

4. 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設

4.1 燃料取扱及び貯蔵設備

4.1.1 通常運転時等

4.1.1.1 概 要

燃料取扱及び貯蔵設備は、新燃料を発電所内に搬入してから使用済燃料を発電所外に搬出するまでの燃料取扱い及び貯蔵を安全かつ確実に行うものである。

燃料取扱設備の配置を第 4.1.1 図及び第 4.1.2 図に示す。

発電所に搬入したウラン新燃料は、受入検査後、燃料取扱棟内の新燃料貯蔵庫又は使用済燃料ピットに貯蔵する。これらのウラン新燃料は、再装荷燃料等とともに炉心へ装荷するが、新燃料貯蔵庫に貯蔵したウラン新燃料は、炉心へ装荷する前に通常使用済燃料ピットに一時的に保管する。発電所に搬入したウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料は、受入検査後、使用済燃料ピットに貯蔵した後、炉心へ装荷する。

炉心への装荷の手順は、以下に示す燃料の取出しとほぼ逆の手順によって行う。

原子炉停止後、原子炉より取り出す使用済燃料は、燃料取替クレーン、燃料移送装置、使用済燃料ピットクレーン等を使用して、ほう酸水を張った原子炉キャビティ、燃料取替用キャナル及び燃料移送管を通して使用済燃料ピットへ移動する。

これらの使用済燃料の移送は、遮蔽及び冷却のため、すべて水中で行う。

使用済燃料は、使用済燃料ピットに貯蔵するが、必要に応じて使用済燃料ピット内で別に用意した容器に入れて貯蔵する。

使用済燃料は、使用済燃料ピット内で通常1年間以上冷却し、冷却を終えた使用済燃料は、使用済燃料ピットクレーン等を使用して水中で使用済燃料輸送容器に入れ再処理工場へ搬出する。

使用済燃料のうち、十分に冷却（15年以上冷却）した使用済燃料は、使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能を維持できることを確認のうえ、使用済燃料乾式貯蔵容器に収納しヘリウムガスを封入後、使用済燃料乾式貯蔵施設へ運搬する。使用済燃料を使用済燃料乾式貯蔵容器に収納するに当たっては、臨界評価で考慮した因子についての条件又は範囲並びに遮蔽機能及び除熱機能に関する評価で考慮した使用済燃料の燃焼度に応じた配置の条件又は範囲を逸脱しないことを、あらかじめ確認する。使用済燃料乾式貯蔵施設では、周辺施設である使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン及び使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車を使用して使用済燃料乾式貯蔵容器を貯蔵する。その後、使用済燃料乾式貯蔵容器を用いて再処理工場へ搬出する。

使用済燃料ピットの水位及び水温並びに燃料取扱場所の放射線量は中央制御室で監視できるとともに、異常時は中央制御室に警報を発信する。

また、使用済燃料乾式貯蔵容器の一次蓋と二次蓋との間の圧力を監視できるものとする。

4.1.1.2 設計方針

燃料取扱及び貯蔵設備は、新燃料の搬入から使用済燃料の搬出までの取扱い及び貯蔵を安全かつ確実に行うことができるよう以下の方針により設計する。

- (1) 燃料取扱及び貯蔵設備のうち安全上重要な機器は、適切な定期的試験及び検査ができる設計とする。
- (2) 貯蔵設備は、適切な格納性と空気浄化系を有する区画として設計する。
- (3) 新燃料貯蔵設備は、1回の燃料取替えに必要なとする燃料集合体数に十分余裕を持たせた貯蔵容量を有する設計とする。
また、使用済燃料の貯蔵設備は、使用済燃料乾式貯蔵容器貯蔵分も含めて、使用済燃料に加え、全炉心燃料及び1回の燃料取替えに必要なとする燃料集合体数並びにウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料集合体数に十分余裕を持たせた貯蔵容量を有する設計とする。
- (4) 燃料取扱設備は、移送操作中の燃料体等の落下を防止するためワイヤロープ二重化等の適切な落下防止措置を有する設計とする。
- (5) 使用済燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料の取扱及び貯蔵設備は、放射線業務従事者の線量を合理的に達成できる限り低くする設計とする。
- (6) 使用済燃料貯蔵設備は、使用済燃料ピット水浄化冷却設備を有する設計とする。使用済燃料ピット水浄化冷却設備は、使用済燃料ピット水を冷却して使用済燃料ピットに貯蔵した使用済燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料からの崩壊熱を十分除去できるとともに、使用済燃料ピット水を適切な水質に維持できる設計とする。

使用済燃料乾式貯蔵容器は、設計上想定される状態において自然冷却によって使用済燃料の崩壊熱を外部に放出し、使

用済燃料の温度を，燃料被覆管のクリープ破損及び燃料被覆管の機械的特性の低下を防止する観点から制限される値以下に維持するとともに，使用済燃料乾式貯蔵容器の温度を，基本的安全機能を維持する観点から制限される値以下に維持できる設計とする。また，使用済燃料乾式貯蔵建屋は使用済燃料乾式貯蔵容器の除熱機能を阻害しない設計とし，周辺施設である使用済燃料乾式貯蔵容器表面温度計及び使用済燃料乾式貯蔵建屋内雰囲気温度計により監視できる設計とする。また，使用済燃料乾式貯蔵容器表面温度及び使用済燃料乾式貯蔵建屋内雰囲気温度を適切な頻度で監視する設計とする。

- (7) 使用済燃料ピットは，冷却用の使用済燃料ピット水の保有量が著しく減少することを防止するため，十分な耐震性を有する設計とするとともに，使用済燃料ピットに接続する配管は，使用済燃料ピット水の減少を引き起こさない設計とする。

また，使用済燃料ピットの水位計は，水位の異常な低下及び上昇を監視できる計測範囲を有し，中央制御室で監視できるとともに，水位の異常な低下又は上昇時に警報を発信する設計とする。使用済燃料ピットの温度計は，ピット水の過熱状態を監視できる計測範囲を有し，中央制御室で監視できるとともに，異常な温度上昇時に警報を発信する設計とする。燃料取扱場所の線量当量率計は，管理区域境界における線量当量率限度から設置区域における立入り制限値を包絡する計測範囲を有し，中央制御室で監視できるとともに，異常時に警報を発信する設計とする。さらに，使用済燃料ピット内張りからの漏えい検知のための装置を有する設計とする。

外部電源が利用できない場合においても、非常用所内電源からの給電により使用済燃料ピットの水位及び水温並びに放射線量が監視可能な設計とする。

さらに、万一漏えいが生じた場合には、燃料取替用水タンクからほう素濃度 4,400ppm 以上のほう酸水を補給できる設計とする。

使用済燃料乾式貯蔵施設は、設計上想定される状態において、使用済燃料から放出される放射線をガンマ線遮蔽材及び中性子遮蔽材により十分に遮蔽する設計とする。

(8) 使用済燃料貯蔵設備は、燃料体等の取扱中に想定される燃料体等の落下時においても著しい使用済燃料ピット水の減少を引き起こすような損傷が生じない設計とする。

(9) 使用済燃料乾式貯蔵容器は、使用済燃料乾式貯蔵施設内では蓋部を開放することなく、かつ、設計上想定される状態において内包する放射性物質の閉じ込めを使用済燃料乾式貯蔵容器のみで担保する設計とする。また、圧力容器として、

「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」のクラス 3 容器に適合する設計とし、閉じ込め機能を周辺施設である使用済燃料乾式貯蔵容器蓋間圧力計により適切に監視することができる設計とする。また、使用済燃料乾式貯蔵容器蓋間圧力を適切な頻度で監視する設計とする。

使用済燃料乾式貯蔵容器は、設計上想定される状態において、一次蓋及び二次蓋が開放可能であり、使用済燃料の燃料ペレットが燃料被覆管から脱落せず、使用済燃料の過度な変形が生じない設計とする。また、閉じ込め機能の異常に対し、

使用済燃料ピットへ移送し、燃料の取出しや詰替えを行うものとする。

- (10) 使用済燃料貯蔵設備は、ほう素濃度 4,400ppm 以上のほう酸水で満たし、定期的にほう素濃度を分析する。また、設備容量分の燃料収容時に純水で満たされた場合を想定しても実効増倍率は 0.98 以下で十分な未臨界性を確保できる設計とする。

新燃料貯蔵設備は、浸水することのないようにするが、設備容量分の燃料収容時に純水で満たされた場合を想定しても実効増倍率は 0.95 以下で十分な未臨界性を確保できる設計とする。さらに、いかなる密度の水分雰囲気でも満たされたと仮定しても未臨界性を確保できる設計とする。

使用済燃料乾式貯蔵容器は、設計貯蔵期間（60 年）を通じて、設計上想定される状態において容器内のバスケットにより適切な燃料集合体間隔を保持し、燃料集合体が相互に接近しないようにする。また、使用済燃料の燃焼に伴う反応度低下を考慮せず、使用済燃料乾式貯蔵容器内の燃料位置等について想定される最も厳しい状態を仮定しても実効増倍率が 0.95（解析上の不確定さを含む。）以下で十分な未臨界性を確保できる設計とする。

- (11) 1 号及び 2 号炉の使用済燃料を収納する使用済燃料ピット及びラックは、S クラスの耐震性を有する設計とし、地震時においても、1 号及び 2 号炉の使用済燃料の健全性を損なわない設計とする。

- (12) 落下時に使用済燃料ピットの機能に影響を及ぼす重量物に

については、使用済燃料ピット周辺の状況、現場における作業実績、図面等にて確認することにより、落下時のエネルギーを評価し、気中落下試験時の燃料集合体の落下エネルギー（39.3 kJ）以上となる設備等を抽出する。抽出された設備等については、地震時にも落下しない設計とする。

床面や壁面へ固定する重量物については、使用済燃料ピットからの離隔を確保するため、使用済燃料ピットへ落下するおそれはない。

a. 燃料取扱棟

燃料取扱棟の屋根を支持する鉄骨梁は、基準地震動に対する発生応力が終局耐力を超えず、使用済燃料ピット内に落下しない設計とする。また、屋根は鋼板の上に鉄筋コンクリート造の床を設け、地震による剥落のない構造とする。

また、下層部の鉄筋コンクリート壁は、基準地震動に対して健全性が確保される設計とする。上層部の壁を構成する鋼板や鋼材は、基準地震動に対して耐震性を有する主柱や間柱に溶接又はボルトで接続された一体構造とし、地震により使用済燃料ピット内に落下しない設計とする。

b. 使用済燃料ピットクレーン

使用済燃料ピットクレーンは、基準地震動による地震荷重に対し、クレーン本体の健全性評価及び転倒落下防止評価を行い、使用済燃料ピットへの落下物とならないよう、以下を満足する設計とする。

(a) クレーン本体の健全性評価においては、保守的に吊荷ありの条件で、脚部等に発生する地震荷重が許容応力以

下であること。

(b) 転倒落下防止評価においては、走行レール頭部を抱き込む構造をしたクレーンの浮上り防止爪について、保守的に吊荷なしの条件で、地震時の発生応力が、浮上り防止爪、取付けボルト等の許容応力以下であること。

(c) 走行レールの健全性評価においては、走行方向、走行直角方向及び鉛直方向について、地震時に基礎ボルトに発生する荷重が、許容応力以下であること。

また、使用済燃料ピットクレーンは、ワイヤロープ二重化、フック部外れ止め及び動力電源喪失時保持機能により、落下防止対策を講じた設計とする。

c. 燃料取扱棟クレーン

燃料取扱棟クレーンは、使用済燃料ピットの上部に走行レールが無く、仮に脱落したとしても建屋の構造上、クレーン本体及び吊荷が使用済燃料ピットへの落下物とならない設計とする。仮に落下後の移動を想定しても、使用済燃料ピットとの間に燃料取替用チャネルがあるため、クレーン本体及び吊荷が使用済燃料ピットへの落下物となることはない。

4.1.1.3 主要設備の仕様

燃料取扱及び貯蔵設備の主要設備の仕様を第 4.1.1 表に示す。

4.1.1.4 主要設備

(1) 新燃料貯蔵庫

新燃料貯蔵庫は、燃料取扱棟内の独立した区画に設け、キャン型のラックにウラン新燃料を1体ずつ挿入する構造とし、乾燥状態で貯蔵する。

新燃料貯蔵庫は、万一純水で満たされたとしても実効増倍率が0.95以下になるよう設計する。さらに、いかなる密度の水分雰囲気でも満たされたと仮定しても臨界未達となるよう設計する。

貯蔵容量は全炉心燃料の約100%相当分とする。

新燃料貯蔵庫は浸水することのない構造とし、さらに、排水口を設ける。また、水消火設備は設けない。

(2) 使用済燃料ピット

使用済燃料ピット（1号、2号及び3号炉共用）は、燃料取扱棟内に設け鉄筋コンクリート造とし、耐震設計Sクラスの構造物で、壁は遮蔽を考慮して十分厚くする。使用済燃料ピット内面は、漏水を防ぎ保守を容易にするために、ステンレス鋼板で内張りした構造とする。

使用済燃料ピット水の減少防止のために、使用済燃料ピット水浄化冷却設備の取水のための配管は使用済燃料ピット上部に取り付け、また、注水のための配管にはサイホンブレーカを取り付ける。さらに、使用済燃料ピット底部には排水口は設けない。

使用済燃料ピットのステンレス鋼板内張りから、万一漏えいが生じた場合に漏えい水の検知ができるように漏えい検知装置を設置し、燃料取替用水タンクからほう素濃度4,400 ppm以上のほう酸水を補給できる設計とする。また、使用済

燃料ピットには水位及び温度警報装置を設けて、水位高、水位低及び温度高の警報を中央制御室に発する。

使用済燃料ピット内には、原子炉容器から取り出した使用済燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料を鉛直に保持し、ほう素濃度 4,400ppm 以上のほう酸水中に貯蔵するためのキャン型の使用済燃料ラックを配置する。使用済燃料ラックは、各ラックのセルに 1 体ずつ燃料集合体を挿入する構造で、耐震設計 S クラスとし、ラック中心間隔は、たとえ設備容量分の新燃料を貯蔵し、純水で満たされた場合を想定しても実効増倍率は 0.98 以下になるように決定する。

使用済燃料ピットには、バーナブルポイズン、使用済制御棒クラスタ等を貯蔵保管するとともに、ウラン新燃料を一時的に保管することもある。さらに、使用済燃料輸送容器及び使用済燃料乾式貯蔵容器を置くためにキャスクピットを設ける。

貯蔵容量は、全炉心燃料の約 1,150% 相当分（1 号、2 号及び 3 号炉共用）とする。

(3) 除染場ピット

除染場ピット（1 号、2 号及び 3 号炉共用）は、キャスクピットに隣接して設け、使用済燃料輸送容器及び使用済燃料乾式貯蔵容器の除染を行う。

(4) 原子炉キャビティ及び燃料取替用チャネル

原子炉キャビティは原子炉容器上方に設け、燃料取替時にほう酸水を満たすことにより燃料取扱時に必要な遮へいが得られるようにする。

原子炉容器と原子炉キャビティ底面のすきまは、水張りに先立ってシールリングによってシールする。

原子炉キャビティは、鉄筋コンクリート造で、内面はステンレス鋼板で内張りし、炉心構造物及びその他の必要な工具を置くことができる十分な広さを持たせる。

燃料取替用チャンネルは、原子炉キャビティと燃料取扱棟の間に燃料集合体を移送するための水路である。この水路は原子炉格納容器を貫通する燃料移送管を介して、燃料取扱棟内チャンネル（１号，２号及び３号炉共用）と原子炉格納容器内チャンネルに分かれる。

原子炉格納容器内チャンネルの側壁の高さ及び内張材料は原子炉キャビティと同じとし、燃料取替時に原子炉キャビティとつながるプールを形成する。

(5) 燃料取替クレーン

燃料取替クレーンは、原子炉キャビティと原子炉格納容器内チャンネルの上に設けたレール上を水平に移動する架台と、その上を移動する移送台車よりなるブリッジクレーンである。

移送台車上には、運転台及び燃料集合体をつかむためのグリッパチューブを内蔵したマストチューブアセンブリがあり、燃料集合体は、マストチューブ内に入った状態で原子炉キャビティ及び原子炉格納容器内チャンネルの適当な位置に移動することができる。

グリッパチューブは二重ワイヤで保持するとともに、その下部にあるグリッパを空気作動式とし、燃料集合体をつかんだ状態で空気が喪失しても、安全側に働いて燃料集合体を落

とすことのない構造とする。

架台及び移送台車の駆動並びにグリッパチューブの昇降を安全かつ確実に行うために、各装置にはインターロックを設ける。

燃料取替クレーンは、地震時にも転倒することがないように設計し、さらに、走行部はレールを抱え込む構造とする。

(6) 使用済燃料ピットクレーン

使用済燃料ピットクレーン（１号、２号及び３号炉共用）は、使用済燃料ピット上を移動するブリッジクレーンであり、使用済燃料ピット内での３号炉の燃料集合体の移動は、架台上のホイスト、３号炉燃料用取扱工具等によって行う。また、１号炉及び２号炉の燃料集合体の移動は、架台上のホイスト、１号炉及び２号炉燃料用取扱工具等によって行う。

本クレーンは、駆動源の喪失に対しフェイル・アズ・イズの設計とするとともに、フックは二重ワイヤで保持し、各々の取扱工具は、燃料取扱中に燃料集合体が外れて落下することのないような機械的インターロックを設ける。また、本クレーンは、燃料取扱事故が発生した場合、燃料集合体落下信号を発信するように設計する。

なお、１号炉及び２号炉燃料用取扱工具は、３号炉の燃料集合体をつかめない構造とし、３号炉燃料用取扱工具は、１号炉及び２号炉の燃料集合体をつかめない構造とすることにより誤操作を防止する。

本クレーンは、地震時にも転倒することがないように設計し、さらに、走行部はレールを抱え込む構造とする。

(7) 燃料取扱棟クレーン

燃料取扱棟クレーン（１号，２号及び３号炉共用）は，新燃料輸送容器，使用済燃料輸送容器，使用済燃料乾式貯蔵容器及び新燃料の移動を安全かつ確実にを行う天井走行形クレーンである。

燃料取扱棟クレーンは，フックを二重ワイヤで保持し新燃料輸送容器，使用済燃料輸送容器，使用済燃料乾式貯蔵容器及び新燃料の落下を防止するとともに，地震時にも落下することがないような設計とし，その移動範囲を重量物の落下により使用済燃料ピットに影響を及ぼすことがないように限定する。

