

原子炉格納容器内オペレーティングフロア最上部の煙感知器設置及び保守点検に係る作業計画について（１／５）

（参考）

1

1. 作業計画

- 案１（ポーラークレーン昇降タラップ踊り場付近に煙感知器を設置）、案２（ポーラークレーンガーター上部付近に煙感知器を設置）、及び案３（格納容器ドームトップ付近に煙感知器を設置）の感知器設置は、電線管等も含めてポーラークレーン昇降タラップ及び格納容器壁面へ、案３については更に格納容器ドームトップへ設置することから、いずれの場合も足場が必要となる。
- 感知器取替時は、案１の場合は足場設置が不要であるが、案２・案３の場合は安全を確保する観点と感知器にアクセスするための足場設置が不可欠と判断し、足場設置を前提とした作業計画を検討した。
- 案１、案２、案３の作業手順の概要及び作業日数を次ページ表に示す。

原子炉格納容器内オペレーティングフロア最上部の煙感知器設置及び保守点検に係る作業計画について（2／5）

（参考）

2

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

作業内容	手順 案 1 ポーラークレーン昇降タラップ踊り場付近	手順 案 2 ポーラークレーンガーター上部付近	手順 案 3 格納容器ドームトップ付近
煙感知器の設置	足場組立（21m） サポート溶接 電線管布設 感知器取付 試験調整 足場解体 （作業日数 30日間）	足場組立（29m） サポート溶接 電線管布設 感知器取付 試験調整 足場解体 （作業日数 50日間）	足場組立（49m） サポート溶接 電線管布設 感知器取付 試験調整 足場解体 （作業日数 65日間）
煙感知器の保守点検 ※ （定期取替・故障時対応）	足場設置は不要 （感知器取替は専用治具により実施可） （作業日数 1日間）	足場組立（5m） 感知器取替 足場解体 （作業日数 18日間）	足場組立（25m） 感知器取替 足場解体 （作業日数 30日間）

※1：消防法に基づく定期的な点検（外観点検、作動試験）については、案1、案2、案3のいずれにおいても直接目視又は双眼鏡による点検及び遠隔試験機能をを用いた作動試験にて対応可能であり、足場の設置は不要。ただし、感知器は一般産業品であり、劣化を考慮した定期取替及び偶発故障時の取替が必要なため、感知器取替作業について比較検討を実施した。

原子炉格納容器内オペレーティングフロア最上部の煙感知器設置及び保守点検に係る作業計画について（3／5）

2. 作業手順（詳細）

（1）煙感知器の設置時

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

【案 1 、案2 、案3 共通内容】	【案 1 】
・ポークレーン昇降タラップに沿うように足場を設置 （ オペレーティングフロアより約21m） ・足場を使用しポークレーン昇降タラップの背かご部に電線管を敷設 ・足場設置、作業範囲を赤色、電線管敷設イメージを青色で示す。	・電線管、サポート、ケーブルを敷設し、煙感知器を設置 足場設置、作業範囲を赤色、感知器設置位置を緑色で示す。

足場設置範囲（オペレーティングフロアより）

ポークレーン点検用架台付近（オペレーティングフロアより）

原子炉格納容器内オペレーティングフロア最上部の煙感知器設置及び保守点検に係る作業計画について（4／5）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

2. 作業手順（詳細）

（1）煙感知器の設置時

【案2 】	【案3 】
・ポークレーンガンターに足場を設置※ （ガンターより約5m） ・壁面にサポート溶接、電線管・ケーブルを敷設し、煙感知器を設置 足場設置、作業範囲を赤色、感知器設置位置を緑色で示す。	・ポークレーンガンターに足場を設置※（ガンターより約25m） ・壁面にサポート溶接、電線管・ケーブルを敷設し、煙感知器を設置 ・足場設置、作業範囲を赤色、感知器設置位置を緑色で示す。 C/Vトップ及びポークレーン（オペレーティングフロアより）

ポークレーンガンター上部

※：案2、案3において、作業用の恒設架台をクレーンの旋回に干渉しない高さまで設置することはできるが、その上部については都度足場の設置が必要となり、作業時の安全性向上、作業日数の短縮にほとんど寄与しないことから、感知器取替作業の都度グレーチング床から足場を設置する方法を採用する。

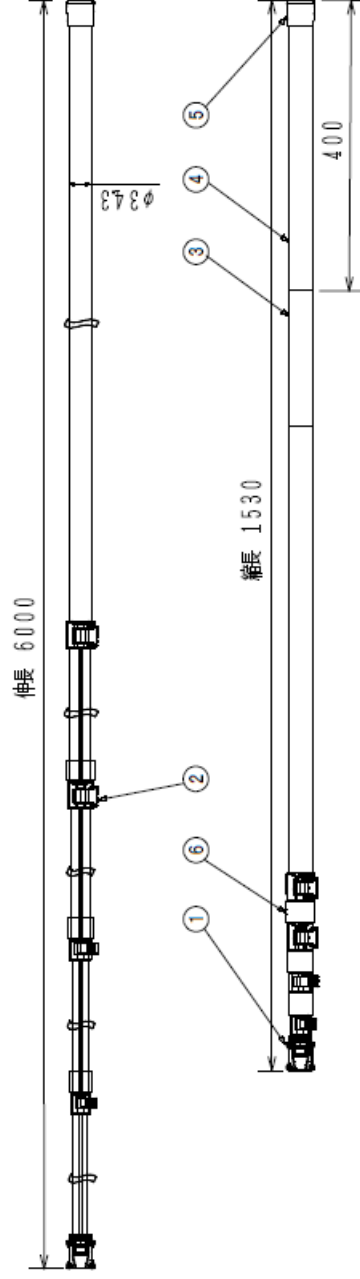
原子炉格納容器内オペレーティングフロア最上部の煙感知器設置及び 保守点検に係る作業計画について（５／５）

参考

【参考】

保守点検時に使用する専用治具（支持棒）の構造、使用イメージを示す。

- （１）名称：支持棒
- （２）材質：アルミニウム
- （３）重量：約1.6kg
- （４）特徴：1.53m～6 mの範囲で伸縮し、支持棒の先端に感知器取替用の着脱器又は各種感知器作動試験器を用途に応じて付替え可能



①接続金具、②ロックレバー、③注意シール、④支持棒本体、⑤石突きゴム、⑥ゴム

構造図



使用イメージ



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

COMPARTMENT WITH THERMALLY THICK/THIN BOUNDARIES

The following calculations estimate the hot gas layer temperature and smoke layer height in enclosure fire.

Parameters in YELLOW CELLS are Entered by the User.

Parameters in GREEN CELLS are Automatically Selected from the DROP DOWN MENU for the Material Selected.

All subsequent output values are calculated by the spreadsheet and based on values specified in the input parameters. This spreadsheet is protected and secure to avoid errors due to a wrong entry in a cell(s). The chapter in the NUREG should be read before an analysis is made.

Project / Inspection
Title:

高浜3号機CV内 電気盤1面火災(垂直キャビネット:HRR211kW)

INPUT PARAMETERS

COMPARTMENT INFORMATION

Compartment Width (w_c)	35.40	m
Compartment Length (l_c)	35.40	m
Compartment Height (h_c)	40.00	m
Vent Width (w_v)	0.60	m
Vent Height (h_v)	2.00	m
Top of Vent from Floor (V_T)	2.00	m
Interior Lining Thickness (δ)	15.00	cm

AMBIENT CONDITIONS

Ambient Air Temperature (T_a)	40.00	°C
Specific Heat of Air (c_a)	1.00	kJ/kg-K
Ambient Air Density (ρ_a)	1.13	kg/m ³

Note: Ambient Air Density (ρ_a) will automatically correct with Ambient Air Temperature (T_a) Input

THERMAL PROPERTIES OF COMPARTMENT ENCLOSING SURFACES FOR

Interior Lining Thermal Inertia ($k\rho c$)	2.9	(kW/m ² -K) ² -sec
Interior Lining Thermal Conductivity (k)	0.0016	kW/m-K
Interior Lining Specific Heat (c_p)	0.75	kJ/kg-K
Interior Lining Density (ρ)	2400	kg/m ³



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

THERMAL PROPERTIES FOR COMMON INTERIOR LINING MATERIALS

Material	k _{pc} (kW/m ² -K) ² -sec	k (kW/m-K)	c (kJ/kg-K)	ρ (kg/m ³)	Select Material
					Concrete
Aluminum (pure)	500	0.206	0.895	2710	Scroll to desired material Click the selection
Steel (0.5% Carbon)	197	0.054	0.465	7850	
Concrete	2.9	0.0016	0.75	2400	
Brick	1.7	0.0008	0.8	2600	
Glass, Plate	1.6	0.00076	0.8	2710	
Brick/Concrete Block	1.2	0.00073	0.84	1900	
Gypsum Board	0.18	0.00017	1.1	960	
Plywood	0.16	0.00012	2.5	540	
Fiber Insulation Board	0.16	0.00053	1.25	240	
Chipboard	0.15	0.00015	1.25	800	
Aerated Concrete	0.12	0.00026	0.96	500	
Plasterboard	0.12	0.00016	0.84	950	
Calcium Silicate Board	0.098	0.00013	1.12	700	
Alumina Silicate Block	0.036	0.00014	1	260	
Glass Fiber Insulation	0.0018	0.000037	0.8	60	
Expanded Polystyrene	0.001	0.000034	1.5	20	
User Specified Value	Enter Value	Enter Value	Enter Value	Enter Value	

Reference: Klotz, J., J. Milke, Principles of Smoke Management, 2002, Page 270.

FIRE SPECIFICATIONS

Fire Heat Release Rate (Q)

211.00 kW

Calculate



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

METHOD OF McCAFFREY, QUINTIERE, AND HARKLEROD (MQH)

Reference: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition, 2002, Page 3-175.

$$\Delta T_g = 6.85 [Q^2 / ((A_v(h_v)^{1/2}) (A_T h_k))]^{1/3}$$

Where,

$\Delta T_g = T_g - T_a$ = upper layer gas temperature rise above ambient (K)

Q = heat release rate of the fire (kW)

A_v = area of ventilation opening (m^2)

h_v = height of ventilation opening (m)

h_k = convective heat transfer coefficient (kW/m^2-K)

A_T = total area of the compartment enclosing surface
boundaries excluding area of vent openings (m^2)

Area of Ventilation Opening Calculation

$$A_v = (w_v) (h_v)$$

Where,

A_v = area of ventilation
opening (m^2)

w_v = vent width (m)

h_v = vent height (m)

$$A_v = 1.20 \quad m^2$$

Thermal Penetration Time Calculation

$$t_p = (\rho c_p / k) (\delta / 2)^2$$

Where,

t_p = thermal penetration time (sec)

ρ = interior lining density (kg/m^3)

c_p = interior lining specific heat ($kJ/kg-K$)

k = interior lining thermal conductivity ($kW/m-K$)

δ = interior lining thickness (m)

$$t_p = 6328.13 \quad sec$$



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

Heat Transfer Coefficient Calculation

$$h_k = \sqrt{(k\rho c/t)} \text{ for } t < t_p \quad \text{or} \quad (k/\delta) \text{ for } t > t_p$$

Where,

h_k = heat transfer

coefficient (kW/m²-K)

$k\rho c$ = interior construction thermal inertia (kW/m²-K)²-sec
(a thermal property of material responsible for the rate of
temperature rise)

t = time after ignition
(sec)

[See table below for results \(column 3\)](#)

Area of Compartment Enclosing Surface Boundaries

$$A_T = [2(w_c \times l_c) + 2(h_c \times w_c) + 2(h_c \times l_c)] - A_v$$

Where,

A_T = total area of the compartment enclosing surface boundaries excluding area of vent openings (m²)

w_c = compartment width (m)

l_c = compartment length (m)

h_c = compartment height (m)

A_v = area of ventilation opening (m²)

$$A_T = \quad 8169.12 \quad m^2$$



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

COMPARTMENT HOT GAS LAYER TEMPERATURE WITH NATURAL

$$\Delta T_g = 6.85 [Q^2 / ((A_v(h_v)^{1/2}) (A_T h_k))]^{1/3}$$

$$\Delta T_g = T_g - T_a$$

$$T_g = \Delta T_g + T_a$$

Results	Time After Ignition (t)		h_k (kW/m ² -K)	ΔT_g (°K)	T_g (°K)	T_g (°C)	T_g (°F)
	(min)	(sec)					
	0	0.00	-	-	313.00	40.00	104.00
	1	60	0.22	16.74	329.74	56.74	134.14
	2	120	0.16	18.80	331.80	58.80	137.83
	3	180	0.13	20.11	333.11	60.11	140.20
	4	240	0.11	21.10	334.10	61.10	141.97
	5	300	0.10	21.90	334.90	61.90	143.41
	10	600	0.07	24.58	337.58	64.58	148.24
	15	900	0.06	26.30	339.30	66.30	151.33
	20	1200	0.05	27.59	340.59	67.59	153.66
	25	1500	0.04	28.63	341.63	68.63	155.54
	30	1800	0.04	29.52	342.52	69.52	157.13
	35	2100	0.04	30.28	343.28	70.28	158.51
	40	2400	0.03	30.97	343.97	70.97	159.74
	45	2700	0.03	31.58	344.58	71.58	160.84
	50	3000	0.03	32.14	345.14	72.14	161.85
	55	3300	0.03	32.65	345.65	72.65	162.78
	60	3600	0.03	33.13	346.13	73.13	163.64



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

ESTIMATING SMOKE LAYER HEIGHT METHOD OF YAMANA AND TANAKA

$$z = ((2kQ^{1/3}t/(3A_c)) + (1/h_c^{2/3}))^{-3/2}$$

Where,

z = smoke layer height (m)

Q = heat release rate of the fire (kW)

t = time after ignition (sec)

h_c = compartment height (m)

A_c = compartment floor area (m²)

k = k = a constant given by $k = 0.076/\rho_g$

ρ_g = hot gas layer density (kg/m³)

ρ_g is given by $\rho_g = 353/T_g$

T_g = hot gas layer temperature (K)

Compartment Area Calculation

$$A_c = (w_c) (l_c)$$

Where,

A_c = compartment floor
area (m²)

w_c = compartment width
(m)

l_c = compartment length
(m)

$$A_c = 1253.16 \text{ m}^2$$

Hot Gas Layer Density Calculation

$$\rho_g = 353/T_g$$

Calculation for Constant k

$$k = 0.076/\rho_g$$



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

SMOKE GAS LAYER HEIGHT WITH NATURAL VENTILATION

$$z = [(2kQ^{1/3}t/(3A_c)] + (1/h_c^{2/3})^{-3/2}$$

Results

Caution! The smoke layer height is a conservative estimate and is only intended to provide an indication where the hot gas layer is located. Calculated smoke layer height below the vent height are not creditable since the calculation is not accounting for the smoke exiting the vent.

Time (min)	ρ_g (kg/m ³)	Constant (k) (kW/m-K)	Smoke Layer Height z (m)	Smoke Layer Height z (ft)
0	1.13	0.067	40.00	131.23
1	1.07	0.071	32.11	105.34
2	1.06	0.071	26.45	86.78
3	1.06	0.072	22.26	73.02
4	1.06	0.072	19.05	62.52
5	1.05	0.072	16.55	54.29
10	1.05	0.073	9.46	31.03
15	1.04	0.073	6.28	20.61
20	1.04	0.073	4.55	14.93
25	1.03	0.074	3.49	11.44
30	1.03	0.074	2.78	9.12
35	1.03	0.074	2.28	7.48
40	1.03	0.074	2.00	6.56
45	1.02	0.074	2.00	6.56
50	1.02	0.074	2.00	6.56
55	1.02	0.074	2.00	6.56
60	1.02	0.075	2.00	6.56

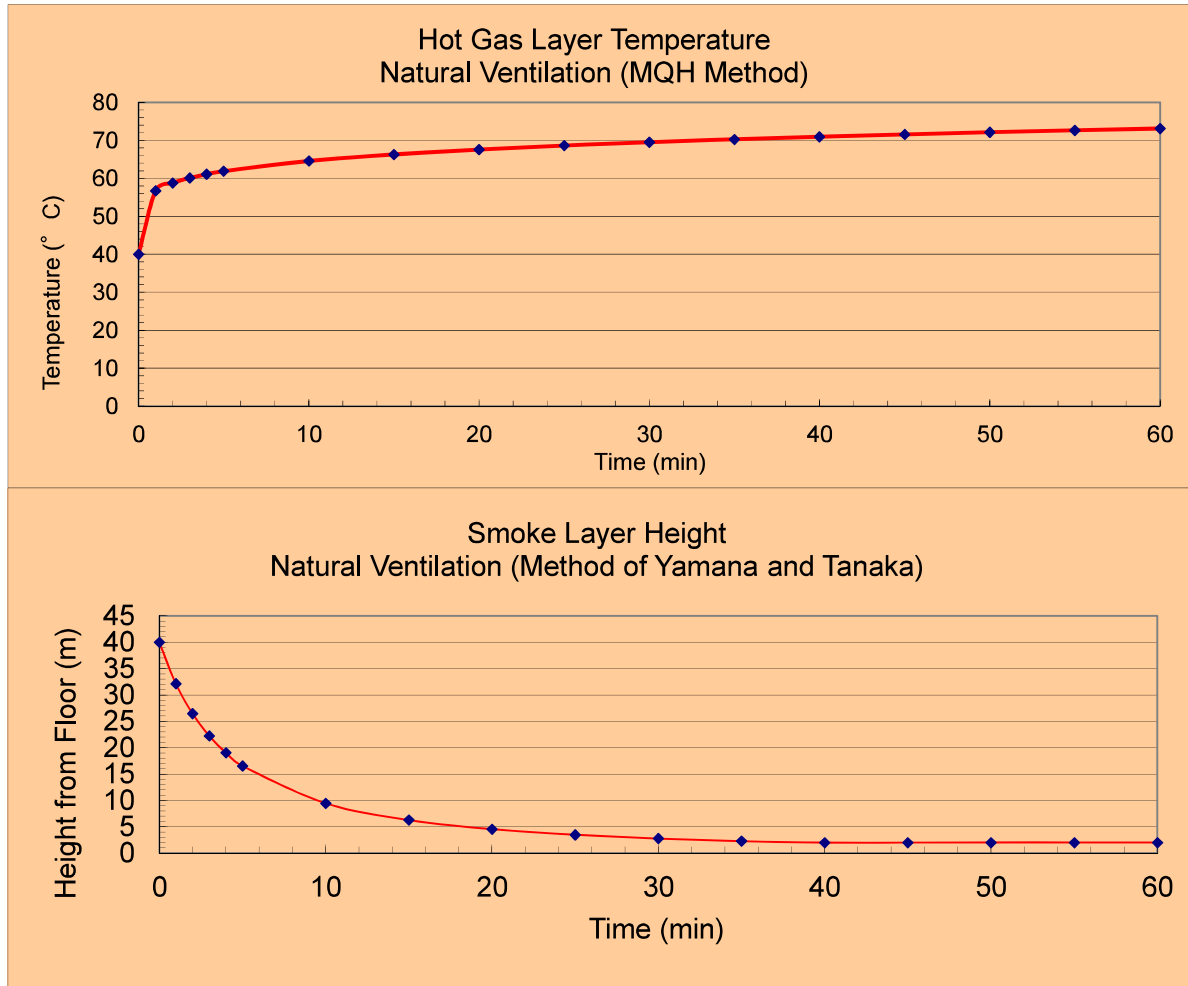
CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT
CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

Summary of Results



NOTE:

The above calculations are based on principles developed in the SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition, 2002. Calculations are based on certain assumptions and have inherent limitations. The results of such calculations may or may not have reasonable predictive capabilities for a given situation and should only be interpreted by an informed user. Although each calculation in the spreadsheet has been verified with the results of hand calculation, there is no absolute guarantee of the accuracy of these calculations. Any questions, comments, concerns, and suggestions, or to report an error(s) in the spreadsheet, please send an email to David.Stroup@nrc.gov or Naeem.Iqbal@nrc.gov.

Prepared by:

Date:

Organization:

Checked by:

Date:

Organization:

Additional Information:



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

COMPARTMENT WITH THERMALLY THICK/THIN BOUNDARIES

The following calculations estimate the hot gas layer temperature and smoke layer height in enclosure fire.

Parameters in YELLOW CELLS are Entered by the User.

Parameters in GREEN CELLS are Automatically Selected from the DROP DOWN MENU for the Material Selected.

All subsequent output values are calculated by the spreadsheet and based on values specified in the input parameters. This spreadsheet is protected and secure to avoid errors due to a wrong entry in a cell(s). The chapter in the NUREG should be read before an analysis is made.

Project / Inspection
Title:

高浜3号機CV内 モータ1台火災(モータ:HRR69kW)

INPUT PARAMETERS

COMPARTMENT INFORMATION

Compartment Width (w_c)	35.40	m
Compartment Length (l_c)	35.40	m
Compartment Height (h_c)	40.00	m
Vent Width (w_v)	0.60	m
Vent Height (h_v)	2.00	m
Top of Vent from Floor (V_T)	2.00	m
Interior Lining Thickness (δ)	15.00	cm

AMBIENT CONDITIONS

Ambient Air Temperature (T_a)	40.00	°C
Specific Heat of Air (c_a)	1.00	kJ/kg-K
Ambient Air Density (ρ_a)	1.13	kg/m ³

Note: Ambient Air Density (ρ_a) will automatically correct with Ambient Air Temperature (T_a) Input

THERMAL PROPERTIES OF COMPARTMENT ENCLOSING SURFACES FOR

Interior Lining Thermal Inertia ($k\rho c$)	2.9	(kW/m ² -K) ² -sec
Interior Lining Thermal Conductivity (k)	0.0016	kW/m-K
Interior Lining Specific Heat (c_p)	0.75	kJ/kg-K
Interior Lining Density (ρ)	2400	kg/m ³



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

THERMAL PROPERTIES FOR COMMON INTERIOR LINING MATERIALS

Material	k _{pc} (kW/m ² -K) ² -sec	k (kW/m-K)	c (kJ/kg-K)	ρ (kg/m ³)	Select Material
					Concrete
Aluminum (pure)	500	0.206	0.895	2710	Scroll to desired material Click the selection
Steel (0.5% Carbon)	197	0.054	0.465	7850	
Concrete	2.9	0.0016	0.75	2400	
Brick	1.7	0.0008	0.8	2600	
Glass, Plate	1.6	0.00076	0.8	2710	
Brick/Concrete Block	1.2	0.00073	0.84	1900	
Gypsum Board	0.18	0.00017	1.1	960	
Plywood	0.16	0.00012	2.5	540	
Fiber Insulation Board	0.16	0.00053	1.25	240	
Chipboard	0.15	0.00015	1.25	800	
Aerated Concrete	0.12	0.00026	0.96	500	
Plasterboard	0.12	0.00016	0.84	950	
Calcium Silicate Board	0.098	0.00013	1.12	700	
Alumina Silicate Block	0.036	0.00014	1	260	
Glass Fiber Insulation	0.0018	0.000037	0.8	60	
Expanded Polystyrene	0.001	0.000034	1.5	20	
User Specified Value	Enter Value	Enter Value	Enter Value	Enter Value	

Reference: Klotz, J., J. Milke, Principles of Smoke Management, 2002, Page 270.

FIRE SPECIFICATIONS

Fire Heat Release Rate (Q)

69.00 kW

Calculate



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

METHOD OF McCAFFREY, QUINTIERE, AND HARKLEROD (MQH)

Reference: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition, 2002, Page 3-175.

$$\Delta T_g = 6.85 [Q^2 / ((A_v(h_v)^{1/2}) (A_T h_k))]^{1/3}$$

Where,

$\Delta T_g = T_g - T_a$ = upper layer gas temperature rise above ambient (K)

Q = heat release rate of the fire (kW)

A_v = area of ventilation opening (m^2)

h_v = height of ventilation opening (m)

h_k = convective heat transfer coefficient (kW/m^2-K)

A_T = total area of the compartment enclosing surface
boundaries excluding area of vent openings (m^2)

Area of Ventilation Opening Calculation

$$A_v = (w_v) (h_v)$$

Where,

A_v = area of ventilation
opening (m^2)

w_v = vent width (m)

h_v = vent height (m)

$$A_v = 1.20 \quad m^2$$

Thermal Penetration Time Calculation

$$t_p = (\rho c_p / k) (\delta / 2)^2$$

Where,

t_p = thermal penetration time (sec)

ρ = interior lining density (kg/m^3)

c_p = interior lining specific heat ($kJ/kg-K$)

k = interior lining thermal conductivity ($kW/m-K$)

δ = interior lining thickness (m)

$$t_p = 6328.13 \quad sec$$



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

Heat Transfer Coefficient Calculation

$$h_k = \sqrt{(k\rho c/t)} \text{ for } t < t_p \quad \text{or} \quad (k/\delta) \text{ for } t > t_p$$

Where,

h_k = heat transfer

coefficient (kW/m²-K)

$k\rho c$ = interior construction thermal inertia (kW/m²-K)²-sec
(a thermal property of material responsible for the rate of
temperature rise)

t = time after ignition
(sec)

[See table below for results \(column 3\)](#)

Area of Compartment Enclosing Surface Boundaries

$$A_T = [2(w_c \times l_c) + 2(h_c \times w_c) + 2(h_c \times l_c)] - A_v$$

Where,

A_T = total area of the compartment enclosing surface boundaries excluding area of vent openings (m²)

w_c = compartment width (m)

l_c = compartment length (m)

h_c = compartment height (m)

A_v = area of ventilation opening (m²)

$$A_T = \quad 8169.12 \quad m^2$$



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

COMPARTMENT HOT GAS LAYER TEMPERATURE WITH NATURAL

$$\Delta T_g = 6.85 [Q^2 / ((A_v(h_v)^{1/2}) (A_T h_k))]^{1/3}$$

$$\Delta T_g = T_g - T_a$$

$$T_g = \Delta T_g + T_a$$

Results	Time After Ignition (t)		h_k (kW/m ² -K)	ΔT_g (°K)	T_g (°K)	T_g (°C)	T_g (°F)
	(min)	(sec)					
0	0	0.00	-	-	313.00	40.00	104.00
1	60		0.22	7.95	320.95	47.95	118.31
2	120		0.16	8.92	321.92	48.92	120.06
3	180		0.13	9.55	322.55	49.55	121.18
4	240		0.11	10.01	323.01	50.01	122.02
5	300		0.10	10.39	323.39	50.39	122.71
10	600		0.07	11.67	324.67	51.67	125.00
15	900		0.06	12.48	325.48	52.48	126.47
20	1200		0.05	13.09	326.09	53.09	127.57
25	1500		0.04	13.59	326.59	53.59	128.46
30	1800		0.04	14.01	327.01	54.01	129.22
35	2100		0.04	14.37	327.37	54.37	129.87
40	2400		0.03	14.70	327.70	54.70	130.46
45	2700		0.03	14.99	327.99	54.99	130.98
50	3000		0.03	15.26	328.26	55.26	131.46
55	3300		0.03	15.50	328.50	55.50	131.90
60	3600		0.03	15.73	328.73	55.73	132.31



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

ESTIMATING SMOKE LAYER HEIGHT METHOD OF YAMANA AND TANAKA

$$z = ((2kQ^{1/3}t/(3A_c)) + (1/h_c^{2/3}))^{-3/2}$$

Where,

z = smoke layer height (m)

Q = heat release rate of the fire (kW)

t = time after ignition (sec)

h_c = compartment height (m)

A_c = compartment floor area (m²)

k = k = a constant given by $k = 0.076/\rho_g$

ρ_g = hot gas layer density (kg/m³)

ρ_g is given by $\rho_g = 353/T_g$

T_g = hot gas layer temperature (K)

Compartment Area Calculation

$$A_c = (w_c) (l_c)$$

Where,

A_c = compartment floor
area (m²)

w_c = compartment width
(m)

l_c = compartment length
(m)

$$A_c = 1253.16 \text{ m}^2$$

Hot Gas Layer Density Calculation

$$\rho_g = 353/T_g$$

Calculation for Constant k

$$k = 0.076/\rho_g$$



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

SMOKE GAS LAYER HEIGHT WITH NATURAL VENTILATION

$$z = [(2kQ^{1/3}t/(3A_c)] + (1/h_c^{2/3})^{-3/2}$$

Results

Caution! The smoke layer height is a conservative estimate and is only intended to provide an indication where the hot gas layer is located. Calculated smoke layer height below the vent height are not creditable since the calculation is not accounting for the smoke exiting the vent.

Time (min)	ρ_g (kg/m ³)	Constant (k) (kW/m-K)	Smoke Layer Height z (m)	Smoke Layer Height z (ft)
0	1.13	0.067	40.00	131.23
1	1.10	0.069	34.40	112.86
2	1.10	0.069	29.97	98.32
3	1.09	0.069	26.41	86.63
4	1.09	0.070	23.49	77.07
5	1.09	0.070	21.07	69.14
10	1.09	0.070	13.43	44.05
15	1.08	0.070	9.49	31.13
20	1.08	0.070	7.15	23.47
25	1.08	0.070	5.64	18.50
30	1.08	0.070	4.59	15.06
35	1.08	0.070	3.83	12.57
40	1.08	0.071	3.26	10.69
45	1.08	0.071	2.82	9.24
50	1.08	0.071	2.46	8.08
55	1.07	0.071	2.18	7.15
60	1.07	0.071	2.00	6.56

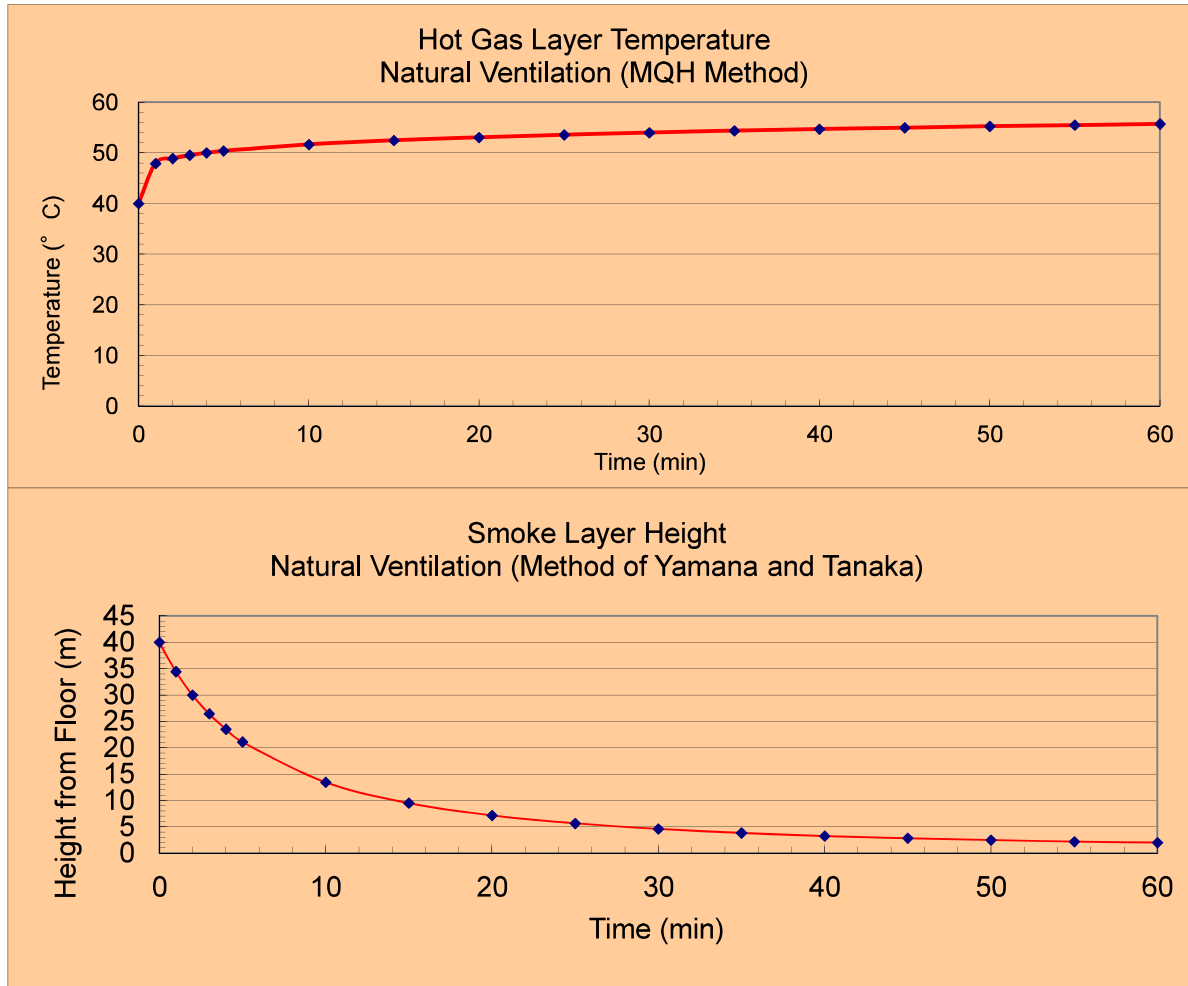
CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT



CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE AND SMOKE LAYER HEIGHT IN A ROOM FIRE WITH NATURAL VENTILATION

Version 1805.1
(SI Units)

Summary of Results



NOTE:

The above calculations are based on principles developed in the SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition, 2002. Calculations are based on certain assumptions and have inherent limitations. The results of such calculations may or may not have reasonable predictive capabilities for a given situation and should only be interpreted by an informed user. Although each calculation in the spreadsheet has been verified with the results of hand calculation, there is no absolute guarantee of the accuracy of these calculations. Any questions, comments, concerns, and suggestions, or to report an error(s) in the spreadsheet, please send an email to David.Stroup@nrc.gov or Naeem.Iqbal@nrc.gov.

