

また、中央制御室換気空調系については、外気取入ダンパの閉止及び閉回路循環運転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。

#### (へ) 絶縁低下

##### I 計装盤の絶縁低下

計装盤のうち、空気を取り込む機構を有する安全保護系計装盤については、屋内に侵入した降下火砕物を取り込むことによる影響を考慮する。

当該機器の設置場所は安全補機開閉器室空調系統にて空調管理されており、本空調系統の外気取入口には平型フィルタを設置し、これに加えて下流側に更に細かな粒子を捕獲が可能な粗フィルタを設置していることから、降下火砕物に対して高い防護性能を有しているが、仮に室内に侵入した場合でも降下火砕物は微量で、粒径は極めて細かな粒子である。

また、安全補機開閉器室空調系については、外気取入ダンパの閉止及び閉回路循環運転を可能とすることで、安全補機開閉器室内への降下火砕物の侵入を防止可能な設計とする。

このため、降下火砕物の付着による絶縁低下によって短絡等を発生させる可能性を極めて小さくすることにより、安全保護系計装盤の安全機能を損なわない設計とする。

##### ロ 間接的影響に対する設計方針

降下火砕物による間接的影響には、広範囲にわたる送電網の損傷による長期(7日間)の外部電源喪失、発電所外における交通の途絶及び発

電所内における交通の途絶に対し、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を損なわないよう、以下の設計とする。

外部電源喪失が発生した場合に対して、ディーゼル発電機により電源供給ができる設計とする。

外部電源喪失に加え発電所外における交通の途絶が発生した場合に対して、外部からの支援なしでディーゼル発電機により7日間の電源供給を継続できるよう燃料油貯蔵タンク及びディーゼル発電機燃料油貯油そうに燃料を貯蔵できる設計とする。

外部電源喪失及び発電所外における交通の途絶に加え発電所内の交通の途絶が発生した場合に対して、タンクローリによる燃料供給に必要な発電所内のアクセスルートの降下火砕物を除去できる設計とする。

発電所外での影響(長期間の外部電源の喪失及び交通の途絶)を考慮し、所内に十分な容量(7日間分)を備えたディーゼル発電機の燃料油の貯蔵設備等を設けることにより、発電所の安全性を損なわない設計とする。

## b. 手順等

(a) 降灰時には、外気取入口に設置している平型フィルタ、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止又は閉回路循環運転により、建屋内への降下火砕物の侵入を防止するよう手順等を整備し、必要時には的確に実施する。

(b) 降灰時又は降灰後における換気空調設備のフィルタの取替・清掃作業、水循環系のストレーナ清掃作業、碍子及びガス絶縁開閉装置の絶縁部の洗浄作業、建屋及び構築物等における降下火砕物の除去作業は、あらかじめ手順等を整備し、必要時には的確に実施する。

- (c) 降灰後における降下火砕物による静的荷重や腐食等の影響について、保守計画に基づき適切に保守管理、点検を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。
- (d) 降下火砕物の除去等の屋外作業時に使用する道具や防護具等の確保において、あらかじめ運用等を整備し、的確に実施する。
- (e) 火山事象に対する運用管理及び保守・点検に係る教育訓練については、定期的に実施する。

## (2) 外部火災防護に関する基本方針

### a. 設計方針

安全施設が外部火災に対して、発電用原子炉施設の安全性を確保するために想定される最も厳しい火災が発生した場合においても必要な安全機能を損なわないよう、防火帯の設置、建屋による防護、障壁による防護、離隔距離の確保及び代替設備の確保等によって、安全機能を損なわない設計とする。

外部火災で想定する火災を第1.3-18表に示す。

また、想定される火災及び爆発の二次的影響(ばい煙等)に対して、安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

### (a) 外部火災防護施設

安全施設に対して外部火災の影響を受けた場合において、原子炉の安全性を確保するため、「重要度分類指針」で規定されているクラス1、2及び3に該当する構築物、系統及び機器を外部火災防護施設とする。外部火災防護施設を第1.3-19表に示す。

クラス1及びクラス2に関しては、安全機能を有する施設を内包する建屋、

屋外施設に対し、必要とされる防火帯を森林との間に設けること等により、外部火災による建屋外壁（天井スラブを含む。）、屋外施設の温度を許容温度以下とすることで安全施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、クラス3の安全機能を有する安全施設については、屋内に設置されている施設は、建屋により防護することとし、屋外施設については、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設計とする。

なお、防火帯の外側にあるクラス3施設としては、モニタリングポストがあり、火災発生時は、代替設備の確保及び化学消防自動車、小型動力ポンプ付水槽車にて消火活動が可能である設計とする。

#### (b) 森林火災

原子力発電所の外部火災影響評価ガイドに基づき、過去10年間の気象条件を調査し、発電所から直線距離で10kmの間に発火点を設定し、森林火災シミュレーション解析コード（以下「FARSITE」という。）を用いて影響評価を実施し、必要な防火帯を設置することにより、外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

#### イ 森林火災の想定

- (イ) 森林火災における各樹種の可燃物量は、鹿児島県から入手した森林簿データ等による現地の植生を用いる。
- (ロ) 気象条件は過去10年間を調査し、森林火災の発生件数を考慮して、最小湿度、最高気温及び最大風速の組合せとする。
- (ハ) 風向は、最大風速記録時の風向と卓越方向を設定する。
- (ニ) 発火点については、発電所から直線距離10kmの間で風向及び人為的行為を考慮し、FARSITEより出力される最大火線強度より防火帯



幅の設定を行い、高い方の反応強度から求められる火炎輻射強度より熱影響評価を行うため、2地点を設定する。

I 発電所の東側には森林が多いことから、最大風速記録時の東風による森林火災について、人為的行為を考え、発電所東側で発電所に最も近い道路沿いの駐車場(発電所敷地から約0.3kmの距離)を「発火点1」<sup>注1</sup>として設定する。

II 風向は卓越方向(北北東)とし、森林火災について、人為的行為を考え、北東の海岸沿いの森林(発電所敷地から約0.4kmの距離)を「発火点2」として設定する。

注1:「発火点1」の妥当性確認のために、発電所から「発火点1」の方向に約1km離れた地点に発火点を設定して、FARSITE解析を実施し、「発火点1」に設定した想定火災より火線強度が低いことを確認している。

(ホ) 日照による草地及び樹木の乾燥に伴い、火線強度が増大することから、これらを考慮して火線強度が最大となる発火時刻を設定する。

#### ロ 評価対象範囲

発電所近傍の発火想定地点を10km以内とし、植生、地形等の評価対象範囲は発火点の距離に余裕をみて南北13km、東西13kmの範囲を対象に評価を行う。

#### ハ 必要データ(FARSITE入力条件)

##### (イ) 地形データ

現地状況をできるだけ模擬するため、発電所周辺の土地の標高、地形等のデータについては、公開情報の中でも高い空間解像度である

10mメッシュの「基盤地図情報 数値標高モデル」(国土地理院データ)を用いる。

(ロ) 土地利用データ

現地状況をできるだけ模擬するため、発電所周辺の建物用地、交通用地等のデータについては、公開情報の中でも高い空間解像度である100mメッシュの「国土数値情報 土地利用細分メッシュ」(国土交通省データ)を用いる。

(ハ) 植生データ

現地状況をできるだけ模擬するため、樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを地方自治体(鹿児島県)より入手する。森林簿の情報をを用いて、土地利用データにおける森林領域を樹種・林齢により更に細分化する。

発電所構内の植生データについては、発電所内の樹木を管理している緑地図を用いる。

また、発電所構内及び発電所周辺の植生データについて、実際の植生を調査し、FARSITE入力データとしての妥当性を確認する。

(ニ) 気象データ

現地にて起こり得る最悪の条件を検討するため、過去10年間のデータのうち、鹿児島県で発生した森林火災の実績より、発生頻度が高い2月から5月の気象条件(最多風向、最大風速、最高気温及び最小湿度)の最も厳しい条件を用いる。

## ニ 延焼速度及び火線強度の算出

ホイヘンスの原理に基づく火炎の拡大モデルを用いて延焼速度(0.03m/s(発火点1))や火線強度(366kW/m(発火点1))を算出する。

## ホ 火炎到達時間による消火活動

延焼速度より、発火点から防火帯までの火炎到達時間<sup>注1</sup>(約5時間(発火点1))を算出し、森林火災が防火帯に到達するまでの間に発電所に常駐している自衛消防隊による屋外消火栓等を用いた消火活動が可能であり、万が一の飛び火等による火炎の延焼を防止することで外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

なお、防火帯の外側にあるクラス3施設としては、モニタリングポストがあり、火災発生時は、代替設備の確保及び化学消防自動車、小型動力ポンプ付水槽車にて消火活動が可能である設計とする。

注1:火炎が防火帯に到達する時間

## へ 防火帯幅の設定

FARSITEから出力される最大火線強度(366kW/m(発火点1))<sup>注1</sup>により算出される防火帯幅16mに対し、約20mの防火帯幅を確保することにより外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

設置する防火帯を参考資料-1に示す。

注1:火線強度は反応強度と延焼速度の関連で算出されるため、延焼速度が速い発火点1が最大となることから発火点1の火線強度を用いて評価する。

## ト 外部火災防護施設の熱影響

FARSITEから出力される反応強度から求める火炎輻射強度(426kW/m<sup>2</sup>(発火点2))<sup>注1,2</sup>を安全側に数字を切り上げた500kW/m<sup>2</sup>に基づき防火帯から最も近い位置(75m)にある外部火災防護施設(2号機燃料取扱建屋)の建屋(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)の表面温度を求め、コンクリート許容温度200℃<sup>注3</sup>以下とすることで外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

注1:FARSITEの保守的な入力データからFARSITEで評価した火炎輻射強度

注2:火炎輻射強度は反応強度と比例することから反応強度が高い発火点2の火炎輻射強度を用いて評価する。

注3:火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度

## チ 危険距離の確保

FARSITEから出力される反応強度から求める火炎輻射強度(426kW/m<sup>2</sup>(発火点2))を安全側に数字を切り上げた500kW/m<sup>2</sup>に基づき算出される危険距離<sup>注1</sup>を求め、この危険距離を上回る約20mの防火帯幅を発電所周囲に確保することで、外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

注1:発電所周囲に設置される防火帯の外縁(火炎側)から発電用原子炉施設の間に必要な離隔距離

リ 海水ポンプへの熱影響

FARSITE から出力される反応強度から求める火炎輻射強度 ( $426\text{kW/m}^2$  (発火点2)) を安全側に数字を切り上げた  $500\text{kW/m}^2$  に基づき海水ポンプの外気吸い込み温度を求め、許容温度  $76^\circ\text{C}$ <sup>注1</sup> 以下とすることで海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

注1: モータ下部軸受許容温度以下となるために必要な外気吸い込み温度

ヌ 燃料取替用水タンクへの熱影響

FARSITE から出力される反応強度から求める火炎輻射強度 ( $426\text{kW/m}^2$  (発火点2)) を安全側に数字を切り上げた  $500\text{kW/m}^2$  に基づきタンクの温度を求め、許容温度  $82^\circ\text{C}$ <sup>注1</sup> 以下とすることで燃料取替用水タンクの安全機能を損なわない設計とする。

注1: 下流側ポンプ(充てん/高圧注入ポンプ)の設計吸い込み温度

ル 復水タンクへの熱影響

FARSITE から出力される反応強度から求める火炎輻射強度 ( $426\text{kW/m}^2$  (発火点2)) を安全側に数字を切り上げた  $500\text{kW/m}^2$  に基づきタンクの温度を求め、許容温度  $40^\circ\text{C}$ <sup>注1</sup> 以下とすることで復水タンクの安全機能を損なわない設計とする。

注1: 補助給水系統の設計温度

ヲ 海水ポンプ、燃料取替用水タンク、復水タンクの危険距離の確保

FARSITE から出力される反応強度から求める火炎輻射強度 ( $426\text{kW/m}^2$  (発火点2)) を安全側に数字を切り上げた  $500\text{kW/m}^2$  に基づき

算出される危険距離を求め、発電所周囲に設置する防火帯の外縁(火炎側)からの離隔距離を危険距離以上確保することにより、安全機能を損なわない設計とする。

(c) 近隣の産業施設の火災・爆発

イ 石油コンビナート施設の影響

原子力発電所の外部火災影響評価ガイドに基づき、発電所敷地外10km以内に存在する石油コンビナート等特別防災区域川内地区(敷地北方約1.2km)を対象に影響評価を実施し、必要となる離隔距離を確保することで外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

(イ) 火災の影響評価

I 石油コンビナート施設の火災想定(危険物の流出火災)

- ・ 気象条件は無風状態とする。
- ・ タンク内及び防油堤内の全面火災を想定し、タンクから石油類が流出しても、防油堤内にとどまるものとする。
- ・ 火災は円筒火災モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。

II 評価対象範囲

評価対象範囲は、石油コンビナート等特別防災区域川内地区のうち、燃料保有量が最も多い川内火力発電所の原油タンク(90,000kℓ)及び重油タンク(30,000kℓ)を対象とする。

III 石油コンビナート施設の火災の影響

想定される石油コンビナート施設の火災において、必要とされる危険

距離<sup>注1</sup>(1,039m)に対し、川内火力発電所の原油／重油タンクから最も近くに位置する2号機ディーゼル発電機建屋までの離隔距離を危険距離<sup>注1</sup>(1,039m)以上確保することにより、外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

#### IV 海水ポンプへの影響

石油コンビナート等特別防災区域川内地区のうち、燃料保有量が最も多い川内火力発電所の原油タンク(90,000kℓ)及び重油タンク(30,000kℓ)から海水ポンプまでの離隔距離を危険距離<sup>注1</sup>(316m)以上確保することにより、海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

#### V 燃料取替用水タンクへの影響

石油コンビナート等特別防災区域川内地区のうち、燃料保有量が最も多い川内火力発電所の原油タンク(90,000kℓ)及び重油タンク(30,000kℓ)から燃料取替用水タンクまでの離隔距離を危険距離<sup>注1</sup>(189m)以上確保することにより、燃料取替用水タンクの安全機能を損なわない設計とする。

#### VI 復水タンクへの影響

石油コンビナート等特別防災区域川内地区のうち、燃料保有量が最も多い川内火力発電所の原油タンク(90,000kℓ)及び重油タンク(30,000kℓ)から復水タンクまでの離隔距離を危険距離<sup>注1</sup>(1,225m)以上確保することにより、復水タンクの安全機能を損なわない設計とする。

ロ ガス爆発の影響評価

(イ) 石油コンビナート施設のガス爆発想定(高圧ガス漏えいによる爆発)

I 気象条件は無風状態とする。

II 高圧ガス漏えい、引火によるガス爆発とする。

(ロ) 評価対象範囲

評価対象範囲は、石油コンビナート等特別防災区域川内地区のうち、ガス保有量が最も多い高圧ガス貯蔵所を対象とする。

(ハ) 石油コンビナート施設の影響

想定される石油コンビナート施設のガス爆発による爆風圧の影響については、必要とされる危険限界距離<sup>注2</sup>(188m)に対し、高圧ガス貯蔵所から最も近くに位置する2号機ディーゼル発電機建屋までの離隔距離を危険限界距離<sup>注2</sup>(188m)以上確保することにより、外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、想定される石油コンビナート施設のガス爆発による飛来物の影響については、容器の破裂による破片の飛散範囲の妥当性が確認された方法により算出される最大飛散範囲(1,941m)に対し、高圧ガス貯蔵所から最も近くに位置する2号機ディーゼル発電機建屋までの離隔距離を1,941m以上確保することにより、外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

注1:石油コンビナート施設と発電用原子炉施設の間に必要な離隔距離

注2:ガス爆発の爆風圧が0.01MPa以下になる距離



## ハ 発電所敷地内に存在する危険物タンクの熱影響

原子力発電所の外部火災影響評価ガイドに基づき、発電所敷地内に存在する危険物タンクを対象に影響評価を実施し、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）の表面温度等を許容温度以下とすることで外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

対象の危険物タンクを第1.3-20表、参考資料-1に示す。

### (イ) 火災の想定

- I 危険物タンクの貯蔵量は、危険物施設として許可された貯蔵容量とする。
- II 離隔距離は、評価上厳しくなるようタンク位置から外部火災防護施設までの直線距離とする。
- III 危険物タンクの破損等による防油堤内の全面火災を想定する。
- IV 気象条件は無風状態とする。
- V 火災は円筒火災モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。

### (ロ) 評価対象範囲

#### I 補助ボイラ燃料タンク

屋外に設置し、燃料保有量、燃焼面積が最も大きいタンク

#### II 大容量空冷式発電機用燃料タンク、油計量タンク

屋外に設置し、最も外部火災防護施設の近くに設置しているタンク

## (ハ) 外部火災防護施設への熱影響

### I 補助ボイラ燃料タンク

補助ボイラ燃料タンクを対象に火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度 ( $575\text{W}/\text{m}^2$ ) で1号機ディーゼル発電機建屋外壁が昇温されるものとして、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)の表面温度を算出し、コンクリート許容温度  $200^\circ\text{C}$ <sup>注1</sup>以下とすることで外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

### II 大容量空冷式発電機用燃料タンク

大容量空冷式発電機用燃料タンクを対象に火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間に発生する、一定の輻射強度 ( $3,680\text{W}/\text{m}^2$ ) に対し、タンクと2号機燃料取扱建屋との間に防護手段として設ける耐火性(断熱性)を有した鋼板及び保温材から構成される障壁により輻射熱を防護<sup>注2</sup>し、2号機燃料取扱建屋のコンクリート表面温度を許容温度  $200^\circ\text{C}$ <sup>注1</sup>以下とすることで外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、障壁を設置しない範囲の2号機燃料取扱建屋については、火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度 ( $713\text{W}/\text{m}^2$ 、 $1,012\text{W}/\text{m}^2$ ) で建屋外壁が昇温されるものとして、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)の表面温度を算出し、コンクリート許容温度  $200^\circ\text{C}$ <sup>注1</sup>以下とすることで外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

## (二) 海水ポンプへの熱影響

海水ポンプから最も近くに設置している油計量タンク(離隔距離136m)を対象に火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度( $217\text{W}/\text{m}^2$ )で昇温されるものとして、海水ポンプの外気吸い込み温度を算出し、許容温度 $76^\circ\text{C}$ <sup>注3</sup>以下とすることで海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

## (ホ) 燃料取替用水タンクへの熱影響

燃料取替用水タンクから最も近くに設置している補助ボイラ燃料タンク(離隔距離78m)を対象に火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度( $897\text{W}/\text{m}^2$ )で昇温されるものとしてタンクの温度を算出し、許容温度 $82^\circ\text{C}$ <sup>注4</sup>以下とすることで燃料取替用水タンクの安全機能を損なわない設計とする。

## (ヘ) 復水タンクへの熱影響

復水タンクから最も近くに設置している補助ボイラ燃料タンク(離隔距離65m)を対象に火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度( $1,242\text{W}/\text{m}^2$ )で昇温されるものとしてタンクの温度を算出し、許容温度 $40^\circ\text{C}$ <sup>注5</sup>以下とすることで復水タンクの安全機能を損なわない設計とする。

注1:火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度

注2:耐火性能試験により耐火能力を確認した障壁について、設置可能空間や施工性を考慮し適切に設置する。

注3:モータ下部軸受許容温度以下となるために必要な外気吸い込

み温度

注4:下流側ポンプ(充てん/高圧注入ポンプ)の設計吸い込み温度

注5:補助給水系統の設計温度

(d) 航空機墜落による火災

原子力発電所の外部火災影響評価ガイドに基づき、航空機墜落による火災について落下カテゴリごとに選定した航空機を対象に影響評価を実施し、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)の表面温度等を許容温度以下とすることで外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

イ 対象航空機の選定方法

航空機落下確率評価については、評価条件の違いからカテゴリに分けて落下確率を求めている。評価に考慮している航空機落下事故については、訓練中の事故等、民間航空機と自衛隊機又は米軍機では、その発生状況が必ずしも同一ではなく、自衛隊機又は米軍機の中でも機種によって飛行形態が同一ではないと考えられる。選定した落下事故のカテゴリと対象航空機を第1.3-21表に示す。

評価対象航空機については、落下事故のカテゴリごとの評価対象航空機のうち、評価条件が最も厳しくなる燃料積載量が最大の機種を選定する。

ロ 航空機墜落による火災の想定

(イ) 航空機は、発電所における航空機墜落評価の対象航空機のうち燃料積載量が最大の機種とする。

(ロ) 航空機は燃料を満載した状態を想定する。

- (ハ) 航空機の墜落は発電所敷地内であって墜落確率が $10^{-7}$ (回/炉・年)以上になる範囲のうち発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる地点で起こることを想定する。
- (ニ) 航空機の墜落によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。
- (ホ) 気象条件は無風状態とする。
- (ヘ) 火災は円筒火災をモデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。

#### ハ 評価対象範囲

評価対象範囲は、発電所敷地内であって発電用原子炉施設を中心に墜落確率が $10^{-7}$ (回/炉・年)以上になる範囲のうち発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる区域とする。

カテゴリごとの対象航空機の離隔距離を第1.3-21表に示す。

#### ニ 外部火災防護施設への熱影響

落下事故のカテゴリごとに選定した航空機を対象に火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で外部火災防護施設の建屋外壁が昇温されるものとして、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)の表面温度を算出し、コンクリート許容温度 $200^{\circ}\text{C}$ <sup>注1</sup>以下とすることで外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

カテゴリごとの対象航空機の輻射強度を第1.3-21表に示す。

#### ホ 海水ポンプへの熱影響

対象航空機のうち輻射強度が最も高い自衛隊機又は米軍機のF-15を対象に火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射

強度で昇温されるものとして海水ポンプの外気吸い込み温度を算出し、許容温度76℃<sup>注2</sup>以下とすることで海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

#### へ 燃料取替用水タンクへの熱影響

対象航空機のうち輻射強度が最も高い自衛隊機又は米軍機のF-15を対象に火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で昇温されるものとしてタンクの温度を算出し、許容温度82℃<sup>注3</sup>以下とすることで燃料取替用水タンクの安全機能を損なわない設計とする。

#### ト 復水タンクへの熱影響

対象航空機のうち輻射強度が最も高い自衛隊機又は米軍機のF-15を対象に火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で昇温されるものとしてタンクの温度を算出し、許容温度40℃<sup>注4</sup>以下とすることで復水タンクの安全機能を損なわない設計とする。

#### チ 航空機墜落に起因する敷地内危険物タンク火災の熱影響

敷地内危険物タンク火災のうち評価結果が最も厳しい大容量空冷式発電機用燃料タンク火災(離隔距離34m、28m、燃料量60kℓ)と航空機墜落による火災のうち評価結果が最も厳しい自衛隊機又は米軍機のF-15(離隔距離35m、燃料量14.87kℓ)について同時に火災が発生した場合を対象に火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で外部火災防護施設の建屋外壁が昇温されるものとして、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)の表面温度を算出し、コンクリート許容温度200℃<sup>注1</sup>以下とすることで外部

火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

注1:火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度

注2:モータ下部軸受許容温度以下となるために必要な外気吸い込み温度

注3:下流側ポンプ(充てん/高圧注入ポンプ)の設計吸い込み温度

注4:補助給水系統の設計温度

(e) 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は、第1.3-22表の分類のとおり評価を行い、必要な場合は対策を実施することで外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

イ 換気空調系統

外気を取り入れている空調系統として、安全補機開閉器室、制御用空気圧縮機室、補助給水ポンプ室、蓄電池室、ディーゼル発電機室、中央制御室、主蒸気配管室、放射線管理室、安全補機室、中間建屋、補助建屋、格納容器及び事故後サンプリングエリアの空調系統がある。

これらの外気取入口には平型フィルタ(主として粒径が $5\mu\text{m}$ より大きい粒子を除去)を設置しているため、ばい煙が外気取入口に到達した場合であっても、一定以上の粒径のばい煙については、平型フィルタにより侵入を防止することで外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

なお、外気取入ダンパが設置されており閉回路循環運転が可能である中央制御室及び安全補機開閉器室の空調系統については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことにより安全機能を損なわない設

計とする。

また、中央制御室換気空調系統及び代替緊急時対策所換気空調系統については、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、酸素濃度及び炭酸ガス濃度の影響評価を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。

#### ロ ディーゼル発電機

ディーゼル発電機機関吸気系統の吸気消音器に付属するフィルタ(粒径 $120\mu\text{m}$ 以上において約90%捕獲)で比較的大粒径のばい煙粒子が捕獲され、粒径数 $\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 程度のばい煙が過給機、空気冷却器に侵入するものの、機器の隙間は、ばい煙粒子に比べて十分大きく閉塞に至ることを防止することでディーゼル発電機の安全機能を損なわない設計とする。

#### ハ 海水ポンプ

海水ポンプモータは電動機本体を全閉構造とし、空気冷却器を電動機の側面に設置して外気を直接電動機内部に取り込まない全閉外扇形の冷却方式であるため、ばい煙が電動機内部に侵入することはない。