(8) 新燃料エレベータ

新燃料エレベータは，１体の燃料集合体を載せることのできる箱型エレベータで，燃料取扱棟クレーンから使用済燃料ピットクレーンに新燃料を受渡しする装置である。新燃料エレベータは，駆動源の喪失に対しフェイル・アズ・イズの設計とするとともに二重ワイヤにより燃料集合体の落下を防止する構造とする。

(9) 燃料移送装置

燃料移送装置は，燃料移送管を通して燃料を移送するために，水中でレール上を走行する移送台車及び燃料移送管の両端のトラックフレームに燃料集合体の姿勢を変えるリフティング機構を設ける。

移送台車及びリフティング機構には，燃料集合体の受渡しを安全かつ確実にできるようにインターロックを設ける。

燃料取替時以外は、移送台車を使用済燃料ピット側に納め、燃料移送管の隔離弁を閉止し、閉止ふたを閉じる。

(10) ウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料取扱装置

ウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料取扱装置は、ウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料の把持及び昇降機能を持ち、遮へい等放射線防護上の措置を講じた装置であり、燃料取扱棟クレーンに吊り下げて使用する。

本装置の吊り下げには、落下防止のため、二重ワイヤを使用する。

また、本装置のグリップは、ウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料の落下防止のため、燃料集合体昇降機能の駆動部に二重ワイヤを使用するとともに、グリップを空気作動式とし、ウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料をつかんだ状態で空気が喪失しても、安全側に働いてウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料を落とすことのない構造とする。

なお、本装置は、操作員の被ばく低減の観点から、ウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料から適切な距離を保って操作する。

(11) 使用済燃料ピット水位

使用済燃料ピット水位は、通常水位からの水位の低下及び上昇を監視できる計測範囲を有し、中央制御室で監視できるとともに、異常を検知した場合は警報を発する。

(12) 使用済燃料ピット温度

使用済燃料ピット温度は、ピット水の水温を監視できる計測範囲を有し、中央制御室で監視できるとともに、異常を検

知した場合は警報を発する。

(13) 使用済燃料ピットエリアモニタ

使用済燃料ピットエリアモニタは、使用済燃料ピット周辺の放射線量を監視できる計測範囲を有し、中央制御室で監視できるとともに、異常を検知した場合は警報を発する。

(14) 使用済燃料乾式貯蔵施設

使用済燃料乾式貯蔵施設は、使用済燃料を収納する使用済燃料乾式貯蔵容器及び周辺施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋（1号、2号及び3号炉共用）、使用済燃料乾式貯蔵容器蓋間圧力計、使用済燃料乾式貯蔵容器表面温度計、使用済燃料乾式貯蔵建屋内雰囲気温度計、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン及び使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車）で構成する。

使用済燃料乾式貯蔵容器は、貯蔵容器本体、蓋、バスケット等で構成され、内部にヘリウムガスを封入し、保持できる構造とし、使用済燃料乾式貯蔵容器と貯蔵架台を固定装置で固定し、貯蔵架台を基礎ボルトで基礎に固定する。

使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能を担保する部材は、設計貯蔵期間（60年）の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年劣化に対して十分な信頼性のある材料を選定し、使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能を維持する設計とする。また、使用済燃料乾式貯蔵容器は、設計貯蔵期間（60年）の温度、放射線等の環境及びその環境下での腐食、クリープ、応力腐食割れ等の経年劣化に対して、使用済燃料乾式貯蔵容器に収納する使用済燃料の健全性を確保する設計とするため、使用済燃料乾式貯蔵

容器内部にヘリウムガスを封入し、保持できる構造とする。

使用済燃料乾式貯蔵容器は、「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則」第六条及び十一条を満たすものとし、取扱中の作業員の誤操作を想定しても「使用済燃料貯蔵施設規格 金属キャスク構造規格」の基準を満足することで、安全機能を維持できる設計とする。密封境界部は、設計上想定される衝撃力に対して、おおむね弾性範囲内にとどまる設計とする。また、使用済燃料乾式貯蔵容器の臨界防止機能をバスケットで担保しており、設計上想定される状態において、バスケットが臨界防止上有意な変形を起こさない設計とする。

周辺施設のうち、貯蔵架台、基礎ボルト及び基礎は、使用済燃料乾式貯蔵容器の直接支持構造物及び間接支持構造物として、基準地震動による地震力に対して使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能が損なわれるおそれがないよう設計する。

周辺施設のうち、使用済燃料乾式貯蔵建屋は、自然現象等に対して損壊しない設計とする。また、基準地震動による地震力に対して、貯蔵中の使用済燃料乾式貯蔵容器への波及的影響を防止するよう損壊しない設計とする。なお、自然現象等に対して損壊しない設計とすることにより遮蔽機能が著しく低下することはない。

周辺施設のうち、使用済燃料乾式貯蔵容器蓋間圧力計、使用済燃料乾式貯蔵容器表面温度計、使用済燃料乾式貯蔵建屋内雰囲気温度計、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン及び使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車は、使用済燃料乾式貯蔵容

器の安全機能を維持するために、一般産業施設や公衆施設と同等の設計とする。

使用済燃料乾式貯蔵建屋は、1号及び2号炉用燃料を収納する容器と3号炉用燃料を収納する容器を合計45基配置できる容量とする。

使用済燃料乾式貯蔵容器（タイプ1）（1号、2号及び3号炉共用）

ウラン燃料

燃料集合体中の燃料棒配列 14×14 燃料（1号及び2号炉用）

ウラン 235 濃縮度 約 4.1wt% 以下

燃料集合体最高燃焼度 48,000MWd/t 以下

冷却年数 15 年以上

使用済燃料乾式貯蔵容器（タイプ2）

ウラン燃料

燃料集合体中の燃料棒配列 17×17 燃料（3号炉用）

ウラン 235 濃縮度 約 4.1wt% 以下

燃料集合体最高燃焼度 48,000MWd/t 以下

冷却年数 15 年以上

使用済燃料乾式貯蔵容器は、設計貯蔵期間において、使用済燃料の崩壊熱を適切に除去し、使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能を担保する各部位及び使用済燃料が、構造健全性及

び性能を維持できる構造とする。また、使用済燃料乾式貯蔵建屋は使用済燃料乾式貯蔵容器の除熱機能を阻害しない設計とする。

使用済燃料乾式貯蔵容器は、容器表面の線量当量率が 2 mSv/h 以下及び容器表面から 1 m 離れた位置における線量当量率が $100\text{ }\mu\text{ Sv/h}$ 以下となるよう、収納される使用済燃料の放射線源強度を考慮して十分に遮蔽できる構造とする。

使用済燃料乾式貯蔵容器は、貯蔵容器本体、二重の蓋及び金属ガスケットにより漏えいを防止し、設計貯蔵期間中の貯蔵容器内部圧力を負圧に維持できる構造とする。なお、使用済燃料乾式貯蔵容器の貯蔵中については緩衝体を設置しない。

使用済燃料乾式貯蔵容器は、容器内のバスケットにより、個々の使用済燃料を使用済燃料乾式貯蔵容器内部の所定の位置に収納し、適切な燃料集合体間隔を保持することにより燃料集合体は相互に接近しない構造とする。また、使用済燃料を全容量収納し、乾式貯蔵施設内における使用済燃料貯蔵容器の配置及び相互の中性子干渉、バスケットの形状、バスケット格子内の使用済燃料の配置、中性子吸収材の製造公差及び中性子吸収に伴う原子個数密度の減少、減速材（水）の影響も含め、技術的に想定されるいかなる場合でも、実効増倍率を 0.95 （解析上の不確定さを含む。）以下に保ち、使用済燃料の臨界を防止できる構造とする。

使用済燃料乾式貯蔵容器（貯蔵架台を含む）は S クラスに分類したうえで、基準地震動による地震力に対して、安全機能が損なわれるおそれがないよう設計する。

使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンは、使用済燃料乾式貯蔵建屋取扱エリアにおいて、使用済燃料乾式貯蔵容器の移動を安全かつ確実に行う天井走行形クレーンである。使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーンは、使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能を維持するため、一般産業施設として、フックを二重ワイヤで保持し使用済燃料乾式貯蔵容器の落下を防止する対策を講じるとともに、浮き上がり防止機能を設け、使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン自身の落下防止対策を講じる。また、その移動範囲を重量物の落下により貯蔵中の使用済燃料乾式貯蔵容器に影響を及ぼすことがないように使用済燃料乾式貯蔵建屋取扱エリアのみに限定する。

使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車は、使用済燃料乾式貯蔵建屋取扱エリアと使用済燃料乾式貯蔵建屋貯蔵エリアの間において、使用済燃料乾式貯蔵容器の移動を安全かつ確実にを行う搬送台車である。使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車は、使用済燃料乾式貯蔵容器の安全機能を維持するため、一般産業施設として緊急停止できる機構を設けるとともに、人の誤操作等で逸走した場合でも、使用済燃料乾式貯蔵容器が使用済燃料乾式貯蔵建屋の壁及び他の使用済燃料乾式貯蔵容器等へ衝突しない構造とする。

使用済燃料乾式貯蔵容器の蓋間圧力は、使用済燃料乾式貯蔵容器蓋間圧力計により監視し、使用済燃料乾式貯蔵容器の表面温度は、使用済燃料乾式貯蔵容器表面温度計により監視し、使用済燃料乾式貯蔵建屋内の雰囲気温度は、使用済燃料乾式貯蔵建屋内雰囲気温度計で監視する。

4.1.1.5 試験検査

燃料取扱及び貯蔵設備は、機器の使用に先立って機能試験、検査を実施する。また、使用済燃料ピットのほう素濃度は定期的に分析する。

4.1.1.6 手順等

燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設は、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

(1) 使用済燃料ピットへの重量物落下防止対策

- a. 使用済燃料ピット周辺に設置する設備や取扱う吊荷については、予め定めた評価フローに基づき評価を行い、使用済燃料ピットに影響を及ぼす落下物となる可能性が考えられる場合は落下防止措置を実施する。
- b. 日常作業等において使用済燃料ピット周辺に持ち込む物品については、必要最低限に制限するとともに落下防止措置を実施する。
- c. 使用済燃料ピット上で作業を行う使用済燃料ピットクレーンについては、クレーン等安全規則に基づき、定期点検及び作業開始前点検を実施するとともに、クレーンの運転、玉掛けは有資格者が実施する。

4.1.2 重大事故等時

4.1.2.1 概要

使用済燃料ピットは、使用済燃料ピットの冷却機能喪失、使

用済燃料ピットの注水機能喪失、使用済燃料ピット水の小規模な漏えいが発生した場合において、燃料の貯蔵機能を確保できる設計とする。

また、使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいにより使用済燃料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合に、スプレイや蒸気条件下でも臨界にならないよう配慮したラック形状及び燃料配置によって、臨界を防止することができる設計とする。

4.1.2.2 設計方針

4.1.2.2.1 悪影響防止

基本方針については、「1.1.7.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

使用済燃料ピットは、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で重大事故等対処設備として使用することにより、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

4.1.2.2.2 環境条件等

基本方針については、「1.1.7.3 環境条件等」に示す。

使用済燃料ピットは、重大事故等時における燃料取扱棟内の環境条件を考慮した設計とする。

使用済燃料ピットは、淡水だけでなく海水も注水することから、海水影響を考慮した設計とする。

4.1.2.3 主要設備及び仕様

燃料取扱及び貯蔵設備（重大事故等時）の主要設備及び仕様を第 4.1.2 表に示す。

4.1.2.4 試験検査

基本方針については、「1.1.7.4 操作性及び試験・検査性について」に示す。

使用済燃料ピットは、外観の確認が可能な設計とする。また、漏えいの有無等の確認が可能な設計とする。

4.2 使用済燃料ピット水浄化冷却設備

4.2.1 概 要

使用済燃料ピット水浄化冷却設備（１号，２号及び３号炉共用）は，第 4.2.1 図に概略を示すように，使用済燃料ピット冷却器，使用済燃料ピットポンプ，使用済燃料ピット脱塩塔，使用済燃料ピット脱塩塔フィルタ，配管及び弁類からなる閉回路で構成し，次の機能を持つ。

- (1) 使用済燃料ピット内に貯蔵した使用済燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料から発生する崩壊熱を除去する。
- (2) 使用済燃料ピット水の浄化を行う。

4.2.2 設計方針

- (1) 使用済燃料ピット水浄化冷却設備は，使用済燃料ピット水を冷却し，使用済燃料ピットに貯蔵した使用済燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料からの崩壊熱を十分除去できる能力を持つ設計とする。
- (2) 使用済燃料ピット水に含まれる固形状及びイオン状不純物を除去し浄化するために，脱塩塔及びフィルタを設ける。
- (3) 使用済燃料ピット水浄化冷却設備のうち，使用済燃料ピットポンプは多重性を考慮した設計とする。
- (4) 使用済燃料ピットに接続する配管等が使用済燃料ピット外で破損して使用済燃料ピット水が流出しても，貯蔵中の使用済燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料が露出せず，遮へい上十分な使用済燃料ピット水位が保てるように設計する。

4.2.3 主要設備の仕様

使用済燃料ピット水浄化冷却設備の主要設備の仕様を第 4.2.1 表に示す。

4.2.4 主要設備

(1) 使用済燃料ピットポンプ

使用済燃料ピットポンプ（1 号，2 号及び 3 号炉共用）は，使用済燃料ピット水を使用済燃料ピット冷却器に通して，再び使用済燃料ピットに戻す冷却系と，使用済燃料ピット脱塩塔及び使用済燃料ピット脱塩塔フィルタを通して，再び使用済燃料ピットに戻す浄化系に送水する。本ポンプは，1 台故障の場合でも必要容量を確保できるように 2 台設置する。

使用済燃料ピットポンプの吸込口は，その配管等が使用済燃料ピット外で破損して使用済燃料ピット水が流出しても，貯蔵中の使用済燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料が露出しないように，使用済燃料ピットの上層部に設ける。

(2) 使用済燃料ピット冷却器

使用済燃料ピット冷却器（1 号，2 号及び 3 号炉共用）は，使用済燃料及びウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料から発生する崩壊熱を十分除去できる能力を持つ。

使用済燃料ピット冷却器は，3 基設置し，過去に取り出された使用済燃料（ウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料を含む。）と 1 号炉及び 2 号炉の使用済燃料が使用済燃料ピットに貯蔵されているときに燃料取替えのため原子炉から全ての燃料を取り出して貯蔵した場合に，使用済燃料ピットポンプ 2 台運

転で使用済燃料ピット水平平均温度を 52℃以下に保つ容量を有する。また、使用済燃料ピットポンプ 1 台運転でも使用済燃料ピット水平平均温度を 65℃以下に保つことができる。

(3) 使用済燃料ピット脱塩塔

使用済燃料ピット脱塩塔（1 号，2 号及び 3 号炉共用）は，使用済燃料ピット水のイオン状不純物を除去する。また，この脱塩塔は，燃料取替用水タンク水のイオン状不純物を除去するためにも使用する。

(4) 使用済燃料ピット脱塩塔フィルタ

使用済燃料ピット脱塩塔フィルタ（1 号，2 号及び 3 号炉共用）は，使用済燃料ピット水に含まれる固形状不純物を除去する。また，このフィルタは，燃料取替用水タンク水の固形状不純物を除去するためにも使用する。

4.2.5 試験検査

使用済燃料ピット水に含まれる固形状及びイオン状不純物を定期的に分析する。

また，使用済燃料ピットには水位及び温度警報装置を設けて，中央制御室に警報を発する。

4.3 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備

4.3.1 概 要

使用済燃料貯蔵槽（以下「使用済燃料ピット」という。）の冷却機能又は注水機能が喪失し、又は使用済燃料ピットからの水の漏えいその他の要因により当該使用済燃料ピットの水位が低下した場合において、使用済燃料ピット内の燃料集合体等を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止するために必要な重大事故等対処設備を設置及び保管する。使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいその他の要因により使用済燃料ピットの水位が異常に低下した場合において、使用済燃料ピット内の燃料集合体等の著しい損傷の進行を緩和し、及び臨界を防止するために必要な重大事故等対処設備を設置及び保管する。

使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備の概略系統図を第 4.3.1 図から第 4.3.3 図に示す。また、使用済燃料ピットの監視等のための設備の概略系統図を第 4.3.4 図及び第 4.3.5 図に示す。

4.3.2 設計方針

(1) 使用済燃料ピットの冷却機能又は注水機能の喪失時又は使用済燃料ピット水の小規模な漏えい発生時に用いる設備

a. 使用済燃料ピットへの注水

(a) 中型ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水

使用済燃料ピットの冷却等のための設備のうち、使用済燃料ピット内燃料集合体等を冷却し、使用済燃料ピットに接続する配管が破損しても、放射線の遮蔽が維持される水位を確保するための設備として以下の可搬型代替注水設備

（使用済燃料ピットへの注水）を設ける。

使用済燃料ピットに接続する配管の破損については、使用済燃料ピット入口配管からの漏えい時は、遮蔽に必要な水位以下に水位が低下することを防止するため、入口配管上端部にサイホンプレーカを設ける設計とする。使用済燃料ピット出口配管からの漏えい時は、遮蔽に必要な水位を維持できるように、それ以上の位置に取出口を設ける設計とする。

冷却及び水位確保により使用済燃料ピットの機能を維持し、純水冠水状態で臨界を防止できる設計とする。

使用済燃料ピットポンプ若しくは使用済燃料ピット冷却器の故障等により使用済燃料ピットの冷却機能が喪失、燃料取替用水タンクポンプ若しくは燃料取替用水タンクの故障等及び1次系純水サービスポンプ若しくは2次系純水タンクの故障等により使用済燃料ピットの注水機能が喪失又は使用済燃料ピットに接続する配管の破損等により使用済燃料ピット水の小規模な漏えいにより使用済燃料ピットの水位が低下した場合の可搬型代替注水設備（使用済燃料ピットへの注水）として、中型ポンプ車、軽油タンク及びミニローリーを使用する。

海又は代替淡水源を水源とする中型ポンプ車により、使用済燃料ピットへ注水する設計とする。中型ポンプ車の燃料は、軽油タンクよりミニローリーを用いて補給できる設計とする。

具体的な設備は、以下のとおりとする。

- ・ 中型ポンプ車
- ・ 軽油タンク（10.2 代替電源設備）
- ・ ミニローリー（10.2 代替電源設備）

(2) 使用済燃料ピットからの大量の水の漏えい発生時に用いる設備

a. 使用済燃料ピットへのスプレー

(a) 中型ポンプ車及び加圧ポンプ車を用いた小型放水砲による使用済燃料ピットへのスプレー

使用済燃料ピットの冷却等のための設備のうち，使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいが発生し，可搬型代替注水設備による注水操作を実施しても使用済燃料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合（以下「使用済燃料ピットの水位が異常に低下する事故」という。）に，燃料損傷の進行を緩和するとともに，燃料損傷時には使用済燃料ピット全面にスプレーすることによりできる限り環境への放射性物質の放出を低減するための設備として以下の可搬型スプレー設備（使用済燃料ピットへのスプレー）を設ける。

