

本資料のうち、枠組みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所工事計画審査資料	
資料番号	工認-053 改 13
提出年月日	平成 30 年 6 月 28 日

V-1-1-2-5 外部火災への配慮に関する説明書

外部火災への配慮に関する説明書は、以下の資料により構成されている。

- V-1-1-2-5-1 外部火災への配慮に関する基本方針
- V-1-1-2-5-2 外部火災の影響を考慮する施設の選定
- V-1-1-2-5-3 外部火災防護における評価の基本方針
- V-1-1-2-5-4 外部火災防護に関する許容温度設定根拠
- V-1-1-2-5-5 外部火災防護における評価方針
- V-1-1-2-5-6 外部火災防護における評価条件及び評価結果
- V-1-1-2-5-7 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計

V-1-1-2-5-1 外部火災への配慮に関する基本方針

目次

1. 概要.....	3
2. 外部火災防護に関する基本方針.....	3
2.1 基本方針.....	3
2.2 適用規格及び適用基準.....	7

1. 概要

本資料は、発電用原子炉施設の外部火災防護設計が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第7条及びその「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に適合することを説明し、技術基準規則第54条及びその解釈に規定される「重大事故等対処設備」を踏まえた重大事故等対処設備への配慮についても説明するものである。

2. 外部火災防護に関する基本方針

2.1 基本方針

発電用原子炉施設の外部火災防護設計は、外部事象防護対象施設について外部火災により安全機能を損なうおそれがないこと及び安全性を損なうおそれがある場合は防護措置その他の適切な措置を講じなければならないこと、重大事故等対処設備については外部火災により重大事故等時に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、技術基準規則に適合するように設計する。

外部事象防護対象施設は、防火帯の設置、建屋による防護、離隔距離の確保による防護を行うことで、安全機能を損なわない設計とする。

外部火災の影響については、保安規定に定期的な評価の実施を定めることにより評価する。

想定される外部火災において、火災・爆発源を発電所敷地内及び敷地外に設定し、外部事象防護対象施設に係る温度や距離を算出し、これらによる影響評価を行い、最も厳しい火災・爆発が発生した場合においても安全機能を損なうおそれがない設計とする。

外部火災による二次的影響（ばい煙）、外部火災起因を含む有毒ガスの影響、爆発による飛来物の影響についても評価を行い、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがない設計とする。

発電所敷地内の火災・爆発源としては、森林火災、発電所敷地内に設置する屋外の危険物タンク、危険物貯蔵所、常時危険物を貯蔵する一般取扱所、危険物を搭載した車両及び危険物を内包する貯蔵設備以外の設備（以下「危険物貯蔵施設等」という。）の火災・爆発、航空機墜落による火災及び発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による火災が同時に発生した場合の重畳火災を想定する。

発電所敷地外の火災・爆発源としては、近隣の産業施設の火災・爆発、発電所近くを通る燃料輸送車両の火災・爆発及び発電所近くを航行する船舶の火災・爆発を想定する。

建屋内に設置する外部事象防護対象施設は、建屋にて防護することから建屋の評価を行い、屋外の外部事象防護対象施設は、当該施設を評価する。評価結果が満足しない場合は、防護措置として適切な処置を講じるものとする。

津波防護施設は、森林火災から広範囲に影響を受ける可能性があることから、森林火災を想定し、津波防護施設の各部位（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁温度、止水ジョイント部鋼製防護部材及び防潮扉）の評価を行う。また、その他の津波防護施設の近くで発生する可燃物物品の火災は、影響範囲が局所的であることから、消火活動及び補修による処置を講じるものとする。

外部火災評価においては、発電所に最も厳しい火災・爆発が発生した場合を想定し、評価を行う。

2.1.1 外部火災より防護すべき施設

外部火災より防護すべき施設は、V-1-1-2-1-1「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「2.3 外部からの衝撃より防護すべき施設」に従い、外部事象防護対象施設及び重大事故等対処設備とする。

2.1.2 外部火災より防護すべき施設の設計方針

(1) 外部事象防護対象施設の設計方針

森林火災については、外部事象防護対象施設を内包する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度が許容温度（200℃）となる危険距離及び屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度（排気筒及び放水路ゲート駆動装置外殻の表面温度325℃、非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。））」という。）の流入空気温度53℃、残留熱除去系海水系ポンプの冷却空気温度70℃、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ」という。）の冷却空気温度60℃）となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災及び航空機墜落による火災については、外部事象防護対象施設を内包する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度及び屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足する設計とする。ただし、評価対象施設等のうち、津波の流入を防ぐための閉止機能を有している放水路ゲートについては、航空機墜落を起因として津波が発生することはないこと及び放水路ゲートは大量の放射性物質を蓄えておらず、原子炉の安全停止（炉心冷却を含む。）機能を有していないため、航空機墜落による火災評価は実施しない。また、発電所敷地内において、燃料補充用のタンクローリ火災が発生した場合の影響については、燃料補充時は監視人が立会を実施することを保安規定に定め、万一の火災発生時は速やかに消火活動が可能である体制であることから、外部事象防護対象施設への影響を与えることはない。

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の爆発については、ガス爆発の爆風圧が0.01MPaとなる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による火災が同時に発生した場合の重畳火災については、外部事象防護対象施設を内包する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度及び屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足する設計とする。

外部事象防護対象施設等が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度の設定根拠は、V-1-1-2-5-4「外部火災防護に関する許容温度設定根拠」に示す。

外部火災より防護すべき施設のうち、外部火災の影響について評価を行う施設（以下「外部火災の影響を考慮する施設」という。）の選定については、V-1-1-2-5-2「外部火災の影響を考慮する施設の選定」に示す。

森林火災については、延焼防止を目的とした設置（変更）許可申請において示した防火帯（約23 m）を敷地内に設ける設計とし、防火帯をより有効に機能させるため、熱感知カメラ及び警報による早期の火災覚知、防火帯近傍への消火栓の設置等の対策を講じ、防火帯付近の予分散水活動（飛び火を抑制する効果を期待）を行うものとする。また、危険距離の算出については、防火帯の外縁（火災側）付近における火炎輻射強度等（建屋評価においては444 kW/m²、その他評価においては442 kW/m²）を用いる。

発電所敷地外の火災である近隣の産業施設の火災については、発電所敷地外10 km以内に石油コンビナートは存在しないため、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがない。また、発電所敷地外10 km以内の産業施設、燃料輸送車両及び発電所近くを航行する船舶の火災については、外部事象防護対象施設を内包する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所）の表面温度が許容温度となる危険距離及び屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

発電所敷地外の半径10 km以内の産業施設、燃料輸送車両及び発電所近くを航行する船舶の爆発については、ガス爆発の爆風圧が0.01 MPaとなる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。また、ガス爆発による容器破損時に破片の最大飛散距離を算出し、最大飛散距離を上回る離隔距離を確保する設計、又は飛来物の衝突時においても、外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計とする。

外部火災による二次的影響（ばい煙）による影響については、侵入を防止するため適切な防護対策を講じることで、外部事象防護対象施設の安全機能を損なうおそれがない設計とする。

外部火災を起因とするばい煙が発生した場合には、外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）に対するばい煙の侵入を防止するため、フィルタを設置する設計とする。

外部火災を起因とするばい煙が発生した場合には、外気を直接設備内に取り込む屋内設置機器（非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）に対してもばい煙の侵入を防止するため、フィルタを設置する設計、又はばい煙が侵入したとしても機器の損傷、閉塞を防止するため、ばい煙が流路に溜まりにくい構造とする設計とする。

外部火災を起因とするばい煙の発生により外気を取り込む屋外設置機器（残留熱除去系海水系ポンプ、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ）に対してもばい煙の侵入による機器の損傷を防止するため、機器本体を全閉構造とする設計、又はばい煙が侵入したとしても機器の損傷、閉塞を防止するため、ばい煙

が流路に溜まりにくい構造とする設計とする。

外部火災起因を含む有毒ガスが発生した場合には、室内に滞在する人員の居住性を確保するために外気をシャ断するダンパの設置、建屋内の空気を閉回路循環運転させることにより、有毒ガスの侵入を防止する設計とする。

主要道路、鉄道路線、船舶及び石油コンビナート施設は離隔距離を確保することで事故等による火災に伴う発電所への有毒ガスの影響がない設計とする。

なお、ばい煙及び有毒ガスに対する具体的な設計については、V-1-1-2-5-7「二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計」に示す。

(2) 重大事故等対処設備の設計方針

屋内の重大事故等対処設備についてはこれらを内包する建屋にて防護し、屋外の重大事故等対処設備については必要な機能を損なうおそれがないよう、位置的分散を図る。具体的な位置的分散については、V-1-1-6「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に示す。

2.1.3 津波防護施設の設計方針

津波防護施設については、発電所を囲むよう設置しているため、森林火災から広範囲に影響を受ける可能性があることを踏まえ、森林火災を想定し、津波防護施設の各部位（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁温度、止水ジョイント部鋼製防護部材及び防潮扉）の許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。また、保安規定に植生管理（隣接事業所を含む）により必要となる離隔距離を維持することを定め管理することで津波防護施設の機能を維持する設計とする。

その他の津波防護施設の近くで発生する可燃物物品の火災は、影響範囲が局所的であることから、消火活動及び補修により防護する設計とする。

2.1.4 外部事象防護対象施設の評価方針

屋内に設置する外部事象防護対象施設は、建屋にて防護することから建屋にて評価を行い、屋外の外部事象防護対象施設は当該施設を評価する。

外部火災影響評価は、火災・爆発源ごとに危険距離又は危険限界距離を算出し離隔距離と比較する方法と、建屋表面温度及び屋外の外部事象防護対象施設の温度（排気筒及び放水路ゲート駆動装置外殻の表面温度、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の流入空気温度、残留熱除去系海水系ポンプの冷却空気温度、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの冷却空気温度）を算出し許容温度と比較する方法を用いる。

外部火災における評価方針をV-1-1-2-5-3「外部火災防護における評価の基本方針」に示す。

火災・爆発源ごとの森林火災をはじめとする評価方針は、V-1-1-2-5-5「外部火災防護における評価方針」に示す。

火災・爆発源ごとの森林火災をはじめとする評価条件及び評価結果は、V-1-1-2-5-6「外部火災防護における評価条件及び評価結果」に示す。

2.2 適用規格及び適用基準

適用する規格としては、最新の規格基準を含め技術的妥当性及び適用性を示した上で適用可能とする。

適用する指針等を以下に示す。

- (1) 「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（原規技発第13061912号（平成25年6月19日原子力規制委員会制定））」（原子力規制委員会）
- (2) 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成2年8月30日原子力安全委員会）
- (3) 「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（内規）」（平成21・06・25原院第1号）
- (4) 「石油コンビナートの防災アセスメント指針」（平成25年3月 消防庁特殊災害室）
- (5) 「原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計」（平成19年12月25日財団法人 日本建築センター）「伝熱工学」機械学会（2012年7月4日 第9刷 東京大学出版会）
- (6) 「伝熱工学」機械学会（2012年7月4日 第9刷 東京大学出版会）

V-1-1-2-5-2 外部火災の影響を考慮する施設の選定

目次

1. 概要.....	3
2. 外部火災の影響を考慮する施設の選定.....	3
2.1 外部事象防護対象施設の選定.....	3
2.2 重大事故等対処設備の選定.....	4
2.3 外部火災の二次的影響（ばい煙）を考慮する施設の選定.....	4
2.4 有毒ガスの影響を考慮する施設の選定.....	5
3. 津波防護施設（放水路ゲートを除く。）の選定.....	5

1. 概要

本資料は、V-1-1-2-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災の影響を考慮する施設の選定について説明するものである。

2. 外部火災の影響を考慮する施設の選定

外部火災の影響を考慮する施設としては、施設の設置場所、構造を考慮して選定する。

施設の選定にあたっては、外部火災より防護すべき施設を選定するとともに、外部火災の二次的影響（ばい煙）又は有毒ガスの影響を考慮する施設を選定する。

なお、外部火災の影響を考慮する施設以外の外部火災影響について、屋内に設置する施設は、建屋にて防護するため、波及的影響を考慮する必要はない。屋外に設置する施設は、その機能が喪失しても外部火災の影響を考慮する施設へ影響を及ぼす施設はないため、外部火災の影響を考慮する施設へ波及的影響を及ぼす可能性はない。

2.1 外部事象防護対象施設の選定

屋内に設置する外部事象防護対象施設は、建屋にて防護することから、外部事象防護対象施設の代わりに外部事象防護対象施設を内包する建屋を外部火災の影響を考慮する施設として選定する。ただし、外部火災の熱影響を受けた屋外の外部事象防護対象施設により影響を受ける屋内の外部事象防護対象施設は外部火災の影響を考慮する施設として選定する。また、屋外の外部事象防護対象施設は、外部火災の影響により安全性を損なうおそれがあるため、外部火災の影響を考慮する施設として選定する。外部事象防護対象施設以外の施設については、屋内に設置する施設は、建屋により防護することとし、屋外の外部事象防護対象施設については、防火帯の内側に設置すること又は消火活動等により防護する。

外部火災の影響を考慮する施設を以下に示す。

(1) 外部事象防護対象施設を内包する建屋

- a. タービン建屋
- b. 使用済燃料乾式貯蔵建屋
- c. 排気筒モニタ建屋

(2) 屋外の外部事象防護対象施設

- a. 原子炉建屋
- b. 排気筒
- c. 非常用ディーゼル発電機吸気口及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機吸気口（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）吸気口」という。）
- d. 残留熱除去系海水系ポンプ
- e. 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ」という。）

- f. 排気筒モニタ
 - g. 残留熱除去系海水系ストレーナ
 - h. 非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ストレーナ」という。）
 - i. 非常用ディーゼル発電機室ルーフベントファン及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機室ルーフベントファン（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフベントファン」という。）
 - j. 非常用ガス処理系排気配管
 - k. 放水路ゲート
- (3) 外部火災の熱影響を受けた屋外の外部事象防護対象施設により影響を受ける屋内の外部事象防護対象施設
- a. 非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（以下「非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）」という。）

評価対象施設等のうち放水路ゲートについては、津波の流入を防ぐための閉止機能を有している。航空機落下を起因として津波が発生することはないこと及び放水路ゲートは、大量の放射性物質を蓄えておらず、原子炉の安全停止（炉心冷却を含む。）機能を有していないため、航空機墜落による火災評価は実施しない。

外部火災の影響を考慮する施設のうち排気筒モニタについては、放射性気体廃棄物処理施設の破損の検出手段として期待している。外部事象を起因として放射性気体廃棄物処理施設の破損が発生することはないが、独立事象としての重畳の可能性を考慮し、排気筒モニタ建屋も含め、安全上支障のない期間に補修等の対応を行うことで、安全性を損なわない設計とするため、評価は実施しない。

また、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）吸気口、残留熱除去系海水系ストレーナ、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ストレーナ、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）室ルーフベントファン、非常用ガス処理系排気配管については、他の外部火災の影響を考慮する施設の評価により、安全性を損なわない設計であることを確認する。

2.2 重大事故等対処設備の選定

屋内の重大事故等対処設備についてはこれらを内包する建屋にて防護し、屋外の重大事故等対処設備については、位置的分散にて対応するため、以降での評価は実施しない。具体的な位置的分散については、V-1-1-6「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」に示す。

2.3 外部火災の二次的影響（ばい煙）を考慮する施設の選定

外部事象防護対象施設が二次的影響（ばい煙）により安全性を損なうおそれがないよう、二

次的影響（ばい煙）を考慮する施設は以下により選定する。

外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）は二次的影響（ばい煙）により人体及び室内の空気を取り込む機器に影響を及ぼすおそれがあるため、二次的影響（ばい煙）を考慮する設備として選定する。

外気を直接設備内に取り込む機器、外気を取り込む屋外設置機器は二次的影響（ばい煙）により機器の故障が発生するおそれがあるため、二次的影響（ばい煙）を考慮する機器として選定する。ばい煙を含む外気又は、室内空気を機器内に取り込む機構を有しない設備又は、取り込んだ場合でも、その影響が非常に小さいと考えられる設備（ポンプ、モータ、弁、盤内に換気ファンを有しない制御盤、計器、排気筒、非常用ガス処理系排気配管等）については、対象外とする。

- (1) 外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）
 - a. 換気空調設備
 - b. 計測制御設備（安全保護系）
- (2) 外気を直接設備内に取り込む機器
 - a. 非常用ディーゼル発電機
 - b. 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機
- (3) 外気を取り込む屋外設置機器
 - a. 残留熱除去系海水系ポンプ
 - b. 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ
 - c. 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ

2.4 有毒ガスの影響を考慮する施設の選定

外部火災起因を含む有毒ガスの影響を考慮する施設については、人体に影響を及ぼすおそれがある換気空調設備を選定する。

3. 津波防護施設の選定

津波防護施設については、発電所を囲むよう設置しているため、森林火災から広範囲に影響を受ける可能性があることを踏まえ、森林火災に対する影響評価の対象施設として選定する。その他の津波防護施設の近くで発生する可燃物物品の火災は、影響範囲が局所的であることから、消火活動及び補修により防護する設計とし、影響評価の対象外とする。

森林火災の影響を考慮する部位を以下に示す。

- (1) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁
- (2) 止水ジョイント部
- (3) 防潮扉

V-1-1-2-5-3 外部火災防護における評価の基本方針

目次

1. 概要.....	1
2. 外部火災防護における評価の基本方針.....	1
2.1 評価の基本方針.....	1
2.2 許容温度.....	3

1. 概要

本資料は、V-1-1-2-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に示す外部火災の影響に対する設計方針を踏まえて、外部火災の影響を考慮する施設について、外部火災により安全機能を損なうおそれがないことを確認するための評価方針について説明するものである。

2. 外部火災防護における評価の基本方針

技術基準規則のうち第7条及びその解釈に適合することを確認し、V-1-1-2-5-2「外部火災の影響を考慮する施設の選定」で選定した施設について、V-1-1-2-5-5「外部火災防護における評価方針」により評価を行う。それぞれの火災源ごとに危険距離等を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていること、又は算出した外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度、屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度を満足することを確認する。

2.1 評価の基本方針

評価方針は、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照して、V-1-1-2-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」により実施することを基本とする。

具体的な評価方針は、V-1-1-2-5-5「外部火災防護における評価方針」に示す。

2.1.1 発電所敷地内に対する評価の基本方針

2.1.1.1 火災源に対する評価の基本方針

(1) 森林火災

防火帯外縁付近における火炎放射強度等(それぞれ評価が最も厳しくなるよう建屋評価においては444 kW/m²、その他評価においては442 kW/m²を抽出)を用いて、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び、屋外の外部事象防護対象施設及び津波防護施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(2) 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の燃料量等を勘案して、危険物貯蔵施設等ごとに外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度及び屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

(3) 航空機墜落による火災

対象航空機の燃料積載量等を勘案して、対象航空機ごとに外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度及び屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

(4) 敷地内の危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による火災の重畳火災

敷地内の危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による火災の評価条件により算出した放射強度及び燃焼継続時間等により、外部事象防護対象施設の受熱面に対し、最も厳しい条件となる火災源と外部事象防護対象施設を選定し、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度及び屋外の外部事象防護対象施設の温度を算出し、許容温度を満足す

ることを確認する。

2.1.1.2 爆発源に対する評価の基本方針

(1) 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の爆発

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の貯蔵量等を勘案して、ガス爆発の爆風圧が 0.01 MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

2.1.2 発電所敷地外に対する評価の基本方針

2.1.2.1 火災源に対する評価の基本方針

(1) 近隣の産業施設の火災

近隣の産業施設の燃料貯蔵量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(2) 燃料輸送車両の火災

燃料輸送車両の燃料貯蔵量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(3) 漂流船舶の火災

漂流船舶の燃料貯蔵量等を勘案して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

2.1.2.2 爆発源に対する評価の基本方針

(1) 近隣の産業施設のガス爆発

近隣の産業施設の燃料貯蔵量等を勘案して、ガス爆発の爆風圧が 0.01 MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。また、ガス爆発による容器破損時に破片の最大飛散距離を算出し、最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(2) 燃料輸送車両のガス爆発

燃料輸送車両の燃料貯蔵量等を勘案して、ガス爆発の爆風圧が 0.01 MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。また、ガス爆発による容器破損時に破片の最大飛散距離を算出し、最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(3) 漂流船舶のガス爆発

漂流船舶の燃料貯蔵量等を勘案して、ガス爆発の爆風圧が 0.01 MPa となる危険限界距

離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。また、ガス爆発による容器破損時に破片の最大飛散距離を算出し、最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

2.2 許容温度

外部火災の影響を考慮する施設及び津波防護施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度を以下に示し、その設定根拠は、V-1-1-2-5-4「外部火災防護に関する許容温度設定根拠」に示す。

2.2.1 外部火災の影響を考慮する施設

(1) 建屋

火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度（200℃）を許容温度とする。

(2) 排気筒及び放水路ゲート

鋼材の強度が維持される温度（325℃）を許容温度とする。

(3) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の性能が保たれる温度（53℃）を許容温度とする。

(4) 残留熱除去系海水系ポンプ

下部軸受の機能維持に必要となる冷却空気の温度（70℃）を許容温度とする。

(5) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ

下部軸受の機能維持に必要となる冷却空気の温度（60℃）を許容温度とする。

2.2.2 津波防護施設

津波防護施設のうち、森林火災の影響を受ける対象を以下に示す。

(1) 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度（200℃）を許容温度とする。

(2) 止水ジョイント部

止水ジョイント部は、鋼製防護部材で表面を覆っているため、温度評価は鋼製防護部材である鋼板に対し、鋼材の強度が維持される温度（325℃）を許容温度とする。

(3) 防潮扉

鋼材の強度が維持される温度（325℃）を許容温度とする。

V-1-1-2-5-4 外部火災防護に関する許容温度設定根拠

目次

1. 概要.....	1
2. 設定根拠.....	1
2.1 建屋及び津波防護施設のうち鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁.....	1
2.2 排気筒，津波防護施設のうち止水ジョイント部及び防潮扉.....	1
2.3 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）.....	1
2.4 残留熱除去系海水系ポンプ.....	2
2.5 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ.....	2

1. 概要

本資料は、V-1-1-2-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災の影響を考慮する施設及び津波防護施設が、外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価に用いる許容温度の設定根拠について説明するものである。

2. 設定根拠

2.1 建屋及び津波防護施設のうち鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

建屋コンクリート及び津波防護施設のうち鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁表面温度の許容温度は、200℃^{*1}（火災時における短期温度上昇を考慮した場合においてコンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度）とする。

建屋の温度評価はコンクリート及び鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁表面温度で実施している。建屋及び鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の表面は、太陽輻射による温度上昇を考慮し、初期温度を50℃に設定する。また、材質表面の放射率を考慮しない評価であるため、200℃を下回れば建屋及び鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の機能は確保される。

2.2 排気筒、放水路ゲート、津波防護施設のうち止水ジョイント部及び防潮扉

排気筒、放水路ゲート、津波防護施設のうち止水ジョイント部及び防潮扉の許容温度は、火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材の強度が維持される保守的な温度325℃^{*1}とする。

排気筒、放水路ゲート、止水ジョイント部及び防潮扉の温度評価は表面温度で実施している。排気筒、放水路ゲート、止水ジョイント部及び防潮扉の表面は、太陽輻射による温度上昇を考慮し、初期温度を50℃に設定する。また、材質表面の放射率を考慮しない評価であるため、325℃を下回れば排気筒、放水路ゲート、止水ジョイント部及び防潮扉の機能は確保される。

2.3 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）内への流入空気の許容温度は、空気冷却器の冷却能力よりメーカーが算出した、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の性能が担保される最高温度53℃^{*2}とする。

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の温度評価は非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）内への流入空気で行っている。非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）に流入する空気の初期温度は、発電所に最も近い水戸地方気象台で観測した過去最高温度38.4℃を切り上げた40℃に設定する。また、材質表面の放射率を考慮しない評価であるため53℃を下回れば、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の機能は確保される。

2.4 残留熱除去系海水系ポンプ

残留熱除去系海水系ポンプの許容温度は、電動機下部軸受温度制限が最も厳しく、その電動機下部軸受の冷却として外気を用いることから、冷却空気温度を許容温度として設定する。電動機下部軸受温度を80℃（自由対流式軸受の表面で測定するときの温度限度^{※3}）以下とするために必要な冷却空気温度70℃^{※4}を許容温度として設定する。

残留熱除去系海水系ポンプの温度評価は残留熱除去系海水系ポンプ内への冷却空気の初期温度を、発電所に最も近い水戸地方気象台で観測した過去最高温度38.4℃を切り上げた40℃に設定し、また材質表面の放射率を考慮しない評価であるため、70℃を下回れば、残留熱除去系海水系ポンプの機能は確保される。

2.5 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの許容温度は、電動機下部軸受温度制限が最も厳しく、その電動機下部軸受の冷却として外気を用いることから、冷却空気温度を許容温度として設定する。電動機下部軸受温度を95℃（転がり軸受に、耐熱性の良好なグリースを使用する場合で、表面で測定するときの最高温度^{※3}）以下とするために必要な60℃^{※5}を許容温度として設定する。

