

設計基準文書 系統編
原子炉補機冷却水系統

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）系統編のうち、川内1号機の原子炉補機冷却水系統について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 系統の概要

原子炉補機冷却水系統は、原子炉補機冷却水冷却器、原子炉補機冷却水ポンプ、原子炉補機冷却水サージタンク、配管、弁等で構成され、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に、余熱除去冷却器、格納容器スプレイ冷却器、使用済燃料ピット冷却器等の原子炉補機に冷却水を供給し、それぞれの冷却器を冷却する機能と、原子炉補機から発生した熱を、原子炉補機冷却海水設備に伝達することにより最終的な熱の逃がし場である海に輸送する機能を有する系統である。

原子炉補機冷却水系統の安全機能を期待する設計基準事故は2.2.1に示される。

原子炉補機冷却水系統は、安全重要度分類上、特に重要度の高い安全機能である「安全上特に重要な関連機能（MS-1）」及び「放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能（MS-1）」を有するため、多重性を持たせた設計としている。具体的には、原子炉補機冷却水ポンプは、Aトレン、Bトレンにそれぞれ2台ずつ設置され、設計基準事故時に要求される冷却水流量を片トレンのみで供給可能な容量を有している。

また、原子炉補機冷却水系統は耐震Sクラスで設計される。

原子炉補機冷却水ポンプの電動機は、各トレンで独立した非常用母線に接続し、外部電源喪失時にはディーゼル発電機により給電する設計としている。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項		
1	概要			
	1.1	本書の目的 当該 DBD の対象系統を明確にする。		
	1.2	系統の概要 当該系統の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。		
	1.3	章構成と記載事項 本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。		
2	設計要件			
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則等 当該系統の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則等を抽出して記載する。		
	2.2	系統の設計要件	2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。	
		2.2.1	安全機能に関する設計要件 系統機能整理表に基づき、当該系統の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。	
		2.2.2	信頼性に関する設計要件 次の 2 つの観点で、当該系統に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。	
			2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件 当該系統の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
			2.2.2.2	その他の一般的な設計要件 外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。		
	3.1	系統構成設備 2.2.1 を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。		

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

原子炉補機冷却水系統は、以下に示す設置許可基準規則等に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第十三条 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
- 第二十二條 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第三十二条 原子炉格納施設
- 第三十三条 保安電源設備

[技術基準規則]

- 第十七条 材料及び構造
- 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 第二十条 安全弁等
- 第二十一条 耐圧試験等
- 第四十八条 準用

2.2. 系統の設計要件

2.1 で示した原子炉補機冷却水系統が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに原子炉補機冷却水系統の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条、第二十四条、第三十三条については、原子炉補機冷却水系統の機能を発揮するための前提となる機能（制御や駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統、非常用電源系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求 (2.2.1)

- 第十三条 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
- 第二十二条 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備
- 第三十二条 原子炉格納施設

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2)

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

原子炉補機冷却水系統には、以下の安全機能が要求される。¹

- 安全上特に重要な関連機能
- 事故時のプラント状態の把握機能（直接関連系）

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様、及び、安全解析で使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では、安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに、表 2.2.1-1 に示す原子炉補機冷却水系統を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）を示す。

1) 安全上特に重要な関連機能

原子炉補機冷却水系統は、炉心冷却機能や原子炉停止後の除熱機能等の達成に必要な冷却水を補機に供給できなければならない。設計基準事象の再循環モードにおいて原子炉補機冷却水系統は対処設備として期待され、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の評価における想定範囲であることが設計要件となる。

A) 原子炉補機冷却水冷却器の冷却性能

原子炉補機冷却水冷却器は、再循環モード時の冷却能力として、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において使用されている冷却性能を確保することが設計要件となる。

B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量

原子炉補機冷却水ポンプは、再循環モード時に原子炉補機冷却水冷却器を通して補機冷却水を循環し、原子炉補機を冷却するため、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において使用されている供給流量を確保することが設計要件となる。このとき、安全評価にて使用している各補機への補機冷却水供給流量は、各補機への設計流量に基づいて設定している。従って、安全評価の観点では各補機へ設計流量を通水できることが必要であり、安全性を担保するための確認項目としては各補機へ設計流量を通水できることとなる。

2) 事故時のプラント状態の把握機能（直接関連系）

事故時において 1 次冷却材を採取し、放射性物質濃度等を測定・監視する機能の当該系として試料採取系があり、原子炉補機冷却水系統は直接関連系としてそのサンプル冷却の冷却機能を有しなければならない。

¹ 原子炉補機冷却水系統は CV バウンダリとしての放射性物質の閉じ込め機能（MS-1）を有するが、CV バウンダリに関しては、設計基準文書 系統編「原子炉格納施設」にて記載される。

表 2.2.1-1 原子炉補機冷却水系統に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において原子炉補機冷却水系統を考慮している 設計基準事象			安全機能	
			1)	2)
分類	事象名	設置（変更）許可 申請書における 記載箇所	安全上特に重要な 関連機能※1	事故時のプラント状態の把握機能 (直接関連系)
設計基準 事象	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.4.4	○	—
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.5.1	○	—

※1: 本表に掲載のない安全解析事象においても、炉心冷却や原子炉停止後の除熱等に際して原子炉補機冷却水系統は対処設備として期待される。

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針（JEAG4612-2010）」を参照すると、原子炉補機冷却水系統は、『安全上特に重要な関連機能』、『放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能』を有する MS-1、『事故時のプラント状態の把握機能』を有する MS-2 に分類され、設置許可基準規則による「安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの」（第十二条 2 項）及び「重要安全施設」（第十二条 6 項）に分類される。

従って、設置許可基準規則第十二条 2 項に従い、原子炉補機冷却水系統の内、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、最も厳しい単一故障を想定しても系統機能を満足する設計としなければならない。

また、設置許可基準規則第十二条 6 項に従い、原子炉補機冷却水系統の内、重要安全施設に該当する範囲は原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としなければならない。

上記要求を踏まえ、原子炉補機冷却水系統は 2 トレン構成としており、各トレンに原子炉補機冷却水ポンプを 2 台、原子炉補機冷却水冷却器を 2 基ずつ設置している。原子炉補機冷却水ポンプは、各トレンで独立のディーゼル発電機に接続し、構成する機器の単一故障の仮定に加え外部電源が利用できない場合においてもその安全機能が達成できるように、多重性及び独立性を有する設計としている。また、原子炉補機冷却水系統の内、重要安全施設に該当する範囲は原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としている。

この設計構成を維持することが、多重性、独立性を担保するための設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1、2.2.2.1 以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示す原子炉補機冷却水系統に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、原子炉補機冷却水系統は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 原子炉補機冷却水系統の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設、及び耐震Sクラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

原子炉補機冷却水系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 原子炉補機冷却水系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) これら原子炉補機冷却水系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 原子炉補機冷却水系統の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) これら原子炉補機冷却水系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 原子炉補機冷却水系統の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) 原子炉補機冷却水系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第八条に従い、火災によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

原子炉補機冷却水系統は、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有するため、当該系統が設置される区域及び区画を火災防護審査基準が定める火災区域及び火災区画として定めた上で、設定した火災区域及び火災区画に対し、火災防護審査基準が定める火災防護対策を講じた設計としている。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

原子炉補機冷却水系統は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。また当該系統が、溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水や、地震に起因する機器の破損等により生じる溢水の溢水源とならないよう、耐震性が確保され、配管応力が許容値を満足していることを確認している。

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

②設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

②設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高压の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により原子炉補機冷却水系統の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。またそれらの影響を低減させるための手段として、1次冷却材管には、LBBを適用し、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高压タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。

8) 材料及び構造

設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME 設計・建設規格）等に従い設計する。

9) 使用中の亀裂等による破壊の防止

クラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。

使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、亀裂その他の欠陥により破壊を引き起こされないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

使用中のクラス1機器の耐圧部分は、貫通する亀裂その他の欠陥が発生しないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

1 0) 安全弁等

蒸気タービン、発電機、変圧器及び遮断器を除く設計基準対象施設に設置する安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁は、日本機械学会「設計・建設規格」(JSME S NC1) 及び日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2001) 及び (JSME S NC1-2005) 【事例規格】 過圧防護に関する規定 (NC-CC-001)」に適合するよう設計する。なお、安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁については、施設時に適用した告示 (通商産業省「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準 (昭和 55 年通商産業省告示第 501 号)」) の規定に適合する設計とする。

1 1) 耐圧試験等

クラス 1 機器、クラス 2 機器、クラス 3 機器、クラス 4 管及び原子炉格納容器は、施設時に、当該機器の技術基準規則で定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。ただし、気圧により試験を行う場合であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力 (原子炉格納容器にあつては、最高使用圧力の 0.9 倍) までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。

1 2) 準用

①原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

原子炉補機冷却水系統は、設計基準対象施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 系統構成設備

原子炉補機冷却水系統を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(1/3)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
A、B、C、D原子炉補機冷却水ポンプ	容量: 1300 m ³ /h ^(注2) 揚程: 55 m ^(注2)	MS-1	DB3 / SA2 (A,Bのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	容量:約1,300(m ³ /h)／台 揚程:約55m	参考資料に示す。	模擬信号により起動することを確認する。(定期事業者検査時)
A、B、C、D原子炉補機冷却水冷却器	容量(設計熱交換量): 7.86 × 10 ³ kW ^(注2) 伝熱面積: 参考資料に示す。	MS-1	DB3 / SA2 (A,Bのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 A) 原子炉補機冷却水冷却器の冷却性能	伝熱容量:約6.8 × 10 ⁶ (kcal/h)／基 ※W表示であれば、 伝熱容量:約7.9MW(1基当たり)	参考資料に示す。	—
1号補機冷却水戻りCヘッド止弁	電動弁	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	—	—	—
1A、1B、1C、1D補機冷却水ポンプ出口逆止弁	逆止弁	MS-1	DB3 / SA2 (A,Bのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	—	—	—
1号補機冷却水供給Cヘッド止弁	電動弁	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	—	—	—
1A、1B、1C、1D冷却水ポンプモータ冷却水出口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / SA2 (A,Bのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	—	—	—
1号SFP冷却器冷却水供給A、Bヘッド隔離弁	電動弁	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	—	—	—
1号SFP冷却器冷却水戻りA、Bヘッド隔離弁	電動弁	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2: 公称値

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(2/3)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
1A、1B制御用空気圧縮装置冷却水出口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / -	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	-	-	-
1A、1B余熱除去冷却器冷却水第1出口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / -	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	-	-	-
1A、1B余熱除去冷却器冷却水第2隔離弁	電動弁	MS-1	DB3 / -	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	-	-	-
1A、1B余熱除去ポンプ冷却水入口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / SA2 (Bのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	-	-	-
1A、1B余熱除去ポンプモータ冷却水入口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / SA2 (Bのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	-	-	-
1A、1Bスプレイ冷却器冷却水第1出口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / -	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	-	-	-
1A、1Bスプレイ冷却器冷却水第2出口弁	電動弁	MS-1	DB3 / -	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	-	-	-
1A、1Bスプレイポンプ冷却水入口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / -	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	-	-	-
1A、1Bスプレイポンプモータ冷却水入口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / -	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	-	-	-
1A、1B、1C CH/SIポンプオイル冷却器冷却水出口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / SA2 (B,Cのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	-	-	-

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「-」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

注2: 公称値

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(3/3)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
1A、1B、1C CH /SIポンプ封水冷却器冷却水出口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / SA2 (B,Cのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	—	—	—
1A、1B、1C CH /SIポンプモータ冷却水出口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / SA2 (B,Cのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	—	—	—
1号RCP冷却水第1入口弁	電動弁	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	—	—	—
1号RCP冷却水第2入口弁	電動弁	MS-1	DB2 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	—	—	—
1A、1B、1C主蒸気貫通孔冷却水出口弁	流量調整弁 (手動弁)	PS-3	DB3 / —	S	プラント運転補助機能 安全解析使用値を満足するためには、再循環運転時のラインナップにおいて所定の流量(設計流量)を確保する必要がある。したがって、本弁は重要度分類クラス1、2ではないが分配試験結果での弁開度管理が必要であるためリストに挙げている。	—	—	—
1号格納容器貫通孔A、B、C給水側冷却水出口弁	流量調整弁 (手動弁)	PS-3	DB3 / —	S	プラント運転補助機能 安全解析使用値を満足するためには、再循環運転時のラインナップにおいて所定の流量(設計流量)を確保する必要がある。したがって、本弁は重要度分類クラス1、2ではないが分配試験結果での弁開度管理が必要であるためリストに挙げている。	—	—	—
原子炉補機冷却水サージタンク	—	MS-1	DB3 / SA2	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量	—	—	—
配管・継手	—	MS-1 MS-2 PS-3	DB3 / SA2 (一部 -)	S	1)安全上特に重要な関連機能 B) 原子炉補機冷却水ポンプの供給流量 2)事故時のプラント状態の把握機能(直接関連系)	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2: 公称値

設計基準文書 系統編
原子炉補機冷却海水系統

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）系統編のうち、川内 1 号機の原子炉補機冷却海水系統について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 系統の概要

原子炉補機冷却海水系統は、海水ポンプ、配管、弁等で構成され、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に、原子炉補機冷却水冷却器、空調用冷凍機及びディーゼル発電機へ冷却海水を供給し、冷却器、冷凍機を冷却する機能と、ディーゼル発電機から発生した熱を最終的な熱の逃がし場である海に熱を放出する機能を有する系統である。

原子炉補機冷却海水系統に期待する設計基準事故は 2.2.1 に示される。

原子炉補機冷却海水系統は、安全重要度分類上、特に重要度の高い安全機能である「安全上特に重要な関連機能（MS-1）」を有するため、多重性を持たせた設計としている。具体的には海水供給母管は独立 2 系統構成としており、ポンプピットに設置された 4 台の海水ポンプの内、最低限 1 台の海水ポンプの運転によって、安全上必要な補機への海水供給が可能である。また、原子炉補機冷却海水系統は耐震 S クラスで設計される。

海水ポンプの電動機は、各トレンで独立した非常用母線に接続し、外部電源喪失時にはディーゼル発電機により給電する設計としている。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項	
1	概要		
	1.1	本書の目的 当該 DBD の対象系統を明確にする。	
	1.2	系統の概要 当該系統の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。	
	1.3	章構成と記載事項 本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。	
2	設計要件		
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則等 当該系統の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則等を抽出して記載する。	
	2.2	系統の設計要件	2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。
		2.2.1	安全機能に関する設計要件 系統機能整理表に基づき、当該系統の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。
		2.2.2	信頼性に関する設計要件 次の 2 つの観点で、当該系統に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。
		2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件 当該系統の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
		2.2.2.2	その他の一般的な設計要件 外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
	3	設備の仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。
3.1		系統構成設備 2.2.1 を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。	

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

原子炉補機冷却海水系統は、以下に示す設置許可基準規則等に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第十三条 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
- 第二十二條 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第三十三条 保安電源設備

[技術基準規則]

- 第十七条 材料及び構造
- 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 第二十条 安全弁等
- 第二十一条 耐圧試験等
- 第四十八条 準用

2.2. 系統の設計要件

2.1 で示した原子炉補機冷却海水系統が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに原子炉補機冷却海水系統の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条、第二十四条、第三十三条については、原子炉補機冷却海水系統の機能を発揮するための前提となる機能（制御や駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統、非常用電源系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求 (2.2.1)

- 第十三条 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
- 第二十二条 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2)

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

原子炉補機冷却海水系統には、以下の安全機能が要求される。

○ 安全上特に重要な関連機能

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様、及び、安全解析で使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では、安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに、表 2.2.1-1 に示す原子炉補機冷却海水系統を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）を示す。

1) 安全上特に重要な関連機能

原子炉補機冷却海水系統は、炉心冷却機能や原子炉停止後の除熱機能等の達成に必要な原子炉補機冷却水冷却器へ冷却海水を供給できなければならない。設計基準事象の再循環モードにおいて原子炉補機冷却海水系統は対処設備として期待される。この機能を果たすために、以下の設計要件を満足する必要がある。

A) 海水ポンプの供給流量

海水ポンプは、再循環モード時に安全上必要な補機への海水供給流量として、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において使用されている供給流量を確保することが設計要件となる。

表 2.2.1-1 原子炉補機冷却海水系統に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において原子炉補機冷却海水系統を考慮している 設計基準事象			安全機能
			1)
分類	事象名	設置（変更）許可申請書 における記載箇所	安全上特に重要な 関連機能※1
設計基準事象	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.4.4	
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.5.1	○

※1：本表に掲載のない安全解析事象においても、炉心冷却や原子炉停止後の除熱等に際して原子炉補機冷却海水系統は対処設備として期待される。

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針（JEAG4612-2010）」を参照すると、原子炉補機冷却海水系統は、『安全上特に重要な関連機能』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの」（第十二条 2 項）及び「重要安全施設」（第十二条 6 項）に分類される。

従って、設置許可基準規則第十二条 2 項に従い、原子炉補機冷却海水系統の内、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、最も厳しい単一故障を想定しても系統機能を満足する設計としなければならない。

また、設置許可基準規則第十二条 6 項に従い、原子炉補機冷却海水系統の内、重要安全施設に該当する範囲は原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としなければならない。

上記要求を踏まえ、原子炉補機冷却海水系統は 2 トレン構成としており、ポンプピットに設置された 4 台の海水ポンプが接続されている。海水ポンプは、各トレンで独立のディーゼル発電機に接続し、構成する機器の単一故障の仮定に加え外部電源が利用できない場合においてもその安全機能が達成できるように、多重性及び独立性を有する設計としている。また、原子炉補機冷却海水系統は、原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としている。

この設計構成を維持することが、多重性、独立性を担保するための設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1、2.2.2.1 以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却海水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示す原子炉補機冷却海水系統に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却海水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、原子炉補機冷却海水系統は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 原子炉補機冷却海水系統の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設、及び耐震Sクラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却海水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

原子炉補機冷却海水系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 原子炉補機冷却海水系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) これら原子炉補機冷却海水系統の防護対象施設のうち、屋内の施設は、これらを内包する建屋により防護する設計としている。屋外の施設は、竜巻飛来物防護対策設備により防護する設計としている。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 原子炉補機冷却海水系統の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) これら原子炉補機冷却海水系統の防護対象施設のうち、屋内の施設は、これらを内包する建屋により防護する設計としている。屋外の施設は、想定される火山事象により安全機能を損なうことのない設計としている。なお、配管については、積灰しない構造として取り扱う。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 原子炉補機冷却海水系統の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) 原子炉補機冷却海水系統の防護対象施設のうち、屋内の施設は、これらを内包する建屋により防護する設計としている。屋外の施設は、想定される外部火災により安全機能を損なうことのない設計としている。外部火災による二次的影響（ばい煙）については、適切な防護対策を講じることで防護対象施設の安全機能を損なわない設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却海水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第八条に従い、火災によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

原子炉補機冷却海水系統は、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有するため、当該系統が設置される区域及び区画を火災防護審査基準が定める火災区域及び火災区画として定めた上で、設定した火災区域及び火災区画に対し、火災防護審査基準が定める火災防護対策を講じた設計としている。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却海水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

原子炉補機冷却海水系統は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。また当該系統が、溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水や、地震に起因する機器の破損等により生じる溢水の溢水源とならないよう、耐震性が確保され、配管応力が許容値を満足していることを確認している。

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却海水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

②設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設的设计条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるように設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状(冷却材中の破損物等の異物を含む。)の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

原子炉補機冷却海水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

② 設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高圧の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により原子炉補機冷却海水系統の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。またそれらの影響を低減させるための手段として、1次冷却材管には、LBBを適用し、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高圧タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。

8) 材料及び構造

設計基準対象施設(圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン(発電用のものに限る。)、発電機、変圧器及び遮断器を除く。)に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(JSME 設計・建設規格)等に従い設計する。

9) 使用中の亀裂等による破壊の防止

クラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。

使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、亀裂その他の欠陥により破壊が引き起こされないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

使用中のクラス1機器の耐圧部分は、貫通する亀裂その他の欠陥が発生しないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

10) 安全弁等

蒸気タービン、発電機、変圧器及び遮断器を除く設計基準対象施設に設置する安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁は、日本機械学会「設計・建設規格」(JSME S NC1)及び日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(JSME S NC1-2001)及び(JSME S NC1-2005)【事例規格】過圧防護に関する規定(NC-CC-001)」に適合するよう設計する。なお、安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁については、施設時に適用した告示(通商産業省「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準(昭和55年通商産業省告示第501号)」)の規定に適合する設計とする。

11) 耐圧試験等

クラス1機器、クラス2機器、クラス3機器、クラス4管及び原子炉格納容器は、施設時に、当該機器の技術基準規則で定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。ただし、気圧により試験を行う場合であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力(原子炉格納容器にあつては、最高使用圧力の0.9倍)までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。

12) 準用

① 原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

原子炉補機冷却海水系統は、設計基準対処施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 系統構成設備

原子炉補機冷却海水系統を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(1/2)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
A, B, C, D海水ポンプ	容量: 2200m ³ /h ^(注2) 揚程: 36m ^(注2)	MS-1	DB2 / SA2 (A,Bのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)海水ポンプの供給流量	容量:約2,200m ³ /h (1台当たり) 揚程:約36m	参考資料に示す。	模擬信号により起動することを確認する。(定期事業者検査時)
A, B, C, D海水ポンプ出口逆止弁	逆止弁	MS-1	DB3 / SA2 (A,Bのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)海水ポンプの供給流量	—	—	—
A, Bディーゼル発電機海水入口第1弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)海水ポンプの供給流量	—	—	—
A, Bディーゼル発電機海水入口第2弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)海水ポンプの供給流量	—	—	—
A, Bディーゼル発電機海水出口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-3	DB3 / —	S	安全解析使用値を満足するためには、事故時のラインナップにおいて所定の流量(設計流量)を確保する必要がある。したがって、本弁は重要度分類クラス1,2ではないが分配試験結果での弁開度管理が必要であるためリストに挙げている。	—	—	—
A, B, C, D空調用冷凍機海水入口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)海水ポンプの供給流量	—	—	—
A, B, C, D空調用冷凍機海水出口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-3	DB3 / —	S	安全解析使用値を満足するためには、事故時のラインナップにおいて所定の流量(設計流量)を確保する必要がある。したがって、本弁は重要度分類クラス1,2ではないが分配試験結果での弁開度管理が必要であるためリストに挙げている。	—	—	—
A, B, C, D補機冷却クーラ海水入口弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB3 / SA2 (A,Bのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)海水ポンプの供給流量	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2: 公称値

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(2/2)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
A, B, C, D補機冷却クーラ海水出口第1弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-3	DB3 / SA2 (A,Bのみ)	S	安全解析使用値を満足するためには、事故時のラインナップにおいて所定の流量(設計流量)を確保する必要がある。したがって、本弁は重要度分類クラス1,2ではないが分配試験結果での弁開度管理が必要であるためリストに挙げている。	—	—	—
A, B, C, D補機冷却クーラ海水出口第2弁	電動弁	MS-1	DB3 / SA2 (A,Bのみ)	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)海水ポンプの供給流量	—	—	—
A, B 海水ポンプ軸冷海水供給逆止弁 C, D 海水ポンプ軸冷海水供給逆止弁	逆止弁	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)海水ポンプの供給流量	—	—	—
A, B, C, D軸冷海水入口逆止弁	逆止弁	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)海水ポンプの供給流量	—	—	—
配管・継手(安全機能に関わる範囲)	—	MS-1 MS-3	DB3 / SA2	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)海水ポンプの供給流量	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2: 公称値

設計基準文書 系統編
補助給水系統

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）系統編のうち、川内1号機の補助給水系統について記載するものであり、設計要求（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 系統の概要

補助給水系統は、補助給水ポンプ、復水タンク、配管、弁等で構成され、設計基準事故である、主給水流量喪失、主給水管破断時等、通常の給水機能が喪失した場合でも、炉心からの核分裂生成物の崩壊熱及びその他残留熱を除去すべく、復水タンクを水源として、主給水隔離弁下流の主給水ラインに接続されている補助給水配管を介して、補助給水ポンプによって蒸気発生器に必要な量を給水する機能を有する系統である。

補助給水系統は安全重要度分類上、特に重要度の高い安全機能である「原子炉停止後の除熱機能（MS-1）」及び「放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮蔽及び放出低減機能（MS-1）」を有するため、多重性を持たせた設計とするとともに、全交流動力電源喪失事象も想定し多様性を確保した系統構成としている。具体的には、補助給水ポンプは、電動補助給水ポンプ2台、タービン動補助給水ポンプ1台を設けることで、動的機能に対する多重性及び多様性を確保している。また、補助給水系統は耐震Sクラスで設計される。

電動補助給水ポンプの電動機は、各々独立した非常用母線に接続し、外部電源喪失時にはディーゼル発電機により給電する設計としている。また、タービン動補助給水ポンプの運転に必要な弁等は、蓄電池を電源としており、全交流動力電源喪失時においても中央制御室から操作及び監視を行うことができる。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項			
1	概要				
	1.1	本書の目的	当該 DBD の対象系統を明確にする。		
	1.2	系統の概要	当該系統の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。		
	1.3	章構成と記載事項	本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。		
2	設計要件				
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則等	当該系統の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則等を抽出して記載する。		
	2.2	系統の設計要件	2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。		
		2.2.1	安全機能に関する設計要件	系統機能整理表に基づき、当該系統の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。	
		2.2.2	信頼性に関する設計要件	次の 2 つの観点で、当該系統に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。	
			2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件	当該系統の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
			2.2.2.2	その他の一般的な設計要件	外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。			
	3.1	系統構成設備	2.2.1 を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。		

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

補助給水系統は、以下に示す設置許可基準規則等に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第十三条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時の拡大防止
- 第十四条 全交流動力電源喪失対策設備
- 第二十一条 残留熱を除熱することができる設備
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第三十二条 原子炉格納施設
- 第三十三条 保安電源設備

[技術基準規則]

- 第十七条 材料及び構造
- 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 第二十一条 耐圧試験等
- 第四十八条 準用

2.2. 系統の設計要件

2.1 で示した補助給水系統が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに補助給水系統の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条、第二十四条、第三十三条については、補助給水系統の機能を発揮するための前提となる機能（制御や駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統及び、非常用電源系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求 (2.2.1)

- 第十三条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時の拡大防止
- 第十四条 全交流動力電源喪失対策設備
- 第二十一条 残留熱を除熱することができる設備
- 第三十二条 原子炉格納施設

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2)

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

補助給水系統には、以下の安全機能が要求される。¹

○ 原子炉停止後の除熱機能

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様、及び、安全解析で使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では、安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに、表 2.1.1-1 に示す補助給水系統を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）を示す。

1) 原子炉停止後の除熱機能

補助給水系統は、原子炉停止後の崩壊熱他の残留熱を除去し、1次冷却材の温度を下げる機能を有さなければならない。この機能を果たすために、以下の設計要件を満足する必要がある。

また、補助給水系統は設計基準事象の事象収束後の低温停止移行操作においても期待される。

A) 蒸気発生器への補助給水供給流量

補助給水系統は、起動信号を受けて C 項に示す所定の時間以内に蒸気発生器への最小要求流量を供給できなければならない。一方で、補助給水系統は1次系の除熱能力が過大とならないように過剰な流量の供給がないようにしなければならない。

最小要求流量は、表 2.2.1-2 に示す補助給水系統を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価で使用された解析使用値である。表 2.2.1-2 に示すように、給水対象となる蒸気発生器と動作を期待している補助給水ポンプ台数は対象事象により異なることから、補助給水流量はこれら所定の組み合わせに対する解析使用値を上回ることが安全性を担保するための設計要件となる。

また、1次系の除熱能力が過大とならないために補助給水流量は、表 2.2.1-3 に示す補助給水系統による流量を過大とした条件で評価している設計基準事象で使用された解析使用値を下回ることが安全性を担保するための設計要件となる。

¹補助給水系統は CV バウンダリとしての放射性物質の閉じ込め機能 (MS-1) を有するが、CV バウンダリに関しては、設計基準文書 系統編「原子炉格納施設」にて記載される。

B) 蒸気発生器への補助給水供給水温

補助給水系統からの供給水の水温は、補助給水系統を考慮する設計基準事象の安全評価において1次系の除熱能力を小さくする目的で高めの供給水温を基本的に使用している。

(ただし、1次系の除熱能力が小さい方が解析結果を楽にする過冷却事象に対する安全解析では、1次系の除熱能力を小さくしないよう、供給水温には標準的な値を使用している。)

しかしながら、供給水温の違いによる比エンタルピ差は蒸発潜熱に対して十分小さく、1次系の除熱は蒸気発生器での蒸発潜熱が支配的であることから、供給水温の安全上の影響は小さい。このことから、補助給水供給水温は設計要件ではあるが、安全性を担保するための確認項目として必須ではない。

C) 蒸気発生器への補助給水供給開始時間

補助給水系統の機能を期待する設計基準事象の安全評価では、起動信号の設定値到達からポンプ定速達成までの時間²経過以降に補助給水ポンプによる給水開始を想定しており、この解析での想定時間内に補助給水を供給開始できるようにすることが安全性を担保するための設計要件となる。

また、安全評価においてはB項にある水温の補助給水が蒸気発生器に供給されるまでの輸送遅れを系統内体積として考慮しており、系統内体積はこの解析使用値を下回ることが安全性を担保するための設計要件となる。

D) 補助給水系統に対する必要最小保有水量

設計基準対象施設として使用する復水タンクの容量は、次の2点を上回ることが安全性を担保するための設計要件となる。

- 主給水管破断時において、補助給水ポンプによる蒸気発生器への給水機能が要求される原子炉停止後から余熱除去設備による冷却を開始するまでの期間、1次冷却系の熱量を除去するために必要な水量。
- 主給水管破断時において、すべての補助給水ポンプ（電動補助給水ポンプ2台及びタービン動補助給水ポンプ1台）が起動した状態で、運転員が異常を検知してから破断側蒸気発生器への補助給水を停止するまでの10分間に破断口から流出する水量を確保した水量。

² この遅れ時間には信号遅れやタイマー、ポンプ定速達成時間、外部電源喪失時のDG起動遅れ及びシーケンスタイム等が考慮されている。

E) 補助給水の隔離機能

補助給水系統の機能を期待する設計基準事象のうち2次系配管破断や蒸気発生器伝熱管破損時においては、健全な蒸気発生器に給水を継続しつつ、所定の時間内に破損した蒸気発生器への給水を運転員が停止する操作を行うことを想定していることから、補助給水系統は、解析で想定している所定の時間内に破損した蒸気発生器への給水を停止できる隔離機能を有することが安全性を担保するための設計要件となる。

F) 補助給水の流量調整機能

補助給水によって1次系を除熱している間、蒸気発生器の満水を防止すべく、補助給水系統は蒸気発生器水位を所定の水位に維持するための給水流量の調整機能を有することが安全性を担保するための設計要件となる。

なお、本機能は設計基準事象の解析では直接取り扱わないものの、事故収束後の高温停止維持及び低温停止移行に際して期待される。

表 2.2.1-1 補助給水系統に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において補助給水系統を考慮している 設計基準事象			安全機能
			1)
分類	事象名	設置（変更）許可申請書 における記載箇所	除熱をする機能 原子炉停止後の
設計基準事象	主給水流量喪失	添付書類十 2.3.4	
	2次冷却系の異常な減圧	添付書類十 2.3.6	※1
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.2.1	○
	主給水管破断	添付書類十 3.2.4	○
	主蒸気管破断	添付書類十 3.2.5	※1
	蒸気発生器伝熱管破損	添付書類十 3.4.2	○

※1：当該事象に対して補助給水系統の動作は結果を厳しくする方向に働くものであり、「原子炉停止後の除熱をする機能」としては期待していないが、安全解析上は動作することを想定している。

表 2.2.1-2 安全解析で想定している補助給水の給水対象とポンプ台数

安全解析での想定	事象名（括弧内は設置（変更）許可申請書における記載箇所）
3基の蒸気発生器へ電動補助給水ポンプ1台で給水	<ul style="list-style-type: none"> 主給水流量喪失（添付書類十 2.3.4） 原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.2.1）
2基の蒸気発生器へ電動補助給水ポンプ2台で給水	<ul style="list-style-type: none"> 主給水管破断（添付書類十 3.2.4） 蒸気発生器伝熱管破損（添付書類十 3.4.2）

表 2.2.1-3 大きめの補助給水流量を使用している安全解析事象

安全解析での想定	事象名（括弧内は設置（変更）許可申請書における記載箇所）
補助給水系統による流量を過大とした条件で評価	<ul style="list-style-type: none"> 2次冷却系の異常な減圧（添付書類十 2.3.6） 主蒸気管破断（添付書類十 3.2.5）

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針（JEAG4612-2010）」を参照すると、補助給水系統は『原子炉停止後の除熱機能』及び『放射性物質の閉じ込め機能』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの」（第十二条 2 項）及び「重要安全施設」（十二条 6 項）に分類される。

従って、設置許可基準規則第十二条 2 項に従い、最も厳しい単一故障を想定しても系統機能を満足する設計としなければならない。

また、設置許可基準規則第十二条 6 項に従い、原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としなければならない。

上記要求を踏まえ、補助給水系統については、2 台の電動補助給水ポンプと 1 台のタービン動補助給水ポンプで構成し、電動補助給水ポンプは、それぞれ独立のディーゼル発電機に接続し、またタービン動補助給水ポンプは、3 基の蒸気発生器のうち 2 基の蒸気ラインから取出した駆動蒸気を駆動源としており、主給水管破断時等に際し、構成する機器の単一故障の仮定に加え外部電源が利用できない場合においてもその安全機能が達成できるように、多重性又は多様性及び独立性を有する設計としている。また、補助給水系統は、原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としている。

この設計構成を維持することが、多重性／多様性、独立性を担保するための設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1、2.2.2.1 以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

補助給水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示す補助給水系統に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

補助給水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、補助給水系統は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。尚、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 補助給水系統の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設、及び耐震Sクラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

補助給水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

補助給水系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 補助給水系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1に属する施設が該当する。
- ii) これら補助給水系統の防護対象施設のうち、屋内の施設は、これらを内包する建屋により防護する設計としている。屋外の施設は、竜巻飛来物防護対策設備により防護する設計としている。
- iii) 補助給水系統の防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある屋外の施設は、防護対象施設の安全機能を損なうことが無いことを確認している。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 補助給水系統の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1に属する施設が該当する。
- ii) これら補助給水系統の防護対象施設のうち屋内の施設は、これらを内包する建屋により想定される火山事象から防護する設計としている。屋外の施設は、想定される火山事象により安全機能を損なうことのない設計としている。なお、配管については、積灰しない構造として取り扱う。
屋外に開口し降下火砕物を含む空気の流路となる防護対象施設を選定し、降下火砕物に対して、補助給水系統の火山防護に関する安全機能が維持できることを確認している。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 補助給水系統の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1に属する施設が該当する。
- ii) 補助給水系統の防護対象施設のうち屋内の施設は、これらを内包する建屋により防護する設計としている。屋外の施設は、想定される外部火災により安全機能を損なうことのない設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

補助給水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第八条に従い、火災によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

補助給水系統は、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有するため、当該系統が設置される区域及び区画を火災防護審査基準が定める火災区域及び火災区画として定めた上で、設定した火災区域及び火災区画に対し、火災防護審査基準が定める火災防護対策を講じた設計としている。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

補助給水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

補助給水系統は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。また当該系統が、溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水や、地震に起因する機器の破損等により生じる溢水の溢水源とならないよう、耐震性が確保され、配管応力が許容値を満足していることを確認している。

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

補助給水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

②設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

補助給水系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

②設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高压の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じる恐れのある配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により補助給水系統の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。またそれらの影響を低減させるための手段として、1次冷却材管には、LBBを適用し、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高压タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。系統の多重性、配置等の関連により評価対象外となる。

8) 材料及び構造

設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME 設計・建設規格）等に従い設計する。

9) 使用中の亀裂等による破壊の防止

クラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。

使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、亀裂その他の欠陥により破壊が引き起こされないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

使用中のクラス1機器の耐圧部分は、貫通する亀裂その他の欠陥が発生しないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

10) 耐圧試験等

クラス1機器、クラス2機器、クラス3機器、クラス4管及び原子炉格納容器は、施設時に、当該機器の技術基準規則で定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。ただし、気圧により試験を行う場合であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力（原子炉格納容器にあつては、最高使用圧力の0.9倍）までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。

11) 準用

①原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

補助給水系統は、設計基準対象施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 系統構成設備

補助給水系統を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(1/3)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
1号タービン動補助給水ポンプ	容量: 210m ³ /h ^(注2) 揚程: 900m ^(注2)	MS-1	—/SA2	S	1)原子炉停止後の除熱機能 A)蒸気発生器への補助給水供給流量 C)蒸気発生器への補助給水供給開始時間	容量:約210m ³ /h 揚程:約900m	参考資料に示す。	模擬信号により起動することを確認する。(定期事業者検査時) (テストラインにおいて) 揚程:参考資料に示す。 容量:参考資料に示す。 (定期事業者検査時)
1A、1B電動補助給水ポンプ	容量: 90m ³ /h ^(注2) 揚程: 900m ^(注2)	MS-1	—/SA2	S	1)原子炉停止後の除熱機能 A)蒸気発生器への補助給水供給流量 C)蒸気発生器への補助給水供給開始時間	容量:約90m ³ /h (1台当たり) 揚程:約900m	参考資料に示す。	模擬信号により起動することを確認する。定期事業者検査時) (テストラインにおいて) 揚程:参考資料に示す。 容量:参考資料に示す。 (定期事業者検査時)
1A(1B)T/D AFWP 蒸気入口弁	電動弁	MS-1	—/SA2	S	1)原子炉停止後の除熱機能 A)蒸気発生器への補助給水供給流量 C)蒸気発生器への補助給水供給開始時間 (注2) 1-C)の確認は、タービン動補助給水ポンプの全速時間の確認により行う。	—	—	—
T/D AFWP 駆動蒸気制御弁	空気作動弁	MS-1	—/SA2	S	1)原子炉停止後の除熱機能 A)蒸気発生器への補助給水供給流量 C)蒸気発生器への補助給水供給開始時間 (注2) 1-C)の確認は、タービン動補助給水ポンプの全速時間の確認により行う。	—	—	—
1号 M/D AFWP出口A(B、C)流量制御弁	電動弁	MS-1	—/SA2	S	1)原子炉停止後の除熱機能 A)蒸気発生器への補助給水供給流量 F)補助給水の流量調整機能	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2: 公称値

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(2/3)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
1号 T/D AFWP出口A(B、C)流量制御弁	空気作動弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量 F) 補助給水の流量調整機能	—	—	—
1A、1B、1C補助給水隔離弁	電動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量 E) 補助給水の隔離機能	—	—	—
A、B電動補助給水ポンプ給水逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量	—	—	—
タービン動補助給水ポンプ給水逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量	—	—	—
1A、1B M/D AFWP逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量	—	—	—
A、B電動補助給水ポンプミニマムフロー逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量	—	—	—
タービン動補助給水ポンプミニマムフロー逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量	—	—	—
1A、1B、1C M/D AFWP出口流量制御弁出口逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量	—	—	—
1A、1B、1C T/D AFWP出口流量制御弁出口逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量	—	—	—
1A、1B、1C 補助給水逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量	—	—	—
1号 電動補助給水ポンプ復水タンク元弁	電動弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2: 公称値

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(3/3)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
1号タービン動補助給水ポンプ復水タンク元弁	電動弁	MS-1	-/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量	-	-	-
復水タンク	容量: 約800m ³	MS-1	-/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 D) 補助給水系統に対する必要最小保有水量	容量: 約800m ³	参考資料に示す。	有効水量 520m ³ 以上(モード1~4のときの運転上の制限)
配管・継手(CVバウンダリ内)	-	MS-1	DB2/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量 C) 蒸気発生器への補助給水供給開始時間	-	-	-
配管・継手(CVバウンダリ外)	-	MS-1	-/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給流量 C) 蒸気発生器への補助給水供給開始時間	-	-	-

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「-」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

注2: 公称値

設計基準文書 系統編

原子炉及び炉心

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）系統編のうち、川内 1 号機の原子炉及び炉心について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 原子炉及び炉心の概要

本書で記載する原子炉及び炉心とは、燃料、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置、核設計、熱水力設計から構成される。

1.2.1. 機械設計（燃料・炉内構造物・制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置）

1.2.1.1. 燃料

燃料集合体は多数の二酸化ウラン焼結ペレット又はガドリニア入り二酸化ウラン焼結ペレットを「ジルカロイ-4 の合金成分を調整しニオブ等を添加したジルコニウム基合金」若しくは「ジルコニウム-ニオブ合金にスズ及び鉄を添加したジルコニウム基合金」又はジルカロイ-4 で被覆した燃料棒、制御棒案内シムル、炉内計装用案内シムル、支持格子、上部ノズル、下部ノズル等で構成する。燃料棒の配列は 17×17 であり、そのうち 264 本が燃料棒、24 本が制御棒案内シムル、残り 1 本が計装用案内シムルである。制御棒案内シムルは、制御棒クラスタ、バーナブルポイズン、中性子源又はシムルプラグの挿入に使用する。

燃料集合体は安全重要度上、特に重要度の高い安全機能である「炉心形状の維持機能」(PS-1)、燃料集合体の制御棒案内シムルは原子炉停止系の制御棒による系とあいまって「原子炉の緊急停止機能」(MS-1) を有する。

1.2.1.2. 炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置

炉内構造物は、大別して上部炉心構造物と下部炉心構造物から構成され、燃料集合体の支持・位置決め、制御棒クラスタの位置決め、1次冷却材の流路確保の機能を果たす。1次冷却材は、原子炉容器入口ノズルから原子炉容器内に入り、炉心槽と原子炉容器間の円環部を下方に流れ、下部プレナムで上向き流となり、ほぼ均一流量分布で炉心下部に入り、炉心内で発生する熱エネルギーを吸収して高温となり、炉心上部プレナムで混合した後、原子炉容器出口ノズルを経て蒸気発生器に至り、熱エネルギーはタービンを駆動する高温高圧の蒸気の発生に用いられる。

なお、炉内構造物の安全機能を期待する設計基準事象は 2.2.1 に示される。炉内構造物のうち炉心支持構造物については、重大事故に至るおそれがある事故又は重大事故（以下、「重大事故等」という。）においても使用される。

炉内構造物は安全重要度分類上、特に重要度の高い安全機能である「炉心形状の維持機能」(PS-1) 及び「原子炉の緊急停止機能」(MS-1) を有する。また、炉内構造物は耐震 S クラスで設計される。

制御棒クラスタは、制御棒 24 本をスパイダ継手で対称位置に配置した構造で、各制御棒は、各燃料集合体内の 24 本の制御棒案内シンプル内を上下に移動する。制御棒案内シンプルの下部は、径を小さくするとともに数個の小孔を設け、原子炉トリップ動作の終りにダッシュポット効果による緩衝作用を行わせる。制御棒は、中性子吸収材である銀・インジウム・カドミウム合金をステンレス鋼管で被覆し、両端に端栓を溶接したもので、上端はスパイダ継手により固定する。スパイダ継手と駆動軸はカップリングで連結する。制御棒には、中性子吸収材を全長にわたって配置する。

制御棒クラスタは安全重要度上、特に重要度の高い安全機能である「原子炉の緊急停止機能（制御棒による系）」及び「未臨界維持機能（制御棒による系）」（何れも MS-1）を有する。また、制御棒クラスタは耐震 S クラスで設計される。

制御棒クラスタ駆動装置は、圧力ハウジング、コイルアセンブリ、ラッチアセンブリ、駆動軸等から構成する。原子炉の反応度制限は、制御棒クラスタの操作及び1次冷却材のほう酸濃度調整によって行う。制御棒クラスタ駆動装置は、これらの反応度制御設備のうち、制御棒クラスタの操作を行う設備となる。設計基準事象において、原子炉トリップ信号により制御棒クラスタ駆動装置への電源が遮断されると、制御棒クラスタと結合された駆動軸を保持しているラッチアセンブリのラッチが開放することで制御棒クラスタはその自重により炉心に挿入できる。圧力ハウジングについては、スクラム機能の他に原子炉冷却材圧力バウンダリの機能も有する。

なお、制御棒クラスタ駆動装置の安全機能を期待する設計基準事象等は 2.2.1 に示される。

制御棒クラスタ駆動装置は安全重要度分類上、特に重要度の高い安全機能である「原子炉冷却材圧力バウンダリ機能」及び「過剰反応度の印加防止機能」（何れも PS-1）、並びに「原子炉の緊急停止機能（制御棒による系）」及び「未臨界維持機能（制御棒による系）」（何れも MS-1）

を有する。また、クラス1容器に該当する制御棒クラスタ駆動装置の圧力ハウジングは耐震Sクラスで設計される。

1.2.2. 核設計

炉心は、有効高さ対等価直径比約1.2の円柱形で、157体の燃料集合体等で構成する。

燃料の濃縮度は、以下の現象による反応度変化を考慮し、所定の設備利用率及び取出し燃焼度を確保するように決定する。

- a. 燃焼に伴うウラン235等核分裂性物質質量の変化
- b. 減速材の温度上昇
- c. 燃料棒温度上昇
- d. キセノン、サマリウム等の中性子吸収物質の蓄積
- e. 中性子の漏えい

原子炉の反応度制御は、制御棒クラスタ及び1次冷却材中のほう素濃度調整によって行う。これらの制御方式に加えて、必要に応じてバーナブルポイズン又はガドリニア入り二酸化ウラン燃料を使用して過剰反応度を抑制し、良好な出力分布が得られるように炉心内に配置する。

1.2.3. 熱水力設計

熱水力設計は、炉心、それに関連する原子炉冷却系、原子炉停止系、計測制御系及び安全保護系の機能と相まって、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、燃料の許容設計限界を超えることのない設計とする。具体的には次の基準を満たすものとする。

- a. 最小限界熱流束比（以下、最小DNBRという。）は、許容限界値以上
- b. 燃料中心最高温度は、二酸化ウラン及びガドリニア入り二酸化ウランそれぞれの溶融点未満

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項			
1	概要				
	1.1	本書の目的	当該 DBD の対象機器を明確にする。		
	1.2	原子炉及び炉心の概要	原子炉及び炉心の主たる機能、安全重要度、構成、核設計及び熱水力設計について概略記載する。		
	1.3	章構成と記載事項	本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。		
2	設計要件				
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則等	当該機器の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則等を抽出して記載する。		
	2.2	原子炉及び炉心の設計要件	2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。		
		2.2.1	安全機能に関する設計要件	系統機能整理表に基づき、当該系統の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。	
		2.2.2	信頼性に関する設計要件	次の 2 つの観点で、当該機器に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。	
			2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する機器に関する設計要件	当該機器の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
			2.2.2.2	その他の一般的な設計要件	外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。			
	3.1	機器構成設備	2.2.1 を踏まえ、当該機器の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。		

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

原子炉及び炉心は、以下に示す設置許可基準規則等に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第十三条 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
- 第十五条 炉心等
- 第十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第二十五条 反応度制御系統及び原子炉停止系統

[技術基準規則]

- 第十七条 材料及び構造
- 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 第二十一条 耐圧試験等

2.2. 設計要件

2.1 で示した原子炉及び炉心が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに原子炉及び炉心の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条、第二十四条及び第二十五条については、制御棒クラスタ駆動装置の機能を発揮するための前提となる機能（制御）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求（2.2.1 章）

- 第十二条 安全施設
- 第十三条 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
- 第十五条 炉心等
- 第十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
- 第二十五条 反応度制御系統及び原子炉停止系統

② 核設計に関する要件（2.2.1 章）

- 第十二条 安全施設
- 第十三条 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
- 第十五条 炉心等
- 第二十五条 反応度制御系統及び原子炉停止系統

③ 熱水力設計に関する要件（2.2.1 章）

- 第十二条 安全施設
- 第十三条 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
- 第十五条 炉心等
- 第二十五条 反応度制御系統及び原子炉停止系統

④ 信頼性に関する設計要件（2.2.2 章）

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

原子炉及び炉心は、1.2 で示した設備から構成されており、それぞれの設備に対し以下の安全機能が要求される。各設備の記載ではここで示す安全機能の番号を記載する。これらの安全機能は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」に基づいており、このため重要度が規定されない重大事故等対処施設には適用しない。

- 1) 炉心形状の維持機能
- 2) 原子炉の緊急停止機能
- 3) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能
- 4) 過剰反応度の印加防止機能
- 5) 未臨界維持機能
- 6) その他の設計要件

2.2.1.1. 燃料及び制御棒クラスタの機械設計

燃料及び制御棒クラスタには、以下の安全機能が要求される。

- 1) 炉心形状の維持機能 (燃料)
- 2) 原子炉の緊急停止機能 (燃料・制御棒クラスタ)
- 5) 未臨界維持機能 (制御棒クラスタ)
- 6) その他の設計要件

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様及び安全解析で使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。

以下では、上記に基づき、安全機能ごとに基本的な設計要件を記載する。

1) 炉心形状の維持機能

燃料の機械設計は、燃料材料、使用温度、圧力条件及び照射効果を考慮して、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、原子炉の各設備とあいまって燃料の健全性を確保するため、次の設計方針を満たす設計とする。

1-1) 燃料棒

燃料棒は、燃料温度、燃料棒内圧、被覆管の応力、歪み及び疲労を制限することにより、その健全性を確保する。このため、燃料寿命中、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、以下の方針を満たすように燃料棒の設計を行う。

設計にあたっては、ペレットの熱膨張、スエリング及び焼きしまり、核分裂生成ガスの生成及び放出、被覆管の熱膨張、クリープ、弾性変形等の原子炉運転中に生じる諸現象を考慮する。また、 ^{235}U 濃縮度、ガドリニア濃度等を考慮する。

- a. 燃料中心最高温度は、二酸化ウラン及びガドリニア入り二酸化ウランそれぞれの溶解点未満となる設計とし、それぞれのペレットと被覆管との熱膨張差によって生じる応力を抑える。
- b. 燃料棒内圧は、通常運転時において、被覆管の外向きのクリープ変形によりペレットと被覆管のギャップが増加する圧力を超えない設計とする。
- c. 被覆管応力は、被覆材の耐力以下となる設計とする。被覆材の耐力は、使用温度及び放射線照射の効果を考慮して設定する。
- d. 被覆管に生じる円周方向引張歪の変化量は、各過渡変化に対して1%以下となる設計とする。
- e. 累積疲労サイクルは、設計疲労寿命以下となる設計とする。設計疲労曲線としては、Langer and O'Donnell の曲線を使用する。

1-2) 燃料集合体

燃料集合体の健全性は、種々の荷重に基づく応力及び変形を制限することにより確保する。また、燃料集合体が他の構成部品の機能に影響を与えないようにする。このため以下の方針で燃料集合体を設計する。

- a. 原子炉内における使用期間中の通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において加わる荷重に対して、各構成要素が ASME Sec. III の規格に準拠して十分な強度を有し、その機能が保持できる設計とする。
- b. 輸送及び取扱い時に、燃料集合体に加わる荷重を設計上、軸方向について6G、また、横方向についても各支持格子部固定の条件で6Gと設定し、構成部品がこの荷重に対して十分な強度を有し、燃料集合体としての機能が保持できる設計とする。

2) 原子炉の緊急停止機能

原子炉停止系の制御棒による系(制御棒クラスタ及び制御棒駆動系(スクラム機能))では、原子炉トリップ時に制御棒クラスタが燃料集合体の制御棒案内シムルに挿入される必要がある。このため、燃料集合体の制御棒案内シムルは異常発生時においても制御棒クラスタが挿入可能な設計とする。