また，スプレーや蒸気条件下でも臨界にならないよう配慮したラック形状及び燃料配置によって，臨界を防止することができる設計とする。

可搬型スプレー設備（使用済燃料ピットへのスプレー）として，中型ポンプ車，加圧ポンプ車，小型放水砲，軽油タンク及びミニローリーを使用する。

小型放水砲を可搬型ホースにより海又は代替淡水源を水

源とする中型ポンプ車及び加圧ポンプ車と接続し、使用済燃料ピットへスプレイを行う設計とする。中型ポンプ車及び加圧ポンプ車の燃料は、軽油タンクよりミニローリーを用いて補給できる設計とする。

具体的な設備は、以下のとおりとする。

- ・ 中型ポンプ車
- ・ 加圧ポンプ車
- ・ 小型放水砲
- ・ 軽油タンク（10.2 代替電源設備）
- ・ ミニローリー（10.2 代替電源設備）

b. 燃料取扱棟への放水

(a) 大型ポンプ車（泡混合機能付）又は大型ポンプ車を用いた大型放水砲による燃料取扱棟への放水

使用済燃料ピットの冷却等のための設備のうち、使用済燃料ピットからの大量の水の漏えいが発生し、可搬型代替注水設備においても使用済燃料ピット水位が使用済燃料ピット出口配管下端未満かつ水位低下が継続する場合に、燃料損傷の進行を緩和し、燃料損傷時に燃料取扱棟に大量の水を放水することによりできる限り環境への放射性物質の放出を低減するための設備として以下の放水設備（燃料取扱棟への放水）を設ける。

放水設備（燃料取扱棟への放水）として、大型ポンプ車等、大型放水砲、軽油タンク及びミニローリーを使用する。

大型放水砲を、可搬型ホースにより海を水源とする大型ポンプ車等と接続し、燃料取扱棟に大量の水を放水するこ

とによって、一部の水を使用済燃料ピットに注水できる設計とする。大型ポンプ車等の燃料は、軽油タンクよりミニローリーを用いて補給できる設計とする。

具体的な設備は、以下のとおりとする。

- ・大型ポンプ車
- ・大型ポンプ車（泡混合機能付）
- ・大型放水砲
- ・軽油タンク（10.2 代替電源設備）
- ・ミニローリー（10.2 代替電源設備）

(3) 重大事故等時の使用済燃料ピットの監視時に用いる設備

使用済燃料ピットの冷却等のための設備のうち、重大事故等時に使用済燃料ピットに係る監視に必要な設備として計測設備（使用済燃料ピットの監視）を設ける。

a. 常設設備による使用済燃料ピットの状態監視

使用済燃料ピット水位 (AM)、使用済燃料ピット温度 (AM) の計測装置は、重大事故等により変動する可能性のある範囲にわたり測定可能な設計とする。

使用済燃料ピットに係る重大事故等時の使用済燃料ピットの状態を監視カメラにより監視できる設計とする。

これらの設備は、ディーゼル発電機に加えて代替電源設備である非常用ガスタービン発電機又は空冷式非常用発電装置から給電できる設計とする。

使用済燃料ピット監視カメラの機能維持を図るために必要な冷却用空気は、使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備により供給する設計とする。

具体的なパラメータ及び設備は、以下のとおりとする。

- ・ 使用済燃料ピット水位 (AM)
- ・ 使用済燃料ピット温度 (AM)
- ・ 使用済燃料ピット監視カメラ（使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備を含む。）
- ・ 非常用ガスタービン発電機（10.2 代替電源設備）
- ・ 空冷式非常用発電装置（10.2 代替電源設備）

b. 可搬型設備による使用済燃料ピットの状態監視

使用済燃料ピット広域水位 (AM) の計測装置及び可搬型使用済燃料ピットエリアモニタは、使用済燃料ピットの水位及び上部の空間線量率について、重大事故等により変動する可能性のある範囲にわたり測定可能な設計とする。

これらの設備は、ディーゼル発電機に加えて代替電源設備である非常用ガスタービン発電機又は空冷式非常用発電装置から給電できる設計とする。

可搬型使用済燃料ピットエリアモニタは、可搬型代替モニタ及び可搬型モニタの放射線計測器部並びに可搬型放射線計測器のうち放射線量を測定する計測器と予備を兼用できる設計とする。

使用済燃料ピット広域水位 (AM) の計測装置は、吊込装置（フロート、シンカーを含む。）、延長ワイヤ等を可搬型とすることにより、使用済燃料ピット内の構造等に影響を受けない設計とする。

可搬型使用済燃料ピットエリアモニタは、取付けを想定する複数の場所の線量率と使用済燃料ピット区域の空間線量率

の相関（減衰率）をあらかじめ評価しておくことで、使用済燃料ピット区域の空間線量率を推定できる設計とする。

具体的なパラメータ及び設備は、以下のとおりとする。

- ・使用済燃料ピット広域水位 (AM)
- ・可搬型使用済燃料ピットエリアモニタ
- ・非常用ガスタービン発電機（10.2 代替電源設備）
- ・空冷式非常用発電装置（10.2 代替電源設備）

ディーゼル発電機は、設計基準事故対処設備であるとともに、重大事故等時においても使用するため、「1.1.7 重大事故等対処設備に関する基本方針」に示す設計方針を適用する。ただし、多様性、位置的分散等を考慮すべき対象の設計基準事故対処設備はないことから、「1.1.7 重大事故等対処設備に関する基本方針」のうち多様性、位置的分散等の設計方針は適用しない。ディーゼル発電機の詳細については「10.2 代替電源設備」にて記載する。

非常用ガスタービン発電機、空冷式非常用発電装置、軽油タンク及びミニローリーについては、「10.2 代替電源設備」にて記載する。燃料貯蔵設備の使用済燃料ピットについては、「4.1 燃料取扱及び貯蔵設備」にて記載する。非常用取水設備の取水口、取水路及び取水ピットについては、「10.8 非常用取水設備」にて記載する。

4.3.2.1 多様性、位置的分散

基本方針については、「1.1.7.1 多様性、位置的分散、悪影響防止等」に示す。

中型ポンプ車を使用した使用済燃料ピットへの注水は、共通要因によって使用済燃料ピットポンプ及び使用済燃料ピット冷却器を使用した使用済燃料ピットの冷却機能並びに燃料取替用水タンクポンプ又は1次系純水サービスポンプを使用した使用済燃料ピットの注水機能と同時に機能喪失しないよう、多様性を有する設計とする。具体的には、中型ポンプ車を空冷式のディーゼル駆動とすることにより、電動の使用済燃料ピットポンプ、燃料取替用水タンクポンプ及び1次系純水サービスポンプに対して多様性を持った駆動源により駆動できる設計とする。また、海又は代替淡水源を水源とすることで、燃料取替用水タンクを水源とする燃料取替用水タンクポンプ又は2次系純水タンクを水源とする1次系純水サービスポンプを使用した使用済燃料ピットの注水機能に対して異なる水源を持つ設計とする。

中型ポンプ車は、使用済燃料ピットポンプ、使用済燃料ピット冷却器、燃料取替用水タンクポンプ及び1次系純水サービスポンプを設置する原子炉建屋及び原子炉補助建屋と離れた屋外において、複数の箇所に分散して保管することで、位置的分散を図る設計とする。

使用済燃料ピット水位(AM)、使用済燃料ピット広域水位(AM)及び使用済燃料ピット温度(AM)の計測装置並びに可搬型使用済燃料ピットエリアモニタ、使用済燃料ピット監視カメラ及び使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備は、共通要因によって機能を損なわないよう、ディーゼル発電機に対して多様性を持った非常用ガスタービン発電機又は空冷式非常用発電装置から給電できる設計とする。電源設備の多様性、位置的分散については

「10.2 代替電源設備」にて記載する。

クラゲ等の海生生物からの影響に対し、中型ポンプ車及び大型ポンプ車等は予備を有する設計とする。

4.3.2.2 悪影響防止

基本方針については、「1.1.7.1 多様性，位置的分散，悪影響防止等」に示す。

使用済燃料ピットへの注水及び使用済燃料ピットへのスプレイに使用する中型ポンプ車，加圧ポンプ車及び小型放水砲は，他の設備から独立して使用可能なことにより，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

燃料取扱棟への放水に使用する大型ポンプ車等及び大型放水砲は，他の設備から独立して使用可能なことにより，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

中型ポンプ車，加圧ポンプ車，小型放水砲，大型ポンプ車等，大型放水砲及び使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備は，アウトリガ等によって固定，又は設置場所において転倒しないことを確認することで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

小型放水砲及び大型放水砲は，放水砲の使用を想定する重大事故等時において必要となる屋外の他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

使用済燃料ピットの監視に使用する使用済燃料ピット水位(AM)及び使用済燃料ピット温度(AM)の計測装置並びに使用済燃料ピット監視カメラ及び使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備は，他の設備から独立して使用可能なことにより，他の設備に

悪影響を及ぼさない設計とする。

使用済燃料ピットの監視に使用する使用済燃料ピット広域水位 (AM) の計測装置及び可搬型使用済燃料ピットエリアモニタは、通常時に接続先の系統と分離された状態であること及び重大事故等時は重大事故等対処設備として系統構成をすることで、他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

中型ポンプ車、加圧ポンプ車及び大型ポンプ車等は、飛散物となって他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

4.3.2.3 容量等

基本方針については、「1.1.7.2 容量等」に示す。

中型ポンプ車は、使用済燃料ピットの冷却機能の喪失、注水機能の喪失及び小規模の漏えいにより使用済燃料ピット水位が低下した場合の補給設備として使用する。冷却機能の喪失及び注水機能の喪失による水位低下を防止するためには、使用済燃料ピットの蒸散量を上回る補給量を有する必要がある。また、小規模の漏えいによる水位低下については、使用済燃料ピット入口配管からの漏えいの場合は、サイホンブレイカの効果によりサイホンブレイカ開口部の高さで水位低下は止まり、最も水位が低下する使用済燃料ピット出口配管からの漏えいの場合は、出口配管の高さまで水位が低下することで漏えいは止まる。

したがって、出口配管高さの水位から蒸散により遮蔽に必要な水位に到達するまでの時間余裕を考慮し、使用済燃料ピットの蒸散量を上回る補給量を有するものとして1セット1台使用する。保有数は、2セット2台に、故障時及び保守点検による

待機除外時のバックアップ用として 1 台を加えた合計 3 台とし、分散して保管する。

中型ポンプ車は、使用済燃料ピットの水位が異常に低下する事故時において、使用済燃料ピット全面にスプレイ又は大量の水を放水することにより、できる限り環境への放射性物質の放出を低減するために必要な容量を有するものを 1 セット 1 台使用する。保有数は、2 セット 2 台に、故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として 1 台を加えた合計 3 台とし、分散して保管する。

加圧ポンプ車は、使用済燃料ピットの水位が異常に低下する事故時において、使用済燃料ピット全面にスプレイ又は大量の水を放水することにより、できる限り環境への放射性物質の放出を低減するために必要な容量を有するものを 1 セット 1 台使用する。保有数は、2 セット 2 台に、故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として 1 台を加えた合計 3 台とし、分散して保管する。

小型放水砲は、使用済燃料ピットの水位が異常に低下する事故時において、使用済燃料ピット全面にスプレイすることで、できる限り環境への放射性物質の放出を低減することができるものを 1 セット 2 台使用する。保有数は、1 セット 2 台に、故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として 1 台を加えた合計 3 台とし、分散して保管する。

大型ポンプ車等は、環境への放射性物質の放出を低減するため大型放水砲による霧状放水により広範囲において燃料取扱棟等に放水できる容量を有するものを 1 セット 1 台使用する。保

有数は、1セット1台に加え、故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として1台の合計2台を分散して保管する。

大型放水砲は、環境への放射性物質の放出を低減するため大型放水砲による霧状放水により広範囲において燃料取扱棟等に放水できる容量を有するものを1セット1台使用する。保有数は、1セット1台に加え、故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として1台の合計2台を分散して保管する。

使用済燃料ピット水位(AM)及び使用済燃料ピット温度(AM)の計測装置は、重大事故等により変動する可能性のある範囲にわたり測定できる設計とする。

使用済燃料ピット広域水位(AM)の計測装置は、重大事故等時により変動する可能性のある使用済燃料ピット上部から底部近傍までの範囲にわたり測定できる設計とする。保有数は1セット2個に、故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として1個を加えた合計3個とする。

可搬型使用済燃料ピットエリアモニタは、重大事故等時により変動する可能性のある範囲にわたり測定できる設計とし、取付けを想定する複数の場所の線量率と使用済燃料ピット区域の空間線量率の相関（減衰率）をあらかじめ評価しておくことで、使用済燃料ピット区域の空間線量率を推定できる設計とする。

可搬型使用済燃料ピットエリアモニタは1セット2個使用する。保有数は1セット2個に、故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として1個を加えた合計3個とする。

使用済燃料ピット監視カメラは、重大事故等時において赤外

線の機能により使用済燃料ピットの水温の傾向等，状態を監視できる設計とする。

使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備は，使用済燃料ピット監視カメラの機能維持に必要な容量を有する設計とし，1セット1個使用する。保有数は1セット1個に，故障時及び保守点検による待機除外時のバックアップ用として1個を加えた合計2個とする。

4.3.2.4 環境条件等

基本方針については，「1.1.7.3 環境条件等」に示す。

中型ポンプ車，加圧ポンプ車，大型ポンプ車等及び大型放水砲は，屋外に保管及び設置し，重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。操作は設置場所で可能な設計とする。

小型放水砲は，原子炉建屋及び原子炉補助建屋内に保管するとともに，燃料取扱棟内に設置し，重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。使用済燃料ピットの水位が異常に低下する事故時に使用するため，その環境条件を考慮した設計とする。操作は設置場所で可能な設計とする。

中型ポンプ車，加圧ポンプ車及び小型放水砲は，淡水だけでなく海水も使用することから，海水影響を考慮した設計とする。

大型ポンプ車等及び大型放水砲は，使用時に海水を通水するため，海水影響を考慮した設計とする。

中型ポンプ車及び大型ポンプ車等は，海から直接取水する際の異物の流入防止を考慮した設計とする。

使用済燃料ピット水位 (AM) 及び使用済燃料ピット温度 (AM) の

計測装置は、燃料取扱棟内に設置し、重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。使用済燃料ピットの水位が異常に低下する事故時に使用するため、その環境条件を考慮した設計とする。

使用済燃料ピット広域水位(AM)の計測装置は、原子炉建屋、原子炉補助建屋又は燃料取扱棟内に保管するとともに、燃料取扱棟内に設置し、重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。使用済燃料ピットの水位が異常に低下する事故時に使用するため、その環境条件を考慮した設計とする。操作は設置場所（計測場所）で可能な設計とする。

可搬型使用済燃料ピットエリアモニタは、緊急時対策所（EL. 32m）、原子炉建屋又は原子炉補助建屋内に保管するとともに、原子炉建屋内に設置し、重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。使用済燃料ピットの水位が異常に低下する事故時に使用するため、その環境条件を考慮した設計とする。操作は設置場所（計測場所）で可能な設計とする。

使用済燃料ピット監視カメラは、燃料取扱棟内に設置し、重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。使用済燃料ピットの水位が異常に低下する事故時に使用する設備であるため、その環境を考慮して冷却用空気を供給し機能維持を図る設計とする。

使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備は、原子炉補助建屋内に設置し、重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備と使用済燃料ピット監視カメラの接続及び使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備の

操作は現場で可能な設計とする。

4.3.2.5 操作性の確保

基本方針については、「1.1.7.4 操作性及び試験・検査性について」に示す。

中型ポンプ車及び加圧ポンプ車は、車両として移動可能な設計とするとともに、車輪止めを搭載し、設置場所にて固定が可能な設計とする。

使用済燃料ピットへの注水に使用する中型ポンプ車並びに使用済燃料ピットへのスプレイに使用する中型ポンプ車、加圧ポンプ車及び小型放水砲は一般的に使用される工具を用いて可搬型ホースを確実に接続できる設計とする。小型放水砲は、人力により運搬し、所定の場所に配置及び固定が可能な設計とする。

中型ポンプ車及び加圧ポンプ車は、付属の操作スイッチにより現場での操作が可能な設計とする。

大型ポンプ車等は、車両として移動可能な設計とするとともに、車輪止めを搭載し、設置場所にて固定が可能な設計とする。

大型放水砲は、車両等により運搬、移動が可能な設計とする。

燃料取扱棟への放水に使用する大型ポンプ車等と大型放水砲の接続は、一般的に使用される工具を用いて可搬型ホースを確実に接続できる設計とする。大型放水砲は、複数の方向から燃料取扱棟等に向けて放水できる設計とする。大型ポンプ車等は、付属の操作スイッチにより現場での操作が可能な設計とする。

中型ポンプ車、加圧ポンプ車、小型放水砲、大型ポンプ車等及び大型放水砲は、設計基準対象施設と兼用せず、他の系統と

切替えることなく使用できる設計とする。

中型ポンプ車，加圧ポンプ車，大型ポンプ車等及び大型放水砲は，屋外のアクセスルートを通行して設置場所まで移動アクセスできる設計とする。

小型放水砲は，屋内のアクセスルートを通行してアクセスできる設計とする。

使用済燃料ピット広域水位 (AM) の計測装置及び可搬型使用済燃料ピットエリアモニタは，人力により運搬，移動が可能な設計とする。

使用済燃料ピット広域水位 (AM) の計測装置の取り付けは，取付金具を用いて確実に取り付けできる設計とする。延長ワイヤとの接続は，確実に接続ができる設計とする。使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備は，使用済燃料ピット監視カメラに確実に接続できるとともに，付属の操作スイッチにより設置場所での操作が可能な設計とする。

可搬型使用済燃料ピットエリアモニタの取付架台への取り付けは，取付け箇所としている複数の場所の線量率と使用済燃料ピット区域の空間線量率での相関（減衰率）をあらかじめ評価しておくことで，その箇所において確実に取り付けできる設計とする。可搬型使用済燃料ピットエリアモニタの計装ケーブル及び電源ケーブルの接続はコネクタ接続とし，接続規格を統一することにより，確実に接続できる設計とする。可搬型使用済燃料ピットエリアモニタは，付属の操作スイッチにより現場での操作が可能な設計とする。

