

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	火防01 3-3 <u>R1</u>
提出年月日	<u>令和5年3月31日</u>

## 設工認に係る補足説明資料

### 【火災防護に関する補足説明資料】

#### 固定式ガス消火設備について (性能評価含む)

1. 文章中の下線部は、R0 から R1 への変更箇所を示す。
2. 本資料 (R1) は、MOX 燃料加工施設の第 2 回設工認申請 (令和 5 年 2 月 28 日申請) を踏まえ記載を拡充したものである。

## 目次

1. 概要	1
2. 内容	1

■ : 商業機密の観点から公開できない箇所

## 1. 概要

本資料は、再処理施設の第2回設工認申請及び MOX 燃料加工施設の第2回設工認申請のうち、以下の添付書類に示す火災防護対策を補足説明するものである。

- ・再処理施設 添付書類「Ⅲ-1-1 火災等による損傷の防止に関する説明書 5.2 消火設備について」
- ・MOX 燃料加工施設 添付書類「V-1-1-6-1 火災等による損傷の防止に関する説明書 5.2 消火設備について」

本資料は、再処理施設及び MOX 燃料加工施設の火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設の火災区域又は火災区画に設置する固定式ガス消火設備の設備概要及び系統構成について補足説明するものである。

また、再処理施設のケーブルトレイ消火設備、電源盤・制御盤消火設備については、実証試験を行い、ケーブルトレイ及び電源盤・制御盤の火災に対して有効であることを説明する。

## 2. 内容

火災時に煙の充満又は放射線の影響(以下「煙の充満等」という。)により消火が困難となる火災区域又は火災区画に設置する固定式ガス消火設備は、人体、設備に対する影響を考慮し、二酸化炭素消火設備(MOX 燃料加工施設の場合は二酸化炭素消火装置)、ハロゲン化物消火設備、ハロゲン化物消火設備(局所)、ハロゲン化物消火設備(床下)、ケーブルトレイ消火設備、電源盤・制御盤消火設備、窒素消火装置又はグローブボックス消火装置のいずれかを設置する。

これらは、早期に火災が消火でき、破損・誤動作時にも人や設備に影響を与えない設計とする。

上記の詳細説明として、再処理施設の煙の充満等により消火が困難となる火災区域又は火災区画に設置する固定式ガス消火設備の仕様概要及び系統構成等の詳細を別紙1に示す。

また、再処理施設に設置する消火設備のうち、局所的に特定の設備を消火するための消火設備であるケーブルトレイ消火設備、電源盤・制御盤消火設備は、消火対象の火災に対する有効性を実証試験で確認する必要があることから、その条件と結果についても別紙1に示す。

MOX 燃料加工施設の煙の充満等により消火が困難となる火災区域又は火災区画に設置する固定式のガス消火装置の詳細を別紙2に示す。

なお、上記の固定式ガス消火設備の設置箇所については、「補足説明資料 3-5 固定式ガス消火設備を設置する火災区域又は火災区画について」で示す。

# 別紙





## 別紙 1

再処理施設の煙の充満等により消火が困難となる火災区域又は火災区画に設置する固定式ガス消火設備について

## 目 次

1. 消火設備の設備概要
  - 1.1 二酸化炭素消火設備の概要
  - 1.2 ハロゲン化物消火設備の概要
  - 1.3 ハロゲン化物消火設備(局所)の概要
  - 1.4 ハロゲン化物消火設備(床下)の概要
  - 1.5 ケーブルトレイ消火設備の概要
  - 1.6 電源盤・制御盤消火設備の概要
2. 消火設備の作動回路
  - 2.1 二酸化炭素消火設備の作動回路
  - 2.2 ハロゲン化物消火設備の作動回路
  - 2.3 ハロゲン化物消火設備(局所)の作動回路
  - 2.4 ハロゲン化物消火設備(床下)の作動回路
  - 2.5 ケーブルトレイ消火設備の作動回路
  - 2.6 電源盤・制御盤消火設備の作動回路
3. 消火性能の検証試験結果
  - 3.1 ケーブルトレイ消火設備
  - 3.2 電源盤・制御盤消火設備

別添1 電力中央研究所におけるケーブルトレイ消火実証試験

別添2 ケーブルトレイ局所ガス消火設備に使用するケーブルトレイカバーについて

別添3 延焼防止シート施工に伴うケーブルの許容電流低減率の評価について

## 1. 消火設備の設備概要

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画は以下の二酸化炭素消火設備，ハロゲン化物消火設備，ハロゲン化物消火設備(局所)，ハロゲン化物消火設備(床下)，ケーブルトレイ消火設備，電源盤・制御盤消火設備のいずれかを火災源及び設置場所の特性に応じて選定し設置する。消火設備の概要について1.1項～1.6項にて示す。

### 1.1 二酸化炭素消火設備の概要

#### a. 消火対象

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画のうち、燃料油及び有機溶媒等を多量に貯蔵し、人が常駐する場所ではない火災区域又は火災区画を対象とする。

#### b. 特長

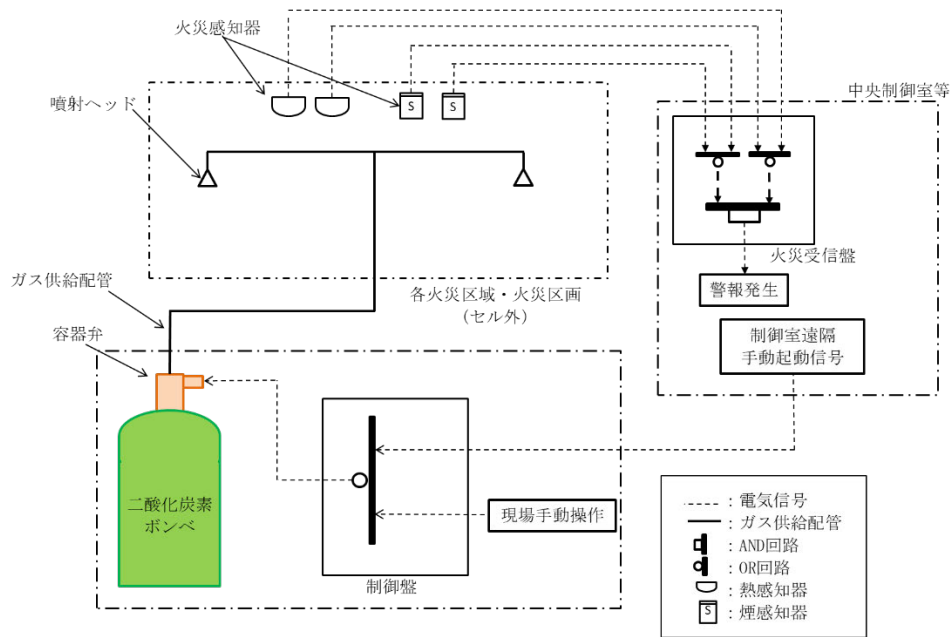
二酸化炭素消火設備の仕様概要を第1表に示す。

また、二酸化炭素消火設備の概要を第1図に示す。

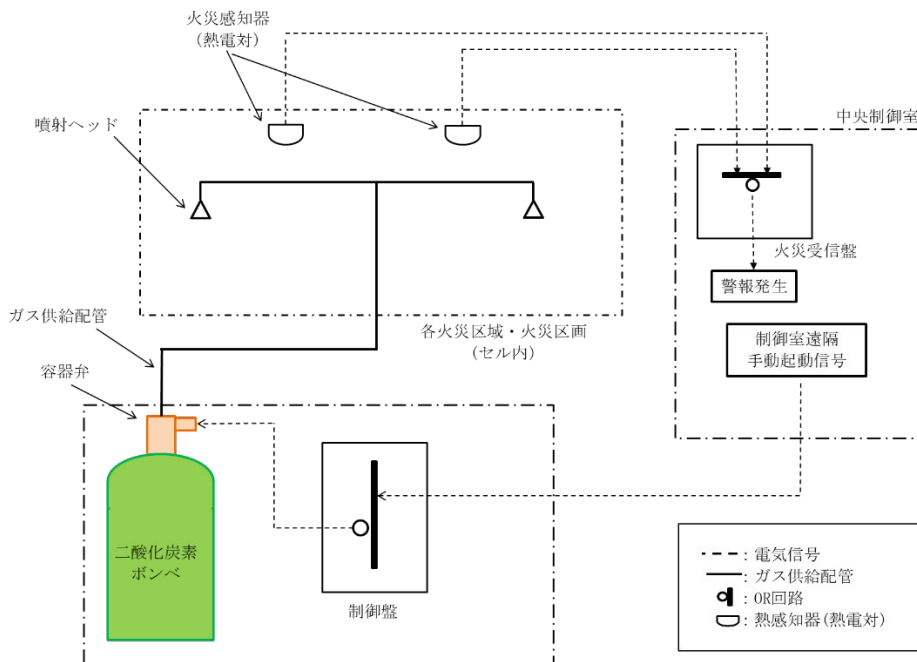
第1表 二酸化炭素消火設備の仕様概要

項目		仕様
消火剤	消火剤	二酸化炭素
	消火原理	窒息消火
	消火剤の特徴	不活性である二酸化炭素ガスのため設備に対して無害である。人体に対しては多量に吸い込むと窒息の危険性がある。
消火設備	適用規格	消防法施行規則第十九条
	火災感知	【セル外】 早期感知の観点から固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器により感知する。 【セル内】 高線量となるセル内については、放射線による故障に伴う誤作動が生じる可能性があるため、熱電対の火災感知器により感知する。
	放出方式	【セル外】 二酸化炭素は人体に有害であり、誤作動防止を図る観点から、火災感知器の信号を受け、中央制御室等から手動で遠隔起動する。または、現場から手動起動する。 【セル内】 セル内の負圧を確認して中央制御室から手動で遠隔起動する。
	消火方式	全域放出方式
	電源	蓄電池を設置
	破損，誤動作，誤操作による影響	不活性である二酸化炭素は、電気設備及び機械設備に影響を与えない。

【セル外】



【セル内】



第1図 二酸化炭素消火設備の概要図

1.2 ハロゲン化物消火設備の概要

a. 消火対象

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画に対する消火設備，並びに火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対象機器の系統分離を目的とした自動消火設備の設置が必要な火災区域又は火災区画を対象とする。

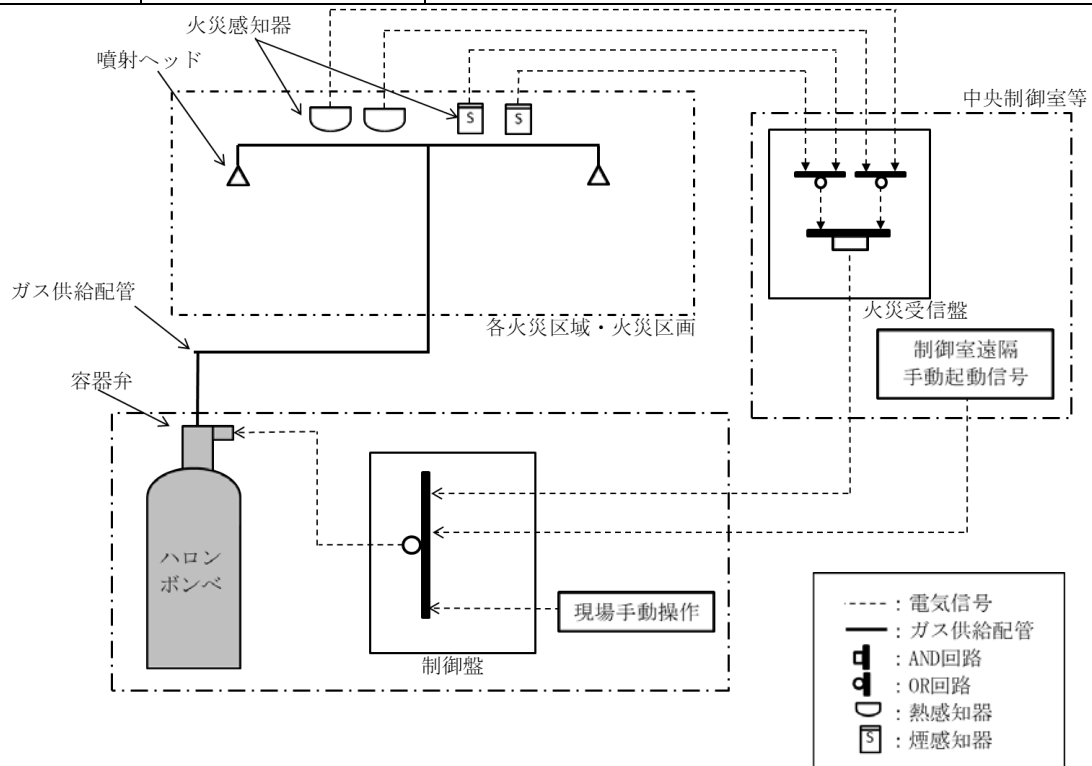
b. 特長

ハロゲン化物消火設備の仕様概要を第2表に示す。

また、ハロゲン化物消火設備の概要図を第2図に示す。

第2表 ハロゲン化物消火設備の仕様概要

項目	仕様	
消火剤	消火剤	ハロン 1301
	消火原理	連鎖反応抑制（負触媒効果）
	消火剤の特徴	ハロン 1301 については設備及び人体に対して無害であるが、消火時に生成されるフッ化水素は人体に対する考慮が必要である。
消火設備	適用規格	消防法施行規則第二十条
	火災感知	早期感知及び早期消火の観点から固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器により感知する。
	放出方式	自動起動とし、誤作動防止を図るため、固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器のAND回路の構成とする。または、中央制御室等又は現場から手動起動する。
	消火方式	全域放出方式
	電源	蓄電池を設置
	破損、誤動作、誤操作による影響	電気絶縁性が高く、揮発性の高いハロンは、電気設備及び機械設備に影響を与えない。



第2図 ハロゲン化物消火設備の動作概要

### 1.3 ハロゲン化物消火設備(局所)の概要

#### a. 消火対象

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画に対する消火設備，並びに火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対象機器の系統分離を目的とした自動消火設備の設置が必要な火災区域又は火災区画のうち建屋廊下部など，全域消火設備の設置が適さない火災区域又は火災区画を対象とする。

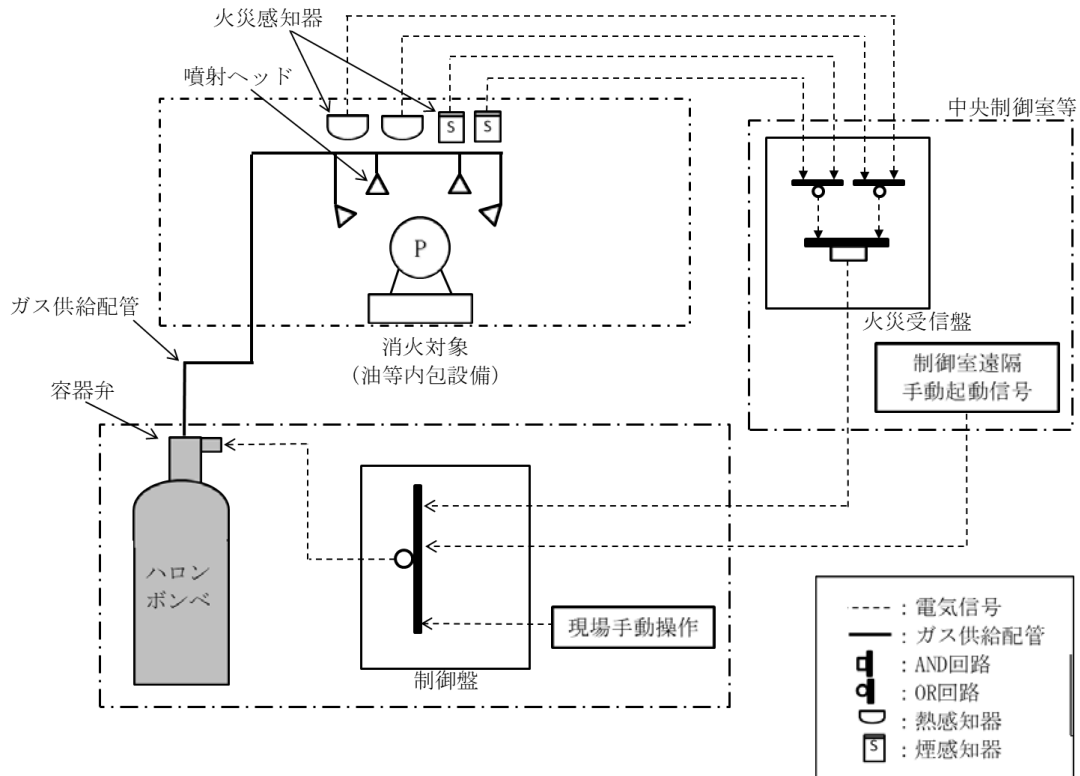
#### b. 特長

ハロゲン化物消火設備(局所)の仕様概要を第3表に示す。

また，ハロゲン化物消火設備(局所)の概要図を第3図に示す。

第3表 ハロゲン化物消火設備(局所)の仕様概要

項目		仕様
消火剤	消火剤	ハロン 1301
	消火原理	連鎖反応抑制(負触媒効果)
	消火剤の特徴	ハロン 1301については設備及び人体に対して無害であるが，消火時に生成されるフッ化水素は人体に対する考慮が必要である。
消火設備	適用規格	消防法施行規則第二十条
	火災感知	早期感知及び早期消火の観点から固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器により感知する。
	放出方式	自動起動とし，誤作動防止を図るため，固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器のAND回路の構成とする。または，中央制御室等又は現場から手動起動する。
	消火方式	局所放出方式
	電源	蓄電池を設置
	破損，誤動作，誤操作による影響	電気絶縁性が高く，揮発性の高いハロンは，電気設備及び機械設備に影響を与えない。



第3図 ハロゲン化物消火設備(局所)の概要図

#### 1.4 ハロゲン化物消火設備(床下)の概要

##### a. 消火対象

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画に対する消火設備、並びに火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対象機器の系統分離を目的とした消火設備の設置が必要な火災区域又は火災区画のうち中央制御室の制御室又は使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設の制御室床下コンクリートピット又は制御室床下フリーアクセスフロアを対象とする。

##### b. 特長

ハロゲン化物消火設備(床下)の仕様概要を第4表に示す。

また、ハロゲン化物消火設備(床下)の概要図を第4図に示す。

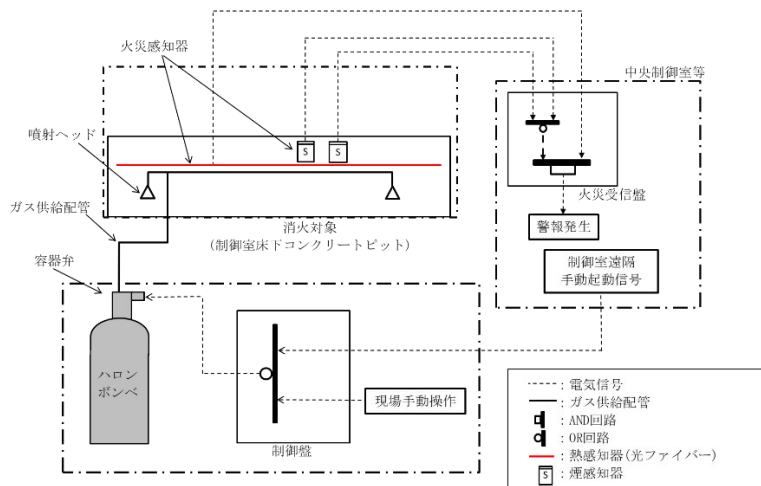
第4表 ハロゲン化物消火設備(床下)の仕様概要

項目		仕様
消火剤	消火剤	ハロン 1301
	消火原理	連鎖反応抑制(負触媒効果)
	消火剤の特徴	ハロン 1301 については設備及び人体に対して無害であるが、消火時に生成されるフッ化水素は人体に対する考慮が必要である。