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの温度評価は非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ内への冷却空気の初期温度を、発電所に最も近い水戸地方気象台で観測した過去最高温度38.4℃を切り上げた40℃に設定し、また材質表面の放射率を考慮しない評価であるため、60℃を下回れば、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの機能は確保される。

注記 ※1：「原田和典，建築火災のメカニズムと火災安全設計」（平成19年12月25日財団法人日本建築センター）

※2：過給機出口温度の限界値（142℃）に達する流入空気温度

※3：電気規格調査会標準規格 誘導機（J E C-2137-2000）

※4：80℃-10℃（残留熱除去系海水系ポンプ電動機の連続運転結果における下部軸受の最大温度上昇値）=70℃

※5：95℃-35℃（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の連続運転結果における下部軸受の最大温度上昇値）=60℃

V-1-1-2-5-5 外部火災防護における評価方針

目次

1. 概要.....	1
2. 評価について	1
2.1 発電所敷地内に対する評価方針.....	1
2.2 発電所敷地外の火災源に対する評価方針	23

1. 概要

本資料は、V-1-1-2-5-1「外部火災への配慮に関する基本方針」に従い、外部火災防護における評価方針について説明するものである。

2. 評価について

外部火災防護における評価として、森林火災については外部火災の影響を考慮する施設及び津波防護施設の危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災、航空機墜落による火災、発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設の火災と航空機墜落による火災が同時に発生した場合の重畳火災(以下「重畳火災」という。)については、外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

近隣の産業施設、燃料輸送車両及び漂流船舶の火災については、外部火災の影響を考慮する施設の危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

火災源ごとの評価方針を以下に示す。

2.1 発電所敷地内に対する評価方針

2.1.1 森林火災の評価について

(1) 評価方針

設置(変更)許可申請において示した防火帯外縁における火炎輻射強度を用いて、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離並びに、屋外の外部事象防護対象施設及び津波防護施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。熱影響評価上は保守的に、火炎輻射強度(建屋評価においては 444 kW/m^2 、その他評価においては 442 kW/m^2)の位置を外部火災の影響を考慮する施設の最近接の森林境界として評価する。評価に用いる評価指標とその内容を表 2.1.1-1、最大の火炎輻射強度の位置を図 2.1.1-1、図 2.1.1-2 に示す。

(2) 評価条件

- 森林火災による熱を受ける面と森林火災の火炎輻射強度が発する地点が同じ高さにあると仮定し最短距離にて評価を行う。
- 森林火災の火炎は、円筒火炎モデルを使用する。火炎の高さは燃焼半径の3倍とし、燃焼半径から円筒火炎モデルの数を算出することにより火炎到達幅の分だけ円筒火炎モデルが横一列に並ぶものとする。横一列に並んだ円筒火炎モデルの数だけ外部火災の影響を考慮する施設へ熱が伝わるものとする。
- 円筒火炎モデルの燃焼の考え方は、ある地点の燃焼完了後に隣へ移動する解析であり、隣へ移動した後は燃焼していた地点の可燃物を燃焼しつくしていることから、消炎するものとする。また、メッシュの燃焼途中での移動は考慮しない。最初の地点から両隣へ移動した後の輻射は、2箇所から同時に輻射される。森林火災における円筒火炎モデル評価の

概要を図 2.1.1-3 に示す。

d. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

森林火災解析結果による火炎輻射強度、火炎長及び火災到達幅を用いて、火炎輻射強度、燃焼半径、燃焼継続時間、円筒火炎モデル数、形態係数等を求め、それらから危険距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
H	m	火炎長
F	—	円筒火炎モデル数
W	m	火炎到達幅
ϕ_i	—	各円筒火炎モデルの形態係数
L_i	m	離隔距離
E	W/m ²	輻射強度
R _f	W/m ²	火炎輻射強度
ϕ_t	—	各火炎モデルの形態係数を合計した値
L_t	m	危険距離
T	°C	温度
T ₀	°C	周囲温度
T ₁	°C	初期温度
C _p	J/kg・K	コンクリート比熱
ρ	kg/m ³	コンクリート密度
λ	W/m・K	コンクリート熱伝導率
t	s	燃焼継続時間
q _s	W/m ²	コンクリート表面熱流束
Δx	m	コンクリート座標刻み
Δt	s	時間刻み
h	W/m ² ・K	熱伝達率
A	m ²	輻射を受ける面積
G	kg/s	重量流量
C _p	J/kg・K	空気比熱
ΔT	°C	構造物を介しての温度上昇

上記表中の記号T（温度）については、下付き添字“i”（壁厚さ方向の位置刻み）を使用する。

b. 輻射強度の算出

(a) 建屋及び津波防護施設のうち鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価

建屋及び鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁表面温度が許容温度 200 °C となるときの輻射強度 (q_s) を次式のとおり算出する。

$$\Delta T_i = \frac{\lambda}{\rho C_p} \Delta t \left(\frac{T_{i+1} - 2T_i + T_{i-1}}{\Delta x^2} \right) \quad (\text{式 2.1.1-1})$$

(参考：流体力学の数値計算法 東京大学出版会)

深さ方向の位置変化を“i”及び“i+1”で表示する。なお、内部に位置した場合には、壁内部の計算に使用する式により深さ方向の位置変化を“i-1”，“i”及び“i+1”で表示することとなる。建屋及び鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁表面における壁面境界においては、熱流束境界を適用する。境界条件は

$$-\lambda \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = q_s$$

となることから

$$\Delta T_s = \frac{2}{\rho C_p} \cdot \frac{\Delta t \cdot q_s}{\Delta x}$$

ある時間の壁面温度を T_s と表示する。

また、天井スラブの評価については、天井への輻射の入射角が浅く垂直外壁面に比べて天井スラブへの輻射強度が低いことから垂直外壁面の評価に包絡される。

天井スラブの評価概念図を図 2.1.1-4 に示す。

(b) 排気筒、放水路ゲート、津波防護施設のうち止水ジョイント部及び防潮扉の評価

排気筒、放水路ゲート駆動装置外殻、津波防護施設のうち止水ジョイント部及び防潮扉の表面温度が許容温度 325 °C となるときの輻射強度を次式のとおり算出する。

$$T = T_1 + \frac{E}{2h} \quad (\text{式 2.1.1-2})$$

(参考：建築火災のメカニズムと火災安全設計 財団法人日本建築センター)

(c) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の評価

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の流入空気が許容温度 53 °C となるときの輻射強度を次式のとおり算出する。

$$T = T_0 + \frac{E \cdot A}{G \cdot C_p} + \Delta T \quad (\text{式 2.1.1-3})$$

(参考：空気調和衛生工学便覧 第 14 版)

(d) 残留熱除去系海水系ポンプの評価

残留熱除去系海水系ポンプの冷却空気が許容温度 70 °C となるときの輻射強度の計算方法は、(式 2.1.1-3) と同じである。

(e) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの評価

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用ポンプの冷却空気が許容温度 60 °C となるときの輻射強度の計算方法は、(式 2.1.1-3) と同じである。

c. 燃焼半径の算出

燃焼半径 (R) を次式のとおり算出する。

$$R = H/3 \quad (\text{式 2.1.1-4})$$

(出典：評価ガイド)

d. 円筒火炎モデル数の算出

円筒火炎モデル数 (F) を次式のとおり算出する。

$$F = W/2R \quad (\text{式 2.1.1-5})$$

(出典：評価ガイド)

e. 各円筒火炎モデルの形態係数の算出

各円筒火炎モデルの形態係数 (ϕ_i) を次式のとおり算出する。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 2.1.1-6})$$

$$\text{ただし } m = \frac{H}{R} \div 3, \quad n = \frac{L_i}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

(出典：評価ガイド)

f. 形態係数の算出

形態係数 (ϕ_i) を、次式のとおり算出する。

$$E_0 = \phi_0 \cdot F' \cdot R_f \quad (\text{中心火炎の場合}) \quad (\text{式 2.1.1-7})$$

$$E_i = \phi_i \cdot F' \cdot R_f \cdot 2 \quad (\text{中心以外の火炎の場合}) \quad (\text{式 2.1.1-8})$$

ϕ : 形態係数, R_f : 最大火炎輻射強度 (kW/m²)

F' : 1 メッシュあたりの円筒火炎モデル数

各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値が、外部火炎の影響を考慮する施設に及ぼ

す影響について考慮すべき形態係数 ϕ_t となる。

$$\phi_t = (\phi_i + \phi_{i+1} + \phi_{i+2} \dots)$$

なお、 $i + (i+1) + (i+2) \dots + (i+X)$ の火炎モデル数の合計は F 個となる。

g. 危険距離の算出

形態係数 (ϕ_t)、火炎長 (H) 及び燃焼半径 (R) を用いて危険距離 (L_t) を、式 2.1.1-6 を用いて算出する。

表 2.1.1-1 温度評価に用いたデータ内容

項 目		内 容
FARSITE 解析結果	火炎到達時間 (hr)	出火から火炎の前線が該当地点に到達するまでの時間。火炎継続時間の算出に使用する。
	反応強度 (kW/m ²)	単位面積当たりの熱放出速度であり、火炎放射強度の根拠となる火災規模。火炎放射強度の算出に使用する。
	火炎長 (m)	反応強度が最大位置の火炎の高さ。円筒火炎モデルの形態係数の算出に使用する。
FARSITE 解析結果 より算出 したデータ	火炎継続時間 (hr)	到達時間から算出され、円筒火炎モデルを用いた温度上昇の算出に使用する。
	火炎放射強度 (kW/m ²)	反応強度に米国 NFPA の係数 0.377 を乗じて算出され、円筒火炎モデルを用いた温度上昇の算出に使用する。
	燃焼半径 (m)	火炎長に基づき算出され、円筒火炎モデルの形態係数の算出に使用する。
	火炎到達幅 (m)	防火帯外縁における火炎到達セル数×セル幅 (10 m)

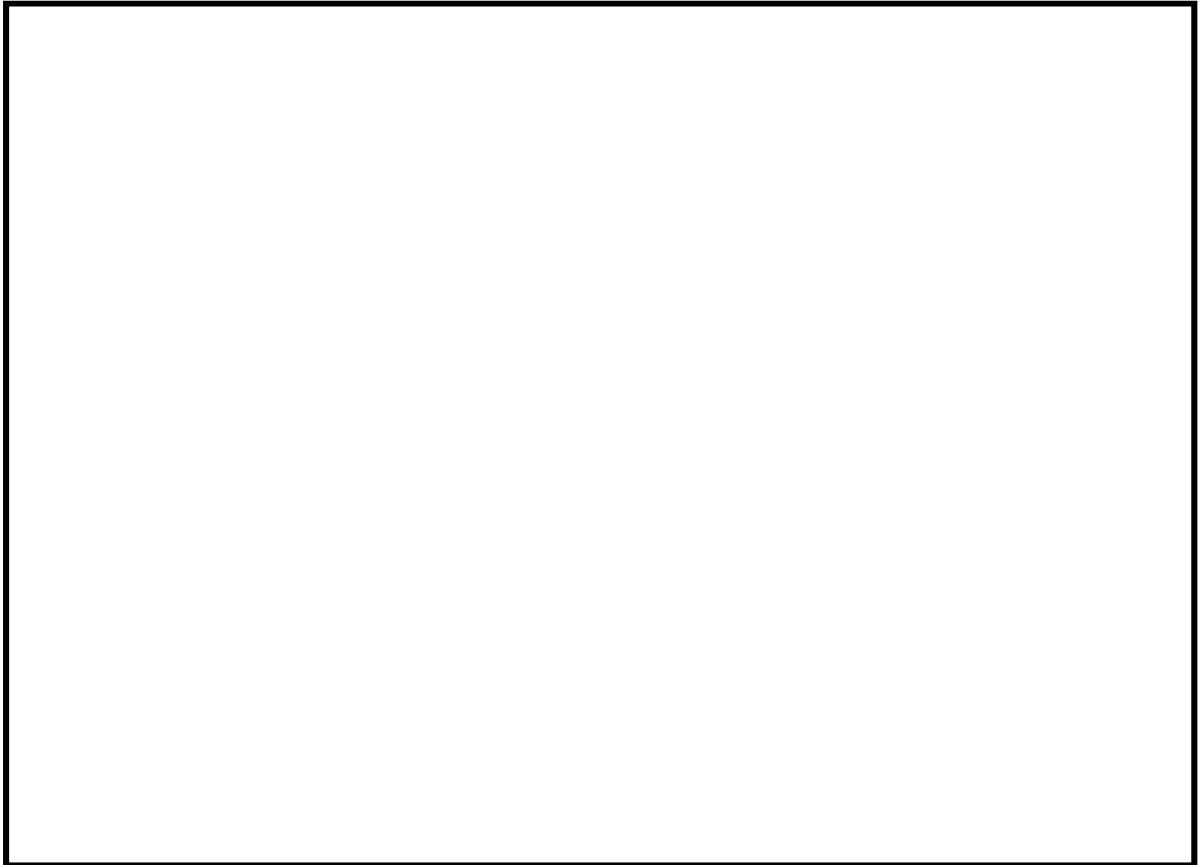


図 2. 1. 1-1 森林火災位置と外部火災の影響を考慮する施設の位置関係

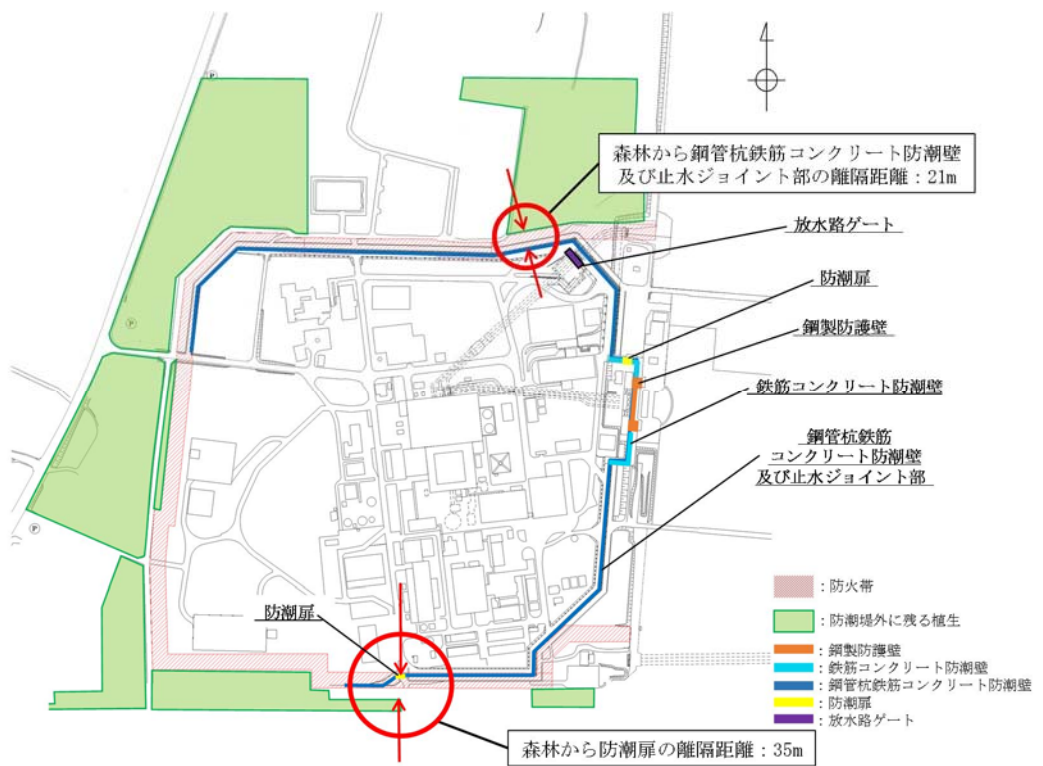


図 2. 1. 1-2 津波防護施設と防火帯の位置関係及び離隔距離

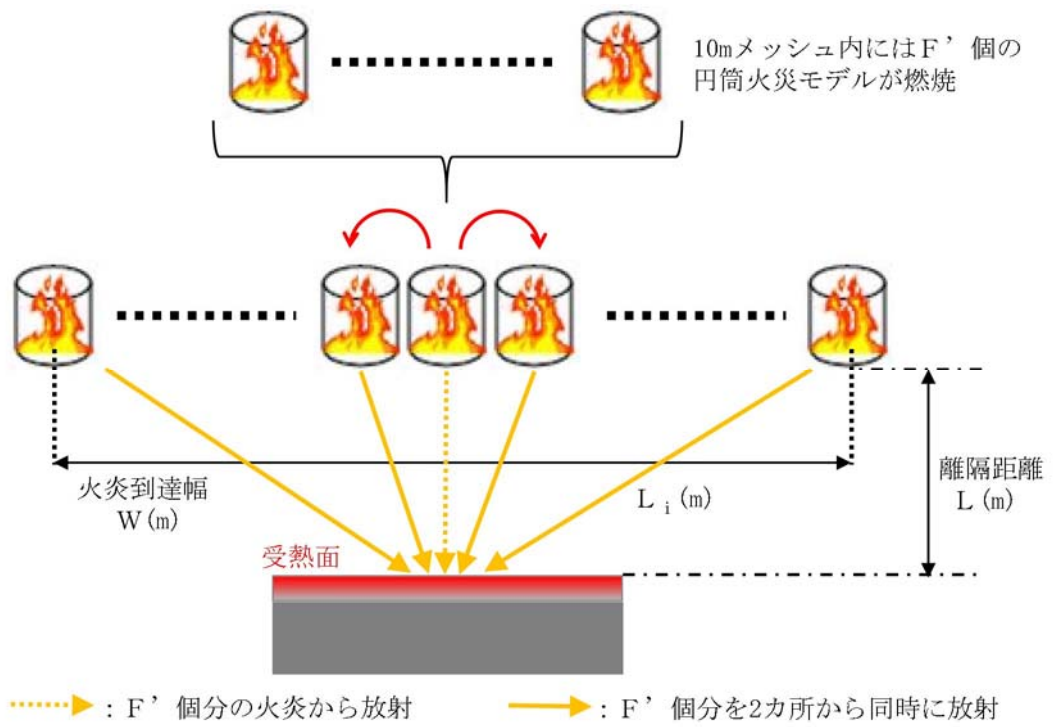


図 2. 1. 1-3 円筒火炎モデルの概念図

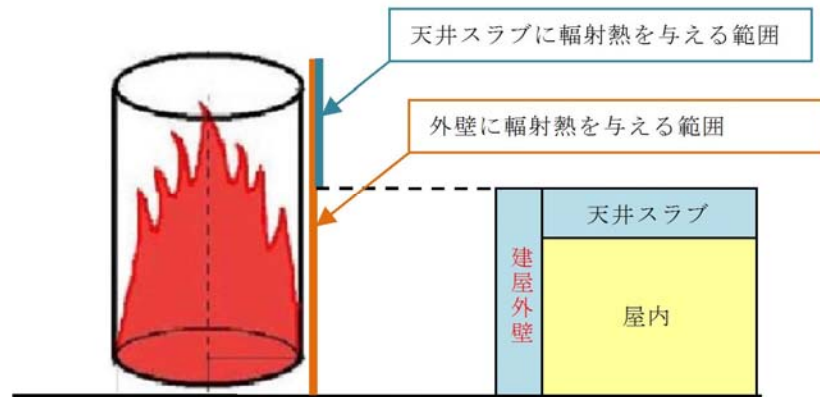


図 2. 1. 1-4 天井スラブの評価概念図

2.1.2 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災の評価について

2.1.2.1 火災源に対する評価方針

(1) 評価方針

発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の離隔距離や貯蔵量を勘案して、火災源ごとに外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

発電所敷地内の設置している屋外の危険物貯蔵施設等のうち、直接外部火災の影響を考慮する施設を臨むことができる危険物貯蔵施設等と外部火災の影響を考慮する施設を図 2.1.2-1 のフローに基づき選定し（表 2.1.2-1 参照）、火災源ごとに外部火災の影響を考慮する施設に対する温度を算出し評価する。

発電所敷地内の設置している屋外の危険物貯蔵施設等のうちフローに基づき選定した火災の影響評価対象は熔融炉灯油タンク、主要変圧器、所内変圧器 2 A 及び起動変圧器 2 B である。発電所敷地内に設置している屋外の危険物貯蔵施設等の設置状況を表 2.1.2-1 及び図 2.1.2-2 に示す。

地下タンク貯蔵所は乾燥砂で周囲を覆って設置しており、火災が発生しても影響は小さいことから評価対象外とした。

なお、発電所構外より入所してくるタンクローリについては、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。

(2) 評価条件

- a. 危険物貯蔵施設等の貯蔵量は、危険物施設として許可された貯蔵容量を超えない運用上の最大貯蔵量とする。
- b. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう、タンク位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- c. 危険物貯蔵施設等の破損等による防油堤内の全面火災を想定した。
- d. 気象条件は無風状態とする。
- f. 火炎は円筒火炎モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の 3 倍とした。想定する円筒火炎モデルを図 2.1.2-3 に示す。

(3) 計算方法

火災源の防油堤面積等から求める燃焼半径、燃料量により燃焼継続時間を求める。その燃焼継続時間、輻射強度等を用いて、外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w	m	防油堤幅
d	m	防油堤奥行き
w・d	m ²	防油堤面積
φ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎の高さ
t	s	燃焼継続時間
V	m ³	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/m ² ・s	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m ³	密度
T	°C	温度
T ₀	°C	周囲温度
T ₁	°C	初期温度
E	W/m ²	輻射強度
α	m ² /s	コンクリート温度伝導率
λ	W/m・K	コンクリート熱伝導率
C _p	J/kg・K	コンクリート比熱
R _f	W/m ²	輻射発散度
h	W/m ² ・K	熱伝達率
A	m ²	輻射を受ける面積
G	kg/s	重量流量
C _p	J/kg・K	空気比熱
ΔT	°C	構造物を介しての温度上昇

b. 燃焼半径の算出

燃焼半径 (R) を次式のとおり算出する。

$$R = \sqrt{\frac{w \cdot d}{\pi}} \quad (\text{式 2.1.2-1})$$

(出典：評価ガイド)

c. 形態係数の算出

形態係数は次式のとおり算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\} \quad (\text{式 2.1.2-2})$$

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

(出典：評価ガイド)

d. 輻射強度の算出

輻射強度の計算方法は、次式のとおり算出する。

$$E = R_f \cdot \phi \quad (\text{式 2.1.2-3})$$

(出典：評価ガイド)

e. 燃焼継続時間の算出

燃焼継続時間 (t) の計算方法は、次式のとおり算出する。

$$t = \frac{V}{\pi R^2 \cdot v} \quad (\text{式 2.1.2-4})$$

(出典：評価ガイド)

f. 温度の算出

(a) 建屋の評価の場合

建屋表面温度の評価では、周囲への放熱を考慮しない次式を用いて算出する。

$$T = T_1 + \frac{2E\sqrt{\alpha t}}{\lambda} \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4\alpha t}\right) - \frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right) \right] \quad (\text{式 2.1.2-5})$$

(参考：伝熱工学，東京大学出版会)

ただし、式 2.1.2-5 で算出した建屋表面温度が許容温度である 200°C を超える場合には、周囲への放熱を考慮した次式を用いて算出する。なお、現実的に起こり得る放熱量を上回ることがないように、放熱量が低くなる保守的な条件を設定した。

$$T = T_1 + \frac{E}{h} \left[1 - \exp\left(-\frac{h^2}{\lambda \rho C_p} t\right) \operatorname{erfc}\left(\sqrt{\frac{h^2 t}{\lambda \rho C_p}}\right) \right] \quad (\text{式 2.1.2-6})$$

(参考：建築火災のメカニズムと火災安全設計 財団法人日本建築センター)

(b) 排気筒及び放水路ゲートの評価

排気筒及び放水路ゲート駆動装置外殻の表面温度は、(式 2.1.1-2) を用いて算出する。

- (c) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の評価
非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の流入
空気の温度は、（式 2.1.1-3）を用いて算出する。
- (d) 残留熱除去系海水系ポンプの評価
残留熱除去系海水系ポンプの冷却空気の温度は、（式 2.1.1-3）を用いて算出する。
- (e) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水
ポンプの評価
非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用ポン
プの冷却空気の温度は、（式 2.1.1-3）を用いて算出する。

2.1.2.2 爆発源に対する評価方針

(1) 評価方針

発電所敷地内の爆発源となる設備の貯蔵量等を勘案して、外部火災の影響を考慮する施設へのガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01 MPa となる距離である危険限界距離を評価する。想定する爆発源の位置を図 2.1.2-1 に示す。

発電所敷地内の爆発源となる設備のうち、爆発の影響評価対象は水素貯槽である。

発電所敷地内の爆発源となる設備一覧を表 2.1.2-2 に示す。

そのうち、直接外部火災の影響を考慮する施設を臨むことができる爆発源と外部火災の影響を考慮する施設を図 2.1.2-2 のフローに基づき選定し（表 2.1.2-1 参照）、爆発源ごとに外部火災の影響を考慮する施設に対する危険限界距離を評価する。

