

本資料のうち、枠組みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

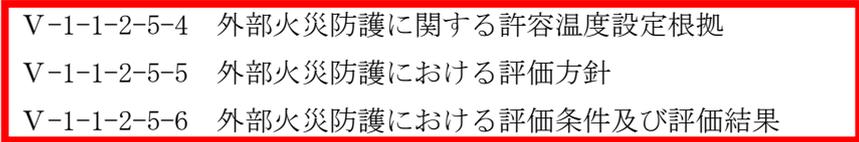
東海第二発電所工事計画審査資料	
資料番号	工認-053 改1
提出年月日	平成30年2月8日

V-1-1-2-5 外部火災への配慮に関する説明書

(抜粋)

 : 今回提出資料

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-1-1-2-5-4 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.....	1
2.2 残留熱除去系海水系ポンプ及び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.....	1
2.2 排気筒.....	1
2.4 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。）吸気フィルタ.....	1

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、評価対象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

建屋コンクリート表面温度の許容温度は、200℃*（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）以下とする。

建屋の温度評価はコンクリート表面温度で実施しており、コンクリート表面の熱放射による熱損失を考慮していない等、保守的な評価であるため200℃を下回れば建屋の機能は確保される。

2.2 残留熱除去系海水系ポンプ及び海水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

海水ポンプ室表面温度の許容温度は、200℃*（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）以下とする。

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（高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプは四方を海水ポンプ室外壁で囲まれており、直接火災の影響を受けない。このため、温度評価は海水ポンプ室外壁であるコンクリート表面温度で実施する。コンクリート表面の熱放射による熱損失を考慮していない等、保守的な評価であるため200℃を下回れば海水ポンプ室の機能は確保され、その内側に位置する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（高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプの機能も確保される。

2.3 排気筒

排気筒（SS400，STK400）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℃*以下とする。

排気筒の温度評価は排気筒表面温度で実施しており、排気筒表面の熱放射による熱損失を考慮していない等、保守的な評価であるため325℃を下回れば排気筒の機能は確保される。

2.4 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。）吸気フィルタ

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。）吸気フィルタ内への流入空気の許容温度は、空気冷却器の出口温度をもとに算出した、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。）機関の性能が担保される最高温度53℃以下とする。

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。）吸気フィルタの温度評価は非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィル

タ内への流入空気を実施しており，流入空気の初期温度を水戸地方気象台で観測された過去10年間の最高気温とした保守的な評価であることから53℃を下回れば，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。）の機能は確保される。

注記 ※：「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）

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 発電所敷地内の火災源に対する評価方針.....	1
2.2 発電所敷地外の火災源に対する評価方針.....	19

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

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 2-6 に示す。



図 2-6 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

(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、以下の方法で評価対象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、評価対象施設の危険距離を算出し、危険距離と離隔距離を比較する。

- 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評価対象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

評価対象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	℃	温度
T ₀	℃	初期温度
E	W/m ²	輻射強度
χ	m	コンクリート深さ
a	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

b. 輻射強度の算出

(a) 建屋の評価の場合

建屋表面温度（T）は次式のとおり算出する。

$$T - T_0 = \frac{2E\sqrt{\kappa t}}{\lambda} \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4\kappa t}\right) - \frac{x}{2\sqrt{\kappa t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{\kappa t}}\right) \right] \quad (\text{式 14})$$

（出典：伝熱工学，東京大学出版会）

(b) 海水ポンプ室の評価の場合

外壁表面温度が許容温度 200 °C となるときの輻射強度（ q_s ）を式 14 のとおり算出する。

(c) 排気筒の評価の場合

排気筒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、「2.1.1(3) 計算方法」と同じである。

(d) 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。）吸気フィルタの評価の場合

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。）吸気フィルタ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、「2.1.1(3) 計算方法」と同じである。

c. 燃焼半径の算出

輻射強度の計算方法は、「2.1.1(3) 計算方法」と同じである。

d. 形態係数の算出

形態係数の計算方法は、「2.1.1(3) 計算方法」と同じである。

e. 危険距離の算出

形態係数の計算方法は、「2.1.1(3) 計算方法」と同じである。

2.2.3 燃焼輸送車両の影響について

(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直接的な影響を受ける評価対象施設の危険距離を算出し、危険距離と離隔距離を比較する。

(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

評価対象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
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	℃	温度
T ₀	℃	初期温度
E	W/m ²	輻射強度
χ	m	コンクリート深さ
a	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

b. 輻射強度の算出

(a) 建屋の評価の場合

外壁表面温度が許容温度 200 ℃となるときの輻射強度の計算方法は、「2.1.2(3)

計算方法」と同じである。

(b) 海水ポンプ室の評価の場合

外壁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、「2.1.2(3) 計算方法」と同じである。

(c) 排気筒の評価の場合

排気筒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、「2.1.1(3) 計算方法」と同じである。

(d) 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。）吸気フィルタの評価の場合

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。）吸気フィルタ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、「2.1.1(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、「2.1.1(3) 計算方法」と同じである。

d. 形態係数の算出

形態係数の計算方法は、「2.1.1(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、「2.1.1(3) 計算方法」と同じである。

2.2.4 漂流船舶の影響について

(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、評価対象施設を内包する建屋表面温度及び屋外の評価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。

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。）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、対象船舶の喫水から漂流位置を想定し、評価対象施設を内包する建屋及び屋外の評価対象施設を対象に影響評価を実施する。

(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、漂流想定位置から評価対象施設まで最も近くなる直線距離とする。
- 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、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。想定する円筒火災モデルを図2-4に示す。
- f. 気象条件は無風状態とする。

(3) 計算方法

評価対象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	初期温度
E	W/m ²	輻射強度
χ	m	コンクリート深さ
a	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

b. 輻射強度の算出

(a) 建屋の評価の場合

外壁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、「2.1.2(3)計算方法」と同じである。

(b) 海水ポンプ室の評価の場合

外壁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、「2.1.2(3)計算方法」と同じである。

(c) 排気筒の評価の場合

排気筒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、「2.1.1(3)計算方法」と同じである。

(d) 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。）吸気フィルタの評価の場合

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。）吸気フィルタ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、「2.1.1(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、「2.1.1(3)計算方法」と同じである。

d. 形態係数の算出

形態係数の計算方法は、「2.1.1(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、「2.1.1(3)計算方法」と同じである。

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.....	20

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 2-6 に示す。

2.2.2 危険物貯蔵施設等の火災

2.2.2.1 評価対象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 以内にある評価対象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)	燃料 ρ (kg/ m^3)
80000	478.7	85	100000	650
T ($^{\circ}C$)	T ₀ ($^{\circ}C$)	C _P (J/kg \cdot K)	コンクリート ρ (kg/ m^3)	λ (W/m \cdot K)
200	50	880	2400	1.63

危険距離 (m)
1329

b. 海水ポンプ室

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)	燃料 ρ (kg/m^3)
80000	478.7	85	100000	650

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	C_P ($J/kg \cdot K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m \cdot K$)
200	50	880	2400	1.63

危険距離 (m)
1329

c. 排気筒

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

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

危険距離 (m)
600

d. 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。）吸気フイルタ

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

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

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
53	37	10

危険距離 (m)
1087

結果
<p>危険距離を評価した結果、評価対象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評価対象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、評価対象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>