また、空気冷却器冷却管の内径は約 $19\text{mm}$ であり、ばい煙の粒径はこれに比べて十分に小さく、閉塞を防止することにより海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

#### ニ 主蒸気逃がし弁、排気筒等

主蒸気逃がし弁は、建屋外部に排気管を有する設備であるが、ばい煙が排気管内に侵入した場合でも、主蒸気逃がし弁の吹出力が十分大きいため、微小なばい煙粒子は吹き出されることにより主蒸気逃がし弁の安全



機能を損なわない設計とする。

また、排気筒及び主蒸気安全弁については、主蒸気逃がし弁と同様に、建屋外部の配管にばい煙が侵入した場合でも、その動作時には侵入したばい煙は吹き出されることにより排気筒及び主蒸気安全弁の安全機能を損なわない設計とする。

#### ホ 安全保護系計装盤

安全保護系計装盤が設置されている部屋は、安全補機開閉器室空調系統にて空調管理されており、本空調系統の外気取入口には平型フィルタ(主として粒径が $5\mu\text{m}$ より大きい粒子を除去)が設置されているが、これに加えて下流側に更に細かな粒子を捕獲可能な粗フィルタ(主として粒径が $5\mu\text{m}$ より小さい粒子を除去)が設置されている。このため、他の空調系統に比べてばい煙に対して高い防護性能を有しており、室内に侵入したばい煙の粒径は極めて細かな粒子である。

したがって、極めて細かな粒子のばい煙が侵入した場合において、ばい煙の付着による短絡等を発生させる可能性は小さいことにより安全保護系計装盤の安全機能を損なわない設計とする。

#### ヘ 制御用空気圧縮機

制御用空気圧縮機が設置されている部屋は、制御用空気圧縮機室換気系統にて空調管理されており、本空調系統の外気取入口には平型フィルタ(主として粒径が $5\mu\text{m}$ より大きい粒子を除去)が設置されていることから一定以上の粒径のばい煙については阻止可能である。

したがって、ばい煙が侵入した場合にも、ばい煙の付着により機器内の損傷を発生させる可能性は小さいことにより制御用空気圧縮機の安全機

能を損なわない設計とする。

(f) 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、中央制御室換気空調系統及び代替緊急時対策所換気空調系統における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、酸素濃度及び炭酸ガス濃度の影響評価を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。

外気を取り入れている空調系統として、安全補機開閉器室、制御用空気圧縮機室、補助給水ポンプ室、蓄電池室、ディーゼル発電機室、中央制御室、主蒸気配管室、放射線管理室、安全補機室、中間建屋、補助建屋、格納容器及び事故後サンプリングエリアの空調系統がある。

外気取入ダンパが設置されており閉回路循環運転が可能である中央制御室及び安全補機開閉器室の空調系統については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことにより安全機能を損なわない設計とする。

上記以外の外気取入ダンパが設置されていない空調系統については、空調ファン等を停止することにより安全機能を損なわない設計とする。

発電所周辺地域の幹線道路としては、発電所から北東方向約4kmのところを東西に通る一般国道3号線がある。

鉄道路線としては、肥薩おれんじ鉄道(八代～川内)があり、発電所の北東方向約4kmに最寄りの草道駅がある。

発電所周辺の船舶としては、定期高速船が川内港から甕島まで運航しているが、発電所から西方向に約2km離れている。小型船舶が発電所近傍で漂流した場合でも取水口前面には防波堤がある。また、燃料輸送船が発電所港湾内に入港する。

発電所周辺の石油コンビナート施設については、発電所の北方向約

1.2kmの位置、薩摩川内市の川内港付近に石油コンビナート等特別防災区域川内地区の施設がある。

これらの幹線道路、鉄道路線、船舶及び石油コンビナート施設は離隔距離を確保することで事故等による火災に伴う発電所への有毒ガスの影響がない設計とする。

#### b. 体制

火災発生時の発電用原子炉施設の保全のための活動を行うため、通報連絡者、運転員及び専属消防隊による初期消火活動要員が常駐するとともに、火災発生時には、所員により編成する自衛消防隊を、所長の判断により設置する。

自衛消防隊の組織体制を、第1.3-16図に示す。

#### c. 手順等

外部火災における手順については、火災発生時の対応、防火帯の維持・管理並びにばい煙及び有毒ガス発生時の対応を適切に実施するための対策を火災防護計画に定める。

- (a) 防火帯の維持・管理においては、あらかじめ手順等を整備し、的確に実施する。
- (b) 初期消火活動においては、あらかじめ手順を整備し、火災発生現場の確認、中央制御室への連絡、消火器、消火栓等を用いた初期消火活動を実施する。
- (c) 外部火災によるばい煙発生時には、外気取入口に設置している平型フィルタ、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止又は閉回路循環運転により、建屋内へのばい煙の侵入を阻止する。

- (d) 外部火災による有毒ガス発生時には、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止又は閉回路循環運転により、建屋内への有毒ガスの侵入を防止する。
- (e) 障壁の防護機能を維持するため、保守計画に基づき適切に保守管理、点検を実施するとともに、必要に応じ補修を行う。
- (f) 外部火災による中央制御室へのばい煙侵入阻止に係る教育を定期的  
に実施する。
- (g) 森林火災から外部火災防護施設を防護するための防火帯の設定に係る火災防護に関する教育を定期的  
に実施する。
- (h) 近隣の産業施設の火災・爆発から外部火災防護施設を防護するために、  
離隔距離を確保することについて火災防護に関する教育を定期的  
に実施する。
- (i) 外部火災発生時の初期消火活動について火災防護に関する教育を定  
期的に実施する。また、消防訓練及び初期消火活動要員による総合的な  
訓練を定期的  
に実施する。

#### 1.3.3.7 他の外部ハザード

「1.3.1.7 一般的設計要件及び技術的許容基準の適用」の「(4) 外部からの衝撃による損傷の防止」を参照。

### 1.3.4 内部ハザードに対する防護

#### 1.3.4.1 内部火災、爆発及び有毒ガス

##### (1) 火災防護に関する基本方針

##### a. 設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針

##### (a) 基本事項

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、火災防護対策を講じる設計とする。火災防護対策を講じる設計を行うに当たり、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築物、系統及び機器を設置する区域を火災区域及び火災区画に設定し、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を設置する区域を火災区域に設定する。設定する火災区域及び火災区画に対して、火災の発生防止、火災の感知及び消火並びに火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。火災防護対策を講じる設計とするための基本事項を、以下の「1.3.4.1(1)a.(a)イ 火災区域及び火災区画の設定」から「1.3.4.1(1)b.(a)ハ 火災防護計画」に示す。

##### イ 火災区域及び火災区画の設定

建屋内、原子炉格納容器及びアニュラスの火災区域は、耐火壁により囲まれ、他の区域と分離されている区域を「1.3.4.1(1)a.(a)ロ 安全機能を有する構築物、系統及び機器」において選定する機器等の配置も考慮し、火災区域として設定する。建屋内のうち、火災の影響軽減の対策が必要な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築物、系統及び機器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、系統及び機器を設置する火災区域は、3時間

以上の耐火能力を有する耐火壁として、3時間耐火に設計上必要なコンクリート壁厚である150mm以上の壁厚を有するコンクリート壁又は火災耐久試験により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）により他の区域と分離する。

屋外の火災区域は、他の区域と分離して火災防護対策を実施するために、「1.3.4.1(1)a.(a)ロ 安全機能を有する構築物、系統及び機器」において選定する機器等を設置する区域を、火災区域として設定する。

また、火災区画は、建屋内及び屋外で設定した火災区域を系統分離等に応じて分割して設定する。

#### ロ 安全機能を有する構築物、系統及び機器

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、以下に示す原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器並びに放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を、「安全機能を有する構築物、系統及び機器」として選定する。

その他の設計基準対象施設は、設備等に応じた火災防護対策を講じる。

#### ハ 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器

発電用原子炉施設において火災が発生した場合に、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持（以下「原子炉の安全停止」という。）するために必要な以下の機能を確保するための構築物、系統及び機器を、

「原子炉の安全停止に必要な機器等」として選定する。

**【原子炉の安全停止に必要な機能】**

- (イ) 反応度制御機能
- (ロ) 1次冷却材系統のインベントリと圧力の制御機能
- (ハ) 崩壊熱除去機能
- (ニ) プロセス監視機能
- (ホ) サポート(電源、補機冷却水、換気空調等)機能

ニ 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器  
発電用原子炉施設において火災が発生した場合に、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な構築物、系統及び機器を、「放射性物質貯蔵等の機器等」として選定する。

ホ 火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル

発電用原子炉施設において火災が発生した場合に、原子炉を安全停止するために必要な機能を確保するための手段(以下「成功パス」という。)を策定し、この成功パスに必要な機器を火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル(以下「火災防護対象機器等」という。)として選定する。

へ 火災防護計画

発電用原子炉施設全体を対象とした火災防護対策を実施するため、火災防護計画を策定する。火災防護計画には、計画を遂行するための体制、責任の所在、責任者の権限、体制の運営管理、必要な要員の確保及び教育訓練、火災発生防止のための活動、火災防護設備の保守点検及び火災情報の共有化等、火災防護を適切に実施するための対策並び

に火災発生時の対応等、火災防護対策を実施するために必要な手順について定めるとともに、発電用原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器並びに重大事故等対処施設については、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火並びに火災の影響軽減の3つの深層防護の概念に基づき、必要な火災防護対策を行うことを定め、可搬型重大事故等対処設備、重大事故等に柔軟に対応するための多様性拡張設備等のその他の発電用原子炉施設については、設備等に応じた火災防護対策を行うことを定める。

外部火災については、安全施設を外部火災から防護するための運用等について定める。

## (b) 火災発生防止

### イ 発電用原子炉施設の火災発生防止

発電用原子炉施設の火災の発生防止については、発火性又は引火性物質に対して火災の発生防止対策を講じるほか、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉に対する対策、発火源への対策、水素に対する換気及び漏えい検知対策、放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策並びに電気系統の過電流による過熱及び焼損の防止対策等を講じた設計とし、具体的な設計を「1.3.4.1(1)a.(b)イ(イ) 発火性又は引火性物質」から「1.3.4.1(1)b.(b)イ(へ) 過電流による過熱防止対策」に示す。

安全機能を有する機器に使用するケーブルも含めた不燃性材料又は難燃性材料の使用についての具体的な設計について「1.3.4.1(1)b.(b)ロ 不燃性材料又は難燃性材料の使用」に、落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止の具体的な設計について「1.3.4.1(1)b.(b)ハ 落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止」に示す。



(イ) 発火性又は引火性物質

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は、以下の火災の発生防止対策を講じる設計とする。

ここでいう発火性又は引火性物質としては、消防法で定められる危険物のうち「潤滑油」及び「燃料油」、高圧ガス保安法で高圧ガスとして定められる水素、窒素、液化炭酸ガス及び空調用冷媒等のうち、可燃性である「水素」を対象とする。

I 漏えいの防止、拡大防止

火災区域に対する漏えいの防止対策、拡大防止対策の設計について以下に示す。

(I) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備は、溶接構造、シール構造の採用により漏えいの防止対策を講じるとともに、オイルパン、ドレンリム又は堰を設置し、漏えいした潤滑油及び燃料油が拡大することを防止する設計とする。

(II) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である水素を内包する設備は、「IV 防爆」に示す漏えいの防止、拡大防止対策を講じる設計とする。

## II 配置上の考慮

火災区域に対する配置については、以下を考慮した設計とする。

### (I) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備の火災により、発電用原子炉施設の安全機能を損なわないよう、潤滑油及び燃料油を内包する設備と発電用原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器は、壁等の設置及び離隔による配置上の考慮を行う設計とする。

### (II) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である水素を内包する設備の火災により、発電用原子炉施設の安全機能を損なわないよう、水素を内包する設備と発電用原子炉施設の安全機能を有する構築物、系統及び機器は、壁等の設置による配置上の考慮を行う設計とする。

## III 換気

火災区域に対する換気については、以下の設計とする。

### (I) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備がある火災区域の建屋等は、火災の発生を防止するために、補助建屋給気ファン及び補助建屋排気ファン等、空調機器による機械換気又は自然換気により換気を行う設計とする。

## (II) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

発火性又は引火性物質である水素を内包する設備である蓄電池、気体廃棄物処理設備、体積制御タンク及びこれに関連する配管、弁並びに「V 貯蔵」に示す混合ガスボンベ及び水素ボンベを設置する火災区域は、火災の発生を防止するために、以下に示す空調機器による機械換気により換気を行う設計とする。

### ・ 蓄電池

蓄電池を設置する火災区域は、非常用電源から給電される蓄電池室給気ファン及び蓄電池室排気ファンによる機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

### ・ 気体廃棄物処理設備

気体廃棄物処理設備を設置する火災区域は、非常用電源から給電される補助建屋給気ファン及び補助建屋排気ファンによる機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

### ・ 体積制御タンク及びこれに関連する配管、弁

体積制御タンク及びこれに関連する配管、弁を設置する火災区域は、非常用電源から給電される補助建屋給気ファン及び補助建屋排気ファンによる機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

- ・ 混合ガスボンベ及び水素ボンベ

「V 貯蔵」に示す混合ガスボンベ及び水素ボンベを設置する火災区域は、補助建屋給気ファン及び補助建屋排気ファン又は放射線管理室給気ファン及び放射線管理室排気ファンによる機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

なお、水素を内包する設備のある火災区域は、水素濃度が燃焼限界濃度以下の雰囲気となるように給気ファン及び排気ファンで換気されるが、給気ファン及び排気ファンは、多重化して設置する設計とするため、単一故障を想定しても換気は可能である。

#### IV 防爆

火災区域に対する防爆については、以下の設計とする。

##### (I) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備は、「I 漏えいの防止、拡大防止」で示したように、溶接構造等、潤滑油及び燃料油の漏えいを防止する設計とするとともに、オイルパン等を設置し、漏えいした潤滑油及び燃料油の拡大を防止する設計とする。

潤滑油及び燃料油が設備の外部へ漏えいしても、これらの引火点は、油内包機器を設置する室内温度よりも十分高く、機器運転時の温度よりも高いため、可燃性蒸気とならないことから、潤滑油及び燃料油が、爆発性の雰囲気を形成するおそれはない。

(II) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である水素を内包する設備は、「III 換気」に示す機械換気により水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計するとともに、以下に示す溶接構造等により、水素の漏えいを防止する設計とする。

- 気体廃棄物処理設備

気体廃棄物処理設備の配管等は、雰囲気への水素の漏えいを考慮した溶接構造とし、弁グランド部から雰囲気への水素漏えいの可能性のある弁は、雰囲気への水素の漏えいを考慮し、ベローズや金属ダイヤフラム等を用いる設計とする。

- 体積制御タンク及びこれに関連する配管、弁

体積制御タンク及びこれに関連する配管、弁は、雰囲気への水素の漏えいを考慮した溶接構造とし、弁グランド部から雰囲気への水素漏えいの可能性のある弁は、雰囲気への水素の漏えいを考慮し、ベローズや金属ダイヤフラム等を用いる設計とする。

- 混合ガスボンベ及び水素ボンベ

「V 貯蔵」に示す混合ガスボンベ及び水素ボンベは、ボンベ使用時に職員がボンベ元弁を開弁し、通常時は元弁を閉弁する運用とする。

以上の設計により、「電気設備に関する技術基準を定める省令」第六十九条及び「工場電気設備防爆指針」で要求される爆発性雰囲気とはならないため、当該火災区域に設置する電気・

計装品を防爆型とする必要はなく、防爆を目的とした電気設備の接地も必要ない。

なお、電気設備の必要な箇所には「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」第十条、第十一条に基づく接地を施す設計とする。

## V 貯蔵

火災区域に設置される貯蔵機器については、以下の設計とする。

貯蔵機器とは、供給設備へ補給するために設置する機器のことであり、発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油の貯蔵機器としては、ディーゼル発電機の燃料油貯油そう及び燃料油貯蔵タンクがある。

これらは、7日間の外部電源喪失に対してディーゼル発電機を連続運転するために必要な量を貯蔵することを考慮した設計とする。

発火性又は引火性物質である水素の貯蔵機器としては、以下に示す混合ガスボンベ及び水素ボンベがあり、これらボンベは、供給単位である容器容量47ℓ及び10ℓのボンベごとに貯蔵する設計とする。

- ・ 水素を含有した化学分析装置の水素計校正用混合ガスボンベ
- ・ 水素を含有した事故後サンプリング設備水素分析装置の水素計校正用混合ガスボンベ
- ・ 試料の濃度測定用水素ボンベ

### (ロ) 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の対策

火災区域に対する可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の対策については、以下の設計とする。

発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

は、「1.3.4.1(1)a.(b)イ(イ)IV 防爆」に示すとおり、可燃性の蒸気を発生するおそれはなく、また、火災区域において有機溶剤を使用する場合は、使用する作業場所の局所排気を行うとともに、建屋の給気ファン及び排気ファンによる機械換気により、滞留を防止する設計とする。

また、火災区域には、「工場電気設備防爆指針」に記載される「可燃性粉じん(石炭のように空気中の酸素と発熱反応を起こし爆発する粉じん)」や「爆発性粉じん(金属粉じんのよう空気中の酸素が少ない雰囲気又は二酸化炭素中でも着火し、浮遊状態では激しい爆発を生じる粉じん)」のような可燃性の微粉を発生する設備を設置しない設計とする。

以上の設計により、火災区域には、可燃性の蒸気又は微粉を高所に排出するための設備を設置する必要はなく、電気・計装品も防爆型とする必要はない。

火災区域には、金属粉や布による研磨機のように静電気が溜まるおそれがある設備を設置しない設計とするため、静電気を除去する装置を設置する必要はない。

#### (ハ) 発火源への対策

発電用原子炉施設には、金属製の本体内に収納する等の対策を行い、設備外部に出た火花が発火源となる設備を設置しない設計とする。

また、発電用原子炉施設には、高温となる設備があるが、高温部分を保温材で覆うことにより、可燃性物質との接触防止や潤滑油等可燃物の加熱防止を行う設計とする。

## (二) 水素対策

火災区域に対する水素対策については、以下の設計とする。

水素を内包する設備を設置する火災区域については、「1.3.4.1(1)a.(b)イ(イ)III 換気」に示すように、機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計するとともに、水素を内包する設備は、溶接構造等、雰囲気への水素の漏えいを防止する設計とする。

体積制御タンクを設置する火災区域は、通常運転中において体積制御タンクの気相部に水素を封入することを考慮して、水素濃度検知器を設置し、水素の燃焼限界濃度である4vol%の1/4以下の濃度にて、警報を発する設計とする。

また、蓄電池を設置する火災区域は、充電時における蓄電池が水素を発生するおそれがあることを考慮して、水素濃度検知器を設置し、水素の燃焼限界濃度である4vol%の1/4以下の濃度にて、中央制御室に警報を発する設計とする。

混合ガスボンベ及び水素ボンベを設置する火災区域については、通常時は元弁を閉弁する運用とし、「1.3.4.1(1)a.(b)イ(イ)III 換気」に示す機械換気により水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計することから、水素濃度検知器は設置しない設計とする。

## (ホ) 放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策

加圧器以外は高圧水の一相流とし、また、加圧器内も運転中は常に1次冷却材と蒸気を平衡状態とすることで、水素や酸素の濃度が高い状態で滞留、蓄積することを防止する設計とする。

蓄電池を設置する火災区域は、空調機器による機械換気により、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。



(へ) 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の過電流による過熱の防止対策は、以下の設計とする。

電気系統は、送電線への落雷等外部からの影響や、地絡、短絡等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。

ロ 不燃性材料又は難燃性材料の使用

安全機能を有する構築物、系統及び機器に対しては、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とし、不燃性材料又は難燃性材料が使用できない場合は以下とする。

- ・ 不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの(以下「代替材料」という。)を使用する設計とする。
- ・ 構築物、系統及び機器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であつて、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器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設計とする。

(イ) 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

安全機能を有する構築物、系統及び機器のうち、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強度確保等を考慮し、ステンレス鋼、低合金鋼、炭素鋼等の金属材料、又はコンクリート等の不燃性材料を

使用する設計とする。

但し、配管のパッキン類は、そ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であるが、金属で覆われた狭隘部に設置し直接火炎に晒されることはないことから不燃性材料又は難燃性材料でない材料を使用する設計とし、また、金属に覆われたポンプ及び弁等の駆動部の潤滑油並びに金属に覆われた機器躯体内部に設置される電気配線は、発火した場合でも、他の安全機能を有する構築物、系統及び機器に延焼しないことから、不燃性材料又は難燃性材料でない材料を使用する設計とする。

(ロ) 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包

安全機能を有する構築物、系統及び機器のうち、屋内の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ものを使用する設計とする。

(ハ) 難燃ケーブルの使用

安全機能を有する機器に使用するケーブルは、実証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。

但し、核計装用ケーブルは、微弱電流・微弱パルスを扱うため、耐ノイズ性を確保するために、絶縁体に誘電率の低い架橋ポリエチレンを使用する設計とする。このケーブルは、自己消火性を確認するUL垂直燃焼試験は満足するが、延焼性を確認するIEEE383垂直トレイ燃焼試験の要求を満足しない。

したがって、核計装用ケーブルは、火災を想定した場合にも延焼が発生しないように、チャンネルごとに専用電線管に収納するとともに、電

線管の両端は、電線管外部からの酸素供給防止を目的とし、難燃性の耐熱シール材を処置する設計とする。

難燃性の耐熱シール材を処置した電線管内は、外気から容易に酸素の供給がない閉塞した状態であるため、核計装用ケーブルに火災が発生してもケーブルの燃焼に必要な酸素が不足し、燃焼の維持ができなくなるので、すぐに自己消火し、ケーブルは延焼しない。このため、チャンネルごとに専用電線管で収納し、難燃性の耐熱シール材により酸素の供給防止を講じた核計装用ケーブルは、IEEE383垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足するケーブルと同等以上の延焼防止性能を有する。

(ニ) 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用

安全機能を有する構築物、系統及び機器のうち、換気空調設備のフィルタは、チャコールフィルタを除き、不燃性材料又はガラス繊維等の「JIS L 1091(繊維製品の燃焼性試験方法)」や「JACA No.11A(空気清浄装置用ろ材燃焼性試験方法指針(公益社団法人 日本空気清浄協会))」を満足する難燃性材料のフィルタを使用する設計とする。

(ホ) 保温材に対する不燃性材料の使用

安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する保温材は不燃性材料として、けい酸カルシウム、ロックウール、セラミックファイバ、金属保温等、平成12年建設省告示第1400号に定められたもの又は建築基準法で不燃材料として定められたものを使用する設計とする。

#### (へ) 建屋内装材に対する不燃性材料の使用

安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する建屋の内装材は不燃性材料として、建築基準法に基づく不燃材料若しくはこれと同等の性能を有することを試験により確認した不燃性材料、又は消防法に基づく防災物品若しくはこれと同等の性能を有することを試験により確認した材料を使用する設計とする。

但し、原子炉格納容器内部コンクリートの表面に塗布するコーティング剤は、不燃材料であるコンクリートに塗布すること、火災により燃焼し難く著しい燃焼をしないこと、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらず他の安全機能を有する構築物、系統及び機器に延焼しないこと、並びに原子炉格納容器内に設置する原子炉の安全停止に必要な機器は不燃性又は難燃性の材料を使用し周辺には可燃物がないことから、難燃性材料であるコーティング剤を使用する設計とする。

#### ハ 落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止

発電用原子炉施設に想定される自然現象は、落雷、地震、津波、火山、森林火災、竜巻、風(台風)、凍結、降水、積雪、生物学的事象、地滑り及び洪水が想定される。

津波、森林火災及び竜巻(風(台風)含む。)は、それぞれの現象に対して、発電用原子炉施設の安全機能を損なわないように、機器をこれらの自然現象から防護することで、火災の発生防止を行う設計とする。

凍結、降水、積雪及び生物学的事象は、火源が発生する自然現象ではなく、火山についても、火山から発電用原子炉施設に到達するまでに火山灰等が冷却されることを考慮すると、火源が発生する自然現象ではない。

地滑り及び洪水は、発電用原子炉施設の地形を考慮すると、発電用原

子炉施設の安全機能を有する機器に影響を与える可能性がないため、火災が発生するおそれはない。

したがって、落雷、地震について、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設計とする。

#### (イ) 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。

送電線については、「1.3.4.1(1)a.(b)イ(へ) 過電流による過熱防止対策」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】

- ・ 原子炉格納施設
- ・ タービン建屋
- ・ 補助ボイラ煙突
- ・ ろ過水貯蔵タンク
- ・ 固体廃棄物貯蔵庫
- ・ 特高開閉所(架空地線)

#### (ロ) 地震による火災の発生防止

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、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とともに、自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止する設計とする。

