

添付資料

目 次

添付資料－ 1 安全上必要な要求事項を明確化するための図書

添付資料－ 2 基本設計方針

添付資料－ 3 大飯発電所 第 3 号機 第 1 7 保全サイクル 保全計画

添付資料－ 4 大飯発電所 原子炉施設保安規定

添付資料－1 安全上必要な要求事項を明確化するための図書

目 次

- ① 内部火災防護
- ② 余熱除去系統
- ③ 安全注入系統
- ④ 補助給水系統

① 内部火災防護

目次

1. 概要	添 1 ①-3
1.1. 本書の目的	添 1 ①-3
1.2. 防護設計の概要	添 1 ①-3
1.3. 各章の構成	添 1 ①-4
2. 設計要件	添 1 ①-5
2.1. 準拠すべき設置許可基準規則及び技術基準規則	添 1 ①-5
2.2. 防護設計要件	添 1 ①-5
2.2.1. 火災防護の基本事項	添 1 ①-6
2.2.2. 火災発生防止	添 1 ①-7
2.2.3. 火災の感知及び消火	添 1 ①-11
2.2.4. 火災の影響軽減対策	添 1 ①-16
2.2.5. 原子炉の安全確保について	添 1 ①-19
3. 設備の概略仕様及び確認事項	添 1 ①-21
4. 参照文献	添 1 ①-27
4.1. 規制要件関連図書	添 1 ①-27
4.1.1. 設置許可基準規則	添 1 ①-27
4.1.2. 技術基準規則	添 1 ①-27
4.1.3. 基準	添 1 ①-27
4.1.4. ガイド	添 1 ①-27
4.1.5. 指針	添 1 ①-27
4.1.6. その他の法令・規格等	添 1 ①-27
4.2. 設計要件関連図書	添 1 ①-29
4.2.1. 設置許可申請書	添 1 ①-29
4.2.2. 工事計画認可申請書	添 1 ①-29
4.2.3. 保安規定	添 1 ①-29
4.2.4. 設計基準文書 (DBD)	添 1 ①-29
4.2.5. 社内標準	添 1 ①-29
4.2.6. 系統図	添 1 ①-29
4.2.7. 設備図書	添 1 ①-29

1. 概要

1.1. 本書の目的

本書は設計基準文書 一般事項編のうち、大飯 3 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	設備の概略仕様及び確認事項	
4	参照文献	1～3 章において参照した文献一覧を記載する。

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]

- 第八条 火災による損傷の防止
- 第四十一条 火災による損傷の防止

2.1.1.1. [技術基準規則]第二条 定義

- 第十一条 火災による損傷の防止
- 第五十二条 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八条（4.1.1.1 参照）及び技術基準規則第十一条（4.1.2.2 参照）に従い、設計基準対処施設は、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四十一条（4.1.1.2 参照）及び技術基準規則第五十二条（4.1.2.6 参照）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（4.1.3.1 参照）に適合するよう、火災防護対策を講じる設計とする。また、火災防護対策並びに火災防護対策を実施するための手順、機器及び職員の体制を含めた火災防護計画（4.2.5.1 参照）を策定する。

<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（4.1.3.1 参照）
- 原子力発電所の内部火災影響評価ガイド（4.1.4.1 参照）

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。(4.2.7.1 参照)

- 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。(4.2.5.1,4.2.7.1 参照)

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。(4.2.1.1 参照)

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。(4.2.5.1,4.2.7.1 参照)

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(4.1.6.2 参照)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(4.1.6.3 参照)で高圧ガスとして定められる水素を選定する。(4.2.7.1 参照)

(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。(4.2.5.1,4.2.7.1 参照)

(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。(4.2.5.1 参照)

(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。(4.2.7.1 参照)

(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。(4.2.7.1 参照)

(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。

(4.2.5.1,4.2.7.1 参照)

(7) 電気室の目的外使用の禁止

電気室である安全補機閉器室は、電源供給や機器状態の計測制御を行う目的のみに使用し、電気盤のみを設置する設計とする。(4.2.5.1,4.2.7.1 参照)

2.2.2.2. 不燃性材料又は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、盤の筐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、4.2.7.1 に示す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、4.2.7.1 に示す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、4.2.7.1 に示す不燃性材料を使用する設計とし、建屋の床材は、4.2.7.1 に示す防災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、4.2.7.1 に示す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. 換気空調設備のフィルタ

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、4.2.7.1に示す難燃性材料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4.2.7.1に示す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、4.2.7.1に示す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、4.2.7.1に示す代替材料を使用する設計とし、建屋の床材として防災物品が使用できない場合は、4.2.7.1に示す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。(4.2.5.1,4.2.7.1 参照)

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（4.1.6.1 参照）に基づき「JIS A 4201 建築物等の避雷設備（避雷針）」（4.1.6.4 参照）に準拠した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。

避雷設備設置箇所は 4.2.7.1 を参照。

(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。（4.2.7.1 参照）

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。（4.2.7.1 参照）

(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。（4.2.7.1 参照）

(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する竜巻飛来物防護対策設備の設置、空冷式非常用発電装置の固縛、衝突防止を考慮して実施する燃料油及び潤滑油を内包した車両の飛散防止対策、空冷式非常用発電装置の燃料油が漏えいした場合の拡大防止対策により、火災の発生防止を講じる設計とする。（4.2.7.1 参照）

また、空冷式非常用発電装置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。（4.2.7.1 参照）

2.2.3. 火災の感知及び消火

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、以下に示す火災の感知、消火対策を講じる設計とする。

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及び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ている。(4.2.7.1 参照)

火災感知設備は、自然現象のうち、地震、凍結、風水害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。(4.2.7.1 参照)

(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。(4.2.7.1 参照)

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。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の機能設計は 4.2.7.1 を参照。

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。(4.2.7.1 参照)

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、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。(4.2.7.1,4.2.4.1 参照)

(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は 4.2.7.1 を参照。

(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、耐震設計の方針を以下のとおり設定する。

火災感知設備は、上記(2)で設定している構造強度上の性能目標を踏まえ、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設計とする。(4.2.7.1 参照)

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、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設計とする。(4.2.7.1,4.2.4.1,4.2.7.21.1,4.2.7.21.2 参照)

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及びこれら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。(4.2.7.1 参照)

消火設備は、凍結、風水害、地震、地盤変位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。(4.2.7.1 参照)

(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。(4.2.7.1 参照)

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、煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画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。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の機能設計は 4.2.7.1 を参照。

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。(4.2.7.1 参照)

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、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。(4.2.7.1, 4.2.4.1 参照)

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、技術基準規則第十七条第 1 項第 3 号及び第 10 号 (4.1.2.3 参照) 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は 4.2.7.1 を参照。(4.2.5.1 参照)

(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、耐震設計の方針を以下のとおり設定する。

消火設備は、上記(2)で設定している構造強度上の性能目標を踏まえ、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設計とする。(4.2.7.1 参照)

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、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。(4.2.7.1,4.2.4.1,4.2.7.21.3～4.2.7.21.19 参照)

(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水配管、全域ハロン消火設備の配管、局所ハロン消火設備の配管、フロアケーブルダクト消火設備の配管、二酸化炭素消火設備の配管及びケーブルトレイ消火設備の配管、並びに淡水タンク、消火水バックアップタンク、全域ハロン消火設備のポンベ、局所ハロン消火設備のポンベ、及びフロアケーブルダクト消火設備のポンベ、二酸化炭素消火設備のポンベ、ケーブルトレイ消火設備のポンベ及び消火器は、技術基準規則第十七条(4.1.2.3 参照)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(4.1.6.3 参照)及び消防法(4.1.6.2 参照)の規制を受ける全域ハロン消火設備、局所ハロン消火設備、フロアケーブルダクト消火設備、二酸化炭素消火設備及びケーブルトレイ消火設備の容器(ポンベ)並びに消火器は、技術基準規則第十七条(4.1.2.3 参照)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(4.1.6.3 参照)及び消防法(4.1.6.2 参照)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することで、技術基準規則の要求事項を満足するものとする。容器(ポンベ)の検査については、完成品として規制を受ける一般産業品の規格基準(高圧ガス保安法(4.1.6.3 参照)及び消防法(4.1.6.2 参照))と使用環境が同等であることから、一般産業品の規格基準(高圧ガス保安法(4.1.6.3 参照)及び消

防法（4.1.6.2 参照）に適合することを確認することで、技術基準規則の要求事項を満足するものとする。

ディーゼル消火ポンプ燃料タンクを含むディーゼル消火ポンプの内燃機関は、技術基準規則第四十八条（4.1.2.5 参照）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（4.1.6.5 参照）に適合する設計とする。

2.2.4. 火災の影響軽減対策

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。）により他の火災区域と分離する。

3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁（貫通部シール、防火扉、防火ダンパを含む。）により分離されている火災区域又は火災区画の目皿は、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。

3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁（貫通部シール、防火扉、防火ダンパを含む。）の設計として、耐火性能は 4.2.7.1 に示す方法により確認する。

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又は離隔距離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

互いの系列間を隔壁又は離隔距離により系統分離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。選定した火災防護対象機器は 4.2.7.1 を参照。

(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。（4.2.7.1 参照）

(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

大飯発電所第3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。（4.2.7.1 参照）

- a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁で分離
- 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は4.2.7.1を参照。（4.2.5.1 参照）

(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隔壁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、火災発生箇所の特定制約が困難な場合も想定し、手動操作による固定式消火設備であるエアロゾル消火設備を配備する。

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ために、4.2.7.1に示す系統分離対策を実施する設計とする。（4.2.5.1 参照）

(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以上確保すること並びに1時間耐火性能を有している耐火ボードや発泡性耐火被覆は1次冷却材漏えい事故が発生した場合に、デブリ発生の要因となり、格納容器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適さない。

また、原子炉格納容器内にスプリンクラーを適用とした場合、ケーブルが密集して設置されているため、スプリンクラーが有効に作動するように配管及び

ヘッドを設置することは適さない。また、ガス消火設備を適用とした場合、原子炉格納容器内の自由体積が約7万 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。このため、原子炉格納容器の消火設備は、火災発生時の煙の充満による消火活動が困難でない場合、早期に消火が可能である、消火要員による消火を行う設計とする。

火災発生時の煙の充満又は放射線の影響のため、消火要員による消火活動が困難である場合は、中央制御室からの手動操作が可能であり、原子炉格納容器全域を水滴で覆うことのできる原子炉格納容器スプレイ設備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ために、4.2.7.1に示す系統分離対策を実施する設計とする。(4.2.5.1 参照)

2.2.4.3. 換気空調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空調設備には、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。(4.2.7.1 参照)
- (2) 換気空調設備は、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。(4.2.7.1 参照)
- (3) 換気空調設備のフィルタは、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。(4.2.7.1 参照)

2.2.4.4. 煙に対する火災の影響軽減対策

電気ケーブル及び引火性液体が密集する火災区域並びに運転員が常駐する火災区域には、火災発生時の煙を排気できるように排煙設備を設置することを設計の基本方針とする。(4.2.7.1 参照)

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。(4.2.7.1 参照)

2.2.5. 原子炉の安全確保について

審査基準（4.1.3.1 参照）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、「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、4.1.4.1 参照）に従い、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。

評価ガイド（4.1.4.1 参照）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」（4.1.5.1 参照）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

大飯発電所第3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。（4.2.7.1 参照）

(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」（4.1.5.1 参照）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、事象が収束して原子炉は支障なく低温停止に移行できる設計とする。（4.2.7.1 参照）

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（4.1.4.1 参照）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。評価方法、評価条件及び評価結果については 4.2.7.1 を参照。

火災影響評価は、火災区域（区画）内の火災荷重の増加により、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。（4.2.5.1 参照）

3. 設備の概略仕様及び確認事項

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内部火災防護に関する設備（2.2.1～2.2.5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。（4.2.2.1参照）

