

4.2 想定事故2

比較表

柏崎 6 / 7号 (2017年3月6日版)	東二	備考
<p>4.2 想定事故2</p> <p>4.2.1 想定事故2 の特徴, 燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 想定する事故</p> <p>「使用済燃料プールにおける重大事故に至るおそれがある事故」において, 使用済燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性を確認するために想定する事故の一つには, 「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり, 「想定事故2」として「サイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な喪失が発生し, 使用済燃料プールの水位が低下する事故」がある。</p> <p>(2) 想定事故2 の特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>「想定事故2」では, 使用済燃料プールの冷却系の配管<b>損傷</b>によるサイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な漏えいが発生するとともに, 使用済燃料プール注水機能が喪失することを想定する。このため, 使用済燃料プール水位が低下することから, 緩和措置がとられない場合には, 燃料は露出し, 燃料損傷に至る。</p> <p>本想定事故は, 使用済燃料プール水の漏えいによって燃料損傷に至る事故を想定するものである。このため, 重大事故等対策の有効性評価には使用済燃料プール水の漏えいの停止手段及び使用済燃料プールの注水機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>したがって, 「想定事故2」では, 使用済燃料プール水の漏えいの停止や, <b>燃料プール代替注水系（可搬型）</b>による使用済燃料プールへの注水によって, 燃料損傷の防止を図る。また, <b>燃料プール代替注水系（可搬型）</b>により使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>「想定事故2」における機能喪失に対して, 使用済燃料プール内の燃料が著しい損傷に至ることなく, かつ, 十分な冷却を可能とするため, <b>運転員による使用済燃料プールからのサイフォン現象による漏えい停止手段, サイフォンブレイク孔による漏えい停止機能及び燃料プール代替注水系（可搬型）<sup>*1</sup></b>による使用済燃料プールへの注水手段を整備する。</p> <p>これらの対策の概略系統図を図4.2.1に, 手順の概要を図4.2.2に示すとともに, 重大事故等対策の概要を以下に示す。また, 重大事故等対策における設備と<b>操作手順</b>の関係を表4.2.1に示す。</p> <p>「想定事故2」において, <b>6号及び7号炉同時の重大事故等対策に必要な要員は, 中央制御室の運転</b></p>	<p>4.2 想定事故2</p> <p>4.2.1 想定事故2 の特徴, 燃料損傷防止対策</p> <p>(1) 想定する事故</p> <p>「使用済燃料プールにおける重大事故に至るおそれがある事故」において, 使用済燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性を確認するために想定する事故の一つには, 「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり, 想定事故2として「サイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な喪失が発生し, 使用済燃料プールの水位が低下する事故」がある。</p> <p>(2) 想定事故2 の特徴及び燃料損傷防止対策の基本的考え方</p> <p>想定事故2では, 使用済燃料プールの冷却系の配管<b>破断</b>によるサイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な漏えいが発生するとともに, 使用済燃料プール注水機能が喪失することを想定する。このため, 使用済燃料プール水位が低下することから, 緩和措置がとられない場合には, 燃料は露出し, 燃料損傷に至る。</p> <p>本想定事故は, 使用済燃料プール水の漏えいによって燃料損傷に至る事故を想定するものである。このため, 重大事故等対策の有効性評価には使用済燃料プール水の漏えいの停止手段及び使用済燃料プールの注水機能に対する重大事故等対処設備に期待することが考えられる。</p> <p>したがって, 想定事故2では, <b>静的サイフォンブレイカ</b>による使用済燃料プール水の漏えいの停止や, <b>可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）</b>を使用した使用済燃料プールへの注水によって, 燃料損傷の防止を図る。また, <b>可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）</b>を使用して使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>(3) 燃料損傷防止対策</p> <p>想定事故2における機能喪失に対して, 使用済燃料プール内の燃料が著しい損傷に至ることなく, かつ, 十分な冷却を可能とするため, <b>静的サイフォンブレイカによる使用済燃料プール保有水のサイフォン現象による漏えいの防止手段及び常設低圧代替注水系ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）</b>を使用した使用済燃料プールへの注水手段及び<b>可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）</b>を使用した使用済燃料プールへの注水手段を整備する。</p> <p>なお, <b>これらの手段はいずれも重大事故等対処設備を用いた手段であり, 本来はいずれの設備でも想定事故2において対処可能であるが, 手順上, 後段の手段である可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水手段を代表として評価対象とすることとし, その他の注水手段については評価上考慮しないものとする。</b>これらの対策の概略系統図を第4.2-1図に, <b>対応手順の概要を第4.2-2図に示すとともに, 重大事故等対策の概要を以下に示す。また, 重大事故等対策における手順と設備</b>の関係を第4.2-1表に示す。</p> <p>想定事故2において, <b>必要な要員は, 初動対応要員13名及び事象発生から2時間以降に期待</b></p>	<p></p> <p>• 東海第二は, 静的サイフォンブレイカの効果に期待する。</p> <p>• 設備名称の違い</p> <p>• 設備名称の違い</p> <p>• 設備の違い</p> <p>• 要員の数, 呼称の違い</p>

4.2 想定事故 2

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6 / 7号 (2017年3月6日版)	東二	備考
<p>員及び緊急時対策要員で構成され、合計22名である。その内訳は次のとおりである。</p> <p>中央制御室の運転員は、当直長1名（6号及び7号炉兼任）、当直副長2名<sup>※2</sup>、運転操作対応を行う運転員6名である。発電所構内に常駐している要員のうち、通報連絡等を行う緊急時対策本部要員は5名、緊急時対策要員（現場）は8名である。</p> <p>必要な要員と作業項目について図4.2.3に示す。</p> <p>※1 燃料プール代替注水系（可搬型）として燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）を想定する。なお、燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）の注水手段が使用出来ない場合においては燃料プール代替注水系（可搬型スプレイヘッド）による対応が可能である。</p> <p>※2 原子炉停止中の6号及び7号炉における体制は、必ずしも当直副長2名ではなくケースによっては当直副長1名、運転員1名の場合もある。</p> <p>a. 使用済燃料プール水位低下確認</p> <p>使用済燃料プールを冷却している系統が停止すると同時に、使用済燃料プールの冷却系の配管損傷によるサイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な漏えいが発生し、使用済燃料プール水位が低下することを確認する。</p> <p>使用済燃料プールの水位低下を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料貯蔵プール水位・温度等である。</p> <p>b. 使用済燃料プールの注水機能喪失確認</p> <p>使用済燃料プールの喪失した保有水を注水するため、補給水系による使用済燃料プールへの注水準備を行う。中央制御室からの遠隔操作により使用済燃料プールへの注水準備が困難な場合、使用済燃料プールへの注水機能喪失であることを確認する。</p> <p>使用済燃料プールの注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料貯蔵プール水位・温度等である。</p> <p>c. 使用済燃料プール漏えい箇所の隔離</p> <p>使用済燃料プールの水位低下に伴い発生する警報等により、使用済燃料プールからの漏えいを認知し、原因調査を開始する。原因調査の結果、サイフォン現象による漏えいであることを判断し、</p>	<p>する招集要員2名である。</p> <p>初動対応要員の内訳は、発電長1名、副発電長1名、運転操作対応を行う運転員1名、通報連絡等を行う災害対策要員2名、現場操作を行う重大事故等対応要員8名である。</p> <p>招集要員の内訳は、燃料補給作業を行う重大事故等対応要員2名である。必要な要員と作業項目について第4.2-3図に示す。</p> <p>a. 使用済燃料プール水位低下の確認</p> <p>外部電源喪失により使用済燃料プールを冷却している系統が停止すると同時に、燃料プール冷却浄化系配管の破断によるサイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な漏えいが発生し、使用済燃料プール水位が低下することを確認する。</p> <p>使用済燃料プール水位低下を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）等である。</p> <p>b. 使用済燃料プール注水機能喪失の確認</p> <p>使用済燃料プールの喪失した保有水を補給するため、残留熱除去系及び補給水系による使用済燃料プールへの注水準備を行う。中央制御室からの遠隔操作により使用済燃料プールへの注水準備が困難な場合、使用済燃料プール注水機能喪失であることを確認する。</p> <p>使用済燃料プール注水機能喪失を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）、残留熱除去系系統流量等である。</p> <p>c. 使用済燃料プール水位、温度監視</p> <p>使用済燃料プールの注水機能喪失の確認後、使用済燃料プールの水位、温度を監視する。</p> <p>使用済燃料プール水位、温度を監視するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）等である。</p> <p>d. 使用済燃料プール注水機能の復旧操作</p> <p>使用済燃料プール注水機能（残留熱除去系及び補給水系）の復旧操作は対応可能な要員にて実施する。</p>	<p>・東海第二は、残留熱除去系に比べて耐震性の低い燃料プール冷却浄化系配管の破断を想定</p> <p>・設備名称の違い</p>