なお、耐震については「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」に従い設計する。

(c) 火災の感知及び消火

火災の感知及び消火については、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対して、火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行うための火災感知設備及び消火設備を設置する設計とし、具体的な設計を「1.3.4.1(1)a.(c)イ 火災感知設備」から「1.3.4.1(1)a.(c)ニ 消火設備の破損、誤作動又は誤操作による安全機能への影響」に示し、このうち、火災感知設備及び消火設備が、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持され、かつ、安全機能を有する構築物、系統及び機器の耐震クラスに応じて、機能を維持できる設計とすることを「1.3.4.1(1)a.(c)ハ 地震等の自然現象の考慮」に、また、消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても、発電用原子炉を安全に停止させるための機能を損なわない設計とすることを「1.3.4.1(1)a.(c)ニ 消火設備の破損、誤作動又は誤操作による安全機能への影響」に示す。

イ 火災感知設備

火災感知設備は、安全機能を有する構築物、系統及び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設計とする。

火災感知器と受信機を含む火災受信機盤等で構成される火災感知設備は、以下を踏まえた設計とする。

(イ) 火災感知器の環境条件等の考慮

火災感知設備の火災感知器は、火災区域又は火災区画における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や、火災は

炎が生じる前に発煙する等の予想される火災の性質を考慮して火災感知器を設置する設計とする。

(ロ) 固有の信号を発する異なる火災感知器の設置

火災感知設備の火災感知器は、平常時の状況(温度、煙の濃度)を監視し、火災現象(急激な温度や煙の濃度の上昇)を把握することができるアナログ式のもので、かつ、火災を早期に感知できるよう固有の信号を発する異なる種類の煙感知器と熱感知器の組合せを基本として、火災区域又は火災区画に設置する設計とする。

但し、以下に示す火災区域又は火災区画は、上記とは異なる火災感知器を設置する設計とする。

I 冷却材貯蔵タンク室

冷却材貯蔵タンク室は、天井までの高さが8m以上あるため、アナログ式の熱感知器の適用範囲を満足しない。

このため、冷却材貯蔵タンク室には、アナログ式の煙感知器と炎感知器(赤外線)を設置する設計とする。

II 原子炉格納容器

原子炉格納容器は、水素が発生するような事故を考慮して、防爆型の煙感知器と防爆型の熱感知器を設置し、天井までの高さが8m以上ある箇所は、防爆型の煙感知器と防爆型の炎感知器(赤外線)を設置する設計とする。

### III 体積制御タンク室及び蓄電池室

通常運転中において気相部に水素を封入する体積制御タンク室は、防爆型の煙感知器と防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

充電時に水素発生のおそれがある蓄電池室も、防爆型の煙感知器と防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

### IV 海水管トレンチエリア

海水管トレンチは、火災防護対象ケーブルを電線管内に敷設するため、火災防護対象ケーブルの火災を想定した場合は、電線管周囲の温度が上昇するとともに、電線管内部に煙が発生する。

このため、海水管トレンチは、電線管周囲の熱を感知できる光ファイバケーブルを電線管近傍に設置するとともに、電線管を接続するプルボックス内にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。

### V 海水ポンプエリア及び屋外タンクエリア

海水ポンプエリア及び屋外タンクエリアは屋外であるため、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難である。

このため、屋外の降水等も考慮し、密閉性を有する防爆型の熱感知器と防爆型の炎感知器(赤外線)を設置する設計とする。

### VI ディーゼル発電機燃料油貯油そうエリア及び燃料油貯蔵タンクエリア

ディーゼル発電機燃料油貯油そうエリア及び燃料油貯蔵タンクエリアは、タンク内部の燃料が気化することを考慮し、防爆型の熱感知器と防爆型の煙感知器を設置する設計とする。



使用済燃料ピット及び使用済樹脂貯蔵タンク室は、以下に示すとおり火災感知器を設置しない設計とする。

(I) 使用済燃料ピット

使用済燃料ピットの側面と底面は金属に覆われており、ピット内は水で満たされていることから、使用済燃料ピット内では火災は発生しない。

このため、使用済燃料ピット内には火災感知器を設置せず、使用済燃料ピット周囲の火災を感知するために、燃料取扱建屋に火災感知器を設置する設計とする。

(II) 使用済樹脂貯蔵タンク室

使用済樹脂貯蔵タンクは、金属製であること、タンク内に貯蔵する樹脂は水に浸かっており、使用済樹脂貯蔵タンク室は、可燃物を置かず発火源がない設計とすることから、火災が発生するおそれはない。

したがって、使用済樹脂貯蔵タンク室は、火災感知器を設置しない設計とする。

(ハ) 火災受信機盤

火災感知設備の火災受信機盤は、中央制御室に設置し常時監視できる設計とする。

火災受信機盤は、構成されるアナログ式の受信機により、以下の機能を有するよう設計する。

I アナログ式の火災感知器が接続可能であり、作動した火災感知器を

1つずつ特定できる機能

II 機械空調による環境の維持により誤作動が起き難く、かつ、水素の漏えいの可能性が否定できない場所に設置する感知器は、アナログ式でない密閉性を有する防爆型の火災感知器とし、これを1つずつ特定できる機能

III 降水等による誤作動が想定される屋外に設置する感知器は、誤作動を防止するためにアナログ式でない密閉性を有する防爆型の火災感知器とし、これを1つずつ特定できる機能

## (二) 火災感知設備の電源確保

火災区域又は火災区画に設置する火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるように蓄電池を設け、この蓄電池は、ディーゼル発電機から電力が供給開始されるまでの容量を有した設計とする。

また、原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備については、非常用電源からの受電も可能とする。

## ロ 消火設備

消火設備は、以下に示すとおり、安全機能を有する構築物、系統及び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設計とする。

(イ) 原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火設備

原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域又は火災

区画に設置する消火設備は、当該火災区域又は火災区画が、火災発生時の煙の充満及び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であるかを考慮して設計する。

#### I 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画の選定

屋内の原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域又は火災区画は、基本的に、火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となるものとして選定し、このうち、原子炉格納容器内のループ室は、放射線の影響も考慮し消火活動が困難な場所として選定する。

#### II 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画の選定

消火活動が困難とならない屋外の原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域又は火災区画及び屋内の火災区域のうち、消火活動が困難とならない火災区域を以下に示す。

##### (I) ディーゼル発電機燃料油貯油そうエリア及び燃料油貯蔵タンクエリア

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、地下タンクとして屋外に設置し、火災が発生しても煙が大気に放出されることから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

##### (II) 屋外タンクエリア、海水ポンプエリア及び海水管トレンチエリア

屋外タンクエリア、海水ポンプエリア及び海水管トレンチエリアは、

火災が発生しても上部が大気開放であり、煙が大気へ放出されることから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

### (III) 中央制御室

中央制御室は、常駐する運転員によって、高感度煙感知器による早期の火災感知及び消火活動が可能であり、火災発生時に煙が充満する前に消火可能であることから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

## III 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画に設置する消火設備

火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画は、中央制御室からの手動操作による固定式消火設備である全域ハロン消火設備又は自動消火設備である全域ハロン自動消火設備を設置し消火を行う設計とする。

但し、以下の火災区域又は火災区画は、上記と異なる消火設備を設置し消火を行う設計とする。

### (I) ディーゼル発電機室

ディーゼル発電機室は、人が常駐する火災区域ではないため、全域ハロン消火設備等は設置せず、二酸化炭素自動消火設備を設置する設計とする。

### (II) 原子炉格納容器

中央制御室からの手動操作による固定式消火設備又は自動

消火設備を適用する場合は、原子炉格納容器内の自由体積が約8万m<sup>3</sup>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及び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。

#### IV 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画に設置する消火設備

##### (I) ディーゼル発電機燃料油貯油そうエリア及び燃料油貯蔵タンクエリア

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、乾燥砂で覆われ地下に埋設されているため、火災の規模は小さい。また、油火災であることを考慮し、消火器で消火を行う設計とする。

##### (II) 屋外タンクエリア、海水ポンプエリア及び海水管トレンチエリア

屋外タンクエリア、海水ポンプエリア及び海水管トレンチエリアは、全域ハロン消火設備等は設置せず、消火器又は水で消火を行い、海水ポンプは、海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備にて消火を行う設計とする。

### (III) 中央制御室

中央制御室は、全域ハロン消火設備等は設置せず、粉末消火器で消火を行う。また、中央制御盤内の火災については、電気機器への影響がない二酸化炭素消火器で消火を行う。

### (ロ) 放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域に設置する消火設備

放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域に設置する消火設備は、当該火災区域が、火災発生時の煙の充満及び放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域であるかを考慮して設計する。

#### I 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域の選定

放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域は、基本的に、火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となるものとして選定する。

#### II 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域の選定

放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域のうち、以下の火災区域は、消火活動が困難とならない場所として選定する。

#### (I) 液体廃棄物処理設備

液体廃棄物処理設備を設置する火災区域は、火災が発生し液体放射性物質が流出しても可燃物とはならず床ドレンに回収される。また、液体廃棄物処理設備の周りは、火災荷重を低く管理す

るとともに、煙の発生を抑える設計とすることから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

#### (II) 使用済燃料ピット

使用済燃料ピットの側面と底面は金属に覆われており、ピット内は水で満たされ、使用済燃料は火災の影響を受けないことから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

#### (III) 新燃料貯蔵庫

新燃料貯蔵庫は、側面と底面が金属とコンクリートに覆われており可燃物を置かない設計とするため、消火が困難とならないことから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

### III 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域に設置する消火設備

火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となる放射性物質貯蔵等の機器等を設置する火災区域の消火設備は、中央制御室からの手動操作による固定式消火設備である全域ハロン消火設備、水噴霧消火設備、泡消火設備のいずれか、又は自動消火設備である全域ハロン自動消火設備を設置し消火を行う設計とする。

### IV 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域に設置する消火設備

#### (I) 液体廃棄物処理設備

液体廃棄物処理設備を設置する火災区域は、手動操作による

固定式消火設備及び自動消火設備は設置せず、消火器又は水で消火を行う設計とする。

(II) 使用済燃料ピット

使用済燃料ピットは、手動操作による固定式消火設備及び自動消火設備は設置しない設計とする。

(III) 新燃料貯蔵庫

新燃料貯蔵庫は、手動操作による固定式消火設備及び自動消火設備は設置せず、消火器又は水で消火を行う設計とする。

V 使用済樹脂貯蔵タンク室の消火設備

使用済樹脂貯蔵タンク室は、放射線の影響のため消火活動が困難な場所であるが、使用済樹脂貯蔵タンクは、金属製であること、タンク内に貯蔵する樹脂は水に浸かっており、使用済樹脂貯蔵タンク室は、可燃物を置かず発火源がない設計とすることから、火災が発生するおそれはない。

したがって、使用済樹脂貯蔵タンク室は、消火設備を設置しない設計とする。

(ハ) 消火用水供給系の多重性又は多様性の考慮

消火用水供給系の水源は、ろ過水貯蔵タンク(約3,000m<sup>3</sup>)を2基設置し多重性を有する設計とする。

原子炉格納容器スプレイ設備は、格納容器スプレイポンプを2台設置する等、系統の多重性を有する設計とし、水源は、使用可能な場合



に水源とするろ過水貯蔵タンクは2基、ろ過水貯蔵タンクが使用できない場合に水源とする燃料取替用水タンクを1基設置する設計とする。なお、燃料取替用水タンクは、原子炉格納容器スプレイ設備により消火を行う時間が24時間以内であることから、単一故障を想定しない設計とする。

消火用水供給系の消火ポンプは、電動消火ポンプ、ディーゼル消火ポンプを1台ずつ設置し、多様性を有する設計とする。

## (ニ) 系統分離に応じた独立性の考慮

原子炉の安全停止に必要な機器等のうち、火災防護対象機器等の系統分離を行うために設置する全域ハロン自動消火設備及び海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備は、以下に示すとおり、系統分離に応じた独立性を備えた設計とする。

- ・ 静的機器である消火配管は、静的機器は24時間以内の単一故障の想定が不要であり、また、基準地震動で損傷しないよう設計するため、多重化しない。
- ・ 動的機器である選択弁等の単一故障を想定し、選択弁等は多重化する設計とし、動的機器である容器弁の単一故障を想定し、容器弁及びボンベも必要本数以上設置する設計とする。

## (ホ) 火災に対する二次的影響の考慮

二酸化炭素自動消火設備、海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備、全域ハロン消火設備及び全域ハロン自動消火設備は、火災が発生している火災区域又は火災区画からの火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線及び爆発等の二次的影響

は受けず、安全機能を有する構築物、系統及び機器に悪影響を及ぼさないよう、消火対象となる火災区域又は火災区画とは別のエリアにポンベ及び制御盤等を設置する設計とする。

また、これら消火設備のポンベは、火災による熱の影響を受けても破損及び爆発が発生しないよう、ポンベに接続する安全弁等によりポンベの過圧を防止する設計とする。

泡消火設備及び水噴霧消火設備は、火災が発生している火災区域からの火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線及び爆発等の二次的影響を受けず、安全機能を有する構築物、系統及び機器に悪影響を及ぼさないよう、消火対象となる火災区域とは別のエリアに制御盤等を設置する設計とする。

#### (へ) 想定火災の性質に応じた消火剤の容量

消火設備に必要な消火剤の容量について、泡消火設備は、消防法施行規則第十八条、二酸化炭素自動消火設備及び海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備は、消防法施行規則第十九条、全域ハロン消火設備及び全域ハロン自動消火設備は、消防法施行規則第二十条に基づき設計する。

消火剤に水を使用する水消火設備の容量の設計は、「1.3.4.1(1)a.(c)ロ(チ) 消火用水の最大放水量の確保」に示す。

#### (ト) 移動式消火設備の配備

移動式消火設備は、「実用炉規則」第八十三条の五に基づき、消火ホース等の資機材を備え付けている化学消防自動車(1台)及び小型動力ポンプ付水槽車(1台)を配備する設計とする。

(チ) 消火用水の最大放水量の確保

消火用水供給系の水源であるろ過水貯蔵タンクは、最大放水量である主変圧器の消火ノズルから放水するために必要な圧力及び必要な流量を満足する消火ポンプの定格流量(12m<sup>3</sup>/min)で、消火を2時間継続した場合の水量(1,440m<sup>3</sup>)に対して、十分な水量(約6,000m<sup>3</sup>)を確保する設計とする。

水消火設備に必要な消火水の容量について、水噴霧消火設備は、消防法施行規則第十六条(水噴霧消火設備に関する基準)、屋内消火栓は、消防法施行令第十一条(屋内消火栓設備に関する基準)、屋外消火栓は消防法施行令第十九条(屋外消火栓設備に関する基準)に基づき設計する。

(リ) 水消火設備の優先供給

消火用水供給系は、飲料水系や所内用水系等と共用しない系統設計とする。

(ヌ) 消火設備の故障警報

消火ポンプ、二酸化炭素自動消火設備等の消火設備は、電源断等の故障警報を中央制御室に発する設計とする。

(ル) 消火設備の電源確保

ディーゼル消火ポンプは、外部電源喪失時にも起動できるように蓄電池により電源が確保される設計とする。

二酸化炭素自動消火設備、海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設

備、全域ハロン自動消火設備、全域ハロン消火設備、泡消火設備及び水噴霧消火設備は、外部電源喪失時にも設備の作動に必要な電源が蓄電池により確保される設計とする。

(フ) 消火栓の配置

安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火栓は、消防法施行令第十一条(屋内消火栓設備に関する基準)及び第十九条(屋外消火栓設備に関する基準)に準拠し、屋内は消火栓から半径25mの範囲、屋外は消火栓から半径40mの範囲における消火活動を考慮した設計とする。

(ワ) 固定式ガス消火設備の退出警報

固定式ガス消火設備として設置する二酸化炭素自動消火設備、海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備、全域ハロン自動消火設備及び全域ハロン消火設備は、作動前に職員等の退出ができるように警報を発する設計とする。

(カ) 管理区域内からの放出消火剤の流出防止

管理区域内で放出した消火水は、放射性物質を含むおそれがある場合には、管理区域外への流出を防止するため、各フロアが目皿や配管により排水及び回収し、液体廃棄物処理設備で処理する設計とする。

(コ) 消火用の照明器具

建屋内の消火栓、消火設備現場盤の設置場所及び設置場所への経路には、移動及び消火設備の操作を行うため、消防法の消火継続

時間20分に現場への移動等の時間を考慮した、1時間以上の容量の蓄電池を内蔵する照明器具を設置する設計とする。

#### ハ 地震等の自然現象の考慮

火災感知設備及び消火設備は、以下に示す地震等の自然現象を考慮し、機能及び性能が維持される設計とする。

##### (イ) 凍結防止対策

外気温度が0℃まで低下した場合は、屋外の消火設備の凍結を防止するために消火栓及び消火配管のブロー弁を微開する運用とする。

また、屋外に設置する火災感知設備については、外気温度が-10℃まで低下しても使用可能な火災感知器を設置する設計とする。

##### (ロ) 風水害対策

ディーゼル消火ポンプ、電動消火ポンプ、全域ハロン自動消火設備、全域ハロン消火設備及び水噴霧消火設備は、風水害により性能が阻害されないよう、流れ込む水の影響を受けにくい屋内に設置する設計とする。

海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備及び泡消火設備のように、屋外に消火設備の制御盤、ボンベ等を設置する場合にも、風水害により性能が阻害されないよう、制御盤、ボンベ等の浸水防止対策を講じる設計とする。

屋外の火災感知設備は、火災感知器の予備を保有し、風水害の影響を受けた場合にも、早期に取替えを行うことにより性能を復旧する設計とする。

## (ハ) 地震対策

### I 地震対策

火災区域又は火災区画の火災感知設備及び消火設備は、安全機能を有する構築物、系統及び機器の耐震クラスに応じて、機能を維持できる設計とする。

火災区域又は火災区画に設置される油を内包する耐震Bクラス及び耐震Cクラスの機器は、基準地震動により油が漏えいしない設計とする。

### II 地盤変位対策

消火配管は、地震時における地盤変位対策として、建屋接続部には機械式継手ではなく溶接継手を採用し、地盤変位の影響を直接受けまいよう、地上化又はトレンチ内に設置する設計とする。

また、建屋外部から建屋内部の消火栓に給水することが可能な給水接続口を建屋に設置する設計とする。

## ニ 消火設備の破損、誤作動又は誤操作による安全機能への影響

二酸化炭素は不活性であること及びハロンは電気絶縁性が大きく揮発性も高いことから、設備の破損、誤作動又は誤操作により消火剤が放出されても電気及び機械設備に影響を与えないため、火災区域又は火災区画に設置するガス消火設備には、二酸化炭素自動消火設備、全域ハロン消火設備等を選定する設計とする。

ディーゼル発電機は、ディーゼル発電機室に設置する二酸化炭素自動消火設備の破損、誤作動又は誤操作により二酸化炭素の放出による窒息を考慮しても機能が喪失しないよう、外気より給気を取り入れる設計とする。

固体廃棄物貯蔵庫には、消火設備の破損、誤作動又は誤操作により消火剤が放出されても、ドラム缶から放射性廃棄物が放出されない泡消火設備を設置する設計とする。

消火設備の放水等による溢水は、「1.3.4.2(1) 溢水防護に関する基本方針」に基づき、安全機能への影響がないよう設計する。

(d) 火災の影響軽減のための対策

イ 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じた火災の影響軽減のための対策

安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、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、「1.3.4.1(1)a.(d)イ(イ) 火災区域の分離」から「1.3.4.1(1)a.(d)イ(チ) 油タンクに対する火災の影響軽減のための対策」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。

(イ) 火災区域の分離

原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁として、3時間耐火に設計上必要なコンクリート壁厚である150mm以上の壁厚を有するコンクリート壁又は火災耐久試験により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)によって、他の火災区域又は火災区画から分離する設計とする。

なお、火災区域の目皿には、他の火災区域又は火災区画からの煙の流入防止を目的として、煙等流入防止装置を設置する設計とする。

(ロ) 火災防護対象機器等の系統分離

火災が発生しても、原子炉を安全停止するためには、プロセスを監視しながら原子炉を停止し、冷却を行うことが必要であり、このためには、成功パスを、手動操作に期待してでも、少なくとも1つ確保するよう系統分離対策を講じる必要がある。

このため、火災防護対象機器等を設置する火災区域又は火災区画に対して、火災区域内又は火災区画内の火災の影響軽減のための対策や隣接する火災区域又は火災区画における火災の影響を軽減するために、以下の対策を講じる設計とする。

但し、以下の対策と同等の対策を行う中央制御盤及び原子炉格納容器については、「1.3.4.1(1)a.(d)イ(ハ) 中央制御盤に対する火災の影響軽減のための対策」及び「1.3.4.1(1)a.(d)イ(ニ) 原子炉格納容器内に対する火災の影響軽減のための対策」で示す。

I 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等

互いに相違する系列の火災防護対象機器等は、火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認した隔壁等で分離する設計とする。

II 水平距離6m以上、火災感知設備及び自動消火設備

互いに相違する系列の火災防護対象機器等は、仮置きするものを含めて可燃性物質のない水平距離を6m以上確保する設計とする。

火災感知設備は、自動消火設備を作動させるために設置し、自動消火設備の誤作動防止を考慮した感知器の作動により自動消火設備を作動させる設計とする。

自動消火設備は、全域ハロン自動消火設備とする。



### III 1時間耐火隔壁等、火災感知設備及び自動消火設備

互いに相違する系列の火災防護対象機器等について、互いの系列間を分離するために、1時間の耐火能力を有する隔壁等を設置する設計とする。

隔壁等は、火災耐久試験により1時間の耐火性能を有する設計であることを確認する設計とする。

火災感知設備は、自動消火設備を作動させるために設置し、自動消火設備の誤作動防止を考慮した感知器の作動により自動消火設備を作動させる設計とする。

自動消火設備は、全域ハロン自動消火設備又は海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備を設置する設計とする。

#### (ハ) 中央制御盤に対する火災の影響軽減のための対策

中央制御盤は、「1.3.4.1(1)a.(d)イ(ロ) 火災防護対象機器等の系統分離」とは異なる火災の影響軽減のための対策を講じる設計とする。

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、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、自動消火設備は設置しない設計とする。

このため、中央制御盤の火災防護対象機器等は、以下に示すとおり、実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策、高感度煙感知器

の設置による早期の火災感知及び常駐する運転員による早期の消火活動に加え、火災により中央制御盤の1つの区画の安全機能がすべて喪失しても、他の区画の制御盤の運転操作や現場の遮断器等の操作により、原子炉の安全停止が可能であることも確認し、火災の影響軽減のための対策を講じる設計とする。

## I 離隔距離等による系統分離

中央制御盤の火災防護対象機器である操作スイッチ及びケーブルは、火災を発生させて近接する他の構成部品に火災の影響がないことを確認した実証試験の結果に基づき、以下に示す分離対策を講じる設計とする。

- (I) 操作スイッチは、厚さ2mmの鋼板製筐体で覆い、更に、上下方向47mm、左右方向25mmの離隔距離を確保する。
- (II) 盤内配線は、相違する系列の端子台間5mm以上、相違する系列のテフロン電線間5mm以上の離隔距離を確保する。
- (III) 相違する系列間を分離するための配線用バリアとしては、金属バリアによる離隔又は離隔距離25mmを確保した盤内配線ダクトとする。
- (IV) ケーブルは、当該ケーブルに火災が発生しても延焼せず、また、周囲へ火災の影響を与えない金属外装ケーブル、テフロン電線及び難燃ケーブルを使用する。

## II 高感度煙感知器の設置による早期の火災感知

- (I) 中央制御室内に煙及び熱感知器を設置する設計とする。
- (II) 中央制御盤内には、火災の早期感知を目的として、高感度煙

感知器を設置する設計とする。

### III 常駐する運転員による早期の消火活動

- (I) 自動消火設備は設置しないが、中央制御盤に火災が発生しても、高感度煙感知器により、常駐する運転員が早期に消火活動を行うことにより、相違する系列の火災防護対象機器への火災の影響を防止できる設計とする。
- (II) 常駐する運転員が早期消火を図るために消火活動の手順を定めて、訓練を実施する。
- (III) 消火設備は、電気機器へ悪影響を与えない二酸化炭素消火器を使用する。
- (IV) 火災の発生箇所の特が困難な場合も想定し、サーモグラフィカメラ等、火災の発生箇所を特定できる装置を配備する。

### IV 原子炉の安全停止

火災により中央制御盤の1つの区画の安全機能がすべて喪失しても、他の区画の制御盤の運転操作や現場の遮断器等の操作により、原子炉の安全停止が可能な設計とする。

#### (二) 原子炉格納容器内に対する火災の影響軽減のための対策

原子炉格納容器内は、「1.3.4.1(1)a.(d)イ(ロ) 火災防護対象機器等の系統分離」とは異なる火災の影響軽減のための対策を講じる設計とする。

原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、ケーブルトレイが格納容器内で密集して設置されているため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 の要因となり格納容器再循環サンプの閉塞対策に影響を及ぼすため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が困難である。