表 3.1 内部火災防護に関する設備の概略仕様

機器名称	設計要件の種類	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震重要度	確認事項に関する参照図書 (注3)
原子炉周辺建屋	火災区域及び火災区画の設定	MS-3	—/—	C	工認 要目表、火災防護計画
制御建屋（一部3・4号機共用）	火災区域及び火災区画の設定	MS-3	—/—	C	工認 要目表、火災防護計画
原子炉格納容器	火災区域及び火災区画の設定	MS-3	—/—	C	工認 要目表、火災防護計画
海水ポンプ室（3・4号機共用）	火災区域及び火災区画の設定	MS-3	—/—	C	工認 要目表、火災防護計画
1・2号機原子炉補助建屋（3・4号機共用）	火災区域及び火災区画の設定	MS-3	—/—	C	工認 要目表、火災防護計画
燃料油貯蔵タンク及び重油タンク	火災区域及び火災区画の設定	MS-3	—/—	C	工認 要目表、火災防護計画
廃棄物処理建屋（3・4号機共用）	火災区域及び火災区画の設定	MS-3	—/—	C	工認 要目表、火災防護計画
固体廃棄物貯蔵庫（1・2・3・4号機共用）	火災区域及び火災区画の設定	MS-3	—/—	C	工認 要目表、火災防護計画
蒸気発生器保管庫（1・2・3・4号機共用）	火災区域及び火災区画の設定	MS-3	—/—	C	工認 要目表、火災防護計画
消火水バックアップポンプ（3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	Non/—	C（注2）	工認 要目表、消火設備の構造図、系統図
電動消火ポンプ（3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	Non/—	C	工認 要目表、消火設備の構造図、系統図
ディーゼル消火ポンプ（1・2・3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	Non/—	C	工認 要目表、消火設備の構造図、系統図
廃棄物庫消火ポンプ（1・2・3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	Non/—	C	工認 要目表、消火設備の構造図、系統図
格納容器スプレイポンプ	火災の感知及び消火	MS-3	Non/—	C	工認 要目表、消火設備の構造図、系統図
全域ハロン消火設備（共用分配型）ボンベ設備（3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	クラス3/ —	C（注2）	工認 要目表、消火設備の構造図、ハロゲン化物消火設備配置図、ガス消火設備の系統図
全域ハロン消火設備（パッケージ型）消火ユニット	火災の感知及び消火	MS-3	クラス3/ —	C（注2）	工認 要目表、消火設備の構造図、ハロゲン化物消火設備配置図、ガス消火設備の系統図
全域ハロン消火設備（パッケージ型）消火ユニット（3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	クラス3/ —	C（注2）	工認 要目表、消火設備の構造図、ハロゲン化物消火設備配置図、ガス消火設備の系統図
局所ハロン消火設備消火ユニット	火災の感知及び消火	MS-3	クラス3/ —	C（注2） C	工認 要目表、消火設備の構造図、ハロゲン化物消火設備配置図、ガス消火設備の系統図
フロアケーブルダクト消火設備ボンベ設備	火災の感知及び消火	MS-3	クラス3/ —	C（注2） C	工認 要目表、消火設備の構造図、フロアケーブルダクト消火設備配置図、フロアケーブルダクト消火設備系統図

（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（4.1.2.4参照）が定める材料及び構造、第二十一条（4.1.2.4参照）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）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及び消火設備は、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Ssによる地震力に対し、機能及び性能を保持する設計とする

（注3）改造工事実施の際、火災防護対象機器及び火災源の追加または変更がないか確認を行う。（4.2.5.1,4.2.7.16～4.2.7.20参照）

機器名称	設計要件の種類	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震重要度	確認事項に関する参照図書 (注3)
二酸化炭素消火設備（ディーゼル発電機室）ポンベ設備	火災の感知及び消火	MS-3	クラス 3/ —	C (注2)	工認 要目表、消火設備の構造図、炭酸ガス消火設備配置図、ガス消火設備の系統図
二酸化炭素消火設備（海水ポンプ）消火ユニット	火災の感知及び消火	MS-3	クラス 3/ —	C (注2)	工認 要目表、消火設備の構造図、炭酸ガス消火設備配置図、ガス消火設備の系統図
ケーブルトレイ消火設備消火ユニット	火災の感知及び消火	MS-3	クラス 3/ —	C (注2) C	工認 要目表、消火設備の構造図、系統図、ケーブルトレイ防火対策箇所図
No.2 淡水タンク（1・2・3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	クラス 3/ —	C	工認 要目表、消火設備の構造図、系統図
No.3 淡水タンク（1・2・3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	クラス 3/ —	C	工認 要目表、消火設備の構造図、系統図
消火水バックアップタンク（3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	クラス 3/ —	C (注2)	工認 要目表、消火設備の構造図、系統図
格納容器スプレイ冷却器	火災の感知及び消火	MS-3	クラス 3/ —	C	工認 要目表、消火設備の構造図、系統図
燃料取替用水ピット	火災の感知及び消火	MS-3	クラス 3/ —	C	工認 要目表、消火設備の構造図、系統図
オイルパン、ドレンリム、堰、油回収装置 (建屋に応じた区域・区画で記載)	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書、火災源配置図（油内包機器）
機器の溶接構造・シール構造	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
・換気空調設備（火災区域の空調機器又は自然換気） ・防爆対策（油内包機器他） ・貯蔵対策（燃料油貯蔵タンク、重油タンク）	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書、換気空調設備（換気量一覧）
・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）	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
水素濃度検知器	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
保護継電器、遮断器	火災発生防止	MS-3	—/—	C	火災防護に関する説明書
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	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
難燃ケーブル	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
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)	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
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)	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
金属製の筐体、延焼防止剤、専用の電線管 (通信連絡設備用専用ケーブル)	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
難燃性フィルタ（換気系） (チャコールフィルタ除く)	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書

(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（4.1.2.4 参照）が定める材料及び構造、第二十一条（4.1.2.4 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) 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及び消火設備は、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 Ss による地震力に対し、機能及び性能を保持する設計とする

(注3) 改造工事実施の際、火災防護対象機器及び火災源の追加または変更がないか確認を行う。（4.2.5.1, 4.2.7.16～4.2.7.20 参照）

機器名称	設計要件の種類	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震重要度	確認事項に関する参照図書 (注3)
保温材（けい酸カルシウム、ロックウール及び金属保温等）	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
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）	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
高圧水の一相流	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
管理区域外への流出防止	火災の感知及び消火	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
未臨界の維持	火災の感知及び消火	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
避雷設備	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
自然現象による火災の発生防止 （耐震設計含む）	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
防火帯（3・4号機共用）	火災発生防止	—	—/—	—	火災防護に関する説明書
竜巻飛来物防護対策設備	火災発生防止	MS-3	—/—	C	火災防護に関する説明書
空冷式非常用発電装置固縛	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
燃料油等を内包した車両の飛散防止対策	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
空冷式非常用発電装置の燃料油が漏えいした場合の拡大防止対策	火災発生防止	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
煙感知器（一部3・4号機共用、一部1・2・3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C（注2） C	火災防護に関する説明書、火災感知器配置図
熱感知器（防爆型、光ファイバケーブル含む）（一部3・4号機共用、一部1・2・3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C（注2） C	火災防護に関する説明書、火災感知器配置図
炎感知器（赤外線）（防爆型含む）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書、火災感知器配置図
火災受信機盤（蓄電池含む）（3・4号機共用、1・2・3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書
全域ハロン消火設備（選択弁、警報装置、蓄電池等含む） （一部3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書、ハロゲン化物消火設備配置図、ガス消火設備の系統図
局所ハロン消火設備（警報装置、蓄電池等含む）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C（注2） C	火災防護に関する説明書、ハロゲン化物消火設備配置図、ガス消火設備の系統図
スプリンクラー（予作動弁、スプリンクラーヘッド、警報装置、蓄電池等含む） （一部3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書
二酸化炭素消火設備（ディーゼル発電機室）（選択弁、警報装置、蓄電池等を含む）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書、炭酸ガス消火設備配置図、ガス消火設備の系統図

（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（4.1.2.4参照）が定める材料及び構造、第二十一条（4.1.2.4参照）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）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及び消火設備は、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Ssによる地震力に対し、機能及び性能を保持する設計とする

（注3）改造工事実施の際、火災防護対象機器及び火災源の追加または変更がないか確認を行う。（4.2.5.1,4.2.7.16～4.2.7.20参照）

機器名称	設計要件の種類	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震重要度	確認事項に関する参照図書 (注3)
フロアケーブルダクト消火設備（選択弁、警報装置、蓄電池等含む）（一部3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C（注2） C	火災防護に関する説明書、フロアケーブルダクト消火設備配置図、フロアケーブルダクト消火設備系統図
ケーブルトレイ消火設備	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書、ケーブルトレイ消火設備系統図、ケーブルトレイ防火対策箇所図
エアロゾル消火設備（一部3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C	火災防護に関する説明書
水噴霧消火設備（警報装置含む）（蓄電池含む）（1・2・3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C	火災防護に関する説明書
移動式消火設備（化学消防自動車）（1・2・3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C	火災防護に関する説明書
照明器具（電池内蔵式）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C	火災防護に関する説明書、照明配置図
消火器	火災の感知及び消火	MS-3	クラス3/ —	C	火災防護に関する説明書
消火栓	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C	火災防護に関する説明書、消火栓配置図
遠隔放水装置（警報装置含む）（蓄電池含む）（1・2・3・4号機共用）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	C	火災防護に関する説明書
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、防火ダンパ含む）	火災の影響軽減対策	MS-3	—/—	C	火災防護に関する説明書、3時間耐火壁・防火壁図、貫通部配置図（スリーブ配置図）
煙等流入防止装置	火災の影響軽減対策	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
鉄板＋発泡性耐火被覆 （1時間の耐火性能を有する）	火災の影響軽減対策	—	—/—	C（注2） C	火災防護に関する説明書、ケーブルトレイ防火対策箇所図
70mm以上のコンクリート壁	火災の影響軽減対策	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
中央制御盤内の火災の影響軽減対策（体制及び消火手順含む）	火災の影響軽減対策	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
高感度煙感知器（中央制御盤内）	火災の影響軽減対策	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書
原子炉格納容器内の火災の影響軽減対策	火災の影響軽減対策	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
排煙設備（中央制御室） （常設設備）	火災の影響軽減対策	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
可搬式の排風機（3・4号機共用）	火災の影響軽減対策	—	—/—	C	火災防護に関する説明書
スプリンクラー（自動消火）（予作動弁、スプリンクラーヘッド、警報装置、蓄電池、火災感知器等含む）（一部3・4号機共用）	火災の影響軽減対策	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書
全城ハロン消火設備（自動消火）（選択弁、警報装置、蓄電池、火災感知器等含む）（一部3・4号機共用）	火災の影響軽減対策	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書、ハロゲン化物消火設備配置図、ガス消火設備の系統図

（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（4.1.2.4参照）が定める材料及び構造、第二十一条（4.1.2.4参照）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）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及び消火設備は、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Ssによる地震力に対し、機能及び性能を保持する設計とする

（注3）改造工事実施の際、火災防護対象機器及び火災源の追加または変更がないか確認を行う。（4.2.5.1,4.2.7.16～4.2.7.20参照）

機器名称	設計要件の種類	安全重要度	機器クラス (DB/SA) (注1)	耐震重要度	確認事項に関する参照図書 (注3)
局所ハロン消火設備（自動消火）（警報装置、蓄電池、火災感知器等含む）	火災の影響軽減対策	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書、ハロゲン化物消火設備配置図、ガス消火設備の系統図
二酸化炭素消火設備（海水ポンプ）（自動消火）（警報装置、蓄電池、火災感知器等含む）	火災の影響軽減対策	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書、炭酸ガス消火設備配置図、ガス消火設備の系統図
フロアケーブルダクト消火設備（自動消火）（選択弁、警報装置、蓄電池、火災感知器等含む）（蓄電池含む）（一部3・4号機共用）	火災の影響軽減対策	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書、フロアケーブルダクト消火設備配置図、フロアケーブルダクト消火設備系統図
ケーブルトレイ消火設備（自動消火）（感知チューブ等含む）	火災の影響軽減対策	MS-3	—/—	C（注2）	火災防護に関する説明書、ケーブルトレイ消火設備系統図、ケーブルトレイ防火対策箇所図
配管・継手（消火水配管：CV貫通部）	火災の感知及び消火	MS-3	—/—	S	工認 要目表、系統図
配管・継手（消火水配管：CV貫通部以外）	火災の感知及び消火	MS-3	Non/— クラス3/ —	C（注2） C	工認 要目表、系統図
配管・継手（全域ハロン消火設備）	火災の感知及び消火	MS-3	クラス3/ —	C（注2）	工認 要目表、ガス消火設備の系統図、ハロゲン化物消火設備配置図
配管・継手（局所ハロン消火設備）	火災の感知及び消火	MS-3	クラス3/ —	C（注2） C	工認 要目表、ガス消火設備の系統図、ハロゲン化物消火設備配置図
配管・継手（二酸化炭素消火設備）	火災の感知及び消火	MS-3	クラス3/ —	C（注2）	工認 要目表、ガス消火設備の系統図、炭酸ガス消火設備配置図
配管・継手（フロアケーブルダクト消火装置配管）	火災の感知及び消火	MS-3	クラス3/ —	C（注2）	工認 要目表、フロアケーブルダクト消火設備系統図、フロアケーブルダクト消火設備配置図
配管・継手（ケーブルトレイ消火装置配管）	火災の感知及び消火	MS-3	クラス3/ —	C（注2）	工認 要目表、ケーブルトレイ消火設備系統図、ケーブルトレイ防火対策箇所図

（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（4.1.2.4 参照）が定める材料及び構造、第二十一条（4.1.2.4 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）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及び消火設備は、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 Ss による地震力に対し、機能及び性能を保持する設計とする

