

原子炉格納容器、原子炉補助建屋、原子炉周辺建屋

- ・ 屋外に設置されている施設

海水ポンプ、海水ストレーナ

金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食を生じないが、外装の塗装等によって短期での腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(ロ) 水循環系の閉塞、内部における磨耗及び化学的影響(腐食)

設計対象施設のうち、水循環系の閉塞、内部における磨耗及び化学的影響(腐食)を考慮すべき施設は、降下火砕物を含む海水の流路となる以下の施設である。

- ・ 降下火砕物を含む海水の流路となる施設

原子炉補機冷却海水設備(海水ポンプ、海水ストレーナ等)、取水設備

降下火砕物は粘土質ではないことから水中で固まり閉塞することはないが、当該施設については、降下火砕物の粒径に対し十分な流路幅を設けるとともに、海水ストレーナ及び軸受冷却水ストレーナ等により流入する降下火砕物を捕獲・除去することにより、流路及びポンプ軸受部の狭隘部等が閉塞しない設計とする。

内部における磨耗については、降下火砕物は砂よりも硬度が低くもろいことから磨耗による影響は小さい。また当該施設については、定期的な内部点検及び日常保守管理により、状況に応じて補修が可能であり、磨耗により安全機能を損なわない設計とする。

化学的影響(腐食)については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(ハ) 電気系及び計装制御系に対する機械的影響(閉塞)及び化学的影響(腐食)

設計対象施設のうち、電気系及び計装制御系に対する機械的影響(閉塞)及び化学的影響(腐食)を考慮すべき施設は、電気系及び計装制御系のうち屋外に設置されている以下の施設である。

・ 屋外に設置されている施設

海水ポンプ(モータ)

機械的影響(閉塞)については、海水ポンプ(モータ)本体は外気と遮断された全閉構造、空気冷却器冷却管は降下火砕物が侵入し難い外気を下方向から取り込む構造とすることにより、機械的影響(閉塞)により安全機能を損なわない設計とする。

化学的影響(腐食)については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、腐食により安全機能を損なうことのない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(ニ) 絶縁低下及び化学的影響(腐食)

設計対象施設のうち、絶縁低下及び化学的影響(腐食)を考慮す

べき施設は、電気系及び計装制御系のうち外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する以下の施設である。

- ・ 外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設

#### 計測制御系統施設(原子炉安全保護計装盤)

当該機器の設置場所は安全補機開閉器室空調装置にて空調管理されており、本換気空調設備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集可能な粗フィルタを設置していることから、降下火砕物の侵入に対して他の換気空調設備に比べて高い防護性能を有している。したがって、仮に室内に侵入した場合でも降下火砕物は微量であり、粒径は極めて細かな粒子である。

また、本換気空調設備については、外気取入ダンパを閉止することで、安全補機開閉器室内への降下火砕物の侵入を防止することも可能である。

これらフィルタの設置により降下火砕物の侵入に対する高い防護性能を有すること、また外気取入ダンパの閉止による侵入防止が可能な設計とすることにより、降下火砕物の付着に伴う絶縁低下及び化学的影響(腐食)による影響を防止し、計測制御系統施設(原子炉安全保護計装盤)の安全機能を損なわない設計とする。

#### ハ 外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計

外気取入口からの降下火砕物の侵入に対して、以下のとおり安全機能を損なわない設計とする。

## (イ) 機械的影響(閉塞)

設計対象施設のうち、外気取入口からの降下火砕物の侵入による機械的影響(閉塞)を考慮すべき施設は、降下火砕物を含む空気の流路となる以下の施設である。

### ・ 降下火砕物を含む空気の流路となる施設

主蒸気逃がし弁(消音器)、主蒸気安全弁(排気管)、タービン動補助給水ポンプ(蒸気大気放出管)、ディーゼル発電機機関、ディーゼル発電機(吸気消音器)、換気空調設備、排気筒

各施設の構造上の対応として、ディーゼル発電機(吸気消音器)の外気取入口は開口部を下向きの構造とすること、また主蒸気逃がし弁(消音器)、主蒸気安全弁(排気管)、タービン動補助給水ポンプ(蒸気大気放出管)、排気筒は開口部や配管の形状等により、降下火砕物が流路に侵入しにくい設計とする。

主蒸気逃がし弁及び主蒸気安全弁は、開口部に降下火砕物が侵入した場合でも消音器や配管の形状により閉塞しにくい設計とし、また仮に弁出口配管内に降下火砕物が侵入し堆積した場合でも、弁の吹出しにより流路を確保し閉塞しない設計とする。

排気筒は、排気により降下火砕物が侵入しにくい設計とし、降下火砕物が侵入した場合でも、排気筒の構造から排気流路が閉塞しない設計とする。また、降下火砕物が侵入した場合でも、排気筒内部の点検、状況に応じた除去等の対応が可能な設計とする。

また、外気を取り入れる換気空調設備及びディーゼル発電機(吸気消音器)にそれぞれフィルタを設置することにより、フィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし、更に降下火砕物がフィルタに付着した場合でも取替え又は清掃が可能な構造とすることで、

降下火砕物により閉塞しない設計とする。

ディーゼル発電機機関は、フィルタを通過した小さな粒径の降下火砕物が侵入した場合でも、降下火砕物により閉塞しない設計とする。

(ロ) 機械的影響(磨耗)

設計対象施設のうち、外気取入口からの降下火砕物の侵入による機械的影響(磨耗)を考慮すべき施設は、外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構及び摺動部を有する以下の施設である。

- ・ 外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構及び摺動部を有する施設

ディーゼル発電機機関、制御用空気圧縮機

降下火砕物は砂よりも硬度が低くもろいことから、磨耗の影響は小さい。

構造上の対応として、ディーゼル発電機(吸気消音器)の開口部を下向きとすることによりディーゼル発電機機関に降下火砕物が侵入しにくい構造とする。また、仮にディーゼル発電機機関及び制御用空気圧縮機の内部に降下火砕物が侵入した場合でも耐磨耗性のある材料を使用することで、磨耗により安全機能を損なわない設計とする。

外気を取り入れる換気空調設備及びディーゼル発電機(吸気消音器)にそれぞれフィルタを設置することにより、フィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし、また換気空調設備においては、前述のフィルタの設置、更に外気取入ダンパの閉止、換気空調設備の停止により、建屋内への降下火砕物の侵入を防止し、磨耗により安全機能を損なわない設計とする。

## (ハ) 化学的影響(腐食)

設計対象施設のうち、外気取入口からの降下火砕物の侵入による化学的影響(腐食)を考慮すべき施設は、降下火砕物を含む空気の流路となる以下の施設である。

### ・ 降下火砕物を含む空気の流路となる施設

主蒸気逃がし弁(消音器)、主蒸気安全弁(排気管)、タービン動補助給水ポンプ(蒸気大気放出管)、ディーゼル発電機機関、換気空調設備、排気筒

金属腐食研究の結果より、降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、塗装の実施等によって、腐食により安全機能を損なわない設計とする。なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

## (ニ) 大気汚染(発電所周辺の大気汚染)

設計対象施設のうち、大気汚染を考慮すべき中央制御室は、降下火砕物により汚染された発電所周辺の大気が、中央制御室空調装置の外気取入口を通じて中央制御室に侵入しないよう平型フィルタを設置することにより、降下火砕物が外気取入口に到達した場合であってもフィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とする。

これに加えて下流側に更に細かな粒子を捕集可能な粗フィルタを設置していることから、降下火砕物の侵入に対して他の換気空調設備に比べて高い防護性能を有している。したがって、仮に室内に侵入した場合でも降下火砕物は微量であり、粒径は極めて細かな粒子である。

また、中央制御室空調装置については、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、中央制御室内への降下火

砕物の侵入を防止すること、更に外気取入遮断時において室内の居住性を確保するため、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。

(f) 降下火砕物の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として考慮する、広範囲にわたる送電網の損傷による7日間の外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、原子炉の停止、並びに停止後の原子炉及び使用済燃料ピットの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給がディーゼル発電機により継続できる設計とすることにより、安全機能を損なわない設計とする。更に発電所内の交通の途絶によるアクセス制限事象が発生しても、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の除去を実施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。

b. 手順等

火山に対する防護については、降下火砕物に対する影響評価を行い、安全施設が安全機能を損なわないよう手順等を定める。

(a) 降灰が確認された場合には、建屋や屋外の設備等に長期間降下火砕物の荷重を掛け続けないこと、また降下火砕物の付着による腐食等が生じる状況を緩和するために、設計対象施設等に堆積した降下火砕物の除灰に係る手順を定める。

(b) 降灰が確認された場合には、状況に応じて外気取入ダンパの閉止、換気空調設備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手順を定める。

(c) 降灰が確認された場合には、換気空調設備の外気取入口の平型フィルタについて、平型フィルタ差圧を確認するとともに、状況に応じて清掃や取替えを実施する。

## (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、離隔距離の確保、建屋による防護、障壁による防護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。

想定する外部火災として、森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発、発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災、航空機墜落による火災及び船舶の火災を選定する。外部火災にて想定する火災を第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、クラス2及びクラス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。



イ 外部火災の直接的な影響を受けるクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設

外部火災防護施設のうち、外部火災の直接的な影響を受けるクラス1及びクラス2に属する施設を以下のとおり抽出する。

(イ) クラス1及びクラス2に属する屋内施設

屋内のクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設は、内包する建屋により防護する設計とし、以下の建屋を対象とする。