4.2 想定事故2

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6 / 7号 (2017年3月6日版)	東二	備考
<p>使用済燃料プールの冷却系配管の手動弁を閉止することで、使用済燃料プールからの漏えい箇所の隔離が完了する。</p> <p>d. 燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水</p> <p>燃料プール代替注水系（可搬型）の準備は冷却機能喪失による異常の認知を起点として開始する。</p> <p>準備が完了したところで、燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水を開始し、使用済燃料プール水位を回復する。その後は、使用済燃料プールの冷却系を復旧しつつ、燃料プール代替注水系（可搬型）の間欠運転又は流量調整により蒸発量に応じた水量を注水することで、使用済燃料プール水位を必要な遮蔽を確保できる水位（目安と考える10mSv/h となる通常水位から約2.1m 下の水位）<sup>※3</sup> より高く維持する。</p> <p>燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水を確認するために必要な設備は、使用済燃料貯蔵プール水位・温度等である。</p> <p>※3 必要な遮蔽の目安は緊急作業時の被ばく限度(100mSv)等と比べ、十分余裕のある値であり、かつ定期検査作業での原子炉建屋最上階における現場作業の実績値(約6mSv/h)を考慮した値(10mSv/h)とする。この線量率となる使用済燃料プール水位は通常水位から約2.1m下の位置である。</p> <p>4.2.2 燃料損傷防止対策の有効性評価                      (1) 有効性評価の方法                      「想定事故2」の評価においては、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「サイフォン現象等により使用済燃料プール水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料プールの水位が低下する事故」を想定する。                      なお、使用済燃料プールの保有水の漏えいを防止するため、使用済燃料プールには排水口を設け</p>	<p>e. 可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水準備                      可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）の準備は注水機能喪失による異常の認知を起点として開始する。                      外部電源が喪失している場合、中央制御室からの遠隔操作により常設代替高圧電源装置から緊急用母線を受電し、必要な計装設備及び可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）に給電する。</p> <p>f. 可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水                      可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）の準備完了後、使用済燃料プールへの注水を開始することにより、使用済燃料プール水位を回復する。その後、蒸発量に応じた水量を注水することで、使用済燃料プール水位を、必要な遮蔽を確保できる水位（線量率が10mSv/h となる通常水位から約0.9m 下の水位）<sup>※1</sup> より高く維持する。                      ※1：必要な遮蔽の目安は緊急作業時の被ばく限度（100mSv）と比べ、十分余裕のある値であり、かつ施設定期検査業務で原子炉建屋最上階における現場作業実績値（約3.5mSv/h）を考慮した値（10mSv/h）とする。この線量率となる使用済燃料プール水位は通常水位から約0.9m 下の位置である。                      可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水を確認するために必要な計装設備は、使用済燃料プール水位・温度（SA広域）等である。</p> <p>g. タンクローリによる燃料補給操作                      タンクローリにより可搬型設備用軽油タンクから可搬型代替注水大型ポンプに燃料補給を実施する。</p> <p>4.2.2 燃料損傷防止対策の有効性評価                      (1) 有効性評価の方法                      想定事故2の評価においては、「1.2 評価対象の整理及び評価項目の設定」に示すとおり、「サイフォン現象等により使用済燃料プール水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料プールの水位が低下する事故」を想定する。                      なお、使用済燃料プールの保有水の漏えいを防止するため、使用済燃料プールには排水口を設</p>	