また、制御棒クラスタは制御棒クラスタ駆動装置駆動軸と一体となって、燃料集合体に挿入されなければならない。(詳細については2.2.1.2を参照。)さらに、制御棒クラスタは、炉心への挿入により高温状態において炉心を臨界未満にできるよう設計する。(詳細については2.2.1.3を参照。)

5) 未臨界維持機能

制御棒クラスタは、化学体積制御設備とあいまって炉心を臨界未満に維持できるように設計する。さらに主蒸気管破断事故のように炉心が冷却されるような事故時には、非常用炉心冷却設備によるほう酸注入により炉心を臨界未満にでき、かつ事故後において臨界未満を維持できるように設計する。(詳細については2.2.1.3を参照。)

6) その他の設計要件

6) - 1 燃料棒曲がり

燃料棒は、燃焼に伴う湾曲が生じた場合においても、燃料棒間隙における流路形状を維持しなければならない。

2.2.1.2. 炉内構造物及び制御棒クラスタ駆動装置

炉内構造物及び制御棒クラスタ駆動装置には、以下の安全機能が要求される。

- 1) 炉心形状の維持機能
- 2) 原子炉の緊急停止機能
- 3) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能
- 4) 過剰反応度の印加防止機能
- 5) 未臨界維持機能
- 6) その他の設計要件

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様及び安全解析で使用した設計情報(解析想定)の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では、安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに、表2.2.1.2-1に示す炉内構造物及び制御棒クラスタ駆動装置を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価の想定に紐づいて担保されるべき要件(制限事項)を示す。

1) 炉心形状の維持機能

炉内構造物のうち炉心支持構造物（炉心槽、上部炉心支持板、上部炉心支持柱、上部炉心板、下部炉心板、下部炉心支持柱及び下部炉心支持板）については、燃料集合体、すなわち炉心を支持・位置決めする機能を有しなければならない。また、これらの炉心支持構造物は、炉心形状を維持するため、原子炉容器内及び炉心内の1次冷却材を適切に案内・流配する機能を有しなければならない。

2) 原子炉の緊急停止機能

制御棒クラスタ駆動装置は、原子炉トリップ時に電源喪失により制御棒クラスタ（制御棒クラスタと結合されており一体で落下する駆動軸）の切離しを行い、その自重により制御棒クラスタを炉心に挿入する機能を有しなければならない。また、制御棒クラスタと一体で落下する駆動軸の挿入経路を構成する炉内構造物の制御棒クラスタ案内管及び制御棒クラスタ駆動装置圧力ハウジングは、制御棒クラスタ挿入時の挿入経路を維持する機能を有しなければならない。

A) 制御棒挿入時間

設計基準事象の安全評価のうち、表 2.2.1.2-1 に示す原子炉の緊急停止機能を期待する事象では、原子炉トリップ信号による制御棒落下を想定している。これら解析での想定時間内に所定の挿入位置まで制御棒クラスタが挿入されることが安全性を担保するための設計要件となる。

3) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能

制御棒クラスタ駆動装置圧力ハウジングは、原子炉冷却材圧力バウンダリ機能を有しなければならない。

4) 過剰反応度の印加防止機能

制御棒クラスタ駆動装置圧力ハウジングは、その破損による制御棒飛び出し事故時の過剰反応度の印加を防止する機能を有しなければならない。

5) 未臨界維持機能

制御棒クラスタ駆動装置は、原子炉停止時に制御棒が挿入不能とならず、制御棒を挿入状態に維持する機能を有しなければならない。

表 2.2.1.2-1 に示す本機能を考慮している設計基準事象では、制御棒クラスタの全挿入状態（但し、1本は全引き抜き位置で固着）を解析上の条件として想定しており、また、制御棒クラスタ駆動装置は制御電流の供給が無い状態では解放した状態を維持するため、制御棒クラスタ駆動装置圧力ハウジングが健全であれば良いことになる。

したがって、未臨界維持機能を達成するための制御棒クラスタ駆動装置の設計要件としては、制御棒クラスタ駆動装置圧力ハウジングが、その破損による制御棒飛び出し事故のような事象を生じず、制御棒クラスタが炉心に挿入された状態を阻害しないこととなる。

6) その他の設計要件

1) ～ 5) に示される安全機能に該当はしないが、安全解析の想定を超えないために重要な評価条件、及び、その評価条件を担保するために必要な設計要件を記載する。

6-2) 最大制御棒駆動速度

制御棒クラスターバンクが連続的に引き抜かれる際に過度の反応度添加率とならないように、制御棒クラスターの引き抜き最大速度は制限されなければならない。表 2.2.1.2-1 に示される制御棒クラスター駆動装置による制御棒クラスターの動作が生じる事象の解析で想定している制御棒駆動速度を下回ることが、安全性を担保するための設計要件となる。

しかしながら、最大制御棒駆動速度は、計測制御系統の制御棒制御装置で設定される制御信号により制限されることから、設計要件確保のための要求事項等は「設計基準文書 系統編 計測制御系統」に示す。

表 2.2.1.2-1 炉内構造物及び制御棒クラスタ駆動装置に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において炉内構造物及び制御棒クラスタ駆動装置の機能を考慮している設計基準事象			安全機能					
			1)	2)	3)	4)	5)	6)
分類	事象名	設置(変更)許可申請書における記載箇所	炉心形状の維持機能※1	原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能※1	能過剰反応度の印加防止機能	未臨界維持機能	その他の設計要件
設計基準事象	原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き	添付書類十 2.2.1	—	○	—	—	—	○
	出力運転中の制御棒の異常な引き抜き	添付書類十 2.2.2	—	○	—	—	—	○
	制御棒の落下及び不整合	添付書類十 2.2.3	—	○	—	—	—	○
	原子炉冷却材流量の部分喪失	添付書類十 2.3.1	—	○	—	—	—	—
	外部電源喪失	添付書類十 2.3.3	—	○	—	—	—	—
	主給水流量喪失	添付書類十 2.3.4	—	○	—	—	—	—
	2次冷却系の異常な減圧	添付書類十 2.3.6	—	—	—	—	○※3	—
	蒸気発生器への過剰給水	添付書類十 2.3.7	—	○	—	—	—	—
	負荷の喪失	添付書類十 2.4.1	—	○	—	—	—	—
	原子炉冷却材系の異常な減圧	添付書類十 2.4.2	—	○	—	—	—	—
	出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動	添付書類十 2.4.3	—	○	—	—	—	—
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.2.1	—	○	—	—	—	—
	原子炉冷却材流量の喪失	添付書類十 3.2.2	—	○	—	—	—	—
	原子炉冷却材ポンプの軸固着	添付書類十 3.2.3	—	○	—	—	—	—
	主給水管破断	添付書類十 3.2.4	—	○	—	—	—	—
	主蒸気管破断	添付書類十 3.2.5	—	—	—	—	○※3	—
	制御棒飛び出し	添付書類十 3.3.1	—	○	※2	※2	—	—
	蒸気発生器伝熱管破損	添付書類十 3.4.2	—	○	—	—	—	—
制御棒飛び出し	添付書類十 3.4.5	—	○	※2	※2	—	—	

※1：PS-1,2に属する安全機能は、事故条件（外乱）としての想定以外では、当該系統（又は構築物、機器）は健全で、形状およびバウンダリ他が維持されるものとして期待される。特段の注記がない限りは評価の前提条件であるため、便宜上「—」としている。

※2：クラス1容器として設計及び製作された圧力ハウジングの破損は想定するものではないが、当該事象として、制御棒クラスタ1本の飛び出しの考慮のため安全解析上は圧力ハウジングが破断することを想定。

※3：制御棒クラスタが全挿入（但し、1本は全引き抜き位置で固着）され、初期末臨界状態を想定。

2.2.1.3. 核設計に関する要件

プラントの安全性の確保は、原子炉本体の炉心の特性と、原子炉の各設備や系統が持つ安全機能があいまって達成されるものである。

まず、設置（変更）許可申請段階においては、固有の安全性のような炉心が満たすべき特性を有していることを確認した上で、運転時の異常な過渡変化時及び事故時においては炉心以外の安全保護系、工学的安全施設等を含む原子炉施設全体が、「止める」「冷やす」「閉じ込める」で表される3つの機能を満足する総合的能力を有していることを確認している。この設置（変更）許可申請及びそれに関わる安全評価を通じて各原子炉施設の安全設計の基本方針の妥当性が確認され、個々の設備の安全機能が適切に機能することが確認されることとなる。

このような安全確保の仕組みの中で、炉心の特性を評価する核設計は、燃料の機械設計、熱水力設計及び安全評価と密接な関連を持ち、各設備の安全機能を確認する前提条件に位置付けられる。

このため、運転段階においては、当該サイクルにおける炉心の特性が、設置（変更）許可申請段階における各設備の安全機能の前提条件を満足することを確認することで、設置（変更）許可申請段階での安全性の確保が当該サイクルに対しても有効となる。前提条件の確認にあたっては、取替炉心毎の変動が小さいパラメータ等を含めて全てを確認する必要はなく、取替炉心毎に管理すべき核設計パラメータは、炉心毎のばらつきや余裕等を考慮すると、表 2.2.1.3-1 に示すものに限定することができる。

したがって、表 2.2.1.3-1 のパラメータを確認することによりプラントの安全性が確保されることになるため、運転段階における核設計の設計要件としては、「表 2.2.1.3-1 に示す核設計パラメータが設置（変更）許可申請段階での設定範囲内にあること」に集約することができる。

表 2.2.1.3-1 運転段階において管理すべき核設計パラメータ

-
- ・ 反応度停止余裕 (ワン・ロッド・スタック時) (*1)
 - ・ 最大線出力密度
 - ・ 水平方向ピーキング係数 $F_{N_{XY}}$
 - ・ 減速材温度係数
 - ・ 出力運転時ほう素濃度
 - ・ 燃料集合体最高燃焼度
 - ・ 燃料棒最高燃焼度 (MOX 燃料装荷炉心の場合) (*2)
 - ・ 最大反応度添加率
 - ・ 制御棒クラスタ落下時の価値
 - ・ 制御棒クラスタ落下時の核的エンタルピ上昇熱水路係数 $F_{N_{\Delta H}}$
 - ・ 制御棒クラスタ飛び出し時の価値
 - ・ 制御棒クラスタ飛び出し時の熱流束熱水路係数 F_Q
-

(*1) 最大反応度価値を有する制御棒クラスタ 1 本が全引き抜き位置のまま挿入できない時。

(*2) 現状、川内 1 号機では MOX 燃料は使用されていないため、本項目は確認対象外である。

2.2.1.4. 熱水力設計に関する要件

熱水力設計は、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、燃料の健全性を確保するため、次の基準を満たすように行う。

a. 最小限界熱流束比（以下、最小 DNBR という。）は、許容限界値以上

冷却材の核沸騰状態から膜沸騰状態への遷移により、被覆管から冷却材への熱伝達が著しく低下した場合、被覆管温度が急激に上昇し、被覆管表面の酸化に伴う脆化が進行する。そのため、熱水力設計では安全上考慮すべき不確かさ及び余裕を考慮した最小 DNBR の許容限界値を“熱的損傷防止に係る運転上の制限”とし、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、炉心内の最小 DNBR がこの許容限界値を下回らないことを、核設計に基づく核特性、1 次冷却系、計測制御系、及び安全保護系の安全機能等と相まって担保する。

b. 燃料中心最高温度は、二酸化ウラン及びガドリニア入り二酸化ウランそれぞれの溶融点未満

通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、燃料ペレットの溶融が生じるような高温状態になった場合、過大な熱変形に伴い燃料被覆管に過大な引張歪が増大し、燃料被覆管に著しい損傷や変形が生じる。そのため、熱水力設計では安全上考慮すべき不確かさ及び燃焼に伴う溶融点の低下を考慮した各燃焼度時点における溶融温度を“機械的損傷防止に係る運転上の制限”とし、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において、燃料中心最高温度が制限値を上回らないことを、核設計に基づく核特性、1 次冷却系、計測制御系、及び安全保護系の安全機能等と相まって担保する。

熱水力設計では上記基準を満足するために“熱的損傷防止に係る運転上の制限”及び“機械的損傷防止に係る運転上の制限”を設定するとともに、通常運転時の熱的制限値を設定する。

安全解析では異常事象進展前の初期状態として通常運転時を想定しており、通常運転時の熱的制限値は安全解析の前提条件となるため、安全解析での想定に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）は次の通り。

A) 最小 DNBR

安全解析では異常事象進展前の初期状態として通常運転時を想定しており、定格出力時の最小 DNBR が通常運転時の熱的制限値とされている。そのため、実炉における通常運転時の最小 DNBR が熱的制限値を下回らないことが設計要件となる。

B) 燃料中心最高温度（燃料棒最大線出力密度）

安全解析では異常事象進展前の初期状態として通常運転時を想定しており、燃料中心温度は燃料棒線出力密度に依存するため、定格出力時の燃料棒最大線出力密度が通常運転時の熱的制限値とされている。そのため、実炉における通常運転時の燃料棒最大線出力密度が、熱的制限値を上回らないことが設計要件となる。

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針（JEAG4612-1998）」を参照すると、燃料集合体は『炉心形状の維持機能』を有する PS-1 に、燃料集合体の制御棒案内シムルは原子炉停止系の制御棒による系とあいまって『原子炉の緊急停止機能』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

制御棒クラスタは『原子炉の緊急停止機能（制御棒による系）』、『未臨界維持機能』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

炉内構造物のうち炉心支持構造物は、『炉心形状の維持機能』を有する PS-1 に分類され、炉内構造物のうち制御棒クラスタ案内管は、『原子炉の緊急停止機能（制御棒による系）』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

制御棒クラスタ駆動装置は、『原子炉冷却材圧力バウンダリ機能』、『過剰反応度の印加防止機能』を有する PS-1、『原子炉の緊急停止機能（制御棒による系）』、『未臨界維持機能』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

従って、設置許可基準規則第十二条 3 項に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計としなければならない。

また、設置許可基準規則第十二条 4 項に従い、発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができる設計としなければならない。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1、2.2.2.1 以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示す燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設、及び耐震 S クラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) これら燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

B) 火山防護

燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置は、日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) これら燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) 燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

炉内構造物及び制御棒クラスタ駆動装置は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するが、内部火災防護設計で対象とする原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器に該当しないため、設計基準対象施設としては、内部火災防護設計は不要である。

②設計方針

炉内構造物及び制御棒クラスタ駆動装置は、内部火災防護設計で対象とする原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器に該当しないため、設計基準対象施設としては、内部火災防護設計は不要としている。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

炉内構造物及び制御棒クラスタ駆動装置は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

炉内構造物及び制御棒クラスタ駆動装置は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。また当該系統が、溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水や、地震に起因する機器の破損等により生じる溢水の溢水源とならないよう、耐震性が確保され、配管応力が許容値を満足していることを確認している。

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

②設計方針

燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置は、安全施設に該当することから、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。燃料集合体、炉内構造物及び制御棒クラスタ駆動装置の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、制御棒クラスタ及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

②設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないように機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高圧の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により燃料集合体、炉内構造物、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。またそれらの影響を低減させるための手段として、1次冷却材管には、LBB (Leak Before Break) を適用し、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高圧タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。

8) 材料及び構造

設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に属する炉内構造物（炉心支持構造物）、並びに設計基準対象施設に属する燃料集合体、制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME 設計・建設規格）等に従い設計する。

9) 使用中の亀裂等による破壊の防止

クラス1機器である制御棒クラスタ駆動装置および炉内構造物（炉心支持構造物）は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。

使用中の制御棒クラスタ駆動装置および炉内構造物（炉心支持構造物）は、亀裂その他の欠陥により破壊が引き起こされないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

使用中の制御棒クラスタ駆動装置の耐圧部分は、貫通する亀裂その他の欠陥が発生しないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

10) 耐圧試験等

制御棒クラスタ駆動装置は、施設時に、当該機器の技術基準規則で定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 機器構成設備

3.1.1. 機械設計（燃料・炉内構造物・制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置）

原子炉及び炉心を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1～3.1-3 に示す。

3.1.2. 炉心(核設計)

原子炉及び炉心のうち核設計に関する仕様及び安全機能について表 3.1-4 に示す。

ここで、核設計に関して、核設計が対象とするものは炉心の特性を示す核設計パラメータであるため、機器名称を炉心とし、運転段階において管理すべき核設計パラメータごとに確認事項等を展開している。管理すべき核設計パラメータは、表 2.2.1.3-1 に示す項目に限定することができるものの、各々の核設計パラメータの入力条件や関連する前提条件を担保するために、運転管理項目を定め所定の範囲におさまるように管理する必要がある。これらの運転管理項目は、基本的には保安規定に記載されており、表 3.1-4 に示すとおりである。

3.1.3. 炉心(熱水力)

原子炉及び炉心のうち熱水力設計に関する仕様及び安全機能について表 3.1-5 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(燃料)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
燃料集合体(燃料除く)	外寸: 約214mm×約 214mm 全長: 約4.1m	PS-1	—	—	1)炉心形状の維持機能 6)-1 燃料棒曲がり	集合体全長:約4.1m 集合体断面寸法: 約214mm×約214mm	参考資料に示す。	燃料外観検査を行い、健全性に異常のないことを確認する(定期検査時)
制御棒案内シンプル	—	MS-1	—	—	2) 原子炉の緊急停止機能	挿入時間:2.2秒以下 (トリップ時、全ストロークの 85%挿入までの時間)(注 2)	参考資料に示す。	制御棒の全引抜位置からの 落下時間:2.5秒以下 (原子炉トリップ信号発信か ら全ストロークの85%に至 るまでの時間)(注2)
制御棒クラスタ	—	MS-1	—	—	2) 原子炉の緊急停止機能	挿入時間:2.2秒以下 (トリップ時、全ストロークの 85%挿入までの時間)(注 2)	参考資料に示す。	制御棒の全引抜位置からの 落下時間:2.5秒以下 (原子炉トリップ信号発信か ら全ストロークの85%に至 るまでの時間)(注2)

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

注2: 工認及び保安規定での挿入時間の記載は、設置許可での「落下開始から全ストロークの85%挿入までの時間(2.2秒)」と原子炉トリップ時の安全保護系の応答時間として安全解析で考慮されている時間遅れのうち、「原子炉トリップ遮断器の開放時間(0.15秒)」及び「制御棒の切り離し時間(0.15 秒)」を加え、定期検査に対応した範囲としている。

表3.1-2 各設備の仕様及び安全機能(炉内構造物)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
炉心支持構造物 上部炉心構造物 下部炉心構造物	—	PS-1	DB炉心支持構造物 / SAその他	S	1)炉心形状の維持機能	—	—	—
制御棒クラスタ案内管	—	MS-1	— / —	S	2)原子炉の緊急停止機能	挿入時間:2.2秒以下 (トリップ時、全ストロークの 85%挿入までの時間)(注 2)	参考資料に示す。	制御棒の全引抜位置から の落下時間:2.5秒以下 (原子炉トリップ信号発信か ら全ストロークの85%に至 るまでの時間)(注2)

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

注2: エ認及び保安規定での挿入時間の記載は、設置許可での「落下開始から全ストロークの85%挿入までの時間(2.2秒)」と原子炉トリップ時の安全保護系の応答時間として安全解析で考慮されている時間遅れのうち、「原子炉トリップ遮断器の開放時間(0.15秒)」及び「制御棒の切り離し時間(0.15秒)」を加え、定期検査に対応した範囲としている。

表3.1-3 各設備の仕様及び安全機能(制御棒クラスタ駆動装置)

機器名称	設備概略仕様	安全 重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
制御棒クラスタ駆動装置 圧力ハウジング コイルアセンブリ ラッチアセンブリ 駆動軸	—	PS-1 / MS-1	DB1 / —	S	3)原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 4)過剰反応度の印加防止機能 5)未臨界維持機能 2)原子炉の緊急停止機能	最高使用圧力:17.16MPa 最高使用温度:343°C 挿入時間:2.2秒以下 (トリップ時、全ストロークの 85%挿入までの時間)(注 2)	参考資料に示す。	制御棒の全引抜位置からの 落下時間:2.5秒以下 (原子炉トリップ信号発信か ら全ストロークの85%に至 るまでの時間)(注2)

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

注2: 工認及び保安規定での挿入時間の記載は、設置許可での「落下開始から全ストロークの85%挿入までの時間(2.2秒)」と原子炉トリップ時の安全保護系の応答時間として安全解析で考慮されている時間遅れのうち、「原子炉トリップ遮断器の開放時間(0.15秒)」及び「制御棒の切離し時間(0.15秒)」を加え、定期検査に対応した範囲としている。

表3.1-4 各設備の仕様及び安全機能(炉心(核))(1/9)

機器名称	設備概略仕様	安全 重要度	機器クラス (DB/SA)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	工認要目表	保安規定
炉心	反応度停止余裕	—	—	—	安全機能全般に関連	≥ 1.8%Δk/k	参考資料に示す。	<p>第95条 燃料の取替等 燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷する場合は、燃料取替実施計画(燃料装荷)に従うこと。</p> <p>第26条 炉物理検査 —モード2— 1.8%Δk/k以上であること</p> <p>第95条 燃料の取替等 燃料取替実施計画(燃料装荷)を定める前に、燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷した後の原子炉起動から次回定期検査を開始するために原子炉を停止するまでの期間にわたり原子炉を運転できる取替炉心の燃焼度を用いて、取替炉心の安全性評価を行うこと。</p> <p>第28条 原子炉熱出力 2.660MWt以下であること</p> <p>第23条 制御棒の挿入限界 モード1及び2(臨界状態)において、制御グループバンクが挿入限界以上であること及びオーバーラップを満足していること</p> <p>第22条 制御棒動作機能 第24条 制御棒位置指示 全ての制御棒が不整合でないこと。 制御棒位置指示装置及びステップカウンタが動作可能であること。</p> <p>第19条 停止余裕</p>

表3.1-4 各設備の仕様及び安全機能(炉心(核))(2/9)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	工認要目表	保安規定
炉心	最大線出力密度	—	—	—	安全機能全般に関連	≤39.6kW/m	—	第94条 燃料の検査 第29条 熱流束熱水路係数 原子炉熱出力が60%を超える場合、 $2.32/P \times K(Z)$ 以下であること。 第95条 燃料の取替等 燃料取替実施計画(燃料装荷)を定める前に、燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷した後の原子炉起動から次回定期検査を開始するために原子炉を停止するまでの期間にわたり原子炉を運転できる取替炉心の燃焼度を用いて、以下の項目について取替炉心の安全性評価を行うこと。 第28条 原子炉熱出力 2,660MWt以下であること 第22条 制御棒動作機能 第24条 制御棒位置指示 全ての制御棒が不整合でないこと 制御棒位置指示装置及びステップカウンタが動作可能であること 第32条 1/4炉心出力偏差 1.02以下であること 第31条 軸方向中性子束出力偏差 原子炉熱出力が60%以上の場合、目標範囲内にあること 第23条 制御棒の挿入限界 モード1及び2(臨界状態)において、制御グループバンクが挿入限界以上であること及びオーバーラップを満足していること

表3.1-4 各設備の仕様及び安全機能(炉心(核))(3/9)

機器名称	設備概略仕様	安全 重要度	機器クラス (DB/SA)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	工認要目表	保安規定
炉心	水平方向ピーキング係数 F_{XY}^N	—	—	—	安全機能全般に関連	≤ 1.52	—	<p>第95条 燃料の取替等 燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷する場合は、燃料取替実施計画(燃料装荷)に従うこと。</p> <p>第30条 核的エンタルピ上昇熱水路係数 $1.64(1+0.3(1-P))$以下であること</p> <p>第95条 燃料の取替等 燃料取替実施計画(燃料装荷)を定める前に、燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷した後の原子炉起動から次回定期検査を開始するために原子炉を停止するまでの期間にわたり原子炉を運転できる取替炉心の燃焼度を用いて、取替炉心の安全性評価を行うこと。</p> <p>第28条 原子炉熱出力 2,660MWt以下であること</p> <p>第23条 制御棒の挿入限界 モード1及び2(臨界状態)において、制御グループバンクが挿入限界以上であること及びオーバーラップを満足していること</p> <p>第22条 制御棒動作機能 第24条 制御棒位置指示 全ての制御棒が不整合でないこと。 制御棒位置指示装置及びステップカウンタが動作可能であること。</p> <p>第32条 1/4炉心出力偏差 1.02以下であること</p>

表3.1-4 各設備の仕様及び安全機能(炉心(核))(4/9)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	工認要目表	保安規定
炉心	減速材温度係数	—	—	—	安全機能全般に関連	-78 ~ +8 × 10 ⁻⁹ (Δk/k)/°C	—	<p>第95条 燃料の取替等</p> <p>第21条 減速材温度係数 モード1及び2(臨界状態)において、負であること モード1、2及び3において、$-78 \times 10^{-5} \Delta k/k/^{\circ}C$以上であること</p> <p>第95条 燃料の取替等 燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷する場合は、燃料取替実施計画(燃料装荷)に従うこと。</p> <p>第21条 減速材温度係数</p> <p>第26条 炉物理検査 —モード2— モード1及び2(臨界状態)において、負であること</p> <p>第95条 燃料の取替等 燃料取替実施計画(燃料装荷)を定める前に、燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷した後の原子炉起動から次回定期検査を開始するために原子炉を停止するまでの期間にわたり原子炉を運転できる取替炉心の燃焼度を用いて、取替炉心の安全性評価を行うこと。</p> <p>第29条 原子炉熱出力 2,660MWt以下であること</p> <p>第23条 制御棒の挿入限界 モード1及び2(臨界状態)において、制御グループバンクが挿入限界以上であること及びオーバーラップを満足していること</p> <p>第22条 制御棒動作機能</p> <p>第24条 制御棒位置指示 全ての制御棒が不整合でないこと</p> <p>制御棒位置指示装置及びステップカウンタが動作可能であること</p>

表3.1-4 各設備の仕様及び安全機能(炉心(核))(5/9)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類A	工認要目表	保安規定
炉心	出力運転時ほう素濃度	—	—	—	安全機能全般に関連	—	—	<p>第95条 燃料の取替等 燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷する場合は、燃料取替実施計画(燃料装荷)に従うこと。</p> <p>第95条 燃料の取替等 燃料取替実施計画(燃料装荷)を定める前に、燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷した後の原子炉起動から次回定期検査を開始するために原子炉を停止するまでの期間にわたり原子炉を運転できる取替炉心の燃焼度を用いて、取替炉心の安全性評価を行うこと。</p> <p>第28条 原子炉熱出力 2,660MWt以下であること</p> <p>第23条 制御棒の挿入限界 モード1及び2(臨界状態)において、制御グループバンクが挿入限界以上であること及びオーバーラップを満足していること</p> <p>第22条 制御棒動作機能</p> <p>第24条 制御棒位置指示 全ての制御棒が不整合でないこと</p> <p>制御棒位置指示装置及びステップカウンタが動作可能であること</p>

表3.1-4 各設備の仕様及び安全機能(炉心(核))(6/9)

機器名称	設備概略仕様	安全 重要度	機器クラス (DB/SA)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	工認要目表	保安規定
炉心	燃料集合体最高燃焼度	—	—	—	安全機能全般に関連	≦55,000MWd/t	参考資料に示す。	<p>第95条 燃料の取替等 燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷する場合は、燃料取替実施計画(燃料装荷)に従うこと。</p> <p>第95条 燃料の取替等 燃料取替実施計画(燃料装荷)を定める前に、燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷した後の原子炉起動から次回定期検査を開始するために原子炉を停止するまでの期間にわたり原子炉を運転できる取替炉心の燃焼度を用いて、取替炉心の安全性評価を行うこと。</p> <p>第28条 原子炉熱出力 2,660MWt以下であること</p> <p>第23条 制御棒の挿入限界 モード1及び2(臨界状態)において、制御グループバンクが挿入限界以上であること及びオーバーラップを満足していること</p> <p>第22条 制御棒動作機能 第24条 制御棒位置指示 全ての制御棒が不整合でないこと</p> <p>制御棒位置指示装置及びステップカウンタが動作可能であること</p>

表3.1-4 各設備の仕様及び安全機能(炉心(核))(7/9)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類A	工認要目表	保安規定
炉心	最大反応度添加率	—	—	—	安全機能全般に関連	$\leq 86 \times 10^{-6} (\Delta k/k)/s$	—	<p>第95条 燃料の取替等 燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷する場合は、燃料取替実施計画(燃料装荷)に従うこと。</p> <p>第95条 燃料の取替等 燃料取替実施計画(燃料装荷)を定める前に、燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷した後の原子炉起動から次回定期検査を開始するために原子炉を停止するまでの期間にわたり原子炉を運転できる取替炉心の燃焼度を用いて、取替炉心の安全性評価を行うこと。</p> <p>第28条 原子炉熱出力 2,660MWt以下であること</p> <p>第23条 制御棒の挿入限界 モード1及び2(臨界状態)において、制御グループバンクが挿入限界以上であること及びオーバーラップを満足していること</p> <p>第22条 制御棒動作機能 第24条 制御棒位置指示 全ての制御棒が不整合でないこと</p> <p>制御棒位置指示装置及びステップカウンタが動作可能であること</p>

表3.1-4 各設備の仕様及び安全機能(炉心(核))(8/9)

機器名称	設備概略仕様	安全 重要度	機器クラス (DB/SA)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	工認要目表	保安規定
炉心	制御棒クラスタ落下時の価値 及び 制御棒クラスタ落下時の核的エンタルピ上昇熱水路係数 $F_{\Delta H}^n$	—	—	—	安全機能全般に関連	制御棒価値 $\leq 0.25\% \Delta k/k$ 核的エンタルピ上昇熱水路係数 ≤ 1.84	—	<p>第95条 燃料の取替等 燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷する場合は、燃料取替実施計画(燃料装荷)に従うこと。</p> <p>第95条 燃料の取替等 燃料取替実施計画(燃料装荷)を定める前に、燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷した後の原子炉起動から次回定期検査を開始するために原子炉を停止するまでの期間にわたり原子炉を運転できる取替炉心の燃焼度を用いて、取替炉心の安全性評価を行うこと。</p> <p>第28条 原子炉熱出力 2,660MWt以下であること</p> <p>第23条 制御棒の挿入限界 モード1及び2において、停止グループバンクが挿入限界以上であること モード1及び2(臨界状態)において、制御グループバンクが挿入限界以上であること及びオーバーラップを満足していること</p> <p>第22条 制御棒動作機能 第24条 制御棒位置指示 全ての制御棒が不整合でないこと 制御棒位置指示装置及びステップカウンタが動作可能であること</p>

表3.1-4 各設備の仕様及び安全機能(炉心(核))(9/9)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	工認要目表	保安規定
炉心	制御棒クラスタ飛び出し時の値 及び 制御棒クラスタ飛び出し時の熱流束熱水路係数FQ	—	—	—	安全機能全般に関連	<p>制御棒価値(%$\Delta k/k$) (サイクル初期 高温全出力時) ≤ 0.15 (サイクル初期 高温零出力時) ≤ 0.90 (サイクル末期 高温全出力時) ≤ 0.15 (サイクル末期 高温零出力時) ≤ 1.0</p> <p>熱流束熱水路係数 (サイクル初期 高温全出力時) ≤ 5.0 (サイクル初期 高温零出力時) ≤ 14 (サイクル末期 高温全出力時) ≤ 5.0 (サイクル末期 高温零出力時) ≤ 26</p>	—	<p>第95条 燃料の取替等 燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷する場合は、燃料取替実施計画(燃料装荷)に従うこと。</p> <p>第95条 燃料の取替等 燃料取替実施計画(燃料装荷)を定める前に、燃料を貯蔵施設から原子炉へ装荷した後の原子炉起動から次回定期検査を開始するために原子炉を停止するまでの期間にわたり原子炉を運転できる取替炉心の燃焼度を用いて、取替炉心の安全性評価を行うこと。</p> <p>第28条 原子炉熱出力 2,660MWt以下であること</p> <p>第23条 制御棒の挿入限界 モード1及び2(臨界状態)において、制御グループバンクが挿入限界以上であること及びオーバーラップを満足していること</p> <p>第22条 制御棒動作機能 第24条 制御棒位置指示 全ての制御棒が不整合でないこと</p> <p>制御棒位置指示装置及びステップカウンタが動作可能であること</p>

表3.1-5 各設備の仕様及び安全機能(炉心(熱水力))

機器名称	設備概略仕様	安全 重要度	機器クラス (DB/SA)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	工認要目表	保安規定
炉心	定格出力時の最 小DNBR	—	—	—	—	2.36 (定格出力時の最小DNBR)	—	第28条 原子炉熱出力 2,660MWt以下であること 第30条 核的エンタルピ上昇熱水路係数 $1.64(1+0.3(1-P))$ 以下であること 第31条 軸方向中性子束出力偏差 原子炉熱出力が50%以上の場合、目標範囲内にあること 原子炉熱出力が15%を超え50%未満の場合、許容運転制限範囲内にあること 第32条 1/4炉心出力偏差 1.02以下であること
	定格出力時の燃 料棒最大線出力 密度	—	—	—	—	41.1kW/m	—	第29条 熱流束熱水路係数 原子炉熱出力が50%を超える場合、 $2.32/P \times K(Z)$ 以下であること 第31条 軸方向中性子束出力偏差 原子炉熱出力が50%以上の場合、目標範囲内にあること 第32条 1/4炉心出力偏差 1.02以下であること

設計基準文書 系統編

計測制御系統

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書系統編のうち、川内1号機の計測制御系統について記載するものであり、設計要求（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 系統の概要

計測制御系統は、以下の設備から構成されており、それぞれの概要を示す。

1.2.1. 原子炉計装

計測制御系統の一つとして、発電用原子炉の運転又は制御保護動作に必要な情報のなかで、特に炉心に関する情報を得るために、以下のような原子炉計装を設ける。

- ・ 炉外核計装

原子炉容器の周囲に中性子束検出器を設置して、炉出力に比例した中性子束レベルを連続測定し、中央制御室の炉外核計装盤で適当な信号処理を行う。発電用原子炉の運転に必要な信号は、中央制御盤に指示、記録し、また、発電用原子炉の制御保護機能に必要な信号は、原子炉制御保護設備に送る。

1.2.2. プロセス計装

プラントの適切かつ安全な運転のために、原子炉制御保護設備、原子炉計装のほかにプロセス計装を設ける。プロセス計装は、プロセスの温度、圧力、流量、水位、電気伝導率等を測定し、その主要な調節計、指示計、記録計等は中央制御盤に配置する。プロセス計装には、1次冷却系計装、化学体積制御系計装、主蒸気及び給水系計装、その他の計装がある。必要なパラメータは、設計基準事故時においても監視でき確実に記録及び保存ができる。

1.2.3. 原子炉保護設備

原子炉保護設備は、プラント計装からの信号により、炉心及び原子炉冷却材圧力バウンダリが運転時の異常な過渡変化状態へ接近するのを検知して、原子炉トリップを行う。

原子炉保護設備は、発電用原子炉プラントの種々のパラメータを監視する2ないし4重チャンネルの検出器を含む計測回路と、それから入力を受信し、原子炉トリップ遮断器を自動的に開くための2重トレンの論理回路とで構成する。発電用原子炉の停止及び炉心冷却並びに放射性物質の閉じ込めの機能の状況を監視するために必要なパラメータは、設計基準事故時においても監視でき確実に記録及び保存ができる。

1.2.4. 工学的安全施設作動設備

工学的安全施設作動設備は、1次冷却材喪失事故あるいは主蒸気管破断事故等に際して、炉心の冷却を行い、原子炉格納容器バウンダリを保護するための設備を起動するものである。また、2次系の異常な減圧のような運転時の異常な過渡変化時にも、非常用炉心冷却設備を作動し制御棒クラスタの挿入に加えて炉心へのほう酸注入により炉心を臨界未満にでき、かつ維持できる。

工学的安全施設作動設備として、非常用炉心冷却設備、原子炉格納容器隔離弁、補助給水ポンプ、アニュラス空気浄化設備、格納容器スプレイ設備及びそれらの関連機器を作動させる回路を設ける。これらの回路は、プラントの諸変数を監視する多重計測回路と、それから信号を受けて工学的安全施設を作動させる多重の論理回路とで構成する。

1.2.5. 制御室

(1) 中央制御室

計測制御系統施設のうち、プラント主系統（発電用原子炉及びタービン発電機）の運転に必要な監視及び操作装置は、集中化し、中央制御盤に設置する。

(2) 中央制御室外原子炉停止装置

火災その他の異常な状態により、中央制御室が使用できない場合において、中央制御室での操作に優先して使用できる中央制御室外原子炉停止装置を設置する。中央制御室外原子炉停止装置は、発電用原子炉を停止し、高温停止状態に直ちに移行し、その後、発電用原子炉を低温停止状態に導き維持することができる。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項			
1	概要				
	1.1	本書の目的	当該 DBD の対象系統を明確にする。		
	1.2	系統の概要	当該系統の主たる機能及び構成について概略記載する。		
	1.3	章構成と記載事項	本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。		
2	設計要件				
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則	当該系統の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則を抽出して記載する。		
	2.2	系統の設計要件	1.2 章で示した計測制御系統の各設備について、以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。		
		2.2.1	安全機能に関する設計要件	各設備がもっている安全機能について、それに関する設計要件を安全解析での想定に紐づく要求事項をベースとして記載する。	
		2.2.2	信頼性に関する設計要件	次の 2 つの観点で、当該系統に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。	
			2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件	当該系統の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
			2.2.2.2	その他の一般的な設計要件	外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の仕様及び安全機能	2.2.1 章の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。			
	3.1	監視対象及び構成設備	2.2.1 章を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するための監視対象及び機能を実現する構成設備の概略仕様等を整理する。		

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則

計測制御系統は、以下に示す設置許可基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十条 誤操作の防止
- 第十二条 安全施設
- 第十三条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時の拡大防止
- 第十四条 全交流動力電源喪失対策設備
- 第十五条 炉心等
- 第十六条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
- 第十九条 非常用炉心冷却設備
- 第二十一条 残留熱を除熱することができる設備
- 第二十二条 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第二十五条 反応度制御系統及び原子炉停止系統
- 第二十六条 原子炉制御室等
- 第三十二条 原子炉格納施設
- 第三十三条 保安電源設備

2.2. 系統の設計要件

2.1 項で示した計測制御系統が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに計測制御系統の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第三十三条については、計測制御系統の機能を発揮するための前提となる機能（駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は電源設備に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求（2.2.1 章）

- 第十三条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時の拡大防止
- 第十四条 全交流動力電源喪失対策設備
- 第十五条 炉心等
- 第十六条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
- 第十九条 非常用炉心冷却設備
- 第二十一条 残留熱を除熱することができる設備
- 第二十二条 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第二十五条 反応度制御系統及び原子炉停止系統
- 第二十六条 原子炉制御室等
- 第三十二条 原子炉格納施設

② 信頼性に関する設計要件（2.2.2 章）

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設（単一故障想定、多重性又は多様性、独立性、耐環境性、飛散物による損層の防止）

2.2.1. 安全機能要求に関する設計要件

計測制御系統には、1.2 で示した設備から構成されており、それぞれの設備に対し以下の安全機能が要求される。

2.2.1.1. 原子炉計装

1)工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能（安全重要度：MS-1）

運転時の過出力、出力の異常な上昇など設計基準事故時において、原子炉を自動的に停止する機能（原子炉トリップ機能）を設ける（設置許可基準規則二十四条）。このために必要となる原子炉計装設備を設ける。このための監視パラメータについては、2.2.1.3に併せて示す。

2)緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能（安全重要度：MS-3）

a)ほう素の異常な希釈の監視(安全解析対象):原子炉停止中のほう素の希釈事象の監視のため、炉外核計装（中性子源領域中性子束）による監視、及び異常な上昇があった際には警報を発信する設計とする（設置許可基準規則十五条）。

b)ほう素の異常な希釈の監視(安全解析対象):原子炉出力運転中にほう素の希釈による制御棒の異常な挿入状態を監視するため、制御棒クラスタの位置を監視し、異常な挿入があった際には警報を発信する設計とする（設置許可基準規則十五条）。

2.2.1.2. プロセス計装

1) 事故時のプラント状態の把握機能（MS-2）

設計基準事故の発生時の状態の把握、対策を講じるために必要となるプラント監視パラメータを計測する設備、及び表示、記録するための設備を設け、中央制御室に表示される設計とする。これらの設備は、計測範囲が監視の対象とする設計基準事故において変動範囲を含む設計とする。必要となる主なプラント監視パラメータを以下に示す（設置許可基準規則二十三条）。

- 1次冷却材圧力
- 1次冷却材高温側温度（広域）
- 1次冷却材低温側温度（広域）
- 蒸気発生器水位（広域）
- ほう酸タンク水位
- 燃料取替用水タンク水位
- 制御用空気圧力
- 格納容器内温度
- 原子炉補機冷却水サージタンク水位
- 格納容器再循環サンプル水位（狭域、広域）
- 補助給水流量
- ほう酸注入ライン流量
- 補助注入ライン流量
- 余熱除去流量
- 復水タンク水位

2.2.1.3. 原子炉保護装置

- 1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能 (MS-1)
- 2) 未臨界の維持機能、原子炉停止後の除熱機能、炉心冷却機能、放射性物質の閉じ込め機能、遮へいおよび放出低減機能を有する系統、機器を直接作動、制御する機能 (MS-1)
- 2) 安全上特に重要な関連機能を直接作動、制御する機能 (MS-1)

運転時の過出力、出力の異常な上昇など設計基準事故時において、原子炉を自動的に停止するため複数の原子炉トリップ信号を設ける設計とする。このため、必要となるプラント監視パラメータを計測する設備、及び停止条件を判定するための演算を実行する設備、及び停止動作を実施する設備により構成される設計とする（設置許可基準規則二十四条）。

原子炉トリップとそのパラメータを以下の表に示す。

機能	プラント監視パラメータ	安全解析において当該機能が作動している事象
・中性子源領域中性子束高	・中性子源領域中性子束	—
・中間領域中性子束高	・中間領域中性子束	—
・出力領域中性子束高（低設定）	・出力領域中性子束	・原子炉起動時における制御棒の異常な引き抜き ・制御棒飛び出し
・出力領域中性子束高（高設定）	・出力領域中性子束	・出力運転中の制御棒の異常な引き抜き ・制御棒飛び出し
・出力領域中性子束変化率高	・出力領域中性子束	—
・過大温度 ΔT 高	・1次冷却材高温側温度 ・1次冷却材低温側温度 ・加圧器圧力 ・出力領域中性子束	・出力運転中の制御棒の異常な引抜 ・蒸気発生器伝熱管破損
・過大出力 ΔT 高	・1次冷却材高温側温度 ・1次冷却材低温側温度 ・出力領域中性子束	—
・原子炉圧力高（加圧器圧力高）	・加圧器圧力	・主給水流量喪失 ・負荷の喪失
・原子炉圧力低（加圧器圧力低）	・加圧器圧力	・制御棒の落下及び不整合 ・原子炉冷却材系の異常な減圧 ・出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動 ・原子炉冷却材喪失

機能	プラント監視パラメータ	安全解析において当該機能が作動している事象
・ 1次冷却材流量低	・ 1次冷却材流量	・ 原子炉冷却材の部分流量喪失 ・ 原子炉冷却材ポンプの軸固着
・ 1次冷却材ポンプ電源電圧低	・ 1次冷却材ポンプ電源電圧	・ 原子炉冷却材流量の喪失
・ 1次冷却材ポンプ電源周波数低	・ 1次冷却材ポンプ電源周波数	—
・ 1次冷却材ポンプ遮断器開	・ 1次冷却材ポンプ遮断器	—
・ タービントリップ	・ タービン非常用遮断器油圧 ・ 主蒸気止め弁開閉状態	—
・ 蒸気発生器給水流量低	・ 給水流量 ・ 主蒸気流量 ・ 蒸気発生器水位	—
・ 蒸気発生器水位異常低	・ 蒸気発生器水位（狭域）	・ 主給水流量喪失 ・ 主給水管破断
・ 加圧器水位高	・ 加圧器水位	—
・ 地震加速度高（水平方向加速度高、垂直方向加速度高）	・ 地震計	—
・ 手動	—	—

- 安全保護系のデジタル計算機は、不正アクセス行為その他の電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止することができる設計とする（設置許可基準規則二十四条）。このため、以下の点について考慮した設計とする。
- a) 安全保護系のデジタル計算機は、これが収納された盤の施錠等により、ハードウェアを直接接続させないことで物理的に分離し、外部ネットワークへのデータ伝送の必要がある場合は、ゲートウェイを介して一方向通信（送信のみ）にすることにより送信のみに制限することで機能的に分離する設計とする。
 - b) 安全保護系のデジタル計算機は、外部からの不正アクセスを防止するため、計算機固有のプログラム及び言語を使用し、一般的なコンピュータウイルスが動作しない環境となる設計とする。
 - c) 安全保護系のデジタル計算機の設計、製作、試験及び変更管理の各段階において、「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程（JEAC4620-2008）」及び「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針（JEAG4609-2008）」に準じて、検証及び妥当性確認（コンピュータウイルスの混入防止を含む。）がなされたソフトウェアを使用する設計とする。
 - d) 不正な変更等による承認されていない動作や変更を防ぐため、発電所出入管理により、物理的アクセスを制限するとともに、安全保護系のデジタル計算機のパスワード管理により、電氣的アクセスを制限する設計とする。

2.2.1.4. 工学的安全施設作動設備

- 1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能 (MS-1)
- 2) 未臨界の維持機能、原子炉停止後の除熱機能、炉心冷却機能、放射性物質の閉じ込め機能、遮へいおよび放出低減機能を有する系統、機器を直接作動、制御する機能 (MS-1)
- 3) 安全上特に重要な関連機能を直接作動、制御する機能 (MS-1)
- 4) 未臨界の維持機能、原子炉停止後の除熱機能、炉心冷却機能、放射性物質の閉じ込め機能、遮へいおよび放出低減機能を有する系統、機器の状態を監視する機能 (MS-2)
- 5) 安全上特に重要な関連機能の状態を監視する機能 (MS-2)
- 6) 燃料プール水の補給機能、放射性物質放出の防止機能を直接作動、制御する機能 (MS-2)
- 7) 異常状態の緩和機能を直接作動、制御する機能 (MS-2)

原子炉冷却材喪失などの設計基準事故時において、必要に応じ工学的安全施設作動設備を動作させ非常用炉心冷却設備、原子炉格納容器隔離弁あるいは原子炉格納容器スプレイ設備等の工学的安全施設が自動的に動作する設計とする（設置許可基準規則二十四条）。このために必要となるプラント監視パラメータを計測する設備、及び作動条件を判定するための演算を実行する設備、及び作動信号を発信する設備により構成される設計とする。

工学的安全施設作動信号とそのパラメータを以下の表に示す。

機能	プラント監視パラメータ	安全解析において主として仮定されている対象事象
ー非常用炉心冷却設備作動 ・原子炉圧力低と加圧器水位低の一致	・加圧器圧力 ・加圧器水位	・2次冷却系の異常な減圧 ・蒸気発生器伝熱管破損
・原子炉圧力異常低	・加圧器圧力	・原子炉冷却材喪失
・主蒸気流量高と主蒸気ライン圧力低あるいは1次冷却材平均温度異常低の一致	・主蒸気流量 ・主蒸気圧力 ・1次冷却材温度	・主蒸気管破断
・主蒸気ライン差圧高	・主蒸気圧力	ー
・原子炉格納容器圧力高	・原子炉格納容器圧力	・原子炉冷却材喪失
・手動	ー	ー
ー主蒸気ライン隔離 ・原子炉格納容器圧力異常高	・原子炉格納容器圧力	ー
・主蒸気流量高と主蒸気ライン圧力低あるいは1次冷却材平均温度異常低の一致	・主蒸気圧力	・主蒸気管破断
・手動	ー	ー
ー原子炉格納容器スプレイ作動 ・原子炉格納容器圧力異常高	・原子炉格納容器圧力	・原子炉冷却材喪失
・手動	ー	ー

2.2.1.5. 制御室

中央制御室は、以下に示す機能を持たせる設計とする（設置許可基準規則二十六条）。

a) 原子炉及び主要な関連設備の運転状況の監視及び操作

中央制御室において監視、操作する対象機器については、各系統の設計基準文書に示す。

b) 炉心、原子炉冷却材圧力バウンダリ、原子炉格納容器バウンダリ及びそれらが関連する系統の健全性を確保するための主要パラメータの監視

c) 事故時において、事故の状態を知り対策を講ずるために必要なパラメータの監視

1) 制御室外からの安全停止機能（MS-2）

中央制御室が使用できない場合には、中央制御室外原子炉停止盤により中央制御室外の適切な場所から原子炉を停止し、高温停止状態に直ちに移行し、その後、原子炉を低温停止状態にすることができる設計とする。高温停止に対し、操作が時間的に急を要する機器、及び高温停止状態において操作を行う頻度の高い機器の操作器は、中央制御室外原子炉停止盤から操作を行うことができる設計とする。

中央制御室外原子炉停止盤において監視、操作する対象機器については、各系統の設計基準文書に示す。

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する計測制御装置の設計指針 (JEAG4611-2009)」を参照すると、計測制御系統の各設備は 2.2.1.1～2.2.1.4 に示す通り、それぞれが持つ機能に対応した MS-1～MS-3 に分類される複数の重要度を有する。このため、それぞれの設備は、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。計測制御系統の各設備（計測対象、関連設備）について、どの重要度を有しているか、表 3.1-1 及び 3.1-2 の安全重要度の欄に示す。

計測制御系統のうち、それぞれの重要度に応じた設計要求事項を表 2.2.2-1 に示す。安全重要度に対応する一般的な設計要求については、要求されるものについて“○”とし、推奨であり必須でないものは、必要ないものと同じ分類とし“×”とする。この要求に対応して、表 3.1-1 及び 3.1-2 に示す各設備は、それぞれの安全重要度に応じた要求事項を満足する設計とする。

一般的な要求事項のうち、耐震性、耐環境性については、指針に要求が明記されていることから要否について示す。これらに関する要求、及び対応については 2.2.2.2 にて示す。

表2.2.2-1 安全重要度に対応する設計要求事項

安全機能を有する計測制御装置		①多重性又は多様性	②分離独立性	事故時耐環境性	耐震性 ^{注1}	非常用電源	試験性	記録
MS-1	安全保護系	○	○	○	S	○	○	×
	MS-1の系統・機器を直接制御するもの	○	○	○	S	○	○	×
MS-2 (MS-2の系統・機器を直接制御するもの)	燃料プール水の補給	×	×	×	S	○	○	—
	放射性物質放出の防止	○ ^{注2}	○ ^{注2}	×	C	×	○	—
	異常状態の緩和（加圧器逃し弁の手動操作）	○ ^{注2}	○ ^{注2}	○	S	○	○	—
	制御室外からの安全停止	×	×	×	S ^{注3}	○ ^{注3}	○	—
MS-2	事故時のプラント状態の把握のために最小限必要となる情報提供系	○	○	○	S	○	○	○
MS-2	安全を確保するための急速な手動操作の判断に最小限必要となる情報提供系	○	○	○	S	○	○	○
MS-2	MS-1の系統・機器の主たる情報を監視するもの	○	○	○	S	○	○	○
PS-3	異常状態の起因事象となる計測制御装置（安全保護系を除く）	×	×	×	C	×	○	×
MS-3	MS-3の計測制御装置	×	×	×	C	×	○	×

