

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

險物のうち「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「IV 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省令」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。

(ヘ) 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。

(ニ) 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で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。

(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) 燃料取替用水タンクエリア及びほう酸タンクエリア

i 燃料取替用水タンクエリア

燃料取替用水タンクエリアは、重大事故等対処施設である燃料取替用水タンク、計装品、ケーブルが設置されているが、燃料取替用水タンクは、ほう酸水を貯蔵する銅板製の容器であり、計装品、ケーブルは筐体又は電線管に収納する。燃料取替用水タンクエリアは、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。

ii ほう酸タンクエリア

ほう酸タンクエリアは、重大事故等対処施設であるほう酸タンクが設置されているが、ほう酸タンクは金属製の容器である。ほう酸タンク周辺は、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 m³あることから、原子炉格納容器内全体に消火剤を充満させるまで時間を要する。このため、原子炉格納容器の消火設備は、火災発生時の煙の充満による消火活動が困難でない場合、早期に消火が可能である消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ー設備」に示す原子炉格納容器スプレー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) 燃料取替用水タンクエリア及びほう酸タンクエリア

i 燃料取替用水タンクエリア

燃料取替用水タンクエリアには、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。

ii ほう酸タンクエリア

ほう酸タンクエリアには、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。

(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

にポンベ及び制御盤等を設置する設計とする。

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

(二) 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(14m³/min)で、消火を2時間継続した場合の水量(1,680m³)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、ポ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、ポ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。

ヘ 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、発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針に基づき、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、発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針を参考に、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。)]

$$S_n \leq 0.4S_a \Rightarrow \text{破損想定不要}$$

$0.4S_a < S_n \leq 0.8S_a \Rightarrow$ 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、漏えい箇所の特定制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、破損想定箇所の近傍に防護対象設備が設置されている場合は、漏えい蒸気の直接噴出による防護対象設備への影響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

(ニ) 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)I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（ヘ）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（ヘ）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。

(ヘ) 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備
が設置される重大事故等対処施設の土木構造物

「1.3.5.3(4)a. 設計基準対象施設の許容限界」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」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。

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

c. 非破壊試験

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

(2) 構造及び強度について

a. 延性破断の防止

- (a) クラス1機器、クラス2機器、クラス3機器、鋼製耐圧部、コンクリート部が強度を負担しない圧力又は機械的荷重に対するライナプレート、炉心支持構造物、重大事故等クラス2機器及び重大事故等クラス3機器は、最高使用圧力、最高使用温度及び機械的荷重が負荷されている状態(以下「設計上定める条件」という。)において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。
- (b) クラス1支持構造物は、運転状態I及び運転状態IIにおいて、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。
- (c) コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート(貫通部スリーブ及び附属物(以下「貫通部スリーブ等」という。))が取り付く部分に限る。)、貫通部スリーブ及び定着金具(ライナアンカを除く。)は、荷重状態I及び荷重状態IIにおいて、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。

また、ライナアンカについては、全ての荷重状態において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。

- (d) クラス1支持構造物であって、クラス1容器に溶接により取り付けられ、その損壊により、クラス1容器の損壊を生じさせるおそれがあるものは、(b)にかかわらず、設計上定める条件において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。
- (e) クラス1容器(オメガシールその他のシールを除く。)、クラス1管、クラス1弁、クラス1支持構造物、鋼製耐圧部(著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。)、コンクリート部が強度を負担しない圧力又は機械的荷重に対するライナプレート及び炉心支持構造物は、運転状態IIIにおいて、全体的な塑性変形が生じない設計とする。また、応力が集中する構造上の不連続部等については、補強等により局所的な塑性変形に止まるよう設計する。
- (f) コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート(貫通部スリーブ等が取り付く部分に限る。)、貫通部スリーブ及び定着金具(ライナアンカを除く。)は、荷重状態IIIにおいて、全体的な塑性変形が生じない設計とする。また、応力が集中する構造上の不連続部等については、補強等により局所的な塑性変形に止まるよう設計する。
- (g) クラス1容器(オメガシールその他のシールを除く。)、クラス1管、クラス1支持構造物、鋼製耐圧部(著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。)、コンクリート部が強度を負担しない圧力又は機械的荷重に対するライナプレート及び炉心支持構造物は、運転状態IVにおいて、延性破断に至る塑性変形が生じない設計とする。
- (h) コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート(貫通部スリーブ等が取り付く部分に限る。)、貫通部スリーブ及び定着金具(ライナアンカを除く。)

