

JRR-3

「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造
及び設備の基準に関する規則」への適合性

〔第8条〕

平成28年10月28日

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所

1. 申請の概要
2. 許可基準規則への適合性
 - (1) 原子炉施設全般
 - 地震による損傷の防止(第4条)
 - 外部からの衝撃による損傷の防止(第6条)
 - 原子炉施設への人の不法な侵入等の防止(第7条)
 - 火災による損傷の防止(第8条)
 - 溢水による損傷の防止等(第9条)
 - 誤操作の防止(第10条)
 - 安全避難通路等(第11条)
 - 安全施設(第12条)
 - 通信連絡設備等(第30条)
 - (2) 原子炉及び原子炉停止系
 - 反応度制御系統(第19条)
 - 炉心等(第32条)
 - 原子炉停止系統(第37条)
 - (3) 原子炉冷却系
 - 一次冷却系統設備(第33条)
 - 残留熱を除去することができる設備(第34条)
 - 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備(第35条)
 - (4) 原子炉建家、実験設備等
 - 原子炉格納施設(第27条)
 - 実験設備等(第29条)
 - (5) 計測制御系
 - 安全保護回路(第18条)
 - 計測制御系統施設(第36条)
 - 原子炉制御室等(第38条)
 - (6) 電気系統
 - 保安電源設備(第28条)
 - 外部電源を喪失した場合の対策設備等(第31条)
 - (7) 核燃料取扱系
 - 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設(第16条)
 - (8) 放射性廃棄物処理施設
 - 放射性廃棄物の廃棄施設(第22条)
 - 保管廃棄施設(第23条)
 - (9) 放射線管理
 - 工場等周辺における直接ガンマ線等からの防護(第24条)
 - 放射線からの放射線業務従事者の防護(第25条)
 - 監視設備(第39条)
 - (10) 事故評価
 - 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大の防止(第13条)
 - 多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止(第40条)

試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則

(火災による損傷の防止)

第八条 試験研究用等原子炉施設は、火災により当該試験研究用等原子炉施設の安全性が損なわれないよう、必要に応じて、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備及び消火を行う設備(以下「消火設備」という。)並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。

2 消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても試験研究用等原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

第1項について

火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の低減の三方策を適切に組み合わせて、火災により原子炉の安全が損なわれることを防止できるよう以下の方針を適切に考慮した設計とする。

1. 火災により原子炉施設の安全性を損なうことのないように、各防護対策を考慮した設計とする。
2. 発火性又は引火性の液体あるいは気体の漏えい及び電気系統の地絡、短絡による加熱に起因する火災の発生を防止するために、安全施設は、漏えい防止、過電流保護装置等を備えた設計とする。また、必要に応じて火災感知器、消火設備を設け、火災により原子炉の安全が損なわれることのないよう配慮する。
3. 安全機能を有する構築物、機器及びケーブルは、合理的に達成できる限り不燃性又は難燃性材料を使用する。
4. 原子炉建家、原子炉制御棟等の関連建家には、避雷針を設け、落雷による火災の発生を防止する設計とする。また、地震による構築物、機器等の破損又は倒壊による火災の発生を防止するために耐震性を考慮した設計とする。

適合のための設計方針

次の設備を内部火災に対する防護対象設備とする。

安全機能	構築物、系統及び機器
過大な反応度の添加防止	制御棒駆動装置
炉心の形成	炉心構造物 燃料要素
炉心の冷却	冠水維持設備(サイフォンブレイク弁を除く。) 1次冷却系設備
炉心の保護	原子炉プールコンクリート躯体
重水を内蔵する機能	重水タンク、重水冷却系設備
放射性物質の貯蔵機能	使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラックを含む。)
原子炉の緊急停止	制御棒、スクラム機構
未臨界維持	制御棒
工学的安全施設及び原子炉停止系統への作動信号の発生	安全保護回路(停止系)
原子炉停止後の除熱	1次冷却材補助ポンプ
安全上特に重要な関連施設	非常用電源系
計測・制御(安全保護機能を除く。)	中性子計装設備、プロセス計装設備

第2項について

消火設備の破損、誤作動又は誤操作が起きた場合でも、原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないように設計する。

＜適合のための設計方針＞

第1項について

1. 火災により原子炉施設の安全性を損なうことのないように、各防護対策を考慮した設計とする。

＜JRR-3原子炉施設の安全上の特徴＞

（原子炉の停止）

原子炉運転中に火災報知器により火災を検知した場合、運転員は直ちに発報場所を確認し、火災であることを確認した場合には、原子炉を手動により緊急停止する。

（閉じ込め機能）

燃料の健全性維持のため、原子炉停止後30秒間は、崩壊熱除去設備により炉心冷却の必要がある。その後は炉心の冠水維持により冷却され、燃料被覆材による閉じ込め機能が維持される。使用済燃料も使用済燃料プールの冠水維持により燃料被覆材による閉じ込め機能が維持される。重水冷却系設備の健全性維持により、トリチウムを含む重水の閉じ込め機能が維持される。



＜防護すべき構築物、系統及び設備機器の選定＞

施設の特徴を踏まえ、内部火災から防護すべき安全機能を抽出し、防護対策が必要な構築物、系統及び設備機器を選定する。



＜3方策による防護＞

- 火災の発生の防止 : 発火性物質、引火性物質の管理
- 火災の検知及び消火 : 自動火災報知設備、消火設備の設置
- 火災による影響の軽減 : 区画・距離・バリアによる物理的分離、多重化、フェールセーフ設計、材質

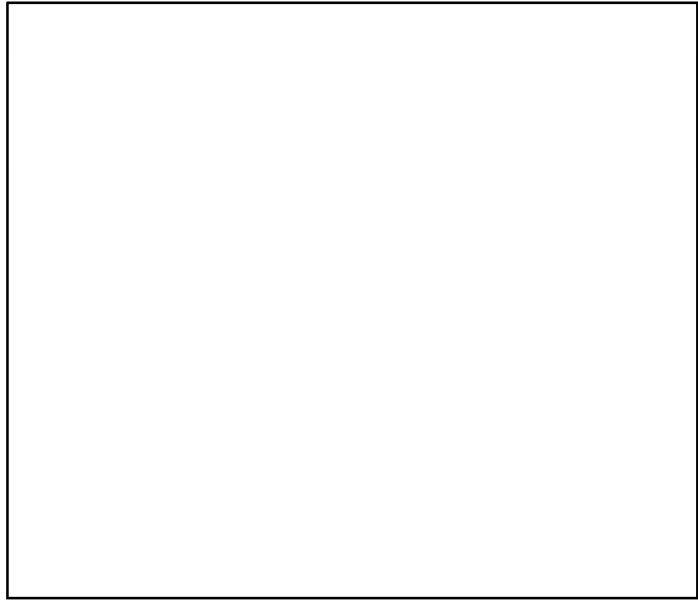
原子炉の停止、原子炉停止後の崩壊熱除去運転及び放射性物質の閉じ込めに必要な安全機能を内部火災から防護すべき安全機能として抽出。



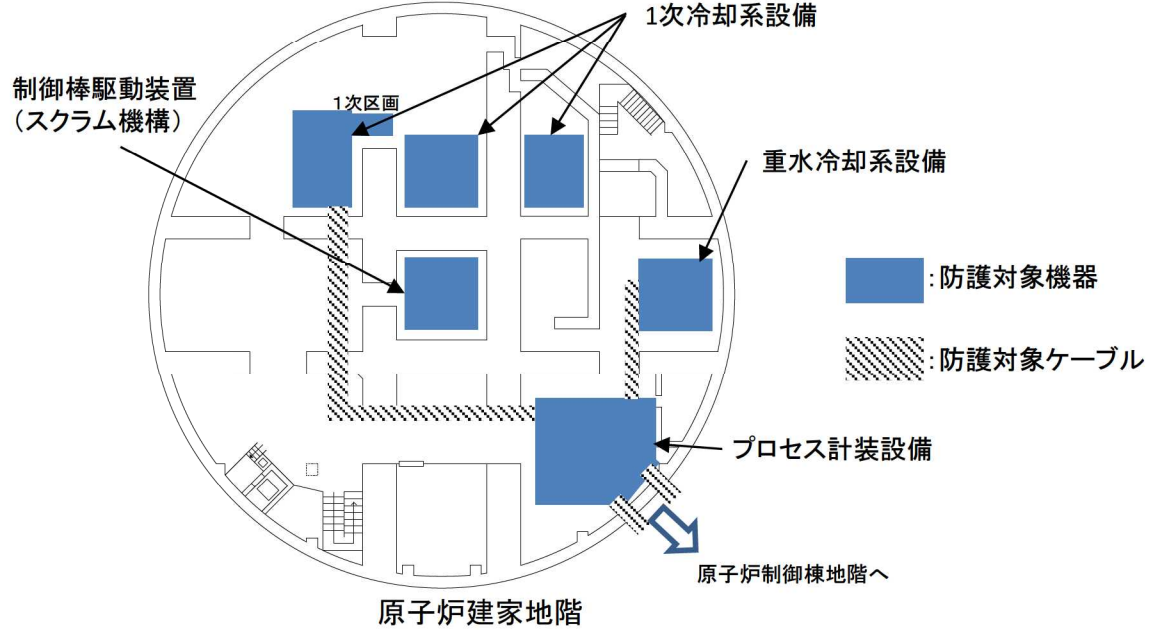
防護すべき構築物、系統及び設備機器(以下「防護対象機器」という。)を選定。

安全機能	構築物、系統及び機器
過大な反応度の添加防止	制御棒駆動装置
炉心の形成	燃料要素
	炉心構造物
炉心の冷却	冠水維持設備(サイフォンブレイク弁を除く。)
	1次冷却系設備
炉心の保護	原子炉プールコンクリート躯体
重水を内蔵する機能	重水タンク、重水冷却系設備
放射性物質の貯蔵機能	使用済燃料プール (使用済燃料貯蔵ラックを含む。)
原子炉の緊急停止	制御棒、スクラム機構
未臨界維持	制御棒
工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生	安全保護回路(停止系)
原子炉停止後の除熱	1次冷却材補助ポンプ
安全上特に重要な関連施設	非常用電源系
計測・制御(安全保護機能を除く。)	中性子計装設備、プロセス計装設備*1

