

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	火防 01 4-1 R1
提出年月日	令和 5 年 2 月 24 日

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】

火災の影響軽減のための系統分離対策について

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、2月1日のヒアリングを踏まえ、以下の箇所を修正している。
 - ケーブルトレイの1時間耐火ラッピングの施工例の追加。
 - 1時間耐火ラッピング内で発生した火災の感知及び消火方法の記載の追加。

目 次

1. 概要	1
2. 系統分離の基本的な考え方	1
3. 系統分離措置	1

本書類の記載内容のうち、 内の記載事項は、商業機密に係る情報に属するものであり、公開できません。

1. 概要

本資料は、再処理施設の第1回設工認申請及び第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 6.2 火災及び爆発の影響軽減のうち火災防護上の最重要設備の系統分離」

本資料は、再処理施設の火災防護上の最重要設備の火災の影響軽減のための系統分離対策の基本的な考え方に加え、系統間の分離に用いる耐火隔壁の設計について説明するものである。

2. 系統分離の基本的な考え方

火災及び爆発によりその安全性を損なわないよう、火災防護上重要な機器等の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び爆発並びに隣接する火災区域又は火災区画における火災及び爆発による影響に対し、火災及び爆発の影響軽減のため、以下に示すいずれかの方法で系統分離することを基本とする。

- 3時間以上の耐火能力を有する隔壁で分離
- 互いに相違する系列間の水平距離を6m以上確保し、火災感知設備及び自動消火設備を設置して分離
- 互いに相違する系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁で分離し、火災感知設備及び自動消火設備を設置して分離

3. 系統分離対策

3.1 火災防護上の最重要設備の系統分離

3.1.1 火災防護上の最重要設備の系統分離の方法

火災防護上の最重要設備の異なる系列間に対し、「火災防護審査基準 2.3.1(2)項」に規定される以下の3つの方法により系統分離を行う設計とする。

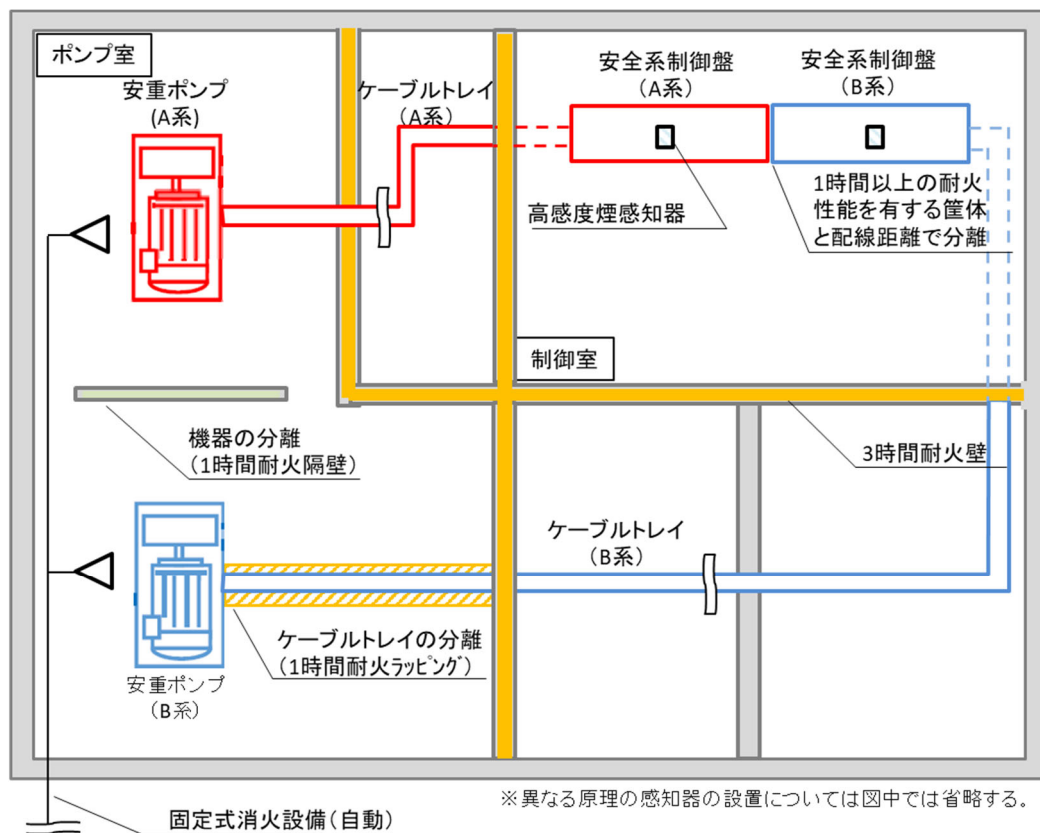
- 3時間以上の耐火能力を有する隔壁で分離
- 互いに相違する系列間の水平距離を6m以上確保し、火災感知設備及び自動消火設備を設置して分離
- 互いに相違する系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁で分離し、火災感知設備及び自動消火設備を設置して分離