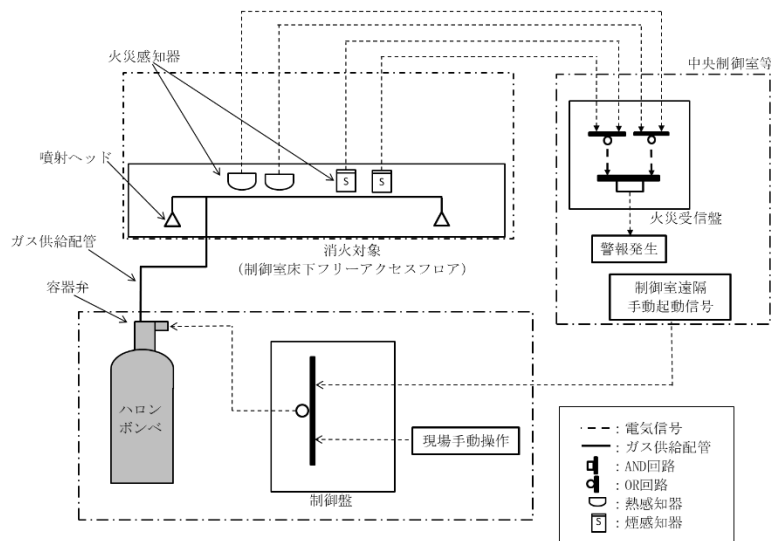


消火設備	適用規格	消防法施行規則第二十条
	火災感知	早期感知の観点から固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器により感知する。
	放出方式	ハロン1301での消火時に生成されるフッ化水素は人体に対する考慮が必要であり、誤作動防止を図る観点から、火災感知器の信号を受け、中央制御室等から手動で遠隔起動する。 または、現場から手動起動する。
	消火方式	全域放出方式
	電源	蓄電池を設置
	破損、誤動作、誤操作による影響	電気絶縁性が高く、揮発性の高いハロンは、電気設備及び機械設備に影響を与えない。

〈制御室床下コンクリートピット〉



〈制御室床下フリーアクセスフロア〉



第4図 ハロゲン化物消火設備（床下）の概要

## 1.5 ケーブルトレイ消火設備の概要

### a. 消火対象

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画に対する消火設備，並びに火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対象機器の系統分離を目的とした自動消火設備の設置が必要な火災区域又は火災区画を対象のうち，建屋廊下部などの全域消火設備の設置が適さない火災区域又は火災区画に設置される，防火シート又は鉄板で密閉空間としたケーブルトレイ内を対象とする。

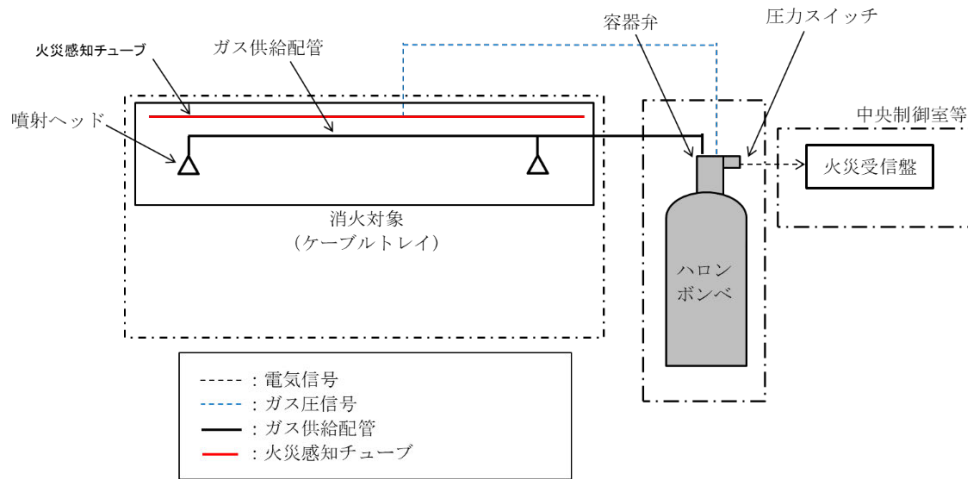
### b. 特長

ケーブルトレイ消火設備の仕様概要を第5表に示す。

また，ケーブルトレイ消火設備の概要図を第5図に示す。

第5表 ケーブルトレイ消火設備を使用するガス消火設備の仕様概要

項目		仕様
消火剤	消火剤	ハロゲン化物(FK-5-1-12)
	消火原理	連鎖反応抑制(負触媒効果)
	消火剤の特徴	ハロゲン化物(FK-5-1-12)については設備及び人体に対して無害であるが，消火時に生成されるフッ化水素は人体に対する考慮が必要である。
消火設備	適用規格	消防法施行規則第二十条(準用)及び試験結果
	火災感知	消火設備作動用の火災感知チューブが熱を感知する。
	放出方式	自動起動(現場からの手動起動も可能)
	消火方式	局所放出方式
	電源	火災の熱によって火災感知チューブが溶損することで，消火剤が放出される機械的な構造であるため，作動には電源が不要な設計とする。
	破損，誤動作，誤操作による影響	電気絶縁性が高く，揮発の高いハロゲン化物(FK-5-1-12)は，電気設備及び機械設備に影響を与えない。



第5図 ケーブルトレイ消火設備の概要図

## 1.6 電源盤・制御盤消火設備の概要

### a. 消火対象

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画に対する消火設備，並びに火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対象機器の系統分離を目的とした自動消火設備の設置が必要な火災区域又は火災区画のうち，建屋廊下部などの全域消火設備の設置が適さない火災区域又は火災区画に設置される，電源盤又は制御盤を対象とする。

### b. 特長

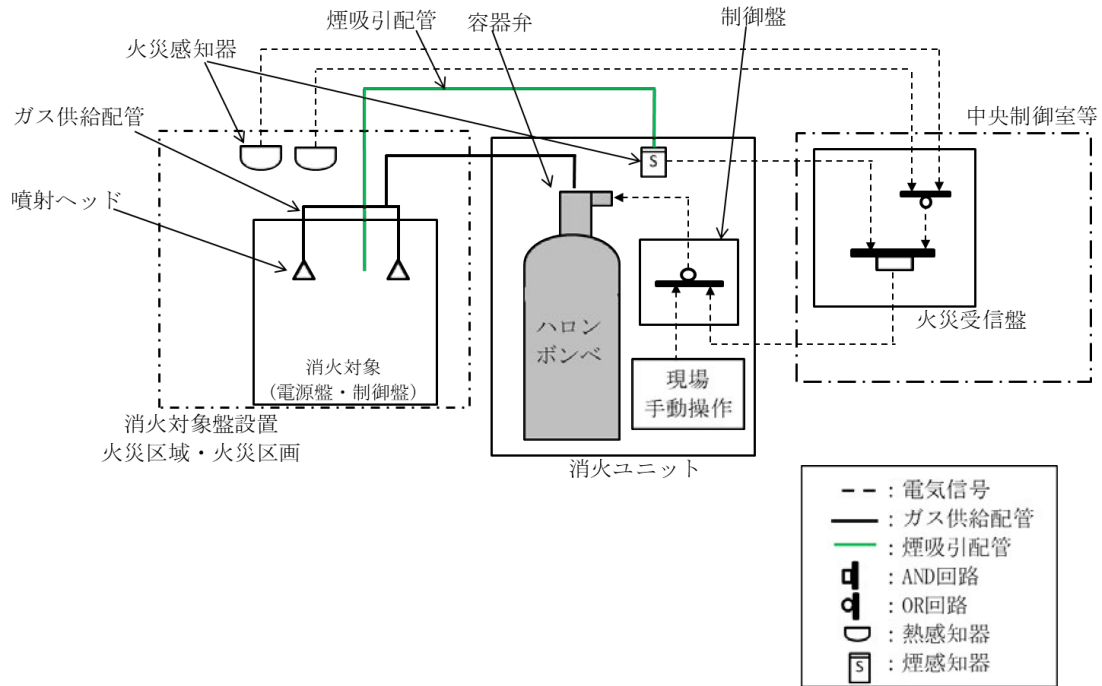
電源盤・制御盤消火設備の仕様概要を第6表に示す。

また，電源盤・制御盤消火設備の概要図を第6図に示す。

第6表 電源盤・制御盤消火設備の仕様概要

項目		仕様
消火剤	消火剤	ハロゲン化物(FK-5-1-12)
	消火原理	連鎖反応抑制(負触媒効果)
	消火剤の特徴	ハロゲン化物(FK-5-1-12)については設備及び人体に対して無害であるが，消火時に生成されるフッ化水素は人体に対する考慮が必要である。
消火設備	適用規格	消防法施行規則第二十条及び試験結果
	火災感知	早期感知及び早期消火の観点から固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器により感知する。
	放出方式	自動起動とし，誤作動防止を図るため，消火設備用の煙感知器と消火対象盤を設置している火災区域・火災区画に設置する熱感知器のAND回路の構成とする。 または，現場から手動起動する。

消火方式	局所放出方式
電源	蓄電池を設置
破損，誤動作，誤操作による影響	電気絶縁性が高く，揮発性の高いハロゲン化物 (FK-5-1-12) は，電気設備及び機械設備に影響を与えない。



第 6 図 電源盤・制御盤消火設備の概要図

## 2. 消火設備の作動回路

### 2.1 二酸化炭素消火設備の作動回路

#### 2.1.1 作動回路の概要

二酸化炭素消火設備は以下の(1)及び(2)に示す運用により，消火ガスによる作業員への人体影響を与えない設計とする。

二酸化炭素消火設備の運用フローを第 7 図に示す。

#### (1) 火災感知器による作動時(制御室からの遠隔手動操作)

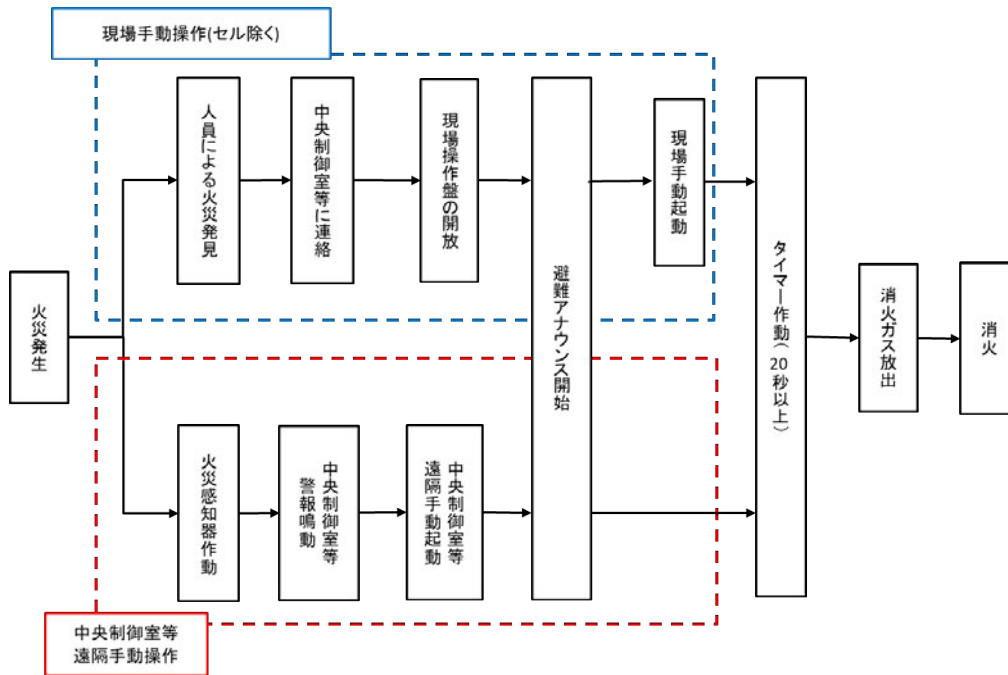
二酸化炭素消火設備は，火災感知器の作動を確認した場合，中央制御室等から二酸化炭素を放出する室の退室を確認後※，二酸化炭素放出スイッチを押し，作業員等へ回転灯及び音声による退避警報を吹鳴し，20 秒以上の時間遅れをもって二酸化炭素を放出する設計とする。

※：二酸化炭素消火設備を設置する室(セル除く)に入室する際には，入口に設置している入室管理盤の入室管理スイッチを「入室」に切り替えることにより，中央制御室等からの起動ができない設計としている。また，退室した際

は、確実に入室管理盤の入室管理スイッチを「退室」に切り替え中央制御室等からの起動ができる設計としている。

(2) 現場での火災発見時の運用

現場で火災を発見した場合、速やかに当該室(セル除く)から退避し、他の人が入室していないことを確認したうえで、現場手動操作により、二酸化炭素消火設備を起動する。

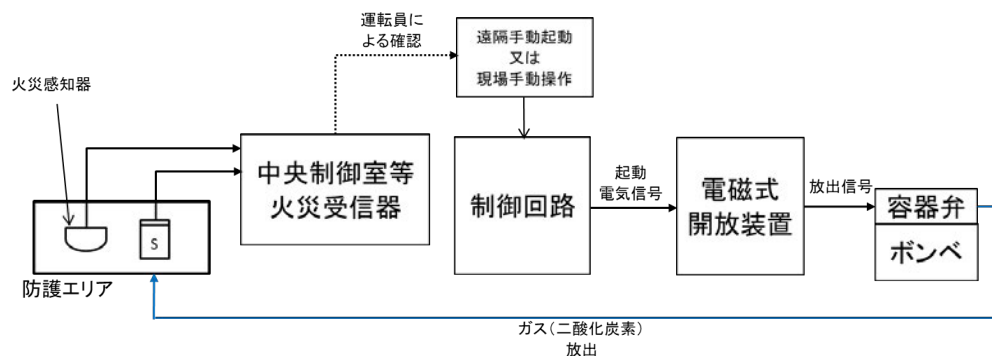


第7図 二酸化炭素消火設備の作動までの流れ

2.1.2 二酸化炭素消火設備の系統構成

火災感知器からの信号を中央制御室等で受信を受けて、運転員による中央制御室等での遠隔手動起動又は現場手動操作により、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出信号を容器弁に発信し、二酸化炭素を放出する。

第8図に二酸化炭素消火設備の系統構成を示す。



第8図 二酸化炭素消火設備の系統構成

## 2.2 ハロゲン化物消火設備の作動回路

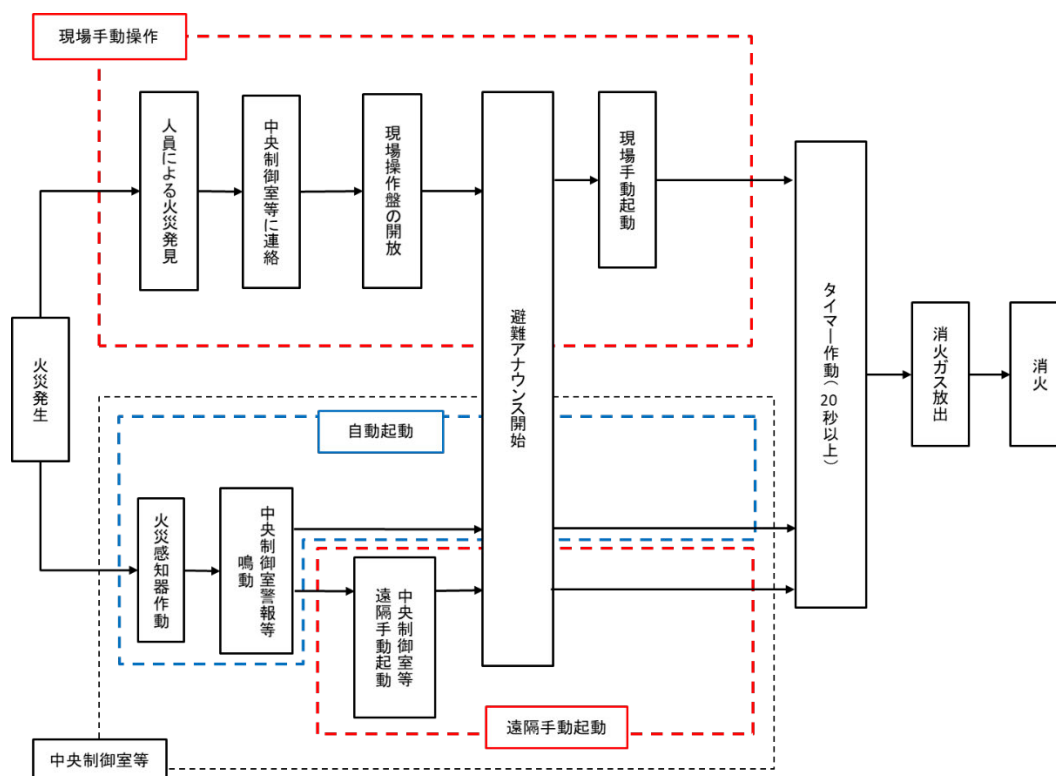
### 2.2.1 作動回路の概要

消火活動が困難な火災区域又は火災区画の火災発生時におけるハロゲン化物消火設備作動までの信号の流れを第9図に示す。

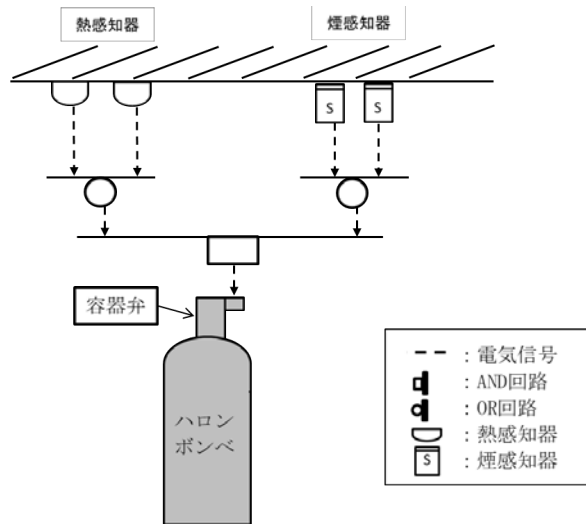
自動待機状態では複数の感知器が動作した場合に自動起動する。起動条件としては、熱感知器及び煙感知器が感知した場合、ハロゲン化物消火設備が自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。(第10図)

現地(火災範囲外)での手動操作による消火設備の起動(ガス噴出)も可能な設計としており、現場での火災発見時における早期消火が対応可能な設計とする。

また、熱感知器又は煙感知器のうち、一方の誤動作により自動起動しない場合であっても、いずれか一方の感知器の動作により中央制御室等に警報を発するため、運転員が火災の発生を確認した場合は、現場での手動起動又は中央制御室等からの遠隔手動起動により早期消火が対応可能である。