- I 原子炉格納容器
- II 原子炉補助建屋
- III 原子炉周辺建屋
- IV 燃料取替用水タンク建屋

(ロ) クラス1及びクラス2に属する屋外施設

屋外のクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設は、以下の施設を対象とする。

- I 海水ポンプ

ロ 外部火災の二次的影響を受けるクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設

外部火災防護施設のうち、外部火災の二次的影響を受けるクラス1及びクラス2に属する施設を以下のとおり抽出する。

- (イ) 換気空調設備
- (ロ) ディーゼル発電機
- (ハ) 海水ポンプ

- (ニ) 主蒸気逃がし弁、排気筒等
- (ホ) 安全保護系計装盤
- (ヘ) 制御用空気圧縮機

また、クラス3に属する施設については、外部火災発生時は、建屋による防護、消火活動又は代替設備による必要な機能の確保等により安全機能を損なわない設計とするため、影響評価対象から除外する。

#### (b) 森林火災

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照し、発電所周辺の植生、過去10年間の気象条件を調査し、発電所から直線距離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、森林火災の延焼を防ぐための手段として防火帯を設け、火災が防火帯外縁に到達するまでの時間、クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設への熱影響及び危険距離を評価し、必要な防火帯幅、クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設との離隔距離を確保すること等により、クラス1及びクラス2に属する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、佐賀県から入手した森林簿データと現地調査等により得られた樹種を踏まえて補正した植生を用いる。また、林齢は、樹種を踏まえて地面草地の可燃物量が多くなるように保守的に設定する。
- (ロ) 気象条件は、枝去木、唐津、平戸の過去10年間の気象データを調査し、佐賀県における森林火災発生頻度が年間を通じて比較的高い

月の最小湿度、最高気温及び最大風速の組み合わせとする。

(ハ) 風向については、最大風速における風向と卓越風向を調査し、森林火災の発生件数及び森林と発電所の位置関係を考慮して、最大風速記録時の風向を設定する。

(ニ) 発火点については、防火帯幅の設定及び熱影響評価に際し、FARSITEより出力される最大火線強度及び反応強度の高い値を用いて評価するため、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、2地点を設定する。

I 発電所周辺のうち、卓越風向である東北東の風による延焼を考慮し、他の場所よりも火災発生の可能性が高いと想定される寮(発電所敷地から約0.4kmの距離)を「発火点1」として設定する。

II 森林火災シミュレーションを保守的に行うため、3月、4月の最大風速時の風向の南風による延焼を考慮し、発火点1とは森林火災の進行方向が異なる方角となる南東の道路沿い(発電所敷地から約0.5kmの距離)を「発火点2」として設定する。

(ホ) 森林火災の発火時刻については、日照による草地及び樹木の乾燥に伴い、火線強度が変化することから、これらを考慮して火線強度が最大となる時刻を設定する。

#### ロ 評価対象範囲

発電所は北側に延びる細長い値賀崎に位置しており、発電所近傍の発火想定地点を10km以内とし、評価対象範囲は南北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(佐賀県)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、現地調査し、FARSITE入力データとしての妥当性を確認のうえ植生区分を設定する。

## (二) 気象データ

現地にて起こり得る最も厳しい条件を検討するため、枝去木、唐津、平戸の過去10年間の気象データのうち、佐賀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(1.23m/s(発火点1))や火線強度(14.750kW/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>(46分(発火点2))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等があり、火災発生時は、化学消防自動車、小型動力ポンプ付水槽車による消火活動及び代替設備(可搬型モニタリングポスト、可搬型エリアモニタ)の確保が可能な設計とする。

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(14,750kW/m(発火点1))<sup>注1</sup>により算出される防火帯幅29.7mに対し、約35m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。

防火帯は延焼防止効果を損なわない設計とし、防火帯に可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とする。

設置する防火帯について、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 クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設への熱影響

森林火災の直接的な影響を受けるクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保、建屋による防護等により、クラス1及びクラス2に属する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、影響評価に用いる火炎輻射強度は、FARSITEから出力される反応強度から求める火炎輻射強度(404kW/m<sup>2</sup>)  
注1、2に安全側に余裕を考慮した500kW/m<sup>2</sup>とする。

#### (イ) 火災の想定

- I 森林火災による熱を受ける面と森林火災の火炎輻射強度が発する地点が同じ高さにあると仮定し、離隔距離は最短距離とする。
- II 森林火災の火炎は、円筒火炎モデルとする。火炎の高さは燃焼半径の3倍とし、燃焼半径から円筒火炎モデルの数を算出することにより火炎到達幅の分だけ円筒火炎モデルが横一列に並ぶものとする。
- III 気象条件は無風状態とする。

(ロ) 4号機原子炉周辺建屋への熱影響

火炎輻射強度 $500\text{kW/m}^2$ に基づき算出する、防火帯の外縁(火炎側)から最も近く(約 $400\text{m}$ )に位置する4号機原子炉周辺建屋(垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火炎の輻射に対して最も厳しい箇所)の表面温度をコンクリート許容温度 $200^\circ\text{C}$ <sup>注3</sup>以下とすることで、クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

(ハ) 海水ポンプへの熱影響

海水ポンプは海水ピット内に設置されており、海水ポンプモータの上端部は地面より下に位置しているため、火災時に直接熱影響を受けないように配置上の考慮を行うことにより、海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

注1: 保守的な入力データにより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1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 クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の危険距離の確保

森林火災の直接的な影響を受けるクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の危険距離について評価を実施し、防火帯の外縁(火炎側)からの離隔距離を火炎輻射強度 $500\text{kW/m}^2$ <sup>注1</sup>に基づき算出する危険距離以上確保することにより、クラス1及びクラス2に属する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) 4号機原子炉周辺建屋の危険距離の確保

火炎輻射強度 $500\text{kW/m}^2$ に基づき危険距離<sup>注2</sup>を算出し、防火帯の外縁(火炎側)から最も近くに位置する4号機原子炉周辺建屋までの距離(約400m)を危険距離以上確保することで、クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

(ロ) 海水ポンプの危険距離の確保

海水ポンプは海水ピット内に設置されており、海水ポンプモータの上端部は地面より下に位置しているため、火災時に直接熱影響を受けないように配置上の考慮を行うことにより、海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

注1:「ト クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設への熱影響」の評価に用いた値

注2:発電所周囲に設置される防火帯の外縁(火炎側)からクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の間に必要な離隔距離

(c) 近隣産業施設の火災・爆発

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照し、発電所敷地外10km以内の産業施設を抽出したうえで発電所との離隔距離を確保すること、及び、発電所敷地内で火災を発生させるおそれのある危険物タンク等を選定し、危険物タンク等の燃料量とクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設との離隔距離を考慮して、輻射強度が最大となる火災を設定し、直接的な影響を受けるクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設への熱影響評価を行い、離隔距離の確保、障壁による防護及び貯蔵量低減対



策等により、クラス1及びクラス2に属する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 石油コンビナート施設等の影響

発電所敷地外10km以内の範囲において、石油コンビナート施設を調査した結果、当該施設は存在しないことを確認している。なお、発電所に最も近い石油コンビナート地区は南東約12kmの唐津地区である。

発電所敷地外10km以内の範囲において、石油コンビナート以外の産業施設を調査した結果、唐津市及び玄海町に産業施設があるが、これらの産業施設は発電所からの離隔距離が確保されており、更に、これらの産業施設と発電所の間には標高約120mの山林の障壁があり、火災時の熱輻射及びガス爆発による爆風圧による影響を受けるおそれはない。

発電用原子炉施設から南東へ約1kmのところへ一般国道204号線があるが、付近に石油コンビナート施設等はないことから、大量の危険物を輸送する可能性はない。このため、一般国道204号線上で車両火災が発生したとしても、外部火災防護施設に影響はない。

#### ロ 発電所敷地内に設置する危険物タンク等の熱影響

発電所敷地内に設置する危険物タンク等の火災による直接的な影響を受けるクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保、建屋による防護及び貯蔵量低減対策等により、クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

発電所敷地内に設置している屋外の危険物タンク等を第1.3-20表及び参考資料-1に示す。

(イ) 火災の想定

- I 危険物タンク等の貯蔵量は、危険物施設として許可された貯蔵容量を超えない運用上の最大貯蔵量とする。
- II 離隔距離は、評価上厳しくなるようタンク等の位置からクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設までの直線距離とする。
- III 危険物タンク等の破損等による防油堤内の全面火災を想定する。
- IV 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。
- V 気象条件は無風状態とする。

(ロ) 評価対象範囲

評価対象は、発電所敷地内の屋外に設置する引火等のおそれのある危険物タンク等とする。

なお、屋外に設置する危険物タンク等のうち、地下タンク貯蔵所は埋設しているため評価対象外とする。

また、燃料補給用のタンクローリについては、燃料補給時は監視人が立会を実施し、万が一の火災発生時は速やかに消火活動が可能であることから、評価対象から除外する。

- I 補助ボイラ燃料タンク
- II 高温焼却炉用燃料タンク

(ハ) クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設への熱影響

- I 3号機原子炉周辺建屋及び燃料取替用水タンク建屋への熱影響

(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(2,047W/m<sup>2</sup>)で3号機原子炉周辺建屋外壁が昇温されるものとして、算出する建屋(垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所)の表面温度をコンクリート許容温度200℃<sup>注1</sup>以下とすることで、クラス1及びクラス2に属する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) 高温焼却炉燃料タンク

高温焼却炉燃料タンクを対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度(3,910W/m<sup>2</sup>)で燃料取替用水タンク建屋外壁が昇温されるものとして算出する建屋(垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所)の表面温度をコンクリート許容温度200℃<sup>注1</sup>以下とすることで、クラス1及びクラス2に属する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 海水ポンプへの熱影響