異なる系列が異なる火災区画に設置される場合は、原則 a. の方法により分離する設計とする。

また、異なる系列が一つの火災区画内に設置する場合は b. 又は c. の方法により分離する設計とする。

異なる系列の分離にあたっては、要求される機能を達成できるよう、同じ機能を有する系列間のみならず、支援機能も含めて系統分離を実施する設計とする。例えば、安全冷却系のポンプ(A系)と異なる系統の同一機能を有する機器に電源を供給する非常用発電機(B系)に対しても系統分離を実施する設計とする。対策の概要を第1図に示す。

なお、火災防護上の最重要設備のうち屋外に設置される安全冷却水系冷却塔は建屋を隔てて異なる系統を設置する設計とすることにより系統分離を図るものとする。



第1図 最重要設備に対する系統分離対策の概要図

3.1.2 火災防護上の最重要設備に対する具体的な系統分離対策

(1) 火災防護上の最重要設備の系統分離対策

a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等

系統分離されて配置している最重要設備となる安全上重要な機器は、「火災防護審査基準 2.3 火災の影響軽減(1)及び(2)a.」に基づき、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁、貫通部シール、防火扉及び防火ダンパ等で分離する設計とする。

3時間耐火性能を有する隔壁等の具体的仕様及び性能確認方法は、「補足説明資料 4-9. 火災耐久試験結果の詳細について」に示す。

b. 互いに相違する系列間の水平距離を6m以上確保し、火災感知設備及び自動消火設備を設置して分離

互いに相違する系列の系統分離対象機器は、「火災防護審査基準 2.3 火災の影響軽減 (2)b.」に基づき、系列間を6m以上の離隔距離により分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計とする。この場合、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないようにする。

- c. 互いに相違する系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁で分離し、火災感知設備及び自動消火設備を設置して分離

互いに相違する系列の系統分離対象機器は、「火災防護審査基準 2.3 火災の影響軽減 (2)c.」に基づき、互いの系列間を1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計とする。

なお、詳細仕様及び施工方法は、機器及びケーブルトレイの配置や施工性の観点から以下の(a)～(b)を考慮し選定する。

(a) 耐火隔壁の仕様

1時間以上の耐火能力を有する隔壁等の詳細仕様は、建築基準法 (IS0834) の標準加熱曲線で1時間加熱し、建築基準法第二条第7号の規定に基づく耐火性能試験の判定基準を満足するものとする (第1表参照)。