*1 : 崩壊熱除去運転のために監視が必要な設備に限る。

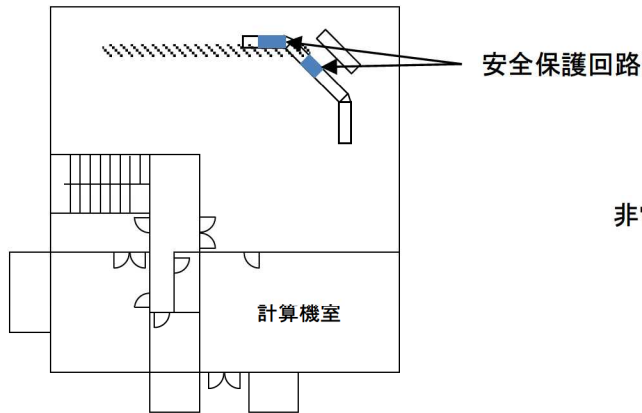


原子炉建家1階

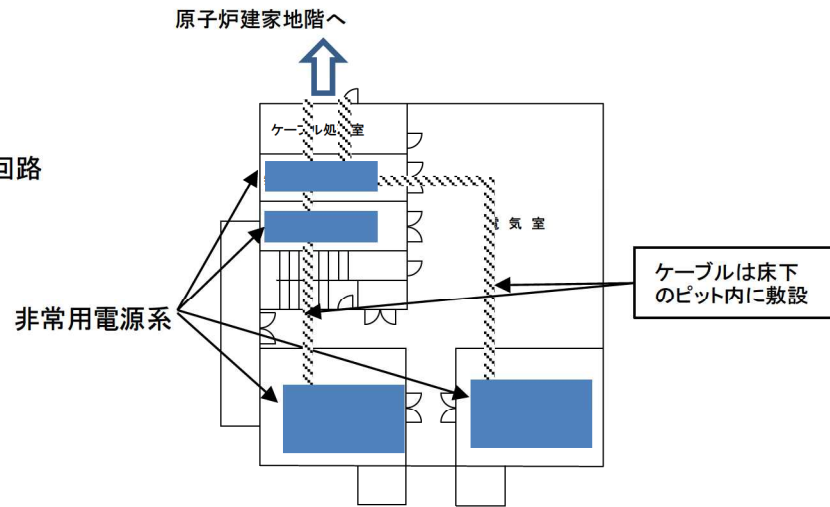


原子炉建家地階

* 1: 燃料要素、制御棒、炉心構造物、重水タンクは原子炉プール内に設置。



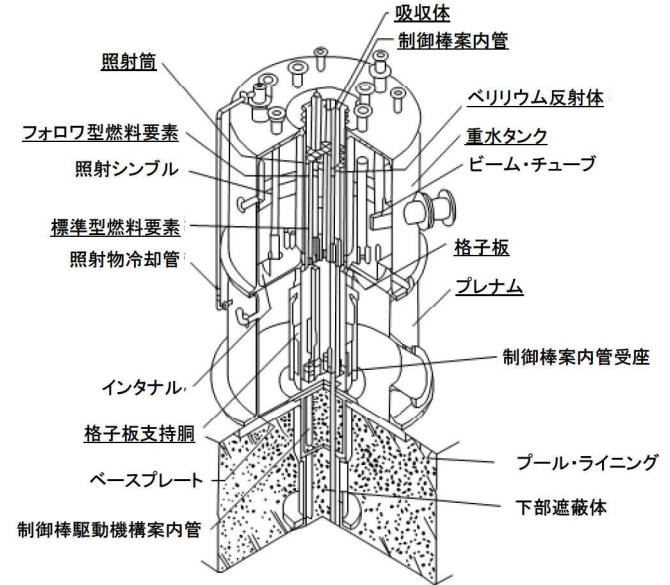
原子炉制御棟2階



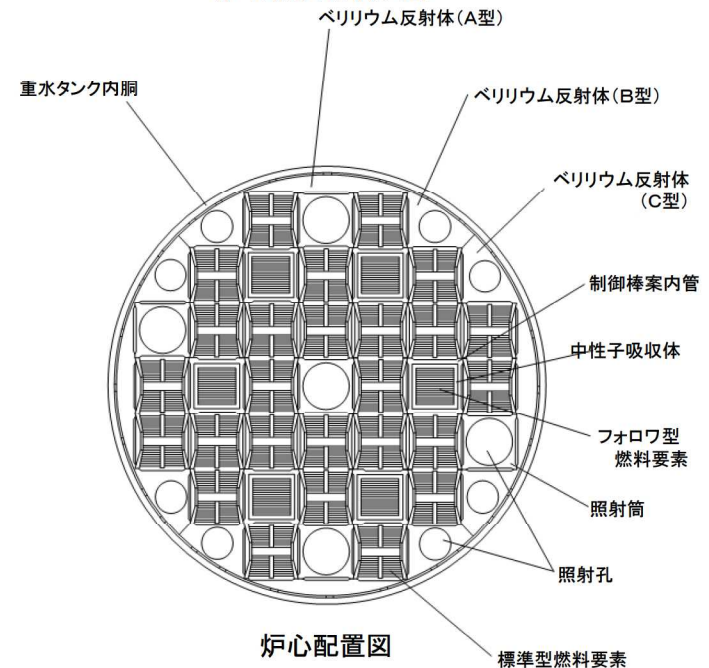
原子炉制御棟地階

<炉心構造物の仕様>

防護対象機器	仕様
標準型燃料要素	芯材:ウランシリコンアルミニウム分散型合金 被覆材:アルミニウム合金 数量:26体
制御棒	フォロワ型燃料要素 芯材:ウランシリコンアルミニウム分散型合金 被覆材:アルミニウム合金 中性子吸収体:ハフニウム 数量:6本
炉心構造体	格子板、格子板支持胴、プレナム、制御棒案内管等 主要材料:アルミニウム合金
重水タンク	主要材料:アルミニウム合金
照射筒	主要材料:アルミニウム合金
ベリリウム反射体	主要材料:金属ベリリウム 数量:12体



炉心構造物構造図



炉心配置図

<安全機能>

燃料要素:炉心の形成

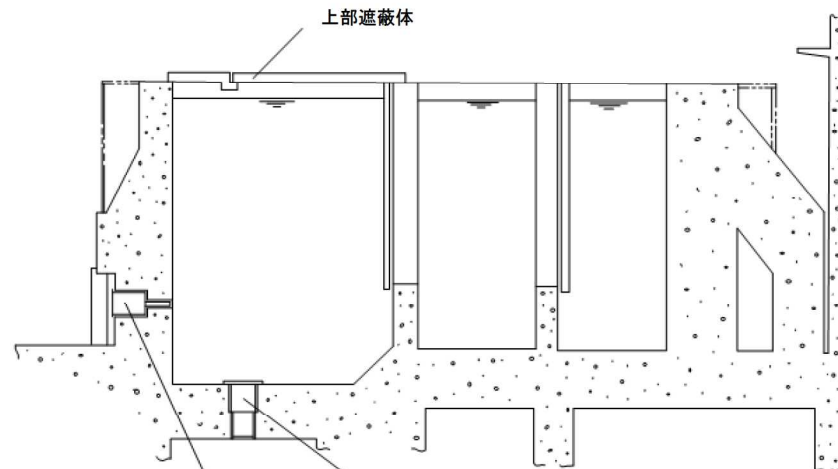
炉心構造物:炉心の形成

制御棒:原子炉の緊急停止、未臨界維持

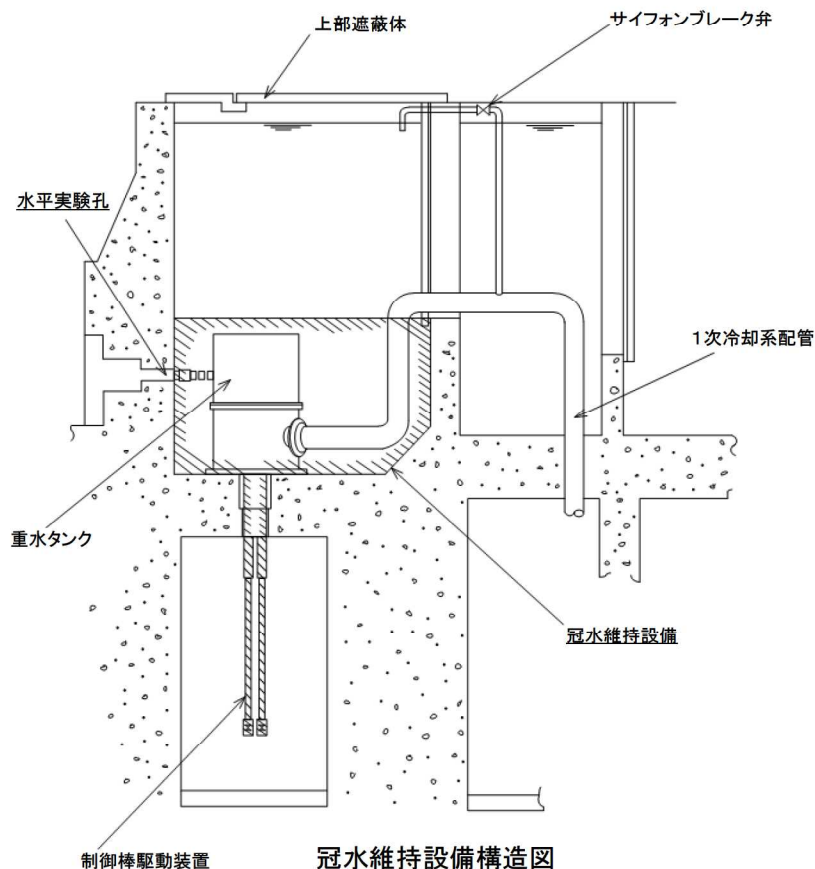
重水タンク:重水を内蔵する機能

燃料要素、制御棒、炉心構造物、重水タンクは原子炉プール水中に配置しており、火災による影響によって、安全機能を失うことはない。

防護対象機器	仕様
原子炉プール	主要材料:コンクリート、ステンレス鋼 厚さ:750mm以上
使用済燃料プール	主要材料:コンクリート、ステンレス鋼 厚さ:750mm以上
原子炉プール貫通部 (水平実験孔)	主要材料:アルミニウム合金、ステンレス鋼 コンクリート、鉛



原子炉プール構造図



冠水維持設備構造図

<安全機能>

- 原子炉プールコンクリート躯体: 炉心の保護
- 使用済燃料プール: 放射性物質の貯蔵機能
- 冠水維持設備: 炉心の冷却

原子炉プール、使用済燃料プール及び冠水維持設備は原子炉建家1階に設置されている。これらは全て不燃材料により構成されており、火災の影響によって安全機能を失うことはない。なお、サイフォンブレイク弁は1次冷却系配管の破断時に機能するものであり、万が一運転時に内部火災により機能を喪失しても、原子炉の冠水維持には影響がないため、内部火災の防護対象の機器から除外している。

