙3	敷地内における危険物貯蔵施設等の火災・爆発	2/27	1	
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	12/9	0	
補足説明資料5-2	近隣工場等の火災に係る再処理施設への熱影響評価について	2/27	1	
別紙1	熱影響評価における制限値について	12/9	0	
補足説明資料5-3	近隣工場等の火災に係る再処理施設への熱影響評価について(危険物タンク等(重油タンク))	2/27	1	
別紙1	天井スラブへの影響	12/9	0	
補足説明資料5-4	廃棄物管理施設以外の危険物タンク等における爆発時の飛来物の影響について	2/27	2	
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	<u>3/3</u>	<u>3</u>	
別紙1	対象航空機の選定について	12/9	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	12/9	0	
補足説明資料6-2	航空機落下による火災熱影響評価について	2/27	2	
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火災の重畳について	<u>3/3</u>	<u>3</u>	
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	2/27	1	
補足説明資料8-1	ばい煙の影響について	2/27	1	
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)	12/9	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	12/9	0	

令和 2 年 3 月 3 日 R 3

補足説明資料 6 - 1 (8 条 外部火災)

航空機落下による火災影響評価条件について

1. はじめに

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の評価基準について」（平成 14・07・29 原院第 4 号（平成 14 年 7 月 30 日原子力安全・保安院制定）（以下、「航空機落下確率評価ガイド」という。）を参考として、航空機落下による火災の影響評価を実施し、外部火災防護対象施設の安全機能を損なわないことを確認する。また、航空機落下を起因として、廃棄物管理施設の危険物タンク等に貯蔵する可燃物が爆発源となるか確認し、爆発源となり得る場合はその影響評価を実施し、防護対象設備の安全機能に影響がないことを確認する。

2. 航空機墜落による火災の条件

(1) 航空機墜落による火災の想定

航空機墜落による火災の想定は外部火災ガイドを参考として、以下のとおりとする。

- a. 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。
- b. 航空機は、燃料を満載した状態を想定する。
- c. 航空機墜落の発生確率が 10^{-7} 回／年以上になる範囲のうち、設計対処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。
- d. 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。
- e. 気象条件は無風状態とする。
- f. 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。

- g. 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。

(2) 墜落による火災を想定する航空機の選定

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。

- a. 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の航空機

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。

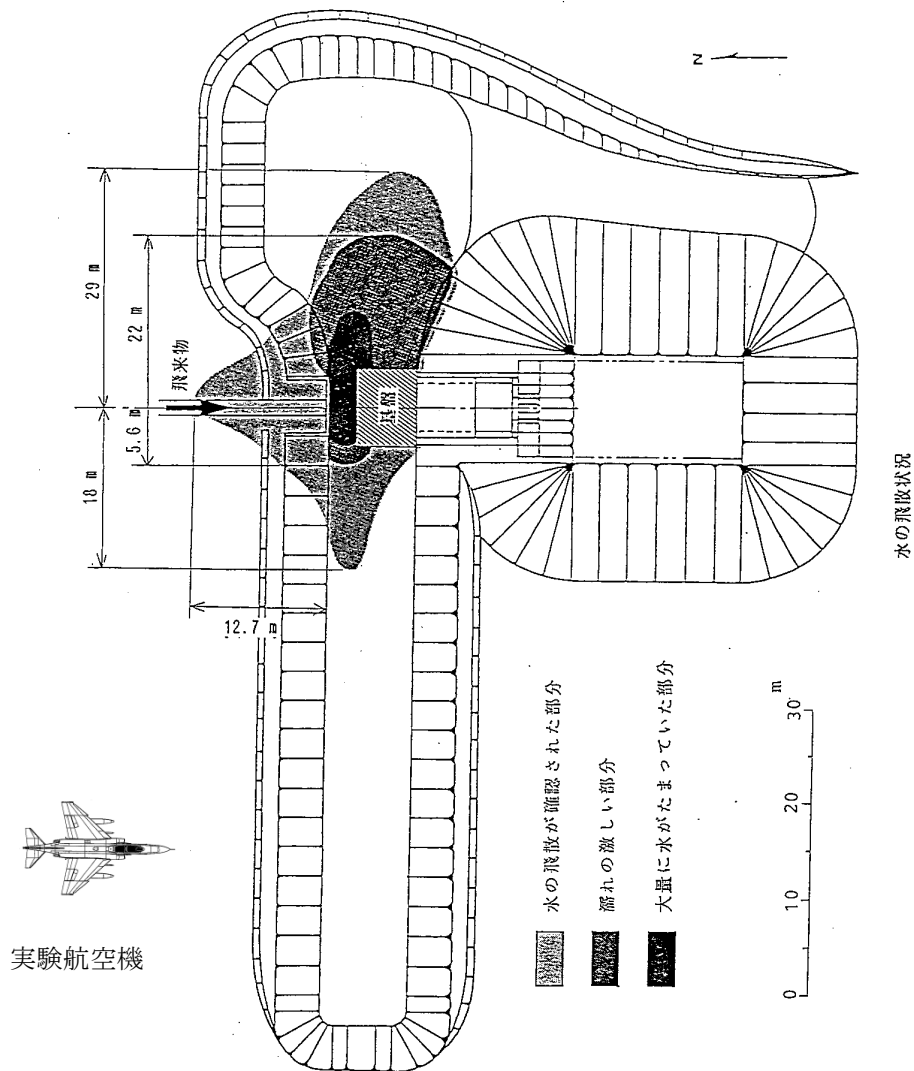
また、廃棄物管理施設の南方向約 10 km に三沢対地訓練区域があり、自衛隊機及び米軍機が訓練を行っている。このため、三沢対地訓練区域を訓練飛行中の自衛隊機又は米軍機のうち、当社による調査結果から、自衛隊機の F-2 及び米軍機の F-16 を選定する。さらに、今後、訓練飛行を行う主要な航空機となる可能性のある F-35 についても選定する。各航空機の燃料積載量を第 2-1 表に示す。