4.2 想定事故2

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6 / 7号 (2017年3月6日版)	東二	備 考
<p>ない設計としており、また、燃料プール冷却浄化系はスキマせきを越えてスキマサージタンクに流出する水を循環させる設計とするとともに、使用済燃料プールに入る配管には<b>逆止弁</b>を設け、<b>配管からの漏えいがあっても</b>サイフォン現象による使用済燃料プール水の流出を防止する設計としている。使用済燃料プールに入る配管の<b>逆止弁</b>は動力を必要としない設計であり、信頼性は十分高いと考えられるが、本想定事故では固着を想定する。</p> <p>「想定事故2」では、<b>残留熱除去系配管の貫通クラックによる損傷発生後、サイフォン現象による使用済燃料プール水の漏えい及び崩壊熱による使用済燃料プール水温の上昇、沸騰及び蒸発</b>によって使用済燃料プール水位は低下する。</p> <p><b>漏えいの隔離及び</b>使用済燃料プールへの注水により、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される水位を確保できることを評価する。なお、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される水位を確保できることで、<b>有効燃料棒</b>頂部は冠水が維持される。未臨界については、燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、維持される。</p> <p>また、評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、「想定事故2」における運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作<b>時間余裕</b>を評価する。                      (添付資料4.1.4, 4.2.1)</p> <p>(2) 有効性評価の条件</p> <p>「想定事故2」に対する初期条件も含めた主要な評価条件を表4.2.2に示す。また、主要な評価条件について、「想定事故2」特有の評価条件を以下に示す。</p> <p>なお、本評価では崩壊熱及び運転員の人数の観点から厳しい条件である、原子炉停止中の使用済燃料プールを前提とする。原子炉運転中の使用済燃料プールは、崩壊熱は原子炉停止中の使用済燃料プールに比べて小さく事象進展が緩やかになること、また、より多くの運転員による対応が可能であることから本評価に抱絡される。                      (添付資料4.1.1)</p> <p>a. 初期条件</p> <p>(a) 使用済燃料プールの初期水位及び初期水温</p> <p>使用済燃料プールの初期水位は通常水位とし、保有水量を厳しく見積もるため、使用済燃料プールと隣接する原子炉ウェルの間に設置されているプールゲートは閉状態を仮定する。また、使用済燃料プールの初期水温は、運転上許容される上限の65℃とする。</p> <p>(b) 崩壊熱</p> <p>使用済燃料プールには貯蔵燃料の他に、原子炉停止後に最短時間（原子炉停止後<b>10日</b>）で取り出された全炉心分の燃料が一時保管されていることを想定して、使用済燃料プールの崩壊熱は約<b>11MW</b></p>	<p>けない設計としており、また、燃料プール冷却浄化系はスキマせきを越えてスキマサージタンクに流出する水を循環させる設計とするとともに、使用済燃料プールに入る配管には<b>真空破壊弁</b>を設け、サイフォン現象により、使用済燃料プール水が<b>流出しない</b>設計としている。使用済燃料プールに入る配管の<b>真空破壊弁</b>は動力を必要としない設計であり、信頼性は十分高いと考えられるが、本想定事故では固着を想定する。</p> <p>想定事故2では、<b>燃料プール冷却浄化系配管の破断</b>の後、使用済燃料プール水の漏えいが発生するが、<b>静的サイフォンブレイカ</b>により使用済燃料プール水のサイフォン現象による漏えいは防止され、使用済燃料プール水位の低下は燃料プール冷却浄化系戻り配管下端位置（通常水位から約0.23m下）で停止する。その後、崩壊熱による使用済燃料プール水温の上昇、沸騰及び蒸発によって使用済燃料プール水位は低下する。<b>可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）</b>を用いた使用済燃料プールへの注水により、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される水位を確保できることを評価する。なお、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される水位を確保<b>することにより</b>、<b>燃料有効長</b>頂部は冠水が維持される。未臨界については、燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、維持される。</p> <p>また、評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、想定事故2における運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作<b>余裕時間</b>を評価する。                      (添付資料 4.1.4, 4.2.1)</p> <p>(2) 有効性評価の条件</p> <p>想定事故2に対する初期条件も含めた主要な評価条件を第4.2-2表に示す。また、主要な評価条件について、想定事故2特有の評価条件を以下に示す。</p> <p>なお、本評価では崩壊熱<b>及び運転員の人数</b>の観点から厳しい条件である、原子炉<b>運転</b>停止中の使用済燃料プールを前提とする。原子炉運転中の使用済燃料プールは、崩壊熱が原子炉<b>運転</b>停止中の使用済燃料プールに比べて小さく事象進展が緩やかになること、<b>また、より多くの運転員による対応が可能であること</b>から本評価に包絡される。                      (添付資料 4.1.1)</p> <p>a. 初期条件</p> <p>(a) 使用済燃料プールの初期水位及び初期水温</p> <p>使用済燃料プールの初期水位は通常水位とし、保有水量を厳しく見積もるため、使用済燃料プールと隣接する原子炉ウェルの間に設置されているプールゲートは閉状態を仮定する。また、使用済燃料プールの初期水温は、運転上許容される上限の65℃とする。</p> <p>(b) 崩壊熱</p> <p>使用済燃料プールには貯蔵燃料の他に、原子炉停止後に最短時間（原子炉停止後<b>9日</b>）で取り出された全炉心分の燃料が一時保管されていることを想定して、使用済燃料プールの崩</p>	<p>・設備の違い</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイカの効果に期待する。</p>

4.2 想定事故 2

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6 / 7号 (2017年3月6日版)	東二	備考
<p>を用いるものとする。</p> <p>なお、崩壊熱に相当する保有水の蒸発量は約19m<sup>3</sup>/hである。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 安全機能の喪失に対する仮定</p> <p>使用済燃料プールの冷却機能及び注水機能として燃料プール冷却浄化系、残留熱除去系、<b>復水補給水系</b>、<b>サブプレッションプール浄化系</b>等の機能を喪失するものとする。</p> <p>(b) 配管<b>損傷</b>の想定</p> <p>使用済燃料プール水位が最も低下する可能性のあるサイフォン現象として、原子炉建屋地下階の残留熱除去系配管<sup>※4</sup>の貫通クラックによる損傷を想定する。当該配管は低圧設計の配管であることから、配管内径の1/2の長さと同配管肉厚の1/2の幅を有する貫通クラックによる損傷を想定する。</p> <p>※4 使用済燃料プールに入る配管でサイフォン現象による漏えい発生の可能性のあるものは、燃料プール冷却浄化系のディフューザ配管以外になく、よって当該配管に接続される系統のうち、配管内径及び損傷時の高さ等の漏えい発生時の影響を考慮して設定</p> <p>(c) サイフォン現象による漏えい量</p> <p>燃料プール冷却浄化系及び残留熱除去系配管に設置されている逆止弁については、燃料プール冷却浄化系の配管で想定される異物の弁への噛み込みにより固着し、逆止弁の機能が十分に働かない状態を仮定する。このときの使用済燃料プールからのサイフォン現象による漏えい量は約70m<sup>3</sup>/hとなる。</p> <p>なお、評価においてはディフューザ配管に施工されているサイフォンブレイク孔の漏えい停止効果に期待しない。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料4.2.2, 4.2.3)</p> <p>(d) 外部電源</p> <p>外部電源は使用できないものと仮定する。</p> <p>外部電源がない場合においても、<b>燃料プール代替注水系（可搬型）</b>による使用済燃料プールへの注水は可能であり、外部電源がある場合と事象進展は<b>同等</b>となるが、資源の評価の観点から厳しくなる外部電源がない場合を想定する。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) <b>燃料プール代替注水系（可搬型）</b></p> <p>使用済燃料プールへの注水は、<b>可搬型代替注水ポンプ（A-2級）</b>1台を使用するものとし、崩壊熱による使用済燃料プール水の蒸発量を上回る<b>45m<sup>3</sup>/h<sup>※5</sup></b>にて注水する。</p> <p>※5 <b>燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）</b>、<b>燃料プール代替注水系（可搬型スプレイヘッド）</b>の注水容量はともに<b>45m<sup>3</sup>/h以上(1台)</b>である。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件</p> <p>運転員等操作に関する条件として、「1.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p>	<p>壊熱は約<b>9.1MW</b>を用いるものとする。</p> <p>なお、崩壊熱に相当する保有水の蒸発量は約<b>15m<sup>3</sup>/h</b>である。</p> <p>b. 事故条件</p> <p>(a) 安全機能の喪失に対する仮定</p> <p>使用済燃料プール冷却機能及び注水機能として、残留熱除去系、<b>燃料プール冷却浄化系</b>、<b>補給水系</b>等の機能が喪失するものとする。</p> <p>(b) 配管<b>破断</b>の想定</p> <p>燃料プール冷却浄化系配管の破断を想定する。</p> <p>(c) 使用済燃料プール水位の低下</p> <p>燃料プール冷却浄化系配管に設置されている<b>真空破壊弁</b>については閉固着を仮定する。サイフォン現象による使用済燃料プールの水位低下は、静的サイフォンブレイカにより、燃料プール冷却浄化系のプール内設置配管のうち最も高所に設置されている水平配管の配管下端部（通常水位から約0.23m下）で停止することを想定する。なお、このときの水位低下は、保守的に瞬時に上記水位まで低下することを想定する。</p> <p style="text-align: right;">(添付資料 4.2.2)</p> <p>(d) 外部電源</p> <p>外部電源は使用できないものと仮定する。</p> <p>外部電源がない場合においても、<b>可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）</b>を使用した使用済燃料プールへの注水は可能であり、外部電源がある場合と事象進展は<b>同様</b>となるが、資源の評価の観点から厳しくなる外部電源がない場合を想定する。</p> <p>c. 重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>(a) <b>可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）</b></p> <p>使用済燃料プールへの注水は、<b>可搬型代替注水大型ポンプ</b>1台を使用するものとする。<b>使用済燃料プールへの注水流量は、燃料の崩壊熱による使用済燃料プール水の蒸発量を上回り燃料損傷防止が可能な流量として、50m<sup>3</sup>/h<sup>※2</sup></b>を設定する。</p> <p>d. 重大事故等対策に関連する操作条件</p> <p>運転員等操作に関する条件として、「1.3.5 運転員等の操作時間に対する仮定」に示す分類に従って以下のとおり設定する。</p>	<p>・東海第二は、保守的に水位が瞬時に低下すると想定している。このため、配管破断の規模を詳細に設定していない</p> <p>・記載箇所の違い</p> <p>・設備容量の違い</p>