項目	仕様
数量	6式
主要材料	ステンレス鋼、アルミニウム合金
駆動方式	可動コイル型ボールスクリュウ駆動

<安全機能>

制御棒駆動装置：過大な反応度の添加防止

スクラム機構：原子炉の緊急停止

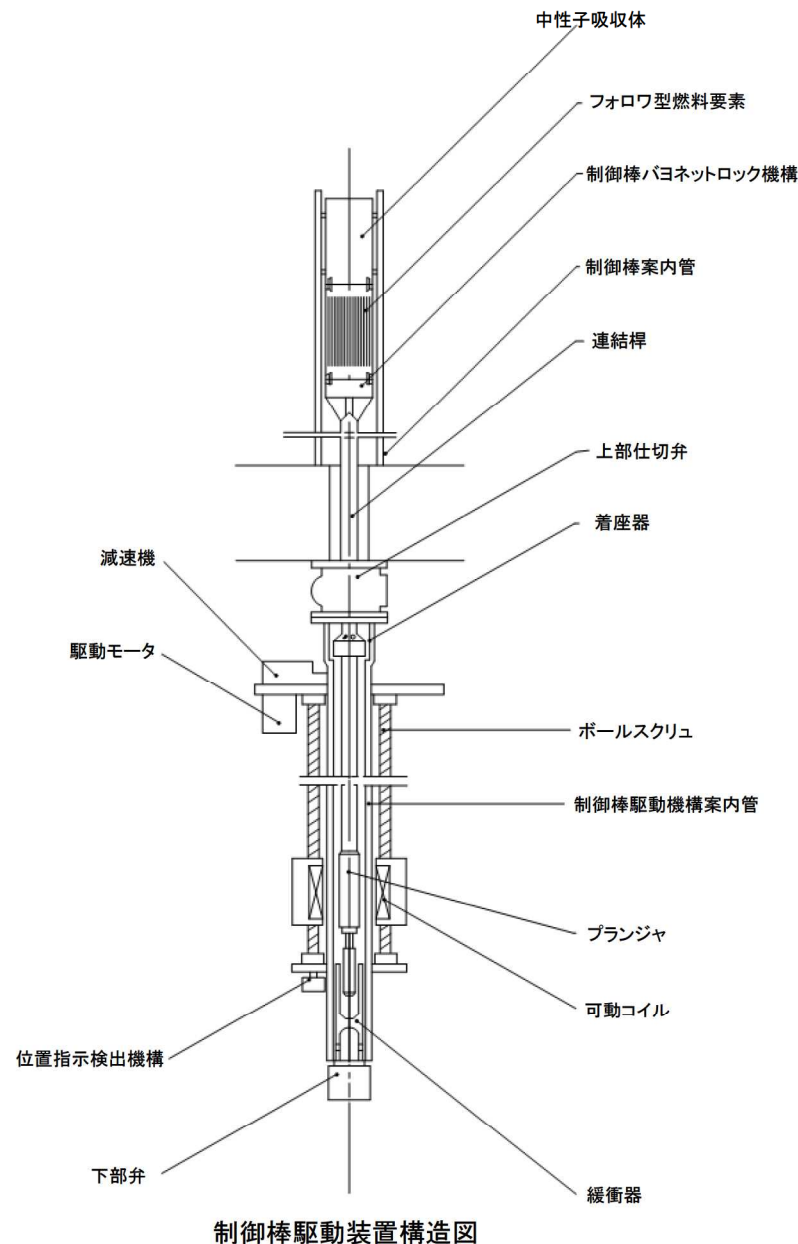
制御棒駆動装置は炉心の真下に位置する原子炉建家地階の炉下室に設置してあり、可動コイルに磁気結合されたプランジャを上昇及び下降させることにより、プランジャの上方に設置されている制御棒を駆動させる機構である。

スクラム機構はスクラム信号により可動コイルの励磁が切れると、管内駆動部と制御棒が一体となって重力落下する。

設置場所で想定される発火源：電源ケーブル（難燃性）

<火災による停止機能への影響>

- 火災が検知された場合には、原子炉を手動停止する。
- 炉下室における火災により電源ケーブルが焼損し、可動コイルへの電流が遮断されると、制御棒は自重により炉心に挿入される。
- 一度遮断された電流が自動で復帰することはない、制御棒が引き抜かれることはない。



制御棒駆動装置構造図

<安全機能>

1次冷却系設備: 炉心の冷却

1次冷却系設備は1次冷却材主ポンプ(以下、「主ポンプ」という。)、1次冷却材補助ポンプ(以下、「補助ポンプ」という。)、熱交換器、配管、¹⁶N減衰タンクから構成され、主要設備は原子炉建家地階の1次区画に設置されている。主ポンプは2基が並列に設置されており、原子炉運転時の定格流量は2400m³/hである。それぞれの主ポンプには補助ポンプが並列に設置されている。これら構成機器の主要材料はステンレス鋼であり、焼損することはない。

設置場所で想定される発火源: ポンプ電動機、ケーブル(難燃性)

<火災による停止機能への影響>

➤ 火災が検知された場合には、原子炉を手動停止する。

①ポンプ電動機からの火災

➤ 火災により主ポンプ又は補助ポンプのポンプ電動機1台が焼損し、停止した場合、「1次冷却材流量低」、「1次冷却材主ポンプ停止」又は「1次冷却材補助ポンプ停止」のスクラム信号が発生し、原子炉が停止するため、停止機能は維持される。

②ケーブルからの火災

➤ 火災により主ポンプ又は補助ポンプのケーブルが焼損し、いずれかのポンプが停止した場合、「1次冷却材流量低」、「1次冷却材主ポンプ停止」又は「1次冷却材補助ポンプ停止」のスクラム信号が発生し、原子炉が停止するため、停止機能は維持される。

<火災による冷却機能への影響>

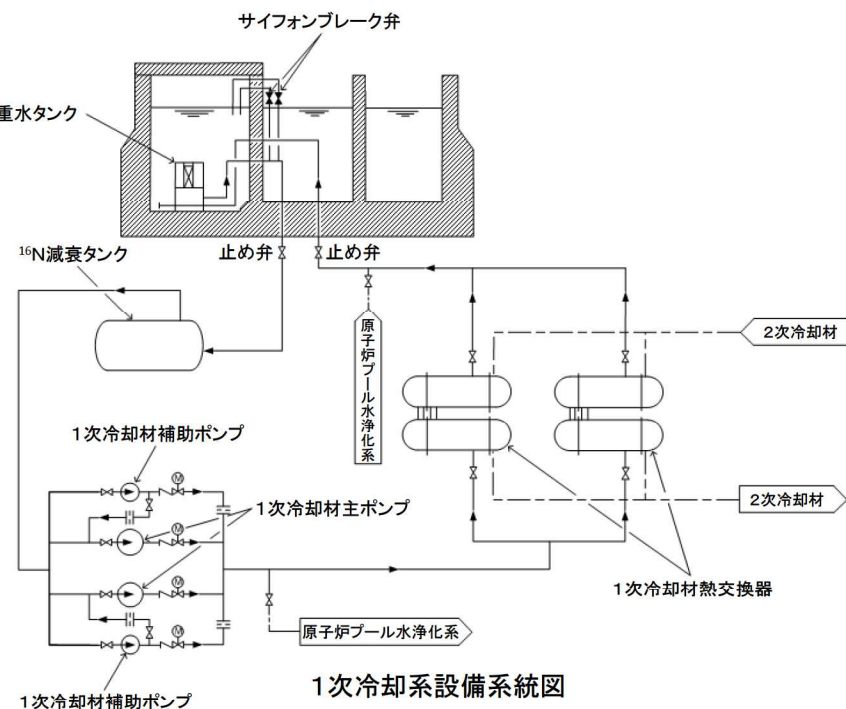
➤ 1次区画で火災が発生した場合において、非常用電源系が接続されている補助ポンプ2基のうち、どちらか1基が運転継続し、原子炉停止後30秒間の崩壊熱除去運転が可能な設計としている。

①ポンプ電動機からの火災

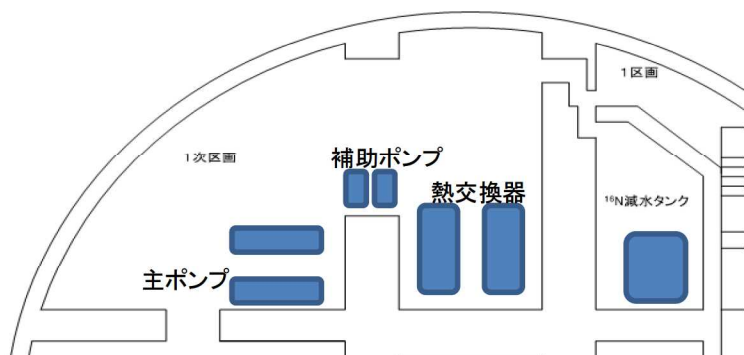
➤ 補助ポンプ2基は十分分離されており(参考資料③)、ポンプ間に可燃物等もないため、短時間の内に補助ポンプ2基が停止することはない。

②ケーブルからの火災

➤ 補助ポンプの電源ケーブルは非常用発電系A系が補助ポンプNo.1に、非常用発電系B系が補助ポンプNo.2にそれぞれ接続されている。これら2系統の電源ケーブルはそれぞれ分離して敷設されており(参考資料②)、短時間の内に補助ポンプ2基が停止することはない。