2.2.2.2 抽出した危険物貯蔵施設の火災

発電所の敷地外 10 km 以内にある評価対象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 2-7 に示す。

(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 · d (m ²)	H (m)	R f (kW/m ²)	V (m ³)	燃料 ρ (kg/m ³)
179.56	22.7	23	200	900

T (°C)	T ₀ (°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

評価対象施設	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
<p>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。</p>

b. 海水ポンプ室

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)	燃料 ρ (kg/m^3)
179.56	22.7	23	200	900

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	C_P ($J/kg \cdot K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m \cdot K$)
200	50	880	2400	1.63

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
41	1300

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 (1300 m) を確保していることを確認した。

c. 排気筒

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)
179.56	22.7	23	200

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

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
10	1200

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 (1200 m) を確保していることを確認した。

d. 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。）吸気フ
ィルタ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)
179.56	22.7	23

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

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
53	37	10

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
23	1100

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（1100 m）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

発電所敷地外の公道上での燃料輸送車両の火災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 2-8 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)	燃料 ρ (kg/m^3)
28.8	9.1	58	30	783

T ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)	C_P ($J/kg \cdot K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m \cdot K$)
200	50	880	2400	1.63

評価対象施設	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)	15		
離隔距離 (m)	510	450	520

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を確保していることを確認した。

b. 海水ポンプ室

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)	燃料 ρ (kg/m^3)
28.8	9.1	58	30	783

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	C_p ($J/kg \cdot K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m \cdot K$)
200	50	880	2400	1.63

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
15	760

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 (760 m) を確保していることを確認した。

c. 排気筒

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)	燃料 ρ (kg/m^3)
28.8	9.1	58	30	783

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

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
9	610

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 (610 m) を確保していることを確認した。

d. 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。）吸気フ
ィルタ

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

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

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
53	37	10

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
17	510

結果
危険距離を評価した結果, 17 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。

2.2.4 漂流船舶の火災

発電所敷地外で発生する漂流船舶の火災の評価結果を整理し、表 2-6, 7 に示す。また、漂流輸送から各対象までの距離は、図 2-9, 10 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)	燃料 ρ (kg/m^3)
15600	211.4	23	5600	900

T ($^{\circ}C$)	T_0 ($^{\circ}C$)	C_P ($J/kg \cdot K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m \cdot K$)
200	50	880	2400	1.63

評価対象施設	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)	165		
離隔距離 (m)	1100	1100	1300

結果
危険距離を評価した結果、165 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. 海水ポンプ室

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)	燃料 ρ (kg/m^3)
15600	211.4	23	5600	900

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	C_P ($J/kg \cdot K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m \cdot K$)
200	50	880	2400	1.63

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
165	940

結果
危険距離を評価した結果, 165 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。

c. 排気筒

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)	燃料 ρ (kg/m^3)
15600	211.4	23	5600	900

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

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
87	1100

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 (1100 m) を確保していることを確認した。

d. 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。）吸気フ
ィルタ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)
15600	211.4	23

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

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	ΔT ($^{\circ}C$)
53	37	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
128	1100

結果
危険距離を評価した結果、128 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。

(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)	燃料 ρ (kg/m^3)
1650	68.8	23	582	900

T ($^{\circ}C$)	T ₀ ($^{\circ}C$)	C _P ($J/kg \cdot K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m \cdot K$)
200	50	880	2400	1.63

評価対象施設	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)	54		
離隔距離 (m)	300	280	530

結果
危険距離を評価した結果、54 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. 海水ポンプ

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)	燃料 ρ (kg/m^3)
1650	68.8	23	582	900

T ($^{\circ}C$)	T_o ($^{\circ}C$)	C_P ($J/kg \cdot K$)	コンクリート ρ (kg/m^3)	λ ($W/m \cdot K$)
200	50	880	2400	1.63

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
54	70

結果
危険距離を評価した結果, 54 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。

c. 排気筒

$w \cdot d$ (m^2)	H (m)	R f (kW/m^2)	V (m^3)	燃料 ρ (kg/m^3)
1650	68.8	23	582	900

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

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
29	250

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 (250 m) を確保していることを確認した。

d. 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。）吸気フィルタ

w・d (m ²)	H (m)	R f (kW/m ²)
1650	68.8	23

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

T (°C)	T ₀ (°C)	ΔT (°C)
53	37	5

危険距離 (m)	離隔距離 (m)
42	330

結果
危険距離を評価した結果、42 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。

表 2-1 森林火災時の危険距離評価結果

(単位:m)					
原子炉建屋 (離隔距離 267m)	タービン建屋 (離隔距離 221m)	使用済燃料 乾式貯蔵建屋 (離隔距離 37m)	海水ポンプ室 (離隔距離 242m)	排気筒 (離隔距離 266m)	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 気フィルタ(離隔 距離 267m)
16	16	16	16	20	25

表 2-2 危険物貯蔵施設等火災の温度評価結果

(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)	海水ポンプ室 (許容温度 200°C)	排気筒 (許容温度 325°C)
熔融炉灯油タンク	60	54	51	90
主要変圧器	—	149	—	—
所内変圧器 2A	—	187	—	—
起動変圧器 2B	—	182	—	—

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

(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)	海水ポンプ室 (許容温度 200°C)	排気筒 (許容温 度 325°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。)吸気フ ィルタ(許容温 度 53°C)	使用済燃 料乾式貯 蔵建屋 (許容温 度 200°C)
民間航空機 B737- 800	52	52	52	52	43	51
民間航空機 B747- 400	63	63	63	63	43	55
自衛隊機又は 米軍機KC- 767	59	59	59	60	43	54
自衛隊機又は 米軍機 F-15	133	133	133	142	48	58
熔融炉灯油タ ンク及び自衛 隊機又は 米軍機 F-15	141	135	133	181	—	—
主要変圧器及 び自衛隊機又 は米軍機 F-15	—	195	—	—	—	—

NT2 補① V-1-1-2-5-6 R0

表 2-4 敷地外の危険物貯蔵施設等の火災の危険距離評価結果

(単位:m)					
原子炉建屋 (離隔距離 1100m)	タービン建屋 (離隔距離 1200m)	使用済燃料 乾式貯蔵建屋 (離隔距離 800m)	海水ポンプ室 (離隔距離 1300m)	排気筒 (離隔距離 1200m)	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。)吸気フィルタ(離隔距離 1100m)
41	41	41	41	10	23

表 2-5 燃料輸送車両火災の危険距離評価結果

(単位:m)					
原子炉建屋 (離隔距離 510m)	タービン建屋 (離隔距離 450m)	使用済燃料 乾式貯蔵建屋 (離隔距離 520m)	海水ポンプ室 (離隔距離 760m)	排気筒 (離隔距離 610m)	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。)吸気フィルタ(離隔距離 510m)
15	15	15	15	9	17

表 2-6 漂流船舶火災の危険距離評価結果 (LNG 輸送船)

(単位:m)					
原子炉建屋 (離隔距離 1100m)	タービン建屋 (離隔距離 1100m)	使用済燃料 乾式貯蔵建屋 (離隔距離 1300m)	海水ポンプ室 (離隔距離 940m)	排気筒 (離隔距離 1100m)	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。)吸気フィルタ(離隔距離 1100m)
165	165	165	165	87	128