第 2-1 表 航空機の燃料積載量

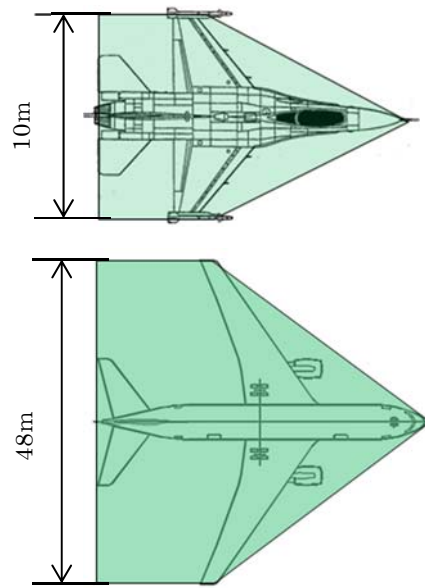
対象航空機	燃料積載量 (m ³)
KC-767	145.1 ⁽⁹⁾
F-2	10.4 ⁽²⁾⁽³⁾
F-16	9.8 ⁽¹⁾⁽³⁾
F-35	10.8 ⁽³⁾⁽⁴⁾

b. 燃焼面積の設定について

燃焼面積については、米国サンディア研究所で実施された実物航空機の衝突実験において、搭載燃料の模擬のためタンクに充填した「水」の飛散範囲を参考とした。水は第2-1図のとおり同縮尺で併せて示す実物航空機(破線囲)の投影面積に比して広範囲に飛散しているが、大量の水がたまっていた部分と航空機の面積が同程度であることがわかる。よって、燃焼面積としては、第2-2図に示す機体投影面積とする。



第2-1図 実物航空機の衝突実験時の模擬燃料(水)



第 2 - 2 図 航空機の機体投影面積 (上図 : F - 16, 下図 : KC-767)

3. 熱影響評価の共通データ

(1) 航空機墜落地点について

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、設計対処施設に対して、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、設計対処施設への影響が最も厳しくなる地点とする。この地点は、設計対処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。

(2) 離隔距離の設定

a. 航空機墜落確率が 10^{-7} 回/年になる範囲の面積

対象となる落下事故に対し、航空機落下確率評価ガイドを参考として、航空機落下の発生確率(P_{so})が 10^{-7} 回/年になる範囲の面積を[1]式から算出すると、面積Aは 0.0477km^2 となる。

$$P_{so} = \left(\frac{f_{so}}{S_o} \right) \times A \dots [1]$$

ここで、

P_{so} : 訓練空域外での対象施設への航空機落下発生確率 (回/年)

($=10^{-7}$ 回/年)

f_{so} : 単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年) (注1)

(自衛隊機 : $10/20=0.50$ 回/年) (6)

(米軍機 : $3/20=0.15$ 回/年) (6)

S_o : 全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積

(km^2)