海水ポンプは海水ピット内に設置されており、海水ポンプモータの上端部は地面より下に位置しているため、EL.+11m以上に設置している屋外の危険物タンク等との間には、高低差があり、火災時に直接熱影響を受けないように配置上の考慮を行うことにより、海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

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

#### (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」を参照し、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、直接的な影響を受けるクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保及び建屋による防護等により、クラス1及びクラス2に属する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、航空機落下による火災と発電所敷地内の危険物タンク等による火災の重畳を考慮する設計とする。

#### イ 対象航空機の選定方法

航空機落下確率評価においては、過去の日本国内における航空機落下事故の実績をもとに、落下事故を航空機の種類及び飛行形態に応じてカテゴリに分類し、カテゴリごとに落下確率を求める。ここで、落下事故の実績がないカテゴリの事故件数は保守的に0.5回として扱う。また、カテゴリ毎の対象航空機の民間航空機と自衛隊機又は米軍機では、訓練中の事故等、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、かつ、民間航空機では火災影響は評価対象航空機の燃料積載量に大きく依存すると考えられる。これらを踏まえて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。

#### 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) 航空機の墜落によって燃料に着火し火災が起こることを想定する。
- (ニ) 気象条件は無風状態とする。
- (ホ) 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に設置するクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設とする。

カテゴリ毎の対象航空機の離隔距離を第1.3-21表に示す。

#### ニ クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設への熱影響

##### (イ) 建屋への熱影響

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てから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度でクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の建屋外壁が昇温されるものとして算出する建屋(垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所)の表面温度をコンクリート許容温度 $200^{\circ}\text{C}$ <sup>註1</sup>以下とすることで、クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

カテゴリ毎の対象航空機の輻射強度を第1.3-21表に示す。

##### (ロ) 海水ポンプへの熱影響

海水ポンプは海水ピット内に設置されており、火災時に直接熱影響を受けないように配置上の考慮を行うことにより、海水ポンプの安全機

能を損なわない設計とする。

#### ホ 航空機墜落に起因する敷地内危険物タンク等の火災の熱影響

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(基地－訓練空域間往復時)のCH-47JAと、CH-47JA墜落による火災が発生した場合に燃焼する可能性のある敷地内危険物タンク等の火災のうち評価結果が最も厳しい3、4号機補助ボイラ燃料タンクについて、同時に火災が発生した場合を想定し、火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度でクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の建屋外壁が昇温されるものとして算出する建屋(垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所)の表面温度をコンクリート許容温度200℃<sup>注1</sup>以下とすることで、クラス1及びクラス2に属する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

#### (e) 発電所港湾内に入港する船舶火災の熱影響

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」を参照し、荷揚岸壁に停泊する船舶を選定し、船舶の燃料量とクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設との離隔距離を考慮して、輻射強度が最大となる火災を設定し、直接的な影響を受けるクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設への影響評価を実施し、離隔距離の確保及び建屋による防護等により、クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

対象の船舶を第1.3-22表及び参考資料-1に示す。

#### イ 火災の想定

- (イ) 燃料保有量は満積とした状態とする。
- (ロ) 離隔距離は、評価上厳しくなるよう荷揚岸壁からクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設までの直線距離とする。
- (ハ) 船舶の燃料タンクの破損等による火災を想定する。
- (ニ) 火災は円筒火炎モデルとし、火炎の高さは燃焼半径の3倍とする。
- (ホ) 気象条件は無風状態とする。

#### ロ 評価対象範囲

発電所港湾内に入港し荷揚岸壁に停泊する、大型の船舶である燃料等輸送船の火災により影響を受けるクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設を評価対象とする。

#### ハ クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設への熱影響

##### (イ) 3号機原子炉周辺建屋への熱影響

燃料等輸送船を対象に火災が発生してから燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度 ( $39.1\text{W/m}^2$ ) で3号機原子炉周辺建屋外壁が昇温されるものとして算出する建屋(垂直外壁面及び天井スラブから選定した、火災の輻射に対して最も厳しい箇所)の表面温度を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、クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

##### (ロ) 海水ポンプへの熱影響

海水ポンプは海水ピット内に設置されており、燃料等輸送船の火災

時に直接熱影響を受けないように配置上の考慮を行うことにより、海水ポンプの安全機能を損なわない設計とする。

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

(f) 二次的影響(ばい煙等)

外部火災による二次的影響として、ばい煙等による影響を抽出し、安全機能が損なわれるおそれがある構築物、系統及び機器として外気を取り込むクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設を抽出したうえで、第1.3-23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クラス1及びクラス2に属する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 換気空調設備

外気を取り入れている換気空調設備として、安全補機開閉器室空調装置、ディーゼル発電機室換気装置、中央制御室換気空調設備、中間補機棟空調装置、主蒸気主給水管室空調装置、出入管理室空調装置、試料採取室空調装置、燃料取扱棟空調装置、廃棄物処理建屋空調装置、補助建屋空調装置及び格納容器空調装置がある。

外部火災発生時のばい煙については、数 $\mu\text{m}$ 以上のものを想定しており、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粒子については、平型フィルタにより侵入を阻止することでクラス1及びクラス2に属する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換気空調設備、安全補機開閉器室空調装置及び中間補機棟空調装置については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことでクラス1及びクラス2に属する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、主蒸気主給水管室空調装置等は、外気取入ダンパを閉止し、外気取入れを遮断することでクラス1及びクラス2に属する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、中央制御室換気空調設備及び代替緊急時対策所換気設備については、外気取入遮断時の室内に滞在する人員の環境劣化防止のため、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施することにより、クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の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 $\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 程度のばい煙粒子が過給機、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電動機内部に外気を直接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 $17\text{mm}$ であり、ばい煙粒子の粒径

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装置にて空調管理されており、本空調装置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、ばい煙に対する防護性能は他の換気空調設備に比べて高いことから、室内に侵入したばい煙は粒径が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。

#### へ 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、中間補機棟換気装置にて空調管理されており、本換気装置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、ばい煙に対する防護性能は他の換気空調設備に比べて高いことから、室内に侵入したばい煙は粒径が極めて細かな粒子である。

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。

#### (g) 有毒ガスの影響

##### イ 有毒ガスの発生に伴う居住空間への影響評価

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設備及び代替緊急時対策所換気設備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、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施することにより、安全機能を損なわない設計とする。

外気を取り入れている換気空調設備として、安全補機開閉器室空調装置、ディーゼル発電機室換気装置、中央制御室換気空調設備、中央補機棟空調装置、主蒸気主給水管室空調装置、出入管理室空調装置、試料採取室空調装置、燃料取扱棟空調装置、廃棄物処理建屋空調装置、補助建屋空調装置及び格納容器空調装置がある。

このうち、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

る中央制御室換気空調設備、安全補機開閉器室空調装置及び中間補機棟空調装置については、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クラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

中央制御室換気空調設備、安全補機開閉器室空調装置及び中間補機棟空調装置以外の換気空調設備については、空調ファンを停止すること等によりクラス1及びクラス2に属する外部火災防護施設の安全機能を損なわない設計とする。

#### ロ 発電所周辺地域からの有毒ガス影響評価

発電所周辺地域には、以下の交通運輸状況及び産業施設がある。

発電所周辺地域の主要道路としては、一般国道204号線がある。

鉄道路線としては、唐津市をJR唐津線が通っており、発電所の南東方向約13kmに最寄りの西唐津駅がある。

一般航路は発電所から離隔距離が確保されている。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等については、発電所敷地外10km以内の範囲において、石油コンビナート施設は存在しない。なお、発電所に最も近い石油コンビナート地区は南東約12kmの唐津地区である。

これらの主要道路、鉄道路線、一般航路及び石油コンビナート施設等は、発電所から離隔距離が確保されており、危険物を積載した車両及び船舶を含む事故等による発電所への有毒ガスを考慮する必要はない。

#### 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、連絡責

任者、運転員及び専属消防隊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組織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1.3-28図に示す。

#### c. 手順等

外部火災における手順等については、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、手順等を整備し、実施する。
- (b) 初期消火活動においては、手順を整備し、火災発生現場の確認、中央制御室への連絡、消火栓、化学消防自動車及び小型動力ポンプ付水槽車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の交換、外気取入ダンパの閉止、換気空調設備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、換気空調設備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阻止する。

#### 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)a.(a)へ 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

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、系統及び機器から、発電用原子炉施設に火災の発生を想定した場合に、

火災を起因とする事象に対して機能要求が必須でない機器、代替手段により同一機能を確保できる機器、火災による誤動作を考慮しても原子炉の安全停止に影響を及ぼさない機器、安全停止を達成する系統上のタンク等の不燃材で構成される機器等を除外して、「原子炉の安全停止に必要な機器等」を選定する。

(イ) 反応度制御機能

(ロ) 1次冷却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。また、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及び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を定める。

## (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)a.(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)a.(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)a.(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、堰又は油回収装置を設置し、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安全補機開閉器室空調ファン、中間補機棟空調ファン、蓄電池室(安全系)排気ファン、蓄電池室(非安全系)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試料採取室給気ファン及び試料採取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以下の設備は、「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69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10条、第11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、これらボンベは予備を設置せず、必要な本数のみを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
- ・ 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し可燃性の蒸気が滞留するおそれがある場合は、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、設備を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、溶接構造等により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及び活性炭式希ガスホルドアップ装置を設置する火災区域は、体積制御タンクよりパージされる水素廃ガスを処理することを考慮して、水素ガス検知器を設置し、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。

また、蓄電池を設置する火災区域は、充電時に蓄電池が水素を発生するおそれがあることを考慮して、水素ガス検知器を設置し、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。

「1.3.4.1(1)a.(b)イ(イ)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、水素ガス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