また、自動消火設備を適用する場合は、原子炉格納容器内の自由体積が約8万m<sup>3</sup>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及び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は、以下に示すとおり、ケーブルトレイに対する鉄製蓋の設置、防爆型火災感知設備の設置並びに消火要員による早期の消火活動及び中央制御室から手動操作可能な原子炉格納容器スプレイ設備による消火活動に加え、原子炉格納容器内の安全機能の全喪失を仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止が可能であることも確認し、火災の影響軽減のための対策を講じる設計とする。

#### I ケーブルトレイに対する鉄製蓋の設置

原子炉格納容器内に火災が発生した場合に、火災防護対象ケーブルに関連する火災防護対象機器の機能維持の信頼性を向上するため

に、以下に示すケーブルトレイに対して、延焼や火炎からの影響を防止できる鉄製の蓋を設置し、鉄製の蓋には、消火水がケーブルトレイへ浸入するための開口を設置する設計とする。

原子炉格納容器内の以下の設備については、上記の鉄製の蓋と同様に、火災防護対象ケーブルが敷設されるケーブルトレイに対する延焼や火炎からの影響を防止できる。

- ・ 電気盤の筐体
- ・ 油内包機器である格納容器再循環ファンのケーシング
- ・ 1次冷却材ポンプ電動機油回収タンクのタンク本体

油内包機器である格納容器冷却材ドレンポンプは、火災防護対象ケーブルを敷設するケーブルトレイや電線管から6mの範囲内に存在せず、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質は存在しないため、火災防護対象ケーブルが敷設されるケーブルトレイに対する延焼や火炎からの影響を防止できる。

(I) 同じ機能を有する火災防護対象ケーブルが敷設されるケーブルトレイ同士が6mの離隔を有する場合は、いずれか一方の系列の火災防護対象ケーブルが敷設されるケーブルトレイの周囲6m範囲に位置するケーブルトレイに対して、鉄製蓋を設置する設計とする。

(II) 同じ機能を有する火災防護対象ケーブルが敷設されるケーブルトレイ同士が6mの離隔を有しない場合は、同じ機能を有する火災防護対象ケーブルが敷設される両方のケーブルトレイ及びいずれか一方の系列の火災防護対象ケーブルが敷設されるケーブルトレイの周囲6m範囲に位置するケーブルトレイに対して、鉄製蓋を設置する設計とする。

(III) 同じ機能を有する火災防護対象ケーブルが敷設される電線管同士が6mの離隔を有する場合は、いずれか一方の系列の火災防護対象ケーブルが敷設される電線管の周囲6m範囲に位置するケーブルトレイに対して、鉄製蓋を設置する設計とする。

(IV) 同じ機能を有する火災防護対象ケーブルが敷設される電線管同士が6mの離隔を有しない場合は、上記(III)と同じ対策を実施する設計とする。

## II 火災感知設備

防爆型の煙感知器及び防爆型の熱感知器を設置し、天井までの高さが8m以上ある箇所は、防爆型の煙感知器と防爆型の炎感知器(赤外線)を設置する設計とする。

## III 消火要員又は原子炉格納容器スプレイ設備による消火

(I) 自動消火設備は設置しないが、消火要員が原子炉格納容器内へ進入可能な場合は、あらかじめ手順を定め、訓練を実施している消火要員により、消火器又は水を用いて早期に消火を行う設計とする。

(II) 消火要員が原子炉格納容器内へ進入困難な場合は、中央制御室で手動操作可能な原子炉格納容器スプレイ設備を用いた消火活動を実施する設計とする。なお、1次冷却材ポンプの上部は開口となっているため、1次冷却材ポンプに火災が発生した場合にも、原子炉格納容器スプレイ設備による消火は可能である。

#### IV 原子炉の安全停止

以下に示す設計により、原子炉格納容器内の安全機能の全喪失を仮定しても、運転員の操作により原子炉の安全停止は可能である。

- 原子炉の高温停止

火災発生時にも原子炉の高温停止が可能となるよう、火災の影響を受けても、制御棒は炉心に全挿入する設計とする。

- 原子炉の高温停止の維持

火災発生時にも原子炉の高温停止の維持が可能となるよう、火災の影響を受けない原子炉格納容器外に補助給水設備と主蒸気系統設備を設置し、これらを用いた蒸気発生器による除熱を可能とする設計とする。

- 原子炉の低温停止への移行

火災鎮火後、原子炉格納容器内の電動弁を手動操作し余熱除去設備を使用することで、低温停止への移行を可能とする設計とする。

(ホ) 放射性物質貯蔵等の機器等に対する火災の影響軽減のための対策

放射性物質の貯蔵、かつ、閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁として、3時間耐火に設計上必要なコンクリート壁厚である150mm以上の壁厚を有するコンクリート壁又は火災耐久試験により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)により、他の火災区域と分離する設計とする。

(へ) 換気設備に対する火災の影響軽減のための対策

安全機能を有する構築物、系統及び機器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、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。

換気設備のフィルタは、「1.3.4.1(1)a.(b)ロ(ニ) 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用」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。

(ト) 煙に対する火災の影響軽減のための対策

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を配備する設計とする。なお、排煙設備は、中央制御室専用であるため、放射性物質の環境への放出を考慮する必要はない。

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を行う設計とする。

なお、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、煙が大気に放出されることから、排煙設備を設置しない設計とする。

(チ) 油タンクに対する火災の影響軽減のための対策

火災区域又は火災区画に設置される油タンクは、換気空調設備による排気又はベント管により、屋外へ排気する設計とする。



## ロ 火災影響評価

火災の影響軽減のための対策を前提とし、設備等の設置状況を踏まえた可燃性物質の量等を基に、発電用原子炉施設内の火災によっても、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、火災による影響を考慮しても、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、原子炉を安全停止できることを、「1.3.4.1(1)a.(d)ロ(イ) 火災伝ば評価」から「1.3.4.1(1)a.(d)ロ(ハ) 隣接火災区域(区画)に火災の影響を与える火災区域(区画)に対する火災影響評価」に示す火災影響評価により確認する。

但し、中央制御盤及び原子炉格納容器に対しては、「1.3.4.1(1)a.(d)イ 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じた火災の影響軽減のための対策」で示すとおり、火災が発生しても、原子炉の安全停止は可能である。

また、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運転時の異常な過渡変化と設計基準事故が発生する可能性があるため、「安全評価指針」に基づき、運転時の異常な過渡変化と設計基準事故に対処するための機器に単一故障を想定しても、以下の状況を考慮すると、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。

- ・ 制御盤は、離隔距離により延焼しない
- ・ 中央制御盤内の延焼時間内に対応操作が可能である

なお、「1.3.4.1(1)a.(d)ロ 火災影響評価」では、火災区域又は火災区画を、「火災区域(区画)」と記載する。

(イ) 火災伝ば評価

当該火災区域(区画)の火災発生時に、隣接火災区域(区画)に火災の影響を与える場合は、隣接火災区域(区画)も含んだ火災影響評価を行う必要があるため、当該火災区域(区画)の火災影響評価に先立ち、当該火災区域(区画)に火災を想定した場合の隣接火災区域(区画)への火災の影響の有無を確認する火災伝ば評価を実施する。

(ロ) 隣接火災区域(区画)に火災の影響を与えない火災区域(区画)に対する火災影響評価

火災伝ば評価により隣接火災区域(区画)に火災の影響を与えず、かつ、耐震Bクラス及び耐震Cクラス機器の火災も含めた当該火災区域(区画)内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、「1.3.4.1(1)a.(d)イ 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じた火災の影響軽減のための対策」に基づく火災の影響軽減のための対策の実施により、原子炉の安全停止に必要な成功パスが少なくとも1つ確保され、原子炉の安全停止が可能であることを確認する。

(ハ) 隣接火災区域(区画)に火災の影響を与える火災区域(区画)に対する火災影響評価

火災伝ば評価により隣接火災区域(区画)に火災の影響を与える火災区域(区画)は、当該火災区域(区画)と隣接火災区域(区画)の2区域(区画)内の火災防護対象機器等の有無の組合せに応じて、耐震Bクラス及びCクラス機器の火災も含めた火災区域(区画)内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、「1.3.4.1(1)a.(d)イ 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じた火災の影響軽減のた

めの対策」に基づく火災の影響軽減のための対策の実施により、原子炉の安全停止に必要な成功パスが少なくとも1つ確保され、原子炉の安全停止が可能であることを確認する。

(e) その他

以下に示す火災区域又は火災区画は、それぞれの特徴を考慮した火災防護対策を実施する設計とする。

イ 配線処理室

配線処理室は、全域ハロン自動消火設備により消火する設計としているが、消火活動のため2箇所の入口を設置する設計とするとともに、配線処理室内においても消火要員による消火活動が可能である設計とする。

また、配線処理室の火災の影響軽減のための対策は、中央制御室から配線処理室までのケーブルの分離状況を考慮した設計とする。

ロ 電気室

安全補機開閉器室は、電源供給のみに使用する設計とする。

ハ 蓄電池室

蓄電池室は、以下のとおり設計する。

(イ) 蓄電池室には、蓄電池のみを設置し、直流開閉装置やインバータは設置しない設計とする。

(ロ) 蓄電池室の換気設備は、蓄電池室内の水素濃度を2vol%以下に維持するため、社団法人電池工業会「蓄電池室に関する設計指針」(SBA G 0603)に基づき、水素ガスの排気に必要な換気量以上となる

よう設計する。

- (ハ) 蓄電池室の換気設備が停止した場合には、中央制御室に警報を  
発するよう設計する。

## ニ ポンプ室

ポンプ室は、自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備等を  
設置する設計とするが、固定式消火設備等の消火設備によらない消火活  
動も考慮し、煙を排気できる可搬型の排風機を設置できる設計とする。

## ホ 中央制御室

中央制御室を含む火災区域の換気空調設備には、防火ダンパを設置  
する設計とする。また、中央制御室の床面には、防炎性を有するカーペット  
を使用する設計とする。

## ヘ 使用済燃料貯蔵設備及び新燃料貯蔵設備

使用済燃料貯蔵設備は、消火水が流入しても未臨界となるように使用  
済燃料を配置する設計とする。

新燃料貯蔵設備は、消火水が噴霧されても臨界とならないよう、新燃料  
を保管するラックを一定のラック間隔を有する設計とする。

## ト 放射性廃棄物処理設備及び放射性廃棄物貯蔵設備

- (イ) 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よう設計する。

- (ロ) 放射性物質を含んだ使用済イオン交換樹脂、チャコールフィルタ及  
びHEPAフィルタは、固体廃棄物として処理を行うまでの間、金属製の

容器や不燃シートに包んで保管する設計とする。

- (ハ) 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、崩壊熱による火災の発生を考慮する放射性物質を貯蔵しない設計とする。

## b. 重大事故等対処施設の火災防護に関する基本方針

### (a) 基本事項

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、火災防護対策を講じる設計とする。火災防護対策を講じる設計を行うに当たり、重大事故等対処施設を設置する区域を、火災区域及び火災区画に設定する。設定する火災区域及び火災区画に対して、火災の発生防止、火災の感知及び消火のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じる設計とする。火災防護対策を講じる設計とするための基本事項を、以下の「1.3.4.1(1)b.(a)イ 火災区域及び火災区画の設定」から「1.3.4.1(1)b.(a)ハ 火災防護計画」に示す。

#### イ 火災区域及び火災区画の設定

原子炉補助建屋、中間建屋、制御建屋、燃料取扱建屋、代替緊急時対策所（以下「建屋内」という。）、原子炉格納容器及びアニュラスと屋外の重大事故等対処施設を設置するエリアについて、火災区域及び火災区画を設定する。

火災区域及び火災区画の設定に当たっては、重大事故等対処施設と設計基準事故対処設備の配置も考慮して、火災区域及び火災区画を設定する。

建屋内、原子炉格納容器及びアニュラスの火災区域は、耐火壁により

囲まれ、他の区域と分離されている区域を重大事故等対処施設と設計基準事故対処設備の配置も考慮し、火災区域として設定する。建屋内のうち、「1.3.4.1(1)a.(a)イ 火災区域及び火災区画の設定」において、火災の影響軽減の対策として設定する火災区域は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁として、3時間耐火に設計上必要なコンクリート壁厚である150mm以上の壁厚を有するコンクリート壁又は火災耐久試験により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）により他の区域と分離する。

原子炉格納容器、アニュラス、原子炉補助建屋、中間建屋、制御建屋及び燃料取扱建屋の火災区域は、「1.3.4.1(1)a.(a)イ 火災区域及び火災区画の設定」に基づき設定した火災区域を適用する。

屋外については、他の区域と分離して火災防護対策を実施するために、重大事故等対処施設を設置する区域を、重大事故等対処施設と設計基準事故対処設備の配置も考慮して火災区域として設定する。

屋外の火災区域の設定に当たっては、火災区域外への延焼防止を考慮して火災区域内の境界付近に可燃物を置かない管理を実施するとともに、敷地内植生からの離隔等を講じる範囲を火災区域として設定する。また、火災区域の境界付近においても可燃物を置かない管理を実施するとともに、周辺施設及び植生との離隔、周辺の植生区域の除草等の管理を実施する。

海水ポンプ、屋外タンク、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を設置する火災区域は、「1.3.4.1(1)a.(a)イ 火災区域及び火災区画の設定」に基づき設定した火災区域を適用する。

また、火災区画は、建屋内及び屋外で設定した火災区域を重大事故等対処施設と設計基準事故対処設備の配置も考慮し、分割して設定する。

ロ 火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル

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しているケーブルを火災防護対象とする。

ハ 火災防護計画

発電用原子炉施設全体を対象とした火災防護対策を実施するため、火災防護計画を策定する。火災防護計画には、計画を遂行するための体制、責任の所在、責任者の権限、体制の運営管理、必要な要員の確保及び教育訓練、火災発生防止のための活動、火災防護設備の保守点検及び火災情報の共有化等、火災防護を適切に実施するための対策並びに火災発生時の対応等、火災防護対策を実施するために必要な手順等について定めるとともに、重大事故等対処施設については、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火の深層防護の概念に基づき、必要な火災防護対策を行うことについて定める。

外部火災については、重大事故等対処施設を外部火災から防護するための運用等について定める。

(b) 火災発生防止

イ 重大事故等対処施設の火災発生防止

重大事故等対処施設の火災発生防止については、発火性又は引火性物質に対して火災の発生防止を講じるほか、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉に対する対策、発火源への対策、水素に対する換気及び漏えい検知対策、放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策並びに電気系統の過電流による過熱及び焼損の防止対策等を講じた設計とし、具

体的な設計を「1.3.4.1(1)b.(b)イ(イ) 発火性又は引火性物質」から「1.3.4.1(1)b.(b)イ(へ) 過電流による過熱防止対策」に示す。

重大事故等対処施設に使用するケーブルも含めた不燃性材料又は難燃性材料の使用についての具体的な設計について「1.3.4.1(1)b.(b)ロ 不燃性材料又は難燃性材料の使用」に、落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止の具体的な設計について「1.3.4.1(1)b.(b)ハ 落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止」に示す。

#### (イ) 発火性又は引火性物質

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は、以下の火災の発生防止対策を講じる設計とする。

ここでいう発火性又は引火性物質としては、消防法で定められる危険物のうち「潤滑油」及び「燃料油」、高圧ガス保安法で高圧ガスとして定められる水素、窒素、液化炭酸ガス及び空調用冷媒等のうち、可燃性である「水素」を対象とする。

### I 漏えいの防止、拡大防止

火災区域に対する漏えいの防止対策、拡大防止対策の設計について以下に示す。

#### (I) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備は、溶接構造、シール構造の採用により漏えいの防止対策を講じるとともに、オイルパン、ドレンリム又は堰を設置し、漏えいした潤滑油及び燃料油が拡大することを防止



する設計とする。

(II) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である水素を内包する設備は、「IV 防爆」に示す漏えいの防止、拡大防止対策を講じる設計とする。

II 配置上の考慮

火災区域に対する配置については、以下を考慮した設計とする。

(I) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備の火災により、重大事故等に対処する機能を損なわないよう、潤滑油及び燃料油を内包する設備と重大事故等対処施設は、壁等の設置及び離隔による配置上の考慮を行う設計とする。

また、大容量空冷式発電機用燃料タンクは、大容量空冷式発電機用燃料タンク間の熱影響を考慮して配置する。

(II) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である水素を内包する設備の火災により、重大事故等に対処する機能を損なわないよう、水素を内包する設備と重大事故等対処施設は、壁等の設置による配置上の考慮を行う設計とする。

### III 換気

火災区域に対する換気については、以下の設計とする。

(I) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備がある火災区域の建屋等は、火災の発生を防止するために、補助建屋給気ファン及び補助建屋排気ファン等、空調機器による機械換気又は自然換気により換気を行う設計とする。

(II) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

発火性又は引火性物質である水素を内包する設備である蓄電池及び「V 貯蔵」に示す混合ガスボンベを設置する火災区域は、火災の発生を防止するために、以下に示す空調機器による機械換気により換気を行う設計とする。

- ・ 蓄電池(安全防護系用)

蓄電池(安全防護系用)を設置する火災区域は、代替電源からも給電できる非常用母線に接続される蓄電池室給気ファン及び蓄電池室排気ファンによる機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

- ・ 蓄電池(重大事故等対処用)

蓄電池(重大事故等対処用)を設置する火災区域は、中間建屋給気ファン及び中間建屋排気ファンによる機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

重大事故等対処時等、中間建屋給気ファン及び中間建屋排気ファンによる機械換気ができない場合には、中間建屋給気ラインの手動ダンパ開放により給気を確保した上で、代替電源からも給電できる非常用母線に接続される蓄電池室排気ファン(重大事故等対処用)による機械換気を行う設計とする。

- ・ 混合ガスボンベ

「V 貯蔵」に示す混合ガスボンベを設置する火災区域は、補助建屋給気ファン及び補助建屋排気ファンによる機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

なお、水素を内包する設備のある火災区域は、水素濃度が燃焼限界濃度以下の雰囲気となるように給気ファン及び排気ファンで換気されるが、給気ファン及び排気ファンは、多重化して設置する設計とするため、単一故障を想定しても換気は可能である。

但し、蓄電池(重大事故等対処用)は、通常時には負荷への給電がなく浮動充電状態で待機している。重大事故等対処時は放電状態であるため、水素が発生することはほとんどなく、放電後は、排気ファンによる換気を行い、回復充電を実施する。

#### IV 防爆

火災区域に対する防爆については、以下の設計とする。

(I) 発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油を内包する設備は、「I 漏えいの防止、拡大防止」で示したように、溶接構造等、潤滑油及び燃料油の漏えいを防止す

る設計とするとともに、オイルパン等を設置し、漏えいした潤滑油及び燃料油の拡大を防止する設計とする。

潤滑油及び燃料油が設備の外部へ漏えいしても、これらの引火点は、油内包機器を設置する室内温度よりも十分高く、機器運転時の温度よりも高いため、可燃性蒸気とならないことから、潤滑油及び燃料油が、爆発性の雰囲気を形成するおそれはない。

## (II) 発火性又は引火性物質である水素を内包する設備

火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である水素を内包する設備は、「III 換気」に示す機械換気により水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計するとともに、火災区域内に設置する発火性又は引火性物質である水素を内包する設備である「V 貯蔵」に示す混合ガスボンベは、ボンベ使用時に職員が元弁を開弁し、通常時は元弁を閉弁する運用とする。

以上の設計により、「電気設備に関する技術基準を定める省令」第六十九条及び「工場電気設備防爆指針」で要求される爆発性雰囲気とはならないため、当該火災区域に設置する電気・計装品を防爆型とする必要はなく、防爆を目的とした電気設備の接地も必要ない。

なお、電気設備の必要な箇所には「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」第十条、第十一条に基づく接地を施す設計とする。

## V 貯蔵

火災区域に設置される貯蔵機器については、以下の設計とする。

貯蔵機器とは、供給設備へ補給するために設置する機器のことであり、発火性又は引火性物質である潤滑油及び燃料油の貯蔵機器としては、ディーゼル発電機の燃料油貯油そう及び燃料油貯蔵タンク並びに大容量空冷式発電機用燃料タンクがある。

ディーゼル発電機の燃料油貯油そう及び燃料油貯蔵タンクは、7日間の外部電源喪失に対してディーゼル発電機を連続運転するために必要な量を貯蔵することを考慮した設計とする。

大容量空冷式発電機用燃料タンクは、一定時間の大容量空冷式発電機の連続運転に必要な量を貯蔵することを考慮した設計とする。

発火性又は引火性物質である水素の貯蔵機器としては、水素を含有した化学分析装置の水素計校正用混合ガスボンベがあり、このボンベは、供給単位である容器容量47ℓのボンベごとに貯蔵する設計とする。

#### (ロ) 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の対策

「1.3.4.1(1)a.(b)イ(ロ) 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉の対策」の基本方針を適用する。

#### (ハ) 発火源への対策

発電用原子炉施設には、金属製の本体内に収納する等の対策を行い、設備外部に出た火花が発火源となる設備を設置しない設計とする。

また、発電用原子炉施設には、高温となる設備があるが、高温部分を保温材で覆うことにより、可燃性物質との接触防止や潤滑油等可燃物の加熱防止を行う設計とする。

電気式水素燃焼装置は、操作スイッチを制御盤内に収納し、操作スイッチを2タッチ方式にするなどの誤操作防止対策を行い、通常時に電

源を供給しない設計とする。

## (二) 水素対策

火災区域に対する水素対策については、以下の設計とする。

水素を内包する設備を設置する火災区域については、「1.3.4.1(1)b.(b)イ(イ)III 換気」に示すように、機械換気を行うことにより、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

また、蓄電池を設置する火災区域は、充電時における蓄電池が水素を発生するおそれがあることを考慮して、水素濃度検知器を設置し、水素の燃焼限界濃度である4vol%の1/4以下の濃度にて、中央制御室に警報を発する設計とする。

混合ガスポンペを設置する火災区域については、通常時は元弁を閉弁する運用とし、「1.3.4.1(1)b.(b)イ(イ)III 換気」に示す機械換気により水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計することから、水素濃度検知器は設置しない設計とする。

## (ホ) 放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策

加圧器以外は高圧水の一相流とし、また、加圧器内も運転中は常に1次冷却材と蒸気を平衡状態とすることで、水素や酸素の濃度が高い状態で滞留、蓄積することを防止する設計とする。

蓄電池を設置する火災区域は、空調機器による機械換気により、水素濃度を燃焼限界濃度以下とするよう設計する。

重大事故時の原子炉格納容器内で発生する水素については、静的触媒式水素再結合装置、電気式水素燃焼装置にて、蓄積防止対策を行う設計とする。また、重大事故時のアニュラス内の水素について

は、アニュラス空気浄化ファン等にて、蓄積防止対策を行う設計とする。

(へ) 過電流による過熱防止対策

「1.3.4.1(1)a.(b)イ(へ) 過電流による過熱防止対策」の基本方針を適用する。

ロ 不燃性材料又は難燃性材料の使用

重大事故等対処施設に対しては、不燃性材料又は難燃性材料を使用する設計とし、不燃性材料又は難燃性材料が使用できない場合は以下とする。

- ・ 代替材料を使用する設計とする。
- ・ 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であって、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設計とする。

(イ) 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

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強度確保等を考慮し、ステンレス鋼、低合金鋼、炭素鋼等の金属材料、又はコンクリート等の不燃性材料を使用する設計とする。

但し、配管のパッキン類は、そ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であるが、金属で覆われた狭隘部に設置し直接火炎に晒されることはないことから不燃性材料又は難燃性材料で

ない材料を使用する設計とし、また、金属に覆われたポンプ及び弁等の駆動部の潤滑油並びに金属に覆われた機器躯体内部に設置される電気配線は、発火した場合でも、他の重大事故等対処施設及び設計基準事故対処設備に延焼しないことから、不燃性材料又は難燃性材料でない材料を使用する設計とする。

(ロ) 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包

「1.3.4.1(1)a.(b)ロ(ロ) 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包」の基本方針を適用する。但し、「安全機能を有する構築物、系統及び機器」は、「重大事故等対処施設」に読み替える。

(ハ) 難燃ケーブルの使用

重大事故等対処施設に使用するケーブルは、実証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。

但し、放射線監視設備用ケーブルは、微弱電流・微弱パルスを扱うため、耐ノイズ性を確保するために、絶縁体に誘電率の低い架橋ポリエチレンを使用する設計とする。このケーブルは、自己消火性を確認するUL垂直燃焼試験は満足するが、延焼性を確認するIEEE383垂直トレイ燃焼試験の要求を満足しない。

また、通信連絡設備の機器本体に使用する専用ケーブルは、通信事業者の指定するケーブルを使用する必要がある場合や製造者等により機器本体とケーブル(電源アダプタ等を含む。)を含めて電気用品としての安全性が確認されている場合、又は電話コード等のように機器本体を移動して使用することを考慮して可とう性が求められる場合は、難燃ケーブルの使用が技術上困難である。



