

2022年9月20日

**川内原子力発電所第1号機及び第2号機並びに玄海原子力発電所第3号機及び第4号機
設計及び工事の計画の認可申請(火災防護審査基準の改正に伴う基本設計方針の変更)に係る確認事項**

No.	日付	確認事項	回答欄	説明資料	備考
1	8月12日ヒアリング	オペフロの感知器設計について詳細な設置状況が分かるような図面を追加すること。	補足説明資料7-3に第7-3-19図(7-3-33ページ)としてオペレーティングフロアにおける非アナログ式の防爆型の煙感知器の設置状況が確認できる概要図を追加致しました。 本図を含む2.4(1)aを用いて、もれなく確実に感知可能である旨をご説明させていただきます。	説明資料1	
2	8月12日ヒアリング	「保守点検に支障のない箇所」を選定するにあたってどういった懸念があり、設置箇所を選定したのか分かるよう整理して図等を用いて説明すること。	補足説明資料7-3の7-3-34～7-3-36に「原子炉格納容器胴部高所」と「原子炉格納容器頂部」における煙の感知について比較を行った結果を追記致しました。 当該ページにより「原子炉格納容器胴部高所」を設置箇所として選定した理由をご説明させていただきます。	説明資料1	
3	8月25日ヒアリング	煙感知器の設置高さの定義が消防法施行規則第23条4項第二号と記載しているが、一号イドちらが適切な表現であるか検討すること。	アナログ式の煙感知器は1種(消防法施行規則第23条第4項第一号及び第二号における取付面高さの制約:20m未満)の感知器(検定品)を設置可能ですが、一方で、非アナログ式の防爆型の煙感知器については、1種の感知器(検定品)は市場において確認できず、2種(消防法施行規則第23条第4項第二号における取付面高さの制約:15m未満)の感知器(検定品)を設置します。そのため2種の取付面高さの制限を定めている「消防法施行規則第23条4項第二号」と記載致します。	なし	
4	8月25日ヒアリング	「b.消防設備」における記載でハロゲン化物自動消火設備と全域ハロン消火設備をかき分けている理由について説明すること。	ハロゲン化物自動消火設備と全域ハロン消火設備は、消火剤が異なることから名称を分けております。 ハロン1301の代替消火剤であるFK-5-1-12(ハロゲン化物)を消火剤とした消火設備の名称を「ハロゲン化物自動消火設備」とし、当該設備をモニタリングポスト及びモニタリングステーションエリアに設置しております。 一方で、ハロン1301を用いた消火設備の名称は「全域ハロン消火設備」又は「全域ハロン自動消火設備」としており、本館建屋内等の煙の充満等により消火活動が困難な火災区域・火災区画に設置しております。	説明資料2	

火災の感知に係る個別エリア一覧表（川内）

設 計	エリア分類	特徴	個別エリア	関連資料
火 灾 防 護 審 査 基 準 に よ る な イ い 計	高天井エリア	取付面高さが消防法施行規則第23条第4項第2号の煙感知器に係る規定を超える、火災によって生じる煙及び熱が高所の取付面において希薄となることが想定されることから、炎感知器以外の火災感知器を消防法施行規則等により設置することができない感知区画。そのため、火災をもれなく確実に感知できるよう火災感知器を適切な場所に設置する設計とする。	原子炉格納容器 (オペレーティングフロア)	補足説明資料7-3 2. 4 (1) a 別紙7-3
			原子炉格納容器 (加圧器室)	補足説明資料7-3 2. 4 (1) b
			原子炉格納容器 (1次冷却材ループ室)	補足説明資料7-3 2. 4 (1) c
			燃料取扱設備エリアの一部	補足説明資料7-3 2. 2 (1)
			使用済燃料ピット水タンク室 (S N 2のみ)	補足説明資料7-3 2. 2 (2)
			アニュラスエリア	補足説明資料7-3 2. 2 (3)
	高線量エリア	放射線の影響により火災感知器の設置及び保守点検時における作業員の過度な被ばくによって法令に定める線量限度を超過することが想定されることから、作業員の被ばく低減の観点から異なる感知方式の火災感知器のそれぞれを消防法施行規則等により設置することが困難な感知区画。そのため、火災をもれなく確実に感知できるよう火災感知器を適切な場所に設置する設計とする。	原子炉格納容器 (炉内核計装シンプル配管室)	補足説明資料7-3 2. 4 (2) a
			脱塩塔エリア (A,B 使用済燃料ピット脱塩塔、 冷却材陽イオン脱塩塔、 A,B 冷却材混床式脱塩塔)	補足説明資料7-3 2. 3 (1) 別紙7-1 別紙7-2
	建 屋 外 の 火 灾 区 域	建屋外に設置する感知器が消防法施行規則第23条第4項の適用対象ではないことを踏まえ、異なる感知方式の火災感知器のそれぞれを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有効に監視することが可能な箇所に設置する設計を基本とする。 海水管トレーナー内については、消防法施行規則第23条第4項の適用対象ではないが、感知器を設置可能な取付面に消防法施行規則第23条第4項を準用して感知器を設置する設計とする。	取水ピットエリア	補足説明資料7-4 2. 1
			海水管トレーナー	補足説明資料7-4 2. 2
			大容量空冷式発電機エリア	補足説明資料7-4 2. 3
			屋外タンクエリア	補足説明資料7-4 2. 4
			モニタリングポスト及び モニタリングステーションエリア	補足説明資料7-4 2. 5
			D G 燃料油貯油そうエリア、 燃料油貯蔵タンクエリア、 緊対所用発電機車用燃料貯蔵タンク室	補足説明資料7-4 2. 6
	火 灾 感 知 器 を 設 置 し な い エ リ ア	火災が発生した場合においても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損なわれない感知区画。そのため、火災感知設備及び消火設備を設置しない設計とする。	使用済燃料ピット	補足説明資料9 2. 1
			使用済樹脂貯蔵タンク室	補足説明資料9 2. 2 別紙9-1
火 灾 防 護 審 査 基 準 に よ る 設 計	一般エリア	異なる感知方式の火災感知器のそれぞれを消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上の方法により設置する設計とする。	シャワー室	補足説明資料7-2
設備の設置状況を考慮した設計	—	異なる感知方式の火災感知器のそれぞれを消防法施行規則第23条第4項又はそれを準用した方法により設置し、エリア全体を網羅的に監視する設計に加え、設備の設置状況を考慮して火災感知器を設置する設計とする。	中央制御室	補足説明資料7-5 2. (1)
			海水管トレーナー	補足説明資料7-5 2. (2)

補足説明資料 7-3

火災防護審査基準によらない
建屋内の火災感知器の設置について

補足説明資料 7-3

1. はじめに

本資料は、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(以下、「技術基準規則」という。) 第 11 条及び第 52 条に対する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。) によらない建屋内の火災感知器の設置に係る設計について説明する。

2. 火災防護審査基準によらない建屋内の火災感知器の設置

2.1 設計概要

建屋内における火災感知器の設計にあたって、火災感知器を設置する場所の環境条件により、異なる感知方式の火災感知器のそれぞれを消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上 の方法により設置することができない又は設置することが適切でない場合、火災の感知に係る設計要件に適合する設計を行う。

火災の感知に係る設計要件と技術基準規則第11条及び第52条への適合の考え方を第7-3-1表に示す。

第7-3-1表 火災の感知に係る設計要件と技術基準規則への適合

設計要件を満足する 設計を行う対象	(1) 取付面高さが消防法施行規則第 23 条第 4 項 第二号の煙感知器に係る規定を超える場所 (2) 放射線の影響により火災感知器の設置及び 保守点検時における作業員の過度な被ばく によって法令に定める線量限度を超過する ことが想定される場所
火災の感知に係る 設計要件	火災区域又は火災区画において火災感知器を適 切な場所に設置することにより、発生する火災 を設置場所においてもれなく確実に感知できる 設計
技術基準規則第11条 及び第52条への適合	設計要件を満足する火災感知器を含む火災感知 設備に加え、既工認より変更のない消火設備、火 災の発生防止対策及び火災の影響軽減対策によ り、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を防ぐ。

2.2 高天井エリア

取付面高さが消防法施行規則第23条第4項第二号の煙感知器に係る規定を超える感知区画（以下「高天井エリア」という。）については、火災によって生じる煙及び熱が高所の取付面において希薄となることが想定され、非アナログ式の炎感知器及び非アナログ式の防爆型の炎検知装置以外の火災感知器を消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上 の方法により設置することができない。そのため、火災区域又は火災区画において火災感知器を適切な場所に設置することにより、発生する火災を設置場所においてもれなく確実に感知できる設計とする。

具体的な設計を以下(1)から(3)において示す。

(2) 使用済燃料ピット水タンク室（川内2号機のみ）

a. 環境条件を踏まえた火災感知器設計の制約

使用済燃料ピット水タンク室は、火災によって生じる煙及び熱が高所の取付面において希薄となることが想定され、取付面における煙濃度や温度の上昇の監視が消防法施行規則第23条第4項第一号イのとおり適切ではなく、非アナログ式の炎感知器以外の火災感知器を消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上 の方法により設置することができない。

b. 火災の感知に係る設計要件に適合した設計

(a) 火災感知器の設置方法

非アナログ式の炎感知器を消防法施行規則第23条第4項により設置しエリア全体を網羅的に監視したうえで、火災の熱によって発生する上昇気流により使用済燃料ピット水タンク室天井面まで煙が上昇し、煙が天井面に滞留することを踏まえ、使用済燃料ピット水タンク室の天井面にアナログ式の煙感知器を設置することにより、使用済燃料ピット水タンク室で発生する火災を当該火災区画においてもれなく確実に感知する設計とする。

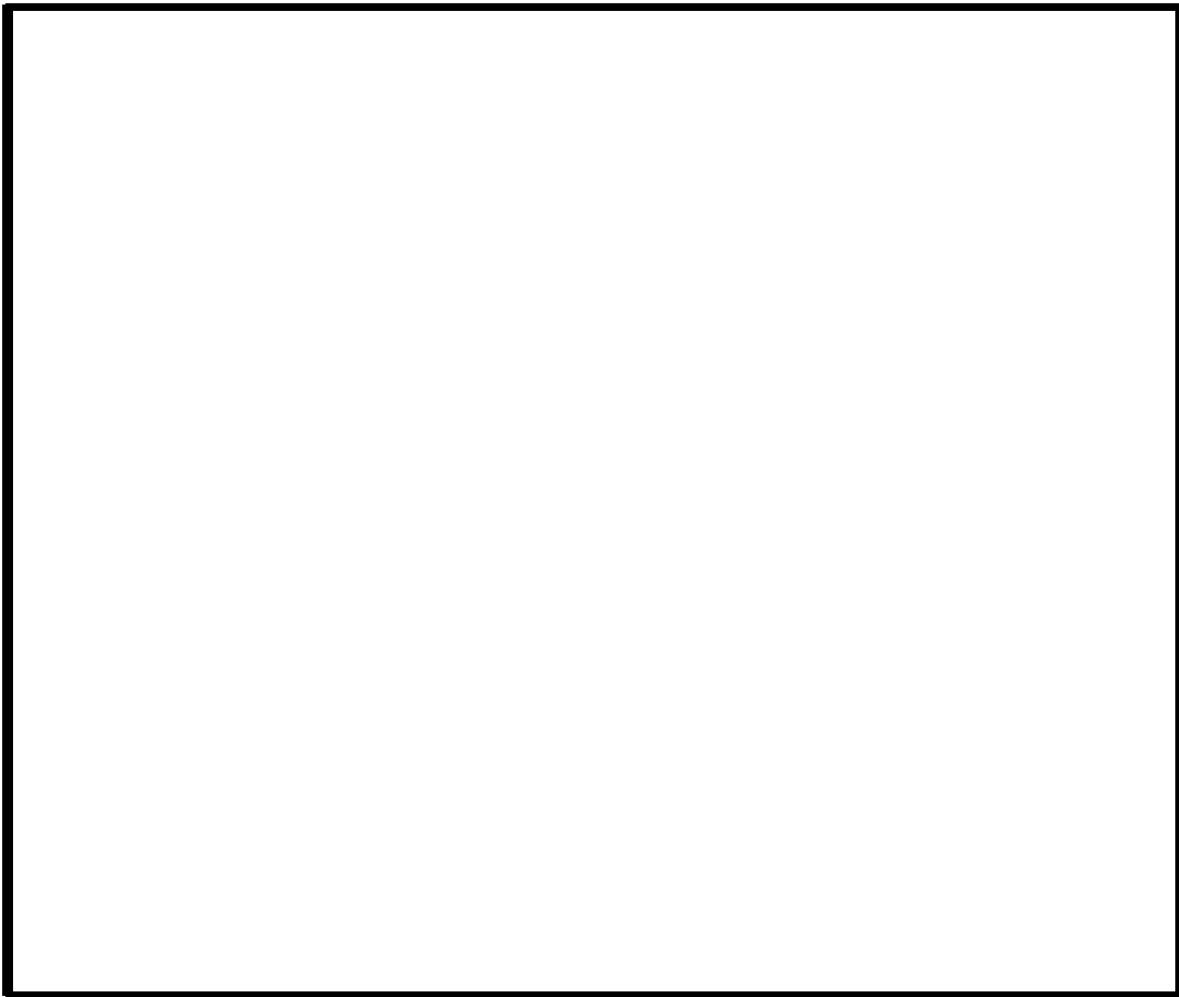
(b) 設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能への影響について

使用済燃料ピット水タンク室は、火災区画を一つの感知区画としており、隣接する火災区画と狭隘な開口によって接続される取付面高さ20m以上の感知区画である。

当該火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質の貯蔵等の機器等及び重大事故等対処施設は設置されていない。

当該火災区画における設備の設置状況及び(a)の設計を踏まえ、使用済燃料ピットタンク室で火災が発生した場合におけ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への影響は以下のとおりである。

イ　火災区画においてもれなく確実に火災を感知し、既工認から変更のない消火活動を行うことで、当該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の維持に影響を及ぼさない。



第7-3-7図 使用済燃料ピット水タンク室（平面図）
に対する火災感知器の設計



第7-3-8図 使用済燃料ピット水タンク室（断面図）

(3) アニュラスエリア

a. 環境条件を踏まえた火災感知器設計の制約

アニュラスエリアは、火災によって生じる煙及び熱が高所の取付面において希薄となることが想定され、取付面における煙濃度や温度の上昇の監視が消防法施行規則第23条第4項第一号イのとおり適切ではなく、非アナログ式の炎感知器以外の火災感知器を消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上の方法により設置することができない。

b. 火災の感知に係る設計要件に適合した設計

(a) 火災感知器の設置方法

非アナログ式の炎感知器を消防法施行規則第23条第4項により設置しエリア全体を網羅的に監視したうえで、火災の熱によって発生する上昇気流によりアニュラスエリア天井面まで煙が上昇し、煙が天井面に滞留することを踏まえ、アニュラスエリア内の天井面付近にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。また、規模が小さい火災において、火災の熱によって発生する上昇気流が周囲の空気に熱を奪われ、上昇力を失い、煙が天井面まで上昇する前に水平方向に拡散する流れが優位となることを想定し、胴部中央にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。以上より、アニュラスエリアで発生する火災を当該火災区域においてもれなく確実に感知する設計とする。

(b) 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への影響について

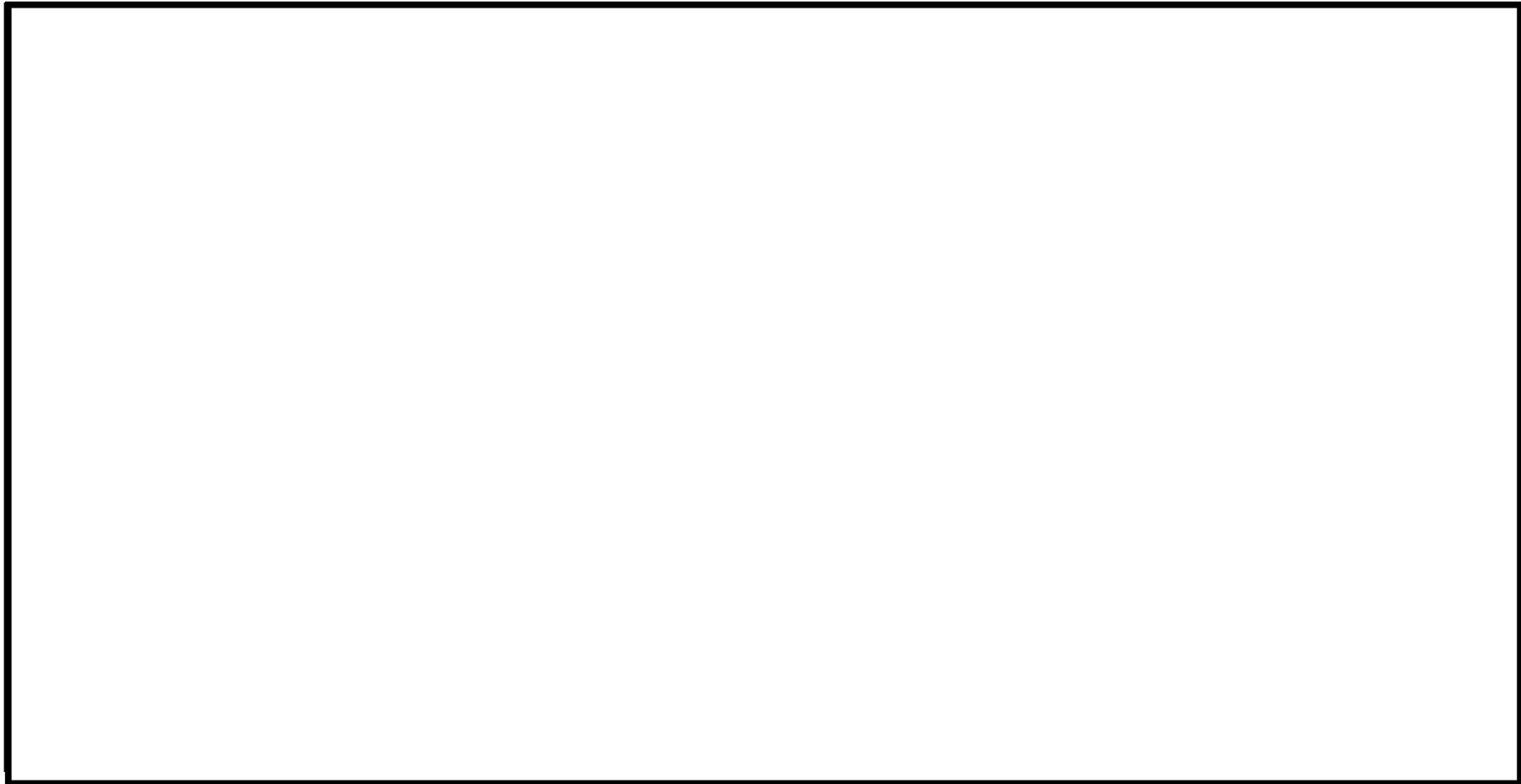
アニュラスエリアは、火災区域を一つの感知区画としており、取付面高さ20m以上の感知区画である。

当該火災区域には、原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質の貯蔵等の機器等及び重大事故等対処施設が設置されている。