加圧器以外の1次冷却材は、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。

(ヘ) 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及び焼損を防止するために、保護継電器及び遮断器により、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のいずれかの設計とする。

- ・ 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って、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、建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難燃ケーブルは、実証試験により

ケーブル単体で自己消火性及び延焼性を確認したもの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必要があることから、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、耐火性を有するシール材を処置する設計とする。

耐火性を有する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、耐火性を有する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。

## (二) 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 L1091(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、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。

(ヘ) 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、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炎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。

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、地震、津波、洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮である。

津波(高潮を含む。)、森林火災及び竜巻(風(台風)を含む。)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、火山の影響についても、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 4201:2003 建築物等の雷保護」又は「JIS A 4201:1992 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】

- ・ 原子炉格納容器
- ・ 原子炉周辺建屋
- ・ 原子炉補助建屋
- ・ タービン建屋
- ・ 補助ボイラ煙突
- ・ 原水タンク
- ・ 廃棄物処理建屋
- ・ 雑固体溶融処理建屋
- ・ 雑固体焼却炉建屋

- ・ 固体廃棄物貯蔵庫
- ・ 開閉所(架空地線)
- ・ 燃料取替用水タンク建屋

(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報知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想定される火災の性質を考慮した設計とする。

### (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、「1.3.4.1(1)a.(c)イ(イ) 火災感知器の環境条件等の考慮」の環境条件等を考慮し、火災感知器を設置する火災区域又は火災区画の安全機能を有する機器の種類に応じ、火災を早期に感知できるよう、固有の信号を発するアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器又は非アナログ式の炎感知器から異なる種類の感知器を組み合わせて設置する設計とする。炎感知器はアナログ式ではないが、炎が発する赤外線又は紫外線を感知するため、煙や熱と比べて感知器に到達する時間遅れがなく、火災の早期感知に優位性がある。

但し、以下に示す場所は、上記とは異なる火災感知器を組み合わせて設置する設計とする。

屋外エリアは、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とから、熱感知器と非アナログ式の炎感知器（赤外線）を選定する。

更に、降水等の浸入により火災感知器の故障が想定されるため、火災感知器の故障を防止する観点から、降水等の浸入を防止できる非アナログ式の防爆型の熱感知器及び非アナログ式の防爆型の炎感知器（赤外線）を選定する。

放射線量が高い場所は、アナログ式の火災感知器を設置する場合、放射線の影響により火災感知器の故障が想定される。このため、火災感知器の故障を防止する観点から、放射線の影響を考慮した非アナログ式の熱感知器を選定する。

水素等による引火性又は発火性の雰囲気を形成するおそれのある場所は、火災感知器作動時の爆発を防止するため、非アナログ式の防爆型の煙感知器及び非アナログ式の防爆型の熱感知器を選定する。

また、これらの非アナログ式の火災感知器は、以下の環境条件等を考慮することにより誤作動を防止する設計とする。

- ・ 煙感知器は蒸気等が充満する場所に設置しない。
- ・ 熱感知器は作動温度を周囲温度より高い温度で作動するものを選定する。
- ・ 炎感知器は炎特有の性質を検出する赤外線方式を採用する。また、屋内に設置する場合は、外光が当たらず、高温物体が近傍にない箇所に設置することとし、屋外に設置する場合は、視野角への影響を考慮した太陽光の影響を防ぐ遮光板の設置や防爆型の炎感知器を採用する。

## 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、非アナログ式の防爆型の煙感知器及び非アナログ式の防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

また、原子炉格納容器ループ室及び加圧器室に設置する火災感知器は、放射線による影響を考慮した非アナログ式の防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

## II 体積制御タンク室、活性炭式希ガスホールドアップ装置エリア及び蓄電池室

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及び体積制御タンクよりパーズされる水素廃ガスを処理する活性炭式希ガスホールドアップ装置は、非アナログ式の防爆型の煙感知器及び非アナログ式の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、非アナログ式の防爆型の煙感知器及び非アナログ式の防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

## III 海水管トレンチエリア

海水管トレンチエリアは、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、海水管トレンチエリアは、電線管周囲の温度を熱感知器と同等に感知できる光ファイバ温度監視装置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。

また、海水ストレーナが設置される場所は、屋外であるため非アナログ式の防爆型の熱感知器及び非アナログ式の防爆型の炎感知器(赤外線)を設置する設計とする。

#### IV 海水ポンプエリア

海水ポンプエリアは屋外であるため、非アナログ式の防爆型の熱感知器及び非アナログ式の防爆型の炎感知器(赤外線)を設置する設計とする。

#### V 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、非アナログ式の防爆型の熱感知器及び非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置する設計とする。

#### VI フロアケーブルダクト

フロアケーブルダクトは、アナログ式の煙感知器を設置するとともに、ケーブルダクトの火災を早期に感知する観点から、熱感知器と同等の性能を有する光ファイバ温度監視装置をケーブル近傍に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しない設計とする。

## 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、コンクリートで覆われ、発火源となる可燃物がないことから、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) 火災報知盤

火災感知設備の火災報知盤は、中央制御室に設置し、火災感知設備の作動状況を常時監視できる設計とする。

火災報知盤は、構成される受信機により、以下の機能を有する設計とする。

I 火災報知盤は、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、非アナログ式の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 降水等の浸入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非アナログ式の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、電源を確保する設計とする。

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供給する電源は、ディーゼル発電機が接続されている非常用電源より供給する設計とする。

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。

また、中央制御室のうちフロアケーブルダクトは、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又は火災区画のうち、消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画を以下に示す。

### (I) 屋外の火災区域

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等の以下に示す屋外エリアは、火災が発生しても煙が大気に放出され、煙の充満するおそれがないことから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

- i ディーゼル発電機燃料油貯油そうエリア
- ii 燃料油貯蔵タンクエリア
- iii 海水ポンプエリア
- iv 海水管トレンチエリア

## (II) 運転員が常駐する火災区域又は火災区画

フロアケーブルダクトを除く中央制御室は、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7.4万 $\text{m}^3$ 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には、早期に消火が可能であることから、常駐する運転員及び消防要員(以下「消防要員等」という。)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防要員等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「1.6.4.4 格納容器能動熱除去系統／格納容器受動熱除去系統」の「原子炉格納容器スプレイ設備」に示す、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) 海水ポンプエリア及び海水管トレンチエリア

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う設計とする。

##### (III) 中央制御室

フロアケーブルダクトを除く中央制御室は、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設計とする。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、可燃物を少なくすることで煙の発生を抑える設計とし、周囲の火災荷重を低く管理すること

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、消火活動が困難とならない場所として選定する。

#### (IV) 3-固体廃棄物貯蔵庫

3-固体廃棄物貯蔵庫は、不燃性の固体廃棄物のみを貯蔵保管している。また、3-固体廃棄物貯蔵庫内は、可燃物を少なくすることで煙の発生を抑える設計とし、火災荷重を低く管理することから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

#### (V) アニュラス空気再循環設備弁エリア

アニュラス空気再循環設備弁は、電線管及び金属被覆の可とう電線管の中にケーブルを敷設する設計としている。

また、アニュラス空気再循環設備弁の周りは、可燃物を少なくすることで煙の発生を抑える設計とし、周囲の火災荷重を低く管理することから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

### III 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。

(IV) 3-固体廃棄物貯蔵庫

3-固体廃棄物貯蔵庫は、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) アニュラス空気再循環設備弁エリア

アニュラス空気再循環設備弁エリアは、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は、コンクリートで覆われ、発火源となる可燃物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、原水タンク(約10,000m<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原水タンクは2基、原水タンクが使用できない場合に水源

とする燃料取替用水ピットを1基設置する設計とする。なお、燃料取替用水ピットは、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。

## (二) 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て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て容器弁及びボンベも必要本数以上設置し、両系列の火災防護対象機器等の消火設備が機能を失わない設計とする。

## (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、全域ハロン消火設備及び全域ハロン自動消火設備は、電気絶縁性の高いガスを採用することで、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が、火災が発生していない安全機能を有する構築物、系統及び機器に及ばない設計とする。

また、これら消火設備のポンベ及び制御盤は、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設置し、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、ポンベに接続する破壊板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18条、二酸化炭素自動消火設備は、消防法施行規則第19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20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83条の5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原水タンクは、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(14m<sup>3</sup>/min)で、消火を2時間継続した場合の水量(1,680m<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16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11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19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する場合には、隔離弁を設置して遮断する措置により、消火用水の供給を優先する設計とする。

(ヌ) 消火設備の故障警報

電動消火ポンプ、ディーゼル消火ポンプ、全域ハロン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

I 消火用水供給系

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を確保することにより、消火用水供給系の機能を喪失しない設計とする。

原子炉格納容器スプレイ設備は、外部電源喪失時にも起動できるよ

うに非常用電源より給電することにより、消火設備の機能を喪失しない設計とする。

## II 二酸化炭素自動消火設備、全域ハロン自動消火設備等

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を蓄電池により確保することにより、消火設備の機能を喪失しない設計とする。

### (ヲ) 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11条(屋内消火栓設備に関する基準)及び第19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、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。



(ヨ) 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、消防法で要求される消火継続時間20分に現場への移動等の時間を考慮し、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し通水する運用とする。

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。

泡消火設備のように、屋外に消火設備の制御盤、タンク等を設置する場合は、風水害により性能が阻害されないよう、制御盤、タンク等の

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当該設備の機能及び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、その火災区域又は火災区画に設置する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。

耐震Sクラスの機器を設置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クラスの機器に基準地震動による損傷に伴う火災が発生した場合においても、火災防護対象機器等の機能が維持される設計とする。

### 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、建屋貫通部付近の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系消火設備には、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のうち、他