注1：耐震性については耐震クラスで示す。

注2：制御する当該系が多重性又は多様性を有する場合に、制御系も準じるものとする。

注3：制御室からの安全停止機能に関連するもの

<設計要求事項>

①：安全保護系は、計測設備（検出端）から演算設備まで全体として多重チャンネル構成とする。具体的には、1チャンネルを試験などにより動作不能とした場合でも単一故障により安全保護機能を喪失しないよう、4チャンネル構成とする。なお、プラント起動時のみである以下設備については、2チャンネル構成とする（設置許可基準規則二十四条）。

- ・中性子源領域中性子束高
- ・中間領域中性子束高

②：多重化したチャンネルについては、検出端から信号処理を行う設備、及び原子炉の自動停止、工学的安全施設動作設備を自動的に動作させる設備まで独立した設備とする。このための要求事項を以下に示す。

- ・独立した各チャンネルの設備は、電気的な接続を持たない設計とする。
- ・独立した各チャンネルの設備は、伝送路を含め、他に影響を与えないよう物理的にも分離した設計とする。
- ・チャンネル間で情報の授受が必要となる場合には、故障が波及しないよう、光通信など隔離されたものとする。
- ・チャンネル間での授受が、その故障時にも安全側の動作となるよう、保護動作に対し影響を与えない設計とする。
- ・独立した各チャンネルの設備は、それぞれ独立した個別の母線から給電される設計とする。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1 章、2.2.2.1 章以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 飛散物による損傷の防止
- 耐環境性

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

計測制御系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601 に基づく耐震設計としている。3 章に示す計測制御系統に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

計測制御系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して 安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、計測制御系統は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 計測制御系統の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設、及び耐震 S クラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

計測制御系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれないよう設計している。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

計測制御系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 計測制御系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1,2 に属する施設とする。
- ii) 計測制御系統の防護対象施設は、屋内の防護対象施設に該当し、防護対象施設を内包する建屋により防護する設計としている。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 計測制御系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1,2 に属する施設とする。
- ii) 計測制御系統の防護対象施設は、屋内の防護対象施設に該当し、防護対象施設を内包する建屋により防護する設計としている。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 計測制御系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1,2に属する施設とする。
- ii) 計測制御系統の防護対象施設は、屋内の防護対象施設に該当し、防護対象施設を内包する建屋により防護する設計としている。外部火災による二次的影響（ばい煙）については、適切な防護対策を講じることで防護対象施設の安全機能を損なわない設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

計測制御系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第八条に従い、火災によりその安全性が損なわれないよう設計している。

②設計方針

計測制御系統は、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有するため、当該系統が設置される区域及び区画を火災防護審査基準が定める火災区域及び火災区画として定めた上で、設定した火災区域、及び火災区画に対し、火災防護審査基準が定める火災防護対策を講じた設計としている。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

計測制御系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれないよう設計している。

②設計方針

計測制御系統は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認する。

6) 飛散物による損傷防護

①設置許可基準規則に基づく要求

計測制御系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわないものとなるように設計している。

②設計方針

計測制御系統に関する飛散物防護の対象設備は以下の通りである。

- i) タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TG カップリング、タービンディスク、高圧タービン、ロータなどの飛来物によって安全施設の機能が損なわれる可能性をきわめて低くする設計とする。系統の多重性、配置等の関連により評価対象外となる。
- ii) 高温高圧の流体を内包する 1 次冷却材管、主蒸気管、主給水管について、仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により、計測制御系統の機能が損なわれることのないよう配置上の考慮を払うとともに、それらの影響を低減させるための手段として、一次冷却材管には LBB を適用し、主蒸気、主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

7) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

計測制御系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができるように設計している。

②設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設的设计条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるように設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 計測対象及び関連設備

計測制御系統を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 及び 3.1-2 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(監視対象)(1/4)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	工認要目表	保安規定
1次冷却材高温側温度(狭域)	280~340℃	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項、2.2.1.4項) ・過大温度ΔT高原子炉トリップ ・過大出力ΔT高原子炉トリップ ・1次冷却材平均温度異常低炉心冷却設備作動及び主蒸気ライン隔離	—	参考資料に示す。	—
1次冷却材低温側温度(狭域)	270~330℃	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項、2.2.1.4項) ・過大温度ΔT高原子炉トリップ ・過大出力ΔT高原子炉トリップ ・1次冷却材平均温度異常低炉心冷却設備作動及び主蒸気ライン隔離	—	参考資料に示す。	—
中性子源領域中性子束	$1 \times 10^0 \sim 1 \times 10^6$ cps	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.1項、2.2.1.3項) ・中性子源領域中性子束高 2) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能(2.2.1.1項) ・中性子源領域原子炉停止時中性子束高警報	$1 \sim 10^6$ cps	参考資料に示す。	—
中間領域中性子束	$10^{-11} \sim 5 \times 10^{-3}$ A	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.1項、2.2.1.3項) ・中間領域中性子束高原子炉トリップ	$10^{-11} \sim 5 \times 10^{-3}$ A	参考資料に示す。	—
出力領域中性子束	0~120%	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.1項、2.2.1.3項) ・出力領域中性子束高原子炉トリップ ・出力領域中性子束変化率高(増加率高) ・出力領域中性子束変化率高(減少率高)	0~120%	参考資料に示す。	—
加圧器圧力	11.0~17.5MPa	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項、2.2.1.4項) ・加圧器圧力低原子炉トリップ ・加圧器圧力高原子炉トリップ ・加圧器圧力異常低非常用炉心冷却設備作動 ・加圧器圧力と加圧器水位低の一致非常用炉心冷却設備作動	—	参考資料に示す。	—
加圧器水位	0~100%	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項、2.2.1.4項) ・加圧器水位高原子炉トリップ ・加圧器圧力低と加圧器水位低の一致非常用炉心冷却設備作動 1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~100%	参考資料に示す。	—
蒸気発生器水位(狭域)	0~100%	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項) ・蒸気発生器水位異常低原子炉トリップ ・蒸気発生器水位異常高タービントリップ 1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項) 2) 未臨界の維持機能、原子炉停止後の除熱機能、炉心冷却機能、放射性物質の閉じ込め機能、遮へいおよび放出低減機能を有する系統、機器を直接作動、制御する機能(2.2.1.4項、2.2.1.5項)	0~100%	参考資料に示す。	—

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(監視対象)(2/4)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	工認要目表	保安規定
給水流量	—	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.4項) ・蒸気>給水流量不一致原子炉トリップ	—	—	—
主蒸気圧力	0~8.5MPa	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.4項) ・主蒸気ライン圧力低非常用炉心冷却設備作動及び主蒸気ライン隔離 ・蒸気ライン差圧高炉心冷却設備作動 1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~8.5MPa	参考資料に示す。	—
主蒸気流量	—	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.4項) ・主蒸気流量高非常用炉心冷却設備作動及び主蒸気ライン隔離	—	—	—
1次冷却材流量	0~120%	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項) ・1次冷却材流量低原子炉トリップ	—	参考資料に示す。	—
1次冷却材ポンプ母線電圧低	—	3	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項) ・1次冷却材ポンプ電源電圧低原子炉トリップ	—	—	—
1次冷却材ポンプ母線周波数低	—	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項) ・1次冷却材ポンプ電源周波数低原子炉トリップ	—	—	—
タービン非常用遮断油圧	—	MS-1	—	C(S)	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項) ・タービントリップ(タービン非常用遮断油圧低)による原子炉トリップ	—	—	—
主蒸気止め弁状態	弁閉止状態	MS-1	—	C(S)	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項) ・タービントリップ(主蒸気止め弁閉)による原子炉トリップ	—	—	—
地震計(水平)、(鉛直)	水平(上部階/下部階) 260Gal/160Gal 鉛直80Gal	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項) ・地震加速度高による原子炉トリップ	—	—	—
1次冷却材ポンプしゃ断器開	しゃ断器開状態	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項) ・1次冷却材ポンプしゃ断器開による原子炉トリップ	—	—	—
手動(原子炉トリップ)	—	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.3項) ・手動原子炉トリップ	—	—	—
手動(非常用炉心冷却設備作動)	—	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.4項) ・手動非常用炉心冷却設備作動	—	—	—
手動(主蒸気ライン隔離)	—	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.4項) ・手動主蒸気ライン隔離	—	—	—
手動(原子炉格納容器スプレイ作動)	—	MS-1	—	S	1) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能(2.2.1.4項) ・手動原子炉格納容器スプレイ作動	—	—	—

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(監視対象)(3/4)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	工認要目表	保安規定
1次冷却材低温側温度(広域)	0~400℃	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~400℃	参考資料に示す。	—
1次冷却材圧力	0~21.0 MPa	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~21.0 Mpa	参考資料に示す。	—
ほう酸タンク水位	0~100%	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~100%	参考資料に示す。	—
補助給水流量	0~180 m ³ /h	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~180 m ³ /h	参考資料に示す。	—
蒸気発生器水位(広域)	0~100%	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~100%	参考資料に示す。	—
復水タンク水位	0~100%	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~100%	参考資料に示す。	—
燃料取替用水タンク水位	0~100%	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~100%	参考資料に示す。	—
格納容器内温度	0~220℃	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~220℃	参考資料に示す。	—
原子炉補機冷却水サージタンク水位	0~100%	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~100%	参考資料に示す。	—
補助注入ライン流量	0~225 m ³ /h	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~225 m ³ /h	参考資料に示す。	—
ほう酸注入ライン流量	0~225 m ³ /h	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~225 m ³ /h	参考資料に示す。	—
余熱除去流量	0~1100 m ³ /h	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~1100 m ³ /h	参考資料に示す。	—
格納容器再循環サンプ水位(狭域)	0~100%	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~100%	参考資料に示す。	—

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(監視対象)(4/4)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	工認要目表	保安規定
格納容器再循環サンプ水位(広域)	0~100%	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	0~100%	参考資料に示す。	—
制御用空気圧力	—	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	—	—	—
原子炉トリップ遮断器の状態	ON-OFF	MS-2	—	S	1) 事故時のプラント状態の把握機能(2.2.1.2項)	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

表3.1-2 各設備の仕様及び安全機能(関連設備)

機器名称	設備概略仕様	安全 重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	許認可書類における記載事項		
					設置許可 添付書類八	工認要目表	保安規定
原子炉保護系計器ラック	・原子炉トリップ設定値判定、信号出力 ・工学的安全施設作動設定値判定、信号出力	MS-1 MS-2	—	S	—	—	—
炉外核計装盤	・原子炉トリップ設定値判定、信号出力 ・警報設定値判定、信号出力	MS-1 MS-2 MS-3	—	S	—	—	—
原子炉トリップ遮断器盤	・原子炉トリップ動作(遮断器断)	MS-1	—	S	—	—	—
原子炉安全保護盤	・各補機に対し工学的安全施設作動信号発信	MS-1 MS-2	—	S	—	—	—
原子炉制御系計器ラック	—	MS-3	—	C	—	—	—
制御棒制御盤ロジックキャビネット	—	MS-3	—	C	—	—	—
中央制御盤	—	MS-1 MS-2 MS-3	—	S	—	—	—
中央制御室外原子炉停止盤	—	MS-2	—	S	—	—	—
警報監視盤	—	MS-3	—	C	—	—	—

1.3-552

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則第十七条及び第五十五条が定める材料及び構造、第十八条及び第五十六条が定める使用中の亀裂等による破壊の防止、第二十一条及び第五十八条が定める耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

設計基準文書 系統編
制御用空気系統

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）系統編のうち、川内1号機の制御用空気系統について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 系統の概要

制御用空気系統は、制御用空気圧縮機、空気溜、除湿装置、配管、弁等で構成され、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に、原子炉格納容器内、中間建屋内、原子炉補助建屋内、タービン建屋内等に設置されている空気作動弁、空気作動ダンパ、制御器、計測器等に清浄で乾燥した圧縮空気を供給する機能を有する系統である。

制御用空気系統の安全機能を期待する設計基準事故は2.2.1に示される。

制御用空気系統は、安全重要度分類上、特に重要度の高い安全機能である「安全上特に重要な関連機能（MS-1）」及び「放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能（MS-1）」を有するため、多重性を持たせた設計としている。具体的には、制御用空気圧縮機は、Aトレン、Bトレンにそれぞれ1台ずつ設置され、設計基準事故時に要求される制御用空気を片トレンのみで供給可能な容量を有している。

また、制御用空気系統は耐震Sクラスで設計される。

制御用空気圧縮機は、各トレンで独立した非常用母線に接続し、外部電源喪失時にはディーゼル発電機により給電する設計としている。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
1	概要	
	1.1	本書の目的 当該 DBD の対象系統を明確にする。
	1.2	系統の概要 当該系統の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。
	1.3	章構成と記載事項 本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。
2	設計要件	
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則等 当該系統の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則等を抽出して記載する。
	2.2	系統の設計要件 2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。
	2.2.1	安全機能に関する設計要件 系統機能整理表に基づき、当該系統の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。
	2.2.2	信頼性に関する設計要件 次の 2 つの観点で、当該系統に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。
	2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件 当該系統の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
	2.2.2.2	その他の一般的な設計要件 外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。
	3.1	系統構成設備 2.2.1 を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

制御用空気系統は、以下に示す設置許可基準規則等に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第十三条 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
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第三十二条 原子炉格納施設
- 第三十三条 保安電源設備

[技術基準規則]

- 第十七条 材料及び構造
- 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 第二十条 安全弁等
- 第二十一条 耐圧試験等
- 第四十八条 準用

2.2. 系統の設計要件

2.1 で示した制御用空気系統が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに制御用空気系統の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条、第二十四条、第三十三条については、制御用空気系統の機能を発揮するための前提となる機能（制御や駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統、非常用電源系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求 (2.2.1)

- 第十三条 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
- 第三十二条 原子炉格納施設

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2)

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

制御用空気系統には、以下の安全機能が要求される。¹

- 安全上特に重要な関連機能
- 異常状態の緩和機能（直接関連系）

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様、及び、安全解析で使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では、安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに、表 2.2.1-1 に示す制御用空気系統を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）を示す。

1) 安全上特に重要な関連機能

A) MS-1 関連補機への空気供給機能

制御用空気系統は、原子炉停止後の除熱機能、放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能、及び安全上特に重要な関連機能を達成するために動作が期待される空気作動弁及びダンパに制御用空気を供給できなければならない。表 2.2.1-2 に示す設計基準事象の安全解析において、主蒸気逃がし弁、安全補機室空気浄化系統、及びアニュラス空気浄化系統の弁及びダンパへ制御用空気が供給され、各機器を動作させることが安全評価の想定に基づく設計要件となる。

ただし、安全評価においては、制御用空気系統設備のパラメータを使用しているものではないため、具体的な仕様に対する確認項目はない。

2) 異常状態の緩和機能(直接関連系)

A) 加圧器逃がし弁への空気を供給する機能

制御用空気系統は、表 2.2.1-3 に示す設計基準事象の安全解析において、1 次冷却系統を減圧する機能を有する加圧器逃がし弁へ制御用空気が供給され、各機器を動作させることが安全評価の想定に基づく設計要件となる。

ただし、安全評価においては、制御用空気系統設備のパラメータを使用しているものではないため、具体的な仕様に対する確認項目はない。

¹ 制御用空気系統は CV バウンダリとしての放射性物質の閉じ込め機能（MS-1）を有するが、CV バウンダリに関しては、設計基準文書 系統編「原子炉格納施設」にて記載される。

表 2.2.1-1 制御用空気系統に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において制御用空気系統を考慮している 設計基準事象※1			安全機能	
			1)	2)
分類	事象名	設置（変更）許可申請書 における記載箇所	安全上特に重要な 関連機能	異常状態の緩和機能 (直接関連系)
設計 基準 事象	蒸気発生器伝熱管破損	添付書類十 3.4.2	○	○
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.4.4	○	—
	制御棒飛び出し	添付書類十 3.4.5	○	—

※1：解析評価において作動を想定している設備に対し、制御用空気系統から空気供給が行われる事象を抽出。

表 2.2.1-2 安全解析において安全上特に重要な関連機能としての制御用空気系統からの空気の供給を想定している機器

分類	事象名	設置（変更）許可申請書 における記載箇所	制御用空気系統からの空気供給によって 動作している設備
設計 基準 事象	蒸気発生器伝熱管破損	添付書類十 3.4.2	・主蒸気逃がし弁
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.4.4	・安全補機室排気ファン入口ダンパ ・安全補機室排気ファン出口ダンパ ・アニュラス出口弁
	制御棒飛び出し	添付書類十 3.4.5	・アニュラス空気浄化よう素フィルタユニット入口弁 ・アニュラス空気浄化よう素フィルタユニット出口弁 ・アニュラス全量排気弁 ・アニュラス少量排気弁 ・アニュラス戻り弁

表 2.2.1-3 安全解析において異常状態の緩和機能（直接関連系）としての制御用空気系統からの空気の供給を想定している機器

分類	事象名	設置（変更）許可申請書 における記載箇所	制御用空気系統からの空気供給によって 動作している設備
設計 基準 事象	蒸気発生器伝熱管破損	添付書類十 3.4.2	・加圧器逃がし弁

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針（JEAG4612-2010）」を参照すると、制御用空気系統は、『安全上特に重要な関連機能』、『放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能』を有するMS-1に分類され、設置許可基準規則による「安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの」（第十二条2項）及び「重要安全施設」（第十二条6項）に分類される。

従って、設置許可基準規則第十二条2項に従い、制御用空気系統の内、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、最も厳しい単一故障を想定しても系統機能を満足する設計としなければならない。

また、設置許可基準規則第十二条6項に従い、制御用空気系統の内、重要安全施設に該当する範囲は原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としなければならない。

上記要求を踏まえ、制御用空気系統は2トレン構成としており、各トレンに制御用空気圧縮機を1台ずつ設置している。制御用空気圧縮機は、各トレンで独立のディーゼル発電機に接続し、構成する機器の単一故障の仮定に加え外部電源が利用できない場合においてもその安全機能が達成できるように、多重性及び独立性を有する設計としている。また、制御用空気系統の内、重要安全施設に該当する範囲は原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としている。

この設計構成を維持することが、多重性、独立性を担保するための設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1、2.2.2.1以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

制御用空気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示す制御用空気系統に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

制御用空気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、制御用空気系統は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 制御用空気系統の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設、及び耐震 S クラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

制御用空気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

制御用空気系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 制御用空気系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) これら制御用空気系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 制御用空気系統の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) これら制御用空気系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 制御用空気系統の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) 制御用空気系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。外部火災による二次的影響（ばい煙）については、適切な防護対策を講じることで防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

制御用空気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第八条に従い、火災によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

制御用空気系統は、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有するため、当該系統が設置される区域及び区画を火災防護審査基準が定める火災区域及び火災区画として定めた上で、設定した火災区域及び火災区画に対し、火災防護審査基準が定める火災防護対策を講じた設計としている。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

制御用空気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

制御用空気系統は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

制御用空気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

②設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

制御用空気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

②設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高圧の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により制御用空気系統の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。またそれらの影響を低減させるための手段として、1次冷却材管には、LBBを適用し、主蒸気・主給水管については配管ホイップレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高圧タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。

8) 材料及び構造

設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME 設計・建設規格）等に従い設計する。

9) 使用中の亀裂等による破壊の防止

クラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。

使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、亀裂その他の欠陥により破壊を引き起こされないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

使用中のクラス1機器の耐圧部分は、貫通する亀裂その他の欠陥が発生しないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

1 0) 安全弁等

蒸気タービン、発電機、変圧器及び遮断器を除く設計基準対象施設に設置する安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁は、日本機械学会「設計・建設規格」(JSME S NC1) 及び日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2001) 及び (JSME S NC1-2005) 【事例規格】 過圧防護に関する規定 (NC-CC-001)」に適合するよう設計する。なお、安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁については、施設時に適用した告示 (通商産業省「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準 (昭和 55 年通商産業省告示第 501 号)」) の規定に適合する設計とする。

1 1) 耐圧試験等

クラス 1 機器、クラス 2 機器、クラス 3 機器、クラス 4 管及び原子炉格納容器は、施設時に、当該機器の技術基準規則で定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。ただし、気圧により試験を行う場合であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力 (原子炉格納容器にあつては、最高使用圧力の 0.9 倍) までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。

1 2) 準用

①原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

制御用空気系統は、設計基準対象施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 系統構成設備

制御用空気系統を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項				
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定		
A/B制御用空気圧縮機	—	MS-1	DB3 (制御用空気圧縮機は) — / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)MS-1関連補機への空気供給機能	容量:約18(Nm ³ /min)/台	参考資料に示す。	—		
A/B制御用空気溜						容量:約11m ³ /基			—	—
A/B制御用空気除湿装置						容量:約18(Nm ³ /min)/台			—	—
IASヘッダ連絡管1A /1Bヘッダ隔離弁	電動弁	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)MS-1関連補機への空気供給機能	—	—	—		
IAS主蒸気逃がし弁等供給元弁	電動弁	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)MS-1関連補機への空気供給機能	—	—	—		
IAS主蒸気逃がし弁等供給逆止弁	逆止弁	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)MS-1関連補機への空気供給機能	—	—	—		
IAS格納容器内供給元弁	電動弁	MS-1	DB3 / —	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)MS-1関連補機への空気供給機能	—	—	—		
配管・継手 (MS-1関連補機への空気供給範囲)	—	MS-1	DB3 / — (一部 SA2)	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)MS-1関連補機への空気供給機能	—	—	—		
配管・継手 (MS-2関連補機への空気供給範囲)	—	MS-2	DB3 (一部 DB2) / SA2	S	2)異常状態の緩和機能(直接関連系) A)加圧器逃がし弁への空気を供給する機能	—	—	—		

注1:機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

設計基準文書 系統編
廃棄物処理系統

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）系統編のうち、川内1号機の廃棄物処理系統について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 系統の概要

廃棄物処理系統は、気体廃棄物処理系統、液体廃棄物処理系統及び固体廃棄物処理系統の機器、配管、弁等で構成され、通常運転時にプラントから発生する廃棄物を処理する機能を有する系統である。各系統の概要は以下の通り。

・気体廃棄物処理系統

気体廃棄物処理系統は、ガス圧縮装置、ガス減衰タンク等で構成され以下の機能を有する。

- (1) 窒素をカバーガスとする各タンクからのベントガス等の窒素廃ガスの処理を行う。
- (2) 体積制御タンク等からパーズされる水素廃ガスの処理を行う。

・液体廃棄物処理系統

液体廃棄物処理系統は、主要な処理系としてA廃液処理系、B廃液処理系及び洗浄排水処理系から構成され以下の機能を有する。

- (1) A廃液処理系は、A廃液貯蔵タンクに回収、貯留される大気に接触した1次冷却材ドレンなどの良水質廃液の処理を行う。
- (2) B廃液処理系は、B廃液貯蔵タンクに回収、貯留される1次冷却材以外の機器ドレン及び床ドレン並びに薬品ドレンタンクに集められる強酸等以外の薬品ドレンなどの低水質廃液の処理を行う。
- (3) 洗浄排水処理系は、洗浄排水タンクに集められる洗たく排水、手洗い排水及びシャワ排水の処理を行う。

また、主要な処理系のほかに、酸液ドレン処理系があり、薬品ドレンのうち強酸等のみの処理を行う。

・固体廃棄物処理系統

固体廃棄物処理系統は、固体廃棄物の種類により、以下のように分類し、それぞれに応じた処理又は貯蔵保管を行う。

- (1) 廃液蒸留装置、洗浄排水処理装置の濃縮廃液及び強酸ドレン（強酸等）
- (2) 洗浄排水高濃縮装置の濃縮廃液
- (3) 脱塩塔の使用済樹脂
- (4) 使用済フィルタ、布、紙、小器等の雑固体廃棄物

廃棄物処理系統は、格納容器バウンダリを除き、設計基準事故での使用は想定していないため、安全重要度上、特に重要度の高い安全機能は有さない。

また、廃棄物処理系統は、格納容器バウンダリを除き、耐震 B クラスで設計される。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
1	概要	
	1.1	本書の目的 当該 DBD の対象系統を明確にする。
	1.2	系統の概要 当該系統の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。
	1.3	章構成と記載事項 本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。
2	設計要件	
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則等 当該系統の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則を抽出して記載する。
	2.2	系統の設計要件 2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。
	2.2.1	安全機能に関する設計要件 系統機能整理表に基づき、当該系統の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。
	2.2.2	信頼性に関する設計要件 次の 2 つの観点で、当該系統に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。
	2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件 当該系統の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
	2.2.2.2	その他の一般的な設計要件 外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の概略仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。
	3.1	系統構成設備 2.2.1 を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

廃棄物処理系統は、以下に示す設置許可基準規則等に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第十三条 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
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第二十七条 放射性廃棄物の処理施設
- 第二十八条 放射性廃棄物の貯蔵施設
- 第三十二条 原子炉格納施設
- 第三十三条 保安電源設備

[技術基準規則]

- 第二条 定義
- 第十七条 材料及び構造
- 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 第二十条 安全弁等
- 第二十一条 耐圧試験等
- 第四十八条 準用

2.2. 系統の設計要件

2.1 で示した廃棄物処理系統が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに廃棄物処理系統の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条、第二十四条、第三十三条については、廃棄物処理系統の機能を発揮するための前提となる機能（制御や駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統、非常用電源系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求 (2.2.1)

- 第十三条 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
- 第三十二条 原子炉格納施設

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2)

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

廃棄物処理系統には、以下の安全機能が要求される。¹

- 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様を満足することが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。なお、安全解析での想定に紐づいて担保されるべき具体的な要件（制限事項）はない。

- 1) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能
廃棄物処理系統は、放射性廃棄物を貯蔵する機能を有しなければならない。

¹ 廃棄物処理系統は CV バウンダリとしての放射性物質の閉じ込め機能 (MS-1) を有するが、CV バウンダリに関しては、設計基準文書 系統編「原子炉格納施設」にて記載される。

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針（JEAG4612-2010）」を参照すると、廃棄物処理系統は、『原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能』を有するPS-2に分類されるものの、設置許可基準規則による「安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの」（第十二条2項）及び「重要安全施設」（第十二条6項）に分類されない。

上記要求を踏まえ、廃棄物処理系統は、多重性、独立性への設計要件を有しない。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1、2.2.2.1以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

廃棄物処理系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示す廃棄物処理系統に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

廃棄物処理系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、廃棄物処理系統は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 廃棄物処理系統の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設、及び耐震 S クラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

廃棄物処理系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

廃棄物処理系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 廃棄物処理系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) これら廃棄物処理系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 廃棄物処理系統の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) これら廃棄物処理系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 廃棄物処理系統の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) 廃棄物処理系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

廃棄物処理系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第八条に従い、火災によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

廃棄物処理系統は、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有するため、当該系統が設置される区域及び区画を火災防護審査基準が定める火災区域及び火災区画として定めた上で、設定した火災区域及び火災区画に対し、火災防護審査基準が定める火災防護対策を講じた設計としている。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

廃棄物処理系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するが、設置許可基準規則第九条にて規定される安全機能は有していないため、溢水による損傷の防止は不要とする。

②設計方針

廃棄物処理系統は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当しないため、溢水による損傷の防止は不要とし、当該系統が、溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水や、地震に起因する機器の破損等により生じる溢水の溢水源とならないよう、耐震性が確保され、配管応力が許容値を満足していることを確認している。

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

廃棄物処理系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

②設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

廃棄物処理系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

②設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高圧の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により廃棄物処理系統の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。またそれらの影響を低減させるための手段として、1次冷却管には、LBBを適用し、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高圧タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。

8) 材料及び構造

設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME 設計・建設規格）等に従い設計する。

9) 使用中の亀裂等による破壊の防止

クラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。

使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、亀裂その他の欠陥により破壊を引き起こされないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

使用中のクラス1機器の耐圧部分は、貫通する亀裂その他の欠陥が発生しないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

10) 安全弁等

蒸気タービン、発電機、変圧器及び遮断器を除く設計基準対象施設に設置する安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁は、日本機械学会「設計・建設規格」（JSME S NC1）及び日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格（JSME S NC1-2001）及び（JSME S NC1-2005）【事例規格】過圧防護に関する規定（NC-CC-001）」に適合するよう設計する。なお、安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁については、施設時に適用した告示（通商産業省「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通商産業省告示第501号）」）の規定に適合する設計とする。

1 1) 耐圧試験等

クラス1機器、クラス2機器、クラス3機器、クラス4管及び原子炉格納容器は、施設時に、当該機器の技術基準規則で定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。ただし、気圧により試験を行う場合であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力（原子炉格納容器にあつては、最高使用圧力の0.9倍）までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。

1 2) 準用

①原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

廃棄物処理系統は、設計基準対象施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 系統構成設備

廃棄物処理系統を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
A、B、C、Dガス減衰タンク圧力調整弁	空気作動弁	PS-2	— /	B	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能	—	—	—
A、B、C、Dガス減衰タンクサンプリング弁	空気作動弁	PS-2	— /	B	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能	—	—	—
E、F、G、Hガス減衰タンク圧力調整弁	空気作動弁	PS-2	— /	B	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能	—	—	—
E、F、G、Hガス減衰タンクサンプリング弁	空気作動弁	PS-2	— /	B	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能	—	—	—
A、B、C、D、E、F、G、Hガス減衰タンク圧力調整弁後逆止弁	逆止弁	PS-2	— /	B	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能	—	—	—
A、B、C、D、E、F、G、Hガス減衰タンク安全弁	安全弁	PS-2	— /	B	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能	—	—	—
A、B、C、D、E、F、G、Hガス減衰タンク放出弁	空気作動弁	PS-2	— /	B	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能	—	—	—
A、B、C、D、E、F、G、Hガス減衰タンクカバーガス出口弁	空気作動弁	PS-2	— /	B	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能	—	—	—
配管・継手(原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能に係る範囲)	—	PS-2	DB3 /	B	1) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって放射性物質を貯蔵する機能	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

設計基準文書 系統編

放射線管理施設

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）系統編のうち、川内原子力発電所1号機の放射線管理施設について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 施設の概要

放射線管理施設は、放射線管理設備、換気設備、遮蔽設備で構成される。

放射線管理設備は、敷地周辺の一般公衆の放射線被ばくが十分低く保たれていることを監視するとともに、発電所従事者等を本発電所に起因する放射線被ばくから防護するために従事者等の放射線被ばくを十分に管理するためのもので、放射線監視設備及び放射線防護設備よりなる。このうち、放射線監視設備は、プロセスモニタリング設備、エリアモニタリング設備、固定式周辺モニタリング設備、移動式周辺モニタリング設備及び放射線サーベイ設備から構成され、事故時に必要な放射線監視設備は、非常用電源に接続するとともに、事故時の圧力、温度等の環境条件によってその機能を損なうことのないように設計される。

遮蔽設備は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時において、発電所周辺の一般公衆、放射線業務従事者の受ける線量を低減するものである。

なお、放射線監視設備及び遮蔽設備は、重大事故に至るおそれがある事故又は重大事故（以下、「重大事故等」という。）においても使用される。放射線監視設備及び遮蔽設備の安全機能を期待する設計基準事象、重大事故等は2.2.1に示される。

放射線監視設備のうち格納容器内高レンジエリアモニタは安全重要度分類上、「事故時のプラント状態の把握機能」（MS-2）、補助建屋排気筒高レンジガスモニタは「異常状態の把握機能」（MS-3）を有する。また、格納容器内高レンジエリアモニタは耐震Sクラスで、補助建屋排気筒高レンジガスモニタは耐震Cクラスで設計される。

遮蔽設備のうち外部遮蔽は安全重要度分類上、「放射線の遮蔽機能」、中央制御室遮蔽は「安全上特に重要な関連機能」（何れもMS-1）を有する。また、外部遮蔽及び中央制御室遮蔽は耐震Sクラスで設計される。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項		
1	概要			
	1.1	本書の目的 当該 DBD の対象施設を明確にする。		
	1.2	施設の概要 当該施設の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。		
	1.3	章構成と記載事項 本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。		
2	設計要件			
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則等 当該施設の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則等を抽出して記載する。		
	2.2	施設の設計要件	2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。	
		2.2.1	安全機能に関する設計要件 安全機能の重要度分類に基づき、当該施設の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を安全解析での想定に紐づく制限事項をベースとして記載する。	
		2.2.2	信頼性に関する設計要件	次の 2 つの観点で、当該施設に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。
			2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する施設に関する設計要件 当該施設の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
			2.2.2.2	その他の一般的な設計要件 外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。		
	3.1	施設構成設備 2.2.1 を踏まえ、当該施設の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。		

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

放射線監視設備及び遮蔽設備は、以下に示す設置許可基準規則等に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第十三条 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
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第二十六条 原子炉制御室等
- 第二十九条 工場等周辺における直接線等からの防護
- 第三十条 放射線からの放射線業務従事者の防護
- 第三十一条 監視設備
- 第三十三条 保安電源設備

[技術基準規則]

- 第十七条 材料及び構造
- 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 第二十一条 耐圧試験等
- 第三十八条 原子炉制御室等
- 第四十二条 生体遮蔽等
- 第四十八条 準用

2.2. 施設の設計要件

2.1 で示した放射線監視設備及び遮蔽設備が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに放射線監視設備及び遮蔽設備の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条、第二十四条、第三十三条については、放射線監視設備及び遮蔽設備の機能を発揮するための前提となる機能（制御や駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統、非常用電源系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求 (2.2.1)

- 第十三条 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
- 第二十六条 原子炉制御室等
- 第二十九条 工場等周辺における直接線等からの防護
- 第三十条 放射線からの放射線業務従事者の防護
- 第三十一条 監視設備

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2)

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

放射線管理施設のうち遮蔽設備及び放射線監視設備には、以下の安全機能が要求される。

遮蔽設備

- 放射線の遮蔽機能
- 安全上特に重要な関連機能

放射線監視設備

- 事故時のプラント状態の把握機能
- 異常状態の把握機能

上記安全機能が達成される設計であることは、系統、または施設毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該施設の主要設備の仕様、及び、安全解析で使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では、安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに、表 2.2.1-1 に示す放射線管理施設のうち遮蔽設備及び放射線監視設備を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）を示す。

1) 放射線の遮蔽機能

遮蔽設備は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時において、発電所周辺の一般公衆、放射線業務従事者の受ける線量を低減する機能を有しなければならない。この機能を果たすために、遮蔽設備は以下の設計要件を満足する必要がある。

A) 遮蔽厚

遮蔽設備の遮蔽厚は、設計基準事象において使用されている設備仕様上の遮蔽厚を確保することが設計要件となる。

B) 比重

遮蔽設備の比重は、設計基準事象において使用されている設備仕様上の比重を確保することが設計要件となる。

2) 安全上特に重要な関連機能

遮蔽設備は、設計基準事象において中央制御室内にとどまり必要な操作、措置を行う運転員が過度な被ばくを受けないようにする機能を有しなければならない。この機能を果たすために、遮蔽設備は以下の設計要件を満足する必要がある。

A) 遮蔽厚

遮蔽設備の遮蔽厚は、設計基準事象において使用されている設備仕様上の遮蔽厚を確保することが設計要件となる。

B) 比重

遮蔽設備の比重は、設計基準事象において使用されている設備仕様上の比重を確保することが設計要件となる。

3) 事故時のプラント状態の把握機能

放射線監視設備は、事故が発生した場合に、原子炉格納容器内の線量率を監視する機能を有しなければならない。

4) 異常状態の把握機能

放射線監視設備は、事故が発生した場合に、排気筒の出口又はこれに近接する箇所における排気中の放射性希ガス濃度を監視する機能を有しなければならない。

表 2.2.1-1 放射線管理施設のうち遮蔽設備及び放射線監視設備に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において放射線管理施設のうち遮蔽設備及び放射線監視設備を考慮している設計基準事象※1			安全機能			
			1)	2)	3)	4)
分類	事象名	設置（変更）許可申請書における記載箇所	放射線の遮蔽機能	安全上特に重要な関連機能	事故時のプラント状態の把握機能	異常状態の把握機能
設計基準事象	放射性気体廃棄物処理施設の破損	添付書類十 3.4.1	—	—	—	○
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.4.4	○	—	○	—
	制御棒飛び出し	添付書類十 3.4.5	○	—	○	—
	原子炉冷却材喪失	※2	—	○	—	—
	蒸気発生器伝熱管破損	※2	—	○	—	—

※1：解析評価において放射線管理施設のうち遮蔽設備及び放射線監視設備を考慮している事象を抽出。遮蔽設備についての概要、設計方針、主要設備の仕様等は設置（変更）許可申請書における添付書類八 8.3 項に、放射線監視設備についての概要、設計方針、主要設備の仕様等は設置（変更）許可申請書における添付書類八 8.1 項に記載されている。

※2：当該事象に対する設計基準事故時における中央制御室の居住性の評価の詳細は、新規制基準適合性審査の工事計画認可申請書の添付資料 33「生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」及び添付資料 34「中央制御室の居住性に関する説明書」にて示されている。なお、評価上中央制御室遮蔽に加えて外部遮蔽も考慮している。

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する施設に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針（JEAG4612-1998）」を参照すると、遮蔽設備のうち外部遮蔽は、『放射性物質の閉じ込め機能/放射線の遮蔽及び放出低減機能』のうち『放射線の遮蔽機能』を有するMS-1、中央制御室遮蔽は『安全上特に重要な関連機能』を有するMS-1、放射線監視設備のうち格納容器内高レンジエリアモニタは、『事故時のプラント状態の把握機能』を有するMS-2、補助建屋排気筒高レンジガスモニタは、『緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能』のうち『異常状態の把握機能』を有するMS-3に分類される。

なお、設置許可基準規則第十二条2項に規定される安全機能を有する系統のうち、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものには上記は該当しない。また、設置許可基準規則第十二条6項に規定される「重要安全施設」に外部遮蔽は該当するため、原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としなければならない。

この設計構成を維持することが、多重性、独立性を担保するための設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1、2.2.2.1以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

放射線監視設備及び遮蔽設備は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示す放射線監視設備及び遮蔽設備に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

放射線監視設備及び遮蔽設備は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、放射線監視設備及び遮蔽設備は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 放射線監視設備及び遮蔽設備の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設及び耐震 S クラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

放射線監視設備及び遮蔽設備は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

放射線監視設備及び遮蔽設備は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 放射線監視設備及び遮蔽設備の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類ク

ラス 1、2 に属する施設が該当する。

- ii) これら放射線監視設備及び遮蔽設備の防護対象施設はこれらを内包する建屋により防護する設計としている。遮蔽設備のうち外部遮蔽は竜巻より防護すべき施設を内包する施設として扱うが、防護対象施設として設計する。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 放射線監視設備及び遮蔽設備の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) これら放射線監視設備及び遮蔽設備の防護対象施設はこれらを内包する建屋により防護する設計としている。外部遮蔽は降下火砕物より防護すべき施設を内包する施設として扱うが、防護対象として設計する。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 放射線監視設備及び遮蔽設備の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) 放射線監視設備及び遮蔽設備の防護対象施設はこれらを内包する建屋により防護する設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

放射線監視設備及び遮蔽設備は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するが、内部火災防護設計で対象とする原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器に該当しないため、設計基準対象施設としては、内部火災防護設計は不要である。

②設計方針

放射線監視設備及び遮蔽設備は、内部火災防護設計で対象とする原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する機器に該当しないため、設計基準対象施設としては、内部火災防護設計は不要としている。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

放射線監視設備及び遮蔽設備は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

放射線監視設備及び遮蔽設備は、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。また当該系統が、溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水や、地震に起因する機器の破損等により生じる溢水の溢水源とならないよう、耐震性が確保され、配管応力が許容値を満足していることを確認している。

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

放射線監視設備及び遮蔽設備は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

②設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

放射線監視設備及び遮蔽設備は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

②設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高压の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により放射線監視設備及び遮蔽設備の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。またそれらの影響を低減させるための手段として、1次冷却材管、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高压タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。

8) 材料及び構造

設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）並びに重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME 設計・建設規格）等に従い設計する。

9) 使用中の亀裂等による破壊の防止

クラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。

使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、亀裂その他の欠陥により破壊が引き起こされないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

使用中のクラス1機器の耐圧部分は、貫通する亀裂その他の欠陥が発生しないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

1 0) 耐圧試験等

クラス1機器、クラス2機器、クラス3機器、クラス4管及び原子炉格納容器は、施設時に、当該機器の技術基準規則で定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。ただし、気圧により試験を行う場合であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力（原子炉格納容器にあつては、最高使用圧力の0.9倍）までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。

1 1) 準用

①原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

放射線監視設備及び遮蔽設備は、設計基準対処施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 施設構成設備

放射線監視設備及び遮蔽設備を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。関連設備を表 3.1-2 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
外部遮蔽	鉄筋コンクリート	MS-1	-	S	1) 放射線の遮蔽機能 A) 遮蔽厚 B) 比重	外周コンクリート壁 ドーム部壁厚 :約0.4m 円筒部壁厚 :約0.9m	参考資料に示す。	-
中央制御室遮蔽 (1,2号機共用)	鉄筋コンクリート	MS-1	-	S	2) 安全上特に重要な関連機能 A) 遮蔽厚 B) 比重	-	参考資料に示す。	-
格納容器内高レンジ エリアモニタA(低 レンジ)	電離箱検出器 個数 2 計測範囲 $10^2 \sim 10^7 \mu\text{Sv/h}$	MS-2	-	S	3) 事故時のプラント状態の把握機能	$10^2 \sim 10^7 \mu\text{Sv/h}$	参考資料に示す。	-
格納容器内高レンジ エリアモニタB(高 レンジ)	電離箱検出器 個数 2 検出器 計測範囲 $10^3 \sim 10^8 \text{mSv/h}$	MS-2	-	S	3) 事故時のプラント状態の把握機能	$10^3 \sim 10^8 \text{mSv/h}$	参考資料に示す。	-
補助建屋排気筒高 レンジガスモニタ (低レンジ)	個数 1 計測範囲 $10 \sim 10^7 \text{cpm}$	MS-3	-	C	4) 異常状態の把握機能	-	-	-
補助建屋排気筒高 レンジガスモニタ (高レンジ)	個数 1 計測範囲 $10 \sim 10^7 \text{cpm}$	MS-3	-	C	4) 異常状態の把握機能	-	-	-

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則第十七条及び第五十五条が定める材料及び構造、第十八条及び第五十六条が定める使用中の亀裂等による破壊の防止、第二十一条及び第五十八条が定める耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。なお、「-」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

表3.1-2 関連設備リスト

機器名称	設備概略仕様	安全 重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類ハ	設工認要目表	保安規定
放射線計装盤	—	MS-2	—	S	3) 事故時のプラント状態の把握機能	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則第十七条及び第五十五条が定める材料及び構造、第十八条及び第五十六条が定める使用中の亀裂等による破壊の防止、第二十一条及び第五十八条が定める耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

設計基準文書 系統編

換気空調系統

(中央制御室空調系統)

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）系統編の換気空調系統のうち、川内1号機の中央制御室空調系統について記載するものであり^(注)、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

(注) 換気空調系統は、放射性物質低減機能、冷暖房機能及び、二酸化炭素、水素濃度等の低減機能を有する系統で構成される。設置許可申請書には、主に放射性物質を低減する機能を有する換気空調系統について記載されており、その中でMS-1の当該系に位置付けられている換気空調系統は、アニュラス空気浄化系統、安全補機室排気系統及び中央制御室空調系統のみである。以上より、換気空調系統に関しては、アニュラス空気浄化系統、安全補機室排気系統及び中央制御室空調系統についてのみ記載するものとする。

なお、内部火災防護に関する設備として設置している換気空調系統等については、「設計基準文書 一般事項編 内部火災防護」を参照のこと。

1.2. 系統の概要

中央制御室空調系統は、中央制御室空調ファン、中央制御室循環ファン、中央制御室非常用循環ファン、中央制御室空調ユニット、中央制御室非常用循環フィルタユニット、ダクト、ダンパ等で構成され、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に中央制御室を冷却する機能と設計基準事故時に、中央制御室を隔離し、中央制御室を冷却するとともに放射性物質を低減する機能を有する系統である。

中央制御室空調系統は、安全重要度分類上、特に重要度の高い安全機能である「安全上特に重要な関連機能（MS-1）」を有するため、多重性を持たせた設計としている。具体的には、各ファンは、Aトレン、Bトレンにそれぞれ1台ずつ設置され、設計基準事故時に要求される中央制御室空気浄化流量を共用施設である中央制御室に1, 2号機いずれかの片トレンのみで供給可能な容量を有している。また、中央制御室冷却流量を共用施設である中央制御室1, 2号機それぞれの各片トレンで供給可能な容量を有している。

中央制御室空調系統は耐震Sクラスで設計される。

各ファンの電動機は、各々独立した非常用母線に接続し、外部電源喪失時にはディーゼル発電機により給電する設計としている。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
1	概要	
1.1	本書の目的	当該 DBD の対象系統を明確にする。
1.2	系統の概要	当該系統の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。
1.3	章構成と記載事項	本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。
2	設計要件	
2.1	準拠すべき設置許可基準規則等	当該系統の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則を抽出して記載する。
2.2	系統の設計要件	2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。
2.2.1	安全機能に関する設計要件	系統機能整理表に基づき、当該系統の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。
2.2.2	信頼性に関する設計要件	次の 2 つの観点で、当該系統に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。
2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件	当該系統の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
2.2.2.2	その他の一般的な設計要件	外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の概略仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。
3.1	系統構成設備	2.2.1 を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

中央制御室空調系統は、以下に示す設置許可基準規則等に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第二十六条 原子炉制御室等
- 第三十三条 保安電源設備

[技術基準規則]

- 第四十三条 換気設備
- 第四十八条 準用

2.2. 系統の設計要件

2.1 で示した中央制御室空調系統が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに中央制御室空調系統の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条、第二十四条及び第三十三条については、中央制御室空調系統の機能を発揮するための前提となる機能（制御や駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統、非常用電源系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求 (2.2.1)

[設置許可基準規則]

- 第二十六条 原子炉制御室等

[技術基準規則]

- 第四十三条 換気設備

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2)

[設置許可基準規則]

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

中央制御室空調系統には、以下の安全機能が要求される。

- 安全上特に重要な関連機能
- 安全上特に重要な関連機能(直接関連系)

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様、及び、安全解析でを使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに表 2.2.1-1 に示す中央制御室空調系統を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）を示す。

1) 安全上特に重要な関連機能

中央制御室空調系統は、事故時に中央制御室内の放射性物質濃度を低減できなければならない。設計基準事象において中央制御室空調系統は対処設備として期待される。この機能を果たすために、以下の設計要件を満足する必要がある。

A) 放射性よう素濃度低減機能

中央制御室非常用循環フィルタユニットに内蔵しているよう素フィルタは、事故時に中央制御室内に放射性物質が流入した場合の中央制御室内の放射性物質濃度低減機能として、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において使用されているよう素除去効率、循環量(中央制御室非常用循環ファン容量)が確保される時間が設計要件となる。

B) 中央制御室バウンダリの気密機能

中央制御室バウンダリは、事故時に放射性物質の流入を抑えるため、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において使用されている時間内に中央制御室空調系統の外気隔離ダンパを閉止し、中央制御室空気流入率以下に確保することが設計要件となる。

C) 中央制御室バウンダリ体積

中央制御室バウンダリ体積は、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において、中央制御室内の放射能濃度の計算に使用している。中央制御室バウンダリ体積は、安全評価で使用された解析使用値を下回ることが安全性を担保する設計要件となる。(ただし、他の条件が当初設計から大きく変更となっていないことを前提とする。)

D) 事故時運転員立入区画の自由体積

事故時運転員立入区画の自由体積は、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において、外部 γ 線による全身に対する線量評価時で使用している。事故時運転員立入区画の自由体積は、安全評価で使用された解析使用値を下回ることが安全性を担保する設計要件となる。

2) 安全上特に重要な関連機能 (直接関連系)

中央制御室空調系統は、中央制御室内の放射性物質濃度の低減機能以外に中央制御室内温度を制御盤等の許容温度以下に維持しなければならない。設計基準事象において、この機能を果たすために、中央制御室循環流量(中央制御室空調ファン及び中央制御室循環ファン容量)を確保することが設計要件となる。

表 2.2.1-1 中央制御室空調系統に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において中央制御室空調系統を考慮している 設計基準事象			安全機能	
			1)	2)
分類	事象名	設置（変更）許可 申請書における 記載箇所	安全上特に重要な 関連機能	安全上特に重要な 関連機能 (直接関連系)
設計基準 事象	原子炉冷却材喪失	—※1	○	—
	蒸気発生器伝熱管破損	—※1	○	—

※1：当該事象に対する設計基準事故時における中央制御室の居住性評価の詳細は、新規性基準の工事計画認可申請書の添付資料 33「生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」及び添付資料 34「中央制御室の居住性に関する説明書」にて示されている。

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針（JEAG4612-2010）」を参照すると、中央制御室空調系統は、『安全上特に重要な関連機能』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

従って、設置許可基準規則第十二条第 2 項に従い、中央制御室空調系統の内、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、最も厳しい単一故障を想定しても系統機能を満足する設計としなければならない。

また、設置許可基準規則第十二条第 6 項に従い、中央制御室空調系統の内、重要安全施設に該当する範囲は原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としなければならない。

上記要求を踏まえ、中央制御室空調系統は独立 2 系統で構成され、中央制御室空調ファン、中央制御室循環ファン及び中央制御室非常用循環ファンをそれぞれ 1 台、中央制御室非常用循環フィルタユニットを 1 基設置している。中央制御室空調ファン、循環ファン及び非常用循環ファンは、それぞれ独立のディーゼル発電機に接続し、構成する機器の単一故障の仮定に加え外部電源が利用できない場合においてもその安全機能が達成できるように、多重性及び独立性を有する設計としている。また、中央制御室空調系統の内、重要安全施設に該当する範囲は原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としている。

この設計構成を維持することが、多重性、独立性を担保するための設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則における要求のうち、2.2.1、2.2.2.1 以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

中央制御室空調系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示す中央制御室空調系統に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

中央制御室空調系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、中央制御室空調系統は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 中央制御室空調系統の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設及び耐震Sクラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

中央制御室空調系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

中央制御室空調系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 中央制御室空調系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) これら中央制御室空調系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。なお、建屋内の施設で外気と繋がっている施設は、防護対象施設として設計する。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 中央制御室空調系統の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) これら中央制御室空調系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 中央制御室空調系統の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) 中央制御室空調系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。外部火災による二次的影響（ばい煙）については、適切な防護対策を講じることで防護対象施設の安全機能を損なわない設計としている。有毒ガスの発生に伴う居住空間への影響については、影響評価を実施することにより、安全機能を損なうことのない設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

中央制御室空調系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するが、内部火災防護設計で対象とする原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する系統に該当しないため、設計基準対象施設としては、内部火災防護設計は不要である。

②設計方針

中央制御室空調系統は、内部火災防護設計で対象とする原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する系統に該当しないため、設計基準対象施設としては、内部火災防護設計は不要としている。なお、内部火災防護に関する設備として設置している換気空調系統については、「設計基準文書一般事項編 内部火災防護」を参照のこと。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

中央制御室空調系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

中央制御室空調系統は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

中央制御室空調系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

②設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

中央制御室空調系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

②設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高圧の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェットカ等により中央制御室空調系統の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。また、それらの影響を低減させるための手段として、1次冷却材管には、LBBを適用し、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高圧タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。