（注3）改造工事実施の際、火災防護対象機器及び火災源の追加または変更がないか確認を行う。（4.2.5.1, 4.2.7.16～4.2.7.20 参照）

4. 参照文献

4.1. 規制要件関連図書

4.1.1. 設置許可基準規則

- 4.1.1.1. 第八条 火災による損傷の防止
- 4.1.1.2. 第四十一条 火災による損傷の防止

4.1.2. 技術基準規則

- 4.1.2.1. 第二条 定義
- 4.1.2.2. 第十一条 火災による損傷の防止
- 4.1.2.3. 第十七条 材料及び構造
- 4.1.2.4. 第二十一条 耐圧試験等
- 4.1.2.5. 第四十八条 準用
- 4.1.2.6. 第五十二条 火災による損傷の防止

4.1.3. 基準

- 4.1.3.1. 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

4.1.4. ガイド

- 4.1.4.1. 原子力発電所の内部火災影響評価ガイド

4.1.5. 指針

- 4.1.5.1. 発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針

4.1.6. その他の法令・規格等

- 4.1.6.1. 建築基準法
- 4.1.6.2. 消防法
- 4.1.6.3. 高圧ガス保安法

- 4.1.6.4. JIS A 4201 建築物等の避雷設備（避雷針）
- 4.1.6.5. 発電用火力設備に関する技術基準を定める省令

4.2. 設計要件関連図書

4.2.1. 設置許可申請書

4.2.1.1. 添付書類八 変更後における発電用原子炉施設の安全設計に関する説明書

4.2.2. 工事計画認可申請書

4.2.2.1. 本文 要目表

4.2.3. 保安規定

4.2.3.1. 大飯発電所原子炉施設保安規定

4.2.4. 設計基準文書 (DBD)

4.2.4.1. 設計基準文書 一般事項編 耐震

4.2.5. 社内標準

4.2.5.1. 大飯発電所 火災防護計画

4.2.6. 系統図

4.2.6.1. 系統図

4.2.7. 設備図書

4.2.7.1. 火災防護に関する説明書

4.2.7.2. 消火設備の構造図

4.2.7.3. 火災感知器配置図

4.2.7.4. ハロゲン化物消火設備配置図

4.2.7.5. ガス消火設備の系統図

4.2.7.6. 炭酸ガス消火設備配置図

4.2.7.7. フロアケーブルダクト消火設備配置図

4.2.7.8. フロアケーブルダクト消火設備系統図

4.2.7.9. ケーブルトレイ防火対策箇所図

4.2.7.10. ケーブルトレイ消火設備系統図

- 4.2.7.11. 照明配置図
- 4.2.7.12. 消火栓配置図
- 4.2.7.13. 3時間耐火壁・防火壁図
- 4.2.7.14. 貫通部配置図（スリーブ）
- 4.2.7.15. 防火扉配置図
- 4.2.7.16. 火災区画特性表
- 4.2.7.17. 火災源配置図（油内包機器）
- 4.2.7.18. 火災源配置図（440V 電気盤）
- 4.2.7.19. ケーブルトレイ配置図
- 4.2.7.20. 火災防護対象機器配置図
- 4.2.7.21. 耐震計算書
 - 4.2.7.21.1. 火災感知器の耐震計算書
 - 4.2.7.21.2. 火災受信機盤の耐震計算書
 - 4.2.7.21.3. 全域ハロン消火設備（共用分配型）ボンベ設備の耐震計算書
 - 4.2.7.21.4. 全域ハロン消火設備（共用分配型）選択弁の耐震計算書
 - 4.2.7.21.5. 全域ハロン消火設備（共用分配型）制御盤の耐震計算書
 - 4.2.7.21.6. 全域ハロン消火設備（パッケージ型）消火ユニット、局所ハロン消火設備消火ユニット、二酸化炭素消火設備（海水ポンプ）消火ユニット、ケーブルトレイ消火設備消火ユニットの耐震計算書
 - 4.2.7.21.7. 二酸化炭素消火設備（ディーゼル発電機室）ボンベ設備の耐震計算書
 - 4.2.7.21.8. 二酸化炭素消火設備（ディーゼル発電機室）選択弁の耐震計算書
 - 4.2.7.21.9. 二酸化炭素消火設備（ディーゼル発電機室）制御盤の耐震計算書
 - 4.2.7.21.10. スプリンクラー消火水バックアップタンクの耐震計算書
 - 4.2.7.21.11. スプリンクラー消火水バックアップポンプの耐震計算書
 - 4.2.7.21.12. スプリンクラー一般弁の耐震計算書
 - 4.2.7.21.13. スプリンクラー制御盤の耐震計算書
 - 4.2.7.21.14. スプリンクラー予作動弁の耐震計算書
 - 4.2.7.21.15. スプリンクラーヘッドの耐震計算書
 - 4.2.7.21.16. フロアケーブルダクト消火設備ボンベ設備の耐震計算書
 - 4.2.7.21.17. フロアケーブルダクト消火設備選択弁の耐震計算書
 - 4.2.7.21.18. フロアケーブルダクト消火設備制御盤の耐震計算書
 - 4.2.7.21.19. 消火設備配管の耐震計算書

以上

② 余熱除去系統

目次

1. 概要	添 1 ②-3
1.1. 本書の目的	添 1 ②-3
1.2. 系統の概要	添 1 ②-3
1.3. 章構成と記載事項	添 1 ②-4
2. 設計要件	添 1 ②-6
2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等	添 1 ②-6
2.2. 系統の設計要件	添 1 ②-7
2.2.1. 安全機能に関する設計要件	添 1 ②-8
2.2.2. 信頼性に関する設計要件	添 1 ②-12
3. 設備の仕様及び確認事項	添 1 ②-18
3.1. 系統構成設備	添 1 ②-18
3.2. 計測制御設備	添 1 ②-24
3.3. 電源設備	添 1 ②-26
4. 参照文献	添 1 ②-28
4.1. 規制要件関連図書	添 1 ②-28
4.1.1. 設置許可基準規則	添 1 ②-28
4.1.2. 技術基準規則	添 1 ②-28
4.1.3. 基準	添 1 ②-28
4.1.4. ガイド	添 1 ②-29
4.1.5. 指針	添 1 ②-29
4.2. 設計要件関連図書	添 1 ②-30
4.2.1. 設置許可申請書	添 1 ②-30
4.2.2. 工事計画認可申請書	添 1 ②-30
4.2.3. 保安規定	添 1 ②-30
4.2.4. 設計基準文書 (DBD)	添 1 ②-30
4.2.5. 系統図及び技術図面	添 1 ②-30
4.2.6. 設備図書	添 1 ②-31

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、大飯3号機の余熱除去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

余熱除去系統は、余熱除去ポンプ、余熱除去冷却器、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等において、炉心からの核分裂生成物の崩壊熱及びその他の残留熱を除去するべく、燃料取替用水ピット又は格納容器再循環サンプを水源として、余熱除去ポンプによって原子炉へ注水する機能、及び再循環運転時において余熱除去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。また、原子炉停止後の冷却時において、炉心からの核分裂生成物の崩壊熱及びその他の残留熱を除去するべく、1次冷却材高温側配管から取水し、余熱除去ポンプによって余熱除去冷却器へ送った後、1次冷却材低温側配管へ送る機能を有する系統である。（4.2.5.1 参照）

なお、余熱除去系統に期待する設計基準事象は 2.2.1 に示される。

余熱除去系統は安全重要度上、特に重要度の高い安全機能である「原子炉停止後の除熱機能」、「炉心冷却機能」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」（何れも 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、余熱除去系統は、独立2系統で構成され、各系統に余熱除去ポンプ、余熱除去冷却器を1基ずつ設置している。また、余熱除去系統は耐震 S クラスで設計される。

余熱除去ポンプの電動機は、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

2章においては、余熱除去系統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、余熱除去系統を構成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性能確認事項等を整理する。

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
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、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	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、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	設備の仕様及び確認事項	2.2.1 章の設計要件を具体化する設備仕様と設備の確認事項を記載する。
	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を整理する。併せて、2.2.1 章で挙げられた設計要件に紐づいて各構成設備に要求される性能要求と、それが実機で達成されていることを確認するための性能確認事項と確認方法を記載する。
	3.2 計測制御設備	2.2.1 章を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するために必要な手動動作を実現するため、当該系統の主な構成設備に対する中央制御室あるいは中央制御室外原子炉停止盤（EP 盤）からの監視・制御機能に関する仕様を整理する。なお、それらが実機で達成されていることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。
	3.3 電源設備	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が機能するために必要な電源の供給元を整理する。 なお、それらが実機で機能していることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。
4	参照文献	1～3 章において参照した文献一覧を記載する。

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

余熱除去系統は、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
- 第十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
- 第十九条 非常用炉心冷却設備
- 第二十一条 残留熱を除去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 で示した余熱除去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、区分ごとに余熱除去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、余熱除去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 章）

- 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
- 第十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
- 第十九条 非常用炉心冷却設備
- 第二十一条 残留熱を除去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 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

余熱除去系統には、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
- 炉心冷却機能
- 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能
- 原子炉冷却材を内蔵する機能

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(4.2.1.2 参照)ことに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行う(4.2.1.3 参照)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 に示す余熱除去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

余熱除去系統は、原子炉停止後の崩壊熱及び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。

2) 炉心冷却機能

2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能

余熱除去系統は、非常用炉心冷却設備作動信号を受けて、燃料取替用水ピットのほう酸水を低圧注入系として必要な供給流量で炉心へ注入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原子炉格納容器圧力、及び原子炉格納容器外へ放出される冷却材の漏えい量が過大とならないように、過剰な流量での注入がなされないようにもしなければならない。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。

A) 余熱除去ポンプの供給流量

低圧注入系を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価のうち、表 2.2.1-3 に示す安全解析では、炉心冷却性等を保守的に評価する目的から、低圧注入系の注入流量として少なめの注入流量を使用している。したがって、余熱除去ポンプによる注入流量は、それぞれの事象の評価で使用された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。

¹ 余熱除去系統は 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。(4.2.4.11 参照)

一方、設計基準事象の安全評価のうち、表 2.2.1-4 に示す安全解析では、原子炉格納容器圧力²等を保守的に評価する目的から、低圧注入系の注入流量として多めの注入流量を使用している。したがって、余熱除去ポンプによる注入流量は、これらの事象の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。

B) 余熱除去系統の動作遅れ時間

低圧注入系の機能を期待する設計基準事象の安全評価では、非常用炉心冷却設備作動信号の設定値到達からポンプ定速達成までの時間³経過以降に余熱除去ポンプによる注入開始を想定しており、この解析での想定時間内に燃料取替用水ピットのほう酸水を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。

2-2) CV 再循環運転時の炉心注入機能

余熱除去系統は、再循環モードにおいて必要な供給流量を炉心へ注入でき、また必要とされる冷却機能を有しなければならない。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。

A) 余熱除去冷却器の冷却性能

余熱除去冷却器は、再循環モード時の冷却能力として表 2.2.1-5 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) 余熱除去ポンプの供給流量

余熱除去ポンプは、再循環モード時に炉心を冷却するため、表 2.2.1-5 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。

3) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能

余熱除去系統は、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) 原子炉冷却材を内蔵する機能

余熱除去系統は、原子炉冷却材を内蔵する機能を有しなければならない。

² 原子炉格納容器圧力に着目した安全解析では、1次冷却系への注入流量が多いほど炉心での蒸気発生量、ひいては原子炉格納容器内に放出される蒸気量が増加するため、注入流量を多めとした方が原子炉格納容器圧力は高め（保守的）に評価される。

³ この遅れ時間には信号遅れ、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。

表 2.2.1-1 余熱除去系統に係る安全解析事象と安全機能の関係※1

解析において余熱除去系統を考慮している 設計基準事象			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	原子炉停止後の除熱機能 ※1	炉心冷却機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 ※2	原子炉冷却材を内蔵する機能
設計基準 事象	原子炉冷却材喪失 ※3	添付書類十 3.2.1	—	○	—	—
	原子炉冷却材喪失 ※3	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、事象収束後の低温停止移行に際して余熱除去系統は対処設備として期待される。

※2：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（又は構造物、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。

※3：「3.2.1 原子炉冷却材喪失」及び「3.4.4 原子炉冷却材喪失」の解析結果は、「3.5.2 可燃性ガスの発生」の水素発生量評価にも用いられる。

表 2.2.1-2 少なめの余熱除去ポンプ注入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）
余熱除去ポンプ 1 台で注入	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.2.1） ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.4.4）

表 2.2.1-3 多めの余熱除去ポンプ注入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）
余熱除去ポンプ 2 台で注入	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.5.1）

表 2.2.1-4 再循環モードで余熱除去系統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）
余熱除去系統 2 系列に期待	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.5.1）
余熱除去系統 1 系列に期待	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.4.4）