の火災区域又は火災区画と隣接する場合は、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) 中央制御盤内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を設置する設計とする。

## 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を設置する設計とする。

## (ハ) 中央制御盤内に対する火災の影響軽減のための対策

中央制御盤内は、「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。

中央制御盤内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、中央制御盤内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、中央制御盤内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

中央制御盤内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、鋼板製筐体で覆い、更に、実証試験により確認された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及び相違する系列のテフロン電線間は、実証試験により確認された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

バリアによる隔離又は実証試験により確認された隔離距離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、中央制御盤内に火災が発生しても、高感度煙感知器からの信号により、常駐する運転員が早期に消火活動を行うことで、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定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。

原子炉格納容器内では、蒸気発生器の計器はループごとに配置し、ケーブルについては系列ごとに敷設して異なる貫通部に接続すること等により火災の影響軽減を図る。しかしながら、原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、ケーブルトレイが密集して設置されるため、互いに相違する系列を可能な範囲で隔離するが、全域に対しては水平距離を6m以上確保することが困難である。また、1時間耐火性能を有している耐火ボードや耐火シート等は、1次冷却材漏えい事故等が発生した場合にデブリ発生の一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。

自動消火設備に固定式のガス系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7.4万 $\text{m}^3$ 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、消防要員等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防要員等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、原子炉格納容器内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、以下に示す火災の影響軽減のための対策に加え、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、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する設計とする。

また、原子炉格納容器内には可燃物を保管しない措置を講じ、原子炉格納容器内の以下の設備については、鉄製の筐体やケーシング等で構成することにより、火災発生時においても火災防護対象ケーブルが敷設されるケーブルトレイへの火災影響の低減を図る。

- ・ 電気盤
- ・ 油内包機器である格納容器再循環ファン
- ・ 1次冷却材ポンプ電動機油回収タンク

また、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から6mの範囲内に存在せず、火災防護対象ケーブルを敷設する電線管との間には、コンクリート製の壁が設置されており、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、火災発生時においても火災防護対象ケーブルが敷設されるケーブルトレイへの火災影響を防止できる。

## 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に対する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。

(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

非アナログ式の防爆型の煙感知器及び非アナログ式の防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

### III 消防要員等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、消防要員等が原子炉格納容器内へ進入可能な場合は、手順を定め、訓練を実施している消防要員等により、消火器又は水を用いて早期に消火を行う設計とする。
- (II) 消防要員等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

火災防護対象機器等への延焼を抑制する距離の確保、火災防護対象機器等に延焼するおそれがある火災を感知する火災感知器の配置及び消防要員等による消火活動又は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を用いた消火活動により、両系列の火災防護対象機器等が火災により機能を失うことを防止する設計とする。

また、以下に示す設計により、原子炉格納容器内の動的機器がすべて火災の影響により運転停止し、かつ、原子炉格納容器内の弁の遠隔操作ができなくなることを仮定しても、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。

但し、放射性物質の貯蔵のみを有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域であり、他の火災区域と隣接しない火災区域は、耐火壁による放射性物質の閉じ込め機能に期待しないため、火災区域の境界壁は3時間以上の耐火能力を確保しない設計とする。

(ヘ) 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、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設置する設計とする。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フロアケーブルダクトは、ハロン消火設備による手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想定される発電用原子炉施設内の火災によって、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、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又は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及び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、以下の状況を考慮し、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ことを確認する。

- ・ 運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故を発生させる原因となる系統、機器に係る機能と運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故を収束させるための系統、機器に係る機能は、制御盤間の離隔距離により同時に喪失しない。
- ・ 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ない火災区域(区画)は、当該火災区域(区画)内に設置される耐震Bクラス及び耐震Cクラス機器の火災も含めた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)内に設置される耐震Bクラス及びCクラス機器の火災も含めた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 フロアケーブルダクト

フロアケーブルダクトは、フロアケーブルダクト内に敷設する安全系ケーブルが1系列のみであることから、系統分離が不要な設計とし、手動操作の固定式消火設備であるハロン消火設備により消火する設計とする。

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燃料体等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、新燃料を貯蔵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必要があ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

原子炉周辺建屋、原子炉格納容器、原子炉補助建屋、燃料取替用水タンク建屋及び代替緊急時対策所(以下「建屋内」という。)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、設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針において、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。

原子炉周辺建屋、原子炉格納容器、原子炉補助建屋及び燃料取替用水タンク建屋の火災区域は、設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針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、火災区域外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、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、設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針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

設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針を適用する。

なお、重大事故等対処施設としては、火災の影響軽減の火災防護対策を除く。

## (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、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、堰又は油回収装置を設置し、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。

(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(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安全補機開閉器室空調ファン及び蓄電池室(安全系)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、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(重大事故等対処用)給気ファン及び蓄電池室(重大事故等対処用)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、代替電源からも給電できる非常用母線に接続される試料採取室給気ファン及び試料採取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。

但し、蓄電池(安全防護系用)及び蓄電池(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、放電後に充電を実施する場合は、給気ファン及び排気ファンによる換気を行う。

#### 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及び水素ボンベは、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69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10条、第11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を貯蔵する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及び緊急時対策所用発電機車用燃料油貯蔵タンクがある。

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及び緊急時対策所用発電機車用燃料油貯蔵タンクは、一定時間の大容量空冷式発電機と緊急時対策所用発電機車それぞれ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、試料の濃度測定に使用する混合ガスボンベ及び水素ボンベがあり、これらボンベ

は予備を設置せず、必要な本数のみを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

設計基準対象施設の火災防護に関する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タッチ方式にする等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。

(ニ) 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、水素ガス検知器を設置し、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)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、水素ガス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

加圧器以外の1次冷却材は、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。

(ヘ) 過電流による過熱防止対策

設計基準対象施設の火災防護に関する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のいずれかの設計とする。

- ・ 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

重大事故等対処施設のうち、建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

重大事故等対処施設に使用するケーブルは、実証試験によりケー

ブル単体で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、金属製の筐体等に収納する、延焼防止材により保護する、又は専用の電線管に敷設する等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

重大事故等対処施設に対して、設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針を適用する。

(ホ) 保温材に対する不燃性材料の使用

重大事故等対処施設に対して、設計基準対象施設の火災防護に

関する基本方針を適用する。

#### (へ) 建屋内装材に対する不燃性材料の使用

重大事故等対処施設を設置する建屋の内装材に対して、設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針を適用する。

#### 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、地震、津波、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮である。

重大事故等対処施設は、津波（高潮を含む。）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い。また、火山の影響についても、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。）によって火災が発生しないよう、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。

#### 【重大事故等対処施設に係る避雷設備設置箇所】

- ・ 原子炉格納容器
- ・ 原子炉周辺建屋
- ・ 原子炉補助建屋
- ・ 代替緊急時対策所
- ・ 開閉所(架空地線)
- ・ 燃料取替用水タンク建屋

#### (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等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対策施設の設置や固縛及び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報知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

設計基準対象施設の火災防護に関する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、「1.3.4.1(1)b.(c)イ(イ) 火災感知器の環境条件等の考慮」の環境条件等を考慮し、火災を早期に感知できるよう、固有の信号を発するアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器又は非アナログ式の炎感知器から異なる種類の感知器を組み合わせる設計とする。炎感知器はアナログ式ではないが、炎が発する赤外線又は紫外線を感知するため、煙や熱と比べて感知器に到達する時間遅れがなく、火災の早期感知に優位性がある。

但し、以下に示す場所は、上記とは異なる火災感知器を組み合わせ

て設置する設計とする。

屋外エリアは、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とから、熱感知器と非アナログ式の炎感知器(赤外線)を選定する。

更に、降水等の浸入により火災感知器の故障が想定されるため、火災感知器の故障を防止する観点から、降水等の浸入を防止できる非アナログ式の防爆型の熱感知器及び非アナログ式の防爆型の炎感知器(赤外線)を選定する。

放射線量が高い場所は、アナログ式の火災感知器を設置する場合、放射線の影響により火災感知器の故障が想定される。このため、火災感知器の故障を防止する観点から、放射線の影響を考慮した非アナログ式の熱感知器を選定する。

水素等による引火性又は発火性の雰囲気を形成するおそれのある場所は、火災感知器作動時の爆発を防止するため、非アナログ式の防爆型の煙感知器及び非アナログ式の防爆型の熱感知器を選定する。

また、これらの非アナログ式の火災感知器は、以下の環境条件等を考慮することにより誤作動を防止する設計とする。

- ・ 煙感知器は、蒸気等が充満する場所に設置しない。
- ・ 熱感知器は、作動温度を周囲温度より高い温度で作動するものを選定する。
- ・ 炎感知器は炎特有の性質を検出する赤外線方式を採用する。また、屋内に設置する場合は、外光が当たらず、高温物体が近傍にない箇所に設置することとし、屋外に設置する場合は、視野角への影響を考慮した太陽光の影響を防ぐ遮光板の設置や防爆型の炎感知器を採用する。

## 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、非アナログ式の防爆型の煙感知器及び非アナログ式の防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

また、原子炉格納容器ループ室及び加圧器室に設置する火災感知器は、放射線による影響を考慮した非アナログ式の防爆型の熱感知器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、非アナログ式の防爆型の煙感知器及び非アナログ式の防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

## III 海水管トレンチエリア

海水管トレンチエリアには、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、海水管トレンチエリアは、電線管周囲の温度を感知できる熱感知器と同等の性能を有する光ファイバ温度監視装置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。