表 2-7 漂流船舶火災の危険距離評価結果 (定期船)

(単位:m)					
原子炉建屋 (離隔距離 300m)	タービン建屋 (離隔距離 280m)	使用済燃料 乾式貯蔵建屋 (離隔距離 530m)	海水ポンプ室 (離隔距離 70m)	排気筒 (離隔距離 250m)	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。)吸気フィルタ(離隔距離 330m)
54	54	54	54	29	42

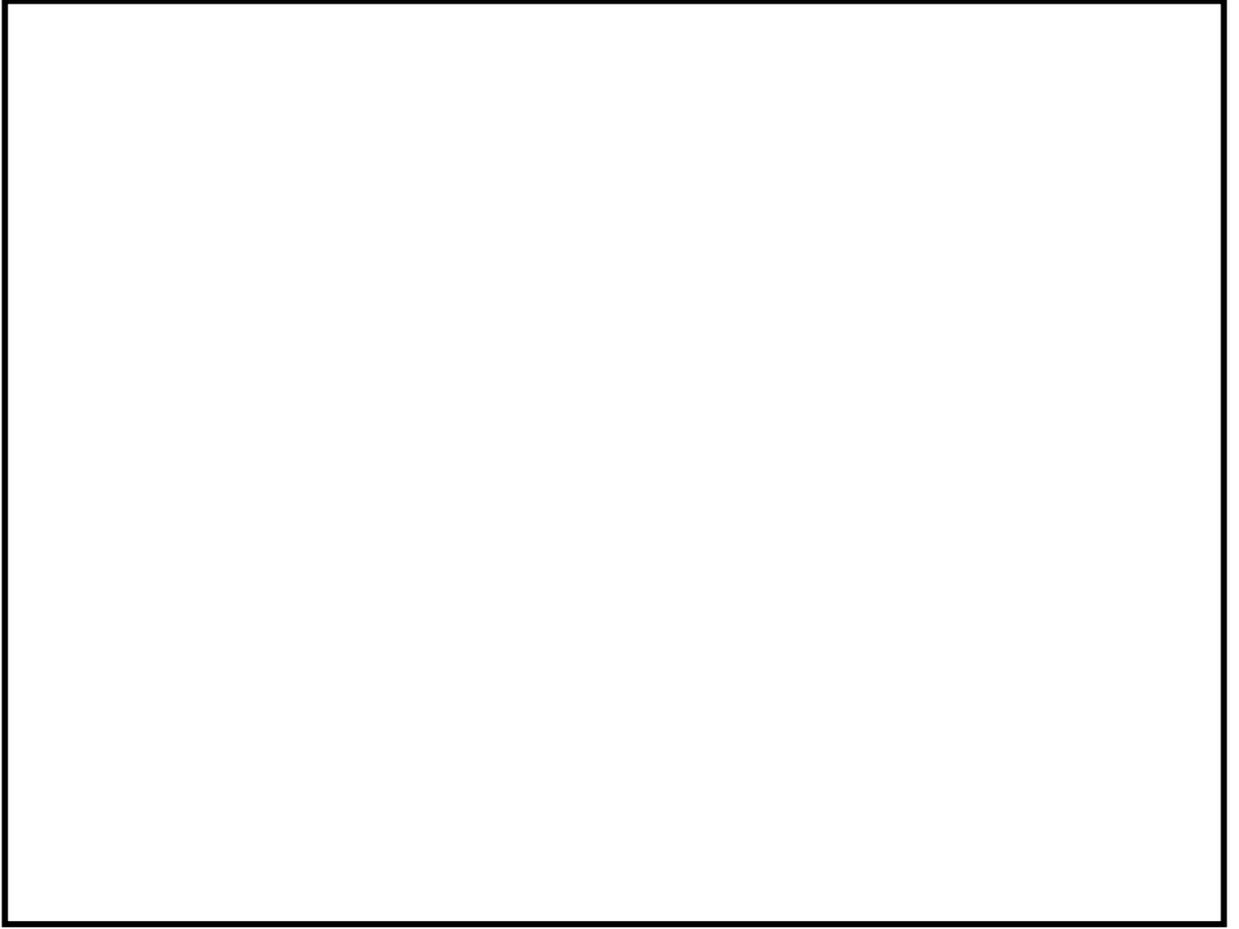


図 2-1 評価対象施設と防火帯の位置関係及び離隔距離