第9図 ハロゲン化物消火設備の作動までの流れ

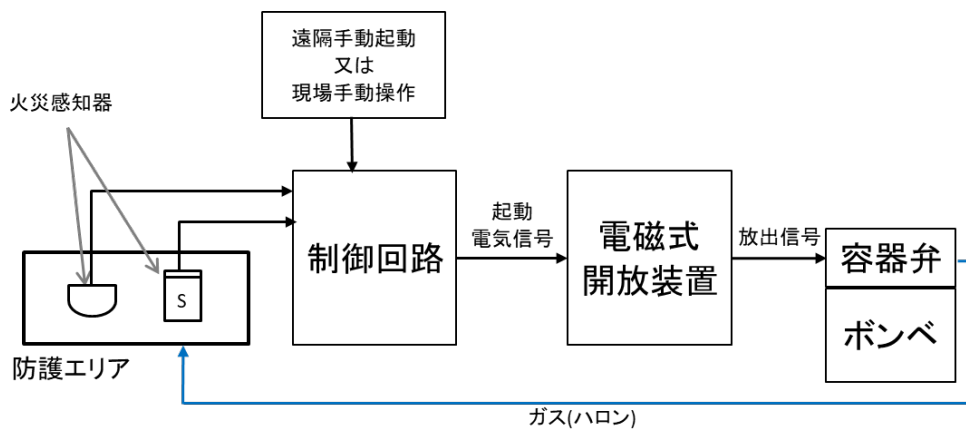


第 10 図 ハロゲン化物消火設備の起動ロジック

### 2.2.2 ハロゲン化物消火設備の系統構成

ハロゲン化物消火設備は火災感知器からの信号を制御回路が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出信号を容器弁に発信し、ハロンガスを放出する。

第 11 図にハロゲン化物消火設備の系統構成を示す。



第 11 図 ハロゲン化物消火設備の系統構成

## 2.3 ハロゲン化物消火設備(局所)の作動回路

### 2.3.1 作動回路の概要

建屋通路等において消火活動が困難となるおそれがある油内包機器等に対して設置するハロゲン化物消火設備(局所)作動までの信号の流れはハロゲン化物消火設備と同様である。

自動待機状態では、複数の感知器が動作した場合に自動起動する。起動条件としては、熱感知器及び煙感知器が感知した場合、ハロゲン化物自動消火設備(局所)が自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。

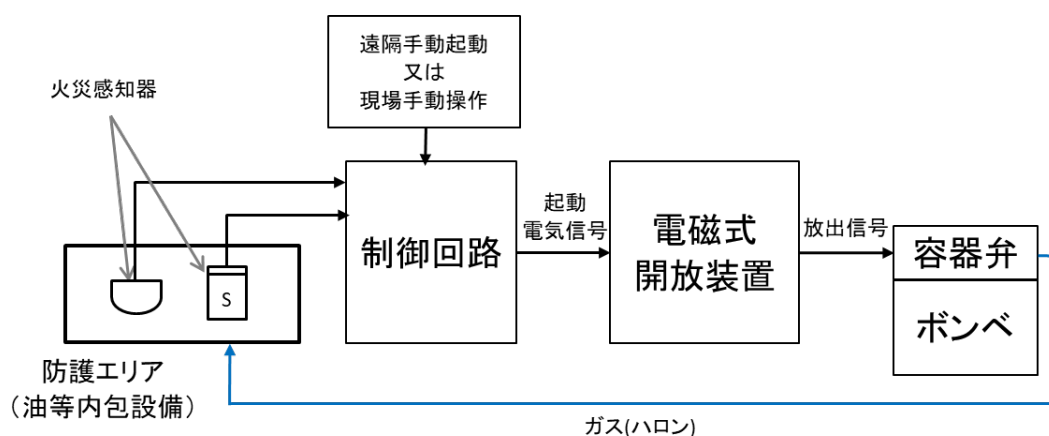
また、火災感知用感知器(熱感知器)又は火災感知用感知器(煙感知器)のうち、一方の誤動作により自動起動しない場合であっても、いずれか一方の感知器の動作により中央制御室に警報を発するため、運転員が火災の発生を確認した場合は、現場での手動起動又は中央制御室からの遠隔手動起動により早期消火が対応可能な設計とする。

### 2.3.2 ハロゲン化物消火設備(局所)の系統構成

ハロゲン化物消火設備(局所)は、火災感知器からの信号を制御回路部が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出信号を容器弁に発信し、ハロンガスを放出する。

ガスを噴射するヘッドは消防法施行規則第20条に基づき、防護対象物のすべての表面がいずれかの噴射ヘッドの有効射程内となり、消火剤の放射によって可燃物が飛び散らない箇所に設置し、消防法施行規則第20条に基づく消火剤の量を放射できる設計とする。

ハロゲン化物消火設備(局所)の系統構成を第12図に示す。



第12図 ハロゲン化物消火設備(局所)消火設備の系統構成

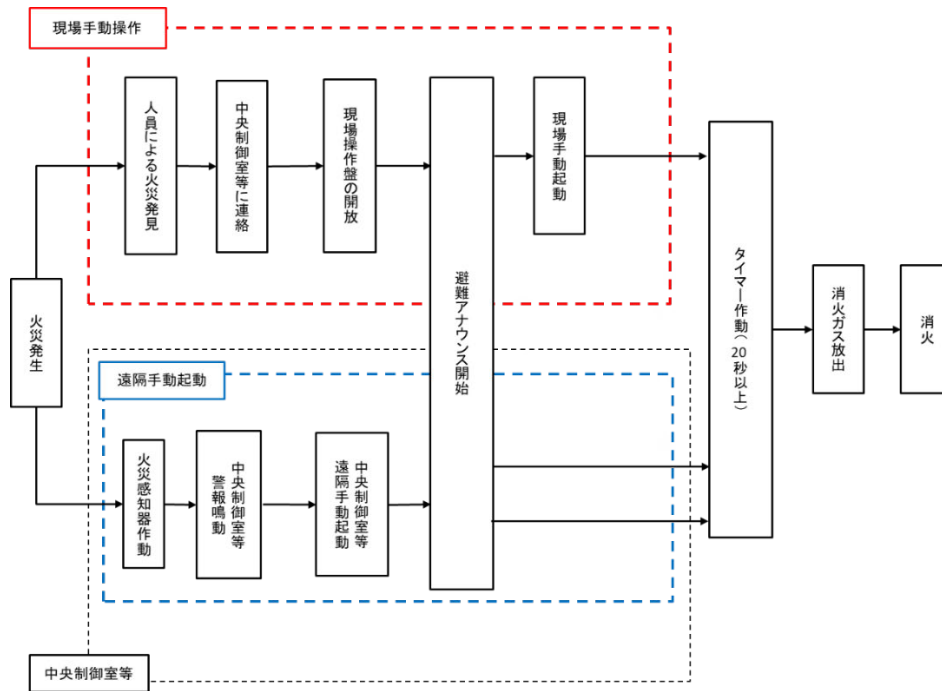
## 2.4 ハロゲン化物消火設備(床下)の作動回路

### 2.4.1 作動回路の概要

消火活動が困難となるおそれがある制御室床下コンクリートピット又は制御室床下フリーアクセスフロアに対して設置するハロゲン化物消火設備(床下)作動までの信号の流れは、ハロン1301での消火時に生成されるフッ化水素の人体に対する考慮が必要であり、誤作動防止を図る観点から、火災感知器の信号を受け、中央制御室等から手動で遠隔起動している。

または、現場で火災を発見した場合、速やかに当該室から退避し、現場手動操作により、ハロゲン化物消火設備(床下)を起動する。(第13図)



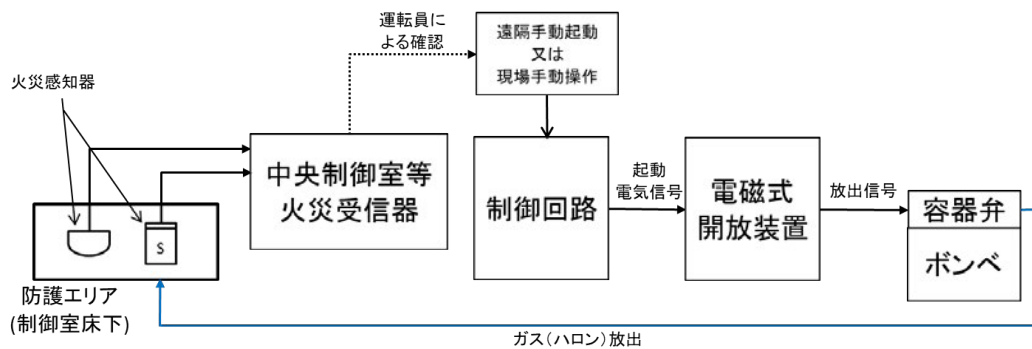


第 13 図 ハロゲン化物消火設備(床下)の作動までの流れ

#### 2.4.2 ハロゲン化物消火設備(床下)の系統構成

火災感知器からの信号を中央制御室等で受信を受けて、運転員による中央制御室等での遠隔手動起動又は現場手動操作により、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出信号を容器弁に発信し、ハロンガスを放出する。

ハロゲン化物消火設備(床下)の系統構成を第 14 図に示す。



第 14 図 ハロゲン化物消火設備(床下)の系統構成

### 2.5 ケーブルトレイ消火設備の作動回路

#### 2.5.1 作動回路の概要

ケーブルトレイ消火設備は、火災区域又は火災区画に設置する感知器とは別に、狭隘なケーブルトレイでも設置可能な火災感知チューブを設置し、ケーブルトレイ消火設備が作動する設計とする。起動条件は、火災近傍の火災感知チューブ

ブが火炎の熱で溶損することで火災感知チューブの圧力の変化による火災感知信号を発信し、消火ガスの放出を行う。ケーブルトレイ消火設備の適用について、消火性能が確保されていることを「3. 消火性能の検証試験」に示す。

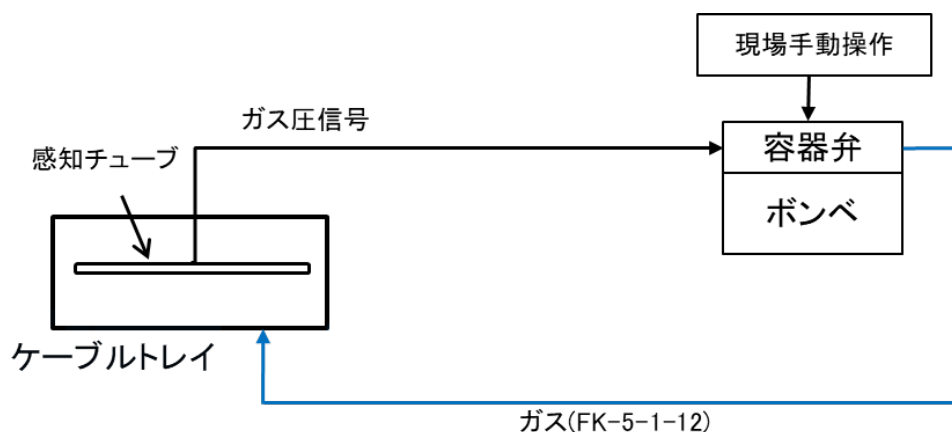
中央制御室では消火ガスの放出信号を監視する設計であり、人による火災発見時においても、現場での手動起動が可能な設計とする。

また、誤動作で消火設備が起動しない場合があっても、火災区域又は火災区画の感知器の動作により中央制御室等に警報が発報するため、運転員が火災の発生を確認した場合は、現場で手動起動することにより消火対応が可能な設計とする。

### 2.5.2 ケーブルトレイ消火設備の系統構成

ケーブルトレイに設置する火災感知チューブが火災により火炎の熱で溶損するとチューブ内部のガス圧が低下し、容器弁へ圧力信号が発せられる。圧力制御された容器弁が圧力信号により開放し、消火ガスが放出される。

ケーブルトレイ消火設備の系統構成を第15図に示す。



第15図 ケーブルトレイ消火設備の系統構成

## 2.6 電源盤・制御盤消火設備の作動回路

### 2.6.1 作動回路の概要

建屋通路等において消火活動が困難となるおそれがある火災区域又は火災区画に設置される電源盤及び制御盤に対して設置する電源盤・制御盤消火設備の作動までの信号の流れはハロゲン化物消火設備と同様である。

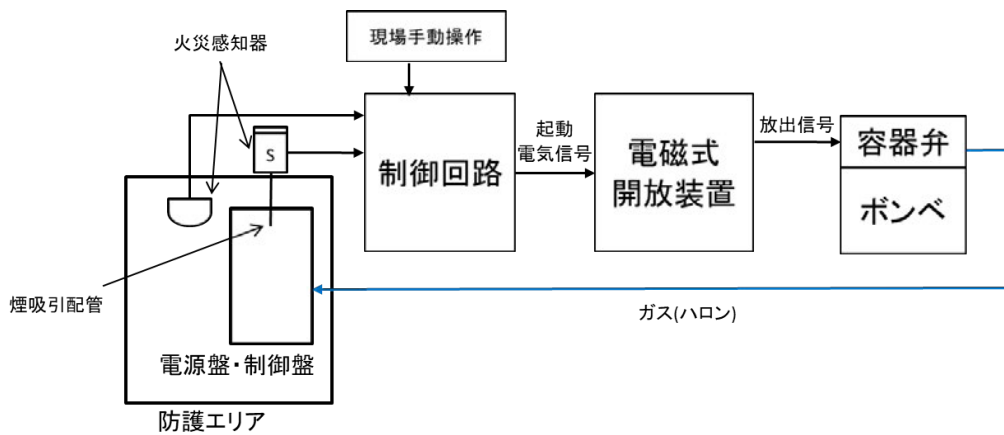
自動待機状態では、複数の感知器が動作した場合に自動起動する。起動条件としては、煙感知器及び消火対象盤を設置している火災区域・火災区画に設置する熱感知器が感知した場合、電源盤・制御盤消火設備が自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。電源盤・制御盤消火設備の適用について、消火性能が確保されていることを「3. 消火性能の検証試験」に示す。

また、火災感知用感知器(熱感知器)又は消火設備用感知器(煙感知器)のうち、一方の誤動作により自動起動しない場合であっても、いずれか一方の感知器の動作により中央制御室等に警報を発するため、運転員が火災の発生を確認した場合は、現場での手動起動により早期消火が対応可能な設計とする。

## 2.6.2 電源盤・制御盤消火設備の系統構成

電源盤・制御盤に対する電源盤・制御盤消火設備は、火災感知器からの信号を制御回路部が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出信号を容器弁に発信し、ハロンガスを放出する。

電源盤・制御盤消火設備の系統構成を第16図に示す。



第16図 電源盤・制御盤消火設備の系統構成

### 3. 消火性能の検証試験

#### 3.1 ケーブルトレイ消火設備

##### 3.1.1 概要

再処理施設の建屋通路においては、ケーブル火災が発生した場合に煙の充満により消火活動が困難となる可能性があることから、消火活動が困難となる火災区域又は火災区画に設置されるケーブルトレイにケーブルトレイ消火設備を設置する設計とする。

ケーブルトレイ消火設備については、別添1に示す電力中央研究所の研究報告<sup>※1</sup>において、原子力発電所への適用を目的としてチューブ式局所ガス消火設備を用いたケーブルトレイ消火実証試験を実施し、その結果有効であったことが示されている。

よって、3.1.2項～3.1.3項では実証試験に基づき再処理施設に設置しているケーブルトレイに対する火災に対して本設備が有効であることを示す。

なお、電力中央研究所にて実施された実証試験について別添1に示す。

※1 出典：「チューブ式自動消火設備のケーブルトレイ火災への適用性評価」、N14008，電力中央研究所，平成26年11月

##### 3.1.2 ケーブルトレイ消火設備の仕様

ケーブルトレイ消火設備の仕様を第7表に示す。

なお、ケーブルトレイ消火設備は、ケーブルトレイ内の火災を感知し自動的に消火剤を放射し有効に消火することを目的とし、いくつかの国内防災メーカーにおいて製造されている。一部製品については、ケーブルトレイ火災を有効に消火するものであると日本消防設備安全センターから性能評定<sup>※2</sup>を受けている。

よって、再処理施設のケーブルトレイに適用するケーブルトレイ消火設備についても、上記仕様と同等以上の設計とし、消火性能を確保する。

※2 出典：「消火設備(電気設備用自動消火装置)性能評定書，型式記号：IHP-14.5」，15-046号，(一財)日本消防設備安全センター，平成23年9月

第7表 ケーブルトレイ消火設備の仕様

構成部品		仕様
消火剤		FK5-1-12
感知チューブ	材質	ポリアミド系樹脂
	最高使用温度	40℃
	感知温度	約110℃
	最高使用圧力	1.8MPa
消火配管		軟銅管

### 3.1.3 ケーブルトレイ消火実証試験

再処理施設へのケーブルトレイ消火設備の適用においては、現場での施工状態を踏まえ、ラダートレイ<sup>※3</sup>、ソリッドトレイ<sup>※3</sup>及び多段トレイ(3段)について実証試験を行う。その結果を以下に示す。

なお、実際には感知チューブが約110℃で火災を感知し自動で消火する設計となっているが、その状態では火災規模は小さいため、実証試験においては、火災の進行を確認するため火災を確認後に手動にて消火することとした。

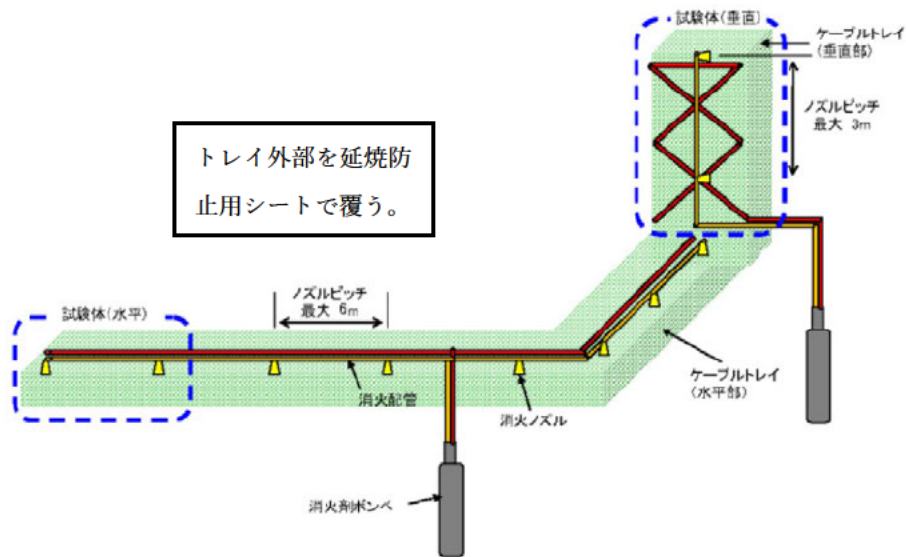
また、試験においては保守的に火災規模が大きくなるように非難燃ケーブルを用いて試験を行った。