4.2 想定事故 2

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6 / 7号 (2017年3月6日版)	東二	備考
<p>(a) 使用済燃料プール漏えい箇所の隔離は，事象発生から150分後に完了する。</p> <p>(b) 燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水は，事象発生12時間後から開始する。</p> <p>なお，サイフォンブレイク孔の効果に期待した場合には事象発生から約100分後（6号炉は80分後，7号炉は100分後）に漏えいが停止するため，運転員による漏えい停止操作での対応に比べ，その後の事象進展や評価項目となるパラメータが緩和されることから本評価では運転員による使用済燃料プールの漏えい箇所の隔離操作による対応を示す。</p> <p>(3) 有効性評価の結果</p> <p>使用済燃料プール水位の変化を図4.2.4に，使用済燃料プール水位と線量率の評価結果を図4.2.5に示す。</p> <p>a. 事象進展</p> <p>残留熱除去系配管の貫通クラックによる損傷発生後，サイフォン現象によって，使用済燃料プール水は漏えいし，使用済燃料プール水位は低下する。スキマせきを越える水がなくなるためスキマサージタンクの水位低下又は使用済燃料プールの水位低下に伴い発生する警報により異常を認知する。原子炉建屋2階にある燃料プール冷却浄化系配管の手動弁を閉止することにより，事象発生から150分後に漏えい箇所を隔離し，サイフォン現象による漏えいを停止する。一方，使用済燃料プールの喪失した保有水を注水するため，補給水系による水の注水準備を行うが補給水系が使用不可能な場合，燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水準備を行う。</p> <p>使用済燃料プールへの注水が始まるまで，使用済燃料プール水温は約5℃/hで上昇し，事象発生から約7時間後に100℃に達する。その後，蒸発により使用済燃料プール水位は低下し始めるが，事象発生から12時間経過した時点で燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水を開始すると，使用済燃料プール水位は回復する。</p> <p>その後は，使用済燃料プールの冷却系を復旧しつつ，燃料プール代替注水系（可搬型）により，蒸発量に応じた水量を使用済燃料プールに注水し，使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>使用済燃料プール水位は，図4.2.4に示すとおり，通常水位から約1.2m下の水位まで低下するに留まり，有効燃料棒頂部は冠水維持される。使用済燃料プール水温については約7時間で沸騰し，その後100℃付近で維持される。</p> <p>また，図4.2.5に示すとおり，使用済燃料プール水位が通常水位から約1.2m下の水位となった場合の線量率は約<math>1.0 \times 10^{-1}</math> mSv/h以下であり，必要な遮蔽の目安と考える10mSv/hと比べて低い値であることから，この水位において放射線の遮蔽は維持される。なお，線量率の評価点は原子炉建屋最上階の床付近としている。</p>	<p>(a) 可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水は，事象発生8時間後から開始する。</p> <p>(3) 有効性評価の結果</p> <p>想定事故2における使用済燃料プール水位の時間変化を第4.2-4図に，使用済燃料プール水位と線量率の関係を第4.2-5図に示す。</p> <p>a. 事象進展</p> <p>燃料プール冷却浄化系配管の破断により，使用済燃料プール水位が燃料プール冷却浄化系戻り配管下端まで低下する。スキマせきを越える水がなくなるためスキマサージタンクの水位低下又は使用済燃料プール水位低下に伴い発生する警報により異常を認知する。使用済燃料プール水位が通常水位から約0.23m下まで低下していること等を確認し，使用済燃料プールからの漏えいが発生したこと及び静的サイフォンブレイカによりサイフォン現象による漏えいが停止したことを確認する。使用済燃料プールの注水機能喪失を確認し，補給水系による使用済燃料プールへの注水準備を行うが，補給水系が使用不可能な場合，可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水準備を行う。</p> <p>使用済燃料プールへの注水が始まるまで，使用済燃料プール水温は約7.0℃/hで上昇し，事象発生から約5.0時間後に100℃に達する。その後，蒸発により使用済燃料プール水位は低下し始めるが，事象発生から8時間後に可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水を開始すると，使用済燃料プール水位は回復する。</p> <p>その後は，使用済燃料プールの冷却系を復旧しつつ，可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）により，蒸発量に応じた水量を使用済燃料プールに注水し，使用済燃料プール水位を維持する。</p> <p>b. 評価項目等</p> <p>使用済燃料プール水位の時間変化は第4.2-4図に示すとおり，通常水位から約0.6m下まで低下するに留まり，燃料有効長頂部は冠水維持される。また，使用済燃料プール水温は事象発生約5.0時間で沸騰し，その後100℃付近で維持される。</p> <p>また，第4.2-5図に示すとおり，使用済燃料プール水位が通常水位から約0.6m下の水位となった場合の線量率は，約3.0mSv/hであり，必要な遮蔽の目安と考える10mSv/hと比べて低い値であることから，この水位において放射線の遮蔽は維持される。なお，線量率の評価点は原子炉建屋最上階における使用済制御棒ハンガ真上の床面高さとしている。</p>	<p>・東海第二は，静的サイフォンブレイカの効果に期待しているため，隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する。</p> <p>・東海第二は，静的サイフォンブレイカの効果に期待する</p>