また、海水ストレーナが設置される場所は、屋外であるため非アナログ式の防爆型の熱感知器及び非アナログ式の防爆型の炎感知器(赤外線)を設置する設計とする。

#### IV 海水ポンプ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、非アナログ式の防爆型の熱感知器及び非アナログ式の防爆型の炎感知器(赤外線)を設置する設計とする。

#### V 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並びに緊急時対策所用発電機車用燃料油貯蔵タンクエリア及び大容量空冷式発電機用燃料タンクエリア

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並びに緊急時対策所用発電機車用燃料油貯蔵タンクエリア及び大容量空冷式発電機用燃料タンクエリアは、タンク内部の燃料が気化することを考慮し、非アナログ式の防爆型の熱感知器及び非アナログ式の防爆型の煙感知器を設置する設計とする。

#### VI 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、非アナログ式の防爆型の炎感知器(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、非アナログ式の防爆型の熱感知器を設置する設計とする。

また、以下の火災区域は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

使用済燃料ピットは、使用済燃料ピットの側面と底面が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、使用済燃料が火災の影響を受けないため、火災感知器を設置しない設計とする。

## II 燃料取替用水ピットエリア及び復水ピットエリア

燃料取替用水ピットエリア及び復水ピットエリアは、水で満たされたピットと配管のみが設置されたエリアであり、可燃物もないことから火災感知器を設置しない設計とする。

### (ハ) 火災報知盤

設計基準対象施設の火災防護に関する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火災感知設備の作動状況を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。

また、中央制御室のうちフロアケーブルダクトは、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又は火災区画のうち消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画を以下に示す。

(I) 運転員が常駐する火災区域又は火災区画

フロアケーブルダクトを除く中央制御室は、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が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) 格納容器排気フィルタユニットエリア

格納容器排気フィルタユニットエリアは、重大事故等対処施設である号炉間電力融通電路が設置されているが、号炉間電力融通電路は電線管及び金属製の筐体に収納する。号炉間電力融通電路周辺は、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、消火困難とならない場所として選定する。

(III) 燃料取替用水ピットエリア及びほう酸ピットエリア

燃料取替用水ピットエリア及びほう酸ピットエリアは、水で満たされたピットと配管のみが設置されたエリアであり、燃料取替用水ピット及び復水ピット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。

(IV) 燃料取扱設備エリア

燃料取扱設備エリアは、使用済燃料ピットに係る監視設備及び計測設備が設置されているが、監視設備及び計測設備は金属製の筐体に収納されており、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。

(V) 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おり、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。

(VI) 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

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。

(VII) 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並びに緊急時対策所用発電機車用燃料油貯蔵タンクエリア及び大容量空冷式発電機用燃料タンクエリア

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並びに緊急時対策所用発電機車用燃料油貯蔵タンク及び大容量空冷式発電機用燃料タンクは、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。

(VIII) 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には、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7.4万 $\text{m}^3$ 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防要員等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防要員等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

「1.6.4.4 格納容器能動熱除去系統／格納容器受動熱除去系統」の「原子炉格納容器スプレイ設備」に示す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

フロアケーブルダクトを除く中央制御室には、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) 格納容器排気フィルタユニットエリア

格納容器排気フィルタユニットエリアには、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) 燃料取替用水ピットエリア及び復水ピットエリア

燃料取替用水ピットエリア及び復水ピットエリアには、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。

##### (IV) 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。

(V) 使用済燃料ピット

使用済燃料ピットに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。

(VI) 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

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する。

(VII) 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並びに緊急時対策所用発電機車用燃料油貯蔵タンクエリア及び大容量空冷式発電機用燃料タンクエリア

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並びに緊急時対策所用発電機車用燃料油貯蔵タンク及び大容量空冷式発電機用燃料タンクは、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。

(VIII) 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、全域ハロン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

設計基準対象施設の火災防護に関する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、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、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ボンベ及び制御盤等を設置する設計とする。

また、これら消火設備のボンベは、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、ボンベに接続する破壊板によりボ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は、消防法施行規則第19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20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、設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針を適用する。

(ホ) 移動式消火設備の配備

設計基準対象施設の火災防護に関する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原水タンクは、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(14m<sup>3</sup>/min)で、消火を2時間継続した場合の水量(1,680m<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11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19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、飲料水系や所内用水系等と共用する場合には、隔離弁を設置して遮断する措置により、消火用水の供給を優先する設計とする。

水消火設備の水源である原水タンクは重大事故等対処時に使用するが、火災時には消火活動の水源として優先して使用する設計とする。

(チ) 消火設備の故障警報

設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針を適用する。

(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、蓄電池により電源を確保することにより、消火用水供給系の機能を喪失しない設計とする。

原子炉格納容器スプレイ設備は、全交流動力電源喪失時にも起動できるように、非常用電源より給電することにより、消火設備の機能を喪失しない設計とする。

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、全交流動力電源喪失時にも設備の作動に必要な電源を蓄電池により確保することにより、消火設備の機能を喪失しない設計とする。

(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11条(屋内消火栓設備に関する基準)及び第19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、全域ハロン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

設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針を適用する。

(ヲ) 管理区域内からの放出消火剤の流出防止

設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針を適用する。

(ワ) 消火用の照明器具

設計基準対象施設の火災防護に関する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

設計基準対象施設の火災防護に関する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及び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。

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当該設備の機能及び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。

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クラスの機器に基準地震動による損傷に伴う火災が発生した場合においても、火災防護対象機器等の機能が維持される設計とする。

### II 地盤変位対策

設計基準対象施設の火災防護に関する基本方針を適用する。

## 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

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。

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。

#### (d) 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 フロアケーブルダクト

フロアケーブルダクトは、手動操作の固定式消火設備であるハロン消火設備により消火する設計とする。

##### ロ 電気室

設計基準対象施設の基本方針を適用する。

##### ハ 蓄電池室

設計基準対象施設の基本方針を適用する。

##### ニ ポンプ室

設計基準対象施設の基本方針を適用する。

#### ホ 中央制御室

設計基準対象施設の基本方針を適用する。

#### へ 使用済燃料貯蔵設備

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燃料体等を配置する設計とする。

### 1.3.4.2 内部溢水

#### (1) 溢水防護に関する基本方針

「設置許可基準規則第9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。

これらの機能を維持するために必要な設備(以下「防護対象設備」という。)について、設置許可基準規則第9条及び第12条の要求事項を踏まえ、「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」(以下「評価ガイド」という。)も参照し、以下のとおり選定する。

- ・ 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。更に、「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。

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。

### a. 防護対象設備を抽出するための方針

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。

更に、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

維持するための系統設備も防護対象設備とする。

原子炉の高温停止、低温停止及びその維持に必要な系統設備については、具体的に以下を選定する。

- ・ 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、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に対処する設備を抽出する。

- ・ 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

抽出に当たっては、溢水事象となり得る運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故も考慮する。また、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。

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1.3-24表及び第1.3-25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1.3-26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わないことから、溢水による影響評価の対象として抽出しない。

(a) 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、配管及び没水に対する耐性を有するケーブル。

(b) 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。

(c) 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。

(d) 要求機能が他の機器により代替される機器

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。補助給水隔離弁の隔離機能は、補助給水ポンプ出口流量設定弁の隔離機能により代替。

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1.3-27表に示す。

b. 溢水源及び溢水量を設定するための方針

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

て評価することとし、評価条件については評価ガイドを参照する。

- (a) 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。)
- (b) 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。)
- (c) 地震に起因する機器の破損等により生じる溢水(使用済燃料ピットのスロッシングにより発生する溢水を含む。)(以下「地震起因による溢水」という。)
- (d) 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。)

溢水源となり得る機器は、流体を内包する容器及び配管とし、(a)、(c)又は(d)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設定する。

#### イ 想定破損による溢水

想定破損による溢水については、単一の配管の破損による溢水を想定して、配管の破損箇所を溢水源として設定する。また、破損を想定する配管は、内包する流体のエネルギーに応じて、以下で定義する高エネルギー配管又は低エネルギー配管に分類する。

- ・「高エネルギー配管」とは、呼び径25A(1B)を超える配管であって、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、被水及び蒸気の影響については配管径に関係なく評価する。
- ・「低エネルギー配管」とは、呼び径25A(1B)を超える配管であって、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、運転圧力が静水頭圧の配管は除く。

- ・ 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、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「配管内径の1/2の長さで配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラック」(以下「貫通クラック」という。)を想定する。

但し、応力評価を実施する配管については発生応力 $S_n$ と許容応力 $S_a$ の比により、以下で示した応力評価の結果に基づく破損形状を想定する。

また、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。

【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

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し、溢水量は、異常の検知、事象の判断及び漏えい箇所特定並びに隔離により漏えい停止するまでの時間(運転員の状況確認及び隔離操作を含む。)を適切に考慮し、想定する破損箇所から流出した漏水量と隔離後の溢水量として隔離範囲内の系統の保有水量を合算して設定する。

ここで、漏水量は、配管の破損形状を考慮した流出流量に漏水箇所の隔離までに必要な時間(以下「隔離時間」という。)を乗じて設定する。

#### ロ 消火水の放水による溢水

消火水の放水による溢水については、発電用原子炉施設内に設置される消火設備等からの放水を溢水源として設定し、消火設備等からの単位時間当たりの放水量と放水時間から溢水量を設定する。

消火設備等のうち、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を基本とするが、火災源が小さい場合においては、日本電気協会電気技術指針「原子力発電所の火災防護指針(JEAG 4607-2010)」解説-4-5(1)の規定による「火災荷重」及び「等価火災時間」を用いて放水量を算定し、溢水量を設定する。

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しない設計とし、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ことから溢水源として想定しない。

また、原子炉格納容器内の防護対象設備については、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、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))ことから誤作動による溢水は想定しない。

#### ハ 地震起因による溢水

地震起因による溢水については、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及び使用済燃料ピットのスロッシングによる漏えい水を溢水源として設定する。