※3：ラダートレイは上下方向が開放されているため、トレイ周辺に延焼防止シートを施工する。ソリッドトレイは金属板で覆われているため延焼防止シート無しで試験を行う。

#### (1) ラダートレイの消火実証試験

##### a. ラダートレイの消火実証試験装置の仕様

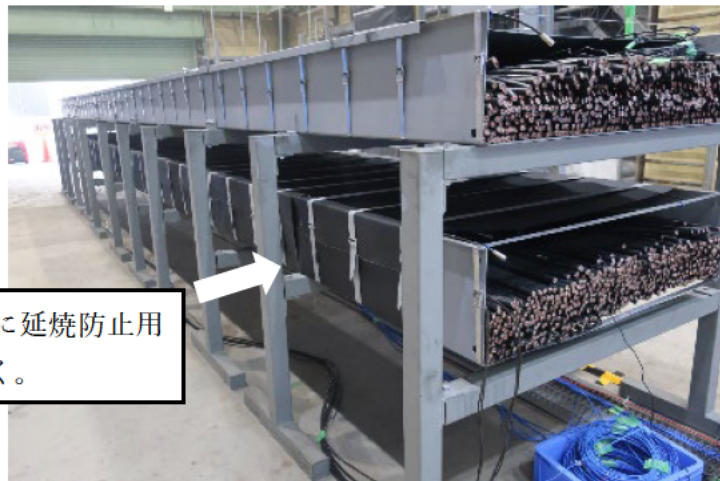
ラダートレイの消火実証試験装置の概要と試験条件を第17図及び第8表に示す。実機状態を模擬するため、消火対象のケーブルトレイは水平と垂直の2種類としており、ラダートレイの消火実証試験では、ケーブルトレイに延焼防止シートを巻き付けた状態で行う。垂直の場合には、火災による熱が垂直上方に伝わることを考慮し、ケーブル敷設方向(鉛直方向)に対して、感知チューブが直交するように一定間隔でX字に感知チューブを配置している。試験では実機に敷設されているケーブルより燃焼しやすい非難燃ケーブル(600V CV 3c 14sq)を用いている。また、着火方法としてはマイクロヒータを火源とし、ケーブルトレイ内に敷設されるケーブルが多いほど火災感知及び消火が困難になると考えられることから、ケーブルトレイ内に敷設するケーブル本数は実機最大条件(占積率40%)に合わせている。ラダートレイの消火実証試験装置の外観を第18図、第19図に示す。



第17図 ラダートレイの消火実証試験装置の概要

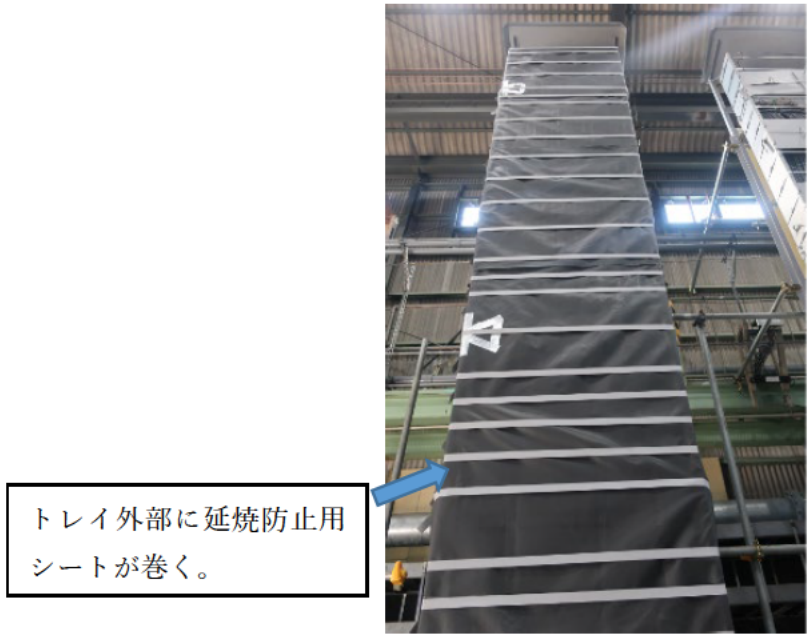
第8表 ラダートレイの消火実証試験装置の試験条件

No.	着火方法	トレイ姿勢	火源位置	可燃物 (非難燃ケーブル)	ケーブルトレイ寸法
①	マイクロヒータ	水平	トレイ端 (ケーブル上部)	600V CV 3c 14sq 649本	幅：1.2m 高さ：0.325m 長さ：9.6m
②		垂直			幅：1.2m 高さ：0.325m 長さ：7.0m



トレイ外部に延焼防止用シートを巻く。

第18図 ラダートレイの消火実証試験装置の外観(水平)



第19図 ラダートレイの消火実証試験装置の外観(垂直)

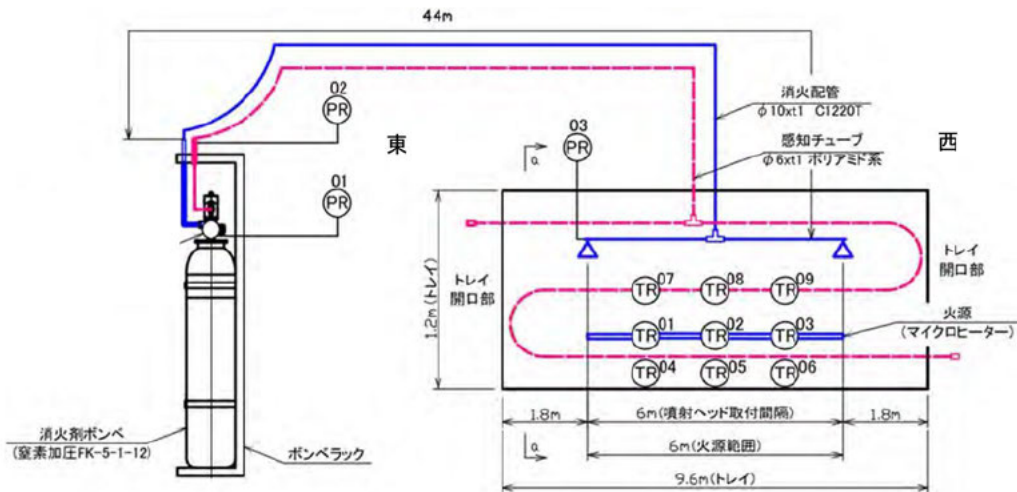
b. ラダートレイの消火実証試験の結果

<試験①の結果(水平)>

第20図に示すような配置において、試験開始(マイクロヒーター電源ON 開始時)から5分12秒経過時に感知チューブが溶損したことを確認し、開始から6分30秒後に火源ケーブルの発火を確認したため、開始から7分8秒後に手で容器弁を開にして消火剤を噴射した。

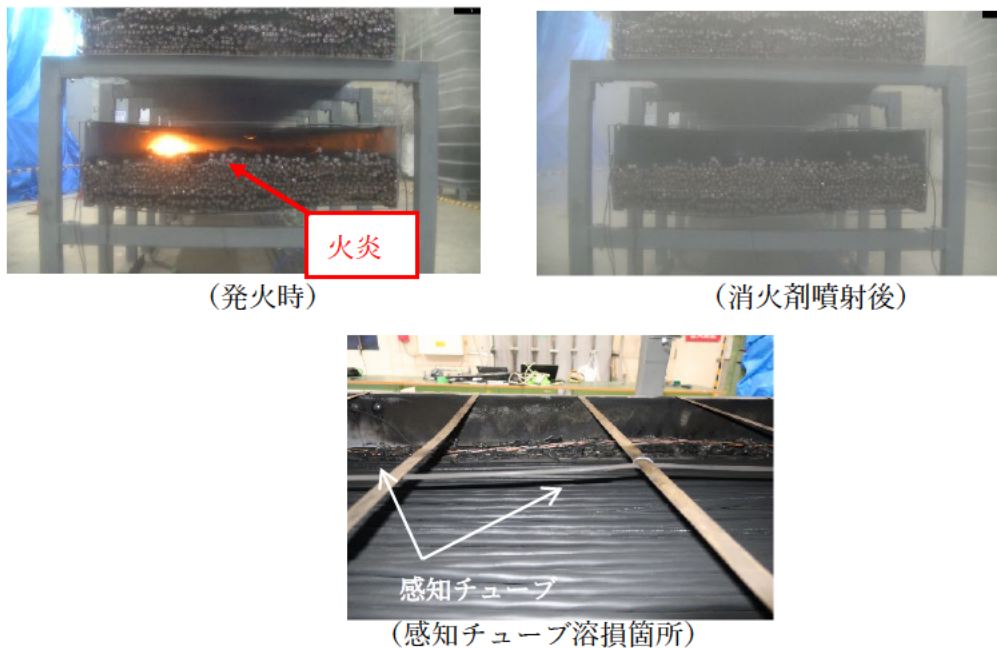
消火剤貯蔵容器のガス全てを噴射し、噴射ヘッド圧力が0MPaとなった後(開始から10分53秒後)ケーブルトレイ内を目視し、火災が消火していることを確認した。

火災の消火を確認してから10分間放置したが、ケーブルトレイ内の再発火が起こらないことを確認した(第21図)。



第20図 試験①における感知チューブ等の配置概要





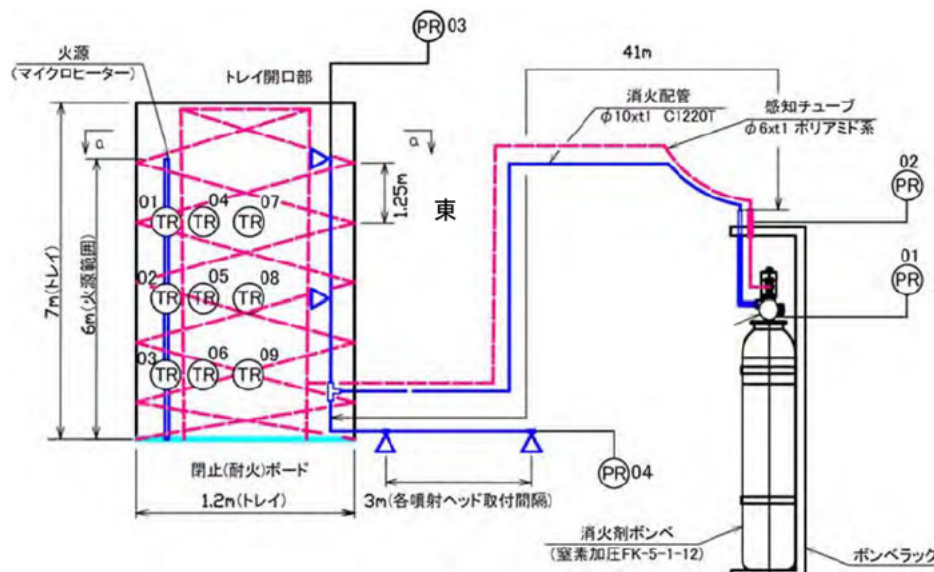
第21図 試験①における発火・消火時の状態

<試験②の結果(垂直)>

第22図に示すような配置において、試験開始(マイクロヒーター電源ON開始時)から2分35秒経過時に感知チューブが溶損したことを確認し、開始から3分39秒後に火源ケーブルの発火を確認したため、開始から4分15秒後に手で容器弁を開いて消火剤を噴射した。

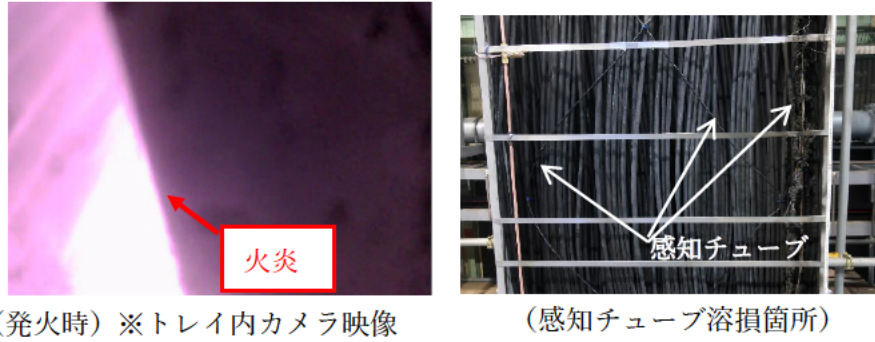
消火剤貯蔵容器のガスを全て噴射し、噴射ヘッド圧力が0MPaとなった後(開始から6分59秒後)ケーブルトレイ内を目視し、火炎が消火していることを確認した。

火炎の消火を確認してから10分間放置したが、ケーブルトレイ内の再発火が起こらないことを確認した(第23図)。



第22図 試験②における感知チューブ等の配置概要





(発火時) ※トレイ内カメラ映像

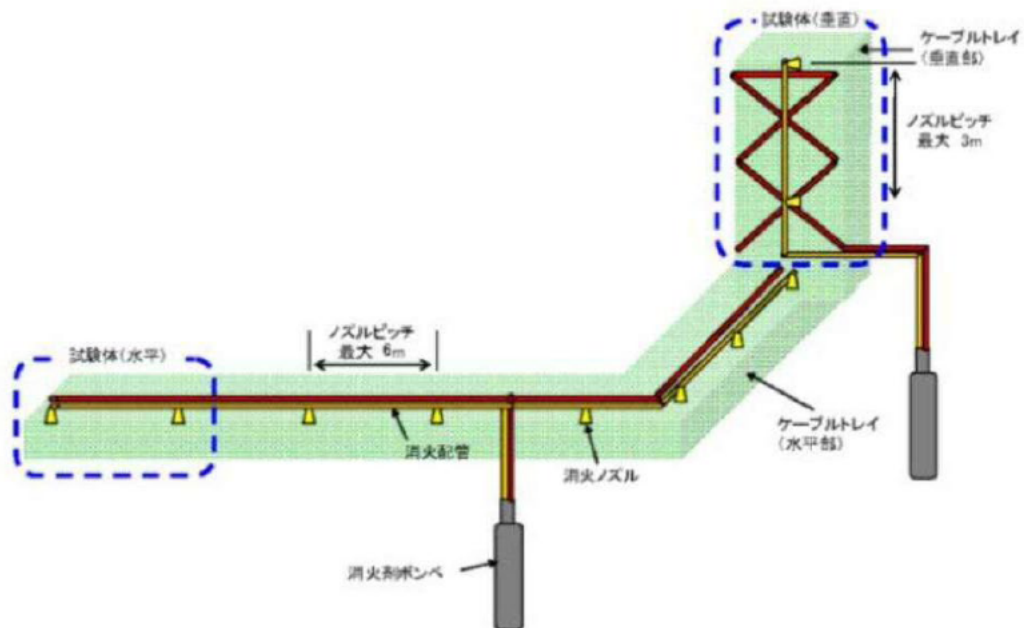
(感知チューブ溶損箇所)

第23図 試験②における発火・消火時の状態

(2) ソリッドトレイの消火実証試験

a. ソリッドトレイの消火実証試験装置の仕様

ソリッドトレイの消火実証試験装置の概要と試験条件を第24図及び第9表に示す。ソリッドトレイの消火実証試験では、実機状態を模擬するため、消火対象のケーブルトレイは水平と垂直の2種類としている。垂直の場合には、火災による熱が垂直上方に伝わることを考慮し、ケーブル敷設方向(鉛直方向)に対して、感知チューブが直交するように一定間隔でX字に感知チューブを配置している。試験では実機に敷設されているケーブルより燃焼しやすい非難燃ケーブル(600V CV 3c 14sq)を用いている。また、着火方法としてはマイクロヒータを火源とし、ケーブルトレイ内に敷設されるケーブルが多いほど火災感知及び消火が困難になると考えられることから、ケーブルトレイ内に敷設するケーブル本数は実機最大条件(占積率40%)に合わせている。ソリッドトレイの消火実証試験装置の外観を第25図、第26図に示す。



第24図 ソリッドトレイの消火実証試験装置の概要

No.	着火方法	トレイ姿勢	火源位置	可燃物 (非難燃ケーブル)	ケーブルトレイ寸法
③	マイクロヒータ	水平	トレイ端 (ケーブル上部)	600V CV 3c 14sq 649本	幅：1.2m 高さ：0.325m 長さ：9.6m
④		垂直			幅：1.2m 高さ：0.325m 長さ：7.0m

第9表 ソリッドトレイの消火実証試験装置の試験条件



第25図 ソリッドトレイの消火実証試験装置の外観(水平)



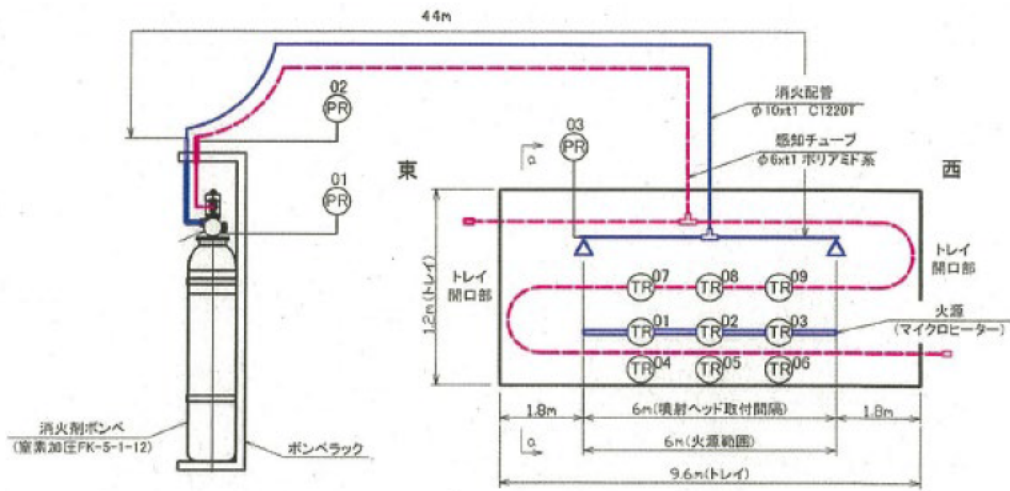
第26図 ソリッドトレイの消火実証試験装置の外観(垂直)

b. ソリッドトレイの消火実証試験の結果

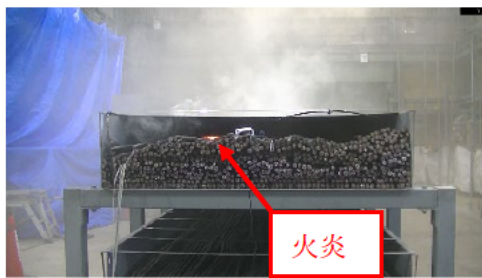
＜試験③の結果(水平)＞

第27図に示すような配置において、試験開始(マイクロヒーター電源ON開始時)から3分28秒経過時に感知チューブが溶損したことを確認し、開始から4分56秒後に火源ケーブルの発火を確認したため、開始から6分40秒後に手動で容器弁を開にして消火剤を噴射した。

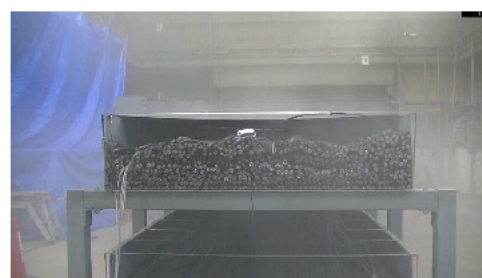
消火剤貯蔵容器のガスを全て噴射し、噴射ヘッド圧力が0MPaとなった後(開始から10分16秒後)ケーブルトレイ内を目視し、火炎が消火していることを確認した。火炎の消火を確認してから10分間放置したが、ケーブルトレイ内の再発火が起こらないことを確認した(第28図)。



