

## 原子炉施設の安全対策の論点

## ① 異常状態の発生及び進展防止対策（設計基準事故対策）

## ア 火災

項目	<1> 火災により複数の安全関係設備が一斉に使えなくなることはないか
審査結果 (審査等における中国電力の説明)	<p>火災により原子炉施設の安全性が損なわれることがないように、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機能及び放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な機能を有する構築物、系統及び機器に、火災の「発生防止」、「感知及び消火」並びに「影響軽減」のそれぞれを独立して考慮した火災防護対策を講じることで、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>&lt;火災発生防止対策&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・安全機能を有する構築物、系統及び機器には不燃性又は難燃性材料を使用</li> <li>・潤滑油・燃料油を内包する機器は、溶接構造、シール構造の採用による漏えい防止対策を講じるとともに、周囲に漏えい時の拡大を防止するための堰を設置</li> <li>・蓄電池室等の水素が発生するおそれのある区域は、水素濃度が燃焼限界濃度以下となるよう、換気機能を確保</li> </ul> <p>&lt;火災の感知及び消火対策&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する場所には、煙感知器、熱感知器又は炎感知器等から、異なる感知方式の感知器を組み合わせて設置</li> <li>・煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となる場所は、自動又は手動操作できる全域ガス消火設備を設置し、それ以外の場所は消火栓、化学消防自動車及び消火器等の消火設備にて消火を行う設計</li> </ul> <p>&lt;火災の影響軽減のための対策&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐火壁等によって火災区域を分離することで、単一の火災（任意の一つの火災区域で発生する火災）により原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機能を有する多重化されたそれぞれの系統が同時に機能喪失しないよう設計</li> <li>・耐火壁や離隔距離による系統分離が困難な中央制御室床下のケーブル処理室等のケーブルは、電線管又はケーブルトレイを耐火ラッピングで覆うことで分離し、同時に機能喪失しないよう設計</li> </ul>

	<p>また、新たに設置する重大事故等対処設備は、上記の対策（火災の影響軽減のための対策を除く）を実施するほか、同じ機能を持つ既設の設計基準対象施設と別の部屋に設置するなどの位置的分散を図ることで、火災によって同時に機能喪失しない設計とする。</p>
--	--

項目	<p>〈2〉 非難燃性ケーブルを使用する箇所はないか、ある場合はどのような処置がされているか</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>安全機能を有する構築物、系統及び機器に使用するケーブルには、実証試験により自己消火性（UL垂直燃焼試験）及び耐延焼性（IEEE383（光ファイバケーブルの場合はIEEE1202）垂直トレイ燃焼試験）を確認した難燃ケーブルを使用する設計とする。</p> <p>また、現在のケーブルの使用状況及び試験状況について、フローに基づき対象箇所を選定して調査を行い、核計装ケーブルも含めて難燃ケーブルを使用していることを確認している。</p>

## イ 溢水

項目	<p>&lt;3&gt; 溢水により複数の安全関係設備が一斉に使えなくなることはないか</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>原子炉施設内で溢水が発生した場合においても、原子炉を高温停止する機能、低温停止する機能、放射性物質を閉じ込める機能、停止状態を維持できる機能、燃料プールの冷却機能及び燃料プールへの給水機能を維持するために必要な機能を持つ設備が、配管破断、消火活動及び地震等による溢水に対して「没水影響」、「被水影響」及び「蒸気影響」を評価し、それぞれいずれかの対策又は対策の組み合わせにより、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>&lt;没水対策&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設備の設置場所は、水密扉等によって溢水の流入を防止</li> <li>・設備の設置場所は、水消火以外の消火手段を採用</li> <li>・破損が想定される配管等を耐震補強</li> <li>・設備の設置高さを嵩上げ、又は堰を設置</li> </ul> <p>&lt;被水対策&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設備の設置場所は、水密扉等によって溢水の流入を防止</li> <li>・設備の設置場所は、水消火以外の消火手段を採用</li> <li>・破損が想定される配管等を耐震補強</li> <li>・被水耐性を有する機器への取り替え</li> <li>・設備に保護カバー等を取り付けて防護</li> </ul> <p>&lt;蒸気対策&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設備の設置場所は、壁・扉等によって蒸気の流入を防止</li> <li>・蒸気の流出を検知・隔離</li> <li>・破損が想定される配管等を耐震補強</li> <li>・蒸気耐性を有する機器への取り替え</li> </ul> <p>また、新たに設置する重大事故等対処設備は、上記の対策を実施するほか、同じ機能を持つ既設の安全設備と位置的分散を図ることで、溢水によって同時に機能喪失しない設計とする。</p>