8) 準用

①原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

中央制御室空調系統は、設計基準対象施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 系統構成設備

中央制御室空調系統を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(1/3)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
1A,1B中央制御室非常用循環ファン	容量: 340m ³ /min (注2) 出力: 18.5kW/個	MS-1	— / —	S	1) 安全上特に重要な関連機能 A) 放射性よう素濃度低減機能	容量: 約340m ³ /min (1台当たり)	参考資料に示す。	模擬信号により起動することを確認する。(定期事業者検査時)
1A,1B中央制御室空調ファン	容量: 1260m ³ /min(注2) 出力: 55kW/個	MS-1	— / —	S	1) 安全上特に重要な関連機能 A) 放射性よう素濃度低減機能 2) 安全上特に重要な関連機能(直接関連系)	容量 約1,260m ³ /min (1台当たり)	参考資料に示す。	—
1A,1B中央制御室循環ファン	容量: 1260m ³ /min(注2) 出力: 30kW/個	MS-1	— / —	S	1) 安全上特に重要な関連機能 A) 放射性よう素濃度低減機能 2) 安全上特に重要な関連機能(直接関連系)	容量 約1,260m ³ /min (1台当たり)	参考資料に示す。	—
1中央制御室非常用循環フィルタユニット	よう素除去効率 総合除去効率: 95%(相対湿度 80%、温度50℃ において) 容量: 約340m ³ /min	MS-1	— / —	S	1) 安全上特に重要な関連機能 A) 放射性よう素濃度低減機能	よう素除去効率: 95%以上 (相対湿度80%、温度 50℃において)	参考資料に示す。	フィルタのよう素除去効率 (総合除去効率)が95%以上 であることを確認する。(定 期事業者検査時)
1A,1B中央制御室空調ユニット	容量: 約1260m ³ /min	MS-1	— / —	S	2) 安全上特に重要な関連機能(直接関連系)	容量: 約1,260m ³ /min (1基当たり)	—	—
1A,1B中央制御室外気取入ダンパ 1A,1B中央制御室通常時放出ダンパ 1A,1B中央制御室事故時放出ダンパ 1A,1B中央制御室排気ファン入口ダンパ 1A,1B中央制御室排気ファン出口ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	— / —	S	1) 安全上特に重要な関連機能 B) 中央制御室バウンダリの気密機能	—	—	自動作動ダンパが正しい位 置に動作すること。(定期事 業者検査時)
1A,1B中央制御室非常用循環ファン入口ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	— / —	S	1) 安全上特重要な関連機能 A) 放射性よう素濃度低減機能	—	—	—
1A,1B中央制御室非常用循環ファン出口ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	— / —	S	1) 安全上特重要な関連機能 A) 放射性よう素濃度低減機能 B) 中央制御室バウンダリの気密機能	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2: 公称値

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(2/3)

機器名称	設備概略仕様	安全 重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
1A,1B中央制御室空調ファン入口ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	— / —	S	1)安全上特重要な関連機能 A)放射性よう素濃度低減機能 B)中央制御室バウンダリの気密機能 2)安全上特に重要な関連機能(直接関連系)	—	—	—
1A,1B中央制御室空調ファン出口ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	— / —	S	1)安全上特重要な関連機能 A)放射性よう素濃度低減機能 2)安全上特に重要な関連機能(直接関連系)	—	—	—
1A,1B中央制御室循環ファン入口ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	— / —	S	1)安全上特重要な関連機能 A)放射性よう素濃度低減機能 2)安全上特に重要な関連機能(直接関連系)	—	—	—
1A,1B中央制御室循環ファン出口ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	— / —	S	1)安全上特重要な関連機能 A)放射性よう素濃度低減機能 B)中央制御室バウンダリの気密機能 2)安全上特に重要な関連機能(直接関連系)	—	—	—
1A,1B中央制御室外気取入事故時循環ダンパ 1A,1B中央制御室事故時切換ダンパ 1A,1B中央制御室事故時循環ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	— / —	S	1)安全上特重要な関連機能 A)放射性よう素濃度低減機能 B)中央制御室バウンダリの気密機能	—	—	—
ダクト	—	MS-1	— / SA2	S	1)安全上特重要な関連機能 A)放射性よう素濃度低減機能 B)中央制御室バウンダリの気密機能	—	—	—
加熱コイル、加湿器	—	MS-1	— / —	S	1)安全上特重要な関連機能 A)放射性よう素濃度低減機能 B)中央制御室バウンダリの気密機能	—	—	—
防火ダンパ	—	MS-1	— / —	S	1)安全上特重要な関連機能 A)放射性よう素濃度低減機能 2)安全上特に重要な関連機能(直接関連系) 中央制御室循環流量	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2: 公称値

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(3/3)

機器名称	設備概略仕様	安全 重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
中央制御室バウンダリ体積	—	MS-1	— /—	S	1)安全上特に重要な関連機能 C)中央制御室バウンダリ体積	—	—	—
事故時滞在区画体積	—	MS-1	— /—	S	1)安全上特に重要な関連機能 D)事故時運転員立入区画の自由体積	—	—	—

注1:機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

注2:公称値

設計基準文書 系統編
換気空調系統
(安全補機室排気系統)

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書 (DBD) 系統編の換気空調系統のうち、川内1号機の安全補機室排気系統について記載するものであり^(注)、設計要件 (Design Requirements) について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

(注) 換気空調系統は、放射性物質低減機能、冷暖房機能及び、二酸化炭素、水素濃度等の低減機能を有する系統で構成される。設置許可申請書には、主に放射性物質を低減する機能を有する換気空調系統について記載されており、その中でMS-1の当該系に位置付けられている換気空調系統は、アニュラス空気浄化系統、安全補機室排気系統及び中央制御室空調系統のみである。

以上より、換気空調系統に関しては、アニュラス空気浄化系統、安全補機室排気系統及び中央制御室空調系統についてのみ記載するものとする。

なお、内部火災防護に関する設備として設置している換気空調系統等については、「設計基準文書 一般事項編 内部火災防護」を参照のこと。

1.2. 系統の概要

安全補機室排気系統は、安全補機室排気ファン、安全補機室排気フィルタユニット、ダクト、ダンパ等で構成され、設計基準事故時に、安全補機室を隔離し、安全補機室を負圧にするとともに放射性物質を低減する機能を有する系統である。

安全補機室排気系統は、安全重要度分類上、特に重要度の高い安全機能である「放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能（MS-1）」を有するため、多重性を持たせた設計としている。具体的には、安全補機室排気ファンは、A トレン、B トレンにそれぞれ1台ずつ設置され、設計基準事故時に要求される排気風量を片トレンのみで供給可能な容量を有している。

また、安全補機室排気系統は耐震 S クラスで設計される。

安全補機室排気ファンの電動機は、各トレンで独立した非常用母線に接続し、外部電源喪失時にはディーゼル発電機により給電する設計としている。また、全交流電源喪失時には非常用空冷式発電機を用いて非常用母線からの給電を復旧させることができる。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
1	概要	
1.1	本書の目的	当該 DBD の対象系統を明確にする。
1.2	系統の概要	当該系統の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。
1.3	章構成と記載事項	本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。
2	設計要件	
2.1	準拠すべき設置許可基準規則等	当該系統の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則を抽出して記載する。
2.2	系統の設計要件	2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。
2.2.1	安全機能に関する設計要件	系統機能整理表に基づき、当該系統の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。
2.2.2	信頼性に関する設計要件	次の 2 つの観点で、当該系統に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。
2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件	当該系統の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
2.2.2.2	その他の一般的な設計要件	外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の概略仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。
3.1	系統構成設備	2.2.1 を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

安全補機室排気系統は、以下に示す設置許可基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第三十二条 原子炉格納施設
- 第三十三条 保安電源設備

[技術基準規則]

- 第十七条 材料及び構造
- 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 第二十一条 耐圧試験等
- 第四十三条 換気設備
- 第四十八条 準用

2.2. 系統の設計要件

2.1 で示した安全補機室排気系統が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに安全補機室排気系統の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条、第二十四条及び第三十三条については、安全補機室排気系統の機能を発揮するための前提となる機能（制御や駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統、非常用電源系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求 (2.2.1)

[設置許可基準規則]

- 第三十二条 原子炉格納施設

[技術基準規則]

- 第四十三条 換気設備

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2)

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

安全補機室排気系統には、以下の安全機能が要求される。

- 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様、及び、安全解析で使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに表 2.2.1-1 に示す安全補機室排気系統を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）を示す。

1) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能

安全補機室排気系統は、原子炉格納容器から気体状の放射性物質が漏えいすることにより公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合に、放射性物質の濃度を低減できなければならない。設計基準事象において安全補機室排気系統は対処設備として期待される。この機能を果たすために、以下の設計要件を満足する必要がある。

A) 閉じ込め機能

事故時時再循環モード時に安全補機室に漏えいした放射性物質が安全補機室外に漏えいしないように、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において使用されている時間以内に、安全補機室を負圧にすることが設計要件となる。

B) 放射性よう素濃度低減機能

事故時時再循環モード時に安全補機室に漏えいした放射性よう素の低減能力として、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において使用されているよう素除去効率を確保することが設計要件となる。

C) 排気筒放出機能

事故時安全補機室負圧達成後に安全補機室排気系統からの排気が、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価条件の通り、排気筒から放出されることが設計要件となる。排気筒高さは、事故時の線量評価に用いる放射性物質の相対濃度 (χ/Q) の計算条件のひとつである放出源の有効高さの根拠となるものである。

表 2.2.1-1 安全補機室排気系統に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において安全補機室排気系統を考慮している 設計基準事象			安全機能
			1)
分類	事象名	設置（変更）許可 申請書における 記載箇所	及び放出低減機能 放射性物質の閉じ込め機能、 放射線の遮へい
設計基準 事象	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.4.4	○
	制御棒飛び出し	添付書類十 3.4.5	○

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針 (JEAG4612-2010)」を参照すると、安全補機室排気系統は、『安全上特に重要な関連機能』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

従って、設置許可基準規則第十二条 2 項に従い、安全補機室排気系統の内、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、最も厳しい単一故障を想定しても系統機能を満足する設計としなければならない。

また、設置許可基準規則第十二条 6 項に従い、安全補機室排気系統の内、重要安全施設に該当する範囲は原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としなければならない。

上記要求を踏まえ、安全補機室排気系統は独立 2 系統で構成され、各系統に安全補機室排気ファンをそれぞれ 1 台、安全補機室排気フィルタユニットを 1 基設置している。安全補機室排気ファンは、それぞれ独立のディーゼル発電機に接続し、構成する機器の単一故障の仮定に加え外部電源が利用できない場合においてもその安全機能が達成できるように、多重性及び独立性を有する設計としている。また、安全補機室排気系統は、原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としている。

この設計構成を維持することが、多重性、独立性を担保するための設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則における要求のうち、2.2.1、2.2.2.1 以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止 (内部火災防護)
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

安全補機室排気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

② 設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示す安全補機室排気系統に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

安全補機室排気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

② 設計方針

設計要求を踏まえ、安全補機室排気系統は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 安全補機室排気系統の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設及び耐震Sクラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

安全補機室排気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

② 設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

安全補機室排気系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 安全補機室排気系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) これら安全補機室排気系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。なお、建屋内の施設で外気と繋がっている施設は、防護対象施設として設計する。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 安全補機室排気系統の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) これら安全補機室排気系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 安全補機室排気系統の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) 安全補機室排気系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。外部火災による二次的影響（ばい煙）については、適切な防護対策を講じることで防護対象施設の安全機能を損なわない設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

① 設置許可基準規則に基づく要求

安全補機室排気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するが、内部火災防護設計で対象とする原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する系統に該当しないため、内部火災防護設計は不要である。

② 設計方針

安全補機室排気系統は、内部火災防護設計で対象とする原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する系統に該当しないため、内部火災防護設計は不要としている。なお、内部火災防護に関する設備として設置している換気空調系統については、「設計基準文書 一般事項編 内部火災防護」を参照のこと。

5) 溢水による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

安全補機室排気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

② 設計方針

安全補機室排気系統は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。

6) 耐環境性

① 設置許可基準規則に基づく要求

安全補機室排気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

② 設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

安全補機室排気系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

② 設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高圧の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により安全補機室排気系統の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。またそれらの影響を低減させるための手段として、1次冷却材管には、LBBを適用し、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高圧タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。

8) 材料及び構造

設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME 設計・建設規格）等に従い設計する。

9) 使用中の亀裂等による破壊の防止

クラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。

使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、亀裂その他の欠陥により破壊を引き起こされないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

10) 耐圧試験等

クラス1機器、クラス2機器、クラス3機器、クラス4管及び原子炉格納容器は、施設時に、当該機器の技術基準規則で定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。ただし、気圧により試験を行う場合であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力（原子炉格納容器にあつては、最高使用圧力の0.9倍）までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。

11) 準用

① 原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

安全補機室排気系統は、設計基準対処施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 系統構成設備

安全補機室排気系統を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(1/2)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
1A,1B安全補機室排気ファン	容量: 790m ³ /min ^(注2) 出力:75kW/個	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能	容量: 約790(m ³ /min)/台	参考資料に示す。	模擬信号により起動することを確認する。 (定期事業者検査時) 安全補機室内の圧力が10分以内に負圧になることを確認する。 (定期事業者検査時)
1安全補機室排気フィルタユニット	よう素除去効率 総合除去効率: 95%(相対湿度 80%、温度50°C において) 容量: 約790m ³ /min	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)放射性よう素濃度低減機能	よう素除去効率: 95%以上 (相対湿度約80%、温度約 50°C以下において)	参考資料に示す。	よう素除去効率(総合除去効率):95%以上 (定期事業者検査時)
1A,1B安全補機室補助建屋側排気ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能	—	—	安全補機室空気浄化系自動作動ダンパが模擬信号により正しい位置に作動することを確認する。
1A,1B安全補機室排気フィルタユニット入口ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能	—	—	安全補機室空気浄化系自動作動ダンパが模擬信号により正しい位置に作動することを確認する。
1A,1B安全補機室排気ファン入口ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能	—	—	—
1A,1B安全補機室排気ファン出口ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能 C)排気筒放出機能	—	—	—

注1:機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2:公称値

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(2/2)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
1A,1B C/V圧力逃がし装置第1隔離弁(内隔離弁)	電動弁	MS-1	DB2/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 C)排気筒放出機能	—	—	—
1A,1B C/V圧力逃がし装置第2隔離弁(外隔離弁)	空気作動弁	MS-1	DB2/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 C)排気筒放出機能	—	—	—
1号 C/V圧力逃がし装置元弁	空気作動弁	MS-1	DB2/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 C)排気筒放出機能	—	—	—
1A,1B C/V圧力逃がし装置ドレンライン隔離弁	空気作動弁	MS-1	DB2/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 C)排気筒放出機能	—	—	—
防火ダンパ	—	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能	—	—	—
C/V圧力逃がし装置配管	—	MS-2	DB2/—	—	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 C)排気筒放出	—	—	—
クラス4管ダクト	—	MS-1	DB4/—※ ※安全補機室排気ファン出口ダンパ下流ダクトのみSA2	—	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 C)排気筒放出	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2: 公称値

設計基準文書 系統編
換気空調系統
(アニュラス空気浄化系統)

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書 (DBD) 系統編の換気空調系統のうち、川内1号機のアニュラス空気浄化系統について記載するものであり^(注)、設計要件 (Design Requirements) について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

(注) 換気空調系統は、放射性物質低減機能、冷暖房機能及び、二酸化炭素、水素濃度等の低減機能を有する系統で構成される。設置許可申請書には、主に放射性物質を低減する機能を有する換気空調系統について記載されており、その中でMS-1の当該系に位置付けられている換気空調系統は、アニュラス空気浄化系統、安全補機室排気系統及び中央制御室空調系統のみである。

以上より、換気空調系統に関しては、アニュラス空気浄化系統、安全補機室排気系統及び中央制御室空調系統についてのみ記載するものとする。

なお、内部火災防護に関する設備として設置している換気空調系統等については、「設計基準文書 一般事項編 内部火災防護」を参照のこと。

1.2. 系統の概要

アニュラス空気浄化系統は、アニュラス空気浄化ファン、アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット、アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット、ダクト、弁、ダンパ等で構成され、設計基準事故時に、アニュラスを隔離し、アニュラスを負圧にするとともに放射性物質を低減する機能を有する系統である。

アニュラス空気浄化系統は、安全重要度分類上、特に重要度の高い安全機能である「放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能（MS-1）」を有するため、多重性を持たせた設計としている。具体的には、アニュラス空気浄化ファンは、A トレン、B トレンにそれぞれ1台ずつ設置され、設計基準事故時に要求される排気風量を片トレンのみで供給可能な容量を有している。

また、アニュラス空気浄化系統は耐震Sクラスで設計される。

アニュラス空気浄化ファンの電動機は、各トレンで独立した非常用母線に接続し、外部電源喪失時にはディーゼル発電機により給電する設計としている。また、全交流電源喪失時には非常用空冷式発電機を用いて非常用母線からの給電を復旧させることができる。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
1	概要	
1.1	本書の目的	当該 DBD の対象系統を明確にする。
1.2	系統の概要	当該系統の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。
1.3	章構成と記載事項	本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。
2	設計要件	
2.1	準拠すべき設置許可基準規則等	当該系統の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則を抽出して記載する。
2.2	系統の設計要件	2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。
2.2.1	安全機能に関する設計要件	系統機能整理表に基づき、当該系統の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。
2.2.2	信頼性に関する設計要件	次の 2 つの観点で、当該系統に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。
2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件	当該系統の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
2.2.2.2	その他の一般的な設計要件	外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の概略仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。
3.1	系統構成設備	2.2.1 を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

アニュラス空気浄化系統は、以下に示す設置許可基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第三十二条 原子炉格納施設
- 第三十三条 保安電源設備

[技術基準規則]

- 第十七条 材料及び構造
- 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 第二十一条 耐圧試験等
- 第四十三条 換気設備
- 第四十八条 準用

2.2. 系統の設計要件

2.1 で示したアニュラス空気浄化系統が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとにアニュラス空気浄化系統の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条、第二十四条及び第三十三条については、アニュラス空気浄化系統の機能を発揮するための前提となる機能（制御や駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統、非常用電源系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求 (2.2.1)

[設置許可基準規則]

- 第三十二条 原子炉格納施設

[技術基準規則]

- 第四十三条 換気設備

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2)

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

アニュラス空気浄化系統には、以下の安全機能が要求される。

○ 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様、及び、安全解析で使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに表 2.2.1-1 に示すアニュラス空気浄化系統を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）を示す。

1) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能

アニュラス空気浄化系統は、原子炉格納容器から気体状の放射性物質が漏えいすることにより公衆に放射線障害を及ぼすおそれがある場合に、放射性物質の濃度を低減できなければならない。設計基準事象においてアニュラス空気浄化系統は対処設備として期待される。この機能を果たすために、以下の設計要件を満足する必要がある。

A) 閉じ込め機能

事故時アニュラス隔離ダンパは閉止され、アニュラス排気流量と相まって表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において使用されている時間以内にアニュラスを負圧達成すること、及び少量排気時に負圧維持できることが設計要件となる。尚、事故時の負圧達成時間は通常時に確認できないため、その代わりに設計時間内にアニュラス設計排気流量が確立することが設計要件となる。

B) 放射性よう素濃度低減機能

事故時原子炉格納容器からアニュラスに漏えいした放射性よう素の低減能力として、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において使用されているよう素除去効率を確保すること及びアニュラス負圧達成後のアニュラス排気流量及び再循環流量の割合を確保することが設計要件となる。

C) 排気筒放出機能

事故時アニュラス負圧達成後にアニュラス空気浄化系統からの排気が、表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価条件の通り、排気筒から放出されることが設計要件となる。排気筒高さは、事故時の線量評価に用いる放射性物質の相対濃度 (χ/Q) の計算条件のひとつである放出源の有効高さの根拠となるものである。

表 2.2.1-1 アニュラス空気浄化系統に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析においてアニュラス空気浄化系統を考慮している 設計基準事象			安全機能
			1)
分類	事象名	設置（変更）許可 申請書における 記載箇所	及び放出低減機能 放射性物質の閉じ込め機能、 放射線の遮へい
設計基準 事象	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.4.4	○
	制御棒飛び出し	添付書類十 3.4.5	○

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針（JEAG4612-2010）」を参照すると、アニュラス空気浄化系統は、『安全上特に重要な関連機能』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

従って、設置許可基準規則第十二条 2 項に従い、アニュラス空気浄化系統の内、安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するものは、最も厳しい単一故障を想定しても系統機能を満足する設計としなければならない。

また、設置許可基準規則第十二条 6 項に従い、アニュラス空気浄化系統の内、重要安全施設に該当する範囲は原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としなければならない。

上記要求を踏まえ、アニュラス空気浄化系統は独立 2 系統で構成され、各系統にアニュラス空気浄化ファン、アニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット、アニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニットをそれぞれ 1 台設置している。アニュラス空気浄化ファンは、それぞれ独立のディーゼル発電機に接続し、構成する機器の単一故障の仮定に加え外部電源が利用できない場合においてもその安全機能が達成できるように、多重性及び独立性を有する設計としている。また、アニュラス空気浄化系統は、原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としている。

この設計構成を維持することが、多重性、独立性を担保するための設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則における要求のうち、2.2.1、2.2.2.1 以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

アニュラス空気浄化系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

② 設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示すアニュラス空気浄化系統に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

アニュラス空気浄化系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

② 設計方針

設計要求を踏まえ、アニュラス空気浄化系統は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) アニュラス空気浄化系統の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設及び耐震Sクラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

アニュラス空気浄化系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

② 設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

アニュラス空気浄化系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) アニュラス空気浄化系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) これらアニュラス空気浄化系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。なお、建屋内の施設で外気と繋がっている施設は、防護対象施設として設計する。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) アニュラス空気浄化系統の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) これらアニュラス空気浄化系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) アニュラス空気浄化系統の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) アニュラス空気浄化系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。外部火災による二次的影響（ばい煙）については、適切な防護対策を講じることで防護対象施設の安全機能を損なわない設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

① 設置許可基準規則に基づく要求

アニュラス空気浄化系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するが、内部火災防護設計で対象とする原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する系統に該当しないため、設計基準対象施設としては、内部火災防護設計は不要である。

② 設計方針

アニュラス空気浄化系統は、内部火災防護設計で対象とする原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する系統に該当しないため、設計基準対象施設としては、内部火災防護設計は不要としている。なお、内部火災防護に関する設備として設置している換気空調系統については、「設計基準文書 一般事項編 内部火災防護」を参照のこと。

5) 溢水による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

アニュラス空気浄化系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

② 設計方針

アニュラス空気浄化系統は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。

6) 耐環境性

① 設置許可基準規則に基づく要求

アニュラス空気浄化系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

② 設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

アニュラス空気浄化系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

② 設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高圧の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等によりアニュラス空気浄化系統の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。また、それらの影響を低減させるための手段として、1次冷却材管、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高圧タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。

8) 材料及び構造

設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME 設計・建設規格）等に従い設計する。

9) 使用中の亀裂等による破壊の防止

クラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。

使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、亀裂その他の欠陥により破壊を引き起こされないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

10) 耐圧試験等

クラス1機器、クラス2機器、クラス3機器、クラス4管及び原子炉格納容器は、施設時に、当該機器の技術基準規則で定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。ただし、気圧により試験を行う場合であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力（原子炉格納容器にあつては、最高使用圧力の0.9倍）までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。

11) 準用

① 原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

アニュラス空気浄化系統は、設計基準対処施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 系統構成設備

アニュラス空気浄化系統を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(1/2)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
1A,1Bアニュラス空気浄化ファン	容量: 226m ³ /min ^(注2) 出力: 22kW/個	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能	容量:約226m ³ /min (1台当たり)	参考資料に示す。	模擬信号により起動することを確認する。(定期事業者検査時)
1A,1Bアニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット	よう素除去効率 総合除去効率: 95%(相対湿度 80%、温度 100℃において) 容量: 約226m ³ /min	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)放射性よう素濃度低減機能	よう素除去効率 95%以上 (相対湿度約80%、温度約 100℃において)	参考資料に示す。	フィルタのよう素除去効率 (総合除去効率)が95%以上 であることを確認する。 (定期事業者検査時)
1A,1Bアニュラス空気浄化微粒子除去フィルタユニット	容量: 約226m ³ /min	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能	粒子除去効率:99%以上(0.7 μm粒子)	参考資料に示す。	—
1A,1Bアニュラス出口弁	空気作動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能	—	—	—
1A,1Bアニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット出口弁	空気作動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能	—	—	—
1A,1Bアニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニット出口弁	空気作動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能	—	—	—
1A,1Bアニュラス空気浄化よう素除去フィルタユニットバイパス弁	空気作動弁	MS-1	DB2/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能	—	—	—
1A,1Bアニュラス全量排気弁	空気作動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能 C)排気筒放出機能	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2: 公称値

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(2/2)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
1A,1Bアニュラス少量排気弁	空気作動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能 C)排気筒放出機能	—	—	—
1A,1Bアニュラス戻り弁	空気作動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能 C)排気筒放出機能	—	—	—
1A,1Bアニュラス逆止弁	逆止弁	MS-1	DB2/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)放射性よう素濃度低減機能 C)排気筒放出機能	—	—	—
1号格納容器排気筒放出第1ダンパ 1号格納容器排気筒放出第2ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 C)排気筒放出機能	—	—	—
1A,1B格納容器排気ファン出口ダンパ	空気作動ダンパ	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 C)排気筒放出機能	—	—	—
クラス4管ダクト	—	MS-1	DB4/SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 C)排気筒放出	—	—	—
防火ダンパ	—	MS-1	—/—	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)閉じ込め機能 B)放射性よう素濃度低減機能	—	—	—
排気筒	地表高さ 約61m	MS-1	—/SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 C)排気筒放出	基数 1 寸法 約1.8m×約1.0m 地上高さ 約61m	参考資料に示す。	放出管理目標値: 放射性気体廃棄物: 希ガス 1.7×1016Bq/年 よう素131 6.2×1016Bq/年

1.3-649

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2: 公称値

設計基準文書 系統編

原子炉格納施設

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）系統編のうち、川内 1 号機の原子炉格納施設について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 構築物の概要

原子炉格納容器は、設計基準事故時において 1 次冷却材配管の最も過酷な破断を想定し、これにより放出される 1 次冷却材のエネルギーによる原子炉冷却材喪失時の最高の圧力及び最高の温度に耐えるように、最高使用圧力及び最高使用温度を設定し設計する。また、アニュラス部は、原子炉格納容器貫通部等から漏えいした空気をアニュラス空気浄化設備で処理するため、密閉した空間を形成する設計とする。

原子炉格納容器の開口部である機器搬入口及びエアロック、配管貫通部、電線貫通部並びに原子炉格納容器隔離弁を含めて原子炉格納容器の漏えい率を許容値以下に保ち、原子炉格納容器バウンダリの健全性を保つように設計するとともに、漏えい試験ができる設計とする。原子炉格納容器は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、原子炉格納容器バウンダリの脆性破壊及び破断を防止する設計とする。

原子炉格納容器を貫通する各施設の原子炉格納容器隔離弁は、自動隔離弁、通常時施錠管理が可能な手動弁又は隔離機能を有する逆止弁とし、原子炉格納容器の隔離機能の確保が可能な設計とする。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項		
1	概要			
	1.1	本書の目的 当該 DBD の対象系統を明確にする。		
	1.2	構築物の概要 当該構築物の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。		
	1.3	章構成と記載事項 本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。		
2	設計要件			
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則等 当該構築物の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則等を抽出して記載する。		
	2.2	構築物の設計要件	2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。	
		2.2.1	安全機能に関する設計要件 構築物機能表に基づき、当該構築物の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。	
		2.2.2	信頼性に関する設計要件	次の 2 つの観点で、当該構築物に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。
			2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する構築物に関する設計要件 当該構築物の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
			2.2.2.2	その他の一般的な設計要件 外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。		
	3.1	構築物構成設備 2.2.1 を踏まえ、当該構築物の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。		

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

原子炉格納施設は、以下に示す設置許可基準規則等に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第十三条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大防止
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第三十二条 原子炉格納施設

[技術基準規則]

- 第十七条 材料及び構造
- 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 第二十条 安全弁等
- 第二十一条 耐圧試験等
- 第四十八条 準用

2.2. 構築物の設計要件

2.1 で示した原子炉格納施設が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに原子炉格納施設の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条については、原子炉格納施設の機能を発揮するための前提となる機能（制御や駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統、非常用電源系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要件 (2.2.1)

- 第十三条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の拡大防止
- 第三十二条 原子炉格納施設

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2)

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

原子炉格納施設には、以下の安全機能が要求される。

- 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能

上記安全機能が達成される設計であることは、系統、または施設毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該施設の主要設備の仕様、及び、安全解析で使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では、安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに、表 2.2.1-1 に示す原子炉格納施設を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）を示す。

1) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能

原子炉格納容器は、設計基準事故時において 1 次冷却材配管の最も過酷な破断を想定し、これにより放出される 1 次冷却材のエネルギーによる原子炉冷却材喪失時の最高圧力及び温度に耐えるように設計する必要がある。

A) 自由体積

原子炉格納容器の自由体積は、事故時の原子炉格納容器内圧が過大にならないように、小さくなりすぎてはならない。

原子炉格納容器の自由体積を考慮している設計基準事象の安全評価では、基本的に原子炉格納容器内圧、放射能濃度及び水素濃度を保守的に評価する目的から、原子炉格納容器の自由体積として小さめの値を使用している。一方で、炉心冷却性に着目した評価においては、燃料被覆管温度を保守的に評価するため、原子炉格納容器の自由体積として大きめの値も使用している（表 2.2.1-2 参照）。

原子炉格納容器の自由体積は、設計基準事象の安全評価で使用された解析使用値の範囲を逸脱しないことが前提となるが、炉心冷却性評価における原子炉格納容器の自由体積の感度は小さいため、上限側（大きめの値）は安全性を担保するための確認項目として必須ではなく、原子炉格納容器の自由体積の下限側（小さめの値）が安全性を担保するための設計要件となる。

B) 構造物、機器等の体積及び表面積

原子炉格納容器本体及び内蔵されている構造物、機器等の体積及び表面積を考慮している設計基準事象の安全評価では、基本的に原子炉格納容器内圧を保守的に評価する目的から、構造物、機器等の体積及び表面積として小さめの値を使用している。一方で、設計基準事象の安全評価のうち、炉心冷却性および原子炉格納容器内水素濃度に着目した評価においては、構造物、機器等の体積及び表面積として大きめの値も使用している（表 2.2.1-3 参照）。

しかしながら、原子炉格納容器の大きさや形状、また内蔵されている機器や構造物についての物量変化が評価パラメータに与える影響は小さいため、原子炉格納容器の構造物や機器等の体積及び表面積は設計要件ではあるが、安全性を担保するための確認項目として必須ではない。

C) 雰囲気温度

原子炉格納容器内の雰囲気温度を考慮している設計基準事象の安全評価では、基本的に原子炉格納容器内圧、温度、及び水素濃度を保守的に評価する目的から、原子炉格納容器の雰囲気温度として高めの値を使用している。一方で、設計基準事象の安全評価のうち、炉心冷却性に着目した評価においては、原子炉格納容器の雰囲気温度として低めの値も使用している（表 2.2.1-4 参照）。

しかしながら、原子炉格納容器内圧、温度、及び水素濃度、炉心冷却性に対して原子炉格納容器内の雰囲気温度の感度は小さいため、設計要件ではあるが、安全性を担保するための確認項目として必須ではない。

D) 雰囲気湿度

原子炉格納容器内の雰囲気湿度を考慮している、設計基準事象の安全評価では、基本的に原子炉格納容器内圧及び温度を保守的に評価する目的から、原子炉格納容器の雰囲気湿度として低めの値を使用している。一方で、設計基準事象の安全評価のうち、炉心冷却性及び水素濃度に着目した評価においては、原子炉格納容器の雰囲気湿度として高めの値も使用している（表 2.2.1-5 参照）。

しかしながら、原子炉格納容器内圧、温度、及び水素濃度、炉心冷却性に対して原子炉格納容器内の雰囲気湿度の感度は小さいため、設計要件ではあるが、安全性を担保するための確認項目として必須ではない。

E) 設計漏えい率

設計基準事象の安全評価では、原子炉格納容器内圧に対応する漏えい率を解析条件として用いており、安全評価で使用された解析使用値を下回ることが安全性を担保するための設計要件となる。

F) アニュラス自由体積

設計基準事象における安全評価のうち、環境への放射性物質の放出量に着目した原子炉冷却材喪失事象及び制御棒飛び出し事象では、原子炉格納施設のうちのアニュラス部とアニュラス空気浄化系統の組み合わせによる環境への放射性物質の放出低減機能を期待している。この放射性物質の放出低減機能（アニュラスの負圧達成時間を含む）を評価で見込むにあたってはアニュラス部自由体積が必要となる。

放射性物質の放出低減機能として所定の性能を有していることの確認はアニュラス部自由体積単独ではなく、ファン及びフィルタの機能との組み合わせで扱われることが本来適切であることから、アニュラス部の基本的な構造が変更とならない限りはファン及びフィルタの性能を確認することで所期の目的は達成される。ただし、アニュラスの躯体の変更を伴うような場合には、安全性の担保のためにアニュラス体積の確認が必要となる。

G) アニュラスを形成する構造物の表面積及び体積

設計基準事象における安全評価のうち、環境への放射性物質の放出量に着目した原子炉冷却材喪失事象及び制御棒飛び出し事象では、事故時の負圧達成時間が用いられており、その時間は原子炉格納容器からの受熱及びアニュラス部からの放熱、並びに原子炉格納容器の膨張を考慮して設定している。これら効果を考慮した評価に際し、原子炉格納容器及び外部遮へい壁の表面積と体積が必要となる。

1 ファン及びフィルタが当該機能を達成するために満たすべき設計要件は、「換気空調系（アニュラス空気浄化系統）」の設計基準文書にて記載。

しかしながら、放射性物質の放出低減機能として所定の性能を有していることの確認は、上記 F) 項に記載の通り、ファン及びフィルタの機能との組み合わせで扱われることから、アニュラス部の基本的な構造が変更とならない限りはファンの性能¹を確認することで所期の目的は達成される。ただし、アニュラスの躯体の変更を伴うような場合には、安全性の担保のために原子炉格納容器と外部遮へい壁の壁面面積及び体積の確認が必要となる。

¹ ファン及びフィルタが当該機能を達成するために満たすべき設計要件は、「換気空調系（アニュラス空気浄化系統）」の設計基準文書にて記載。

表 2.2.1-1 原子炉格納施設に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において原子炉格納施設を考慮している 設計基準事象			安全機能
			1)
分類	事象名	設置（変更）許可 申請書における 記載箇所	放射性物質の閉じ込め機能、 放射線の遮へい及び放出低減機能
設計 基準 事象	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.2.1	○
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.4.4	○
	制御棒飛び出し	添付書類十 3.4.5	○
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.5.1	○
	可燃性ガスの発生	添付書類十 3.5.2	○

表 2.2.1-2 自由体積に係る安全解析事象とその想定

安全解析での想定	事象名（括弧内は設置（変更）許可申請書における記載箇所）
大きめの値を使用	・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.2.1）
小さめの値を使用	・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.4.4） ・制御棒飛び出し（添付書類十 3.4.5） ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.5.1） ・可燃性ガスの発生（添付書類十 3.5.2）

表 2.2.1-3 構造物、機器等の体積及び表面積に係る安全解析事象とその想定

安全解析での想定	事象名（括弧内は設置（変更）許可申請書における記載箇所）
小さめの値を使用	・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.4.4） ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.5.1）
大きめの値を使用	・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.2.1） ・可燃性ガスの発生（添付書類十 3.5.2）

表 2.2.1-4 雰囲気温度に係る安全解析事象とその想定

安全解析での想定	事象名（括弧内は設置（変更）許可申請書における記載箇所）
高めの値を使用	・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.4.4） ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.5.1） ・可燃性ガスの発生（添付書類十 3.5.2）
低めの値を使用	・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.2.1）

表 2.2.1-5 雰囲気湿度に係る安全解析事象とその想定

安全解析での想定	事象名（括弧内は設置（変更）許可申請書における記載箇所）
高めの値を使用	・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.2.1） ・可燃性ガスの発生（添付書類十 3.5.2）
低めの値を使用	・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.4.4） ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.5.1）

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する構築物に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針 (JEAG4612-2010)」を参照すると、原子炉格納施設は、『放射性物質の閉じ込め機能/放射線の遮へい及び放出低減機能』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

この設計構成を維持することが設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1、2.2.2.1 以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止 (内部火災防護)
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉格納施設は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置 (変更) 許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601 に基づく耐震設計としている。3 章に示す原子炉格納施設に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉格納施設は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、原子炉格納施設は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 原子炉格納施設の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設、及び耐震 S クラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉格納施設は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

原子炉格納施設は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 原子炉格納施設の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) これら原子炉格納施設は竜巻より防護すべき施設を内包する施設として扱うが、防護対象施設として設計する。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 原子炉格納施設の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) これら原子炉格納施設は降下火砕物より防護すべき施設を内包する施設として扱うが、防護対象施設として設計する。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 原子炉格納施設の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) 原子炉格納施設の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉格納施設は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第八条に従い、火災によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

原子炉格納施設は、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有するため、当該系統が設置される区域及び区画を火災防護審査基準が定める火災区域及び火災区画として定めた上で、設定した火災区域及び火災区画に対し、火災防護審査基準が定める火災防護対策を講じた設計としている。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉格納施設は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

原子炉格納施設は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉格納施設は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

②設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

原子炉格納施設は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

②設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

高温高圧の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により原子炉格納施設の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。またそれらの影響を低減させるための手段として、1次冷却材管には、LBBを適用し、主蒸気・主給水管については配管ホイップレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高圧タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。

8) 材料及び構造

設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）並びに重大事故等対処設備に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME 設計・建設規格）等に従い設計する。

9) 使用中の亀裂等による破壊の防止

クラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。

使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、亀裂その他の欠陥により破壊を引き起こされないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

1 0) 安全弁等

蒸気タービン、発電機、変圧器及び遮断器を除く設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に設置する安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁は、日本機械学会「設計・建設規格」(JSME S NC1) 及び日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2001) 及び (JSME S NC1-2005) 【事例規格】 過圧防護に関する規定 (NC-CC-001)」に適合するよう設計する。なお、安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁については、施設時に適用した告示(通商産業省「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準(昭和55年通商産業省告示第501号)」)の規定に適合する設計とする。

1 1) 耐圧試験等

クラス1機器、クラス2機器、クラス3機器、クラス4管及び原子炉格納容器は、施設時に、当該機器の技術基準規則で定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。ただし、気圧により試験を行う場合であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力(原子炉格納容器にあつては、最高使用圧力の0.9倍)までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。

1 2) 準用

①原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

原子炉格納施設は、設計基準対処施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 系統構成設備

原子炉格納施設を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
原子炉格納容器	自由体積:約80,100m ³ 漏えい率:原子炉格納容器内空気重量の0.1%/d以下 (常温、空気、最高使用圧力の0.9倍の圧力において)	MS-1	MC / SA2	S	1) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)自由体積 E)設計漏えい率	原子炉格納容器漏洩率:0.1%/d以下 (常温空気、設計圧力において)	参考資料に示す。	A種検査:設計圧力検査:0.08%/日以下 A種検査:低圧検査:0.04%/日以下 B・C種検査:0.04%/日以下 (定期事業者検査時)
機器搬入口		MS-1	MC / SA2	S				
エアロック		MS-1	MC / SA2	S				
貫通部		MS-1	DB2, MC / SA2	S				
原子炉格納容器隔離弁 (注2)		MS-1	DB2 / SA2	S				
アニュラス	容積:約11,200m ³	MS-1	—	S	1) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 F)アニュラス自由体積	アニュラス部容積:約11,200 m ³	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条(4.1.2.1参照)に定義される区分であり、技術基準規則第十七条(4.1.2.2参照)が定める材料及び構造、第十八条(4.1.2.3参照)が定める使用中の亀裂等による破壊の防止、第二十一条(4.1.2.5参照)が定める耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

注2: 隔離弁のリストについては添付に示す。

川内1号機 格納容器隔離弁リスト

要求系統	ペネNo.	要求機器名称
余熱除去出口配管	#151	1 A-RHRS入口弁 (内隔離弁)
		1 A余熱除去入口管ベント弁
		1 A-RHRS入口逃がし弁
格納容器再循環配管	#152	1 A-RHRS-C/V再循環弁 (外隔離弁)
		1 A-RHRS-C/V再循環ライン保護箱テスト弁
	#153	1 A-CSS-C/V再循環弁 (外隔離弁)
		1 A-C/V再循環サンプスプレイポンプ側保護管T. C弁
	#154	1 B-CSS-C/V再循環弁 (外隔離弁)
		1 B-C/V再循環サンプスプレイポンプ側保護管T. C弁
	#155	1 B-RHRS-C/V再循環弁 (外隔離弁)
1 B-RHRS-C/V再循環ライン保護箱テスト弁		
余熱除去出口配管	#156	1 B-RHRS入口弁 (内隔離弁)
		1 B余熱除去入口管ベント弁
		1 B-RHRS入口逃がし弁
消火用配管	#221	1号消火用水格納容器入口弁 (外隔離弁)
		1号消火用水格納容器入口逆止弁 (内隔離弁)
		1号消火用水管第2 T. C弁
蓄圧タンクテスト配管	#222	1号蓄圧タンクテストライン隔離弁 (内隔離弁)
		1号蓄圧タンクテストライン隔離弁 (外隔離弁)
A 1次冷却材ポンプ封水注入配管	#223	1 A-RCP封水注入ライン第1隔離弁 (外隔離弁)
		1 A-RCP封水注入ライン第2隔離弁前T. C弁
		1 A-RCP封水注入ライン第2隔離弁
蓄圧タンクサンプル配管	#224	1 A蓄圧タンクサンプル弁 (内隔離弁)
		1 B蓄圧タンクサンプル弁 (内隔離弁)
		1 C蓄圧タンクサンプル弁 (内隔離弁)
		1号蓄圧タンクサンプル弁 (外隔離弁)
制御棒位置指示装置盤室冷却ユニット冷却水出口配管	#225	1号DRPI盤冷水系出口C/V隔離弁
1次冷却材管低温側低圧注入配管	#226	1 A低温側低圧注入弁 (外隔離弁)
		1 A低温側低圧注入弁用T. C弁 (内隔離弁)
		1 A低温側低圧注入ライン逆止弁
制御棒位置指示装置盤室冷却ユニット冷却水入口配管	#227	1号DRPI盤冷水系入口C/V隔離弁
1次冷却材管低温側高圧注入配管 (補助注入配管)	#228	1号低温側高圧補助注入弁 (外隔離弁)
		1号低温側補助注入弁用T. C弁 (内隔離弁)
		1 A低温側補助注入弁試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 B低温側補助注入弁試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 C低温側補助注入弁試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 A低温側補助注入弁試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 B低温側補助注入弁試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 C低温側補助注入弁試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 A低温側補助注入ライン絞り弁
		1 B低温側補助注入ライン絞り弁
		1 C低温側補助注入ライン絞り弁
		1 A低温側補助注入ライン逆止弁 (内隔離弁)
		1 B低温側補助注入ライン逆止弁 (内隔離弁)
		1 C低温側補助注入ライン逆止弁 (内隔離弁)
		RCS-Aループ低温側補助注入配管ベント弁
		RCS-Bループ低温側補助注入配管ベント弁
RCS-Cループ低温側補助注入配管ベント弁		
原子炉キャビティ浄化ライン出口配管	#229	1号キャビティ浄化ライン取出弁 (C/V内)
		1号キャビティ浄化ライン取出弁 (C/V外)
		1号キャビティ浄化ライン (往) 第1隔離弁バイパス逆止弁
1次冷却材管高温側低圧注入配管	#230	1号高温側低圧注入弁 (外隔離弁)
		1号Bループ高温側低圧注入用T. C弁 (内隔離弁)
		1号Cループ高温側注入ライン逆止弁
		1号Bループ高温側注入ライン逆止弁
1次冷却材管高温側高圧注入配管	#231	1号高温側高圧補助注入弁 (外隔離弁)
		1号高温側高圧補助注入用T. C弁 (内隔離弁)
		1 A高温側補助注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 B高温側補助注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 C高温側補助注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 A高温側補助注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 B高温側補助注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 C高温側補助注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 A高温側補助注入ライン絞り弁
		1 B高温側補助注入ライン絞り弁
		1 C高温側補助注入ライン絞り弁
		1 A高温側補助注入ライン逆止弁 (内隔離弁)
		1 B高温側補助注入ライン逆止弁 (内隔離弁)
		1 C高温側補助注入ライン逆止弁 (内隔離弁)
		RCS-Bループ高温側補助注入配管ベント弁
		RCS-Cループ高温側補助注入配管ベント弁
RCS-Aループ高温側補助注入配管ベント弁		

川内1号機 格納容器隔離弁リスト

要求系統	ペネNo.	要求機器名称
1次冷却材管低温側低圧注入配管	#232	1 B 低温側低圧注入弁 (外隔離弁)
		1 B 低温側低圧注入弁用 T. C 弁 (内隔離弁)
		1 B 低温側低圧注入ライン逆止弁
格納容器圧力逃がし配管	#233	1 A-C/V 圧力逃がし装置第1隔離弁 (内隔離弁)
		1号 C/V 圧力逃がし装置 A ドレン弁 (T. C 兼用)
		1 A-C/V 圧力逃がし装置第2隔離弁 (外隔離弁)
1次冷却材管低温側高圧注入配管	#234	1号ほう酸注入タンク A 出口弁 (外隔離弁)
		1号ほう酸注入タンク B 出口弁 (外隔離弁)
		1号ほう酸注入タンク出口弁洗浄水戻り第1弁 (外隔離弁)
		1号ほう酸注入タンク出口弁用 T. C 弁 (内隔離弁)
		1 A ほう酸注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 B ほう酸注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 C ほう酸注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 A ほう酸注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 B ほう酸注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 C ほう酸注入ライン試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 A ほう酸注入ライン絞り弁
		1 B ほう酸注入ライン絞り弁
		1 C ほう酸注入ライン絞り弁
		1 A ほう酸注入ライン逆止弁 (内隔離弁)
		1 B ほう酸注入ライン逆止弁 (内隔離弁)
		1 C ほう酸注入ライン逆止弁 (内隔離弁)
		1号ほう酸注入タンク出入口バイパスラインドレン弁
		ほう酸注入タンク~RCS-Aループ低温側注入配管ベント弁
		ほう酸注入タンク~RCS-Cループ低温側注入配管ベント弁
		ほう酸注入タンク~RCS-Bループ低温側注入配管ベント弁
格納容器圧力逃がし配管	#235	1 B-C/V 圧力逃がし装置第1隔離弁 (内隔離弁)
		1号 C/V 圧力逃がし装置 B ドレン弁 (T. C 兼用)
		1 B-C/V 圧力逃がし装置第2隔離弁 (外隔離弁)
1次冷却材管高温側高圧注入配管	#236	1号高温側高圧補助注入弁 (ほう酸注入タンク側)
		1号高温側高圧補助注入弁 (B I タンク側) 用 T. C 弁 (内隔離弁)
		1 A 高温側補助注入ライン (B I タンク側) 試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 B 高温側補助注入ライン (B I タンク側) 試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 C 高温側注入ライン (B I タンク側) 試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 A 高温側注入ライン (B I タンク側) 試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 B 高温側注入ライン (B I タンク側) 試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 C 高温側注入ライン (B I タンク側) 試験用流量計弁 (内隔離弁)
		1 A 高温側補助注入ライン (B I タンク側) 絞り弁
		1 B 高温側補助注入ライン (B I タンク側) 補助絞り弁
		1 C 高温側補助注入ライン (B I タンク側) 補助絞り弁
		1 A 高温側補助注入ライン (B I タンク側) 逆止弁 (内隔離弁)
		1 B 高温側補助注入ライン (B I タンク側) 逆止弁 (内隔離弁)
		1 C 高温側補助注入ライン (B I タンク側) 逆止弁 (内隔離弁)
		RCS-Cループ高温側補助注入配管ベント弁
		RCS-Bループ高温側補助注入配管ベント弁
RCS-Aループ高温側補助注入配管ベント弁		
B 1 次冷却材ポンプ封水注入配管	#237	1 B-RCP 封水注入ライン第1隔離弁 (外隔離弁)
		1 B-RCP 封水注入ライン第2隔離弁前 T. C 弁
		1 B-RCP 封水注入ライン第2隔離弁
A 事故後 1 次冷却材サンプリング戻り配管	#238	1 A 自動遠隔試料採取装置 C/V 戻り弁 (外隔離弁)
		1 A 補助建屋サンプリング装置 C/V 戻りライン第2隔離弁
蓄圧タンク充てん配管	#239	1 A 自動遠隔試料採取装置 T. C 弁
		1号蓄圧タンク充てんポンプ出口弁 (外隔離弁)
		1号蓄圧タンク充てんポンプ出口弁用 T. C 弁 (内隔離弁)
抽出配管	#240	1号蓄圧タンク充てんライン逆止弁 (内隔離弁)
		1 A 抽出オリフィス隔離弁 (内隔離弁)
		1 B 抽出オリフィス隔離弁 (内隔離弁)
		1 C 抽出オリフィス隔離弁 (内隔離弁)
		1号抽出オリフィス出口逃がし弁
1次冷却材ポンプ封水戻り配管	#253	1号抽出オリフィス出口隔離弁 (外隔離弁)
		1号抽出オリフィス出口抽出配管ベント弁
		1号 RCP 封水戻りライン第1隔離弁 (内隔離弁)
		1号 RCP 封水戻りライン第1隔離弁バイパス弁
		1号 RCP 封水戻りライン第2隔離弁
制御用空気配管	#254	1 A-IAS 格納容器隔離弁 (外隔離弁)
		1 A-IAS 格納容器隔離用逆止弁
		1号制御用空気 A/Bヘッダ C/V 隔離弁 T. C 弁
充てん配管	#255	1号充てんライン第2隔離弁 (外隔離弁)
		1号充てんライン第2隔離弁前 T. C 弁
		1号充てんライン逆止弁
C 1 次冷却材ポンプ封水注入配管	#257	1 C-RCP 封水注入ライン第1隔離弁 (外隔離弁)
		1 C-RCP 封水注入ライン第2隔離弁前 T. C 弁
		1 C-RCP 封水注入ライン第2隔離弁