これらのケーブルは、難燃性の耐熱シール材を処置することで酸素の供給を防止した専用の電線管への敷設、金属製の筐体等に収納する又は延焼防止材による保護などの措置を講じることにより、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設計とする。

(ニ) 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用

「1.3.4.1(1)a.(b)ロ(ニ) 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用」の基本方針を適用する。但し、「安全機能を有する構築物、系統及び機器」は、「重大事故等対処施設」に読み替える。

(ホ) 保温材に対する不燃性材料の使用

「1.3.4.1(1)a.(b)ロ(ホ) 保温材に対する不燃性材料の使用」の基本方針を適用する。但し、「安全機能を有する構築物、系統及び機器」は、「重大事故等対処施設」に読み替える。

(ヘ) 建屋内装材に対する不燃性材料の使用

「1.3.4.1(1)a.(b)ロ(ヘ) 建屋内装材に対する不燃性材料の使用」の基本方針を適用する。但し、「安全機能を有する構築物、系統及び機器」及び「原子炉の安全停止に必要な機器」は、「重大事故等対処施設」に読み替える。

ハ 落雷、地震等の自然現象による火災発生の防止

発電用原子炉施設に想定される自然現象は、落雷、地震、津波、火山、

森林火災、竜巻、風(台風)、凍結、降水、積雪、生物学的事象、地滑り及び洪水が想定される。

重大事故等対処施設は、津波に対して、その機能を損なわれるおそれがないように、機器を津波から防護することで、火災の発生防止を行う設計とする。

凍結、降水、積雪及び生物学的事象は、火源が発生する自然現象ではなく、火山についても、火山から発電用原子炉施設に到達するまでに火山灰等が冷却されることを考慮すると、火源が発生する自然現象ではない。

地滑り及び洪水は、発電用原子炉施設の地形を考慮すると、重大事故等対処施設に影響を与える可能性がないため、火災が発生するおそれはない。

したがって、落雷、地震、森林火災及び竜巻(風(台風)含む。)について、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設計とする。

#### (イ) 落雷による火災の発生防止

重大事故等対処施設は、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。

送電線については、「1.3.4.1(1)b.(b)イ(へ) 過電流による過熱防止対策」に示すとおり、故障回路を早期に遮断する設計とする。

また、重大事故等対処施設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。

#### 【避雷設備設置箇所】

- ・ 原子炉格納施設
- ・ 代替緊急時対策所
- ・ 特高開閉所(架空地線)

#### (ロ) 地震による火災の発生防止

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とともに、自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止する設計とする。

なお、耐震については「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」に従い設計する。

#### (ハ) 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、「1.3.3.6(2) 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等により、火災発生防止を講じる設計とする。

但し、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、火災区域内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。なお、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。

## (二) 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(風(台風)含む。)に対して、「1.3.3.5(1)a. 竜巻防護に関する基本方針」に基づき設計した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や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。なお、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。

## (c) 火災の感知及び消火

火災の感知及び消火については、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ための火災感知設備及び消火設備を設置する設計とし、具体的な設計を「1.3.4.1(1)b.(c)イ 火災感知設備」から「1.3.4.1(1)b.(c)ニ 消火設備の破損、誤作動又は誤操作による重大事故等対処施設への影響」に示し、このうち、火災感知設備及び消火設備が、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持され、かつ、重大事故等対処施設の区分に応じて、機能を維持できる設計とすることを「1.3.4.1(1)b.(c)ハ 地震等の自然現象の考慮」に、また、消火設備は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても、重大事故等に対処する機能を損なわない設計とすることを「1.3.4.1(1)b.(c)ニ 消火設備の破損、誤作動又は誤操作による重大事故等対処施設への影響」に示す。

## イ 火災感知設備

火災感知設備は、重大事故等対処施設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設計とする。

火災感知器と受信機を含む火災受信機盤等で構成される火災感知設備は、以下を踏まえた設計とする。

### (イ) 火災感知器の環境条件等の考慮

「1.3.4.1(1)a.(c)イ(イ) 火災感知器の環境条件等の考慮」の基本方針を適用する。

### (ロ) 固有の信号を発する異なる火災感知器の設置

火災感知設備の火災感知器は、平常時の状況(温度、煙の濃度)を監視し、火災現象(急激な温度や煙の濃度の上昇)を把握することができるアナログ式のもので、かつ、火災を早期に感知できるよう固有の信号を発する異なる種類の煙感知器と熱感知器の組合せを基本として、火災区域又は火災区画に設置する設計とする。

但し、以下に示す火災区域又は火災区画は、上記とは異なる火災感知器を設置する設計とする。

## I 原子炉格納容器

原子炉格納容器は、水素が発生するような事故を考慮して、防爆型の煙感知器と防爆型の熱感知器を設置し、天井までの高さが8m以上ある箇所は、防爆型の煙感知器と防爆型の炎感知器(赤外線)を設置する設計とする。

## II 蓄電池室

充電時に水素発生のおそれがある蓄電池室は、防爆型の煙感知器と防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

## III 代替緊急時対策所及び燃料取扱設備エリア

煙感知器と熱感知器の組合せを基本とするが、障害物がなく監視が広範囲に可能な場所については、煙感知器と炎感知器(赤外線)又は熱感知器と炎感知器(赤外線)の組合せも可能とする設計とする。

## IV 海水管トレンチエリア

海水管トレンチには、重大事故等対処施設ケーブルを電線管内に敷設するため、ケーブルの火災を想定した場合は、電線管周囲の温度が上昇するとともに、電線管内部に煙が発生する。

このため、海水管トレンチは、電線管周囲の熱を感知できる光ファイバケーブルを電線管近傍に設置するとともに、電線管を接続するプルボックス内に、アナログ式の煙感知器を設置する設計とする。

## V 海水ポンプエリア、屋外タンクエリア並びにモニタリングステーションエリア及びモニタリングポストエリア(局舎内を除く)

海水ポンプエリア、屋外タンクエリア並びにモニタリングステーションエリア及びモニタリングポストエリア(局舎内を除く。)は屋外であるため、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難である。

このため、屋外の降水等も考慮し、密閉性を有する防爆型の炎感知器(赤外線)、防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

## VI ディーゼル発電機燃料油貯油そうエリア及び燃料油貯蔵タンクエリア

ディーゼル発電機燃料油貯油そうエリア及び燃料油貯蔵タンクエリアは、タンク内部の燃料が気化することを考慮し、防爆型の熱感知器と防爆型の煙感知器を設置する設計とする。

## VII 大容量空冷式発電機エリア

大容量空冷式発電機エリアは、屋外であるため、火災による煙は周囲に拡散し、煙感知器による火災感知は困難である。このため、大容量空冷式発電機エリア全体の火災を感知するために、防爆型の炎感知器(赤外線)を設置するとともに、大容量空冷式発電機エリアに設置する設備ごとに、防爆型の熱感知器を設置する。

### (ハ) 火災受信機盤

「1.3.4.1(1)a.(c)イ(ハ) 火災受信機盤」の基本方針を適用する。

なお、重大事故等に対処する場合を考慮して、代替緊急時対策所で監視できる設計とする。

### (ニ) 火災感知設備の電源確保

火災区域又は火災区画に設置する火災感知設備は、全交流動力電源喪失時においても火災の感知が可能となるように蓄電池を設け、この蓄電池は、代替電源から電力が供給開始されるまでの容量を有した設計とする。

また、重大事故等対処施設を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備については、非常用電源からの受電も可能とする。

## ロ 消火設備

消火設備は、以下に示すとおり、重大事故等対処施設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設計とする。

### (イ) 重大事故等対処施設を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火設備

重大事故等対処施設を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火設備は、当該火災区域又は火災区画が、火災発生時の煙の充満及び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であるかを考慮して設計する。

### I 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画の選定

屋内の重大事故等対処施設を設置する火災区域又は火災区画は、基本的に、火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となるものとして選定し、このうち、原子炉格納容器内のループ室は放射線の影響も考慮し消火活動が困難な場所として選定する。

### II 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画の選定

消火活動が困難とならない屋外の重大事故等対処施設を設置する火災区域又は火災区画及び屋内の火災区域のうち消火活動が困難とならない火災区域を以下に示す。



(I) 中央制御室

中央制御室は、常駐する運転員によって、高感度煙感知器による早期の火災感知及び消火活動が可能であり、火災発生時に煙が充満する前に消火可能であることから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

(II) 燃料取扱設備エリア

燃料取扱設備エリアは、重大事故等対処施設である監視、計測設備が設置されているが、監視、計測設備は金属製の容器に収納されており、燃料取扱設備エリアは、火災荷重を低く管理するとともに、煙の発生を抑える設計とすることから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

(III) 屋外タンクエリア、海水ポンプエリア、海水管トレンチエリア及び大容量空冷式発電機エリア

屋外タンクエリア、海水ポンプエリア、海水管トレンチエリア及び大容量空冷式発電機エリアは、火災が発生しても煙が大気に放出されることから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

(IV) ディーゼル発電機燃料油貯油そうエリア及び燃料油貯蔵タンクエリア

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、地下タンクとして屋外に設置し、火災が発生しても煙が大気に放出されることから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

(V) モニタリングステーションエリア及びモニタリングポストエリア

モニタリングステーションエリア及びモニタリングポストエリアは、火災が発生しても煙が大気に放出されることから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

III 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画に設置する消火設備

火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画は、中央制御室からの手動操作による固定式消火設備である全域ハロン消火設備又は自動消火設備である全域ハロン自動消火設備を設置し消火を行う設計とする。

但し、以下の火災区域又は火災区画は、上記と異なる消火設備を設置し消火を行う設計とする。

(I) ディーゼル発電機室

ディーゼル発電機室は、人が常駐する火災区域ではないため、全域ハロン消火設備等は設置せず、二酸化炭素自動消火設備を設置する設計とする。

(II) 原子炉格納容器

中央制御室からの手動操作による固定式消火設備を適用する場合は、原子炉格納容器内の自由体積が約8万 $\text{m}^3$ 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及び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。

#### IV 火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画に設置する消火設備

##### (I) 中央制御室

中央制御室には、全域ハロン消火設備等は設置せず、粉末消火器で消火を行う。また、中央制御盤内の火災については、電気機器への影響がない二酸化炭素消火器で消火を行う。

##### (II) 燃料取扱設備エリア

燃料取扱設備エリアには、全域ハロン消火設備等は設置せず、消火器又は水で消火を行う設計とする。

##### (III) 屋外タンクエリア、海水ポンプエリア、海水管トレンチエリア及び大容量空冷式発電機エリア

屋外タンクエリア、海水ポンプエリア、海水管トレンチエリア及び大容量空冷式発電機エリアは、全域ハロン消火設備等は設置せず、消火器又は泡消火も含む水で消火を行う設計とし、海水ポンプは、海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備で消火を行う設計とする。

(IV) ディーゼル発電機燃料油貯油そうエリア及び燃料油貯蔵タンク  
エリア

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、乾燥砂で覆われ地下に設置されているため、火災の規模は小さい。また、油火災であることを考慮し、消火器で消火を行う設計とする。

(V) モニタリングステーションエリア及びモニタリングポストエリア

モニタリングステーション及びモニタリングポストを設置する火災区域は、消火器で消火を行う設計とし、放射線監視設備を収納する局舎の容積が限られていることを考慮し、局舎内は、ハロゲン化物自動消火設備で消火を行う設計とする。

なお、火災区域内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の発電機についてはハロゲン化物自動消火設備又は消火器で消火する設計とする。

(ロ) 消火用水供給系の多重性又は多様性の考慮

「1.3.4.1(1)a.(c)ロ(ハ) 消火用水供給系の多重性又は多様性の考慮」の基本方針を適用する。

(ハ) 火災に対する二次的影響の考慮

二酸化炭素自動消火設備、海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備、全域ハロン消火設備、全域ハロン自動消火設備及びハロゲン化物自動消火設備は、火災が発生している火災区域又は火災区画からの火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線及び爆発等の二次的影響は受けず、重大事故等対処施設に悪影響

を及ぼさないよう、消火対象となる火災区域又は火災区画とは別のエリアにポンベ及び制御盤等を設置する設計とする。

また、これら消火設備のポンベは、火災による熱の影響を受けても破損及び爆発が発生しないよう、ポンベに接続する安全弁等によりポンベの過圧を防止する設計とする。

(ニ) 想定火災の性質に応じた消火剤の容量

消火設備に必要な消火剤の容量について、二酸化炭素自動消火設備及び海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備は、消防法施行規則第十九条、全域ハロン消火設備、全域ハロン自動消火設備及びハロゲン化物自動消火設備は、消防法施行規則第二十条に基づく設計とする。

消火剤に水を使用する水消火設備の容量の設計は、「1.3.4.1(1)b.(c)ロ(へ) 消火用水の最大放水量の確保」に示す。

(ホ) 移動式消火設備の配備

「1.3.4.1(1)a.(c)ロ(ト) 移動式消火設備の配備」の基本方針を適用する。

(ヘ) 消火用水の最大放水量の確保

消火用水供給系の水源であるろ過水貯蔵タンクは、最大放水量である主変圧器の消火ノズルから放水するために必要な圧力及び必要な流量を満足する消火ポンプの定格流量(12m<sup>3</sup>/min)で、消火を2時間継続した場合の水量(1,440m<sup>3</sup>)に対して、十分な水量(約6,000m<sup>3</sup>)を確保する設計とする。

水消火設備に必要な消火水の容量について、屋内消火栓は、消防法施行令第十一条(屋内消火栓設備に関する基準)、屋外消火栓は消防法施行令第十九条(屋外消火栓設備に関する基準)に基づき設計する。

(ト) 水消火設備の優先供給

消火用水供給系は、所内用水系等と共用しない運用を行う設計とする。

具体的には、水源であるろ過水貯蔵タンクには、「1.3.4.1(1)b.(c)ロ(へ) 消火用水の最大放水量の確保」の最大水量(1,440m<sup>3</sup>)に対して十分な容量(約6,000m<sup>3</sup>)を確保し、必要に応じて所内用水系等を隔離する運用により、消火を優先する設計とする。

(チ) 消火設備の故障警報

消火ポンプ、二酸化炭素自動消火設備、ハロゲン化物自動消火設備等の消火設備は、電源断等の故障警報を中央制御室に発する設計とする。

(リ) 消火設備の電源確保

ディーゼル消火ポンプは、全交流動力電源喪失時にも起動できるように蓄電池により電源が確保される設計とする。

二酸化炭素自動消火設備、海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備、全域ハロン自動消火設備、全域ハロン消火設備及びハロゲン化物自動消火設備は、全交流動力電源喪失時にも設備の作動に必要な電源が蓄電池により確保される設計とする。

(ヌ) 消火栓の配置

重大事故等対処施設を設置する火災区域又は火災区画に設置する消火栓は、消防法施行令第十一条(屋内消火栓設備に関する基準)及び第十九条(屋外消火栓設備に関する基準)に準拠し、屋内は消火栓から半径25mの範囲、屋外は消火栓から半径40mの範囲における消火活動を考慮した設計とする。

但し、モニタリングステーション及びモニタリングポストを設置する火災区域は、ハロゲン化物自動消火設備による消火を実施することから、消火栓は配置しない設計とする。

(ル) 固定式ガス消火設備の退出警報

固定式ガス消火設備として設置する二酸化炭素自動消火設備、海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備、全域ハロン自動消火設備、全域ハロン消火設備及びハロゲン化物自動消火設備は、作動前に職員等の退出ができるように警報を発する設計とする。

(ヲ) 管理区域内からの放出消火剤の流出防止

「1.3.4.1(1)a.(c)ロ(カ) 管理区域内からの放出消火剤の流出防止」の基本方針を適用する。

(ワ) 消火用の照明器具

「1.3.4.1(1)a.(c)ロ(ヨ) 消火用の照明器具」の基本方針を適用する。

## ハ 地震等の自然現象の考慮

火災感知設備及び消火設備は、以下に示す地震等の自然現象を考慮し、機能及び性能が維持される設計とする。

### (イ) 凍結防止対策

「1.3.4.1(1)a.(c)ハ(イ) 凍結防止対策」の基本方針を適用する。

### (ロ) 風水害対策

ディーゼル消火ポンプ、電動消火ポンプ、全域ハロン自動消火設備、全域ハロン消火設備は、風水害により性能が阻害されないよう、流れ込む水の影響を受けにくい屋内に設置する設計とする。

海水ポンプ用二酸化炭素自動消火設備及び代替緊急時対策所の全域ハロン自動消火設備のように、屋外に消火設備の制御盤、ボンベ等を設置する場合にも、風水害により性能が阻害されないように制御盤、ボンベ等の浸水防止対策を講じる設計とする。

屋外の火災感知設備は、火災感知器の予備を保有し、風水害の影響を受けた場合にも、早期に取替を行うことにより性能を復旧する設計とする。

### (ハ) 地震対策

#### I 地震対策

屋内の重大事故等対処施設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、施設の区分に応じて機能を維持できる設計とする。

屋外の重大事故等対処施設を設置する火災区域又は火災区画の



火災感知設備は、施設の区分に応じて機能を維持できる設計とする。  
屋外の重大事故等対処施設の消火設備のうち消火器は、固縛による転倒防止対策により地震では損傷しない設計とし、移動式消火設備で消火活動が可能な設計とする。

モニタリングステーション及びモニタリングポストの火災感知設備及び消火設備は、施設の区分に応じて機能を維持できる設計とする。

火災区域又は火災区画に設置される油を内包する耐震Bクラス及び耐震Cクラスの機器は、基準地震動により油が漏えいしない設計とする。

## II 地盤変位対策

消火配管は、地震時における地盤変位対策として、建屋接続部付近には機械式継手ではなく溶接継手を採用し、地盤変位の影響を直接受けまいよう、地上又はトレンチ内に設置する設計とする。

また、建屋外部から建屋内部の消火栓に給水することが可能な給水接続口を建屋に設置する設計とする。

## ニ 消火設備の破損、誤作動又は誤操作による重大事故等対処施設への影響

重大事故等対処施設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ための消火剤として、二酸化炭素、ハロン系ガス及び水を用いる設計としている。

二酸化炭素は不活性であること及びハロン系ガスは電気絶縁性が大きく揮発性も高いことから、設備の破損、誤作動又は誤操作により消火剤が放出されても電気及び機械設備に影響を与えないため、火災区域又は火災区画に設置するガス消火設備には、二酸化炭素自動消火設備、全域

ハロン消火設備、ハロゲン化物自動消火設備等を選定する設計とする。

ディーゼル発電機は、ディーゼル発電機室に設置する二酸化炭素自動消火設備の破損、誤作動又は誤操作により二酸化炭素の放出による窒息を考慮しても機能が喪失しないよう、外気より給気を取り入れる設計とする。

消火設備の放水等による溢水に対して、重大事故等に対処するために必要な機能への影響がないよう設計する。

#### c. その他

「1.3.4.1(1)a.(e) その他」の基本方針を適用する。

### 1.3.4.2 内部溢水

#### (1) 溢水防護に関する基本方針

##### a. 溢水防護に関する基本設計方針

「設置許可基準規則第九条(溢水による損傷の防止等)」の要求事項を踏まえ、安全施設は、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、安全機能を損なわない設計とする。

そのために、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、原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計とする。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる設計とする。更に使用済燃料ピットにおいては、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維持できる設計とする。

ここで、これらの機能を維持するために必要な設備を、以下「防護対象設備」という。

設置許可基準規則第九条及び第十二条並びに「原子力発電所の内部溢

水影響評価ガイド(平成25年6月19日原規技発第13061913号 原子力規制委員会決定)」(以下「評価ガイド」という。)の要求事項を踏まえ、以下の設備を防護対象設備とする。

- ・ 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
- ・ プール冷却及びプールへの給水の機能を適切に維持するために必要な設備

発電用原子炉施設内における溢水として、発電用原子炉施設内に設置された機器及び配管の破損(地震起因を含む。)、消火系統等の作動、使用済燃料ピット等のスロッシングその他の事象により発生した溢水を考慮し、防護対象設備が没水、被水及び蒸気の影響を受けて、その安全機能を損なわない設計(多重性又は多様性を有する設備が同時にその安全機能を損なわない設計)とする。評価に当たっては「安全評価指針」に基づき、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故に対処するために必要な機器の単一故障を考慮しても事象を収束できる設計とする。

地震、津波、竜巻等の自然現象による波及的影響により発生する溢水に関しては、防護対象設備及び溢水源となる屋外タンク等の配置も踏まえて、最も厳しい条件となる自然現象による溢水の影響を考慮し、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。具体的には、地震起因による屋外タンク接続配管の破損等(竜巻(台風含む。))による飛来物の衝突による屋外タンクの破損により発生する溢水水位は地震の評価に包絡される。)により発生する溢水の影響を受けて、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

また、放射性物質を含む液体を内包する容器、配管その他の設備(ポンプ、弁、使用済燃料ピット及び原子炉キャビティ(チャンネルを含む。))等から放射性物質を含む液体の漏えいを想定する場合には、溢水が管理区域外へ漏え

いしないよう、建屋内の壁、扉、堰等により伝ば経路を制限する設計とする。

具体的な溢水影響評価に関する設計方針を、「b. 発電用原子炉施設の溢水評価に関する設計方針」及び「c. 使用済燃料ピットの溢水評価に関する設計方針」にて説明する。

また、溢水防護のために実施する対策について「d. 溢水防護に関する設計方針」にて説明する。

## b. 発電用原子炉施設の溢水評価に関する設計方針

### (a) 溢水源及び溢水量の想定

溢水源及び溢水量としては、発生要因別に分類した以下の溢水を想定して評価する。

イ 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（以下「想定破損による溢水」という。）

ロ 発電所内で生じる異常状態（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（以下「消火水の放水による溢水」という。）

ハ 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水（以下「地震起因による溢水」という。）

ニ その他の要因（地下水の流入、地震以外の自然現象に起因して生じる破損等）により生じる溢水（以下「その他の溢水」という。）

防護対象設備が設置されている建屋内において、流体を内包する容器及び配管を溢水源となり得る機器として抽出する。ここで抽出された機器のうち、上記イ、ハ又はニの評価において破損を想定するものは、それぞれの評価での溢水源として考慮する。

なお、海水ポンプエリア及び防護対象設備が設置されている建屋外の溢水源に対する考慮は、「1.3.4.2(1)b.(e) 海水ポンプエリアの溢水評価に関する

設計方針」及び「1.3.4.2(1)b.(f) 防護対象設備設置建屋外における溢水評価に関する設計方針」にて説明する。

(イ) 想定破損による溢水

以下で定義する高エネルギー配管及び低エネルギー配管に対して想定される破損形状に基づいた没水、被水及び蒸気による影響を評価する。

- ※1 「高エネルギー配管」は、呼び径25A(1B)を超える配管でプラントの通常運転時に運転温度が95℃を超えるか又は運転圧力が1.9MPaを超える配管。但し、被水、蒸気については配管径に関係なく影響を評価する。
- ※2 「低エネルギー配管」は、呼び径25A(1B)を超える配管でプラントの通常運転時に運転温度が95℃以下で、かつ運転圧力が1.9MPa以下の配管。但し、静水頭圧の配管は除く。
- ※3 高エネルギー配管として運転している割合が当該系統の運転している時間の2%又はプラント運転期間の1%より小さければ、低エネルギー配管として扱う。

配管の破損形状の想定に当たっては、評価ガイドに従い、高エネルギー配管は、原則「完全全周破断」、低エネルギー配管は、原則「貫通クラック」を想定する。但し、評価ガイドでは、以下のとおり、応力評価の結果により、破損形状を想定できることが定められている。

評価ガイドでは、配管の発生応力 $S_n$ が許容応力 $S_a$ に対し以下の条件を満足すれば、以下で示した破損形状の想定が可能であることを規定している。

【高エネルギー配管(ターミナルエンド部を除く。)]

$S_n \leq 0.4S_a \Rightarrow$  破損想定不要

$0.4S_a < S_n \leq 0.8S_a \Rightarrow$  貫通クラック

【低エネルギー配管】

$S_n \leq 0.4S_a \Rightarrow$  破損想定不要

高エネルギー配管の溢水評価では、応力評価の結果により想定した破損形状による溢水を想定し、隔離による漏えい停止に必要な時間から溢水量を算出する。また、隔離後の溢水量として隔離範囲内の系統の保有水量を考慮する。想定する破損箇所は防護対象設備への溢水影響が最も大きくなる位置とする。

低エネルギー配管の溢水評価では、貫通クラックによる溢水を想定し、隔離による漏えい停止に必要な時間から溢水量を算出する。また、隔離後の溢水量として隔離範囲内の系統の保有水量を考慮する。想定する破損箇所は防護対象設備への溢水影響が最も大きくなる位置とする。但し、応力評価結果より、発生応力 $S_n$ が許容応力 $S_a$ に対して、判定条件( $S_n \leq 0.4S_a$ )を満足する配管については破損を想定しない。