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」（4.1.5.1 参照）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）」（4.1.5.2 参照）を参照すると、余熱除去系統は、『原子炉停止後の除熱機能』、『炉心冷却機能』及び『放射性物質の閉じ込め機能』を有する MS・1、『原子炉冷却材圧力バウンダリ機能』を有する PS・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（4.1.1.8 参照）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（4.1.1.8 参照）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、余熱除去系統は、独立 2 系統で構成され、各系統に余熱除去ポンプ、余熱除去冷却器を 1 基ずつ設置している。余熱除去ポンプは、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。（4.2.1.1 参照）。また、余熱除去系統は、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。（4.2.1.2 参照）

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（4.2.4.1, 4.2.4.2, 4.2.4.3, 4.2.4.4, 4.2.4.5, 4.2.4.6, 4.2.4.7, 4.2.4.8）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

余熱除去系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.3 参照）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（4.1.5.3,4.1.5.4,4.1.5.5 参照）に基づく耐震設計としている。3章に示す余熱除去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（工認申請書の各設備の計算書：4.2.6.3.1～4.2.6.3.5 参照）としている。

（4.2.4.1 参照）

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

余熱除去系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.4 参照）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、余熱除去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。（4.2.4.6 参照）

- i) 余熱除去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」（4.1.5.1 参照）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。（4.2.4.6 参照）

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

余熱除去系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.5 参照）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

余熱除去系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」(4.1.4.3 参照)に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。(4.2.4.4 参照)

- i) 余熱除去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」(4.1.5.1 参照)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) これら余熱除去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」(4.1.4.4 参照)に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。(4.2.4.8 参照)

- i) 余熱除去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」(4.1.5.1 参照)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) これら余熱除去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」(4.1.4.2 参照)に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。(4.2.4.7 参照)

- i) 余熱除去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」(4.1.5.1 参照)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) 余熱除去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

余熱除去系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.6 参照）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

余熱除去系統は、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（4.1.3.1 参照）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（4.1.3.1 参照）が定める火災防護対策を講じた設計としている。（4.2.4.2 参照）

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

余熱除去系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.7 参照）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

余熱除去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。（4.2.4.3 参照）

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

余熱除去系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.8 参照）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

設計している。安全施設的环境条件には、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。

安全施設について、これらの環境条件は参照図書（4.2.6.2 参照）にて規定している。

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

余熱除去系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.8 参照）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。（4.2.4.5 参照）

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余熱除去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。

（4.1.5.6, 4.2.4.5 参照）

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（4.1.4.5, 4.2.1.2 参照）。

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。

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つて、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

余熱除去系統は、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」(4.1.2.6, 4.1.2.11 参照)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. 設備の仕様及び確認事項

2.2.1にて整理した本システムの安全機能の確保に寄与する主な構成設備を列挙し、各構成設備の仕様を整理する。併せて、安全機能が、実機において維持されていることを確認するための、性能確認事項及び確認方法を3.1～3.3に示す。

これらの項目の変更は同システムの安全機能の維持に抵触する可能性があることから、改造工事等を実施する際はこれらの項目が変更されるか否かを確認する必要がある。

3.1. 系統構成設備

余熱除去系統を構成する設備に対する安全機能を受けた性能要求が実機において確保されていることを確認するための性能確認事項及び確認方法を表3.1-1に示す。

(4.2.1.2,4.2.2.1,4.2.3.1 参照)

表 3.1-1 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
A、B 余熱除去ポンプ	原子炉冷却材喪失時 容量：1,020 m ³ /h 揚程：91.4 m 原子炉停止後の冷却時 容量：681 m ³ /h 揚程：107 m 出力：400 kW/個	MS-1 PS-2	DB2/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 B) 余熱除去系統の動作遅れ時間 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	容量： 約1,020 m ³ /h (1台 当たり) (安全注入 時、再循環運転時) 揚程： 約91 m (1台当た り) (余熱除去運転 時)	参考資料-2 ② に示す。 参考資料-3 に 示す。	
A、B 余熱除去冷却器	容量(設計熱交換量)： 1.1×104 kW 伝熱面積：538 m ²	MS-1 PS-2	DB2(管側) DB3(胴側) /SA2	S	2) 炉心冷却機能 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 A) 余熱除去冷却器の冷却性能 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	伝熱容量： 約10.8 MW (1基当 たり)	参考資料-2 ② に示す。	-
A、B 余熱除去ポンプB (C) ループ高温側入口 止め弁	電動弁	MS-1 PS-1 PS-2	DB1/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 3) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	-	-	-
A、B 余熱除去冷却器出 口流量調節弁	制御弁	MS-1 PS-2	DB2/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	-	-	-

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。

表 3.1-1 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
A、B余熱除去ポンプミ ニマムフローライン止め 弁	電動弁	MS-1 PS-2	DB2/—	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	—	—	—
A、B余熱除去冷却器バ イパス流量制御弁	制御弁	PS-2	DB2/—	S	4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	—	—	—
A、B余熱除去ポンプ入 口格納容器隔離弁	電動弁	MS-1 PS-1 PS-2	DB1/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 3) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	—	—	—
A、B余熱除去ポンプ出 口逆止弁	逆止弁	MS-1 PS-2	DB2/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	—	—	—
A、B余熱除去冷却器出 口低圧抽出ライン止め弁	制御弁	PS-2	DB2/—	S	4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	—	—	—

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。

表 3.1-1 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
A、B 余熱除去冷却器出 口格納容器隔離弁 電動弁		MS-1 PS-2	DB2/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	—	—	—
A、B 余熱除去冷却器出 口格納容器隔離逆止弁	逆止弁	MS-1 PS-2	DB2/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	—	—	—
A、B 余熱除去冷却器出 口連絡弁	電動弁	MS-1 PS-2	DB2/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	—	—	—
B、C ループ高温側低圧 注入ライン止め弁	電動弁	MS-1	DB2/—	S	2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量	—	—	—

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。

表 3.1-1 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
A、B、C、Dループ低温側低圧注入ライン逆止弁	逆止弁	MS-1 PS-1 PS-2	DB1/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量 3) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	—	—	—
B、Cループ高温側低圧注入ライン逆止弁	逆止弁	MS-1 PS-1	DB1/—	S	2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量 3) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	—	—	—
配管・継手 (RCPB内)	—	MS-1 PS-1 PS-2	DB1/SA2 (一部SAクラス対象外)	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量 3) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	—	—	—

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。

表 3.1-1 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
配管・継手 (RCPB外で 安全機能に係る範囲)	—	MS-1 MS-2 PS-2	DB2/SA2 (一部SAクラ ス対象外)	S	1) 原子炉停止後の除熱をすする機能 2) 炉心冷却機能 2-1) 低圧注入系としての炉心注入機能 A) 余熱除去ポンプの供給流量 2-2) CV再循環運転時の炉心注入機能 B) 余熱除去ポンプの供給流量 4) 原子炉冷却材を内蔵する機能	—	—	—

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、「一」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

3.2. 計測制御設備

表 3.1-1 に記載された機器のうち、本システムに係る安全機能を確保するために必要な手動動作を実現するため、中央制御室あるいは中央制御室外原子炉停止盤（EP 盤）から監視・制御できることが要求される機器を、表 3.2-1 に抽出し、示す。

なお、表 3.2-1 に記載される機器については、その状態及び計測パラメータが中央制御室及び中央制御室外において確認できること、及び中央制御室及び中央制御室外から制御できることが要求されるため、機器の状態及びパラメータの値が中央制御室及び中央制御室外の状態表示灯（機器）、指示計（パラメータ）により表示されること、及び中央制御室及び中央制御室外の操作器から制御（操作）できることを確認する必要がある。

詳細な設備仕様等は「設計基準文書 系統編 計測制御系統」に示す。（4.1.1.13, 4.1.1.28, 4.2.4.9, 4.2.5.2, 4.2.5.3, 4.2.5.4 参照）

また、それらが実機で達成されていることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。

表 3.2-1 余熱除去系統の設計要件を確認するために必要な計測制御設備

機器またはパラメータ名称	中央制御室表示	中央制御室からの 制御機能	中央制御室外での 表示	中央制御室外からの 制御機能
A、B余熱除去ポンプ	○	○	○	○
A、B余熱除去ポンプB (C) ループ高温側入口 止め弁	○	○	×	×
A、B余熱除去冷却器出 口流量調節弁	○	○	○	○
A、B余熱除去ポンプミ ニマムフローライン止め 弁	○	○	×	×
A、B余熱除去冷却器バ イパス流量制御弁	○	○	○	○
A、B余熱除去ポンプ入 口格納容器隔離弁	○	○	×	×
A、B余熱除去冷却器出 口低圧抽出ライン止め弁	○	○	×	×
A、B余熱除去冷却器出 口格納容器隔離弁	○	○	×	×
A、B余熱除去冷却器出 口連絡弁	○	○	×	×
B、Cループ高温側低圧 注入ライン止め弁	○	○	×	×
余熱除去流量	○	—	○	—

【凡例】

○：表示または制御機能があるもの

×：表示または制御機能が無いもの

—：監視計器であるため制御機能が存在しないもの

3.3. 電源設備

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が機能するために必要な動力源の供給元（配電盤）を表 3.3-1 に示す。

なお、それら配電盤に給電する給電元電源は、非常用電源系統 DBD で整理することとし、詳細な設備仕様等は「設計基準文書 系統編 非常用電源系統」に示す。(4.1.1.16, 4.1.1.27, 4.2.4.10, 4.2.5.5, 4.2.5.6, 4.2.5.7, 4.2.5.8 参照)。

なお、それらが実機で機能していることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。

表 3.3-1 余熱除去系統の設計要件を満足するために必要な電源設備

補機	電圧	給電元
A余熱除去ポンプ	AC 6,600V	Aメタクラ
B余熱除去ポンプ	AC 6,600V	Bメタクラ
A余熱除去ポンプBループ高温側入口止め弁	AC 440V	A 2 原子炉コントロールセンタ
B余熱除去ポンプCループ高温側入口止め弁	AC 440V	B 2 原子炉コントロールセンタ
A余熱除去ポンプミニマムフローライン止め弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B余熱除去ポンプミニマムフローライン止め弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A余熱除去ポンプ入口格納容器隔離弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B余熱除去ポンプ入口格納容器隔離弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A余熱除去冷却器出口低圧抽出ライン止め弁	DC 125V	A 2 ソレノイド分電盤
B余熱除去冷却器出口低圧抽出ライン止め弁	DC 125V	B 2 ソレノイド分電盤
A余熱除去冷却器出口格納容器隔離弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B余熱除去冷却器出口格納容器隔離弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A余熱除去冷却器出口連絡弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B余熱除去冷却器出口連絡弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
Bループ高温側低圧注入ライン止め弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
Cループ高温側低圧注入ライン止め弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ

4. 参考文献

4.1. 規制要件関連図書

4.1.1. 設置許可基準規則

- 4.1.1.1. 第二条 定義
- 4.1.1.2. 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 4.1.1.3. 第四条 地震による損傷の防止
- 4.1.1.4. 第五条 津波による損傷の防止
- 4.1.1.5. 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 4.1.1.6. 第八条 火災による損傷の防止
- 4.1.1.7. 第九条 溢水による損傷の防止等
- 4.1.1.8. 第十二条 安全施設
- 4.1.1.9. 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の防止
- 4.1.1.10. 第十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
- 4.1.1.11. 第十九条 非常用炉心冷却設備
- 4.1.1.12. 第二十一条 残留熱を除去することができる設備
- 4.1.1.13. 第二十三条 計測制御系統施設
- 4.1.1.14. 第二十四条 安全保護回路
- 4.1.1.15. 第三十二条 原子炉格納施設
- 4.1.1.16. 第三十三条 保安電源設備

4.1.2. 技術基準規則

- 4.1.2.1. 第二条 定義
- 4.1.2.2. 第十七条 材料及び構造
- 4.1.2.3. 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 4.1.2.4. 第二十条 安全弁等
- 4.1.2.5. 第二十一条 耐圧試験等
- 4.1.2.6. 第四十八条 準用
- 4.1.2.7. 第七十八条 準用

4.1.3. 基準

4.1.4. ガイド

- 4.1.4.1. 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
- 4.1.4.2. 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド
- 4.1.4.3. 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド
- 4.1.4.4. 原子力発電所の火山影響評価ガイド
- 4.1.4.5. 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」(昭和52年7月20日)

4.1.5. 指針

- 4.1.5.1. 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
- 4.1.5.2. 安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針 JEAG4612-2010
- 4.1.5.3. 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601 - 1987
- 4.1.5.4. 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補 - 1984
- 4.1.5.5. 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601 - 1991 追補版
- 4.1.5.6. 原子力発電所配管破損防護設計技術指針 JEAG4613-1998

4.2. 設計要件関連図書

4.2.1. 設置許可申請書

- 4.2.1.1. 本文五号 発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備
- 4.2.1.2. 添付書類八 変更後における発電用原子炉施設の安全設計に関する説明書
- 4.2.1.3. 添付書類十 変更後における発電用原子炉施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書