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、漏水が生じるとした機器のうち防護対象設備への溢水の影響が最も大きくなる位置で漏水が生じるものとして評価する。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、漏えい停止までの適切な隔離時間を考慮し、配管の破損箇所から流出した漏水量と隔離後の溢水量として隔離範囲内の系統の保有水量を合算して設定する。ここで、漏水量は、配管の破損箇所からの流出流量に隔離時間を乗じて設定する。

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循環水管については、伸縮継手の全円周状の破損を想定し、循環水ポンプを停止するまでの間に生じる溢水量を設定する。その際、循環水管の破損箇所からの津波の流入量も考慮する。

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。
- ・ 基準地震動による地震力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。

## ニ 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。

c. 溢水防護区画及び溢水経路を設定するための方針

(a) 溢水防護区画の設定

溢水防護に対する評価対象区画を溢水防護区画とし、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。溢水防護区画は壁、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。

(b) 溢水経路の設定

発生した溢水は、階段あるいは機器ハッチを經由して、上層階から下層階へ全量が伝ばするものとする。溢水経路は、溢水防護区画内の水位が最も高くなるように保守的に設定する。

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(定量的に他区画への流出を確認できる場合は除く。)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。

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(流入防止対策が施されている場合は除く。)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。

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維持できるとともに、保守管理及び水密扉閉止等の運用を適切に実施することにより溢水の伝ばを防止できるものとする。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おそれがある場合は、ひ

び割れからの漏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維持できるとともに、保守管理を適切に実施することにより溢水の伝ばを防止できるものとする。

火災により壁貫通部の止水機能が損なわれ、当該貫通部から溢水防護区画に消火水が流入するおそれがある場合には、当該貫通部からの消火水の流入を考慮する。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。

#### d. 建屋内の防護対象設備を防護するための設計方針

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とともに、使用済燃料ピットのスロッシングにおける水位低下を考慮しても、使用済燃料ピットの冷却機能、給水機能等が維持できる設計とする。

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、運転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。

#### (a) 没水の影響に対する評価及び防護設計方針

##### イ 没水の影響に対する評価方針

「1.3.4.2(1)b. 溢水源及び溢水量を設定するための方針」にて設定した溢水源から発生する溢水量と「1.3.4.2(1)c. 溢水防護区画及び溢水

経路を設定するための方針」にて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うおそれがないことを評価する。

具体的には、以下に示す要求のいずれかを満足していれば防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。

- ・ 発生した溢水による水位が、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。)を上回らないこと。その際、溢水の流入状態、溢水源からの距離、人のアクセス等による一時的な水位変動を考慮し、発生した溢水による水位に対して裕度が確保されていること。更に、溢水防護区画への資機材の持ち込み等による床面積への影響を考慮すること。

機能喪失高さについては、防護対象設備の各付属品の設置状況も踏まえ、没水によって安全機能を損なうおそれのある最低の高さを設定する。

防護対象設備の機能喪失高さ設定における考え方の例を第1.3-28表に示す。

- ・ 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うことのないこと。その際、溢水を起因とする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すること。

#### ロ 没水の影響に対する防護設計方針

防護対象設備が没水により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組合せの対策を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

(イ) 溢水源又は溢水経路に対する対策

- I 中央制御室の警報発信等により溢水の発生を早期に検知し、漏えい箇所を早期に隔離できる設計とする。
- II 発生を想定する溢水に対して、壁、扉、堰等による溢水伝ば防止対策を図る設計とする。溢水伝ば防止対策として設置する壁、扉、堰等は、溢水により発生する水圧に対して止水性を有する設計とする。また、地震時に期待する場合は基準地震動による地震力に対し健全性を維持できる設計とする。
- III 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。
- IV 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。
- V 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ない設計とする。

(ロ) 防護対象設備に対する対策

- I 防護対象設備の機能喪失高さが、発生した溢水による水位に対し裕度を持って上回る設計とする。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。

II 壁、扉、堰等により防護対象設備が没水しない設計とする。設置する壁、扉、堰等は、溢水により発生する水圧に対して止水性を有する設計とする。また、地震時に期待する場合は基準地震動による地震力に対し健全性を維持できる設計とする。

(b) 被水の影響に対する評価及び防護設計方針

イ 被水の影響に対する評価方針

「1.3.4.2(1)b. 溢水源及び溢水量を設定するための方針」にて設定した溢水源からの直線軌道及び放物線軌道の飛散による被水、及び天井面の開口部若しくは貫通部からの被水の影響を受ける範囲内にある防護対象設備が被水により安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的には、以下に示す要求のいずれかを満足していれば防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。

(イ) 防護対象設備があらゆる方向からの水の飛まつによっても有害な影響を生じないように、以下に示すいずれかの保護構造を有していること。

I 「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級(IPコード)」における第二特性数字4以上相当の保護等級を有すること。

II 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した保護カバーやパッキン等により、被水防護措置がなされていること。

(ロ) 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うことのないこと。その際、溢水を起

因とする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すること。

ロ 被水の影響に対する防護設計方針

防護対象設備が被水により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組合せの対策を行うことにより、安全機能を損なわない設計とする。

(イ) 溢水源又は溢水経路に対する対策

I 発生を想定する溢水に対して、壁、扉、堰等による溢水伝ば防止対策を図る設計とする。溢水伝ば防止対策として設置する壁、扉、堰等は、溢水により発生する水圧に対して止水性を有する設計とする。また、地震時に期待する場合は基準地震動による地震力に対し健全性を維持できる設計とする。

II 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより被水の影響が発生しない設計とする。

III 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより被水の影響が発生しない設計とする。

IV 消火水の放水による溢水に対しては、防護対象設備が設置されている溢水防護区画においてハロン消火設備等の水消火を行わない消火手段を採用することにより、被水の影響が発生しない設計とする。

また、水消火を行う場合には、水消火による被水の影響を最小限



に止めるため、防護対象設備に対して不用意な放水を行わないことを消火活動における運用及び留意事項として「火災防護計画」に定める。

(ロ) 防護対象設備に対する対策

I 「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IPコード)」における第二特性数字4以上相当の保護等級を有する機器への取替えを行う。

II 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した保護カバーやパッキン等により、被水防護措置を行う。

(c) 蒸気放出の影響に対する評価及び防護設計方針

イ 蒸気放出の影響に対する評価方針

「1.3.4.2(1)b. 溢水源及び溢水量を設定するための方針」にて設定した溢水源からの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し、防護対象設備が蒸気放出の影響により安全機能を損なうおそれがないことを評価する。

具体的には、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、湿度及び圧力)を超えなければ、防護対象設備が安全機能を損なうおそれはない。

このとき、破損想定箇所付近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も考慮するとともに、溢水を起因とする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も考慮する。

ロ 蒸気放出の影響に対する防護設計方針

防護対象設備が蒸気放出の影響により安全機能を損なうおそれがある場合には、以下に示すいずれか若しくは組合せの対策を行うことにより、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

(イ) 溢水源又は溢水経路に対する対策

- I 発生を想定する蒸気放出に対して、壁、扉、堰等による溢水伝ば防止対策を図る設計とする。溢水伝ば防止対策として設置する壁、扉、堰等は、溢水により発生する蒸気に対して気密性を有する設計とする。また、地震時に期待する場合は基準地震動による地震力に対し健全性を維持できる設計とする。
- II 想定破損による溢水に対しては、破損を想定する配管について、補強工事等の実施により発生応力を低減し、破損形状を特定することにより蒸気放出による影響を軽減する設計とする。
- III 発生を想定する蒸気に対して、蒸気の漏えいを検知し、中央制御室からの遠隔隔離(自動又は手動)を行うための自動検知・遠隔隔離システムを設置し、漏えい蒸気を早期隔離することで蒸気影響を緩和する設計とする。自動検知・遠隔隔離システムは、温度検出器、蒸気遮断弁、検知制御盤及び検知監視盤で構成する。

また、自動検知・遠隔隔離システム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、溢水防護区画内雰囲気温度への影響を軽減する設計とする。

更に、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検知する設計とする。

各系統の蒸気影響評価における想定破損評価条件を第1.3-29表に示す。

IV 地震起因による溢水に対しては、破損を想定する機器について耐震対策工事を実施することにより基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する設計とし、溢水源から除外することにより蒸気放出による影響が発生しない設計とする。

#### (ロ) 防護対象設備に対する対策

I 蒸気放出の影響に対して耐性を有しない防護対象設備については、蒸気曝露試験又は机上評価によって蒸気放出の影響に対して耐性を有することが確認された機器への取替えを行う。

#### (d) 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

基準地震動による地震力によって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。その際、使用済燃料ピットの初期水位等の評価条件は保守的となるように設定する。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)及び給水機能、並びに燃料体等からの放射線に対する遮蔽機能(水面の設計基準線量率 $\leq 0.01\text{mSv/h}$ )の維持に必要な水位が確保される設計とする。

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、壁、扉、堰等による溢水伝ば防止対策を図る設計とする。

海水ポンプエリア内で発生する溢水に対しては、床開口部から排出できる設計とする。なお、評価ガイドに基づき、床開口部のうち排出量が最も大きい開口部1か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。

f. 溢水防護区画を内包する建屋への外部からの流入防止に関する設計方針

溢水防護区画を内包する建屋において、建屋外で発生を想定する溢水により、建屋内に設置される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、堰等により建屋内への流入を防止する設計とし、防護対象設備が安全機能を損なわない設計とする。

地下水については、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に集水する設計とし、周囲の地下水水位を考慮しても溢水防護区画へ地下水が流入しないよう湧水サンプポンプにより排水する設計とする。

