

【公開版】

提出年月日	令和2年3月17日	R5
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</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、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</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>(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、地滑り及び津波については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

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) 外部火災の影響

廃棄物管理施設は、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、その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。）の火災及び爆発並びに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、廃棄物管理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、廃棄物管理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、対象航空機が廃棄物管理施設の建屋の直近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、建屋外壁の温度上昇を考慮した場合においても、廃棄物管理施設の安全機能を損なわない設計とする、若しくはその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、安全上支障のない期間で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、そ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廃棄物管理施設に適切な防護対策を講じることで、廃棄物管理施設の安全性を損なわない設計とする。なお、有毒ガスについては、有毒ガスによる影響を受ける廃棄物管理施設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、外部火災から防護すべき施設（以下「外部火災防護対象施設」という。）を収納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。

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納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、外部火災防護対象施設を収納する建屋への影響が厳しい地点に墜落した場合を想定し、火炎からの輻射強度の影響により、建屋外壁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

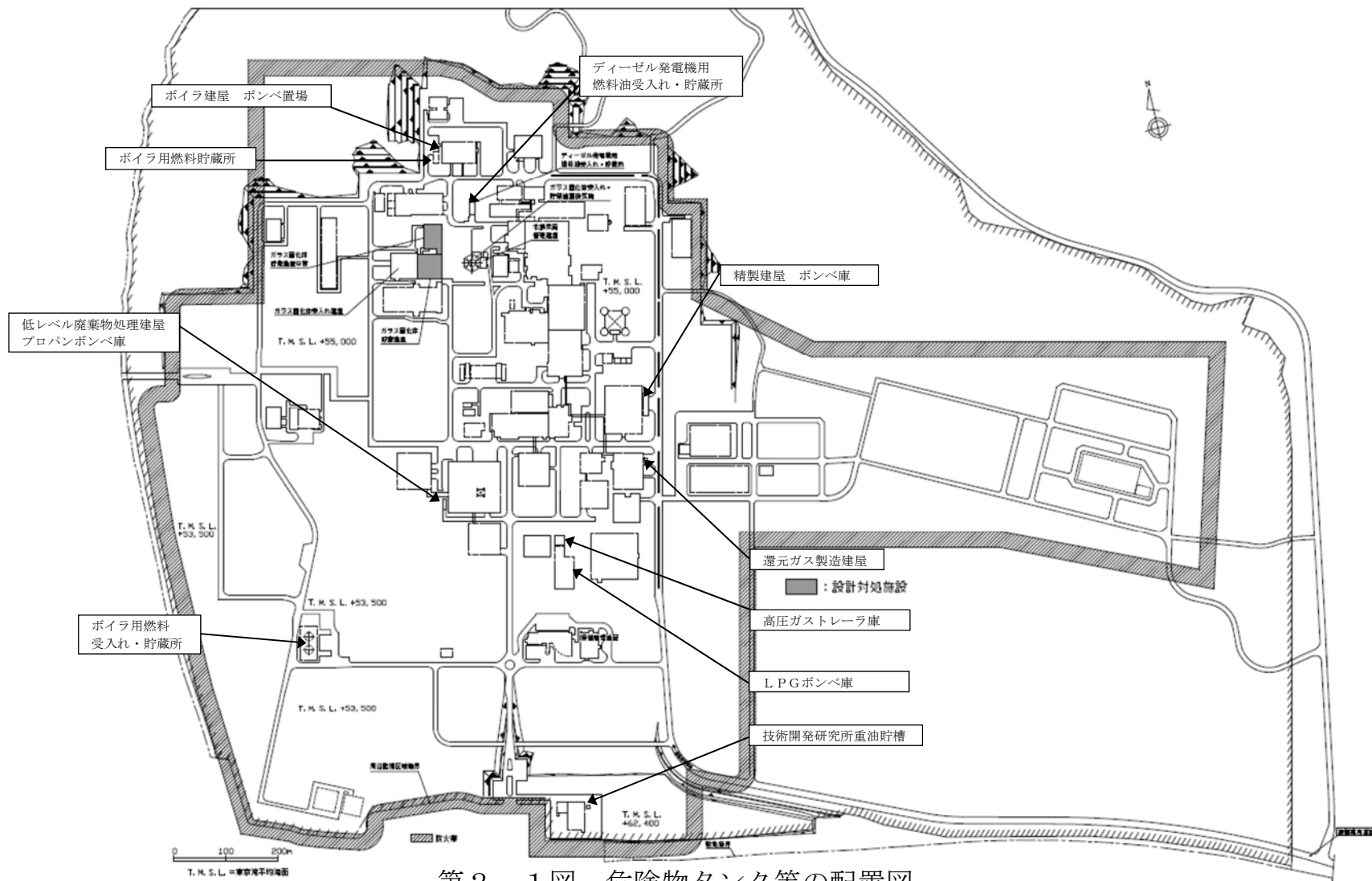
第 1.6-13 表 敷地内に存在する廃棄物管理施設の危険物タンク等

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

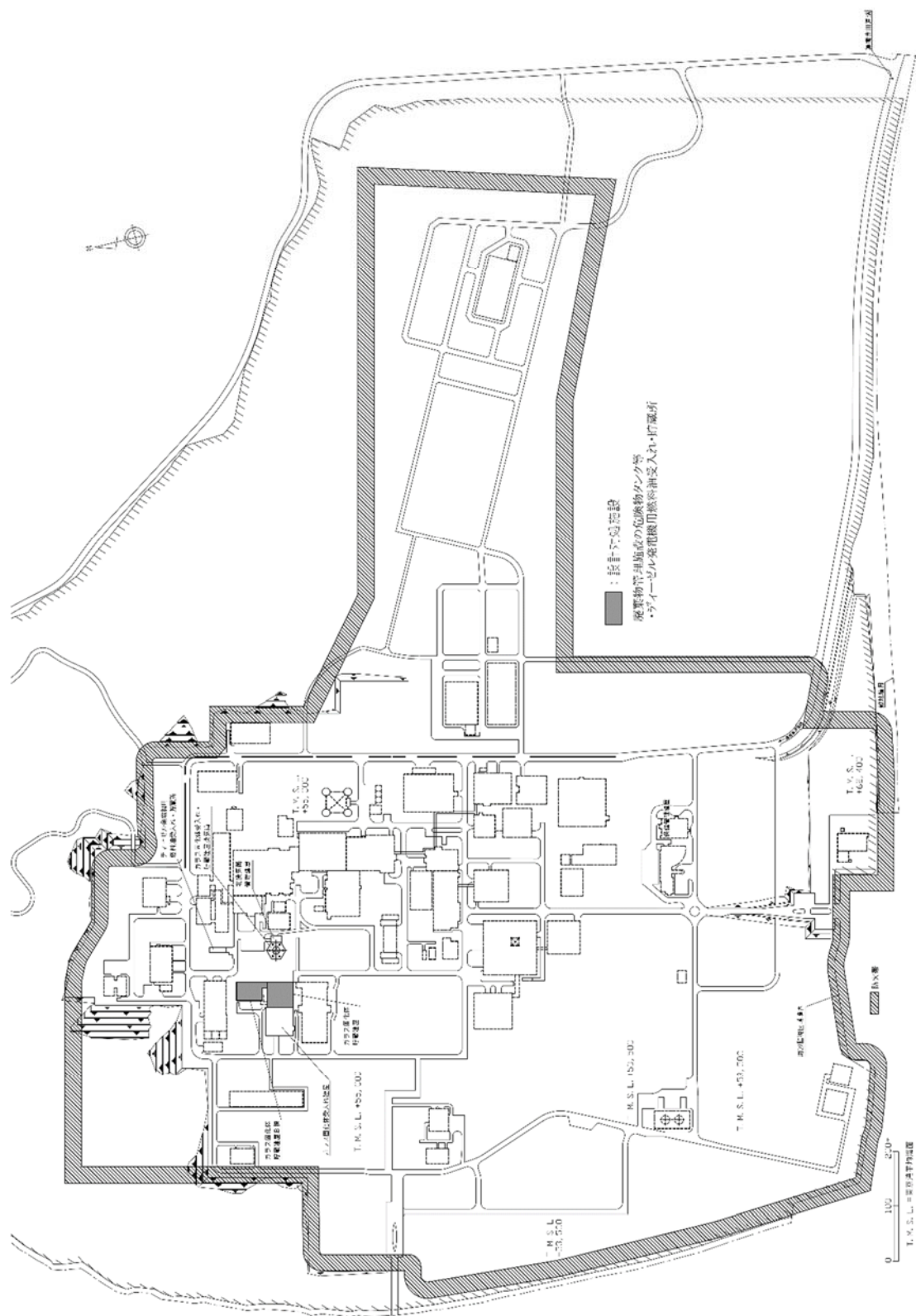
設計対処施設の配置を第1.6-9図に示す。また，設計対処施設の熱影響評価で考慮する外壁厚さを第1.6-15表に示す。

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，設計対処施設等の配置図

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10 k m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12 k m及び東西12 k mとする。

【補足説明資料4-2】

4. 4 入力データ

F A R S I T E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、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）

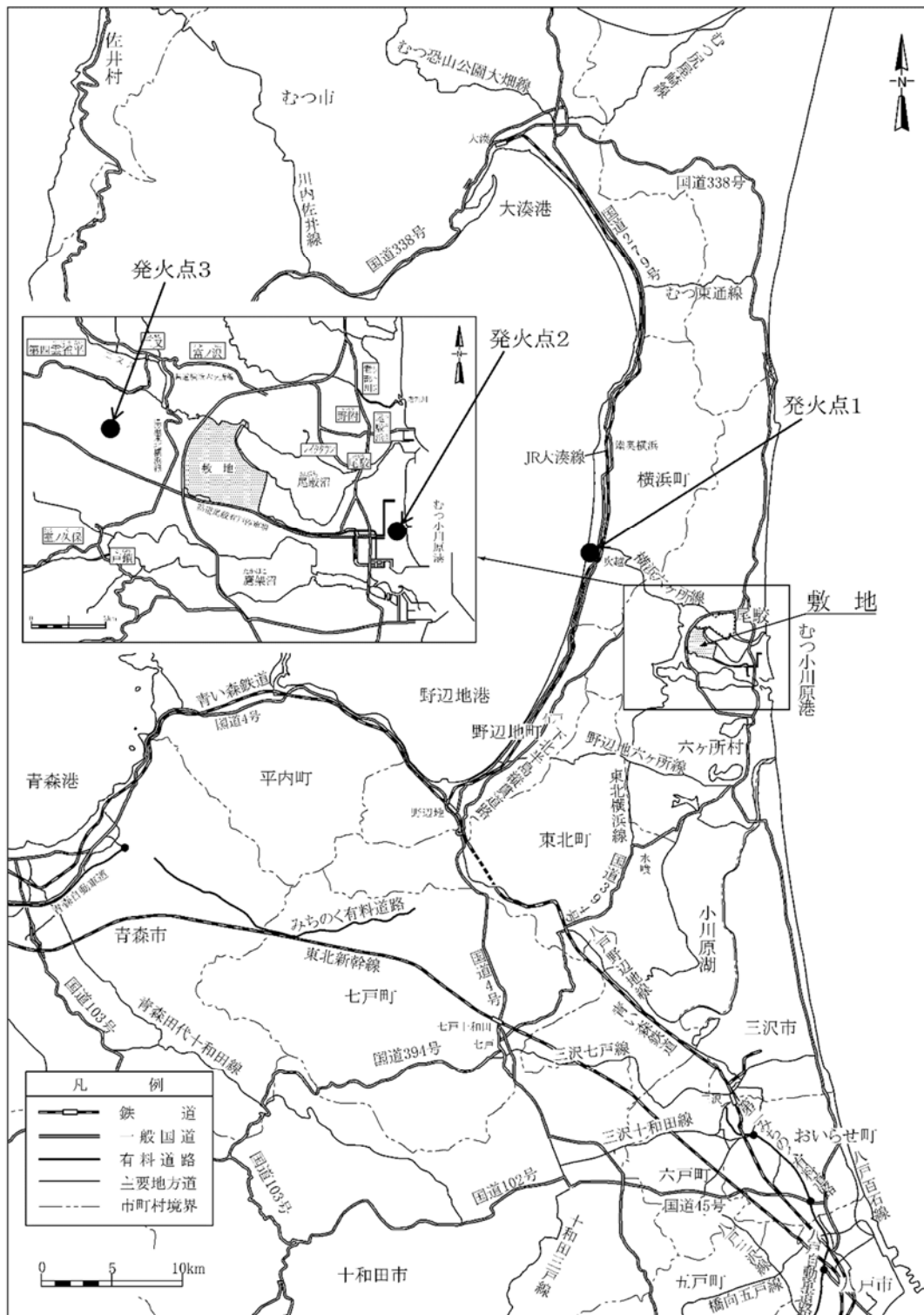
六ヶ所地域気象観測所		
風向	最大風速における風向 の出現回数	最多風向の出現回数
北	17	6
北北東	15	1
北東	18	2
東北東	149	100
東	77	357
東南東	534	384
南東	177	96
南南東	16	21
南	27	29
南南西	0	6
南西	5	4
西南西	39	31
西	231	208
西北西	343	363
北西	152	216
北北西	40	15

第4-1表 F A R S I T Eによる結果

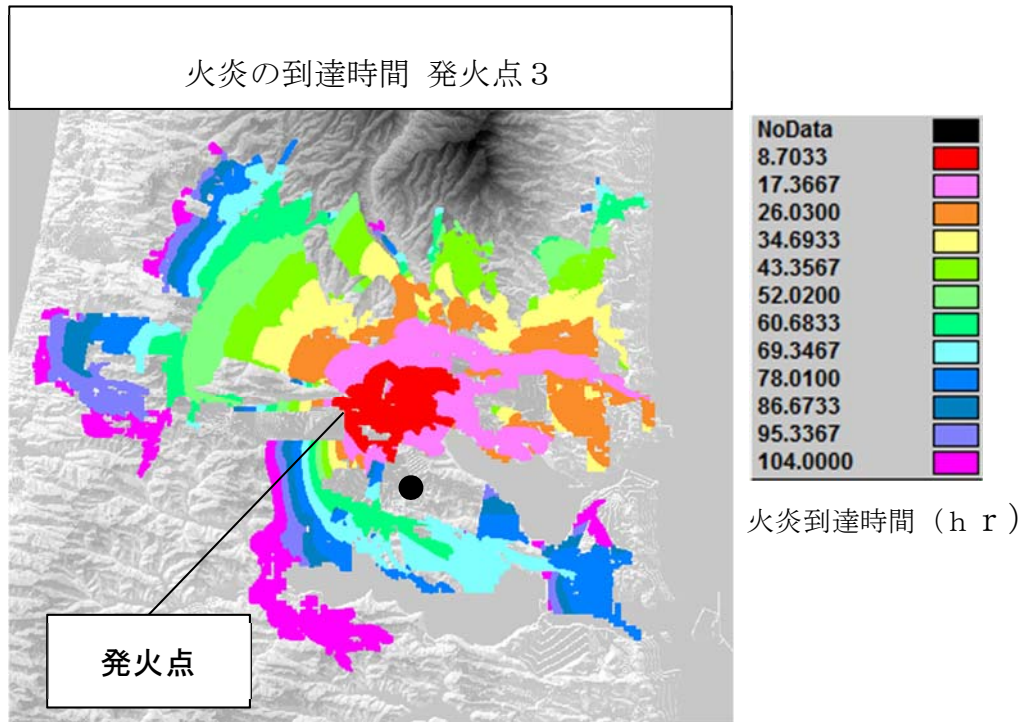
項目	内容	解析結果
延焼速度	全燃焼セルにおける延焼速度	発火点1 : 最大 4.7m / s 平均 0.07m / s 発火点2 : 最大 5.3m / s 平均 0.08m / s 発火点3 : 最大 3.5m / s 平均 0.04m / s
最大火線強度	火線最前線の最大火線強度 (防火帯幅算出に用いる)	発火点1 : 1,527 kW / m 発火点2 : 9,128 kW / m 発火点3 : 2,325 kW / m
火炎の到達時間	発火から敷地内に最も早く到達する時間	発火点1 : 30 時間 1 分 発火点2 : 18 時間 37 分 発火点3 : 5 時間 1 分
輻射強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

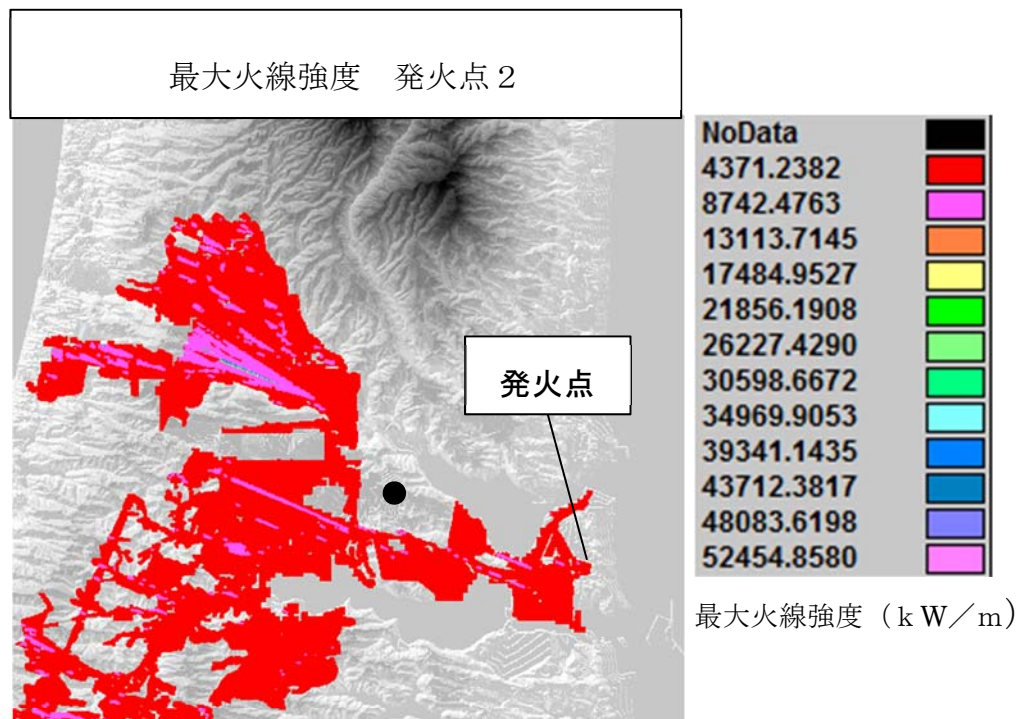
対象施設	外壁表面温度 (°C)	コンクリート許容温度 (°C)
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	56	200