また、非加熱側より離隔を確保した箇所の温度がケーブルの損傷温度 (205°C) を超えないことが確認された構造となるよう設計する。

1時間以上の耐火能力を有する隔壁等の火災耐久試験の詳細は「補足説明資料 4-9. 火災耐久試験結果の詳細について」に示す。

第1表 1時間以上の耐火能力を有する隔壁に係る判定基準

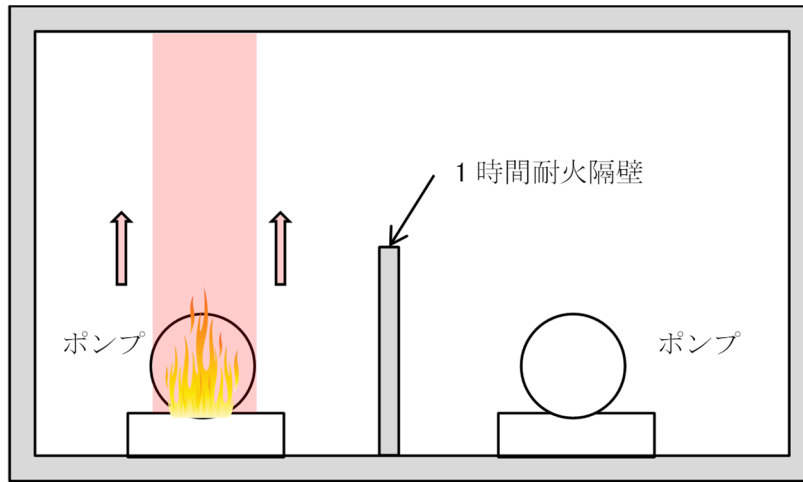
判定基準
<ul style="list-style-type: none"> ・試験体の裏面温度上昇が、平均で140K以下、最高で180K以下であること。 ・非加熱側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。 ・非加熱側で10秒を超えて継続する発炎がないこと。 ・火炎が通るき裂等の損傷を生じないこと。

(b) 耐火隔壁の施工範囲 (寸法)

耐火隔壁は、1時間耐火隔壁として有効に機能するような設計である必要があるため、施工範囲 (寸法) は以下①に示すとおり「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」 (以下「評価ガイド」という。) を参照して求めた高温ガスが、火災防護対象機器の損傷温度を超えないことを確認するとともに、以下②に示すとおり、評価ガイドを参照して求めた輻射により、互いに相違する系列の火災防護対象機器に同時に火災の影響が及ばないように設計する。

①火炎及びプルームによる影響について

評価ガイドにある火炎及びプルームは、第2図に示すとおり、これらの影響範囲が火災源の直上部であることから、系統分離を実施すべき機器が水平方向にある場合は火災の影響を与えない。



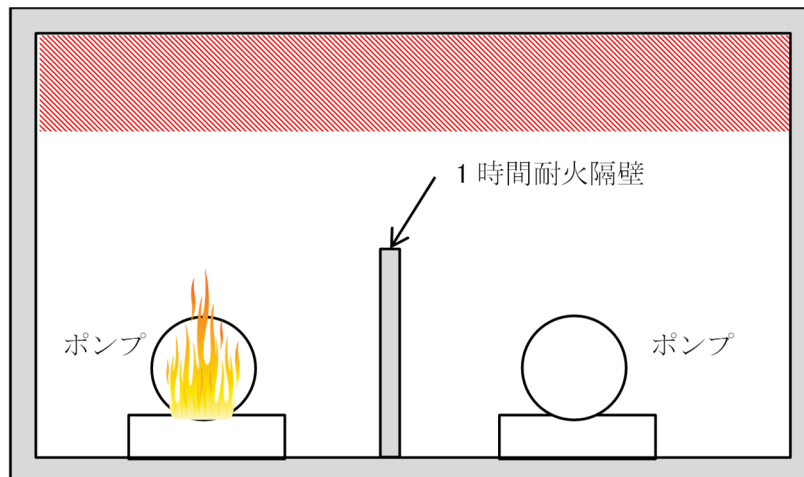
第2図 火炎及びプルームの影響範囲

②高温ガスによる影響について

高温ガスによる系統分離対象機器の損傷の有無を評価するため、耐火隔壁を設置する火災区域又は火災区画において、火災源として想定する油内包機器、電気盤、ケーブル及び一時的に持ち込まれる可燃性物質のうち、最も厳しい火災源による火災が1時間継続した場合の高温ガスの影響範囲の温度を、火災源の発熱速度や火災区域又は火災区画の寸法等を入力する火災力学ツールFDTs(Fire Dynamics Tools)により求め、高温ガスが系統分離対象機器に影響を及ぼすか確認する。高温ガスの影響範囲を第3図に示す。