使用済燃料ピット水位 (AM)，使用済燃料ピット広域水位 (AM)，

使用済燃料ピット温度 (AM)，可搬型使用済燃料ピットエリアモニタ，使用済燃料ピット監視カメラ及び使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備は，設計基準対象施設と兼用せず，他の系統と切替えることなく使用できる設計とする。

使用済燃料ピット広域水位 (AM) 及び使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備は，屋内のアクセスルートを通行してアクセスできる設計とする。

可搬型使用済燃料ピットエリアモニタは，屋内及び屋外のアクセスルートを通行してアクセスできる設計とする。

4.3.3 主要設備及び仕様

使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備の主要設備及び仕様を第 4.3.1 表及び第 4.3.2 表に示す。

4.3.4 試験検査

基本方針については，「1.1.7.4 操作性及び試験・検査性について」に示す。

使用済燃料ピットへの注水に使用する中型ポンプ車及び使用済燃料ピットへのスプレイに使用する中型ポンプ車，加圧ポンプ車及び小型放水砲は，他系統と独立した試験系統により機能・性能の確認及び漏えいの有無の確認が可能な設計とする。

また，中型ポンプ車及び加圧ポンプ車は，ポンプの分解又は取替が可能な設計とする。さらに，車両として運転状態の確認及び外観の確認が可能な設計とする。

使用済燃料ピットへの放水に使用する大型ポンプ車等及び大型

放水砲は，試験系統により独立して機能・性能の確認及び漏えいの有無の確認が可能な設計とする。

大型ポンプ車等は，分解又は取替が可能な設計とする。さらに，車両として運転状態の確認及び外観の確認が可能な設計とする。

大型放水砲は，外観の確認が可能な設計とする。

使用済燃料ピットの監視に使用する使用済燃料ピット水位 (AM)，使用済燃料ピット広域水位 (AM) 及び使用済燃料ピット温度 (AM) の計測装置並びに可搬型使用済燃料ピットエリアモニタは，模擬入力による機能・性能の確認（特性の確認）及び校正ができる設計とする。

使用済燃料ピット監視カメラは，機能・性能の確認が可能なように，模擬入力による機能・性能の確認（特性の確認）及び校正ができる設計とする。使用済燃料ピット監視カメラ冷却設備は機能・性能の確認が可能な設計とする。

4.4 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備

「9.10 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備」
に記載する。

4.5 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備

「9.11 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備」に記載する。

第 4.1.1 表 燃料取扱及び貯蔵設備の設備仕様

(1) 新燃料貯蔵庫

個 数	1
ラック容量	燃料集合体約 150 体分 (全炉心燃料の約 100%相当分)
ラック材料	ステンレス鋼

(2) 使用済燃料ピット (1 号, 2 号及び 3 号炉共用)

個 数	2
ラ ッ ク 容 量	燃料集合体 1,800 体分 (全炉心燃料の約 1,150%相当分)
ラ ッ ク 材 料	ボロン添加 (0.95~1.05wt%) ステンレ ス鋼 ⁽²⁾ 及びステンレス鋼 (ボロン添加 (0.95~1.05wt%) ステンレス鋼板付き)
ライニング材料	ステンレス鋼

(3) 除染場ピット (1 号, 2 号及び 3 号炉共用)

個 数	1
-----	---

(4) 原子炉キャビティ及び燃料取替用キャナル

個 数	1	燃料取替用キャナルのうち燃料 取扱棟内キャナルは 1 号, 2 号 及び 3 号炉共用
ライニング材料	ステンレス鋼	

(5) 燃料取替クレーン

台 数	1
-----	---

(6) 使用済燃料ピットクレーン (1 号, 2 号及び 3 号炉共用)

- | | |
|-----|---|
| 台 数 | 1 |
|-----|---|
- (7) 燃料取扱棟クレーン（1号，2号及び3号炉共用）
- | | |
|-----|---|
| 台 数 | 1 |
|-----|---|
- (8) 新燃料エレベータ
- | | |
|-----|---|
| 台 数 | 1 |
|-----|---|
- (9) 燃料移送装置
- | | |
|-----|---|
| 台 数 | 1 |
|-----|---|
- (10) ウラン・プルトニウム混合酸化物新燃料取扱装置
- | | |
|-----|---|
| 台 数 | 1 |
|-----|---|
- (11) 使用済燃料ピット水位
- | | |
|---------|---------------------------------------|
| 個 数 | 2 |
| 計 測 範 囲 | NWL-20cm～+20cm
(EL. +31.66～32.06m) |
| 種 類 | 浮力式水位検出器 |
- (12) 使用済燃料ピット温度
- | | |
|---------|--------|
| 個 数 | 2 |
| 計 測 範 囲 | 0～100℃ |
| 種 類 | 測温抵抗体 |
- (13) 使用済燃料ピットエリアモニタ
- | | |
|---------|-------------------------|
| 個 数 | 1 |
| 計 測 範 囲 | 1～10 ⁵ μSv/h |
| 種 類 | 半導体式検出器 |
- (14) 使用済燃料乾式貯蔵施設
- | | |
|---------|----------------|
| 個 数 | 1 |
| 貯 蔵 能 力 | 全炉心燃料の約760%相当分 |

(使用済燃料乾式貯蔵容器 45 基分)

種 類

使用済燃料乾式貯蔵容器

- ・タイプ 1 (1 号, 2 号及び 3 号炉共用)

最大収納体数 32

主要寸法 全長 約 5.2m

外径 約 2.6m

- ・タイプ 2

最大収納体数 24

主要寸法 全長 約 5.2m

外径 約 2.6m

周辺施設

- ・使用済燃料乾式貯蔵建屋 (1 号, 2 号及び 3 号炉共用)

- ・貯蔵架台

- ・基礎ボルト

- ・基礎

- ・使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン

- ・使用済燃料乾式貯蔵容器搬送台車

- ・使用済燃料乾式貯蔵容器蓋間圧力計

- ・使用済燃料乾式貯蔵容器表面温度計

- ・使用済燃料乾式貯蔵建屋内雰囲気温度

計

第 4.1.2 表 燃料取扱及び貯蔵設備（重大事故等時）の設備仕様

(1) 使用済燃料ピット

兼用する設備は以下のとおり。

- ・ 燃料取扱及び貯蔵設備（通常運転時）
- ・ 燃料取扱及び貯蔵設備（重大事故等時）

個 数	2
ラック容量	燃料集合体約 1,800 体分 (全炉心燃料の約 1,150%相当分)
ラック材料	ボロン添加 (0.95～1.05wt%) ステンレス 鋼 ⁽²⁾ 及びステンレス鋼 (ボロン添加 (0.95～1.05wt%) ステンレス鋼板付き)
ライニング材料	ステンレス鋼

第 4.2.1 表 使用済燃料ピット水浄化冷却設備の設備仕様

(1) 使用済燃料ピット冷却器（1 号，2 号及び 3 号炉共用）

型 式	横置 U 字管式
基 数	2
伝 熱 容 量	約 4.1MW（1 基当たり）
最高使用圧力	
管 側	1.4MPa[gage]
胴 側	1.4MPa[gage]
最高使用温度	
管 側	95℃
胴 側	95℃
材 料	
管 側	ステンレス鋼
胴 側	炭素鋼
型 式	プレート式
基 数	1
伝 熱 容 量	約 7.6MW
最高使用圧力	
一次側（ピット水側）	1.4MPa[gage]
二次側（補機冷却水側）	1.4MPa[gage]
最高使用温度	
一次側（ピット水側）	95℃
二次側（補機冷却水側）	95℃

伝熱板材料	ステンレス鋼
-------	--------

(2) 使用済燃料ピットポンプ（1号，2号及び3号炉共用）

型	式	うず巻式		
台	数	2		
容	量	約 550m ³ /h（1台当たり）		
本	体	材	料	ステンレス鋼

(3) 使用済燃料ピット脱塩塔（1号，2号及び3号炉共用）

基	数	2		
流	量	約 46m ³ /h（1基当たり）		
最高使用圧力	1.4MPa[gage]			
最高使用温度	95℃			
本	体	材	料	ステンレス鋼

(4) 使用済燃料ピット脱塩塔フィルタ（1号，2号及び3号炉共用）

基	数	2		
流	量	約 46m ³ /h（1基当たり）		
最高使用圧力	1.4MPa[gage]			
最高使用温度	95℃			
本	体	材	料	ステンレス鋼

第 4.3.1 表 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備（常設）の設備仕様

(1) 使用済燃料ピット水位 (AM)

個 数	2
計 測 範 囲	EL. +24.43m ~ +32.06m
種 類	電波式水位検出器

(2) 使用済燃料ピット温度 (AM)

個 数	2
計 測 範 囲	0 ~ 100℃
種 類	測温抵抗体

(3) 使用済燃料ピット監視カメラ

個 数	1
種 類	赤外線カメラ（冷却機能付）

第 4.3.2 表 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備（可搬型）の設備仕様

(1) 中型ポンプ車

兼用する設備は以下のとおり。

- ・ 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備
- ・ 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備
- ・ 原子炉格納容器内の冷却等のための設備
- ・ 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備
- ・ 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備
- ・ 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備
- ・ 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備
- ・ 重大事故等の収束に必要なとなる水の供給設備

型	式	うず巻式
台	数	6（予備 1）
容	量	約 210m ³ /h
揚	程	約 100m

(2) 加圧ポンプ車

兼用する設備は以下のとおり。

- ・ 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備
- ・ 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備
- ・ 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備

型	式	うず巻式
台	数	2（予備 1）

容	量	約 150m ³ /h
揚	程	約 150m

(3) 小型放水砲

兼用する設備は以下のとおり。

- ・ 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備
- ・ 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備

台	数	2（予備 1）
---	---	---------

(4) 大型ポンプ車

兼用する設備は以下のとおり。

- ・ 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備
- ・ 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備

型	式	うず巻式
台	数	1 ※ 1
容	量	約 1,320m ³ /h
揚	程	約 140m

(5) 大型ポンプ車（泡混合機能付）

兼用する設備は以下のとおり。

- ・ 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備
- ・ 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備

型	式	うず巻式
台	数	1 ※ 1
容	量	約 1,320m ³ /h
揚	程	約 140m

※ 1 保有台数を示す。大型ポンプ車と大型ポンプ車（泡混合機能付）を組合

わせて台数は1台（予備1台）とする。

(6) 大型放水砲

兼用する設備は以下のとおり。

- ・使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備
- ・発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備

型 式	移動式ノズル
台 数	1（予備1）

(7) 使用済燃料ピット広域水位（AM）

個 数	2（予備1）
計 測 範 囲	EL. +20.16～+32.06m
種 類	フロート式水位検出器

(8) 可搬型使用済燃料ピットエリアモニタ

兼用する設備は以下のとおり。

- ・使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備
- ・放射線管理設備（重大事故等時）

個 数	2（予備1※2）
計 測 範 囲	0～1 Sv/h
種 類	電離箱式検出器

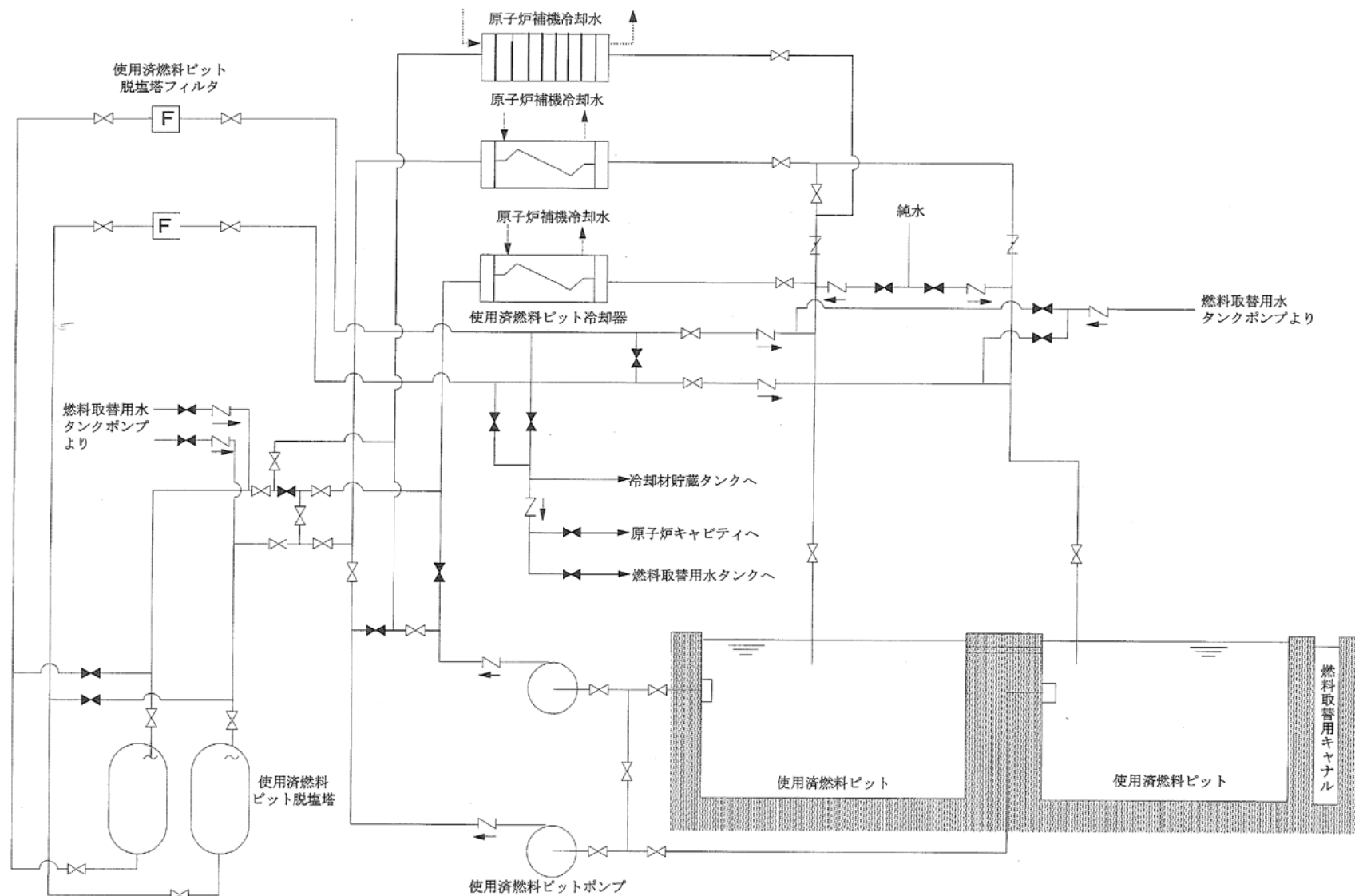
※2 可搬型代替モニタ，可搬型モニタ及び可搬型放射線計測器のうち電離箱サーベイメータと一部兼用

燃料取扱設備説明図

燃料取扱設備説明図については核物質防護上の理由から
公開しないこととしております。

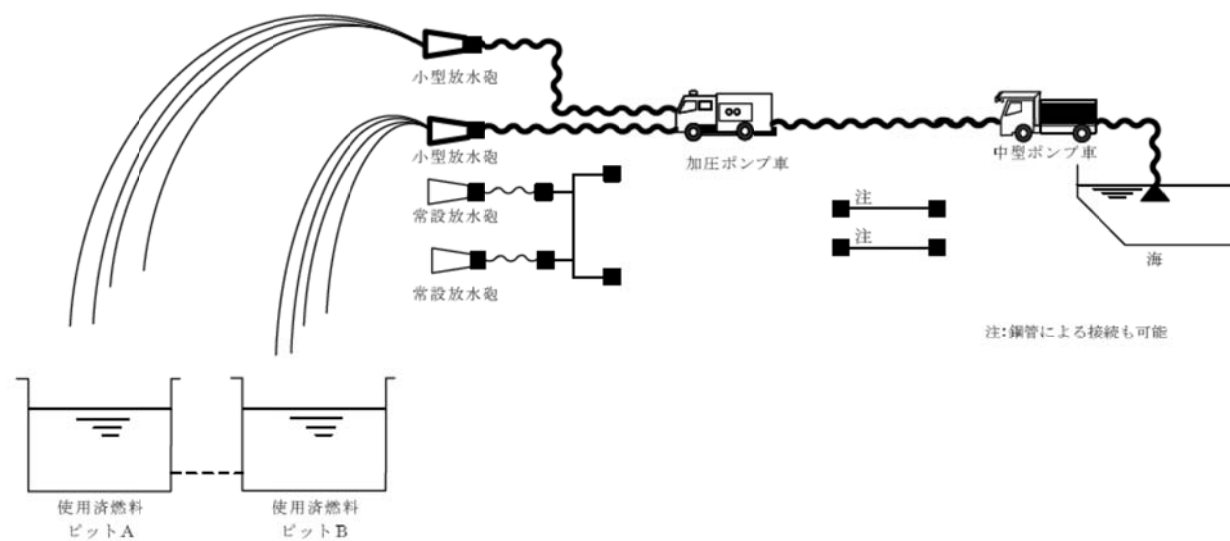
燃料取扱設備説明図

燃料取扱設備説明図については核物質防護上の理由から
公開しないこととしております。

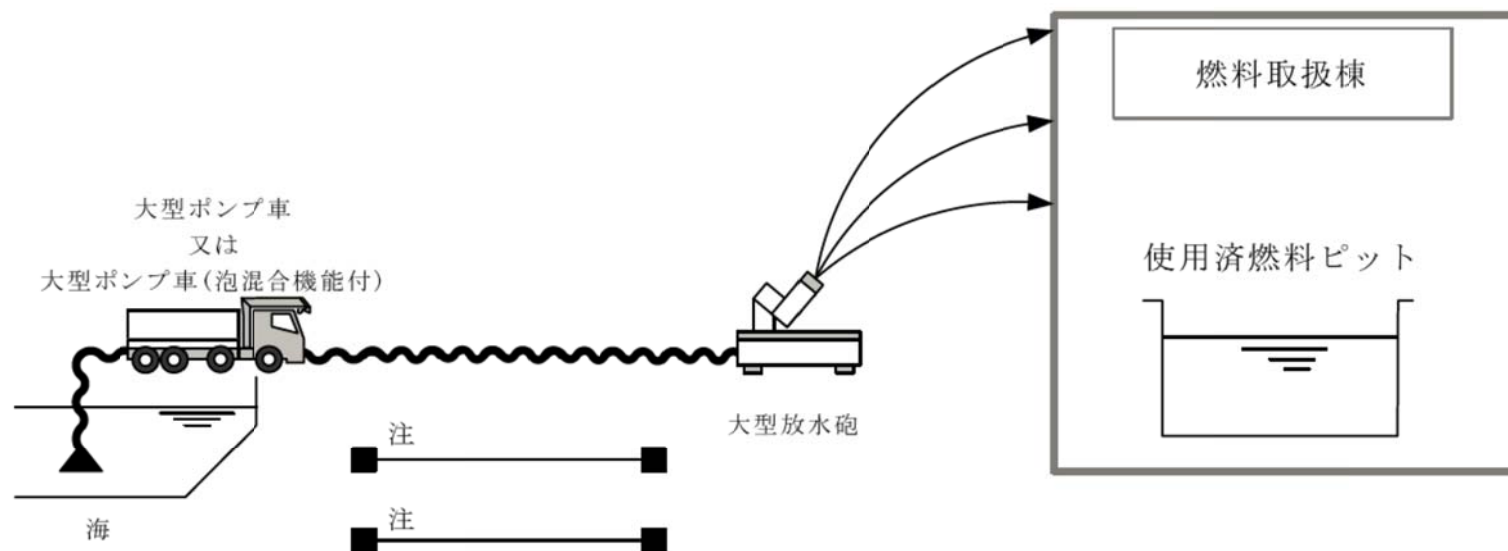


第 4. 2. 1 図・ 使用済燃料ピット水浄化冷却設備系統図

第4.3.1図 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備 概略系統図（1）
（使用済燃料ピットへの注水）