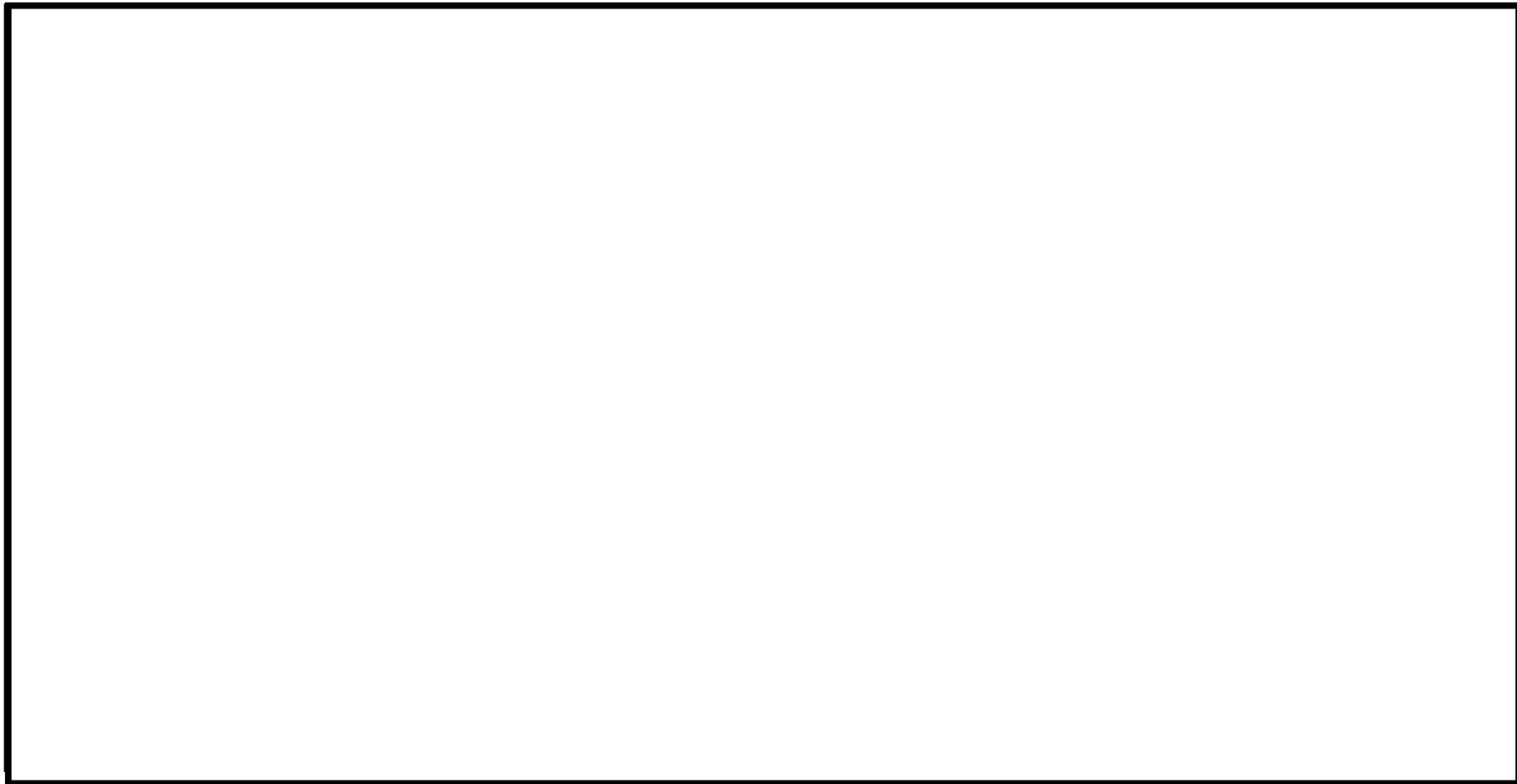
当該火災区域における設備の設置状況及び(a)の設計を踏まえ、アニュラスエリアで火災が発生した場合における設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能への影響は以下のとおりである。

イ　火災区域においてもれなく確実に火災を感知し、既工認から変更のない消火活動を行うことで、当該火災区域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は必要な機能の維持に影響を及ぼさない。

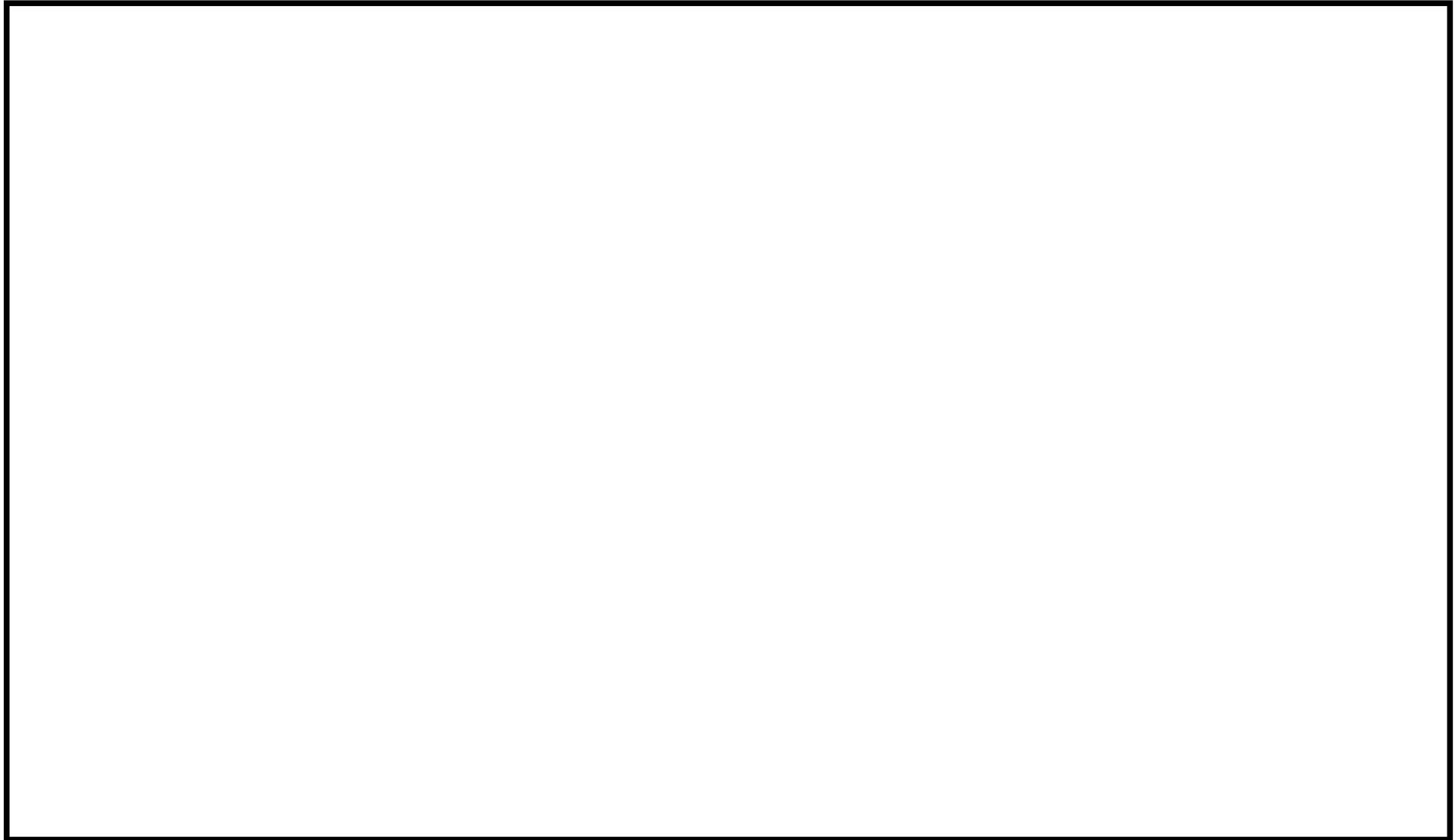
- 口 アニュラスエリア内の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が以下の理由によって火災により損なわれない。
- (イ) 当該火災区域内の原子炉の安全停止に必要な機器等が火災の影響を受けた場合においても、火災防護の系統分離対策によって原子炉の安全停止に必要な機能を損なわないと、設計基準対象施設の安全性の維持に影響を及ぼさない。
- (ロ) 当該火災区域内で火災が発生した場合においても、原子炉の安全停止に必要な機器等は火災防護の系統分離対策によって原子炉の安全停止に必要な機能を損なわないと、保安規定に定められた手順に基づき、プラントを停止するとともに既工認から変更のない消火活動を行うことで、放射性物質の閉じ込め機能として設計基準対象施設の安全性の維持に影響を及ぼさない。
- (ハ) 当該火災区域内で火災が発生した場合においても、原子炉の安全停止に必要な機器等は火災防護の系統分離対策によって原子炉の安全停止に必要な機能を損なわないと、原子炉を安全停止することが可能である。加えて、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施設については、当該火災区域外に設置している代替機能を有した設備等により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確保されるため、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の維持に影響を及ぼさない。



第7-3-9図 アニュラスエリア（断面図）に対する火災感知器の設計（川内1号機）



第7-3-10図 アニュラスエリア（断面図）に対する火災感知器の設計（川内2号機）



第7-3-11図 アニュラスエリア (断面図)

- 7 - 3 - 16 -

2.3 高線量エリア

放射線の影響により火災感知器の設置及び保守点検時における作業員の過度な被ばくによって法令に定める線量限度を超過することが想定される感知区画（以下「高線量エリア」という。）は、作業員の被ばく低減の観点から異なる感知方式の火災感知器のそれぞれを消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上の方法により設置することが困難である。そのため、火災区域又は火災区画において火災感知器を適切な場所に設置することにより、発生する火災を設置場所においてもれなく確実に感知できる設計とする。

具体的な設計を以下に示す。

(1) 脱塩塔エリア（使用済燃料ピット脱塩塔、冷却材陽イオン脱塩塔及び冷却材混床式脱塩塔）

a. 環境条件を踏まえた火災感知器設計の制約

使用済燃料ピット脱塩塔、冷却材陽イオン脱塩塔及び冷却材混床式脱塩塔（以下「脱塩塔エリア」という。）は、放射線作業の計画段階において、火災感知器の設置や保守点検時における作業員の個人線量が法令に定める線量限度を超過する又は集団線量が発電所の1年間の集団線量を超過するおそれがあり、異なる感知方式の火災感知器のそれぞれを消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上 の方法により設置することが困難である。

現場施工の成立性について、c項に示す。

b. 火災の感知に係る設計要件に適合した設計

脱塩塔エリアで発生する火災を当該火災区画においてもれなく確実に感知する設計を以下に示す。また、兼用する火災感知器による空気流を考慮した火災感知器の設計についてd項に示す。

(a) 火災感知器の設置方法

高線量エリアの放射線の影響及び空気流を踏まえ、脱塩塔エリアに隣接する脱塩塔バルブエリアの火災感知器のうち脱塩塔エリアとの区画境界付近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、脱塩塔エリアで発生する火災を当該火災区画においてもれなく確実に感知する設計とする。

(b) 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への影響について

脱塩塔エリアは、火災区画であるA/B EL.-2.0mエリア（川内2号機も同火災区画名称）の感知区画の一つであり、A/B EL.-2.0mエリア内の隣接する感知区画である脱塩塔バルブエリアとは、狭隘な開口によって接続される。

当該火災区画には、原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質の貯蔵等の機器等及び重大事故等対処施設が設置されている。

当該火災区画における設備の設置状況及び(a)の設計を踏まえ、脱塩塔エリアで火災が発生した場合におけ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への影響は以下のとおりである。

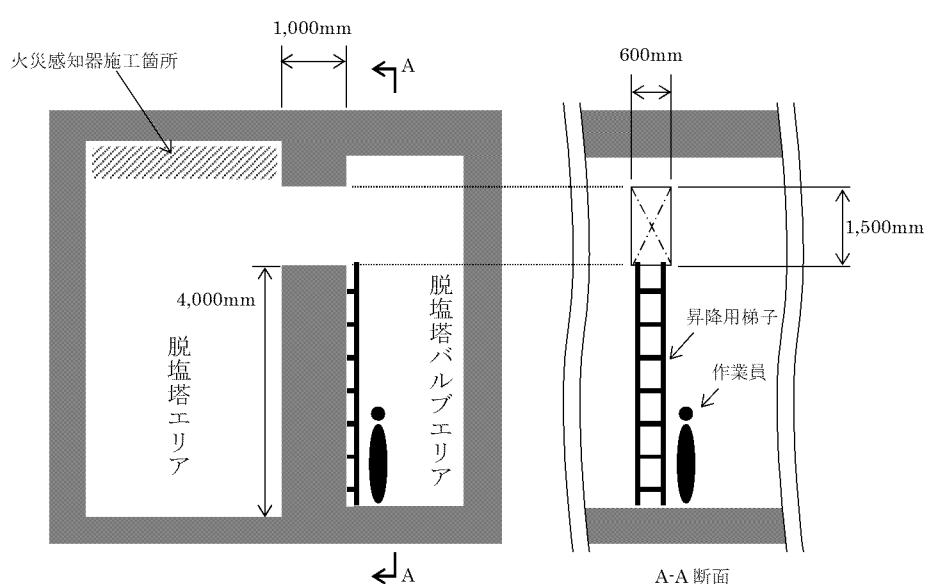
- イ　火災区画においてもれなく確実に火災を感知し、既工認から変更のない消火活動を行うことで、当該火災区画外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するため必要な機能の維持に影響を及ぼさない。
- ロ　以下の理由に加え、既工認から変更のない消火活動を行うことで、当該火災区画内の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するため必要な機能の維持に影響を及ぼさない。
 - (イ)　原子炉の安全停止に必要な機器等が設置される場所は脱塩塔エリア外であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項により設置するアナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱感知器により火災感知するため、設計基準対象施設の安全性の維持に影響を及ぼさない。
 - (ロ)　放射性物質の貯蔵等の機器等が設置される場所は脱塩塔エリア外であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項により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により火災感知するため、設計基準対象施設の安全性の維持に影響を及ぼさない。
 - (ハ)　重大事故等対処施設が設置される場所は脱塩塔エリア外であり、消防法施行規則第 23 条第 4 項により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により火災感知するため、重大事故等対処施設の重大事故等に対処するため必要な機能の維持に影響を及ぼさない。

c. 消防法施行規則に基づく火災感知器設計に対する現場施工の成立性

(a) 干渉物

脱塩塔エリア内は脱塩塔及び関連配管が設置され、厚さ 400mm 以上のコンクリート壁で囲まれている。エリア内には床面から 4,000mm 程度の高さに位置する開口部（約 1,500mm×約 600mm）を通じて、隣接する脱塩塔バルブエリアから入域する構造である。

施工に際しては、高所且つ狭隘な開口部より足場材を搬出入する必要があり、施工性は低いものの、干渉物の観点での現場施工の成立性に問題はない。脱塩塔エリアの概略を第 7-3-12 図に示す。



第 7-3-12 図 脱塩塔エリアの概略図

(b) 放射線

脱塩塔エリアは 10mGy/h 以上の放射線によって電子部品を集積した火災感知器の故障が懸念されるため、非アナログ式の防爆型の熱感知器及び高感度煙検知装置を設置・点検することを想定し、被ばく線量及び集団線量を試算する。

脱塩塔エリアにおける線源は各脱塩塔に充填される樹脂であり、火災感知器設置時の放射線量は低減対策（樹脂入替）の実施を前提とし、比較的低い放射線量を想定できるが、点検時の放射線量は通常時の放射線量を想定する必要がある。そのため、川内原子力発電所 1,2 号機の各脱塩塔エリアの放射線量を測定した時点における、最小値を設置時の放射線量、最大値を点検時の放射線量とした。第 7-3-2 表のとおりである。また、火災感知器の設置・点検に係る作業量はそれぞれ第 7-3-3 表に示すとおりである。放射線量及び作業量を踏まえ被ばく線量及び集団線量を試算し、作業可否を整理した結果を第 7-3-4 表に示す。

第 7-3-2 表 脱塩塔エリアの放射線量

対象エリア	作業	放射線量 (mSv/h) ^{※1}
A,B 使用済燃料ピット脱塩塔	設置時	10
	点検時	120
冷却材陽イオン脱塩塔	設置時	1.0
	点検時	4.0
A,B 冷却材混床式脱塩塔	設置時	2.0
	点検時	1100

※1 川内原子力発電所 1,2 号機の各脱塩塔エリアの放射線量を測定した時点における、最小値を設置時の放射線量、最大値を点検時の放射線量とした。

第 7-3-3 表 各脱塩塔エリアの火災感知器設置・点検に係る作業量^{※2}

作業項目			人数×時間×日数	人・時間
設置	共通	足場設置・解体 (搬出入含む)	5 人×6 時間×2 日	60
		現場監督	1 人×7 時間×4 日	28
	熱感知器	熱感知器設置 (1 個)	2 人×4 時間×1 日	8
		電路敷設	2 人×4 時間×1 日	8
		調整・試験	2 人×1 時間×1 日	2
	煙検知装置	配管敷設	2 人×8 時間×1 日	16
		調整・試験	2 人×1 時間×1 日	2
合計			(作業人数 6 人) (作業日数 4 日)	124
点検	煙検知装置		2 人×0.1 時間×1 日	0.2
	熱感知器		2 人×0.1 時間×1 日	0.2
	合計		(作業人数 2 人) (作業日数 1 日)	0.4

※2 いずれの脱塩塔エリアにおいても同様の作業量を想定

第7-3-4表 脱塩塔エリアの放射線量

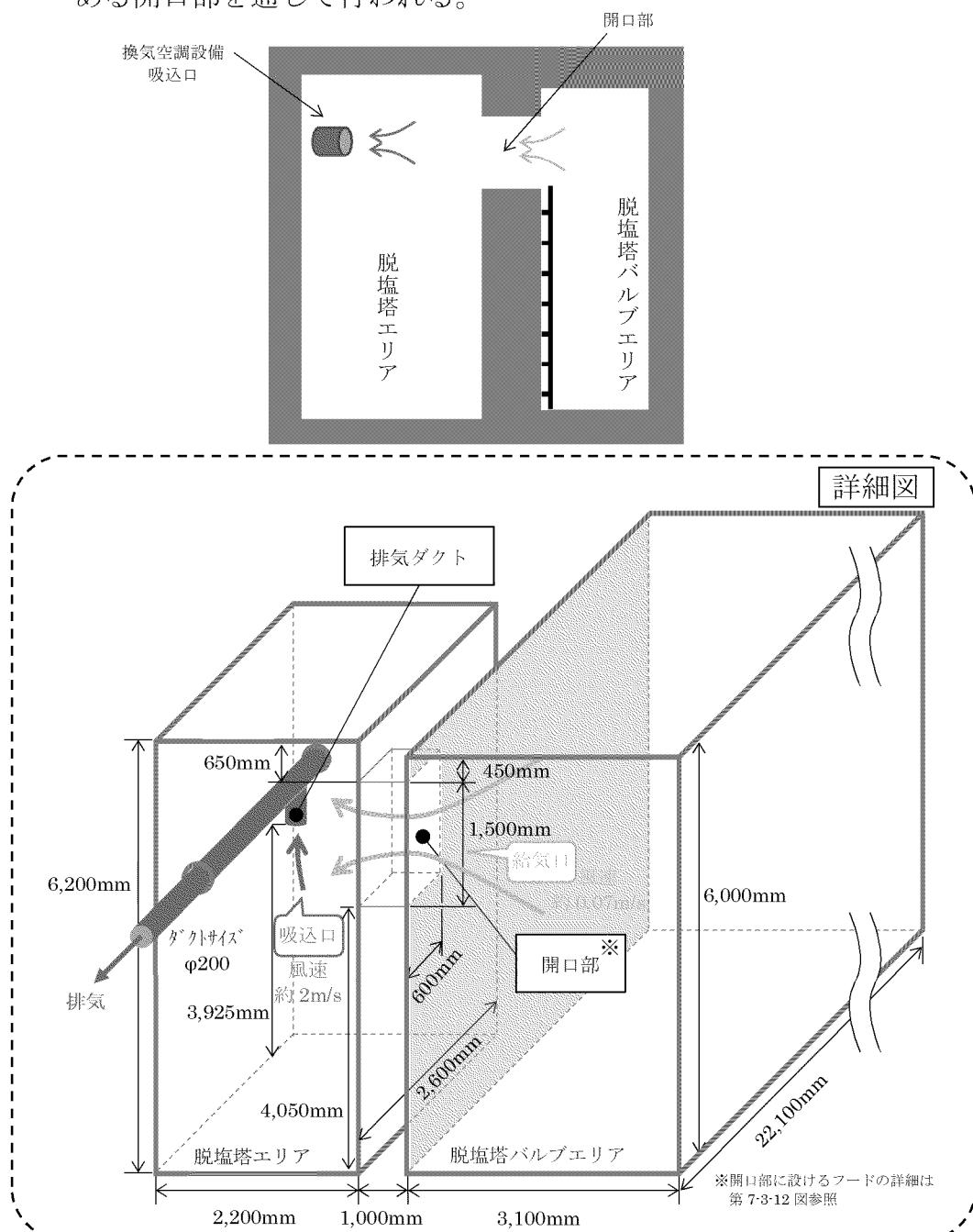
作業項目	対象エリア	放射線量 (mSv/h)	作業量 (人・時間)	作業 人数	作業 日数	集団 線量 (mSv)	個人 線量 (mSv/日)	作業 可否
設置	A,B 使用済 燃料ピット 脱塩塔	10	124	6	4	1240	52	×
	冷却材 陽イオン 脱塩塔	1.0	124	6	4	124	5.2	×
	A,B 冷却材 混床式 脱塩塔	2.0	124	6	4	248	10.4	×
点検	A,B 使用済 燃料ピット 脱塩塔	120	0.4	2	1	48	24	×
	冷却材 陽イオン 脱塩塔	4.0	0.4	2	1	1.6	0.8	○
	A,B 冷却材 混床式 脱塩塔	1100	0.4	2	1	440	220	×