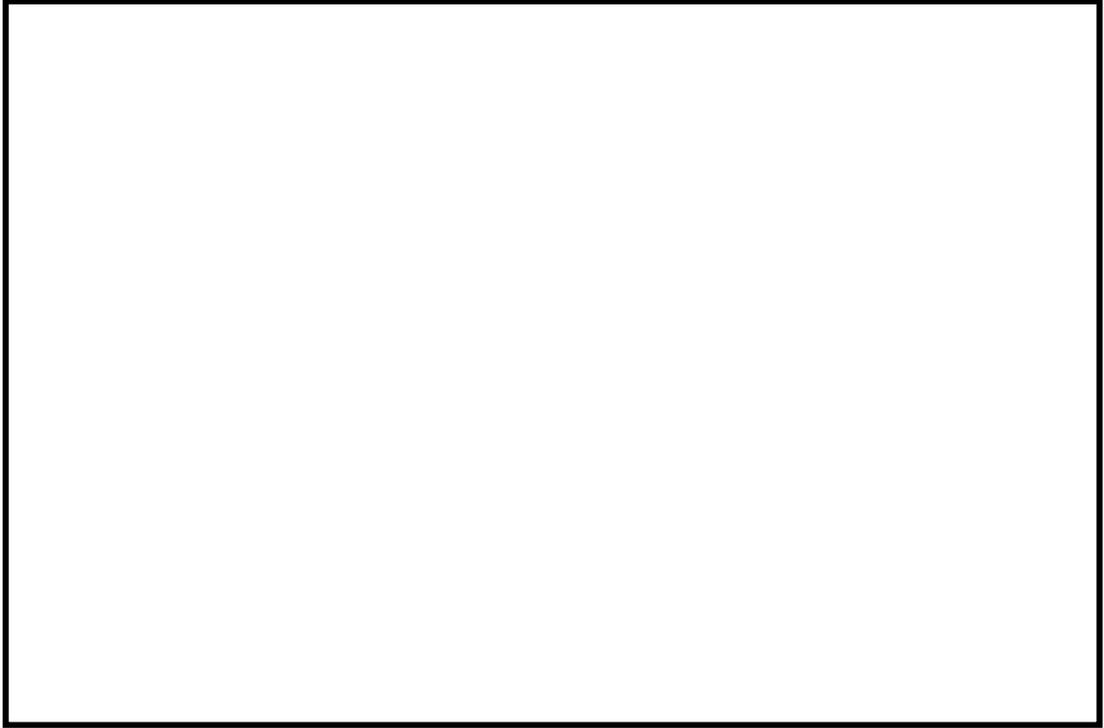


図 2-2 評価対象とする火災源又は爆発源となる設備及び評価対象施設の位置

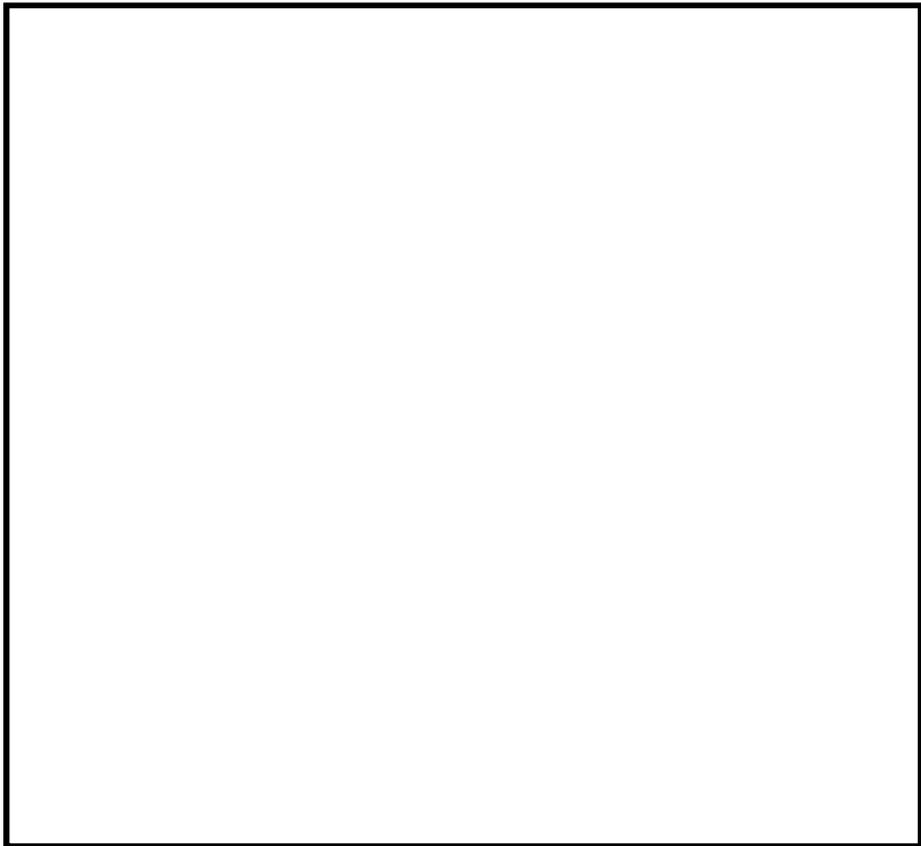


図 2-3 火災源となる変圧器及び評価対象施設の位置

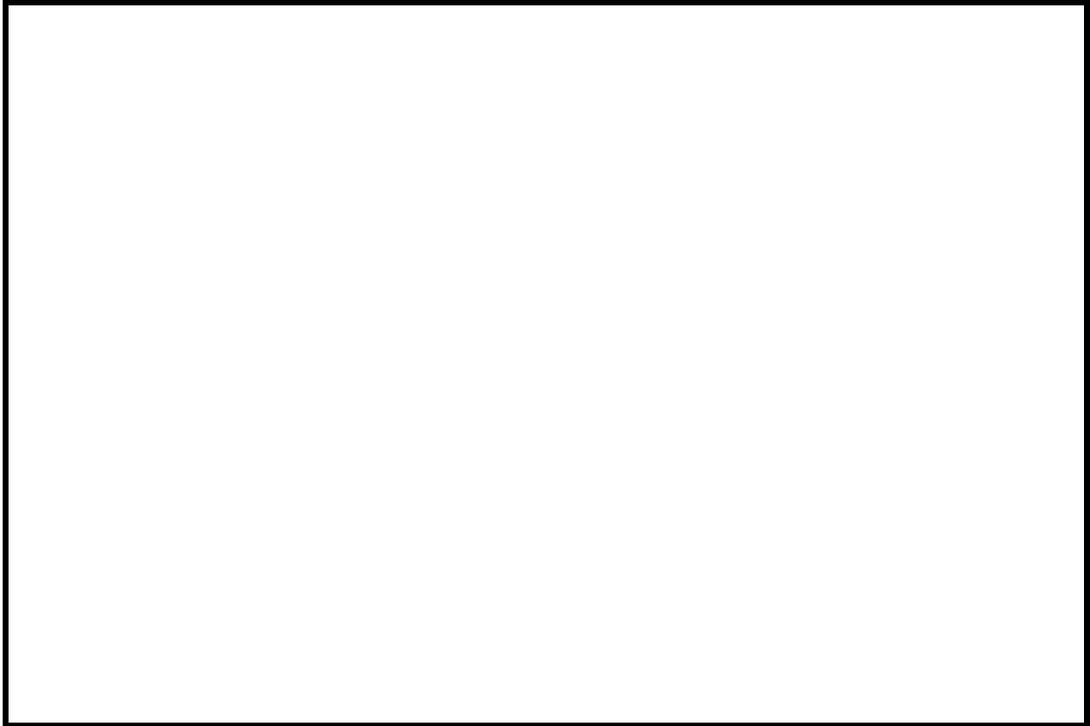


図 2-4 自衛隊機又は米軍機，基地－訓練空域間往復時の離隔距離
(原子炉施設)

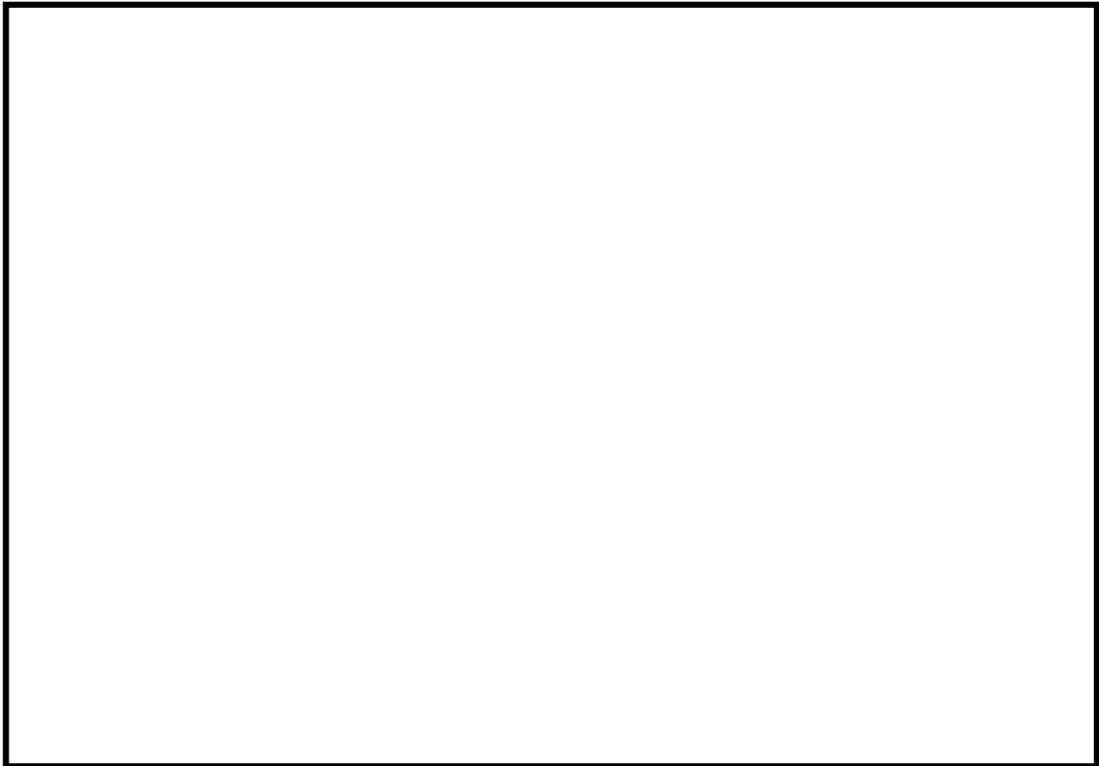


図 2-5 自衛隊機又は米軍機，基地－訓練空域間往復時の離隔距離
(使用済燃料乾式貯蔵建屋)