Prepared by:

Date:

Organization:

Checked by:

Date:

Organization:

Additional Information:

原子炉格納容器内に設置される設置許可基準規則第 37 条第 4 項に規定されている運転停止中原子炉内の燃料損傷の防止に必要な重大事故等対処設備について

原子炉格納容器内に設置される設置許可基準規則第 37 条第 4 項に規定されている運転停止中原子炉内の燃料損傷防止に必要な重大事故等対処設備について、常設設備においては、既許可に準じて、設備が複数あり各設備間の離隔距離が 6m 以上確保されているか、1 時間耐火能力をもつ隔壁等で分離されていること（以下「理屈①」という。）、又は、計装設備においては、他チャンネル又は代替パラメータとの設備間の離隔距離が 6m 以上確保されているか、1 時間耐火能力を有する隔壁等で分離されていること（以下「理屈②」という。）により、同一火災区画内において原子炉の安全停止に必要な機器等の系統分離対策に支障を及ぼすことなく、重大事故等の対処に必要な機能が確保できることを確認した。

以下にその確認内容及び配置図を示す。

原子炉停止時における重大事故等の対応に必要な設備（設置許可添付十より）

：C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されている。：C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されていない。

第 7.4.1.1 表 「崩壊熱除去機能喪失（余熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」における

重大事故等対策について(1/3)

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
a. 余熱除去機能喪失の判断	余熱除去ポンプトリップ等による運転不能又は余熱除去クローラによる冷却不能を確認した場合、余熱除去機能喪失と判断し、余熱除去機能の回復操作を実施する。	—	—	余熱除去クローラ出口流量 1 次冷却材高温側温度 (広域) 1 次冷却材低温側温度 (広域)
b. 原子炉格納容器からの回避指示及び格納容器エアロックの閉止	- 原子炉格納容器内にいる作業員に対してエバケーションアラーム又ははペー징装置により回避の指示を行う。 - 作業員が所定の退避場所へ退避したことを確認すれば、格納容器エアロックを閉止する。	—	—	—
c. 余熱除去機能回復操作	余熱除去機能が喪失した原因を究明するとともに、他の対応処置と並行して、余熱除去機能の回復操作を継続する。	【余熱除去ポンプ】	—	—
d. 原子炉格納容器隔離操作	放射性物質を原子炉格納容器内に閉じ込めるため、原子炉格納容器隔離を行う。	—	—	—
e. 充てん／高圧注入ポンプによる炉心注水	- 炉心水位を回復させるため、燃料取替用水タンクを水源とした充てん／高圧注入ポンプによる炉心注水が期待できる場合は、優先して実施する。 - 空冷式非常用発電装置及び恒設代替低圧注水ポンプの準備を行う。	【充てん／高圧注入ポンプ】 【燃料取替用水タンク】 【ディーゼル発電機】 【燃料油貯蔵タンク】	—	加圧器水位 1 次冷却材高温側温度 (広域) 1 次冷却材低温側温度 (広域) 燃料取替用水タンク水位 1 次冷却材圧力

理屈②
代替パラメータ
理屈②
他チャンネル

【 】は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備

の設備に対して、重大事故等の対処に必要な機能が損なわれない理屈を以下にとおり分類する。

理屈①：常設設備において、既許可に準じて、設備が複数あり各設備間の離隔距離が6m以上確保されているか、1時間耐火能力をもつ隔壁等で分離されていることを踏まえ、同時に機能喪失することはないといえる。

理屈②：計装設備において、他チャンネル又は代替パラメータとの設備間の離隔距離が6m以上確保されているか、1時間耐火能力をもつ隔壁等で分離されていることを踏まえ、同時に機能喪失することはないといえる。

: C V 内設備のうちD B 設備として系統分離対策が実施されている。 : C V 内設備のうちD B 設備として系統分離対策が実施されていない。

第 7.4.1.1 表 「崩壊熱除去機能喪失（余熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」における
重大事故等対策について(2/3)

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設備	可搬設備	計装設備
f. 燃料取替用水タンクによる炉心注水	・炉心水位を回復させるため、燃料取替用水タンク水の原子炉への重力注水が期待できる場合は、優先して実施する。	－	－	－
g. 炉心注水及び1次冷却系保有水確保操作	・炉心水位を回復させるため、原子炉格納容器からの退避完了及び格納容器エアロククの閉止を確認後、アキユムレータ出口弁を開操作し炉心注水を実施する。以降、炉心水位の低下を継続監視し、2個目のアキユムレータ出口弁を開操作する。 ・恒設代替低圧注水ポンプの準備ができれば代替炉心注水を開始し、1次冷却系保有水量を維持すると共に、加圧器安全弁（3個取外し中）からの蒸散により炉心崩壊熱を除去する。	アキユムレータ出口弁 燃料取替用水タンク 恒設代替低圧注水ポンプ 空冷式非常用発電装置 ディーゼル発電機 燃料油貯油そう	タンクローリー 理由① 隔離距離	加圧器水位 1次冷却材圧力 1次冷却材高温側温度（広域） 1次冷却材低温側温度（広域） 燃料取替用水タンク水位 恒設代替低圧注水ポンプ出口流量積算
h. アニュラス循環排気系及び中央制御室非常用循環系の起動	・格納容器圧力計指示が上昇し21.1kPa[gage]になれば、アニュラス部の水素滞留防止及び被ばく低減対策としてアニュラス循環排気ファンを起動する。 ・中央制御室の作業環境確保のため、中央制御室非常用循環系を起動する。	アニュラス循環排気ファン アニュラス循環排気ファンユニット 制御建屋送気ファン 制御建屋循環ファン 中央制御室非常用循環ファン 中央制御室非常用循環ファンユニット ディーゼル発電機 燃料油貯油そう	－	格納容器圧力

【 】 は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備

: C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されている。

 : C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されていない。

第 7.4.1.1 表

「崩壊熱除去機能喪失（余熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）」における

重大事故等対策について(3/3)

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
i. 代替再循環運転による1次冷却系の冷却	- 長期対策として、燃料取替用水タンクを水源とした恒設代替低圧注水ポンプによる代替炉心注水を継続して実施する。 - 余熱除去機能が回復しない状態で、燃料取替用水タンク水位計指示が26.9%到達及び格納容器サンプB広域水位指示が59%以上となれば、格納容器サンプBからC、D内部スプレポンプを経てB内部スプレクーラで冷却した水をB余熱除去系統及びB格納容器スプレイ系統に整備している連絡ラインより炉心注水する代替再循環運転に切り替えることで、継続的な炉心冷却を行う。	恒設代替低圧注水ポンプ 燃料取替用水タンク 空冷式非常用発電機 ディーゼル発電機 燃料油貯油そう C、D内部スプレポンプ B内部スプレクーラ 格納容器サンプB 格納容器再循環サンプ スクリーン 代替再循環配管	タンクローリー	余熱除去クーラ出口流量 格納容器サンプB広域水位 格納容器サンプB狭域水位 1次冷却材低温側温度（広域） 1次冷却材高温側温度（広域） 1次冷却材圧力 加圧器水位 燃料取替用水タンク水位 恒設代替低圧注水ポンプ出口流量積算
j. 格納容器内自然対流冷却	- 長期対策として、A格納容器循環冷却房ユニットへ原子炉補機冷却水を通水し、格納容器内自然対流冷却を行うことで、原子炉格納容器内の除熱を継続的に実施する。 - 原子炉格納容器雰囲気の状態に応じてA、B内部スプレポンプにより、格納容器スプレイ再循環運転を継続的に行う。	A格納容器循環冷却房 ユニット 1次系冷却水ポンプ 1次系冷却水クーラ 1次系冷却水タンク 海水ポンプ ディーゼル発電機 燃料油貯油そう A、B内部スプレポンプ A内部スプレクーラ 格納容器サンプB 格納容器再循環サンプ スクリーン	窒素ポンベ（1次系冷却水タンク加圧） 理屈① 耐火隔壁	格納容器内温度 格納容器圧力 格納容器広域圧力 可搬型温度計測装置（格納容器循環冷却房ユニット入口温度／出口温度（SA）用） 1次系冷却水タンク加圧ライン圧力 格納容器サンプB広域水位 格納容器サンプB狭域水位

【 】は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備



□ : C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されている。



□ : C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されていない。

第 7.4.2.1 表 「全交流動力電源喪失」における重大事故等対策について(1/4)

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設備	可搬設備	計装設備
a. 全交流動力電源喪失の判断	・ 外部電源が喪失しディーゼル発電機が起動失敗することにより、すべての非常用母線及び非常用母線の電圧が「零」を示したことを確認し、全交流動力電源喪失の判断を行う。	—	—	—
b. 早期の電源回復不能判断及び対応	・ 中央制御室からの操作による非常用母線の電源回復に失敗することと、早期の電源回復不能と判断し、空冷式非常用発電装置、恒設代替低圧注水ポンプ、C充てん／高圧注入ポンプ（自己冷却）、アニユラス循環排気系ダンパへの作動空気供給、大容量ポンプによる格納容器内自然対流冷却、中央制御室非常用循環系のダンパ開処置並びに送水車の準備を行う。	空冷式非常用発電装置 燃料油貯油そう 蓄電池（安全防衛系用）	タンクローリー	—
c. 余熱除去機能喪失の判断	・ 余熱除去クローラ出口流量等のパラメータにより余熱除去機能喪失を判断する。	—	—	余熱除去クローラ出口流量 1 次冷却材高温側温度（広域） 1 次冷却材低温側温度（広域）
d. 原子炉格納容器からの回避指示及び格納容器エアロックの閉止	・ 原子炉格納容器内にいる作業員に対してエバケーションアラーム又はペーシング装置により回避の指示を行う。 ・ 作業員が所定の退避場所へ退避したことを確認すれば、格納容器エアロックを閉止する。	—	—	—
e. 燃料取替用水タンクによる炉心注水	・ 炉心水位を回復させるため、燃料取替用水タンク水の原子炉への重力注水が期待できる場合は、優先して実施する。	—	—	—

理屈②
他チャネル

【 】は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備



：C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されている。



：C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されていない。

第 7.4.2.1 表 「全交流動力電源喪失」における重大事故等対策について(2/4)

判断及び操作	手順	重大事故等対応設備		
		常設備	可搬設備	計装設備
f. 原子炉格納容器隔離操作	放射性物質を原子炉格納容器内に閉じ込めるため、電源回復後、原子炉格納容器隔離を行う。	—	—	—
g. 炉心注水及び1次冷却系保有水確保操作	- 炉心水位を回復させるため、原子炉格納容器からの退避完了及び格納容器エアロックの閉止を確認後、アキュムレータ出口弁を開操作し炉心注水を実施する。以降、炉心水位の低下を継続監視し、2基目のアキュムレータ出口弁を開操作する。 - 恒設代替低圧注水ポンプの準備ができれば代替炉心注水を開始し、1次冷却系保有水量を維持すると共に、加圧器安全弁(3個取外し中)からの蒸散により崩壊熱を除去する。 - 恒設代替低圧注水ポンプによる代替炉心注水が行えない場合、C充てん/高圧注入ポンプ(自己冷却)による代替炉心注水を行う。	アキュムレータ アキュムレータ出口弁 恒設代替低圧注水ポンプ 燃料取替用水タンク 空冷式非常用発電装置 燃料油貯油そう 【C充てん/高圧注入ポンプ(自己冷却)】	タンクローリー 理屈① 離隔距離	加圧器水位 1次冷却材圧力 1次冷却材高温側温度 (広域) 1次冷却材低温側温度 (広域) 燃料取替用水タンク水位 恒設代替低圧注水ポンプ出口流量積算
h. アニユラス循環排気系及び中央制御室非常用循環系の起動	- 格納容器圧力計指示が上昇し21.1kPa[gage]となれば、アニユラス部の水素滞留防止及び被ばく低減対策のため、アニユラス循環排気ファーンを起動する。 - 中央制御室の作業環境確保のため、中央制御室非常用循環系を起動する。	アニユラス循環排気ファーン アニユラス循環排気ファイルタユニット 制御建屋送気ファーン 制御建屋循環ファーン 中央制御室非常用循環ファーン 中央制御室非常用循環ファイルタユニット	窒素ボンベ(アニユラス排気弁等作動用)	格納容器圧力

【 】は有効性評価上期待しない重大事故等対応設備

□ : C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されている。

□ : C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されていない。

第 7.4.2.1 表 「全交流動力電源喪失」における重大事故等対策について(3/4)

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
i. 低圧代替再循環による炉心冷却	・長期対策として、燃料取替用水タンクを水源とした恒設代替低圧注水ポンプによる代替炉心注水を継続して実施する。 ・燃料取替用水タンク水位計指示が 26.9%到達、格納容器サンプ B 広域水位計指示が 59%以上であること及び大容量ポンプによる B 余熱除去ポンプへの海水通水ラインによりポンプへ海水が通水されていることを確認し、格納容器サンプ B から余熱除去ポンプを経て炉心注水する低圧代替再循環運転に切り替え、炉心冷却を継続する。	恒設代替低圧注水ポンプ 燃料取替用水タンク 空冷式非常用発電装置 燃料油貯油そう B 余熱除去ポンプ（海水冷却） 【 B 余熱除去クーラ】 格納容器サンプ B 格納容器再循環サンプスクリーン	大容量ポンプ タンクローリー	余熱除去クーラ出口流量 加圧器水位 格納容器サンプ B 広域水位 格納容器サンプ B 狭域水位 1 次冷却材高温側温度（広域） 1 次冷却材低温側温度（広域） 燃料取替用水タンク水位 恒設代替低圧注水ポンプ出口流量積算
j. 格納容器内自然対流冷却	・長期対策として、大容量ポンプを用いた A 格納容器循環冷温水への海水通水により、格納容器内自然対流冷却を行うことで、原子炉格納容器内の除熱を継続的に実施する。	A 格納容器循環冷温水ユニット 燃料油貯油そう	大容量ポンプ タンクローリー 理屈① 離隔距離	格納容器内温度 格納容器圧力 格納容器広域圧力 可搬型温度計測装置（格納容器循環冷温水ユニット入口温度／出口温度（S A）用）

【 】 は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備

: C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されている。 : C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されていない。

第 7.4.2.1 表 「全交流動力電源喪失」における重大事故等対策について(4/4)

判断及び操作	手 順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
k. 原子炉補機冷却系の復旧作業	・ 召集要員の作業時間や原子炉補機冷却水系統の機能喪失要因を考慮し、予備品海水ポンプモータによる対応を行うこと等で、原子炉補機冷却水系統の復旧を図る。	—	—	—

【 】 は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備



：C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されている。



：C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されていない。

第 7.4.3.1 表 「原子炉冷却材の流出」における重大事故等対策について(1/3)

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
a. 1次冷却系の水位低下による余熱除去機能喪失の判断	・ 1次冷却材流出により1次冷却系の水位が低下し、余熱除去ポンプの運転に必要な水頭圧が確保できなくなり、余熱除去ポンプがトリップする。余熱除去系2系統の運転不能により、余熱除去機能喪失と判断する。	—	—	余熱除去クーラ出口流量
b. 余熱除去機能喪失時の対応	・ 余熱除去機能回復操作を実施するとともに、1次冷却材の流出原因調査及び隔離操作を行う。	【余熱除去ポンプ】	—	—
c. 原子炉格納容器からの回避指示及び格納容器エアロックの閉止	・ 原子炉格納容器内にいる作業員に対してエバケーションアラーム又はペーシング装置により回避の指示を行う。 ・ 作業員が所定の退避場所へ退避したことを確認すれば、格納容器エアロックを閉止する。	—	—	—
d. 原子炉格納容器隔離操作	・ 放射性物質を原子炉格納容器内に閉じ込めるため、原子炉格納容器隔離を行う。	—	—	—

【 】は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備



：C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されている。



：C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されていない。

第 7.4.3.1 表 「原子炉冷却材の流出」における重大事故等対策について(2/3)

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
e. 充てん／高圧注入ポンプによる炉心注水及び1次冷却系保有水確保	・ 充てん／高圧注入ポンプにより燃料取替用水タンク水を炉心注水し、1次冷却系保有水を維持するとともに、加圧器安全弁(3個取外し中)からの蒸散により崩壊熱を除去する。	充てん／高圧注入ポンプ 燃料取替用水タンク ディーゼル発電機 燃料油貯油そう	—	加圧器水位 1次冷却材高温側温度 (広域) 1次冷却材低温側温度 (広域)
f. アニュラス循環排気系及び中央制御室非常用循環系の起動	・ 格納容器圧力計指示が上昇し21.1kPa[gage]になれば、アニュラス部の水素滞留防止及び被ばく低減対策としてアニュラス循環排気ファンを起動する。 ・ 中央制御室の作業環境確保のため、中央制御室非常用循環系を起動する。	アニュラス循環排気ファン アニュラス循環排気ファン フイタルユニット 制御建屋送気ファン 制御建屋循環ファン 中央制御室非常用循環ファン 中央制御室非常用循環ファン フイタルユニット ディーゼル発電機 燃料油貯油そう	—	燃料取替用水タンク水位 格納容器圧力

理屈②
代替パラメータ

理屈②
他チャネル

【 】は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備

□ : C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されている。

□ : C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されていない。

第 7.4.3.1 表 「原子炉冷却材の流出」における重大事故等対策について(3/3)

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
g. 代替再循環運転による 1 次冷却系の冷却	・長期対策として、燃料取替用水タンクを水源とした充てん／高圧注入ポンプによる炉心冷却を継続して実施する。 ・余熱除去機能が回復しない状態で燃料取替用水タンク水位計指示が 26.9%到達及び格納容器サン プB広域水位計指示が 59%以上であることを確 認し、格納容器サンプBからC、D内部スプレ ポンプを経由してB内部スプレクーラで冷却した水 をB余熱除去系統及びB格納容器スプレレイ系統 に整備している連絡ラインより炉心注水する代 替再循環運転に切り替えることとで、継続的な炉 心冷却を行う。	充てん／高圧注入 ポンプ 燃料取替用水タンク ディーゼル発電機 燃料油貯油そう C、D内部スプレ ポンプ B内部スプレクーラ 格納容器サンプB 格納容器再循環サン プスクリーン 代替再循環配管	—	余熱除去クーラ出口流 量 格納容器サンプB広域 水位 格納容器サンプB 水位 1 次冷却材低温側温度 (広域) 1 次冷却材高温側温度 (広域) 1 次冷却材圧力 加圧器水位 燃料取替用水タンク水 位
h. 格納容器内自然対流冷 却	・長期対策として、A格納容器循環冷却房ユニツ トへ原子炉補機冷却水を通水し、格納容器内自 然対流冷却を行うこととで、原子炉格納容器内 の除熱を継続的に実施する。 ・原子炉格納容器雰囲気の状態に応じてA、B内 部スプレポンプにより、格納容器スプレレイ再循 環運転を継続的に行う。	A格納容器循環冷却 房ユニット 1 次系冷却水ポンプ 1 次系冷却水クーラ 1 次系冷却水タンク 海水ポンプ ディーゼル発電機 燃料油貯油そう A、B内部スプレ ポンプ A内部スプレクーラ	窒素ボンベ（1 次 系冷却水タンク加 圧用） 理屈① 耐火隔壁	格納容器内温度 格納容器圧力 格納容器広域圧力 可搬型温度計測装置 (格納容器循環冷却房 ユニット入口温度／出 口温度 (S A) 用) 1 次系冷却水タンク加 圧ライン圧力

【 】は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備

: C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されている。 : C V内設備のうちD B設備として系統分離対策が実施されていない。

第 7.4.4.1 表 「反応度の誤投入」における重大事故等対策について

判断及び操作	手順	重大事故等対処設備		
		常設設備	可搬設備	計装設備
a. 反応度の誤投入の判断	・ 1 次冷却系の希釈事象が発生し、中性子源領域中性子束及び中性子源領域起動率の指示上昇、純水補給流量積算制御器の動作音及び炉外核計装装置可聴計数率計の計数音間隔が短くなることにより、反応度の誤投入を判断する。 ・ 停止時中性子束レベルの 0.5 デカード以上となれば、「中性子源領域炉停止時中性子束高」警報が発信する。	-	-	中間領域中性子束 中性子源領域中性子束
b. 原子炉格納容器からの 回避指示及び格納容器 エアロロックの閉止	・ 原子炉格納容器内にいる作業員に対してエバケーショアラーム又はページング装置により回避の指示を行う。 ・ 作業員が所定の退避場所へ退避したことを確認すれば、格納容器エアロロックを閉止する。	-	-	-
c. 希釈停止操作	・ 1 次系純水ポンプの停止及び当該系統の弁の閉操作により、純水補給流量積算制御器の動作停止を確認する。	-	-	-
d. ほう酸濃縮操作	・ ほう酸ポンプ起動及び緊急ほう酸注入弁を開操作し、緊急ほう酸濃縮操作を行い、中性子源領域中性子束及び中性子源領域起動率の指示が低下することを確認する。	ほう酸タンク ほう酸ポンプ 充てん／高圧注入ポンプ 緊急ほう酸注入弁	-	ほう酸タンク水位 中間領域中性子束 中性子源領域中性子束
e. 未臨界状態の維持確認	・ 中性子源領域中性子束及び中性子源領域起動率の指示、炉外核計装装置可聴計数率計の計数音間隔が事象発生前に戻っていることを確認する。 ・ ほう酸濃度についてもサンプリングにより事象発生前の停止ほう酸濃度以上に戻っていることを確認する。	-	-	中間領域中性子束 中性子源領域中性子束

【 】 は有効性評価上期待しない重大事故等対処設備

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3・3 燃料油貯油そうエリアの火災感知器設計について

本資料は、燃料油貯油そうエリアに設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜 3 号機及び高浜 4 号機の燃料油貯油そうエリアはそれぞれ 1 つの火災区画として設定している。

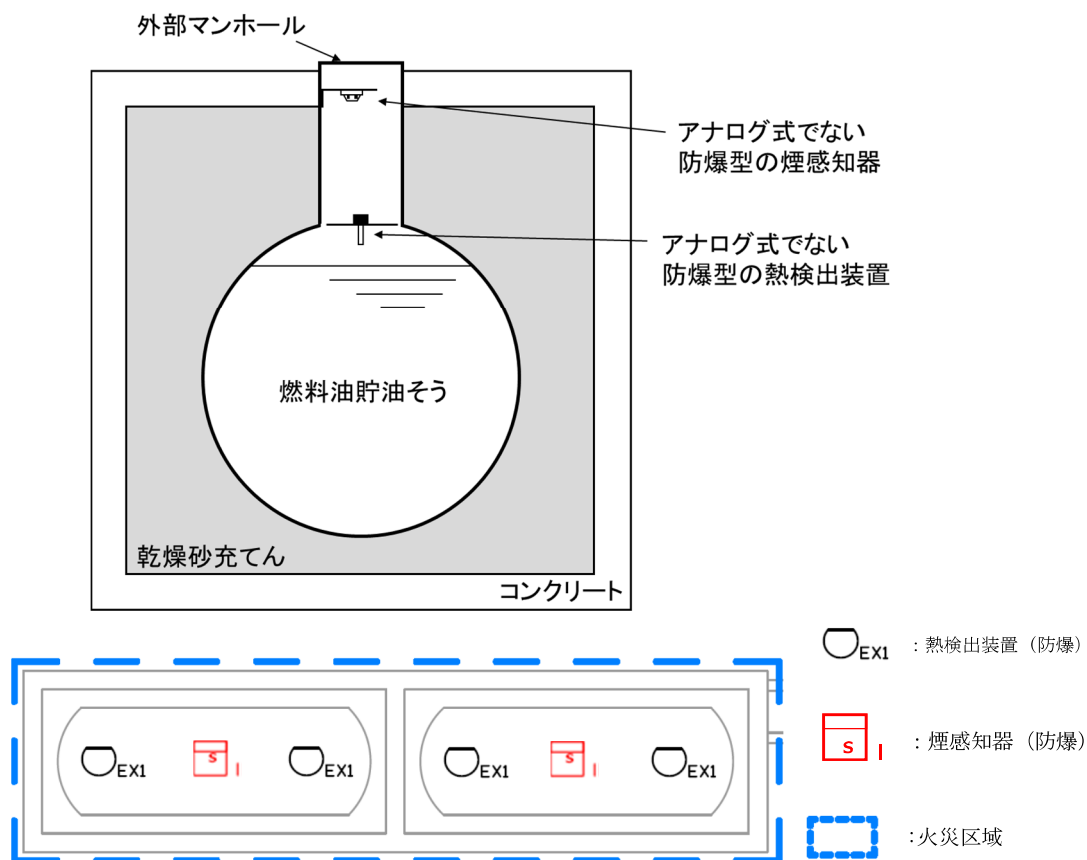
今回、火災感知器の設計にあたっては、その環境条件及び機器の設置条件等を踏まえて個別に火災感知器の設計を行う。

3・3・1 燃料油貯油そうエリアの概要

燃料油貯油そうエリアは、A 重油を保管するタンクがコンクリートで囲まれた地下に設置されているエリアであり、一部の開口部とマンホールを通して外部と繋がっている。また、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではないエリアである。

今回、火災感知器の設計にあたり、その環境条件及び設備設置状況等を考慮し、異なる 2 種類の火災感知器を屋内に準じて 3・3・2 項の通り設計する。

燃料油貯油そうエリアの火災感知器設置概要図を第 3・3・1 図に示す。



第 3・3・1 図 燃料油貯油そうエリアの火災感知器設置概要図

3-3-2 燃料油貯油そうエリアの火災感知器設計

燃料油貯油そうエリア内の環境条件及び設備設置状況等をもとにそれぞれの火災感知器の選定、誤作動防止及び設置の考え方について説明する。

(1) 火災感知器の選定及び誤作動防止

燃料油貯油そうエリアは、タンク内部の燃料が気化し、引火性気体が滞留するおそれがあることを考慮し、アナログ式でない防爆型の煙感知器とアナログ式でない防爆型の熱検出装置を選択する設計とする。

アナログ式でない防爆型の煙感知器は、塵埃及び水蒸気の影響を受けないマンホール内に設置することで、誤作動を防止する設計とする。また、アナログ式でない防爆型の熱検出装置は、燃料油貯油そうの温度を有意に変動させる加熱源等を設置しない設計とし、燃料油貯油そうの重油の発火点である約 250℃を考慮し、それよりも低い温度で作動する熱検出装置を設置することで、誤作動を防止する設計とする。

(2) 火災感知器の設置

燃料油貯油そうエリアは、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではないエリアであるが、選択した 2 種類の火災感知器を屋内に準じて設置する設計とする。

選択したアナログ式でない防爆型の煙感知器をマンホール部に設置し、アナログ式でない防爆型の熱検出装置をタンク内部の熱を監視できるよう設置する設計とする。

以 上

3・4 固体廃棄物貯蔵庫エリアの火災感知器設計について

本資料は、固体廃棄物貯蔵庫に設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準における火災区域、区画の設定において、高浜 3 号機及び高浜 4 号機の固体廃棄物貯蔵庫は **A 固体廃棄物貯蔵庫**、**B 固体廃棄物貯蔵庫**、**C 固体廃棄物貯蔵庫** 及び **D 固体廃棄物貯蔵庫** が存在し、それぞれ 1 つの火災区域として設定している。

3・4・1 固体廃棄物貯蔵庫の概要

固体廃棄物貯蔵庫は、固体廃棄物を貯蔵する火災区域であり、環境条件等を考慮すると、以下の 2 つのエリアに区別することができる。

①一般エリア

A 固体廃棄物貯蔵庫

C 固体廃棄物貯蔵庫（2 F）

D 固体廃棄物貯蔵庫（2 F）

②放射線量が高い場所を含むエリア

B 固体廃棄物貯蔵庫

C 固体廃棄物貯蔵庫（1 F）

D 固体廃棄物貯蔵庫（1 F）

3・4・2 固体廃棄物貯蔵庫の火災感知器設計

3・4・1 項で大別した①及び②それぞれのエリアについて、そのエリア内の環境条件をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

(1) 一般エリア

放射線量が低い一般エリアである **A 固体廃棄物貯蔵庫**、**C 固体廃棄物貯蔵庫（2 F）**、**D 固体廃棄物貯蔵庫（2 F）** は、感知器等を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置できるエリアであることから、アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器を選定し組合せ、設置する設計とする。

(2) 放射線量が高い場所を含むエリア

保安規定にて管理区域内の各エリアを線量当量率が低い方から区分 1 ～ 3 の 3 段階で区分し、プラント運転中において線量当量率が最も高い区分 3 のエリアであり、**B 固体廃棄物貯蔵庫**、**C 固体廃棄物貯蔵庫（1 F）** 及び **D 固体廃棄物貯蔵庫（1 F）** が該当する。

当該エリアの火災感知器設計については、補足説明資料 3・5「放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計について」に示す。

3-6 海水ポンプ室の火災感知器設計について

本資料は、海水ポンプ室に設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜 3 号機及び高浜 4 号機の海水ポンプ室は 1 つの火災区域として設定している。

3-6-1 海水ポンプ室の概要

海水ポンプ室は、火災防護上重要な機器である海水ポンプが設置される屋外エリアである。

なお、海水ポンプ室は屋外であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではなく、今回のバックフィットの対象ではない。

3-6-2 海水ポンプ室の火災感知器設計

エリアの環境条件及び設備の設置状況等をもとに火災感知器の設計の考え方について説明する。消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではない屋外は、火災防護上重要な機器等、重大事故等対処施設及び発火源となり得る設備を全体的に監視できるよう感知器等を設置する設計とする。

なお、当該設計は再稼働時の既工認（高浜発電所第 3 号機：平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号、高浜発電所第 4 号機：平成 27 年 10 月 9 日付け原規規発第 1510091 号にて認可）から変更はない。

(1) 火災感知器の設計

屋外の環境条件等を踏まえ、使用する火災感知器の検討結果を第 3-6-1 表に示す。第 3-6-1 表のとおり、海水ポンプ室においては、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難であることを踏まえ、1 種類目は火災発生時に熱が滞留する場所にアナログ式の防水型の熱感知器とし、2 種類目はアナログ式でない防水型の炎検出装置を選定する設計とする。

(2) 火災感知器の選定理由及び設置方法

1 種類目のアナログ式の防水型の熱感知器は、火災の発生が想定される発火源であり、火災発生時に熱が滞留する場所である海水ポンプモータ下部の油内包部位近傍に設置し、2 種類目のアナログ式でない防水型の炎検出装置は、火災防護上重要な機器等、重大事故等対処施設及び発火源となり得る設備である海水ポンプに対して設置する設計とする。

なお、発火源となり得る設備とは、火花を発生する可能性のある設備及び高温となる設備が対象であり、海水ポンプが該当する。

また、これらの火災感知器は火災防護審査基準における「2.3 火災の影響軽減」で設

置している二酸化炭素消火設備の自動作動用感知器とは別に独立して設置するものであり、「2.3 火災の影響軽減」の設計に影響を与えるものではない。

海水ポンプ室の火災感知器設置概要図を第 3・6・1 図、火災感知器配置図を第 3・6・2 図に示す。

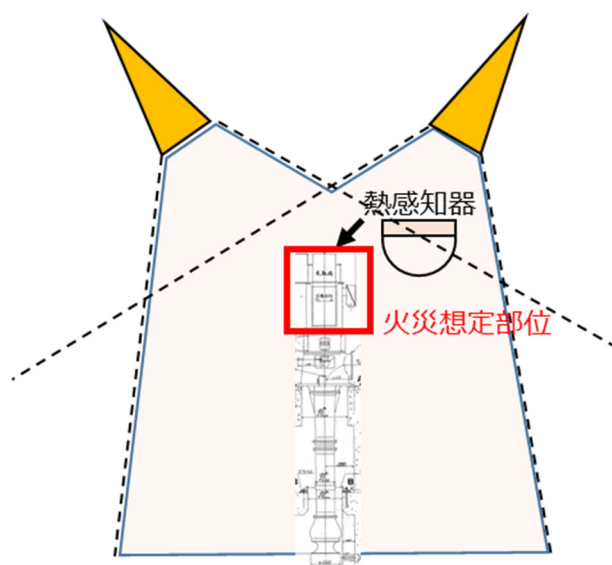
なお、アナログ式でない防水型の炎検出装置の感知性能については、火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令 17 条の 8（炎感知器の感知性能）に基づき確認を行い、消防法施行規則に基づく炎感知器と同等の性能であることを確認している。（詳細は補足説明資料 1・3 を参照）

第3-6-1 表 海水ポンプ室における感知器の選定

感知方式		熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
火災感知器種類		アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	光ファイバー式熱検出装置	熱サーモカメラ	アナログ式の煙感知器 (スポット型)	アナログ式でない煙感知器 (スポット型)	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	空気吸引式の煙検出装置	アナログ式でない炎感知器
設置条件の考慮 (故障の防止)	取刺線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	取付面、温度、湿度、空気流速の考慮 (感知は遅延の恐れ)	△	△	△	△	○ ・物体が検出される赤外線 (温度の4 画に検出) を検知することから、 意外に良いも特徴	×	×	×	×	○ ・設置の感度低に発生する煙の赤外線検出能力不足 (CO2 検出) を監視することから、意外に良いも特徴
	動作の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	線路性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
設置位置	電源の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	監視	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	現場施工性 (線路性の確保に必要な施工の成立性)	○	○	△	△	△ ・ケーブルのよによる感知範囲の確保や、 感知範囲は、 ケーブルの検知範囲に 必要で施工距離	×	×	×	×	△ ・線路性を確保する場合には、 ケーブルの検知範囲に 必要で施工距離
	評価	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (熱が滞留する場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)	△ (施工可能な場合に限る)

○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※：熱が滞留する場所がある場合は、環境条件及び現場施工性を考慮して、アナログ式の熱感知器（防水型）を他の熱感知方式の火災感知器より優先使用



第 3・6・1 図 海水ポンプ室の火災感知器設置概要図



以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3・7 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器設計について

本資料は、空冷式非常用発電装置エリアに設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜 3 号機及び高浜 4 号機の空冷式非常用発電装置エリアは、各号機の空冷式非常用発電装置 2 台に対して 1 つの屋外の火災区域を設定している。

3・7・1 空冷式非常用発電装置エリアの概要

空冷式非常用発電装置エリアは、空冷式非常用発電装置が設置される屋外エリアである。

空冷式非常用発電装置は、中間建屋内のディーゼル発電機に対して、屋外の適切な離隔距離を持った位置に設置することで位置的分散を図る設計としている。また、火災区域は「危険物の規制に関する政令」によって要求される保有空地の幅を参考に、各空冷式非常用発電装置の周囲 3m の範囲で設定している。

なお、空冷式非常用発電装置エリアは屋外であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではなく、今回のバックフィットの対象ではない。

3・7・2 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器設計

エリアの環境条件及び設備の設置状況等をもとに火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではない屋外は、火災防護上重要な機器等、重大事故等対処施設及び発火源となり得る設備を全体的に監視できるような感知器等を設置する設計とする。

なお、当該設計は再稼働時の既工認（高浜発電所第 3 号機：平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号、高浜発電所第 4 号機：平成 27 年 10 月 9 日付け原規規発第 1510091 号にて認可）から変更はない。

(1) 火災感知器の選定

屋外の環境条件等を踏まえ、使用する火災感知器の検討結果を第 3・7・1 表に示す。第 3・7・1 表のとおり、空冷式非常用発電装置エリアにおいては、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難であることを踏まえ、1 種類目は火災発生時に熱が滞留する場所を特定できないことから、エリア全体を監視できる熱サーモカメラを選定し、2 種類目はアナログ式でない防水型の炎検出装置を選定する設計とする。

(2) 火災感知器の選定理由及び設置方法

1 種類目の熱サーモカメラ及び 2 種類目のアナログ式でない防水型の炎検出装置を重大事故等対処施設及び発火源となり得る設備である空冷式非常用発電装置に対して設置する設計とする。

なお、発火源となり得る設備とは、火花を発生する可能性のある設備及び高温となる設備が対象であり、空冷式非常用発電装置が該当する。

空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器配置図を第 3・7・1 図、火災受信機盤による監視画像を第 3・7・2 図に示す。

当該エリアにおいて、熱サーモカメラ及びアナログ式でない防水型の炎検出装置の設置箇所や設置角度の関係から、監視範囲に入らない箇所（空冷式非常用発電装置の影となる部分）で火災が発生した場合でも、火災の発生及び進展により上昇する炎・熱を感知することで、空冷式非常用発電装置の火災を確実に感知することが可能であり、感知性に問題はない。

なお、熱サーモカメラ及びアナログ式でない防水型の炎検出装置の感知性能については、火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令 15 条の 3（熱アナログ式スポット型感知器の感知性能）又は省令 17 条の 8（炎感知器の感知性能）に基づき確認を行い、消防法施行規則に基づく熱アナログ式スポット型感知器又は炎感知器と同等の性能であることを確認している。（詳細は補足説明資料 1・3 を参照）

また、空冷式非常用発電装置起動時においては、排気筒が加熱され警報・プレ警報が発報することがある。しかしながら、空冷式非常用発電装置は手動で起動するため、起動に伴い排気筒が加熱され発報するタイミングは認識できており、中央制御室においては可視カメラ及びサーモカメラにて状況確認し、現地においては起動時の現地要員にて火災が発生していないことを確認できる。