4.2.2. 工事計画認可申請書

- 4.2.2.1. 本文 要目表

4.2.3. 保安規定

- 4.2.3.1. 大飯発電所原子炉施設保安規定

4.2.4. 設計基準文書 (DBD)

- 4.2.4.1. 設計基準文書 一般事項編 耐震
- 4.2.4.2. 設計基準文書 一般事項編 内部火災防護
- 4.2.4.3. 設計基準文書 一般事項編 溢水防護
- 4.2.4.4. 設計基準文書 一般事項編 竜巻防護
- 4.2.4.5. 設計基準文書 一般事項編 飛散物防護
- 4.2.4.6. 設計基準文書 一般事項編 津波防護
- 4.2.4.7. 設計基準文書 一般事項編 外部火災防護
- 4.2.4.8. 設計基準文書 一般事項編 火山防護
- 4.2.4.9. 設計基準文書 系統編 計測制御系統
- 4.2.4.10. 設計基準文書 系統編 非常用電源系統
- 4.2.4.11. 設計基準文書 系統編 原子炉格納施設
- 4.2.4.12. 設計基準文書 系統編 格納容器スプレイ系統

4.2.5. 系統図及び技術図面

- 4.2.5.1. 系統図
- 4.2.5.2. 原子炉制御系ループブロック図
- 4.2.5.3. 原子炉保護系ブロック図

- 4.2.5.4. シーケンス図（展開接続図）
- 4.2.5.5. 所内単線結線図
- 4.2.5.6. 原子炉コントロールセンタ単線結線図
- 4.2.5.7. 直流単線結線図
- 4.2.5.8. 電磁弁電源単線結線図

4.2.6. 設備図書

- 4.2.6.1. 余熱除去系統に関する設備別記載事項の設定根拠に関する説明書
- 4.2.6.2. 健全性に関する説明書
- 4.2.6.3. 耐震計算書
 - 4.2.6.3.1. 余熱除去ポンプの耐震計算書
 - 4.2.6.3.2. 余熱除去冷却器の耐震計算書
 - 4.2.6.3.3. 配管及び弁の耐震計算並びに標準支持間隔の耐震計算について
 - 4.2.6.3.4. 原子炉冷却系統施設の弁の耐震計算書
 - 4.2.6.3.5. 原子炉冷却系統施設の配管の耐震計算書

以上

③ 安全注入系統

目次

1. 概要	添 1 ③-3
1.1. 本書の目的	添 1 ③-3
1.2. 系統の概要	添 1 ③-3
1.3. 章構成と記載事項	添 1 ③-4
2. 設計要件	添 1 ③-6
2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等	添 1 ③-6
2.2. 系統の設計要件	添 1 ③-7
2.2.1. 安全機能に関する設計要件	添 1 ③-8
2.2.2. 信頼性に関する設計要件	添 1 ③-15
3. 設備の仕様及び確認事項	添 1 ③-21
3.1. 系統構成設備	添 1 ③-21
3.2. 計測制御設備	添 1 ③-28
3.3. 電源設備	添 1 ③-30
4. 参照文献	添 1 ③-32
4.1. 規制要件関連図書	添 1 ③-32
4.1.1. 設置許可基準規則	添 1 ③-32
4.1.2. 技術基準規則	添 1 ③-32
4.1.3. 基準	添 1 ③-33
4.1.4. ガイド	添 1 ③-33
4.1.5. 指針	添 1 ③-33
4.2. 設計要件関連図書	添 1 ③-34
4.2.1. 設置許可申請書	添 1 ③-34
4.2.2. 工事計画認可申請書	添 1 ③-34
4.2.3. 保安規定	添 1 ③-34
4.2.4. 設計基準文書 (DBD)	添 1 ③-34
4.2.5. 系統図及び技術図面	添 1 ③-34
4.2.6. 設備図書	添 1 ③-35

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、大飯3号機の安全注入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

安全注入系統は、蓄圧タンク、高圧注入ポンプ、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における炉心からの核分裂生成物の崩壊熱及びその他の残留熱の除去、及び主蒸気管破断事故等における原子炉の停止に必要な負の反応度を添加することを目的とした系統である。安全注入系統は以上の目的を達成すべく、燃料取替用水ピット又は格納容器再循環サンプを水源として、高圧注入ポンプによって原子炉へ注水する機能、及び蓄圧タンクから注水する機能を有する系統である。（4.2.5.1 参照）

なお、安全注入系統に期待する設計基準事象は 2.2.1 に示される。

安全注入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「炉心冷却機能」、「未臨界維持機能」、「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」（何れも MS-1）を有するため、多重性を持たせた設計としている。安全注入系統は高圧注入ポンプにより注入を行う高圧注入系と蓄圧タンクにより注入を行う蓄圧注入系から成り、高圧注入系は、独立 2 系統で構成され、各系統に高圧注入ポンプを 1 台ずつ設置している。蓄圧注入系に関しては各 1 次冷却材回路に 1 系統ずつ設置され、各系統に蓄圧タンクを 1 基ずつ設置している。また、安全注入系統は耐震 S クラスで設計される。

安全注入ポンプの電動機は、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

2章においては、安全注入系統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、安全注入系統を構成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性能確認事項等を整理する。

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			
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、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	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、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	設備の仕様及び確認事項	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の確認事項を記載する。
	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を整理する。併せて、2.2.1 で挙げられた設計要件に紐づいて各構成設備に要求される性能要求と、それが実機で達成されていることを確認するための性能確認事項と確認方法を記載する。
	3.2 計測制御設備	2.2.1 を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するために必要な手動動作を実現するため、当該系統の主な構成設備に対する中央制御室あるいは中央制御室外原子炉停止盤（EP 盤）からの監視・制御機能に関する仕様を整理する。なお、それらが実機で達成されていることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。
	3.3 電源設備	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が機能するために必要な電源の供給元を整理する。 なお、それらが実機で機能していることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。
4	参照文献	1～3 章において参照した文献一覧を記載する。

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

安全注入系統は、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
- 第十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
- 第十九条 非常用炉心冷却設備
- 第二十一条 残留熱を除去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 で示した安全注入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、区分ごとに安全注入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、安全注入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
- 第十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
- 第十九条 非常用炉心冷却設備
- 第二十一条 残留熱を除去することができる設備
- 第二十五条 反応度制御系統及び原子炉停止系統
- 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

安全注入系統には、以下の安全機能が要求される。

- 炉心冷却機能
- 未臨界維持機能
- 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¹
- 原子炉停止後の除熱機能、（低圧注入系としての）炉心冷却機能
- 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能
- 燃料プール水の補給機能

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（4.2.1.2 参照）ことに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行う（4.2.1.3 参照）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 及び表 2.2.1-2 に示す安全注入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) 炉心冷却機能

1-1) 高圧注入系としての炉心注入機能

高圧注入系は、非常用炉心冷却設備作動信号を受けて燃料取替用水ピットのほう酸水を高圧注入系として必要な供給流量だけ炉心へ注入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原子炉格納容器圧力、及び原子炉格納容器外へ放出される冷却材の漏えい量が過大とならないように、過剰な流量での注入がなされないようにしなければならない。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。

A) 高圧注入ポンプ流量

高圧注入系を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価のうち、表 2.2.1-3 に示す安全解析では、炉心冷却性を保守的に評価する目的から、高圧注入系の注入流量として少なめの注入流量を使用している。したがって、高圧注入ポンプによる注入流量は、それぞれの事象の評価で使用された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。

¹ 安全注入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。（4.2.4.11 参照）

一方、設計基準事象の安全評価のうち、表 2.2.1-4 に示す安全解析では、原子炉格納容器圧力²等を保守的に評価する目的から、高圧注入系の注入流量として多めの注入流量を使用している。したがって、高圧注入ポンプによる注入流量は、これらの事象の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。

B) 高圧注入系の動作遅れ時間

高圧注入系の機能を期待する設計基準事象の安全評価では、非常用炉心冷却設備作動信号の設定値到達からポンプ定速達成までの時間³経過以降に高圧注入ポンプによる注入開始を想定しており、この解析での想定時間内に燃料取替用水ピットのほう酸水を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。

1-2) 蓄圧注入系としての炉心注入機能

蓄圧注入系は、1次冷却材圧力が蓄圧タンクの保持圧力以下に低下すると自動的に作動し、蓄圧注入系として必要な供給流量のほう酸水を炉心へ注入できなければならない。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。

A) 蓄圧タンク保持圧力

蓄圧タンクは、1次冷却材圧力が蓄圧タンクの保持圧力以下に低下すると自動的に作動することにより早期に炉心への注入を開始しなければならない。蓄圧注入系に期待する設計基準事象の安全評価では、蓄圧注入系からの注入開始を遅くする目的から、基本的に低めの保持圧力を使用している。したがって、蓄圧タンク保持圧力がこれらの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。

B) 蓄圧タンク保有水量

蓄圧タンクは、設計基準事象の炉心冷却に必要な水量を保有しなければならない。蓄圧注入系に期待する設計基準事象の安全評価では、蓄圧注入系からの注入量を少なくする目的から、基本的に少なめの保有水量を使用している。表 2.2.1-5 に示すように、動作を期待している蓄圧タンク基数は対象事象により異なることから、蓄圧タンクから炉心に注入されるほう酸水の総量はそれぞれの事象により異なる。しかしながら、これらの解析では1基あたりの保有水量を使用していることから、1基あたりの蓄圧タンク保有水量がこれらの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。

2) 未臨界維持機能

² 原子炉格納容器圧力に着目した安全解析では、1次冷却系統への注入流量が多いほど炉心での蒸気発生量、ひいては原子炉格納容器内に放出される蒸気量が増加するため、注入流量を多めとした方が原子炉格納容器圧力は高め（保守的）に評価される。

³ この遅れ時間には信号遅れ、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。

高圧注入系は、燃料取替用水ピットのほう酸水を炉心へ注入することにより、炉心の未臨界を維持しなければならない。これは、設計基準事象の原子炉冷却材喪失等を対象とした長期未臨界性評価に基づく性能要求であり、以下の設計要件を満足する必要がある。

また、安全注入系統は化学体積制御系統へ燃料取替用水ピットのほう酸水を提供するための流路確保機能を有しなければならない⁴。

A) 高圧注入ポンプ流量

高圧注入系を対処設備として期待する設計基準事象の安全評価のうち、表 2.2.1-3 に示す安全解析では、炉心の未臨界維持に対して保守的に評価する目的から、高圧注入系の注入流量として少なめの注入流量を使用している。したがって、高圧注入ポンプによる注入流量は、それぞれの事象の評価で使用された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。

B) 高圧注入系の動作遅れ時間

高圧注入系の緩和機能として未臨界維持機能を安全解析で期待している事象においては、1・1)「高圧注入系としての炉心注入機能」のB)「高圧注入系の動作遅れ時間」に記載のポンプ定速達成までの時間に加えて、燃料取替用水ピットからのほう酸水が1次冷却系統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。

C) ほう素濃度

高圧注入系から注入されるほう酸水は、設計基準事象の原子炉冷却材喪失（事故後の長期未臨界性維持）等に必要なほう素濃度としなければならない⁵。燃料取替用水ピットのほう素濃度は、表 2.2.1-1 に示す安全解析のうち未臨界維持機能に期待している事象の評価で使用された解析使用値を上回ることが設計要件となる。燃料取替用水ピットのほう素濃度に対する設計要件は、設計基準文書 系統編「燃料の貯蔵設備及び取扱設備」（4.2.4.12 参照）にて記載する。

3) 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

安全注入系統は、原子炉冷却材喪失時等に格納容器スプレイ系統へ燃料取替用水ピットのほう酸水及び再循環水を提供するための流路確保機能を有しなければならない⁶。

⁴ 化学体積制御系統としての系統機能に関しては、設計基準文書 系統編「化学体積制御系統」にて記載する。（4.2.4.15 参照）

⁶ 格納容器スプレイ系統としての系統機能に関しては、設計基準文書 系統編「格納容器スプレイ系統」にて記載する。（4.2.4.14 参照）

4) 原子炉停止後の除熱機能、(低圧注入系としての) 炉心冷却機能⁷

安全注入系統は、原子炉停止後の除熱機能として余熱除去運転時に1次冷却系統への供給ラインを提供する機能及び原子炉冷却材喪失時に炉心冷却機能として低圧注入系統へ燃料取替用水ピットのほう酸水及び再循環水を提供するための流路確保機能を有しなければならない。

5) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能

安全注入系統は、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。

6) 燃料プール水の補給機能

安全注入系統は、使用済燃料ピットへ燃料取替用水ピット水を補給するための流路確保機能を有しなければならない。

⁷ 原子炉停止後の除熱機能及び低圧注入系としての炉心冷却機能に関しては、設計基準文書 系統編「余熱除去系統」にて記載する。(4.2.4.13 参照)