応力評価の結果により破損形状の想定を行う場合は、評価結果に影響するような減肉がないことを確認するために継続的な肉厚管理を実施する。

(ロ) 消火水の放水による溢水

消火栓からの放水量については、3時間の放水により想定される溢水量若しくは、火災源が小さい場合においては、その可燃性物質の量及び等価火災時間を考慮した消火活動に伴う放水により想定される溢水量を設定する。

発電所内で生じる異常状態(火災を含む。)の拡大防止のために設置される消火栓以外の設備としては、スプリンクラや格納容器スプレイ系統があるが、防護対象設備が設置されている建屋には、自動作動するスプリンクラは設置されていない。また、防護対象設備が設置されている建屋外のスプリンクラに対しては、その作動による溢水の流入により、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

また、格納容器スプレイ系統の作動により発生する溢水により、原子炉格納容器内の防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。なお、格納容器スプレイ系統は、作動信号系の単一故障により誤作動が発生しないように設計上考慮されている(手動作動ロジック(2/2)、自動作動ロジック(2/4))。

(ハ) 地震起因による溢水

溢水源となり得る機器(流体を内包する機器)のうち、基準地震動による地震力により破損が生じる機器を溢水源とする。

耐震Sクラス機器については、基準地震動による地震力によって破損は生じないことから溢水源として想定しない。また、耐震B、Cクラス機器のうち耐震対策工事の実施あるいは製作上の裕度の考慮により、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されるものについては溢水源として想定しない。

溢水量の算出に当たっては、溢水源となる容器については全保有水量を考慮し、溢水源となる配管については完全全周破断による溢水量を考慮する。また、運転員による手動操作により漏えい停止を期待する場合は、停止までの適切な時間を考慮して溢水量を算出するとともに、隔離後の溢水量として隔離範囲内の系統の保有水量を考慮する。

使用済燃料ピットのスロッシングによる溢水量の算出に当たっては、基準地震動による地震力により生じるスロッシング現象を3次元流動解析により評価し、使用済燃料ピット外へ漏えいする水量を考慮する。また、使用済燃料ピットの初期水位等は保守的となる条件で評価する。

水密化区画内には防護対象設備が設置されておらず、かつ地震起因により水密化区画内で発生が想定される溢水は、区画外へ漏えいしない設計とすることから、防護対象設備への溢水の影響はなく、水密化区画内で発生する溢水は溢水源として想定しない。

耐震評価の具体的な考え方を以下に示す。

- ・ 構造強度評価に係る応答解析は、基準地震動を用いた動的解析によることとし、機器の応答性状を適切に表現できるモデルを設定する。その上で、当該機器の据付床の水平方向及び鉛直方向それぞれの床応答を用いて応答解析を行い、それぞれの応答解析結果を適切に組み合わせる。
- ・ 応答解析に用いる減衰定数は、安全上適切と認められる規格及び基準、既往の振動実験、地震観測の調査結果等を考慮して適切な値を定める。
- ・ 応力評価に当たり、簡易的な手法を用いる場合は詳細な評価手法に対して保守性を有するよう留意し、簡易的な手法での評価結



果が厳しい箇所については詳細評価を実施することで健全性を確保する。

- ・ 基準地震動に対する発生応力の評価基準値は、安全上適切と認められる規格及び基準で規定されている値又は試験等で妥当性が確認されている値を用いる。
- ・ バウンダリ機能確保の観点から、設備の実力を反映する場合には規格基準以外の評価基準値の適用も検討する。

## (二) その他の溢水

その他の溢水については、地下水の流入、竜巻による飛来物の衝突による屋外タンクの破損に伴う漏えい等の地震以外の自然現象に伴う溢水、機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象等を想定する。

## (b) 防護対象設備の設定

防護対象設備は、発電用原子炉施設内で発生した溢水に対して、重要度の特に高い安全機能を有する系統が、その安全機能を損なわない設計（原子炉を高温停止でき、引き続き低温停止、及び放射性物質の閉じ込め機能を維持できる設計。また、停止状態にある場合は、引き続きその状態を維持できる設計。）とするために必要な設備とする。

具体的には、原子炉の停止、高温停止、低温停止及びその維持に必要な系統設備として、以下を選定する。

- ・ 原子炉停止 : 原子炉停止系(制御棒)
- ・ ほう酸添加 : 原子炉停止系(化学体積制御系のほう酸注入機能)
- ・ 崩壊熱除去 : 補助給水系、主蒸気系、余熱除去系

- ・ 1次系減圧 :1次冷却材系統の減圧機能
  - ・ 上記系統の関連系(原子炉補機冷却水系、原子炉補機冷却海水系、制御用空気系、換気空調系、非常用電源系、空調用冷水系、電気盤)
- 以上の系統設備に加え、「安全評価指針」を参考に、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を対象として、溢水により発生し得る原子炉外乱及び溢水の原因となり得る原子炉外乱に対処する設備を抽出する。

原子炉外乱としては、以下の溢水により発生し得る原子炉外乱及び溢水の原因となり得る原子炉外乱を考慮する。地震に対しては溢水だけでなく、地震に起因する原子炉外乱(主給水流量喪失、外部電源喪失等)も考慮する。

- ・ 想定破損による溢水(単一機器の破損を想定)
- ・ 消火水の放水による溢水(単一の溢水源を想定)
- ・ 地震による耐震B、Cクラス機器からの溢水

溢水評価上想定する起因事象として抽出する運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故を第1.3-23表及び第1.3-24表に示す。また、溢水評価上想定する事象とその対処系統を第1.3-25表に示す。

なお、抽出された防護対象設備のうち、以下の設備は溢水影響を受けても、必要とされる安全機能を損なうことはない。

#### イ 溢水の影響を受けない静的機器

構造が単純で外部から動力の供給を必要としないことから、溢水の影響を受けて安全機能を損なわない容器、熱交換器、フィルタ、安全弁、逆止弁、手動弁、配管。

ロ 原子炉格納容器内に設置されている機器

原子炉格納容器内で想定される溢水である原子炉冷却材喪失(以下「LOCA」という。)及び主蒸気管・主給水管破断時の原子炉格納容器内の状態を考慮しても、没水、被水及び蒸気の影響を受けないことを試験も含めて確認している機器。

ハ フェイル位置で安全機能を損なわない機器

溢水の影響により、動作機能を損なっても要求開度を維持する主蒸気逃がし弁元弁等の電動弁。動作機能を損なった時にフェイル位置となる加圧器スプレイ弁等の空気作動弁。プラント状態の監視に必要としない機器。

ニ 要求機能が他の設備により代替される主給水隔離弁

主給水隔離弁の隔離機能は、主給水逆止弁の逆流防止機能により代替。

以上の考えに基づき選定された溢水から防護すべき系統設備を第1.3-26表に示す。

(c) 溢水防護区画及び溢水経路の設定

溢水防護に対する評価対象区画は、防護対象設備が設置されているすべての区画並びに中央制御室及び現場操作が必要な設備へのアクセス通路について設定する。評価対象区画は壁、扉、堰等、又はそれらの組合せによって他の区画と分離される区画として設定し、溢水防護区画内の水位が最も高くなるように保守的に溢水経路を設定する。

具体的には、溢水防護区画内で発生する溢水に対しては、床ドレン、開口部、貫通部、扉から他区画への流出は想定しない保守的な条件で溢水経路を設定し、溢水防護区画内の溢水水位を算出する。但し、床ドレン、

開口部、貫通部、扉から流出することを定量的に確認できる場合は他区画への流出を期待する。

溢水防護区画外で発生する溢水に対しては、床ドレン、開口部、貫通部、扉から溢水防護区画内への流入を想定した保守的な条件で溢水経路を設定し、溢水防護区画内の溢水水位を算出する。但し、床ドレン、開口部、貫通部、扉に流入防止対策が施されている場合は溢水防護区画外からの流入を考慮しない。

溢水経路を構成する壁、扉、堰等は、基準地震動による地震力に対し、健全性を確認できる場合は溢水の伝ば防止を期待する。溢水が長期間滞留する水密化区画境界の壁にひび割れが生じる場合は、ひび割れからの浸水量を算出し溢水評価に影響を与えないことを確認する。

貫通部に実施した流出及び流入防止対策は、基準地震動による地震力に対し健全性を確認できる場合は、溢水の伝ば防止を期待する。

消火活動により区画の扉を開放する場合は、開放した扉からの消火水の伝ばを考慮する。

なお、溢水の影響を受けて防護対象設備の安全機能を損なうおそれがある高さ(以下「機能喪失高さ」という。)、溢水防護区画を構成する壁、扉、堰等については、現場の設備等の設置状況を踏まえ、評価条件を設定する。

防護対象設備の機能喪失高さの考え方を第1.3-27表に示す。

#### (d) 防護対象設備設置建屋内における溢水評価に関する設計方針

想定破損による溢水、消火水の放水による溢水、地震起因による溢水及びその他の溢水に対して、防護対象設備が以下に示す没水、被水及び蒸気の影響を受けて、安全機能を損なわない設計とする。

また、発生した溢水については、溢水の流入状態、溢水源からの距離、

人のアクセス等により一時的な水位変動が生じることが考えられることから、防護対象設備の機能喪失高さは、発生した溢水水位に対して裕度を確保する設計とする。

具体的には、電気盤類については盤そのものが筐体を有しており、盤外の水面にゆらぎが生じても筐体の効果により盤内の水面はほぼ静止した状態にあることを考慮して30mm以上の裕度を確保する。また、その他の防護対象設備については、溢水の伝ば経路による流況等を考慮し、50mm以上の裕度を確保する設計とする。

また、溢水評価において、現場操作が必要な設備に対しては、必要に応じて環境の温度及び放射線量を考慮しても、操作員による操作場所までのアクセスが可能な設計とする。なお、必要となる操作を中央制御室で行う場合は、操作を行う運転員は中央制御室に常駐していることからアクセス性を失わずに対応できる。

#### イ 想定破損による溢水影響に対する設計方針

想定される配管の破損形状に基づいた没水、被水及び蒸気の影響により防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

##### (イ) 没水による影響に対する設計方針

高エネルギー配管の没水評価では、完全全周破断による溢水を想定し溢水量を算出する。

低エネルギー配管の没水評価では、貫通クラックによる溢水を想定し溢水量を算出する。但し、応力評価結果より発生応力 $S_n$ が許容応力 $S_a$ に対して判定条件 ( $S_n \leq 0.4S_a$ ) を満足する配管については破損を想定しない。

算出された溢水量、設定した溢水防護区画及び溢水経路から算出した溢水水位に対し、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

具体的には、以下に示す設計方針のいずれかを満足することで、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。また、いずれの設計方針も満足しない場合は、壁、扉、堰等による没水対策を実施する。

- I 発生した溢水水位に対して、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。なお、防護対象設備の機能喪失高さは、発生した溢水水位に対して裕度を確保する設計とする。
- II 防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が別区画に設置され、同時に安全機能を損なわない設計とする。

#### (ロ) 被水による影響に対する設計方針

溢水源となる機器からの直線軌道及び放物線軌道の飛散による被水又は天井面の開口部若しくは貫通部からの被水による影響を受けて、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

防護対象設備が、溢水源となる機器からの被水又は天井面の開口部若しくは貫通部からの被水による影響を受ける範囲に設置されている場合は、防護対象設備が「JIS C 0920電気機械器具の外郭による保護等級(IPコード)」による防滴機能を有しており安全機能を損なわないこと、又は防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が別区画に設置されていることから、同時に安全機能を損なわないことを確認する。いずれの条件も満足しない場合は、防護対象設備への止水処置等による被水対策を実施する。

なお、被水評価において、防滴仕様により安全機能を損なわない設

計としている設備については、実機での被水条件を考慮しても安全機能を損なわないことを被水試験等により確認する。

#### (ハ) 蒸気による影響に対する設計方針

溢水源となる配管のうち高エネルギー配管に対して、一般部については応力評価に応じて貫通クラック又は完全全周破断、ターミナルエンド部については、完全全周破断を想定し、蒸気の影響を受けて防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

#### I 蒸気拡散影響に対する設計方針

防護対象設備に対する、漏えい蒸気の拡散による影響を確認するために、熱流体解析コードを用い、実機を模擬した空調条件や解析区画を設定して解析を実施する。

想定破損発生区画内での漏えい蒸気による防護対象設備への影響及び区画間を拡散する漏えい蒸気による防護対象設備への影響が、蒸気曝露試験又は机上評価によって防護対象設備の健全性が確認されている条件(温度、湿度、圧力)を超えることがなく、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

蒸気影響を緩和するための対策として、蒸気の漏えいを自動検知し、遠隔隔離(自動又は手動)を行うために自動検知・遠隔隔離システムを設置する。システムを構成するものとして、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する。更に、自動検知・遠隔隔離対策だけでは防護対象設備の健全性が確保されない破損想定箇所については、防護カバーを設置し、配管と防護カバーのすき間を設定することで漏えい蒸気量を抑制して、環境への温度影響を軽減する設

計とする。

また、信頼性向上の観点から、防護カバー近傍には小規模漏えい検知を目的とした特定配置温度検出器を設置し、蒸気の漏えいを早期自動検知する設計とする。

## II 蒸気の直接噴出影響に対する設計方針

破損想定箇所の近傍に防護対象設備が設置されている場合は、漏えい蒸気の直接噴出による防護対象設備への影響を考慮する。破損想定箇所と防護対象設備との位置関係を踏まえ、漏えい蒸気の直接噴出による影響が、蒸気曝露試験及び机上評価によって防護対象設備の健全性が確認されている条件(温度、湿度、圧力)を超えることがなく、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

蒸気の直接噴出による影響により、防護対象設備が安全機能を損なうおそれがある場合には、蒸気影響を緩和する対策や防護対象設備の配置を見直す対策等を実施することで、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

なお、各系統の蒸気影響評価における想定破損評価条件を第1.3-28表に示す。

### ロ 消火水の放水による溢水影響に対する設計方針

火災時の消火系統からの放水による没水及び被水の影響を受けて、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

#### (イ) 没水による影響に対する設計方針

消火活動に伴う放水により想定される溢水量を算出する。算出され



た溢水量、設定した溢水防護区画及び溢水経路から算出した溢水水位に対し、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。なお、消火活動により区画の扉を開放する場合は、開放した扉からの消火水の伝ぱを考慮して溢水水位を算出する。

具体的には、以下に示す設計方針のいずれかを満足することで、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。また、いずれの設計方針も満足しない場合は、壁、扉、堰等による没水対策を実施する。

I 発生した溢水水位に対して、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。なお、防護対象設備の機能喪失高さは、発生した溢水水位に対して裕度を確保する設計とする。

II 防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が別区画に設置され、同時に安全機能を損なわない設計とする。

なお、消火水放水時の溢水量が評価条件を満足するように、消火活動における注意事項に関する教育並びに消火活動後の設備点検を行うことにより防護対象設備が安全機能を損なわない運用とする設計とする。

#### (ロ) 被水による影響に対する設計方針

消火水による被水影響に対しては、「1.3.4.1(1) 火災防護に関する基本設計」において、防護対象設備が設置されている建屋内は、ほぼ全域でハロン消火設備又は二酸化炭素消火設備を設置する設計であることを踏まえ、防護対象設備に対して、水消火による不用意な放水を行わないことで防護対象設備が、被水の影響を受けて安全機能を損なわない運用を行う設計とする。

具体的には、初期消火が困難な場合にはハロン消火設備又は二酸

化炭素消火設備を用いて消火するといった消火活動における運用及び留意事項を火災防護計画で明確にする。また、消火活動における運用及び留意事項について教育により周知徹底することで、防護対象設備が、被水の影響を受けて安全機能を損なわない運用を行う設計とする。

なお、火災により壁貫通部の流出及び流入防止対策の止水機能を損なうおそれがある場合には、当該貫通部からの消火水の伝ばによる溢水影響を考慮する。溢水影響評価の結果、防護対象設備が安全機能を損なうおそれがある場合には、壁、扉、堰等による溢水伝ばを制限する対策等を実施する。

ハ 地震起因による溢水影響に対する設計方針（使用済燃料ピットのスロッシングを含む。）

溢水源となり得る機器（流体を内包する機器）のうち、基準地震動による地震力によって破損が生じる機器を溢水源として、没水、被水及び蒸気の影響により防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

但し、耐震B、Cクラス機器のうち耐震対策工事の実施あるいは製作上の裕度の考慮により、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されるものについては溢水源として想定しない。

（イ） 没水による影響に対する設計方針

流体を内包する耐震B、Cクラスの機器が、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されない場合は、系統や容器内の保有水量に基づき溢水量を算出する。また、基準地震動による地震力により生じるスロッシングによって、使用済燃料ピット外へ漏えいする水量を溢水量として算出する。

なお、使用済燃料ピットのスロッシングによる溢水に対しては、燃料取扱建屋堰を設置し、発生した溢水が燃料取扱建屋から原子炉補助建屋へ伝ばすることを防止する設計とする。

算出された溢水量、設定した溢水防護区画及び溢水経路から算出した溢水水位に対し、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

具体的には、以下に示す設計方針のいずれかを満足することで、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。また、いずれの設計方針も満足しない場合は、壁、扉、堰等による没水対策を実施する。

I 発生した溢水水位に対して、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。なお、防護対象設備の機能喪失高さは、発生した溢水水位に対して裕度を確保する設計とする。

II 防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が別区画に設置され、同時に安全機能を損なわない設計とする。

#### (ロ) 被水による影響に対する設計方針

溢水源となる機器からの直線軌道及び放物線軌道の飛散による被水又は天井面の開口部若しくは貫通部からの被水による影響を受けて、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

防護対象設備が、溢水源となる機器からの被水又は天井面の開口部若しくは貫通部からの被水による影響を受ける範囲に設置されている場合は、防護対象設備が「JIS C 0920電気機械器具の外郭による保護等級 (IPコード)」による防滴機能を有しており安全機能を損なわないこと、又は防護対象設備が多重性又は多様性を有しており、各々が別区画に設置されていることから、同時に安全機能を損なわないことを確認する。いずれの条件も満足しない場合は、防護対象設備への止水

処置等による被水対策を実施する。

なお、被水評価において、防滴仕様により安全機能を損なわない設計としている設備については、実機での被水条件を考慮しても安全機能を損なわないことを被水試験等により確認する。

#### (ハ) 蒸気による影響に対する設計方針

流体を内包する耐震B、Cクラスの機器が、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されない場合は、破損する機器から発生する蒸気の影響を受けて、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

#### I 蒸気拡散影響に対する設計方針

防護対象設備に対する、漏えい蒸気の拡散による影響を確認するために、熱流体解析コードを用い、実機を模擬した空調条件や解析区画を設定して解析を実施する。

想定破損発生区画内での漏えい蒸気による防護対象設備への影響及び区画間を拡散する漏えい蒸気による防護対象設備への影響が、蒸気曝露試験及び机上評価によって防護対象設備の健全性が確認されている条件(温度、湿度、圧力)を超えることがなく、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

蒸気影響を緩和するための対策として、蒸気の漏えいを自動検知し、遠隔隔離(自動又は手動)を行うために自動検知・遠隔隔離システムを設置する。システムを構成するものとして、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する。更に、自動検知・遠隔隔離対策だけでは防護対象設備の健全性が確保されない破損想定箇所については、防護カバーを設置し、配管と防護カバーのすき間を設定

することで漏えい蒸気量を抑制して、環境への温度影響を軽減する設計とする。

また、信頼性向上の観点から、防護カバー近傍には小規模漏えい検知を目的とした特定配置温度検出器を設置し、蒸気の漏えいを早期自動検知する設計とする。

## II 蒸気の直接噴出影響に対する設計方針

破損想定箇所近傍に防護対象設備が設置されている場合は、漏えい蒸気の直接噴出による防護対象設備への影響を考慮する。破損想定箇所と防護対象設備との位置関係を踏まえ、漏えい蒸気の直接噴出による影響が、蒸気曝露試験及び机上評価によって防護対象設備の健全性が確認されている条件(温度、湿度、圧力)を超えることなく、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

蒸気の直接噴出による影響により、防護対象設備が安全機能を損なうおそれがある場合には、蒸気影響を緩和する対策や防護対象設備の配置を見直す対策等を実施することで、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

## ニ その他の溢水影響に対する設計方針

その他の溢水のうち機器の誤作動や弁グランド部、配管フランジ部からの漏えい事象等に対しては、漏えい検知システム等により早期に検知し、漏えい箇所の特定及び漏えい箇所の隔離等により漏えいを止めることで防護対象設備の安全機能を損なわれない程度の溢水に抑える設計とする。

(e) 海水ポンプエリアの溢水評価に関する設計方針

海水ポンプエリア内にある防護対象設備が海水ポンプエリア内及びエリア外で発生する溢水の影響を受けて安全機能を損なわない設計とする。

具体的には、海水ポンプエリア外で発生する、地震に起因する循環水管の伸縮継手の全円周状の破損や屋外タンク接続配管の完全全周破断等による溢水が、海水ポンプエリアへ流入しないようにするために、海水ポンプエリア周囲に海水ポンプエリア防護壁、海水ポンプエリア水密扉及び海水管ダクト堅坑蓋を設置し、壁貫通部には流入防止対策を実施する。

海水ポンプエリア内で発生する、想定破損による低エネルギー配管の貫通クラックによる溢水及び消火水の放水による溢水を海水ポンプエリア床ドレンから排出できる設計とし、海水ポンプエリア内の防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。なお、評価ガイドに基づき、床ドレンのうち排出量が最も大きい配管1箇所からの流出は期待しないものとして排出量を算出する。また、防護対象設備の機能喪失高さは、発生した溢水水位に対して裕度を確保する設計とする。

(f) 防護対象設備設置建屋外における溢水評価に関する設計方針

防護対象設備が設置されている建屋に隣接する廃棄物処理建屋及びタービン建屋並びに貯水池(宮山池)、屋外タンク及び地下水について、防護対象設備が設置されている建屋に対する溢水経路を特定し、壁、扉、堰等により溢水が伝ばしない設計とする。

イ 廃棄物処理建屋からの溢水影響に対する設計方針

廃棄物処理建屋で発生する溢水が、原子炉補助建屋へ流入しない設計とする。具体的には、廃棄物処理建屋から防護対象設備が設置されて

いる原子炉補助建屋への流入経路に原子炉補助建屋水密扉を設置し、また、貫通部に流入防止対策を実施する。

#### ロ タービン建屋からの溢水影響に対する設計方針

タービン建屋における溢水評価では、想定破損及び地震起因による影響を考慮し、循環水管の伸縮継手の全円周状の破損及び2次系機器の破損を想定した溢水量を評価する。循環水ポンプを停止するまでの間に生じる溢水量、2次系設備の保有水による溢水量及び循環水管の損傷箇所からの津波の流入量を合算した溢水量が、タービン建屋空間部に滞留するものとして溢水水位を算出する。

なお、防護対象設備が設置されている建屋へ溢水が流入しない設計とするために、以下の対策を実施する。

- ・ タービン建屋から防護対象設備が設置されている建屋への流入経路には、中間建屋水密扉及び制御建屋水密扉を設置する。
- ・ タービン建屋と防護対象設備が設置されている建屋との貫通部には流入防止対策を実施する。
- ・ 防護対象設備が設置されている建屋からタービン建屋へのドレンラインには逆止弁を設置する。

#### ハ 貯水池(宮山池)からの溢水影響に対する設計方針

周辺地形に対して、宮山池の満水位は十分低く、また、宮山池と発電所の間には、宮山池の満水位より高い位置に岩盤(堆積岩類)が広く分布している。

また、宮山池の越流堰はコンクリート構造物であり、基準地震動による地震力に対して安定性を有しているが、最も保守的な条件として、地震によ

る越流堰の損壊を想定し、かつ、越流堰から敷地高さEL.+13.0mまでの水路(暗渠)が健全、かつ、その下流の水路(開渠)が閉塞されると仮定した場合でも、EL.+13.0mで生じる溢水水位が、防護対象設備が設置されている建屋の開口部高さを超えない設計とする。

## ニ 屋外タンクからの溢水影響に対する設計方針

屋外タンクに対しては、基準地震動による地震力に対して、破損を想定する耐震B、Cクラス屋外タンクについて、接続配管の完全全周破断等による溢水を想定し、発生する溢水水位が、防護対象設備が設置されている建屋の開口部高さを超えない設計とする。

また、「1.3.3.5(1)a. 竜巻防護に関する基本方針」において設定した設計竜巻による飛来物により、屋外タンクが破損した場合に発生する溢水水位が、防護対象設備が設置されている建屋の開口部高さを超えない設計とする。なお、耐震Sクラスの屋外タンクについては、「1.3.3.5(1)a. 竜巻防護に関する基本方針」に基づき設計した竜巻防護ネットの設置により、竜巻飛来物による溢水の発生を防止する設計とする。