ケーブルトレイなどの部屋の上部に設置される設備については、高温ガスの影響を受けることから、それらの熱影響を考慮した耐火試験を実施する。

また、確認の結果、高温ガスの影響を受けない場合については、③のとおり、輻射の影響を評価し、隔壁の寸法を決定する。



第3図 高温ガスの影響範囲

③輻射による影響について

火災による輻射の影響範囲は、火炎中心から放射状に輻射熱流束による影響を及ぼすため、隔壁の高さ及び幅を以下のとおり設計する。

i. 隔壁の高さ

隔壁の高さは、第4図のとおり、系統分離対象機器の高さ、又は火災により発生する火炎からの輻射を考慮し、機器高さ又は火炎高さのいずれか大きいほうに10%の安全率を加えた高さとなるよう設計する。

火炎高さは、評価ガイドの評価式により算出する。

$$H_f = 42D(m''/\rho_a \sqrt{gD})^{0.61} \quad (\text{Thomas の式})$$

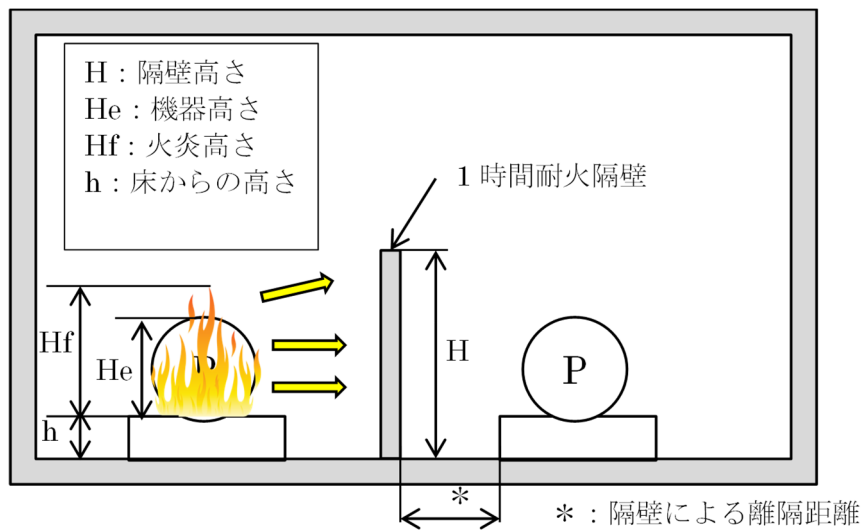
H_f : 火炎高さ [m]

D : 火災源の等価直径 [m²]

m'' : 漏えい油の質量燃焼速度 [kg/m²-sec]

ρ_a : 周囲空気の密度 [kg/m³] (353/(周囲温度+273))

g : 重力加速度 [m/sec²]

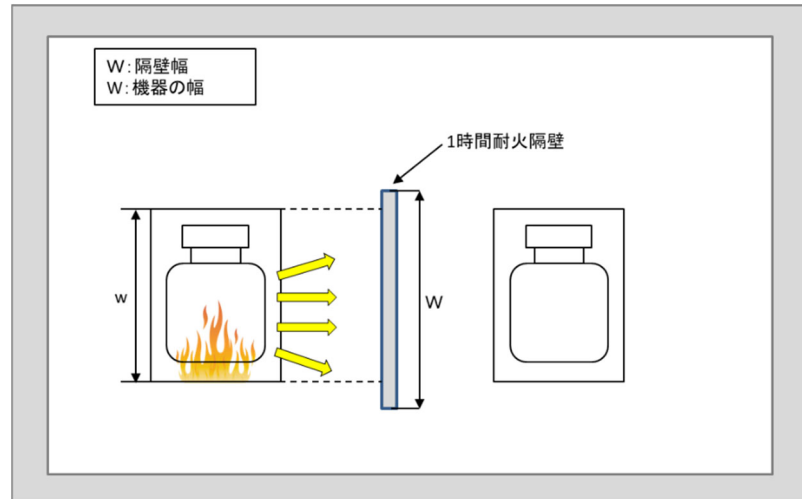


第4図 耐火隔壁設置高さ

ii. 隔壁の幅

隔壁は、系統分離対象機器間に可燃性物質がない状態で設置する。

隔壁の幅は、第4図のとおり、輻射の影響を考慮し、系統分離対象機器（オイルパン等を含む。）の幅又は漏えい油の等価直径のいずれかの大きい値に10%の安全率を考慮した幅となるよう設計する。