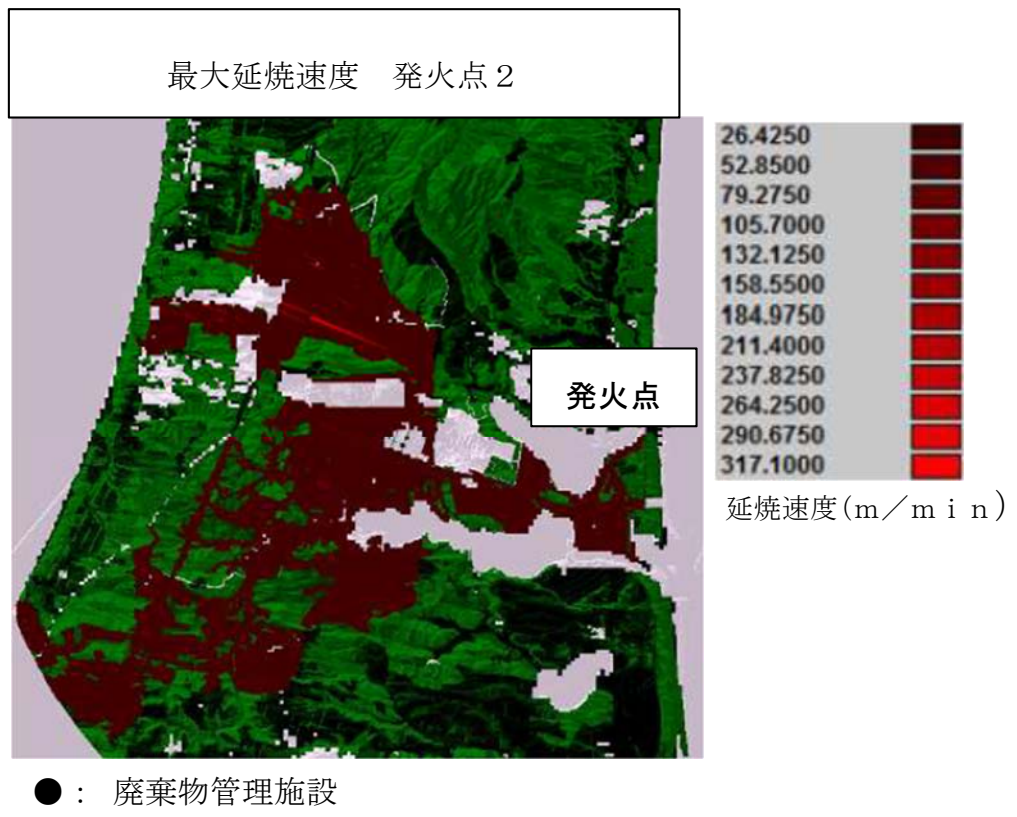
第 1.6-10 図 発火点の位置図



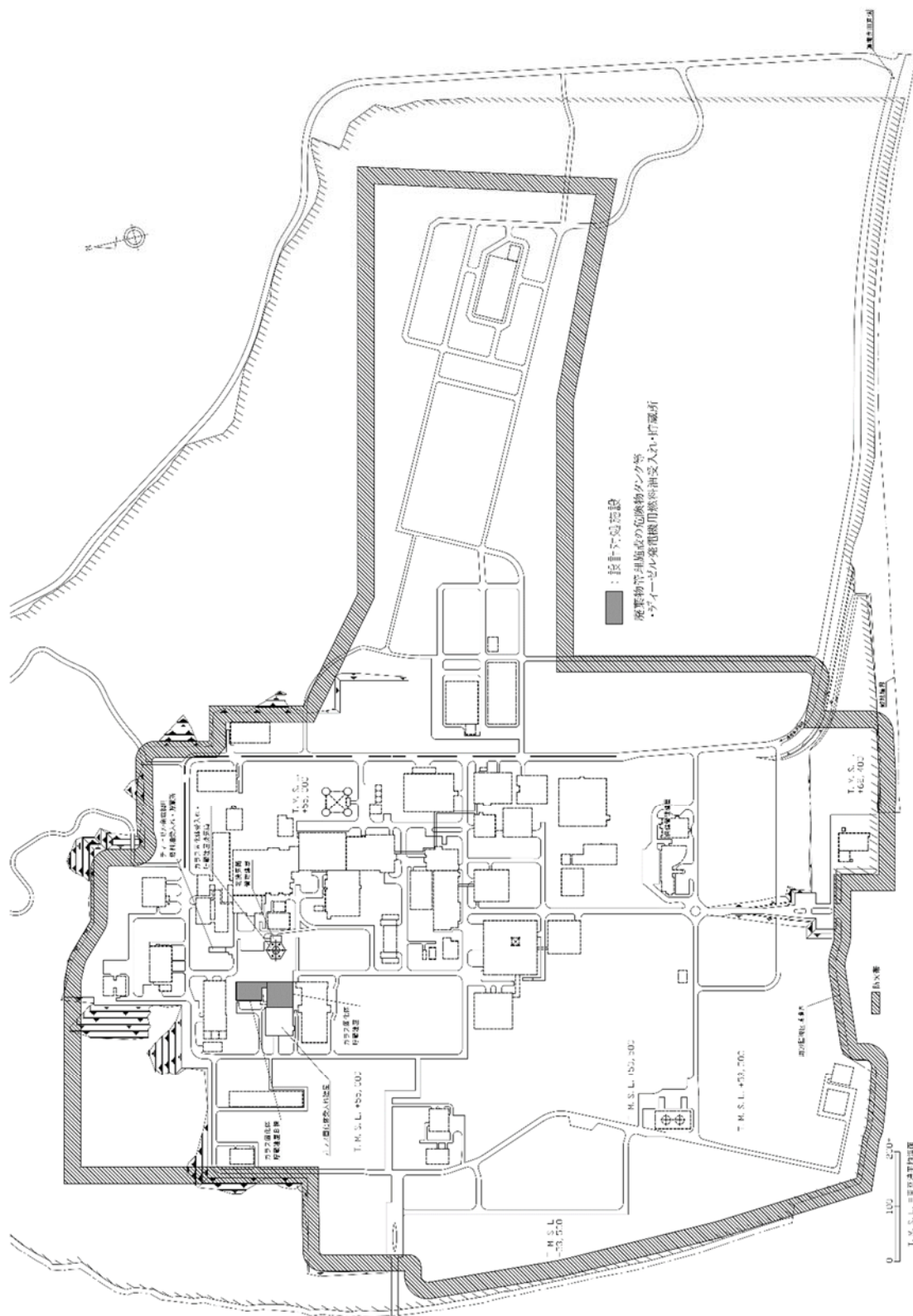
第 4 - 1 図 発火点 3 の火炎到達時間分布



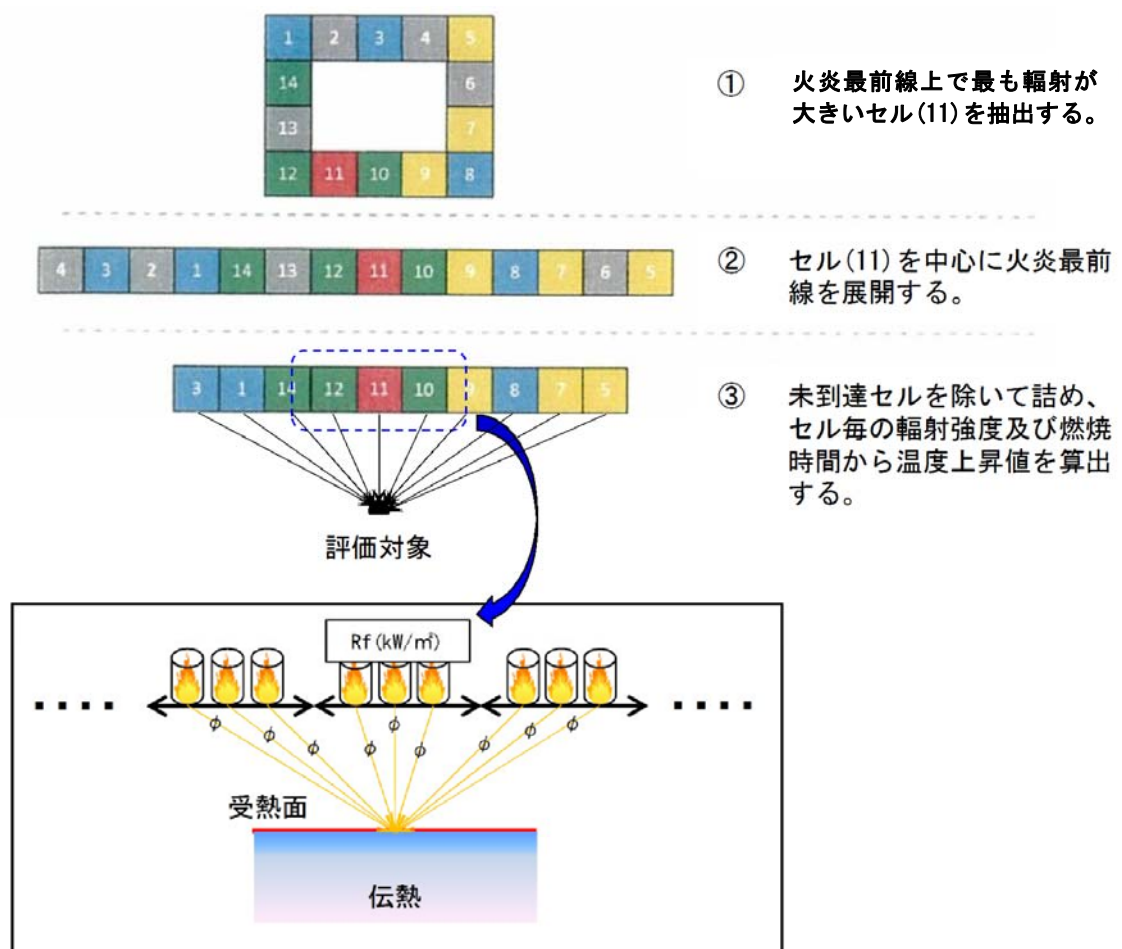
第 4 - 2 図 発火点 2 の火線強度の分布



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、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。

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（ 2.3 kW/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。

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。また、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ることから、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。また、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℃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

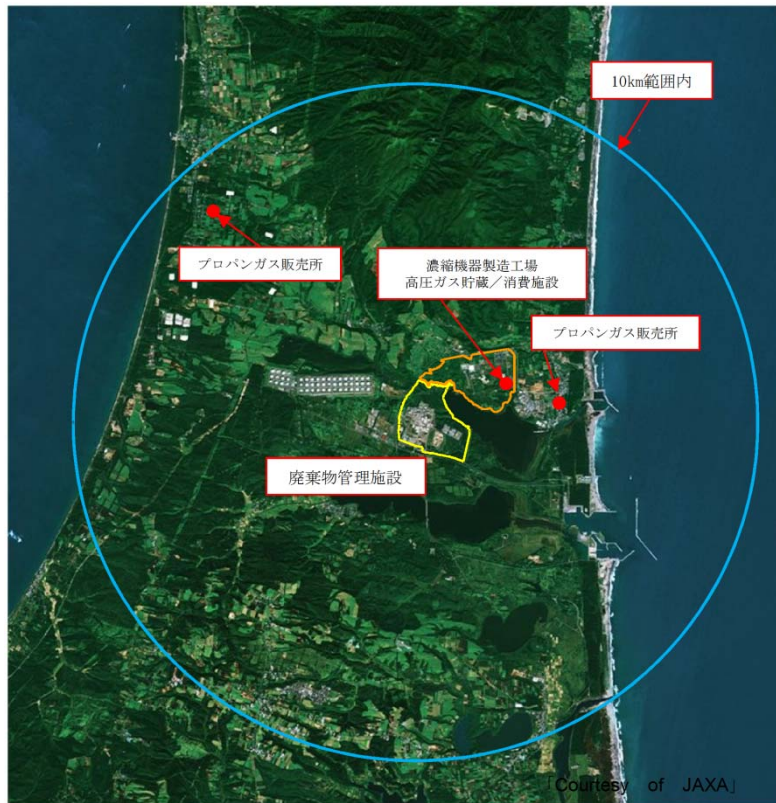
評価対象	ディーゼル発電機用 燃料油受入れ・貯蔵 所からの離隔距離 (m)	評価結果 (°C)	許容温度 (°C)
ガラス固化体 貯蔵建屋	68	140	200



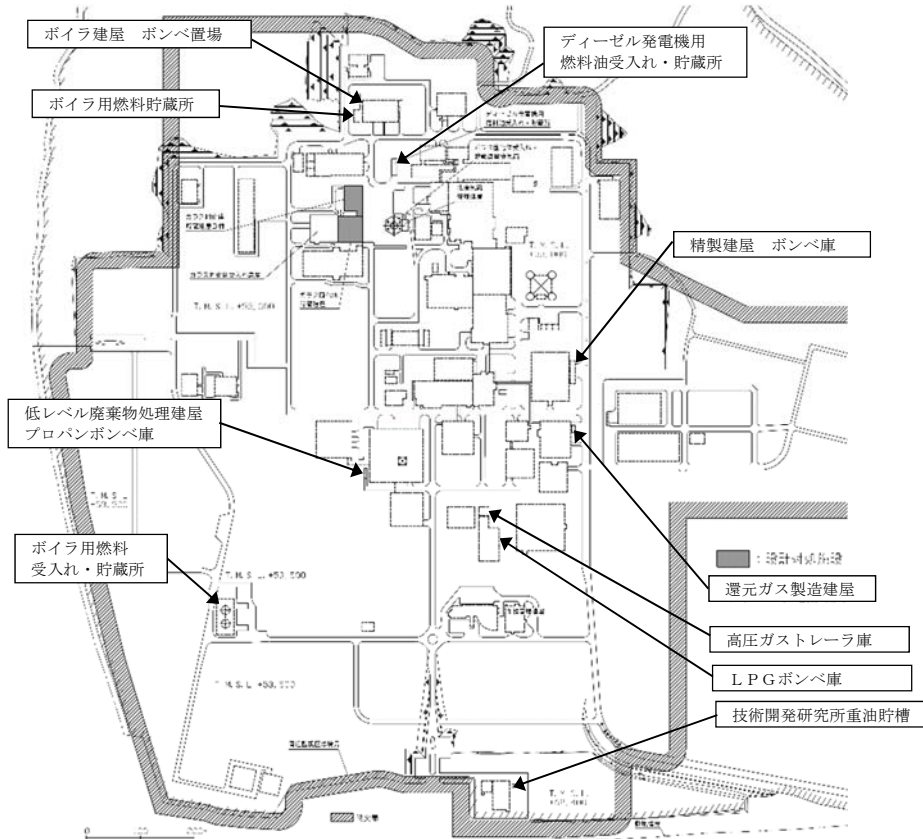
第5-1図 石油コンビナート等特別防災区域内の配置概要図



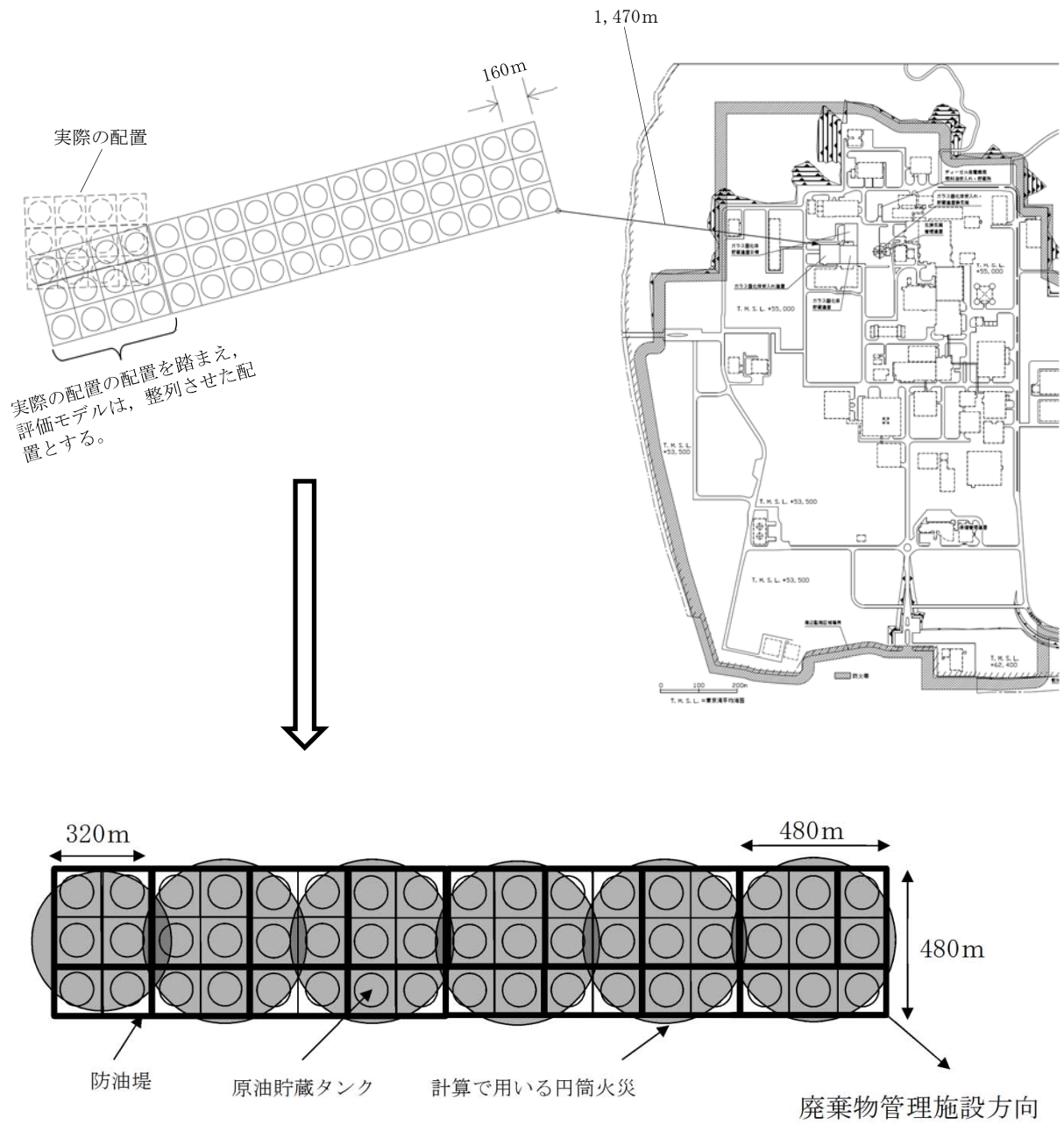
第5-2図 石油備蓄基地以外の産業施設の配置概要図



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) 航空機墜落地点は、建屋外壁等の設計対処施設への影響が厳しい地点とする。
- (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

廃棄物管理施設上に直行経路はないが、再処理事業所敷地内として直行経路があることから、計器飛行方式民間航空機の墜落による火災を想定する。

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、「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燃料積載

量の多い機種（燃料積載量約240m³）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、廃棄物管理施設が再処理事業所内にあることを踏まえ再処理施設と同様に、離隔距離を想定しない航空機墜落による火災としてとらえ、建屋外壁等の設計対処施設への影響が厳しい地点とする。また、航空機墜落事故として単独事象を想定する。

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災からの輻射強度を、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施設の安全性を損なわない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施設の安全機能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、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、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・貯蔵所が航空機墜落により火災を発生させることを想定する。

航空機が危険物タンク等に直撃し、危険物および航空機燃料による重畳火災を想定したとしても、離隔距離が最も短いディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の重畳火災により、設計対処施設である使用済燃料受入れ・貯蔵建屋が受ける輻射強度は 2 kW/m^2 程度であり、設計対処施設の直近で航空機墜落による火災を想定した場合の輻射強度 (30 kW/m^2) よりも小さく、設計対処施設の直近における航空機墜落による火災評価に包含される。

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がないことを確認する。また、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がないことを確認する。また、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	3/17	2
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	3/17	2
補足説明資料3-2	熱影響評価建屋の選定について	3/17	2
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	3/17	2
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	3/17	1
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	3/17	3

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	<u>3/17</u>	2
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	<u>3/17</u>	2
別紙1	熱影響評価における制限値について	<u>3/17</u>	1
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	<u>3/17</u>	3
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>3/17</u>	4
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	<u>3/17</u>	1
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	<u>3/17</u>	3
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>3/17</u>	4
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)	<u>3/17</u>	1
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 17 日 R 2

補足説明資料 2 - 1 (8 条 外部火災)

ガラス固化体収納キャスクへの波及的破損について

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、外部火災によるガラス固化体収納キャスクへの波及的破損を防止する設計とする。

ここで、ガラス固化体収納キャスクを一時保管するガラス固化体受入れ建屋が外部火災の熱影響により、破損することがなく、ガラス固化体収納キャスクへの波及的破損を与えないことを確認する。ガラス固化体受入れ建屋の配置を第1図に示す。

1. 森林火災による影響

ガラス固化体受入れ建屋は、防火内側への設置しており防火帯からの離隔距離は272mである。

敷地周辺に設ける防火帯の幅は25m以上確保する設計であり、火災の熱影響により外壁表面温度がコンクリートの許容温度200℃となる危険距離23mを上回る。そのため、ガラス固化体受入れ建屋の外壁はコンクリートの許容温度200℃以下となるため、建屋の強度が維持されることから、ガラス固化体収納キャスクへの波及的破損を与えない。