川内1号機 格納容器隔離弁リスト

要求系統	ペネNo.	要求機器名称
加圧器蒸気部サンプリング配管	#258	1号加圧器蒸気部サンプル弁 (内隔離弁)
		1号加圧器蒸気部サンプル弁 (外隔離弁)
加圧器液相部及びA事故後1次冷却材サンプリング配管		1号加圧器液相部サンプル弁 (内隔離弁)
		1号加圧器液相部サンプル弁 (外隔離弁)
1次冷却材及びB事故後1次冷却材サンプリング配管		1号Bループ高温側サンプル弁 (内隔離弁)
		1号Cループ高温側サンプル弁 (外隔離弁)
加圧器逃がしタンク窒素供給配管	#259	1号加圧器逃がしタンク窒素隔離弁
		1号加圧器逃がしタンク窒素ラインT. C弁 1号加圧器逃がしタンク窒素逆止弁
C, D格納容器空調装置冷却水入口配管	#260	1 C-1 D-C/V再循環ユニット冷却水入口弁
格納容器冷却材ドレンタンクベントヘッド連絡管	#261	1号CVDTベントライン第1隔離弁
		1号CVDTベントライン第2隔離弁
		1号CVDT窒素供給隔離弁
加圧器逃がしタンク純水補給配管	#262	1号加圧器逃がしタンク補給水隔離弁
		1号加圧器逃がしタンク補給水ラインT. C弁
		1号加圧器逃がしタンク補給水逆止弁
B事故後1次冷却材サンプリング戻り配管	#263	1 B自動遠隔試料採取装置C/V戻り弁 (外隔離弁)
		1 B補助建屋サンプリング装置C/V戻りライン第2隔離弁
		1 B自動遠隔試料採取装置T. C弁
格納容器サンプポンプ出口配管	#264	1号C/Vサンプポンプ出口ライン第1隔離弁
		1号C/Vサンプポンプ出口ライン第2隔離弁
D格納容器空調装置冷却水出口配管	#265	1 D-C/V再循環ユニット冷却水出口隔離弁
C格納容器空調装置冷却水出口配管	#266	1 C-C/V再循環ユニット冷却水出口隔離弁
格納容器冷却材ドレンタンクガス分析器連絡管	#267	1号CVDTGAライン第1隔離弁
		1号CVDTGAライン第2隔離弁
加圧器逃がしタンクガス分析管	#267	1号PRTガス分析ライン隔離弁 (内隔離弁)
		1号PRTガス分析ライン隔離弁 (外隔離弁)
格納容器冷却材ドレン冷却器冷却水出口配管	#268	1号冷却材ドレン冷却器冷却水隔離弁
格納容器冷却材ドレンタンク出口配管	#269	1号C/V冷却材ドレン冷却器出口第1隔離弁
		1号C/V冷却材ドレン冷却器出口第2隔離弁
A主給水管	#301	1 A主給水隔離弁 (外隔離弁)
		1 A補助給水隔離弁 (外隔離弁)
A主蒸気管	#302	1 A主蒸気逃がし弁元弁
		1 A-1主蒸気安全弁
		1 A-2主蒸気安全弁
		1 A-3主蒸気安全弁
		1 A-4主蒸気安全弁
		1 A-5主蒸気安全弁
		1 A-6主蒸気安全弁
		1 A-7主蒸気安全弁
		1 A主蒸気隔離弁
		1 A主蒸気隔離弁ベント第1弁 (外隔離弁)
		1 A主蒸気隔離弁ベント第2弁
		1号T/D AFWP A蒸気元弁
		1 A主蒸気サンプル元弁
		1 A主蒸気サンプル弁 (外隔離弁)
		1 A主蒸気隔離弁上流ドレン元弁 (外隔離弁)
		1 A主蒸気隔離弁バイパス弁 (外隔離弁)
		1号T/D補助給水ポンプ蒸気管ベント弁
		1号T/D補助給水ポンプ蒸気管ベント弁
		1 A主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
		1 A主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)
		1 A主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
		1 A主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)
		1 A主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
		1 A主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)
		1 A主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
		1 A主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)
		1 A主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
1 A主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)		
1 A主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)		
1 A主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)		
B主給水管	#303	1 B主給水隔離弁 (外隔離弁)
		1 B補助給水隔離弁 (外隔離弁)

川内1号機 格納容器隔離弁リスト

要求系統	ペネNo.	要求機器名称
B主蒸気管	#304	1 B主蒸気逃がし弁元弁
		1 B-1主蒸気安全弁
		1 B-2主蒸気安全弁
		1 B-3主蒸気安全弁
		1 B-4主蒸気安全弁
		1 B-5主蒸気安全弁
		1 B-6主蒸気安全弁
		1 B-7主蒸気安全弁
		1 B主蒸気隔離弁
		1 B主蒸気隔離弁ベント第1弁 (外隔離弁)
		1 B主蒸気隔離弁ベント第2弁
		1 B主蒸気サンプル元弁
		1 B主蒸気サンプル弁 (外隔離弁)
		1 A-C/V出口主蒸気管ドレン元弁 (外隔離弁)
		1 B主蒸気隔離弁上流ドレン元弁 (外隔離弁)
		1 B主蒸気隔離弁バイパス弁 (外隔離弁)
		1 B主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
		1 B主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)
		1 B主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
		1 B主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)
		1 B主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
		1 B主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)
		1 B主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
1 B主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)		
1 B主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)		
1 B主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)		
C主給水管	#305	1 C主給水隔離弁 (外隔離弁)
		1 C補助給水隔離弁 (外隔離弁)
C主蒸気管	#306	1 C主蒸気逃がし弁元弁
		1 C-1主蒸気安全弁
		1 C-2主蒸気安全弁
		1 C-3主蒸気安全弁
		1 C-4主蒸気安全弁
		1 C-5主蒸気安全弁
		1 C-6主蒸気安全弁
		1 C-7主蒸気安全弁
		1 C主蒸気隔離弁
		1 C主蒸気隔離弁ベント第1弁 (外隔離弁)
		1 C主蒸気隔離弁ベント第2弁
		1号T/D AFWP B蒸気元弁
		1 C主蒸気サンプル元弁
		1 C主蒸気サンプル弁 (外隔離弁)
		1 B-C/V出口主蒸気管ドレン元弁 (外隔離弁)
		1 C主蒸気隔離弁上流ドレン元弁 (外隔離弁)
		1 C主蒸気隔離弁バイパス弁 (外隔離弁)
		1 C主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
		1 C主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)
		1 C主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
		1 C主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)
		1 C主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)
		1 C主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)
1 C主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)		
1 C主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)		
1 C主蒸気圧力検出第1弁 (外隔離弁)		
1 C主蒸気圧力検出第2弁 (外隔離弁)		
炉内計装用炭酸ガス配管	#324	1号ICIGS格納容器第1隔離弁
		1号ICIGS格納容器第1隔離弁後T、C弁
		1号ICIGS格納容器第2隔離弁
格納容器圧力逃がし装置ドレン配管	#325	1 A-C/V圧力逃がし装置ドレンライン隔離弁
		1号C/V圧力逃がし装置ドレンラインA隔離T、C弁
		1号C/V圧力逃がし装置ドレンラインA第2隔離弁
格納容器圧力逃がし装置ドレン配管	#326	1 B-C/V圧力逃がし装置ドレンライン隔離弁
		1号C/V圧力逃がし装置ドレンラインB隔離T、C弁
		1号C/V圧力逃がし装置ドレンラインB第2隔離弁

川内1号機 格納容器隔離弁リスト

要求系統	ペネNo.	要求機器名称
1次冷却材ポンプ消火用炭酸ガス配管	#327	1号RCP用CO2消火設備C/V隔離弁
		RCP用CO2消火設備ラインT. C弁
		RCP用CO2消火設備ライン逆止弁 (C/V)
格納容器空気サンプリング 取出し配管	#328	1号格納容器空気サンプル取出弁 (内隔離弁)
		1号格納容器空気サンプル取出弁 (外隔離弁)
1次冷却材ポンプ及び モータ冷却水出口配管	#329	1号RCP冷却水第1出口弁 (内隔離弁)
		1号RCP冷却水第1出口弁バイパス弁逆止弁 (内隔離弁)
		1号RCP冷却水第2出口弁 (外隔離弁)
漏えい試験圧力取出し配管	#331	1号C/V圧力検出元弁 (C/V内)
		1号C/V圧力検出弁 (C/V外)
1次冷却材ポンプ及び モータ冷却水入口配管	#332	1号RCP冷却水第2入口弁 (外隔離弁)
		1号RCP冷却水入口T. C弁
		1号RCP冷却水入口逆止弁
制御棒クラスタ駆動装置 冷却ユニット冷却水出口配管	#334	1号CRDM冷却水A出口弁
	#335	1号CRDM冷却水B出口弁
制御棒クラスタ駆動装置 冷却ユニット冷却水入口配管	#336	1号CRDM冷却水入口弁 (外隔離弁)
原子炉キャビティ浄化ライン入口配管	#351	1号キャビティ浄化ライン戻り弁 (外隔離弁)
		1号キャビティ浄化ライン戻り管T. C弁 (隔離弁)
		1号キャビティ浄化ライン戻り逆止弁 (CV内)
1次系補助蒸気配管	#353	1号補助蒸気格納容器隔離弁
		1号補助蒸気隔離弁T. C弁
		1号補助蒸気格納容器隔離弁
格納容器空気サンプリング戻り配管	#354	1号格納容器空気サンプル戻りライン隔離弁
		格納容器空気サンプリング戻り内側逆止弁
		格納容器空気サンプリング戻り隔離弁T. C弁
蓄圧タンク窒素充てん配管	#355	1号蓄圧タンクN2ライン隔離弁 (外隔離弁)
		1号蓄圧タンクN2ライン隔離弁用T. C弁 (内隔離弁)
		1号蓄圧タンクN2ライン隔離弁 (内隔離弁)
制御用空気配管	#356	1B-IAS格納容器隔離弁 (外隔離弁)
		1B-IAS格納容器隔離用逆止弁
		1号制御用空気A/BヘッダC/V隔離弁T. C弁
A蒸気発生器 ブローダウンサンプル配管	#357	1A-S/Gサンプル隔離弁 (外隔離弁)
B蒸気発生器 ブローダウンサンプル配管		1B-S/Gサンプル隔離弁 (外隔離弁)
C蒸気発生器 ブローダウンサンプル配管		1C-S/Gサンプル隔離弁 (外隔離弁)
A, B格納容器 空調装置冷却水入口配管	#358	1A-1B-C/V再循環ユニット冷却水入口弁
B格納容器空調装置冷却水出口配管	#359	1B-C/V再循環ユニット冷却水出口隔離弁
C蒸気発生器ブローダウン配管	#360	1C-S/Gブローダウン第1隔離弁 (外隔離弁)
A格納容器空調装置冷却水出口配管	#361	1A-C/V再循環ユニット冷却水出口隔離弁
余剰抽出冷却器冷却水入口配管	#362	1号余剰抽出冷却器冷却水第2入口弁
余剰抽出冷却器冷却水出口配管	#363	1号余剰抽出冷却器冷却水第1出口弁
A蒸気発生器ブローダウン配管	#364	1A-S/Gブローダウン第1隔離弁 (外隔離弁)
加圧器圧力較正配管	#366	1号デットウエイト圧力発生装置元弁
B蒸気発生器ブローダウン配管	#367	1B-S/Gブローダウン第1隔離弁 (外隔離弁)

川内1号機 格納容器隔離弁リスト

要求系統	ペネNo.	要求機器名称
脱塩水配管	#369	1号C/V内脱塩水供給第1隔離弁
		1号C/V内脱塩水供給第2隔離弁
		1号C/V内脱塩水供給第2隔離弁前T. C弁
所内用空気配管	#371	1号C/V内所内用空気供給第1隔離弁
		格納容器内所内用空気逆止弁
		1号C/V内所内用空気供給第2隔離弁前T. C弁
工所用酸素配管	#401	工所用酸素配管外隔離弁(手動弁)
		工所用酸素配管内隔離弁(手動弁)
真空逃がし配管	#403	1号格納容器真空逃がし装置A第1弁
		1号格納容器真空逃がし装置A第2弁
工所用アセチレン配管	#404	工所用アセチレン配管外隔離弁(手動弁)
		工所用アセチレン配管内隔離弁(手動弁)
工所用アルゴン配管	#405	工所用アルゴン配管外隔離弁(手動弁)
		工所用アルゴン配管内隔離弁(手動弁)
真空逃がし配管	#407	1号格納容器真空逃がし装置B第1弁
		1号格納容器真空逃がし装置B第2弁
漏えい試験圧力取出し配管	#409	1号格納容器漏えい率試験空気出口配管内隔離弁
格納容器スプレイ配管	#413	1Aスプレイクーラ出口弁(外隔離弁)
		1Aスプレイテストライン空気テスト弁
		1Aスプレイライン逆止弁(内隔離弁)
A格納容器水素サンプリング取出し配管	#415	1A-C/V雰囲気サンプル取出弁(内隔離弁)
		1A-C/V雰囲気サンプル取出弁(外隔離弁)
A格納容器水素サンプリング戻り配管		1A-C/V雰囲気サンプル戻り弁(外隔離弁)
		1A-C/V雰囲気サンプル戻り弁(内隔離弁)
		1A-C/V雰囲気サンプル戻りラインT. C弁
格納容器水素パージ給気配管	#416	1A-C/V水素パージ用空気入口弁(外隔離弁)
		1号格納容器水素パージ給気格納容器隔離逆止弁 1号格納容器水素パージ給気格納容器隔離リーク試験弁
格納容器排気ダクト	#417	1号格納容器排気内側隔離弁
		1号格納容器排気外側隔離弁
格納容器スプレイ配管	#422	1Bスプレイクーラ出口弁(外隔離弁)
		1Bスプレイテストライン空気テスト弁
		1Bスプレイライン逆止弁(内隔離弁)
格納容器水素パージ給気配管	#423	1B-C/V水素パージ用空気入口弁(外隔離弁)
		1号格納容器水素パージ給気格納容器隔離逆止弁
		1号格納容器水素パージ給気格納容器隔離リーク試験弁
B格納容器水素サンプリング取出し配管	#424	1B-C/V雰囲気サンプル取出弁(内隔離弁)
		1B-C/V雰囲気サンプル取出弁(外隔離弁)
B格納容器水素サンプリング戻り配管		1B-C/V雰囲気サンプル戻り弁(外隔離弁)
		1B-C/V雰囲気サンプル戻り弁(内隔離弁)
		1B-C/V雰囲気サンプル戻りラインT. C弁
格納容器給気ダクト	#425	1号格納容器給気外側隔離弁
		1号格納容器給気内側隔離弁
格納容器作業用排気ダクト	#426	1号格納容器内作業用排気内側隔離弁
		1号格納容器内作業用排気外側隔離弁

設計基準文書 系統編
格納容器スプレイ系統

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）系統編のうち、川内1号機の格納容器スプレイ系統について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 系統の概要

格納容器スプレイ系統は、格納容器スプレイポンプ、格納容器スプレイ冷却器、よう素除去薬品タンク、配管、弁等で構成され、設計基準事故である原子炉冷却材喪失時および主蒸気管破断時に、原子炉格納容器内の圧力及び温度の上昇を原子炉格納容器の最高使用圧力及び最高使用温度以下に維持することを目的とした系統である。格納容器スプレイ系統は以上の目的を達成すべく、燃料取替用水タンク又は格納容器再循環サンプを水源として、格納容器スプレイポンプによって苛性ソーダを含むほう酸水をスプレイする機能、及び再循環運転時において格納容器スプレイ冷却器を介して再循環サンプ水を冷却する機能を有する系統である。

なお、格納容器スプレイ系統に期待する設計基準事象は2.2.1に示される。

格納容器スプレイ系統は安全重要度分類上、特に重要度の高い安全機能である「放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能」（MS-1）を有するため、多重性を持たせた設計としている。格納容器スプレイ系統は、独立2系統で構成され、各系統に格納容器スプレイポンプ、格納容器スプレイ冷却器を1基ずつ設置している。また、格納容器スプレイ系統は耐震Sクラスで設計される。格納容器スプレイポンプの電動機は、各々独立した非常用母線に接続し、外部電源喪失時にはディーゼル発電機により給電する設計としている。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項		
1	概要			
	1.1	本書の目的 当該 DBD の対象系統を明確にする。		
	1.2	系統の概要 当該系統の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。		
	1.3	章構成と記載事項 本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。		
2	設計要件			
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則等 当該系統の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則等を抽出して記載する。		
	2.2	系統の設計要件	2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。	
		2.2.1	安全機能に関する設計要件 系統機能整理表に基づき、当該系統の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。	
		2.2.2	信頼性に関する設計要件 次の 2 つの観点で、当該系統に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。	
			2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件 当該系統の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
			2.2.2.2	その他の一般的な設計要件 外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の仕様及び安全機能	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。		
	3.1	系統構成設備 2.2.1 を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。		

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

格納容器スプレイ系統は、以下に示す設置許可基準規則等に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第十三条 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
- 第二十三条 計測制御系統施設
- 第二十四条 安全保護回路
- 第三十二条 原子炉格納施設
- 第三十三条 保安電源設備

[技術基準規則]

- 第十七条 材料及び構造
- 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 第二十条 安全弁等
- 第二十一条 耐圧試験等
- 第四十八条 準用

2.2. 系統の設計要件

2.1 で示した格納容器スプレイ系統が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに格納容器スプレイ系統の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十三条、第二十四条、第三十三条については、格納容器スプレイ系統の機能を発揮するための前提となる機能（制御や駆動源）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統、非常用電源系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求 (2.2.1)

- 第十三条 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
- 第三十二条 原子炉格納施設

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2)

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設

2.2.1. 安全機能に関する設計要件

格納容器スプレイ系統には、以下の安全機能が要求される。

- 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能¹

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様、及び、安全解析で使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では、安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに、表 2.2.1-1 に示す格納容器スプレイ系統を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）を示す。

¹ 格納容器スプレイ系統の有する放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能のうち CV バウンダリに関しては、設計基準文書 系統編「原子炉格納施設」にて記載。

1) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能

格納容器スプレイ系統は、原子炉格納容器スプレイ作動信号を受けて、よう素除去のための薬品を含むほう酸水を格納容器スプレイとして必要な供給流量を格納容器内にスプレイできなければならない。一方、原子炉冷却材喪失時等において再冠水期間中の炉心冷却性が阻害されないようにするため、過剰な流量でのスプレイがなされないようにしなければならない。また、燃料取替用水タンクの水位が低くなった場合には、格納容器スプレイポンプの水源を格納容器再循環サンプに切り替えて（再循環モード）、格納容器スプレイ冷却器で冷却した後、原子炉格納容器内にスプレイすることから、格納容器スプレイ系統は、原子炉格納容器の放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮蔽機能及び放出低減機能を維持するのに必要な冷却能力を有しなければならない。加えて、原子炉格納容器スプレイ水へのよう素除去薬品の添加を前提としたよう素除去機能を有しなければならない。

A) 格納容器スプレイ冷却器の冷却性能

格納容器スプレイ冷却器は、再循環モード時の冷却能力として表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価において使用されている冷却性能を確保することが設計要件となる。

B) 格納容器スプレイ流量

格納容器スプレイ系統を対処設備として期待する表 2.2.1-1 に示す設計基準事象の安全評価のうち、環境への放射性物質の放出量に着目した原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.4.4）と、原子炉格納容器内圧に着目した原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.5.1）、及び可燃性ガスの発生（添付書類十 3.5.2）の安全解析では、原子炉格納容器の健全性を保守的に評価する目的から、格納容器スプレイ系統のスプレイ流量として少なめの流量を使用している。

一方、炉心冷却性に着目した原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.2.1）の安全解析では、炉心冷却性等を保守的に評価する目的から、スプレイ流量として多めの流量を使用している（表 2.2.1-2 参照）。したがって、格納容器スプレイ系統によるスプレイ流量は、それぞれの事象の評価で使用された解析使用値の範囲内に維持されることが安全性を担保するための設計要件となる。

C) 格納容器スプレイの動作遅れ時間

格納容器スプレイの動作遅れ時間は、評価目的に応じて2種類の遅れ時間があり、それぞれにおいて想定されている想定時間内に収まらなければならない。

格納容器スプレイ系統の機能に期待する設計基準事象の安全評価において、表 2.2.1-1 に示す事象のうち、環境への放射性物質の放出量に着目した原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.4.4）、原子炉格納容器内圧に着目した原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.5.1）、及び可燃性ガスの発生（添付書類十 3.5.2）については、原子炉格納容器内圧を保守的に評価するため、事象開始からポンプ定速達成までの時間²経過以降に格納容器スプレイポンプによる

² この遅れ時間には信号遅れやタイマー、ポンプ定速達成時間、外部電源喪失時の DG 起動遅れ及びシーケンスタイム等が考慮されている。

注入開始を想定しており、この評価における想定時間内に注入開始できるようにすることが安全性を担保するための設計要件となる。

一方で、炉心冷却性に着目した原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.2.1）については、燃料被覆管温度を保守的に評価する目的から早期にスプレイが開始される想定としており、この評価においては、想定時間より後にスプレイ開始できるようにすることが安全性を担保するための設計要件となる。

加えて、表 2.2.1-1 に示す事象のうち環境への放射性物質の放出量に着目した原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.4.4）及び制御棒飛び出し（添付書類十 3.4.5）については、事象開始からポンプ定速達成までの時間²経過以降による素除去薬品タンクからの薬品添加を想定しており、この解析において想定時間内による素除去のための薬品を含むほう酸水が原子炉格納容器内にスプレイできることが安全性を担保するための設計要件となる。

D) 再循環漏えい率

表 2.2.1-1 に示す環境への放射性物質の放出量に係る設計基準事象（添付書類十 3.4.4 及び 3.4.5）においては、格納容器スプレイ設備の再循環系からの漏えいを想定しており、この解析に使用している再循環漏えい率以下とすることが設計要件となる。

しかしながら、環境への放射性物質の放出量に対して再循環漏えい率の変化が評価パラメータに与える影響は小さいため、再循環漏えい率は設計要件ではあるが、安全性を担保するための確認項目として必須ではない。

E) よう素除去機能

格納容器スプレイ系統は、スプレイに対してよう素除去薬品を添加することで、原子炉格納器内のよう素除去を行っている。そのため、表 2.2.1-1 に示す環境への放射性物質の放出量に係る設計基準事象（添付書類十 3.4.4 及び 3.4.5）において使用している放射性無機よう素の等価半減期を下回ることが設計要件となる。

表 2.2.1-1 格納容器スプレイ系統に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において格納容器スプレイ系統を考慮している 設計基準事象			安全機能
			1)
分類	事象名	設置(変更)許可 申請書における 記載箇所	放射線 の遮へい 及び放出 低減機能
設計 基準 事象	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.2.1	○
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.4.4	○
	制御棒飛び出し	添付書類十 3.4.5	○
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.5.1	○
	可燃性ガスの発生	添付書類十 3.5.2	○

表 2.2.1-2 格納容器スプレイに係る安全解析事象とその想定

安全解析での想定	事象名（括弧内は設置（変更）許可申請書における記載箇所）
格納容器スプレイポンプ 1 台かつ少なめの流量で注入	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.4.4） ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.5.1） ・可燃性ガスの発生（添付書類十 3.5.2）
格納容器スプレイポンプ 2 台かつ多めの流量で注入	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.2.1）

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針（JEAG4612-2010）」を参照すると、格納容器スプレイ系統は、『放射性物質の閉じ込め機能/放射線の遮へい及び放出低減機能』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

従って、設置許可基準規則第十二条 2 項に従い、最も厳しい単一故障を想定しても系統機能を満足する設計としなければならない。

また、設置許可基準規則第十二条 6 項に従い、原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としなければならない。

上記要求を踏まえ、格納容器スプレイ系については独立 2 系統で構成される。格納容器スプレイポンプは、それぞれ独立のディーゼル発電機に接続し、構成する機器の単一故障の仮定に加え外部電源が利用できない場合においてもその安全機能が達成できるように、多重性及び独立性を有する設計としている。また、格納容器スプレイ系統は、原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としている。

この設計構成を維持することが、多重性、独立性を担保するための設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1、2.2.2.1 以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止
- その他技術基準規則に関する事項

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

格納容器スプレイ系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示す格納容器スプレイ系統に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

格納容器スプレイ系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、格納容器スプレイ系統は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 格納容器スプレイ系統の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設、及び耐震Sクラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

格納容器スプレイ系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

格納容器スプレイ系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 格納容器スプレイ系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。

- ii) これら格納容器スプレイ系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 格納容器スプレイ系統の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) これら格納容器スプレイ系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 格納容器スプレイ系統の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設が該当する。
- ii) 格納容器スプレイ系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

格納容器スプレイ系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第八条に従い、火災によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

格納容器スプレイ系統は、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有するため、当該系統が設置される区域及び区画を火災防護審査基準が定める火災区域及び火災区画として定めた上で、設定した火災区域及び火災区画に対し、火災防護審査基準が定める火災防護対策を講じた設計としている。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

格納容器スプレイ系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

格納容器スプレイ系統は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。また当該系統が、溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水や、地震に起因する機器の破損等により生じる溢水の溢水源とならないよう、耐震性が確保され、配管応力が許容値を満足していることを確認している。

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

格納容器スプレイ系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

②設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

格納容器スプレイ系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

②設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高压の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により格納容器スプレイ系統の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。またそれらの影響を低減させるための手段として、1次冷却材管には、LBBを適用し、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高压タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。

8) 材料及び構造

設計基準対象施設（圧縮機、補助ボイラー、蒸気タービン（発電用のものに限る。）、発電機、変圧器及び遮断器を除く。）に属する容器、管、ポンプ若しくは弁若しくはこれらの支持構造物又は炉心支持構造物の材料及び構造は、施設時において、各機器等のクラス区分に応じて日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」（JSME 設計・建設規格）等に従い設計する。

9) 使用中の亀裂等による破壊の防止

クラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、使用される環境条件を踏まえ応力腐食割れに対して残留応力が影響する場合、有意な残留応力が発生すると予想される部位の応力緩和を行う。

使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、炉心支持構造物は、亀裂その他の欠陥により破壊を引き起こされないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

使用中のクラス1機器の耐圧部分は、貫通する亀裂その他の欠陥が発生しないよう、保安規定に基づき「実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈」等に従って検査及び維持管理を行う。

1 0) 安全弁等

蒸気タービン、発電機、変圧器及び遮断器を除く設計基準対象施設に設置する安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁は、日本機械学会「設計・建設規格」(JSME S NC1) 及び日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (JSME S NC1-2001) 及び (JSME S NC1-2005) 【事例規格】 過圧防護に関する規定 (NC-CC-001)」に適合するよう設計する。なお、安全弁、逃がし弁、破壊板及び真空破壊弁については、施設時に適用した告示 (通商産業省「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準 (昭和 55 年通商産業省告示第 501 号)」) の規定に適合する設計とする。

1 1) 耐圧試験等

クラス 1 機器、クラス 2 機器、クラス 3 機器、クラス 4 管及び原子炉格納容器は、施設時に、当該機器の技術基準規則で定めるところによる圧力で耐圧試験を行ったとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないことを確認する。ただし、気圧により試験を行う場合であって、当該圧力に耐えることが確認された場合は、当該圧力を最高使用圧力 (原子炉格納容器にあつては、最高使用圧力の 0.9 倍) までに減じて著しい漏えいがないことを確認する。なお、耐圧試験は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」等に従って実施する。

1 2) 準用

①原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

格納容器スプレイ系統は、設計基準対象施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

3.1. 系統構成設備

格納容器スプレイ系統を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(1/2)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス(DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
A、B格納容器スプレイポンプ	容量: 940 m ³ /h ^(注2) 揚程:170 m ^(注2) 出力:700kW/個	MS-1	DB2 / SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)格納容器スプレイ流量 C)格納容器スプレイの動作遅れ時間 E)よう素除去機能	容量:約940m ³ /h (1台当たり) 揚程:約170m	参考資料に示す。	模擬信号により起動することを確認する。 (定期事業者検査時) ポンプを起動させ、異常な振動、異音、異臭、漏えいがないこと、及びテストラインにおける ・揚程:参考資料に示す。 ・容量:参考資料に示す。 であることを確認する。 (定期事業者検査時)
格納容器スプレイ冷却器	容量(設計熱交換量): 2.7×10 ⁴ kW ^(注2) 伝熱面積: 参考資料に示す。	MS-1	DB2(管側) DB3(胴側) / SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 A)格納容器スプレイ冷却器の冷却性能	伝熱容量:約27MW (1基当たり)	参考資料に示す。	—
1号よう素除去薬品タンク	容量:15 m ³ ^(注2)	MS-1	DB2 / —	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 E)よう素除去機能	容量:約15m ³ 薬品:苛性ソーダ(約30wt%)	参考資料に示す。	苛性ソーダ溶液量(有効水量):11.1m ³ 以上 苛性ソーダ濃度: 30wt%以上
1A、Bスプレイポンプ供給弁	電動弁	MS-1	DB2 / SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)格納容器スプレイ流量	—	—	—
1A、BRWSTースプレイポンプ供給側逆止弁	逆止弁	MS-1	DB2 / SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)格納容器スプレイ流量	—	—	—

注1:機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。
注2:公称値

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(2/2)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
1A、B CSS C/V再循環弁(外隔離弁)	電動弁	MS-1	DB2 / SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)格納容器スプレイ流量	—	—	—
1A、B スプレイポンプ出口逆止弁	逆止弁	MS-1	DB2 / SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)格納容器スプレイ流量	—	—	—
1A、Bスプレイクーラ出口弁(外隔離弁)	電動弁	MS-1	DB2 / SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)格納容器スプレイ流量	—	—	—
1A、Bスプレイライン逆止弁(内隔離弁)	逆止弁	MS-1	DB2 / SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)格納容器スプレイ流量	—	—	—
1A、B CSS-C/V再循環ライン逆止弁	逆止弁	MS-1	DB2 / SA2	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)格納容器スプレイ流量	—	—	—
1A、Bよう素除去薬注弁	電動弁	MS-1	DB2 / —	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 E)よう素除去機能	—	—	—
1A、Bよう素除去薬注逆止弁	逆止弁	MS-1	DB2 / —	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 E)よう素除去機能	—	—	—
配管・継手	—	MS-1	DB2 / SA2 (一部SAクラス対象外)	S	1)放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能 B)格納容器スプレイ流量 C)格納容器スプレイの動作遅れ時間 E)よう素除去機能	—	—	—

注1: 機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。

なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

注2: 公称値

設計基準文書 系統編

非常用電源系統

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）系統編のうち、川内1号機の非常用電源系統について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 系統の概要

非常用電源系統は、非常用交流電源系統、非常用直流電源系統、非常用計装用電源系統から構成される。

非常用電源系統は、安全重要度分類上、重要度の特に高い安全機能である「安全上特に重要な関連機能（MS-1）」を有するため、多重性を持たせた設計としている。

非常用交流電源系統は、ディーゼル発電機、非常用高圧母線、動力変圧器、非常用低圧母線、ケーブル等で構成され、外部電源喪失時に原子炉の安全停止を達成するために必要な機器設備、または設計基準事故時に外部電源が喪失した場合に工学的安全施設を含む重要度の特に高い安全機能を有する設備に交流電源を供給するための系統である。

通常時、非常用高圧母線には500kV送電線から所内変圧器を通し、また、所内変圧器から受電できなくなった場合には予備変圧器から、さらに、外部電源が完全に喪失した場合には、ディーゼル発電機から給電する。非常用低圧母線は、非常用高圧母線から動力変圧器を介して受電する。

ディーゼル発電機は、外部電源が完全に喪失した場合に、発電所の保安を確保し、安全に停止するために必要な電源を供給し、さらに、工学的安全施設作動のための電源も供給する。ディーゼル発電機は、多重性を考慮して、必要な容量のものを2台備え、それぞれ定格出力で7日間以上連続運転できる燃料貯蔵設備を発電所内に設け、燃料貯蔵設備である燃料油貯蔵タンクと燃料油貯油そう間は、タンクローリにて燃料油を輸送する。

ディーゼル発電機は、非常用高圧母線低電圧信号及び非常用炉心冷却設備作動信号で起動し、約10秒以内に電圧を確立した後は、各非常用高圧母線に接続し負荷に給電する。

非常用直流電源系統は、蓄電池（安全防護系用）、充電器、直流コントロールセンタ、ケーブル等で構成され、外部電源喪失時に原子炉の安全停止を達成するために必要な機器設備、または設計基準事故時に外部電源が喪失した場合に工学的安全施設を含む重要度の特に高い安全機能を有する設備に直流電源を供給するための系統である。蓄電池（安全防護系用）は、発電用原子炉を安全に停止し、かつ、発電用原子炉の停止後に炉心を一定時間冷却するための設備が動作するとともに原子炉格納容器の健全性を確保するための設備が動作することができるよう、

これらの動作に必要な容量を有している。この容量は、全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの約25分間必要な設備に給電することが可能である。

非常用計測制御用電源系統は、計装用電源装置（無停電電源装置）、計装用母線、ケーブル等で構成され、外部電源喪失時に原子炉の安全停止を達成するために必要な機器設備、または設計基準事故時に外部電源が喪失した場合に工学的安全施設を含む重要度の特に高い安全機能を有する設備に計装用電源を供給するための系統である。計装用電源装置（無停電電源装置）は、外部電源喪失及び全交流動力電源喪失時から重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源から開始されるまでの約25分間においても、直流電源設備である蓄電池（安全防護系用）から直流電源が供給されることにより、計装用電源装置（無停電電源装置）内の変換器を介し直流を交流へ変換し、非常用の計装用交流母線に対し電源供給を確保する。

なお、非常用電源系統は重大事故に至るおそれがある設計基準事故時又は重大事故時（以下、「重大事故等時」という。）においても使用される。

ディーゼル発電機は、重大事故等時に電力供給が可能な場合には、重大事故等時の対応に必要な設備へ電力を供給可能な設計である。

設計基準事故対処設備の電源が喪失（全交流動力電源喪失）した場合に、重大事故等の対応に必要な設備に直流電力を供給する所内常設蓄電式直流電源設備として、蓄電池（安全防護系用）及び蓄電池（重大事故等対処用）を使用する。これらの設備は、負荷切り離し（中央制御室及び1次系継電器室において簡易な操作で負荷の切り離しを行う場合を含まない。）を行わずに8時間、その後、必要な負荷以外を切り離して残り16時間の合計24時間にわたり、電力の供給を行うことが可能である。

1.3. 章構成と記載事項

章構成の詳細を、表 1.3-1 示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項		
1	概要			
	1.1	本書の目的	当該 DBD の対象系統を明確にする。	
	1.2	系統の概要	当該系統の主たる機能、安全重要度及び構成について概略記載する。	
	1.3	章構成と記載事項	本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。	
2	設計要件			
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則	当該系統の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則等を抽出して記載する。	
	2.2	系統の設計要件	2.1 章で抽出した準拠すべき設置許可基準規則条文を以下の安全機能と信頼性確保の 2 つの観点に区分して記載する。	
		2.2.1	安全機能に関する設計要件	系統機能整理表に基づき、当該系統の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。
		2.2.2	信頼性に関する設計要件	次の 2 つの観点で、当該系統に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。
		2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件	当該系統の安全重要度を踏まえ、多重性／多様性及び独立性に関する設計要件を記載する。
		2.2.2.2	その他の一般的な設計要件	外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性等、上記 2.2.1 及び 2.2.2.1 以外の設計要件を記載する。
3	設備の概略仕様及び安全機能	2.2.1 章の設計要件を具体化する設備仕様と設備の安全機能を記載する。		
	3.1	系統構成設備	2.2.1 章を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するための主な構成設備の概略仕様等を整理する。	

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則

非常用電源系統は、以下に示す設置許可基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第二条 定義
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設
- 第十三条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時の拡大防止
- 第十四条 全交流動力電源喪失対策設備
- 第二十四条 安全保護回路
- 第三十三条 保安電源設備

[技術基準規則]

- 第四十五条 保安電源設備
- 第四十八条 準用

2.2. 系統の設計要件

2.1 項で示した非常用電源系統が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに非常用電源系統の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第二十四条については、非常用電源系統の機能を発揮するための前提となる機能（制御）を担う設備に関する事項であり、個別の設計要件は計測制御系統に関する設計基準文書に記載することとし、本図書では記載しない。

① 安全機能に関する設計要求（2.2.1 章）

- 第十三条 運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故時の拡大防止
- 第十四条 全交流動力電源喪失対策設備
- 第三十三条 保安電源設備

② 信頼性に関する設計要件（2.2.2 章）

- 第十二条 安全施設（単一故障想定、多重性又は多様性、独立性）
- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第十二条 安全施設（耐環境性、飛散物による損傷の防止）

2.2.1. 安全機能要求に関する設計要件

非常用電源系統には、以下の安全機能が要求される。

- 安全上特に重要な関連機能
- 他系統設備への電源供給（他系統機能の直接関連系）

上記安全機能が達成される設計であることは、系統毎の設計方針に基づき設備仕様を定めることに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行うことで確認している。そのため、当該系統の主要設備の仕様、及び、安全解析で使用した設計情報（解析想定）の範囲内であることが、原子炉施設全体の安全性を担保するための設計要件となる。以下では、安全機能ごとに基本的な設計要件を記載するとともに、表 2.2.1-1 に示す非常用電源系統を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価に紐づいて担保されるべき要件（制限事項）を示す。

1) 安全上特に重要な関連機能

非常用電源系統には、2.2 項に示される条文に対応する安全機能を有し、運転時の異常な過渡変化時又は設計基準事故時において表 2.2.1-2 に示す工学的安全施設及び設計基準事故に対処するための設備がその機能を確保するために十分な容量及び機能を有することが要求される。

A) 非常用交流電源系統からの電源供給

非常用交流電源系統は、表 2.2.1-3~6 に示す原子炉施設の工学的安全施設を含む重要度の特に高い安全機能を有する設備、あるいは外部電源喪失時に原子炉の安全停止を達成するために必須の機器設備に対し、B 項に示す所定の時間で自動的に電源を供給できなければならない。また、非常用交流電源系統からの電源供給を受け、非常用直流電源系統の充電器及び非常用計装用電源系統は必要な設備に対し電源を供給できなければならない。

B) 非常用交流電源系統からの電源供給開始時間

非常用交流電源系統は、ディーゼル発電機からの正常な給電機能を確保するため、主要補機への接続を段階的に行う必要がある。そのため、A 項で挙げた主要補機に対し、ディーゼル発電機起動後、表 2.2.1-3~6 に示すシーケンスに基づく所定の時間で自動的に電源を供給できなければならない。

非常用交流電源系統からの給電による機器動作を期待している表 2.2.1-1 の設計基準事象の安全評価では、ディーゼル発電機起動遅れ時間として 10 秒を想定し、表 2.2.1-3~6 に示したシーケンスタイマの設定値を考慮して機器作動遅れ時間を設定している¹⁾。

C) 非常用交流電源系統に対する必要燃料保有量

非常用交流電源系統のディーゼル発電機については、7 日間の外部電源喪失を仮定しても、連続運転により必要とする電力を供給できるよう、7 日間分の容量以上の燃料を保有しなければならない。

D) 非常用直流電源系統からの電源供給

非常用直流電源系統の蓄電池（安全防護系用）は、全交流動力電源喪失時に、原子炉の安全停止、停止後の冷却及び原子炉格納容器の健全性の確保のために必要とする電気容量を一定時間（重大事故等に対処するために必要な電力の供給が交流動力電源設備から開始されるまでの約 25 分間）確保しなければならない。また、非常用計装用電源系統は、非常用直流電源系統からの電源供給を受けて必要な設備に対し電力を供給できなければならない。

¹⁾ 設計基準事象の安全評価では、機器の作動時間として信号遅れやポンプ全速時間も含めた時間を入力条件として使用している。

2) 他系統設備への電源供給（他系統機能の直接関連系）

非常用電源系統には、負荷設備が複数の機器で構成されている場合等、当該の単一系統設備専用の配電設備を設ける場合がある。この場合、これら配電設備の安全機能は、当該系統の機能の直接関連系となる。

A) 異常状態の緩和機能の直接関連系

非常用電源系統は、下記の設備の機能を確保するため電源を供給する必要がある。

- ・加圧器後備ヒータ

加圧器後備ヒータへの電源供給機能の確認は、設計基準文書 系統編 1次冷却系統で性能確認事項として挙げられている加圧器後備ヒータの性能確認で行われるため、非常用電源系統として確認項目とする必要はない。

B) 原子炉停止後の除熱をする機能の直接関連系

非常用電源系統は、下記の設備の機能を確保するため電源を供給する必要がある。

- ・タービン動補助給水ポンプ
- ・電動補助給水ポンプ

タービン動補助給水ポンプ及び電動補助給水ポンプへの電源供給機能の確認は、設計基準文書 系統編 補助給水系統で性能確認事項として挙げられているタービン動補助給水ポンプ及び電動補助給水ポンプの性能確認で行われるため、非常用電源系統として確認項目とする必要はない。

C) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能の直接関連系

非常用電源系統は、下記の設備の機能を確保するため電源を供給する必要がある。

- ・地震計

地震計への電源供給機能の確認は、設計基準文書 系統編 計測制御系統で性能確認事項として挙げられている地震計の性能確認で行われるため、非常用電源系統として確認項目とする必要はない。

表 2.2.1-1 非常用電源系統に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において非常用電源系統を考慮している設計基準事象※1			安全機能	
			1)	2)
分類	事象名	設置(変更)許可申請書 における記載箇所	安全上特に重要な 関連機能	(他系統機能の 直接関連系) 他系統設備への 電源供給
設計基準事象	主給水流量喪失	添付書類十 2.3.4	○	—
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.2.1	○	—
		添付書類十 3.4.4		
		添付書類十 3.5.1		
	主給水管破断	添付書類十 3.2.4	○	—
	主蒸気管破断	添付書類十 3.2.5	○	—
	蒸気発生器伝熱管破損	添付書類十 3.4.2	○	—
制御棒飛び出し	添付書類十 3.4.5	○	—	

※1：解析評価において作動を想定している設備に対し、非常用電源系統から給電が行われる事象を抽出。

表 2.2.1-2 安全解析で想定している非常用電源系統からの給電によって動作する設備

分類	事象名	設置（変更）許可申請書 における記載箇所	安全解析において非常用 電源系統からの給電に よって動作している設備
設計基準事象	主給水流量喪失	添付書類十 2.3.4	電動補助給水ポンプ
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.2.1	充てん/高圧注入ポンプ 余熱除去ポンプ
		添付書類十 3.4.4	格納容器スプレイポンプ
		添付書類十 3.5.1	アニュラス空気浄化ファン 安全補機室排気ファン
	主給水管破断	添付書類十 3.2.4	電動補助給水ポンプ
	主蒸気管破断	添付書類十 3.2.5	充てん/高圧注入ポンプ
蒸気発生器伝熱管破損	添付書類十 3.4.2	充てん/高圧注入ポンプ 電動補助給水ポンプ	
制御棒飛び出し	添付書類十 3.4.5	アニュラス空気浄化ファン 安全補機室排気ファン	

表 2.2.1-3 工学的安全施設作動シーケンスによる動作機器とタイマ設定（トレン A）

信号	タイマ 設定値	許容誤差	動作機器	給電元
SI	0 秒	+2.0 秒	1A アニュラス空気浄化ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
SI	0 秒	+2.0 秒	1A 蓄電池室排気ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
SI	0 秒	+2.0 秒	1A 蓄電池室給気ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
SI	5 秒	±2.0 秒	1A 充てん/高圧注入ポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線
SI	5 秒	±2.0 秒	(1B1 充てん/高圧注入ポンプ)	4-1C 所内非常用高圧母線
SI	5 秒	±2.0 秒	1A 空調用冷水ポンプ	1C2 原子炉コントロールセンタ
M	5 秒	±2.0 秒	1A 中央制御室循環ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
M	5 秒	±2.0 秒	1A 中央制御室空調ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
M	5 秒	±2.0 秒	1A 中央制御室非常用循環ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
SI	10 秒	±2.0 秒	1A 安全補機開閉器室空調ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
SI	10 秒	±2.0 秒	1A ディーゼル発電機始動用空気圧縮機	1A ディーゼル発電機コントロールセンタ
SI	10 秒	±2.0 秒	1A 余熱除去ポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線
SP	10 秒	±2.0 秒	1A 格納容器スプレイポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線
SI	15 秒	±2.0 秒	1A 原子炉補機冷却水ポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線
SI	15 秒	±2.0 秒	(1B 原子炉補機冷却水ポンプ)	4-1C 所内非常用高圧母線
SI	25 秒	±2.0 秒	1A 電動補助給水ポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線
SI	30 秒	±2.0 秒	1A 海水ポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線
SI	30 秒	±2.0 秒	(1B 海水ポンプ)	4-1C 所内非常用高圧母線
SI	60 秒	±2.0 秒	1A 空調用冷凍機	4-1C 所内非常用高圧母線
SI	65 秒	±2.0 秒	1A 安全補機室排気ファン	3-1C 所内非常用低圧母線
SI	70 秒	±2.0 秒	1A 制御用空気圧縮機	3-1C 所内非常用低圧母線

表 2.2.1-4 工学的安全施設作動シーケンスによる動作機器とタイマ設定 (トレン B)

信号	タイマ 設定値	許容誤差	動作機器	給電元
SI	0 秒	+2.0 秒	1B アンユラス空気浄化ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
SI	0 秒	+2.0 秒	1C 空調用冷水ポンプ	1D2 原子炉コントロールセンタ
SI	0 秒	+2.0 秒	1B 蓄電池室排気ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
SI	0 秒	+2.0 秒	1B 蓄電池室給気ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
M	0 秒	+2.0 秒	1B 中央制御室循環ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
M	0 秒	+2.0 秒	1B 中央制御室空調ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
M	0 秒	+2.0 秒	1B 中央制御室非常用循環ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
SI	5 秒	±2.0 秒	1C 充てん/高圧注入ポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線
SI	5 秒	±2.0 秒	(1B2 充てん/高圧注入ポンプ)	4-1D 所内非常用高圧母線
SI	10 秒	±2.0 秒	1B 安全補機開閉器室空調ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
SI	10 秒	±2.0 秒	1B ディーゼル発電機始動用空気圧縮機	1B ディーゼル発電機コントロールセンタ
SI	10 秒	±2.0 秒	1B 余熱除去ポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線
SP	10 秒	±2.0 秒	1B 格納容器スプレイポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線
SI	15 秒	±2.0 秒	1C 原子炉補機冷却水ポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線
SI	15 秒	±2.0 秒	(1D 原子炉補機冷却水ポンプ)	4-1D 所内非常用高圧母線
SI	25 秒	±2.0 秒	1B 電動補助給水ポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線
SI	30 秒	±2.0 秒	1C 海水ポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線
SI	30 秒	±2.0 秒	(1D 海水ポンプ)	4-1D 所内非常用高圧母線
SI	60 秒	±2.0 秒	1C 空調用冷凍機	4-1D 所内非常用高圧母線
SI	70 秒	±2.0 秒	1B 制御用空気圧縮機	3-1D 所内非常用低圧母線
SI	75 秒	±2.0 秒	1B 安全補機室排気ファン	3-1D 所内非常用低圧母線

表 2.2.1-5 全停シーケンスによる動作機器とタイマ設定 (トレン A)

信号	タイマ 設定値	許容誤差	動作機器	給電元
BO	0 秒	+2.0 秒	1A 蓄電池室排気ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
BO	0 秒	+2.0 秒	1A 蓄電池室給気ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
BO	5 秒	±2.0 秒	1A 空調用冷水ポンプ	1C2 原子炉コントロールセンタ
BO	5 秒	±2.0 秒	1A 中央制御室循環ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
BO	5 秒	±2.0 秒	1A 中央制御室空調ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
BO	5 秒	±2.0 秒	1A 制御用空気圧縮機	3-1C 所内非常用低圧母線
BO	10 秒	±2.0 秒	1A 安全補機開閉器室空調ファン	1C1 原子炉コントロールセンタ
BO	10 秒	±2.0 秒	1A ディーゼル発電機始動用空気圧縮機	1A ディーゼル発電機コントロールセンタ
BO	15 秒	±2.0 秒	1A 原子炉補機冷却水ポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線
BO	20 秒	±2.0 秒	1B 原子炉補機冷却水ポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線
BO	25 秒	±2.0 秒	1A 電動補助給水ポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線
BO	30 秒	±2.0 秒	1A 海水ポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線
BO	35 秒	±2.0 秒	1B 海水ポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線
BO	60 秒	±2.0 秒	1A 空調用冷凍機	4-1C 所内非常用高圧母線
BO	70 秒	±2.0 秒	1A 格納容器再循環ファン	3-1C 所内非常用低圧母線
BO	70 秒	±2.0 秒	1A 制御棒駆動装置冷却ファン	3-1C 所内非常用低圧母線
BO	80 秒	±2.0 秒	1B 格納容器再循環ファン	3-1C 所内非常用低圧母線
BO	80 秒	±2.0 秒	1A 原子炉容器室冷却ファン	3-1C 所内非常用低圧母線
BO	110 秒	±2.0 秒	1A 軸受冷却水ポンプ	4-1C 所内非常用高圧母線

表 2.2.1-6 全停シーケンスによる動作機器とタイマ設定 (トレン B)

信号	タイマ 設定値	許容誤差	動作機器	給電元
BO	0 秒	+2.0 秒	1C 空調用冷水ポンプ	1D2 原子炉コントロールセンタ
BO	0 秒	+2.0 秒	1B 中央制御室循環ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
BO	0 秒	+2.0 秒	1B 中央制御室空調ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
BO	0 秒	+2.0 秒	1B 蓄電池室排気ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
BO	0 秒	+2.0 秒	1B 蓄電池室給気ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
BO	5 秒	±2.0 秒	1B 制御用空気圧縮機	3-1D 所内非常用低圧母線
BO	10 秒	±2.0 秒	1B 安全補機開閉器室空調ファン	1D1 原子炉コントロールセンタ
BO	10 秒	±2.0 秒	1B ディーゼル発電機始動用空気圧縮機	1B ディーゼル発電機コントロールセンタ
BO	15 秒	±2.0 秒	1C 原子炉補機冷却水ポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線
BO	20 秒	±2.0 秒	1D 原子炉補機冷却水ポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線
BO	25 秒	±2.0 秒	1B 電動補助給水ポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線
BO	30 秒	±2.0 秒	1C 海水ポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線
BO	35 秒	±2.0 秒	1D 海水ポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線
BO	60 秒	±2.0 秒	1C 空調用冷凍機	4-1D 所内非常用高圧母線
BO	70 秒	±2.0 秒	1C 格納容器再循環ファン	3-1D 所内非常用低圧母線
BO	70 秒	±2.0 秒	1B 制御棒駆動装置冷却ファン	3-1D 所内非常用低圧母線
BO	80 秒	±2.0 秒	1D 格納容器再循環ファン	3-1D 所内非常用低圧母線
BO	90 秒	±2.0 秒	1B 原子炉容器室冷却ファン	3-1D 所内非常用低圧母線
BO	110 秒	±2.0 秒	1B 軸受冷却水ポンプ	4-1D 所内非常用高圧母線

2.2.2. 信頼性に関する設計要件

2.2.2.1. 重要度が特に高い安全機能を有する系統に関する設計要件

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針 (JEAG4612-1998)」を参照すると、非常用電源系統は『安全上特に重要な関連機能』を有する MS-1 に分類され、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

従って、設置許可基準規則第十二条 2 項に従い、最も厳しい単一故障を想定しても系統機能を満足する設計としなければならない。

また、設置許可基準規則第十二条 6 項に従い、原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としなければならない。

なお、2.2.1 2) に示される他の系統設備の直接関連系に分類される設備の安全重要度は表 3.1-1 に示す。

上記要求を踏まえ、非常用電源系統はそれぞれ独立 2 系統で構成され、構成する機器の単一故障を想定した場合においてもその安全機能が達成できるように、多重性及び独立性を有する設計としている。また、非常用電源系統は、原子炉施設間で共用しない設計とするとともに、重大事故等発生時以外は接続先の系統を相互に分離された状態とすることにより他の設備に悪影響を及ぼさない設計としている。

この設計構成を維持することが、多重性、独立性を担保するための設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1 章、2.2.2.1 章以外で設計上考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止 (内部火災防護)
- 溢水による損傷の防止
- 耐環境性
- 飛散物による損傷の防止

各項目の具体的な対策事項は、設計基準文書 一般事項編に明記される。

1) 地震による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

非常用電源系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第四条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、設置（変更）許可申請書及び設工認申請書の基本設計方針に示す通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。3章に示す非常用電源に関する耐震設計の対象設備については、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

非常用電源系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

設計要求を踏まえ、非常用電源系統は津波影響を受けずにその機能が確保される設計としている。なお、津波防護施設または浸水防止設備を設置した場合は、津波に対して当該機能が十分に保持できていることを確認している。

- i) 非常用電源系統の津波防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス1、2に属する施設、及び耐震Sクラスの施設が該当する。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要

非常用電源系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第六条に従い、想定される自然現象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

外部からの衝撃として竜巻、火山、外部火災を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

非常用電源系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 非常用電源系統の竜巻防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) これら非常用電源系統の防護対象施設のうち屋内の施設は、これらを内包する建屋により防護する設計としている。
- iii) 非常用電源系統の防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある屋外の施設は、防護対象施設の安全機能を損なうことが無いことを確認している。