第5図 耐火隔壁設置幅

上述に基づく1時間耐火隔壁の設計結果について第2表に示す。

また、1時間耐火隔壁の施工例を第6図に示す。

なお、1時間耐火隔壁の具体的な設置位置については、「補足説明資料1-2. 火災区域及び火災区画の配置を明示した図面」に示す。

第2表 1時間耐火隔壁の設置場所及び仕様

【単位：mm】

建屋	部屋番号	耐火隔壁の要求仕様	寸法		
			板厚	幅	高さ
AA		炭素鋼 t1.6 以上			
AA		炭素鋼 t1.6 以上			
AA		炭素鋼 t1.6 以上			
AB		炭素鋼 t1.6 以上			
AB		炭素鋼 t1.6 以上			
AB		炭素鋼 t1.6 以上			
AC		炭素鋼 t1.6 以上			
AC		炭素鋼 t1.6 以上			
AC		炭素鋼 t1.6 以上			
CA		炭素鋼 t1.6 以上			
CA		炭素鋼 t1.6 以上			
CA		炭素鋼 t1.6 以上			
CA		炭素鋼 t1.6 以上			
CA		炭素鋼 t1.6 以上			
KA		炭素鋼 t1.6 以上			
KA		炭素鋼 t1.6 以上			
KA		炭素鋼 t1.6 以上 +発泡性耐火被覆 t1.5(片面2枚)			



第6図 1時間耐火隔壁の施工例

(2) 火災防護上の最重要設備に係るケーブルトレイの系統分離対策

火災防護上の最重要設備に係るケーブルトレイについては、異なる系統間に 1 時間耐火能力を有する隔壁、火災感知器及び自動消火設備を設けることで系統分離を行う設計とする。

a. 火災防護上の最重要設備に係るケーブルトレイに対する 1 時間耐火隔壁

火災防護上の最重要設備に係るケーブルトレイ(以下、「ケーブルトレイ」という。)は、実証試験により 1 時間耐火能力を有することが証明された隔壁(以下、「1 時間耐火ラッピング」という。)を施工することで火災源からの火災の影響を軽減する設計とする。1 時間耐火ラッピングの施工例を第 7 図に示す。

ケーブルトレイに対する 1 時間耐火ラッピングの耐火材の詳細仕様については、IS0834 の標準加熱曲線に基づく加熱による実証試験により 1 時間耐火能力を有することが確認された耐火材を使用する(第 3 表参照)。

1 時間耐火ラッピングの試験条件及び火災耐久試験の詳細は「補足説明資料 4-2. ケーブルトレイに適用する 1 時間耐火隔壁の火災耐久試験の条件について」及び「補足説明資料 4-9. 火災耐久試験結果の詳細について」に示す。