図 2-6 発電所と鹿島臨海地区石油コンビナートの位置

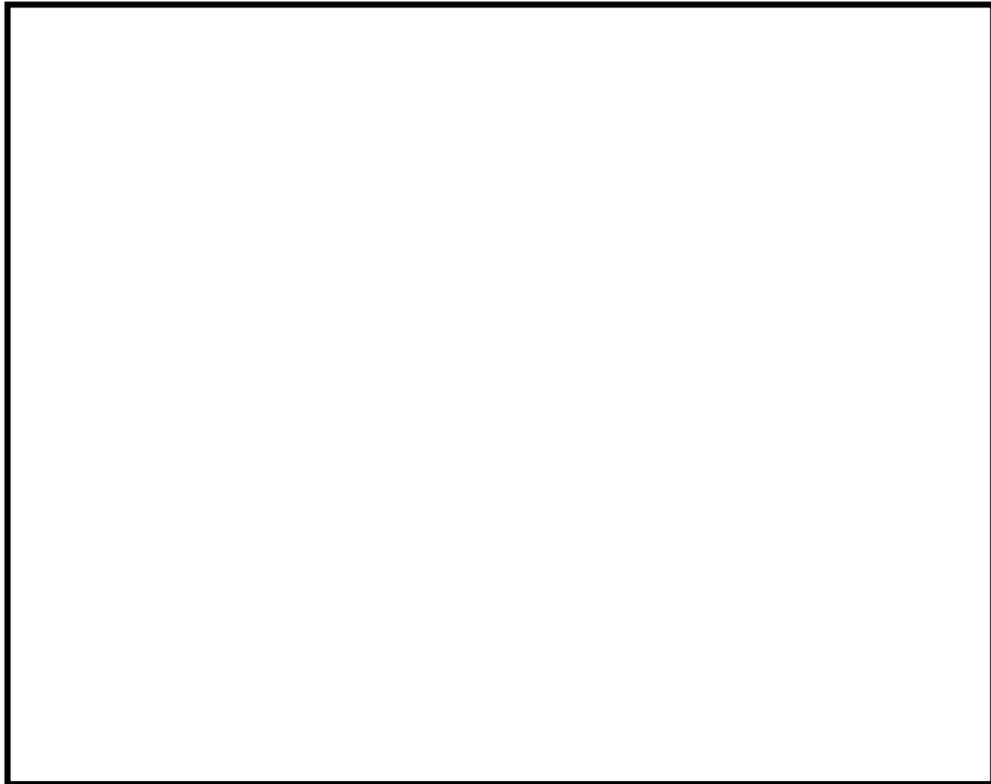


図 2-7 発電所周辺（東海村全域及び日立市の一部）に位置する危険物貯蔵施設

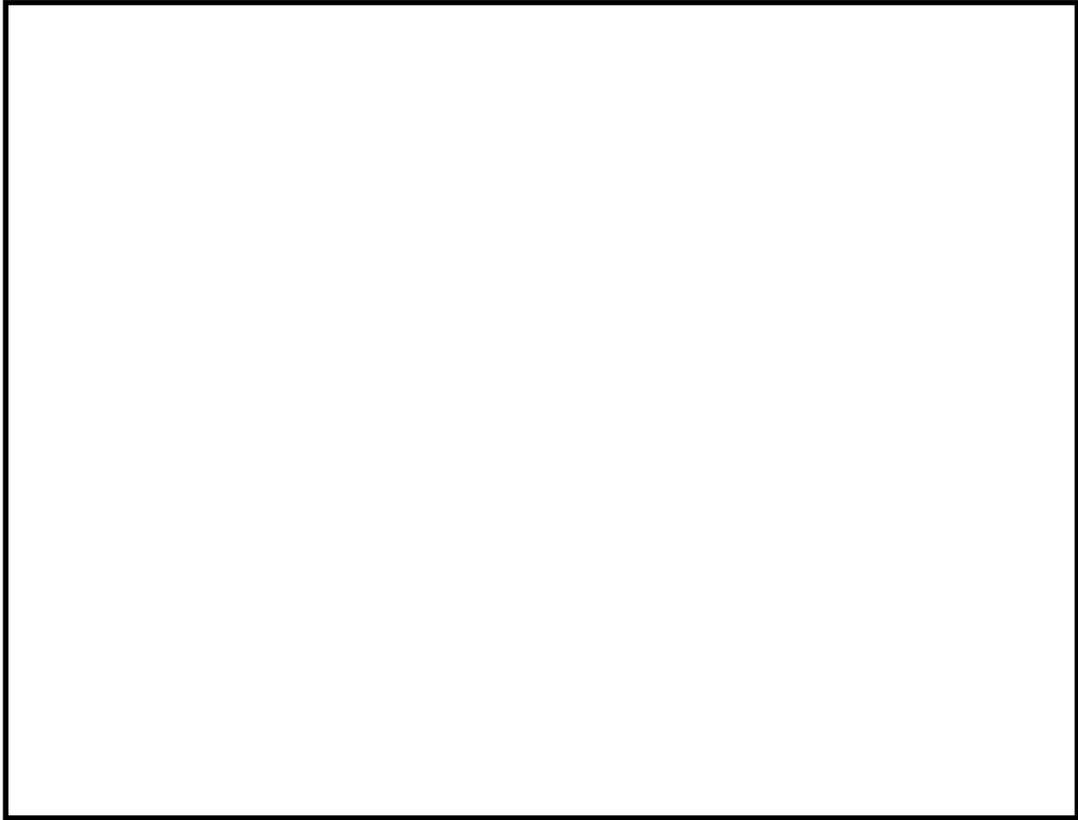


図 2-8 火災発生場所と評価対象施設の位置関係

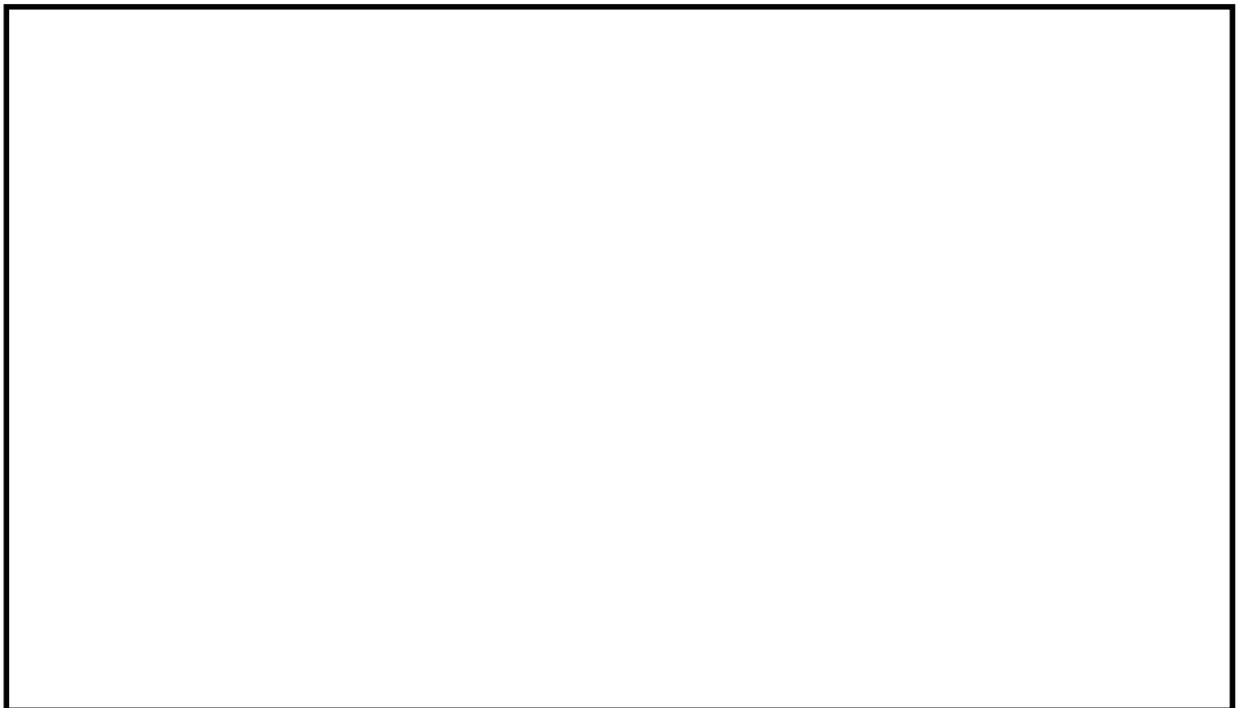


図 2-9 LNG 輸送船火災と評価対象施設の位置関係