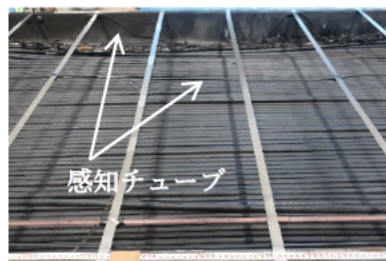
第27図 試験③における感知チューブ等の配置概要



(発火時)



(消火剤噴射後)



(感知チューブ溶損箇所)

第28図 試験③における発火・消火時の状態

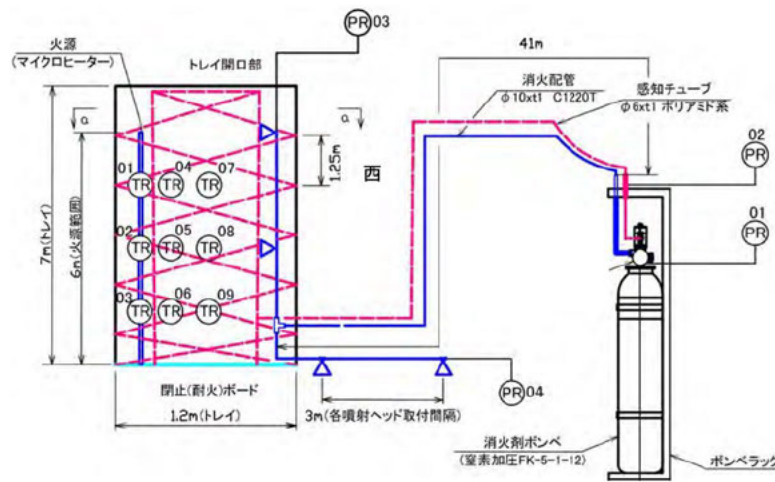


<試験④の結果(垂直)>

第29図に示すような配置において、試験開始(マイクロヒーター電源ON開始時)から3分19秒経過時に感知チューブが溶損したことを確認し、開始から3分46秒後に火源ケーブルの発火を確認したため、開始から4分24秒後に手動で容器弁を開にして消火剤を噴射した。

消火剤貯蔵容器のガスを全て噴射し、噴射ヘッド圧力が0MPaとなった後(開始から6分51秒後)ケーブルトレイ内を目視し、火炎が消火していることを確認した。

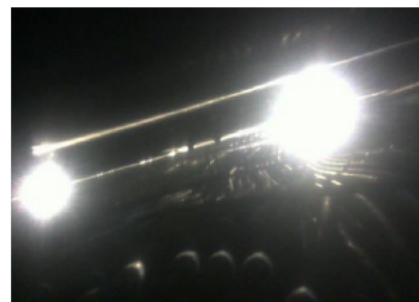
火炎の消火を確認してから10分間放置したが、ケーブルトレイ内の再発火が起こらないことを確認した(第30図)。



第29図 試験④における感知チューブ等の配置概要



(発火時)



(消火剤噴射後)



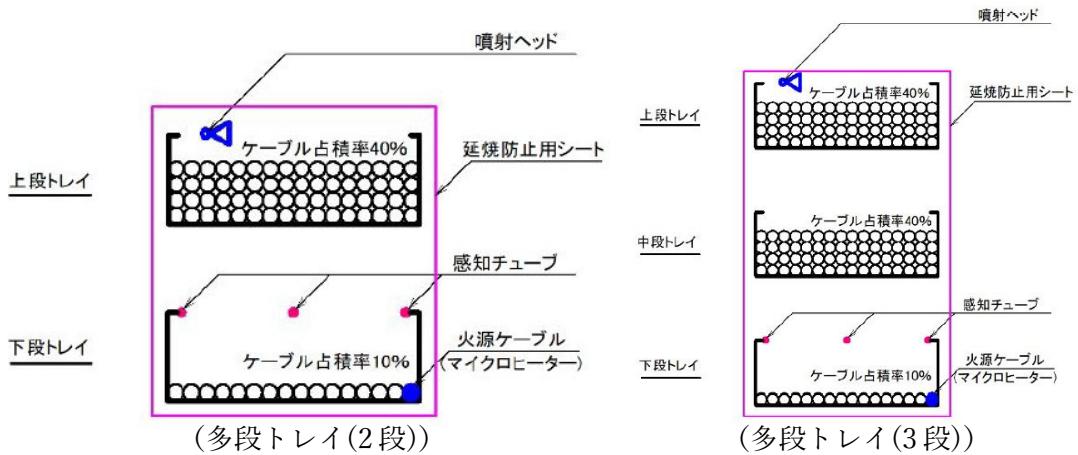
(感知チューブ溶損箇所)

第30図 試験④における発火・消火時の状態

(3) 多段トレイの消火実証試験

a. 多段トレイの消火実証試験の仕様

多段トレイの消火実証試験装置の概要と試験条件を第31図及び第10表に示す。多段トレイの消火実証試験では、実機状態を模擬するため、消火対象のケーブルトレイは水平としている。試験では実機に敷設されているケーブルより燃焼しやすい非難燃ケーブル(600V CV 3c 14sq)を用いている。また、着火方法としてはマイクロヒータを火源とし、ケーブル占積率について上部のトレイは消火剤が下段のトレイに届きにくいようにケーブル占積率を40%とし、下段トレイは火炎が大きくなるようにケーブル占積率を10%とした。多段トレイの消火実証試験装置の外観を第32図に示す。



第31図 多段トレイの消火実証試験装置の概要

第10表 多段トレイの消火実証試験装置の試験条件

No.	着火方法	トレイ姿勢	火源位置	可燃物 (非難燃ケーブル)	ケーブル トレイ寸法	トレイ 段数
⑤	マイクロヒータ	水平	下段トレイ 端 (ケーブル 上部)	600V CV 3c 14sq 649本	幅：0.9m 高さ：0.25m 深さ：4.2m	2段
⑥					幅：0.6m 高さ：0.25m 深さ：3.8m	3段



(多段トレイ(2段))



(多段トレイ(3段))

第32図 多段トレイの消火実証

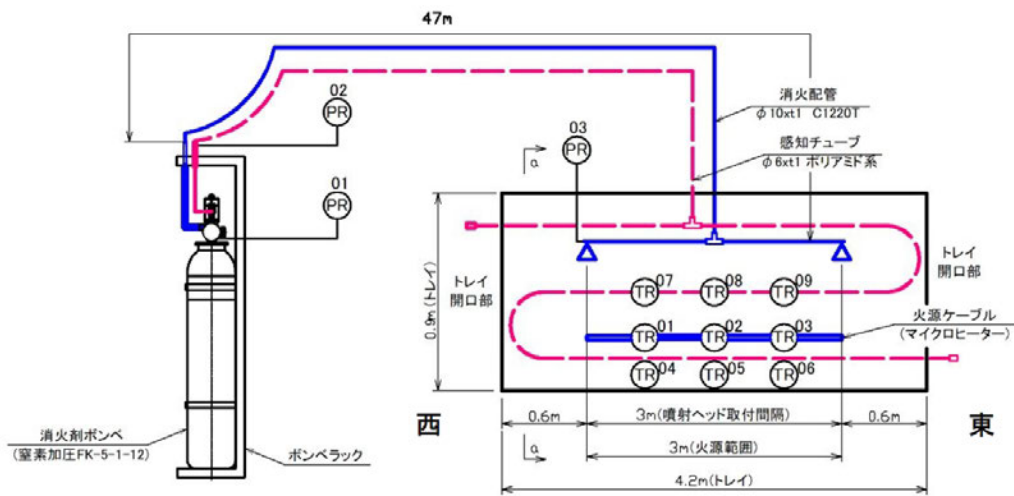
b. 多段トレイの消火実証試験の結果

<試験⑤の結果(2段)>

第33図に示すような配置において、試験開始(マイクロヒーター電源ON開始時)から5分33秒後に火源ケーブルの発火を確認し、開始から5分45秒経過時に感知チューブが溶損したことを確認したため、開始から6分06秒後に手動で容器弁を開にして消火剤を噴射した。

消火剤貯蔵容器のガスを全て噴射し、噴射ヘッド圧力が0MPaとなった後(開始から8分36秒後)ケーブルトレイ内を目視し、火炎が消火していることを確認した。

火炎の消火を確認してから10分間放置したが、ケーブルトレイ内の再発火が起こらないことを確認した(第34図)。



第33図 試験⑤における感知チューブ等の配置概要



(発火時)



(消火剤噴射後)



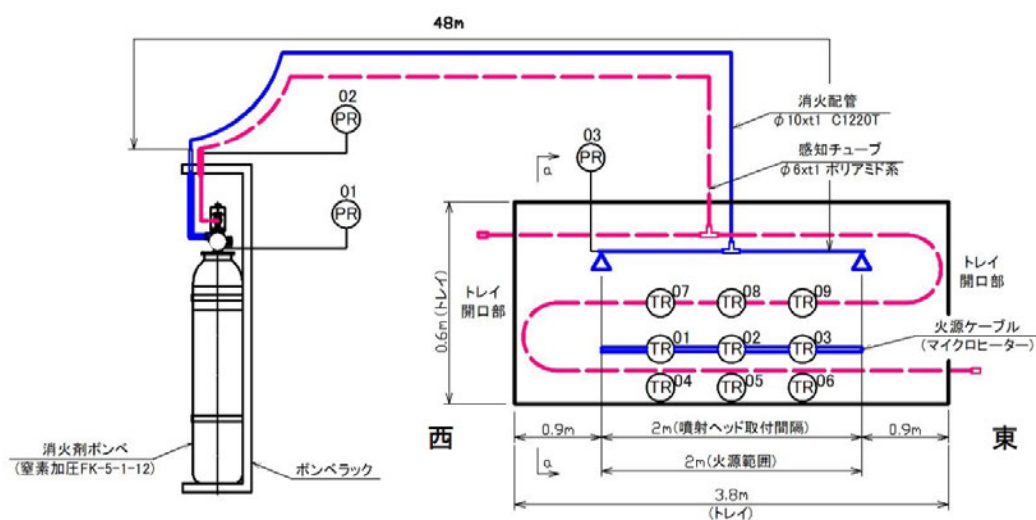
破裂した感知チューブ

第34図 試験⑤における発火・消火時の状態

<試験⑥の結果(3段)>

第35図に示すような配置において、試験開始(マイクロヒーター電源ON開始時)から5分17秒後に火源ケーブルの発火を確認し、開始から5分20秒経過時に感知チューブが溶損したことを確認したため、開始から6分40秒後に手動で容器弁を開いて消火剤を噴射した。

消火剤貯蔵容器のガスを全て噴射し、噴射ヘッド圧力が0MPaとなった後(開始から9分00秒後)ケーブルトレイ内を目視し、火炎が消火していることを確認した。火炎の消火を確認してから10分間放置したが、ケーブルトレイ内の再発火が起こらないことを確認した(第36図)。



第35図 試験⑥における感知チューブ等の配置概要



(発火時)



(消火剤噴射後)













(感知チューブ溶損箇所)

第36図 試験⑥における発火・消火時の状態

(4) 消火実証試験の結果のまとめ

ラダートレイ，ソリッドトレイ及び多段トレイの消火性能の実証試験を行い，火災を適切に感知し設計した消火剂量により，消火可能であることを確認した。消火実証試験の結果を第11表に示す。

第11表 消火実証試験の結果

No.	トレイタイプ	トレイ姿勢	延焼防止措置	消火剂量[Kg]の算出方法	消火可否
①	ラダー	水平	プロテコシート	(トレイ1段の容積×0.84 <sup>*1</sup> +開口面積×  <sup>*2</sup> )×安全率(  <sup>*3</sup> )	○
②		垂直		(トレイ1段の容積×0.84 <sup>*1</sup> +開口面積×  <sup>*2</sup> )×安全率(  <sup>*3</sup> )	○
③	ソリッド	水平	金属板	(トレイ1段の容積×0.84 <sup>*1</sup> +開口面積×  <sup>*2</sup> )×安全率(  <sup>*3</sup> )	○
④		垂直		(トレイ1段の容積×0.84 <sup>*1</sup> +開口面積×  <sup>*2</sup> )×安全率(  <sup>*3</sup> )	○
⑤	多段トレイ(2段)	水平	プロテコシート	(多段トレイの容積×0.84 <sup>*1</sup> +開口面積×  <sup>*2</sup> )×安全率(  <sup>*3</sup> )	○
⑥	多段トレイ(3段)				○

\*1:消防法施行規則 第20 条第3 項一号口の噴射量(0.84~1.46kg/m<sup>3</sup>)より，ケーブルトレイ消火設備標準仕様と同値である0.84kg/m<sup>3</sup>を採用した。

\*2:

\*3:



### 3.2 電源盤・制御盤消火設備

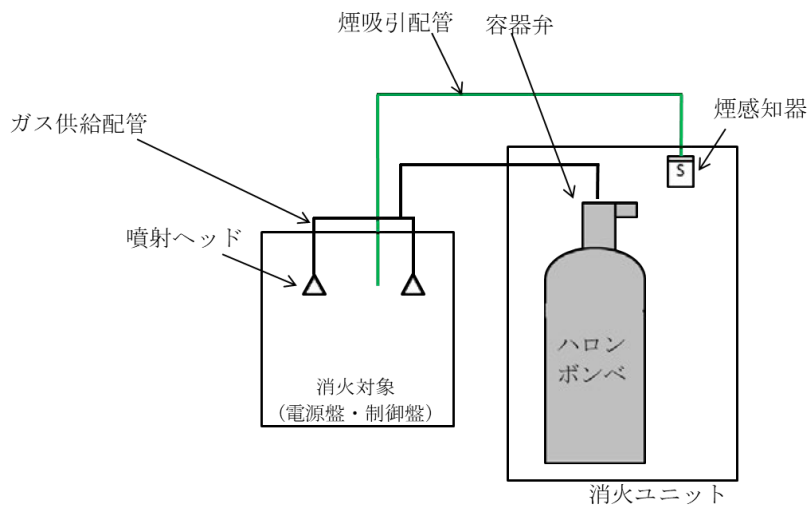
#### 3.2.1 概要

再処理施設において、火災が発生した場合に、消火活動が困難となる可能性のある火災区域又は火災区画の火災源となる盤に対し電源盤・制御盤消火設備を設置する設計とする。

以下では、実証試験に基づき、電源盤・制御盤消火設備が再処理施設に設置される火災を想定する盤火災に対して有効に消火が可能であることを示す。

#### 3.2.2 電源盤・制御盤消火設備の仕様

電源盤・制御盤消火設備は、消火対象盤内部の空気を煙吸引配管で常時吸引し、盤内の火災を早期に感知できるよう煙感知器により監視する。実証試験で使用する電源盤消火設備の概要図を第37図に示す。



第37図 電源盤・制御盤消火設備の概要図

#### 3.2.3 煙感知及び消火実証試験

##### (1) 消火及び煙感知実証試験の条件

再処理施設への電源盤・制御盤消火設備については、盤内の体積が大きい方が、消火・煙感知が難しいため、幅、奥行、高さの最も大きい盤を試験体として検証を行う(試験①)。

また、盤に開口を有する場合は、その開口が大きい方が消火剤・煙が流出する可能性があることから開口率(盤体積に対する開口の割合)が最も大きい盤を試験体として検証を行う(試験②)。さらに、盤内の体積及び開口率以外に、盤の換気ファンが搭載されている盤については、当該換気ファンによる影響が懸念されることから、換気ファンが搭載されている盤のうち最も換気量が大きい盤を試験体として検証を行う(試験③)。

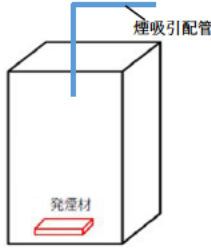
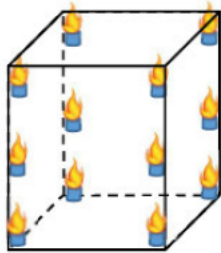

煙感知試験及び消火試験の条件を第12表、第13表に、試験結果を次項以降に示す。

第12表 煙感及び消火知試験の条件について

No.	盤タイプ	盤サイズ			開口		換気ファン	
		幅	奥行	高さ	有・無	開口率	有・無	換気量
①	最大寸法	1.8m	1.1m	2.3m	無	—	無	—
②	開口率最大	0.45m	0.35m	0.65m	有	49.72%	無	—
③	換気ファン有	1.8m	1.06m	2.3m	有	2.07%	有	13.4m <sup>3</sup> /min

②及び③は開口部又は換気ファンを有する盤のうち最大寸法の盤を試験体に用いる。

第13表 煙感知及び消火試験の手順について

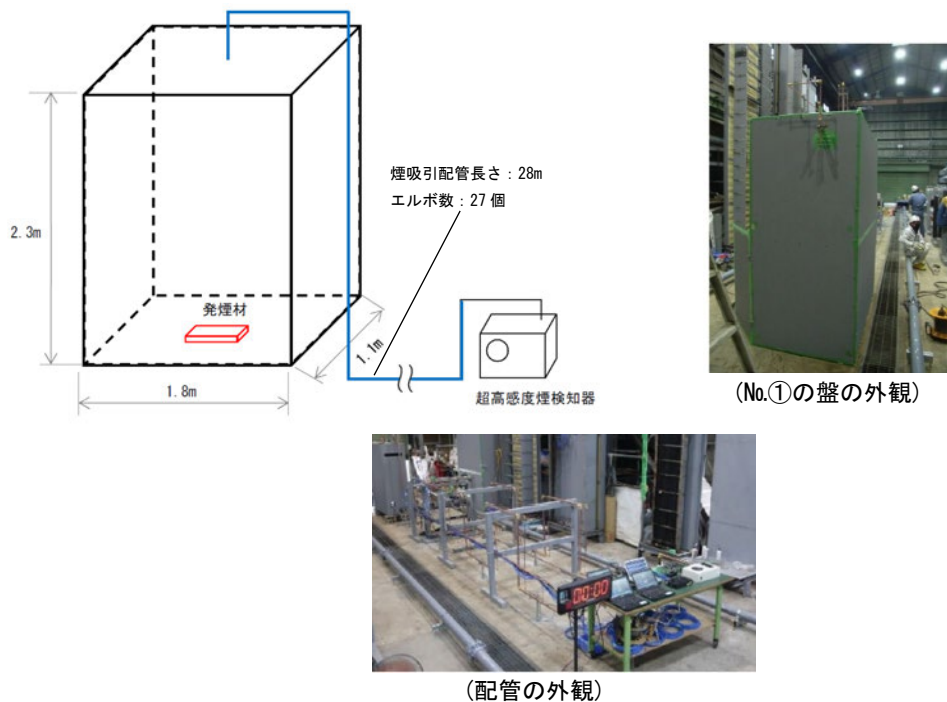
試験名	試験条件
煙感知試験	<p>・煙吸引配管の吸引口から遠くなるように発煙材を盤内の底面に置き、煙感知器で5%の煙を感知するまでの時間を測定する。</p> <div style="text-align: center;">  <p>発煙剤の設置位置</p> </div>
消火試験	<p>・消火剤が有効に拡散していることを確認するため、代表モデル盤内の上部、中部、下部の4隅(計12か所)に火皿を設置し、消火できることを確認する。</p> <p>なお、消火試験において実際には煙感知器が火災を感知し自動で消火する設計となっているが、上記のとおり火皿を設置するため、実証試験においては、火炎を確認後に手動にて消火することとした。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>火皿の設置位置</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>実際の火皿</p> </div> </div>