4.2 想定事故2

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6 / 7号 (2017年3月6日版)	東二	備考
<p>使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、未臨界は維持される。</p> <p>事象発生12時間後から燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水を行うことで使用済燃料プール水位は回復し、その後蒸発量に応じた使用済燃料プールへの注水を継続することで安定状態を維持できる。</p> <p>本評価では、「1.2.3.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。                      (添付資料4.1.2, 4.2.4)</p> <p>4.2.3 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作時間余裕を評価するものとする。</p> <p>「想定事故2」では、サイフォン現象等により使用済燃料プール内の水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料プールの水位が低下することが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水操作及び漏えい箇所の隔離とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、表4.2.2に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、評価条件の設定に当たっては、7号炉を代表として原則、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるような設定があることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる燃料の崩壊熱、事象発生前の使用済燃料プールの初期水温及び初期水位、プールゲートの状態、並びに損傷箇所・状態の想定及び逆流防止用の逆止弁の状態の影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約11MWに対して最確条件は約10MW以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、使用済燃料プール水の温度上昇及び水位低下速度は緩やかになるが、燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水操作及び漏えい箇所の隔離操作は、燃料の崩壊熱に応じた対応をとるものではなく、水位低下による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水温は、評価条件の65℃に対して最確条件は約27℃～約45℃であ</p>	<p>使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により、水密度によらず臨界未満となるため、未臨界は維持される。</p> <p>事象発生 8 時間後から可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水を行うことで使用済燃料プール水位は回復し、その後、蒸発量に応じた使用済燃料プールへの注水を継続し、機能喪失している設備の復旧に努める。復旧後は補給水系によりスキマサージタンクへの注水を実施し、漏えい箇所を隔離した状態で残留熱除去系等により冷却を実施することで安定状態を維持できる。</p> <p>本評価では、「1.2.3.2 有効性を確認するための評価項目の設定」に示す(1)から(3)の評価項目について、対策の有効性を確認した。                      (添付資料 4.1.1, 4.2.3)</p> <p>4.2.3 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び操作余裕時間を評価するものとする。</p> <p>想定事故2では、燃料プール冷却浄化系配管の破断により使用済燃料プール内の水の小規模な喪失が発生し、静的サイフォンブレイカにより使用済燃料プール水のサイフォン現象による漏えいは防止され、燃料プール冷却浄化系戻り配管下端（通常水位から約0.23m下）まで使用済燃料プールの水位が低下することが特徴である。また、不確かさの影響を確認する運転員等操作は、可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した注水操作とする。</p> <p>(1) 評価条件の不確かさの影響評価</p> <p>a. 初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件</p> <p>初期条件、事故条件及び重大事故等対策に関連する機器条件は、第4.2-2表に示すとおりであり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。また、評価条件の設定に当たっては、原則、評価項目となるパラメータに対する余裕が小さくなるような設定としていることから、その中で事象進展に有意な影響を与えると考えられる燃料の崩壊熱、事象発生前の使用済燃料プールの初期水温、初期水位、プールゲートの状態、破断箇所・状態の想定及びサイフォン現象による水位低下量の影響評価の結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は、評価条件の約9.1MWに対して最確条件は9.1MW以下であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さくなるため、使用済燃料プールの水温上昇及び水位低下速度は緩やかになるが、注水操作は、燃料の崩壊熱の状態に応じた対応をとるものではなく、水位低下による異常の認知を起点とするものであるため、運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水温は、評価条件の65℃に対して最確条件は約12℃～40℃</p>	<p>備考</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイカの効果に期待しているため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する。</p>

4.2 想定事故2

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6 / 7号 (2017年3月6日版)	東二	備考
<p>り，本評価条件の不確かさとして，最確条件とした場合，評価条件で設定している使用済燃料プールの初期水温より低くなることが考えられ，さらに時間余裕が長くなることが考えられるが，燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水操作及び漏えい箇所の隔離操作は，燃料プール水の初期水温に応じた対応をとるものではなく，水位低下による異常の認知を起点とするものであるため，運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の使用済燃料プールの水位は，評価条件の通常水位に対して最確条件は通常水位付近であり，本評価条件の不確かさとして，最確条件とした場合，評価条件での初期水位は通常水位を設定しているため，その変動を考慮した場合，有効燃料棒頂部に低下するまでの時間は短くなるが，燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水操作及び漏えい箇所の隔離操作は，初期水位に応じた対応をとるものではなく，水位低下による異常の認知を起点とするものであるため，運転員等操作時間に与える影響はない。また，初期に地震起因のスロッシングが発生した場合は，水位低下により原子炉建屋最上階の線量が上昇するため，その現場における長時間の作業は困難である。ただし，このような水位低下に対してもサイフォンブレイク孔による使用済燃料プール水の漏えいの停止，原子炉建屋最上階以外での漏えいの隔離操作及び屋外からの燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）による使用済燃料プールへの注水操作が実施可能であるため，現場操作に必要な遮蔽は維持される。また，使用済燃料プール水位が有効燃料棒頂部まで低下するまでの時間は事象発生から2日以上（6号及び7号炉 約2.2日）あり，事象発生から12時間後までに燃料プール代替注水系（可搬型）による注水が可能であるため，評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態は，評価条件のプールゲート閉鎖に対して最確条件はプールゲート開放であり，本評価条件の不確かさとして，最確条件とした場合，保有水量はプールゲート閉鎖時と比べ2倍程度となり，使用済燃料プールの水温上昇及び蒸発による水位の低下速度は緩和されるが，燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水操作及び漏えい箇所の隔離操作は，プールゲートの状態に応じた対応をとるものではなく，水位低下による異常の認知を起点とするものであるため，運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は，評価条件の約11MWに対して最確条件は約10MW以下であり，本評価条件の不確かさとして，最確条件とした場合，評価条件で設定している燃料の崩壊熱より小さな値となることから，評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>初期水温の変動を考慮した場合，評価条件として設定している初期水温より，低くなることが考えられ，使用済燃料プールの水位低下が遅くなることから，評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。なお，自然蒸発，使用済燃料プールの水温及び温度上昇の非一様性により，評価で</p>	<p>であり，本評価条件の不確かさとして，最確条件とした場合，評価条件で設定している使用済燃料プールの初期水温より低くなることが考えられ，さらに余裕時間が長くなることが考えられるが，注水操作は，使用済燃料プール水の初期水温に応じた対応をとるものではなく，水位低下による異常の認知を起点とするものであるため，運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水位は，評価条件の通常水位に対して最確条件では通常水位付近であり，本評価条件の不確かさとして，その変動を考慮した場合，通常水位よりも低くなることも考えられ，それにより余裕時間が短くなることが考えられるが，注水操作は，燃料プール水の初期水位に応じた対応をとるものではなく，水位低下による異常の認知を起点とするものであるため，運転員等操作時間に与える影響はない。また，初期に地震誘因のスロッシングが発生していた場合は，最大で約0.70mの水位の低下が発生し，使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は事象発生から約5時間後となり，それ以降は原子炉建屋最上階の線量率が上昇し，その場における長時間の作業は困難となる。ただし，可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は屋外での操作であるため，現場操作に必要な遮蔽は維持される。このため，運転員等操作時間に与える影響はない。なお，本スロッシングの評価には余震の影響は考慮していないが，余震は本震よりも小さな地震動となると考えられ，本震時のスロッシングによってプール水位が約0.70m低下しているため，プール水温度の上昇による水位の上昇を考慮しても余震による有意な水位低下はないと考えられる。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態は，評価条件のプールゲート閉鎖に対して最確条件はプールゲート開放であり，本評価条件の不確かさとして，最確条件とした場合，保有水量はプールゲート閉鎖時と比べ約1.6倍となり，使用済燃料プールの水温上昇及び蒸発による水位低下速度は緩やかになるが，注水操作はプールゲートの状態に応じた対応をとるものではなく，水位低下による異常の認知を起点とするものであるため，運転員等操作時間に与える影響はない。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>初期条件の燃料の崩壊熱は，評価条件の約9.1MWに対して最確条件は約9.1MW以下であり，本評価条件の不確かさとして，最確条件とした場合，評価条件で設定している燃料の崩壊熱より低くなるため，評価項目となるパラメータに対する余裕が大きくなる。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水温は，評価条件の65℃に対して最確条件は約12℃～40℃であり，本評価条件の不確かさとして，最確条件とした場合，評価条件で設定している使用済燃料プールの水温より低くなるため，沸騰開始時間が遅くなり，水位低下は緩和されるこ</p>	