1次冷却系設備系統図



1次冷却系設備配置図

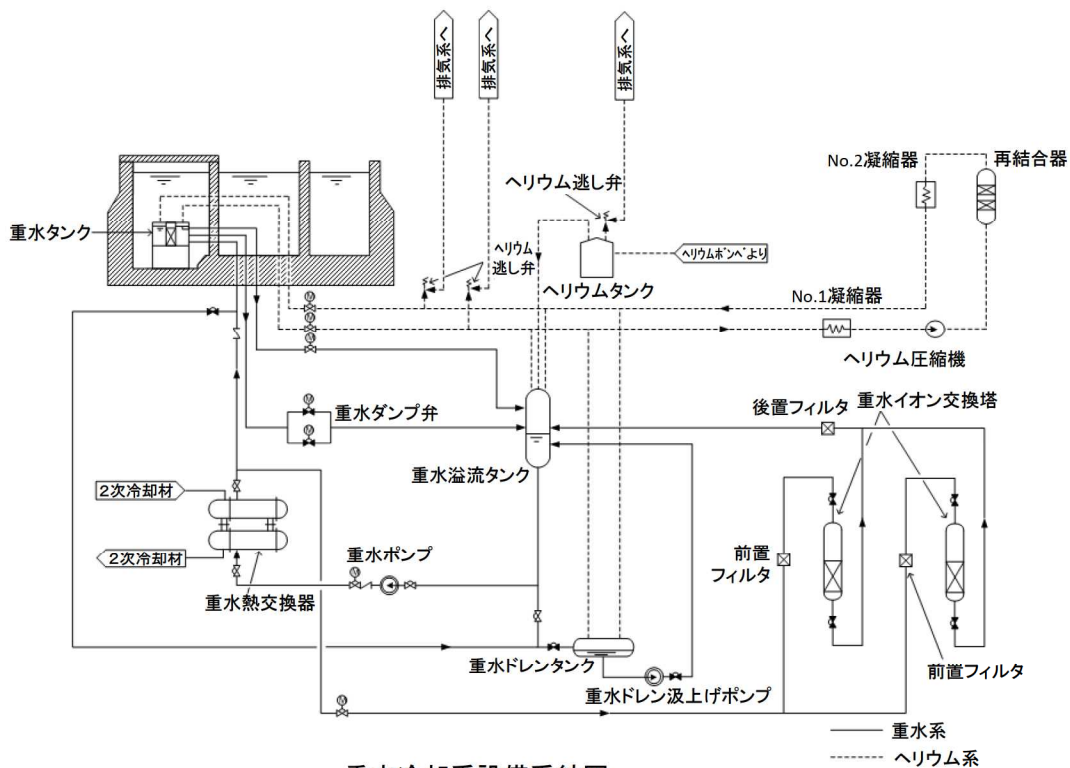
系統	防護対象機器	主要材料
重水系	重水ポンプ	ステンレス鋼
	熱交換器、配管 重水溢流タンク	ステンレス鋼
ヘリウム系	ヘリウム圧縮機、凝縮器 再結合器、ヘリウムタンク、配管	ステンレス鋼

<安全機能>

重水冷却設備: 重水を内蔵する機能

重水冷却系設備は重水系とヘリウム系に分かれており、重水系は重水ポンプ、熱交換器、配管、重水溢流タンクから構成され、またヘリウム系はヘリウム圧縮機、凝縮器、再結合器、配管から構成されている。これらの機器は原子炉建家地階の重水区画に設置されており、これら構成機器の主要材料はステンレス鋼であり、火災により系統が焼損することはない。

万が一、火災により重水ポンプが停止した場合には、重水流量低のスクラム信号により原子炉が停止し、また、ヘリウム圧縮機が止まった場合にはヘリウム流量低の警報が発報するが、重水の閉じ込め機能に影響はない。



重水冷却系設備系統図

<安全機能>

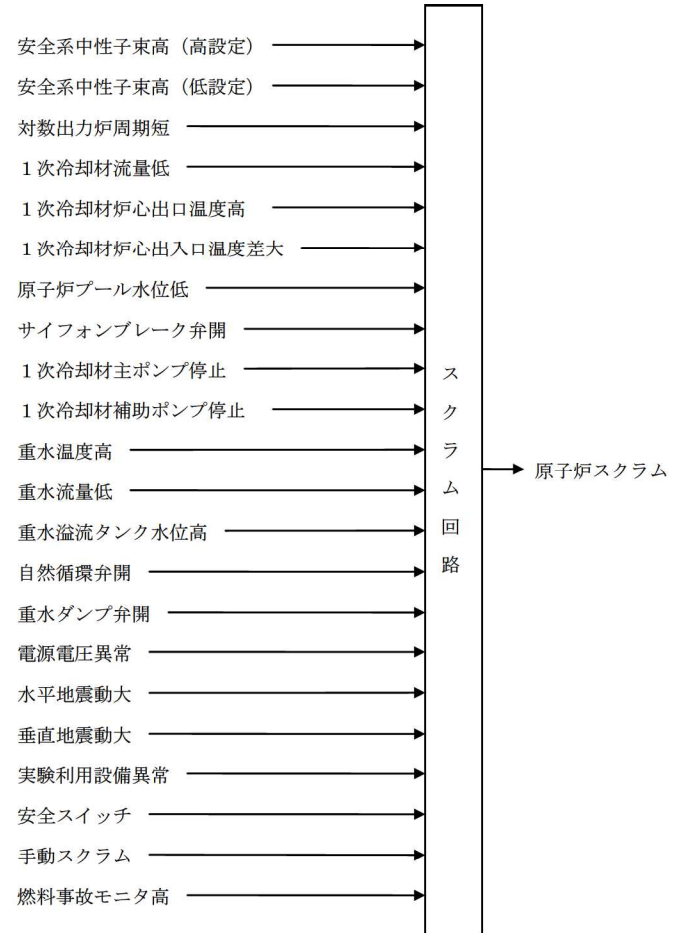
安全保護回路:工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生

安全保護回路(停止系)は中性子計装設備、プロセス計装設備及びプロセス放射能監視設備の安全保護系からの信号により、運転時の異常な過渡変化時あるいは設計基準事故時に際し、制御系を自動的に作動させる系統である。構成する機器は不燃材又は難燃材を使用し、ケーブルは難燃性のものを使用しており、可能な限り鋼材製のケーブルダクト、蓋付きケーブルトレイ又は電線管により外部と隔離している。安全保護系制御盤はA系、B系がそれぞれ別の筐体に格納されて併設されており、筐体は板厚約4mmの鋼製板である。

設置場所で想定される発火源:ケーブル(難燃性)

<火災による停止機能への影響>

- 火災が検知された場合には、原子炉を手動停止する。
- 構成する機器及びケーブルは、A系及びB系の2系統に多重化し、それぞれ分離して設置しており、万が一、火災により一方が機能を喪失した場合においても、もう一方の系統により停止機能は維持される設計としている。
- 安全保護回路が火災影響により電源を喪失した場合にはフェールセーフの設計により、原子炉は停止する。



安全保護回路概念図

<安全機能>

中性子計装設備、プロセス計装設備：計測・制御

原子炉停止後は崩壊熱除去運転として、1次冷却系を30秒間運転する必要がある。原子炉が停止し、崩壊熱除去運転が確実に実施されていることを確認するため、中性子計装設備のうち「対数出力炉周期系」及び「安全系」、プロセス計装設備のうち、「1次冷却材流量」及び「1次冷却材炉心出口温度」を監視する必要がある。これらの系統は安全保護系に含まれており、構成機器は不燃材又は難燃材を使用し、ケーブルは難燃性のものを使用しており、検出器から安全保護系制御盤までは、可能な限り鋼材製のケーブルダクト、蓋付きケーブルトレイ又は電線管により外部と隔離している。中性子計装盤（安全保護系）はA系及びB系が一つの筐体に格納されているが、A系とB系の設備の間には板厚約5mm鋼製板を設置して物理的分離を行っている。

設置場所で想定される発火源：ケーブル（難燃性）

<火災による停止機能への影響>

- 火災が検知された場合には、原子炉を手動停止する。
- 原子炉の停止は出力の低下を中性子計装設備（「対数出力炉周期系」及び「安全系」）により確認する。
- 中性子計装設備は構成する機器及びケーブルは、A系及びB系の2系統に多重化し、それぞれ分離して設置しており、万が一、火災により一方が機能を喪失した場合においても、もう一方の系統により停止のための監視機能は維持される設計となっている。
- 出力の低下は上記系統以外にも「線形出力系」により確認できる。

<火災による冷却機能への影響>

- 崩壊熱除去運転の監視はプロセス計装設備（「1次冷却材流量」及び「1次冷却材炉心出口温度」）により行う。
- プロセス計装設備は構成する機器及びケーブルは、A系及びB系の2系統に多重化し、それぞれ分離して設置しており、万が一、火災により一方が機能を喪失した場合においても、もう一方の系統により崩壊熱除去運転のための監視機能は維持される設計となっている。
- 中央制御室で火災が発生し、退避が必要となった場合でも、中央制御室外原子炉停止盤にて監視が可能。



中央制御室プロセス計装設備の監視計器



中央制御室中性子計装設備の監視計器

<安全機能>

非常用電源系: 安全上特に重要な関連施設

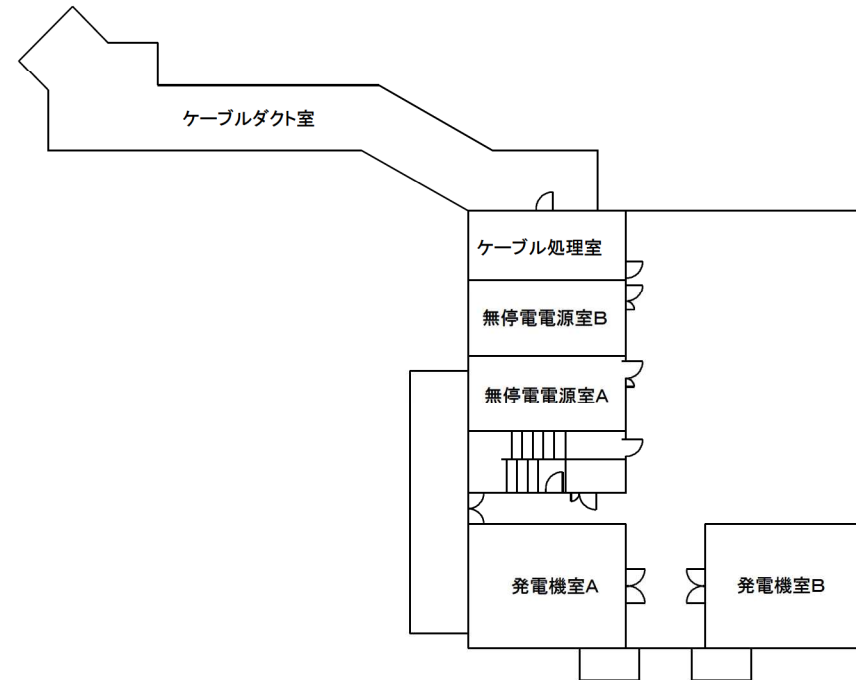
非常用電源系は非常用発電機、無停電電源装置及び電線路(ケーブル)から構成され、商用電源が喪失した場合にも原子炉の安全を確保するために、1次冷却材補助ポンプ、非常用排気設備等の電源を確保する装置である。非常用電源系のケーブルについては難燃性のものを使用しており、可能な限り鋼材製のケーブルダクト、蓋付きケーブルトレイ又は電線管に収納し外部と隔離している。

設置場所で想定される発火源: ケーブル(難燃性)

非常用発電機
無停電電源装置

<火災による冷却機能への影響>

- 機器及びケーブルは、A系及びB系の2系統に多重化し、それぞれ分離して設置しており(参考資料④参照)、万が一、火災により一方が機能を喪失した場合においても、もう一方の系統により冷却機能は維持される設計となっている。
- それぞれの非常用発電機及び無停電電源装置は不燃材の壁により分離されており、各区画で発生した火災が、短時間のうちに隣接した区画へ影響を与えない設計としている。