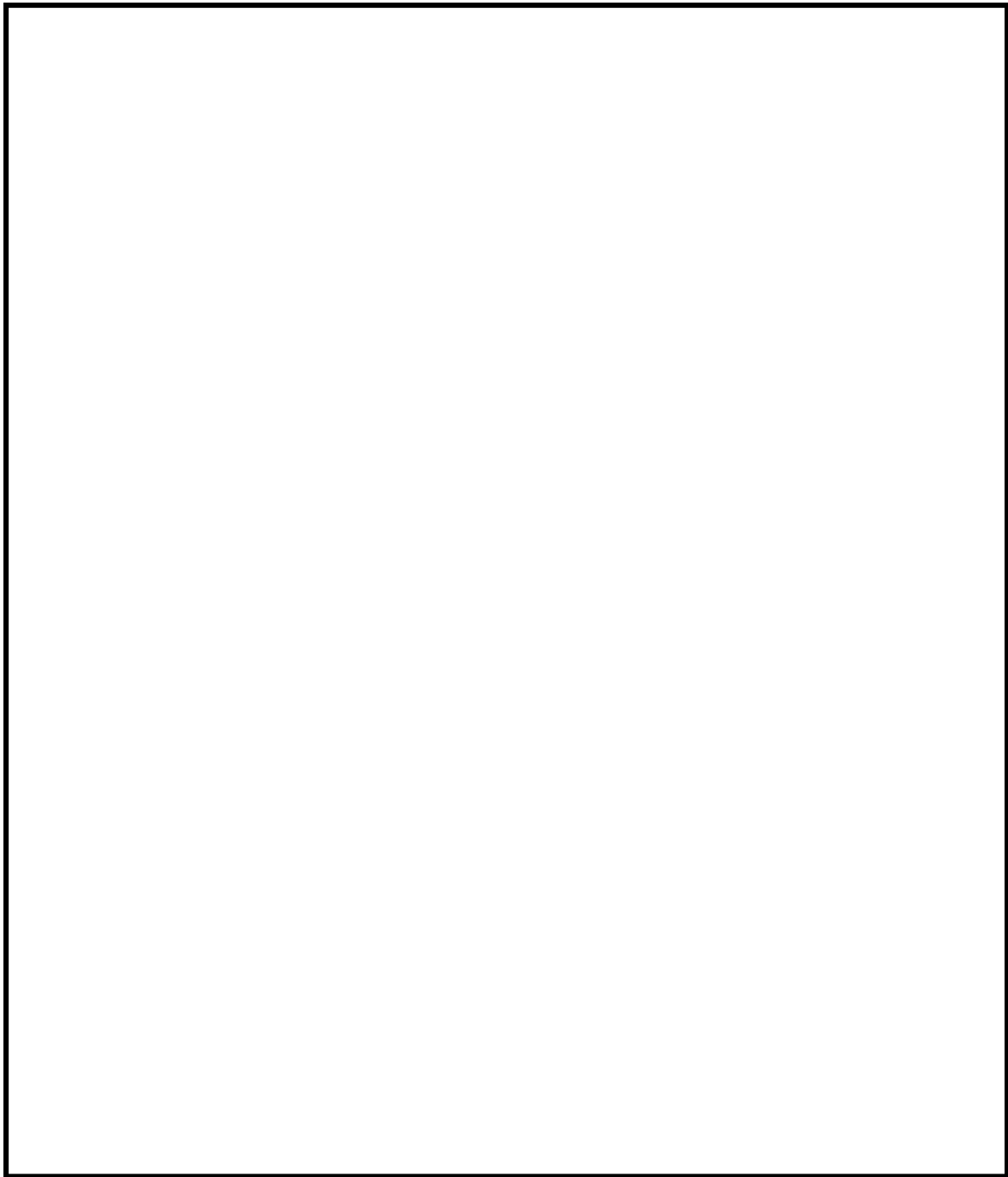
したがって、空冷式非常用発電装置起動時における発報については誤作動防止の観点から問題はない。

第3-7-1表 空冷式非常用発電装置エリアにおける感知器の選定

感知方式		熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
火災感知器種類		アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	光ファイバー式熱検出装置	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	空気吸引式の煙検出装置	アナログ式でない炎感知器
設置条件の考慮 (故障の防止)	取付線の考慮 (故障の防止)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	取付面、温度、湿度、空気滞留の考慮 (感知性能の確保)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	動作部の防止	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	線路性の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
電源の確保 監視	電源の確保	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	監視	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
現場施工性 (線路性の確保に必要な施工の確立性)		○	○	△	△	△	△	△	△	△	△
評価		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

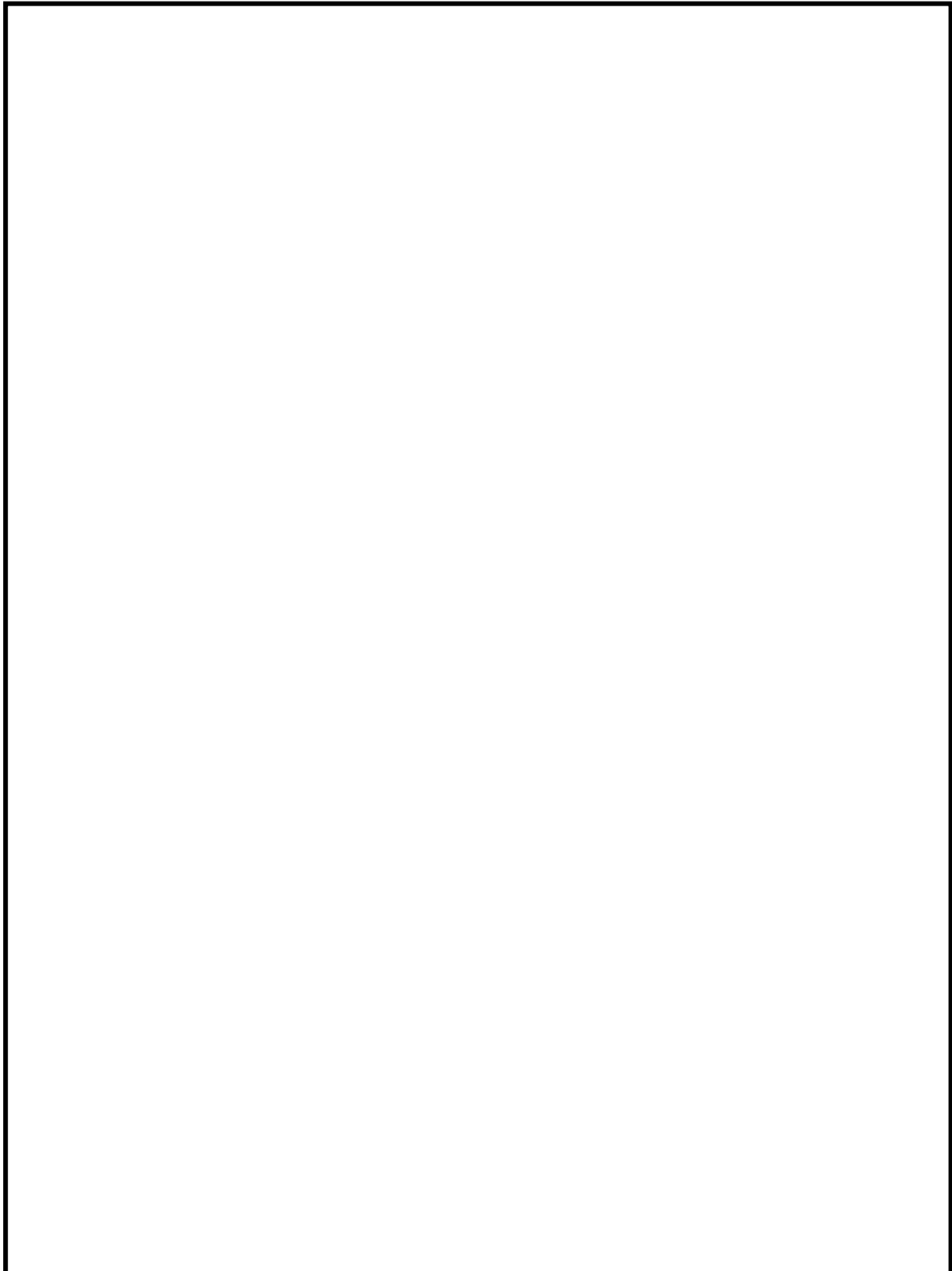
○：選定可能 △：条件付きで選定可能 ×：選定することが適切でない

※：熱が滞留する場所がない場合は、環境条件及び現場施工性を考慮して、熱サーモカメラを他の熱感知方式の火災感知器より優先使用



第 3・7・1 図 空冷式非常用発電装置エリアの火災感知器配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-7-2 図 火災受信機盤による監視画像

以 上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-8 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの火災感知器設計について

本資料は、原子炉補助建屋の使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアに設置する火災感知器（以下、感知器等という。）の設計について説明する。

火災防護審査基準における火災区域、区画の設定において、高浜3号機及び高浜4号機それぞれの使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアは1つの火災区画として設定しているものであるが、今回、感知器等の設計にあたって、使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリア内の環境条件を考慮し、この火災区画を分割し、エリア毎に設計する。

3-8-1 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの概要

使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアは、燃料取扱設備である使用済燃料ピットクレーンや使用済燃料貯蔵設備である使用済燃料貯蔵槽、新燃料貯蔵設備である新燃料貯蔵庫、燃料体の輸送容器を取り扱うキャスクトレーラエリアを有する火災区画である。また、火災防護上重要な機器等は、A及びB使用済燃料ピット、新燃料貯蔵庫である。

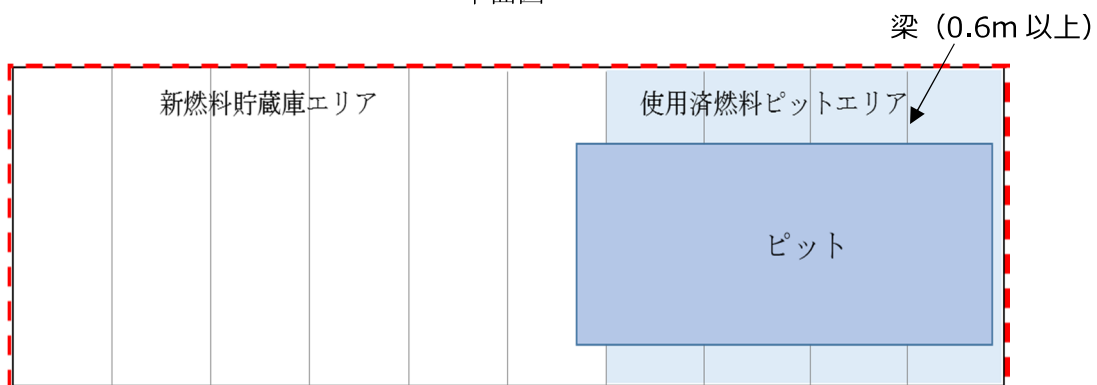
当該火災区画については、約半分のエリアがほう酸水で満たされた使用済燃料ピットエリアであり、残り半分のエリアは新燃料貯蔵庫やキャナルが存在する新燃料貯蔵庫エリアとなっている。

また、天井高さはオペレーティングフロアを床面として、使用済燃料ピットエリア側の取付面の高さが8m以上20m未満の14.6mであり、新燃料貯蔵庫エリア側が消防法施行規則第23条第4項で規定される高さ（20m）以上の22.6mであることから、第3-8-1図及び第3-8-2図に示す使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの概要図及び現場状況のとおり、大きく2つのエリアに区別することができる。

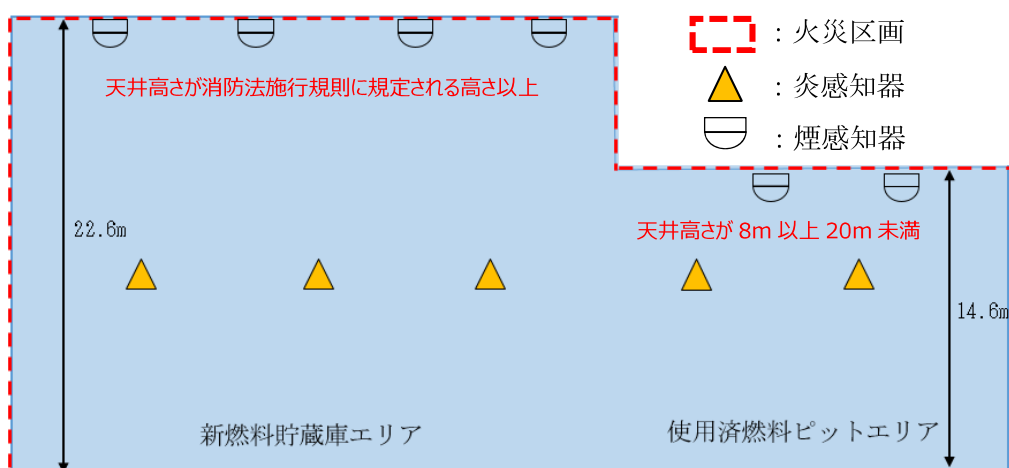
なお、使用済燃料ピットエリアにおける使用済燃料ピット水面、及び新燃料貯蔵庫エリアにおける新燃料貯蔵庫他ピット床面は、第3-8-2図の通り、オペレーティングフロアよりエレベーションが下であるが、水張りしているピットの水面又は水張りしていないピットの床面から天井高さを算出したとしても、使用済燃料ピットエリアは天井高さが8m以上20m未満、新燃料貯蔵庫エリアは天井高さが20m以上で変更はなく、感知器設計に影響はない。

- ① 使用済燃料ピットエリア：消防法施行規則通りに感知器が設置可能な一般エリア
- ② 新燃料貯蔵庫エリア：高天井エリア

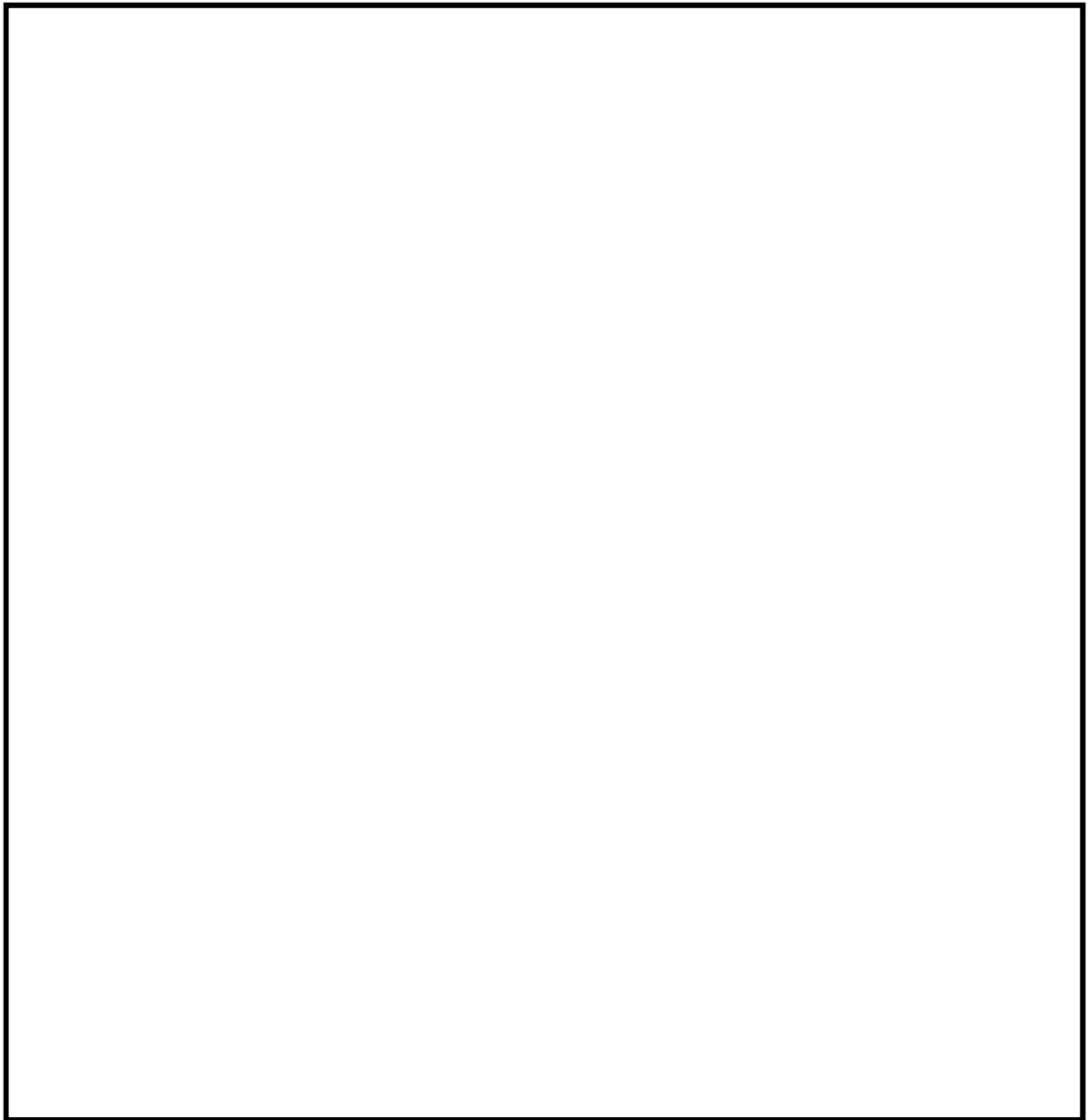
平面図



断面図



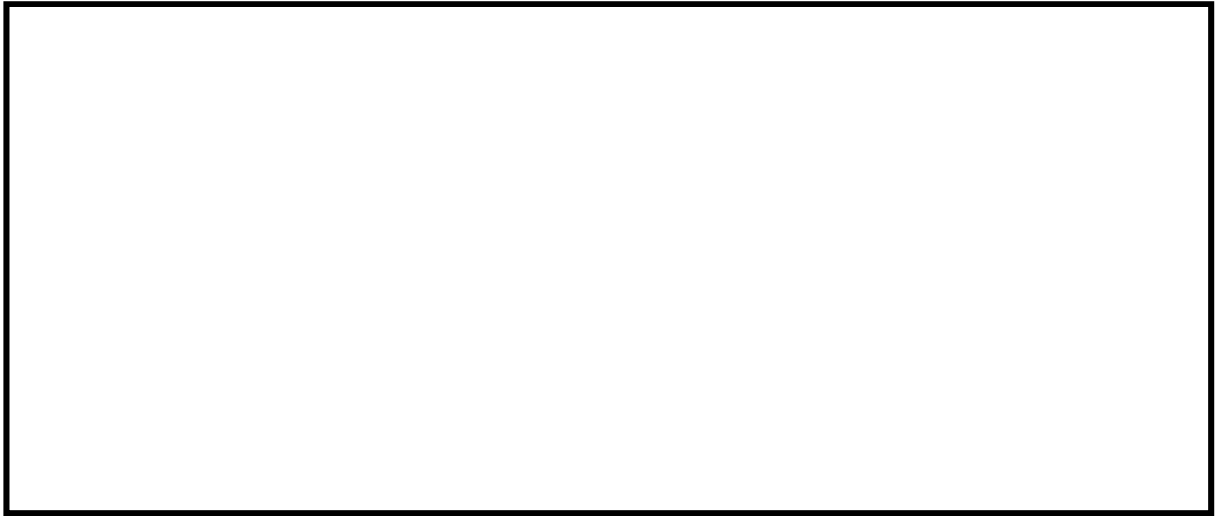
第 3・8・1 図 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの概要図



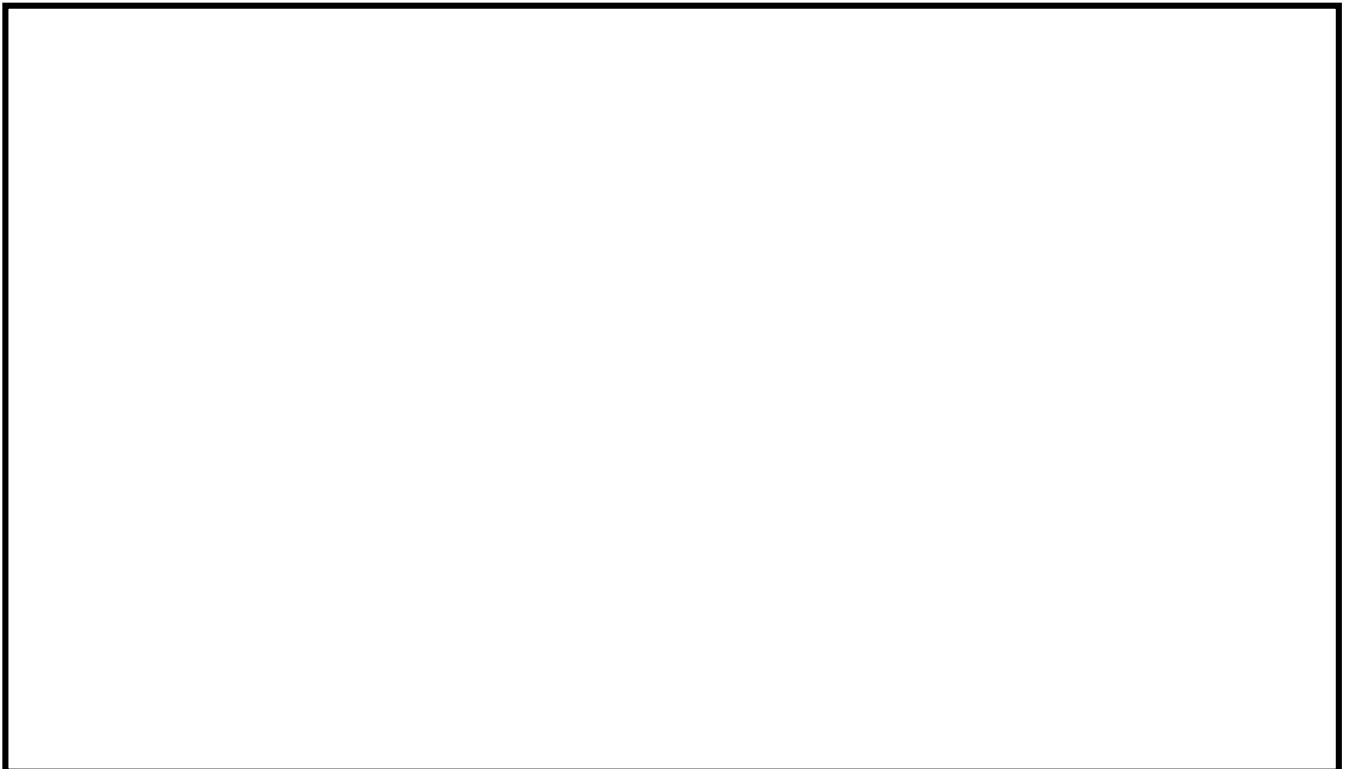
第 3・8・2 図 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの現場状況（1/2）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

 : アナログ式の煙感知器
 : アナログ式でない炎感知器



平面図



A・A'断面

第 3・8・2 図 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアの現場状況（2/2）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3・8・2 使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアの火災感知器設計

3・8・1 項で大別した①、②それぞれのエリアについて、そのエリア内の環境条件をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

(1) 使用済燃料ピットエリア

使用済燃料ピットエリアは、一般エリアとして火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置できるため、天井高さを考慮し、アナログ式の煙感知器とアナログ式でない炎感知器を設置する設計とする。

(2) 新燃料貯蔵庫エリア

イ. 設置する感知器等

高天井エリアの環境条件等を踏まえ、使用する火災感知器の検討結果を第 3・8・1 表に示す。第 3・8・1 表のとおり、高天井エリアにおいては、様々な感知器等が使用可能であるが、新燃料貯蔵庫エリアの現場施工性を考慮して、1 種類目はアナログ式の煙感知器、2 種類目はアナログ式でない炎感知器を設置する。

ロ. 感知器等の選択理由及び設置方法

新燃料貯蔵庫は天井高さが床面から 20m 以上のエリアであり、炎感知器の設置は可能であるが、煙感知器と熱感知器は取付面の高さが消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ以上のため、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号イにより設置することが適切ではないため、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を満足する方法で設置することができない。

また、新燃料貯蔵庫エリアのうち、新燃料貯蔵ピットは蓋で覆われており、かつ、ピット内に障害物となる新燃料ラックが設置されているため、障害物により有効に火災の発生を感知できず、消防法施行規則第 23 条第 4 項第 7 号の 4 ハを満足するように設置することができないことから、炎感知器についても新燃料ラックが設置されている場所に対して火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を満足する方法で設置することができない。なお、新燃料貯蔵ピットの蓋は開閉することから、感知器等の設置に適さない。

従って、1 種類目のアナログ式の煙感知器は、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置する設計とし、2 種類目のアナログ式でない炎感知器は、障害物等により有効に火災の発生を感知できない場所の表面を網羅的に監視できるように設置する設計とし、エリア内の床面、ピットの水面及び床面に対して消防法施行規則どおりに設置した上で、障害物となる新燃料貯蔵ラックの上面を網羅的に監視できるように設置することにより火災を感知し、それぞれ設計基準②を満足する設計とする。

ここで、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所とは、感知器の設置及び保守点

検に懸念がないエリア内の最も高い場所（天井面）及び排気口に向かう煙の流路上とし、床面を網羅的に監視できるよう天井面にアナログ式の煙感知器を設置するとともに、同一火災区画内の隣接エリアに設置するアナログ式の煙感知器を兼用することにより火災を感知し、設計基準②を満足する設計とする。兼用する煙感知器の配置図を第 3-8-3 図に示す。

ハ．感知器等の設置場所について

新燃料貯蔵庫エリアの天井高さは 20m 以上であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項に規定される高さ以上であるが、天井面への感知器の設置及び保守点検は可能であり、火災により発生した煙が上昇し、天井面に煙が溜まる場合は感知できることから、天井面に煙感知器を設置する設計とする。また、排気口に向かう煙の流路上となる隣接エリアに消防法施行規則どおり設置する煙感知器を兼用する設計とする。なお、天井面に設置する煙感知器は、取付面の高さ以外は消防法施行規則第 23 条第 4 項七に準じ、梁等の配置を考慮し、75m²につき 1 個以上設置する設計とする。当該エリアに設置する煙感知器の配置図を第 3-8-3 図に示す。

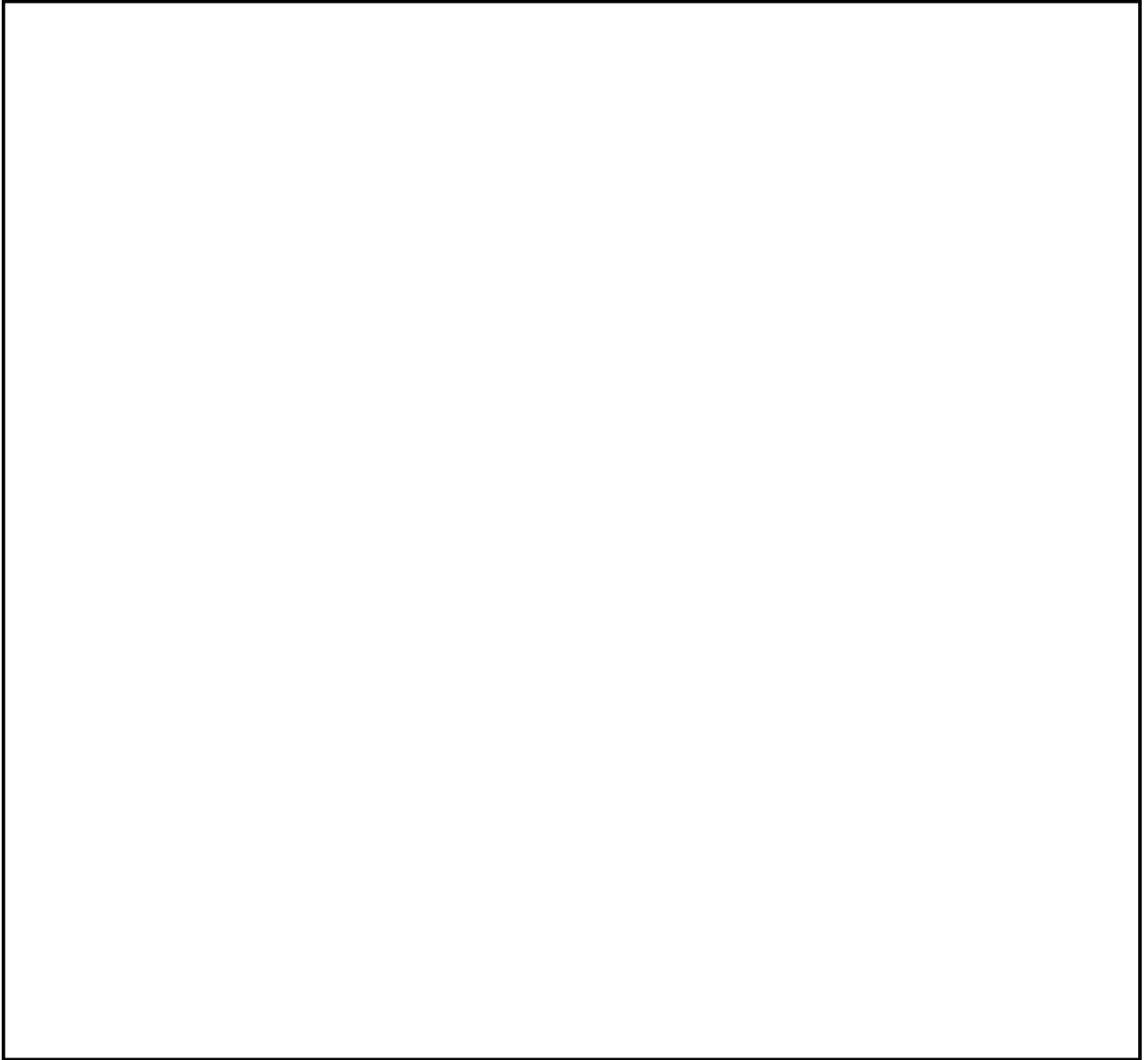
ニ．設計基準を満足できる理由

新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等は設置されていないが、放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設は設置されている。放射性物質が漏えいした場合でも、建屋をバウンダリとした当該火災区画外にある廃液処理系統及び換気空調系統により管理区域外への放射性物質の放出を防止することが可能である。また、重大事故等対処施設が当該エリア内にはないこと、並びに重大事故等対処施設が設置されている同一火災区画内の隣接エリアは火災感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置する設計としていることから、同一火災区画内において重大事故等の対処に必要な機能を確保することが可能である。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動につながり、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにするとともに、同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができると、設計基準②を満足していると評価する。

なお、当該エリアに設置している主要な設備は、第 3-8-2 図に示すとおり、新燃料ラック、新燃料エレベータ、燃料外観検査装置（水中テレビ装置）、燃料移送装置及び燃料取扱建屋クレーンがあるが、以下のとおり発火源ではない整理としている。

新燃料ラックは不燃物に該当し、新燃料エレベータ、燃料外観検査装置（水中テレビ装置）及び燃料移送装置は使用時以外は通電していない（電源断としている）ため、使用時以外は火花を発生する可能性のある設備及び高温となる設備に該当しないことから発火源とはならず、使用時は発火源となり得るが作業責任者及び作業者が配置されているため、万一火災が発生したとしても早期に発見が可能である。また、**燃料取扱建屋**クレーン本体は同エリア上部の天井付近に設置されているが、使用時以外は通電していない（電源断としている）ため、使用時以外は火花を発生する可能性のある設備及び高温となる設備に該当しないことから発火源とはならず、使用時は発火源となり得るが作業責任者及びクレーン操作者等が配置されているため、万一火災が発生したとしても、早期に発見が可能である。



第 3-8-3 図 使用済燃料ピットエリア及び新燃料貯蔵庫エリアに設置するアナログ式の
煙感知器の配置図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3・8・3 使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画の放射性物質の放出防止機能について

当該エリアを含む火災区画において、放射性物質を貯蔵する機器等が火災の影響を受け、その機能を喪失した場合においても、以下の系統により建屋をバウンダリとして管理区域外への放射性物質の放出を防止することができる。

(1) 廃液処理系統

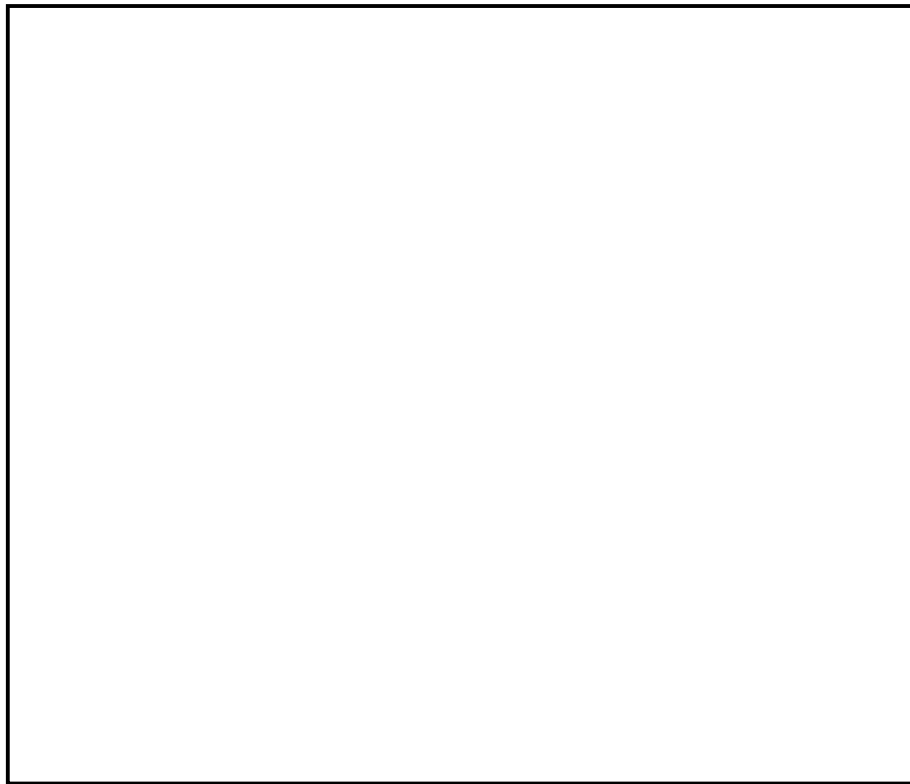
使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画における廃液処理系統は、主要な機器として補助建屋サンプタンク及び補助建屋サンプポンプにて構成されるドレンサンプ排水関係の系統である。当該系統の系統図を第 3・8・4 図にて示す。

補助建屋サンプタンク及び補助建屋サンプポンプは、第 3・8・5 図のとおり、使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画（3 号機： 4 号機： とは別の火災区画（3 号機： 4 号機： に設置されていることから、使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画内で火災が発生したとしても、火災区画内で火災の影響を限定することができれば、火災によりその機能を喪失することはない。