第7-3-4表に示すとおり、いずれの脱塩塔エリアにおいても火災感知器設置若しくは火災感知器設置及び点検の両方において、個人線量が1mSv/日を超えており、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示」に示される線量限度(100mSv/5年又は50mSv/年)を満足できない可能性がある。さらに、A,B 使用済燃料ピット脱塩塔においては、設置に係る集団線量が485人・mSv(2020年度川内原子力発電所 放射線業務従事者の総線量(970人・mSv)の二分の一)を超えており、過度な被ばくを伴う作業と判断する。

d. 空気流を考慮した火災感知器の設計

(a) 火災の感知に係る脱塩塔エリアの換気空調設計等について

脱塩塔エリアは、第 7-3-13 図に示すとおり各脱塩塔エリア内に換気空調設備の吸込み口が設置されており、エリア内の空気を排気する。エリア内への空気の供給は、隣接する脱塩塔バルブエリアとの境界である開口部を通じて行われる。



第 7-3-13 図 脱塩塔エリアの詳細図
(例 : A 使用済燃料ピット脱塩塔エリア)

(b) 空気流を考慮した脱塩塔エリア開口部での火災感知設計について

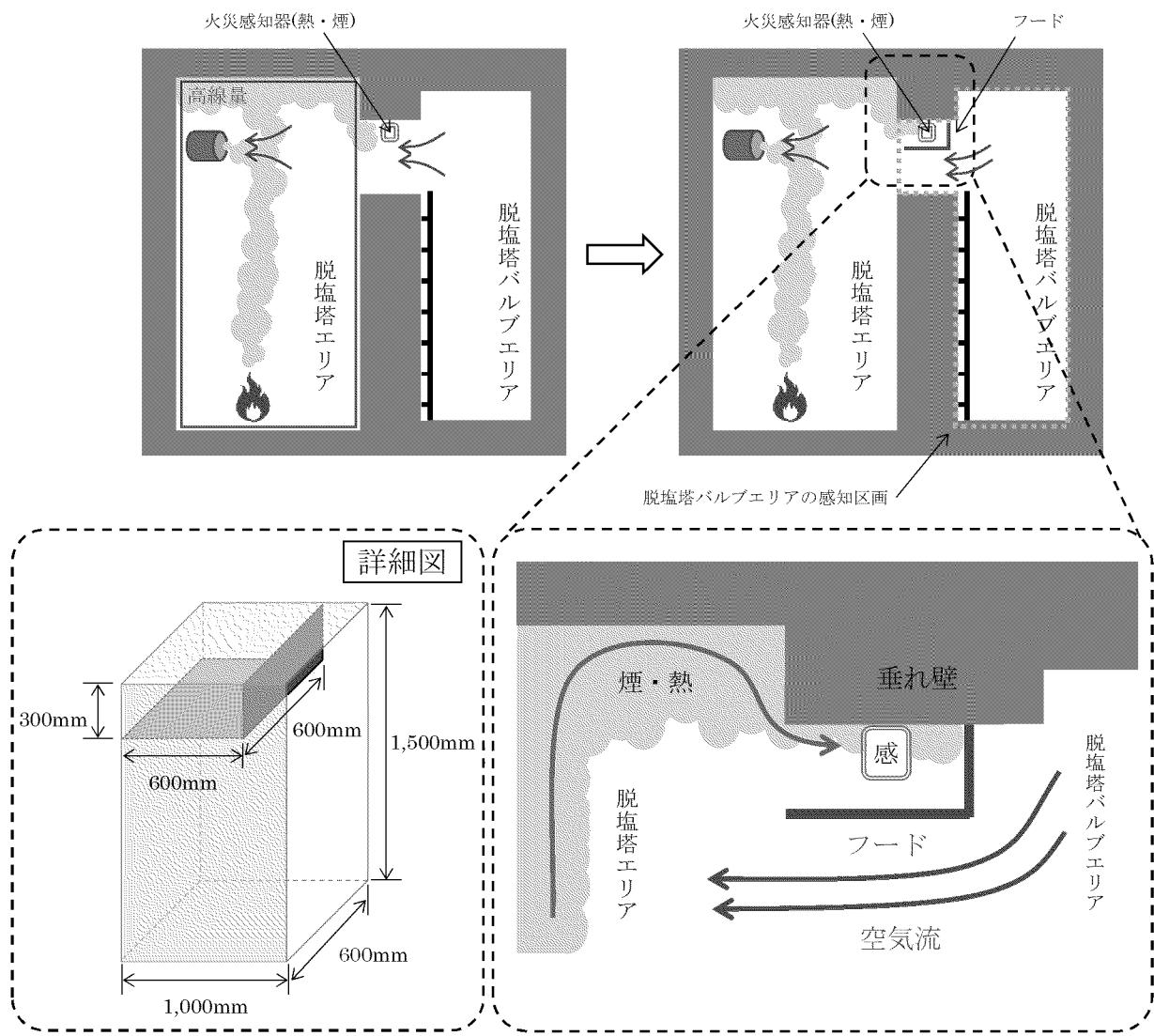
脱塩塔エリア内において火災が発生した場合、火災によって生じる煙や熱はエリア天井部に滞留した後、換気空調設備の吸込口から排気されるか開口部を通じて脱塩塔バルブエリアへ流出することが考えられるため、放射線量の高い脱塩塔エリア内における火災感知を除けば、火災感知器の設置が可能な放射線量の低い排気ダクト内又は開口部での火災現象の把握が早期の火災感知となる。

各脱塩塔エリアの排気ダクトは、当該エリア内において排気ダクトの母管に合流しており、火災感知器を設置可能な箇所に設置した場合に各脱塩塔エリア内の火災によって発生した煙や熱を脱塩塔エリアと同様の環境条件で排気ダクト内にて感知することが困難である。

一方、開口部を通じて脱塩塔バルブエリアへ流出する煙や熱は、(a)に示す脱塩塔バルブエリアから脱塩塔エリアへの換気空調の空気流の影響によって、開口部に設置する火災感知器で感知できるかが不確定である。そのため、脱塩塔エリア開口部の上面にフードを設け、フード内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ことで、脱塩塔エリアの火災によって生じる煙や熱を開口部フード内で感知可能な設計とする。なお、開口部は脱塩塔バルブエリアに含まれるエリアであり、脱塩塔エリアの火災感知に期待する火災感知器は脱塩塔バルブエリアの火災感知器を兼用する設計となる。

したがって、本設計は、脱塩塔エリアに隣接する脱塩塔バルブエリアの火災感知器のうち脱塩塔エリアとの区画境界付近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、脱塩塔エリアで発生する火災を当該火災区画においてもれなく確実に感知する設計とする。

フードを用いた火災感知器の設置概要について第 7-3-14 図に示す。



第 7-3-14 図 脱塩塔エリヤ開口部におけるフードを用いた
火災感知器の設置概要

脱塩塔エリヤ開口部における火災感知の有効性について別紙 7-1 に示す。また、排気ダクト内における火災感知の成立性について別紙 7-2 に示す。

2.4 原子炉格納容器

原子炉格納容器は、環境条件を踏まえ、1つの火災区域である原子炉格納容器を以下のとおり3つのエリアに分割する。

また、原子炉格納容器は、水素が発生するような事故を考慮することから、可燃性気体の発生が想定される場所である。

- ・一般エリア：下層階の周回通路沿い
- ・高天井エリア：オペレーティングフロア、加圧器室及び1次冷却材ループ室
- ・高線量エリア：炉内核計装用シンプル配管室

高天井エリアの具体的な設計を(1)、高線量エリアの具体的な設計を(2)に示す。

(1) 高天井エリア

a. オペレーティングフロア

(a) 環境条件を踏まえた火災感知器設計の制約

オペレーティングフロアは、火災によって生じる煙及び熱が高所の取付面において希薄となることが想定され、取付面における煙濃度や温度の上昇の監視が消防法施行規則第23条第4項第二号のとおり適切ではなく、非アナログ式の防爆型の炎検知装置以外の火災感知器を消防法施行規則第23条第4項又は消防法施行規則等と同等以上の方により設置することができない。

(b) 火災の感知に係る設計要件に適合した設計

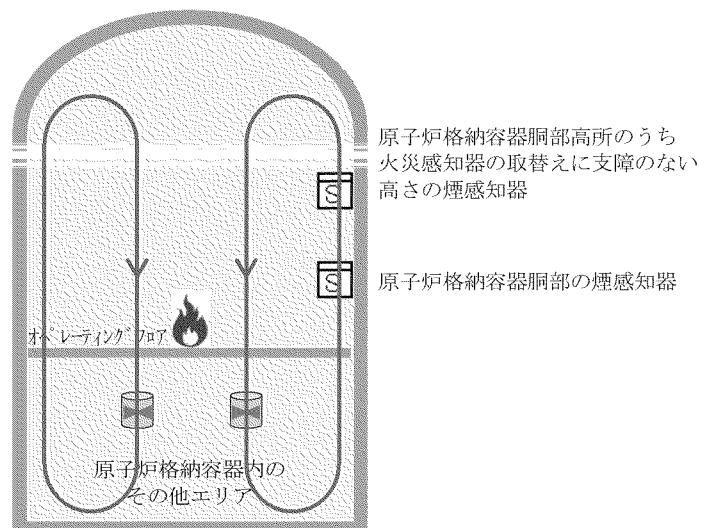
イ 火災感知器の設置方法

非アナログ式の防爆型の炎検知装置を消防法施行規則等と同等以上の方により設置しエリア全体を網羅的に監視したうえで、換気空調設備の運転状態に応じた原子炉格納容器内の空気の流れ及び火災の規模に応じた煙の運動を踏まえ、煙を有効に感知可能であり、且つ、保守点検に支障のない箇所に非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置することにより、オペレーティングフロアで発生する火災を当該火災区域においてもれなく確実に感知する設計とする。

(イ) 換気空調設備の運転状態に応じた原子炉格納容器内の空気の流れを踏まえた設計

I 格納容器再循環ファン運転時

格納容器再循環ファン運転時は、オペレーティングフロアでの火災によって発生した煙又は他感知区画からオペレーティングフロアに流れ込む煙は、格納容器再循環ファンによって原子炉格納容器内を循環するため、火災の継続とともに原子炉格納容器全体の煙濃度が均一に高まる。そのため、原子炉格納容器胴部に設置する非アナログ式の防爆型の煙感知器により、当該火災区域である原子炉格納容器内においてもれなく確実に感知可能であり、火災の感知に係る設計要件に適合する設計とする。



第7-3-15図 格納容器再循環ファン運転時における煙の流動

II 格納容器再循環ファン停止時

格納容器再循環ファン停止時は、当該ファンによる煙濃度の均一化が見込めないことから、火災の熱によって発生する上昇気流等による煙の流動を踏まえた設計が必要となる。

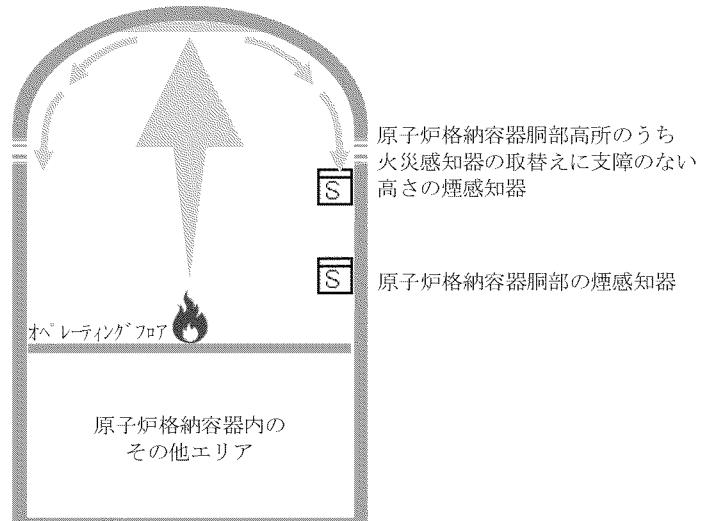
(ロ) 格納容器再循環ファン停止時における火災の規模に応じた煙の流動を踏まえた設計

オペレーティングフロアにおける火災について、火災の規模に応じて3つに分類し、それぞれの煙の流動を踏まえ、以下のとおり火災によって発生した煙を感知することで火災の感知に係る設計要件に適合する設計とする。

I 大規模な火災

大規模な火災では、火災の熱によって発生する上昇気流により原子炉格納容器頂部まで煙が上昇し、その後、原子炉格納容器内壁により冷却され、周囲の空気との密度差による自然対流で原子炉格納容器内壁に沿って煙が下降することを想定する。

原子炉格納容器胴部高所のうち火災感知器の取替えに支障のない高さに設置する非アナログ式の防爆型の煙感知器は、大規模な火災における煙の流路に設置するため、当該火災区域である原子炉格納容器内においてもれなく確実に感知可能であり、火災の感知に係る設計要件に適合する設計とする。

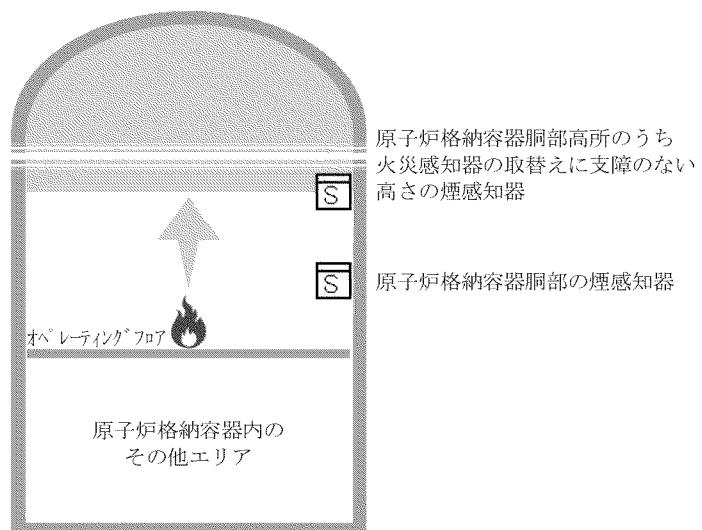


第7-3-16図 大規模な火災時における煙の流動

II 中規模な火災

中規模な火災では、火災の熱によって発生する上昇気流により原子炉格納容器頂部まで煙が上昇し、頂部において平衡状態となり、その後、頂部に溜まる煙の層が時間経過とともに厚くなることを想定する。

原子炉格納容器頂部から煙の層が厚くなっていくことから、原子炉格納容器胴部高所のうち火災感知器の取替えに支障のない高さに設置する非アナログ式の防爆型の煙感知器により当該火災区域である原子炉格納容器内においてもれなく確実に感知可能であり、火災の感知に係る設計要件に適合する設計とする。

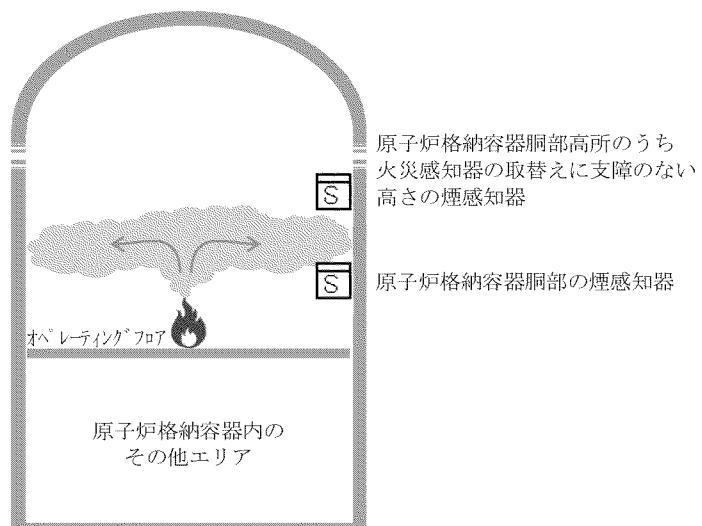


第7-3-17図 中規模な火災における煙の流动

III 小規模な火災

小規模な火災では、火災の熱によって発生する上昇気流が周囲の空気に熱を奪われ、上昇力を失い、煙が頂部まで上昇する前に水平方向に拡散する流れが優位となることを想定する。

水平方向に拡散した煙は原子炉格納容器胴部で滞留することから、原子炉格納容器胴部に設置する非アナログ式の防爆型の煙感知器により当該火災区域である原子炉格納容器内においてもれなく確実に感知可能であり、火災の感知に係る設計要件に適合する設計とする。



第7-3-18図 小規模な火災における煙の流动

(ハ) 原子炉格納容器の健全性

火災発生時における原子炉格納容器の健全性を確認するため、火災力学ツールFDTs (Fire Dynamics Tools) により原子炉格納容器頂部の温度を評価し、原子炉格納容器の設計基準事故時における最高使用温度と比較を行う。

オペレーティングフロアでの火災発生時における原子炉格納容器頂部の温度評価は以下の条件により行う。

空間体積：オペレーティングフロアより上部の原子炉格納容器胴部の体積

火 災 源：オペレーティングフロアに設置される設備のうち火災荷重が最も大きい火災源である電気盤

(HRR : 232kW(NUREG/CR-6850 表F-1よりHRRを設定))