2. 石油備蓄基地火災による影響

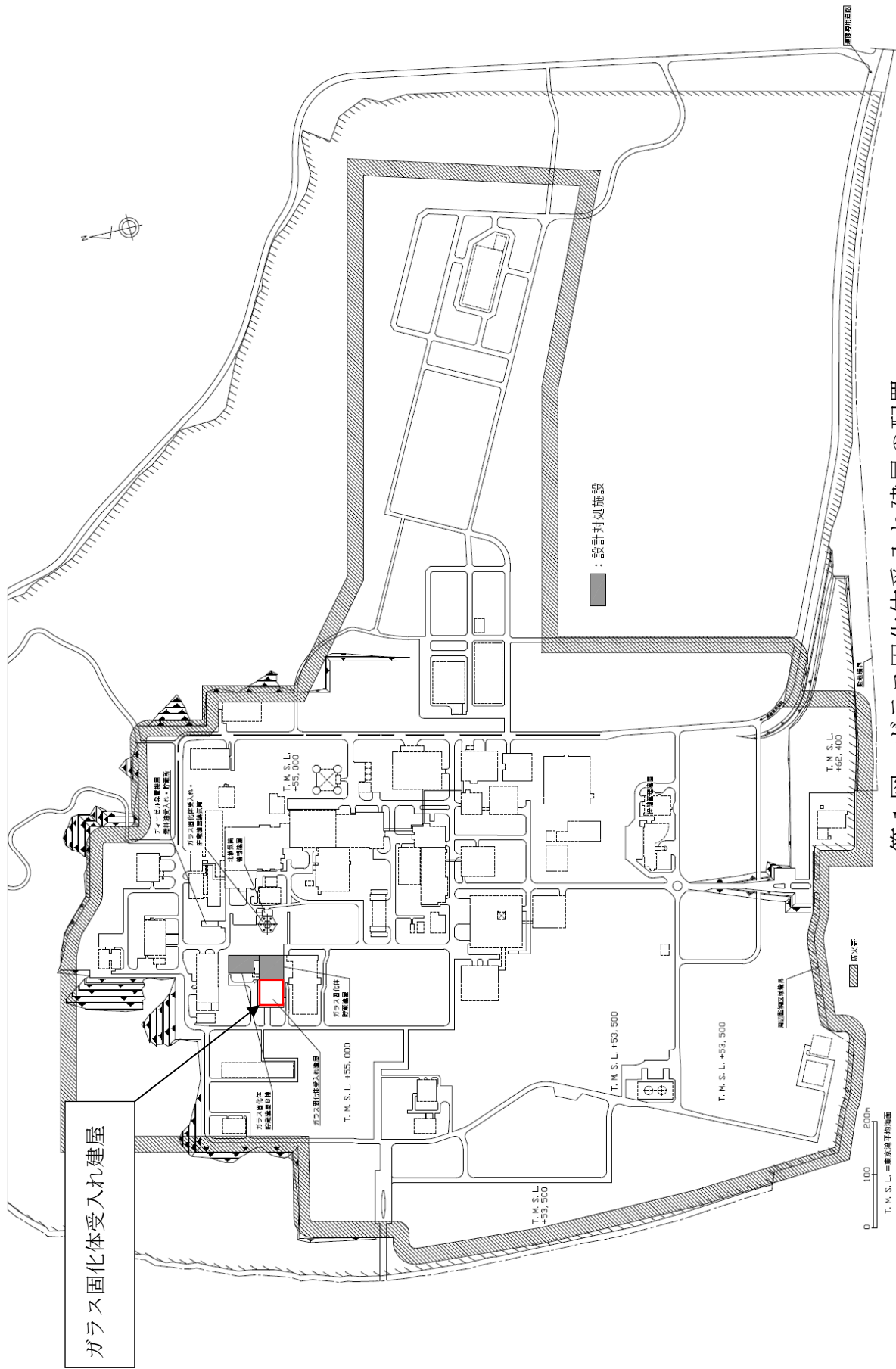
ガラス固化体受入れ建屋は、石油備蓄基地からの離隔距離は1,420mである。石油備蓄基地火災の評価対象は、離隔距離が1,450mとなるガラス固化体貯蔵建屋であり、外壁表面温度がコンクリートの許容温度200℃以下となることを確認している。そのため、石油備蓄基地からの離隔距離が同程度であるガラス固化体受入れ建屋の外壁はコンクリートの許容温度

200℃以下となるため、建屋の強度が維持され、ガラス固化体収納キャスクへの波及的破損を与えない。

3. 航空機墜落火災による影響

航空機墜落火災によるガラス固化体貯蔵建屋及びガラス固化体貯蔵建屋B棟への外壁温度評価においては、コンクリートの許容温度 200℃であることを確認している。

ここで、ガラス固化体受入れ建屋は、評価対象であるガラス固化体貯蔵建屋及びガラス固化体貯蔵建屋B棟の面積よりも小さく離隔距離を算出した場合には長くなる。よって、外壁はコンクリートの許容温度 200℃以下となることから、建屋の強度が維持され、ガラス固化体収納キャスクへの波及的破損を与えない。



第1図 ガラス固化体受入れ建屋の配置

令和 2 年 3 月 17 日 R 2

補足説明資料 3 - 1 (8 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

廃棄物管理施設は，外部火災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. 外部火災防護対象施設の抽出

外部火災によって廃棄物管理施設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。外部火災防護対象施設としては，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の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。

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

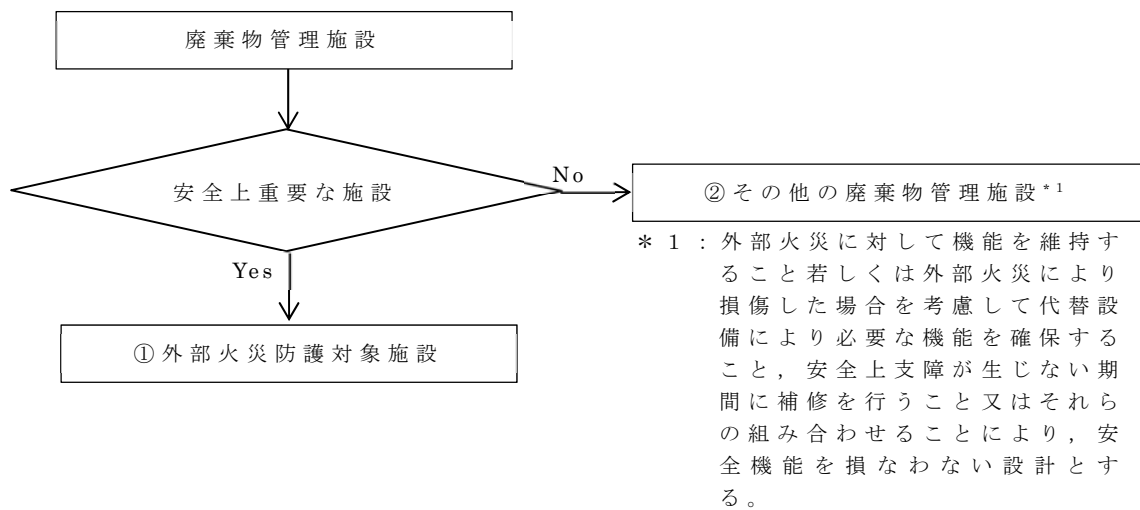
3. 設計対処施設の抽出

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

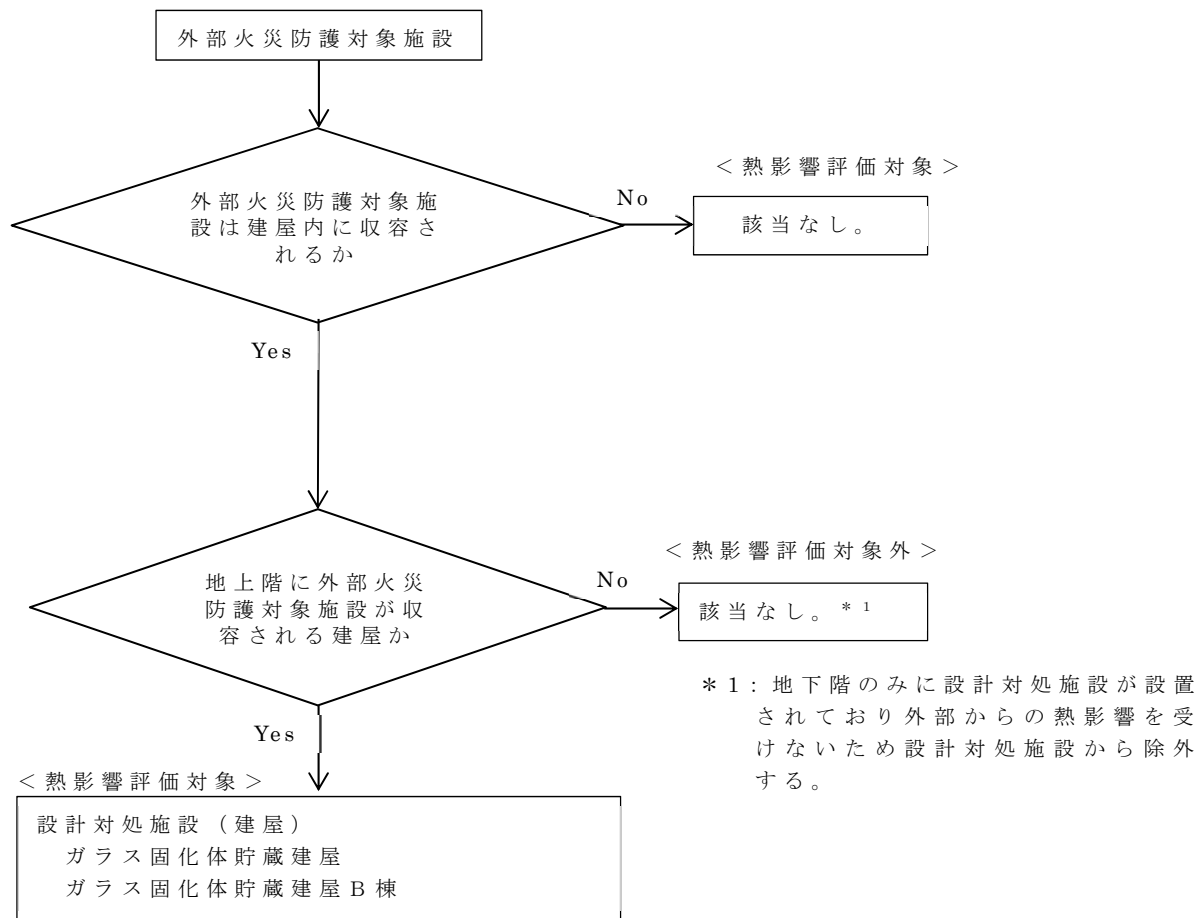
へい及びガラス固化体検査室しゃへいは地下階に設置し熱影響を受けない設計，貯蔵建屋床面走行クレーンのしゃへい容器は，不燃性及び難燃性材料で構成し建屋により防護する設計とする。外部火災防護対象施設は建物内に収納され防護される設備であることから，外部火災防護対象施設を収納する建屋を熱影響評価対象の設計対処施設とする。設計対処施設の抽出フローを第2図に示す。また、設計対処施設の配置図を第3図に示す。

4. 影響評価内容

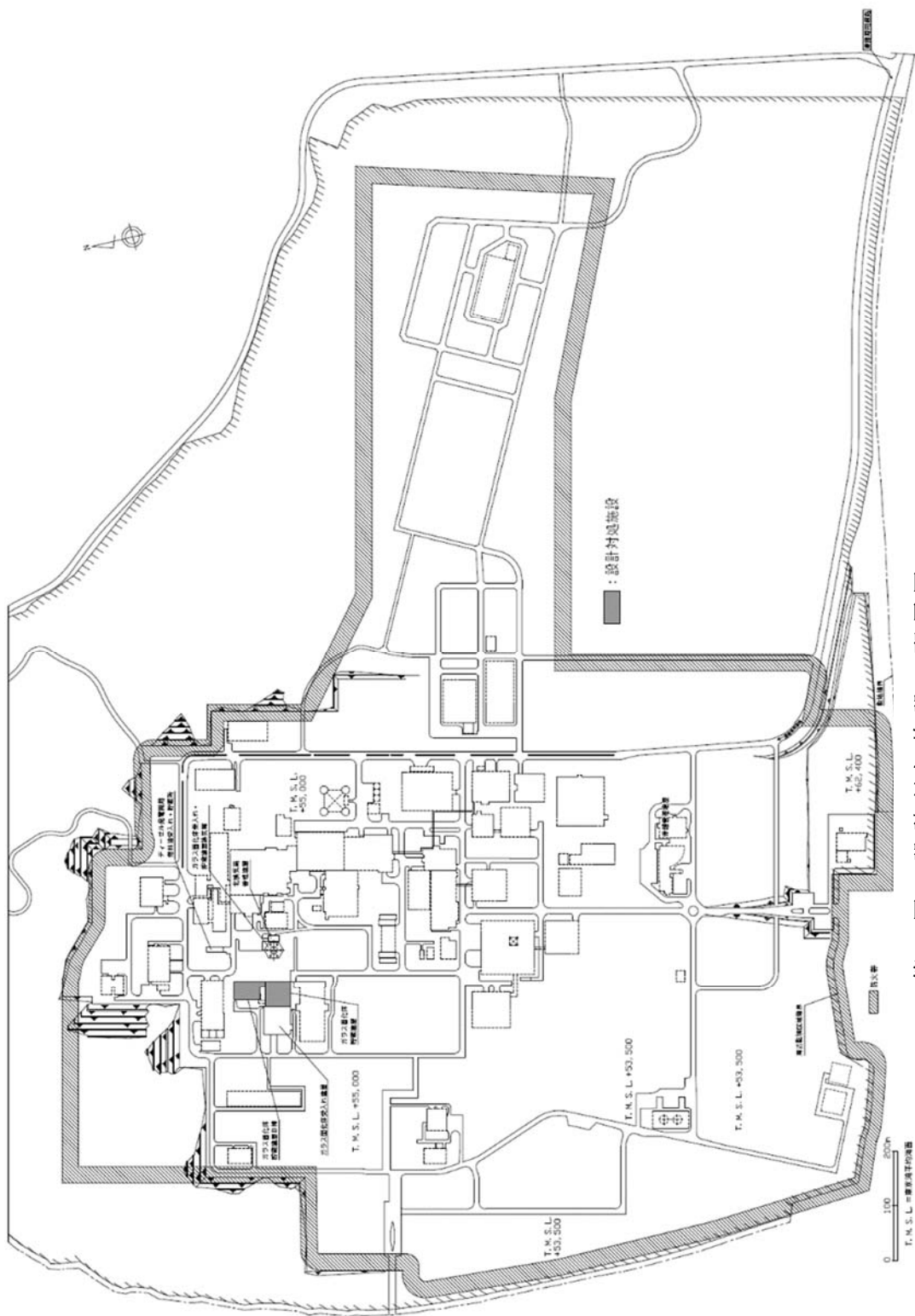
設計対処施設については，外壁温度の評価を実施し、コンクリートの強度が維持できる温度以下であり，建屋内の外部火災防護対象施設の安全性を損なわないことを確認する。



第 1 図 外部火災防護対象施設の抽出フロー



第2図 設計対処施設の抽出フロー



第3図 設計対処施設の配置図

第 1 表 外部火災防護対象施設の選定一覧

建屋	安全上重要な施設	設計対応	
		熱影響	二次的影響
ガラス固化体貯 槽建屋	収納管，通風管	×	○
	貯蔵区域しゃへい	×	—
	ガラス固化体検査室 しゃへい	×	—
	貯蔵建屋床面走行ク レーンのしゃへい容 器	×	—
ガラス固化体貯 蔵管理建屋 B 棟	収納管，通風管	×	○
	貯蔵区域しゃへい	×	—

○：評価対象

×：評価対象外（ただし，当該設備を設置する建屋が評価対象）

—：評価対象外

令和 2 年 3 月 17 日 R 2

補足説明資料 3 - 2 (8 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

設計対処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，外部火災防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

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，建屋内の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，敷地内に存在する廃棄物管理施設の危険物タンク等において，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，設計対処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を行う設計対処施設及び危険物タンク等の熱影響評価対象選定フローを第1図に示す。

防火帯，設計対処施設及び敷地内の危険物タンク等の配置を第2図，設計対処施設の防火帯外側，石油備蓄基地及び敷地内の危険物タンク等からの離隔距離を第1表に示す。

また，熱影響評価対象である敷地内の廃棄物管理施設の危険物タンク等を第2表に示す。

第1表 設計対処施設の防火帯外側，石油備蓄基地及び敷地内の危険物タンク等からの離隔距離

設計対処施設	防火帯からの 離隔距離	石油備蓄基地からの 離隔距離	廃棄物管理施設の 危険物タンク等	廃棄物管理施設以外の 危険物タンク等	
			ディーゼル発電機用 燃料油受入れ・貯蔵所	ボイラ用燃料貯蔵所	ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所
ガラス固化体 貯蔵建屋	324m	1,470m ^{*2}	108m	187m	728m ^{*3}
ガラス固化体 貯蔵建屋B棟	289m ^{*1, *4}	1,500m	68m ^{*3}	130m ^{*3}	783m

*1：森林火災の評価対象。

*2：石油備蓄基地火災の評価対象。

*3：危険物タンク等の重油タンク火災の評価対象。

*4：石油備蓄基地火災と森林火災の重畳の評価対象。

第2表 熱影響評価対象である敷地内の廃棄物管理施設の危険物タンク等

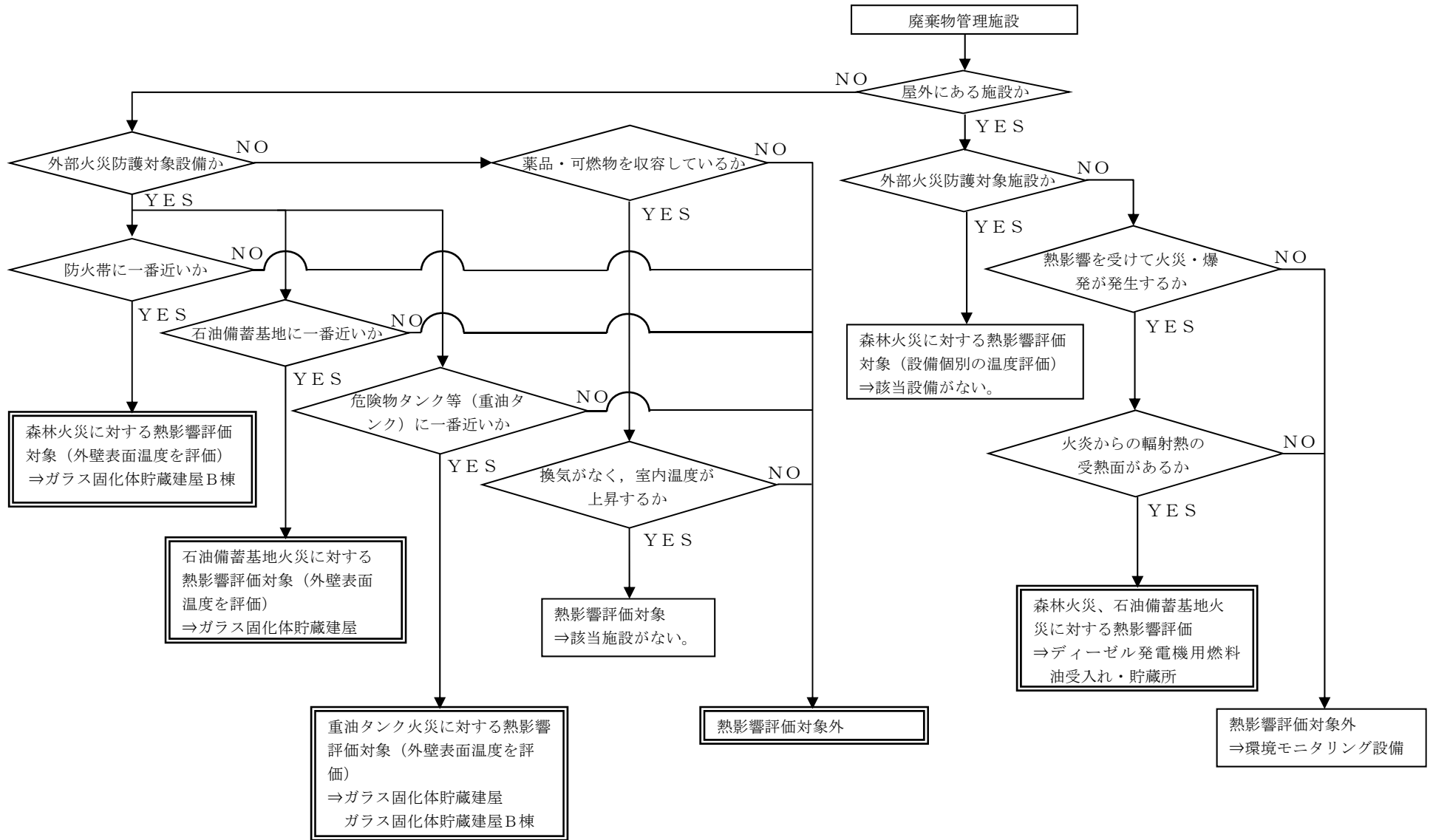
熱影響評価対象	貯蔵物	許容温度
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所* ¹	重油	200 ⁽¹⁾ ℃ * ²

* 1 : 森林火災及び石油備蓄基地火災の評価対象。

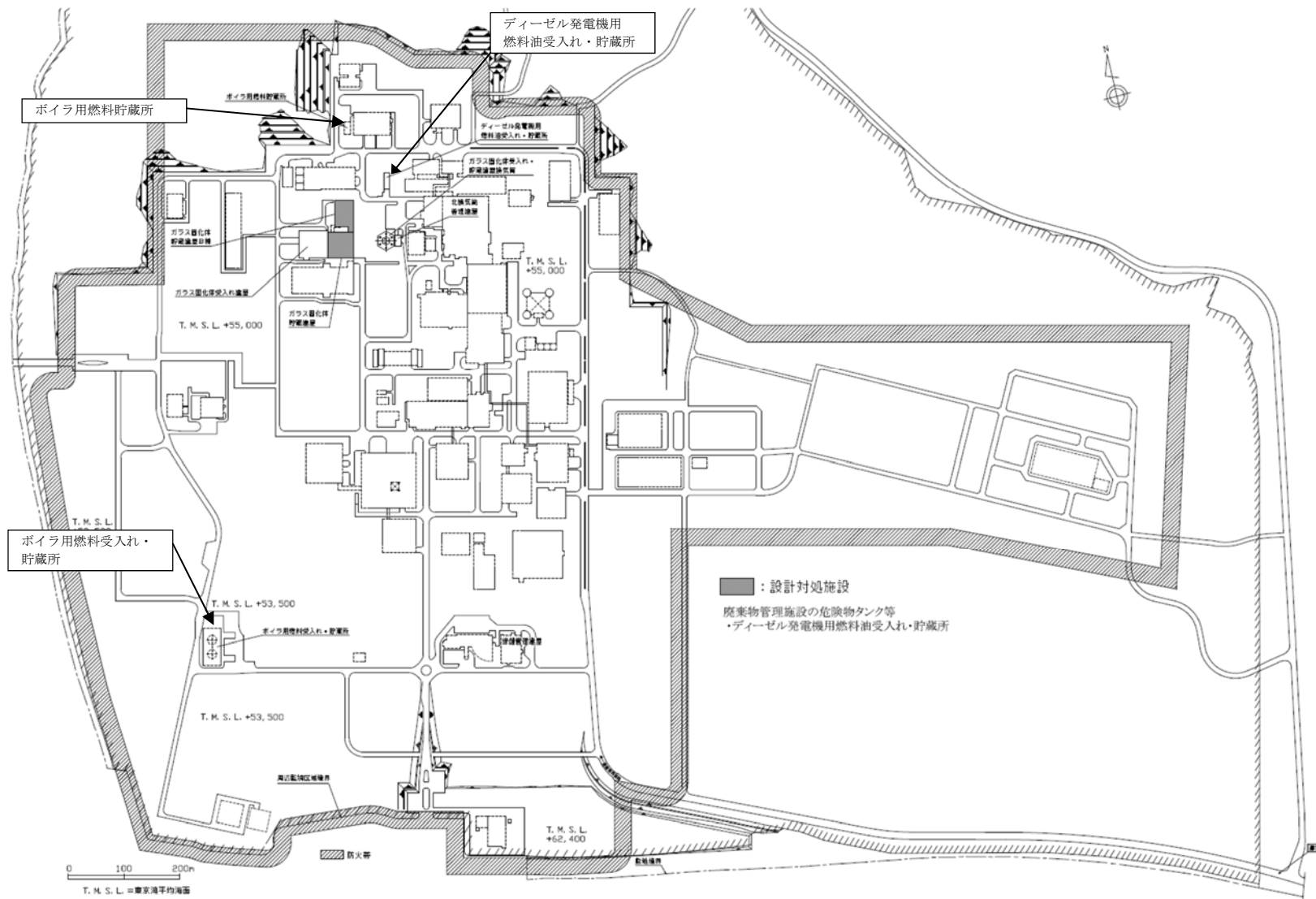
* 2 : 参考文献(1)に基づく発火点約240℃を切り下げ200℃とする。

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.