第 3・8・4 図 系統図（廃液処理系統 一部）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



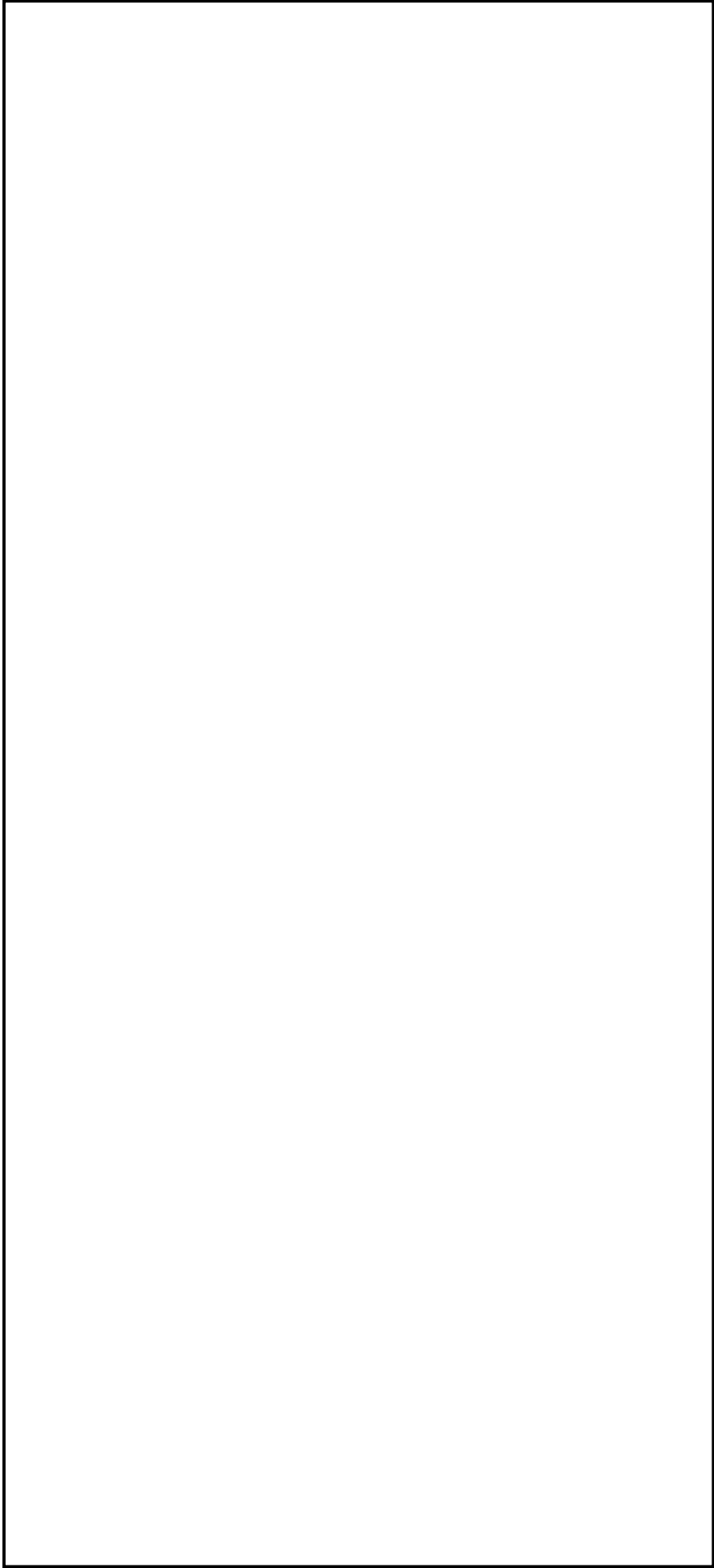
第 3-8-5 図 廃液処理系統（補助建屋サンプ関係）配置図（3 号機）

(2) 換気空調系統

使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画における換気空調系統は、主要な機器として燃料取扱室給気ファン及び燃料取扱室排気ファンにて構成される換気空調の系統である。当該系統の系統図を第 3-8-6 図に示す。

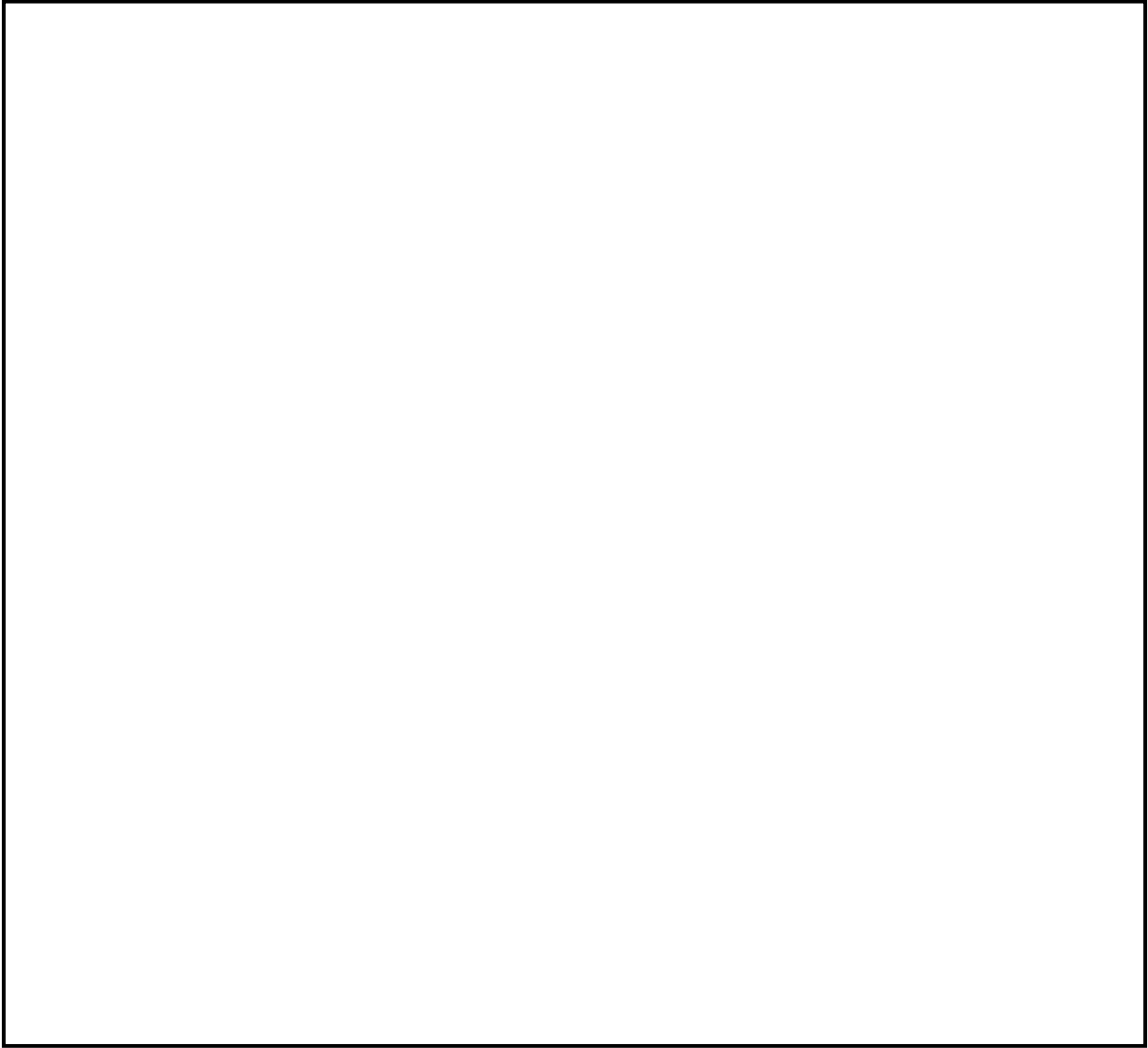
燃料取扱室給気ファン及び燃料取扱室排気ファンは、第 3-8-7 図のとおり、使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画（3 号機 4 号機 とは別の火災区画（3 号機 4 号機 に設置されていることから、使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアを含む火災区画内で火災が発生したとしても、火災区画内で火災の影響を限定することができれば、火災によりその機能を喪失することはない。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-8-6 図 系統図 (換気空調系統 一部)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-8-7 図 換気空調系統（燃料取扱建屋給排気関係）配置図（3 号機）

以 上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-9 水蒸気が多量に滞留するエリアの火災感知器設計について

本資料は、水蒸気が多量に滞留するエリアの火災感知器の設計について、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と別の設計基準を満足するよう火災感知器を設置する設計について説明するものである。

3-9-1 水蒸気が多量に滞留するエリアの概要

火災区域内において水蒸気が多量に滞留するエリアは、管理区域への出入管理室付近で除染等の都度使用するシャワー室が該当し、人が常駐するエリアではない。

シャワー室は、当初、昭和 44 年 7 月 7 日消防予第 190 号に基づき感知器を設置しない方針としていたが、無窓階に該当するため設置が必要であることを確認したため、感知器を設置することとした。

シャワー室は、隣接エリアとコンクリート壁で区切られており、入口扉は常時閉止している。また、天井は梁等がない構造となっており、浴室上部に建屋空調の換気口があり、放射線管理室排気ファンにより 24 時間連続換気となっている。第 3-9-1 図にシャワー室配置図及び換気空調系統図、第 3-9-2 図に現場状況（写真）を示す。



第 3-9-1 図 シャワー室配置図及び換気空調系統図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

＜シャワー室＞



第 3-9-2 図 シャワー室の現場状況

3-9-2 水蒸気が多量に滞留するエリアの火災感知器設計

(1) 火災感知器の選定

水蒸気が多量に滞留するエリアで使用する火災感知器の検討結果を第 3-9-1 表に示す。シャワー室は、水蒸気が多量に滞留するエリアであり、1 種類目の火災感知器はアナログ式の煙感知器を選定し、2 種類目の火災感知器は、消防法施行規則第 23 条第 4 項に従い、水蒸気が多量に滞留する環境下でも使用可能なアナログ式の防水型の熱感知器を選定する設計とする。

(2) 火災感知器の選定理由及び設置方法

1 種類目のアナログ式の煙感知器については、シャワー室は水蒸気が多量に滞留する場所であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号二及びホにより、熱感知器以外の火災感知器を設置することは適切でないことから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を満足する方法で設置することができない。

このため、換気空調設備の停止又は火災の規模拡大に伴い、シャワー室入口扉の隙間又はガラリ部から外に煙が流出する状況を踏まえ、火災によって発生した煙が流れ込む同一火災区画内の隣接エリアに設置する煙感知器を兼用する設計とし、火災

により発生した煙が流れ込む同一火災区画内の隣接するエリアである出入管理室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用することにより火災を感知し、設計基準②を満足するよう設置する設計とする。

なお、設計基準②を満足するために必須ではないが、シャワー室内は放射線管理室排気ファンにより 24 時間連続換気となっており、シャワー室入口扉外側に流出する煙の量が少ないことを考慮し、シャワー室で発生した火災をより早期に感知できるよう、水蒸気の影響を受けないシャワー室入口扉外側にアナログ式の煙感知器を自主設置する設計とする。

2 種類目のアナログ式の防水型の熱感知器は、消防法施行規則第 23 条第 4 項に従いシャワー室内に設置する設計とする。

第3-9-1 表 水蒸気が多量に滞留するエリアにおける感知器の選定

感知方式		熱感知方式				煙感知方式				炎感知方式	
火災感知器種類	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	差動分布型熱感知器 (熱電対式、空気管式)	光ファイバー式熱検出装置	熱サーモカメラ	アナログ式の熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	アナログ式でない熱感知器 (スポット型)	光電分離型煙感知器 (非蓄積型)	空気吸引式の煙検出装置	アナログ式でない炎感知器
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
基準適合性 (消防法施行規則への適合性を示す)		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
関連項目		現場施工性 (網羅性の確保に必要な施工の成立性)	○	○	○	○	○	○	○	○	○
評価	各感知方式で使用する火災感知器	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×

※:アナログ式の熱感知器は、アナログ式でない熱感知器より優先使用

(3) 設計基準を満足できる理由

シャワー室内には、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設は設置されていない。

シャワー室で火災が発生した場合は、煙についてはシャワー室入口扉が常時閉止状態で、室内の換気口は 24 時間連続運転している建屋の換気空調設備に接続されているため、換気口から排気筒を通じて外部に排出される。さらに、換気空調設備の停止又は火災規模拡大に伴い、通常時は吸気口となっているシャワー室入口扉の隙間又はガラリ部から外に煙が流出する状況となることから、同一火災区画内の隣接するエリアである出入管理室に設置する煙感知器を兼用することで火災を感知することが可能である。また熱についてはシャワー室の熱感知器にて火災を早期に感知できる。

シャワー室を含む火災区画には、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設は設置されていない。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動につなげ、同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができる。また、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができることから、設計基準②を満足していると評価する。

なお、設計基準②を満足するために必須ではないが、シャワー室入口扉の外側にアナログ式の煙感知器を設置する設計については、シャワー室入口扉外側に流出する煙の量が少ないことを考慮すると、より早期に火災を感知する効果が期待できる。

3-10 使用済樹脂タンク及び使用済樹脂貯蔵タンクエリアの火災感知器設計について

本資料は、使用済樹脂タンク及び使用済樹脂貯蔵タンクエリアにおける火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜 3 号機及び高浜 4 号機の使用済樹脂タンク及び使用済樹脂貯蔵タンクエリアはそれぞれ 1 つの火災区画として設定している。

今回、火災感知器の設計にあたっては、その間協条件及び機器の設置状況を踏まえて個別に火災感知器の設計をおこなう。

3-10-1 使用済樹脂タンク及び使用済樹脂貯蔵タンクエリアの火災感知器設計

使用済樹脂タンク及び使用済樹脂貯蔵タンクエリアは、それぞれ一つの火災区画であり、当該の火災区画はコンクリート壁で囲まれており、タンクは金属製であること、タンク内に貯蔵する樹脂は水に浸かっていること及び可燃物を置かず発火源がない設計とすること（当該エリアは施錠管理を実施しており、普段人が立ち入ることはない。またエリア内には照明が設置されているが、常時「切」の運用であり、立入りによる点灯時は、人による監視が可能である。さらに点検時等における持ち込み可燃物は、退出時にエリア外へ持ち出される）から、火災が発生するおそれはない。また、可燃物を置かない運用については、保安規定に定めて管理する。

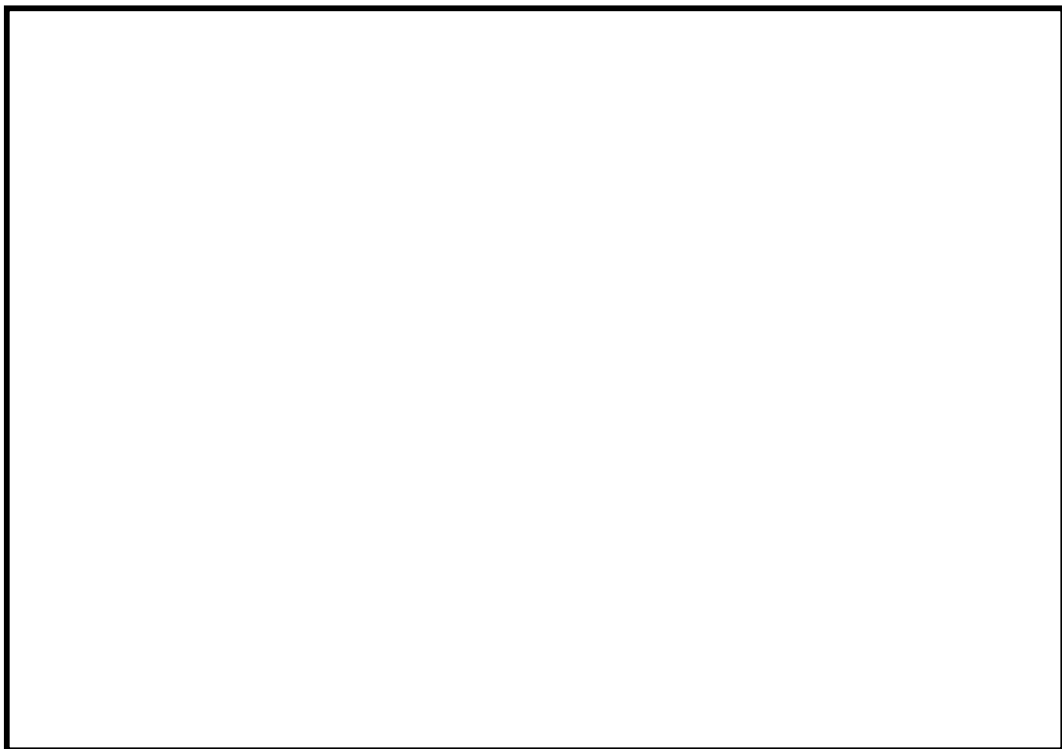
従って、使用済樹脂タンクエリア及び使用済樹脂貯蔵タンクエリアは、技術基準規則第11条及び第52条の本文に照らして、設計基準対象施設が火災によりその安全性を損なわれない環境条件及び重大事故等対処施設が火災によりその重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれない環境条件であることから、火災感知設備を設置しない設計とする。

なお、使用済樹脂タンクエリア及び使用済樹脂貯蔵タンクエリアの火災区画は前述のタンク以外に原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設はなく、万一、火災の発生を想定しても当該火災区画内の金属製タンクの放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能が火災により損なわれることはなく、また、隣接する火災区画との境界はコンクリート壁で分離されていることから、当該火災区画及び隣接火災区画に設置されている設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれることはない。

使用済樹脂タンクの機器配置を第 3-10-1-1 図、使用済樹脂貯蔵タンクの機器配置を第 3-10-1-2 図に示す。（なお、使用済樹脂タンク、使用済樹脂貯蔵タンクエリアの現場状況（写真）については、放射線量が高いため撮影不可）



第 3-10-1-1 図 使用済樹脂タンクエリアの機器配置図



第 3-10-1-2 図 使用済樹脂貯蔵タンクエリアの機器配置図

以 上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-11 放射線量が高い場所を含むエリアの火災感知器設計に関する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への適合性について

本資料は、放射線量が高い場所を含むエリアのうち、作業員の被ばくの観点から放射線量が高い場所において使用可能な感知器及び感知器と同様の機能を有する機器（以下、検出装置という。）を実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（以下、火災防護審査基準という。）2.2.1(1)②に定められた方法で設置することができない①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③インコアモニタチェス室、⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済樹脂スルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室及び⑲再生熱イオン交換器室の感知器等の設計について、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準（以下「技術基準規則」という。）への適合性を説明するものである。

1. これまでの経緯

(1) 放射線量が高い場所を含むエリアの設定と整理について

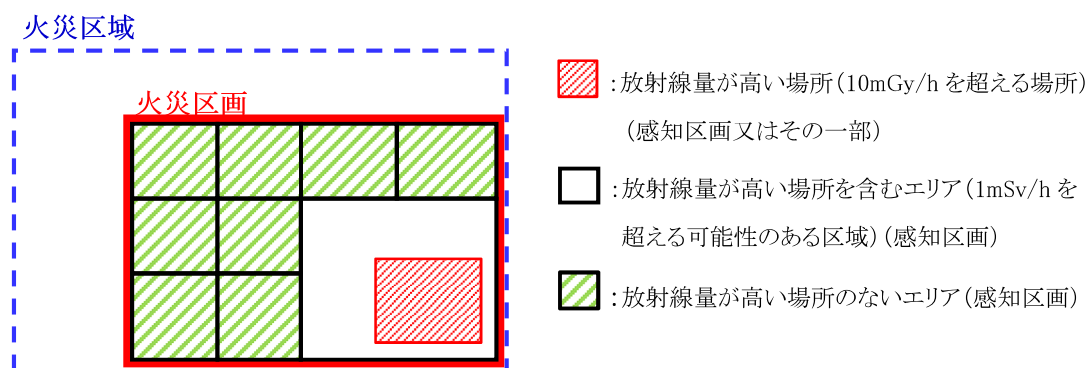
本申請においては、火災防護審査基準の改正により、感知器及び検出装置（以下、感知器等という。）の設置にあたり、感知器については消防法施行規則第23条第4項に従い、検出装置については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法で設置するという要求事項が明確化されたことを踏まえ、再稼働時の既工認（高浜発電所第3号機：平成27年8月4日付け原規規発第1508041号、高浜発電所第4号機：平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可）にて設定した火災区域及び火災区画について、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法により異なる感知方式の感知器等を設置する設計としている。

管理区域内の放射線量が高い場所については、感知器等が故障する知見があること、並びに感知器等の設置又は保守点検時における作業員の被ばくが懸念されることを踏まえ、感知器等の設置場所における放射線量を考慮して設計を行う必要があるため、保安規定及びその下部規定の放射線・化学管理業務要綱にて区分3（1mSv/hを超える可能性のある区域）と定める場所を含むエリアを「放射線量が高い場所を含むエリア」と定義し、各エリアの設計を実施している。

具体的には、①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③インコアモニタチェス室、④再生熱交換器室、⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済樹脂スルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室、⑲再生熱イオン交換器室、⑳廃棄物処理建屋の制御室エリア、㉑B 廃棄物貯蔵庫、㉒C 廃棄物貯蔵庫

(1F) 及び㉓B 固体廃棄物貯蔵庫(1F) が区分3に分類されることから、「放射線量が高い場所を含むエリア」に設定した。

放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図を第3-11-1図に示す。



第3-11-1図 放射線量が高い場所を含むエリアのイメージ図

(2) 放射線量が高い場所における感知器等の設計について

放射線量が高い場所に設置している感知器等の過去の故障実績、原因調査及び文献調査を行い、使用可能な感知器等の種類、各エリアの干渉物の状況、感知器等の設置又は保守点検時の作業性及び作業員の被ばくを考慮し、現場施工の成立性を検討した。特に作業員の被ばくについては、電離放射線障害防止規則に「事業者は、労働者が電離放射線を受けることをできるだけ少なくするよう努めなければならない。」と記載されていることを踏まえ、事業者として出来得る限りの被ばく低減対策を考慮して検討した。

検討の結果、㉔再生熱交換器室及び㉕棄物処理建屋の制御室エリアについては、遮へい壁の位置や現地の放射線量の確認・測定を実施することによって、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法により、固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等を設置できることを確認した。

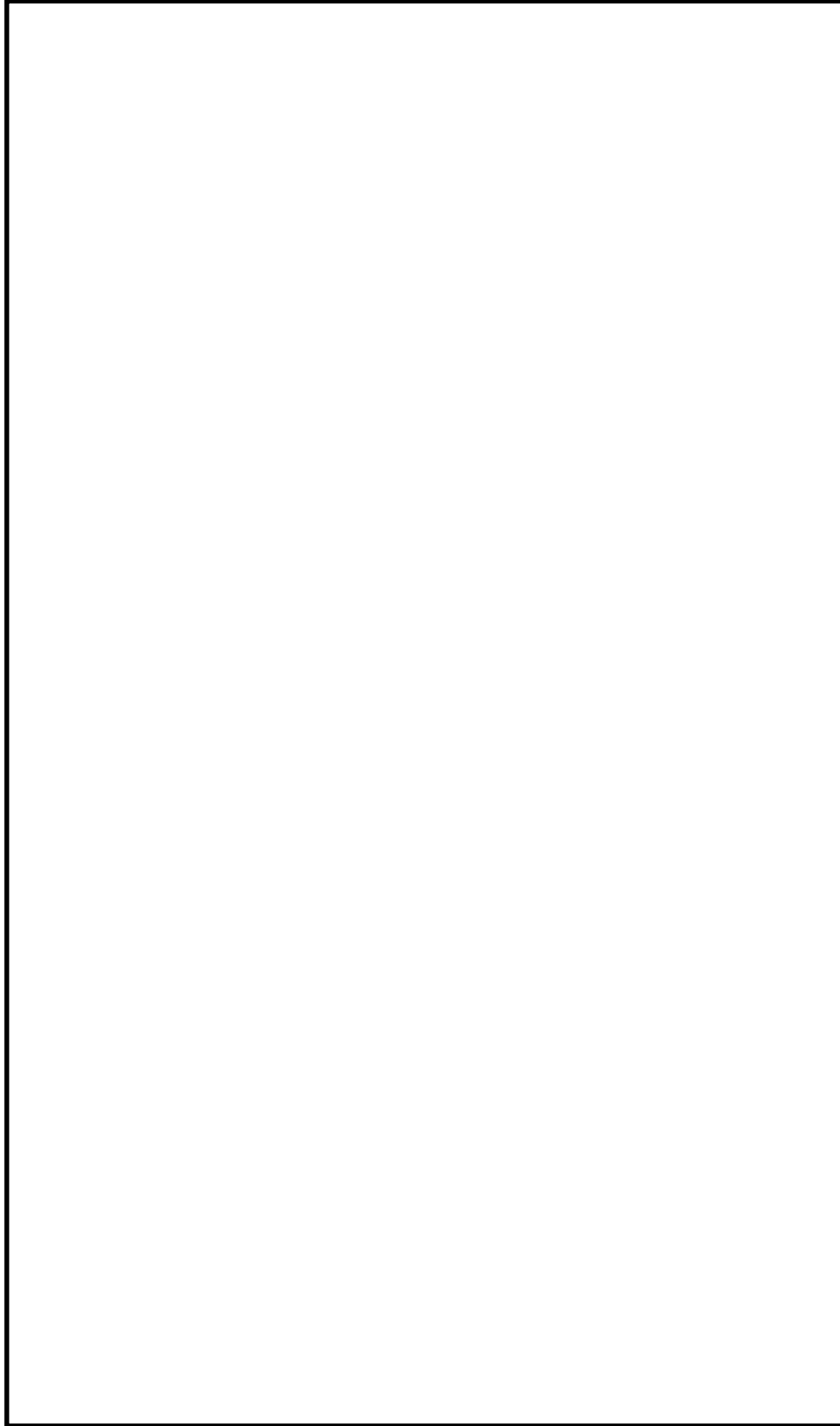
一方、㉑原子炉格納容器ループ室、㉒加圧器室、㉓インコアモニタチェス室については、感知等を設置できる取付面がなく、有効に火災の発生を感知できない場所であり、消防法施行規則第23条第4項に基づく条件を満足しないことから、火災防護審査基準2.2.1(1)②に定められた方法で感知等を設置することはできない。

また、㉖廃液フィルタ室、㉗ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、㉘使用済樹脂スルースフィルタ室、㉙原子炉キャビティフィルタ室、㉚使用済燃料ピットスキマフィルタ室、㉛ほう酸濃縮液フィルタ室、㉜冷却材脱塩塔入口フィルタ室、㉝冷却材フィルタ室、㉞封水フィルタ室、㉟封水注入フィルタ室、㊱使用済燃料ピット脱塩塔室、㊲冷却材陽イオン脱塩塔室、㊳ほう酸回収装置混床式脱塩塔、㊴冷却材混床式脱塩塔室及び㊵再生熱イオン交換器室のエリアは、放射線量が高い場所で使用可能な異なる感知方式の感知等の設置はできるが、感知等の設置又は保守点検時における作業員の個人被ばく線量が発電所の作業管理で目安としている1mSv/日を超え、法令に定める線量限度(100mSv/5年、50mSv/年)を超過する可能性がある。さらに、電離放射線障害防止規則第1条に基づき、可能な限り被ばく線量を低減させるため、放射線作業の計画段階において作業員の個人被ばく線量その他、当該作業により対象号機における年間の集団被ばく線量を超過するお

それがないことを確認するが、試算した結果、本作業のみで年間の集団被ばく線量を超えるという結果が得られており、エリア内に感知器等を設置することは適切でない。

以上のことから、①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③インコアモニタチェス室、⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済樹脂スルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室及び⑲再生熱イオン交換器室は、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で感知器等を設置することができない又は適切でないといえる。

上記のエリアについて、火災区域及び火災区画との位置関係を第 3-11-2 図に示す。



第 3-11-2 図 火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法による感知器等の設置が適切でないエリアと火災区域及び火災区画の関係(1/2)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第3-11-2 図 火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法による感知器等の設置が適切でないエリアと火災区域及び火災区画の関係(2/2)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

2. 技術基準規則への適合方針

(1) 火災防護審査基準の改正点と放射性量が高い場所を含むエリアでの対応について

火災防護審査基準のバックフィット要求による改正点を踏まえ、放射線量が高い場所を含むエリアへの対応を改めて整理する。火災防護審査基準の改正で明確化された箇所を示す。

【火災防護審査基準（改正後）抜粋】

2. 基本事項

2.2 火災の感知・消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(1) 火災感知設備

①各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等（感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。

②感知器については消防法施行規則（昭和36年自治省令第6号）第23条第4項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和56年自治省令第17号）第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。

バックフィット要求による記載追加箇所

火災防護審査基準の改正により「2.2.1(1) 火災感知設備」の要求事項が明確化された。改正後の火災防護審査基準の内、①は各火災区域における環境条件や予想される火災の性質を考慮して感知器等の型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知等を設置すること、並びに誤作動を防止することを要求しており、改正前から変更はない。

バックフィット要求により明確化された事項は②であり、感知器については消防法施行規則第23条第4項に従い設置すること、及び感知器と同等の機能を有する機器については消防法施行規則の同項において求められる火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置することが明確にされたものである。

前項にて抽出した放射線量が高い場所を含む5つのエリアについて、火災防護審査基準の①及び②の要求を満足できるか整理した結果を第3-11-1表に示す。

第 3-11-1 表 放射線量が高い場所を含むエリアの火災防護審査基準の観点における整理

放射線量が高い場所を含むエリア	①異なる感知方式の選定及び設置、並びに誤作動防止	②消防法施行規則又はそれと同等以上の方法により設置しているが※1
①原子炉格納容器ループ室	○	△
②加圧器室	○	△
③インコアモニタチェス室	○	△
⑤～⑮各フィルタ室	○	△
⑯～⑲各脱塩塔室	○	△

※1 ○：火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置可能

△：感知器の故障又は作業員の被ばくの観点で消防法施行規則と異なる方法による設置が適切

①原子炉格納容器ループ室、②加圧器室、③インコアモニタチェス室、⑤廃液フィルタ室、⑥ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室、⑦使用済樹脂スルースフィルタ室、⑧原子炉キャビティフィルタ室、⑨使用済燃料ピットスキマフィルタ室、⑩ほう酸濃縮液フィルタ室、⑪冷却材脱塩塔入口フィルタ室、⑫冷却材フィルタ室、⑬封水フィルタ室、⑭封水注入フィルタ室、⑮使用済燃料ピット脱塩塔室、⑯冷却材陽イオン脱塩塔室、⑰ほう酸回収装置混床式脱塩塔、⑱冷却材混床式脱塩塔室及び⑲再生熱イオン交換器室は火災防護審査基準の「2.2.1 (1) 火災感知設備」の①の要求事項は満足できるが、②の要求事項は感知器等の設置場所の環境条件を考慮した場合、消防法施行規則第 23 条第 4 項に定められた方法で感知等を設置できない又は適切でないエリアである。

このため、上記のエリアについては、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法と別の設計基準を満足するよう感知等を設置する設計とすることで、技術基準規則に適合させる方針とする。

(2) 火災防護審査基準に基づく既工認の設計への影響について

既工認においては、火災の影響軽減対策として「2.3 火災の影響軽減」のうち 2.3.1 (2) に記載の具体的な要件を満足できるよう、各火災区域又は火災区画において対策を講じている。

【火災防護審査基準（改正後）抜粋】

2.3 火災の影響軽減

2.3.1 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。

- (2) 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。

具体的には、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが次に掲げるいずれかの要件を満たしていること。

- b. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間の水平距離が 6m 以上あり、かつ、火災感知器及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。この場合、水平距離間には仮置するものを含め可燃性物質が存在しないこと。

③インコアモニタチェス室を含む原子炉格納容器は、ケーブルが密集して設置されているため、可燃物がない 6m 以上の水平距離を確保することは困難であり、また、原子炉格納容器内のデブリ抑制の観点で 3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁の設置や、1 時間の耐火能力を有する発泡性耐火被覆や断熱材による分離も困難であることから、既工認では原子炉格納容器内は火災防護審査基準とは異なる代替手段による火災の影響軽減対策として、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル近傍の可燃物による火災を感知器の設置によって、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルに延焼するまでに早期に感知し、消火活動を行う設計としていた。

本申請において、一つの火災区画である原子炉格納容器内の「2.3 火災の影響軽減」で期待している感知器は既工認の設計から変更しないため、本申請において「2.3 火災の影響軽減」に関する設計の変更はなく、技術基準を満足している。

(3) 再稼働時の既工認からの変更有無の確認について

次に、放射線量が高い場所を含む①、②、③及び⑤～⑯のエリアについて、再稼働時の既工認における火災防護設計上の対応事項と本申請に伴う変更有無を第 3-11-2 表に示す。

なお、火災防護審査基準では火災防護上重要な機器等に対して、火災区域又は火災区画を設定し火災防護対策を確認しているが、ここでは、18 のエリアに着目して、それぞれのエリア毎の設計上の対応事項を整理した。

火災防護審査基準で今回明確化された②の設置方法の他にも基本設計方針の記載を変更する箇所はあるが、設置（変更）許可のまとめ資料において詳細に記載している事項を反映し適正化するものであり、適正化した設計内容は既工認の設計内容を変更するものではない。また、火災の発生防止、消火及び影響軽減の設計について火災防護審査基準の要求事項に変更はなく、②の設置方法で感知器等を設置した場合においてもこれらの設計に影響を与えるものではないため、火災の発生防止、消火及び影響軽減に関する設計は、感知器と独立した設計といえることから、既工認から設計を変更する必要はない。

第 3-11-2 表に整理したとおり、本申請は火災防護審査基準の改正により、感知器等の設置に係る要求事項が明確化されたことを踏まえ、その明確化された要求事項に適合するよう設計するものであり、それ以外の設計については変更がないといえる。

以上のことから、本申請において設計基準を満足するよう既工認から設計を変更する箇所は、「火災の感知」における消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づく感知器等の設置方法のみであるため、設計基準は火災防護審査基準「2.2.. 火災の感知・消火」における感知器等の設計に焦点を絞って定めるものとする。

第3-11-2 表 既工認における火災防護設計の概要と変更有無 (1/3)

火災防護審査基準に基づく設計項目		⑤～⑭ 各フイルタ室	⑮～⑲ 各脱塩塔室	①原子炉格納容器ループ室 ②加圧器室 ③インコアモニタチェス室
2.1 火災発生防止	2.1.1 (1)①発火性・引火性物質の漏えい拡大防止	金属製筐体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり 変更なし		—
	②火災に対する配置上考慮	コンクリート壁等で囲まれたエリア内への設備設置：感知器と独立した設計であり変更なし		
	③換気ができる設計	換気設備設計：感知器と独立した設計であり変更なし		
	④防爆型の電気・計装品の使用、接地	—	—	—
	⑤イオン交換樹脂他の金属容器保管等	金属製筐体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり 変更なし		—
	(2)可燃性蒸気・微粉対策、静電気防止	有機溶剤使用時の換気、可燃性微粉及び静電気滞留への設計：感知器と独立した設計であり 変更なし		
	(3)発火源の金属製本体収納他	金属製筐体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり 変更なし		電線管等：同左
	(4)水素漏えい対策	—	—	—
	(5)放射性分解による水素等の滞留防止	—	—	S A設備による水素滞留防 止：感知器と独立した設計 であり変更なし
	(6)過電流による加熱、焼損防止	照明等の電源回路への過電流遮断器設置：感知器と独立した設計で変更なし		
2.1.2 不燃性、難燃性材料の使用		金属製筐体による樹脂保管：感知器と独立した設計であり 変更なし		電線管等：同左
	2.1.3 落雷、地震等による火災発生防止	建屋への避雷設備設置、設置許可基準規則に基づく耐震設計：感知器と独立した設計であり 変更なし		

(凡例) ー：対象なし、なお、記載の設計対応事項はいずれも「感知器と独立した設計」である。

第 3-11-2 表 既工認における火災防護設計の概要と変更有無 (2 / 3)

火災防護審査基準に基づく設計項目		⑤～⑭ 各ファイル室	⑮～⑰ 各脱塩塔室	①原子炉格納容器ループ室 ②加圧器室 ③インコアモニタチェス室
2.2 火災の感知・消火	2.2.1	各エリアに異なる種類の感知器を設置する設計であり変更なし		
	(1)①異なる種類の感知器設置、誤作動防止	変更有：新規審査	変更有：新規審査	変更有：新規審査
	②消防法施行規則に基づく感知器設置 (バックアップ要求での明確化)			
	③外電喪失時の火災感知設備電源確保			
	④中央制御室で適切に監視できる設計 (バックアップ要求で記載適正化)			
	(2)①自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備の設置 (各種設計要求含む)	消火器、消火栓による消火：感知器と独立した設計であり変更なし	消火要員又は原子炉格納容器スプレイ設備による消火：同左	
	消火器、消火栓の設置	エリア近傍に設置：感知器と独立した設計であり変更なし		
	消火用照明器具の設置	消火の移動経路及び操作場所に蓄電池を内蔵する照明器具設置：感知器と独立した設計であり変更なし		
	②消火剤に水を使用する消火設備の水源及びポンプ等に対する設計	消火栓等の水源、ポンプ設置：感知器と独立した設計であり変更なし		
	③消火剤にガスを使用する消火設備に対する作動前の警報吹鳴設計	—	—	—
	2.2.2	感知器等の耐震上の機能保持に関する設計であり変更なし		
地震等による火災感知・消火設備の機能維持				
2.2.3	—	—	—	
消火設備の破損時等の溢水影響の確認				