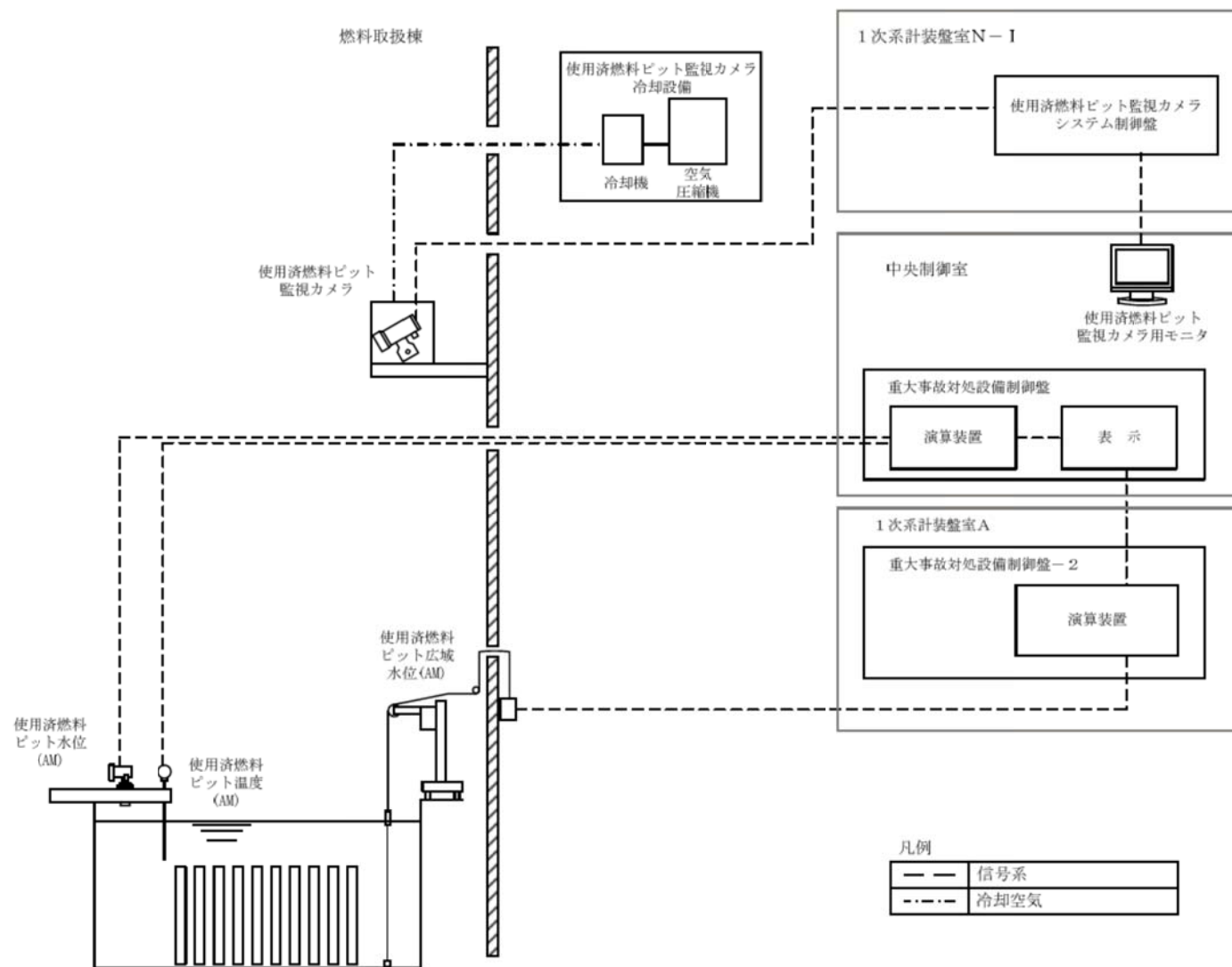


第 4.3.2 図 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備 概略系統図 (2)
(使用済燃料ピットへのスプレー)

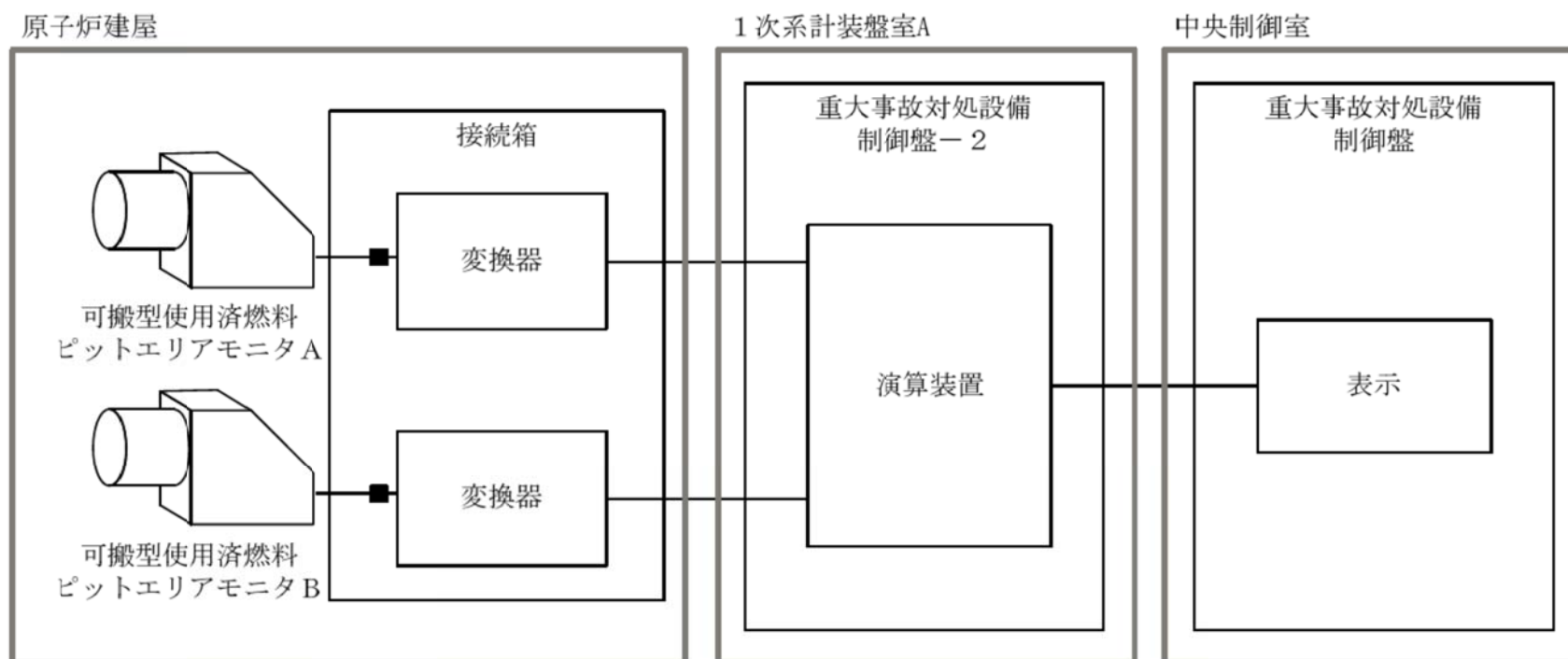


注：鋼管による接続も可能

第 4.3.3 図 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備 概略系統図（3）
（燃料取扱棟への放水）



第 4.3.4 図 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備 概略系統図 (4)
(使用済燃料ピットの監視)



第4.3.5図 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備 概略系統図（5）
（使用済燃料ピットの監視）

4.6 参考文献

- (1) 「軽水炉型原子力発電所 使用済燃料貯蔵設備の未臨界性評価について」

三菱重工業株式会社 MHI-NES-1003 改 3, 平成 10 年 4 月

- (2) 「モリブデンを含有するボロン添加ステンレス鋼の材料特性」

三菱重工業株式会社 MHI-NES-1004 改 2, 平成 10 年 7 月

5. 原子炉冷却系統施設

5.1 1次冷却設備

5.1.1 通常運転時等

5.1.1.1 概 要

1次冷却設備は、第5.1.1図に示すように原子炉容器、蒸気発生器、1次冷却材ポンプ、加圧器、加圧器逃がしタンク、1次冷却材管及び弁類で構成され原子炉格納容器内に設置されている。

1次冷却設備は、関連する補助系統の配管との接続部を含めて原子炉冷却材圧力バウンダリ⁽¹⁾を構成しており、その範囲は第5.1.2図に示されるとおりである。

1次冷却設備は次の機能を持っている。

- (1) 炉心で加熱された1次冷却材を循環し、蒸気発生器で2次冷却系と熱交換させ、タービンを駆動する高温、高圧の蒸気を発生させる。
- (2) 原子炉運転中に、炉心損傷を起こすことのないように、十分な炉心冷却を行う。
- (3) 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成し、1次冷却材中の放射性物質が、外部に漏えいするのを防ぐ隔壁となる。
- (4) 炉心冷却のほか、減速材、反射材としての機能を果たし、更に中性子の吸収材であるほう素の溶媒の役割を果たす1次冷却材を保持する機能を有する。
- (5) 加圧器により1次冷却材の圧力を一定に制御する。

5.1.1.2 設計方針

1 次冷却設備は、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成し、事故の防止及びその結果の抑制のため安全上重要な設備であるので、以下に述べる事項を十分満足するように設計、材料選定及び品質管理に十分な配慮を払う。

(1) 炉心冷却能力

1 次冷却設備は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時において適切な炉心冷却能力を持たせた設計とする。

(2) 過圧防護

1 次冷却材の圧力が、通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時において最高使用圧力の 1.1 倍以下となるように設計する。

(3) 材料選定

1 次冷却材に触れる原子炉容器、蒸気発生器、加圧器、1 次冷却材ポンプ、配管及び弁類等は耐食性を考慮して選定する。

(4) 非延性破壊の防止

原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器は、非延性破壊を防止するように設計する。

通常運転時、運転時の異常な過渡変化時、保守時、試験時及び事故時において、原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器のうち、フェライト系鋼材により製作する機器（原子炉容器、蒸気発生器水室及び加圧器）に対しては、ぜい性的挙動を示さず、かつ、急速な伝播型破断を生じないよう材料選定、設計、製作及び運転に留意する。また、使用材料に対

しては、破壊じん性試験を行い、ぜい性的挙動を示さないことを確認する。

また、1次冷却系の加熱時、冷却時の運転に対しては、寿命期間中の高速中性子照射を考慮した加熱冷却制限曲線を設け、運転を制限する。

更に、原子炉容器材料に対しては、銅、りん等の不純物元素の含有量を制限して高速中性子照射によるぜい化を極力少なくするとともに、そのぜい化を監視するため、カプセルに収容した試験片を熱遮へい体と原子炉容器の間に挿入し、計画的に取り出して破壊試験が実施できるようにする。

(5) 耐震設計

1次冷却設備は、支持構造物を含め、耐震A sクラスの設計を行う。

(6) 配管破断防護設計

原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する主要配管の破断を想定し、その結果生じる影響により原子炉の安全上重要な施設の機能が損なわれることのないよう、支持構造物及びコンクリート構造物の強度設計、配置設計を行うとともに、必要に応じ適宜配管むち打ち防止レストレイントを設ける。

(7) 過渡条件に対する設計

原子炉容器、加圧器、蒸気発生器等の原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器の設計条件を設定するに当たっては通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に想定される圧力、温度等を考慮し安全側の条件を与えるとともに必要に応じてそれらの変動時間、繰り返し回数等の過渡条件⁽²⁾

を設定し，材料疲労に対しても余裕を持って機能維持が可能なように設計する。

(8) 漏えい監視設備

原子炉冷却材圧力バウンダリの漏えいの早期検知と漏えい量の推定のために漏えい監視設備を設ける。

(9) 試験検査の可能性

原子炉冷却材圧力バウンダリとなる系統及び機器は，日本電気協会電気技術規程（原子力編）J E A C 4 2 0 5 - 1 9 8 0「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査」を満足するように，計画的に供用期間中検査ができる設計とする。

5.1.1.3 主要設備の仕様

1次冷却設備の仕様を第5.1.1表に示す。また，主要設備の仕様を第5.1.2～第5.1.7表に示す。

5.1.1.4 主要設備

5.1.1.4.1 原子炉容器

原子炉容器は，第5.1.3図に示すように上部及び底部が半球状のたて置円筒型で，原子炉容器ふたはフランジで原子炉容器胴にボルト締めする。原子炉容器内には，燃料体，炉内構造物，制御棒クラスタ，その他炉心付属部品を収容する。原子炉容器入口及び出口ノズルは，原子炉容器のフランジと炉心上端との中間に設け炉心が露出しない構造とする。

原子炉容器は，炉心構造物を取り出すことにより内面の検査が可能である。

原子炉容器ふたは、胴側フランジにボルト締めで取り付け、燃料取替え及び補修のときに取外しができるようにする。原子炉容器には、ふた管台を設け、制御棒クラスタ駆動装置の圧力ハウジングを取り付ける。原子炉容器底部には炉内計装筒を設ける。

原子炉容器ふたのフランジ当たり面は、同心円状に二重に溝を設け、ここにニッケル・クロム・鉄合金製Ｏリングを取り付け、シールを行う。

さらに、シール部分からの漏えい検出が可能なようにする。すなわち、シール部の漏えいは、各々のＯリングの外側に設けた胴側フランジのタップ孔から温度指示装置へ導き、漏えいした高温水による温度高警報によって検出する。

原子炉容器の実際の運転条件下で放射線損傷の程度を知るため、日本電気協会電気技術規程（原子力編）J E A C 4 2 0 1－1 9 8 0「原子炉構造材の監視試験方法」に準拠した照射試験を実施する。カプセルに収容した試験片を、熱遮へい体と原子炉容器の間に挿入して照射し、計画的に取り出して破壊試験を行い、供用期間中の材料特性の変化を監視する。

高速中性子照射の高い胴の部分は、形状の不連続による応力集中を生じない円滑な円筒型の一体鍛造で製作する。

原子炉容器の材料は、低合金鋼及び低合金鍛鋼とし、内面の１次冷却材と接触する部分はステンレス鋼で肉盛りし、腐食を防止する。

原子炉容器外面は、ほう酸溶液の酸性に耐えるステンレス

鋼製の保温材で覆う。

5.1.1.4.2 蒸気発生器

各 1 次冷却材回路には、たて置 U 字管式熱交換器型蒸気発生器を 1 基ずつ設け、タービンを全出力運転するのに必要な蒸気流量の約 1 / 3 ずつを供給する。

蒸気発生器の構造を第 5.1.4 図に示す。

1 次冷却材は、1 次冷却材入口ノズルから蒸気発生器下部の入口水室に入り、伝熱管（U 字管）を経て出口水室に至り、1 次冷却材出口ノズルから出る。出入口両水室は仕切り板で分離する。

蒸気発生器 2 次側への給水は、伝熱管上端のすぐ上の位置から給水管を通じて行い、給水は伝熱管外筒と胴の間の円環水路を再循環水と混合しながら下降した後、方向を変えて伝熱管束の間を上昇しながら、1 次冷却材との熱交換により加熱され、一部が蒸気となる。

次に、上昇する蒸気と水の混合物は、気水分離器に入り、スワールベーンを通過して蒸気と飽和水に分離され、飽和水は再び給水と共に下方に向って循環する。蒸気は、湿分分離器により通常の負荷範囲で湿分 0.25wt% 以下の蒸気となる。湿分分離器を出た蒸気は、蒸気出口ノズル部に設けられたフローリストリクタを通り、タービンへ供給される。フローリストリクタは、主蒸気流量検出のための差圧取出しを目的とするが更に主蒸気管破断時には、蒸気流出を抑制する。

蒸気発生伝熱管は、全出力運転時において必要な熱伝達能

力を持った設計とし、また、寿命期間中の伝熱管の汚れに対しても余裕のある設計としている。

蒸気発生器伝熱管は、U字形細管であり、管板に取り付け、シール溶接する。

伝熱管の直管部は7枚の管支持板で支持し、U字部は振止め金具で支持する。

管支持板はステンレス鋼の板であり、伝熱管貫通部での不純物の濃縮を抑制するため管穴形状は四つ葉型とする。

伝熱管の振止め金具は、伝熱管のU字部の流体力による振動を抑制するものである。

第5.1.5図のように、伝熱管の振止め金具は長方形の断面を持つV字型ステンレス鋼棒であり、これを伝熱管の間に所定の深さまで挿入する。この振止め金具は伝熱管との接触に際して線接触となるので接触力が分散され、点接触のような局所的な集中力を与えない。また、接触部分は、線状なので伝熱管との間隙に蒸気が停滞することはない。振止め金具は、保持金具に溶接し、保持金具が抜け出すことがないように最外周列の伝熱管を抱き込む形に取り付ける。また、振止め金具及び保持金具は伝熱管には溶接しない。

蒸気発生器本体は、低合金鋼及び低合金鋳鋼で、1次冷却材と接する内面はステンレス鋼、管板はニッケル・クロム・鉄合金で肉盛りする。伝熱管には耐食性等に優れているニッケル・クロム・鉄合金を用いる。

蒸気発生器2次側の水質管理は、腐食抑制のため溶存酸素、塩素等の含有量の制限及びpH調整を行う。

また、蒸気発生器 2 次側の水質管理を行うため、管板の直上にある 2 個のブロータウンノズルから必要に応じて連続又は間欠的にブローし、ブロー水はブロータウン設備へ導く。