B) 火山防護

日本国内の現状の火山防護上の規制要求を踏まえ、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 非常用電源系統の火山防護に関する防護対象施設は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) これら非常用電源系統の防護対象施設は屋内の施設であることから、これらを内包する建屋により防護する設計としている。なお、配管については、積灰しない構造として取り扱う。
- iii) 屋外に開口し降下火砕物を含む空気の流路となる防護対象施設を選定し、降下火砕物に対して、非常用電源系統の火山防護に関する安全機能が維持できることを確認している。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

- i) 非常用電源系統の外部火災防護に関する防護対象設備は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」が定める重要度分類クラス 1、2 に属する施設が該当する。
- ii) 非常用電源系統の防護対象施設のうち屋内の施設は、これらを内包する建屋により防護する設計としている。屋外の施設は、火災時の輻射熱の影響を直接受けないことにより防護する設計としている。外部火災による二次的影響（ばい煙）については、適切な防護対策を講じることで防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

4) 火災による損傷の防止（内部火災防護）

①設置許可基準規則に基づく要求

非常用電源系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設に該当するため、設置許可基準規則第八条に従い、火災によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

非常用電源系統は、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有するため、当該系統が設置される区域及び区画を火災防護審査基準が定める火災区域及び火災区画として定めた上で、設定した火災区域及び火災区画に対し、火災防護審査基準が定める火災防護対策を講じた設計としている。

5) 溢水による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

非常用電源系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

②設計方針

非常用電源系統は重要度の特に高い安全機能を有する系統設備に該当することから、溢水源に対して、没水、被水、蒸気影響に対する溢水影響を確認し、溢水影響を受けずにその機能が確保されることを確認している。また当該系統が、溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水や、地震に起因する機器の破損等により生じる溢水の溢水源とならないよう、耐震性が確保され、配管応力が許容値を満足していることを確認している。

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

非常用電源系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に想定される全ての環境条件において、その機能を発揮することができる設計とする必要がある。

②設計方針

安全施設は、想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。安全施設の設計条件については、材料疲労、劣化等に対しても十分な余裕を持って機能維持が可能となるよう、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時に想定される圧力、温度、湿度、放射線量等各種の環境条件を考慮し、十分安全側の条件を与えることにより、これらの条件下においても期待されている安全機能を発揮できるよう設計している。安全施設の環境条件には、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時における圧力、温度、湿度、放射線のみならず、荷重、屋外の天候による影響、海水を通水する系統への影響、電磁波による影響、周辺機器等からの悪影響及び冷却材の性状（冷却材中の破損物等の異物を含む。）の影響を考慮している。

7) 飛散物による損傷の防止

①設置許可基準規則に基づく要求

非常用電源系統は、設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設に該当するため、設置許可基準規則第十二条に従い、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により、安全性を損なわない設計とする必要がある。

②設計方針

高速回転機器について、飛散物とならないよう機器設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払っている。

一方で、高温高圧の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管に対して仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェットカ等により補助給水系統の機能が損なわれることのないよう、配置上の考慮を払っている。またそれらの影響を低減させるための手段として、一次冷却材管には、LBBを適用し、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設置している。

タービンミサイル評価に対しては、タービン羽根、TGカップリング、タービン・ディスク、高圧タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。系統の多重性、配置等の関連により評価対象外となる。

8) 保安電源設備

保安電源設備について、電線路、発電用原子炉施設において常時使用される発電機及び非常用電源設備から安全施設への電力の供給が停止することがないよう、高エネルギーのアーク放電による電気盤の損壊の拡大を防止するため必要な措置を講じた設計とする。

9) 準用

①原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準の準用

非常用電源系統は、設計基準対象施設に該当するため「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」に基づき、「原子力発電工作物に係る電気設備に関する技術基準を定める命令」を準用する設計とする。

①-1 非常用電源系統の電気事故隔離機能

非常用電源系統での短絡等の電気故障発生時には、他の安全機能への影響を限定するため、これを検知し、遮断器により故障箇所を隔離できる必要がある。

②発電用火力設備に関する技術基準の準用

非常用電源系統は、設計基準対象施設に該当するため「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」に基づき、「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」を準用する設計とする。

3. 設備の概略仕様及び安全機能

3.1. 系統構成設備

非常用電源系統を構成する設備の仕様及び安全機能について表 3.1-1 に示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(1/4)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
1A、1Bディーゼル発電機	容量: 5700kW	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)非常用交流電源系統からの電源供給 B)非常用交流電源系統からの電源供給開始時間 C)非常用交流電源系統に対する必要燃料保有量	出力:約5,700kW(1台当たり)	参考資料に示す。	模擬信号によりディーゼル発電機が起動し、10秒以内にディーゼル発電機の電圧が確立すること。 (定期事業者検査時)
燃料油サービスタンク	—	—	—	—	—	—	参考資料に示す。	燃料油サービスタンク貯油量: 870l以上
燃料油貯油そう	—	—	—	—	—	基数:2 容量:約135kℓ (1基当たり) 重大事故等時のみ1,2号炉共用 基数:4	参考資料に示す。	燃料油貯油そう等の油量(保有油量): 255kℓ以上※1 ※1:燃料油貯油そう108kℓ以上及び燃料油貯蔵タンク147kℓ以上をいう。
燃料油貯蔵タンク	—	—	—	—	—	[燃料油貯油そう] 基数:2 容量:約135kℓ (1基当たり) [燃料油貯蔵タンク] 基数:2 容量:約200kℓ (1基当たり)	参考資料に示す。	貯油量(保有油量):870ℓ以上 燃料油貯油そう等の油量(保有油量): 255kℓ以上※2 ※2:燃料油貯油そう108kℓ以上及び燃料油貯蔵タンク147kℓ以上をいう。

注1:機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(2/4)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可添付書類八	設工認要目表	保安規定
4-1C、4-1D 非常用高圧母線	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)非常用交流電源系統からの電源供給 B)非常用交流電源系統からの電源供給開始時間	—	—	当直課長は、モード1,2,3,4,5,6及び使用済燃料ピットに燃料体を貯蔵している期間において、1週間に1回、所要の非常用高圧母線に電力供給可能な外部電源3回線以上の電圧を確立していること、及び1回線以上は他の回線に対して独立性を有していることを確認する。 当直課長は、モード5,6及び照射済燃料移動中において、1週間に1回、所要の設備の維持に必要な非常用高圧母線が受電されていることを確認する。
3-1C、3-1D 所内非常用低圧母線	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)非常用交流電源系統からの電源供給 B)非常用交流電源系統からの電源供給開始時間	—	—	当直課長は、モード5,6及び照射済燃料移動中において、1週間に1回、所要の設備の維持に必要な非常用低圧母線が受電されていることを確認する。

1.3-714

注1:機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(3/4)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震 クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
1C1、1C2、1D1、1D2 原子炉コントロールセンタ	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)非常用交流電源系統からの電源供給 B)非常用交流電源系統からの電源供給開始時間	—	—	—
1A、1Bディーゼル発電機 コントロールセンタ	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)非常用交流電源系統からの電源供給 B)非常用交流電源系統からの電源供給開始時間	—	—	—
1A、1B加圧器ヒータ (後 備グループ)分電盤	—	MS-2	—/—	S	2)他系統設備への電源供給 A)異常状態の緩和機能の直接関連系	—	—	—
1A、1B蓄電池	容量: 約1,200A・h/組 ×2組	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 D)非常用直流電源系統からの電源供給	容量:約1,200A・h/組 ×2組	参考資料に示す。	当直課長は、モード1,2,3,4,5及び6 において、1週間に1回、浮動充電 時の蓄電池端子電圧が126.0kV 以上であることを確認する。 2系統(蓄電池(安全防護系用)及 び充電器)が動作可能であるこ と。 所要の設備の維持に必要な非常 用直流母線に接続する系統(蓄 電池(安全防護系用)及び充電 器)が動作可能であること。
1A、1B充電器	容量: 300A	MS-3	—/—	C(S)	1)安全上特に重要な関連機能 A)非常用交流電源系統からの電源供給 D)非常用直流電源系統からの電源供給 充電器の機能の安全重要度はMS-3であるが、長期の 非常用交流電源からの直流給電機能も考慮してリス トに挙げている。	—	—	2系統(蓄電池(安全防護系用)及 び充電器)が動作可能であるこ と。 所要の設備の維持に必要な非常 用直流母線に接続する系統(蓄 電池(安全防護系用)及び充電 器)が動作可能であること。
1A、1Bドロツパ盤	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 D)非常用直流電源系統からの電源供給	—	—	—

注1:機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

表3.1-1 各設備の仕様及び安全機能(4/4)

機器名称	設備概略仕様	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震クラス	安全機能	許認可書類における記載事項		
						設置許可 添付書類八	設工認要目表	保安規定
1A、1B 直流 コントロールセンタ	母線容量:約 800A/個×2個 約1500A/個	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 D)非常用直流電源系統からの電源供給	母線容量:約800A/個 ×2個 約1500A/個	—	—
1A、1B リレー室直流分 電盤(トレンA、B)	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 D)非常用直流電源系統からの電源供給	—	—	—
1A1~3、1B1~3原子炉ソ レノイド用直流分電盤	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 D)非常用直流電源系統からの電源供給	—	—	—
1A、1B換気系ソレノイド用 直流分電盤	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 D)非常用直流電源系統からの電源供給	—	—	—
1A、1Bタービン動補助給 水ポンプ電動弁盤	—	MS-1	—/—	S	2)他系統設備への電源供給 B)原子炉停止後の除熱をする機能の直接関連系	—	—	—
1A、1B電動補助給水ポン プ電動弁盤	—	MS-1	—/—	S	2)他系統設備への電源供給 B)原子炉停止後の除熱をする機能の直接関連系	—	—	—
1A、1B、1C、1D計装用電 源装置	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)非常用交流電源系統からの電源供給 D)非常用直流電源系統からの電源供給	—	—	—
1A、1B、1C、1D自動切換 /後備分電盤	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)非常用交流電源系統からの電源供給 D)非常用直流電源系統からの電源供給	—	—	—
1A、1B、1C、1D計装用交 流分電盤	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)非常用交流電源系統からの電源供給 D)非常用直流電源系統からの電源供給	—	—	—
1A-1、1B-1、1C-1計装用 交流分電盤	—	MS-1	—/—	S	2)他系統設備への電源供給 C)工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号 の発生機能の直接関連系	—	—	—
1A-2、1C-3、1D-1、1D-2 計装用交流分電盤	—	MS-1	—/—	S	1)安全上特に重要な関連機能 A)非常用交流電源系統からの電源供給 D)非常用直流電源系統からの電源供給	—	—	—

注1:機器クラスとは、技術基準規則第二条に定義される区分であり、技術基準規則が定める材料及び構造、使用中の亀裂等による破壊の防止、耐圧試験等に機器クラスごとに準拠した設計とする。
なお、「—」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

設計基準文書 一般事項編
耐震

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）一般編のうち、川内 1 号機の耐震設計について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 防護設計の概要

設置許可基準規則、技術基準規則、ガイドに基づき、耐震評価設備（部位）、地震応答解析、設計用地震動又は地震力、荷重の種類及び荷重の組合せ並びに許容限界等を定めて耐震評価を実施し防護設計を実施する。

1.3. 各章の構成

2章においては、耐震設計に係る設計基準及びその基準を満足するための設計要件の考え方について記載する。

また、3章においては、2章にて記載される設計要件の考え方を踏まえ、耐震設計に関する各設備について、要求される機能が実機において確保されていることを確認するための判定事項等を整理する。

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
2	設計要件	
2.1	準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則	防護設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則を抽出して記載する
2.2	防護設計要件	2.1で抽出した規則条文を準拠するための設計要件を記載する。
2.2.1	耐震設計の基本方針	耐震設計の基本方針について記載する。
2.2.2	耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備の分類	耐震設計に係わる施設の分類の定義について記載する。
2.2.3	設計用地震力	各設備の設計に用いる地震力の算定方法について記載する。
2.2.4	機能維持の基本方針	耐震設計の機能維持について方針を記載する。
2.2.5	構造計画と配置計画	地震の影響が低減されるよう構造の観点と配置の観点から方針を記載する。
2.2.6	地震による周辺斜面の崩壊に対する設計方針	設備が設置される場所について地震による周辺斜面の崩壊に対して影響がない場所に設置することを記載する。
2.2.7	ダクティリティに関する考慮	材料の選定等に留意し、ダクティリティを高めることを記載する。
2.2.8	機器・配管系の支持方針について	機器・配管系の支持構造物の設計方針について記載する。
2.2.9	耐震計算の基本方針	耐震計算の基本方針を記載する。
3	設備の概略仕様	

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則

耐震設計は、以下に示す設置許可基準規則及び技術基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第三十八条 重大事故等対処施設の地盤
- 第三十九条 地震による損傷の防止
- 第四十条 津波による損傷の防止
- 第四十一条 火災による損傷の防止
- 第四十三条 重大事故等対処設備

[技術基準規則]

- 第四条 設計基準対象施設の地盤
- 第五条 地震による損傷の防止
- 第六条 津波による損傷の防止
- 第十一条 火災による損傷の防止
- 第十二条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止
- 第四十九条 重大事故等対処施設の地盤
- 第五十条 地震による損傷の防止
- 第五十一条 津波による損傷の防止
- 第五十二条 火災による損傷の防止
- 第五十四条 重大事故等対処設備

2.2. 防護設計要件

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設は設置許可基準規則第三条及び第四条、第三十八条、第三十九条、技術基準規則第四条及び第五条、第四十九条、第五十条に従い、耐震設計が適合しなければならない。また、設置許可基準規則第八条及び第四十一条、技術基準規則第十一条及び第五十二条に係る火災防護設備、設置許可基準規則第五条及び第四十条、技術許可基準規則第六条及び第五十一条に係る津波影響軽減施設、設置許可基準規則第九条、技術基準規則第十二条に係る溢水防護に係る設備、設置許可基準規則第四十三条、技術基準規則第五十四条に係る可搬型重大事故等対処設備等において、基準地震動 S_s に対して機能を保持しなければならない。

具体的には、設置許可基準規則、技術基準規則、ガイドに基づき、耐震評価設備（部位）、地震応答解析、設計用地震動又は地震力、荷重の種類及び荷重の組合せ並びに許容限界等を定めて耐震評価を実施し防護設計を実施する。

<関連する基準・ガイド等>

- 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド
- 耐震設計に係る工認審査ガイド
- 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド

2.2.1. 耐震設計の基本方針

設計基準対象施設については地震により安全機能が損なわれるおそれがないこと、重大事故等対処施設については地震により重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。

火災防護設備、津波影響軽減施設、溢水防護に係る設備、可搬型重大事故等対処設備等においては、基準地震動 S_s に対して機能を保持する設計とする。

2.2.2. 耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備の分類

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設を以下のとおり分類する。

設計基準対象施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて、Sクラス、Bクラス又はCクラスに分類する。

重大事故等対処施設については、施設の各設備が有する重大事故等時に対処するために必要な機能及び設置状態を踏まえて、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び可搬型重大事故等対処設備に耐震設計上の区分を分類する。

また、Sクラス施設（耐震重要施設）、常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）（以下「上位クラス施設」という。）は、下位クラス施設の波及的影響によって、それぞれその安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とする。

ここで、下位クラス施設とは、上位クラス施設以外の発電所内にある施設（資機材等含む。）をいう。

2.2.3. 設計用地震力

施設の耐震設計に用いる地震力を静的地震力及び動的地震力について算定し、その耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じて2.2.4.機能維持の基本方針に従い設計用地震力を算定する。

2.2.4. 機能維持の基本方針

耐震設計における安全機能維持は、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動に対して、施設の構造強度の確保を基本とする。

また、耐震安全性が応力の許容限界のみで律することができない施設等、構造強度に加えて、各施設の特性に応じた動的機能、電氣的機能、気密性、止水性、遮蔽性及び支持機能の維持を必要とする施設については、その機能が維持できる設計とする。

なお、気密性、止水性、遮蔽性及び支持機能の維持については、構造強度を確保することを基本とする。必要に応じて評価項目を追加することで、機能維持設計を行う。

2.2.5. 構造計画と配置計画

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の構造計画及び配置計画に際しては、地震の影響が低減されるように考慮する。

建物・構築物は、原則として剛構造とし、重要な建物・構築物は、地震力に対し十分な支持性能を有する地盤に支持させる。剛構造としない建物・構築物は、剛構造と同等又はそれを上回る耐震安全性を確保する。

機器・配管系は、応答性状を適切に評価し、適用する地震力に対して構造強度を有する設計とする。配置に自由度のあるものは、耐震上の観点からできる限り重心位置を低くし、かつ、安定性のよい据え付け状態になるよう、「2.2.8 機器・配管系の支持方針について」に示す方針に従い配置する。

また、建物・構築物の建屋間相対変位を考慮しても、建物・構築物及び機器・配管系の耐震安全性を確保する設計とする。

下位クラス施設は、上位クラス施設に対して隔離をとり配置する若しくは、上位クラス施設の有する機能を保持する設計とする。

2.2.6. 地震による周辺斜面の崩壊に対する設計方針

耐震重要施設及び常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）については、基準地震動 S_s による地震力により周辺斜面の崩壊の影響がないことが確認された場所に設置する。

2.2.7. ダクティリティに関する考慮

発電用原子炉施設は、構造安全性を一層高めるために、材料の選定等に留意し、その構造体のダクティリティを高めるよう設計する。

2.2.8. 機器・配管系の支持方針について

機器・配管系の耐震設計を行う場合、基本設計条件（耐震重要度、設計温度・圧力、動的・静的機器等）、プラントサイト固有の環境条件（地震、風、雪、気温等）、形状、設置場所等を考慮して各々に適した支持条件（拘束方向、支持反力、相対変位等）を決め、支持構造物を選定する必要がある。また、現地施工性や機器等の運転操作・保守点検の際に支障とならないこと等についても配慮し設計する。

2.2.9. 耐震計算の基本方針

既工事計画で実績があり、かつ、最新の知見に照らしても妥当な手法及び条件を用いることを基本とする。一方、最新の知見を適用する場合は、その妥当性と適用可能性を確認した上で適用する。

動的地震力の水平方向及び鉛直方向の組合せについては、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せで実施した上で、その計算結果に基づき水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せが耐震性に及ぼす影響を評価する。

3. 設備の概略仕様

2章で記載した耐震に係る設計要件を達成するために必要となる防護対象設備の耐震計算書については各防護対象設備が記載される設計基準文書 一般事項（事象）編および設計基準文書 系統編を参照のこと。

なお、改造工事等を実施する際には防護設計要件を確認する必要がある。

設計基準文書 一般事項編
津波防護

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）一般編のうち、川内 1 号機の耐津波設計について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 耐津波設計の概要

設置許可基準規則、技術基準規則、ガイドに基づき、遡上への影響要因及び浸水経路等を考慮して、設計時にそれぞれの施設に対して入力津波を設定するとともに津波防護対象設備に対する入力津波の影響を評価し、影響に応じた津波防護設計を実施する。

1.3. 各章の構成

2章においては、耐津波設計に係る設計基準及びその基準を満足するための設計要件の考え方について記載する。

また、3章においては、2章にて記載される設計要件の考え方を踏まえ、耐津波設計に関する各設備について、要求される機能が実機において確保されていることを確認するための判定事項等を整理する。

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
2	設計要件	
2.1	準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則	耐津波設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則を抽出して記載する。
2.2	耐津波設計要件	2.1で抽出した規則条文を準拠するための設計要件を記載する。
2.2.1	耐津波設計の基本方針	耐津波設計の基本方針について記載する。
2.2.2	津波防護対象設備	津波防護対象設備の定義について記載する。
2.2.3	入力津波の設定	入力津波の設定方法について記載する。
2.2.4	入力津波による津波防護対象設備への影響評価	入力津波による津波防護対象設備への影響評価について記載する。
2.2.5	津波防護に関する施設の設計方針	津波防護に関する施設の設計方針を記載する。
2.2.6	荷重の組合せ及び許容限界	耐津波設計における荷重の組合せ及び許容限界を記載する。
3	設備の概略仕様	

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則

耐津波設計は、以下に示す設置許可基準規則及び技術基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第五条 津波による損傷の防止
- 第四十条 津波による損傷の防止

[技術基準規則]

- 第六条 津波による損傷の防止
- 第五十一条 津波による損傷の防止

2.2. 耐津波設計要件

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設は設置許可基準規則第五条及び第四十条、技術基準規則第六条及び第五十一条に従い、耐津波設計が適合しなければならない。

具体的には、設置許可基準規則、技術基準規則、ガイドに基づき、遡上への影響要因及び浸水経路等を考慮して、設計時にそれぞれの施設に対して入力津波を設定するとともに津波防護対象設備に対する入力津波の影響を評価し、影響に応じた津波防護設計を実施する。

<関連する基準・ガイド等>

- 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド
- 耐津波設計に係る工認審査ガイド

2.2.1. 耐津波設計の基本方針

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設が、基準津波により、その安全性又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないよう、遡上への影響要因及び浸水経路等を考慮して、設計時にそれぞれの施設に対して入力津波を設定するとともに津波防護対象設備に対する入力津波の影響を評価し、影響に応じた津波防護対策を講じる設計とする。

なお、基準津波は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、地震に伴う津波、地震以外を要因とする津波及びこれらの組合せによる津波を想定し、不確実さを考慮した上で設置（変更）許可を受けたものを用いる。

また、敷地への津波の流入を防止するなどの処置として、大津波警報が発令された場合における手順を定めて管理する。

2.2.2. 津波防護対象設備

津波より防護すべき設備は、重要度分類のクラス1及びクラス2に属する設備並びに重大事故等対処施設及び可搬型重大事故等対処設備とする。また、津波が地震の随伴事象であることを踏まえ耐震Sクラスの施設も津波防護対象設備とする。

2.2.3. 入力津波の設定

入力津波の設定においては、敷地及び敷地周辺における地形、施設・設備及び人工構造物の位置等を把握し、遡上解析モデルを適切に設定した上で、遡上解析により、基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域を評価する。

評価結果に基づき、各施設・設備の設計又は評価に用いる入力津波として、敷地への遡上に伴う入力津波と取水路・放水路等の経路からの流入に伴う入力津波を設定する。

また、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物の耐震設計において基準地震動との組合せで考慮する津波高さを設定する。

2.2.4. 入力津波による津波防護対象設備への影響評価

敷地の特性（敷地の地形、敷地及び敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた津波防護を達成するため、以下(1)～(4)の津波防護の観点から入力津波の影響の有無を評価することにより、津波防護対策が必要となる箇所を特定し、必要な津波防護対策を実施する設計とする。

また、入力津波の変更等が津波防護対策に影響を与えないことを確認することとし、保安規定に定期的な評価及び改善に関する手順を定めて管理する。

(1)敷地への浸水防止

(2)漏水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止

(3)津波による溢水の重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止

(4)水位変動に伴う取水性低下及び津波の二次的な影響による重要な安全機能及び重大事故等に対処するための必要な機能への影響防止

2.2.5. 津波防護に関する施設の設計方針

津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び津波影響軽減施設については、「2.2.3 入力津波の設定」で設定している繰返しの襲来を想定した入力津波に対して、津波防護対象設備の要求される機能を損なうおそれがないよう以下の機能を満足する設計とする。

a.津波防護施設（防潮堤、防潮壁、建屋等の内壁や床など）

津波防護施設は、非常用海水冷却系の取水性に配慮し、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。

b.浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）

浸水防止設備は、浸水想定範囲等における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性を評価し、津波の流入による浸水及び漏水を防止する設計とする。

浸水防止設備は、試験等により閉止部等の止水性を確認した設備を設置する設計とする。

c.津波監視設備（取水ピット水位計、津波監視カメラなど）

津波監視設備は、津波の襲来状況を監視できる設計とする。また、波力及び漂流物の影響を受けにくい高い位置に設置する。

d.津波影響軽減施設（防波堤、離岸堤、消波工など）

津波影響軽減施設は、津波防護施設及び浸水防止設備への津波による影響を軽減する機能を保持する設計とする。また、地震後において、津波による影響を軽減する機能が保持できる設計とする。

2.2.6. 荷重の組合せ及び許容限界

津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び津波影響軽減施設の耐津波設計における構造強度による機能維持は、以下に示す入力津波による荷重と津波以外の荷重の組合せを適切に考慮して構造強度評価を行い、その結果がそれぞれ定める許容限界内にあることを確認することにより行う。

a. 荷重及び荷重の組合せ

- (a)津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び津波影響軽減施設の設計における荷重の組合せとしては、常時作用する荷重、津波荷重、余震荷重、漂流物による衝突荷重及び自然条件として積雪荷重を適切に考慮する。また、津波荷重と風荷重の組合せについては、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設については、組合せを考慮する。また、津波影響軽減施設の設計においては、基準地震動 S_s による地震力を考慮し、その他の荷重と適切に組み合わせる。
- (b)浸水防止設備のうち建屋内に設置されているものについては、津波荷重のうち波圧、漂流物による衝突荷重及び自然条件による荷重は考慮しないこととする。
- (c)津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び津波影響軽減施設のうち、積雪荷重の受圧面積が小さいもの、配置上又は形状上積雪が生じにくいもの、重量のある構造物であり積雪荷重が占める割合がわずかであるもの及び海中に設置されているものについては積雪荷重を考慮しないこととする。

b. 許容限界

津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備は、地震後、津波後の再使用性や津波の繰返し作用を想定し、施設、設備を構成する材料が概ね弾性状態にとどまることとする。

津波影響軽減施設は、津波の繰返し作用を想定し、施設が機能を喪失する変形に至らないこと及び終局状態に至らないこととする。

3. 設備の概略仕様

2章にて整理した津波防護に係る設計要件を満足するために必要となる津波防護に関する施設の概略仕様を表 3.1 に示す。

表3.1 津波防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
A, B海水ポンプエリア水密扉 (1, 2号機共用)	2.2.5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S
C, D海水ポンプエリア水密扉 (1, 2号機共用)	2.2.5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S
E, G海水ポンプエリア水密扉 (1, 2号機共用)	2.2.5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S
F, H海水ポンプエリア水密扉 (1, 2号機共用)	2.2.5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S
海水ポンプエリア防護壁 (1, 2号機共用)	2.2.5 津波防護に関する施設の設計方針 (a. 津波防護施設（防潮堤、防潮壁、建屋等の内壁や床など）)	MS-3	—	—	S
貯留堰 (1, 2号機共用)	2.2.4入力津波による津波防護対象設備への影響評価	MS-3	—	—	S
1B中間建屋水密扉	2.2.5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S C-2
制御建屋水密扉 (1, 2号機共用)	2.2.5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S C-2
A, B海水ポンプエリア水密扉 (1, 2号機共用)	2.2.5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S C-2
E, G海水ポンプエリア水密扉 (1, 2号機共用)	2.2.5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S C-2

表3.1 津波防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
F, H海水ポンプエリア水密扉 (1, 2号機共用)	2. 2. 5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S C-2
海水ポンプエリア防護壁 (1, 2号機共用)	2. 2. 5 津波防護に関する施設の設計方針 (a. 津波防護施設（防潮堤、防潮壁、建屋等の内壁や床など）)	MS-3	—	—	S C-2
津波防護対象設備	2. 2. 2津波防護対象設備	—	—	—	— (設備による)
床ドレンライン逆止弁（海水ポンプエリア） (1, 2号機共用、1号機に設置)	2. 2. 5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S
床ドレンライン逆止弁(中間建屋)	2. 2. 5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S
貫通部止水処置（海水ポンプエリア）(1, 2号機共用、1号機に設置)	2. 2. 5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S
貫通部止水処置（タービン建屋と中間建屋との境界）	2. 2. 5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S
貫通部止水処置（タービン建屋と制御建屋との境界） (1, 2号機共用、1号機に設置)	2. 2. 5 津波防護に関する施設の設計方針 (b. 浸水防止設備（水密扉、止水処置を施したハッチ・開口部など）)	MS-3	—	—	S
津波監視カメラ（監視含む） (2号機設備、1, 2号機共用、2号機に設置)	2. 2. 5 津波防護に関する施設の設計方針 (c. 津波監視設備（取水ピット水位計、津波監視カメラなど）)	MS-3	—	—	S
取水ピット水位計（監視含む）	2. 2. 5 津波防護に関する施設の設計方針 (c. 津波監視設備（取水ピット水位計、津波監視カメラなど）)	MS-3	—	—	S

表3.1 津波防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
防波堤 (1,2号機共用、1号機に設置)	2.2.5 津波防護に関する施設の設計方針 (d. 津波影響軽減施設 (防波堤、離岸堤、消波工など))	-	-	-	C(Ss)
防護堤 (1,2号機共用、1号機に設置)	2.2.5 津波防護に関する施設の設計方針 (d. 津波影響軽減施設 (防波堤、離岸堤、消波工など))	MS-3	-	-	C(Ss)

設計基準文書 一般事項編

竜巻防護

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）一般事項編のうち、川内1号機の竜巻防護設計について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 防護設計の概要

設置許可基準規則、技術基準規則、ガイドに基づき、竜巻より防護すべき施設は、竜巻に対して、原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能（以下「安全機能」という。）を損なわないよう、竜巻に対する対策を行い、建屋による防護、構造健全性の維持、代替設備の確保等によって、安全機能を損なうことのない設計とする。また、竜巻より防護すべき施設が設計竜巻による波及的影響によって、その安全機能を損なうことのない設計とする。

1.3. 各章の構成

2章においては、竜巻防護設計に係る設計基準及びその基準を満足するための設計要件の考え方について記載する。

また、3章においては、2章にて記載される設計要件の考え方を踏まえ、竜巻防護設計に関する各設備について、要求される機能が実機において確保されていることを確認するための判定事項等を整理する。

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
2	設計要件	
2.1	準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則	防護設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則を抽出して記載する。
2.2	防護設計要件	2.1 で抽出した規則条文を準拠するための設計要件を記載する。
2.2.1	竜巻評価条件の概要	竜巻防護設計に係り、設定する項目を記載する。
2.2.2	竜巻影響評価	竜巻影響評価の確認事項を記載する。
3	施設の概略仕様	

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則

竜巻防護設計は、以下に示す設置許可基準規則及び技術基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第四十三条 重大事故等対処設備

[技術基準規則]

- 第七条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第五十四条 重大事故等対処設備

2.2. 防護設計要件

設置許可基準規則第六条及び四十三条、技術基準規則第七条及び五十四条に従い、発電用原子炉施設内における外部からの衝撃による損傷の防止として、設計基準対象施設が想定される自然現象（本書では竜巻）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

具体的には、設置許可基準規則、技術基準規則及び以下のガイドに基づき、設計竜巻を想定し、防護設計を実施する。

<関連する基準・ガイド等>

- 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド

2.2.1. 竜巻評価条件の概要

竜巻防護設計に当たっては、次の基準竜巻、設計竜巻及び設計荷重を適切に設定する。

- 竜巻検討地域の設定
- 基準竜巻の最大風速の設定
- 設計竜巻の最大風速の設定
- 設計竜巻から防護する施設の選定
- 設計飛来物の設定
- 荷重の組合せと許容限界

2.2.1.1. 竜巻検討地域の設定

発電所が立地する地域と、気象条件の類似性の観点及び局所的な地域性の観点で検討を行い、竜巻検討地域を設定する。

2.2.1.2. 基準竜巻の最大風速の設定

基準竜巻の最大風速は、過去に発生した竜巻による最大風速(V_{B1})及び竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速(V_{B2})のうち、大きな風速を設定する。

2.2.1.3. 設計竜巻の最大風速の設定

発電所が立地する地域の特性として、周辺の地形や竜巻の移動方向を考慮して、基準竜巻の最大風速の割り増しを検討し、設計竜巻の最大風速を設定する。

2.2.1.4. 竜巻より防護すべき施設

設計竜巻から防護する施設としては、安全施設が設計竜巻の影響を受ける場合においても、発電用原子炉施設の安全性を確保するために、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されているクラス1、2及び3に該当する構築物、系統及び機器とする。ただし、竜巻防護施設を内包する建屋は、「竜巻防護施設を内包する施設」として抽出する。設計竜巻から防護する施設のうち、クラス3に属する施設は損傷する場合を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間に修復すること等の対応が可能な設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とすることから、クラス1及び2に属する施設を竜巻防護施設とする。

また、重大事故等対処設備についても対象とする。

2.2.1.5. 竜巻の影響を考慮する施設の選定の基本方針

竜巻の影響を考慮する施設は、その設置場所、構造等を考慮して選定する。屋外に設置している防護対象施設、重大事故等対処設備及び防護措置として設置する防護対策施設は、竜巻による荷重が作用するおそれがあるため、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

屋内に設置している防護対象施設及び重大事故等対処設備は、建屋にて防護されることから、屋内の防護対象施設及び重大事故等対処設備の代わりに竜巻より防護すべき施設を内包する施設を竜巻の影響を考慮する施設として選定する。但し、外気と繋がっている屋内の防護対象施設及び建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の防護対象施設については、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設として、発電所構内の施設のうち、機械的影響を及ぼす可能性がある施設、機能的影響を及ぼす可能性がある施設を抽出し、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

重大事故等対処設備のうち屋外のものに波及的影響を及ぼす可能性がある施設として、屋外の重大事故等対処設備の保管場所において、機械的影響を及ぼす可能性がある施設を抽出し、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

また、竜巻随伴事象として火災、溢水、外部電源喪失も考慮し、竜巻の影響を考慮する施設を選定する。

2.2.1.6. 竜巻防護のための固縛対象物の選定の基本方針

防護対象施設に対して竜巻による飛来物等の影響を防止する観点から、竜巻による飛来物として想定すべき資機材等を調査し、その結果に基づき防護対象施設及び防護対象施設を内包する施設（以下、「防護対象施設等」という。）からの距離に応じて飛来物対策区域と横滑り対策区域を設定し、その区域内に保管する資機材等については、竜巻の風圧力に対し、資機材等が浮き上がり又は横滑りにより防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性があるものを固縛する。

屋外の重大事故等対処設備等に関しては、重大事故等対処設備等の機能を損なわないよう、また、他の設備に悪影響を与えないよう、全ての重大事故等対処設備等を固縛することとし、屋外の重大事故等対処設備等の保管場所に保管する資機材等については、竜巻の風圧力に対し、浮き上がり又は横滑りにより波及的影響を及ぼす可能性があるものを固縛する。

2.2.1.7. 竜巻の影響を考慮する施設の選定

選定の基本方針を踏まえ、以下のとおり竜巻の影響を考慮する施設を選定する。

(1) 防護対象施設

竜巻から防護すべき施設である防護対象施設を以下のとおり選定する。

a. 屋外の防護対象施設

防護対象施設のうち、屋外に設置している施設を、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

b. 外気と繋がっている屋内の防護対象施設

屋内に設置している防護対象施設のうち、外気と繋がる防護対象施設については、竜巻の気圧差による荷重が作用するおそれがあるため、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

c. 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の防護対象施設

屋内に設置している防護対象施設のうち、建屋による飛来物の防護が期待できない防護対象施設については、竜巻による飛来物の衝撃荷重が作用するおそれがあるため、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。なお、建屋による防護が期待できない防護対象施設は、損傷する可能性がある屋内の防護対象施設及び損傷する可能性のある開口部付近の防護対象施設を竜巻の影響を考慮する施設とする。

(a) 損傷する可能性のある屋内の防護対象施設

建屋のうち飛来物の衝突により損傷し、飛来物が建屋内の防護対象施設に衝突する可能性がある施設を選定する。

(b) 損傷する可能性がある開口部付近の防護対象施設

建屋の入口扉及びブローアウトパネルが飛来物の衝突により損傷し、飛来物が建屋内の防護対象施設に衝突する可能性がある施設を選定する。

(2) 重大事故等対処設備

屋外に設置又は保管する重大事故等対処設備は、竜巻の影響を受けることから全ての重大事故等対処設備を竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

(3) 防護対策施設

防護対象施設の損傷防止のために防護措置として設置する施設、防護対象施設を防護する扉等の構築物及び防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設の機能維持のために防護措置として設置する施設を、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

(4) 竜巻より防護すべき施設を内包する施設

屋内に設置している竜巻より防護すべき施設（防護対象施設及び重大事故等対処設備等）は、建屋にて防護されることから、竜巻より防護すべき施設の代わりに竜巻より防護すべき施設を内包する施設を、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

(5) 防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設

防護対象施設の機能に、機械的影響、機能的影響の観点から、波及的影響を及ぼす可能性がある施設を抽出する。

a. 機械的影響を及ぼす可能性がある施設

防護対象施設に機械的影響を及ぼす可能性がある施設として、防護対象施設を内包する施設に隣接し防護対象施設を内包する施設との接触により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある防護対象施設を内包しない建屋及び倒壊により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設を竜巻の影響を考慮する施設として抽出する。倒壊により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設としては、施設高さが低い施設は倒壊しても防護対象施設に影響を与えないため、当該施設の高さと、防護対象施設までの最短距離を比較することにより以下のとおり選定する。また、竜巻の風圧力により飛来物となる可能性がある屋外の重大事故等対処設備、資機材等のその他の施設についても機械的影響を及ぼす可能性がある施設として選定する。

(a) 防護対象施設を内包する施設に隣接し防護対象施設を内包する施設との接触により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設

原子炉補助建屋及びディーゼル建屋に隣接し防護対象施設を内包する施設との接触により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設を選定する。

(b) 倒壊により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設

当該施設の高さが防護対象施設までの最短距離以上である施設を選定する。

(c) その他の施設

その他、竜巻の風圧力により機械的影響を及ぼす可能性がある施設を選定する。

b. 機能的影響を及ぼす可能性がある施設

防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性がある施設のうち、機能的影響を及ぼす可能性がある施設として、防護対象施設の屋外の附属設備及び防護対象施設を内包する区画の換気空調設備を、竜巻の影響を考慮する施設として選定する。

(a) 防護対象施設の屋外の附属設備

外気と繋がっており、竜巻の風圧力及び気圧差による影響を受ける可能性があり防護対象施設の吸排気管である施設を選定する。

(b) 防護対象施設を内包する区画の換気空調設備

外気と繋がっており、気圧差による影響を受ける可能性がある施設のうち、屋内の防護対象施設として選定している範囲の換気空調設備を除く施設を選定する。

(6) 屋外の重大事故等対処設備に波及的影響を及ぼす可能性がある施設

発電所敷地の屋外に保管する資機材等のうち、屋外の重大事故等対処設備等の保管場所に保管するものを選定する。

(7) 竜巻随伴事象を考慮する施設

火災を考慮する施設として油を内包する屋外の燃料タンクや海水ポンプを選定し、溢水を考慮する施設として屋外の水タンク等を選定し、外部電源喪失事象を考慮する施設として送電線を選定する。

2.2.1.8. 設計飛来物の設定

プラントウォークダウンによる敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い、発電所構内の資機材等の設置状況を踏まえ、竜巻防護施設等に衝突する可能性のある飛来物を抽出する。抽出した飛来物の寸法、重量及び形状から飛来の有無を判断し、運動エネルギー及び貫通力を考慮して、竜巻防護対策によって防護が出来ない可能性があるものは固縛、建屋内収納又は撤去の対策を実施する。

2.2.1.9. 荷重の組合せと許容限界

竜巻の影響を考慮する施設の竜巻防護設計における構造強度評価は、設置（変更）許可を受けた竜巻による荷重（風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物による衝撃荷重を組み合わせた荷重）とそれ以外の荷重の組合せを適切に考慮して、施設の構造強度評価を実施し、その結果がそれぞれ定める許容限界内にあることを確認する。

許容限界は、設置（変更）許可を受けた竜巻による荷重を考慮した施設ごとの構造強度設計上の性能目標及び評価方針を踏まえて、評価項目ごとに設定する。許容限界の詳細は、評価対象部位の損傷モードを踏まえ評価項目を選定し、評価項目ごとに許容限界を定める。

2.2.2. 竜巻影響評価

竜巻の影響を考慮する施設は、構造強度設計上の性能目標を達成するため、分類した施設ごとに、竜巻に対する強度評価を実施する。

それぞれ「衝突評価」、「構造強度評価」及び「動的機能維持評価」の方針に分類し、評価対象施設はこれらの評価を実施する。

2.2.2.1. 衝突評価

衝突評価は、竜巻による飛来物による衝撃荷重に対する直接的な影響の評価として、評価対象施設が、貫通、貫入、たわみ及びひずみ等の変形が生じた場合においても、当該施設の機能を保持可能な変形に留めることを確認する評価とする。評価対象施設の構造及び当該施設の機能を考慮し、飛来物の衝突により想定される損傷モードを分類し、それぞれの評価方針を設定する。

2.2.2.2. 構造強度評価

構造強度評価は、竜巻の風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物による衝撃荷重により生じる応力等に対し、評価対象施設及びその支持構造物が、当該施設の機能を保持可能な構造強度を有することを確認する。構造強度評価は、構造強度により閉止性及び開閉機能を確保することの評価を含む。構造強度評価は、評価対象施設の構造を考慮し、評価方針を設定する。

2.2.2.3. 動的機能維持評価

動的機能維持評価は、竜巻の風圧力による荷重、気圧差による荷重及び飛来物による衝撃荷重に対し、竜巻時及び竜巻通過後において、評価対象施設のうちポンプ等の動的機器が、当該施設の動的機能を保持可能なことを確認する。

3. 施設の概略仕様

2章にて整理した竜巻防護に係る設計要件を満足するために必要となる竜巻防護に関する施設の概略仕様を表 3.1 に示す。

なお、表 3.1 に示す施設について、改造工事等を実施する際は防護設計要件を満足することを確認する必要がある。

表3.1 竜巻防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
海水ポンプ	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (1)防護対象施設 a. 屋外の防護対象施設)	-	-	-	-
復水タンク	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (1)防護対象施設 a. 屋外の防護対象施設)	-	-	-	-
燃料取替用水タンク	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (1)防護対象施設 a. 屋外の防護対象施設)	-	-	-	-
海水ストレーナ	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (1)防護対象施設 a. 屋外の防護対象施設)	-	-	-	-
配管、弁(海水ポンプ、復水タンク、燃料取替用水タンク廻り)	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (1)防護対象施設 a. 屋外の防護対象施設)	-	-	-	-
換気空調設備(アニュラス空気浄化系、中央制御室空調系、安全補機室給・排気系、ディーゼル発電機室給・排気系、制御用空気圧縮機給・排気系、補助給水ポンプ室給・排気系、安全補機開閉機室空調系、格納容器排気系(格納容器排気筒を含む))のうち、ダンパ、ダクト及びバタフライ弁	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (1)防護対象施設 b. 外気と繋がっている屋内の防護対象施設)	-	-	-	-
使用済燃料ラック	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (1)防護対象施設 c. 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の防護対象施設 (a)損傷する可能性のある屋内の防護対象施設)	-	-	-	-

表3.1 竜巻防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
燃料集合体	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (1)防護対象施設 c. 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の防護対象施設 (a) 損傷する可能性のある屋内の防護対象施設)	—	—	—	—
使用済燃料ピット	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (1)防護対象施設 c. 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の防護対象施設 (a) 損傷する可能性のある屋内の防護対象施設)	—	—	—	—
ディーゼル発電機	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (1)防護対象施設 c. 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の防護対象施設 (b) 損傷する可能性がある開口部付近の防護対象施設)	—	—	—	—
主蒸気配管、主給水配管、主蒸気安全弁、主蒸気逃がし弁、主蒸気隔離弁	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (1)防護対象施設 c. 建屋等による飛来物の防護が期待できない屋内の防護対象施設 (b) 損傷する可能性がある開口部付近の防護対象施設)	—	—	—	—
竜巻防護ネット(海水ポンプエリア) (1,2号機共用、1号機に設置)	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (3)防護対策施設)	MS-3	—	—	—
竜巻防護ネット(屋外タンクエリア)	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (3)防護対策施設)	MS-3	—	—	—
竜巻防護ネット(主蒸気管室建屋)	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (3)防護対策施設)	MS-3	—	—	—
海水ポンプエリア水密扉 (1,2号機共用)	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (3)防護対策施設)	MS-3	—	—	—

表3.1 竜巻防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
屋外タンクエリア防護扉	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (3)防護対策施設)	MS-3	—	—	—
ディーゼル建屋水密扉	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (3)防護対策施設)	MS-3	—	—	—
タンクローリ車庫入口扉 (1,2号機共用、1号機に設置)	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (3)防護対策施設)	MS-3	—	—	—
タンクローリ車庫 (1,2号機共用、1号機に設置)	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (3)防護対策施設)	MS-3	—	—	—
原子炉建屋	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (4)竜巻より防護すべき施設を内包する施設)	MS-3(竜巻からの防護機能)	—	—	—
原子炉補助建屋	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (4)竜巻より防護すべき施設を内包する施設)	MS-3(竜巻からの防護機能)	—	—	—
主蒸気管室建屋	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (4)竜巻より防護すべき施設を内包する施設)	MS-3(竜巻からの防護機能)	—	—	—
ディーゼル建屋	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (4)竜巻より防護すべき施設を内包する施設)	MS-3(竜巻からの防護機能)	—	—	—
燃料取扱建屋	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (4)竜巻より防護すべき施設を内包する施設)	MS-3(竜巻からの防護機能)	—	—	—
燃料油貯油そう基礎	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (4)竜巻より防護すべき施設を内包する施設)	MS-3(竜巻からの防護機能)	—	—	—
燃料油貯蔵タンク基礎	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (4)竜巻より防護すべき施設を内包する施設)	MS-3(竜巻からの防護機能)	—	—	—

表3.1 竜巻防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
タービン建屋	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設 a. 機械的影響を及ぼす可能性のある施設 (a)防護対象施設を内包する施設に隣接し防護対象施設を内包する施設との接触により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性のある施設)	MS-3(竜巻からの防護機能)	-	-	-
廃棄物処理建屋	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設 a. 機械的影響を及ぼす可能性のある施設 (a)防護対象施設を内包する施設に隣接し防護対象施設を内包する施設との接触により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性のある施設)	MS-3(竜巻からの防護機能)	-	-	-
耐火隔壁	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設 a. 機械的影響を及ぼす可能性のある施設 (b)倒壊により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性のある施設)	-	-	-	-
ジブクレーン	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設 a. 機械的影響を及ぼす可能性のある施設 (b)倒壊により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性のある施設)	-	-	-	-
ディーゼル発電機消音器	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設 b. 機能的影響を及ぼす可能性のある施設 (a)防護対象施設の屋外の附属設備)	-	-	-	-
主蒸気逃がし弁消音器	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設 b. 機能的影響を及ぼす可能性のある施設 (a)防護対象施設の屋外の附属設備)	-	-	-	-
主蒸気安全弁排気管	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設 b. 機能的影響を及ぼす可能性のある施設 (a)防護対象施設の屋外の附属設備)	-	-	-	-

表3.1 竜巻防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出口	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設 b. 機能的影響を及ぼす可能性のある施設 (a)防護対象施設の屋外の附属設備)	-	-	-	-
燃料油貯油そうべント管	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設 b. 機能的影響を及ぼす可能性のある施設 (a)防護対象施設の屋外の附属設備)	-	-	-	-
燃料油貯蔵タンクベント管	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設 b. 機能的影響を及ぼす可能性のある施設 (a)防護対象施設の屋外の附属設備)	-	-	-	-
タンクローリ	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (7)竜巻随件事象を考慮する施設)	-	-	-	-
換気空調設備(蓄電池室給・排気系)のうちダンパ及びダクト	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に波及的影響を及ぼす可能性のある施設 b. 機能的影響を及ぼす可能性のある施設 (b)防護対象施設を内包する区画の換気空調設備)	-	-	-	-
屋外の燃料タンク(火災)	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (7)竜巻随件事象を考慮する施設)	-	-	-	-
屋外の水タンク等(溢水)	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (7)竜巻随件事象を考慮する施設)	-	-	-	-
送電線(外部電源喪失)	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.7 竜巻の影響を考慮する施設の選定 (7)竜巻随件事象を考慮する施設)	-	-	-	-
固縛装置 (たるみ巻取装置含む) (1,2号機共用、1号機に保管)	2.2.1 竜巻評価条件の概要 (2.2.1.6 竜巻防護のための固縛対象物の選定の基本方針)	-	-	-	-

設計基準文書 一般事項編

火山防護

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）一般事項編のうち、川内1号機の火山防護設計について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 防護設計の概要

設置許可基準規則、技術基準規則、ガイドに基づき、安全施設は、火山事象に対して、原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能（以下「安全機能」という。）を損なうことのない設計とする。このため、設置許可で評価し抽出された発電所に影響を及ぼし得る火山事象である降下火砕物による直接的影響及び間接的影響について評価を行うとともに、降下火砕物により安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。

1.3. 各章の構成

2章においては、火山防護設計に係る設計基準及びその基準を満足するための設計要件の考え方について記載する。

また、3章においては、2章にて記載される設計要件の考え方を踏まえ、火山防護設計に関する各設備について、要求される機能が実機において確保されていることを確認するための判定事項等を整理する。

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
2	設計要件	
2.1	準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則	防護設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則を抽出して記載する。
2.2	防護設計要件	2.1で抽出した規則条文を準拠するための設計要件を記載する。
2.2.1	火山評価条件の概要	火山防護設計に係り、設定する項目を記載する。
2.2.2	火山影響評価	火山影響評価の確認事項を記載する。
3	施設の概略仕様	

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則

火山防護設計は、以下に示す設置許可基準規則及び技術基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第四十三条 重大事故等対処設備

[技術基準規則]

- 第七条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第五十四条 重大事故等対処設備

2.2. 防護設計要件

設置許可基準規則第六条及び四十三条、技術基準規則第七条及び五十四条に従い、発電用原子炉施設内における外部からの衝撃による損傷の防止として、設計基準対象施設が想定される自然現象（本書では火山）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置、基礎地盤の改良その他の適切な措置を講じなければならない。

具体的には、設置許可基準規則、技術基準規則及び以下のガイドに基づき、想定される火山事象に対する防護設計を実施する。

<関連する基準・ガイド等>

- 原子力発電所の火山影響評価ガイド

2.2.1. 火山評価条件の概要

敷地に影響を及ぼす可能性がある火山について、その活動性及び影響範囲を把握するため、文献調査、地形・地質調査及び地球物理学的調査を実施する。

将来の活動可能性が否定できない火山について、運用期間中の噴火規模を考慮し、敷地において考慮する火山事象を評価する。

火山事象に対しては、発電用原子炉施設の安全性を確保するため、必要となる安全施設の各機能（以下「安全機能」という。）を損なわない設計とする。

- 文献調査
- 地形・地質調査
- 地球物理学的調査
- 敷地に影響を及ぼす可能性がある火山の抽出
- 将来の活動性評価
- 運用期間中の活動性評価
- 敷地において考慮する火山事象
- 設計条件に用いる降下火砕物の設定
- 降下火砕物の影響から防護する施設
- 選定の基本方針
- 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定
- 設計対象施設の設計
- 直接的影響因子に対する設計方針
- 間接的影響に対する設計方針
- 荷重の組合せと許容限界

2.2.1.1. 文献調査

敷地を中心とする半径 160km の範囲（以下「地理的領域」という。）において、第四紀火山の位置、活動年代、噴出物の分布等を把握する。

2.2.1.2. 地形・地質調査

地形調査では、主に国土地理院で撮影された空中写真並びに同院発行の地形図を使用して、空中写真判読等を実施し、敷地を中心とする半径 30km の範囲及びその周辺地域において、第四紀火山の可能性のある地形を抽出する。