(自衛隊機 : 294,881km²)⁽⁶⁾

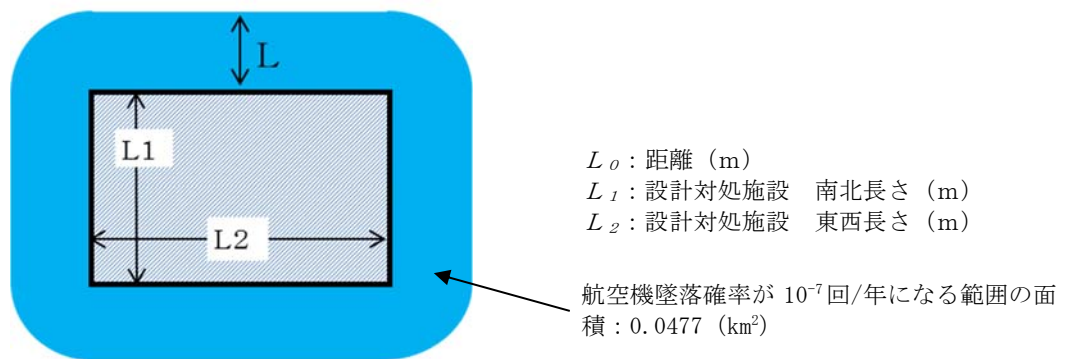
(米軍機 : 372,472km²)⁽⁶⁾

A : 航空機墜落確率が 10^{-7} 回/年になる範囲の面積 (km²)

(注1) 平成11年4月から平成31年3月の間における事故件数による。

b. 離隔距離の設定

航空機墜落確率が 10^{-7} 回/年になる範囲の面積から、航空機落下地点と設計対処施設の距離を算出する。航空機墜落確率が 10^{-7} 回/年になる範囲の面積と設計対処施設の距離の概念図を第3-1図に示す。



第3-1図 航空機墜落確率が 10^{-7} 回/年になる範囲の面積と設計対処施設の距離の概念図

離隔距離は、航空機落下地点と設計対処施設との距離のうち、最短となる距離とする。

航空機落下地点と設計対処施設の距離及び離隔距離を第3-1表に示す。

第3-1表 航空機落下地点と設計対処施設の距離及び離隔距離

設計対処 施設	施設名称	長さ (m)		距離 (m) L_0	離隔距離 (m) L
		L_1	L_2		
外部火災防護対象施設を収納する建屋	ガラス固体貯蔵建屋及びガラス固化体貯蔵建屋B棟	104	46.75	<u>78.1</u>	78

(3) 火災源から受熱面への輻射強度の算出

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[2]式より算出する。

- i. 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。
- ii. 燃焼面積は、航空機の投影面積と等価な円を仮定する。

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

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

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、[3]式より算出する。航空機燃料の輻射発散度については、第3-2表のガソリン・ナフサの値を用いる。

また、設計対処施設のうち外部火災防護対象施設を収納する建屋及び危険物タンク等については、太陽光の入射として 0.4 kW/m^2 ⁽⁷⁾ を加算する。

選定した航空機のうち、燃焼面積が最大となるKC-767のを対象とした場合に受熱面が受ける輻射強度は約 7.53 kW/m^2 となる。

$$E = Rf \cdot \phi \quad \dots [3]$$

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

第3-2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 $kcal/m^2h$)
「外部火災ガイド」より抜粋

(4) 燃焼時間

燃焼時間は, [4] 式より算出する。

燃焼速度については, 文献⁽⁸⁾から油面降下速度 $8.0 \times 10^{-5} m/s$ とする。

燃焼範囲は航空機の投影面積を文献⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁴⁾⁽¹⁰⁾の図面から設定し, KC-767は $1,500m^2$, F-2は $110m^2$, F-16は $90m^2$ 及びF-35は $110m^2$ となる。

燃料量は, 第2-1表からKC-767は $145.1m^3$, F-2は $10.4m^3$, F-16は $9.8m^3$ 及びF-35は $10.8m^3$ である。

上記データ及び[4]式より, 燃焼時間はKC-767及びF-2が約1,200秒, F-16が約1,400秒及びF-35が約1,300秒である。

$$t = \frac{V}{A \times v} \dots [4]$$

ここで,

t : 燃料時間 (s)

V : 燃料量 (m^3)

A : 燃料範囲 (m^2)

v : 燃焼速度 (m/s) (ガソリンの燃焼速度 $4.8mm/min$ より算出)