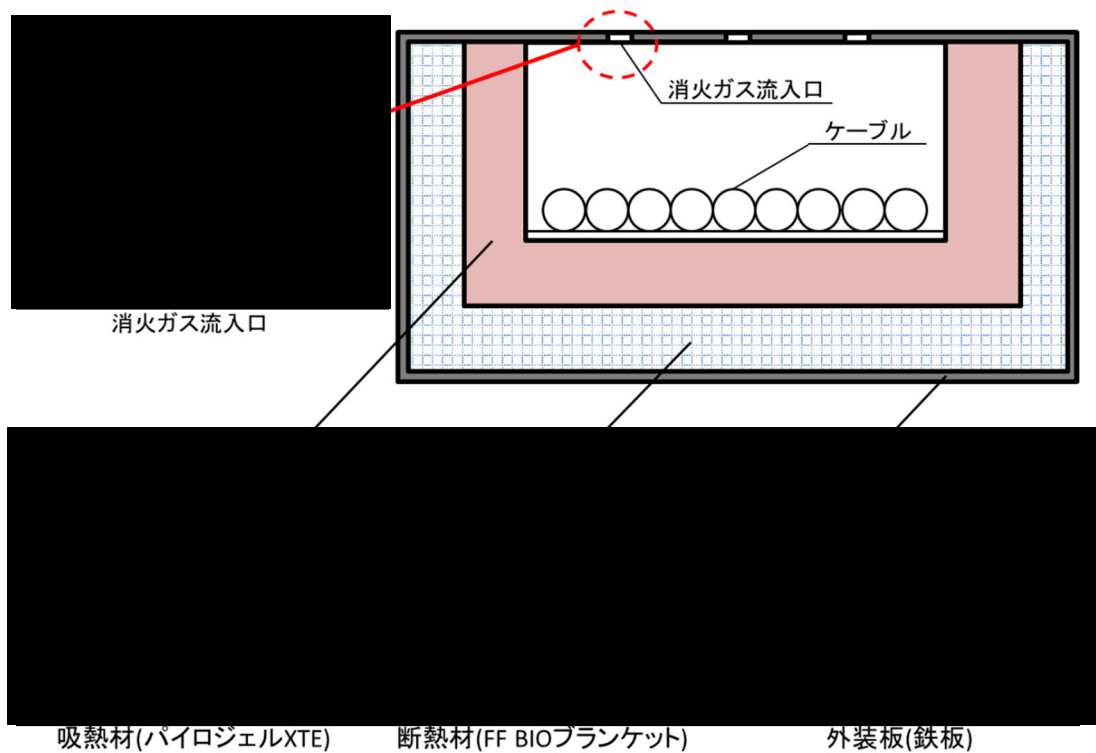
また、1 時間耐火ラッピングの施工の際は、ケーブルトレイ内で火災が発生した場合においても火災の感知及び消火ができるよう、火災区域及び火災区画内の火災感知設備及び消火設備の設置状況に応じて、トレイの上部に消火ガス流入口を設ける設計とする。

火災区域及び火災区画内における 1 時間耐火ラッピングの施工状況におけるケーブルトレイ内の火災の感知及び消火方法については、「3.1.2 (2) b. 火災感知設備及び自動消火設備の設置」に示す。

1 時間耐火ラッピングの具体的な設置位置については、「補足説明資料 1-2. 火災区域及び火災区画の配置を明示した図面」に示す。

第3表 1時間耐火ラッピングに係る判定基準

判定基準
<ul style="list-style-type: none"> ・試験体の裏面温度上昇が、平均で140K以下、最高で180K以下であること。 ・非加熱側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。 ・非加熱側で10秒を超えて継続する発煙がないこと。 ・火炎が通る損傷及び隙間を生じないこと。 ・ケーブルの表面温度が損傷温度(205℃)を超えないこと。 ・ケーブルが健全であること(導通確認, 絶縁抵抗測定)。



第7図 1時間耐火ラッピングの施工例

b. 火災感知設備及び自動消火設備の設置

系統分離対策を行うケーブルトレイが設置される火災区域及び火災区画は、火災感知設備及び自動消火設備を設置する設計とする。

火災感知器については、火災区域及び火災区画内に異なる感知方式の火災感知器を設置する設計とする。火災感知設備の詳細な型式等については、設置場所の状況に応じて選定する。

選定に係る考え方については「補足説明資料 3-1. 火災感知器の選定方針及び配置を明示した図面」に示す。

自動消火設備については、原則として火災区域及び火災区画の全域に消火剤を噴霧する全域消火設備を設置する設計とする。

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及び火災区画については、ケーブルトレイに消火剤を噴霧する局所消火設備を設置する設計とする。消火設備の詳細な型式等については、設置場所の状況に応じて選定する。

選定に係る考え方については「補足説明資料 3-6. 固定式消火設備を設置する火災区域又は火災区画について」に示す。

また、「3.1.2 (1) a. 火災防護上の最重要設備に係るケーブルトレイに対する 1 時間耐火隔壁」に示すとおり、火災区域又は火災区画に設置する火災感知設備及び消火設備に応じた設計とすることにより、以下の(a)項及び(b)項に示すとおりケーブルトレイ内で火災が発生しても火災の感知及び消火が可能な設計とする。