4.2 想定事故 2

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6 / 7号 (2017年3月6日版)	東二	備考
<p>想定している沸騰による水位低下開始時間より早く水位の低下が始まることも考えられる。しかし、自然蒸発による影響は沸騰による水位低下と比べて僅かであり、気化熱により使用済燃料プール水は冷却される。また、使用済燃料プール水温の非一様性も沸騰開始後の気泡上昇を駆動力とした対流により影響が小さくなることが考えられる。</p> <p>さらに、仮に事象発生直後から沸騰による使用済燃料プール水位低下が開始すると想定した場合であっても、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は事象発生から16時間以上（10mSv/hの場合、6号炉は約16時間、7号炉は約17時間）、有効燃料棒頂部まで水位が低下するまでの時間は事象発生から3日以上（6号及び7号炉は約3.1日）あることから長時間を要し、事象発生から12時間後までに燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水が可能であるため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期水位の変動を考慮した場合、有効燃料棒頂部まで使用済燃料プール水位が低下するまでの時間は短くなるが、仮に初期水位を水位低警報レベル（通常水位から約0.3m下）<sup>※6</sup>とした場合であっても、放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は20時間程度（10mSv/hの場合、6号及び7号炉 約20時間）、有効燃料棒頂部まで水位が低下するまでの時間は約3日以上（6号及び7号炉 約3.6日）と長時間を要し、事象発生12時間後までに燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水が可能であるため、評価項目となるパラメータに与える影響はない。また、初期に地震起因のスロッシングが発生していた場合において、最大で約3m程度の水位の低下が発生する（注水量：6号炉 690m<sup>3</sup>、7号炉 710m<sup>3</sup>）。その現場における長時間の作業は困難となる。ただし、このような水位低下に対してもサイフォンブレーク孔による使用済燃料プール水の漏えいの停止、原子炉建屋最上階以外での漏えいの隔離操作及び屋外から燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）による使用済燃料プールへの注水操作が実施可能であるため、現場操作に必要な遮蔽は維持される。事象発生12時間後から燃料プール代替注水系（常設スプレイヘッド）による使用済燃料プールへの注水を実施することにより、6号及び7号炉の使用済燃料プールの水位が原子炉建屋最上階の放射線の遮蔽維持に必要な最低水位まで回復する時間は事象発生から約26時間後（10mSv/hの場合）、通常水位まで回復する時間は事象発生から約45時間後となる。また、使用済燃料プール水位が有効燃料棒頂部まで低下するまでの時間は事象発生から2日以上（6号及び7号炉 約2.2日）あり、事象発生から12時間後までに燃料プール代替注水系（可搬型）による注水が可能であるため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>プールゲートの状態の変動を考慮した場合、プールゲート開放時は原子炉ウェル、蒸気乾燥器・気水分離器ピット（D/Sピットという）及びキャスクピットの保有水を考慮すると使用済燃料プールの保有水量は多くなることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなるが、有効燃料棒頂部まで使用済燃料プール水位が低下するまでに十分な時間余裕があることから、評価項目とな</p>	<p>とから、評価項目となるパラメータに対する余裕が大きくなる。なお、自然蒸発、使用済燃料プール水温及び温度上昇の非一様性により、評価で想定している沸騰による水位低下開始時間より早く水位の低下が始まることも考えられる。しかし、自然蒸発による影響は沸騰による水位低下と比べてわずかであり、気化熱により使用済燃料プール水は冷却される。また、使用済燃料プール水温の非一様性も沸騰開始後の気泡上昇を駆動力とした対流により影響が小さくなることが考えられる。仮に事象発生直後から沸騰による水位低下が開始すると想定した場合は、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は事象発生から約4時間後となり、それ以降は原子炉建屋最上階の線量率が上昇し、その場における長時間の作業は困難となる。ただし、可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は屋外での操作であるため、現場操作に必要な遮蔽は維持される。また、燃料有効長頂部まで水位が低下するまでの時間は事象発生から2日以上あり、事象発生から8時間後までに可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した注水が可能であるため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件の使用済燃料プール水位は、評価条件の通常水位に対して最確条件では通常水位付近であり、本評価条件の不確かさとして、その変動を考慮した場合、通常水位よりも低くなることも考えられるが、仮に初期水位を水位低警報レベル（通常水位から約0.14m低下した位置）とした場合であっても、漏えいによる水位低下は、静的サイフォンブレーカにより燃料プール冷却浄化系配管下端位置（通常水位から約0.23m下）で停止することから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。また、初期に地震誘因のスロッシングが発生していた場合は、最大で約0.70mの水位の低下が発生し、使用済燃料プール水位が放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は事象発生から約5時間後となり、それ以降は原子炉建屋最上階の線量率が上昇し、その場における長時間の作業は困難となる。ただし、注水ラインを用いる可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は屋外での操作であるため、現場操作に必要な遮蔽は維持される。また、燃料有効長頂部まで水位が低下するまでの時間は事象発生から2日以上あり、事象発生から8時間後までに可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した注水が可能であるため、評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>初期条件のプールゲートの状態は、評価条件のプールゲート閉鎖に対して最確条件はプールゲート開放であり、本評価条件の不確かさとして、最確条件とした場合、保有水量はプールゲート閉鎖時と比べ約1.6倍となり、使用済燃料プール水温上昇及び水位低下速度は緩やかになることから、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p>	<p>備考</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>東海第二は、事象発生直後に沸騰開始を想定した場合、注水開始時間前に遮蔽維持水位を下回るが、建屋外での操作が可能であり、現場操作の遮蔽は維持される。</li> <li>東海第二は、静的サイフォンブレーカの効果に期待しているため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する。</li> </ul> <p>&lt;KKとの差異以外の備考&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>スロッシングによる水位低下量は基準地震動S<sub>s</sub>の変更に伴い評価中のため、今後更新予定。</li> </ul>