(凡例) ー：対象なし、黄色：審査対象で火災防護審査基準どおりでないことから、設計基準を適用

第 3-11-2 表 既工認における火災防護設計の概要と変更有無 (3 / 3)

火災防護審査基準に基づく設計項目		⑤～⑭ 各フイルタ室	⑮～⑰ 各脱塩塔室	①原子炉格納容器ループ室 ②加圧器室 ③インコアモニタチェス室
2.3 火災の影響軽減	2.3.1 (1)安全停止機能を有する機器等を設置する火災区域を 3 時間以上の耐火壁により分離	ー	ー	ー
	(2)安全停止機能を有する機器等の系統分離対策	ー	ー	C/V 内の火災の影響軽減対策：従来から当該エリア外に設置している感知器に期待するものであり変更なし
	(3)放射性物質貯蔵・閉じ込め機能を有する機器等が設置される火災区域を 3 時間以上の耐火壁により分離	ー	ー	ー
	(4)換気空調設備の悪影響防止対策	火災区域全体の換気空調設備の対策：感知器と独立した設計であり変更なし		
	(5)中央制御室の火災発生時の排煙設計	中央制御室の換気空調設備設計：感知器と独立した設計であり変更なし		
	(6)油タンクの排気設計	ー	ー	ー
2.3.2 原子炉の安全停止に関する火災影響評価	火災区画単位で火災時の安全停止機能の影響を評価 (*1)：火災の影響軽減対策として当該エリア内に設置した感知器に期待しているものではなく、火災影響評価に影響を与えるものではないため変更なし			

* 1：原子炉の安全停止は、安全停止機能を有する機器・ケーブル間の系統分離により確保されていることを確認済 (凡例) ー：対象なし、なお、記載の設計対応事項はいずれも「感知器と独立した設計」である。

3. 感知器の設計において確保すべき十分な設計基準の定義

放射線量が高い場所を含む一部のエリアにおいて、設計基準を満たすよう感知器等を設置する場合の設計上の考慮事項を、前項にて火災防護審査基準の改正点及び既工認からの設計変更点の観点から整理した。

火災防護審査基準の「安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。」に対し、既工認では、「火災区域又は火災区画の火災感知設備は、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対して火災の影響を限定し、早期の火災感知を行う」設計としており、早期の火災感知方策として、異なる感知方式の感知器等を設置することとしていた。

本申請においても当該の要求事項に変更はないことから同一の設計とし、早期に火災を感知するため、異なる感知方式の感知器等を設置する設計としている。

このことから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②と異なる方法で感知器等を設置する場合に満たすべき設計基準は、「感知器等を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置した場合と同等水準で感知できるよう設置することにより、設置場所において発生する火災を早期に感知できること。」（設計基準①）とし、これができない場合は、「火災区域又は火災区画において感知器等を適切な場所に設置することにより、設置場所において発生する火災をもれなく確実に感知できること。」（設計基準②）と定義する。

4. 放射線量が高い場所を含むエリアにおける感知器の設計

(1) ①原子炉格納容器ループ室

原子炉格納容器ループ室で発生する火災による煙及び熱は、格納容器再循環ファン及び原子炉容器室冷却ファンの運転時においては、ファンの給気により原子炉格納容器ループ室内で攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されていること及びグレーチングを通過して上昇する空気が原子炉格納容器内で循環する設計となっていることから、火災の継続とともにループ室内の煙濃度及び空気温度は全体的に均一になりながら高まっていく。また、格納容器再循環ファン及び原子炉容器室冷却ファンの停止時においては、火災の継続とともに火災による煙及び熱が水平方向に拡散しながら上昇してオペレーティングフロアに抜け、格納容器給気ファンによって取り込まれる外気で攪拌されながらオペレーティングフロア内を対流し、格納容器排気ファンにより排出される。

以上より、格納容器再循環ファン及び原子炉容器室冷却ファンの運転時においては、ループ室の火災により発生した煙及び熱が原子炉格納容器内で循環することを考慮し、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面にアナログ式の煙感知器及びアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置することにより、感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。

また、格納容器再循環ファン及び原子炉容器室冷却ファンの停止時においては、ループ室の火災により発生した煙及び熱が火災の継続とともに水平方向に拡散しながら上昇することを考慮し、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面にアナログ式の煙感知器及びアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置するとともに、発熱量の少ないくん焼段階の火災による煙が水平方向に拡散せずに上昇を続け、グレーチングを通過して感知できない可能性を考慮し、同一火災区画内の隣接エリアに設置する煙感知器を兼用することにより、感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。兼用する煙感知器は、同一火災区画内の隣接エリアである原子炉格納容器内オペレーティングフロアにおいて、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置するアナログ式の煙感知器とする。

なお、原子炉格納容器ループ室のグレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面に設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式でない防爆型の熱感知器は、設置面から下方にある床面又はグレーチング面までを監視範囲とし、エリア内全域を監視できるよう必要な階層毎に設置する設計とする。また、感知器の誤作動を防止する設計とする。

(2) ②加圧器室

加圧器室においては、アナログ式の煙感知器を消防法施行規則第 23 条 4 項に基づき設置するとともに、アナログ式でない熱感知器を設計基準を満足するように設置する。

熱感知器の具体的な設計を以下に示す。

加圧器室で発生する火災による熱は、格納容器再循環ファンの運転時においては、ファンの給気により加圧器室内で攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されていること及びグレーチングを通過して上昇する空気が原子炉格納容器内で循環する設計となっていることから、火災の継続とともに加圧器室内の空気温度は均一になりな

がら高まっていく。また、格納容器再循環ファンの停止時においては、火災の継続とともに火災による熱が水平方向に拡散しながら上昇してオペレーティングフロアに抜け、格納容器給気ファンによって取り込まれる外気で攪拌されながらオペレーティングフロア内を対流し、格納容器排気ファンにより排出される。

以上より、格納容器再循環ファンの運転時においては、加圧器室の火災により発生した熱が原子炉格納容器内で循環することを考慮し、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置することにより、感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。

また、格納容器再循環ファンの停止時においては、加圧器室の火災により発生した熱が火災の継続とともに水平方向に拡散しながら上昇することを考慮し、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置する。

なお、加圧器室のグレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面に設置するアナログ式でない防爆型の熱感知器は、設置面から下方にある床面又はグレーチング面までを監視範囲とし、エリア内全域を監視できるよう必要な階層毎に設置する設計とする。

また、感知器の誤作動を防止する設計とする。

(3) ③インコアモニタチェス室

インコアモニタチェス室のうち下部については作業員の被ばくの観点から、空気吸引式の煙感知器を設置することは適切ではないため、煙感知器は設計基準を満足する設計とする。具体的な設計を以下に示す。

1種類目の煙感知器のうち、空気吸引式の煙感知器は、作業員の被ばくの観点でエリア内に設置することが適切ではないため、設計基準②を満足するよう原子炉容器室冷却ファンの運転により給気口から原子炉容器下部を通して原子炉格納容器ループ室へ到達する空気の流れを考慮して、火災によって発生した煙が流入する同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用するとともに、原子炉容器室冷却ファンの停止期間においても火災を感知できるよう、火災による煙が水平方向に拡散しながら上昇する空気の流れを考慮して、インコアモニタチェス室の入口部分にアナログ式の煙感知器を設置し、同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用する設計とする。

2種類目の熱感知器は、設計基準②を満足するよう原子炉容器室冷却ファンの運転により給気口から原子炉容器下部へ向かう空気の流れを考慮して、同一エリア内のインコアモニタチェス室の下部にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置し、原子炉容器室冷却ファンの停止期間においても火災を感知できるよう、火災による熱が水平方向に拡散しながら上昇する空気の流れを考慮して、インコアモニタチェス室の入口部分にアナログ式の熱感知器を設置するとともに、原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式でない防爆型の熱感知器を兼用する設計とする。

また、感知器の誤作動を防止する設計とする。

(4) ⑤～⑭各フィルタ室

各フィルタ室は、火災発生時の煙及び熱の流れを考慮し、当該エリアの煙及び熱が流れ込む隣接エリアのアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することにより感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。

(5) ⑮～⑲各脱塩塔室

各脱塩塔室エリアは、火災発生時の煙及び熱の流れを考慮し、当該エリアの煙及び熱が流れ込む隣接エリアのアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することにより感知器の種類毎に設計基準②を満足する設計とする。

5. 放射線量が高い場所を含む各エリアにおける感知器の具体的な設計

①、②、③及び⑤～⑨の各エリアに対する具体的な設計と妥当性評価を示す。

(1) ①原子炉格納容器ループ室及び②加圧器室

a. 火災感知器の選定及び配置設計

①原子炉格納容器ループ室

原子炉格納容器ループ室及び加圧器室に共通する設計の考え方について、炎感知器は放射線量が高い場所の網羅性確保が困難であることから、煙感知器と熱感知器に分けて説明する。まず煙感知器については、放射線量が低い場所にある天井面に設置し、天井高さが床面から 20m 以上のエリアの場合は、天井面より下層のグレーチング面にも設置する。次に熱感知器については、天井面に設置し、天井面に設置する熱感知器のみで床面積をカバーできない場合は、天井面と同じ高さのグレーチング面にも設置する。また、天井高さが床面から 8m 以上の場合は、天井面より下層のグレーチング面にも設置する。この考え方にに基づき、原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の感知器設計を以下のとおりとする。

原子炉格納容器ループ室は、天井高さが床面から 8m 以上（RCP 側の天井高さは 15.3m）であり、原子炉格納容器ループ室（RCP 側）のコンクリート天井は大部分が RCP をメンテナンスするための吊上げ用の鉄板開閉蓋であり、鉄板開閉蓋を避けてアナログ式の煙感知器を設置しても、SG 側を含め大部分がグレーチング面となっているため、全面コンクリート天井の場合に比べて感知性能は劣る。また、SG 側はコンクリート天井がなく原子炉格納容器内で開放されているため、天井面にアナログ式でない防爆型の熱感知器（アナログ式でない熱感知器（差動分布型を含む）及び光ファイバー式熱検出装置も同様）を網羅性を確保するよう設置することはできない。さらに、壁面の放射線量が低い場所にアナログ式でない炎感知器を設置しても配管・サポート類が障害物となりエリア内を網羅的に監視することができない。

加圧器室は、天井高さが床面から 8m 以上 20m 未満の 17.3m のため、天井面にアナログ式の煙感知器を設置することはできるが、アナログ式でない防爆型の熱感知器（アナログ式でない熱感知器（差動分布型を含む）及び光ファイバー式熱検出装置も同様）を設置することはできず、壁面の放射線量が低い場所にアナログ式でない炎感知器を設置しても配管・サポート類が障害物となりエリア内を網羅的に監視することができない。

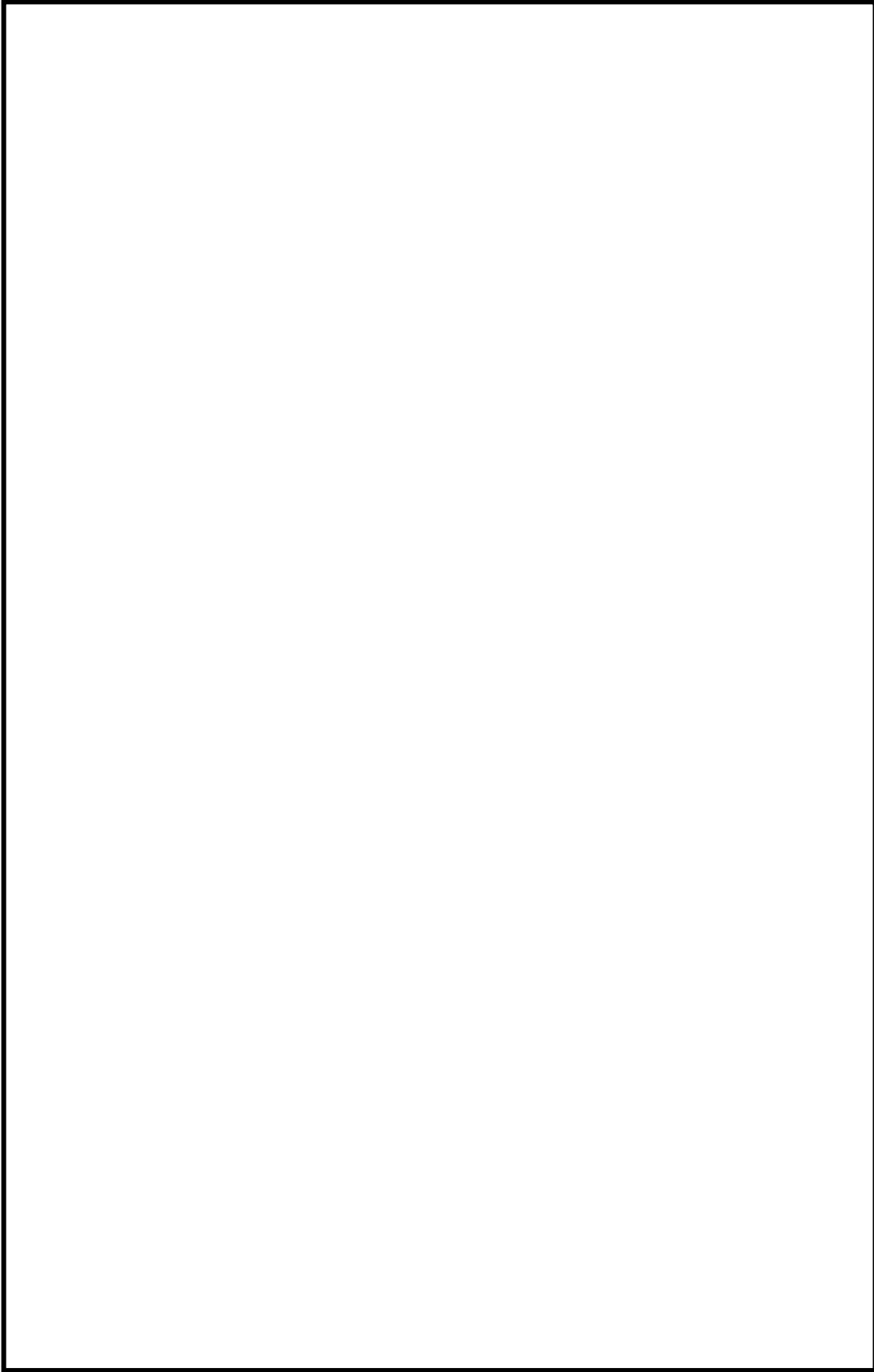
従って、原子炉格納容器ループ室及び加圧器室は、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で感知器等を設置することができないエリアである。

グレーチング面は天井面のように煙及び熱が滞留しないため、グレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面に感知器等を設置しても、発火源の直上付近以外は感知器等を全面コンクリート天井に設置する場合より感知時間は遅れる。火災が継続して一定の煙濃度又は温度の気流が継続する状況になれば、火災の感知

は可能であるが、天井面に設置する場合と同等水準で火災を早期感知することはできないため、設計基準①を満足できない。

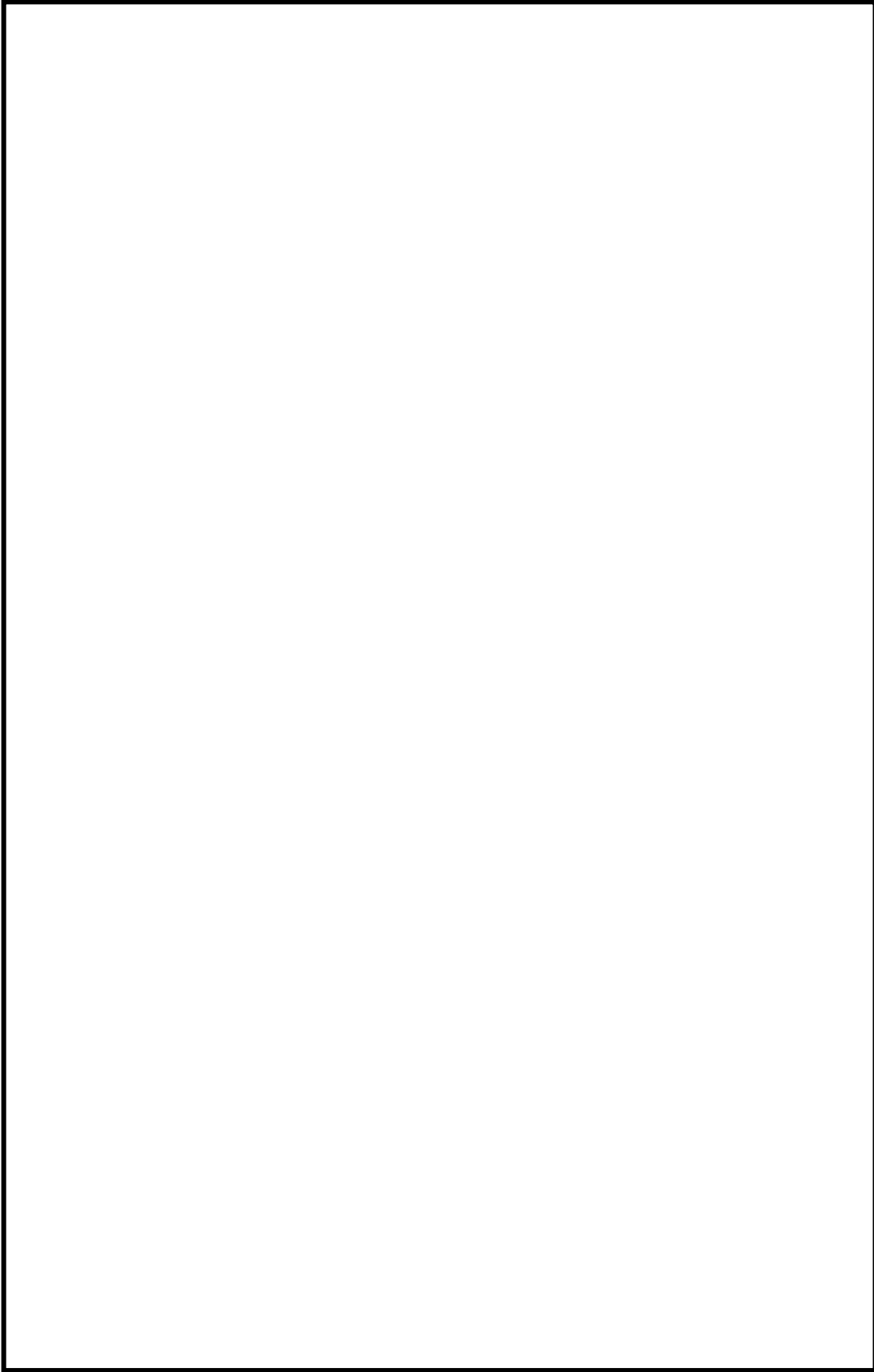
以上より、原子炉格納容器ループ室は、**アナログ式の煙感知器及びアナログ式でない防爆型の熱感知器をグレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面に設置するとともに**、同一火災区画内の原子炉格納容器内オペレーティングフロアに設置するアナログ式の煙感知器を兼用する設計とする。**また、加圧器室は、アナログ式の煙感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置し**、アナログ式でない防爆型の熱感知器を天井面及びグレーチング面に設置するとともに、同一火災区画内の原子炉格納容器内オペレーティングフロアに設置するアナログ式の煙感知器を兼用する設計とする。兼用するアナログ式の煙感知器を第 3-11-3 図に示す。

なお、**アナログ式の煙感知器及び**アナログ式でない防爆型の熱感知器は、それぞれの取付面から下層の床面又はグレーチング面までの高さを消防法施行規則第 23 条第 4 項に規定されている高さ未満とし、エリア内全域を監視できるよう必要な階層毎に設置する設計とする。また、グレーチング面に設置するアナログ式の煙感知器は上階からの塵埃の影響を受けにくい位置に設置することで、誤作動を防止する設計とする。配置の詳細については、第 3-11-3 図に示し、環境条件及び感知性能の詳細に関しては補足説明資料 1-1 及び 3-5 に示す。



第 3・11・3 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の天井面又はグレーチング面への感知器等設置方法(1/3)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3・11・3 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の天井面又はグレーチング面への感知器等設置方法(2/3)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

第 3・11・3 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の天井面又はグレーチング面への感知器等設置方法(3/3)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

b. 設計基準を満足できる理由

①原子炉格納容器ループ室

原子炉格納容器ループ室及び加圧器室は RCS 配管貫通部、エリア内の給気ダクト及びエリア入口部分を除き側面がコンクリート壁で閉鎖された空間である。給気ファン運転時の空気の流れを第 3-11-4 図、給気ファン運転時及び停止時における火災発生時の空気の流れを第 3-11-5 図に示す。

原子炉格納容器ループ室の給気ファン（格納容器再循環ファン及び原子炉格納容器室冷却ファン）運転時における空気の流れは、給気ファンの給気ダクト及び RCS 配管貫通部より給気され、SG 側のグレーチング面を通過し、オペレーティングフロアに抜けていく流れとなっており、加圧器室の給気ファン（格納容器再循環ファン）運転時における空気の流れは、格納容器再循環ファンの給気ダクトより給気され、グレーチング面を通過し、加圧器室天井付近の入口扉を通じてオペレーティングフロアに抜けていく流れとなっている。また、プラント運転中においては、格納容器再循環ファンの運転により原子炉格納容器内で空気は循環されており、各給気ファンはその空気を吸い込み給気している。

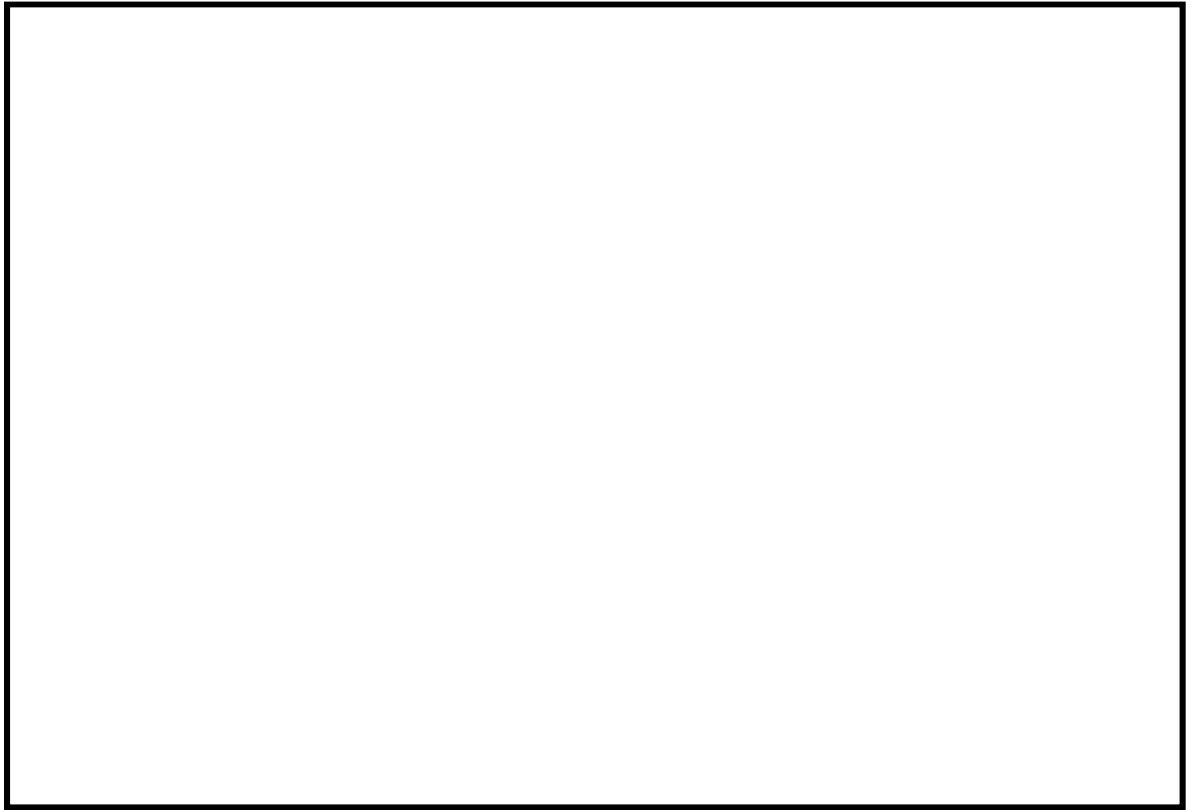
従って、給気ファンの運転時にエリア内で火災が発生した場合は、煙及び熱は各給気ファンの給気により攪拌・希釈されるが、四方が壁で囲まれ流路が制限されていること及びグレーチングを通過して上昇する空気が原子炉格納容器内で循環する設計となっていることから、火災の継続とともにエリア内の煙濃度及び温度は全体的に均一になりながら高まり、感知器が動作する煙濃度及び温度に達すると考えられる。

一方、給気ファンの停止時にエリア内で火災が発生した場合は、火災の継続とともに火災による煙及び熱が水平方向に拡散しながら上昇してオペレーティングフロアに抜け、格納容器給気ファンによって取り込まれる外気で攪拌・希釈されながらオペレーティングフロア内を対流し、格納容器排気ファンにより排出される。

以上を踏まえ、アナログ式の煙感知器及びアナログ式でない防爆型の熱感知器をグレーチング面又はグレーチング面が大部分を占める天井面にエリア内全域を監視できるよう必要な階層毎に設置（加圧器室は天井面にアナログ式の煙感知器を消防法施行規則通りに設置）することにより、当該エリアの火災を感知することが可能である。また、給気ファンの停止時に発熱量の少ないくん焼段階の火災による煙が水平方向に拡散せずに上昇を続け、グレーチングを通過して感知できない可能性を考慮し、同一火災区画内の隣接エリアである原子炉格納容器内オペレーティングフロアにおいて、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置するアナログ式の煙感知器を兼用することで、当該エリアで発生する火災をもれなく確実に感知することが可能である。

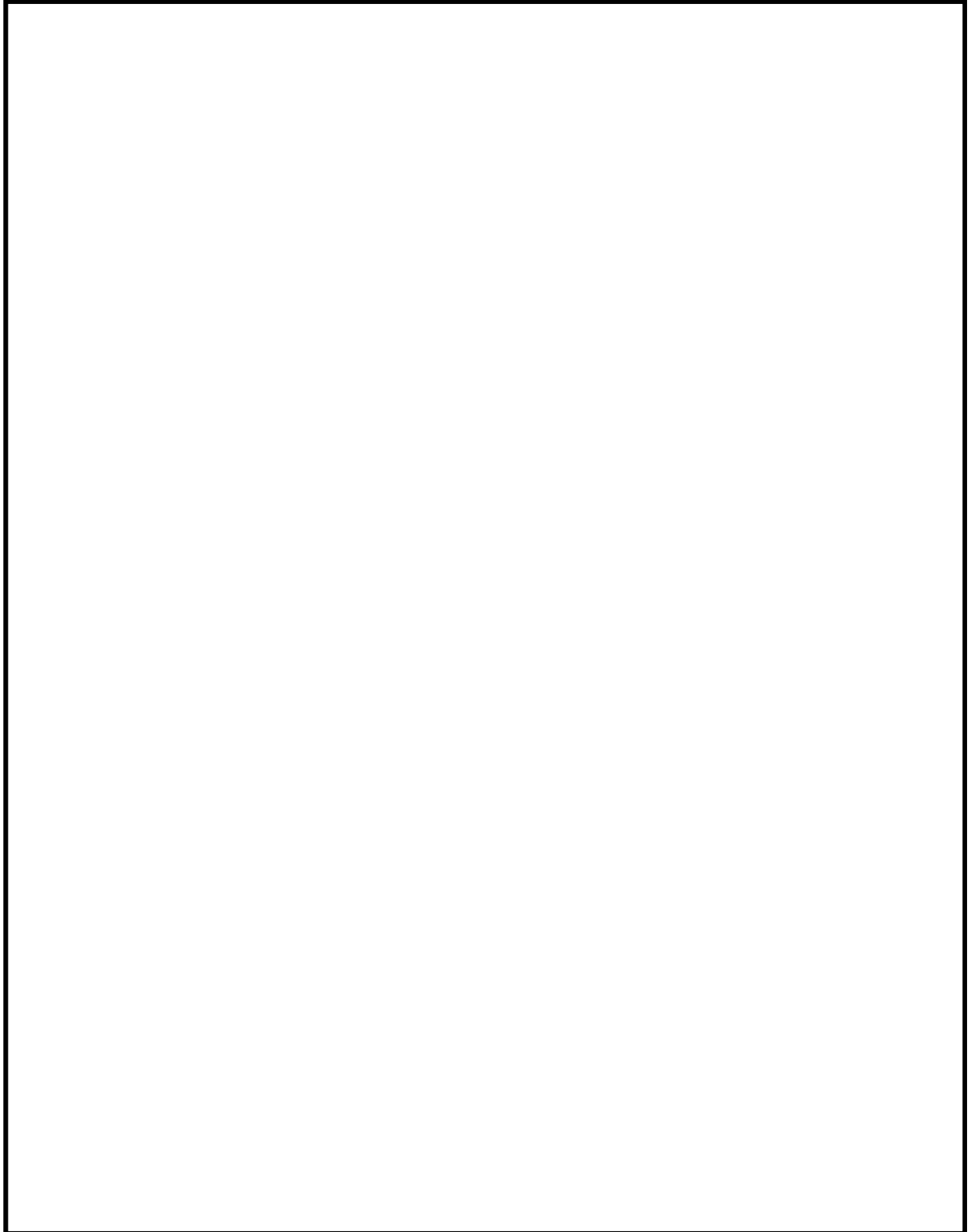
原子炉格納容器ループ室及び加圧器室を含む火災区画には、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は、原子炉格納容器内において既許可から変更のない離隔距離 6m 以上確保による系統分離が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能である。また、放射性物質を貯蔵する機器等は、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災又は原子炉格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づき、プラントを停止するとともに原子炉格納容器スプレイ設備を使用した消火を行う運用としていることから、放射性物質が漏えいした場合でも、放射性物質の閉じ込め機能をもつ原子炉格納容器により管理区域外への放射性物質の放出を防止することが可能である。重大事故等対処施設は、原子炉の安全停止に必要な機器等と兼用する設備については、既許可から変更のない離隔距離 6m 以上確保による系統分離対策が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能であることを踏まえ、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災または格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づきプラントを停止するとともに原子炉格納容器スプレイ設備を使用した消火を行う運用としていること、並びに設置許可基準規則第 37 条第 4 項に規定されている運転停止中原子炉内の燃料損傷の防止に必要な重大事故等対処設備については、同様の機能を有する設備（計装設備においては他チャンネル又は代替パラメータ）が各設備間で離隔距離 6m 以上確保されているか、又は 1 時間耐火能力を有する隔壁等で分離されており、同一火災区画内において原子炉の安全停止に必要な機器等の系統分離対策に支障を及ぼすことなく、重大事故等の対処に必要な機能が確保できることを確認している。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動に繋げ、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにするとともに、同一火災区画内において設計基準対象施設が火災によりその安全性が損なわれないよう、及び重大事故等対処施設が火災により重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれないようにすることができると評価している。なお、原子炉格納容器ループ室及び加圧器室内の風速は 5m/s 以下であり、煙感知器及び熱感知器が誤作動することはない。配置の詳細については、第 3-11-4 図及び第 3-11-5 図に示し、環境条件及び感知性能の詳細に関しては補足説明資料 1-1 及び 3-5 に示す。



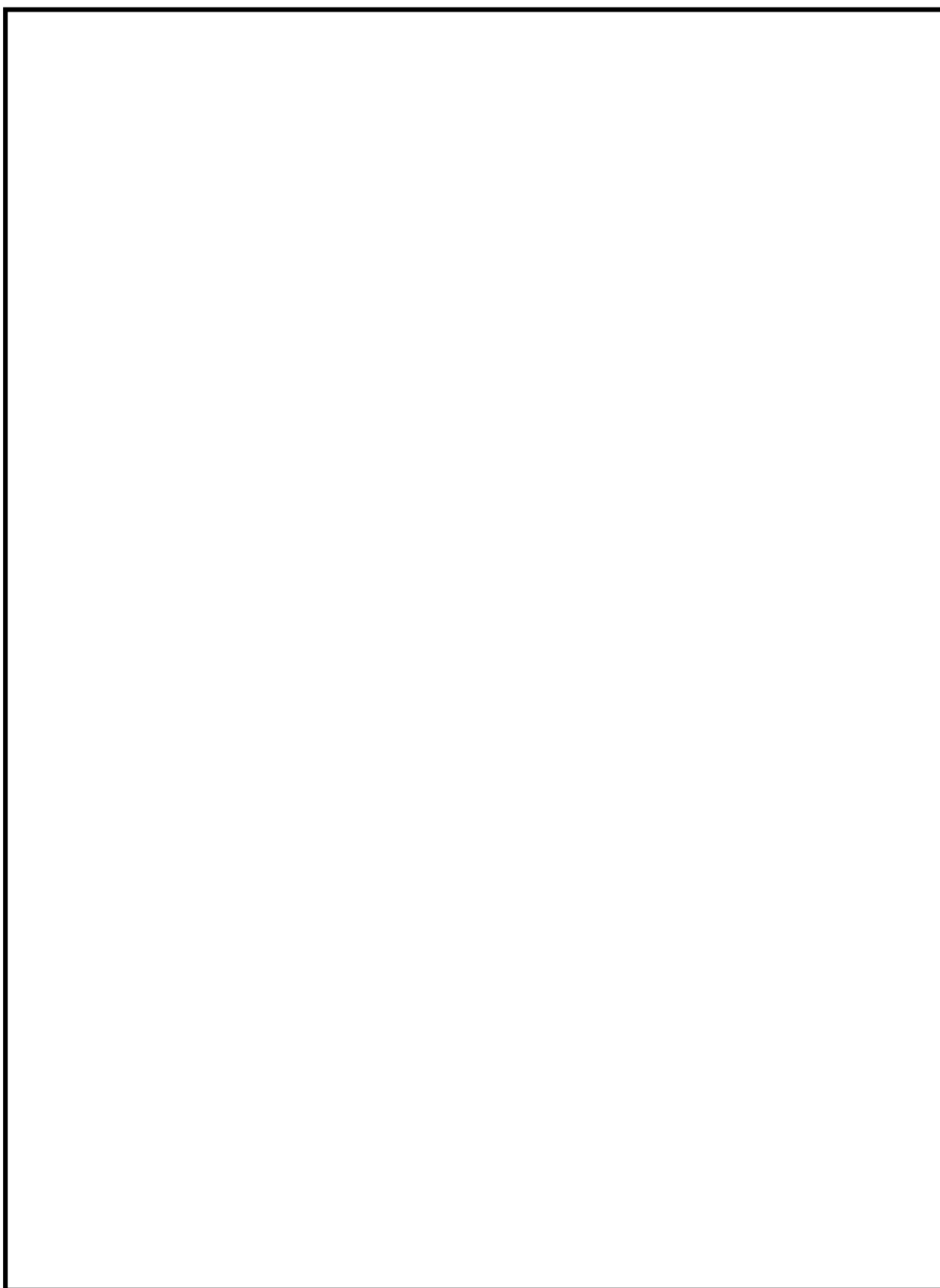
第 3・11・4 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の
給気ファン運転時における空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3・11・5 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の
火災発生時の空気の流れ（給気ファン運転時）（1/2）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3・11・5 図 原子炉格納容器ループ室及び加圧器室の
火災発生時の空気の流れ（給気ファン停止時）（2/2）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(2) ③インコアモニタチェス室

a. 火災感知器の選択及び配置設計

インコアモニタチェス室は、入口部分及びエリア下部から構成される一つの感知区域であり、入口部分以外は放射線量の高い場所であり、アナログ式の感知器の故障及び感知器等の設置又は保守点検時における作業員の被ばくが想定されることから、感知等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置することが適切でないエリアである。