(a) 火災区域及び火災区画に全域消火設備を設置する場合

火災区域及び火災区画に全域消火設備を設置する場合は、第 7 図の 1 時間耐火ラッピングの施工例に示すようにケーブルトレイ耐火ラッピングの上面に消火ガス流入口が施工された外装板(鉄板)を設置する。

そのため、消火ガス流入口から火災による熱及び煙が部屋内に流出し、部屋内に設置されている火災感知設備にて火災の感知が可能である。

また、火災の感知後は火災区域及び火災区画に設置されている全域消火設備から消火ガスが噴霧され、消火ガス流入口からケーブルトレイ内に消火ガスが流入することで、火災の消火が可能である。

ケーブルトレイの消火方式に応じた火災感知設備及び消火設備の設置状況を第 4 表に示す。

(b) 局所消火設備(ケーブルトレイ消火設備)を設置する場合

局所消火設備を設置する場合は、ケーブルトレイ外へ消火ガスが流出することを避けるため、消火ガス流入口がない外装板を全周に設置する。

ケーブルトレイ内で火災が発生した場合においても、ケーブルトレイ内に設置する火災感知チューブが溶損することにより火災を検知し、局所消火設備が自動で起動することから火災の消火が可能である。

ケーブルトレイの消火方式に応じた火災感知設備及び消火設備の設置状況を

第4表に示す。

第4表 ケーブルトレイの消火方式に応じた火災感知設備及び消火設備の設置

消火方式	全域消火の場合	局所消火の場合
耐火障壁	1時間耐火ラッピング	1時間耐火ラッピング
概要図		
火災感知設備	火災区域又は火災区画内に火災感知器を多様化	火災区域又は火災区画内に火災感知器を多様化+消火設備作動用の火災感知チューブ
消火設備	火災区域又は火災区画内を全域自動消火	火災区域又は火災区画内の可燃物に対し局所自動消火+トレイ内の局所自動消火

3.2 多重性を有する安全上重要な施設の系統分離（最重要設備以外）

多重性を有する安全上重要な施設（最重要設備以外）についても、火災及び爆発の影響を軽減するため、第5表に示すとおり各設備に応じた系統分離対策を講じる設計とする。

第5表 多重性を有する安全上重要な施設の系統分離対策

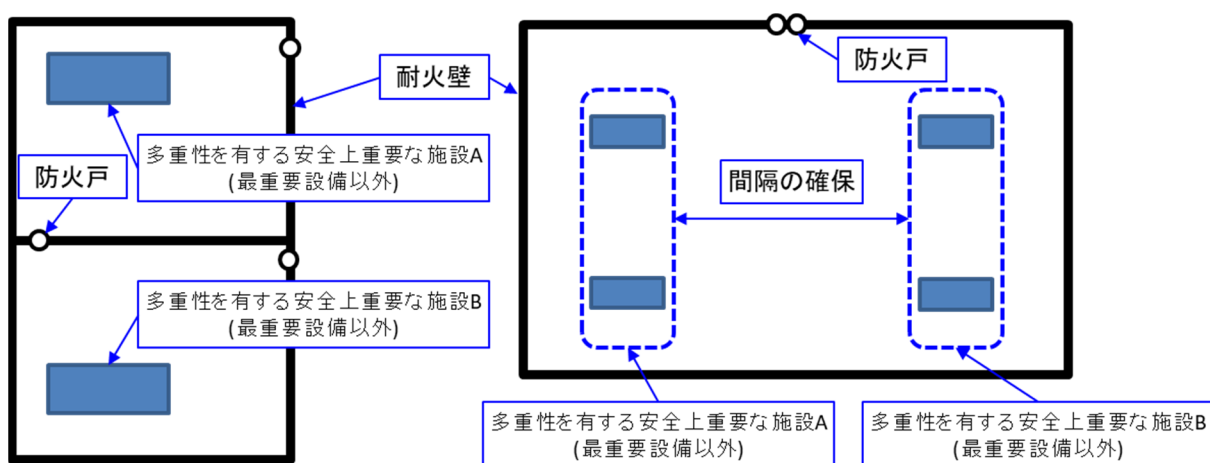
設備	想定事象	系統分離対策
安全上重要な施設	・生産系、及び多重性を有する系統間における延焼を想定する。	・可能な限り耐火壁により分離して配置する。 ・同一室に設置する場合は離隔距離を設けて配置する。
安全上重要な施設に係るケーブル	・生産系設備及び多重性を有する他方の設備に電気火災を想定する。	・JEAG4607 (IEEE384) に基づき、異なる系統間に離隔距離を設けて配置する。