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、その機能を損なわない設計とする。

g. 放射性物質を含んだ液体の管理区域外への漏えいを防止するための設計方針

原子炉周辺建屋及び原子炉補助建屋の管理区域内で発生した溢水は、建屋最下層に貯留できる設計とする。

また、非管理区域への溢水経路には壁、扉、堰等を設け、非管理区域への漏えいを防止する設計とする。

h. 手順等

溢水評価に関して、以下の内容を含む手順等を定める。

- (a) 配管の想定破損評価において、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、継続的な肉厚管理で確認する。
- (b) 配管の想定破損による溢水が発生する場合及び基準地震動による地震力により耐震B、Cクラスの機器が破損し溢水が発生する場合においては、隔離手順を定める。
- (c) 運転実績（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%より小さい）により、低エネルギー配管としている設備については、運転時間管理を行う。
- (d) 水密区画壁のひび割れに伴う少量の漏水に備えて、あらかじめ回収手順を定める。
- (e) 溢水防護区画において、各種対策設備の追加及び資機材の持込み等により評価条件としている可燃性物質の量及び床面積に見直しがある場合は、あらかじめ定めた手順により溢水評価への影響確認を行う。
- (f) 水密扉については、開放後の確実な閉止操作、中央制御室における閉止状態の確認及び閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作の

手順を定める。

- (g) 防護対象設備に対する消火水被水の影響を最小限に止めるため、消火活動における運用及び留意事項について「火災防護計画」に定める。

#### 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

今後検討

### 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

発電所の建屋、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規準」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り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」及び「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。なお、地震力の組合せについては水平2方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用するものとし、影響が考えられる施設、設備に対して、許容限界の範囲内にとどまることを確認する。

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、 $10^{-4}$ ～ $10^{-6}$ 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・構築物及び機器・配管系ともに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、 $10^{-3} \sim 10^{-5}$ 程度である。弾性設計用地震動の応答スペクトルを第1.3-29図～第1.3-31図に、弾性設計用地震動の時刻歴波形を第1.3-32図～第1.3-36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1.3-37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1.3-38図及び第1.3-39図に示す。

#### (イ) 入力地震動

解放基盤表面は、3号機及び4号機の地質調査の結果から、0.7km/s以上のS波速度(1.35km/s)を持つ堅固な岩盤が十分な広がり  
と深さを持っていることが確認されているため、原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋基礎底版位置のEL.-15.0m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) 荷重の組合せと許容限界

設計基準対象施設の耐震設計における荷重の組合せと許容限界は以下による。

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(風、積雪等)

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 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、運転時の状態及び設計基準事故時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)に記載のもののうち、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。)
  - 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(通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時)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

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施設に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 上位の耐震重要度分類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は、支持される施設の耐震重要度分類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) 荷重の組合せと許容限界

重大事故等対処施設の耐震設計における荷重の組合せと許容限界は以下による。

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) 荷重の組合せと許容限界」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) 荷重の組合せと許容限界」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が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

(二) 設計用自然条件

「1.3.5.3(2)a.(b) 荷重の組合せと許容限界」の「イ 耐震設計上考慮する状態」に示す「(ハ) 設計用自然条件」を適用する。

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) 重大事故時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時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

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がある事象によって作用する荷重と地震力とを組み合わせる。重大事故時等が地震によって引き起こされるおそれがある事象であるかについては、設計基準対象施設の耐震設計の考え方に基づくとともに、確率論的な考察も考慮した上で設定する。

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及び重大事故等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がない事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力(基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力)と組み合わせる。この組合せについては、事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の積等を考慮し、工学的、総合的に勘案の上、設定する。なお、継続時間については、対策の成立性も考慮した上で設定する。

以上を踏まえ、原子炉格納容器バウンダリを構成する施設(原子炉格納容器内の圧力、温度の条件を用いて評価を行うその他の施設を含む。)については、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と弾性設計用地震動による地震力とを組み合わせる。ま



た、その他の施設については、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と基準地震動による地震力とを組み合わせる。

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) 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る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。

### (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、スペクトルモーダル解析法又は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、時刻歴応答解析法による。

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ひずみレベルを考慮して定める。

基準地震動及び弾性設計用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・構築物及び機器・配管系の設計用地震力に及ぼす影響を検討する。

原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋については、3次元FEM解析等から、建物・構築物の3次元応答性状及び機器・配管系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、等価線形又は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。

また、地盤と屋外重要土木構造物の連成系地震応答解析モデルの減衰定数については、地中構造物としての特徴、同モデルの振動特性を考

慮して適切に設定する。

(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ように設計する。

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。また、波及的影響においては水平2方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用する場合に影響を及ぼす可能性のある施設、設備を選定し評価する。

波及的影響評価に当たっては、以下イ～ニをもとに、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、以下イ～ニ以外に検討すべき事項がないかを確認し、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不等沈下又は相対変位による影響

(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が損傷、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

(イ) 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。

(ロ) 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耐震重要施設に対して、波及的影響を考慮する施設を、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。

機器・配管系は、応答性状を適切に評価し、適用する地震力に対して構造強度を有する設計とする。配置に自由度のあるものは、耐震上の観点からできる限り重心位置を低くし、かつ、安定性のよい据付け状態になるよう配置する。

また、建物・構築物の建屋間相対変位を考慮しても、建物・構築物及び機器・配管系の耐震安全性を確保する設計とする。

下位クラス施設は原則、耐震重要施設に対して離隔をとり配置する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、重大事故時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、設備分類に応じて、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  
(特定重大事故等対処施設を除く。)

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(特定重大事故等対処施設を除く。)

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(特定重大  
事故等対処施設を除く。)

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。

なお、水平2方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用し、影響が考えられる施設、設備については許容限界の範囲内にとどまることを確認する。

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 重大事故等対処施設を津波から防護するための津波防護施設、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、それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できるように設計することとし、「1.3.3.1(1) 設計基準対象施設の耐震設計」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・構築物の設計方針に基づき設計する。



リ 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ように設計する。

ヌ 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。

#### ル 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・構築物及び機器・配管系のものを適用する。

## (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クラス又はCクラスの施設に適用する地震力を適用する。

### 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又は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。

機器・配管系は、応答性状を適切に評価し、適用する地震力に対して構造強度を有する設計とする。配置に自由度のあるものは、耐震上の観点からできる限り重心位置を低くし、かつ、安定性のよい据付け状態になるよう配置する。

また、建物・構築物の建屋間相対変位を考慮しても、建物・構築物及び機器・配管系の耐震安全性を確保する設計とする。

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、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(ロに記載のもののうち、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。)

##### (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。

但し、1次冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ(原子炉格納容器バウンダリにおける長期的荷重との組合せを除く。)に対しては、下記IIに示す許容限界を適用する。

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

構造物全体としての変形能力(終局耐力時の変形)について十分な余裕を有し、建物・構築物の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、その変形又はひずみ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)及び(へ)に記載のものを除く。)

上記(イ)IIによる許容応力度を許容限界とする。

(ハ) 耐震重要度分類の異なる施設を支持する建物・構築物((ホ)及び(へ)に記載のものを除く。)

上記(イ)IIを適用するほか、耐震重要度分類の異なる施設を支持する建物・構築物が、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損なわれない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)及び(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分類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、曲げ耐力、限界層間変形角又は圧縮縁コンクリート限界ひずみにに対して、妥当な安全余裕を持たせることとし、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持たせることを基本とする。但し、構造部材の曲げ、せん断に対する上記の許容限界に代わり、許容応力度を適用することで、安全余裕を考慮する場合もある。

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。

### (へ) 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の変形能力(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・構築物及びSクラスの機器・配管系((ロ)に記載のもののうち、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。)

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

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) 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。

(ハ) Bクラス及びCクラスの建物・構築物、Bクラス及びCクラスの機器・配管系並びに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

(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((ホ)に記載のものを除く。)

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対象施設の許容限界」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。

但し、原子炉格納容器バウンダリを構成する施設の設計基準事故時の状態における長期的荷重と弾性設計用地震動による地震力との組合せに対する許容限界は、「1.3.5.3(4)a. 設計基準対象施設の許容限界」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((へ)に記載のものを除く。)

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対象施設の許容限界」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) 設備分類の異なる重大事故等対処施設を支持する建物・構築物  
( (ホ) 及び (へ) に記載のものを除く。 )

「1.3.5.3(4) a. 設計基準対象施設の許容限界」の「(a) 許容限界」  
に示す耐震重要度分類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、「耐震重要度分類」を「設備分類」に読み  
替える。

(ニ) 建物・構築物の保有水平耐力 ( (ホ) 及び (へ) に記載のものを除く。 )

「1.3.5.3(4) a. 設計基準対象施設の許容限界」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、「耐震重要度分類」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. 設計基準対象施設の許容限界」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。

(へ) 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. 設計基準対象施設の許容限界」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 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、機器・配管系及び土木構造物の基礎地盤

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対象施設の許容限界」の「(a) 許容限界」に示すSクラスの建物・構築物及びSクラスの機器・配管系の基礎地盤並びに屋外重要土木構造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、機器・配管系及び土木構造物の基礎地盤

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対象施設の許容限界」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、Bクラス及びCクラスの機器・配管系並びに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1.3-30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「三菱PWR非常用炉心冷却系性能評価解析方法(大破断時)」(MAPI-1035 改4 三菱原子力工業株式会社 昭和57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1.3-31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、設計過度条件を第1.3-32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。

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) 原子炉格納容器であって、鋼製部のみで原子炉格納容器の構造及び強度を持つ部分(以下「鋼製耐圧部」という。)及びコンクリート製原子炉格納容器の鋼製内張り部等は、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。)、鋼製耐圧部、コンクリート製原子炉格納容器の鋼製内張り部等、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。