(5) 熱影響評価の対象航空機

上記(1)から(4)を踏まえ, 選定した墜落火災を想定する航空

機については、熱影響が厳しくなる燃料積載量及び投影面積が最大であるKC-767を選定する。

参考文献

- (1) John.W.R.Taylor. ed. Jane's All the World's Aircraft 1987-88. Jane's Publishing Company Limited, 1987.
- (2) Paul.Jackson. ed. Jane's All the World's Aircraft 1997-98. Jane's Information Group, 1997.
- (3) NASA. "Analysis of NASA JP-4 Fire Tests Data and Development of a Simple Fire Model". NASA Contractor Report. 1980, CR-159209.
- (4) Paul, Jackson. Jane's All The World's Aircraft: Development & Production 2017-2018. HIS Markit, 2017.
- (5) 国土交通省航空局. 飛行方式設定基準. 2006.
- (6) 原子力規制委員会. 航空機落下事故に関するデータ. 2019, NTEN-2019-2001.
- (7) 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.
- (8) 日本火災学会編. 火災便覧 新版, 共立出版, 1984.
- (9) 佐瀬亨, 航空情報 特別編集 世界航空年鑑 2018-2019 年版, せきれい社, 2019.
- (10) ボーイング社ホームページ資料. 767 Airplane Characteristics for Airport Planning.

令和 2 年 3 月 3 日 R 3

補足説明資料 6 - 3 (8 条 外部火災)