は、荷重状態IVにおいて、延性破断に至る塑性変形が生じない設計とする。

- (i) クラス4管は、設計上定める条件において、延性破断に至る塑性変形を生じない設計とする。
- (j) クラス1容器（ボルトその他の固定用金具、オメガシールその他のシールを除く。）、クラス1支持構造物（クラス1容器に溶接により取り付けられ、その損壊により、クラス1容器の損壊を生じさせるおそれがあるものに限る。）及び鋼製耐圧部（著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。）は、試験状態において、全体的な塑性変形が生じない設計とする。また、応力が集中する構造上の不連続部等については、補強等により局所的な塑性変形に止まるよう設計する。
- (k) 格納容器再循環サンプスクリーンは、運転状態I、運転状態II及び運転状態IV（異物付着による差圧を考慮）において、全体的な変形を弾性域に抑える設計とする。
- (l) クラス2支持構造物であって、クラス2機器に溶接により取り付けられ、その損壊によりクラス2機器に損壊を生じさせるおそれがあるものは、運転状態I及び運転状態IIにおいて、延性破断が生じないように設計する。
- (m) 重大事故等クラス2支持構造物であって、重大事故等クラス2機器に溶接により取り付けられ、その損壊により重大事故等クラス2機器に損壊を生じさせるおそれがあるものにあつては、設計上定める条件において、延性破断が生じない設計とする。

b. 進行性変形による破壊の防止

- (a) クラス1容器（ボルトその他の固定用金具を除く。）、クラス1管、クラス1弁（弁箱に限る。）、クラス1支持構造物、鋼製耐圧部（著しい応力が生ずる部

分及び特殊な形状の部分に限る。)及び炉心支持構造物は、運転状態I及び運転状態IIにおいて、進行性変形が生じない設計とする。

(b) コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート(貫通部スリーブ等が取り付く部分に限る。)、貫通部スリーブ及び定着金具(ライナアンカを除く。)は、荷重状態I及び荷重状態IIにおいて、進行性変形が生じない設計とする。

c. 疲労破壊の防止

(a) クラス1容器、クラス1管、クラス1弁(弁箱に限る。)、クラス1支持構造物、クラス2管(伸縮継手を除く。)、鋼製耐圧部(著しい応力が生ずる部分及び特殊な形状の部分に限る。)及び炉心支持構造物は、運転状態I及び運転状態IIにおいて、疲労破壊が生じない設計とする。

(b) コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート、貫通部スリーブ及び定着金具(ライナアンカを除く。)は、荷重状態I及び荷重状態IIにおいて、疲労破壊が生じない設計とする。

(c) クラス2機器、クラス3機器及び重大事故等クラス2機器の伸縮継手は、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じない設計とする。

(d) 重大事故等クラス2管(伸縮継手を除く。)は、設計上定める条件で応力が繰り返し加わる場合において、疲労破壊が生じない設計とする。

d. 座屈による破壊の防止

(a) クラス1容器(胴、鏡板及び外側から圧力を受ける円筒形又は管状のものに限る。)、クラス1支持構造物及び炉心支持構造物は、運転状態I、運転状態II、運転状態III及び運転状態IVにおいて、座屈が生じない設計と