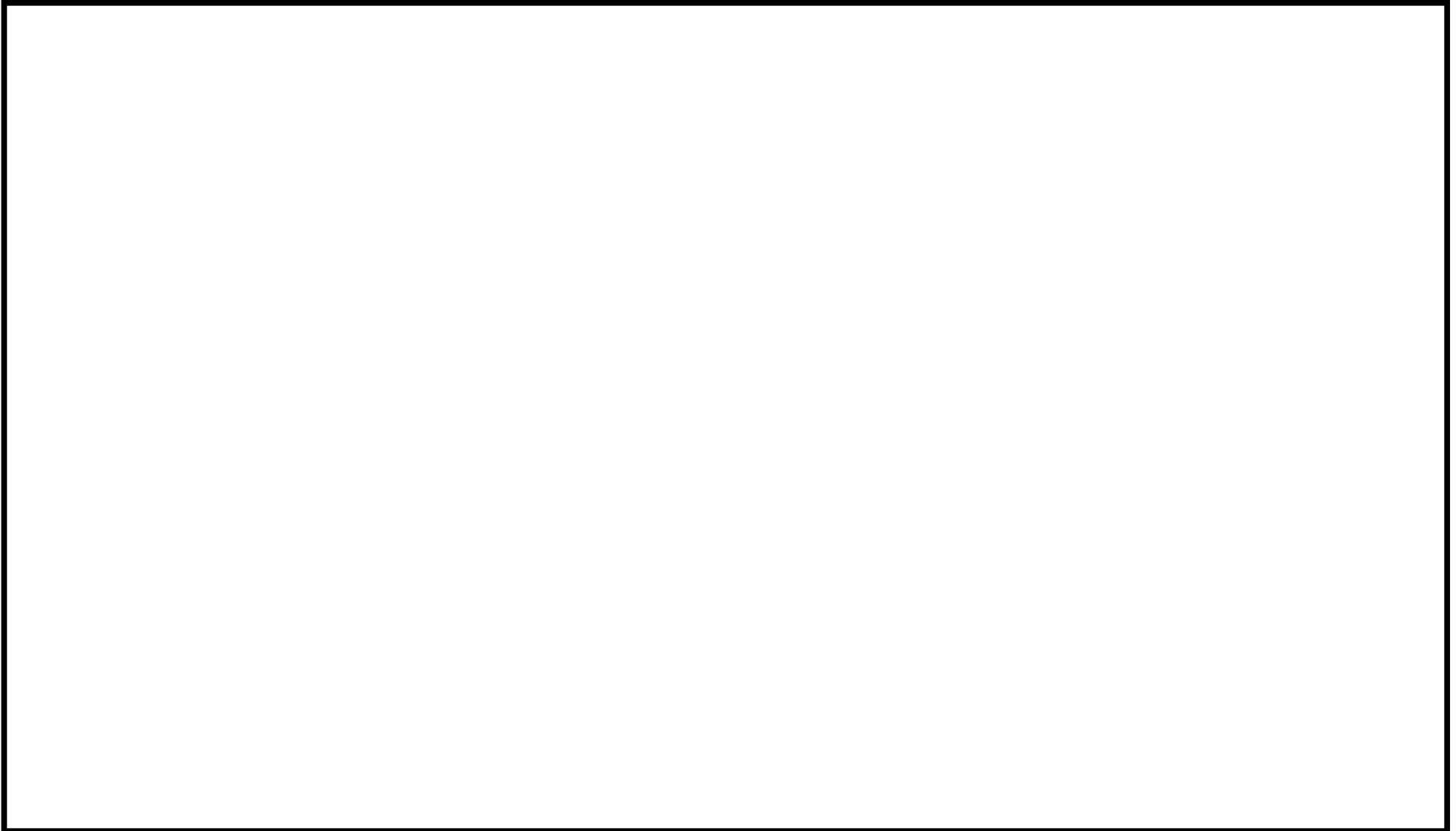
換 気：格納容器給排気ファンによる強制換気

温度評価の結果、火災発生から1時間後の原子炉格納容器頂部の温度は約56°Cとなった。評価結果を別紙7-3に示す。

原子炉格納容器頂部の温度評価結果が原子炉格納容器の設計基準事故時における最高使用温度127°Cを超過しないことから、原子炉格納容器の健全性を確認した。

(二) 非アナログ式の防爆型の煙感知器の設置場所について

換気空調設備の運転状態に応じた原子炉格納容器内の空気の流れ及び火災の規模に応じた煙の流動を考慮した非アナログ式の防爆型の煙感知器の設置場所を第7-3-19図に示す。また、格納容器再循環ファン停止時において、火災の規模に応じ、煙の感知を期待する感知器の設置箇所を第7-3-5表に示す。



第7-3-19図 オペレーティングフロアにおける非アナログ式の防爆型の煙感知器の設置場所

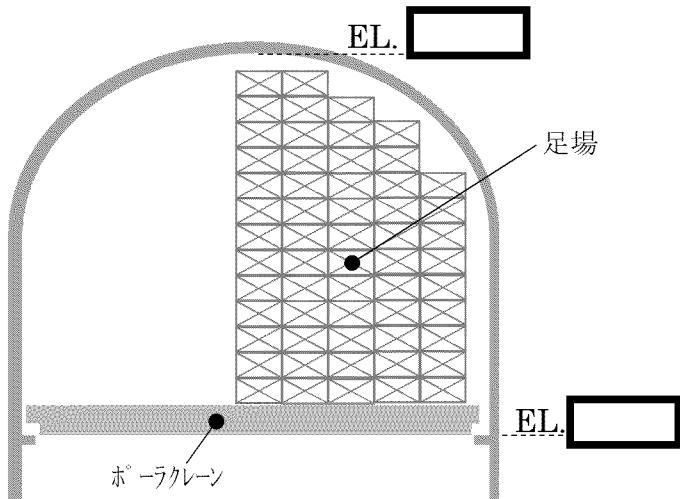
第 7-3-6 表 各感知器に煙の感知を期待する火災の規模

非アナログ式の防爆型の煙感知器の設置場所			煙の感知を期待する火災の規模
EL []	常設足場上部	EL []	
付近	ポーラクレーン昇降用階段上部	EL []	大規模 中規模
EL []	加圧器室上部	EL []	
	常設足場上部	EL []	
	非常用エアロック上部	EL []	
EL []	A 1 次冷却材ループ室壁面	EL []	小規模
	A 1 次冷却材ループ室壁面	EL []	
	A 1 次冷却材ループ室壁面	EL []	
	照明用分電盤上部	EL []	
	雑動力電源盤上部	EL []	

格納容器再循環ファン停止時における大規模又は中規模の火災の場合、これらの火災における煙の流動を鑑みると、原子炉格納容器頂部がもれなく確実に最も早く煙を感知可能な箇所と考えられる。一方で、原子炉格納容器頂部に非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置した場合、故障に伴う当該感知器の取替えには大規模な足場の設置が必要であり、感知機能を回復するまでに要する期間が長期化するとともに、感知器取替えにおける作業上の危険性が大きくなる。そのため、格納容器再循環ファン停止時におけるオペレーティングフロアの大規模又は中規模火災をもれなく確実に感知可能であり、且つ、感知器の取替えに支障のない原子炉格納容器胴部高所 (EL [] 付近) に、非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置する。大規模又は中規模火災における煙感知箇所の比較結果を第7-3-7表に示す。また、原子炉格納容器頂部に非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置する場合に必要な足場の概要図を第7-3-20図に示す。

第 7-3-7 表 大規模又は中規模火災における煙感知箇所の比較結果

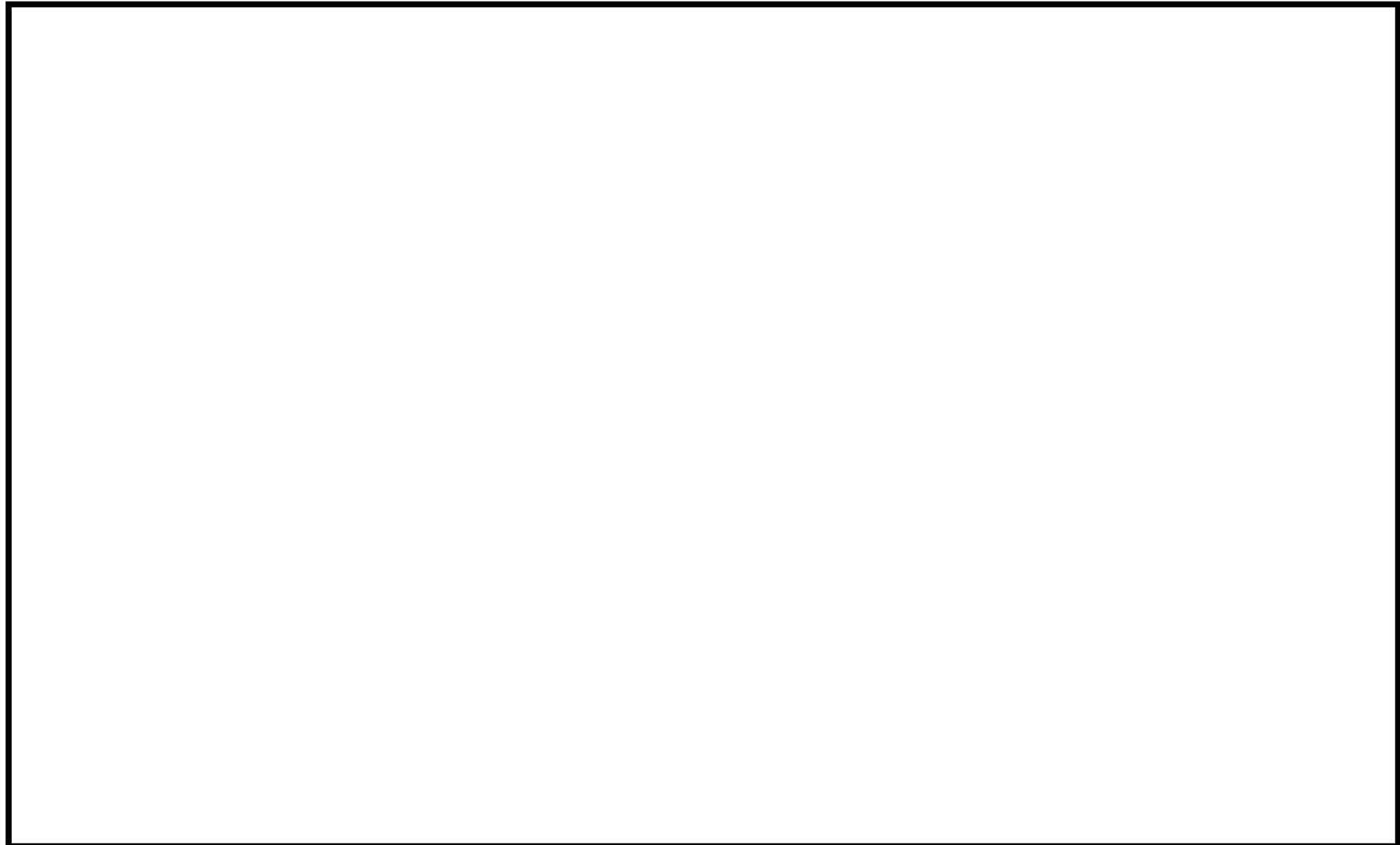
	原子炉格納容器胴部高所 (EL [] 付近)	原子炉格納容器頂部
大規模又は中規模火災に対する火災の感知	○	○
いずれの箇所においても、もれなく確実な火災の感知が可能であり、火災の感知に係る設計要件を満足する。ただし、より早期な感知という観点においては原子炉格納容器頂部が優位。		
設置の成立性	○	○
原子炉格納容器頂部への他設備の設置実績があり、いずれの箇所に対しても火災感知器を設置可能。		
保守点検の成立性	○	○
原子炉格納容器胴部高所 (EL [] 付近) は直接目視、原子炉格納容器頂部は双眼鏡等を用いた外観点検が可能。		
感知器取替え	○	○
	設置の成立性と同様。	
	○	×
作業期間	原子炉格納容器頂部の感知器取替えにおいては、大規模な足場設置が必要であり、足場設置に一ヶ月程度の期間を要するため、長期間感知機能を喪失した状態となる。一方で、原子炉格納容器胴部高所 (EL [] 付近) は感知器取替えに大規模な足場は必要ない。	
作業安全性	○	△
	原子炉格納容器頂部の感知器取替えは、大規模な足場設置作業及び仮設足場上での高所作業が必要である。当該作業においては、必要な対策を講じ、安全に十分留意して作業を行うが、原子炉格納容器胴部高所 (EL [] 付近) と比較して、作業上の危険性が大きくなる。	
評価	いずれの設置箇所においても、もれなく確実な火災の感知が可能であることから、感知器取替えの観点で支障のない原子炉格納容器胴部高所 (EL [] 付近) に非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置する。	



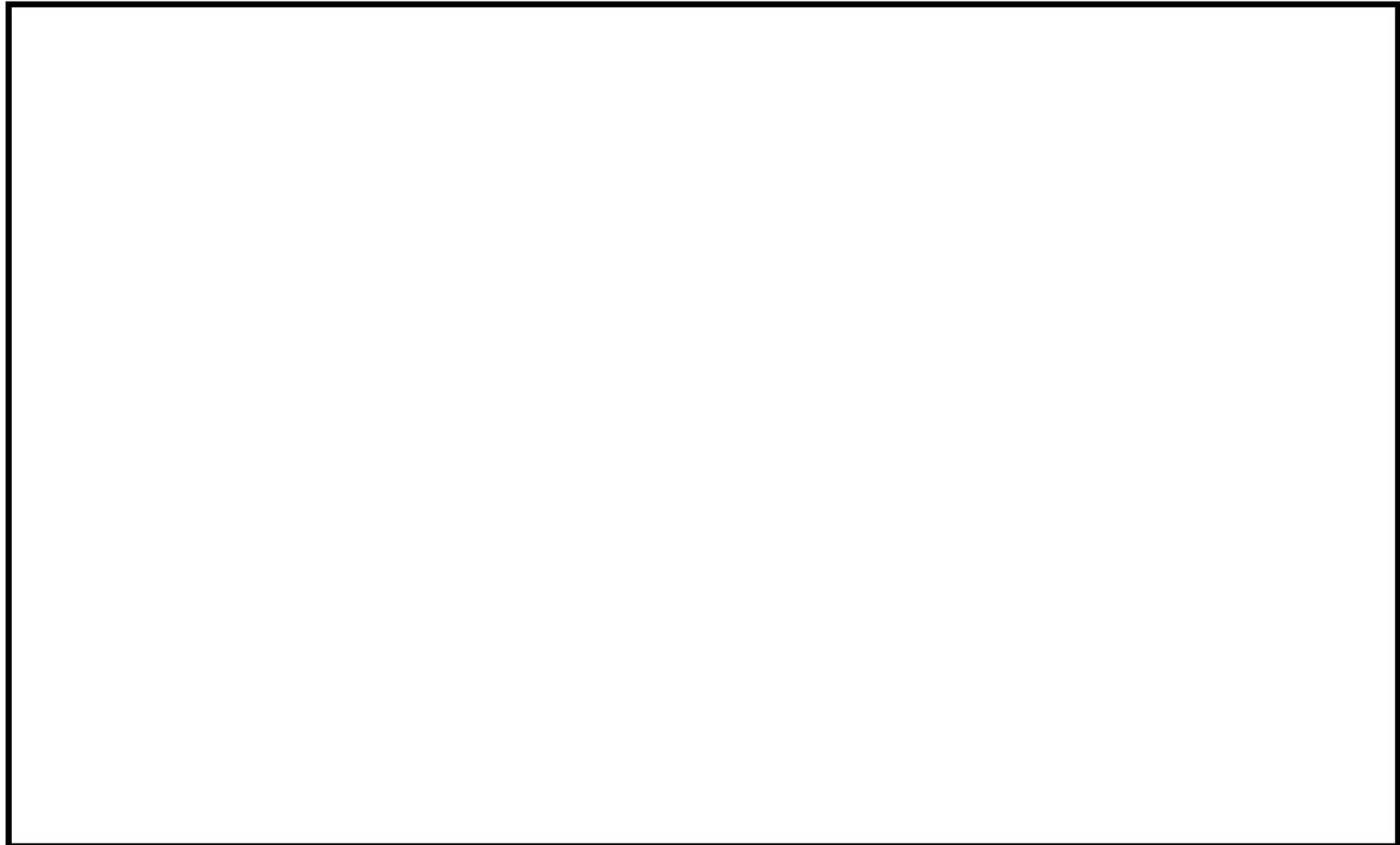
第7-3-20図 原子炉格納容器頂部への感知器設置に要する足場概要図

- ロ 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への影響について
オペレーティングフロアは、火災区域である原子炉格納容器の感知区画の一つであり、取付面高さ15m以上の感知区画である。
当該火災区域には、原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質の貯蔵等の機器等及び重大事故等対処施設が設置されている。
当該火災区域における設備の設置状況及びイ項の設計を踏まえ、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への影響は以下のとおりである。
 - (イ) 火災区域においてもれなく確実に火災を感知し、既工認から変更のない消火活動を行うことで、当該火災区域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の維持に影響を及ぼさない。
 - (ロ) 以下の理由に加え、既工認から変更のない消火活動を行うことで、当該火災区域内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の維持に影響を及ぼさない。
- I 当該火災区域内の原子炉の安全停止に必要な機器等が火災の影響を受けた場合においても、火災防護の系統分離対策によって原子炉の安全停止に必要な機能を損なわないため、設計基準対象施設の安全性の維持に影響を及ぼさない。

- II 当該火災区域内で火災が発生し、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、放射性物質の閉じ込め機能として設計基準対象施設の安全性の維持に影響を及ぼさない。
- III 当該火災区域内で火災が発生した場合においても、原子炉の安全停止に必要な機器等は火災防護の系統分離対策によって原子炉の安全停止に必要な機能を損なわないため、原子炉を安全停止することが可能である。加えて、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施設については、当該火災区域外に設置している代替機能を有した設備等により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確保される又は消防法施行規則第23条第4項により設置する非アナログ式の防爆型の煙感知器及び非アナログ式の防爆型の熱感知器により火災感知するため、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の維持に影響を及ぼさない。



第7-3-21図 オペレーティングフロア（平面図）に対する火災感知器の設計（川内1号機）



第7-3-22図 オペレーティングフロア（平面図）に対する火災感知器の設計（川内2号機）

— 7 - 3 - 39 —

※枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

b. 加圧器室

(a) 環境条件を踏まえた火災感知器設計の制約

加圧器室は、グレーチングにより 4 階層に分かれており、最下層における火災によって生じる煙及び下部 2 階層における火災によって生じる熱が高所の取付面において希薄となることが想定され、取付面における煙濃度や温度の上昇の監視が消防法施行規則第 23 条第 4 項第二号のとおり適切ではなく、最下層に対して非アナログ式の防爆型の炎検知装置以外の火災感知器を消防法施行規則第 23 条第 4 項又は消防法施行規則等と同等以上の方により設置することができない。

(b) 火災の感知に係る設計要件に適合した設計

イ 火災感知器の設置方法

下部2階層における火災に対して非アナログ式の防爆型の炎検知装置を消防法施行規則等と同等以上の方により設置し、上部2階層における火災に対して非アナログ式の防爆型の熱感知器を消防法施行規則第23条第4項により設置したうえで、火災の熱によって発生する上昇気流により加圧器室天井面まで煙が上昇し、煙が天井面に滞留することを踏まえ、加圧器室の天井面に非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置することにより、加圧器室で発生する火災を当該火災区域においてもれなく確実に感知する設計とする。