5.1.1.4.3 1 次冷却材ポンプ

1 次冷却材ポンプは、たて置斜流型ポンプで、その構造を第 5.1.6 図に示す。

1 次冷却材ポンプは、蒸気発生器を出た 1 次冷却材をポンプケーシング底部の 1 次冷却材吸込ノズルから吸い込み、回転軸下端に取り付けたインペラによって揚水し、ケーシング側部の 1 次冷却材吐出ノズルから吐出する。ポンプ及び電動機の駆動軸は、電動機上下端及びポンプ内部に設けた 3 個のベアリングで支持する。ポンプ側ベアリングは水潤滑を行う。電動機ベアリングは油潤滑で、原子炉補機冷却水により冷却する。

駆動軸部からの 1 次冷却材の漏えいに対するシールは、ポンプ駆動軸に取り付けた漏えい制御式シールアセンブリによって行う。これは、3 段のシールアセンブリで構成し、化学体積制御設備の充てんポンプから、1 次冷却材と同じ水質の封水をインペラとシールアセンブリの間に注入する。この封水の圧力は、1 次冷却材の圧力より少し高く調整してあるので、一部は下方に流れ、ポンプベアリングの冷却及び潤滑を行った後、ラビリンスシールを経て 1 次冷却材中に流入する。残りは上方に流れ、第 1 段シールに達し、減圧後一定流量で化学体積制御設備に戻る。

第2段シールは、第1段シールのバックアップとして設けられ、この2個のシールのうち、1個が破損しても残りのシールで十分に機能を果たすことができる。更に、第3段シールにより第2段シールからの漏えい水が原子炉格納容器内に放出されることを防止するので、原子格納容器内が汚染されるおそれはほとんどない。

電動機及びポンプのインペラは、保守又は点検に際しては、ケーシングを動かさずに容易に取外しができる。ポンプを駆動する電動機は三相誘導電動機を用い、ポンプに直結している。

ポンプを駆動する電動機は常用高圧母線に接続し、「非常用炉心冷却設備作動」信号と「原子炉トリップ」信号の一致により電動機の遮断器を開放する。この際、同遮断器が開としない場合は、常用高圧母線の受電遮断器を開放する。

1次冷却材と接触するポンプ部品には、すべて耐食性材料を用いる。

1次冷却材ポンプは、必要な炉心冷却流量を確保できる容量としている。また、1次冷却材ポンプはポンプ電源が喪失した場合でも、ポンプ、電動機及びフライホイールによる回転慣性モーメント（約 $3,460\text{kg}\cdot\text{m}^2$ ）により1次冷却材流量の急速な減少を防ぎ、熱除去能力が急速に失われるのを防止できる。

フライホイールの限界回転数は、原子炉冷却材喪失時に予想される最大回転数に比べて十分大きく、また、製作段階及び供用期間中における品質管理を十分に実施することにより、

フライホイールの健全性は十分確保できる。

1 次冷却材ポンプは逆転防止装置を設け、他のポンプが運転中でも停止中のポンプが逆回転しない構造とする。

5.1.1.4.4 加圧器

加圧器及びその付属設備は、加圧器本体、加圧器ヒータ、加圧器サージ管及び加圧器スプレイ配管、加圧器安全弁及び加圧器逃がし弁、加圧器逃がしタンク等で構成する。

加圧器は上、下部鏡板が半球状のたて置円筒型容器である。

加圧器の構造を第 5.1.7 図に示す。

加圧器は通常時、容積の約 40% が気相を形成しているので、通常の負荷変化に伴う 1 次冷却材の熱膨張及び収縮による圧力変化を緩和する。

加圧器底部には、液浸式ヒーターを設け、1 次冷却材の圧力制御のための加圧を行う。

加圧器上部には加圧器安全弁及び加圧器逃がし弁を設け、加圧器スプレイによる圧力制御の範囲を超える大きな圧力上昇を防止する。

加圧器逃がしタンクは横置円筒型とし、通常時は水と窒素で満たしておく。加圧器逃がし弁又は加圧器安全弁から放出された蒸気は、スパージャを通して加圧器逃がしタンクの水中に放出される。加圧器逃がしタンクの水容量は、全出力時の加圧器中の全蒸気量を放出した場合においても、加圧器逃がしタンク内圧が $3.5\text{kg/cm}^2\text{G}$ 以下になるように設計する。

加圧器と 1 次冷却材高温側配管は、加圧器サージ管で連絡

し、負荷変化に伴う正及び負のサージを加圧器により吸収するように設計する。すなわち、負荷減少による正のサージがあれば、1次冷却材低温側配管から分岐した加圧器スプレイ系を作動させ、加圧器内の蒸気を凝縮し、圧力を規定値に保つ。また、負荷上昇による負のサージがある場合には、加圧器内の液相が蒸発するとともに加圧器ヒータを自動起動して、1次冷却材の圧力を規定値に保つ。

加圧器スプレイ弁は、通常時は自動であるが、中央制御室での手動制御もできる。加圧器スプレイ弁と並列に加圧器スプレイバイパス弁を設け、少量のスプレイ水を運転中に連続的に注入して加圧器内水質を1次冷却材と同一に保ち、また、加圧器スプレイ配管の冷却を防ぐ。

加圧器は、低合金鋼製で、内面はステンレス鋼で肉盛りする。加圧器ヒータは、ステンレス鋼で被覆したものをを用い、取付部は1次冷却材が漏えいしないように、十分考慮して設計する。

また、加圧器ヒータの一部、加圧器逃がし弁及び加圧器逃がし元弁は非常用電源に接続し、外部電源が喪失した場合でも必要に応じて手動操作することができる。

5.1.1.4.5 配 管

1次冷却材管の配置を第5.1.8図及び第5.1.9図に示す。

1次冷却材管は原子炉容器、蒸気発生器及び1次冷却材ポンプ相互を連絡し循環回路を形成している。1次冷却材管の口径は、腐食の加速度的進行を防止し得る適切な流速となるよ

うに選定された口径としている。蒸気発生器と1次冷却材ポンプ入口間の配管は、ポンプ入口側における整流効果を向上させるため配管口径を増している。

通常運転時に高温となる配管は、熱損失を防ぐため保温を行う。

1次冷却材管のうち加圧器サージ管、化学体積制御設備からの充てん配管等の取付部で、通常運転時に1次冷却材との温度差により大きな熱応力が生じる可能性のある部分には、その熱応力を軽減するためにサーマルスリーブを設ける。

1次冷却材管はステンレス鋼を使用し、接続部はすべて溶接とする。

5.1.1.4.6 弁 類

1次冷却設備の弁類として、加圧器安全弁、加圧器逃がし弁、加圧器逃がし元弁、加圧器スプレイ弁、ベント弁、ドレン弁、逆止弁等を設け、このうち主要な弁については中央制御室に弁の開閉表示を行う。

1次冷却設備に接続され、その一部が原子炉冷却材圧力バウンダリを形成する配管系には、原子炉冷却材圧力バウンダリとならない部分からの異常な漏えいが生じた場合において、1次冷却材の流出を制限するため、その配管系を通じての漏えいが、通常時の充てんポンプによる充てん流量等を考慮し許容できる程度に小さいものを除いて、次のとおり隔離弁を設ける。

- a. 通常時開、事故時閉の場合は2個の隔離弁

- b. 通常時閉，事故時閉の場合は 1 個の隔離弁
- c. 通常時閉，原子炉冷却材喪失時開の非常用炉心冷却系等は a. に準ずる。

なお，b. に準ずる隔離弁において，通常時又は事故時に開となるおそれのある場合は，2 個の隔離弁を設ける。ここで「隔離弁」とは，自動隔離弁，逆止弁，通常時施錠管理等でロックされた閉止弁及び遠隔操作閉止弁をいう。また，通常時閉，事故時閉となる手動弁のうち個別に施錠管理を行う弁は，開となるおそれがなく，上記 b. に該当することから，1 個の隔離弁を設けるものとする。

弁が 1 次冷却材に接する主要部分は，すべてステンレス鋼を使用する。

大口径の弁類は，ステムリークオフを設け，下部グランドパッキンの漏えい水を液体廃棄物処理設備に送る。また，小口径の弁類についても，可能な限りグランド部にベローズや金属ダイヤフラムを用いて漏えいのない構造とした弁を採用し，1 次冷却設備から原子炉格納容器内への漏えいを実質的に零にする。

加圧器安全弁は，ばね式で加圧器逃がしタンクからの背圧変動が安全弁の設定圧力に影響を与えない背圧補償型を使用する。加圧器安全弁の上流側配管には，ループシールを設け，加圧器安全弁の弁座から，水素ガスや蒸気等が漏えいしない構造とする。

加圧器安全弁の吹出し圧力は，1 次冷却設備の最高使用圧力に設定し，安全弁の総容量は 100% 負荷喪失時に主蒸気安

全弁のみが作動した時の加圧器最大サージ流量以上の値とする。加圧器安全弁により、1次冷却材の圧力を最高使用圧力の1.1倍以下に抑えることができる。

加圧器逃がし弁は急激負荷減少時において主蒸気ダンプ系の作動と相まって1次冷却材圧力を原子炉トリップ設定値以下に制限し得る容量とする。加圧器逃がし弁は自動制御により作動し、また手動遠隔操作することもできる。万一、加圧器逃がし弁に漏えいが起こった場合にこの逃がし弁を隔離するため遠隔操作の加圧器逃がし元弁を設ける。

また、1次冷却系の加熱時、冷却時における誤操作等による過圧を防止するため、加圧器逃がし弁の作動により圧力上昇を許容範囲内に制限する制御系を設置する。

加圧器スプレイ弁は、10%負荷減少時において加圧器逃がし弁を作動させず、圧力変動を吸収し得る容量とする。加圧器スプレイ弁は、加圧器スプレイ流量を自動調節して、1次冷却材の圧力が過大となることを防止する。加圧器スプレイ管及び加圧器サージ管内の温度維持並びに加圧器内とそれ以外の1次冷却材ほう素濃度に差が生じないようにするため、加圧器スプレイ弁と並行に手動の加圧器スプレイバイパス弁を設けて、少量のスプレイ水を連続的に流す。

各配管系には、水張り及び水抜きのために、ベント弁及びドレン弁を設ける。

1次冷却設備の主要弁類の設備仕様の概略を第5.1.7表に示す。

5.1.1.4.7 支持構造物

(1) 原子炉容器

原子炉容器の支持構造を第 5.1.10 図に示す。

原子炉容器は，原子炉容器入口及び出口ノズルに溶接した 6 個の鋼製の支持パッドで支持する。支持パッドは，サポートブラケット上に置き，サポートブラケットは原子炉容器周りの鉄鋼構造物（ベースプレート）により支持する。

温度変化による容器の膨張収縮に伴う半径方向の動きは，シムプレートと支持パッドの間の滑りにより吸収し，地震時の横荷重はサポートブラケット及びベースプレートによって支え，容器の中心位置を常に確保する。これらの支持構造物は，配管破断事故によって生じる荷重に対してもそれを十分に支持し得るものである。サポートブラケットは，箱形の構造とし，原子炉容器の熱がサポートブラケットを経て，コンクリート支持部に伝わるのを少なくするため，原子炉容器冷却ファンにより空冷する。

(2) 蒸気発生器

蒸気発生器の支持構造を第 5.1.11 図に示す。

蒸気発生器は，上部胴支持構造物，中間胴支持構造物，下部支持構造物及び支持脚で支持する。上部胴支持構造物はスナバにより支持する構造物とする。中間胴支持構造物は，リングフレームと 1 方向からのスナバの組合せとし，リングフレームはつり下げ金物により蒸気発生器につり下げ，蒸気発生器と一緒に移動する構造物とする。また，下部支持構造物は鉄鋼構造物とする。

上部胴，中間胴及び下部支持構造物は，配管の熱膨張に対して十分考慮した構造であるが，地震時及び配管破断時には，蒸気発生器の水平方向の移動を拘束する構造とする。支持脚は鉛直方向荷重を支持し，サポートパイプ上部及び下部はピン結合とし，配管の熱膨張による蒸気発生器の移動は拘束しない構造とする。

(3) 1 次冷却材ポンプ

1 次冷却材ポンプの支持構造を第 5.1.12 図に示す。

1 次冷却材ポンプは，上部，下部支持構造物及び支持脚で支持する。上部支持構造物はスナバにより支持する構造とし，下部支持構造物は鉄鋼構造とする。上部及び下部支持構造物は配管の熱膨張に対して十分考慮した構造であるが，地震時及び配管破断時には 1 次冷却材ポンプの水平方向の移動を制限する構造とする。

支持脚は鉛直方向荷重を支持し，蒸気発生器と同様にサポートパイプ上部及び下部をピン結合として，配管の熱膨張による 1 次冷却材ポンプの移動は拘束しない構造とする。

(4) 加圧器

加圧器の支持構造を第 5.1.13 図に示す。

加圧器は，上部及び下部支持構造物で支持する。上部支持構造物は，鉄鋼構造により支持する構造とし，下部支持構造物は胴下部に溶接したスカートにより支持する。上部支持構造物は熱膨張による加圧器の移動は拘束しない構造とし，地震時等には水平方向の移動を拘束する構造とする。

5.1.1.4.8 漏えい監視設備

原子炉冷却材圧力バウンダリから原子炉格納容器内及び2次冷却系への漏えいに対する監視設備として、格納容器ガスモニタ、格納容器じんあいモニタ、凝縮液量測定装置、格納容器サンプ水位上昇率測定装置、及び蒸気発生器ブローダウン水モニタ、復水器排気ガスモニタ、主蒸気管モニタを設ける。

これらの監視設備が異常を検知した場合には、中央制御室に警報を発する。

(1) 原子炉格納容器内への漏えいに対する監視設備

原子炉冷却材圧力バウンダリからの漏えいが発生すると、漏えい流体の一部は蒸気となり、原子炉格納容器内に循環している空気流に混合される。格納容器ガスモニタ及び格納容器じんあいモニタは、原子炉格納容器内空気の放射能を測定することにより漏えいを検知する。

凝縮液量測定装置は、漏えい蒸気が格納容器再循環ユニット及び制御棒クラスタ駆動装置冷却ユニットの冷却コイルで凝縮されることを利用して、その凝縮液量を測定することにより漏えいを検知する。

格納容器サンプ水位上昇率測定装置は、漏えい液体が最終的に格納容器サンプに集まることからその水位上昇を測定することにより漏えいを検知する。

以上の漏えい監視設備により約 3.8ℓ/min の漏えいであれば1時間以内に検知できる。

凝縮液量測定装置及び格納容器サンプ水位上昇率測定装

置の系統構成を第 5.1.14 図に示す。

(2) 2 次冷却系への漏えいに対する監視設備

1 次冷却材の蒸気発生器 1 次側より 2 次側への漏えいは、蒸気発生器ブローダウン水モニタ、復水器排気ガスモニタ及び高感度型主蒸気管モニタで放射能を測定することにより早期に検知する。

5.1.1.5 評 価

(1) 原子炉冷却材圧力バウンダリの機能

原子炉冷却材圧力バウンダリは、加圧器逃がし弁及び加圧器安全弁による過圧防護、耐震 A s クラスの設計、十分な強度を有する材料の使用等によって、異常な 1 次冷却材の漏えい、あるいは破損の発生する可能性を極めて小さくしている。

(2) 原子炉冷却材圧力バウンダリの健全性

原子炉冷却材圧力バウンダリは、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時における過渡条件を考慮して設計しており、必要な強度を有している。

(3) 非延性破壊の防止

フェライト系鋼材により製作する機器については、その材料の破壊じん性を確認するので、非延性破壊が生じるおそれはない。

(4) 漏えい検出

原子炉冷却材圧力バウンダリから原子炉格納容器内あるいは 2 次冷却系への漏えいは、監視設備により十分早期に検出が可能である。

5.1.1.6 試験検査

5.1.1.6.1 原子炉容器

原子炉容器の製作に当たっては、素材の段階で化学的、機械的試験検査を、また、製作中には非破壊試験、耐圧試験等を実施し、厳重な品質管理を行う。

炉内構造物は、原子炉容器内面の供用期間中検査が可能なように取出しできる構造としている。原子炉容器入口及び出口ノズルの上部には、コンクリート遮へいの代わりに取外し可能なプラグを設けるとともに、原子炉容器入口及び出口ノズル部の保温材は、取外し可能としており、供用期間中検査が可能である。

更に、原子炉容器の実際の運転条件下における放射線損傷の程度を知るために、原子炉容器構造材の監視試験計画を実施する。この計画は、第 5.1.15 図のように、カプセルに収容した試験片を熱遮へい体と原子炉容器の間に挿入して照射し、計画的に取り出して破壊試験を行うことにより、使用中の材料特性の変化を監視する。

カプセルは 6 個用意し、各カプセルには原子炉容器母材、溶接部等から採取した衝撃試験片、引張試験片、C T 試験片（Compact Tension Specimen:破壊じん性を試験する試験片）等を収容する。

5.1.1.6.2 蒸気発生器

蒸気発生器は、供用期間中検査において内面の検査が可能なように、1 次側、2 次側ともにマンホールを設け、渦流探傷試

験等により伝熱管の検査が可能な構造としている。蒸気発生器の溶接部の供用期間中検査範囲に対して、保温材は取外し可能な構造としている。

5.1.1.6.3 1次冷却材ポンプ

1次冷却材ポンプ内部構造物は、ポンプ内面の検査が可能なように分解して取外しできる構造としている。1次冷却材ポンプと1次冷却材管との溶接部の供用期間中検査範囲に対して、保温材は取外し可能な構造としている。

5.1.1.6.4 加圧器

加圧器内面の供用期間中検査が可能なように、加圧器上部にマンホールを設けている。加圧器の溶接部の供用期間中検査範囲に対して、保温材は取外し可能な構造としている。

5.1.1.6.5 1次冷却材管

1次冷却材管の溶接部の供用期間中検査範囲に対して、保温材は取外し可能な構造としている。

5.1.1.7 手順等

原子炉冷却材圧力バウンダリについては、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- (1) R C S ループドレン弁、加圧器ベント弁及び加圧器安全弁
入口ループシールドドレン弁については、通常時又は事故時開となるおそれがないように施錠管理によるハンドルロックを

実施する。

5.1.2 重大事故等時

5.1.2.1 概 要

1 次冷却設備の蒸気発生器，1 次冷却材ポンプ，原子炉容器（炉心支持構造物を含む）及び加圧器については，設計基準事故対処設備の一部を流路として使用することから，流路に係る機能について重大事故等対処設備としての設計を行う。