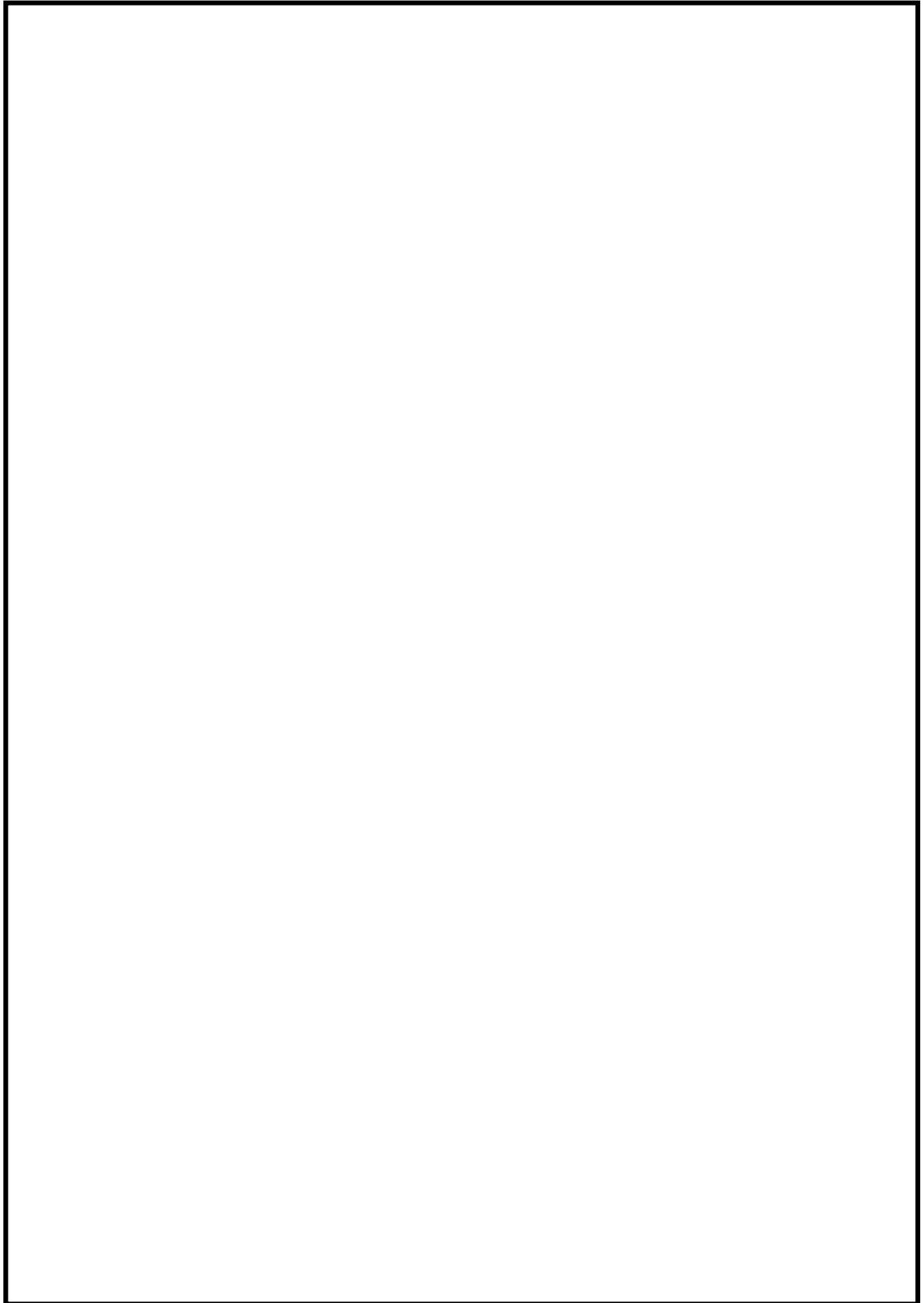
放射線量が低い場所にアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器、放射線量が高い場所に空気吸引式の煙検出装置及びアナログ式でない防爆型の熱感知器が使用可能であるが、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で感知器等を設置する場合、第 3-11-6 図に示すように、エリア下部から天井面を抜けるシンプル配管が干渉物となり、足場設置が困難であることから、取付面に人の寄り付きができず、感知等を設置することが技術的に不可能である。また、空気吸引式の煙検出装置については、設置時における作業員の個人被ばく線量が 1mSv/日を超え、線量限度 (100mSv/5 年、50mSv/年) を満足できない可能性があることから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知等を設置することが適切でない。

以上より、インコアモニタチェス室は、有効に火災の発生を感知可能な場所に感知器等を設置できる取付面がなく、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき感知等を設置できないため、設計基準を満足する設計とする。インコアモニタチェス室において考慮すべき環境条件を第 3-11-6 図に示す。

1 種類目の煙感知器は、原子炉容器室冷却ファンの運転時に給気口から原子炉容器下部を通過し、RCS 配管貫通部から原子炉格納容器ループ室に抜ける空気の流れを考慮し、同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用するとともに、原子炉容器室冷却ファンの停止期間においても火災を感知できるよう、入口部分にアナログ式の煙感知器を設置し、火災による煙が水平方向に拡散しながら上昇する空気の流れを考慮し、同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器を兼用する設計とすることで、設計基準②を満足する設計とする。

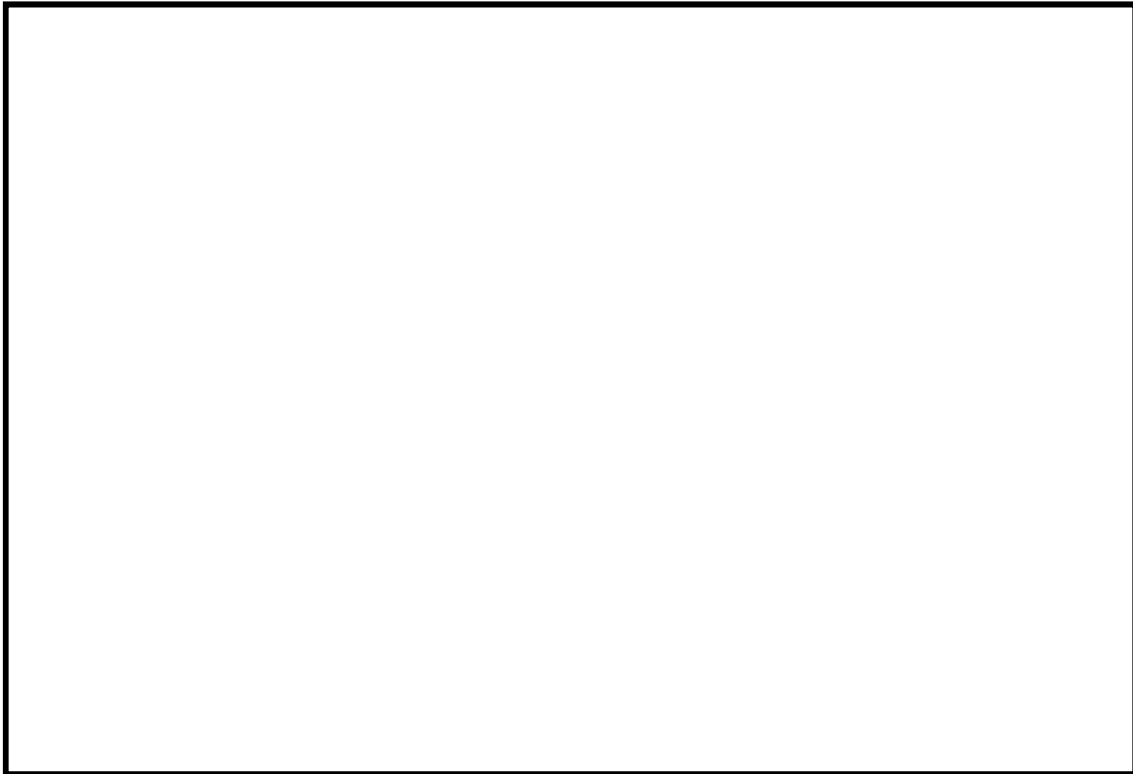
2 種類目の熱感知器は、原子炉容器室冷却ファンの運転時に給気口から原子炉容器下部を通過し、RCS 配管貫通部から原子炉格納容器ループ室に抜ける空気の流れを考慮し、エリア下部にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置するとともに、原子炉容器室冷却ファンの停止期間においても火災を感知できるよう、入口部分にアナログ式の熱感知器を設置し、火災による熱で上昇する空気の流れを考慮し、同一火災区画内の原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式でない防爆型の熱感知器を兼用する設計とすることで、設計基準②を満足する設計とする。

兼用する感知器の配置については、第 3-11-7 図に示し、配置の詳細については、第 3-11-6 図及び第 3-11-7 図に示す。



第 3-11-6 図 インコアモニタチェス室の感知器配置図、干渉物、及び考慮すべき環境条件

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-11-7 図 兼用する感知器の配置図（原子炉格納容器ループ室）

b. 設計基準を満足できる理由

当該エリアは入口扉、入口扉付近の連通管及び原子炉容器周囲の隙間以外はコンクリート壁で閉鎖された空間であり、原子炉容器室冷却ファン運転時における室内の空気の流れは室内入口付近上部にある原子炉容器室冷却ファン給気口から給気し、インコアモニタチェス室下部を通過し、原子炉容器周囲の隙間から排気する流れとなっている。なお、原子炉容器下部の隙間を通過した空気は、原子炉容器下部を通過して R C S 配管貫通部から原子炉格納容器ループ室へ到達する。

この空気の流れを考慮すると、**インコアモニタチェス室**の入口部分で発生する火災による**煙及び熱**についても入口部分及び下部まで広がり、空気の流れに乗って同様に原子炉格納容器ループ室へ到達するといえる。なお、原子炉容器室冷却ファン（設計風量 の給気が**インコアモニタチェス室下部** で風速約 m/s と速いことを踏まえると、**火災による気流の上昇より給気による風の流れの方が優位となり、熱風は煙とともにインコアモニタチェス室下部へ流れ込むと考えられる。**

また、原子炉容器室冷却ファンの停止時において、**インコアモニタチェス室**の下部で発生する火災による**煙及び熱**は、**インコアモニタチェス室内**で拡散・充満すると同

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

時に原子炉容器下部を通して RCS 配管貫通部から原子炉格納容器ループ室に流れ込むと考えられる。

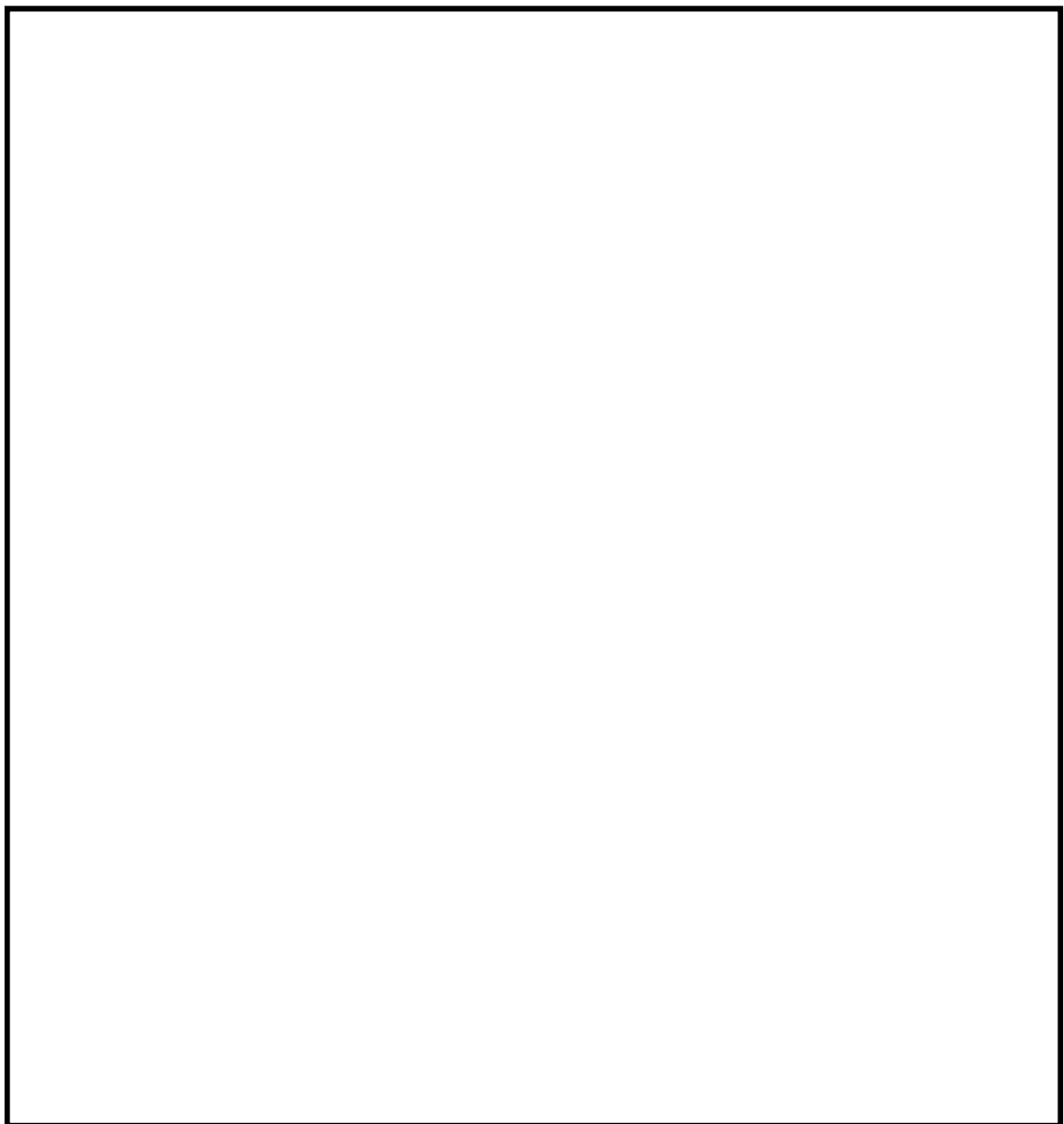
以上より、**インコアモニタチェス室**で発生する火災は、原子炉容器室冷却ファンの運転時においては、**インコアモニタチェス室**下部にアナログ式でない防爆型の熱感知器を設置するとともに、同一火災区画内の隣接エリアである原子炉格納容器ループ室に設置する**アナログ式の煙感知器及び**アナログ式でない防爆型の熱感知器を兼用することで感知することが可能である。また、原子炉容器室冷却ファンの停止時には、**インコアモニタチェス室**の入口部分に**アナログ式の煙感知器及び**アナログ式の熱感知器を設置するとともに、同一火災区画内の隣接エリアである原子炉格納容器ループ室に設置するアナログ式の煙感知器**及びアナログ式でない防爆型の熱感知器**を兼用することで感知することが可能である。

インコアモニタチェス室を含む火災区画には、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は、原子炉格納容器内において既許可から変更のない離隔距離 6m 以上確保による系統分離が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能である。放射性物質を貯蔵する機器等は、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災又は原子炉格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づき、プラントを停止するとともに原子炉格納容器スプレイ設備を使用した消火を行う運用としていることから、放射性物質が漏えいした場合でも、放射性物質の閉じ込め機能をもつ原子炉格納容器により管理区域外への放射性物質の放出を防止することが可能である。また、重大事故等対処施設は、原子炉の安全停止に必要な機器等と兼用する設備については、既許可から変更のない離隔距離 6m 以上確保による系統分離対策が実施されており、また、原子炉格納容器内の動的機器がすべての火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能であることを踏まえ、原子炉格納容器内で火災が発生し、広範囲な火災または格納容器内に進入できないと判断した場合には、保安規定に定められた手順に基づきプラントを停止するとともに原子炉格納容器スプレイ設備を使用した消火を行う運用としていること、並びに設置許可基準規則第 37 条第 4 項に規定されている運転停止中原子炉内の燃料損傷の防止に必要な重大事故等対処設備については、同様の機能を有する設備（計装設備においては他チャンネル又は代替パラメータ）が既許可に準じて各設備間で離隔距離 6m 以上確保されているか、又は 1 時間耐火能力を有する隔壁等で分離されており、同一火災区画内において原子炉の安全停止に必要な機器等の系統分離対策に支障を及ぼすことなく、重大事故等の対処に必要な機能が確保できることを確認している。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動に繋げ、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにするとともに、同一火災区画内において設計基準

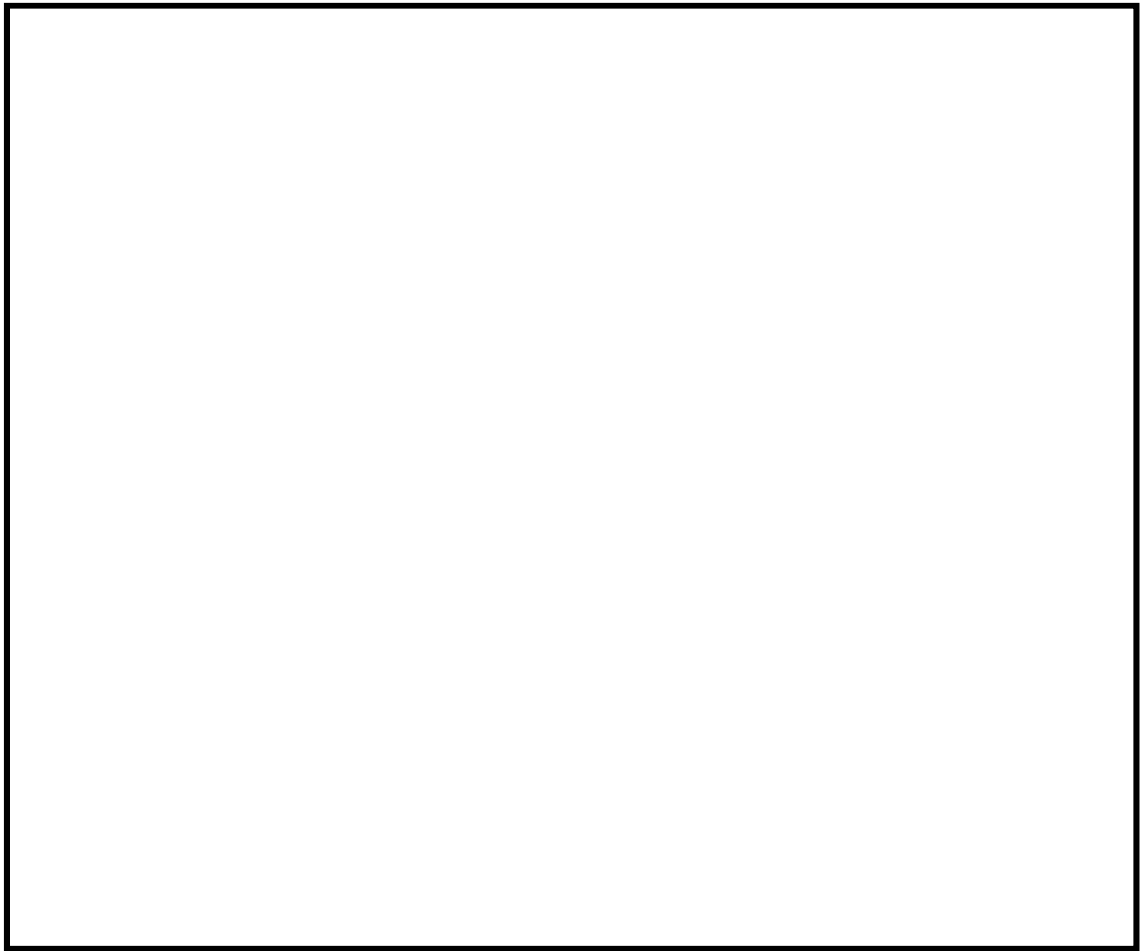
対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができるため、設計基準②を満足していると評価する。

また、**インコアモニタチェス室内**及び原子炉格納容器ループ室内の風速は **5m/s** 以下であり、煙感知器及び熱感知器が誤作動することはない。第 3-11-8 図及び第 3-11-9 図に火災発生時の煙の流れを示し、環境条件及び感知性能の詳細に関しては補足説明資料 1-1 及び 3-5 にて示す。



第 3-11-8 図 インコアモニタチェス室の冷却ファン運転時における
火災発生時の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-11-9 図 インコアモニタチェス室の冷却ファン停止時における
火災発生時の空気の流れ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(3) ⑤～⑭各フィルタ室

a. 火災感知器の選定及び配置設計

各フィルタ室は、放射線量の高い場所であり、アナログ式の感知器の故障及び感知器等の設置又は保守点検時における作業員の被ばくが想定されることから、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置することが適切でないエリアである。

放射線量が高い場所には空気吸引式の煙検出装置及びアナログ式でない防爆型の熱感知器が使用可能であるが、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法で感知器等を設置する場合、コンクリート蓋を開放する必要がある、点検時や故障時の対応を考量すると、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置することが適切でない。また、空気吸引式の煙検出装置については、設置時における作業員の個人被ばく線量が 1mSv/日を超え、線量限度 (100mSv/5 年、50mSv/年) を満足できない可能性があることから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置することが適切でない。

各フィルタ室は個別の排気ダクトがあるが、ダクト径が小さいことから、ダクト内に感知器等を設置することができない。また、個別の排気ダクトは垂直方向に敷設されており、消防法施行規則第 23 条第 4 項（取付角度 45 度以下）に従い感知器を設置することができない。

従って、各フィルタ室は、有効に火災の発生を感知可能な場所に感知器等を設置できる取付面がなく、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき感知器等を設置できないため、設計基準を満足する設計とする。

エリア内の火災を想定した場合、各フィルタ室は排気ダクトの排気口より十分に離れた位置となる壁面に開口部があるため、火災による煙及び熱は一部排気ダクトから排気されるものの、時間の経過とともに排気ダクトによる排気の影響を受けにくい壁面の開口部から隣接エリア（バルブ設置エリア）であるに流出すると考えられる。

以上より、同一火災区画内の隣接エリア（バルブ設置エリア）に設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することによりエリア内の火災をもれなく確実に感知し、設計基準②を満足する設計とする。

b. 設計基準を満足できる理由

各フィルタ室における排気ダクト及び開口部の配置状況を第 3-11-3 表に示す。いずれのフィルタ室においても、排気ダクトの排気口より十分に離れた位置となる壁面に開口部があるため、火災による煙及び熱は一部排気ダクトから排気されるものの、時間の経過とともに排気ダクトによる排気の影響を受けにくい壁面の開口部から隣接エリア（バルブ設置エリア）であるに流出すると考えられる。

火災感知の成立性を確認するため、比較的放射線量が低く立ち入り可能な類似構造の部屋を用い、煙発生装置による開口部からの煙流動に関する現地検証試験を実施した。（別紙参照）

その結果、排気ダクトからの排気の流れはあるものの、煙が壁面の開口部を通じて隣接エリアに流れることが確認できたことから、エリア内で火災が発生した場合は、時間の経過とともに壁面の開口部から隣接エリア（バルブ設置エリア）に煙が流出するといえる。また、熱についても煙と同様の流れになると考える。

以上より、各フィルタ室で発生する火災は、隣接エリアのバルブ設置エリアに設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することで感知することが可能である。

なお、火災規模が小さく煙及び熱が全て排気ダクトから排気される場合は、補助建屋排気ファンにより排気筒を通して屋外に排出されるため、火災による影響を限定することが可能である。

第 3-11-3 表 各フィルタ室における排気ダクト及び開口部の配置状況

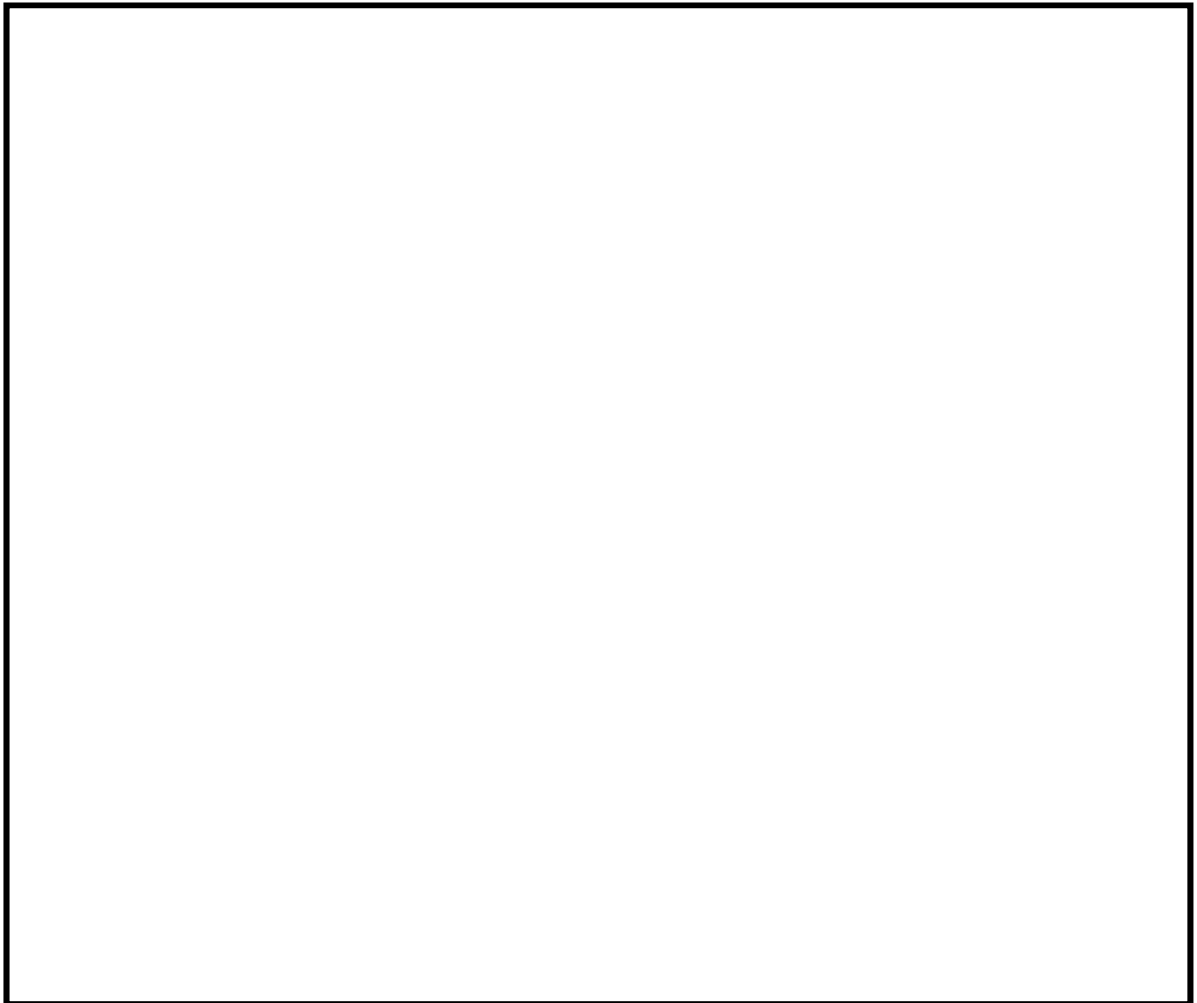
ユニット	エリア名		開口部の状況	天井高さ [m]	排気ダクト				壁面開口部		天井面の開口部	感知器を兼用する隣接エリア
					排気口高さ [m]	断面積 [m ²]	風量 [m ³ /s]	風速 [m/s]	最上部の開口高さ [m]	断面積計 [m ²]	断面積計 [m ²]	
高浜 3号機 (4号機も同様)	⑤	A 廃液フィルタ室	天井面と壁面の両方に開口部あり	2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.2	0.044	0.024	隣接バルブ室等
		B 廃液フィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.2	0.044	0.024	隣接バルブ室等
	⑥	A ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.3	0.045	0.024	隣接バルブ室等
		B ほう酸回収装置脱塩塔フィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.3	0.045	0.024	隣接バルブ室等
	⑦	使用済樹脂スレースフィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.1	0.062	0.024	隣接バルブ室等
	⑧	原子炉キャビティフィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.1	0.062	0.024	隣接バルブ室等
	⑨	使用済燃料ピットスキマフィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.2	0.045	0.024	隣接バルブ室等
	⑩	ほう酸濃縮液フィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.2	0.043	0.024	隣接バルブ室等
	⑪	A 冷却材脱塩塔入口フィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.3	0.041	0.024	隣接バルブ室等
		B 冷却材脱塩塔入口フィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.022	3.7	1.3	0.054	0.024	隣接バルブ室等
	⑫	冷却材フィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.2	0.043	0.024	隣接バルブ室等
	⑬	封水フィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.1	0.043	0.024	隣接バルブ室等
	⑭	A 封水注入フィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.2	0.032	0.024	隣接バルブ室等
		B 封水注入フィルタ室		2.1	1.8	0.0079	0.014	2.3	1.2	0.032	0.024	隣接バルブ室等

各フィルタ室を含む火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は既許可から変更のない1時間の耐火能力を有する隔壁等による分離、並びに、火災感知設備及び自動消火設備による系統分離対策が実施されている。また放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設は設置されていない。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動に繋げ、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能

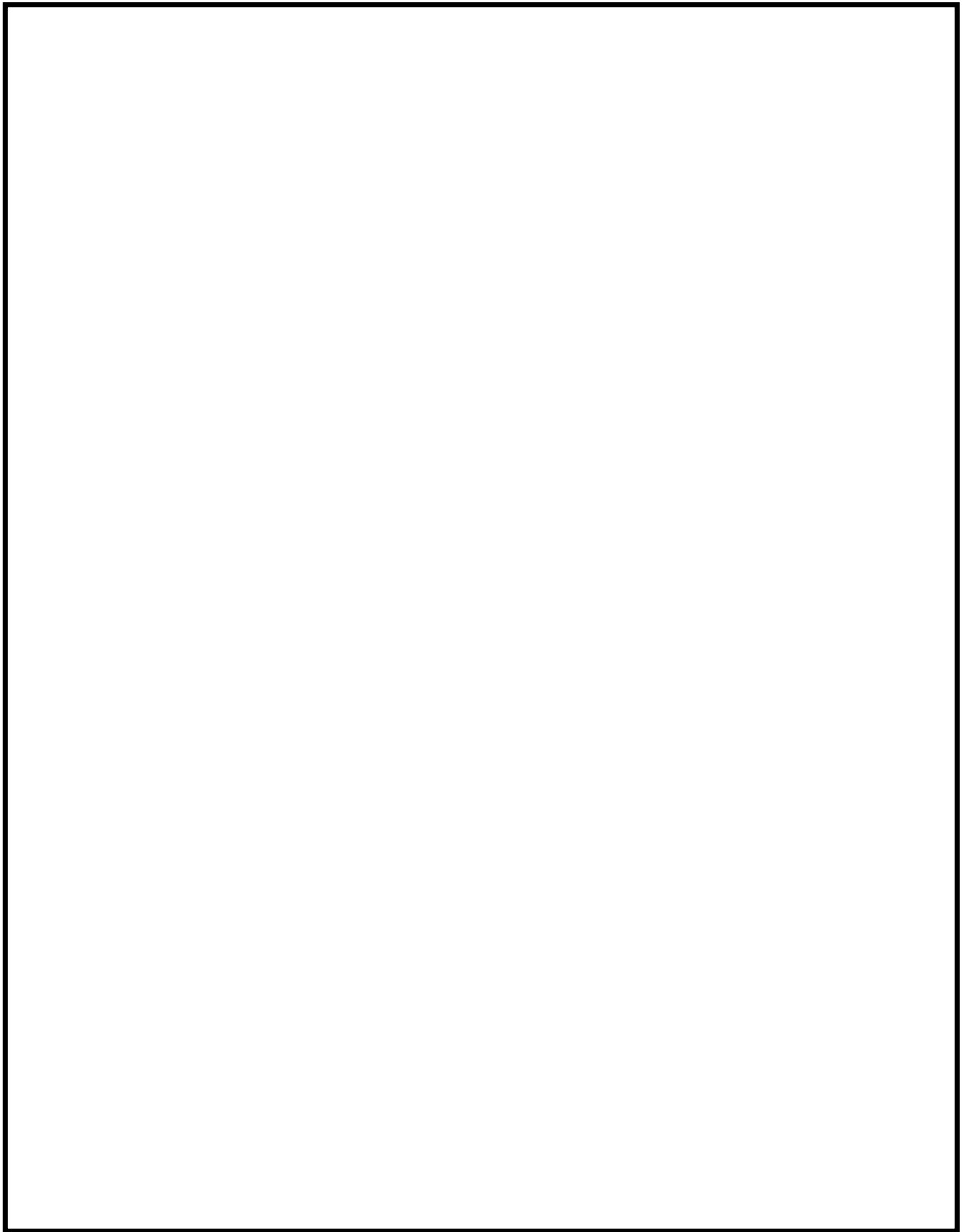
が火災により損なわれないようにするとともに、同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができるため、設計基準②を満足していると評価する。

各フィルタ室の感知器配置及び火災時の煙及び熱の流れを第 3・11・10 図及び第 3・11・11 図に示す。



第 3・11・10 図 各フィルタ室の感知器配置図（平面図）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-11-11 図 火災時の各フィルタ室の煙及び熱の流れ（断面図）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(4) ⑮～⑲各脱塩塔室

a. 火災感知器の選定及び配置設計

各脱塩塔室は、放射線量の高い場所であり、アナログ式の感知器の故障及び感知器等の設置又は保守点検時における作業員の被ばくが想定されることから、感知器等を火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により設置することが適切でないエリアである。

放射線量が高い場所には空気吸引式の煙検出装置及びアナログ式でない防爆型の熱感知器が使用可能であるが、設置時における作業員の個人被ばく線量が $1\text{mSv}/\text{日}$ を超え、線量限度 ($100\text{mSv}/5\text{年}$ 、 $50\text{mSv}/\text{年}$) を満足できない可能性があることから、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法により感知器等を設置することが適切でない。

各脱塩塔室は個別の排気ダクトがあるが、ダクト径が小さいことから、ダクト内に感知器等を設置することができない。また、個別の排気ダクトは垂直方向に敷設されており、消防法施行規則第 23 条第 4 項（取付角度 45 度以下）に従い感知器を設置することができない。

従って、各脱塩塔室は、有効に火災の発生を感知可能な場所に感知器等を設置できる取付面がなく、消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき感知器等を設置できないため、設計基準を満足する設計とする。

エリア内の火災を想定した場合、各脱塩塔室は排気ダクトの排気口より十分に離れた位置となる壁面に開口部があるため、火災による煙及び熱は一部排気ダクトから排気されるものの、排気ダクトによる排気の影響を受けにくい壁面の開口部から隣接エリア（バルブ設置エリア）に流出すると考えられる。

以上より、各脱塩塔室は、同一火災区画内の隣接エリア（バルブ設置エリア）に設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することでエリア内の火災をもれなく確実に感知し、設計基準②を満足する設計とする。

b. 設計基準を満足できる理由

各脱塩塔室における排気ダクト及び開口部の配置状況を第 3-11-4 表に示す。いずれの脱塩塔室も排気ダクトの排気口より十分に離れた位置となる壁面に開口部があるため、火災による煙及び熱は壁面の開口部から隣接エリア（バルブ設置エリア）に流出すると考えられる。