する。

- (b) クラス1容器(胴、鏡板及び外側から圧力を受ける円筒形又は管状のものに限る。)及びクラス1支持構造物(クラス1容器に溶接により取り付けられ、その損壊により、クラス1容器の損壊を生じさせるおそれがあるものに限る。)は、試験状態において、座屈が生じない設計とする。
 - (c) クラス1管、クラス2容器、クラス2管、クラス3機器、重大事故等クラス2容器、重大事故等クラス2管及び重大事故等クラス2支持構造物(重大事故等クラス2機器に溶接により取り付けられ、その損壊により重大事故等クラス2機器に損壊を生じさせるおそれがあるものに限る。)は、設計上定める条件において、座屈が生じない設計とする。
 - (d) 鋼製耐圧部は、設計上定める条件並びに運転状態III及び運転状態IVにおいて、座屈が生じない設計とする。
 - (e) コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート(貫通部スリーブ等が取り付け部分に限る。)、貫通部スリーブ及び定着金具(ライナアンカを除く。)は、荷重状態I、荷重状態II、荷重状態III及び荷重状態IVにおいて、座屈が生じない設計とする。
 - (f) クラス2支持構造物であって、クラス2機器に溶接により取り付けられ、その損壊によりクラス2機器に損壊を生じさせるおそれがあるものは、運転状態I及び運転状態IIにおいて、座屈が生じないよう設計する。
- e. ライナプレートにおける荷重及びコンクリート部の変形等による強制ひずみの制限

コンクリート製原子炉格納容器のライナプレート(貫通部スリーブ等が取り付け部分を除く。)は、荷重状態I及び荷重状態IIにおいて、著しい残留ひずみ

が生じず、かつ、荷重状態III及び荷重状態IVにおいて、破断に至らない設計とする。

(3) 主要な耐圧部の溶接部(溶接金属部及び熱影響部をいう。)について

クラス1容器、クラス1管、クラス2容器、クラス2管、クラス3容器、クラス3管、クラス4管、原子炉格納容器、重大事故等クラス2容器及び重大事故等クラス2管のうち主要な耐圧部の溶接部は、次のとおりとし、溶接事業者検査により適用基準及び適用規格に適合していることを確認する。

- ・ 不連続で特異な形状でない設計とする。
- ・ 溶接による割れが生ずるおそれがなく、かつ、健全な溶接部の確保に有害な溶込み不良その他の欠陥がないことを非破壊試験により確認する。
- ・ 適切な強度を有する設計とする。
- ・ 適切な溶接施工法、溶接設備及び技能を有する溶接士であることを機械試験その他の評価方法によりあらかじめ確認する。

1.3.6.4 制御棒駆動システム

制御棒クラスタ駆動装置は、原子炉容器上部ふたに取り付けられた磁気ジャック式駆動装置である。

制御棒クラスタ駆動装置は、上部端を耐震サポートにより内部コンクリートに支持し、下部を原子炉容器上部ふたに固定し、それ自体も剛性を持つので、地震力に対しても必要な強度を有する。

1.3.6.5 原子炉圧力容器内部構造物

(1) 燃料集合体

燃料集合体は、燃料棒、制御棒案内シムル、支持格子、上部ノズル、下

部ノズル等により構成される。燃料集合体は制御棒案内シムブルとそれに接合した支持格子とによって骨格を形成し、燃料棒を正方格子状の配列で支持格子のばねに支持させるため燃料棒の熱膨張を拘束しない構造となっている。また、燃料集合体に作用する地震力は上部ノズル及び下部ノズルを介して炉内構造物の上部炉心板及び下部炉心板に伝達される。

(2) 炉内構造物

炉内構造物は、上部炉心構造物及び下部炉心構造物から構成される。

上部炉心構造物は、上部炉心支持板、上部炉心支持柱、上部炉心板及び制御棒クラスタ案内管から構成され、下部炉心構造物は、炉心槽、下部炉心支持柱、下部炉心支持板、下部炉心板、炉心バッフル等から構成される。燃料集合体及び炉内構造物に作用する水平地震力は、炉心槽上部フランジ部を介して原子炉容器フランジ部に、また炉心槽下端を介して原子炉容器胴内壁に取り付けた炉心支持金物にそれぞれ伝達される。更に、炉内構造物に作用する鉛直地震力は、上部炉心支持板及び炉心槽上部フランジを介して原子炉容器フランジ部に伝達される。