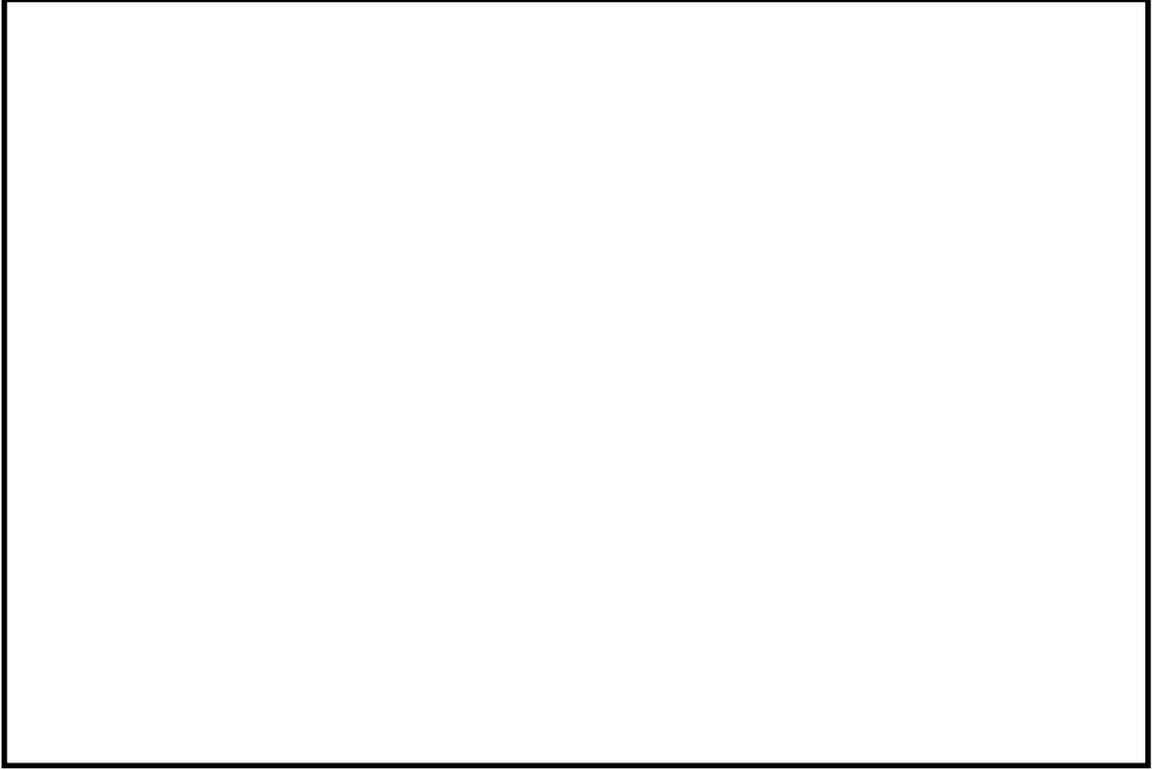


図 2-10 定期船火災と評価対象施設の位置関係

本資料のうち、枠組みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点
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	補足-90（制定）
提出年月日	平成30年2月8日

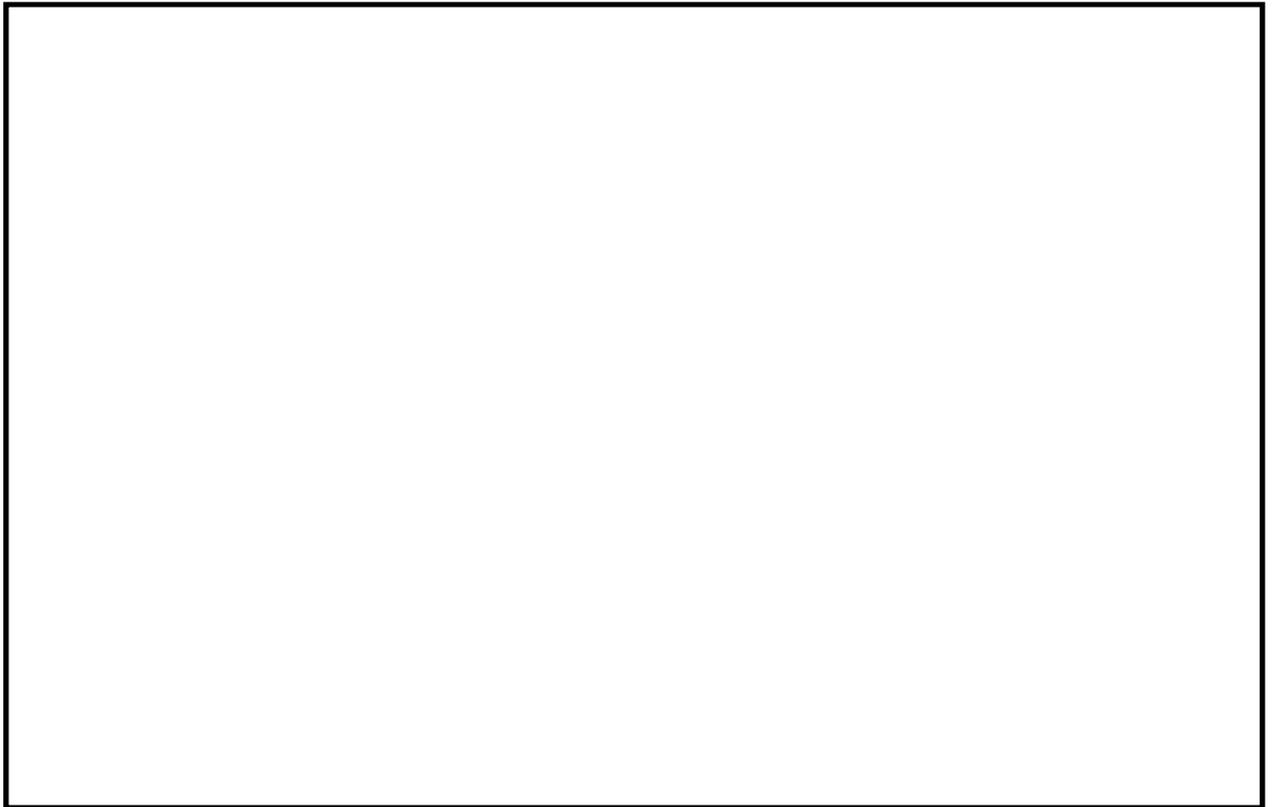
東海第二発電所
工事計画に係る説明資料
(外部火災への配慮に関する説明書)