地質調査では、地盤調査結果に加え、第四紀火山の噴出物を対象に地表踏査等を実施し、敷地を中心とする半径 30km の範囲及びその周辺地域において、第四紀火山の活動年代、噴出物の分布等を把握する。

2.2.1.3. 地球物理学的調査

地球物理学的調査では、地震活動、地殻変動等に関する検討を実施し、マグマ溜まりの規模、位置等を把握する。

2.2.1.4. 敷地に影響を及ぼす可能性がある火山の抽出

文献調査及び地形・地質調査により、地理的領域において、第四紀火山の噴出物の分布等を把握し、敷地に影響を及ぼす可能性がある火山を抽出する。

2.2.1.5. 将来の活動性評価

敷地に影響を及ぼす可能性がある火山について、完新世における活動の有無及び履歴より、将来の活動性を評価し、将来の活動可能性が否定できない火山を抽出する。

2.2.1.6. 運用期間中の活動性評価

将来の活動可能性が否定できない火山のうち、過去に破局的噴火を発生させたものについては、活動履歴、火山直下の地下構造等から現在のマグマ溜まりが破局的噴火直前の状態にあるかを検討し、運用期間中の噴火規模を評価する。

なお、その他の将来の活動可能性が否定できない火山については、運用期間中の噴火規模として、各火山の既往最大規模を考慮する。

2.2.1.7. 敷地において考慮する火山事象

将来の活動可能性が否定できない火山について、運用期間中の噴火規模を考慮し、以下の中から敷地において考慮する火山事象を評価する。

なお、過去に破局的噴火を発生させたカルデラについては、運用期間中の破局的噴火の可能性が十分低いものの、火砕流が敷地に到達した可能性は否定できないことから、また、自然現象における不確かさを考慮すると敷地への影響は否定できないことから、火山活動のモニタリングを実施する。

安全施設における運用期間中の噴火規模を考慮し、発電所の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象を以下より抽出する。

- ・ 降下火砕物
- ・ 火砕物密度流
- ・ 溶岩流
- ・ 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊
- ・ 火山土石流、火山泥流及び洪水
- ・ 火山から発生する飛来物
- ・ 火山ガス
- ・ 新しい火口の開口
- ・ 津波

・その他の火山事象

(大気現象、地殻変動及び静振、火山性地震とこれに関連する事象、熱水系及び地下水の異常)

2.2.1.8. 設計条件に用いる降下火砕物の設定

各種文献の調査結果により、降下火砕物の特徴を考慮する。また、文献調査結果及び地質調査結果より、設計条件として、層厚、密度、粒径を設定する。

2.2.1.9. 降下火砕物の影響から防護する施設

降下火砕物の影響から防護する施設としては、発電所の安全性を確保するため、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されているクラス1、クラス2及びクラス3に該当する構築物、系統及び機器とする。

なお、クラス3に属する施設は、損傷する場合を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること又は安全上支障のない期間に除灰、修復等の対応を可能とすることにより安全機能を損なわない設計とすることから、降下火砕物より防護すべき施設は、重要度分類のクラス1及びクラス2に属する施設とする。並びに重大事故等対処設備についても、降下火砕物より防護すべき施設とする。

2.2.1.10. 選定の基本方針

降下火砕物の影響を考慮する施設は、その設置場所、構造等により以下のとおり選定する。

降下火砕物より防護すべき施設のうち、防護対象施設に係る降下火砕物の影響を考慮する施設は以下により選定する。

屋外に設置している防護対象施設のうち、降下火砕物が堆積するものについては、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

屋内に設置している防護対象施設は、建屋にて防護されており直接降下火砕物とは接触しないため、防護対象施設の代わりに防護対象施設を内包する建屋を降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。但し、降下火砕物を取り込むおそれがある屋内の防護対象施設については、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

降下火砕物の影響による機能的な波及的影響を考慮し、防護対象施設が、降下火砕物の影響を受けたクラス3に属する施設により機能的な波及的影響を受けるおそれがある場合は、そのクラス3に属する施設を降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

降下火砕物が堆積し、防護対象施設を内包する建屋に隣接している施設及び倒壊により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設については、降下火砕物の影響による機械的な波及的影響を考慮し、機械的な波及的影響を及ぼす可能性がある施設として選定する。

また、降下火砕物より防護すべき施設のうち、重大事故等対処設備に係る降下火砕物の影響を考慮する施設は以下により選定する。

屋外に設置している重大事故等対処設備は、直接降下火砕物と接触するため、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

屋内に設置している重大事故等対処設備は、建屋にて防護されることから、重大事故等対処設備の代わりに重大事故等対処設備を内包する建屋を降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

さらに、降下火砕物より防護すべき施設に対する降下火砕物の間接的影響を考慮し、降下火砕物の影響を考慮する施設を選定する。

2.2.1.11. 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定

2.2.1.10 に示す選定方針を踏まえて、以下のとおり降下火砕物の影響を考慮する施設を選定する。

(1) 屋外に設置している防護対象施設

屋外に設置している防護対象施設のうち、降下火砕物が堆積するものを、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

(2) 降下火砕物を含む海水の流路となる防護対象施設

屋内に設置している防護対象施設のうち、降下火砕物を含む海水の流路となる施設については、直接降下火砕物と接触するおそれがあるため、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

(3) 降下火砕物を含む空気の流路となる防護対象施設

屋内に設置している防護対象施設のうち、降下火砕物を含む空気の流路となる施設については、直接降下火砕物と接触するおそれがあるため、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

(4) 屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する防護対象施設

屋内に設置している防護対象施設のうち、屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設については、降下火砕物と接触するおそれがあるため、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

(5) 防護対象施設に機能的な波及的影響を及ぼす可能性があるクラス 3 に属する施設

防護対象施設に影響を及ぼし得るクラス 3 に属する施設を、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

(6) 機械的な波及的影響を及ぼす可能性がある施設

降下火砕物が堆積し、防護対象施設を内包する建屋に隣接している施設及び倒壊により防護対象施設に損傷を及ぼす可能性がある施設については、降下火砕物の影響による機械的な波及的影響を考慮し、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

(7) 屋外に設置している重大事故等対処設備

屋外に設置している重大事故等対処設備は、直接降下火砕物と接触するため、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

(8) 降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋

屋内に設置している降下火砕物より防護すべき施設は、建屋にて防護されており直接降下火砕物とは接触しないため、降下火砕物より防護すべき施設の代わりに降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋を降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

(9) 間接的影響を考慮する施設

想定する降下火砕物に対し、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性に間接的に影響を与える可能性がある設備を、降下火砕物の影響を考慮する施設として選定する。

2.2.1.12. 設計対象施設の設計

降下火砕物が発電所の構築物、系統及び機器に及ぼす影響は、「直接的影響」と、「間接的影響」に分けられ、各構築物、系統及び機器についてはこれらを適切に考慮して、設計を行う。

2.2.1.13. 直接的影響に対する設計方針

降下火砕物の特徴から抽出される影響モードに対し設計対象施設の特徴を考慮し、有意な直接的影響を及ぼす因子を次の(1)～(7)のとおり選定し、想定される各影響因子に対して、影響を受ける設計対象施設の特徴毎に適切に設計を行う。

(1) 荷重

「荷重」について考慮すべき直接的影響因子は、建屋又は屋外設備の上に堆積し静的な負荷を与える「構造物への静的負荷」、及び建屋又は屋外設備に対し降灰時に衝撃を与える「粒子の衝突」である。

(2) 閉塞

「閉塞」について考慮すべき直接的影響因子は、降下火砕物を含む海水が流路の狭隘部等を閉塞させる「水循環系の閉塞」、及び降下火砕物を含む空気が機器の狭隘部や換気系の流路を閉塞させる「換気系、電気系及び計装制御系の機械的影響（閉塞）」である。

(3) 磨耗

「磨耗」について考慮すべき直接的影響因子は、降下火砕物を含む海水が流路に接触することにより配管等を磨耗させる「水循環系の内部における磨耗」及び降下火砕物を含む空気が動的機器の摺動部に侵入し磨耗させる「換気系、電気系及び計装制御系の機械的影響（磨耗）」である。

(4) 腐食

「腐食」について考慮すべき直接的影響因子は、降下火砕物に付着した腐食性ガスにより建屋及び屋外施設の外面を腐食させる「構造物の化学的影響（腐食）」、換気系、電気系及び計装制御系の降下火砕物を含む空気の流路等を腐食させる「換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）」及び海水に溶出した腐食性成分により海水管等を腐食させる「水循環系の化学的影響（腐食）」である。

(5) 大気汚染

「大気汚染」について考慮すべき直接的影響因子は、降下火砕物により汚染された発電所周辺の大気が運転員の常時滞在する中央制御室内に侵入することによる居住性の劣化や降下火砕物の除去、清掃等の屋外での作業環境を劣化させる「発電所周辺の大気汚染」である。

(6) 水質汚染

「水質汚染」については、給水等に使用する発電所周辺の淡水等に降下火砕物が混入することによる影響があるが、発電所では補給水処理装置により水処理した給水を使用しており、降下火砕物の影響を受けた淡水等を直接給水として使用しないこと及び給水は水質管理を行っていることから、安全施設の安全機能には影響しない。

(7) 絶縁低下

「絶縁低下」について考慮すべき直接的影響因子は、湿った降下火砕物が、電気系及び計装制御系に導電性を生じさせることによる「計装盤の絶縁低下」である。

2.2.1.14. 間接的影響に対する設計方針

降下火砕物によって原子力発電所周辺にもたらされる影響に伴い、原子力発電所内の構築物、系統及び機器に間接的な影響を及ぼす因子は、湿った降下火砕物が送電線の碍子及び特高開閉所の充電露出部等に付着し絶縁低下を生じさせることによる広範囲における「外部電源喪失」及び降下火砕物が道路に堆積することによる「発電所外の交通の途絶」及び「発電所内の交通の途絶」がある。

各構築物、系統及び機器についてはこれらを適切に考慮して、設計を行う。

2.2.1.15. 荷重の組合せと許容限界

降下火砕物による荷重、積雪荷重及び風荷重については、それらの組合せを考慮し、自然現象の荷重として扱う。自然現象の荷重は短期荷重として扱う。

対象施設の荷重の組合せについては、自然現象の荷重及び常時作用する荷重を組み合わせる。但し、対象施設のうち動的機器は、運転時の状態で作用する荷重を考慮する。また、運転時の状態で内圧荷重が作用する機器も、運転時の状態で作用する荷重を考慮する。なお、常時作用する荷重、積雪荷重、風荷重及び運転時の状態で作用する荷重については、組み合わせることによって降下火砕物による荷重の抗力となる場合には、保守的に組み合わせないことを基本とする。

上記を踏まえ、対象施設の強度評価における荷重の組合せの設定については、施設の設置状況及び構造等を考慮し設定する。

許容限界は、構造物への荷重を考慮する施設ごとの構造強度設計上の性能目標及び構造物への荷重を考慮する施設ごとの評価方針を踏まえて評価対象部位ごとに設定する。対象施設ごとの許容限界の詳細は、各計算書で評価対象部位の損傷モードを踏まえ評価項目を選定し定める。

2.2.2. 火山影響評価

強度評価は、評価対象施設を対象として、降下火砕物による荷重と組み合わせべき他の荷重による組み合わせ荷重又は応力等が許容限界内にあることを確認する。

3. 施設の概略仕様

2章にて整理した火山防護に係る設計要件を満足するために必要となる火山防護に関する施設の概略仕様を表 3.1 に示す。

なお、表 3.1 に示す施設について、改造工事等を実施する際は防護設計要件を満足することを確認する必要がある。

表3.1 火山防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
原子炉建屋、原子炉補助建屋、燃料取扱建屋、ディーゼル建屋、主蒸気管室建屋	<p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (8)降下火砕物より防護すべき施設を内包する建屋)</p> <p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (1)荷重 (4)腐食)</p>	MS-3(火山からの防護機能)	—	—	—
復水タンク、燃料取替用水タンク	<p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (1)屋外に設置している防護対象施設)</p> <p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (1)荷重 (4)腐食)</p>	—	—	—	—
海水ポンプ	<p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (1)屋外に設置している防護対象施設)</p> <p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (1)荷重 (2)閉塞 (3)磨耗 (4)腐食)</p>	—	—	—	—

表3.1 火山防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
海水ストレーナ、取水設備	<p>海水ストレーナ:2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (1)屋外に設置している防護対象施設)</p> <p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (1)荷重 (2)閉塞 (3)磨耗 (4)腐食)</p> <p>取水設備:2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (5)防護対象施設に機能的な波及的影響を及ぼす可能性があるクラス3に属する施設)</p> <p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞 (3)磨耗 (4)腐食)</p>	-	-	-	-
原子炉補機冷却水冷却器	<p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (2) 降下火砕物を含む海水の流路となる防護対象施設)</p> <p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞 (3)磨耗 (4)腐食)</p>	-	-	-	-
空調用冷凍機	<p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (2) 降下火砕物を含む海水の流路となる防護対象施設)</p> <p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞 (3)磨耗 (4)腐食)</p>	-	-	-	-

表3.1 火山防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
主蒸気逃がし弁消音器、主蒸気安全弁排気管	2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (3) 降下火砕物を含む空気の流路となる防護対象施設) 2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞)	-	-	-	-
タービン動補助給水ポンプ蒸気大気放出管	2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (3) 降下火砕物を含む空気の流路となる防護対象施設) 2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞)	-	-	-	-
非常用ディーゼル発電機機関・消音器・冷却器	・機関:2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (3) 降下火砕物を含む空気の流路となる防護対象施設) 2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞 (3)磨耗 (4)腐食) ・消音器:2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (3) 降下火砕物を含む空気の流路となる防護対象施設) 2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞 (4)腐食) ・冷却器:2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (2) 降下火砕物を含む海水の流路となる防護対象施設) 2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞 (3)磨耗 (4)腐食)	-	-	-	-

表3.1 火山防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
補助建屋排気筒、格納容器排気筒	<p>・補助建屋排気筒:2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (5) 防護対象施設に機能的な波及的影響を及ぼす可能性があるクラス3に属する施設)</p> <p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞 (4)腐食)</p> <p>・格納容器排気筒:2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (3) 降下火砕物を含む空気の流路となる防護対象施設)</p> <p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞 (4)腐食)</p>	-	-	-	-
中央制御室換気空調系外気取入口、安全補機開閉器室空調系外気取入口、ディーゼル発電機室換気系外気取入口、補助給水ポンプ室換気系外気取入口、制御用空気圧縮機室換気系外気取入口、主蒸気配管室換気系外気取入口、格納容器給気系外気取入口、補助建屋給気系外気取入口、放射線管理室給気系外気取入口、安全補機室給気系外気取入口、蓄電池室給気系外気取入口	<p>・蓄電池室給気系外気取入口、補助建屋給気系外気取入口以外:2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (3) 降下火砕物を含む空気の流路となる防護対象施設)</p> <p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞)</p> <p>・蓄電池室給気系外気取入口、補助建屋給気系外気取入口:2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (5) 防護対象施設に機能的な波及的影響を及ぼす可能性があるクラス3に属する施設)</p> <p>2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (2)閉塞)</p> <p>・中央制御室換気空調系外気取入口 2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (5)大気汚染)</p>	-	-	-	-

表3.1 火山防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
制御用空気圧縮機	2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (4) 屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する防護対象施設) 2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (3) 磨耗)	-	-	-	-
安全保護系計装盤	2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (4) 屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する防護対象施設) 2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.13 直接的影響に対する設計方針 (7) 絶縁低下)	-	-	-	-
燃料油貯油そう	2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (9) 間接的影響を考慮する施設 2.2.1.14. 間接的影響に対する設計方針)	-	-	-	-
燃料油貯蔵タンク	2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (9) 間接的影響を考慮する施設 2.2.1.14. 間接的影響に対する設計方針)	-	-	-	-
タンクローリ	2.2.1 火山評価条件の概要 (2.2.1.11 降下火砕物の影響を考慮する施設の選定 (9) 間接的影響を考慮する施設 2.2.1.14. 間接的影響に対する設計方針)	-	-	-	-

設計基準文書 一般事項編
外部火災防護

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）一般事項編のうち、川内1号機の外部火災防護設計について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 防護設計の概要

原子力規制委員会が定める「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下、設置許可基準規則）第六条及び「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）第七条に従い、発電用原子炉施設内における外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設が想定される自然現象及び人為事象（本書では外部火災）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置他適切な措置を講じなければならない。

また、設置許可基準規則第四十三条及び技術基準規則第五十四条に従い、重大事故等対処設備は、共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時に機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じなければならない。

具体的には、設置許可基準規則、技術基準規則、ガイドに基づき、外部火災の影響を考慮する施設を選定し、火災源ごとに危険距離等を算出し、離隔距離と比較する方法、建屋表面温度及び屋外の防護対象施設の温度を算出し、許容温度と比較する方法等にて外部火災の影響を評価し、防護設計を実施する。

1.3. 各章の構成

2章においては、外部火災防護設計に係る設計基準及びその基準を満足するための設計要件の考え方について記載する。

また、3章においては、2章にて記載される設計要件を満足するために必要となる外部火災防護に関する設備の概略仕様を表 3.1 に示す。

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項		
1	概要			
	1.1	本書の目的	当該 DBD の対象一般事項を明確にする。	
	1.2	防護設計の概要	当該防護設計について概略記載する。	
	1.3	各章の構成	本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。	
2	設計要件			
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則	防護設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則を抽出して記載する。	
	2.2	防護設計要件	2.1 で抽出した規則条文を準拠するための設計要件を記載する。	
		2.2.1	外部火災防護の基本方針	外部火災防護の基本方針を記載する。
		2.2.2	外部火災の影響を考慮する施設の選定	外部火災の影響を考慮する施設の選定について記載する。
		2.2.3	外部火災防護における評価の基本方針	2.2.2 にて選定した施設について外部火災防護における評価の基本方針を記載する。
		2.2.4	二次的影響（ばい煙等）	二次的影響（ばい煙等）に係る確認事項を記載する。
2.2.5	有毒ガスの影響	有毒ガスの影響に係る確認事項を記載する。		
3	設備の概略仕様			

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則

外部火災防護設計は、以下に示す設置許可基準規則及び技術基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第四十三条 重大事故等対処設備

[技術基準規則]

- 第七条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第五十四条 重大事故等対処設備

2.2. 防護設計要件

設置許可基準規則第六条及び技術基準規則第七条に従い、発電用原子炉施設内における外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設が想定される自然現象及び人為事象（本書では外部火災）によりその安全性を損なうおそれがある場合は、防護措置他適切な措置を講じなければならない。

また、設置許可基準規則第四十三条及び技術基準規則第五十四条に従い、重大事故等対処設備は、共通要因によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時に機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じなければならない。

具体的には、設置許可基準規則、技術基準規則、ガイドに基づき、外部火災の影響を考慮する施設を選定し、火災源ごとに危険距離等を算出し、離隔距離と比較する方法、建屋表面温度及び屋外の防護対象施設の温度を算出し、許容温度と比較する方法等にて外部火災の影響を評価し、防護設計を実施する。

<関連する基準・ガイド等>

- 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド

2.2.1. 外部火災防護の基本方針

発電用原子炉施設の外部火災防護設計は、防護対象施設について外部火災により安全機能を損なうおそれがないこと及び安全性を損なうおそれがある場合は防護措置その他の適切な措置を講じなければならないこと、重大事故等対処設備については外部火災により重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを目的とし、技術基準規則に適合するように設計する。外部火災防護の基本方針について以下に示す。

2.2.1.1. 外部火災より防護すべき施設

外部火災より防護すべき施設は、重要度分類のクラス 1、クラス 2 に属する施設並びに重大事故等対処設備とする。

2.2.1.2. 外部火災より防護すべき施設の設計方針

(1) 防護対象施設の設計方針

森林火災、発電所敷地内に存在する危険物タンク火災、航空機墜落による火災、近隣の産業施設の火災及び発電所港湾内に入港する船舶の火災については、防護対象施設を内包する建屋（垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所、以下同様）の表面温度が許容温度となる危険距離及び屋外の防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

発電所敷地内に存在する危険物タンク火災と航空機墜落による火災が同時に発生した場合の重畳火災については、防護対象施設を内包する建屋表面温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離を確保する設計とする。

(2) 重大事故等対処設備の設計方針

屋内の重大事故等対処設備についてはこれらを内包する建屋にて防護し、屋外の重大事故等対処設備については必要な機能を損なうおそれがないよう、位置的分散を図る。

2.2.1.3. 防護対象施設の評価方針

屋内に設置している防護対象施設は、建屋にて防護することから建屋にて評価を行い、屋外の防護対象施設は、当該施設を評価する。

外部火災影響評価は、火災源ごとに危険距離等を算出し離隔距離と比較する方法と、建屋表面温度を算出し許容温度と比較する方法を用いる。

2.2.1.4. 防護措置の設計方針

防護対象施設の許容温度を満足できない場合又は危険距離、危険限界距離、容器の破裂による破片の最大飛散範囲を上回る離隔距離を確保できない場合は、必要な防護措置を講じることによって防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

2.2.2. 外部火災の影響を考慮する施設の選定

外部火災の影響を考慮する施設としては、施設の設置場所、構造等を考慮して選定する。外部火災の影響を考慮する施設の選定に係る設計要件について以下に示す。

2.2.2.1. 防護対象施設の選定

屋内に設置してある防護対象施設は、建屋にて防護することから、防護対象施設の代わりに防護対象施設を内包する建屋等を外部火災の影響を考慮する施設として選定する。屋外の防護対象施設は、外部火災の影響により安全性を損なうおそれがあるため、外部火災の影響を考慮する施設として選定する。防護対象施設以外の施設について、屋内に設置されている施設は、建屋等により防護することとし、屋外の防護対象施設は、防火帯の内側に設置すること及び消火活動により防護する。

2.2.2.2. 二次的影響（ばい煙）を考慮する施設の選定

防護対象施設が二次的影響（ばい煙）により安全性を損なうおそれがないよう、二次的影響（ばい煙）を考慮する施設は以下により選定する。

換気空調系統は二次的影響（ばい煙）により人体に影響を及ぼすおそれがあるため、二次的影響（ばい煙）を考慮する系統として選定する。

外気を設備内に取り込む機器は二次的影響（ばい煙）により機器の故障が発生するおそれがあるため、二次的影響（ばい煙）を考慮する機器として選定する。

室内の空気を取り込む安全保護系の計装盤及び制御用空気圧縮機は二次的影響（ばい煙）により機器の故障が発生するおそれがあるため、二次的影響（ばい煙）を考慮する機器として選定する。

ばい煙を含む外気又は、室内空気を機器内に取り込む機構を有しない設備又は、取り込んだ場合でも、その影響が非常に小さいと考えられる設備（ポンプ、モータ、弁、盤内に換気ファンを有しない制御盤、計器等）については、対象外とする。

2.2.2.3. 有毒ガスの影響を考慮する施設の選定

外部火災による有毒ガスの影響を考慮する施設については、人体に影響を及ぼすおそれがある換気空調系統を選定する。

2.2.3. 外部火災防護における評価の基本方針

2.2.2 で選定した施設について、それぞれの火災源ごとに危険距離等を算出し、その危険距離等を上回る離隔距離が確保されていること、又は算出した建屋表面温度が許容温度以下であることを確認する。外部火災防護における評価の基本方針について以下に示す。

2.2.3.1. 評価の基本方針

(1) 森林火災

設置（変更）許可を受けた防火帯の外縁（火災側）における火災輻射強度を用いて、防護対象施設を内包する建屋の表面温度がコンクリート許容温度となる危険距離及び屋外の防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(2) 発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災

発電所敷地内に存在する危険物タンクの貯蔵量等を勘案して、火災源ごとに防護対象施設を内包する建屋表面温度がコンクリート許容温度となる危険距離及び屋外の防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(3) 航空機墜落による火災

対象航空機の燃料積載量等を勘案して、対象航空機ごとに防護対象施設を内包する建屋表面温度がコンクリート許容温度となる危険距離及び屋外の防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(4) 敷地内の危険物タンク火災と航空機墜落による火災の重畳火災

敷地内の危険物タンク火災と航空機墜落による火災の評価条件により算出した輻射強度及び燃焼継続時間等により、防護対象施設の受熱面に対し、最も厳しい条件となる火災源と防護対象施設を選定し、防護対象施設を内包する建屋表面温度がコンクリート許容温度となる危険距離を求め、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(5) 発電所港湾内に入港する船舶の火災

発電所港湾内で防護対象施設から最も近い地点で起こることを想定し、船舶の燃料保有量等を勘案して、防護対象施設を内包する建屋表面温度がコンクリート許容温度となる危険距離及び屋外の防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

(6) 近隣の産業施設の火災・爆発

石油コンビナート施設等の貯蔵量等を勘案して防護対象施設を内包する建屋表面温度がコンクリート許容温度となる危険距離及び屋外の防護対象施設の温度が許容温度となる危険距離を算出し、その危険距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

爆風圧の影響については、「石油コンビナートの防災アセスメント指針」により高圧ガス貯蔵所のガス貯蔵量から求められるガス爆発の爆風圧が0.01MPa以下となる危険限界距離を算出し、その危険限界距離を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

爆発による飛来物の影響については、「石油コンビナートの防災アセスメント指針」により高圧ガス貯蔵所のガス貯蔵量から容器の破裂による破片の最大飛散範囲を算出し、その最大飛散範囲を上回る離隔距離が確保されていることを確認する。

2.2.3.2. 許容温度

防護対象施設が外部火災に対して十分な健全性を有することを確認する。

2.2.4. 二次的影響（ばい煙等）

ばい煙等による外部火災防護施設への影響について評価を行い、必要な場合は対策を実施することで防護対象施設の安全機能を損なうことのない設計とする。

2.2.5. 有毒ガスの影響

有毒ガスの発生に伴う居住空間への影響については、外気取入遮断時の室内に滞在する人員の環境劣化防止のため、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施することにより、安全機能を損なうことのない設計とする。

3. 設備の概略仕様

2章に記載した外部火災防護に係る設計要件を達成するために必要となる外部火災防護に関する設備の概略仕様を表3.1に示す。

なお、表3.1に示す設備について、改造工事等を実施する際は防護設計要件を満足することを確認する必要がある。

表3.1 外部火災防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称		設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
外部火災全般	防護対象施設 (原子炉格納容器、原子炉補助建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、制御建屋、ディーゼル発電機建屋、屋外施設(海水ポンプ、燃料取替用水タンク、復水タンク)) 燃料油貯油そう及び燃料油貯蔵タンク(地下タンク貯蔵所のため除外)	2.2.2 外部火災の影響を考慮する施設の選定 (2.2.2.1 防護対象施設の選定)	-	- (施設による)	-	- (施設による)
森林火災への対応	防火帯幅の設定 防護対象施設の熱影響評価 危険距離の評価	2.2.3 外部火災防護における評価の基本方針 (2.2.3.1 評価の基本方針 (1) 森林火災)	-	-	-	-
石油コンビナート施設の火災への対応	危険距離の評価	2.2.3 外部火災防護における評価の基本方針(2.2.3.1 評価の基本方針 (6)近隣の産業施設の火災・爆発)	-	-	-	-
石油コンビナート施設の爆発への対応	危険限界距離の評価	2.2.3 外部火災防護における評価の基本方針(2.2.3.1 評価の基本方針 (6)近隣の産業施設の火災・爆発)	-	-	-	-
発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災への対応	危険距離の評価	2.2.3 外部火災防護における評価の基本方針 (2.2.3.1 評価の基本方針 (2)発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災)	-	-	-	-
	障壁(2号機燃料取扱建屋)	2.2.3 外部火災防護における評価の基本方針 (2.2.3.1 評価の基本方針 (2)発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災)	MS-3	-	-	C-1

設計基準文書 一般事項編

内部火災防護

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）一般事項編のうち、川内原子力発電所第1号機の内部火災防護設計について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 防護設計の概要

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下、設置許可基準規則）、「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）、「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、審査基準）に基づき、火災発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減に係る火災防護対策を講じる設計とする。

1.3. 各章の構成

2章においては、内部火災防護設計に係る設計基準及びその基準を満足するための設計要件の考え方について記載する。

また、3章においては、2章にて記載される設計要件を満足するために必要となる内部火災防護に関する設備の概略仕様を表 3.1 に示す。

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
1	概要	
1.1	本書の目的	当該 DBD の対象一般事項を明確にする。
1.2	防護設計の概要	当該防護設計について概略記載する。
1.3	各章の構成	本表の 2 章以降の記載に倣い、当該 DBD について記載内容の大筋を記載する。
2	設計要件	
2.1	準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則	内部火災防護設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則を抽出して記載する。
2.2	防護設計要件	内部火災防護の設計要件を記載する。
2.2.1	火災防護の基本事項	火災防護を行う機器等の選定及び火災区域及び火災区画の設定に係る設計要件を記載する。
2.2.2	火災発生防止	火災発生防止に係る設計要件を記載する。
2.2.3	火災の感知及び消火	火災の感知及び消火に係る設計要件を記載する。
2.2.4	火災の影響軽減対策	火災の影響軽減対策に係る設計要件を記載する。
2.2.5	原子炉の安全確保について	原子炉の安全確保についての評価に係る確認事項を記載する。
3	設備の概略仕様	

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則

内部火災防護設計は、以下に示す設置許可基準規則及び技術基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第8条 火災による損傷の防止
- 第41条 火災による損傷の防止

[技術基準規則]

- 第11条 火災による損傷の防止
- 第52条 火災による損傷の防止

2.2. 防護設計要件

設置許可基準規則第 8 条及び技術基準規則第 11 条に従い、設計基準対象施設は、火災の発生を防止することができ、かつ、火災感知設備及び消火設備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。

また、設置許可基準規則第 41 条及び技術基準規則第 52 条に従い、重大事故等対処施設は、火災により重大事故等に対処するために必要な機能を損なうおそれがないよう、火災の発生を防止することができ、かつ、火災感知設備及び消火設備を有するものでなければならない。

具体的には、審査基準に適合するよう、火災防護対策を講じる設計とする。

<関連する基準・ガイド等>

- 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
- 原子力発電所の内部火災影響評価ガイド

2.2.1. 火災防護の基本事項

火災防護を行う機器等の選定及び火災区域及び火災区画の設定に係る設計要件について以下に示す。

2.2.1.1. 火災防護を行う機器等の選定

運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要となるものである設計基準対象施設のうち、以下の安全機能を有する構造物、系統及び機器を火災防護上重要な機器等とした上で、火災防護を行う機器等として選定する。

- 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構造物、系統及び機器
- 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構造物、系統及び機器

上記に加え、重大事故等対処施設である常設重大事故等対処設備及び当該設備に使用するケーブルを、火災防護を行う機器等として選定する。

2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定

2.2.1.1 で選定した火災防護を行う機器等の配置、系統分離の状況及び壁の設置状況を考慮して火災区域及び火災区画を設定する。

2.2.2. 火災発生防止

2.2.1.2 に示した火災防護を行う機器等が設置される火災区域及び火災区画に対し、以下に示す火災発生防止対策を講じる設計とする。

2.2.2.1. 発電用原子炉施設の火災発生防止について

以下に示す火災発生防止対策を講じる設計とする。

(1) 発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止対策

発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止対策は、発火性又は引火性物質を内包する設備及びこれらの設備を設置する火災区域に対して、漏えいの防止及び拡大の防止、配置上の考慮、換気、防爆、貯蔵のそれぞれを考慮した火災の発生防止対策を講じる。

発火性又は引火性物質は、火災区域又は火災区画にある消防法で危険物として定められる潤滑油及び燃料油並びに高圧ガス保安法で高圧ガスとして定められる水素を選定する。

(2) 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の対策

火災区域は、可燃性蒸気又は微粉が発生するおそれがないよう管理を行うため、可燃性の蒸気又は微粉を高所に排出するための設備、電気及び計装品の防爆型の採用並びに静電気を除去する装置の設置、可燃性の蒸気又は微粉の対策は不要である。

(3) 発火源への対策

火災区域は、火花が発生する設備や高温の設備等、発火源となる設備を設置しない設計とし、設置を行う場合は、火災の発生防止対策を行う設計とする。

(4) 過電流による過熱防止対策

発電用原子炉施設内の電気系統は、送電線への落雷の影響や、地絡、短絡に起因する過電流による過熱や焼損を防止するために、保護継電器、遮断器により、故障回路を早期に遮断する設計とする。

(5) 放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策

発電用原子炉施設は、放射線分解、充電時の蓄電池及び重大事故時に発生する水素の蓄積防止対策を行う設計とする。

(6) 放射性廃棄物の処理及び貯蔵設備の火災の発生防止対策

放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備を設置する火災区域には、崩壊熱による火災発生の考慮が必要な放射性物質を貯蔵しない設計とする。

(7) 電気室の目的外使用の禁止

電気室である安全補機関閉器室は、電源供給のみに使用し、電源供給に火災影響を与えるような可燃性の資機材等を保管しないよう管理する。

2.2.2.2. 不燃性材料及び難燃性材料の使用について

火災の発生を防止するため、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設は、以下に示すとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とする。

(1) 不燃性材料又は難燃性材料の使用

a. 主要な構造材

火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設のうち、機器、配管、ダクト、トレイ、電線管、盤の管体及びこれらの支持構造物の主要な構造材は、火災の発生防止及び当該設備の構造強度の確保を考慮し、不燃性材料を使用する設計とする。

b. 保温材

火災区域又は火災区画に設置される火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用する保温材は、不燃性材料を使用する設計とする。

c. 建屋内装材

火災区域又は火災区画に設置される火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設を設置する建屋の内装材は、不燃性材料を使用する設計とし、中央制御室等の床材は、防炎物品を使用する設計とする。

d. 火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用するケーブル

火災区域又は火災区画に設置される火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用するケーブルには、燃焼試験により自己消火性及び延焼性を確認した難燃ケーブルを使用する設計とする。

e. 換気設備のフィルタ

火災区域又は火災区画に設置される火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設のうち、換気空調設備のフィルタは、チャコールフィルタを除き、難燃性フィルタを使用する設計とする。

f. 変圧器及び遮断器に対する絶縁油

火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設のうち、建屋内に設置する変圧器及び遮断器は、可燃性物質である絶縁油を内包していない変圧器及び遮断器を使用する設計とする。

(2) 不燃性材料又は難燃性材料を使用できない場合の代替材料の使用

不燃性材料又は難燃性材料が使用できない場合で代替材料を使用する場合は、以下の a. 項及び b. 項に示す設計とする。

a. 保温材

火災区域又は火災区画に設置される火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用する保温材の材料について、不燃性材料が使用できない場合は、代替材料を使用する設計とする。

b. 建屋内装材

火災区域又は火災区画に設置される火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設を設置する建屋の内装材として不燃性材料が使用できない場合は、代替材料を使用する設計とし、中央制御室等の床材として防災物品が使用できない場合は、代替材料を使用する設計とする。

(3) 不燃性材料又は難燃性材料でないものの使用

不燃性材料又は難燃性材料が使用できない場合で代替材料の使用が技術上困難な場合は、以下の①及び②を設計の基本方針とする。

①火災防護上重要な機器等の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合は、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の火災防護上重要な機器等において火災が発生することを防止するための措置を講じる。

②重大事故等対処施設の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合は、当該施設における火災に起因して他の重大事故等対処施設及び設計基準事故対処設備において火災が発生することを防止するための措置を講じる。

2.2.2.3. 落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止について

発電用原子炉施設内の構築物、系統及び機器においては、落雷、地震、重大事故等対処施設においては、落雷及び地震に加えて、森林火災及び竜巻（風（台風）含む。）に対して、これら現象によって火災が発生しないように、以下のとおり火災防護対策を講じる。

(1) 落雷による火災の発生防止

発電用原子炉施設内の構築物、系統及び機器は、落雷による火災発生を防止するため、地盤面から高さ 20m を超える建築物には、建築基準法に基づき「JIS A 4201 建築物等の避雷設備（避雷針）」に準拠した避雷設備を設置する設計とする。

高さ 20m 以下の建築物である代替緊急時対策所については、避雷設備を設置する設計とする。送電線については、2.2.2.1 に示すとおり、故障回路を早期に遮断する設計とする。

(2) 地震による火災の発生防止

火災防護上重要な機器等は、耐震クラスに応じて十分な支持性能をもつ地盤に設置する設計とするとともに、耐震クラスに応じた耐震設計とする。

また、重大事故等対処施設は、施設の区分に応じて十分な支持性能をもつ地盤に設置する設計とするとともに、施設の区分に応じた耐震設計とする。

(3) 森林火災による火災の発生防止

屋外の重大事故等対処施設は、外部火災防護に関する基本方針に基づき評価し、設置した防火帯による防護により、火災発生防止を講じる設計とする。

また、防火帯の外側に設置するモニタリングステーション及びモニタリングポストについては、火災区域及び火災区域周辺の除草等の管理を行うとともに、森林火災発生時には、移動式消火設備（1,2号機共用、1号機に保管）で放水を行うことなどで延焼による火災の発生防止を講じる設計とする。

モニタリングステーション及びモニタリングポストに火災が発生した場合においても、重大事故等に対処する機能を喪失しないよう可搬型モニタリングポストを用いた代替測定が可能な設計とする。

(4) 竜巻（風（台風）含む。）による火災の発生防止

屋外の重大事故等対処施設は、竜巻防護に関する基本方針に基づき設計している竜巻防護ネットの設置、大容量空冷式発電機の固縛、衝突防止を考慮して実施する燃料油等を内包した車両の飛散防止対策等、大容量空冷式発電機の燃料油が漏えいした場合の拡大防止対策等により、火災の発生防止を講じる設計とする。

また、大容量空冷式発電機に火災が発生した場合においても、重大事故等に対処する機能を喪失しないよう、代替する機能を有する設備と位置的分散を講じる設計とする。

2.2.3. 火災の感知及び消火

2.2.1.1 に示した火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対して火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行う設計とする。

2.2.3.1. 火災感知設備について

火災感知設備は、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対する火災の影響を限定し、早期の火災の感知を行う設計とし、火災防護上重要な機器等の耐震クラス及び重大事故等対処施設の区分に応じて、機能を保持する設計とする。火災感知設備の機能設計上の性能目標と構造強度上の性能目標を達成するための機能設計及び構造強度設計を以下に示す。

(1) 要求機能

火災感知設備は、火災区域又は火災区画の火災に対し早期の火災の感知を行うことが要求される。

火災感知設備は、地震等の自然現象によっても火災感知の機能が保持されることが要求され、地震については、火災区域又は火災区画の火災に対し、地震時及び地震後においても、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設への火災の影響を限定し、火災を早期に感知する機能を損なわないことが要求される。

(2) 性能目標

a. 機能設計上の性能目標

火災感知設備は、火災区域又は火災区画の火災に対し、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対する火災の影響を限定し、早期に火災を感知する機能を保持することを機能設計上の性能目標とする。

火災感知設備のうち耐震 S クラス機器を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備は、火災区域又は火災区画の火災に対し、地震時及び地震後においても電源を確保するとともに、火災防護上重要な機器等の耐震クラス及び重大事故等対処施設の区分に応じて火災の影響を限定し、耐震 S クラス機器を設置する火災区域又は火災区画の火災を早期に感知する機能を保持することを機能設計上の性能目標とする。

b. 構造強度上の性能目標

火災感知設備は、火災区域又は火災区画の火災に対し、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対する火災の影響を限定し、早期に火災を感知する機能を保持することを構造強度上の性能目標とする。

火災感知設備のうち耐震 S クラス機器を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備は、火災起因の荷重は発生しないため、基準地震動 S_s による地震力に対し、耐震性を有する原子炉補助建屋等にボルト等で固定し、主要な構造部材が火災を早期に感知する機能を保持可能な構造強度を有する設計とし、基準地震動 S_s による地震力に対し、電氣的機能を保持することを構造強度上の性能目標とする。

(3) 機能設計

上記(2)の性能目標を達成するための機能設計の方針を設定する。

(4) 構造強度設計

火災感知設備が構造強度上の性能目標を達成するよう、機能設計で設定した火災感知設備の機能を踏まえ、耐震設計の方針を設定する。

2.2.3.2. 消火設備について

消火設備は、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対する火災の影響を限定し、早期の消火を行う設計とし、火災防護上重要な機器等の耐震クラス及び重大事故等対処施設の区分に応じて、機能を保持する設計とする。消火設備の機能設計上の性能目標と構造強度上の性能目標を達成するための機能設計及び構造強度設計を以下に示す。

(1) 要求機能

消火設備は、火災区域又は火災区画の火災に対し、早期の消火を行うことが要求される。

消火設備は、地震等の自然現象によっても、消火の機能が保持されることが要求され、地震については、火災区域又は火災区画の火災に対し、地震時及び地震後においても、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設への火災の影響を限定し、火災を早期に消火する機能を損なわないことが要求される。

(2) 性能目標

a. 機能設計上の性能目標

消火設備は、火災区域又は火災区画の火災に対し、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対する火災の影響を限定し、早期に消火する機能を保持することを機能設計上の性能目標とする。

消火設備のうち耐震 S クラス機器を設置する火災区域又は火災区画の消火設備は、火災区域又は火災区画の火災に対し、地震時及び地震後においても電源を確保するとともに、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設置する火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対する火災の影響を限定し、耐震 S クラス機器を設置する火災区域又は火災区画の火災を早期に消火する機能を保持することを機能設計上の性能目標とする。

b. 構造強度上の性能目標

消火設備は、火災区域又は火災区画の火災に対し、火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に対する火災の影響を限定し、早期に消火する機能を保持することを構造強度上の性能目標とする。

消火設備のうち、耐震 S クラス機器を設置する火災区域又は火災区画の消火設備は、火災起因の荷重は発生しないため、基準地震動 S_s による地震力に対し、耐震性を有する原子炉補助建屋等にボルト等で固定し、主要な構造部材が火災を早期に消火する機能を保持可能な構造強度を有する設計とし、基準地震動 S_s による地震力に対し、電氣的及び動的機能を保持する設計とすることを構造強度上の性能目標とする。

クラス 3 機器である消火設備のうち、使用条件における系統圧力を考慮して選定した消火設備は、技術基準規則第 17 条第 1 項第 3 号及び第 10 号に適合するよう適切な材料を使用し、十分な構造及び強度を有する設計とすることを構造強度上の性能目標とする。技術基準規則に基づく強度評価を後述の(5)に示す。

(3) 機能設計

上記(2)の性能目標を達成するための機能設計の方針を設定する。

(4) 構造強度設計

消火設備が、構造強度上の性能目標を達成するよう、機能設計で設定した消火設備の機能を踏まえ、耐震設計の方針を設定する。

(5) 消火設備に対する技術基準規則に基づく強度評価について

クラス 3 機器である消火設備は、技術基準規則により、クラスに応じた強度を確保することが要求されている。

このため、消火設備のうち、その使用条件における系統圧力を考慮して選定した消火設備（主配管）、泡消火設備の容器、ハロン消火設備の配管及び二酸化炭素自動消火設備の配管は、技術基準規則第 17 条に基づき強度評価を行う。

消火設備のうち、完成品としてそれぞれ高圧ガス保安法及び消防法の規制を受けるハロン消火設備及び二酸化炭素自動消火設備の容器（ボンベ）並びに消火器は、技術基準規則第 17 条に規定されるクラス 3 容器の材料、構造及び強度の規定と、高圧ガス保安法及び消防法の材料、構造及び強度の規定が同等の水準であることを確認している。

燃料小出槽を含むディーゼル消火ポンプの内燃機関は技術基準規則第 48 条の規定により、「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」第 25 条から第 29 条に適合する設計とし、同省令第 25 条に基づく強度評価を行う。

モニタリングステーション及びモニタリングポストに設置するハロン消火設備又はハロゲン化物自動消火設備の管は、JSME のクラス 3 管の規定に準じた強度を有する設計とすること、同エリアに設置するハロン消火設備又はハロゲン化物自動消火設備の消火剤ボンベは、クラス 3 容器の消火設備用ボンベと同様に高圧ガス保安法に適合するものを使用する設計とすること、2 号燃料取扱建屋北側、モニタリングステーション及びモニタリングポストに設置する消火器は、クラス 3 容器の消火器と同様に消防法に適合するものを使用する設計とし、これらの強度評価を行う。

(6) 消火設備に対する技術基準規則に基づく逃がし弁の容量計算について

設計基準対象施設である消火設備には、技術基準規則第 20 条及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」の安全弁等の規定に基づき、逃がし弁を設置する設計とする。

2.2.4. 火災の影響軽減対策

2.2.1.1 に示した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隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、以下に示す火災の影響軽減のための対策を講じる設計とする。

2.2.4.1. 火災の影響軽減の対策が必要な火災区域（区画）の分離

火災の影響軽減の対策が必要な原子炉の安全停止に必要な機器等並びに放射性物質の貯蔵、かつ、閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域については、3 時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁（貫通部シール、防火扉、防火ダンパを含む。）により他の区域と分離する。

火災区域の目皿は、煙等流入防止装置の設置によって、他の火災区域又は火災区画からの煙の流入を防止する設計とする。

2.2.4.2. 火災の影響軽減のうち火災防護対象機器等の系統分離について

発電用原子炉施設内の火災においても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために、火災防護対象機器等を選定し、それらについて互いの系列間を隔壁等により系統分離する設計とする。

(1) 火災防護対象機器等の選定

火災が発生しても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持する（以下、原子炉の安全停止）ためには、プロセスを監視しながら原子炉の停止及び冷却が必要であり、このためには、原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統の機能を確保するための手段（以下、成功パス）を手動操作に期待してでも、少なくとも 1 つ確保する必要がある。

原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための系統から、安全系の機器を優先し、水源や注入ポンプの組合せを考慮して特定した、成功パスを構成する機器を火災防護対象機器として選定する。また、選定した火災防護対象機器を駆動若しくは計測制御するケーブル（電気盤や制御盤を含む。）を火災防護対象ケーブルとし、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを火災防護対象機器等とする。

(2) 相互の系統分離の考え方

火災防護対象機器等におけるその相互の系統分離を行う際には、原子炉の安全停止に必要な全機能に対して、成功パスが少なくとも 1 つ成立するよう分離する。

(3) 火災防護対象機器等に対する系統分離対策の基本方針

川内原子力発電所第1号機における系統分離対策は、火災防護対象機器等が設置される火災区域（区画）に対して、上記(2)に示す考え方にに基づき、以下のa.項からc.項に示すいずれかの方法で実施することを基本方針とする。

- a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離
- 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
- 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等で分離し、火災感知設備及び自動消火設備を設置して分離

(4) 火災防護対象機器等に対する具体的な系統分離対策

上記(3)に示す系統分離対策についての具体的な対策を実施する設計とする。

(5) 中央制御盤の系統分離対策

中央制御盤の火災防護対象機器等は、運転員の操作性及び視認性向上を目的として近接して設置することから、上記(3)に示す互いに相違する系列の水平距離を6m以上確保することや互いに相違する系列を1時間の耐火能力を有する耐火隔壁等で分離することが困難である。また、中央制御盤に火災が発生した場合は、常駐する運転員による早期の消火活動を行うこととし、自動消火設備を設置しない。

このため、中央制御盤の火災防護対象機器等に対し、上記(3)に示す対策と同等の系統分離対策を実施する設計とする。

(6) 原子炉格納容器内の火災の影響軽減対策

原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、ケーブルトレイが原子炉格納容器内で密集して設置されていることから、上記(3)に示す互いに相違する系列の水平距離を6m以上確保することが困難であり、また1時間耐火性能を有している耐火ボードや耐火シート等は1次冷却材漏えい事故等が発生した場合に、デブリ発生の要因となり、再循環サンプの閉塞対策に影響を及ぼすことから、上記(3)に示す互いに相違する系列を1時間の耐火能力を有する耐火隔壁で分離することは困難である。

また、原子炉格納容器内の自由体積が約8万m³あることから、原子炉格納容器内全体に消火剤を充満させるまで時間を要するため自動消火設備の適用が困難であることから、原子炉格納容器の全域を水滴で覆うことができる多重性を有する格納容器スプレーによる手動消火を行う設計とする。

このため、原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルに対し、上記(3)に示す対策と同等の系統分離対策を実施する設計とする。

2.2.4.3. 換気設備に対する火災の影響軽減対策

- (1) 火災防護上重要な機器等を設置する火災区域に関連する換気設備には、他の火災区域又は火災区画への火、熱又は煙の影響が及ばないように、防火ダンパを設置する設計とする。
- (2) 換気設備は、環境への放射性物質の放出を防ぐために、排気筒に繋がるダンパを閉止し隔離できる設計とする。
- (3) 換気設備のフィルタは、2.2.2.2に示すとおり、チャコールフィルタを除き、難燃性のものを使用する設計とする。

2.2.4.4. 煙に対する火災の影響軽減対策

(1) 中央制御室

運転員が常駐する中央制御室の火災発生時の煙を排気するために、建築基準法に準拠した容量の排煙設備（1,2号機共用、1号機に保管）を配備する。

(2) 配線処理室

電気ケーブルが密集する配線処理室は、全域ハロン自動消火設備による自動消火により火災発生時の煙の発生が抑制されることから、煙の排気は不要である。

配線処理室は、2箇所入口を設置することによって、消火要員による消火活動も可能とする。

(3) ディーゼル発電機燃料油貯油そう及び燃料油貯蔵タンク

引火性液体が密集するディーゼル発電機燃料油貯油そう及び燃料油貯蔵タンクは、屋外に設置するため、煙が大気へ放出されることから、排煙設備は設置不要である。

2.2.4.5. 油タンクに対する火災の影響軽減対策

火災区域又は火災区画に設置する油タンクは、油タンク内で発生するガスを換気空調設備による排気又はベント管により屋外へ排気する。

2.2.5. 原子炉の安全確保について

審査基準では、火災の影響軽減として系統分離対策を要求するとともに、発電用原子炉施設内の火災によって、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉の安全停止が可能である設計であることを要求し、原子炉の安全停止が可能であることを火災影響評価によって確認することを要求している。

「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）には、内部火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響を考慮し、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に基づき安全解析を行うとの記載がある。

以上を踏まえ、火災に対する原子炉の安全停止対策としての設計及び、火災影響評価について以下に示す。

2.2.5.1. 火災に対する原子炉の安全停止対策

川内原子力発電所第1号機の火災に対する原子炉の安全停止対策としての設計を以下に示す。

(1) 火災区域又は火災区画に設置される全機器の動的機能喪失を想定した設計

発電用原子炉施設内の火災区域又は火災区画に火災が発生し、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、当該火災区域又は火災区画に設置される全機器の動的機能喪失を想定しても、2.2.4に示す火災の影響軽減のための系統分離対策によって、原子炉の安全停止に必要な成功パスを少なくとも1つ確保することで、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を安全に停止できる設計とする。

(2) 設計基準事故等に対処するための機器に単一故障を想定した設計

内部火災により、安全保護系及び原子炉停止系の作動を要求される設計基準事故及び運転時の異常な過渡変化が発生する場合には、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」に基づく解析の結果を最も厳しくする機器の単一故障を想定しても、中央制御盤内の火災における現場操作及び制御盤間の離隔距離の確保によって、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を収束するために必要な機能が失われないよう設計する。

2.2.5.2. 火災の影響評価

(1) 火災区域又は火災区画に設置される全機器の動的機能喪失を想定した設計に対する評価

評価ガイドを参照し、火災の影響軽減における系統分離対策により、発電用原子炉施設内の火災区域又は火災区画で火災が発生し当該火災区域又は火災区画に設置される全機器の動的機能喪失を想定しても、原子炉の安全停止に係わる安全機能が確保されることを火災影響評価にて確認する。

火災影響評価は、火災区域（区画）内の火災荷重の増加等により、火災荷重から求める等価時間が、火災区域（区画）を構成する壁、防火扉、防火ダンパ、貫通部シールの耐火時間より大きくなる場合や、設備改造により火災防護対象機器等を設置する火災区域（区画）が変更となる場合には、再評価を実施する。