また、地表面以下にある燃料油貯油そう、燃料油貯蔵タンク及び建屋との貫通部は、屋外タンクからの溢水の影響を受けて止水機能を損なわない設計とする。

## ホ 地下水による溢水影響に対する設計方針

地下水は、建屋基礎下に設置している集水配管により、建屋最下層にある湧水サンプルピットに集水する設計とする。また周囲の地下水水位を考慮しても防護対象設備が設置されている区画へ地下水が流入しない設計とする。

また、湧水サンプポンプ、湧水サンプポンプ電源及び吐出ラインは、基



準地震動による地震力に対して耐震性を確保することにより、その機能を損なわない設計とする。

c. 使用済燃料ピットの溢水評価に関する設計方針

(a) 溢水源及び溢水量の想定

溢水源及び溢水量は、「1.3.4.2(1)b.(a) 溢水源及び溢水量の想定」の溢水源及び溢水量と同じ想定とする。

(b) 防護対象設備の設定

防護対象設備は、使用済燃料ピットの冷却及び給水に必要な設備とする。

具体的には、使用済燃料ピットを定められた水温(65℃以下)に維持する必要があるため、使用済燃料ピットの冷却システムの機能維持に必要な設備を抽出する。

また、使用済燃料ピットの放射線を遮蔽する機能を維持(水面の設計基準線量率 $\leq 0.01\text{mSv/h}$ )するための水量を確保する必要があるため、使用済燃料ピットへの給水システムの機能維持に必要な設備を抽出する。

具体的には、燃料取替用水システム設備及び使用済燃料ピット冷却システム設備を抽出する。

(c) 溢水防護区画及び溢水経路の設定

溢水防護区画及び溢水経路は、「1.3.4.2(1)b.(c) 溢水防護区画及び溢水経路の設定」と同じ方法で設定する。

(d) 使用済燃料ピットの冷却及び給水に必要な設備の溢水影響に関する設計方針

使用済燃料ピットの冷却及び給水に必要な設備が、想定破損による溢水、消火水の放水による溢水、地震起因による溢水及びその他の溢水に対して、以下に示す没水、被水及び蒸気の影響を受けて安全機能を損なわない設計とする。

また、防護対象設備の機能喪失高さは、発生した溢水水位に対して余裕を確保する設計とする。

溢水評価において、現場操作が必要な設備に対しては、必要に応じて環境の温度及び放射線量を考慮しても、操作員による操作場所までのアクセスが可能な設計とする。なお、必要となる操作を中央制御室で行う場合は、操作を行う運転員は中央制御室に常駐していることからアクセス性を失わずに対応できる。

イ 想定破損による溢水影響に対する設計方針

想定破損による防護対象設備への溢水影響は、「1.3.4.2(1)b.(d) 防護対象設備設置建屋内における溢水評価に関する設計方針」と同様の設計とする。

ロ 消火水の放水による溢水影響に対する設計方針

消火水の放水による防護対象設備への溢水影響は、「1.3.4.2(1)b.(d) 防護対象設備設置建屋内における溢水評価に関する設計方針」と同様の設計とする。

ハ 地震起因による溢水影響に対する設計方針（使用済燃料ピットのスロッシングを含む。）

（イ） 地震起因による防護対象設備への溢水影響

地震起因による防護対象設備への溢水影響は、「1.3.4.2(1) b. (d) 防護対象設備設置建屋内における溢水評価に関する設計方針」と同様の設計とする。

（ロ） 使用済燃料ピットのスロッシング後の機能維持に関する設計方針

基準地震動での使用済燃料ピット水のスロッシングにより、使用済燃料ピット外へ漏えいする水量を溢水量として算出する。また、使用済燃料ピットの初期水位等は保守的となる条件で評価する。算出した溢水量からスロッシング後の使用済燃料ピット水位を求め、使用済燃料ピットの冷却機能（水温65℃以下）及び使用済燃料の放射線に対する遮蔽機能維持（水面の設計基準線量率 $\leq 0.01\text{mSv/h}$ ）に必要な水位が確保される設計とする。

ニ その他の溢水影響に対する設計方針

その他の溢水による防護対象設備への溢水影響は、「1.3.4.2(1) b. (d) 防護対象設備設置建屋内における溢水評価に関する設計方針」と同様の設計とする。

d. 溢水防護に関する設計方針

想定破損による溢水、消火水の放水による溢水及び地震起因による溢水が発生した場合においても、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とするため、壁、扉、堰等により浸水を防止するための対策を実施する。

(a) 燃料取扱建屋堰

使用済燃料ピットのスロッシングによる溢水が、燃料取扱建屋から原子炉補助建屋へ伝ばすることを防止し、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とするため、燃料取扱建屋堰を燃料取扱建屋に設置する。

(b) 原子炉補助建屋水密扉

廃棄物処理建屋で発生する溢水が原子炉補助建屋へ伝ばすることを防止し、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とするため、原子炉補助建屋水密扉を原子炉補助建屋に設置する。

(c) 中間建屋水密扉

タービン建屋からの溢水が中間建屋に伝ばすることを防止するための中間建屋水密扉及び主蒸気管室で発生する溢水が中間建屋内へ伝ばすることを防止するための中間建屋水密扉を中間建屋に設置することで、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

(d) 制御建屋水密扉(1号機及び2号機共用)

タービン建屋からの溢水が制御建屋へ伝ばすることを防止し、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とするため、制御建屋水密扉を制御建屋に設置する。

(e) 海水ポンプエリア水密扉(1号機及び2号機共用)

海水ポンプエリア周辺で発生した溢水が海水ポンプエリアへ伝ばすることを防止し、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とするため、海水ポ

ンプエリア水密扉を海水ポンプエリアに設置する。

(f) 海水ポンプエリア防護壁(1号機及び2号機共用)

海水ポンプエリア周辺で発生した溢水が海水ポンプエリアへ伝ばすることを防止し、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とするため、海水ポンプエリア防護壁を海水ポンプエリアに設置する。

(g) 海水管ダクト堅坑蓋

海水ポンプエリア周辺で発生した溢水が海水ポンプエリアへ伝ばすることを防止し、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とするため、海水管ダクト堅坑蓋を海水管ダクト堅坑に設置する。

1.3.4.3 内部飛来物

「1.10.4 タービン発電機」の「1.10.4.3 タービンローターの健全性」を参照。

1.3.4.4 高エネルギー配管破損

「1.10.2 主蒸気供給系統」の「1.10.2.2 安全設計基準」及び「1.10.3 給水系統」の「1.10.3.1 主給水系統 (2) 安全設計基準」を参照。

1.3.4.5 他の内部ハザード

各クレーン、エレベータに係る落下防止について、「1.9A.1.1 新燃料貯蔵及び取扱系統」、「1.9A.1.2 使用済燃料貯蔵及び取扱系統」、「1.9A.8 天井揚重系統」を参照。

### 1.3.5 安全系に分類される建屋及び土木構築物に関する一般的設計側面

#### 1.3.5.1 一般設計原則－構造及び土木工学

##### (1) 安全設計の方針

発電所の建物、構築物及び土木構造物は、自重、内圧、外圧、熱荷重、地震荷重等の条件に対し、十分な強度を有し、かつ、その機能を維持できるように設計する。

また、荷重の組合せと許容応力については、「建築基準法」、「日本建築学会各種構造設計及び計算基準」等に従うものとする。

なお、諸外国の規格基準等を参考にするなど、できるだけ新しい知見を取入れて強度上十分安全な設計とする。

##### (2) 耐震設計

発電用原子炉施設の耐震設計は、設置許可基準規則に適合するように、「1.3.3.1(1) 設計基準対象施設の耐震設計」、「1.3.2.3(2)、1.3.5.3(2)b.及び(3)b. 重大事故等対処施設の耐震設計」に従って行う。

#### 1.3.5.2 基礎

「1.3.5.3 建屋」に同じ。

#### 1.3.5.3 建屋

##### (1) 適用される規格、標準及び仕様

「建築基準法」、「日本建築学会各種構造設計及び計算基準」等に従うものとする。

## (2) 荷重及び荷重の組合せ

### a. 設計基準対象施設の耐震設計

#### (a) 地震力の算定方法

設計基準対象施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

#### イ 静的地震力

静的地震力は、Sクラスの施設（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・構築物を除く。）、Bクラス及びCクラスの施設に適用することとし、それぞれ耐震重要度分類に応じて次の地震層せん断力係数 $C_i$ 及び震度に基づき算定する。

水平地震力は、地震層せん断力係数 $C_i$ に、次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、更に当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Sクラス 3.0

Bクラス 1.5

Cクラス 1.0

ここで、地震層せん断力係数 $C_i$ は、標準せん断力係数 $C_0$ を0.2以上とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

また、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数 $C_i$ に乘じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は、Sクラス、Bクラス及びCクラスともに1.0とし、その際に用いる標準せん断力係数 $C_0$ は1.0以上とする。

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度0.3以上を基準とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮し、高さ方向に

一定として求めた鉛直震度より算定するものとする。

但し、土木構造物の静的地震力は、安全上適切と認められる規格及び基準を参考に、Cクラスに適用される静的地震力を適用する。

標準せん断力係数 $C_0$ 等の割増係数の適用については、耐震性向上の観点から、一般産業施設及び公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定する。

#### ロ 動的地震力

動的地震力は、Sクラスの施設、屋外重要土木構造物及びBクラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用することとし、基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を入力として、動的解析により水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

Bクラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては、弾性設計用地震動から定める入力地震動の振幅を2分の1にしたものによる地震力を適用する。

屋外重要土木構造物、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・構築物については、基準地震動による地震力を適用する。

「1.2.7.2 地震」に示す基準地震動は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定し、年超過確率は、 $10^{-4}$ ~ $10^{-5}$ 程度である。

また、弾性設計用地震動は、基準地震動との応答スペクトルの比率が目安として0.5を下回らないよう基準地震動に係数0.6を乗じて設定する。こ



ここで、係数0.6は工学的判断として、原子炉施設の安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率が0.5程度であるという知見を踏まえ、更に「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針(昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂)」における2号機の基準地震動 $S_1$ の応答スペクトルをおおむね下回らないよう配慮し、余裕を持たせた値とする。また、建物・構築物に0.6を採用することで、弾性設計用地震動に対する設計に一貫性をとる。なお、弾性設計用地震動の年超過確率は、 $10^{-3}$ ~ $10^{-4}$ 程度である。弾性設計用地震動の応答スペクトルを第1.3-17図及び第1.3-18図に、弾性設計用地震動の時刻歴波形を第1.3-19図及び第1.3-20図に、弾性設計用地震動と基準地震動 $S_1$ の応答スペクトルの比較を第1.3-21図に、弾性設計用地震動と解放基盤表面における地震動の一樣ハザードスペクトルの比較を第1.3-22図及び第1.3-23図に示す。

#### (イ) 入力地震動

解放基盤表面は、S波速度が0.7km/s以上となっていることから、原子炉格納施設基礎設置位置のEL.-18.5mとしている。

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動及び弾性設計用地震動を基に、対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮したうえで、必要に応じ2次元有限要素法(FEM)解析又は1次元波動論により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。地盤条件を考慮する場合には、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係にも留意し、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。また、必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術

的知見を踏まえ設定する。

(b) 荷重の組合せ

設計基準対象施設の耐震設計における荷重の組合せは以下による。

イ 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を次に示す。

(イ) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常 of 自然条件下におかれている状態

但し、運転状態には通常運転時、運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

(ロ) 設計基準事故時の状態

発電用原子炉施設が設計基準事故時にある状態

(ハ) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件(積雪、風荷重等)

ロ 荷重の種類

荷重の種類を以下に示す。

(イ) 発電用原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重、すなわち固定荷重、積載荷重、土圧、水圧及び通常 of 気象条件による荷重

(ロ) 運転時の状態で施設に作用する荷重

(ハ) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重

(ニ) 地震力、風荷重、積雪荷重等

但し、運転時及び設計基準事故時の荷重には、機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし、地震力には、地震時土圧、機器・配管系からの反力、スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

ハ 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは次による。

(イ) 建物・構築物(ロに記載のものを除く。)

I Sクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

II Sクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち長時間その作用が続く荷重と弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

III Bクラス及びCクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と、動的地震力又は静的地震力を組み合わせる。

(ロ) 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

I 津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で作用する荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる。

II 浸水防止設備及び津波監視設備については、常時作用している荷重及び運転時の状態で作用する荷重等と基準地震動による地震力を組み合わせる。

なお、上記(ロ)I、IIについては、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮する。また、津波以外による荷重については、「ロ 荷重の種類」に準じるものとする。

(ハ) 荷重の組合せ上の留意事項

I Sクラスの施設に作用する地震力のうち動的地震力については、水平2方向と鉛直方向の地震力とを適切に組み合わせ算定するものとする。

II ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には、その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

III 複数の荷重が同時に作用する場合、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかになぜがあることが判明しているならば、必ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。

IV 上位の耐震クラスの施設を支持する建物・構築物の当該部分の支持機能を確認する場合においては、支持される施設の耐震クラスに応じた地震力と常時作用している荷重、運転時の状態で施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。

なお、第1.3-6表に対象となる建物・構築物及びその支持機能が維持されていることを検討すべき地震動等について記載する。

b. 重大事故等対処施設の耐震設計

(a) 荷重の組合せ

重大事故等対処施設の耐震設計における荷重の組合せは以下による。

イ 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を次に示す。

(イ) 運転時の状態

「1.3.5.3(2)a.(b) 荷重の組合せ」の「イ 耐震設計上考慮する状態」に示す「(イ) 運転時の状態」を適用する。

(ロ) 設計基準事故時の状態

「1.3.5.3(2)a.(b) 荷重の組合せ」の「イ 耐震設計上考慮する状態」に示す「(ロ) 設計基準事故時の状態」を適用する。

(ハ) 重大事故等の状態

発電用原子炉施設が、重大事故に至るおそれのある事故、又は重大事故の状態、重大事故等対処施設の機能を必要とする状態

(ニ) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件(積雪、風荷重等)

ロ 荷重の種類

(イ) 発電用原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重、すなわち固定荷重、積載荷重、土圧、水圧及び通常的气象条件による荷重

- (ロ) 運転時の状態で施設に作用する荷重
- (ハ) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重
- (ニ) 重大事故等の状態で施設に作用する荷重
- (ホ) 地震力、風荷重、積雪荷重等

但し、運転時の状態、設計基準事故時の状態及び重大事故等の状態での荷重には、機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし、地震力には、地震時土圧、機器・配管系からの反力、スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

#### ハ 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは次による。

(イ) 建物・構築物((ロ)に記載のものを除く。)

- I 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の建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。
- II 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の建物・構築物については、常時作用している荷重、設計基準事故時の状態及び重大事故等の状態で施設に作用する荷重のうち、地震によって引き起こされるおそれのある事象による荷重と地震力とを組み合わせる。
- III 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の建物・構築物については、常時作用している荷重、設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のう

ち地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重及び重大事故等の状態で施設に作用する荷重のうち長期的な荷重は、地震力と組み合わせる。

IV 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が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と、動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

(ロ) 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

「1.3.5.3(2)a.(b) 荷重の組合せ」の「ハ 荷重の組合せ」に示す津波防護施設、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・構築物の荷重の組合せを適用する。

(ハ) 荷重の組合せ上の留意事項

I 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に作用する地震力のうち動的地震力については、水平2方向と鉛直方向の地震力とを適切に組み合わせ算定するものとする。

II ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には、その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

III 複数の荷重が同時に作用する場合、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかになずれがあることが判明しているならば、必

ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。

IV 重大事故等対処施設を支持する建物・構築物の当該部分の支持機能を確認する場合においては、支持される施設の設備分類に応じた地震力と常時作用している荷重、重大事故等の状態で施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。

### (3) 設計及び解析手順

#### a. 設計基準対象施設の耐震設計

##### (a) 地震力の算定方法

設計基準対象施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

##### イ 動的地震力

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、建物・構築物に応じた適切な解析条件を設定する。動的解析は、原則として、建物・構築物の地震応答解析及び床応答曲線の策定は、線形解析及び非線形解析に適用可能な時刻歴応答解析法による。また、3次元応答性状等の評価は、線形解析に適用可能な周波数応答解析法による。

建物・構築物の動的解析に当たっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性等を十分考慮して評価し、集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には、建物・構築物と地盤との相互作用を考慮するものとし、解析モデルの地盤のばね定数は、基礎版の平面形状、地盤の剛性等を考慮して定める。設計用地盤定数は、原則として、弾性波試験によるものを用いる。



地盤－建物・構築物連成系の減衰定数は、振動エネルギーの地下逸散及び地震応答における各部の歪レベルを考慮して定める。

弾性設計用地震動に対しては弾性応答解析を行う。

基準地震動に対する応答解析において、主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、実験等の結果に基づき、該当する建物部分の構造特性に応じて、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した応答解析を行う。

また、Sクラスの施設を支持する建物・構築物の支持機能を検討するための動的解析において、施設を支持する建物・構築物の主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には、その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した応答解析を行う。

応答解析に用いる材料定数については、地盤の諸定数も含めて材料のばらつきによる変動幅を適切に考慮する。また、必要に応じて建物・構築物の設計用地震力に及ぼす影響を検討する。

原子炉建屋及び原子炉補助建屋については、3次元FEM解析等から、建物・構築物の3次元応答性状への影響を評価する。

屋外重要土木構造物の動的解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法とし、地盤及び構造物の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて、線形、等価線形、非線形解析のいずれかにて行う。

なお、地震力については、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

#### ロ 設計用減衰定数

応答解析に用いる減衰定数は、安全上適切と認められる規格及び基

準、既往の振動実験、地震観測の調査結果等を考慮して適切な値を定める。

なお、建物・構築物の応答解析に用いる鉄筋コンクリートの減衰定数の設定については、既往の知見に加え、既設施設の地震観測記録等により、その妥当性を検討する。

#### (b) 設計における留意事項

耐震重要施設は、耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設（以下「下位クラス施設」という。）の波及的影響によって、その安全機能を損なわない設計とする。

波及的影響については、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用して評価を行う。なお、地震動又は地震力の選定に当たっては、施設の配置状況、使用時間等を踏まえて適切に設定する。

評価に当たっては、以下の4つの観点をもとに、敷地全体を俯瞰した調査・検討等を行い、耐震重要施設の安全機能への影響がないことを確認する。

なお、原子力発電所の地震被害情報をもとに、4つの観点以外に検討すべき事項がないか確認し、新たな検討事項が抽出された場合には、その観点を追加する。

イ 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響

##### (イ) 不等沈下

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して不等沈下により、耐震重要施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

(ロ) 相対変位

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力による下位クラス施設と耐震重要施設の相対変位により、耐震重要施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

ロ 耐震重要施設と下位クラス施設との接続部における相互影響

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、耐震重要施設に接続する下位クラス施設の損傷により、耐震重要施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

ハ 建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、建屋内の下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等により、耐震重要施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

ニ 建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

- ・ 耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、建屋外の下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等により、耐震重要施設の安全機能へ影響がないことを確認する。
- ・ 耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、耐震重要施設周辺の斜面が崩壊しないことを確認する。

なお、上記イ～ニの検討に当たっては、溢水・火災の観点からも波及的影響がないことを確認する。

上記の観点で検討した結果を、第1.3-6表中に「波及的影響を考慮すべき施設」として記載する。

#### (c) 構造計画と配置計画

設計基準対象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。

下位クラス施設は原則、耐震重要施設に対して離隔をとり配置するか若しくは、基準地震動に対し構造強度を保つようにし、耐震重要施設の安全機能を損なわない設計とする。

### b. 重大事故等対処施設の耐震設計

#### (a) 重大事故等対処施設の耐震設計の基本方針

重大事故等対処施設については、設計基準対象施設の耐震設計における動的地震力又は静的地震力に対する設計方針を踏襲し、重大事故等対処施設の構造上の特徴、重大事故等における運転状態、重大事故等の状態で施設に作用する荷重等を考慮し、適用する地震力に対して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て、施設区分に応じて以下の項目に従って耐震設計を行う。

- イ 常設耐震重要重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設  
基準地震動による地震力に対して、重大事故に至るおそれがある事故  
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に設計する。
- ロ 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が設  
置される重大事故等対処施設  
代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分  
類のクラスに適用される地震力に十分に耐えることができるように設計する。
- ハ 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  
基準地震動による地震力に対して、重大事故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に設計する。  
なお、本施設とロの両方に属する重大事故等対処施設については、基  
準地震動による地震力を適用するものとする。
- ニ 可搬型重大事故等対処設備  
地震による周辺斜面の崩壊、溢水・火災等の影響を受けない場所に適  
切に保管する。
- ホ 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については、基準地震動による地震力が作用  
した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置  
する。  
また、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  
備が設置される重大事故等対処施設については、代替する機能を有する

設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

へ 重大事故等対処施設に適用する動的地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。

ト 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の土木構造物、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・構築物は、基準地震動による地震力に対して、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に設計する。

チ 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が、Bクラス及びCクラスの施設、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が設置される重大事故等対処施設、可搬型重大事故等対処設備、常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備のいずれにも属さない常設の重大事故等対処施設の波及的影響によって、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。

リ 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。

## ヌ 代替緊急時対策所の耐震設計の基本方針

代替緊急時対策所については、基準地震動による地震力に対して、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に設計する。

代替緊急時対策所については、耐震構造とし、基準地震動による地震力に対して、遮蔽性能を担保する。また、代替緊急時対策所内の居住性を確保するため、基準地震動による地震力に対して、代替緊急時対策所の緊急時対策所換気設備の性能とあいまって十分な気密性を確保する。更に、施設全体の更なる安全性を確保するため、基準地震動による地震力との組合せに対して、弾性範囲に収める設計とする。

なお、地震力の算定方法及び荷重の組合せと許容限界については、「(b) 地震力の算定方法」、「1.3.5.3(2)b. 重大事故等対処施設の耐震設計」及び「1.3.5.3(4)b. 重大事故等対処施設の許容限界」に示す建物・構築物のものを適用する。

### (b) 地震力の算定方法

重大事故等対処施設の耐震設計に用いる地震力の算定方法は、「1.3.5.3(2)a.(a) 地震力の算定方法」に示す設計基準対象施設の静的地震力、動的地震力及び設計用減衰定数について、以下のとおり適用する。

#### イ 静的地震力

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が設置される重大事故等対処施設について、「1.3.5.3(2)a.(a) 地震力の算定方法」の「イ 静的地震力」に示すBクラス及びCクラスの施設に適用する静的地震力を適用する。

#### ロ 動的地震力

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について、「1.3.5.3(2)a.(a) 地震力の算定方法」の「ロ 動的地震力」に示す入力地震動を用いた地震応答解析による地震力を適用する。

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が設置される重大事故等対処施設のうち、Bクラスの施設の機能を代替する共振のおそれのある施設については、「1.3.5.3(2)a.(a) 地震力の算定方法」の「ロ 動的地震力」に示す、共振のおそれのあるBクラスの施設に適用する地震力を適用する。

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の土木構造物、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・構築物については、「1.3.5.3(2)a.(a) 地震力の算定方法」の「ロ 動的地震力」に示す、屋外重要土木構造物、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・構築物に適用する地震力を適用する。

なお、重大事故等対処施設のうち、設計基準対象施設の基本構造等と異なる施設については、適用する地震力に対して、要求される機能及び構造健全性が維持されることを確認するため、当該施設の構造を適切にモデル化した上での地震応答解析、及び加振試験等を実施する。

#### ハ 設計用減衰定数

「1.3.5.3(3)a.(a) 地震力の算定方法」の「ロ 設計用減衰定数」を適用する。



(c) 設計における留意事項

「1.3.5.3(3)a.(b) 設計における留意事項」を適用する。

但し、適用に当たっては、「耐震重要施設」を「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」に、「安全機能」を「重大事故等に対処するために必要な機能」に読み替える。

なお、下位クラス施設の波及的影響については、Bクラス及びCクラスの施設に加え、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が設置される重大事故等対処施設、可搬型重大事故等対処設備、常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備のいずれにも属さない常設の重大事故等対処施設の影響についても評価する。

また、可搬型重大事故等対処設備については、地震による周辺斜面の崩壊、溢水・火災等の影響を受けない場所に適切な保管がなされていることを併せて確認する。

(d) 構造計画と配置計画

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。

Bクラス及びCクラスの施設、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が設置される重大事故等対処施設、可搬型重大事故等対処設備、常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備のいずれにも属さない常設の重大事故等対処施設は、原則、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に対して離隔をとり配置するか若しくは、基準地震動に対し構造強度を保つようにし、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の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。

c. 地震観測等による耐震性の確認

発電用原子炉施設のうち安全上特に重要なものに対しては、地震観測網を適切に設置し、地震観測等により振動性状の把握を行い、それらの測定結果に基づく解析等により施設の機能に支障のないことを確認していくものとする。

地震観測を継続して実施するために、地震観測網の適切な維持管理を行う。

(4) 構造許容基準

a. 設計基準対象施設の許容限界

設計基準対象施設の耐震設計における許容限界は以下による。

(a) 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとし、安全上適切と認められる規格及び基準又は試験等で妥当性が確認されている許容応力等を用いる。