第 1 図 熱影響評価対象選定フロー



防火帯，設計対処施設及び敷地内の危険物タンク等の配置

令和 2 年 3 月 17 日 R 2

補足説明資料 4 - 3 (8 条 外部火災)

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

1. 森林火災シミュレーション解析の結果

F A R S I T Eによる解析の結果，最大火線強度は発火点2が最大，火炎の到達時間は発火点3が最短，輻射強度は発火点3が最大となった。F A R S I T Eによる結果を第1表に示す。

2. 防火帯の設定について

F A R S I T Eによる解析の結果から，火線強度の最大値は発火点2の「9,128 k W / m」であり，外部火災ガイドを参考として，第2表「風上に樹林がある場合の火線強度と最小防火帯幅の関係」に示す10,000 k W / mの火線強度に必要なとされる最小防火帯幅24.9mを上回る25m以上の防火帯を確保する。

防火帯の配置については，既設の設備及び駐車場についても考慮し，延焼の可能性のあるものと干渉しないように設定する。防火帯の配置を第1図に示す。

防火帯の維持管理については，防火帯内での車両の駐車禁止，物品の仮置き禁止，定期的な除草等，消火活動に支障をきたすことがないよう管理方法について手順を定める。

3. 消火活動について

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

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。

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。

第1表 F A R S I T Eによる結果

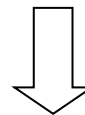
項目	内容	解析結果
延焼速度	全燃焼セルにおける延焼速度	発火点1 : 最大 4.7m / s 平均 0.07m / s 発火点2 : 最大 5.3m / s 平均 0.08m / s 発火点3 : 最大 3.5m / s 平均 0.04m / s
最大火線強度	火線最前線の最大火線強度 (防火帯幅算出に用いる)	発火点1 : 1,527 kW / m 発火点2 : 9,128 kW / m 発火点3 : 2,325 kW / m
火炎の到達時間	発火から敷地内に最も早く到達する時間	発火点1 : 30時間1分 発火点2 : 18時間37分 発火点3 : 5時間1分
輻射強度	防火帯から任意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

第2表 風上に樹林がある場合の火線強度と最小防火帯幅の関係

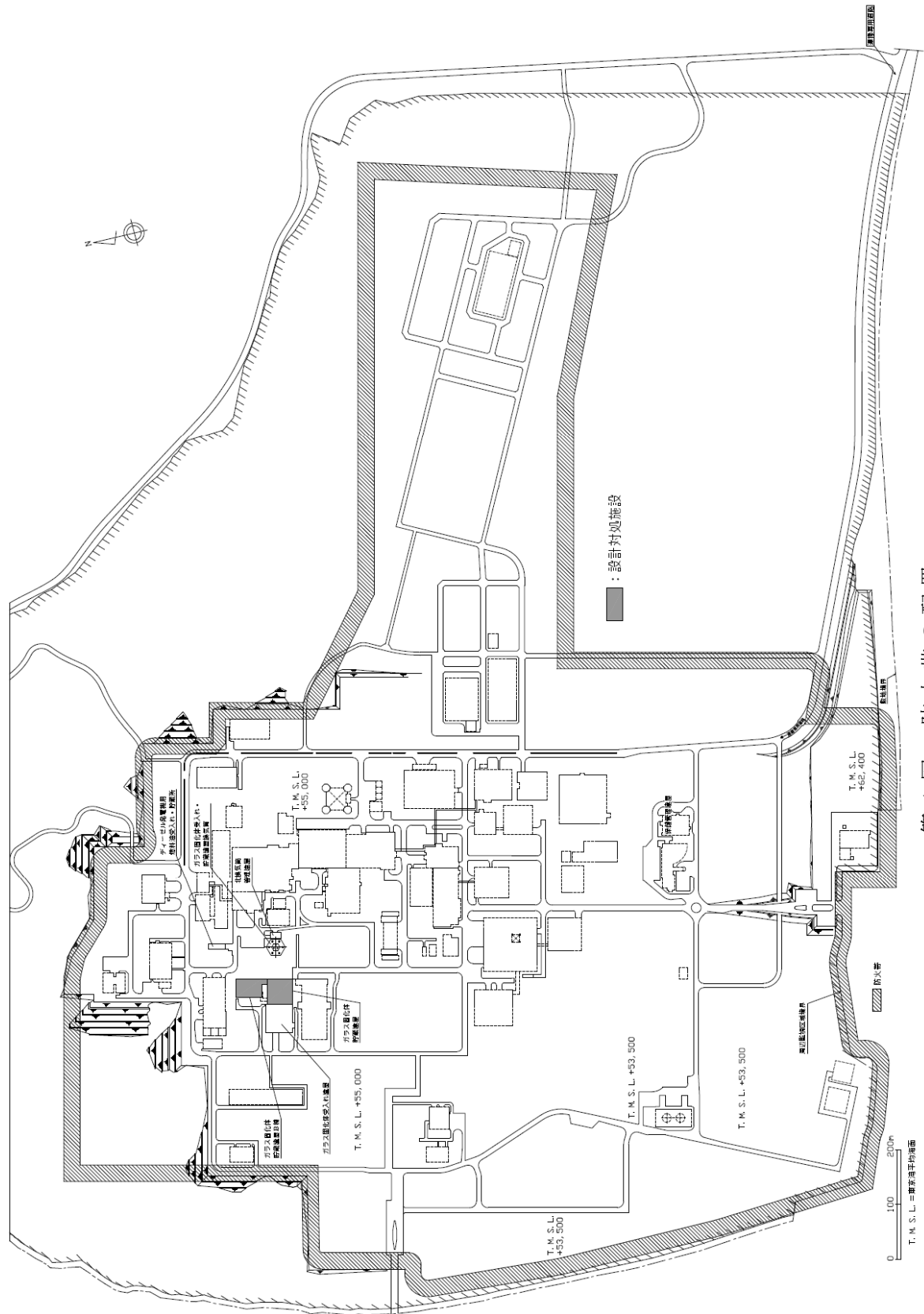
(火炎の防火帯突破確率1%)

火線強度 (kW / m)	500	1000	2000	3000	4000	5000	10000	15000	20000	25000
防火帯幅 (m)	16	16.4	17.4	18.3	19.3	20.2	24.9	29.7	34.4	39.1

「外部火災ガイド」より抜粋



防火帯幅 : 25m 以上を確保



第1図 防火帯の配置

令和 2 年 3 月 17 日 R 1

補足説明資料 4 - 4 (8 条 外部火災)

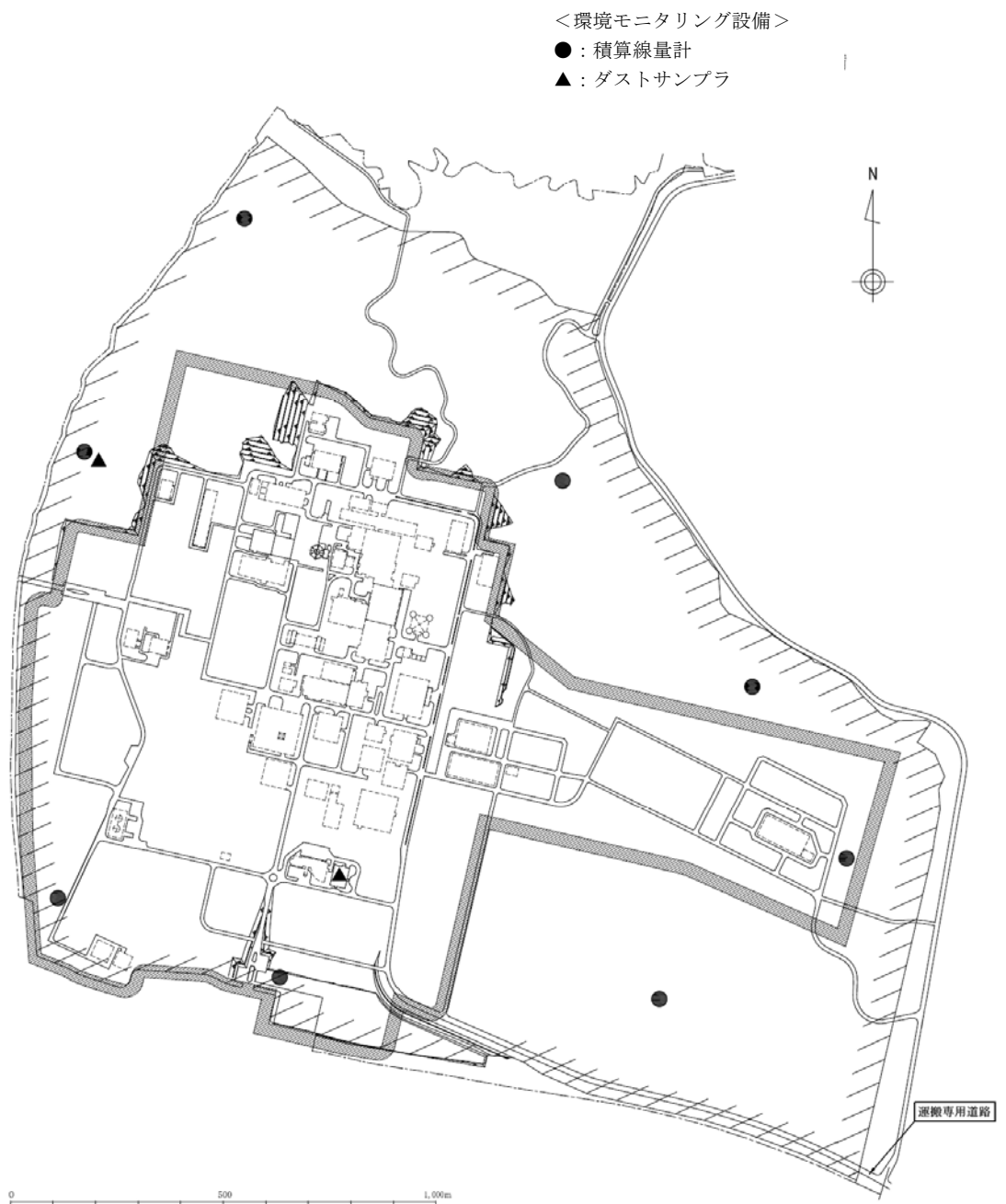
外部火災発生時の環境モニタリング設備への対応について

1. 環境モニタリング設備への対応

環境モニタリング設備の一部は、第1図に示すとおり防火帯外側に位置する。

防火帯外に位置している環境モニタリング設備については、外部火災が発生し延焼のおそれがあると判断した場合、その周辺に対し火炎が到達する前に敷地内に常駐する自衛消防隊の消火班による事前散水を実施し、延焼防止を図る。

森林火災時の防火帯外側のモニタリングポストへの消火活動の訓練として消防資機材（可搬型消防ポンプ、消防ホース等）を使用して実施した結果、40分程度で消火活動を開始できることを確認している。（別紙）



第1図 環境モニタリング設備の配置図

令和 2 年 3 月 17 日 R 3

補足説明資料 5 - 1 (8 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10 k m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，廃棄物管理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10 k m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，廃棄物管理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10 k m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，廃棄物管理施設から10 k m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，廃棄物管理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。

a. 地上に設置され，火災が発生した場合に，廃棄物管理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。

b. 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。

c. 上記b. で選定される石油備蓄基地と比較して，廃棄物管理施設に近いこと。

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，廃棄物管理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包含さ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。

a. 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図に示す敷地内の廃棄物管理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危険物貯蔵所は、敷地内の廃棄物管理施設以外の危険物タンク等となる。

ただし、廃棄物管理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であるが、貯蔵される危険物が多くはないため、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。

b. 危険物の貯蔵量が多く、廃棄物管理施設に与える影響が大きいこと。

- (a) 第4図に示す、敷地内の廃棄物管理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は少ないが、廃棄物管理施設との距離が近いことから、廃棄物管理施設への離隔距離が最短となるボイラ用燃料貯蔵所及び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の貯蔵量は、石油備蓄基地の貯蔵量に比べ十分少なく、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、危険物貯蔵所のうち、ボイラ用燃料貯蔵所及びボイラ用燃料受入れ・貯蔵所を評価対象とする。

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、廃棄物管理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 10 k m 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 10 k m の範囲内には、敷地内の廃棄物管理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、周辺企業の

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、廃棄物管理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。

- a. 廃棄物管理施設に一番近く影響を与えること。
 - (a) 敷地内の廃棄物管理施設以外の危険物タンク等のうち、廃棄物管理施設に最も近いのはボイラ建屋 ボンベ置場である。
 - (b) 濃縮機器製造工場の高圧ガス貯蔵／消費施設、周辺企業の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。
- b. ボイラ建屋 ボンベ置場と比較して、影響が大きいか。
 - (a) 敷地内の廃棄物管理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、敷地内で最もプロパンガスの貯蔵量が多い。
 - (b) 敷地内の廃棄物管理施設以外の危険物タンク等のうち、高圧ガストレーラ庫は、敷地内で最も水素の貯蔵量が多い。

以上より、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高圧ガストレーラ庫を爆発の評価対象とする。

5. 廃棄物管理施設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、敷地内の廃棄物管理施設の危険物タンク等の火災の影響評価を行う。第7図に示すとおり

り，廃棄物管理施設の危険物タンク等は，ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所のみであり，当該貯蔵所を評価対象とする。

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

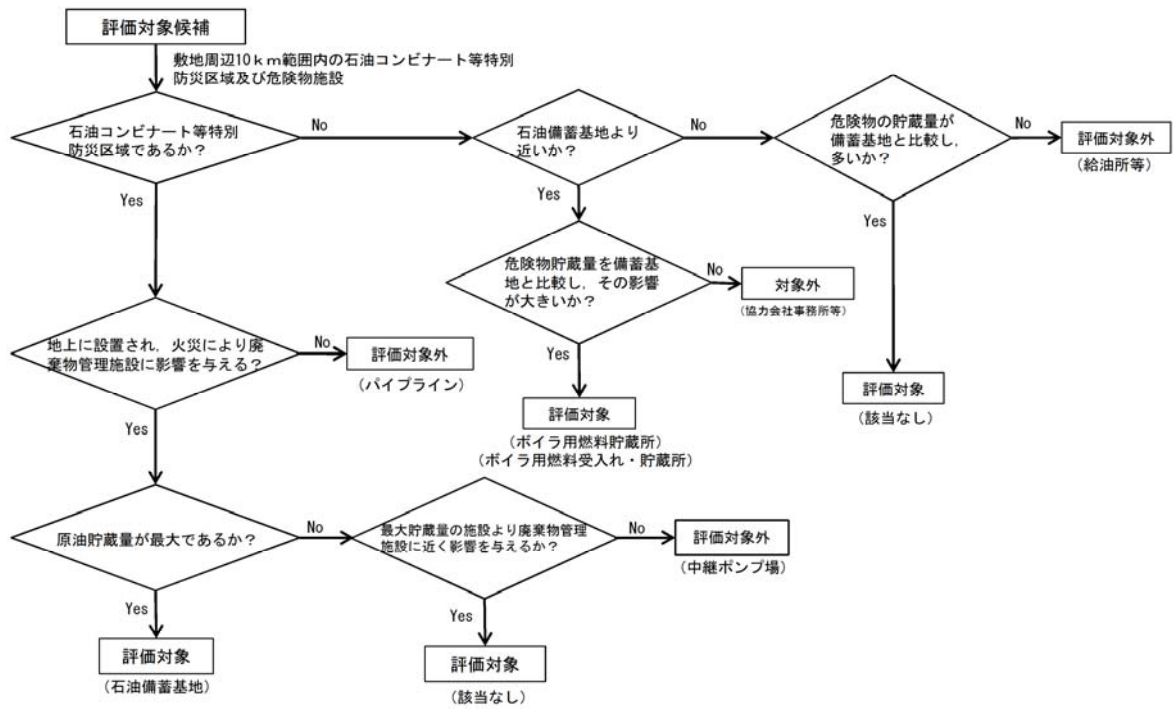
石油コンビナート等特別防災区域内の施設	むつ小川原地区石油コンビナート等特別防災区域 ・石油備蓄基地 ・中継ポンプ場 ・パイプライン
危険物貯蔵所	敷地内の廃棄物管理施設以外の危険物タンク等 ・ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所 ・ボイラ用燃料貯蔵所 ・技術開発研究所重油貯槽
	六ヶ所ウラン濃縮工場
	給油取扱所* ¹
	周辺企業屋外タンク貯蔵所* ¹
高圧ガス貯蔵施設	濃縮機器製造工場
	敷地内の廃棄物管理施設以外の危険物タンク等 ・低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫 ・精製建屋ボンベ庫 ・還元ガス製造建屋 ・ボイラ建屋 ボンベ置場 ・高圧ガストレーラ庫 ・LPGボンベ庫
	周辺企業高圧ガス施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