3. 設備の概略仕様

2章に記載した内部火災防護に係る設計要件を達成するために必要となる火災防護に関する設備の概略仕様を表 3.1 に示す。

なお、表 3.1 に示す設備について、改造工事等を実施する際は防護設計要件を満足することを確認する必要がある。

表3.1 内部火災防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
原子炉補助建屋	2.2.1 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
制御建屋 (一部1,2号機共用)	2.2.1 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
中間建屋	2.2.1 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
ディーゼル建屋	2.2.1 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
原子炉格納容器	2.2.1 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
燃料取扱建屋	2.2.1 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
取水ピット	2.2.1. 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
屋外タンク	2.2.1. 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
海水管トレンチ	2.2.1. 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
燃料油貯油そう	2.2.1. 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
燃料油貯蔵タンク	2.2.1. 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C

表3.1 内部火災防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
固体廃棄物貯蔵庫(1,2号機共用)	2.2.1. 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
代替緊急時対策所(1,2号機共用)	2.2.1. 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
モニタリングステーション、モニタリングポスト(1,2号機共用)	2.2.1. 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
廃棄物処理建屋 (2号機設備、1,2号機共用)	2.2.1. 火災防護の基本事項 (2.2.1.2. 火災区域及び火災区画の設定)	—	—	—	C
電動消火ポンプ(1,2号機共用)	2.2.3. 火災の感知及び消火 (2.2.3.2. 消火設備について)	MS-3	Non	—	C
ディーゼル消火ポンプ(1,2号機共用)	2.2.3. 火災の感知及び消火 (2.2.3.2. 消火設備について)	MS-3	Non 火力技術基準	—	C
格納容器スプレイポンプ	2.2.3. 火災の感知及び消火 (2.2.3.2. 消火設備について)	MS-3(火災に関する機能)	Non	—	C
オイルパン、ドレンリム、堰 (建屋に応じた区域・区画で記載)	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.1 発電用原子炉施設の火災発生防止について (1) 発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止対策)	—	—	—	C (機器による)
機器の溶接構造・シール構造	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.1 発電用原子炉施設の火災発生防止について (1) 発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止対策)	—	—	—	C
・換気設備(火災区域の空調機器又は自然換気)	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.1 発電用原子炉施設の火災発生防止について (1) 発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止対策)	MS-3(換気設備は、更なる安全確保のための関連系)	—	—	C (機器による)
・火花対策(金属製の本体への収納) ・加熱防止(高温配管への保温材)	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.1 発電用原子炉施設の火災発生防止について (3) 発火源への対策)	—	—	—	C (機器による)

表3.1 内部火災防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
水素濃度検知器	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.1 発電用原子炉施設の火災発生防止について (5) 放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策)	MS-3	—	—	C
保護継電器、遮断器他	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.1 発電用原子炉施設の火災発生防止について (4) 過電流による過熱防止対策)	—	—	—	C
機器の主要な構成材料は不燃材料(ステンレス鋼、炭素鋼又はコンクリート等)の使用	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用について (1) 不燃性材料又は難燃性材料の使用 a. 主要な構造材)	—	—	—	C
難燃性ケーブル	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用について (1) 不燃性材料又は難燃性材料の使用 d. 火災防護上重要な機器等及び重大事故等対処施設に使用するケーブル)	—	—	—	C
電線管敷設(核計装用ケーブル) (代替材料の使用が技術上困難対策)	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用について (3) 不燃性材料又は難燃性材料でないものの使用)	—	—	—	C
電線管敷設(放射線監視設備用ケーブル) (代替材料の使用が技術上困難対策)	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用について (3) 不燃性材料又は難燃性材料でないものの使用)	—	—	—	C
難燃テープ(通信連絡設備用専用ケーブル) (代替材料の使用が技術上困難)	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用について (3) 不燃性材料又は難燃性材料でないものの使用)	—	—	—	C
難燃性フィルタ(換気系) (チャコールフィルタ除く)	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用について (1) 不燃性材料又は難燃性材料の使用 e. 換気空調設備のフィルタ)	—	—	—	C
保温材(けい酸カルシウム、ロックウール、セラミックファイバー及び金属保温等)	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用について (1) 不燃性材料又は難燃性材料の使用 b. 保温材)	—	—	—	C

表3.1 内部火災防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
建屋内装材(不燃材及び同等材等) (同等材等は試験等で確認)	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.2 不燃性材料又は難燃性材料の使用について (1) 不燃性材料又は難燃性材料の使用 c. 建屋内装材)	—	—	—	C
避雷設備	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.3 落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止について (1) 落雷による火災の発生防止)	—	—	—	C
防火帯	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.3 落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止について (3) 森林火災による火災の発生防止)	—	—	—	—
竜巻防護ネット	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.3 落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止について (4) 竜巻(風(台風)含む。)による火災の発生防止)	—	—	—	C
大容量空冷式発電機固縛	2.2.2 火災発生防止 (2.2.2.3 落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止について (4) 竜巻(風(台風)含む。)による火災の発生防止)	—	—	—	—
煙感知器(防爆型含む) (「1号機設備」、「1,2号機共用、1号機に設置」)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.1 火災感知設備について)	MS-3	—	—	C
熱感知器(防爆型含む) (「1号機設備」、「1,2号機共用、1号機に設置」)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.1 火災感知設備について)	MS-3	—	—	C
煙感知器及び熱感知器(WD/B用) (2号機設備、1,2号機共用、2号機に設置)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.1 火災感知設備について)	MS-3	—	—	C
光ファイバケーブル感知器	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.1 火災感知設備について)	MS-3	—	—	C
炎感知器(赤外線)(防爆型含む) (「1号機設備」、「1,2号機共用、1号機に設置」)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.1 火災感知設備について)	MS-3	—	—	C
火災受信機盤(蓄電池内蔵) (「1,2号機共用、1号機に設置」、「2号機設備、1,2号機共用、1号機に設置」)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.1 火災感知設備について)	MS-3	—	—	C

表3.1 内部火災防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
全域ハロン自動消火設備 (警報装置含む)(蓄電池含む) (「1号機設備」、「1,2号機共用、1号機に設置」)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
全域ハロン消火設備 (警報装置含む)(蓄電池含む) (「1号機設備」、「1,2号機共用、1号機に設置」)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
全域ハロン消火設備(WD/B用) (警報装置含む)(蓄電池含む) (2号機設備、1,2号機共用、2号機に設置)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
二酸化炭素自動消火設備(D/G) (警報装置含む)(蓄電池含む)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備(警報装置含む)(蓄電池含む)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
水噴霧消火設備 (警報装置含む)(蓄電池含む) (2号機設備、1,2号機共用、2号機に設置)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	—	—	C
泡消火設備 (警報装置含む)(蓄電池含む) (1,2号機共用、1号機に設置)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
ハロゲン化物自動消火設備 (1,2号機共用、1号機に設置)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	—	—	—	C
選択弁・ボンベ・容器弁等	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
移動式消火設備(化学消防自動車、小型動力ポンプ付水槽車) (1,2号機共用、1号機に保管)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	—	—	C
消火用照明器具(電池内蔵式)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	—	—	C

表3.1 内部火災防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
消火器(二酸化炭素、粉末消火器)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
消火用水供給水源(ろ過水貯蔵タンク、燃料取替用水タンク)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
3時間以上の耐火能力を有する隔壁等(耐火能力を確認した耐火壁)	2.2.4 火災の影響軽減対策 (2.2.4.1 火災の影響軽減の対策が必要な火災区域(区画)の分離)	MS-3	—	—	C
貫通部シール	2.2.4 火災の影響軽減対策 (2.2.4.1 火災の影響軽減の対策が必要な火災区域(区画)の分離)	MS-3	—	—	C
防火扉	2.2.4 火災の影響軽減対策 (2.2.4.1 火災の影響軽減の対策が必要な火災区域(区画)の分離)	MS-3	—	—	C
防火ダンパ	2.2.4 火災の影響軽減対策 (2.2.4.1 火災の影響軽減の対策が必要な火災区域(区画)の分離)	MS-3	—	—	C
煙等流入防止装置	2.2.4 火災の影響軽減対策 (2.2.4.1 火災の影響軽減の対策が必要な火災区域(区画)の分離)	—	—	—	C
鉄板+発泡性耐火被覆 (1時間の耐火性能を有する)	2.2.4 火災の影響軽減対策 (2.2.4.2 火災の影響軽減のうち火災防護対象機器等の系統分離について (4) 火災防護対象機器等に対する具体的な系統分離対策	—	—	—	C
鉄板+断熱材(1時間の耐火性能を有する)	2.2.4 火災の影響軽減対策 (2.2.4.2 火災の影響軽減のうち火災防護対象機器等の系統分離について (4) 火災防護対象機器等に対する具体的な系統分離対策	—	—	—	C
高感度煙感知器(中央制御室盤内)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.1 火災感知設備について)	MS-3	—	—	C

表3.1 内部火災防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
サーモグラフィカメラ(中央制御室盤内) (1,2号機共用、1号機に保管)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.1 火災感知設備について)	MS-3	—	—	C
鉄製の蓋(火災防護対象ケーブルが敷設されるケーブルトレイ)	2.2.4 火災の影響軽減対策 (2.2.4.2 火災の影響軽減のうち火災防護対象機器等の系統分離について (6) 原子炉格納容器内の火災の影響軽減対策)	—	—	—	C
排煙設備(中央制御室) (可搬式)(1,2号機共用、1号機に保管)	2.2.4 火災の影響軽減対策 (2.2.4.4 煙に対する火災の影響軽減対策)	MS-3	—	—	C
可搬式の排風機	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2. 消火設備について)	MS-3	—	—	C
格納容器スプレイ冷却器	2.2.4 火災の影響軽減対策 (2.2.4.2 火災の影響軽減のうち火災防護対象機器等の系統分離について (6) 原子炉格納容器内の火災の影響軽減対策)	MS-3(火災に関する機能)	クラス3	—	C
A,Bろ過水貯蔵タンク～電動消火ポンプ及びディーゼル消火ポンプ (1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	Non	—	C
電動消火ポンプ及びディーゼル消火ポンプ～弁1V-FS-008 (1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
1,2号機連絡ライン分岐点～燃料取扱建屋供給ライン分岐点 (1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
燃料取扱建屋供給ライン分岐点～弁1V-FS-503	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C

表3.1 内部火災防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
弁1V-FS-503～格納容器貫通部(貫通部番号221)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3(火災に関する機能)	クラス2	—	S
格納容器貫通部(貫通部番号221)～弁1V-FS-504	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3(火災に関する機能)	クラス2	—	S
弁1V-FS-504～格納容器内第1分岐点	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
燃料取扱建屋供給ライン分岐点～廃棄物処理建屋供給ライン分岐点 (1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
廃棄物処理建屋供給ライン分岐点～燃料取扱建屋内第1分岐点	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
アニュラス供給ライン分岐点～アニュラス内第1分岐点	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
消火ポンプ出口ヘッダ～1-固体廃棄物貯蔵庫内第1分岐点 (1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
2-固体廃棄物貯蔵庫供給ライン分岐点～2-固体廃棄物貯蔵庫内第1分岐点 (1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
固体廃棄物貯蔵庫泡消火用供給ライン分岐点～混合器出口ヘッダ (1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C

表3.1 内部火災防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
泡原液槽～混合器 (1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
混合器出口ヘッダ分岐点～1-固体廃棄物貯蔵庫内泡消火ライン 第1分岐点 (1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
混合器出口ヘッダ分岐点～2-固体廃棄物貯蔵庫1階泡消火ライン 第1分岐点 (1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
混合器出口ヘッダ分岐点～2-固体廃棄物貯蔵庫2階泡消火ライン 第1分岐点 (1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
廃棄物処理建屋供給ライン分岐点～弁1V-FS-561(1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
弁1V-FS-561～廃棄物処理建屋内第1分岐点 (2号機設備、1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
廃棄物処理建屋水噴霧供給ライン分岐点～廃棄物処理建屋内水 噴霧供給ライン第1分岐点(2号機設備、1,2号機共用)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3	クラス3	—	C
燃料取替用水タンク～燃料取替用水タンク出口ライン分岐点	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3(火災に関する機能)	Non	—	C
燃料取替用水タンク出口ライン分岐点～弁1V-CP-001A,B	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3(火災に関する機能)	Non	—	C

表3.1 内部火災防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
弁1V-CP-001A～A格納容器スプレイポンプ入ライン合流点	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3(火災に関する機能)	クラス3	—	C
A格納容器スプレイポンプ入ライン合流点～A格納容器スプレイポンプ～A格納容器スプレイ冷却器～A格納容器スプレイ冷却器出口ライン分岐点	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3(火災に関する機能)	クラス3	—	C
A格納容器スプレイ冷却器出口ライン分岐点～格納容器貫通部(貫通部番号413)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3(火災に関する機能)	クラス2 クラス3	—	S C
弁1V-CP-001B～B格納容器スプレイポンプ～B格納容器スプレイ冷却器～格納容器貫通部(貫通部番号422)	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3(火災に関する機能)	クラス2 クラス3	—	S C
格納容器貫通部(貫通部番号413,422)～スプレイリング～スプレイノズル	2.2.3 火災の感知及び消火 (2.2.3.2 消火設備について)	MS-3(火災に関する機能)	クラス2 クラス3	—	S C

設計基準文書 一般事項編

内部溢水防護

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）一般事項編のうち、川内 1 号機の内部溢水防護設計について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 防護設計の概要

設置許可基準規則、技術基準規則、ガイドに基づき、地震等の発生要因別に溢水源を想定し、溢水影響（没水、被水、蒸気）に対して溢水防護対象設備が機能喪失しないよう、溢水伝播を防止する堰や蒸気漏えい時の早期検知・隔離設備等を設ける設計とする。

1.3. 各章の構成

2章においては、内部溢水防護設計に係る設計基準及びその基準を満足するための設計要件の考え方について記載する。

また、3章においては、2章にて記載される設計要件を満足するために必要となる溢水防護に関する設備の概略仕様を表 3.1 に示す。

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
2	設計要件	
2.1	準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則	防護設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則を抽出して記載する。
2.2	防護設計要件	2.1 で抽出した規則条文に準拠するための設計要件を記載する。
2.2.1	溢水防護対象設備	溢水防護対象設備の選定要件を記載する。
2.2.2	溢水源	溢水源の想定要件を記載する。
2.2.3	溢水影響評価	溢水影響評価の確認事項を記載する。
2.2.4	溢水伝播を防止する設備	溢水伝播を防止する設備を記載する。
2.2.5	排水を期待する設備	排水を期待する設備を記載する。
2.2.6	蒸気影響を緩和する設備	蒸気影響を緩和する設備を記載する。
3	設備の概略仕様	

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則

溢水防護設計は、以下に示す設置許可基準規則及び技術基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第九条 溢水による損傷の防止等
- 第四十三条 重大事故等対処設備

[技術基準規則]

- 第十二条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止
- 第五十四条 重大事故等対処設備

2.2. 防護設計要件

設置許可基準規則第九条及び四十三条、技術基準規則第十二条及び五十四条に従い、発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止として、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設が、同施設内における溢水の発生によりその要求される機能を損なうおそれがある場合は、防護対策その他の適切な処置を実施しなければならない。

具体的には、設置許可基準規則、技術基準規則に基づき、溢水源や溢水影響等を想定し、溢水防護設計を実施する。

<関連する基準・ガイド等>

- 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド

2.2.1. 溢水防護対象設備

防護すべき設備として原子力発電所の内部溢水影響評価ガイドを踏まえ、以下のとおり防護対象設備を設定する。溢水防護対象設備に関わる改造工事等を実施する際は溢水防護要件を満足することを確認する必要がある。

- 原子炉の停止、高温停止、低温停止、放射性物質の閉じ込め機能及びその維持を達成するための重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を適切に維持するために必要な設備

- ・使用済燃料ピットの冷却機能及び使用済燃料ピットへの給水機能を適切に維持するために必要な設備

また、重大事故等対処設備についても溢水から防護すべき設備として設定する。

2.2.2. 溢水源

溢水源として、発生要因別に分類した以下の溢水を想定する。溢水源に関わる改造工事等を実施する際は溢水防護要件を満足することを確認する必要がある。

- (1) 溢水の影響を評価するために想定する機器の破損等により生じる溢水
- (2) 発電所内で生じる異常事態（火災を含む）の拡大防止のために設置される系統からの放水による溢水
- (3) 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水

2.2.3. 溢水影響評価

各種溢水源からの溢水防護対象設備等への影響評価として以下に示す確認を実施する。溢水影響評価の条件（滞留面積等）に関わる改造工事等を実施する際は溢水防護要件を満足することを確認する必要がある。

2.2.3.1. 没水影響に対する影響確認

想定される溢水源に基づいて評価した評価区画における溢水水位が、防護対象設備の設置位置（機能喪失高さ）を超えないことを確認する。

2.2.3.2. 被水影響に対する影響確認

防護対象設備の周囲に溢水源となる機器の有無や、天井面の開口有無を確認し、適切な防護処置（保護構造であることの確認等）が実施されていることを確認する。

2.2.3.3. 蒸気影響に対する影響確認

防護対象設備の周囲に溢水源となる機器の有無を確認し、適切な防護処置（蒸気影響により想定される環境温度と、防護対象設備の耐環境仕様の確認や、早期漏えい検知／隔離設備の設置等）が実施されていることを確認する。

2.2.3.4. 放射性物質を含む液体が管理区域外へ漏えいしないことの確認

放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体が管理区域外へ漏えいすることがないことを確認する。

2.2.4. 溢水伝ばを防止する設備

溢水評価区画の設定、溢水経路の設定及び溢水評価において期待する浸水防護施設に関する設備を以下に示す。各設備に関わる改造工事等を実施する際は溢水防護要件を満足することを確認する必要がある。

2.2.4.1. 防護壁

発生を想定する溢水水位を上回る高さを有し、溢水水位による静水圧に対し、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。また、耐震Cクラスであるが、地震時及び地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対して、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。

2.2.4.2. 水密扉・蓋

想定される溢水水位による静水圧に対し、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。また、耐震Cクラスであるが、地震時及び地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対して、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。

2.2.4.3. 水密区画壁

発生を想定する溢水水位を上回る高さを有し、溢水水位による静水圧に対し、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。また、耐震Cクラスであるが、地震時及び地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対して、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。

2.2.4.4. 建屋堰・管理区域外伝ば防止堰

発生を想定する溢水水位を上回る高さを有し、溢水水位による静水圧に対し、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。また、耐震Cクラスであるが、地震時及び地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対して、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。

2.2.4.5. 湧水サンプポンプ及び吐出ライン

防護すべき設備が設置される建屋周囲の湧水サンプに集水される地下水を処理し、地下水が溢水評価区画へ伝ばしない機能を保持する設計とする。

湧水サンプポンプ及び吐出ラインは、耐震Cクラスであるが、地震時及び地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対し、地下水の伝ばを防止する機能を保持する設計とする。

2.2.4.6. 床ドレンライン逆止弁

想定される溢水水位による静水圧に対し、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。
また、耐震Cクラスであるが、地震時及び地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対して、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。

2.2.4.7. 貫通部止水処置

想定される溢水水位による静水圧に対し、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。
また、耐震Cクラスであるが、地震時及び地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対して、溢水伝ばを防止する機能を維持する設計とする。

2.2.4.8. 電気盤水密化処置

想定される溢水水位による静水圧に対し、電気盤内への溢水伝ばを防止する機能を損なうおそれがない設計とする。

2.2.5. 排水を期待する設備

2.2.5.1. 海水ポンプエリア床ドレン

海水ポンプエリア床ドレンは、海水ポンプエリア内で発生を想定する溢水を溢水評価区画外へ排水させる設計とする。

海水ポンプエリア床ドレンは、耐震Cクラスであるが、地震時及び地震後において、基準地震動 S_s による地震力に対して、閉塞せず排水機能を損なうおそれがない設計とする。

2.2.6. 蒸気影響を緩和する設備

2.2.6.1. 蒸気漏えい早期検知システム

配管の想定破損による漏えい蒸気の影響を緩和するために、蒸気漏えいを早期自動検知し要求される時間内に自動又は中央制御室からの手動操作により遠隔隔離するための対策設備として、蒸気漏えい早期検知システム（温度検出器、蒸気遮断弁、検知制御盤及び検知監視盤）を設置し、蒸気影響を緩和する設計とする。

2.2.6.2. ターミナルエンド部防護カバー

漏えい蒸気による環境条件を、蒸気曝露試験又は机上評価によって設備の健全性が確認されている条件を満たす設計とするために、ターミナルエンド部防護カバーと配管とのすき間寸法を設定し蒸気影響を緩和する。

ターミナルエンド部防護カバーは、配管の想定破損時において、蒸気噴出荷重に対し、蒸気影響を緩和する機能を維持する設計とする。

3. 設備の概略仕様

2章にて整理した洪水防護に係る設計要件を満足するために必要となる洪水防護に関する設備の概略仕様を表3.1に示す。

なお、表3.1に示す設備について、改造工事等を実施する際は防護設計要件を満足することを確認する必要がある。

表3.1 内部溢水防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
1号燃料取扱建屋堰	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.4建屋堰・管理区域外伝ば防止堰)	MS-3	—	—	C-2
1A,1B,1C,1D,1E原子炉補助建屋 管理区域外伝ば防止堰	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.4建屋堰・管理区域外伝ば防止堰)	PS-3	—	—	C-2
1F,1G,1H原子炉補助建屋 管理区域外伝ば防止堰	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.4建屋堰・管理区域外伝ば防止堰)	PS-3	—	—	C-2
1A,1B,1C,1D燃料取扱建屋 管理区域外伝ば防止堰	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.4建屋堰・管理区域外伝ば防止堰)	PS-3	—	—	C-2
1A原子炉補助建屋水密扉	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.2水密扉・蓋)	MS-3	—	—	C-2
1B原子炉補助建屋水密扉	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.2水密扉・蓋)	MS-3	—	—	C-2
1A中間建屋水密扉	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.2水密扉・蓋)	MS-3	—	—	C-2
1B中間建屋水密扉	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.2水密扉・蓋)	MS-3	—	—	S C-2
1C中間建屋水密扉	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.2水密扉・蓋)	MS-3	—	—	C-2

表3.1 内部溢水防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
制御建屋水密扉 (1,2号機共用)	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.2水密扉・蓋)	MS-3	—	—	S C-2
A,B海水ポンプエリア水密扉 (1,2号機共用)	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.2水密扉・蓋)	MS-3	—	—	S C-2
C,D海水ポンプエリア水密扉 (1,2号機共用)	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.2水密扉・蓋)	MS-3	—	—	C-2
E,G海水ポンプエリア水密扉 (1,2号機共用)	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.2水密扉・蓋)	MS-3	—	—	S C-2
F,H海水ポンプエリア水密扉 (1,2号機共用)	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.2水密扉・蓋)	MS-3	—	—	S C-2
海水ポンプエリア防護壁 (1,2号機共用)	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.1防護壁)	MS-3	—	—	S C-2
1号海水管ダクト竪坑蓋	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.2水密扉・蓋)	MS-3	—	—	C-2
A,B,C,D廃棄物処理建屋 管理区域外伝ば防止堰 (2号機設備、1,2号機共用)	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.4建屋堰・管理区域外伝ば防止堰)	PS-3	—	—	C-2
E廃棄物処理建屋 管理区域外伝ば防止堰 (2号機設備、1,2号機共用)	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.4建屋堰・管理区域外伝ば防止堰)	PS-3	—	—	C-2

表3.1 内部溢水防護に関する設備の概略仕様 (川内1号)

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
防護すべき設備 (耐環境仕様、保護構造含む)	2.2.1溢水防護対象設備	—	—	—	— (設備による)
水密区画壁、障壁(汚染拡大防止含む)	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.3水密区画壁)	PS-3	—	—	C(Ss)
中間建屋床ドレンライン逆止弁	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.6床ドレンライン逆止弁)	MS-3	—	—	C(Ss)
海水ポンプエリア床ドレン (1,2号機共用、1号機に設置)	2.2.5排水を期待する設備 (2.2.5.1海水ポンプエリア床ドレン)	MS-3	—	—	C(Ss)
湧水サンプポンプ及び吐出ライン	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.5湧水サンプポンプ及び吐出ライン)	MS-3	クラス3	—	C(Ss)
温度検出器 (蒸気漏えい早期検知システム)	2.2.6蒸気影響を緩和する設備 (2.2.6.1蒸気漏えい早期検知システム)	MS-3	—	—	C
蒸気遮断弁 (蒸気漏えい早期検知システム)	2.2.6蒸気影響を緩和する設備 (2.2.6.1蒸気漏えい早期検知システム)	MS-3	—	—	C
検知制御盤・検知監視盤 (蒸気漏えい早期検知システム)	2.2.6蒸気影響を緩和する設備 (2.2.6.1蒸気漏えい早期検知システム)	MS-3	—	—	C
ターミナルエンド部防護カバー	2.2.6蒸気影響を緩和する設備 (2.2.6.2ターミナルエンド部防護カバー)	MS-3	—	—	C
貫通部止水処置	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.7貫通部止水処置)	MS-3	—	—	C(Ss)
電気盤水密化処置	2.2.4溢水伝播を防止する設備 (2.2.4.8電気盤水密化処置)	MS-3	—	—	C

設計基準文書 一般事項編
飛散物防護

川内原子力発電所 1号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書（DBD）一般事項編のうち、川内1号機の飛散物防護設計について記載するものであり、設計要件（Design Requirements）について、関連法令、規則、基準及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 防護設計の概要

設置許可基準規則、技術基準規則、ガイドに基づき、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、発電用原子炉施設の安全性を損なうことのないよう、回転機器の飛散防止策、タービンミサイル・配管破損時の影響を防止する対策設備を設ける設計とする。

1.3. 各章の構成

2章においては、飛散物防護設計に係る設計基準及びその基準を満足するための設計要件の考え方について記載する。

また、3章においては、2章にて記載される設計要件の考え方を踏まえ、飛散物防護設計に関する各設備について、要求される機能が実機において確保されていることを確認するための判定事項等を整理する。

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項
2	設計要件	
2.1	準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則	防護設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則を抽出して記載する。
2.2	防護設計要件	2.1で抽出した規則条文に準拠するための設計要件を記載する。
2.2.1	回転機器飛散物評価	回転機器飛散物評価の方針を記載する。
2.2.2	タービンミサイル評価	タービンミサイル評価の方針を記載する。
2.2.3	配管破損防護評価	配管破損防護評価の方針を記載する。
3	設備の概略仕様	

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則

飛散物防護設計は、以下に示す設置許可基準規則及び技術基準規則に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

- 第十二条 安全施設 5項
- 第四十三条 重大事故等対処設備

[技術基準規則]

- 第十五条 設計基準対象施設の機能 4項
- 第五十四条 重大事故等対処設備

2.2. 防護設計要件

設置許可基準規則第十二条5項及び四十三条、技術基準規則第十五条4項及び五十四条に従い、発電用原子炉施設の蒸気タービン、ポンプ等の損壊に伴う飛散物による損傷防護として、蒸気タービン、ポンプその他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物により損傷を受け、発電用原子炉施設の安全性を損なうことが想定されるものには、防護施設の設置その他の損傷防止措置を講じなければならない。

具体的には、設置許可基準規則、技術基準規則、ガイドに基づき、飛散源を想定し、飛散物防護設計を実施する。

<関連する基準・ガイド等>

- 原子炉安全専門審査会報告書「タービンミサイル評価について」
- 原子力発電所配管破損防護設計技術指針 JEAG4613-1998

2.2.1. 回転機器飛散物評価

各飛散源に対して飛散防止対策を実施することで、飛散物とならない設計とする。

誘導電動機を駆動源とする機器は、供給側の電源周波数が一定であることより、負荷（インペラ側の水等）が喪失しても、電流が変動するのみで回転速度は一定を維持し、オーバースピードとならないため、設計上考慮する必要はない。

ディーゼル機関を駆動源とする機器には、各々調速装置及び保護装置として非常調速装置を設ける設計とする。調速装置は、通常運転時の定格回転速度を一定に制御する機能及び事故時等の回転速度上昇を抑制する機能を有しており、事故時等において回転速度が定格回転速度以上に上昇しても、調速装置の機能により非常調速装置が作動する回転速度未満に制御できるように設計する。非常調速装置は、万一、調速装置が機能することなく異常な過回転が生じた場合においても、「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」及び「発電用火力設備の技術基準の解釈」に適合する定格回転速度の 1.16 倍を超えない範囲で作動し機器を自動停止させることにより、本設定値以上のオーバースピードとならない設計とし、オーバースピードに起因する機器の損壊を防止する。

ガスタービンを駆動源とする大容量空冷式発電機には、各々調速装置及び保護装置として非常調速装置を設ける設計とする。調速装置は、通常運転時の定格回転速度を一定に制御する機能及び事故時等の回転速度上昇を抑制する機能を有しており、事故時等において回転速度が定格回転速度以上に上昇しても、調速装置の機能により非常調速装置が作動する回転速度未満に制御できるように設計する。非常調速装置は、万一、調速装置が機能することなく異常な過回転が生じた場合においても、「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」及び「発電用火力設備の技術基準の解釈」に適合する定格回転速度の 1.11 倍を超えない範囲で作動し機器を自動停止させることにより、本設定値以上のオーバースピードとならない設計とし、オーバースピードに起因する機器の損壊を防止する。非常調速装置を設けることによりタービンミサイルが発生するような事故は極めて起こりにくいと考えられる。しかしながら、ガスタービンについては定格回転速度が約 $22,000\text{min}^{-1}$ と非常に高速であることを踏まえ、仮想的にインペラ及びタービンディスクが損壊することを想定し、昭和 52 年 7 月 20 日付け原子力安全委員会原子炉安全専門審査会報告書「タービンミサイル評価について」に基づき影響を評価する。

2.2.2. タービンミサイル評価

タービンに対して、その損壊によりプラントの安全を損なうおそれのある飛散物が発生する可能性を十分低く抑えるよう、機器の設計、製作、品質管理、運転管理に十分な考慮を払う。さらに、万一タービンの破損を想定した場合でも、タービン羽根、T - G カップリング、タービン・ディスク、高圧タービン・ロータ等の飛散物によって安全施設の機能が損なわれる可能性を極めて低くする設計とする。防護対象設備となる原子炉冷却材圧力バウンダリ、使用済み燃料ピットに対し、到達する確率が 10^{-7} /年以下となるよう配置上の考慮・対策を行う。

2.2.3. 配管破損防護評価

高温高圧の流体を内包する1次冷却材管、主蒸気管、主給水管については、その破断が安全上重要な施設の機能維持に影響を与えるおそれがあるため、材料選定、強度設計、品質管理に十分な考慮を払う。さらに、これに加えて安全性を高めるために、上記配管については仮想的な破断を想定し、その結果生じるかも知れない配管のむち打ち、流出流体のジェット力等により、安全施設の機能が損なわれることのないよう配置上の考慮を払うとともに、それらの影響を低減させるための手段として、主蒸気・主給水管については配管ホイッププレストレイントを設ける。なお、一次冷却材管については、LBBが適用されるため、破断想定は必要はなく、ホイッププレストレイントは不要である。

3. 設備の概略仕様

2章にて整理した飛散物防護に係る設計要件を満足するために期待する飛散物影響を防止する施設の概略仕様を表3.1に以下に示す。

なお、表3.1に示す設備について、改造工事等を実施する際は防護設計要件を満足することを確認する必要がある。

表3.1 飛来物防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
使用済燃料ピット補給用水中ポンプ (1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	SAクラス3	—
取水用水中ポンプ (1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	SAクラス3	—
可搬型ディーゼル注入ポンプ (1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	SAクラス3	—
可搬型電動低圧注入ポンプ (1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	SAクラス3	—
移動式大容量ポンプ車[No. 3, 4] (1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	SAクラス3	—
1V-RH-003A, B	2.2.3 配管破損防護評価	—	クラス1	—	S
常設電動注入ポンプ	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	SAクラス2	—

表3.1 飛来物防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
復水タンク補給用水中ポンプ（1,2号機共用）	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	SAクラス3	—
移動式大容量ポンプ車 （1,2号機共用） [No. 1, 2, 3]	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	SAクラス3	—
可搬型ガスサンプリング冷却器用冷却ポンプ （2号機設備、1,2号機共用）	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	SAクラス3	—
3原子炉冷却系統施設 6 余熱除去設備 主配管（弁1V-RH-001A, B～弁1V-RH-003A, B）	2.2.3 配管破損防護評価	—	クラス1	SAクラス2	S
移動式大容量ポンプ車[No4] [予備No. 3] （1,2号機共用）	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	SAクラス3	—
大容量空冷式発電機ガスタービン	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	火力技術基準	—
中容量発電機車内燃機関（1,2号機共用）	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	火力技術基準	—

表3.1 飛来物防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
高圧発電機車内燃機関(1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	火力技術基準	—
直流電源用発電機内燃機関(1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	火力技術基準	—
代替緊急時対策用発電機内燃機関(1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	火力技術基準	—
可搬型電動ポンプ用発電機内燃機関(1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	火力技術基準	—
使用済燃料ピット及び復水タンク補給用水中ポンプ用発電機内燃機関(1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	火力技術基準	—
取水用水中ポンプ用発電機内燃機関(1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	火力技術基準	—
使用済燃料ピット監視装置用空気供給システム(発電機内燃機関)(1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	火力技術基準	—

表3.1 飛来物防護に関する設備の概略仕様（川内1号）

機器名称	設計要件(種類)	安全重要度	機器クラス(DB)	機器クラス(SA)	耐震重要度
大容量空冷式発電機用給油ポンプ	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	火力技術基準	—
ディーゼル発電機燃料油移送ポンプ (重大事故等時のみ1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	火力技術基準	火力技術基準	S
ディーゼル発電機燃料油移送ポンプ (2号機設備、重大事故等時のみ1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	—	火力技術基準	—
電動消火ポンプ (1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	Non	—	C
ディーゼル消火ポンプ (1,2号機共用)	2.2.1. 回転機器飛散物評価	—	Non 火力技術基準	—	C

設計基準文書 土木建築編
建物／土木構築物

川内原子力発電所 1 号機

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書 土木建築編のうち、川内1号機の建物／土木構築物について記載するものであり、設計要件 (Design Requirements) について、関連法令、規則、基準、及び許認可申請図書等に準拠して記載する。

1.2. 建物／土木構築物の概要

本書では、設計及び工事計画認可申請において評価対象となる建物／土木構築物を対象とする。

対象設備のうち安全重要度分類上、特に重要度の高い安全機能である「放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能」、「安全上特に重要な関連機能」、「当該系の支持機能」を有する設備を表 3.1 に示す。(2.2.2.1 参照)

1.3. 章構成と記載事項

2章においては、建物／土木構築物の設計に係る設計基準及びその基準を満足するための設計要件の考え方について記載する。

また、3章においては、2章にて記載される安全機能に関する設計要件を満足するために必要となる建物／土木構築物の概略仕様を表 3.1 に示す。

章構成の詳細を、表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 各章における記載事項

章番号	章題	記載事項			
1	概要				
	1.1	本書の目的	当該DBDの対象系統を明確にする。		
	1.2	建物／土木構築物の概要	建物／土木構築物の主たる機能、安全重要度、並びに構成について概略記載する。		
	1.3	章構成と記載事項	本表の2章以降の記載に倣い、当該DBDについて記載内容の大筋を記載する。		
2	設計要件				
	2.1	準拠すべき設置許可基準規則等	建物／土木構築物の設計に係り、準拠すべき設置許可基準規則(技術基準規則を含む)を抽出して記載する。		
	2.2	建物／土木構築物の設計要件	2.1 で抽出した準拠すべき設置許可基準規則(技術基準規則を含む)を、以下の安全機能と信頼性確保の2つの観点に区分して記載する。		
		2.2.1	建物／土木構築物の安全機能に関する設計要件	当該建物／土木構築物の安全機能を記載する。安全機能毎にそれに関する設計要件を記載する。	
		2.2.2	建物／土木構築物の信頼性に関する設計要件	次の2つの観点で、当該建物／土木構築物に必要な信頼性に関する設計要件を記載する。	
			2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する建物／土木構築物に関する設計要件	当該建物／土木構築物の安全重要度を踏まえ設計要件を記載する。
			2.2.2.2	その他の一般的な設計要件	外部／内部ハザードに対する損傷防止、耐環境性など、上記2.2.1及び2.2.2.1以外の設計要件を記載する。
3	設備の仕様及び安全機能	2.2.1の設計要件を具体化する設備仕様と安全機能を記載する。			

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

建物／土木構築物は、以下に示す設置許可基準規則等に基づき設計する。

[設置許可基準規則]

第二条 定義

第三条 設計基準対象施設の地盤

第四条 地震による損傷の防止

第五条 津波による損傷の防止

第六条 外部からの衝撃による損傷の防止

第八条 火災による損傷の防止

第九条 溢水による損傷の防止

第十二条 安全施設

第十六条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

第二十二條 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備

第二十六条 原子炉制御室等

第二十七条 放射性廃棄物の処理施設

第二十八条 放射性廃棄物の貯蔵施設

第三十条 放射線からの放射線業務従事者の防護

第三十二条 原子炉格納施設

第三十六条 補助ボイラー

[技術基準規則]

第二条 定義

第四条 設計基準対象施設の地盤

第五条 地震による損傷の防止

第六条 津波による損傷の防止

第七条 外部からの衝撃による損傷の防止

第十条 急傾斜地の崩壊の防止

第十一条 火災による損傷の防止

第十二条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止

第十四条 安全設備

- 第十五条 設計基準対象施設の機能
- 第二十六条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備
- 第三十三条 循環設備等
- 第三十八条 原子炉制御室等
- 第三十九条 廃棄物処理設備等
- 第四十条 廃棄物貯蔵設備等
- 第四十一条 放射性物質による汚染の防止
- 第四十二条 生体遮蔽等
- 第四十四条 原子炉格納施設

<関連する基準・ガイド等>

- 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
- 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈
- 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則
- 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

- 原子力発電所の火山影響評価ガイド
- 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド
- 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド
- 耐震設計に係る工認審査ガイド
- 基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド
- 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド
- 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド
- 実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド

2.2. 建物／土木構築物の設計要件

2.1で示した建物／土木構築物が準拠すべき設置許可基準規則を次の通り区分して、区分ごとに建物／土木構築物の設計要件を示す。但し、第二条は全般にかかる事項であるため除く。また、第三条については、設計要件を満たす地盤に対象施設を設置済みであることから、対象施設の改造工事等を実施する際に、これらの設計要件が変更されるか否かを確認する必要はないため除く。

① 安全機能に関する設計要件 (2.2.1章)

- 第四条 地震による損傷の防止
- 第二十二条 最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備
- 第二十六条 原子炉制御室等
- 第三十条 放射線からの放射線業務従事者の防護

② 信頼性に関する設計要件 (2.2.2章)

- 第四条 地震による損傷の防止
- 第五条 津波による損傷の防止
- 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 第八条 火災による損傷の防止
- 第九条 溢水による損傷の防止
- 第十二条 安全施設
- 第十六条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
- 第二十七条 放射性廃棄物の処理施設
- 第二十八条 放射性廃棄物の貯蔵施設
- 第三十二条 原子炉格納施設
- 第三十六条 補助ボイラー

2.2.1. 建物／土木構築物の安全機能に関する設計要件

建物／土木構築物については、以下の安全機能(要件)が要求される。

なお、本書では、安全機能が要求される建物／土木構築物は、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で重要度分類 PS-1、PS-2、MS-1、MS-2 に分類される設備を対象とする。

- 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能
- 安全上特に重要な関連機能
- 当該系の支持機能

1) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能

通常運転時、燃料取替時等において、放射線業務従事者等が受ける線量が、「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」に定められた線量限度を超えないようにするのはもちろん、放射線業務従事者等の立入場所における線量を合理的に達成できる限り低減するような遮へい設計とする。

また、事故時に中央制御室内の運転員等が「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」に定められた線量限度を超える被ばくを受けないように考慮し、運転員等が中央制御室内にとどまり、事故対策に必要な各種の操作を行うことができるような遮へい設計とする。

2) 安全上特に重要な関連機能

設計基準事故時に必要な原子炉補機冷却海水系に使用する海水を取水し、海水ポンプへ導水するための流路を構築するために、取水口、取水路、取水ピットを設置することで、冷却に必要な海水を確保できる設計とする。

また、基準津波に対して、海水ポンプが引波時においても機能維持できるよう、貯留堰（取水口の一部）を設置することで、原子炉補機冷却海水系の冷却に必要な海水が確保できる設計とする。

3) 当該系の支持機能

「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で重要度分類 PS-1、PS-2、MS-1、MS-2 の当該系に分類される構築物、系統及び機器の支持構造物は、当該系の機能を損なうことのないよう設計する。

2.2.2. 建物／土木構築物の信頼性に関する設計要件

2.2.2.1 重要度が特に高い安全機能を有する建物／土木構築物に関する設計要件

建物／土木構築物については、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」及び「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針（JEAG4612-1998）」を参照すると、遮へい設備は、『放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能』のうち『放射線の遮へい機能』を有するMS-1に、中央制御室遮蔽は『安全上特に重要な関連機能』を有するMS-1に、非常用取水設備は、『安全上特に重要な関連機能』を有するMS-1に分類され、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

また、原子炉建屋、原子炉補助建屋、制御建屋、中間建屋、ディーゼル建屋、燃料取扱建屋、海水管ダクト、燃料取替用水タンク基礎、燃料取替用水補助タンク基礎、復水タンク基礎、1次系純水タンク基礎、燃料油貯油そう基礎及び燃料油貯蔵タンク基礎はPS-1、PS-2、MS-1、MS-2に分類される構築物、系統及び機器の支持構造物であり、設置許可基準規則による「重要安全施設」に分類される。

従って、設置許可基準規則第十二条6項に従い、原子炉施設間で共用又は相互接続しない設計としなければいけない。（ただし、共用又は相互接続することによって原子炉施設の安全性が向上する場合はこの限りではない。）

この設計構成を維持することが、重要安全施設としての設計要件となる。

2.2.2.2. その他の一般的な設計要件

2.1 で抽出される設置許可基準規則の要求のうち、2.2.1、2.2.2.1以外で考慮すべき一般的な設計要件として、以下に示す対策を講じなければならない。

- 地震による損傷の防止
- 津波による損傷の防止
- 外部からの衝撃による損傷の防止
- 火災による損傷の防止（内部火災防護）
- 溢水による損傷の防止
- 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
- 放射性廃棄物の処理施設
- 放射性廃棄物の汚染拡大防止
- 原子炉格納施設
- 補助ボイラ
- 放射性物質による汚染の防止

1) 地震による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設は、設置許可基準規則第三条及び第四条、技術基準規則第四条及び第五条に従い、地震により安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

② 設計方針

設計要求を踏まえ、設置許可申請書および工認申請書の基本方針に示した通り、JEAG4601に基づく耐震設計としている。

対象設備については、表 3.1 に示す通りであり、いずれも要求される耐震強度を有する設計としている。

2) 津波による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設は、設置許可基準規則第五条に従い、その供用中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、当該設計基準対象施設に大きな影響を与えるおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して、安全機能が損なわれるおそれがない設計とする必要がある。

② 設計方針

設計要求を踏まえ、設計基準対象施設が、基準津波によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、遡上への影響要因及び浸水経路等を考慮して、設計時にそれぞれの施設に対して入力津波を設定するとともに津波防護対象設備に対する入力津波の影響を評価し、影響に応じた津波防護対策を講じる設計とする。

3) 外部からの衝撃による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設は、設置許可基準規則第六条及び技術基準規則第七条に従い、想定される自然事象（地震及び津波を除く）及び人為事象によりその安全機能が損なわれない設計とする必要がある。

② 設計方針

外部からの衝撃のうち自然事象として竜巻、火山、外部火災を、人為事象として船舶の衝突を想定し、これらに対して防護する設計としている。

A) 竜巻防護

「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

B) 火山防護

「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

C) 外部火災防護

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。

D) 船舶の衝突

取水口前面は防波堤により船舶が容易に侵入しにくい構造とすること及び取水路呑み口を広く設けることにより船舶の衝突による取水路の閉塞が生じない設計とする。

4) 火災による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

設置許可基準規則第二条にて規定される設計基準対象施設は、設置許可基準規則第八条に従い、火災によりその安全性が損なわれない設計とする必要がある。

② 設計方針

設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性を損なわないよう、火災防護上重要な機器等を設置する火災区域及び火災区画に対して、火災防護対策を講じる設計とする。

5) 溢水による損傷の防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設は、設置許可基準規則第九条に従い、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわれない設計とする必要がある。

② 設計方針

設計基準対象施設が、発電用原子炉施設内における溢水の発生により、その安全性を損なうおそれがない設計とする。

また、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損により当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出るおそれがある場合は、当該液体が管理区域外へ漏えいすることを防止する設計とする。

6) 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

① 設置許可基準規則に基づく要求

設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設は、設置許可基準規則第十六条に従い、燃料体等の貯蔵施設は、放射性物質の放出による公衆への影響を低減するため、燃料貯蔵設備を格納するもの及び放射性物質の放出を低減するものとしなければならない。また、燃料体等を必要に応じて貯蔵することができる容量を有する必要がある。

② 設計方針

使用済燃料ピットの壁面及び底部はコンクリート壁による遮蔽を有し、使用済燃料の上部は十分な水深を持たせた遮蔽により、放射線業務従事者の受ける線量を合理的に達成できる限り低くする設計とする。

使用済燃料ピットは、冷却水の喪失を防止するため十分な耐震性を有する設計とするとともに、冷却水の喪失を引き起こす可能性のあるドレン配管等は設けないようにする。

7) 放射性廃棄物の処理施設

① 設置許可基準規則に基づく要求

設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設は、設置許可基準規則第二十七条に従い、液体状の放射性廃棄物の処理に係るものにあつては、放射性物質を処理する施設から液体状の放射性廃棄物が漏えいすることを防止し、及び工場等外へ液体状の放射性廃棄物が漏えいすることを防止できるものとする必要がある。

② 設計方針

装置を設置する建屋の床及び壁面が漏えいし難い対策がなされ、独立した区画内に設けるか、周辺に堰等を設け、漏えいの拡大防止対策を講ずる。

また、建屋外に通じる出入口等には堰等を設け、敷地外への管理されない放出を防止する。

8) 放射性廃棄物の汚染拡大防止

① 設置許可基準規則に基づく要求

設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設は、設置許可基準規則第二十八条に従い、放射性廃棄物を貯蔵する設備は、放射性廃棄物が漏えいし難い設計とする必要がある。

② 設計方針

放射性廃棄物貯蔵施設外に通じる出入口又はその周辺部には、堰を施設することにより、流体状の放射性廃棄物が建屋外へ漏えいすることを防止する設計とする。

固体状の放射性物質を貯蔵する設備が設置される発電用原子炉施設は、ドラム缶詰め、容器に封入又はこん包、あるいはタンク貯蔵による汚染拡大防止措置を講じることにより、放射性廃棄物による汚染が広がらない設計とする。

9) 原子炉格納施設

① 設置許可基準規則に基づく要求

設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設は、設置許可基準規則第三十二条に従い、原子炉格納容器は、想定される最大の圧力、最高の温度及び適切な地震力に十分に耐えることができ、かつ、適切に作動する隔離機能と併せて所定の漏えい率を超えることがないものとする必要がある。

② 設計方針

原子炉格納容器は、1次冷却材の配管の最も過酷な破断を想定し、これにより放出される1次冷却材のエネルギーによる事故等の圧力、温度及び設計上想定された地震荷重に耐えるように設計する。

また、出入口及び貫通部を含めて原子炉格納容器全体の漏えい率を許容値以下に保ち原子炉格納容器バウンダリの健全性を保つように設計する。

10) 補助ボイラ

① 設置許可基準規則に基づく要求

設置許可基準規則第二条にて規定される安全施設は、設置許可基準規則第三十六条に従い、補助ボイラ煙突は、発電用原子炉施設の安全性を損なわないものとする必要がある。

② 設計方針

補助ボイラの損傷時においても発電用原子炉施設の安全性を損なわない設計とする。

11) 放射性物質による汚染の防止

技術基準規則第四十一条に従い、放射性物質により汚染されるおそれがある、人が頻繁に出入りする管理区域内の床面、人が触れるおそれがある高さまでの壁面、手摺、梯子の表面は、平滑にし、放射性物質による汚染を除去し易い設計とする。

3. 設備の仕様及び安全機能

2.2.1に記載した建物／土木構築物に係る設計要件を達成するために必要となる設備の概略仕様を表 3.1 に示す。

なお、本書で記載する設備について、改造工事等を実施する際は建物／土木構築物の設計要件を満足することを確認する必要がある。

表 3.1 各設備の仕様及び安全機能

機器名称	安全機能 (種類)	安全 重要度	耐震 クラス	判定事項に関する記載事項		
				設置許可 添付人	工認 要目表	保安規定
中央制御室遮蔽 (1,2号機共用)	放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	MS-1	S	—	参考資料に示す。	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
外部遮蔽	放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	MS-1	S	—	参考資料に示す。	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
一次しゃへい	放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	MS-1	—	—	参考資料に示す。	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
二次しゃへい	放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	MS-1	—	—	参考資料に示す。	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
燃料移送しゃへい	放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	MS-1	—	—	参考資料に示す。	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
燃料移送しゃへい (燃料取扱建屋内)	放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	MS-1	—	—	参考資料に示す。	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
補助しゃへい	放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	MS-1	—	—	参考資料に示す。	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
取水口 (貯留堰を除く) (1号機設備、1,2号機共用)	安全上特に重要な関連機能	MS-1	C-3	種類 鉄筋コンクリート快壁式擁壁 材料 鉄筋コンクリート 容量 4,400m ³ 以上	参考資料に示す。	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
貯留堰 (1号機設備、1,2号機共用)	安全上特に重要な関連機能	MS-1	C-3	種類 コンクリート堰 材料 コンクリート 容量 4,400m ³ 以上	参考資料に示す。	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
取水路 (1/2号機設備、重大事故等時のみ 1,2号機共用)	安全上特に重要な関連機能	MS-1	C-3	種類 鉄筋コンクリート函渠 材料 鉄筋コンクリート 容量 4,400m ³ 以上	参考資料に示す。	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
取水ピット (1/2号機設備、重大事故等時のみ 1,2号機共用)	安全上特に重要な関連機能	MS-1	C-3	種類 鉄筋コンクリート取水槽 材料 鉄筋コンクリート 容量 4,400m ³ 以上	参考資料に示す。	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
原子炉建屋	当該系の支持機能	PS-1 MS-1	—	—	—	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
原子炉補助建屋	当該系の支持機能	PS-1 MS-1	—	—	—	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
主蒸気管室建屋	当該系の支持機能	PS-1 MS-1	—	—	—	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
制御建屋	当該系の支持機能	PS-1 MS-1	—	—	—	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
中間建屋	当該系の支持機能	PS-1 MS-1	—	—	—	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
ディーゼル建屋	当該系の支持機能	PS-1 MS-1	—	—	—	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
燃料取扱建屋	当該系の支持機能	PS-2 MS-2	—	—	—	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
海水管ダクト	当該系の支持機能	MS-1	—	—	—	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
燃料取替用水タンク基礎、燃料取替用水補助タンク基礎、復水タンク基礎、1次系純水タンク基礎	当該系の支持機能	MS-1	—	—	—	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
燃料油貯油そう基礎	当該系の支持機能	MS-1	—	—	—	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施
燃料油貯蔵タンク基礎	当該系の支持機能	MS-1	—	—	—	保守管理計画に基づく保守管理、点検、補修の実施