火災感知の成立性を確認するため、比較的放射線量が低く立ち入り可能な類似構造の部屋を用い、煙発生装置による開口部からの煙流動に関する現地検証試験を実施した。（別紙参照）

その結果、排気ダクトからの排気の流れはあるものの、煙が壁面の開口部を通じて隣接エリアに流れることが確認できたことから、エリア内で火災が発生した場合は、時間の経過とともに壁面の開口部から隣接エリア（バルブ設置エリア）に煙が流出するといえる。また、熱についても煙と同様の流れになると考える。

以上より、各脱塩塔室で発生する火災は、隣接エリアのバルブ設置エリアに設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器を兼用することで感知することが可能である。

なお、火災規模が小さく煙及び熱が全て排気ダクトから排気される場合は、補助建屋排気ファンにより排気筒を通して屋外に排出されるため、火災による影響を限定することが可能である。

第 3-11-4 表 各脱塩塔室における排気ダクト及び開口部の配置状況

ユニット	エリア名	開口部の状況	天井高さ [m]	排気ダクト				壁面開口部		天井面の開口部	感知器を兼用する隣接エリア
				排気口高さ [m]	断面積 [m ²]	風量 [m ³ /s]	風速 [m/s]	最上部の開口高さ [m]	断面積計 [m ²]	断面積計 [m ²]	
高浜 3号機 (4号機も同様)	⑮ 使用済燃料ピット脱塩塔室	壁面のみに開口部あり	6.0	3.9	0.0314	0.11	4.5	5.5	1.056	天井面に開口部なし	隣接バルブ室等
	⑯ 冷却材陽イオン脱塩塔室		6.0	3.9	0.0177	0.05	3.6	5.5	1.041		隣接バルブ室等
	⑰ Aほう酸回収装置混床式脱塩塔室		6.0	4.5	0.0177	0.056	3.3	5.5	1.144		隣接バルブ室等
	Bほう酸回収装置混床式脱塩塔室		6.0	4.5	0.0177	0.056	3.3	5.5	1.081		隣接バルブ室等
	⑱ A冷却材混床式脱塩塔室		6.0	4.5	0.0177	0.056	3.3	5.5	1.105		隣接バルブ室等
	B冷却材混床式脱塩塔室		6.0	4.5	0.0314	0.056	2.2	5.5	0.125		隣接バルブ室等
	⑲ A再生熱イオン交換器室		6.0	4.5	0.0177	0.053	3.1	5.5	1.346		隣接バルブ室等
	B再生熱イオン交換器室		6.0	4.5	0.0177	0.053	3.1	5.5	1.235		隣接バルブ室等
	C再生熱イオン交換器室		6.0	4.5	0.0177	0.053	3.1	5.5	1.227		隣接バルブ室等
	D再生熱イオン交換器室		6.0	4.5	0.0314	0.053	2.1	5.5	1.205		隣接バルブ室等

各脱塩塔室を含む火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等及び放射性物質を貯蔵する機器等が設置されているが、原子炉の安全停止に必要な機器等は既許可から変更のない1時間の耐火能力を有する隔壁等による分離、並びに、火災感知設備及び自動消火設備による系統分離対策が実施されている。また、放射性物質が漏えいした場合でも建屋をバウンダリとした当該火災区画外にある廃液処理系統及び換気空調系統により管理区域外への放射性物質の放出が防止できる。また、重大事故等対処施設は設置されていない。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動に繋げ、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにするとともに、同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができるため、設計基準②を満足していると評価する。

各脱塩塔室の感知器配置及び火災時の煙及び熱の流れを第 3-11-12 図及び第 3-11-13 図に示す。

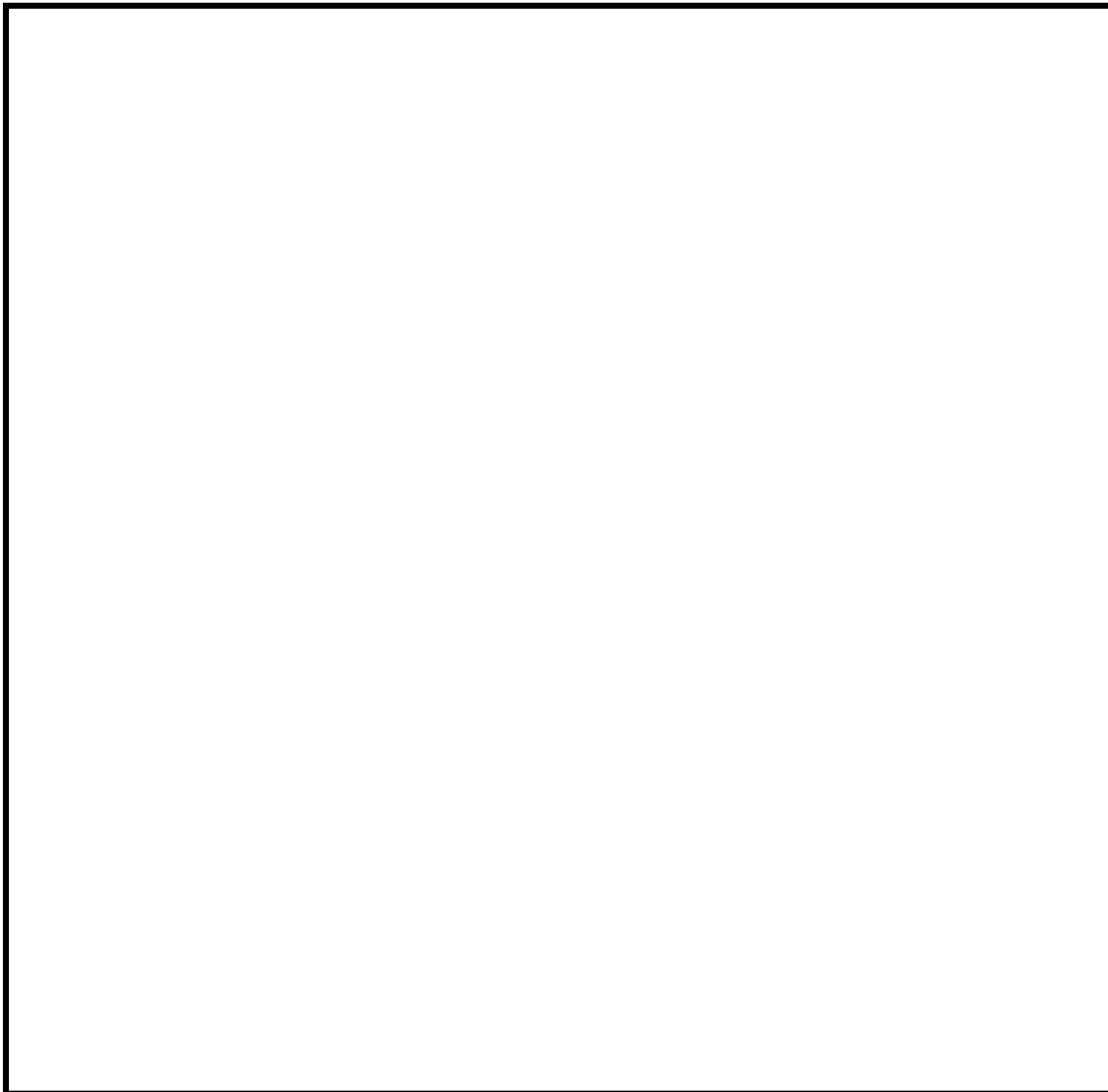


第 3-11-12 図 各脱塩塔室の感知器配置図（平面図）（1/2）



第 3-11-12 図 各脱塩塔室の感知器配置図（平面図）（2/2）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-11-13 図 火災時の各脱塩塔室の煙及び熱の流れ（断面図）

以 上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3・12 アニュラス及び燃料取替用水タンクエリアの火災感知器設計について

本資料は、アニュラス及び燃料取替用水タンクエリアの火災感知器の設計を説明する。

火災防護審査基準における火災区域、区画の設定において、高浜 3 号機及び高浜 4 号機それぞれのアニュラス及び燃料取替用水タンクエリアはそれぞれ 1 つの火災区画として設定している。

今回、火災感知器の設計にあたっては、その環境条件及び機器の設置条件等を踏まえて個別に火災感知器の設計を行う。

3・12・1 アニュラスの概要

アニュラスは、原子炉格納容器と外部しゃへい建屋の間の空間であり、原子炉格納容器電気配線貫通部が下部に存在している。また、天井高さは床面から **20m** 以上の場所である。

3・12・2 アニュラスの火災感知器設計

アニュラスの環境条件をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

イ．設置する感知器等

アニュラスの環境条件等を踏まえ、使用する火災感知器の検討結果を第 3・12・1 表に示す。第 3・12・1 表のとおり、高天井エリアにおいては、様々な感知器等が使用可能であるが、アニュラスの現場施工性を考慮して、**1 種類目はアナログ式の煙感知器を選定し、2 種類目は最上部のグレーチング面（グレーチング階段及び踊り場を除く。以下同じ。）から天井面までの高さが 8m 未満であることを踏まえ、最上部のグレーチング面を含め、天井面から 8m 未満の範囲にあるグレーチング面の監視にはアナログ式の熱感知器を選定し、それより下層の床面又はグレーチング面の監視にはアナログ式でない炎感知器を選定する設計とする。**

ロ．感知器等の選択理由及び設置方法

アニュラスは天井高さが床面から **20m** 以上のエリアであり、炎感知器の設置は可能であるが、煙感知器と熱感知器は取付面の高さが消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ以上のため、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号イにより設置することが適切ではないため、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を満足する方法で設置することができない。

従って、**1 種類目のアナログ式の煙感知器は、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置する設計とする。ここで、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所と**

は、感知器の設置及び保守点検に懸念がないエリア内の最も高い場所（天井面）並びに床面又はグレーチング面から **20m** 未満の高さとなる場所とし、人が寄り付き可能かつ感知器取付可能な範囲で天井面にアナログ式の煙感知器を設置するとともに、床面及びグレーチング面を網羅的に監視できるよう煙感知器を設置することにより火災を感知し、設計基準②を満足する設計とする。

2種類目の感知器として、アナログ式の熱感知器は最上部のグレーチング面を含め、天井面から **8m** 未満の範囲にあるグレーチング面を網羅的に監視できるよう天井面に消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置し、アナログ式でない炎感知器はそれより下層の床面及びグレーチング面を網羅的に監視できるよう消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置する設計とする。

ハ．感知器等の設置場所について

アニュラスの天井高さは **20m** 以上であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項に規定される高さ以上であるが、天井面への感知器の設置及び保守点検は可能であり、火災により発生した煙が上昇し、天井面に煙が溜まる場合は感知できることから、人が寄り付き可能かつ感知器取付可能な範囲で天井面に煙感知器を設置する設計とする。また、床面又はグレーチング面から **20m** 未満の高さとなる場所に煙感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項七に準じ、水平距離 **30m**（中心角約 **90°** 相当）につき **1** 個以上設置する設計とする。

アニュラスに設置する火災感知器の配置図を第 3-12-1 図に示す。

ニ．設計基準を満足できる理由

プラント運転中はアニュラス空気浄化ファンは常時停止しており、サーベランス時及びプラント事故時のみ運転し、アニュラス空気浄化フィルタユニットを通してアニュラス内で空気を循環する運用となっている。また、プラント停止中においてもアニュラス空気浄化ファンは常時停止しており、アニュラス内を外気により換気するため必要に応じて運転する運用となっている。

プラント運転中及びプラント停止中にアニュラス内で火災が発生した場合は、通常アニュラス空気浄化ファンは停止しているため、火災の感知において換気による空気の流れにより影響を受けることはない。

なお、アニュラス空気浄化ファンの運転中にアニュラス内で火災が発生した場合は、火災による煙及び熱は攪拌・希釈されるが、壁で囲まれ流路が制限されていることから流路上に設置する煙感知器及び天井面に設置する熱感知器で感知し、炎については炎感知器により感知が可能である。

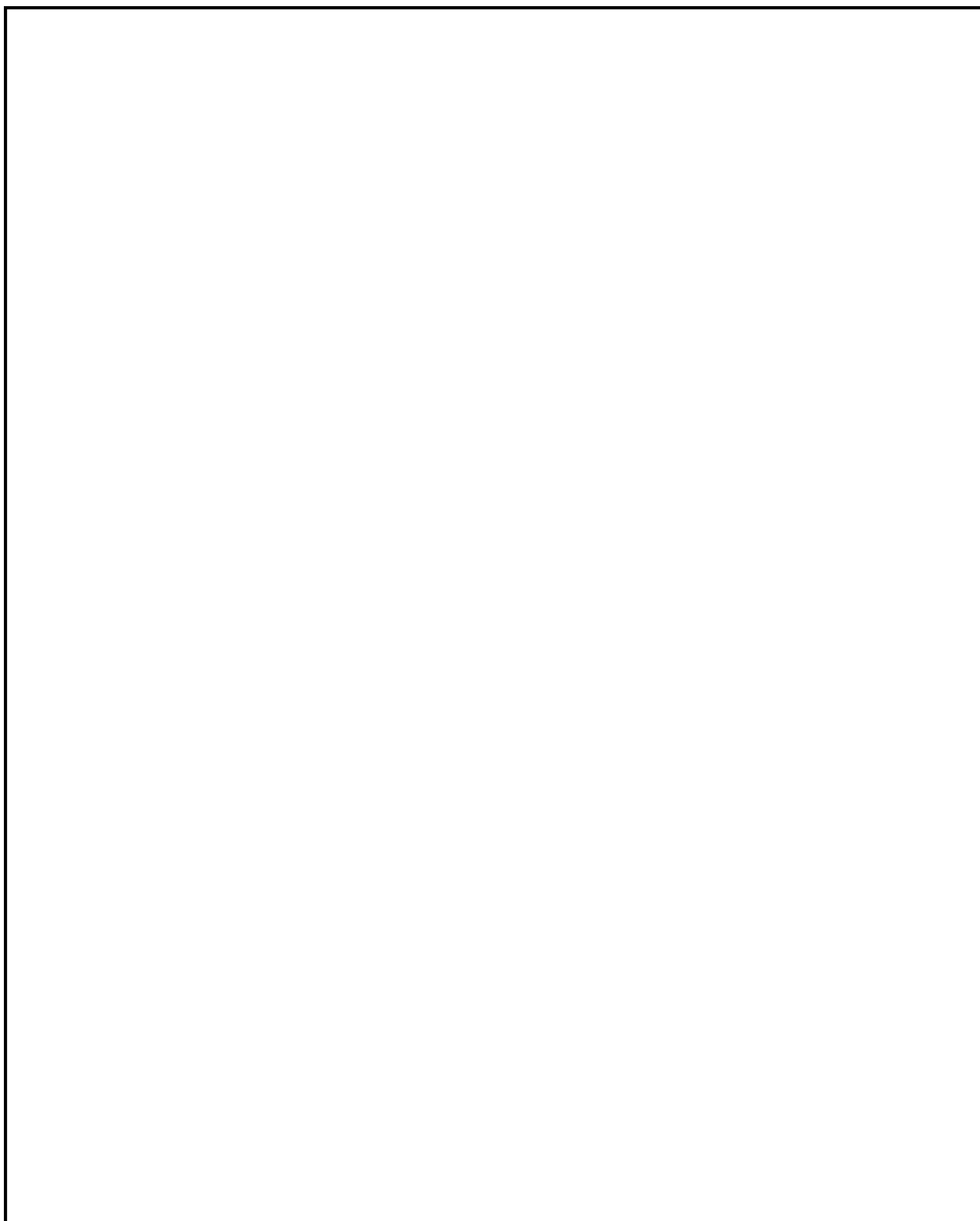
以上より、くん焼段階の無炎火災はアナログ式の煙感知器により感知し、煙の少ない有炎火災は床面又はグレーチング面を網羅的に監視できるよう設置するアナログ

式の熱感知器及びアナログ式でない炎感知器により感知することで、当該エリアの火災をもれなく確実に感知できる。

アニュラスの火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設は設置されていない。

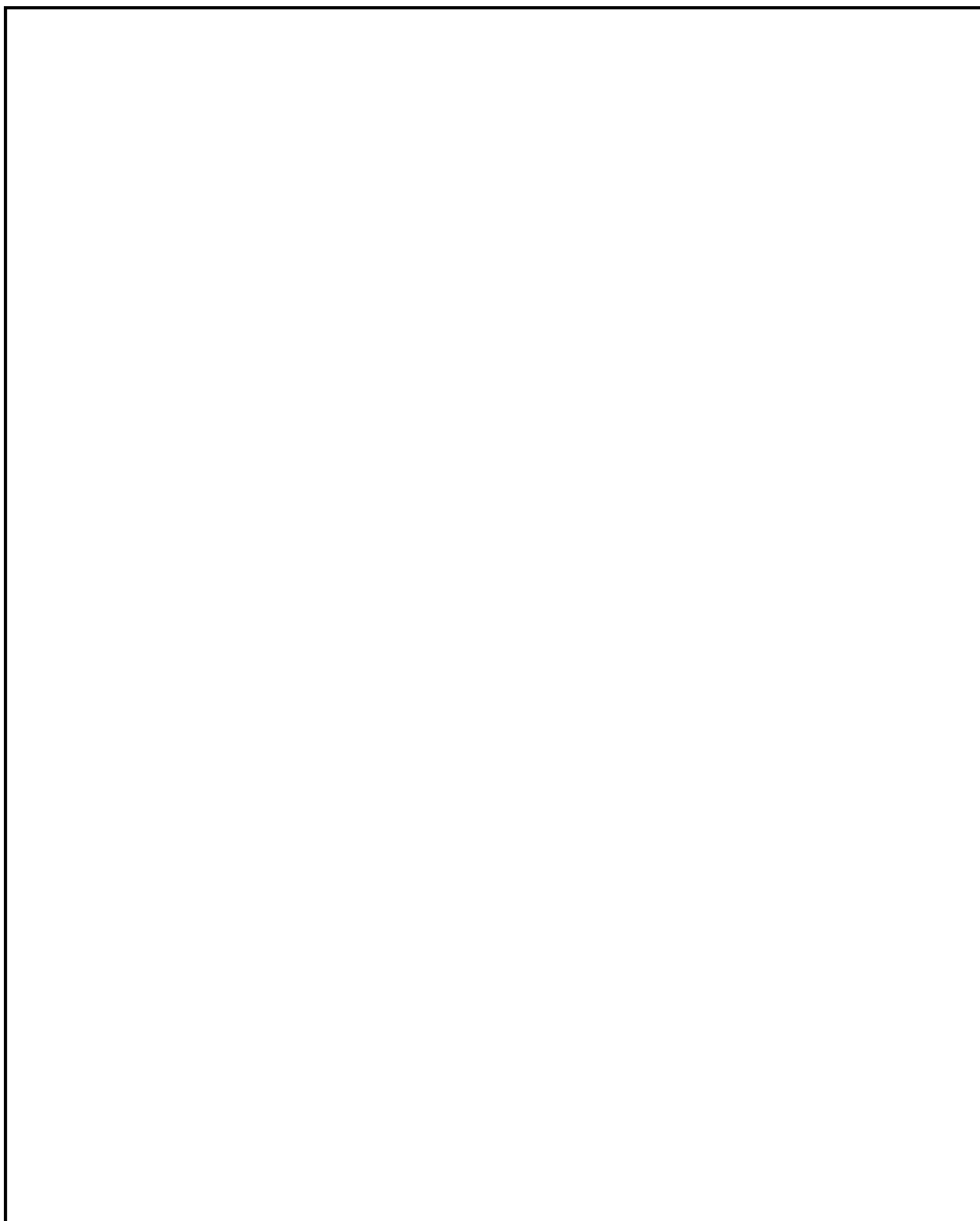
上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動につなげ、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにするとともに、同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができるため、設計基準②を満足していると評価する。

なお、天井面以外のアナログ式の熱感知器及び天井面から 8m 未満の範囲にあるグレーチング面の上部に設置されているアナログ式でない炎感知器は自主設置とする。



第 3-12-1 図 アニュラスの火災感知器の配置図（高浜 3 号機）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



第 3-12-1 図 アニュラスの火災感知器の配置図 (高浜 4 号機)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-12-3 燃料取替用水タンクエリアの概要

燃料取替用水タンクエリアは、四方を壁に囲まれたエリアであり、燃料取替用水タンク及び電源盤が存在している。また、天井高さは床面から 20m 以上の場所である。

3-12-4 燃料取替用水タンクエリアの火災感知器設計

燃料取替用水タンクエリアの環境条件をもとにそれぞれの火災感知器の選定、設計の考え方について説明する。

イ．設置する感知器等

燃料取替用水タンクエリアの環境条件等を踏まえ、使用する火災感知器の検討結果を第 3-12-2 表に示す。第 3-12-2 表のとおり、高天井エリアにおいては、様々な感知器等が使用可能であるが、燃料取替用水タンクエリアの現場施工性を考慮して、1 種類目はアナログ式の煙感知器を選定し、2 種類目はアナログ式でない炎感知器を選定する。

ロ．感知器等の選択理由及び設置方法

燃料取替用水タンクエリアは天井高さが床面から 20m 以上のエリアであり、炎感知器の設置は可能であるが、煙感知器と熱感知器は取付面の高さが消防法施行規則第 23 条第 4 項で規定される高さ以上のため、消防法施行規則第 23 条第 4 項第一号イにより設置することが適切ではないため、火災防護審査基準 2.2.1(1)②に定められた方法又は設計基準①を満足する方法で設置することができない。

従って、1 種類目のアナログ式の煙感知器は、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所に設置する設計とする。ここで、煙の流路上で有効に火災を感知できる場所とは、感知器の設置及び保守点検に懸念がないエリア内の最も高い場所（天井面）並びに床面又はグレーチング面（グレーチング階段及び踊り場を除く。以下同じ。）から 20m 未満の高さとなる場所とし、これらの場所に床面及びグレーチング面を網羅的に監視できるようアナログ式の煙感知器を設置することにより火災を感知し、設計基準②を満足する設計とする。

2 種類目の感知器として、アナログ式の熱感知器は最上部のグレーチング面を含め、天井面から 8m 未満の範囲にあるグレーチング面を網羅的に監視できるよう天井面に消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置し、アナログ式でない炎感知器はそれより下層の床面及びグレーチング面を網羅的に監視できるよう消防法施行規則第 23 条第 4 項に基づき設置する設計とする。

燃料取替用水タンクエリアの概略図を第 3-12-2 図に示す。

ハ．感知器等の設置場所について

燃料取替用水タンクエリアの天井高さは 20m 以上であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項に規定される高さ以上であるが、エリア内の天井面へのアナログ式の煙感知器の設置及び保守点検は可能であり、火災により発生した煙が上昇し、天井面に煙が溜まる場合は感知できることから、**煙感知器**を天井面に設置する設計とする。また、煙感知器の設置にあたっては、取付面の高さ以外は消防法施行規則第 23 条第 4 項七に準じ、梁等の配置を考慮し、75m²につき 1 個以上設置する設計とする。

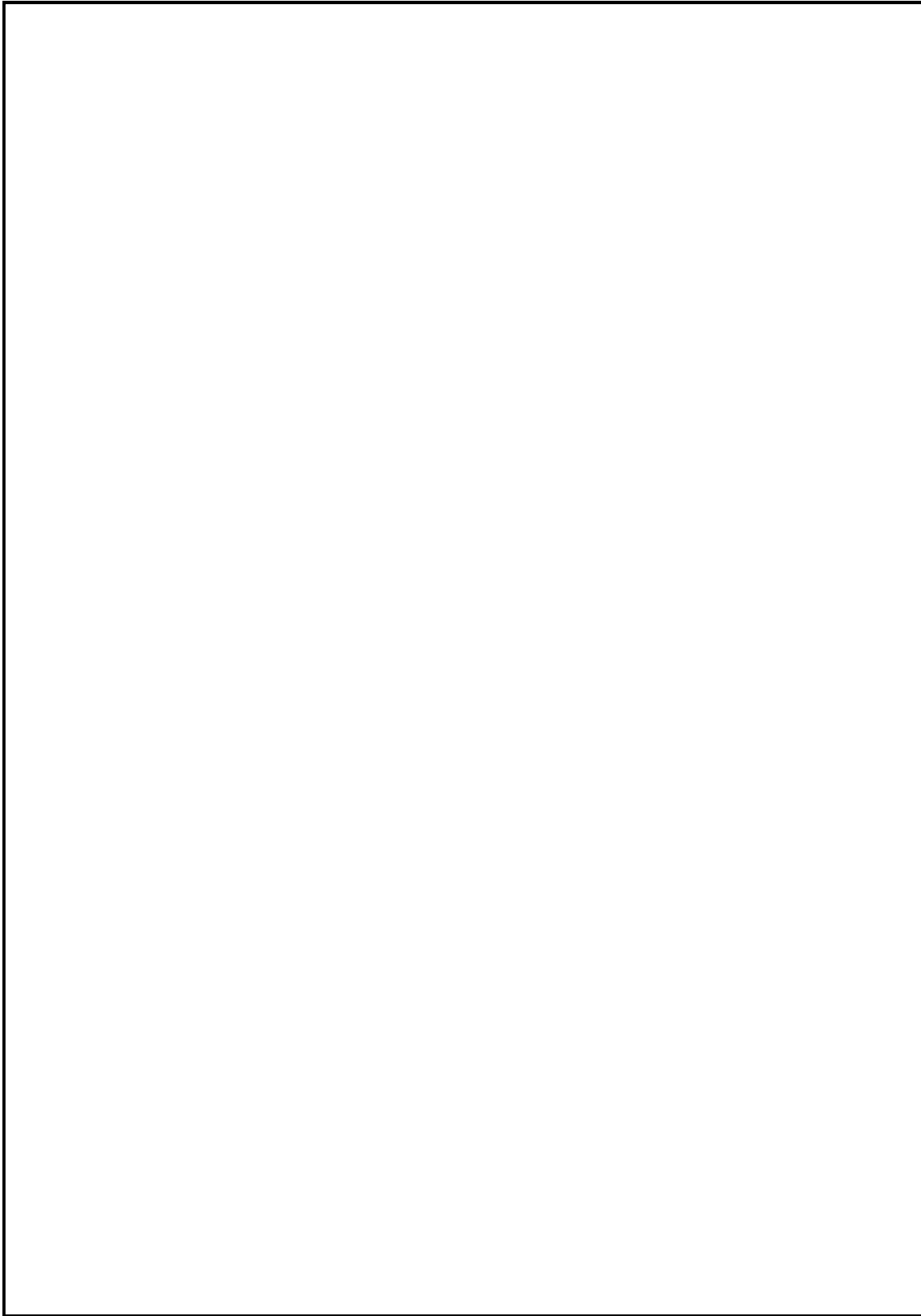
燃料取替用水タンクエリアの火災感知器の概略図を第 3-12-2 図に示す。

ニ．設計基準を満足できる理由

燃料取替用水タンクエリアの火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質を貯蔵する機器等及び重大事故等対処施設は設置されていない。

上記を踏まえ、当該エリアで発生した火災を同一火災区画内に設置する感知器でもれなく確実に感知することにより、既工認から設計に変更のない初期消火活動につなげ、同一火災区画内に火災の影響を限定することで、同一火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにするとともに、同一火災区画内において設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が火災により損なわれないようにすることができるため、設計基準②を満足していると評価する。

なお、**天井面以外のアナログ式の熱感知器及び天井面から 8m 未満の範囲にあるグレーチング面よりも上部**に設置されているアナログ式でない炎感知器は自主設置とする。



第 3-12-2 図 燃料取替用水タンクエリアの火災感知器の設置位置及び煙感知器と開口部

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-13 海水管トレンチ室の火災感知器設計について

本資料は、海水管トレンチ室に設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜 3 号機及び高浜 4 号機の海水管トレンチ室はそれぞれ 1 つの火災区域として設定している。

今回、火災感知器の設計にあたっては、個別に火災感知器の設計を行う。

3-13-1 海水管トレンチ室の概要

海水管トレンチ室は、トレンチ内に海水管が敷設されているエリアである。また、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではないエリアである。

今回、火災感知器の設計にあたり、異なる 2 種類の火災感知器を屋内に準じて 3-13-2 項のとおり設計する。

海水管トレンチエリアの火災感知器設置概要図を第 3-13-1 図に示す。

3-13-2 海水管トレンチ室の火災感知器設計

海水管トレンチ室内における、それぞれの火災感知器の選定、誤作動防止及び設置の考え方について説明する。

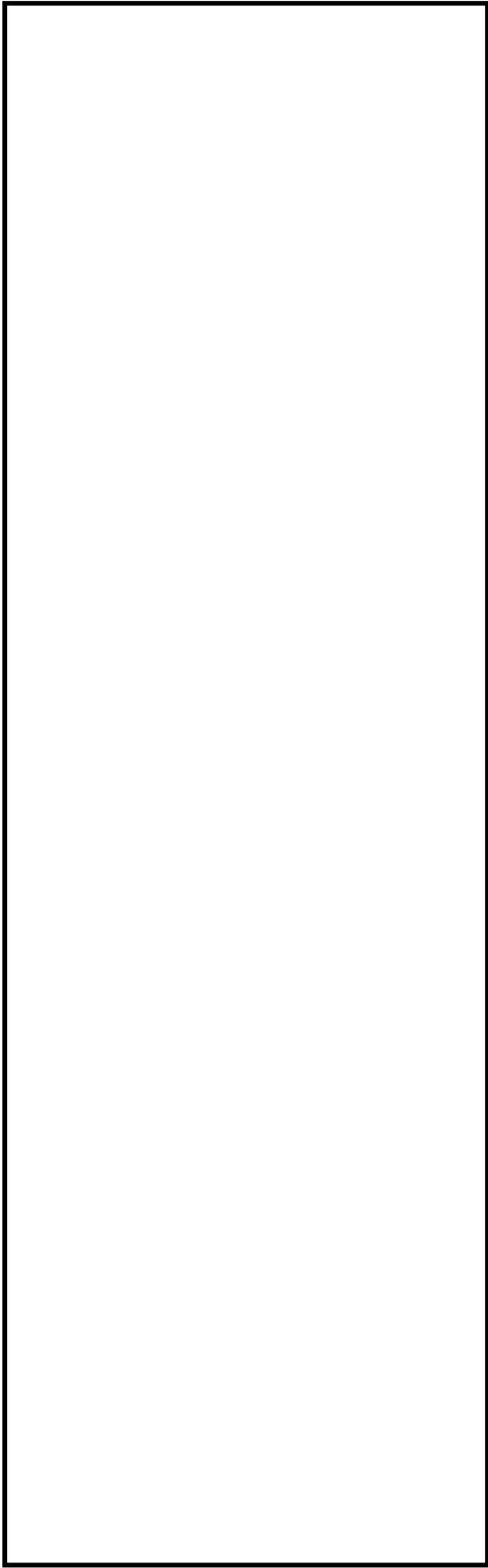
(1) 火災感知器の選定及び誤作動防止

海水管トレンチ室は、考慮すべき環境条件がないことから、アナログ式の煙感知器を選択する設計とする。また、海水管トレンチ室内は水蒸気が多量に滞留する場所ではないが、誤作動防止の観点から念のため、アナログ式の防水型の熱感知器を選択する設計とする。

アナログ式の煙感知器は、塵埃及び水蒸気の影響を受けない場所に設置することで、誤作動を防止する設計とする。また、アナログ式の防水型の熱感知器は、作動温度を周囲温度より高い温度で動作するものを選定することで、誤作動を防止する設計とする。

(2) 火災感知器の設置

海水管トレンチ室は、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではない場所であるが、選択したアナログ式の煙感知器及びアナログ式の防水型の熱感知器をトレンチ内に屋内に準じて設置する設計とする。



第 3-13-1 図 海水管トレンチ室の火災感知器設置概要図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3-14 復水タンクエリアの火災感知器設計について

本資料は、復水タンクエリアに設置する火災感知器の設計について説明する。

火災防護審査基準に照らして、火災区域、区画の設定において、高浜 3 号機及び高浜 4 号機の復水タンクエリアは 1 つの火災区域として設定している。

3-14-1 復水タンクエリアの概要

復水タンクエリアは、火災防護上重要な機器である復水タンクが設置される屋外エリアである。

なお、復水タンクエリアは屋外であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象外であり、今回のバックフィットの対象ではない。

3-14-2 復水タンクエリアの火災感知器設計

エリアの環境条件及び設備の設置状況等をもとに火災感知器の設計の考え方について説明する。消防法施行規則第 23 条第 4 項の適用対象ではない屋外は、火災防護上重要な機器等、重大事故等対処施設及び発火源となり得る設備を全体的に監視できるよう感知器等を設置する設計とする。

なお、当該設計は再稼働時の既工認（高浜発電所第 3 号機：平成 27 年 8 月 4 日付け原規規発第 1508041 号、高浜発電所第 4 号機：平成 27 年 10 月 9 日付け原規規発第 1510091 号にて認可）から変更はない。

(1) 火災感知器の設計

屋外の環境条件等を踏まえ、使用する火災感知器の検討結果を第 3-14-1 表に示す。第 3-14-1 表のとおり、復水タンクエリアにおいては、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難であることを踏まえ、アナログ式でない防水型の炎検出装置、アナログ式の防水型の熱感知器、アナログ式でない防水型の熱感知器又は熱サーモカメラから異なる 2 種類を使用することが可能であることから、1 種類目はアナログ式の防水型の熱感知器を選定し、2 種類目はアナログ式でない防水型の炎検出装置を選定する設計とする。

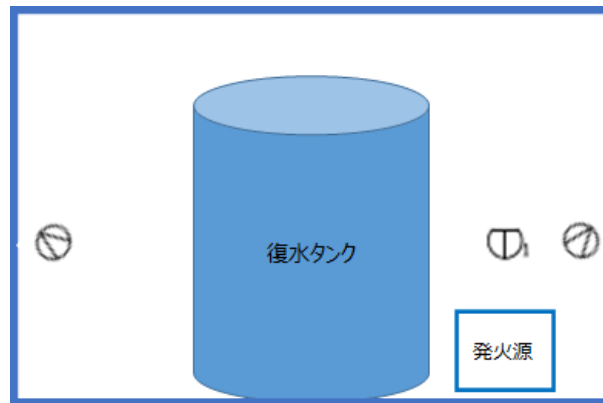
(2) 火災感知器の選定理由及び設置方法

火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に該当する復水タンクがあるが、これらのタンクは金属製であり、内部が水で満たされていることから、火災により必要な機能が損なわれるおそれはない。

従って、1 種類目のアナログ式の防水型の熱感知器及び2 種類目のアナログ式でない防水型の炎検出装置は、発火源となり得る設備である電動弁の近傍に設置する設計とする。

復水タンクエリアの火災感知器設置概要図を第 3・14・1 図、火災感知器配置図を第 3・14・2 図に示す。

なお、アナログ式でない防水型の炎検出装置の感知性能については、火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令 17 条の 8（炎感知器の感知性能）に基づき確認を行い、消防法施行規則に基づく炎感知器と同等の性能であることを確認している。（詳細は補足説明資料 1・3 を参照）