ロ 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への影響について

加圧器室は、火災区域である原子炉格納容器の感知区画の一つであり、取付面高さ15m以上の感知区画である。

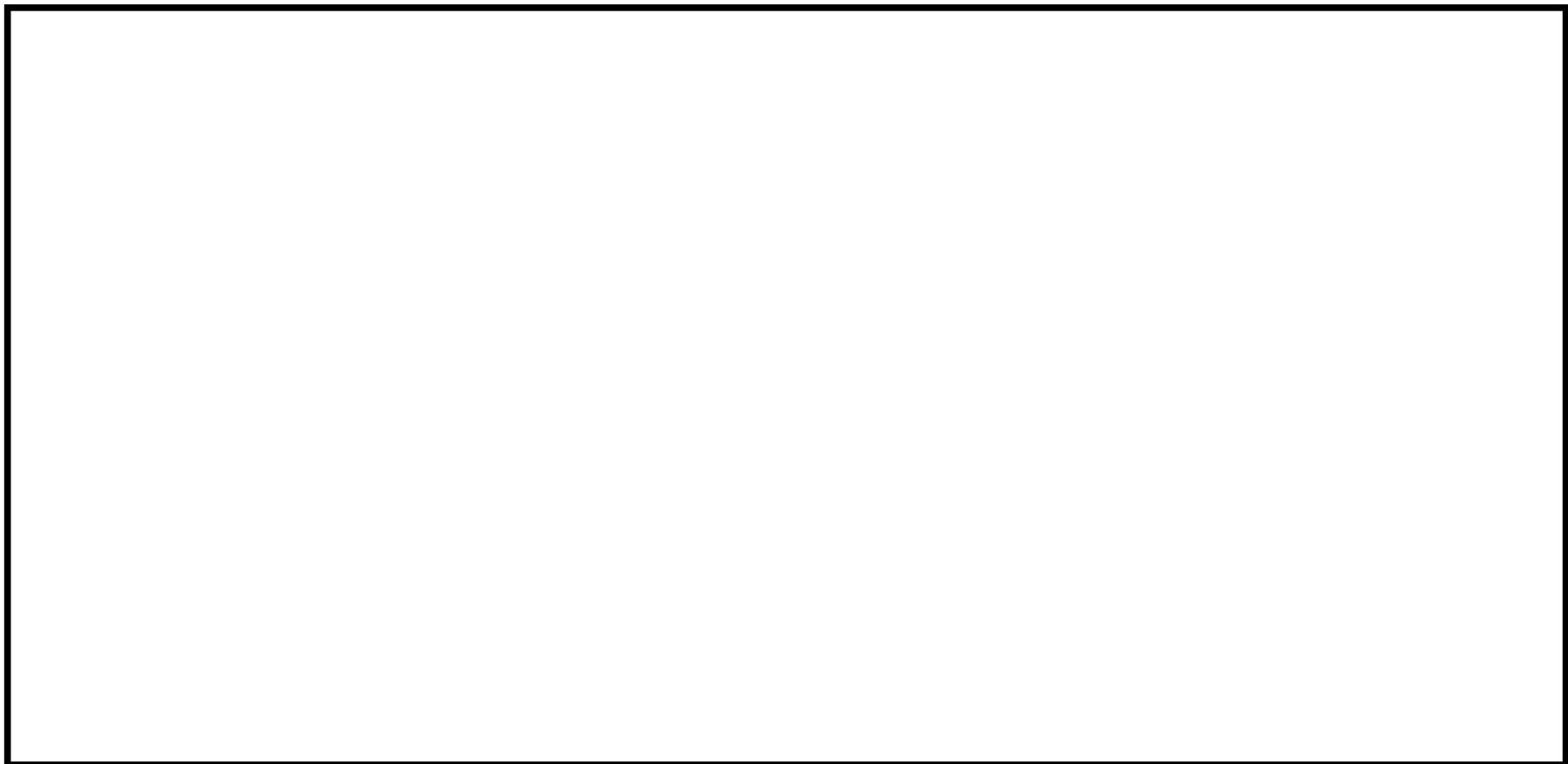
当該火災区域には、原子炉の安全停止に必要な機器等、放射性物質の貯蔵等の機器等及び重大事故等対処施設が設置されている。

当該火災区域における設備の設置状況及びイ項の設計を踏まえ、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への影響は以下のとおりである。

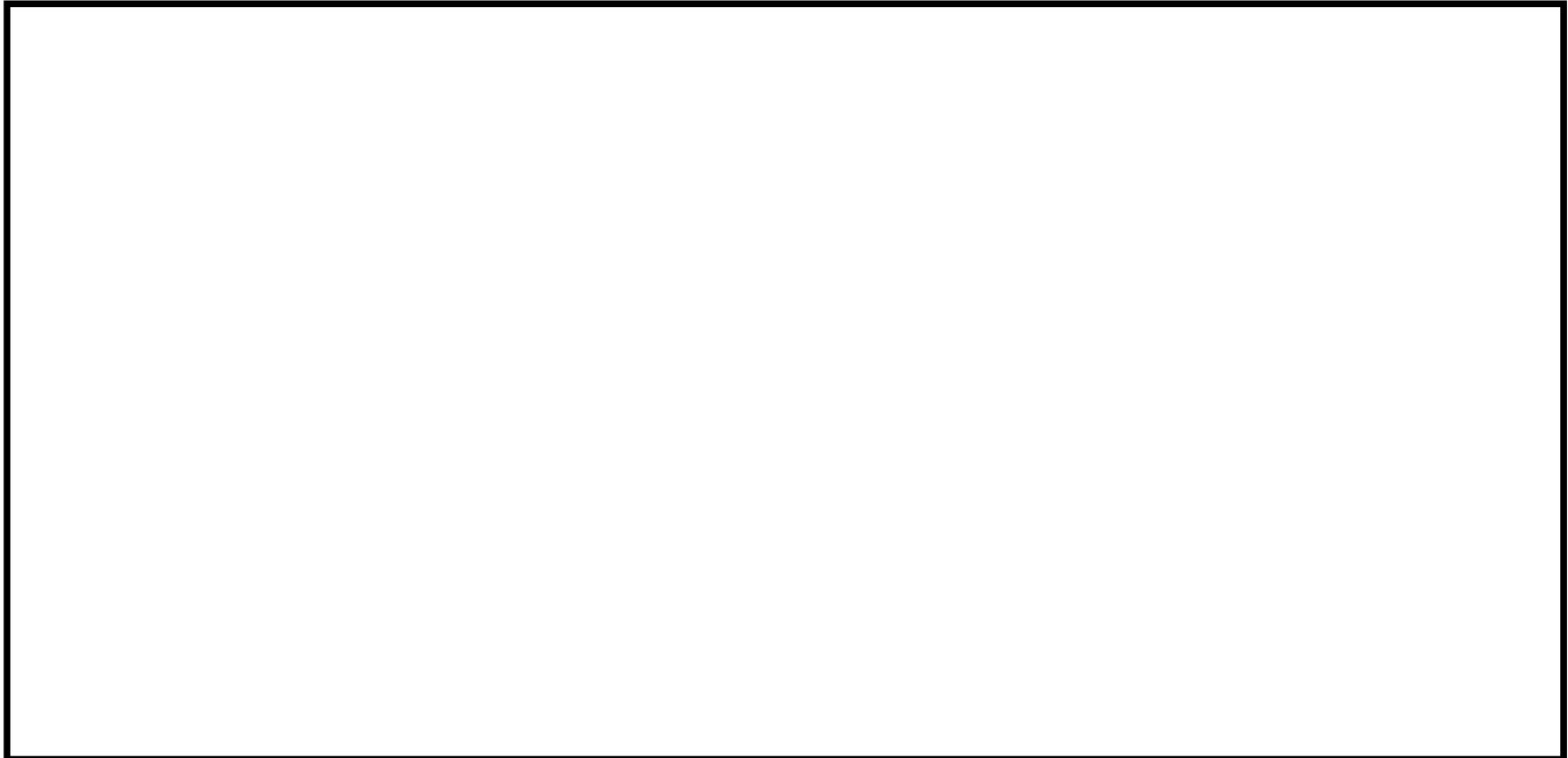
(イ) 火災区域においてもれなく確実に火災を感知し、既工認から変更のない消火活動を行うことで、当該火災区域外の設計基準対象施設の安全性及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能の維持に影響を及ぼさない。

(ロ) 以下の理由に加え、既工認から変更のない消火活動を行うことで、当該火災区域内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の維持に影響を及ぼさない。

- I 当該火災区域内の原子炉の安全停止に必要な機器等が火災の影響を受けた場合においても、火災防護の系統分離対策によって原子炉の安全停止に必要な機能を損なわないため、設計基準対象施設の安全性の維持に影響を及ぼさない。
- II 当該火災区域内で火災が発生し、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、放射性物質の閉じ込め機能として設計基準対象施設の安全性の維持に影響を及ぼさない。
- III 当該火災区域内で火災が発生した場合においても、原子炉の安全停止に必要な機器等は火災防護の系統分離対策によって原子炉の安全停止に必要な機能を損なわないと、原子炉を安全停止することが可能である。加えて、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施設については、当該火災区域外に設置している代替機能を有した設備等により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確保される又は消防法施行規則第23条第4項により設置する非アナログ式の防爆型の煙感知器及び非アナログ式の防爆型の熱感知器により火災感知するため、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の維持に影響を及ぼさない。



第7-3-23図 加圧器室（平面図）に対する火災感知器の設計（川内1号機）



第7-3-24図 加圧器室（平面図）に対する火災感知器の設計（川内2号機）



第 7-3-25 図 加圧器室（断面図）に対する火災感知器の設計（川内 2 号機）

各エリアの環境条件及び設備の設置状況による考慮事項を踏まえた各エリアの火災感知器の組合せを第 7-3-10 表から第 7-3-12 表に示す。

第 7-3-10 表 各エリアの火災感知器の組合せ（高天井エリア）

火災感知器の設置エリア	考 慮 事 項					火災感知器の型式	
	環 境 条 件				設備の設 置 状 況		
	高天井	屋外	高線量	可燃性気体の発生			
燃料取扱設備エリア（使用済燃料ピット除く）						非アナログ式の炎感知器 ^{*1} アナログ式の煙感知器 ^{*1}	
使用済燃料ピット水タンク室（川内 2 号機のみ）	○	—	—	—	—		
アニュラスエリア							

※1：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満足する感知器

第 7-3-11 表 各エリアの火災感知器の組合せ（高線量エリア）

火災感知器の設置エリア	考 慮 事 項					火災感知器の型式	
	環 境 条 件				設備の設 置 状 況		
	高天井	屋外	高線量	可燃性気体の発生			
脱塩塔エリア（使用済燃料ピット脱塩塔、冷却材陽イオン脱塩塔及び冷却材混床式脱塩塔）	—	—	○	—	—	アナログ式の煙感知器 ^{*1} アナログ式の熱感知器 ^{*1}	

※1：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満足する感知器

第 7-3-12 表 各エリアの火災感知器の組合せ（原子炉格納容器）

火災感知器の設置エリア	考 慮 事 項					火災感知器の型式	
	環 境 条 件				設備の設 置 状 況		
	高天井	屋外	高線量	可燃性気体の発生			
高天井エリア (オペレーティングフロア、加圧器室、1次冷却材ループ室)	○	—	—	○	—	非アナログ式の防爆型の炎検知装置 ^{*1} 非アナログ式の防爆型の煙感知器 ^{*2, 3} 非アナログ式の防爆型の熱感知器 ^{*2}	
高線量エリア (炉内核計装用シンプル配管室)	—	—	○	○	—	非アナログ式の防爆型の煙感知器 ^{*2, 4} 非アナログ式の防爆型の熱感知器 ^{*2, 5}	

*1：感知器と同等の機能を有する機器

*2：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満足する感知器

*3：1次冷却材ループ室の火災を監視する火災感知器は、オペレーティングフロアの非アナログ式の防爆型の煙感知器を兼用する。

*4：炉内核計装用シンプル配管室の火災を監視する火災感知器は、オペレーティングフロアの非アナログ式の防爆型の煙感知器を兼用する。

*5：放射線の影響による感知器の故障防止の観点により選定

脱塩塔エリア開口部における火災感知の有効性について

1. 建屋構造及び換気空調設備の配置を踏まえた脱塩塔エリアの火災感知器設計について

冷却材混床式脱塩塔エリア、冷却材陽イオン脱塩塔エリア及び使用済燃料ピット脱塩塔エリア（以下「脱塩塔エリア」という。）と脱塩塔バルブエリアは同一火災区画内の隣接するエリアであり、エリア間の境界には作業や巡視のための開口部が設けられている。（図 1-1 及び図 1-2 参照）

脱塩塔エリアは、作業者の過度な被ばくが想定され、エリア内への火災感知器の設置が困難であるため、比較的放射線量の低い開口部の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の熱感知器により脱塩塔エリア内で発生する火災を感知する設計としている。

脱塩塔エリアは、脱塩塔エリア内に設置される換気空調設備の吸込み口よりエリア内の空気を排氣する設計であり、エリア内への空気の供給は、隣接する脱塩塔バルブエリアとの境界である開口部を通じて行われる。吸込み口による排氣量は脱塩塔エリアの空間体積に比べ極めて小さいことから、開口部から供給された空気の一部分は吸込み口から直接排氣されるものの、大部分は脱塩塔エリア内の壁に沿って流れしていく。

脱塩塔エリア内において火災が発生した場合、上記の空気の流れを考慮すると、火災によって生じる煙や熱はエリア天井部に滞留した後、換気空調設備の吸込み口から排氣されるか開口部を通じて脱塩塔バルブエリアへ流出する。開口部の天井面は、脱塩塔エリア内に設けられた換気空調設備の吸込み口よりも高い位置（425mm 以上）にあるため、脱塩塔エリアの天井面付近に滞留した煙や熱は、まず開口部から脱塩塔バルブエリアへ流出する。

そのため、同一火災区画内の隣接エリアである脱塩塔バルブエリアの火災感知器として開口部の天井面に設置する火災感知器を兼用することで、脱塩塔エリア内で発生する火災を当該火災区画においてもれなく確実に感知することが可能である。脱塩塔エリアの火災感知に係る建屋及び吸込み口の位置関係について、位置関係概要図を図 2、位置関係詳細図を図 3-1～図 3-4 に示す。建屋及び吸込み口の位置関係整理表を表 1 に示す。

開口部に設置する火災感知器は、開口部における脱塩塔バルブエリアからの気流の影響を防ぐために開口部に設置したフード内に設置し、脱塩塔エリアで発生する煙や熱を確実に感知できる設計とする。フードの有無による脱

塩塔エリア内の空気の流れの概略図を図 4 に示す。本設計により、脱塩塔バルブエリアの一角に設置される当該の火災感知器は脱塩塔バルブエリアの火災感知には有用ではなく、消防法施行規則に基づく設計ではない。

ただし、脱塩塔バルブエリアは、開口部の火災感知器とは別に当該エリア内に設置する火災感知器により、消防法施行規則第 23 条第 4 項の感知器の設置要件を満足している。