表 2.2.1-1 安全注入系統のうち高圧注入系に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において安全注入系統を考慮している 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	炉心冷却機能	未臨界維持機能	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	原子炉停止後の除熱機能、（低圧注入系としての）炉心冷却機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 ※3	燃料プール水の補給機能
設計 基準 事象	2次冷却系の異常な減圧	添付書類十 2.3.6	—	○	—	—	—	—
	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	※1	—	—	—	—	—
	原子炉冷却材喪失※4	添付書類十 3.2.1	○	※2	—	—	—	—
	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	○	—	—	—	—	—
	原子炉冷却材喪失※4	添付書類十 3.4.4	○	※2	—	—	—	—
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.5.1	○	※2	—	—	—	—

※1：当該事象に対して安全注入系統の動作は安全機能を期待しているものではなく、安全解析上の外乱として、安全注入系統が誤動作することを想定している。

※2：長期的な未臨界性確保のために燃料取替用水ピットのほう酸水に期待している。

※3：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（又は構造物、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。

※4：「3.2.1 原子炉冷却材喪失」及び「3.4.4 原子炉冷却材喪失」の解析結果は、「3.5.2 可燃性ガスの発生」の水素発生量評価にも用いられる。

表 2.2.1-2 安全注入系統のうち蓄圧注入系に係る安全解析事象と安全機能の関係

解析において安全注入系統を考慮している 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	炉心冷却機能	未臨界維持機能	放射性物質の遮へい及び放出低減機能	(原子炉停止後の除熱機能、 低圧注入系としての) 炉心冷却機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 ※2	燃料プール水の補給機能
設計 基準 事象	原子炉冷却材喪失※3	添付書類十 3.2.1	○	※1	—	—	—	—
	原子炉冷却材喪失※3	添付書類十 3.4.4	○	※1	—	—	—	—
	原子炉冷却材喪失	添付書類十 3.5.1	○	※1	—	—	—	—

※1：長期的な未臨界性確保のために蓄圧タンクのほう酸水に期待している。

※2：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(又は構造物、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。

※3：「3.2.1 原子炉冷却材喪失」及び「3.4.4 原子炉冷却材喪失」の解析結果は、「3.5.2 可燃性ガスの発生」の水素発生量評価にも用いられる。

表 2.2.1-3 少なめの高圧注入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）
高圧注入ポンプ 2 台で注入	・原子炉冷却材喪失[大破断]（添付書類十 3.2.1）
高圧注入ポンプ 1 台で注入	・2次冷却系の異常な減圧（添付書類十 2.3.6） ・原子炉冷却材喪失[小破断]（添付書類十 3.2.1） ・主蒸気管破断（添付書類十 3.2.5） ・原子炉冷却材喪失（添付書類十 3.4.4）

表 2.2.1-4 多めの高圧注入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）
高圧注入ポンプ 2 台で注入	・出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動 ^{※1} （添付書類十 2.4.3） ・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 3.5.1）

※1：当該事象に対して安全注入系統の動作は安全機能を期待しているものではなく、安全解析上の外乱として、安全注入系統が誤動作することを想定している。

表 2.2.1-5 蓄圧注入系を使用している安全解析事象と作動基数

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）
蓄圧タンク 4 基で注入	・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）
蓄圧タンク 3 基で注入	・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」（4.1.5.1 参照）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）」（4.1.5.2 参照）を参照すると、安全注入系統は、『炉心冷却機能』、『未臨界維持機能』、『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』を有する MS-1、『原子炉冷却材圧力バウンダリ機能』を有する PS-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（4.1.1.8 参照）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（4.1.1.8 参照）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、蓄圧注入系については各 1 次冷却材回路に 1 系統ずつ設置し、高圧注入系については独立 2 系統で構成される。高圧注入ポンプは、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。

（4.2.1.1 参照）。また、安全注入系統は、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。（4.2.1.2 参照）

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(4.2.4.1, 4.2.4.2, 4.2.4.3, 4.2.4.4, 4.2.4.5, 4.2.4.6, 4.2.4.7, 4.2.4.8)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

安全注入系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.3 参照）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（4.1.5.3, 4.1.5.4, 4.1.5.5 参照）に基づく耐震設計としている。3章に示す安全注入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（工認申請書の各設備の計算書：4.2.6.3.1～4.2.6.3.6 参照）としている。

（4.2.4.1 参照）

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

安全注入系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.4 参照）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、安全注入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。（4.2.4.6 参照）

- i) 安全注入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」（4.1.5.1 参照）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。（4.2.4.6 参照）

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

安全注入系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.5 参照）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

安全注入系統は、設計の妥当性を「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」(4.1.4.3 参照)に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。(4.2.4.4 参照)

- i) 安全注入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」(4.1.5.1 参照)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) これら安全注入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」(4.1.4.4 参照)に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。(4.2.4.8 参照)

- i) 安全注入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」(4.1.5.1 参照)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) これら安全注入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」(4.1.4.2 参照)に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。(4.2.4.7 参照)

- i) 安全注入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」(4.1.5.1 参照)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) 安全注入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

安全注入系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.6 参照）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

安全注入系統は、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（4.1.3.1 参照）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（4.1.3.1 参照）が定める火災防護対策を講じた設計としている。（4.2.4.2 参照）

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

安全注入系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.7 参照）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

安全注入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。（4.2.4.3 参照）

6) 耐環境性

①設置許可基準規則に基づく要求

安全注入系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.8 参照）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。安全施設的环境条件には、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。

安全施設について、これらの環境条件は参照図書（4.2.6.2 参照）にて規定している。

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

安全注入系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.8 参照）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。（4.2.4.5 参照）

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安全注入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。

（4.1.5.6, 4.2.4.5 参照）

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。（4.1.4.5, 4.2.1.2 参照）

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。

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っては、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

安全注入系統は、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」(4.1.2.6, 4.1.2.11 参照) 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. 設備の仕様及び確認事項

2.2.1にて整理した本システムの安全機能の確保に寄与する主な構成設備を列挙し、各構成設備の仕様を整理する。併せて、安全機能が、実機において維持されていることを確認するための、性能確認事項及び確認方法を3.1～3.3に示す。

これらの項目の変更は同システムの安全機能の維持に抵触する可能性があることから、改造工事等を実施する際はこれらの項目が変更されるか否かを確認する必要がある。

3.1. 系統構成設備

安全注入系統を構成する設備に対する安全機能を受けた性能要求が実機において確保されていることを確認するための性能確認事項及び確認方法を表3.1-1に示す。

(4.2.1.2,4.2.2.1,4.2.3.1 参照)

表 3.1-1 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
A、B 高压注入ポンプ	容量：320 m ³ /h 揚程：960 m 出力：1,400kW/個	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 B) 高压注入系の動作遅れ時間 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量 B) 高压注入系の動作遅れ時間	容量： 約320 m ³ /h (1台当 たり) (安全注入時 及び再循環運転時) 揚程： 約960 m (安全注入 時及び再循環運転 時)	参考資料-2 ② に示す。	参考資料-3 に 示す。
A、B 高压注入ポンプ燃 料取替用水ピット側入口 弁	電動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量 4) (低圧注入系としての) 炉心冷却機能	—	—	—
A、B 高压注入ポンプ燃 料取替用水ピット側入口 逆止弁	逆止弁	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量 4) (低圧注入系としての) 炉心冷却機能	—	—	—
A、B 高压注入ポンプ出 口逆止弁	逆止弁	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量	—	—	—

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、「一」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 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
A、B 高压注入ポンプミ ニマムフローライン逆止 弁	逆止弁	MS-1	DB2/—	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量	—	—	—
A、B 高压注入ポンプミ ニマムフローライン第1 止め弁	電動弁	MS-1	DB2/—	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量	—	—	—
A、B 高压注入ポンプミ ニマムフローライン第2 止め弁	電動弁	MS-1	DB2/—	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量	—	—	—
A、B 高压注入ライン格 納容器隔離弁	電動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量	—	—	—
A、B 高压注入ライン格 納容器隔離逆止弁	逆止弁	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量	—	—	—

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。

表 3.1-1 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
A、B 高压注入ポンプ出口 連絡弁	電動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量	—	—	—
A、B 高压注入ポンプ高温 側注入ライン止め弁	電動弁	MS-1	DB2/—	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量	—	—	—
A、B、C、D 低温側高 圧注入ライン絞り弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量	—	—	—
A、B、C、D ループ低 温側高压注入ライン逆止 弁	逆止弁	MS-1 PS-1	DB1/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 2) 未臨界維持機能 A) 高压注入ポンプ流量 5) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	—	—	—
A、B、C、D 高温側高 圧注入ライン絞り弁	流量調整弁 (手動弁)	MS-1	DB2/—	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量	—	—	—
A、B、C、D ループ高 温側高压注入ライン第2 逆止弁	逆止弁	MS-1 PS-1	DB1/—	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高压注入系としての炉心注入機能 A) 高压注入ポンプ流量 5) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	—	—	—

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。

表 3.1-1 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
A、B、C、Dループ高温側 高圧注入ライン第1 逆止弁	逆止弁	MS-1 PS-1	DB1/—	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高圧注入系としての炉心注入機能 A) 高圧注入ポンプ流量 4) (低圧注入系としての) 炉心冷却機能 (3V-SI-082B,Cのみ) 5) 原子炉炉冷却材圧力バウンダリ機能	—	—	—
A、B 高圧注入ポンプ格納容器再循環サンプ側入口格納容器隔離弁	電動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高圧注入系としての炉心注入機能 A) 高圧注入ポンプ流量 4) (低圧注入系としての) 炉心冷却機能	—	—	—
A、B 高圧注入ポンプ格納容器再循環サンプ側入口逆止弁	逆止弁	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高圧注入系としての炉心注入機能 A) 高圧注入ポンプ流量 4) (低圧注入系としての) 炉心冷却機能	—	—	—
A、B 余熱除去ポンプRWSピット及び再循環サンプ側入口弁	電動弁	MS-1	DB2/SA2	S	4) 低圧注入系としての) 炉心冷却機能	—	—	—
A、B 余熱除去ポンプRWSピット及び再循環サンプ側入口逆止弁	逆止弁	MS-1	DB2/SA2	S	4) (低圧注入系としての) 炉心冷却機能	—	—	—
A、B、C、D 蓄圧タンク出口弁	電動弁	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-2) 蓄圧注入系としての炉心注入機能	—	—	—

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。

表 3.1-1 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
A、B、C、D 蓄圧タンク 注入ライン第1 逆止弁	逆止弁	MS-1 PS-1	DB1/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-2) 蓄圧注入系としての炉心注入機能 2) 未臨界維持機能 A) 高圧注入ポンプ流量 4) 原子炉停止後の除熱機能、(低圧注入系としての) 炉心冷却機能 5) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	—	—	—
A、B、C、D 蓄圧タンク	容量：38.2 m ³	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-2) 蓄圧注入系としての炉心注入機能 A) 蓄圧保持圧力 B) 蓄圧保有水量 2) 未臨界維持機能 C) ほう素濃度	容量：約38 m ³ (1基当たり) ほう素濃度： 2,800 ppm以上 加圧ガス圧力： 約4.4 MPa[gage]	参考資料-2② に示す。	ほう酸水量 (有効水量)： 27.0 m ³ 以上 ほう素濃度： 2,800 ppm以上 圧力： 4.04 MPa[gage] 以上
A、B 格納容器再循環サ ンプ	—	MS-1	—	—	1) 炉心冷却機能 1-1) 高圧注入系としての炉心注入機能 A) 高圧注入ポンプ流量 3) 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 4) (低圧注入系としての) 炉心冷却機能	—	—	—

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、「一」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 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
3A, 3B格納容器再循環サ ンプスクリーン	容量：2,540m ³ /h	MS-1	DB2/SA2	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高圧注入系としての炉心注入機能 A) 高圧注入ポンプ流量 3) 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 4) (低圧注入系としての) 炉心冷却機能	容量：約2,540m ³ /h (1個当たり)	参考資料-2 ② に示す。	—
配管・継手 (RCPB内)	—	MS-1 PS-1	DB1/SA2 (一部SAクラ ス対象外)	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高圧注入系としての炉心注入機能 A) 高圧注入ポンプ流量 1-2) 蓄圧注入系としての炉心注入機能 2) 未臨界維持機能 A) 高圧注入ポンプ流量 B) 高圧注入系の動作遅れ時間 4) 原子炉停止後の除熱機能、(低圧注入系 としての) 炉心冷却機能 5) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	—	—	—
配管・継手 (RCPB外で 安全機能に係る範囲)	—	MS-1 MS-2	DB2/SA2 (一部SAクラ ス対象外)	S	1) 炉心冷却機能 1-1) 高圧注入系としての炉心注入機能 A) 高圧注入ポンプ流量 1-2) 蓄圧注入系としての炉心注入機能 2) 未臨界維持機能 3) 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 4) 原子炉停止後の除熱機能、(低圧注入系 としての) 炉心冷却機能 6) 燃料プールの補給機能	—	—	—