(2) 煙感知及び消火実証試験の結果

a. 最大寸法の盤 (No.①)

<煙感知試験>

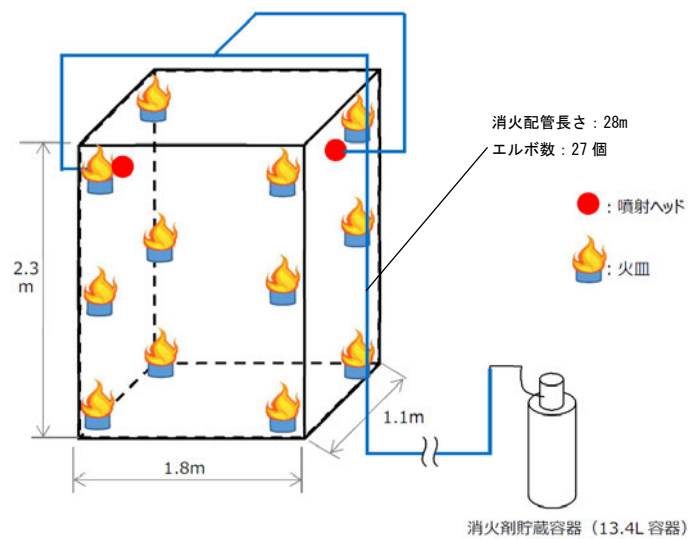
第38図に示すような配置において、試験を開始し発煙剤から煙が出ていることを目視にて確認後、63秒後に煙感知器で5%の煙を感知できた。



第38図 煙感知試験概要図 (No.①)

<消火試験>

第39図に示すような配置において、試験を開始し全ての火皿が点火していることを目視にて確認後、消火剤を放出し22秒後に設置した12個全ての火皿が消火したことを確認できた。また、再発火もない事を確認した。

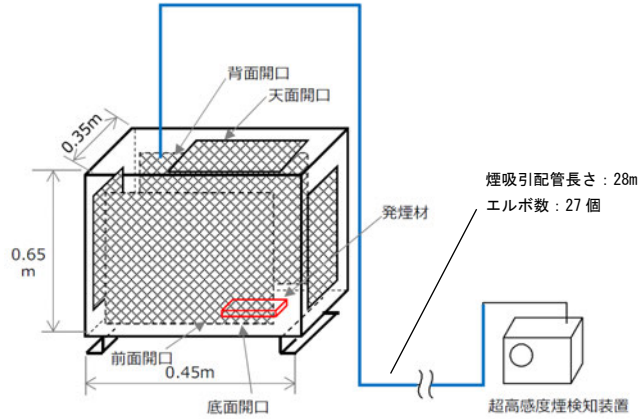


第39図 消火試験概要図 (No.①)

b. 開口率最大の盤 (No.②)

<煙感知試験>

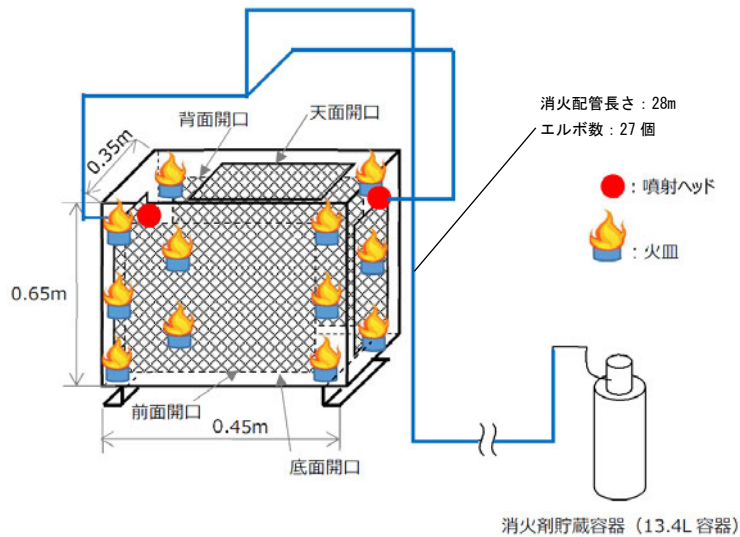
第40図に示すような配置において、試験を開始し発煙剤から煙が出ていることを目視にて確認後、34秒後に煙感知器で5%の煙を感知できた。



第40図 煙感知試験概要図 (No.②)

<消火試験>

第41図に示すような配置において、試験を開始し全ての火皿が点火していることを目視にて確認後、消火剤を放出し11秒後に設置した12個全ての火皿が消火したことを確認できた。また、再発火もない事を確認した。

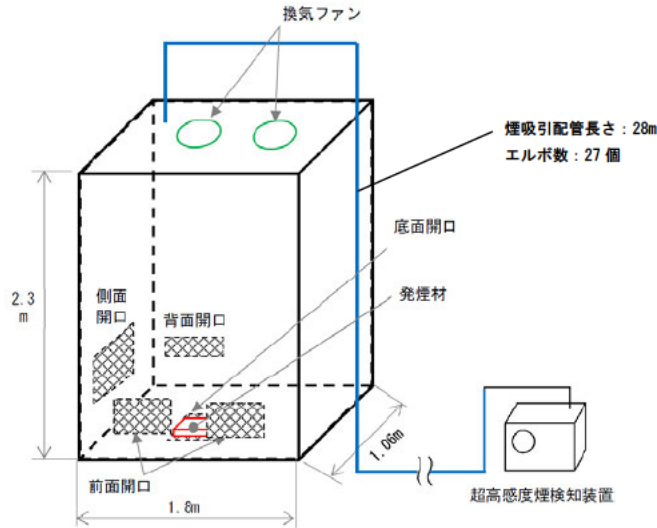


第41図 消火試験概要図 (No.②)

c. 換気回数最大の盤 (No.③)

<煙感知試験>

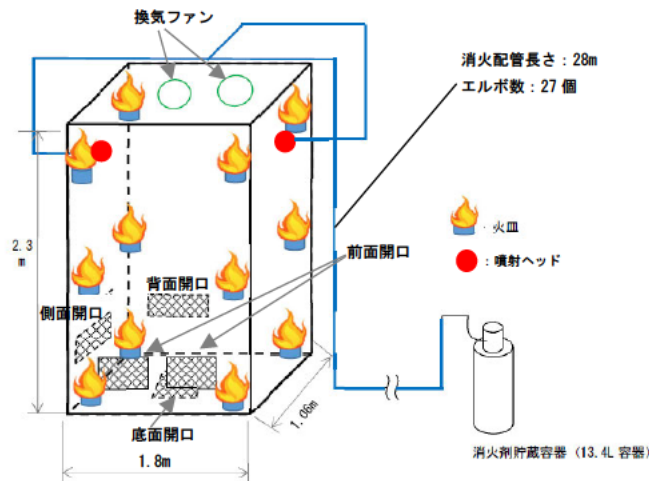
第42図に示すような配置において、試験を開始し発煙剤から煙が出ていることを目視にて確認後、107秒後に煙感知器で5%の煙を感知できた。



第42図 煙感知試験概要図 (No.③)

<消火試験>

第43図に示すような配置において、試験を開始し全ての火皿が点火していることを目視にて確認後、消火剤を放出し26秒後に設置した12個全ての火皿が消火したことを確認できた。



第43図 消火試験概要図 (No.③)

(3) 煙感知及び消火実証試験の結果のまとめ

煙感知試験及び消火試験の結果を表14に示す。

最大寸法の盤(試験①)、開口率最大の盤(試験②)及び換気ファン有の盤(試験③)について、それぞれ煙の感知及び消火が可能であることを確認した。

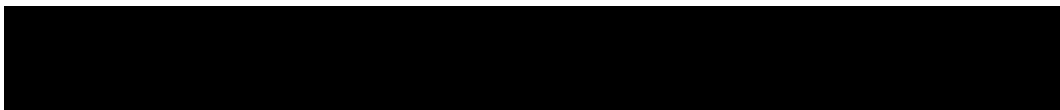
消火試験にあたっては、第14表に記載のとおり開口部の有無及び換気の有無に応じて消火剤量を設定している。したがって、消火設備の設計にあたっては本検証試験によって確認された量以上の消火剤を保有する設計とする。

第14表 感知・消火検証試験結果

No.	盤タイプ	消火剤量[Kg]の算出方法	感知可否	消火可否
①	最大寸法	盤内体積×0.84 <sup>*1</sup> ×安全率( )	○	○
②	開口率最大	(盤内体積×0.84 <sup>*1</sup> ×安全率( ) + 盤の開口面積× ) <sup>2</sup> ×開口安全率( )	○	○
③	換気ファン有	(盤内体積×0.84 <sup>*1</sup> ×安全率( ) + 盤の開口面積 <sup>2</sup> + 換気風量×消火剤放出時間×0.84 <sup>*1</sup> )×開口安全率( )	○	○

\*1:消防法施行規則 第20 条第3 項一号口の噴射量(0.84~1.46kg/m<sup>3</sup>)より、ケーブルトレイ消火設備標準仕様と同値である0.84kg/m<sup>3</sup>を採用した。

\*2:



## 別添 1

### 電力中央研究所における ケーブルトレイ消火実証試験

## 1. 概要

電力中央研究所の研究報告※において、原子力発電所への適用を目的としてチューブ式局所ガス消火設備を用いたケーブルトレイ消火実証試験を実施し、消火性能について確認を行い、有効性が確認されている。

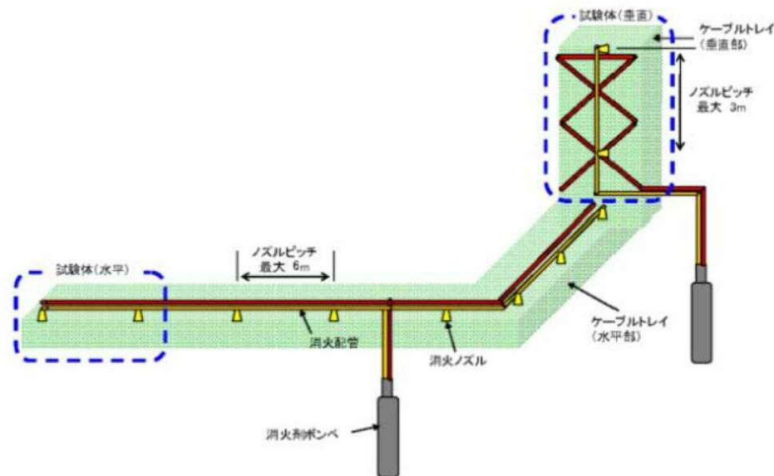
以下に、電力中央研究所にて実施された実証試験について示す。

※：「チューブ式自動消火設備のケーブルトレイ火災への適用性評価」，N14008，電力中央研究所，平成26年11月

## 2. 消火実証試験装置の仕様

消火実証試験装置の概要と試験条件を第1図及び第1表に示す。実機状態を模擬するため、消火対象のケーブルトレイは水平と垂直の2種類としている。垂直の場合には、火災による熱が垂直上方に伝わることを考慮し、ケーブル敷設方向（鉛直方向）に対して、検知チューブが直交するように一定間隔でX字に検知チューブを配置している。実機状態では、ケーブルトレイ内に敷設されるケーブルが少ない個所と複数ある個所が存在するため、試験H1，V1ではケーブルトレイ内のケーブルを1本のみとし、試験H2，V2では複数としている。着火方法は、過電流であり、電流の大きさはケーブルの許容電流の約6倍の2,000Aとしている。

なお、電力中央研究所における消火実証試験では、チューブ式局所ガス消火設備を火災防護対策における影響軽減に適用することが考慮されていたため、ケーブルトレイは金属蓋付とし、更なるその周囲に耐火シートが巻かれた状態であった(第2図)。再処理施設においては、チューブ式局所ガス消火設備に影響軽減対策には適用しないことから、実機施工においてケーブルトレイは必ずしも金属蓋付とはせず、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイ外部に漏えいしないよう、ラダートレイは延焼防止シートで覆う設計とする。延焼防止シートの耐火性を別添2、延焼防止シートを施工することによるケーブルの許容電流低減率への影響を別添3にそれぞれ示す。



第1図：消火試験装置の概要



第1表：消火実証試験の試験条件

試験名	電流	トレイ姿勢	火源位置 (※1)	可燃物	ケーブルトレイ寸法
H1	2000A	水平	ケーブルトレイ 端部から4m	6600V CV 3C 150sq 1 本	幅1.8m (※2) × 長さ9.6m×高さ 0.15m
H2				6600V CV 3C 150sq 3 本, 6600V CVT 3C 150sq 27 本	
V1	2000A	垂直	ケーブルトレイ 上端部から4m	6600V CV 3C 150sq 1 本	幅1.8m (※2) × 長さ6.0m×高さ 0.25m
V2				6600V CV 3C 150sq 3 本, 6600V CVT 3C 150sq 14 本	

(※1) 過電流による着火位置を管理するため、ケーブルに切り込みを入れている。

(※2) 再処理施設の建屋通路部等に設置するケーブルトレイは最大幅が1.2mであるため、実機設計よりも試験条件の方がケーブルトレイ内の空間が広がっている。このため、実機設計よりも火災感知及び消火されにくい条件であり、保守的な試験であると考えられる。

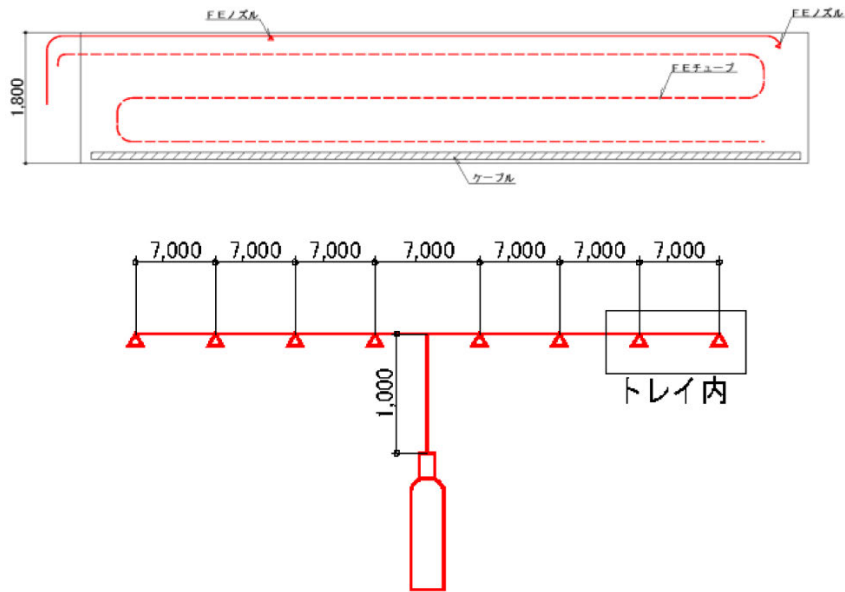


第2 図：消火実証試験用のケーブルトレイ外観

### 3. 消火実証試験の結果

#### 3.1 試験H1の結果

第3図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通電したところ、通電開始後30分35秒で着火した。着火から16秒後（通電開始後30分51秒後）にチューブ式局所ガス消火設備（報告書ではFE と呼称）が動作し、消火することが確認された（第4図）。



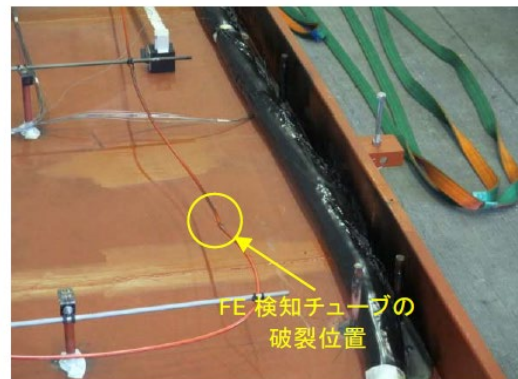
第3図：試験H1における検知チューブ等の配置概要



(着火時)



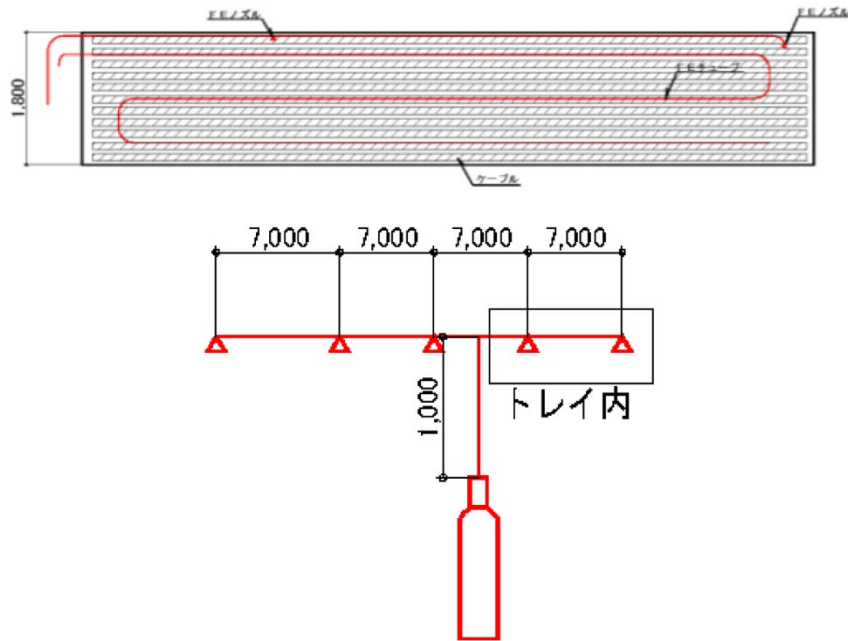
(FE 作動時)



第4図：試験H1における発火・消火時の状態

### 3.2 試験H2の結果

第5図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通電したところ、通電開始後32分29秒で着火した。着火から15秒後（通電開始から32分44秒後）にチューブ式局所ガス消火設備が動作し、消火することが確認された（第6図）。



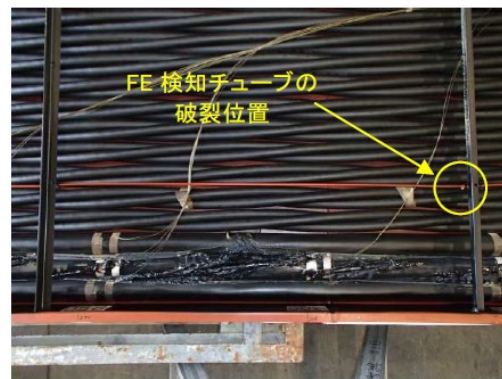
第5図：試験H2における検知チューブ等の配置概要



(着火時)