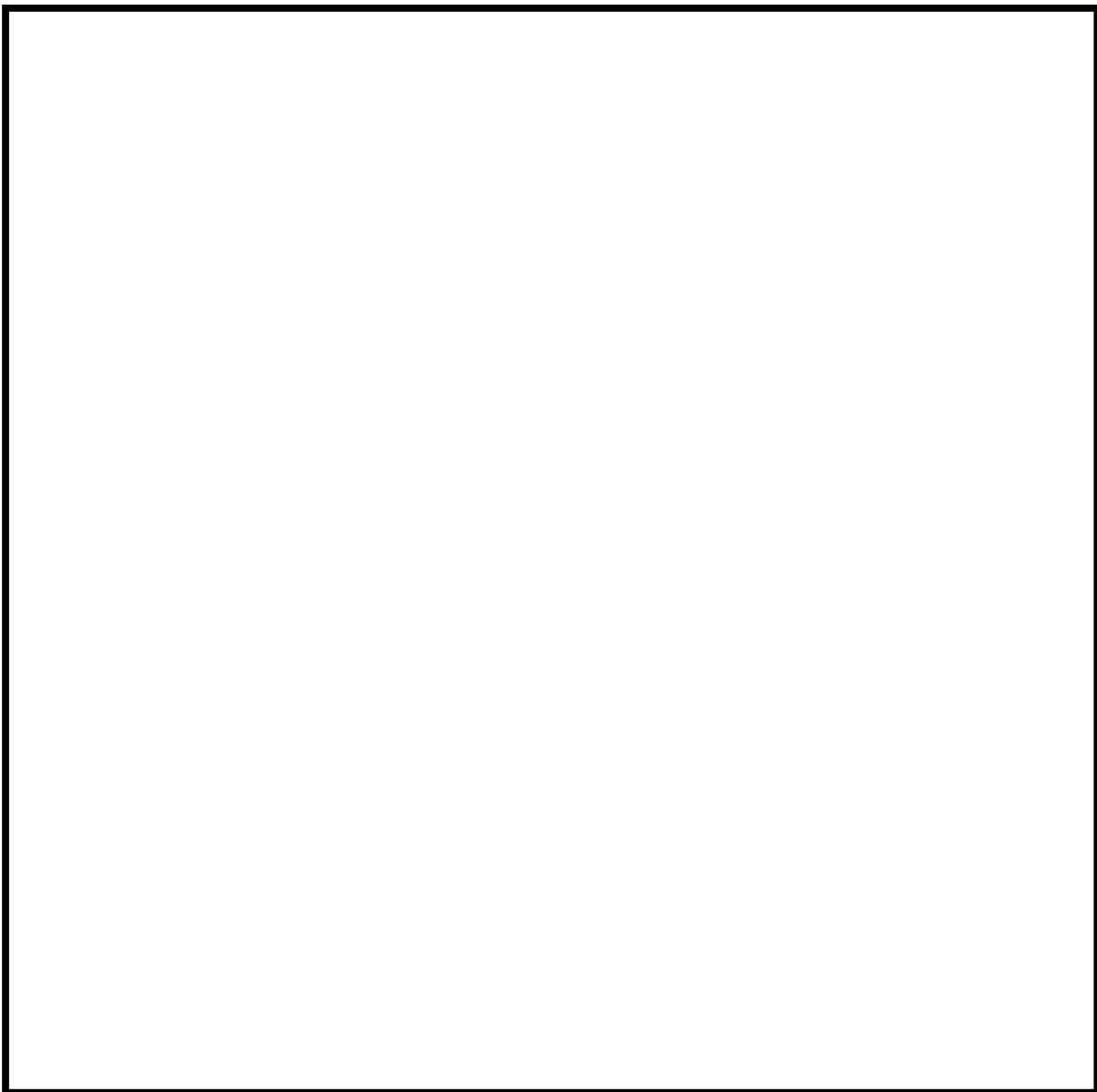


図 1-1 川内 1 号機 脱塩塔エリアと脱塩塔バルブエリアの配置図（平面図）

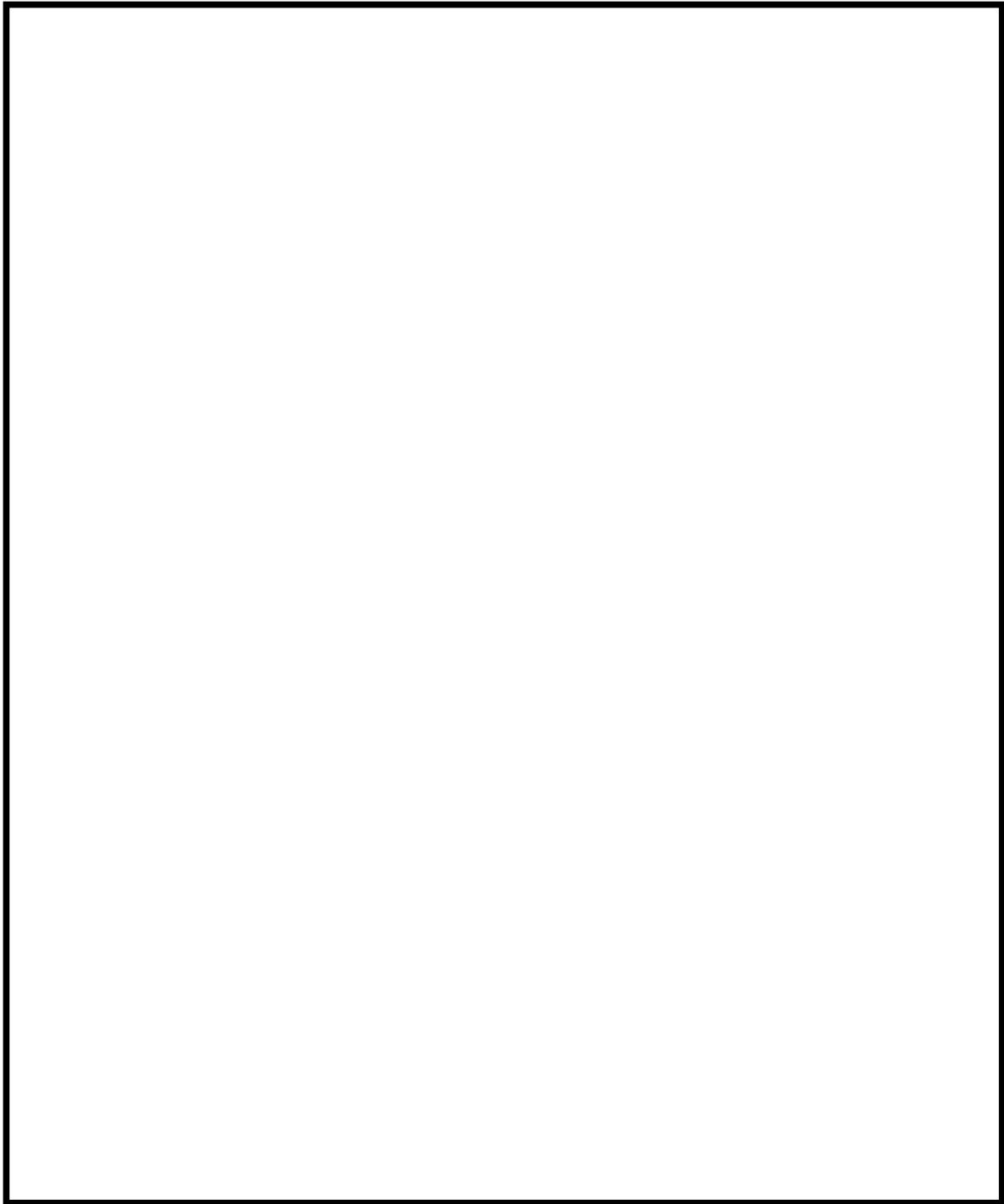
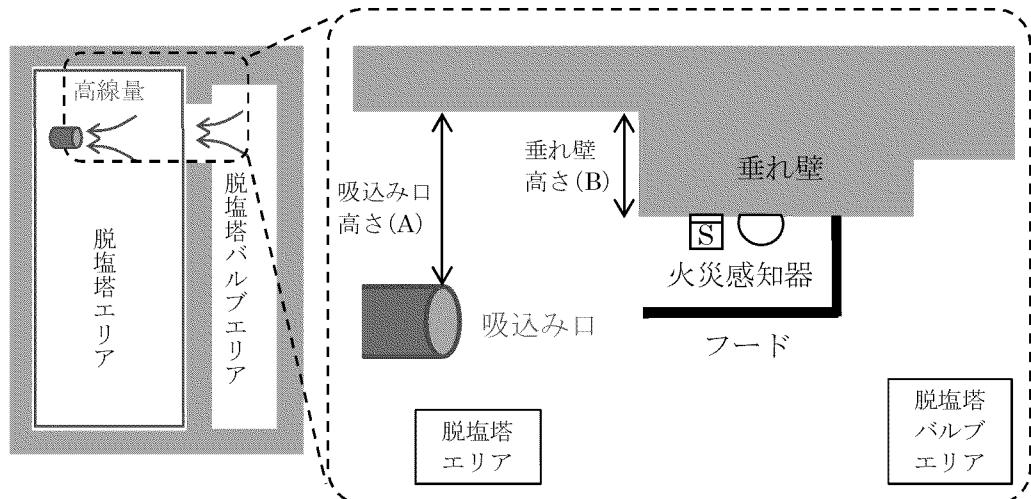
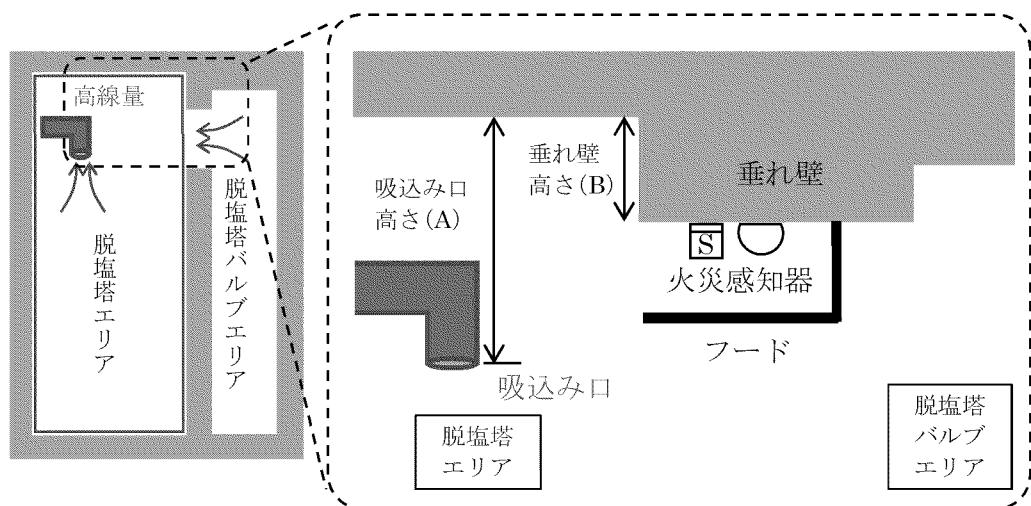


図 1-2 川内 2 号機 脱塩塔エリアと脱塩塔バルブエリアの配置図（平面図）



《吸込み口が横向きの場合》



《吸込み口が下向きの場合》

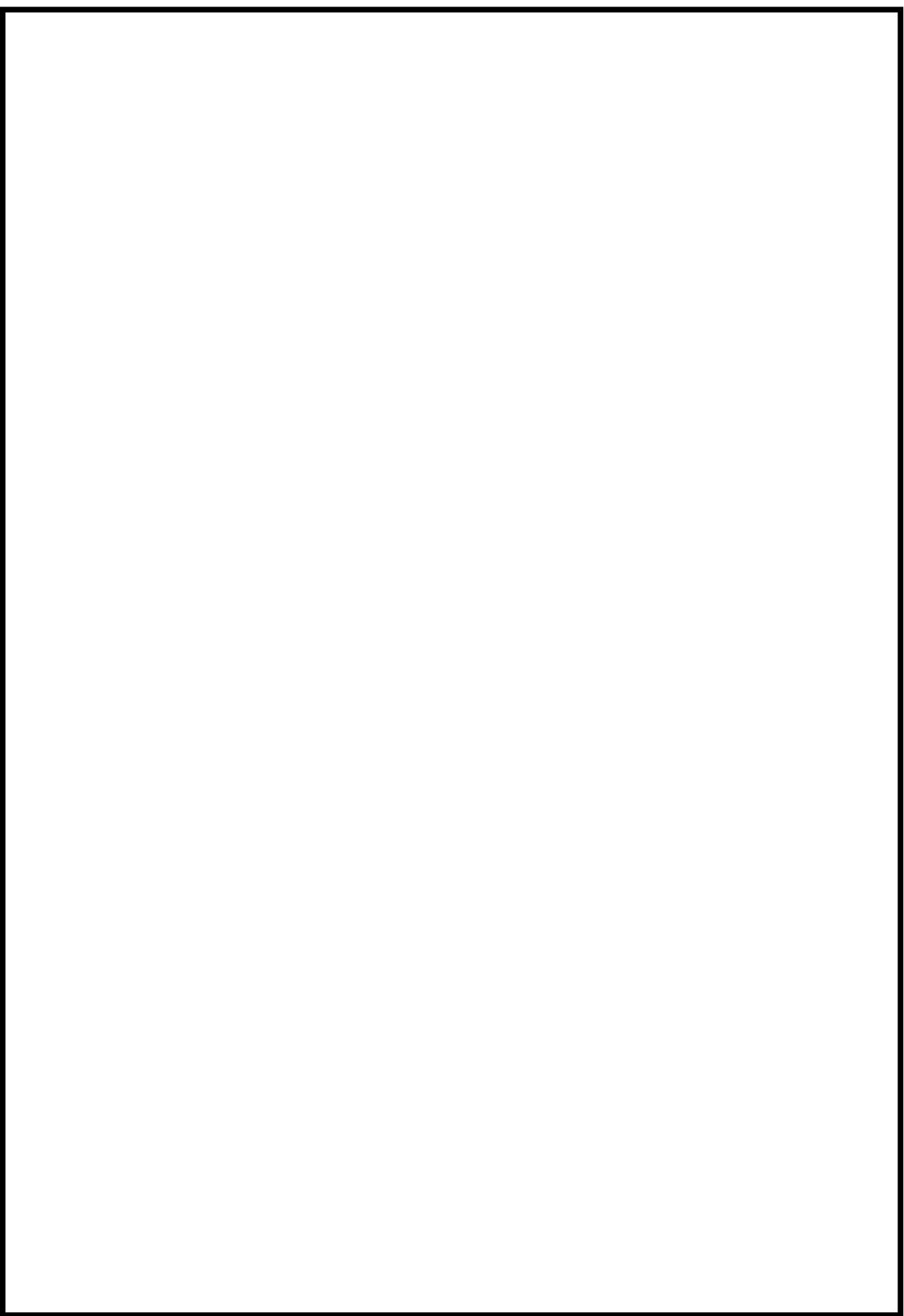
図2 脱塩塔エリアの火災感知に係る建屋及び吸込み口の位置関係概要図



第3-1図 川内1号機 脱塩塔エリアの火災感知に係る建屋及び吸込み口の
位置関係詳細図（1／2）

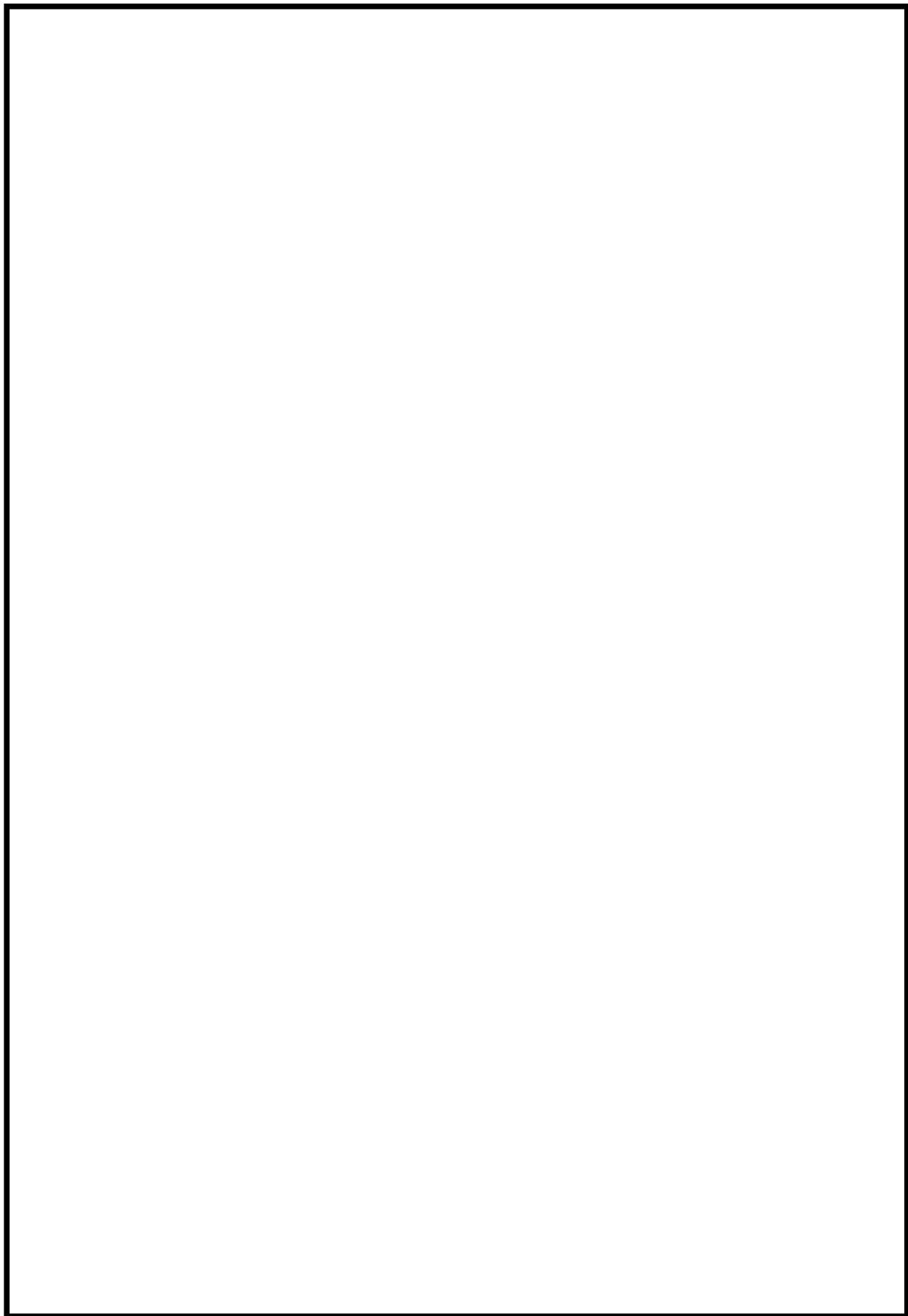
— 別7-1-5 —

※枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。



第3-2図 川内1号機 脱塩塔エリアの火災感知に係る建屋及び吸込み口の
位置関係詳細図（2／2）
— 別7-1-6 —

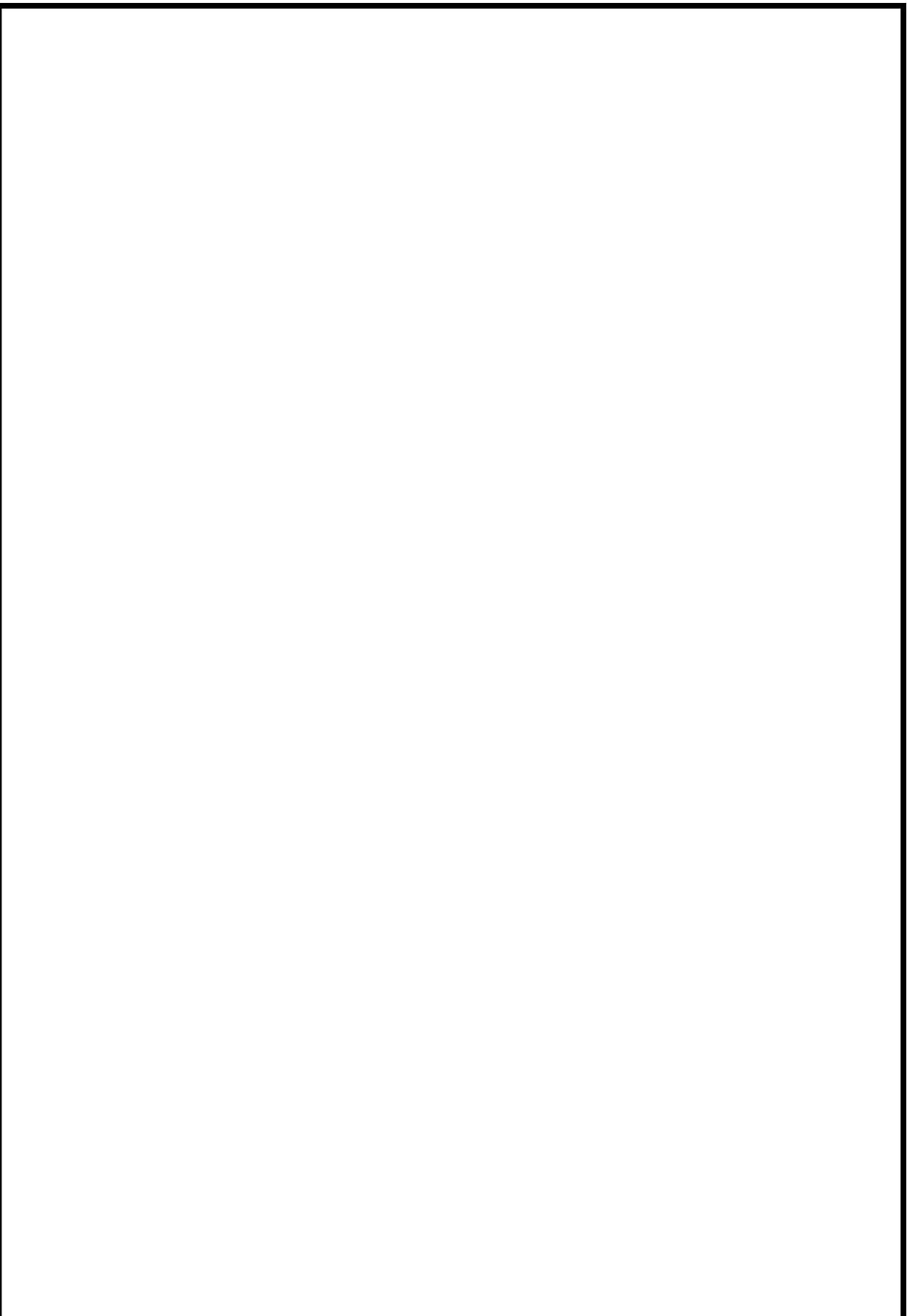
※枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。



第3-3図 川内2号機 脱塩塔エリアの火災感知に係る建屋及び吸込み口の
位置関係詳細図（1／2）

— 別7-1-7 —

※枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

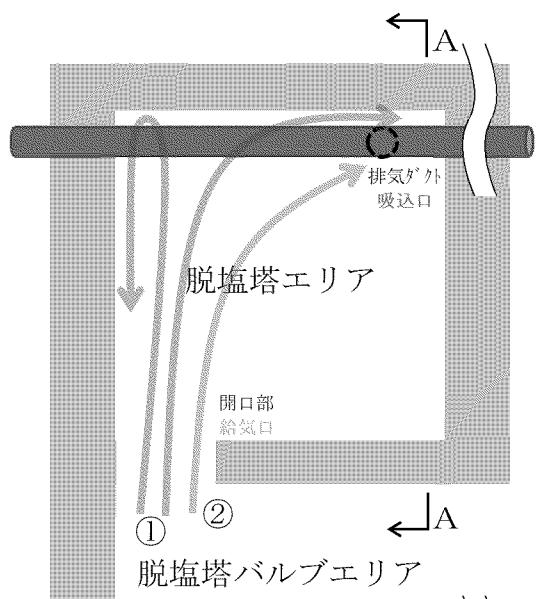


第3-4図 川内2号機 脱塩塔エリアの火災感知に係る建屋及び吸込み口の
位置関係詳細図（2／2）
— 別7-1-8 —

※枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

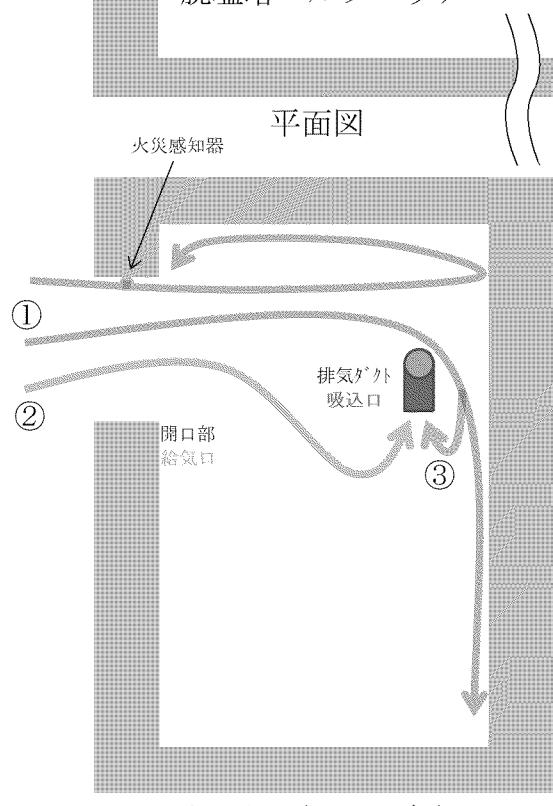
表1 脱塩塔エリアの火災感知に係る建屋及び吸込み口の位置関係整理表

対象エリア		吸込み口 高さ(A) [mm]	垂れ壁 高さ(B) [mm]	(A) - (B) [mm]
川内 1号機	A 使用済燃料ピット脱塩塔	2,275	650	1,625
	B 使用済燃料ピット脱塩塔	2,275	650	1,625
	冷却材陽イオン脱塩塔	1,675	250	1,425
	A 冷却材混床式脱塩塔	1,975	550	1,425
	B 冷却材混床式脱塩塔	1,675	250	1,425
川内 2号機	A 使用済燃料ピット脱塩塔	2,075	500	1,575
	B 使用済燃料ピット脱塩塔	2,075	500	1,575
	冷却材陽イオン脱塩塔	2,000	500	1,500
	A 冷却材混床式脱塩塔	925	500	425
	B 冷却材混床式脱塩塔	2,000	500	1,500