1.3.6.6 ポンプ、弁及び動的レストレイントに関する機能設計、性能認定及び供用期間中試験プログラム

ポンプ、弁の供用期間中試験プログラムについては、「1.3.10 供用期間中モニタリング、試験、保守及び検査」を参照。

1.3.6.7 配管設計

支持装置、支持架構及び埋込金物から構成される配管支持構造物の基本原則、設計方針及び機能による種別の選定方法を示す。

(1) 基本原則

配管（弁、ケーブルトレイ類含む。）及びダクトの耐震支持方針は下記によるものとする。

- a. 支持構造物は、剛な床、壁面等から支持することとする。
- b. 支持構造物を含め建屋との共振を防止する。
- c. 架台はり及び内部鉄骨から支持する場合は、支持部剛性と支持構造物の剛性を連成して設計する。
- d. 支持構造物は、拘束方向の支持点荷重に対して十分な強度があり、かつ剛性を有するものを選定する。
- e. 機器管台に接続される配管については、機器管台の許容荷重を超えないように支持構造物の設計を行う。
- f. 高温となる配管については、熱応力計算による熱膨張変位を過度に拘束しない設計とする。
- g. 熱膨張変位を過度に拘束しないために、配管系の剛性を十分に確保できない場合は、配管系の振動特性に応じた地震応答解析により、応力評価に必要な荷重等を算定し、その荷重等に耐える設計とする。
- h. 建屋間相対変位を考慮する場所については、その変位に対して十分耐える設計とする。
- i. 水撃現象が生じる可能性のある場所については、その荷重に十分耐える設計とする。

(2) 支持構造物の設計

配管の配置、構造計画に際しては、建物・構築物、接続機器との関連、設置場所の環境条件、現地施工性等の関連を十分考慮して総合的な調整を行

い、運転操作及び保守点検の際に支障とならないこと等についての配慮を十分加味した耐震設計を行うよう考慮する。

支持構造物の設計は、建屋基本計画及び配管の基本設計条件等から配置設計を行い、熱応力計算（自重、機器的荷重、事故時荷重による強度計算を含む）、耐震解析、機能維持の検討により強度及び支持機能を確認し、詳細設計を行う。このとき、高温となる配管については、熱応力計算による熱膨張変位を過度に拘束しない設計とするよう配慮する。支持装置は、標準化された製品の中から、配管から受ける荷重に対し十分な強度があるものを選定する。

1.3.6.8 ねじ部品（クラス1、2及び3に関する規格）

クラス1容器のボルトは、JSME設計・建設規格PVB-3121及びPVB-3122の規定を満足するよう設計する。

クラス1ポンプのボルトは、JSME設計・建設規格PMB-3500の規定を満足するよう設計する。

クラス2及びクラス3機器のフランジに使用されるボルトは、日本産業規格（JIS B 8265）「圧力容器の構造—一般事項 附属書3（規定） 圧力容器のボルト締めフランジ」に従った応力計算を行い、必要な強度を有することを確認する。

1.3.7 計装制御系統及び機器に関する一般的設計側面

1.3.7.1 性能

「1.3.1.5 事故の防止及び緩和 (1) 安全設計方針」の「b. 計測制御系統施設設計の基本方針」を参照。

1.3.7.2 信頼性に関する設計

原子炉保護設備は、単一故障で保護機能を喪失しない設計であり、信号の発生から、伝達、比較に至るまで多重性を持たせた保護動作を行う。「2 out of 4」、あるいは「1 out of 2」の論理回路は、連絡ケーブルも含めて4重トレイン構成としている。これらのトレインは、電氣的、物理的に分離しているため、単一のトレインの故障で保護機能を失うことはない。なお、原子炉保護設備の双安定回路、原子炉トリップ遮断器の不足電圧コイル等は、常時励磁状態としたフェイル・セーフ設計とするので、電源喪失時には、双安定回路等はトリップ状態となり、安全側の設計である。