炉心支持構造物は，重大事故に至るおそれのある事故時において，1 次冷却材の流路として炉心形状維持が十分確保できる設計とする。

5.1.2.2 設計方針

5.1.2.2.1 悪影響防止

基本方針については，「1.1.7.1 多様性，位置的分散，悪影響防止等」に示す。

流路として使用する蒸気発生器，1 次冷却材ポンプ，原子炉容器及び加圧器は，設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で重大事故等対処設備として使用することで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

5.1.2.2.2 環境条件等

基本方針については，「1.1.7.3 環境条件等」に示す。

蒸気発生器，1 次冷却材ポンプ，原子炉容器及び加圧器は，原子炉格納容器内に設置し，重大事故等時における環境条件

を考慮した設計とする。

蒸気発生器，1次冷却材ポンプ，原子炉容器及び加圧器は，淡水だけでなく海水も使用することから，海水影響を考慮した設計とする。

5.1.2.3 主要設備及び仕様

1次冷却設備（重大事故等時）の主要設備及び仕様を第5.1.8表に示す。

5.1.2.4 試験検査

基本方針については，「1.1.7.4 操作性及び試験・検査性について」に示す。

流路として使用する蒸気発生器，1次冷却材ポンプ，原子炉容器及び加圧器は，それぞれ通常時の系統構成により機能・性能及び漏えいの有無の確認が可能な設計とする。

蒸気発生器及び加圧器は，内部の確認が可能なように，マンホールを設ける設計とする。

1次冷却材ポンプは，分解が可能な設計とする。

原子炉容器は，内部の確認が可能なように，フランジを設ける設計とする。

蒸気発生器は，伝熱管の非破壊検査が可能なように，試験装置を設置できる設計とする。

5.2 余熱除去設備

5.2.1 概 要

余熱除去設備は、第 5.2.1 図に示すように余熱除去冷却器、余熱除去ポンプ、配管及び弁類を備え、独立 2 系統で構成し、次の機能を持つ。

- (1) 原子炉の崩壊熱及び他の残留熱を除去し、1 次冷却材の温度を下げる。
- (2) 非常用炉心冷却設備の低圧注入系としての機能を果たす。
- (3) 燃料取替え時に、燃料取替用水タンクの水を原子炉キャビティに水張りする。

5.2.2 設計方針

(1) 原子炉の残留熱除去

余熱除去設備は、蒸気発生器による原子炉停止後の初期段階の冷却に引き続き、原子炉の炉心からの核分裂生成物崩壊熱及び他の残留熱を除去し、原子炉の冷却が可能な設計とする。

(2) 多重性

原子炉の崩壊熱及び他の残留熱を安全に除去するため、余熱除去設備は独立 2 系統とし、1 系統によって原子炉を冷却できる設計とする。

(3) 外部電源喪失

余熱除去ポンプは、非常用母線から給電し、かつ、非常用電源の単一故障時においても、原子炉の崩壊熱及び他の残留熱を安全に除去できる設計とする。

(4) 低圧注入系

事故時に、余熱除去設備は低圧注入系としての機能を果たす設計とする。低圧注入系に関しては、「5.3 非常用炉心冷却設備」で記述する。

(5) その他の設計方針

a. 原子炉の冷却時間

原子炉停止時に余熱除去設備は、海水温度 20℃のときに余熱除去設備を 2 系統運転することにより、原子炉停止後約 20 時間で 1 次冷却材の温度を 60℃まで下げ得る能力を有するように設計する。

b. 原子炉キャビティの水張り

余熱除去設備は、燃料取替え時に燃料取替用水タンクの水を原子炉キャビティに水張りし、燃料取替え終了後は燃料取替用水タンクに戻す機能を果たすように設計する。

5.2.3 主要設備の仕様

余熱除去設備の主要設備の仕様を第 5.2.1 表に示す。

5.2.4 主要設備

5.2.4.1 系統設計

余熱除去設備は、独立 2 系統で構成し、各系統に余熱除去冷却器及び余熱除去ポンプを 1 基ずつ設置し、原子炉の崩壊熱及び他の残留熱を除去する。余熱除去ポンプ等は非常用母線より給電し、外部電源喪失時にはディーゼル発電機の単一故障を仮定しても、原子炉の冷却は行える。

1 次冷却材は、1 次冷却材高温側配管から取り出し、余熱除

去ポンプで余熱除去冷却器へ送って冷却し，1次冷却材低温側配管に戻す。

1次冷却材の冷却速度は，余熱除去冷却器のバイパスラインの流量を制御することにより調節することができ，原子炉冷却材圧力バウンダリの冷却速度の制限（55℃/h）を超えないように抑制し得る。

1次冷却材は，余熱除去冷却器の胴側を循環する原子炉補機冷却水で冷却し，更に，原子炉補機冷却水は海水で冷却する。

余熱除去ポンプは，燃料取替え時に燃料取替用水タンクのほう酸水を原子炉キャビティに送り，燃料取替え終了後は燃料取替用水タンクに戻す。

5.2.4.2 主要設備

(1) 余熱除去冷却器

余熱除去冷却器は，余熱除去運転中に1次冷却材を冷却するものである。

余熱除去冷却器は2基設置し，一方の余熱除去冷却器を運転中に他方の補修作業が可能なように，遮へいされた別々の室に設置する。

伝熱管はU字型を使用し，胴と管との間の熱膨張差を吸収し得る構造とする。1次冷却材は管側を流れ，原子炉補機冷却水は胴側を流れる。

(2) 余熱除去ポンプ

余熱除去ポンプは2台設置し，一方のポンプの運転中に他方の補修作業が可能なように，遮へいされた別々の室に設置

する。

余熱除去ポンプは横置うず巻式で、1次冷却材の漏えいを防止するためにメカニカルシールを使用する。

また、隔離等の操作は遮へいの外から遠隔操作が可能なようにする。

(3) 配 管

余熱除去設備は、1次冷却材高温側配管から1次冷却材を取り出して余熱除去ポンプで送水し、余熱除去冷却器で冷却した後、再び1次冷却材低温側配管に戻す。

余熱除去設備の通常起動時に熱的衝撃を緩和するとともに冷却速度を調整する目的で、余熱除去冷却器のバイパス配管を設ける。

余熱除去設備は、定期的に試験運転を行うために、余熱除去冷却器出口配管と余熱除去ポンプ入口配管との間にミニマムフローラインを設ける。

(4) 弁

余熱除去設備は、1次冷却設備と比較して最高使用圧力が低いので、1次冷却設備からの過剰圧力がかからないように、余熱除去ポンプ入口配管には直列に2個の電動弁を設けて、その内1個は1次冷却材の圧力がある値以下に下らないと開かないようにインターロックを設ける。

一方、余熱除去冷却器の出口配管で1次冷却設備に接続している配管には、3個の逆止弁と1個の電動弁を直列に設ける。

また、原子炉格納容器内の余熱除去ポンプ入口配管には逃

がし弁を設けて、その吐出水を加圧器逃がしタンクに導き、液体廃棄物処理設備に送る。

5.2.5 評 価

余熱除去設備は、蒸気発生器による原子炉停止後の初期段階の冷却に引き続き、原子炉の炉心からの核分裂生成物崩壊熱と他の残留熱を除去し原子炉を冷却できる。

余熱除去設備は独立 2 系統として多重性を持たせるとともに非常用母線より給電して、原子炉の崩壊熱及び他の残留熱を除去できる。

原子炉停止時に余熱除去設備は、海水温度 20℃のときに余熱除去設備を 2 系統運転することにより、原子炉停止後約 20 時間で 1 次冷却材の温度を 60℃まで下げることができる。

5.2.6 試験検査

余熱除去設備は、定期的に余熱除去ポンプを運転し、ミニマムフローラインの流量及び試験運転中のポンプ、冷却器、配管及び弁の状態を検査する。

5.3 非常用炉心冷却設備

5.3.1 概 要

非常用炉心冷却設備は、蓄圧注入系、高圧注入系及び低圧注入系で構成し、想定される事故に対してほう酸水を注入し、次に示す機能を持つ。

- (1) 1次冷却材喪失事故に対して原子炉を冷却し、燃料及び燃料被覆の重大な損傷を防止でき、かつ、燃料被覆のジルコニウムと水との反応を十分小さな量に制限する。
- (2) 主蒸気管破断事故に対して、原子炉の停止に必要な負の反応度を添加する。

非常用炉心冷却設備の系統構成を第 5.3.1 図に示す。

蓄圧注入系は、加圧されたほう酸水を貯える蓄圧タンクを備え、1次冷却材の圧力が低下すると自動的にほう酸水を注入する。高圧注入系は高圧注入ポンプを、また、低圧注入系は余熱除去ポンプを備え、事故時には燃料取替用水タンクに貯蔵するほう酸水を原子炉に注入する。

5.3.2 設計方針

(1) 事故の範囲

非常用炉心冷却設備は、次の事故に対して制御棒クラスタの挿入と相まって原子炉を停止し冷却を行うように設計する。

- a. 1次冷却材管の小口径配管破断から最大口径配管の完全両端破断までの1次冷却材喪失事故
- b. 制御棒クラスタ飛出し事故
- c. 主蒸気管破断事故

d. 蒸気発生器伝熱管破損事故

(2) 単一故障

非常用炉心冷却設備は、事故後の短期間では動的機器の単一故障を仮定しても、また、事故後の長期間では動的機器の単一故障又は想定される静的機器の単一故障のいずれかを仮定しても、所定の安全機能を果たし得るように多重性を有する設計とする。

単一故障に関連するという事故後の短期間とは、原則として事故発生後あるいは原子炉停止後 24 時間の運転期間を、また、事故後の長期間とは、その後の運転期間をいうものとするが、1 次冷却材喪失事故を想定する場合、非常用炉心冷却設備については、事故後の短期間は 1 次冷却材喪失事故発生から注入モード終了までの運転期間、また、事故後の長期間は再循環モード以降の運転期間とする。

(3) 外部電源喪失

非常用炉心冷却設備は、外部電源喪失時には、前述の単一故障を仮定しても、ディーゼル発電機の作動により必要な機器に電力を供給することによって所定の安全機能を果たし得る設計とする。

(4) 自動起動

非常用炉心冷却設備は、非常用炉心冷却設備作動信号等により自動的に作動する設計とする。

(5) 共用の排除

非常用炉心冷却設備は、共用によって安全機能を失うおそれのある場合、原子炉施設間で共用しない設計とする。

(6) 試験検査

非常用炉心冷却設備は、その健全性あるいは運転可能性を確認するために、その重要度に応じて定期的な試験及び検査ができる設計とする。

5.3.3 主要設備の仕様

非常用炉心冷却設備の主要設備の仕様を第 5.3.1 表に示す。

5.3.4 主要設備

5.3.4.1 系統設計

非常用炉心冷却設備は、蓄圧注入系、高圧注入系及び低圧注入系で構成し、各系統について以下に示す。

(1) 蓄圧注入系

蓄圧注入系は、蓄圧タンク、配管及び弁類で構成し、各 1 次冷却材回路に 1 系統ずつ設置する。

蓄圧注入系は、1 次冷却材の圧力が蓄圧タンクの保持圧力（約 45kg/cm² G）以下に低下すると、自動的にほう酸水を炉心に注入する。この蓄圧注入系の作動は、1 次冷却材圧力低下による蓄圧注入配管の逆止弁の自動開放によるもので、特に外部電源等の駆動源を必要としない。

(2) 高圧注入系

高圧注入系は、高圧注入ポンプ、配管及び弁類で構成する。高圧注入ポンプは、100%容量のものを 2 台設置する。

高圧注入系は、次に示す非常用炉心冷却設備作動信号で自動作動する。

- a. 原子炉圧力低と加圧器水位低の一致
- b. 原子炉圧力異常低
- c. 主蒸気ライン圧力低
- d. 原子炉格納容器圧力高
- e. 手 動

非常用炉心冷却設備作動信号が発せられると、高圧注入ポンプが起動し、燃料取替用水タンクのほう酸水を1次冷却材低温側配管を経て、炉心に注入する。

燃料取替用水タンクの水位が低くなると、高圧注入ポンプの水源を格納容器再循環サンプに切り替えて、高圧注入配管に注入する再循環モードに移行する。

ポンプ電動機は、各々独立した2系統の非常用母線に接続する。ディーゼル発電機は、非常用炉心冷却設備作動信号により自動起動し、外部電源喪失時にはこれらの非常用母線に電力を供給する。

高圧注入ポンプの出口には、燃料取替用水タンクに戻るミニマムフローラインを設けて、締切運転を防止するとともに、通常運転時のポンプテストもできるようにする。

(3) 低圧注入系

低圧注入系は、余熱除去ポンプ、余熱除去冷却器、配管及び弁類で構成する。余熱除去ポンプ及び余熱除去冷却器は、100%容量のものを各々2台設置する。低圧注入系は、非常用炉心冷却設備作動信号により、燃料取替用水タンクのほう酸水を余熱除去冷却器を経て1次冷却材低温側配管から炉心に注入する。

燃料取替用水タンクの水位が低くなると、余熱除去ポンプの水源を格納容器再循環サンプに切り替えて、余熱除去冷却器で冷却した後、低圧注入配管から炉心に注入する再循環モードへ移行する。

ポンプ電動機は、各々独立した2系統の非常用母線に接続する。ディーゼル発電機は、非常用炉心冷却設備作動信号により自動起動し、外部電源喪失時にはこれらの非常用母線に電力を供給する。

余熱除去ポンプは、原子炉停止時には原子炉の崩壊熱及び他の残留熱を除去するために使用するが、通常運転時には非常用炉心冷却設備として常に待機状態にあり、両機能が同時に要求されることはなく、安全上何ら支障はない。

余熱除去冷却器出口配管に、余熱除去ポンプ入口配管に戻るミニマムフローラインを設けて、ポンプの締切運転を防止するとともに、通常運転時のポンプテストもできるようにする。

5.3.4.2 主要設備

(1) 蓄圧タンク

蓄圧タンクは、1次冷却材低温側配管に逆止弁を介して各1基接続し、その内容積の約2/3にほう酸水（ほう酸濃度4,400ppm以上）を満たし、残り空間は窒素ガスで加圧する。

通常時、各蓄圧タンクは、直列に設けた2個の逆止弁で1次冷却系から隔離する。1次冷却材の圧力が蓄圧タンクの保持圧力（約4.4MPa[gage]）以下になると自動的に逆止弁が

開き、ほう酸水を1次冷却材低温側配管を経て炉心に注入する。

また、必要に応じて蓄圧タンク中のほう酸水の水位及びほう素濃度を遠隔操作によって調整できるように配管等を設ける。蓄圧タンクの圧力は、窒素ガス封入によって保持し、通常運転時でも調整できる。また、蓄圧タンクの過圧防止のため安全弁を設ける。

(2) 高圧注入ポンプ

高圧注入ポンプは、非常用炉心冷却設備作動信号で自動起動し、注入モード時には燃料取替用水タンクより、また、再循環モード時には格納容器再循環サンプより取水し、1次冷却系に注入する。

高圧注入ポンプは、横置の電動うず巻ポンプで、メカニカルシール冷却器を備えており、原子炉補機冷却水で冷却する。

高圧注入ポンプの出口側より燃料取替用水タンクに戻るミニマムフローラインを設け、高圧注入ポンプの締切運転を防止する。このミニマムフローラインによって通常運転時のポンプテストを行うことができる。

通常運転時、高圧注入ポンプは非常用炉心冷却設備として常に待機状態にある。

(3) 余熱除去ポンプ

余熱除去ポンプは、非常用炉心冷却設備作動信号で自動起動し、注入モード時には燃料取替用水タンクより、また、再循環モード時には格納容器再循環サンプより取水し、1次冷却系に注入する。

余熱除去ポンプは、横置の電動うず巻ポンプで、メカニカルシール冷却器を備えており、原子炉補機冷却水で冷却する。

余熱除去ポンプの出口側より入口配管に戻るミニマムフローラインを設け、余熱除去ポンプの締切運転を防止する。このミニマムフローラインによって通常運転時のポンプテストを行うことができる。

余熱除去ポンプは、原子炉停止時には原子炉の崩壊熱及び他の残留熱を除去するために使用するが、通常運転時には、非常用炉心冷却設備として常に待機状態にあり、両機能が同時に要求されることはなく、安全上何ら支障はない。

(4) 余熱除去冷却器

余熱除去冷却器は、横置U字管式であり、事故後の再循環モード時には管側に格納容器再循環サンプ水を通し、胴側を流れる原子炉補機冷却水で冷却する。

(5) 配管及び弁

1次冷却設備から非常用炉心冷却設備を隔離している逆止弁は、非常用炉心冷却設備の配管破断により1次冷却材喪失事故を引き起こすことがないように、1次冷却設備に近接して設置する。

低圧注入系の最高使用圧力は、1次冷却系の運転圧力より低いので、低圧注入系には逃がし弁を設置する。

5.3.5 評価

(1) 事故後の原子炉停止および炉心冷却に対する能力

a. 1次冷却材喪失事故

1 次冷却材管の小口径配管破断から最大口径配管の完全両端破断までの 1 次冷却材喪失事故を解析し、燃料被覆管最高温度、燃料被覆のジルコニウムと水との反応とも「軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針」を十分満足することを確認している。

b. 制御棒クラスタ飛出し事故

制御棒クラスタ飛出し事故に対して、炉心は損傷することなく、事故後非常用炉心冷却設備により炉心は十分未臨界に保たれることを確認している。

c. 主蒸気管破断事故

主蒸気管破断事故時にも、非常用炉心冷却設備は炉心を損傷することなく原子炉を停止することを確認している。

d. 蒸気発生器伝熱管破損事故

蒸気発生器伝熱管 1 本が破損した場合、非常用炉心冷却設備は、炉心を損傷することなく原子炉を未臨界に保ち、また、原子炉の冷却に寄与することを確認している。

(以上「添付書類十 3. 設計基準事故の解析」参照)

(2) 単一故障に対する能力

上記の事故に対して、事故後の短期間では動的機器の単一故障を仮定しても、また、事故後の長期間では動的機器の単一故障又は想定される静的機器の単一故障のいずれかを仮定しても、所定の安全機能を果たし得る。