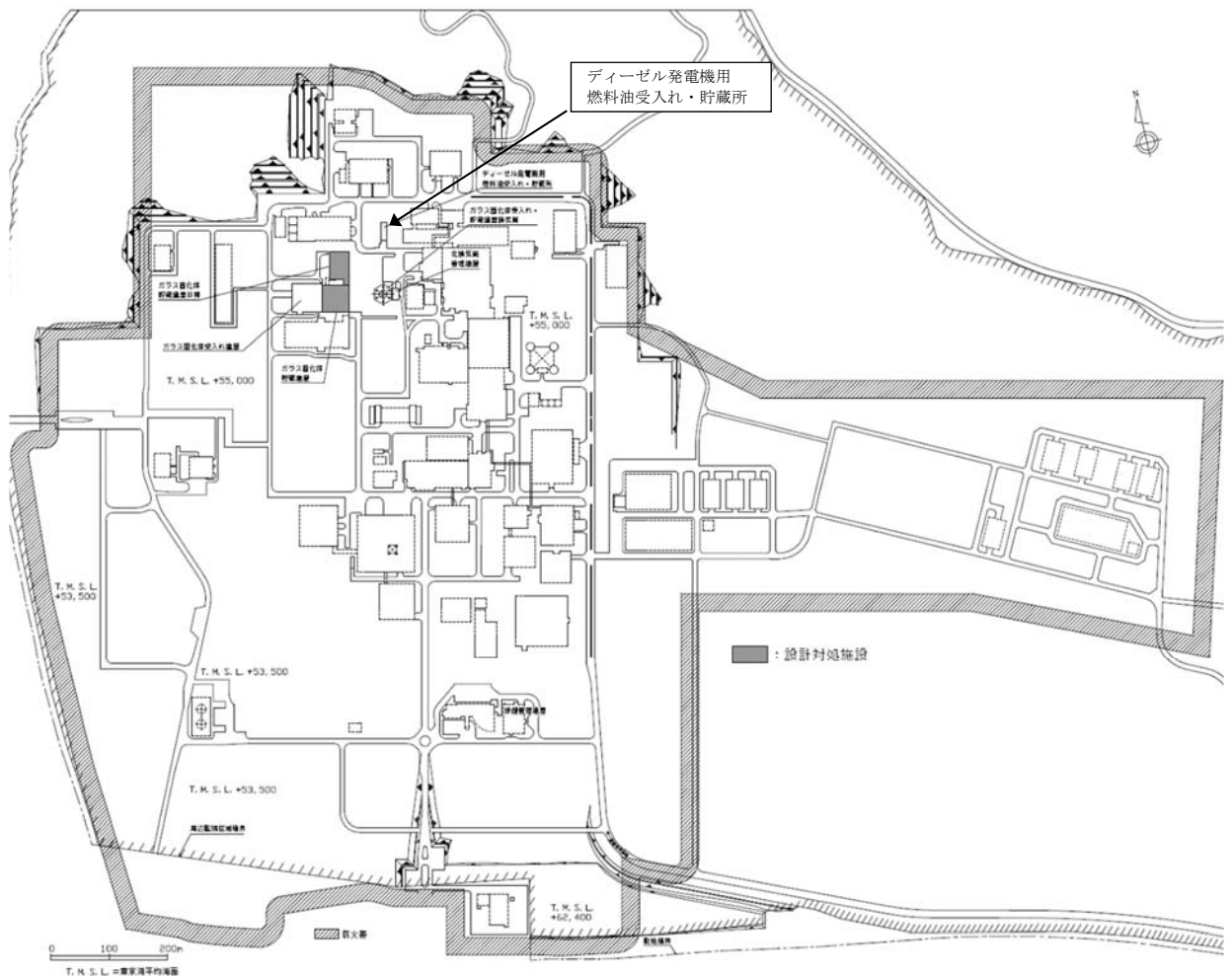
航空機墜落による火災との危険物タンクの火災の重畳について

1. 廃棄物管理施設の危険物タンク火災との重畳

廃棄物管理施設の危険物タンクを第1-1表に、敷地内の配置を第1-1図に示す。

第1-1表 廃棄物管理施設の危険物タンク

危険物タンク等	貯蔵物
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所	重油



第1-1図 敷地内に存在する危険物タンク等の配置

(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、発生熱量が大きく設計対処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廃棄物管理施設の危険物タンクであるディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の重油火災の重畳火災を想定する。第1-2表に、ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所及び航空機墜落位置と外部火災防護対象施設を収納する建屋との離隔距離を示す。

第1-2表 火災源と設計対処施設の離隔距離

	火災源	設計対処施設	離隔距離 (m)
外部火災防護 対象施設を収 納する建屋に 対する熱影響 評価	航空機墜落火災	ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟	78
	ディーゼル発電機用燃料油受 入れ・貯蔵所	ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟	68

(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、航空機落下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。

- i. 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。
- ii. 燃焼面積は、航空機の投影面積と等価な円を仮定する。

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

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

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1-2表のガソリン・ナフサの値を用いる。ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所における重油の輻射発散度は、第1-2表の重油の値とする。

また、ガラス固化体貯蔵建屋B棟については、太陽光の入射として0.4 kW/m⁽¹⁾を加算する。

$$E = Rf \cdot \phi \cdots [2]$$

ここで、

E : 輻射強度 (W/m²)

Rf : 輻射発散度 (W/m²)

ϕ : 形態係数

航空機墜落火災の輻射強度は、7.13 kW/m²、ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所における火災の輻射強度は、0.94 kW/m²、建

屋外壁への合計の輻射強度（太陽光の入射を含む。）は、 8.47 kW/m^2 となる。

第 1 - 2 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

c. 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 : 燃料時間 (s)

V : 燃料量 (m^3)

A : 燃料範囲 (m^2)

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 $8.0 \times 10^{-5} \text{ m} / \text{ s}$ とする。重油の燃焼速度については、文献⁽³⁾から $0.28 \times 10^{-4} \text{ m} / \text{ s}$ とする。

ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の重油量は 200 m^3 、燃焼面積は防油堤面積 310 m^2 とする。

KC-767 の航空機燃料の燃焼時間は 1,200 秒、ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の燃焼時間は 23,100 秒となる。

d. 外壁温度評価

ガラス固化体貯蔵建屋B棟に対する熱影響評価は、補足説明資料6-2と同様に、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(1)から(3)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 1,200 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 $8.47 \text{ kW} / \text{ m}^2$ 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 $1.34 \text{ kW} / \text{ m}^2$ を受けることを想定する。

(1) 火炎から外壁への輻射

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

A : 面積 (m^2) (= 1)

(2) コンクリート温度の時間変化

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

$$(n=2 \text{ から } n-1 \text{ コンクリート内}) : \rho cV \frac{d}{dt} T_{cn}(t) = Q_c(T_{cn-1}) - Q_c(T_{cn})$$

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

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)

(3) コンクリート内の熱伝導

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

λ : コンクリートの熱伝達率 (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1 - 3表に示す。

第 1 - 3 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）

e. 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、ガラス固化体貯蔵建屋B棟の外壁温度の最大値の評価結果を第 1 - 3 表に示す。

第 1 - 3 表 外壁温度評価結果

施設名称	外壁表面最大温度 (°C)	外壁表面から 1 cm 深さの 最大温度 (°C)
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	214	180

ここで、外壁表面温度の最大値は 200°C を超えているが、表面から深さ 1 cm の位置において 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施設の安全機能を損なわない。

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.