原子炉制御棟地階 電気室



無停電電源室A、B



発電機室A、B

<適合のための設計方針>

2. 発火性又は引火性の液体あるいは気体の漏えい及び電気系統の地絡、短絡による加熱に起因する火災の発生を防止するために、安全施設は、漏えい防止、過電流保護装置等を備えた設計とする。また、必要に応じて火災感知器、消火設備を設け、火災により原子炉の安全が損なわれることのないよう配慮する。

1. 発火性物質及び引火性物質の漏えい防止

原子炉施設内に設置される機器に内包される発火性又は引火性の液体として燃料油、潤滑油があり、これらを内包する機器についてはパッキンの挿入、堰の設置等により漏えいを防止している。



非常用発電機燃料油漏えい防止のための堰



エレベータパワーユニット作動油漏えい防止のための段差

2. 蓄電池から発生する水素ガス対応

- ① 充電によって蓄電池から発生する水素ガスは触媒を通して戻されるが、故障などで蓄積することを防止するため、換気設備を設置し十分な換気量を確保することで起因する火災の発生を防止している。
- ② 蓄電池室の換気が換気設備の異常により停止した場合、中央制御室に警報を発生する。



蓄電池の水素ガスの換気設備

3. 電気系統の過熱、焼損の防止

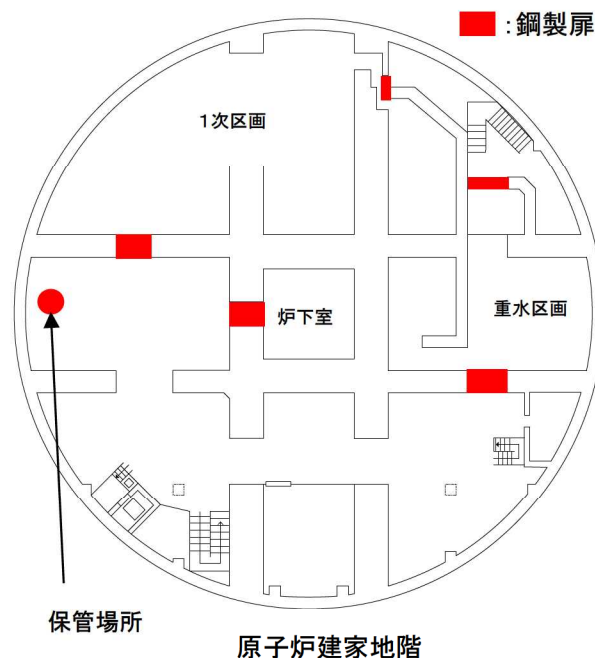
電気系統は地絡、短絡等に起因する過電流を漏電継電器、過電流継電器等の組合せにより、故障回路の早期遮断を行い、電気系統の加熱・焼損を防止している。



過電流継電器及び地絡継電器

4. 施設内の発火性物質及び引火性物質の管理

JRR-3原子炉施設では「原子力科学研究所消防計画」に基づき、「研究炉加速器管理部防火・防災管理要領」を定めて、原子炉施設における発火源及び可燃性材料の管理を行っている。発火源及び可燃性材料を管理区域に持ち込む場合には持ち込む物品、予定期間、場所、担当者、目的及び管理の方法について記載した管理記録を作成し、防火・防災責任者の承認を受け、さらに搬出する場合にはその期日を記載し、防火・防災責任者の承認を受けることになっている。日常のメンテナンスのために潤滑剤、ポンプ用オイルなど管理区域に一定期間保管する場合には、発火源のないエリアに金属製の保管庫を設置し、施錠管理を行っている。保管場所については、1日1回の日常点検時に異常が無いことを確認している。



管理区域の保管庫

<適合のための設計方針>

2. 発火性又は引火性の液体あるいは気体の漏えい及び電気系統の地絡、短絡による加熱に起因する火災の発生を防止するために、安全施設は、漏えい防止、過電流保護装置等を備えた設計とする。また、必要に応じて火災感知器、消火設備を設け、火災により原子炉の安全が損なわれることのないよう配慮する。

1. 火災の検知

- 火災初期にはまず「煙」が発生し、時間が経つと周囲の可燃物に引火して「熱」を発生し、大きな「炎」となって周囲に伝搬していく。煙発生段階で検出すれば、出火に移行する前に消し止められる可能性があるため、煙感知器を設置すれば初期消火に有効である。以上のことから、火災発生初期に感度が高い煙感知器を採用している。
- 火災発生時は、感知器の信号が火災受信機からの警報により運転員等に周知される。また火災受信機から中央制御室の総合防災監視盤に送られ、中央制御室に居ながらも火災の発生場所を特定できるようになっている。
- 火災発生で原子炉停止が必要な場合は手動スクラムで原子炉を停止させ、原子炉の安全性を損なわないようにする。



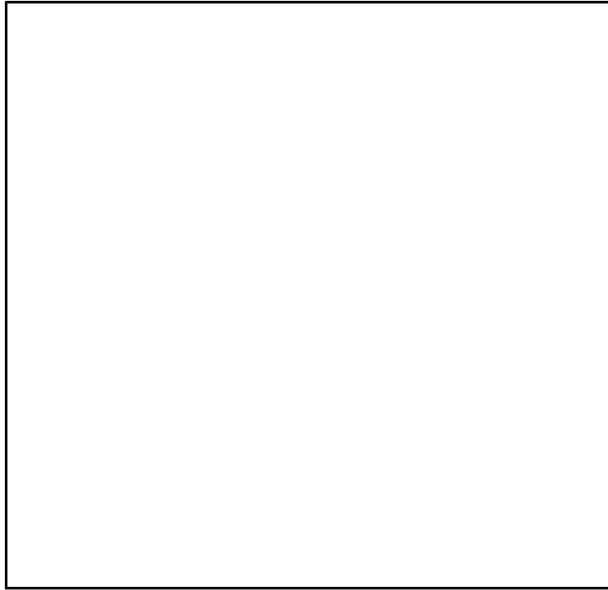
煙感知器



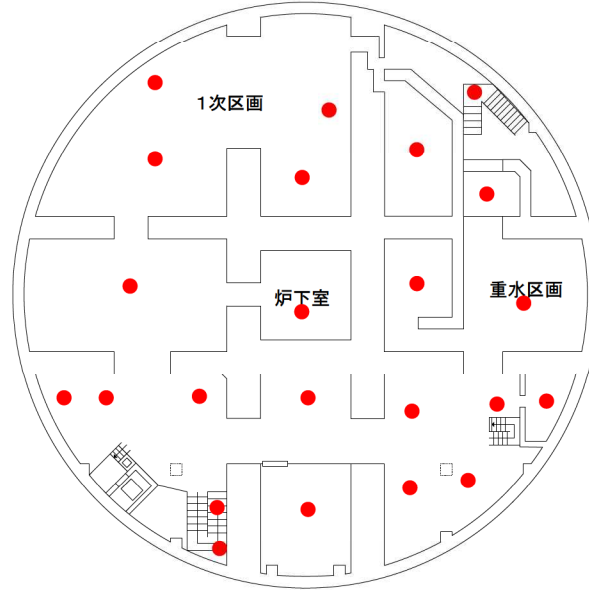
総合防災監視盤

感知器の配置

- : 煙感知器
- ◆ : 熱感知器



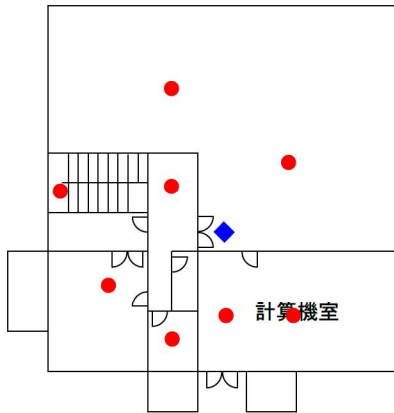
原子炉建家1階



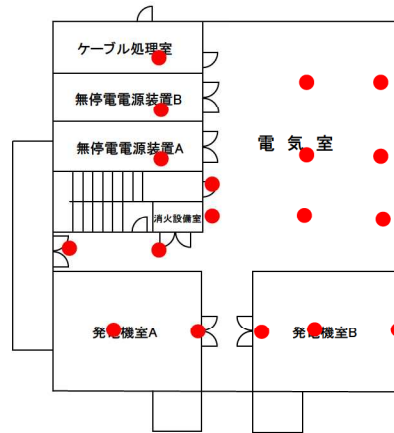
原子炉建家地階



使用済燃料貯槽室1階



原子炉制御棟2階



原子炉制御棟地階



燃料管理施設1階

2. 火災の消火

① 消火器

- 火災検知後の初期消火の手段として、原子炉施設内に消火器を設置している。
- 中性子計装設備、プロセス計装設備、スクラム機構等のケーブルが敷設されている原子炉建家地階及び原子炉制御棟2階の中央制御室には、電気火災を考慮して二酸化炭素消火器を設置している。
- それ以外の箇所には様々な発火源の初期消火に対して汎用性が高い粉末消火器を設置している。



ハロン消火設備



ハロン消火剤噴出口

② ハロン消火設備

- 非常用電源系の非常用発電機及び無停電電源装置が設置してある区画には、電気火災を考慮してハロン消火設備を設置している。



屋内消火栓ポンプ

③ 屋内消火栓

- 屋内消火栓は1台につき半径25mを消火範囲として各所に設置することで、消火範囲に不足がないようにしている。
- 屋内消火栓のポンプは750L/minを供給可能なものを2基設置している。
- 消火用水の水源は消火用水槽(20m³)、ろ過水槽(210m³)のほか原子力科学研究所内の工業用水供給配管と接続されており、十分な消火用水を供給可能である。