(2) 評価条件

- a. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう想定位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- b. 爆発源は燃料を満載した状態を想定する。
- c. 危険物貯蔵施設等の高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発を想定する。
- d. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

爆発源のガスの種類及び貯蔵量から貯蔵設備のW値を求める。その貯蔵設備のW値を用いて、ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01 MPa となる距離である危険限界距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
V	m ³	ガスタンクの貯蔵量
λ	m/kg ^{1/3}	換算距離 (14.4)
ρ	t/m ³	ガス密度
K	-	石油類の定数
W	-	貯蔵設備のW値
X	m	ガス爆発の爆風圧が 0.01 MPa となる距離

b. 貯蔵設備のW値の算出

貯蔵設備のW値を次式のとおり算出する。

$$V \times \rho \geq 1 \text{ t の場合 } W = \sqrt{V \cdot \rho} \quad (\text{式 2.1.2-7})$$

$$V \times \rho < 1 \text{ t の場合 } W = V \cdot \rho \quad (\text{式 2.1.2-8})$$

(出典：評価ガイド)

c. 危険限界距離の算出

危険限界距離(X)は次式のとおり算出する。

$$X = 0.04 \cdot \lambda \cdot \sqrt[3]{K \cdot W} \quad (\text{式 2.1.2-9})$$

(出典：評価ガイド)

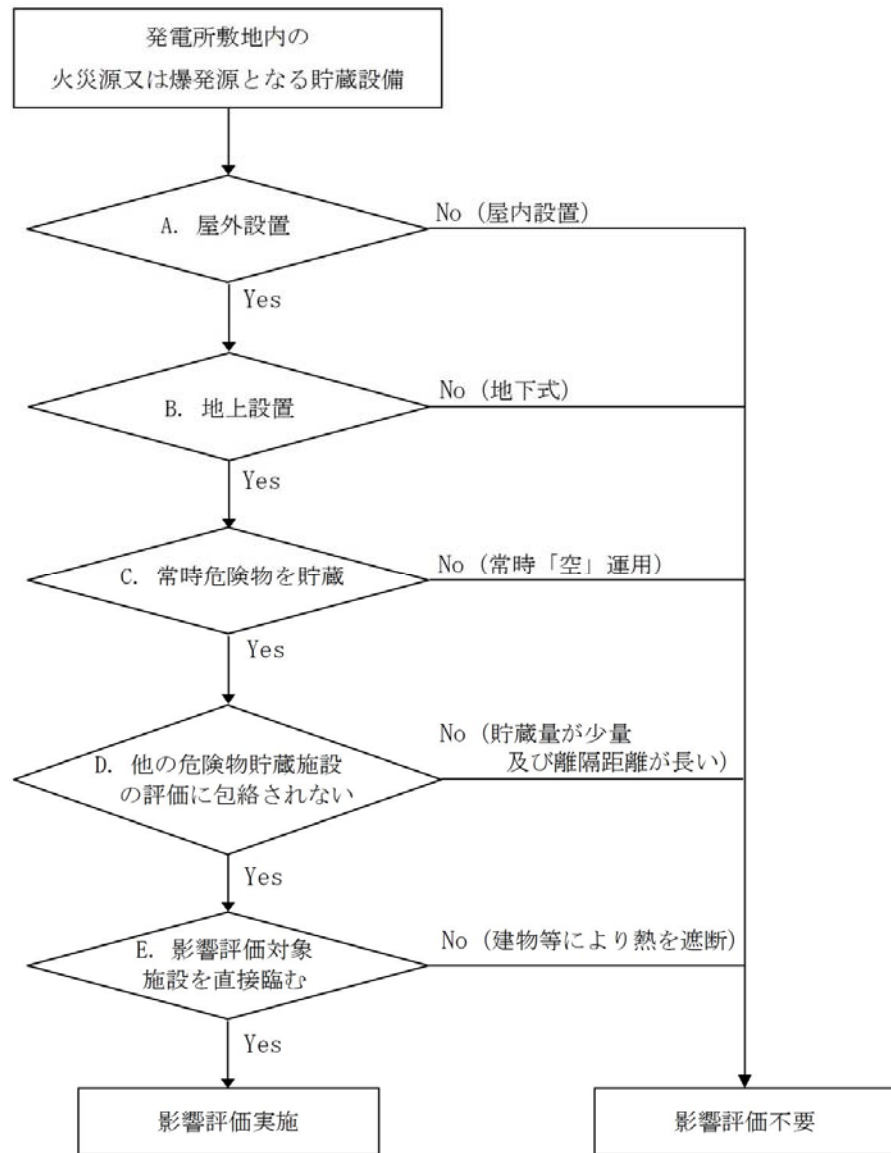


図 2. 1. 2-1 敷地内の評価対象抽出フロー

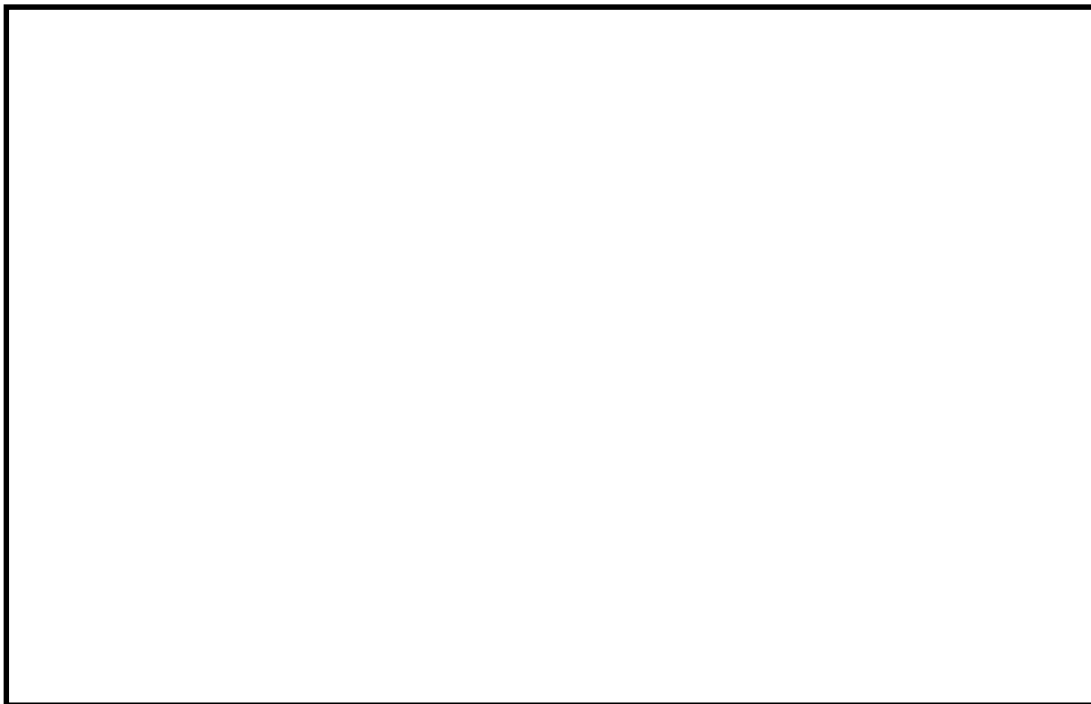


図 2.1.2-2 危険物貯蔵施設等配置図 (1/2)

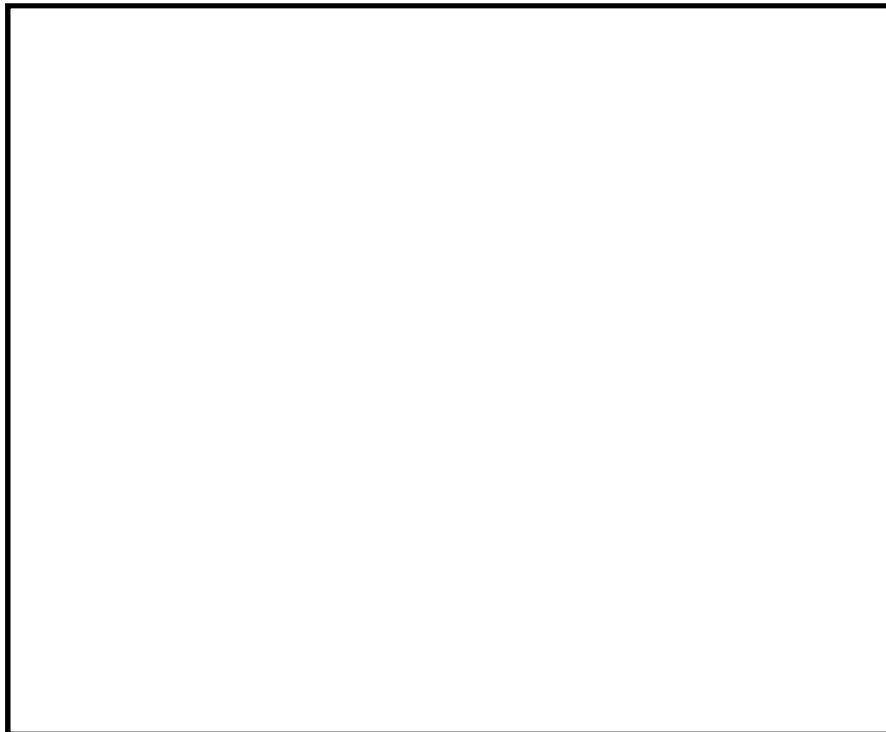
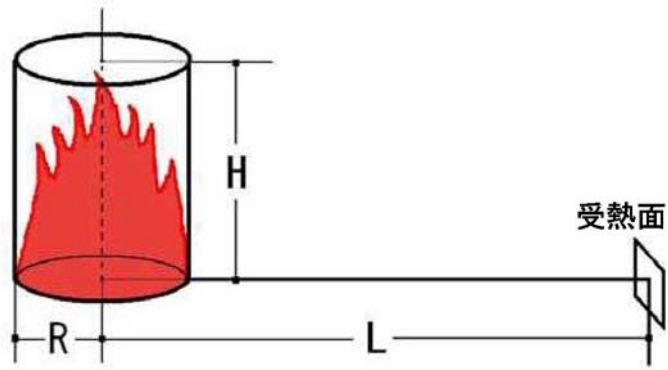


図 2.1.2-2 危険物貯蔵施設等配置図 (2/2)



H: 火炎高さ(m), L: 水平距離(m), R: 燃焼半径(m)

図 2.1.2-3 外部火災で想定する火災モデル

表 2.1.2-1 敷地内の危険物貯蔵施設等の一覧（火災源）（1/2）

設備名	製造所等区分	設置場所	危険物の類		品名	最大数量 (m ³)	詳細評価要否 (○:対象, ×:対象外)
油倉庫	屋内貯蔵所	屋内	第四類	第一石油類	ガソリン	0.90	× (屋内設置 → A)
			第四類	第二石油類	軽油・灯油	2.20	× (屋内設置 → A)
			第四類	第三石油類	重油	18.20	× (屋内設置 → A)
			第四類	第四石油類	潤滑油	21.00	× (屋内設置 → A)
			第四類	アルコール類	アルコール類	0.20	× (屋内設置 → A)
重油貯蔵タンク	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第三石油類	重油	500.00	× (地下式 → B)
非常用ディーゼル発電機用タンク	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第二石油類	軽油	800.00	× (地下式 → B)
原子炉建屋	一般取扱所	屋内	第四類	第二石油類	軽油	33.20	× (屋内設置 → A)
			第四類	第四石油類	潤滑油	16.50	
タービン建屋	一般取扱所	屋内	第四類	第二石油類	軽油	0.36	× (屋内設置 → A)
			第四類	第三石油類	重油	1.90	× (屋内設置 → A)
			第四類	第四石油類	潤滑油	185.23	× (屋内設置 → A)
			第四類	第四石油類	リン酸エステル油	7.93	× (屋内設置 → A)
サービス建屋	一般取扱所	屋内	第四類	第三石油類	重油	2.40	× (屋内設置 → A)
熔融炉灯油タンク	屋外タンク貯蔵所	屋外	第四類	第二石油類	灯油	10.00	○
可搬型設備用軽油タンク	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第二石油類	軽油	210.00	× (地下式 → B)
ディーゼル発電機用燃料タンク	少量危険物貯蔵取扱所	屋外	第四類	第二石油類	軽油	0.78	× (他評価に包絡 → D)
No.1 保修用油倉庫	屋内貯蔵所	屋内	第四類	第一石油類	ガソリン	0.10	× (屋内設置 → A)
			第四類	第二石油類	ラッカー等	4.00	× (屋内設置 → A)
			第四類	第四石油類	潤滑油	90.00	× (屋内設置 → A)
No.2 保修用油倉庫	屋内貯蔵所	屋内	第四類	第四石油類	潤滑油	100.00	× (屋内設置 → A)
緊急時対策所建屋（旧緊急時対策室）	一般取扱所	屋内	第四類	第三石油類	重油	5.76	× (屋内設置 → A)
緊急時対策所建屋地下タンク （旧緊急時対策室）	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第三石油類	重油	20.00	× (地下式 → B)
絶縁油保管タンク	屋外タンク貯蔵所	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	200.00	× (常時「空」→C)
常設代替高圧電源装置置場	一般取扱所	屋外	第四類	第二石油類	軽油	5.97	× (他評価に包絡 → D)
			第四類	第四石油類	潤滑油	0.94	× (他評価に包絡 → D)
緊急時安全対策用地下タンク	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第二石油類	軽油	90.00	× (地下式 → B)
構内服洗濯用タンク	少量危険物貯蔵取扱所	屋外	第四類	第三石油類	重油	1.82	× (他評価に包絡 → D)
廃棄物処理建屋廃油タンク	少量危険物貯蔵取扱所	屋内	第四類	第三石油類	廃油	1.90	× (屋内設置 → A)
雑固体減容処理設備用バーナ	少量危険物貯蔵取扱所	屋内	第四類	第二石油類	灯油	0.93	× (屋内設置 → A)
緊急用エンジン発電機燃料タンク	少量危険物貯蔵取扱所	屋外	第四類	第二石油類	軽油	0.80	× (常時「空」→C)
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク	地下タンク貯蔵所	地下	第四類	第二石油類	軽油	150.00	× (地下式 → B)
オイルサービスタンク	少量危険物未満	屋外	第四類	第二石油類	重油	0.39	× (他評価に包絡 → D)
変圧器用屋外消火ポンプ用燃料タンク	少量危険物貯蔵取扱所	屋内	第四類	第二石油類	軽油	0.70	× (他評価に包絡 → D)

NT2 補① V-1-1-2-5-5 R12

表 2.1.2-1 敷地内の危険物貯蔵施設等の一覧（火災源）（2/2）

設備名	設置場所	危険物の類		品名	最大数量 (m ³)	詳細評価要否 (○:対象, ×:対象外)
主要変圧器	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	136	○
所内変圧器 2 A	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	21.00	○
所内変圧器 2 B	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	21.00	× (他評価に包絡 → D)
起動変圧器 2 A	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	45.95	× (他評価に包絡 → D)
起動変圧器 2 B	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	46.75	○
予備変圧器	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	35.90	× (他評価に包絡 → D)
1号エステート変圧器	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	1.10	× (他評価に包絡 → D)
2号エステート変圧器	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	1.10	× (他評価に包絡 → D)
6.6 kV非常用変電所	屋外	第四類	第三石油類	絶縁油	6.60	× (他評価に包絡 → D)
中央制御室計器用エンジン発電機	屋外	第四類	第二石油類	軽油	0.026	× (常時「空」 → C)

網掛け箇所：評価対象となる設備

表 2.1.2-2 敷地内の爆発源となる設備一覧

設備名	内容物	本数 (本)	1本あたり容量	総容量	詳細評価要否 (○:対象, ×:対象外)
H ₂ , CO ₂ ボンベ庫	水素	20	7 m ³	140 m ³	× (屋内配置→A)
水素貯槽	水素	—	—	6.7 m³	○
予備ボンベ庫①	水素	40	7 m ³	280 m ³	× (屋内配置→A)
予備ボンベ庫②	水素	20	7 m ³	140 m ³	× (屋内配置→A)
所内ボイラー プロパンボンベ庫	プロパン	4	50 kg	200 kg	× (屋内配置→A)
焼却炉用 プロパンボンベ庫	プロパン	5	500 kg	2500 kg	× (屋内配置→A)
サービス建屋 ボンベ庫	アセチレン	3	7 kg	21 kg	× (屋内配置→A)
廃棄物処理建屋 化学分析用ボンベ庫	アセチレン	1	7 kg	7 kg	× (屋内配置→A)
	メタン+アルゴン	4	7 m ³	28 m ³	
食堂用プロパンボンベ庫	プロパン	18	50 kg	900 kg	× (屋内配置→A)

網掛け箇所：評価対象となる設備

2.1.3 航空機墜落による火災の評価について

(1) 評価方針

航空機落下確率の評価条件の違いから落下事故のカテゴリに分類し、各カテゴリにおいて燃料積載量が最大の機種を評価対象航空機として選定する。落下事故のカテゴリの分類を表 2.1.3-1 に示す。

計器飛行方式民間航空機の落下事故のうち、「飛行場での離着陸時」における落下事故については、東海第二発電所から約 36km 離れた位置に茨城空港があり、茨城空港の最大離着陸地点（航空路誌（以下「AIP」という。）に記載された離着陸経路において着陸態勢に入る地点又は離陸態勢を終える地点）までの直線距離（以下「最大離着陸距離」という。）を半径とし、滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域内に発電所が存在するため、評価対象とする。「航空路を巡航中」の落下事故については、東海第二発電所上空に航空路が存在するため、評価対象とする。「飛行場での離着陸時」における落下事故の対象航空機は、茨城空港を離着陸する航空機が発電所に落下する事故を対象としていることから、茨城空港の定期便のうち燃料積載量が最大の航空機を選定した。また、「航空路を航行中」の落下事故については、評価対象航空路を飛行すると考えられる定期便のうち燃料積載量が最大の航空機を選定した。

有視界飛行方式民間航空機の落下事故については、全国の有視界飛行が可能な民間航空機のうち、燃料積載量が最大の航空機を選定した。

自衛隊機又は米軍機の落下事故のうち、「訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中」については、東海第二発電所周辺上空には、自衛隊機又は米軍機の訓練空域はないため、訓練空域外を飛行中の落下事故を評価対象とする。「基地－訓練空域間往復時」については、東海第二発電所周辺の太平洋沖合上空に自衛隊機の訓練空域があり、発電所は自衛隊の百里基地と訓練空域間の想定飛行範囲（基地と訓練空域間を往復時の飛行範囲として、想定される区域）内に位置することから、自衛隊機の落下事故を評価対象とする。

離隔距離の算出については、「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（内規）」（平成 21・06・25 原院第 1 号）において、外部火災の影響を考慮する施設の標的面積をパラメータの一つとして、各カテゴリの航空機落下確率を算出する評価方法が示されており、この評価方法を参照し、各カテゴリの航空機落下確率が 10^{-7} （回/炉・年）となる場合の標的面積を算出し、その標的面積に相当する離隔距離を求める。評価対象航空機の選定結果を表 2.1.3-2 に示す。

選定された評価対象航空機の燃料積載量等を勘案して、評価対象航空機ごとに外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

また、航空機落下確率の変更により評価結果に影響がある場合は、必要に応じて外部火災の影響を考慮する施設への影響を再評価する。

(2) 評価条件

- a. 航空機は、当該発電所における航空機落下評価の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. 航空機の墜落は発電所敷地内であって落下確率が 10^{-7} (回/炉・年) 以上になる範囲のうち外部火災の影響を考慮する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. 航空機のタンク投影面積を円筒の底面と仮定し、火災は円筒火炎をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。
- f. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

対象航空機の燃料タンク投影面積等から求める燃焼半径，燃料量により燃焼継続時間を求め，その燃焼継続時間，輻射強度を用いて外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w · d	m ²	航空機の燃料タンクの投影面積
φ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎の高さ
t	s	燃焼継続時間
V	m ³	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/m ² ·s	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m ³	密度
T	°C	温度
T ₀	°C	周囲温度
T ₁	°C	初期温度
T _s	°C	コンクリート表面温度
E	W/m ²	輻射強度
α	m ² /s	コンクリート温度伝導率
λ	W/m·K	コンクリート熱伝導率
C _p	J/kg·K	コンクリート比熱
R _f	W/m ²	輻射発散度
q _s	W/m ²	コンクリート表面熱流束
h	W/m ² ·K	熱伝達率
A	m ²	輻射を受ける面積
G	kg/s	重量流量
C _p	J/kg·K	空気比熱
ΔT	°C	構造物を介しての温度上昇

b. 建屋表面温度等の算出

航空機墜落による火災の建屋表面温度等の計算方法は、「2.1.2.1(3)計算方法」と同じである。

表 2.1.3-1 落下事故のカテゴリの分類

落下事故のカテゴリ	
1) 計器飛行方式 民間航空機	①飛行場での離着陸時
	②航空路を巡航中
2) 有視界飛行方式 民間航空機	③大型機（大型固定翼機及び大型回転翼機）
	④小型機（小型固定翼機及び小型回転翼機）
3) 自衛隊機又は米軍機	⑤訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中
	⑤-1 空中給油機等, 高高度での巡航が想定される大型固定翼機
	⑤-2 その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機
	⑥基地－訓練空域間往復時

表 2.1.3-2 対象航空機の選定結果

落下事故のカテゴリ		対象航空機
1) 計器飛行方式民間航空機	①飛行場での離着陸時	B 7 3 7 - 8 0 0
	②航空路を巡航中	B 7 4 7 - 4 0 0
2) 有視界飛行方式民間航空機	③大型機	B 7 4 7 - 4 0 0
	④小型機	D o 2 2 8 - 2 0 0
3) 自衛隊機又は米軍機	⑤ 訓練空域外を飛行中	⑤-1 空中給油機等, 高高度での巡航が想定される大型固定翼機
		⑤-2 その他の大型固定翼機, 小型固定翼機及び回転翼機
	⑥基地－訓練空域間往復時	F - 1 5

2.1.4 敷地内の危険物貯蔵施設の火災と航空機墜落による重畳火災の評価について

(1) 評価方針

敷地内の危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による火災を想定し、重畳評価を実施した。

航空機墜落火災として想定する機種は、最も熱影響が大きいF-15とする。

危険物貯蔵施設等の火災として想定する設備は、F-15の墜落火災想定位置近傍にある熔融炉灯油タンクと主要変圧器とする。

火災源として、敷地内の危険物貯蔵施設等の火災のうち熔融炉灯油タンクと主要変圧器及び航空機墜落による火災影響評価が最も厳しくなる軍用航空機のF-15を選定し、外部火災の影響を考慮する施設のうち、重畳火災の影響を受ける施設（原子炉建屋、タービン建屋、排気筒、残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ）の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。想定する火災源の位置を図 2.1.4-1 に示す。なお、流入空気の入取れ口である非

常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）吸気口が、敷地内の危険物貯蔵施設等が直接臨む位置にないため、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）は評価対象外となる。

(2) 評価条件

前述の「2.1.2.1(2)評価条件」と「2.1.3(2)評価条件」と同じである。

(3) 計算方法

火災源の防油堤又は航空機の燃料タンクの投影面積等から燃焼半径、燃料より燃焼継続時間を求め、その燃焼継続時間、放射強度等により建屋表面温度、排気筒表面温度、残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの冷却空気温度を算出する。

重畳火災による計算方法は、「2.1.1(3)計算方法」と同じである。ただし、式2.1.2-5で算出した建屋表面温度が許容温度である200℃を超える場合には、周囲への放熱を考慮し、建屋表面における壁面境界において、熱流束境界・熱伝達境界を適用する。境界条件は

$$-\lambda \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = q_s - h (T_s - T_1)$$

となることから

$$\Delta T_s = \frac{2}{\rho C_p} \cdot \frac{\Delta t \cdot (q_s - h (T_s - T_1))}{\Delta x}$$

周囲温度を T_0 、ある時間の壁面温度を T_s と表示する。



図 2.1.4-1 外部火災で想定する火災モデル

2.2 発電所敷地外の火災源に対する評価方針

2.2.1 石油コンビナート施設等の影響について

2.2.1.1 火災源に対する評価方針

近隣の産業施設の火災の評価については、石油コンビナート施設等の産業施設の位置を特定する。石油コンビナート施設の位置を図 2.2.1-1 に示す。



図 2.2.1-1 石油コンビナート施設の位置
(鹿島臨海地区と発電所の位置関係)

2.2.2 危険物貯蔵施設の影響について

2.2.2.1 火災源に対する評価方針

(1) 評価方針

発電所から 10km 以内（敷地内を除く）には、約 500 カ所の第一類から第六類の危険物貯蔵施設（屋内貯蔵及び少量のものは除く）が存在するため、周辺での取扱量が多く、引火性液体であるため広範囲に漏えいし大規模火災発生のある可能性がある第四類危険物貯蔵施設のうち、以下の方法で外部火災の影響を考慮する施設に影響を及ぼす可能性がある屋外設置の危険物貯蔵施設を抽出する。抽出した危険物貯蔵施設を想定した、輻射強度が最大となる火災に対して、外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。発電所周辺（東海村全域及び日立市の一部）に存在する危険物貯蔵施設の一覧を表 2.2.2-1 に、発電所周辺（東海村全域及び日立市の一部）に存在する危険物貯蔵施設の位置を図 2.2.2-1 に示す。