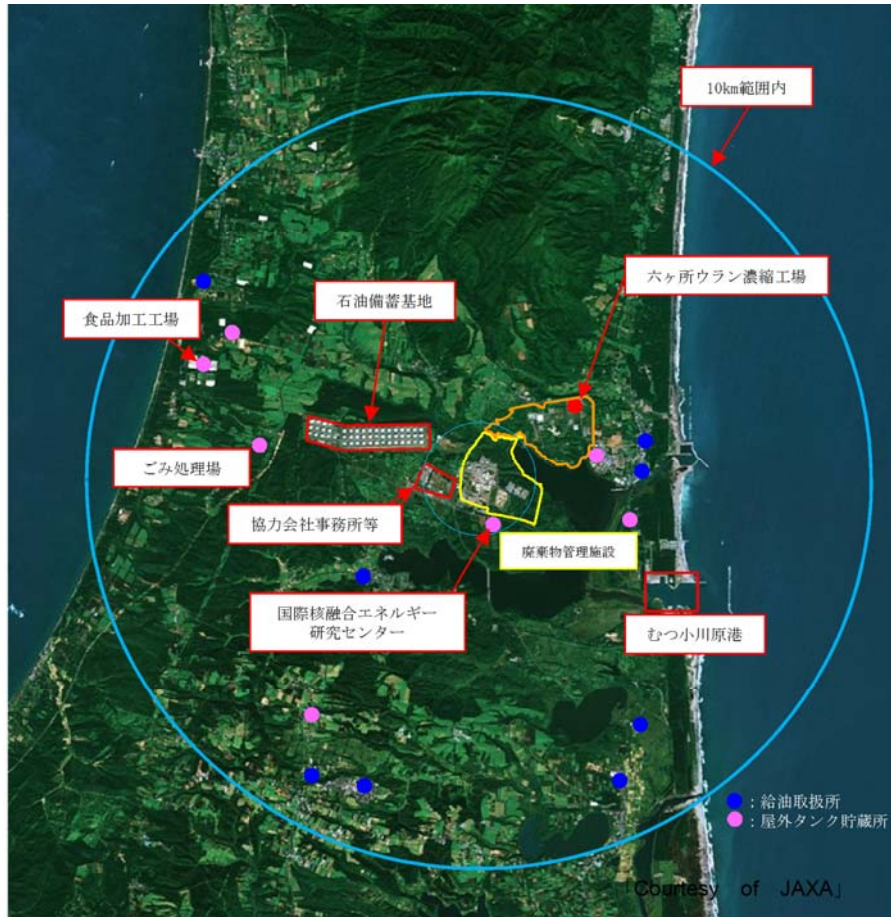
近隣工場等の火災	<ul style="list-style-type: none"> ・石油備蓄基地 ・ボイラ用燃料貯蔵所 ・ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所
近隣工場等の爆発	<ul style="list-style-type: none"> ・ボイラ建屋 ボンベ置場 ・低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫 ・高圧ガストレーラ庫
廃棄物管理施設の危険物タンク等の火災	<ul style="list-style-type: none"> ・ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所



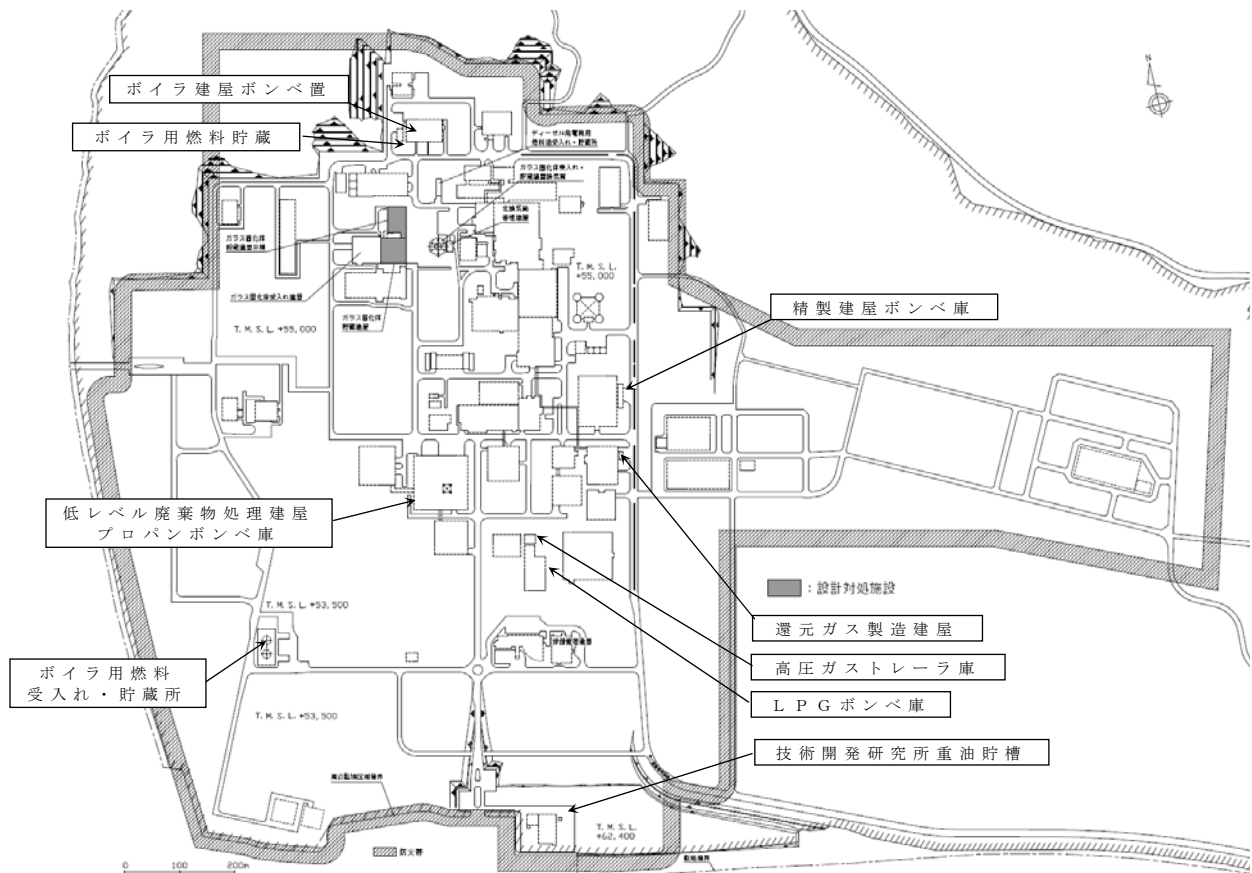
第 1 図 近隣工場等の火災影響評価対象選定フロー図



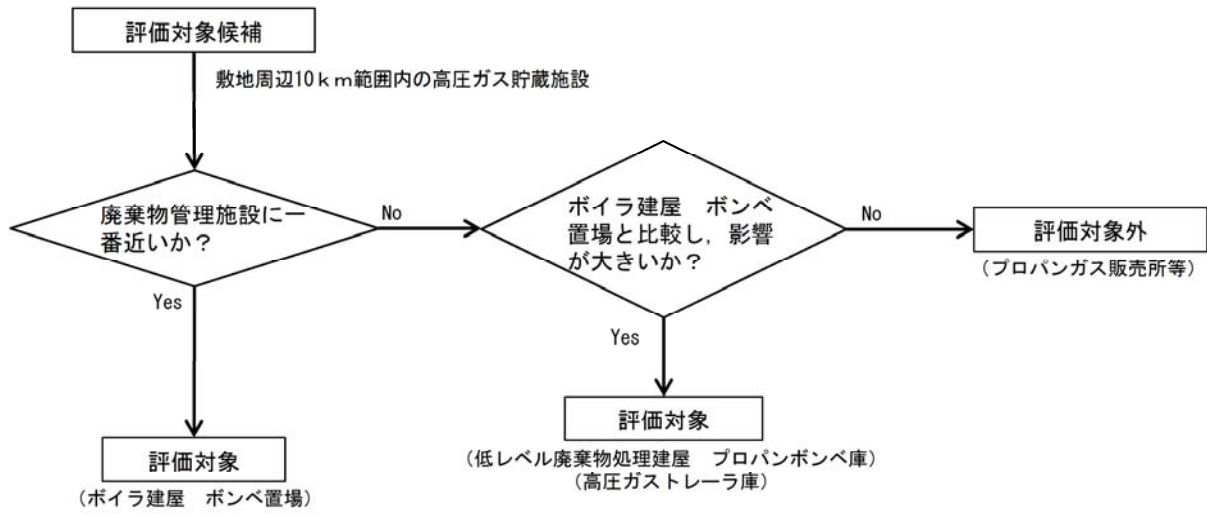
第 2 図 石油コンビナート等特別防災区域内となる施設の配



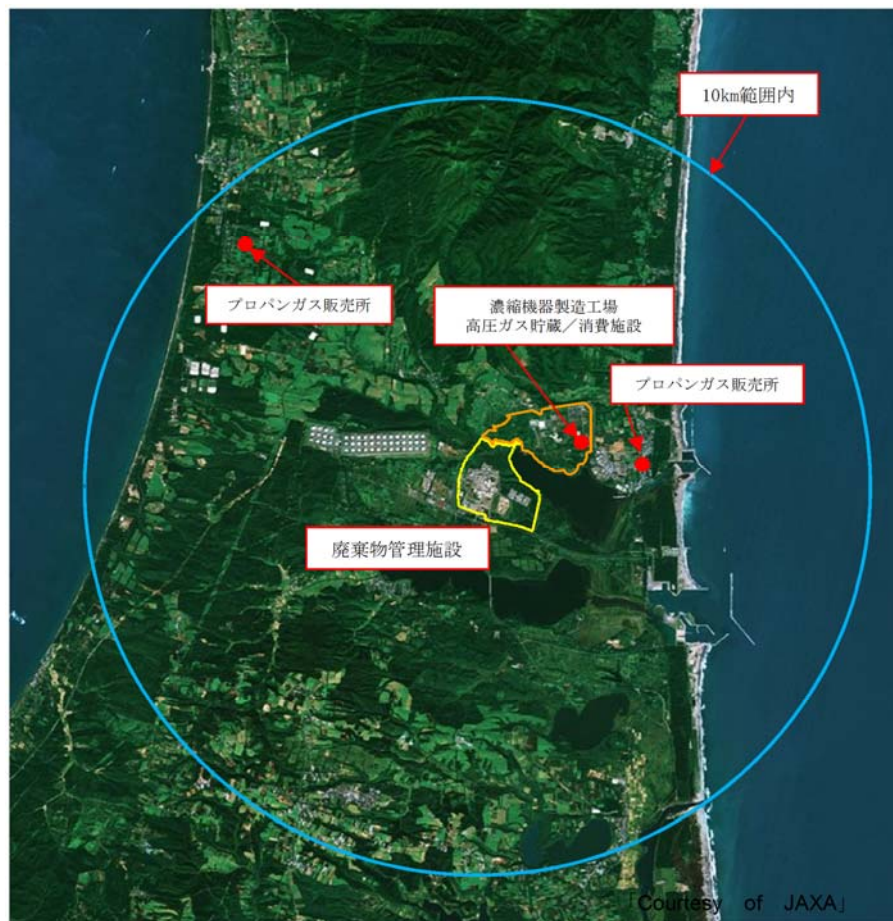
第3図 石油備蓄基地以外の産業施設の配置概要図



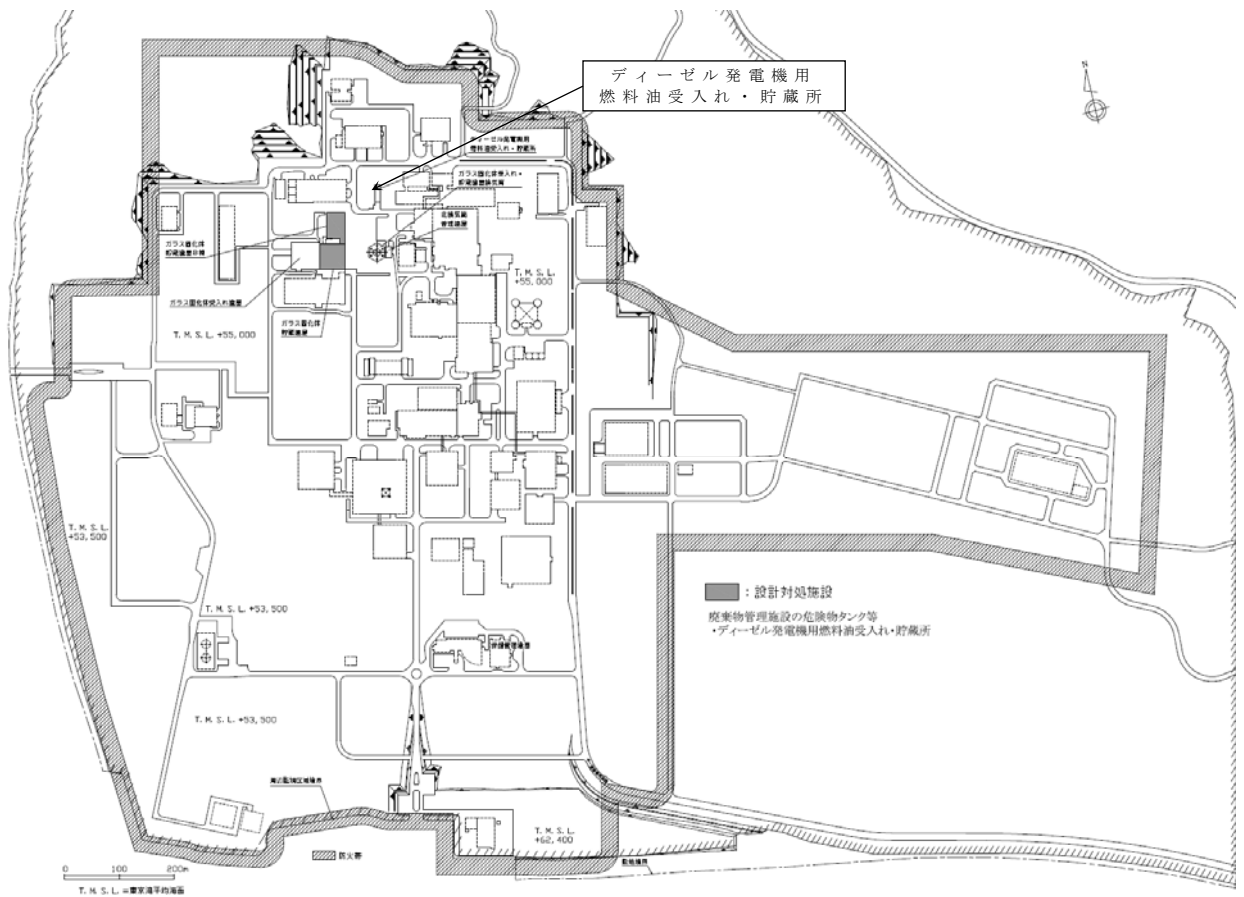
第4図 敷地内の廃棄物管理施設以外の危険物タンク等の配置図



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



第7図 廃棄物管理施設の危険物タンク等の配置図

令和 2 年 3 月 17 日 R 2

補足説明資料 5 - 1 (8 条 外部火災)

別紙 3

敷地内における危険物貯蔵施設等の火災・爆発

1. 目的

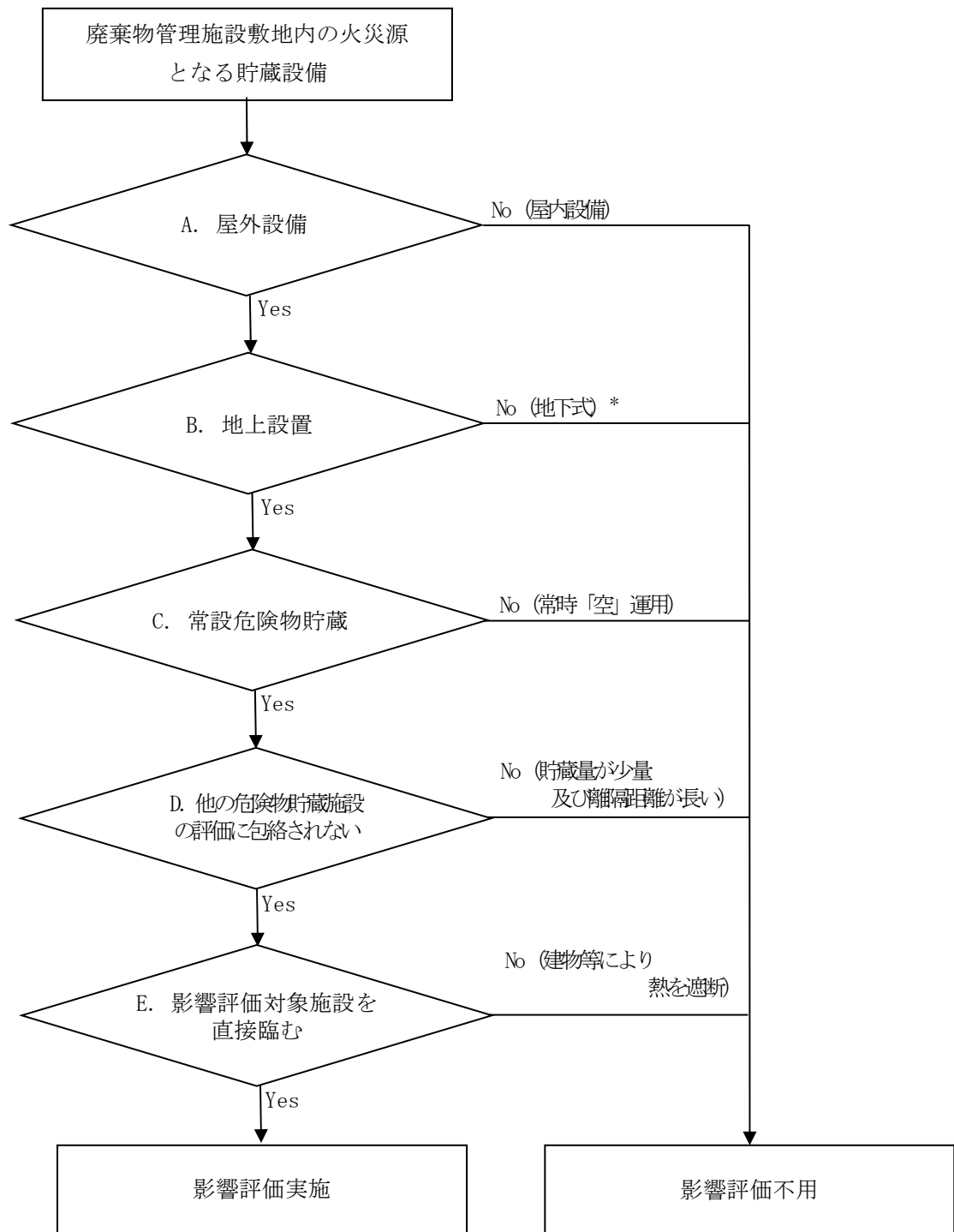
廃棄物管理施設敷地内の危険物貯蔵設備の火災・爆発が，設計対処施設に影響を及ぼさないことについて，「原子力発電所の外部火災評価ガイド附属書B石油コンビナート火災・爆発の原子力発電所への影響評価について」（以下「外部火災ガイド」という。）に基づき，評価を実施する。

2. 評価対象

外部火災ガイドに基づき，廃棄物管理施設敷地内の火災源となる石油類等の危険物貯蔵施設について，火災の影響評価を実施する。第1図のフローに基づき評価対象を抽出した。火災源の抽出結果を第1表に示す。

- ・屋内貯蔵所は評価対象外とした。
- ・地下タンク貯蔵所については，地表面で火災が発生する可能性は低いことから，評価対象外とした。
- ・危険物貯蔵量が少なくかつ評価対象施設までの離隔距離が長い設備は，貯蔵量が多くかつ評価対象施設までの離隔距離が短い他設備に包絡されるため，評価対象外とした。
- ・火災源となる設備から評価対象施設を直接臨まないものについては，当該危険物貯蔵設備において火災が発生しても，その影響が及ばないため，評価対象外とした。
- ・敷地郊外より入構してくるタンクローリーについては，燃料補給時は監視人が立会いを実施し，万が一の火災発生時は速やかに消火活動が可能であることから，評価対象外とした。
- ・構内の受電変圧器では絶縁油を使用している。評価対象とした危険物貯

蔵施設と可燃物の貯蔵量と設計対処施設までの離隔距離を比較すると、貯蔵量は小さく、離隔距離は同程度である。そのため、受電変圧器の火災の影響は、評価対象とした危険物貯蔵施設に包絡されるため、評価対象外とした。評価対象施設と受電変圧器の危険物貯蔵量と設計対処施設までの離隔距離の比較を第2表に、離隔距離の位置関係を第2図に示す。



* : 地下式については、地上部で発生する火災からの輻射熱を受けない構造とする。(別紙5)

第1図 敷地内の火災及び爆発評価対象抽出フロー

第1表 敷地内の廃棄物管理施設の火災源となる貯蔵所等一覧

名称	貯蔵所又は取扱所の区分	危険物の類, 品名		最大数量	評価要否
ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所	屋外タンク貯蔵所 (A)	第4類第3石油類	重油	50,000 L	○
	屋外タンク貯蔵所 (B)	第4類第3石油類	重油	50,000 L	○
	屋外タンク貯蔵所 (C)	第4類第3石油類	重油	50,000 L	○
E 先行用燃料油貯蔵所	地下タンク貯蔵所	第4類第3石油類	重油	30,000 L	× (地下式→B)

第2表 評価対象施設及び受電変圧器の危険物貯蔵量と設計対処施設との離隔距離の比較

	火災源	危険物貯蔵量	設計対処施設との離隔距離
評価対象施設 (第1表で詳細評価「○」とした施設)	ディーゼル発電機用燃料受入れ・貯蔵所	150,000L	68m
受電変圧器	ユーティリティ建屋 受電変圧器	39,000L	67m