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、「一」はいずれのクラス区分にも該当しないことを示す。

3.2. 計測制御設備

表 3.1-1 に記載された機器のうち、本システムに係る安全機能を確保するために必要な手動動作を実現するため、中央制御室あるいは中央制御室外原子炉停止盤（EP 盤）から監視・制御できることが要求される機器を、表 3.2-1 に抽出し、示す。

なお、表 3.2-1 に記載される機器については、その状態及び計測パラメータが中央制御室及び中央制御室外において確認できること、及び中央制御室及び中央制御室外から制御できることが要求されるため、機器の状態及びパラメータの値が中央制御室及び中央制御室外の状態表示灯（機器）、指示計（パラメータ）により表示されること、及び中央制御室及び中央制御室外の操作器から制御（操作）できることを確認する必要がある。

詳細な設備仕様等は「設計基準文書 系統編 計測制御系統」に示す。（4.1.1.13, 4.1.1.29, 4.2.4.9, 4.2.5.2, 4.2.5.3, 4.2.5.4 参照）

また、それらが実機で達成されていることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。

表 3.2-1 安全注入系統の設計要件を確認するために必要な計測制御設備

機器またはパラメータ名称	中央制御室表示	中央制御室からの 制御機能	中央制御室外での 表示	中央制御室外からの 制御機能
A、B 高圧注入ポンプ	○	○	×	×
A、B 高圧注入ポンプ燃料 取替用水ピット側入口弁	○	○	×	×
A、B 高圧注入ポンプミニ マムフローライン第1止め 弁	○	○	×	×
A、B 高圧注入ポンプミニ マムフローライン第2止め 弁	○	○	×	×
A、B 高圧注入ライン格納 容器隔離弁	○	○	×	×
A、B 高圧注入ポンプ出口 連絡弁	○	○	×	×
A、B 高圧注入ポンプ高温 側注入ライン止め弁	○	○	×	×
A、B 高圧注入ポンプ格納 容器再循環サンプ側入口格 納容器隔離弁	○	○	×	×
A、B 余熱除去ポンプRW Sピット及び再循環サンプ 側入口弁	○	○	×	×
A、B、C、D 蓄圧タンク 出口弁	○	○	×	×
格納容器再循環サンプ水位 (狭域)	○	—	×	—
格納容器再循環サンプ水位 (広域)	○	—	×	—
高圧注入流量	○	—	×	—

【凡例】

- ：表示または制御機能があるもの
- ×
- ：監視計器であるため制御機能が存在しないもの

3.3. 電源設備

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が機能するために必要な動力源の供給元（配電盤）を表 3.3-1 に示す。

なお、それら配電盤に給電する給電元電源は、非常用電源系統 DBD で整理することとし、詳細な設備仕様等は「設計基準文書 系統編 非常用電源系統」に示す。(4.1.1.17, 4.1.1.28, 4.2.4.10, 4.2.5.5, 4.2.5.6, 4.2.5.7, 4.2.5.8 参照)。

なお、それらが実機で機能していることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。

表 3.3-1 安全注入系統の設計要件を満足するために必要な電源設備

補 機	電 圧	給電元
A 高圧注入ポンプ	AC 6,600V	A メタクラ
B 高圧注入ポンプ	AC 6,600V	B メタクラ
A 高圧注入ポンプ用補助油ポンプ	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B 高圧注入ポンプ用補助油ポンプ	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A 高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B 高圧注入ポンプ燃料取替用水ピット側入口弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A、B 高圧注入ポンプミニマムフローライン第1 止め弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
A、B 高圧注入ポンプミニマムフローライン第2 止め弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A 高圧注入ライン格納容器隔離弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B 高圧注入ライン格納容器隔離弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A 高圧注入ポンプ出口連絡弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B 高圧注入ポンプ出口連絡弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A 高圧注入ポンプ高温側注入ライン止め弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B 高圧注入ポンプ高温側注入ライン止め弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A 高圧注入ポンプ格納容器再循環サンプ側入口格 納容器隔離弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B 高圧注入ポンプ格納容器再循環サンプ側入口格 納容器隔離弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A 余熱除去ポンプRWSピット及び再循環サンプ 側入口弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B 余熱除去ポンプRWSピット及び再循環サンプ 側入口弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A、B 蓄圧タンク出口弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
C、D 蓄圧タンク出口弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ

4. 参考文献

4.1. 規制要件関連図書

4.1.1. 設置許可基準規則

- 4.1.1.1. 第二条 定義
- 4.1.1.2. 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 4.1.1.3. 第四条 地震による損傷の防止
- 4.1.1.4. 第五条 津波による損傷の防止
- 4.1.1.5. 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 4.1.1.6. 第八条 火災による損傷の防止
- 4.1.1.7. 第九条 溢水による損傷の防止等
- 4.1.1.8. 第十二条 安全施設
- 4.1.1.9. 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
- 4.1.1.10. 第十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
- 4.1.1.11. 第十九条 非常用炉心冷却設備
- 4.1.1.12. 第二十一条 残留熱を除去することができる設備
- 4.1.1.13. 第二十三条 計測制御系統施設
- 4.1.1.14. 第二十四条 安全保護回路
- 4.1.1.15. 第二十五条 反応度制御系統及び原子炉停止系統
- 4.1.1.16. 第三十二条 原子炉格納施設
- 4.1.1.17. 第三十三条 保安電源設備

4.1.2. 技術基準規則

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

4.1.3. 基準

4.1.4. ガイド

- 4.1.4.1. 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
- 4.1.4.2. 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド
- 4.1.4.3. 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド
- 4.1.4.4. 原子力発電所の火山影響評価ガイド
- 4.1.4.5. 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」(昭和52年7月20日)

4.1.5. 指針

- 4.1.5.1. 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
- 4.1.5.2. 安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針 JEAG4612-2010
- 4.1.5.3. 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601 - 1987
- 4.1.5.4. 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補 - 1984
- 4.1.5.5. 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601 - 1991 追補版
- 4.1.5.6. 原子力発電所配管破損防護設計技術指針 JEAG4613-1998

4.2. 設計要件関連図書

4.2.1. 設置許可申請書

4.2.1.1. 本文五号 発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備

4.2.1.2. 添付書類八 変更後における発電用原子炉施設の安全設計に関する説明書

4.2.1.3. 添付書類十 変更後における発電用原子炉施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書

4.2.2. 工事計画認可申請書

4.2.2.1. 本文 要目表

4.2.3. 保安規定

4.2.3.1. 大飯発電所原子炉施設保安規定

4.2.4. 設計基準文書 (DBD)

4.2.4.1. 設計基準文書 一般事項編 耐震

4.2.4.2. 設計基準文書 一般事項編 内部火災防護

4.2.4.3. 設計基準文書 一般事項編 溢水防護

4.2.4.4. 設計基準文書 一般事項編 竜巻防護

4.2.4.5. 設計基準文書 一般事項編 飛散物防護

4.2.4.6. 設計基準文書 一般事項編 津波防護

4.2.4.7. 設計基準文書 一般事項編 外部火災防護

4.2.4.8. 設計基準文書 一般事項編 火山防護

4.2.4.9. 設計基準文書 系統編 計測制御系統

4.2.4.10. 設計基準文書 系統編 非常用電源系統

4.2.4.11. 設計基準文書 系統編 原子炉格納施設

4.2.4.12. 設計基準文書 系統編 燃料貯蔵設備及び取扱施設

4.2.4.13. 設計基準文書 系統編 余熱除去系統

4.2.4.14. 設計基準文書 系統編 格納容器スプレイ系統

4.2.4.15. 設計基準文書 系統編 化学体積制御系統

4.2.5. 系統図及び技術図面

4.2.5.1. 系統図

- 4.2.5.2. 原子炉制御系ループブロック図
- 4.2.5.3. 原子炉保護系ブロック図
- 4.2.5.4. シーケンス図（展開接続図）
- 4.2.5.5. 所内単線結線図
- 4.2.5.6. 原子炉コントロールセンタ単線結線図
- 4.2.5.7. 直流単線結線図
- 4.2.5.8. 電磁弁電源単線結線図

4.2.6. 設備図書

- 4.2.6.1. 安全注入系統に関する設備別記載事項の設定根拠に関する説明書
- 4.2.6.2. 健全性に関する説明書
- 4.2.6.3. 耐震計算書
 - 4.2.6.3.1. 高圧注入ポンプの耐震計算書
 - 4.2.6.3.2. 配管及び弁の耐震計算並びに標準支持間隔の耐震計算について
 - 4.2.6.3.3. 蓄圧タンクの耐震計算書
 - 4.2.6.3.4. 原子炉格納容器の耐震計算書（コンクリート部）
 - 4.2.6.3.5. 格納容器再循環サンプスクリーンの耐震計算書
 - 4.2.6.3.6. 原子炉冷却系統施設の配管の耐震計算書

以上

④ 補助給水系統

目次

1. 概要	添 1 ④-3
1.1. 本書の目的	添 1 ④-3
1.2. 系統の概要	添 1 ④-3
1.3. 章構成と記載事項	添 1 ④-4
2. 設計要件	添 1 ④-6
2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等	添 1 ④-6
2.2. 系統の設計要件	添 1 ④-7
2.2.1. 安全機能に関する設計要件	添 1 ④-7
2.2.2. 信頼性に関する設計要件	添 1 ④-11
3. 設備の仕様及び確認事項	添 1 ④-17
3.1. 系統構成設備	添 1 ④-17
3.2. 計測制御設備	添 1 ④-20
3.3. 電源設備	添 1 ④-22
4. 参照文献	添 1 ④-24
4.1. 規制要件関連図書	添 1 ④-24
4.1.1. 設置許可基準規則	添 1 ④-24
4.1.2. 技術基準規則	添 1 ④-24
4.1.3. 基準	添 1 ④-24
4.1.4. ガイド	添 1 ④-24
4.1.5. 指針	添 1 ④-25
4.2. 設計要件関連図書	添 1 ④-26
4.2.1. 設置許可申請書	添 1 ④-26
4.2.2. 工事計画認可申請書	添 1 ④-26
4.2.3. 保安規定	添 1 ④-26
4.2.4. 設計基準文書(DBD)	添 1 ④-26
4.2.5. 系統図及び技術図面	添 1 ④-26
4.2.6. 設備図書	添 1 ④-27

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、大飯3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、復水ピット、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、復水ピットを水源として、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。（4.2.5.1 参照）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

2章においては、補助給水系統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、補助給水系統を構成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確認方法等を整理する。

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		
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、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 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、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	設備の仕様及び確認事項	2.2.1 の設計要件を具体化する設備仕様と設備の確認事項を記載する。
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を整理する。併せて、2.2.1 で挙げられた設計要件に紐づいて各構成設備に要求される事項と、それが実機で達成されていることを確認するための性能確認事項及び確認方法を記載する。
3.2	計測制御設備	2.2.1 を踏まえ、当該系統の安全機能を達成するために必要な手動動作を実現するため、当該系統の主な構成設備に対する中央制御室あるいは中央制御室外原子炉停止盤（EP 盤）からの監視・制御機能に関する仕様を整理する。なお、それらが実機で達成されていることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。
3.3	電源設備	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が機能するために必要な電源の供給元を整理する。なお、それらが実機で機能していることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。
4	参照文献	1～3 章において参照した文献を記載する。

2. 設計要件

2.1. 準拠すべき設置許可基準規則等

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の拡大の防止
- 第十四条 全交流動力電源喪失対策設備
- 第二十一条 残留熱を除去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、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 残留熱を除去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

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（4.1.5.1 参照）ことに加えて、原子炉施設全体としての安全解析を行う（4.1.5.1 参照）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。（4.2.4.11 参照）

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。

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

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。

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ピットの容量は、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。

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※1

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) 除熱をする機能 原子炉停止後の
分類	事象名	設置（変更）許可申請書における記載箇所	
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）
4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）
3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」(4.1.5.1 参照) 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)」(4.1.5.2 参照) 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「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 (4.1.1.8 参照) 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 (4.1.1.8 参照) 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、4 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。(4.2.1.1 参照)。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。(4.2.1.1 参照)

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(4.2.4.1, 4.2.4.2, 4.2.4.3, 4.2.4.4, 4.2.4.5, 4.2.4.6, 4.2.4.7, 4.2.4.8)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（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.3 参照）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（4.1.5.3,4.1.5.4,4.1.5.5 参照）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（工認申請書の各設備の計算書：4.2.6.3.1～4.2.6.3.5 参照）としている。

（4.2.4.1 参照）

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（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.4 参照）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。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。（4.2.4.6 参照）

- 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」（4.1.5.1 参照）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。（4.2.4.6 参照）

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（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.5 参照）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」(4.1.4.3 参照)に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。(4.2.4.4 参照)