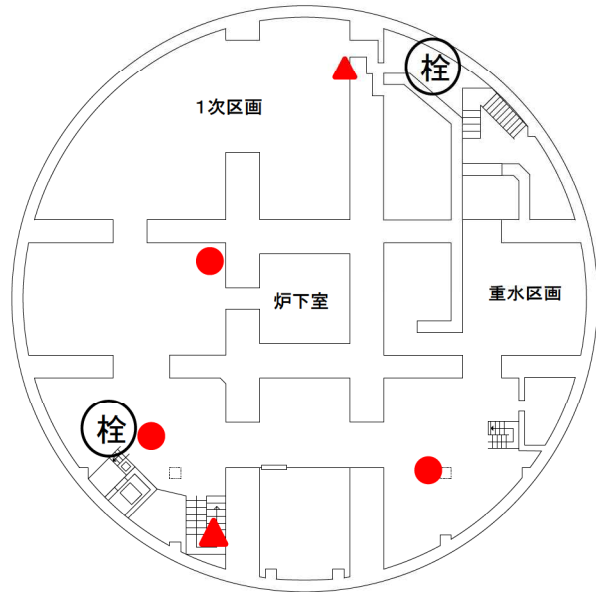
屋内消火栓及び消火器

④ その他

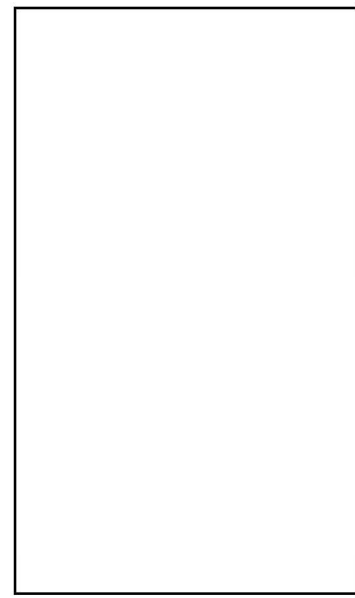
- 原子力科学研究所内に化学消防車を配備している。

消火設備の配置

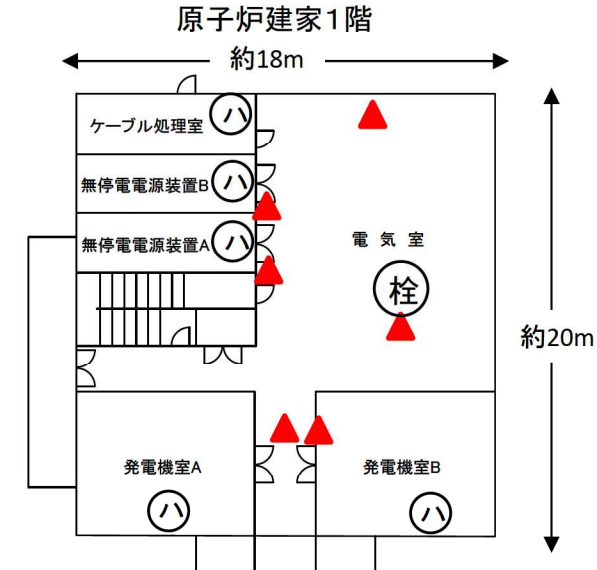
- : 炭酸ガス消火器
- ▲ : 粉末消火器
- 栓 : 屋内消火栓
- ハ : ハロン消火設備



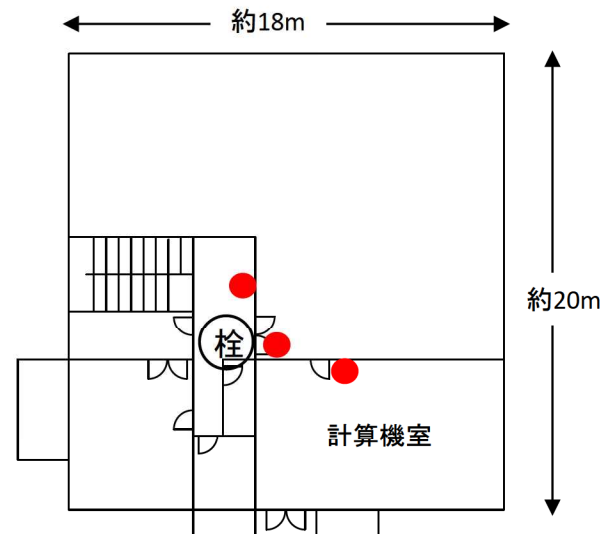
原子炉建家地階



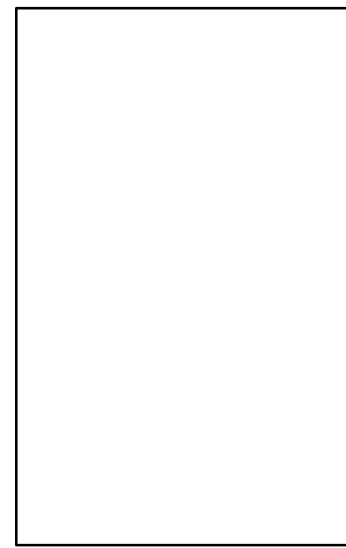
使用済燃料貯槽室1階



原子炉制御棟地階



原子炉制御棟2階



燃料管理施設1階

<適合のための設計方針>

3. 安全機能を有する構築物、機器及びケーブルは、合理的に達成できる限り不燃性又は難燃性材料を使用する。

1. 不燃性又は難燃性材料の使用

- ① 防護対象機器の主要材料については、不燃性材料又は難燃性材料を使用している。
- ② 遮断器は絶縁油を使用しない形式の遮断器を使用している。
- ③ 防護対象のケーブルはIEEE規格383の垂直トレイ試験に合格した難燃性ケーブルを使用している。ただし、中性子計装ケーブル及び放射線モニタケーブルは耐ノイズ性能確保のため、ICEA(米国ケーブル工業会)の定める垂直フレームテストに合格した難燃性ケーブルを使用している。
- ④ 冷却材配管などの結露防止対策に使用している保温材は、グラスウール系の不燃性材料を使用している。
- ⑤ 建家内装材については、石こうボード等の不燃性材料を使用している。



独立した信号及び難燃ケーブルを使用した安全保護系伝送器



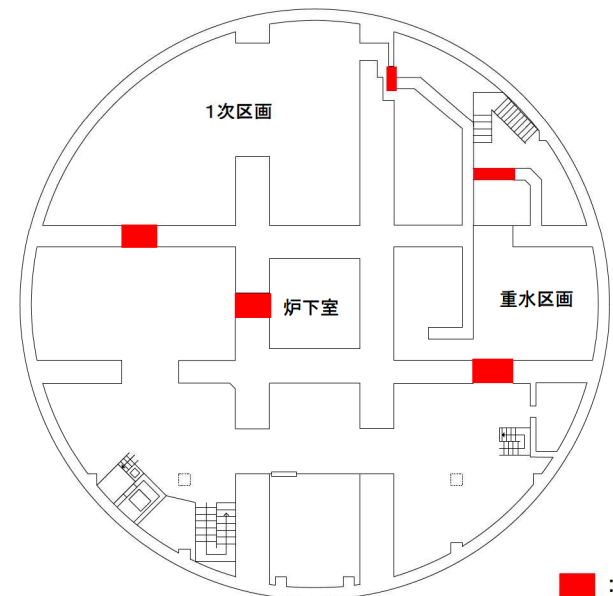
グラスウールを使用した2次冷却系保温材

2. 区画分離による影響低減

- 内部火災の防護対象機器を設置している原子炉建家地階は、火災により他の区画に影響を及ぼさないよう、コンクリート壁及び鋼製の扉により分離している。

3. ケーブルダクトの分離による影響低減

- 防護対象ケーブルが敷設されているケーブルトレイ及び電線管は、IEEE規格384を参考にした物理的分離を考慮した設計としている。



原子炉建家地階



蓋付きケーブルトレイにより分離されたケーブル



区画に設置された鋼製扉

<適合のための設計方針>

4. 原子炉建家、原子炉制御棟等の関連建家には、避雷針を設け、落雷による火災の発生を防止する設計とする。また、地震による構築物、機器等の破損又は倒壊による火災の発生を防止するために耐震性を考慮した設計とする。

1. 避雷針の設置*1

- 原子炉建家、原子炉制御棟及び排気筒に避雷針を設置し、落雷による火災の発生を抑制している。
- 避雷針の設置基準はJIS A 4201:1990に準拠。

2. 耐震性の考慮

- 原子炉建家、原子炉制御棟を耐震設計上の重要度Bクラスに分類しており、耐震性を考慮した設計となっている。



* 1: 落雷対策については、第6条の自然現象に対する損傷の防止にて説明。

＜適合のための設計方針＞

第2項について

仮に、消火設備の破損、誤作動又は誤操作が起きた場合でも、原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないように設計する。

- ① 消火設備は専用配管及び専用消火水槽を使用している。そのため地震等による消火設備の配管破損、火災の誤検知及び人為的ミスによる誤作動又は誤操作による多量の放水事象が起きた場合でも原子炉の冷却材が減じることはなく、炉心の冷却に影響を及ぼさないようになっている。
- ② 消火設備の誤作動で冷却系ポンプ室に浸水した場合でも、ポンプ基礎はかさ上げされており、冷却系設備に影響が発生しにくい設計となっている。
- ③ 原子炉施設で消火設備の破損、誤作動または誤操作による多量の放水事象が起きた場合でも中央制御室に設置してある手動スクラムスイッチ、手動リバーススイッチ等により、原子炉を安全に停止することができる。また、中央制御室で火災が発生し、中央制御室から原子炉を停止できない場合においても、中央制御室外原子炉停止盤の原子炉スクラムスイッチ及び原子炉建家内に設置している安全スイッチにより原子炉を安全に停止できる設計となっている。



ポンプ基礎のかさ上げ



手動スクラムスイッチとリバーススイッチ



原子炉建家の安全スイッチ



中央制御室外原子炉停止盤の
原子炉スクラムスイッチ



1次冷却材補助ポンプ潤滑油
タービン油 1.5L/基



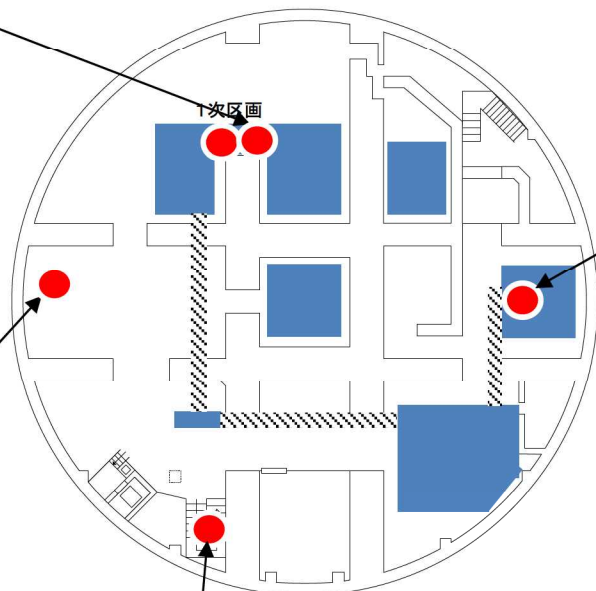
メンテナンス用備品保管庫

保管品リスト

可燃性物質	量
焼き付き防止剤	227.2g(80Z)
シールペースト	800g
潤滑油(CRC556)	320ml
潤滑油(ラスペネ)	350ml
浸透探傷剤(洗浄液)	210ml×3缶
耐放射線用グリース	1kg
高真空用グリース	50g
高真空ポンプ油	4L
パッキン接着剤	1L