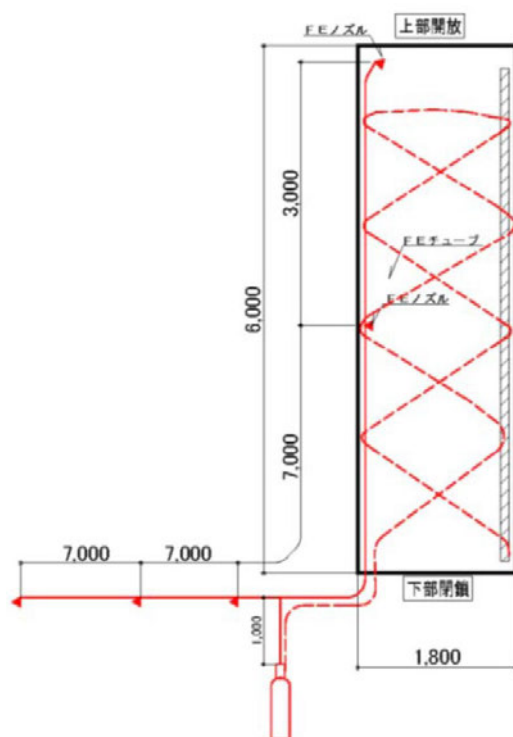
(FE 作動時)



第6図：試験H2における発火・消火時の状態

### 3.3 試験V1の結果

第7図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通電したところ、通電開始後17分6秒で着火した。着火から1分39秒後（通電開始から18分45秒後）にチューブ式局所ガス消火設備が動作し、消火することが確認された（第8図）。



第7図：試験V1における検知チューブ等の配置概要

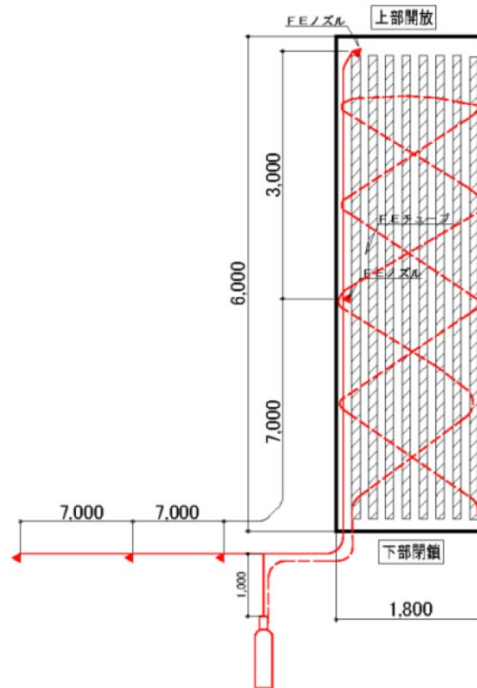


第8図：試験V1における発火・消火時の状態

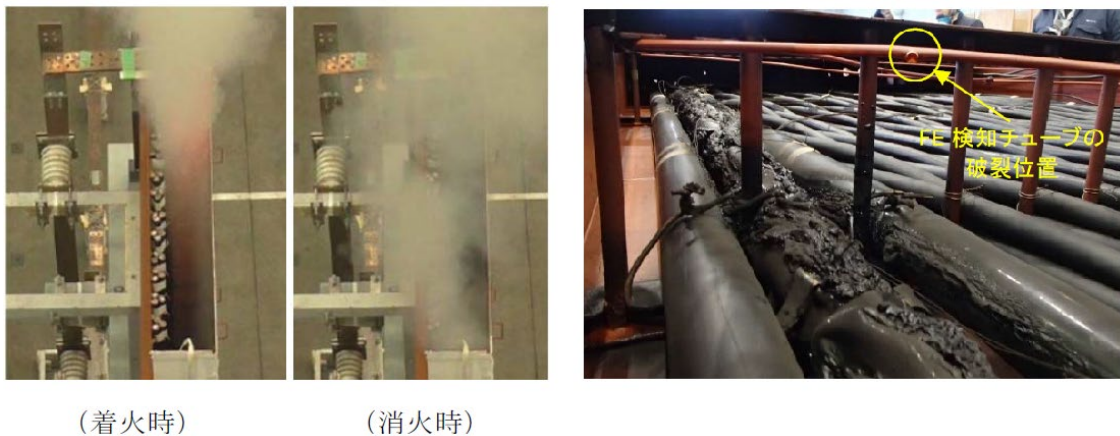


### 3.4 試験V2の結果

第9図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通電したところ、通電開始後18分14秒で着火した。着火から3分26秒後（通電開始から21分40秒後）にチューブ式局所ガス消火設備が動作し、消火することが確認された（第10図）。



第9図：試験V2における検知チューブ等の配置概要



第10図：試験V2における発火・消火時の状態

### 4. まとめ

以上から、実機を模擬したケーブルトレイの火災について、チューブ式局所ガス消火設備が有効に機能することを確認した。

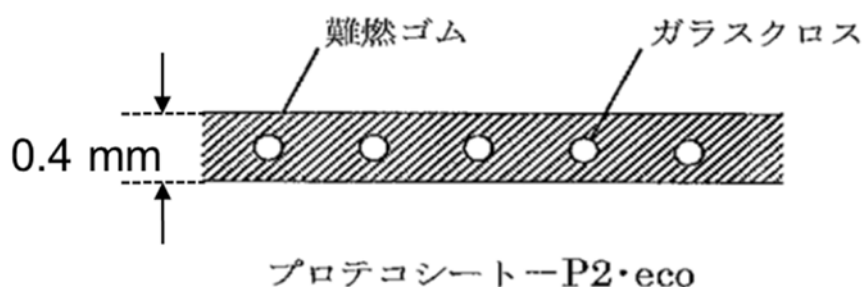
## 別添 2

ケーブルトレイ局所ガス消火設備に使用する  
ケーブルトレイカバーについて

1. ケーブルトレイ局所ガス消火設備に使用するケーブルトレイカバーについて

再処理施設のケーブルトレイ局所ガス消火設備のうち、ラダータイプのトレイの場合においては、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイ外部に漏えいしないように、ケーブルトレイを延焼防止シート（プロテコシートP2・eco）で覆う設計とする（第1 図）。ケーブルトレイを覆う延焼防止シートは酸素指数60 以上であり、消防法上、難燃性又は不燃性を有する材料（酸素指数26 以上）に指定される（※）。

（※）出典：「消防法施行令の一部改正に伴う運用について（合成樹脂類の範囲）（指定数量）」，消防予第184 号，消防庁予防救急課，昭和54 年10月



第1 図：延焼防止シート（プロテコシートP2・eco）の概要

また、延焼防止シートは、ケーブルトレイに巻き付けた状態でIEEE383 Std1974に基づく垂直トレイ燃焼試験（20 分間のバーナ加熱）を実施しても、第2 図に示すとおり、接炎による燃焼や破れ等は発生しないことを確認している（※）。

よって、ケーブル火災等によって延焼防止シートが接炎する状態になっても、燃焼や破れ等が生じるおそれがなく、ケーブルトレイ消火設備作動後に消火剤が外部に漏えいすることがないため、ケーブルトレイ消火設備の消火性能は維持される。

（※）出典：「延焼防止シート「プロテコシート-P2・eco」電力ケーブルによる延焼防止性確認試験報告書」，FT-技-第71338 号，古河電気工業（株）・（株）古河テクノマテリアル，平成18 年10 月

経過時間 (分)	5	10	15	20	試験終了後の ケーブル損傷状況
加熱部全体(0~800mm)					
加熱部詳細(0~300mm)					
		<p>延焼防止シートは燃焼や破れ等が発生して いない</p>			

第2 図：延焼防止シートのIEEE383 垂直トレイ燃焼試験実施後の状態



## 別添 3

延焼防止シート施工に伴うケーブルの  
許容電流低減率の評価について

## 1. 概要

再処理施設のケーブルトレイ消火設備では、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイ外部に漏えいしないように、ケーブルトレイを延焼防止シート（プロテコシートP2・eco）で覆う設計とする。延焼防止シートを施工することにより、周囲条件の影響等によりケーブルの許容電流が低下する可能性が考えられることから、以下の通り許容電流低減率の評価を実施した。

## 2. ケーブル許容電流の評価式

ケーブルの許容電流は、ケーブルの導体抵抗、誘電体損失、熱的定数及び周囲条件に影響を受ける。ケーブルの許容電流をI (A)とすると、日本電線工業会規格（JCS0168-1）に定められるように式（1）で表すことができる。

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2 - T_d}{nrR_{th}}} \quad (\text{A}) \quad (1)$$

$R_{th}$ ：全熱抵抗（ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$ ）

$T_1$ ：常時許容温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）

$T_2$ ：基底温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）

$T_d$ ：誘電体損失による温度上昇※（ $^{\circ}\text{C}$ ）

$n$ ：ケーブル線心数

$r$ ：交流導体抵抗（ $\Omega$ ）

※11kV 以下のケーブルでは無視できる。

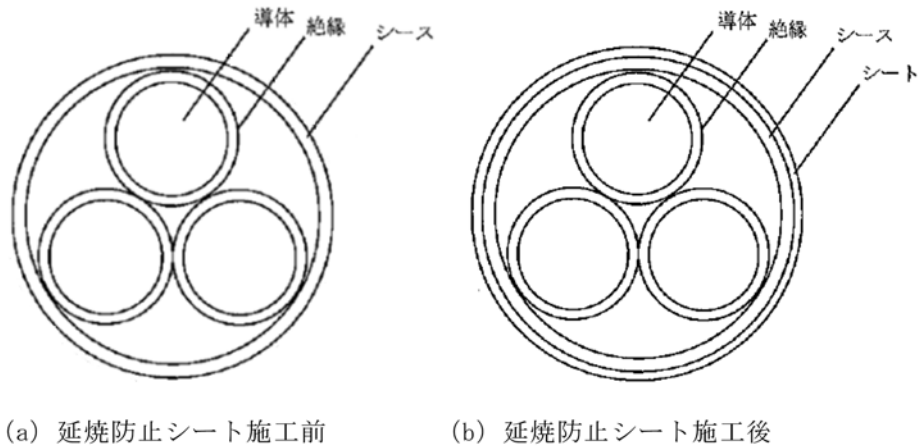
再処理施設においてケーブルトレイ局所ガス消火設備の消火対象となるケーブルは全て11kV 以下の仕様であることから、誘電体損失による温度上昇 $T_d$ は無視することができるため、許容電流I は式（2）で表される。

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th}}} \quad (\text{A}) \quad (2)$$

### 3. 延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率の評価

再処理施設で使用するケーブル（M-CVV 2C-2sq）について、延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率を評価する。

第1 図（a）（b）に示すように、ケーブルに延焼防止シートを施工する前及び施工した後の許容電流 $I_1$ 、 $I_2$  は式（3）（4）で表される。



第1 図：延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率の評価モデル

$$I_1 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th1}}} \quad (\text{A}) \quad (3)$$

$R_{th1}$ ：延焼防止シート施工前の全熱抵抗（ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$ ）

ここで、 $R_{th1} = R_1 + R_2 + R_3 = 16.7 + 9.9 + 48.6 = 75.2$

$R_1$ ：絶縁体の熱抵抗（ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$ ）

$R_2$ ：シースの熱抵抗（ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$ ）

$R_3$ ：シースの表面放散熱抵抗（ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$ ）

$$I_2 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th2}}} \quad (\text{A}) \quad (4)$$

$R_{th2}$ ：延焼防止シート施工後の全熱抵抗（ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$ ）

ここで、 $R_{th2} = R_1 + R_2 + R_4 + R_5 = 16.7 + 9.9 + 0.6 + 47.9 = 75.1$

$R_4$ ：シートの熱抵抗（ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$ ）

$R_5$ ：シートの表面放散熱抵抗（ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$ ）

延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率を  $\eta$  とすると式 (5) で表される。

$$\eta = \left(1 - \frac{I_2}{I_1}\right) \times 100 = \left(1 - \sqrt{\frac{R_{th1}}{R_{th2}}}\right) \times 100 \quad (\%) \quad (5)$$

ここで、 $R_{th1}$  と  $R_{th2}$  がそれぞれ  $75.2$  ( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$ ) ,  $75.1$  ( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}/\text{W}$ ) であり、式 (6) に示すように、延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率はほぼゼロである。

$$\eta = \left(1 - \sqrt{\frac{75.2}{75.1}}\right) \times 100 \cong 0 \quad (\%) \quad (6)$$

上記の許容電流低減率の評価は、ケーブルに延焼防止シートを直接巻いた場合を想定したものであるが、ケーブルトレイに延焼防止シートを巻いた場合においても、延焼防止シートの熱抵抗は変わらないことから、許容電流低減率に大きな差異は生じないと考えられる。

以上から、延焼防止シートを施工してもケーブルの許容電流に影響が生じないことを確認した。

## 別紙2

MOX燃料加工施設の煙の充満等により  
消火が困難となる火災区域又は火災区画に  
設置する固定式ガス消火装置について

## 目 次

1. 消火設備の設備概要
  - 1.1 二酸化炭素消火装置の概要
  - 1.2 窒素消火装置の概要
  - 1.3 グローブボックス消火装置の概要
  
2. 消火設備の作動回路
  - 2.1 二酸化炭素消火装置の作動回路
  - 2.2 窒素消火装置の作動回路
  - 2.3 グローブボックス消火装置の作動回路

## 1. 消火設備の設備概要

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画は以下の二酸化炭素消火装置，窒素消火装置又はグローブボックス消火装置のいずれかを火災源及び設置場所の特性に応じて選定し設置する。消火設備の概要について1.1項～1.3項にて示す。

### 1.1 二酸化炭素消火装置の概要

#### a. 消火対象

火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画のうち，多量の可燃性物質を取り扱う火災区域又は火災区画(危険物の規制に関する政令に規定される著しく消火困難な製造所等に該当する場所)及び電気品室等の火災区域又は火災区画を対象とする。

#### b. 特長

二酸化炭素消火装置の仕様を第1表に示す。

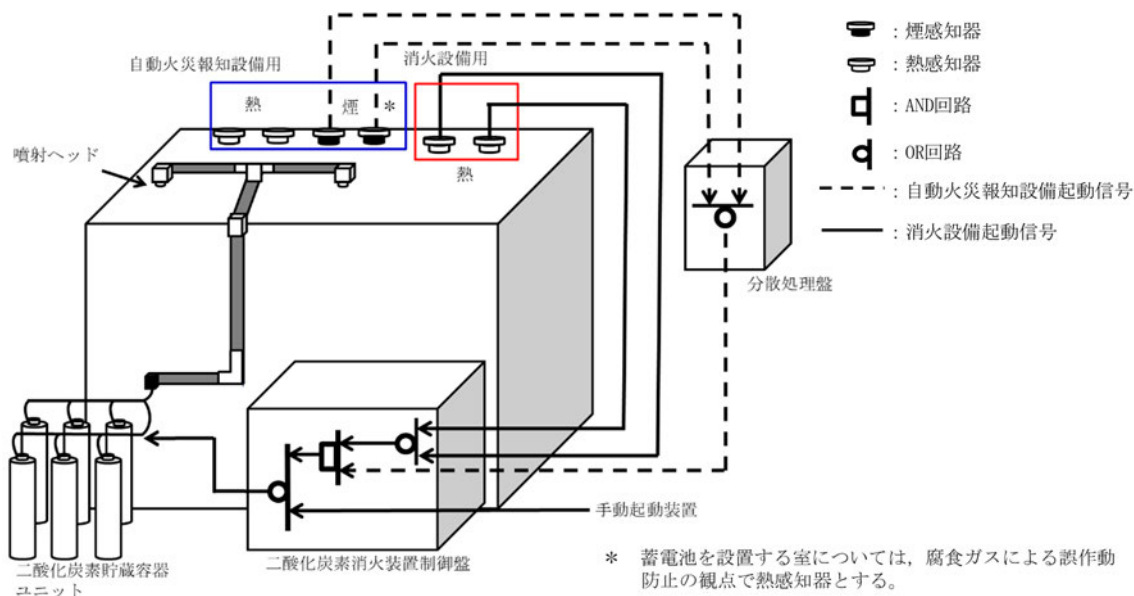
また，二酸化炭素消火装置の概要を第1図に示す。

第1表 二酸化炭素消火装置の仕様概要

項目		仕様
消火剤	消火剤	二酸化炭素
	消火原理	窒息消火
	消火剤の特徴	不活性である二酸化炭素ガスのため設備に対して無害である。人体に対しては多量に吸い込むと窒息の危険性がある。
消火設備	適用規格	消防法施行規則第十九条
	火災感知	早期感知及び早期消火の観点から自動消火用の火災感知器(熱感知器)を設置する。
	放出方式	二酸化炭素は人体に対して有害であり，誤作動防止を図る観点から，原則として自動消火用の熱感知器と自動火災報知設備の煙感知器のAND回路からの信号*1*2により自動起動する。(現場での手動起動も可能な設計とする)
	消火方式	全域放出方式
	電源	蓄電池を設置
	破損，誤動作，誤操作による影響	不活性である二酸化炭素ガスは，電気設備及び機械設備に影響を与えない。

注記 \*1: ハロゲン化物消火設備・機器の使用抑制等について(通知)[消防危第88号，消防予第161号]より，二酸化炭素は人体に有害であり，誤作動防止を図る観点から，異なる種類の火災感知器(煙感知器，熱感知器)のAND回路の構成を基本とする。

- \*2: 蓄電池を設置する室については、腐食性ガスの発生による二酸化炭素消火装置の誤作動防止のため、耐酸性の熱感知器によるAND回路の構成とする。



第1図 二酸化炭素消火装置の概要

## 1.2 窒素消火装置の概要

### a. 消火対象

臨界管理の観点から、水を使用する消火設備を設置することができない火災区域又は火災区画、火災発生時の煙又は放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画のうち、火災防護上重要な機器等を設置する火災区域、可燃性物質を取扱い構造上消火活動が困難となる火災区域又は火災区画(中央監視室等の床下)及び電気品室等の火災区域又は火災区画を対象とする。

### b. 特長

窒素消火装置の仕様を第2表に示す。

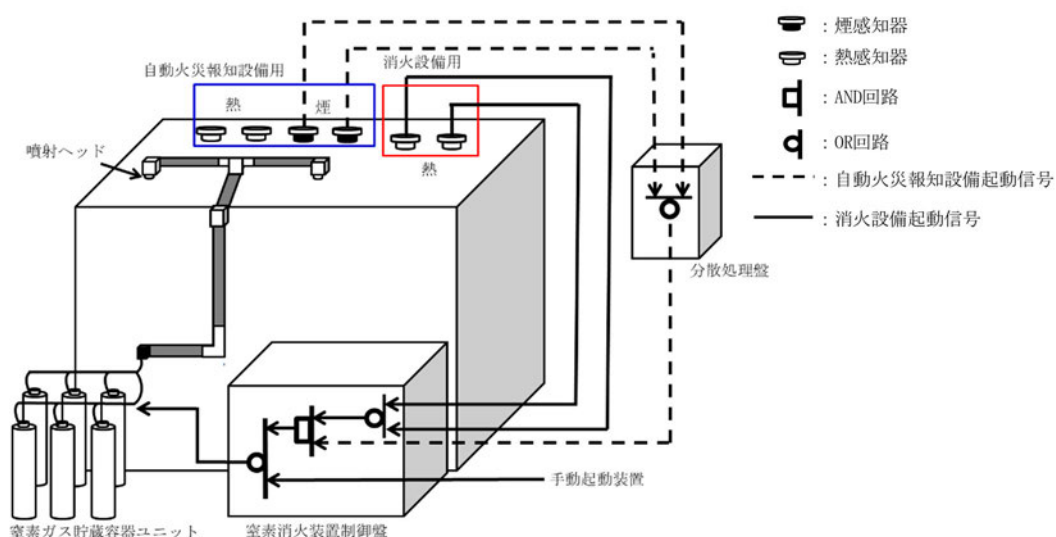
また、窒素消火装置の概要を第2図に示す。



第2表 窒素消火装置の仕様概要

項目		仕様
消火剤	消火剤	窒素
	消火原理	窒息消火
	消火剤の特徴	不活性である窒素ガスのため設備及び人体に対して無害であるが、多量に吸い込むと窒息の危険性がある。
消火設備	適用規格	消防法施行規則第二十条
	火災感知	早期感知及び早期消火の観点から自動消火用の火災感知器(熱感知器又は煙感知器)を設置する。
	放出方式	窒素は多量に吸い込むと窒息の危険性があり、誤作動防止を図る観点から、原則として自動消火用の熱感知器と自動火災報知設備の煙感知器のAND回路からの信号*1により自動起動する。 (現場での手動起動も可能な設計とする)
	消火方式	全域放出方式
	電源	蓄電池を設置
	破損, 誤動作, 誤操作による影響	不活性である窒素ガスは、電気設備及び機械設備に影響を与えない。