4.2 想定事故 2

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6 / 7号 (2017年3月6日版)	東二	備 考
<p>るパラメータに与える影響はない。</p> <p>損傷箇所・状態の想定及び逆流防止用の逆止弁の状態の変動を考慮した場合、配管全周損傷、逆止弁全開固着と想定した場合は漏えい量が多くなり、漏えい箇所隔離操作までの時間余裕が短くなる。ただし、サイフォン現象の継続防止用のサイフォンブレイク孔による漏えい停止を考慮した場合は事象進展に影響はなく、漏えい量が少なくなることから評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。</p> <p>※6 使用済燃料貯蔵プール水位・温度計（SA広域）の水位低の警報設定値：6号炉通常水位-225mm，7号炉通常水位-267mm</p> <p>(添付資料4.2.5)</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作に係る不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が、運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>操作条件の漏えい箇所の隔離操作は、評価上の操作完了時間として、事象発生から150分後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、評価上の燃料プール水位低警報の確認後の注水機能喪失確認までに余裕を含め1時間を考慮して、その後使用済燃料プール水位低下要因調査及び漏えいの隔離操作を実施する設定としているが、実際の操作の場合、燃料プール水位低を認知した時点で使用済燃料プール水位低下要因調査及び漏えいの隔離操作に着手可能であり、注水機能喪失確認と同時に実施できるため、評価上の操作完了時間に対し、実際の操作完了時間が早くなる場合が考えられ、使用済燃料プール水の漏えい量が少なくなる。当該操作は、評価条件（操作条件を除く）の不確かさにより操作完了時間は早まる可能性があるが、他の操作と重複しないことから、他の操作に与える影響はない。</p> <p>操作条件の燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水操作は、評価上の操作開始時間として、事象発生から12時間後を設定している。運転員等操作時間に与える影響として、評価上の操作開始時間は事象発生12時間後を設定しているが、他の操作はないため、使用済燃料プールの水位低下による異常を認知した時点で注水準備に着手可能であり、評価上の操作開始時間に対し、実際の操作開始時間が早くなる場合が考えられ、使用済燃料プール水位の回復を早める。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>操作条件の漏えい箇所の隔離操作は、運転員等操作時間に与える影響として、評価上の操作完了時間に対して、実際に見込まれる操作完了時間が早くなる可能性がある。この場合、放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間余裕は、漏えい箇所の隔離操作に対して約7時間程度（10mSv/hの場合 6号及び7号炉 約7.1時間）、注水操作に対して約23時間程度（6号及び7号炉 約23</p>	<p>破断箇所・状態及びサイフォン現象による水位低下量の想定は、評価条件では残留熱除去系に比べて耐震性が低い燃料プール冷却浄化系配管が破断し、燃料プール冷却浄化系配管に設置されている真空破壊弁については閉固着を想定しているが、最確条件では事故毎に異なる。ただし、静的サイフォンブレイカにより燃料プール冷却浄化系配管下端位置（通常水位から約0.23m下）で漏えいが停止することから、評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>(添付資料 4.2.4)</p> <p>b. 操作条件</p> <p>操作条件の不確かさとして、操作に係る不確かさを「認知」、「要員配置」、「移動」、「操作所要時間」、「他の並列操作有無」及び「操作の確実さ」の6要因に分類し、これらの要因が、運転員等操作時間に与える影響を評価する。また、運転員等操作時間に与える影響が評価項目となるパラメータに与える影響を評価し、評価結果を以下に示す。</p> <p>(a) 運転員等操作時間に与える影響</p> <p>評価条件の可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作は、評価上の操作開始時間として事象発生から8時間後を設定している。運転員等の操作時間に与える影響として、評価上の操作開始時間を事象発生8時間後として設定しているが、他の操作はないため、使用済燃料プールの注水機能の喪失を認知した時点で注水準備に着手可能である。よって、評価上の操作開始時間に対し、実際の操作開始時間が早くなる場合が考えられ、使用済燃料プール水位の回復を早める。</p> <p>(b) 評価項目となるパラメータに与える影響</p> <p>操作条件の可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した注水操作は、運転員等操作時間に与える影響として、評価上の操作開始時間に対して、実際の操作開始時間が早くなる場合が考えられ、この場合使用済燃料プール水位の回復が早くなり、評価項目となるパラメータに対する余裕は大きくなる。</p> <p>(添付資料 4.2.4)</p>	<p>・東海第二は、静的サイフォンブレイカの効果に期待しているため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する。</p> <p>・東海第二は、静的サイフォンブレイカの効果に期待しているため、隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する。</p>

4.2 想定事故2

赤字：設備，運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現，設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6／7号（2017年3月6日版）	東二	備考
<p>時間）と操作に対して十分な時間余裕をもつことから，評価項目となるパラメータに与える影響はない。</p> <p>(添付資料4.2.5)</p> <p>(2) 操作時間余裕の把握</p> <p>操作遅れによる影響度合いを把握する観点から，評価項目となるパラメータに対して，対策の有効性が確認できる範囲内での操作時間余裕を確認し，その結果を以下に示す。</p> <p>操作条件の漏えい箇所の隔離操作は，当該操作に対する時間余裕について，放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間は7時間以上（10mSv/hの場合 6号及び7号炉約7.1時間），有効燃料棒頂部まで水位が低下するまでの時間は23時間程度（6号及び7号炉約23時間）であり，これに対して，事故を検知して漏えい箇所の隔離操作の実施が完了するまでの時間は事象発生から約150分であることから，時間余裕がある。</p> <p>操作条件の燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水操作は，当該操作に対する時間余裕について，放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間が23時間程度（10mSv/hの場合，6号炉では約23時間後，7号炉では約24時間後），有効燃料棒頂部まで水位が低下するまでの時間が3日以上（6号及び7号炉 約3.4日）であり，これに対して，事故を検知して注水を開始するまでの時間は事象発生から約12時間であることから，時間余裕がある。</p> <p>(添付資料4.2.5)</p> <p>(3) まとめ</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として，運転員等操作時間に与える影響，評価項目となるパラメータに与える影響，操作時間余裕及び評価条件の不確かさが評価項目となるパラメータに与える影響を確認した。その結果，評価条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合においても，評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。この他，評価項目となるパラメータに対して，対策の有効性が確認できる範囲内において，運転員等操作時間には時間余裕がある。</p> <p>4.2.4 必要な要員及び資源の評価</p> <p>(1) 必要な要員の評価</p> <p>「想定事故2」において6号及び7号炉同時の重大事故等対策時に必要な要員は，「4.2.1(3)燃料損傷防止対策」に示すとおり22名である。「6.2 重大事故等対策に必要な要員の評価結果」で説明している当直長，当直副長，運転員及び緊急時対策要員等の64名で対処可能である。</p> <p>なお，今回評価した原子炉停止中ではなく，原子炉運転中を想定した場合，事象によっては，原子炉における重大事故に至るおそれがある事故の対応の対応と使用済燃料プールにおける重大事故想定事故2の対応が重畳することも考えられる。しかし，原子炉運転中を想定した場合，使用済燃料プールに貯蔵されている燃料の崩壊熱が低いため，時間余裕が十分長く時間余裕があり（原子炉運転開始直後を考慮しても使用済燃料プールの保有水が100℃に到達するまで最低でも1日以上），原</p>	<p>東二</p> <p>(2) 操作余裕時間の把握</p> <p>操作遅れによる影響度合いを把握する観点から，評価項目となるパラメータに対して，対策の有効性が確認できる範囲内での操作余裕時間を確認し，その結果を以下に示す。</p> <p>操作条件の可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水操作に対する余裕時間については，放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間が事象発生から9時間以上，燃料有効長頂部に到達するまでの時間が事象発生から2日以上であり，これに対して，事故を認知して注水を開始するまでの時間は事象発生から8時間であることから，余裕時間がある。</p> <p>(添付資料4.2.4)</p> <p>(3) まとめ</p> <p>評価条件の不確かさの影響評価の範囲として，運転員等操作時間に与える影響，評価項目となるパラメータに与える影響及び操作余裕時間を確認した。その結果，評価条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響等を考慮した場合においても，評価項目となるパラメータに与える影響は小さい。この他，評価項目となるパラメータに対して，対策の有効性が確認できる範囲内において，運転員等操作時間には余裕時間がある。</p> <p>4.2.4 必要な要員及び資源の評価</p> <p>(1) 必要な要員の評価</p> <p>想定事故2の重大事故等対策時ににおける必要な初動対応要員は「4.2.1(3) 燃料損傷防止対策」に示すとおり13名である。「6.2 重大事故等対策に必要な要員の評価結果」で示す運転員及び災害対策要員の37名で対処可能である。</p> <p>なお，今回評価した原子炉運転停止中ではなく，原子炉運転中を想定した場合，事象によっては，原子炉における重大事故又は重大事故に至るおそれのある事故の対応と，想定事故2の対応が重畳することも考えられる。しかし，原子炉運転中においては，使用済燃料プールに貯蔵されている燃料の崩壊熱が低いため，操作余裕時間が十分長く（原子炉運転開始直後を考慮しても使用済燃料プール水が100℃に到達するまで約1日以上），原子炉における事故対応が収束に向かっ</p>	<p>備考</p> <p>・東海第二は，静的サイフォンブレーカの効果に期待しているため，隔離操作を実施しなくても漏えいは停止する。</p>