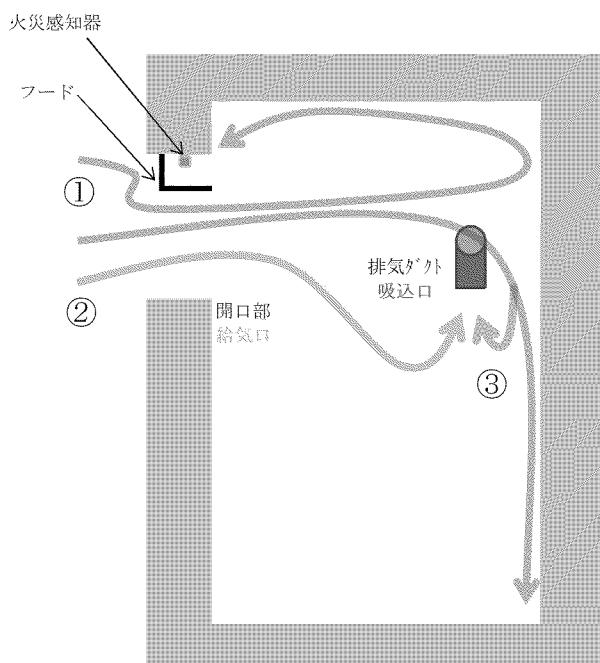
【主な空気の流れ】

- ①排気ダクトに直接吸い込まれることなく、脱塩塔の壁に沿って上下左右に流れる空気
- ②排気ダクトに直接吸い込まれる空気
- ③脱塩塔の壁に沿って流れた後、排気ダクトに吸い込まれる空気



断面図（フード無）

【A-A断面】



断面図（フード有）

【A-A断面】

図4 フードの有無による脱塩塔エリア内の空気の流れの概略図

2. 煙及び熱の流動解析による確認

脱塩塔エリア内の火災に伴い発生する煙及び熱が、脱塩塔エリア内の気流の影響を考慮しても脱塩塔エリア開口部の上面に設置するフード内に到達し、フード内において早期に火災感知できることを確認するため、参考として煙及び熱の流動解析を実施した。

(1) 解析の概要

脱塩塔エリアにおける仮置可燃物の火災による煙及び熱の発生を想定し、換気空調設備によるエリア内の気流を考慮したうえで、エリア内の各部の煙濃度及び温度を測定し、煙感知器の動作値（閾値）である減光率10.0%/m、熱感知器の動作値（閾値）である75°Cを超えるまでの挙動と時間を確認する。

(2) 解析の対象エリア

高線量エリアである脱塩塔エリアのうち、空間体積が最も大きく脱塩塔エリアと脱塩塔バルブエリア間の垂れ壁高さが最も高い「A 使用済燃料ピット脱塩塔エリア」とする。

空間体積については、火災に伴い発生した煙及び熱が天井部に滞留するまでの時間が保守的になるよう考慮し、最も大きいエリアを選定した。

垂れ壁高さについては、天井部に滞留した煙及び熱が垂れ壁を越えて脱塩塔エリアの開口部に到達するまでの時間が保守的になるよう考慮し、最も高いエリアを選定した。

(3) 解析条件

解析コードは、米国商務省国立標準技術研究所(NIST)が開発した火災シミュレータである FDS(Fire Dynamics Simulator)ver.6.5.3 を用いる。

項目	値	根拠
燃焼面積 A [m ²]	1	
HRR 値 Q [kw]	142	内部火災影響評価ガイド [6] 附属書 表 B.3 仮置き可燃物(ケーブル)
エリア内初期温度 [°C]	40	空調設計温度
排気ダクトサイズ [mm]	φ 200	
排気流量 [m ³ /h]	230	設計風量
現象時間 [分]	30	
モニター位置 (煙濃度と温度を出力)		<p>モニター位置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フード中央 : 1 点 ・開口部中央 : 1 点 ・ダクト中央 : 1 点 ・火災源側 : 6 点 ・開口部側 : 6 点 合 計 : 15 点

(4) 解析結果

a. エリア内の煙及び熱の挙動について

解析の結果、図3から図5に示すとおり火災に伴い発生した煙及び熱は、脱塩塔エリア内の気流の影響を考慮しても脱塩塔エリア天井部に滞留し、時間の経過とともに脱塩塔エリア開口部の上面に設けられたフード内に到達することが確認された。

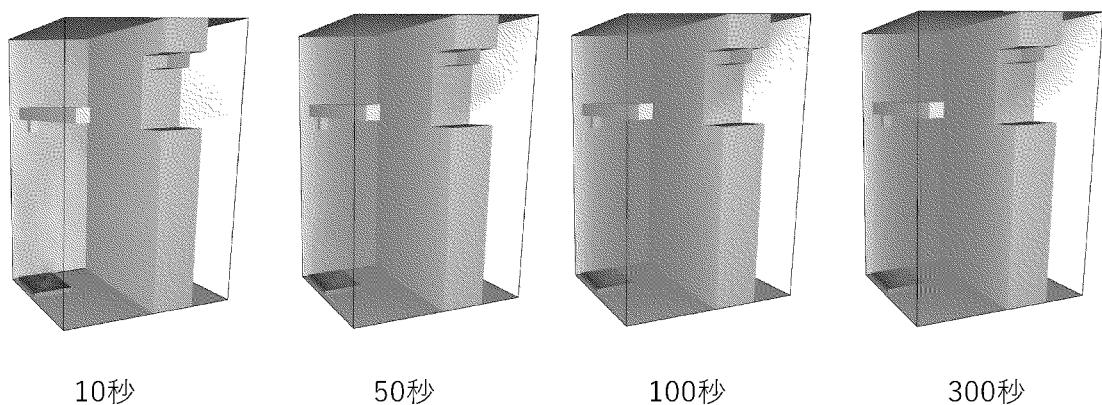


図3 煙の挙動

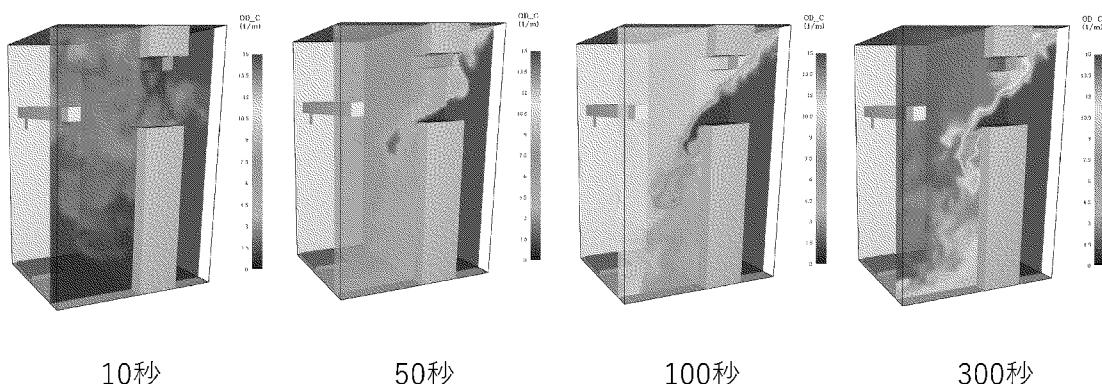


図4 煙濃度の挙動

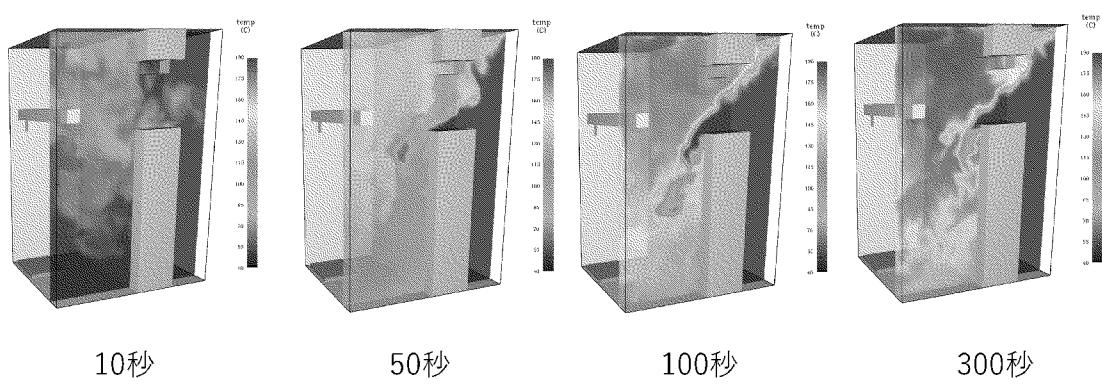


図5 温度の挙動

b. 煙濃度（減光率）及び温度の閾値までの到達時間について

解析の結果、表 1 に示すとおり脱塩塔エリア開口部の上面に設置するフード内のフード中央モニターは、脱塩塔エリアの天井部の空間の煙濃度（減光率）及び温度を出力している火災源側モニター①～⑥及び開口部側モニター①～⑥に比べ数秒程度の時間遅れはあるものの、煙濃度（減光率）は約 8.2 秒、温度は約 18.4 秒で閾値に到達していることから、脱塩塔エリア開口部の上面に設けられたフード内にて早期の火災感知が可能であることを確認した。

表 1 煙濃度（減光率）及び温度の閾値までの到達時間

閾値	減光率			温度		
		%/m			°C	
火災源側モニター①	50.9	%/m	4.6	秒	94.3	°C
火災源側モニター②	19.3	%/m	4.8	秒	83.7	°C
火災源側モニター③	38.8	%/m	5.0	秒	79.2	°C
火災源側モニター④	57.3	%/m	4.8	秒	78.4	°C
火災源側モニター⑤	99.1	%/m	5.0	秒	113.5	°C
火災源側モニター⑥	29.2	%/m	5.1	秒	104.8	°C
開口部側モニター①	12.3	%/m	6.4	秒	76.3	°C
開口部側モニター②	40.1	%/m	6.4	秒	76.0	°C
開口部側モニター③	44.5	%/m	6.6	秒	76.9	°C
開口部側モニター④	58.8	%/m	6.4	秒	79.4	°C
開口部側モニター⑤	30.2	%/m	6.0	秒	77.7	°C
開口部側モニター⑥	47.8	%/m	5.9	秒	82.4	°C
フード中央モニター	11.4	%/m	8.2	秒	75.6	°C
開口部高さ中央モニター	66.4	%/m	6.9	秒	78.6	°C
ダクト中央モニター	71.4	%/m	3.3	秒	90.3	°C
					18.4	秒
					14.8	秒
					3.4	秒

c. 脱塩塔エリア開口部の上面に設置するフードの有効性について

解析の結果、図 6 及び図 7 に示すとおり脱塩塔エリア開口部の上面に設置するフード内のフード中央モニターは、脱塩塔バルブエリアからの気流の影響を受ける開口部高さ中央モニターに比べ煙濃度（減光率）及び温度の指示値が安定しており、気流の影響をほとんど受けないことを確認できた。

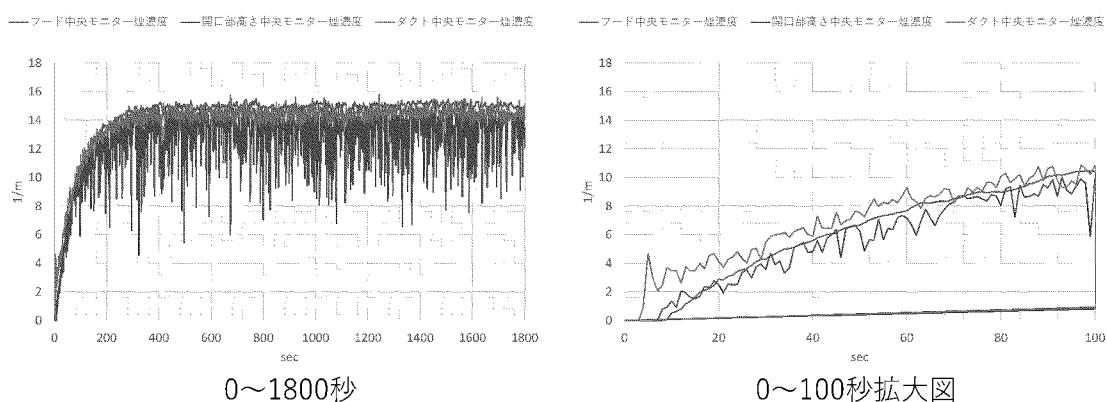


図 6 煙濃度（減光率）の推移

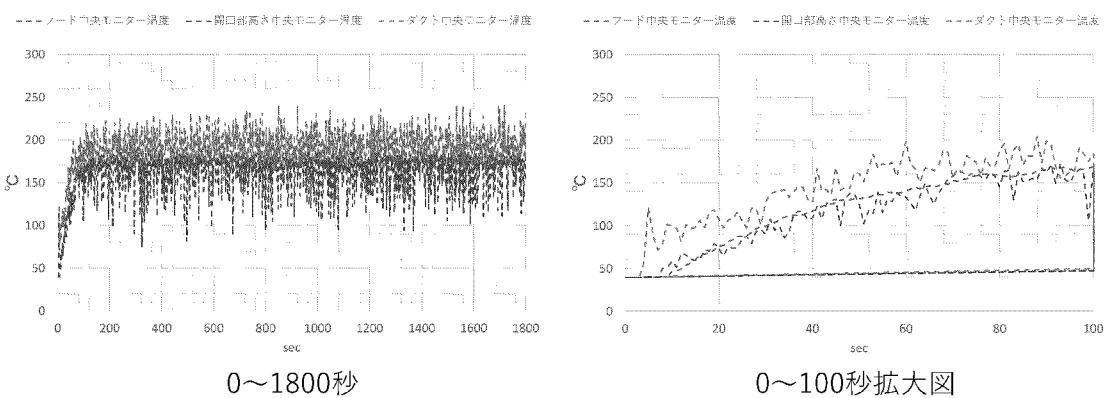


図 7 溫度の推移

3. 総評

以上の解析結果より、脱塩塔エリア内の火災に伴い発生する煙及び熱は、脱塩塔エリア内の気流の影響を考慮しても脱塩塔エリア開口部の上面に設置するフード内に到達し、フード内において早期に閾値まで到達することから、脱塩塔エリア開口部上面に設置するフード内の火災感知の有効性について確認できた。

換気空調設備の排気ダクト内における
火災感知の成立性について

1. はじめに

脱塩塔エリア内の火災により発生しエリア天井に滞留する煙及び熱は、その一部が換気空調設備の吸込み口から排気ダクトを介して排気されることが想定されることから、排気ダクト内においても火災の感知は可能と考えられる。

本資料では、川内原子力発電所 1,2 号機における脱塩塔エリアの換気空調ダクト設計を考慮し、排気ダクト内における火災感知の成立性について説明する。

2. 換気空調設備の排気ダクト内における火災感知の成立性について

脱塩塔エリアの換気空調設備は、各脱塩塔エリア内に排気ダクト母管を敷設しており、脱塩塔エリア毎に吸込み口を設けエリア内の空気を排気している。当該ダクト内に火災感知器を設置する場合、放射線量の低い箇所に設置する必要があり、各脱塩塔エリアの排気が合流した箇所に設置することになるため、脱塩塔エリアの火災により発生した煙及び熱が希釈されることとなる。

したがって、排気ダクト内の火災感知器は、火災の発生を想定する脱塩塔エリア内と同等の環境条件下で火災感知が成立しない。

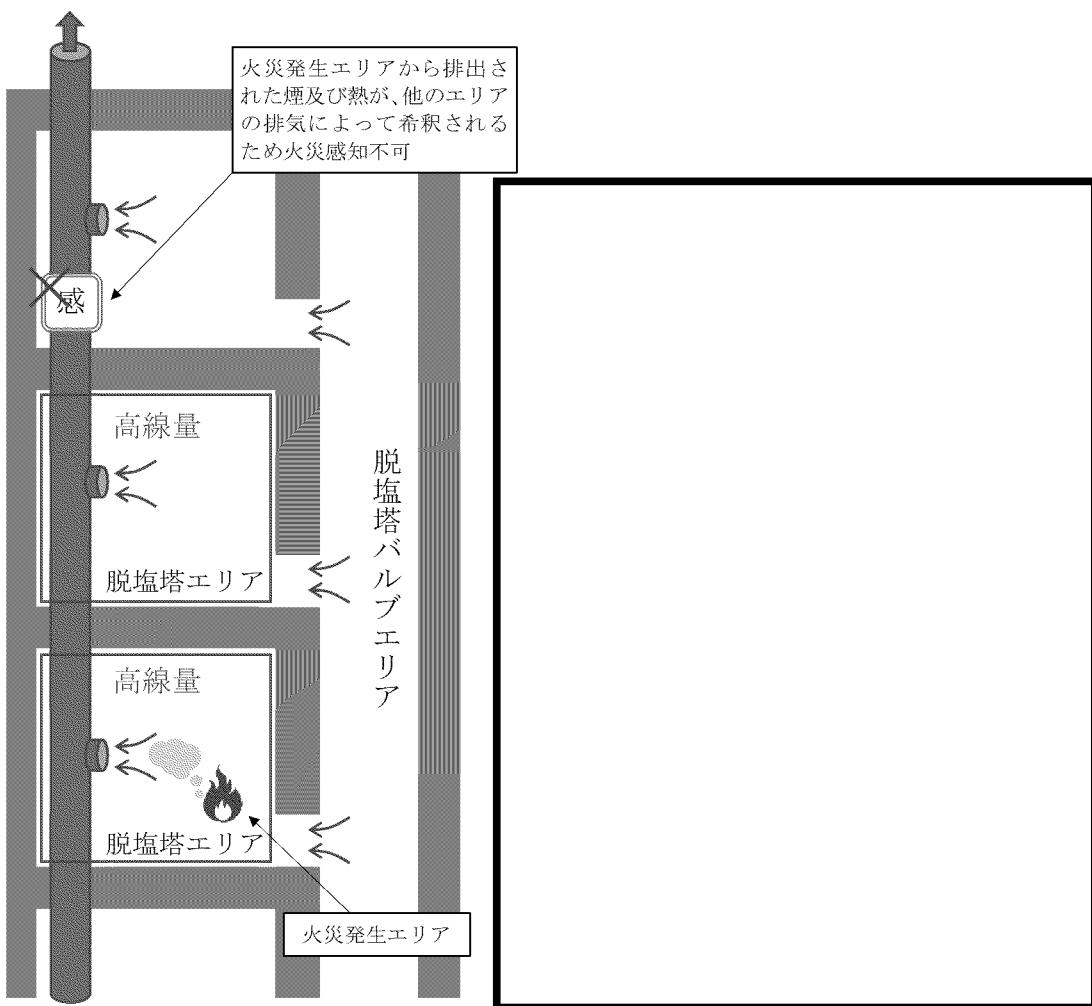


図1 脱塩塔エリアの排気ダクト配置と
火災感知器設置のイメージ図

図2 脱塩塔エリアの配置と排気ダクト
(一部抜粋)

3. まとめ

以上より、排気ダクト内に火災感知器の設置を想定した場合、脱塩塔エリアの換気空調ダクトの設計により火災感知が成立しないため、当該設計は採用しない。

火災力学ツール FDTs による原子炉格納容器頂部温度評価



**CHAPTER 2. PREDICTING HOT GAS LAYER TEMPERATURE
IN A ROOM FIRE
WITH FORCED VENTILATION
COMPARTMENT WITH THERMALLY THICK/THIN BOUNDARIES**

Version 1805.1
(SI Units)

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:

川内1号機 C/Vオペレーションフロアの高温ガス温度評価 (EL+13.3~EL+51.7m)
可燃物：電気盤(232kW) 排気・格納容器排気ファン(1100m³/min ×2台)

INPUT PARAMETERS

COMPARTMENT INFORMATION

Compartment Width (w _c)	35.40 m
Compartment Length (l _c)	35.40 m
Compartment Height (h _c)	38.40 m

Interior Lining Thickness (δ) 15.00 cm

AMBIENT CONDITIONS

Ambient Air Temperature (T _a)	49.00 °C
Specific Heat of Air (c _a)	1.00 kJ/kg-K

Ambient Air Density (ρ_a) 1.10 kg/m³

THERMAL PROPERTIES OF COMPARTMENT ENCLOSING SURFACES

Interior Lining Thermal Inertia (k _p)	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

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

THERMAL PROPERTIES FOR COMMON INTERIOR LINING MATERIALS

Material	k _p (kW/m ² -K) ² -sec	k (kW/m-K)	c (kJ/kg-K)	ρ (kg/m ³)	Select Material
Aluminum (pure)	500	0.206	0.895	2710	Concrete
Steel (0.5% Carbon)	197	0.054	0.465	7850	Scroll to desired material then Click on selection
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: Kline, L., J. Mika, Principles of Smoke Management, 2002 Page 270.