(1) 多重性を有する安全上重要な施設

多重性を有する安全上重要な施設は、可能な限り3時間以上の耐火性能を有する耐火壁により構成される火災区域に設置することにより、周囲からの火災影響について防止する設計とする。

また、多重性を有する安全上重要な施設を同一室に設置する場合は、耐火隔壁又は離隔距離を設けて設置することにより、多重性を有する一方の安全機能を有する施設において、火災を想定しても他系統への影響を防止する設計とする。

多重性を有する安全上重要な施設の分離例を第8図に示す。



第8図 多重性を有する安全上重要な施設の分離例

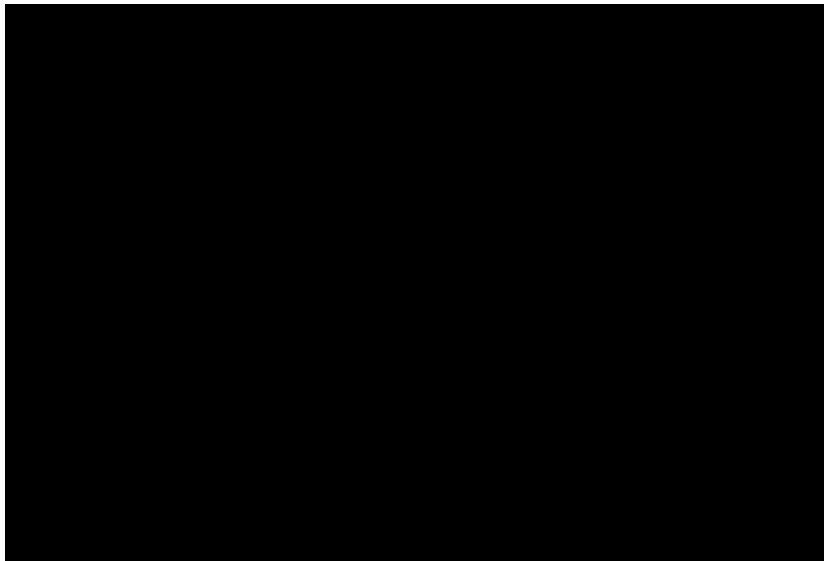
(2) 多重性を有する安全上重要な施設に係るケーブル

多重性を有する安全上重要な施設に係る動力回路、制御回路及び計装回路のケーブルは独立性及び多重性を確保するため、第 9 図のように相互に分離したケーブルトレイ及び電線管を使用して敷設する設計とする。

なお、異なる系統(安全系回路の各系統、安全系回路と関連回路、生産系回路)のケーブルは、IEEE384 Std1992 に準じて敷設方法に応じ、離隔距離を設けて分離することにより、多重性を有する一方の安全上重要な施設における火災を想定しても、多系統への影響を防止する設計とする。

ケーブルダクト間隔、バリア、ソリッドトレイ(ふた付き)又は電線管の仕様等により以下のとおり分離する設計とする。

- a. 異なる系統のケーブルトレイ間の分離距離
 - ・水平方向：900mm 以上
 - ・垂直方向：1500mm 以上
- b. ソリッドトレイ(ふた付き)、電線管の分離距離
 - ・水平方向：25mm 以上
 - ・垂直方向：25mm 以上



第 9 図 異なる系統のケーブル間の系統分離例

以上の設計の互換性については、火災影響評価にて確認を行う。