令和 2 年 3 月 17 日 R 2

補足説明資料 5 - 2 (8 条 外部火災)

近隣工場等の火災に係る廃棄物管理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廃棄物管理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設計対処施設への影響評価を行い、外部火災防護対象施設の安全性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敷地内の廃棄物管理施設以外の危険物タンク等を対象とする。

(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、敷地内の廃棄物管理施設以外の危険物タンク等で、廃棄物管理施設へ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（以下「ボイラ用燃料貯蔵所等」という。）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。

ボイラ用燃料貯蔵所等の火災については、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。設計対処施設の外壁への熱影響評価については、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する。

(3) 評価対象及び評価基準

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については、石油備蓄基地から最短となるガラス固化体貯蔵建屋を評価対象とする。

ボイラ用燃料貯蔵所等の火災の評価対象は、ボイラ用燃料貯蔵所等から最短となる設計対処施設を選定する。

石油備蓄基地及びボイラ用燃料貯蔵所等から評価対象までの離隔距離を第1表に示す。第1表の「石油備蓄基地から評価対象までの離隔距離」は「第2図 評価対象及び石油備蓄基地の位置関係」に示す点からの距離を示す。

石油備蓄基地火災については、建屋の外壁で受ける火炎からの輻射強度をコンクリートの許容温度 $200^{\circ}\text{C}^{(1)}$ 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、石油備蓄基地から廃棄物管理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施設の安全性を損なわないことを確認する。（別紙1）

ボイラ用燃料貯蔵所等の火災については、外壁表面温度が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施設の安全性を損なわないことを確認する。

(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炎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。また、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。

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

R : 燃焼半径 (m)

w : 防油堤3基分の縦幅 (m) ($160 \times 3 = 480\text{m}$)

d : 防油堤 3 基分の横幅又は 2 基分の横幅 (m) ($160 \times 3 = 480\text{m}$ 又は $160 \times 2 = 320\text{m}$)

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 2 図に示す位置関係から算定した。

また、ボイラ用燃料貯蔵所等の火災における火炎は、第 3 表に示す評価条件から (1) 式により円筒形にモデル化を行う。

(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。

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

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

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。

$$E = \sum_{i=1}^6 \phi_i \times Rf \cdots (3)$$

E : 輻射強度 (W/m^2)

ϕ_i ($i=1 \sim 6$) : 第3図に示した各円筒火災の形態係数

Rf : 輻射発散度 (W/m^2)

ここで、輻射発散度 Rf は油種により決まるものであり、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、 $41 \text{ kW}/\text{m}^2$ と設定する。また、ボイラ用燃料貯蔵所等の油種は重油であることから、外部火災ガイドを参考として、輻射発散度を $23 \text{ kW}/\text{m}^2$ と設定する。

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、石油備蓄基地火災では、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} : 火災からの輻射 (危険輻射強度) (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⁽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 : ステファン-ボルツマン定数 ($\text{W}/\text{m}^2 \text{K}^4$)

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_{c_a} : 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。

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

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

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

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

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

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

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

(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。)

(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 ($\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$)

T_c : 壁面温度 (許容温度) (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)

(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。)

- 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 / s²)

第4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) ボイラ用燃料貯蔵所等の火災の評価 (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。

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

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) ($\alpha = \lambda / (\rho \times c)$)

λ : コンクリート熱伝導率 (W / m K)⁽⁵⁾

ρ : コンクリート密度 (k g / m³)

c : コンクリート比熱 (J / k g K)⁽⁵⁾

$\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x)$ ($\operatorname{erf}(x)$: 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。なお，燃焼時間は燃焼速度及び重油の貯蔵量から求める。計算条件を第5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)

t : 燃焼時間 (s)

(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。ガラス固化体貯蔵建屋は，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，石油備蓄基地から廃棄物管理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以下となり，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うことはない。

ボイラ用燃料貯蔵所等の火災における熱影響評価結果を第7表及び第8表に示す。ガラス固化体貯蔵建屋及びガラス固化体貯蔵建屋B棟は，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，建屋内の外部火災防護対象施設の安全性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、石油備蓄基地火災における評価対象であるガラス固化体貯蔵建屋（輻射強度 1.5 kW/m^2 ，離隔距離 $1,470 \text{ m}$ ）と森林火災における評価対象であるガラス固化体貯蔵建屋B棟（輻射強度 0.64 kW/m^2 ，離隔距離 289 m ）の輻射強度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熱影響が大きいガラス固化体貯蔵建屋B棟を重畳の評価対象とする。

(1) 石油蓄基地火災及び森林火災の重畳による影響評価

ガラス固化体貯蔵建屋B棟については、火炎からの輻射強度による外壁表面温度が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施設の安全性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。ガラス固化体貯蔵建屋B棟の評価条件を第9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 森林火災による設計対処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6表に示す。

ガラス固化体貯蔵建屋B棟は、外壁表面温度が 150°C となり、コンク

リートの許容温度以下となることから，建屋内の外部火災防護対象施設の安全性を損なわない。

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) 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) 日本建築学会. 原子炉建屋構造設計指針 同解説. 1988.
- (6) 国立天文台. 平成26年 理科年表 第87冊. 2013-11-30.
- (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.

第1表 石油備蓄基地及びボイラ用燃料貯蔵所等から評価対象までの離隔距離

評価対象	石油備蓄基地からの離隔距離 (m)	ボイラ用燃料貯蔵所からの離隔距離 (m)	ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所からの離隔距離 (m)
ガラス固化体貯蔵建屋	1,470*	187	728*
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	1,500	130*	783

* : 評価対象。

第2表 輻射強度の計算結果

評価対象	石油備蓄基地からの輻射強度 (kW/m ²)	ボイラ用燃料貯蔵所からの輻射強度 (kW/m ²)	ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所からの輻射強度 (kW/m ²)
ガラス固化体貯蔵建屋	1.5	—	—
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	—	0.21	—

第3表 重油タンクの火災における評価条件

重油タンク	防油堤幅 (m)	防油堤奥行 (m)	貯蔵量 (m ³)
ボイラ用燃料受入れ・貯蔵所	31.6	65	4,327
ボイラ用燃料貯蔵所	11	22	300

第4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
ステファーン-ボルツマン定数	σ	5.670×10^{-8} ⁽⁶⁾	W/m ² K ⁴	
重力加速度	g	9.807 ⁽⁶⁾	m/s ²	
壁面温度 (許容温度)	T_c	200 ⁽¹⁾	°C	
大気側温度	T_a	29*1	°C	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 ⁽⁷⁾	kW/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	7.285	m	設計値より設定

*1：計算においては、絶対温度に換算。

第5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
コンクリート熱伝導率	λ	1.74	W/mK
コンクリート密度	ρ	2,150	kg/m ³
コンクリート比熱	C_p	963	J/kgK

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)
ガラス固化体貯蔵建屋	1,470	1.5	2.3

第7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8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

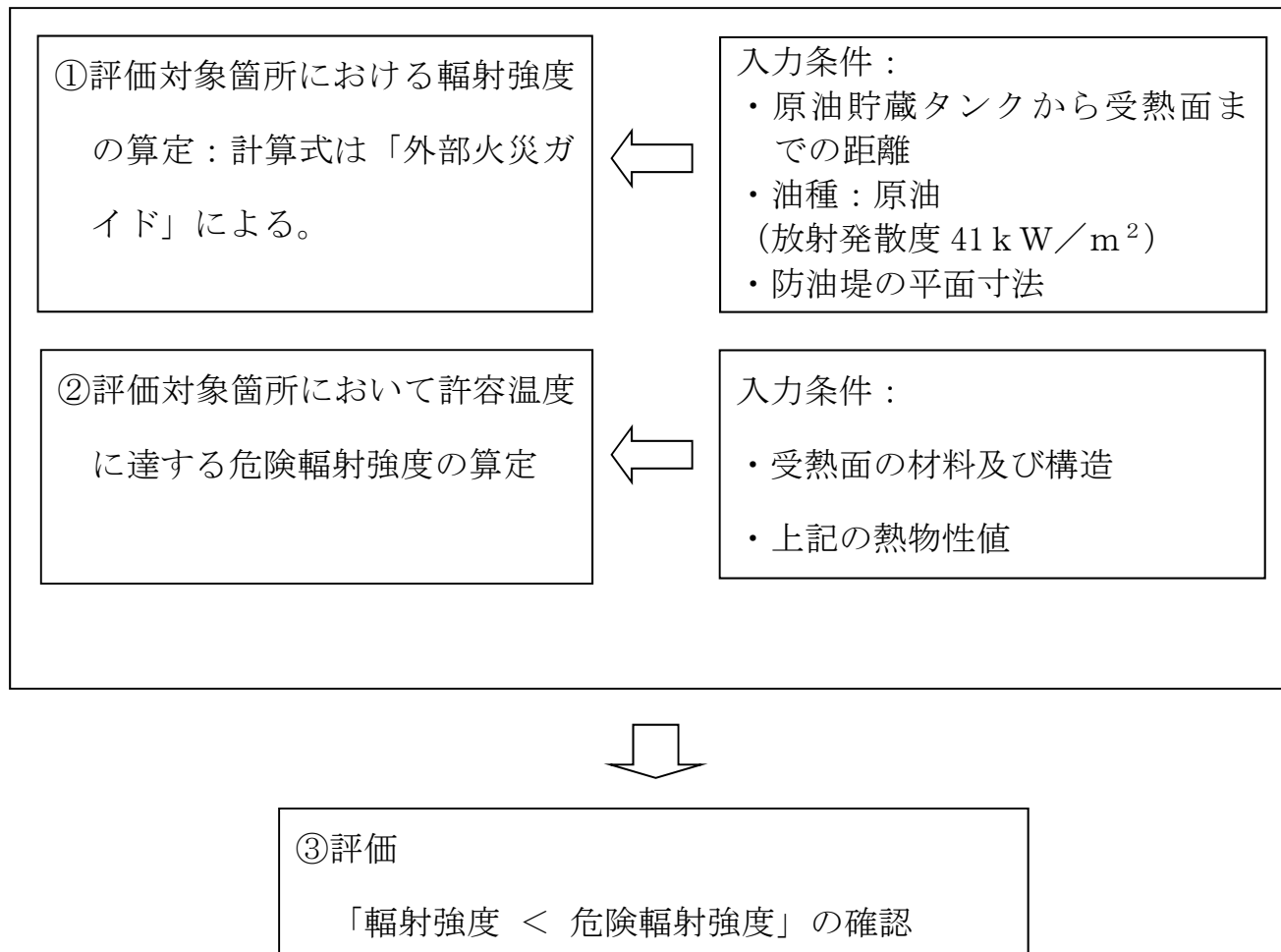
第9表 ガラス固化体貯蔵建屋B棟の重畳評価における熱影響評価条件

項目	記号	数値	単位	備考
ステファーン-ボルツマン定数	σ	5.670×10^{-8} ⁽⁶⁾	$W/m^2 K^4$	
重力加速度	g	9.807 ⁽⁶⁾	m/s^2	
壁面温度 (許容温度)	T_c	200 ⁽¹⁾	°C	
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	kW/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	7.285	m	設計値より設定

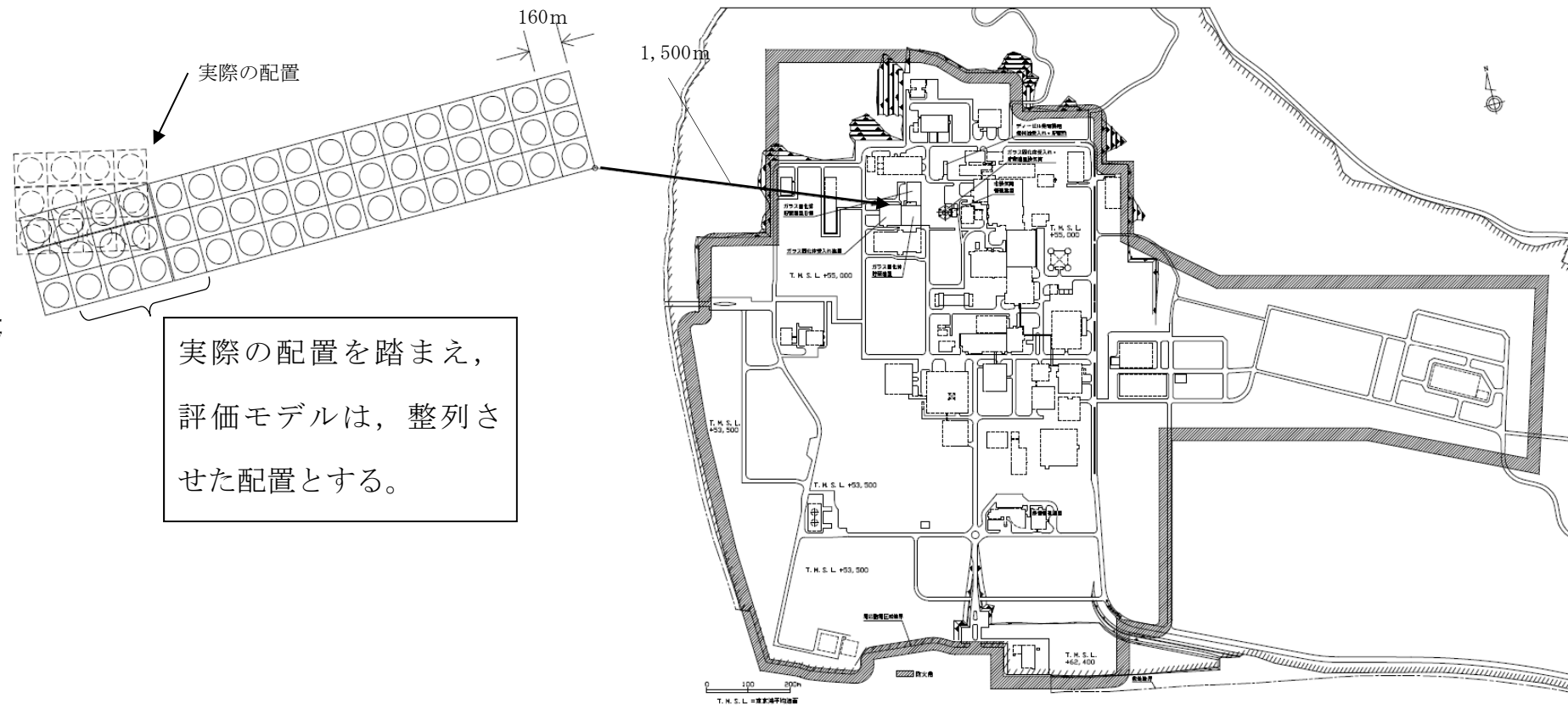
* 1 : 計算においては、絶対温度に換算。

第 10 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

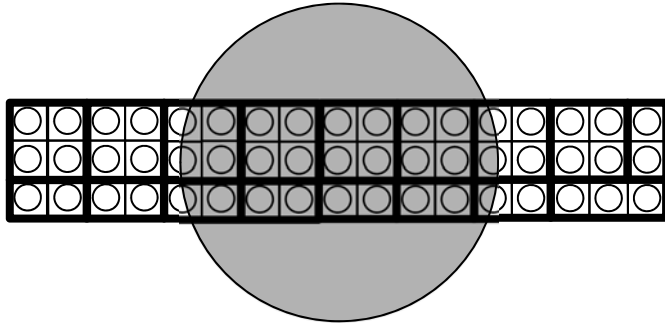
評価対象	石油備蓄基地からの離隔距離 (m)	外壁表面温度 (°C)	コンクリート許容温度 (°C)
ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟	1,500	150	200



第1図 石油備蓄基地火災に関する検討手順

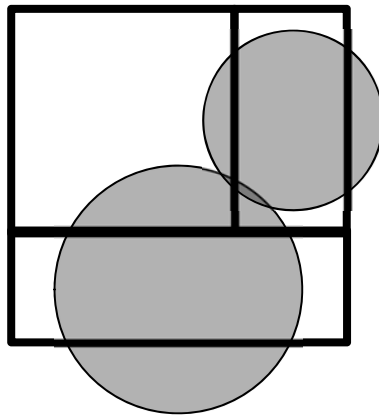


第2図 評価対象及び石油備蓄基地の位置関係



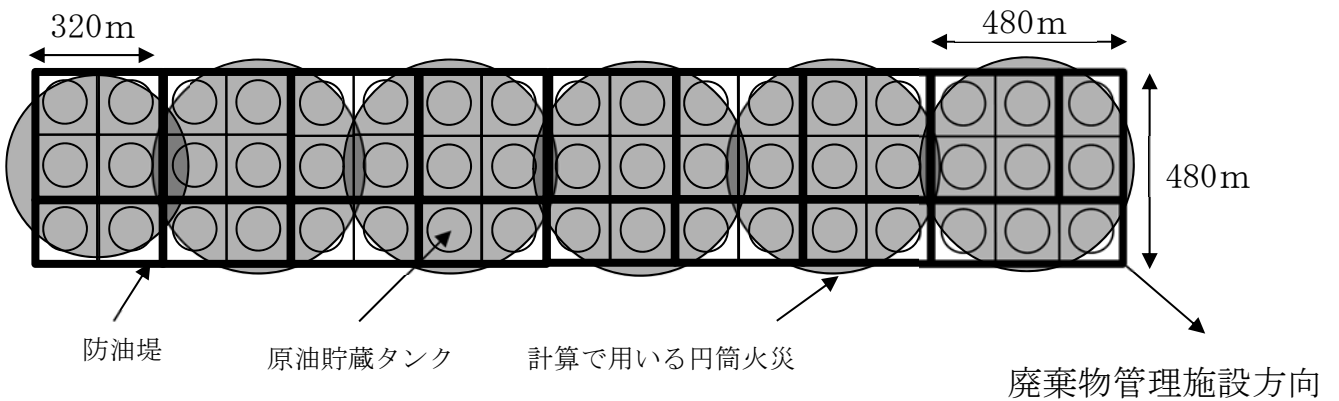
想定する防油堤内火災の燃焼形態とモデルの燃焼形態の乖離が大きく、非現実的な円筒火災モデルとなる。

<全防油堤の面積を一つの円筒火災モデルとする場合>



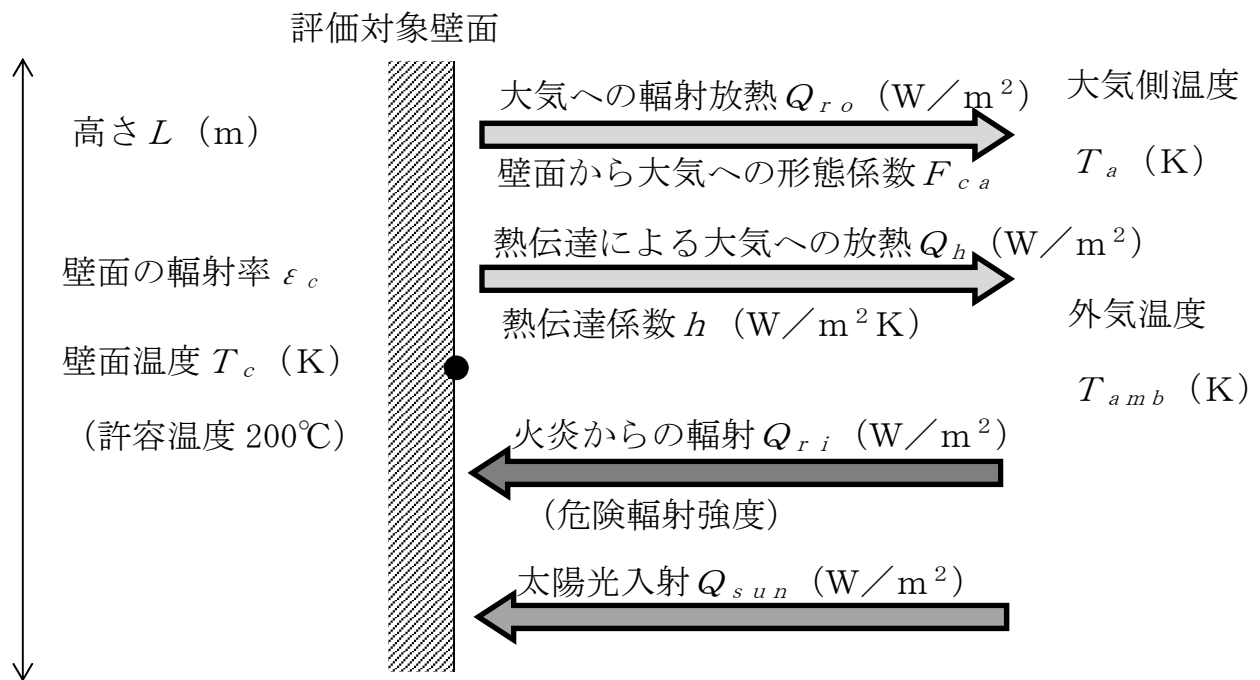
3列1行や2行1列で設置された防油堤については、想定する防油堤内火災の燃焼形態との間に乖離がある。