エレベータ油圧パワーユニット
作動油 129L



1次区画

原子炉建家地階

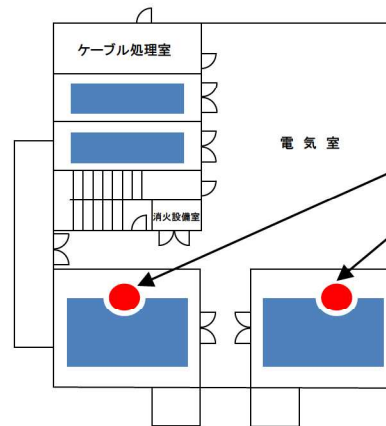
■ : 防護対象機器

▨ : 防護対象ケーブル



ヘリウム圧縮機
シールオイル2.6L

ヘリウム圧縮機
クランクオイル1.2L



原子炉制御棟地階



非常用発電機燃料
A重油 970L/基

* 原子炉建家1階及び原子炉制御棟2階には防護対象機器に影響を及ぼす燃料油等は保管されていない。

安全保護回路、非常用電源系等の防護対象ケーブルの分離は以下のとおりとする。

<水平方向の分離>

- 異系統の開放型トレイが水平に敷設された場合はそれらの間は1000mm以上の空隙を設ける。(図-1)
- 異系統の蓋付きトレイが水平に敷設された場合はそれらの間は25mm以上の空隙を設ける。(図-2)

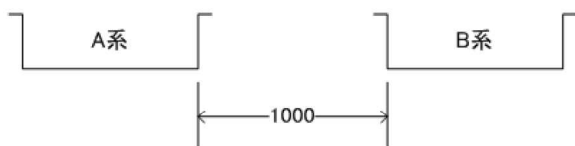


図-1

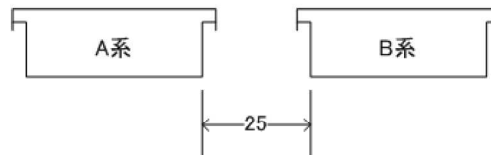


図-2

<垂直方向の分離>

- 異系統のトレイが積み重なっている場合、上方トレイには底板、下方トレイには蓋を設け、さらに25mm以上の空隙を設ける。(図-3)
- 異系統のトレイが交差している場合はトレイ両脇300mmに渡って上方トレイには底板を、下方トレイには蓋を設け、さらに25mm以上の空隙を設ける。(図-4)

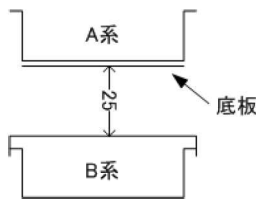


図-3

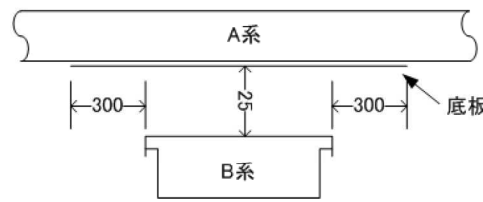
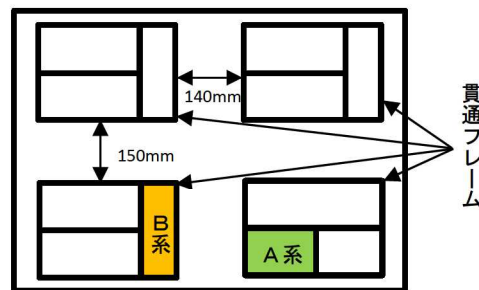


図-4

- 防護対象ケーブルのトレイとそれ以外の一般ケーブルトレイの分離は、一般ケーブルトレイの火災で複数系統の防護対象ケーブルを損傷しなければ分離したものと見なす。
- 異系統の密閉式ダクト又は電線管同士が交差、接近した場合の分離距離に限っては特に指定しない。
- 原子炉建家壁の貫通部(MCT)については、A系及びB系をそれぞれ分離された異なる貫通フレームを通すことによって分離する。



MCTにおける安全保護系ケーブルの貫通場所



ケーブル貫通部

<ポンプ電動機分離>

1次冷却材ポンプの離隔距離は1次冷却材主ポンプ間が1.6m、1次冷却材補助ポンプ間が65cm、1次冷却材主ポンプと1次冷却材補助ポンプの間が2.0mである。

1次冷却材補助ポンプは潤滑油としてタービン油を約1.5L内包していることからポンプからの潤滑油漏えい火災を想定し、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」(以下「内部火災ガイド」という。)に示された潤滑油内包機器での漏えい火災の考え方に基いてFDT⁵のモデルを用いて、ポンプの離隔距離について評価を行った。

評価は離隔距離が最も短い補助ポンプNo.1とNo.2を対象とし、一方の補助ポンプからの潤滑油漏えい火災が発生した場合のもう一方の補助ポンプ(ターゲット)の温度上昇について計算を行った。

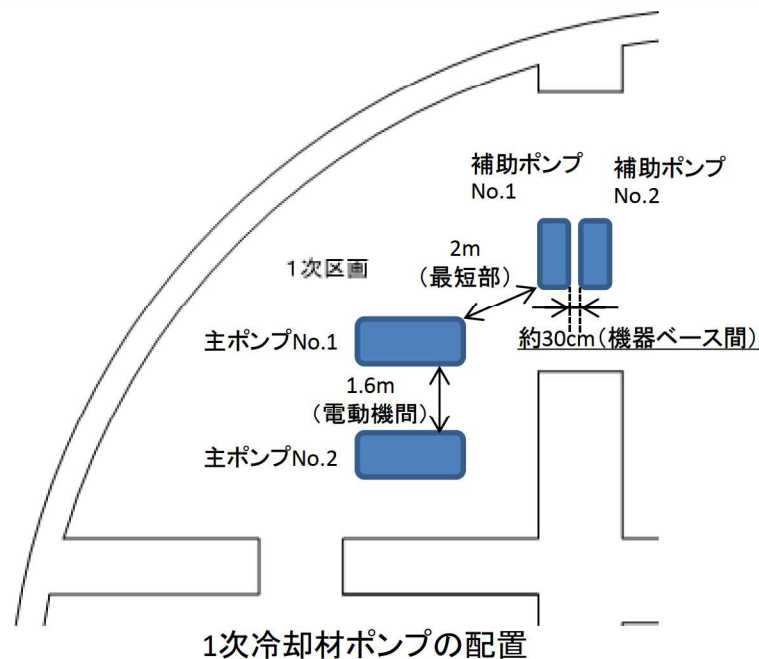
潤滑油の内包量(約1.5L)潤滑油の漏えい量は内部火災ガイドに従い内包量の10%である0.15Lとし、漏えいした潤滑油はポンプ機器ベースにある堰に流入するため、漏えい面積は堰の面積である725cm²とした。また、ターゲットの初期温度を50℃とし、燃焼速度、燃焼熱、経験的定数は内部火災ガイドの表B.4の潤滑油のデータを引用した。評価結果を以下に示す。

潤滑油漏えい量	ポンプ離隔距離	燃焼継続時間	ターゲット位置における輻射熱流束	ターゲット温度
0.15 L	30 cm	40.32 sec	2.91 kW/m ²	52.6℃

評価の結果、ターゲットの補助ポンプの表面温度上昇は2.6℃程度であり、運転継続に影響がなく、離隔距離は十分である。

<電源ケーブルの分離>

電線管からポンプ電動機までの間の電源ケーブルについては、亜鉛めっき帯鋼をPCVで被覆した高難燃性のフレキシブルコンジットに収納している。また、それぞれのポンプの電源ケーブルを物理的に分離して設置している。(電線管から先は参考資料②のとおり。)



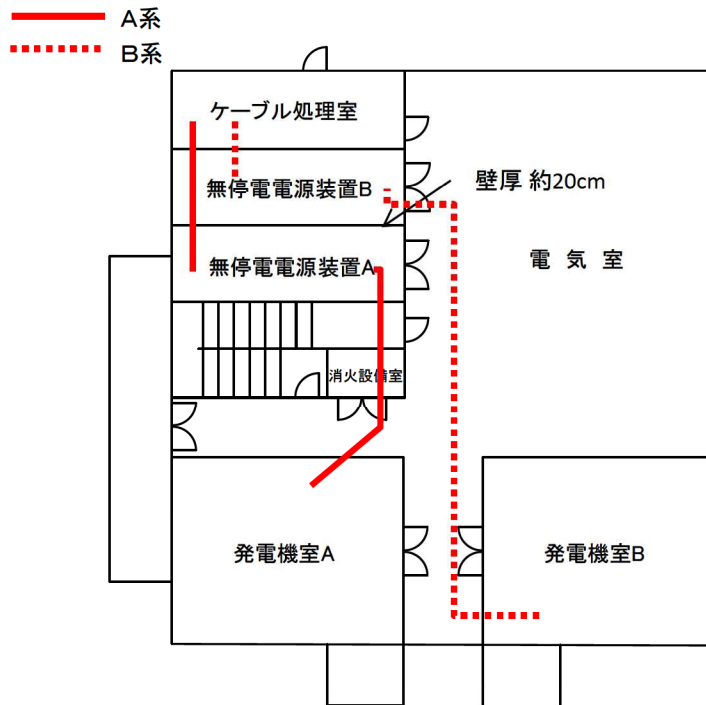
1次冷却材ポンプの配置



1次冷却材補助ポンプ間分離

<非常用電源系設備の分離>

非常用発電機については、隣接した区画に非常用発電系の設備機器が設置されていない区画に設置されており、無停電電源装置については隣接された区画に設置されているが、壁厚20cmの鉄筋コンクリート壁で区画で分離されており、十分な物理的分離により多重化されている。



非常用電源設備の機器配置及び配線

<電源ケーブルの分離>

非常用電源系のケーブルはA系及びB系をそれぞれ異なる位置及び深さに埋設された電線管によって発電機室から無停電電源室を經由しケーブル処理室まで配線されており、十分な物理的分離により多重化されている。(ケーブル処理室からは参考資料②のとおり。)