COMPARTMENT MASS VENTILATION FLOW RATE

Forced Ventilation Flow Rate (m) 36.67 m³/sec

FIRE SPECIFICATIONS

Fire Heat Release Rate (Q) 232.00 kW

Calculate

METHOD OF FOOTE, PAGNI, AND ALVARES (FPA)

Reference: NFPA Handbook of Fire Protection Engineering, 3rd Edition, 2003, Page 3-177

$$\Delta T_g/T_a = 0.63(Q/(mc_a T_a))^{0.72}(h_k A_T/(mc_a))^{-0.36}$$

Where

$\Delta T_g = T_g - T_a$ = upper layer gas temperature rise above ambient (K)
 T_a = ambient air temperature (K)
 Q = heat release rate of the fire (kW)
 m = compartment mass ventilation flow rate (kg/sec)
 c_a = specific heat of air (kJ/kg-K)
 h_k = convective heat transfer coefficient (kW/m²-K)
 A_T = total area of the compartment enclosing surface boundaries (m²)

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/m³)
 c_p = interior lining specific heat (kJ/kg-K)
 k = interior lining thermal conductivity (kW/m-K)
 δ = interior lining thickness (m)

$$t_p = 6328.13 \text{ sec}$$

Heat Transfer Coefficient Calculation

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

Where

h_k = heat transfer coefficient (kW/m²-K)
 kpc = interior construction thermal inertia (kW/m²-K)^{0.5}-sec
(a thermal property of material responsible for the rate of temperature rise)
 t = time after ignition (sec)
See table below for results

Area of Compartment Enclosing Surface Boundaries

$$A_T = 2(w_c \times l_c) + 2(h_c \times w_c) + 2(h_c \times l_c)$$

Where

A_T = total area of the compartment enclosing surface boundaries (m²)
 w_c = compartment width (m)
 l_c = compartment length (m)
 h_c = compartment height (m)

$$A_T = 7943.76 \text{ m}^2$$

Compartment Hot Gas Layer Temperature With Forced Ventilation

$$\Delta T_g/T_a = 0.63(Q/(mc_p T_a))^{0.72}(h_k A_T/(mc_p))^{-0.36}$$

$$\Delta T_g = T_g - T_a$$

$$T_g = \Delta T_g + T_a$$

Time After Ignition (t) (min)	h _k (kW/m ² -K)	ΔT _g /T _a	ΔT _g (K)	T _g (K)	T _g (°C)	T _g (°F)
(sec)						
0 0	-	-	-	322.00	49.00	120.20
1 60	0.22	0.01	2.88	324.88	51.88	125.39
2 120	0.16	0.01	3.27	325.27	52.27	126.08
3 180	0.13	0.01	3.51	325.51	52.51	126.53
4 240	0.11	0.01	3.70	325.70	52.70	126.86
5 300	0.10	0.01	3.85	325.85	52.85	127.14
10 600	0.07	0.01	4.37	326.37	53.37	128.06
15 900	0.06	0.01	4.70	326.70	53.70	128.65
20 1200	0.05	0.02	4.95	326.95	53.95	129.10
25 1500	0.04	0.02	5.15	327.15	54.15	129.47
30 1800	0.04	0.02	5.32	327.32	54.32	129.78
35 2100	0.04	0.02	5.47	327.47	54.47	130.04
40 2400	0.03	0.02	5.60	327.60	54.60	130.28
45 2700	0.03	0.02	5.72	327.72	54.72	130.50
50 3000	0.03	0.02	5.83	327.83	54.83	130.70
55 3300	0.03	0.02	5.93	327.93	54.93	130.88
60 3600	0.03	0.02	6.03	328.03	55.03	131.05

川内 1／2 号機 火災の感知に係る設計要件に関する火災防護を行う機器等の設置状況

(川内 1 号機)		火災区域又は 火災区画	設計要件を満足する 設計を行う感知区画	放射性物質の貯蔵等の機器等	重大事故等対処施設
原子炉 格納容器	オペレーティングフロア	C/V1-1	原子炉の安全停止に必要な機器等	原子炉格納容器 原子炉格納容器隔離弁	再生熱交換器 制御棒クラスター 1A(B,C,D)格納容器再循環ユニット
火災区域			1号加圧器水位第 1(2)制御弁 1号加圧器 A(B)逃がし弁 1号加圧器ヒータ後備グループ 1(2) 1A(B,C)抽出オリフィス隔離弁(内隔離弁) 1号加圧器補助スプレイ弁 1号 C ループ充てん弁 1号 RCP No.1 シールババパス弁 1号 RCP 封水戻りライン第 1 隔離弁(内隔離弁) 1号余剰抽出第 1 隔離弁 1号余剰抽出ライン 3 方弁 1号加圧器 A(B)逃がし元弁 1A(B,C)蓄圧タンク出口弁 1号 B(C)ループ高温側サンプル弁(内隔離弁) 1号加圧器蒸気部(液相部)サンプル弁(内隔離弁) 1A(B)RHR 入口隔離弁 1A(B)RHRS 入口弁(内隔離弁) 1A(B) 1号 1 次冷却材圧力(1 (II)) 1号加圧器水位(1 (II, III)) / 1号加圧器水位 1号 A(B,C)ループ冷却材高温側温度(1) 1号 A(B,C)ループ冷却材低温側温度(II) 1A(B,C) 1号蒸気発生器伝域水位(1 (II, III)) 1号格納容器温度(1, IV) 出力領域平均中性子束(1 (II, III, IV)) 中間領域中性子束(1 (II)) 中性子源領域中性子束(1 (II)) 1号加圧器圧力(1 (II, III)) 1号 RCP 冷却水第 1 出口弁(内隔離弁) 1A(B,C) RCP 熱しやへい冷却水流量制御弁 1A(B) IAS 格納容器隔離弁	1号静的触媒式水素再結合装置 1号電気式水素燃焼装置 1号電気式水素燃焼装置動作監視装置 1号格納容器内高レンジエリアモニタ A(B)(低レンジ(高レンジ)) 1号格納容器再循環サンプル装置(伝域)水位 1号原子炉格納容器水位 1号原子炉容器水位 1号原子炉下部キャビティ水位 1A(B,C)蒸気発生器領域水位 1号加圧器 A(B)逃がし弁 1A(B,C) 1 次冷却材高温側温度(伝域) 1A(B,C) 1 次冷却材低温側温度(伝域) 1A(B) 1 次冷却材圧力 1号加圧器水位 1号格納容器内温度 1号出力領域中性子束 1号中間領域中性子束 1号中性子源領域中性子束 1A(B,C)蒸気発生器伝域水位 1号加圧器 A(B,C)安全弁 1号原子炉容器 1号原子炉格納容器 1A(B,C)蒸気発生器 1号加圧器 1A(B,C) 1 次冷却材ポンプ 1A(B,C)蓄圧タンク 1A(B,C)蓄圧タンク出口弁 1A(B)格納容器再循環サンプル	
加圧器室			1 次冷却材ループ室	炉内核計装用シングル 配管室	1号原子炉格納容器 1A(B,C)蓄圧タンク 1A(B,C)蓄圧タンク出口弁 1A(B)格納容器再循環サンプル

火災区域又は 火災区域 アニュラス エリヤ 全域	火災区域 アニュラスエリヤ CVV2-1	設計要件を満足する 設計を行う感知区画 アニュラスエリヤ 機器等に開通するケーブル 原子炉の安全停止に必要な機器等 原子炉格納容器内の原子炉の安全停止に必要な 機器等に開通するケーブル 原子炉格納容器隔離弁	放射性物質の貯蔵等の機器等 アニュラス 原子炉格納容器隔離弁	重大事故等対処施設 格納容器排気筒
火災区域 FH/B3-1	燃料取扱設備 エリヤ 火災区域 FH/B3-1	燃料取扱設備エリヤ のうち高天井エリヤ なし	使用済燃料ピット 新燃料貯蔵庫	IA(B)使用済燃料ピット水位(SA) IA(B)使用済燃料ピット温度(SA) 1号使用済燃料ピット状態監視カメラ 1A(B)使用済燃料ピット
A/B EL.-2.0m エリヤ	火災区域 AB4-4	脱塩塔エリヤ	ほう酸回収装置脱塩塔(混床式, 陽イオン) ほう酸蒸留水脱塩塔 廃液蒸留水モニタ脱塩塔 薬品ドレン蒸留水脱塩塔 原子炉格納容器隔離弁 格納容器ブレイ系弁	1号補助注入ライン流量 1A格納容器スプレイ冷却器出口積算流量 1号ほう酸注入ランク 1号ほう酸注入ライン流量 1A(B)余熱除去ループ流量
A/B EL.-2.0m エリヤ	火災区域 AB4-4	1抽出ライン圧力調節弁 1号ほう酸除去脱塩塔バイパス3方弁 1号抽出オリフィス出口隔離弁(外隔離弁) 1号充てんライン第1隔離弁 1号充てんライン第2隔離弁(外隔離弁) 1C RCP 封水注入ライン第1隔離弁(外隔離弁) 1号RCP 封水戻りライン第2隔離弁 1号ほう酸注入タンク循環ライン入口弁 1号ほう酸注入タンク循環ライン第1(2)出口弁 1号ほう酸注入タンク A(B)入口弁 1号低正抽出流量制御弁 1号格納容器圧力(W) 1A1号制御用空気圧縮機出口ヘッダ圧力(III) 1号ほう酸注入ライン流量(I(IV)) 1A(B)余熱除去ループ流量(II(IV)) 1号非再生冷却器冷却水流量制御弁 1A1AS格納容器隔離弁(外隔離弁)		

(1)川内 2 号機)

火災区域又は 火災区画	設計要件を満足する 設計を行う感知区画	原子炉の安全停止に必要な機器等	放射性物質の貯蔵等の機器等	重大事故等対処施設
原子炉格納容器 C/V1-1	オペレーティング フロア	2号加圧器水位第1(2)制御弁 2号加圧器A(B)逃がし弁 2号加圧器ヒータ後備クループ1(2) 2A(B,C)抽出オリフィス隔離弁(内隔離弁) 2号加圧器補助スプレイ弁 2号Cループ充てん弁 2号RCP No.1シールバイパス弁 2号RCP 封水戻りライン第1隔離弁(内隔離弁) 2号余剰抽出第1隔離弁 2号余剰抽出ライン3方弁 2号加圧器A(B)逃がし元弁 2A(B,C)蓄圧タンク出口弁 2号B(C)ループ高温側サンプル弁(内隔離弁) 2号加圧器蒸気部(液相部)サンプル弁(内隔離弁) 2A(B)RHR 入口隔離弁 2A(B)RHRS 入口弁(内隔離弁) 2A(B)2号1次冷却材圧力(1(II)) 2号加圧器水位(1(III)) 2号加圧器水位 2号A(B,C)ループ冷却材高温側温度(1) 2号A(B,C)ループ冷却材低温側温度(II) 2A(B,C)2号蒸気発生器伝熱水位(1(II,III)) 2号格納容器温度(1,IV) 出力領域平均中性子束(1(II,IV)) 中間領域中性子束(1(II)) 2号加圧器圧力(1(III)) 2号RCP 冷却水第1出口弁(内隔離弁) 2A(B,C)RCP 熱しやへい冷却水流量制御弁 2A(B)IAS 格納容器隔離弁	原子炉格納容器 原子炉格納容器隔壁弁 原子炉格納容器 2号静的触媒式水素再結合装置 2号静的触媒式水素再結合装置動作監視装置 2号電気式水素燃焼装置 2号格納容器内高レンジエアモニタA(B)(低レンジ(高レンジ)) 2号格納容器再循環サンプル領域(広域)水位 2号原子炉格納容器水位 2号原子炉容器水位 2号原子炉下部キャビティ水位 2A(B,C)蒸気発生器領域水位 2号加圧器A(B)逃がし弁 2A(B,C)1次冷却材高温側温度(広域) 2A(B,C)1次冷却材低温側温度(広域) 2A(B)1次冷却材圧力 2号加圧器水位 2号格納容器内温度 2号出力領域中性子束 2号中間領域中性子束 2号中性子源領域中性子束 2A(B,C)蒸気発生器伝熱水位 2号加圧器A(B,C)安全弁 2号原子炉容器 2号格納容器 2A(B,C)蒸気発生器 2号原子炉格納容器 2号加圧器 2A(B,C)1次冷却材ボンブ 2A(B,C)蓄圧タンク 2A(B,C)蓄圧タンク出口弁 2A(B)格納容器再循環サンプル 2A(B)格納容器再循環サンプルリーン	再生熱交換器 制御棒クラスター 2A(B,C,D)格納容器再循環ユニット 2号静的触媒式水素再結合装置 2号電気式水素燃焼装置 2号格納容器動作監視装置 2号格納容器内高レンジエアモニタA(B)(低レンジ(高レンジ)) 2号格納容器再循環サンプル領域(広域)水位 2号原子炉格納容器水位 2号原子炉容器水位 2号原子炉下部キャビティ水位 2A(B,C)蒸気発生器領域水位 2号加圧器A(B)逃がし弁 2A(B,C)1次冷却材高温側温度(広域) 2A(B,C)1次冷却材低温側温度(広域) 2A(B)1次冷却材圧力 2号加圧器水位 2号格納容器内温度 2号出力領域中性子束 2号中間領域中性子束 2号中性子源領域中性子束 2A(B,C)蒸気発生器伝熱水位 2号加圧器A(B,C)安全弁 2号原子炉容器 2号格納容器 2A(B,C)蒸気発生器 2号原子炉格納容器 2号加圧器 2A(B,C)1次冷却材ボンブ 2A(B,C)蓄圧タンク 2A(B,C)蓄圧タンク出口弁 2A(B)格納容器再循環サンプル 2A(B)格納容器再循環サンプルリーン
炉内核計装用 シングル配管室				

火災区域又は 火災区画	設計要件を満足する 設計を行う感知区画	原子炉の安全停止に必要な機器等	放射性物質の貯蔵等の機器等	重大事故等対処施設
アニュラスエ リア	アニュラスエリア 全域	原子炉格納容器内の原子炉の安全停止に必要な 機器等に関連するケーブル	アニユラス 原子炉格納容器隔離弁	格納容器排気筒
火災区域 C/V2-1	燃料取扱設備 エリア	燃料取扱設備エリア のうち高天井エリア	なし	
火災区画 FH/B3-1	使用済燃料ビ ット水タンク室	使用済燃料ビット水 タンク室全域	なし	
火災区画 A/B3-1	脱塩塔エリア	脱塩塔エリア	なし	
A/B ELL-2.0m エリア	脱塩塔エリア	2 抽出ライン圧力調節弁 2 号ほう酸除去脱塩塔バイパス 3 方弁 2号抽出オリフィス出口隔離弁(外隔離弁) 2ARCP 封水注入ライン第 1 隔離弁 2号 RCP 封水戻りライン第 2 隔離弁 2号ほう酸注入タンク循環ライン入口弁 2号ほう酸注入タンク循環ライン第 1(2)出口弁 2号ほう酸注入タンク A(B)入口弁 2号低圧抽出流量制御弁 2号格納容器圧力(1)	ほう酸回収装置脱塩塔(混床式, 陽イオン) ほう酸蒸留水脱塩塔 廃液蒸留水モニタ脱塩塔 原子炉格納容器隔離弁 格納容器スプレイ系弁	2号補助注入ライン流量 2A格納容器スプレイ冷却器出口積算流量 2号ほう酸注入タンク 2号ほう酸注入ライン流量 2A(B)余熱除去ループ流量 2号格納容器圧力(P950)
火災区画 A/B4-1		2A2号制御用空気圧縮機出口ヘッダ圧力(III) 2号ほう酸注入ライン流量(1 (IV)) 2A(B)余熱除去ループ流量(III (IV)) 2号非再生冷却器冷却水流量制御弁 2AIAS 格納容器隔離弁(外隔離弁)		

説明資料2

発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書

工事計画認可申請添付資料 7

川内原子力発電所第1号機

第5-7表 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る火災区域（区画）で使用する消火設備

消火設備	消火剤	消火剤量	主な消火対象
全域ハロン 消火設備	ハロン 1301	1立方メートル当たり 0.32kg 以上	煙の充満等による消火活動が困難な火災区域（区画）
全域ハロン 自動消火設備	ハロン 1301	1立方メートル当たり 0.32kg 以上	火災の影響軽減対策が必要な火災区域（区画）
二酸化炭素 自動消火設備	二酸化炭素	1立方メートル当たり 0.75kg 以上	ディーゼル発電機室
海水ポンプ用二酸化 炭素自動消火設備	二酸化炭素	1立方メートル当たり 2.8kg 以上	海水ポンプ
ハロゲン化物 自動消火設備	FK-5-1-12	1立方メートル当たり 0.84kg 以上	モニタリングステーション モニタリングポスト
格納容器 スプレイ設備	水	940m ³ /h	原子炉格納容器
泡消火設備	泡水溶液	1立方メートル当たり 0.008m ³ 以上	固体廃棄物貯蔵庫
水噴霧消火設備	水	1平方メートル当たり 10ℓ/min 以上	アスファルト固化装置 雑固体焼却設備
水消火設備 (消火栓)	水	130ℓ/min 以上 (屋内) 350ℓ/min 以上 (屋外)	モニタリングステーション及びモニタリングポストエリアを除く火災区域（区画）
消火器	粉末等	—	全火災区域（区画）