<防油堤単位で円筒火災モデルとする場合>

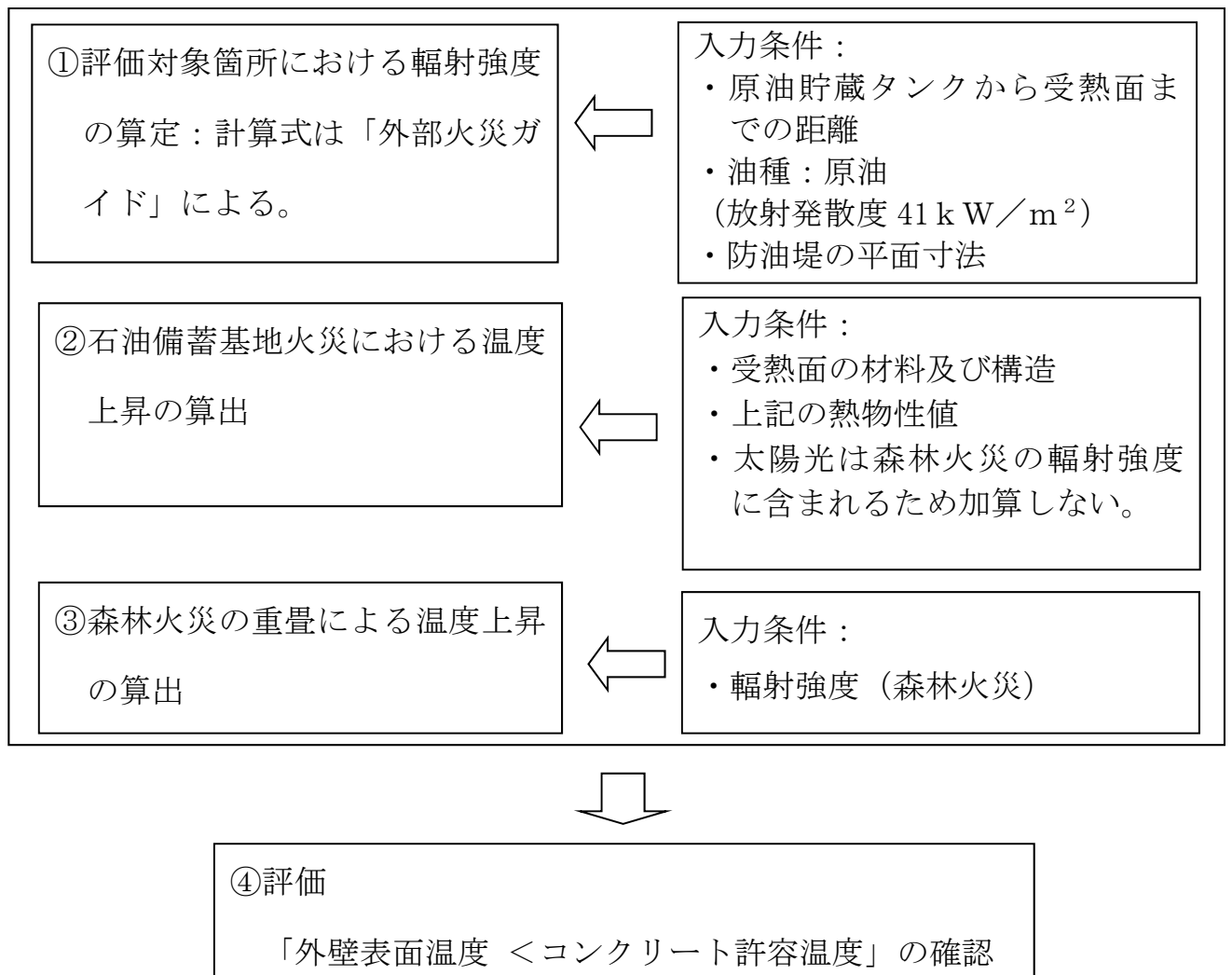


<評価で使用する円筒火災モデル>

第3図 円筒火災モデル



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

令和 2 年 3 月 17 日 R 1

補足説明資料 5 - 2 (8 条 外部火災)

別紙 1

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、火炎筒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

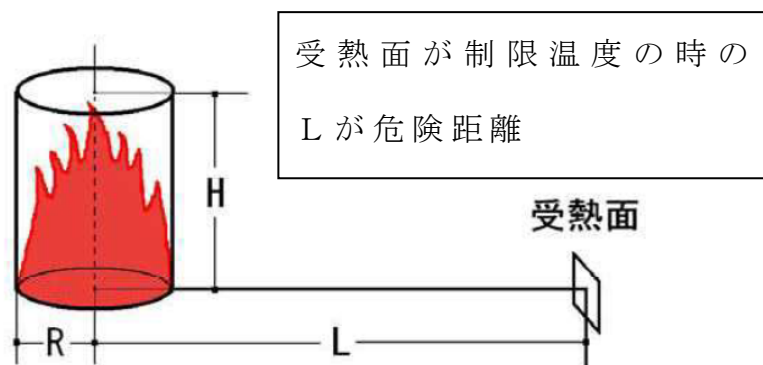


図 1 外部火災ガイド抜粋

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、火炎筒モデルも複数設定している。複数の火炎筒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、各火炎筒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、火炎筒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。

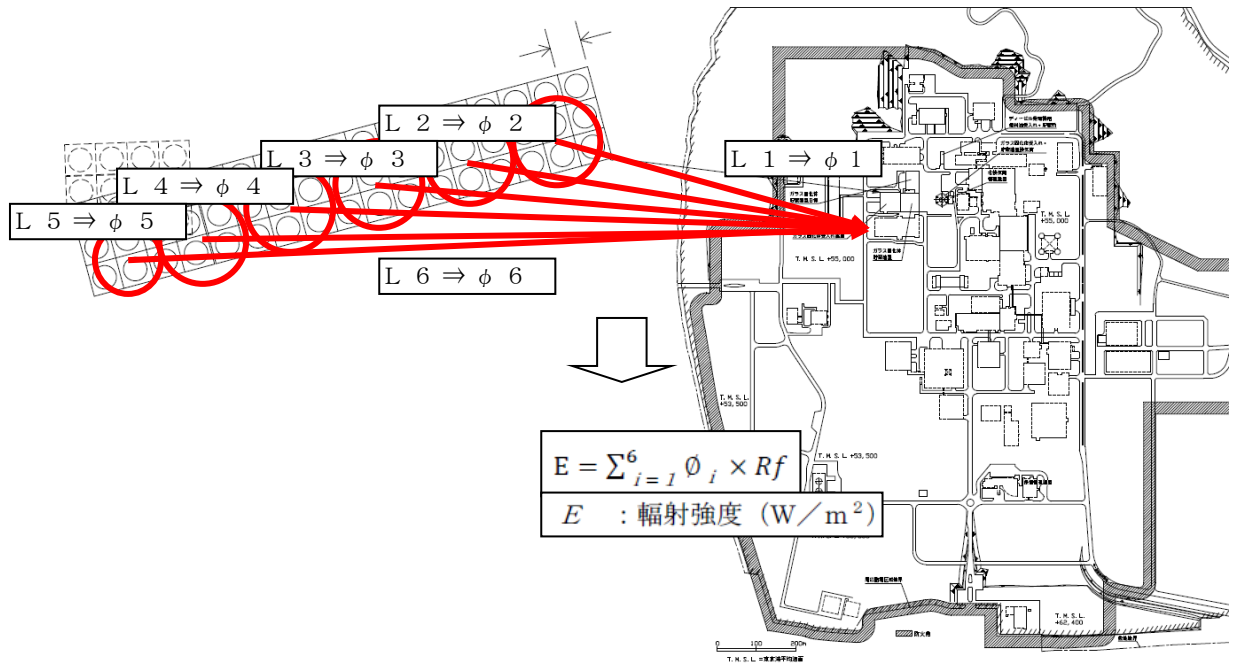


図 2 火炎筒モデルからの離隔距離及び輻射強度

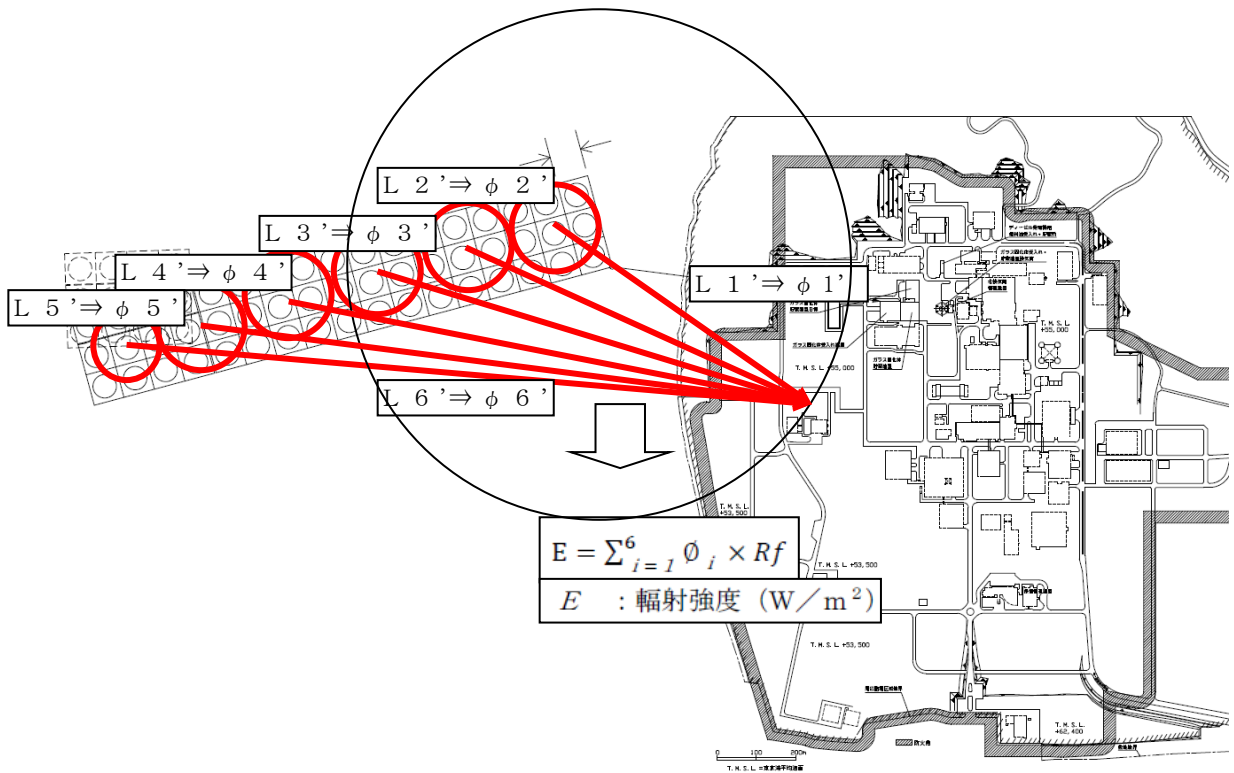


図 3 評価位置変更による離隔距離イメージ

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

以上より、危険放射強度を制限値として設定することで問題はない。

令和 2 年 3 月 17 日 R 3

補足説明資料 5 - 4 (8 条 外部火災)

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

1. 再処理施設の危険物タンク等の設計方針

再処理施設の精製建屋 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，爆発を防止する設計とすることを確認している。

2. MOX燃料加工施設の危険物タンク等の設計方針

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し，爆発を防止する設計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とすることを確認している。

3. 設計対処施設への影響について

再処理施設及びMOX燃料加工施設の危険物タンク等に対する設計方針を踏まえると，再処理施設及びMOX燃料加工施設の危険物タンク等は爆発にいたることはなく，設計対処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，再処理施設及びMOX燃料加工施設の危険物タンク等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，設計対処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，設計対処施設へ影響はない。

(1) 危険限界距離について

再処理施設及びMOX燃料加工施設の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1表から第5表に示す。評価の結果を第6表に示す。

設計対処施設は、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、設計対処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℃以上))
- W : 設備定数

第1表 ボイラ建屋 ポンベ置場の計算条件

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	888,000 (100°C以上の値)	—
設備定数	W	0.15	—

第2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	$\text{m} \cdot \text{k g}^{-1/3}$
プロパンの定数	K	888,000 (100°C以上の値)	—
設備定数	W	$(2,975)^{0.5*1}$	—

* 1 : ガス質量が1 t 以上のため、平方根の値を用いる。

第3表 精製建屋ボンベ庫の計算条件

項目	記号	数値	単位
換算距離	λ	14.4	$\text{m} \cdot \text{k g}^{-1/3}$
水素の定数	K	2,860,000	—
設備定数	W	0.056	—

第4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	$\text{m} \cdot \text{k g}^{-1/3}$
水素の定数	K	2,860,000	—
設備定数	W	0.025	—

第5表 高圧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6表 危険限界距離の評価結果

危険物タンク等	至近の設計対処施設	危険限界距離 (m)	離隔距離 (m)
ボイラ建屋 ボンベ置場	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	30	157
低レベル廃棄物処理建屋 プロパンボンベ庫	ガラス固化体貯蔵建屋	67	421
精製建屋ボンベ庫		32	443
還元ガス製造建屋		24	518
高圧ガストレーラ庫		55	538

(2) 爆発時の飛来物の影響について

再処理施設及びMOX燃料加工施設の危険物タンク等の爆発を想定したとしても、第1図に示す設計対処施設と危険物タンク等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。

令和 2 年 3 月 17 日 R 4

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、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」（以下「外部火災ガイド」という。）によらず、建屋外壁等で火災が発生することを評価の前提とすること、また、火災影響評価にあたってのモデル化の考え方については、外部火災ガイドを参考に評価を行い、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。

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. 航空機墜落地点は、建屋外壁等の設計対処施設への影響が厳しい地点とする。
- 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、「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。）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10km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。

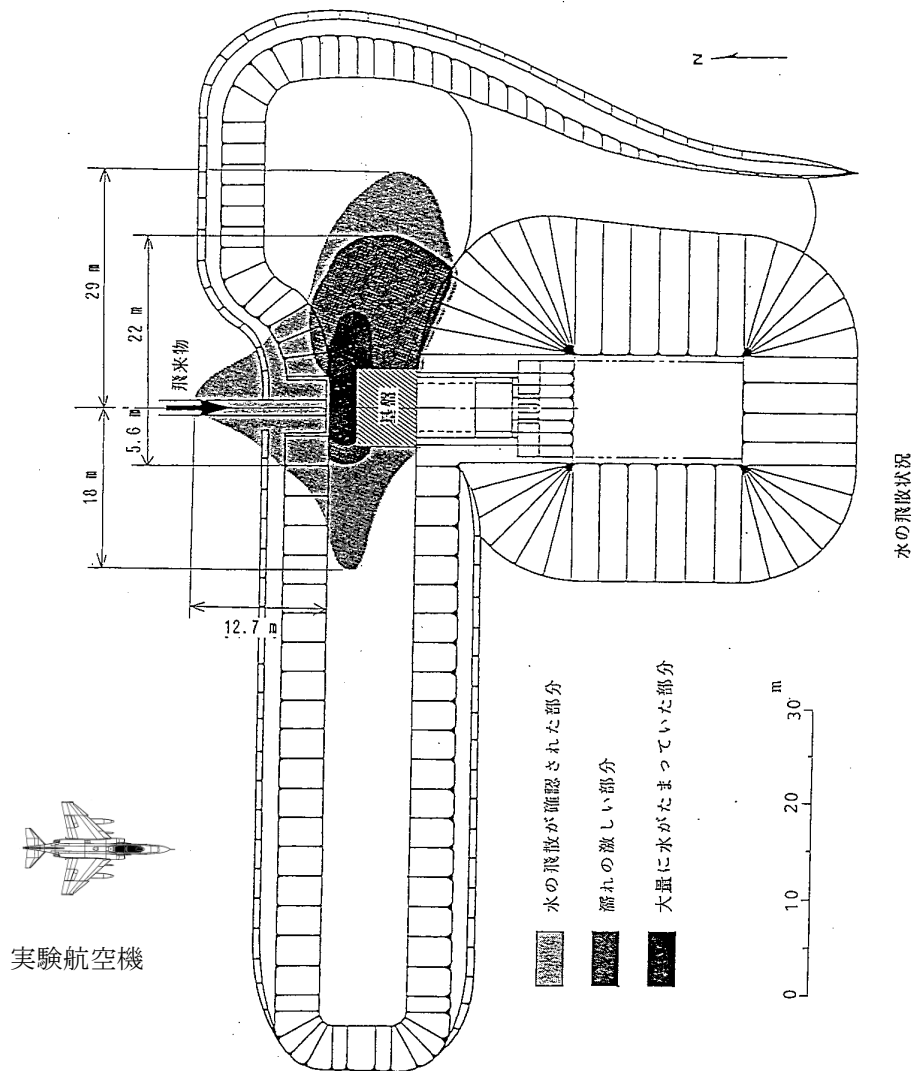
各航空機の燃料積載量を第2-1表に示す。

第2-1表 航空機の燃料積載量

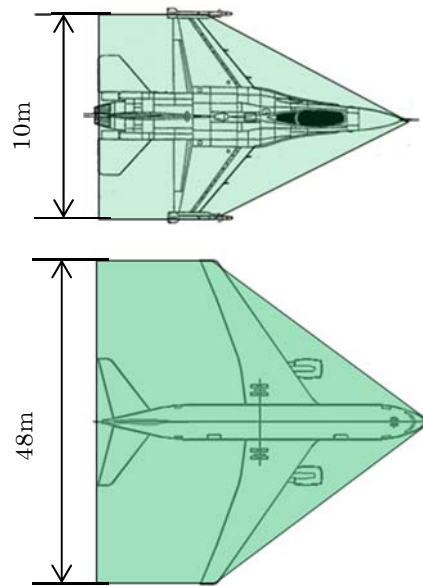
対象航空機	燃料積載量 (m ³)
KC-767	145.1 ⁽⁹⁾
F-2	10.4 ⁽²⁾⁽³⁾
F-16	9.8 ⁽¹⁾⁽³⁾
F-35	10.8 ⁽³⁾⁽⁴⁾

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、大量に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)

c. 計器飛行方式民間航空機の墜落による火災の想定について

廃棄物管理施設上に直行経路はないが、再処理事業所敷地内として直行経路があることから、計器飛行方式民間航空機の墜落による火災を想定する。

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ついては、航空機落下の発生確率評価の [1] 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。

$$P_c = \frac{f_c \times N_c \times A}{W} \dots [1]$$

P_c : 再処理事業所への巡航中の航空機落下確率 ; 1×10^{-7} (回/年)

A : 標的面積 (km^2)

W : 航空路幅 ; 14.816 (km) P_c : 再処理事業所への巡航中の航空

機落下確率（回／年）

N_c ：評価対象とする直行経路の年間飛行回数（1,825（飛行回／年）

（注1））

W ：航空路幅（14.816（k m）⁽⁵⁾

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

G_c ：巡航中事故件数（0.5（回）（注2））

H_c ：延べ飛行距離（11,256,599,138（飛行回・k m）^{(6) (7)}（注3））

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

（注2）事故件数は平成10年1月から平成29年12月の間0回^{(6) (8)}であるが、
厳しい評価となるように0.5回とした。

（注3）平成10年から平成29年における各暦年別の延べ飛行距離を合算
した値。

敷地外における外部火災については、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、最大の燃料積載量（約240m³）である機種⁽⁶⁾の火災を想定しても、
石油備蓄基地火災の規模を踏まえると、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。

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、廃棄物管理施設が再処理事業所内にあることを踏まえ再処理施設と同様に、離隔距離を想定しない航空機墜落による火災としてとらえ、建屋外壁等の設計対処施設への影響が厳しい地点とする。
また、航空機墜落事故として単独事象を想定する。

(2) 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。
- iii. 以上より形態係数は0.5とする。

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

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3-1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 ⁽⁹⁾加算する。

以上より輻射強度は約 30 kW/m^2 とする。

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

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3-1表 物質固有の輻射発散度

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

(単位は W/m^2 、かつこ内は $\text{kcal/m}^2\text{h}$)
「外部火災ガイド」より抜粋

(3) 燃焼時間

燃焼時間は、[4] 式より算出する。

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

燃焼範囲は航空機の投影面積を文献⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁴⁾⁽¹²⁾の図面から設定し、KC-767 は $1,500 \text{ m}^2$ 、F-2 は 110 m^2 、F-16 は 90 m^2 及び F-35 は 110 m^2 となる。

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

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

ここで、

t : 燃料時間 (s)