## ウ 電源の信頼性

項目	<p>&lt;4&gt; 外部電源や非常用発電機などの交流電源が一つの原因で一斉に使えなくなることはないか</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>(外部電源) 島根2号機の外部電源は、以下の2ルート3回線の送電線を接続している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・北松江変電所に連系する220kV送電線2回線</li> <li>・津田変電所に連系する66kV送電線1回線</li> </ul> <p>また、申請対象外ではあるが、緊急時には、北松江変電所に連系する500kV送電線2回線からも、3号機と所内電源系を介して受電可能としている。</p> <p>これらの送電線に対して、以下の対策等を実施することにより、外部電源の信頼性を向上させている。</p> <p>&lt;送電線の分離対策&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・同一の鉄塔に全ての送電線を架線しない</li> <li>・送電線の近接箇所及び交差箇所において異常があった場合にも、いずれか1回線が使用可能であることを確認</li> </ul> <p>なお、申請対象の220kV送電線と66kV送電線の交差箇所において異常があった場合には、自主対策として非常用ディーゼル発電機の燃料容量である7日以内に66kV送電線を復旧することとし、そのための資材を当社敷地内に保管</p> <p>&lt;送電鉄塔の信頼性確認&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・盛土崩壊、地すべり及び急傾斜地の土砂崩壊の影響を評価し、抽出した鉄塔について現地踏査を実施し、鉄塔基礎の安定性が確保されていることを確認</li> <li>・一部の鉄塔については、地形要因等を考慮して風速を割り増す設計、着氷雪荷重の考慮や雪害防止対策品を採用</li> </ul> <p>&lt;【自主対策】耐震性を考慮した受電設備の設置&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震により通常受電設備の機能喪失があった場合においても2号機に外部電源が供給できるよう、発電所高台(EL44m)に耐震性を考慮した代替受電設備を設置(第2-66kV開閉所)</li> </ul> <p>なお、外部電源からの受電が出来なくなった場合には、自動的に非常用ディーゼル発電機から受電する。</p> <p>(非常用電源設備(非常用ディーゼル発電機)) 島根2号機の非常用ディーゼル発電機は、安全施設等の機能を</p>

確保するために必要な容量を、A系、B系、HPCS系の区分ごとに各1台合計3台有しており、多重性及び独立性を考慮して、3台は異なる場所に設置している。

3台の非常用ディーゼル発電機は、主たる共通要因（地震・津波・火災・溢水）に対し、以下のとおり頑健性を有している。

- ・地震…基準地震動に対し建物および電源設備が機能維持できることを確認
- ・津波…防波壁等で敷地への津波の流入を防止し、浸水させない
- ・火災…3時間耐火能力を有するコンクリート壁等で異なる系統の非常用電気盤を分離
- ・溢水…地震による溢水及び消火設備からの被水を考慮しても異なる系統の非常用電気盤が同時に機能喪失しない

また、非常用ディーゼル発電機の燃料貯蔵タンクは、各系列のディーゼル発電機を7日間以上連続運転できる容量を各系列で有している。

（重大事故等対処設備（ガスタービン発電機・電源車））

外部電源喪失、非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機が故障（「全交流動力電源喪失」）した場合に備え、以下の代替交流電源設備を新たに設置する。