平成30年2月
日本原子力発電株式会社

目次

1. 外部火災より防護すべき施設について	1
2. 発電所敷地内の火災源	29
2.1 森林火災について	29
2.2 発電所敷地内に設置する危険物貯蔵施設等の火災について	31
2.3 航空機墜落による火災について	35
2.4 熱影響評価における離隔距離図	50
2.5 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。）用海水ポンプに対する熱影響評価について	52
3. 発電所敷地外の火災源	55
3.1 石油コンビナート施設等の火災・爆発について	55
3.2 敷地外危険物貯蔵施設の火災評価での建屋温度評価式の使い分けについて	58
4. ばい煙及び有毒ガスの影響評価について	58

- 2.5 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。）用海水ポンプに対する熱影響評価について
- (1) 海水ポンプ室と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。）用海水ポンプとの位置関係



第 2-8 図 海水ポンプ室と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。）用海水ポンプとの位置関係

(2) 熱影響を受ける位置の特定

a. 側面

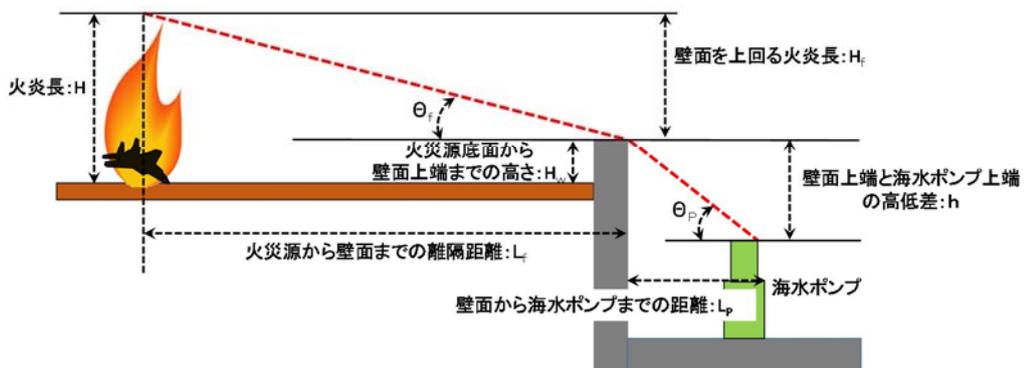
評価対象施設である残留熱除去系海水系ポンプ及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。）用海水ポンプは海水ポンプ室の外壁で囲われているため、側面部についてはこの外壁が熱影響を受ける。このため、海水ポンプ室外壁への熱影響評価を実施する。

b. 上面

想定する火災源からの輻射熱は、評価対象施設である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。）用海水ポンプを囲む海水ポンプ室外壁を考慮すると、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。）用海水ポンプに到達することはないため、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。）用海水ポンプに対する熱影響評価は実施しない。

i) 輻射熱到達評価の評価条件

- ・ 輻射熱を受ける対象は、対象頂部の位置が高いほど保守的となるため、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。）用海水ポンプ（高さ約 2.3m）よりも頂部の位置が高い、残留熱除去系海水系ポンプ（高さ約 4.6m）とする。
- ・ 航空機火災については、評価が最も厳しい位置を想定する。



第 2-9 図 海水ポンプへの輻射熱到達評価の概要

火災源	森林火災	敷地内危険物 貯蔵施設の火災	航空機墜落火災
	発火点 6	容融炉灯油タンク	F-15
火炎長 : H	7.5	1.6	11.4
火災源底面から壁面上端までの高さ : H_w (m)	0.8	0.8	0.8
壁面を上回る火炎長 : H_f (m)	6.7	0.8	10.6
火災源から壁面までの離隔距離 : L_f (m)	243.0	196.2	28.6
壁面から海水ポンプまでの離隔距離 : L_p (m)	7.2	8.8	12.4
壁面上端と海水ポンプ上端の高低差 : h (m)	3.4	3.4	3.4

ii) 判断の考え方

- $\theta_f < \theta_p \Rightarrow$ 海水ポンプに輻射熱が到達しない。
- $\theta_f \geq \theta_p \Rightarrow$ 海水ポンプに輻射熱が到達する。

iii) 評価結果

敷地内の火災について、海水ポンプへの輻射熱の入射角度は、海水ポンプに輻射熱が到達するため必要となる角度を下回るため、海水ポンプに輻射熱が到達することはない。

火災源	森林火災	敷地内危険物 貯蔵施設の火災	航空機墜落火災
	発火点 6	容融炉灯油タンク	F-15
海水ポンプへの輻射熱の入射角度 : θ_f (°)	2.0	0.2	14.8
海水ポンプに輻射熱が到達するため必要となる角度 : θ_p (°)	21.4	25.7	15.4

3. 発電所敷地外の火災源

3.1 石油コンビナート施設等の火災・爆発について

茨城県内において、石油コンビナート等防災計画に定められている特別防災区域に指定されている鹿島臨海地区は、東海第二発電所から約 50 km の離隔距離があり、発電所の敷地外 10 km 以内に石油コンビナート施設はないことを確認した。(図 3-1)



図 3-1 鹿島臨海地区と発電所の位置関係

発電所の敷地外の 10 km 以内に石油コンビナート施設はないが、給油取扱所等、消防法等に基づき設置している施設は存在することから、危険物貯蔵施設の調査を行い、発電所への火災・爆発の影響を検討する。