注記 \*1: 取付面高さが熱感知器の上限を超える場合は、アナログ式感知器の設置が適さないことから、設定温度の異なる非アナログ式の煙感知器によるAND回路の構成とする。



第2図 窒素消火装置の概要

### 1.3 グローブボックス消火装置の概要

#### a. 消火対象

火災発生時の煙又は放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画のうち、グローブボックスを対象とする。

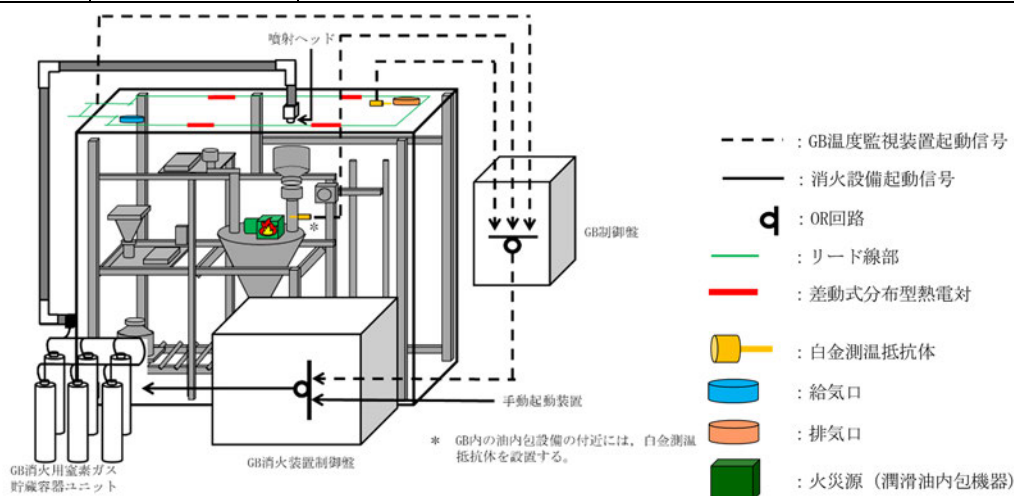
#### b. 特長

グローブボックス消火装置の仕様を第3表に示す。

また、グローブボックス消火装置の概要を第3図に示す。

第3表 グローブボックス消火装置の仕様概要

項目		仕様
消火剤	消火剤	窒素
	消火原理	窒息消火
	消火剤の特徴	不活性である窒素ガスのため設備及び人体に対して無害である。また、グローブボックス内にのみ窒素ガスを放出することから、窒息の危険性はない。
消火設備	適用規格	—
	火災感知	早期感知及び早期消火の観点からグローブボックス温度監視装置の火災感知器を設置する。
	放出方式	グローブボックス温度監視装置の差動式分布型感知器と白金測温抵抗体を組み合わせて配置し、温度異常の信号により自動起動する。(現場での手動起動も可能な設計とする)
	消火方式	全域放出方式
	電源	蓄電池を設置
	破損、誤動作、誤操作による影響	不活性である窒素ガスは、電気設備及び機械設備に影響を与えない。



第3図 グローブボックス消火装置の概要

## 2. 消火設備の作動回路

### 2.1 二酸化炭素消火装置の作動回路

#### 2.1.1 作動回路の概要

二酸化炭素消火装置は、以下の(1)及び(2)に示す運用により、消火ガスによる従事者等への人体影響を与えない設計とする。

二酸化炭素消火装置の作動に係る運用フローを第4図に示す。

#### (1) 火災感知器による作動時(自動起動)

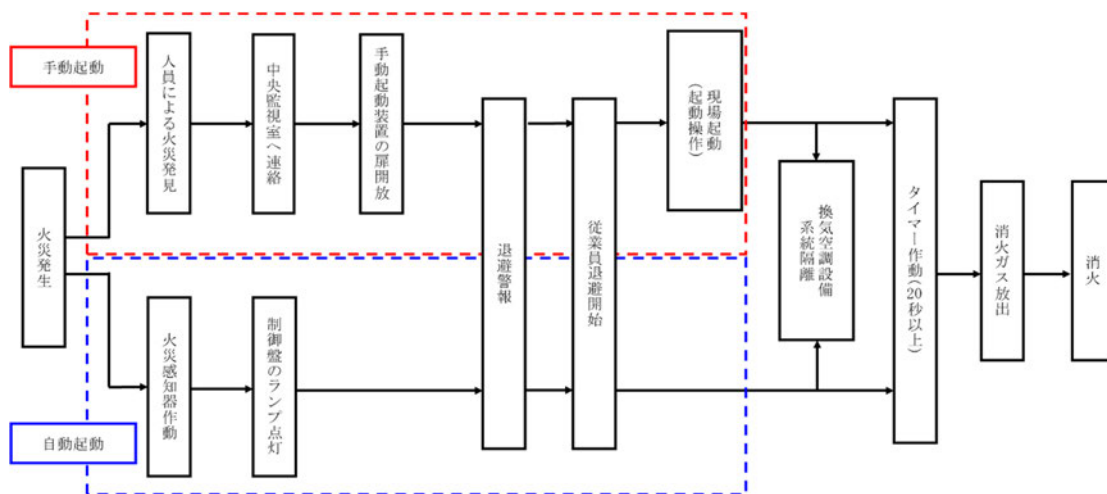
二酸化炭素消火装置は、自動消火用の火災感知器及び自動火災報知設備の火災感知器の作動信号\*<sup>1</sup>により制御盤のランプが点灯し、現場の従事者等へ音声による退避警報を吹鳴し、20秒以上の時間遅れをもって自動\*<sup>2</sup>で消火ガスを放出する設計とする。

注記 \*1: 通常時は自動待機状態であり、自動消火用の火災感知器と自動火災報知設備の火災感知器による双方の作動信号をもって自動起動する設計とする。

\*2: 二酸化炭素消火装置を設置する電気品室等の火災区域又は火災区画に入室する際には、入口に設置している手動起動装置の自動手動切換スイッチを「手動」側に切り替えることにより、自動起動ができない設計とする。また、退室した際は、手動起動装置の自動手動切換スイッチを「自動」側に切り替えることにより自動起動ができる設計とする。

#### (2) 現場での火災発見時の運用

現場で火災を発見した場合、速やかに当該室から退避し、他の人が入室していないことを確認したうえで、現場手動操作により、二酸化炭素消火装置を起動する。

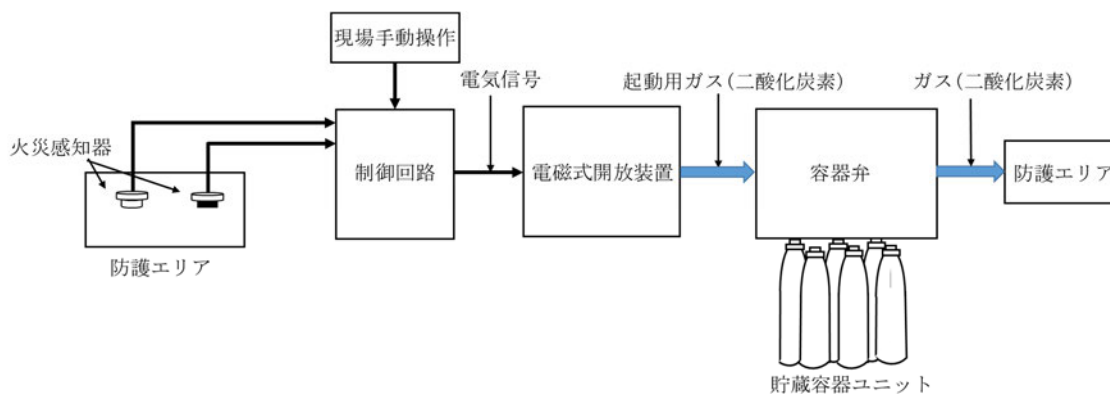


第4図 二酸化炭素消火装置の作動までの流れ

### 2.1.2 二酸化炭素消火装置の系統構成

火災感知器からの信号を制御回路が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出電気信号が起動用ガス容器に発信し、起動用ガス容器から起動用ガスが容器弁へ放出され、二酸化炭素を放出する。

第5図に二酸化炭素消火装置の系統構成を示す。



第5図 二酸化炭素消火装置系統構成

## 2.2 窒素消火装置の作動回路

### 2.2.1 作動回路の概要

窒素消火装置は、以下の(1)及び(2)に示す運用により、消火ガスによる従事者等への人体影響を与えない設計とする。

窒素消火装置の作動に係る運用フローを第6図に示す。

#### (1) 火災感知器による作動時(自動起動)

窒素消火装置は、自動消火用の火災感知器及び自動火災報知設備の火災感知器の作動信号\*1により制御盤のランプが点灯し、現場の従事

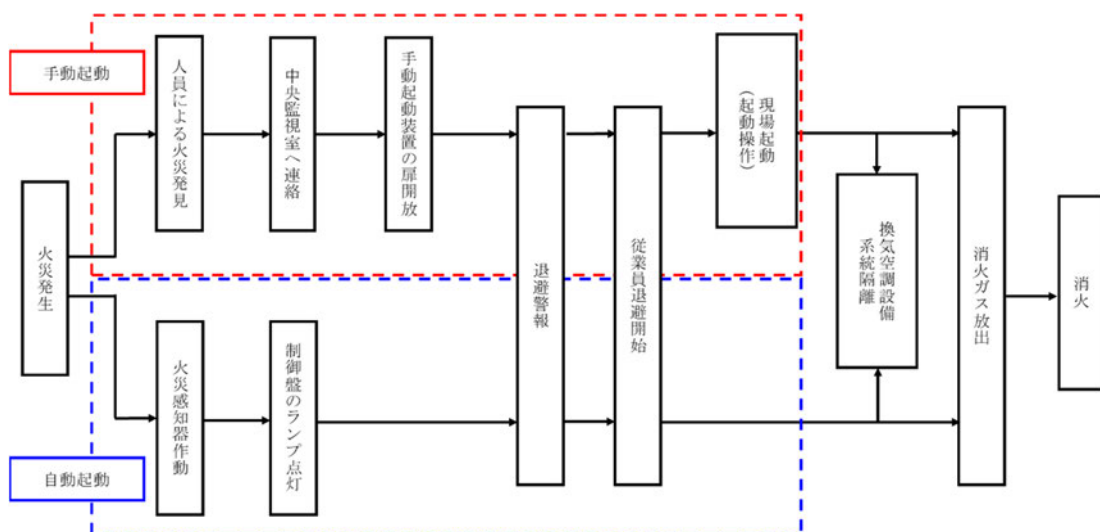
者等へ音声による退避警報を吹鳴し、自動\*2で消火ガスを放出する設計とする。

注記 \*1：通常時は自動待機状態であり、自動消火用の火災感知器と自動火災報知設備の火災感知器による双方の作動信号をもって自動起動する設計とする。

\*2：窒素消火装置を設置する工程室及び可燃性物質を取扱い構造上消火活動が困難となる火災区域又は火災区画(中央監視室等の床下)に入出する際には、入口に設置している手動起動装置の自動手動切換スイッチを「手動」側に切り替えることにより、自動起動ができない設計としている。また、退室した際は、手動起動装置の自動手動切換スイッチを「自動」側に切り替えることにより自動起動ができる設計としている。

## (2) 現場での火災発見時の運用

現場で火災を発見した場合、速やかに当該室から退避し、他の人が入室していないことを確認したうえで、現場手動操作により、窒素消火装置を起動する。

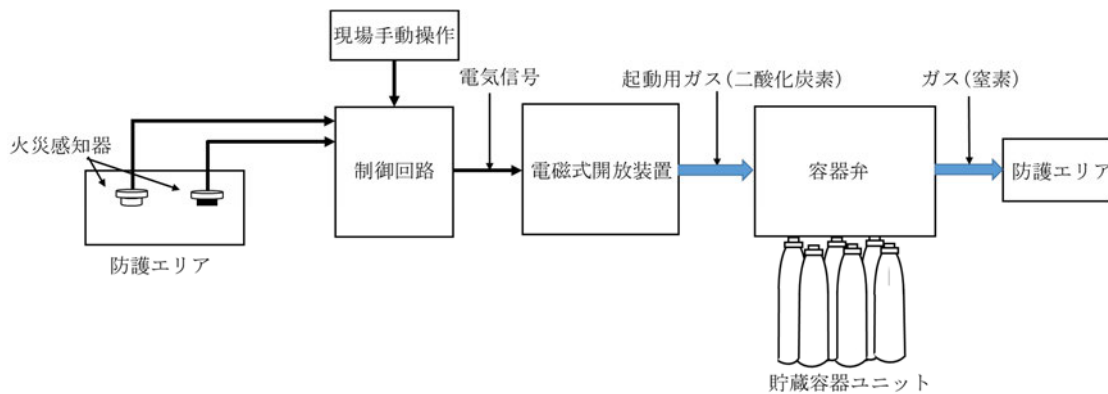


第6図 窒素消火装置の作動までの流れ

### 2.2.2 窒素消火装置の系統構成

火災感知器からの信号を制御回路が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出電気信号が起動用ガス容器に発信し、起動用ガス容器から起動用ガスが容器弁へ放出され、窒素を放出する。

第7図に窒素消火装置の系統構成を示す。



第7図 窒素消火装置系統構成

## 2.3 グローブボックス消火装置の作動回路

### 2.3.1 作動回路の概要

グローブボックス消火装置は、以下の(1)及び(2)に示す運用により、消火ガスによる従事者等への人体影響を与えない設計とする。

グローブボックス消火装置の作動に係る運用フローを第8図に示す。

#### (1) 火災感知器による作動時(自動起動)

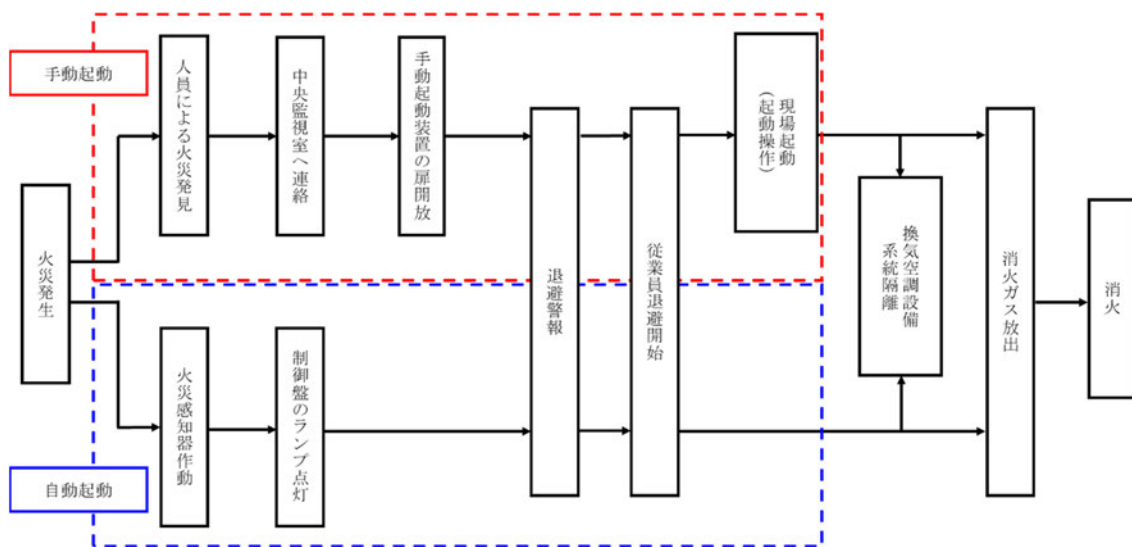
グローブボックス消火装置は、グローブボックス温度監視装置の火災感知器の作動信号\*<sup>1</sup>により制御盤のランプが点灯し、現場の従事者等へベルによる警報音を鳴動し、自動\*<sup>2</sup>で消火ガスを放出する設計とする。

注記 \*1：通常時は自動待機状態であり、グローブボックス温度監視装置の火災感知器の作動信号をもって自動起動する設計とする。

\*2：グローブボックスにおける作業を実施する際には、入口に設置している手動起動装置の自動手動切換スイッチを「手動」側に切り替えることにより、自動起動ができない設計としている。また、作業を終了する際は、手動起動装置の自動手動切換スイッチを「自動」側に切り替えることにより自動起動ができる設計としている。

#### (2) 現場での火災発見時の運用

現場で火災を発見した場合、速やかに当該室から退避し、他の人が入室していないことを確認したうえで、現場手動操作により、グローブボックス消火装置を起動する。

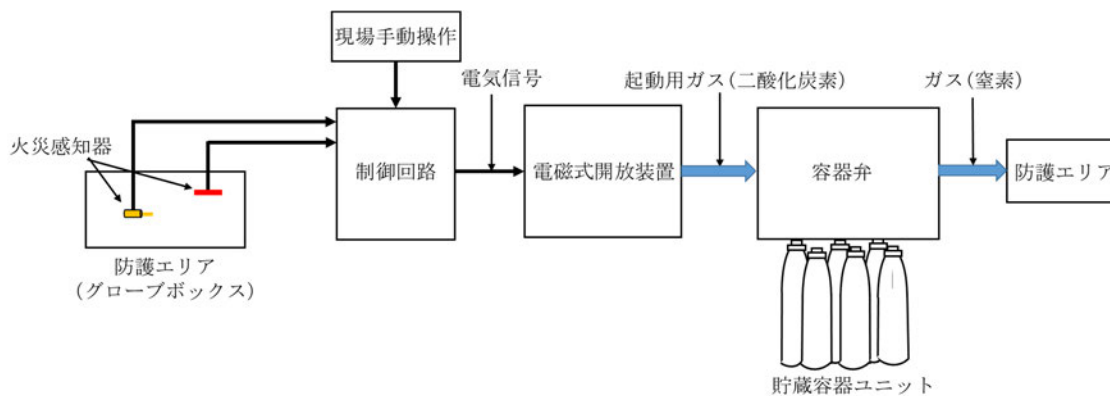


第8図 グローブボックス消火装置の作動までの流れ

### 2.3.2 グローブボックス消火装置の系統構成

グローブボックス温度監視装置の火災感知器からの信号を制御回路が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出電気信号が起動用ガス容器に発信し、起動用ガス容器から起動用ガスが容器弁へ放出され、窒素を放出する。

第9図にグローブボックス消火装置の系統構成を示す。



第9図 グローブボックス消火装置系統構成