- ・ガスタービン発電機（常設代替交流電源設備）  
2台（うち予備1台）
- ・高圧発電機車（可搬型代替交流電源設備）  
7台（うち予備1台）

ガスタービン発電機及び高圧発電機車は、地震、津波、火災、溢水に対し、非常用ディーゼル発電機と同時に故障することを防止するため、以下のとおり設計する。

- ・地震…基準地震動で機能維持できるよう設計
- ・津波…津波が到達しない位置に設置

ガスタービン発電機…ガスタービン建屋（EL44m）  
高圧発電機車 …第1保管エリア（EL50m）  
第3保管エリア（EL13～33m）  
第4保管エリア（EL8.5m）

- ・火災…電路に難燃ケーブルを使用、ガスタービン発電機建物には異なる感知方式の火災感知器及びガス消火設備を設置、設備設置場所を分散配置、発電機から給電する高圧母線には遮断器及び保護継電器を設置し、電氣的に分離  
高圧発電機車は、原子炉建物等、ガスタービン発電機とは距離的に離れた場所に配備
- ・溢水…溢水評価を実施し、機能喪失しないことを確認

また高圧発電機車は、屋外に設置する環境条件を考慮し、以下

	<p>のとおり設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 降水・凍結で機能喪失しないよう防水・凍結対策を行える設計</li><li>・ 風荷重、積雪荷重を考慮しても機器が損傷しないことを確認</li></ul> <p>(【自主対策】 非常用所内電源系の相互接続)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 2号機非常用所内電源系は、他号炉の非常用ディーゼル発電機に依存しない。また、島根1号及び3号機を相互に接続することで、安全性が向上する。なお、通常時は号炉間の両端の遮断器を開放することにより2号機非常用所内電源系の分離を図る設計とする。</li></ul>
--	--

項目	<p>&lt;5&gt; 交流電源喪失時、給電が再開するまで蓄電池で事故対応ができるか</p>
<p>審査結果 (審査等における中国電力の説明)</p>	<p>(全交流動力電源喪失時の対応) 外部電源喪失、非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機が故障(「全交流動力電源喪失」)した場合は、原子炉の蒸気で駆動する原子炉隔離時冷却系を使用することにより、原子炉停止後の冷却及び原子炉格納容器の健全性を確保する。このため、必要な設備(原子炉隔離時冷却系制御装置、逃がし安全弁、原子炉水位計等の計装設備、非常用照明等)に電源供給が可能な非常用直流電源設備を備えている。</p> <p>(非常用蓄電池等) 直流電源で動作する機器類は、交流電源設備から充電器を介して給電されているが、全交流動力電源が喪失した場合でも、原子炉の安全停止、停止後の冷却に必要な及び原子炉格納容器の健全性確保に必要な設備への電源供給を一定時間まかなう容量をもった、以下の3系統6組の非常用蓄電池・充電器及び分電盤等から構成される非常用直流電源設備を設置している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 115V蓄電池等 3組 (A系、B系、HPCS系用)</li> <li>・ 230V蓄電池等 1組 (原子炉隔離時冷却系関係機器(復水ポンプ等)用)</li> <li>・ 24V蓄電池等 2組 (中性子計装用)</li> </ul> <p>これらの非常用蓄電池及びその付属設備は、非常用3系統を別の部屋に設置しており、多重性及び独立性を確保すること、地震、津波、火災、溢水の観点からこれら共通要因により機能が喪失しないよう、以下のとおり頑健性を有していることを確認している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地震…基準地震動に対し建物および非常用所内電源設備が機能維持できることを確認</li> <li>・ 津波…防波壁等で敷地への津波の流入させない</li> <li>・ 火災…非常用蓄電池及びその付属設備を設置している蓄電池室、充電器室、計装用電気室は3時間耐火能力を有する耐火壁により分離</li> <li>・ 溢水…溢水評価を実施し、蓄電池、充電器、計装用電気の機能を失わないことを確認</li> </ul> <p>また、全交流動力電源喪失した場合に交流電源からの給電が再開するまでの時間を、訓練実績等から想定し、この時間を超えて蓄電池から給電が行えるよう、以下のとおり設計している。</p> <p>&lt;給電再開時間の想定&gt;</p>