- i) 発電所敷地外半径 10 km 以内に石油コンビナートはないことから、半径 10 km 以内に存在する危険物貯蔵施設の貯蔵容量は、最大でも石油コンビナート相当の 10

万 kL^{*1}となるため、危険物のうち、最も輻射発散度が高い n-ヘキサンが 10 万 kL 貯蔵された危険物貯蔵施設を想定し、その危険距離を算出する。

- ii) 発電所から、i)項で算出した危険距離より遠い位置にある危険物貯蔵施設は、発電所に影響を及ぼすことはないため、発電所から i)項で算出した危険距離以内に存在する屋外設置の危険物貯蔵施設を抽出する。

注記 ※1：「石油コンビナート等災害防止法施行令」（昭和 51 年 5 月 31 日政令 129 号）の第 2 条で規定する基準総貯蔵量

(2) 評価条件

- a. 危険物貯蔵施設の貯蔵量は、最大容量を想定する。
- b. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう危険物貯蔵施設の位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- 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. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

外部火災の影響を考慮する施設の許容温度となる危険輻射強度、燃焼半径、燃焼継続時間及び形態係数等を求めそれらから危険距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w	m	防油堤幅
d	m	防油堤奥行き
w · d	m ²	防油堤面積
φ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎の高さ
t	s	燃焼継続時間
V	m ³	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/m ² ·s	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m ³	密度
T	°C	温度
T ₀	°C	周囲温度
T ₁	°C	初期温度
E	W/m ²	輻射強度
α	m ² /s	コンクリート温度伝導率
λ	W/m·K	コンクリート熱伝導率
C _p	J/kg·K	コンクリート比熱
R _f	W/m ²	輻射発散度
h	W/m ² ·K	熱伝達率
A	m ²	輻射を受ける面積
G	kg/s	重量流量
C _p	J/kg·K	空気比熱
ΔT	°C	構造物を介しての温度上昇

b. 輻射強度の算出

(a) 建屋の評価の場合

建屋の表面温度が許容温度 200 °C となるときの輻射強度は、(式 2.1.2-5) を用いて算出する。

(b) 排気筒及び放水路ゲートの評価

排気筒及び放水路ゲート駆動装置外殻の表面温度が許容温度 325 °C となるときの輻射強度は、(式 2.1.1-2) を用いて算出する。

(c) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の評価

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の流入空気が許容温度 53 °C となるときの輻射強度は、(式 2.1.1-3) を用いて算出する。

(d) 残留熱除去系海水系ポンプの評価

残留熱除去系海水系ポンプの冷却空気が許容温度 70 °C となるときの輻射強度は、(式 2.1.1-3) を用いて算出する。

(e) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの評価

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用ポンプの冷却空気が許容温度 60 °C となるときの輻射強度は、(式 2.1.1-3) を用いて算出する。

c. 燃焼半径の算出

燃焼半径の計算方法は、「2.1.1(3)計算方法」と同じである。

d. 形態係数の算出

形態係数は、(式 2.1.2-3) を用いて算出する。

e. 危険距離の算出

形態係数(ϕ)、火炎長(H)及び燃焼半径(R)を用いて危険距離(L)を、(式 2.1.2-2) を用いて算出する。

2.2.2.2 爆発源に対する評価方針

2.2.2.2.1 危険限界距離の評価

(1) 評価方針

発電所敷地外 10km 以内のうち、10km 以内で最大の高圧ガス貯蔵施設である日立 LNG 基地のガスタンクの貯蔵量等を勘案して、外部火災の影響を考慮する施設へのガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01 MPa となる距離である危険限界距離を評価し、外部火災の影響を考慮する施設に影響を及ぼす可能性がある高圧ガス貯蔵施設を抽出する。抽出した高圧ガス貯蔵施設の爆発に対して、ガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保されていることを確認する。日立

LNG基地の位置を図 2.2.2-2 に示す。

(2) 評価条件

- a. 高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発とする。
- b. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

爆発源のガスの種類及び貯蔵量から貯蔵設備のW値を求める。その貯蔵設備のW値を用いて、ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01 MPa となる距離である危険限界距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
V	m ³	ガスタンクの貯蔵量
λ	m/kg ^{1/3}	換算距離 (14.4)
ρ	t/m ³	ガス密度
W	—	貯蔵設備のW値
X	m	ガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる距離

b. 貯蔵設備のW値の算出

貯蔵設備のW値の計算方法は、「2.1.2.2(3)計算方法」と同じである。

c. 危険限界距離の算出

危険限界距離の計算方法は、「2.1.2.2(3)計算方法」と同じである。

2.2.2.2.2 タンク破裂時における破片の最大飛散距離の評価

(1) 評価方針

発電所敷地外 10km 以内のうち、10km 以内に存在する加圧貯蔵型のガスタンクの貯蔵量を勘案して、ガス爆発によるタンク破裂時に破片の最大飛散距離を算出し、最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。発電所敷地外 10km 以内に存在する加圧貯蔵型のガスタンクの一覧を表 2.2.2-2 に示す。

(2) 評価条件

- a. 爆発源は燃料を満載した状態を想定する。
- b. 危険物貯蔵施設等の高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発を想定する。

(3) 計算方法

「石油コンビナートの防災アセスメント指針」に基づきタンク破裂時における破片の最大飛散距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
M	kg	破裂時の貯蔵物質量
L	m	破片の最大飛散範囲

b. 破片の最大飛散範囲の算出

破片の最大飛散範囲を次式のとおり算出する。

$$L = 465 \times M^{0.10} \quad (\text{式 2.2.2-1})$$

(出典：石油コンビナートの防災アセスメント指針)

表 2.2.2-1 発電所周辺（東海村全域及び日立市の一部）に存在する第四類危険物貯蔵施設

施設区分	No.	事業所名	油種	数量(L)	位置が1.4km以内 ○：1.4km以内 ×：1.4km以遠
屋外タンク貯蔵所 又は屋外貯蔵所					
給油取扱所					

表 2.2.2-2 発電所敷地外 10km 以内に存在する加圧貯蔵型のガスタンク

施設名称	貯蔵量 (kg)	離隔距離※ (m)

※：敷地境界までの距離

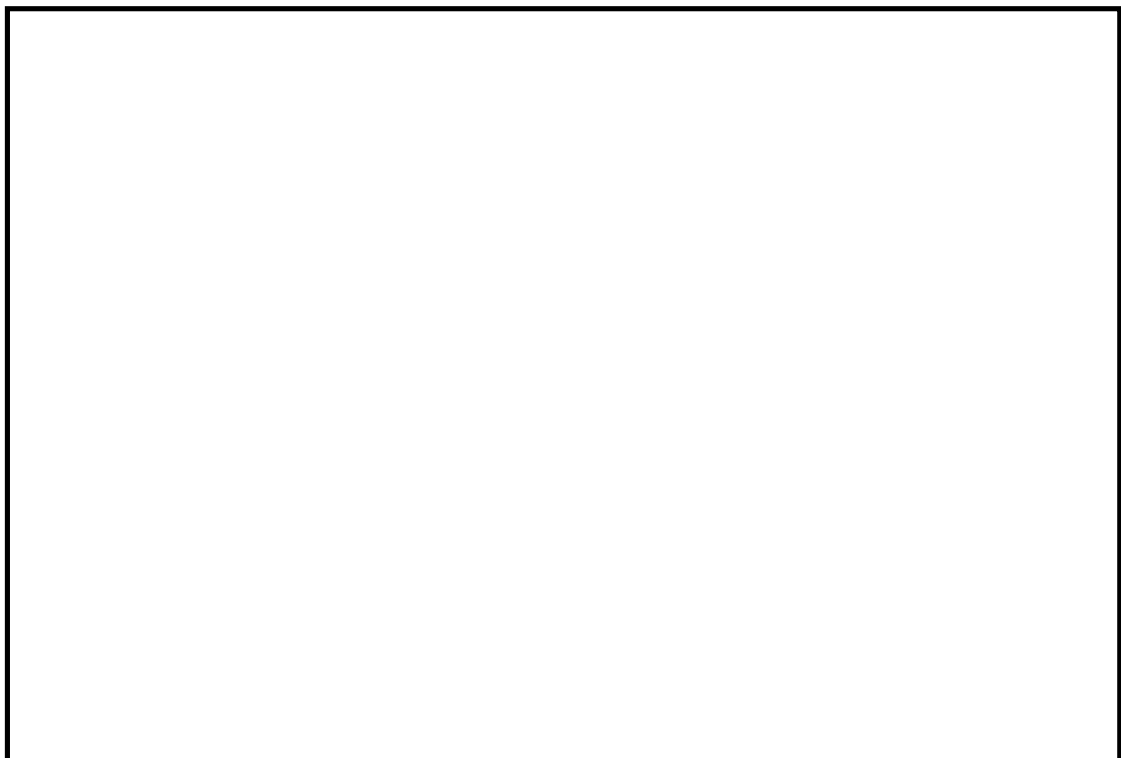


図 2.2.2-1 発電所周辺（東海村全域及び日立市の一部）に存在する第四類危険物貯蔵施設



図 2.2.2-2 発電所と日立LNG基地の位置関係

2.2.3 燃焼輸送車両の影響について

2.2.3.1 火災源に対する評価方針

(1) 評価方針

発電所敷地外 10 km 以内の燃料輸送車両の火災による，外部事象防護対象施設を内包する建屋の表面温度が許容温度となる危険距離及び屋外の外部事象防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し，その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。想定する火災源の位置を図 2.2.3-1 に示す。

(2) 評価条件

- a. 最大規模の燃料輸送車両が発電所敷地周辺道路で火災を起こすものとする。
- b. 燃料積載量は燃料輸送車両の中で最大規模（30 m³）とする。
- c. 燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- d. 輸送燃料はガソリンとする。
- e. 発電所敷地周辺道路での燃料輸送車両の全面火災を想定する。
- f. 気象条件は無風状態とする。
- g. 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。

(3) 計算方法

外部火災の影響を考慮する施設の許容温度となる危険放射強度，燃焼半径，燃焼継続時間及び形態係数等を求めそれらから危険距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
w	m	車両幅
d	m	車両長さ
w・d	m ²	車両面積
φ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎の高さ
t	s	燃焼継続時間
V	m ³	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/m ² ・s	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m ³	密度
T	°C	温度
T ₀	°C	周囲温度
T ₁	°C	初期温度
E	W/m ²	輻射強度
α	m ² /s	コンクリート温度伝導率
λ	W/m・K	コンクリート熱伝導率
C _p	J/kg・K	コンクリート比熱
R _f	W/m ²	輻射発散度
h	W/m ² ・K	熱伝達率
A	m ²	輻射を受ける面積
G	kg/s	重量流量
C _p	J/kg・K	空気比熱
ΔT	°C	構造物を介しての温度上昇

b. 輻射強度の算出

(a) 建屋の評価

建屋表面温度が許容温度 200 °C となるときの輻射強度の計算方法は、「2.2.2.1(3) 計算方法」と同じである。

(b) 排気筒及び放水路ゲートの評価

排気筒及び放水路ゲート駆動装置外殻の表面温度が許容温度 325 °C となるときの輻射強度の計算方法は、「2.2.2.1(3) 計算方法」と同じである。

(c) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の評価
非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の流入
空気が許容温度 53 °C となるときの輻射強度の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」
と同じである。

(d) 残留熱除去系海水系ポンプの評価

残留熱除去系海水系ポンプの冷却空気が許容温度 70 °C となるときの輻射強度の計
算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

(e) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水
ポンプの評価

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用ポン
プの冷却空気が許容温度 60 °C となるときの輻射強度の計算方法は、「2.2.2.1(3)計
算方法」と同じである。

c. 燃焼半径の算出

燃焼半径の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

d. 形態係数の算出

形態係数の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

e. 危険距離の算出

危険距離の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

2.2.3.2 爆発源に対する評価方針

2.2.3.2.1 危険限界距離の評価

(1) 評価方針

最大規模の燃料輸送車両の貯蔵量等を勘案して、外部火災の影響を考慮する施設へのガ
ス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01 MPa となる距離である危険限界距離を
算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保されていることを確認する。想定する爆
発源の位置を図 2.2.3-1 に示す。

(2) 評価条件

- 最大規模の燃料輸送車両が発電所敷地周辺道路で爆発を起こすものとする。
- 燃料積載量は燃料輸送車両の中で最大規模とする。
- 燃料輸送車両は燃料を満載した状態を想定する。
- 輸送燃料は液化天然ガス（LNG）及び液化石油ガス（LPG）とする。
- 発電所敷地境界の道路での高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発を想定する。

(3) 計算方法

爆発源のガスの種類及び貯蔵量から貯蔵設備のW値を求める。その貯蔵設備のW値を用いて、ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01 MPa となる距離である危険限界距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
V	m ³	ガスタンクの貯蔵量
λ	m/kg ^{1/3}	換算距離 (14.4)
ρ	t/m ³	ガス密度
K	-	石油類の定数
W	-	貯蔵設備のW値
X	m	ガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる距離

b. 貯蔵設備のW値の算出

貯蔵設備のW値の計算方法は、「2.1.2.2(3)計算方法」と同じである。

c. 危険限界距離の算出

危険限界距離の計算方法は、「2.1.2.2(3)計算方法」と同じである。

2.2.3.2.2 タンク破裂時における破片の最大飛散距離の評価

(1) 評価方針

最大規模の燃料輸送車両は加圧貯蔵であるため、大規模なタンク破裂事象である BLEVE が発生する可能性があることから、BLEVE により発生する飛来物として、車両制限令、道路法等をもとに設定した飛来物を想定し、最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていること、又は飛来物の衝突時においても、外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないことを確認する。

(2) 評価条件

- a. 爆発源は燃料を満載した状態を想定する。
- b. 燃料輸送車両の高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発を想定する。

(3) 簡易計算方法

「石油コンビナートの防災アセスメント指針」に基づきタンク破裂時における設計飛来物の最大飛散距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
M	kg	破裂時の貯蔵物質量
L	m	破片の最大飛散範囲

b. 破片の最大飛散範囲の算出

破片の最大飛散範囲は、「2.2.2.2(3)計算方法」と同じである。

(4) 詳細計算方法

飛来物が空中でランダムに回転すると仮定し、外力としては重力及び、平均抗力（各方向に平均化した抗力係数と投影面積の積に比例して定義されるもの）を受けるものとし最も遠くまで到達する飛散距離を評価する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
v_0	m/s	飛来物の最高速度
E	J	タンク爆発により発生するエネルギー
P_1	Pa	タンク内の圧力
P_2	Pa	大気圧力
γ	-	比熱比
A_{ke}	-	爆発エネルギーの飛来物への移行係数
m	kg	飛来物の質量
F	-	空気抵抗による外力
g	m/s ²	重力加速度
C_D	-	流体抗力係数
A	m ²	飛来物の速度方向に対する投影面積
v	m/s	飛来物の速度
ρ	kg/m ³	空気密度

b. 最大飛散距離の算出

$$\text{水平方向} : m \frac{dv_x}{dt} = F \frac{v_x}{V(t)} \quad (\text{式 2.2.3-1})$$

$$\text{鉛直方向} : m \frac{dv_y}{dt} = F \frac{v_y}{V(t)} - m g \quad (\text{式 2.2.3-2})$$

$$F = -\frac{1}{2} C_D A \rho v(t)^2 \quad (\text{式 2.2.3-3})$$

$$v(t) = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

(式 2.2.3-4)

(5) 飛来物が衝突する場合の影響評価方法

飛来物の衝突時においても、外部事象防護対象施設が安全機能を損なわないことを確認するため、V-1-1-2-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」の「4.2.2 固縛対象物の選定」に示す、竜巻の設計飛来物（鋼製材）の影響に包絡されるか評価する。

a. 衝突エネルギーの算出方法

(a) 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
m	kg	飛来物の質量
E	J	衝突エネルギー
v	m/s	原子炉建屋に衝突時の水平速度

(b) 衝突エネルギーの算出

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

b. コンクリートに対する貫通限界厚さの算出方法

(a) 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
t_p	cm	貫通限界厚さ
x_c	cm	衝突エネルギー
F_c	kgf/cm ²	原子炉建屋に衝突時の速度
d	cm	飛来物の直径※
M	kg	飛来物の重量
V	m/s	原子炉建屋に衝突時の水平速度
N	-	飛来物の先端形状係数
α_c	-	貫入深さに係る飛来物の低減係数
α_p	-	貫通限界厚さに係る飛来物の低減係数

※：飛来物の衝突面の外形の最小投影面積に等しい円の直径

(b) コンクリートに対する貫通限界厚さの算出

コンクリートに対する貫通限界厚さの計算方法は、V-1-1-2-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」の「4.2.2 固縛対象物の選定」と同じである。

<①修正 NDRC 式及び②Degen 式>

$$\begin{array}{l}
 \frac{x_c}{\alpha_c d} \leq 2 \quad \text{の場合} \quad \frac{x_c}{d} = 2 \left\{ \left(\frac{12145}{\sqrt{F_c}} \right) N d^{0.2} \frac{M}{d^3} \left(\frac{V}{1000} \right)^{1.8} \right\}^{0.5} \\
 \frac{x_c}{\alpha_c d} \geq 2 \quad \text{の場合} \quad \frac{x_c}{d} = \left(\frac{12145}{\sqrt{F_c}} \right) N d^{0.2} \frac{M}{d^3} \left(\frac{V}{1000} \right)^{1.8} + 1 \\
 \frac{x_c}{\alpha_c d} \leq 1.52 \quad \text{の場合} \quad t_p = \alpha_p d \left\{ 2.2 \left(\frac{x_c}{\alpha_c d} \right) - 0.3 \left(\frac{x_c}{\alpha_c d} \right)^2 \right\} \\
 1.52 \leq \frac{x_c}{\alpha_c d} \leq 13.42 \quad \text{の場合} \quad t_p = \alpha_p d \left\{ 0.69 + 1.29 \left(\frac{x_c}{\alpha_c d} \right) \right\}
 \end{array}$$

c. 鋼板に対する貫通限界厚さの算出方法

(a) 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
T	m	貫通限界厚さ
d	m	飛来物が衝突する衝突断面の等価直径※
K	-	鋼板の材質に関する係数
m	kg	飛来物の質量
v	m/s	原子炉建屋に衝突時の水平速度

※：飛来物の衝突面の外形の最小投影面積に等しい円の直径

(b) 鋼板に対する貫通限界厚さの算出

鋼板に対する貫通限界厚さの計算方法は、V-1-1-2-3-2「竜巻の影響を考慮する施設及び固縛対象物の選定」の「4.2.2 固縛対象物の選定」と同じである。

$$T^{\frac{3}{2}} = \frac{0.5mv^2}{1.4396 \times 10^9 \cdot K^2 \cdot d^{\frac{3}{2}}}$$

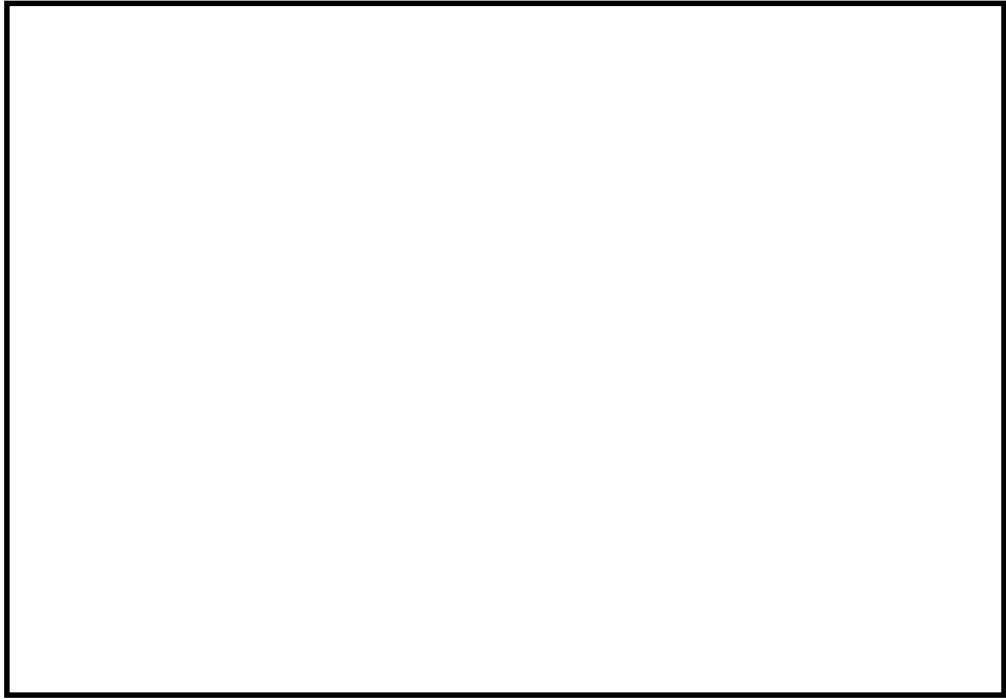


図 2.2.3-1 外部火災の影響を考慮する施設と燃料輸送車両の位置関係

2.2.4 漂流船舶の影響について

2.2.4.1 火災源に対する評価方針

(1) 評価方針

発電所近辺に漂流する船舶を想定し、輻射強度が最大となる火災に対して、燃料保有量等を勘案して、外部火災の影響を考慮する施設を内包する建屋表面温度及び屋外の外部火災の影響を考慮する施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

発電所から約 1500 m の位置に、日立 LNG 基地が稼働中であるため、この高圧ガス貯蔵施設に LNG 及び LPG を輸送する輸送船（以下「燃料輸送船」という。）、内航船及び発電所港湾内に定期的に入港する船舶（以下「定期船」という。）を火災源とし、外部火災の影響を考慮する施設を内包する建屋及び屋外の外部火災の影響を考慮する施設を対象に影響評価を実施する。

各船舶から外部火災の影響を考慮する施設までの離隔距離については、輸送船の喫水は [] であり、 [] である発電所岸壁から 900m の位置までしか近づけないことから、 [] のポイントから外部火災の影響を考慮する施設までの離隔距離が最も短くなる地点を想定する。定期船及び内航船は満載時でも喫水が [] と浅く、発電所岸壁まで接近可能であるため、発電所港湾内に定期的に入港する定期船は、発電所港湾内の岸壁から外部火災の影響を考慮する施設までの離隔距離が最も短くなる地点を想定する。内航船は発電所港湾内に入港することはない。また、航路からの漂流を想定したとしても、航路から発電所港湾南側の岸壁まで周り込んで到達する可能性は低いため、発電所港湾北側の岸壁から外部火災の影響を考慮する施設までの離隔距離が最も短くなる地点を想定する。

想定する火災源の位置を図 2.2.2-2、図 2.2.4-1 に示す。

(2) 評価条件

- a. 燃料保有量は満載とした状態とする。
- b. 燃料は重油とする。
- c. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう想定位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とする。
- d. 漂流船舶の全面火災を想定する。
- e. 火災は円筒火災をモデルとし、火災の高さは燃焼半径の 3 倍とする。
- f. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

外部火災の影響を考慮する施設の許容温度となる危険輻射強度、火災源の船舶の全長と船幅より四角形として算出した値から求める燃焼半径、燃焼継続時間及び形態係数等を求めそれらから危険距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
R	m	燃焼半径
w	m	船幅
d	m	船舶の全長
w・d	m ²	船舶の全長と船幅より四角形として算出した値
ϕ	—	形態係数
L	m	離隔距離
H	m	火炎の高さ
t	s	燃焼継続時間
V	m ³	燃料量
v	m/s	燃焼速度
M	kg/m ² ・s	燃料の質量低下速度
ρ	kg/m ³	密度
T	°C	温度
T ₀	°C	周囲温度
T ₁	°C	初期温度
E	W/m ²	輻射強度
α	m ² /s	コンクリート温度伝導率
λ	W/m・K	コンクリート熱伝導率
C _p	J/kg・K	コンクリート比熱
R _f	W/m ²	輻射発散度
h	W/m ² ・K	熱伝達率
A	m ²	輻射を受ける面積
G	kg/s	重量流量
C _p	J/kg・K	空気比熱
ΔT	°C	構造物を介しての温度上昇

b. 輻射強度の算出

(a) 建屋の評価

建屋表面温度が許容温度 200 °C となるときの輻射強度の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

(b) 排気筒及び放水路ゲートの評価

排気筒及び放水路ゲート駆動装置外殻の表面温度が許容温度 325 °C となるときの輻射強度の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

(c) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）の評価

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）の流入空気が許容温度 53 °C となるときの輻射強度の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

(d) 残留熱除去系海水系ポンプの評価

残留熱除去系海水系ポンプの冷却空気が許容温度 70 °C となるときの輻射強度の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