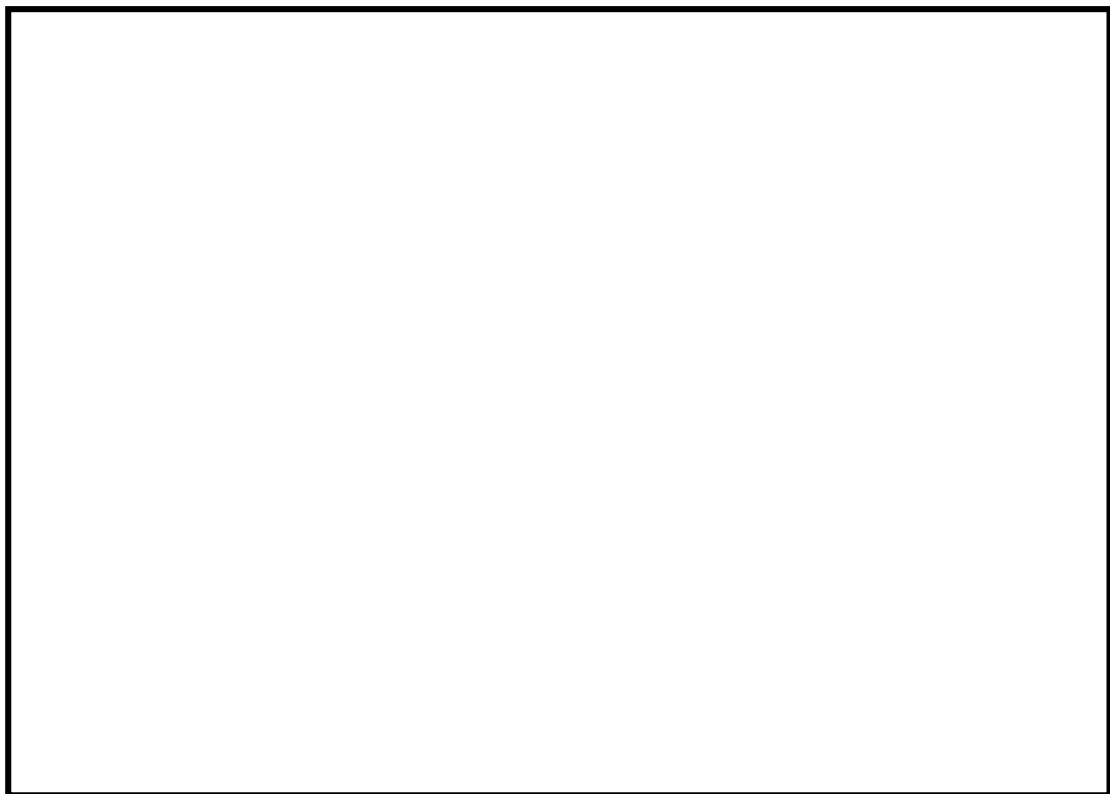


① : アナログ式の防水型の熱感知器

② : アナログ式でない防水型の炎検出装置

発火源 : SG補給用仮設中圧ポンプ

第 3-14-1 図 復水タンクエリアの火災感知器設置概要図



第 3-14-2 図 復水タンクエリアの火災感知器配置図

以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

4. 火災受信機盤に係るもの

4-1 火災受信機盤の機能について

火災感知設備のうち火災受信機盤は、中央制御室において常時監視できる設計としており、火災が発生していない平常時には、火災が発生していないこと及び火災感知設備に異常がないことを火災受信機盤で確認する設計としている。火災が発生していないこと及び火災感知設備に異常がないことは、各火災感知器のアナログ情報や警報情報等（以下、「アナログ情報等」という。）の中央制御室内の各火災受信機盤での受信等により確認している。本項では、中央制御室内の各火災受信機盤で適切に監視する設計について説明する。

4-1-1 中央制御室内の各火災受信機盤で適切に監視できる設計について

原子炉格納容器、原子炉補助建屋、燃料取扱建屋、制御建屋、中間建屋、廃棄物処理建屋（以下、「本館建屋」という。）における火災感知器のアナログ情報等の監視は、感知器増設に伴う火災受信機盤（自火報盤）のアドレス数増加に対応するため、B中央制御室に火災受信機盤（自火報盤）を1台増設し、既設の1台と合わせて計2台の火災受信機盤（自火報盤）により、B中央制御室内で本館建屋のアナログ情報等を監視する設計とする。

緊急時対策所、固体廃棄物貯蔵庫等の本館建屋以外の附属建屋（以下、「附属建屋」という。）における火災感知器のアナログ情報等は、A中央制御室に設置されている火災受信機盤（総合操作盤）（1・2・3・4号機共用）により、消火責任のあるA中央制御室で監視する設計とする。各附属建屋は、それぞれの附属建屋内に設置している火災受信機盤（自火報盤）で当該区画の火災感知器のアナログ情報等を受信しており、その情報を火災受信機盤（総合操作盤）（1・2・3・4号機共用）へ伝送することで、A中央制御室で監視する設計とする。

特重建屋における火災感知器のアナログ情報等は、B中央制御室に設置されている火災受信機盤（メッセージ表示器）（3・4号機共用）によりB中央制御室で監視する設計とする。

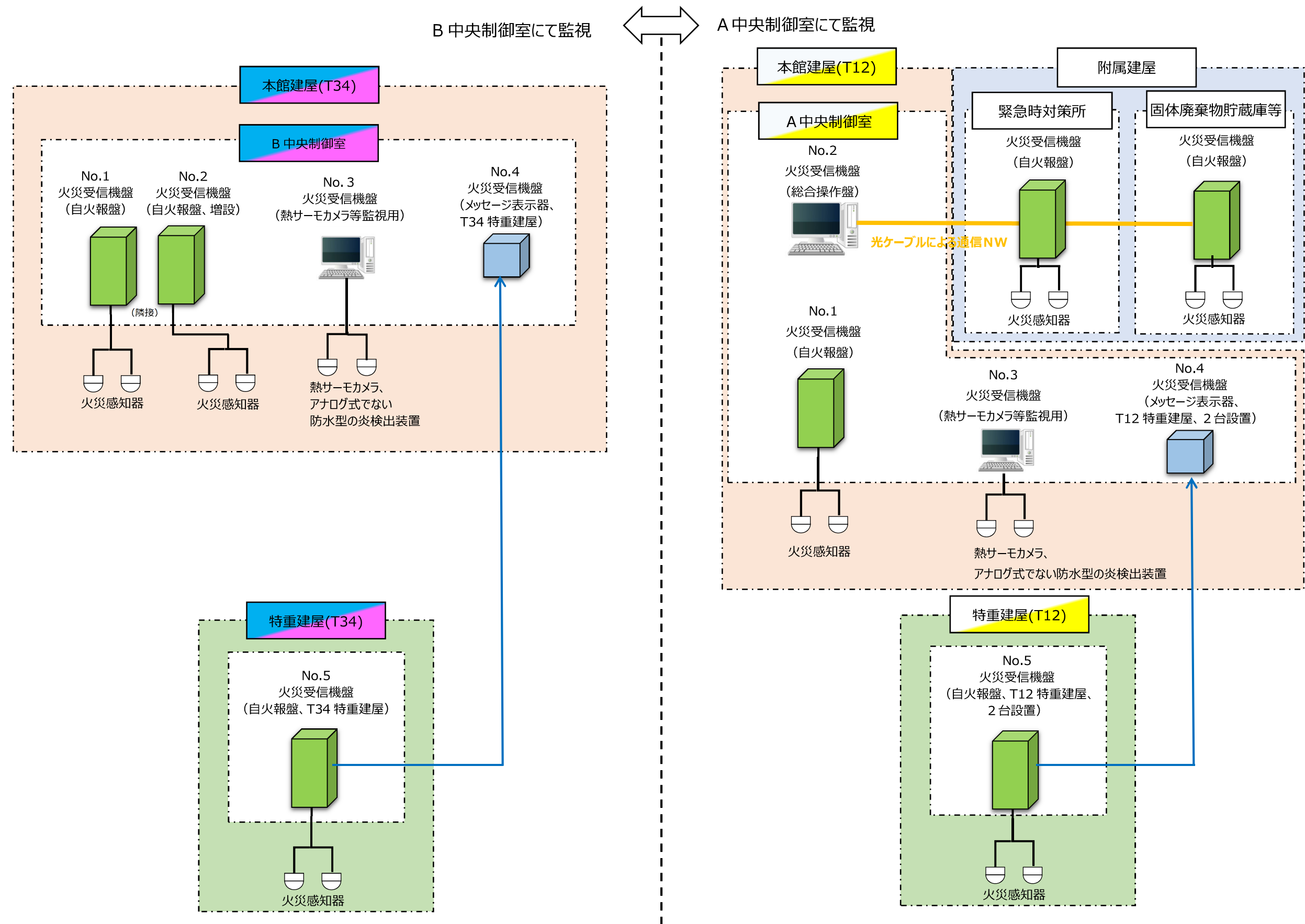
熱サーモカメラ及びアナログ式でない防水型の炎検出装置の監視については、既設の専用の火災受信機盤（熱サーモカメラ等監視用）により、B中央制御室で監視する設計とする。

中央制御室内の各火災受信機盤の用途について第4-1-1表に整理し、各火災受信機盤の概略系統図を第4-1-1図に示す。

また、基本設計方針に記載している火災受信機盤に対応する火災受信機盤を第4-1-2表に示す。

第 4-1-1 表 B 中央制御室内の各火災受信機盤の整理表

No.	名称	既設／新設（理由）と 監視範囲監視範囲	備考
1	火災受信機盤 （自火報盤） （1・2・3・4 号機共用）	（1）既設 （2）監視範囲：本館建屋	・構造計画は、既工認の耐震計 算書に記載
2	火災受信機盤 （自火報盤、増設） （1・2・3・4 号機共用）	（1）新設（理由：感知器増設 に伴う受信機盤のアドレス数 増加に対応するために増設） （2）監視範囲：本館建屋	・構造計画は、本設工認申請の 資料4別添1－2－2第2-1表 「火災受信機盤」に記載
3	火災受信機盤 （熱サーモカメラ 等監視用）（1・ 2・3・4号機共 用）	（1）既設 （2）監視範囲：屋外の熱サー モカメラ、アナログ式でない防 水型の炎検出装置	・既設であり、構造計画は、既 工認の耐震計算書に記載
4	火災受信機盤 （メッセージ表示 器、T34 特重建屋） （3・4号機共用）	（1）既設 （2）監視範囲：特重建屋	・構造計画は、既工認（特重） の耐震計算書に記載



第 4-1-1 図 各中央制御室における火災受信機盤の概略系統図

第4・1・2表 基本設計方針に記載している火災受信機盤に対応する火災受信機盤

	基本設計方針に記載している 火災受信機盤	対応する火災受信機盤
高浜 3， 4 号機	1 ・ 2 ・ 3 ・ 4 号機共用、 3 号機に設置	T34 No.1火災受信機盤（自火報盤） T34 No.2火災受信機盤（自火報盤、増設） T34 No.3火災受信機盤（熱サーモカメラ等 監視用）
	1 号機設備、 1 ・ 2 ・ 3 ・ 4 号機共用、 1 号機に設置	T12 No.1火災受信機盤（自火報盤） T12 No.2火災受信機盤（総合操作盤）

4-1-2 所内常設直流電源設備（第3系統目）を設置する火災区域又は火災区画における火災受信機盤の設計について

重大事故等対処設備である所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する火災区域又は火災区画のうち、本館建屋の火災区域又は火災区画は、前項のとおり、**B** 中央制御室に設置する計2台の火災受信機盤（自火報盤）によりアナログ情報等を監視する設計としている。

また、所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する火災区域又は火災区画のうち、特重建屋の火災区域又は火災区画は、に設置されている既設の火災受信機盤によりアナログ情報等を監視する設計としており、本申請においてその設計に変更はない。なお、所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する特重建屋の火災区域又は火災区画における火災感知器の動作状況は**B** 中央制御室においても確認することが可能な設計としている。

所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する火災区域又は火災区画を監視する各火災受信機盤について第4-1-3表に整理する。

第4-1-3表 所内常設直流電源設備（3系統目）を設置する火災区域又は火災区画を監視する各火災受信機盤

No.	名称	既設／新設（理由）と監視範囲監視範囲	備考
1	火災受信機盤 （自火報盤） （1・2・3・4号機共用）	（1）既設 （2）監視範囲：本館建屋	・構造計画は、既工認の耐震計算書に記載
2	火災受信機盤 （自火報盤、増設） （1・2・3・4号機共用）	（1）新設（理由：感知器増設に伴う受信機盤のアドレス数増加に対応するために増設） （2）監視範囲：本館建屋	・構造計画は、本設工認資料4別添1-2-2第2-1表「火災受信機盤」に記載
4	火災受信機盤 （メッセージ表示器、 T34 特重建屋）（3・4号機共用）	（1）既設 （2）監視範囲：特重建屋	・構造計画は、既工認（特重）の耐震計算書に記載
5	火災受信機盤 （自火報盤、 T34 特重建屋） （3・4号機共用）	（1）既設 （2）監視範囲：特重建屋	・構造計画は、既工認（特重）の耐震計算書に記載

以上

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(参考)

火災受信機盤の受電元となる非常用電源の容量について

各火災受信機盤は、非常用電源から受電できる設計としていることから、電源容量の観点から受電が可能か確認するため、第 4-1-4 表に各非常用電源の電源容量、DB/SA 事象への対応に必要な負荷容量及び空き容量、第 4-1-5 表に火災受信機盤の定格負荷を整理した。

表 4-1-4 表 各非常用電源の容量

	高浜 3 号機			高浜 4 号機		
	ディーゼル発電機	(SA) 代替電源		ディーゼル発電機	(SA) 代替電源	
		空冷式非常用発電装置	電源車		空冷式非常用発電装置	電源車
電源容量 (kW)	5,400	2,920	488	5,400	2,920	488
負荷容量 (kW)	4,822	1,449	191	4,811	1,449	191
空き容量 (裕度) (kW)	578	1,471	297	589	1,471	297

第 4-1-5 表 火災受信機盤の定格容量 (高浜 3 号機、高浜 4 号機)

	定格容量 (kVA)
No.1 火災受信機盤 (自火報盤)	0.35
No.2 火災受信機盤 (自火報盤、増設)	0.33
No.3 火災受信機盤 (熱サーモカメラ等監視用)	2.773
計	3.453

以上より、各非常用電源は、火災受信機盤の負荷容量 (kVA を保守的に kW とみなす。) に対して十分な空き容量を有しているため、火災受信機盤は電源容量の観点でも各非常用電源から受電が可能であると評価できる。

(参考2)

火災受信機盤の蓄電池容量について

各火災受信機盤がディーゼル発電機又は代替電源から電力が供給開始されるまでに必要な容量を有した蓄電池を設ける設計としていることから、非常用電源からの給電までに必要な時間及び蓄電池の設計容量について整理した。

第 4・1・6 表に外部電源喪失時又は全交流動力電源喪失時の非常用電源からの給電に必要な時間を示し、第 4・1・7 表に各火災受信機盤の蓄電池の設計容量を示す。

第 4・1・6 表 外部電源喪失時又は全交流動力電源喪失時の非常用電源からの給電時間

	給電時間
ディーゼル発電機	約 10 秒
代替電源（空冷式非常用発電装置）	約 20 分

第 4・1・7 表 各火災受信機盤の蓄電池の設計容量（高浜 3 号機、高浜 4 号機）

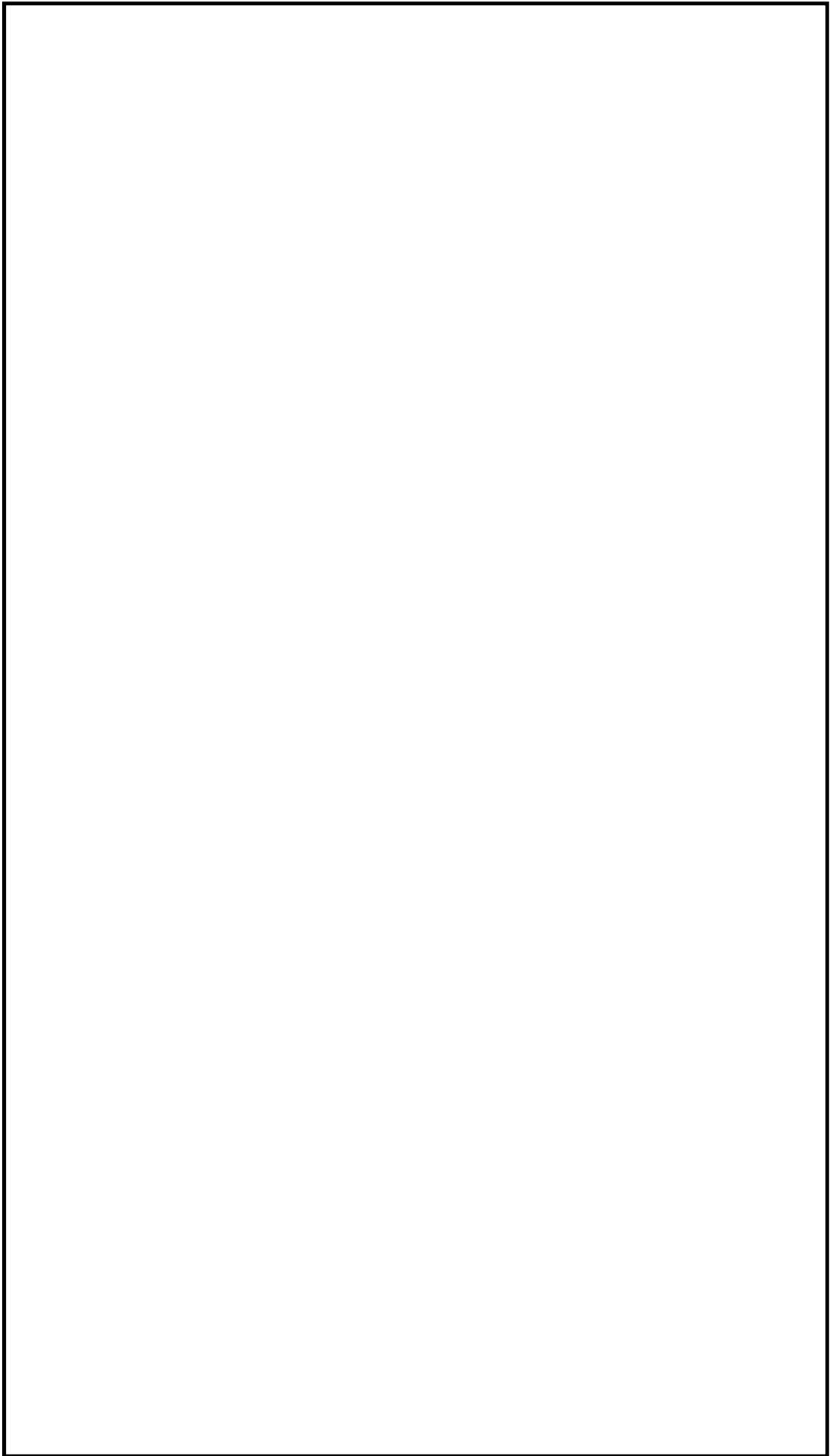
	外部電源喪失を考慮した 蓄電池の設計容量
No. 1 火災受信機盤 （自火報盤）	停電後 60 分
No. 2 火災受信機盤 （自火報盤、増設）	停電後 60 分
No. 3 火災受信機盤 （熱サーモカメラ等監視用）	停電後 82 分

以上より、各火災受信機盤は、ディーゼル発電機又は代替電源から電力が供給開始されるまでに必要な容量を有した蓄電池を有していると評価できる。

以 上



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

5. その他

5・1 本設計及び工事計画の申請範囲について

火災感知器バックフィットの設計及び工事計画の申請にあたり、火災防護設備の基本設計方針における、(1)設計基準対象施設及び重大事故等対処施設(以下「DB 及び SA」という。)に係る設計(1. 1 項)と(2)特定重大事故等対処施設(以下「特重」という。)に係る設計(1. 2 項)は各々別の設計及び工事計画として個別に申請することとし、本設計及び工事計画では DB 及び SA(所内常設直流電源設備(3 系統目)及びその電路を除く。)を設置する火災区域又は火災区画を申請範囲(以下「本設計及び工事計画の申請範囲」という。)としている。第 5・1・1 図に高浜 3 号機における基本設計方針の申請範囲のイメージを示す。

変更前	変更後
び地震後においても、火災防護上重要な機器等の耐震クラス及び重大事故等対処施設の区分に応じて、機能を保持する設計とする。具体的には、機器の構造強度の確認、加振試験又は解析・評価による機能保持の確認結果を踏まえ、火災感知設備及び消火設備全体としての機能が保持される設計とする。	び地震後においても、火災防護上重要な機器等の耐震クラス及び重大事故等対処施設の区分に応じて、機能を保持する設計とする。具体的には、機器の構造強度の確認、加振試験又は解析・評価による機能保持の確認結果を踏まえ、火災感知設備及び消火設備全体としての機能が保持される設計とする。
a. 火災感知設備	(1) 火災感知設備 火災感知設備として、火災感知器(「3 号機設備」、「3・4 号機共用、3 号機に設置」、「1・2・3・4 号機共用、3 号機に設置」(以下同じ。))及び火災受信機盤(「3・4 号機共用、3 号機に設置」、「1・2・3・4 号機共用、3 号機に設置」(以下同じ。))を設置し、火災区域又は火災区画の火災に対し、火災を早期に感知する設計とする。
(a) 火災防護上重要な機器等又は重大事故等対処施設(所内常設直流電源設備(3 系統目)及びその電路を除く。)を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備の設計 ^(注 10)	a. 火災防護上重要な機器等又は重大事故等対処施設(所内常設直流電源設備(3 系統目)及びその電路を除く。)を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備の設計
火災感知設備のうち火災感知器(「3 号機設備」、「3・4 号機共用、3 号機に設置」、「1・2・3・4 号機共用、3 号機に設置」(以下同じ。))は、火災区域又は火災区画における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流の環境条件、予想される火災の性質(急激な温度変化、煙の濃度の上昇、赤外線量の上昇)を考慮し、火災を早期に感知できるよう、固有の信号を発するアナログ式の煙感知	(a) 火災感知器の選定、誤作動の防止及び組合せ 火災感知設備のうち火災感知器は、火災区域又は火災区画における環境条件(放射線の影響、引火性気体の滞留のおそれ、風雨の影響、設備配置)を考慮し、使用可能な感知器及び感知器と同等の機能を有する機器(以下「検出装置」という。)を選定の上、それぞれの感知器及び検出装置(以下「感知器等」という。)について誤作動を防止するための方策を検討し、その中から設置場所ごとに異

変更前	変更後
火災区域又は火災区画の火災感知設備は、自然現象のうち凍結、風水害、地震によっても、機能を保持する設計とする。 屋外に設置する火災感知設備は、外気温度が-10℃まで低下しても使用可能な火災感知器を設置する。 屋外の火災感知設備は、火災感知器の予備を保有し、風水害の影響を受けた場合にも、早期に取替えを行うことにより性能を復旧する設計とする。	火災区域又は火災区画の火災感知設備は、自然現象のうち凍結、風水害、地震によっても、機能を保持する設計とする。 屋外に設置する感知器等は、外気温度が-10℃まで低下しても使用可能なものを設置する。 屋外の火災感知設備は、感知器等の予備を保有し、風水害の影響を受けた場合にも、早期に取替えを行うことにより性能を復旧する設計とする。
(b) 上記(a) 項を除く火災区域又は火災区画の火災感知設備の設計 火災感知設備のうち火災感知器は、火災区域又は火災区画における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流の環境条件、予想される火災の性質(急激な温度変化、煙の濃度の上昇、赤外線量の上昇)を考慮し、火災を早期に感知できるよう、固有の信号を発するアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、アナログ式ではないが、炎が発する赤外線又は紫外線を感知するため、煙や熱が感知器に到達する時間遅れがなく、火災の早期感知に優位性がある炎感知器から異なる種類の火災感知器を組み合わせで設置する設計を基本とする。 アナログ式の煙感知器は蒸気等が充満する場所には設置せず、アナログ式の熱感知器は作動温度を周囲温度より高い温度で作動するものを選定することで、誤作動を防止する設計とする。 アナログ式でない炎感知器の誤作動を防止するため、アナログ式	b. 上記 a. 項を除く火災区域又は火災区画の火災感知設備の設計 変更なし

本設計及び
工事計画の申請範囲

本設計及び
工事計画の申請範囲外

第 5・1・1 図 申請範囲イメージ(1/2)

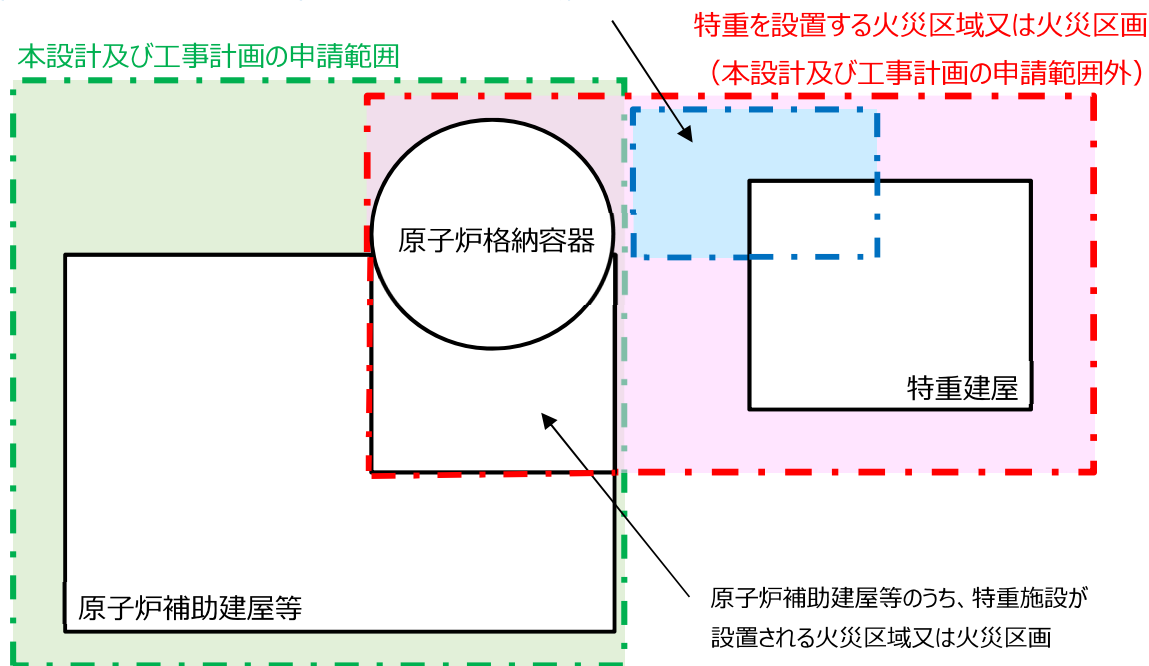
変更前	変更後
	1. 2 特定重大事故等対処施設 (省略)

第 5・1・1 図 申請範囲イメージ(2/2)

所内常設直流電源設備（3 系統目）及びその電路を設置する火災区域又は火災区画のうち、本設計及び工事計画の申請範囲外とした火災区域又は火災区画については、本設計及び工事計画の認可後に変更認可申請を行い、特重を設置する火災区域又は火災区画は別途個別に申請する予定としている。

火災区域又は火災区画の概略図を第 5・1・2 図に示す。

所内常設直流電源設備（3 系統目）及びその電路を設置する火災区域又は火災区画のうち、
本設計及び工事計画の申請範囲外とした火災区域又は火災区画



第 5・1・2 図 火災区域・区画の概略図

本設計及び工事計画の申請範囲としては、原子炉補助建屋、燃料取扱建屋、制御建屋、中間建屋、原子炉格納容器、屋外タンク、海水ポンプ室、空冷式非常用発電装置エリア、燃料油貯油そう、廃棄物処理建屋、固体廃棄物貯蔵庫、固体廃棄物固型化処理建屋、固体廃棄物処理建屋、蒸気発生器保管庫が該当する。

本設計及び工事計画において、原子炉補助建屋の一部の火災区域及び火災区画を変更しているが、原子炉補助建屋以外の火災区域及び火災区画については、平成27年8月4日付け原規規発第1508041号にて認可された高浜発電所第3号機の工事計画及び平成27年10月9日付け原規規発第1510091号にて認可された高浜発電所第4号機の工事計画の火災区域及び火災区画から変更はなく、原子炉補助建屋についても今回要目表を変更している火災区域及び火災区画以外に火災区域及び火災区画の変更はない。

以 上

5・2 条文整理表について

5・2・1 概 要

高浜発電所 3，4 号機においては、火災感知設備設置工事を計画している。

本資料では、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく当該工事計画の手続きを行うにあたり、申請対象が適用を受ける「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」の条文について整理すると共に、適合性の確認が必要となる条文を明確にするものである。

5・2・2 設計及び工事計画認可申請における適用条文の整理結果

火災防護設備のうち火災感知設備における適用条文を整理し、その結果を第 5・2・1 表に示す。

【凡例】

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文

△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文

×：適用を受けない条文

第 5・2・1 表 適用条文の整理結果（火災防護設備のうち火災感知設備）（1／7）

技術基準規則	適用要否 判 断	理 由
設計基準対象施設		
第4 条 設計基準対象施設の地 盤	△	設計基準対象施設である火災防護設備のうち火災感知設備は、本 条文の適用を受けるが、既工事計画において確認された設計内容 に影響を与えないため、審査対象条文とならない。
第 5 条 地震による損傷の防止	○	設計基準対象施設である火災防護設備のうち火災感知設備は、耐 震重要度 C クラスに分類され、それに応じた地震力に耐えうる設 計であることの確認が必要であるため、審査対象条文とする。
第 6 条 津波による損傷の防止	△	設計基準対象施設である火災防護設備のうち火災感知設備は、本 条文の適用を受けるが、防護対象にならず、既工事計画において 確認された設計に影響を与えないため、審査対象条文とならな い。
第 7 条 外部からの衝撃による 損傷の防止	△	設計基準対象施設である火災防護設備のうち火災感知設備は、本 条文の適用を受けるが、防護対象にならず、既工事計画において 確認された設計に影響を与えないため、審査対象条文とならな い。
第 8 条 立ち入りの防止	△	工場等である高浜発電所構内に火災感知設備を設置するため、本 条文の適用を受けるが、既工事計画において確認された設計に影 響を与えないため、審査対象条文とならない。
第 9 条 発電用原子炉施設への 人の不法な侵入等の防 止	△	工場等である高浜発電所構内に火災感知設備を設置するため、本 条文の適用を受けるが、既工事計画において確認された設計に影 響を与えないため、審査対象条文とならない。
第 10 条 急傾斜地の崩壊の防止	△	急傾斜地の崩壊の防止に対する要求であり、高浜発電所は、急傾 斜地崩壊危険区域に指定された箇所がないことから、審査対象条 文とならない。
第 11 条 火災による損傷の防止	○	設計基準対象施設である火災防護設備のうち火災感知設備が、火 災区域及び火災区画の火災を早期に感知できる設計であること を確認する必要があるため、審査対象条文とする。
第 12 条 発電用原子炉施設内 における溢水等による損 傷の防止	△	設計基準対象施設である火災防護設備のうち火災感知設備は、 本条文の適用を受けるが、防護対象とならず、既工事計画にお いて確認された設計に影響を与えないため、審査対象条文とな らない。

第 5・2・1 表 適用条文の整理結果（火災防護設備のうち火災感知設備）（2／7）

技術基準規則	適用要否 判 断	理 由
第 13 条 安全避難通路等	△	設計基準対象施設である火災防護設備のうち火災感知設備は、本条文の適用を受けるが、既工事計画において確認された設計に影響を与えないため、審査対象条文とならない。
第 14 条 安全設備	×	安全設備に対する要求であり、本設備は、安全設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 15 条 設計基準対象施設の機能	○	設計基準対象施設である火災防護設備のうち火災感知設備は、保守点検ができる設計であることを確認する必要があるため、審査対象条文とする。
第 16 条 全交流動力電源喪失対策設備	×	全交流動力電源喪失対策設備に対する要求であり、本設備は、全交流電源喪失対策設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 17 条 材料及び構造	×	設計基準対象施設に属する容器、管、ポンプ、弁等の材料及び構造に対する要求であり、本設備は、設計基準対象施設に属する容器、管、ポンプ、弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 18 条 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	クラス機器等の使用中の亀裂等による破壊の防止に対する要求であり、本設備は、クラス機器等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 19 条 流体振動等による損傷の防止	×	燃料体、反射材等の流体振動等による損傷の防止に対する要求であり、本設備は、燃料体及び反射材並びに炉心支持構造物、熱遮蔽材並びに一次冷却系統に係る容器、管、ポンプ及び弁に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 20 条 安全弁等	×	安全弁等に対する要求であり、本設備は、安全弁等に該当しないため、審査対象条文とならない。

第 5・2・1 表 適用条文の整理結果（火災防護設備のうち火災感知設備）（3／7）

技術基準規則	適用要否 判 断	理 由
第 21 条 耐圧試験等	×	クラス機器及び原子炉格納容器の耐圧試験等に対する要求であり、本設備は、クラス機器及び原子炉格納容器に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 22 条 監視試験片	×	容器の中性子照射による劣化に対する要求であり、本設備は、容器の中性子照射による劣化に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 23 条 炉心等	×	炉心等に対する要求であり、本設備は、炉心等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 24 条 熱遮蔽材	×	熱遮蔽材に対する要求であり、本設備は、熱遮蔽材に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 25 条 一次冷却材	×	一次冷却材に対する要求であり、本設備は、1 次冷却材に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 26 条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備	×	燃料取扱施設や貯蔵施設に対する要求であり、本設備は、燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 27 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	原子炉冷却材圧力バウンダリに対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリに該当しないため、審査対象条文とならない。
第 28 条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等	×	原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・検出装置に対する要求であり、本設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置・検出装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 29 条 一次冷却材処理装置	×	一次冷却材処理装置に対する要求であり、本設備は、1 次冷却材処理装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 30 条 逆止め弁	×	逆止め弁に対する要求であり、本設備は、逆止め弁に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 31 条 蒸気タービン	×	蒸気タービンに対する要求であり、本設備は、蒸気タービンに該当しないため、審査対象条文とならない。
第 32 条 非常用炉心冷却設備	×	非常用炉心冷却設備に対する要求であり、本設備は、非常用炉心冷却設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 33 条 循環設備等	×	循環設備等に対する要求であり、本設備は、循環設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 34 条 計測装置	×	計測装置に対する要求であり、本設備は、計測装置に該当しないため、審査対象条文とならない。

第 5・2・1 表 適用条文の整理結果（火災防護設備のうち火災感知設備）（4／7）

技術基準規則	適用要否 判 断	理 由
第 35 条 安全保護装置	×	安全保護装置に対する要求であり、本設備は、安全保護装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 36 条 反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	反応度制御系統及び原子炉停止系統に対する要求であり、本設備は、反応度制御系統及び原子炉停止系統に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 37 条 制御材駆動装置	×	制御材駆動装置に対する要求であり、本設備は、制御材駆動装置に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 38 条 原子炉制御室等	×	原子炉制御室等に対する要求であり、本設備は、原子炉制御室等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 39 条 廃棄物処理設備等	×	廃棄物処理設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物処理設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 40 条 廃棄物貯蔵設備等	×	廃棄物貯蔵設備等に対する要求であり、本設備は、廃棄物貯蔵設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 41 条 放射性物質による汚染の防止	×	放射性物質による汚染の防止に対する要求であり、本設備は、放射性物質による汚染の防止に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 42 条 生体遮蔽等	×	生体遮蔽等に対する要求であり、本設備は、生体遮蔽等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 43 条 換気設備	×	換気設備に対する要求であり、本設備は、換気設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 44 条 原子炉格納施設	×	原子炉格納施設に対する要求であり、本設備は、原子炉格納施設に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 45 条 保安電源設備	×	保安電源設備に対する要求であり、本設備は、保安電源設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 46 条 緊急時対策所	×	緊急時対策所に対する要求であり、本設備は、緊急時対策所に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 47 条 警報装置等	×	警報装置等に対する要求であり、本設備は、警報装置等に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 48 条 準用	×	補助ボイラー、電気設備等の準用に対する要求であり、本設備は、補助ボイラー、電気設備等に該当しないため、審査対象条文とならない。