非常用電源系A系の電線管

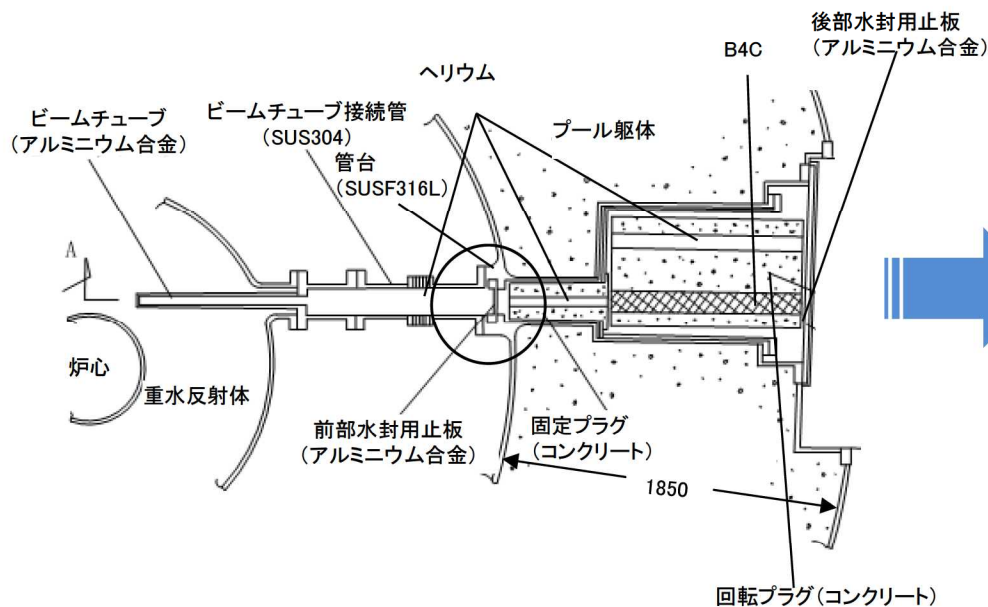


非常用電源系B系の電線管

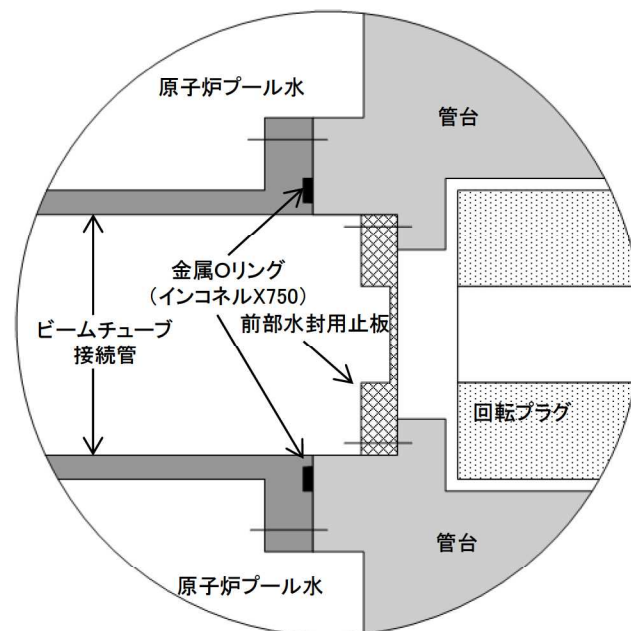
水平実験孔は重水タンクから中性子を導き出し、原子炉建家1階及び実験利用棟2階での種々の実験に供するものであり、ビームチューブ(アルミニウム合金)、ビームチューブ接続管(SUS304)、プラグ(固定プラグ(コンクリート)及び回転プラグ(コンクリート)等)から構成されている。ビームチューブ接続管と管台(SUSF316L)の接続部は金属リング*により密閉することで原子炉プール水の漏えいを防止している。

水平実験孔の外側で火災が発生した場合において、ビームチューブ接続管、管台及び金属リングは不燃材であり、また、接続部付近には可燃物が存在しないため、当該フランジ接続部が火災の影響を受けて原子炉プール水が漏えいすることはない。

*:インコネルX750製のコイルスプリングをステンレス鋼(SUS316L)及びアルミニウム(A1050P)で被覆したリング。



水平実験孔水平断面図



接続部拡大図

<使用済燃料貯槽No.1及び使用済燃料貯槽No.2>

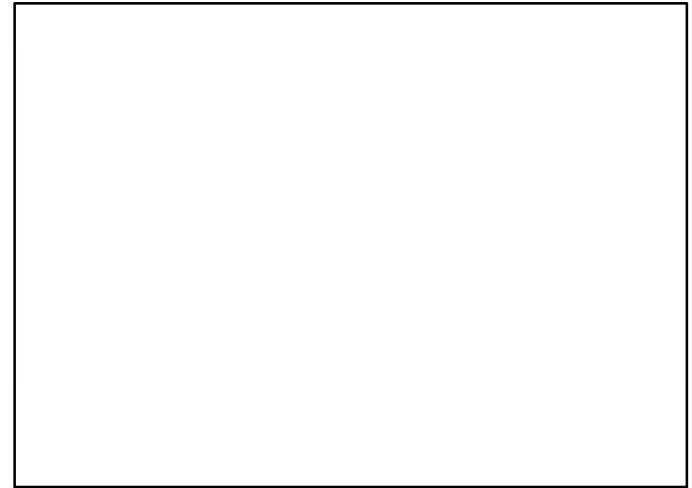
炉心から取り出された使用済燃料要素は原子炉建家に設置されている使用済燃料プールにて約1年間冷却された後、搬出まで使用済燃料貯槽No.1または使用済燃料貯槽No.2にて貯蔵する。

使用済燃料貯槽No.1は使用済燃料貯槽室に、また、使用済燃料貯槽No.2は燃料管理施設に設置されており、軽水で満たされた貯槽内に使用済燃料ラックを設置し、使用済燃料要素を貯蔵する。

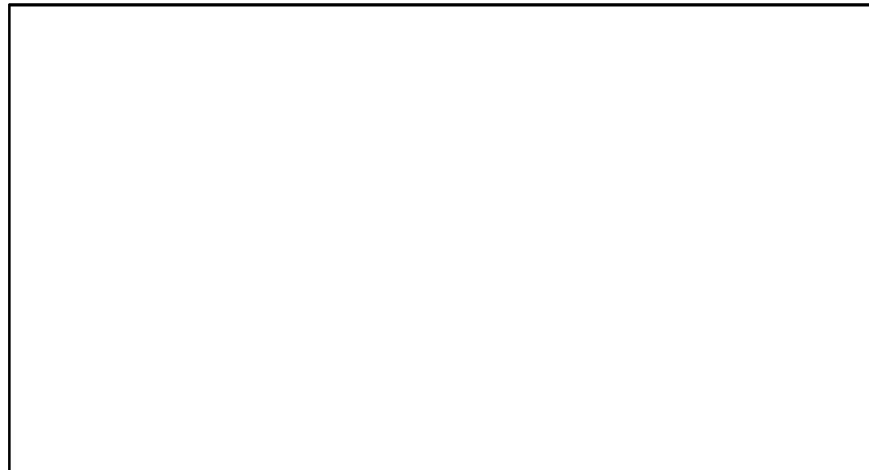
使用済燃料貯槽No.1及び使用済燃料貯槽No.2の躯体はステンレス鋼によりライニングされた鉄筋コンクリートであり、火災により使用済燃料が影響を受けることはない。

<使用済燃料貯蔵施設>

使用済燃料貯蔵施設(北地区)は、改造前のJRR-3で使用していた天然金属ウラン燃料体を乾式貯蔵する施設であり、燃料体をステンレス製の密封容器に収納し、使用済燃料貯蔵施設の鉄筋コンクリートの床面に設置された保管孔に密封容器を収納する。このため火災により使用済燃料が影響を受けることはない。



使用済燃料貯槽室及び燃料管理施設縦断面図



使用済燃料貯蔵施設概略図



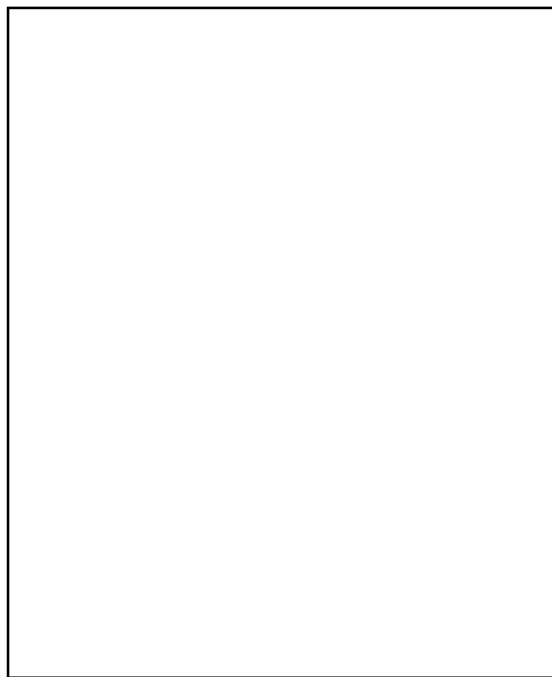
保管孔概略図

JRR-3原子炉施設の管理区域内で発生する可燃性廃棄物は、カートン容器に収納して処理場に引き渡すまで一時保管する。カートン容器は蓋付きのペール缶に収納し、定められた場所に配置する。カートン容器が満杯になった場合は、ペール缶から出して廃棄物保管室または廃棄物保管場所に設置されている金属製の可燃性廃棄物保管庫に定期集荷まで保管する。

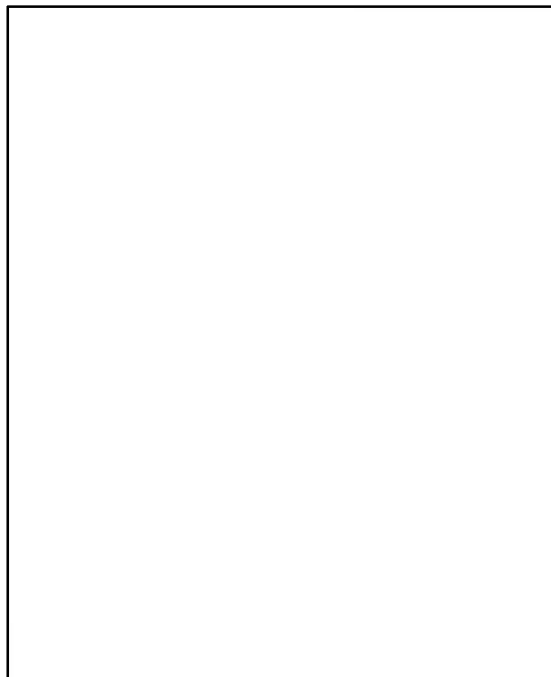
カートン容器に収納できない廃棄物は、定められた場所に配置された専用のドラム缶に収納し、ドラム缶が満杯になった場合にはドラム缶を廃棄物保管室に移動して、処理場へ引き渡すまで保管する。

排気設備から発生する使用済の排気フィルタについては、廃棄物保管室または廃棄物保管場所に設置されている金属製の可燃性廃棄物保管庫に定期集荷まで保管する。

- 廃棄物保管室
- ▲ 廃棄物保管場所



建家平面図(地階)



建家平面図(1階)



ペール缶とカートン容器



カートン容器配置場所



可燃性廃棄物保管庫