(e) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの評価

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用ポンプの冷却空気が許容温度 60 °C となるときの輻射強度の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

c. 燃焼半径の算出

燃焼半径の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

d. 形態係数の算出

形態係数の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

e. 危険距離の算出

危険距離の計算方法は、「2.2.2.1(3)計算方法」と同じである。

2.2.4.2 爆発源に対する評価方針

2.2.4.2.1 危険限界距離の評価

(1) 評価方針

発電所周辺の海域を航行する燃料輸送船のうち、高圧ガスを保有する LNG 輸送船、LPG 輸送船及び内航船の燃料保有量等を勘案して、ガス爆発の爆風圧が人体に対して影

響を与えない0.01 MPaとなる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離を確保されていることを確認する。想定する爆発源の位置を図2.2.4-1、図2.2.4-2及び図2.2.4-3に示す。なお、定期船については、高压ガスを保有しないため評価対象外とする。

(2) 評価条件

- a. 燃料輸送船は、日立LNG基地に実際に入港する最大規模の船舶を想定する。
- b. 漂流船舶は燃料を満載した状態を想定する。
- c. 輸送燃料は液化天然ガス（LNG）及び液化石油ガス（LPG）とする。
- d. 離隔距離は、評価上厳しくなるよう想定位置から外部火災の影響を考慮する施設までの直線距離とし、津波防護施設より高さが低く、爆風圧を直接受けることがない残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプは対象外とする。
- e. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

爆発源のガスの種類及び貯蔵量から貯蔵設備のW値を求める。その貯蔵設備のW値を用いて、外部火災の影響を考慮する施設へのガス爆発の爆風圧が0.01MPaとなる距離である危険限界距離を算出する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
V	m ³	ガスタンクの貯蔵量
λ	m/kg ^{1/3}	換算距離（14.4）
ρ	t/m ³	ガス密度
K	-	石油類の定数
W	-	貯蔵設備のW値
X	m	ガス爆発の爆風圧が0.01MPaとなる距離

b. 貯蔵設備のW値の算出

貯蔵設備のW値の計算方法は、「2.1.2.2(3)計算方法」と同じである。

c. 危険限界距離の算出

危険限界距離の計算方法は、「2.1.2.2(3)計算方法」と同じである。

2.2.4.2.2 タンク破裂時における破片の最大飛散距離の評価

(1) 評価方針

大規模なタンク破裂事象であるBLEVEは、加圧貯蔵型タンクで発生し、大気圧に近い低圧・低温で貯蔵されている低温貯蔵型タンクでは発生しない。爆発評価の対象となる日立LNG基地に入港するLNG輸送船、LPG輸送船及び内航船は、すべて低温貯蔵型タンクであり、大規模なタンク破裂が発生する可能性はないが、加圧貯蔵型タンクが存在するLPG輸送船を対象に、BLEVEにより発生する飛来物として、竜巻の設計飛来物を想定し、最大飛散距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。なお、定期船については、高压ガスを保有しないため評価対象外とする。

低温貯蔵型の燃料輸送船のタンクは、低圧貯蔵であるため破裂エネルギーが小さく、また、漂流した船舶が、日立LNG基地がある1.5 km先から発電所周辺まで流れてくる可能性は低く、それに加えて、外部事象防護対象施設等に衝突する水平方向の飛散角度は数度程度の範囲に限られるため、飛来物が外部事象防護対象施設等に衝突する可能性は低い。

(2) 評価条件

- a. 爆発源は燃料を満載した状態を想定する。
- b. 漂流船舶が貯蔵する高压ガス漏えい、引火によるガス爆発を想定する。
- c. 船舶の漂流位置は、喫水を考慮した発電所までの距離が最短となる位置とする。ただし、東海港に入港しない船舶については、東海港外で漂流する可能性がある最短の位置とする。
- d. 残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプは、津波防護施設より高さが低いことから、当該評価では評価対象外とする。

(3) 最大飛散距離の評価

ガス爆発により発生する飛来物の最高速度を求め、この飛来物が空中でランダムに回転すると仮定し、外力としては重力及び、平均抗力（各方向に平均化した抗力係数と投影面積の積に比例して定義されるもの）を受けるものとし最も遠くまで到達する飛散距離を評価する。

a. 記号の説明

算出に用いる記号とその単位及び定義を以下に示す。

記号	単位	定義
v_0	m/s	飛来物の最高速度
E	J	タンク爆発により発生するエネルギー
P_1	Pa	タンク内の圧力
P_2	Pa	大気圧力
γ	-	比熱比
A_{ke}	-	爆発エネルギーの飛来物への移行係数
m	Kg	飛来物の質量
F	-	空気抵抗による外力
g	m/s^2	重力加速度
C_D	-	流体抗力係数
A	m^2	飛来物の速度方向に対する投影面積
v	m/s	飛来物の速度
ρ	kg/m^3	空気密度

b. 最大飛散距離の算出

最大飛散距離の算出方法は、「2.2.3.2.2 タンク破裂時における破片の最大飛散距離の評価」と同じである。

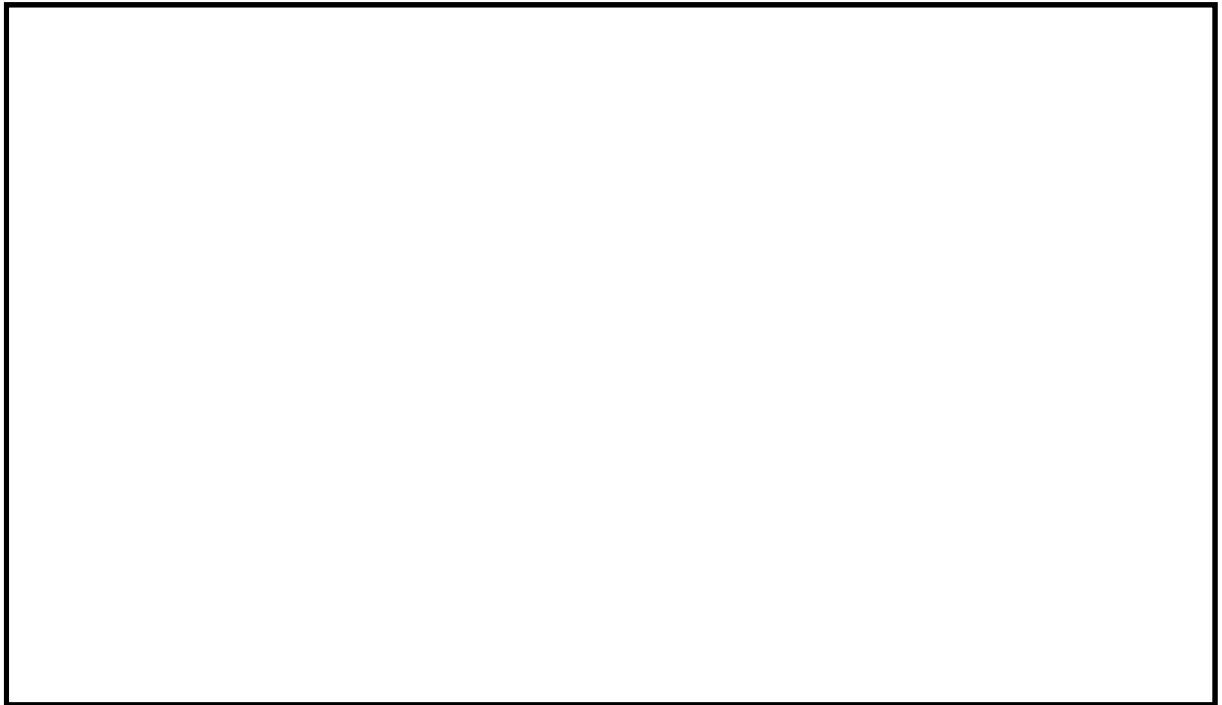


図 2.2.4-1 外部火災の影響を考慮する施設と L P G 輸送船の位置関係

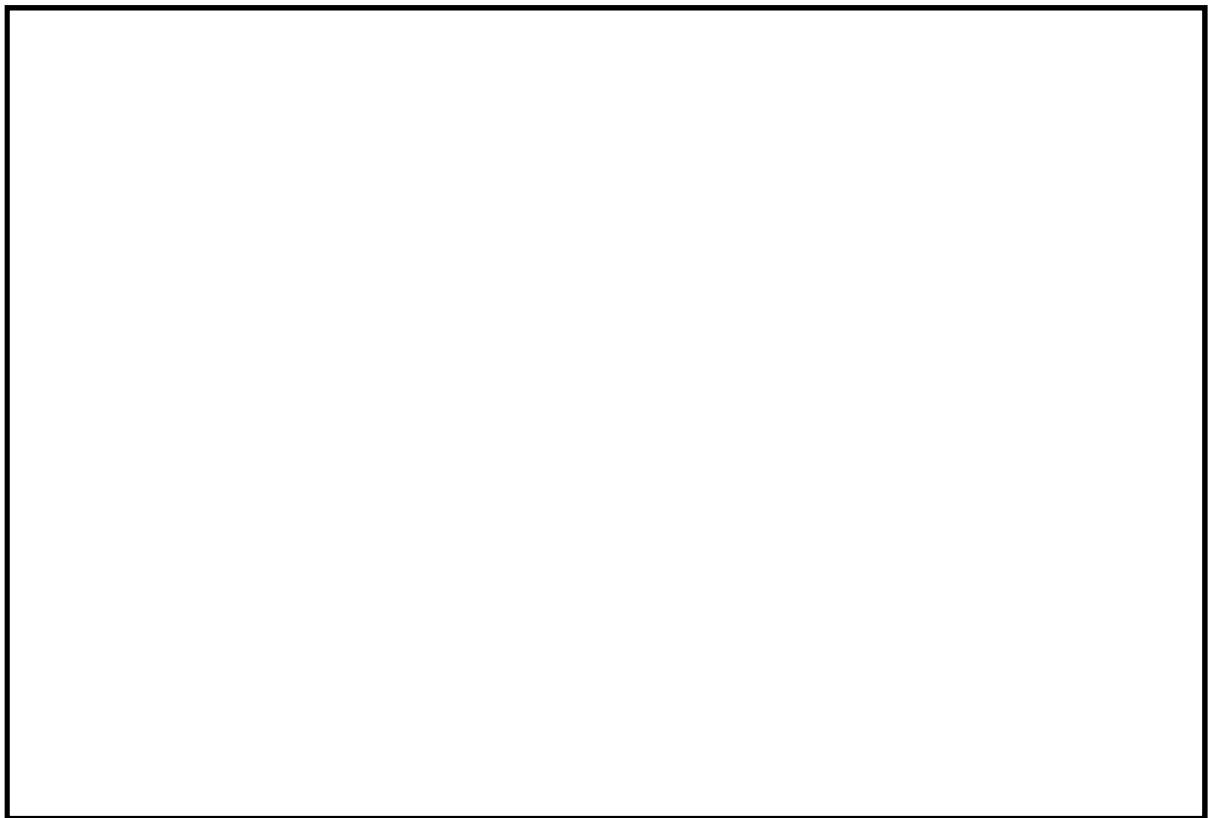


図 2. 2. 4-2 外部火災の影響を考慮する施設と定期船の位置関係

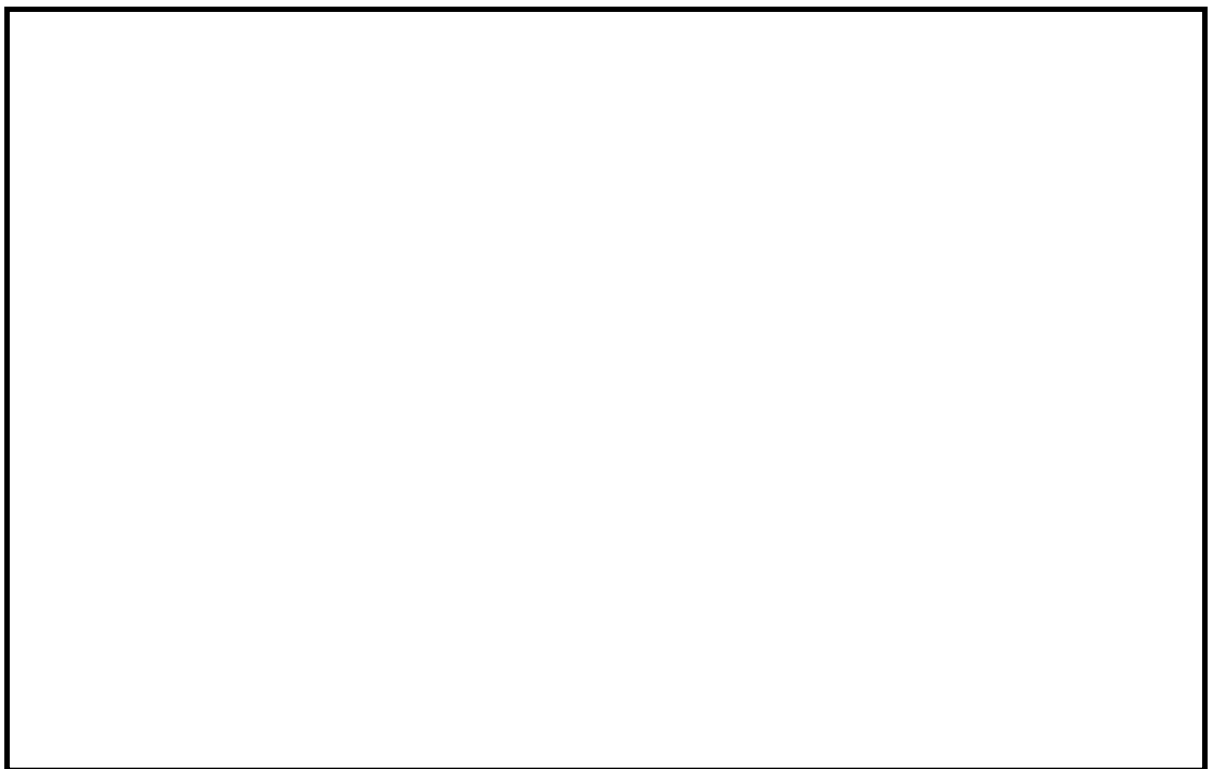


図 2. 2. 4-3 外部火災の影響を考慮する施設と内航船の位置関係

V-1-1-2-5-6 外部火災防護における評価条件及び評価結果

目次

1. 概要.....	1
2. 評価条件及び評価結果.....	1
2.1 発電所敷地内の火災源に対する評価条件及び評価結果.....	1
2.2 発電所敷地外の火災に対する評価条件及び評価結果.....	22

1. 概要

本資料は、外部火災の影響を考慮する施設及び津波防護施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認するための評価条件及び評価結果について説明するものである。

外部火災の影響を考慮する施設及び津波防護施設の健全性を確認するための評価は、V-1-1-2-5-5「外部火災防護における評価方針」に従って行う。

2. 評価条件及び評価結果

2.1 発電所敷地内の火災源に対する評価条件及び評価結果

2.1.1 森林火災

森林火災時の建屋及び屋外の外部火災の影響を考慮する施設及び津波防護施設の危険距離の評価結果を整理し、表 2-1 に示す。

(1) 危険距離の評価条件及び評価結果

a. 必要データ

評価指標	森林火災の評価条件
火炎輻射強度 (kW/m ²)	反応強度の値を火炎輻射強度の値に変換したもの (建屋及び津波防護施設のうち鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価：444 kW/m ² ，排気筒，津波防護施設のうち止水ジョイント部及び防潮扉，非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。），残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの評価：442 kW/m ²)
火炎長 (m)	火炎輻射強度を踏まえた火炎長の値(建屋及び津波防護施設のうち鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価：1.5 m，排気筒，津波防護施設のうち止水ジョイント部及び防潮扉，非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。），残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの評価：1.6 m)
火炎到達幅 (m)	到達火炎の横幅(建屋及び津波防護施設のうち鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の評価：1960 m，排気筒，津波防護施設のうち止水ジョイント部及び防潮扉，非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。），残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの評価：1960 m)

b. 外部火災の影響を考慮する施設及び津波防護施設の評価条件及び評価結果

危険距離の評価条件及び評価結果を示す。

外部火災の影響を考慮する施設及び津波防護施設の位置関係を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

(a) 建屋及び津波防護施設のうち鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

H (m)	W (m)	E (kW/m ²)	R f (kW/m ²)
1.5	1960	10.46	444

T (°C)	T ₁ (°C)	C _P (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m ³)	λ (W/m/K)
200	50	880	2400	1.63

	原子炉 建屋	タービン 建屋	使用済燃料 乾式貯蔵建屋	鋼管杭鉄筋 コンクリート防潮壁
危険距離 (m)	18			
離隔距離 (m)	267	221	37	21

結果
危険距離を評価した結果、18 m となり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

(b) 排気筒，放水路ゲート，津波防護施設のうち止水ジョイント部及び防潮扉

H (m)	W (m)	E (kW/m ²)	R f (kW/m ²)
1.6	1960	9.35	442

T (°C)	T ₁ (°C)	h (W/m ² /K)
325	50	17

	排気筒	放水路 ゲート	止水 ジョイント部	防潮扉
危険距離 (m)	20			
離隔距離 (m)	266	41	21	35

結果
危険距離を評価した結果、20 m となり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

(c) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）

H (m)	W (m)	R f (kW/m ²)
1.6	1960	442

A (m ²)	G (kg/s)	C _P (J/kg/K)
7.81	4	1007

T (°C)	T _o (°C)	ΔT (°C)
53	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
30	267

結果	
危険距離を評価した結果、30 m となり、その危険距離を上回る離隔距離（267 m）を確保していることを確認した。	

(d) 残留熱除去系海水系ポンプ

w · d (m ²)	H (m)	R f (kW/m ²)
1.6	1960	442

A (m ²)	G (kg/s)	C _P (J/kg/K)
12	2.574	1007

T (°C)	T _o (°C)	ΔT (°C)
70	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
28	242

結果	
危険距離を評価した結果、28 m となり、その危険距離を上回る離隔距離（242 m）を確保していることを確認した。	

- (e) 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)
1.6	1960	442

A (m^2)	G (kg/s)	C_p ($J/kg/K$)
1.6	0.722	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
60	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
24	242

結果
危険距離を評価した結果、24 mとなり、その危険距離を上回る離隔距離（242 m）を確保していることを確認した。

2.1.2 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災

2.1.2.1 火災源に対する評価

危険物貯蔵施設火災時の温度評価結果を整理し、表 2-2 に示す。火災源に対する評価は、V-1-1-2-5-5「外部火災防護における評価方針」の表 2.1.2-1 に示す敷地内の危険物貯蔵施設等の一覧（火災源）のうち、以下を対象とする。

- ・ 溶融炉灯油タンク
- ・ 主要変圧器
- ・ 所内変圧器 2 A
- ・ 起動変圧器 2 B

(1) 評価条件及び評価結果

a. 溶融炉灯油タンク火災

(a) 原子炉建屋の評価条件及び評価結果

原子炉建屋表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

溶融炉灯油タンクから外部火災の影響を考慮する施設までの距離は、図 2-3 に示す。

$w \cdot d$ (m^2)	L (m)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)
19.36	45	7.4	50	10

v (m/s)	M ($kg/m^2/s$)	燃料 ρ (kg/m^3)	T_1 ($^{\circ}C$)
4.69×10^{-5}	0.039	830	50

C_p ($J/kg/K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m/K$)	α (m^2/s)
880	2400	1.63	7.7×10^{-7}

建屋表面温度 ($^{\circ}C$)	コンクリート 許容温度 ($^{\circ}C$)
70	200

結果
溶融炉灯油タンク火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、70 $^{\circ}C$ となり、コンクリート許容温度 200 $^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

(b) タービン建屋

$w \cdot d$ (m^2)	L (m)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)
19.36	77	7.4	50	10

v (m/s)	M ($kg/m^2/s$)	燃料 ρ (kg/m^3)	T_1 ($^{\circ}C$)
4.69×10^{-5}	0.039	830	50

C_p (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ (W/m/K)	α (m^2/s)
880	2400	1.63	7.7×10^{-7}

建屋表面温度 ($^{\circ}C$)	コンクリート 許容温度 ($^{\circ}C$)
57	200

結果
溶融炉灯油タンク火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、57 $^{\circ}C$ となり、コンクリート許容温度 200 $^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

(c) 排気筒

$w \cdot d$ (m^2)	L (m)	H (m)	R f (kW/m^2)	h ($W/m^2/K$)
19.36	21	7.4	50	17

T_1 ($^{\circ}C$)
50

排気筒表面温度 ($^{\circ}C$)	鋼材許容温度 ($^{\circ}C$)
90	325

結果
溶融炉灯油タンク火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、90 $^{\circ}C$ となり、鋼材許容温度 325 $^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

(d) 残留熱除去系海水系ポンプ

w · d (m ²)	L (m)	H (m)	R f (kW/m ²)
19.36	185	7.4	50

A (m ²)	G (kg/s)	C _P (J/kg/K)	T ₀ (°C)	Δ T (°C)
12	2.574	1007	40	5

冷却空気 温度 (°C)	冷却空気 許容温度 (°C)
46	70

結果
溶融炉灯油タンク火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、46 °Cとなり、許容温度 70 °C以下であることを確認した。

(e) 非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ

w · d (m ²)	L (m)	H (m)	R f (kW/m ²)
19.36	185	7.4	50

A (m ²)	G (kg/s)	C _P (J/kg/K)	T ₀ (°C)	Δ T (°C)
1.6	0.722	1007	40	5

冷却空気 温度 (°C)	冷却空気 許容温度 (°C)
46	60

結果
溶融炉灯油タンク火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、46 °Cとなり、許容温度 60 °C以下であることを確認した。

b. 主要変圧器火災

(a) タービン建屋の評価条件及び評価結果

タービン建屋表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

主要変圧器からタービン建屋までの距離は、図 2-4 に示す。

$w \cdot d$ (m^2)	L (m)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)
97.00	22	16.7	23	136

v (m/s)	M ($kg/m^2/s$)	燃料 ρ (kg/m^3)	T_1 ($^{\circ}C$)
3.88×10^{-5}	0.035	900	50

C_p ($J/kg/K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m/K$)	α (m^2/s)	h ($W/m^2/K$)
880	2400	1.63	7.7×10^{-7}	17

建屋表面温度 ($^{\circ}C$)	コンクリート 許容温度 ($^{\circ}C$)
149	200

結果
主要変圧器火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、149 $^{\circ}C$ となり、コンクリート許容温度 200 $^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

(b) 放水路ゲートの評価条件及び評価結果

放水路ゲート駆動装置外殻の温度上昇の評価条件及び評価結果を示す。

主要変圧器から放水路ゲートまでの距離は、図 2-4 に示す。

$w \cdot d$ (m^2)	L (m)	H (m)	R f (kW/m^2)	h ($W/m^2/K$)
97.00	270	16.7	23	17

T_1 ($^{\circ}C$)
50

評価温度 ($^{\circ}C$)	許容温度 ($^{\circ}C$)
51	325

結果
主要変圧器火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、51 $^{\circ}C$ となり、許容温度 325 $^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

c. 所内変圧器 2 A 火災

(a) タービン建屋の評価条件及び評価結果

タービン建屋表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

所内変圧器 2 A からタービン建屋までの距離は、図 2-4 に示す。

$w \cdot d$ (m^2)	L (m)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)
22.45	8	8.0	23	21

v (m/s)	M ($kg/m^2/s$)	燃料 ρ (kg/m^3)	T_1 ($^{\circ}C$)
3.88×10^{-5}	0.035	900	50

C_p ($J/kg/K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m/K$)	α (m^2/s)	h ($W/m^2/K$)
880	2400	1.63	7.7×10^{-7}	17

建屋表面温度 ($^{\circ}C$)	コンクリート 許容温度 ($^{\circ}C$)
187	200

結果
所内変圧器 2 A 火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、187 $^{\circ}C$ となり、コンクリート許容温度 200 $^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

(b) 放水路ゲートの評価条件及び評価結果

放水路ゲート駆動装置機械室外殻の温度上昇の評価条件及び評価結果を示す。

所内変圧器 2 A から放水路ゲートまでの距離は、図 2-4 に示す。

$w \cdot d$ (m^2)	L (m)	H (m)	R f (kW/m^2)	h ($W/m^2/K$)
22.45	270	8.0	23	17

T_1 ($^{\circ}C$)
50

評価温度 ($^{\circ}C$)	許容温度 ($^{\circ}C$)
51	325

結果
所内変圧器 2 A 火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、51 $^{\circ}C$ となり、許容温度 325 $^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

d. 起動変圧器 2 B 火災

(a) タービン建屋の評価条件及び評価結果

タービン建屋表面温度の評価条件及び評価結果を示す。

起動変圧器 2 B からタービン建屋までの距離は、図 2-4 に示す。

$w \cdot d$ (m^2)	L (m)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)
58.91	13	13.0	23	46.75

v (m/s)	M ($kg/m^2/s$)	燃料 ρ (kg/m^3)	T_1 ($^{\circ}C$)
3.88×10^{-5}	0.035	900	50

C_p ($J/kg/K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m/K$)	α (m^2/s)	h ($W/m^2/K$)
880	2400	1.63	7.7×10^{-7}	17