- 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」(4.1.5.1 参照)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。
- 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」(4.1.4.4 参照)に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。(4.2.4.8 参照)

- 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」(4.1.5.1 参照)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」(4.1.4.2 参照)に基づく評価によって、設計の適合性を確認している。(4.2.4.7 参照)

- 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」(4.1.5.1 参照)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

補助給水系統は、設置許可基準規則第二条（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.6 参照）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（4.1.3.1 参照）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（4.1.3.1 参照）が定める火災防護対策を講じた設計としている。（4.2.4.2 参照）

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（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.7 参照）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。（4.2.4.3 参照）

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（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.8 参照）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。

安全施設について、これらの環境条件は参照図書（4.2.6.2 参照）にて規定している。

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（4.1.1.1 参照）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（4.1.1.8 参照）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。（4.2.4.5 参照）

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。

（4.1.5.6,4.2.4.5 参照）

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（4.1.4.5, 4.2.1.2 参照）。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つて、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」（4.1.2.5参照）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. 設備の仕様及び確認事項

2.2.1にて整理した本システムの安全機能の確保に寄与する主な構成設備を列挙し、各構成設備の仕様を整理する。併せて、安全機能が、実機において維持されていることを確認するための、設計確認事項及び確認方法を3.1～3.3に示す。

これらの項目の変更は同システムの安全機能の維持に抵触する可能性があることから、改造工事等を実施する際はこれらの項目が変更されるか否かを確認する必要がある。

3.1. 系統構成設備

補助給水系統を構成する設備に対する安全機能を受けた性能要求が実機において確保されていることを確認するための設計確認事項及び確認方法を表3.1-1に示す。(4.2.1.2,4.2.2.1,4.2.3.1参照)

表3.1-1 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
タ・ビン動補助給水ポンプ	容量：250m ³ /h 揚程：950m	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給 C) 蒸気発生器への補助給水供給開始時間	定格容量 約250m ³ /h 定格揚程 約950m	参考資料-2② に示す。	参考資料-3に 示す。
A、B 電動補助給水ポンプ	容量：140m ³ /h 揚程：950m	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給 C) 蒸気発生器への補助給水供給開始時間	定格容量 約140m ³ /h (1台当たり) 定格揚程 約950m	参考資料-2② に示す。	参考資料-3に 示す。
タ・ビン動補助給水ポンプ 起動弁A、B	電動弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給 C) 蒸気発生器への補助給水供給開始時間 (注3) D-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。	—	—	—
A、B、C、D 電動補助 給水ライン流量調節弁	電動弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給 F) 補助給水の流量調整機能	—	—	—
A、B、C、D タ・ビン動 補助給水ライン流量調節 弁	空気作動弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給 F) 補助給水の流量調整機能	—	—	—
A、B、C、D 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をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水機能 E) 補助給水の隔離機能	—	—	—
A、B 電動補助給水ポンプ 入口ライン復水ピット 側逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給	—	—	—
タ・ビン動補助給水ポンプ 入口ライン復水ピット側 逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給	—	—	—

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、技術基準規則第4条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 各設備に対する安全機能を受けた性能要求と性能確認事項及び確認方法

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A	工認要目表	保安規定
A、B 電動補助給水ポンプ出口逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給	—	—	—
A、B 電動補助給水ポンプミニマムフロ・ライン逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給	—	—	—
タ・ビン動補助給水ポンプミニマムフロ・ライン逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給	—	—	—
A、B、C、D 電動補助給水ライン流量調節弁出口逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給	—	—	—
A、B、C、D タ・ビン動補助給水ライン流量調節弁出口逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給	—	—	—
A、B、C、D 補助給水逆止弁	逆止弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給	—	—	—
復水ピット電動補助給水ポンプ側止め弁	電動弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給	—	—	—
復水ピットタ・ビン動補助給水ポンプ側止め弁	電動弁	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 A) 蒸気発生器への補助給水供給	—	—	—
復水ピット	容量：約1,200m ³	MS-1	—/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 D) 補助給水系統に対する必要最小保有水量	容量 約1,200m ³	参考資料-2② に示す。	有効水量 730m ³ 以上 1,035m ³ 以上
配管・継手 (CVバウンダリ内)	—	MS-1	DB/SA2	S	1) 原子炉停止後の除熱をする機能 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をする機能 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、技術基準規則第2条に定められる材料及び構造、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。

3.2. 計測制御設備

表 3.1-1 に記載された機器のうち、本系統に係る安全機能を確保するために必要な手動動作を実現するため、中央制御室あるいは中央制御室外原子炉停止盤（EP 盤）から監視・制御できることが要求される機器を、表 3.2-1 に示す。

なお、表 3.2-1 に記載される機器については、その状態及び計測パラメータが中央制御室及び中央制御室外において確認できること、及び中央制御室及び中央制御室外から制御できることが要求されるため、機器の状態及びパラメータの値が中央制御室及び中央制御室外の状態表示灯（機器）、指示計（パラメータ）により表示されること、及び中央制御室及び中央制御室外の操作器から制御（操作）できることを確認する必要がある。

詳細な設備仕様等は「設計基準文書 系統編 計測制御系統」に示す。（4.1.1.12, 4.2.4.9, 4.2.5.2, 4.2.5.3, 4.2.5.4 参照）

また、それらが実機で達成されていることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。

表 3.2-1 補助給水系統の設計要件を確認するために必要な計測制御設備

機器またはチャンネル名称	中央制御室表示	中央制御室からの 制御機能	中央制御室外での 表示	中央制御室外からの 制御機能
A、B 電動補助給水ポンプ	○	○	○	○
A、B タービン動補助給水ポンプ非常用油ポンプ	○	○	×	×
タービン動補助給水ポンプ起動弁 A、B	○	○	○	○
A、B、C、D 電動補助給水ライン流量調節弁	○	○	○	○
A、B、C、D タービン動補助給水ライン流量調節弁	○	○	○	○
A、B、C、D 補助給水隔離弁	○	○	×	×
復水ピット水位	○	—	×	—
蒸気発生器補助給水流量	○	—	×	—

【凡例】

- ：表示または制御機能があるもの
- ×：表示または制御機能が無いもの
- ：監視計器であるため制御機能が存在しないもの

3.3. 電源設備

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が機能するために必要な動力源の供給元（配電盤）を表 3.3-1 に示す。

なお、それら配電盤に給電する給電元電源は、非常用電源 DBD で整理することとし、詳細な設備仕様等は「設計基準文書 系統編 非常用電源系統」に示す。（4.1.1.14, 4.2.4.10, 4.2.5.5, 4.2.5.6, 4.2.5.7, 4.2.5.8 参照）。

なお、それらが実機で機能していることを確認するための確認行為は、系統構成設備のそれで包絡されるため、本章では特筆しない。

表 3.3-1 補助給水系統の設計要件を満足するために必要な電源設備

補 機	電 圧	給電元
A 電動補助給水ポンプ	AC 6,600V	A メタクラ
B 電動補助給水ポンプ	AC 6,600V	B メタクラ
A タービン動補助給水ポンプ非常用油ポンプ	DC 125V	A タービン動補助給水ポンプ起 動盤
B タービン動補助給水ポンプ非常用油ポンプ	DC 125V	B タービン動補助給水ポンプ起 動盤
タービン動補助給水ポンプ起動弁 A	DC 125V	A タービン動補助給水ポンプ起 動盤
タービン動補助給水ポンプ起動弁 B	DC 125V	B タービン動補助給水ポンプ起 動盤
A 電動補助給水ライン流量調節弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
B 電動補助給水ライン流量調節弁	AC 440V	A 1 原子炉コントロールセンタ
C 電動補助給水ライン流量調節弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
D 電動補助給水ライン流量調節弁	AC 440V	B 1 原子炉コントロールセンタ
A タービン動補助給水ライン流量調節弁	DC 125V	A 3 ソレノイド分電盤
B タービン動補助給水ライン流量調節弁	DC 125V	A 3 ソレノイド分電盤
C タービン動補助給水ライン流量調節弁	DC 125V	B 3 ソレノイド分電盤
D タービン動補助給水ライン流量調節弁	DC 125V	B 3 ソレノイド分電盤
A 補助給水隔離弁	AC 440V	B 2 原子炉コントロールセンタ
B 補助給水隔離弁	AC 440V	B 2 原子炉コントロールセンタ
C 補助給水隔離弁	AC 440V	A 2 原子炉コントロールセンタ
D 補助給水隔離弁	AC 440V	A 2 原子炉コントロールセンタ

4. 参考文献

4.1. 規制要件関連図書

4.1.1. 設置許可基準規則

- 4.1.1.1. 第二条 定義
- 4.1.1.2. 第三条 設計基準対象施設の地盤
- 4.1.1.3. 第四条 地震による損傷の防止
- 4.1.1.4. 第五条 津波による損傷の防止
- 4.1.1.5. 第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
- 4.1.1.6. 第八条 火災による損傷の防止
- 4.1.1.7. 第九条 溢水による損傷の防止等
- 4.1.1.8. 第十二条 安全施設
- 4.1.1.9. 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
- 4.1.1.10. 第十四条 全交流動力電源喪失対策設備
- 4.1.1.11. 第二十一条 残留熱を除去することができる設備
- 4.1.1.12. 第二十三条 計測制御系統施設
- 4.1.1.13. 第二十四条 安全保護回路
- 4.1.1.14. 第三十三条 保安電源設備

4.1.2. 技術基準規則

- 4.1.2.1. 第二条 定義
- 4.1.2.2. 第十七条 材料及び構造
- 4.1.2.3. 第十八条 使用中の亀裂等による破壊の防止
- 4.1.2.4. 第二十一条 耐圧試験等
- 4.1.2.5. 第四十八条 準用

4.1.3. 基準

- 4.1.3.1. 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

4.1.4. ガイド

- 4.1.4.1. 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
- 4.1.4.2. 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド
- 4.1.4.3. 原子力発電所の竜巻影響評価ガイド
- 4.1.4.4. 原子力発電所の火山影響評価ガイド
- 4.1.4.5. 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」

4.1.5. 指針

- 4.1.5.1. 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
- 4.1.5.2. 安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針 (JEAG4612-2010)
- 4.1.5.3. 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601 - 1987
- 4.1.5.4. 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補 - 1984
- 4.1.5.5. 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601 - 1991 追補版
- 4.1.5.6. 原子力発電所配管破損防護設計技術指針 JEAG4613-1998

4.2. 設計要件関連図書

4.2.1. 設置許可申請書

- 4.2.1.1. 本文五号 発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備
- 4.2.1.2. 添付書類八 変更後における発電用原子炉施設の安全設計に関する説明書
- 4.2.1.3. 添付書類十 変更後における発電用原子炉施設において事故が発生した場合における当該事故に対処するために必要な施設及び体制の整備に関する説明書

4.2.2. 工事計画認可申請書

- 4.2.2.1. 本文 要目表

4.2.3. 保安規定

- 4.2.3.1. 大飯発電所原子炉施設保安規定

4.2.4. 設計基準文書(DBD)

- 4.2.4.1. 設計基準文書 一般事項編 耐震
- 4.2.4.2. 設計基準文書 一般事項編 内部火災防護
- 4.2.4.3. 設計基準文書 一般事項編 溢水防護
- 4.2.4.4. 設計基準文書 一般事項編 竜巻防護
- 4.2.4.5. 設計基準文書 一般事項編 飛散物防護
- 4.2.4.6. 設計基準文書 一般事項編 津波防護
- 4.2.4.7. 設計基準文書 一般事項編 外部火災防護
- 4.2.4.8. 設計基準文書 一般事項編 火山防護
- 4.2.4.9. 設計基準文書 系統編 計測制御系統
- 4.2.4.10. 設計基準文書 系統編 非常用電源系統
- 4.2.4.11. 設計基準文書 系統編 原子炉格納施設

4.2.5. 系統図及び技術図面

- 4.2.5.1. 系統図
- 4.2.5.2. 原子炉制御系ループブロック図
- 4.2.5.3. 原子炉保護系ブロック図
- 4.2.5.4. シーケンス図（展開接続図）

- 4.2.5.5. 所内単線結線図
- 4.2.5.6. 原子炉コントロールセンタ単線結線図
- 4.2.5.7. 直流単線結線図
- 4.2.5.8. 電磁弁電源単線結線図

4.2.6. 設備図書

- 4.2.6.1. 補助給水系統に関する設備別記載事項の設定根拠に関する説明書
- 4.2.6.2. 健全性に関する説明書
- 4.2.6.3. 耐震計算書
 - 4.2.6.3.1. タービン動補助給水ポンプの耐震計算書
 - 4.2.6.3.2. 電動補助給水ポンプの耐震計算書
 - 4.2.6.3.3. 復水ピットの耐震計算書
 - 4.2.6.3.4. 配管及び弁の耐震計算並びに標準支持間隔の耐震計算について
 - 4.2.6.3.5. 原子炉冷却系統施設の配管の耐震計算書

以上