V : 燃料量 (m^3)

A : 燃焼範囲 (m^2)

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

(5) 熱影響評価の対象航空機

上記(1)から(3)を踏まえ、火災による熱影響評価の対象とする航空機については、再処理施設と同様に燃焼時間が長く熱影響が厳しいF-16を選定する。燃焼時間について、第3-2表に示す。

第3-2表 熱影響評価の対象航空機

対象航空機	燃焼面積 (m^2)	燃料積載量 (m^3)	燃焼速度 (m/s)	燃焼時間 (s)
<u>KC-767</u>	<u>約 1,500</u>	<u>145.1</u>	<u>8.0×10^{-5}</u>	<u>約 1,200</u>
<u>F-2</u>	<u>約 110</u>	<u>10.4</u>		<u>約 1,200</u>
<u>F-16</u>	<u>約 90</u>	<u>9.8</u>		<u>約 1,400</u>
<u>F-35</u>	<u>110</u>	<u>10.8</u>		<u>約 1,300</u>

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) 国土交通省. 航空輸送統計調査 年報 (平成 25 年-29 年).
- (8) 国土交通省. 運輸安全委員会. 報告書検索結果.
<http://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/aircraft/air-kensaku-list.php?sort=asc&by=o> (参照 2018-05-10)
- (9) 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.
- (10) 日本火災学会編. 火災便覧 新版, 共立出版, 1984.
- (11) 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.
- (12) 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 17 日 R 1

補足説明資料 6 - 1 (8 条 外部火災)

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

1. 調査方法の概要

現地において目視および飛行音で飛来状況を確認し、訓練飛行回数を計測するとともに当該訓練機種を判別を行う。

2. 当社の調査結果

2014年度から2018年度の調査結果を下表に示す。調査結果から、航空機墜落による火災の対象航空機としては、自衛隊機のF-2及び米軍機のF-16を選定する。

	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度
調査回数	10,452回	8,274回	5,477回	7,830回	5,951回
訓練回数	2万回	2万回	1万回	2万回	1万回
F-2及びF-16の出現割合	97.4%	98.7%	98.0%	97.4%	99.3%

令和 2 年 3 月 17 日 R 3

補足説明資料 6 - 2 (8 条 外部火災)

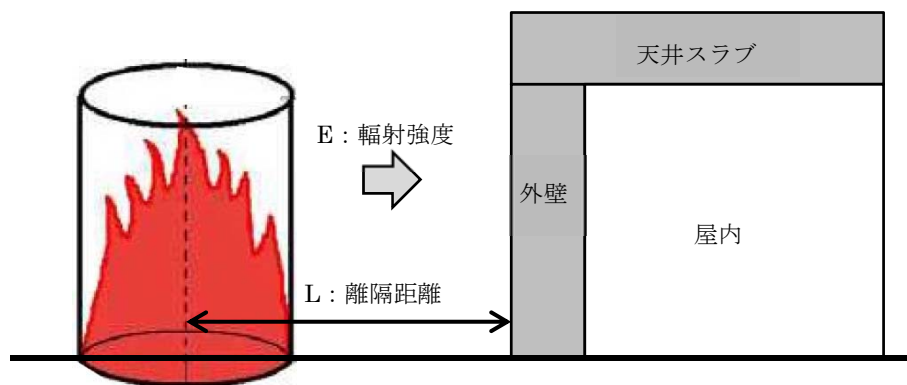
航空機落下による火災熱影響評価について

1. 航空機墜落による設計対処施設への熱影響評価

(1) 外部火災防護対象施設を収容する建屋の熱影響評価

a. 熱影響評価について

設計対処施設のうち外部火災防護対象施設を収容する建屋（以下、「対象建屋」という。）については、外壁の至近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。評価にあたっては、外壁を代表とし、より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、火災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。円筒火災モデルの概要を第1-1図に示す。



第1-1図 対象建屋の計算モデル

熱影響評価結果から、外壁の温度上昇により屋内の外部火災防護対象施設の安全性を損なわないことおよび建屋外壁が要求される機能を損なわないことを確認する。

対象建屋外壁の内部温度の時間変化は、表面熱流束一定の半無限固

体の熱伝導に関する [1] 式⁽¹⁾に基づき算出する。

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

ここで、

T : 外壁の内部温度 (°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) ($\alpha = \lambda / (\rho \times c)$)

λ : コンクリート熱伝導率 (W/mK)

ρ : コンクリート密度 (kg/m³)

c : コンクリート比熱 (J/kgK)

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

対象建屋外壁に対する熱影響評価の計算条件を第1-1表に示す。

第 1 - 1 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^{*2}	°C
燃焼時間	t	1,400	s
輻射強度	E	30^{*1}	k W / m ²
コンクリート熱伝導率	λ	$1.74^{(2)}$	W / m K
コンクリート密度	ρ	$2,150^{*3}$	k g / m ³
コンクリート比熱	c	$963^{(2)}$	J / k g K

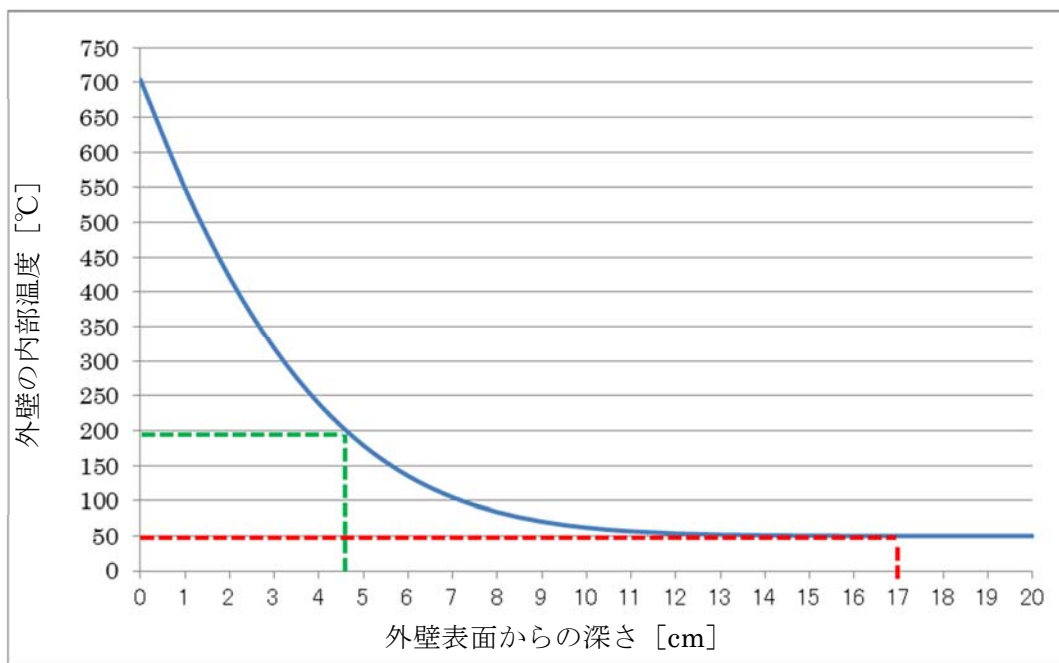
* 1 : 太陽光の入射を考慮し, 0.4 k W / m²を加算。

* 2 : 初期温度は, 室内の最高温度を踏まえ設定。

* 3 : 遮蔽設計の最小値 (使用前検査確認項目)

b. 熱影響評価の結果について

評価対象航空機である F - 16 の墜落による火災に対して対象建屋の外壁の熱影響評価の結果を第 1 - 2 図に示す。



第 1 - 2 図 建屋外壁を対象とした熱影響評価結果

評価の結果、外壁表面より約 17 c m で初期温度 (50°C) となり、入熱による影響がなくなることが分かる。これに対し、第 1 - 2 表に示すとおり、対象建屋の最小外壁厚は 17 c m 以上であることから、屋内に設置する外部火災防護対象施設の安全性は損なわれない。

さらに、別途想定した航空機については、燃焼時間が F - 16 より短時間であるため、F - 16 の結果に包含される。

第 1 - 2 表 対象建屋の最小外壁厚

建屋名	最小外壁厚
ガラス固化体貯蔵建屋	約 45cm
ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟	約 45cm

また、内部温度は外壁表面から深さ約 5 c m の領域においてはコンクリートの許容温度 200⁽³⁾ °C 以上となる。

日本建築学会「建物の火害診断および補修・補強方法指針・同解説」及び「構造材料の耐火性ガイドブック」を参考に鉄筋コンクリートの影響を想定すると、外壁の表層部分のコンクリートひび割れ、外壁表面から深さ約 5 c m 未満までのコンクリート強度低下が想定される。また、鉄筋では受熱温度が 500~600°C 以下であれば加熱冷却後の残存強度は受熱前強度と同等であるとされていることに対し、鉄筋位置は表面から 5 c m 以上内側 (設計かぶり厚さ：外壁 6 c m、屋根 5 c m) にあることから、鉄筋に影響を及ぼすことはない想定される。

これらを踏まえ、建屋外壁に要求される機能と想定される損傷を考慮した影響評価を実施した結果を第 1 - 3 表に示すとおりであり、建屋外

壁が要求される機能を損なわない。

第1 - 3表 建屋外壁への要求機能と影響評価

要求機能	内容	影響評価
<u>支持機能</u>	<u>主要設備・機器を支持する機能</u>	<u>外壁表面の損傷のみであり、主要設備等の支持機能に影響はない。</u>
<u>波及的影響の防止機能</u>	<u>破損、落下又は転倒により、設備・機器の機能を阻害しない機能</u>	<u>コンクリートの表面損傷程度であり、設備・機器への物理的な波及的影響はない。</u>

c. 建屋全体の支持機能について

想定される損傷を考慮した場合においても、建屋全体の支持機能が維持されることを、以下の方法にて確認する。

また、評価結果を第1-4表及び第1-5表に示す。

- ・ 損傷範囲は長辺方向の外壁一面の深さ5cmとする。
- ・ 損傷範囲を減じた軸断面積 A' にて支持重量 W を支えられることを軸応力度 σ (W/A') とコンクリートの許容圧縮応力度 f_c の比較により確認する。

第1-4表 ガラス固化体貯蔵建屋の損傷後の軸応力評価結果

地上高さ	支持重量	軸断面積		軸 応力度	許容 応力度	断面 裕度
	W	A	A'	σ	f_c	α
m	kN	m ²	m ²	N/mm ²	N/mm ²	$1 < \alpha$
6~14	79290	176.84	174.49	0.45	9.8	21
0~6	122290	185.29	182.94	0.67	9.8	14

第1-5表 ガラス固化体貯蔵建屋B棟の損傷後の軸応力評価結果

地上高さ	支持重量	軸断面積		軸 応力度	許容 応力度	断面 裕度
	W	A	A'	σ	f_c	α
m	kN	m ²	m ²	N/mm ²	N/mm ²	$1 < \alpha$
6~14	55910	144.77	142.42	0.39	9.8	24
0~6	93750	146.61	144.26	0.65	9.8	15

以上より、建物全体の支持機能が損なわれないことを確認した。

d. 天井スラブの評価について

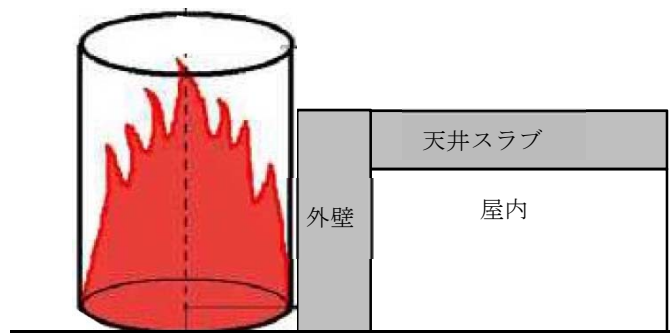
天井スラブの評価は以下の理由により、外壁の評価に包含される。

i. 火炎長が天井スラブより低い場合、天井スラブに輻射熱を与えないことから熱影響はない。

ii. 火炎長が天井スラブより高い場合、天井スラブに輻射熱を与えるが、離隔距離が大きくなることから、その輻射熱は外壁に与える輻射熱より小さい。

iii. 火炎からの離隔距離が等しいとした場合においても、垂直面（外壁）と水平面（天井スラブ）の形態係数は、垂直面の方が大きいことから、その輻射熱は外壁に与える輻射熱より小さい。

天井スラブへの熱影響概念図を第1-3図に示す。



第1-3図 天井スラブへ熱影響概念図

なお、対象建屋の最小スラブ厚は15cm以上であり、第1-2図に示すとおり初期温度（50℃）程度となること、また、上記理由を

踏まえると屋内に設置する外部火災防護対象施設の安全機能は損な
われない。

参考文献

- (1) 日本建築学会. 原子炉建屋構造設計指針 同解説. 1988.
- (2) 日本建築学会. 原子炉建屋構造設計指針 同解説. 1988.
- (3) 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.
- (4) 財団法人日本建築センター. 建築火災のメカニズムと火災安全設計

令和 2 年 3 月 17 日 R 4

補足説明資料 6 - 3 (8 条 外部火災)

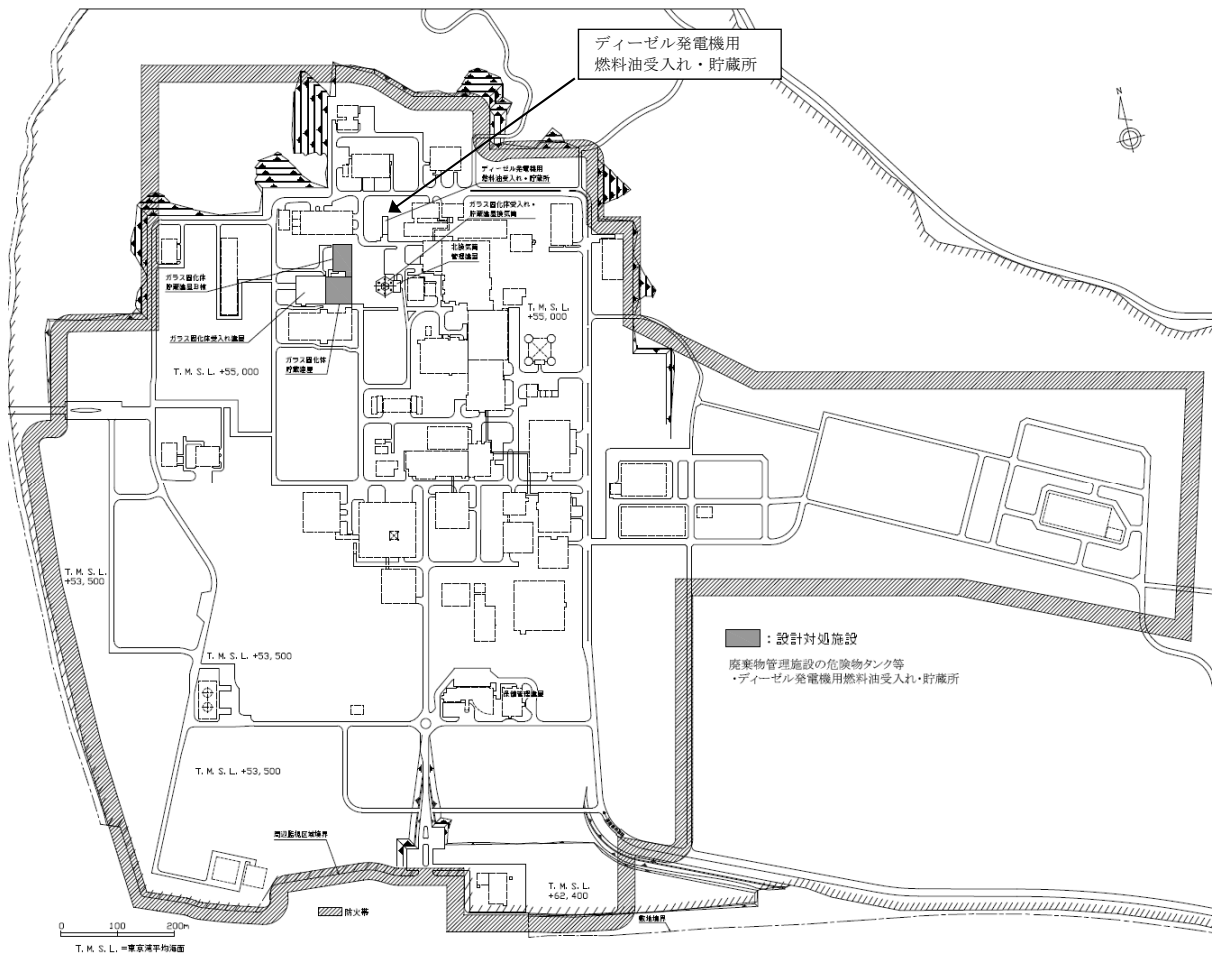
航空機墜落による火災との危険物タンクの火災の重畳について

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) 危険物タンク火災

航空機墜落火災に対する危険物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、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・貯蔵所が航空機墜落により火災を発生させることを想定する。第1－2表に、ディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所との離隔距離を示す。

航空機が危険物タンク等に直撃し、危険物および航空機燃料による重畳火災を想定したとしても、設計対処施設との間には第1－2表に示す離隔距離があることから、離隔距離が最も短いディーゼル発電機用燃料油受入れ・貯蔵所の重畳火災により、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は $2\text{ kW}/\text{m}^2$ 程度であり、設計対処施設の直近で航空機墜落による火災を想定した場合の輻射強度 ($30\text{ kW}/\text{m}^2$) よりも小さく、設計対処施設の直近における航空機墜落による火災評価に包含される。

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)
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

令和 2 年 3 月 17 日 R 1

補足説明資料 1 1 - 1 (8 条 外部火災)

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)

表 設計基準に係る運用対策等 (1/2)

事業指定基準 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第八条 外部からの衝撃による損傷の防止 (外部火災)	防火帯の維持・管理	運用・手順	・防火帯上への駐車禁止等の措置, 防火帯のパトロール
		体制	・担当課による防火帯の維持・管理
		保守・点検	・防火帯の維持・管理
		教育・訓練	・火災防護に関する教育 (防火帯の目的, 点検・維持)
	植生の維持・管理	運用・手順	・敷地内外のパトロール, 植生の維持・管理
		体制	・担当課による植生の維持・管理
		保守・点検	・解析で想定した植生の維持・管理
		教育・訓練	・火災防護に関する教育 (植生の維持・管理の目的, 点検・維持)
	知見の収集 (敷地周辺の植生及び立地条件)	運用・手順	・外部火災影響評価ガイドを参考に, 外部火災影響評価を行う。
		体制	・担当課による外部火災影響評価
		保守・点検	—
		教育・訓練	・火災防護に関する教育
	知見の収集 (石油コンビナート等の新設, 離隔距離, 貯蔵容量)	運用・手順	・外部火災ガイドを参考に, 外部火災影響評価を行う。
		体制	・担当課による外部火災影響評価
		保守・点検	—
		教育・訓練	・火災防護に関する教育
	知見の収集 (航空路等の変更)	運用・手順	・外部火災ガイドを参考に, 外部火災影響評価を行う。
		体制	・担当課による外部火災影響評価
		保守・点検	—
		教育・訓練	・火災防護に関する教育

表 設計基準に係る運用対策等（2/2）

事業指定基準 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
<p>第八条 外部からの衝 撃による損傷 の防止 (外部火災)</p>	<p>初期消火 活動要員 による初 期消火活 動</p>	<p>運用・手順</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・火災発生現場の確認，中央制御室への連絡 ・消火器，消火栓を用いた消火活動及び化学消防自動車，水槽付消防ポンプ自動車を用いた消火活動
		<p>体制</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・自衛消防隊
		<p>保守・点検</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・化学消防自動車及び水槽付消防ポンプ自動車の点検 ・消火設備（消火器，消火栓等）の点検 ・消防用資機材（防火服，空気呼吸器等）の点検 ・故障時の補修
	<p>教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・初期消火対応要員の力量を維持するための教育，訓練 ・自衛消防隊に対する消火訓練，資機材取扱訓練 ・外部機関（海上災害防止センター等）での消火訓練 等 	
	<p>自衛消防 隊への連 絡</p>	<p>運用・手順</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・通報連絡責任者等による自衛消防隊への連絡
		<p>体制</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・自衛消防隊への連絡
		<p>保守・点検</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・通報設備の点検
		<p>教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・火災防護に関する教育 ・消防要員等による総合的な初期消火訓練
	<p>公的消防 への通報</p>	<p>運用・手順</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・火災発見者，当直長による公的消防への通報
		<p>体制</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・自衛消防隊
		<p>保守・点検</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・通報設備の点検
	<p>教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・火災防護に関する教育（公的消防への通報） 	
	<p>保守・点 検の対応</p>	<p>保守・点検</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・廃物管理施設の点検
		<p>教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・補修に関する教育・訓練