建屋表面温度 ($^{\circ}C$)	コンクリート 許容温度 ($^{\circ}C$)
182	200

結果
起動変圧器 2 B 火災時の外部火災の影響を考慮する施設の表面温度を評価した結果、182 $^{\circ}C$ となり、コンクリート許容温度 200 $^{\circ}C$ 以下であることを確認した。

2.1.2.2 爆発源に対する評価

水素貯槽の爆発による危険限界距離の評価条件及び評価結果を示す。爆発源に対する評価は、V-1-1-2-5-5「外部火災防護における評価方針」の表 2.1.2-2 に示す敷地内の爆発源となる設備一覧のうち、水素貯槽を対象とする。

(1) 評価条件及び評価結果

タービン建屋までの離隔距離は、図 2-3 に示す。

V (m ³)	λ (m/kg ^{1/3})	ρ (t/m ³)	W (-)	K (-)
6.7	14.4	8.988×10^{-5}	6.0×10^{-4}	2860

X (m)	タービン建屋までの 離隔距離 (m)
7	35

結果
ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる距離を評価した結果、7 m となり、タービン建屋までの離隔距離 35 m 以下であることを確認した。

2.1.3 航空機墜落による火災

航空機墜落による火災時の温度評価結果を整理し、表 2-3 に示す。

2.1.3.1 原子炉施設に対する評価

(1) 標的面積と離隔距離の評価条件及び評価結果

	計器飛行方式 民間航空機 B 7 3 7 - 8 0 0	有視界飛行方式 民間航空機 B 7 4 7 - 4 0 0	自衛隊機又は米軍機	
			訓練空域外 を飛行中 K C - 7 6 7	基地－訓練空域間 往復時 F - 1 5
標的面積 A (km ²)	0.56	0.5	0.46	0.033
離隔距離 L (m)	245	229	217	22

(2) 評価条件及び評価結果

a. 建屋

標的面積から求めた、自衛隊機又は米軍機F-15の離隔距離を図2-5に示し、以下に温度の評価条件及び評価結果を示す。なお、その他の機種は200m以上と長く、広範囲となる。

	計器飛行方式 民間航空機 B737- 800	有視界飛行方式 民間航空機 B747- 400	自衛隊機又は米軍機	
			KC- 767	F-15
W・d (m ²) ※1	110.0	700.0	405.2	44.6
H (m)	17.8	44.8	34.1	11.3
Rf (kW/m ²)	50		58	
V (m ³)	26.02	216.84	145.03	14.87
v (m/s)	4.64×10 ⁻⁵		6.71×10 ⁻⁵	
M (kg/m ² /s)	0.039		0.051	
燃料 ρ (kg/m ³)	840		760	
T ₁ (°C)	50			
α (m ² /s)	7.7×10 ⁻⁷			
C _p (J/kg/K)	880			
コンクリート ρ (kg/m ³)	2400			
λ (W/m/K)	1.63			

注記 ※1：燃料タンクの投影面積

	計器飛行方式 民間航空機 B737- 800	有視界飛行方式 民間航空機 B747- 400	自衛隊機又は米軍機	
			KC- 767	F-15
建屋表面温度 (°C)	53	71	64	183
許容温度 (°C)	200			

結果
航空機墜落による火災時の建屋表面温度を評価した結果、コンクリート許容温度200℃以下であることを確認した。

b. 排気筒

	計器飛行方式 民間航空機 B 7 3 7 - 8 0 0	有視界飛行方式 民間航空機 B 7 4 7 - 4 0 0	自衛隊機又は米軍機	
			K C - 7 6 7	F - 1 5
W・d (m ²) ※1	110.0	700.0	405.2	44.6
H (m)	17.8	44.8	34.1	11.3
R f (kW/m ²)	50		58	
h (W/m ² /K)	17			
T ₁ (°C)	50			

注記 ※1：燃料タンクの投影面積

	計器飛行方式 民間航空機 B 7 3 7 - 8 0 0	有視界飛行方式 民間航空機 B 7 4 7 - 4 0 0	自衛隊機又は米軍機	
			K C - 7 6 7	F - 1 5
排気筒表面温度 (°C)	52	63	60	142
許容温度 (°C)	325			

結果

航空機墜落による火災時の建屋表面温度を評価した結果、鋼材許容温度 325 °C 以下であることを確認した。

c. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）

	計器飛行方式 民間航空機 B737- 800	有視界飛行方式 民間航空機 B747- 400	自衛隊機又は米軍機	
			KC- 767	F-15
W・d (m ²) ※1	110.0	700.0	405.2	44.6
H (m)	17.8	44.8	34.1	11.3
Rf (kW/m ²)	50		58	
A (m ²)	7.81			
G (kg/s)	4			
C _P (J/kg/K)	1007			
T ₀ (°C)	40			
ΔT (°C)	5			

注記 ※1：燃料タンクの投影面積

	計器飛行方式 民間航空機 B737- 800	有視界飛行方式 民間航空機 B747- 400	自衛隊機又は米軍機	
			KC- 767	F-15
流入空気温度 (°C)	46	46	46	51
許容温度 (°C)	53			

結果

航空機墜落による火災時の非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の流入空気温度を評価した結果、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の性能維持に必要な温度 53 °C以下であることを確認した。

d. 残留熱除去系海水系ポンプ

	計器飛行方式 民間航空機 B 7 3 7 - 8 0 0	有視界飛行方式 民間航空機 B 7 4 7 - 4 0 0	自衛隊機又は米軍機	
			K C - 7 6 7	F - 1 5
W · d (m ²) ※1	110.0	700.0	405.2	44.6
H (m)	17.8	44.8	34.1	11.3
R f (kW/m ²)	50		58	
A (m ²)	12			
G (kg/s)	2.574			
C _P (J/kg/K)	1007			
T ₀ (°C)	40			
Δ T (°C)	5			

注記 ※1：燃料タンクの投影面積

	計器飛行方式 民間航空機 B 7 3 7 - 8 0 0	有視界飛行方式 民間航空機 B 7 4 7 - 4 0 0	自衛隊機又は米軍機	
			K C - 7 6 7	F - 1 5
冷却空気温度 (°C)	46	47	47	60
許容温度 (°C)	70			

結果

航空機墜落による火災時の残留熱除去系海水系ポンプの冷却空気温度を評価した結果、下部軸受の機能維持に必要な冷却空気の許容温度 70 °C 以下であることを確認した。

- e. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）
用海水ポンプ

	計器飛行方式 民間航空機 B 7 3 7 - 8 0 0	有視界飛行方式 民間航空機 B 7 4 7 - 4 0 0	自衛隊機又は米軍機	
			K C - 7 6 7	F - 1 5
W・d (m ²) ※1	110.0	700.0	405.2	44.6
H (m)	17.8	44.8	34.1	11.3
R f (kW/m ²)	50		58	
A (m ²)	1.6			
G (kg/s)	0.722			
C _P (J/kg/K)	1007			
T ₀ (°C)	40			
ΔT (°C)	5			

注記 ※1：燃料タンクの投影面積

	計器飛行方式 民間航空機 B 7 3 7 - 8 0 0	有視界飛行方式 民間航空機 B 7 4 7 - 4 0 0	自衛隊機又は米軍機	
			K C - 7 6 7	F - 1 5
冷却空気温度 (°C)	46	46	46	52
許容温度 (°C)	60			

結果

航空機墜落による火災時の非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの冷却空気温度を評価した結果，下部軸受の機能維持に必要な冷却空気の許容温度 60 °C 以下であることを確認した。

2.1.3.2 使用済燃料乾式貯蔵建屋に対する評価

(1) 標的面積と離隔距離の評価条件及び評価結果

	計器飛行方式 民間航空機 B 7 3 7 - 8 0 0	有視界飛行方式 民間航空機 B 7 4 7 - 4 0 0	自衛隊機又は米軍機	
			訓練空域外を 飛行中 K C - 7 6 7	基地－訓練空域間 往復時 F - 1 5
標的面積 A (km ²)	0.56	0.5	0.46	0.033
離隔距離 L (m)	393	372	355	78

(2) 評価条件及び評価結果

a. 使用済燃料乾式貯蔵建屋

標的面積から求めた、自衛隊機又は米軍機F-15の離隔距離を図2-6に示し、以下に温度の評価条件及び評価結果を示す。なお、その他の機種種の離隔距離は300m以上と長く、広範囲となる。

	計器飛行方式 民間航空機 B737- 800	有視界飛行方式 民間航空機 B747- 400	自衛隊機又は米軍機	
			KC- 767	F-15
W・d (m ²) ※1	110.0	700.0	405.2	44.6
H (m)	17.8	44.8	34.1	11.3
Rf (kW/m ²)	50		58	
V (m ³)	26.02	216.84	145.03	14.87
v (m/s)	4.64×10 ⁻⁵		6.71×10 ⁻⁵	
M (kg/m ² /s)	0.039		0.051	
燃料 ρ (kg/m ³)	840		760	
T ₁ (°C)	50			
α (m ² /s)	7.7×10 ⁻⁷			
C _p (J/kg/K)	880			
コンクリート ρ (kg/m ³)	2400			
λ (W/m/K)	1.63			

注記 ※1：燃料タンクの投影面積

	民間航空機 B737- 800	民間航空機 B747- 400	自衛隊機又は米軍機	
			KC- 767	F-15
建屋表面温度 (°C)	51	58	56	62
許容温度 (°C)	200			

結果

航空機墜落による火災時の建屋表面温度を評価した結果、コンクリート許容温度200℃以下であることを確認した。

2.1.4 敷地内の危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による重畳火災

敷地内の危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による重畳火災時の評価結果を整理し、表 2-3 に示す。

(1) 評価条件

a. 敷地内危険物貯蔵施設等の火災（熔融炉灯油タンク）

熔融炉灯油タンクの評価条件は、「2.1.2.1 (1) 評価条件及び評価結果」と同じである。

b. 敷地内危険物貯蔵施設等の火災（主要変圧器）

主要変圧器の評価条件は、「2.1.2.1 (1) 評価条件及び評価結果」と同じである。

c. 航空機墜落による火災（F-15）

F-15 の評価条件は、「2.1.3.1 (2) 評価条件及び評価結果」と同じである。

(2) 評価結果

	熔融炉灯油タンク及びF-15				
対象施設	原子炉建屋	タービン建屋	排気筒	残留熱除去系海水系ポンプ	非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ
評価温度(°C)	196	187	181	60	52
許容温度(°C)	200		325	70	60

	主要変圧器及びF-15
対象施設	タービン建屋
評価温度(°C)	195
許容温度(°C)	200

結果
敷地内の危険物貯蔵施設等の火災と航空機墜落による火災（F-15）が同時に発生した場合の対象施設表面温度を算出した結果、すべての対象に対し、許容温度以下となることを確認した。

2.2 発電所敷地外の火災に対する評価条件及び評価結果

2.2.1 石油コンビナート等の火災

発電所の敷地外 10 km 以内に石油コンビナート施設は存在しないことを確認している。発電所に最も近い石油コンビナート地区は南約 50 km の位置にある鹿島臨海地区である。鹿島臨海地区の位置を図 2-7 に示す。

2.2.2 危険物貯蔵施設等の火災

2.2.2.1 火災源に対する評価

危険物貯蔵施設等の火災時の温度評価結果を整理し、表 2-4 に示す。

2.2.2.1.1 外部火災の影響を考慮する施設に影響を及ぼすおそれのある危険物貯蔵施設の抽出

発電所の敷地外 10 km 以内にある外部火災の影響を考慮する施設に影響を及ぼす可能性のある危険物貯蔵施設を抽出する範囲を特定するため、石油コンビナート相当の 10 万 kL のタンク火災の評価を行い、抽出する範囲を特定する。

(1) 評価条件及び評価結果

a. 建屋

温度の評価条件及び評価結果を示す。

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)
80000	478.7	85	100000

v (m/s)	M ($kg/m^2/s$)	燃料 ρ (kg/m^3)	T_1 ($^{\circ}C$)	T ($^{\circ}C$)
1.14×10^{-4}	0.074	650	50	200

C_p ($J/kg/K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m/K$)	α (m^2/s)
880	2400	1.63	7.7×10^{-7}

危険距離 (m)
1329

b. 排気筒及び放水路ゲート

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)
80000	478.7	85	100000

T ($^{\circ}C$)	T_1 ($^{\circ}C$)	h ($W/m^2/K$)
325	50	17

危険距離 (m)
600

c. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)
80000	478.7	85

A (m^2)	G (kg/s)	C_P ($J/kg/K$)
7.81	4	1007

T ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
53	40	5

危険距離 (m)
927

d. 残留熱除去系海水系ポンプ

w · d (m ²)	H (m)	R f (kW/m ²)
80000	478.7	85

A (m ²)	G (kg/s)	C _P (J/kg/K)
12	2.574	1007

T (°C)	T _o (°C)	Δ T (°C)
70	40	5

危険距離 (m)
844

e. 非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）
用海水ポンプ

w · d (m ²)	H (m)	R f (kW/m ²)
80000	478.7	85

A (m ²)	G (kg/s)	C _P (J/kg/K)
1.6	0.722	1007

T (°C)	T _o (°C)	Δ T (°C)
60	40	5

危険距離 (m)
734

結果
<p>危険距離を評価した結果、外部火災の影響を考慮する施設のうち建屋に対する危険距離 1329 m が最長となるため、石油コンビナート相当の 10 万 kL のタンク火災でも 1329 m を上回る離隔距離があれば外部火災の影響を考慮する施設に影響はないことを確認した。</p> <p>この結果を踏まえ、1329 m を上回る 1400 m を、外部火災の影響を考慮する施設に影響を及ぼす可能性のある危険物貯蔵施設を抽出する範囲とする。</p>

2.2.2.1.2 抽出した危険物貯蔵施設の火災

発電所の敷地外 10 km 以内にある外部火災の影響を考慮する施設に影響を及ぼす可能性のある危険物貯蔵施設の火災の評価結果を整理し、表 2-4 に示す。発電所周辺の危険物貯蔵施設等の位置を図 2-8、図 2-9 に示す。火災源に対する評価は、V-1-1-2-5-5「外部火災防護における評価方針」の表 2.2.2-1 に示す発電所周辺（東海村全域及び日立市の一部）に存在する危険物貯蔵施設のうち [] を対象とする。 [] 法光運輸の危険物タンクは地下貯蔵であるため、評価対象外とした。

(1) 評価条件及び評価結果

a. 建屋

温度の評価条件及び評価結果を示す。

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)
[]	[]	[]	[]

v (m/s)	M ($kg/m^2/s$)	燃料 ρ (kg/m^3)	T_1 ($^{\circ}C$)
3.88×10^{-5}	0.035	900	50

C_p ($J/kg/K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m/K$)	α (m^2/s)
880	2400	1.63	7.7×10^{-7}

	原子炉建屋	タービン建屋	使用済燃料 乾式貯蔵建屋
危険距離 (m)	41		
離隔距離 (m)	1100	1200	800

結果
危険距離を評価した結果、41 m となり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

b. 排気筒及び放水路ゲート

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	h ($W/m^2/K$)
			17

T ($^{\circ}C$)	T_1 ($^{\circ}C$)
325	50

	排気筒	放水路ゲート
危険距離 (m)	10	
離隔距離 (m)	1200	1600

結果
危険距離を評価した結果, 10 m となり, その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

c. 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)

A (m^2)	G (kg/s)	C_P ($J/kg/K$)
7.81	4	1007

T ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
53	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
19	1100

結果
危険距離を評価した結果, 19 m となり, その危険距離を上回る離隔距離 (1100 m) を確保していることを確認した。

d. 残留熱除去系海水系ポンプ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)

A (m^2)	G (kg/s)	C_P (J/kg/K)
12	2.574	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
70	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
16	1300

結果
危険距離を評価した結果, 16 m となり, その危険距離を上回る離隔距離 (1300 m) を確保していることを確認した。

e. 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。) 用海水ポンプ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)

A (m^2)	G (kg/s)	C_P (J/kg/K)
1.6	0.722	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
60	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
13	1300

結果
危険距離を評価した結果, 13 m となり, その危険距離を上回る離隔距離 (1300 m) を確保していることを確認した。

2.2.2.2 爆発源に対する評価

爆発源に対する危険限界距離の評価結果を整理し、表 2-5, 表 2-6 に示す。

2.2.2.2.1 外部火災の影響を考慮する施設に影響を及ぼす可能性がある施設の抽出
危険限界距離の評価条件及び評価結果を示す。

外部火災の影響を考慮する施設までの距離は、図 2-10 に示す。

	日立 LNG 基地 ^{*1}	
	LNG タンク	LPG タンク
貯蔵ガス	液化天然ガス (メタン)	液化石油ガス (プロパン)
V (m ³)	230000	50000
V (t)	97704	31000
ρ (t/m ³)	0.4248	0.62
K (-)	714	888
Wt (-)	358.753	
X (m)	373	
発電所までの 離隔距離 (m)	1500	

結果
ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない 0.01MPa となる距離を評価した結果、373m なり、発電所までの離隔距離 1500m 以下であることを確認した。

2.2.2.2.2 抽出結果

日立LNG基地のガスタンクの危険限界距離は 373m となる。発電所から最も近い位置にある高圧ガス貯蔵施設は、発電所から 900m の位置にある [] であり、日立LNG基地のガスタンクの発電所への影響を上回る高圧ガス貯蔵施設は存在しないことを確認した。

2.2.2.2.3 タンク破裂時における破片の最大飛散距離の評価

タンク破裂時における破片の最大飛散距離の評価条件及び評価結果を示す。

	M (kg)	L (m)	敷地境界 までの 離隔距離 (m)

結果
タンク破裂時における破片の最大飛散距離を評価した結果、最大飛散距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

2.2.3 燃料輸送車両の火災

2.2.3.1 火災源に対する評価

発電所敷地外の公道上で最大規模の燃料輸送車両火災の評価結果を整理し、表 2-4 に示す。また、燃料輸送車両から各対象までの距離は、図 2-11 に示す。

(1) 評価条件及び評価結果

a. 建屋

評価条件及び評価結果を示す。

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)
28.8	9.1	58	30

v (m/s)	M ($kg/m^2/s$)	燃料 ρ (kg/m^3)	T_1 ($^{\circ}C$)	T ($^{\circ}C$)
7.02×10^{-5}	0.055	783	50	200

C_P ($J/kg/K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m/K$)	α (m^2/s)
880	2400	1.63	7.7×10^{-7}

	原子炉建屋	タービン建屋	使用済燃料 乾式貯蔵建屋
危険距離 (m)	23		
離隔距離 (m)	510	450	520

結果
危険距離を評価した結果、23 m となり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

b. 排気筒及び放水路ゲート

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)
28.8	9.1	58	30

T ($^{\circ}C$)	T_1 ($^{\circ}C$)	h ($W/m^2/K$)
325	50	17

	排気筒	放水路ゲート
危険距離 (m)	9	
離隔距離 (m)	610	600

結果
危険距離を評価した結果, 9 m となり, その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

c. 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)
28.8	9.1	58

A (m^2)	G (kg/s)	C_P ($J/kg/K$)
7.81	4	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
53	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
15	510

結果
危険距離を評価した結果, 15 m となり, その危険距離を上回る離隔距離 (510 m) を確保していることを確認した。

d. 残留熱除去系海水系ポンプ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)
28.8	9.1	58

A (m^2)	G (kg/s)	C_P ($J/kg/K$)
12	2.574	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
70	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
13	760

結果
危険距離を評価した結果, 13 m となり, その危険距離を上回る離隔距離 (760 m) を確保していることを確認した。

e. 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。) 用海水ポンプ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)
28.8	9.1	58

A (m^2)	G (kg/s)	C_P ($J/kg/K$)
1.6	0.722	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
60	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
11	760

結果
危険距離を評価した結果, 11 m となり, その危険距離を上回る離隔距離 (760 m) を確保していることを確認した。

2.2.3.2 爆発源に対する評価

発電所敷地外の公道上で最大規模の燃料輸送車両爆発の評価結果を整理し、表 2-5 に示す。また、燃料輸送車両から各対象までの距離は、図 2-11 に示す。

2.2.3.2.1 危険限界距離の評価

危険限界距離の評価条件及び評価結果を示す。

外部火災の影響を考慮する施設までの距離は、図 2-10 に示す。

	L N G	L P G
貯蔵ガス	液化天然ガス (メタン)	液化石油ガス (プロパン)
V (t)	15.1	
K (-)	714	888
Wt (-)	3.89	
X (m)	81	88
発電所までの 離隔距離 (m)	450	

結果
外部火災の影響を考慮する施設へのガス爆発の爆風圧が 0.01MPa となる距離を評価した結果、最長で 88m となり、タービン建屋までの離隔距離 450m 以下であることを確認した。

2.2.3.2.2 タンク破裂時における破片の最大飛散距離の評価

発電所敷地外の公道上で最大規模の燃料輸送車両の、タンク破裂時における破片の最大飛散距離評価結果を整理し表 2-6 に示す。

(1) 簡易評価

タンク破裂時における破片の最大飛散距離の評価条件及び評価結果を示す。

M (kg)	L (m)	タービン建屋ま での離隔距離
15100	1218	450

結果
簡易評価により、タンク破裂時における破片の最大飛散距離を評価した結果、1218 m となり、タービン建屋までの離隔距離 450m を上回ることを確認した。

(2) 詳細評価

タンク破裂時における破片の最大飛散距離の評価条件及び評価結果を示す。

	鋼製パイプ (はしご)	鋼板 (タンク本体)	備考
v_0 (m/s)	200	200	飛来物の最高速度
m (kg)	71.4	3,336	飛来物の重量
L_1 (m)	0.05	17.0	飛来物の寸法 (車両制限令等をもとに設定)
L_2 (m)	0.05	2.5	
L_3 (m)	17.0	0.01	
ρ_a (kg/m ³)	1.2	1.2	常温での空気密度
g (kg/m ³)	9.8	9.8	重力加速度
θ (°)	30	30	感度解析により求めた最大飛散距離となる飛散角
A (m ²)	面1 : 0.0025 面2 : 0.85 面3 : 0.85	面1 : 42.5 面2 : 0.17 面3 : 0.025	面1の面積 : $L_1 \times L_2$ 面2の面積 : $L_1 \times L_3$ 面3の面積 : $L_2 \times L_3$
C_D (m ²)	面1 : 2.0 面2 : 0.7 面3 : 0.7	面1 : 2.0 面2 : 1.2 面3 : 1.2	抗力係数
y_0 (m)	12	12	燃料輸送車両が通る国道245号の高さ (EL. 20m) と発電所敷地高さ (EL. 8m) の差
x (m)	561	413	運動方程式を用いて、 $y=0$ となる最大飛散距離

表 最大飛散距離の評価結果

飛来物の種類		鋼製パイプ (はしご)	鋼板 (タンク本体)
最大飛散距離 (m)		561	413
評価結果 最大飛散距離が離隔距離を 下回る場合：○， 上回る場合：×	タービン建屋 (離隔距離：450m)	×	○
	原子炉建屋 (離隔距離：510m)	×	○
	使用済燃料乾式貯蔵建屋 (離隔距離：520m)	×	○
	排気筒 (離隔距離：610m)	○	○
	残留熱除去系海水系ポンプ (離隔距離：760m)	○	○
	非常用ディーゼル発電機(高圧炉心 スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) 用海水ポンプ (離隔距離：760m)	○	○

結果
<p>詳細評価により、鋼製パイプは、タービン建屋、原子炉建屋、使用済燃料乾式貯蔵建屋について、離隔距離を上回ることを確認した。このうち、タービン建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋については、貫通及び裏面剥離の発生により、当該建屋内の外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計であるため、以降では原子炉建屋について飛来物が衝突する場合の影響評価を実施する。</p> <p>なお、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）は、原子炉建屋内部にあるため、評価対象外とする。</p>

(3) 飛来物が衝突する場合の影響評価方法

a. 衝突エネルギーの算出

m (kg)	v (m/s)	E (kJ)
71.4	27	27

b. コンクリートに対する貫通限界厚さの算出

x_c (cm)	F_c (kgf/cm ²)	d (cm)
10.18	250	5

M (kg)	V (m/s)	N (-)
71.4	27	1.14

α_c (-)	α_p (-)	t_p (cm)
1.0	1.0	16.6

c. 鋼板に対する貫通限界厚さの算出

d (m)	K (-)	M (kg)
0.026	1.0	7.28

v (m/s)	T (mm)
27	27

	鋼製パイプ	竜巻の設計飛来物 (鋼製材)
運動エネルギー (kJ)	27	176
コンクリートに対する 貫通限界厚さ (cm)	16.6	25.9
鋼板に対する 貫通限界厚さ (mm)	27	32

結果
飛来物が衝突する場合の影響を評価した結果、原子炉建屋に到達する飛来物は、竜巻の設計飛来物（鋼製材）に包絡されることを確認した。

2.2.4 漂流船舶の火災

2.2.4.1 火災源に対する評価

日立LNG基地にLNG及びLPGを輸送する輸送船及び内航船、並びに発電所港湾内に定期的に入港する定期船のうち、燃料保有量及び対象までの離隔距離を勘案して、他の火災源に包絡されるLPG輸送船及び内航船を除いたLNG輸送船及び定期船の火災の評価結果を整理し、表2-4に示す。また、火災源となる船舶から各対象までの距離は、図2-12, 13に示す。