イ 建物・構築物(口に記載のものを除く。)

(イ) Sクラスの建物・構築物

I 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容

応力度を許容限界とする。

## II 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

建物・構築物が構造物全体として十分変形能力（終局耐力時の変形）の余裕を有し、終局耐力に対して妥当な安全余裕を持たせることとする。

なお、終局耐力は、建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき、その変形又は歪が著しく増加するに至る限界の最大耐力とし、既往の実験式等に基づき適切に定めるものとする。

(ロ) Bクラス及びCクラスの建物・構築物（(ホ)、(へ)に記載のものを除く。）

上記(イ)Iによる許容応力度を許容限界とする。

(ハ) 耐震クラスの異なる施設を支持する建物・構築物（(ホ)、(へ)に記載のものを除く。）

上記(イ)IIを適用するほか、耐震クラスの異なる施設がそれを支持する建物・構築物の変形等に対して、その支持機能を損なわないものとする。

なお、当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する際の地震動は、支持される施設に適用される地震動とする。

(ニ) 建物・構築物の保有水平耐力（(ホ)、(へ)に記載のものを除く。）

建物・構築物については、当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して耐震重要度に応じた安全余裕を有していることを確認する。

(ホ) 屋外重要土木構造物

I 静的地震力との組合せに対する許容限界

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

II 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

構造部材の曲げについては限界層間変形角又は曲げ耐力、構造部材のせん断についてはせん断耐力に対して、妥当な安全余裕をもたせることとする。

なお、それぞれの安全余裕については、各施設の機能要求等を踏まえ設定する。

(ヘ) その他の土木構造物

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

ロ 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

津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については、当該施設及び建物・構築物が構造全体として変形能力(終局耐力時の変形)について十分な余裕を有するとともに、その施設に要求される機能(津波防護機能及び浸水防止機能)が保持できることを確認する。

浸水防止設備及び津波監視設備については、その設備に要求される機能(浸水防止機能及び津波監視機能)が保持できることを確認する。

## ハ 基礎地盤の支持性能

(イ) Sクラスの建物・構築物、屋外重要土木構造物、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・構築物の基礎地盤

### I 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

接地圧が、安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の極限支持力度に対して妥当な余裕を有することを確認する。

II 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界(屋外重要土木構造物、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・構築物の基礎地盤を除く。)

接地圧に対して、安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の短期許容支持力度を許容限界とする。

(ロ) B、Cクラスの建物・構築物及びその他の土木構造物の基礎地盤

上記(イ)IIによる許容支持力度を許容限界とする。

## b. 重大事故等対処施設の許容限界

重大事故等対処施設の耐震設計における許容限界は以下による。

### (a) 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとし、安全上適切と認められる規格及び基準又は試験等で妥当性が確認されている許容応力等を用いる。

イ 建物・構築物(ロに記載のものを除く。)

(イ) 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の建物・構築物

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対処施設の許容限界」の「(a) 許容限界」に示すSクラスの建物・構築物の基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界を適用する。

(ロ) 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が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物((ホ)、(へ)に記載のものを除く。)

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対処施設の許容限界」の「(a) 許容限界」に示すBクラス及びCクラスの建物・構築物の許容限界を適用する。

(ハ) 施設区分の異なる重大事故等対処施設を支持する建物・構築物((ホ)、(へ)に記載のものを除く。)

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対処施設の許容限界」の「(a) 許容限界」に示す耐震クラスの異なる施設を支持する建物・構築物の許容限界を適用する。

なお、適用に当たっては、「耐震クラス」を「施設区分」に読み替える。

(ニ) 建物・構築物の保有水平耐力((ホ)、(へ)に記載のものを除く。)

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対処施設の許容限界」の「(a) 許容限界」に示す建物・構築物の保有水平耐力に対する許容限界を適用する。

なお、適用に当たっては、「耐震重要度」を「重大事故等対処施設

が代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス」に読み替える。但し、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については、当該クラスをSクラスとする。

(ホ) 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の土木構造物

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対処施設の許容限界」の「(a) 許容限界」に示す屋外重要土木構造物の基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界を適用する。

(ヘ) 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が設置される重大事故等対処施設の土木構造物

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対処施設の許容限界」の「(a) 許容限界」に示すその他の土木構造物の許容限界を適用する。

ロ 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

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対処施設の許容限界」の「(a) 許容限界」に示す津波防護施設、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・構築物の許容限界を適用する。

ハ 基礎地盤の支持性能

(イ) 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の建物・構築物、土木構造物、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・構築物の基礎地盤

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対処施設の許容限界」の「(a) 許容限界」に示すSクラスの建物・構築物、屋外重要土木構造物、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・構築物の基礎地盤の基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界を適用する。

(ロ) 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が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物及び土木構造物の基礎地盤

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対処施設の許容限界」の「(a) 許容限界」に示すB、Cクラスの建物・構築物及びその他の土木構造物の基礎地盤の許容限界を適用する。

(5) 材料、品質管理及び特殊建設技術

建築基準法及び関係規則並びに関係基準等に基づき、材料選定、品質管理を実施する。

なお、特殊設計技術は採用していない。

(6) 試験及び供用期間中検査要求

「1.3.10 供用期間中モニタリング、試験、保守及び検査」を参照。



### 1.3.6 機械的系統及び機器に関する一般的設計側面

#### 1.3.6.1 機械的機器に関する特別な話題

##### (1) 運転過渡、生じる荷重及び荷重の組合せ

クラス1機器の強度設計に用いる設計過渡曲線について、参考資料-1に示す。

これらのうち第1.3-29表に示す過渡は、強度評価の観点で厳しい温度及び圧力変化が得られるように、公開資料「第1種機器の設計過渡説明書」(MAPI-1051改2 三菱原子力工業株式会社、平成6年)に基づき設定した条件を「三菱PWRの事故解析計算コードの概要」(MAPI-1017改2 三菱原子力工業株式会社、昭和52年)及び「PWR非常用炉心冷却系安全評価解析コード」(MAPI-1035改2 三菱原子力工業株式会社、昭和53年)に示される解析コードに入力し、計画的な運転によって生じる状態のほか、単一故障等によって生じるプラントの状態を考慮して事象ごとに作成した設計過渡曲線である。

一方、第1.3-30表に示す過渡は運転操作によるものであり、公開資料「第1種機器の設計過渡説明書」(MAPI-1051改2 三菱原子力工業株式会社、平成6年)に基づき、強度評価の観点で厳しい温度及び圧力変化が得られるように設定したものである。

また、設計過渡条件を第1.3-31表に示す。

##### (2) 解析に使用する計算機プログラム

機械的機器の動的及び静的構造解析に使用する計算機プログラムには、汎用プログラム、プラントメーカーが開発したプログラム等があるが、いずれを使用する場合も、検証及び妥当性確認(Verification and Validation)を実施し、当該計算機プログラムの使用が、適用範囲、解析モデル、境界条件等に照らし妥当であることを確認している。

### (3) 実験的応力解析

クラス1容器に使用する材料は、日本機械学会「発電用原子力設備規格設計・建設規格」(以下「JSME設計・建設規格」という。)PVB-2320から2330に規定する方法による破壊靱性試験を行い、PVB-2330に規定する判定基準に適合するものとする。

### (4) 故障状態の評価に関する検討

クラス1機器は、「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(平成26年8月6日付け原規技発第1408063号、原子力規制委員会決定)」(以下「亀裂解釈」という。)、日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格(JSME S NA1-2008)」(以下「維持規格」という。)及び日本電気協会「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程(JEAC4207-2008)」に従い非破壊試験を実施し、その破壊を引き起こす亀裂、その他の欠陥がないことを確認する。

非破壊検査において亀裂等が発見された場合、維持規格の「EA 評価の一般事項」、「EB クラス1機器の欠陥評価」及び亀裂解釈の規定に基づく欠陥評価を実施し、継続使用が可能であることを確認する。

## 1.3.6.2 系統、機器及び装置の動的試験及び解析

### (1) 動的機能維持

地震時及び地震後に動作機能の維持が要求される回転機器及び弁については、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よる応答加速度が、加振試験等の既往の研究によって機能維持を確認した加速度(以下「動的機能確認済加速度」という。)以下

となる設計とする。

既往研究の適用形式を外れる場合は、地震時の応答加速度が地震動を模擬した加振試験又は設備が十分に剛であることを踏まえ、地震動による応答を模擬した静的荷重試験によって得られる、機能維持を確認した加速度以下であること、又は実験結果に基づいた解析により機能維持を満足する設計とする。

## (2) 電氣的機能維持

地震時及び地震後に電氣的機能が要求される機器については、その機器に要求される安全機能を維持するため、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よる応答加速度が、各々の盤、器具等に対する加振試験等により機能維持を確認した加速度（以下「電氣的機能確認済加速度」という。）以下であること、あるいは解析による最大発生応力が許容応力以下であることにより、機能維持を満足する設計とする。

上記加振試験では、まず、掃引試験により固有振動数を確認する。その後、加振試験を実施し、当該機器が設置される床における加速度以上での動作確認を実施する。又は、実機を模擬した機器を当該機器が設置される床における模擬地震波により加振して、動作確認を実施する。

### 1.3.6.3 クラス1、2及び3機器、機器支持構造物及び炉心支持構造物の規格

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以下のとおりとし、その際、JSME設計・建設規格等に従い設計する。なお、用語の定義は「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」という。)の第2条(定義)による。

但し、重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物の材料及び構造であって、以下によらない場合は、当該機器及び支持構造物が、その設計上要求される強度を確保できるようJSME設計・建設規格を参考に同等以上であることを確認する。また、重大事故等クラス3機器であって、完成品は、以下によらず、消防法に基づく技術上の規格等一般産業品の規格及び基準に適合していることを確認し、使用環境及び使用条件に対して、要求される強度を確保できる設計とする。

重大事故等クラス2容器及び重大事故等クラス2管のうち主要な耐圧部の溶接部の耐圧試験は、母材と同等の方法、同じ試験圧力にて実施する。

#### (1) 材料について

##### a. 機械的強度及び化学的成分

(a) クラス1機器、クラス1支持構造物及び炉心支持構造物は、その使用される圧力、温度、水質、放射線、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分(使用中の応力その他の使用条件に対する適切な耐食性を含む。)を有する材料を使用する。

(b) 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、重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス2支持構造物は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する。

(c) 原子炉格納容器は、その使用される圧力、温度、湿度、荷重その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する。

(d) 格納容器再循環サンプスクリーンは、その使用される圧力、温度、荷重

その他の使用条件に対して適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する。

- (e) 重大事故等クラス3機器は、その使用される圧力、温度、荷重その他の使用条件に対して日本産業規格等に適合した適切な機械的強度及び化学的成分を有する材料を使用する。

b. 破壊じん性

- (a) クラス1容器は、当該容器が使用される圧力、温度、放射線、荷重その他の使用条件に対して適切な破壊じん性を有する材料を使用する。また、破壊じん性は、寸法、材質又は破壊じん性試験により確認する。

原子炉容器については、原子炉容器の脆性破壊を防止するため、中性子照射脆化の影響を考慮した最低試験温度を確認し、適切な破壊じん性を維持できるよう、1次冷却材温度及び圧力の制限範囲を設定することを保安規定に定めて管理する。

- (b) クラス1機器(クラス1容器を除く。)、クラス1支持構造物(クラス1管及びクラス1弁を支持するものを除く。)、クラス2機器、クラス3機器(工学的安全施設に属するものに限る。)、原子炉格納容器、炉心支持構造物及び重大事故等クラス2機器は、その最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有する材料を使用する。また、破壊じん性は、寸法、材質又は破壊じん性試験により確認する。

重大事故等クラス2機器のうち、原子炉容器については、重大事故等時における温度、放射線、荷重その他の使用条件に対して損傷するおそれがない設計とする。

- (c) 格納容器再循環サンプスクリーンは、その最低使用温度に対して適切な破壊じん性を有する材料を使用する。

c. 非破壊試験

クラス1機器、クラス1支持構造物(棒及びボルトに限る。)、クラス2機器(鋳造品に限る。)、炉心支持構造物及び重大事故等クラス2機器(鋳造品に限る。)に使用する材料は、非破壊試験により有害な欠陥がないことを確認する。

(2) 構造及び強度について

a. 延性破断の防止

(a) クラス1機器、クラス2機器、クラス3機器、原子炉格納容器、炉心支持構造物、重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス3機器は、最高使用圧力、最高使用温度及び機械的荷重が負荷されている状態(以下「設計上定める条件」という。)において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。

(b) クラス1支持構造物は、運転状態I及び運転状態IIにおいて、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。

(c) クラス1支持構造物であって、クラス1容器に溶接により取り付けられ、その損壊により、クラス1容器の損壊を生じさせるおそれがあるものは、(b)にかかわらず、設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。

(d) クラス1容器(オメガシールその他のシールを除く。)、クラス1管、クラス1弁、クラス1支持構造物、原子炉格納容器(著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。)及び炉心支持構造物は、運転状態IIIにおいて、全体的な塑性変形が生じない設計とする。また、応力が集中する構造上の不連続部等については、補強等により局所的な塑性変形に止まるよう設計する。

- (e) クラス1容器(オメガシールその他のシールを除く。)、クラス1管、クラス1弁、クラス1支持構造物、原子炉格納容器(著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。)及び炉心支持構造物は、運転状態IVにおいて、延性破断に至る塑性変形が生じない設計とする。
- (f) クラス4管は、設計上定める条件において、延性破断に至る塑性変形を生じない設計とする。
- (g) クラス1容器(ボルトその他の固定用金具、オメガシールその他のシールを除く。)、クラス1支持構造物(クラス1容器に溶接により取り付けられ、その損壊により、クラス1容器の損壊を生じさせるおそれがあるものに限る。)及び原子炉格納容器(著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。)は、試験状態において、全体的な塑性変形が生じない設計とする。また、応力が集中する構造上の不連続部等については、補強等により局所的な塑性変形に止まるよう設計する。
- (h) 格納容器再循環サンプスクリーンは、運転状態I、運転状態II及び運転状態IV(異物付着による差圧を考慮)において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。
- (i) クラス2支持構造物であって、クラス2機器に溶接により取り付けられ、その損壊によりクラス2機器に損壊を生じさせるおそれがあるものは、運転状態I及び運転状態IIにおいて、延性破断が生じないように設計する。
- (j) 重大事故等クラス2支持構造物であって、重大事故等クラス2機器に溶接により取り付けられ、その損壊により重大事故等クラス2機器に損壊を生じさせるおそれがあるものにあつては、設計上定める条件において、延性破断が生じない設計とする。

b. 進行性変形による破壊の防止

(a) クラス1容器(ボルトその他の固定用金具を除く。)、クラス1管、クラス1弁(弁箱に限る。)、クラス1支持構造物、原子炉格納容器(著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。)及び炉心支持構造物は、運転状態I及び運転状態IIにおいて、進行性変形が生じない設計とする。

c. 疲労破壊の防止

(a) クラス1容器、クラス1管、クラス1弁(弁箱に限る。)、クラス1支持構造物、クラス2管(伸縮継手を除く。)、原子炉格納容器(著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。)及び炉心支持構造物は、運転状態I及び運転状態IIにおいて、疲労破壊が生じない設計とする。

(b) クラス2機器、クラス3機器、原子炉格納容器及び重大事故等クラス2機器の伸縮継手は、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じない設計とする。

(c) 重大事故等クラス2管(伸縮継手を除く。)は、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じない設計とする。

d. 座屈による破壊の防止

(a) クラス1容器(胴、鏡板及び外側から圧力を受ける円筒形又は管状のものに限る。)、クラス1支持構造物及び炉心支持構造物は、運転状態I、運転状態II、運転状態III及び運転状態IVにおいて、座屈が生じない設計とする。

(b) クラス1容器(胴、鏡板及び外側から圧力を受ける円筒形又は管状のものに限る。)及びクラス1支持構造物(クラス1容器に溶接により取り付けられ、その損壊により、クラス1容器の損壊を生じさせるおそれがあるものに限る。)



は、試験状態において、座屈が生じない設計とする。

(c) クラス1管、クラス2容器、クラス2管、クラス3機器、重大事故等クラス2容器、重大事故等クラス2管及び重大事故等クラス2支持構造物(重大事故等クラス2機器に溶接により取り付けられ、その損壊により重大事故等クラス2機器に損壊を生じさせるおそれがあるものに限る。)は、設計上定める条件において、座屈が生じない設計とする。

(d) 原子炉格納容器は、設計上定める条件並びに運転状態III及び運転状態IVにおいて、座屈が生じない設計とする。

(e) クラス2支持構造物であって、クラス2機器に溶接により取り付けられ、その損壊によりクラス2機器に損壊を生じさせるおそれがあるものは、運転状態I及び運転状態IIにおいて、座屈が生じないよう設計する。

e. 破断前漏えいの配慮について

構造及び強度については、破断前漏えい(LBB)概念を適用した荷重を適切に考慮した設計とする。

(3) 主要な耐圧部の溶接部(溶接金属部及び熱影響部をいう。)について

クラス1容器、クラス1管、クラス2容器、クラス2管、クラス3容器、クラス3管、クラス4管、原子炉格納容器及び重大事故等クラス2容器及び重大事故等クラス2管のうち主要な耐圧部の溶接部は、次のとおりとし、溶接事業者検査により適用基準及び適用規格に適合していることを確認する。

- ・ 不連続で特異な形状でない設計とする。
- ・ 溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認する。
- ・ 適切な強度を有する設計とする。

- ・ 適切な溶接施工法、溶接設備及び技能を有する溶接士であることを機械試験その他の評価方法によりあらかじめ確認する。

#### 1.3.6.4 制御棒駆動システム

制御棒クラスタ駆動装置は、原子炉容器上部ふたに取付けられた磁気ジャック式駆動装置である。

制御棒クラスタ駆動装置は、上部端を耐震サポートにより内部コンクリートに支持し、下部を原子炉容器上部ふたに固定し、それ自体も剛性を持つので、地震力に対しても必要な強度を有する。

#### 1.3.6.5 原子炉圧力容器内部構造物

##### (1) 燃料集合体

燃料集合体は、燃料棒、制御棒案内シンブル、支持格子、上部ノズル、下部ノズル等により構成される。燃料集合体は制御棒案内シンブルとそれに接合した支持格子とによって骨格を形成し、燃料棒を正方格子状の配列で支持格子のばねに支持させるため燃料棒の熱膨張を拘束しない構造となっている。また、燃料集合体に作用する地震力は上、下部ノズルを介して炉内構造物の上部炉心板及び下部炉心板に伝達される。

##### (2) 炉内構造物

炉内構造物は上部炉心構造物、下部炉心構造物から構成される。

上部炉心構造物は上部炉心支持板、上部炉心支持柱、上部炉心板、制御棒クラスタ案内管から構成され、下部炉心構造物は炉心そう、下部炉心支持柱、下部炉心支持板、下部炉心板、炉心バッフル等から構成されている。燃料集合体、炉内構造物に作用する水平地震力は炉心そう上部フランジ部を介

して原子炉容器フランジ部に、また、炉心そう下端を介して原子炉容器胴内壁に取付けたラジアルサポートにそれぞれ伝達される。鉛直地震力については、上、下部炉心支持板及び炉心そうを介して原子炉容器フランジ部に伝達される。

#### 1.3.6.6 ポンプ、弁及び動的レストレイントに関する機能設計、性能認定及び供用期間中試験プログラム

ポンプ、弁の供用期間中試験プログラムについては、「1.3.10 供用期間中モニタリング、試験、保守及び検査」を参照。

#### 1.3.6.7 配管設計

支持装置、支持架構及び埋込金物から構成される配管支持構造物の基本原則、設計方針及び機能による種別の選定方法を示す。

##### (1) 基本原則

配管(弁、ケーブルトレイ類含む。)及びダクトの耐震支持方針は下記によるものとする。

- a. 支持構造物は、剛な床、壁面等から支持することとする。
- b. 支持構造物を含め建屋との共振を防止する。
- c. 架台はり及び内部鉄骨から支持する場合は、支持部剛性と支持構造物の剛性を連成して設計する。
- d. 支持構造物は、拘束方向の支持点荷重に対して十分な強度があり、かつ剛性を有するものを選定する。
- e. 機器管台に接続される配管については、機器管台の許容荷重を超えないように支持構造物の設計を行う。

- f. 高温となる配管については、熱応力計算による熱膨張変位を過度に拘束しない設計とする。
- g. 熱膨張変位を拘束しないために、配管系の剛性を十分に確保できない場合は、配管系の振動特性に応じた地震応答解析により、応力評価に必要な荷重等を算定し、その荷重等に耐える設計とする。
- h. 建屋間相対変位を考慮する場所については、その変位に対して十分耐える設計とする。
- i. 水撃現象が生じる可能性がある場所については、その荷重に十分耐える設計とする。

## (2) 支持構造物の設計

配管の位置、構造計画に際しては、建物・構築物、取合い機器類との関連、設置場所の環境条件、現地施工性等の関連を十分考慮して総合的な調整を行い、運転操作及び保守点検の際に支障とならないこと等についての配慮を十分加味した耐震設計を行うよう配慮する。

支持構造物の設計は、建屋基本計画及び配管の基本設計条件等から配置設計を行い、熱応力計算（自重、機械的荷重、事故時荷重による強度計算を含む）、耐震解析、機能維持の検討により強度及び支持機能を確認し、詳細設計を行う。このとき、高温となる配管については、熱応力計算による熱膨張変位を過度に拘束しない設計とするよう配慮する。支持装置は、標準化された製品の中から、配管から受ける荷重に対し十分な強度があるものを選定する。

### 1.3.6.8 ねじ部品（クラス1、2及び3に関する規格）

クラス1容器のボルトは、JSME設計・建設規格PVB-3121及びPVB-3122の規定を満足するよう設計する。

クラス1ポンプのボルトは、JSME設計・建設規格PMB-3500の規定を満足するよう設計する。

クラス2及びクラス3機器のフランジに使用されるボルトは、日本産業規格(JIS B 8265)「圧力容器の構造—一般事項 附属書3(規定) 圧力容器のボルト締めフランジ」に従った応力計算を行い、必要な強度を有することを確認する。

### 1.3.7 計装制御系統及び機器に関する一般的設計側面

#### 1.3.7.1 性能

「1.3.1.5 事故の防止及び緩和 (1) 安全設計方針」の「b. 計測制御系統施設設計の基本方針」を参照。

#### 1.3.7.2 信頼性に関する設計

原子炉保護設備は、単一故障で保護機能を喪失しない設計であり、信号の発生から、伝達、比較に至るまで多重性を持たせた保護動作を行う。「2 out of 4」、「2 out of 3」あるいは「1 out of 2」の論理回路は、連絡ケーブルも含めて多重化している。これらの多重チャンネル並びにトレインは、電氣的、物理的に分離しているので、単一のチャンネル又はトレインの故障で保護機能を失うことはない。なお、原子炉保護設備の双安定回路、原子炉トリップ遮断器の不足電圧コイル等は、常時励磁状態としたフェイル・セイフ設計とするので、電源喪失時には、双安定回路等はトリップ状態となり、安全側の設計である。

#### 1.3.7.3 独立性

原子炉保護設備の独立性について、原子炉保護系を構成するチャンネルは、相互干渉が起こらないように、物理的、電氣的独立性を持たせている。

すなわち、検出器、論理回路、トリップ遮断器、連絡ケーブル等は供給電源(直流2母線、無停電電源4母線)を含めて独立な構成とする。

なお、計測制御系への信号を原子炉保護系の一部から取出す場合には、計測制御系での故障が、原子炉保護系に影響を与えないように、信号の分岐箇所には絶縁増幅器を使用する。

#### 1.3.7.4 性能認定

計測制御系統は、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中性子束、制御棒クラスタ位置、1次冷却系圧力、温度、流量及び水位、蒸気発生器2次側圧力及び水位、原子炉格納容器内圧力及び温度等の重要なパラメータを適切な範囲に維持制御し監視できる設計としている。

設計基準事故が発生した場合の状況を把握し、及び対策を講じるために必要な、原子炉格納容器内の圧力、放射性物質濃度等のパラメータは、設計基準事故時に想定される環境下において、十分な測定範囲及び期間にわたり監視できる設計としている。

安全保護系を含む計測制御系統は、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所定の精度及び応答時間を満足して発揮できる設計としている。

#### 1.3.7.5 検証及び妥当性確認

計測制御系統のうち、安全保護系に適用しているデジタル計算機については、「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)」に適合した設計とするとともに、「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」に準じて設計、製作、試験及び変更管理の各段階で検証及び妥当性確認がなされたソフトウェアを適用している。

#### 1.3.7.6 故障モード

計測制御系統のうち、安全保護系は、駆動源の喪失、系統の遮断その他の不利な状況が発生した場合においても、発電用原子炉施設をより安全な状態に