- ・ガスタービン発電機からの給電開始  
全交流動力電源喪失時から 70分（訓練実績 42分）
- ・1号機の非常用ディーゼル発電機からの給電開始  
ガスタービン発電機起動失敗から 95分（訓練実績 67分）
- ・高圧発電機車からの給電開始  
1号機からの給電失敗から 275分（訓練実績 200分）  
（合計）440（7時間20）分

<蓄電池の容量（稼働時間）>

- ・115V蓄電池（A系、B系、HPCS系）… 8時間以上
- ・230V蓄電池（RCIC）… 24時間以上
- ・24V蓄電池（中性子計装用）… 4時間以上

なお、中性子計装による原子炉停止確認は全交流動力電源喪失直後に行い、以降は115V蓄電池を用いて出力及び制御棒位置により原子炉停止維持確認を行うので、24V蓄電池は4時間分の容量として問題ない。

（重大事故等対処設備（蓄電池・充電器等））

上記の蓄電池が故障又は枯渇した場合等に備え、以下の代替直流電源設備（蓄電池・充電器等）を新たに設ける。

- ・B1-115V蓄電池等 1組  
（所内常設蓄電池式直流電源設備、B系増強用）  
…8時間後以降、B-115V蓄電池から原子炉隔離時冷却系を含めた一部の負荷を切替え、16時間（合計24時間）電源供給
- ・SA用115V蓄電池等 1組  
（常設代替直流電源設備、高圧原子炉代替注水系用）  
…高圧原子炉代替注水系のタービンへ蒸気供給する電動弁のほか、関係計装設備へ交流電源喪失から24時間電源供給

これらの設備は、A系・HPCS系蓄電池等に対し、位置的分散を図るとともに、地震、津波、火災、溢水の共通要因により同時に機能が喪失しないよう、以下のとおり独立性を有する設計とする。

- ・地震…基準地震動に対し建物および電源設備が機能維持できることを確認
- ・津波…防波壁等で敷地への津波の流入させない
- ・火災…非常用蓄電池及びその附属設備を設置している蓄電池室、充電器室、計装用電気室は3時間耐火能力を有する耐火壁により分離
- ・溢水…溢水評価を実施し、蓄電池、充電器、計装用電気の機能

を失わないことを確認

また、高圧発電機車（交流電源）からS A用充電器を介することで、可搬設備からも直流が給電可能な設計とする。

## エ その他異常発生防止対策

項目	〈6〉 サイバーテロを含む不正アクセス対策はされているか
審査結果 (審査等における中国電力の説明)	<p>〈サイバーテロ〉</p> <p>安全保護回路（原子炉保護系、工学的安全施設作動回路）のうちデジタル化している部分について、不正アクセス行為その他電子計算機に使用目的に沿うべき動作をさせず、又は使用目的に反する動作をさせる行為による被害を防止することができるものとするため、以下の対策を実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・物理的及び電氣的アクセスの制限対策</li> <li>・ハードウェアの物理的な分離又は機能的な分離対策</li> <li>・外部ネットワークからの遠隔操作及びウイルス等の侵入防止対策</li> <li>・システムの導入段階、更新段階又は試験段階で承認されていない動作や変更を防ぐ対策</li> <li>・耐ノイズ・サージ対策</li> <li>・ウイルス侵入防止について、供給者への要求事項及び供給者で実施している対策</li> </ul> <p>また、核物質防護対策のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムは、不正アクセス行為を受けないように、当該システムに対する外部からのアクセスを遮断する。</p>