(1) LNG輸送船火災に関する温度の評価条件及び評価結果

a. 建屋

評価条件及び評価結果を示す。

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R _f (kW/ m^2)	V (m^3)

v (m/s)	M (kg/ m^2 /s)	燃料 ρ (kg/ m^3)	T ₁ ($^{\circ}C$)	T ($^{\circ}C$)
3.88×10^{-5}	0.035	900	50	200

C _p (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/ m^3)	λ (W/m/K)	α (m^2 /s)
880	2400	1.63	7.7×10^{-7}

	原子炉建屋	タービン建屋	使用済燃料 乾式貯蔵建屋
危険距離 (m)	263		
離隔距離 (m)	1100	1100	1300

結果
危険距離を評価した結果、263 mとなり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

b. 排気筒及び放水路ゲート

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)

T ($^{\circ}C$)	T_1 ($^{\circ}C$)	h ($W/m^2/K$)
325	50	17

	排気筒	放水路ゲート
危険距離 (m)	87	
離隔距離 (m)	1100	1050

結果
危険距離を評価した結果, 87 mとなり, その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

c. 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)

A (m^2)	G (kg/s)	C_P ($J/kg/K$)
7.81	4	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
53	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
170	1100

結果
危険距離を評価した結果, 170 mとなり, その危険距離を上回る離隔距離 (1100 m) を確保していることを確認した。

d. 残留熱除去系海水系ポンプ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)

A (m^2)	G (kg/s)	C_P ($J/kg/K$)
12	2.574	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
70	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
147	940

結果
危険距離を評価した結果, 147 m となり, その危険距離を上回る離隔距離 (940 m) を確保していることを確認した。

e. 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。) 用海水ポンプ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)

A (m^2)	G (kg/s)	C_P ($J/kg/K$)
1.6	0.722	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
60	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
119	940

結果
危険距離を評価した結果, 119 m となり, その危険距離を上回る離隔距離 (940 m) を確保していることを確認した。

(2) 定期船火災に関する温度の評価条件及び評価結果

a. 建屋

評価条件及び評価結果を示す。

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)

v (m/s)	M ($kg/m^2/s$)	燃料 ρ (kg/m^3)	T_1 ($^{\circ}C$)	T ($^{\circ}C$)
3.88×10^{-5}	0.035	900	50	200

C_p (J/kg/K)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ (W/m/K)	α (m^2/s)
880	2400	1.63	7.7×10^{-7}

	原子炉建屋	タービン建屋	使用済燃料 乾式貯蔵建屋
危険距離 (m)	85		
離隔距離 (m)	300	280	530

結果
危険距離を評価した結果、85 m となり、その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

b. 排気筒及び放水路ゲート

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)

T ($^{\circ}C$)	T_1 ($^{\circ}C$)	h ($W/m^2/K$)
325	50	17

	排気筒	放水路ゲート
危険距離 (m)	29	
離隔距離 (m)	250	220

結果
危険距離を評価した結果, 29 m となり, その危険距離を上回る離隔距離を確保していることを確認した。

c. 非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)

A (m^2)	G (kg/s)	C_P ($J/kg/K$)
7.81	4	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
53	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
55	330

結果
危険距離を評価した結果, 55 m となり, その危険距離を上回る離隔距離 (330 m) を確保していることを確認した。

d. 残留熱除去系海水系ポンプ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)

A (m^2)	G (kg/s)	C_P ($J/kg/K$)
12	2.574	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
70	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
48	70

結果
危険距離を評価した結果、48 m となり、その危険距離を上回る離隔距離 (70 m) を確保していることを確認した。

e. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）
用海水ポンプ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)

A (m^2)	G (kg/s)	C_P ($J/kg/K$)
1.6	0.722	1007

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
60	40	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
39	70

結果
危険距離を評価した結果、39 m となり、その危険距離を上回る離隔距離 (70 m) を確保していることを確認した。

2.2.4.2 爆発源に対する評価

日立LNG基地に、LNG及びLPGを輸送する輸送船及び内航船の爆発の評価結果を整理し表 2-5 に示す。また、爆発源となる船舶から各対象までの距離は、図 2-12, 13, 14 に示す。

	LNG輸送船	LPG輸送船	内航船
貯蔵ガス	液化天然ガス (メタン)	液化石油ガス (プロパン)	液化天然ガス (メタン)
V (m ³)			
λ (m/kg ³)	14.4		
ρ (t/m ³)	0.425	0.62	0.425
K (-)	714	888	714
W (-)	274	231	32.6
X (m)	335	340	165
最短となる対象までの 離隔距離(m)	1100	1100	390

結果
ガス爆発の爆風圧が人体に対して影響を与えない0.01MPaとなる距離を評価した結果、離隔距離以下であることを確認した。

2.2.3.2.2 タンク破裂時における破片の最大飛散距離の評価

日立LNG基地にLPGを輸送する輸送船の、タンク破裂時における破片の最大飛散距離の評価結果を整理し表 2-6 に示す。

	LPG 輸送船	備考
v_0 (m/s)		飛来物の最高速度
m (kg)		竜巻影響評価で想定する設計飛来物(鋼衛材)の重量
L_1 (m)		竜巻影響評価で想定する設計飛来物(鋼衛材)の寸法
L_2 (m)		
L_3 (m)		
ρ_a (kg/m ³)		常温での空気密度
g (kg/m ³)		重力加速度
θ (°)		感度解析により求めた最大飛散距離となる飛散角
A (m ²)		面1の面積： $L_1 \times L_2$ 面2の面積： $L_1 \times L_3$ 面3の面積： $L_2 \times L_3$
C_D (m ²)		抗力係数
x (m)		運動方程式を用いて、 $y=0$ となる最大飛散距離
X (m)		漂流地点からの排気筒までの離隔距離

結果
詳細評価により、タンク破裂時における破片の最大飛散距離を評価した結果、影響を受ける対象のうち離隔距離が最短となる排気筒までの離隔距離を下回ることを確認した。

表 2-1 森林火災時の危険距離評価結果

	原子炉建屋	タービン建屋	使用済燃料 乾式貯蔵建屋	排気筒及び 放水路ゲート
離隔距離 (m)	267	221	37	266
危険距離 (m)	18	18	18	20

	非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレィ系ディー ゼル発電機を含む。)	残留熱除去系 海水系ポンプ	非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレィ系ディー ゼル発電機を含む。) 用海水ポンプ
離隔距離 (m)	267	242	242
危険距離 (m)	30	28	24

	鋼管杭鉄筋 コンクリート防潮壁	止水ジョイント部	防潮扉
離隔距離 (m)	21	21	35
危険距離 (m)	18	20	20

表 2-2 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災の評価結果

(単位:℃)

	原子炉建屋 (許容温度 200℃)	タービン建屋 (許容温度 200℃)	排気筒及び 放水路ゲート (許容温度 325℃)
熔融炉灯油タンク	70	57	90
主要変圧器	—	149	—
所内変圧器 2A	—	187	—
起動変圧器 2B	—	182	—

	残留熱除去系 海水系ポンプ (許容温度 70℃)	非常用ディーゼル発電機(高圧炉 心スプレィ系ディーゼル発電機を含 む。)用海水ポンプ (許容温度 60℃)
熔融炉灯油タンク	46	46
主要変圧器	—	—
所内変圧器 2A	—	—
起動変圧器 2B	—	—

表 2-3 航空機墜落による火災及び重畳火災時の温度評価結果 (1/2)

(単位:°C)

	原子炉建屋 (許容温度 200°C)	タービン建屋 (許容温度 200°C)	使用済燃料乾 式貯蔵建屋 (許容温度 200°C)	排気筒 (許容温度 325°C)
民間航空機 B 7 3 7 - 8 0 0	53	53	51	52
民間航空機 B 7 4 7 - 4 0 0	71	71	58	63
自衛隊機又は 米軍機 K C - 7 6 7	64	64	56	60
自衛隊機又は 米軍機 F - 1 5	183	183	62	142
熔融炉灯油タンク及 び自衛隊機又は 米軍機 F - 1 5	196	187	—	181
主要変圧器及び自衛 隊機又は米軍機 F - 1 5	—	195	—	—

表 2-3 航空機墜落による火災及び重畳火災時の温度評価結果 (2/2)

(単位:°C)

	非常用ディーゼル発電機 (高压炉心スプレィ系デ ィーゼル発電機を含む。) (許容温度 53°C)	残留熱除去系海水系 ポンプ (許容温度 70°C)	非常用ディーゼル発電機 (高压炉心スプレィ系デ ィーゼル発電機を含む。) 用海水ポンプ (許容温度 60°C)
民間航空機 B 7 3 7 - 8 0 0	46	46	46
民間航空機 B 7 4 7 - 4 0 0	46	47	46
自衛隊機又は 米軍機 K C - 7 6 7	46	47	46
自衛隊機又は 米軍機 F - 1 5	51	60	52
熔融炉灯油タンク及 び自衛隊機又は 米軍機 F - 1 5	—	60	52
主要変圧器及び自衛 隊機又は米軍機 F - 1 5	—	—	—

表 2-4 敷地外の火災源に対する危険距離評価結果

(単位:m)

	原子炉建屋	タービン建屋	使用済燃料 乾式貯蔵建屋	排気筒及び 放水路ゲート
敷地外の危険物 貯蔵施設等	41 (離隔距離 1100m)	41 (離隔距離 1200m)	41 (離隔距離 800m)	10 (離隔距離 1200m)
燃料輸送車両	23 (離隔距離 510m)	23 (離隔距離 450m)	23 (離隔距離 520m)	9 (離隔距離 610m)
漂流船舶 (LNG輸送 船)	263 (離隔距離 1100m)	263 (離隔距離 1100m)	263 (離隔距離 1300m)	87 (離隔距離 1100m)
漂流船舶 (定期船)	85 (離隔距離 300m)	85 (離隔距離 280m)	85 (離隔距離 530m)	29 (離隔距離 250m)

(単位:m)

	非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレィ系ディー ゼル発電機を含む。)	残留熱除去系 海水系ポンプ	非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレィ系ディー ゼル発電機を含む。)用 海水ポンプ
敷地外の 危険物貯蔵施設 等	19 (離隔距離 1100m)	16 (離隔距離 1300m)	13 (離隔距離 1300m)
燃料輸送車両	15 (離隔距離 510m)	13 (離隔距離 760m)	11 (離隔距離 760m)
漂流船舶 (LNG輸送 船)	170 (離隔距離 1100m)	147 (離隔距離 940m)	119 (離隔距離 940m)
漂流船舶 (定期船)	55 (離隔距離 330m)	48 (離隔距離 70m)	39 (離隔距離 70m)

表 2-5 敷地外の爆発源に対する危険限界距離評価結果

(単位:m)

	危険限界距離
敷地外のガス貯蔵設備 (日立LNG基地)	373 (発電所までの離隔距離 1500m)
燃料輸送車両 (LNG輸送)	81 (タービン建屋までの離隔距離 450m)
燃料輸送車両 (LPG輸送)	88 (タービン建屋までの離隔距離 450m)
漂流船舶 (LNG輸送船)	335 (排気筒までの離隔距離 1100m)
漂流船舶 (LPG輸送船)	340 (排気筒までの離隔距離 1100m)
内航船	165 (タービン建屋までの離隔距離 390m)

表 2-6 敷地外の爆発源に対する最大飛散距離評価結果

(単位:m)

	最大飛散距離
敷地外のガス貯蔵設備	1406 ^{※1} (発電所までの離隔距離 3300m)
燃料輸送車両 (LPG輸送)	561 ^{※2} (タービン建屋までの離隔距離 450m)
漂流船舶 (LPG輸送船)	497 ^{※2} (排気筒までの離隔距離 1100m)

※1：簡易評価結果，※2：詳細評価結果

NT2 補① V-1-1-2-5-6 R12

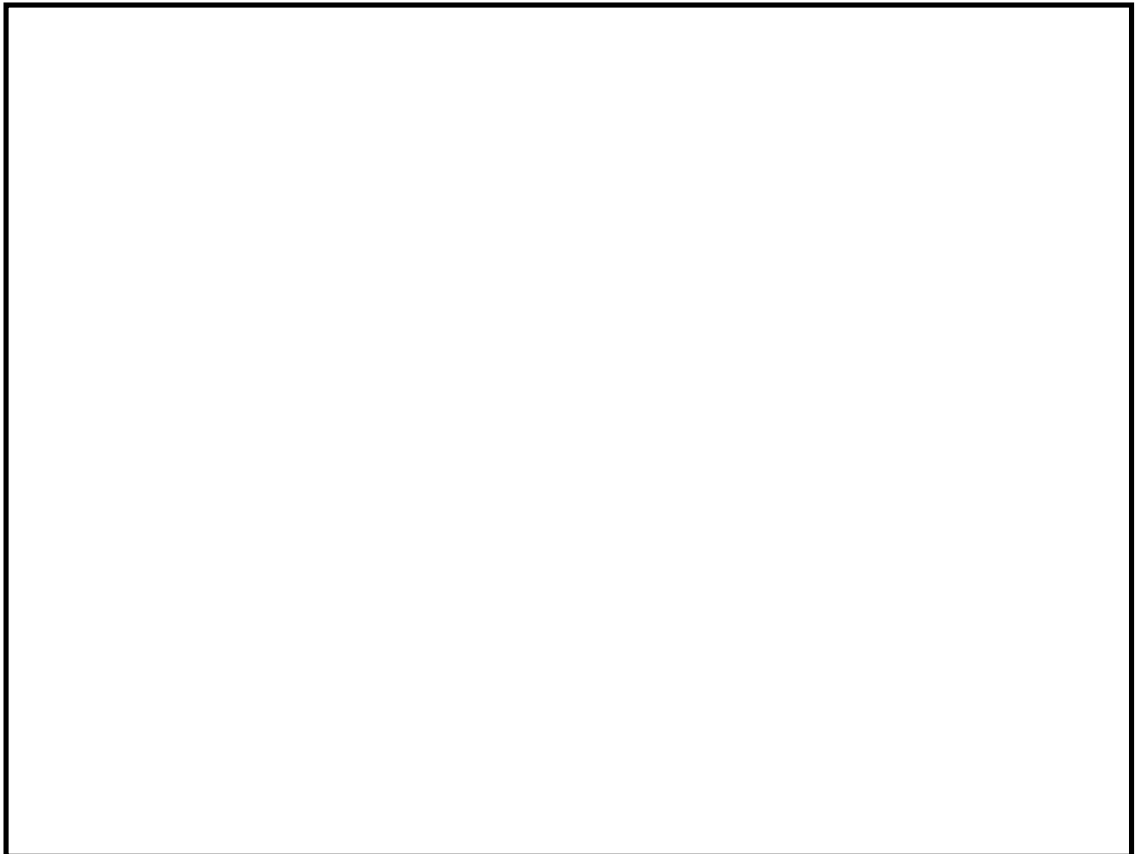


図 2-1 外部火災の影響を考慮する施設と防火帯の位置関係及び離隔距離

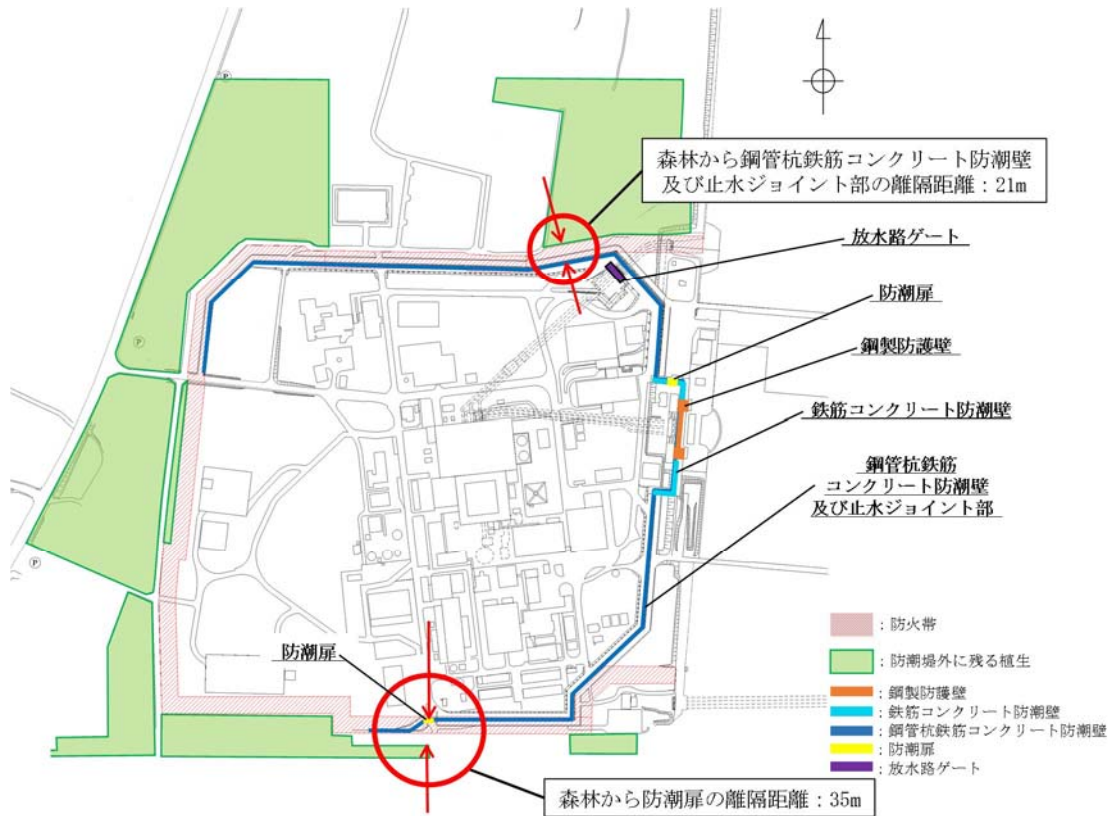


図 2-2 津波防護施設と防火帯の位置関係及び離隔距離

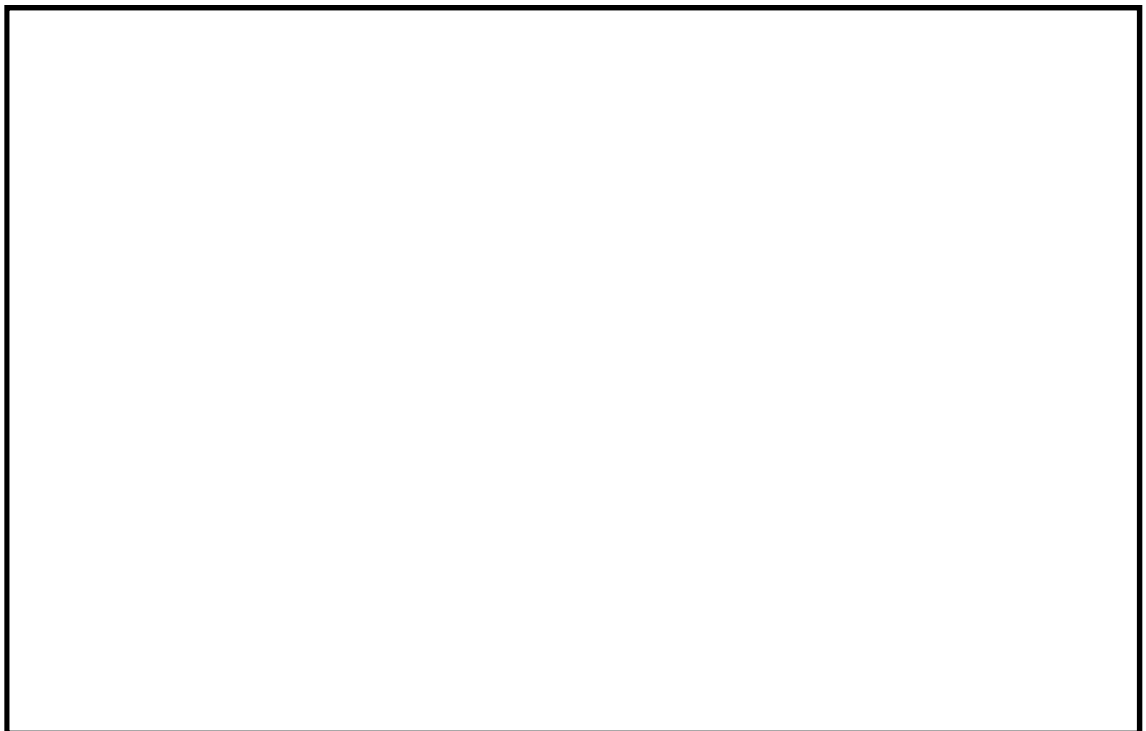


図 2-3 評価対象とする火災源又は爆発源となる設備及び外部火災の影響を考慮する施設の位置

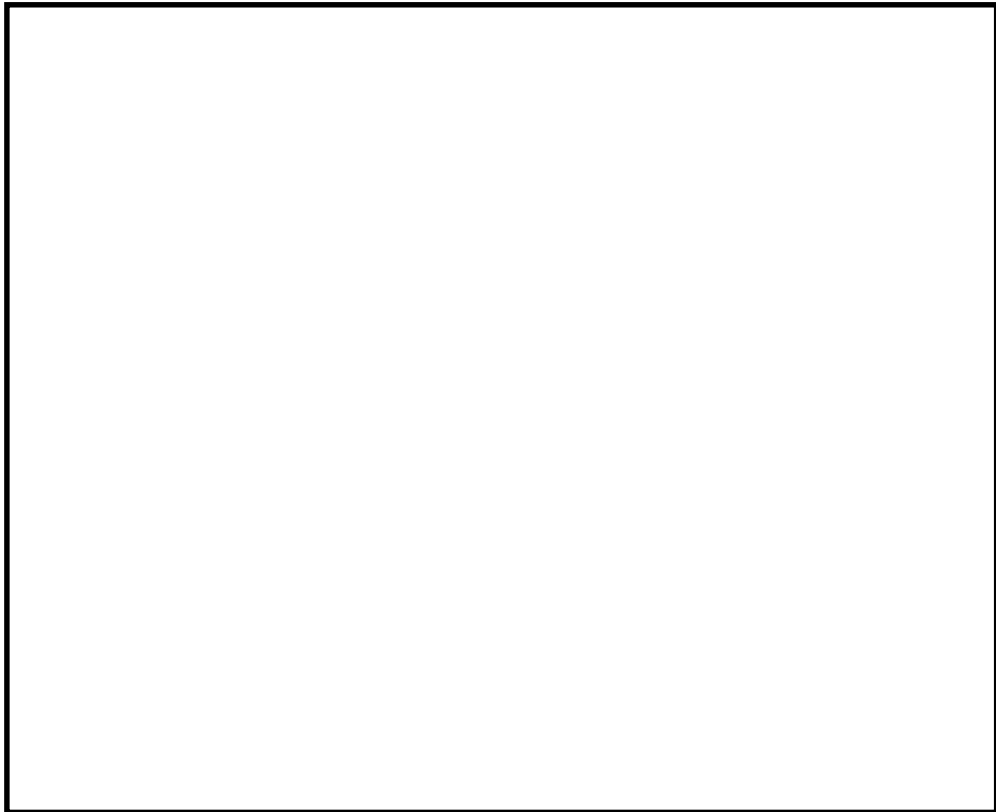


図 2-4 火災源となる変圧器及び外部火災の影響を考慮する施設の位置

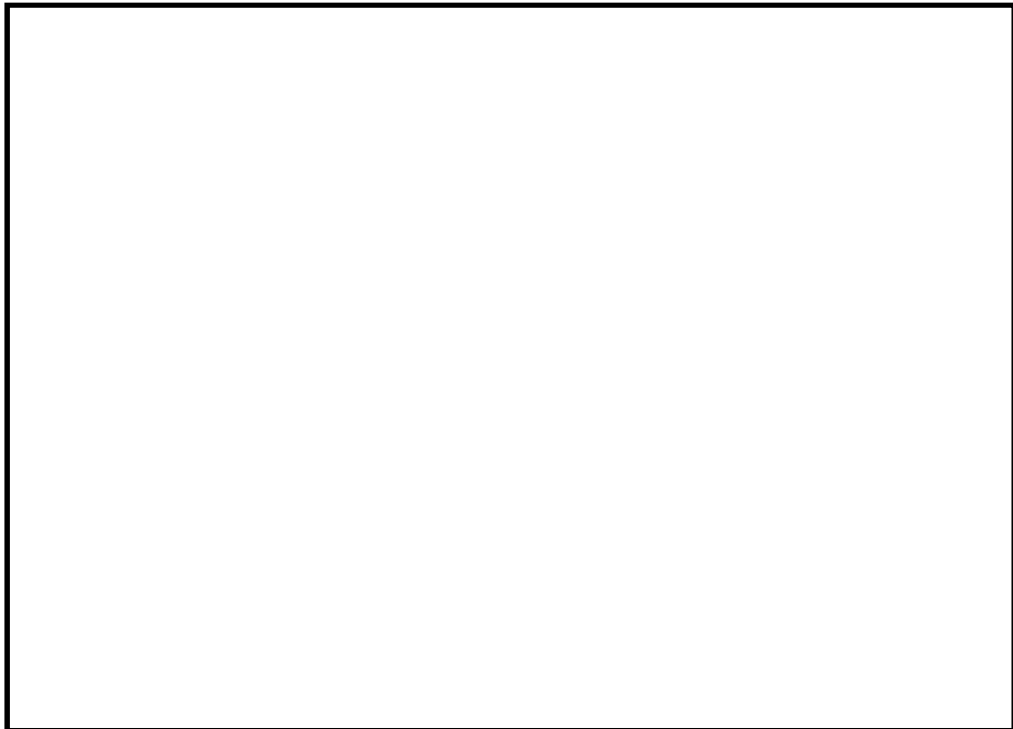


図 2-5 自衛隊機又は米軍機，基地－訓練空域間往復時の離隔距離
(原子炉施設 (使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。))