4.2 想定事故2

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6／7号（2017年3月6日版）	東二	備考
<p>子炉側の事故対応が収束に向かっている状態での対応となるため、<b>緊急時対策要員</b>や<b>参集要員</b>により対応可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価                  「想定事故2」において、必要な水源、燃料及び電源は、「6.1(2)資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源                  燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水については、7日間の対応を考慮すると、号炉あたり約3,300m<sup>3</sup>の水が必要となる。6号及び7号炉の同時被災を考慮すると、合計約6,600m<sup>3</sup>の水が必要である。水源として、淡水貯水池に約18,000m<sup>3</sup>の水量を保有しており、必要な水源は確保可能である。また、事象発生12時間以降に淡水貯水池の水を防火水槽に移送することで、防火水槽を枯渇させることなく防火水槽を水源とした7日間の注水継続実施が可能となる。ここで、燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プール注水及び防火水槽への補給の開始を12時間としているが、これは、可搬型設備を12時間以内に使用できなかった場合においても、その他の設備にて重大事故等に対応できるよう設定しているものである。                  (添付資料4.2.6)</p> <p>b. 燃料                  非常用ディーゼル発電機による電源供給については、事象発生後7日間最大負荷で運転した場合、号炉あたり約751kLの軽油が必要となる。燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水については、保守的に事象発生直後からの可搬型代替注水ポンプの運転を想定すると、7日間の運転継続に号炉あたり約7kLの軽油が必要となる。免震重要棟内緊急時対策所用ガスタービン発電機及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給については、事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に合計約79kLの軽油が必要となる。（6号及び7号炉 合計 約1,595kL）                  6号及び7号炉の各軽油タンクにて約1,020kL（6号及び7号炉合計 約2,040kL）の軽油を保有しており、これらの使用が可能であることから、非常用ディーゼル発電機による電源供給、燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水、免震重要棟内緊急時対策所用ガスタービン発電機による電源供給及びモニタリング・ポスト用発電機による電源供給について、7日間の継続が可能である。                  (添付資料4.2.7)</p> <p>c. 電源                  外部電源は使用できないものと仮定し、非常用ディーゼル発電機によって給電を行うものとする。                  また、免震重要棟内緊急時対策所用ガスタービン発電機及びモニタリング・ポスト用発電機についても、必要負荷に対して電源供給が可能である。</p>	<p>ている状態での対応となるため、<b>災害対策要員</b>や<b>招集要員</b>により対応可能である。</p> <p>(2) 必要な資源の評価                  想定事故2において、必要な水源、燃料及び電源は「6.1(2) 資源の評価条件」の条件にて評価している。その結果を以下に示す。</p> <p>a. 水源                  可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水については、7日間の対応を考慮すると合計約2,500m<sup>3</sup>必要となる。代替淡水貯槽に約4,300m<sup>3</sup>、淡水貯水池に約5,000m<sup>3</sup>の水量を保有していることから、7日間の継続した注水が可能である。                  (添付資料4.2.5)</p> <p>b. 燃料                  非常用ディーゼル発電機による電源供給については、事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に約484.0kLの軽油が必要となる。高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機による電源供給については、事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に約130.3kLの軽油が必要となる。常設代替交流電源設備による電源供給については、事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転継続に約141.2kLの軽油が必要となる。軽油貯蔵タンクに約800kLの軽油を保有していることから、非常用ディーゼル発電機、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及び常設代替交流電源設備による電源供給について、7日間の継続が可能である。                  可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水については、事象発生直後からの運転を想定すると、7日間の運転を想定して約36.6kLの軽油が必要となる。可搬型設備用軽油タンクに約210kLの軽油を保有していることから、可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水について、7日間の継続が可能である。                  (添付資料4.2.6)</p> <p>c. 電源                  外部電源は使用できないものと仮定し、非常用ディーゼル発電機、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及び常設代替交流電源設備によって給電を行うものとする。</p>	

4.2 想定事故2

赤字：設備、運用又は体制の相違（設計方針の相違）  
 青字：記載箇所又は記載内容の相違（記載方針の相違）  
 緑字：記載表現、設備名称の相違等（実質的な相違なし）  
 黄色ハッチ：ヒアリングコメント対応

比較表

柏崎 6 / 7号 (2017年3月6日版)	東二	備考
<p>4.2.5 結論</p> <p>「想定事故2」では、使用済燃料プールに入る配管からの漏えいが発生した際に逆止弁の機能が十分に働かず、サイフォン現象による使用済燃料プール水の小規模な喪失が発生し、かつ、使用済燃料プールへの水の注水にも失敗して使用済燃料プール水位が低下することで、やがて燃料が露出し燃料損傷に至ることが特徴である。「想定事故2」に対する燃料損傷防止対策としては、燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水手段を整備している。</p> <p>「想定事故2」について有効性評価を実施した。</p> <p>上記の場合においても、燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水により、使用済燃料プール水位を回復し維持することができることから、放射線の遮蔽が維持され、かつ、燃料損傷することはない。</p> <p>また、使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、未臨界は維持される。</p> <p>その結果、有効燃料棒頂部の冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界を維持できることから評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は、運転員及び緊急時対策要員にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源を供給可能である。</p> <p>以上のことから、燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水等の燃料損傷防止対策は、「想定事故2」に対して有効である。</p>	<p>4.2.5 結論</p> <p>想定事故2では、燃料プール冷却浄化系配管の破断により漏えいが発生した際に真空破壊弁の機能が十分に働かず、サイフォン現象等による使用済燃料プール水の小規模な喪失が発生し、かつ、使用済燃料プールへの水の補給にも失敗して使用済燃料プール水位が低下することで、やがて燃料が露出し燃料損傷に至ることが特徴である。想定事故2に対する燃料損傷防止対策としては、静的サイフォンブレイカによる漏えい防止手段、可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水手段を整備している。</p> <p>想定事故2について有効性評価を実施した。</p> <p>上記の場合においても、可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへ注水により、使用済燃料プール水位を回復し維持することができることから、放射線の遮蔽が維持され、かつ、燃料損傷することはない。</p> <p>また、使用済燃料プールでは燃料がボロン添加ステンレス鋼製ラックセルに貯蔵されており、必要な燃料間距離をとる等の設計により水密度の状態によらず臨界未満となるため、未臨界は維持される。</p> <p>その結果、燃料有効長頂部の冠水、放射線の遮蔽が維持される水位の確保及び未臨界を維持できることから評価項目を満足している。また、安定状態を維持できる。</p> <p>重大事故等対策時に必要な要員は運転員及び災害対策要員にて確保可能である。また、必要な水源、燃料及び電源については、外部電源喪失時を仮定しても供給可能である。</p> <p>以上のことから、静的サイフォンブレイカによる漏えいの防止及び可搬型代替注水大型ポンプによる代替燃料プール注水系（注水ライン）を使用した使用済燃料プールへの注水等の燃料損傷防止対策は、想定事故2に対して有効である。</p>	