(1) 評価手法の概要

火災による熱影響や爆風圧からの防護方法として、離隔距離の確保等がある。

(2) 評価対象範囲

評価対象範囲は、発電所周辺 10 km 以内に存在する石油コンビナート以外の危険物貯蔵施設について、周辺自治体に資料開示請求を行い、必要に応じてこれらの施設を有する事業者への聞き取り調査を行い抽出した。調査結果を図 3-2、表 3-1 に示す。

(3) 火災・ガス爆発による影響評価結果

a. 火災時の影響評価

評価対象施設の危険距離を算出した結果、各評価対象施設の危険距離が離隔距離以下であることを確認した。

b. 危険物貯蔵施設等の爆発による発電用原子炉施設への影響評価

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づき、障壁を考慮しない条件にて、爆発による影響評価を実施した結果、危険限界距離は最大で 373 m となる。また、「石油コンビナートの防災アセスメント指針」に基づき、加圧貯蔵タンクの爆発による飛来物の影響評価を実施した結果、破片の最大飛散距離は、約 1.4 km である、発電所から最も近い危険物貯蔵施設は、直線距離にて約 3.3 km の離隔距離を有していることから、爆発の影響を受けない。

c. 危険物貯蔵施設等の火災の延焼による影響評価

発電所敷地外の危険物貯蔵施設等の最も近いものでも発電所から 450 m 以上離れており、森林火災を想定した解析にて設定した発火点（発電所から 20 m の位置）より遠い。このことから、これらの危険物貯蔵施設等の火災の延焼により森林火災に発展した場合においても、森林火災の延焼影響結果に代表される。

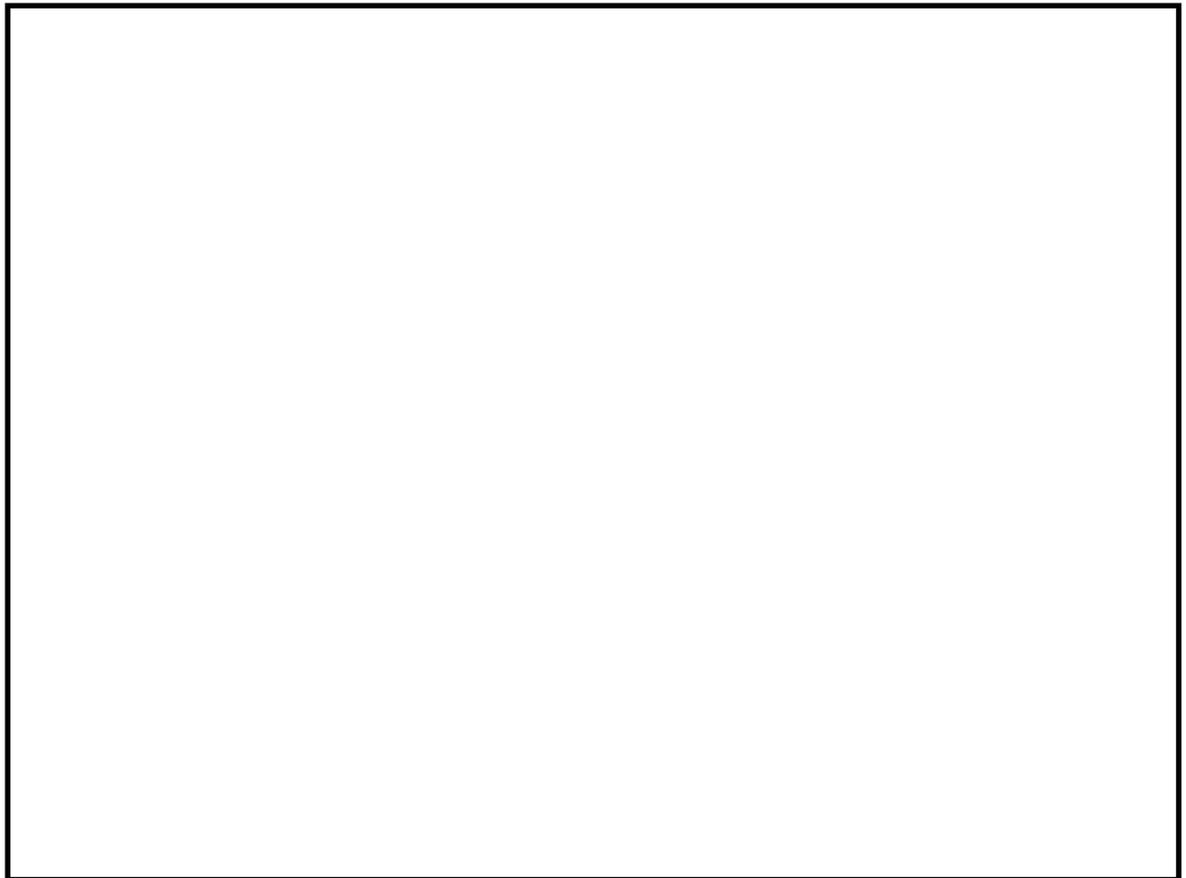


図 3-2 発電所周辺（東海村全域及び日立市の一部）に位置する危険物貯蔵施設

表 3-1 発電所周辺の危険物貯蔵施設

施設区分	
屋外タンク貯蔵所 又は屋外貯蔵所	
給油取扱所	

NT2 補① V-1-1-2-5 補 1 R0

3.2 敷地外危険物貯蔵施設の火災評価での建屋温度評価式の使い分けについて

火災源位置が固定の対象に対する建屋温度評価式は、放熱の有無により、以下2式があり、建屋温度評価では、放熱を考慮した式1を採用している。また、敷地外危険物貯蔵施設の火災については、評価対象施設に影響を及ぼす可能性がある危険物貯蔵施設を広く抽出する観点から保守的に式2で評価しているため、抽出した危険物貯蔵施設に対する評価も同様に式2を採用している。

・放熱を考慮した場合の建屋温度評価式

$$T = T_0 + \left(\frac{E}{a}\right) \left[1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\kappa t}}\right) - \exp\left(\frac{a}{\lambda}x + \frac{a^2}{\lambda^2}\kappa t\right) \left\{ 1 - \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{\kappa t}} + \frac{a}{\lambda}\sqrt{\kappa t}\right) \right\} \right] \quad (\text{式1})$$

(出典：安全工学講座1 火災 海文堂出版)

注記 ※：空気調和・衛生工学便覧において、外表面の熱伝達率は、受熱面の形状や周囲の環境条件を受け変化するが、一般的な値として垂直外壁面、屋根面及び上げ裏面の夏季、冬季の値が示されており、評価上放熱が少ない方が保守的であることから、これらのうち最も小さい夏期の値である 17W/m²/K を採用している。

・放熱を考慮しない場合の建屋温度評価式

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

(出典：伝熱工学，東京大学出版会)

	式1を採用した場合	式2を採用した場合
評価対象施設に影響を及ぼす可能性がある範囲※1	1000 m ^{※2}	1400 m ^{※3}
特定した範囲で抽出される危険物貯蔵施設数	1 件	3 件 ^{※4}

注記 ※1：式1又は式2の温度評価式を用いて算出した危険距離に余裕を考慮した距離
 ※2：危険距離 932 m の 10 の桁を切上げ
 ※3：危険距離 1329 m の 10 の桁を切上げ
 ※4：聞き取り調査により、2 件は地下貯蔵であることを確認したため残りの 1 件について評価を実施