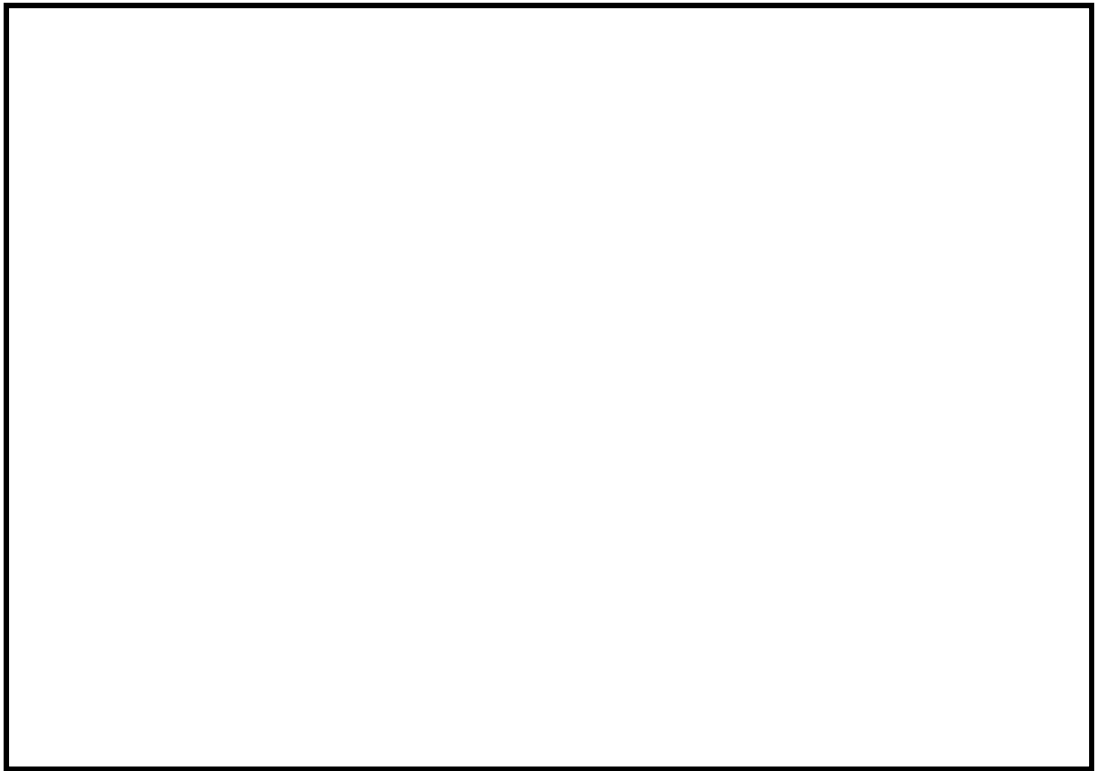


図 2-6 自衛隊機又は米軍機，基地－訓練空域間往復時の離隔距離
(使用済燃料乾式貯蔵建屋)



図 2-7 発電所と鹿島臨海地区石油コンビナートの位置

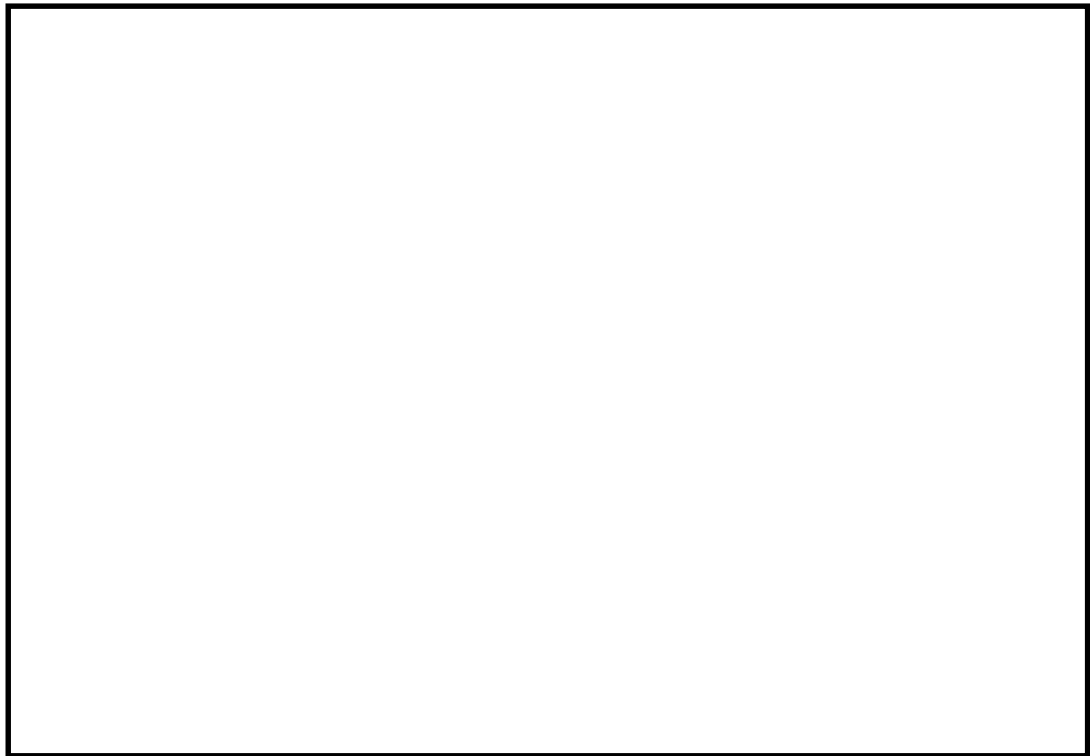


図 2-8 発電所周辺（東海村全域及び日立市の一部）に位置する危険物貯蔵施設

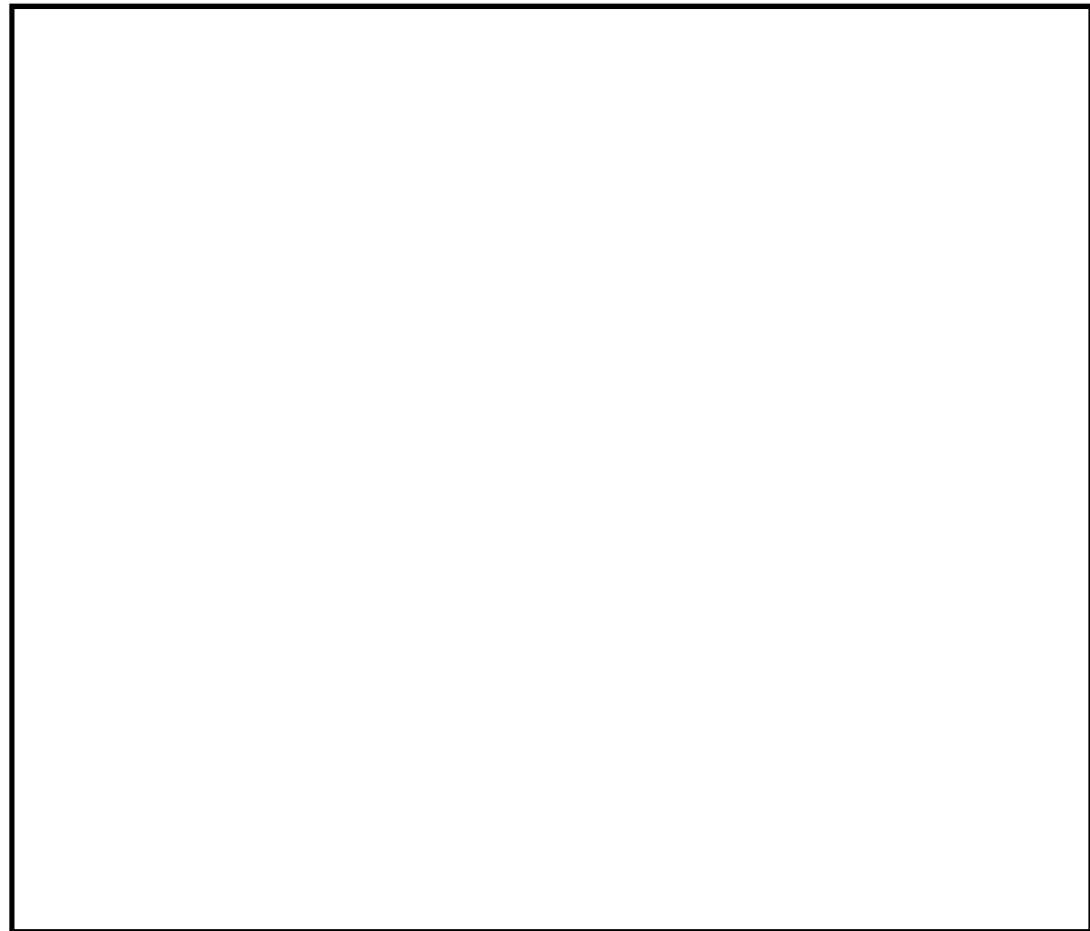


図 2-9 外部火災の影響を考慮する施設と抽出した危険物貯蔵施設の位置関係



図 2-10 発電所周辺（東海村全域及び日立市の一部）に存在する第四類危険物貯蔵施設

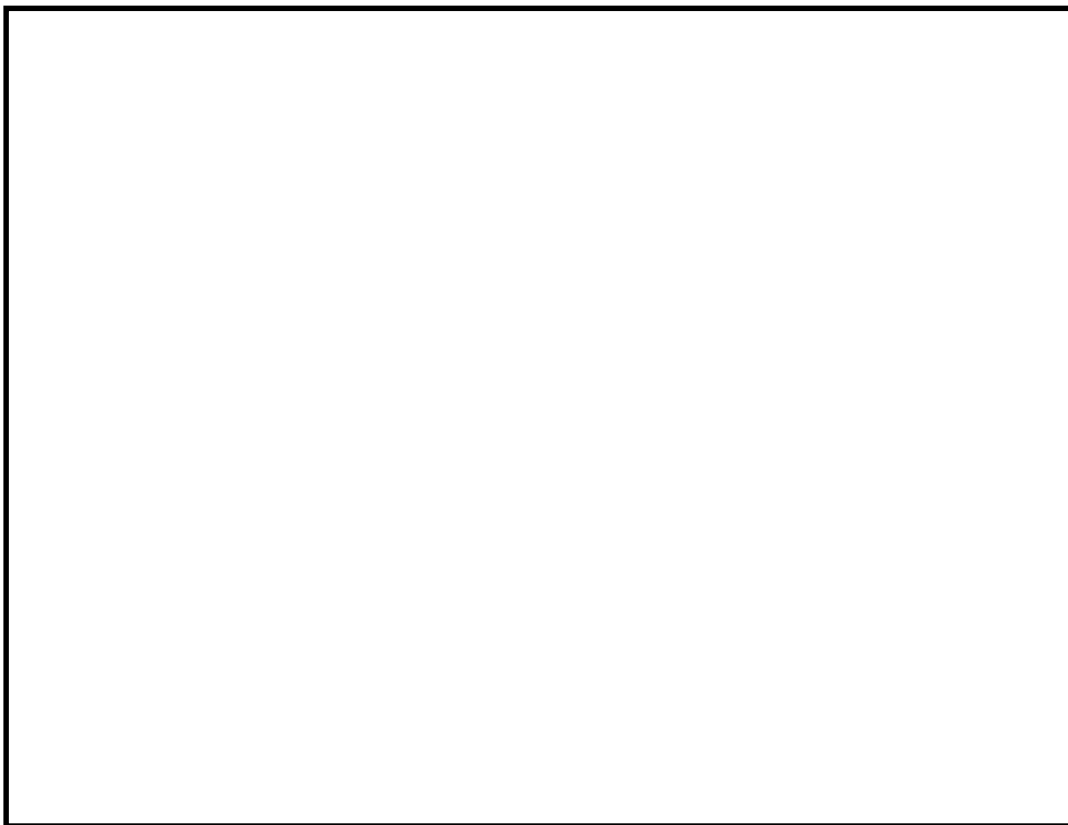


図 2-11 発電所と燃料輸送車両の位置関係

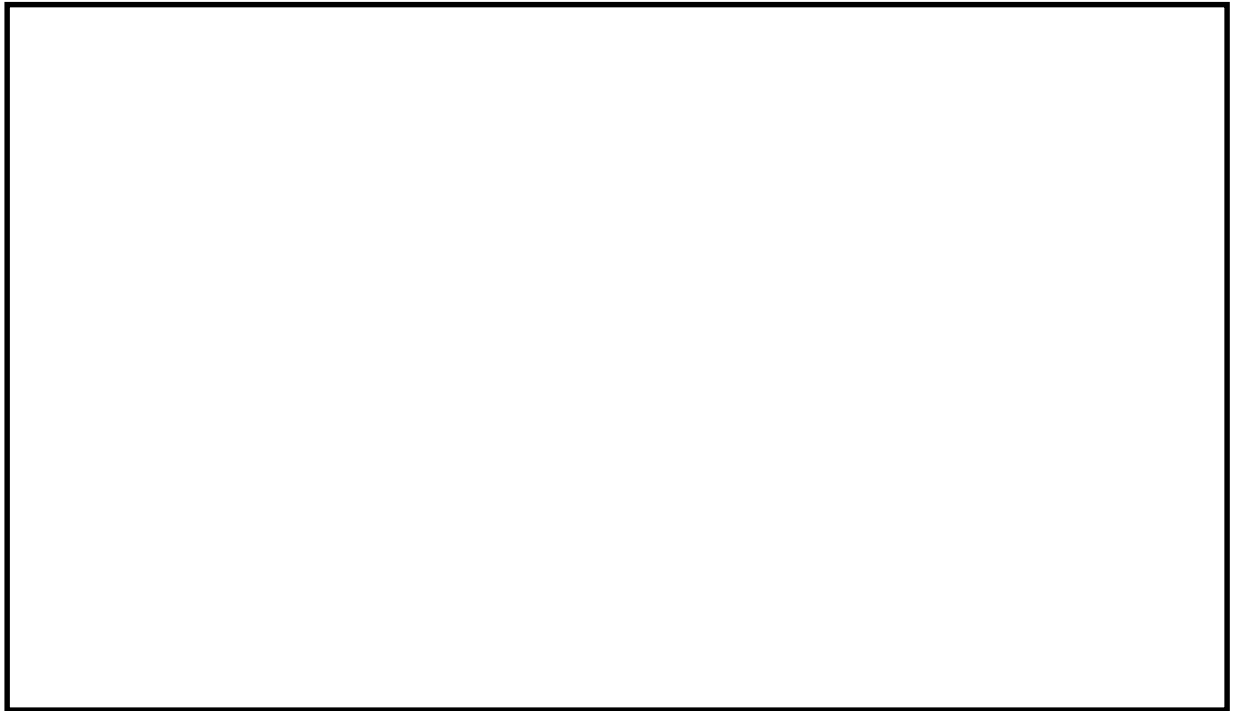


図 2-12 外部火災の影響を考慮する施設と LNG 輸送船及び LPG 輸送船の位置関係

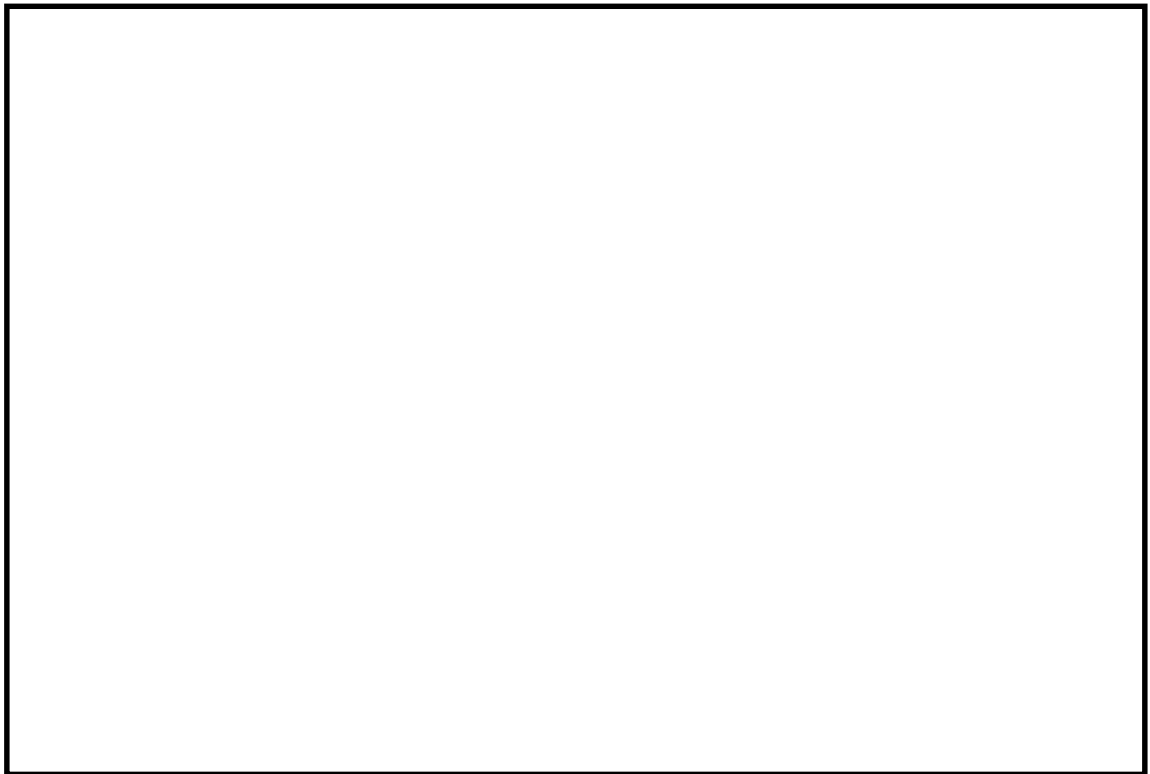


図 2-13 外部火災の影響を考慮する施設と定期船の位置関係



図 2-14 外部火災の影響を考慮する施設と内航船の位置関係

V-1-1-2-5-7 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計

目次

1. 概要.....	3
2. 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計.....	3
2.1 二次的影響（ばい煙）に対する設計.....	3
2.2 有毒ガスに対する設計.....	5

1. 概要

本資料は、二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスによる外部火災の二次的影響を考慮する施設への影響を及ぼさない設計とすることを説明するものである。

2. 二次的影響（ばい煙）及び有毒ガスに対する設計

2.1 二次的影響（ばい煙）に対する設計

(1) 外気を取り込む空調系統（室内の空気を取り込む機器を含む。）

a. 換気空調設備（中央制御室換気系、電気室換気系、原子炉建屋換気系）

中央制御室換気系、電気室換気系、原子炉建屋換気系の給気用のファン入口にはフィルタが設置されている。

捕集率80%以上（JIS Z 8901 試験用粉体11種 粒径約2 μm ）の性能を有しているフィルタを設置し、外部火災で発生する粒径が一定以上のばい煙の侵入を阻止することで、換気空調設備の安全機能を損なわない設計とする。また、ばい煙によるフィルタの閉塞については、フィルタ出入口差圧又は排気ファン出口流量を監視することで検知可能である。

中央制御室換気系については、隔離弁を閉止し閉回路循環運転を行い、ばい煙等の侵入を阻止することで、換気空調設備の安全機能を損なわない設計とする。

b. 換気空調設備（非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）室換気系）

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）室換気系は、外気取入口にフィルタを設置し、外部火災で発生する粒径が一定以上のばい煙の侵入を阻止することで、換気空調設備の安全機能を損なわない設計とする。

c. 計測制御設備（安全保護系）

計測制御設備（安全保護系）は、原子炉建屋、電気室及び中央制御室に設置してある。原子炉建屋、電気室及び中央制御室へ外気を取り入れる換気空調設備の外気取入口には、フィルタを設置し、粒径2 μm 以上のばい煙粒子については侵入を阻止することで計測制御設備（安全保護系）の安全機能を損なわない設計とする。フィルタにより侵入を阻止できなかったばい煙が原子炉建屋又は電気室内に侵入した場合においても、空調ファンを停止することで、ばい煙の侵入を阻止する。また、ばい煙が中央制御室内に侵入した場合においては、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行いばい煙の侵入を阻止することで、計測制御設備（安全保護系）の安全機能を損なわない設計とする。

なお、中央制御室に侵入する可能性のあるばい煙の粒径は、概ね2 μm 以下の細かな粒子であると推定されるが、計測制御設備（安全保護系）の盤において、万が一、細かな粒子のばい煙が盤内に侵入した場合において、ばい煙の付着等により短絡を発生させる可能性は小さく、計測制御設備（安全保護系）の安全機能を損なわない設計とする。

(2) 外気を直接設備内に取り込む機器

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の吸気系統は、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）吸気口を介して吸気している。

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）吸気口（粒径 $5 \mu\text{m}$ 以上において約56 %捕獲）で粒径の大きいばい煙粒子は捕獲され、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）吸気口を通過したばい煙（数 μm ～10数 μm ）が過給機、空気冷却器に侵入するが、それぞれの機器の間隙は、ばい煙に比べて十分大きく、閉塞に至ることを防止することで、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）の安全機能を損なわない設計とする。

また、シリンダ／ピストン間隙まで到達したばい煙（数 μm ～10数 μm ）は、当該間隙内において摩擦発生が懸念されるが、ばい煙粒子の主成分は炭素であり、シリンダ／ピストンをばい煙粒子に比べ高度を硬くすることにより、ばい煙粒子による摩擦の発生を防止することで、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）の安全機能を損なわない設計とする。

なお、通常運転時はシリンダ内には燃料油（軽油）の燃焼に伴うばい煙が発生しているが、定期的な点検において、ばい煙によるシリンダへの不具合は認められない。

(3) 外気を取り込む屋外設置機器

a. 残留熱除去系海水系ポンプ

残留熱除去系海水系ポンプ電動機は、全閉防まつ型屋外形構造であり、下部に設置した外扇で外気を空気冷却器冷却管内に直接取り込み、冷却管壁で電動機内部空気と熱交換することで冷却を行う構造であり、冷却管内を通った空気は全て排気口に導かれる設計とするため、外気が電動機内部に侵入することにより、残留熱除去系海水系ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

また、空気冷却器冷却管の内径は約26 mmであり、ばい煙の粒径はこれに比べて十分に小さく、閉塞に至ることを防止することで、残留熱除去系海水系ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

電動機端子箱は、端子箱内部と外部（大気）に圧力差がなく、端子箱蓋はパッキンでシールするため、ばい煙の侵入による短絡の発生を防止することで、残留熱除去系海水系ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

b. 非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ電動機

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプ電動機は、外扇から吸引した外気をファンカバーから下向きに本体放熱フィンに沿って流し、電動機本体を冷却する構造であり、電動機内部に外気を直接取り込まない全閉外扇型の冷却方式の設計とするため、ばい煙が電動機内部に侵入することにより、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

また、冷却流路出口幅を、ばい煙の粒径はこれに比べて十分に大きい構造として、閉塞を防止することにより、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

電動機端子箱は、端子箱内部と外部（大気）に圧力差がなく、端子箱蓋はパッキンでシールし、ばい煙の侵入による短絡の発生を防止することで、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

2.2 有毒ガスに対する設計

外部火災起因を含む有毒ガスが発生した場合は、中央制御室内に滞在する人員の居住性を確保するため、中央制御室換気系については、隔離弁を閉止し、閉回路循環運転を行うことで有毒ガスにより外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、外気を取り入れる換気空調設備のうち、中央制御室換気空調設備以外の換気空調設備については、空調ファンを停止又はダンパを閉止することで有毒ガスにより外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

なお、発電所南約50kmには石油コンビナート施設があるが、発電所周辺地域にはない。発電所周辺の危険物貯蔵施設、主要道路、鉄道路線及び船舶と発電所の間には、十分な離隔距離がある。このため、危険物貯蔵施設、燃料輸送車両及び船舶の事故時に発生する有毒ガスは、外部火災防護施設に影響を及ぼすことはない。