1.3.7.3 独立性

原子炉保護設備の独立性について、原子炉保護系を構成するチャンネルは、相互干渉が起らないように、物理的、電氣的独立性を持たせている。

すなわち、論理回路、トリップ遮断器、連絡ケーブル等は供給電源(直流2母線、無停電電源4母線)を含めて独立な構成とする。

なお、計測制御系への信号を原子炉保護系の一部から取出す場合には、計測制御系での故障が、原子炉保護系に影響を与えないように、信号の分岐箇所には絶縁増幅器を使用する。

1.3.7.4 性能認定

今後検討

1.3.7.5 検証及び妥当性確認

今後検討

1.3.7.6 故障モード

今後検討

1.3.7.7 装置へのアクセス管理

今後検討

1.3.7.8 品質

今後検討

1.3.7.9 試験及び試験可能性

原子炉保護設備は、運転中にも計測チャンネル並びに論理回路トレイン(原子炉トリップ遮断器を含む。)すべての試験ができる。

(1) 計測チャンネル・テスト

計器ラックで模擬入力を印加することにより、規定の設定値において双安定回路が正しく作動することを確認できる。

(2) 論理回路トレイン・テスト

テスト・スイッチを操作して、各チャンネルの双安定回路のリレーをトリップ状

態にする等の方法により、論理回路が正常に動作したことを表示灯により確認できる。

原子炉トリップ遮断器のテストは、あらかじめ、それと並列のバイパス遮断器を投入して行う。

1.3.7.10 保守性

「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。

1.3.7.11 安全上重要なアイテムの特定

今後検討

1.3.8 電気系統及び機器の一般設計側面

電気系統の設計に際しては、通常運転時、事故時を問わず、あらゆる場合に所内電源の全喪失を招くことなく、発電所の安全性を確保し得るよう、次のような方針で設計する。

安全上重要な電気系統施設器の設計、材料の選定、製作及び検査については、安全上適切と認められる以下の規格並びに基準によるものとする。

- ・ 電気設備に関する技術基準を定める通商産業省令
- ・ 日本産業規格 (JIS)
- ・ 日本電機工業会標準規格 (JEM)
- ・ 日本電気学会電気規格調査会標準規格 (JEC)
- ・ 日本電気協会電気技術基準調査委員会電気技術規程及び指針
- ・ IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) 基準

1.3.8.1 冗長性

多重化した原子炉保護系及び工学的安全施設作動設備への電源として、電氣的及び物理的に相互に分離独立した2系統の電源を準備し、1系統の事故が他の系統に波及して、同時に両系統の電源を喪失することのないようにする。

1.3.8.2 独立性

「1.3.8.1 冗長性」参照。

1.3.8.3 多様性

設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合において、炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、使用済燃料ピット内燃料体等の著しい損傷及び運転停止中原子炉内燃料体の著しい損傷を防止

するため、必要な電力を確保するために代替電源設備を設置及び保管する。

1.3.8.4 制御及び監視

ディーゼル発電機は、「1.16.4 通常運転に関する制限及び条件、サーベイランス並びに試験に関する要件」の「(15) 計測及び制御設備」に示すディーゼル発電機起動計装からの信号で起動する。

1.3.8.5 識別

今後検討

1.3.8.6 容量及び能力

通常運転時に必要な補機及び発電所を安全に停止させるに必要な補機への電源を確保する。

また、工学的安全施設作動設備に必要な電源を、常に確保し得るようにする。

1.3.8.7 外部送電網及び関連する問題の検討

発電所外の送電網については、電気事業法第42条第1項に基づく保安規程を定め、当社がその保安管理を実施している。