(3) 外部電源喪失に対する能力

上記の事故に対し、外部電源喪失を仮定した場合でもディーゼル発電機の作動により各機器に電力を供給することによって、

所定の安全機能を果たし得る。

5.3.6 試験検査

非常用炉心冷却設備は、その健全性あるいは運転可能性を確認するために、その重要度に応じて定期的に試験検査を行うことができる。

非常用炉心冷却設備の機器は、製作中において厳重な試験検査を行い、性能試験においてその性能を確認する。

現地据付け後の非常用炉心冷却設備の性能を確認するため、次の試験を行う。

非常用炉心冷却設備作動信号動作試験

非常用炉心冷却設備作動信号による非常用炉心冷却設備のポンプ及び弁の作動試験

蓄圧タンク注入試験

各機器の試験検査の概要は次のとおりである。

(1) 蓄圧タンク

蓄圧タンク下流の逆止弁の漏えい試験は、電動隔離弁と上流逆止弁間及び上流逆止弁と下流逆止弁間のテストラインを用いて、通常運転時に行うことができる。この試験を行うために電動隔離弁は閉にするが、非常用炉心冷却設備作動信号が入ると開になるので、試験中でもその安全機能は損なわれることはない。

(2) 高圧注入ポンプ

高圧注入ポンプの作動試験は、通常運転時にミニマムフローラインを使用して行うことができる。

(3) 余熱除去ポンプ

余熱除去ポンプの作動試験は、通常運転時にミニマムフローラインを使用して行うことができる。低圧注入ラインの逆止弁の漏えい試験は、定期検査時等にテストラインを使用して行うことができる。

(4) 注入弁

非常用炉心冷却設備の注入弁は、作動試験を定期的に行うことができる。

5.4 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備

5.4.1 概要

原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する発電用原子炉の冷却機能が喪失した場合においても炉心の著しい損傷を防止するため、発電用原子炉を冷却するために必要な重大事故等対処設備を設置する。

原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備の概略系統図を第 5.4.1 図から第 5.4.6 図に示す。

5.4.2 設計方針

原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備のうち、炉心を冷却するための設備として以下の重大事故等対処設備（1 次冷却系統のフィードアンドブリード、タービン動補助給水ポンプの機能回復（人力）、電動補助給水ポンプの機能回復及び主蒸気逃がし弁の機能回復（人力））を設ける。

(1) フロントライン系故障時に用いる設備

a. 1 次冷却系統のフィードアンドブリード

電動補助給水ポンプ及びタービン動補助給水ポンプ、補助給水タンク又は主蒸気逃がし弁の故障等により 2 次冷却系からの除熱機能が喪失した場合の重大事故等対処設備（1 次冷却系統のフィードアンドブリード）として、非常用炉心冷却設備のうち高圧注入系の高圧注入ポンプ及び燃料取替用水タンク、1 次冷却設備の加圧器逃がし弁、非常用炉心冷却設備のうち蓄圧注入系の蓄圧タンク並びに余熱除去設備の余熱除

去ポンプ及び余熱除去冷却器を使用する。

燃料取替用水タンクを水源とした高圧注入ポンプは、炉心へのほう酸水の注入を行い、加圧器逃がし弁を開操作することでフィードアンドブリードができる設計とする。また、蓄圧タンクはフィードアンドブリード中に1次冷却材との圧力差によりほう酸水を炉心へ注入できる設計、余熱除去ポンプ及び余熱除去冷却器はフィードアンドブリード後に原子炉を低温停止状態とできる設計とする。

具体的な設備は、以下のとおりとする。

- ・ 高圧注入ポンプ
- ・ 燃料取替用水タンク
- ・ 加圧器逃がし弁
- ・ 蓄圧タンク
- ・ 余熱除去ポンプ
- ・ 余熱除去冷却器

その他、設計基準事故対処設備である非常用電源設備のディーゼル発電機並びに1次冷却設備の蒸気発生器、1次冷却材ポンプ、原子炉容器及び加圧器を重大事故等対処設備として使用する。

(2) サポート系故障時に用いる設備

a. タービン動補助給水ポンプの機能回復（人力）

全交流動力電源及び常設直流電源系統が喪失した場合を想定した重大事故等対処設備（タービン動補助給水ポンプの機能回復（人力））として、給水設備のタービン動補助給水ポンプ並びにタービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁及びタービ

ン動補助給水ポンプの蒸気加減弁を使用する。

補助給水タンクを水源としたタービン動補助給水ポンプは、現場での人力による専用の工具を用いた蒸気加減弁の操作、専用の注油器によるタービン動補助給水ポンプ軸受への油供給及び人力による蒸気入口弁の操作により機能を回復し、2次冷却系からの除熱によって、1次冷却系統の十分な減圧及び冷却ができる設計とする。これらの人力による措置は容易に行える設計とする。また、タービン動補助給水ポンプは、1次冷却系統の減圧対策及び低圧時の冷却対策に必要な時間的余裕をとれるよう冷却を継続できる設計とする。

具体的な設備は、以下のとおりとする。

- ・タービン動補助給水ポンプ（蒸気加減弁付）
- ・タービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁

その他、設計基準事故対処設備である給水処理設備の補助給水タンク並びに1次冷却設備の蒸気発生器を重大事故等対処設備として使用する。

b. 電動補助給水ポンプの機能回復

全交流動力電源が喪失した場合を想定した重大事故等対処設備（電動補助給水ポンプの機能回復）として、代替電源の非常用ガスタービン発電機又は空冷式非常用発電装置を使用する。

補助給水タンクを水源とした電動補助給水ポンプは、非常用ガスタービン発電機又は空冷式非常用発電装置より給電することで機能を回復し、2次冷却系からの除熱によって、1次冷却系統の十分な減圧及び冷却ができる設計とする。また、

電動補助給水ポンプは、1次冷却系統の減圧対策及び低圧時の冷却対策に必要な時間的余裕をとれるよう冷却を継続できる設計とする。

具体的な設備は、以下のとおりとする。

- ・非常用ガスタービン発電機（10.2 代替電源設備）
- ・空冷式非常用発電装置（10.2 代替電源設備）

その他、設計基準事故対処設備である給水設備の電動補助給水ポンプ、給水処理設備の補助給水タンク並びに1次冷却設備の蒸気発生器を重大事故等対処設備として使用する。

c. 主蒸気逃がし弁の機能回復（人力）

全交流動力電源及び常設直流電源系統が喪失した場合を想定した重大事故等対処設備（主蒸気逃がし弁の機能回復（人力））として、主蒸気系統設備の主蒸気逃がし弁を使用する。

主蒸気逃がし弁は、機能回復のため現場において人力で操作し、2次冷却系からの除熱によって、1次冷却系統の十分な減圧及び冷却ができる設計とする。また、主蒸気逃がし弁は、1次冷却系統の減圧対策及び低圧時の冷却対策に必要な時間的余裕をとれるよう冷却を継続できる設計とする。

具体的な設備は、以下のとおりとする。

- ・主蒸気逃がし弁

その他、設計基準事故対処設備である1次冷却設備の蒸気発生器を重大事故等対処設備として使用する。

(3) 監視及び制御に用いる設備

原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態で原子炉を冷却する場合に監視及び制御に使用する重大事故等対処設備（監視及

び制御)として、加圧器水位、蒸気発生器広域水位、蒸気発生器狭域水位、補助給水ライン流量及び補助給水タンク水位を使用する。

加圧器水位は1次冷却材の保有水量を、蒸気発生器広域水位及び蒸気発生器狭域水位は2次冷却材の保有水量を監視又は推定でき、蒸気発生器広域水位、蒸気発生器狭域水位、補助給水ライン流量及び補助給水タンク水位は蒸気発生器へ注水するための補助給水ポンプの作動状況を確認できる設計とする。

具体的な設備は、以下のとおりとする。

- ・加圧器水位 (6.4 (計装設備重大事故等対処設備))
- ・蒸気発生器広域水位 (6.4 計装設備 (重大事故等対処設備))
- ・蒸気発生器狭域水位 (6.4 計装設備 (重大事故等対処設備))
- ・補助給水ライン流量 (6.4 計装設備 (重大事故等対処設備))
- ・補助給水タンク水位 (6.4 計装設備 (重大事故等対処設備))

ディーゼル発電機及び1次冷却設備は、設計基準事故対処設備であるとともに、重大事故等時においても使用するため、

「1.1.7 重大事故等対処設備に関する基本方針」に示す設計方針を適用する。ただし、多様性、位置的分散等を考慮すべき対象の設計基準事故対処設備はないことから、「1.1.7 重大事故等対処設備に関する基本方針」のうち多様性、位置的分散等の設計方針は適用しない。

ディーゼル発電機，非常用ガスタービン発電機及び空冷式非常用発電装置の詳細については，「10.2 代替電源設備」にて記載する。1次冷却設備を構成する蒸気発生器，1次冷却材ポンプ，原子炉容器及び加圧器については，「5.1 1次冷却設備 5.1.2 重大事故等時」にて記載する。加圧器水位，蒸気発生器広域水位，蒸気発生器狭域水位，補助給水ライン流量及び補助給水タンク水位の詳細については，「6.4 計装設備（重大事故等対処設備）」にて記載する。

5.4.2.1 多様性，位置的分散

基本方針については，「1.1.7.1 多様性，位置的分散，悪影響防止等」に示す。

高圧注入ポンプ，加圧器逃がし弁，蓄圧タンク，余熱除去ポンプ及び余熱除去冷却器を使用した1次冷却系統のフィードアンドブリードは，共通要因によってタービン動補助給水ポンプ，電動補助給水ポンプ及び主蒸気逃がし弁を使用した2次冷却系からの除熱と同時に機能を損なわないよう，異なる冷却手段を用いることで多様性を持つ設計とする。また，燃料取替用水タンクを水源とすることで，補助給水タンクを水源とするタービン動補助給水ポンプ，電動補助給水ポンプ及び主蒸気逃がし弁を使用した2次冷却系からの除熱に対して異なる水源を持つ設計とする。

加圧器逃がし弁及び蓄圧タンクは原子炉格納容器内に設置し，高圧注入ポンプ，余熱除去ポンプ及び余熱除去冷却器は原子炉補助建屋内に設置することで，原子炉建屋内のタービン動補助

給水ポンプ，電動補助給水ポンプ及び主蒸気逃がし弁と共通要因によって同時に機能を損なわないよう位置的分散を図る設計とする。燃料取替用水タンクは原子炉補助建屋内へ設置することで，原子炉建屋屋上の補助給水タンクと共通要因によって同時に機能を損なわないよう，位置的分散を図る設計とする。

タービン動補助給水ポンプの機能回復（人力）において，タービン動補助給水ポンプの蒸気加減弁は専用の工具を用いて手動で操作できる設計とし，タービン動補助給水ポンプの軸受油は専用の注油器を用いて人力で供給できる設計とする。タービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁は共通要因によって常設直流電源を用いた弁操作と同時に機能を損なわないよう，ハンドルを設け，手動操作を可能とすることで多様性を持つ設計とする。

電動補助給水ポンプの機能回復において，電動補助給水ポンプは，共通要因によって同時に機能を損なわないよう，非常用ディーゼル発電機に対して多様性を持った非常用ガスタービン発電機又は空冷式非常用発電装置から給電できる設計とする。電源設備の多様性，位置的分散については「10.2 代替電源設備」にて記載する。

主蒸気逃がし弁の機能回復（人力）において主蒸気逃がし弁は，ハンドルを設けて手動操作を可能とすることで，共通要因によって空気作動と同時に機能を損なわないよう，多様性を持つ設計とする。

5.4.2.2 悪影響防止

基本方針については，「1.1.7.1 多様性，位置的分散，悪影

響防止等」に示す。

1 次冷却系統のフィードアンドブリードに使用する高圧注入ポンプ，燃料取替用水タンク，加圧器逃がし弁，蓄圧タンク，余熱除去ポンプ及び余熱除去冷却器は，設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で重大事故等対処設備として使用することで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

2 次冷却系からの除熱（タービン動補助給水ポンプの機能回復（人力），電動補助給水ポンプの機能回復及び主蒸気逃がし弁の機能回復（人力））に使用する電動補助給水ポンプ，タービン動補助給水ポンプ，補助給水タンク，主蒸気逃がし弁，蒸気発生器及びタービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁は，設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で重大事故等対処設備として使用することで，他の設備に悪影響を及ぼさない設計とする。

5.4.2.3 容量等

基本方針については「1.1.7.2 容量等」に示す。

2 次冷却系からの除熱機能が喪失した場合における 1 次冷却系統のフィードアンドブリードとして使用する高圧注入ポンプ及び燃料取替用水タンクは，設計基準事故時のほう酸水を 1 次系へ注入する機能と兼用しており，設計基準事故時に使用する場合のポンプ流量及びタンク容量が，炉心崩壊熱により加熱された 1 次冷却系統を冷却するために必要なポンプ流量及びタンク容量に対して十分であるため，設計基準事故対処設備と同仕様で設計する。

2次冷却系からの除熱機能が喪失した場合における1次冷却系統のフィードアンドブリードとして使用する加圧器逃がし弁は、設計基準事故時の1次系の減圧機能と兼用しており、設計基準事故時に使用する場合の弁放出流量が、炉心崩壊熱により加熱された1次冷却系統を冷却するために必要な弁放出流量に対して十分であるため、設計基準事故対処設備と同仕様で設計する。

2次冷却系からの除熱に使用する電動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ、主蒸気逃がし弁及び蒸気発生器は、設計基準事故時の蒸気発生器2次側による冷却機能と兼用しており、設計基準事故時に使用する場合のポンプ流量、弁放出流量及び伝熱容量が、炉心崩壊熱により加熱された1次冷却系統を冷却するために必要なポンプ流量、弁放出流量及び伝熱容量に対して十分であるため、設計基準事故対処設備と同仕様で設計する。

2次冷却系からの除熱に使用する補助給水タンクは、蒸気発生器への給水量に対し、淡水又は海水を補給するまでの間、水源を確保できる十分な容量を有する設計とする。

2次冷却系からの除熱機能が喪失した場合における1次冷却系統のフィードアンドブリードとして使用する蓄圧タンクは、設計基準事故時の蓄圧注入系の機能と兼用しており、設計基準事故時に使用する場合の保持圧力及びタンク容量が、炉心崩壊熱により加熱された1次冷却系統を冷却するために必要な保持圧力及びタンク容量に対して十分であるため、設計基準事故対処設備と同仕様で設計する。

1次冷却システムのフィードアンドブリード継続により1次系の圧力が低下し余熱除去設備が使用可能となれば余熱除去系による冷却を開始する。余熱除去系として使用する余熱除去ポンプ及び余熱除去冷却器は、設計基準事故時の余熱除去系による冷却機能と兼用しており、設計基準事故時に使用する場合のポンプ流量及び伝熱容量が、炉心崩壊熱により加熱された1次冷却システムを冷却するために必要なポンプ流量及び伝熱容量に対して十分であるため、設計基準事故対処設備と同仕様で設計する。

5.4.2.4 環境条件等

基本方針については、「1.1.7.3 環境条件等」に示す。

高圧注入ポンプ、電動補助給水ポンプ、余熱除去ポンプ、タービン動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁、主蒸気逃がし弁、燃料取替用水タンク及び余熱除去冷却器は、原子炉建屋又は原子炉補助建屋内に設置し、重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。

高圧注入ポンプ、電動補助給水ポンプ及び余熱除去ポンプの操作は中央制御室で可能な設計とする。

手動ハンドルによる主蒸気逃がし弁の操作は設置場所で可能な設計とする。

タービン動補助給水ポンプ及びタービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁の操作は設置場所で可能な設計とする。

加圧器逃がし弁、蒸気発生器及び蓄圧タンクは、原子炉格納容器内に設置し、重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。加圧器逃がし弁の操作は中央制御室で可能な設計と

する。

補助給水タンクは、屋外に設置し、重大事故等時における環境条件を考慮した設計とする。

電動補助給水ポンプ，タービン動補助給水ポンプ，蒸気発生器及び補助給水タンクは、淡水だけでなく海水も使用することから、海水影響を考慮した設計とする。

5.4.2.5 操作性の確保

基本方針については、「1.1.7.4 操作性及び試験・検査性について」に示す。

加圧器逃がし弁，高圧注入ポンプ，燃料取替用水タンク，蓄圧タンク，余熱除去ポンプ及び余熱除去冷却器を使用した1次冷却システムのフィードアンドブリードを行う系統は、重大事故等が発生した場合でも、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で重大事故等対処設備として使用する設計とする。加圧器逃がし弁，高圧注入ポンプ及び余熱除去ポンプは、中央制御室の操作スイッチで操作が可能な設計とする。

タービン動補助給水ポンプ，電動補助給水ポンプ，主蒸気逃がし弁，蒸気発生器，タービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁及び補助給水タンクを使用した2次冷却系からの除熱を行う系統は、重大事故等が発生した場合でも、設計基準対象施設として使用する場合と同じ系統構成で重大事故等対処設備として使用する設計とする。また、主蒸気逃がし弁は、現場操作も可能となるように手動ハンドルを設け、操作台を用いて、現場で人力により確実に操作できる設計とする。

タービン動補助給水ポンプは、現場での人力による専用の工具を用いた蒸気加減弁の操作及び専用の注油器によるタービン動補助給水ポンプ軸受への油供給と、人力による蒸気入口弁の操作により起動が可能な設計とする。専用工具は、作業場所近傍又はアクセスルート近傍に保管する。タービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁は、現場操作も可能となるように手動ハンドルを設け、現場で人力により確実に操作できる設計とする。

電動補助給水ポンプは、中央制御室の操作スイッチで操作が可能な設計とする。

5.4.3 主要設備及び仕様

原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備の主要設備及び仕様は第 5.4.1 表のとおり。

5.4.4 試験検査

基本方針については、「1.1.7.4 操作性及び試験・検査性について」に示す。

1 次冷却システムのフィードアンドブリードに使用する高圧注入ポンプ、燃料取替用水タンク、加圧器逃がし弁、蓄圧タンク、余熱除去ポンプ及び余熱除去冷却器並びに 2 次冷却系からの除熱に使用する電動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁、主蒸気逃がし弁、蒸気発生器及び補助給水タンクは、他系統と独立した試験系統によりそれぞれ機能・性能及び漏えいの有無の確認が可能な系統設計とする。

高圧注入ポンプ、加圧器逃がし弁、電動補助給水ポンプ、ター

ビン動補助給水ポンプ，タービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁，主蒸気逃がし弁及び余熱除去ポンプは，分解が可能な設計とする。

燃料取替用水タンク，補助給水タンク，蒸気発生器及び蓄圧タンクは，内部の確認が可能なように，マンホールを設ける設計とする。

燃料取替用水タンクは，ほう素濃度及び有効水量が確認できる設計とする。

余熱除去冷却器は，内部の確認が可能なように，フランジを設ける設計とする。また，非破壊検査が可能な設計とする。

蒸気発生器は，伝熱管の非破壊検査が可能なように，試験装置を設置できる設計とする。